Keysight Technologies
B1500A/B1505A/B1506A/B1507A
デバイス・アナライザ シリーズ

プログラミング・ガイド

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

法的注意事項

© Keysight Technologies 2005-2022

米国および国際著作権法に基づき、本書のいかなる部分も、Keysight Technologies による事前の同意および書面による許可がある場合を除き、複写、複製、他言語への翻訳を行うことはできません。

マニュアル・パーツ番号

B1500-97010

マニュアルの版

初版、2005 年 8 月
第 2 版、2006 年 4 月
第 3 版、2007 年 6 月
第 4 版、2007 年 12 月
第 5 版、2008 年 10 月
第 6 版、2009 年 6 月
第 7 版、2009 年 11 月
第 8 版、2010 年 6 月
第 9 版、2012 年 6 月
第 10 版、2012 年 9 月
第 11 版、2013 年 6 月
第 12 版、2015 年 5 月
第 13 版、2016 年 1 月
第 14 版、2021 年 2 月
第 15 版、2022 年 5 月

Printed in Malaysia

Published by:
Keysight Technologies Japan K.K.
9-1, Takakura-cho, Hachioji-shi, Tokyo
192-8550 Japan

保証

本書の内容は「現状のまま」で提供されており、将来の版では予告なしに変更される可能性があります。また、該当する法律の許す限りにおいて、本書およびそのすべての内容について、Keysight は明示、暗黙を問わずいかなる保証もいたしません。特に、商品性および特定目的への適合性に関する保証はありません。本書の内容の誤り、および本書の使用に伴う偶然、必然を問わずあらゆる損害に対して、Keysight は責任を負いません。Keysight とユーザとの間に本書の内容を対象とした保証に関する書面による契約が別に存在し、その内容がここに記す条件と矛盾する場合は、別契約の保証条件が優先するものとします。

テクノロジー・ライセンス

本書に記載されているハードウェアおよびソフトウェアはライセンスに基づいて提供されており、使用および複製にあたってはライセンスの条件を守る必要があります。

米国政府の権利の制限

連邦政府に認められているソフトウェア／技術データ使用権は、エンドユーザに通例与えられている権利に限られます。Keysight は、FAR 12.211（技術データ）および 12.212（コンピュータ・ソフトウェア）に従って、このソフトウェア／技術データに関する商習慣的ライセンスを与えるものとします。国防総省に対しては、DFARS 252.227-7015（技術データー市販品）および DFARS 227.7202-3（市販コンピュータ・ソフトウェアまたはコンピュータ・ソフトウェア・マニュアルに関する権利）に従うものとします。

適合宣言

適合宣言 (Declaration of Conformity) の最新版を入手するには、http://www.keysight.com/go/conformity にアクセスし、Search フィールドに製品番号を入力してください。

最新情報

最新版ファームウェア、ソフトウェア、マニュアル、仕様、サポート情報を入手するには Keysight Technologies サポートサイト（http://www.keysight.com）にアクセスし、ページトップの検索フィールドに製品番号を入力してください。

注記：この文書には「アジレント」の記載がありますが、アジレント・テクノロジーの電子計測事業はキーサイト・テクノロジーとなりました。詳細は www.keysight.jp をご覧ください。

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

測定リソース

Keysight B1500 シリーズの各モデルがサポートする測定リソースを以下に記します。本書を参照するうえで、他リソースの情報は無視してください。

リソース	B1500A	B1505A	B1506A	B1507A
HPSMU	○	○		
MPSMU	○	○	○ (B1511B)	○ (B1511B)
MCSMU	○	○	○	
MFCMU	○	○	H21/H51/H71 に有効	○
HRSMU	○			
HVSPGU	○			
HVSMU		○	○ (B1513C)	○ (B1513C)
HVMCU		○		
HCSMU		○	H20/H21 に有効	
UHCU		○	H50/H51/H70/H71 に有効	
UHVU		○		

- HPSMU 高電力ソース／モニタ・ユニット（B1510A）
- MPSMU 中電力ソース／モニタ・ユニット（B1511A/B）
- MCSMU 中電流ソース／モニタ・ユニット（B1514A）
- MFCMU または CMU マルチ周波数容量測定ユニット（B1520A）
- HRSMU 高分解能ソース／モニタ・ユニット（B1517A）
- HVSPGU または SPGU 高電圧パルス・ジェネレータ・ユニット（B1525A）
- HVSMU 高電圧ソース／モニタ・ユニット（B1513A/B/C）
- HVMCU 高電圧中電流ユニット（N1266A と B1513A/B/C 1 モジュール、および B1514A/B1512A 2 モジュール）
- HCSMU 大電流ソース／モニタ・ユニット（B1512A）
- UHCU 超大電流ユニット（N1265A と B1514A/B1512A 2 モジュール）
- UHVU 超高電圧ユニット（N1268A と B1514A/B1512A 2 モジュール）

本書の構成

本書は Keysight Technologies B1500 の計測制御プログラミングの基本、プログラム例、GPIB コマンドの詳細を記述しています。

- プログラミング・ベーシック

  Keysight B1500 の制御に必要な基本情報を記述しています。

- リモート・モード機能

  リモート・モードにおける Keysight B1500 の機能を説明しています。

- プログラム例

  測定モード毎、拡張機能毎に、使用可能な GPIB コマンド とプログラム例を説明しています。プログラムは Microsoft Visual Basic .NET または HP BASIC で書かれています。

- コマンド・リファレンス

  Keysight B1500 の全 GPIB コマンドの詳細を説明しています。

- エラー・メッセージ

  エラー・コードとエラー・メッセージを説明しています。

目次

1. プログラミング・ベーシック

始める前に 1-3
FlexGUI ウインドウ 1-4

制御してみましょう 1-7
設定をリセットする 1-8
クエリ レスポンスを読む 1-8
セルフテストを行う 1-8
セルフ・キャリブレーションを行う 1-8
動作チェックを行う 1-9
ソース／測定チャネルを有効にする 1-9
測定モードを選択する 1-9
電圧／電流を印加する 1-12
SMU の積分時間を設定する 1-13
測定レンジを設定する 1-14
待ち時間を設定する 1-15
測定を開始する 1-15
0 V を印加する 1-15
ソース／測定チャネルを無効にする 1-16
ASU を制御する 1-16
SCUU を制御する 1-17
エラー・コード／メッセージを読む 1-18
スポット測定データを読む 1-19
掃引測定データを読む 1-20
タイムスタンプ データを読む 1-21
高速スポット測定を実行する 1-22

コマンド入力フォーマット 1-23
ヘッダ 1-23
数値データ 1-23
ターミネータ 1-24
スペシャル ターミネータ 1-25

目次

セパレータ 1-25

データ出力フォーマット 1-26
表記の規則 1-26
ASCII データ・フォーマット 1-27
バイナリ・データ・フォーマット 1-37

GPIB インタフェース 1-56

ステータス・バイト 1-57

操作の手引き 1-59
動作を確認する 1-60
コマンド実行完了を確認する 1-60
オート・キャリブレーションを無効にする 1-60
測定レンジを最適化する 1-61
積分時間を最適化する 1-61
ADC ゼロ機能を無効にする 1-61
ウエイト時間を最適化する 1-62
プログラム・メモリーを使用する 1-63
時間データを最高分解能で読みとる 1-63
掃引源を定電源として使用する 1-63
複数チャネルで同時に測定を開始する 1-63
擬似的にサンプリング測定を行う 1-64
割り込みコマンド 1-64
Keysight 4142B 用プログラムを使用する 1-65
Keysight 4155/4156 用プログラムを使用する 1-66
Keysight E5260/E5270 用プログラムを使用する 1-68

2. リモート・モード機能

測定モード 2-3
スポット測定 2-4
パルス・スポット測定 2-5
マルチ・チャネル パルス・スポット測定 2-6

目次

階段波掃引測定 2-8
パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定 2-10
パルス掃引測定 2-12
マルチ・チャネル掃引測定 2-14
マルチ・チャネル パルス掃引測定 2-16
疑似パルス・スポット測定 2-18
バイナリ・サーチ測定 2-20
リニア・サーチ測定 2-22
サンプリング測定 2-24
Quasi-static CV 測定 2-27
スポット C 測定 2-30
パルス・スポット C 測定 2-31
CV（DC バイアス）掃引測定 2-33
パルス掃引 CV 測定 2-36
C-f 掃引測定 2-38
CV（AC レベル）掃引測定 2-40
C-t サンプリング測定 2-42

同期出力 2-44

自動停止機能 2-46

並列測定機能 2-48
並列測定チャネルに必要な条件 2-48

プログラム・メモリ 2-49
プログラム・メモリを使用する 2-49

デュアル HCSMU 2-52

SPGU モジュール 2-53
PG 動作モード 2-55
ALWG 動作モード 2-59

モジュール・セレクタ 2-64
External Relay Control Output 2-65

目次

SMU/PG セレクタ 2-67
超大電流エクスパンダ／フィクスチャ 2-68
HVSMU 電流エクスパンダ 2-70
超高電圧エクスパンダ 2-71
ディジタル I/O ポート 2-72
アクセサリ 2-73
Digital I/O 内部回路 2-74
トリガ機能 2-75
トリガ入力 2-76
トリガ出力 2-78
トリガ機能を使用する 2-81
Trig In/Out 内部回路 2-87
初期設定 2-88

3. プログラム例

Visual Basic .NET を使用する 3-4
プロジェクト・テンプレートの作成 3-4
自動計測プログラムの作成 3-5
高速スポット測定 3-9
スポット測定 3-12
パルス・スポット測定 3-15
階段波掃引測定 3-18
パルス掃引測定 3-28
パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定 3-32
疑似パルス・スポット測定 3-36
リニア・サーチ測定 3-39

目次

バイナリ・サーチ測定 3-42
マルチ・チャネル掃引測定 3-45
マルチ・チャネル パルス・スポット測定 3-49
マルチ・チャネル パルス掃引測定 3-52
サンプリング測定 3-56
Quasi-static CV 測定 3-61
高速スポット C 測定 3-66
スポット C 測定 3-72
CV（DC バイアス）掃引測定 3-76
パルス・スポット C 測定 3-81
パルス掃引 CV 測定 3-85
CV(AC レベル）掃引測定 3-90
C-f 掃引測定 3-95
C-t サンプリング測定 3-100
SPGU パルス出力と電圧測定 3-105
プログラム・メモリを使用する 3-112
　プログラム・メモリ使用上の注意 3-113
トリガ機能を使用する 3-118
タイムスタンプを読み取る 3-130
バイナリ・データを読み取る 3-131
4142B のプログラムを利用する 3-134
4155/4156 のプログラムを利用する 3-136

4. コマンド・リファレンス

目次

コマンド・サマリ 4-3

コマンド・パラメータ 4-15

コマンド・リファレンス 4-32
- AAD 4-33
- AB 4-33
- ACH 4-35
- ACT 4-36
- ACV 4-36
- ADJ 4-37
- ADJ? 4-37
- AIT 4-38
- AITM 4-41
- AITM? 4-41
- ALS 4-41
- ALS? 4-42
- ALW 4-42
- ALW? 4-42
- AV 4-43
- AZ 4-44
- BC 4-44
- BDM 4-45
- BDT 4-45
- BDV 4-46
- BGI 4-47
- BGV 4-48
- BSI 4-49
- BSM 4-50
- BSSI 4-53
- BSSV 4-54
- BST 4-55
- BSV 4-55

目次

BSVM 4-56
CA 4-56
*CAL? 4-57
CL 4-58
CLCORR 4-59
CM 4-60
CMM 4-60
CN/CNX 4-61
CORR? 4-63
CORRDT 4-64
CORRDT? 4-64
CORRL 4-65
CORRL? 4-65
CORRSER? 4-66
CORRST 4-68
CORRST? 4-69
DCORR 4-69
DCORR? 4-70
DCV 4-71
DI 4-72
DIAG? 4-73
DO 4-74
DSMPLARM 4-74
DSMPLFLUSH 4-75
DSMPLSETUP 4-76
DV 4-76
DZ 4-77
EMG? 4-78
END 4-79
ERC 4-79
ERCMAA 4-80
ERCMAA? 4-81

目次

ERCMAGRD 4-81
ERCMAGRD? 4-82
ERCMAIO 4-82
ERCMAIO? 4-85
ERCMAPFGD 4-87
ERHPA 4-88
ERHPA? 4-88
ERHPE 4-89
ERHPE? 4-89
ERHPL 4-89
ERHPL? 4-90
ERHPP 4-90
ERHPP? 4-90
ERHPQG 4-91
ERHPQG? 4-92
ERHPR 4-92
ERHPR? 4-93
ERHPS 4-93
ERHPS? 4-94
ERHVCA 4-94
ERHVCA? 4-95
ERHVCTST? 4-95
ERHVP 4-95
ERHVP? 4-96
ERHVPV 4-96
ERHVS 4-97
ERHVS? 4-97
ERM 4-98
ERMOD 4-98
ERMOD? 4-100
ERPFDA 4-100
ERPFDA? 4-101

目次

ERPFDP 4-101
ERPFDP? 4-102
ERPFDS 4-102
ERPFDS? 4-103
ERPFGA 4-103
ERPFGA? 4-104
ERPFGP 4-104
ERPFGP? 4-104
ERPFGR 4-105
ERPFGR? 4-105
ERPFQG 4-105
ERPFQG? 4-106
ERPFTEMP? 4-106
ERPFUHCA 4-107
ERPFUHCA? 4-107
ERPFUHCCAL? 4-108
ERPFUHCMAX? 4-108
ERPFUHCTST? 4-109
ERR? 4-109
ERRX? 4-110
ERS? 4-111
ERSSP 4-112
ERSSP? 4-112
ERUHVA 4-113
ERUHVA? 4-114
FC 4-114
FL 4-114
FMT 4-115
HSS 4-117
HVSMUOP 4-118
HVSMUOP? 4-118
*IDN? 4-119

目次

IMP. 4-119
IN 4-120
INTLKVTH 4-121
INTLKVTH? 4-122
LGI 4-122
LGV 4-123
LIM 4-123
LIM?. 4-124
LMN. 4-124
LOP? 4-125
*LRN? 4-126
LSI 4-132
LSM 4-133
LSSI 4-134
LSSV 4-135
LST? 4-136
LSTM. 4-137
LSV 4-138
LSVM. 4-139
MCC 4-139
MCPNT 4-140
MCPNX 4-141
MCPT 4-143
MCPWS 4-144
MCPWNX 4-144
MDCV 4-146
MI 4-147
ML 4-148
MM 4-149
MSC 4-152
MSP 4-153
MT 4-153

目次

MTDCV 4-155
MV 4-156
NUB? 4-157
ODSW 4-157
ODSW?. 4-158
*OPC?. 4-158
OS 4-159
OSX 4-159
PA 4-160
PAD 4-161
PAX 4-161
PCH 4-162
PCH?. 4-163
PDCV 4-163
PI 4-164
PT 4-165
PTDCV 4-166
PV 4-167
PWDCV 4-168
PWI 4-169
PWV 4-170
QSC 4-172
QSL. 4-172
QSM 4-173
QSO 4-174
QSR 4-174
QST. 4-175
QSV 4-176
QSZ. 4-178
RC. 4-178
RCV 4-179
RI 4-180

目次

RM 4-180
*RST 4-181
RU 4-182
RV 4-182
RZ 4-183
SAL 4-183
SAP 4-184
SAR 4-184
SCR 4-185
SER 4-185
SER? 4-186
SIM 4-186
SIM? 4-187
SOPC 4-187
SOPC? 4-187
SOVC 4-188
SOVC? 4-188
SPM 4-189
SPM? 4-189
SPP 4-190
SPPER 4-190
SPPER? 4-190
SPRM 4-191
SPRM? 4-191
SPST? 4-192
SPT 4-192
SPT? 4-193
SPUPD 4-194
SPV 4-194
SPV? 4-195
*SRE 4-195
*SRE? 4-196

目次

SRP 4-197
SSL 4-197
SSP 4-198
SSR 4-199
ST 4-200
*STB? 4-201
STGP 4-201
STGP? 4-202
TACV 4-202
TC 4-203
TDCV 4-204
TDI 4-205
TDV 4-206
TGMO 4-207
TGP 4-208
TGPC 4-210
TGSI 4-211
TGSO 4-212
TGXO 4-213
TI 4-213
TIV 4-214
TM 4-214
TMACV 4-215
TMDCV 4-216
TSC 4-216
TSQ 4-217
TSR 4-218
*TST? 4-218
TTC 4-220
TTI 4-221
TTIV 4-221
TTV 4-222

目次

TV 4-223
UNT? 4-224
VAR 4-224
VAR? 4-224
WACV 4-225
WAT 4-226
WDCV 4-227
WFC 4-228
WI 4-229
WM 4-230
WMACV 4-231
WMDCV 4-232
WMFC 4-233
WNCC 4-234
WNU? 4-234
WNX 4-234
WS 4-237
WSI 4-238
WSV 4-239
WSX 4-241
WT 4-242
WTACV 4-244
WTDCV 4-245
WTFC 4-246
WV 4-247
WZ? 4-248
XE 4-249

5. エラー・メッセージ

オペレーション・エラー 5-3
セルフテスト／キャリブレーション・エラー 5-33

1 プログラミング・ベーシック

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

本章は Keysight B1500 の制御に必要な基本情報を説明します。次のセクションで構成されています。

- 始める前に
- 制御してみましょう
- コマンド入力フォーマット
- データ出力フォーマット
- GPIB インタフェース
- ステータス・バイト
- 操作の手引き

NOTE

コマンド実行例について

この章のコマンド実行例の記述には HP BASIC 言語が使用されています。実行例を解読するには、次の記述を参考にしてください。

1. I/O パスをアサインするには ASSIGN ステートメントを使用します。例えば、コントローラ側 GPIB インタフェースのロジカル・ユニットが 7 で、装置側 GPIB インタフェースのアドレスが 17 の場合は次のように入力します。

   ```
   ASSIGN @B1500 TO 717
   ```

2. 装置にコマンドを送るには OUTPUT ステートメントを使用します。次の例は *RST コマンドを送ります。

   ```
   OUTPUT @B1500;"*RST"
   ```

   また、次のように複数のコマンドを送ることもできます。

   ```
   OUTPUT @B1500;"*CN;MM2,1"
   ```

3. 装置からのレスポンスやデータを受け取るには ENTER ステートメントを使用します。

始める前に

Keysight FLEX コマンドを用いたプログラミングを始める前に、次の準備を行います。

1. Keysight EasyEXPERT ソフトウェアを終了します。
   a. EasyEXPERT の File メニューから Exit を選択します。
   b. Start EasyEXPERT ボタン右上の [x] をクリックします。
2. Keysight Connection Expert ウインドウを開きます。このウインドウを開くには、タスクバー上 Keysight IO Control アイコンのクリック・メニューから Keysight Connection Expert を選択します。
3. 次の設定を変更します。設定用ウインドウを開くには、Instrument I/O on this PC エリアの GPIB0 をハイライトしてから Change Properties... ボタンをクリックします。

   GPIB address B1500 の GPIB アドレス（例：17）

   System Controller No

   Auto-discover No

   工場出荷時には、それぞれ 17、No、No に設定されています。
4. Reboot Required ダイアログ・ボックスが開いた場合は、B1500 を再起動します。

NOTE

本器との GPIB 接続には、Keysight 82350B（PCI バス用）、Keysight 82357A/B（USB/GPIB）、または National Instrument GPIB-USB-HS のいずれかの GPIB インタフェースを使用してください。

USB/GPIB インタフェース使用時には、本器の GPIB アドレスを偶数に設定することを推奨します。内部通信方式の違いにより、シリアル・ポール時にエラーが発生することがありますが、GPIB アドレスを偶数にすることで、エラーの発生頻度が著しく低下することが報告されています。

NOTE

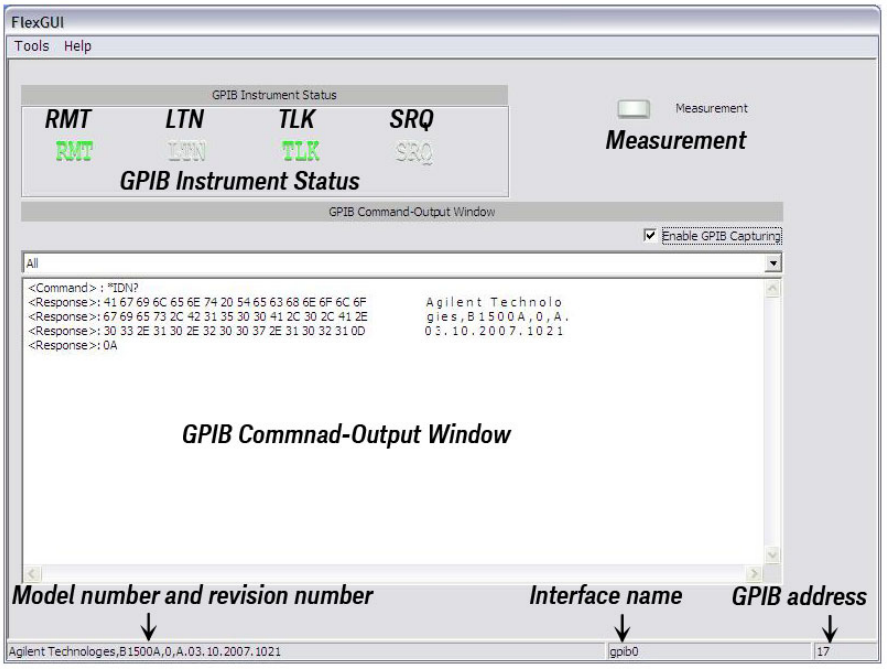
Start EasyEXPERT ボタン

B1500 の画面に Start EasyEXPERT ボタンを残しておいてください。外部コンピュータから B1500 をコントロールするには、EasyEXPERT サービスを起動させておく必要があります。ボタンを画面に表示させておくか、最小化してタスクバーに残しておいてください。

FlexGUI ウインドウ

Keysight B1500 に GPIB コマンドが送られると、Start EasyEXPERT ボタンはタスクバーに最小化され、FlexGUI ウインドウ（Figure 1-1）が現れます。FlexGUI ウインドウは GPIB リモート状態における B1500 のステータス・インジケータであり、下記 GUI を提供します。

Figure 1-1 **FlexGUI ウインドウ**



Tools メニュー

Go to Local & Close	B1500 をローカル状態に戻して FlexGUI ウインドウを閉じます。その後、Start EasyEXPERT ボタンが表示されます。
Close	B1500 が既にローカル状態に戻っている場合に Go to Local & Close の代わりに現れます。FlexGUI ウインドウを閉じます。その後、Start EasyEXPERT ボタンが表示されます。
Options > Enable GPIB Capturing	GPIB ログ表示機能を設定します。

Help メニュー

About FlexGUI	About FlexGUI ダイアログ・ボックスを表示します。

Model number and revision number
*IDN? コマンド・レスポンスを表示します。
例：`Agilent Technologies,B1500A,0,A.03.10.2007.1021`

Interface name
B1500 内蔵 GPIB インタフェースの名前を表示します。

GPIB address
B1500 に設定された GPIB アドレスを表示します。

GPIB Instrument Status
B1500 のリモート状態を示します。次のインジケータがあります。

RMT GPIB リモート状態では緑色で強調表示されます。

LTN GPIB コマンド受信中に緑色で強調表示されます。

TLK レスポンス送信中に緑色で強調表示されます。

SRQ サービス・リクエスト発生後に緑色で強調表示されます。

最終通信の後も、最終状態の表示が継続されます。

Measurement
Measurement インジケータ。測定、セルフテスト、セルフ・キャリブレーション、プログラム・メモリ、あるいは補正データ測定の実行中に、インジケータが緑色で強調表示されます。

Enable GPIB Capturing
GPIB ログ表示機能を設定します。この機能は、このチェックボックスをチェックすることで ON に設定されます。

GPIB ログ表示機能はプログラムのデバッグに役立ちます。通常時は OFF に設定しておきます。

GPIB Command-Output Window
GPIB ログ表示機能 ON では、ログ（通信記録）として次の情報を表示します。GPIB ログ表示機能 OFF では何も表示しません。

- B1500 に送られたコマンド
- B1500 から出力されるレスポンス・データ
- B1500 から出力されるエラー・メッセージ

コンボボックスを用いて、表示情報を選択することができます。

All 上記情報すべてを表示します。

Errors エラー・メッセージだけを表示します。

Commands Sent コマンドだけを表示します。

Response Data レスポンス・データだけを表示します。

Commands Sent & Response Data コマンドとレスポンス・データを表示します。

GPIB ログ表示領域では、次の右クリック・メニューが有効です。

Copy	選択されたデータをクリップボードにコピーします。
Select All	表示されている情報のすべてを選択します。
Save to File	表示されている情報をファイル名をつけて保存します。保存したファイルを開くために、Notepad などのテキストエディタを使用することができます。
Clear All	表示されている情報を消去します。
Settings...	GPIB ログ表示機能 OFF 時に有効です。 Settings ダイアログ・ボックスを開きます。

Settings ダイアログ・ボックス

このダイアログ・ボックスは、GPIB ログ表示領域における右クリック・メニューの Settings... を選択することによって開き、表示更新モード、表示エレメント数、表示形式の設定に使用されます。

GPIB Capturing Mode

表示領域の更新モードを BYTE または BUFFER に設定します。

BYTE	1 バイト分の表示データ（ASCII 表記の 1 文字）毎にログ表示の更新を行います。
BUFFER	1 バッファ分の表示データ（ターミネータまでのデータ）毎にログ表示の更新を行います。

Elements(Response) in one Row

表示領域の 1 行に表示するエレメント数を 4、8、16、32、64、または 128 に設定します。1 エレメントは ASCII 表記で 1 文字分のデータに相当します。

Display Format

次の機能を ON または OFF に設定します。チェックボックスをチェックすることで ON に設定されます。

Show Hex Data	16 進数表記の値を表示します。
Show Ascii Data	ASCII 表記の値を表示します。
Auto Clear	表示の更新ごとに表示領域を自動的にクリアします。エラーが発生した場合は、そのエラー・メッセージは残ります。表示更新モードが BUFFER に設定されている場合は、最終ログの表示が残ります。

OK

設定条件を適用して、ダイアログ・ボックスを閉じます。

Cancel

設定条件を適用せずに、ダイアログ・ボックスを閉じます。

制御してみましょう

Keysight B1500 の基本操作を説明します。

- 設定をリセットする
- クエリ レスポンスを読む
- セルフテストを行う
- セルフ・キャリブレーションを行う
- 動作チェックを行う
- ソース／測定チャネルを有効にする
- 測定モードを選択する
- 電圧／電流を印加する
- SMU の積分時間を設定する
- 測定レンジを設定する
- 待ち時間を設定する
- 測定を開始する
- 0 V を印加する
- ソース／測定チャネルを無効にする
- ASU を制御する
- SCUU を制御する
- エラー・コード／メッセージを読む
- スポット測定データを読む
- 掃引測定データを読む
- タイムスタンプ データを読む
- 高速スポット測定を実行する

設定をリセットする

B1500 を初期状態にリセットするには *RST コマンドを送ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"*RST"
```

初期状態については「初期設定 (p. 2-88) 」を参照してください。

クエリ レスポンスを読む

クエリ・コマンド（*TST?、ERR? など末尾に ? が付いたコマンド）を実行すると、B1500 は ASCII フォーマットのレスポンスをクエリ・バッファに出力します。クエリ・バッファが保持できるレスポンスの数は 1 つなので、コマンド実行後は直ちにレスポンスを読み取るようにします。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"NUB?"
ENTER @B1500;A
```

この例はデータ出力バッファ内にあるデータ数を変数 A に返します。

セルフテストを行う

セルフテストを実行するには *TST? コマンドを送ります。セルフテスト実行後、B1500 はテスト結果を返します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"*TST?"
ENTER @B1500;Code
IF Code<>0 THEN DISP "FAIL: SELF-TEST"
```

この例はセルフテストを開始し、実行後、テスト結果コードを読み取ります。テスト結果コードについては「*TST? (p. 4-218)」を参照してください。

セルフ・キャリブレーションを行う

セルフ・キャリブレーションを実行するには *CAL? コマンドを送ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"*CAL?"
ENTER @B1500;Result
IF Result<>0 THEN DISP "FAIL: CALIBRATION"
```

この例はセルフ・キャリブレーションを開始し、実行後、キャリブレーション結果、パスまたはフェイルを読み取ります。詳細については「*CAL? (p. 4-57)」を参照してください。

動作チェックを行う

動作チェックを行うには DIAG? コマンドを送ります。動作チェック終了後、チェック結果が返ります。動作チェックには次の項目があり、コマンド・パラメータで指定します。パラメータには次の値が有効です。

1: トリガ入出力動作チェック

3: 高電圧出力インジケータ動作チェック

4: ディジタル I/O インタフェース動作チェック

動作チェック 1 を実行するには Ext Trig In 端子と Ext Trig Out 端子を BNC ケーブルで接続します。

動作チェック 4 を実行するにはインタフェースからケーブルをはずします。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"DIAG? 1"
ENTER @B1500;Result
IF Result<>0 THEN DISP "FAIL: DIAGNOSTICS"
```

この例はトリガ入出力動作チェックを開始し、チェック結果、パスまたはフェイルを読み取ります。詳細については「DIAG? (p. 4-73)」を参照してください。

ソース／測定チャネルを有効にする

ソース・チャネル、測定チャネルは出力スイッチを閉じることによって使用可能となります。出力スイッチを閉じるには CN コマンドを送ります。B1500 は指定されたチャネルの出力スイッチを閉じてそのチャネルを使用可能にします。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"CN 1"
```

この例はチャネル 1（B1500 のスロット 1 に装着されたモジュール）を使用可能にします。チャネル番号を指定しない場合はすべてのチャネルを使用可能にします。

測定モードを選択する

B1500 の測定モードを Table 1-1 にリストします。測定モードを選択するには MM コマンドを送ります。モード番号は MM コマンドのパラメータです。

Table 1-1 **測定モード**

測定モード（測定パラメータ）	モード番号
スポット測定（電流または電圧）	1
階段波掃引測定（電流または電圧）	2
パルス・スポット測定（電流または電圧）	3
パルス掃引測定（電流または電圧）	4
パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定（電流または電圧）	5
疑似パルス・スポット測定（電流または電圧）	9
サンプリング測定（電流または電圧）	10
Quasi-static CV 測定（容量）	13
リニア・サーチ測定（電流または電圧）	14
バイナリ・サーチ測定（電流または電圧）	15
マルチ・チャネル掃引測定（電流または電圧）	16
スポット C 測定（インピーダンス）	17
CV（DC バイアス）掃引測定（インピーダンス－ DC 電圧）	18
パルス・スポット C 測定（インピーダンス）	19
パルス掃引 CV 測定（インピーダンス－電圧）	20
C-f 掃引測定（インピーダンス－周波数）	22
CV（AC レベル）掃引測定（インピーダンス－ AC 電圧）	23
C-t サンプリング測定（インピーダンス）	26
マルチ・チャネル パルス・スポット測定（電流または電圧）	27
マルチ・チャネル パルス掃引測定（電流または電圧）	28
高速スポット測定（電流、電圧、またはインピーダンス）	-

シンタックス

```
MM Mode#[,Ch#[,Ch#] ...]
```

ここで、Mode# にはモード番号、Ch# には測定チャネルを指定します。測定チャネル数は測定モードによって異なります。詳細については「MM (p. 4-149)」を参照してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"MM 2,1"
```

この例はチャネル 1（B1500 のスロット 1 に装着されたモジュール）を測定チャネルとする階段波掃引測定の実行を宣言します。

NOTE

高速スポット測定にはモード番号はアサインされていません。「高速スポット測定を実行する (p. 1-22)」を参照してください。高速スポット測定には MM コマンドは必要ありません。

各測定モードに有効なソース出力コマンドについては Table 1-2 を参照してください。

Table 1-2　測定モード毎に有効なソース出力コマンド

測定モード	コマンド
階段波掃引測定	WV または WI、WSV または WSI
パルス・スポット測定	PT、PV または PI
パルス掃引測定	PT、PWV または PWI、WSV または WSI
パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定	PT、PV または PI、WV または WI、WSV または WSI
疑似パルス・スポット測定	BDV
サンプリング測定	MV、MI、MSP
Quasi-static CV 測定	QSV
リニア・サーチ測定	LSV または LSI、LSSV または LSSI
バイナリ・サーチ測定	BSV または BSI、BSSV または BSSI
マルチ・チャネル掃引測定	WNX、WV または WI
CV（DC バイアス）掃引測定	WDCV
パルス・スポット C 測定	PTDCV、PDCV
パルス掃引 CV 測定	PTDCV、PWDCV
C-f 掃引測定	WFC
CV（AC レベル）掃引測定	WACV
C-t サンプリング測定	MDCV
マルチ・チャネル パルス・スポット測定	MCPT、MCPNT、MCPNX
マルチ・チャネル パルス掃引測定	MCPT、MCPNT、MCPWS、WNX、MCPNX、MCPWNX

電圧／電流を印加する

電圧、電流を印加するには Table 1-3 にリストされるコマンドを使用します。これらのコマンドは、その実行と同時に出力を開始します。また、測定モードに係わらず使用可能です。

測定モード毎に有効なコマンドについては Table 1-2 (p. 1-11) を参照してください。これらのコマンドはソース・チャネルの設定を行うだけです。この場合、ソース・チャネルは XE コマンドなどのトリガによって出力を開始します。コマンドの 詳細については「4. コマンド・リファレンス」を参照してください。

Table 1-3　電圧／電流出力コマンド

コマンド	説明
DV	SMU から DC 電圧を出力します。
DI	SMU から DC 電流を出力します。
FC/ACV	CMU から AC 電圧を出力します。
DCV	CMU から DC バイアスを出力します。
TDV	SMU から DC 電圧を出力し、時間データを返します。
TDI	SMU から DC 電流を出力し、時間データを返します。
FC/TACV	CMU から AC 電圧を出力し、時間データを返します。
TDCV	CMU から DC バイアスを出力し、時間データを返します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"DV 1,0,5"
```

この例はチャネル 1（B1500 のスロット 1 に装着されたモジュール）の出力レンジをオートに設定して、チャネル 1 から 5 Vdc を印加します。

SMU の積分時間を設定する

SMU の測定精度、測定スピードのバランスを調整するには A/D コンバータ（ADC）の積分時間または測定データ計算用サンプル数を調整します。これらを設定するには、AV コマンドを使用します。AV コマンドは Keysight 4142B の AV コマンドと互換性があります。

精度の高い測定を行うには積分時間を長く、あるいはサンプル数を多く設定します。詳細は「4. コマンド・リファレンス」を参照してください。

ADC には次のタイプがあります。ADC の制御には AAD/AIT コマンドを使用します。AAD でタイプを選択し、AIT で積分時間またはサンプル数を設定します。

タイプ	説明
高速 ADC	高速測定に有効です。マルチ・チャネル掃引測定モード（MM16）では複数の測定チャネルによる同時測定を可能にします。AV または AIT コマンドでサンプル数を設定します。
高分解能 ADC	高精度測定に有効です。同時測定チャネルには使用できません。AIT コマンドで積分時間を設定します。 HCSMU、HVSMU には無効です。
パルス測定 ADC	パルス測定では常に使用されます。AIT コマンドでサンプル数を設定します。

ステートメント例

次の設定例は、高速 ADC のサンプル数を 10 に設定します。

```
OUTPUT @B1500;"AV 10,1"
```

次の例は高分解能 ADC および高速 ADC の動作モードを PLC（パワー ライン サイクル）に設定し、チャネル 1 が高分解能 ADC を使用するように設定しています。他チャネルは高速 ADC を使用します。

```
OUTPUT @B1500;"*RST"
OUTPUT @B1500;"AIT 0,2"
OUTPUT @B1500;"AIT 1,2"
OUTPUT @B1500;"AAD 1,1"
```

測定レンジを設定する

測定レンジを設定するには次のコマンドを使用します。

コマンド	説明
RI	電流測定レンジを設定します。XE コマンドを使用する電流測定（高速スポット測定以外）に有効。
RV	電圧測定レンジを設定します。XE コマンドを使用する電圧測定（高速スポット測定以外）に有効。
RC	インピーダンス測定レンジを設定します。CV 掃引測定、スポット C 測定に有効。
TI, TTI	電流測定チャネルと測定レンジを設定し、高速スポット測定を実行します。
TV, TTV	電圧測定チャネルと測定レンジを設定し、高速スポット測定を実行します。
TIV, TTIV	電流・電圧測定チャネルと測定レンジを設定し、高速スポット測定を実行します。
TC, TTC	インピーダンス測定チャネルと測定レンジを設定し、高速スポット測定を実行します。

RI、TI または TTI コマンドでオート・レンジング・モードを設定した場合には、オート・レンジングにおける測定レンジの動作範囲を特定することが可能です。設定には RM コマンドを使用します。

詳細については「4. コマンド・リファレンス」を参照してください。

ステートメント例

この例はチャネル 1 の電圧測定レンジングモードをオートに設定します。

```
OUTPUT @B1500;"RV 1,0"
```

この例はチャネル 1 の電流測定レンジングモードをオートに設定します。また、測定レンジの動作範囲をレンジ値の 9 % から 90 % に、200 mA レンジの場合は 90 mA から 180 mA に特定します。

```
OUTPUT @B1500;"RI 1,0"
OUTPUT @B1500;"RM 1,3,90"
```

NOTE

ASU の 1 pA レンジを使うには

1 pA リミテッド・オートか 1 pA 固定レンジ・モードに設定します。オート・レンジング・モードで 1 pA レンジを使用するには、SAR コマンドを実行します。「SAR (p. 4-184)」を参照してください。

待ち時間を設定する

指定する待ち時間が経過するまでコマンドの実行を待たせるには PA コマンドを送ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"PA 5"
```

このコマンドが送られると、B1500 は 5 秒間待ってから次のコマンドを実行します。

測定を開始する

測定を開始するには XE コマンドを送ります。XE コマンドは高速スポット測定以外の測定に有効です。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"XE"
```

このコマンドが送られると、B1500 は MM コマンドによって指定される測定を開始します。

高速スポット測定については「高速スポット測定を実行する (p. 1-22)」を参照してください。

0 V を印加する

直ちに 0 V を印加するには DZ コマンドを送ります。B1500 は指定されたチャネルの現在の出力設定を記憶し、そのチャネルから 0 V を出力します。チャネルを指定しない場合はすべてのチャネルに対してこの動作を行います。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"DZ 1"
```

このコマンドが送られると、B1500 はチャネル 1 の現在の出力設定を記憶し、チャネル 1 から 0 V を出力します。

DZ コマンドによって記憶された設定をリストアするには RZ コマンドを送ります。詳細については「4. コマンド・リファレンス」を参照してください。

ソース／測定チャネルを無効にする

ソース・チャネル、測定チャネルを無効にするには CL コマンドを送ります。B1500 は指定されたチャネルの出力スイッチを開放してそのチャネルを使用不可能にします。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"CL 1"
```

この例はチャネル 1（B1500 のスロット 1 に装着されたモジュール）を使用不可能にします。チャネル番号を指定しない場合はすべてのチャネルを使用不可能にします。

ASU を制御する

この機能は Keysight B1500A に有効です。ASU（アト・センス／スイッチ・ユニット）は B1511B/B1517A 接続用の SMU 入力と他測定器接続用の AUX 入力を持っています。そして ASU 入出力接続の制御は次のコマンドで行います。電源投入時の ASU 出力には SMU 側が接続されますが、この時点では SMU 出力スイッチはオフになっています。

Table 1-4 ASU 入出力間の接続状態

実行前の ASU 出力	コマンド	実行後の ASU 出力
SMU 側、出力オフ／オン	SAP *chnum*, 1	AUX 側
SMU 側、出力オフ	CN *chnum*	SMU 側、出力オン
	SAP *chnum*, 0	
AUX 側	CN *chnum*	
	SAP *chnum*, 0	
	CL [*chnum*]	SMU 側、出力オフ
SMU 側、出力オン	CL [*chnum*]	

chnum には ASU が接続された SMU のチャネル番号を指定します。ASU の他機能や制御コマンドについては「SAL」、「SAP」、「SAR (p. 4-184)」を参照してください。

SMU 接続状態ではソース出力のオン／オフを CN/CL コマンドで制御します。そして AUX 接続状態にするには SAP *chnum*, 1 コマンドを使用します。AUX 接続状態では接続された測定器の出力が ASU 出力に直ちに現れます。

SCUU を制御する

この機能は Keysight B1500A に有効です。SCUU（SMU CMU ユニファイ・ユニット）は CMU 1 モジュールと MPSMU/HRSMU 2 モジュールに接続して使用します。SMU が 1 つしかない場合や、HPSMU では使用できません。SCUU 入出力接続の制御は次のコマンドで行います。電源投入時の SCUU 入出力間は接続されていません（オープン）。

Table 1-5　SCUU 入出力間の接続状態

コマンド	コマンド実行後の SCUU 出力	
	CMUH/Force1/Sense1	CMUL/Force2/Sense2
SSP *chnum*, 1	Force1/Sense1	オープン
SSP *chnum*, 2	オープン	Force2/Sense2
SSP *chnum*, 3	Force1/Sense1	Force2/Sense2
SSP *chnum*, 4	CMUH	CMUL

Force1/Sense1 はスロット番号 *slot*-1 に装着されている SMU に、Force2/Sense2 はスロット番号 *slot*-2 に装着されている SMU に接続されます。ここで *slot* は *chnum* から得られるスロット番号を示します。SSP コマンドを実行すると、接続が指定された CMU または SMU の出力スイッチは自動的にオンします。

接続が SMU から CMU に変更されると、SMU 出力は次のようになります。その他の設定に変更はありません。

出力： 0 V

レンジ： 100 V

コンプライアンス： 20 mA

直列抵抗： OFF

接続が CMU から SMU に戻されると、SMU 出力は次のようになります。その他の設定に変更はありません。

出力： 0 V

レンジ： 20 V

コンプライアンス： 100 μA

直列抵抗： 接続が SMU から CMU に変更される前の状態

エラー・コード／メッセージを読む

エラーが生じた場合、B1500 は測定データをデータ出力バッファに残しません。従って、エラーが生じていないことを確認してから測定データの読み取りを行ってください。エラーコードとエラーメッセージを読み取るには ERRX? コマンドを送ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERRX?"
ENTER @B1500;Code,Msg$
IF Code<>0 THEN
  PRINT "ERROR: ";Msg$
ELSE
 :   :
```

この例はエラーコードを読み取り、エラーが生じていればコンピュータのスクリーンにエラーメッセージを表示します。

ERR? コマンドと EMG? コマンドも使用できます。これらのコマンドは、0 から 999 までのエラーコードに対応します。

スポット測定データを読む

スポット測定終了後、B1500 はデータ出力バッファに測定データを置きます。データの読み取り例を以下に記します。これらの例は、FMT5 コマンドによって設定される ASCII データのヘッダと測定データの読み取りを行います。データ出力フォーマットについては「データ出力フォーマット (p. 1-26)」を参照してください。これらの例では、HP BASIC または Microsoft Visual Basic .NET 言語が使用されています。

例 1

HP BASIC 言語を使用する場合は ENTER ステートメントでデータの読み取りを行います。

```
ENTER @B1500 USING "#,3A,12D,X";Head$,Mdata
```

例 2

VISA ライブラリを使用する場合は viScanf、viRead または他のファンクションでデータの読み取りを行います。

```
Dim ret_rd As System.Text.StringBuilder = _
           New System.Text.StringBuilder(3 + 12 + 1)
ret = viScanf(vi, "%t", ret_rd)
ret_val = ret_rd.ToString()
head = Left(ret_val, 3)
mdata = Val(Mid(ret_val, 4, 12))
```

例 3

VISA COM ライブラリを使用する場合は ReadString または他のメソッドでデータの読み取りを行います。

```
ret_val = B1500.ReadString(3 + 12 + 1)
head = Left(ret_val, 3)
mdata = Val(Mid(ret_val, 4, 12))
```

掃引測定データを読む

掃引測定では各掃引ステップの測定完了毎に測定データが出力されます。データの読み取り例を以下に記します。この例では VISA COM ライブラリと Microsoft Visual Basic .NET を使用しています。データ出力フォーマットについては「データ出力フォーマット (p. 1-26)」を参照してください。

- 掃引測定終了後にデータを読み取る

  この方法は、測定実行コマンド XE を実行した後で、*OPC? コマンドを実行することで、掃引測定の終了を待ちます。そして、測定終了後、全データをまとめて読み取ります。具体的なプログラム例はTable 3-5 (p. 3-19) を参照してください。

  例：

```
B1500.WriteString("FMT 5,0" & vbLf)     'terminator=comma
B1500.WriteString("XE" & vbLf)
B1500.WriteString("*OPC?" & vbLf)
rep = B1500.ReadString(1 + 2)           'Response+CRLF
ret_val = B1500.ReadString(16 * nop)
For i = 0 To nop - 1                'nop=number of sweep steps
  head = Mid(ret_val, 16 * i + 1, 3)
  mdata = Val(Mid(ret_val, 16 * i + 4, 12))
  ddata = "Data = " & mdata & ", Header = " & head
  Console.WriteLine(ddata)
Next i
```

- 掃引ステップ測定終了毎にデータを読み取る

  この方法は、測定実行コマンド XE を実行した後で、各掃引ステップ測定終了毎に 1 データずつ読み取りを行います。この場合、全掃引ステップ測定の終了を待つ必要がないので、各ステップ測定データを確認しながら掃引測定を実行することができます。具体的なプログラム例はTable 3-6 (p. 3-22) を参照してください。

  例：

```
B1500.WriteString("FMT 5,0" & vbLf)       'terminator=comma
B1500.TerminationCharacter = Chr(44)      'Chr(44)=comma
B1500.TerminationCharacterEnabled = True 'enables comma
B1500.WriteString("XE" & vbLf)
For i = 0 To nop - 1              'nop=number of sweep steps
  ret_val = B1500.ReadString(3 + 12 + 1)
  head = Left(ret_val, 3)
  mdata = Val(Mid(ret_val, 4, 12))
  ddata = "Data = " & mdata & ", Header = " & head
  Console.WriteLine(ddata)
Next i
```

タイムスタンプ データを読む

NOTE

この機能は疑似パルス・スポット測定 (MM 9)、サーチ測定 (MM 14, 15) および 4 バイト バイナリ・データ出力（FMT 3, 4）では無効です。

最高分解能（100 µs）のデータを得るには 100 秒（FMT 1, 2, 5）または 1000 秒（FMT 11, 12, 15, 21, 22, 25）以内にタイマーのリセットを行います。

タイムスタンプ機能はタイマーがリセット（*Time*=0 s）されてから測定開始までの時間を記録します。この機能を有効にするには TSC コマンドを実行します。タイマーをリセットするには TSR コマンドを実行します。

階段波掃引測定の場合、次のようなデータが返ります。

Block1 [,*Block2*] . . . . <terminator>

BlockN (*N*: 整数) = *Time1*,*Data1* [,*Time2*,*Data2*] ... [,*Source_data*]

TimeN (*N*: 整数) = タイマー・リセットから *DataN* の測定開始までの時間。

TSC を使わずに、次のコマンドでもタイムスタンプを読むことができます。

- TDV / TDI（SMU による電圧 / 電流出力）、
  TDCV / TACV（CMU による DC バイアス /AC 信号出力）:

  出力を開始し、時間データ（タイマー・リセット（TSR コマンド実行）から出力開始までの時間）を返します。

  例：
  ```
  OUTPUT @B1500;"TDV 1,0,20"
  ENTER @B1500 USING "#,5X,13D,X";Time
  PRINT "Time=";Time;"sec"
  ```

- TTV / TTI / TTIV（SMU による電圧 / 電流測定）、
  TTC（CMU によるインピーダンス測定）:

  高速スポット測定を実行し、測定データと時間データ（タイマー・リセット（TSR コマンド実行）から測定開始までの時間）を返します。

  例：
  ```
  OUTPUT @B1500;"TTV 1,0"
  ENTER @B1500 USING "#,5X,13D,X";Time
  ENTER @B1500 USING "#,5X,13D,X";Mdata
  PRINT "Data=";Mdata;" at ";Time;"sec"
  ```

- TSQ：タイマー・リセット（TSR コマンド実行）から TSQ コマンド実行までの時間を返します。

  例：
  ```
  OUTPUT @B1500;"TSR"             !Resets count
        :
  OUTPUT @B1500;"TSQ"             !Returns time data
  ENTER @B1500 USING "#,5X,13D,X";Time
  PRINT "Time=";Time;"sec"
  ```

高速スポット測定を実行する

高速スポット測定では測定モードの設定や測定の開始に MM および XE コマンドを使用しません。SMU による DC 電流／電圧測定を直ちに開始するには TI/TTI/TV/TTV/TIV/TTIV コマンド、CMU によるインピーダンス測定を直ちに開始するには TC/TTC コマンドを送ります。次の例は TI コマンドで電流測定を行い、測定結果をコンピュータのスクリーンに表示します。

ステートメント例

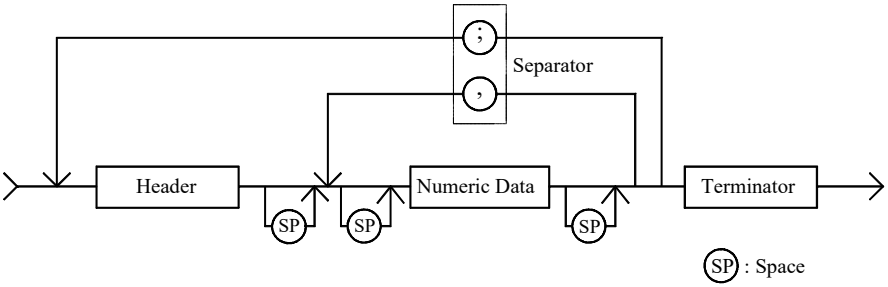
```
10    ASSIGN @B1500 TO 717
20    OUTPUT @B1500;"*RST"
30    OUTPUT @B1500;"FMT 5"
40    OUTPUT @B1500;"CN 1,2,3,4"
50    OUTPUT @B1500;"DV 1,0,0"
60    OUTPUT @B1500;"DV 2,0,0"
70    OUTPUT @B1500;"DV 3,0,2"
80    OUTPUT @B1500;"DV 4,0,5"
90    OUTPUT @B1500;"TI 4,0"
100   ENTER @B1500 USING "#,3A,12D,X";Head$,Data
110   PRINT Head$,Data
120   OUTPUT @B1500;"DZ"
130   OUTPUT @B1500;"CL"
140   END
```

ライン番号	説明
10	B1500 を制御するための I/O パスをアサインします。
20	B1500 を初期化します。
30	データ出力フォーマットを設定します。 (ヘッダ付 ASCII、ターミネータ <,>)
40	チャネル 1、2、3、4 を使用可能にします。
50 ～ 80	チャネル 1､2 で 0 V､チャネル 3 で 2 V､チャネル 4 で 5 V を印加します。出力レンジ : オート。
90	チャネル 4 で電流測定を行います。測定レンジ : オート。
100 ～ 110	ヘッダと測定データをコンピュータ画面に表示します。
120	全チャネル出力を 0 V に設定します。
130	全チャネルを使用不可能にします。

コマンド入力フォーマット

Keysight FLEX コマンド（Keysight B1500 用 GPIB コマンド）は、下図のようにヘッダ、数値データ、ターミネータによって構成されます。

B1500 コントロール コマンド シンタックス ダイアグラム



NOTE

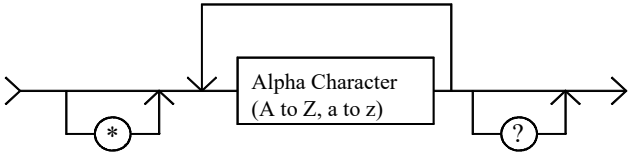
ターミネータ

Keysight B1500 にコマンドを入力するには、ターミネータが必要です。使用可能なターミネータについては、「ターミネータ」および「スペシャル ターミネータ (p. 1-25) 」を参照してください。

ヘッダ

コマンド名。常にアルファベット文字であり、大文字、小文字の区別はありません。アスタリスク (*) や疑問符 (?) が付く場合もあります。ヘッダのシンタックス ダイアグラムを下図に示します。

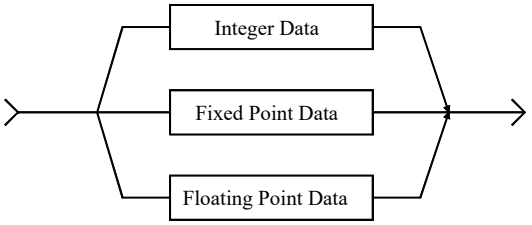
ヘッダ シンタックス ダイアグラム



数値データ

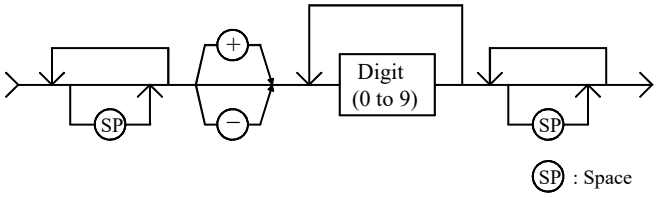
コマンド パラメータ。ヘッダと数値データの間にはスペースを入れても入れなくても構いません。整数データを要求するパラメータもあります。数値データのシンタックス ダイアグラムを下図に示します。

数値データ シンタックス ダイアグラム

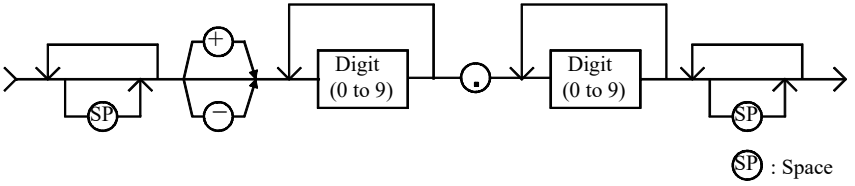


整数、固定小数点、浮動小数点データのシンタックス ダイアグラムを下記３つの図に示します。

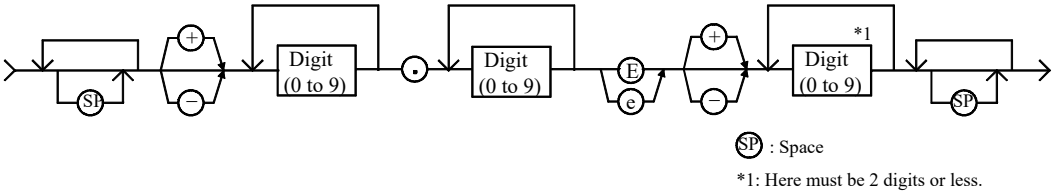
整数データ シンタックス ダイアグラム



固定小数点データ シンタックス ダイアグラム



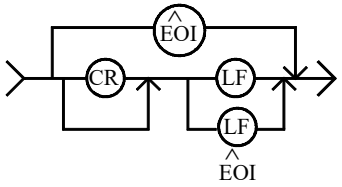
浮動小数点データ シンタックス ダイアグラム



ターミネータ

ターミネータは GPIB コマンドの末尾を示し、コマンドの実行を開始させます。ターミネータのシンタックス ダイアグラムを下図に示します。

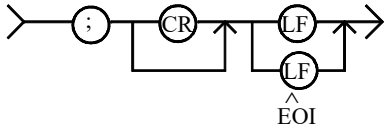
ターミネータ シンタックス ダイアグラム



スペシャル ターミネータ

ターミネータの前にセミコロン (;) がある場合は、コマンドの実行を開始せずに次のコマンド入力を待ちます。セミコロンのないターミネータが入力されるとそれまでに入力されたコマンドをまとめて実行します。

スペシャル ターミネータ シンタックス ダイアグラム



セパレータ

複数のコマンドを 1 つのステートメントで送るには、コマンドのセパレータとしてセミコロン (;) を挿入します。セミコロンの前後にスペースを入れても構いません。コマンドの実行はセミコロンではなくターミネータの入力によって開始されます。ターミネータを含めて 256 文字までのコマンド入力が可能です。256 文字以上のコマンドを入力するとエラーが生じます。

数値データのセパレータにはカンマ (,) を使用します。

NOTE

初期化を行う *RST コマンドあるいは、コマンドの実行を中止する AB コマンドを 1 つのステートメントに含めないでください。これらを含めた場合、他コマンドは実行されません。例えば `OUTPUT @B1500;"*RST;CN"` を入力すると、CN コマンドは実行されません。

データ出力フォーマット

Keysight B1500 には次のデータ出力フォーマットがあります。

- ASCII データ・フォーマット

  Keysight FLEX コマンド・モードをサポートする計測器に共通の ASCII フォーマットをサポートします。

- バイナリ・データ・フォーマット

  Keysight FLEX コマンド・モードをサポートする計測器に共通の 4 バイト バイナリ・フォーマットと、Keysight B1500 専用の 8 バイト バイナリ・フォーマットをサポートします。ASCII フォーマットよりも短い時間でデータ転送を行います。測定結果を得るには、データ読み取り後に計算を行う必要があります。

データ出力フォーマットを選択するには FMT コマンドを送ります。「FMT (p. 4-115)」を参照してください。

クエリ・コマンドのレスポンス・データは、FMT コマンドの設定に係わらず、ASCII フォーマットで出力されます。

表記の規則

Data	B1500 から出力されるデータ。
[*Data*]	オプショナル データ。複数の出力データがある場合に B1500 から出力されるデータ。 例えば、FMT コマンドによってソース・データ出力を有効にしてあれば、階段波掃引測定終了後、測定データと共にソース・データも出力されます。
<terminator>	ターミネータ。 ASCII フォーマットの場合 <CR/LF^EOI> (2 バイト) または <,> (1 バイト)。 バイナリ・フォーマットの場合 <CR/LF^EOI> (2 バイト) または <^EOI> (0 バイト)。 FMT コマンドを用いて選択できます。

ASCII データ・フォーマット

ASCII データ出力フォーマット、およびデータの構成要素について説明します。

- タイムスタンプ
- データフォーマット
- データ構成要素

タイムスタンプ

B1500 は測定開始時間を記録して、測定データと共に時間データ (*Time*) を出力することができます。この機能を有効にするには TSC コマンドを送ります。時間データは測定データの前に付属して出力されます。

例えば、階段波掃引測定の場合、次のようなデータが返ります。

Block1 [,*Block2*] . . . . <terminator>

BlockN (*N*: 整数) = *Time1*,*Data1* [,*Time2*,*Data2*] ... [,*Source_data*]

TimeN (*N*: 整数) = タイマー・リセットから *DataN* の測定開始までの時間。

タイマーをリセットする（*Time*=0 にする）には TSR コマンドを送ります。

この機能は次の測定には無効です。

- 高速スポット測定
- 疑似パルス・スポット測定（MM9）
- リニア・サーチ測定（MM14）
- バイナリ・サーチ測定（MM15）

データフォーマット

データ出力フォーマットは測定モードによって次のように異なります。

高速スポット

Data <terminator>　（TI / TV / TMACV / TMDCV コマンド）

Time,*Data* <terminator>　（TTI / TTV コマンド）

Para1,*Para2* <terminator>　（TIV / TC コマンド）

Time,*Para1*,*Para2* <terminator>　（TTIV / TTC コマンド）

Data は各コマンドに指定したチャネルで測定されたデータ。*Time* はタイマー・リセットから測定開始までの時間。*Para1* と *Para2* はそれぞれ SMU による電流測定データ (A) と電圧測定データ (V)、または CMU による第 1 測定データと第 2 測定データ（例：Cp と G)。CMU 測定データは、IMP コマンドで設定します。Table 4-16 (p. 4-29) を参照してください。

TDI、TDV、TSQ、TACV、TDCV コマンド

Time <terminator>

Time はタイマ・リセットから出力開始までの時間。

スポット、マルチチャネルパルススポット

Data1 [,*Data2*] . . . . <terminator>

DataN (*N*: 整数) はあるチャネルで測定されたデータ。
順番は MM コマンドでの指定順。

パルススポット、疑似パルススポット、スポット C、パルススポット C

Data <terminator>

Data は MM コマンドに指定したチャネルで測定されたデータ。

スポット C 測定の場合、*Data* は *Para1*,*Para2* [,*Osc_level*,*Dc_bias*] となります。

パルス・スポット C 測定の場合、*Data* は *Para1*,*Para2* となります。

Para1、*Para2* は第 1 測定パラメータと第 2 測定パラメータ（例：Cp と G)。IMP コマンドで設定されます。Table 4-16 (p. 4-29) を参照してください。*Osc_level*、*Dc_bias* はそれぞれ OSC レベル（AC 信号レベル）と DC バイアスのモニタ値であり、LMN コマンドでデータ出力を有効にした場合に送られます。

リニアサーチ、バイナリサーチ

Data_search [,*Data_sense*]<terminator>

サーチ・ターゲットに最も近い測定点におけるデータ。*Data_search* はサーチ出力チャネルの出力値。*Data_sense* はサーチ測定チャネルの測定値。BSVM コマンド（バイナリ・サーチ）または LSVM コマンド（リニア・サーチ）でデータ出力を有効にした場合に送られます。

階段波掃引、マルチチャネル掃引、マルチチャネルパルス掃引、CV（DC バイアス）掃引

Block1 [,*Block2*] . . . . <terminator>

Block1 は第 1 掃引点で測定されたデータ。*Block2* は第 2 掃引点で測定されたデータ。*Block* は次のデータを含みます。

Data1 [,*Data2*] . . . . [,*Source_data*]

DataN (*N*: 整数) はあるチャネルで測定されたデータ。順番は MM コマンドでの指定順。*Source_data* は掃引源出力値。FMT コマンドでデータ出力を有効にした場合に送られます。

CMU の測定データ *DataN* は *Para1*,*Para2* [,*Osc_level*,*Dc_bias*] となります。

Para1、*Para2* は第 1 測定パラメータと第 2 測定パラメータ（例：Cp と G）。IMP コマンドで設定されます。Table 4-16 (p. 4-29) を参照してください。*Osc_level*、*Dc_bias* はそれぞれ OSC レベル（AC 信号レベル）と DC バイアスのモニタ値であり、LMN コマンドでデータ出力を有効にした場合に送られます。

パルス掃引、パルスバイアスを伴う階段波掃引、パルス掃引 CV、CV（AC レベル）掃引、C-f 掃引

Block1 [,*Block2*] . . . . <terminator>

Block1 は第 1 掃引点で測定されたデータ。*Block2* は第 2 掃引点で測定されたデータ。*Block* は次のデータを含みます。

Data [,*Source_data*]

Data は MM コマンドに指定したチャネルで測定されたデータ。*Source_data* は掃引源出力値。FMT コマンドでデータ出力を有効にした場合に送られます。

パルス掃引 CV 測定の場合、*Data* は *Para1*,*Para2* となります。

CV（AC レベル）、C-f 掃引の場合、*Data* は *Para1*,*Para2* [,*Osc_level*,*Dc_bias*] となります。

Para1、*Para2* は第 1 測定パラメータと第 2 測定パラメータ（例：Cp と G）。IMP コマンドで設定されます。Table 4-16 (p. 4-29) を参照してください。*Osc_level*、*Dc_bias* はそれぞれ OSC レベル（AC 信号レベル）と DC バイアスのモニタ値であり、LMN コマンドでデータ出力を有効にした場合に送られます。

サンプリング、C-t サンプリング

Block1 [,*Block2*] . . . . <terminator>

Block1 は第 1 サンプリング点で測定されたデータ。*Block2* は第 2 サンプリング点で測定されたデータ。*Block* は次のデータを含みます。

[*Sampling_no*,]*Data1* [,*Data2*] . . . .

Sampling_no はサンプリング点のインデックスであり、FMT コマンドの mode パラメータに 0 以外を設定すると出力されます。値は、サンプリング間隔（インターバル）の設定と測定時間に依存します。測定時間がサンプリング間隔よりも短い場合、*Sampling_no* は *BlockN* の *N*（整数）を示します。

DataN (*N*: 整数) はあるチャネルで測定されたデータ。順番は MM コマンドでの指定順。オートまたはリミテッド・オート・レンジングで測定中にレンジ切替が行われた場合は、*Sampling_no* と *Data* が残らない可能性があります。

測定時間がサンプリング間隔よりも長い場合、*Sampling_no* は *BlockN* の *N* を示しません。例えば、測定時間がサンプリング間隔より長く、2 倍より短い場合、*Block1* に対する *Sampling_no* は 2、*Block2* に対する *Sampling_no* は 4 となります。一般的に測定時間は、測定値と A/D コンバータの設定に依存します。

C-t サンプリングの場合、*DataN* は *Para1*,*Para2* となります。

Para1、*Para2* は第 1 測定パラメータと第 2 測定パラメータ（例 : Cp と G）。IMP コマンドで設定されます。Table 4-16 (p. 4-29) を参照してください。

Quasi-static CV

Block1 [,*Block2*] . . . . <terminator>

Block1 は第 1 掃引点で測定されたデータ。*Block2* は第 2 掃引点で測定されたデータ。*Block* は次のデータを含みます。

[*DataL*,] *DataC* [,*Source_data*]

DataL はリーク電流測定データ、*DataC* はキャパシタンス測定データ。*Source_data* は掃引源出力値。*DataL*、*Source_data* は、それぞれ QSL コマンド、FMT コマンドでデータ出力を有効にした場合に送られます。

データ構成要素

Keysight B1500 の出力データ（*Data*、*Source_data*、*Time*、*Sampling_no*、*Data_search*、*Data_sense*、*Osc_level*、*Dc_bias*）は、Table 1-6 に見られる文字列によって与えられます。

データの構成要素は FMT コマンドの設定によって異なります。各要素の間にスペースはありません。各要素の詳細については次頁以降に説明します。

A: ステータス。1 文字。

B: チャネル番号。1 文字。

C: データ・タイプ。1 文字。

D: データ。12 桁または 13 桁。

E: ステータス。3 桁。

F: チャネル番号。1 文字。

G: データ・タイプ。1 文字。

Table 1-6 **データ構成要素**

データ	FMT コマンド
ABCDDDDDDDDDDDD	FMT1 または FMT5
ABCDDDDDDDDDDDDD	FMT11 または FMT15
EEEFGDDDDDDDDDDDDD	FMT21 または FMT25
DDDDDDDDDDDD	FMT2
DDDDDDDDDDDDD	FMT12 または FMT22

A

ステータス。1 文字。

- *Source_data* のステータス：Table 1-7 (p. 1-33) を参照してください。

  ステータスの重大度：W<E

- 測定データのステータス：Table 1-10 (p. 1-34) を参照してください。

  ステータスの重大度：

  - 疑似パルス・スポット測定： N<T<C<V<X<G または S
  - それ以外の測定： N<G<S<T<C<V<X<F

B

ソース／測定チャネルのチャネル番号。1 文字。Table 1-11 (p. 1-35) を参照してください。

C

データ・タイプ。1 文字。Table 1-12 (p. 1-36) を参照してください。

D

測定データ、出力データ、時間データ、サンプリング・インデックス。12 または 13 桁（FMT コマンド・パラメータの設定に依存します）。

- *sn.nnnnn*E*snn* または *sn.nnnnnn*E*snn*
- *snn.nnnn*E*snn* または *snn.nnnnn*E*snn*
- *snnn.nnn*E*snn* または *snnn.nnnn*E*snn*

s: + または –。

n: 数値。0 から 9。

E: 指数記号。

E

ステータス。3 文字。*Time* のステータスには意味がありません。

- *Source_data* のステータス。Table 1-7 (p. 1-33) を参照してください。

  ステータスの重大度： W<E。

- 測定データのステータス

  SMU のステータスについては Table 1-8 (p. 1-33) を、CMU のステータスについては Table 1-9 (p. 1-33) を参照してください。

  複数のステータスが見つかった場合には、*EEE* 値の和が出力されます。例えば、A/D コンバータ・オーバーフローと SMU の発振が検出されれば、3 (=1+2) が返ります。

F ソース／測定モジュールのチャネル番号。1 文字。Table 1-11 (p. 1-35) を参照してください。

G データ・タイプ。1 文字。Table 1-12 (p. 1-36) を参照してください。

Table 1-7 ソース・データのステータス

A または EEE	説明
W	掃引測定の第 1 点目または途中データ。
E	掃引測定の最終データ。

Table 1-8 SMU のステータス

EEE	説明
1	A/D コンバータがオーバーフローしました。
2	1 つ以上のチャネルが発振または Force 飽和状態です。
4	他のチャネルがコンプライアンスに達しています。
8	このチャネルがコンプライアンスに達しています。
16	サーチ範囲にターゲットが存在しません。ソース出力値を返します。
32	サーチ測定が中止されました。ソース出力値を返します。
64	無効なデータです。
128	EOD (エンド オブ データ)

Table 1-9 CMU のステータス

EEE	説明
1	A/D コンバータがオーバーフローしました。
2	NULL ループ・アンバランス状態です。
4	IV アンプ飽和状態です。
64	無効なデータです。
128	EOD (エンド オブ データ)

Table 1-10　　測定データのステータス

A	説明
N	正常状態。
T	他のチャネルがコンプライアンスに達しています。
C	このチャネルがコンプライアンスに達しています。
V	測定範囲を越えています。あるいは掃引自動中止機能またはパワー・コンプライアンスによって掃引測定が中止されました。*D* は 199.999E+99 を出力します。
X	1 つ以上のチャネルが発振しています。またはソース出力がセトリングする前に測定が開始されました。[a]
F	SMU が Force 飽和状態です。
G	サーチ測定：サーチ範囲にターゲットが存在しません。ソース出力値を返します。
	疑似パルス・スポット測定：検出時間がリミットを越えました（ショート：3 秒まで。ロング：12 秒まで）。[b]
S	サーチ測定：サーチ測定が中止されました。ソース出力値を返します。*Data_sense* のステータスを確認してください。
	疑似パルス・スポット測定：セトリング検出を行うにはスルーレートが遅すぎます。[c] または疑似パルス出力がスタート電圧から 10 V 変化する前に、疑似パルス源が電流コンプライアンスに達しました。[d]
U	CMU が NULL ループ・アンバランス状態です。
D	CMU が IV アンプ飽和状態です。

a. ウエイト時間またはディレイ時間を長くしてください。または、電流コンプライアンスを大きくしてください。パルス測定ではパルス幅を長くするか、パルス・ベース値をピーク値に近づけてください。リミテッド・オート・レンジングで電流出力を行う場合は、出力レンジを下げてください。

b. 電流コンプライアンスまたはスタート電圧を大きくしてください。または、検出インターバルを Long に設定してください。それでもこのステータスが生じる場合には、スポット測定を行ってください。

c. 電流コンプライアンスを大きくしてください。または、検出インターバルを Long に設定してください。それでもこのステータスが生じる場合には、パルス・スポット測定またはスポット測定を行ってください。

d. パルス・スポット測定またはスポット測定を行ってください。

Table 1-11 **チャネル番号**

B または F	説明 [a]
A	スロット 1 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
B	スロット 2 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
C	スロット 3 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
D	スロット 4 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
E	スロット 5 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
F	スロット 6 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
G	スロット 7 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
H	スロット 8 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
I	スロット 9 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
J	スロット 10 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
a	スロット 1 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
b	スロット 2 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
c	スロット 3 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
d	スロット 4 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
e	スロット 5 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
f	スロット 6 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
g	スロット 7 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
h	スロット 8 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
i	スロット 9 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
j	スロット 10 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
F	**説明**
V	グランド ユニット（GNDU）
Z	チャネルに関与しないデータにつけられるステータス・コード。TSQ コマンドのレスポンス、または無効なデータにつけられます。

a. SMU と CMU に、サブチャネル 2 はありません。

Table 1-12 **データ・タイプ**

C	**説明**
V	電圧 (V)
I	電流 (A)
F	周波数 (Hz)
C または G	**説明**
Z	インピーダンス、レジスタンス、またはリアクタンス (Ω)
Y	アドミタンス、コンダクタンス、またはサセプタンス (S)
C	容量 (F)
L	インダクタンス (H)
R	位相角（ラジアン）
P	位相角（度）
D	損失係数
Q	損失係数の逆数
X	サンプリング・インデックス
T	時間データ（秒）
G	**説明**
V	電圧測定値 (V)
I	電流測定値 (A)
v	電圧出力値 (V)
i	電流出力値 (A)
f	周波数 (Hz)
z	無効なデータ

バイナリ・データ・フォーマット

バイナリ・データ出力フォーマット、およびデータの構成要素について説明します。

- タイムスタンプ
- データ分解能
- データフォーマット
- 4 バイト データ構成要素
- 8 バイト データ構成要素

タイムスタンプ

B1500 は測定開始時間を記録して、測定データと共に時間データ (*Time*) を出力することができます。この機能を有効にするには TSC コマンドを送ります。時間データは測定データの前に付属して出力されます。

例えば、階段波掃引測定の場合、次のようなデータが返ります。

Block1 [*Block2*] . . . . <terminator>

BlockN (*N*: 整数) = *Time1 Data1* [*Time2 Data2*] ... [*Source_data*]
TimeN (*N*: 整数) = タイマー・リセットから *DataN* の測定開始までの時間。

タイマーをリセットする（*Time*=0 にする）には TSR コマンドを送ります。

この機能は次の測定には無効です。

- 4 バイト バイナリ・フォーマット（FMT3、FMT4）
- 高速スポット測定
- 疑似パルス・スポット測定（MM9）
- リニア・サーチ測定（MM14）
- バイナリ・サーチ測定（MM15）

データ分解能

4 バイト バイナリ・フォーマット（FMT3 または FMT4 コマンド）による出力データの分解能は次のようになります。SMU 測定値の分解能は、Keysight B1500 の高分解能 A/D コンバータが持つ測定分解能よりも粗くなります。*Range* 値については「4 バイト データ構成要素 (p. 1-42)」を参照してください。

- SMU 測定値（電圧または電流）：*Range* / 50000
- SMU 出力値（電圧または電流）：*Range* / 20000
- CMU 測定値（レジスタンスまたはリアクタンス）：*Range* / 2^{12}
- CMU 測定値（コンダクタンスまたはサセプタンス）：1/ (*Range* × 2^{12})
- CMU OSC レベル モニタ値 (Vac)、DC バイアス モニタ値 (Vdc)、周波数：*Range* / 50000
- CMU DC バイアス 出力値：2 mV

8 バイト バイナリ・フォーマット（FMT13 または FMT14 コマンド）による出力データの分解能は次のようになります。*Range* 値については「8 バイト データ構成要素 (p. 1-49)」を参照してください。

- SMU 測定値・出力値（電圧または電流）：*Range* / 1000000
- CMU 測定値（レジスタンスまたはリアクタンス）：*Range* / 2^{24}
- CMU 測定値（コンダクタンスまたはサセプタンス）：1/ (*Range* × 2^{24})
- CMU OSC レベル モニタ値 (Vac)、DC バイアス モニタ値 (Vdc)、周波数：*Range* / 1000000
- CMU DC バイアス 出力値：1 mV

データフォーマット

データ出力フォーマットは測定モードによって次のように異なります。

高速スポット

Data <terminator>　（TI / TV / TMACV / TMDCV コマンド）

Time Data <terminator>　（TTI / TTV コマンド）

Para1 Para2 <terminator>　（TIV / TC コマンド）

Time Para1 Para2 <terminator>　（TTIV / TTC コマンド）

Data は各コマンドに指定したチャネルで測定されたデータ。*Time* はタイマー・リセットから測定開始までの時間。*Time* は 8 バイト バイナリ・データ出力フォーマット（FMT13 または FMT14）に有効です。4 バイト バイナリ・フォーマット（FMT3 または FMT4）には無効です。*Para1* と *Para2* はそれぞれ SMU による電流測定データ (A) と電圧測定データ (V)、または CMU による測定データ、R (Ω) と X (Ω) または G (S) と B (S)。CMU 測定データは、値のオーバーフローを起こさない組み合わせが自動的に選択されます。

TDI、TDV、TSQ、TACV、TDCV コマンド

8 バイト バイナリ・データ出力フォーマット（FMT13 または FMT14）に有効です。

Time <terminator>

Time はタイマ・リセットから出力開始までの時間。

スポット、マルチチャネルパルススポット

Data1 [*Data2*] . . . . <terminator>

DataN (*N*: 整数) はあるチャネルで測定されたデータ。
順番は MM コマンドでの指定順。

パルススポット、疑似パルススポット、スポット C、パルススポット C

Data <terminator>

Data は MM コマンドに指定したチャネルで測定されたデータ。

スポット C 測定の場合、*Data* は *Para1 Para2* [*Osc_level Dc_bias*] となります。

パルス・スポット C 測定の場合、*Data* は *Para1 Para2* となります。

Para1、*Para2* はそれぞれ R (Ω) と X (Ω) または G (S) と B (S) であり、値のオーバーフローを起こさない組み合わせが自動的に選択されます。
Osc_level、*Dc_bias* はそれぞれ OSC レベル（AC 信号レベル）と DC バイアスのモニタ値であり、LMN コマンドでデータ出力を有効にした場合に送られます。

リニアサーチ、バイナリサーチ

Data_search [*Data_sense*]<terminator>

サーチ・ターゲットに最も近い測定点におけるデータ。*Data_search* はサーチ出力チャネルの出力値。*Data_sense* はサーチ測定チャネルの測定値。BSVM コマンド（バイナリ・サーチ）または LSVM コマンド（リニア・サーチ）でデータ出力を有効にした場合に送られます。

階段波掃引、マルチチャネル掃引、マルチチャネルパルス掃引、CV（DC バイアス）掃引

Block1 [*Block2*] . . . . <terminator>

Block1 は第 1 掃引点で測定されたデータ。*Block2* は第 2 掃引点で測定されたデータ。*Block* は次のデータを含みます。

Data1 [*Data2*] . . . . [*Source_data*]

DataN (*N*: 整数) はあるチャネルで測定されたデータ。順番は MM コマンドでの指定順。*Source_data* は掃引源出力値。FMT コマンドでデータ出力を有効にした場合に送られます。

CMU の測定データ *DataN* は *Para1 Para2* [*Osc_level Dc_bias*] となります。

Para1、*Para2* はそれぞれ R (Ω) と X (Ω) または G (S) と B (S) であり、値のオーバーフローを起こさない組み合わせが自動的に選択されます。
Osc_level、*Dc_bias* はそれぞれ OSC レベル（AC 信号レベル）と DC バイアスのモニタ値であり、LMN コマンドでデータ出力を有効にした場合に送られます。

パルス掃引、パルスバイアスを伴う階段波掃引、パルス掃引 CV、CV（AC レベル）掃引、C-f 掃引

Block1 [*Block2*] . . . . <terminator>

Block1 は第 1 掃引点で測定されたデータ。*Block2* は第 2 掃引点で測定されたデータ。*Block* は次のデータを含みます。

Data [*Source_data*]

Data は MM コマンドに指定したチャネルで測定されたデータ。*Source_data* は掃引源出力値。FMT コマンドでデータ出力を有効にした場合に送られます。

パルス掃引 CV 測定の場合、*Data* は *Para1 Para2* となります。

CV（AC レベル）、C-f 掃引の場合、*Data* は *Para1 Para2* [*Osc_level Dc_bias*] となります。

Para1、*Para2* はそれぞれ R (Ω) と X (Ω) または G (S) と B (S) であり、値のオーバーフローを起こさない組み合わせが自動的に選択されます。
Osc_level、*Dc_bias* はそれぞれ OSC レベル（AC 信号レベル）と DC バイアスのモニタ値であり、LMN コマンドでデータ出力を有効にした場合に送られます。

サンプリング、C-t サンプリング

8 バイト バイナリ・データ出力フォーマット（FMT13 または FMT14）に有効です。

Block1 [*Block2*] . . . . <terminator>

Block1 は第 1 サンプリング点で測定されたデータ。*Block2* は第 2 サンプリング点で測定されたデータ。*Block* は次のデータを含みます。

[*Sampling_no*] *Data1* [*Data2*] . . . .

Sampling_no はサンプリング点のインデックスであり、FMT コマンドの mode パラメータに 0 以外を設定すると出力されます。値は、サンプリング間隔（インターバル）の設定と測定時間に依存します。測定時間がサンプリング間隔よりも短い場合、*Sampling_no* は *BlockN* の *N*（整数）を示します。

DataN (*N*: 整数) はあるチャネルで測定されたデータ。順番は MM コマンドでの指定順。オートまたはリミテッド・オート・レンジングで測定中にレンジ切替が行われた場合は、*Sampling_no* と *Data* が残らない可能性があります。

測定時間がサンプリング間隔よりも長い場合、*Sampling_no* は *BlockN* の *N* を示しません。例えば、測定時間がサンプリング間隔より長く、2 倍より短い場合、*Block1* に対する *Sampling_no* は 2、*Block2* に対する *Sampling_no* は 4 となります。一般的に測定時間は、測定値と A/D コンバータの設定に依存します。

C-t サンプリングの場合、*DataN* は *Para1 Para2* となります。

Para1、*Para2* はそれぞれ R (Ω) と X (Ω) または G (S) と B (S) であり、値のオーバーフローを起こさない組み合わせが自動的に選択されます。

Quasi-static CV

Block1 [*Block2*] . . . . <terminator>

Block1 は第 1 掃引点で測定されたデータ。*Block2* は第 2 掃引点で測定されたデータ。*Block* は次のデータを含みます。

[*DataL*] *DataC* [*Source_data*]

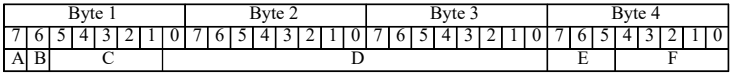
DataL はリーク電流測定データ、*DataC* はキャパシタンス測定データ。*Source_data* は掃引源出力値。*DataL*、*Source_data* は、それぞれ QSL コマンド、FMT コマンドでデータ出力を有効にした場合に送られます。

4 バイト データ構成要素

4 バイト バイナリ・データ出力モードに設定するには、FMT3 または FMT4 コマンドを実行します。

データ（*Data*、*Source_data*、*Sampling_no*、*Data_search*、*Data_sense*、*Osc_level*、*Dc_bias*）は Figure 1-2 のようなバイナリ・データとして送られます。

Figure 1-2　4 バイト バイナリ・データ出力フォーマット



A:　タイプ。1 ビット。

B:　パラメータ。1 ビット。

C:　レンジ。5 ビット。データ計算に使用する *Range* 値。

D:　データ・カウント。17 ビット。

E:　ステータス。3 ビット。

F:　チャネル番号。5 ビット。

各データ構成要素の詳細は次頁以降に説明します。

A

タイプ。1 ビット。

A	説明
0	測定データ以外のデータ
1	測定データ

B

パラメータ。1 ビット。

B	SMU データの場合	CMU データの場合
0	電圧	レジスタンスまたはリアクタンス
1	電流または容量	コンダクタンスまたはサセプタンス

C　　レンジ。5 ビット。データ計算に使用する *Range* 値。

C	SMU データの場合			C	CMU データの場合			
	電圧	電流	容量		Z	AC	DC	周波数
01000 (8)	0.5 V	1 pA	1 pF	00000 (0)	1 Ω			
01001 (9)	5 V	10 pA	10 pF	00001 (1)	10 Ω			
01010 (10)	0.2 V	100 pA	100 pF	00010 (2)	100 Ω			
01011 (11)	2 V	1 nA	1 nF	00011 (3)	1 kΩ		8 V	1 kHz
01100 (12)	20 V	10 nA	10 nF	00100 (4)	10 kΩ	16 mV	12 V	10 kHz
01101 (13)	40 V	100 nA	100 nF	00101 (5)	100 kΩ	32 mV	25 V	100 kHz
01110 (14)	100 V	1 µA	1 µF	00110 (6)	1 MΩ	64 mV		1 MHz
01111 (15)	200 V	10 µA	10 µF	00111 (7)	10 MΩ	125 mV	100 V	
10000 (16)	500 V	100 µA	100 µF	01000 (8)	100 MΩ	250 mV		
10001 (17)	1500 V	1 mA	1 mF	01001 (9)	1 GΩ			
10010 (18)	3000 V	10 mA	10 mF	01010 (10)	10 GΩ			
10011 (19)	10 kV	100 mA	100 mF	01011 (11)	100 GΩ			
10100 (20)		1 A	1 F					
10101 (21)		2 A						
10110 (22)		20 A						
10111 (23)		40 A						
11010 (26)		500 A						
11100 (28)		2000 A						
11111 (31)	無効なデータです。							

D (SMU データ)

データ・カウント。17 ビットのバイナリ・データ。測定データ、出力データは次の式で与えられます。

測定データ = *Count* × *Range* / 50000

出力データ = *Count* × *Range* / 20000

Count : *D* 値。最高桁の値によって正・負を判断します。

Range : *C* 値から得られる測定レンジまたは出力レンジ。

D 値の最高桁が 0 である場合、*Count* 値は正であり、残りの 16 桁によって与えられる値と等しくなります。

D 値の最高桁が 1 である場合、*Count* 値は負であり、残りの 16 桁によって与えられる値から 10000000000000000=65536 を差し引いた値となります。

計算例 :

11010110000100111000100000000001

上記バイナリ・データは以下を意味しています。

タイプ : 測定データ (*A*=1)

パラメータ : 電流 (*B*=1)

***Range* :** 1 nA=10^(11−20) A (2 進数表記で *C*=01011、10 進数表記で *C*=11)

***Count* :** 5000 (*D*=00001001110001000)

ステータス : 正常状態 (*E*=000)

チャネル : SMU1 (チャネル番号 1) (*F*=00001)

測定データ = 5000 × 1E–9/5E+4 = 100 pA

NOTE

電流または容量データの *Range* 値と *C* 値の関係 :

Range = 10^(*C*−20)

但し *C* ≤ 20 に有効。21 ≤ *C* には適用されません。

D (CMU データ)

データ・カウント。17 ビットのバイナリ・データ。測定データ、出力データは次の式で与えられます。

レジスタンスまたはリアクタンス = *Count* × *Range* / 2^{12}

コンダクタンスまたはサセプタンス = *Count* / (2^{12} × *Range*)

OSC レベルモニタ値 = *Count* × *Range* / 50000

DC バイアスモニタ値 = *Count* × *Range* / 50000

DC バイアス出力値 = *Count* / 500

出力信号周波数 = *Count* × *Range* / 50000

Count：*D* 値。最高桁の値によって正・負を判断します。

Range：*C* 値から得られる測定レンジまたは出力レンジ。

D 値の最高桁が 0 である場合、*Count* 値は正であり、残りの 16 桁によって与えられる値と等しくなります。

D 値の最高桁が 1 である場合、*Count* 値は負であり、残りの 16 桁によって与えられる値から 10000000000000000=65536 を差し引いた値となります。

計算例：

10001000000011111010000000001000

上記バイナリ・データは以下を意味しています。

***タイプ*：** 測定データ (*A*=1)

***パラメータ*：** レジスタンスまたはリアクタンス (*B*=0)

***Range*：** 10 kΩ =10^4 (2 進数表記で *C*=00100、10 進数表記で *C*=4)

***Count*：** 4000 (*D*=00000111110100000)

***ステータス*：** 正常状態 (*E*=000)

***チャネル*：** 8 (*F*=01000)

測定データ = 4000 × 10000 / 2^{12} = 9.76 kΩ

NOTE

レジスタンス、リアクタンス、コンダクタンス、またはサセプタンス・データの *Range* 値と *C* 値の関係：

Range = 10^*C*

E

ステータス。3 ビット。

- *Source_data* のステータス：

  ステータスの重大度： 001<010

E	説明
001	掃引測定の第 1 点目または途中データ。
010	掃引測定の最終データ。

- 測定データのステータス：Table 1-13 (p. 1-47) を参照してください。

  ステータスの重大度：

  - 疑似パルス・スポット測定： 0<1<2<3<4<6 または 7
  - それ以外の測定： 0<6<7<1<2<3<4

F

チャネル番号。5 ビット。Table 1-14 (p. 1-48) を参照してください。

Table 1-13　　測定データのステータス

E	説明
000 (0)	正常状態。
001 (1)	SMU：他のチャネルがコンプライアンスに達しています。
	CMU：NULL ループ・アンバランス状態です。
010 (2)	SMU：このチャネルがコンプライアンスに達しています。
	CMU：IV アンプ飽和状態です。
011 (3)	測定範囲を越えています。あるいは掃引自動中止機能またはパワー・コンプライアンスによって掃引測定が中止されました。*D* には意味のない値が返ります。
100 (4)	1 つ以上のチャネルが発振しています。またはソース出力がセトリングする前に測定が開始されました。[a]
101 (5)	SMU が Force 飽和状態です。
110 (6)	サーチ測定：サーチ範囲にターゲットが存在しません。ソース出力値を返します。
	疑似パルス・スポット測定：検出時間がリミットを越えました（ショート：3 秒まで。ロング：12 秒まで)。[b]
111 (7)	サーチ測定：サーチ測定が中止されました。ソース出力値を返します。*Data_sense* のステータスを確認してください。
	疑似パルス・スポット測定：セトリング検出を行うにはスルーレートが遅すぎます。[c] または疑似パルス出力がスタート電圧から 10 V 変化する前に、疑似パルス源が電流コンプライアンスに達しました。[d]

a. ウエイト時間またはディレイ時間を長くしてください。または、電流コンプライアンスを大きくしてください。パルス測定ではパルス幅を長くするか、パルス・ベース値をピーク値に近づけてください。リミテッド・オート・レンジングで電流出力を行う場合は、出力レンジを下げてください。
b. 電流コンプライアンスまたはスタート電圧を大きくしてください。または、検出インターバルを Long に設定してください。それでもこのステータスが生じる場合には、スポット測定を行ってください。
c. 電流コンプライアンスを大きくしてください。または、検出インターバルを Long に設定してください。それでもこのステータスが生じる場合には、パルス・スポット測定またはスポット測定を行ってください。
d. パルス・スポット測定またはスポット測定を行ってください。

Table 1-14 **チャネル番号**

F	説明 [a]
00001 (1)	スロット 1 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
00010 (2)	スロット 2 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
00011 (3)	スロット 3 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
00100 (4)	スロット 4 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
00101 (5)	スロット 5 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
00110 (6)	スロット 6 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
00111 (7)	スロット 7 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
01000 (8)	スロット 8 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
01001 (9)	スロット 9 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
01010 (10)	スロット 10 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
01011 (11)	スロット 1 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
01100 (12)	スロット 2 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
01101 (13)	スロット 3 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
01110 (14)	スロット 4 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
01111 (15)	スロット 5 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
10000 (16)	スロット 6 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
10001 (17)	スロット 7 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
10010 (18)	スロット 8 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
10011 (19)	スロット 9 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
10100 (20)	スロット 10 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
11010 (26)	チャネルに関与しないデータにつけられるステータス・コード。TSQ コマンドのレスポンス、または無効なデータにつけられます。
11111 (31)	無効なデータです。

a. SMU と CMU に、サブチャネル 2 はありません。

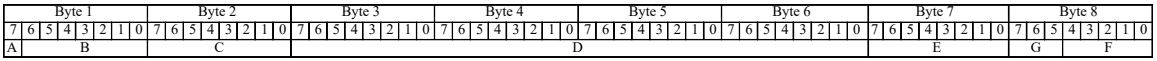
8 バイト データ構成要素

8 バイト バイナリ・データ出力モードに設定するには、FMT13 または FMT14 コマンドを実行します。

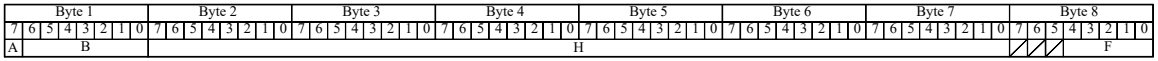
データ（*Data*、*Source_data*、*Sampling_no*、*Data_search*、*Data_sense*）は Figure 1-3 のようなバイナリ・データとして送られます。時間データ（*Time*）のフォーマットは他のデータとは異なります。

Figure 1-3　8 バイト バイナリ・データ出力フォーマット

For measurement data and source data:



For time data:



A:　タイプ。1 ビット。

B:　パラメータ。7 ビット。

C:　レンジ。1 バイト。データ計算に使用する *Range* 値。

D:　データ・カウント。4 バイト。

E:　ステータス。1 バイト。

F:　チャネル番号。5 ビット。

G:　A/D コンバータ。3 ビット。

H:　時間データのカウント。6 バイト。

各データ構成要素の詳細は次頁以降に説明します。

A　タイプ。1 ビット。

A	説明
0	測定データ以外のデータ
1	測定データ

B　パラメータ。7 ビット。

B	説明
0000000 (0)	SMU 電圧測定データまたは出力データ (V)
0000001 (1)	SMU 電流測定データまたは出力データ (A)
0000010 (2)	SMU QSCV、容量測定データ (F)
0000011 (3)	時間データ（秒）
0000110 (6)	サンプリング・インデックス
0000111 (7)	CMU 出力信号周波数 (Hz)
0001000 (8)	CMU OSC レベル出力値 (Vac)
0001001 (9)	CMU DC バイアス出力値 (Vdc)
0001010 (10)	CMU OSC レベル モニタ値 (Vac)
0001011 (11)	CMU DC バイアス モニタ値 (Vdc)
0001100 (12)	CMU レジスタンス測定値 (Ω)
0001101 (13)	CMU リアクタンス測定値 (Ω)
0001110 (14)	CMU コンダクタンス測定値 (S)
0001111 (15)	CMU サセプタンス測定値 (S)
0010000 (16)	SMU QSCV、電圧遷移中のリーク電流平均値 (A)
0010001 (17)	SMU QSCV、電圧遷移前のステップ電圧 V_0 (V)
0010010 (18)	SMU QSCV、電圧遷移後のステップ電圧 V (V)
0010011 (19)	SMU QSCV、電圧遷移前のリーク電流 IL_0 (A)
0010100 (20)	SMU QSCV、電圧遷移後のリーク電流 IL (A)
0010101 (21)	SMU QSCV、チャージ電流 I (A)
0010110 (22)	SMU QSCV、電圧遷移中の電圧平均値 (V)
0010111 (23)	SMU QSCV、シンク SMU の設定電流 (A)

C　　レンジ。1 バイト。データ計算に使用する *Range* 値。

C	SMU データの場合			CMU データの場合			
	電圧	電流	容量	Z	AC	DC	周波数
00000000 (0)				1 Ω			
00000001 (1)				10 Ω			
00000010 (2)				100 Ω			
00000011 (3)				1 kΩ		8 V	1 kHz
00000100 (4)				10 kΩ	16 mV	12 V	10 kHz
00000101 (5)				100 kΩ	32 mV	25 V	100 kHz
00000110 (6)				1 MΩ	64 mV		1 MHz
00000111 (7)				10 MΩ	125 mV	100 V	
00001000 (8)	0.5 V	1 pA	1 pF	100 MΩ	250 mV		
00001001 (9)	5 V	10 pA	10 pF	1 GΩ			
00001010 (10)	0.2 V	100 pA	100 pF	10 GΩ			
00001011 (11)	2 V	1 nA	1 nF	100 GΩ			
00001100 (12)	20 V	10 nA	10 nF				
00001101 (13)	40 V	100 nA	100 nF				
00001110 (14)	100 V	1 µA	1 µF				
00001111 (15)	200 V	10 µA	10 µF				
00010000 (16)	500 V	100 µA	100 µF				
00010001 (17)	1500 V	1 mA	1 mF				
00010010 (18)	3000 V	10 mA	10 mF				
00010011 (19)	10 kV	100 mA	100 mF				
00010100 (20)		1 A	1 F				
00010101 (21)		2 A					
00010110 (22)		20 A					
00010111 (23)		40 A					
00011010 (26)		500 A					
00011100 (28)		2000 A					
00011111 (31)	無効なデータです。						

D

データ・カウント。4 バイトのバイナリ・データ。測定データ、出力データは次の式で与えられます。

レジスタンスまたはリアクタンス = *Count* × *Range* / 2^{24}

コンダクタンスまたはサセプタンス = *Count* / (2^{24} × *Range*)

DC バイアス出力値 = *Count* / 1000

上記パラメータ以外のデータ = *Count* × *Range* / 1000000

Count：*D* 値。最高桁の値によって正・負を判断します。

Range：*C* 値から得られる測定レンジまたは出力レンジ。

D 値の最高桁が 0 である場合、*Count* 値は正であり、残りの 31 桁によって与えられる値と等しくなります。*D* 値の最高桁が 1 である場合、*Count* 値は負であり、残りの 31 桁によって与えられる値から次の値を差し引いた値となります。10000000000000000000000000000000=2147483648

計算例：

10000001000010110000000000000000110000110101000000000000000000000001

上記バイナリ・データは以下を意味しています。

タイプ： 測定データ (*A*=1)

パラメータ： 電流 (*B*=0000001)

***Range*：** 1 nA=10^(11−20) A (2 進数表記で *C*=00001011、10 進数表記で *C*=11)

***Count*：** 100000 (*D*=00000000000000011000011010100000)

ステータス： 正常状態 (*E*=00000000)

ADC： 高速 ADC (*G*=000)

チャネル： SMU1 (チャネル番号 1) (*F*=00001)

測定データ = 100000 × 1E–9/1E+6 = 100 pA

NOTE

電流または容量データの *Range* 値と *C* 値の関係：

Range = 10^(*C*−20)　但し *C* ≤ 20 に有効。21 ≤ *C* には適用されません。

レジスタンス、リアクタンス、コンダクタンス、またはサセプタンス・データの *Range* 値と *C* 値の関係：

Range = 10^*C*

E

ステータス。1 バイト。*Time* のステータスには意味がありません。

- *Source_data* のステータス：

  ステータスの重大度： 00000001 < 00000010

E	説明
00000001	掃引測定の第 1 点目または途中データ。
00000010	掃引測定の最終データ。

- 測定データのステータス：Table 1-15 (p. 1-55) を参照してください。

  ステータスの重大度：

  - 疑似パルス・スポット測定： 0<1<2<4<8<16 または 32
  - それ以外の測定： 0<16<32<1<2<4<8

F

チャネル番号。5 ビット。Table 1-14 (p. 1-48) を参照してください。

G

A/D コンバータ。3 ビット。ソース出力値、時間データの場合、G=000 です。

G	説明
000 (0)	SMU 高速 A/D コンバータ
001 (1)	SMU 高分解能 A/D コンバータ
010 (2)	CMU A/D コンバータ

H

時間データのカウント。6 バイトのバイナリ・データ。時間データは次の式で与えられます。

時間データ = *Count* / 1000000

Count : *H* 値の 10 進数表記の値。

H 値の最高桁が 0 である場合、*Count* 値は正であり、残りの 47 桁によって与えられる値と等しくなります。

H 値の最高桁が 1 である場合、*Count* 値は負であり、残りの 47 桁によって与えられる値から次の値を差し引いた値となります。

100000000000000000000000000000000000000000000000=140737488355328

H=100000000000000000000000000000000000000000000000 は、無効な時間データを意味します。

計算例 :

00000011000000000000000000000000000000011000011010100000000000001

上記バイナリ・データは以下を意味しています。

タイプ : 測定データ以外のデータ (*A*=0)

パラメータ : 時間データ (*B*=0000011)

***Count* :** 100000 (*H*= 000000000000000000000000000000011000011010100000)

チャネル : SMU1 (チャネル番号 1) (*F*=00001)

時間データ = 100000 / 1000000 = 0.1 秒

Table 1-15　　測定データのステータス

E	説明
00000000 (0)	正常状態。
00000001 (1)	測定範囲を越えています。または掃引自動中止機能またはパワー・コンプライアンスによって掃引測定が中止されました。*D* には意味のない値が返ります。
00000010 (2)	SMU：1 つ以上のチャネルが発振しています。またはソース出力がセトリングする前に測定が開始されました。[a]
	CMU：NULL ループ・アンバランス状態です。
00000100 (4)	SMU：他のチャネルがコンプライアンスに達しています。
	CMU：IV アンプ飽和状態です。
00000101 (5)	SMU が Force 飽和状態です。
00001000 (8)	コンプライアンスに達しています。
00010000 (16)	サーチ測定：サーチ範囲にターゲットがありません。ソース値を返します。
	疑似パルス・スポット測定：検出時間がリミットを越えました（ショート：3 秒まで。ロング：12 秒まで）。[b]
00100000 (32)	サーチ測定：サーチ測定が中止されました。ソース出力値を返します。*Data_sense* のステータスを確認してください。
	疑似パルス・スポット測定：セトリング検出を行うにはスルーレートが遅すぎます。[c] または疑似パルス出力がスタート電圧から 10 V 変化する前に、疑似パルス源が電流コンプライアンスに達しました。[d]

a. ウエイト時間またはディレイ時間を長くしてください。または、電流コンプライアンスを大きくしてください。パルス測定ではパルス幅を長くするか、パルス・ベース値をピーク値に近づけてください。リミテッド・オート・レンジングで電流出力を行う場合は、出力レンジを下げてください。
b. 電流コンプライアンスまたはスタート電圧を大きくしてください。または、検出インターバルを Long に設定してください。それでもこのステータスが生じる場合には、スポット測定を行ってください。
c. 電流コンプライアンスを大きくしてください。または、検出インターバルを Long に設定してください。それでもこのステータスが生じる場合には、パルス・スポット測定またはスポット測定を行ってください。
d. パルス・スポット測定またはスポット測定を行ってください。

GPIB インタフェース

Keysight B1500 の GPIB 機能の一覧を以下にリストします。これらは GPIB インタフェースを介してコマンド、データ、およびステータスを受け取り、処理し、転送する機能です。

コード	インタフェース機能	内容
SH1	ソース・ハンドシェーク	全機能
AH1	アクセプタ・ハンドシェーク	全機能
T6	トーカ	ベーシック・トーカ：あり シリアル・ポール：あり トーク・オンリ・モード：なし MLA (my listen address) 時トーカ解除：あり
L4	リスナ	ベーシック・リスナ：あり MLA (my listen address) 時リスナ解除：あり リスン・オンリ・モード：なし
SR1	サービス要求	全機能
RL1	リモート／ローカル	全機能（ローカル・ロックアウトあり）
PP0	パラレル・ポーリング	この機能はありません
DC1	デバイス・クリア	全機能
DT1	デバイス・トリガ	全機能
C0	コントローラ機能	この機能はありません
E1	ドライバ・エレクトロニクス	オープン・コレクタ

ステータス・バイト

Keysight B1500 はステータス・バイトのビット値を 0 または 1 に設定することで自らの動作状態を示します。シリアル・ポールを実行してコンピュータからステータス・バイトの内容を読み込むことによって、装置の状態に応じたプログラム処理を行うことができます。また、マスクされていないステータス・ビットが 1 に設定されていると、B1500 は SRQ 信号をコントローラに送るので、コンピュータに割り込みサービス・ルーチンを実行させることができます。

ビット	10 進数表記	内容
0	1	Data Ready 測定データまたはクエリ・レスポンスが出力バッファにストアされると 1、すべてのデータがコンピュータに転送されると 0 に設定されます。 *RST、BC、FMT またはデバイス・クリアによって 0 に設定されます。
1	2	Wait PA、WS、PAX、WSX コマンドによる待ち状態では 1 に、解除されると 0 に設定されます。*RST またはデバイス・クリアによって 0 に設定されます。
2	4	このビットは常に 0 に設定されています。
3	8	Interlock Open インターロック開放時の許容電圧を越える電圧出力または電圧コンプライアンスの設定とインターロック回路の開放が両立すると 1 に設定されます。シリアル・ポール、*RST またはデバイス・クリアによって 0 に設定されます。
4	16	Set Ready GPIB コマンドまたはトリガを受け取る、あるいはフロントパネルからセルフテストまたはキャリブレーションを開始すると 0 に、その動作が終了すると 1 に設定されます。

ビット	10 進数表記	内容
5	32	Error エラーの発生によって 1 に、シリアル・ポール、*RST、ERR?、ERRX?、CA、*TST?、*CAL?、DIAG? またはデバイス・クリアによって 0 に設定されます。
6	64	RQS（このビットをマスクすることはできません） マスクされていないビットのどれかが1に設定されることによって 1 に、シリアル・ポール、*RST またはデバイス・クリアによって 0 に設定されます。このビットが 1 に設定されるとコンピュータに SRQ（サービス要求）信号を送ります。
7	128	このビットは常に 0 に設定されています。

シリアル・ポールまたは *STB? コマンドによってステータス・バイトを読むことができます。シリアル・ポールは低レベルの GPIB コマンドです。

一般的に、シリアル・ポールは割り込みサービス・ルーチン内部で使用し、*STB? は割り込み以外の用途に使用します。

NOTE

ビット 3 または 5 がマスクされている場合、これらのビットはシリアル・ポールで 0 に設定されません。また 1 に設定されてからマスクを解除した場合も同様です。

1 に設定されているビットのマスクを解除した時に、サービス要求は発生しません（ビット 6 は 1 に設定されません）。マスクの設定はプログラムの始めで行ってください。

操作の手引き

測定プログラムの作成に関する補足情報を記述します。動作状態の確認、測定スピードの改善などに役立つ情報を含んでいます。

- 動作を確認する
- コマンド実行完了を確認する
- オート・キャリブレーションを無効にする
- 測定レンジを最適化する
- 積分時間を最適化する
- ADC ゼロ機能を無効にする
- ウエイト時間を最適化する
- プログラム・メモリーを使用する
- 時間データを最高分解能で読みとる
- 掃引源を定電源として使用する
- 複数チャネルで同時に測定を開始する
- 擬似的にサンプリング測定を行う
- 割り込みコマンド
- Keysight 4142B 用プログラムを使用する
- Keysight 4155/4156 用プログラムを使用する
- Keysight E5260/E5270 用プログラムを使用する

動作を確認する

B1500 の動作状態を確認するために、下記のようなステートメントを挿入します。この例は、測定実行後、ERRX? コマンドを送って B1500 の動作状態を確認し、エラーが発生していなければ測定データを読み取り、エラーが発生していればエラー・メッセージを表示します。

```
OUTPUT @B1500;"XE"
OUTPUT @B1500;"ERRX?"
ENTER @B1500;Code,Msg$
IF Code=0 THEN
  ENTER @B1500 USING "#,3X,12D,X";Mdata
  PRINT "I(A)=";Mdata
ELSE
  PRINT "ERROR: ";Msg$
END IF
```

コマンド実行完了を確認する

コマンド実行の完了を確認するには *OPC? コマンドを送ります。*OPC コマンドはその前のコマンドの実行が完了するまでプログラムの実行をポーズします。*OPC? コマンドは複数の装置を順番に制御する場合に便利です。

次の例は B1500 の DI コマンドの実行完了を確認してから *@Address* に示される装置に *XYZ* というコマンドを送ります。

```
OUTPUT @B1500;"DI";1,0,1.0E-10,1
OUTPUT @B1500;"*OPC?"
ENTER @B1500; A$
OUTPUT @Address;"XYZ"
```

オート・キャリブレーションを無効にする

オート・キャリブレーション機能は測定終了後 30 分毎にセルフ・キャリブレーションを開始します。キャリブレーションを実行するには測定端子を開放する必要があるため、オート・キャリブレーション機能をオンにしている間は測定端子をこまめに開放するようにしてください。

測定端子にデバイスを接続したまま長時間放置する可能性のある場合は、オート・キャリブレーション機能をオフに設定します。そうしないと、正常にキャリブレーションを行うことができない、あるいは、予期せぬ出力が測定端子に現れてデバイス破壊を起こす可能性もあります。オート・キャリブレーション機能をオフするには CM 0 コマンドを送ります。

測定レンジを最適化する

測定スピードを改善する最も有効な手段は測定レンジの変更回数を減らすことです。リミテッド・オート・レンジング・モードはオート・レンジング・モードよりも効果的であり、固定レンジ・モードは最も効果的です。

測定データの典型値を確認し、最適なレンジを選んで固定レンジ・モードで測定を行うと測定時間が短くなります。

積分時間を最適化する

測定データの信頼性、再現性を高めるには、A/D コンバータの積分時間を長くする、あるいはアベレージング・サンプル数を増やします。これは結果的に測定時間を長くすることになります。

低電流／電圧測定で高精度測定を行うにはこれらの値を大きく設定する必要がありますが、中・高電流／電圧測定ではそれ程大きい値に設定する必要はありません。次のコマンドで積分時間・サンプル数を変更します。

AV A/D コンバータのアベレージング・サンプル数を設定します。Keysight 4142B の AV コマンドと互換性があります。

AAD A/D コンバータのタイプ（高分解能、高速、高速・パルス測定）を選択します。

AIT 積分時間、またはアベレージング・サンプル数を設定します。AIT コマンドは AV コマンドの機能を含んでいます。最後に送られたコマンドの設定が有効です。

これらコマンドの詳細については「4. コマンド・リファレンス」を参照してください。

ADC ゼロ機能を無効にする

この情報は高分解能 ADC を使用する場合にのみ有効です。

測定データの信頼性よりも測定スピードが重要である場合は、ADC ゼロ機能をオフします。これによって積分時間が約半分になります。この機能をオフするには `AZ 0` コマンドを送ります。

NOTE ADC ゼロ機能は A/D コンバータのオフセットをキャンセルする機能です。特に微小電圧測定に有効です。

ウエイト時間を最適化する

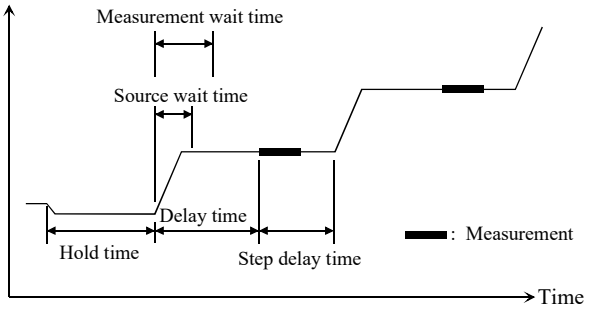
測定チャネルが測定開始までに待つ時間を測定ウエイト時間、ソース・チャネルが出力値変更までに待つ時間を出力ウエイト時間といいます。測定スピードが最も重要であり、測定データの信頼性よりも重要である場合には WAT コマンドを用いてウエイト時間を短く設定します。ウエイト時間は次の式で与えられます。

ウエイト時間 = 初期ウエイト時間 × *A*+*B*

初期ウエイト時間は B1500 が自動的に設定する値であり、変更することはできません。また、初期測定ウエイト時間と初期出力ウエイト時間の値は異なります。*A* と *B* は WAT コマンドのパラメータです。

ウエイト時間の設定は全モジュールに有効です。

Figure 1-4 **出力／測定ウエイト時間**



NOTE

ウエイト時間がディレイ時間よりも短い場合は、ウエイト時間を無視することができます。

最適なウエイト時間を設定することは困難です。長すぎると時間の無駄になりますが、短すぎるとデバイスの特性が安定する前に測定を実行してしまうかもしれません。

応答の遅いデバイスを測定する場合には初期値では十分な待ち時間が取れないことがあります。その場合は、*A* 値を 1 以上に設定します。

応答の速いデバイスの測定において測定スピードが最重要である場合には、*A* 値を 1 以下に設定します。

プログラム・メモリーを使用する

同じ設定と測定を繰り返し行う場合には、プログラム・メモリーを使用します。B1500 へのコマンド転送が 1 度だけなので、プログラム実行時間の削減に有効です。

最大 2,000 プログラム（40,000 コマンド）を保存することが可能です。詳細は「2. リモート・モード機能」を参照してください。

時間データを最高分解能で読みとる

下記のインターバル以内にタイマーをリセットすると、最高分解能（100 µs）で時間データを入手することができます。タイマーをリセットするには TSR コマンドを送ります。

- 100 秒（データ出力フォーマット：FMT 1, 2, 5）
- 1000 秒（データ出力フォーマット：FMT 11, 12, 15, 21, 22, 25）

掃引源を定電源として使用する

次の設定を行うことで、掃引出力チャネルが定電流または定電圧の出力を行います。

- 掃引スタート値＝掃引ストップ値（WI、WV、または WNX)

さらに掃引ステップ数を 1 に設定すると、スポット測定の実行が可能です。

複数チャネルで同時に測定を開始する

スポット測定、階段波掃引測定、マルチ・チャネル掃引測定では複数の測定チャネルを使用することができます。この場合、MM コマンドに設定した順番で測定チャネルは測定を実行します。しかし、下記設定を行った測定チャネルは同時に測定を開始します。

- マルチ・チャネル掃引測定モードに設定する（MM 16）
- 測定レンジング・モードを固定レンジに設定する（RI または RV）
- 高速 ADC を使用する（AV）

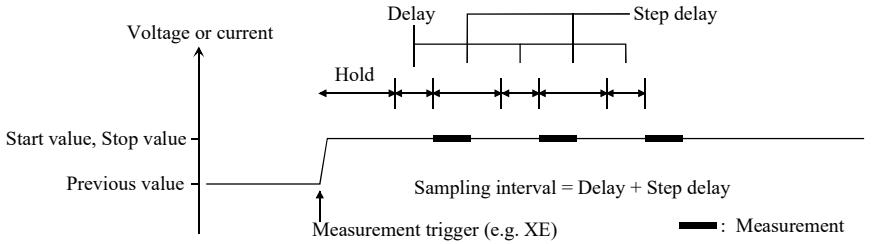
NOTE

測定セットアップと出力セットアップは独立しています。従って、出力セットアップが、同時測定の実行に影響を及ぼすことはありません。同時測定実行時に出力レンジング・モードがどのような設定でも構いません。

擬似的にサンプリング測定を行う

次の設定を行うことで、擬似的にサンプリング測定を実行することができます。この場合、ディレイ時間とステップ・ディレイ時間の和がサンプリング間隔となります。

- 掃引測定モードに設定する（MM 2 または MM 16）
- 掃引スタート値 = 掃引ストップ値（WI、WV、または WNX)
- ホールド時間、ディレイ時間、ステップ・ディレイ時間を設定する（WT)



割り込みコマンド

B1500 は受け取った順番でコマンドを実行します。例外として次のコマンドは先に送られたコマンドの実行中でも実行可能です。

Table 1-16　割り込みコマンド

コマンド	説明
AV	測定実行中に SMU のアベレージング・サンプル数を変更します。
AIT	測定実行中に SMU の A/D コンバータの設定を変更します。
ACT	測定実行中に CMU の A/D コンバータの設定を変更します。
AB	コマンドの実行を中止します。
*RST	B1500 を初期状態にリセットします。
XE	B1500 が PA または PAX コマンドによる待ち状態にある時､待ち状態を解除するために XE コマンドを使用することが可能です。詳細については「4. コマンド・リファレンス」を参照してください。

Keysight 4142B 用プログラムを使用する

B1500 は Keysight 4142B モジュラ DC ソース／モニタのほとんどのコマンド、およびデータ出力フォーマットをサポートしています。Keysight 4142B 用に作成されたプログラムを再利用するには、次の内容を確認し、必要に応じて変更を行ってください。

- サポートされないコマンドを削除する

  使用可能なモジュールが異なるために B1500 ではサポートされないコマンドがあります。サポートされないモジュールおよびコマンドを Table 1-17 にリストします。これらのコマンドを使用しないでください。

  アナログ・フィードバック・ユニットを使用する代わりに、リニア・サーチまたはバイナリ・サーチ測定を実行してください。

  電圧源／電圧計ユニットを使用する代わりに、ソース／モニタ・ユニット（SMU）を使用してください。ただし SMU は差動電圧測定を実行することはできません。

- FL コマンド

  FL コマンド（フィルタ設定コマンド）の初期値が異なります。Keysight 4142B の初期値は ON、B1500 の初期値は OFF です。

  フィルタを使用する場合は FL1 コマンドを追加してください。

- AV コマンド

  B1500 の A/D コンバータの設定を行います。

  B1500 に搭載されている高分解能 ADC を設定するには AAD コマンドと AIT コマンドを使用してください。

- *TST? コマンド

  4142B のメインフレームを示す 9 は B1500 のチャネルを指定します。B1500 のメインフレームを指定するには 11 を設定してください。

Table 1-17　サポートされないモジュールとコマンド

プラグイン・モジュール	コマンド名
アナログ・フィードバック・ユニット	ASM, AT, ASV, AIV, AVI
高電流ユニット	PDM, PDI, PDV
高電圧ユニット	POL
電圧源／電圧計ユニット	VM

Keysight 4155/4156 用プログラムを使用する

B1500 は Keysight 4155B/4156B/4155C/4156C パラメータ・アナライザの FLEX コマンドと同様なコマンドをサポートしています。各コマンド・セットは完全な互換性があるわけではないので、プログラムを再利用するには次の変更が必要です。

- サポートされないコマンドを削除する

  B1500 がサポートしていない FLEX コマンドを Table 1-18 にリストします。これらを使用しないでください。また、SCPI コマンド、4145 シンタックス・コマンドもサポートされません。

  4155/4156 のコントロール・モードの変更に必要な US、:PAGE コマンドは B1500 では不要なので削除してください。

- コマンド・シンタックスを確認、変更する

  コマンド名が同じでも使用可能なパラメータや有効な値が異なる場合があります。パラメータを確認し、必要に応じて変更してください。

- FMT コマンド・パラメータを変更する

  FMT 21、FMT 22、FMT 25 コマンドを使用します。4155/4156 ASCII フォーマットと互換性のあるフォーマットでデータ出力されます。詳細は「データ出力フォーマット (p. 1-26)」を参照してください。

- RMD? を削除する

  4155/4156 の測定データの読み取りに必要な RMD? コマンドは、B1500 では不要なので削除してください。

- FL コマンド

  FL コマンド（フィルタ設定コマンド）の初期値が異なります。Keysight 4155/4156 の初期値は ON、B1500 の初期値は OFF です。

  フィルタを使用する場合は FL1 コマンドを追加してください。

- AV コマンド

  B1500 の A/D コンバータの設定を行います。

  B1500 に搭載されている高分解能 ADC を設定するには AAD コマンドと AIT コマンドを使用してください。

- TI?/TV?/TTI?/TTV? はそれぞれ TI/TV/TTI/TTV と交換する
- WM は LSM と交換する（リニア・サーチ測定）
- TSQ? は TSQ と交換する

- ビルトイン IBASIC プログラムを再利用する場合
  - GPIB アドレスを変更する。
  - 内蔵フレキシブル・ディスク・ドライブを使用するステートメントを削除する。

Table 1-18　サポートされない 4155/4156 FLEX コマンド

カテゴリ	コマンド
コントロール・モード	:PAGE, US, US42
測定モード	VM, VMD
階段波／パルス掃引測定	ESC
サンプリング測定	MP
QSCV 測定	QSZ?
PGU コントロール	POR, SPG
ストレス印加	STC, STI, STM, STP, STT, STV
積分時間	SIT, SLI
高速スポット測定	TI?, TTI?, TTV?, TV?
出力データ	RMD?
タイム スタンプ	TSQ?
ウエイト	*WAI
ゼロ・オフセット・キャンセル	GOC, SOC
SMU/PGU セレクタ	SSP
R ボックス	RBC
外部トリガ	STG
ネットワーク操作	CLOSE, OPEN, PRN, RD?, SDSK, SPL, SPR, WR
ステータス・バイト	*CLS, *ESE(?), *ESR?
クエリ	CMD?, *OPT?, :SYST:ERR?

Keysight E5260/E5270 用プログラムを使用する

B1500 は Keysight E5260/E5270 パラメトリック測定ソリューションのほとんどのコマンド、およびデータ出力フォーマットをサポートしています。Keysight E5260/E5270 用に作成されたプログラムを再利用するには、次の内容を確認し、必要に応じて変更を行ってください。

- サポートされないコマンドを削除する

  メインフレームが異なるために B1500 ではサポートされないコマンドがあります。サポートされないコマンドを Table 1-19 にリストします。B1500 はこれらのコマンドを無視するのでエラーは起こりません。しかし、負荷を軽減するには、これらのコマンドを削除してください。

- *CAL?、RCV、*TST? コマンド

  E5260/E5270 のメインフレームを示す 9 は B1500 のチャネルを指定します。B1500 のメインフレームを指定するには 11 を設定してください。

- DIAG? コマンド

  B1500 にはフロントパネルキー・テストおよびビーパー・テストがありません。コマンド・パラメータ *item*=2 と 5 を使用しないでください。

Table 1-19　サポートされない E5260/E5270 FLEX コマンド

カテゴリ	コマンド名
ディスプレイ	RED, DFM, SPA, MPA, SCH, MCH
キーボード	KLC

2 リモート・モード機能

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

本章はリモート・モードにおける Keysight B1500 の機能、および初期設定について記述しています。

- 測定モード
- 同期出力
- 自動停止機能
- 並列測定機能
- プログラム・メモリ
- デュアル HCSMU
- SPGU モジュール
- モジュール・セレクタ
- SMU/PG セレクタ
- 超大電流エクスパンダ／フィクスチャ
- HVSMU 電流エクスパンダ
- 超高電圧エクスパンダ
- ディジタル I/O ポート
- トリガ機能
- 初期設定

NOTE

同期出力

次の測定モードでは、掃引出力またはサーチ出力に同期する出力源を使用することができます。

- 階段波掃引測定
- マルチ・チャネル パルス掃引測定
- パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定
- バイナリ・サーチ測定
- リニア・サーチ測定

同期出力源は、主掃引源またはサーチ・ソースと同じ出力モード（電圧または電流）をサポートします。パルス出力はできません。

測定モード

Keysight B1500 は次の測定モードをサポートします。

- スポット測定
- パルス・スポット測定
- マルチ・チャネル パルス・スポット測定
- 階段波掃引測定
- パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定
- パルス掃引測定
- マルチ・チャネル掃引測定
- マルチ・チャネル パルス掃引測定
- 疑似パルス・スポット測定
- バイナリ・サーチ測定
- リニア・サーチ測定
- サンプリング測定
- Quasi-static CV 測定
- スポット C 測定
- パルス・スポット C 測定
- CV（DC バイアス）掃引測定
- パルス掃引 CV 測定
- C-f 掃引測定
- CV（AC レベル）掃引測定
- C-t サンプリング測定

NOTE

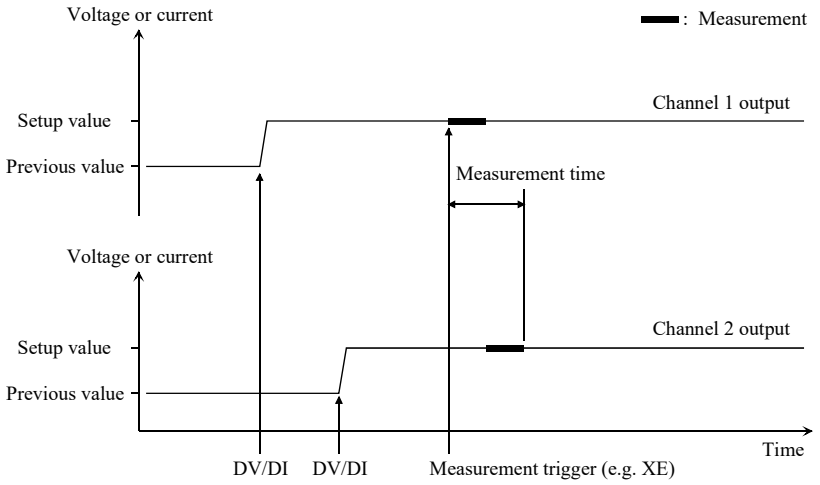
サーチ測定

B1500 は I-V カーブ上ある条件を満足する測定点を探し出すためにサーチ測定をサポートします。例えば、ブレークダウン電圧やしきい値電圧のサーチに有効です。サーチ測定は 1 つか 2 つの SMU を使用します。2 つの SMU を使用する場合、一方はサーチ・チャネル、他方はセンス・チャネルとして働きます。1 つの SMU を使用する場合は 1 つの SMU がサーチ、センス両方の働きをします。基本的に、サーチ・チャネルは、サーチ・ストップ条件が満足されるまで、電圧または電流の印加を続けます。

スポット測定

スポット測定は次のように行われます。測定チャネルは一点測定を行います。

Figure 2-1 **スポット測定**



1. DV または DI コマンドで、ソース・チャネルが出力を開始します。
2. トリガ（XE コマンドなど）で、測定チャネルが測定を開始します。ソース・チャネルのセトリング時間中にトリガを受けた場合、測定チャネルはセトリング時間の後で測定を開始します。

   複数の測定チャネルを使用する場合、MM コマンドに指定した順番で各チャネルが測定を実行します。同時測定も可能です。「並列測定機能 (p. 2-48) 」を参照してください。
3. 測定終了後、ソース・チャネルは出力を続けます。

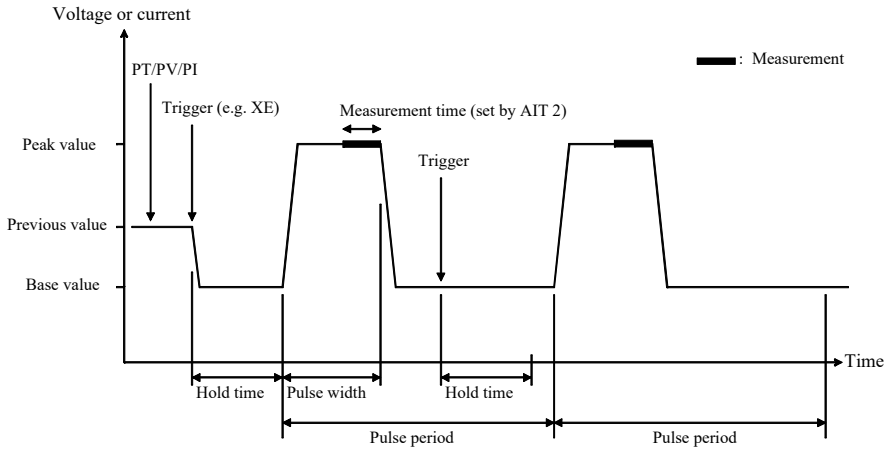
   0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、チャネル出力を 0 V に変更します。

NOTE DV コマンドは電圧、DI コマンドは電流を出力します。

パルス・スポット測定

パルス・スポット測定は次のように行われます。測定チャネルは、ソース・チャネルがパルスを出力中に一点測定を行います。

Figure 2-2 **パルス・スポット測定**



1. PT、PV/PI コマンドで、パルス・ソース出力の設定を行います。パルス・ソースに設定できるチャネルは 1 つだけです。
2. トリガ（XE コマンドなど）で、パルス・ソースは出力を開始します。
3. Figure 2-2 のように、測定チャネルが測定を開始します。使用可能な測定チャネルは 1 つだけです。測定時間は AIT 2 コマンドで設定します。
4. 測定終了後、パルス・ソースはパルス・ベース値を出力します。

   パルス周期（pulse period）の途中にトリガを受けた場合には、以下の動作を行います（トリガの間隔が数 10 ms 以上の場合）。

   - パルス周期の残り時間がホールド時間（hold time）以上である場合は、パルス周期経過後直ちにパルス出力を開始します（Figure 2-2）。
   - パルス周期の残り時間がホールド時間（hold time）以下である場合は、ホールド時間経過後直ちにパルス出力を開始します。

   ホールド時間、パルス周期、トリガの間隔が短い場合は、出力パルスのセトリング時間が見える可能性があります。

   0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、チャネル出力を 0 V に変更します。

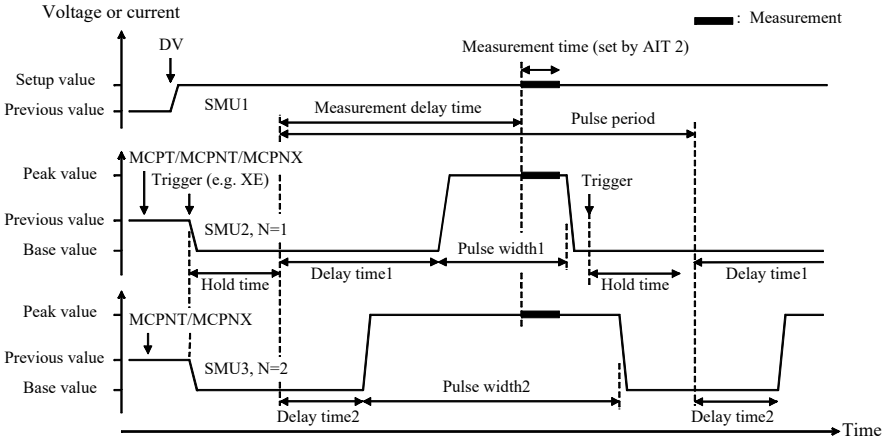
NOTE

PT はパルス幅、パルス周期などタイミング・パラメータを設定します。PV は電圧パルス、PI は電流パルスの設定を行います。電流パルスの場合、ベース値とピーク値は同じ極性でなければなりません。

マルチ・チャネル パルス・スポット測定

マルチ・チャネル パルス・スポット測定は次のように行われます。測定チャネルは、ソース・チャネルがパルスを出力中に一点測定を行います。10 個までのチャネルをパルス出力および測定に使用することができます。ソース・チャネルの出力モード（電圧または電流）は同一である必要はありません。

Figure 2-3 **マルチ・チャネル パルス・スポット測定、MM27,SMU1,SMU2,SMU3**



1. MCPT コマンドで、ホールド時間、パルス周期、測定ディレイ時間、測定回数を設定します。
2. MCPNT、MCPNX コマンドで、ソース番号 *N*（*N*=1 ～ 10）のパルス・ソースの設定を行います。
3. DC バイアスの出力を開始するには DV/DI コマンドを実行します。
4. トリガ（XE コマンドなど）で、パルス出力が同時に開始されます。

   HRSMU、MPSMU、HPSMU の場合、Delay time を 0 に設定してください。また、モジュール毎に異なる Pulse width を設定することはできません。異なる値が入力された場合は、最も長い Pulse width 値が設定されます。

5. Figure 2-3 のように、測定チャネルが同時に測定を実行します。測定時間は AIT 2 コマンドで設定します。全測定チャネルに共通です。
6. パルス幅（pulse width）を経過すると、パルス・ソースはパルス・ベース値を出力します。

   パルス周期（pulse period）の途中にトリガを受けた場合には、以下の動作を行います（トリガの間隔が数 10 ms 以上の場合）。

   - パルス周期の残り時間がホールド時間（hold time）以上である場合は、パルス周期経過後直ちにパルス出力を開始します（Figure 2-3）。
   - パルス周期の残り時間がホールド時間（hold time）以下である場合は、ホールド時間経過後直ちにパルス出力を開始します。

   ホールド時間、パルス周期、トリガの間隔が短い場合は、出力パルスのセトリング時間が見える可能性があります。

   0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、チャネル出力を 0 V に変更します。

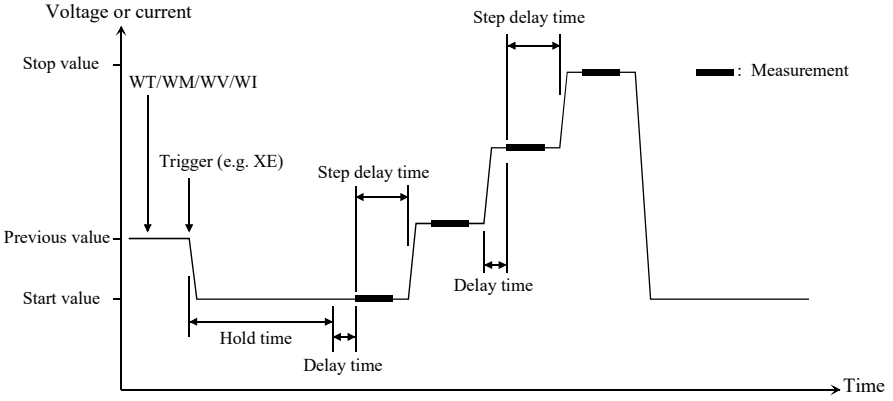
NOTE

MCPNT はディレイ時間とパルス幅を設定します。MCPNX はパルス出力の設定を行います。電流パルスの場合、ベース値とピーク値は同じ極性でなければなりません。

階段波掃引測定

階段波掃引測定は次のように行われます。ソース・チャネルが階段波掃引電圧または電流を出力し、掃引ステップ毎に測定チャネルが一点測定を行います。

Figure 2-4 **階段波掃引測定**



1. WT、WM、WV/WI コマンドで、階段波掃引源の設定を行います。掃引源に設定できるチャネルは 1 つだけです。
2. トリガ（XE コマンドなど）で、掃引源は出力を開始します。
3. ホールド時間（hold time）後、ディレイ時間（delay time）を待ちます。
4. ディレイ時間後、測定チャネルが測定を開始します。

   複数の測定チャネルを使用する場合、MM コマンドに指定した順番で各チャネルが測定を実行します。同時測定も可能です。「並列測定機能 (p. 2-48) 」を参照してください。
5. 測定後、ステップ・ディレイ時間（step delay time）が設定されていれば待ち、その後、出力値を変更します。
6. すべての掃引ステップにおいて 4、5 を繰り返します。
7. 掃引測定終了後、掃引源は WM コマンドに設定された通り、スタート値またはストップ値を出力します。

   0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、チャネル出力を 0 V に変更します。

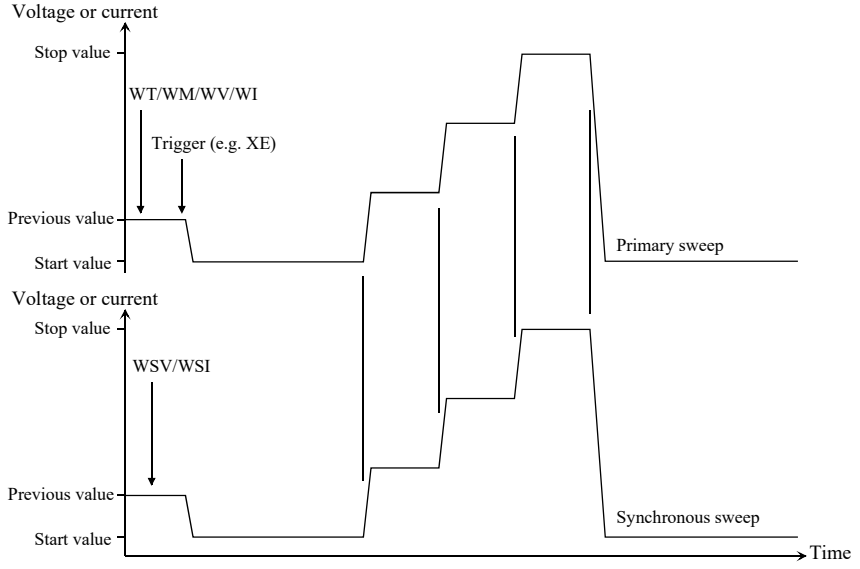
NOTE

WT はホールド時間、ディレイ時間、ステップ・ディレイ時間を設定します。WM は自動停止機能と測定終了後出力を設定します。WV は掃引電圧、WI は掃引電流を設定します。ログ掃引の場合、スタート値とストップ値は同じ極性でなければなりません。

同期掃引源の使用

階段波掃引出力に同期する階段波掃引出力源を設定することができます。「同期出力 (p. 2-44)」を参照してください。掃引終了後、同期出力は主掃引出力と同様にスタート値またはストップ値を出力します。

Figure 2-5 同期掃引



NOTE

WSV は掃引電圧、WSI は掃引電流を設定します。同期掃引源は主掃引源（primary sweep）と同じ出力（電圧または電流）でなければなりません。ログ掃引の場合、スタート値とストップ値は同じ極性でなければなりません。

掃引出力の自動停止

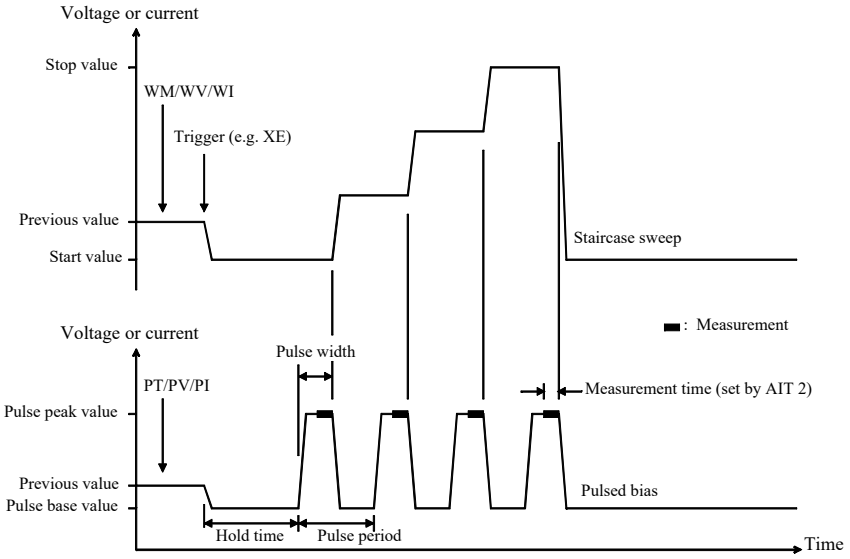
掃引出力を自動停止させることができます。「自動停止機能 (p. 2-46)」を参照してください。

掃引源のパワー・コンプライアンスを設定した場合、自動停止機能の設定の有無に関わらず、パワー・コンプライアンスまたは自動停止条件の検出によって、測定は自動的に停止されます。

パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定

パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定は次のように行われます。ソース・チャネルが階段波掃引電圧または電流を出力し、パルス・ソース・チャネルがパルス・バイアスを出力します。掃引ステップ毎に測定チャネルが一点測定を行います。

Figure 2-6 **パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定**



1. WM、WV/WI コマンドで、階段波掃引源の設定を行います。掃引源に設定できるチャネルは 1 つだけです。
2. PT、PV/PI コマンドで、パルス・ソース出力の設定を行います。パルス・ソースに設定できるチャネルは 1 つだけです。
3. トリガ（XE コマンドなど）で、ソース出力を開始します。
4. Figure 2-6 のように、ホールド時間（hold time）の後、測定チャネルが測定を開始します。使用可能な測定チャネルは 1 つだけです。測定時間は AIT 2 コマンドで設定します。
5. 測定後、階段波掃引源は出力値を変更します。パルス・ソースはパルス・ベース値を出力し、次のパルス出力まで、パルス周期の残り時間を待ちます。
6. すべての掃引ステップにおいて、測定と 5 を繰り返します。

7. 掃引測定終了後、パルス・ソースはパルス・ベース値を出力します。階段波掃引源は WM コマンドに設定された通り、スタート値またはストップ値を出力します。

   0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、チャネル出力を 0 V に変更します。

NOTE

WM は自動停止機能と測定終了後出力を設定します。WV は掃引電圧、WI は掃引電流を設定します。ログ掃引の場合、スタート値とストップ値は同じ極性でなければなりません。

PT はパルス幅、パルス周期などタイミング・パラメータを設定します。PV は電圧パルス、PI は電流パルスの設定を行います。電流パルスの場合、ベース値とピーク値は同じ極性でなければなりません。

同期掃引源の使用

階段波掃引出力に同期する階段波掃引出力源を設定することができます。Figure 2-5 および「同期出力 (p. 2-44)」を参照してください。掃引終了後、同期出力は主掃引出力と同様にスタート値またはストップ値を出力します。

NOTE

WSV は掃引電圧、WSI は掃引電流を設定します。同期掃引源は主掃引源（primary sweep）と同じ出力（電圧または電流）でなければなりません。ログ掃引の場合、スタート値とストップ値は同じ極性でなければなりません。

掃引出力の自動停止

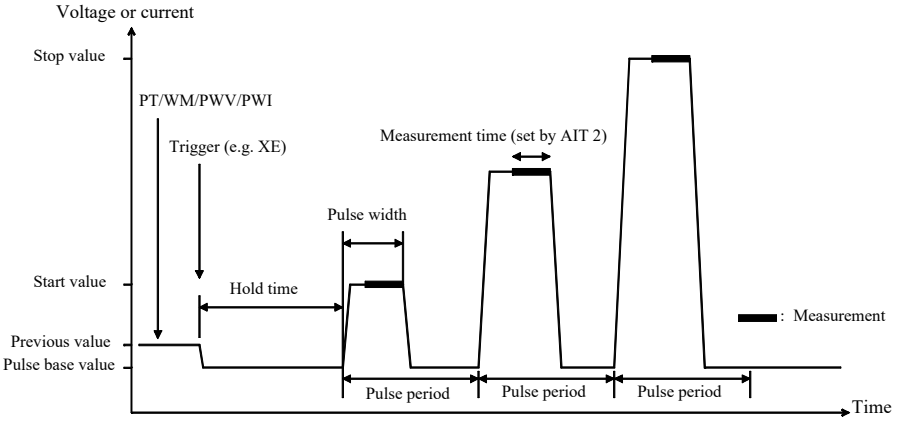
掃引出力を自動停止させることができます。「自動停止機能 (p. 2-46)」を参照してください。

掃引源のパワー・コンプライアンスを設定した場合、自動停止機能の設定の有無に関わらず、パワー・コンプライアンスまたは自動停止条件の検出によって、測定は自動的に停止されます。

パルス掃引測定

パルス掃引測定は次のように行われます。ソース・チャネルがパルス掃引電圧または電流を出力し、掃引ステップ毎に測定チャネルが一点測定を行います。

Figure 2-7 **パルス掃引測定**



1. PT、WM、PWV/PWI コマンドで、パルス掃引源の設定を行います。パルス掃引源に設定できるチャネルは 1 つだけです。
2. トリガ（XE コマンドなど）で、パルス掃引源は出力を開始します。
3. Figure 2-7 のように、ホールド時間（hold time）の後、測定チャネルが測定を開始します。使用可能な測定チャネルは 1 つだけです。測定時間は AIT 2 コマンドで設定します。
4. 測定終了後、パルス掃引源はパルス・ベース値を出力します。パルス周期の残り時間を待った後、パルス出力値を変更します。
5. すべての掃引ステップにおいて、測定と 4 を繰り返します。
6. 掃引測定終了後、パルス掃引源はパルス・ベース値を出力します。

   0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、チャネル出力を 0 V に変更します。

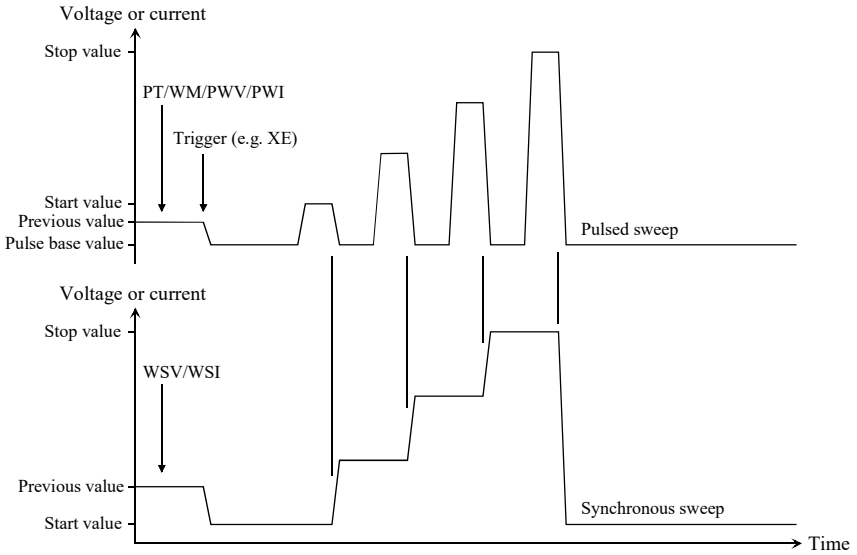
NOTE

PT はパルス幅、パルス周期などタイミング・パラメータを設定します。WM は自動停止機能を設定します。PWV はパルス掃引電圧、PWI はパルス掃引電流を設定します。電流パルスまたはログ掃引の場合、ベース値、スタート値、ストップ値は同じ極性でなければなりません。

同期掃引源の使用

パルス掃引出力に同期する階段波掃引出力源を設定することができます。「同期出力 (p. 2-44)」を参照してください。掃引終了後、同期出力は WM コマンドの設定に従ってスタート値またはストップ値を出力します。

Figure 2-8 同期掃引



NOTE

WSV は掃引電圧、WSI は掃引電流を設定します。同期掃引源はパルス掃引源と同じ出力（電圧または電流）でなければなりません。ログ掃引の場合、スタート値とストップ値は同じ極性でなければなりません。

掃引出力の自動停止

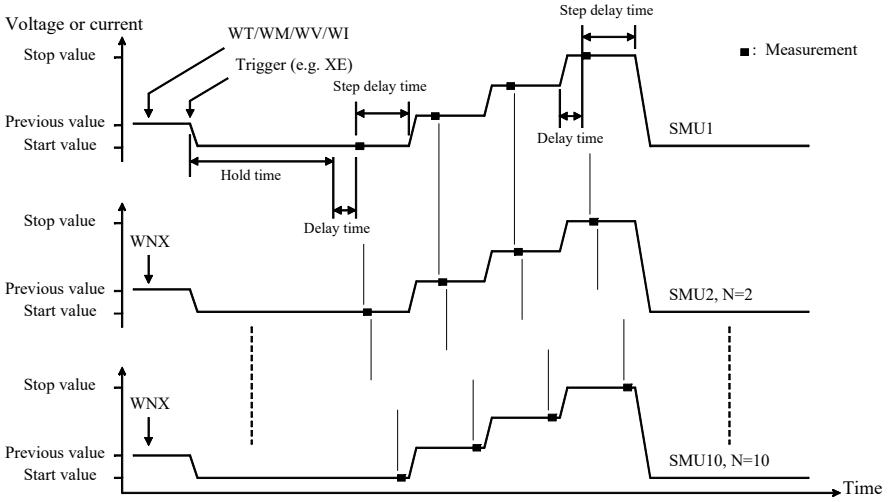
掃引出力を自動停止させることができます。「自動停止機能 (p. 2-46)」を参照してください。

掃引源のパワー・コンプライアンスを設定した場合、自動停止機能の設定の有無に関わらず、パワー・コンプライアンスまたは自動停止条件の検出によって、測定は自動的に停止されます。

マルチ・チャネル掃引測定

マルチ・チャネル掃引測定は次のように行われます。ソース・チャネルが階段波掃引出力または DC バイアス出力を行い、掃引ステップ毎に測定チャネルが一点測定を行います。10 個までのチャネルを掃引出力および測定に使用することができます。ソース・チャネルの出力モード（電圧または電流）は同一である必要はありません。

Figure 2-9 **マルチ・チャネル掃引測定（高分解能 AD コンバータ使用時）**



1. WV または WI コマンドで、主掃引源を設定します。また、WNX コマンドでソース番号 *N*（*N*=2 ～ 10）の同期掃引源を設定します。
2. トリガ（XE コマンドなど）で、掃引源は同時に出力を開始します。

   ただし掃引源がパワー・コンプライアンスを設定している、あるいはログ掃引モードで電流出力を行う場合はソース番号 *N* の順に出力を開始します。この場合、一番始めに出力を開始するのは WI または WV コマンドによる掃引源です。
3. ホールド時間（hold time）後、ディレイ時間（delay time）を待ちます。
4. ディレイ時間後、測定チャネルが測定を開始します。複数の測定チャネルを使用する場合、高速 ADC を用いて固定レンジで測定を行うチャネルが同時に測定を開始し、その後、その他のチャネルが MM コマンドに指定された順番で測定を実行します。
5. 測定後、ステップ・ディレイ時間（step delay time）が設定されていれば待ち、その後、出力値を変更します。

6. すべての掃引ステップにおいて 4、5 を繰り返します。
7. 掃引測定終了後、掃引源は WM コマンドに設定された通り、スタート値またはストップ値を出力します。

   0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、チャネル出力を 0 V に変更します。

NOTE

WT はホールド時間、ディレイ時間、ステップ・ディレイ時間を設定します。WM は自動停止機能と測定終了後出力を設定します。WV は掃引電圧、WI は掃引電流を設定します。WNX コマンドは同期掃引出力を設定します。ログ掃引の場合、スタート値とストップ値は同じ極性でなければなりません。

掃引出力の自動停止

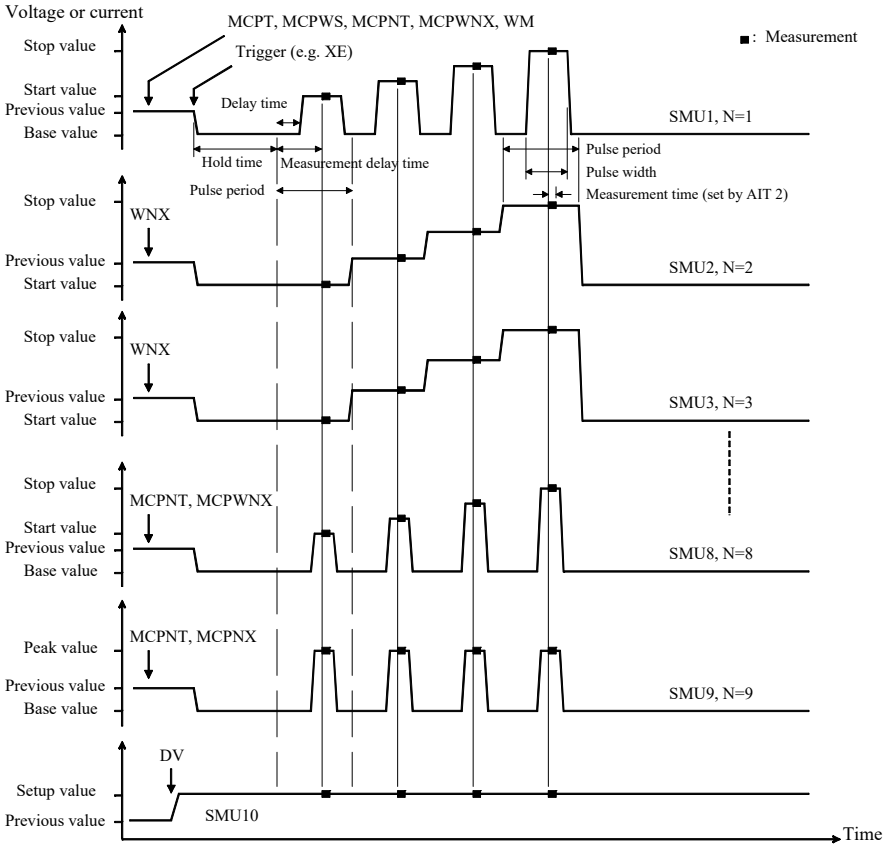
掃引出力を自動停止させることができます。「自動停止機能 (p. 2-46)」を参照してください。

掃引源のパワー・コンプライアンスを設定した場合、自動停止機能の設定の有無に関わらず、パワー・コンプライアンスまたは自動停止条件の検出によって、測定は自動的に停止されます。

マルチ・チャネル パルス掃引測定

マルチ・チャネル パルス掃引測定は次のように行われます。ソース・チャネルがパルス掃引出力、階段波掃引出力、パルス・バイアス出力、またはDC バイアス出力を行い、掃引ステップ毎に測定チャネルが一点測定を行います。10 個までのチャネルをパルス掃引出力および測定に使用することができます。ソース・チャネルの出力モード（電圧または電流）は同一である必要はありません。

Figure 2-10 **マルチ・チャネル パルス掃引測定**



1. MCPT コマンドで、ホールド時間、パルス周期、測定ディレイ時間、測定回数を設定します。MCPWS コマンドで、全掃引出力チャネルに共通な掃引モードと掃引ステップ数を設定します。

2. MCPNT、MCPWNX コマンドで、ソース番号 *N*（*N*=1 ～ 10）のパルス掃引出力の設定を行います。
3. WM、WNX コマンドで、ソース番号 *N*（*N*=1 ～ 10）の階段波掃引出力の設定を行います。
4. MCPNT、MCPNX コマンドで、ソース番号 *N*（*N*=1 ～ 10）のパルス・バイアス出力の設定を行います。
5. DC バイアスの出力を開始するには DV/DI コマンドを実行します。
6. トリガ（XE コマンドなど）で、階段波掃引出力チャネルがソース番号 *N* の順に出力を開始します。その後、パルス掃引出力チャネルとパルス・バイアス出力チャネルが同時に出力を開始します。
7. ホールド時間（hold time）後、同時に全パルス出力が開始されます。

   HRSMU、MPSMU、HPSMU の場合、Delay time を 0 に設定してください。また、モジュール毎に異なる Pulse width を設定することはできません。異なる値が入力された場合は、最も長い Pulse width 値が設定されます。
8. 測定ディレイ時間（Measurement delay time）後、測定チャネルが同時に測定を実行します。測定時間は AIT 2 コマンドで設定します。全測定チャネルに共通です。
9. 全掃引ステップにおいて、出力変更、パルス出力、8 を繰り返します。
10. 掃引測定終了後、パルス・ソースはパルス・ベース値を出力します。階段波掃引源は WM コマンドに設定された通り、スタート値またはストップ値を出力します。

    0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、チャネル出力を 0 V に変更します。

NOTE

MCPNT はディレイ時間とパルス幅を設定します。MCPWNX はパルス掃引出力の設定を行います。電流パルスまたはログ掃引の場合、ベース値、スタート値、ストップ値は同じ極性でなければなりません。WM は自動停止機能と測定終了後出力を設定します。

MCPNX はパルス・バイアス出力の設定を行います。電流パルスの場合、ベース値とピーク値は同じ極性でなければなりません。

WNX コマンドは階段波掃引出力の設定を行います。ログ掃引の場合、スタート値、ストップ値は同じ極性でなければなりません。

掃引出力の自動停止

掃引出力を自動停止させることができます。「自動停止機能 (p. 2-46)」を参照してください。

掃引源のパワー・コンプライアンスを設定した場合、自動停止機能の設定の有無に関わらず、パワー・コンプライアンスまたは自動停止条件の検出によって、測定は自動的に停止されます。

疑似パルス・スポット測定

疑似パルス・スポット測定は次のように行われます。ソース・チャネルが疑似パルス電圧を出力し、測定チャネルがスポット測定を行います。この測定モードは、測定電圧印加時間を最低限にとどめることができるので、ブレークダウン測定や信頼性試験に有効です。

1. BDT、BDM、BDV コマンドで、疑似パルス電圧源を設定します。疑似パルス源に設定できるチャネルは 1 つだけです。
2. トリガ（XE コマンドなど）で、ソース出力を開始します。
3. ホールド時間（hold time）の後、疑似パルス源はストップ値までの電圧遷移を開始します（settling detection time）。また疑似パルス源は BDM コマンドによって設定されるインターバルで電圧測定（セトリング検出）を行います。電圧遷移とセトリング検出は、出力電圧スルーレートがセトリング検出開始時の 1/2 に達するまで続けられます。スルーレートは測定系やデバイスの特性によって決まります。

   通常動作では、次の場合にスルーレートが低くなります。

   - 疑似パルス源がストップ値直前の電圧を出力している場合
   - 被測定デバイスのブレークダウンによって、疑似パルス源が電流コンプライアンスに達している場合

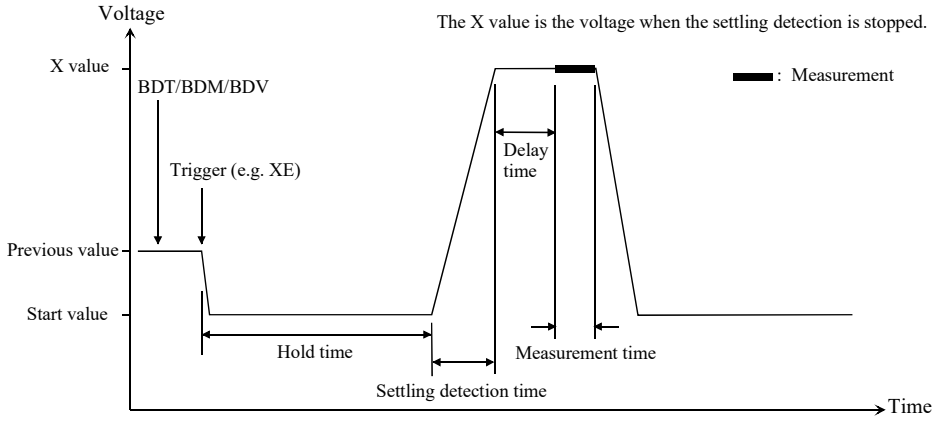
NOTE

セトリング検出開始時のスルーレートが低すぎたり、セトリング検出時間が長すぎた場合にはエラーとなり、直ちに出力をスタート値に戻します。「BDM (p. 4-45)」を参照してください。

4. セトリング検出が終了すると、疑似パルス源はその出力を維持します。
5. ディレイ時間（delay time）の後、測定チャネルが測定を開始します。測定チャネルは 1 つだけです。
6. 測定終了後直ちに、疑似パルス源は出力をスタート値に戻します。

   0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、チャネル出力を 0 V に変更します。

Figure 2-11 **疑似パルス・スポット測定**



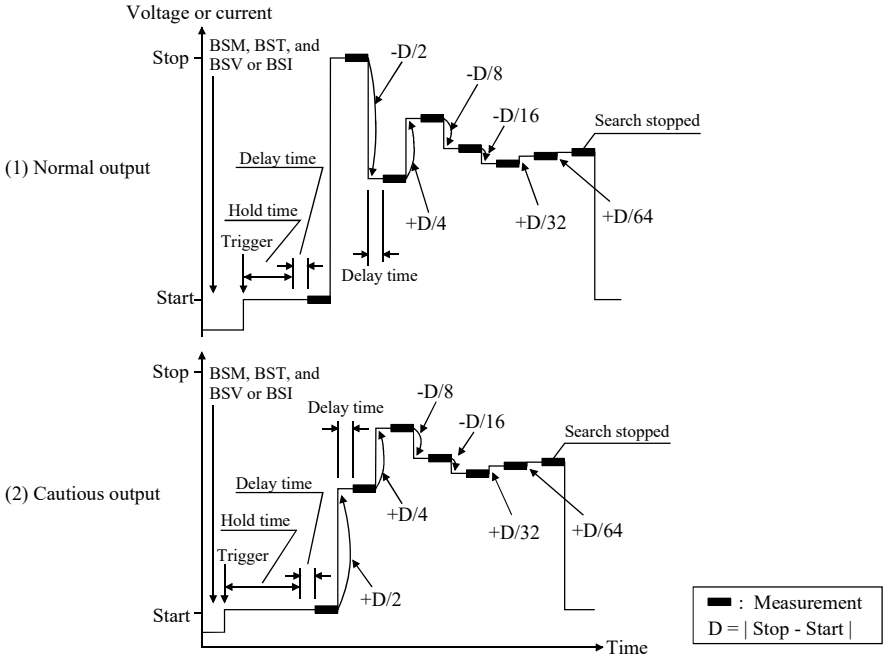
NOTE 出力電圧にノイズや歪みが生じた場合、予期せぬ電圧値でセトリング検出を終了する可能性があります。

NOTE BDT はホールド時間とディレイ時間を設定します。BDM はセトリング検出間隔と測定モード（電圧または電流）を設定します。BDV は出力を設定します。|start−stop| 値は 10 V 以上でなければなりません。

バイナリ・サーチ測定

バイナリ・サーチ測定は次のように行われます。ソース・チャネルが電圧または電流を出力し、測定チャネルが一点測定を行います。そしてサーチ終了条件が満たされるまでこれを繰り返し、最終出力値を返します。また BSVM コマンドの設定によっては最終測定データも返ります。

Figure 2-12 **バイナリ・サーチ測定**



1. BSM、BST、BSV/BSI コマンドで、サーチ・ソースを設定します。サーチ・ソース に設定できるチャネルは 1 つだけです。
2. トリガ（XE コマンドなど）で、サーチ・ソースが出力を開始します。
3. ホールド時間（hold time）の後、測定チャネルは Figure 2-12 のように、ディレイ時間（delay time）を待ってから測定を開始します。測定チャネルの設定は、BGI または BGV コマンドで行います。
4. 測定後、サーチ・ソースは出力値を変更します。出力値は BSM コマンドで設定するサーチ・モード（normal または cautious）に依存します。
5. サーチ終了条件が満たされるまで、測定と 4 を繰り返します。サーチ終了条件は次の条件のどちらかであり、BGI または BGV コマンドで設定します。

- 測定値 = サーチ・ターゲット ± リミット
- 測定点数 > リミット

6. サーチ測定終了後、サーチ・ソースは BSM コマンドの設定通り、スタート値、ストップ値、またはサーチ終了時の出力値を出力します。

   0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、チャネル出力を 0 V に変更します。

NOTE

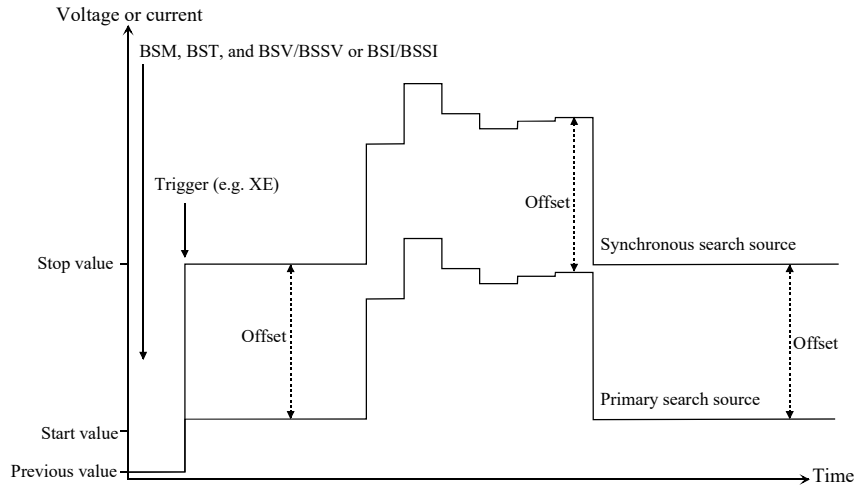
BSM はサーチ・モード、自動停止機能、サーチ後出力値を設定します。BST はホールド時間とディレイ時間を設定します。BSV/BSI はサーチ・ソース、BGI/BGV は測定チャネルを設定します。

同期出力の使用

サーチ・ソースの出力に同期する出力源を設定することができます。「同期出力 (p. 2-44)」を参照してください。

測定後、同期出力はサーチ出力と同様にスタート値＋オフセット、ストップ値＋オフセット、またはサーチ終了時の出力値を出力します。

Figure 2-13 同期出力



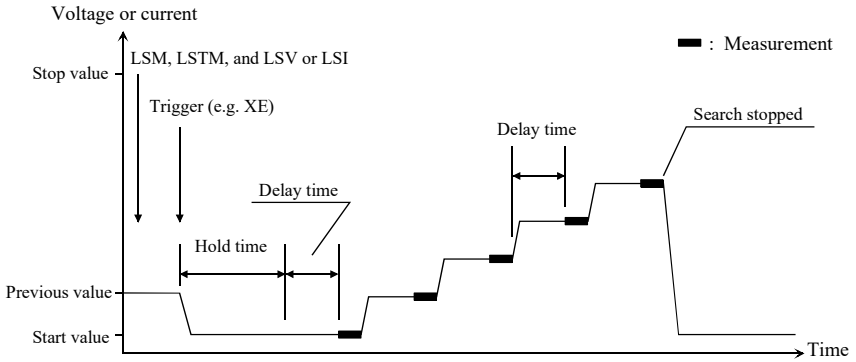
NOTE

BSSV/BSSI は同期出力の設定を行います。同期出力はサーチ・ソースと同じ出力モード（電圧または電流）でなければなりません。また同期出力値はサーチ・ソースの出力レンジでカバーできる値でなければなりません。

リニア・サーチ測定

リニア・サーチ測定は次のように行われます。ソース・チャネルが階段波掃引電圧または電流を出力し、掃引ステップ毎に測定チャネルが一点測定を行います。そしてサーチ終了条件が満たされると掃引測定を終了し、最終出力値を返します。また LSVM コマンドの設定によっては最終測定データも返ります。

Figure 2-14 **リニア・サーチ測定**



1. LSM、LSTM、LSV/LSI コマンドで、サーチ・ソースを設定します。サーチ・ソース に設定できるチャネルは 1 つだけです。
2. トリガ（XE コマンドなど）で、サーチ・ソースが出力を開始します。
3. ホールド時間（hold time）の後、測定チャネルは Figure 2-14 のように、ディレイ時間（delay time）を待ってから測定を開始します。測定チャネルの設定は、LGI または LGV コマンドで行います。
4. 測定後、サーチ・ソースは出力値を変更します。
5. サーチ終了条件が満たされるまで、測定と 4 を繰り返します。サーチ終了条件は次の条件のどちらかであり、LGI または LGV コマンドで設定します。
   - 測定値がサーチ・ターゲット値を越えた場合
   - 測定値がサーチ・ターゲット値を下回った場合
6. サーチ測定終了後、サーチ・ソースは LSM コマンドの設定通り、スタート値、ストップ値、またはサーチ終了時の出力値を出力します。

   0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、チャネル出力を 0 V に変更します。

NOTE

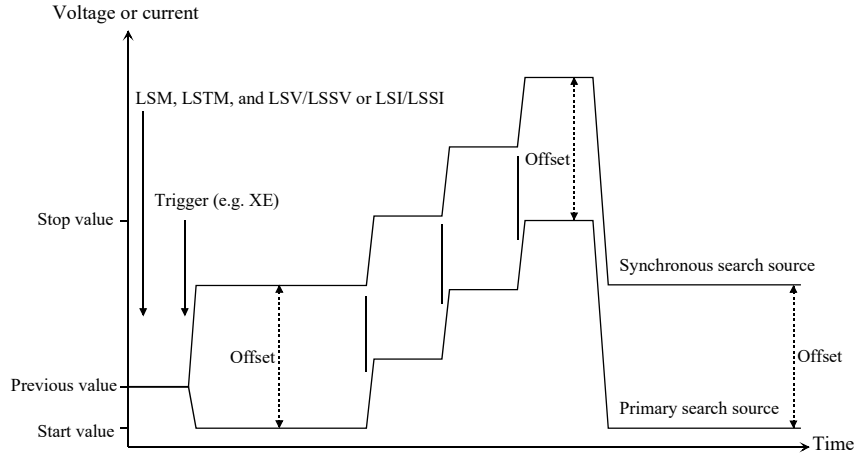
LSM は自動停止機能とサーチ後出力値を設定します。LST はホールド時間とディレイ時間を設定します。LSV/LSI はサーチ・ソース、LGI/LGV は測定チャネルを設定します。

同期出力の使用

サーチ・ソースの出力に同期する出力源を設定することができます。「同期出力 (p. 2-44)」を参照してください。

測定後、同期出力はサーチ出力と同様にスタート値＋オフセット、ストップ値＋オフセット、またはサーチ終了時の出力値を出力します。

Figure 2-15 同期出力



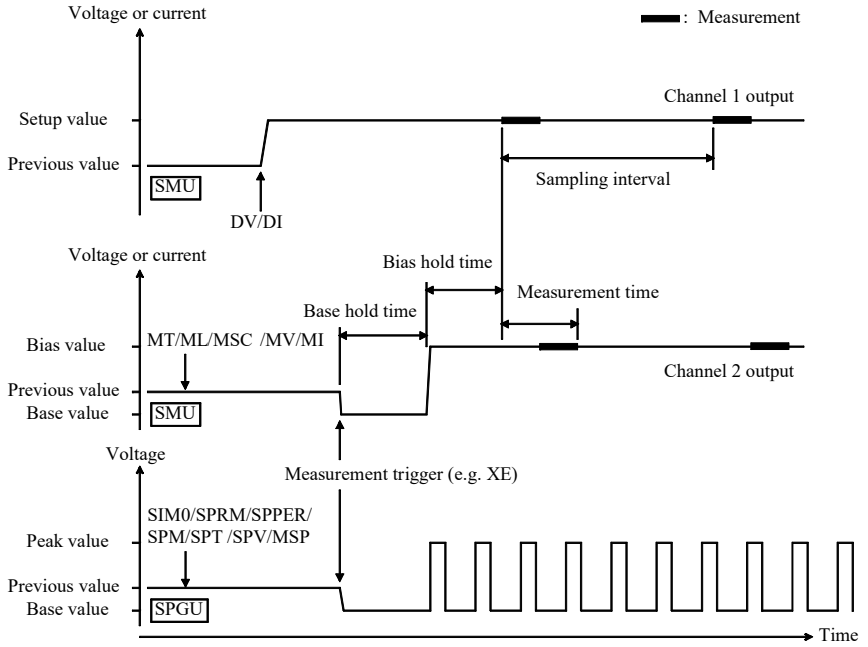
NOTE

LSSV/LSSI は同期出力の設定を行います。同期出力はサーチ・ソースと同じ出力モード（電圧または電流）でなければなりません。また同期出力値はサーチ・ソースの出力レンジでカバーできる値でなければなりません。

サンプリング測定

サンプリング測定は次のように行われます。指定された時間間隔でのサンプリング動作が行われ、指定数のデータが得られるまで測定が繰り返されます。

Figure 2-16 **サンプリング測定**



1. MT、ML、MSC コマンドでサンプリング条件を設定します。
2. MV、MI コマンドで、トリガ（XE コマンドなど）に同期動作する SMU 出力チャネルを設定します。
3. SIM0、SPRM、SPPER、SPT、SPV、SPM、MSP コマンドで、トリガに同期動作する SPGU 出力チャネルを設定します。
4. DV または DI コマンドで、ソース・チャネルを設定します。これらのチャネルは DI/DV コマンド実行のタイミングで出力を開始します。
5. トリガ（XE コマンドなど）によって、同期出力チャネルが次のようにベース値出力を開始します。

   まず SPGU がスロット番号順に出力を開始し、次に SMU が同時に出力を開始します。

6. ベース・ホールド時間の後、同期出力チャネルが次のようにバイアス値出力またはピーク値出力を開始します。

   まず SMU が同時にバイアス出力を開始し、次に SPGU がスロット番号順に出力を開始します。但し SPGU のパルス出力は同時に開始されます。

   この出力はサンプリング測定終了まで維持されます。

7. バイアス・ホールド時間の後、測定チャネルが測定を開始します。

   複数の測定チャネルを使用する場合、MM コマンドに指定した順番で各チャネルが測定を実行します。同時測定も可能です。「並列測定機能 (p. 2-48) 」を参照してください。

8. その後、指定された間隔 (*Sampling interval*) で次の動作が実行されます。

   - 測定可能な状態であれば測定を開始します。
   - ビジー状態であれば測定を行いません。

   この動作は、指定数の測定データが得られるまで繰り返されます。

   interval < 2 ミリ秒のリニア・サンプリングにおいて、総サンプリング時間が *Bias hold time* + *Sampling interval* × *指定されたサンプル数* を超えてしまう場合は、測定データ数が不足していてもサンプリング測定を終了します。

   ログ・サンプリングでは、ログ軸上、等間隔となる点に最も近いデータだけが残ります。このデータだけが測定データ数にカウントされます。

9. サンプリング測定終了後、同期出力チャネルが次のように出力値を変更します。

   まず SPGU がスロット番号の大きい方から順に出力値を変更し、次に SMU が同時に出力値を変更します。但し SPGU のパルス出力は SPRM コマンドで設定された動作モードに従って同時に停止されます。

   SPGU は MSP コマンドに設定された測定終了後出力値を出力します。

   SMU は MSC コマンドに設定された測定終了後出力値を出力します。

10. DV または DI コマンドによるソース・チャネルは出力を続けます。

    0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、チャネル出力を 0 V に変更します。

測定データと共に送られるインデックス（*index*、最大 9999999）と時間データ（*time*）は次式によって与えられます。ただし、測定時間が長かったり、ビジー状態が長引いた場合には、期待する *time* 値が返らないこともあります。

$$time = t + Bias\ hold\ time + (\ index\ -1) \times Sampling\ interval$$

ここで、*t* はサンプリング測定の時間原点における時間データであり、出力チャネルの出力がベース値からバイアス値に変更されるタイミングの時間データです。

NOTE

MT はバイアス・ホールド時間、サンプリング間隔、サンプル数、ベース・ホールド時間を設定します。サンプリング間隔 < 2 ミリ秒の測定に SPGU を使用することはできません。

MSC は自動停止機能と SMU の測定終了後出力を設定します。

ML はサンプリング・モードをリニアまたはログに設定します。

MV は SMU 同期電圧源、MI は SMU 同期電流源を設定します。MI の場合、ベース値とバイアス値は同じ極性でなければなりません。

SIM 0 は SPGU 全チャネルをパルス・ジェネレータ動作モードに設定します。

SPRM は SPGU 全チャネルの出力動作モード（FREE RUN（SPP コマンドまで出力を継続）、パルス数指定、または時間指定）を設定します。

SPPER は SPGU 全チャネルのパルス周期を設定します。

SPM は SPGU チャネル毎に出力モード（DC 電圧、ソース 1 による 2 レベル・パルス、ソース 2 による 2 レベル・パルス、またはソース 1 と 2 による 3 レベル・パルス）を設定します。

SPT は SPGU チャネル毎にディレイ時間、パルス幅、立上がり時間、立下り時間を設定します。

SPV は SPGU チャネル毎にパルス・ベース電圧、ピーク電圧、または DC バイアス電圧を設定します。

MSP は SPGU 同期出力源と SPGU の測定終了後出力を設定します。

MCC は、MV、MI、MSP の設定をクリアします。

出力の自動停止

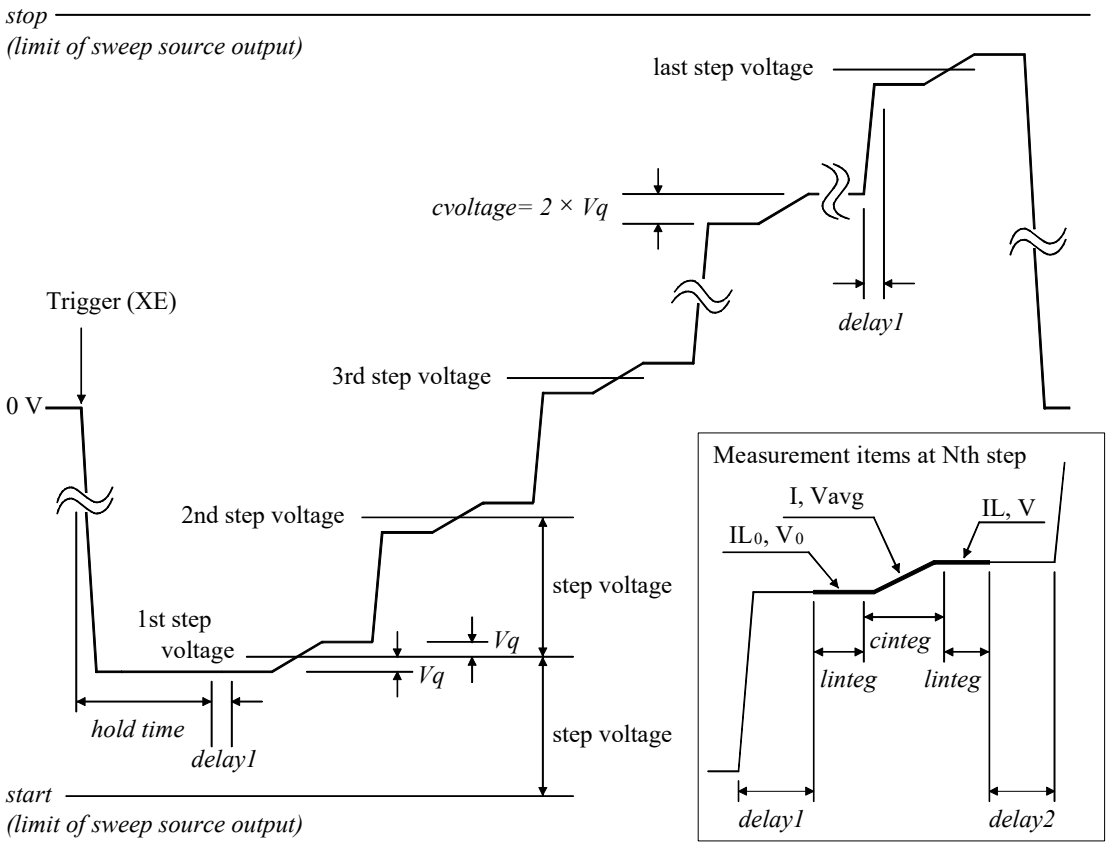
サンプリング出力を自動停止させることができます。「自動停止機能 (p. 2-46)」を参照してください。

Quasi-static CV 測定

Quasi-static CV (QSCV) 測定は次のように行われます。SMU は、スタート電圧とストップ電圧を除いた掃引ステップで測定を行います。各ステップでは、*Nth step voltage−cvoltage*/2 から *Nth step voltage+cvoltage*/2 までの電圧遷移中に、電流と電圧が測定され、その結果から容量が計算されます。ここで *cvoltage* は容量測定電圧です。測定動作については Figure 2-17 を、容量データの計算については「容量データ (p. 2-29)」を参照してください。

ソース・パラメータ *start*、*stop*、*cvoltage*、*step* は QSV コマンドで、時間パラメータ *hold time*、*delay1*、*delay2*、*linteg*、*cinteg* は QST コマンドで設定します。*linteg* と *cinteg* は、それぞれリーク電流測定、容量測定に使用される積分時間です。

Figure 2-17　QSCV 測定動作と設定パラメータ



Quasi-static CV 測定動作を以下に説明します。ここでは *start* < *stop* を想定しています。

1. 測定トリガが掃引源出力を有効にします。掃引源が *1st step voltage−Vq* を印加し、ホールド時間 (*hold time*) だけ待ちます。ここで *Vq* は *Vq=cvoltage*/2 です。
2. N 番目の掃引ステップに対して 3 と 4 を繰り返します。ここで N は 1 から *step* までの整数です。

   step は *step* = |*start–stop*| / |step voltage| −1 から求められる掃引ステップ数です。
3. 掃引源が *Nth step voltage−Vq* を印加し、ディレイ時間 (*delay1*) だけ待ちます。
4. 測定チャネルは下記パラメータの測定を実行し、ディレイ時間 (*delay2*) だけ待ちます。

   IL_0 電圧遷移前のリーク電流

   V_0 電圧遷移前の電圧

   I *Nth step voltage+Vq* までの電圧遷移中のチャージ電流

   Vavg *Nth step voltage+Vq* までの電圧遷移中の平均電圧

   `QSC1` コマンドによって設定される 4155C/4156C 互換モードでは測定されません。

   IL 電圧遷移後のリーク電流

   V 電圧遷移後の電圧
5. 掃引測定終了後、掃引源は QSM コマンドに設定された通り、スタート値またはストップ値を出力します。

NOTE

下記条件が正しい場合、測定動作に次の違いが生じます。

- *delay2* は自動的に 0 となります。
- 第 2 ステップ以降の V_0 測定と IL_0 測定は実行されません。容量計算には 1 つ前のステップで測定された V 値と IL 値が使用されます。

条件 : |step voltage| = |*start–stop*| / (*step* + 1) = *cvoltage*

容量データ

容量データは計算によって得られます。計算内容は、QSC コマンドによって設定される動作モード（ノーマル・モードまたは 4155C/4156C 互換モード）に依存します。

ノーマル・モード B1500A 通常の動作モード

- 容量データ

  各掃引ステップの容量データは次の式から得られます。

  $C = (I - Leak) \times cinteg / (V - V_0)$

  `QSL0,0` コマンドはリーク電流補正とリーク電流データ出力を無効にします。この場合、リーク電流測定は行われません。容量データは次の式から得られます。

  $C = I \times cinteg / (V - V_0)$

- リーク電流データ

  各掃引ステップのリーク電流データは次の式から得られます。データ出力は `QSL1,0` または `QSL1,1` コマンドによって有効となります。

  $Leak = IL_0 + (IL - IL_0) \times (V_{avg} - V_0) / (V - V_0)$

4155C/4156C 互換モード 4155C/4156C の測定結果と良い互換性を持つ動作モード

- 容量データ

  各掃引ステップの容量データは次の式から得られます。

  $C = (I - Leak) \times cinteg / (V - V_0)$

  `QSL0,0` コマンドはリーク電流補正とリーク電流データ出力を無効にします。この場合、リーク電流測定は行われません。容量データは次の式から得られます。

  $C = I \times cinteg / (V - V_0)$

- リーク電流データ

  各掃引ステップのリーク電流データは次の式から得られます。データ出力は `QSL1,0` または `QSL1,1` コマンドによって有効となります。

  $Leak = IL + \tau \times (IL_0 - IL) / (2 \times cinteg)$

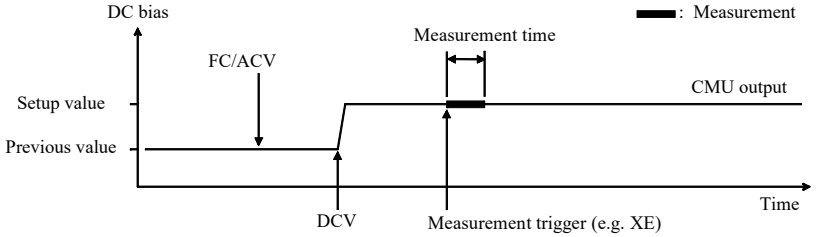
  ここで τ は充電に要した時間を表しています。

スポット C 測定

スポット C 測定は次のように行われます。CMU（容量測定ユニット）は AC 信号を伴う DC バイアス電圧を出力し、一点測定を実行します。

測定を開始する前に、IMP コマンドで測定パラメータを選択してください。また、LMN コマンドで出力するデータを選択してください。

Figure 2-18 **スポット C 測定**



1. FC、ACV コマンドで CMU から AC 信号出力を開始します。
2. DCV コマンドで CMU から DC バイアス出力を開始します。
3. トリガ（XE コマンドなど）で、CMU は測定を実行します。セトリング時間中にトリガを受けた場合は、その後で測定を開始します。
4. 測定終了後、CMU は AC 信号を伴う DC バイアス電圧出力を続けます。

   0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、CMU 出力を AC、DC 両方とも 0 V に変更します。

NOTE

FC は CMU の AC 信号周波数を設定します。

ACV は CMU の信号レベルを設定し、AC 信号出力を開始します。

DCV は CMU から DC バイアス出力を開始します。

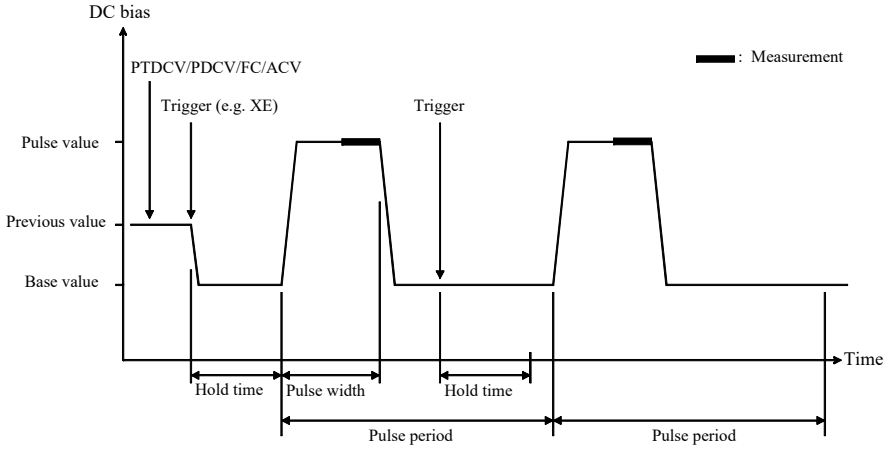
SCUU（SMU CMU ユニファイ・ユニット）が CMU 1 モジュールと MP/HRSMU 2 モジュールに正しく装着されている場合は、設定値によって DC バイアス出力に使用されるモジュールが自動的に選択されます。設定値が ± 25 V 以内 （設定分解能：0.001 V）であれば CMU、± 25 V を超える場合は（設定分解能：0.005 V）SMU が選択されます。

パルス・スポット C 測定

パルス・スポット C 測定は次のように行われます。CMU（容量測定ユニット）は AC 信号を伴う、パルス状の DC バイアスを出力し、一点測定を実行します。

測定を開始する前に、IMP コマンドで測定パラメータを選択してください。また、LMN コマンドで出力するデータを選択してください。

Figure 2-19 パルス・スポット C 測定



1. FC、ACV コマンドで CMU から AC 信号出力を開始します。
2. PTDCV、PDCV コマンドで、CMU パルス出力の設定を行います。
3. トリガ（XE コマンドなど）で、CMU は出力を開始します。
4. Figure 2-19 のように、CMU が測定を開始します。パルス幅とパルス周期が保たれるように測定を行います。
5. 測定終了後、CMU はパルス・ベース値を出力します。AC 信号出力は継続されます。

   パルス周期（pulse period）の途中にトリガを受けた場合には、以下の動作を行います（トリガの間隔が数 10 ms 以上の場合）。

   - パルス周期の残り時間がホールド時間（hold time）よりも長い場合は、残り時間を待った後すぐにパルスを出力します（Figure 2-19）。
   - パルス周期の残り時間がホールド時間（hold time）よりも短い場合は、ホールド時間を待った後すぐにパルスを出力します。

ホールド時間、パルス周期、トリガの間隔が短い場合は、出力パルスのセトリング時間が見える可能性があります。

0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、CMU 出力を AC、DC 両方とも 0 V に変更します。

NOTE

PTDCV はパルス幅、パルス周期などタイミング・パラメータを設定します。

PDCV は電圧パルスの設定を行います。

FC は CMU の AC 信号周波数を設定します。

ACV は CMU の信号レベルを設定し、AC 信号出力を開始します。

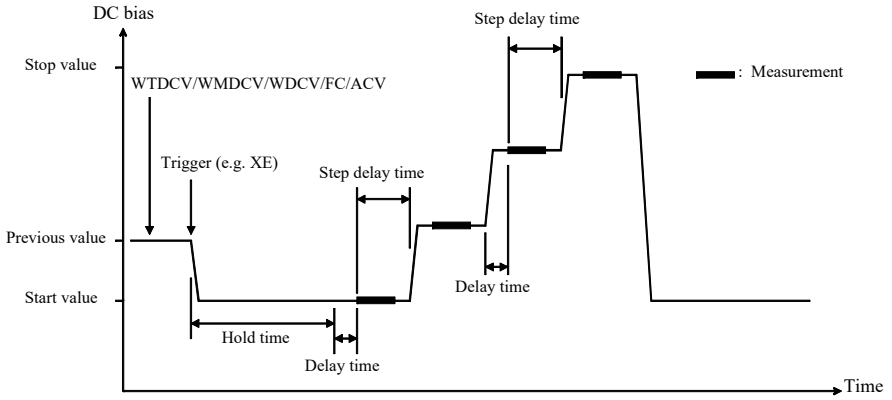
SCUU（SMU CMU ユニファイ・ユニット）が CMU 1 モジュールと MP/HRSMU 2 モジュールに正しく装着されている場合は、設定値によって DC バイアス出力に使用されるモジュールが自動的に選択されます。設定値が ± 25 V 以内 （設定分解能：0.001 V）であれば CMU、± 25 V を超える場合は（設定分解能：0.005 V）SMU が選択されます。

CV（DC バイアス）掃引測定

CV（DC バイアス）掃引測定は次のように行われます。CMU（容量測定ユニット）は AC 信号を伴う DC バイアス電圧を出力し、DC バイアス掃引の各ステップで一点測定を実行します。掃引測定中の AC 信号レベルと周波数は一定です。

測定を開始する前に、IMP コマンドで測定パラメータを選択してください。また、LMN コマンドで出力するデータを選択してください。

Figure 2-20 **CV（DC バイアス）掃引測定**



1. FC、ACV コマンドで CMU から AC 信号出力を開始します。
2. WTDCV、WMDCV、WDCV コマンドで、CMU（DC バイアス掃引源）の設定を行います。
3. トリガ（XE コマンドなど）で、CMU は出力を開始します。
4. ホールド時間（hold time）後、ディレイ時間（delay time）を待ちます。
5. ディレイ時間後、CMU が測定を開始します。
6. 測定終了後、ステップ・ディレイ時間（step delay time）が設定されていれば待ち、その後、DC バイアス出力値を変更します。
7. すべての掃引ステップにおいて 5、6 を繰り返します。
8. 掃引測定終了後、CMU は WMDCV コマンドに設定された通り、スタート値またはストップ値を出力します。AC 信号出力は継続されます。

   0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、CMU 出力を AC、DC 両方とも 0 V に変更します。

NOTE

WTDCV はホールド時間、ディレイ時間、ステップ・ディレイ時間を設定します。

WMDCV は自動停止機能と測定終了後出力を設定します。

WDCV は DC バイアス掃引出力を設定します。ログ掃引の場合、スタート値とストップ値は同じ極性でなければなりません。

FC は CMU の AC 信号周波数を設定します。

ACV は CMU の信号レベルを設定し、AC 信号出力を開始します。

SCUU（SMU CMU ユニファイ・ユニット）が CMU 1 モジュールと MP/HRSMU 2 モジュールに正しく装着されている場合は、設定値によって DC バイアス出力に使用されるモジュールが自動的に選択されます。電圧掃引範囲が ± 25 V 以内（設定分解能：0.001 V）であれば CMU、± 25 V を超える場合は（設定分解能：0.005 V）SMU が選択されます。

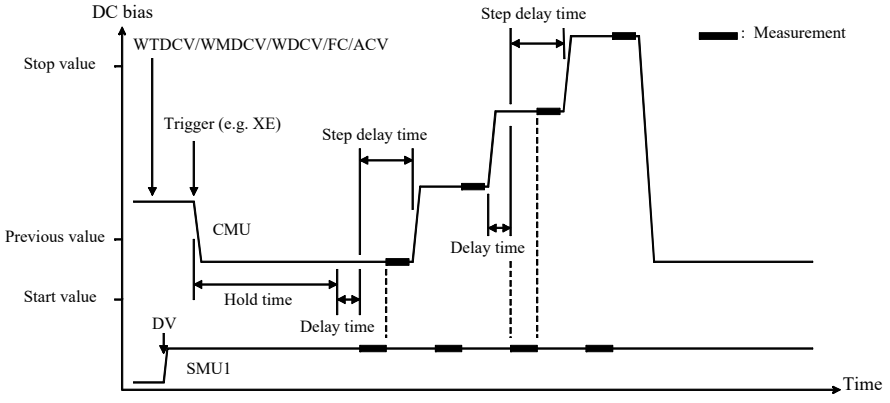
掃引出力の自動停止

掃引出力を自動停止させることができます。「自動停止機能 (p. 2-46)」を参照してください。

SMU を測定に使用するには

CV（DC バイアス）掃引測定モードでは、SMU を電流または電圧測定に使用することができます。それには MM18 コマンドの CMU チャネル番号の後に SMU チャネル番号を追加します。Figure 2-21 と Figure 2-22 を参照してください。このような測定では、ディレイ時間の後に SMU が測定を開始し、SMU による測定が完了してから CMU が測定を開始します。Figure 2-21 の例では、Figure 2-20 に見られる測定例に SMU による測定を追加しています。SMU1 は定電圧出力と電流または電圧測定に使用されます。

Figure 2-21　CV（DC バイアス）掃引測定、MM18,CMU,SMU1



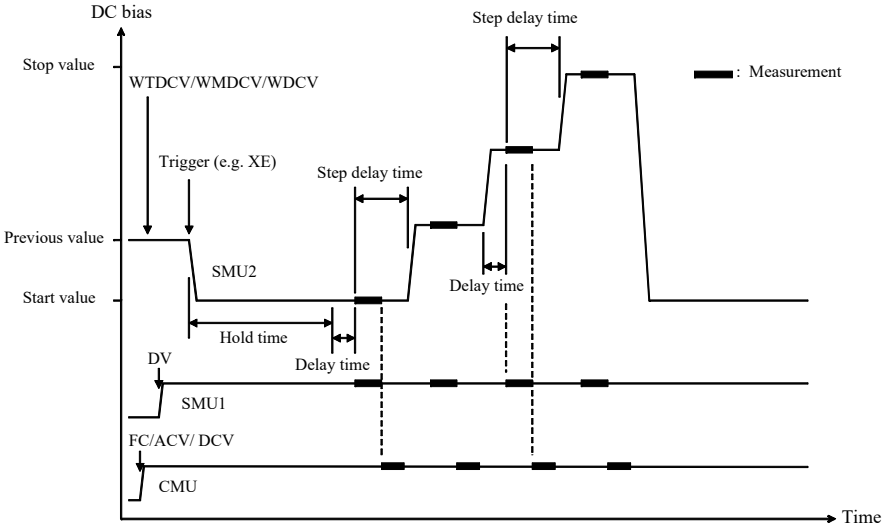
DC バイアス掃引源として SMU を使用する例を Figure 2-22 に記します。この例では、CMU を定電圧出力と容量測定、SMU1 を定電圧出力と電流または電圧測定、そして SMU2 を DC バイアス掃引出力と電流または電圧測定に使用します。この測定の実行には、バイアス T を使用します。そして CMU と SMU2 を次のように接続する必要があります。

- CMU：バイアス T の RF 信号入力
- SMU：バイアス T の DC バイアス入力

また、バイアス T の出力は DUT の端子に接続します。

この例では、SMU による並列測定を実行するために PAD1 コマンドを使用しています。ディレイ時間の後に SMU が同時に測定を開始して、SMU による測定が完了してから CMU が測定を開始します。

Figure 2-22　CV（DC バイアス）掃引測定、MM18,CMU,SMU1,SMU2 および PAD1

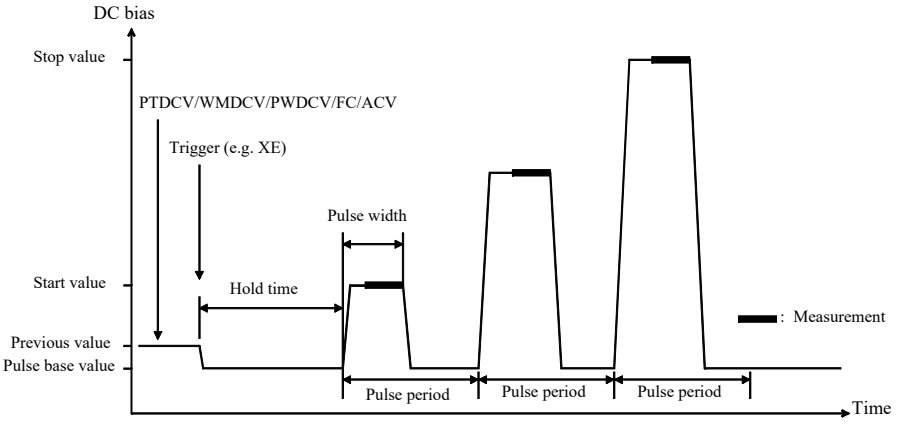


パルス掃引 CV 測定

パルス掃引 CV 測定は次のように行われます。CMU（容量測定ユニット）は AC 信号を伴うパルス状の DC バイアス電圧を出力し、パルス・バイアス掃引の各ステップで一点測定を実行します。掃引測定中の AC 信号レベルと周波数は一定です。

測定を開始する前に、IMP コマンドで測定パラメータを選択してください。また、LMN コマンドで出力するデータを選択してください。

Figure 2-23 **パルス掃引 CV 測定**



1. FC、ACV コマンドで CMU から AC 信号出力を開始します。
2. PTDCV、WMDCV、PWDCV コマンドで、CMU（パルス・バイアス掃引源）の設定を行います。
3. トリガ（XE コマンドなど）で、CMU は出力を開始します。
4. Figure 2-23 のように、ホールド時間（hold time）の後、CMU が測定を開始します。パルス幅とパルス周期が保たれるように測定を行います。
5. 測定終了後、CMU はパルス・ベース値を出力します。パルス周期の残り時間を待った後、パルス出力値を変更します。
6. すべての掃引ステップにおいて、測定と 5 を繰り返します。
7. 掃引測定終了後、CMU はパルス・ベース値を出力します。AC 信号出力は継続されます。

   0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、CMU 出力を AC、DC 両方とも 0 V に変更します。

NOTE

PTDCV はパルス幅、パルス周期などタイミング・パラメータを設定します。

WMDCV は自動停止機能を設定します。

PWDCV はパルス・バイアス掃引出力を設定します。ログ掃引の場合、ベース値、スタート値、ストップ値は同じ極性でなければなりません。

FC は CMU の AC 信号周波数を設定します。

ACV は CMU の信号レベルを設定し、AC 信号出力を開始します。

SCUU（SMU CMU ユニファイ・ユニット）が CMU 1 モジュールと MP/HRSMU 2 モジュールに正しく装着されている場合は、設定値によって DC バイアス出力に使用されるモジュールが自動的に選択されます。電圧掃引範囲が ± 25 V 以内（設定分解能：0.001 V）であれば CMU、± 25 V を超える場合は（設定分解能：0.005 V）SMU が選択されます。

掃引出力の自動停止

掃引出力を自動停止させることができます。「自動停止機能 (p. 2-46)」を参照してください。

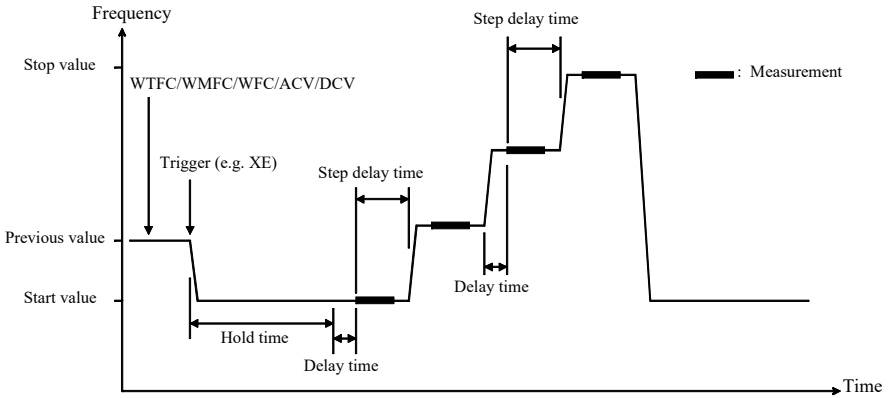
掃引源のパワー・コンプライアンスを設定した場合、自動停止機能の設定の有無に関わらず、パワー・コンプライアンスまたは自動停止条件の検出によって、測定は自動的に停止されます。

C-f 掃引測定

C-f 掃引測定は次のように行われます。CMU（容量測定ユニット）は DC バイアスを伴う AC 信号電圧を出力し、AC 信号周波数掃引の各ステップで一点測定を実行します。掃引測定中の AC 信号レベルと DC バイアスは一定です。

測定を開始する前に、IMP コマンドで測定パラメータを選択してください。また、LMN コマンドで出力するデータを選択してください。

Figure 2-24 **C-f 掃引測定**



1. WTFC、WMFC、WFC コマンドで、CMU（AC 信号周波数掃引源）の設定を行います。
2. ACV、DCV コマンドで CMU から AC 信号 /DC バイアス出力を開始します。
3. トリガ（XE コマンドなど）で、CMU は周波数掃引を開始します。
4. ホールド時間（hold time）後、ディレイ時間（delay time）を待ちます。
5. ディレイ時間後、CMU が測定を開始します。
6. 測定終了後、ステップ・ディレイ時間（step delay time）が設定されていれば待ち、その後、AC 信号周波数を変更します。
7. すべての掃引ステップにおいて 5、6 を繰り返します。
8. 掃引測定終了後、CMU は WMFC コマンドに設定された通り、AC 信号周波数のスタートまたはストップ値で信号出力を行います。

   0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、CMU 出力を AC、DC 両方とも 0 V に変更します。

NOTE

WTFC はホールド時間、ディレイ時間、ステップ・ディレイ時間を設定します。

WMFC は自動停止機能と測定終了後出力を設定します。

WFC は AC 信号周波数掃引出力を設定します。

ACV は CMU の信号レベルを設定し、AC 信号出力を開始します。

DCV は CMU から DC バイアス出力を開始します。

SCUU（SMU CMU ユニファイ・ユニット）が CMU 1 モジュールと MP/HRSMU 2 モジュールに正しく装着されている場合は、設定値によって DC バイアス出力に使用されるモジュールが自動的に選択されます。設定値が ± 25 V 以内 （設定分解能：0.001 V）であれば CMU、± 25 V を超える場合は（設定分解能：0.005 V）SMU が選択されます。

掃引出力の自動停止

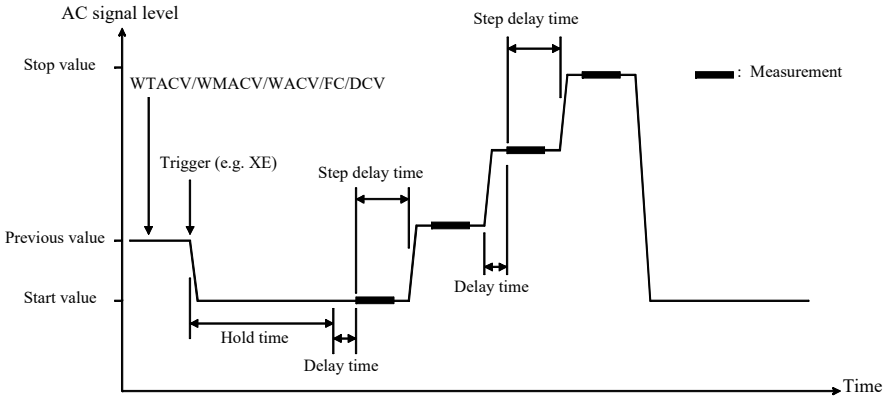
掃引出力を自動停止させることができます。「自動停止機能 (p. 2-46)」を参照してください。

CV（AC レベル）掃引測定

CV（AC レベル）掃引測定は次のように行われます。CMU（容量測定ユニット）は DC バイアスを伴う AC 信号電圧を出力し、AC 信号レベル掃引の各ステップで一点測定を実行します。掃引測定中の AC 信号周波数と DC バイアスは一定です。

測定を開始する前に、IMP コマンドで測定パラメータを選択してください。また、LMN コマンドで出力するデータを選択してください。

Figure 2-25 **CV（AC レベル）掃引測定**



1. WTACV、WMACV、WACV、FC コマンドで、CMU（AC 信号レベル掃引源）の設定を行います。
2. DCV コマンドで CMU から DC バイアス出力を開始します。
3. トリガ（XE コマンドなど）で、CMU は AC レベル掃引を開始します。
4. ホールド時間（hold time）後、ディレイ時間（delay time）を待ちます。
5. ディレイ時間後、CMU が測定を開始します。
6. 測定終了後、ステップ・ディレイ時間（step delay time）が設定されていれば待ち、その後、AC 信号レベルを変更します。
7. すべての掃引ステップにおいて 5、6 を繰り返します。
8. 掃引測定終了後、CMU は WMACV コマンドに設定された通り、AC 信号レベルのスタートまたはストップ値で信号出力を行います。

   0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、CMU 出力を AC、DC 両方とも 0 V に変更します。

NOTE

WTACV はホールド時間、ディレイ時間、ステップ・ディレイ時間を設定します。

WMACV は自動停止機能と測定終了後出力を設定します。

WACV は AC 信号レベル掃引出力を設定します。

FC は CMU の AC 信号周波数を設定します。

DCV は CMU から DC バイアス出力を開始します。

SCUU（SMU CMU ユニファイ・ユニット）が CMU 1 モジュールと MP/HRSMU 2 モジュールに正しく装着されている場合は、設定値によって DC バイアス出力に使用されるモジュールが自動的に選択されます。設定値が ± 25 V 以内 （設定分解能：0.001 V）であれば CMU、± 25 V を超える場合は（設定分解能：0.005 V）SMU が選択されます。

掃引出力の自動停止

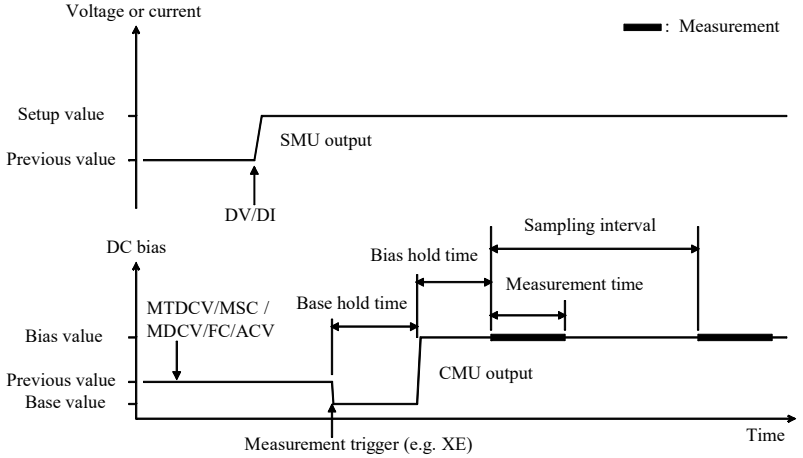
掃引出力を自動停止させることができます。「自動停止機能 (p. 2-46)」を参照してください。

C-t サンプリング測定

C-t サンプリング測定は次のように行われます。指定された時間間隔でサンプリング動作を行い、総サンプリング時間が *Bias hold time* + *Sampling interval* × *指定されたサンプル数* に達するまで測定を繰り返します。

測定を開始する前に、IMP コマンドで測定パラメータを選択してください。また、LMN コマンドで出力するデータを選択してください。

Figure 2-26 **C-t サンプリング測定**



1. MTDCV、MSC コマンドでサンプリング条件を設定します。
2. MDCV コマンドで、CMU（DC バイアス源）を設定します。
3. FC、ACV コマンドで CMU から AC 信号出力を開始します。
4. （オプション）DV または DI コマンドで、ソース・チャネル（SMU）を設定します。これらのチャネルは DI/DV コマンド実行のタイミングで出力を開始します。
5. トリガ（XE コマンドなど）で、CMU がベース値出力を開始します。
6. ベース・ホールド時間の後、CMU が出力をバイアス値に変更します。その出力値はサンプリング測定終了まで維持されます。
7. バイアス・ホールド時間の後、CMU は第 1 点目の測定を開始します。
8. その後、指定された間隔 (*Sampling interval*) で次の動作が実行されます。
   - 測定可能な状態であれば測定を開始します。
   - ビジー状態であれば測定を行いません。

この動作は、総サンプリング時間が *Bias hold time*+*Sampling interval* × *指定されたサンプル数* に達するまで繰り返されます。サンプリング測定は、測定データ数が *指定されたサンプル数* 以下であっても終了します。

9. 測定終了後、CMU は MDCV コマンドに設定された通り、ベース値またはバイアス値を出力します。

   DV または DI コマンドによるソース・チャネルは出力を続けます。

   0 V 出力を行うには、DZ コマンドを送ります。このコマンドはチャネル設定を記憶し、チャネル出力を 0 V に変更します。

測定データと共に送られるインデックス（*index*、最大 10001）と時間データ（*time*）は次式によって与えられます。式は測定レンジング・モードの設定によって異なります。モードの設定には RC コマンドを使用します。ただし、測定時間が長かったり、ビジー状態が長引いた場合には、期待する *time* 値や *index* 値が返らないこともあります。

- 固定レンジの場合

  time = *Bias hold time* + *index* × *Sampling interval*

- オート・レンジの場合

  time = *1 点測定の開始時間* – *t*

  ここで、*t* はサンプリング測定の時間原点における時間データであり、出力チャネルの出力がベース値からバイアス値に変更されるタイミングの時間データです。

NOTE

MTDCV はバイアス・ホールド時間、サンプリング間隔、サンプル数、ベース・ホールド時間を設定します。

MSC は自動停止機能を設定します。

MDCV は DC バイアス出力と測定終了後出力を設定します。

FC は CMU の AC 信号周波数を設定します。

ACV は CMU の信号レベルを設定し、AC 信号出力を開始します。

SCUU（SMU CMU ユニファイ・ユニット）が CMU 1 モジュールと MP/HRSMU 2 モジュールに正しく装着されている場合は、設定値によって DC バイアス出力に使用されるモジュールが自動的に選択されます。設定値が ± 25 V 以内 （設定分解能：0.001 V）であれば CMU、± 25 V を超える場合は（設定分解能：0.005 V）SMU が選択されます。

出力の自動停止

サンプリング出力を自動停止させることができます。「自動停止機能 (p. 2-46)」を参照してください。

同期出力

次の測定モードでは、掃引出力またはサーチ出力に同期する出力源を使用することができます。Figure 2-27 および Figure 2-28 を参照してください。同期出力を行うには次のコマンドを使用します。

測定モード	コマンド
階段波掃引測定	WSI または WSV
マルチ・チャネル パルス掃引測定	WSI または WSV
パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定	WSI または WSV
バイナリ・サーチ測定	BSSI または BSSV
リニア・サーチ測定	LSSI または LSSV

同期出力源は、主掃引源またはサーチ・ソースと同じ出力モード（電圧または電流）をサポートします。パルス出力はできません。

パラメータ

同期出力の設定には次のパラメータを使用します。詳細については「4. コマンド・リファレンス」を参照してください。

- WSI/WSV コマンド：

  start 同期掃引スタート値

  stop 同期掃引ストップ値

  ログ掃引ではスタート値とストップ値は同じ極性に設定します。

- BSSI/BSSV/LSSI/LSSV コマンド：

  offset サーチ・ソース出力に対するオフセット値

  polarity 同期出力の極性（+ または –）

  同期出力は次の式で与えられます。

  - 同期出力 = サーチ・ソース出力 + *offset*
  - 同期出力 = –1 × サーチ・ソース出力 + *offset*

  同期出力値はサーチ・ソースの出力レンジでカバーできる値でなければなりません。

Figure 2-27 同期掃引出力例

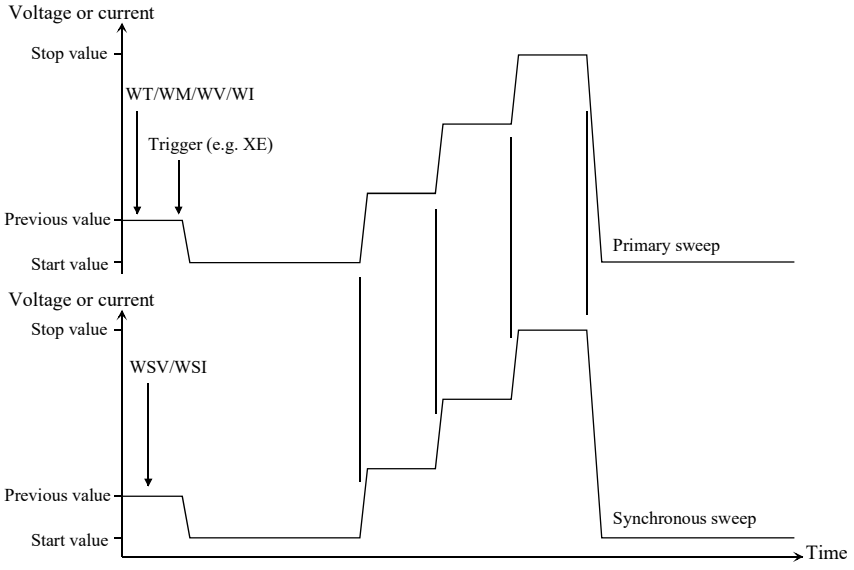
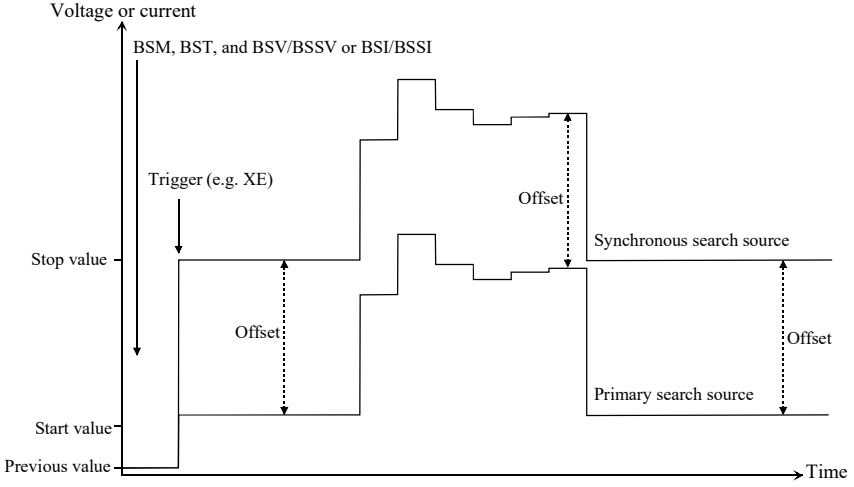


Figure 2-28 同期出力例（バイナリ・サーチの場合）



自動停止機能

自動停止機能は次の条件のいずれかが発生した時に測定を停止する機能です。この機能は出力時間の短縮や、デバイス破壊の防止に役立ちます。

- 電圧コンプライアンスまたは電流コンプライアンスに達した時
- 測定値が測定レンジを越えた時
- SMU が発振した時、CMU にエラーが生じた時

自動停止機能を設定するには次のコマンドを使用します。

- WM：階段波掃引測定、パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定、マルチ・チャネル掃引測定、マルチ・チャネル パルス掃引測定
- BSM：バイナリ・サーチ測定
- LSM：リニア・サーチ測定
- MSC：サンプリング測定、C-t サンプリング測定
- QSM：Quasi-static CV 測定
- WMDCV：CV（DC バイアス）掃引測定
- WMFC：C-f 掃引測定
- WMACV：CV（AC レベル）掃引測定

自動停止時の出力と測定データ

自動停止機能によって測定が停止されると、ソース・チャネルは次の値を出力します。測定されなかった測定点にはダミー・データ（199.999E+99）が返ります。

- スタート値（掃引源、サーチ出力源）
- パルス・ベース値（パルス源、パルス掃引源）
- ベース値（サンプリング同期ソース・チャネルまたは C-t サンプリング・ソース・チャネル）

測定終了後出力の設定

上記コマンドは自動停止機能を有効・無効にするだけでなく、正常終了時の測定終了後出力を設定することもできます。次の出力値が有効です。

- 掃引測定：スタート値またはストップ値
- サーチ測定：スタート値、ストップ値、または最終出力値
- サンプリング測定：ベース値またはバイアス値

例外について：

- サンプリング測定において、SPGU の測定終了後出力は、MSC コマンドではなく、MSP コマンドで設定します。
- C-t サンプリング測定において、MFCMU の測定終了後出力は、MSC コマンドではなく、MDCV コマンドで設定します。
- パルス掃引、パルス掃引 CV 測定では、測定後出力を設定することができません。

NOTE

測定終了後出力を設定していても、自動停止機能、パワー・コンプライアンス、AB コマンドによって停止された場合には、スタート値またはベース値を出力します。

並列測定機能

次の測定モードでは、複数の測定チャネルを使用することができます。

- スポット測定（MM 1,*chnum*,*chnum*, . . . ,*chnum*）
- 階段波掃引測定（MM 2,*chnum*,*chnum*, . . . ,*chnum*）
- サンプリング測定（MM 10,*chnum*,*chnum*, . . . ,*chnum*）
- マルチ・チャネル掃引測定（MM 16,*chnum*,*chnum*, . . . ,*chnum*）

スポット測定、階段波掃引測定、サンプリング測定の場合、測定開始前にPAD1 コマンドを実行することによって、複数の測定チャネルによる並列測定（同時測定）を行うことができます。

マルチ・チャネル掃引測定、サンプリング・インターバルが 2 ms 未満のサンプリング測定の場合は、PAD1 コマンドを実行しなくても並列測定を行うことができます。

測定は次の様に実施されます。

1. 下記条件を満たすチャネルが同時に測定を開始します（並列測定）。
2. 並列測定終了後、その他のチャネルが MM コマンドに指定された順番で測定を実行します。

並列測定チャネルに必要な条件

次の 2 条件を満たす測定チャネルは並列測定を実行します。

- 高速 A/D コンバータを使用する

  AAD *chnum*,0 コマンド

- 固定レンジを使用する

  RI *chnum*,*range* コマンド（電流測定の場合）

  RV *chnum*,*range* コマンド（電圧測定の場合）

  固定レンジを使用するには *range* に負の値を設定します。

プログラム・メモリ

プログラム・メモリは、コマンド・ストリングを一時的に記憶しておく揮発性メモリです。Keysight B1500 は最大 2,000 プログラム、40,000 コマンドの記憶が可能なメモリを内蔵しています。

プログラム・メモリは、コマンド転送、シンタックスのチェック、内部コードへの変換などの処理を減らすことができるので、プログラム実行時間の短縮に役立ちます。使用頻度の高いコマンドを記憶しておくことで GPIB およびコンピュータの動作を最小限に抑えることができます。

プログラム・メモリを使用する

プログラムの記憶、実行、表示、削除を行う方法を説明します。GPIB コマンドの詳細については「4. コマンド・リファレンス」を参照してください。

プログラムを記憶する

プログラミングを行うには ST/END コマンドを送ります。次の手順は、プログラム番号 *n* のプログラムをメモリに記憶します。マルチ・コマンド・ステートメントも有効です。

1. `OUTPUT @B1500;"ST n"`

   n は 1 から 2000 の整数であり、プログラム番号を示しています。

2. `OUTPUT @B1500;"XXXX"`

   XXXX はこれから記憶するコマンドを表しています。必要なコマンドすべての記憶が完了するまで、このステップを繰り返し行います。

   記憶できないコマンドは Table 2-1 にリストされています。

3. `OUTPUT @B1500;"END"`

NOTE

記憶するプログラムにエラーがあってはいけません。

プログラム記憶中にメモリがオーバーフローした場合はエラーが生じます。

記憶されているプログラムと同じ番号でプログラムを記憶した場合は以前のプログラムを削除して新しいプログラムを記憶します。

メモリ・プログラムからプログラムを実行する

メモリ・プログラムに DO、RU コマンドを記憶することで、メモリ・プログラムから別のプログラムを呼ぶことが可能です。外部コンピュータから実行する DO または RU を含めて 8 段階のネスティングが有効です。

プログラムを実行する

メモリ・プログラムを実行するには RU または DO コマンドを送ります。

- `OUTPUT @B1500;"RU 1,5"`

  この例はプログラム・メモリに記憶されているプログラムのうち、プログラム番号 1 から 5 のプログラムを続けて実行します。

- `OUTPUT @B1500;"DO 1,2,3,4,5"`

  この例はプログラム・メモリに記憶されているプログラムのうち、プログラム番号 1 から 5 のプログラムを指定された順番で実行します。DO コマンドに設定可能なプログラム数の上限は 8 つです。

変数を使用する

プログラム・メモリの中で変数を使用することができます。変数を設定するには VAR コマンドを使用します。

NOTE

複数のプログラムあるいはコマンドで共通に使用する場合には、プログラムが誤動作することのないよう、注意して変数値の変更を行ってください。

変数は %*tn*（*t*：整数 I または実数 R、*n*：1 から 99 の整数）で表現します。

変数使用例を以下に記します。第 1 行目はプログラム・メモリ No. 99 に変数 `%I50` を使用したプログラムを記憶させます。第 2 行目は変数 `%I50` に値 2 を入力してからプログラム No. 99 を実行します。

```
OUTPUT @B1500;"ST99;CN%I50;DV%I50,0,2;TI%I50;CL%I50;END"
OUTPUT @B1500;"VAR0,50,2;DO99"
```

プログラムを表示する

記憶されているプログラムすべての番号を読み取るには、LST? コマンドを送ります。パラメータを設定する必要はありません。

プログラムの内容を読み取るには、プログラム番号を設定します。1 回の実行で 3000 コマンドを読み取ることが可能です。

例： `OUTPUT @B1500;"LST? 100"`

プログラムを削除する

すべてのプログラムを削除するには SCR コマンドを送ります。

特定のプログラムを削除するには、プログラム番号を設定します。

例： `OUTPUT @B1500;"SCR 100"`

NOTE

プログラム・メモリは電源をオフすることでクリアされます。デバイス・クリア、*RST コマンドではクリアされません。

Table 2-1 **プログラム・メモリに記憶できない GPIB コマンド**

カテゴリ	GPIB コマンド
リセット	*RST
動作チェック	DIAG?
セルフテスト	*TST?
セルフ・キャリブレーション	CA, *CAL?, CM
アボート	AB
チャネル制御	RCV, WZ?
プログラムメモリ	ST, END, SCR, VAR?, LST?
SPGU コントロール	ALS, ALS?, ALW, ALW? CORRSER?, ODSW?, SER?, SIM?, SPM?, SPPER?, SPRM?, SPST?, SPT?, SPV?, STGP?
SMU/PGU セレクタ コントロール	ERMOD?, ERSSP?
16 ビット・コントロール・ポート	ERS?
クエリ	ERRX?, ERR?, EMG?, *IDN?, LOP?, *LRN?, NUB?, *OPC?, UNT?, WNU?
ステータスバイト	*SRE?, *STB?

デュアル HCSMU

この機能は、B1505A に HCSMU 2 モジュールが装着されていて、これらが 16493S-020 デュアル HCSMU ケルビン・コンビネーション・アダプタまたは 16493S-021 デュアル HCSMU コンビネーション・アダプタに接続されている場合に有効です。HCSMU 2 モジュールは ± 40 A（パルス）、± 2 A（DC）をサポートするデュアル HCSMU 動作を行うことができます。

デュアル HCSMU 動作は次のコマンドによって有効になります。

PCH *primary*,*secondary*

各パラメータは以下の意味を持っています。

primary **:** デュアル HCSMU のプライマリとなる HCSMU のチャネル番号。

secondary **:** デュアル HCSMU のセカンダリとなる HCSMU のチャネル番号。

PCH コマンド実行後、チャネル番号 *primary* の HCSMU とチャネル番号 *secondary* の HCSMU は、チャネル番号 *primary* のデュアル HCSMU（DHCSMU）として動作し、個別の HCSMU としては動作しません。

PCH コマンド実行時には、指定チャネルが無効になっている必要があります。PCH コマンド実行前に、指定チャネルに対して CN/CNX コマンドを実行しないでください。

NOTE

出力・測定レンジについて

デュアル HCSMU に有効な出力・測定レンジを以下に記します。

- 電流レンジ：10 µA、100 µA、1 mA、10 mA、100 mA、1 A、2 A、40 A
- 電圧レンジ：0.2 V、2 V、20 V、40 V

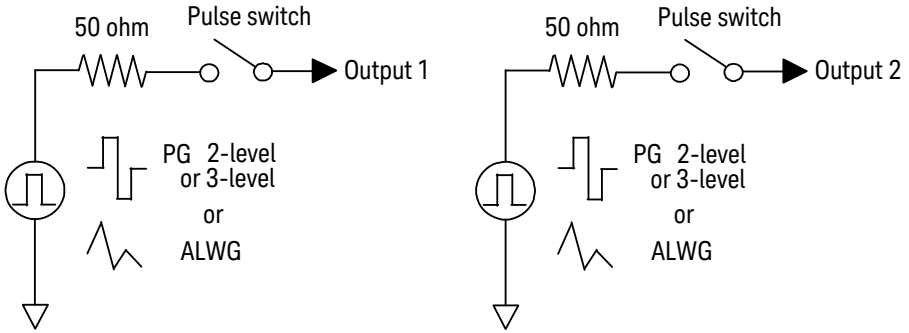
個別の HCSMU にサポートされる 20 A レンジは、デュアル HCSMU ではサポートされません。

SPGU モジュール

SPGU は半導体パラメトリック・テスト用に開発されたパルス・ジェネレータ・モジュールです。SPGU の主な機能を以下に記します。

- 出力チャネル数：1 モジュールにつき 2 チャネル
- 出力インピーダンス：50 Ω
- 出力レベル：0 ～ ± 40 V（オープン負荷）、± 20 V（50 Ω 負荷）
- SPGU オペレーション・モード（装着されている全チャネルに有効）：PG（パルス・ジェネレータ）または ALWG（任意直線波形出力）
- チャネル出力オペレーション・モード：Free Run、Count、または Duration。
- PG 出力モード：2 値パルス、3 値パルス、または DC バイアス。チャネル毎に設定。
- 端子電圧の測定と負荷インピーダンスの計算
- 出力レベル自動調整：測定または設定された負荷インピーダンス値を用いて出力電圧を自動調整
- パルス・スイッチ：メカニカル・リレーよりも耐久性に優れ、スイッチング回数の多いアプリケーションに有効

Figure 2-29 **SPGU 簡易回路図**



NOTE

SPGU の DC バイアス出力

SPGU には付加的な機能として DC 電圧出力機能があります。しかし、出力インピーダンスが 50 Ω であるため、精度の高い DC 電圧出力には適していません。このようなアプリケーションには SMU を使用してください。

NOTE

SPGU チャネル・ステータス

SPGU のチャネル・ステータスを確認するには SPST? コマンドを実行します。パルスまたは ALWG シーケンスを出力中のチャネルは出力状態（SPST? の戻り値 1）を示します。そして下記条件のどれか 1 つによって、チャネルは停止状態（SPST? の戻り値 0）になります。

- SPP コマンドを実行した場合
- 出力カウント数が SPRM 1 に設定した値に到達した場合（Count 設定時）
- 出力印加時間が SPRM 2 に設定した値を経過した場合（Duration 設定時）
- 出力スイッチを OFF にするコマンドを実行した場合
- SPRM コマンドによって出力動作モードが変更された場合

SPGU は SRP コマンドによって出力を開始し、チャネル・ステータスは出力状態となります。

NOTE

端子電圧の測定と負荷インピーダンスの計算

CORRSER? コマンドを実行することによって、SPGU は端子電圧測定と負荷インピーダンスの計算を行います。電圧測定の実行に推奨される設定条件を以下に記します。

出力電圧：> 1 V

最小負荷：40 Ω

最大負荷：500 Ω (1 V)、2000 Ω (5 V)、5000 Ω (10 V)

PG 動作モード

PG（pulse generator、パルス出力）モードにおいて、SPGU は 2 値または 3 値のパルス電圧、あるいは DC バイアス電圧の出力を行います。

PG モードに設定するには SIM 0 コマンドを実行します。そして出力を行うには、Table 2-2 にリストされるコマンドを実行します。制御コマンドと出力タイミングについては Figure 2-30 を参照してください。

Figure 2-30 **SPGU パルス出力制御コマンドと出力タイミング**

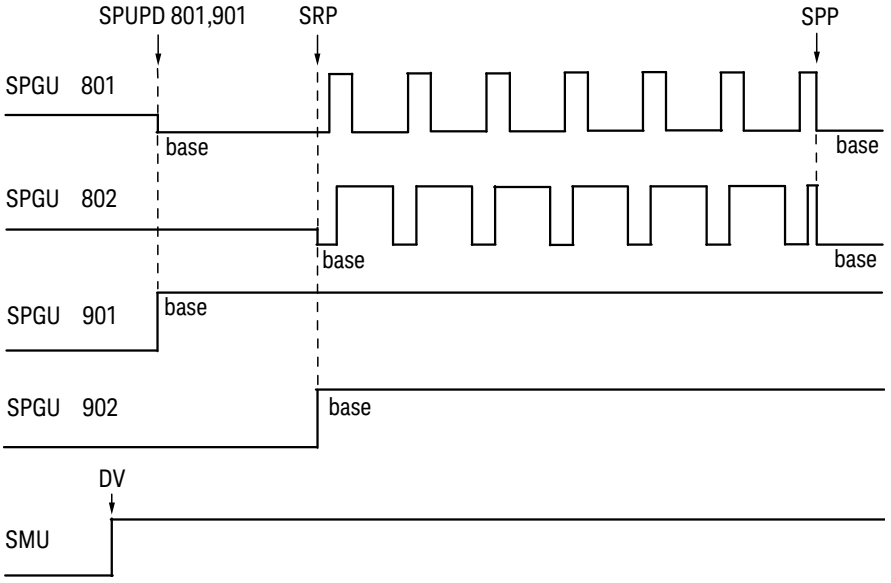


Figure 2-30 の例ではチャネル 801 と 802 はパルス出力、チャネル 901 と 902 は DC バイアス出力に設定されています。チャネル 801 と 901 は、SPUPD コマンドによって指定順でベース電圧出力を開始します。チャネル 802 と 902 は、SRP コマンドによってチャネル番号順で出力を開始します。ただしパルスの出力はいつも同時に開始されます。そしてパルス出力は下記条件の 1 つによって同時に停止します。

停止条件：

- SPP コマンドを実行した場合
- 出力カウント数が SPRM 1 に設定した値に到達した場合（Count 設定時）
- 出力印加時間が SPRM 2 に設定した値を経過した場合（Duration 設定時）

Table 2-2　　SPGU 制御コマンド、PG モード用

コマンド	説明
SIM 0	全チャネルを PG モードに設定します。
SPRM	全チャネルの出力動作モードを設定します。Free Run（SPP 実行までパルス出力を繰り返します）、Count（パルス・カウント）、Duration（出力印加時間）。
SPPER	全チャネルのパルス周期を設定します。
SPM	チャネルの出力モードを設定します。DC 電圧出力、パルス信号源 1 による 2 値パルス出力モード、パルス信号源 2 による 2 値パルス出力モード、またはパルス信号源 1 と 2 を用いた 3 値パルス出力モード。3 値パルスを設定するには Figure 2-33 を参照してください。
SPT	パルスのディレイ時間、パルス幅、立ち上がり時間、立ち下がり時間を設定します。設定パラメータについては Figure 2-31 を参照してください。
SPV	チャネルのパルス・ベース電圧とパルス・ピーク電圧、または DC 出力電圧を設定します。設定パラメータについては Figure 2-31 を参照してください。
SER/SER?	チャネルの負荷インピーダンス値を設定／返します。
CORRSER?	端子電圧を測定し、電圧値とインピーダンスを返します。SER 同様にインピーダンスの設定も行えます。
SPUPD	指定した SPGU にチャネル設定を適用します。チャネルはベース電圧出力を開始します。
SRP	全 SPGU チャネルが出力を開始します。
SPP	パルス出力 SPGU の全チャネルが出力を停止します。チャネルはベース電圧を出力します。
ODSW	パルス・スイッチの有効または無効、ノーマリ・オープンまたはクローズ、状態切替までのディレイ時間、切替状態の継続時間を設定します。
STGP	トリガ出力に有効な SPGU チャネルを特定し、トリガ出力機能を有効にします。トリガ出力は、指定されたチャネルによる単一パルスの出力開始タイミングで繰り返されます。トリガ出力例については Figure 2-32 を参照してください。
SPST?	SPGU の状態（出力または停止）を返します。

Figure 2-31 パルス設定パラメータ

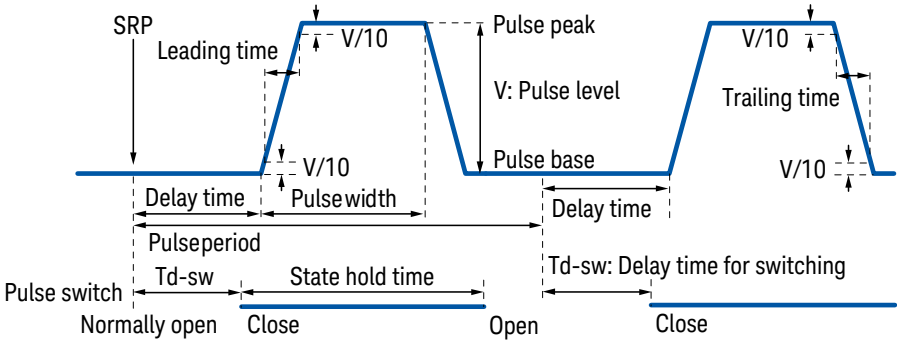


Figure 2-32 トリガ出力、PG モードの場合

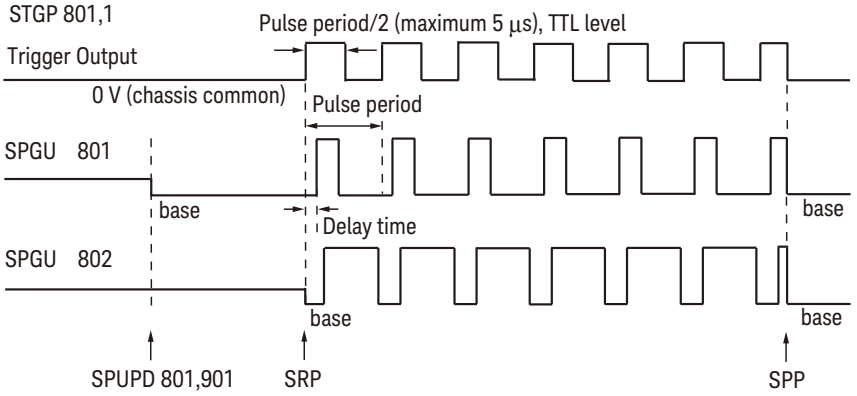
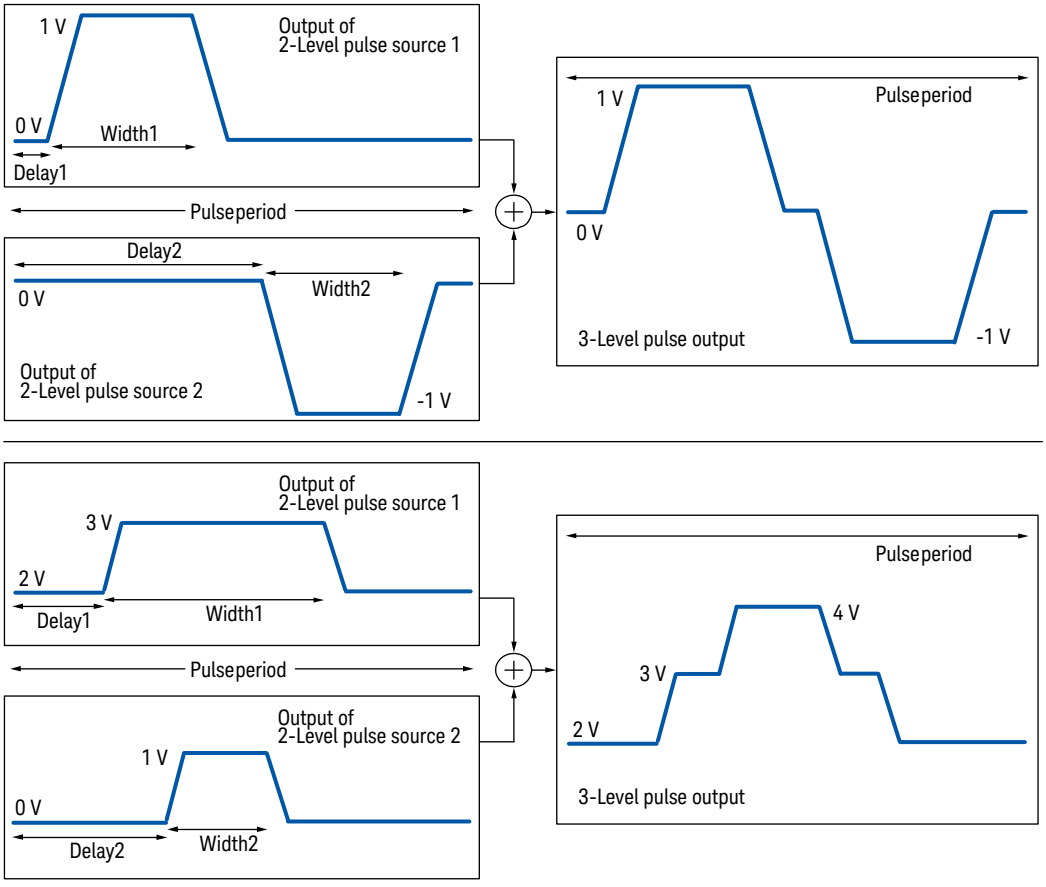


Figure 2-33　　3 値パルス出力例



SPGU 出力チャネルは、SPM 3 コマンドによって 3 値パルス信号源として動作します。3 値パルス信号源を設定するには、2 つの 2 値パルス信号源の設定を行います。Figure 2-33 の上側の例は、以下のコマンドによって実現されます。

```
SPPER Period
SPM ch,3
SPT ch,1,Delay1,Width1,Leading1,Trailing1
SPV ch,1,0,1
SPT ch,2,Delay2,Width2,Leading2,Trailing2
SPV ch,2,0,-1
```

ALWG 動作モード

ALWG（arbitrary linear waveform generator、任意直線波形出力）モードにおいて、SPGU は任意直線波形電圧の出力を行います。波形は、パターン・データ（Table 2-4）とシーケンス・データ（Table 2-5）によって特定される電圧パターン・シーケンスです。Figure 2-34 に示される単純なパターン・シーケンスだけでなく、複雑なパターン・シーケンスにも対応します。

ALWG モードに設定するには SIM 1 コマンドを実行します。そして、電圧パターン・シーケンスを出力するには、Table 2-3 にリストされるコマンドを実行します。制御コマンドと出力タイミングについては Figure 2-34 を参照してください。

Figure 2-34　ALWG 出力制御コマンドと出力タイミング

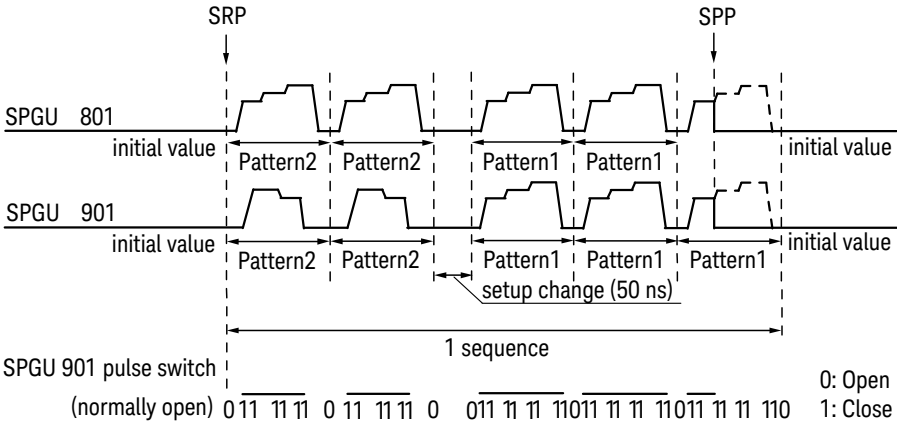


Figure 2-34 の例では、SPGU チャネル 801 と 901 が使用されています。両チャネルは、1 つのシーケンスで Pattern2 を 2 回、Pattern1 を 3 回出力します。この例ではチャネル 801 の Pattern1 と Pattern2 には同じパターンが、チャネル 901 には異なるパターンが設定されています。そしてインデックスの異なる 2 つのパターン間では、設定変更のためにディレイ時間（50 ns）が生じます。

これらのチャネルは、SRP コマンドによって同時に出力を開始し、同時に出力を繰り返します。そしてパルスの周期と同様に、シーケンスが繰り返されます。出力は下記条件の 1 つによって同時に停止します。

停止条件：

- SPP コマンドを実行した場合
- 出力カウント数が SPRM 1 に設定した値に到達した場合（Count 設定時）

- 出力印加時間が SPRM 2 に設定した値を経過した場合（Duration 設定時）

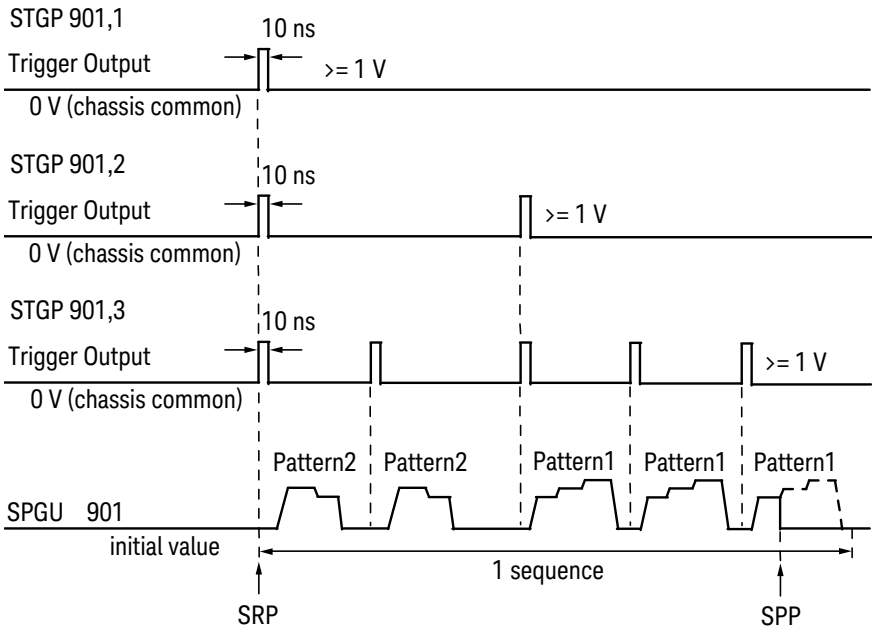
NOTE

パターン切替時間と切替中の出力電圧

インデックスの異なるパターンに出力変更する場合、設定変更のために 50 ns のディレイ時間が生じます。同じインデックスのパターン出力の繰り返しでは、このディレイ時間は生じません。

また、パターン切替中には、前パターンの最終電圧が出力されます。

Figure 2-35 **トリガ出力、ALWG モードの場合**



NOTE

SPUPD、ALS、SRP コマンド

ALWG 出力中にこれらのコマンドを実行すると、出力が停止され、出力条件の再設定が行われます。

Free Run モードの場合、再設定完了後、出力を開始します。Count または Duration モードの場合、再設定完了後、SRP コマンド待ち状態になります。

Table 2-3　　SPGU 制御コマンド、ALWG モード用

コマンド	説明
SIM 1	全チャネルを ALWG モードに設定します。
SPRM	全チャネルの動作モードを設定します。Free Run（SPP 実行まで出力を繰り返します）、Count（シーケンス・カウント）、Duration（出力印加時間）。
ALW	ALWG パターン・データ（バイナリ フォーマット、ビッグ エンディアン）を設定します。Table 2-4 を参照してください。チャネル毎に設定します。
ALS	ALWG シーケンス・データ（バイナリ フォーマット、ビッグ エンディアン）を設定します。Table 2-5 を参照してください。B1500A メインフレームに 1 つだけ設定します。
SER/SER?	チャネルの負荷インピーダンス値を設定／返します。
CORRSER?	端子電圧を測定し、電圧値とインピーダンスを返します。SER 同様にインピーダンスの設定も行えます。
SPUPD	指定した SPGU にチャネル設定を適用します。チャネルは初期電圧の出力を開始します。
SRP	全 SPGU チャネルが出力を開始します。
SPP	SPGU の全チャネルが出力を停止します。チャネルは初期電圧を出力します。
ODSW	パルス・スイッチの有効または無効、ノーマリ・オープンまたはクローズを設定します。スイッチの状態（オープンまたはクローズ）は ALWG パターン・データ内のベクター・データ毎に設定する必要があります。Table 2-4 を参照してください。
STGP	トリガ出力に有効な SPGU チャネルを特定し、トリガ出力機能を有効にします。トリガ出力は、指定されたチャネルによるシーケンス出力開始、パターン変更、またはパターン出力開始のタイミングで繰り返されます。トリガ出力例については Figure 2-35 を参照してください。
SPST?	SPGU の状態（出力または停止）を返します。

Table 2-4　　ALWG パターン・データ（バイナリ フォーマット、ビッグ エンディアン）

		データ	データ長	バイト長	
ヘッダー		モジュール・タイプ（例：0）	1 バイト	20 バイト	
		データ・フォーマット・リビジョン（例：0）	1 バイト		
		パターン数[a]（例：*x*）	2 バイト		
		その他（全ビット 0。変更してはいけません。）	16 バイト		
パターンデータ	初期データ	パターン内のベクター・データ数（例：*Ni*）	2 バイト	6 バイト	$\sum(6+8\times Ni)$ バイト、*i*=1 ～ *x*
		初期電圧（1 μV/ カウント）[b]	4 バイト		
	ベクターデータ	出力レベル（1 μV/ カウント）[b]	4 バイト	8×*Ni* バイト	
		パルス・スイッチの状態（1：クローズ、0：オープン）	1 ビット		
		一点前からの追加時間（1 nsec/ カウント）[c]	31 ビット		
	: ベクター・データの繰り返し（*Ni* 番目のベクターまで。*i*：1 ～ *x*、整数。）				
: パターン・データの繰り返し（*x* 番目のパターンまで。*x*：パターン数、整数。）（ベクター・データの総数が 1024–*x* を超えてはいけません。）					

a. パターン数：1 ～ 1000000000（512）。
b. 出力レベル：0 ～ 10011000100101101000000000（40 V）または 11111111111111111111110000011000（−1 mV）～ 11111101100111011010011000000000（−40V）、分解能 1111101000（1 mV）。
c. 追加時間：1010（10 nsec）～ 10011111111111111111111110110（671.088630 msec、$(2^{26}-1)\times 10$ nsec）、分解能 1010（10 nsec）。

Table 2-5　ALWG シーケンス・データ（バイナリ フォーマット、ビッグ エンディアン）

		データ	データ長	バイト長
ヘッダー		モジュール・タイプ（例：0）	1 バイト	20 バイト
		データ・フォーマット・リビジョン （例：0）	1 バイト	
		パターン・サイクル数 [a]（例：*x*）	2 バイト	
		その他 （全ビット 0。変更してはいけません。）	16 バイト	
シーケンス データ	パターン サイクル データ	パターン・インデックス （例：Pattern1 の場合 1）	2 バイト	6×*i* バイト、 *i*=1 ～ *x*
		繰り返し回数 [b]（例：5）	4 バイト	
		: パターン・サイクル・データの繰り返し （*x* 番目のパターン・サイクルまで。） （*x*：パターン・サイクル数、整数。）		

a. パターン・サイクル数：1 ～ 1000000000（512）。
b. 繰り返し回数：1 ～ 10000000000000000000（1048576）。

Figure 2-34 の例ではパターン・データの全バイト長は次のようになります。

- SPGU 801 のパターン数：*x*=2（Pattern1 と Pattern2）
  Pattern1、Pattern2 のベクター数：N_1=9、N_2=9
  全バイト長：20+(6+8×9)+(6+8×9)=176 バイト。
- SPGU 901 のパターン数：*x*=2（Pattern1 と Pattern2）
  Pattern1、Pattern2 のベクター数：N_1=9、N_2=7
  全バイト長：20+(6+8×9)+(6+8×7)=160 バイト。

また、シーケンス・データの全バイト長は次のようになります。

パターン・サイクル数：*x*=2（Pattern1 と Pattern2）

全バイト長：20+6×2=32 バイト

モジュール・セレクタ

被測定デバイス（DUT）に接続される測定リソース（HP/MPSMU、HC/DHCSMU、HVSMU/HVMCU）の自動切替を行うには Keysight N1258A モジュール・セレクタを使用します。モジュール・セレクタの Input ポートには HP/MPSMU、HC/DHCSMU、HVSMU/HVMCU、GNDU を接続し、Output ポートには DUT インタフェースを接続します。パッケージ・デバイスの測定には Keysight N1259A テスト・フィクスチャを使用します。N1259A はモジュール・セレクタを内蔵することができます。

モジュール・セレクタを制御するには ERMOD、ERHPA、ERHPL、ERHPP、ERHPS コマンドを使用します。

ERMOD コマンドは Digital IO コントロール・モードを設定します。

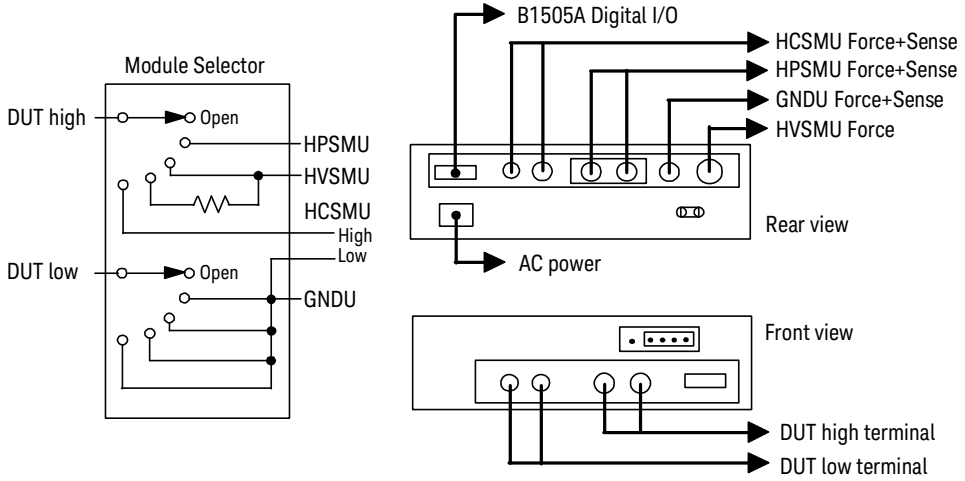
ERHPA コマンドは入力に接続される測定リソースを特定します。

ERHPL コマンドはステータス・インジケータの状態を設定します。

ERHPP コマンドはモジュール・セレクタの入出力接続パスを設定します。

ERHPS コマンドは HVSMU 直列抵抗の接続を制御します。

Figure 2-36 **モジュール・セレクタのブロック図とケーブル接続**



CAUTION

デュアル HCSMU (DHCSMU) を用いる測定では、モジュール・セレクタの性能劣化・故障を防ぐため、最大電流 ± 30 A で使用してください。

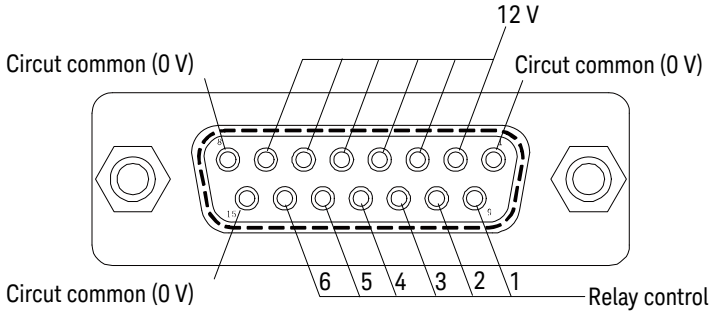
External Relay Control Output

外部リレー制御用に External Relay Control Output コネクタが用意されています。外部リレー制御を行うには、ERHPE、ERHPR コマンドを使用します。

ERHPE コマンドは外部リレー制御機能を有効にします。

ERHPR コマンドは Relay control ピンの出力状態を制御します。

Figure 2-37 **External Relay Control Output コネクタ**



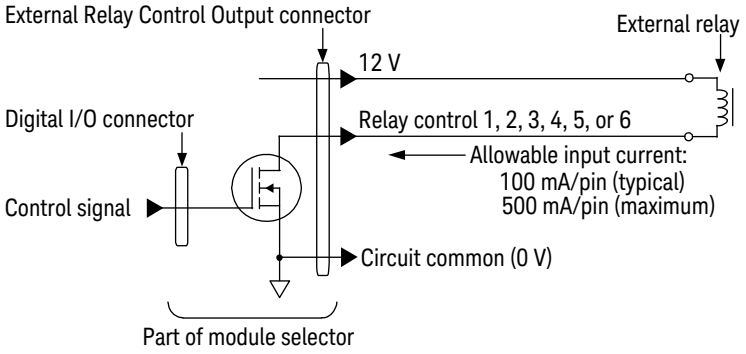
コネクタ・タイプ D-sub 15 ピン コネクタ

リレー制御信号出力ピン Relay control 1 ～ 6

Relay control 出力レベル 通常時 0 V（サーキット コモン、ロジカルオフ状態）または 12 V（ロジカルオン状態）

Relay control 入力電流 100 mA/pin（代表値）、500 mA/pin（最大値）

Figure 2-38 **External Relay Control Output 出力部の内部回路**



SMU/PG セレクタ

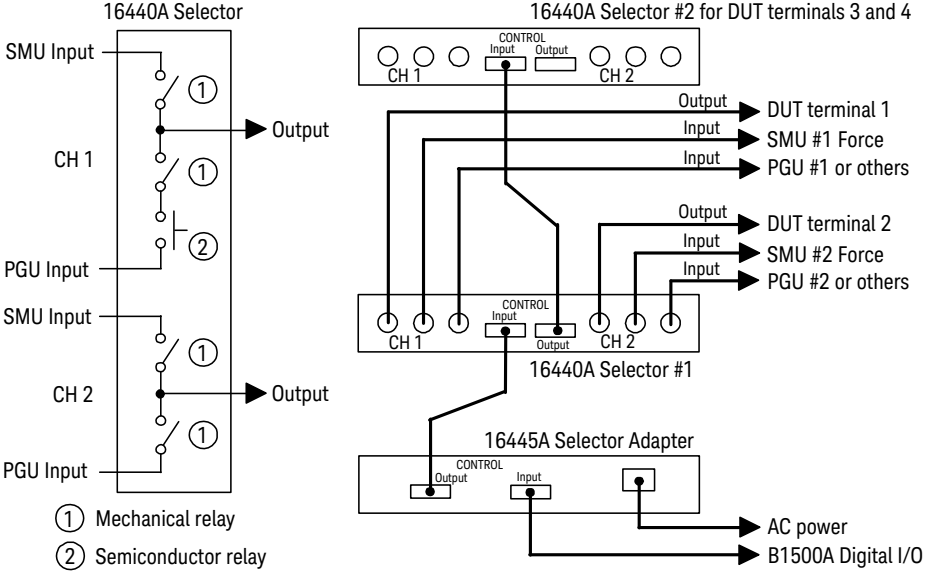
Keysight 16440A SMU/PGU セレクタ (B1500A-A04) は、被測定デバイス（DUT）に接続される測定リソースの自動切替に使用します。セレクタの Input ポートには SMU と SPGU などの測定リソースを接続し、Output ポートには DUT インタフェースを接続します。SMU を接続するには Force 端子だけを接続し、Sense 端子は開放します。

セレクタを制御するには ERMOD、ERSSP コマンドを使用します。

ERMOD コマンドは Digital IO コントロール・モードを設定します。

ERSSP コマンドはセレクタのチャネル CH1 または CH2 の入出力パスを、SMU 接続、PGU 接続、またはオープン（接続なし）に設定します。

Figure 2-39 **SMU/PG セレクタのブロック図とケーブル接続**



セレクタの CH1 には PGU オープン状態があります。この状態は、PGU 側メカニカル・リレーをクローズしたまま半導体リレーをオープンすることによって実現されます。PGU オープン状態は、PGU 側測定リソースの接続状態とオープン状態を頻繁に繰り返すアプリケーションに有効です。

B1500A は 2 台のセレクタを使用することができます。それには 1 台目のセレクタの CONTROL Output コネクタと 2 台目のセレクタの CONTROL Input コネクタを専用ケーブルで接続します。

超大電流エクスパンダ／フィクスチャ

Keysight N1265A は、500 A または 1500 A（オプション N1265A-015）までの出力と測定を可能にする電流エクスパンダと、被測定デバイス（DUT）に接続される測定リソースの切替用セレクタを内蔵しているテスト・フィクスチャです。

電流エクスパンダ機能は、超大電流ユニット（UHCU）を構成するために使用します。

セレクタ機能は、DUT に接続される測定リソースの切り替えに使用します。測定リソースとして、UHCU、HVSMU/HVMCU、HP/MPSMU、そして GNDU を使用することができます。Figure 2-41 を参照してください。

セレクタの出力をプローバ・ステーションまで延長するには Keysight N1265A-524 超大電流プローバ・システム・ケーブルを使用します。このケーブルは、500 A までの電流に耐えることができます。

N1265A は、UHVU、Bias-T を介した MFCMU、および HP/MP/HC/MC/DHCSMU の接続パスも提供します。

超大電流ユニット

超大電流ユニット（UHCU）は、Figure 2-40 にみられるように、N1265A と 2 台の MC/HCSMU を用いて構成されます。UHCU の出力は、内蔵セレクタを制御することによって、Selector Output ポートに現れます。

UHCU を構成するには、以下のコマンドを使用します。

- ERPFUHCA: 制御端子（V Control、I Control）に接続された MC/HCSMU を特定します。

Figure 2-40 **UHCU の構成**

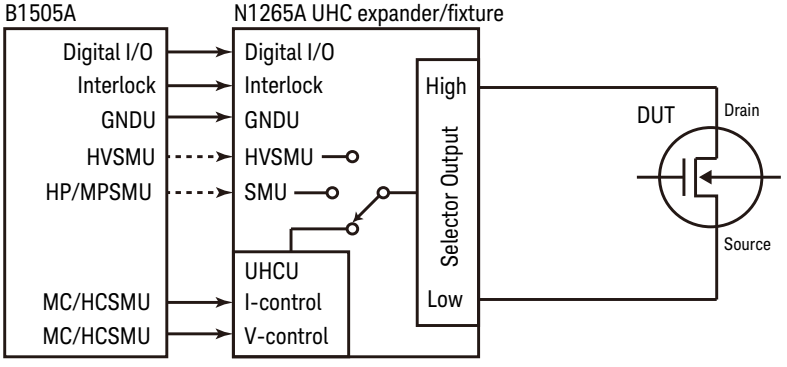
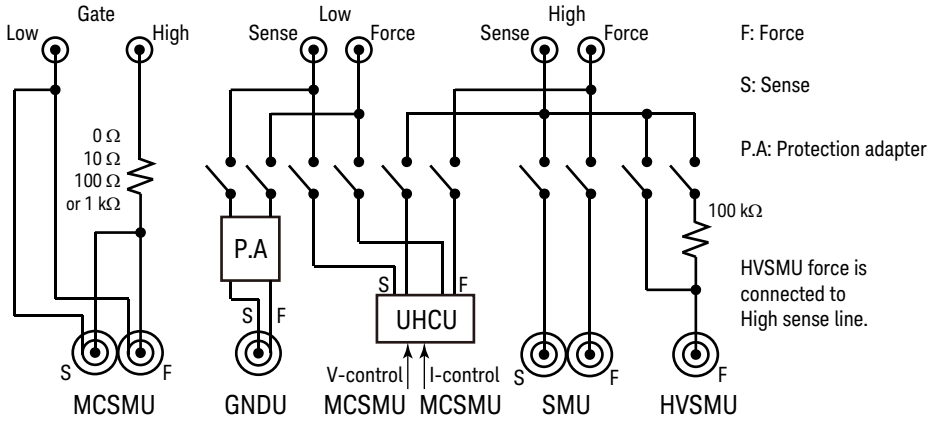


Figure 2-41　　N1265A 内蔵セレクタの簡易回路図



セレクタの入力接続を特定するには、以下のコマンドを使用します。

- ERPFGA: Gate 入力に接続された MC/HCSMU を特定します。
- ERPFDA: Selector Input に接続された測定リソースを特定します。

セレクタ入出力パスを制御するには、以下のコマンドを使用します。

- ERPFDP: セレクタ入出力パスの接続状態を設定します。
- ERPFDS: HVSMU パス内蔵直列抵抗の接続状態を設定します。

Gate パスの接続を制御するには、以下のコマンドを使用します。

- ERPFGP: Gate 入力に接続された MC/HCSMU 出力の接続状態を設定します。
- ERPFGR: Gate パス内蔵直列抵抗の接続状態を設定します。

HVSMU 電流エクスパンダ

Keysight N1266A は、HVSMU 用の電流エクスパンダであり、高電圧中電流ユニット（HVMCU）を構成するために使用します。

HVMCU は、Figure 2-42 にみられるように、N1266A と 1 台の HVSMU そして 2 台の MC/HCSMU を用いて構成されます。また、HVSMU 出力と HVMCU 出力の切り替えを行うセレクタを内蔵しています。

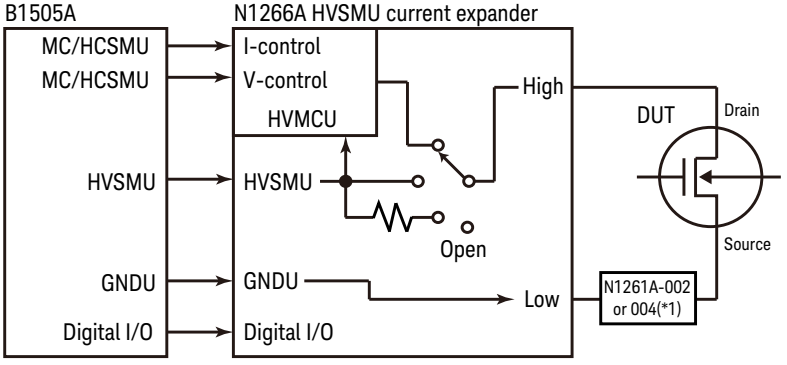
HVMCU を構成するには、以下のコマンドを使用します。

- ERHVCA: 制御端子（V Control、I Control）に接続された MC/HCSMU、および入力端子に接続された HVSMU を特定します。

エクスパンダ入出力パスを制御するには、以下のコマンドを使用します。

- ERHVP: 入出力パスの接続状態を設定します。
- ERHVS: HVSMU パス内蔵直列抵抗の接続状態を設定します。

Figure 2-42 **HVMCU の構成**



*1: N1261A-002/004 protection adapter is required for connecting prober.
Not requred for connecting N1258A, N1259A, N1259A-300, or N1265A.

超高電圧エクスパンダ

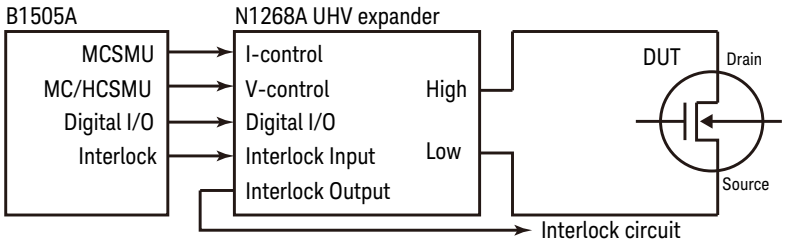
Keysight N1268A は、10 kV までの出力と測定を可能にする電圧エクスパンダであり、超高電圧ユニット（UHVU）を構成するために使用します。

UHVU は、Figure 2-43 にみられるように、N1268A と 2 台の MC/HCSMU を用いて構成されます。

UHVU を構成するには、以下のコマンドを使用します。

- ERUHVA: 制御端子（V Control、I Control）に接続された MC/HCSMU を特定します。

Figure 2-43　UHVU の構成



ディジタル I/O ポート

ディジタル I/O ポート（Digital I/O）はトリガの入出力端子、あるいは外部リレー等を制御するインタフェースとして使用します。トリガの入出力ポートとして使用するには「トリガ機能」を参照してください。トリガ以外の目的で使用するには、次のコマンドを使用します。

ERM ポートの入出力の割り当てを変更します。

ERS? ポート・ステータスを返します。

ERC ポートの出力ステータスを変更します。

コネクタ・タイプは D-Sub 25 ピンです。ピン配置を Table 2-6 に示します。初期設定では全ピンが TTL High レベル（約 2.4 V）を出力します（TTL Low レベルは約 0.8 V）。上記コマンドは DIO 1 から DIO 16 のうちトリガ入出力に使われていないピンに有効です。

Table 2-6 ディジタル I/O ポートのピン配置

説明	ピン番号		説明
GND	25	13	GND
使用不可	24	12	使用不可
使用不可	23	11	使用不可
DIO 15 (bit 15)	22	10	DIO 16 (bit 16)
DIO 13 (bit 13)	21	9	DIO 14 (bit 14)
DIO 11 (bit 11)	20	8	DIO 12 (bit 12)
DIO 9 (bit 9)	19	7	DIO 10 (bit 10)
DIO 7 (bit 7)	18	6	DIO 8 (bit 8)
DIO 5 (bit 5)	17	5	DIO 6 (bit 6)
DIO 3 (bit 3)	16	4	DIO 4 (bit 4)
DIO 1 (bit 1)	15	3	DIO 2 (bit 2)
使用不可	14	2	使用不可
		1	使用不可

アクセサリ

ディジタル I/O ポート（Digital I/O）の接続には次のアクセサリを使用します。

- Keysight 16493G Digital I/O 接続ケーブル

  Digital I/O から D-Sub (f) 25 ピン・コネクタまでの接続に使用します。2 台目の B1500 や Keysight N1253A-200 BNC ボックスとの接続に使用します。ケーブル長はオプションによって異なり、次のようになります。

  16493G-001：約 1.5 m

  16493G-002：約 3 m

- Keysight N1253A-100 Digital I/O T 型ケーブル

  Digital I/O から D-Sub (f) 25 ピン・コネクタおよび D-Sub (m) 25 ピン・コネクタまでの接続に使用します。3 台以上の B1500 を接続する場合に使用します。ケーブル長は次のようになっています。

  - D-Sub (m) ～ D-Sub (m)：約 1.5 m

    ケーブルの両端を Digital I/O に接続します。

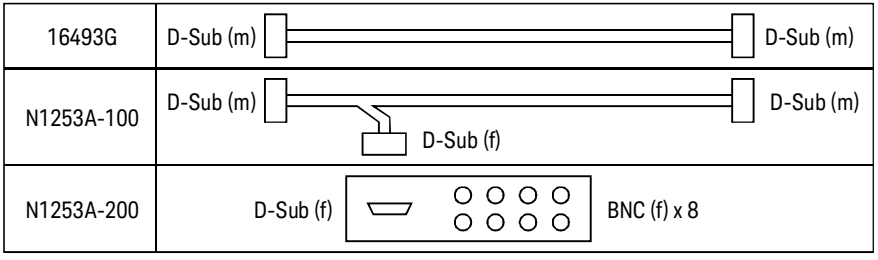
  - D-Sub (m) ～ D-Sub (f)：約 30 cm

    D-Sub (f) コネクタは 3 台目以降の B1500 を接続するために、別の Keysight N1253A-100 または Keysight 16493G ケーブルに接続します。

- Keysight N1253A-200 Digital I/O BNC ボックス

  D-Sub コネクタを BNC コネクタに変換します。Digital I/O の DIO 1 から DIO 8 までの 8 端子が別々の BNC (f) コネクタに接続されます。Digital I/O と BNC ボックスの接続には Keysight 16493G ケーブルを使用します。

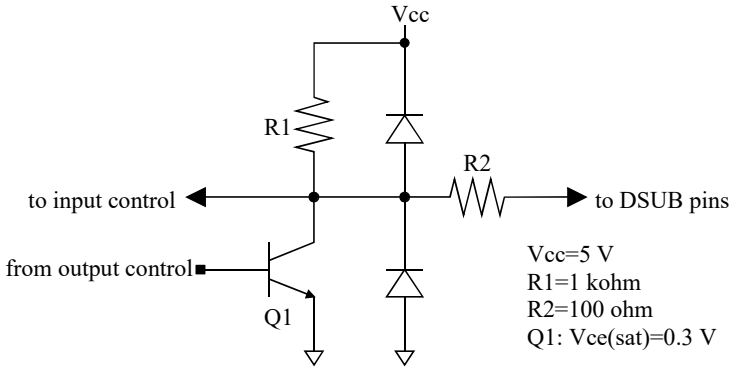
Figure 2-44 **ディジタル I/O ポート用アクセサリ**



Digital I/O 内部回路

Digital I/O コネクタの各ポート入出力部の内部回路を以下に記します。

Figure 2-45 **Digital I/O ポート入出力部の内部回路**



トリガ機能

トリガ機能は、外部機器、例えばCメータ、電圧計、電流計、プローバ、ハンドラなどの動作にKeysight B1500を同期させるために使用します。B1500には次のトリガ端子があります。

- Ext Trig In

  BNC コネクタ。トリガ入力専用。

- Ext Trig Out

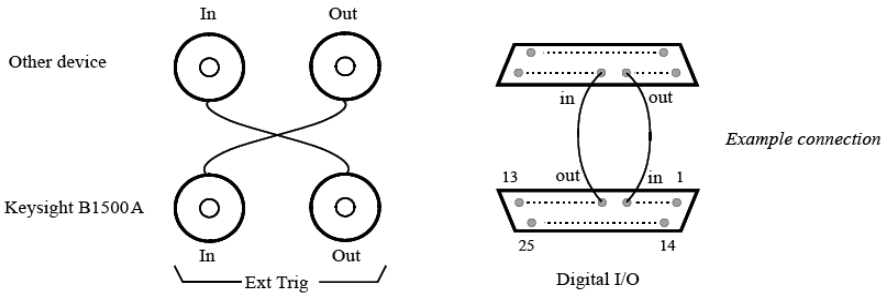
  BNC コネクタ。トリガ出力専用。

- Digital I/O

  ディジタル I/O ポート。D-Sub 25 ピン・コネクタ。25 ピン中 16 パスを利用可能。各パスはトリガ入出力のどちらにも使用可能です。Digital I/O ポートのピン配置およびアクセサリについては「ディジタル I/O ポート」を参照してください。

B1500と外部機器との接続例を Figure 2-46 に示します。

Figure 2-46 **トリガ入出力端子の接続**



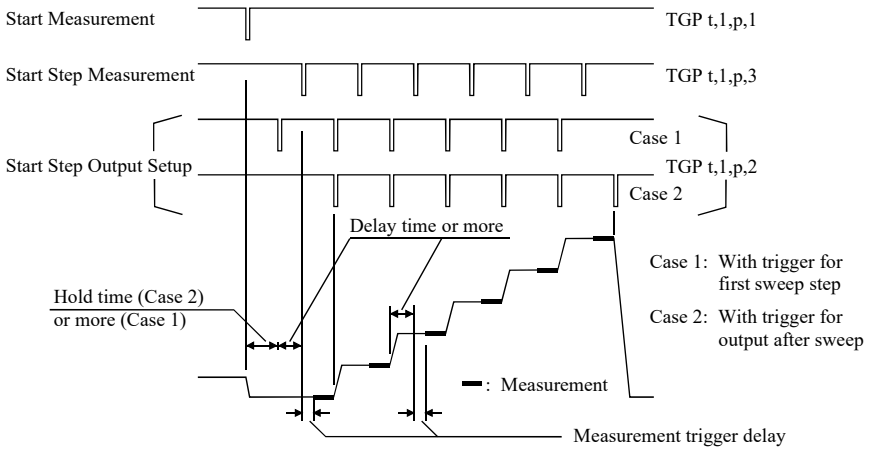
NOTE

Digital I/Oポートをトリガ入出力ポートに設定するにはTGPコマンドを送ります。DIO 1からDIO 16までの16パスをトリガ入出力に使用できます。Table 2-6 を参照してください。

トリガ入力

トリガ入力の動作例を Figure 2-47 に示します。専用のトリガ入力ポートを設定することで、入力トリガは測定または出力の開始をトリガすることができます。専用ポートの設定には TGP コマンドを実行します。Table 2-7 を参照してください。

Figure 2-47 **トリガ入力例（階段波掃引測定、ネガティブ・ロジック）**



初期状態

初期状態で有効になっているトリガ入力機能を以下に記します。

- 端子：Ext Trig In
- トリガ・タイプ：Start Measurement トリガ（タイプ 1）
- トリガ待ち関連コマンド：WS、TM3、または PA（TM3 と共に使用）

入力トリガ

入力トリガ（最小パルス幅 10 µs）の信号レベルが High（約 2.4 V 以上）から Low（約 0.8 V 以下）に変化した時に反応します（ネガティブ・ロジック、初期設定）。

ポジティブ・ロジックに変更するには TGP コマンドの第 3 パラメータの値を変更します。

Measurement Trigger Delay

Start Step Measurement トリガ（タイプ 3）に有効です。

ステップ測定トリガ・ディレイ。トリガ入力時からステップ測定開始までの待ち時間。ディレイ時間の設定には WT、WTDCV、WTACV、または WTFC コマンドを使用します。

PA/PAX/WS/WSX コマンド

B1500 をトリガ待ち状態にするコマンド。トリガ待ち状態を解除するにはトリガ入力端子にトリガを送ります。これらのコマンドは、トリガ・タイプに依らず使用可能です。

PA/PAX コマンドを用いて B1500 をトリガ待ち状態にする場合は、TM3 コマンドを実行してから PA または PAX コマンドを実行します。

Table 2-7 トリガ入力タイプ

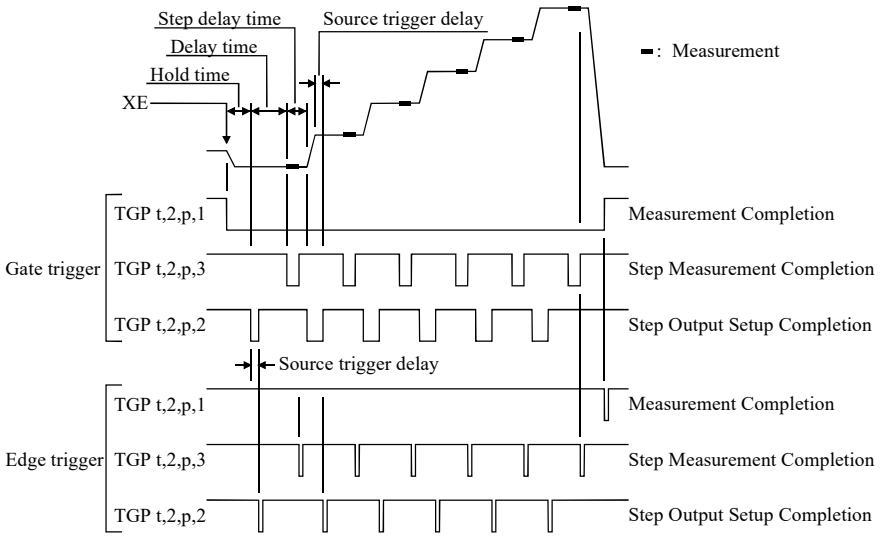
タイプ	トリガ入力による B1500 の動作	コマンド[a]
1	MM コマンドによって特定される測定を開始します。	TGP *t*,1,*p*,1 TM3
2	階段波掃引、マルチ・チャネル掃引、パルス・スポット、パルス掃引、パルス・バイアスを伴う階段波掃引、マルチ･チャネル･パルス・スポット、マルチ･チャネル･パルス掃引、CV(DC)/CV(AC)/C-f 掃引測定に有効です。 掃引出力源はステップ出力の設定を開始します。 パルス出力源は、トリガを受け取ってから 110 µs 後にパルス出力を開始します。	TGP *t*,1,*p*,2 TGSI *m*
3	階段波掃引、マルチ・チャネル掃引、CV(DC)/CV(AC)/C-f 掃引測定に有効です。 測定開始トリガ・ディレイ時間の後、掃引測定のステップ測定を開始します。	TGP *t*,1,*p*,3

a. *t* はトリガ入力端子 Ext Trig In または Digital I/O のパスを、*p* はポジティブまたはネガティブ・ロジックを選択します。*m* はトリガ･タイプ 2 の Case 1 または Case 2 を選択します（Figure 2-47 を参照してください）。

トリガ出力

トリガ出力の動作例を Figure 2-48 に示します。専用のトリガ出力ポートを設定することで、測定終了時または出力設定完了時にトリガを出力することができます。専用ポートの設定には TGP コマンドを実行します。Table 2-8 を参照してください。

Figure 2-48 **トリガ出力例（階段波掃引測定、ネガティブ・ロジック）**



初期状態

初期状態で有効になっているトリガ出力機能を以下に記します。

- 端子：Ext Trig Out
- トリガ・タイプ：Measurement Completion トリガ（タイプ 1）
- トリガ出力コマンド：OS

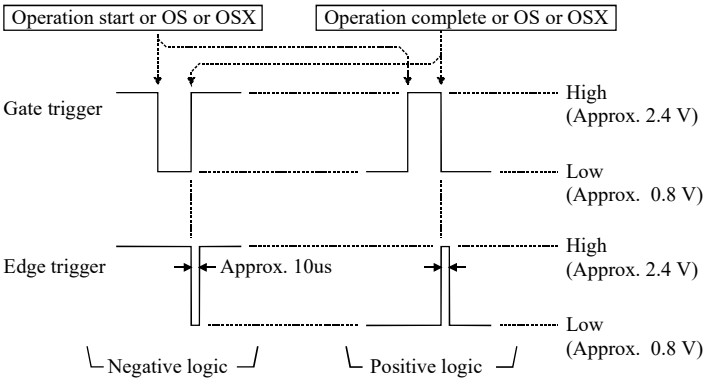
出力トリガ

動作終了時にエッジ・トリガを出力する、あるいはゲート・トリガ・レベルを戻します。Figure 2-49 を参照してください。

初期状態では、幅約 10 µs のネガティブ・エッジ・トリガが出力されます。

SMU パルスを使用する測定では、パルス出力が開始される 10 µs 前に、エッジ・トリガを出力する、あるいはゲート・トリガ・レベルを戻します。トリガの幅は約 100 µs に固定されています。

Figure 2-49 **出力トリガ（階段波、マルチ・チャネル、CV(DC)/CV(AC)/C-f 掃引）**



Source Trigger Delay

階段波掃引、マルチ・チャネル掃引、または CV(DC)/CV(AC)/C-f 掃引測定における Step Output Setup Completion トリガ（タイプ 2）に有効です。

ステップ出力トリガ・ディレイ。ステップ出力またはパルス出力の設定完了時からトリガ出力までの待ち時間。ディレイ時間の設定には WT、WTDCV、WTACV、または WTFC コマンドを使用します。

OS/OSX コマンド

トリガ出力端子からトリガを出力します。このコマンドはトリガ・タイプに依らず使用可能です。

複数のチャネルを使用する

複数の測定チャネルを使用する、あるいはマルチ・チャネル掃引測定を実行する場合、すべてのチャネルによる動作が完了してからエッジ・トリガを出力する、あるいはゲート・トリガ・レベルを戻します。

Table 2-8 トリガ出力タイプ

タイプ	B1500 のトリガ出力タイミング	コマンド[a]
1	MM コマンドによって特定される測定を終了した時。	TGP *t*,2,*p*,1 TGXO *m* TM3
2	階段波掃引、マルチ・チャネル掃引、パルス・スポット、パルス掃引、パルス・バイアスを伴う階段波掃引、マルチ･チャネル･パルス・スポット、マルチ･チャネル･パルス掃引、CV(DC)/CV(AC)/C-f 掃引測定に有効です。 階段波掃引、マルチ・チャネル掃引、CV(DC)/CV(AC)/C-f 掃引測定の場合：ステップ出力の設定を完了してから Source Trigger Delay 時間を経過した時。 パルス・スポット、パルス掃引、パルス・バイアスを伴う階段波掃引、マルチ･チャネル･パルス・スポット、マルチ･チャネル･パルス掃引測定の場合：パルス出力が開始される 10 µs 前。	TGP *t*,2,*p*,2 TGSO *m*
3	階段波掃引、マルチ・チャネル掃引、CV(DC)/CV(AC)/C-f 掃引測定に有効です。 掃引ステップ毎の測定を終了した時。	TGP *t*,2,*p*,3 TGMO *m*

a. *t* はトリガ出力端子 Ext Trig Out またはディジタル I/O パスを、*p* はポジティブまたはネガティブ・ロジックを選択します。*m* はエッジ・トリガまたはゲート・トリガを選択します。

トリガ機能を使用する

- 待ち状態にする（PA/PAX コマンド）
- 待ち状態にする（WS/WSX コマンド）
- トリガを送る（OS/OSX コマンド）
- 測定開始トリガを受け取る
- ポートを指定して測定開始トリガを受け取る
- 測定タイミングを制御する

待ち状態にする（PA/PAX コマンド）

PA および PAX コマンドは B1500 を待ち状態にします。設定されたウエイト時間の経過、あるいは TM コマンドを用いて設定されたイベントの発生によって、B1500 は待ち状態から回復します。すると B1500 は PA/PAX コマンドに続くコマンドを実行します。イベントは PA/PAX コマンドによって設定された待ち状態を解除するだけです。

PA/PAX コマンドにはウエイト時間パラメータを設定することが可能です。ウエイト時間を設定すると、その時間が経過するまで、あるいはイベントが発生するまで待ち状態を継続します。

有効値：−99.9999 ～ 99.9999 s、100 µs 分解能。

負の値を設定するとイベントの発生を待ち続けます。

イベントを選択するには TM コマンドを使用します。外部トリガを使用するには TM3 コマンドを送ります。TM3 および PA/PAX コマンド実行後、B1500 は XE コマンドまたは次のトリガを待ちます。

- PA：Ext Trig In 端子へのトリガ
- PAX：指定された端子へのトリガ

ロジックの初期設定はネガティブです。TGP コマンドで変更することができます。

NOTE

TM コマンドは測定開始用イベント、あるいは PA/PAX コマンドによる待ち状態解除用イベントを設定します。PA/PAX コマンド実行前には TM コマンドを実行してください。

待ち状態にする（WS/WSX コマンド）

WS および WSX コマンドは B1500 を待ち状態にします。外部トリガを受け取ることによって、B1500 は待ち状態から回復します。すると B1500 は WS/WSX コマンドに続くコマンドを実行します。外部トリガは WS/WSX コマンドによって設定された待ち状態を解除するだけです。待ち状態の解除に有効なトリガを以下に記します。

- WS：Ext Trig In 端子へのトリガ
- WSX：指定された端子へのトリガ

ロジックの初期設定はネガティブです。TGP コマンドで変更することができます。

外部トリガを受ける前に待ち状態を解除するには AB または *RST コマンドを送ります。既に他のコマンドが入力されている場合はデバイス・クリア (HP BASIC CLEAR) を送ります。

NOTE

プログラミングを簡単にするには TM コマンドを使用しない、あるいは TM1、TM2、TM4 のイベントを使用してください。TM3 のイベントを使用するとプログラムが複雑になります。

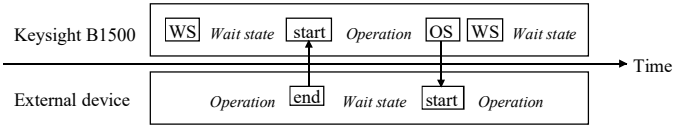
トリガを送る（OS/OSX コマンド）

外部機器にトリガを送るには OS または OSX コマンドを使用します。

- OS：Ext Trig Out 端子からエッジ・トリガを送ります。
- OSX：指定された端子からトリガを送ります。

ロジックの初期設定はネガティブです。TGP コマンドで変更することができます。

OS/OSX コマンドを送った後すぐに WS/WSX コマンドを送ります。すると B1500 は、OS/OSX コマンドで外部機器の動作開始をトリガし、WS/WSX コマンドで外部機器から動作完了のトリガが送られるまで待ちます。こうすることで、B1500 と外部機器の動作タイミングの重複を防ぐことができます。



測定開始トリガを受け取る

入力トリガを測定開始トリガとして使用するには、次のステップを行います。高速スポット測定の測定開始には使えません。

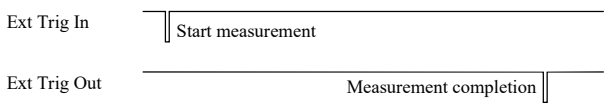
1. Ext Trig In 端子と外部機器のトリガ出力端子の間を BNC ケーブルで接続します。
2. 計測制御プログラムを作成します。次の例のように、プログラムには TM3 コマンドと HP BASIC ENTER ステートメントを入力しておきます。

```
        :
OUTPUT @B1500;"MM1"     ! Sets spot measurement mode
        :               ! Sets measurement condition
        :
OUTPUT @B1500;"TM3"     ! Uses external trigger
ENTER @B1500 USING "#,3X,12D,2X";M_data
        :
```

3. プログラムを実行します。

   プログラムは ENTER ステートメントまでのコマンドを実行すると Ext Trig In 端子への Start Measurement トリガ（ネガティブ）の入力を待ちます。

   トリガが入力されると B1500 は測定を開始します。測定が終了すると Ext Trig Out 端子にネガティブ・エッジ・トリガを出力し、測定データを出力バッファに出力します。



NOTE

HP BASIC ENTER ステートメントはデータ・バッファにデータが送られるまでプログラムをポーズします。そしてデータを読み取った後、次の行からプログラムの実行を再開します。

ポートを指定して測定開始トリガを受け取る

入力トリガを測定開始トリガとして使用するには、次のステップを行います。高速スポット測定の測定開始には使えません。

この例ではトリガ入出力ポートの設定を行います。また出力トリガにはゲート・トリガを使用します。

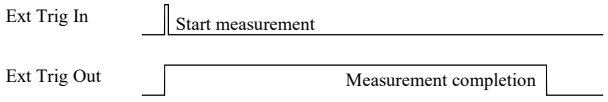
1. Ext Trig In 端子と外部機器のトリガ出力端子の間を BNC ケーブルで接続します。
2. 計測制御プログラムを作成します。次の例のように、プログラムには TM3、TGP コマンド、HP BASIC ENTER ステートメントを入力しておきます。

```
        :
OUTPUT @B1500;"MM1"              ! Sets spot measurement mode
        :                        ! Sets measurement condition
        :
OUTPUT @B1500;"TM3"              ! Uses external trigger
OUTPUT @B1500;"TGP -1,1,1,1"     ! Sets trigger input
OUTPUT @B1500;"TGP -2,2,1,1"     ! Sets trigger output
OUTPUT @B1500;"TGXO 2"           ! Enables gate trigger
ENTER @B1500 USING "#,3X,12D,2X";M_data
        :
```

3. プログラムを実行します。

   プログラムは ENTER ステートメントまでのコマンドを実行すると Ext Trig In 端子への Start Measurement トリガ（ポジティブ）の入力を待ちます。

   トリガが入力されると B1500 は測定を開始し、Ext Trig Out 端子から Measurement Completion トリガ（ポジティブ、ゲート）を出力します。測定を終了すると、ゲート・トリガ・レベルを論理的 Low レベルに戻し、測定データをデータ出力バッファに出力します。



NOTE

HP BASIC ENTER ステートメントはデータ・バッファにデータが送られるまでプログラムをポーズします。そしてデータを読み取った後、次の行からプログラムの実行を再開します。

測定タイミングを制御する

測定タイミングの制御には複数のトリガ・パスを使用します。次の例は階段波掃引測定のタイミングを制御します。

トリガ名またはタイプ	トリガ端子	TGP コマンド[a]
Start Measurement	Ext Trig In	TGP -1,1,2,1
Start Step Measurement	DIO 2	TGP 2,1,2,3
Start Step Output Setup	DIO 1	TGP 1,1,2,2
Measurement Completion	Ext Trig Out	TGP -2,2,2,1
Step Measurement Completion	DIO 12	TGP 12,2,2,3
Step Output Setup Completion	DIO 11	TGP 11,2,2,2

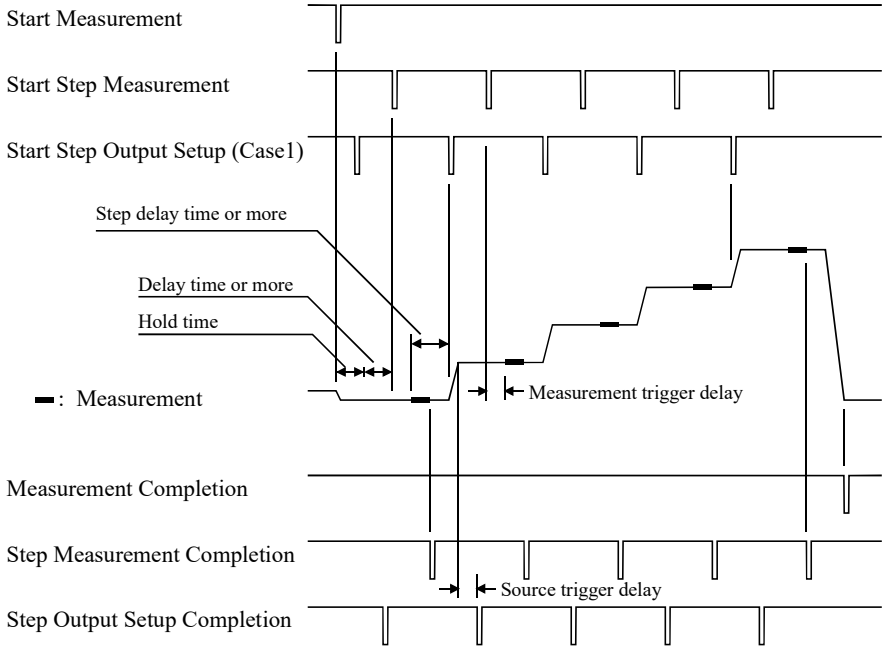
a. パラメータは、左から順に、ポート番号、入力／出力、ポジティブ／ネガティブ、トリガ・タイプを示しています。

プログラム例

この例ではネガティブ・エッジ・トリガ（TGP と TGXO/TGMO/TGSO で設定）を使用します。また Start Step Output Setup トリガには Case 1（TGSI で設定）を使用します。WT コマンドはホールド時間、ディレイ時間、ステップ・ディレイ時間、ステップ出力トリガ・ディレイ時間、ステップ測定トリガ・ディレイ時間を設定します。

```
       :
OUTPUT @B1500;"MM2"     ! Sets staircase sweep measurement mode
       :                ! Sets measurement condition
       :
OUTPUT @B1500;"TM3"           !Uses external trigger
OUTPUT @B1500;"TGP -1,1,2,1" !Start Measurement trigger
OUTPUT @B1500;"TGP 2,1,2,3"  !Start Step Measurement trigger
OUTPUT @B1500;"TGP 1,1,2,2"  !Start Step Output Setup trigger
OUTPUT @B1500;"TGP -2,2,2,1" !Measurement Completion trigger
OUTPUT @B1500;"TGP 12,2,2,3" !Step Measurement Completion trigger
OUTPUT @B1500;"TGP 11,2,2,2" !Step Output Setup Completion trigger
OUTPUT @B1500;"TGXO 1"        !1:Edge trigger
OUTPUT @B1500;"TGMO 1"        !1:Edge trigger
OUTPUT @B1500;"TGSO 1"        !1:Edge trigger
OUTPUT @B1500;"TGSI 1"        !1:Case 1
OUTPUT @B1500;"WT";Hold,Delay,Sdelay,Tdelay,Mdelay
       :
FOR N=1 TO No_step
  ENTER @B1500 USING "#,3X,12D,2X";M_data
  PRINT "DATA";N;"=";M_data
NEXT N
       :
```

Figure 2-50 **トリガ入出力例（階段波掃引測定、ネガティブ・ロジック）**



測定条件、トリガ・ポートを設定し、Start Measurement トリガを待ちます。

Start Measurement トリガを受けると階段波掃引測定を開始します。

Start Step Output Setup トリガを受けると、設定完了後、Source Trigger Delay 時間待ってから Step Output Setup Completion トリガを送ります。Hold Time 中にトリガを受けた場合は Hold Time の後、同じ動作を行います。

Start Step Measurement トリガを受けると、Measurement Trigger Delay 時間待ってから測定を開始します。測定終了後、Step Measurement Completion トリガを送ります。Delay Time 中にトリガを受けた場合は Delay Time の後、同じ動作を行います。

次に Start Step Output Setup トリガを受けると、ソース出力値を変更し、Source Trigger Delay 時間待ってから Step Output Setup Completion トリガを送ります。Step Delay Time 中にトリガを受けた場合は Step Delay Time の後、同じ動作を行います。

階段波掃引測定後、Step Measurement Completion トリガと Measurement Completion トリガを送り、測定データをデータ出力バッファに出力します。

Trig In/Out 内部回路

Trig In/Trig Out コネクタに接続されるトリガ入出力部の内部回路を以下に記します。

Figure 2-51 **Trig In トリガ入力部の内部回路**

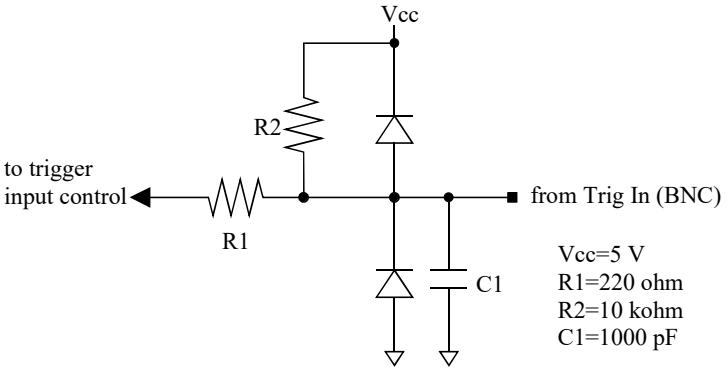
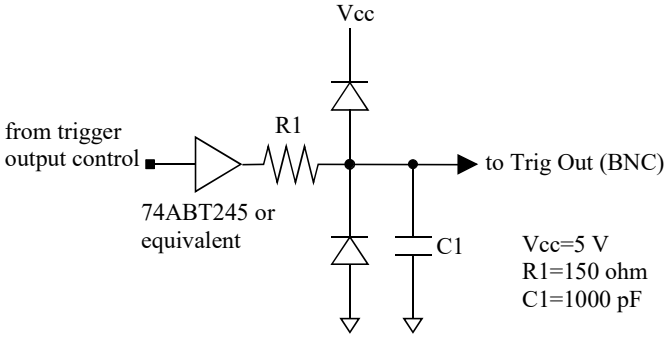


Figure 2-52 **Trig Out トリガ出力部の内部回路**



初期設定

Keysight B1500 は電源投入時、あるいは *RST コマンドまたはデバイス・クリア実行時に初期化されます。初期設定の一覧を次表に記します。

Table 2-9　メインフレームの初期設定

設定項目	初期設定		関連コマンド
オート・キャリブレーション	オフ		CM
トリガ・モード	XE, TV, TI, または GET		TM
トリガ・ポート	Ext Trig In	測定開始トリガ入力	TGP
	Ext Trig Out	測定終了トリガ出力	TGP
	Digital I/O	クリア状態	TGP
トリガ・ディレイ時間	0 s		WT, PT
ステップ出力設定開始トリガのトリガ待ち条件	第 1 ステップ開始トリガ待ち		TGSI
出力トリガ・タイプ	エッジ		TGXO, TGSO, TGMO
ディジタル I/O ポート	全ポート：出力		ERM
プログラム・メモリ	クリア状態 [a]		SCR
内部変数（%I*n*, %R*n*）の値	0		VAR
データ出力フォーマット	ASCII（ヘッダ、CR/LF^EOI つき）		FMT
データ出力バッファ	クリア状態		BC
ステータス・バイト	ビット 6 以外全ビット マスク		*SRE
エラー・コード・レジスタ	クリア状態		ERRX?, ERR?

a. *RST、デバイス・クリアではクリアされません。

Table 2-10　　SMU の初期設定

設定項目	初期設定		関連コマンド
出力スイッチ	オープン		CN, CL
フィルタ	オフ		FL
直列抵抗	オフ		SSR
ASUパス/1 pAオートレンジ/インジケータ	SMU サイド / 無効 / 有効		SAP/SAR/SAL
電流測定レンジ	パルスあり	コンプライアンスレンジ	RI
	パルスなし	オート	
電圧測定レンジ	パルスあり	コンプライアンスレンジ	RV
	パルスなし	オート	
A/D コンバータ	高速 A/D コンバータ		AAD
積分時間	高速 ADC：オート、並列なし		AIT, PAD
	高分解能 ADC：オート		AIT
ADC ゼロ機能	オフ		AZ
AV コマンド・パラメータ	*number*=1, *mode*=0		AV
掃引源パラメータ	クリア状態		WV, WSV, WI, WSI
パルス源パラメータ	クリア状態		PV, PI
パルス掃引源パラメータ	クリア状態		PWV, PWI
サーチ・ソース・パラメータ	クリア状態		BSV, BSSV, BSI, BSSI, LSV, LSSV, LSI, LSSV
サーチ・モニタ・パラメータ	クリア状態		BGV, BGI, LGV, LGI
サーチ測定データ	ソース値のみ		BSVM, LSVM
疑似パルス源パラメータ	クリア状態		BDV

設定項目	初期設定	関連コマンド
疑似パルス・スポット測定モード	電圧	BDM
疑似パルス・セトリング検出間隔	Short	BDM
サンプリング出力源	クリア状態	MI, MV
サンプリング間隔、点数	2 ms、1000 点	MT
自動停止機能	オフ	WM, BSM, LSM, MSC
測定終了後出力状態	スタート値（MSC はバイアス値）	
ホールド時間	0 s	WT, PT, BDT, BST, LSTM
ディレイ時間	0 s	
ステップ・ディレイ時間	0 s	WT
トリガ・ディレイ時間	0 s	WT, PT
パルス幅	0.001 s	PT
パルス周期	0.01 s	PT

Table 2-11　　CMU の初期設定

設定項目	初期設定	関連コマンド
SCUU パス / インジケータ	オープン / 有効	SSP/SSL
測定パラメータ	Cp-G	IMP
測定レンジ	オート	RC
積分時間	オート	ACT
位相補償モード	オート	ADJ
オープン / ショート / ロード補正	オフ / オフ / オフ	OPEN/SHOR/LOAD
AC 信号	0 V, 1 kHz	ACV, FC
掃引源パラメータ	クリア状態	WDCV
自動停止機能	オフ	WMDCV

設定項目	初期設定	関連コマンド
測定終了後出力状態	スタート値	WMDCV
ホールド時間	0 s	WTDCV
ディレイ時間	0 s	WTDCV
ステップ・ディレイ時間	0 s	WTDCV
トリガ・ディレイ時間	0 s	WTDCV

Table 2-12　　SPGU の初期設定

設定項目	初期設定	関連コマンド
動作モード	PG モード	SIM
パルス周期	1.0 µs	SPPER
チャネル出力動作モード	FREE RUN	SPRM
チャネル出力モード	パルス信号源 1 による 2 値パルス出力	SPM
DC 電圧出力値	0 V	SPV
パルス信号源の設定	ディレイ時間：0 s、パルス幅：100 ns、立ち上がり時間：20 ns、立ち下り時間：20 ns、パルス・ベース電圧：−0.5 V、パルス・ピーク電圧：0.5 V	SPT, SPV
ALWG セットアップ	クリア状態	ALW, ALS
パルス・スイッチ	無効、通常時開放、ディレイ時間：0 s、パルス幅：100 ns	ODSW
DUT 負荷インピーダンス	50 Ω	SER
SPGU トリガ出力	無効	STGP
サンプリング測定時の SPGU の設定	クリア状態	MSP

Table 2-13　メインフレーム、SMU、CMU の初期設定

設定項目	初期設定		関連コマンド
オート・キャリブレーション	オフ		CM
SMU 出力スイッチ	オープン		CN, CL
SMU フィルタ / 直列抵抗	オフ / オフ		FL/SSR
ASU パス /1 pA オートレンジ / インジケータ	SMU サイド / 無効 / 有効		SAP/SAR/SAL
SCUU パス / インジケータ	オープン / 有効		SSP/SSL
SMU 電流測定レンジ	パルスあり	コンプライアンスレンジ	RI
	パルスなし	オート	
SMU 電圧測定レンジ	パルスあり	コンプライアンスレンジ	RV
	パルスなし	オート	
SMU A/D コンバータ	高速 A/D コンバータ		AAD
SMU 積分時間	高速 ADC：オート、並列動作なし		AIT, PAD
	高分解能 ADC：オート		AIT
SMU ADC ゼロ機能	オフ		AZ
SMU AV コマンド・パラメータ	*number*=1, *mode*=0		AV
CMU 測定パラメータ	Cp-G		IMP
CMU 測定レンジ	オート		RC
CMU 積分時間	オート		ACT
CMU 位相補償モード	オート		ADJ
CMU オープン / ショート / ロード補正	オフ / オフ / オフ		OPEN/SHOR/LOAD
CMU AC 信号	0 V, 1 kHz		ACV, FC
掃引源パラメータ	クリア状態		WV, WSV, WI, WSI, WDCV
パルス源パラメータ	クリア状態		PV, PI
パルス掃引源パラメータ	クリア状態		PWV, PWI
サーチ・ソース・パラメータ	クリア状態		BSV, BSSV, BSI, BSSI, LSV, LSSV, LSI, LSSV
サーチ・モニタ・パラメータ	クリア状態		BGV, BGI, LGV, LGI
サーチ測定データ	ソース値のみ		BSVM, LSVM
疑似パルス源パラメータ	クリア状態		BDV
疑似パルス・スポット測定モード	電圧		BDM
疑似パルス・セトリング検出間隔	Short		BDM
サンプリング出力源	クリア状態		MI, MV
サンプリング間隔、点数	2 ms、1000 点		MT
自動停止機能	オフ		WM, BSM, LSM, WMDCV, MSC
測定終了後出力状態	スタート値（MSC はバイアス値）		WM, BSM, LSM, WMDCV, MSC
パルス幅	0.001 s		PT
パルス周期	0.01 s		PT
ホールド時間	0 s		WT, PT, BDT, BST, LSTM
ディレイ時間	0 s		WT, PT, BDT, BST, LSTM
ステップ・ディレイ時間	0 s		WT
トリガ・ディレイ時間	0 s		WT, PT
トリガ・モード	XE, TV, TI, または GET		TM
トリガ・ポート	Ext Trig In	測定開始トリガ入力	TGP
	Ext Trig Out	測定終了トリガ出力	TGP
	Digital I/O	クリア状態	TGP
ステップ出力設定開始トリガのトリガ待ち条件	第 1 ステップ開始トリガ待ち		TGSI
出力トリガ・タイプ	エッジ		TGXO, TGSO, TGMO
ディジタル I/O ポート	全ポート：出力		ERM
プログラム・メモリ	クリア状態。*RST、デバイス・クリアではクリアされません。		SCR
内部変数（%I*n*, %R*n*）の値	0		VAR
データ出力フォーマット	ASCII（ヘッダ、CR/LF^EOI つき）		FMT
データ出力バッファ	クリア状態		BC
ステータス・バイト	ビット 6 以外全ビット マスク		*SRE
エラー・コード・レジスタ	クリア状態		ERRX?, ERR?

3 プログラム例

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

本章は Keysight B1500 用 GPIB コマンド（Keysight FLEX コマンド）とプログラム例を測定モード毎に説明します。下記セクションで構成されています。

- Visual Basic .NET を使用する
- 高速スポット測定
- スポット測定
- パルス・スポット測定
- 階段波掃引測定
- パルス掃引測定
- パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定
- 疑似パルス・スポット測定
- リニア・サーチ測定
- バイナリ・サーチ測定
- マルチ・チャネル掃引測定
- マルチ・チャネル パルス・スポット測定
- マルチ・チャネル パルス掃引測定
- サンプリング測定
- Quasi-static CV 測定
- 高速スポット C 測定
- スポット C 測定
- CV（DC バイアス）掃引測定
- パルス・スポット C 測定
- パルス掃引 CV 測定
- CV(AC レベル）掃引測定
- C-f 掃引測定
- C-t サンプリング測定
- SPGU パルス出力と電圧測定
- プログラム・メモリを使用する
- トリガ機能を使用する

- タイムスタンプを読み取る
- バイナリ・データを読み取る
- 4142B のプログラムを利用する
- 4155/4156 のプログラムを利用する

Keysight B1500 FLEX コマンドの詳細については「4. コマンド・リファレンス」を参照してください。

本章は、以下の表記の規則に従って記述されています。

コマンド	必須コマンド。
[コマンド]	省略可能なコマンド。
パラメータ	必須パラメータ。
[***パラメータ***]	省略可能なパラメータ。

NOTE **プログラム例について**

このセクションに記述されているプログラム例は Microsoft Visual Basic .NET または HP BASIC 言語で書かれています。Visual Basic .NET で書かれたプログラム例のほとんどはサブプログラムであり、Table 3-1 に記述されるプロジェクト（テンプレート）を用いることで実行可能となります。プログラムを実行するには、テンプレート内の perform_meas サブプログラムを削除して、代わりに実行するサブプログラムを挿入します。

NOTE **プログラムを開始するには**

Table 3-1 のプロジェクトを利用して作成されたプログラムを実行するには、Visual Basic メイン ウインドウの Run ボタンをクリックし、それによって表示されるメッセージボックスの OK ボタンをクリックします。

NOTE **自動測定の後で**

自動測定を実行した後は、測定端子を開放する、または測定デバイスを測定端子からはずしてください。接続をそのままにしておくと、予期せぬ動作によってデバイス破壊を起こす可能性があります。
自動キャリブレーションを ON に設定している場合は、測定端子の接続を放置しないでください。Keysight B1500 は測定終了後、30 分毎にキャリブレーションを自動実行します。また、キャリブレーションを実行するには測定端子を開放する必要があります。

自動キャリブレーションを無効にするには `CM 0` コマンドを実行します。

Visual Basic .NET を使用する

このセクションは、Keysight B1500、Keysight IO Library、Microsoft Visual Basic .NET ソフトウェアを用いた計測制御プログラミングの基本情報を記述しています。

- プロジェクト・テンプレートの作成
- 自動計測プログラムの作成

NOTE

この章に紹介されているプログラム例を実行するコンピュータには、Keysight GPIB インタフェース、Keysight IO ライブラリ、VISA COM ライブラリ、Microsoft Visual Basic .NET ソフトウェアをインストールしておく必要があります。VISA COM ライブラリは IO ライブラリに含まれています。

プロジェクト・テンプレートの作成

プログラミングを開始する前に、プロジェクトのテンプレートを作成しましょう。テンプレートを再利用することで、その後のプログラミングを容易にします。以下にテンプレートの作成方法を記述します。

Step 1. GPIB を介して Keysight B1500（例 : GPIB アドレス 17）をコンピュータに接続します。

Step 2. Visual Basic .NET を起動して、新しいプロジェクトを作成します。プログラミングを簡易化するために、プロジェクトのタイプにはコンソール アプリケーションを選択します。

Step 3. VISA COM ライブラリ（VisaComLib）を参照に追加します。

Step 4. プロジェクト上で、モジュール（例 : Module1.vb）を開き、テンプレートとなるプログラム・コードを入力します。プログラム例を Table 3-1 に記します。

Step 5. プロジェクトを保存します（例 : \test\my_temp）。

自動計測プログラムの作成

次のステップに従って自動計測プログラムを作成します。下記手順はテンプレートとなるプロジェクトの使用を前提としています。この手順が実際のプログラミング環境にフィットしない場合はアレンジしてください。

Step 1. 次の項目を決定します。

- 被測定デバイス

  ディスクリート、パッケージ、ウェーハ、など

- 測定するパラメータまたは特性

  h_{FE}、Vth、シート抵抗、など

- 測定方法

  スポット測定、階段波掃引測定、など

Step 2. テンプレートをコピーします（例：\test\my_temp を \test\dev_a\my_temp へ）。

Step 3. コピーしたプロジェクトの名称を変更します（例：\test\dev_a\my_temp を \test\dev_a\spot_id へ）。

Step 4. Visual Basic .NET を起動します。

Step 5. プロジェクト（例：\test\dev_a\spot_id）を開きます。

Step 6. テンプレートとなるコードが記述されているモジュールを開いて（例：Table 3-1）、perform_meas サブプログラムを完成させます。

Step 7. データの表示、保存、計算を行うプログラム・コードを追加します。

Step 8. プロジェクトを保存します（例：\test\dev_a\spot_id）。

Table 3-1　　テンプレート作成例（Visual Basic .NET）

```
Imports Ivi.visa.interop

Module Module1

  Sub Main()                                                                    '5
    Dim B1500 As IResourceManager
    Dim session As IMessage
    B1500 = New ResourceManager
    session = B1500.Open("GPIB0::17::INSTR")
    session.WriteString("*RST" & vbLf)
    MsgBox("Click OK to start measurement.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Measurement in progress. . ." & Chr(10))

    Dim t() As Integer = {5, 4, 3, 1}  'Drain,  Gate, Source, Sub             '14
    Dim term As String = t(0) & "," & t(1) & "," & t(2) & "," & t(3)
    session.WriteString("CN " & term & vbLf)
    perform_meas(session, t)

    session.WriteString("CL" & vbLf)                                          '19
    session.Close()
    MsgBox("Click OK to stop the program.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Measurement completed." & Chr(10))
  End Sub                                                                     '23
```

ライン	説明
1	VISA COM ライブラリの使用に必要な行です。
5 ～ 23	Keysight B1500 との接続の構築、B1500 のリセット、測定開始確認用メッセージボックスの表示、プログラム実行の中断を行います。OK ボタンがクリックされるとプログラムの実行を再開し、コンソールウインドウにメッセージを表示します。さらに、SMU を有効にしてから、perform_meas サブプログラムに進みます。perform_meas は測定実行用のサブプログラムです。 測定終了後、全 SMU を無効にしてから、B1500 との接続の切断、測定終了確認用メッセージボックスの表示、プログラム実行の中断を行います。OK ボタンがクリックされると、コンソールウインドウにメッセージを表示し、プログラムの実行を終了します。
9	上の例は VISA 名 GPIB0 のインタフェースに接続されたアドレス 17 の B1500 を使用します。実際の装置の設定に合わせて正しく設定してください。
14 ～ 15	上の例は B1500 のスロット 1、3、4、5 に装着された SMU を使用します。実際の装置の構成に合わせて正しく設定してください。

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)            '25
  Dim i As Integer = 0 : Dim j As Integer = 0
  Dim nop1 As Integer = 1 : Dim nop2 As Integer = 1
  Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
  Dim value As String = "Enter data header"
  Dim fname As String = "C:\enter_file_name.txt"
  Dim title As String = "Measurement Result"
  Dim msg As String = "No error." : Dim err As Integer = 0

  ' insert measurement program code                                            34

  session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
  If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err

  session.WriteString("DZ" & vbLf)
  save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)               '40
  Exit Sub

 Check_err:
  session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
  MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
End Sub                                                                      '46
```

ライン	説明
25	perform_meas サブプログラムの第一行。
26 ～ 32	プログラムで使用する変数を宣言します。変数の値はダミーです。実際のアプリケーションに応じて適切な値に設定してください。使用しない変数は削除して構いません。 *i*、*j*：配列 *data* の要素を特定するために使用します。 *nop1*、*nop2*：測定ステップ数。配列 *data* の宣言にも使用します。 *data*：測定データを格納する文字列配列変数。 *val*：表示データのヘッダーデータ（第一行目）を格納する文字列変数。 *fname*：測定データファイルのフルパス名。 *title*：データ表示用メッセージボックスのタイトル。 *msg*、*err*：エラーメッセージ、およびエラーコード。
34	ダミー。この行を削除して実際に実行する測定プログラムを挿入してください。
36 ～ 37	エラーを検出すると Check_err に進みます。
39 ～ 40	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラムに進みます（次ページ、48 行から 70 行）。
43 ～ 45	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。
46	perform_meas サブプログラムの最終行。

```
  Sub save_data(ByVal fname As String, ByVal title As String, ByVal value As
String, ByVal data(,) As String, ByVal nop1 As Integer, ByVal nop2 As Integer,
ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                              '48
    Dim i As Integer = 0
    Dim j As Integer = 0
    FileOpen(1, fname, OpenMode.Output, OpenAccess.Write, OpenShare.LockReadWrite)
    Print(1, value)
    For j = 0 To nop2 - 1
        For i = 0 To nop1 - 1
            Print(1, data(j, i))
        Next i
    Next j
    FileClose(1)

    Dim rbx As Integer                                                        '60
    For j = 0 To nop2 - 1
        For i = 0 To nop1 - 1
            value = value & data(j, i)
        Next i
    Next j
    value = value & Chr(10) & Chr(10) & "Data save completed."
    value = value & Chr(10) & Chr(10) & "Do you want to perform measurement again?"
    rbx = MsgBox(value, vbYesNo, title)
    If rbx = vbYes Then perform_meas(session, t)
  End Sub                                                                     '70

End Module
```

ライン	説明
48	save_data サブプログラムの第一行。
49 ～ 50	ループカウンタを宣言します。配列 *data* の要素を特定するために使用します。
51 ～ 58	変数 *fname* によって特定されるファイルに測定データを保存します。
60 ～ 68	データをメッセージボックスに表示します。
69	メッセージボックスの Yes をクリックすると perform_meas サブプログラムを再度実行します。No をクリックすると perform_meas サブプログラムに戻ります。
70	save_data サブプログラムの最終行。

高速スポット測定

高速スポット測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
積分時間の設定 （AV の代わりに AAD/ AIT を使用できます。）	[AV]	*number*[,*mode*]
	[AAD]	*chnum*[,*type*]
	[AIT]	*type*,*mode*[,*N*]
DC 電圧出力	DV, TDV	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
DC 電流出力	DI, TDI	
電流測定の実行	TI, TTI	*chnum*[,*range*]
電圧測定の実行	TV, TTV	*chnum*[,*range*]
タイムスタンプのクリア	TSR	
タイムスタンプの読み込み	TSQ	

上記コマンドは、測定モード（MM コマンドの設定）に係わらず使用可能です。

次のプログラムは高速スポット測定を行います。このプログラムは MOSFET のドレイン電流を測定します。　この例では TTI コマンドを使用しています。

Table 3-2　高速スポット測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                '1
    Dim i As Integer = 0                          't(0): Drain
    Dim j As Integer = 0                          't(1): Gate
    Dim nop1 As Integer = 1                       't(2): Source
    Dim nop2 As Integer = 1                       't(3): Substrate
    Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
    Dim value As String = "Id (uA), Status, Meas Time (msec)"
    Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data1.txt"
    Dim title As String = "Measurement Result"
    Dim msg As String = "No error."
    Dim err As Integer = 0

    Dim vd As Double = 3                                                         '13
    Dim vg As Double = 1
    Dim idcomp As Double = 0.05
    Dim igcomp As Double = 0.01
    Dim orng As Integer = 0
    Dim mrng As Integer = 0

    session.WriteString("FMT 1" & vbLf)                                          '20
    session.WriteString("AV 10,1" & vbLf)     'sets number of samples for 1 data
    session.WriteString("FL 0" & vbLf)        'sets filter off
    session.WriteString("DV " & t(3) & ",0,0,0.1" & vbLf)   'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1" & vbLf)   'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("DV " & t(1) & "," & orng & "," & vg & "," & igcomp & vbLf)
    session.WriteString("DV " & t(0) & "," & orng & "," & vd & "," & idcomp & vbLf)
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err           '28
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 18	このサブプログラムで使用する変数を宣言し、値を設定します。
20 ～ 22	データ出力フォーマット、A/D コンバータ、SMU フィルタを設定します。
23 ～ 28	デバイスに電圧を印加します。エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。

```
    session.WriteString("TSR" & vbLf)                                          '30
    session.WriteString("TTI " & t(0) & "," & mrng & vbLf)
    session.WriteString("TSQ" & vbLf)
    Dim mret As String = session.ReadString(16 + 17)  'data+comma+data+terminator
    Dim tret As String = session.ReadString(17)       'data+terminator
    Dim tcal As String = Mid(mret, 4, 12)
    tret = Mid(tret, 4, 12)
    Dim mtime As Double = Val(tret) - Val(tcal)
    Dim status As String = Mid(mret, 17, 3)
    Dim meas As Double = Val(Mid(mret, 20, 12))

    data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & meas * 1000000 & ", " & status & ", " & mtime
* 1000

    session.WriteString("DZ" & vbLf)                                           '43
    save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
    Exit Sub

  Check_err:                                                                   '47
    session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
    MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
30 ～ 41	タイムスタンプをリセットし、高速スポット測定を実行します。そして、測定データを配列 *data* に格納します。
43 ～ 45	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
48 ～ 49	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Id (uA), Status, Meas Time (msec)
23.69, NEI, 14.05

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

スポット測定

スポット測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
積分時間の設定 (AV の代わりに AAD/AIT を使用できます。)	[AV]	*number*[,*mode*]
	[AAD]	*chnum*[,*type*]
	[AIT]	*type*,*mode*[,*N*]
DC 電圧出力	DV, TDV	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
DC 電流出力	DI, TDI	
電圧測定レンジの設定	[RV]	*chnum*,*range*
電流測定レンジの設定	[RI]	*chnum*,*range*
	[RM]	*chnum*,*mode*[,*rate*]
測定モードの設定	MM	1,*chnum*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
SMU 動作モードの設定	[CMM]	*chnum*,*mode*
測定の実行	XE	

NOTE

複数の測定チャネルを使用する場合、MM コマンドに指定した順番で各チャネルが測定を開始します。

次のプログラムはスポット測定を行います。このプログラムは MOSFET のドレイン電流を測定します。

Table 3-3　スポット測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                '1
    Dim i As Integer = 0                          't(0): Drain
    Dim j As Integer = 0                          't(1): Gate
    Dim nop1 As Integer = 1                       't(2): Source
    Dim nop2 As Integer = 1                       't(3): Substrate
    Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
    Dim value As String = "Id (uA), Time (sec), Status"
    Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data2.txt"
    Dim title As String = "Measurement Result"
    Dim msg As String = "No error."
    Dim err As Integer = 0

    Dim vd As Double = 3                                                         '13
    Dim vg As Double = 1
    Dim idcomp As Double = 0.05
    Dim igcomp As Double = 0.01
    Dim orng As Integer = 0
    Dim mrng As Integer = 0
    session.WriteString("FMT 1" & vbLf)                                          '19
    session.WriteString("TSC 1" & vbLf)       'enables time stamp output
    session.WriteString("FL 0" & vbLf)        'sets filter off
    session.WriteString("AV 10,1" & vbLf)     'sets number of samples for 1 data
    session.WriteString("DV " & t(3) & ",0,0,0.1" & vbLf)   'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1" & vbLf)   'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("DV " & t(1) & "," & orng & "," & vg & "," & igcomp & vbLf)
    session.WriteString("DV " & t(0) & "," & orng & "," & vd & "," & idcomp & vbLf)
    session.WriteString("MM 1," & t(0) & vbLf)          '1: spot measurement
    session.WriteString("CMM " & t(0) & ",1" & vbLf)   '1: current measurement
    session.WriteString("RI " & t(0) & "," & mrng & vbLf)                        '29
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 18	このサブプログラムで使用する変数を宣言し、値を設定します。
19 ～ 22	データ出力フォーマット、時間データ出力、SMU フィルタ、A/D コンバータを設定します。
23 ～ 26	デバイスに電圧を印加します。
27 ～ 29	測定モード、チャネル測定モード、測定レンジを設定します。
30 ～ 31	エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。

```
    session.WriteString("TSR" & vbLf)                                          '33
    session.WriteString("XE" & vbLf)
    session.WriteString("TSQ" & vbLf)
    Dim mret As String = session.ReadString(16 + 17)   'data+comma+data+terminator
    Dim tret As String = session.ReadString(17)        'data+terminator
    Dim tcal As String = Mid(mret, 4, 12)
    tret = Mid(tret, 4, 12)
    Dim mtime As Double = Val(tret) - Val(tcal)
    Dim status As String = Mid(mret, 17, 3)
    Dim meas As Double = Val(Mid(mret, 20, 12))

    data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & meas * 1000000 & ", " & status & ", " & mtime
* 1000

    session.WriteString("DZ" & vbLf)                                           '46
    save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
    Exit Sub

  Check_err:                                                                   '50
    session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
    MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
33 ～ 44	タイムスタンプをリセットし、スポット測定を実行します。そして、測定データを配列 *data* に格納します。
46 ～ 48	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
51 ～ 52	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Id (uA), Status, Meas Time (msec)
23.495, NEI, 14.28

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

パルス・スポット測定

パルス・スポット測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
測定時間	AIT	2,*mode*[,*N*]
DC 電圧出力	DV, TDV	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
DC 電流出力	DI, TDI	
パルス時間パラメータの設定	PT	*hold*,*width*[,*period* [,*tdelay*]]
パルス電圧出力の設定	PV	*chnum*,*range*,*base*,*pulse*[,*comp*]
パルス電流出力の設定	PI	*chnum*,*range*,*base*,*pulse* [,*comp*]
電圧測定レンジの設定	[RV]	*chnum*,*range*
電流測定レンジの設定	[RI]	*chnum*,*range*
	[RM]	*chnum*,*mode*[,*rate*]
測定モードの設定	MM	3,*chnum*
SMU 動作モードの設定	[CMM]	*chnum*,*mode*
測定の実行	XE	

次のプログラムはパルス・スポット測定を行います。このプログラムは MOSFET のドレイン電流を測定します。

Table 3-4　パルス・スポット測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                 '1
    Dim i As Integer = 0                          't(0): Drain
    Dim j As Integer = 0                          't(1): Gate
    Dim nop1 As Integer = 1                       't(2): Source
    Dim nop2 As Integer = 1                       't(3): Substrate
    Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
    Dim value As String = "Id (uA), Status, Meas Time (msec)"
    Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data3.txt"
    Dim title As String = "Measurement Result"
    Dim msg As String = "No error."
    Dim err As Integer = 0

    Dim vd As Double = 3                                                          '13
    Dim vg As Double = 1
    Dim idcomp As Double = 0.05
    Dim igcomp As Double = 0.01
    Dim orng As Integer = 0
    Dim mrng As Integer = 0
    session.WriteString("FMT 1" & vbLf)                                           '19
    session.WriteString("TSC 1" & vbLf)       'enables time stamp output
    session.WriteString("FL 0" & vbLf)        'sets filter off
    session.WriteString("AV 1,1" & vbLf)      'sets number of samples for 1 data
    session.WriteString("DV " & t(3) & ",0,0,0.1" & vbLf)   'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1" & vbLf)   'out= 0 V, comp= 0.1 A
    Dim g_pt As String = "0.1,0.01,0.02"      'hold, width, period in sec
    session.WriteString("PT " & g_pt & vbLf)
    Dim v0 As Double = 0                          '0 V: pulse base voltage
    session.WriteString("PV " & t(1) & "," & orng & "," & v0 & "," & vg & "," &
igcomp & vbLf)
    session.WriteString("DV " & t(0) & "," & orng & "," & vd & "," & idcomp & vbLf)
    session.WriteString("MM 3," & t(0) & vbLf)         '3: pulsed spot measurement
    session.WriteString("CMM " & t(0) & ",1" & vbLf)   '1: current measurement
    session.WriteString("RI " & t(0) & "," & mrng & vbLf)                         '32
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 18	このサブプログラムで使用する変数を宣言し、値を設定します。
19 ～ 22	データ出力フォーマット、時間データ出力、SMU フィルタ、A/D コンバータを設定します。
23 ～ 29	デバイスに DC 電圧を印加します。また電圧パルス出力源を設定します。
30 ～ 32	測定モード、チャネル測定モード、測定レンジを設定します。

```
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)      '33
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    session.WriteString("TSR" & vbLf)                                           '35
    session.WriteString("XE" & vbLf)
    session.WriteString("TSQ" & vbLf)
    Dim mret As String = session.ReadString(16 + 17)   'data+comma+data+terminator
    Dim tret As String = session.ReadString(17)        'data+terminator
    Dim tcal As String = Mid(mret, 4, 12)
    tret = Mid(tret, 4, 12)
    Dim mtime As Double = Val(tret) - Val(tcal)
    Dim status As String = Mid(mret, 17, 3)
    Dim meas As Double = Val(Mid(mret, 20, 12))

    data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & meas * 1000000 & ", " & status & ", " & mtime
* 1000

    session.WriteString("DZ" & vbLf)                                            '48
    save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
    Exit Sub

  Check_err:                                                                    '52
    session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
    MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
33 ～ 34	エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
35 ～ 46	タイムスタンプをリセットし、パルス・スポット測定を実行します。そして、測定データを配列 *data* に格納します。
48 ～ 50	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
53 ～ 54	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Id (uA), Status, Meas Time (msec)
25, NEI, 17.58

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

階段波掃引測定

階段波掃引測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
積分時間の設定（AV の代わりに AAD/AIT を使用できます。）	[AV]	*number*[,*mode*]
	[AAD]	*chnum*[,*type*]
	[AIT]	*type*,*mode*[,*N*]
掃引源の時間パラメータの設定	[WT]	*hold*,*delay* [,*sdelay*[,*tdelay*[,*mdelay*]]]
自動停止機能の設定	[WM]	*abort*[,*post*]
電圧掃引源の設定	WV	*chnum*,*mode*,*range*,*start*,*stop*,*step* [,*comp*[,*Pcomp*]]
電流掃引源の設定	WI	
同期掃引源の設定 [a]	[WSV]	*chnum*,*range*,*start*,*stop* [,*comp*[,*Pcomp*]]
	[WSI]	
DC 電圧出力	DV, TDV	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
DC 電流出力	DI, TDI	
電圧測定レンジの設定	[RV]	*chnum*,*range*
電流測定レンジの設定	[RI]	*chnum*,*range*
	[RM]	*chnum*,*mode*[,*rate*]
測定モードの設定	MM	2,*chnum*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
SMU 動作モードの設定	[CMM]	*chnum*,*mode*
測定の実行	XE	

a. WV/WI コマンドを実行してから WSV/WSI コマンドを実行します。

NOTE

複数の測定チャネルを使用する場合、MM コマンドに指定した順番で各チャネルが測定を開始します。

次のプログラムは階段波掃引測定を行います。このプログラムは MOSFET の Id-Vd 特性を測定します。

Table 3-5　階段波掃引測定プログラム例 1

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)               '1
    Dim i As Integer = 0                          't(0): Drain
    Dim j As Integer = 0                          't(1): Gate
    Dim nop1 As Integer = 11                      't(2): Source
    Dim nop2 As Integer = 3                       't(3): Substrate
    Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
    Dim value As String = "Vg (V), Vd (V), Id (mA), Time (sec), Status"
    Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data4.txt"
    Dim title As String = "Measurement Result"
    Dim msg As String = "No error."
    Dim err As Integer = 0

    Dim vd1 As Double = 0                                                       '13
    Dim vd2 As Double = 3
    Dim idcomp As Double = 0.05
    Dim vg1 As Double = 1
    Dim vg2 As Double = 3
    Dim igcomp As Double = 0.01
    Dim vg As Double = vg1              'secondary sweep output value
    Dim d_vg As Double = 0              'secondary sweep step value (delta)
    If nop2 <> 1 Then d_vg = (vg2 - vg1) / (nop2 - 1)
    Dim hold As Double = 0
    Dim delay As Double = 0
    Dim s_delay As Double = 0
    Dim p_comp As Double = 0.3
    Dim rep As Integer = nop1
    Dim mret As String                                                          '27
    Dim sc(nop1) As Double
    Dim md(nop1) As Double
    Dim st(nop1) As String
    Dim tm(nop1) As Double
    session.WriteString("FMT 1,1" & vbLf)'ASCII,<CRLF EOI>,w/sweep source data '32
    session.WriteString("TSC 1" & vbLf)       'enables time stamp output
    session.WriteString("FL 0" & vbLf)        'sets filter off
    session.WriteString("AV 10,1" & vbLf)     'sets number of samples for 1 data
    session.WriteString("DV " & t(3) & ",0,0,0.1" & vbLf)   'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1" & vbLf)   'out= 0 V, comp= 0.1 A
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 26	ソース出力に使用する変数を宣言し、値を設定します。
27 ～ 31	測定データの読み取りに使用する変数を宣言します。
32 ～ 37	データ出力フォーマット、時間データ出力、SMU フィルタ、A/D コンバータを設定します。また、デバイスに電圧を印加します。

```
    session.WriteString("MM 2," & t(0) & vbLf)   '2: staircase sweep measurement
    session.WriteString("CMM " & t(0) & ",1" & vbLf) '1: current measurement
    session.WriteString("RI " & t(0) & ",0" & vbLf)  '0: auto ranging
    session.WriteString("WT " & hold & "," & delay & "," & s_delay & vbLf)     '41
    session.WriteString("WM 2,1" & vbLf)             'stops any abnormal
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err

    For j = 0 To nop2 - 1                                                      '46
      session.WriteString("WV " & t(0) & ",1,0," & vd1 & "," & vd2 & "," & nop1 &
"," & idcomp & "," & p_comp & vbLf)
      session.WriteString("DV " & t(1) & ",0" & "," & vg & "," & igcomp & vbLf)
      session.WriteString("TSR" & vbLf)
      session.WriteString("XE" & vbLf)
      session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : rep = session.ReadString(1 + 2)
      session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
      If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
      session.WriteString("NUB?" & vbLf) : rep = session.ReadString(3 + 2)     '54
      If rep <> nop1 * 3 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_nop

      mret = session.ReadString(16 * 3 * nop1 + 1)
      For i = 0 To nop1 - 1
        tm(i) = Val(Mid(mret, 4 + 16 * 3 * i, 12))
        st(i) = Mid(mret, 17 + 16 * 3 * i, 3)
        md(i) = Val(Mid(mret, 20 + 16 * 3 * i, 12))
        sc(i) = Val(Mid(mret, 36 + 16 * 3 * i, 12))
        data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & vg & ", " & sc(i) & ", " & md(i) * 1000 &
", " & tm(i) & ", " & st(i)                                                    '63
      Next i
      vg = vg + d_vg
    Next j
    session.WriteString("DZ" & vbLf)                                           '67
    save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
    Exit Sub
```

ライン	説明
38 ～ 40	測定モード、チャネル測定モード、測定レンジを設定します。
41 ～ 44	掃引源のタイミングパラメータと掃引モードを設定します。エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
44 ～ 66	掃引源の設定、電圧印加、タイムスタンプのリセットを行い、階段波掃引測定を実行します。そして、測定データを配列 *data* に格納します。
54 ～ 55	測定データ数を確認し、正しくなければ Check_nop に進みます。
67 ～ 69	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。

```
  Check_err:                                                                    '71
    session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
    MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
    Exit Sub

  Check_nop:                                                                    '76
    MsgBox("No. of data: " & rep & " (not " & nop1 * 3 & ")", vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
71 ～ 74	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。
76 ～ 77	測定データ数が正しくなければメッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Vg (V), Vd (V), Id (mA), Time (sec), Status
1, 0, 0.0001123, 0.05631, NEI
1, 0.3, 0.02327, 0.09489, NEI
1, 0.6, 0.0235, 0.12746, NEI
1, 0.9, 0.0235, 0.16004, NEI
1, 1.2, 0.0235, 0.19262, NEI
1, 1.5, 0.0235, 0.22518, NEI
1, 1.8, 0.02351, 0.25775, NEI
1, 2.1, 0.0235, 0.29032, NEI
1, 2.4, 0.02353, 0.32288, NEI
1, 2.7, 0.02351, 0.35545, NEI
1, 3, 0.02353, 0.38802, NEI
2, 0, 0.001794, 0.03458, NEI
2, 0.3, 2.085, 0.05779, NEI
2, 0.6, 3.5975, 0.07353, NEI
2, 0.9, 4.5655, 0.08926, NEI
2, 1.2, 5.0875, 0.10499, NEI
2, 1.5, 5.316, 0.12073, NEI
2, 1.8, 5.4045, 0.13646, NEI
2, 2.1, 5.4455, 0.15219, NEI
2, 2.4, 5.474, 0.16794, NEI
2, 2.7, 5.4935, 0.18367, NEI
2, 3, 5.513, 0.19941, NEI
3, 0, 0.0027225, 0.03542, NEI
3, 0.3, 3.4465, 0.05861, NEI
3, 0.6, 6.4185, 0.07436, NEI
3, 0.9, 8.904, 0.09011, NEI
3, 1.2, 10.9, 0.10008, NEI
3, 1.5, 12.425, 0.10527, NEI
3, 1.8, 13.51, 0.11046, NEI
3, 2.1, 14.215, 0.11566, NEI
3, 2.4, 14.63, 0.12085, NEI
3, 2.7, 14.875, 0.12605, NEI
3, 3, 15.04, 0.13124, NEI
Data save completed.
Do you want to perform measurement again?
```

次のプログラムは Table 3-5 のプログラムと同じ測定を実行します。但し、掃引測定の終了を待たずに測定データの読み取りを開始します。

Table 3-6　階段波掃引測定プログラム例 2

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                '1
    Dim i As Integer = 0                              't(0): Drain
    Dim j As Integer = 0                              't(1): Gate
    Dim nop1 As Integer = 11                          't(2): Source
    Dim nop2 As Integer = 3                           't(3): Substrate
    Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
    Dim value As String = "Vg (V), Vd (V), Id (mA), Time (sec), Status"
    Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data4r.txt"
    Dim title As String = "Measurement Result"
    Dim msg As String = "No error."
    Dim err As Integer = 0

    Dim vd1 As Double = 0                                                        '13
    Dim vd2 As Double = 3
    Dim idcomp As Double = 0.05
    Dim vg1 As Double = 1
    Dim vg2 As Double = 3
    Dim igcomp As Double = 0.01
    Dim vg As Double = vg1                'secondary sweep output value
    Dim d_vg As Double = 0                'secondary sweep step value (delta)
    If nop2 <> 1 Then d_vg = (vg2 - vg1) / (nop2 - 1)
    Dim hold As Double = 0
    Dim delay As Double = 0
    Dim s_delay As Double = 0
    Dim p_comp As Double = 0.3

    session.WriteString("FMT 5,1" & vbLf)  'ASCII,<comma>,w/sweep source data  '27
    session.WriteString("TSC 1" & vbLf)       'enables time stamp output
    session.WriteString("FL 0" & vbLf)        'sets filter off
    session.WriteString("AV 10,1" & vbLf)     'sets number of samples for 1 data
    session.WriteString("DV " & t(3) & ",0,0,0.1" & vbLf)   'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1" & vbLf)   'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("MM 2," & t(0) & vbLf)   '2: staircase sweep measurement
    session.WriteString("CMM " & t(0) & ",1" & vbLf) '1: current measurement
    session.WriteString("RI " & t(0) & ",0" & vbLf)  '0: auto ranging
    session.WriteString("WT " & hold & "," & delay & "," & s_delay & vbLf)
    session.WriteString("WM 2,1" & vbLf)              'stops any abnormal
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err           '39
```

ライン	説明
1 ～ 25	変数を宣言し、値を設定します。Table 3-5 のプログラムと比較すると fname 変数の値だけが異なります。
27	データ出力フォーマットを設定します。ターミネータにはカンマを使用します。
28 ～ 39	測定条件を設定します。Table 3-5 のライン 33 ～ 44 と同じコードです。

```
    Dim ret_val As String : Dim status As String : Dim chan As String          '41
    Dim type As String : Dim rdata As Double : Dim tdata As Double
    Dim sdata As Double : Dim mdata As Double : Dim mstat As String
    Dim disp_data As String : Dim k As Integer = 0
    session.TerminationCharacter = 44          'terminator=comma               '45
    session.TerminationCharacterEnabled = True

    For j = 0 To nop2 - 1                                                      '48
       session.WriteString("WV " & t(0) & ",1,0," & vd1 & "," & vd2 & "," & nop1 &
"," & idcomp & "," & p_comp & vbLf)
       session.WriteString("DV " & t(1) & ",0" & "," & vg & "," & igcomp & vbLf)
       session.WriteString("TSR" & vbLf)
       session.WriteString("XE" & vbLf)
       For i = 0 To nop1 - 1
          For k = 0 To 2                                                       '54
             ret_val = session.ReadString(16)
             status = Left(ret_val, 1)        'status
             chan = Mid(ret_val, 2, 1)        'channel
             type = Mid(ret_val, 3, 1)        'data type
             rdata = Val(Mid(ret_val, 4, 12)) 'data
             If type = "T" Then tdata = rdata                    'time data
             If type = "I" Then mdata = rdata : mstat = status   'meas data, status
             If type = "V" Then sdata = rdata                    'source data
          Next k                                                               '63
          If mstat <> "N" Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
          disp_data = "Vg = " & vg & " (V), "
          disp_data = disp_data & "Vd = " & sdata & " (V), "
          disp_data = disp_data & "Id = " & mdata * 1000 & " (mA), "
          disp_data = disp_data & "Time = " & tdata & " (sec), "
          disp_data = disp_data & "Status = " & mstat
          Console.WriteLine(disp_data)
          data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & vg & ", " & sdata & ", " & mdata * 1000
& ", " & tdata & ", " & mstat                                                  '71
       Next i
       vg = vg + d_vg
    Next j
```

ライン	説明
41～44	測定データの読み取りと格納に使用する変数を宣言します。
45～46	カンマがターミネータであることを宣言し、それを有効にします。
49～52	掃引源の設定、電圧印加、タイムスタンプのリセットを行い、階段波掃引測定を開始します。Table 3-5 のライン 47 ～ 50 と同じコードです。
54～63	データを読み込んで、ステータス、チャネル、データ・タイプ、データを抽出し、時間データ、測定データ、出力データを変数 *tdata*、*mdata*、*sdata* に格納します。
64	エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
65～71	データをコンソール・ウインドウに表示し、測定データを配列 *data* に格納します。

```
    session.WriteString("DZ" & vbLf)                                          '76
    save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
    Exit Sub

  Check_err:                                                                  '80
    session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
    MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
76 ～ 78	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
80 ～ 82	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Vg (V), Vd (V), Id (mA), Time (sec), Status
1, 0, 0.00011485, 0.0595, N
1, 0.3, 0.02333, 0.09706, N
1, 0.6, 0.02351, 0.12941, N
1, 0.9, 0.023545, 0.16096, N
1, 1.2, 0.02356, 0.19251, N
1, 1.5, 0.02357, 0.22487, N
1, 1.8, 0.02356, 0.25643, N
1, 2.1, 0.02356, 0.28798, N
1, 2.4, 0.02356, 0.31978, N
1, 2.7, 0.02359, 0.35134, N
1, 3, 0.02357, 0.3829, N
2, 0, 0.001744, 0.0327, N
2, 0.3, 2.085, 0.05511, N
2, 0.6, 3.597, 0.07008, N
2, 0.9, 4.5645, 0.08505, N
2, 1.2, 5.0875, 0.10057, N
2, 1.5, 5.3175, 0.11609, N
2, 1.8, 5.4055, 0.131, N
2, 2.1, 5.4445, 0.14653, N
2, 2.4, 5.4725, 0.16147, N
2, 2.7, 5.4925, 0.17629, N
2, 3, 5.512, 0.19182, N
3, 0, 0.002838, 0.04035, N
3, 0.3, 3.445, 0.06253, N
3, 0.6, 6.416, 0.07754, N
3, 0.9, 8.8995, 0.09331, N
3, 1.2, 10.895, 0.10238, N
3, 1.5, 12.425, 0.10732, N
3, 1.8, 13.51, 0.11182, N
3, 2.1, 14.215, 0.11484, N
3, 2.4, 14.63, 0.11813, N
3, 2.7, 14.88, 0.12139, N
3, 3, 15.045, 0.12469, N

Data save completed.
Do you want to perform measurement again?
```

次のプログラムは 2 つの階段波掃引源を用いて測定を行います。このプログラムは MOS FET の Id-Vg 特性を測定します。

Table 3-7　　階段波掃引測定プログラム例 3

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)               '1
    Dim i As Integer = 0                          't(0): Drain
    Dim j As Integer = 0                          't(1): Gate
    Dim nop1 As Integer = 11                      't(2): Source
    Dim nop2 As Integer = 1                       't(3): Substrate
    Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
    Dim value As String = "Vg (V), Id (mA), Time (sec), Status"
    Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data5.txt"
    Dim title As String = "Measurement Result"
    Dim msg As String = "No error."
    Dim err As Integer = 0

    Dim vd1 As Double = 0                                                       '13
    Dim vd2 As Double = 2
    Dim idcomp As Double = 0.05
    Dim pd_comp As Double = 0.1
    Dim vg1 As Double = vd1
    Dim vg2 As Double = vd2
    Dim igcomp As Double = 0.01
    Dim pg_comp As Double = 0.05
    Dim hold As Double = 0
    Dim delay As Double = 0
    Dim s_delay As Double = 0
    Dim rep As Integer = nop1
    Dim mret As String                                                          '25
    Dim sc(nop1) As Double
    Dim md(nop1) As Double
    Dim st(nop1) As String
    Dim tm(nop1) As Double
    session.WriteString("FMT 1,1" & vbLf)'ASCII,<CRLF EOI>,w/sweep source data '30
    session.WriteString("TSC 1" & vbLf)       'enables time stamp output
    session.WriteString("FL 0" & vbLf)        'sets filter off
    session.WriteString("AV 10,1" & vbLf)     'sets number of samples for 1 data
    session.WriteString("DV " & t(3) & ",0,0,0.1" & vbLf)   'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1" & vbLf)   'out= 0 V, comp= 0.1 A
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 24	ソース出力に使用する変数を宣言し、値を設定します。
25 ～ 29	測定データの読み取りに使用する変数を宣言します。
30 ～ 33	データ出力フォーマット、時間データ出力、SMU フィルタ、A/D コンバータを設定します。
34 ～ 35	デバイスに電圧を印加します。

```
    session.WriteString("MM 2," & t(0) & vbLf)    '2: staircase sweep measurement
    session.WriteString("CMM " & t(0) & ",1" & vbLf) '1: current measurement
    session.WriteString("RI " & t(0) & ",0" & vbLf)  '0: auto ranging
    session.WriteString("WT " & hold & "," & delay & "," & s_delay & vbLf)      '40
    session.WriteString("WM 2,1" & vbLf)             'stops any abnormal
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err

    session.WriteString("WV " & t(0) & ",1,0," & vd1 & "," & vd2 & "," & nop1 & ","
& idcomp & "," & pd_comp & vbLf)                                                '45
    session.WriteString("WSV " & t(1) & ",0," & vg1 & "," & vg2 & "," & igcomp & ","
& pg_comp & vbLf)
    session.WriteString("TSR" & vbLf)
    session.WriteString("XE" & vbLf)
    session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : rep = session.ReadString(1 + 2)
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    session.WriteString("NUB?" & vbLf) : rep = session.ReadString(3 + 2)        '52
    If rep <> nop1 * 3 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_nop

    mret = session.ReadString(16 * 3 * nop1 + 1)                                '55
    For i = 0 To nop1 - 1
      tm(i) = Val(Mid(mret, 4 + 16 * 3 * i, 12))
      st(i) = Mid(mret, 17 + 16 * 3 * i, 3)
      md(i) = Val(Mid(mret, 20 + 16 * 3 * i, 12))
      sc(i) = Val(Mid(mret, 36 + 16 * 3 * i, 12))
      data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & sc(i) & ", " & md(i) * 1000 & ", " & tm(i) &
", " & st(i)
    Next i

    session.WriteString("DZ" & vbLf)                                            '64
    save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
    Exit Sub
```

ライン	説明
37 ～ 39	測定モード、チャネル測定モード、測定レンジを設定します。
40 ～ 43	掃引源のタイミングパラメータと掃引モードを設定します。エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
45 ～ 62	掃引源の設定、電圧印加、タイムスタンプのリセットを行い、階段波掃引測定を実行します。そして、測定データを配列 *data* に格納します。
52 ～ 53	測定データ数を確認し、正しくなければ Check_nop に進みます。
61	測定データを配列 *data* に格納します。
64 ～ 66	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。

```
  Check_err:                                                                    '68
    session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
    MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
    Exit Sub

  Check_nop:                                                                    '73
    MsgBox("No. of data: " & rep & " (not " & nop1 * 3 & ")", vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
68 ～ 70	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。
73 ～ 74	測定データ数が正しくなければメッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Vg (V), Id (mA), Time (sec), Status
0, -3.685E-10, 5.44653, NEI
0.2, 1.6695E-08, 5.67838, NEI
0.4, 5.2305E-07, 5.77096, NEI
0.6, 1.8995E-05, 5.84304, NEI
0.8, 0.00078485, 5.90087, NEI
1, 0.023885, 5.94082, NEI
1.2, 0.2708, 5.96907, NEI
1.4, 1.035, 5.98927, NEI
1.6, 2.261, 6.00637, NEI
1.8, 3.7695, 6.02346, NEI
2, 5.43, 6.04055, NEI

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

パルス掃引測定

パルス掃引測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
測定時間	AIT	2,*mode*[,*N*]
パルス時間パラメータの設定	PT	*hold*,*width*,*period* [,*tdelay*]
自動停止機能の設定	[WM]	*abort*[,*post*]
電圧パルス掃引源の設定	PWV	*chnum*,*mode*,*range*,*base*,*start*, *stop*, *step*[,*comp*]
電流パルス掃引源の設定	PWI	
同期掃引源の設定 [a]	[WSV]	*chnum*,*range*,*start*,*stop* [,*comp*[,*Pcomp*]]
	[WSI]	
DC 電圧出力	DV, TDV	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
DC 電流出力	DI, TDI	
電圧測定レンジの設定	[RV]	*chnum*,*range*
電流測定レンジの設定	[RI]	*chnum*,*range*
	[RM]	*chnum*,*mode*[,*rate*]
測定モードの設定	MM	4,*chnum*
SMU 動作モードの設定	[CMM]	*chnum*,*mode*
測定の実行	XE	

a. PWV/PWI コマンドを実行してから WSV/WSI コマンドを実行します。

次のプログラムはパルス掃引測定を行います。このプログラムはバイポーラ・トランジスタの Ic-Vc 特性を測定します。

Table 3-8　パルス掃引測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)               '1
    Dim i As Integer = 0                          't(0): Emitter
    Dim j As Integer = 0                          't(1): Base
    Dim nop1 As Integer = 11                      't(2): Collector
    Dim nop2 As Integer = 3                       't(3): not use
    Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
    Dim value As String = "Ib (mA), Vc (V), Ic (mA), Time (sec), Status"
    Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data6.txt"
    Dim title As String = "Measurement Result"
    Dim msg As String = "No error."
    Dim err As Integer = 0

    Dim v0 As Double = 0                                                        '13
    Dim vc1 As Double = 0
    Dim vc2 As Double = 5
    Dim iccomp As Double = 0.05
    Dim ib1 As Double = 0.003
    Dim ib2 As Double = 0.007
    Dim vbcomp As Double = 5
    Dim ib As Double = ib1              'secondary sweep output value
    Dim d_ib As Double = 0              'secondary sweep step value (delta)
    If nop2 <> 1 Then d_ib = (ib2 - ib1) / (nop2 - 1)
    Dim hold As Double = 0
    Dim delay As Double = 0
    Dim s_delay As Double = 0
    Dim rep As Integer = nop1
    Dim mret As String                                                          '27
    Dim sc(nop1) As Double
    Dim md(nop1) As Double
    Dim st(nop1) As String
    Dim tm(nop1) As Double
    session.WriteString("FMT 1,1" & vbLf)   'ASCII, <CRLF EOI>, w/sweep source data
    session.WriteString("TSC 1" & vbLf)     'enables time stamp output
    session.WriteString("FL 0" & vbLf)      'sets filter off
    session.WriteString("AV 10,1" & vbLf)   'sets number of samples for 1 data '35
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 26	ソース出力に使用する変数を宣言し、値を設定します。
27 ～ 31	測定データの読み取りに使用する変数を宣言します。
32 ～ 35	データ出力フォーマット、時間データ出力、SMU フィルタ、A/D コンバータを設定します。

```
    session.WriteString("CL " & t(3) & vbLf)                                    '37
    session.WriteString("DV " & t(0) & ",0,0,0.1" & vbLf) 'out=0 V, comp=0.1 A
    Dim b_pt As String = "0.1,0.01,0.02"       'hold, width, period in sec
    session.WriteString("PT " & b_pt & vbLf)
    session.WriteString("MM 4," & t(2) & vbLf) '4: pulsed sweep measurement
    session.WriteString("CMM " & t(2) & ",1" & vbLf)
    session.WriteString("RI " & t(2) & ",0" & vbLf)
    session.WriteString("WT " & hold & "," & delay & "," & s_delay & vbLf)
    session.WriteString("WM 2,1" & vbLf)             'stops any abnormal
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)     '46
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err

    For j = 0 To nop2 - 1                                                       '49
      session.WriteString("PWV " & t(2) & ",1,0," & v0 & "," & vc1 & "," & vc2 & ","
& nop1 & "," & iccomp & vbLf)
      session.WriteString("DI " & t(1) & ",0," & ib & "," & vbcomp & vbLf)
      session.WriteString("TSR" & vbLf)
      session.WriteString("XE" & vbLf)
      session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : rep = session.ReadString(1 + 2)
      session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
      If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
      session.WriteString("NUB?" & vbLf) : rep = session.ReadString(3 + 2)     '57
      If rep <> nop1 * 3 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_nop

      mret = session.ReadString(16 * 3 * nop1 + 1)                              '60
      For i = 0 To nop1 - 1
        tm(i) = Val(Mid(mret, 4 + 16 * 3 * i, 12))
        st(i) = Mid(mret, 17 + 16 * 3 * i, 3)
        md(i) = Val(Mid(mret, 20 + 16 * 3 * i, 12))
        sc(i) = Val(Mid(mret, 36 + 16 * 3 * i, 12))
        data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & ib * 1000 & ", " & sc(i) & ", " & md(i) *
1000 & ", " & tm(i) & ", " & st(i)
      Next i
      ib = ib + d_ib
    Next j                                                                      '69
```

ライン	説明
37	t(3) にアサインされた SMU は使用しないので、無効にします。
38 ～ 45	デバイスに電圧を印加します。また、パルス・タイミング・パラメータ、測定モード、チャネル測定モード、測定レンジ、掃引モードを設定します。
46 ～ 47	エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
49 ～ 69	パルス掃引源の設定、電圧印加、タイムスタンプのリセットを行い、パルス掃引測定を実行します。そして、測定データを配列 *data* に格納します。
57 ～ 58	測定データ数を確認し、正しくなければ Check_nop に進みます。

```
    session.WriteString("DZ" & vbLf)                                          '71
    save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
    Exit Sub

  Check_err:                                                                  '75
    session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
    MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
    Exit Sub

  Check_nop:                                                                  '80
    MsgBox("No. of data: " & rep & " (not " & nop1 * 3 & ")", vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
71 ～ 72	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
75 ～ 77	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。
80 ～ 81	測定データ数が正しくなければメッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Ib (mA), Vc (V), Ic (mA), Time (sec), Status
3, 0, -0.375, 0.1437, NCI
3, 0.5, 5.28, 0.1637, NCI
3, 1, 5.39, 0.1837, NCI
3, 1.5, 5.48, 0.2037, NCI
3, 2, 5.57, 0.2237, NCI
3, 2.5, 5.66, 0.2437, NCI
3, 3, 5.785, 0.2637, NCI
3, 3.5, 5.97, 0.2837, NCI
3, 4, 6.305, 0.3037, NCI
3, 4.5, 6.895, 0.3237, NCI
3, 5, 7.97, 0.3437, NCI
5, 0, -0.985, 0.12189, NCI
5, 0.5, 9.68, 0.14189, NCI
5, 1, 9.845, 0.16189, NCI
5, 1.5, 9.985, 0.18189, NCI
5, 2, 10.12, 0.20189, NCI
5, 2.5, 10.255, 0.22189, NCI
5, 3, 10.46, 0.24189, NCI
5, 3.5, 10.775, 0.26189, NCI
5, 4, 11.375, 0.28189, NCI
5, 4.5, 12.46, 0.30189, NCI
5, 5, 14.47, 0.32189, NCI
7, 0, -1.565, 0.12387, NCI
7, 0.5, 13.8, 0.14387, NCI
7, 1, 14.005, 0.16387, NCI
7, 1.5, 14.18, 0.18387, NCI
7, 2, 14.34, 0.20387, NCI
7, 2.5, 14.53, 0.22387, NCI
7, 3, 14.785, 0.24387, NCI
7, 3.5, 15.22, 0.26387, NCI
7, 4, 16.045, 0.28387, NCI
7, 4.5, 17.565, 0.30387, NCI
7, 5, 20.355, 0.32387, NCI

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定

パルス･バイアスを伴う階段波掃引測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
測定時間	AIT	2,*mode*[,*N*]
自動停止機能の設定	[WM]	*abort*[,*post*]
電圧掃引源の設定	WV	*chnum*,*mode*,*range*,*start*,*stop*, *step*[,*comp*[,*Pcomp*]]
電流掃引源の設定	WI	
同期掃引源の設定 [a]	[WSV]	*chnum*,*range*,*start*,*stop* [,*comp*[,*Pcomp*]]
	[WSI]	
パルス時間パラメータの設定	PT	*hold*,*width*,*period* [,*tdelay*]
パルス電圧出力の設定	PV	*chnum*,*range*,*base*,*pulse*[,*comp*]
パルス電流出力の設定	PI	*chnum*,*range*,*base*,*pulse* [,*comp*]
DC 電圧出力	DV, TDV	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
DC 電流出力	DI, TDI	
電圧測定レンジの設定	[RV]	*chnum*,*range*
電流測定レンジの設定	[RI]	*chnum*,*range*
	[RM]	*chnum*,*mode*[,*rate*]
測定モードの設定	MM	5,*chnum*
SMU 動作モードの設定	[CMM]	*chnum*,*mode*
測定の実行	XE	

a. WV/WI コマンド実行後に WSV/WSI コマンドを実行します。

次のプログラムはパルス･バイアスを伴う階段波掃引測定を行います。このプログラムはバイポーラ・トランジスタの Ic-Vc 特性を測定します。

Table 3-9　パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)               '1
    Dim i As Integer = 0                          't(0): Emitter
    Dim j As Integer = 0                          't(1): Base
    Dim nop1 As Integer = 11                      't(2): Collector
    Dim nop2 As Integer = 3                       't(3): not use
    Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
    Dim value As String = "Ib (mA), Vc (V), Ic (mA), Time (sec), Status"
    Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data7.txt"
    Dim title As String = "Measurement Result"
    Dim msg As String = "No error."
    Dim err As Integer = 0
    Dim vc1 As Double = 0                                                       '12
    Dim vc2 As Double = 5
    Dim iccomp As Double = 0.05
    Dim pccomp As Double = 0.2
    Dim i0 As Double = 0
    Dim ib1 As Double = 0.003
    Dim ib2 As Double = 0.007
    Dim vbcomp As Double = 5
    Dim ib As Double = ib1              'secondary sweep output value
    Dim d_ib As Double = 0              'secondary sweep step value (delta)
    If nop2 <> 1 Then d_ib = (ib2 - ib1) / (nop2 - 1)
    Dim hold As Double = 0
    Dim delay As Double = 0
    Dim s_delay As Double = 0
    Dim rep As Integer = nop1
    Dim mret As String                                                          '27
    Dim sc(nop1) As Double
    Dim md(nop1) As Double
    Dim st(nop1) As String
    Dim tm(nop1) As Double
    session.WriteString("FMT 1,1" & vbLf)   'ASCII, <CRLF EOI>, w/sweep source data
    session.WriteString("TSC 1" & vbLf)     'enables time stamp output
    session.WriteString("FL 0" & vbLf)      'sets filter off
    session.WriteString("AV 10,1" & vbLf)   'sets number of samples for 1 data '35
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
12 ～ 26	ソース出力に使用する変数を宣言し、値を設定します。
27 ～ 31	測定データの読み取りに使用する変数を宣言します。
32 ～ 35	データ出力フォーマット、時間データ出力、SMU フィルタ、A/D コンバータを設定します。

```
    session.WriteString("CL " & t(3) & vbLf)                                    '36
    session.WriteString("DV " & t(0) & ",0,0,0.1" & vbLf)
    Dim b_pt As String = "0.1,0.01,0.02"       'hold, width, period in sec
    session.WriteString("PT " & b_pt & vbLf)
    session.WriteString("MM 5," & t(2) & vbLf) '5: staircase sweep w/pulsed bias
    session.WriteString("CMM " & t(2) & ",1" & vbLf)
    session.WriteString("RI " & t(2) & ",0" & vbLf)
    session.WriteString("WT " & hold & "," & delay & "," & s_delay & vbLf)
    session.WriteString("WM 2,1" & vbLf)
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)     '45
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err

    For j = 0 To nop2 - 1                                                       '48
      session.WriteString("WV " & t(2) & ",1,0," & vc1 & "," & vc2 & "," & nop1 &
"," & iccomp & "," & pccomp & vbLf)
      session.WriteString("PI " & t(1) & ",0," & i0 & "," & ib & "," & vbcomp &
vbLf)
      session.WriteString("TSR" & vbLf)
      session.WriteString("XE" & vbLf)
      session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : rep = session.ReadString(1 + 2)
      session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
      If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
      session.WriteString("NUB?" & vbLf) : rep = session.ReadString(3 + 2)     '56
      If rep <> nop1 * 3 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_nop

      mret = session.ReadString(16 * 3 * nop1 + 1)                              '59
      For i = 0 To nop1 - 1
        tm(i) = Val(Mid(mret, 4 + 16 * 3 * i, 12))
        st(i) = Mid(mret, 17 + 16 * 3 * i, 3)
        md(i) = Val(Mid(mret, 20 + 16 * 3 * i, 12))
        sc(i) = Val(Mid(mret, 36 + 16 * 3 * i, 12))
        data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & ib * 1000 & ", " & sc(i) & ", " & md(i) *
1000 & ", " & tm(i) & ", " & st(i)
      Next i
      ib = ib + d_ib
    Next j                                                                      '68
```

ライン	説明
36	t(3) にアサインされた SMU は使用しないので、無効にします。
37 ～ 44	デバイスに電圧を印加します。また、パルス・タイミング・パラメータ、測定モード、チャネル測定モード、測定レンジ、掃引モードを設定します。
45 ～ 46	エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
48 ～ 68	掃引源とパルス源の設定、タイムスタンプのリセットを行い、パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定を実行します。そして、測定データを配列 *data* に格納します。
56 ～ 57	測定データ数を確認し、正しくなければ Check_nop に進みます。

```
    session.WriteString("DZ" & vbLf)                                          '70
    save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
    Exit Sub

  Check_err:
    session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)  '75
    MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
    Exit Sub

  Check_nop:
    MsgBox("No. of data: " & rep & " (not " & nop1 * 3 & ")", vbOKOnly, "")    '80
End Sub
```

ライン	説明
70 ～ 72	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
75 ～ 76	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。
80	測定データ数が正しくなければメッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Ib (mA), Vc (V), Ic (mA), Time (sec), Status
3, 0, -0.39, 0.14938, NCI
3, 0.5, 5.28, 0.16938, NCI
3, 1, 5.39, 0.18938, NCI
3, 1.5, 5.48, 0.20938, NCI
3, 2, 5.57, 0.22938, NCI
3, 2.5, 5.66, 0.24938, NCI
3, 3, 5.78, 0.26938, NCI
3, 3.5, 5.97, 0.28938, NCI
3, 4, 6.305, 0.30938, NCI
3, 4.5, 6.89, 0.32938, NCI
3, 5, 7.97, 0.34938, NCI
5, 0, -0.98, 0.12291, NCI
5, 0.5, 9.685, 0.14291, NCI
5, 1, 9.845, 0.16291, NCI
5, 1.5, 9.985, 0.18291, NCI
5, 2, 10.12, 0.20291, NCI
5, 2.5, 10.26, 0.22291, NCI
5, 3, 10.455, 0.24291, NCI
5, 3.5, 10.78, 0.26291, NCI
5, 4, 11.37, 0.28291, NCI
5, 4.5, 12.46, 0.30291, NCI
5, 5, 14.47, 0.32291, NCI
7, 0, -1.59, 0.12552, NCI
7, 0.5, 13.795, 0.14552, NCI
7, 1, 14.005, 0.16552, NCI
7, 1.5, 14.18, 0.18552, NCI
7, 2, 14.345, 0.20552, NCI
7, 2.5, 14.53, 0.22552, NCI
7, 3, 14.785, 0.24552, NCI
7, 3.5, 15.22, 0.26552, NCI
7, 4, 16.045, 0.28552, NCI
7, 4.5, 17.56, 0.30552, NCI
7, 5, 20.365, 0.32552, NCI

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

疑似パルス・スポット測定

疑似パルス・スポット測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
積分時間の設定 (AV の代わりに AAD/AIT を使用できます。)	[AV]	*number*[,*mode*]
	[AAD]	*chnum*[,*type*]
	[AIT]	*type*,*mode*[,*N*]
検出インターバルの設定	[BDM]	*interval*[,*mode*]
時間パラメータの設定	[BDT]	*hold*,*delay*
疑似パルス電圧源の設定	BDV	*chnum*,*range*,*start*,*stop*[,*comp*]
DC 電圧出力	DV, TDV	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
DC 電流出力	DI, TDI	
電圧測定レンジの設定	[RV]	*chnum*,*range*
電流測定レンジの設定	[RI]	*chnum*,*range*
	[RM]	*chnum*,*mode*[,*rate*]
測定モードの設定	MM	9[,*chnum*]
SMU 動作モードの設定	[CMM]	*chnum*,*mode*
測定の実行	XE	

次のプログラムは疑似パルス・スポット測定を行います。このプログラムはバイポーラ・トランジスタのブレークダウン電圧を測定します。

Table 3-10　　擬似パルス・スポット測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                '1
    Dim i As Integer = 0                          't(0): Emitter
    Dim j As Integer = 0                          't(1): Base
    Dim nop1 As Integer = 1                       't(2): Collector
    Dim nop2 As Integer = 1                       't(3): not use
    Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
    Dim value As String = "BVceo (V), Status"
    Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data8.txt"
    Dim title As String = "Measurement Result"
    Dim msg As String = "No error."
    Dim err As Integer = 0

    Dim vc1 As Double = 0                                                        '13
    Dim vc2 As Double = 100
    Dim iccomp As Double = 0.005
    Dim hold As Double = 0
    Dim delay As Double = 0
    Dim interval As Double = 0
    Dim mmode As Double = 0
    Dim mrng As Integer = 0

    session.WriteString("FMT 1" & vbLf)                                          '22
    session.WriteString("CL " & t(1) & "," & t(3) & vbLf)
    session.WriteString("MM 9," & t(2) & vbLf)              '9: quasi pulsed spot
    session.WriteString("BDT " & hold & "," & delay & vbLf)
    session.WriteString("BDM " & interval & "," & mmode & vbLf)
    session.WriteString("BDV " & t(2) & "," & mrng & "," & vc1 & "," & vc2 & "," &
iccomp & vbLf)
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)       '28
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    session.WriteString("DV " & t(0) & ",0,0,0.1" & vbLf)   'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("XE" & vbLf)
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 20	このサブプログラムで使用する変数を宣言し、値を設定します。
22 ～ 23	データ出力フォーマットを設定し、使用しない SMU を無効にします。
24 ～ 27	測定モード、測定タイミング・パラメータ、測定条件、出力条件を設定します。
28 ～ 29	エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
30 ～ 31	デバイスに電圧を印加し、擬似パルス・スポット測定を実行します。

```
    Dim data1 As String = session.ReadString(17)                              '33
    Dim status As String = Left(data1, 3)
    data1 = Mid(data1, 4, 12)
    Dim meas As Double = Val(data1)
    data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & meas & ", " & status

    session.WriteString("DZ" & vbLf)                                          '39
    save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
    Exit Sub

  Check_err:                                                                  '43
    session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
    MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
33 ～ 37	測定データを配列 *data* に格納します。
39 ～ 41	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
43 ～ 45	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
BVceo (V), Status
7.759, CCV

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

リニア・サーチ測定

リニア･サーチ測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
積分時間の設定 (AV の代わりに AAD/AIT を使用できます。)	[AV]	*number*[,*mode*]
	[AAD]	*chnum*[,*type*]
	[AIT]	*type*,*mode*[,*N*]
測定モードの設定	MM	14
出力データの設定	[LSVM]	*output_data*
時間パラメータの設定	[LSTM]	*hold*,*delay*
自動停止機能の設定	[LSM]	*abort*[,*post*]
サーチ条件の設定	LGI または LGV	*chnum*,*mode*,*range*,*target*
サーチ出力源の設定	LSV または LSI	*chnum*,*range*,*start*,*stop*,*step* [,*comp*]
同期サーチ出力源の設定	[LSSV] または [LSSI]	*chnum*,*polarity*,*offset*[,*comp*]
DC 電圧出力	DV, TDV	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
DC 電流出力	DI, TDI	
測定の実行	XE	

LSV/LSI コマンドは以前の設定をクリアします。

LSI コマンドを実行してから LSSI コマンドを実行します。

LSV コマンドを実行してから LSSV コマンドを実行します。

LSI と LSSV、または LSV と LSSI の組み合わせによる出力はできません。

プログラム例
リニア・サーチ測定

次のプログラムはリニア･サーチ測定を行います。このプログラムは MOS FET のしきい値電圧を測定します。

Table 3-11　リニア・サーチ測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                 '1
    Dim i As Integer = 0                          't(0): Drain
    Dim j As Integer = 0                          't(1): Gate
    Dim nop1 As Integer = 1                       't(2): Source
    Dim nop2 As Integer = 1                       't(3): Substrate
    Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
    Dim value As String = "Vth (V), Id (mA), Status"
    Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data9.txt"
    Dim title As String = "Measurement Result"
    Dim msg As String = "No error."
    Dim err As Integer = 0

    Dim vd1 As Double = 0                                                         '13
    Dim vd2 As Double = 3
    Dim vdel As Double = 0.01
    Dim idcomp As Double = 0.01
    Dim igcomp As Double = 0.01
    Dim orng As Integer = 12    '12: 20 V limited auto ranging
    Dim mrng As Integer = 13    '13: 100 nA limited auto ranging
    Dim hold As Double = 0
    Dim delay As Double = 0
    Dim judge As Integer = 1    ' 1: result>=target
    Dim tgt As Double = 0.001   ' target current
    Dim posneg As Integer = 1   ' 1: positive
    Dim offset As Double = 0    ' offset voltage

    session.WriteString("FMT 1" & vbLf)                                           '27
    session.WriteString("MM 14" & vbLf)    'linear search measurement
    session.WriteString("LSM 2,3" & vbLf)  'stops by any abnormal
    session.WriteString("LSVM 1" & vbLf)   'returns search data and sense data
    session.WriteString("LSTM " & hold & "," & delay & vbLf)
    session.WriteString("LGI " & t(0) & "," & judge & "," & mrng & "," & tgt & vbLf)
    session.WriteString("LSV " & t(1) & "," & orng & "," & vd1 & "," & vd2 & "," &
vdel & "," & idcomp & vbLf)
    session.WriteString("LSSV " & t(0) & "," & posneg & "," & offset & "," & igcomp
& vbLf)                                                                           '34
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 25	このサブプログラムで使用する変数を宣言し、値を設定します。
27 ～ 28	データ出力フォーマットと測定モードを設定します。
29 ～ 32	リニア・サーチ測定条件を設定します。
33 ～ 34	リニア・サーチ源（主出力源と同期出力源）を設定します。

```
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)      '36
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    session.WriteString("DV " & t(3) & ",0,0,0.1" & vbLf) 'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1" & vbLf)
    session.WriteString("XE" & vbLf)                                            '40

    Dim mret As String = session.ReadString(16 + 17)    'data+comma+data+terminator
    Dim dsearch As Double = Val(Mid(mret, 4, 12))
    Dim status As String = Mid(mret, 17, 3)
    Dim dsense As Double = Val(Mid(mret, 20, 12))
    data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & dsearch & ", " & dsense * 1000 & ", " & status

    session.WriteString("DZ" & vbLf)                                            '48
    save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
    Exit Sub

  Check_err:                                                                    '52
    session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
    MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
36 ～ 37	エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
38 ～ 40	デバイスに電圧を印加し、リニア・サーチ測定を実行します。
42 ～ 46	測定データを配列 *data* に格納します。
48 ～ 50	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
52 ～ 54	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Vth (V), Id (mA), Status
1.4, 1.03545, NEI

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

バイナリ・サーチ測定

バイナリ･サーチ測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
積分時間の設定（AV の代わりに AAD/AIT を使用できます。）	[AV]	*number*[,*mode*]
	[AAD]	*chnum*[,*type*]
	[AIT]	*type*,*mode*[,*N*]
測定モードの設定	MM	15
出力データの設定	[BSVM]	*output_data*
時間パラメータの設定	[BST]	*hold*,*delay*
サーチ出力源動作の設定	BSM	*mode*,*abort*[,*post*]
サーチ条件の設定	BGI または BGV	*chnum*,*mode*,*condition*,*range*, *target*
サーチ出力源の設定	BSV または BSI	*chnum*,*range*,*start*,*stop*[,*comp*]
同期サーチ出力源の設定	[BSSV] または [BSSI]	*chnum*,*polarity*,*offset*[,*comp*]
DC 電圧出力	DV, TDV	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
DC 電流出力	DI, TDI	
測定の実行	XE	

BSV/BSI コマンドは以前の設定をクリアします。

BSI コマンドを実行してから BSSI コマンドを実行します。

BSV コマンドを実行してから BSSV コマンドを実行します。

BSI と BSSV、または BSV と BSSI の組み合わせによる出力はできません。

次のプログラムはバイナリ･サーチ測定を行います。このプログラムは MOS FET のしきい値電圧を測定します。

Table 3-12　バイナリ・サーチ測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                '1
    Dim i As Integer = 0                          't(0): Drain
    Dim j As Integer = 0                          't(1): Gate
    Dim nop1 As Integer = 1                       't(2): Source
    Dim nop2 As Integer = 1                       't(3): Substrate
    Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
    Dim value As String = "Vth (V), Id (mA), Status"
    Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data10.txt"
    Dim title As String = "Measurement Result"
    Dim msg As String = "No error."
    Dim err As Integer = 0

    Dim vd1 As Double = 0                                                        '13
    Dim vd2 As Double = 3
    Dim idcomp As Double = 0.01
    Dim igcomp As Double = 0.01
    Dim orng As Integer = 12        '12: 20 V limited auto ranging
    Dim mrng As Integer = 13        '13: 100 nA limited auto ranging
    Dim hold As Double = 0
    Dim delay As Double = 0
    Dim mode As Integer = 0         ' 0: limit, 1: repeat
    Dim judge As Double = 0.000001  ' limit value in A
    Dim tgt As Double = 0.001       ' target current
    Dim posneg As Integer = 1       ' 1: positive
    Dim offset As Double = 0        ' offset voltage

    session.WriteString("FMT 1" & vbLf)                                          '27
    session.WriteString("MM 15" & vbLf)    'binary search measurement
    session.WriteString("BSM 1,1" & vbLf)  'cautious mode, abort off
    session.WriteString("BSVM 1" & vbLf)   'returns search data and sense data
    session.WriteString("BST " & hold & "," & delay & vbLf)
    session.WriteString("BGI " & t(0) & "," & mode & "," & judge & "," & mrng & ","
& tgt & vbLf)
    session.WriteString("BSV " & t(1) & "," & orng & "," & vd1 & "," & vd2 & "," &
idcomp & vbLf)
    session.WriteString("BSSV " & t(0) & "," & posneg & "," & offset & "," & igcomp
& vbLf)
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 25	このサブプログラムで使用する変数を宣言し、値を設定します。
27 ～ 28	データ出力フォーマットと測定モードを設定します。
29 ～ 32	バイナリ・サーチ測定条件を設定します。
33 ～ 34	バイナリ・サーチ源（主出力源と同期出力源）を設定します。

```
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)      '36
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    session.WriteString("DV " & t(3) & ",0,0,0.1" & vbLf)    'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1" & vbLf)    'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("XE" & vbLf)                                            '40

    Dim mret As String = session.ReadString(16 + 17)    'data+comma+data+terminator
    Dim dsearch As Double = Val(Mid(mret, 4, 12))
    Dim status As String = Mid(mret, 17, 3)
    Dim dsense As Double = Val(Mid(mret, 20, 12))
    data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & dsearch & ", " & dsense * 1000 & ", " & status

    session.WriteString("DZ" & vbLf)                                            '48
    save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
    Exit Sub

  Check_err:                                                                    '52
    session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
    MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
36 ～ 37	エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
38 ～ 40	デバイスに電圧を印加し、バイナリ・サーチ測定を実行します。
42 ～ 46	測定データを配列 *data* に格納します。
48 ～ 50	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
52 ～ 54	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Vth (V), Id (mA), Status
1.393, 1.0004, NEI

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

マルチ・チャネル掃引測定

マルチ・チャネル掃引測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
積分時間の設定（AV の代わりに AAD/AIT を使用できます。）	[AV]	*number*[,*mode*]
	[AAD]	*chnum*[,*type*]
	[AIT]	*type*,*mode*[,*N*]
掃引源の時間パラメータの設定	[WT]	*hold*,*delay* [,*sdelay*[,*tdelay*[,*mdelay*]]]
自動停止機能の設定	[WM]	*abort*[,*post*]
電圧掃引源の設定	WV	*chnum*,*mode*,*range*,*start*,*stop*,*step* [,*comp*[,*Pcomp*]]
電流掃引源の設定	WI	
同期掃引源の設定 [a]	[WNX]	*N*,*chnum*,*mode*,*range*,*start*,*stop* [,*comp*[,*Pcomp*]]
DC 電圧出力	DV, TDV	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
DC 電流出力	DI, TDI	
電圧測定レンジの設定	[RV]	*chnum*,*range*
電流測定レンジの設定	[RI]	*chnum*,*range*
	[RM]	*chnum*,*mode*[,*rate*]
測定モードの設定	MM	16,*chnum*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
SMU 動作モードの設定	[CMM]	*chnum*,*mode*
測定の実行	XE	

a. WV/WI コマンドを実行してから WNX コマンドを実行します。

NOTE

掃引源はトリガ（XE コマンドなど）によって同時に出力を開始します。ただしパワー・コンプライアンスまたはログ掃引電流出力を設定する掃引源が存在する場合には WNX の *N* 値の順に掃引出力を開始します。この場合、一番始めに出力を開始するのは WI または WV コマンドによる掃引源です。

複数の測定チャネルを使用する場合、高速 ADC を用いて固定レンジで測定を行うチャネルが同時に測定を開始し、その後、その他のチャネルが MM コマンドに指定した順番で測定を開始します。

次のプログラムはマルチ・チャネル掃引測定を行います。このプログラムはバイポーラ・トランジスタの Ib-Vb、Ic-Vb 特性を同時に測定します。

Table 3-13　マルチ・チャネル掃引測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                '1
    Dim i As Integer = 0                            't(0): Emitter
    Dim j As Integer = 0                            't(1): Base
    Dim nop1 As Integer = 11                        't(2): Collector
    Dim nop2 As Integer = 1                         't(3): not use
    Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
    Dim value As String = "Vb (V), Ib (mA), Tb (sec), Stat_b, Ic (mA), Tc (sec),
Stat_c"
    Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data11.txt"
    Dim title As String = "Measurement Result"
    Dim msg As String = "No error."
    Dim err As Integer = 0

    Dim vc As Double = 3                                                         '13
    Dim vb1 As Double = 0.1
    Dim vb2 As Double = 0.9
    Dim ibcomp As Double = 0.1
    Dim pbcomp As Double = 0.1
    Dim hold As Double = 0
    Dim delay As Double = 0
    Dim s_delay As Double = 0
    Dim rep As Integer = nop1
    Dim mret As String                                                           '22
    Dim sc(nop1) As Double
    Dim md1(nop1) As Double
    Dim st1(nop1) As String
    Dim tm1(nop1) As Double
    Dim md2(nop1) As Double
    Dim st2(nop1) As String
    Dim tm2(nop1) As Double                                                      '29
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 21	ソース出力に使用する変数を宣言し、値を設定します。
22 ～ 29	測定データの読み取りに使用する変数を宣言します。

```
    session.WriteString("FMT 1,1" & vbLf)'ASCII,<CRLF EOI>,w/sweep source data '31
    session.WriteString("TSC 1" & vbLf)  'enables time stamp output
    session.WriteString("FL 1" & vbLf)   'sets filter on
    session.WriteString("AV 10,1" & vbLf)'sets number of samples for 1 data
    session.WriteString("MM 16," & t(1) & "," & t(2) & vbLf) '16: m-ch sweep
    session.WriteString("CMM" & t(1) & ",1" & vbLf)
    session.WriteString("CMM" & t(2) & ",1" & vbLf)
    session.WriteString("RI" & t(1) & ",-19" & vbLf) '-19: 100 mA fixed range
    session.WriteString("RI" & t(2) & ",-19" & vbLf)
    session.WriteString("WT " & hold & "," & delay & "," & s_delay & vbLf)
    session.WriteString("WM 2,1" & vbLf) 'stops any abnormal
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err          '43

    session.WriteString("WV" & t(1) & ",1,0," & vb1 & "," & vb2 & "," & nop1 & ","
& ibcomp & "," & pbcomp & vbLf)
    session.WriteString("DV" & t(2) & ",0," & vc & ",0.1" & vbLf)
    session.WriteString("DV" & t(0) & ",0,0,0.1" & vbLf)    'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("TSR" & vbLf)
    session.WriteString("XE" & vbLf)
    session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : rep = session.ReadString(1 + 2)       '50
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    session.WriteString("NUB?" & vbLf) : rep = session.ReadString(3 + 2)
    If rep <> nop1 * 5 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_nop

    mret = session.ReadString(16 * 5 * nop1 + 1)                                '56
```

ライン	説明
31 ～ 43	データ出力フォーマット、時間データ出力、A/D コンバータ、SMU フィルタ、測定モード、チャネル測定モード、測定レンジを設定します。そして、掃引源のタイミングパラメータと掃引モードを設定します。エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
45 ～ 49	掃引源の設定、電圧印加、タイムスタンプのリセットを行い、マルチ・チャネル掃引測定を実行します。
50 ～ 54	測定終了後、エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。また、測定データ数を確認し、正しくなければ Check_nop に進みます。
56	測定データを変数 *mret* に取り込みます。

```
    For i = 0 To nop1 - 1                                                    '58
    tm1(i) = Val(Mid(mret, 4 + 16 * 5 * i, 12))
    st1(i) = Mid(mret, 17 + 16 * 5 * i, 3)
    md1(i) = Val(Mid(mret, 20 + 16 * 5 * i, 12))
    tm2(i) = Val(Mid(mret, 36 + 16 * 5 * i, 12))
    st2(i) = Mid(mret, 49 + 16 * 5 * i, 3)
    md2(i) = Val(Mid(mret, 52 + 16 * 5 * i, 12))
    sc(i) = Val(Mid(mret, 68 + 16 * 5 * i, 12))
    data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & sc(i) & ", " & md1(i) * 1000 & ", " & tm1(i) &
", " & st1(i) & ", " & md2(i) * 1000 & ", " & tm2(i) & ", " & st2(i)
    Next

    session.WriteString("DZ" & vbLf)                                         '69
    save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
    Exit Sub

  Check_err:                                                                 '73
    session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
    MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
    Exit Sub

  Check_nop:
    MsgBox("No. of data: " & rep & " (not " & nop1 * 5 & ")", vbOKOnly, "")   '79
End Sub
```

ライン	説明
58 ～ 67	測定データを抽出して配列 *data* に格納します。
69 ～ 71	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
73 ～ 79	エラーが検出された場合、または測定データ数が正しくない場合は、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Vb (V), Ib (mA), Tb (sec), Stat_b, Ic (mA), Tc (sec), Stat_c
0.1, 0.01, 0.02949, NDI, -0.025, 0.02949, NCI
0.18, 0.01, 0.03788, NDI, -0.03, 0.03788, NCI
0.26, 0.01, 0.04628, NDI, -0.03, 0.04628, NCI
0.34, 0.01, 0.05468, NDI, -0.025, 0.05468, NCI
0.42, 0.01, 0.06308, NDI, -0.025, 0.06308, NCI
0.5, 0.02, 0.07148, NDI, -0.025, 0.07148, NCI
0.58, 0.105, 0.07987, NDI, 0.005, 0.07987, NCI
0.66, 0.585, 0.08825, NDI, 0.5, 0.08825, NCI
0.74, 2.635, 0.09664, NDI, 4.885, 0.09664, NCI
0.82, 9.96, 0.10505, NDI, 20.5, 0.10505, NCI
0.9, 27.84, 0.11345, NDI, 45.75, 0.11345, NCI
Data save completed.
Do you want to perform measurement again?
```

マルチ・チャネル パルス・スポット測定

マルチ・チャネル パルス・スポット測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
測定時間	[AIT]	2,*mode*[,*N*]
パルス源の共通パラメータの設定	MCPT	*hold*[,*period*[,*Mdelay*[,*average*]]]
パルス時間パラメータの設定	MCPNT	*chnum*,*delay*,*width*
パルス・バイアス出力の設定	MCPNX	*N*,*chnum*,*mode*,*range*,*base*,*pulse* [,*comp*]
DC 電圧出力	DV, TDV	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
DC 電流出力	DI, TDI	
電圧測定レンジの設定	[RV]	*chnum*,*range*
電流測定レンジの設定	[RI]	*chnum*,*range*
	[RM]	*chnum*,*mode*[,*rate*]
測定モードの設定	MM	27,*chnum*[,*chnum* .. [,*chnum*] ..]
SMU 動作モードの設定	[CMM]	*chnum*,*mode*
測定の実行	XE	

プログラム例
マルチ・チャネル パルス・スポット測定

次のプログラムはマルチ・チャネル パルス・スポット測定を行います。この例では MOSFET のドレイン電流とゲート電流を同時に測定します。

Table 3-14　マルチ・チャネル パルス・スポット測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                '1
    Dim i As Integer = 0                          't(0): Drain
    Dim j As Integer = 0                          't(1): Gate
    Dim nop1 As Integer = 1                       't(2): Source
    Dim nop2 As Integer = 1                       't(3): Substrate
    Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
    Dim value As String = "Id (uA), Stat, Time (msec),Ig (uA), Stat, Time (msec)"
    Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data30.txt"
    Dim title As String = "Measurement Result"
    Dim msg As String = "No error."
    Dim err As Integer = 0

    Dim vd As Double = 3                                                         '13
    Dim vg As Double = 1
    Dim idcomp As Double = 0.05
    Dim igcomp As Double = 0.01
    Dim orng As Integer = 0
    Dim mrng As Integer = 0
    Dim mtm As Double = 0.01                      'measurement time in sec
    Dim pcom As String = "0.1,0.05,0.01"          'hold,period,Mdelay in sec
    Dim g_pt As String = ",0,0.03"                'gate delay,width in sec
    Dim d_pt As String = ",0,0.03"                'drain delay,width in sec
    session.WriteString("FMT 1" & vbLf)                                          '23
    session.WriteString("TSC 1" & vbLf)           'enables time stamp output
    session.WriteString("FL 0" & vbLf)            'sets filter off
    session.WriteString("AIT 2,3," & mtm & vbLf)  'sets measurement time
    session.WriteString("MCPT " & pcom & vbLf)                                   '27
    session.WriteString("MCPNT " & t(1) & g_pt & vbLf)
    session.WriteString("MCPNX 2," & t(1) & ",1," & orng & ",0," & vg & "," &
igcomp & vbLf)
    session.WriteString("MCPNT " & t(0) & d_pt & vbLf)
    session.WriteString("MCPNX 1," & t(0) & ",1," & orng & ",0," & vd & "," &
idcomp & vbLf)
    session.WriteString("DV " & t(3) & ",0,0,0.1" & vbLf)   'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1" & vbLf)   'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("MM27," & t(0) & "," & t(1) & vbLf) 'multi ch pulsed spot
    session.WriteString("CMM " & t(0) & ",1" & vbLf)   '1: current measurement
    session.WriteString("RI " & t(0) & "," & mrng & vbLf)                        '36
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 22	このサブプログラムで使用する変数を宣言し、値を設定します。
23 ～ 26	データ出力フォーマット、時間データ出力、フィルタ、測定時間を設定します。
27 ～ 33	電圧パルス出力源を設定し、デバイスに DC 電圧を印加します。
34 ～ 36	測定モード、チャネル測定モード、測定レンジを設定します。

```
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)     '38
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err

    session.WriteString("TSR" & vbLf)
    session.WriteString("XE" & vbLf)
    Dim mret As String = session.ReadString(16 + 16)   'data+comma+data+comma
    Dim mret1 As String = session.ReadString(16 + 17)  'data+comma+data+terminator
    Dim mtime As Double = Val(Mid(mret, 4, 12))
    Dim status As String = Mid(mret, 17, 3)
    Dim meas As Double = Val(Mid(mret, 20, 12))
    Dim mtime1 As Double = Val(Mid(mret1, 4, 12))
    Dim status1 As String = Mid(mret1, 17, 3)
    Dim meas1 As Double = Val(Mid(mret1, 20, 12))

    data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & meas * 1000000 & ", " & status & ", " & mtime
* 1000 & ", " & meas1 * 1000000 & ", " & status1 & ", " & mtime1 * 1000

    session.WriteString("DZ" & vbLf)                                           '54
    save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
    Exit Sub

  Check_err:                                                                   '58
    session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
    MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
38 ～ 39	エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
41 ～ 52	タイムスタンプをリセットし、測定を実行します。そして、測定データを配列 *data* に格納します。
54 ～ 56	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
59 ～ 60	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Id (uA), Stat, Time (msec),Ig (uA), Stat, Time (msec)
45, NEI, 160.44, 0, NDI, 160.44

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

マルチ・チャネル パルス掃引測定

マルチ・チャネル パルス掃引測定を行うには次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
測定時間	[AIT]	2,*mode*[,*N*]
自動停止機能の設定	[WM]	*abort*[,*post*]
パルス源の共通パラメータの設定	MCPT	*hold*[,*period*[,*Mdelay*[,*average*]]]
パルス時間パラメータの設定	MCPNT	*chnum*,*delay*,*width*
掃引モード、ステップ数の設定	MCPWS	*mode*,*numberOfSteps*
パルス掃引出力の設定	MCPWNX	*N*,*chnum*,*mode*,*range*,*base*,*start*,*stop*[,*comp*[,*Pcomp*]]
パルス・バイアス出力の設定	[MCPNX]	*N*,*chnum*,*mode*,*range*,*base*,*pulse*[,*comp*]
同期階段波掃引源の設定	[WNX]	*N*,*chnum*,*mode*,*range*,*start*,*stop*[,*comp*[,*Pcomp*]]
DC 電圧出力	DV, TDV	*chnum*,*range*,*output*[,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
DC 電流出力	DI, TDI	
電圧測定レンジの設定	[RV]	*chnum*,*range*
電流測定レンジの設定	[RI]	*chnum*,*range*
	[RM]	*chnum*,*mode*[,*rate*]
測定モードの設定	MM	28,*chnum*[,*chnum* .. [,*chnum*] ..]
SMU 動作モードの設定	[CMM]	*chnum*,*mode*
測定の実行	XE	

NOTE

トリガ（XE コマンドなど）によって、WNX で設定された出力源が *N* 値の順に出力を開始し、続いて MCPNX、MCPWNX で設定された出力源が同時に出力を開始します。

複数の測定チャネルを使用する場合、全測定チャネルは同時に測定を開始します。

次のプログラムはマルチ・チャネル パルス掃引測定を行います。この例ではバイポーラ・トランジスタの Ib-Vb、Ic-Vb 特性を同時に測定します。

Table 3-15　マルチ・チャネル パルス掃引測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)              '1
    Dim i As Integer = 0                          't(0): Emitter
    Dim j As Integer = 0                          't(1): Base
    Dim nop1 As Integer = 11                      't(2): Collector
    Dim nop2 As Integer = 1                       't(3): not use
    Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
    Dim value As String = "Vb (V), Ib (mA), Tb (sec), Stat_b, Ic (mA), Tc (sec),
Stat_c"
    Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data31.txt"
    Dim title As String = "Measurement Result"
    Dim msg As String = "No error."
    Dim err As Integer = 0

    Dim vc As Double = 3                                                       '13
    Dim vb1 As Double = 0.1
    Dim vb2 As Double = 0.9
    Dim ibcomp As Double = 0.1
    Dim iccomp As Double = 0.5
    Dim rep As Integer = nop1
    Dim mret As String                                                         '19
    Dim sc(nop1) As Double
    Dim md1(nop1) As Double
    Dim st1(nop1) As String
    Dim tm1(nop1) As Double
    Dim md2(nop1) As Double
    Dim st2(nop1) As String
    Dim tm2(nop1) As Double                                                    '26
    Dim mtm As Double = 0.001                 'measurement time in sec
    Dim pcom As String = "0,0.01,0.001"       'hold,period,Mdelay in sec
    Dim b_pt As String = ",0,0.005"           'base delay,width in sec
    Dim c_pt As String = ",0,0.005"            'collector delay,width in sec
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 18	ソース出力に使用する変数を宣言し、値を設定します。
19 ～ 26	測定データの読み取りに使用する変数を宣言します。
27 ～ 30	パルスおよび測定の時間設定に使用する変数を宣言し、値を設定します。

```
    session.WriteString("FMT 1,1" & vbLf)'ASCII,<CRLF EOI>,w/sweep source data '31
    session.WriteString("TSC 1" & vbLf)  'enables time stamp output
    session.WriteString("FL 0" & vbLf)   'sets filter off
    session.WriteString("AIT 2,3," & mtm & vbLf)   'sets measurement time
    session.WriteString("MCPT " & pcom & vbLf)
    session.WriteString("MCPNT " & t(1) & b_pt & vbLf)
    session.WriteString("MCPNT " & t(2) & c_pt & vbLf)
    session.WriteString("MM 28," & t(1) & "," & t(2) & vbLf) '28: m-ch p-sweep
    session.WriteString("CMM" & t(1) & ",1" & vbLf)
    session.WriteString("CMM" & t(2) & ",1" & vbLf)
    session.WriteString("RI" & t(1) & ",0" & vbLf)           '0: auto range
    session.WriteString("RI" & t(2) & ",0" & vbLf)
    session.WriteString("WM 2,1" & vbLf) 'stops any abnormal
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err         '45

    session.WriteString("MCPWS 1," & nop1 & vbLf)
    session.WriteString("MCPWNX 1," & t(1) & ",1,0,0," & vb1 & "," & vb2 & "," &
ibcomp & vbLf)
    session.WriteString("MCPNX 2," & t(2) & ",1,0,0," & vc & "," & iccomp & vbLf)
    session.WriteString("DV" & t(0) & ",0,0,0.1" & vbLf)    'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("TSR" & vbLf)
    session.WriteString("XE" & vbLf)
    session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : session.Timeout = 10000 : rep =
session.ReadString(1 + 2)
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)     '54
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    session.WriteString("NUB?" & vbLf) : rep = session.ReadString(3 + 2)
    If rep <> nop1 * 5 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_nop

    mret = session.ReadString(16 * 5 * nop1 + 1)                               '59
```

ライン	説明
31 ～ 45	データ出力フォーマット、時間データ出力、SMU フィルタ、測定時間、パルス時間パラメータ、測定モード、チャネル測定モード、測定レンジを設定します。また、掃引出力の自動停止機能を設定します。エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
47 ～ 53	パルス掃引源の設定、パルス・バイアス源の設定、電圧印加、タイムスタンプのリセットを行い、測定を実行します。
54 ～ 57	測定終了後、エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。また、測定データ数を確認し、正しくなければ Check_nop に進みます。
59	測定データを変数 *mret* に取り込みます。

```
    For i = 0 To nop1 - 1                                                    '61
      tm1(i) = Val(Mid(mret, 4 + 16 * 5 * i, 12))
      st1(i) = Mid(mret, 17 + 16 * 5 * i, 3)
      md1(i) = Val(Mid(mret, 20 + 16 * 5 * i, 12))
      tm2(i) = Val(Mid(mret, 36 + 16 * 5 * i, 12))
      st2(i) = Mid(mret, 49 + 16 * 5 * i, 3)
      md2(i) = Val(Mid(mret, 52 + 16 * 5 * i, 12))
      sc(i) = Val(Mid(mret, 68 + 16 * 5 * i, 12))
      data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & sc(i) & ", " & md1(i) * 1000 & ", " & tm1(i)
& ", " & st1(i) & ", " & md2(i) * 1000 & ", " & tm2(i) & ", " & st2(i)
    Next

    session.WriteString("DZ" & vbLf)                                         '72
    save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
    Exit Sub

  Check_err:                                                                 '76
    session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
    MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
    Exit Sub

  Check_nop:
    MsgBox("No. of data: " & rep & " (not " & nop1 * 5 & ")", vbOKOnly, "")   '82
End Sub
```

ライン	説明
61 ～ 70	測定データを抽出して配列 *data* に格納します。
72 ～ 74	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
76 ～ 82	エラーが検出された場合、または測定データ数が正しくない場合は、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Vb (V), Ib (mA), Tb (sec), Stat_b, Ic (mA), Tc (sec), Stat_c
0.1, 0.01, 0.02949, NDI, -0.025, 0.02949, NCI
0.18, 0.01, 0.03788, NDI, -0.03, 0.03788, NCI
0.26, 0.01, 0.04628, NDI, -0.03, 0.04628, NCI
0.34, 0.01, 0.05468, NDI, -0.025, 0.05468, NCI
0.42, 0.01, 0.06308, NDI, -0.025, 0.06308, NCI
0.5, 0.02, 0.07148, NDI, -0.025, 0.07148, NCI
0.58, 0.105, 0.07987, NDI, 0.005, 0.07987, NCI
0.66, 0.585, 0.08825, NDI, 0.5, 0.08825, NCI
0.74, 2.635, 0.09664, NDI, 4.885, 0.09664, NCI
0.82, 9.96, 0.10505, NDI, 20.5, 0.10505, NCI
0.9, 27.84, 0.11345, NDI, 45.75, 0.11345, NCI
Data save completed.
Do you want to perform measurement again?
```

サンプリング測定

サンプリング測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
積分時間の設定 （AV の代わりに AAD/AIT を使用できます。）	[AV]	*number*[,*mode*]
	[AAD]	*chnum*[,*type*]
	[AIT]	*type*,*mode*[,*N*]
サンプリング モードの設定	[ML]	*mode*
タイミングの設定	MT	*h_bias*,*interval*,*points*[,*h_base*]
同期電圧源の設定	MV	*chnum*,*range*,*base*,*bias*[,*comp*]
同期電流源の設定	MI	
同期出力設定のクリア	[MCC]	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
自動停止機能の設定	[MSC]	*abort*[,*post*]
DC 電圧出力	[DV, TDV]	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
DC 電流出力	[DI, TDI]	
電圧測定レンジの設定	[RV]	*chnum*,*range*
電流測定レンジの設定	[RI]	*chnum*,*range*
	[RM]	*chnum*,*mode*[,*rate*]
測定モードの設定	MM	10,*chnum*[,*chnum* ..[,*chnum*] ..]
SMU 動作モードの設定	[CMM]	*chnum*,*mode*
測定の実行	XE	

次のプログラムはリニア・サンプリング測定を行います。このプログラムは抵抗 R1 と R2 の電流を測定し、抵抗値を計算します。

Table 3-16　サンプリング測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                '1
 Dim i As Integer = 0                              't(0): Low1
 Dim j As Integer = 0                              't(1): High1
 Dim nop1 As Integer = 30                          't(2): High2
 Dim nop2 As Integer = 1                           't(3): Low2
 Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
 Dim value As String = "Index, I1 (mA), R1 (ohm), St1, I2 (mA), R2 (ohm), St2"
 Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data17.txt"
 Dim title As String = "Sampling Measurement Result"
 Dim msg As String = "No error."
 Dim err As Integer = 0

 Dim base As Double = 0                                                          '13
 Dim bias As Double = 0.1
 Dim icomp As Double = 0.1
 Dim vlout As Double = 0
 Dim ilcomp As Double = 0.1
 Dim base_h As Double = 0
 Dim bias_h As Double = 0.1
 Dim interval As Double = 0.05
 Dim mch() As Integer = {t(1), t(2), 0}
 Dim range() As Double = {0, 0}
 Dim rep As Integer = nop1
 Dim mret As String                                                              '24
 Dim id(nop1) As Double
 Dim d1(nop1) As Double
 Dim d2(nop1) As Double
 Dim r1(nop1) As Double
 Dim r2(nop1) As Double
 Dim s1(nop1) As String
 Dim s2(nop1) As String                                                          '31

 session.WriteString("FMT 1,1" & vbLf) 'ASCII, <CRLF EOI>, w/sweep source data
 session.WriteString("FL 1" & vbLf)    'sets filter on
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 23	ソース出力に使用する変数を宣言し、値を設定します。
24 ～ 31	測定データの読み取りに使用する変数を宣言します。
33	データ出力フォーマットを設定します。ソース出力データも出力されます。
34	SMU フィルタを ON に設定します。

```
 session.WriteString("AAD " & t(1) & ", 1" & vbLf) 'sets HR ADC for t(1)       '36
 session.WriteString("AAD " & t(2) & ", 1" & vbLf) 'sets HR ADC for t(2)
 session.WriteString("AIT 1,1,2" & vbLf) 'number of averaging samples for 1 data
 session.WriteString("AZ 0" & vbLf)      'sets auto zero off                   '39
 session.WriteString("MT " & bias_h & "," & interval & "," & nop1 & "," & base_h &
vbLf)
 session.WriteString("MV " & t(1) & ",0," & base & "," & bias & "," & icomp & vbLf)
 session.WriteString("MV " & t(2) & ",0," & base & "," & bias & "," & icomp & vbLf)
 session.WriteString("MM 10," & mch(0) & "," & mch(1) & vbLf)
 session.WriteString("RI " & mch(0) & "," & range(0) & vbLf)
 session.WriteString("RI " & mch(1) & "," & range(1) & vbLf)
 session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err           '47
 session.WriteString("DV " & t(0) & ",0," & vlout & "," & ilcomp & ", 0" & vbLf)
 session.WriteString("DV " & t(3) & ",0," & vlout & "," & ilcomp & ", 0" & vbLf)
 session.WriteString("TSR" & vbLf)
 session.WriteString("XE" & vbLf)

 session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : rep = session.ReadString(1 + 2)        '53
 session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 session.WriteString("NUB?" & vbLf) : rep = session.ReadString(3 + 2)
 If rep <> nop1 * 3 Then session.WriteString("DZ") : GoTo Check_nop
```

ライン	説明
36 ～ 38	A/D コンバータを設定します。
39	SMU オート・ゼロ機能をオフします。
40 ～ 42	サンプリング・タイミング・パラメータと同期ソース・チャネルを設定します。
43 ～ 47	サンプリング・モードを設定し、電流測定レンジを設定します。エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
48 ～ 51	デバイスの Low 端子に 0 V を印加し、タイムスタンプをクリアしてから、サンプリング測定を実行します。
53 ～ 57	測定終了後、エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。また、測定データ数を確認し、正しくなければ Check_nop に進みます。

```
 mret = session.ReadString(16 * 3 * nop1 + 1)                                    '59
 For i = 0 To nop1 - 1
   id(i) = Val(Mid(mret, 4 + 16 * 3 * i, 12))
   d1(i) = Val(Mid(mret, 16 + 4 + 16 * 3 * i, 12))
   d2(i) = Val(Mid(mret, 16 * 2 + 4 + 16 * 3 * i, 12))
   s1(i) = Mid(mret, 16 + 1 + 16 * 3 * i, 3)
   s2(i) = Mid(mret, 16 * 2 + 1 + 16 * 3 * i, 3)
   r1(i) = Math.Round(bias / d1(i), 3)
   r2(i) = Math.Round(bias / d2(i), 3)
   data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & id(i) & ", " & d1(i) * 1000 & ", " & r1(i) & ",
" & s1(i) & ", " & d2(i) * 1000 & ", " & r2(i) & ", " & s2(i)
 Next i

 session.WriteString("DZ" & vbLf)                                                '71
 save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
 Exit Sub

Check_err:                                                                       '75
 session.WriteString("EMG? " & err) : msg = session.ReadString(256)
 MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
 Exit Sub

Check_nop:                                                                       '80
 MsgBox("No. of data: " & rep & " (not " & nop1 * 3 & ")", vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
59 ～ 69	測定データを変数 *mret* に取り込みます。そして、測定データを抽出して配列 *data* に格納します。
71 ～ 73	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
74 ～ 78	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。
80 ～ 81	測定データ数が正しくない場合は、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Index, I1 (mA), R1 (ohm), St1, I2 (mA), R2 (ohm), St2
1, 69.17, 1.446, NDI, 66, 1.515, NCI
2, 69.18, 1.446, NDI, 66.03, 1.514, NCI
3, 69.18, 1.446, NDI, 66.03, 1.514, NCI
4, 69.15, 1.446, NDI, 66.02, 1.515, NCI
5, 69.16, 1.446, NDI, 66, 1.515, NCI
6, 69.16, 1.446, NDI, 66.01, 1.515, NCI
7, 69.16, 1.446, NDI, 66.02, 1.515, NCI
8, 69.19, 1.445, NDI, 66.01, 1.515, NCI
9, 69.16, 1.446, NDI, 66.03, 1.514, NCI
10, 69.15, 1.446, NDI, 66.02, 1.515, NCI
11, 69.17, 1.446, NDI, 66.02, 1.515, NCI
12, 69.17, 1.446, NDI, 66.02, 1.515, NCI
13, 69.15, 1.446, NDI, 66.03, 1.514, NCI
14, 69.17, 1.446, NDI, 66.01, 1.515, NCI
15, 69.17, 1.446, NDI, 66.02, 1.515, NCI
16, 69.16, 1.446, NDI, 66.05, 1.514, NCI
17, 69.16, 1.446, NDI, 66.01, 1.515, NCI
18, 69.17, 1.446, NDI, 66, 1.515, NCI
19, 69.15, 1.446, NDI, 65.99, 1.515, NCI
20, 69.17, 1.446, NDI, 66.01, 1.515, NCI
21, 69.17, 1.446, NDI, 66.02, 1.515, NCI
22, 69.15, 1.446, NDI, 66.03, 1.514, NCI
23, 69.18, 1.446, NDI, 66.02, 1.515, NCI
24, 69.16, 1.446, NDI, 66.03, 1.514, NCI
25, 69.18, 1.446, NDI, 66.03, 1.514, NCI
26, 69.16, 1.446, NDI, 66.03, 1.514, NCI
27, 69.16, 1.446, NDI, 66.02, 1.515, NCI
28, 69.17, 1.446, NDI, 66.03, 1.514, NCI
29, 69.18, 1.446, NDI, 66, 1.515, NCI
30, 69.16, 1.446, NDI, 66.04, 1.514, NCI

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

Quasi-static CV 測定

Quasi-static CV 測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
QSCV 動作モードの設定	[QSC]	*mode*
オフセット・キャンセル ON/OFF、またはオフセット容量測定の実行	[QSZ]	*mode*
電圧掃引源の設定	QSV	*chmum*,*mode*,*vrange*,*start*,*stop*,*cvoltage*,*step*[,*Icomp*]
時間パラメータの設定	QST	*cinteg*,*linteg*,*hold*,*delay1*[,*delay2*]
リーク電流データ出力・補正 ON/OFF	[QSL]	*data*,*compen*
測定レンジの設定	[QSR]	*range*
QSCV スマート動作の設定	[QSO]	*mode*[,*chnum*[,*Vcomp*]]
自動停止機能の設定	[QSM]	*abort*[,*post*]
測定モードの設定	MM	13[,*chnum*]
DC 電圧出力	[DV, TDV]	*chnum*,*range*,*output*[,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
DC 電流出力	[DI, TDI]	
測定の実行	XE	

次のプログラムは MOSFET のゲート容量の quasi-static C-V 測定を行います。この例では DUT に直接接続される SMU3 ユニットと SCUU (SMU/CMU unify unit) を介して接続される SMU1 ユニットが使用されます。

Table 3-17 Quasi-static CV 測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                ’1
 Dim i As Integer = 0                              ’t(0): Drain
 Dim j As Integer = 0                              ’t(1): Gate
 Dim nop1 As Integer = 1                           ’t(2): Source
 Dim nop2 As Integer = 1                           ’t(3): Substrate
 Dim value As String = "Vg (V), Cgb (pF), C-status, Ileak (pA), I-status, Time
(sec)"
 Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data21.txt"
 Dim title As String = "QSCV Measurement Result"
 Dim msg As String = "No error."
 Dim err As Integer = 0

 Dim vg1 As Double = 3.2                                                         ’12
 Dim vg2 As Double = -7.2
 Dim vstep As Double = 0.2
 Dim gstep As Integer = Math.Round(Math.Abs(vg2 - vg1) / Math.Abs(vstep)) - 1
 Dim cvoltage As Double = 0.25
 Dim icomp As Double = 0.1
 Dim swp As Integer = 1
 Dim hold As Double = 5
 Dim delay1 As Double = 0.0
 Dim delay2 As Double = 0.0
 Dim cinteg As Double = 0.1
 Dim linteg As Double = 0.1
 Dim range As Integer = -10
 nop1 = gstep
 Dim data(nop2-1, nop1-1) As String                                              ’26
 Dim rep As Integer
 Dim mret As String
 Dim sc(nop1) As Double
 Dim md1(nop1) As Double
 Dim st1(nop1) As String
 Dim md2(nop1) As Double
 Dim st2(nop1) As String
 Dim tm(nop1) As Double                                                          ’34
```

ライン	説明
2 ～ 10	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
12 ～ 25	ソース出力に使用する変数を宣言し、値を設定します。
26 ～ 34	測定データの読み取りに使用する変数を宣言します。

```
 session.Timeout = 60000                                  'timeout = 60 seconds     '36

 session.WriteString("FMT 1,1" & vbLf)
 session.WriteString("TSC 1" & vbLf)                      'enables time stamp output

 session.WriteString("MM 13," & t(1) & vbLf)              'QSCV measurement         '41
 session.WriteString("QSC 0" & vbLf)                      'Normal QSCV operation
 session.WriteString("QSL 1,1" & vbLf)                    'Ileak DataOn, CompenOn
 session.WriteString("QSM 2,1" & vbLf)                    'AbortOn, StartValue
 session.WriteString("QSR " & range & vbLf)
 session.WriteString("QST " & cinteg & "," & linteg & "," & hold & "," & delay1 &
"," & delay2 & vbLf)
 session.WriteString("QSV " & t(1) & "," & swp & ",0," & vg1 & "," & vg2 & "," &
cvoltage & "," & gstep & "," & icomp & vbLf)
 session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err

 session.WriteString("QSZ 0" & vbLf)                                                '51

 Dim rbx As Integer
 rbx = MsgBox("Do you want to perform offset cancel?", vbYesNo, "")
 If rbx = vbYes Then
  MsgBox("Open measurement terminal.  Then click OK.", vbOKOnly, "")
  Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10))
  session.WriteString("QSZ 2" & vbLf)
  session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : rep = session.ReadString(1 + 2)
  session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
  If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
  mret = session.ReadString(16 + 2)
  md1(0) = Val(Mid(mret, 4, 12))
  Console.WriteLine("Offset data = " & md1(0) * 1000000000000.0 & "pF" & Chr(10))
  MsgBox("Offset data = " & md1(0) * 1000000000000.0 & "pF", vbOKOnly, "")
  session.WriteString("QSZ 1" & vbLf)
 End If                                                                             '67
```

ライン	説明
38 ～ 39	データ出力フォーマット、時間データ出力を設定します。
41 ～ 49	Quasi-static CV 測定条件を設定します。エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
51	オフセット・キャンセルを OFF に設定します。
53 ～ 67	オフセット・キャンセルの実行を確認するメッセージ・ボックスを表示します。Yes をクリックすると、測定端子の開放を促すメッセージを表示します。OK をクリックすると測定を開始し、終了後、データを表示してオフセット・キャンセルを ON に設定します。

```
 MsgBox("Connect DUT.  Then click OK.", vbOKOnly, "")                          '69
 Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10))
 session.WriteString("DV " & t(0) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)     'Drain
 session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)     'Source
 session.WriteString("DV " & t(3) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)     'Substrate
 session.WriteString("TSR" & vbLf)
 session.WriteString("XE" & vbLf)

 session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : rep = session.ReadString(1 + 2)         '77
 session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 session.WriteString("NUB?" & vbLf) : rep = session.ReadString(3 + 2)
 If rep <> nop1 * 4 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_nop

 mret = session.ReadString(16 * 4 * nop1 + 2)    '4*nop1 data + terminator     '83

 For i = 0 To nop1 - 1
   st1(i) = Mid(mret, i * 16 * 4 + 16 * 1 + 1, 3)
   st2(i) = Mid(mret, i * 16 * 4 + 16 * 2 + 1, 3)
   tm(i) = Val(Mid(mret, i * 16 * 4 + 4, 12))
   md1(i) = Val(Mid(mret, i * 16 * 4 + 16 * 1 + 4, 12))
   md2(i) = Val(Mid(mret, i * 16 * 4 + 16 * 2 + 4, 12))
   sc(i) = Val(Mid(mret, i * 16 * 4 + 16 * 3 + 4, 12))
   data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & sc(i) & ", " & md2(i) * 1000000000000.0 & ", "
& st2(i) & ", " & md1(i) * 1000000000000.0 & ", " & st1(i) & ", " & tm(i)
 Next i

 session.WriteString("DZ" & vbLf)                                              '95
 save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
 Exit Sub

Check_err:                                                                     '99
 session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
 MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
 Exit Sub

Check_nop:                                                                     '104
 MsgBox("No. of data: " & rep & " (not " & nop1 * 4 & ")", vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
69 ～ 75	DUT の接続を促すメッセージ・ボックスを表示します。OK をクリックすると電圧印加、タイマーのリセット、quasi-static CV 測定を実行します。
77 ～ 81	測定終了後、エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。また、測定データ数を確認し、正しくなければ Check_nop に進みます。
83 ～ 93	データを変数 *mret* に取り込み、測定データを抽出し配列 *data* に格納します。
95 ～ 105	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。

測定実行例

```
Vg (V), Cgb (pF), C-status, Ileak (pA), I-status, Time (sec)
3, 2.3085, NCC, -0.259, NCI, 5.10526
2.8, 3.1277, NCC, 0.298, NCI, 5.41159
2.6, 3.1034, NCC, 0.241, NCI, 5.71947
2.4, 3.1334, NCC, 0.278, NCI, 6.02741
2.2, 3.1314, NCC, 0.255, NCI, 6.33532
2, 3.116, NCC, 0.232, NCI, 6.64316
1.8, 3.1193, NCC, 0.215, NCI, 6.95102
1.6, 3.1218, NCC, 0.222, NCI, 7.25891
1.4, 3.106, NCC, 0.18, NCI, 7.56681
1.2, 3.1303, NCC, 0.171, NCI, 7.87471
1, 3.1317, NCC, 0.184, NCI, 8.18262
0.8, 3.1096, NCC, 0.168, NCI, 8.49048
0.6, 3.1235, NCC, 0.185, NCI, 8.79832
0.4, 3.085, NCC, 0.148, NCI, 9.10628
0.2, 3.1028, NCC, 0.164, NCI, 9.41414
0, 3.1023, NCC, 0.149, NCI, 9.72198
-0.2, 3.0651, NCC, 0.117, NCI, 10.0301
-0.4, 3.0723, NCC, 0.141, NCI, 10.338
-0.6, 3.0654, NCC, 0.115, NCI, 10.6459
-0.8, 3.0375, NCC, 0.141, NCI, 10.9538
-1, 3.0117, NCC, 0.132, NCI, 11.2617
-1.2, 2.9459, NCC, 0.115, NCI, 11.5696
-1.4, 2.8877, NCC, 0.079, NCI, 11.8775
-1.6, 2.7965, NCC, 0.036, NCI, 12.1854
-1.8, 2.7727, NCC, 0.056, NCI, 12.4933
-2, 2.7219, NCC, 0.061, NCI, 12.8011
-2.2, 2.6781, NCC, 0.044, NCI, 13.109
-2.4, 2.6496, NCC, 0.032, NCI, 13.4169
-2.6, 2.6694, NCC, 0.076, NCI, 13.7248
-2.8, 2.6174, NCC, 0.053, NCI, 14.0327
-3, 2.5789, NCC, 0.041, NCI, 14.3406
-3.2, 2.5974, NCC, 0.046, NCI, 14.6484
-3.4, 2.6325, NCC, 0.042, NCI, 14.9564
-3.6, 2.6338, NCC, 0.002, NCI, 15.2643
-3.8, 2.706, NCC, 0.031, NCI, 15.5722
-4, 2.7984, NCC, 0.069, NCI, 15.8801
-4.2, 2.8384, NCC, 0.036, NCI, 16.188
-4.4, 2.8908, NCC, 0.044, NCI, 16.4959
-4.6, 2.9477, NCC, 0.043, NCI, 16.8038
-4.8, 2.9606, NCC, 0.034, NCI, 17.1117
-5, 2.9836, NCC, 0.012, NCI, 17.4196
-5.2, 3.0091, NCC, 0.017, NCI, 17.7275
-5.4, 3.0256, NCC, 0.039, NCI, 18.0353
-5.6, 3.0433, NCC, 0.035, NCI, 18.3433
-5.8, 3.0888, NCC, 0.068, NCI, 18.6512
-6, 3.08, NCC, 0.056, NCI, 18.9591
-6.2, 3.0803, NCC, 0.041, NCI, 19.267
-6.4, 3.0658, NCC, 0.024, NCI, 19.5749
-6.6, 3.0757, NCC, 0.014, NCI, 19.8828
-6.8, 3.0961, NCC, 0.028, NCI, 20.1907
-7, 3.0894, NCC, 0.009, NCI, 20.4986

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

高速スポット C 測定

高速スポット C 測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
SCUU インジケータ ON/OFF	[SSL]	*chnum*,*mode*
SCUU 入出力パスの設定	[SSP]	*chnum*,*path*
MFCMU A/D コンバータの設定	[ACT]	*mode*[,*N*]
MFCMU 測定モードの設定	[IMP]	*mode*
AC/DC 電圧モニタ機能 ON/OFF	[LMN]	*mode*
MFCMU 出力信号周波数	FC	*chnum*,*freq*
MFCMU による AC 電圧出力	ACV	*chnum*,*ac_level*
MFCMU による DC 電圧出力	DCV	*chnum*,*voltage*
SMU による DC 電圧出力	[DV, TDV]	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
SMU による DC 電流出力	[DI, TDI]	
インピーダンス測定の実行	TC	*chnum*,*mode*[,*range*]
	TTC	*chnum*,*mode*[,*range*]
タイムスタンプのクリア	TSR	
タイムスタンプの読み込み	TSQ	

上記コマンドは、測定モード（MM コマンドの設定）に係わらず使用可能です。TTC コマンドは時間データと測定データを返します。

次のプログラムは TTC コマンドを用いて、高速スポット C 測定（容量測定）を行います。この例では MFCMU（マルチ周波数容量測定ユニット）と SCUU (SMU/CMU unify unit) を使用します。

容量（インピーダンス）測定を行う前に、位相補償とデータ補正を行う必要があります。「測定データの補正 (p. 3-70)」を参照してください。

Table 3-18　高速スポット C 測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                '1
 Dim i As Integer = 0                                 't(0): Drain
 Dim j As Integer = 0                                 't(1): Gate
 Dim nop1 As Integer = 1                              't(2): Source
 Dim nop2 As Integer = 1                              't(3): Substrate
 Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
 Dim value As String = "Cp (pF), C_st, G (uS), G_st, OSC (mV), Osc_st, DC (V),
Dc_st, Time (s)"
 Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data18.txt"
 Dim title As String = "High Speed Spot C Measurement Result"
 Dim msg As String = "No error."
 Dim err As Integer = 0

 Dim freq As Double = 1000000                                                    '13
 Dim ref_cp As Double = 0
 Dim ref_g As Double = 0
 Dim osc_level As Double = 0.03
 Dim dc_bias As Double = -5
 Dim range As Integer = 0
 Dim md(nop1) As Double
 Dim st(nop1) As String
 Dim mon(nop1) As Double
 Dim st_mon(nop1) As String
 Dim mt As Double

 session.Timeout = 60000              'timeout = 60 seconds                      '25
 session.WriteString("FMT 1" & vbLf)
 session.WriteString("TSC 1" & vbLf) 'enables time stamp output
 session.WriteString("DV " & t(0) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)
 session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)
 session.WriteString("SSP " & t(1) & ", 4" & vbLf)  'CMU to SCUU output
 session.WriteString("ACT 0, 2" & vbLf)              'auto, 2 samples
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 23	使用する変数を宣言し、値を設定します。
25 ～ 27	データ出力フォーマットを設定します。
28 ～ 29	ドレイン端子、ソース端子に 0 V を印加します。
30 ～ 31	SCUU の入出力パスを接続し、MFCMU の A/D コンバーターを設定します。

```
 Dim rbx As Integer                                                          '33
 rbx = MsgBox("Do you want to perform Phase compensation?", vbYesNo, "")
 If rbx = vbYes Then
    MsgBox("Open measurement terminal.  Then click OK.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10))
    session.WriteString("ADJ " & t(1) & ",1" & vbLf)
    session.WriteString("ADJ? " & t(1) & vbLf) : err = session.ReadString(1 + 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err =
session.ReadString(4 + 2) : session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 End If

 session.WriteString("FC " & t(1) & "," & freq & vbLf)                       '43
 session.WriteString("ACV " & t(1) & "," & osc_level & vbLf)

 rbx = MsgBox("Do you want to perform Open correction?", vbYesNo, "")
 If rbx = vbYes Then
    session.WriteString("CLCORR " & t(1) & ",2" & vbLf)
    MsgBox("Open measurement terminal.  Then click OK.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10) & vbLf)
    session.WriteString("DCORR " & t(1) & ",1,100," & ref_cp & "," & ref_g & vbLf)
    session.WriteString("CORR? " & t(1) & ",1" & vbLf) : err = session.ReadString(1
+ 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err =
session.ReadString(4 + 2) : session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",1,1" & vbLf)    'open correction ON
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",2,0" & vbLf)    'short correction OFF
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",3,0" & vbLf)    'load correction OFF
 End If

 MsgBox("Connect DUT.  Then click OK.", vbOKOnly, "")                        '59
```

ライン	説明
33 ～ 41	位相補償の実行を尋ねるメッセージボックスを表示します。Yes をクリックすると、位相補償が実行されます。実行には 30 秒程度かかります。
43 ～ 44	MFCMU 出力信号の周波数と AC レベルを設定します。
46 ～ 57	オープン補正の実行を尋ねるメッセージボックスを表示します。Yes をクリックすると、オープン補正が実行されます。この例では、ショート補正、ロード補正を実行しません。
59	デバイスの接続を促すメッセージボックスを表示します。CMUH と CMUL をそれぞれ、デバイスのゲート端子、サブストレート端子に接続してください。

```
 session.WriteString("IMP 100" & vbLf)                                          '60
 session.WriteString("LMN 1" & vbLf)
 session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 session.WriteString("DCV " & t(1) & "," & dc_bias & vbLf)
 session.WriteString("TSR" & vbLf)
 session.WriteString("TTC " & t(1) & "," & range & vbLf)
 session.WriteString("TSQ" & vbLf)

 Dim mret As String = session.ReadString(16 * 5 + 2)  '5 data + terminator     '69
 Dim tret As String = session.ReadString(15 + 2)      '1 data + terminator
 Dim tcal As String = Mid(mret, 4, 12)
 tret = Mid(tret, 4, 12)
 mt = Val(tret) - Val(tcal)
 st(0) = Mid(mret, 16 * 1 + 1, 3)
 st(1) = Mid(mret, 16 * 2 + 1, 3)
 st_mon(0) = Mid(mret, 16 * 3 + 1, 3)
 st_mon(1) = Mid(mret, 16 * 4 + 1, 3)
 md(0) = Val(Mid(mret, 16 * 1 + 4, 12))
 md(1) = Val(Mid(mret, 16 * 2 + 4, 12))
 mon(0) = Val(Mid(mret, 16 * 3 + 4, 12))
 mon(1) = Val(Mid(mret, 16 * 4 + 4, 12))
 data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & md(0) * 1000000000000.0 & "," & st(0) & "," &
md(1) * 1000000.0 & "," & st(1)
 data(j, i) = data(j, i) & "," & mon(0) * 1000 & "," & st_mon(0) & "," & mon(1) &
"," & st_mon(1) & "," & mt

 session.WriteString("DZ" & vbLf)                                               '85
 save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
 Exit Sub

Check_err:                                                                      '89
 session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
 MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
60 ～ 67	測定条件の設定、タイムスタンプのクリア、高速スポット C 測定を実行します。
69 ～ 83	測定データを変数 *mret* および *tret* に取り込みます。そして、測定データを抽出して配列 *data* に格納します。
85 ～ 87	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
89 ～ 91	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Cp (pF), C_st, G (uS), G_st, OSC (mV), Osc_st, DC (V), Dc_st, Time
(s)
4.96641,NJC,26.1348,NJY,28.7814,NJV,4.7239,NJV,0.0146

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

測定データの補正

位相補償とデータ補正（オープン、ショート、ロード）に使用する Keysight B1500A FLEX コマンドを Table 3-19 に記します。キャパシタンス（インピーダンス）測定を実行する前には、ゼロ・フェーズを調整するために位相補償を実行してください。また、必要なデータ補正を実行してください。

NOTE

CORR? コマンドを実行するまえに

- DCORR コマンドによって、スタンダード（オープン、ショート、ロード）のキャリブレーション・データ（校正値）またはリファレンス・データを設定します。
- CLCORRL コマンドと CORRL コマンドによって、データ補正用周波数を設定します。
- ACV コマンドによって、AC 信号レベルを設定します。

上記セットアップを行ってから CORR? コマンドを実行してください。

- 位相補償
  1. デバイス側の接続端をオープンにします。
  2. ADJ コマンドによって、位相補償モードをマニュアルに設定します。
  3. ADJ? コマンドによって、位相補償データ測定を実行します。データの取得には 30 秒程度かかります。
- オープン補正
  1. デバイス側の接続端にオープン・スタンダードを接続します。または接続端子間をオープンにします。
  2. CORR? コマンドによって、オープン補正データ測定を実行します。
  3. CORRST コマンドによって、オープン補正モードを ON します。
- ショート補正

1. デバイス側の接続端にショート・スタンダードを接続します。または接続端子間をショートします。
2. CORR? コマンドによって、ショート補正データ測定を実行します。
3. CORRST コマンドによって、ショート補正モードを ON します。

- ロード補正
  1. デバイス側の接続端にロード・スタンダードを接続します。
  2. CORR? コマンドによって、ロード補正データ測定を実行します。
  3. CORRST コマンドによって、ロード補正モードを ON します。

Table 3-19 MFCMU 位相補償、データ補正用コマンド

機能	コマンド	パラメータ
位相補償モードの設定、オートまたはマニュアル	ADJ	*slot*,*mode*
位相補償データの測定	ADJ?	*slot*
データ補正用周波数リストのクリア	CLCORR	*slot*,*mode*
周波数リストへの周波数の追加	CORRL	*slot*,*freq*
周波数リストに定義されている周波数の確認	CORRL?	*slot*[,*index*]
補正用スタンダードのリファレンス値の設定	DCORR	*slot*,*corr*,*mode*,*primary*,*secondary*
補正用スタンダードのリファレンス値の確認	DCORR?	*slot*,*corr*
補正データの測定	CORR?	*slot*,*corr*
補正モードの設定、ON または OFF	CORRST	*slot*,*corr*,*state*
補正モードの設定確認	CORRST?	*slot*,*corr*

スポット C 測定

スポット C 測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
SCUU インジケータ ON/OFF	[SSL]	*chnum*,*mode*
SCUU 入出力パスの設定	[SSP]	*chnum*,*path*
MFCMU A/D コンバータの設定	[ACT]	*mode*[,*N*]
MFCMU 測定モードの設定	[IMP]	*mode*
AC/DC 電圧モニタ機能 ON/OFF	[LMN]	*mode*
MFCMU 出力信号周波数	FC	*chnum*,*freq*
MFCMU による AC 電圧出力	ACV	*chnum*,*ac_level*
MFCMU による DC 電圧出力	DCV	*chnum*,*voltage*
SMU による DC 電圧出力	[DV, TDV]	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
SMU による DC 電流出力	[DI, TDI]	
インピーダンス測定レンジの設定	[RC]	*chnum*,*mode*[,*range*]
測定モードの設定	MM	17,*chnum*
測定の実行	XE	

測定実行例

```
Cp (pF), C_st, G (uS), G_st, OSC (mV), Osc_st, DC (V), Dc_st, Time
(s)
4.96981,NJC,26.1577,NJY,28.7737,NJV,4.72556,NJV,0.0259

Data save completed.
Do you want to perform measurement again?
```

次のプログラムはスポット C 測定（容量測定）を行います。この例では MFCMU（マルチ周波数容量測定ユニット）と SCUU (SMU/CMU unify unit) を使用します。

容量（インピーダンス）測定を行う前に、位相補償とデータ補正を行う必要があります。「測定データの補正 (p. 3-70)」を参照してください。

Table 3-20　スポット C 測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                 '1
 Dim i As Integer = 0                              't(0): Drain
 Dim j As Integer = 0                              't(1): Gate
 Dim nop1 As Integer = 1                           't(2): Source
 Dim nop2 As Integer = 1                           't(3): Substrate
 Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
 Dim value As String = "Cp (pF), C_st, G (uS), G_st, OSC (mV), Osc_st, DC (V),
Dc_st, Time (s)"
 Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data19.txt"
 Dim title As String = "Spot C Measurement Result"
 Dim msg As String = "No error."
 Dim err As Integer = 0

 Dim freq As Double = 1000000                                                     '13
 Dim ref_cp As Double = 0
 Dim ref_g As Double = 0
 Dim osc_level As Double = 0.03
 Dim dc_bias As Double = -5
 Dim range As Integer = 0
 Dim md(nop1) As Double
 Dim st(nop1) As String
 Dim mon(nop1) As Double
 Dim st_mon(nop1) As String
 Dim mt As Double
 Dim rep As Integer = nop1
 session.Timeout = 60000              'timeout = 60 seconds                       '25
 session.WriteString("FMT 1" & vbLf)
 session.WriteString("TSC 1" & vbLf) 'enables time stamp output
 session.WriteString("DV " & t(0) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)
 session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)
 session.WriteString("SSP " & t(1) & ", 4" & vbLf)  'CMU to SCUU output
 session.WriteString("ACT 0, 2" & vbLf)              'auto, 2 samples
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 24	使用する変数を宣言し、値を設定します。
26 ～ 27	データ出力フォーマットを設定し、タイムスタンプ機能を有効にします。
28 ～ 29	ドレイン端子、ソース端子に 0 V を印加します。
30 ～ 31	SCUU の入出力パスを接続し、MFCMU の A/D コンバーターを設定します。

```
 Dim rbx As Integer                                                          '33
 rbx = MsgBox("Do you want to perform Phase compensation?", vbYesNo, "")
 If rbx = vbYes Then
    MsgBox("Open measurement terminal.  Then click OK.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10))
    session.WriteString("ADJ " & t(1) & ",1" & vbLf)
    session.WriteString("ADJ? " & t(1) & vbLf) : err = session.ReadString(1 + 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err =
session.ReadString(4 + 2) : session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 End If

 session.WriteString("FC " & t(1) & "," & freq & vbLf)                       '43
 session.WriteString("ACV " & t(1) & "," & osc_level & vbLf)

 rbx = MsgBox("Do you want to perform Open correction?", vbYesNo, "")
 If rbx = vbYes Then
    session.WriteString("CLCORR " & t(1) & ",2" & vbLf)
    MsgBox("Open measurement terminal.  Then click OK.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10) & vbLf)
    session.WriteString("DCORR " & t(1) & ",1,100," & ref_cp & "," & ref_g & vbLf)
    session.WriteString("CORR? " & t(1) & ",1" & vbLf) : err = session.ReadString(1
+ 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err =
session.ReadString(4 + 2) : session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",1,1" & vbLf)    'open correction ON
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",2,0" & vbLf)    'short correction OFF
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",3,0" & vbLf)    'load correction OFF
 End If

 MsgBox("Connect DUT.  Then click OK.", vbOKOnly, "")                        '59
```

ライン	説明
33 ～ 41	位相補償の実行を尋ねるメッセージボックスを表示します。Yes をクリックすると、位相補償が実行されます。実行には 30 秒程度かかります。
43 ～ 44	MFCMU 出力信号の周波数と AC レベルを設定します。
46 ～ 57	オープン補正の実行を尋ねるメッセージボックスを表示します。Yes をクリックすると、オープン補正が実行されます。この例では、ショート補正、ロード補正を実行しません。
59	デバイスの接続を促すメッセージボックスを表示します。CMUH と CMUL をそれぞれ、デバイスのゲート端子、サブストレート端子に接続してください。

```
 session.WriteString("MM 17," & t(1) & vbLf)                                    '60
 session.WriteString("IMP 100" & vbLf)
 session.WriteString("LMN 1" & vbLf)
 session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 session.WriteString("DCV " & t(1) & "," & dc_bias & vbLf)
 session.WriteString("TSR" & vbLf)
 session.WriteString("XE" & vbLf)

 session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : rep = session.ReadString(1 + 2)          '69
 session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err

 Dim mret As String = session.ReadString(16 * 5 + 2)  '5 data + terminator      '73
 mt = Mid(mret, 4, 12)
 st(0) = Mid(mret, 16 * 1 + 1, 3)
 st(1) = Mid(mret, 16 * 2 + 1, 3)
 st_mon(0) = Mid(mret, 16 * 3 + 1, 3)
 st_mon(1) = Mid(mret, 16 * 4 + 1, 3)
 md(0) = Val(Mid(mret, 16 * 1 + 4, 12))
 md(1) = Val(Mid(mret, 16 * 2 + 4, 12))
 mon(0) = Val(Mid(mret, 16 * 3 + 4, 12))
 mon(1) = Val(Mid(mret, 16 * 4 + 4, 12))
 data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & md(0) * 1000000000000.0 & "," & st(0) & "," &
md(1) * 1000000.0 & "," & st(1)
 data(j, i) = data(j, i) & "," & mon(0) * 1000 & "," & st_mon(0) & "," & mon(1) &
"," & st_mon(1) & "," & mt

 session.WriteString("DZ" & vbLf)                                               '86
 save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
 Exit Sub

Check_err:                                                                      '90
 session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
 MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
60 ～ 67	測定条件の設定、タイムスタンプのクリア、スポット C 測定を実行します。
69 ～ 71	測定終了後、エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
73 ～ 84	データを変数 *mret* に取り込み、測定データを抽出し配列 *data* に格納します。
86 ～ 88	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
90 ～ 92	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

CV（DC バイアス）掃引測定

CV（DC バイアス）掃引測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
SCUU インジケータ ON/OFF	[SSL]	*chnum*,*mode*
SCUU 入出力パスの設定	[SSP]	*chnum*,*path*
MFCMU A/D コンバータの設定	[ACT]	*mode*[,*N*]
MFCMU 測定モードの設定	[IMP]	*mode*
AC/DC 電圧モニタ機能 ON/OFF	[LMN]	*mode*
MFCMU 出力信号周波数	FC	*chnum*,*freq*
MFCMU による AC 電圧出力	ACV	*chnum*,*ac_level*
CV 掃引タイミングの設定	WTDCV	*hold*,*delay* [,*sdelay*[,*tdelay*[,*mdelay*]]]
自動停止機能の設定	[WMDCV]	*abort*[,*post*]
DC バイアス掃引出力の設定	WDCV	*chnum*,*mode*,*start*,*stop*,*step*
SMU による DC 電圧出力	[DV, TDV]	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
SMU による DC 電流出力	[DI, TDI]	
インピーダンス測定レンジの設定	[RC]	*chnum*,*mode*[,*range*]
測定モードの設定	MM	18,*chnum*
測定の実行	XE	

次のプログラムはキャパシタに印加される DC バイアス電圧を掃引しながら容量を測定します。この例では MFCMU（マルチ周波数容量測定ユニット）と SCUU (SMU/CMU unify unit) を使用します。

容量（インピーダンス）測定を行う前に、位相補償とデータ補正を行う必要があります。「測定データの補正 (p. 3-70)」を参照してください。

Table 3-21　CV（DC バイアス）掃引測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                ’1
 Dim i As Integer = 0                              ’t(0): Drain
 Dim j As Integer = 0                              ’t(1): Gate
 Dim nop1 As Integer = 21                          ’t(2): Source
 Dim nop2 As Integer = 1                           ’t(3): Substrate
 Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
 Dim value As String = "Vg (V), Cp (pF), C_st, G (uS), G_st, OSC (mV), Osc_st, DC
(V), Dc_st, Time (s)"
 Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data20.txt"
 Dim title As String = "CV Sweep Measurement Result"
 Dim msg As String = "No error."
 Dim err As Integer = 0

 Dim freq As Double = 1000000                                                    ’13
 Dim ref_cp As Double = 0
 Dim ref_g As Double = 0
 Dim osc_level As Double = 0.03
 Dim vg1 As Double = -5
 Dim vg2 As Double = 5
 Dim hold As Double = 0
 Dim delay As Double = 0
 Dim s_delay As Double = 0
 Dim range As Integer = 0
 Dim rep As Integer = nop1
 Dim sc(nop1) As Double
 Dim md(nop1 * 2) As Double
 Dim st(nop1 * 2) As String
 Dim mon(nop1 * 2) As Double
 Dim st_mon(nop1 * 2) As String
 Dim tm(nop1) As Double

 session.Timeout = 60000                ’timeout = 60 seconds                   ’31
 session.WriteString("FMT 1,1" & vbLf)  ’data w/source data
 session.WriteString("TSC 1" & vbLf)    ’enables time stamp output
 session.WriteString("DV " & t(0) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)
 session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 29	使用する変数を宣言し、値を設定します。
32 ～ 33	データ出力フォーマットを設定します。タイムスタンプ機能を有効にします。
34 ～ 35	ドレイン端子、ソース端子に 0 V を印加します。

```
 session.WriteString("SSP " & t(1) & ", 4" & vbLf)  'CMU to SCUU output        '37
 session.WriteString("ACT 2, 4" & vbLf)             'CMU integration, 4 PLC

 Dim rbx As Integer                                                           '40
 rbx = MsgBox("Do you want to perform Phase compensation?", vbYesNo, "")
 If rbx = vbYes Then
    MsgBox("Open measurement terminal.  Then click OK.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10))
    session.WriteString("ADJ " & t(1) & ",1" & vbLf)
    session.WriteString("ADJ? " & t(1) & vbLf) : err = session.ReadString(1 + 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err =
session.ReadString(4 + 2) : session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 End If

 session.WriteString("FC " & t(1) & "," & freq & vbLf)                        '50
 session.WriteString("ACV " & t(1) & "," & osc_level & vbLf)

 rbx = MsgBox("Do you want to perform Open correction?", vbYesNo, "")
 If rbx = vbYes Then
    session.WriteString("CLCORR " & t(1) & ",2" & vbLf)
    MsgBox("Open measurement terminal.  Then click OK.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10) & vbLf)
    session.WriteString("DCORR " & t(1) & ",1,100," & ref_cp & "," & ref_g & vbLf)
    session.WriteString("CORR? " & t(1) & ",1" & vbLf) : err = session.ReadString(1
+ 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err =
session.ReadString(4 + 2) : session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",1,1" & vbLf)    'open correction ON
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",2,0" & vbLf)    'short correction OFF
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",3,0" & vbLf)    'load correction OFF
 End If

 MsgBox("Connect DUT.  Then click OK.", vbOKOnly, "")                         '66
```

ライン	説明
37 ～ 38	SCUU の入出力パスを接続し、MFCMU の A/D コンバーターを設定します。
40 ～ 48	位相補償の実行を尋ねるメッセージボックスを表示します。Yes をクリックすると、位相補償が実行されます。実行には 30 秒程度かかります。
50 ～ 51	MFCMU 出力信号の周波数と AC レベルを設定します。
53 ～ 64	オープン補正の実行を尋ねるメッセージボックスを表示します。Yes をクリックすると、オープン補正が実行されます。この例では、ショート補正、ロード補正を実行しません。
66	デバイスの接続を促すメッセージボックスを表示します。CMUH と CMUL をそれぞれ、デバイスのゲート端子、サブストレート端子に接続してください。

```
 session.WriteString("WMDCV 2, 1" & vbLf)                                          '68
 session.WriteString("WTDCV " & hold & "," & delay & "," & s_delay & vbLf)
 session.WriteString("WDCV " & t(1) & ",1," & vg1 & "," & vg2 & "," & nop1 & vbLf)
 session.WriteString("MM 18," & t(1) & vbLf)
 session.WriteString("IMP 100" & vbLf)
 session.WriteString("LMN 1" & vbLf)
 session.WriteString("RC " & t(1) & "," & range & vbLf)
 session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 session.WriteString("TSR" & vbLf)
 session.WriteString("XE" & vbLf)
 session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : rep = session.ReadString(1 + 2)          '79
 session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 session.WriteString("NUB?" & vbLf) : rep = session.ReadString(3 + 2)
 If rep <> nop1 * 6 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_nop      '83

 Dim mret As String = session.ReadString(16 * 6 * nop1 + 2) '6*nop1 data +
terminator
 For i = 0 To nop1 - 1
    st(i * 2) = Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 1 + 1, 3)
    st(i * 2 + 1) = Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 2 + 1, 3)
    st_mon(i * 2) = Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 3 + 1, 3)
    st_mon(i * 2 + 1) = Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 4 + 1, 3)
    tm(i) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 4, 12))
    md(i * 2) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 1 + 4, 12))
    md(i * 2 + 1) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 2 + 4, 12))
    mon(i * 2) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 3 + 4, 12))
    mon(i * 2 + 1) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 4 + 4, 12))
    sc(i) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 5 + 4, 12))
    data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & sc(i) & "," & md(i * 2) * 1000000000000.0 & ","
& st(i * 2)
    data(j, i) = data(j, i) & "," & md(i * 2 + 1) * 1000000.0 & "," & st(i * 2 + 1)
    data(j, i) = data(j, i) & "," & mon(i * 2) * 1000 & "," & st_mon(i * 2)
    data(j, i) = data(j, i) & "," & mon(i * 2 + 1) & "," & st_mon(i * 2 + 1) & ","
& tm(i)
 Next i                                                                          '101
```

ライン	説明
68 ～ 78	測定条件の設定、タイムスタンプのクリア、CV 掃引測定を実行します。
68	自動停止機能をオンし、掃引終了後出力値を vg1 に設定します。
69	MFCMU の掃引出力タイミングを設定します。
70	MFCMU の DC バイアス掃引出力を設定します。
79 ～ 83	測定終了まで待ちます。エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。データ数が正しくなければ出力を 0 V に変更し、Check_nop に進みます。
85 ～ 101	測定データを変数 *mret* に取り込みます。そして、測定データを抽出して配列 *data* に格納します。

```
 session.WriteString("DZ" & vbLf)                                          '103
 save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
 Exit Sub

Check_err:                                                                 '107
 session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
 MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
 Exit Sub

Check_nop:                                                                 '112
 MsgBox("No. of data: " & rep & " (not " & nop1 * 6 & ")", vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
103 ～ 105	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
107 ～ 110	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。
112 ～ 113	測定データ数が正しくない場合は、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Vg (V), Cp (pF), C_st, G (uS), G_st, OSC (mV), Osc_st, DC (V),
Dc_st, Time (s)
-5,4.96677,NJC,26.155,NJY,28.7732,NJV,-4.72468,NJV,0.0547
-4.5,4.66524,NJC,26.3993,NJY,28.6384,NJV,-4.2384,NJV,0.0884
-4,4.2986,NJC,26.2738,NJY,28.4891,NJV,-3.75442,NJV,0.1228
-3.5,3.88182,NJC,25.5785,NJY,28.3222,NJV,-3.27358,NJV,0.1535
-3,3.43272,NJC,24.1992,NJY,28.1426,NJV,-2.79417,NJV,0.1878
-2.5,2.99286,NJC,21.9946,NJY,27.9503,NJV,-2.31792,NJV,0.2294
-2,2.57856,NJC,18.7458,NJY,27.7505,NJV,-1.84498,NJV,0.2709
-1.5,2.20793,NJC,14.2867,NJY,27.5502,NJV,-1.37609,NJV,0.3125
-1,1.92563,NJC,7.57546,NJY,27.3772,NJV,-0.91155,NJV,0.3541
-0.5,1.79915,NJC,-1.83967,NJY,27.494,NJV,-0.45241,NJV,0.3957
0,1.77613,NJC,-2.50329,NJY,27.4588,NJV,0.0041,NJV,0.4375
0.5,1.78246,NJC,-2.73976,NJY,27.488,NJV,0.46025,NJV,0.4789
1,1.7831,NJC,-2.66401,NJY,27.6511,NJV,0.92066,NJV,0.5205
1.5,1.78149,NJC,-2.52984,NJY,27.8257,NJV,1.38437,NJV,0.5621
2,1.77384,NJC,-2.39091,NJY,27.9928,NJV,1.85152,NJV,0.6037
2.5,1.77054,NJC,-2.22722,NJY,28.1473,NJV,2.32111,NJV,0.6453
3,1.76359,NJC,-2.03388,NJY,28.283,NJV,2.79339,NJV,0.6867
3.5,1.75959,NJC,-1.58516,NJY,28.3958,NJV,3.26736,NJV,0.7281
4,1.75883,NJC,-0.542666,NJY,28.481,NJV,3.74189,NJV,0.7697
4.5,1.73431,NJC,1.73765,NJY,28.5416,NJV,4.2182,NJV,0.8113
5,1.60909,NJC,6.23405,NJY,28.5737,NJV,4.69593,NJV,0.8529

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

パルス・スポット C 測定

パルス・スポット C 測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
SCUU インジケータ ON/OFF	[SSL]	*chnum*,*mode*
SCUU 入出力パスの設定	[SSP]	*chnum*,*path*
MFCMU A/D コンバータの設定	[ACT]	*mode*[,*N*]
MFCMU 測定モードの設定	[IMP]	*mode*
MFCMU 出力信号周波数	FC	*chnum*,*freq*
MFCMU による AC 電圧出力	ACV	*chnum*,*ac_level*
パルス・パラメータの設定	PTDCV	*hold*,*width*[,*period* [,*tdelay*]]
パルス電圧出力の設定	PDCV	*chnum*,*base*,*pulse*
SMU による DC 電圧出力	[DV, TDV]	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
SMU による DC 電流出力	[DI, TDI]	
インピーダンス測定レンジの設定	[RC]	*chnum*,*mode*[,*range*]
測定モードの設定	MM	19,*chnum*
測定の実行	XE	

測定実行例

```
Cp (pF), C_st, G (uS), G_st, Time (s)
0.101969,NGC,0.258706,NGY,0.59655

Data save completed.
Do you want to perform measurement again?
```

プログラム例
パルス・スポット C 測定

次のプログラムはパルス・スポット C 測定（容量測定）を行います。この例では MFCMU（マルチ周波数容量測定ユニット）と SCUU (SMU/CMU unify unit) を使用します。

容量（インピーダンス）測定を行う前に、位相補償とデータ補正を行う必要があります。「測定データの補正 (p. 3-70)」を参照してください。

Table 3-22　パルス・スポット C 測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                 '1
 Dim i As Integer = 0                                 't(0): Drain
 Dim j As Integer = 0                                 't(1): Gate
 Dim nop1 As Integer = 1                              't(2): Source
 Dim nop2 As Integer = 1                              't(3): Substrate
 Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
 Dim value As String = "Cp (pF), C_st, G (uS), G_st, Time (s)"
 Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data22.txt"
 Dim title As String = "Pulsed Spot C Measurement Result"
 Dim msg As String = "No error."
 Dim err As Integer = 0

 Dim freq As Double = 1000000                                                     '13
 Dim ref_cp As Double = 0
 Dim ref_g As Double = 0
 Dim osc_level As Double = 0.03
 Dim dc_bias As Double = -5
 Dim range As Integer = 0
 Dim md(nop1) As Double
 Dim st(nop1) As String
 Dim mt As Double

 session.Timeout = 60000              'timeout = 60 seconds                       '23
 session.WriteString("FMT 1" & vbLf)
 session.WriteString("TSC 1" & vbLf) 'enables time stamp output
 session.WriteString("DV " & t(0) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)
 session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)
 session.WriteString("SSP " & t(1) & ", 4" & vbLf)  'CMU to SCUU output
 session.WriteString("ACT 0, 2" & vbLf)              'auto, 2 samples
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 21	使用する変数を宣言し、値を設定します。
23 ～ 25	タイムアウトとデータ出力フォーマットを設定します。また、タイムスタンプ機能を有効にします。
26 ～ 27	ドレイン端子、ソース端子に 0 V を印加します。
28 ～ 29	SCUU の入出力パスを接続し、MFCMU の A/D コンバーターを設定します。

```
 Dim rbx As Integer                                                              '31
 rbx = MsgBox("Do you want to perform Phase compensation?", vbYesNo, "")
 If rbx = vbYes Then
    MsgBox("Open measurement terminal.  Then click OK.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10))
    session.WriteString("ADJ " & t(1) & ",1" & vbLf)
    session.WriteString("ADJ? " & t(1) & vbLf) : err = session.ReadString(1 + 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err =
session.ReadString(4 + 2) : session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 End If

 session.WriteString("FC " & t(1) & "," & freq & vbLf)                           '41
 session.WriteString("ACV " & t(1) & "," & osc_level & vbLf)

 rbx = MsgBox("Do you want to perform Open correction?", vbYesNo, "")
 If rbx = vbYes Then
    session.WriteString("CLCORR " & t(1) & ",2" & vbLf)
    MsgBox("Open measurement terminal.  Then click OK.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10) & vbLf)
    session.WriteString("DCORR " & t(1) & ",1,100," & ref_cp & "," & ref_g & vbLf)
    session.WriteString("CORR? " & t(1) & ",1" & vbLf) : err = session.ReadString(1
+ 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err =
session.ReadString(4 + 2) : session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",1,1" & vbLf)    'open correction ON
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",2,0" & vbLf)    'short correction OFF
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",3,0" & vbLf)    'load correction OFF
 End If

 MsgBox("Connect DUT.  Then click OK.", vbOKOnly, "")                            '57
 Dim g_pt As String = "0.5, 0.1, 0.2" 'hold, width, period in sec
 session.WriteString("PTDCV " & g_pt & vbLf)
 Dim v0 As Double = 0                 '0 V: pulse base voltage
 session.WriteString("PDCV " & t(1) & "," & v0 & "," & dc_bias & vbLf)           '62
```

ライン	説明
31 ～ 39	位相補償の実行を尋ねるメッセージボックスを表示します。Yes をクリックすると、位相補償が実行されます。実行には 30 秒程度かかります。
41 ～ 42	MFCMU 出力信号の周波数と AC レベルを設定します。
44 ～ 55	オープン補正の実行を尋ねるメッセージボックスを表示します。Yes をクリックすると、オープン補正が実行されます。この例では、ショート補正、ロード補正を実行しません。
57	デバイスの接続を促すメッセージボックスを表示します。CMUH と CMUL をそれぞれ、デバイスのゲート端子、サブストレート端子に接続してください。
59 ～ 62	MFCMU のパルス時間パラメータとパルス電圧出力を設定します。

```
 session.WriteString("MM 19," & t(1) & vbLf)                                    '63
 session.WriteString("IMP 100" & vbLf)
 session.WriteString("RC " & t(1) & "," & range & vbLf)
 session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 session.WriteString("TSR" & vbLf)
 session.WriteString("XE" & vbLf)
 session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : err = session.ReadString(1 + 2)          '70
 session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err

 Dim mret As String = session.ReadString(16 * 3 + 2)  '3 data + terminator      '74
 mt = Mid(mret, 4, 12)
 st(0) = Mid(mret, 16 * 1 + 1, 3)
 st(1) = Mid(mret, 16 * 2 + 1, 3)
 md(0) = Val(Mid(mret, 16 * 1 + 4, 12))
 md(1) = Val(Mid(mret, 16 * 2 + 4, 12))
 data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & md(0) * 1000000000000.0 & "," & st(0) & "," &
md(1) * 1000000.0 & "," & st(1) & "," & mt

 session.WriteString("DZ" & vbLf)                                               '82
 save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
 Exit Sub

Check_err:                                                                      '86
 session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
 MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
63 ～ 69	測定条件の設定、タイムスタンプのクリア、測定を実行します。
70 ～ 72	測定終了後、エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
74 ～ 80	測定データを変数 *mret* に取り込みます。そして、測定データを抽出して配列 *data* に格納します。
82 ～ 84	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
86 ～ 88	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

パルス掃引 CV 測定

パルス掃引 CV 測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
SCUU インジケータ ON/OFF	[SSL]	*chnum*,*mode*
SCUU 入出力パスの設定	[SSP]	*chnum*,*path*
MFCMU A/D コンバータの設定	[ACT]	*mode*[,*N*]
MFCMU 測定モードの設定	[IMP]	*mode*
MFCMU 出力信号周波数	FC	*chnum*,*freq*
MFCMU による AC 電圧出力	ACV	*chnum*,*ac_level*
パルス・パラメータの設定	PTDCV	*hold*,*width*,*period* [,*tdelay*]
自動停止機能の設定	[WMDCV]	*abort*[,*post*]
パルス電圧掃引出力の設定	PWDCV	*chnum*,*mode*,*base*,*start*,*stop*,*step*
SMU による DC 電圧出力	[DV, TDV]	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
SMU による DC 電流出力	[DI, TDI]	
インピーダンス測定レンジの設定	[RC]	*chnum*,*mode*[,*range*]
測定モードの設定	MM	20,*chnum*
測定の実行	XE	

次のプログラムはキャパシタに印加されるパルス電圧を掃引しながら容量を測定します。この例では MFCMU（マルチ周波数容量測定ユニット）と SCUU (SMU/CMU unify unit) を使用します。

容量（インピーダンス）測定を行う前に、位相補償とデータ補正を行う必要があります。「測定データの補正 (p. 3-70) 」を参照してください。

Table 3-23　パルス掃引 CV 測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                '1
 Dim i As Integer = 0                                 't(0): Drain
 Dim j As Integer = 0                                 't(1): Gate
 Dim nop1 As Integer = 21                             't(2): Source
 Dim nop2 As Integer = 1                              't(3): Substrate
 Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
 Dim value As String = "Vg (V), Cp (pF), C_st, G (uS), G_st, Time (s)"
 Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data23.txt"
 Dim title As String = "Pulsed Sweep CV Sweep Measurement Result"
 Dim msg As String = "No error."
 Dim err As Integer = 0

 Dim freq As Double = 1000000                                                    '13
 Dim ref_cp As Double = 0
 Dim ref_g As Double = 0
 Dim osc_level As Double = 0.03
 Dim vg1 As Double = -5
 Dim vg2 As Double = 5
 Dim range As Integer = 0
 Dim rep As Integer = nop1
 Dim sc(nop1) As Double
 Dim md(nop1 * 2) As Double
 Dim st(nop1 * 2) As String
 Dim tm(nop1) As Double

 session.Timeout = 60000                 'timeout = 60 seconds                   '26
 session.WriteString("FMT 1,1" & vbLf)   'data w/source data
 session.WriteString("TSC 1" & vbLf)     'enables time stamp output
 session.WriteString("DV " & t(0) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)
 session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 24	使用する変数を宣言し、値を設定します。
26	B1500A のタイムアウトを設定します。
27 ～ 28	データ出力フォーマットを設定します。タイムスタンプ機能を有効にします。
29 ～ 30	ドレイン端子、ソース端子に 0 V を印加します。

```
 session.WriteString("SSP " & t(1) & ", 4" & vbLf)  'CMU to SCUU output        '31
 session.WriteString("ACT 0, 2" & vbLf)             'auto, 2 samples

 Dim rbx As Integer                                                            '34
 rbx = MsgBox("Do you want to perform Phase compensation?", vbYesNo, "")
 If rbx = vbYes Then
    MsgBox("Open measurement terminal.  Then click OK.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10))
    session.WriteString("ADJ " & t(1) & ",1" & vbLf)
    session.WriteString("ADJ? " & t(1) & vbLf) : err = session.ReadString(1 + 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err =
session.ReadString(4 + 2) : session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 End If

 session.WriteString("FC " & t(1) & "," & freq & vbLf)                         '44
 session.WriteString("ACV " & t(1) & "," & osc_level & vbLf)

 rbx = MsgBox("Do you want to perform Open correction?", vbYesNo, "")
 If rbx = vbYes Then
    session.WriteString("CLCORR " & t(1) & ",2" & vbLf)
    MsgBox("Open measurement terminal.  Then click OK.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10) & vbLf)
    session.WriteString("DCORR " & t(1) & ",1,100," & ref_cp & "," & ref_g & vbLf)
    session.WriteString("CORR? " & t(1) & ",1" & vbLf) : err = session.ReadString(1
+ 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err =
session.ReadString(4 + 2) : session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",1,1" & vbLf)    'open correction ON
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",2,0" & vbLf)    'short correction OFF
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",3,0" & vbLf)    'load correction OFF
 End If

 MsgBox("Connect DUT.  Then click OK.", vbOKOnly, "")                          '60
```

ライン	説明
31 ～ 32	SCUU の入出力パスを接続し、MFCMU の A/D コンバーターを設定します。
34 ～ 42	位相補償の実行を尋ねるメッセージボックスを表示します。Yes をクリックすると、位相補償が実行されます。実行には 30 秒程度かかります。
44 ～ 45	MFCMU 出力信号の周波数と AC レベルを設定します。
47 ～ 58	オープン補正の実行を尋ねるメッセージボックスを表示します。Yes をクリックすると、オープン補正が実行されます。この例では、ショート補正、ロード補正を実行しません。
60	デバイスの接続を促すメッセージボックスを表示します。CMUH と CMUL をそれぞれ、デバイスのゲート端子、サブストレート端子に接続してください。

```
 Dim g_pt As String = "0.5, 0.1, 0.2" 'hold, width, period in sec              '61
 Dim v0 As Double = 0                  '0 V: pulse base voltage
 session.WriteString("WMDCV 2, 1" & vbLf)
 session.WriteString("PTDCV " & g_pt & vbLf)
 session.WriteString("PWDCV " & t(1) & ",1," & v0 & "," & vg1 & "," & vg2 & "," &
nop1 & vbLf)
 session.WriteString("MM 20," & t(1) & vbLf)
 session.WriteString("IMP 100" & vbLf)
 session.WriteString("LMN 1" & vbLf)
 session.WriteString("RC " & t(1) & "," & range & vbLf)
 session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 session.WriteString("TSR" & vbLf)
 session.WriteString("XE" & vbLf)
 session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : rep = session.ReadString(1 + 2)         '74
 session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 session.WriteString("NUB?" & vbLf) : rep = session.ReadString(3 + 2)
 If rep <> nop1 * 4 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_nop     '78

 Dim mret As String = session.ReadString(16 * 4 * nop1 + 2) '4*nop1 + terminator
 For i = 0 To nop1 - 1
    st(i * 2) = Mid(mret, i * 16 * 4 + 16 * 1 + 1, 3)
    st(i * 2 + 1) = Mid(mret, i * 16 * 4 + 16 * 2 + 1, 3)
    tm(i) = Val(Mid(mret, i * 16 * 4 + 4, 12))
    md(i * 2) = Val(Mid(mret, i * 16 * 4 + 16 * 1 + 4, 12))
    md(i * 2 + 1) = Val(Mid(mret, i * 16 * 4 + 16 * 2 + 4, 12))
    sc(i) = Val(Mid(mret, i * 16 * 4 + 16 * 3 + 4, 12))
    data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & sc(i) & "," & md(i * 2) * 1000000000000.0 & ","
& st(i * 2)
    data(j, i) = data(j, i) & "," & md(i * 2 + 1) * 1000000.0 & "," & st(i * 2 + 1)
& "," & tm(i)
 Next i                                                                        '90
```

ライン	説明
61 ～ 73	測定条件の設定、タイムスタンプのクリア、CV 掃引測定を実行します。
63	自動停止機能をオンし、掃引終了後出力値を vg1 に設定します。
64	MFCMU のパルス掃引タイミング・パラメータを設定します。
65	MFCMU のパルス掃引電圧出力を設定します。
74 ～ 78	測定終了まで待ちます。エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。データ数が正しくなければ出力を 0 V に変更し、Check_nop に進みます。
80 ～ 90	測定データを変数 *mret* に取り込みます。そして、測定データを抽出して配列 *data* に格納します。

```
 session.WriteString("DZ" & vbLf)                                                    '92
 save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
 Exit Sub

Check_err:                                                                           '96
 session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
 MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
 Exit Sub

Check_nop:                                                                           '101
 MsgBox("No. of data: " & rep & " (not " & nop1 * 4 & ")", vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
92 ～ 94	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
96 ～ 99	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。
101 ～ 102	測定データ数が正しくない場合は、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Vg (V), Cp (pF), C_st, G (uS), G_st, Time (s)
-5,0.133441,NGC,-0.334621,NGY,0.11755
-4.5,0.11202,NGC,-0.301203,NGY,0.13873
-4,0.137815,NGC,-0.151185,NGY,0.15973
-3.5,0.103693,NGC,-0.0974783,NGY,0.18053
-3,0.0877819,NGC,0.0884008,NGY,0.20112
-2.5,0.0523748,NGC,0.697226,NGY,0.22152
-2,0.0487233,NGC,0.0480156,NGY,0.24172
-1.5,0.118844,NGC,-0.322665,NGY,0.26172
-1,0.109541,NGC,-0.488218,NGY,0.28155
-0.5,0.0792613,NGC,0.232565,NGY,0.30135
0,0.0580278,NGC,0.240967,NGY,0.32115
0.5,0.110523,NGC,-0.0462759,NGY,0.34094
1,0.082289,NGC,0.156317,NGY,0.36075
1.5,0.102956,NGC,0.175315,NGY,0.38055
2,0.188602,NGC,-0.463437,NGY,0.40045
2.5,0.0818513,NGC,-0.620362,NGY,0.42064
3,0.0739288,NGC,-0.084286,NGY,0.44104
3.5,0.0476039,NGC,0.287456,NGY,0.46164
4,0.0910013,NGC,0.0407421,NGY,0.48244
4.5,0.0745168,NGC,0.170635,NGY,0.50344
5,0.0627603,NGC,0.144463,NGY,0.52464

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

CV(AC レベル）掃引測定

CV（AC レベル）掃引測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
SCUU インジケータ ON/OFF	[SSL]	*chnum*,*mode*
SCUU 入出力パスの設定	[SSP]	*chnum*,*path*
MFCMU A/D コンバータの設定	[ACT]	*mode*[,*N*]
MFCMU 測定モードの設定	[IMP]	*mode*
AC/DC 電圧モニタ機能 ON/OFF	[LMN]	*mode*
MFCMU 出力信号周波数	FC	*chnum*,*freq*
MFCMU による AC 電圧出力	ACV	*chnum*,*ac_level*
CV 掃引タイミングの設定	WTACV	*hold*,*delay* [,*sdelay*[,*tdelay*[,*mdelay*]]]
自動停止機能の設定	[WMACV]	*abort*[,*post*]
AC レベル掃引出力の設定	WACV	*chnum*,*mode*,*start*,*stop*,*step*
MFCMU による DC 電圧出力	DCV	*chnum*,*voltage*
SMU による DC 電圧出力	[DV, TDV]	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
SMU による DC 電流出力	[DI, TDI]	
インピーダンス測定レンジの設定	[RC]	*chnum*,*mode*[,*range*]
測定モードの設定	MM	23,*chnum*
測定の実行	XE	

次のプログラムはキャパシタに印加される電圧の AC レベルを掃引しながら容量を測定します。この例では MFCMU（マルチ周波数容量測定ユニット）と SCUU (SMU/CMU unify unit) を使用します。

容量（インピーダンス）測定を行う前に、位相補償とデータ補正を行う必要があります。「測定データの補正 (p. 3-70)」を参照してください。

Table 3-24　CV（AC レベル）掃引測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                '1
 Dim i As Integer = 0                                 't(0): Drain
 Dim j As Integer = 0                                 't(1): Gate
 Dim nop1 As Integer = 10                             't(2): Source
 Dim nop2 As Integer = 1                              't(3): Substrate
 Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
 Dim value As String = "Level (mV), Cp (pF), C_st, G (uS), G_st, OSC (mV), Osc_st,
DC (V), Dc_st, Time (s)"
 Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data24.txt"
 Dim title As String = "CV (AC) Sweep Measurement Result"
 Dim msg As String = "No error."
 Dim err As Integer = 0

 Dim freq As Double = 1000000                                                    '13
 Dim ref_cp As Double = 0
 Dim ref_g As Double = 0
 Dim osc_level As Double = 0.03
 Dim dc_bias As Double = 5
 Dim v1 As Double = 0.01
 Dim v2 As Double = 0.1
 Dim hold As Double = 0
 Dim delay As Double = 0
 Dim s_delay As Double = 0
 Dim range As Integer = 0
 Dim rep As Integer = nop1
 Dim sc(nop1) As Double
 Dim md(nop1 * 2) As Double
 Dim st(nop1 * 2) As String
 Dim mon(nop1 * 2) As Double
 Dim st_mon(nop1 * 2) As String
 Dim tm(nop1) As Double

 session.Timeout = 60000                 'timeout = 60 seconds                   '32
 session.WriteString("FMT 1,1" & vbLf)   'data w/source data
 session.WriteString("TSC 1" & vbLf)     'enables time stamp output
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 30	使用する変数を宣言し、値を設定します。
32 ～ 34	B1500A のタイムアウトと、データ出力フォーマットを設定します。また、タイムスタンプ機能を有効にします。

```
 session.WriteString("DV " & t(0) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)                          '35
 session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)
 session.WriteString("SSP " & t(1) & ", 4" & vbLf)  'CMU to SCUU output
 session.WriteString("ACT 0, 2" & vbLf)             'auto, 2 samples

 Dim rbx As Integer                                                               '40
 rbx = MsgBox("Do you want to perform Phase compensation?", vbYesNo, "")
 If rbx = vbYes Then
    MsgBox("Open measurement terminal.  Then click OK.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10))
    session.WriteString("ADJ " & t(1) & ",1" & vbLf)
    session.WriteString("ADJ? " & t(1) & vbLf) : err = session.ReadString(1 + 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err =
session.ReadString(4 + 2) : session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 End If

 session.WriteString("FC " & t(1) & "," & freq & vbLf)                            '50
 session.WriteString("ACV " & t(1) & "," & osc_level & vbLf)

 rbx = MsgBox("Do you want to perform Open correction?", vbYesNo, "")
 If rbx = vbYes Then
    session.WriteString("CLCORR " & t(1) & ",2" & vbLf)
    MsgBox("Open measurement terminal.  Then click OK.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10) & vbLf)
    session.WriteString("DCORR " & t(1) & ",1,100," & ref_cp & "," & ref_g & vbLf)
    session.WriteString("CORR? " & t(1) & ",1" & vbLf) : err = session.ReadString(1
+ 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err =
session.ReadString(4 + 2) : session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",1,1" & vbLf)    'open correction ON
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",2,0" & vbLf)    'short correction OFF
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",3,0" & vbLf)    'load correction OFF
 End If

 MsgBox("Connect DUT.  Then click OK.", vbOKOnly, "")                             '66
```

ライン	説明
35 ～ 36	SCUU の入出力パスを接続し、MFCMU の A/D コンバーターを設定します。
37 ～ 38	ドレイン端子、ソース端子に 0 V を印加します。
40 ～ 48	位相補償の実行を尋ねるメッセージボックスを表示します。Yes をクリックすると、位相補償が実行されます。実行には 30 秒程度かかります。
50 ～ 51	MFCMU 出力信号の周波数と AC レベルを設定します。
53 ～ 64	オープン補正の実行を尋ねるメッセージボックスを表示します。Yes をクリックすると、オープン補正が実行されます。この例では、ショート補正、ロード補正を実行しません。
66	デバイスの接続を促すメッセージボックスを表示します。CMUH と CMUL をそれぞれ、デバイスのゲート端子、サブストレート端子に接続してください。

```
 session.WriteString("WMACV 2, 1" & vbLf)                                          '68
 session.WriteString("WTACV " & hold & "," & delay & "," & s_delay & vbLf)
 session.WriteString("WACV " & t(1) & ",1," & v1 & "," & v2 & "," & nop1 & vbLf)
 session.WriteString("MM 23," & t(1) & vbLf)
 session.WriteString("IMP 100" & vbLf)
 session.WriteString("LMN 1" & vbLf)
 session.WriteString("RC " & t(1) & "," & range & vbLf)
 session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 session.WriteString("DCV " & t(1) & "," & dc_bias & vbLf)
 session.WriteString("TSR" & vbLf)
 session.WriteString("XE" & vbLf)
 session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : rep = session.ReadString(1 + 2)          '80
 session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 session.WriteString("NUB?" & vbLf) : rep = session.ReadString(3 + 2)
 If rep <> nop1 * 6 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_nop      '84

 Dim mret As String = session.ReadString(16 * 6 * nop1 + 2) '6*nop1 + terminator
 For i = 0 To nop1 - 1
    st(i * 2) = Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 1 + 1, 3)
    st(i * 2 + 1) = Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 2 + 1, 3)
    st_mon(i * 2) = Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 3 + 1, 3)
    st_mon(i * 2 + 1) = Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 4 + 1, 3)
    tm(i) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 4, 12))
    md(i * 2) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 1 + 4, 12))
    md(i * 2 + 1) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 2 + 4, 12))
    mon(i * 2) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 3 + 4, 12))
    mon(i * 2 + 1) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 4 + 4, 12))
    sc(i) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 5 + 4, 12))
    data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & sc(i) & "," & md(i * 2) * 1000000000000.0 & ","
& st(i * 2)
    data(j, i) = data(j, i) & "," & md(i * 2 + 1) * 1000000.0 & "," & st(i * 2 + 1)
    data(j, i) = data(j, i) & "," & mon(i * 2) * 1000 & "," & st_mon(i * 2)
    data(j, i) = data(j, i) & "," & mon(i * 2 + 1) & "," & st_mon(i * 2 + 1) & ","
& tm(i)
 Next i                                                                          '102
```

ライン	説明
68 ～ 79	測定条件の設定、タイムスタンプのクリア、CV 掃引測定を実行します。
68	自動停止機能をオンし、掃引終了後出力値を v1 に設定します。
69	MFCMU の掃引出力タイミングを設定します。
70	MFCMU の AC レベル掃引出力を設定します。
80 ～ 84	測定終了まで待ちます。エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。データ数が正しくなければ出力を 0 V に変更し、Check_nop に進みます。
86 ～ 102	測定データを変数 *mret* に取り込みます。そして、測定データを抽出して配列 *data* に格納します。

```
 session.WriteString("DZ" & vbLf)                                          '104
 save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
 Exit Sub

Check_err:                                                                 '108
 session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
 MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
 Exit Sub

Check_nop:                                                                 '113
 MsgBox("No. of data: " & rep & " (not " & nop1 * 6 & ")", vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
104 ～ 106	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
108 ～ 111	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。
113 ～ 114	測定データ数が正しくない場合は、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Level (mV), Cp (pF), C_st, G (uS), G_st, OSC (mV), Osc_st, DC (V),
Dc_st, Time (s)
10,0.101413,NGC,0.023601,NGY,9.9799,NGV,5.00485,NGV,0.0714
20,0.102654,NGC,0.0450136,NGY,19.963,NGV,5.0049,NGV,0.13921
30,0.100627,NGC,0.0522385,NGY,29.9446,NGV,5.00488,NGV,0.15706
40,0.10053,NGC,0.0529098,NGY,39.926,NGV,5.00491,NGV,0.22501
50,0.10008,NGC,0.0562029,NGY,49.8853,NGV,5.00495,NGV,0.24298
60,0.0982925,NGC,0.0492554,NGY,59.8801,NGV,5.00515,NGV,0.26092
70,0.0992213,NGC,0.0548534,NGY,69.899,NGV,5.00502,NGV,0.32885
80,0.099067,NGC,0.0501863,NGY,79.915,NGV,5.00514,NGV,0.34679
90,0.100248,NGC,0.0512628,NGY,89.892,NGV,5.00487,NGV,0.36446
100,0.0996081,NGC,0.0519715,NGY,99.869,NGV,5.00486,NGV,0.38241

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

C-f 掃引測定

C-f（周波数）掃引測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
SCUU インジケータ ON/OFF	[SSL]	*chnum*,*mode*
SCUU 入出力パスの設定	[SSP]	*chnum*,*path*
MFCMU A/D コンバータの設定	[ACT]	*mode*[,*N*]
MFCMU 測定モードの設定	[IMP]	*mode*
AC/DC 電圧モニタ機能 ON/OFF	[LMN]	*mode*
C-f 掃引タイミングの設定	WTFC	*hold*,*delay* [,*sdelay*[,*tdelay*[,*mdelay*]]]
自動停止機能の設定	[WMFC]	*abort*[,*post*]
周波数掃引出力の設定	WFC	*chnum*,*mode*,*start*,*stop*,*step*
MFCMU による AC 電圧出力	ACV	*chnum*,*ac_level*
MFCMU による DC 電圧出力	DCV	*chnum*,*voltage*
SMU による DC 電圧出力	[DV, TDV]	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
SMU による DC 電流出力	[DI, TDI]	
インピーダンス測定レンジの設定	[RC]	*chnum*,*mode*[,*range*]
測定モードの設定	MM	22,*chnum*
測定の実行	XE	

次のプログラムはキャパシタに印加される電圧の周波数を掃引しながら容量を測定します。この例では MFCMU（マルチ周波数容量測定ユニット）と SCUU (SMU/CMU unify unit) を使用します。

容量（インピーダンス）測定を行う前に、位相補償とデータ補正を行う必要があります。「測定データの補正 (p. 3-70)」を参照してください。

Table 3-25 C-f 掃引測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                '1
 Dim i As Integer = 0                                 't(0): Drain
 Dim j As Integer = 0                                 't(1): Gate
 Dim nop1 As Integer = 10                             't(2): Source
 Dim nop2 As Integer = 1                              't(3): Substrate
 Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
 Dim value As String = "Freq (MHz), Cp (pF), C_st, G (uS), G_st, OSC (mV), Osc_st,
DC (V), Dc_st, Time (s)"
 Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data25.txt"
 Dim title As String = "C-f Sweep Measurement Result"
 Dim msg As String = "No error."
 Dim err As Integer = 0

 Dim freq As Double = 1000000                                                    '13
 Dim ref_cp As Double = 0
 Dim ref_g As Double = 0
 Dim osc_level As Double = 0.03
 Dim dc_bias As Double = 5
 Dim f1 As Double = 500000.0
 Dim f2 As Double = 5000000.0
 Dim hold As Double = 0
 Dim delay As Double = 0
 Dim s_delay As Double = 0
 Dim range As Integer = 0
 Dim rep As Integer = nop1
 Dim sc(nop1) As Double
 Dim md(nop1 * 2) As Double
 Dim st(nop1 * 2) As String
 Dim mon(nop1 * 2) As Double
 Dim st_mon(nop1 * 2) As String
 Dim tm(nop1) As Double

 session.Timeout = 120000                          'B1500 timeout = 120 seconds   '32
 session.WriteString("FMT 1,1" & vbLf)
 session.WriteString("TSC 1" & vbLf)               'enables time stamp output
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 30	使用する変数を宣言し、値を設定します。
32 ～ 34	B1500A のタイムアウトと、データ出力フォーマットを設定します。また、タイムスタンプ機能を有効にします。

```
 session.WriteString("DV " & t(0) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)                          '35
 session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)
 session.WriteString("SSP " & t(1) & ", 4" & vbLf)  'CMU to SCUU output
 session.WriteString("ACT 0, 2" & vbLf)             'auto, 2 samples

 Dim rbx As Integer                                                               '40
 rbx = MsgBox("Do you want to perform Phase compensation?", vbYesNo, "")
 If rbx = vbYes Then
    MsgBox("Open measurement terminal.  Then click OK.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10))
    session.WriteString("ADJ " & t(1) & ",1" & vbLf)
    session.WriteString("ADJ? " & t(1) & vbLf) : err = session.ReadString(1 + 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err =
session.ReadString(4 + 2) : session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 End If

 session.WriteString("ACV " & t(1) & "," & osc_level & vbLf)                      '50

 rbx = MsgBox("Do you want to perform Open correction?", vbYesNo, "")
 If rbx = vbYes Then
    session.WriteString("CLCORR " & t(1) & ",1" & vbLf)  'clears frequency list
    For i = 0 To nop1 - 1
      freq = f1 + i * (f2 - f1) / (nop1 - 1)
      session.WriteString("CORRL " & t(1) & "," & freq & vbLf)
      session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
      If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    Next i
    MsgBox("Open measurement terminal.  Then click OK.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10) & vbLf)
    session.WriteString("DCORR " & t(1) & ",1,100," & ref_cp & "," & ref_g & vbLf)
    session.WriteString("CORR? " & t(1) & ",1" & vbLf) : err = session.ReadString(1
+ 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err =
session.ReadString(4 + 2) : session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",1,1" & vbLf)    'open correction ON
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",2,0" & vbLf)    'short correction OFF
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",3,0" & vbLf)    'load correction OFF
 End If                                                                           '69
```

ライン	説明
35 ～ 36	ドレイン端子、ソース端子に 0 V を印加します。
37 ～ 38	SCUU の入出力パスを接続し、MFCMU の A/D コンバーターを設定します。
40 ～ 48	位相補償の実行を尋ねるメッセージボックスを表示します。Yes をクリックすると、位相補償が実行されます。実行には 30 秒程度かかります。
50	MFCMU 出力信号の AC レベルを設定します。
52 ～ 69	オープン補正の実行を尋ねるメッセージボックスを表示します。Yes をクリックすると、オープン補正が実行されます。この例では、ショート補正、ロード補正を実行しません。

```
MsgBox("Connect DUT.  Then click OK.", vbOKOnly, "")                    '71
session.WriteString("WMFC 2, 1" & vbLf)
session.WriteString("WTFC " & hold & "," & delay & "," & s_delay & vbLf)
session.WriteString("WFC " & t(1) & ",1," & f1 & "," & f2 & "," & nop1 & vbLf)
session.WriteString("MM 22," & t(1) & vbLf)        'Sets measurement mode
session.WriteString("IMP 100" & vbLf)
session.WriteString("LMN 1" & vbLf)
session.WriteString("RC " & t(1) & "," & range & vbLf)
session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
session.WriteString("DCV " & t(1) & "," & dc_bias & vbLf)
session.WriteString("TSR" & vbLf)
session.WriteString("XE" & vbLf)
session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : rep = session.ReadString(1 + 2)          '84
session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
session.WriteString("NUB?" & vbLf) : rep = session.ReadString(3 + 2)
If rep <> nop1 * 6 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_nop      '88

Dim mret As String = session.ReadString(16 * 6 * nop1 + 2) '6*nop1 + terminator
For i = 0 To nop1 - 1
   st(i * 2) = Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 1 + 1, 3)
   st(i * 2 + 1) = Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 2 + 1, 3)
   st_mon(i * 2) = Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 3 + 1, 3)
   st_mon(i * 2 + 1) = Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 4 + 1, 3)
   tm(i) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 4, 12))
   md(i * 2) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 1 + 4, 12))
   md(i * 2 + 1) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 2 + 4, 12))
   mon(i * 2) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 3 + 4, 12))
   mon(i * 2 + 1) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 4 + 4, 12))
   sc(i) = Val(Mid(mret, i * 16 * 6 + 16 * 5 + 4, 12))
   data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & sc(i) / 1000000
   data(j, i) = data(j, i) & "," & md(i * 2) * 1000000000000.0 & "," & st(i * 2)
   data(j, i) = data(j, i) & "," & md(i * 2 + 1) * 1000000.0 & "," & st(i * 2 + 1)
   data(j, i) = data(j, i) & "," & mon(i * 2) * 1000 & "," & st_mon(i * 2)
   data(j, i) = data(j, i) & "," & mon(i * 2 + 1) & "," & st_mon(i * 2 + 1)
   data(j, i) = data(j, i) & "," & tm(i)
Next i                                                                  '108
```

ライン	説明
71	デバイスの接続を促すメッセージボックスを表示します。CMUH と CMUL をそれぞれ、デバイスのゲート端子、サブストレート端子に接続してください。
72 ～ 83	測定条件の設定、タイムスタンプのクリア、C-f 掃引測定を実行します。
84 ～ 88	測定終了まで待ちます。エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。データ数が正しくなければ出力を 0 V に変更し、Check_nop に進みます。
90 ～ 108	測定データを変数 *mret* に取り込みます。そして、測定データを抽出して配列 *data* に格納します。

```
 session.WriteString("DZ" & vbLf)                                          '110
 save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
 Exit Sub

Check_err:                                                                 '114
 session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
 MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
 Exit Sub

Check_nop:                                                                 '119
 MsgBox("No. of data: " & rep & " (not " & nop1 * 6 & ")", vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
110 ～ 112	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
114 ～ 117	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。
119 ～ 120	測定データ数が正しくない場合は、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Freq (MHz), Cp (pF), C_st, G (uS), G_st, OSC (mV), Osc_st, DC (V),
Dc_st, Time (s)
0.5,0.102504,NGC,-0.00489649,NGY,29.9602,NGV,5.00364,NGV,0.01205
1,0.103028,NGC,0.00752516,NGY,29.9472,NGV,5.00362,NGV,0.03098
1.5,0.0941827,NGC,0.0385718,NGY,29.914,NGV,5.00384,NGV,0.04993
2,0.0925777,NGC,0.00978407,NGY,29.8359,NGV,5.00383,NGV,0.06891
2.5,0.0936848,NGC,0.0741706,NGY,29.7236,NGV,5.00383,NGV,0.08851
3,0.0926532,NGC,0.0838099,NGY,29.6289,NGV,5.00396,NGV,0.10756
3.5,0.098542,NGC,0.0313031,NGY,29.4926,NGV,5.00391,NGV,0.12654
4,0.0985281,NGC,0.0103357,NGY,29.3519,NGV,5.00376,NGV,0.14551
4.5,0.101377,NGC,0.0136298,NGY,29.1433,NGV,5.004,NGV,0.1644
5,0.100967,NGC,0.10801,NGY,28.9145,NGV,5.0038,NGV,0.1833

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

C-t サンプリング測定

C-t サンプリング測定を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
フィルタ ON/OFF	[FL]	*mode*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
直列抵抗 ON/OFF	[SSR]	*chnum*,*mode*
SCUU インジケータ ON/OFF	[SSL]	*chnum*,*mode*
SCUU 入出力パスの設定	[SSP]	*chnum*,*path*
MFCMU A/D コンバータの設定	[ACT]	*mode*[,*N*]
MFCMU 測定モードの設定	[IMP]	*mode*
タイミングの設定	MTDCV	*h_bias*,*interval*,*points*[,*h_base*]
同期電圧源の設定	MDCV	*chnum*,*base*,*bias*[,*post*]
MFCMU 出力信号周波数	FC	*chnum*,*freq*
MFCMU による AC 電圧出力	ACV	*chnum*,*ac_level*
SMU による DC 電圧出力	[DV, TDV]	*chnum*,*range*,*output* [,*comp*[,*polarity*[,*crange*]]]
SMU による DC 電流出力	[DI, TDI]	
インピーダンス測定レンジの設定	[RC]	*chnum*,*mode*[,*range*]
測定モードの設定	MM	26,*chnum*
測定の実行	XE	

次のプログラムは DUT に定電圧を印加した状態で、一定の時間間隔で容量測定を実行します。この例では MFCMU（マルチ周波数容量測定ユニット）と SCUU (SMU/CMU unify unit) を使用します。

容量（インピーダンス）測定を行う前に、位相補償とデータ補正を行う必要があります。「測定データの補正 (p. 3-70)」を参照してください。

Table 3-26　C-t サンプリング測定プログラム例

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                '1
 Dim i As Integer = 0                              't(0): Drain
 Dim j As Integer = 0                              't(1): Gate
 Dim nop1 As Integer = 30                          't(2): Source
 Dim nop2 As Integer = 1                           't(3): Substrate
 Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
 Dim value As String = "Index, Cp (pF), C_st, G (uS), G_st, Time (s)"
 Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data26.txt"
 Dim title As String = "C-t Sampling Measurement Result"
 Dim msg As String = "No error."
 Dim err As Integer = 0

 Dim freq As Double = 1000000                                                    '13
 Dim ref_cp As Double = 0
 Dim ref_g As Double = 0
 Dim osc_level As Double = 0.03
 Dim base As Double = 0
 Dim bias As Double = 5
 Dim base_h As Double = 0
 Dim bias_h As Double = 0.1
 Dim interval As Double = 0.05
 Dim range As Integer = 0
 Dim rep As Integer = nop1
 Dim sc(nop1) As Double
 Dim md(nop1 * 2) As Double
 Dim st(nop1 * 2) As String
 Dim tm(nop1) As Double

 session.Timeout = 120000                        'B1500 timeout = 120 seconds    '29
 session.WriteString("FMT 1,1" & vbLf)
 session.WriteString("TSC 1" & vbLf)             'enables time stamp output
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 27	使用する変数を宣言し、値を設定します。
29	B1500A のタイムアウトを設定します。
30 ～ 31	データ出力フォーマットを設定します。タイムスタンプ機能を有効にします。

```
 session.WriteString("DV " & t(0) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)                          '32
 session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1,0" & vbLf)
 session.WriteString("SSP " & t(1) & ", 4" & vbLf)  'CMU to SCUU output
 session.WriteString("ACT 0, 2" & vbLf)             'auto, 2 samples

 Dim rbx As Integer                                                               '37
 rbx = MsgBox("Do you want to perform Phase compensation?", vbYesNo, "")
 If rbx = vbYes Then
    MsgBox("Open measurement terminal.  Then click OK.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10))
    session.WriteString("ADJ " & t(1) & ",1" & vbLf)
    session.WriteString("ADJ? " & t(1) & vbLf) : err = session.ReadString(1 + 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err =
session.ReadString(4 + 2) : session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 End If

 session.WriteString("FC " & t(1) & "," & freq & vbLf)                            '47
 session.WriteString("ACV " & t(1) & "," & osc_level & vbLf)

 rbx = MsgBox("Do you want to perform Open correction?", vbYesNo, "")
 If rbx = vbYes Then
    session.WriteString("CLCORR " & t(1) & ",2" & vbLf)
    MsgBox("Open measurement terminal.  Then click OK.", vbOKOnly, "")
    Console.WriteLine("Wait a minute . . ." & Chr(10) & vbLf)
    session.WriteString("DCORR " & t(1) & ",1,100," & ref_cp & "," & ref_g & vbLf)
    session.WriteString("CORR? " & t(1) & ",1" & vbLf) : err = session.ReadString(1
+ 2)
    If err <> 0 Then session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err =
session.ReadString(4 + 2) : session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",1,1" & vbLf)    'open correction ON
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",2,0" & vbLf)    'short correction OFF
    session.WriteString("CORRST " & t(1) & ",3,0" & vbLf)    'load correction OFF
 End If                                                                           '61
```

ライン	説明
32 ～ 33	ドレイン端子、ソース端子に 0 V を印加します。
34 ～ 35	SCUU の入出力パスを接続し、MFCMU の A/D コンバーターを設定します。
37 ～ 45	位相補償の実行を尋ねるメッセージボックスを表示します。Yes をクリックすると、位相補償が実行されます。実行には 30 秒程度かかります。
47 ～ 48	MFCMU 出力信号の周波数と AC レベルを設定します。
50 ～ 61	オープン補正の実行を尋ねるメッセージボックスを表示します。Yes をクリックすると、オープン補正が実行されます。この例では、ショート補正、ロード補正を実行しません。

```
 MsgBox("Connect DUT.  Then click OK.", vbOKOnly, "")                          '63
 session.WriteString("MTDCV " & bias_h & "," & interval & "," & nop1 & "," & base_h
& vbLf)
 session.WriteString("MDCV " & t(1) & "," & base & "," & bias & ",0" & vbLf)
 session.WriteString("MM 26," & t(1) & vbLf)
 session.WriteString("IMP 100" & vbLf)
 session.WriteString("RC " & t(1) & "," & range & vbLf)
 session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 session.WriteString("TSR" & vbLf)
 session.WriteString("XE" & vbLf)
 session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : rep = session.ReadString(1 + 2)         '73
 session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 session.WriteString("NUB?" & vbLf) : rep = session.ReadString(3 + 2)
 If rep <> nop1 * 4 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_nop     '77

 Dim mret As String = session.ReadString(16 * 4 * nop1 + 2) '4*nop1 + terminator
 For i = 0 To nop1 - 1
    st(i * 2) = Mid(mret, i * 16 * 4 + 16 * 2 + 1, 3)
    st(i * 2 + 1) = Mid(mret, i * 16 * 4 + 16 * 3 + 1, 3)
    sc(i) = Val(Mid(mret, i * 16 * 4 + 4, 12))
    tm(i) = Val(Mid(mret, i * 16 * 4 + 16 * 1 + 4, 12))
    md(i * 2) = Val(Mid(mret, i * 16 * 4 + 16 * 2 + 4, 12))
    md(i * 2 + 1) = Val(Mid(mret, i * 16 * 4 + 16 * 3 + 4, 12))
    data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & sc(i) & "," & md(i * 2) * 1000000000000.0 & ","
& st(i * 2)
    data(j, i) = data(j, i) & "," & md(i * 2 + 1) * 1000000.0 & "," & st(i * 2 + 1)
& "," & tm(i)
 Next i                                                                        '89
 session.WriteString("DZ" & vbLf)
 save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
 Exit Sub
```

ライン	説明
63	デバイスの接続を促すメッセージボックスを表示します。CMUH と CMUL をそれぞれ、デバイスのゲート端子、サブストレート端子に接続してください。
64 ～ 72	測定条件の設定、タイムスタンプのクリア、C-t サンプリング測定を実行します。
73 ～ 77	測定終了まで待ちます。エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。データ数が正しくなければ出力を 0 V に変更し、Check_nop に進みます。
79 ～ 89	測定データを変数 *mret* に取り込みます。そして、測定データを抽出して配列 *data* に格納します。
90 ～ 92	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。

```
Check_err:                                                              '94
 session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
 MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
 Exit Sub

Check_nop:                                                              '99
 MsgBox("No. of data: " & rep & " (not " & nop1 * 4 & ")", vbOKOnly, "")
End Sub
```

ライン	説明
94 ～ 97	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。
99 ～ 100	測定データ数が正しくない場合は、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
Index, Cp (pF), C_st, G (uS), G_st, Time (s)
1,0.100051,NGC,0.0579184,NGY,0.10199
2,0.0989954,NGC,0.0510581,NGY,0.152
3,0.101344,NGC,0.0603764,NGY,0.20199
4,0.0988522,NGC,0.058593,NGY,0.252
5,0.0990403,NGC,0.0514987,NGY,0.30199
6,0.10049,NGC,0.0588621,NGY,0.35199
7,0.0997872,NGC,0.0505812,NGY,0.40199
8,0.0990492,NGC,0.0449747,NGY,0.452
9,0.0999805,NGC,0.0460361,NGY,0.50199
10,0.0972752,NGC,0.0518454,NGY,0.552
11,0.100533,NGC,0.0604562,NGY,0.60199
12,0.0979196,NGC,0.0573212,NGY,0.65199
13,0.0984623,NGC,0.0589873,NGY,0.70199
14,0.0991157,NGC,0.0501881,NGY,0.752
15,0.0985757,NGC,0.0550837,NGY,0.80199
16,0.0972,NGC,0.0564537,NGY,0.852
17,0.0993272,NGC,0.0596557,NGY,0.90199
18,0.0986133,NGC,0.0542398,NGY,0.952
19,0.0992744,NGC,0.0634103,NGY,1.00199
20,0.0990222,NGC,0.0627697,NGY,1.052
21,0.0985357,NGC,0.0446665,NGY,1.102
22,0.0997336,NGC,0.060945,NGY,1.152
23,0.0993864,NGC,0.0538741,NGY,1.202
24,0.0986702,NGC,0.04196,NGY,1.25199
25,0.099164,NGC,0.0535988,NGY,1.30199
26,0.100364,NGC,0.0378016,NGY,1.352
27,0.100047,NGC,0.0534552,NGY,1.402
28,0.100995,NGC,0.0550804,NGY,1.452
29,0.100044,NGC,0.0452834,NGY,1.50199
30,0.101213,NGC,0.0538826,NGY,1.552

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

SPGU パルス出力と電圧測定

SPGU の制御を行うには、次のコマンドを使用します。

機能	コマンド	パラメータ
チャネル ON	CN	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
チャネル OFF	CL	[*chnum* ... [,*chnum*] ...]
SPGUパルス出力モードON	SIM	0
出力動作モードの設定	SPRM	*mode*[,*condition*]
SPGU 全チャネルのパルス周期の設定	SPPER	*period*
チャネル出力モードの設定	SPM	*chnum*,*mode*
パルス・タイミング・パラメータの設定	SPT	*chnum*,*src*,*delay*,*width*,*leading*[,*trailing*]
パルス出力レベルの設定	SPV	*chnum*,*src*,*base*[,*peak*]
負荷インピーダンスの設定	SER	*chnum*,*loadZ*
端子電圧の測定、負荷インピーダンスの計算と設定	[CORRSER?]	*chnum*,*mode*,*delay*,*interval*,*count*
パルス・スイッチの設定	[ODSW]	*chnum*,*state*[,*normal*[,*delay*,*width*]]
SPGU トリガ出力の設定	[STGP]	*chnum*,*state*
SPGU チャネル設定の適用	SPUPD	*chnum*[,*chnum* ... [,*chnum*] ...]
SPGU パルス出力の開始	SRP	
SPGU パルス出力の停止	[SPP]	
SPGU 出力状態の確認	[SPST?]	

次のプログラムは SPGU を制御して、チャネル 1 から 2 値パルスを、チャネル 2 から 3 値パルスを出力します。プログラムを実行するために Table 3-1 (p. 3-6) のプロジェクト・テンプレートは必要ありません。

Table 3-27　SPGU パルス出力プログラム例

```
Imports Ivi.visa.interop                                                    '1

Module Module1

Sub Main()
 Dim B1500 As IResourceManager                                              '6
 Dim session As IMessage
 B1500 = New ResourceManager
 session = B1500.Open("GPIB0::17::INSTR")
 session.WriteString("*RST" & vbLf)                                         '10
 MsgBox("Click OK to start measurement.", vbOKOnly, "")
 Console.WriteLine("SPGU setup." & Chr(10))

 Dim sp_ch() As Integer = {101, 102}                                        '14
 Dim duration As Double = 10
 Dim loadz As Double = 1000000.0
 Dim period As Double = 0.0001
 Dim p1_del As Double = 0.00001
 Dim p1_wid As Double = 0.00008
 Dim p2_del1 As Double = 0.00001
 Dim p2_del2 As Double = 0.00006
 Dim p2_wid1 As Double = 0.00003
 Dim p2_wid2 As Double = 0.00003
 Dim p_lead As Double = 0.00000002
 Dim p_trail As Double = 0.00000002
 Dim p1_base As Double = 0
 Dim p1_peak As Double = 3
 Dim p2_base1 As Double = 0
 Dim p2_base2 As Double = 0
 Dim p2_peak1 As Double = 3
 Dim p2_peak2 As Double = -3
 Dim p_stat As Integer = 0                                                  '32
```

ライン	説明
1	VISA COM ライブラリの使用に必要な行です。
6 ～ 9	Keysight B1500 との接続を構築します。このプログラムは VISA 名 GPIB0 のインタフェースに接続されたアドレス 17 の B1500 を使用します。
10	B1500 をリセットします。
14 ～ 32	プログラム内で使用する変数を宣言し、値を設定します。このプログラムは B1500 のスロット 1 に装着されている SPGU を使用します。

```
 Dim msg As String = "No error."                                              '34
 Dim err As Integer = 0

 session.WriteString("CN " & sp_ch(0) & "," & sp_ch(1) & vbLf)  'SPGU ch on    '37
 session.WriteString("SIM 0" & vbLf)                            'PG mode
 session.WriteString("SPRM 2," & duration & vbLf)               'Duration mode
 session.WriteString("ODSW " & sp_ch(0) & ", 0" & vbLf) 'Disables pulse switch '40
 session.WriteString("ODSW " & sp_ch(1) & ", 0" & vbLf)
 session.WriteString("SER " & sp_ch(0) & "," & loadz & vbLf)    'Load impedance
 session.WriteString("SER " & sp_ch(1) & "," & loadz & vbLf)
 session.WriteString("SPPER " & period & vbLf)                  'Pulse period
 session.WriteString("SPM " & sp_ch(0) & ",1" & vbLf)   '2-level pulse setup   '45
 session.WriteString("SPT " & sp_ch(0) & ",1," & p1_del & "," & p1_wid & "," &
p_lead & "," & p_trail & vbLf)
 session.WriteString("SPV " & sp_ch(0) & ",1," & p1_base & "," & p1_peak & vbLf)
 session.WriteString("SPM " & sp_ch(1) & ",3" & vbLf)   '3-level pulse setup   '48
 session.WriteString("SPT " & sp_ch(1) & ",1," & p2_del1 & "," & p2_wid1 & "," &
p_lead & "," & p_trail & vbLf)
 session.WriteString("SPT " & sp_ch(1) & ",2," & p2_del2 & "," & p2_wid2 & "," &
p_lead & "," & p_trail & vbLf)
 session.WriteString("SPV " & sp_ch(1) & ",1," & p2_base1 & "," & p2_peak1 & vbLf)
 session.WriteString("SPV " & sp_ch(1) & ",2," & p2_base2 & "," & p2_peak2 & vbLf)
 session.WriteString("SPUPD" & sp_ch(0) & "," & sp_ch(1) & vbLf) 'Apply setup  '53
```

ライン	説明
34 ～ 35	エラー・チェックに使用する変数を宣言します。
37	sp_ch(0) と sp_ch(1) によって特定される SPGU チャネルを ON します。
38	全 SPGU チャネルをパルス・ジェネレータ・モードに設定します。
39	印加時間指定モードに設定します。
40 ～ 41	パルス・スイッチを無効にします。
42 ～ 43	負荷インピーダンス値を設定します。
44	全 SPGU チャネルのパルス周期を設定します。
45 ～ 47	チャネル sp_ch(0) をソース 1 による 2 値パルス出力チャネルに設定し、パルス時間パラメータとパルス出力レベルを設定します。
48 ～ 52	チャネル sp_ch(1) をソース 1 と 2 による 3 値パルス出力チャネルに設定し、パルス時間パラメータとパルス出力レベルを設定します。
53	チャネル sp_ch(0) と sp_ch(1) に設定を適用します。チャネルはパルス・ベース値の出力を開始します。

```
 session.WriteString("ERRX? 0" & vbLf) : msg = session.ReadString(256)          '55
 err = Val(Left(msg, 2))
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err

 session.WriteString("SRP" & vbLf)        'starts pulse output                  '59
 Console.Write("SPGU output in progress")

Spgu_stat:                                                                      '62
 Console.Write(".")
 session.WriteString("SPST?" & vbLf) : p_stat = session.ReadString(1 + 2)
 If p_stat = 1 Then GoTo Spgu_stat
 If p_stat = 0 Then GoTo Close

Check_err:                                                                      '68
 MsgBox("Instrument error: " & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")

Close:                                                                          '71
 Console.WriteLine(Chr(10) & "SPGU output stopped.")
 session.WriteString("CL" & vbLf)
 session.Close()
 MsgBox("Click OK to stop the program.", vbOKOnly, "")
 Console.WriteLine("Program completed." & Chr(10))                              '76

End Sub

End Module
```

ライン	説明
55 ～ 58	エラー・バッファを読みます。エラーが検出された場合は、チャネル出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
59	SPGU パルス出力を開始します。
62 ～ 66	SPGU パルス出力状態を確認し、終了状態になるまで待ちます。
68 ～ 69	エラー・バッファをクリアします。また、エラーメッセージをメッセージボックスに表示します。
71 ～ 76	全チャネルを無効にしてから、B1500 との接続を切断します。

測定実行例

```
SPGU setup.

SPGU output in progress.....................................
.............................................................
SPGU output stopped.
```

次のプログラムは SPGU を制御して、端子電圧の測定、負荷インピーダンスの計算、出力レベル自動調整用の負荷インピーダンスの設定、2 値パルスの出力を行います。プログラムを実行するために Table 3-1 (p. 3-6) のプロジェクト・テンプレートは必要ありません。

Table 3-28　SPGU 電圧測定・パルス出力プログラム例

```
Imports Ivi.visa.interop                                                    '1

Module Module1

Sub Main()
 Dim B1500 As IResourceManager                                              '6
 Dim session As FormattedIO488
 B1500 = New ResourceManager
 session = New FormattedIO488
 session.IO = B1500.Open("GPIB0::17::INSTR")
 session.IO.Timeout = 10000

 session.WriteString("*RST" & vbLf)                                         '13
 MsgBox("Click OK to start measurement.", vbOKOnly, "")
 Console.Write("SPGU setup...   ")

 Dim sp_ch() As Integer = {101, 102}                                        '17
 Dim duration As Double = 5
 Dim loadz As Double = 50.0
 Dim period As Double = 0.0001
 Dim p1_del As Double = 0.00001
 Dim p1_wid As Double = 0.00008
 Dim p_lead As Double = 0.0000001
 Dim p_trail As Double = 0.0000001
 Dim p1_base As Double = 0
 Dim p1_peak As Double = 3
 Dim p_stat As Integer = 0
 Dim delay As Double = p1_wid / 8
 Dim count As Double = 3
 Dim interval As Double = (p1_wid - delay * 2) / count
 Dim measv As Double = 3.0
 Dim rval As String = ""                                                    '32
```

ライン	説明
1	VISA COM ライブラリの使用に必要な行です。
6 ～ 11	Keysight B1500 との接続を構築します。このプログラムは VISA 名 GPIB0 のインタフェースに接続されたアドレス 17 の B1500 を使用します。
13	B1500 をリセットします。
17 ～ 32	プログラム内で使用する変数を宣言し、値を設定します。このプログラムは B1500 のスロット 1 に装着されている SPGU を使用します。

```
 Dim msg As String = "No error."                                                    '34
 Dim err As Integer = 0

 session.WriteString("CN " & sp_ch(0) & vbLf)                                       '37
 session.WriteString("SIM 0" & vbLf)                        ' PG mode
 session.WriteString("SPRM 2," & duration & vbLf)           ' Duration mode
 session.WriteString("ODSW " & sp_ch(0) & ", 0" & vbLf)  ' Disables pulse switch
 session.WriteString("SPPER " & period & vbLf)              ' Pulse period
 session.WriteString("SPM " & sp_ch(0) & ",1" & vbLf)     ' 2-level pulse setup
 session.WriteString("SPT " & sp_ch(0) & ",1," & p1_del & "," & p1_wid & "," &
p_lead & "," & p_trail & vbLf)
 session.WriteString("SPV " & sp_ch(0) & ",1," & p1_base & "," & p1_peak & vbLf)
 session.WriteString("SPUPD" & sp_ch(0) & vbLf)             ' Apply setup          '45
 session.WriteString("ERRX? 0" & vbLf) : msg = session.ReadString() : err =
Val(Left(msg, 2))
 If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
 Console.Write("Completed." & Chr(10) & Chr(10))                                    '48

 session.WriteString("CORRSER? " & sp_ch(0) & ", 1," & delay & "," & interval & ","
& count & vbLf)
 rval = session.ReadString()
 Console.WriteLine("Before compensation: LoadZ, TermV = " & rval)
 session.WriteString("CORRSER? " & sp_ch(0) & ", 1," & delay & "," & interval & ","
& count & vbLf)
 rval = session.ReadString()
 Console.WriteLine("After compensation:  LoadZ, TermV = " & rval)
 session.WriteString("SRP" & vbLf) ' Start pulse output                             '56
 Console.Write("SPGU output in progress")

Spgu_stat:
 Console.Write(".")
 session.WriteString("SPST?" & vbLf) : p_stat = session.ReadString()
 If p_stat = 1 Then GoTo Spgu_stat                                                  '62
```

ライン	説明
34 ～ 35	エラー・チェックに使用する変数を宣言します。
37	sp_ch(0) によって特定される SPGU チャネルを ON します。
38 ～ 45	チャネル設定を定義し、それをチャネル sp_ch(0) に適用します。チャネルはパルス・ベース値の出力を開始します。
46 ～ 47	エラー・バッファを読みます。エラーが検出された場合は、チャネル出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
50 ～ 55	端子電圧の測定とインピーダンスの計算を実行し、インピーダンス値をチャネル sp_ch(0) に設定します。そして結果を表示します。これを 2 度行います。
56 ～ 62	SPGU パルス出力を開始します。また、SPGU パルス出力状態を確認し、終了状態になるまで待ちます。

```
 Dim i, n As Integer                                                    '64
 session.WriteString("CORRSER? " & sp_ch(0) & ", 0," & delay & "," & interval & ","
& count & vbLf)
 rval = session.ReadString()
 n = Len(rval)
 i = InStr(rval, ",")
 loadz = Val(Left(rval, i - 1))
 measv = Val(Right(rval, n - i))
 Console.WriteLine(Chr(10) & Chr(10) & "After SPGU output:")
 Console.WriteLine("Load impedance   = " & loadz & " ohm")
 Console.WriteLine("Terminal voltage = " & measv & " V")
 GoTo Close

Check_err:                                                              '76
 MsgBox("Instrument error: " & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")

Close:                                                                  '79
 Console.WriteLine(Chr(10) & "SPGU output stopped." & vbLf)
 session.WriteString("CL" & vbLf)
 session.IO.Close()
 MsgBox("Click OK to stop the program.", vbOKOnly, "")
 Console.WriteLine("Program completed." & Chr(10))                      '84

End Sub

End Module
```

ライン	説明
64 ～ 74	端子電圧の測定とインピーダンスの計算を実行し、結果を表示します。
76 ～ 77	エラー・バッファをクリアします。また、エラーメッセージをメッセージボックスに表示します。
79 ～ 84	全チャネルを無効にしてから、B1500 との接続を切断します。

測定実行例

```
SPGU setup...   Completed.

Before compensation: LoadZ, TermV = +3.02579E+05,+6.029515

After compensation:  LoadZ, TermV = +1.50844E+05,+3.004060

SPGU output in progress.....................................
.............................................................

After SPGU output:
Load impedance   = 150865 ohm
Terminal voltage = 3.003394 V

SPGU output stopped.
```

プログラム・メモリを使用する

プログラム・メモリは約 2,000 プログラム、40,000 コマンドを保存することができます。プログラムをメモリに保存し実行することで、プログラム実行時間を短縮することができます。プログラム・メモリを使用するには、次のコマンドを実行します。

コマンド	機能とシンタックス

ST と END	プログラムをメモリに保存します。
	`ST pnum;command[ ... [;command] ..];END`
	または
	`ST pnum`
	`[command]`
	`:`
	`[command]`
	`END`

[SCR]	プログラムを消去します。 `SCR [pnum]`
[LST?]	プログラム番号のカタログ、または指定されたプログラムのリスト（3000 コマンドまで）を読み取ります。 `LST? [pnum[,index[,size]]]`
DO	指定されたプログラムを実行します。 `DO pnum[,pnum ... [,pnum] ...]`
RU	指定されたプログラム番号間のプログラムを実行します。 `RU start,stop`
[PA]	コマンドまたはプログラム・メモリの実行をポーズします。 `PA [wait]`
[VAR]	メモリ内の変数を定義し、値を設定します。 `VAR Type,N,Value`
[VAR?]	メモリ内の変数の値を読みます。 `VAR? Type,N`

プログラム・メモリの使用例を Table 3-29、Table 3-30 に記します。このプログラムは次の動作を行います。

- 高速スポット測定プログラムをメモリ 1 に格納し、画面に表示する
- パルス・スポット測定プログラムをメモリ 2 に格納し、画面に表示する
- プログラム 1、プログラム 2 を実行する
- 測定結果を画面に表示する

Table 3-30 のプログラムはプログラム・メモリ内で使用可能な内部変数を使用しています。そして、プログラム・コードは Table 3-29 の 12 行から 38 行のコードと入れ替えることによって実行可能です。このプログラムを実行するには、Table 3-29 の 12 行から 38 行を削除して、そこに Table 3-30 の 1 から 37 行を挿入します。さらに、Table 3-29 の 52 行と 53 行の間に Table 3-30 の 39 行から 49 行を挿入します。Table 3-30 のコードはそれだけで実行することはできません。

NOTE

このセクションのプログラム例を実行するには

プログラムを実行するために Table 3-1 (p. 3-6) のプロジェクト・テンプレートは必要ありません。Table 3-30 のプログラムを実行するには上記の説明を参照してください。

プログラム・メモリ使用上の注意

1. 完全なプログラムを保存してください。

   プログラムをメモリに保存する前に、プログラムが実行エラーを起こさないことを確認してください。メモリ内コマンドのパラメータ・チェックはプログラム実行時に行われます。

   また、設定変更を行うプログラムでは、その変更が正しいこと、現在の設定に適合していることを確認してください。

2. Table 2-1 (p. 2-51) を参照してください。プログラム・メモリでは使用できないコマンドをリストしています。

Table 3-29　　プログラム・メモリ使用例 1

```
Imports Ivi.visa.interop                                                    '1

Module Module1
Sub Main()
    Dim B1500 As IResourceManager                                           '5
    Dim session As IMessage
    B1500 = New ResourceManager
    session = B1500.Open("GPIB0::17::INSTR")
    session.WriteString("*RST" & vbLf)
    Dim fmt As Integer = 1 : session.WriteString("FMT" & fmt & vbLf)
    Dim t() As Integer = {5, 4, 3, 1}  'Drain, Gate, Source, Substrate
    Dim v0 As Double = 0 : Dim vd As Double = 1 : Dim idcomp As Double = 0.1   '12
    Dim vg As Double = 0.8 : Dim igcomp As Double = 0.05
    Dim orng As Integer = 0 : Dim mrng As Integer = 0 : Dim hold As Double = 0.1
    Dim width As Double = 0.01 : Dim period As Double = 0.02

    Dim mem As Integer = 1                                                  '17
    session.WriteString("ST" & mem & vbLf)
    session.WriteString("DV" & t(3) & ",0,0,0.1" & vbLf)
    session.WriteString("DV" & t(2) & ",0,0,0.1" & vbLf)
    session.WriteString("DV" & t(1) & "," & orng & "," & vg & "," & igcomp & vbLf)
    session.WriteString("DV" & t(0) & "," & orng & "," & vd & "," & idcomp & vbLf)
    session.WriteString("TI" & t(0) & "," & mrng & vbLf)
    session.WriteString("END" & vbLf)
    display_mem(session, mem)

    mem = 2                                                                 '27
    session.WriteString("ST" & mem & vbLf)
    session.WriteString("PT" & hold & "," & width & "," & period & vbLf)
    session.WriteString("DV" & t(3) & ",0,0,0.1" & vbLf)
    session.WriteString("DV" & t(2) & ",0,0,0.1" & vbLf)
    session.WriteString("PV" & t(1) & "," & orng & "," & v0 & "," & vg & "," &
igcomp & vbLf)
    session.WriteString("DV" & t(0) & "," & orng & "," & vd & "," & idcomp & vbLf)
    session.WriteString("MM3," & t(0) & vbLf)
    session.WriteString("RI" & t(0) & "," & mrng & vbLf)
    session.WriteString("XE" & vbLf)
    session.WriteString("END" & vbLf)
    display_mem(session, mem)                                               '38
```

ライン	説明
1	VISA COM ライブラリの使用に必要な行です。
5 ～ 11	Keysight B1500 との接続の構築、B1500 のリセット、データ出力フォーマットの設定、測定に使用する SMU の宣言を行います。
12 ～ 15	測定条件の設定に使用する変数を宣言し、値を設定します。
17 ～ 25	メモリ 1 にプログラムを格納し、コードをコンソールウインドウに表示します。
27 ～ 38	メモリ 2 にプログラムを格納し、コードをコンソールウインドウに表示します。

```
    Dim term As String = t(0) & "," & t(1) & "," & t(2) & "," & t(3)          '40
    session.WriteString("CN" & term & vbLf)
    Dim i As Integer : Dim ret As Integer : Dim msg As String
    Dim value As String : Dim status As String : Dim meas As Double
    For i = 1 To 2
     session.WriteString("DO" & i & vbLf)
     session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : ret = session.ReadString(1 + 2)
     session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : ret = session.ReadString(4 + 2)
     If ret <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
     value = session.ReadString(17) : status = Left(value, 3)
     value = Mid(value, 4, 12) : meas = Val(value)
     Console.WriteLine("Memory " & i & ": Id = " & meas & " (A), Status = " & status
& Chr(10))
    Next
    session.WriteString("DZ" & vbLf)                                          '53
    session.WriteString("CL" & vbLf)
    session.Close()
    Exit Sub

Check_err:                                                                    '58
    session.WriteString("EMG? " & ret & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
    MsgBox("Instrument error: " & ret & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
    Exit Sub
End Sub

Sub display_mem(ByVal session As IMessage, ByVal mem As Integer)              '64
    session.WriteString("LST?" & mem & vbLf)
    Dim prog_list As String = session.ReadString(256)
    Console.WriteLine("Memory " & mem & ":")
    Console.WriteLine(prog_list & Chr(10))
End Sub

End Module
```

ライン	説明
40 ～ 52	SMU を有効にして測定を実行します。エラーを検出すると出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。また、測定データを読み取って、コンソールウインドウに表示します。
53 ～ 56	全出力を 0 V に設定し、SMU を無効にしてから、B1500 との接続を切断します。
58 ～ 62	エラーが検出された場合、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。
64 ～ 69	メモリ内のプログラムを読み取り、コンソールウインドウに表示します。

測定実行例

```
Memory 1: Id = 0.021945 (A), Status = NAI
Memory 2: Id = 0.022095 (A), Status = NAI
Press any key to continue
```

Table 3-30　　プログラム・メモリ使用例 2

```
session.WriteString("VAR0,0," & t(0) & vbLf) '%I0=t(0)                    '1
session.WriteString("VAR0,1," & t(1) & vbLf) '%I1=t(1)
session.WriteString("VAR0,2," & t(2) & vbLf) '%I2=t(2)
session.WriteString("VAR0,3," & t(3) & vbLf) '%I3=t(3)
session.WriteString("VAR0,4,0" & vbLf)       '%I4=mrng
session.WriteString("VAR0,5,0" & vbLf)       '%I5=orng
session.WriteString("VAR1,0,1" & vbLf)       '%R0=vd
session.WriteString("VAR1,1,0.8" & vbLf)     '%R1=vg
session.WriteString("VAR1,2,0.1" & vbLf)     '%R2=idcomp
session.WriteString("VAR1,3,0.05" & vbLf)    '%R3=igcomp
session.WriteString("VAR1,4,0" & vbLf)       '%R4=v0
session.WriteString("VAR1,5,0.1" & vbLf)     '%R5=hold
session.WriteString("VAR1,6,0.01" & vbLf)    '%R6=width
session.WriteString("VAR1,7,0.02" & vbLf)    '%R7=period

Dim mem As Integer = 1                                                    '16
session.WriteString("ST" & mem & vbLf)
session.WriteString("DV %I3,0,0,0.1" & vbLf)
session.WriteString("DV %I2,0,0,0.1" & vbLf)
session.WriteString("DV %I1,%I5,%R1,%R3" & vbLf)
session.WriteString("DV %I0,%I5,%R0,%R2" & vbLf)
session.WriteString("TI %I0,%I4" & vbLf)
session.WriteString("END" & vbLf)
display_mem(session, mem)

mem = 2                                                                   '26
session.WriteString("ST" & mem & vbLf)
session.WriteString("PT %R5,%R6,%R7" & vbLf)
session.WriteString("DV %I3,0,0,0.1" & vbLf)
session.WriteString("DV %I2,0,0,0.1" & vbLf)
session.WriteString("PV %I1,%I5,%R4,%R1,%R3" & vbLf)
session.WriteString("DV %I0,%I5,%R0,%R2" & vbLf)
session.WriteString("MM3,%I0" & vbLf)
session.WriteString("RI %I0,%I4" & vbLf)
session.WriteString("XE" & vbLf)
session.WriteString("END" & vbLf)
display_mem(session, mem)                                                 '37
```

ライン	説明
1 ～ 14	測定条件の設定に使用する変数を宣言し、値を設定します。プログラムの実行には Table 3-29 の 12 行から 15 行のコードと入れ替えます。
16 ～ 24	メモリ 1 にプログラムを格納し、コードをコンソールウインドウに表示します。プログラムの実行には Table 3-29 の 17 行から 25 行のコードと入れ替えます。
26 ～ 37	メモリ 2 にプログラムを格納し、コードをコンソールウインドウに表示します。プログラムの実行には Table 3-29 の 27 行から 38 行のコードと入れ替えます。

```
'changes vd and vg and performs measurement again                                    '39
session.WriteString("VAR1,0,3" & vbLf)      '%R0=vd
For i = 1 To 2
session.WriteString("DO" & i & vbLf)
session.WriteString("*OPC?" & vbLf) : ret = session.ReadString(1 + 2)
session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : ret = session.ReadString(4 + 2)
If ret <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
value = session.ReadString(17) : status = Left(value, 3)
value = Mid(value, 4, 12) : meas = Val(value)
Console.WriteLine("Memory " & i & ": Id = " & meas & " (A), Status = " & status &
Chr(10))
Next                                                                                 '49
```

ライン	説明
39 ～ 49	内部変数 %R0 の値を変更し、再度測定を実行します。プログラムの実行には、このコードを Table 3-29 の 52 行と 53 行の間に挿入します。

測定実行例

```
Memory 1: Id = 0.021955 (A), Status = NAI

Memory 2: Id = 0.021975 (A), Status = NAI

Memory 1: Id = 0.023085 (A), Status = NAI

Memory 2: Id = 0.023335 (A), Status = NAI

Press any key to continue
```

トリガ機能を使用する

Keysight B1500 は目的の異なる 8 つのトリガ・ポートを装備することができます。トリガ機能を使用することで、外部機器と同期した動作を行うことが可能です。トリガ機能の詳細については「トリガ機能 (p. 2-75)」を参照してください。トリガ機能を使用するには、次のコマンドを使用します。

コマンド	機能とシンタックス
TGP	指定された端子のトリガ機能を有効にします。 `TGP port,terminal,polarity[,type]`
TGPC	指定された端子のトリガ機能をクリアします。 `TGPC [port ... [,port] ... ]`
TGSI	`TGP port,1,polarity,2`コマンドが設定するトリガ入力（Start Step Output Setup、ステップ出力設定開始）を無視する掃引ステップ（第 1 または最終）を選択します。 `TGSI mode`
TGSO	`TGP port,2,polarity,2`コマンドが設定するトリガ出力（Step Output Setup Completion、ステップ出力設定完了）に有効なトリガ（エッジまたはゲート）を選択します。 `TGSO mode`
TGXO	`TGP port,2,polarity,1`コマンドが設定するトリガ出力（Measurement Completion、測定終了）に選択なトリガ（エッジまたはゲート）を設定します。 `TGXO mode`
TGMO	`TGP port,2,polarity,3`コマンドが設定するトリガ出力（Step Measurement Completion、ステップ測定終了）に有効なトリガ（エッジまたはゲート）を選択します。 `TGMO mode`
TM3	`TGP port,terminal,polarity,1`コマンドが設定するトリガ機能を有効にするにはTM3コマンドを実行する必要があります。

また、次のコマンドを用いてトリガを出力する、あるいは外部機器から送られるトリガを待つことも可能です。「トリガ機能を使用する (p. 2-81)」を参照してください。

コマンド	機能とシンタックス
OS	Ext Trig Out 端子からトリガを出力します。 `OS`
OSX [a]	指定された端子からトリガを出力します。 `OSX port[,level]`
WS	Ext Trig In 端子への外部トリガ入力待ち状態となります。 `WS [mode]`
WSX [a]	指定された端子への外部トリガ入力待ち状態となります。 `WSX port[,mode]`
PA	指定された待ち時間が経過するまでコマンド、メモリ・プログラムの実行をポーズします。TM3 コマンドが実行されている場合には Ext Trig In 端子への入力トリガによってポーズ状態を解除することができます。 `PA [wait]`
PAX [a]	指定された待ち時間が経過するまでコマンド、メモリ・プログラムの実行をポーズします。TM3 コマンドが実行されている場合には指定された端子への入力トリガによってポーズ状態を解除することができます。 `PAX port[,wait]`
TGP	指定された端子にトリガ・ポートをアサインします。 `TGP port,terminal,polarity[,type]`
TM3	PA/PAX コマンドによるポーズ状態の解除、あるいは測定の開始（PA/PAX/WS/WSX コマンドによる待ち状態でない場合）に外部トリガを使用します。

a. トリガ・ポートを設定するには TGP コマンドを実行します。

トリガ機能を使用したプログラムを説明します。Keysight B1500A と Keysight E5260/E5270 シリーズの組み合わせの中から 2 台を選択して使用します。
このセクションでは、この 2 台をユニット 1 （unit1、アドレス 717）、ユニット 2 （unit2、アドレス 722）にアサインします。

NOTE

このセクションのプログラムの実行に、Table 3-1 (p. 3-6) のプログラム・コード（プロジェクトのテンプレート）は必要ありません。

次のプログラムは MOSFET のドレイン電流を測定します。ユニット 2 がソース電圧とサブストレート電圧の印加を行い、ユニット 1 がゲート電圧とドレイン電圧の印加とドレイン電流の測定を行います。プログラムを実行する前に、次の端子間を BNC ケーブルで接続してください。

- ユニット 2 の Ext Trig Out とユニット 1 の Ext Trig In

Table 3-31　トリガ機能使用例 1

```
Imports Ivi.visa.interop                                                    '1

Module Module1
Sub Main()
 Dim B1500 As IResourceManager : Dim unit1 As IMessage                      '5
 B1500 = New ResourceManager
 unit1 = B1500.Open("GPIB0::17::INSTR")
 Dim E5270 As IResourceManager : Dim unit2 As IMessage
 E5270 = New ResourceManager
 unit2 = E5270.Open("GPIB0::22::INSTR")
 unit1.WriteString("*RST" & vbLf)
 unit2.WriteString("*RST" & vbLf)
 MsgBox("Click OK to start measurement.", vbOKOnly, "")
 Console.WriteLine("Measurement in progress. . ." & Chr(10))
 Dim t() As Integer = {1, 2, 1, 2}              'unit1[1,2], unit2[1,2]
 Dim term1 As String = t(0) & "," & t(1)
 Dim term2 As String = t(2) & "," & t(3)
 unit1.WriteString("CN " & term1 & vbLf)
 unit2.WriteString("CN " & term2 & vbLf)
 perform_meas(unit1, unit2, t)                                              '20
```

ライン	説明
1	VISA COM ライブラリの使用に必要な行です。
5 ～ 20	計測器（ユニット 1 とユニット 2）との接続の構築、これらのリセット、測定開始確認用メッセージボックスの表示、プログラム実行の中断を行います。OK ボタンがクリックされるとプログラムの実行を再開し、コンソールウインドウにメッセージを表示します。さらに、SMU（ユニット 1 と 2 両方のスロット 1 と 2）を有効にしてから、perform_meas サブプログラムに進みます。

```
 unit1.WriteString("CL" & vbLf)                                                    '22
 unit2.WriteString("CL" & vbLf)
 unit1.Close()
 unit2.Close()
 MsgBox("Click OK to stop the program.", vbOKOnly, "")
 Console.WriteLine("Measurement completed." & Chr(10))
 End Sub                                                                           '28

Sub perform_meas(ByVal unit1 As IMessage, ByVal unit2 As IMessage, ByVal t() As
Integer)                                                                           '30
 Dim i As Integer = 0                          't(0): Drain
 Dim j As Integer = 0                          't(1): Gate
 Dim nop1 As Integer = 1                       't(2): Source
 Dim nop2 As Integer = 1                       't(3): Substrate
 Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
 Dim value As String = "Id (mA), Status"
 Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data14.txt"
 Dim title As String = "Measurement Result"
 Dim msg As String = "No error."
 Dim err As Integer = 0

 Dim vg As Double = 0.8 : Dim igcomp As Double = 0.05                              '42
 Dim vd As Double = 2.5 : Dim vs As Double = 0 : Dim icomp As Double = 0.1
 Dim ret As Integer

 unit1.WriteString("FMT 1" & vbLf)
 unit1.WriteString("TM 1" & vbLf)
 unit1.WriteString("AV -1" & vbLf)
 unit1.WriteString("MM 1," & t(0) & vbLf)
 unit2.WriteString("DV" & t(3) & ",0," & vs & "," & icomp & vbLf)
 unit2.WriteString("DV" & t(2) & ",0," & vs & "," & icomp & vbLf)
 unit1.WriteString("DV" & t(0) & ",0," & vd & "," & icomp & vbLf)
 unit1.WriteString("DV" & t(1) & ",0," & vg & "," & igcomp & vbLf)                 '53
```

ライン	説明
22 ～ 28	測定終了後、全 SMU を無効にしてから、計測器（ユニット 1 とユニット 2）との接続の切断、測定終了確認用メッセージボックスの表示、プログラム実行の中断を行います。OK ボタンがクリックされると、コンソールウインドウにメッセージを表示し、プログラムの実行を終了します。
31 ～ 40	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
42 ～ 44	測定実行に使用する変数を宣言し、値を設定します。
46 ～ 49	ユニット 1 のデータ出力フォーマット、トリガ・モード、A/D コンバータ、測定モードを設定します。
50 ～ 51	ユニット 2 からデバイスのソース端子とサブストレート端子に電圧を印加します。
52 ～ 53	ユニット 1 からデバイスのゲート端子とドレイン端子に電圧を印加します。

```
unit1.WriteString("WS 2" & vbLf)                                          '55
unit1.WriteString("XE" & vbLf)
unit2.WriteString("OS" & vbLf)

'unit1.WriteString("TM 3" & vbLf)                                         '59
'unit1.WriteString("*OPC?" & vbLf) : ret = unit1.ReadString(1 + 2)
'unit2.WriteString("OS" & vbLf)
'unit1.WriteString("PA" & vbLf)                                           '62
'unit2.WriteString("OS" & vbLf)
'unit1.WriteString("XE" & vbLf)

unit1.WriteString("*OPC?" & vbLf) : ret = unit1.ReadString(1 + 2)         '66
unit1.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = unit1.ReadString(4 + 2)
If err <> 0 Then
   unit1.WriteString("DZ" & vbLf) : unit2.WriteString("DZ" & vbLf)
   GoTo Check_err
End If

Dim mret As String = unit1.ReadString(17)                                 '73
Dim status As String = Left(mret, 3)
Dim meas As Double = Val(Mid(mret, 4, 12))

data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & meas * 1000 & ", " & status

unit1.WriteString("DZ" & vbLf) : unit2.WriteString("DZ" & vbLf)           '79
save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, unit1, unit2, t)
Exit Sub
```

ライン	説明
55 ～ 57	ユニット 1 がトリガ入力待ちを行います。ユニット 2 が出力するトリガを受け取ることによって、ユニット 1 は測定を開始します。
59 ～ 61	55 ～ 57 の代わりに使用することができます。 59 ～ 61 行頭の ’ と、55 ～ 57 行を削除してプログラムを実行すると、 ユニット 1 は Ext Trig In 端子へのトリガ入力によって測定を開始します。
62 ～ 64	55 ～ 57 の代わりに使用することができます。 59 ～ 64 行頭の ’ と、55、56、57、61 行を削除してプログラムを実行すると、 ユニット 1 は Ext Trig In 端子へのトリガ入力によって測定を開始します。
66 ～ 71	動作の終了を待って、エラーチェックを行います。エラーが検出された場合、出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
73 ～ 77	測定データを配列 *data* に格納します。
79 ～ 81	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラムに進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。

```
Check_err:                                                                    '83
 unit1.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = unit1.ReadString(256)
 MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
 Exit Sub

End Sub                                                                       '88

Sub save_data(ByVal fname As String, ByVal title As String, ByVal value As String,
ByVal data(,) As String, ByVal nop1 As Integer, ByVal nop2 As Integer, ByVal unit1
As IMessage, ByVal unit2 As IMessage, ByVal t() As Integer)                   '90
 Dim i As Integer = 0
 Dim j As Integer = 0
 FileOpen(1, fname, OpenMode.Output, OpenAccess.Write, OpenShare.LockReadWrite)
 Print(1, value)
 For j = 0 To nop2 - 1
    'Print(1, Chr(13) & Chr(10) & "Unit" & j + 1)                             '96
    For i = 0 To nop1 - 1
       Print(1, data(j, i))
    Next i
 Next j
 FileClose(1)

 Dim rbx As Integer
 For j = 0 To nop2 - 1
    'value = value & Chr(10) & "Unit" & j + 1                                 '105
    For i = 0 To nop1 - 1
       value = value & data(j, i)
    Next i
 Next j
 value = value & Chr(10) & Chr(10) & "Data save completed."
 value = value & Chr(10) & Chr(10) & "Do you want to perform measurement again?"
 rbx = MsgBox(value, vbYesNo, title)
 If rbx = vbYes Then perform_meas(unit1, unit2, t)
End Sub                                                                       '114

End Module
```

ライン	説明
83 ～ 86	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。
90～114	測定データを変数 *fname* が示すファイル (CSV) に保存します。また、データをメッセージボックスに表示します。メッセージボックスの Yes をクリックすると perform_meas サブプログラムを再度実行します。No をクリックすると perform_meas サブプログラムに戻ります。

測定実行例

```
Id (mA), Status
22.475, NAI

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

次のプログラムでは、各ユニットが異なる 2 端子デバイスの I-V 測定を行います。各掃引ステップでは各ユニットが交互に一点測定を行います。プログラムを実行する前に、次の端子間を BNC ケーブルで接続してください。

- ユニット 1 の Ext Trig Out とユニット 2 の Ext Trig In
- ユニット 2 の Ext Trig Out とユニット 1 の Ext Trig In

NOTE

次のプログラムを実行するには、Table 3-31 の 96 行と 105 行の先頭のアポストロフィ (') を削除します。さらに、Table 3-31 の 30 ～ 88 行を削除して、代わりに Table 3-32 のプログラムを挿入します。

Table 3-32　トリガ機能使用例 2

```
Sub perform_meas(ByVal unit1 As IMessage, ByVal unit2 As IMessage, ByVal t() As
Integer)                                                                    '1
 Dim i As Integer = 0                          't(0): Low1
 Dim j As Integer = 0                          't(1): High1
 Dim nop1 As Integer = 5                       't(2): High2
 Dim nop2 As Integer = 2                       't(3): Low2
 Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
 Dim value As String = "I (mA), Time (msec), Status"
 Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data15.txt"
 Dim title As String = "Measurement Result"
 Dim msg As String = "No error."
 Dim err As Integer = 0
 Dim v1 As Double = 0.1 : Dim v2 As Double = 0.5                            '12
 Dim vs As Double = 0 : Dim icomp As Double = 0.1
 Dim ret As Integer
 unit1.WriteString("FMT 1" & vbLf)
 unit1.WriteString("AV -1" & vbLf)
 unit1.WriteString("WT 0, 0.01" & vbLf)
 unit1.WriteString("TM 3" & vbLf)
 unit1.WriteString("TGP -1, 1, 2, 1" & vbLf)
 unit1.WriteString("TGP -2, 2, 2, 3" & vbLf)
 unit1.WriteString("TGMO 1" & vbLf)                                         '21
```

ライン	説明
1 ～ 11	Table 3-31のMainで使用する変数を宣言し、値を設定します。
12～14	測定実行に使用する変数を宣言し、値を設定します。
15～17	ユニット 1 のデータ出力フォーマット、A/D コンバータ、掃引タイミングパラメータを設定します。
18～21	ユニット 1 の Ext Trig In 端子に Start Measurement トリガ入力を設定します。ユニット 1 の Ext Trig Out 端子に Step Measurement Completion トリガ出力を設定します。

```
 unit1.WriteString("DV" & t(1) & ",0," & vs & "," & icomp & vbLf)              '22
 unit1.WriteString("WV" & t(0) & ",1,0," & v1 & "," & v2 & "," & nop1 & "," & icomp
& vbLf)
 unit1.WriteString("MM 2," & t(0) & vbLf)
 unit1.WriteString("TSC 1" & vbLf)

 unit2.WriteString("FMT 1" & vbLf)                                             '27
 unit2.WriteString("AV -1" & vbLf)
 unit2.WriteString("WT 0, 0.01" & vbLf)
 unit2.WriteString("TM 3" & vbLf)                                              '30
 unit2.WriteString("TGP -2, 2, 2, 1" & vbLf)
 unit2.WriteString("TGXO 2" & vbLf)
 unit2.WriteString("TGP -1, 1, 2, 2" & vbLf)
 unit2.WriteString("TGSI 2" & vbLf)                                            '34
 unit2.WriteString("DV" & t(3) & ",0," & vs & "," & icomp & vbLf)
 unit2.WriteString("WV" & t(2) & ",1,0," & v1 & "," & v2 & "," & nop1 & "," & icomp
& vbLf)
 unit2.WriteString("MM 2," & t(2) & vbLf)
 unit2.WriteString("TSC 1" & vbLf)
 unit1.WriteString("TSR" & vbLf) : unit2.WriteString("TSR" & vbLf)
 unit2.WriteString("XE" & vbLf)

 unit1.WriteString("*OPC?" & vbLf) : ret = unit1.ReadString(1 + 2)             '42
 unit1.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = unit1.ReadString(4 + 2) : ret = 1
 If err <> 0 Then GoTo Check_err
 unit2.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = unit2.ReadString(4 + 2) : ret = 2
 If err <> 0 Then GoTo Check_err
```

ライン	説明
22 ～ 25	ユニット 1 で電圧を印加します。また、掃引測定の準備を行います。
27 ～ 29	ユニット 2 のデータ出力フォーマット、A/D コンバータ、掃引タイミングパラメータを設定します。
30 ～ 32	ユニット 2 の Ext Trig Out 端子に Measurement Completion トリガ出力を設定します。この出力からゲート・トリガが送られると、ユニット 1 は測定を開始します。
33 ～ 34	ユニット 2 の Ext Trig In 端子に Start Step Output Setup トリガ入力を設定します。ユニット 1 から Step Measurement Completion トリガが送られると、ユニット 2 はステップ出力を開始します。
35 ～ 38	ユニット 2 で電圧を印加します。また、掃引測定の準備を行います。
39	タイムスタンプをリセットします。
40	ユニット 2 は測定開始と同時に Ext Trig Out 端子にゲート・トリガを出力します。これによってユニット 1 は測定を開始します。
42 ～ 46	動作の終了を待ちます。エラーが検出された場合、Check_err に進みます。

```
 Dim mret1 As String = unit1.ReadString(16 * 2 * nop1 + 1)                    '48
 Dim mret2 As String = unit2.ReadString(16 * 2 * nop1 + 1)
 Dim time As Double : Dim status As String : Dim meas As Double
 For i = 0 To nop1 - 1
   time = Val(Mid(mret1, 4 + i * 16 * 2, 12))
   status = Mid(mret1, 17 + i * 16 * 2, 3)
   meas = Val(Mid(mret1, 20 + i * 16 * 2, 12))
   data(0, i) = Chr(13) & Chr(10) & meas * 1000 & ", " & time * 1000 & ", " & status
 Next i
 For i = 0 To nop1 - 1
   time = Val(Mid(mret2, 4 + i * 16 * 2, 12))
   status = Mid(mret2, 17 + i * 16 * 2, 3)
   meas = Val(Mid(mret2, 20 + i * 16 * 2, 12))
   data(1, i) = Chr(13) & Chr(10) & meas * 1000 & ", " & time * 1000 & ", " & status
 Next i

 unit1.WriteString("DZ" & vbLf) : unit2.WriteString("DZ" & vbLf)              '64
 save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, unit1, unit2, t)
 Exit Sub

Check_err:                                                                    '68
 unit1.WriteString("DZ" & vbLf) : unit2.WriteString("DZ" & vbLf)
 If ret = 1 Then unit1.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg =
unit1.ReadString(256)
 If ret = 2 Then unit2.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg =
unit2.ReadString(256)
 MsgBox("Unit" & ret & " error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
 Exit Sub
End Sub
```

ライン	説明
48 ～ 62	測定データを配列 *data* に格納します。
64 ～ 65	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラムに進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
68 ～ 73	全出力を 0 V に変更し、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

測定実行例

```
I (mA), Time (msec), Status
Unit1
11.345, 18.8, NAI
22.685, 50, NAI
34.035, 81.2, NAI
45.385, 112.4, NAI
56.73, 143.5, NAI
Unit2
10.98, 13.6, NAI
21.98, 47.1, NAI
32.98, 78.2, NAI
43.965, 109.6, NAI
54.965, 140.7, NAI
```

次のプログラムは HP BASIC 言語で書かれており、次の動作を行います。

1. バイポーラ・トランジスタ Ib-Ic 測定の設定を行います。
2. 掃引測定を開始します。
3. ステップ測定を実行しステップ測定終了（Step Measurement Completion）のゲート・トリガを送ります。
4. ステップ出力設定開始（Start Step Output Setup）トリガを待ちます。
5. 測定データ（Ic）を表示します。
6. Ib_num が示す回数だけ 3 から 5 を繰り返します。
7. Keysight B1500 のチャネル出力を無効にします。

このプログラムは外部機器との同期動作に使用可能なプログラムの一部ですが、外部機器を制御するプログラム行を含んでいません。プログラムを実行する前に外部機器を制御するプログラム行を追加してください。トリガ入出力のタイミングについてはプログラム・リスト内のコメントを参照してください。

```
10     ASSIGN @B1500 TO 717
20     OPTION BASE 1
30     INTEGER Collector,Base,Ib_num,Vc_num
40    !
50     Collector=2
60     Base=1
70     Ib_start=.0001
80     Ib_stop=.001
90     Ib_num=10
100    Ib_step=(Ib_stop-Ib_start)/(Ib_num-1)
110    Vb_comp=1
120    Vc=2.5
130    Ic_comp=.1
140   !
150   !Other device should be initialized and set up.
160   !
```

行番号	説明
10	Keysight B1500 を制御するための I/O パスを設定します。
50 ～ 130	設定パラメータなどの変数値を設定します。
140 ～ 160	外部機器の初期化、測定条件の設定を行うプログラム行を追加してください。

```
170    OUTPUT @B1500;"FMT 5"         ! ASCII w/header<,>
180    OUTPUT @B1500;"AV -1"         ! Averaging=1PLC
190    OUTPUT @B1500;"WT 0,.01"      ! Hold Time, Delay Time
200    OUTPUT @B1500;"CN";Collector,Base
210    OUTPUT @B1500;"TGP -2,2,2,3" ! StepMeasEndTrg Output
220    OUTPUT @B1500;"TGMO 2"        ! Gate Trigger
230    OUTPUT @B1500;"TGP -1,1,2,2" ! StartStepSetupTrg Input
240    OUTPUT @B1500;"TGSI 2" ! Ignore TRG for 1st step setup
250    OUTPUT @B1500;"DV";Collector,0,Vc,Ic_comp
260    OUTPUT @B1500;"WI";Base,1,0,Ib_start,Ib_stop,Ib_num,Vb_comp
270    OUTPUT @B1500;"MM";2,Collector
280   !
290   !Other device must be set to the measurement ready and
300   !trigger wait condition.
310   !
```

行番号	説明
170	データ出力フォーマットを設定します。
180	ADC のアベレージング・サンプル数を設定します。
190	ホールド時間、ディレイ時間を設定します。
200	出力／測定チャネルを有効にします。
210 ～ 220	Ext Trig Out 端子にステップ測定終了（Step Measurement Completion）トリガ出力を設定します。出力トリガにはゲート・トリガを選択します。
230 ～ 240	Ext Trig In 端子にステップ出力設定開始（Start Step Output Setup）トリガ入力を設定します。第 1 掃引ステップにはトリガ入力を無効にします。
250	DC 電圧を印加します。
260	階段波掃引源を設定します。
270	測定モードと測定チャネルを設定します。
280 ～ 310	Keysight B1500 の動作と外部機器の動作を同期させるために、外部機器を測定準備完了かつトリガ入力待ち状態にするプログラム行を追加してください。

```
320    OUTPUT @B1500;"XE"
330    !
340    !B1500 starts measurement. Then it sends negative gate
350    !trigger to the device.
360    !Then the device should start measurement.
370    !
380     FOR I=1 TO Ib_num
390       ENTER @B1500 USING "#,3X,12D,X";Ic
400       PRINT "Ic= ";Ic*1000;" [mA]"
410    !
420    !Measurement data of the other device should be read.
430    !And the data should be displayed.
440    !
450    !The device must be set to the measurement ready and
460    !trigger wait condition.
470    !
480    !The device must send trigger to B1500. B1500
490    !will start a step source output by the trigger, and
500    !perform a step measurement.
510    !
520     NEXT I
530    !
540     OUTPUT @B1500;"CL"
550     END
```

行番号	説明
320	掃引測定を開始し、ステップ測定を行います。ステップ測定の開始と共に、Keysight B1500 はネガティブ・ゲート・トリガを出力します。外部機器の測定開始トリガとしてこのトリガを使用します。
390 ～ 400	B1500 から測定データを読み取り、表示します。
410 ～ 510	B1500 の動作と外部機器の動作を同期させるために、以下を行うプログラム行を追加してください。 • 外部機器の測定データの読み取りと表示を行う • 外部機器を測定準備完了かつトリガ入力待ち状態にする • 外部機器からトリガの出力を行う 外部機器のトリガによって、B1500 はステップ測定を開始しネガティブ・ゲート・トリガを出力します。
520	Ib_num が示す回数だけ 390 から 510 を繰り返します。
540	出力／測定チャネルを無効にします。

タイムスタンプを読み取る

Keysight B1500 は測定データと一緒に時間データを出力することができます。時間データの読み取り例については、既述の測定プログラム例を参照してください。

NOTE

この機能はバイナリ・データ出力フォーマット（FMT 3, 4）では無効です。

この機能は疑似パルス・スポット測定（MM 9）、サーチ測定（MM 14, 15）では無効です。

最高分解能（100 µs）の時間データを得るには 100 秒（FMT 1, 2, 5）または 1000 秒（FMT 11, 12, 15, 21, 22, 25）以内にタイマーのリセットを行います。

測定モードを定義するには MM コマンドを、タイムスタンプ機能を有効にするには TSC コマンドを送ります。測定データと一緒に時間データが出力されます。時間データは、タイムスタンプがリセットされてから、測定開始までの時間です。

タイムスタンプをリセットするには、TSR コマンドを送ります。

機能	コマンド	パラメータ
タイムスタンプ機能の ON/OFF	TSC	*onoff*

次のコマンドは TSC コマンドの設定に係わらず、時間データを出力します。時間データは、タイムスタンプがリセットされてから各コマンドが入力されるまでの時間です。

機能	コマンド	パラメータ
SMU DC 電圧出力	TDV	*chnum*,*range*,*output*[,*Icomp*]
SMU DC 電流出力	TDI	*chnum*,*range*,*output*[,*Vcomp*]
CMU DC バイアス出力	TDCV	*chnum*,*output*
CMU AC 信号出力	TACV	*chnum*,*output*
高速スポット電流測定の実行	TTI	*chnum*,*range*
高速スポット電圧測定の実行	TTV	*chnum*,*range*
高速スポット C 測定の実行	TTC	*chnum*,*mode*[,*range*]
時間データの出力	TSQ	

バイナリ・データを読み取る

バイナリ・データ出力フォーマットの測定データを読み取るプログラム例を記します。このプログラム例は以下を行います。

1. 高速スポット測定の実行
2. バイナリ・データの読み取り
3. 測定データの計算
4. 測定データの表示

NOTE

測定／出力データの分解能

バイナリ・データの分解能は次のようになります。

- 測定データ：測定レンジの 50000 分の 1
- 出力データ：出力レンジの 20000 分の 1

高分解能 A/D コンバータを使用する場合、実測値よりも粗い分解能の測定データが返ります。ご注意ください。

測定実行例

```
Id (uA), Status
status = 0
type = 1
mode = 1
channel = 5
sign = 0
range = 0.0001
count = 12010

24.02, 0

Data save completed.

Do you want to perform measurement again?
```

Table 3-33　　高速スポット測定プログラム例（バイナリ・データ）

```
Sub perform_meas(ByVal session As IMessage, ByVal t() As Integer)                    '1
    Dim i As Integer = 0                          't(0): Drain
    Dim j As Integer = 0                          't(1): Gate
    Dim nop1 As Integer = 1                       't(2): Source
    Dim nop2 As Integer = 1                       't(3): Substrate
    Dim data(nop2 - 1, nop1 - 1) As String
    Dim value As String = "Id (mA), Status"
    Dim fname As String = "C:\Keysight\prog_ex\data16.txt"
    Dim title As String = "Measurement ResuIt"
    Dim msg As String = "No error."
    Dim err As Integer = 0

    Dim vd As Double = 3                                                             '13
    Dim vg As Double = 1
    Dim idcomp As Double = 0.05
    Dim igcomp As Double = 0.01
    Dim orng As Integer = 0
    Dim mrng As Integer = 0

    session.WriteString("FMT 3" & vbLf)
    session.WriteString("AV 10,1" & vbLf)     'sets number of samples for 1 data
    session.WriteString("FL 0" & vbLf)        'sets filter off
    session.WriteString("DV " & t(3) & ",0,0,0.1" & vbLf)   'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("DV " & t(2) & ",0,0,0.1" & vbLf)   'out= 0 V, comp= 0.1 A
    session.WriteString("DV " & t(1) & "," & orng & "," & vg & "," & igcomp & vbLf)
    session.WriteString("DV " & t(0) & "," & orng & "," & vd & "," & idcomp & vbLf)
    session.WriteString("ERR? 1" & vbLf) : err = session.ReadString(4 + 2)           '28
    If err <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    session.WriteString("TI " & t(0) & "," & mrng & vbLf)
    Dim dat() As Byte = session.Read(4 + 2) '4 byte data + terminator                '31

    Dim status As Integer = dat(3) And 224 : status = status / 32  '224=128+64+32
    If status <> 0 Then session.WriteString("DZ" & vbLf) : GoTo Check_err
    Dim type As Integer = dat(0) And 128 : type = type / 128  '0:source, 1:meas
    Dim mode As Integer = dat(0) And 64 : mode = mode / 64    '0:voltage, 1:current
    Dim sign As Integer = dat(0) And 1                        '0:positive, 1:negative
    Dim rng As Integer = dat(0) And 62 : rng = rng / 2        '62=32+16+8+4+2
    Dim count As Integer = dat(1) * 256 + dat(2)
    Dim chan As Integer = dat(3) And 31                       '31=16+8+4+2+1
    If sign = 1 Then count = count - 65536 '65536 = 10000000000000000 (17 bits)
```

ライン	説明
2 ～ 11	プロジェクトを通して使用する変数を宣言し、値を設定します。
13 ～ 18	このサブプログラムで使用する変数を宣言し、値を設定します。
20 ～ 22	データ出力フォーマット、A/D コンバータ、SMU フィルタを設定します。
23 ～ 26	デバイスに電圧を印加します。
28 ～ 29	エラーが検出された場合、出力を 0 V に変更し、Check_err に進みます。
30 ～ 31	高速スポット測定を実行し、測定データ（4 バイト、バイナリ・フォーマット）を配列 *dat* に格納します。
33 ～ 41	バイナリ・データに含まれる各要素（ステータス、データ・タイプ、モード、サイン、レンジ、カウント、チャネル）を抽出します。

```
 Dim range As Double                                                    '43
 If mode = 1 Then                ' current range
   If rng < 21 Then range = 10 ^ (rng - 20)
   If rng = 21 Then range = 2
   If rng = 22 Then range = 20
   If rng = 23 Then range = 40
 Else                            ' voltage range
   If rng = 8 Then range = 0.5
   If rng = 9 Then range = 5
   If rng = 10 Then range = 0.2
   If rng = 11 Then range = 2
   If rng = 12 Then range = 20
   If rng = 13 Then range = 40
   If rng = 14 Then range = 100
   If rng = 15 Then range = 200
   If rng = 16 Then range = 500
   If rng = 17 Then range = 1500
   If rng = 18 Then range = 3000
 End If                                                                 '61

   'value = value & Chr(13) & Chr(10) & "status = " & status             '63
   'value = value & Chr(13) & Chr(10) & "type = " & type
   'value = value & Chr(13) & Chr(10) & "mode = " & mode
   'value = value & Chr(13) & Chr(10) & "channel = " & chan
   'value = value & Chr(13) & Chr(10) & "sign = " & sign
   'value = value & Chr(13) & Chr(10) & "range = " & range
   'value = value & Chr(13) & Chr(10) & "count = " & count & Chr(13) & Chr(10)

   Dim meas As Double                                                   '71
   If type = 0 Then meas = count * range / 20000 'source data
   If type = 1 Then meas = count * range / 50000 'measurement data

   data(j, i) = Chr(13) & Chr(10) & meas * 1000 & ", " & status         '75

   session.WriteString("DZ" & vbLf)                                     '77
   save_data(fname, title, value, data, nop1, nop2, session, t)
   Exit Sub

Check_err:                                                              '81
   session.WriteString("EMG? " & err & vbLf) : msg = session.ReadString(256)
   MsgBox("Instrument error: " & err & Chr(10) & msg, vbOKOnly, "")
   Exit Sub

End Sub
```

ライン	説明
43 ～ 61	測定（または出力）レンジをチェックします。
63 ～ 69	バイナリ・データの各要素の値を表示、保存するには、行頭の ' を削除してください。
71 ～ 75	測定（または出力）データを計算し、データを配列 *data* に格納します。
77 ～ 79	全出力を 0 V に変更してから save_data サブプログラム（Table 3-1）に進みます。save_data サブプログラムは変数 *fname* が示すファイル (CSV) にデータを保存し、メッセージボックスにデータを表示します。
81 ～ 84	エラーを検出すると、メッセージボックスにエラーメッセージを表示します。

4142B のプログラムを利用する

Keysight 4142B モジュラ DC ソース／モニタの制御プログラムを利用して Keysight B1500 を制御するには下記変更が必要です。

1. 必要であれば GPIB アドレスを変更します。
2. 必要であれば ACH コマンドを用いてチャネル番号を置き換えます。
3. 非サポート・コマンドを削除する、あるいは他のコマンドと置き換えます。

「Keysight 4142B 用プログラムを使用する (p. 1-65)」も参照してください。

以下に高速スポット測定プログラムの変更例を記します。

変更前：

```
10      ASSIGN @Hp4142 TO 717
20      INTEGER G_ch,D_ch,S_ch
30    !
40    !         !Source:    GNDU
50      G_ch=2  !Gate:      HPSMU (SLOT2)
60      D_ch=3  !Drain:     MPSMU (SLOT3)
70      S_ch=4  !Substrate: MPSMU (SLOT4)
80    !
90      OUTPUT @Hp4142;"FMT5"
100     OUTPUT @Hp4142;"CN";D_ch,G_ch,S_ch
110     OUTPUT @Hp4142;"DV";S_ch;",0,0,.1"
120     OUTPUT @Hp4142;"DV";G_ch;",0,3,.01"
130     OUTPUT @Hp4142;"DV";D_ch;",0,5,.1"
140     OUTPUT @Hp4142;"TI";D_ch;",0"
150     ENTER @Hp4142 USING "#,3X,12D,X";Mdata
160     PRINT "Id(A)=";Mdata
170     OUTPUT @Hp4142;"CL"
180     END
```

行番号	説明
10	Keysight 4142B を制御するための I/O パスを設定します。
90	データ出力フォーマットを設定します。
100 ～ 130	出力／測定チャネルを有効にして DC 電圧を印加します。
140 ～ 180	測定の実行、測定データの読み取り、表示を行い、全チャネルを無効にします。

変更後：

```
10      ASSIGN @Hp4142 TO 717                !<<<<
20      INTEGER G_ch,D_ch,S_ch
21      INTEGER Sub                          !<<<<
30     !
40     !         !Source:    GNDU
50      G_ch=2   !Gate:      HPSMU (SLOT2)
60      D_ch=3   !Drain:     MPSMU (SLOT3)
70      S_ch=4   !Substrate: MPSMU (SLOT4)
80     !
81      Sub=5                                !<<<<
82      OUTPUT @Hp4142;"ACH";Sub,S_ch        !<<<<
83      OUTPUT @Hp4142;"*OPC?"               !<<<<
84      ENTER @Hp4142;A                      !<<<<
85     !
90      OUTPUT @Hp4142;"FMT5"
100     OUTPUT @Hp4142;"CN";D_ch,G_ch,S_ch
110     OUTPUT @Hp4142;"DV";S_ch;",0,0,.1"
120     OUTPUT @Hp4142;"DV";G_ch;",0,3,.01"
130     OUTPUT @Hp4142;"DV";D_ch;",0,5,.1"
140     OUTPUT @Hp4142;"TI";D_ch;",0"
150     ENTER @Hp4142 USING "#,3X,12D,X";Mdata
160     PRINT "Id(A)=";Mdata
170     OUTPUT @Hp4142;"CL"
180     END
```

行番号	説明
10	必要であれば GPIB アドレスを変更します。
21, 81	モジュール構成が4142Bと異なる場合にこの行を追加します。この例では、変数 Sub を追加しています。
82 ～ 84	新旧チャネル番号のマッピングを行う場合にこの行を追加します。この例は、サブストレートに接続する SMU をスロット 4 からスロット 5 に変更します。

4155/4156 のプログラムを利用する

Keysight 4155B/4156B/4155C/4156C パラメータ・アナライザの FLEX コマンドを用いた制御プログラムを利用して Keysight B1500 を制御するには下記変更が必要です。

1. 必要であれば GPIB アドレスを変更します。
2. 必要であれば ACH コマンドを用いてチャネル番号を置き換えます。
3. 4155/4156 出力データと互換性のあるデータ出力フォーマットを用いるには FMT コマンドのパラメータ値を変更します。または、データの読み取りを行う部分を変更します。
4. US コマンドを削除します。
5. RMD? コマンドを削除します。
6. 非サポート・コマンドを削除する、あるいは他のコマンドと置き換えます。

「Keysight 4155/4156 用プログラムを使用する (p. 1-66)」も参照してください。

以下に高速スポット測定プログラムの変更例を記します。

変更前：

```
10      ASSIGN @Hp415x TO 717
20      INTEGER G_ch,D_ch,S_ch,B_ch
30    !
40      S_ch     !Source:    SMU1
50      G_ch=2   !Gate:      SMU2
60      D_ch=3   !Drain:     SMU3
70      B_ch=4   !Substrate: SMU4
80    !
90      OUTPUT @Hp415x;"US"
100     OUTPUT @Hp415x;"FMT 5"
110     OUTPUT @Hp415x;"CN ";D_ch,G_ch,S_ch,B_ch
120     OUTPUT @Hp415x;"DV ";S_ch;",0,0,.1"
130     OUTPUT @Hp415x;"DV ";B_ch;",0,0,.1"
140     OUTPUT @Hp415x;"DV ";G_ch;",0,3,.01"
150     OUTPUT @Hp415x;"DV ";D_ch;",0,5,.1"
160     OUTPUT @Hp415x;"TI ";D_ch;",0"
170     OUTPUT @Hp415x;"RMD? 1"
180     ENTER @Hp415x USING "#,5X,13D,X";Mdata
190     PRINT "Id(A)=";Mdata
200     OUTPUT @Hp415x;"CL"
210     END
```

行番号	説明
10	Keysight 4155/4156 を制御するための I/O パスを設定します。
90	FLEX コマンド・モードに設定します。
100	データ出力フォーマットを設定します。
110 ～ 150	出力／測定チャネルを有効にして DC 電圧を印加します。
160 ～ 210	測定の実行、測定データの読み取り、表示を行い、全チャネルを無効にします。

変更後：

```
10      ASSIGN @Hp415x TO 717                    !<<<<
20      INTEGER G_ch,D_ch,S_ch,B_ch
21      INTEGER Sub                              !<<<<
30    !
40    ! S_ch=1  !Source:    SMU1 <<<< replaced with GNDU
50      G_ch=2  !Gate:      SMU2
60      D_ch=3  !Drain:     SMU3
70      B_ch=4  !Substrate: SMU4
80    !
81      Sub=5                                    !<<<<
82      OUTPUT @Hp415x;"ACH ";Sub,B_ch           !<<<<
83    !
90    ! OUTPUT @Hp415x;"US"                       <<<<
100     OUTPUT @Hp415x;"FMT 25"                  !<<<<
110     OUTPUT @Hp415x;"CN ";D_ch,G_ch,B_ch      !<<<<
120   ! OUTPUT @Hp415x;"DV ";S_ch;",0,0,.1"       <<<<
130     OUTPUT @Hp415x;"DV ";B_ch;",0,0,.1"
140     OUTPUT @Hp415x;"DV ";G_ch;",0,3,.01"
150     OUTPUT @Hp415x;"DV ";D_ch;",0,5,.1"
160     OUTPUT @Hp415x;"TI ";D_ch;",0"
170   ! OUTPUT @Hp415x;"RMD? 1"                   <<<<
180     ENTER @Hp415x USING "#,5X,13D,X";Mdata
190     PRINT "Id(A)=";Mdata
200     OUTPUT @Hp415x;"CL"
210     END
```

行番号	説明
10	必要であれば GPIB アドレスを変更します。
21, 81	モジュール構成が異なる場合にこの行を追加します。この例では、Sub 変数を追加します。
82	新旧チャネル番号のマッピングを行う場合にこの行を追加します。この例は、サブストレートに接続する SMU をスロット 4 からスロット 5 に変更します。
90, 170	US、RMD? コマンドを削除します。
100	FMT コマンドのパラメータ値を変更します。
40, 110, 120	この例は SMU1 のかわりに GNDU をソースに接続するので、変数 S_ch、およびこの変数を使用しているコマンドも削除します。

4 コマンド・リファレンス

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

本章は Keysight B1500 の全 GPIB コマンドの仕様を説明します。

- コマンド・サマリ
- コマンド・パラメータ
- コマンド・リファレンス

本章で用いられる省略名称

ASU	アト・センス／スイッチ・ユニット（E5288A）
CMU, MFCMU	マルチ周波数容量測定ユニット（B1520A）
DHC, DHCSMU	デュアル HCSMU
HC, HCSMU	大電流 SMU（B1512A）
HP, HPSMU	高電力 SMU（B1510A）
HR, HRSMU	高分解能 SMU（B1517A）
HV, HVSMU	高電圧 SMU（B1513A、B1513B または B1513C）
HVMC, HVMCU	高電圧中電流ユニット（N1266A を用いた測定リソース）
MC, MCSMU	中電流 SMU（B1514A）
MP, MPSMU	中電力 SMU（B1511A または B1511B）
N1265A	超大電流エクスパンダ／フィクスチャ
N1266A	HVSMU 電流エクスパンダ
N1268A	超高電圧エクスパンダ
SCUU	SMU CMU ユニファイ・ユニット（N1301A）
SMU	ソース／モニタ・ユニット
SPGU, HVSPGU	高電圧パルス・ジェネレータ・ユニット（B1525A）
UHC, UHCU	超大電流ユニット（N1265A を用いた測定リソース）
UHV, UHVU	超高電圧ユニット（N1268A を用いた測定リソース）

コマンド・サマリ

Keysight B1500 GPIB コマンドを機能毎に分類して概要を説明します。

分類	コマンド	概要説明
リセット	*RST	初期状態に戻します。
動作チェック	DIAG?	動作チェックを実行し、結果を返します。
セルフテスト	*TST?	セルフテストを実行し、結果を返します。
	RCV	テストにフェイルしたチャネルを使用可能にします。
セルフ・キャリブレーション	CA	セルフ・キャリブレーションを実行します。
	*CAL?	セルフ・キャリブレーションを実行し、結果を返します。
	CM	SMU の自動キャリブレーションを設定します。
インターロック	INTLKVTH/ INTLKVTH?	インターロック開放時の許容電圧を設定または返します。
CMU データ補正	ADJ/ADJ?	位相補償データを設定します。
	CLCORR	補正データ測定の周波数リストをクリアします。
	CORRL/ CORRL?	補正データ測定の周波数を追加または返します。
	DCORR/ DCORR?	補正用スタンダードの校正値またはリファレンス値を設定または返します。
	CORR?	オープン／ショート／ロード補正データ測定を行います。
	CORRST/ CORRST?	データ補正機能 ON/OFF を設定または返します。
	CORRDT/ CORRDT?	補正データを設定または返します。
実行中止	AB	現在の動作と、続くコマンドの実行を中止します。
中断、継続	PA/PAX	コマンドまたはプログラム・メモリの実行をポーズします。指定された待ち時間が経過する、あるいは TM コマンドで指定されたイベントを受け取ることによってポーズ状態が解除されます。
	TM	PA/PAX コマンドが設定したポーズ状態を解除するイベント、または測定を開始するイベントを設定します。

分類	コマンド	概要説明
データ出力	FMT	データ出力フォーマットとターミネータを設定します。
	BC	データ出力バッファをクリアします。
タイマークリア	TSR	タイマーをリセットします。
タイムスタンプ	TSC	タイムスタンプ機能を有効にします。4 バイト バイナリ・データ（FMT3、FMT4）、高速スポット、擬似パルス・スポット（MM9）、サーチ（MM14、MM15）には無効。
	TSQ	時間データ（タイマー・リセット（TSR コマンド実行）から TSQ コマンド実行までの時間）を返します。
ASU コントロール	SAL	ASU のインジケータを無効にします。
	SAP	ASU の入出力パスを設定します。
	SAR	オート・レンジング時の 1 pA レンジを有効にします。
SCUU コントロール	SSL	SCUU のインジケータを無効にします。
	SSP	SCUU の入出力パスを設定します。
SMU 直列抵抗	SSR	指定された SMU 内蔵の直列抵抗の接続を設定します。
SMU フィルタ	FL	指定された SMU 内蔵のフィルタの接続を設定します。
SMU 最大出力	LIM	SMU の最大出力制限値を設定します。全 SMU に共通。
	LIM?	SMU の最大出力制限値を返します。
チャネル・コントロール	ACH	チャネル番号を他の番号に置き換えます。
	CN/CNX	指定されたチャネルを有効にします。
	CL	指定されたチャネルを無効にします。
	HSS	HP/MP/HRSMU の応答モードを設定します。
	IN	指定されたチャネルの出力を 0 V に設定します。
	DZ	現在の出力設定を記憶し、出力を 0 V に設定します。
	PCH/PCH?	デュアル HCSMU（DHCSMU）の条件を設定／返します。
	RZ	DZ コマンド実行前の出力設定に戻します。
	WAT	出力ウエイト時間、測定ウエイト時間を設定します。

分類	コマンド	概要説明
SMU の積分時間とアベレージング回数	AV	高速 ADC（A/D コンバータ）が測定データの取得に要するサンプル数を設定します。高分解能 ADC の設定には使用できません。
	AAD	ADC のタイプを選択します。
	AIT	ADC の動作モードとパラメータを設定します。
	AITM/ AITM?	HRSMU による電流測定に有効。高分解能 ADC の PLC 動作タイプを設定／返します。
	AZ	ADC ゼロ機能を設定します。
高速スポット測定	TC	インピーダンス (TC)、電流 (TI)、電流と電圧 (TIV)、電圧 (TV)、AC レベル（TMACV）または DC バイアス（TMDCV）を測定し、測定データを返します。
	TI	
	TIV	
	TV	
	TMACV	
	TMDCV	
	TTC	インピーダンス (TTC)、電流（TTI）、電流と電圧 (TTIV)、または電圧（TTV）を測定し、測定データと時間データ（タイマー リセットから測定開始までの時間）を返します。
	TTI	
	TTIV	
	TTV	
出力設定	DI	SMU から DC 電流を出力します。
	DV	SMU から DC 電圧を出力します。
	TDI	SMU から DC 電流（TDI）または電圧（TDV）を出力し、時間データ（タイマー リセットから出力開始までの時間）を返します。
	TDV	
	FC	CMU の出力信号周波数を設定します。
	ACV	CMU の出力信号レベルを設定し AC 電圧を出力します。
	DCV	CMU から DC 電圧を出力します。
	TACV	CMU から AC 電圧（TACV）または DC 電圧（TDCV）を出力し、時間データ（タイマー リセットから出力開始までの時間）を返します。
	TDCV	

分類	コマンド	概要説明
CMU セットアップ	FC	CMU の出力信号周波数を設定します。
	ACV	CMU の出力信号レベルを設定し AC 電圧を出力します。
	ACT	CMU の A/D コンバータを設定します。
	IMP	インピーダンス測定パラメータを設定します。ASCII データ出力時に有効です。FMT 3/4/13/14 には無効。
	LMN	OSC レベル・モニタ値、DC バイアス・モニタ値の出力を有効または無効にします。
測定モード	MM	測定モードと測定チャネルを設定します。
測定実行	XE	測定を実行し、測定データを返します。PA/PAX コマンドによるポーズ状態にある場合は、ポーズ状態を解除します。このコマンドは高速スポット測定には無効です。
測定セットアップ	CMM	SMU の測定動作モードを選択します。
	PAD	複数の SMU による並列測定を有効または無効にします。この機能は スポット (MM1)、階段波掃引 (MM2)、サンプリング (MM10) 測定に有効です。
	RC	インピーダンス測定 (RC)、電流測定 (RI)、電圧測定 (RV) のレンジング・タイプを設定します。高速スポット測定には無効です。
	RI	
	RV	
	RM	電流測定時オート・レンジングの動作モードを設定します。
階段波掃引出力設定	WT	ホールド時間、ディレイ時間、ステップ・ディレイ時間、トリガ・ディレイ時間を設定します。
	WI	階段波電流掃引源を設定します。
	WV	階段波電圧掃引源を設定します。
掃引自動停止	WM	階段波掃引出力、パルス掃引出力の自動停止機能、測定終了後出力値の設定を行います。

分類	コマンド	概要説明
出力比較		HVMCU、UHCU、UHVU に有効。
	SOPC/ SOPC?	出力電力比較機能を有効にします。または比較基準値を返します。
	SOVC/ SOVC?	出力電圧比較機能を有効にします。または比較基準値を返します。
同期掃引出力設定	WSI	主電流掃引源に同期する電流掃引源を設定します。
	WSV	主電圧掃引源に同期する電圧掃引源を設定します。
マルチ・チャネル掃引出力設定	WNX	主電流掃引源または主電圧掃引源に同期する電流掃引源または電圧掃引源を設定します。
パルス出力設定	PT	ホールド時間、パルス幅、パルス周期、トリガ出力ディレイ時間を設定します。
	PI	パルス電流出力源を設定します。
	PV	パルス電圧出力源を設定します。
パルス掃引出力設定	PT	ホールド時間、パルス幅、パルス周期、トリガ出力ディレイ時間を設定します。
	PWI	パルス電流掃引源を設定します。
	PWV	パルス電圧掃引源を設定します。
マルチ・チャネル 設定クリア	WNCC	マルチ・チャネル測定に設定された全チャネルのセットアップをクリアします。
マルチ・チャネル パルス出力設定、マルチ・チャネル パルス掃引出力設定	MCPT	ホールド時間、パルス周期などを設定します。
	MCPNT	パルス幅、ディレイ時間を設定します。
	MCPNX	パルス・バイアス出力源を設定します。
	MCPWS	掃引モード、掃引ステップ数を設定します。
	MCPWNX	パルス掃引出力源を設定します。
疑似パルス・スポット測定・出力設定	BDM	検出インターバルを設定します。また測定モード（電圧または電流）の選択も行います。
	BDT	ホールド時間、ディレイ時間を設定します。
	BDV	疑似パルス電圧源を設定します。

分類	コマンド	概要説明
サンプリング測定・出力設定	MCC	MV/MI/MSP で定義された定電源の設定をクリアします。
	MI	サンプリング測定に同期動作する電流源を設定します。
	MSC	自動停止機能、測定終了後出力値の設定を行います。
	ML	サンプリング・モード、リニアまたはログを設定します。
	MT	タイミング・パラメータを設定します。
	MV	サンプリング測定に同期動作する電圧源を設定します。
	MSP	サンプリング測定に同期動作する SPGU チャネルと、測定終了後の SPGU チャネル出力を設定します。
バイナリ・サーチ測定・出力設定	BSM	サーチ出力制御モード、自動停止機能、測定終了後出力値の設定を行います。
	BST	ホールド時間、ディレイ時間を設定します。
	BSVM	データ出力モードを選択します。
	BSI	電流出力チャネルを設定します。
	BSSI	同期電流出力チャネルを設定します。
	BGV	電圧モニタ・チャネルを設定します。
	BSV	電圧出力チャネルを設定します。
	BSSV	同期電圧出力チャネルを設定します。
	BGI	電流モニタ・チャネルを設定します。
リニア・サーチ測定・出力設定	LSTM	ホールド時間、ディレイ時間を設定します。
	LSVM	データ出力モードを選択します。
	LSI	電流出力チャネルを設定します。
	LSSI	同期電流出力チャネルを設定します。
	LGV	電圧モニタ・チャネルを設定します。
	LSV	電圧出力チャネルを設定します。
	LSSV	同期電圧出力チャネルを設定します。
	LGI	電流モニタ・チャネルを設定します。
	LSM	自動停止機能、測定終了後出力値の設定を行います。

分類	コマンド	概要説明
Quasi-static CV 測定・出力設定	QSC	QSCV 測定動作の設定を行います。
	QSO	QSCV スマート動作を有効または無効にします。
	QSM	自動停止機能、測定終了後出力値の設定を行います。
	QSL	リーク電流データの出力とリーク電流補正を有効または無効にします。
	QSZ	容量オフセット・キャンセル機能を有効または無効にします。あるいは容量オフセット測定を実行します。
	QST	積分時間、ホールド時間、ディレイ時間の設定を行います。
	QSR	電流測定レンジの設定を行います。
	QSV	電圧出力チャネルとそのパラメータの設定を行います。
CMU DC バイアス掃引出力設定	WDCV	DC バイアス掃引源（CMU または SMU）を設定します。
	WMDCV	自動停止機能、測定終了後出力値の設定を行います。
	WTDCV	ホールド時間、ディレイ時間、ステップ・ディレイ時間、トリガ・ディレイ時間を設定します。
CMU 周波数掃引出力設定	WFC	CMU の周波数掃引源を設定します。
	WMFC	自動停止機能、測定終了後出力値の設定を行います。
	WTFC	ホールド時間、ディレイ時間、ステップ・ディレイ時間、トリガ・ディレイ時間を設定します。
CMU AC レベル掃引出力設定	WACV	CMU の AC レベル掃引源を設定します。
	WMACV	自動停止機能、測定終了後出力値の設定を行います。
	WTACV	ホールド時間、ディレイ時間、ステップ・ディレイ時間、トリガ・ディレイ時間を設定します。
CMU パルス出力設定	PDCV	CMU のパルス電圧出力源を設定します。
	PTDCV	ホールド時間、パルス幅、パルス周期、トリガ出力ディレイ時間を設定します。
CMU パルス掃引出力設定	PWDCV	CMU のパルス電圧掃引源を設定します。
	PTDCV	ホールド時間、パルス幅、パルス周期、トリガ出力ディレイ時間を設定します。

分類	コマンド	概要説明
CMU サンプリング測定・出力設定	MSC	自動停止機能の設定を行います。
	MTDCV	タイミング・パラメータの設定を行います。
	MDCV	サンプリング測定に同期動作する電圧源を設定します。
SPGU の制御	SIM/SIM?	SPGU 動作モード PG または ALWG を設定／返します。
	SPRM/ SPRM?	出力動作モード（Free Run、Count、または Duration）を設定／返します。
	SRP	SPGU 出力を開始します。
	SPP	SPGU の全チャネル出力と全トリガ出力を停止します。
	SPUPD	指定された SPGU チャネルの設定を適用します。
	SPST?	SPGU の波形出力状態を返します。
	ODSW/ODSW?	パルス・スイッチの状態を設定／返します。
	SER/SER?	チャネルの負荷インピーダンス値を設定／返します。
	CORRSER?	端子電圧を測定し、電圧値とインピーダンスを返します。SER 同様にインピーダンスを設定します。
	STGP/STGP?	指定されたチャネルのトリガ出力条件を設定／返します。
SPGUパルスの設定	SPPER/SPPER?	全 SPGU チャネルのパルス周期を設定／返します。
	SPM/ SPM?	チャネルの出力モード（2 値パルス、3 値パルス、または DC バイアス）を設定／返します。
	SPT/SPT?	パルス・タイミング・パラメータを設定／返します。
	SPV/SPV?	パルスまたは DC バイアス出力電圧を設定／返します。
SPGU ALWG の設定	ALW/ALW?	ALWG パターン・データを設定／返します。
	ALS/ALS?	ALWG シーケンス・データを設定／返します。
信号モニタ機能	HVSMU、HCSMU、MCSMU、DHCSMU、UHCU、HVMCU、または UHVU を用いたマルチ・チャネル パルス・スポット測定（MM27）またはマルチ・チャネル パルス掃引測定（MM28）に有効。	
	DSMPLSETUP	信号モニタ機能を設定します。
	DSMPLARM	信号モニタ動作を開始するタイミングを設定します。
	DSMPLFLUSH	信号モニタ・データをデータ出力バッファに送ります。

分類	コマンド	概要説明
外部トリガ	TGP	指定された端子のトリガ機能を有効にします。
	TGPC	指定された端子のトリガ機能をクリアします。
	TGSI	Start Step Output Setup（ステップ出力設定開始）入力トリガを無視する掃引ステップ（第 1 または最終）を選択します。
	TGSO	Step Output Setup Completion（ステップ出力設定終了）トリガに有効なトリガ・タイプ、エッジまたはゲートを選択します。
	TGXO	Measurement Completion（測定終了）トリガに有効なトリガ・タイプ、エッジまたはゲートを選択します。
	TGMO	Step Measurement Completion（ステップ測定終了）トリガに有効なトリガ・タイプ、エッジまたはゲートを選択します。
	OS/OSX	トリガ出力端子からトリガを送ります。
	WS/WSX	トリガ待ち状態に設定します。
	TM3	TGP *port*,*terminal*,*polarity*,1コマンドが設定するトリガを使用可能にします。あるいは測定開始（PA/PAX/WS/WSXによる待ち状態でない場合）またはPA/PAXによるポーズ状態の解除に外部トリガを使用可能にします。
ディジタル I/O ポート	ERM	ポートの入出力の割り当てを変更します。
	ERS?	ポート・ステータスを返します。
	ERC	ポートの出力ステータスを変更します。
	ERMOD/? ERMOD?	ディジタル I/O コントロール・モード（汎用制御、SMU/PGU セレクタ、N1258A/N1259A）を設定／返します。
SMU/PGU セレクタの制御	ERSSP/ ERSSP?	セレクタの接続状態を設定／返します。

分類	コマンド	概要説明
N1258A/ N1259A モジュール・セレクタの制御	ERHPA/ ERHPA?	モジュール・セレクタ入力に接続されたモジュールを設定／返します。
	ERHPL/ERHPL?	LED ステータス・インジケータの状態を設定／返します。
	ERHPS/ERHPS?	HVSMU パス内蔵直列抵抗の接続状態を設定／返します。
	ERHPP/ERHPP?	入出力パスの接続状態を設定／返します。
	ERHPE/ERHPE?	External Relay Control の状態を設定／返します。
	ERHPR/ ERHPR?	External Relay Control コネクタ・ピンの信号レベルを設定／返します。
N1265A エクスパンダの制御	ERPFUHCA/ ERPFUHCA?	N1265A の制御端子に接続された MC/HCSMU を特定／返します。
	ERPFUHCTST?	N1265A のセルフテストを実行し、結果を返します。
	ERPFUHCCAL?	N1265A のセルフ・キャリブレーションを実行し、結果を返します。
	ERPFUHCMAX?	接続された N1265A がサポートする最大電流を返します。
	ERPFGA/ ERPFGA?	Gate 入力に接続された MC/HCSMU を特定／返します。
	ERPFDA/ ERPFDA?	Selector Input に接続された測定リソースを特定／返します。
	ERPFDP/ ERPFDP?	セレクタ入出力パスの接続状態を設定／返します。
	ERPFDS/ ERPFDS?	HVSMU パス内蔵直列抵抗の接続状態を設定／返します。
	ERPFGP/ ERPFGP?	Gate 入力に接続された MC/HCSMU 出力の接続状態を設定／返します。
	ERPFGR/ ERPFGR?	Gate パス内蔵直列抵抗の接続状態を設定／返します。
	ERPFTEMP?	K Thermocouple 1 または 2 端子に接続された熱電対（N1265A-041）を用いて測定された温度を返します。

分類	コマンド	概要説明
N1266A エクスパンダの制御	ERHVCA/ ERHVCA?	N1266A の制御端子に接続された MC/HCSMU、および入力端子に接続された HVSMU を特定／返します。
	ERHVCTST?	N1266A のセルフテストを実行し、結果を返します。
	ERHVP/ERHVP?	入出力パスの接続状態を設定／返します。
	ERHVS/ERHVS?	HVSMU パス内蔵直列抵抗の接続状態を設定／返します。
	ERHVPV	性能試験実行時の N1266A の動作モードを設定します。
N1268A エクスパンダの制御	ERUHVA/ ERUHVA?	N1268A の制御端子に接続された MC/HCSMU を特定／返します。
N1272A/ B1506A/ B1507A のセレクタの制御	ERCMAA/ ERCMAA?	デバイス・キャパシタンス・セレクタ部の入力に接続されている測定リソースを設定／返します。
	ERCMAGRD/ ERCMAGRD?	デバイス・キャパシタンス・セレクタ部のガード出力端子からの出力の種類を設定／返します。
	ERCMAIO/ ERCMAIO?	デバイス・キャパシタンス・セレクタ部の測定入出力パスの接続を設定／返します。
B1506Aの制御	ERCMAPFGD	MPSMU を Base/Gate 端子と Collector/Drain 端子の両方に出力し、Emitter/Source 端子に GNDU を出力するパスを設定します。
	ERPFQG/ ERPFQG?	ゲートチャージ測定制御モードを設定／返します。
B1274A アダプタの制御	ERHPQG/ ERHPQG?	オンウェハ・ゲートチャージ測定アダプタの測定入出力モードを設定／返します。
HVSMU の制御	HVSMUOP/ HVSMUOP?	複数構成の全ての HVSMU の出力設定範囲を設定／返します。
内部変数	VAR/VAR?	内部変数の値を設定／返します。

分類	コマンド	概要説明
プログラムメモリ	ST	プログラム・メモリにプログラムを保存します。ST はプログラムの開始、END はプログラムの終了を意味します。
	END	
	SCR	指定されたプログラムをメモリから削除します。
	LST?	プログラムのカタログ、または特定されたプログラムのリスト（最大 3000 コマンド）を返します。
	DO	指定されたプログラムを実行します。
	RU	指定されたプログラム番号間のプログラムを実行します。
エラー管理	ERRX?	エラー・コードと対応するメッセージを返します。すべてのエラー・コードに対応します。
	ERR?	エラー・コードを返します。エラー・コード 0 から 999 に対応します。
	EMG?	指定されたエラー・コードに対応するメッセージを返します。エラー・コード 0 から 999 に対応します。
クエリ	*IDN?	モデル番号と ROM バージョン番号を返します。
	LOP?	全モジュールの動作状態を返します。
	*LRN?	コマンド・パラメータの設定を返します。
	NUB?	データ出力バッファ内のデータ数を返します。
	*OPC?	実行中の動作をモニタして OPC ビットの設定を返します。
	UNT?	全モジュールのモデル番号とレビジョン番号を返します。
	WNU?	掃引出力源のステップ数を返します。
	WZ?	チャネル出力が ±2 V 以下になるまで待ちます。あるいはタイムアウト時の状態を返します。
ステータスバイト	*SRE	ステータス・バイト上の指定されたビットを有効にします。
	*SRE?	ステータス・バイト上の有効なビットを返します。
	*STB?	ステータス・バイトの状態を返します。

コマンド・パラメータ

様々な GPIB コマンドによって使用されるコマンド・パラメータとその値をまとめて説明します。

- チャネル番号
- 測定レンジング・タイプ
- 出力レンジング・タイプ
- HR/MP/HPSMU のソース設定パラメータ
- MC/HC/DHCSMU のソース設定パラメータ
- HVMCU のソース設定パラメータ
- HVSMU のソース設定パラメータ
- UHCU のソース設定パラメータ
- UHVU のソース設定パラメータ
- MFCMU 測定パラメータと設定パラメータ

NOTE **コマンド・パラメータの表記について**

コマンド・パラメータはイタリック体で表されています（例：*chnum*）。

NOTE **スロット番号について**

Keysight B1500 には 10 個のモジュール・スロットがあります。各スロットには、下から順に 1 から 10 のスロット番号がアサインされています。

NOTE **モジュールのチャネル数とサブチャネル番号について**

Keysight B1500 に装着可能なモジュールは 1 つまたは 2 つのチャネルを持っています。

1 つのチャネルを持つモジュールのサブチャネル番号は常に 1 ですが、2 つのチャネルを持つモジュールのサブチャネル番号は 1 または 2 です。例えば、SPGU の Output 1 には 1、Output 2 には 2 がアサインされています。

Table 4-1　　チャネル番号

chnum [a] [b]	説明
1 または 101	スロット 1 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
2 または 201	スロット 2 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
3 または 301	スロット 3 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
4 または 401	スロット 4 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
5 または 501	スロット 5 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
6 または 601	スロット 6 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
7 または 701	スロット 7 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
8 または 801	スロット 8 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
9 または 901	スロット 9 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
10 または 1001	スロット 10 に装着されたモジュールのサブチャネル 1
102	スロット 1 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
202	スロット 2 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
302	スロット 3 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
402	スロット 4 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
502	スロット 5 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
602	スロット 6 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
702	スロット 7 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
802	スロット 8 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
902	スロット 9 に装着されたモジュールのサブチャネル 2
1002	スロット 10 に装着されたモジュールのサブチャネル 2

a. HPSMU、HCSMU、HVSMU は 2 つのスロットを占有します。このモジュールを指定するには若いスロット番号から得られるチャネル番号を用いること。例えば、スロット 3 ～ 4 に装着されている HPSMU を指定するには、チャネル番号 3 または 301 を用いること。

b. UHCU、HVMCU、UHVU を指定するには、それぞれ N1265A、N1266A、N1268A エクスパンダの V Control 入力に接続される MCSMU または HCSMU のチャネル番号を用いること。

Table 4-2　　電圧測定レンジング・タイプ

range [a]	測定リソースのタイプ							レンジング・タイプ [b]	
	HR	MP	HP	MC	HC	DHC	HV	パルス不使用	パルス使用
0	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	オート	コンプライアンス・レンジ コンプライアンス値をカバーする最小レンジが使用されます。
2				Yes	Yes	Yes		0.2 V リミテッド・オート	
5	Yes	Yes						0.5 V リミテッド・オート	
20 または 11	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		2 V リミテッド・オート	
50	Yes	Yes						5 V リミテッド・オート	
200 または 12	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		20 V リミテッド・オート	
400 または 13	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		40 V リミテッド・オート	
1000 または 14	Yes	Yes	Yes					100 V リミテッド・オート	
2000 または 15			Yes				Yes	200 V リミテッド・オート	
5000							Yes	500 V リミテッド・オート	
15000							Yes	1500 V リミテッド・オート	
30000							Yes	3000 V リミテッド・オート	
−2				Yes	Yes	Yes		0.2 V 固定	
−5	Yes	Yes						0.5 V 固定	
−20 または −11	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		2 V 固定	
−50	Yes	Yes						5 V 固定	
−200 または −12	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		20 V 固定	
−400 または −13	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		40 V 固定	
−1000 または −14	Yes	Yes	Yes					100 V 固定	
−2000 または −15			Yes				Yes	200 V 固定	
−5000							Yes	500 V 固定	
−15000							Yes	1500 V 固定	
−30000							Yes	3000 V 固定	

a. *range* の設定値にかかわらず、電圧出力チャネルによる電圧測定には電圧出力レンジが使用されます。

b. コンプライアンス値より大きい固定レンジを指定すると、コンプライアンス・レンジが使用されます（MP/HR/HPSMU を除く）。

range	測定リソースのタイプ			レンジング・タイプ
	UHCU	HVMCU	UHVU	
0	Yes	Yes	Yes	オート
1000, –1000, 14, または –14	Yes			100 V 固定
30000 または –30000		Yes		3000 V 固定
103 または –103			Yes	10 kV 固定

NOTE

測定レンジング（オートとリミテッド・オート）

測定値をカバーする最小レンジが自動的に選択され、そのレンジを用いて測定が実行されます。リミテッド・オートの場合は、指定レンジより低いレンジは使用されません。例えば 100 nA リミテッド・オートに設定すると、10 nA レンジ以下のレンジが使用されることはありません。

NOTE

1 pA レンジを使用するには

ASU（アト・センス／スイッチ・ユニット）を装着している測定チャネルは 1 pA レンジをサポートします。1 pA レンジを使用するには、1 pA 固定レンジまたは 1 pA リミテッド・オート・レンジングに設定します。

オート・レンジング・モードで 1 pA レンジを使用できるようにするには、SAR コマンドを実行します。

Keysight B1500 は 1 pA レンジによる測定データの補正を自動実行し、補正後のデータを返します。データ補正は、あらかじめ保存されているオフセット・データ、または測定したオフセット・データを使用して実行されます。

オフセット・データを測定するには、実デバイスの測定を開始する前に CA コマンドを実行します。オフセット・データは電源がオフされるまで一時的に記憶されます。

Table 4-3　　電流測定レンジング・タイプ

range [a]	測定リソースのタイプ							レンジング・タイプ [b]	
	HR	MP	HP	MC	HC	DHC	HV	パルス不使用	パルス使用
0	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	オート	コンプライアンス レンジ コンプライアンス値をカバーする最小レンジが使用されます。
8 (ASU)	Yes	Yes[c]						1 pA リミテッド・オート	
9	Yes	Yes[c]						10 pA リミテッド・オート	
10	Yes	Yes[c]						100 pA リミテッド・オート	
11	Yes	Yes	Yes				Yes	1 nA リミテッド・オート	
12	Yes	Yes	Yes				Yes	10 nA リミテッド・オート	
13	Yes	Yes	Yes				Yes	100 nA リミテッド・オート	
14	Yes	Yes	Yes				Yes	1 µA リミテッド・オート	
15	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	10 µA リミテッド・オート	
16	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	100 µA リミテッド・オート	
17	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	1 mA リミテッド・オート	
18	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	10 mA リミテッド・オート	
19	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		100 mA リミテッド・オート	
20			Yes	Yes	Yes	Yes		1 A リミテッド・オート	
21						Yes		2 A リミテッド・オート	
22					Yes			20 A リミテッド・オート	
23						Yes		40 A リミテッド・オート	
−8 (ASU)	Yes	Yes[c]						1 pA 固定	
−9	Yes	Yes[c]						10 pA 固定	
−10	Yes	Yes[c]						100 pA 固定	
−11	Yes	Yes	Yes				Yes	1 nA 固定	
−12	Yes	Yes	Yes				Yes	10 nA 固定	
−13	Yes	Yes	Yes				Yes	100 nA 固定	
−14	Yes	Yes	Yes				Yes	1 µA 固定	
−15	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	10 µA 固定	
−16	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	100 µA 固定	
−17	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	1 mA 固定	
−18	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	10 mA 固定	
−19	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		100 mA 固定	
−20			Yes	Yes	Yes	Yes		1 A 固定	
−21						Yes		2 A 固定	
−22					Yes			20 A 固定	
−23						Yes		40 A 固定	

a. *range* の設定値にかかわらず、電流出力チャネルによる電流測定には電流出力レンジが使用されます。

b. コンプライアンス値より大きい固定レンジを指定すると、コンプライアンス・レンジが使用されます。

c. B1511B MPSMU に有効。ASU 使用時。

range	測定リソースのタイプ		レンジング・タイプ [a]
	UHCU [b]	HVMCU	
0	Yes	Yes	コンプライアンス レンジ コンプライアンス値をカバーする最小レンジが使用されます。
19		Yes	
21		Yes	
26	Yes		
28	Yes		
−19		Yes	100 mA 固定
−21		Yes	2 A 固定
−26	Yes		500 A 固定
−28	Yes		2000 A 固定

a. コンプライアンス値より大きい固定レンジを指定すると、コンプライアンス・レンジが使用されます。
b. *range* の設定値にかかわらず、電流出力チャネルによる電流測定には電流出力レンジが使用されます。

range	測定リソースのタイプ	レンジング・タイプ [a]	
	UHVU	DC 電圧出力	パルス電圧出力
0	Yes	オート	コンプライアンス レンジ コンプライアンス値をカバーする最小レンジが使用されます。
15	Yes	10 µA リミテッド・オート	
16	Yes	100 µA リミテッド・オート	
17	Yes	1 mA リミテッド・オート	
18	Yes	10 mA リミテッド・オート	
19	Yes	100 mA リミテッド・オート	
−15	Yes	10 µA 固定	
−16	Yes	100 µA 固定	
−17	Yes	1 mA 固定	
−18	Yes	10 mA 固定	
−19	Yes	100 mA 固定	

a. コンプライアンス値より大きい固定レンジを指定すると、コンプライアンス・レンジが使用されます。

Table 4-4　　電圧出力レンジング・タイプ

*range*または *vrange*	測定リソースのタイプ							レンジング・タイプ
	HR	MP	HP	MC	HC	DHC	HV	
0	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	オート
2				Yes	Yes	Yes		0.2 V リミテッド・オート
5	Yes	Yes						0.5 V リミテッド・オート
20 または 11	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		2 V リミテッド・オート
50	Yes	Yes						5 V リミテッド・オート
200 または 12	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		20 V リミテッド・オート
400 または 13	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		40 V リミテッド・オート
1000 または 14	Yes	Yes	Yes					100 V リミテッド・オート
2000 または 15			Yes				Yes	200 V リミテッド・オート
5000							Yes	500 V リミテッド・オート
15000							Yes	1500 V リミテッド・オート
30000							Yes	3000 V リミテッド・オート

*range*または *vrange*	測定リソースのタイプ			レンジング・タイプ
	UHCU	HVMCU	UHVU	
0	Yes	Yes	Yes	オート
1000 または 14	Yes			100 V リミテッド・オート
15000		Yes		1500 V リミテッド・オート
30000		Yes		3000 V リミテッド・オート
103			Yes	10 kV リミテッド・オート

NOTE

出力レンジング

出力値をカバーする最小レンジが自動的に選択され、そのレンジを用いて出力が実行されます。リミテッド・オートの場合は、指定レンジより低いレンジは使用されません。例えば 100 nA リミテッド・オートに設定すると、10 nA レンジ以下のレンジが使用されることはありません。

Table 4-5　　電流出力レンジング・タイプ

*range*または *irange*	測定リソースのタイプ							レンジング・タイプ
	HR	MP	HP	MC	HC	DHC	HV	
0	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	オート
8 (ASU)	Yes	Yes [a]						1 pA リミテッド・オート
9	Yes	Yes [a]						10 pA リミテッド・オート
10	Yes	Yes [a]						100 pA リミテッド・オート
11	Yes	Yes	Yes				Yes	1 nA リミテッド・オート
12	Yes	Yes	Yes				Yes	10 nA リミテッド・オート
13	Yes	Yes	Yes				Yes	100 nA リミテッド・オート
14	Yes	Yes	Yes				Yes	1 µA リミテッド・オート
15	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	10 µA リミテッド・オート
16	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	100 µA リミテッド・オート
17	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	1 mA リミテッド・オート
18	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	10 mA リミテッド・オート
19	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		100 mA リミテッド・オート
20			Yes	Yes	Yes	Yes		1 A リミテッド・オート
21						Yes		2 A リミテッド・オート
22					Yes			20 A リミテッド・オート
23						Yes		40 A リミテッド・オート

a. B1511B MPSMU に有効。ASU 使用時。

*range*または *irange*	測定リソースのタイプ			レンジング・タイプ
	UHCU	HVMCU	UHVU	
0	Yes	–	–	オート
26	Yes			500 A リミテッド・オート
28	Yes			2000 A リミテッド・オート

CAUTION

モジュール・セレクタの最大電流

デュアル HCSMU (DHCSMU) を N1258A または N1259A-300 モジュール・セレクタと一緒に使用する場合、モジュール・セレクタの性能劣化・故障を防ぐため、最大電流 ± 30 A で使用してください。

Table 4-6　　HR/MP/HPSMU 電流源設定パラメータ[1]

出力レンジ[a]	分解能 (A)	*current*, *start*, *stop*, *base*, *bias*, *pulse*値 (A)	最大 *Vcomp* 値 (V)		
			HRSMU	MPSMU	HPSMU
1 pA	1E-15	0 ～ ± 1.15E-12	±100	±100	–
10 pA	5E-15	0 ～ ± 11.5E-12	±100	±100	
100 pA	5E-15	0 ～ ± 115E-12	±100	±100	
1 nA	50E-15	0 ～ ± 1.15E-9	±100	±100	±200
10 nA	500E-15	0 ～ ± 11.5E-9	±100	±100	±200
100 nA	5E-12	0 ～ ± 115E-9	±100	±100	±200
1 µA	50E-12	0 ～ ± 1.15E-6	±100	±100	±200
10 µA	500E-12	0 ～ ± 11.5E-6	±100	±100	±200
100 µA	5E-9	0 ～ ± 115E-6	±100	±100	±200
1 mA	50E-9	0 ～ ± 1.15E-3	±100	±100	±200
10 mA	500E-9	0 ～ ± 11.5E-3	±100	±100	±200
100 mA	5E-6	0 ～ ± 20E-3	±100	±100	±200
		～ ± 50E-3	±40	±40	±200
		～ ± 100E-3	±20	±20	±100
		～ ± 115E-3	–	–	±100
1 A	50E-6	0 ～ ± 50E-3			±200
		～ ± 125E-3			±100
		～ ± 500E-3			±40
		～ ± 1			±20

a. 1 pA から 1 nA レンジは DC 出力のみ（パルス出力はできません）。

1. 次のコマンドは MPSMU、HRSMU、HPSMU を電流源として動作させます。
DI, TDI, WI, WSI, WNX, PI, PWI, LSI, LSSI, BSI, BSSI, MI, MCPNX, MCPWNX

Table 4-7　　HR/MP/HPSMU 電圧源設定パラメータ[2]

出力レンジ	分解能 (V)	*voltage*, *start*, *stop*, *base*, *bias*, *pulse*値 (V)	最大 *Icomp* 値 (A)		
			HRSMU	MPSMU	HPSMU
0.5 V	25E-6	0 ～ ± 0.5	±100E-3	±100E-3	–
2 V	100E-6	0 ～ ± 2	±100E-3	±100E-3	±1
5 V	250E-6	0 ～ ± 5	±100E-3	±100E-3	–
20 V	1E-3	0 ～ ± 20	±100E-3	±100E-3	±1
40 V	2E-3	0 ～ ± 20	±100E-3	±100E-3	±500E-3
		～ ± 40	±50E-3	±50E-3	
100 V	5E-3	0 ～ ± 20	±100E-3	±100E-3	±125E-3
		～ ± 40	±50E-3	±50E-3	
		～ ± 100	±20E-3	±20E-3	
200 V	10E-3	0 ～ ± 200	–	–	±50E-3

2. 次のコマンドは MPSMU、HRSMU、HPSMU を電圧源として動作させます。
DV, TDV, BDV, WV, WSV, WNX, PV, PWV, QSV, LSV, LSSV, BSV, BSSV, MV, MCPNX, MCPWNX, MDCV, PDCV, WDCV, PWDCV

Table 4-8　　MC/HC/DHCSMU 電流源設定パラメータ[3]

出力レンジ[a]	分解能 (A)	*current*, *start*, *stop*, *base*, *bias*, *pulse*値 (A)	最大 *Vcomp* 値 (V)			パルス・ベースの最大値
			MCSMU	HCSMU	DHCSMU	
10 μA	1E-11	0 ～ ± 11.5E-6	± 30	± 40	± 40	± 10 μA
100 μA	1E-10	0 ～ ± 115E-6				± 100 μA
1 mA	1E-9	0 ～ ± 1.15E-3				± 1 mA
10 mA	1E-8	0 ～ ± 11.5E-3				± 10 mA
100 mA	1E-7	0 ～ ± 115E-3 [b]				± 100 mA
1 A [c]	1E-6	0 ～ ± 1.15 [d]				± 1 A [e]
2 A	2E-6	0 ～ ± 2.02 [f]	–	–		± 2 A
20 A	2E-5	0 ～ ± 20		± 20	–	± 100 mA
40 A	4E-5	0 ～ ± 40		–	± 20	± 200 mA

a. 20 A レンジと 40 A レンジはパルス出力のみ（DC 出力はできません）。
b. MCSMU による DC 出力の場合は、最大 100 mA。
c. MCSMU の場合は、最大パルス幅 100 ms、最大デューティ比 5 % のパルス出力に有効。
d. HCSMU による DC 出力の場合、および MCSMU の場合は、最大 1 A。
e. MCSMU の場合は、最大 50 mA。
f. DC 出力の場合は、最大 2 A。

3. 次のコマンドは HCSMU、DHCSMU、MCSMU を電流源として動作させます。
DI, TDI, WI, WSI, WNX, PI, PWI, LSI, LSSI, BSI, BSSI, MI, MCPNX, MCPWNX

Table 4-9　　MC/HC/DHCSMU 電圧源設定パラメータ[4]

出力レンジ	分解能 (V)	*voltage*, *start*, *stop*, *base*, *bias*, *pulse*値(V)	最大 *Icomp* 値 (A) [a]			パルス・ベースの最大値
			MCSMU	HCSMU	DHCSMU	
0.2 V	2E-7	0 ～ ± 0.2	± 0.1 (DC)、± 1 (パルス)	± 1 (DC)、± 20 (パルス)	± 2 (DC)、± 40 (パルス)	± 0.2 V
2 V	2E-6	0 ～ ± 2				± 2 V
20 V	2E-5	0 ～ ± 20				± 20 V
40 V	4E-5	0 ～ ± 40 [b]		± 1	± 2	± 40 V [b]

a. コンプライアンスが > 1 A または < –1 A に設定されている場合の電流測定レンジは、コンプライアンス・レンジに固定されます。
b. MCSMU の場合は、最大 ± 30 V。

Table 4-10　　HVMCU パルス電圧源設定パラメータ[5]

出力レンジ	分解能 (V)	*start*, *stop*, *pulse*値(V)[a]	コンプライアンスレンジ	最大 *Icomp* 値
1500 V	1.5E-3	0 ～ ± 1500	2 A	± 2.5 A
3000 V	3E-3	0 ～ ± 2200	1 A	± 1.1 A
			100 mA	± 110 mA

a. パルス・ベース値には 0 V だけが有効。

4. 次のコマンドは HCSMU、DHCSMU、MCSMU を電圧源として動作させます。
DV, TDV, WV, WSV, WNX, PV, PWV, LSV, LSSV, BSV, BSSV, MV, MCPNX, MCPWNX, WDCV
5. 次のコマンドは HVMCU をパルス電圧源として動作させます。
PV, PWV, MCPNX, MCPWNX

Table 4-11　　HVSMU 電流源設定パラメータ[6]

出力レンジ[a]	分解能 (A)	*current*, *start*, *stop*, *base*, *bias*, *pulse*値(A)	*Vcomp*値(V)	
			負方向出力	正方向出力
1 nA	1E-14	0 ～ ± 1.15E-9	−3000 ～ 0	0 ～ +3000
10 nA	1E-13	0 ～ ± 11.5E-9		
100 nA	1E-13	0 ～ ± 115E-9		
1 µA	1E-12	0 ～ ± 1.15E-6		
10 µA	1E-11	0 ～ ± 11.5E-6		
100 µA	1E-10	0 ～ ± 115E-6		
1 mA	1E-9	0 ～ ± 1.15E-3		
10 mA	1E-8	0 ～ ± 4E-3		
		～ ± 8E-3	−1500 ～ 0	0 ～ +1500

a. 1 nA レンジは DC 出力のみ（パルス出力はできません）。

Table 4-12　　HVSMU 電圧源設定パラメータ[7]

出力レンジ	分解能 (V)	*voltage*, *start*, *stop*, *base*, *bias*, *pulse*値(V)	最大 *Icomp* 値 (A)	
			負方向出力	正方向出力
200 V	0.2E-3	0 ～ ± 200	−8E-3～0	0 ～ +8E-3
500 V	0.5E-3	0 ～ ± 500		
1500 V	1.5E-3	0 ～ ± 1500		
3000 V	3E-3	0 ～ ± 3000	−4E-3～0	0 ～ +4E-3

6. 次のコマンドは HVSMU を電流源として動作させます。
DI, TDI, WI, WSI, WNX, PI, PWI, LSI, LSSI, BSI, BSSI, MI, MCPNX, MCPWNX
7. 次のコマンドは HVSMU を電圧源として動作させます。
DV, TDV, WV, WSV, WNX, PV, PWV, LSV, LSSV, BSV, BSSV, MV, MCPNX, MCPWNX, WDCV

Table 4-13 **UHCU パルス電流源設定パラメータ[8]**

出力レンジ	分解能 (A)	*start*, *stop*, *pulse* 値(A)[a]	最大 *Vcomp* 値 (V)
500 A	1E-3	0 ～ ± 500	± 63
2000 A[b]	4E-3	0 ～ ± 1500	

a. パルス・ベース値には 0 A だけが有効。
b. オプション N1265A-015 に有効。

Table 4-14 **UHCU パルス電圧源設定パラメータ[9]**

出力レンジ	分解能 (V)	*start*, *stop*, *pulse* 値 (V)[a]	最大 *Icomp* 値 (A)
100 V	200E-6	0 ～ ± 60	± 500 または ± 1500 [b]

a. パルス・ベース値には 0 V だけが有効。
b. オプション N1265A-015 に有効。

Table 4-15 **UHVU 電圧源設定パラメータ[10]**

出力レンジ	分解能 (V)	*voltage*, *start*, *stop*, *bias*, *pulse* 値(V)	最大 *Icomp* 値 (A)	
			パルス	DC
10 kV	10E-3	0 ～ ± 10000 [a]	± 20E-3 [b]	±10E-3

a. パルス・ベース値とピーク値が同極性であること。
b. 最大パルス幅 1 ms のパルスに有効。

8. 次のコマンドは UHCU をパルス電流源として動作させます。
   PI, PWI, MCPNX, MCPWNX
9. 次のコマンドは UHCU をパルス電圧源として動作させます。
   PV, PWV, MCPNX, MCPWNX
10. 次のコマンドは UHVU を電圧源として動作させます。
    DV, TDV, WV, WSV, WNX, PV, PWV, LSV, LSSV, BSV, BSSV, MV, MCPNX, MCPWNX

Table 4-16 **MFCMU 測定パラメータ**

mode	第 1 測定パラメータ	第 2 測定パラメータ
1	R（レジスタンス、Ω）	X（リアクタンス、Ω）
2	G（コンダクタンス、S）	B（サセプタンス、S）
10	Z（インピーダンス、Ω）	θ（位相角、ラジアン）
11	Z（インピーダンス、Ω）	θ（位相角、度）
20	Y（アドミタンス、S）	θ（位相角、ラジアン）
21	Y（アドミタンス、S）	θ（位相角、度）
100	Cp（並列容量、F）	G（コンダクタンス、S）
101	Cp（並列容量、F）	D（損失係数）
102	Cp（並列容量、F）	Q（損失係数の逆数）
103	Cp（並列容量、F）	Rp（並列抵抗、Ω）
200	Cs（直列容量、F）	Rs（直列抵抗、Ω）
201	Cs（直列容量、F）	D（損失係数）
202	Cs（直列容量、F）	Q（損失係数の逆数）
300	Lp（並列インダクタンス、H）	G（コンダクタンス、S）
301	Lp（並列インダクタンス、H）	D（損失係数）
302	Lp（並列インダクタンス、H）	Q（損失係数の逆数）
303	Lp（並列インダクタンス、H）	Rp（並列抵抗、Ω）
400	Ls（直列インダクタンス、H）	Rs（直列抵抗、Ω）
401	Ls（直列インダクタンス、H）	D（損失係数）
402	Ls（直列インダクタンス、H）	Q（損失係数の逆数）

Table 4-17　　MFCMU 測定レンジ（レンジング・モード：固定）

range	測定レンジ（インピーダンス・レンジ）[a]		
	1 kHz ≤ f ≤ 200 kHz	200 kHz < f ≤ 2 MHz	2 MHz < f ≤ 5 MHz
0 ≤ *range* < 100	50 Ω	50 Ω	50 Ω
100 ≤ *range* < 300	100 Ω	100 Ω	100 Ω
300 ≤ *range* < 1000	300 Ω	300 Ω	300 Ω
1000 ≤ *range* < 3000	1 kΩ	1 kΩ	1 kΩ
3000 ≤ *range* < 10000	3 kΩ	3 kΩ	3 kΩ
10000 ≤ *range* < 30000	10 kΩ	10 kΩ	
30000 ≤ *range* < 100000	30 kΩ	30 kΩ	
100000 ≤ *range* < 300000	100 kΩ		
300000 ≤ *range*	300 kΩ		

a. 使用可能な測定レンジは出力信号周波数によって異なります。MFCMU はインピーダンス測定を実行し、指定された測定パラメータ、例えば Cp-G、を返します。容量 C は $C = 1 / (2\pi f Z)$ によって与えられます。ここで f は周波数 (Hz)、Z はインピーダンス (Ω) を示します。測定レンジを決定するには Figure 4-1 も参照してください。

Table 4-18　　MFCMU 出力信号周波数

freq	設定分解能
1000 ≤ *freq* < 10000	0.001 Hz
10000 ≤ *freq* < 100000	0.01 Hz
100000 ≤ *freq* < 1000000	0.1 Hz
1000000 ≤ *freq* ≤ 5000000	1 Hz

Table 4-19　　MFCMU AC レベル測定レンジ

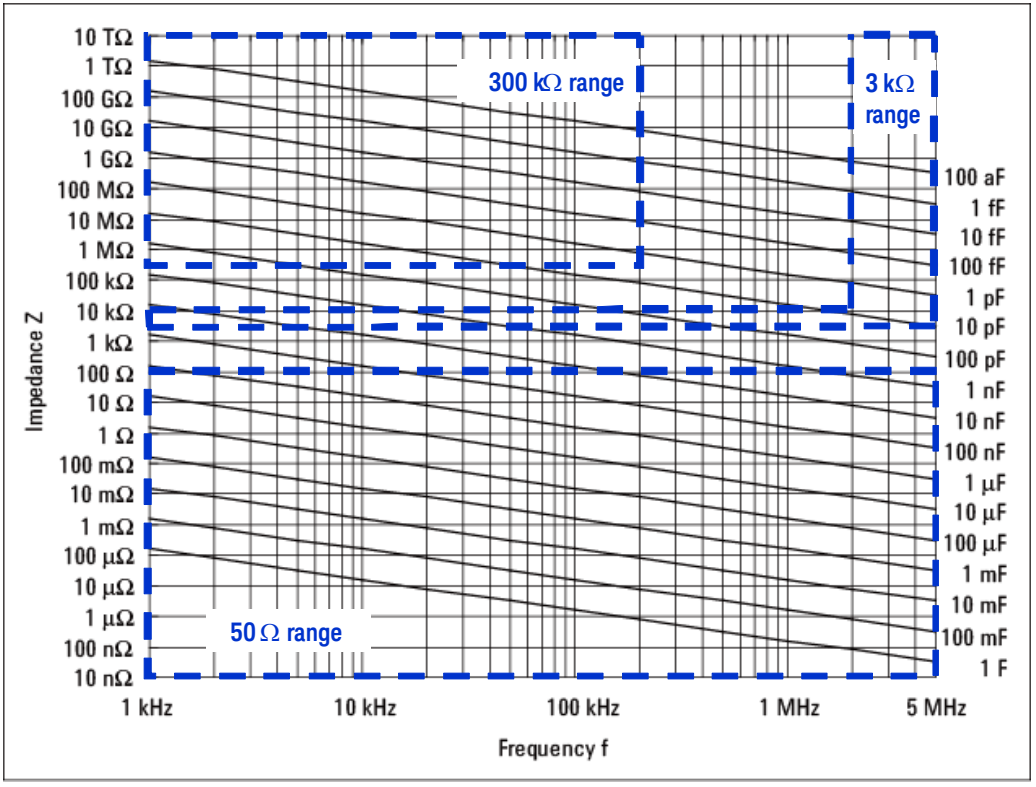
range	最大測定値、絶対値
0.016	0.016 V
0.032	0.032 V
0.064	0.064 V
0.125	0.125 V
0.250	0.250 V

Table 4-20 **MFCMU DC バイアス測定レンジ**

range [a]	最大測定値、絶対値	
8	100 V (SMU)	8 V (MFCMU)
12		12 V (MFCMU)
25		25 V (MFCMU)
100		

a. SCUU (SMU CMU Unify Unit) に接続された SMU (MPSMU または HRSMU) は常に 100 V リミテッド・オート・レンジで動作します。MFCMU に *range*=100 が指定された場合は 25 V レンジに設定されます。

Figure 4-1 **容量性負荷のインピーダンス－周波数特性、計算例**



コマンド・リファレンス

全 GPIB コマンドの仕様を説明します。コマンドはアルファベット順に記述されており、各コマンドの説明には以下の情報が含まれています。

1. コマンドの説明
2. 実行条件（条件がある場合）
3. コマンド・シンタックス
4. コマンド・パラメータ
5. レスポンス（クエリ・コマンドの場合）
6. 追加情報
7. ステートメント例

各コマンドの説明は以下の表記の規則に従って記述されています。

parameter	必須パラメータ。値または変数を入力します。
[*parameter*]	省略可能なパラメータ。

AAD

A/D コンバータ（ADC）のタイプを測定チャネル毎に設定します。

実行条件

A/D コンバータの動作を設定するには AIT コマンドを使用します。

シンタックス

```
AAD chnum,type
```

パラメータ

chnum **:** SMU 測定チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

type **:** A/D コンバータのタイプ。整数式。0 から 2。

0：高速 ADC。高速 DC 測定向け。初期設定。

1：高分解能 ADC。高精度 DC 測定向け。
HCSMU、HVSMU、MCSMU には無効。

2：高速 ADC。パルス測定専用。

パルス測定（パルス・スポット、パルス掃引、マルチ・チャネル パルス・スポット、マルチ・チャネル パルス掃引、パルス・バイアスを伴う階段波掃引）には、AAD *chnum*,2 コマンドが実行されなくてもパルス測定専用 ADC が自動的に使用されます。

パルス測定専用 ADC が DC 測定に使用されることはありません。AAD *chnum*,2 コマンドが実行されたとしても、実行前の設定が有効です。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"AAD 1,0"
OUTPUT @B1500;"AAD 1,1"
```

AB

現在の動作と、続くコマンドの実行を中止します。

測定の実行や出力値の変更など、現在行われている動作は中止しますが、現在の状態は変更しません。例えば、DC バイアス印加（一定電圧／電流値を出力している状態）の停止は行いません。

シンタックス

```
AB
```

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"AB"
```

備考

中止する可能性のある動作を開始するコマンドまたはコマンド列の後には別のコマンドを送らないでください。送ってしまうと、そのコマンドが実行開始されるまで AB コマンドを実行することができません。その場合は動作を終了するためにデバイス・クリアを送ります。

AB をコマンド列に含めた場合、コマンド列内のほかのコマンドは実行されません。以下の例では、CN コマンドは実行されません。

```
OUTPUT @B1500;"AB;CN"
```

掃引測定実行中に AB コマンドを送った場合、動作が中止される前に得られた測定データだけを返します。ダミー・データは返りません。

疑似パルス・スポット測定のセトリング検出実行中に AB コマンドを送った場合は、動作を中止できません。AB コマンドは測定終了後に実行されます。

実行後の状態

AB コマンド実行後、B1500 は以下の状態になります。

AB 実行前の動作状態	AB 実行後の設定
階段波掃引出力	スタート値を設定します
パルス出力	パルス・ベース値を設定します
疑似パルス・スポット測定	スタート値を設定します
サンプリング測定	ベース値を設定します
Quasi-static CV 測定	スタート値を設定します
リニア・サーチ測定	スタート値を設定します
バイナリ・サーチ測定	スタート値を設定します
マルチ・チャネル掃引測定	スタート値を設定します
MFCMU DC/AC/ 周波数掃引測定	スタート値を設定します
セルフテスト	CL コマンド実行と同じ設定です
セルフ・キャリブレーション	CL コマンド実行と同じ設定です
PA/PAX/WS/WSX による待ち状態	変化ありません
プログラム・メモリ実行	変化ありません

ACH

指定された 2 つのチャネル番号を置き換えます。チャネル番号 *program* を *actual* に置き換えてプログラムを実行します。このコマンドは 4142B、4155B/4155C/4156B/4156C/E5260/E5270、あるいは異なるモジュール構成の B1500 の制御用に作成されたプログラムを再利用する場合に便利です。

ACH コマンドの後には *OPC? コマンドを実行し、コマンドの実行が終了したことを確認してください。

シンタックス

```
ACH [actual[,program]]
```

パラメータ

actual **:** *program* の代わりに B1500 に設定されるチャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1002。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

program **:** プログラム中に書かれているチャネル番号。*actual* と置き換えられます。整数式。

program を設定しない場合は ACH *n*,*n* の実行と同じです。

actual と *program* の両方を指定しない場合はマッピングをクリアします。

VAR コマンドで設定された変数をパラメータに使うことはできません。

備考

ACH コマンドはプログラムの始め、またはチャネル番号 *program* を設定するコマンド・ラインの前に入力します。ACH コマンドの後に続くプログラム・ライン内のチャネル番号 *program* はそのまま残します。測定データはチャネル番号 *actual* でなく *program* のデータとして返ります。

ステートメント例

チャネル 1 ～ 3 をチャネル 5 ～ 7 の代わりに使用するには次のステートメントを送ります。測定データはチャネル 1 でなく 5 に返ります。

```
OUTPUT @B1500;"ACH 1,5"     !uses ch1 instead of ch5
OUTPUT @B1500;"ACH 2,6"     !     ch2             ch6
OUTPUT @B1500;"ACH 3,7"     !     ch3             ch7
OUTPUT @B1500;"*OPC?"
ENTER @B1500;A
!
OUTPUT @B1500;"CN 5,6,7"             !leave prog ch No.
!                                    |
OUTPUT @B1500;"DV 5,0,3"             !       |
OUTPUT @B1500;"DV 6,0,0"             !       |
OUTPUT @B1500;"DV 7,0,0"             !       |
!                                    |
OUTPUT @B1500;"TI 5,0"               !       |
ENTER @B1500 USING "#,3X,12D,X";Data!       |
PRINT "I=";Data                      !       |
!                                    |
OUTPUT @B1500;"CL 5,6,7"             !       V
```

ACT

MFCMU の A/D コンバータに設定されるアベレージング・サンプル数、またはアベレージング時間を設定します。

シンタックス

```
ACT mode[,N]
```

パラメータ

***mode*：** アベレージング・モード。整数式。0（初期設定）または 2。

- 0：オート。

  アベレージング・サンプル数を、初期サンプル数の倍数で設定します。初期サンプル数は B1500 が自動的に設定する値であり、変更することはできません。

  アベレージング・サンプル数 = *N* × 初期サンプル数

- 2：PLC モード。

  アベレージング時間を電源サイクル（秒、1 / 電源周波数）の倍数で設定します。

  アベレージング時間 = *N* / 電源周波数

***N*：** アベレージング・サンプル数、またはアベレージング時間の定義に必要な係数。整数式。

- *mode*=0 の場合：1 ～ 1023。初期設定、省略時設定 =2。
- *mode*=2 の場合：1 ～ 100。初期設定、省略時設定 =1。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ACT 0,1"
OUTPUT @B1500;"ACT 2,2"
```

ACV

MFCMU の出力信号レベルを設定し、AC 電圧を出力します。出力信号周波数の設定には FC コマンドを実行します。

実行条件

指定する MFCMU に対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

シンタックス

```
ACV chnum,voltage
```

パラメータ

***chnum*：** MFCMU チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

voltage : AC 電圧の信号レベル（V）。数式。

0 mV（初期設定）～ 250 mV、1 mV ステップ。

ステートメント例 `OUTPUT @B1500;"ACV 7,0.01"`

ADJ

MFCMU の位相補償データの設定方法を選択します。このコマンドの実行によって、MFCMU は初期化されます。

シンタックス `ADJ chnum,mode`

パラメータ

chnum : MFCMU チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode : 位相補償データ設定方法。整数式。

0: 自動設定。初期設定。

1: マニュアル設定。

2: 負荷適応型位相補償設定。

mode=0 の場合、位相補償データは自動的に設定されます。

mode=1 に設定する場合は、ADJ? コマンドを実行してください。ADJ? コマンドの実行によって位相補償データが設定されます。

mode=2 の場合、測定の度に測定前に位相補償を行います。バイアス変更等による負荷の変動が大きい場合に特に有効です。

ステートメント例 `OUTPUT @B1500;"ADJ 9,1"`

ADJ?

MFCMU の位相補償データを取得し、そのデータを B1500 に設定します。また、コマンド実行結果を返します。このコマンドの実行によって、MFCMU はリセットされます。

このコマンドを実行するには、ADJ コマンドを用いて位相補償データ設定方法をマニュアルにしておく必要があります。コマンド実行中は、測定ケーブル延長端をオープンにしてください。コマンドの実行には 30 秒程度かかります。

位相補償データは、電源オフによってクリアされます。

シンタックス

```
ADJ? chnum[,mode]
```

パラメータ

chnum : MFCMU チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode : コマンド動作モード。

0: 測定を実行しないで、最新の位相補償データを使用する。

1: 位相補償データの測定を実行する。

mode パラメータが省略された場合は、*mode*=1 が設定されます。

レスポンス

results<CR/LF^EOI>

results には次の値が返ります。

results	説明
0	位相補償データ測定が正常に実行されました
1	位相補償データ測定の実行に失敗しました
2	位相補償データ測定が中止されました
3	位相補償データ測定は実行されていません

位相補償データ測定が一度も実行されていない場合、*result*=3 が返ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ADJ?"
ENTER @B1500;A
```

AIT

A/D コンバータ（ADC）の動作モードとパラメータを ADC タイプ毎に設定します。

実行条件

A/D コンバータのタイプを測定チャネル毎に選択するには AAD コマンドを使用します。

シンタックス

```
AIT type,mode[,N]
```

パラメータ

type : A/D コンバータのタイプ。整数式。0 から 2。

0：高速 ADC

1：高分解能 ADC。HCSMU、HVSMU、MCSMU には無効。

2：高速 ADC。パルス測定専用。

***mode*：** ADC 動作モード。整数式。0 から 3。

0：オート（初期設定）

1：マニュアル

2：電源周波数 (PLC) モード

3：測定時間指定モード。高分解能 ADC には無効。

***N*：** 積分時間またはサンプル数の定義に必要な係数、整数式（*mode*=0、1、2）。または実測定時間、数式（*mode*=3）。Table 4-21 を参照して設定してください。

パルス測定専用 ADC（*type*=2) は、パルス・スポット、パルス掃引、マルチ・チャネル パルス・スポット、マルチ・チャネル パルス掃引、パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定に使用される全測定チャネルに有効です。

Table 4-21 AIT コマンド・パラメータとその値

type	*mode*	*N*
0	0	サンプル数を下式で定義します。整数式。 *N*=1 ～ 1023、省略時設定 1 サンプル数 = *N* × 初期サンプル数 初期サンプル数は B1500 が自動的に設定するサンプル数。変更することはできません。
	1	サンプル数。整数式。*N*=1 ～ 1023、省略時設定 1
	2	サンプル数を下式で定義します。整数式。 *N*=1 ～ 100、省略時設定 1 サンプル数 = *N* × 128 電源周波数 1 周期の間に 128 のサンプルを取ります。これを *N* 回繰り返してデータの平均を取ります。
	3	実測定時間、秒。数式。*N*=2 µs ～ 20 ms、2 µs ステップ。省略時設定 2 µs HR/MP/HPSMU の場合、*mode*=1 の動作を行います。その場合のサンプル数は次の値に自動設定されます。 サンプル数 = 設定値 *N* ／ 1 サンプル当りの測定時間 計算結果が 1 に満たない場合は、サンプル数 =1

type	*mode*	*N*
1	0	積分時間を下式で定義します。整数式。 *N*=1 ～ 127、省略時設定 6 積分時間 = *N* × 初期積分時間 初期積分時間は B1500 が自動的に設定する積分時間。変更することはできません。
	1	積分時間を下式で定義します。整数式。 *N*=1 ～ 127、省略時設定 3 積分時間 = *N* × 80 µsec
	2	積分時間を下式で定義します。整数式。 *N*=1 ～ 100、省略時設定 1 積分時間 = *N* / 電源周波数
	3	無効。
2	0	無効。
	1	無効。
	2	サンプル数を下式で定義します。整数式。 *N*=1 ～ 100、省略時設定 1 サンプル数 = *N* × 128 電源周波数 1 周期の間に 128 のサンプルを取ります。これを *N* 回繰り返してデータの平均を取ります。
	3	実測定時間、秒。数式。*N*=2 µs ～ 20 ms、2 µs ステップ。省略時設定 2 µs HR/MP/HPSMU の場合、*type*=0、*mode*=1 の動作を行います。その場合のサンプル数は次の値に自動設定されます。 サンプル数 = 設定値 *N* ／ 1 サンプル当りの測定時間 計算結果が 1 に満たない場合は、サンプル数 =1

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"AIT 2,3,.001"
```

AITM

HRSMU による電流測定に有効。AIT 1,2,*N* コマンドによって PLC モードに設定された高分解能 ADC の動作タイプを設定します。

*RST コマンド、デバイス・クリアによって、この設定はクリアされます。

シンタックス

```
AITM type
```

パラメータ

type **:** 動作タイプ。整数式。0 または 1。

0: B1500 標準の動作。初期設定。

1: クラシック動作。Keysight 4156 の PLC モードに近い動作を行います。

AITM?

AITM コマンドによって設定された、高分解能 ADC の動作タイプを返します。

シンタックス

```
AITM?
```

レスポンス

```
type<^EOI>
```

高分解能 ADC の動作タイプ。0（標準動作）または 1（クラシック動作）。

ALS

ALWG シーケンス・データを設定します。

ALS コマンドを送った直後に、シーケンス・データ（バイナリ フォーマット、ビッグエンディアン、*length* バイト）を送る必要があります。

実行条件

SIM 1 によって SPGU 動作モードが ALWG に設定されていること。

シンタックス

```
ALS length
```

パラメータ

length **:** ALWG シーケンス・データの総バイト数。数式。

備考

ALWG（任意直線波形出力）モードの SPGU チャネル出力を設定するには、シーケンス・データとパターン・データの両方が必要です。シーケンス・データは B1500 に装着されている全 SPGU チャネルに共通です。パターン・データはチャネル毎に設定が必要です。

ALWG 出力、およびデータの詳細については「SPGU モジュール (p. 2-53)」を参照してください。

ALS?

B1500 に設定されている ALWG シーケンス・データを返します。

シンタックス

```
ALS?
```

レスポンス

```
block<^EOI>
```

ALWG シーケンス・データ

ALW

特定された SPGU チャネルに ALWG パターン・データを設定します。

ALW コマンドを送った直後に、パターン・データ（バイナリ フォーマット、ビッグエンディアン、*length* バイト）を送る必要があります。

実行条件

SIM 1 によって SPGU 動作モードが ALWG に設定されていること。

シンタックス

```
ALW chnum,length
```

パラメータ

chnum : SPGU チャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1002。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

length : ALWG パターン・データの総バイト数。数式。

備考

ALWG（任意直線波形出力）モードの SPGU チャネル出力を設定するには、シーケンス・データとパターン・データの両方が必要です。シーケンス・データは B1500 に装着されている全 SPGU チャネルに共通です。パターン・データはチャネル毎に設定が必要です。

ALWG 出力、およびデータの詳細については「SPGU モジュール (p. 2-53)」を参照してください。

ALW?

特定された SPGU チャネルの ALWG パターン・データを返します。

シンタックス

```
ALW? chnum
```

パラメータ

***chnum*：** SPGU チャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1002。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

レスポンス

block<^EOI>

ALWG パターン・データ

AV

このコマンドは高速 ADC（A/D コンバータ）のアベレージング・サンプル数を設定します。高分解能 ADC の設定には使用できません。

このコマンドはパルスを使用する測定には無効です。

シンタックス

```
AV number[,mode]
```

パラメータ

***number*：** 1 ～ 1023、または –1 ～ –100、初期設定 1

正の値は *mode* 値の設定に依存するサンプル数を設定します。

負の値は 1 点測定に有する電源周波数の数を設定します。電源周波数 1 周期の間に B1500 は 128 のサンプルを取ります。*mode* パラメータを無視して構いません。

***mode*：** アベレージング・モード。整数式。*number* 値が負の場合には意味がありません。

0：オート。省略時設定。

サンプル数 = *number* × 初期サンプル数

1：マニュアル

サンプル数 = *number*

初期サンプル数は B1500 が自動的に設定するサンプル数であり、変更することはできません。電圧測定の場合、初期サンプル数 =1。電流測定の場合は Table 4-22 を参照してください。

マニュアル・モードを選択した場合、仕様を満足するには *number* を初期サンプル数以上に設定してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"AV 10"
OUTPUT @B1500;"AV -50"
OUTPUT @B1500;"AV 100,1"
```

Table 4-22 **電流測定時の初期サンプル数**

電流測定レンジ	電圧出力レンジ [a]		
	～ 40 V	100 V	200 V
～ 10 μA	4	10	25
100 μA ～ 1 A	1	1	1

a. 電流印加測定チャネルに対しては電圧コンプライアンスを含む最小レンジ。

AZ

ADC ゼロ機能を有効、または無効にします。ADC ゼロ機能は高分解能 A/D コンバータのオフセットをキャンセルする機能であり、特に微小電圧測定に有効です。電源投入直後、あるいは *RST コマンド、デバイス・クリアによって、この機能は OFF となります。

このコマンドは高分解能 A/D コンバータに有効です。高速 A/D コンバータの設定には影響を与えません。

シンタックス

```
AZ mode
```

パラメータ

mode **:** モード、ON または OFF。

0：OFF。機能を無効にします。初期設定。

1：ON。機能を有効にします。

備考

測定精度よりも測定スピードが重要な測定では OFF に設定します。これによって、積分時間が約半分になります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"AZ 0"
```

BC

データ出力バッファ、クエリ・レスポンス・データをクリアします。測定条件の設定はクリアされません。

NOTE このコマンドと他コマンドをひとつのステートメントで B1500 に送ることはできません。

シンタックス　BC

ステートメント例　OUTPUT @B1500;"BC"

BDM

疑似パルス・スポット測定のセトリング検出間隔と測定モード（電圧または電流）を設定します。

シンタックス　BDM *interval*[,*mode*]

パラメータ

***interval*：** セトリング検出間隔。整数式。

0：ショート。初期設定。
1：ロング。電流コンプライアンス 1 μA 未満の測定、浮遊容量を持つデバイスの測定に有効です。

***mode*：** 測定モード。整数式。

0：電圧測定モード。省略時設定。
1：電流測定モード。

備考

測定を成功させるには、以下の条件が満たされている必要があります。

interval=0 に設定した場合：A > 1 V/ms、B ≤ 3 s

interval=1 に設定した場合：A > 0.1 V/ms、B ≤ 12 s

ここで、A は出力開始時のスルーレート、B はセトリング検出時間（settling detection time）を示しています。「疑似パルス・スポット測定 (p. 2-18)」を参照してください。A 値、B 値は測定系やデバイスの特性に依存するものであり、直接的に値を設定することはできません。

ステートメント例　OUTPUT @B1500;"BDM 0,1"

BDT

疑似パルス・スポット測定のホールド時間、ディレイ時間を設定します。

シンタックス　BDT *hold*,*delay*

パラメータ

***hold*：** ホールド時間（秒）。数式。

0 ～ 655.35 s、0.01 s ステップ。初期設定：0

***delay*：** ディレイ時間（秒）。数式。

0 ～ 6.5535 s、0.0001 s ステップ。初期設定：0

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"BDT 0.1,1E-3"
```

BDV

疑似パルス電圧源とそのパラメータを設定します。

実行条件

インターロック開放時の許容電圧を超える出力を行う場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
BDV chnum,range,start,stop[,Icomp]
```

パラメータ

***chnum*：** SMU ソース・チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***range*：** レンジング・タイプ。整数式。出力レンジは *start* 値と *stop* 値の両方を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-4 (p. 4-21) を参照してください。

***start*, *stop*：** スタート、ストップ電圧（V）。数式。Table 4-7 (p. 4-24) を参照してください。

0 ～ ± 100 (MPSMU/HRSMU)、0 ～ ± 200 (HPSMU)

|*start* - *stop*| が 10 V 以上となるように設定してください。

***Icomp*：** 電流コンプライアンス（A）。数式。Table 4-7 (p. 4-24) を参照してください。*Icomp* を設定しない場合、以前の設定値が設定されます。

設定値に関係なく、コンプライアンスの極性は *stop* 値と同じです。*stop*=0 の場合、極性は正になります。

備考

以下の設定における *stop* 値の印加時間は約 1.5 ms ～ 1.8 ms になります。

- BDM、BDT コマンド・パラメータの設定：*interval*=0、*mode*=0、*delay*=0
- AV、AAD/AIT コマンド・パラメータの設定：初期設定

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"BDV 1,0,0,100,0.01"
```

BGI

バイナリ・サーチ測定（MM15）における電流モニタ・チャネルを設定します。このコマンドの設定は、BGV コマンドの設定をクリアし、BGV コマンドによってクリアされます。

このコマンドは RI コマンドの設定を無視します。

シンタックス

```
BGI chnum,mode,condition,range,target
```

パラメータ

***chnum*：** SMU サーチ・モニタ・チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***mode*, *condition*：** サーチ・モード（0：リミット、1：リピート）および、サーチ終了条件。*condition* の意味は *mode* 値に依存します。

mode	*condition*
0	サーチ・ターゲット（*target*）に対するリミット値。モニタ・データが *target* ± *condition* になるとサーチを終了します。数式。正の値（A）。設定分解能：*実際に使用される測定レンジの値* /20000。
1	繰り返し回数。ソース出力値の変更回数が *condition* を越えるとサーチを終了します。数式。1 ～ 16。

***range*：** レンジング・タイプ。整数式。測定レンジは *target* 値を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-3 (p. 4-19) を参照してください。

***target*：** サーチ・ターゲット電流（A）。数式。

0 ～ ±0.1 A (MPSMU/HRSMU/MCSMU)
0 ～ ±1 A (HPSMU/HCSMU)
0 ～ ±2 A (DHCSMU)
0 ～ ±0.008 A (HVSMU)

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"BGI 1,0,1E-8,14,1E-6"
```

備考

リミット・サーチ・モードにおいて、サーチ・ターゲットが見つからず、以下の 2 条件が満足された場合、最終出力値とソース *start* 値の間でサーチを繰り返します。

- *target* が *start* 値出力時の測定データと最終測定データとの間にある場合
- *target* が *stop* 値出力時の測定データと | *stop* − *start* | / 2 値出力時の測定データの間にある場合

サーチ・ターゲットが見つからず、以下の 2 条件が満足された場合、最終出力値とソース *stop* 値の間でサーチを繰り返します。

- *target* が *stop* 値出力時の測定データと最終測定データとの間にある場合
- *target* が *start* 値出力時の測定データと | *stop* − *start* | / 2 値出力時の測定データの間にある場合

参照 BSM

BGV

バイナリ・サーチ測定（MM15）における電圧モニタ・チャネルを設定します。このコマンドの設定は、BGI コマンドの設定をクリアし、BGI コマンドによってクリアされます。

このコマンドは RV コマンドの設定を無視します。

シンタックス

```
BGV chnum,mode,condition,range,target
```

パラメータ

chnum : SMU サーチ・モニタ・チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode*, *condition : サーチ・モード（0：リミット、1：リピート）および、サーチ終了条件。*condition* の意味は *mode* 値に依存します。

mode	***condition***
0	サーチ・ターゲット（*target*）に対するリミット値。モニタ・データが *target* ± *condition* になるとサーチを終了します。数式。正の値（V）。設定分解能：*実際に使用される測定レンジの値* /20000。
1	繰り返し回数。ソース出力値の変更回数が *condition* を越えるとサーチを終了します。数式。1 ～ 16。

range **:** レンジング・タイプ。整数式。測定レンジは *target* 値を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-2 (p. 4-17) を参照してください。

target **:** サーチ・ターゲット電圧（V）。数式。

0 ～ ±100 V (MPSMU/HRSMU)
0 ～ ±200 V (HPSMU)
0 ～ ±30 V (MCSMU)
0 ～ ±40 V (HCSMU/DHCSMU)
0 ～ ±3000 V (HVSMU)

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"BGV 1,0,0.1,12,5"
```

備考

リミット・サーチ・モードにおいて、サーチ・ターゲットが見つからず、以下の 2 条件が満足された場合、最終出力値とソース *start* 値の間でサーチを繰り返します。

- *target* が *start* 値出力時の測定データと最終測定データとの間にある場合
- *target* が *stop* 値出力時の測定データと | *stop* − *start* | / 2 値出力時の測定データの間にある場合

サーチ・ターゲットが見つからず、以下の 2 条件が満足された場合、最終出力値とソース *stop* 値の間でサーチを繰り返します。

- *target* が *stop* 値出力時の測定データと最終測定データとの間にある場合
- *target* が *start* 値出力時の測定データと | *stop* − *start* | / 2 値出力時の測定データの間にある場合

参照

BSM

BSI

バイナリ・サーチ測定（MM15）における電流出力チャネルを設定します。サーチ終了後、出力チャネルは BSM コマンドで設定したサーチ終了後出力値を出力します。

このコマンドは BSV、BSSI、BSSV コマンドの設定をクリアします。

このコマンドの設定は BSV コマンドによってクリアされます。

実行条件

Vcomp 値がインターロック開放時の許容電圧を超える場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
BSI chnum,range,start,stop[,Vcomp]
```

パラメータ

chnum : SMU サーチ出力チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

range : レンジング・タイプ。整数式。出力レンジは *start* 値と *stop* 値の両方を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-5 (p. 4-22) を参照してください。

start*, *stop : スタート、ストップ電流（A）。数式。測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。*start* と *stop* には異なる値を設定してください。

Vcomp : 電圧コンプライアンス（V）。数式。測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"BSI 1,0,1E-12,1E-6,10"
```

BSM

バイナリ・サーチ測定（MM15）のサーチ出力コントロール・モードと自動停止機能を設定します。自動停止機能は次の条件が生じた時に測定を停止します。

- 測定チャネルがコンプライアンスに達した場合
- コンプライアンスに達したチャネルがある場合
- A/D コンバータがオーバーフローした場合
- 発振しているチャネルがある場合

さらに、測定終了後出力の設定も行います。測定が正常に終了した場合には、サーチ出力源は *post* が示す値を出力します。

自動停止機能によって測定が停止された場合には、サーチ出力源はスタート値を出力します。

シンタックス

```
BSM mode,abort[,post]
```

パラメータ

mode : 出力コントロール・モード。0（normal モード）または 1（cautious モード）。このコマンドを送らない場合は normal モードに設定されます。Figure 4-2 を参照してください。

abort : 自動停止機能。整数式。

1：機能を無効にします。初期設定。

2：機能を有効にします。

***post*：** 測定が正常終了した場合の終了後出力値。数式。

1：スタート値を出力します。初期設定。

2：ストップ値を出力します。

3：最終出力値を保持します。

省略した場合はスタート値を出力します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"BSM 1,2,3"
```

Normal モード

normal モードでは以下のように動作します。

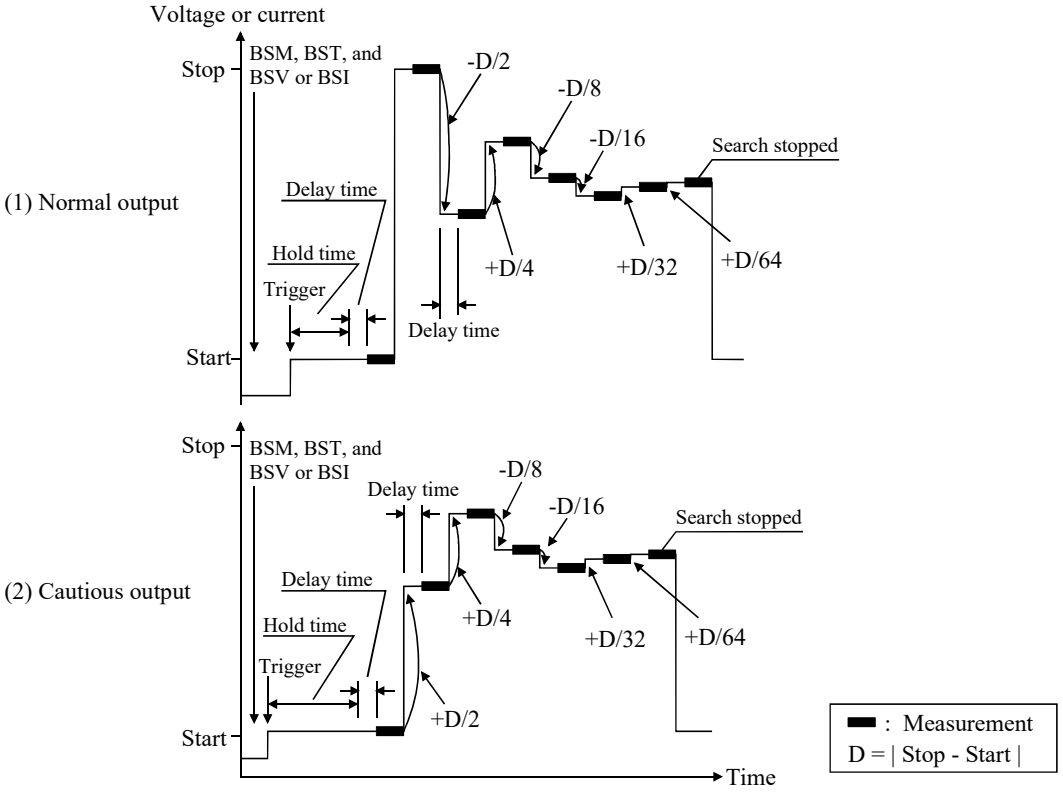
1. 出力チャネルがスタート値を出力し、モニタ・チャネルが測定を行います。
2. 出力チャネルがストップ値を出力し、モニタ・チャネルが測定を行います。

   サーチ・ターゲット値がこの２つの測定データの間にない場合は、サーチを終了します。
3. 出力チャネルが Stop−D/2 値または Stop+D/2 値（Start>Stop の場合）を出力し、モニタ・チャネルが測定を行います。

   サーチ終了条件が満たされない場合、測定データは出力変更値の極性 + または – の決定に使用されます。出力変更値は最終変更値の半分です。
4. サーチ終了条件が満たされるまで、出力と測定を繰り返します。

   サーチ終了条件については BGV または BGI コマンドを参照してください。出力変更値が出力分解能以下になるとサーチを終了します。

Figure 4-2 **バイナリ・サーチ 出力コントロール・モード**



Cautious モード cautious モードでは以下のように動作します。

1. 出力チャネルがスタート値を出力し、モニタ・チャネルが測定を行います。
2. 出力チャネルが Stop−D/2 値または Stop+D/2 値（Start>Stop の場合）を出力し、モニタ・チャネルが測定を行います。

   サーチ終了条件が満たされない場合、測定データは出力変更値の極性 + または – の決定に使用されます。出力変更値は最終変更値の半分です。
3. サーチ終了条件が満たされるまで、出力と測定を繰り返します。

   サーチ終了条件については BGV または BGI コマンドを参照してください。出力変更値が出力分解能以下になるとサーチを終了します。

BSSI

バイナリ・サーチ測定（MM15）に使用する同期電流出力源を設定します。同期出力源は以下の出力を行います。

同期出力値 = *polarity* × BSI 出力値 + *offset*

BSI 出力値は BSI コマンドによって設定されたサーチ出力チャネルの出力値を示します。

このコマンドの設定は BSV/BSI コマンドによってクリアされます。

実行条件

BSI コマンドが実行されていること。

Vcomp 値がインターロック開放時の許容電圧を超える場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
BSSI chnum,polarity,offset[,Vcomp]
```

パラメータ

chnum : SMU 同期出力チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

polarity : BSI 出力に対する同期出力の極性。

0：負。同期出力値 = −BSI 出力値 + *offset*

1：正。同期出力値 = BSI 出力値 + *offset*

offset : オフセット（A）。数式。測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。

サーチ出力源と同期出力源は同じ出力レンジを使用します。BSI コマンドに設定された出力レンジを確認してから同期出力源の出力を決定してください。

Vcomp : 電圧コンプライアンス（V）。数式。省略した場合は以前の値が設定されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"BSSI 1,0,1E-6,10"
```

参照

ソース出力値、出力レンジ、設定可能なコンプライアンス値については測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。

BSSV

バイナリ・サーチ測定（MM15）に使用する同期電圧出力源を設定します。同期出力源は以下の出力を行います。

同期出力値 = *polarity* × BSV 出力値 + *offset*

BSV 出力値は BSV コマンドによって設定されたサーチ出力チャネルの出力値を示します。

このコマンドの設定は BSI/BSV コマンドによってクリアされます。

実行条件

BSV コマンドが実行されていること。

インターロック開放時の許容電圧を超える出力を行う場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
BSSV chnum,polarity,offset[,Icomp]
```

パラメータ

chnum : SMU 同期出力チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

polarity : BSV 出力に対する同期出力の極性。

0：負。同期出力値 = –BSV 出力値 + *offset*

1：正。同期出力値 = BSV 出力値 + *offset*

offset : オフセット（V）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。

サーチ出力源と同期出力源は同じ出力レンジを使用します。BSV コマンドに設定された出力レンジを確認してから同期出力源の出力を決定してください。

Icomp : 電流コンプライアンス（A）。数式。省略した場合は以前の値が設定されます。0 A を設定することはできません。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"BSSV 1,0,5,1E-6"
```

参照

ソース出力値、出力レンジ、設定可能なコンプライアンス値については測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。

BST

バイナリ・サーチ測定（MM15）のホールド時間とディレイ時間を設定します。このコマンドを送らなかった場合、これらの値は 0 に設定されます。

シンタックス

```
BST hold,delay
```

パラメータ

hold **:** ホールド時間（秒）。サーチ測定開始から第 1 サーチ測定点におけるディレイ時間開始までの待ち時間。数式。

0 ～ 655.35 秒、0.01 秒ステップ。

delay **:** ディレイ時間（秒）。ステップ出力開始からステップ測定開始までの待ち時間。数式。

0 ～ 65.535 秒。0.0001 秒ステップ。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"BST 5,0.1"
```

BSV

バイナリ・サーチ測定（MM15）における電圧出力チャネルを設定します。サーチ終了後、出力チャネルは BSM コマンドで設定したサーチ終了後出力値を出力します。

このコマンドは BSI、BSSI、BSSV コマンドの設定をクリアします。

このコマンドの設定は BSI コマンドによってクリアされます。

実行条件

インターロック開放時の許容電圧を超える出力を行う場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
BSV chnum,range,start,stop[,Icomp]
```

パラメータ

chnum **:** SMU サーチ出力チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

range **:** レンジング・タイプ。整数式。出力レンジは *start* 値と *stop* 値の両方を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-4 (p. 4-21) を参照してください。

start, stop **:** スタート、ストップ電圧（V）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。*start* と *stop* には異なる値を設定してください。

***Icomp*：** 電流コンプライアンス（A）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。0 A を設定することはできません。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"BSV 1,0,0,20,1E-6"
```

BSVM

バイナリ・サーチ測定（MM15）におけるデータ出力モードを設定します。

シンタックス

```
BSVM mode
```

パラメータ

***mode*：** データ出力モード。整数式。

0：*Data_search* だけを返します。初期設定。

1：*Data_search* と *Data_sense* を返します。

Data_search は BSI または BSV が設定するサーチ出力チャネルの出力値。

Data_sense は BGI または BGV が設定するモニタ・チャネルの測定値。

「データ出力フォーマット (p. 1-26)」を参照してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"BSVM 1"
```

CA

セルフ・キャリブレーションを実行します。

CA コマンドの後には *OPC? コマンドを実行して CA コマンドの実行が終了したことを確認してください。

コマンド実行後のモジュールは CL コマンド実行後と同じ状態になります。

実行条件

高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

キャリブレーションを開始する前に測定端子を開放してください。

シンタックス

```
CA [slot]
```

パラメータ

***slot*：** 実行対象モジュールを装着しているスロットの番号 1 ～ 10。整数式。省略時はメインフレームと全モジュールに対してセルフ・キャリブレーションを実行します。

モジュールを装着していないスロットを指定するとエラーとなります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"CA 1"
OUTPUT @B1500;"*OPC?"
ENTER @B1500;A
```

NOTE

ASU を装着している B1500 に CA コマンドを送信する場合

ASU（アト・センス／スイッチ・ユニット）を装着している B1500 に CA コマンドを送信する場合、B1500 はセルフ・キャリブレーションを実行するだけでなく、ASU に接続された測定チャネルの 1 pA レンジ・オフセット・データの測定も実行します。このデータは B1500 の電源がオフされるまで一時的に記憶され、このチャネルの 1 pA レンジで測定されたデータの補正に使用されます。B1500 は自動的に補正を実行し、補正後のデータを返します。

B1500 の電源投入後、CA コマンドを実行しない場合は、あらかじめ保存されているオフセット・データが用いられます。

備考

フェイルした SMU は応答しなくなりますが、RCV コマンドによって応答可能となります。

*CAL?

セルフ・キャリブレーションを実行し、実行結果を返します。コマンド実行後は、直ちに結果を読むようにしてください。

コマンド実行後のモジュールは CL コマンド実行後と同じ状態になります。

実行条件

高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

キャリブレーションを開始する前に測定端子を開放してください。

シンタックス

```
*CAL? [slot]
```

パラメータ

slot **:** 実行対象モジュールを装着しているスロットの番号 1 ～ 10。または 0 か 11 。整数式。

0：全モジュールとメインフレーム。省略時設定。

11：メインフレーム。

モジュールを装着していないスロットを指定するとエラーとなります。

レスポンス

results<CR/LF^EOI>

下記の説明に該当する *results* 値の和が返ります。

results	説明	*results*	説明
0	パス。	32	スロット 6 モジュールの不良
1	スロット 1 モジュールの不良	64	スロット 7 モジュールの不良
2	スロット 2 モジュールの不良	128	スロット 8 モジュールの不良
4	スロット 3 モジュールの不良	256	スロット 9 モジュールの不良
8	スロット 4 モジュールの不良	512	スロット 10 モジュールの不良
16	スロット 5 モジュールの不良	1024	メインフレームの不良

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"*CAL?"
ENTER @B1500;A
```

備考

SCUU に接続された SMU が *CAL? にフェイルすると、SCUU を制御することができません。また、SSP および SSL コマンドを使用できません。

フェイルした SMU は応答しなくなりますが、RCV コマンドによって応答可能となります。

CL

指定されたチャネルを無効にします。

実行条件

高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。*chnum* を指定しない場合は制限はありません。

シンタックス

CL [*chnum*[,*chnum*...[,*chnum*]...]]

15 チャネルまで設定可能。

パラメータ

***chnum*：** チャネル番号。整数式。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

複数の *chnum* を指定した場合は、指定順で無効となります。

chnum を指定しない場合、SMU、SPGU、CMU の順番で全チャネルが無効となります。ここで、SMU は出力レンジの高いチャネルから順に、SPGU は設定電圧の高いチャネルから順に無効となります。

備考

CL コマンド実行後のモジュールの設定は次のようになります。

SMU の設定項目	設定値	MFCMU の設定項目	設定値
出力スイッチ	OFF	DC バイアス	0 V
出力モード	電圧	AC レベル	0 V
出力電圧	0 V	出力信号周波数	1 kHz
電圧レンジ	20 V	測定レンジ	50 Ω
電流コンプライアンス	100 µA	**SPGU の設定項目**	**設定値**
電流レンジ	100 µA	出力スイッチ	OFF
フィルタ	OFF	出力モード	DC
直列抵抗	変更なし	出力電圧	0 V

コマンド実行後は、アイドル状態に対する追加消費電力はありません。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"CL"
OUTPUT @B1500;"CL 1,2,3,5"
```

CLCORR

MFCMU のオープン／ショート／ロード補正機能をオフし、補正データ測定の周波数リストをクリアします。コマンド実行後、補正データはクリアされます。

シンタックス

```
CLCORR chnum,mode
```

パラメータ

chnum **:** MFCMU チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode **:** コマンド・オプション。整数式。1 または 2。

1: 周波数リストをクリアします。初期値は設定されません。

2: 周波数リストをクリアし、初期値として 1 k、2 k、5 k、10 k、20 k、50 k、100 k、200 k、500 k、1 M、1.2 M、1.5 M、2 M、2.5 M、2.7 M、3 M、3.2 M、3.5 M、3.7 M、4 M、4.2 M、4.5 M、および 5 MHz を設定します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"CLCORR 9,1"
```

CM

SMU のオート・キャリブレーション機能を設定します。次の条件が満たされていると 30 分毎に自動的にキャリブレーションを実行します。

- オート・キャリブレーション機能が ON に設定されている。
- 全 SMU の出力スイッチが 30 分以上 OFF に設定されている。

シンタックス

```
CM mode
```

パラメータ

mode **:** オート・キャリブレーション ON または OFF。整数式。

0：OFF、初期設定

1：ON

備考

キャリブレーションを開始する前に測定端子を開放してください。

オート・キャリブレーションを有効にしている場合は、測定終了後、測定端子を開放してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"CM 0"
OUTPUT @B1500;"CM 1"
```

CMM

SMU の測定動作モードを設定します。このコマンドは高速スポット測定には使えません。

シンタックス

```
CMM chnum,mode
```

パラメータ

chnum **:** SMU チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode **:** SMU 測定動作モード。整数式。0 から 4。*mode*=4 は HPSMU、MPSMU、HRSMU には無効。

0：コンプライアンス側測定、初期設定。電流印加時には電圧測定を、電圧印加時には電流測定を行います。

1：電流測定

2：電圧測定

3：フォース側測定。電流印加時には電流測定を、電圧印加時には電圧測定を行います。

4：電流・電圧同時測定。測定結果は、コンプライアンス側データ、フォース側データの順で出力されます。

mode 設定値は CMM コマンドによって変更されるまで有効です。初期設定に戻すには *mode*=0 に設定して CMM コマンドを送ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"CMM 1,1"
```

CN/CNX

指定されたチャネルを有効にします。CN コマンドと CNX コマンドの違いについては Table 4-23 を参照してください。

WARNING

コマンド実行後、SMU は危険な電圧を印加できるようになります。不使用チャネルの出力スイッチはできる限り OFF に設定してください。

実行条件

高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

シンタックス

```
CN [chnum[,chnum...[,chnum]...]]
CNX [chnum[,chnum...[,chnum]...]]
```

15 チャネルまで設定可能。

パラメータ

***chnum*：** チャネル番号。整数式。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

指定された SMU の出力スイッチが既に ON に設定されている場合、このコマンドは何もしません。

複数の *chnum* を指定した場合は、指定順で有効となります。

chnum を指定しない場合、SMU、SPGU、CMU の順番で全チャネルが有効となります。同じ種類のモジュールについては、チャネル番号順（101 から 1002）で有効となります。チャネル番号 1 から 10 は、それぞれ 101 から 1001 に対応します。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

ASU に接続されている測定チャネルを指定した場合、このコマンドはそのチャネルを有効にし、ASU 出力までのパスを接続します。

SCUU に接続されている SMU を指定した場合、このコマンドは SMU を有効にし、SMU から SCUU 出力までのパスを接続します。

SCUU に接続されている MFCMU を指定した場合、このコマンドは MFCMU を有効にし、MFCMU から SCUU 出力までのパスを接続します。

SCUU に接続されている SMU と MFCMU の両方を指定した場合、このコマンドはエラーを生じます。

SCUU を装着している B1500 に、*chnum* を指定しない CN/CNX コマンドを実行した場合は、SCUU に接続されていない SMU すべてを有効にします。さらに MFCMU を有効にし、MFCMU から SCUU 出力までのパスを接続します。

備考

CN コマンド実行後のモジュールの設定は次のようになります。

SMU の設定項目	設定値	MFCMU の設定項目	設定値
出力スイッチ	ON	DC バイアス	0 V
出力モード	電圧	AC レベル	0 V
出力電圧	0 V	出力信号周波数	1 kHz
電圧レンジ	20 V	測定レンジ	50 Ω
電流コンプライアンス	100 µA	**SPGU の設定項目**	**設定値**
電流レンジ	100 µA	出力スイッチ	ON
フィルタ	変更なし	出力モード	DC
直列抵抗	変更なし	出力電圧	0 V

コマンド実行後は、アイドル状態に対する追加消費電力はありません。

Table 4-23 CN と CNX の違い

コマンド実行前の状態		コマンド実行後の状態	
モジュール	**出力スイッチ**	**CN**	**CNX**
正常状態	開放／接続	正常状態、接続	
高電圧状態	開放	エラー状態、開放	
	接続	エラー状態、開放	正常状態、開放

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"CN"
```

```
OUTPUT @B1500;"CN 1,2,3,5"
OUTPUT @B1500;"CNX"
OUTPUT @B1500;"CNX 1,2,3,5"
```

CORR?

MFCMU のオープン、ショート、またはロード補正データ測定を実行し、補正データを B1500 に設定します。

このコマンドを実行するには、MFCMU の AC 信号出力レベルを設定しておく必要があります。それには ACV コマンドを実行します。

スタンダードを使用する場合は、このコマンドを実行する前に DCORR コマンドを実行してください。あらかじめ、スタンダードの校正値またはリファレンス値を定義しておく必要があります。

補正機能は、電源オフまたは、CORRST、*RST コマンドによって OFF に設定されます。補正データは、電源オフまたは、CLCORR、CORRL、DCORR コマンドによってクリアされます。*RST コマンド実行後、補正機能を ON に設定した場合、記憶されている補正データが使用されます。

実行条件

オープン補正データを測定するには、校正値またはリファレンス値を持つオープン・スタンダードを測定端子に接続するか、デバイス端で測定端子を開放します。

ショート補正データを測定するには、校正値またはリファレンス値を持つショート・スタンダードを測定端子に接続するか、デバイス端で測定端子を短絡します。

ロード補正データを測定するには、校正値またはリファレンス値を持つロード・スタンダードを測定端子に接続します。

シンタックス

```
CORR? chnum,corr
```

パラメータ

chnum : MFCMU チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

corr : 測定する補正データ。整数式。1、2、または 3。

1: オープン補正データ

2: ショート補正データ

3: ロード補正データ

レスポンス

result<CR/LF^EOI>

0: 補正データ測定を正常終了しました。

1: 補正データ測定にフェイルしました。

2: 補正データ測定が中断されました。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"CORR? 9,3"
ENTER @B1500;Result
```

CORRDT

MFCMU のオープン／ショート／ロード補正データを B1500 に設定します。

設定された補正データは CORR? コマンドによってクリアされます。
CORR? コマンドは補正データ測定を実行し、補正データを B1500 に設定します。

シンタックス

```
CORRDT chnum,freq,open_r,open_i,short_r,short_i,load_r,
load_i
```

パラメータ

chnum : MFCMU チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

freq : 追加する周波数。数式。単位：Hz。Table 4-18 (p. 4-30) を参照してください。

open_r : オープン補正データ（G）。数式。単位：S。

open_i : オープン補正データ（B）。数式。単位：S。

short_r : ショート補正データ（R）。数式。単位：Ω。

short_i : ショート補正データ（X）。数式。単位：Ω。

load_r : ロード補正データ（R）。数式。単位：Ω。

load_i : ロード補正データ（X）。数式。単位：Ω。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"CORRDT 9,3000000,0,0,0,0,0,0"
```

CORRDT?

MFCMU のオープン／ショート／ロード補正データを返します。

シンタックス

```
CORRDT? chnum,index
```

パラメータ

chnum : MFCMU チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

index : 補正データ・リストのインデックス。整数式。

レスポンス

freq,*open_r*,*open_i*,*short_r*,*short_i*,*load_r*,*load_i*<CR/LF^EOI>

freq : 補正データの周波数。数式。単位 : Hz。

open_r : オープン補正データ（G）。数式。単位 : S。

open_i : オープン補正データ（B）。数式。単位 : S。

short_r : ショート補正データ（R）。数式。単位 : Ω。

short_i : ショート補正データ（X）。数式。単位 : Ω。

load_r : ロード補正データ（R）。数式。単位 : Ω。

load_i : ロード補正データ（X）。数式。単位 : Ω。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"CORRDT 9,3000000,0,0,0,0,0,0"
OUTPUT @B1500;"CORRDT? 9,1"
ENTER @B1500;Freq,Open_r,Open_i,Short_r,Short_i,Load_r,
Load_i
```

CORRL

MFCMU のオープン／ショート／ロード補正機能をオフし、指定する周波数を補正データ測定の周波数リストに追加します。コマンド実行後、補正データはクリアされます。

シンタックス

CORRL *chnum*,*freq*

パラメータ

chnum : MFCMU チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

freq : 追加する周波数。数式。単位 : Hz。Table 4-18 (p. 4-30) を参照してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"CORRL 9,3000000"
```

CORRL?

MFCMU 補正データ測定の周波数リスト内の周波数を返します。

シンタックス

CORRL? *chnum*[,*index*]

パラメータ

chnum **:** MFCMU チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

index **:** 周波数リストのインデックス。整数式。

レスポンス

- CORRL? *chnum* のレスポンス：

  number_of_frequencies<CR/LF^EOI>

  周波数リスト内にストアされている周波数の数を返します。

- CORRL? *chnum*,*index* のレスポンス：

  frequency<CR/LF^EOI>

  指定されたインデックスにストアされている周波数値を返します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"CLCORR 9,2"
OUTPUT @B1500;"CORRL? 9"
ENTER @B1500;Number
OUTPUT @B1500;"CORRL? 9,4"
ENTER @B1500;Freq
```

この例は Number=12、Freq=10000 を返します。

CORRSER?

SPGU チャネルの端子電圧を測定し、その測定値とインピーダンス計算値を返します。また、*mode*=1 を設定することで、このインピーダンス値を入力パラメータとした SER コマンドを自動的に実行します。CORRSER? コマンドに指定可能なチャネルは 1 つです。複数のチャネルで同時に電圧モニタを行うことはできません。

実行条件

次のコマンドを用いて、SPGU 出力チャネルの設定が行われていること。

- SPPER、SPM、SPT、SPV コマンド（PG モードの場合）
- ALW、ALS コマンド（ALWG モードの場合）

電圧測定が 1 つ目のパルスまたは ALWG シーケンスの出力中に行われること。PG モードではパルス周期が *delay* + *interval* × *count* よりも長いこと。

電圧測定が目標電圧値の出力タイミングで実行されるようにパラメータの設定を行うこと。目標電圧値とは、SPGU 出力電圧の自動補正が実行される電圧値のことをいいます。

シンタックス

```
CORRSER? chnum,mode,delay,interval,count
```

パラメータ

chnum **:** SPGU チャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1002。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode **:** SER コマンドの自動実行モード。整数式。

0：SER コマンドを実行（負荷インピーダンスを設定）しない

1：SER コマンドを実行（負荷インピーダンスを設定）する

delay **:** 測定開始までのディレイ時間（秒）。数式。

0（初期設定）～パルス周期 –5E–6 秒、設定分解能 1E–8 秒。

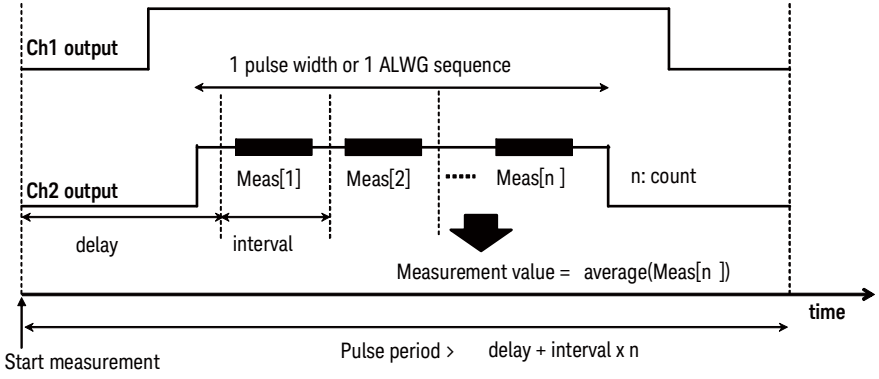
interval **:** 測定間隔（秒）。数式。

5E–6（初期設定）～ 0.001 秒、設定分解能 2E–8 秒。

count **:** 測定回数（回）。整数式。

1（初期設定）～ 65535 回。

Figure 4-3 **電圧モニタと CORRSER? 設定パラメータ**



レスポンス

loadZ,*voltage*<CR/LF^EOI>

loadZ **:** インピーダンス計算値（Ω）が返ります。

voltage **:** 電圧測定値（V）が返ります。

備考

アクティブな SPGU 出力は CORRSER? コマンドによって停止されます。

指定されたチャネル以外に SPGU 出力チャネルが設定されている場合、これらのチャネルも CORRSER? コマンドに同期して出力を行います。

CORRSER? コマンド実行後、すべての SPGU チャネル出力は次の値に変更されます。

- SPV コマンドに設定された *base* 値（PG モードの場合）

- 波形の初期値（ALWG モードの場合）

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SPPER 10E-6"
OUTPUT @B1500;"SPM 101,1"
OUTPUT @B1500;"SPT 101,1,0,5E-7,20E-9"
OUTPUT @B1500;"SPV 101,1,-0.5,0.5"
OUTPUT @B1500;"CORRSER? 101,1,1E-7,1E-8,10"
ENTER @B1500;A,B
```

この例では、電圧測定値が変数 B に、負荷インピーダンス計算値が変数 A に返ります。

参照 ERRX?、SER?

NOTE

端子電圧の測定と負荷インピーダンスの計算

CORRSER? コマンドを実行することによって、SPGU は端子電圧測定と負荷インピーダンスの計算を行います。電圧測定の実行に推奨される設定条件を以下に記します。

出力電圧：> 1 V

最小負荷：40 Ω

最大負荷：500 Ω (1 V)、2000 Ω (5 V)、5000 Ω (10 V)

CORRST

MFCMU のオープン／ショート／ロード補正機能をオンまたはオフします。

補正機能をオンする前に、対応する補正データを測定しておく必要があります。それには CORR? コマンドを実行します。

補正機能は、電源オフまたは、CORRST、*RST コマンドによって OFF に設定されます。補正データは、電源オフまたは、CLCORR、CORRL、DCORR コマンドによってクリアされます。*RST コマンド実行後、補正機能を ON に設定した場合、記憶されている補正データが使用されます。

シンタックス

```
CORRST chnum,corr,state
```

パラメータ

***chnum*：** MFCMU チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***corr*：** 補正タイプ。整数式。1、2、または 3。

1: オープン補正
2: ショート補正
3: ロード補正

state : 補正機能の状態。整数式。0（オフ）、または 1（オン）。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"CORRST 9,3,1"
```

CORRST?

MFCMU のオープン／ショート／ロード補正機能の状態を返します。

シンタックス

```
CORRST? chnum,corr
```

パラメータ

chnum : MFCMU チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

corr : 補正タイプ。整数式。1、2、または 3。

1: オープン補正
2: ショート補正
3: ロード補正

レスポンス

status<CR/LF^EOI>

0: 補正機能オフ
1: 補正機能オン

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"CORRST 9,3,1"
OUTPUT @B1500;"CORRST? 9,3"
ENTER @B1500;Status
```

この例は Status=1 を返します。

DCORR

MFCMU のオープン／ショート／ロード補正機能をオフし、補正用スタンダードの校正値またはリファレンス値を B1500 に設定します。コマンド実行後、補正データはクリアされます。

設定されたリファレンス・データは電源オフによってクリアされます。

シンタックス

```
DCORR chnum,corr,mode,primary,secondary
```

パラメータ

chnum : MFCMU チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

corr **:** 補正タイプ。整数式。1、2、または 3。

1: オープン補正

2: ショート補正

3: ロード補正

mode **:** 測定モード。整数式。100 または 400。

100: Cp-G（オープン補正用）

400: Ls-Rs（ショート／ロード補正用）

primary **:** スタンダードのプライマリ・リファレンス値。数式。

オープン・スタンダード : Cp (F)

ショート・スタンダード : Ls (H)

ロード・スタンダード : Ls (H)

secondary **:** スタンダードのセカンダリ・リファレンス値。数式。

オープン・スタンダード : G (S)

ショート・スタンダード : Rs (Ω)

ロード・スタンダード : Rs (Ω)

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"DCORR 9,3,400,0.00001,49.8765"
```

DCORR?

MFCMU 補正用スタンダードの校正値またはリファレンス値を返します。

シンタックス

```
DCORR? chnum,corr
```

パラメータ

chnum **:** MFCMU チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

corr **:** 補正タイプ。整数式。1、2、または 3。

1: オープン補正

2: ショート補正

3: ロード補正

レスポンス

```
mode,primary,secondary<CR/LF^EOI>
```

mode **:** 測定モード。整数式。100 または 400。

100: Cp-G（オープン補正用）

400: Ls-Rs（ショート／ロード補正用）

primary : スタンダードのプライマリ・リファレンス値。数式。

オープン・スタンダード : Cp (F)

ショート・スタンダード : Ls (H)

ロード・スタンダード : Ls (H)

secondary : スタンダードのセカンダリ・リファレンス値。数式。

オープン・スタンダード : G (S)

ショート・スタンダード : Rs (Ω)

ロード・スタンダード : Rs (Ω)

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"DCORR 9,3,400,0.00001,49.8765"
OUTPUT @B1500;"DCORR? 9,3"
ENTER @B1500;Mode,Primary,Secondary
```

この例は Mode=400、Priamry=0.00001、Secondary=49.8765 を返します。

DCV

MFCMU から DC バイアス（電圧、± 25 V まで）を出力します。SCUU（SMU CMU ユニファイ・ユニット）を接続している場合、± 100 V までの出力が可能です。この場合、SCUU の Force1/Sense1 に接続可能な SMU を使用します。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

± 25 V を超える出力を行う場合は、SCUU が正しく接続されていること。SCUU は MFCMU 1 モジュールと MPSMU/HRSMU 2 モジュールに接続して使用します。SMU が 1 モジュールしか接続されていない場合や HPSMU が接続されている状態では使用できません。

インターロック開放時の許容電圧を超える出力を行う場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
DCV chnum,voltage
```

パラメータ

chnum : MFCMU ソース・チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

voltage : 出力電圧（V）。数式。

0（初期設定）～ ± 25 V (MFCMU) または ± 100 V (SCUU)

SCUU 使用時に用いられるモジュールは、出力設定値によって自動的に選択されます。± 25 V 以内 に設定すると MFCMU が使用されます（設定分解能：0.001 V）。± 25 V を超える値に設定すると SMU が使用されます（設定分解能：0.005 V）。

SMU は 100 V リミテッド・オート・レンジング、20 mA コンプライアンスの設定で DC 電圧を出力します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"DCV 7,1"
```

DI

指定された SMU から DC 電流を出力します。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

Vcomp 値がインターロック開放時の許容電圧を超える場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
DI chnum,irange,current[,Vcomp[,comp_polarity[,vrange]]]
```

パラメータ

***chnum*：** SMU チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***irange*：** レンジング・タイプ。整数式。出力レンジは *current* 値を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-5 (p. 4-22) を参照してください。

***current*：** 出力電流値（A）。数式。測定リソースに応じてTable 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。

***Vcomp*：** 電圧コンプライアンス（V）。数式。測定リソースに応じてTable 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。

***comp_polarity*：** コンプライアンスの極性。整数式。

0: オート。省略時設定。*Vcomp* の値に係わらず、*current* と同じ極性になります。*current*=0 A の極性は正になります。

1: マニュアル。*Vcomp* と同じ極性になります。

vrange **:** コンプライアンスのレンジング・タイプ。整数式。コンプライアンス・レンジは *Vcomp* 値を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-4 (p. 4-21) を参照してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"DI 1,0,1E-6"
OUTPUT @B1500;"DI 3,14,5E-7,20,0,0"
```

DIAG?

動作チェックを実行し、結果を ASCII フォーマットで返します。

開始する前に、後述の備考を参照してください。

DIAG? コマンド実行後、直ちに結果を読むようにしてください。

シンタックス

```
DIAG? item[,pause]
```

パラメータ

item **:** チェック項目。整数式。

item	説明
1	トリガ入出力のチェック
3	高電圧 LED のチェック
4	ディジタル I/O のチェック
6	インターロック オープンのチェック
7	インターロック クローズのチェック

pause **:** 他計測器の FLEX コマンドとの互換性を保つためのプレース ホルダ。B1500 には意味がありません（機能しません）。

レスポンス

result<CR/LF^EOI>

0：パス

1：フェイル

2：中断

備考

- DIAG? 1 を実行する前に Ext Trig In 端子と Out 端子の間を BNC ケーブルで接続してください。
- DIAG? 3 実行後、高電圧 LED の状態を確認したら、AB コマンドを実行してください。結果にかかわらず *result*=2 が返ります。

LED が点滅しない場合は修理が必要です。

- DIAG? 4 を実行する前に Digital I/O コネクタからケーブルを外してください。
- DIAG? 6 を実行する前にインターロック回路をオープンしてください。
- DIAG? 7 を実行する前にインターロック回路をクローズしてください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"DIAG? 1"
ENTER @B1500;A
```

DO

プログラム・メモリ内のプログラムを指定された順に実行します。8 つまでのプログラムを指定できます。

実行条件

指定する番号のプログラムがプログラム・メモリに保存されていること。プログラムの保存には ST と END コマンドを使用します。

シンタックス

```
DO pnum[,pnum[,pnum[,pnum[,pnum[,pnum[,pnum]]]]]]
```

パラメータ

pnum : プログラム番号。数式。1 ～ 2000。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"DO 1,2,3,4,5,6,7,8"
OUTPUT @B1500;"DO 98,99"
```

DSMPLARM

HVSMU、HCSMU、MCSMU、DHCSMU、UHCU、HVMCU、または UHVU を用いたマルチ・チャネル パルス・スポット測定（MM27）またはマルチ・チャネル パルス掃引測定（MM28）に有効。

DSMPLSETUP コマンドによって設定された信号モニタ動作を開始するタイミングを設定します。信号モニタは、指定されたイベントが指定された回数だけ繰り返される時に開始されます。

実行条件

DSMPLSETUP コマンドが実行されていること。

シンタックス

```
DSMPLARM chnum,type,count
```

パラメータ

chnum : SMU チャネル番号。整数式。1 から 10。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

type : イベント・タイプ。整数式。

1: パルス出力の開始

count : イベントの数。整数式。0 に設定するとモニタを行いません。

ステートメント例 以下のコマンドが実行されると、チャネル 5 が 10 番目のパルス出力開始時に信号モニタを開始します。

```
OUTPUT @B1500;"DSMPLARM 5,1,10"
```

備考 信号モニタ動作は MM27/MM28 による測定の一部として実行されます。

MM27/MM28 による測定データは、信号モニタ動作の有無に係わらずデータ出力バッファに直接送られます。信号モニタ動作が MM27/MM28 による測定動作と重複しない場合は、ダミー・データが送られます。重複する場合は、重複期間中に取得された信号モニタ・データの平均値が送られます。

チャネルは信号モニタを 1 回実行して得られる全てのデータを保管することができます。そのデータは DSMPLFLUSH コマンドによってデータ出力バッファに送られます。

DSMPLFLUSH

HVSMU、HCSMU、MCSMU、DHCSMU、UHCU、HVMCU、または UHVU を用いたマルチ・チャネル パルス・スポット測定（MM27）またはマルチ・チャネル パルス掃引測定（MM28）に有効。

信号モニタ・データをデータ出力バッファに送ります。

実行条件 DSMPLARM コマンドが実行されていること。

シンタックス

```
DSMPLFLUSH chnum
```

パラメータ ***chnum*** : SMU チャネル番号。整数式。1 から 10。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

レスポンス 信号モニタを 1 回実行して得られる全てのデータが返されます。1 つのデータにはコンプライアンス側データとフォース側データがこの順番で含まれます。タイムスタンプは含まれません。データ出力フォーマットは FMT コマンドの設定に従います。

信号モニタ・データが存在しない場合は、ダミー・データが返ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"DSMPLFLUSH 5"
```

DSMPLSETUP

HVSMU、HCSMU、MCSMU、DHCSMU、UHCU、HVMCU、または UHVU を用いたマルチ・チャネル パルス・スポット測定（MM27）またはマルチ・チャネル パルス掃引測定（MM28）に有効。

指定されたチャネルの信号モニタ機能を設定します。この機能は MM コマンドによって特定される測定の実行中に、チャネル入力／出力をモニタするために使用します。チャネルは自身の電圧と電流の測定を指定された時間間隔で指定された回数だけ繰り返します。このとき、電圧と電流の測定は同時に行われます。信号モニタ動作を開始するタイミングを設定するには DSMPLARM コマンドを使用します。

シンタックス

```
DSMPLSETUP chnum,count,interval[,delay]
```

パラメータ

chnum : SMU チャネル番号。整数式。1 から 10。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

count : サンプリング回数。整数式。HVSMU の場合 1 ～ 4000。HCSMU、MCSMU、DHCSMU、UHCU、HVMCU、UHVU の場合 1 ～ 2000。

interval : サンプリング間隔。数式。HVSMU の場合 6 µs ～ 12 µs、2 µs 分解能。HCSMU、MCSMU、DHCSMU、UHCU、HVMCU、UHVU の場合 2 µs ～ 12 µs、2 µs 分解能。

delay : ディレイ時間。数式。−*interval* × 最大 *count* 値～ +*interval* × 最大 *count* 値、2 µs 分解能。省略時設定 0。

delay=110 µs に設定すると、パルス・ベース値からピーク値への遷移開始時に信号モニタを開始します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"DSMPLSETUP 5,100,6E-6,1E-4"
```

DV

指定された SMU から DC 電圧を出力します。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

インターロック開放時の許容電圧を超える出力を行う場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
DV chnum,vrange,voltage[,Icomp[,comp_polarity[,irange]]]
```

パラメータ

chnum : SMU チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

vrange : レンジング・タイプ。整数式。出力レンジは *voltage* 値を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-4 (p. 4-21) を参照してください。

voltage : 出力電圧値（V）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。

Icomp : 電流コンプライアンス（A）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。0 A を設定することはできません。

comp_polarity : コンプライアンスの極性。整数式。

0: オート。省略時設定。*Icomp* の値に係わらず、*voltage* と同じ極性になります。*voltage*=0 V の極性は正になります。

1: マニュアル。*Icomp* と同じ極性になります。

irange : コンプライアンスのレンジング・タイプ。整数式。コンプライアンス・レンジは *Icomp* 値を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-5 (p. 4-22) を参照してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"DV 1,0,20,1E-6,0,15"
OUTPUT @B1500;"DV 2,12,10"
```

DZ

指定されたチャネルの設定（V/I 出力値、V/I 出力レンジ、V/I コンプライアンス値など）を記憶して、チャネル出力を 0 V に変更します。記憶された設定を再設定するには RZ コマンドを送ります。

記憶された値は、*RST、RZ、CL、CA、*TST?、デバイス・クリアでクリアされます。

シンタックス

```
DZ [chnum[,chnum...[,chnum]...]]
```

15 チャネルまで設定可能。

パラメータ

chnum **:** チャネル番号。整数式。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

複数の *chnum* を指定した場合は、指定順で 0 V 出力となります。

chnum を指定しない場合、出力スイッチ ON 状態の全チャネルが、SMU、SPGU、CMU の順番で 0 V 出力となります。ここで、SMU は出力レンジの高いチャネルから順に、SPGU は設定電圧の高いチャネルから順に 0 V 出力となります。

備考

DZ コマンド実行後のモジュールの設定は次のようになります。

SMU の設定項目	設定値	MFCMU の設定項目	設定値
出力モード	電圧	DC バイアス	0 V
出力電圧	0 V	AC レベル	0 V
電圧レンジ	変更なし	出力信号周波数	変更なし
電流コンプライアンス	下表参照	測定レンジ	50 Ω
電流レンジ	下表参照	**SPGU の設定項目**	**設定値**
フィルタ	変更なし	出力モード	変更なし
直列抵抗	変更なし	出力電圧	0 V

以前のレンジ [a]	電流レンジ	電流コンプライアンス
1 nA ～ 100 µA	以前のレンジと同じ	レンジ値
100 µA 以上	100 µA	100 µA

a. DZ 実行前に設定されたレンジ。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"DZ"
OUTPUT @B1500;"DZ 1,2,3"
```

EMG?

指定されたエラー・コードに対応するエラー・メッセージを返します。エラー・コード 0 から 999 に対応しています。

対応外のエラーが検出された場合、ERR? コマンドは 999 を返します。そして EMG? 999 コマンドは、最後に検出されたエラーに関連するメッセージを返します。

シンタックス

```
EMG? errcode
```

パラメータ　***errcode*** **:**　ERR? コマンドによって返されたエラー・コード。数式。

レスポンス　*error_message*<CR/LF^EOI>

エラー・コード、メッセージについては「5. エラー・メッセージ」を参照してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"EMG? 100"
ENTER @B1500;A$
```

参照　ERR?

END

プログラム・メモリにプログラムを保存するために、ST コマンドと共に使用します。

シンタックス

```
END
```

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ST1;CN1;DV1,0,5,1E-4;TI1,0;CL1"
OUTPUT @B1500;"END"
```

ERC

ディジタル I/O ポートの出力ステータスを変更します。トリガ・ポート、および ERM コマンドで設定した入力ポートのステータスは変更しません。

*RST コマンド、デバイス・クリアはディジタル I/O ポート（全 16 パス）を出力ポートに設定し、ポート出力レベルを TTL High レベルにします。

実行条件　ディジタル I/O ポートの制御モードが直接制御（ERMOD 0）であること。

シンタックス

```
ERC mode,value[,rule]
```

パラメータ

mode **:**　コントロール・モード。整数式。2 に設定してください。

2：ディジタル I/O ポートを制御します。

Keysight 4142B に有効な *mode*=1 はエラーとなります。

value **:**　出力ステータスのビット・パターン。10 進値。0 ～ 65535。ビット・パターンは以下のルールに従う必要があります。

ビット値 0：TTL High レベル（約 2.4 V）

ビット値 1：TTL Low レベル（約 0.8 V）

rule : Keysight 4142B の ERC コマンドと同じシンタックスを保つためのプレース・ホルダ。入力値は無視されます。

ステートメント例

ディジタル I/O ポートのビット 0 ～ 7 に TTL Low レベルを設定するには以下のコマンドを実行します。

```
OUTPUT @B1500;"ERC 2,255"
```

10 進値 255 はビット・パターン 0000000011111111 を意味します。このコマンドはトリガ・ポート、入力ポートのステータスを変更しません。

参照

ERMOD、ERM、ERS?

ERCMAA

Keysight N1272A もしくは B1506A/B1507A のデバイス・キャパシタンス・セレクタ部の入力に接続されている測定リソースを指定します。

実行条件

ERMOD 32 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1272A 制御モードに設定されていること。

高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていないこと。

シンタックス

```
ERCMAA mfcmu,hvsmu,mpsmu
```

パラメータ

mfcmu : MFCMU 入力に接続されている MFCMU のスロット番号

hvsmu : HVSMU 入力に接続されている HVSMU のスロット番号

mpsmu : MPSMU 入力に接続されている MPSMU のスロット番号

有効なスロット番号は 1 から 10。整数式。2 スロットを占有するモジュール（HVSMU）を指定するには、若いスロット番号を用いること。

モジュール指定を解除するには 0 を設定します。

B1506A-H20/H50/H70 の場合、*mfcmu* には 0 を設定します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERCMAA 2,7,1"
```

ERCMAA?

Keysight N1272A もしくは B1506A/B1507A のデバイス・キャパシタンス・セレクタ部の入力に接続されている測定リソースのスロット番号を返します。

シンタックス

```
ERCMAA?
```

レスポンス

mfcmu,*hvsmu*,*mpsmu*<CR/LF^EOI>

mfcmu **:** MFCMU 入力に接続されている MFCMU のスロット番号

hvsmu **:** HVSMU 入力に接続されている HVSMU のスロット番号

mpsmu **:** MPSMU 入力に接続されている MPSMU のスロット番号

スロット番号は 1 から 10。整数式。

対応するモジュールが指定されていない場合は 0 が返ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERCMAA?"
ENTER @B1500;A,B,C
```

ERCMAGRD

Keysight N1272A もしくは B1506A/B1507A のデバイス・キャパシタンス・セレクタ部のガード出力端子からの出力の種類を指定します。

実行条件

ERMOD 32 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1272A 制御モードに設定されていること。

ERCMAIO 000,000,000 コマンドによって、出力端子がオープンに設定されていること。

シンタックス

```
ERCMAGRD [guard]
```

パラメータ

guard **:** 出力の種類

1: コモン AC ガード。省略時設定。

2: フローティング AC ガード

guard =1 の場合、ERCMAIO コマンドによって容量測定パスが接続されると、ガード出力にはコモン AC ガードが出力されます。

guard =2 の場合、ERCMAIO コマンドによって容量測定パスが接続されると、ガード出力にはフローティング AC ガードが出力されます。

guard=1 の場合、ERCMAIO コマンドによって I/V 測定パスが接続されると、ガード出力にはコモン電位が出力されます。

guard=2 の場合、ERCMAIO コマンドによって HVSMU が出力される I/V 測定パスが接続されると、ガード出力には HVSMU のガード出力が出力されます。HVSMU が出力されないパスの場合、ガード出力はオープンとなります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERCMAGRD 2"
```

ERCMAGRD?

Keysight N1272A もしくは B1506A/B1507A のデバイス・キャパシタンス・セレクタ部のガード出力端子からの出力の種類を返します。

シンタックス

```
ERCMAGRD?
```

レスポンス

guard<CR/LF^EOI>

guard **:** 出力の種類

1: コモン AC ガード

2: フローティング AC ガード

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERCMAGRD?"
ENTER @B1500;A
```

ERCMAIO

Keysight N1272A もしくは B1506A/B1507A のデバイス・キャパシタンス・セレクタ部の測定入出力パスの接続を設定します。

実行条件

ERMOD 32 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1272A 制御モードに設定されていること。

高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

シンタックス

```
ERCMAIO [cmhl[,acgs[,bias[,corr]]]]
```

パラメータ

cmhl **:** 3 桁の整数 DGS で Collector/Drain 出力端子（3 桁目 D）、Base/Gate 出力端子（2 桁目 G）、Emitter/Source 出力端子（1 桁目 S）への MFCMU の High 側端子（CMH:2）、Low 側端子（CML:1）の接続または非接続（NC:0）を指定します。整数式。

000: NC, NC, NC（省略時設定）

021: NC, CMH, CML

121: CML, CMH, CML

201: CMH, NC, CML

210: CMH, CML, NC

211: CMH, CML, CML

212: CMH, CML, CMH

acgs **:** 3 桁の整数 DGS で Collector/Drain 出力端子（3 桁目 D）、Base/Gate 出力端子（2 桁目 G）、Emitter/Source 出力端子（1 桁目 S）へのフローティング AC ガード（Floating:2）、コモン AC ガード（Common:1）、AC ショート（Short:9）接続または非接続（NC:0）を指定します。整数式。

000: NC, NC, NC（省略時設定）

001: NC, NC, Common

010: NC, Common, NC

020: NC, Floating, NC

100: Common, NC, NC

200: Floating, NC, NC

909: Short, NC, Short（Collector/Drain 出力端子と Emitter/Source 出力端子の間を AC ショートする接続。）

bias **:** 3 桁の整数 DGS で Collector/Drain 出力端子（3 桁目 D）、Base/Gate 出力端子（2 桁目 G）、Emitter/Source 出力端子（1 桁目 S）への SMU DC Bias（SMU:3）、CMU DC Bias（CMH:2）、コモン電位 DC Bias（Common:1）接続、非接続、または開放（Open:0）を指定します。整数式。

Collector/Drain 出力端子への SMU DC Bias には HVSMU が、Base/Gate 出力端子への SMU DC Bias には MPSMU が接続されます。

000: Open, Open, Open（省略時設定）

021: Open, CMH, Common

031: Open, SMU, Common

121: Common, CMH, Common

131: Common, SMU, Common

201: CMH, Open, Common

210: CMH, Common, Open

211: CMH, Common, Common

212: CMH, Common, CMH

231: CMH, SMU, Common

311: SMU, Common, Common

321: SMU, CMH, Common

331: SMU, SMU, Common

corr **:** Open/Short/Load 補正データ測定パスを形成する場合に指定します。

0: 通常測定パス（省略時設定）

1: Open 補正データ測定パス

2: Short 補正データ測定パス

3: Load 補正データ測定パス

cmhl、*acgs*、*bias* の有効な組み合わせは以下の通りです。

- 容量測定パス

  021,909,321

  021,909,331

  021,200,321

  021,200,331

  021,100,121

  021,100,131

  021,000,021

  021,000,031

  121,000,121

  121,000,131

  211,000,311

  211,000,331

210,001,211

210,001,231

210,001,311

210,001,331

210,000,210

201,010,211

201,010,311

201,020,231

201,020,331

201,000,201

212,000,212

- 出力端子オープン（N1272A の場合は HVSMU 直接出力パス）

  000,000,000

- I/V 測定パス

  000,000,031

  000,000,331

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERCMAIO 021,909,331"
```

ERCMAIO?

Keysight N1272A もしくは B1506A/B1507A のデバイス・キャパシタンス・セレクタ部の測定入出力パスの接続状態を返します。

シンタックス

```
ERCMAIO?
```

レスポンス

cmhl,*acgs*,*bias*[,*corr*]<CR/LF^EOI>

測定入出力パスの接続状態。整数式。corr は 0 以外が指定されている場合にのみレスポンスに含められます。

cmhl **:** 3 桁の整数 DGS で Collector/Drain 出力端子（3 桁目 D）、Base/Gate 出力端子（2 桁目 G）、Emitter/Source 出力端子（1 桁目 S）への MFCMU の High 側端子（CMH:2）、Low 側端子（CML:1）の接続または非接続（NC:0）を示します。整数式。

000: NC, NC, NC

021: NC, CMH, CML

121: CML, CMH, CML

201: CMH, NC, CML

210: CMH, CML, NC

211: CMH, CML, CML

212: CMH, CML, CMH

acgs **:** 3 桁の整数 DGS で Collector/Drain 出力端子（3 桁目 D）、Base/Gate 出力端子（2 桁目 G）、Emitter/Source 出力端子（1 桁目 S）へのフローティング AC ガード（Floating:2）、コモン AC ガード（Common:1）、AC ショート（Short:9）接続または非接続（NC:0）を示します。整数式。

000: NC, NC, NC

001: NC, NC, Common

010: NC, Common, NC

020: NC, Floating, NC

100: Common, NC, NC

200: Floating, NC, NC

909: Short, NC, Short（Collector/Drain 出力端子と Emitter/Source 出力端子の間を AC ショートする接続。）

bias **:** 3 桁の整数 DGS で Collector/Drain 出力端子（3 桁目 D）、Base/Gate 出力端子（2 桁目 G）、Emitter/Source 出力端子（1 桁目 S）への SMU DC Bias（SMU:3）、CMU DC Bias（CMH:2）、コモン電位 DC Bias（Common:1）接続、非接続、または開放（Open:0）を示します。整数式。

Collector/Drain 出力端子への SMU DC Bias には HVSMU が、Base/Gate 出力端子への SMU DC Bias には MPSMU が接続されます。

000: Open, Open, Open

021: Open, CMH, Common

031: Open, SMU, Common

121: Common, CMH, Common

131: Common, SMU, Common

201: CMH, Open, Common

210: CMH, Common, Open

211: CMH, Common, Common

212: CMH, Common, CMH

231: CMH, SMU, Common

311: SMU, Common, Common

321: SMU, CMH, Common

331: SMU, SMU, Common

corr **:** Open/Short/Load 補正データ測定パスを示します。

1: Open 補正データ測定パス

2: Short 補正データ測定パス

3: Load 補正データ測定パス

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERCMAIO?"
ENTER @B1500;A,B,C
```

ERCMAPFGD

Keysight B1506A に対して有効。

B1506A の MPSMU を Base/Gate 端子と Collector/Drain 端子の両方に出力し、Emitter/Source 端子に GNDU を出力するパスを設定します。

MOSFET における VGS=VDS、あるいは IGBT における VGE=VCE の条件でのしきい値電圧測定パスを設定します。

この測定パス設定は ERPFDP コマンド、もしくは ERCMAIO コマンドによって解除されます。

実行条件

ERMOD 32 コマンドと ERMOD 4 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1272A 制御モードと N1265A 制御モードに設定されていること。

高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

シンタックス

```
ERCMAPFGD
```

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERCMAPFGD"
```

ERHPA

Keysight N1258A/N1259A モジュール・セレクタの入力に接続されている測定リソースを指定します。

実行条件

ERMOD 2 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1258A/N1259A 制御モードに設定されていること。

シンタックス

```
ERHPA hvsmu,hcsmu,hpsmu
```

パラメータ

hvsmu : HVSMU 入力に接続されている HVSMU のチャネル番号（Keysight N1266A エクスパンダを経由する HVSMU/HVMCU の場合も）

hcsmu : HCSMU 入力に接続されている HCSMU または DHCSMU のチャネル番号

smu : HPSMU 入力に接続されている MPSMU または HPSMU のチャネル番号

有効なチャネル番号は 1 から 10、または 101 から 1001。整数式。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

対応するモジュールが装着されていない場合は 0 を入力します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHPA 7,5,3"
```

ERHPA?

Keysight N1258A/N1259A モジュール・セレクタの入力に接続されている測定リソースのチャネル番号を返します。

シンタックス

```
ERHPA?
```

レスポンス

```
hvsmu,hcsmu,hpsmu<CR/LF^EOI>
```

hvsmu : HVSMU 入力に接続されている HVSMU のチャネル番号（Keysight N1266A エクスパンダを経由している場合も）

hcsmu : HCSMU 入力に接続されている HCSMU または DHCSMU のチャネル番号

smu : HPSMU 入力に接続されている MPSMU または HPSMU のチャネル番号

チャネル番号は 1 から 10、または 101 から 1001。整数式。

対応するモジュールが装着されていない場合は 0 が返ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHPA?"
ENTER @B1500;A,B,C
```

ERHPE

Keysight N1258A モジュール・セレクタの外部リレー制御機能を有効・無効にします。「External Relay Control Output (p. 2-65)」を参照してください。

実行条件

ERMOD 2 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1258A/N1259A 制御モードに設定されていること。

シンタックス

```
ERHPE onoff
```

パラメータ

***onoff*:** 1（有効）または 0（無効、初期設定）、整数式。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHPE 1"
```

ERHPE?

Keysight N1258A モジュール・セレクタの外部リレー制御機能の状態を返します。

シンタックス

```
ERHPE?
```

レスポンス

onoff<CR/LF^EOI>

1（有効）または 0（無効）、整数式。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHPE?"
ENTER @B1500;A
```

ERHPL

Keysight N1258A/N1259A モジュール・セレクタのステータス・インジケータ（LED）を有効・無効にします。

実行条件

ERMOD 2 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1258A/N1259A 制御モードに設定されていること。

シンタックス

```
ERHPL onoff
```

パラメータ ***onoff*** **:** 1（有効、初期設定）または 0（無効、常時非点灯）、整数式。

ステートメント例
```
OUTPUT @B1500;"ERHPL 0"
```

ERHPL?

Keysight N1258A/N1259A モジュール・セレクタのステータス・インジケータ（LED）の状態を返します。

シンタックス
```
ERHPL?
```

レスポンス
onoff<CR/LF^EOI>

1（有効）または 0（無効、常時非点灯）、整数式。

ステートメント例
```
OUTPUT @B1500;"ERHPL?"
ENTER @B1500;A
```

ERHPP

Keysight N1258A/N1259A モジュール・セレクタの入出力パスの接続を設定します。

実行条件 ERMOD 2 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1258A/N1259A 制御モードに設定されていること。

シンタックス
```
ERHPP path
```

パラメータ ***path*** **:** 入出力パスの接続。整数式。0、1、2、3、または 4。

0: 非接続、開放、初期設定。

1: HVSMU ポートに接続

2: HCSMU ポートに接続

3: HPSMU ポートに接続

4: HVSMU ポートに接続、かつ直列抵抗も接続

ステートメント例
```
OUTPUT @B1500;"ERHPP 3"
```

ERHPP?

Keysight N1258A/N1259A モジュール・セレクタの入出力パスの接続状態を返します。

シンタックス　ERHPP?

レスポンス　*path*<CR/LF^EOI>

入出力パスの接続状態。整数式。0、1、2、3、または 4。

0: 非接続、開放

1: HVSMU ポートに接続

2: HCSMU ポートに接続

3: HPSMU ポートに接続

4: HVSMU ポートに接続、かつ直列抵抗も接続

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHPP?"
ENTER @B1500;A
```

ERHPQG

Keysight N1274A オンウェハ・ゲートチャージ測定アダプタの測定入出力モードを設定します。

測定入出力モードに対応した測定パスの切り替えは Keysight N1258A モジュール・セレクタのリレー・コントロールを介して行われます。

実行条件　ERMOD 2 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1258A/N1259A 制御モードに設定されていること。

ERHPE 1 コマンドによって、N1258A の外部リレー制御機能が有効に設定されていること。

高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

シンタックス　ERHPQG *state*

パラメータ

state **:**　測定入出力モード。整数式。

0：オープン（初期設定）

1：ゲートチャージ測定モード

2：I/V 測定モード

state=0 の場合、N1274A の出力はオープンとなります。

state=1 の場合、N1274A の入出力パスは N1258A の入出力切り替えに応じて以下のパスに切り替わります。

- N1258A の出力がオープンの場合、N1274A の出力はオープンとなります。
- N1258A の出力がオープン以外の場合、N1274A の入出力はゲートチャージ測定パスとなり、N1258A の出力を N1274A の High 出力端子・Low 出力端子に出力します。
  N1258A の出力が HVSMU ポートの場合、HVSMU の出力は N1274A の High Sense 出力端子に出力されます。

state=2 の場合、N1274A の入出力パスは N1258A の入出力切り替えに応じて以下のパスに切り替わります。

- N1258A の出力がオープンの場合、N1274A の出力はオープンとなります。
- N1258A の出力がオープン以外の場合、N1274A の入出力は I/V 測定パスとなり、N1258A の出力を N1274A の High 出力端子・Low 出力端子に出力します。
  N1258A の出力が HVSMU ポートの場合、HVSMU の出力は N1274A の High Sense 出力端子に出力されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHPQG 1"
```

ERHPQG?

Keysight N1274A オンウェハ・ゲートチャージ測定アダプタの測定入出力モードを返します。

シンタックス

```
ERHPQG?
```

レスポンス

state<CR/LF^EOI>

state **:** 測定入出力モード。整数式。

0：オープン

1：ゲートチャージ測定モード

2：I/V 測定モード

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHPQG?"
ENTER @B1500;A
```

ERHPR

Keysight N1258A モジュール・セレクタの Relay control ピンの出力状態を設定します。「External Relay Control Output (p. 2-65)」を参照してください。

実行条件

ERMOD 2 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1258A/N1259A 制御モードに設定されていること。

ERHPE 1 コマンドによって、N1258A の外部リレー制御機能が有効に設定されていること。

シンタックス

```
ERHPR pin,state
```

パラメータ

***pin*:** Relay control ピン番号。整数式。1 から 6。

***state*:** 出力状態。整数式。0 または 1。

0：ロジカルオフ（0 V、サーキットコモン）、初期設定

1：ロジカルオン（12 V）

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHPR 1,1"
OUTPUT @B1500;"ERHPR 2,1"
```

ERHPR?

Keysight N1258A モジュール・セレクタの Relay control ピンの出力状態を返します。

シンタックス

```
ERHPR? pin
```

パラメータ

***pin*:** Relay control ピン番号。整数式。1 から 6。

レスポンス

state<CR/LF^EOI>

0（ロジカルオフ、0 V）または 1（ロジカルオン、12 V）、整数式。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHPR? 1"
ENTER @B1500;A
```

ERHPS

Keysight N1258A/N1259A モジュール・セレクタの HVSMU パス内蔵直列抵抗の接続を設定します。

実行条件

ERMOD 2 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1258A/N1259A 制御モードに設定されていること。

シンタックス

```
ERHPS onoff
```

パラメータ　***onoff*** **:**　1（接続）または 0（非接続、初期設定）、整数式。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHPS 1"
```

ERHPS?

Keysight N1258A/N1259A モジュール・セレクタの HVSMU パス内蔵直列抵抗の接続状態を返します。

シンタックス

```
ERHPS?
```

レスポンス

onoff<CR/LF^EOI>

HVSMU パス内蔵直列抵抗の接続状態。1（接続）または 0（非接続）、整数式。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHPS?"
ENTER @B1500;A
```

ERHVCA

Keysight N1266A HVSMU 電流エクスパンダの制御端子（V Control、I Control）に接続されている MC/HCSMU、および入力端子に接続されている HVSMU を特定します。

実行条件

高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

本コマンドによって特定されるチャネルに CL コマンドが実行されていること。

ERMOD 8 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1266A 制御モードに設定されていること。

シンタックス

```
ERHVCA vsmu,ismu,hvsmu
```

パラメータ

vsmu **:**　V Control 入力に接続された MC/HCSMU のスロット番号

ismu **:**　I Control 入力に接続された MC/HCSMU のスロット番号

hvsmu **:**　HVSMU 入力に接続された HVSMU のスロット番号

有効なスロット番号は 1 から 10。整数式。2 スロットを占有するモジュール（HVSMU、HCSMU）を指定するには、若いスロット番号を用いること。

モジュール指定を解除するには、0 を設定します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHVCA 3,4,9"
```

ERHVCA?

Keysight N1266A HVSMU 電流エクスパンダの制御端子（V Control、I Control）に接続されている MC/HCSMU、および入力端子に接続されている HVSMU のスロット番号を返します。

シンタックス

```
ERHVCA?
```

レスポンス

vsmu,*ismu*,*hvsmu*<CR/LF^EOI>

vsmu **:** V Control 入力に接続された MC/HCSMU のスロット番号

ismu **:** I Control 入力に接続された MC/HCSMU のスロット番号

hvsmu **:** HVSMU 入力に接続された HVSMU のスロット番号

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHVCA?"
ENTER @B1500;vsmu,ismu,hvsmu
```

ERHVCTST?

Keysight N1266A HVSMU 電流エクスパンダのセルフテストを実行し、結果を返します。コマンド実行後、ただちに結果を読み取ってください。

実行条件 ERHVCA コマンドが実行されていること。

シンタックス

```
ERHVCTST?
```

レスポンス

result<CR/LF^EOI>

0: パス

1: フェイル

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHVCTST?"
ENTER @B1500;result
```

ERHVP

Keysight N1266A HVSMU 電流エクスパンダの入出力パスの接続を設定します。

実行条件

高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

ERMOD 8 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1266A 制御モードに設定されていること。

シンタックス

```
ERHVP state
```

パラメータ

state **:** 入出力パスの接続。整数式。0、1、または 2。

0: 開放、初期設定。

1: HVSMU に接続

2: HVMCU に接続

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHVP 2"
```

ERHVP?

Keysight N1266A HVSMU 電流エクスパンダの入出力パスの接続状態を返します。

シンタックス

```
ERHVP?
```

レスポンス

state<CR/LF^EOI>

入出力パスの接続状態。0、1、または 2（ERHVP を参照）。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHVP?"
ENTER @B1500;pathHVMC
```

ERHVPV

性能試験実行時における Keysight N1266A HVSMU 電流エクスパンダの動作モードを設定します。

実行条件

ERMOD 8 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1266A 制御モードに設定されていること。

ERHVP 0 コマンドが実行されていること。

ERHVCA コマンドによって特定されるチャネルに CL コマンドが実行されていること。

シンタックス

```
ERHVPV state
```

パラメータ

state **:** 動作モード。整数式。0、1、または 2。

0: ノーマル・モード、初期設定。

1: HVMCU DC 出力モード

2: 容量充電モード

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHVPV 2"
```

ERHVS

Keysight N1266A HVSMU 電流エクスパンダの HVSMU パス内蔵直列抵抗の接続を設定します。

実行条件

ERMOD 8 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1266A 制御モードに設定されていること。

ERHVP 0 コマンドが実行されていること。

ERHVCA コマンドによって特定されるチャネルに CL コマンドが実行されていること。

シンタックス

```
ERHVS state
```

パラメータ

state **:** HVSMU パス内蔵直列抵抗の接続状態。整数式、0 または 1。

0: 非接続、初期設定。

1: 接続

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHVS 1"
```

ERHVS?

Keysight N1266A HVSMU 電流エクスパンダの HVSMU パス内蔵直列抵抗の接続状態を返します。

シンタックス

```
ERHVS?
```

レスポンス

state<CR/LF^EOI>

HVSMU パス内蔵直列抵抗の接続状態。0（非接続）または 1（接続）。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERHVS?"
ENTER @B1500;hvRHVMC
```

ERM

ディジタル I/O ポート（全 16 パス）の割り当てを変更します。トリガ・ポートの割り当て、および設定は変更しません。

*RST コマンド、デバイス・クリアはディジタル I/O ポートを出力ポートに設定し、ポート出力レベルを TTL High レベルにします。

実行条件

ディジタル I/O ポートの制御モードが直接制御（ERMOD 0）であること。

シンタックス

```
ERM port
```

パラメータ

port **:** I/O ポートの設定を 10 進数に変換した値。0 ～ 65535。

各ポートの設定は、以下の意味を持つ 0 または 1 で表します。

0：出力ポート

1：入力ポート

ステートメント例

ディジタル I/O ポート 0 ～ 7 のなかで、トリガ・ポート以外のポートを入力ポートに設定するには以下のコマンドを実行します。

```
OUTPUT @B1500;"ERM 255"
```

10 進値 255 はビット・パターン 0000000011111111 を意味します。

備考

コマンド実行後、入出力の割り当てが変更されたポートの出力レベルは TTL High レベルになります。

トリガ・ポートの割り当ては変更されません。

参照

ERMOD、ERC、ERS?

ERMOD

ディジタル I/O ポートの制御モードを選択します。

シンタックス

```
ERMOD mode[,option]
```

パラメータ

mode **:** 制御モード。整数式。0、1、2、4、8、または 16。

0：汎用制御モード、初期設定。

1：16440A セレクタ (B1500A-A04) 制御モード

2：N1258A/N1259A 制御モード

4：N1265A 制御モード

8：N1266A 制御モード

16：N1268A 制御モード

32：N1272A 制御モード

option **:** 制御モード指定の有効化／無効化。整数式。0 または 1。

0：モード無効。

1：モード有効。（省略時）

16440A 制御モードは、Keysight 16445A セレクタ・アダプタを介して Digital I/O コネクタに接続された 16440A SMU/PGU セレクタ (B1500A-A04) を簡単に制御するためのモードです。ERSSP、ERSSP? コマンドを使用します。

N1258A/N1259A 制御モードは、Keysight N1258A モジュール・セレクタまたは Keysight N1259A テスト・フィクスチャに内蔵されたモジュール・セレクタを簡単に制御するためのモードです。ERHPA、ERHPP、ERHPP? コマンドを使用します。

N1265A 制御モードは、Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャを簡単に制御するためのモードです。ERPFDA、ERPFDA?、ERPFDP、ERPFDP?、ERPFDS、ERPFDS?、ERPFGA、ERPFGA?、ERPFGP、ERPFGP?、ERPFGR、ERPFGR?、ERPFTEMP?、ERPFUHCA、ERPFUHCA?、ERPFUHCMAX? コマンドを使用します。

N1266A 制御モードは、Keysight N1266A HVSMU 電流エクスパンダを簡単に制御するためのモードです。ERHVCA、ERHVCA?、ERHVP、ERHVP?、ERHVPV、ERHVS、ERHVS? コマンドを使用します。

N1268A 制御モードは、Keysight N1268A 超高電圧エクスパンダを簡単に制御するためのモードです。ERUHVA、ERUHVA? コマンドを使用します。

N1272A 制御モードは、Keysight N1272A デバイス・キャパシタンス・セレクタを制御するためのモードです。

B1506A は超大電流エクスパンダ部とデバイス・キャパシタンス・セレクタ部を備えており、その制御には N1265A 制御モードと N1272A 制御モードを指定します。

B1507A はデバイス・キャパシタンス・セレクタ部を備えており、その制御には N1272A 制御モードを指定します。

汎用制御モードは、上記以外の装置を制御するためのモードです。ERM、ERS?、ERC、TGP を使用します。

備考

複数の装置を使用する場合、すべての装置に対応する ERMOD コマンドを実行します。例えば、N1265A、N1266A、N1268A を使用する場合、ERMOD 4、ERMOD 8、ERMOD 16 を実行します。これらコマンドの実行順に条件はありません。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERMOD 1"
```

ERMOD?

ディジタル I/O ポートの制御モードを返します。

シンタックス

```
ERMOD?
```

レスポンス

mode<CR/LF^EOI>

0：汎用制御モード

1：16440A セレクタ (B1500A-A04) 制御モード

2：N1258A/N1259A 制御モード

4：N1265A 制御モード

8：N1266A 制御モード

16：N1268A 制御モード

32：N1272A 制御モード

備考

複数の ERMOD コマンドが実行されている場合、*mode* 値の和が返ります。例えば、ERMOD 4、ERMOD 8、ERMOD 16 が実行されている場合は、*mode*=28 (=4+8+16) が返ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERMOD?"
ENTER @B1500;A
```

ERPFDA

Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャの Selector Input に接続されている測定リソースを特定します。

実行条件

高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

ERMOD 4 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1265A 制御モードに設定されていること。

シンタックス　ERPFDA *hvsmu,smu*

パラメータ

***hvsmu*：** Selector Input HVSMU 入力に接続された HVSMU のスロット番号（Keysight N1266A エクスパンダを経由する HVSMU/HVMCU の場合も）

***smu*：** Selector Input SMU 入力に接続された MP/HPSMU のスロット番号

有効なスロット番号は 1 から 10。整数式。2 スロットを占有するモジュール（HVSMU、HPSMU）を指定するには、若いスロット番号を用いること。

チャネル指定を解除するには 0 を設定します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERPFDA 6,0"
```

ERPFDA?

Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャの Selector Input に接続されている測定リソースのスロット番号を返します。

シンタックス　ERPFDA?

レスポンス　*hvsmu,smu*<CR/LF^EOI>

***hvsmu*：** Selector Input HVSMU 入力に接続された HVSMU のスロット番号（Keysight N1266A エクスパンダを経由する場合も）

***smu*：** Selector Input SMU 入力に接続された MP/HPSMU のスロット番号

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERPFDA?"
ENTER @B1500;hvSelUHC,smuSelUHC
```

ERPFDP

Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャのセレクタ入出力パスの接続状態を設定します。

実行条件　高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

ERMOD 4 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1265A 制御モードに設定されていること。

シンタックス　ERPFDP *state*

パラメータ

state **:** セレクタ入出力パスの接続。整数式。0、1、2、3、または 4。

0: すべて開放、初期設定。

1: Low 端子に UHCU Low を、High 端子に UHCU High を接続

2: Low 端子に GNDU を、High 端子に HVSMU/HVMCU を接続

3: Low 端子に GNDU を、High 端子に MP/HPSMU を接続

4: Low 端子に GNDU を接続、High 端子を開放

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERPFDP 1"
```

ERPFDP?

Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャのセレクタ入出力パスの接続状態を返します。

シンタックス

```
ERPFDP?
```

レスポンス

state<CR/LF^EOI>

セレクタ入出力パスの接続状態。0、1、2、3、または 4（ERPFDP を参照）。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERPFDP?"
ENTER @B1500;pathSelUHC
```

ERPFDS

Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャの HVSMU パス内蔵直列抵抗の接続状態を設定します。

実行条件

ERMOD 4 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1265A 制御モードに設定されていること。

ERPFDP 0 コマンドが実行されていること。

ERPFDA コマンドによって特定されるチャネルに CL コマンドが実行されていること。

シンタックス

```
ERPFDS state
```

パラメータ

state **:** HVSMU パス内蔵直列抵抗の接続状態。整数式、0 または 1。

0: 非接続、初期設定。

1: 接続

ステートメント例 `OUTPUT @B1500;"ERPFDS 1"`

ERPFDS?

Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャの HVSMU パス内蔵直列抵抗の接続状態を返します。

シンタックス `ERPFDS?`

レスポンス *state*<CR/LF^EOI>

HVSMU パス内蔵直列抵抗の接続状態。0（非接続）または 1（接続）。

ステートメント例
```
OUTPUT @B1500;"ERPFDS?"
ENTER @B1500;hvRUHC
```

ERPFGA

Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャの Gate 入力に接続されている MC/HCSMU を特定します。

実行条件 高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

ERMOD 4 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1265A 制御モードに設定されていること。

シンタックス `ERPFGA` *gsmu*

パラメータ ***gsmu*** **:** Gate 入力に接続されている MC/HCSMU のスロット番号

有効なスロット番号は 1 から 10。整数式。2 スロットを占有する HCSMU を指定するには、若いスロット番号を用いること。

チャネル指定を解除するには 0 を設定します。

備考 HCSMU 使用時の、設定可能な最大電流を以下に記します。

DC 出力：100 mA

パルス出力：1 A（デューティ比　最大 5 %）

ステートメント例 `OUTPUT @B1500;"ERPFGA 5"`

ERPFGA?

Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャの Gate 入力に接続されている MC/HCSMU のスロット番号を返します。

シンタックス `ERPFGA?`

レスポンス *gsmu*<CR/LF^EOI>

gsmu **:** Gate 入力に接続されている MC/HCSMU のスロット番号

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERPFGA?"
ENTER @B1500;gsmuUHC
```

ERPFGP

Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャの Gate 入力に接続されている MC/HCSMU 出力の接続状態を設定します。

実行条件 高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

ERMOD 4 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1265A 制御モードに設定されていること。

シンタックス `ERPFGP state`

パラメータ ***state*** **:** 接続状態。整数式、0 または 1。

0: 開放、初期設定。

1: 接続

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERPFGP 1"
```

ERPFGP?

Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャの Gate 入力に接続されている MC/HCSMU 出力の接続状態を返します。

シンタックス `ERPFGP?`

レスポンス *state*<CR/LF^EOI>

接続状態。0（開放）または 1（接続）。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERPFGP?"
ENTER @B1500;gpathUHC
```

ERPFGR

Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャの Gate パス内蔵直列抵抗の接続状態を設定します。

実行条件

ERMOD 4 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1265A 制御モードに設定されていること。

ERPFGP 0 コマンドが実行されていること。

シンタックス

```
ERPFGR state
```

パラメータ

state **:** Gate パス内蔵直列抵抗の接続状態。整数式。0、10、100、または 1000。

0: 0 Ω

10: 10 Ω

100: 100 Ω

1000: 1000 Ω

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERPFGR 100"
```

ERPFGR?

Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャの Gate パス内蔵直列抵抗の接続状態を返します。

シンタックス

```
ERPFGR?
```

レスポンス

state<CR/LF^EOI>

Gate パス内蔵直列抵抗の接続状態。0、10、100、または 1000（ERPFGR を参照）。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERPFGR?"
ENTER @B1500;gateR
```

ERPFQG

Keysight B1506A のゲートチャージ測定制御モードを有効／無効にします。

実行条件

ERMOD 4 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1265A 制御モードに設定されていること。

高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

シンタックス

```
ERPFQG state
```

パラメータ

state **:** ゲートチャージ測定制御モードの設定。整数式。

0: 無効（初期設定）

1: 有効

state=0 の場合、AUX 出力端子からの MCSMU 出力は Kelvin 接続となります。

state=1 の場合、AUX 出力端子からの MCSMU 出力は Non Kelvin 接続となります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERPFQG 1"
```

ERPFQG?

Keysight B1506A のゲートチャージ測定制御モードの有効／無効を返します。

シンタックス

```
ERPFQG?
```

レスポンス

state<CR/LF^EOI>

state **:** ゲートチャージ測定制御モードの設定。整数式。

0: 無効

1: 有効

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERPFQG?"
ENTER @B1500;A
```

ERPFTEMP?

Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャの K Thermocouple 端子に接続された熱電対（N1265A-041）を用いて測定された温度を返します。

実行条件 ERMOD 4 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1265A 制御モードに設定されていること。

シンタックス `ERPFTEMP? chnum`

パラメータ ***chnum*** **:** K Thermocouple 端子番号。整数式。1 または 2。

レスポンス *value*<CR/LF^EOI>

測定温度（℃）。数式。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERPFTEMP? 1"
ENTER @B1500;Temp1
```

ERPFUHCA

Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャの制御端子（V Control、I Control）に接続されている MC/HCSMU を特定します。

実行条件 高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

本コマンドによって特定されるチャネルに CL コマンドが実行されていること。

ERMOD 4 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1265A 制御モードに設定されていること。

シンタックス `ERPFUHCA vsmu,ismu`

パラメータ ***vsmu*** **:** V Control 入力に接続されている MC/HCSMU のスロット番号

ismu **:** I Control 入力に接続されている MC/HCSMU のスロット番号

有効なスロット番号は 1 から 10。整数式。2 スロットを占有する HCSMU を指定するには、若いスロット番号を用いること。

チャネル指定を解除するには 0 を設定します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERPFUHCA 3,4"
```

ERPFUHCA?

Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャの制御端子（V Control、I Control）に接続されている MC/HCSMU のスロット番号を返します。

シンタックス ERPFUHCA?

レスポンス *vsmu*,*ismu*<CR/LF^EOI>

vsmu **:** V Control 入力に接続されている MC/HCSMU のスロット番号

ismu **:** I Control 入力に接続されている MC/HCSMU のスロット番号

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERPFUHCA?"
ENTER @B1500;vsmuUHC,ismuUHC
```

ERPFUHCCAL?

Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャのセルフキャリブレーションを実行し、結果を返します。コマンド実行後、ただちに結果を読み取ってください。

実行条件 ERPFUHCA コマンドが実行されていること。

シンタックス ERPFUHCCAL?

レスポンス *result*<CR/LF^EOI>

0: パス

1: フェイル

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERPFUHCCAL?"
ENTER @B1500;result
```

ERPFUHCMAX?

接続されている Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャがサポートする最大電流を返します。

実行条件 ERMOD 4 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1265A 制御モードに設定されていること。

シンタックス ERPFUHCMAX?

レスポンス *imax*<CR/LF^EOI>

N1265A が 1500 A オプション (N1265A-015) を装備している場合は 1500 が、そうでない場合は 500 が返ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERPFUHCMAX?"
ENTER @B1500;maxUHC
```

ERPFUHCTST?

Keysight N1265A 超大電流エクスパンダ／フィクスチャのセルフテストを実行し、結果を返します。コマンド実行後、ただちに結果を読み取ってください。

実行条件

ERPFUHCA コマンドが実行されていること。

シンタックス

```
ERPFUHCTST?
```

レスポンス

result<CR/LF^EOI>

0: パス

1: フェイル

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERPFUHCTST?"
ENTER @B1500;result
```

ERR?

エラー・コードを返します。エラー・コード 0 から 999 に対応しています。すべてのエラーに対応するには、ERRX? コマンドを使用してください。

シンタックス

```
ERR? [mode]
```

パラメータ

mode **:** エラー・コード出力モード。整数式。0（省略時設定）または 1。

0 : エラー・キュー（出力待ち列）の中身を読み取って、キューをクリアします。4 つのエラー・コードが発生順で返ります。

1 : エラー・キューの先頭からエラー・コード 1 つを読み取って、そのコードをキューから削除します。エラー・コード 1 つが返ります。

レスポンス

error_code,*error_code*,*error_code*,*error_code*<CR/LF^EOI>

または

error_code<CR/LF^EOI>

ERR? 1 コマンドのレスポンスを以下に記します。

- 0：正常状態。エラーは発生していません。
- *XYZ*：エラー *XYZ* (100 から 999) が発生しています。
- *aXYZ*：スロット *a* (1 から 9) でエラー *XYZ* が発生しています。
- 10*XYZ*：スロット 10 でエラー *XYZ* が発生しています。

例えば、スロット 1 でエラー 305 が発生している場合、ERR? 1 によって 1305 が返り、EMG? 305 によって "Excess current in HPSMU." が返ります。

対応外のエラーが検出された場合は、999 が返ります。EMG? 999 コマンドは、最後に検出されたエラーに関連するメッセージを返します。999 が返る場合は、ERRX? コマンドを用いてエラー・コード、エラー・メッセージの読み取りを行ってください。

エラー・コード、メッセージについては「5. エラー・メッセージ」を参照してください。

備考

このコマンドは、エラー・コード 4 つを保持可能なエラー・キューを使用します。このキューは ERRX? コマンドの実行によってクリアされます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERR?"
ENTER @B1500;A,B,C,D

OUTPUT @B1500;"ERR? 1"
ENTER @B1500;A
```

参照

EMG?、ERRX?

ERRX?

エラー・キュー（出力待ち列）の先頭からエラー・コード 1 つを読み取って、そのコードをキューから削除します。すべてのエラーに対応します。

シンタックス

```
ERRX? [mode]
```

パラメータ

***mode*：** エラー・コード出力モード。整数式。0（省略時設定）または 1。

0：エラー・コードと対応するメッセージを返します。

1：エラー・コードだけを返します。

レスポンス

error_code,*message*<CR/LF^EOI>

または

error_code<CR/LF^EOI>

message には、エラー・メッセージ（EMG? のレスポンスと同等）とカスタム・メッセージ（スロット番号などの補足情報）が含まれます。これらの情報はセミコロン（;）で区切られています。例えば、スロット 1 でエラー 305 が発生している場合、次のレスポンスが返ります。

```
305,"Excess current in HPSMU.; SLOT1"
```

エラーが発生していない場合は、`0,"No Error."` が返ります。

エラー・コード、メッセージについては「5. エラー・メッセージ」を参照してください。

備考

このコマンドは、エラー・コード 30 個を保持可能なエラー・キューを使用します。このキューは ERR? コマンドの実行によってクリアされます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERRX?"
ENTER @B1500;A,B$

OUTPUT @B1500;"ERRX? 1"
ENTER @B1500;A
```

参照

EMG?、ERR?

ERS?

ディジタル I/O ポート（16 パス）の状態を返します。

実行条件

ディジタル I/O ポートの制御モードが直接制御（ERMOD 0）であること。

シンタックス

```
ERS?
```

レスポンス

pattern<CR/LF^EOI>

I/O ポートの状態を 10 進数に変換した値が返ります。

各ポートの状態は、以下の意味を持つ 0 または 1 で表されます。

0：TTL High レベル（約 2.4 V）

1：TTL Low レベル（約 0.8 V）

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERS?"
ENTER @B1500;A
PRINT "Port Status=";A
```

例えば、ポート 0 ～ 7 が Low レベル、ポート 8 ～ 15 が High レベルであれば、255 (0000000011111111) が返ります。

参照 ERMOD、ERC、ERM

ERSSP

Keysight 16440A SMU/PGU セレクタ (B1500A-A04) の入出力パスの接続状態を設定します。セレクタの出力ポート毎に設定します。

実行条件 ERMOD 1 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが 16440A 制御モードに設定されていること。

シンタックス

```
ERSSP port,status
```

パラメータ

port: SMU/PG セレクタの出力ポート。整数式。

0：1 台目のセレクタの出力 1

1：1 台目のセレクタの出力 2

2：2 台目のセレクタの出力 1

3：2 台目のセレクタの出力 2

status: 入出力パスの接続状態。整数式。

0：All open。接続なし。初期設定。

1：SMU on。SMU 入力側に接続。

2：PGU on。PGU 入力側に接続。

3：PGU open。PGU on パス上にある半導体リレーを開放。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERMOD 1"
OUTPUT @B1500;"ERSSP 0,2"
```

参照 ERMOD

ERSSP?

Keysight 16440A SMU/PGU セレクタ (B1500A-A04) の入出力パスの接続状態を返します。

シンタックス

```
ERSSP? port
```

パラメータ

***port*:** SMU/PG セレクタの出力ポート。整数式。

0：1 台目のセレクタの出力 1

1：1 台目のセレクタの出力 2

2：2 台目のセレクタの出力 1

3：2 台目のセレクタの出力 2

レスポンス

status<CR/LF^EOI>

0：All open

1：SMU on

2：PGU on

3：PGU open

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERSSP? 1"
ENTER @B1500;A
```

参照

ERMOD

ERUHVA

Keysight N1268A 超高電圧エクスパンダの制御端子（V Control、I Control）にに接続されている MC/HCSMU を特定します。

実行条件

高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

本コマンドによって特定されるチャネルに CL コマンドが実行されていること。

ERMOD 16 コマンドによって、ディジタル I/O ポートが N1268A 制御モードに設定されていること。

シンタックス

ERUHVA *vsmu*,*ismu*

パラメータ

***vsmu*：** V Control 入力に接続されている MC/HCSMU のスロット番号

***ismu*：** I Control 入力に接続されている MCSMU のスロット番号

有効なスロット番号は 1 から 10。整数式。2 スロットを占有する HCSMU を指定するには、若いスロット番号を用いること。

チャネル指定を解除するには 0 を設定します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERUHVA 3,4"
```

ERUHVA?

Keysight N1268A 超高電圧エクスパンダの制御端子（V Control、I Control）にに接続されている MC/HCSMU のスロット番号を返します。

シンタックス

```
ERUHVA?
```

レスポンス

vsmu, *ismu*<CR/LF^EOI>

vsmu **:** V Control 入力に接続されている MC/HCSMU のスロット番号

ismu **:** I Control 入力に接続されている MCSMU のスロット番号

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ERUHVA?"
ENTER @B1500;vsmuUHV,ismuUHV
```

FC

MFCMU の出力信号周波数を設定します。

実行条件

指定する MFCMU に対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

シンタックス

```
FC chnum,freq
```

パラメータ

chnum **:** MFCMU ソース・チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

freq **:** 周波数（Hz）。数式。Table 4-18 (p. 4-30) を参照してください。

1000（1 kHz、初期設定）～ 5000000（5 MHz）

設定分解能：1 mHz（1 kHz ～）、10 mHz（10 kHz ～）、0.1 Hz（100 kHz ～）または 1 Hz（1 MHz ～ 5 MHz）。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"FC 7,1000000"
```

FL

SMU フィルタの接続をチャネル毎に設定します。

フィルタは SMU に搭載されています。フィルタはスパイク、オーバーシュートのない、きれいな出力を行うのに有効です。

シンタックス

```
FL mode[,chnum[,chnum...[,chnum]...]]
```

10 チャネルまで設定可能。

パラメータ

mode **:** フィルタの状態。整数式。

0：接続解除。初期設定。

1：接続。

chnum **:** SMU チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

chnum を設定しなかった場合は、すべての SMU に対して同じ *mode* を設定します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"FL 1"
OUTPUT @B1500;"FL 0,1,3,5"
```

FMT

出力データ・バッファをクリアして、データ出力フォーマットを設定します。「データ出力フォーマット (p. 1-26)」を参照してください。このコマンドを実行しない場合、FMT1,0 の実行と同じ設定になります。

クエリ・コマンドの出力データは FMT コマンドの設定に係わらず、ASCII フォーマットでクエリ・バッファに置かれます。

NOTE

このコマンドと他コマンドをひとつのステートメントで B1500 に送ることはできません。

シンタックス

```
FMT format[,mode]
```

パラメータ

format **:** データ出力フォーマット。整数式。1 ～ 25。Table 4-24 を参照してください。

mode **:** データ出力モード。整数式。0 ～ 10。Table 4-25 を参照してください。測定データと共に出力されるデータの選択を行います。*mode* を設定しない場合、測定データだけが出力されます。

サンプリング測定において、0 以外の値を *mode* に設定すると、サンプリング・インデックスも出力されます。

Table 4-24 **FMT format パラメータ**

format	データ・フォーマット	ターミネータ
1 [a]	ASCII（データ 12 桁、ヘッダ付き）	<CR/LF^EOI>
2 [a]	ASCII（データ 12 桁、ヘッダなし）	<CR/LF^EOI>
3 [a]	4 バイト バイナリ	<CR/LF^EOI>
4 [a]	4 バイト バイナリ	<^EOI>
5 [a]	ASCII（データ 12 桁、ヘッダ付き）	,
11	ASCII（データ 13 桁、ヘッダ付き）	<CR/LF^EOI>
12	ASCII（データ 13 桁、ヘッダなし）[b]	<CR/LF^EOI>
13	8 バイト バイナリ	<CR/LF^EOI>
14	8 バイト バイナリ	<^EOI>
15	ASCII（データ 13 桁、ヘッダ付き）	,
21	ASCII（データ 13 桁、ヘッダ付き）[b]	<CR/LF^EOI>
22	ASCII（データ 13 桁、ヘッダなし）[b]	<CR/LF^EOI>
25	ASCII（データ 13 桁、ヘッダ付き）[b]	,

a. Keysight 4142B データ・フォーマット互換。
b. Keysight 4155/4156 FLEX モードの ASCII データと互換。

12 桁のデータは `sn.nnnnnEsnn`、`snn.nnnnEsnn`、または `snnn.nnnEsnn`。

13 桁のデータは `sn.nnnnnnEsnn`、`snn.nnnnnEsnn`、または `snnn.nnnnEsnn`。

ここで `s` は + または -、`E` は指数記号、`n` は数字 1 桁を表しています。

NOTE

データ出力フォーマットを 4 バイト バイナリに設定した場合は、タイムスタンプ機能を使用することはできません。

Table 4-25 **FMT mode パラメータ**

mode	測定データと共に出力されるソース・データ
0	なし。省略時設定。測定データだけが返ります。
1	主掃引源の出力データが返ります。
2	MM2、MM5 に有効。 WSI/WSV が設定する同期掃引源の出力データが返ります。
1 ～ 10	MM16、MM27、MM28 に有効。 WNX、MCPNX、MCPWNX が設定する掃引源のデータが返ります。*mode* にはソース・データを出力したい掃引チャネルのソース番号（1 ～ 10）を設定します。ソース番号については上記設定コマンドの説明を参照してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"FMT 1"
OUTPUT @B1500;"FMT 2,1"
```

HSS

HP/MP/HRSMU の応答モードを設定します。

SMU の動作時間の設定を行うコマンド（WAT など）も参照してください。

シンタックス

```
HSS mode
```

パラメータ

mode **:** 応答モードの設定。整数式。

0: ノーマル・モード（初期設定）
通常の測定では、このモードを使用してください。

1: 高速モード
このモードでは仕様を満たしません。また、このモードで測定したデータは、ノーマル・モードで測定したデータと相関がとれない可能性があります。特別な高速測定を行う場合にだけ使用し、終了後はノーマル・モードに戻してください。

ノーマル・モードに戻すには、HSS 0 あるいは MM10 または MM26 を実行してください。*RST コマンドではノーマル・モードに戻りません。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"HSS 1"
```

HVSMUOP

HVSMU の出力設定範囲を指定します。

HVSMU 複数構成の場合に、全ての HVSMU の出力設定範囲を揃えるために使用します。

実行条件

全ての HVSMU チャネルの電圧設定が 0 V もしくはチャネルが無効になっていること。

高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

シンタックス

```
HVSMUOP mode
```

パラメータ

mode **:** 出力設定範囲の設定。整数式。

1: 単チャネル・モード（初期設定）

2: ±1500V モード

3: +3000V モード

4: –3000V モード

mode=1 の場合、0 V 以外の電圧もしくは –4 mA ～ +4 mA の範囲を超える電流を同時に設定可能な HVSMU チャネルは 1 チャネルとなり、そのチャネルに設定可能な出力範囲は HVSMU が構成に一台のみ含まれる場合と同じです。

mode=2 の場合、全ての HVSMU チャネルに設定可能な出力範囲は –1500 V ～ 0 V、–8 mA ～ 0 mA および 0 V ～ +1500 V、0 mA ～ +8 mA となります。

mode=3 の場合、全ての HVSMU チャネルに設定可能な出力範囲は 0 V ～ +3000 V、0 mA ～ +4 mA となります。

mode=4 の場合、全ての HVSMU チャネルに設定可能な出力範囲は –3000 V ～ 0 V、–4 mA ～ 0 mA となります。

有効になっている HVSMU チャネルの *mode* 変更後の状態は IN コマンドで設定される状態と同じになります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"HVSMUOP 2"
```

HVSMUOP?

HVSMU の出力設定範囲を返します。

シンタックス HVSMUOP?

レスポンス *mode*<CR/LF^EOI>

***mode* :** 出力設定範囲の設定。整数式。

1: 単チャネル・モード（初期設定）

2: ±1500V モード

3: +3000V モード

4: –3000V モード

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"HVSMUOP?"
ENTER @B1500;A
```

*IDN?

モデル番号とファームウェアのレビジョン番号を返します。

シンタックス *IDN?

レスポンス *manufacturer*,*model*,0,*revision*<CR/LF^EOI>

レスポンス	説明	
manufacturer	Agilent Technologies	Keysight Technologies
model	B1500A または B1505A	B1506A または B1507A
revision	レビジョン番号。例：A.04.03.2010.0130	

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"*IDN?"
ENTER @B1500;A$
```

レスポンス例 Agilent Technologies,B1500A,0,A.04.03.2010.0130

IMP

MFCMU によるインピーダンス測定パラメータを設定します。次のコマンドまたは測定モードに有効です。MFCMU は 2 つのパラメータを測定することができます。

- TC コマンド

- TTC コマンド
- スポット C 測定（MM17）
- CV（DC バイアス）掃引測定（MM18）
- パルス・スポット C 測定（MM19）
- パルス掃引 CV 測定（MM20）
- C-f 掃引測定（MM22）
- CV（AC レベル）掃引測定（MM23）
- C-t サンプリング測定（MM26）

実行条件

バイナリ・フォーマットでデータを出力する場合（FMT3、FMT4、FMT13、FMT14 コマンド）、このコマンドを使用することはできません。

この場合、測定パラメータには次の組合せのどちらか一方、値のオーバーフローを起こさない組合わせが自動的に選択されます。

- R（レジスタンス、Ω）と X（リアクタンス、Ω）
- G（コンダクタンス、S）と B（サセプタンス、S）

シンタックス

```
IMP mode
```

パラメータ

***mode*：** 測定モード。1 から 402。整数式。Table 4-16 (p. 4-29) を参照してください。

初期設定：*mode*=100（Cp-G 測定）

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"IMP 10"
```

IN

指定されたチャネルの出力を 0 V にします。

シンタックス

```
IN [chnum[,chnum...[,chnum]...]]
```

15 チャネルまで設定可能。

パラメータ

***chnum*：** チャネル番号。整数式。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

複数の *chnum* を指定した場合は、指定順で 0 V 出力となります。

chnum を指定しない場合、SMU、SPGU、CMU の順番で全チャネルが 0 V 出力となります。ここで、SMU は出力レンジの高いチャネルから順に、SPGU は設定電圧の高いチャネルから順に 0 V 出力となります。

備考

IN コマンド実行後のモジュールの設定は次のようになります。

SMU の設定項目	設定値	MFCMU の設定項目	設定値
出力モード	電圧	DC バイアス	0 V
出力電圧	0 V	AC レベル	0 V
電圧レンジ	20 V	出力信号周波数	1 kHz
電流コンプライアンス	100 µA	測定レンジ	50 Ω
電流レンジ	100 µA	**SPGU の設定項目**	**設定値**
フィルタ	変更なし	出力モード	DC
直列抵抗	変更なし	出力電圧	0 V

コマンド実行後は、アイドル状態に対する追加消費電力はありません。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"IN"
OUTPUT @B1500;"IN 1,2,3,5,6"
```

INTLKVTH

インターロック開放時の許容電圧を設定します。インターロック回路が開放されている場合、B1500 の出力電圧およびコンプライアンス電圧は、この設定値を超えることができません。設定は不揮発性メモリに保存されます。このコマンドが再度送られるまで、設定は変更されません。

シンタックス

```
INTLKVTH voltage
```

パラメータ

voltage **:** インターロック開放時の許容電圧。0 または 42。数式。

0：最大 0 V

42：最大 ±42 V（工場出荷時の設定）

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"INTLKVTH 0"
```

INTLKVTH?

インターロック開放時の許容電圧の設定値を返します。

シンタックス

```
INTLKVTH?
```

レスポンス

voltage<CR/LF^EOI>

0（最大 0 V）または 42（最大 ±42 V）。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"INTLKVTH?"
ENTER @B1500;Vintlk
```

LGI

リニア・サーチ測定（MM14）における電流モニタ・チャネルを設定します。このコマンドの設定は、LGV コマンドの設定をクリアし、LGV コマンドによってクリアされます。

このコマンドは RI コマンドの設定を無視します。

シンタックス

```
LGI chnum,mode,range,target
```

パラメータ

chnum **:** SMU サーチ・モニタ・チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode **:** サーチ・モード。整数式。

0 : 測定値 ≤ *target* になったらサーチ終了。その点がサーチ結果。

1 : 測定値 ≥ *target* になったらサーチ終了。その点がサーチ結果。

range **:** レンジング・タイプ。整数式。測定レンジは *target* 値を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-3 (p. 4-19) を参照してください。

target**:** サーチ・ターゲット電流（A）。数式。

0 ～ ±0.1 A (MPSMU/HRSMU/MCSMU)
0 ～ ±1 A (HPSMU/HCSMU)
0 ～ ±2 A (DHCSMU)
0 ～ ±0.008 A (HVSMU)

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"LGI 0,1,14,1E-6"
```

LGV

リニア・サーチ測定（MM14）における電圧モニタ・チャネルとそのパラメータを設定します。このコマンドの設定は、LGI コマンドの設定をクリアし、LGI コマンドによってクリアされます。

このコマンドは RV コマンドの設定を無視します。

シンタックス

```
LGV chnum,mode,range,target
```

パラメータ

chnum : SMU サーチ・モニタ・チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode : サーチ・モード。整数式。

0：測定値 ≤ *target* になったらサーチ終了。その点がサーチ結果。

1：測定値 ≥ *target* になったらサーチ終了。その点がサーチ結果。

range : レンジング・タイプ。整数式。測定レンジは *target* 値を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-2 (p. 4-17) を参照してください。

target : サーチ・ターゲット電圧（V）。数式。

0 ～ ±100 V (MPSMU/HRSMU)
0 ～ ±200 V (HPSMU)
0 ～ ±30 V (MCSMU)
0 ～ ±40 V (HCSMU/DHCSMU)
0 ～ ±3000 V (HVSMU)

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"LGV 1,2,12,3"
```

LIM

SMU の最大出力制限値を設定します。設定値は全 SMU に適用されます。また、LIM コマンドが再実行されるまで保持されます。*RST、電源オフによって初期化されません。

シンタックス

```
LIM mode,limit
```

パラメータ

mode **:** 制限値設定モード。1 または 2。整数式。

1：電圧出力制限

2：電流出力制限

limit **:** 出力制限値（V または A）。数式。

電圧制限値：200 V ～ 10000 V（初期設定）、100 V 分解能

電流制限値：1 A ～ 1500 A（初期設定）、1 A 分解能

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"LIM 1,1500"
```

LIM?

SMU に設定されている最大出力制限値を返します。

シンタックス

```
LIM? mode
```

パラメータ

mode **:** 出力制限値のタイプ。1 または 2。整数式。

1：電圧制限値

2：電流制限値

レスポンス

limit<CR/LF^EOI>

電圧制限値 (V) または電流制限値 (A)。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"LIM? 1"
ENTER @B1500;Limit
```

LMN

MFCMU の AC/DC 電圧モニタとそのデータ出力を有効／無効にします。

このコマンドはスポット C（MM17）、DC バイアス掃引（MM18）、周波数掃引（MM22）、AC レベル掃引（MM23）に有効です。

シンタックス

```
LMN mode
```

パラメータ

mode **:** データモニタ、出力モード。整数式。0 または 1。

0：データモニタ、出力を無効にします。初期設定。

1：データモニタ、出力を有効にします。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"LMN 1"
```

LOP?

全モジュールの動作状態を返します。

シンタックス

```
LOP?
```

レスポンス

```
LOP stat1,stat2,stat3,stat4,stat5,stat6,stat7,stat8,stat9,stat10<CR/LF^EOI>
```

変数 *stat1* から *stat10* はそれぞれスロット 1 から 10 に装着されているモジュールのステータスを、Table 4-26 に見られる 2 桁のステータス・コードで示します。

装着されたモジュールが HPSMU である場合は 2 つの変数が返されて、先頭の変数に 00、次の変数にステータスが返ります。例えばスロット 1 ～ 2 に装着された HPSMU だけを使用し、それが電圧コンプライアンスに達している場合は LOP00,11,00,00,00,00,00,00,00,00 が返ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"LOP?"
ENTER @B1500;A$
```

Table 4-26 LOP? のレスポンス

ステータスコード	説明
00	モジュール未装着、または出力スイッチ OFF 状態。
01	電圧印加中。コンプライアンスに達していません。
02	正の電流印加中。コンプライアンスに達していません。
03	負の電流印加中。コンプライアンスに達していません。
10	-
11	電圧コンプライアンスに達しています。
12	正の電流コンプライアンスに達しています。
13	負の電流コンプライアンスに達しています。
20	発振しています。
30	-

ステータスコード	説明
40	MFCMU が DC バイアスを印加しています。
51	MFCMU が NULL ループ・アンバランス状態です。
52	MFCMU が IV アンプ飽和状態です。

*LRN?

B1500 の設定（コマンド・パラメータの設定）を返します。

シンタックス

```
*LRN? type
```

ステートメント例

```
DIM A$[200]
OUTPUT @B1500;"*LRN? 1"
ENTER @B1500;A$
```

パラメータとレスポンス

***type* :** レスポンスのタイプを選択します。0 ～ 110 の整数が有効です。

type 値とレスポンスを以下に記します。

0 : 出力スイッチの状態（ON/OFF）を返します。

CN[*chnum*[,*chnum* . . . [,*chnum*] . . .]]<CR/LF^EOI>

chnum は出力スイッチが ON になっているチャネルの番号を返します。

すべての出力スイッチが OFF の場合：

CL<CR/LF^EOI>

1 ～ 10 : モジュールの出力ステータスを返します。

type 値にはモジュールのスロット番号を指定します。

SMU、出力スイッチが ON の場合：

DV *chnum*,*range*,*voltage*[,*Icomp*[,*comp polarity*[,*irange*]]]
<CR/LF^EOI>

または

DI *chnum*,*range*,*current*[,*Vcomp*[,*comp polarity*[,*vrange*]]]
<CR/LF^EOI>

range には出力レンジの現在の設定値が返ります。

SMU、出力スイッチが OFF の場合：

CL *chnum* <CR/LF^EOI>

CMU の場合：

DCV *chnum*,*voltage*;ACV *chnum*,*voltage*;FC *chnum*,*frequency* <CR/LF^EOI>

SPGU の場合：

CNX *chnum*[,*chnum*][;CL *chnum*]<CR/LF^EOI>

または

CL *chnum*[,*chnum*][;CNX *chnum*]<CR/LF^EOI>

CNX に続く *chnum* は出力スイッチが ON になっているチャネルの番号、CL に続く *chnum* は出力スイッチが OFF になっているチャネルの番号を返します。

30 : フィルタのステータス ON/OFF を返します。

FL0 [*off ch*[,*off ch* . . . [,*off ch*] . . .];
FL1 [*on ch*[,*on ch* . . . [,*on ch*] . .] <CR/LF^EOI>

すべてのフィルタが OFF の場合：

FL0<CR/LF^EOI>

すべてのフィルタが ON の場合：

FL1<CR/LF^EOI>

31 : TM、AV、CM、FMT、MM コマンドの設定を返します。

TM *trigger mode*;AV *number*[,*mode*];CM *auto calibration mode*;
FMT *output data format*,*output data mode*
[;MM *measurement mode*[,*chnum*[,*chnum*...[,*chnum*]...]]]
<CR/LF^EOI>

32 : 測定レンジの設定を返します。

RI *chnum*,*Irange*;RV *chnum*,*Vrange*
[;RI *chnum*,*Irange*;RV *chnum*,*Vrange*] . . . .
[;RI *chnum*,*Irange*;RV *chnum*,*Vrange*]<CR/LF^EOI>

33 : 階段波掃引測定の設定を返します。

WM *automatic sweep abort function*[,*output after sweep*];
WT *hold time*,*delay time*[,*step delay time*[,*S trig delay*[,*M trig delay*]]]
[;WV *chnum*,*mode*,*range*,*start*,*stop*,*nop*[,*Icomp* [,*pcomp*]]] または

[;WI *chnum*,*mode*,*range*,*start*,*stop*,*nop*[,*Vcomp*[,*pcomp*]]]
[;WSV *chnum*,*range*,*start*,*stop*[,*Icomp*[,*pcomp*]]] または
[;WSI *chnum*,*range*,*start*,*stop*[,*Vcomp*[,*pcomp*]]]<CR/LF^EOI>

34 : パルス出力源の設定を返します。

PT *hold time*,*pulse width*[,*pulse period*[,*trig delay*]]
[;PV *chnum*,*output range*,*base voltage*,*pulse voltage*[,*Icomp*]] または
[;PI *chnum*,*output range*,*base current*,*pulse current*[,*Vcomp*]]
[;PWV *chnum*,*mode*,*range*,*base*,*start*,*stop*,*nop*[,*Icomp*]] または
[;PWI *chnum*,*mode*,*range*,*base*,*start*,*stop*,*nop*[,*Vcomp*]]<CR/LF^EOI>

37 : 疑似パルス出力源の設定を返します。

BDM *detection interval*[,*mode*];
BDT *hold time*,*delay time*
[;BDV *chnum*,*range*,*start*,*stop*[,*Icomp*]]<CR/LF^EOI>

38 : ディジタル I/O ポートの情報を返します。

ERM *input pin*;ERC2,*value* <CR/LF^EOI>

40 : チャネルのマッピング情報を返します。

チャネルが他のチャネル番号にマップされている場合：

ACH *actual*,*program*[;ACH *actual*,*program*] ．．．．
[;ACH *actual*,*program*]<CR/LF^EOI>

マップされているチャネルがない場合：

ACH<CR/LF^EOI>

46 : SMU 測定動作モードの設定を返します。

CMM *chnum*,*mode*[;CMM *chnum*,*mode*] ．．．．
[;CMM *chnum*,*mode*]<CR/LF^EOI>

47 : サンプリング測定の設定を返します。

MSC *abort*,*post*;MT *h_bias*,interval,*number*,*h_base*;ML *mode*
[;MV *chnum*,*range*,*base*,*bias*,*comp*] または
[;MI *chnum*,*range*,*base*,*bias*,*comp*] または
[;MSP *chnum*[,*post* [,*base*]]]
:
<CR/LF^EOI>

49 : Quasi-static CV 測定の設定を返します。

QSM *abort*,*post*;QSL *data*,*compen*;QSZ *mode*
;QSO *mode*[,*chnum*[,*Vcomp*]]
;QSC *mode*
;QST *cinteg*,*linteg*,*hold*,*delay1*[,*delay2*]
;QSR *range*
[;QSV *chnum*,*mode*,*range*,*start*,*stop*,*cvoltage*,*step*[,*Icomp*]]
:
<CR/LF^EOI>

50 : リニア・サーチ測定の設定を返します。

LSM *abort*,*post*;LSTM *hold*,delay;LSVM *mode*
[;LGI *chnum*,*mode*,*Irange*,*Itarget*] または
[;LGV *chnum*,*mode*,*Vrange*,*Vtarget*]
[;LSV *chnum*,*range*,*start*,*stop*,*step*[,*Icomp*]] または
[;LSI *chnum*,*range*,*start*,*stop*,*step*[,*Vcomp*]]
[;LSSV *chnum*,*polarity*,*offset*[,*Icomp*]] または
[;LSSI *chnum*,*polarity*,*offset*[,*Vcomp*]]
<CR/LF^EOI>

51 : バイナリ・サーチ測定の設定を返します。

BSM *mode*,past;BST *hold*,delay;BSVM *mode*
[;BGI *chnum*,*mode*,*condition*,*Irange*,*Itarget*] または
[;BGV *chnum*,*mode*,*condition*,*Vrange*,*Vtarget*]
[;BSV *chnum*,*range*,*start*,*stop*[,*Icomp*]] または
[;BSI *chnum*,*range*,*start*,*stop*[,*Vcomp*]]
[;BSSV *chnum*,*polarity*,*offset*[,*Icomp*]] または
[;BSSI *chnum*,*polarity*,*offset*[,*Vcomp*]]
<CR/LF^EOI>

53 : SMU 直列抵抗のステータス ON/OFF を返します。

SSR *chnum*,*mode*[;SSR *chnum*,*mode*] ．．．．
[;SSR *chnum*,*mode*]<CR/LF^EOI>

54 : オート・レンジング・モードの設定を返します。

RM *chnum*,*mode*[,*rate*][;RM *chnum*,*mode*[,*rate*]] ．．．．
[;RM *chnum*,*mode*[,*rate*]]<CR/LF^EOI>

55 : 測定チャネルが使用する A/D コンバータの設定を返します。

AAD *chnum*,*type*;AAD *chnum*,2[;AAD *chnum*,*type*;AAD *chnum*,2] ．．．.[;AAD *chnum*,*type*;AAD *chnum*,2]<CR/LF^EOI>

56 : A/D コンバータのアベレージング、積分時間の設定を返します。

AIT0,*mode*,*time*;AIT1,*mode*,*time*;AIT2,*mode*,*time*;AZ *mode*<CR/LF^EOI>

57 : 出力／測定ウエイト時間の設定を返します。

WAT0,*set_set*;WAT1,*set_meas*<CR/LF^EOI>

58 : トリガ・ポートの設定を返します。

[TGP *port*,*terminal*,*polarity*,*type*]
[;TGP *port*,*terminal*,*polarity*,*type*] ．．．．
[;TGP *port*,*terminal*,*polarity*,*type*]
TGSI *mode*;TGXO *mode*;TGSO *mode*;TGMO *mode*<CR/LF^EOI>

59 : マルチ・チャネル掃引源の設定を返します。

WNX *n*,*chnum*,*mode*,*range*,*start*,*stop*[,*comp*[,*pcomp*]]
[;WNX *n*,*chnum*,*mode*,*range*,*start*,*stop*[,*comp*[,*pcomp*]]] ．．．．
[;WNX *n*,*chnum*,*mode*,*range*,*start*,*stop*[,*comp*[,*pcomp*]]]
<CR/LF^EOI>

マルチ・チャネル掃引源の設定をしていない場合：

WNX<CR/LF^EOI>

60 : タイムスタンプの設定を返します。

TSC *enable*<CR/LF^EOI>

61 : ディスプレイの設定を返します。

RED *enable*;
KLC *lock*;
DFM *format*;
SPA1,*param*;
SPA2,*param*;
MPA *param*;
SCH *chnum*;
MCH *chnum*<CR/LF^EOI>

62 : ASU の接続状態を返します。

SAP *chnum*,*path*[;SAP *chnum*,*path*] ．．．．
[;SAP *chnum*,*path*]<CR/LF^EOI>

63 : 1 pA オートレンジングの動作モードを返します。

SAR *chnum*,*mode*[;SAR *chnum*,*mode*] ．．．．
[;SAR *chnum*,*mode*]<CR/LF^EOI>

64 : ASU 接続状態インジケータの動作モードを返します。

SAL *chnum*,*mode*[;SAL *chnum*,*mode*] ．．．．
[;SAL *chnum*,*mode*]<CR/LF^EOI>

70 : MFCMU の測定モードを返します。

IMP *mode*<CR/LF^EOI>

71 : MFCMU のデータ出力モードを返します。

LMN *mode*<CR/LF^EOI>

72 : MFCMU の ADC の設定を返します。

ACT *mode*,*number*<CR/LF^EOI>

73 : MFCMU の測定レンジの設定を返します。

RC *chnum*,*mode*,*range*<CR/LF^EOI>

80 : SCUU 接続状態インジケータの動作モードを返します。

SSL *chnum*,*mode*<CR/LF^EOI>

81 : SCUU の接続状態を返します。

SSP *chnum*,*mode*<CR/LF^EOI>

90 : MFCMU の調整モードの設定を返します。

ADJ *chnum*,*mode*<CR/LF^EOI>

100 : CV（DC バイアス）掃引測定の設定を返します。

WMDCV *abort function*[,*output after sweep*];
WTDCV *hold*,*delay*[,*step delay*[,*S trig delay*[,*M trig delay*]]]
[;WDCV *chnum*,*mode*,*start*,*stop*,*nop*]<CR/LF^EOI>

101 : パルス・スポット C 測定またはパルス掃引 CV 測定の設定を返します。

PTDCV *hold*,*width*[,*period*[,*trig delay*]]
[;PDCV *chnum*,*base*,*peak*] or
[;PWDCV *chnum*,*mode*,*base*,*start*,*stop*,*step*]<CR/LF^EOI>

102 : C-f 掃引測定の設定を返します。

WMFC *abort post*;
WTFC *hold*,*delay*[,*step delay*[,*S trig delay*[,*M trig delay*]]]
[;WFC *chnum*,*mode*,*start*,*stop*,*step*]<CR/LF^EOI>

103 : CV（AC レベル）掃引測定の設定を返します。

WMACV *abort post*;
WTACV *hold*,*delay*[,*step delay*[,*S trig delay*[,*M trig delay*]]]
[;WACV *chnum*,*mode*,*start*,*stop*,*step*]<CR/LF^EOI>

104 : C-t サンプリング測定の設定を返します。

MTDCV *h_bias*,*interval*,*number*,*h_base*
[;MDCV *chnum*,*base*,*bias*,*post*]<CR/LF^EOI>

105 : マルチ・チャネル パルス・スポット測定の設定を返します。

MCPT *hold*,*period*,*Mdelay*,*average*[[;MCPNT *chnum*,*delay*,*width*]
．．．．[;MCPNX *n*,*chnum*,*mode*,*range*,*base*,*peak*[,*comp*]]] ．．．．
<CR/LF^EOI>

106 : マルチ・チャネル パルス掃引測定の設定を返します。

MCPT *hold*,*period*,*Mdelay*,*average*;MCPWS *mode*,*numOfStep*[
[;MCPNT *chnum*,*delay*,*width*] ．．．．
[;WNX *n*,*chnum*,*mode*,*range*,*start*,*stop*[,*comp*[,*pcomp*]]] ．．．．
[;MCPNX *n*,*chnum*,*mode*,*range*,*base*,*peak*[,*comp*]] ．．．．
[;MCPWNX *n*,*chnum*,*mode*,*range*,*base*,*start*,*stop*[,*comp*[,*pcomp*]]]]
．．．．<CR/LF^EOI>

110 : パラレル測定モードの設定を返します。

PAD *mode*<CR/LF^EOI>

LSI

リニア・サーチ測定（MM14）における電流出力チャネルを設定します。サーチ終了後、出力チャネルは LSM コマンドで設定したサーチ終了後出力値を出力します。

このコマンドは LSV、LSSI、LSSV コマンドの設定をクリアします。

このコマンドの設定は、LSV コマンドによってクリアされます。

実行条件

Vcomp 値がインターロック開放時の許容電圧を超える場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
LSI chnum,range,start,stop,step[,Vcomp]
```

パラメータ

***chnum* :** SMU サーチ出力チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

range : レンジング・タイプ。整数式。出力レンジは *start* 値と *stop* 値の両方を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-5 (p. 4-22) を参照してください。

start*, *stop : スタート、ストップ電流（A）。数式。測定リソースに応じてTable 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。*start* と *stop* には異なる値を設定してください。

step: ステップ電流（A）。数式。*start* < *stop* の場合は正、*start* > *stop* の場合は負の値を設定します。ステップ数が 1001 を越えないように設定してください。

Vcomp : 電圧コンプライアンス（V）。数式。測定リソースに応じてTable 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"LSI 1,0,0,1E-6,1E-8,10"
```

LSM

リニア・サーチ測定（MM14）の自動停止機能を設定します。自動停止機能は以下の条件が生じた時に測定を停止します。

- 測定チャネルがコンプライアンスに達した場合
- コンプライアンスに達したチャネルがある場合
- A/D コンバータがオーバーフローした場合
- 発振しているチャネルがある場合

さらに、測定終了後出力の設定も行います。測定が正常に終了した場合には、サーチ出力源は *post* が示す値を出力します。

自動停止機能によって測定が停止された場合には、サーチ出力源はスタート値を出力します。

シンタックス

```
LSM abort[,post]
```

パラメータ

abort : 自動停止機能。整数式。

1：機能を無効にします。初期設定。

2：機能を有効にします。

post : 測定が正常終了した場合の終了後出力値。整数式。

1：スタート値を出力します。初期設定。

2：ストップ値を出力します。

3：最終出力値を保持します。

省略した場合はスタート値を出力します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"LSM 2"
OUTPUT @B1500;"LSM 2,3"
```

LSSI

リニア・サーチ測定（MM14）に使用する同期電流出力源を設定します。同期出力源は以下の出力を行います。

同期出力値 = *polarity* × LSI 出力値 + *offset*

LSI 出力値は LSI コマンドによって設定されたサーチ出力チャネルの出力値を示します。

このコマンドの設定は LSV/LSI コマンドによってクリアされます。

実行条件

LSI コマンドが実行されていること。

Vcomp 値がインターロック開放時の許容電圧を超える場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
LSSI chnum,polarity,offset[,Vcomp]
```

パラメータ

***chnum*：** SMU 同期出力チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***polarity*：** LSI 出力に対する同期出力の極性。

0：負。同期出力値 = –LSI 出力値 + *offset*

1：正。同期出力値 = LSI 出力値 + *offset*

***offset*：** オフセット（A）。数式。測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。

サーチ出力源と同期出力源は同じ出力レンジを使用します。LSI コマンドに設定された出力レンジを確認してから同期出力源の出力を決定してください。

***Vcomp*：** 電圧コンプライアンス（V）。数式。省略した場合は以前の値が設定されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"LSSI 1,1,1E-6,5"
```

参照

ソース出力値、出力レンジ、設定可能なコンプライアンス値については測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。

LSSV

リニア・サーチ測定（MM14）に使用する同期電圧出力源を設定します。同期出力源は以下の出力を行います。

同期出力値 = *polarity* × LSV 出力値 + *offset*

LSV 出力値は LSV コマンドによって設定されたサーチ出力チャネルの出力値を示します。

このコマンドの設定は LSI/LSV コマンドによってクリアされます。

実行条件

LSV コマンドが実行されていること。

インターロック開放時の許容電圧を超える出力を行う場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
LSSV chnum,polarity,offset[,Icomp]
```

パラメータ

chnum : SMU 同期出力チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

polarity : LSV 出力に対する同期出力の極性。

0：負。同期出力値 = –LSV 出力値 + *offset*

1：正。同期出力値 = LSV 出力値 + *offset*

offset : オフセット（V）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。

サーチ出力源と同期出力源は同じ出力レンジを使用します。LSV コマンドに設定された出力レンジを確認してから同期出力源の出力を決定してください。

Icomp : 電流コンプライアンス（A）。数式。省略した場合は以前の値が設定されます。0 A を設定することはできません。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"LSSV 1,0,5,1E-6"
```

参照

ソース出力値、出力レンジ、設定可能なコンプライアンス値については測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。

LST?

プログラム・メモリのカタログ、あるいは指定されたプログラムの内容を ASCII フォーマットで返します。

シンタックス

```
LST? [pnum [,index [,size]]]
```

パラメータ

pnum **:** メモリ・プログラム番号。整数式。0 ～ 2000。省略時 0。

0 を設定するとプログラム・メモリのカタログを返します。これは LST? の実行と同じです。*index*、*size* パラメータは不要です。

index **:** 読み取りを開始するコマンドの位置。整数式。省略時 1。

1 はメモリ・プログラムの先頭のコマンドを示します。メモリ・プログラムの先頭コマンドは常に ST、最後のコマンドは常に END です。*index* に指定する数がメモリ・プログラム内のコマンド数よりも大きい場合は、END だけが返ります。

0 は特別な意味を持ちます。0 を設定するとメモリ・プログラム内のコマンド数を返します。空のプログラム・メモリの場合は 2（ST と END で 2）が返ります。

size **:** 読み取るコマンドの数。整数式。1 ～ 3000。省略時 3000。

index が示すコマンドから最後のコマンド（END）までのコマンド数が *size* 値以下である場合は、END を読み取った時点でコマンドの読み取りを終了します。

レスポンス

LST? または LST? 0 のレスポンス：

プログラム数 [,*pnum*[,*pnum* ... [,*pnum*]...]]<CR/LF^EOI>

LST? *pnum* [,*index* [,*size*]] のレスポンス：

```
ST pnum<CR/LF>
[ コマンド<CR/LF>]
[ コマンド<CR/LF>]
        :
[ コマンド<CR/LF>]
END<CR/LF^EOI>
```

プログラムの内容を読む場合、*index* パラメータが示す位置にあるコマンドを 1 つめとして、*size* パラメータが示す数のコマンドを読み取ります。*index*、*size* パラメータを省略すると、1 つめのコマンドから 3000 個までのコマンドを読み取ります。ST コマンドから END コマンドまでが 3000 個以内であれば、END で読み取りを終了します。ステートメント例を参照してください。この例では HP BASIC 言語を用いています。

ステートメント例

LST? の使用例：

```
DIM A$[100]
OUTPUT @B1500;"LST?"
ENTER @B1500;A$
PRINT A$
```

LST? *pnum* [,*index* [,*size*]] の使用例：

```
DIM A$[100]
P_num=1
!
OUTPUT @B1500;"LST?";P_num,0
ENTER @B1500;Num_c
Num_l=Num_c/3000
!
IF Num_c>3000 THEN
 C_index=1
 FOR I=1 TO INT(Num_l)
   OUTPUT @B1500;"LST?";P_num,C_index
   FOR N=1 TO 3000
     ENTER @B1500;A$
     PRINT A$
     C_index=C_index+1
   NEXT N
 NEXT I
 OUTPUT @B1500;"LST?";P_num,C_index
 LOOP
   ENTER @B1500;A$
   PRINT A$
 EXIT IF A$="END"
 END LOOP
ELSE
 OUTPUT @B1500;"LST?";P_num
 LOOP
   ENTER @B1500;A$
   PRINT A$
 EXIT IF A$="END"
 END LOOP
END IF
```

LSTM

リニア・サーチ測定（MM14）のホールド時間とディレイ時間を設定します。このコマンドを送らなかった場合、これらの値は 0 に設定されます。

シンタックス

```
LSTM hold,delay
```

パラメータ

hold **:** ホールド時間（秒）。サーチ測定開始から第 1 サーチ測定点におけるディレイ時間開始までの待ち時間。数式。

0 ～ 655.35 秒、0.01 秒ステップ。

delay **:** ディレイ時間（秒）。ステップ出力開始からステップ測定開始までの待ち時間。数式。

0 ～ 65.535 秒。0.0001 秒ステップ。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"LSTM 5,0.1"
```

LSV

リニア・サーチ測定（MM14）における電圧出力チャネルを設定します。サーチ終了後、出力チャネルは LSM コマンドで設定したサーチ終了後出力値を出力します。

このコマンドは LSI、LSSI、LSSV コマンドの設定をクリアします。

このコマンドの設定は、LSI コマンドによってクリアされます。

実行条件

インターロック開放時の許容電圧を超える出力を行う場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
LSV chnum,range,start,stop,step[,Icomp]
```

パラメータ

chnum **:** SMU サーチ出力チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

range **:** レンジング・タイプ。整数式。出力レンジは *start* 値と *stop* 値の両方を含む最小レンジに設定されます。レンジ変更が生じると、出力値が一瞬、0 V になるかもしれません。リミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-4 (p. 4-21) を参照してください。

start, stop **:** スタート、ストップ電圧（V）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。*start* と *stop* には異なる値を設定してください。

step **:** ステップ電圧（V）。数式。*start* < *stop* の場合は正、*start* > *stop* の場合は負の値を設定します。ステップ数が 1001 を越えないように設定してください。

***Icomp*：** 電流コンプライアンス（A）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。0 A を設定することはできません。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"LSV 1,0,0,20,.5,1E-6"
```

LSVM

リニア・サーチ測定（MM14）におけるデータ出力モードを設定します。

シンタックス

```
LSVM mode
```

パラメータ

***mode*：** データ出力モード。整数式。

0：*Data_search* だけを返します。初期設定。

1：*Data_search* と *Data_sense* を返します。

Data_search は LSI または LSV が設定するサーチ出力チャネルの出力値。

Data_sense は LGI または LGV が設定するモニタ・チャネルの測定値。

「データ出力フォーマット (p. 1-26)」を参照してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"LSVM 1"
```

MCC

MV、MI、または MSP コマンドによって定義されたサンプリング出力チャネルの設定をクリアします。このコマンドはサンプリング測定（MM10）に有効です。

シンタックス

```
MCC [chnum[,chnum...[,chnum[,chnum]]...]]
```

15 チャネルまで設定可能。

パラメータ

***chnum*：** 設定をクリアする出力のチャネル番号。整数式。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

chnum を指定しない場合は、全サンプリング出力チャネルに対して、設定のクリアが実行されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"MCC"
OUTPUT @B1500;"MCC 1,2,3"
```

MCPNT

マルチ・チャネル パルス・スポットまたは掃引測定（MM27、MM28）に使用するパルス出力チャネルのディレイ時間、パルス幅を設定します。

シンタックス

```
MCPNT chnum,delay,width
```

パラメータ

chnum **:** SMU パルス出力チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

delay **:** ディレイ時間（秒）。パルス周期の開始から遷移（ベースからピーク）開始までの時間。数式。測定リソースによって有効値が異なります。Table 4-27 を参照してください。

width **:** パルス幅（秒）。数式。測定リソースによって有効値が異なります。Table 4-27 を参照してください。

Table 4-27　　パラメータ *delay* と *width* の有効値

	HR/MP/ HPSMU	HCSMU /DHCSMU	MCSMU	HVSMU	UHCU	UHVU	HVMCU
delay	0	0 ～ *period*−*width* *period* は MCPT コマンドで設定します。 分解能：2 µs、初期値：0					
width	500 µs ～ 2 s 分解能：100 µs 初期値：1 ms HR/MP/ HPSMU の全チャネルに共通。	50 µs ～ 1 ms、デューティ比 最大 1 %（20 A レンジまたは 40 A レンジ） 50 µs ～ 2 s（他のレンジ） 分解能：2 µs 初期値：1 ms	10 µs ～ 100 ms、デューティ比 最大 5 %（1 A レンジ） 10 µs～2 s（他のレンジ） 分解能：2 µs 初期値：1 ms	500 µs～ 2 s 分解能：2 µs 初期値：1 ms	10 µs ～ 1 ms、デューティ比 最大 0.4 %（500 A レンジ） 10 µs～500 µs、デューティ比 最大 0.1 %（2000 A レンジ） 分解能：2 µs 初期値：500 µs	100 µs～1 ms（100 mA レンジ） 100 µs～2 s（他のレンジ） 分解能：2 µs 初期値：1 ms	10 µs ～ 1 ms（100 mA レンジ） 10 µs ～ 100 µs（1 A/2 A レンジ） 分解能：2 µs 初期値：100 µs

HRSMU、MPSMU、HPSMU の場合、delay を 0 に設定してください。また、測定リソース毎に異なる width を設定することはできません。異なる値が入力された場合は、最も長い width 値が設定されます。

MCPNX

マルチ・チャネル パルス・スポットまたは掃引測定（MM27、MM28）に使用するパルス・バイアス出力源とそのパラメータを設定します。

出力パルスおよび測定のタイミングを設定するには MCPT、MCPNT、AIT コマンドを使用します。

シンタックス

```
MCPNX N,chnum,mode,range,base,pulse[,comp]
```

パラメータ

***N*:** ソース番号。整数式。1 ～ 10。備考を参照してください。

***chnum*:** SMU パルス出力チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***mode*:** 出力タイプ。整数式。1 または 2。

1：電圧出力

2：電流出力

***range*:** レンジング・タイプ。整数式。

- 電圧出力（*mode*=1）：Table 4-4 (p. 4-21) を参照してください。
- 電流出力（*mode*=2）：Table 4-5 (p. 4-22) を参照してください。

base 値と *pulse* 値をカバーする最小レンジを使用してパルス出力を行います。リミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。

***base*, *pulse*:** パルス・ベース値、パルス・ピーク値（A または V）。数式。

- 電圧出力（*mode*=1）：測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-10 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-14 (p. 4-28)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。HVSMU の 3000 V レンジを使用する場合は、*base* と *pulse* を同じ極性に設定してください。
  UHVU を使用する場合にも *base* と *pulse* を同じ極性に設定してください。
- 電流出力（*mode*=2）：測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27)、Table 4-13 (p. 4-28) を参照してください。*base* と *pulse* を同じ極性に設定してください。

***comp*:** コンプライアンス（V または A）。数式。省略した場合は以前の値が設定されます。

- 電圧出力（*mode*=1）：測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-10 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-14 (p. 4-28)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。
- 電流出力（*mode*=2）：測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27)、Table 4-13 (p. 4-28) を参照してください。

コンプライアンスの極性は *comp* 値に依存しません。自動的に出力値と同じ極性に設定されます。出力値が 0 の場合、極性は正に設定されます。

備考

MCPNX、MCPWNX、WNX コマンドに設定する *N* 値と *chnum* 値はコマンド毎にユニークな値に設定します。もし同じ値でコマンドを実行すると、前のコマンドによる設定はクリアされて、最新のコマンドの設定が残ります。

WNX で設定された出力源が *N* 値の順に出力を開始し、続いて MCPNX、MCPWNX で設定された出力源が同時に出力を開始します。

複数の測定チャネルを使用する場合、全測定チャネルは同時に測定を開始します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"AIT 2,3,1E-3"
OUTPUT @B1500;"MCPT 1,5E-2,2E-2,1"
OUTPUT @B1500;"MCPNT 3,1E-2,2E-2"
OUTPUT @B1500;"MCPNX 1,3,1,0,0,5,1E-1"
```

MCPT

マルチ・チャネル パルス・スポットまたは掃引測定（MM27、MM28）のパラメータ（ホールド時間、パルス周期、測定タイミング、測定回数）を設定します。

シンタックス

```
MCPT hold[,period[,Mdelay[,average]]]
```

パラメータ

hold **:** ホールド時間（秒）。数式。0 ～ 655.35、10 ms ステップ。初期設定：0

period **:** パルス周期（秒）。数式。0、–1、または 5 ms ～ 5 s、0.1 ms ステップ。UHVU 使用時の最短パルス周期は 10 ms。初期設定：10 ms、省略時設定：0。t_0 = *delay* + *width*、ここで *delay* と *width* は MCPNT コマンドの設定パラメータ。

- *period* ≥ t_0 +2 ms (t_0 ≤ 100 ms の場合)
- *period* ≥ t_0 +10 ms (100 ms < t_0 の場合)
- *period*=–1：設定可能な最短周期に自動設定されます。
- *period*=0：次の値のうち、最も長い値に自動設定されます。
  - パルス幅とデューティ比から得られる最短周期
  - パルス周期 = 5 ms (t_0 ≤ 3 ms の場合)

- パルス周期 = t_0 + 2 ms (3 ms < t_0 ≤ 100 ms の場合)
- パルス周期 = t_0 + 10 ms (100 ms < t_0 の場合)

Mdelay : 測定タイミング（秒）。パルス周期の開始から測定開始までの時間。数式。2 µs ～ *period*–*N*–2 ms、2 µs ステップ。*N* は AIT コマンドに設定する実測定時間。初期設定：0、省略時設定：0。0 に設定すると、最初に立ち下がるパルスのピーク出力が終了する時点で測定が完了するように自動設定されます。

average : 1 測定データの取得（平均計算）に必要な測定の回数。整数式。1 ～ 1023。初期設定：1、省略時設定：1。

MCPWS

マルチ・チャネル パルス掃引測定（MM28）の掃引モード、掃引ステップ数を設定します。

シンタックス

```
MCPWS mode,step
```

パラメータ

mode : 掃引モード。整数式。

1：リニア掃引（シングル、*start* から *stop*）

2：ログ掃引（シングル、*start* から *stop*）

3：リニア掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

4：ログ掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

step : 掃引ステップ数。整数式。1 ～ 10001。

MCPWNX

マルチ・チャネル パルス掃引測定（MM28）に使用するパルス掃引出力源とそのパラメータを設定します。

出力パルスおよび測定のタイミングを設定するには MCPT、MCPNT、AIT コマンドを使用します。掃引モードと掃引ステップ数を設定するには MCPWS コマンドを使用します。

シンタックス

```
MCPWNX N,chnum,mode,range,base,start,stop[,comp[,Pcomp]]
```

パラメータ

N : ソース番号。整数式。1 ～ 10。備考を参照してください。

chnum : SMU パルス出力チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode **:** 出力タイプ。整数式。1 または 2。

1：電圧出力

2：電流出力

range **:** レンジング・タイプ。整数式。

- 電圧出力（*mode*=1）：Table 4-4 (p. 4-21) を参照してください。
- 電流出力（*mode*=2）：Table 4-5 (p. 4-22) を参照してください。

base、*start*、*stop* 値をカバーする最小レンジを使用してパルス出力を行います。リミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。

***base*, *start*, *stop*:** パルス・ベース値、パルス掃引スタート値、パルス掃引ストップ値（A または V）。数式。*start*=*stop* に設定すると SMU はパルス・バイアス源として動作します。

- 電圧出力（*mode*=1）：測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-14 (p. 4-28)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。ログ掃引あるいは HVSMU の 3000 V レンジを使用する場合、*base*、*start*、*stop* を同じ極性に設定してください。
  UHVU を使用する場合にも *base* と *pulse* を同じ極性に設定してください。
- 電流出力（*mode*=2）：測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27)、Table 4-13 (p. 4-28) を参照してください。*base*、*start*、*stop* を同じ極性に設定してください。

comp **:** コンプライアンス（V または A）。数式。省略した場合は以前の値が設定されます。

- 電圧出力（*mode*=1）：測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-14 (p. 4-28)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。
- 電流出力（*mode*=2）：測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27)、Table 4-13 (p. 4-28) を参照してください。

  • ログ掃引モードで *Pcomp* を設定しなかった場合、*base*、*start*、*stop* 値をカバーする最小レンジのコンプライアンス値が有効です。

コンプライアンスの極性は *comp* 値に依存しません。自動的に出力値と同じ極性に設定されます。出力値が 0 の場合、極性は正に設定されます。

Pcomp を設定した場合、出力レンジの設定に係わらず、その測定リソースの最大コンプライアンス値が有効です。

Pcomp **:** パワー・コンプライアンス（W）。数式。設定分解能 : 0.001 W。省略した場合、パワー・コンプライアンスは設定されません。パルス・ピークとベースの絶対値の大きい値を基準として動作します。HVSMU を使用する場合、このパラメータは無効です。

0.001 ～ 2 (MPSMU/HRSMU)、0.001 ～ 20 (HPSMU)、0.001 ～ 400 (HCSMU)、0.001 ～ 800 (デュアル HCSMU)、0.001 ～ 30 (MCSMU)、0.001 ～ 22500 (UHCU)、0.001 ～ 200 (UHVU)、0.001 ～ 600 (HVMCU)

備考

MCPNX、MCPWNX、WNX コマンドに設定する *N* 値と *chnum* 値はコマンド毎にユニークな値に設定します。もし同じ値でコマンドを実行すると、前のコマンドによる設定はクリアされて、最新のコマンドの設定が残ります。

WNX で設定された出力源が *N* 値の順に出力を開始し、続いて MCPNX、MCPWNX で設定された出力源が同時に出力を開始します。

複数の測定チャネルを使用する場合、全測定チャネルは同時に測定を開始します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"AIT 2,3,1E-3"
OUTPUT @B1500;"MCPT 1,5E-2,2E-2,1"
OUTPUT @B1500;"MCPNT 3,1E-2,2E-2"
OUTPUT @B1500;"MCPNX 1,3,1,0,0,5,1E-1"
OUTPUT @B1500;"MCPWS 1,101"
OUTPUT @B1500;"MCPNT 4,1E-2,2E-2"
OUTPUT @B1500;"MCPWNX 2,4,1,0,0,0,5,1E-1"
```

MDCV

C-t サンプリング測定（MM26）に使用する DC バイアス源（MFCMU、± 25 V まで）を設定します。SCUU（SMU CMU ユニファイ・ユニット）を接続している場合、± 100 V までの出力が可能です。この場合、SCUU の Force1/Sense1 に接続可能な SMU を使用します。

以前に設定された MDCV コマンドの設定はクリアされます。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

± 25 V を超える出力を行う場合は、SCUU が正しく接続されていること。SCUU は MFCMU 1 モジュールと MPSMU/HRSMU 2 モジュールに接続して使用します。SMU が 1 モジュールしか接続されていない場合や HPSMU が接続されている状態では使用できません。

インターロック開放時の許容電圧を超える出力を行う場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
MDCV chnum,base,bias[,post]
```

パラメータ

chnum **:** MFCMU ソース・チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

base, bias**:** ベース電圧またはバイアス電圧（V）。数式。下記 NOTE を参照してください。

0（初期設定）～ ± 25 V (MFCMU) または ± 100 V (SCUU)

post **:** 正常に測定が終了した後の出力電圧（V）。数式。下記 NOTE を参照してください。省略した場合は以前の設定値が設定されます。

0 ～ ± 25 V (MFCMU) または ± 100 V (SCUU)

NOTE

SCUU 使用時に用いられるモジュールは、出力設定値によって自動的に選択されます。*base*、*bias*、*post* 値が ± 25 V 以内であれば MFCMU が使用されます（設定分解能：0.001 V）。± 25 V を超える場合は SMU が使用されます（設定分解能：0.005 V）。

SMU は 100 V リミテッド・オート・レンジング、20 mA コンプライアンスの設定で DC 電圧を出力します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"MDCV 9,0,5"
```

MI

サンプリング測定（MM10）に使用する DC 電流出力源（SMU）を設定します。このコマンドの設定は、MV コマンドの設定をクリアし、MV コマンドによってクリアされます。

指定チャネルは、測定トリガ（XE コマンドなど）によって *base* 値の出力を開始し、ホールド時間（MT コマンドに設定する *h_base* 時間）経過後直ちに出力を *bias* 値に変更します。

複数の出力チャネルが設定されている場合、出力の開始、出力値の変更は、チャネル番号順（101 から 1001）に行われます。チャネル番号 1 から 10 は、それぞれ 101 から 1001 に対応します。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

指定チャネルに DI コマンドを実行すると、このチャネルは DI コマンドによる DC 電流出力源として動作します。

実行条件

Vcomp 値がインターロック開放時の許容電圧を超える場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
MI chnum,irange,base,bias[,Vcomp]
```

パラメータ

chnum : SMU 出力チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

irange : レンジング・タイプ。整数式。出力レンジは *base* 値と *bias* 値の両方を含む最小レンジに設定されます。リミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-5 (p. 4-22) を参照してください。

base*, *bias : ベース電流、バイアス電流（A）。数式。測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。*base*、*bias* を同じ極性に設定してください。

Vcomp: 電圧コンプライアンス（V）。数式。測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"MI 1,18,0,5E-5,10"
```

参照

MT、MCC、MSC

ML

サンプリング測定モード、リニアまたはログの設定を行います。ログ・モードに設定する場合、1 ディケード当りの測定データ数も設定します。

このコマンドを実行しない場合は、直前のサンプリング測定モードが有効です。*RST のような初期化によって、リニア・モードに設定されます。

シンタックス

```
ML mode
```

パラメータ

mode サンプリング測定モード、リニアまたはログ。

1: リニア、初期設定。

2: ログ、1 ディケード当り 10 データ。

3: ログ、1 ディケード当り 25 データ。

4: ログ、1 ディケード当り 50 データ。

5: ログ、1 ディケード当り 100 データ。

6: ログ、1 ディケード当り 250 データ。

7: ログ、1 ディケード当り 500 データ。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ML 2"
```

MM

測定モード、および使用する測定チャネルを選択します。高速スポット測定を行う場合は MM コマンドは必要ありません。

シンタックス

- *mode*= 1, 2, 10, 16, 18, 27, または 28:

  ```
  MM mode,chnum[,chnum[,chnum...[,chnum]...]]
  ```

  10 チャネルまで設定可能。*mode*=18 の場合、一つ目の *chnum* には MFCMU を設定すること。
- *mode*= 3, 4, 5, 17, 19, 20, 22, 23, または 26:

  ```
  MM mode,chnum
  ```
- *mode*= 9 または 13:

  ```
  MM mode[,chnum]
  ```
- *mode*= 14 または 15:

  ```
  MM mode
  ```

パラメータ

***mode*:** 測定モード。整数式。1 ～ 28。Table 4-28 (p. 4-150) を参照してください。

***chnum*:** 測定チャネル番号。整数式。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

備考

SMU 測定動作モードの設定は CMM コマンドで行います。

SMU の測定レンジを設定するには RI または RV コマンドを、MFCMU の測定レンジを設定するには RC コマンドを使用します。

測定を実行するには XE コマンドを送ります。

Table 4-28　　測定モード

mode	測定モード	関連する出力設定コマンド	SMU		MF CMU	UHCU [a]	HV MCU [b]	UHVU [c]
			HP/ MP/ HR	MC/ HC/ HV				
1	スポット	DI, DV	Yes	Yes				Yes
2	階段波掃引	WI, WV, WT, WM, WSI, WSV	Yes	Yes				Yes
3	パルス・スポット	PI, PV, PT	Yes	Yes		Yes	Yes	Yes
4	パルス掃引	PWI, PWV, PT, WM, WSI, WSV	Yes	Yes		Yes	Yes	Yes
5	パルス・バイアスを伴う階段波掃引	WI, WV, WM, WSI, WSV, PI, PV, PT	Yes	Yes		Yes	Yes	Yes
9	疑似パルス・スポット	BDV, BDT, BDM	Yes					
10	サンプリング	MCC, MSC, ML, MT, MI, MV	Yes	Yes				Yes
13	Quasi-static CV	QSV, QST, QSM	Yes					
14	リニア・サーチ	LSV, LSI, LGV, LGI, LSM, LSTM, LSSV, LSSI, LSVM	Yes	Yes				Yes
15	バイナリ・サーチ	BSV, BSI, BGV, BGI, BSM, BST, BSSV, BSSI, BSVM	Yes	Yes				Yes
16	マルチ・チャネル掃引	WI, WV, WT, WM, WNX	Yes	Yes				Yes
17	スポット C	FC, ACV, DCV			Yes			
18	CV（DC バイアス）掃引	FC, ACV, WDCV, WMDCV, WTDCV	Yes	Yes	Yes			
19	パルス・スポット C	PDCV, PTDCV			Yes			
20	パルス掃引 CV	PWDCV, PTDCV			Yes			

mode	測定モード	関連する出力設定コマンド	SMU		MF CMU	UHCU [a]	HV MCU [b]	UHVU [c]
			HP/ MP/ HR	MC/ HC/ HV				
22	C-f 掃引	WFC, ACV, DCV, WMFC, WTFC			Yes			
23	CV（AC レベル）掃引	FC, WACV, DCV, WMACV, WTACV			Yes			
26	C-t サンプリング	MSC, MDCV, MTDCV			Yes			
27	マルチ・チャネル パルス・スポット	MCPT, MCPNT, MCPNX	Yes	Yes		Yes	Yes	Yes
28	マルチ・チャネル パルス掃引	MCPT, MCPNT, MCPNX, MCPWS, MCPWNX, WNX	Yes	Yes		Yes	Yes	Yes

a. パルス電流出力またはパルス電圧出力
b. パルス電圧出力
c. DC 電圧出力またはパルス電圧出力

mode=1、2、または 10 で複数の測定チャネルを使用する場合、MM コマンドに指定した順番で各チャネルが測定を開始します。

mode=16 で複数の測定チャネルを使用する場合、高速 ADC を用いて固定レンジで測定を行うチャネルが同時に測定を開始し、その後、その他のチャネルが MM コマンドに指定した順番で測定を開始します。

mode=9 または 13 で測定チャネルを指定しなかった場合は、BDV または QSV コマンドに指定されたチャネルで測定を行います。

mode=9、14 または 15 では、タイムスタンプ機能を使用することはできません。「データ出力フォーマット (p. 1-26)」を参照してください。

mode=18 の場合、一つ目の *chnum* に MFCMU を設定します。追加測定チャネルとして SMU を使用することもできます。その場合、同時もしくは MM コマンドの設定順に SMU が測定を実行し、最後に MFCMU が測定を実行します。SCUU に接続された SMU を *chnum* に指定してはいけません。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"MM 1,1"
OUTPUT @B1500;"MM 2,1,3"
```

MSC

サンプリング測定（MM10 または MM26）の自動停止機能を設定します。自動停止機能は、次の条件が生じた時に測定を停止します。

- 測定チャネルがコンプライアンスに達した場合（MM10）
- コンプライアンスに達したチャネルがある場合（MM10）
- 発振しているチャネルがある場合（MM10）
- NULL ループ・アンバランス状態になった場合（MM26）
- IV アンプ飽和状態になった場合（MM26）
- A/D コンバータがオーバーフローした場合（MM10 または MM26）

さらに、測定終了後出力の設定も行います。測定が正常に終了した場合には、出力源は *post* が示す値を出力します。*post* パラメータは MM10 の DC 出力チャネルだけに有効です。

自動停止機能によって測定が停止された場合には、出力源はベース値を出力します。

シンタックス

```
MSC abort[,post]
```

パラメータ

***abort*：** 自動停止機能。整数式。

1：機能を無効にします。初期設定。

2：機能を有効にします。

***post*：** 測定が正常終了した場合の終了後出力値。整数式。

1：ベース値を出力します。

2：バイアス値を出力します。初期設定。

省略した場合、出力源はバイアス値を出力します。

出力データ

自動停止条件が検出されるまでの測定データが残ります。以降のデータにはダミー・データ（199.999E+99）が返ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"MSC 2"
OUTPUT @B1500;"MSC 2,2"
```

MSP

サンプリング測定（MM10）に使用する SPGU チャネルと、サンプリング測定終了後のチャネル出力を設定します。また、指定するチャネルが SPM コマンドによって DC 電圧出力モードに設定されている場合は、サンプリング測定開始前のチャネル出力を指定することができます。

指定された SPGU チャネルの出力は、測定トリガ（XE コマンドなど）によって、ベース値（SPV コマンドに設定）に変更され、ベース・ホールド時間（MT コマンドに設定）経過後、パルス・ピーク値または DC バイアス値（SPV コマンドに設定）に変更されます。そしてサンプリング測定終了後、*post* 値（MSP コマンドに設定）に変更されます。

実行条件

サンプリング間隔（MT コマンドの *interval*）が 2 ms 以上であること。

シンタックス

```
MSP chnum[,post[,base]]
```

パラメータ

***chnum*：** SPGU チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1002。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***post*：** サンプリング測定終了後の出力値。数式。省略された場合、SPGU チャネルは、SPV コマンドに設定された *base* 値を出力します。

0 ～ ± 40 V、分解能 1 mV

***base*：** サンプリング測定開始前の出力値。数式。このパラメータは、SPM コマンドによって DC 電圧出力モードに設定された SPGU チャネルだけに有効です。省略された場合、SPGU チャネルは、SPV コマンドに設定された *base* 値を出力します。

0 ～ ± 40 V、分解能 1 mV

備考

SPGU チャネルには、MSC コマンドの *post* パラメータは無効です。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"MSP 101,0,0"
OUTPUT @B1500;"MSP 1,0"
```

参照

SPM、SPT、SPV

MT

サンプリング測定（MM10）の時間パラメータを設定します。

シンタックス

```
MT h_bias,interval,number[,h_base]
```

パラメータ

h_bias **:** *bias* 値出力開始から第 1 サンプリング点までの時間。数式、秒。0（初期設定）～ 655.35、設定分解能 0.01。

interval < 0.002 の場合、次の値も有効です。|*h_bias*| はサンプリング開始から *bias* 値出力開始までの時間を示します。

–0.09 ～ –0.0001、設定分解能：0.0001。

interval **:** サンプリングの間隔。数式、0.0001 ～ 65.535、秒。初期値 0.002。*interval* ≥ 0.002 の設定分解能は 0.001。

下記条件を満たすことによって、*interval* < 0.002（設定分解能 0.00001）のリニア・サンプリングが可能です。下記 NOTE も参照してください。

interval ≥ 0.0001 + 0.00002 ×（測定チャネル数 –1）

number **:** サンプリング測定データ数。整数式。1 ～下記最大値。初期値 1000。

リニア・サンプリングの最大値：100001/ 測定チャネル数

ログ・サンプリングの最大値：11 ディケード分のデータ数 + 1

h_base **:** *base* 値出力を保持する時間（*bias* 値出力開始まで）。数式、秒。0（初期設定）～ 655.35、設定分解能 0.01。

NOTE

interval 値を 2 ミリ秒より短く設定する場合

サンプリング・モードがリニアであること。ログ・サンプリング測定では、この設定はできません。また SPGU を使用することはできません。

下記条件が全測定チャネルに自動設定され、全チャネルは同時に測定を開始します。測定終了後は自動的に元の設定に戻されます。

- 高速 A/D コンバータ
- コンプライアンス値を含む最小測定レンジ（固定）

測定時間が *interval* よりも長くなる場合、アベレージング数（AIT または AV コマンドの設定）が自動的に調整され、サンプリング間隔が保たれます。測定終了後は自動的に元の設定に戻されます。

サンプリング動作について

サンプリング測定は外部トリガや XE コマンドなどのトリガによって開始され、次のように実行されます。トリガの前に、DI/DV コマンドによって設定された出力チャネルは、DI/DV コマンド実行のタイミングで出力を開始します。

1. トリガによって、MI/MV コマンドで設定された出力チャネルが *base* 値の出力を開始します。各チャネルの出力制御は同時に行われます。
2. *h_base* 時間経過後、出力チャネルは出力値を *bias* 値に変更します。出力チャネルはその出力値をサンプリング測定終了まで維持します。
3. その後、さらに *h_bias* 時間経過後、測定チャネルが第 1 サンプリング点で測定を開始します。測定チャネルは MM コマンドに設定された順番で測定を実行します。
4. その後、測定チャネルは指定されたサンプリング間隔 *interval* で、次の動作を繰り返します。

   - 測定可能な状態であれば測定を開始します。
   - ビジー状態であれば測定を行いません。

   この動作は、測定データ数が *number* に達するまで繰り返されます。

   interval < 2 ms のリニア・サンプリングにおいて、総測定時間が *interval* × *number* を超えてしまう場合は、測定データ数が *number* に達していなくてもサンプリング測定を終了します。

   ログ・サンプリングでは、ログ軸上、等間隔となる点に最も近いデータだけが残ります。このデータだけが測定データ数にカウントされます。
5. サンプリング測定が終了します。MI/MV コマンドで設定されたチャネルは、MSC コマンドの設定通り（*base* 値または *bias* 値）の出力を行います。DI/DV コマンドで設定されたチャネルの出力は継続されます。

測定データと共に送られるインデックス（index、最大 9999999）と時間データ（time）の関係は次式で与えられます。ただし、測定時間が長かったり、ビジー状態が長引いた場合には、期待する time 値が返らないこともあります。

$$time = t + h_bias + (index - 1) \times interval$$

ここで、t はサンプリング測定の時間原点における時間データであり、出力チャネルの出力が *base* 値から *bias* 値に変更される時点の時間データです。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"MT 0,0.0001,5000,0"
OUTPUT @B1500;"MT 0.01,0.001,101,0.1"
```

MTDCV

C-t サンプリング測定（MM26）の時間パラメータを設定します。

シンタックス

```
MTDCV h_bias,interval,number[,h_base]
```

パラメータ

h_bias : *bias* 値出力開始から第 1 サンプリング点までの時間。数式、秒。0（初期設定）～ 655.35 s、設定分解能 10 ms。

interval : サンプリングの間隔。数式、秒。8 ms ～ 65.535 s、設定分解能 1 ms。初期設定：10 ms。

number : サンプリング測定データ数。整数式。1 ～ 10001。初期設定：1000。

h_base : *base* 値出力を保持する時間（*bias* 値出力開始まで）。数式、秒。0（初期設定）～ 655.35 s、設定分解能 10 ms。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"MTDCV 0,0.008,5000,0"
OUTPUT @B1500;"MTDCV 0.01,0.008,101,0.1"
```

MV

サンプリング測定（MM10）に使用する DC 電圧出力源（SMU）を設定します。このコマンドの設定は、MI コマンドの設定をクリアし、MI コマンドによってクリアされます。

指定チャネルは、測定トリガ（XE コマンドなど）によって *base* 値の出力を開始し、ホールド時間（MT コマンドに設定する *h_base* 時間）経過後直ちに出力を *bias* 値に変更します。

複数の出力チャネルが設定されている場合、出力の開始、出力値の変更は、チャネル番号順（101 から 1001）に行われます。チャネル番号 1 から 10 は、それぞれ 101 から 1001 に対応します。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

指定チャネルに DV コマンドを実行すると、このチャネルは DV コマンドによる DC 電圧出力源として動作します。

実行条件

インターロック開放時の許容電圧を超える出力する場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
MV chnum,vrange,base,bias[,Icomp]
```

パラメータ

chnum : SMU 出力チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

vrange : レンジング・タイプ。整数式。出力レンジは *base* 値と *bias* 値の両方を含む最小レンジに設定されます。リミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-4 (p. 4-21) を参照してください。

base*, *bias : ベース電圧、バイアス電圧（V）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。HVSMU の 3000 V レンジを使用する場合、*base* と *bias* を同じ極性に設定してください。

Icomp: 電流コンプライアンス（A）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。0 A を設定することはできません。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"MV 1,12,0,5,1E-3"
```

参照 MT、MCC、MSC

NUB?

データ出力バッファ内のデータ数を返します。

シンタックス

```
NUB?
```

レスポンス *測定データ数*<CR/LF^EOI>

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"NUB?"
ENTER @B1500;A
```

ODSW

SPGU チャネルのパルス・スイッチを設定します。チャネル毎に設定します。パルス・スイッチの動作については「SPGU モジュール (p. 2-53)」を参照してください。

シンタックス

```
ODSW chnum,state[,normal,[delay,width]]
```

パラメータ

chnum : SPGU チャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1002。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

state : 0：パルス・スイッチ無効（初期設定）

1：パルス・スイッチ有効

normal: 0：ノーマリ・オープン（通常時開放状態、初期設定）

1：ノーマリ・クローズ（通常時接続状態）

delay: このパラメータは PG モードだけに有効です。パルス出力開始からパルス・スイッチ切替までの時間（秒）。数式。0（初期設定）～*パルス周期*–1E–7 秒、設定分解能 1E–8 秒。

width: このパラメータは PG モードだけに有効です。パルス・スイッチの切替状態を継続する時間（秒）。数式。1E–7（初期設定）～*パルス周期*–*delay* 秒、設定分解能 1E–8 秒。

ALWG モードでは *delay* パラメータと *width* パラメータは無視されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ODSW 101,1,1,1E-6,2E-6"
```

ODSW?

指定された SPGU チャネルのパルス・スイッチの設定を返します。

シンタックス

```
ODSW? chnum
```

パラメータ

chnum : SPGU チャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1002。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

レスポンス

```
state[,normal,[delay,width]]<CR/LF^EOI>
```

state : 0：パルス・スイッチ無効

1：パルス・スイッチ有効

normal : 0：ノーマリ・オープン（通常時開放状態）

1：ノーマリ・クローズ（通常時接続状態）

delay : パルス出力開始からパルス・スイッチ切替までの時間（秒）

width : パルス・スイッチ切替継続時間（秒）

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ODSW? 101"
ENTER @B1500;A,B,C,D
```

*OPC?

実行中の動作をモニタします。実行中の動作がなくなった時に ASCII 文字 1 を返します。また、スタンダード・イベント・ステータス・レジスタの OPC ビットを以下のように設定します。

- 実行中の動作がない場合：OPC ビットを 1 に設定します。

- 実行中の動作がある場合：OPC ビットを 0 に設定します。
  実行中の動作がなくなった時に OPC ビットは 1 に設定されます。

シンタックス　`*OPC?`

レスポンス　`1<CR/LF^EOI>`

実行中の動作がなくなるまでレスポンスを返しません。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"*OPC?"
ENTER @B1500;A
```

OS

Ext Trig Out 端子からエッジ・トリガを出力します。トリガ・ロジックを設定するには TGP コマンドを送ります（初期設定：ネガティブ）。

シンタックス　`OS`

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"OS"
```

OSX

指定されたトリガ出力端子からトリガを出力します。トリガ・ロジックを設定するには TGP コマンドを送ります（初期設定：ネガティブ）。

シンタックス　`OSX port[,level]`

パラメータ

***port*：** トリガ出力ポート番号。整数式。

–2：Ext Trig Out 端子。

1 ～ 16：Digital I/O 端子のポート番号。

Digital I/O 端子を使用する場合、TGP コマンドを送ります。
TGP コマンドに設定した *port* 値を設定します。

***level*：** トリガ出力レベル。整数式。

0：論理的 Low レベル

1：論理的 High レベル

2：エッジ・トリガ。省略時設定。

省略時はエッジ・トリガに設定されます。ゲート・トリガを出力するにはトリガ出力開始時に OSX *port*,1 を、トリガ出力終了時に OSX *port*,0 を送ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"OSX 1,1"
OUTPUT @B1500;"TI";1
ENTER @B1500 USING "#,3X,12D,X";Idata
OUTPUT @B1500;"OSX 1,0"
```

参照 TGP、TGPC

PA

コマンドまたはプログラム・メモリの実行をポーズします。指定された待ち時間が経過する、あるいは TM コマンドで指定されたイベントを受け取ることによってポーズ状態が解除されます。イベントはポーズ状態の解除には有効ですが、測定の開始には有効ではありません。

シンタックス

```
PA [wait time]
```

パラメータ

wait time **:** 待ち時間。数式。–99.9999 ～ 99.9999 s、100 µsec ステップ。

省略時または負の値を設定した場合は、TM コマンドで指定されたイベントを受け取るまでポーズ状態が続きます。

備考

TM3 コマンドは、ポーズ状態を解除するイベントとして Ext Trig In 端子から送られる外部トリガを有効にします。

wait time は WAT コマンドが設定する出力ウエイト時間と測定ウエイト時間とは独立してカウントされます。従って、*wait time* はこれらウエイト時間を吸収することができます（下例参照）。

```
OUTPUT @B1500;"CN";1
OUTPUT @B1500;"WAT";1,0,1E-3  !Source Wait Time =1ms
OUTPUT @B1500;"WAT";2,0,1E-3  !Meas Wait Time =1ms
OUTPUT @B1500;"DV";1,0,5,1E-2
OUTPUT @B1500;"PA";1E-3       !Wait Time =1ms
OUTPUT @B1500;"TI";1
ENTER @B1500 USING "#,3X,12D,X";Idata
```

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"PA 10"
```

参照 TM

PAD

複数の測定チャネル (SMU) による並列測定を可能にします。スポット測定 (MM1)、階段波掃引測定 (MM2)、サンプリング測定 (MM10)、CV（DC バイアス）掃引測定 (MM18) で、高速 A/D コンバータ (ADC) を使用する SMU に有効です。

まず、高速 ADC を使用する SMU による並列測定が実行されます。次に高分解能 ADC を使用する SMU による測定が、MM コマンドに設定された順番で実行されます。

シンタックス

```
PAD mode
```

パラメータ

mode **:** 1（有効）または 0（無効、初期設定）。整数式。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"PAD 1"
```

PAX

コマンドまたはプログラム・メモリの実行をポーズします。指定された待ち時間が経過する、あるいは TM コマンドで指定されたイベントを受け取ることによってポーズ状態が解除されます。イベントはポーズ状態の解除には有効ですが、測定の開始には有効ではありません。

実行条件

パラメータ *port* は TM3 コマンドによるイベント（外部トリガ）だけに有効です。TM1、TM2、TM4 コマンドによるイベントに対しては 1（ダミー）を入力してください。

シンタックス

```
PAX port[,wait time]
```

パラメータ

port **:** トリガ入力ポート番号。整数式。

–1：Ext Trig In 端子。

1 ～ 16：Digital I/O 端子のポート番号。

Digital I/O 端子を使用する場合、TGP コマンドを送ります。TGP コマンドに設定した *port* 値を設定します。

wait time **:** 待ち時間。数式。–99.9999 ～ 99.9999 s、100 µsec ステップ。

省略時または負の値を設定した場合は、TM コマンドで指定されたイベントを受け取るまでポーズ状態が続きます。

備考

TM3 コマンドは、ポーズ状態を解除するイベントとして *port* が指定するトリガ入力端子から送られる外部トリガを有効にします。

wait time は WAT コマンドが設定する出力ウエイト時間と測定ウエイト時間とは独立してカウントされます。従って、*wait time* はこれらウエイト時間を吸収することができます（下例参照）。

```
OUTPUT @B1500;"CN";1
OUTPUT @B1500;"WAT";1,0,1E-3  !Source Wait Time =1ms
OUTPUT @B1500;"WAT";2,0,1E-3  !Meas Wait Time =1ms
OUTPUT @B1500;"DV";1,0,5,1E-2
OUTPUT @B1500;"PAX";-1,1E-3   !Wait Time =1ms
OUTPUT @B1500;"TI";1
ENTER @B1500 USING "#,3X,12D,X";Idata
```

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"PAX 1,10"
```

参照

TM、TGP、TGPC

PCH

HCSMU 2 モジュールを特定することで、これらのモジュールによるデュアル HCSMU 動作を有効にします。

チャネル番号 *primary* の HCSMU とチャネル番号 *secondary* の HCSMU は、チャネル番号 *primary* のデュアル HCSMU（DHCSMU）として動作し、個別の HCSMU としては動作しません。

PCH 0,0、PCH *primary*,0、*RST、デバイス・クリアは設定をクリアします。

実行条件

B1505A に HCSMU 2 モジュールが装着されていて、これらが 16493S-020 デュアル HCSMU ケルビン・コンビネーション・アダプタまたは 16493S-021 デュアル HCSMU コンビネーション・アダプタに接続されていること。

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていないこと。

シンタックス

```
PCH primary,secondary
```

パラメータ

primary **:** デュアル HCSMU のプライマリとなる HCSMU のチャネル番号。

secondary **:** デュアル HCSMU のセカンダリとなる HCSMU のチャネル番号。

チャネル番号は 1 から 10、または 101 から 1001 の整数。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"PCH 6,8"
OUTPUT @B1500;"PCH? 6"
ENTER @B1500;Primary,Secondary
```

PCH?

PCH?、PCH? 0、あるいは PCH? *primary* を実行すると、デュアル HCSMU のプライマリおよびセカンダリのチャネル番号が返ります。*primary* によってデュアル HCSMU（DHCSMU）が指定されなかった場合は 0 が返ります。

シンタックス

```
PCH? [primary]
```

パラメータ

primary : プライマリ HCSMU のチャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

レスポンス

primary,*secondary*<CR/LF^EOI>

primary: プライマリ HCSMU のチャネル番号

secondary: セカンダリ HCSMU のチャネル番号

PDCV

パルス・スポット C 測定（MM19）に使用するパルス電圧出力源を設定します。出力源には MFCMU または SCUU（SMU CMU ユニファイ・ユニット）の Force1/Sense1 に接続可能な SMU を使用します。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

± 25 V を超える出力を行う場合は、SCUU が正しく接続されていること。SCUU は MFCMU 1 モジュールと MPSMU/HRSMU 2 モジュールに接続して使用します。SMU が 1 モジュールしか接続されていない場合や HPSMU が接続されている状態では使用できません。

インターロック開放時の許容電圧を超える出力を行う場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
PDCV chnum,base,pulse
```

パラメータ

chnum : MFCMU ソース・チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***base*, *pulse*:** パルス・ベース電圧またはパルス・ピーク電圧（V）。数式。

0（初期設定）～ ± 100 V

SCUU 使用時に用いられるモジュールは、出力設定値によって自動的に選択されます。*base* 値と *pulse* 値が ± 25 V 以内であれば MFCMU が使用されます（設定分解能：0.001 V）。± 25 V を超える場合は SMU が使用されます（設定分解能：0.005 V）。

SMU は 100 V リミテッド・オート・レンジング、20 mA コンプライアンスの設定で DC 電圧を出力します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"PTDCV 1,0.01"
OUTPUT @B1500;"PDCV 9,0,1"
```

PI

パルス電流出力源とそのパラメータを設定します。このコマンドの設定は、PV コマンドによってクリアされ、PV コマンドの設定をクリアします。

出力パルスと測定の時間設定には PT、AIT2 コマンドを使用します。

パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定（MM5）では、PI コマンドによるパルス出力は WI または WV コマンドによる階段波掃引出力と同期します。

実行条件

Vcomp 値がインターロック開放時の許容電圧を超える場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
PI chnum,irange,base,pulse[,Vcomp]
```

パラメータ

***chnum*:** SMU パルス出力チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***irange*:** レンジング・タイプ。整数式。出力レンジは *base* 値と *pulse* 値の両方を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-5 (p. 4-22) を参照してください。

***base*, *pulse*:** パルス・ベース値、パルス・ピーク値（A）。数式。測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27)、Table 4-13 (p. 4-28) を参照してください。*base* と *pulse* を同じ極性に設定してください。

***Vcomp*:** 電圧コンプライアンス（V）。数式。測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27)、Table 4-13 (p. 4-28) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。

コンプライアンスの極性は *Vcomp* 値に依存しません。自動的に出力値と同じ極性に設定されます。出力値が 0 の場合、極性は正に設定されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"PT 1,0.01"
OUTPUT @B1500;"PI 1,16,0,5E-5,5"

OUTPUT @B1500;"PT 1,0.01"
OUTPUT @B1500;"PI 3,0,0,5E-6"
```

PT

PI、PV、PWI、PWV コマンドによるパルスのホールド時間、パルス幅、パルス周期、トリガ出力ディレイ時間を設定します。

シンタックス

パルス・スポット測定：

```
PT hold,width[,period[,Tdelay]]
```

パルス掃引、パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定：

```
PT hold,width,period[,Tdelay]
```

パラメータ

***hold*:** ホールド時間（秒）。数式。0 ～ 655.35 s、10 ms ステップ。初期設定：0

***width*:** パルス幅（秒）。数式。初期設定：1 ms

HR/HP/MPSMU: 500 µs ～ 2 s、100 µs ステップ

HCSMU / デュアル HCSMU: 50 µs ～ 2 s、2 µs ステップ。但し 20 A レンジまたは 40 A レンジの使用時は、最大 1 ms、デューティ比 1 % 以下であること。

MCSMU: 1 A レンジでは、10 µs から 100 ms、デューティ比 5 % 以下。その他のレンジでは、10 µs から 2 s。2 µs ステップ。

UHCU: 500 A レンジでは、10 µs ～ 1 ms 、デューティ比 0.4 % 以下。2000 A レンジでは、10 µs ～ 500 µs、デューティ比 0.1 % 以下。2 µs ステップ。

UHVU: 100 µs ～ 1 ms（100 mV レンジ）、100 µs から 2 s （他のレンジ）、2 µs ステップ。

HVSMU: 500 µs ～ 2 s、2 µs ステップ

HVMCU: 10 µs から 1 ms（100 mA レンジ）、10 µs ～ 100 µs（1 A/2 A レンジ）、2 µs ステップ。

period **:** パルス周期（秒）。数式。0、–1、または 5 ms ～ 5 s、0.1 ms ステップ。UHVU 使用時の最短パルス周期は 10 ms。初期設定：10 ms、省略時設定：0。

- *period* ≥ *width* +2 ms (*width* ≤ 100 ms の場合)
- *period* ≥ *width* +10 ms (100 ms < *width* の場合)
- *period*=–1：設定可能な最短周期に自動設定されます。
- *period*=0：次の値のうち、最も長い値に自動設定されます。
  - パルス幅とデューティ比から得られる最短周期
  - パルス周期 = 5 ms (*width* ≤ 3 ms の場合)
  - パルス周期 = *width* + 2 ms (3 ms < *width* ≤ 100 ms の場合)
  - パルス周期 = *width* + 10 ms (100 ms < *width* の場合)

Tdelay **:** トリガ出力ディレイ時間（秒）。数式。0 ～ *width*、0.1 ms ステップ。初期設定：0、省略時設定：0

このパラメータはパルス出力（リーディング・エッジ）からトリガ出力開始までの時間です。

参照 PI、PV、PWI、PWV

PTDCV

パルス・スポット C 測定（MM19）またはパルス掃引 CV 測定（MM20）のホールド時間、パルス幅、パルス周期、トリガ出力ディレイ時間を設定します。

シンタックス

パルス・スポット C 測定：

```
PTDCV hold,width[,period[,Tdelay]]
```

パルス掃引 CV 測定：

```
PTDCV hold,width,period[,Tdelay]
```

パラメータ

hold **:** ホールド時間（秒）。数式。

0 ～ 655.35 s、10 ms ステップ。初期設定：0

width **:** パルス幅（秒）。数式。8 ms ～ 655.35 s、0.1 ms ステップ。初期設定：8 ms

- *width* ≥ 50 ms（1 kHz ≤ MFCMU 周波数 ≤ 10 kHz の場合）
- *width* ≥ 10 ms（10 kHz < MFCMU 周波数 ≤ 200 kHz の場合）
- *width* ≥ 8 ms（200 kHz < MFCMU 周波数 ≤ 5 MHz の場合）

period **:** パルス周期（秒）。数式。0、10 ms ～ 655.35 s、0.1 ms ステップ。初期設定：10 ms、省略時設定：0

- *period* ≥ *width* +2 ms (*width* ≤ 100 ms の場合)
- *period* ≥ *width* +10 ms (100 ms < *width* の場合)
- *period*=0：次の値に自動設定されます。
  - パルス周期 = *width* + 2 ms (*width* ≤ 100 ms の場合)
  - パルス周期 = *width* + 10 ms (100 ms < *width* の場合)

Tdelay **:** トリガ出力ディレイ時間（秒）。数式。0 ～ *width*、0.1 ms ステップ。初期設定：0、省略時設定：0

このパラメータはパルス出力（リーディング・エッジ）からトリガ出力開始までの時間です。

参照 PWDCV

PV

パルス電圧出力源とそのパラメータを設定します。このコマンドの設定は PI コマンドによってクリアされ、PI コマンドの設定をクリアします。

出力パルスと測定の時間設定には PT、AIT2 コマンドを使用します。

パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定（MM5）では、PV コマンドによるパルス出力は WI または WV コマンドによる階段波掃引出力と同期します。

実行条件 インターロック開放時の許容電圧を超える出力を行う場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
PV chnum,vrange,base,pulse[,Icomp]
```

パラメータ

chnum **:** SMU パルス出力チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***vrange*:** レンジング・タイプ。整数式。出力レンジは *base* 値と *pulse* 値の両方を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-4 (p. 4-21) を参照してください。

***base*, *pulse* :** パルス・ベース値、パルス・ピーク値（V）。数式。測定リソースに応じてTable 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-10 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-14 (p. 4-28)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。HVSMU の 3000 V レンジを使用する場合、*base* と *pulse* を同じ極性に設定してください。

***Icomp*:** 電流コンプライアンス（A）。数式。測定リソースに応じてTable 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-10 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-14 (p. 4-28)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。

コンプライアンスの極性は *Icomp* 値に依存しません。自動的に出力値と同じ極性に設定されます。出力値が 0 の場合、極性は正に設定されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"PT 1,0.01"
OUTPUT @B1500;"PV 1,12,0,5,1E-3"

OUTPUT @B1500;"PT 1,0.01"
OUTPUT @B1500;"PV 2,0,0,3"
```

PWDCV

パルス掃引 CV 測定（MM20）に使用するパルス電圧掃引源を設定します。掃引源には MFCMU または SCUU（SMU CMU ユニファイ・ユニット）の Force1/Sense1 に接続可能な SMU を使用します。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

± 25 V を超える出力を行う場合は、SCUU が正しく接続されていること。SCUU は MFCMU 1 モジュールと MPSMU/HRSMU 2 モジュールに接続して使用します。SMU が 1 モジュールしか接続されていない場合や HPSMU が接続されている状態では使用できません。

インターロック開放時の許容電圧を超える出力を行う場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
PWDCV chnum,mode,base,start,stop,step
```

パラメータ

***chnum*：** MFCMU ソース・チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***mode*：** 掃引モード。整数式。1 または 3。

1：リニア掃引（シングル、*start* から *stop*）

3：リニア掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

***base*,*start*, *stop*：** パルス・ベース、スタート、ストップ電圧（V）。数式。

0（初期設定）～ ± 100 V。

SCUU 使用時に用いられるモジュールは、出力設定値によって自動的に選択されます。*base*、*start*、*stop* 値が ± 25 V 以内であれば MFCMU が使用されます（設定分解能：0.001 V）。± 25 V を超える場合は SMU が使用されます（設定分解能：0.005 V）。

SMU は 100 V リミテッド・オート・レンジング、20 mA コンプライアンスの設定で DC 電圧を出力します。

***step*：** パルス掃引ステップ数。整数式。1 ～ 1001。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"PTDCV 1,0.01,0.02"
OUTPUT @B1500;"PWDCV 9,1,0,-5,5,101"
```

PWI

パルス電流掃引源とそのパラメータを設定します。このコマンドは PWV、WSI、WSV コマンドの設定をクリアします。また PWV コマンドは、このコマンドの設定をクリアします。

出力パルスと測定の時間設定には PT、AIT2 コマンドを使用します。

シンタックス

```
PWI chnum,mode,range,base,start,stop,step[,Vcomp[,Pcomp]
]
```

パラメータ

***chnum*：** SMU パルス掃引チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***mode*：** 掃引モード。整数式。

1：リニア掃引（シングル、*start* から *stop*）

2：ログ掃引（シングル、*start* から *stop*）

3：リニア掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

4：ログ掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

range : レンジング・タイプ。整数式。出力レンジは *base*、*start*、*stop* 値を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-5 (p. 4-22) を参照してください。

base*, *start*, *stop : パルス・ベース値、パルス掃引スタート値、パルス掃引ストップ値（A）。数式。測定リソースに応じてTable 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27)、Table 4-13 (p. 4-28) を参照してください。*base*、*start*、*stop* を同じ極性に設定してください。

step : 掃引ステップ数。整数式。1 ～ 10001。

Vcomp : 電圧コンプライアンス（V）。数式。測定リソースに応じてTable 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27)、Table 4-13 (p. 4-28) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。値がインターロック開放時の許容電圧を超える場合はインターロック回路をショートしてください。コンプライアンスの極性は *Vcomp* 値に依存しません。自動的に出力値と同じ極性に設定されます。出力値が 0 の場合、極性は正に設定されます。

Pcomp : パワー・コンプライアンス（W）。数式。設定分解能 : 0.001 W。省略した場合、パワー・コンプライアンスは設定されません。パルス・ピークとベースの絶対値の大きい値を基準として動作します。HVSMU を使用する場合、このパラメータは無効です。

0.001 ～ 2 (MPSMU/HRSMU)、0.001 ～ 20 (HPSMU)、0.001 ～ 400 (HCSMU)、0.001 ～ 800 (デュアル HCSMU)、0.001 ～ 30 (MCSMU)、0.001 ～ 22500 (UHCU)、0.001 ～ 200 (UHVU)、0.001 ～ 600 (HVMCU)

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"PT 1,0.01"
OUTPUT @B1500;"PWI 1,1,0,0,0,0.1,101"

OUTPUT @B1500;"PT 1,0.01"
OUTPUT @B1500;"PWI 2,3,13,0,1E-7,1E-2,100,10"
```

PWV

パルス電圧掃引源とそのパラメータを設定します。このコマンドは PWI、WSI、WSV コマンドの設定をクリアします。また PWI コマンドは、このコマンドの設定をクリアします。

出力パルスと測定の時間設定には PT、AIT2 コマンドを使用します。

シンタックス

```
PWV chnum,mode,range,base,start,stop,step[,Icomp[,Pcomp]]
]
```

パラメータ

chnum **:** SMU パルス掃引チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode **:** 掃引モード。整数式。

1：リニア掃引（シングル、*start* から *stop*）

2：ログ掃引（シングル、*start* から *stop*）

3：リニア掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

4：ログ掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

range**:** レンジング・タイプ。整数式。出力レンジは *base*、*start*、*stop* 値を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-4 (p. 4-21) を参照してください。

base**,** ***start*****,** ***stop*** **:** パルス・ベース値、パルス掃引スタート値、パルス掃引ストップ値（V）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-10 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-14 (p. 4-28)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。出力値がインターロック開放時の許容電圧を超える場合はインターロック回路をショートしてください。ログ掃引あるいは HVSMU の 3000 V レンジを使用する場合、*base*、*start*、*stop* を同じ極性に設定してください。
UHVU を使用する場合にも *base*、*start*、*stop* を同じ極性に設定してください。

step **:** 掃引ステップ数。整数式。1 ～ 10001。

Icomp **:** 電流コンプライアンス（A）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-10 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-14 (p. 4-28)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。

コンプライアンスの極性は *Icomp* 値に依存しません。自動的に出力値と同じ極性に設定されます。出力値が 0 の場合、極性は正に設定されます。

Pcomp **:** パワー・コンプライアンス（W）。数式。設定分解能 : 0.001 W。省略した場合、パワー・コンプライアンスは設定されません。パルス・ピークとベースの絶対値の大きい値を基準として動作します。HVSMU を使用する場合、このパラメータは無効です。

0.001 ～ 2 (MPSMU/HRSMU)、0.001 ～ 20 (HPSMU)、0.001 ～ 400 (HCSMU)、0.001 ～ 800 (デュアル HCSMU)、0.001 ～ 30 (MCSMU)、0.001 ～ 22500 (UHCU)、0.001 ～ 200 (UHVU)、0.001 ～ 600 (HVMCU)

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"PT 1,0.01"
OUTPUT @B1500;"PWV 1,1,0,0,0,10,101"

OUTPUT @B1500;"PT 1,0.01"
OUTPUT @B1500;"PWV 2,3,14,0,1,10,100,0.1"
```

QSC

Quasi-static CV 測定（MM13）の QSCV 測定動作を設定します。QSCV 測定動作については、「Quasi-static CV 測定 (p. 2-27)」を参照してください。

シンタックス

```
QSC mode
```

パラメータ

mode **:** Quasi-static CV 測定の動作モード。整数式。0 または 1。

0: ノーマル。初期設定。

1: 4155C/4156C 互換。

4155C/4156C による測定結果と互換性の高い測定結果を得るには 4155C/4156C 互換モード (*mode*=1) に設定します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"QSC 1"
```

QSL

Quasi-static CV 測定（MM13）におけるリーク電流データの出力と、リーク電流補正の設定を行います。

シンタックス

```
QSL data,compen
```

パラメータ

data **:** リーク電流データ出力。整数式。0 または 1。

0 : データ出力しません。初期設定。

1: データ出力します。

compen **:** リーク電流補正。整数式。0 または 1。

0 : 補正しません。初期設定。

1: 補正します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"QSL 0,0"
```

上記コマンドを送った場合、Quasi-static CV 測定の間、リーク電流測定は実行されません。

QSM

Quasi-static CV 測定（MM13）の自動停止機能を設定します。自動停止機能は、次の条件が生じた時に測定を停止します。

- 測定チャネルがコンプライアンスに達した場合
- コンプライアンスに達したチャネルがある場合
- A/D コンバータがオーバーフローした場合
- 発振しているチャネルがある場合

さらに、測定終了後出力の設定も行います。測定が正常に終了した場合には、掃引源は *post* が示す値を出力します。

自動停止機能によって測定が停止された場合には、掃引源はスタート値を出力します。

シンタックス

```
QSM abort[,post]
```

パラメータ

abort **:** 自動停止機能。整数式。1 または 2。

1：機能を無効にします。初期設定。

2：機能を有効にします。

post **:** 測定が正常終了した場合の終了後出力値。整数式。1 または 2。

1：スタート値を出力します。初期設定。

2：ストップ値を出力します。

省略した場合、掃引源はスタート値を出力します。

出力データ

自動停止条件が検出されるまでの測定データが残ります。以降のデータにはダミー・データ（199.999E+99）が返ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"QSM 2"
OUTPUT @B1500;"QSM 2,2"
```

QSO

Quasi-static CV 測定（MM13）の QSCV スマート動作を有効、または無効にします。

実行条件

QSCV 測定動作がノーマル (QSC 0) であること。

シンタックス

```
QSO mode[,chnum[,Vcomp]]
```

パラメータ

mode **:** QSCV スマート動作。整数式。0 または 1.

0: スマート動作を無効にする。初期設定。

1: スマート動作を有効にする。

QSCV スマート動作は、リーク電流の大きい Quasi-static CV 測定に有効であり、追加の SMU を必要とします。SMU を指定するには *chnum* パラメータを使用します。

mode=0 の場合は、他パラメータを設定する必要はありません。

chnum **:** SMU 掃引出力チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

指定された SMU は QSCV スマート動作に使われます。SMU は、オフセット電流による測定誤差を抑えるために、電流印加動作を行います。

Vcomp **:** 電圧コンプライアンス（V）。数式。Table 4-6 (p. 4-23) を参照してください。*Vcomp* を設定しない場合、以前の設定値が設定されます。

この値は *chnum* で指定される SMU に設定されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"QSO 1,5,20"
```

QSR

Quasi-static CV 測定（MM13）の電流測定レンジを設定します。

シンタックス

```
QSR range
```

パラメータ

range **:** 電流測定レンジ。–9 ～ –14。

–9: 10 pA レンジ固定。

–10: 100 pA レンジ固定。

–11: 1 nA レンジ固定。初期設定。

–12: 10 nA レンジ固定。

–13: 100 nA レンジ固定。

–14: 1 μA レンジ固定。

備考

設定されたレンジは、リーク電流測定と容量測定の両方に使用されます。

容量測定とリーク電流測定の積分時間を設定するには QST コマンドを使用します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"QSR -10"
```

QST

Quasi-static CV 測定（MM13）の積分時間、ホールド時間、ディレイ時間を設定します。

シンタックス

```
QST cinteg,linteg,hold,delay1[,delay2]
```

パラメータ

cinteg **:** 容量測定の積分時間（秒）。数式。電源周波数が 50 Hz の場合は 0.02 ～ 400 秒、60 Hz の場合は 0.016667 ～ 333.33 秒。ただし、次の式により計算されます。

cinteg = *n* / *電源周波数*（*n* : 整数、1 ～ 20000)

初期設定は 5/ *電源周波数*。つまり、電源周波数が 50 Hz の場合は 0.1 秒 、60 Hz の場合は約 0.083 秒。

linteg **:** リーク電流測定の積分時間（秒）。数式。電源周波数が 50 Hz の場合は 0.02 ～ 2 秒、60 Hz の場合は 0.016667 ～ 1.6667 秒。ただし、次の式により計算されます。

linteg = *n* / *電源周波数*（*n* : 整数、1 ～ 100)

初期設定は 5/ *電源周波数*。つまり、電源周波数が 50 Hz の場合は 0.1 秒 、60 Hz の場合は約 0.083 秒。

hold **:** ホールド時間（秒）。数式。掃引開始から第 1 掃引ステップにおけるディレイ時間（delay1）の開始までの時間。

0（初期設定）～ 655.35 s、10 ms ステップ

delay1 **:** ディレイ時間（秒）。数式。ステップ出力開始から測定開始までの時間。

0（初期設定）～ 65.535 s、0.1 ms ステップ

delay2 **:** ディレイ時間（秒）。数式。ステップ出力終了から次のステップ出力開始または掃引の終了までの時間。*delay2* はスポット測定では無効。

0（初期設定）～ 65.535 s、0.1 ms ステップ

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"QST 0.35,0.1,5,0.2,0.2"
```

この例ではホールド時間を 5 秒に、ディレイ時間（*delay1* と *delay2*）を 0.2 秒 に設定します。容量測定の積分時間は、電源周波数が 60 Hz の場合は 0.35 秒、50 Hz の場合は 0.36 秒。リーク電流測定の積分時間は 、50 Hz と 60 Hz ともに 0.1 秒。

ここで 0.35=21/60=17.5/50 であり、電源周波数 50 Hz の場合には *n* が整数になりません。この場合、積分時間は自動的に 0.36 秒 (=18/50) に設定されます。*n* は 17 でなく 18 に丸められます。

QSV

Quasi-static CV 測定（MM13）に使用する電圧掃引源とそのパラメータを設定します。

実行条件

MM コマンドでチャネル番号が指定されていない場合は、QSV コマンドで指定されたチャネルが掃引電圧を出力し容量を測定します。

シンタックス

```
QSV chnum,mode,vrange,start,stop,cvoltage,step[,Icomp]
```

パラメータ

chnum **:** SMU 掃引出力チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode **:** 掃引モード。整数式。1 または 3。

1：リニア掃引（シングル、*start* から *stop*）

3：リニア掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

vrange **:** レンジング・タイプ。整数式。*start* 値と *stop* 値をカバーする最小レンジに設定されます。リミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-4 (p. 4-21) を参照してください。

start, stop **:** スタート、ストップ電圧（V）。数式。Table 4-7 (p. 4-24) を参照してください。

0 ～ ± 100 (MPSMU/HRSMU)、0 ～ ± 200 (HPSMU)

掃引電圧の上限または下限の値になります。

cvoltage **:** 容量測定電圧（V）

最小値は出力レンジの分解能の 2 倍、最大値は 10 V。掃引ステップ電圧の絶対値以下に設定します。掃引ステップ電圧の絶対値よりも大きな値を指定すると、*cvoltage* は自動的に掃引ステップ電圧の絶対値に設定されます。*step* を参照してください。

step **:** 掃引ステップ数。1 ～ 1001。整数式。先に掃引ステップ電圧を決定し、次式から *step* 値を求めます。

step = |*start*–*stop*| / | 掃引ステップ電圧 |– 1

step=1 かつ |*stop*–*start*| ≤ 10 に設定した場合、B1500 は *start* 値と *stop* 値の間で容量の一点測定を行います。*cvoltage* 値は無視されます。

Icomp **:** 電流コンプライアンス（A）。数式。Table 4-7 (p. 4-24) を参照してください。省略した場合は以前の設定値が設定されます。

コンプライアンスの極性は *Icomp* 値に依存しません。自動的に出力電圧と同じ極性に設定されます。

NOTE

Quasi-static CV 測定では、スタート電圧とストップ電圧を除いた各ステップで容量測定が行われます。容量測定は、各ステップの出力電圧 ± *cvoltage* /2 (V) の電圧範囲で行われます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"QSV 1,1,0,0,5,1,4,0.1"
```

この例は、次のパラメータ値を設定します。

start=0 V、*stop*=5 V、*cvoltage*=1 V、*step*=4

掃引ステップ電圧は 1 V に設定されます。そして容量測定は下記の電圧範囲で行われます。

第 1 ステップ：0.5 ～ 1.5 V

第 2 ステップ：1.5 ～ 2.5 V

第 3 ステップ：2.5 ～ 3.5 V

第 4 ステップ：3.5 ～ 4.5 V

定義を簡単にするには、次のように変数を用いてパラメータを設定します。

```
Start=0      !Start voltage (V)
Stop=5       !Stop voltage (V)
Cvolt=1      !C meas voltage (V)
Svolt=1      !Sweep step voltage (V)
```

```
Nop=ABS(Start-Stop)/Svolt-1 ! Number of steps
!
OUTPUT @B1500;"QSV 1,1,0,Start,Stop,Cvolt,Nop,0.1"
```

QSZ

Quasi-static CV 測定（MM13）の容量オフセット・キャンセル機能を有効、または無効にします。あるいは、容量オフセット測定を実行し、測定値を返します。

実行条件

オフセット測定を実行する前に Quasi-static CV 測定の設定が完了していること。

オフセット測定を実行するには、測定端子をデバイス端で開放すること。

シンタックス

```
QSZ mode
```

パラメータ

mode **:** 容量オフセット・キャンセル機能。整数式。0 ～ 2。

0: 機能を無効にします。初期設定。

1: 機能を有効にします。

2: 容量オフセット測定を実行し、結果を返します。

`QSZ 2` コマンドは 容量オフセット・キャンセル機能を有効にしません。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"QSZ 2"
OUTPUT @B1500;"*OPC?"
ENTER @B1500;A
ENTER @B1500 USING "#,3X,13D,X";Offset

OUTPUT @B1500;"QSZ 1"
```

RC

CMU の測定レンジまたはレンジング・タイプを設定します。初期設定ではオート・レンジングに設定されています。実際のレンジ変更は測定開始直後（測定中）に発生します。

高速スポット測定のレンジ設定は TC/TTC コマンドで行います。

CL、CA、IN、*TST?、*RST、デバイス・クリアは設定をクリアします。

シンタックス

```
RC chnum,mode[,range]
```

パラメータ

chnum **:** MFCMU 測定チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode : レンジング・モード。0（オート・レンジ、初期設定）または 2（固定）。

range : 測定レンジ。*mode*=2 の時に設定します。0 以上の整数。50 Ω、100 Ω、300 Ω、1 kΩ、3 kΩ、10 kΩ、30 kΩ、100 kΩ、300 kΩ レンジから選択します。Table 4-17 (p. 4-30) を参照してください。FC コマンドに設定する出力信号周波数によって使用可能な測定レンジが異なります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"RC 8,0"
OUTPUT @B1500;"RC 8,2,10000"
```

RCV

セルフ・テストまたはセルフ・キャリブレーションにフェイルしたモジュールを応答可能な状態にします。

RCV コマンドの後には *OPC? コマンドを実行して RCV コマンドの実行が終了したことを確認してください。

このコマンドは B1500 のサービスを実施する時に使用します。

シンタックス

```
RCV [slot]
```

パラメータ

slot : 応答可能にするモジュールの位置。スロット番号 1 ～ 10、または 0 か 11。整数式。

0：フェイルしているすべてのモジュール。省略時設定。

11：メインフレーム。

モジュールを装着していないスロットを指定するとエラーが返ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"RCV 1"
OUTPUT @B1500;"*OPC?"
ENTER @B1500;A
```

備考

SCUU に接続された SMU を応答可能にすると、MFCMU も応答可能となります。フェイルしているモジュールが接続されている SCUU を制御することはできません。

RI

電流測定レンジ、またはレンジング・タイプを設定します。初期設定ではオート・レンジングに設定されています。実際のレンジ変更は測定開始直後（測定中）に発生します。電流測定に使用できるチャネルは、出力モード（電圧または電流）と CMM コマンドの設定によって決まります。

高速スポット測定のレンジ設定は TI/TTI コマンドで行います。

CL、CA、IN、*TST?、*RST、デバイス・クリアは設定をクリアします。

シンタックス

```
RI chnum,range
```

パラメータ

chnum : SMU 電流測定チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

range : 測定レンジまたはレンジング・タイプ。整数式。Table 4-3 (p. 4-19) を参照してください。

固定レンジを指定すると、指定されたレンジを用いて測定を実行します。

オートまたはリミテッド・オートを指定すると、測定レンジは 測定値を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。

パルスを伴う測定モードでオートまたはリミテッド・オートを設定すると、コンプライアンス値を含む最小レンジ、または電流出力レンジを使用します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"RI 2,-20"
```

RM

電流測定のオート・レンジング動作を設定します。

シンタックス

```
RM chnum,mode[,rate]
```

rate は *mode*=2 または 3 に対して有効なパラメータです。

パラメータ

chnum : SMU 電流測定チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode **:** レンジ変更動作モード。整数式。

mode	説明
1	初期設定。*rate* を設定しないでください。
2	測定データ ≥ *current1* であれば、測定後に 1 つ上のレンジに変更します。
3	測定データ ≤ *current2* であれば直ちに 1 つ下のレンジに、測定データ ≥ *current1* であれば測定後に 1 つ上のレンジに変更します。

current1、*current2* は以下の式で与えられます。

current1 = 測定レンジ × *rate* /100
current2 = 測定レンジ × *rate* /1000

例えば、測定レンジ =10 mA、*rate*=90 であれば、これらの値は以下のようになります。

current1 = 9 mA
current2 = 0.9 mA

rate**:** *current* 値を計算するためのパラメータ。数式。
11 ～ 100。省略時設定：50

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"RM 1,2"
OUTPUT @B1500;"RM 2,3,60"
```

*RST

B1500 を初期状態に設定します。

シンタックス

```
*RST
```

備考

掃引測定実行中に初期化を実行するには、AB コマンド、*RST コマンドをこの順で実行します。

*RST コマンドは次のデータを消去しません。

- プログラム・メモリの設定データ
- セルフ・キャリブレーションの補正データ
- MFCMU の位相補償データ

- MFCMU のオープン／ショート／ロード補正データ

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"*RST"
```

RU

プログラム・メモリ内のプログラムを実行します。指定された 2 つのプログラム番号間のすべてのプログラムを順に実行します。

実行条件

指定された全プログラムがプログラム・メモリにストアされていること。プログラムのストアには ST、END コマンドを使用します。

シンタックス

```
RU start,stop
```

パラメータ

start **:** 最初に実行するプログラムの番号。整数式。1 ～ 2000。

stop **:** 最後に実行するプログラムの番号。整数式。1 ～ 2000。

stop 値は *start* 値以上の値に設定してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"RU 1,10"
OUTPUT @B1500;"RU 3,6"
```

RV

電圧測定レンジ、またはレンジング・タイプを設定します。初期設定ではオート・レンジングに設定されています。実際のレンジ変更は測定開始直後（測定中）に発生します。電圧測定に使用できるチャネルは、出力モード（電圧または電流）と CMM コマンドの設定によって決まります。

高速スポット測定のレンジ設定は TV/TTV コマンドで行います。

CL、CA、IN、*TST?、*RST、デバイス・クリアは設定をクリアします。

シンタックス

```
RV chnum,range
```

パラメータ

chnum **:** SMU 電圧測定チャネル番号。整数式。1 から 10、または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

range **:** 測定レンジまたはレンジング・タイプ。整数式。Table 4-2 (p. 4-17) を参照してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"RV 2,-15"
OUTPUT @B1500;"RV 1,12"
```

RZ

チャネルの設定を DZ コマンド実行時の状態に戻します。保存してあった設定データは削除されます。

DZ コマンドは指定されたチャネルの出力値、出力レンジ、コンプライアンス値などの状態を記憶して、その出力を 0 V に設定します。

実行条件

指定するチャネルに DZ コマンドが実行されてから、そのチャネルの設定が変更されていないこと。また、CL、CA、*TST?、*RST コマンド、またはデバイス・クリアが実行されていないこと。

シンタックス

```
RZ [chnum[,chnum...[,chnum]...]]
```

15 チャネルまで設定可能。

パラメータ

chnum : チャネル番号。整数式。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

複数の *chnum* を指定した場合は、指定順で設定が元に戻されます。

chnum を指定しない場合、上記実行条件を満たす全チャネルの設定が、SMU、SPGU、CMU の順番で元に戻されます。ここで、同じ種類のモジュールについては、DZ 実行時とは逆の順番で、設定が戻されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"RZ"
OUTPUT @B1500;"RZ 1,2,3"
```

SAL

この機能はアト・センス／スイッチ・ユニット (ASU) を装着した B1500 に有効です。

ASU の接続状態インジケータ (LED) を無効または有効にします。このコマンドは指定するチャネルに対して有効です。

シンタックス

```
SAL chnum,mode
```

パラメータ

chnum : ASU に接続されている SMU のチャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode : 0: インジケータ無効。

1: インジケータ有効。初期設定。

ステートメント例　`OUTPUT @B1500;"SAL 1,0"`

SAP

この機能はアト・センス／スイッチ・ユニット (ASU) を装着した B1500 に有効です。また High Voltage インジケータ点灯中は無効です。

ASU 出力に接続される ASU 入力リソース（B1511B/B1517A または、AUX 入力に接続されている測定器）の切り替えを行います。

電源投入後および CL コマンド実行後、ASU 出力は SMU コネクタ側に接続されますが、SMU 出力はまだ無効です。*path*=1 を指定して SAP コマンドを実行した場合、*chnum* が示す SMU を使用することはできません。*path*=0 を指定して SAP コマンドを実行した場合、および CN コマンド実行後は、ASU 出力に SMU 出力が現れます。このとき、SMU の出力は 0 V です。

シンタックス　`SAP chnum,path`

パラメータ

chnum **:** ASU に接続されている SMU のチャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

path **:** 0: SMU コネクタ側に接続。

1: AUX コネクタ側に接続。

ステートメント例　`OUTPUT @B1500;"SAP 1,1"`

NOTE

ASU を使用するには

ASU を使用するには、B1500 の電源を投入する前に、対となる SMU に ASU を正しく接続します。接続については「ユーザ・ガイド」を参照してください。

ASU は、上記の接続切替機能を B1500 に追加します。また 1 pA 測定レンジを SMU に追加します。オート・レンジング動作における 1 pA レンジの有効／無効を設定するには SAR コマンドを使用します。

ASU を接続した SMU の内蔵直列抵抗を使用することはできません。

SAR

この機能はアト・センス／スイッチ・ユニット (ASU) を装着した B1500 に有効です。

オート・レンジング動作における 1 pA レンジの使用を有効、または無効にします。このコマンドは指定するチャネルに対して有効です。

シンタックス

```
SAR chnum,mode
```

パラメータ

chnum : ASU に接続されている SMU のチャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode : 0: オートレンジ動作時に 1 pA レンジ使用可能。

1: オートレンジ動作時に 1 pA レンジ使用不可能。初期設定。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SAR 1,0"
```

SCR

指定されたプログラムをプログラム・メモリから消去します。

シンタックス

```
SCR [pnum]
```

パラメータ

pnum : プログラム番号。整数式。1 ～ 2000。
省略した場合、プログラム・メモリ内のすべてのプログラムを消去します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SCR"
OUTPUT @B1500;"SCR 5"
```

SER

SPGU チャネルに接続される負荷のインピーダンスを設定します。チャネル毎に設定が必要です。

負荷インピーダンスの設定値は、SPGU 出力電圧の自動調整に用いられます。正しい値を設定することで、DUT への印加電圧を SPV コマンドの設定電圧に近づけることができます。負荷インピーダンスを自動設定するには CORRSER? コマンドを実行します。

シンタックス

```
SER chnum,loadZ
```

パラメータ

mode : SPGU チャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1002。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

loadZ : 負荷インピーダンス値（Ω）。数式。0.1 Ω ～ 1 MΩ、初期設定 50 Ω。

備考

推奨される負荷インピーダンスの範囲を以下に記します。

測定電圧：1 V 以上

最小負荷：40 Ω

最大負荷：500 Ω (@ 1 V)、2 kΩ (@ 5 V)、5 kΩ (@ 10 V)

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SER 101,1000000"
```

参照 CORRSER?

SER?

SPGU チャネルに設定されている負荷インピーダンス値を返します。

シンタックス

```
SER? chnum
```

パラメータ

chnum : SPGU のチャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1002。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

レスポンス

loadZ<CR/LF^EOI>

負荷インピーダンス値（Ω）を返します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SER? 101"
ENTER @B1500;A
```

SIM

SPGU 動作モード（PG または ALWG）を設定します。この設定は B1500 に装着された全 SPGU に適用されます。また、このコマンドは出力スイッチ ON 状態の SPGU チャネル出力を 0 V にします。

シンタックス

```
SIM mode
```

パラメータ

mode : SPGU 動作モード。整数式。0 または 1。

0: PG（パルス出力）モード

1: ALWG（任意直線波出力）モード

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SIM 1"
```

SIM?

SPGU 動作モード（PG または ALWG）を返します。

シンタックス

```
SIM?
```

レスポンス

mode<CR/LF^EOI>

0: PG（パルス出力）モード

1: ALWG（任意直線波出力）モード

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SIM?"
ENTER @B1500;A
```

SOPC

HVMCU、UHCU、UHVU に有効です。出力電力比較機能を有効にします。

この機能は、被測定デバイスに印加される電圧と電流の積から得られる電力の計算値と、このコマンドに設定された *power* 値の比較を自動的に行います。そして、計算値が *power* 値以上である場合には、測定データのステータスに「コンプライアンス」を設定します。

power に 0 を設定すると、この機能は無効となります。

WM コマンドを用いて掃引出力の自動停止機能を有効にしておくと、掃引測定は、「コンプライアンス」の検出によって自動的に停止されます。

シンタックス

```
SOPC chnum,power
```

パラメータ

chnum **:** 測定リソースにアサインされているチャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

power **:** 比較基準値（W）。数式。設定分解能 : 0.001 W。

0.001 ～ 22500 (UHCU)、0.001 ～ 100 (UHVU、DC)、0.001 ～ 200 (UHVU、パルス)、0.001 ～ 600 (HVMCU)

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SOPC 3,100"
```

SOPC?

HVMCU、UHCU、UHVU に有効です。SOPC コマンドによって設定された比較基準値を返します。

シンタックス

```
SOPC? chnum
```

パラメータ

chnum : 測定リソースにアサインされているチャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

レスポンス

power<CR/LF^EOI>

比較基準値（W）

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SOPC? 3"
ENTER @B1500;A
```

SOVC

HVMCU、UHCU、UHVU に有効です。出力電圧比較機能を有効にします。

この機能は、被測定デバイスに印加される電圧の測定値と、このコマンドに設定された *voltage* 値の比較を自動的に行います。そして、測定値が *voltage* 値以上である場合には、測定データのステータスに「コンプライアンス」を設定します。

voltage に 0 を設定すると、この機能は無効となります。

WM コマンドを用いて掃引出力の自動停止機能を有効にしておくと、掃引測定は、「コンプライアンス」の検出によって自動的に停止されます。

シンタックス

```
SOVC chnum,voltage
```

パラメータ

chnum : 測定リソースにアサインされているチャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1001。Table 4-1 を参照してください。

voltage : 比較基準値（V）。数式。有効な設定値と分解能は、測定リソースに依存します。Table 4-10、Table 4-14、Table 4-15 を参照してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SOVC 3,300"
```

SOVC?

HVMCU、UHCU、UHVU に有効です。SOVC コマンドによって設定された比較基準値を返します。

シンタックス

```
SOVC? chnum
```

パラメータ

***chnum*：** 測定リソースにアサインされているチャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

レスポンス

voltage<CR/LF^EOI>

比較基準値（V）

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SOVC? 3"
ENTER @B1500;A
```

SPM

SPGU チャネルの出力モードを設定します。チャネル毎に設定します。

実行条件

SIM 0 コマンドによって SPGU 動作モードが PG に設定されていること。

シンタックス

```
SPM chnum,mode
```

パラメータ

***chnum*：** SPGU チャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1002。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***mode*：** 出力信号源の設定。整数式。

0：DC 電圧出力モード。

1：パルス信号源 1 による 2 値パルス出力モード。

2：パルス信号源 2 による 2 値パルス出力モード。

3：パルス信号源 1 と 2 を用いた 3 値パルス出力モード。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SPM 101,3"
```

SPM?

指定された SPGU チャネルの出力モードを返します。

シンタックス

```
SPM? chnum
```

パラメータ

***chnum*：** SPGU チャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1002。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

レスポンス

mode<CR/LF^EOI>

0：DC 電圧出力モード。

1：パルス信号源 1 による 2 値パルス出力モード。

2：パルス信号源 2 による 2 値パルス出力モード。

3：パルス信号源 1 と 2 を用いた 3 値パルス出力モード。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SPM? 101"
ENTER @B1500;A
```

SPP

SPGU の全チャネル出力と全トリガ出力を同時に停止します。SPGU 出力は次の値に変更されます。

- SPV コマンドに設定された *base* 値（PG モードの場合）
- 波形の初期値（ALWG モードの場合）

このコマンドは SPGU の DC 出力を停止しません。

シンタックス

```
SPP
```

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SPP"
```

SPPER

SPGU チャネルのパルス周期を設定します。設定は B1500 に装着された全 SPGU に有効です。「SPGU モジュール (p. 2-53)」を参照してください。

シンタックス

```
SPPER period
```

パラメータ

***period*：** パルス周期。数式。2E–8 ～ 10 秒、設定分解能 1E–8 秒。初期設定 1E–6 秒。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SPPER 20E-6"
```

SPPER?

SPGU チャネルのパルス周期を返します。

シンタックス

```
SPPER?
```

レスポンス

period<CR/LF^EOI>

パルス周期（秒）が返ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SPPER?"
ENTER @B1500;A
```

SPRM

SPGU チャネル出力の動作モードを設定します。設定は B1500 に装着された全 SPGU に有効です。

シンタックス

```
SPRM mode[,condition]
```

パラメータ

mode **:** SPGU チャネル出力の動作モード。整数式 0 ～ 2。初期設定 0。

0: フリーラン モード。SPP コマンドが実行されるまで出力を継続します。*condition* パラメータの設定は必要ありません。

1: カウント モード。*condition* に指定された回数のパルス（PG モード、SIM 0 コマンドで設定）またはシーケンス（ALWG モード、SIM 1 コマンドで設定）を出力します。

2: 出力印加時間モード。*condition* に指定された時間だけ出力を行います。

condition **:** 出力するパルスまたはシーケンスの数、あるいは出力時間（秒）。数式。*condition* の有効値は次のようになります。

mode=1 の場合、1（初期設定）～ 1,000,000 回。

mode=2 の場合、1E–6（初期設定）～ 31,556,926 秒（1 年）、設定分解能 1E–8 秒。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SPRM 1,300"
```

SPRM?

SPGU チャネル出力の動作モードと設定値を返します。

シンタックス

```
SPRM?
```

レスポンス

```
mode[,condition]<CR/LF^EOI>
```

mode **:** SPGU チャネル出力の動作モードが返ります。整数式。

0：フリーラン モード。*condition* のレスポンスはありません。

1：カウント モード。

2：出力印加時間モード。

condition : 出力パルスまたはシーケンスの数、あるいは出力時間（秒）が返ります。数式。

mode=1 の場合、出力数（回）を返します。

mode=2 の場合、出力時間（秒）を返します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SPRM?"
ENTER @B1500;A,B
```

SPST?

SPGU の波形出力状態を返します。

シンタックス

```
SPST?
```

レスポンス

state<CR/LF^EOI>

0 : パルス出力停止状態または ALWG シーケンス出力停止状態

1 : パルス出力状態または ALWG シーケンス出力状態

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SPST?"
ENTER @B1500;A
```

SPT

SPGU チャネルのパルス・タイミング・パラメータを設定します。チャネル毎に設定します。パラメータについては「SPGU モジュール」の Figure 2-31 (p. 2-57) を参照してください。

実行条件

SIM 0 コマンドによって SPGU 動作モードが PG に設定されていること。

シンタックス

```
SPT chnum,src,delay,width,leading[,trailing]
```

パラメータ

chnum : SPGU チャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1002。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

src : チャネル信号源。整数式。

1 : パルス信号源 1

2 : パルス信号源 2

delay : パルスのディレイ時間。数式。0 ～*パルス周期* –2E–8 秒、設定分解能 2.5E–9 秒。初期設定 0 秒。

leading > 8E–6 秒または *trailing* > 8E–6 秒の場合、設定分解能は 1E–8 秒となります。

width : パルス幅。数式。1E–8 ～ *パルス周期* –1E–8 秒、設定分解能 2.5E–9 秒。初期設定 1E–7 秒。

leading > 8E–6 秒または *trailing* > 8E–6 秒の場合、設定分解能は 1E–8 秒となります。

leading : パルスの立ち上がり時間。数式。8E–9 ～ 0.4 秒、設定分解能 2E–9 秒。初期設定 2E–8 秒。

leading > 8E–6 秒または *trailing* > 8E–6 秒の場合、設定分解能は 8E–9 秒となります。

trailing : パルスの立ち下がり時間。数式。8E–9 ～ 0.4 秒、設定分解能 2E–9 秒。初期設定 2E–8 秒。

leading > 8E–6 秒または *trailing* > 8E–6 秒の場合、設定分解能は 8E–9 秒となります。

trailing 値の入力を省略した場合は、*leading* 値と同じ値が設定されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SPT 101,1,0,5E-7,20E-9"
```

SPT?

指定された SPGU チャネル信号源におけるパルス・タイミング・パラメータを返します。

シンタックス

```
SPT? chnum,src
```

パラメータ

chnum : SPGU チャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1002。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

src : チャネル信号源。整数式。

1：パルス信号源 1

2：パルス信号源 2

レスポンス

```
delay,width,leading,trailing<CR/LF^EOI>
```

delay : パルスのディレイ時間（秒）が返ります。

width : パルス幅（秒）が返ります。

leading : パルスの立ち上がり時間（秒）が返ります。

trailing : パルスの立ち下がり時間（秒）が返ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SPT? 101,1"
ENTER @B1500;A,B,C,D
```

SPUPD

指定された SPGU チャネルの設定を適用します。このコマンドを実行すると SPGU チャネルは下記電圧の出力を開始します。そして、波形またはパルスの出力は SRP コマンドによって開始されます。

- SPV コマンドに設定された *base* 値（PG モードの場合）
- 波形の初期値（ALWG モードの場合）

DC 出力の SPGU チャネルを指定した SPUPD コマンドを実行すると、このチャネルは DC バイアスの出力を開始します。このチャネルの出力は SRP コマンドによって変更されません。

シンタックス

```
SPUPD chnum[,chnum...[,chnum[,chnum]]...]
```

10 チャネルまで設定可能。

パラメータ

chnum : SPGU チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1002。

複数の *chnum* が指定された場合、出力は指定された順番に開始されます。チャネル番号 1 から 10 は、それぞれ 101 から 1001 に対応します。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"CN 101,102,201,202"
OUTPUT @B1500;"SPUPD 101,102,201,202"
OUTPUT @B1500;"SRP"
```

SPV

SPGU チャネルの出力電圧を設定します。チャネル毎に設定します。パラメータについては「SPGU モジュール」の Figure 2-31 (p. 2-57) を参照してください。

実行条件

SIM 0 コマンドによって SPGU 動作モードが PG に設定されていること。

シンタックス

```
SPV chnum,src,base[,peak]
```

パラメータ

chnum : SPGU チャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1002。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

src : チャネル信号源。整数式。初期設定 1。

0：DC バイアス源

1：パルス信号源 1

2：パルス信号源 2

base : パルス・ベース電圧または DC 出力電圧。数式。–40 V ～ 40 V、設定分解能 1 mV。初期設定 0 V。

peak : パルス・ピーク電圧。数式。–40 V ～ 40 V、設定分解能 1 mV。初期設定 0 V。

peak 値を省略した場合、*base* 値と同じ値が設定されます。

DC バイアス源では *peak* パラメータは無視されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SPV 101,1,-0.5,0.5"
```

SPV?

指定された SPGU チャネル信号源の電圧パラメータを返します。

シンタックス

```
SPV? chnum,src
```

パラメータ

chnum : SPGU チャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1002。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

src : チャネル信号源。整数式。

0：DC バイアス源

1：パルス信号源 1

2：パルス信号源 2

レスポンス

```
base,peak<CR/LF^EOI>
```

base : パルス・ベース電圧（V）または DC 出力電圧（V）

peak : パルス・ピーク電圧（V）または DC 出力電圧（V）

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SPV? 101,1"
ENTER @B1500;A,B
```

*SRE

SRQ（サービス・リクエスト）に対して有効なステータス・バイト・レジスタのビットを指定します。指定しないビットはマスクされます。

シンタックス

```
*SRE bit
```

パラメータ

bit **:** SRQ に有効なビットに対応する 10 進値の和。整数式。0 ～ 255。Table 4-29 を参照してください。

例えばビット 0 と 4 を有効にするには、17 (1+16) を設定します。

bit=0 を設定すると、ビット 6 以外のビットを無効にします。ビット 6 をマスクすることはできません。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"*SRE 6"
OUTPUT @B1500;"*SRE 32"
```

Table 4-29 ステータス・バイト・レジスタ

10 進値	ビット	説明
1	Bit 0	Data Ready
2	Bit 1	Wait
4	Bit 2	使われていません
8	Bit 3	Interlock Open
16	Bit 4	Set Ready
32	Bit 5	Error
64	Bit 6	RQS
128	Bit 7	使われていません

*SRE?

SRQ（サービス・リクエスト）に対して有効なステータス・バイト・レジスタのビットを ASCII フォーマットで返します。

シンタックス

```
*SRE?
```

レスポンス

enabled_bits<CR/LF^EOI>

enabled_bits は SRQ に有効なビットに対応する 10 進値の和を示します。Table 4-29 を参照してください。例えば、ビット 0、3、4 が有効であれば、25 (1+8+16) が返ります。

ビット 6 以外のすべてのビットが無効であれば、0 が返ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"*SRE?"
ENTER @B1500;A
```

SRP

SPGU の出力を開始します。複数の出力が定義されている場合、出力はチャネル番号順（101 から 1002）に開始されます。そして、すべての波形出力またはパルス出力は同時に開始されます。

シンタックス

```
SRP
```

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SRP"
```

参照

MCC、SPP

SSL

この機能はキャパシタンス測定ユニット（CMU）と SMU CMU ユニファイ・ユニット (SCUU) を装着した B1500 に有効です。SCUU を使用するには、SCUU を CMU 1 モジュールと MPSMU/HRSMU 2 モジュールに正しく接続してください。SMU が 1 つしかない場合や、HPSMU では使用できません。

SCUU の接続状態インジケータ (LED) を無効または有効にします。

シンタックス

```
SSL chnum,mode
```

パラメータ

chnum : MFCMU チャネル番号。整数式。3 から 10 または 301 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode : 0: インジケータ無効。

1: インジケータ有効。初期設定。

NOTE

SCUU を使用するには

B1500 の電源を投入する前に SCUU を CMU 1 モジュールと MPSMU/HRSMU 2 モジュールに正しく接続します。SCUU を接続することで CMU と SMU の自動切換を可能にします。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SSL 9,0"
```

SSP

この機能はキャパシタンス測定ユニット（CMU）と SMU CMU ユニファイ・ユニット (SCUU) を装着した B1500 に有効です。SCUU を使用するには、SCUU を CMU 1 モジュールと MPSMU/HRSMU 2 モジュールに正しく接続してください。SMU が 1 つしかない場合や、HPSMU では使用できません。

SCUU 出力に接続される SCUU 入力リソース（CMU または SMU）の切り替えを行います。

電源投入時の SCUU 入出力間は接続されていません（オープン）。SSP コマンドを実行すると接続が指定された CMU または SMU の出力スイッチは自動的にオンします。

シンタックス

```
SSP chnum,path
```

パラメータ

***chnum*：** MFCMU チャネル番号。整数式。3 から 10 または 301 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***path*：** SCUU 入出力間の接続パス。整数式。1 ～ 4。Table 4-30 を参照してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SSP 9,4"
```

備考

接続が SMU から CMU に変更されると、SMU 出力は次のようになります。その他の設定に変更はありません。

出力： 0 V

レンジ： 100 V

コンプライアンス： 20 mA

直列抵抗： OFF

接続が CMU から SMU に戻されると、SMU 出力は次のようになります。その他の設定に変更はありません。

出力： 0 V

レンジ： 20 V

コンプライアンス： 100 µA

直列抵抗： 接続が SMU から CMU に変更される前の状態

Force1/Sense1 はスロット番号 *slot*−1 に装着されている MPSMU または HRSMU に接続されます。

Force2/Sense2 はスロット番号 *slot*−2 に装着されている MPSMU または HRSMU に接続されます。

ここで *slot* は *chnum* から得られるスロット番号を示します。

NOTE

SCUU を使用するには、B1500 の電源を投入する前に SCUU を CMU 1 モジュールと MPSMU/HRSMU 2 モジュールに正しく接続します。SCUU を接続することで CMU と SMU の自動切換を可能にします。

Table 4-30 **SCUU 入出力間の接続状態**

コマンド	コマンド実行後の SCUU 出力接続	
	CMUH/Force1/Sense1	**CMUL/Force2/Sense2**
SSP *chnum*, 1	Force1/Sense1	オープン
SSP *chnum*, 2	オープン	Force2/Sense2
SSP *chnum*, 3	Force1/Sense1	Force2/Sense2
SSP *chnum*, 4	CMUH	CMUL

SSR

SMU 直列抵抗（約 1 MΩ）の接続をチャネル毎に設定します。

出力スイッチ開放時に SSR コマンドを実行した場合は、CN/CNX コマンドが実行されたときに SMU 直列抵抗の接続状態を変更します。

出力スイッチ接続時に SSR コマンドを実行した場合は、SMU 直列抵抗の接続状態はただちに変更されます。このとき、出力チャネルは一瞬 0 V を出力します。

直列抵抗は各モジュールに搭載されています。直列抵抗を使用する場合、設定電圧は直列抵抗を通してデバイスに印加されます。従ってデバイスには分圧された電圧が印加されます。

実行条件

MCSMU、HCSMU、HVSMU、アト・センス／スイッチ・ユニット (ASU) を装着した SMU を用いる測定、および HPSMU の 1 A レンジを用いる測定に直列抵抗を使用することはできません。

高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

シンタックス

```
SSR chnum,mode
```

パラメータ

chnum : SMU チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode : SMU 直列抵抗の状態。整数式。

0：接続解除。初期設定。

1：接続。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"SSR 1,1"
OUTPUT @B1500;"SSR 2,1"
```

ST

プログラム・メモリにプログラムを記憶するために、END コマンドと共に使用します。プログラム・メモリは、最大 2,000 プログラム、40,000 コマンドを記憶することができます。

ST コマンドはプログラムの開始を示し、プログラム番号をアサインします。同じプログラム番号を指定した場合は、以前のプログラムを削除して新しいプログラムを記憶します。

END コマンドはプログラムの終わりを示します。END を送らなかった場合は、プログラム・メモリがオーバーフローするまでコマンドを記憶します。オーバーフローするとエラーを発生します。

プログラムの実行には DO または RU コマンドを実行します。

シンタックス

```
STpnum[;command[;command...[;command]...];END
```

または

```
ST pnum
[command]
[command]
     :
     :
[command]
END
```

パラメータ

pnum : プログラム番号。整数式。1 ～ 2000。

command : プログラム・メモリに記憶するコマンド。本セクションに記述されているシンタックスでコマンドを入力してください。特別なシンタックスは必要ありません。

プログラム・メモリに入力できないコマンドもあります。Table 2-1 (p. 2-51)を参照してください。

ステートメント例

例 1：

```
OUTPUT @B1500;"ST1;CN1;DV1,0,5,1E-4;TI1,0;CL1"
OUTPUT @B1500;"END"
```

例 2：

```
OUTPUT @B1500;"ST 1"
OUTPUT @B1500;"CN 1"
OUTPUT @B1500;"DV 1,0,5,1E-4"
OUTPUT @B1500;"TI 1,0"
OUTPUT @B1500;"CL 1"
OUTPUT @B1500;"END"
```

*STB?

ステータス・バイトの状態を 10 進数で表し、ASCII フォーマットで返します。

*STB? コマンドは HP BASIC の SPOLL ステートメントと機能的に等価ですがステータス・バイトのクリアは行いません。

シンタックス

```
*STB?
```

レスポンス

status_byte<CR/LF^EOI>

status_byte はステータス・バイトのビットのうち、ON（1）にセットされているビットに対応する 10 進値の和です。Table 4-29 を参照してください。

例えば *status_byte*= 40 (8 + 32) であれば、ビット 3 と 5 が ON にセットされています。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"*STB?"
ENTER @B1500;A
```

STGP

SPGU チャネルのトリガ出力を設定します。設定は同一 SPGU モジュール内の全チャネルに共通して有効です。SPGU トリガについては「SPGU モジュール (p. 2-53)」を参照してください。

シンタックス

```
STGP chnum,state
```

パラメータ

chnum : SPGU チャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1002。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

state : トリガ出力の状態。整数式。初期設定 0。

- **0** トリガ出力無効
- **1** パルス（PG モード）または ALWG シーケンスの出力開始に同期してトリガを出力
- **2** ALWG のパターン切り替え後、第一パターン出力開始に同期してトリガを出力
- **3** ALWG のパターン出力開始に同期してトリガを出力

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"STGP 101,1"
```

STGP?

指定された SPGU チャネルのトリガ出力状態を返します。

シンタックス

```
STGP? chnum
```

パラメータ

chnum : SPGU チャネル番号。整数式。1 ～ 10 または 101 ～ 1002。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

レスポンス

state<CR/LF^EOI>

- **0** トリガ出力無効
- **1** パルス（PG モード）または ALWG シーケンスの出力開始に同期してトリガを出力
- **2** ALWG のパターン切り替え後、第一パターン出力開始に同期してトリガを出力
- **3** ALWG のパターン出力開始に同期してトリガを出力

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"STGP? 101"
ENTER @B1500;A
```

TACV

CMU から AC 電圧を出力し、時間データ（タイマー リセットから印加開始までの時間）を返します。

実行条件

指定するチャネル（CMU）に対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

AC 電圧の周波数を設定するために FC コマンドが実行されていること。

4 バイト バイナリ・フォーマットでデータを出力する場合（FMT3、FMT4 コマンド）、このコマンドを使用することはできません。

シンタックス

```
TACV chnum,voltage
```

パラメータ

chnum : MFCMU ソース・チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

voltage : AC 電圧の信号レベル（V）。数式。

0（初期設定）～ 0.25 V、0.001 V ステップ。

備考

ASCII フォーマットによるデータ出力時に、最高分解能（100 µs）の時間データを得るためには、次の間隔以内にタイマーをリセットしてください。

100 秒（FMT 1, 2, 5 の場合）
1000 秒（FMT 11, 12, 15, 21, 22, 25 の場合）

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TACV 7,0.01"
ENTER @B1500 USING "#,5X,13D,X";Time
```

TC

CMU を用いて高速スポット測定を実行し、測定データを返します。このコマンドは、トリガ・モード（TM コマンド）、測定モード（MM コマンド）に依らず、測定を開始します。

CMU は第 1 パラメータと第 2 パラメータ（例 Cp と G）を測定します。測定パラメータの選択には IMP コマンドを使用します。「IMP (p. 4-119)」を参照してください。

実行条件

指定するチャネル（CMU）に対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

IMP コマンドが実行されていること。

シンタックス

```
TC chnum,mode[,range]
```

パラメータ

chnum : MFCMU 測定チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode **:** レンジング・モード。0（オート・レンジ、初期設定）または 2（固定）。

range **:** 測定レンジ。*mode*=2 の時に設定します。0 以上の整数。50 Ω、100 Ω、300 Ω、1 kΩ、3 kΩ、10 kΩ、30 kΩ、100 kΩ、300 kΩ レンジから選択します。Table 4-17 (p. 4-30) を参照してください。FC コマンドに設定する出力信号周波数によって使用可能な測定レンジが異なります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TC 8,2,1000"
ENTER @B1500 USING "#,3X,12D,X";Cdata
ENTER @B1500 USING "#,3X,12D,X";Gdata
```

TDCV

CMU または SCUU（SMU CMU ユニファイ・ユニット）の Force1/Sense1 に接続された SMU から DC バイアス（電圧）を出力し、時間データ（タイマー リセットから印加開始までの時間）を返します。

実行条件

指定するチャネル（CMU）に対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

± 25 V を超える出力を行う場合は、SCUU が正しく接続されていること。SCUU は CMU 1 モジュールと MPSMU/HRSMU 2 モジュールに接続して使用します。SMU が 1 モジュールしか接続されていない場合や HPSMU が接続されている状態では使用できません。

インターロック開放時の許容電圧を超える出力を行う場合は、インターロック回路をショートすること。

4 バイト バイナリ・フォーマットでデータを出力する場合（FMT3、FMT4 コマンド）、このコマンドを使用することはできません。

シンタックス

```
TDCV chnum,voltage
```

パラメータ

chnum **:** MFCMU ソース・チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

voltage **:** 出力電圧（V）。数式。

0（初期設定）～ ± 100 V。

設定値によって使用されるモジュールが自動的に選択されます。± 25 V 以内 の電圧値（設定分解能：0.001 V）を設定すると CMU、± 25 V を超える電圧値（設定分解能：0.005 V）を設定すると SMU が選択されます。

SMU は 100 V リミテッド・オート・レンジング、20 mA コンプライアンスの設定で DC 電圧を出力します。

備考

ASCII フォーマットによるデータ出力時に、最高分解能（100 µs）の時間データを得るためには、次の間隔以内にタイマーをリセットしてください。

100 秒（FMT 1, 2, 5 の場合）
1000 秒（FMT 11, 12, 15, 21, 22, 25 の場合）

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TDCV 7,1"
ENTER @B1500 USING "#,5X,13D,X";Time
```

TDI

電流を印加し、時間データ（タイマー リセットから印加開始までの時間）を返します。4 バイト バイナリ・フォーマットでデータを出力する場合（FMT3、FMT4 コマンド）、このコマンドを使用することはできません。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

Vcomp 値がインターロック開放時の許容電圧を超える場合はインターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
TDI chnum,irange,current[,Vcomp[,polarity[,vrange]]]
```

パラメータ

chnum : SMU チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

irange : レンジング・タイプ。整数式。出力レンジは *current* 値を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-5 (p. 4-22) を参照してください。

current : 出力電流値（A）。数式。測定リソースに応じてTable 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。

Vcomp : 電圧コンプライアンス（V）。数式。測定リソースに応じてTable 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。

polarity : コンプライアンスの極性。整数式。

0: オート。省略時設定。*Vcomp* の値に係わらず、*current* と同じ極性になります。*current*=0 A の極性は正になります。

1: マニュアル。*Vcomp* と同じ極性になります。

vrange : コンプライアンスのレンジング・タイプ。整数式。コンプライアンス・レンジは *Vcomp* 値を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-4 (p. 4-21) を参照してください。

備考

ASCII フォーマットによるデータ出力時に、最高分解能（100 µs）の時間データを得るためには、次の間隔以内にタイマーをリセットしてください。

100 秒（FMT 1, 2, 5 の場合）
1000 秒（FMT 11, 12, 15, 21, 22, 25 の場合）

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TDI 1,0,1E-6"
ENTER @B1500 USING "#,5X,13D,X";Time
```

TDV

電圧を印加し、時間データ（タイマー リセットから印加開始までの時間）を返します。4 バイト バイナリ・フォーマットでデータを出力する場合（FMT3、FMT4 コマンド）、このコマンドを使用することはできません。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

インターロック開放時の許容電圧を超える出力を行う場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
TDV chnum,vrange,voltage[,Icomp[,polarity[,irange]]]
```

パラメータ

chnum : SMU チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

vrange : レンジング・タイプ。整数式。出力レンジは *voltage* 値を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-4 (p. 4-21) を参照してください。

voltage : 出力電圧値（V）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。

Icomp : 電流コンプライアンス（A）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。0 A を設定することはできません。

polarity : コンプライアンスの極性。整数式。

0: オート。省略時設定。*Icomp* の値に係わらず *voltage* と同じ極性になります。*voltage*=0 V の極性は正になります。

1: マニュアル。*Icomp* と同じ極性になります。

irange : コンプライアンスのレンジング・タイプ。整数式。コンプライアンス・レンジは *Vcomp* 値を含む最小レンジに設定されます。但しリミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。Table 4-5 (p. 4-22) を参照してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TDV 1,0,20,1E-6,0,15"
ENTER @B1500 USING "#,5X,13D,X";Time
```

備考

ASCII フォーマットによるデータ出力時に、最高分解能（100 µs）の時間データを得るためには、次の間隔以内にタイマーをリセットしてください。
100 秒（FMT 1, 2, 5 の場合）
1000 秒（FMT 11, 12, 15, 21, 22, 25 の場合）

TGMO

`TGP` *`port`*`,2,`*`polarity`*`,3` コマンドが設定するトリガ出力（Step Measurement Completion、ステップ測定終了）に有効なトリガ（エッジまたはゲート）を設定します。Figure 4-4 を参照してください。

このコマンドは階段波掃引測定、マルチ・チャネル掃引測定、MFCMU DC/AC/ 周波数掃引測定に有効です。

シンタックス

```
TGMO mode
```

パラメータ

mode : エッジまたはゲート。整数式。1 または 2。

1 : エッジ・トリガ（初期設定）

2 : ゲート・トリガ

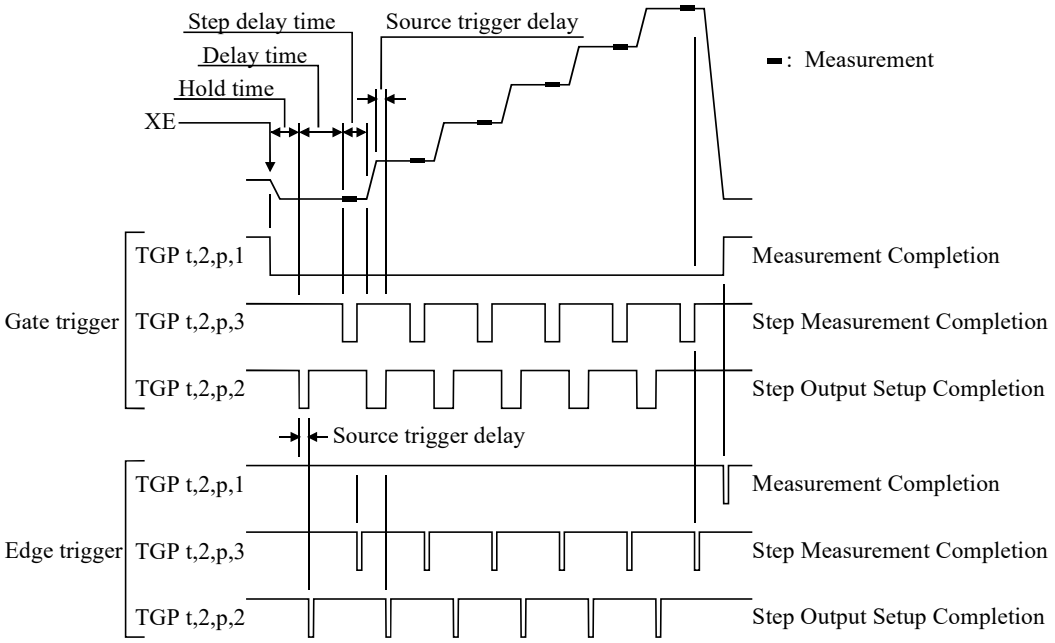
ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TGMO 2"
```

参照

TGP、TGPC

Figure 4-4 トリガ出力例（階段波掃引測定、ネガティブ・ロジック）



TGP

指定された端子に対してトリガ機能を有効にします。トリガ機能については「トリガ機能 (p. 2-75)」を参照してください。

シンタックス

```
TGP port,terminal,polarity[,type]
```

パラメータ

port **:** トリガ・ポート番号。整数式。

–1：Ext Trig In 端子

–2：Ext Trig Out 端子

1 ～ 16：Digital I/O 端子のポート 1 ～ 16。

terminal **:** 端子のタイプ。整数式。

1：トリガ入力。*port*=–2 には設定できません。

2：トリガ出力。*port*=–1 には設定できません。

polarity **:** トリガ・ロジック。整数式。

1：ポジティブ

2：ネガティブ

***type*：** トリガ・タイプ。整数式。0、1、2、3。トリガ・ポートの機能を選択します。Table 4-31 を参照してください。

省略した場合は *type*=0 が設定されます。

備考

type の設定に係わらず、*type*=0 の機能は全てのトリガ・ポートに有効です。ここで PA、WS コマンドは Ext Trig In 端子に、OS コマンドは Ext Trig Out 端子に有効です。また PAX、WSX コマンドは TGP コマンドで設定されたトリガ入力端子に、OSX コマンドは TGP コマンドで設定されたトリガ出力端子に有効です。

type=1 ～ 3 に設定可能なポート数は各 1 つです。同じ *type* 値でコマンドを実行すると、最後のコマンドだけが有効となり、他のポートには *type*=0 が設定されます。

terminal=1、*port*=1 ～ 16 の設定で TGP コマンドを実行すると、トリガ入力端子の信号レベルは物理的 High レベルに設定されます。

terminal=2 の設定で TGP コマンドを実行すると、トリガ出力端子の信号レベルは論理的 Low レベルに設定されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TGP 1,1,1,2"
```

参照

トリガ出力例は Figure 4-4 (p. 4-208)、トリガ入力例は Figure 4-5 (p. 4-212) を参照してください。

Table 4-31　トリガ・タイプ

type	*terminal*	説明
0	1	トリガを受け取ると PA, PAX, WS, WSX によって設定された待ち状態を解除します。
	2	OS, OSX を受け取るとトリガを出力します。
1 [a]	1	Start Measurement （測定開始）入力トリガ トリガを受け取ると測定を開始します。
	2	Measurement Completion（測定終了）出力トリガ 測定が終了するとトリガを出力します。

type	*terminal*	説明
2	1	Start Step Output Setup（ステップ出力設定開始）入力トリガ トリガを受け取ると各掃引ステップでの出力またはパルス出力の設定を開始します。階段波掃引、マルチ・チャネル掃引、パルス・スポット、パルス掃引、パルス・バイアスを伴う階段波掃引、マルチ･チャネル･パルス・スポット、マルチ･チャネル･パルス掃引、CV(DC)/CV(AC)/C-f 掃引測定に有効です。
	2	Step Output Setup Completion（ステップ出力設定完了）出力トリガ 各掃引ステップでの出力またはパルス出力の設定が完了するとトリガを出力します。階段波掃引、マルチ・チャネル掃引、パルス・スポット、パルス掃引、パルス・バイアスを伴う階段波掃引、マルチ･チャネル･パルス・スポット、マルチ･チャネル･パルス掃引、CV(DC)/CV(AC)/C-f 掃引測定に有効です。
3	1	Start Step Measurement（ステップ測定開始）入力トリガ トリガを受け取ると各掃引ステップでの測定を開始します。 階段波掃引、マルチ・チャネル掃引、CV(DC)/CV(AC)/C-f 掃引測定に有効です。
	2	Step Measurement Completion（ステップ測定完了）出力トリガ 各掃引ステップでの測定が完了するとトリガを出力します。 階段波掃引、マルチ・チャネル掃引、CV(DC)/CV(AC)/C-f 掃引測定に有効です。

a. このトリガ・タイプを使用するには TM3 コマンドを実行する必要があります。

TGPC

指定されたトリガ・ポートの設定をクリアします。

シンタックス

```
TGPC [port[,port...[,port]...]]
```

18 ポートまで設定可能。

パラメータ

***port*：** トリガ・ポート番号。整数式。

–1：Ext Trig In 端子

–2：Ext Trig Out 端子

1 ～ 16：Digital I/O 端子のポート 1 ～ 16。

省略すると、すべてのポートの設定をクリアします。

備考

TGPC コマンドはトリガ・ポートを以下の状態にします。

Ext Trig In TGP –1,1,2,0 コマンド実行後と同じ状態。

Ext Trig Out TGP –2,2,2,0 コマンド実行後と同じ状態。

Digital I/O Ports トリガ機能は使えません。ポートの制御には ERS?、ERC コマンドを用います。

この状態は *RST コマンドによるリセット状態とは異なります。*RST コマンドは以下の状態にします。

Ext Trig In TGP –1,1,2,1 コマンド実行後と同じ状態。

Ext Trig Out TGP –2,2,2,1 コマンド実行後と同じ状態。

Digital I/O Ports トリガ機能は使えません。ポートの制御には ERS?、ERC コマンドを用います。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TGPC -1,-2,1,2"
```

参照

TGP

TGSI

`TGP` *`port`*`,1,`*`polarity`*`,2` コマンドが設定するトリガ入力（Start Step Output Setup、ステップ出力設定開始）に有効なトリガ（Case 1 または Case 2）を設定します。Figure 4-5 を参照してください。

このコマンドは階段波掃引、マルチ・チャネル掃引、パルス・スポット、パルス掃引、パルス・バイアスを伴う階段波掃引、マルチ･チャネル･パルス・スポット、マルチ･チャネル･パルス掃引、MFCMU DC/AC/ 周波数掃引測定に有効です。

シンタックス

```
TGSI mode
```

パラメータ

mode **:** Case 1 または Case 2。整数式。

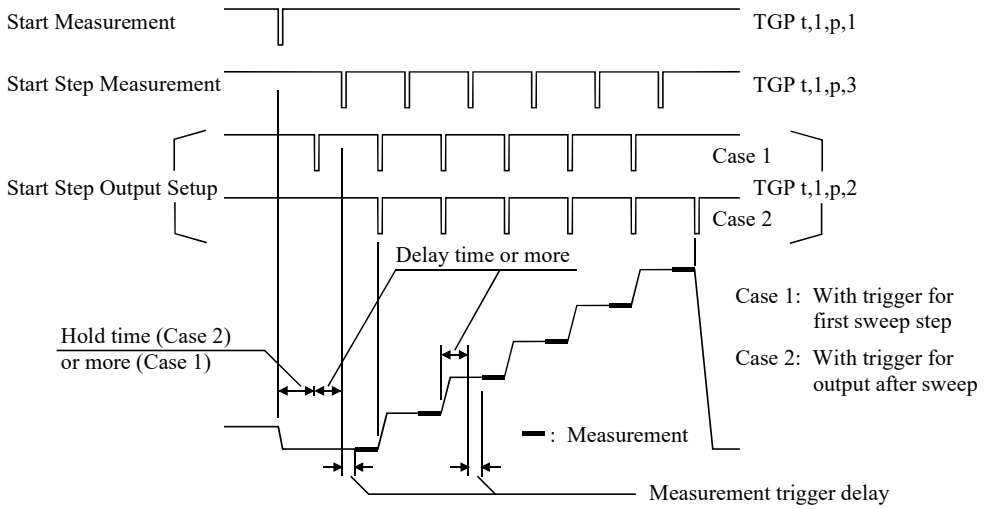
1：Case 1（初期設定）

2：Case 2.

Case 1 は、第 1 ステップ目の出力開始トリガを待つ代わりに、掃引出力終了後の出力開始トリガを待ちません。

Case 2 は、第 1 ステップ目の出力開始トリガを待たない代わりに、掃引出力終了後の出力開始トリガを待ちます。

Figure 4-5 トリガ入力例（階段波掃引測定、ネガティブ・ロジック）



ステートメント例 `OUTPUT @B1500;"TGSI 2"`

参照 TGP、TGPC

TGSO

`TGP` *`port`*`,2,`*`polarity`*`,2` コマンドが設定するトリガ出力（Step Output Setup Completion、ステップ出力設定完了）に有効なトリガ（エッジまたはゲート）を設定します。Figure 4-4 (p. 4-208) を参照してください。

このコマンドは階段波掃引、マルチ・チャネル掃引、パルス・スポット、パルス掃引、パルス・バイアスを伴う階段波掃引、マルチ･チャネル･パルス・スポット、マルチ･チャネル･パルス掃引、MFCMU DC/AC/ 周波数掃引測定に有効です。

シンタックス `TGSO` *`mode`*

パラメータ ***mode*** **:** エッジまたはゲート。整数式。

1：エッジ・トリガ（初期設定）

2：ゲート・トリガ

ステートメント例 `OUTPUT @B1500;"TGSO 2"`

参照 TGP、TGPC

TGXO

TGP *port*,2,*polarity*,1 コマンドが設定するトリガ出力（Measurement Completion、測定終了）に有効なトリガ（エッジまたはゲート）を設定します。Figure 4-4 (p. 4-208) を参照してください。

シンタックス

```
TGXO mode
```

パラメータ

mode **:** エッジまたはゲート。整数式。

1：エッジ・トリガ（初期設定）

2：ゲート・トリガ

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TGXO 2"
```

参照

TGP、TGPC

TI

高速スポット測定を実行し、測定データを返します。このコマンドは、SMU 動作モード、トリガ・モード（TM コマンド）、測定モード（MM コマンド）に依らず、電流測定を開始します。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

シンタックス

```
TI chnum[,range]
```

パラメータ

chnum **:** SMU 測定チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

range **:** 測定レンジまたはレンジング・タイプ。整数式。Table 4-3 (p. 4-19) を参照してください。

電圧出力チャネルに対して *range* を省略すると、コンプライアンス値を含む最小レンジを用いて測定を実行します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TI 1"
ENTER @B1500 USING "#,3X,12D,X";Idata
```

TIV

高速スポット測定を実行し、測定データを返します。このコマンドは、SMU 動作モード、トリガ・モード（TM コマンド）、測定モード（MM コマンド）に依らず、電流・電圧測定を開始します。

HCSMU、HVSMU は、電流測定と電圧測定を同時に実行します。

HRSMU、MPSMU、HPSMU は、コンプライアンス側測定とフォース側測定をこの順に実行します。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

シンタックス

```
TIV chnum[,irange,vrange]
```

パラメータ

chnum **:** SMU 測定チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

irange **:** 電流測定レンジまたはレンジング・タイプ。整数式。Table 4-3 (p. 4-19) を参照してください。

vrange **:** 電圧測定レンジまたはレンジング・タイプ。整数式。Table 4-2 (p. 4-17) を参照してください。

irange、*vrange* を省略すると、コンプライアンス値を含む最小レンジと、出力値を含む最小レンジを用いて測定を実行します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TIV 1"
ENTER @B1500 USING "#,3X,12D,X";Idata
ENTER @B1500 USING "#,3X,12D,X";Vdata
PRINT "I=";Idata*1000;"mA, V=";Vdata*1000;"mV"
```

TM

以下のアクションに有効なイベントを設定します。

- PA、PAX コマンドによる待ち状態の解除
- 測定の開始（PA、PAX、WS、WSX コマンドによる待ち状態でない時に高速スポット測定以外の測定を開始することができます。）

シンタックス

```
TM mode
```

パラメータ

***mode*：** イベント・モード。整数式。

mode	イベント
1	XE コマンドと GPIB GET (Group Execute Trigger、HP BASIC の TRIGGER コマンド)。初期設定。
2	XE コマンド
3	XE コマンドと外部トリガ入力
4	XE コマンドと MM コマンド(MM コマンド実行後の自動トリガ)

`TGP` *`port`*`,`*`terminal`*`,`*`polarity`*`,1` コマンドが設定するトリガを使用可能にするには *mode* 値を 3 に設定します。

備考

TM3 イベント・モードにおいて、PA、PAX、WS、WSX コマンドによる待ち状態でない場合、B1500 は外部トリガの入力によって測定を開始することができます。そして測定を終了すると、B1500 はトリガ出力端子からトリガを出力します。初期状態では Ext Trig In、Out 端子が使用可能です。Digital I/O 端子を使用するには、TGP コマンドを用いてトリガ入力端子とトリガ出力端子の設定を行います。

トリガ・ロジックを設定するには TGP コマンドを送ります（初期設定：ネガティブ)。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TM 1"
OUTPUT @B1500;"TM 3"
```

参照

PA、PAX、TGP、TGPC、WS、WSX

TMACV

MFCMU の AC 電圧出力信号レベルをモニタし、測定データを返します。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

シンタックス

`TMACV` *`chnum`*`,`*`mode`*`[,`*`range`*`]`

パラメータ

***chnum*：** MFCMU チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode : レンジング・モード。整数式。0 または 2。

0: オート・レンジ。初期設定。

2: 固定レンジ

range : 測定レンジ。*mode*=2 の場合は、このパラメータを設定する必要があります。Table 4-19 (p. 4-30) を参照してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TMACV 9,0"
ENTER @B1500 USING "#,3X,13D,X";Aclevel
```

TMDCV

MFCMU の DC バイアス出力をモニタし、測定データを返します。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

± 25 V を超える出力を行う場合は、SCUU が正しく接続されていること。SCUU は MFCMU 1 モジュールと MPSMU/HRSMU 2 モジュールに接続して使用します。SMU が 1 モジュールしか接続されていない場合や HPSMU が接続されている状態では使用できません。

インターロック開放時の許容電圧を超える出力を行う場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
TMDCV chnum,mode[,range]
```

パラメータ

chnum : MFCMU チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode : レンジング・モード。整数式。0 または 2。

0: オート・レンジ。初期設定。

2: 固定レンジ

range : 測定レンジ。*mode*=2 の場合は、このパラメータを設定する必要があります。Table 4-20 (p. 4-31) を参照してください。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TMDCV 9,0"
ENTER @B1500 USING "#,3X,13D,X";Dcbias
```

TSC

タイムスタンプ機能を有効、または無効にします。

実行条件

タイムスタンプ機能を以下の測定モードで使用することはできません。

- 疑似パルス・スポット測定（MM 9）
- リニア・サーチ測定（MM 14）
- バイナリ・サーチ測定（MM 15）

4 バイト バイナリ・フォーマットでデータを出力する場合（FMT3、FMT4 コマンド）、このコマンドを使用することはできません。

シンタックス

```
TSC mode
```

パラメータ

mode **:** 有効または無効。整数式。

mode	説明
0	タイムスタンプ機能を無効にします。初期設定。
1	タイムスタンプ機能を有効にします。

タイムスタンプ機能を有効にすると、時間データが測定データと一緒に出力されます。時間データはタイマー リセットから測定開始までの時間です。「データ出力フォーマット (p. 1-26)」を参照してください。

備考

ASCII フォーマットによるデータ出力時に、最高分解能（100 µs）の時間データを得るためには、次の間隔以内にタイマーをリセットしてください。

100 秒（FMT 1, 2, 5 の場合）

1000 秒（FMT 11, 12, 15, 21, 22, 25 の場合）

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TSC 1"
```

TSQ

時間データを返します。時間データはタイマー・リセット（TSR コマンド実行）から TSQ コマンド実行時までの経過時間です。時間データは、測定データと同様に、データ出力バッファに置かれます。

このコマンドは TSC コマンドの設定に係わらず、すべての測定モードで使用することが可能です。

4 バイト バイナリ・フォーマットでデータを出力する場合（FMT3、FMT4 コマンド）、このコマンドを使用することはできません。

シンタックス

```
TSQ
```

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TSQ"
ENTER @B1500 USING "#,5X,13D,X";Time
PRINT "Time=";Time;"s"
```

TSR

タイマーをリセットします。このコマンドは TSC コマンドの設定に係わらず、すべての測定モードで使用することが可能です。4 バイト バイナリ・フォーマットでデータを出力する場合（FMT3、FMT4 コマンド）、このコマンドを使用することはできません。

シンタックス

```
TSR [chnum]
```

パラメータ

chnum : SMU または MFCMU のチャネル番号。整数式。1 から 10。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

chnum に指定されたチャネルに対する DV、DI、または DCV コマンドによるソース出力開始時に、タイマーがリセットされます。その時、指定チャネルの出力スイッチは ON している必要があります。このコマンドの設定は CL コマンドによってクリアされます。タイマーがリセットされる前に、このコマンドが複数回入力された場合は、最終コマンドだけが有効です。

chnum が省略された場合、このコマンドは直ちにタイマーをクリアします。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TSR"
OUTPUT @B1500;"TSR 1"
```

備考

ASCII フォーマットによるデータ出力時に、最高分解能（100 µs）の時間データを得るためには、次の間隔以内にタイマーをリセットしてください。

100 秒（FMT 1, 2, 5 の場合）、1000 秒（FMT 11, 12, 15, 21, 22, 25 の場合）

*TST?

セルフ・テストとセルフ・キャリブレーションを実行し、実行結果を返します。*TST? コマンド実行後、直ちに実行結果を読むようにしてください。

コマンド実行後のモジュールは CL コマンド実行後と同じ状態になります。

実行条件

高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）のチャネルがないこと。

*TST? コマンド実行前に測定端子を開放してください。

シンタックス

```
*TST? [slot[,option]]
```

パラメータ

***slot*：** 実行対象モジュールを装着しているスロットの番号 1 ～ 10。または 0 か 11 。整数式。

0：全モジュールとメインフレーム。省略時設定。

11：メインフレーム。

***option*：** 実行オプション。整数式。0 または 1。

0：最新のパス／フェイル結果を返します。

1：セルフ・テストを実行し、結果を返します。省略時設定。

*TST? *slot*,0 は最後に実行された *TST?/CA/*CAL? コマンドまたはオート・キャリブレーションの実行結果を返します。

*TST? 0,0 は最終的に記録されている、全モジュールのパス／フェイル結果を返します。

モジュールを装着していないスロットを指定するとエラーとなります。

備考

SCUU に接続された SMU が *TST? にフェイルすると、SCUU を制御することができません。また、SSP および SSL コマンドを使用できません。

SCUU に接続された MFCMU が *TST? にフェイルすると、SCUU に接続されている全モジュールを使用することができません。

フェイルしたモジュールは応答しなくなりますが、RCV コマンドによって応答可能となります。SCUU に接続されたモジュールを応答可能にするには、MFCMU、SMU の順に RCV コマンドを実行します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"*TST?"
ENTER @B1500;A
```

レスポンス

results<CR/LF^EOI>

下記の説明に該当する *results* 値の和が返ります。

results	説明	*results*	説明
0	パス	32	スロット 6 モジュールの不良
1	スロット 1 モジュールの不良	64	スロット 7 モジュールの不良
2	スロット 2 モジュールの不良	128	スロット 8 モジュールの不良
4	スロット 3 モジュールの不良	256	スロット 9 モジュールの不良
8	スロット 4 モジュールの不良	512	スロット 10 モジュールの不良
16	スロット 5 モジュールの不良	1024	メインフレームの不良

TTC

CMU を用いて、高速スポット測定を実行し、測定データと時間データ（タイマー リセットから測定開始までの時間）を返します。このコマンドは、トリガ・モード（TM コマンド）、測定モード（MM コマンド）に依らず、測定を開始します。

CMU は第 1 パラメータと第 2 パラメータ（例 Cp と G）を測定します。測定パラメータの選択には IMP コマンドを使用します。「IMP (p. 4-119)」を参照してください。

実行条件

指定するチャネル（CMU）に対して CN/CNX が実行されていること。

IMP コマンドが実行されていること。

4 バイト バイナリ・フォーマットでデータを出力する場合（FMT3、FMT4 コマンド）、このコマンドを使用することはできません。

シンタックス

```
TTC chnum,mode[,range]
```

パラメータ

chnum : MFCMU 測定チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode : レンジング・モード。0（オート・レンジ、初期設定）または 2（固定）。

range : 測定レンジ。*mode*=2 の時に設定します。0 以上の整数。50 Ω、100 Ω、300 Ω、1 kΩ、3 kΩ、10 kΩ、30 kΩ、100 kΩ、300 kΩ レンジから選択します。Table 4-17 (p. 4-30) を参照してください。FC コマンドに設定する出力信号周波数によって使用可能な測定レンジが異なります。

備考

ASCII フォーマットによるデータ出力時に、最高分解能（100 µs）の時間データを得るためには、次の間隔以内にタイマーをリセットしてください。

100 秒（FMT 1, 2, 5 の場合）

1000 秒（FMT 11, 12, 15, 21, 22, 25 の場合）

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"IMP 101"
OUTPUT @B1500;"TTC 8,2,1000"
ENTER @B1500 USING "#,5X,13D,X";Time
ENTER @B1500 USING "#,5X,13D,X";Cdata
ENTER @B1500 USING "#,5X,13D,X";Ddata
PRINT "Data=";Cdata*1000000;" uF, D=";Ddata;
", at ";Time;" s"
```

TTI

高速スポット測定を実行し、測定データと時間データ（タイマー リセットから測定開始までの時間）を返します。このコマンドは、SMU 動作モード、トリガ・モード（TM コマンド）、測定モード（MM コマンド）に依らず、電流測定を開始します。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

4 バイト バイナリ・フォーマットでデータを出力する場合（FMT3、FMT4 コマンド）、このコマンドを使用することはできません。

シンタックス

```
TTI chnum[,range]
```

パラメータ

chnum : SMU 測定チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

range : 測定レンジまたはレンジング・タイプ。整数式。Table 4-3 (p. 4-19) を参照してください。

電圧出力チャネルに対して *range* を省略すると、コンプライアンス値を含む最小レンジを用いて測定を実行します。

備考

ASCII フォーマットによるデータ出力時に、最高分解能（100 µs）の時間データを得るためには、次の間隔以内にタイマーをリセットしてください。

100 秒（FMT 1, 2, 5 の場合）

1000 秒（FMT 11, 12, 15, 21, 22, 25 の場合）

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TTI 1"
ENTER @B1500 USING "#,5X,13D,X";Time
ENTER @B1500 USING "#,5X,13D,X";Idata
PRINT "Data=";Idata*1000;"mA, at";Time;"s"
```

TTIV

高速スポット測定を実行し、測定データと時間データ（タイマー リセットから測定開始までの時間）を返します。このコマンドは、SMU 動作モード、トリガ・モード（TM コマンド）、測定モード（MM コマンド）に依らず、電流・電圧測定を開始します。

HCSMU、HVSMU、MCSMU は、電流測定と電圧測定を同時に実行します。

HRSMU、MPSMU、HPSMU は、コンプライアンス側測定とフォース側測定をこの順に実行します。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

4 バイト バイナリ・フォーマットでデータを出力する場合（FMT3、FMT4 コマンド）、このコマンドを使用することはできません。

シンタックス

```
TTIV chnum[,irange,vrange]
```

パラメータ

chnum : SMU 測定チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

irange : 電流測定レンジまたはレンジング・タイプ。整数式。Table 4-3 (p. 4-19) を参照してください。

vrange : 電圧測定レンジまたはレンジング・タイプ。整数式。Table 4-2 (p. 4-17) を参照してください。

irange、*vrange* を省略すると、コンプライアンス値を含む最小レンジと、出力値を含む最小レンジを用いて測定を実行します。

備考

ASCII フォーマットによるデータ出力時に、最高分解能（100 µs）の時間データを得るためには、次の間隔以内にタイマーをリセットしてください。
100 秒（FMT 1, 2, 5 の場合）
1000 秒（FMT 11, 12, 15, 21, 22, 25 の場合）

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TTIV 1"
ENTER @B1500 USING "#,3X,13D,X";Time
ENTER @B1500 USING "#,3X,12D,X";Idata
ENTER @B1500 USING "#,3X,12D,X";Vdata
PRINT "I=";Idata*1000;"mA, V=";Vdata*1000;"mV,
at";Time;"s"
```

TTV

高速スポット測定を実行し、測定データと時間データ（タイマー リセットから測定開始までの時間）を返します。このコマンドは、SMU 動作モード、トリガ・モード（TM コマンド）、測定モード（MM コマンド）に依らず、電圧測定を開始します。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

4 バイト バイナリ・フォーマットでデータを出力する場合（FMT3、FMT4 コマンド）、このコマンドを使用することはできません。

シンタックス

```
TTV chnum[,range]
```

パラメータ

chnum : SMU 測定チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

range : 測定レンジまたはレンジング・タイプ。整数式。Table 4-2 (p. 4-17) を参照してください。

電流出力チャネルに対して *range* を省略すると、コンプライアンス値を含む最小レンジを用いて測定を実行します。

備考

ASCII フォーマットによるデータ出力時に、最高分解能（100 µs）の時間データを得るためには、次の間隔以内にタイマーをリセットしてください。
100 秒（FMT 1, 2, 5 の場合）
1000 秒（FMT 11, 12, 15, 21, 22, 25 の場合）

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TTV 1"
ENTER @B1500 USING "#,5X,13D,X";Time
ENTER @B1500 USING "#,5X,13D,X";Vdata
PRINT "Data=";Vdata*1000;"mV, at";Time;"s"
```

TV

高速スポット測定を実行し、測定データを返します。このコマンドは、SMU 動作モード、トリガ・モード（TM コマンド）、測定モード（MM コマンド）に依らず、電圧測定を開始します。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

シンタックス

```
TV chnum[,range]
```

パラメータ

chnum : SMU 測定チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

range : 測定レンジまたはレンジング・タイプ。整数式。Table 4-2 (p. 4-17) を参照してください。

電流出力チャネルに対して *range* を省略すると、コンプライアンス値を含む最小レンジを用いて測定を実行します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"TV 1"
ENTER @B1500 USING "#,3X,12D,X";Vdata
```

UNT?

メインフレームとモジュールのモデル番号とレビジョン番号を返します。

シンタックス

```
UNT? [mode]
```

パラメータ

mode **:** 情報出力する対象。整数式。0（全モジュール、省略時設定）または 1（メインフレームと全モジュール）。

レスポンス

```
[FrameModel,FrameRevision;]Slot1Model,Slot1Revision;
..... Slot9Model,Slot9Revision;Slot10Model,Slot10Revisi
on<CR/LF^EOI>
```

ステートメント例

```
DIM A$[50]
OUTPUT @B1500;"UNT?"
ENTER @B1500;A$
```

VAR

B1500 内部で持つ変数を定義し、値を設定します。変数名は指定されたパラメータ値を用いて自動的に設定されます。

シンタックス

```
VAR type,n,value
```

パラメータ

type **:** 変数のタイプ。整数式。

0：整数。変数名は %I*n* となります。

1：実数。変数名は %R*n* となります。

n **:** 変数名につけられる番号 *n*。整数式。0 ～ 99。

value **:** 変数値。数式。以下のような 6 桁までの値が有効です。

整数変数の有効値：–999999 ～ 999999

実数変数の有効値：–9999.9 ～ 9999.9

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"ST1;CN1;DV1,0,%R99,1E-4;TI1,0"
OUTPUT @B1500;"END"
OUTPUT @B1500;"VAR 1,99,2.5"
```

この例は実数変数 %R99 に値 2.5 を設定します。

VAR?

VAR コマンドによって設定された変数の値を文字列で返します。

シンタックス

```
VAR? type,n
```

パラメータ

type **:** 変数のタイプ。整数式。

0：整数。変数名 %I*n* の値を読む場合。

1：実数。変数名 %R*n* の値を読む場合。

n **:** 変数名についている番号 *n*。整数式。0 ～ 99。

レスポンス

```
value<CR/LF^EOI>
```

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"VAR? 1,99"
ENTER @B1500;A$
```

この例は実数変数 %R99 の値を読み取ります。

WACV

CV（AC レベル）掃引測定 (MM23) に使用する AC レベル掃引源を設定します。MFCMU を使用します。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

シンタックス

```
WACV chnum,mode,start,stop,step
```

パラメータ

chnum **:** MFCMU チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode **:** 掃引モード。整数式。1 から 4。

1：リニア掃引（シングル、*start* から *stop*）

2：ログ掃引（シングル、*start* から *stop*）

3：リニア掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

4：ログ掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

start, stop **:** AC レベル掃引源のスタート、ストップ値（V）。数式。

0（初期設定）～ 0.250 V。設定分解能：0.001 V

step **:** 掃引ステップ数。整数式。1 ～ 1001。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WACV 9,1,0.001,0.100,100"
```

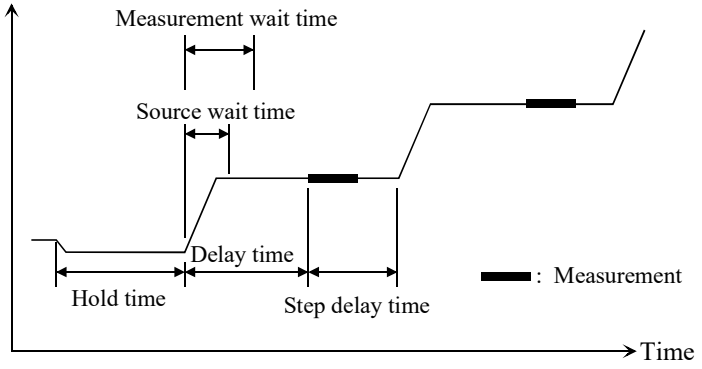
WAT

出力ウエイト時間と測定ウエイト時間を設定します。Figure 4-6 を参照してください。ウエイト時間は次式で与えられます。

ウエイト時間 = *N* × 初期ウエイト時間 + *offset*

初期ウエイト時間は B1500 が自動的に設定する時間であり、変更することのできない値です。初期出力ウエイト時間と初期測定ウエイト時間は同じ値ではありません。SMU ウエイト時間の設定は全 SMU に有効です。

Figure 4-6 **出力／測定ウエイト時間**



シンタックス

```
WAT type,N[,offset]
```

パラメータ

type ウエイト時間のタイプ。整数式。

1：SMU 出力ウエイト時間（出力値変更可能となるまでの時間）

2：SMU 測定ウエイト時間（測定実行可能となるまでの時間）

3：CMU 測定ウエイト時間（測定実行可能となるまでの時間）

N 初期ウエイト時間の係数。数式。
0 ～ 10、0.1 ステップ。初期設定：1

offset ウエイト時間のオフセット。数式。
0 ～ 1 s、0.0001 s ステップ。省略時設定：0

NOTE

最適なウエイト時間を設定することは困難です。長すぎると時間の無駄になりますが、短すぎるとデバイスの特性が安定する前に測定を実行してしまうかもしれません。

応答の遅いデバイスを測定する場合には初期設定では十分な待ち時間が取れないことがあります。その場合は、*N* 値を 1 以上に設定します。

応答の速いデバイスの測定において測定スピードが最重要である場合には、*N* 値を 1 以下に設定します。

NOTE ウエイト時間は、ディレイ時間よりも短い場合は無視されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WAT 1,.7"
OUTPUT @B1500;"WAT 2,0,.01"
```

WDCV

CV（DC バイアス）掃引測定（MM18）に使用する階段波電圧掃引源を設定します。掃引源には MFCMU または SMU を使用します。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

SCUU を用いて ± 25 V を超える出力を行う場合は、SCUU が正しく接続されていること。SCUU は CMU 1 モジュールと MPSMU/HRSMU 2 モジュールに接続して使用します。SMU が 1 モジュールしか接続されていない場合や HPSMU が接続されている状態では使用できません。

インターロック開放時の許容電圧を超える出力を行う場合は、インターロック回路をショートすること。

シンタックス

```
WDCV chnum,mode,start,stop,step[,Icomp]
```

パラメータ

chnum : MFCMU または SMU ソース・チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

mode : 掃引モード。整数式。1 から 4。

1：リニア掃引（シングル、*start* から *stop*）

2：ログ掃引（シングル、*start* から *stop*）

3：リニア掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

4：ログ掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

start*, *stop : DC バイアス掃引源のスタート、ストップ値（V）。数式。ログ掃引では、*start* と *stop* を同じ極性に設定してください。

SMU を使用する場合、測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27) を参照してください。

MFCMU を使用する場合、0（初期設定）～ ± 25 V (MFCMU) または ± 100 V (SCUU)

SCUU 使用時に用いられるモジュールは、出力設定値によって自動的に選択されます。*start* 値と *stop* 値が ± 25 V 以内であれば MFCMU が使用されます（設定分解能：0.001 V）。± 25 V を超える場合は SMU が使用されます（設定分解能：0.005 V）。

SCUU に接続された SMU は 100 V リミテッド・オート・レンジング、20 mA コンプライアンスの設定で DC 電圧を出力します。

***step*：** 掃引ステップ数。整数式。1 ～ 1001。

***Icomp*：** SMU 使用時に有効。MFCMU 使用時にはエラーとなります。

電流コンプライアンス（A）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。

コンプライアンスの極性は *Icomp* 値に依存しません。自動的に出力値と同じ極性に設定されます。出力値が 0 の場合、極性は正に設定されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WDCV 8,1,5,-5,101"
```

WFC

C-f 掃引測定 (MM22) に使用する周波数掃引源を設定します。MFCMU を使用します。

実行条件

指定するチャネルに対して CN/CNX コマンドが実行されていること。

シンタックス

```
WFC chnum,mode,start,stop,step
```

パラメータ

***chnum*：** MFCMU チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***mode*：** 掃引モード。整数式。1 から 4。

1：リニア掃引（シングル、*start* から *stop*）

2：ログ掃引（シングル、*start* から *stop*）

3：リニア掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

4：ログ掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

***start*, *stop*：** 周波数掃引のスタート、ストップ値（Hz）。数式。Table 4-18 (p. 4-30) を参照してください。

1000（1 kHz、初期設定）～ 5000000 Hz （5 MHz）

設定分解能：1 mHz（1 kHz ～ 10 kHz）、10 mHz（10 kHz ～ 100 kHz ）、100 mHz（100 kHz ～ 1 MHz）、1 Hz（1 MHz ～ 5 MHz）。

***step*：** 掃引ステップ数。整数式。1 ～ 1001。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WFC 9,1,100000,5000000,50"
```

WI

階段波電流掃引源とそのパラメータを設定します。このコマンドは WV、WSV、WSI、WNX コマンドの設定をクリアします。

このコマンドの設定は WV コマンドによってクリアされます。

シンタックス

- 階段波掃引測定：

  WI *chnum*,*mode*,*range*,*start*,*stop*,*step*[,*Vcomp*[,*Pcomp*]]

- パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定：

  WI *chnum*,*mode*,*range*,*start*,*stop*,*step*[,*Vcomp*]

パラメータ

***chnum*：** SMU 掃引出力チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***mode*：** 掃引モード。整数式。パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定ではログ掃引（*mode*=2、4）を行うことはできません。

1：リニア掃引（シングル、*start* から *stop*）

2：ログ掃引（シングル、*start* から *stop*）

3：リニア掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

4：ログ掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

***range*：** レンジング・タイプ。整数式。Table 4-5 (p. 4-22) を参照してください。

リニア掃引では、*start* 値と *stop* 値をカバーする最小レンジを使用して階段波掃引出力を行います。

ログ掃引では、出力値をカバーする最小レンジを使用して、出力値に応じたレンジ設定を行います。

リミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。

***start*, *stop* :** スタート、ストップ電流（A）。数式。測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。ログ掃引では *start* と *stop* を同じ極性に設定してください。

***step* :** 掃引ステップ数。整数式。1 ～ 10001。

***Vcomp* :** 電圧コンプライアンス（V）。数式。測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。値がインターロック開放時の許容電圧を超える場合はインターロック回路をショートしてください。

コンプライアンスの極性は *Vcomp* 値に依存しません。自動的に出力値と同じ極性に設定されます。出力値が 0 の場合、極性は正に設定されます。

Pcomp を設定した場合、出力レンジの設定に係わらず、その測定リソースの最大コンプライアンス値が有効です。

ログ掃引モードで *Pcomp* を設定しなかった場合、*start* 値と *stop* 値をカバーする最小レンジのコンプライアンス値が有効です。

***Pcomp* :** パワー・コンプライアンス（W）。数式。設定分解能 : 0.001 W。省略した場合、パワー・コンプライアンスは設定されません。HVSMU を使用する場合、このパラメータは無効です。

0.001 ～ 2 (MPSMU/HRSMU)、0.001 ～ 20 (HPSMU)、0.001 ～ 40 (HCSMU)、0.001 ～ 80 (デュアル HCSMU)、0.001 ～ 3 (MCSMU)、0.001 ～ 100 (UHVU)

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WI 1,1,11,0,0.1,100,10,1"
OUTPUT @B1500;"WI 2,2,15,1E-6,0.1,100"
```

WM

階段波掃引源、パルス掃引源の自動停止機能を設定します。自動停止機能は、次の条件が生じた時に測定を停止します。

- 測定チャネルがコンプライアンスに達した場合
- コンプライアンスに達したチャネルがある場合
- A/D コンバータがオーバーフローした場合

- 発振しているチャネルがある場合

さらに、測定終了後出力の設定も行います。測定が正常に終了した場合には、階段波掃引源は *post* が示す値を、パルス掃引源はパルス・ベース値を出力します。

自動停止機能によって測定が停止された場合には、階段波掃引源はスタート値を、パルス掃引源はパルス・ベース値を出力します。

シンタックス

```
WM abort[,post]
```

パラメータ

abort **:** 自動停止機能。整数式。

1：機能を無効にします。初期設定。

2：機能を有効にします。

post **:** 測定が正常終了した場合の終了後出力値。整数式。

1：スタート値を出力します。初期設定。

2：ストップ値を出力します。

省略した場合、階段波掃引源はスタート値を出力します。

出力データ

自動停止条件が検出されるまでの測定データが残ります。以降のデータにはダミー・データ（199.999E+99）が返ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WM 2"
OUTPUT @B1500;"WM 2,2"
```

WMACV

CV（AC レベル）掃引測定（MM23）の自動停止機能を設定します。自動停止機能は、次の条件が生じた時に測定を停止します。

- NULL ループ・アンバランス状態になった場合
- IV アンプ飽和状態になった場合
- A/D コンバータがオーバーフローした場合

このコマンドは、測定終了後出力の設定も行います。測定が正常に終了した場合には、MFCMU は *post* が示す値を出力します。

自動停止機能によって測定が停止された場合には、MFCMU はスタート値を出力します。

シンタックス　WMACV *abort*[,*post*]

パラメータ

***abort*：** 自動停止機能。整数式。1 または 2。

1：機能を無効にします。初期設定。

2：機能を有効にします。

***post*：** 測定が正常終了した場合の終了後の AC レベル。整数式。1 または 2。

1：スタート値を出力します。初期設定。

2：ストップ値を出力します。

省略した場合、MFCMU はスタート値を出力します。

出力データ　自動停止条件が検出されるまでの測定データが残ります。以降のデータにはダミー・データ（199.999E+99）が返ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WMACV 2"
OUTPUT @B1500;"WMACV 2,2"
```

WMDCV

CV（DC バイアス）掃引測定（MM18）、パルス・バイアス掃引測定（MM20）の自動停止機能を設定します。自動停止機能は、次の条件が生じた時に測定を停止します。

- NULL ループ・アンバランス状態になった場合
- IV アンプ飽和状態になった場合
- A/D コンバータがオーバーフローした場合

さらに、測定終了後出力の設定も行います。測定が正常に終了した場合には、DC バイアス掃引源は *post* が示す値を、パルス・バイアス掃引源はパルス・ベース値を出力します。

自動停止機能によって測定が停止された場合には、DC バイアス掃引源はスタート値を、パルス・バイアス掃引源はパルス・ベース値を出力します。

シンタックス　WMDCV *abort*[,*post*]

パラメータ

***abort*：** 自動停止機能。整数式。1 または 2。

1：機能を無効にします。初期設定。

2：機能を有効にします。

***post*：** 測定が正常終了した場合の終了後出力値。整数式。1 または 2。

1：スタート値を出力します。初期設定。

2：ストップ値を出力します。

省略した場合、MFCMU はスタート値を出力します。

出力データ 自動停止条件が検出されるまでの測定データが残ります。以降のデータにはダミー・データ（199.999E+99）が返ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WMDCV 2"
OUTPUT @B1500;"WMDCV 2,2"
```

WMFC

C-f 掃引測定（MM22）の自動停止機能を設定します。自動停止機能は、次の条件が生じた時に測定を停止します。

- NULL ループ・アンバランス状態になった場合
- IV アンプ飽和状態になった場合
- A/D コンバータがオーバーフローした場合

このコマンドは、測定終了後出力の設定も行います。測定が正常に終了した場合には、MFCMU は *post* が示す値を出力します。

自動停止機能によって測定が停止された場合には、MFCMU はスタート値を出力します。

シンタックス

```
WMFC abort[,post]
```

パラメータ

***abort*：** 自動停止機能。整数式。1 または 2。

1：機能を無効にします。初期設定。

2：機能を有効にします。

***post*：** 測定が正常終了した場合の終了後の信号周波数。整数式。1 または 2。

1：スタート値を出力します。初期設定。

2：ストップ値を出力します。

省略した場合、MFCMU はスタート値を出力します。

出力データ　自動停止条件が検出されるまでの測定データが残ります。以降のデータにはダミー・データ（199.999E+99）が返ります。

ステートメント例
```
OUTPUT @B1500;"WMFC 2"
OUTPUT @B1500;"WMFC 2,2"
```

WNCC

マルチ・チャネル掃引測定（MM 16、MM27、MM28) の設定をクリアします。次のコマンドの設定がクリアされます。

WNX、MCPT、MCPNT、MCPNX、MCPWS、MCPWNX

シンタックス
```
WNCC
```

ステートメント例
```
OUTPUT @B1500;"WNCC"
```

WNU?

WI、WV、PWI、PWV コマンドによって設定された、掃引ステップ数を返します。

実行条件　パルス掃引のステップ数を知りたい場合は、WNU? コマンドの前に MM4 コマンドを実行すること。そうしないと階段波掃引のステップ数が返ります。

シンタックス
```
WNU?
```

レスポンス　*掃引ステップ数*<CR/LF^EOI>

ステートメント例
```
OUTPUT @B1500;"WNU?"
ENTER @B1500;A
```

WNX

主掃引源の出力に同期する階段波掃引源（同期掃引源）を設定します。主掃引源を含め、最大 10 個の掃引源を使用することが可能です。また電圧掃引源、電流掃引源の混在が可能です。

マルチ・チャネル掃引測定（MM16、MM28）に有効です。

MM16 の場合、主掃引源は WI または WV コマンドによって設定されます。

MM28 の場合、主掃引源はパラメータ *N*=1 に設定された WNX または MCPWNX コマンドによって設定されます。

掃引ステップ数およびリニア掃引／ログ掃引の設定は WI または WV コマンド（MM16）、または MCPWS コマンド（MM28）で行います。

WNX コマンドの設定は WI、WV、または WNCC コマンドによってクリアされます。

実行条件

WI、WV コマンドは WNX コマンドよりも先に実行されること（MM16）。

電圧出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える場合はインターロック回路をショートしてください。

シンタックス

```
WNX N,chnum,mode,range,start,stop[,comp[,Pcomp]]
```

パラメータ

***N*：** ソース番号。整数式。MM16 の場合、2 ～ 10。MM28 の場合、1 ～ 10。備考を参照してください。

***chnum*：** SMU 掃引出力チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***mode*：** 掃引出力タイプ。整数式。1 または 2。

1：電圧掃引

2：電流掃引

***range*：** レンジング・タイプ。整数式。

- 電圧掃引（*mode*=1）：Table 4-4 (p. 4-21) を参照してください。

  start 値と *stop* 値をカバーする最小レンジを使用して階段波掃引出力を行います。*Pcomp* を設定していて、次の条件が満たされる場合は、出力値をカバーする最小レンジ（20 V 以上）を使用して出力値に応じたレンジ設定を行います。レンジ変更が生じると、出力値が一瞬、0 V になるかもしれません。リミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。

  - *Icomp* > 出力レンジの最大電流
  - *Pcomp* / 出力電圧 > 出力レンジの最大電流

- 電流掃引（*mode*=2）：Table 4-5 (p. 4-22) を参照してください。

  リニア掃引では、*start* 値と *stop* 値をカバーする最小レンジを使用して階段波掃引出力を行います。

  ログ掃引では、出力値をカバーする最小レンジを使用して、出力値に応じたレンジ設定を行います。

リミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。

***start*, *stop* :** スタート、ストップ電流（A または V）。数式。*start*=*stop* に設定すると SMU は定電源として動作します。ログ掃引では *start* と *stop* を同じ極性に設定してください。

- 電圧掃引（*mode*=1）：測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-10 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-14 (p. 4-28)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。
- 電流掃引（*mode*=2）：測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27)、Table 4-13 (p. 4-28) を参照してください。

***comp* :** コンプライアンス（V または A）。数式。省略した場合は以前の値が設定されます。

- 電圧掃引（*mode*=1）：測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-10 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-14 (p. 4-28)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。
- 電流掃引（*mode*=2）：測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27)、Table 4-13 (p. 4-28) を参照してください。

  ログ掃引モードで *Pcomp* を設定しなかった場合、*start* 値と *stop* 値をカバーする最小レンジのコンプライアンス値が有効です。

コンプライアンスの極性は *comp* 値に依存しません。自動的に出力値と同じ極性に設定されます。出力値が 0 の場合、極性は正に設定されます。

Pcomp を設定した場合、出力レンジの設定に係わらず、その測定リソースの最大コンプライアンス値が有効です。

***Pcomp* :** パワー・コンプライアンス（W）。数式。設定分解能 : 0.001 W。省略した場合、パワー・コンプライアンスは設定されません。HVSMU を使用する場合、このパラメータは無効です。

0.001 ～ 2 (MPSMU/HRSMU)、0.001 ～ 20 (HPSMU)、0.001 ～ 40 (HCSMU)、0.001 ～ 80 (デュアル HCSMU)、0.001 ～ 3 (MCSMU)、0.001 ～ 100 (UHVU)

備考

MCPNX、MCPWNX、WNX コマンドに設定する *N* 値と *chnum* 値はコマンド毎にユニークな値に設定します。もし同じ値でコマンドを実行すると、前のコマンドによる設定はクリアされて、最新のコマンドの設定が残ります。

MM16 の場合、WNX で設定された出力源はトリガ（XE コマンドなど）によって同時に出力を開始します。ただしパワー・コンプライアンスまたはログ掃引電流出力を設定する掃引源が存在する場合には *N* 値の順に出力を開始します。この場合、主掃引源が一番始めに出力を開始します。

MM16 で複数の測定チャネルを使用する場合、高速 A/D コンバータを使用して固定レンジで測定を行うチャネルが同時に測定を開始し、その後、その他のチャネルが MM コマンドに指定した順番で測定を開始します。

MM28 の場合、WNX で設定された出力源が *N* 値の順に出力を開始し、続いて MCPNX、MCPWNX で設定された出力源が同時に出力を開始します。

MM28 で複数の測定チャネルを使用する場合、全測定チャネルは同時に測定を開始します。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WNX 2,3,1,12,0,3,1E-3,2E-3"
OUTPUT @B1500;"WNX 3,4,2,0,1E-3,1E-2,3"
```

WS

B1500 をトリガ待ち状態にします。Ext Trig In 端子からトリガを受け取ると、待ち状態は解除されます。トリガ・ロジックを設定するには TGP コマンドを送ります（初期設定：ネガティブ）。

トリガを受け取る前に待ち状態を終わらせるには、AB または *RST コマンドを実行します。

シンタックス

```
WS [mode]
```

パラメータ

***mode*：** 待ち状態。整数式。省略すると、*mode*=1 が設定されます。

1：既にトリガを受け取っている場合は、待ち状態とならずに動作を継続します。トリガを受け取っていなければ、直ちに待ち状態になります。

2：直ちに待ち状態になります。

備考

B1500 は現在のトリガ状態（受け取ったかどうか）をチェックするためにトリガ・フラグの確認を行います。トリガ・フラグをクリアするには以下を行います。

- *RST コマンドまたはデバイス・クリアを送ります。
- TM3 コマンドを送ります。
- TM3 モードにいる場合は TM1、TM2、または TM4 コマンドを送ります。
- OS コマンドを送ります。
- Ext Trig In 端子に測定開始トリガを送ります。
- WS コマンドによって設定された待ち状態を解除するためのトリガを Ext Trig In 端子に送ります。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WS 2"
```

WSI

WI コマンドによって設定された階段波掃引源（主掃引源）または PWI コマンドによって設定されたパルス掃引源（主掃引源）の出力に同期する階段波掃引出力源（同期掃引源）を設定します。

実行条件

階段波掃引（MM2）、パルス掃引（MM4）、パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定（MM5）に有効です。

WSI コマンド実行前に WI または PWI コマンドを実行すること。WSI コマンドの設定は WI、WV、PWI、PWV コマンドによってクリアされます。

シンタックス

```
WSI chnum,range,start,stop[,Vcomp[,Pcomp]]
```

パラメータ

chnum : SMU 同期掃引出力チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

range : レンジング・タイプ。整数式。Table 4-5 (p. 4-22) を参照してください。

リニア掃引では、*start* 値と *stop* 値をカバーする最小レンジを使用して階段波掃引出力を行います。

ログ掃引では、出力値をカバーする最小レンジを使用して、出力値に応じたレンジ設定を行います。

リニア／ログ掃引の設定は WI または PWI コマンドで行います。

リミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。

***start*, *stop*：** スタート、ストップ電流（A）。数式。測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。ログ掃引では *start* と *stop* を同じ極性に設定してください。掃引ステップ数およびリニア掃引／ログ掃引の設定は WI または PWI コマンドで行います。

***Vcomp*：** 電圧コンプライアンス（V）。数式。測定リソースに応じて Table 4-6 (p. 4-23)、Table 4-8 (p. 4-25)、Table 4-11 (p. 4-27) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。値がインターロック開放時の許容電圧を超える場合はインターロック回路をショートしてください。

コンプライアンスの極性は *Vcomp* 値に依存しません。自動的に出力値と同じ極性に設定されます。出力値が 0 の場合、極性は正に設定されます。

Pcomp を設定した場合、出力レンジの設定に係わらず、その測定リソースの最大コンプライアンス値が有効です。

ログ掃引モードで *Pcomp* を設定しなかった場合、*start* 値と *stop* 値をカバーする最小レンジのコンプライアンス値が有効です。

***Pcomp*：** パワー・コンプライアンス（W）。数式。設定分解能 : 0.001 W。省略した場合、パワー・コンプライアンスは設定されません。HVSMU を使用する場合、このパラメータは無効です。

0.001 ～ 2 (MPSMU/HRSMU)、0.001 ～ 20 (HPSMU)、0.001 ～ 40 (HCSMU)、0.001 ～ 80 (デュアル HCSMU)、0.001 ～ 3 (MCSMU)、0.001 ～ 100 (UHVU)

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WSI 1,16,0,4E-5"
OUTPUT @B1500;"WSI 2,0,1E-3,1E-2,5,5E-2"
```

WSV

WV コマンドによって設定された階段波掃引源（主掃引源）または PWV コマンドによって設定されたパルス掃引源（主掃引源）の出力に同期する階段波掃引出力源（同期掃引源）を設定します。

実行条件

階段波掃引（MM2）、パルス掃引（MM4）、パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定（MM5）に有効です。

WSV コマンド実行前に WV または PWV コマンドを実行すること。WSV コマンドの設定は WI、WV、PWI、PWV コマンドによってクリアされます。

シンタックス

```
WSV chnum,range,start,stop[,Icomp[,Pcomp]]
```

パラメータ

chnum : SMU 同期掃引出力チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

range : レンジング・タイプ。整数式。Table 4-4 (p. 4-21) を参照してください。

start 値と *stop* 値をカバーする最小レンジを使用して階段波掃引出力を行います。*Pcomp* を設定していて、次の条件が満たされる場合は、出力値をカバーする最小レンジ（20 V 以上）を使用して出力値に応じたレンジ設定を行います。レンジ変更が生じると、出力値が一瞬、0 V になるかもしれません。リミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。

- *Icomp* > 出力レンジの最大電流
- *Pcomp* / 出力電圧 > 出力レンジの最大電流

start, ***stop*** : スタート、ストップ電圧（V）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-10 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-14 (p. 4-28)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。ログ掃引では *start* と *stop* を同じ極性に設定してください。掃引ステップ数およびリニア／ログ掃引の設定は WV または PWV コマンドで行います。出力値がインターロック開放時の許容電圧を超える場合はインターロック回路をショートしてください。

Icomp : 電流コンプライアンス（A）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-10 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-14 (p. 4-28)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。

コンプライアンスの極性は *Icomp* 値に依存しません。自動的に出力値と同じ極性に設定されます。出力値が 0 の場合、極性は正に設定されます。

Pcomp を設定した場合、出力レンジの設定に係わらず、その測定リソースの最大コンプライアンス値が有効です。

Pcomp : パワー・コンプライアンス（W）。数式。設定分解能 : 0.001 W。省略した場合、パワー・コンプライアンスは設定されません。HVSMU を使用する場合、このパラメータは無効です。

0.001 ～ 2 (MPSMU/HRSMU)、0.001 ～ 20 (HPSMU)、0.001 ～ 40 (HCSMU)、0.001 ～ 80 (デュアル HCSMU)、0.001 ～ 3 (MCSMU)、0.001 ～ 100 (UHVU)

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WSV 1,0,1,100,0.01,1"
OUTPUT @B1500;"WSV 2,12,0,10"
```

WSX

B1500 をトリガ待ち状態にします。*port* パラメータが特定するトリガ入力端子からトリガを受け取ると待ち状態が解除されます。トリガ・ロジックを設定するには TGP コマンドを送ります（初期設定：ネガティブ）。トリガを受ける前に待ち状態を終わらせるには AB または *RST コマンドを実行します。

シンタックス

```
WSX port[,mode]
```

パラメータ

***port*：** トリガ入力ポート番号。整数式。

–1：Ext Trig In 端子

1 ～ 16：Digital I/O 端子のポート 1 ～ 16。

Digital I/O 端子を使用する場合、TGP コマンドを送ります。TGP コマンドに設定した *port* 値を設定します。

***mode*：** 待ち状態。整数式。省略した場合、*mode*=1 が設定されます。

1：既にトリガを受け取っている場合は、待ち状態にならないで動作を継続します。トリガを受け取っていなければ、直ちに待ち状態になります。

2：直ちに待ち状態になります。

備考

B1500 は現在のトリガ状態（受け取ったかどうか）をチェックするためにトリガ・フラグの確認を行います。トリガ・フラグをクリアするには以下を行います。

- *RST コマンドまたはデバイス・クリアを送ります。
- TM3 コマンドを送ります。
- TM3 モードにいる場合は TM1、TM2、または TM4 コマンドを送ります。
- OS コマンドを送ります。
- トリガ入力端子に測定開始トリガを送ります。
- WSX コマンドによって設定された待ち状態を解除するためのトリガをトリガ入力端子に送ります

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WSX 2"
```

WT

階段波掃引測定、マルチ・チャネル掃引測定のホールド時間、ディレイ時間、ステップ・ディレイ時間を設定します。またトリガ機能に有効なステップ測定トリガ・ディレイ時間、ステップ出力トリガ・ディレイ時間の設定も行います。トリガ・ディレイ時間については「トリガ機能 (p. 2-75)」を参照してください。このコマンドを省略すると、すべてのパラメータ値は 0 に設定されます。

このコマンドはパルスを使用する測定には無効です。

シンタックス

```
WT hold,delay[,Sdelay[,Tdelay[,Mdelay]]]
```

パラメータ

hold **:** ホールド時間（s）。掃引測定開始から第 1 掃引ステップにおけるディレイ時間の開始までの時間。数式。

0 ～ 655.35、10 ms ステップ

delay **:** ディレイ時間（s）。ステップ出力開始から測定開始までの時間。数式。

0 ～ 65.535、0.1 ms ステップ

Sdelay **:** ステップ・ディレイ時間（s）。ステップ測定開始から次のステップ出力開始までの時間。数式。

0 ～ 1.0、0.1 ms ステップ

省略した場合、*Sdelay*=0 に設定されます。

測定時間が *Sdelay* よりも長い場合は、測定が終了してからステップ出力値を変更します。

Tdelay **:** ステップ出力トリガ・ディレイ時間（s）。ステップ出力設定完了から Step Output Setup Completion（ステップ出力完了）トリガを出力するまでの時間。数式。

0 ～ *delay*、0.1 ms ステップ

省略した場合、*Tdelay*=0 に設定されます。

Mdelay **:** ステップ測定トリガ・ディレイ時間（s）。Start Step Measurement（ステップ測定）トリガを受け取ってからステップ測定を開始するまでの時間。数式。

0 ～ 65.535、0.1 ms ステップ

省略した場合、*Mdelay*=0 に設定されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WT 5,0.1,0.1,0.1,0.1"
OUTPUT @B1500;"WT 5,0.2"
```

WTACV

CV（AC レベル）掃引測定（MM23）のホールド時間、ディレイ時間、ステップ・ディレイ時間を設定します。またトリガ機能に有効なステップ測定トリガ・ディレイ時間、ステップ出力トリガ・ディレイ時間の設定も行います。トリガ・ディレイ時間については「トリガ機能 (p. 2-75)」を参照してください。このコマンドを省略すると、すべてのパラメータ値は 0 に設定されます。

シンタックス

```
WTACV hold,delay[,Sdelay[,Tdelay[,Mdelay]]]
```

パラメータ

hold **:** ホールド時間（秒）。掃引開始から第 1 掃引ステップにおけるディレイ時間の開始までの時間。数式。

0（初期設定）～ 655.35、10 ms ステップ

delay **:** ディレイ時間（秒）。ステップ出力開始から測定開始までの時間。数式。

0（初期設定）～ 655.35、0.1 ms ステップ

Sdelay **:** ステップ・ディレイ時間（秒）。ステップ測定開始から次のステップ出力開始までの時間。数式。

0（初期設定）～ 1、0.1 ms ステップ

省略した場合、*Sdelay*=0 に設定されます。

測定時間が *Sdelay* よりも長い場合は、測定が終了してからステップ出力値を変更します。

Tdelay **:** ステップ出力トリガ・ディレイ時間（秒）。ステップ出力設定完了から Step Output Setup Completion（ステップ出力完了）トリガを出力するまでの時間。数式。

0（初期設定）～ *delay* または 65.535、0.1 ms ステップ

省略した場合、*Tdelay*=0 に設定されます。

Mdelay **:** ステップ測定トリガ・ディレイ時間（秒）。Start Step Measurement（ステップ測定）トリガを受け取ってからステップ測定を開始するまでの時間。数式。

0（初期設定）～ 65.535、0.1 ms ステップ

省略した場合、*Mdelay*=0 に設定されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WTACV 5,0.1,0.1,0.1,0.1"
OUTPUT @B1500;"WTACV 5,0.2"
```

WTDCV

CV（DC バイアス）掃引測定（MM18）のホールド時間、ディレイ時間、ステップ・ディレイ時間を設定します。またトリガ機能に有効なステップ測定トリガ・ディレイ時間、ステップ出力トリガ・ディレイ時間の設定も行います。トリガ・ディレイ時間については「トリガ機能 (p. 2-75)」を参照してください。このコマンドを省略すると、すべてのパラメータ値は 0 に設定されます。

シンタックス

```
WTDCV hold,delay[,Sdelay[,Tdelay[,Mdelay]]]
```

パラメータ

hold **:** ホールド時間（s）。掃引開始から第 1 掃引ステップにおけるディレイ時間の開始までの時間。数式。

0 ～ 655.35、10 ms ステップ

delay **:** ディレイ時間（s）。ステップ出力開始から測定開始までの時間。数式。

0 ～ 65.535、0.1 ms ステップ

Sdelay **:** ステップ・ディレイ時間（s）。ステップ測定開始から次のステップ出力開始までの時間。数式。

0 ～ 1、0.1 ms ステップ

省略した場合、*Sdelay*=0 に設定されます。

測定時間が *Sdelay* よりも長い場合は、測定が終了してからステップ出力値を変更します。

Tdelay **:** ステップ出力トリガ・ディレイ時間（s）。ステップ出力設定完了から Step Output Setup Completion（ステップ出力完了）トリガを出力するまでの時間。数式。

0 ～ *delay*、0.1 ms ステップ

省略した場合、*Tdelay*=0 に設定されます。

Mdelay **:** ステップ測定トリガ・ディレイ時間（s）。Start Step Measurement（ステップ測定）トリガを受け取ってからステップ測定を開始するまでの時間。数式。

0 ～ 65.535、0.1 ms ステップ

省略した場合、*Mdelay*=0 に設定されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WTDCV 5,0.1,0.1,0.1,0.1"
OUTPUT @B1500;"WTDCV 5,0.2"
```

WTFC

C-f 掃引測定（MM22）のホールド時間、ディレイ時間、ステップ・ディレイ時間を設定します。またトリガ機能に有効なステップ測定トリガ・ディレイ時間、ステップ出力トリガ・ディレイ時間の設定も行います。トリガ・ディレイ時間については「トリガ機能 (p. 2-75)」を参照してください。このコマンドを省略すると、すべてのパラメータ値は 0 に設定されます。

シンタックス

```
WTFC hold,delay[,Sdelay[,Tdelay[,Mdelay]]]
```

パラメータ

hold **:** ホールド時間（秒）。掃引開始から第 1 掃引ステップにおけるディレイ時間の開始までの時間。数式。

0（初期設定）～ 655.35、10 ms ステップ

delay **:** ディレイ時間（秒）。ステップ出力開始から測定開始までの時間。数式。

0（初期設定）～ 655.35、0.1 ms ステップ

Sdelay **:** ステップ・ディレイ時間（秒）。ステップ測定開始から次のステップ出力開始までの時間。数式。

0（初期設定）～ 1、0.1 ms ステップ

省略した場合、*Sdelay*=0 に設定されます。

測定時間が *Sdelay* よりも長い場合は、測定が終了してからステップ出力値を変更します。

Tdelay **:** ステップ出力トリガ・ディレイ時間（秒）。ステップ出力設定完了から Step Output Setup Completion（ステップ出力完了）トリガを出力するまでの時間。数式。

0（初期設定）～ *delay* または 65.535、0.1 ms ステップ

省略した場合、*Tdelay*=0 に設定されます。

Mdelay **:** ステップ測定トリガ・ディレイ時間（秒）。Start Step Measurement（ステップ測定）トリガを受け取ってからステップ測定を開始するまでの時間。数式。

0（初期設定）～ 65.535、0.1 ms ステップ

省略した場合、*Mdelay*=0 に設定されます。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WTFC 5,0.1,0.1,0.1,0.1"
OUTPUT @B1500;"WTFC 5,0.2"
```

WV

階段波電圧掃引源とそのパラメータを設定します。このコマンドは WI、WSV、WSI、WNX コマンドの設定をクリアします。

このコマンドの設定は WI コマンドによってクリアされます。

シンタックス

- 階段波掃引測定：

```
WV chnum,mode,range,start,stop,step[,Icomp[,Pcomp]]
```

- パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定：

```
WV chnum,mode,range,start,stop,step[,Icomp]
```

パラメータ

***chnum*：** SMU 掃引出力チャネル番号。整数式。1 から 10 または 101 から 1001。Table 4-1 (p. 4-16) を参照してください。

***mode*：** 掃引モード。整数式。パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定ではログ掃引（*mode*=2、4）を行うことはできません。

1：リニア掃引（シングル、*start* から *stop*）

2：ログ掃引（シングル、*start* から *stop*）

3：リニア掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

4：ログ掃引（ダブル、*start* から *stop* から *start*）

***range*：** レンジング・タイプ。整数式。Table 4-4 (p. 4-21) を参照してください。

start 値と *stop* 値をカバーする最小レンジを使用して階段波掃引出力を行います。*Pcomp* を設定していて、以下の条件が正しければ、出力値をカバーする最小レンジ（20 V 以上）を使用して出力値に応じたレンジ設定を行います。レンジ変更が生じると、出力値が一瞬、0 V になるかもしれません。リミテッド・オートの場合は指定値よりも低いレンジは使用されません。

- *Icomp* > 出力レンジの最大電流
- *Pcomp* / 出力電圧 > 出力レンジの最大電流

***start*, *stop*：** スタート、ストップ電圧（V）。数式。測定リソースに応じてTable 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。ログ掃引では *start* と *stop* を同じ極性に設定してください。出力値がインターロック開放時の許容電圧を超える場合はインターロック回路をショートしてください。

step : 掃引ステップ数。整数式。1 ～ 10001。

Icomp : 電流コンプライアンス（A）。数式。測定リソースに応じて Table 4-7 (p. 4-24)、Table 4-9 (p. 4-26)、Table 4-12 (p. 4-27)、Table 4-15 (p. 4-28) を参照してください。省略した場合は以前の値が設定されます。

コンプライアンスの極性は *Icomp* 値に依存しません。自動的に出力値と同じ極性に設定されます。出力値が 0 の場合、極性は正に設定されます。

Pcomp を設定した場合、出力レンジの設定に係わらず、その測定リソースの最大コンプライアンス値が有効です。

Pcomp : パワー・コンプライアンス（W）。数式。設定分解能 : 0.001 W。省略した場合、パワー・コンプライアンスは設定されません。HVSMU を使用する場合、このパラメータは無効です。

0.001 ～ 2 (MPSMU/HRSMU)、0.001 ～ 20 (HPSMU)、0.001 ～ 40 (HCSMU)、0.001 ～ 80 (デュアル HCSMU)、0.001 ～ 3 (MCSMU)、0.001 ～ 100 (UHVU)

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WV 1,2,12,1E-6,10,100,0.1,1"
OUTPUT @B1500;"WV 2,1,0,0,20,101"
```

WZ?

すべてのチャネル出力をチェックし、出力が ± 2 V 以内であれば 0 を、そうでなければ 1 を返します。

シンタックス

```
WZ? [timeout]
```

パラメータ

timeout : タイムアウト。数式。.

0 ～ 655.35、0.01 秒ステップ

タイムアウトを設定した場合、すべてのチャネル出力が ± 2 V 以内になるまで、あるいはタイムアウトが経過するまで待って 0 または 1 を返します。

WZ? 0 は WZ? の実行と同じです。

レスポンス

```
state<CR/LF^EOI>
```

0 : すべてのチャネル出力が ± 2 V 以内である場合。

1 : ± 2 V を越える電圧を印加するチャネルがある場合。

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"WZ? 5.0"
ENTER @B1500;A
```

XE

測定を開始します、または PA コマンドによって設定された待ち状態を解除します。このコマンドは高速スポット測定には無効です。

NOTE

測定終了後、データ出力バッファに測定データが置かれます。「データ出力フォーマット (p. 1-26)」を参照してください。

実行条件

XE コマンドを測定トリガとして使用する場合の実行条件を記します。

- 高電圧状態（出力値または電圧コンプライアンス値がインターロック開放時の許容電圧を超える状態）になり得るチャネルがある場合はインターロック回路をショートしておくこと。
- Table 4-32 にリストされるコマンドを実行しておくこと。

シンタックス

```
XE
```

ステートメント例

```
OUTPUT @B1500;"XE"
```

Table 4-32　　XE 実行前に必要なコマンド（測定モード別）

測定モード	コマンド
スポット	CN, MM, DV または DI
階段波掃引	CN, MM, WV または WI
パルス・スポット	CN, MM, PT, PV または PI
パルス掃引	CN, MM, PT, PWV または PWI
パルス・バイアスを伴う階段波掃引	CN, MM, PT, WV または WI, PV または PI
疑似パルス・スポット	CN, MM, BDV
サンプリング	CN, MM, MCC, ML, MT, MSC, MI, MV, MSP
Quasi-static CV	CN, MM, QST, QSV
リニア・サーチ	CN, MM, LSV または LSI, LGV または LGI
バイナリ・サーチ	CN, MM, BSV または BSI, BGV または BGI
マルチ・チャネル掃引	CN, MM, WI または WV, WNX
スポット C	CN, MM, IMP, FC, ACV, DCV
CV（DC バイアス）掃引	CN, MM, IMP, FC, ACV, WDCV
CV（AC レベル）掃引	CN, MM, IMP, FC, DCV, WACV
C-f 掃引	CN, MM, IMP, DCV, ACV, WFC
パルス・スポット C	CN, MM, IMP, FC, ACV, PTDCV, PDCV
パルス掃引 CV	CN, MM, IMP, FC, ACV, PTDCV, PWDCV
C-t サンプリング	CN, MM, IMP, FC, ACV, MDCV, MTDCV
マルチ・チャネル パルス・スポット	CN, MM, MCPT, MCPNT, MCPNX
マルチ・チャネル パルス掃引	CN, MM, MCPT, MCPNT,, MCPWS, MCPWNX

5 エラー・メッセージ

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

この章は Keysight B1500 のエラー・コードをリストします。

エラーが発生した場合は、本章に記述されている対策を施してください。対策後もエラーが発生する場合はセルフテストを実行してください。

セルフテストにフェイルする場合はお近くのキーサイト・テクノロジー・サービス・センタにご連絡ください。

エラーが発生すると、エラー・コードがエラー・バッファに保存されます。エラー・コード、エラー・メッセージを読み取るには ERRX? コマンドを実行します。エラー・コードはエラーの発生順に出力されます。

ERRX? のレスポンス例：305,"Excess current in HPSMU.; SLOT1"

このレスポンスは、スロット 1 でエラー 305 が発生していることを示しています。

NOTE

ERR? コマンドと EMG? コマンド

これらのコマンドは、0 から 999 までのエラー・コード、エラー・メッセージの読み取りに対応しています。999 が返る場合は、ERRX? コマンドを用いてエラー・コード、エラー・メッセージの読み取りを行ってください。

ERR? 1 コマンドのレスポンスを以下に記します。

- 0：正常状態。エラーは発生していません。
- *XYZ*：エラー *XYZ* (100 から 999) が発生しています。
- *aXYZ*：スロット *a* (1 から 9) でエラー *XYZ* が発生しています。
- 10*XYZ*：スロット 10 でエラー *XYZ* が発生しています。

例えば、スロット 1 でエラー 305 が発生している場合、ERR? 1 によって 1305 が返り、EMG? 305 によって "Excess current in HPSMU." が返ります。

オペレーション・エラー

100 Undefined GPIB command.

正しいコマンドを送ってください。

102 Incorrect numeric data syntax.

数値データの文法を訂正してください。

103 Incorrect terminator position.

コマンド・シンタックスを訂正してください。コマンド・パラメータの数が正しくない可能性があります。

104 Incorrect serial data syntax.

120 Incorrect parameter value.

パラメータ値を訂正してください。

121 Channel number must be 1 to 10.

チャネル番号を訂正してください。Keysight B1500 には 1 ～ 10 が有効です。

122 Number of channels must be corrected.

MM、FL、CN、CL、IN、DZ、RZ コマンドに有効なチャネル数を確認し、訂正してください。

123 Force and compliance must be set correctly.

フォースとコンプライアンスの値が不適当です。正しい値を設定してください。

124 Incorrect range value for this channel.

チャネルに有効なレンジ値を確認し、訂正してください。

125 Search goal value must be less than compliance value.

サーチ・ターゲットをコンプライアンスより低い値に設定してください。

126 Pulse base and peak must be same polarity.

PI コマンドに設定するベース、ピーク値は同じ極性に設定してください。また、PWI コマンドに設定するベース、スタート、ストップ値は同じ極性に設定してください。

130 Start and stop must be same polarity.

ログ掃引では WV、WI、WSV、WSI,、WNX コマンドに設定するスタート、ストップ値は同じ極性に設定してください。また、スタート、ストップ値に 0 を設定することはできません。

140 Invalid setup

指定された機能の実行に必要な設定を確認して正しく設定してください。

150 Command input buffer is full.

Keysight B1500 が一度に受け取ることのできる文字数はターミネータを含めて 256 文字です。

151 This command is not allowed to this channel.

このコマンドを指定チャネルに実行できません。

152 Cannot use failed module.

セルフテストまたはキャリブレーションにフェイルしたモジュールのチャネル番号が指定されました。他モジュールのチャネル番号を指定してください。サービス時にモジュールを有効にするには、RCV コマンドを実行します。

153 No module for the specified channel.

指定されたチャネル番号に対応するモジュールはありません。

154 Cannot recover this module.

指定されたモジュールがフェイル状態から復帰できません。モジュールが故障している可能性があります。

155 Module initialization failed.

指定されたモジュールの初期化に失敗しました。モジュールが故障している可能性があります。

160 Incorrect ST execution.

プログラム・メモリのプログラミングを開始するには ST コマンド、終了するには END コマンドを実行します。ST コマンドを ST–END コマンド間に保存することはできません。

161 Incorrect END execution.

プログラム・メモリのプログラミングを開始するには ST コマンド、終了するには END コマンドを実行します。プログラミングを開始する前に END コマンドを実行することはできません。

162 Incorrect command for program memory.

指定されたコマンドをプログラム・メモリに保存できません。プログラム・メモリ (p. 2-49) を参照してください。

170 Incorrect usage of internal variable.

有効な内部変数は %In（整数用）および %Rn（実数用）です。ここで n は 0 から 99 の整数。整数のコマンド・パラメータには %In、実数のコマンド・パラメータには %Rn を使用してください。内部変数については VAR (p. 4-224) を参照してください。

171 Internal variable is not allowed.

内部変数 %In と %Rn を ACH、VAR、VAR? コマンドに使用することはできません。

200 Channel output switch must be ON.

指定したコマンドを実行するには、チャネル出力スイッチを ON に設定します。.

201 Compliance must be set.

ソース出力モード（電圧または電流）を変更する場合は、コンプライアンスの設定が必要です。

202 Interlock circuit must be closed.

インターロック開放時の許容電圧を越える出力電圧または電圧コンプライアンス（高電圧状態）の設定を行うには、インターロック回路を閉じてください。高電圧状態でインターロック回路を開放すると、すべてのチャネル出力は 0 V に設定されます。

203 Cannot enable channel.

高電圧状態でチャネル出力スイッチを ON にすることはできません。ON にするには、出力電圧または電圧コンプライアンスをインターロック開放時の許容電圧以下に設定する必要があります。

204 Cannot disable channel.

高電圧状態でチャネル出力スイッチを OFF にすることはできません。OFF にするには、出力電圧または電圧コンプライアンスをインターロック開放時の許容電圧以下に設定します。または CL コマンドをパラメータなしで実行します。このコマンドは全チャネルの出力スイッチを直ちに OFF します。

205 DZ must be sent before RZ.

RZ コマンドは、DZ コマンドによって 0 V 出力状態に設定されているチャネルに有効です。

206 Do not specify the channel recovered by RZ.

DZ コマンドの後、RZ コマンドを実行していないチャネルを指定してください。既に RZ コマンドを実行したチャネルが指定された場合には RZ コマンドを実行することはできません。

210 Ext trigger could not start measurement.

ビジー状態では、測定の開始に外部トリガを使用できません。

211 TM1 must be sent to use GET.

GPIB の GET コマンド（HP BASIC の TRIGGER ステートメント）を使用するには TM1 コマンドを実行します。

212 Compliance must be set correctly.

DV、DI、PV、PI、PWV、PWI、TDV、TDI、LSV、LSI、LSSV、LSSI、BSV、BSI、BSSV、BSSI コマンドにコンプライアンスが設定されなかったか、コンプライアンスの値が不適当です。省略せずに正しい値を設定してください。

213 Cannot perform self-test or calibration.

高電圧状態ではセルフ・テスト、キャリブレーションを実行することができません。出力電圧または電圧コンプライアンスをインターロック開放時の許容電圧以下に設定してください。

214 Send MM before measurement trigger.

測定トリガを送る前に、MM コマンドを実行して測定モードを設定してください。

217 Self-test is not defined for this module.

指定されたモジュールにセルフテストが定義されていません。

218 Cannot change output range.

出力レンジの変更に失敗しました。出力は初期状態（0 V、100 μA）に設定されました。

219 Channel output switch must be OFF.

指定されたコマンドを実行する前にチャネル出力スイッチを OFF にしてください。

220 Send WV or WI to set primary sweep source.

階段波掃引測定のトリガ、パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定のトリガ、あるいは同期掃引源の設定（WSV、WSI または WNX コマンド）の前には、WV または WI コマンドを実行して主掃引源を設定してください。

221 Send PWV or PWI to set pulse sweep source.

パルス掃引測定のトリガ、あるいは同期掃引源の設定（WSV または WSI コマンド）の前には、PWV または PWI コマンドでパルス掃引源を設定してください。

222 Send PV or PI to set pulse source.

パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定のトリガ前には、PV または PI コマンドでパルス源を設定してください。

223 Compliance must be set correctly.

WV、WI、WSV、WSI、WNX、BDV コマンドにコンプライアンスが設定されなかったか、コンプライアンスの値が不適当です。省略せずに正しい値を設定してください。

224 Sweep and sync output modes must be the same.

主掃引源と同期掃引源は異なるチャネルに設定してください。また、各ソース出力モードを同じ値（電圧または電流）に設定してください。

225 Send WSV, WSI, or WNX to get sync sweep data.

同期掃引出力値のデータ出力を有効にする場合は、WSV、WSI または WNX コマンドを用いて同期掃引源の設定を行ってください。データ出力については FMT (p. 4-115) を参照してください。

226 Set linear sweep for MM4 or MM5.

パルス掃引測定（MM4）の PWV ／ PWI コマンド、パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定（MM5）の WV ／ WI コマンドには、ログ掃引モードを設定することはできません。

227 Sweep measurement was aborted.

自動停止機能またはパワー・コンプライアンスによって、掃引測定が停止されました。

228 Pulse period is not set for pulse measurements.

パルス周期を設定してください。

230 Pulse source must be set.

パルス・スポット測定（MM3）を行うには PV ／ PI コマンドを実行してパルス源を設定してください。

231 Compliance must be set correctly.

PV、PI、PWV、PWI コマンドにコンプライアンスが設定されなかったか、コンプライアンスの値が不適当です。省略せずにパルス出力に有効な正しい値を設定してください。

232 Invalid pulse output setup

パルス出力に有効な値を確認して正しく設定してください。

233 Invalid pulse timing setup

パルス時間パラメータに有効な値を確認して正しく設定してください。

238 Too large pulse width (max. 2 s).

パルス幅の最大値は 2 s であり、有効な値はパルス周期の設定によって決まります。PT (p. 4-165) を参照してください。

239 Pulse width must be 0.01 ms or more.

パルス幅を 0.01 ms 以上に設定してください。PT (p. 4-165) を参照してください。

240 Enter QSV to set QSCV sweep source.

Quasi-static CV 掃引源の設定には QSV コマンドを実行します。

241 QSR range value must be −9 to −14.

QSR コマンドの range パラメータに有効な値は −9 から −14 です。

242 QSCV measurement was aborted.

自動停止機能によって、Quasi-static CV 測定が停止されました。

243 Enter MM13 before QSZ.

QSZ コマンドを送る前に、MM13 コマンドを実行して測定モードを設定してください。

244 Set a longer integration time to QST.

QSCV オフセット測定を実行するには、積分時間が短すぎます。より長い積分時間を QST コマンドに設定してください。

245 Specify a higher measurement range to QSR.

測定されたオフセット電流が大きすぎます。QSR コマンドを用いて、ひとつ上の測定レンジを設定してください。

246 QSV mode value must be 1 or 3.

QSV コマンドの mode パラメータに有効な値は 1（シングル・リニア）と 3（ダブル・リニア）です。

247 Dedicated channel must be specified by QSO.

QSO コマンドには専用のチャネルを設定してください。MM13 コマンドで設定する測定チャネルや QSV コマンドで設定する掃引出力チャネルを指定してはいけません。

253 Program memory is full.

プログラム・メモリに保存可能なプログラム数は 2000、コマンド数は 40000 です。ST (p. 4-200) を参照してください。

254 Invalid input for a memory program.

メモリ・プログラム内（ST と END コマンドの間）では、GPIB GET コマンド（HP BASIC の TRIGGER ステートメント) も外部トリガ入力も無効です。

255 Maximum nesting level is eight.

メモリ・プログラムのネスティング（プログラムから別プログラムの呼び出し）は最大 8 レベルまで有効です。

260 Data output buffer is full.

データ出力バッファに保存可能な最大データ数は 34034 です。

270 Search source channel must be set.

サーチ測定のトリガ、あるいは同期出力源の設定（LSSV、LSSI、BSSV または BSSI コマンド）の前には、LSV、LSI、BSV、または BSI コマンドを実行してサーチ出力源を設定してください。

271 Search monitor channel must be set.

サーチ測定のトリガの前には、LGV、LGI、BGV、または BGI コマンドを実行してサーチ測定チャネルを設定してください。

273 Search and sync output modes must be the same.

サーチ出力チャネルと同期出力チャネルのソース出力モードを同じ値（電圧または電流）に設定してください。

274 Search sync source is overflow.

サーチ出力チャネルと同期出力チャネルに同じ出力レンジが設定されるようなパラメータ設定を行ってください。

275 Search target must be compliance value or less.

サーチ・ターゲット値をサーチ測定チャネル出力時のコンプライアンス値以下に設定してください。

276 Start and stop must be different.

サーチ・スタート値とストップ値を異なる値に設定してください。

277 Step must be output resolution or more.

サーチ・ステップ値を出力分解能以上に設定してください。

278 Search and sync channels must be different.

サーチ出力源と同期出力源を異なるチャネルに設定してください。

279 Search monitor mode must be compliance side.

サーチ測定チャネルが電圧出力であれば LGI/BGI を、電流出力であれば LGV/BGV を用いて測定チャネルを設定します。

280 Send WDCV to set CV sweep source.

マルチ周波数 CV 測定のトリガの前には、WDCV コマンドを実行して DC 電圧掃引源を設定してください。

281 Send PDCV to set CV pulse source.

パルス・スポット C 測定のトリガの前には、PDCV コマンドを実行してパルス電圧源を設定してください。

282 Send PWDCV to set CV pulse sweep source.

パルス CV 測定のトリガの前には、PWDCV コマンドを実行してパルス電圧掃引源を設定してください。

283 Set linear sweep for MM20.

パルス CV 測定（MM20）に必要な PWDCV コマンドにはリニア掃引だけが有効です。

284 Improper setting of CMU frequency and pulse width.

CMU 出力周波数の設定に対してパルス幅の設定が不適切です。周波数とパルス幅に適切な値を設定してください。

290 Send WFC to set Cf sweep source.

Cf 掃引測定のトリガの前には、WFC コマンドを実行して周波数掃引源（オシレータ）を設定してください。

301 Line power failure.

電源ラインに問題があります。

303 Excess voltage in MPSMU.

現在の電流レンジの最大電圧を超える過電圧が MPSMU に入力されました。全出力スイッチを OFF に設定しました。

304 Ground unit abuse is detected.

入力限界の範囲内でグランド・ユニットを使用してください。

305 Excess current in HPSMU.

現在の電圧レンジの最大電流を超える過電流が HPSMU に入力されました。全出力スイッチを OFF に設定しました。

307 Unsupported module.

このモジュールはこのファームウェア・リビジョンでサポートされていません。ファームウェアをアップデートするまでは、このモジュールを外してご使用ください。

309 Unknown emergency occurred.

全モジュールは出力を停止し、出力リレーを開放しました。

310 Interlock open operation error. Initialized.

高電圧状態でインターロック回路が開放されたので出力を 0 V に設定しましたが、指定時間内に十分な電圧降下が起こらなかったため初期化を行いました。モジュールに異常がある可能性があります。セルフテストを実行してください。

311 ASU control cable was connected/disconnected.

通電時にアト・センス／スイッチ・ユニット (ASU) が脱着されました。Keysight B1500 の電源をオフしてから行ってください。

312 SCUU control cable was connected/disconnected.

通電時に SMU CMU ユニファイ・ユニット (SCUU) が脱着されました。Keysight B1500 の電源をオフしてから行ってください。

320 Excess current in CMU.

現在の電圧レンジの最大電流を超える過電流が CMU に入力されました。出力スイッチを OFF に設定しました。

321 This command is not available for CMU.

SMU 固有コマンドに CMU が指定されました。SMU を指定してください。

322 This command is not available for SMU.

CMU 固有コマンドに SMU が指定されました。CMU を指定してください。

323 Use SSP instead of CN for SCUU modules.

SMU CMU ユニファイ・ユニット (SCUU) に接続されたモジュールを CN コマンドに指定する必要はありません。これらの出力スイッチは SSP コマンドによって制御されます。

330 Turn on again to detect source channel.

通電中に SCUU が脱着されました。チャネルを有効にするには B1500 の電源を再投入してください。

331 Turn on again to detect synchronous channel.

通電中に SCUU が脱着されました。チャネルを有効にするには B1500 の電源を再投入してください。

332 Turn on again to detect measurement channel.

通電中に SCUU が脱着されました。チャネルを有効にするには B1500 の電源を再投入してください。

333 Turn on again to detect search source.

通電中に SCUU が脱着されました。チャネルを有効にするには B1500 の電源を再投入してください。

334 Turn on again to detect search sync source.

通電中に SCUU が脱着されました。チャネルを有効にするには B1500 の電源を再投入してください。

335 Turn on again to detect search monitor channel.

通電中に SCUU が脱着されました。チャネルを有効にするには B1500 の電源を再投入してください。

603 Sweep and pulse channels must be different.

パルス・バイアスを伴う階段波掃引測定（MM5）では掃引出力源とパルス出力源を異なるチャネルに設定してください。

610 Quasi-pulse source channel must be set.

疑似パルス・スポット測定トリガの前に、BDV コマンドを実行して疑似パルス源を設定してください。

620 TGP specified incorrect I/O port.

TGP コマンド実行エラー。Ext Trig In ポートにはトリガ入力、Ext Trig Out ポートにはトリガ出力を設定してください。

621 Specify trigger input port for PAX/WSX.

PAX/WSX コマンドにトリガ入力でないポートが設定されました。トリガ入力ポートを設定するか、そのポートをトリガ入力に設定してください。トリガ・ポートを設定するには TGP (p. 4-208) を参照してください。

622 Specify trigger output port for OSX.

OSX コマンドにトリガ出力でないポートが設定されました。トリガ出力ポートを設定するか、そのポートをトリガ出力に設定してください。トリガ・ポートを設定するには TGP (p. 4-208) を参照してください。

626 DIO control mode must be HV/HC/HP SMU selector control mode (ERMOD 2).

ERMOD 2 コマンドを実行して、ディジタル IO 制御モードを N1258A/N1259A 制御モードに設定してください。

627 Mismatch HV/HC/HP SMU selector ID

Digital IO コネクタにモジュール・セレクタが接続されていません。N1258A または N1259A のモジュール・セレクタを接続してください。

628 HV/HC/HP SMU selector control cable was disconnected.

Digital IO コネクタとモジュール・セレクタ間のケーブルが外れました。計測器の電源をオフし、ケーブルを接続してから再起動してください。

629 HV/HC/HP SMU selector is not active.

モジュール・セレクタが反応していません。電源ケーブルが外れている可能性があります。

630 Incorrect polarity of search step value.

リニア・サーチ出力設定エラー。スタート値 < ストップ値では正のステップ値を、スタート値 > ストップ値では負のステップ値を設定してください。

631 Number of search steps must be 1001 or less.

リニア・サーチ出力設定エラー。スタート値とストップ値の間の最大ステップ数は 1001 です。下式が成り立つようにステップ値を設定してください。

|step| ≥ |stop−start|/1001

632 Search measurement was aborted.

自動停止機能によってサーチ測定が停止されました。

640 Search limits must be range/20000 or more.

バイナリ・サーチ測定設定エラー。サーチ・ターゲットに対するリミット値の最小値は、実際に使用されたレンジの値 /20000 です。この値以上となるように設定してください。

650 Data format must be ASCII to get time data.

タイムスタンプ機能はバイナリ・データ出力フォーマットでは使えません。タイムスタンプ機能を使用するには、データ出力フォーマットを ASCII に設定してください。

655 Cannot connect/disconnect series resistor.

高電圧状態で直列抵抗の接続状態を変更することはできません。状態を変更するには、出力電圧または電圧コンプライアンスをインターロック開放時の許容電圧以下に設定する必要があります。

656 Series resistor must be OFF for 1 A range.

1 A レンジを使用する測定チャネルまたは出力チャネルに直列抵抗を接続することはできません。

657 Series resistor cannot be used with ASU.

アト・センス／スイッチ・ユニット (ASU) が接続されているチャネルの直列抵抗を使用することはできません。

660 Sampling measurement was aborted.

自動停止機能によって、I/V-t サンプリング測定が停止されました。

661 Negative hold time is only valid for I/V-t linear sampling with interval < 2 ms.

負のホールド時間は、サンプリング間隔 2 ms 未満の I/V-t リニア・サンプリング測定だけに有効です。

662 Sampling interval for I/V-t log sampling must be 2 ms or longer.

I/V-t ログ・サンプリング測定のサンプリング間隔には 2 ms 以上が有効です。

663 Number of samples does not have to exceed 100001.

No of Samples（サンプル数）に設定可能な値は最大 100001 です。

664 Base and bias must be same polarity for I mode.

MI コマンドに設定するベース、バイアス値は同じ極性に設定してください。

670 Specified channel does not have ASU.

ASU を使用できるモジュールを指定してください。

671 SSP is not available for this channel.

指定されたチャネルに SSP コマンドを実行することはできません。SSP コマンドに指定できるチャネル番号は、CMU を装着しているスロットの番号です。

680 CMU correction mode must be manual.

ADJ? コマンドを実行するには CMU 補正モードをマニュアルに設定してください。補正モードの設定には ADJ コマンドを実行します。

681 CMU correction mode must be off.

CMU の誤差補正モードをオフにしてください。

682 Invalid standard is specified as CMU correction.

指定されたスタンダードを誤差補正に使用できません。

683 Frequency index is not available for CMU correction.

指定された周波数リストを誤差補正に使用できません。

684 AC Voltage is 0mV.

信号レベルを 0 mV 以外に設定してください。

685 CMU correction is not complete.

誤差補正が完了していません。

690 DIO contorl mode must be Ultra High Current Expander / Fixture control mode (ERMOD 4).

ERMOD 4 コマンドを実行して、ディジタル IO 制御モードを N1265A 制御モードに設定してください。

691 Mismatch Ultra High Current Expander / Fixture ID.

Digital IO コネクタに超大電流エクスパンダ／フィクスチャが接続されていません。N1265A を接続してください。

692 Ultra High Current Expander / Fixture control cable was disconnected.

Digital IO コネクタと超大電流エクスパンダ／フィクスチャ間のケーブルが外れました。計測器の電源をオフし、ケーブルを接続してから再起動してください。

693 Ultra High Current Expander / Fixture is not active.

超大電流エクスパンダ／フィクスチャが反応していません。電源がオフになっているか、電源ケーブルが外れている可能性があります。

694 DIO contorl mode must be HVSMU Current Expander control mode (ERMOD 8).

ERMOD 8 コマンドを実行して、ディジタル IO 制御モードを N1266A 制御モードに設定してください。

695 Mismatch HVSMU Current Expander ID.

Digital IO コネクタに HVSMU 電流エクスパンダが接続されていません。N1266A を接続してください。

696 HVSMU Current Expander control cable was disconnected.

Digital IO コネクタと HVSMU 電流エクスパンダ間のケーブルが外れました。計測器の電源をオフし、ケーブルを接続してから再起動してください。

697 HVSMU Current Expander is not active.

HVSMU 電流エクスパンダが反応していません。電源がオフになっているか、電源ケーブルが外れている可能性があります。

940 DIO contorl mode must be Ultra High Voltage Expander control mode (ERMOD 16).

ERMOD 16 コマンドを実行して、ディジタル IO 制御モードを N1268A 制御モードに設定してください。

941 Mismatch Ultra High Voltage Expander ID.

Digital IO コネクタに超高電圧エクスパンダが接続されていません。N1268A を接続してください。

942 Ultra High Voltage Expander control cable was disconnected.

Digital IO コネクタと超高電圧エクスパンダ間のケーブルが外れました。計測器の電源をオフし、ケーブルを接続してから再起動してください。

943 Ultra High Voltage Expander is not active.

超高電圧エクスパンダが反応していません。電源ケーブルが外れている可能性があります。

950 DIO control mode must be Device Capacitance Selector control mode (ERMOD 32).

ERMOD 32 コマンドを実行して、ディジタル IO 制御モードを N1272A 制御モードに設定してください。

951 Mismatch Device Capacitance Selector ID.

Digital IO コネクタに N1272A/B1506A/B1507A が接続されていません。N1272A/B1506A/B1507A を接続してください。

952 Device Capacitance Selector control cable was disconnected.

Digital IO コネクタと N1272A/B1506A/B1507A 間のケーブルが外れました。計測器の電源をオフし、ケーブルを接続してから再起動してください。

953 Device Capacitance Selector is not active.

N1272A/B1506A/B1507A が反応していません。電源ケーブルが外れている可能性があります。

999 ERR? コマンドではサポートされないエラーが発生しています。ERRX? コマンドを用いてエラー・コード、エラー・メッセージの読み取りを行ってください。

1000 The specified module doesn’t support power compliance.

指定されたモジュールにパワー・コンプライアンスを設定することはできません。

1001 Illegal pulse duty

パルスのデューティ比が出力可能範囲内に収まるようにパルス周期とパルス幅を設定してください。

1002 Illegal pulse width

パルス幅に有効な値を確認して正しく設定してください。

1003 Illegal pulse base/peak limit

パルス・ベース、ピークに有効な値を確認して正しく設定してください。

1004 Illegal pulse base/peak polarity

パルス・ベース値、ピーク値に有効な極性を確認して正しく設定してください。

1005 Illegal sweep polarity

掃引スタート値、ストップ値に有効な極性を確認して正しく設定してください。

1006 Application measurement setup is not sufficient.

指定された測定の実行に必要な設定を確認して正しく設定してください。

1007 Source channel must be set.

出力チャネルの設定を行ってください。

1008 Pulse output channel is required.

パルス出力チャネルを指定してください。あるいは指定されたチャネルにパルス出力の設定を行ってください。

1009 The specified value is out of range defined by output limit function.

LIM コマンドによって制限された出力範囲を超える電圧値／電流値が指定されました。制限範囲内の値を指定するか、LIM コマンドを用いて制限値を変更してください。

1010 This B1500A does not support PCH.

この B1500A は PCH をサポートしていません。デュアル HCSMU 動作を使用するには、B1500A のアップグレードが必要です。

1011 SMU is not installed in the slot set to PCH.

PCH に空のスロットまたは SMU でないモジュールが指定されました。HCSMU を指定してください。

1012 Execute CL to the modules set to PCH.

PCH に指定するモジュールの出力スイッチをオフにしてから PCH を実行してください。

1013 Execute ERHPA 0,0,0 before PCH.

ERHPA に設定されているモジュールを PCH に指定することはできません。ERHPA 0,0,0 を実行してから PCH を実行してください。モジュール・セレクタの入力接続を設定する場合は、PCH の後で ERHPA を実行してください。

1014 Modules set to PCH must be HCSMU.

PCH には HCSMU だけを指定できます。

1015 Modules set to PCH must be different.

PCH のプライマリおよびセカンダリ HCSMU に同一のモジュールが指定されました。異なるモジュールを指定してください。

1016 Do not execute CN/CNX to the secondary module set to PCH.

デュアル HCSMU チャネルを有効にするには、CN/CNX にプライマリ・モジュールを指定してください。

1017 Specified module is already used for dual HCSMU.

使用していない HCSMU を指定してください。

1018 Total setting current exceeds the capacity of main frame power supply. Reduce setting current.

指定した値よりも低い値に設定してください。

1019 A voltage setting other than 0 V or a current setting above +4 mA or below −4 mA can be applied to only one HVSMU channel in case of single channel HVSMU operation. Change HVSMU operation mode by HVSMUOP command.

HVSMUOP コマンドを用いて、適切な複数 HVSMU オペレーション・モードに設定してください。

1020 Cannot change HVSMU operation mode in high voltage status.

高電圧状態を解消してから HVSMUOP コマンドを実行してください。

1021 Cannot change N1274A path in high voltage status.

高電圧状態を解消してから ERHPQG コマンドを実行してください。

1022 Execute ERHPE 1 before ERHPQG.

ERHPE コマンドを用いて、N1258A モジュール・セレクタのの外部リレー制御機能を有効にしてから、ERHPQG コマンドを実行してください。

2000 SPGU module does not exist.

SPGU チャネル番号を正しく指定してください。

2001 SPGU channel does not exist.

SPGU チャネル番号を正しく指定してください。

2002 SPGU signal source does not exist.

SPGU 信号源の番号を正しく指定してください。

2003 SPGU operation mode must be PG. (SIM 0).

SPGU 動作モードを PG (SIM0) に設定してください。

2004 SPGU operation mode must be ALWG (SIM 1).

SPGU 動作モードを ALWG (SIM1) に設定してください。

2051 Over voltage emergency occurred.

全モジュールは出力を停止し、出力リレーを開放しました。

2052 Over current emergency occurred.

全モジュールは出力を停止し、出力リレーを開放しました。

2053 High temperature emergency occurred.

全モジュールは出力を停止し、出力リレーを開放しました。

2054 Over voltage H/W SRQ detected.

指定モジュールは出力を停止し、出力リレーを開放しました。

2055 Over current H/W SRQ detected.

指定モジュールは出力を停止し、出力リレーを開放しました。

2056 High temperature H/W SRQ detected.

指定モジュールは出力を停止し、出力リレーを開放しました。

2101 Specified load impedance is out of absolute limits.

適切な負荷インピーダンス値を SER に設定してください。

2103 Specified period is out of absolute limits.

適切なパルス周期値を SPPER に設定してください。

2104 Specified trigger count is out of absolute limits.

適切なカウント値を SPRM に設定してください。

2105 Specified load voltage is out of range.

適切な電圧値を SPV または ALW に設定してください。

2106 Specified load voltage of added amplitude is out of range.

3 値パルス出力に有効な電圧値を SPV に設定してください。

2107 Specified voltage is out of absolute limits (can't achieve amplitude).

現在の負荷インピーダンスの状態でも出力可能な電圧値を SPV に設定してください。

2108 Specified transition time is out of absolute limits.

パルス立上り時間または立下り時間の適切な値を SPT に設定してください。

2111 Leading/0.8 must be within Width value.

適切な値を SPT に設定してください。次の式を満たす必要があります。パルス幅 > 立上り時間 /0.8

2112 Delay + Width + Trail/0.8 must be within Period value.

適切な値を SPT に設定してください。次の式を満たす必要があります。
パルス周期 > ディレイ時間 + パルス幅 + 立下り時間 /0.8

2113 Specified pulse delay is out of absolute limits.

適切なディレイ時間を SPT に設定してください。

2114 Specified pulse width is out of absolute limits.

適切なパルス幅を SPT に設定してください。

2115 Specified duration is out of absolute limits.

適切な出力継続時間を SPRM に設定してください。

2121 Delay + Width must be within Period value (ODSW Timing).

適切な値を ODSW に設定してください。次の式を満たす必要があります。パルス周期 > delay+width

2122 Specified ODSW delay timing parameter out of absolute limits.

適切な delay 値を ODSW に設定してください。

2123 Specified ODSW width timing parameter out of absolute limits.

適切な width 値を ODSW に設定してください。

2131 Delay + Interval * N must be within Period value (ADC Timing).

適切な値を CORRSER? に設定してください。次の式を満たす必要があります。パルス周期 > delay+interval×count

2132 Specified delay for DUT impedance measurement out of absolute limits.

適切な delay 値を CORRSER? に設定してください。

2133 Specified interval for DUT impedance measurement out of absolute limits.

適切な interval 値を CORRSER? に設定してください。

2134 Specified count for DUT impedance measurement out of absolute limits.

適切な count 値を CORRSER? に設定してください。

2151 ALWG Sequence Data is not ready.

出力を開始する前に ALS コマンドでシーケンス・データを設定してください。

2152 Specified ALWG Sequence Data size is out of absolute limits.

適切なシーケンス・データを ALS に設定してください。指定されたデータは大きすぎます。

2153 Specified pattern index of ALWG Sequence Data is out of absolute limits.

適切なシーケンス・データを ALS に設定してください。シーケンス・データに設定可能なパターン・インデックスは、パターン・データに定義されたパターンのインデックスだけです。

2154 Specified repeat count of ALWG Sequence Data is out of absolute limits.

適切なシーケンス・データを ALS に設定してください。シーケンス・データに設定する繰り返し回数に有効な値は 1 から 1048576 です。

2155 ALWG Pattern Data is not ready.

出力を開始する前に ALW コマンドでパターン・データを設定してください。

2156 Specified ALWG Pattern Data size is out of absolute limits.

適切なパターン・データを ALW に設定してください。指定されたデータは大きすぎます。

2157 Specified interval time of ALWG Pattern is out of absolute limits.

適切なパターン・データを ALW に設定してください。パターン・データに設定する追加時間に有効な値は 10 ns から 671.088630 ms（10 ns 分解能）です。

2158 Specified output voltage of ALWG Pattern Data is out of absolute limits.

適切なパターン・データを ALW に設定してください。パターン・データに設定する出力レベルに有効な値は 0 から ± 40 V（1 mV 分解能）です。

2204 Load voltage is too small for DUT impedance measurement.

CORRSER? コマンドによる端子電圧の測定、負荷インピーダンスの計算に失敗しました。SPGU 出力電圧を 1 V 以上に設定してください。高負荷であるほど高電圧に設定する必要があります。

2206 Auto correction of load impedance failed.

SPGU 出力レベルの自動調整を行うことができません。負荷インピーダンスが許容範囲を超えています。SPGU の出力電圧または DUT（負荷）を変更してください。

3000 WGFMU module does not exist.

WGFMU モジュールのチャネル番号に有効な値を設定してください。

3001 RSU is not connected.

RSU に接続された WGFMU モジュールのチャネル番号に有効な値を設定してください。

3015 Measurement data corrupted.

測定データを読み取ることができません。正しい測定結果がメモリに残っていません。

3050 Measurement data memory overflow error.

ALWG シーケンサ・ランタイム・エラー。WGFMU メモリ・オーバーフローが発生しました。メモリ・サイズを超えたデータを保存することができませんでした。

3051 Measurement data FIFO overflow error.

ALWG シーケンサ・ランタイム・エラー。アベレージング数が頻繁に変更されたため、WGFMU FIFO オーバーフローが発生しました。

3052 Measurement range change request error.

ALWG シーケンサ・ランタイム・エラー。レンジ変更の間隔が短すぎたため、測定レンジを変更することができませんでした。

3201 ALWG Sequence Data is not ready.

指定された WGFMU チャネルにシーケンス・データを設定してください。

3202 ALWG Waveform Data is not ready.

指定された WGFMU チャネルに波形データを設定してください。

3301 Specified output voltage is out of absolute limits.

出力電圧に有効な値を設定してください。3 V レンジでは −3 V から +3 V、5 V レンジでは −5 V から +5 V、−10 V レンジでは −10 V から 0 V、10 V レンジでは 0 V から +10 V が有効です。

3302 Specified voltage output range is invalid.

電圧出力レンジに有効な値を設定してください。

3303 Invalid measurement mode for current operation mode.

電流測定を実行するには、動作モードを Fast IV または DC に設定してください。

3304 Specified ALWG Vector Data size is out of absolute limits.

データ・サイズが大きすぎるため、ALWG データを読み取ることができませんでした。

3305 Specified ALWG Sequence Data size is out of absolute limits.

シーケンス・データ・サイズが大きすぎるため、ALWG データを読み取ることができませんでした。

3306 ALWG Waveform Data is empty.

空の ALWG データを読み取ることはできません。

3307 Specified ALWG Waveform Data size is out of absolute limits.

波形データ・サイズが大きすぎるため、ALWG データを読み取ることができませんでした。

3308 Specified waveform index of ALWG Sequence Data is out of absolute limits.

シーケンス・データのインデックス値に有効な値を設定してください。

3309 Specified loop number of ALWG Sequence Data is out of absolute limits.

シーケンス・データのループ値に有効な値を設定してください。

3310 Specified output voltage of ALWG Waveform Data is out of absolute limits.

出力電圧に有効な値を設定してください。3 V レンジでは −3 V から +3 V、5 V レンジでは −5 V から +5 V、−10 V レンジでは −10 V から 0 V、10 V レンジでは 0 V から +10 V が有効です。

3311 Specified interval time of ALWG Waveform is out of absolute limits.

増加時間（インターバル）に有効な値を設定してください。10 ns から 10995.11627775 s、分解能 10 ns が有効です。

3312 Specified ALWG measurement interval time is out of absolute limits.

測定インターバルに有効な値を設定してください。10 ns から 1.34217728 s、分解能 10 ns が有効です。

3313 Specified ALWG measurement instruction code is invalid.

測定イベントの設定を確認して、正しく設定してください。

3314 Specified ALWG range change instruction code is invalid.

レンジ・イベントの設定を確認して、正しく設定してください。

3315 Specified ALWG measurement count is out of absolute limits.

測定アベレージング時間に有効な値を設定してください。0 または、10 ns から 0.020971512 s、分解能 10 ns が有効です。

3316 Specified ALWG measurement count is greater than measurement interval.

測定アベレージング時間に有効な値を設定してください。測定インターバル値を超えてはいけません。

3317 Specified slot is invalid.

スロット番号に有効な値を設定してください。1 から 10 が有効です。

3318 Specified module channel is invalid.

チャネル番号に有効な値を設定してください。

3319 Output delay is out of absolute limits.

出力ディレイ時間に有効な値を設定してください。−50 ns から 50 ns、分解能 625 ps が有効です。

3320 Measurement delay is out of absolute limits.

測定ディレイ時間に有効な値を設定してください。−50 ns から 50 ns、分解能 625 ps が有効です。

3321 VM/IM measurement mode is invalid.

測定モードに有効な値を設定してください。

3322 Voltage measurement range is invalid.

電圧測定レンジに有効な値を設定してください。

3323 Current measurement range is invalid.

電流測定レンジに有効な値を設定してください。

3324 WGMA?,WGMB? command query size is out of absolute limits.

WGMA? または WGMB? のデータ・サイズに有効な値を設定してください。

3325 Specified count for spot measurement is out of absolute limits.

WGMS? のカウント値に有効な値を設定してください。

3326 Specified interval for spot measurement is out of absolute limits.

WGMS? のインターバル値に有効な値を設定してください。

3327 Specified operation mode is invalid for spot measurement.

スポット測定を実行するには、動作モードを DC に設定してください。

4304 HV/HC/HP SMU selector must be open state.

指定されたコマンドを実行するには、モジュール・セレクタの入出力パスをオープンにしてください。

4305 External relay control is not active.

指定されたコマンドを実行するには、ERHPE コマンドを用いて外部リレー制御機能を有効にしてください。また、外部リレーおよびケーブルに問題が無いことを確認してください。

NOTE エラー 4401 ～ 4408 が発生した場合、全モジュール出力が 0 V に変更され、全出力スイッチが切断されます。

4401 HVSMU over voltage emergency occurred.

4402 HVSMU over current or guard abuse emergency occurred.

4403 HVSMU guard abuse emergency occurred.

4404 HVSMU HVPS cannot power-off emergency occurred.

4405 HVSMU V ADC lost emergency occurred.

4406 HVSMU I ADC lost emergency occurred.

4407 HVSMU Float lost emergency occurred.

4408 HVSMU HVPS cannot power-on emergency occurred.

5301 Specified module is already assigned to voltage control, current control or gate control.

使用していない MCSMU/HCSMU を指定してください。

5302 Voltage control module and current control module must be different.

使用していない MCSMU/HCSMU を指定してください。

5303 Do not execute CN/CNX to the current control module set to ERPFUHCA.

ERPFUHCA コマンドで電圧制御用に指定されたモジュールに CN/CNX コマンドを実行してください。

5304 Ultra High Current Expander / Fixture drain path must be open state.

Selector 接続パスをオープン状態にしてから、HVSMU 直列抵抗を切り替えてください。

5305 Execute CL to the module set to ERPFUHCA.

ERPFUHCA コマンドで指定するモジュールには、CL コマンドを実行してください。

5306 Ultra High Current Expander / Fixture gate path must be open state.

ゲート接続パスをオープン状態にしてから、そのパスの直列抵抗を切り替えてください。

5307 CRC for N1265A/B1506A EEPROM Vs correction segment failed.

N1265A/B1506A が故障している可能性があります。サービス・センターへ連絡してください。

5308 CRC for N1265A/B1506A EEPROM Is correction segment failed.

N1265A/B1506A が故障している可能性があります。サービス・センターへ連絡してください。

5309 CRC for N1265A/B1506A EEPROM Vm correction segment failed.

N1265A/B1506A が故障している可能性があります。サービス・センターへ連絡してください。

5310 CRC for N1265A/B1506A EEPROM Im correction segment failed.

N1265A/B1506A が故障している可能性があります。サービス・センターへ連絡してください。

5311 Specified module is already assigned to voltage control or current control of HVMCU.

使用していない MCSMU/HCSMU を指定してください。

5312 Different module must be assigned to voltage control and current control of HVMCU.

使用していない MCSMU/HCSMU を指定してください。

5313 Do not execute CN/CNX to the current control module set to ERHVCA.

ERHVCA コマンドで電圧制御用に指定されたモジュールに CN/CNX コマンドを実行してください。

5314 HVSMU Current Expander output must be open state.

入出力パスをオープン状態にしてから、HVSMU 直列抵抗を切り替えてください。

5315 Execute CL to the module set to ERHVCA.

ERHVCA コマンドで指定するモジュールには、CL コマンドを実行してください。

5316 CRC for N1266A EEPROM Vm correction segment failed.

N1266A が故障している可能性があります。サービス・センターへ連絡してください。

5317 CRC for N1266A EEPROM Im correction segment failed.

N1266A が故障している可能性があります。サービス・センターへ連絡してください。

5318 Over voltage is detected in Selector Output High Force, Low Force, or Low Sense terminal of N1265A/B1506A.

N1265A/B1506A の Selector Output High Force、Low Force、Low Sense 端子のいずれかに過電圧を検出しました。過電圧の発生原因を取り除いてください。

5319 Over voltage is detected in Selector Output High Sense terminal of N1265A/B1506A.

N1265A/B1506A の Selector Output High Sense 端子に過電圧を検出しました。過電圧の発生原因を取り除いてください。

5320 Pulse width overrun is detected in N1265A/B1506A.

N1265A/B1506A で過大なパルス幅を検出しました。制御用モジュールの割り当てを確認してください。

5321 Specified module is already assigned to voltage control or current control of UHVU.

使用していない MCSMU/HCSMU を指定してください。

5322 Different module must be assigned to voltage control and current control of UHVU.

使用していない MCSMU/HCSMU を指定してください。

5323 Do not execute CN/CNX to the current control module set to ERUHVA.

ERUHVA コマンドで電圧制御用に指定されたモジュールに CN/CNX コマンドを実行してください。

5324 Execute CL to the module set to ERUHVA.

ERUHVA コマンドで指定するモジュールには、CL コマンドを実行してください。

5325 Specified module is already used for UHCU, Selector, or Gate of N1265A/B1506A.

使用していないモジュールを指定してください。

5326 Specified module is already used for HVMCU.

使用していないモジュールを指定してください。

5327 Specified module is already used for UHVU.

使用していないモジュールを指定してください。

5330 N1265A/B1506A: Cooling fan is not operating.

冷却ファンの動作や、周囲の状態を確認してください。

5331 Execute CL to the module set to ERCMAA.

ERCMAA コマンドで指定するモジュールには、CL コマンドを実行してください。

5332 Execute ERCMAIO to clear measurement path of Device Capacitance Selector before executing ERCMAGRD.

ERCMAIO コマンドを実行してデバイス・キャパシタンス・セレクタ の測定パスをクリアしてから ERCMAGRD コマンドを実行してください。

5333 Invalid parameters for ERCMAIO.

正しいパラメータの組み合わせを指定して ERCMAIO コマンドを実行してください。

5334 N1272A/B1506A/B1507A: Input modules are not assigned. Execute ERCMAA to assign input modules.

ERCMAA コマンドを実行してデバイス・キャパシタンス・セレクタ の入力モジュールを指定してください。

5340 N1265A/B1506A: Control modules are not assigned. Execute ERPFUHCA to assign control modules.

ERPFUHCA コマンドで制御用モジュールを設定してください。

5341 N1265A/B1506A: Status test failed.

5342 N1265A/B1506A: Voltage pulse test failed.

5343 N1265A/B1506A: Current pulse test failed.

5344 N1265A/B1506A: Current measurement CMR test failed.

5345 N1265A/B1506A: Offset voltage test failed.

5346 N1265A/B1506A: Voltage measurement offset test failed.

5347 N1265A/B1506A: Current measurement offset test failed.

5350 N1266A: Control modules are not assigned. Execute ERHVCA to assign control modules.

ERHVCA コマンドで制御用モジュールを設定してください。

5351 N1265A/B1506A: Voltage measurement offset calibration failed.

5352 N1265A/B1506A: Current measurement offset calibration failed.

5355 N1266A: Cannot use N1258A's series resistor for HVSMU.

HVMCU を使用する場合は、N1258A の HVSMU パス内蔵直列抵抗を使用することはできません。

5356 N1266A: Cannot use N1265A's series resistor for HVSMU.

HVMCU を使用する場合は、N1265A の HVSMU パス内蔵直列抵抗を使用することはできません。

5360 N1268A: Control modules are not assigned. Execute ERUHVA to assign control modules.

ERUHVA コマンドで制御用モジュールを設定してください。

5361 N1266A: Voltage pulse test failed.

5371 Specified module cannot be used in the present measurement mode.

現在の測定モードでは、指定されたモジュールを使用することはできません。

5381 N1265A/B1506A diagnosis failed.

5385 N1268A diagnosis failed.

5395 N1272A/B1506A/B1507A diagnosis failed.

NOTE エラー 5401 ～ 5413 が発生した場合、全モジュール出力が 0 V に変更され、全出力スイッチが切断されます。

5401 HCSMU high force over voltage emergency occurred.

5402 HCSMU high sense over voltage emergency occurred.

5403 HCSMU low force over voltage emergency occurred.

5404 HCSMU low sense over voltage emergency occurred.

5405 HCSMU low sense chassis over voltage emergency occurred.

5406 HCSMU power supply shortage voltage emergency occurred.

5407 HCSMU sense open error detected.

5408 HCSMU pulse peak over current emergency occurred.

5409 HCSMU DC over current emergency occurred.

5410 HCSMU pulse width over current emergency occurred.

5411 HCSMU float lost emergency occurred.

5413 HCSMU should not apply low current to high impedance device.

NOTE

エラー 6401 ～ 6413 が発生した場合、全モジュール出力が 0 V に変更され、全出力スイッチが切断されます。

6401 MCSMU high force over voltage emergency occurred.

6402 MCSMU high sense over voltage emergency occurred.

6403 MCSMU low force over voltage emergency occurred.

6404 MCSMU low sense over voltage emergency occurred.

6410 MCSMU pulse width over current emergency occurred.

6411 MCSMU float lost emergency occurred.

6412 MCSMU calculation overflow emergency occurred.

6413 MCSMU should not apply low current to high impedance device.

セルフテスト／キャリブレーション・エラー

Keysight B1500 がセルフテストまたはセルフ・キャリブレーションにフェイルした場合、以下のエラー・コード、エラー・メッセージを返します。

エラー・コードの N はスロット番号を表しています。例えば、スロット 1 に装着されているモジュールがファンクション・テストにフェイルした時のエラー・コードは 1760 です。

700 CPU failed NVRAM read/write test.

701 CPU failed FPGA read/write test.

702 CPU failed H-RESOLN ADC end signal test.

703 CPU failed H-RESOLN ADC start signal test.

704 CPU failed emergency status signal test.

705 CPU failed SRQ status signal test.

706 CPU failed high voltage status signal test.

707 CPU failed low voltage status signal test.

708 CPU failed DAC settling status signal test.

709 CPU failed measure ready status signal test.

710 CPU failed set ready status signal test.

711 CPU failed measure end status signal test.

712 CPU failed measure trigger signal test.

713 CPU failed pulse trigger signal test.

714 CPU failed abort trigger signal test.

715 CPU failed DAC set trigger signal test.

720 H-RESOLN ADC is not installed.

721 H-RESOLN ADC failed ROM/RAM test.

722 H-RESOLN ADC failed B-COM offset DAC test.

723 H-RESOLN ADC failed sampling ADC test.

724 H-RESOLN ADC failed integrating ADC test.

725 H-RESOLN ADC failed bus function test.

740 GNDU failed calibration.

935 CMU FPGA version mismatch.

2400 SPGU module is in TEST FAIL state.

2401 Digital H/W function test failed.

2402 CPLD access function test failed.

2403 CPLD version check test failed.

2404 CPLD revision check test failed.

2405 FPGA configuration test failed.

2406 FPGA access function test failed.

2407 FPGA version check test failed.

2408 FPGA revision check test failed.

2409 DCM function test failed.

2410 CONVEND interrupt function test failed.

2411 EMG interrupt function test failed.

2412 10 MHz clock test failed.

2413 FPGA SYNC SEL pin control function test failed.

2414 FPGA SYNC FB pin control function test failed.

2415 FPGA SYNC IN pin control function test failed.

2416 IDELAY function test failed.

2417 NVRAM access function test failed.

2418 ADC function test failed.

2419 SDRAM access function test failed.

2430 Module EEPROM CRC data is invalid.

2431 Module EEPROM CRC data of module data ID is invalid.

2432 Module EEPROM CRC data of format revision data is invalid.

2433 Module EEPROM CRC data of analog reference data is invalid.

2434 Module EEPROM CRC data of timing calibration data is invalid.

2435 Module EEPROM CRC data is skew calibration data invalid.

2450 Internal ADC function test failed.

2451 0.5 Vref Internal ADC function test failed.

2452 4.5 Vref Internal ADC function test failed.

2453 Power Amp initial test failed.

2454 Filter & Amp test failed.

2455 Internal temperature test failed.

2456 Internal output resistance test failed.

2481 Invalid frame configuration.

2482 Frame has no modules.

2483 PLL not locked in secondary module.

2484 Reference line is not connected.

2485 Sync line is not connected.

2486 Interrupt line is not available.

2487 Module service request assertion test failed.

2488 Module service request detection test failed.

2489 Emergency interrupt is not available.

2500 SPGU calibration failed.

2501 Power Amp idling calibration failed.

2502 DAC output level calibration failed.

3002 WGFMU initialization failure.

3003 WGFMU FPGA is not configured.

3004 EEPROM CRC data of system timing data is invalid.

3005 EEPROM CRC data of DAC DCM PS data is invalid.

3006 EEPROM CRC data of ADC DCM PS data is invalid.

3007 EEPROM CRC data of DAC clock edge data is invalid.

3008 EEPROM CRC data of ADC clock edge data is invalid.

3009 EEPROM CRC data of DAC level calibration data is invalid.

3010 EEPROM CRC data of ADC level calibration data is invalid.

3011 EEPROM CRC data of DAC skew calibration data is invalid.

3012 EEPROM CRC data of ADC skew calibration data is invalid.

3013 EEPROM CRC data of RSU calibration data is invalid.

3014 Invalid EEPROM type.

3400 WGFMU module is in TEST FAIL state.

3401 Digital H/W function test failed.

3402 CPLD access function test failed.

3403 FPGA configuration test failed.

3404 FPGA1 access function test failed.

3405 FPGA2 access function test failed.

3406 FPGA1 System Clock DCM function test failed.

3407 FPGA1 DAC Clock DCM function test failed.

3408 FPGA1 ADC Clock DCM function test failed.

3409 FPGA1 Memory Clock DCM function test failed.

3410 FPGA2 System Clock DCM function test failed.

3411 FPGA2 DAC Clock DCM function test failed.

3412 FPGA2 ADC Clock DCM function test failed.

3413 FPGA2 Memory Clock DCM function test failed.

3414 FPGA1, 2 communication I/F test failed.

3415 CONVEND interrupt function test failed.

3416 10 MHz clock test failed.

3417 FPGA SYNC SEL pin control function test failed.

3418 FPGA SYNC FB pin control function test failed.

3419 FPGA SYNC IN pin control function test failed.

3420 IDELAY function test failed.

3421 Channel 1 SDRAM access function test failed.

3422 Channel 2 SDRAM access function test failed.

3423 WGFMU EEPROM access function test failed.

3424 Channel 1 RSU EEPROM access function test failed.

3425 Channel 2 RSU EEPROM access function test failed.

3426 WGFMU EEPROM CRC data is invalid.

3427 WGFMU EEPROM CRC data of format revision data is invalid.

3428 WGFMU EEPROM CRC data of serial number data is invalid.

3429 WGFMU EEPROM CRC data of system timing data is invalid.

3430 WGFMU EEPROM CRC data of DAC DCM PS data is invalid.

3431 WGFMU EEPROM CRC data of ADC DCM PS data is invalid.

3432 WGFMU EEPROM CRC data of DAC clock edge data is invalid.

3433 WGFMU EEPROM CRC data of ADC clock edge data is invalid.

3434 WGFMU EEPROM CRC data of DAC level calibration data is invalid.

3435 WGFMU EEPROM CRC data of ADC level calibration data is invalid.

3436 WGFMU EEPROM CRC data of DAC skew calibration data is invalid.

3437 WGFMU EEPROM CRC data of ADC skew calibration data is invalid.

3438 RSU EEPROM CRC data of format revision data is invalid.

3439 RSU EEPROM CRC data of serial number data is invalid.

3440 RSU EEPROM CRC data of type id data is invalid.

3441 RSU EEPROM CRC data of calibration data is invalid.

3450 WGFMU EEPROM data is invalid.

3451 WGFMU EEPROM data of RSU type is invalid.

3452 WGFMU EEPROM data of RSU cable type is invalid.

3460 Main DAC, Main ADC test failed.

3461 Bias DAC, Main ADC test failed.

3462 Main DAC, Reference ADC test failed.

3463 VM function test failed.

3464 IM offset test failed.

3465 IM short test failed.

3480 Invalid frame configuration.

3481 Invalid frame configuration.

3482 Frame has no modules.

3483 PLL not locked in secondary module.

3484 Reference line is not connected.

3485 Sync line is not connected.

3486 Sync Reserve line is not connected.

3487 Interrupt line is not available.

3488 Module service request assertion test failed.

3489 Module service request detection test failed.

3490 Emergency interrupt is not available.

3500 WGFMU calibration failed.

3501 ADC gain calibration failed.

3502 CMR calibration failed.

3503 IM offset calibration failed.

3504 VM offset calibration failed.

3505 VF gain calibration failed.

3506 VF offset calibration failed.

3507 Reference ADC does not exist. Cannot perform WGFMU calibration.

3508 WGFMU, RSU cable length calibration failed.

NOTE 4501 ～ 4701 は HVSMU のエラー・コードです。

4501 Digital H/W function test failed.

4502 CPLC access function test failed.

4503 FPGA access function test failed.

4504 SERDES access function test failed.

4505 Bus FPGA JTAG function test failed.

4506 Float FPGA JTAG function test failed.

4507 OPT I/F access function test failed.

4508 Internal temperature test failed.

4509 ADC access test failed.

4510 EEPROM access function test failed.

4511 Float lost detection test failed.

4512 ADC lost detection test failed.

4513 HVPS control test failed.

4514 ADC control test failed.

4515 DAC switch test failed.

4516 DAC control test failed.

4517 CALBUS control test failed.

4520 V divider gain test failed.

4521 V loop control test failed.

4522 Voltage detector test failed.

4523 Oscillation detector test failed.

4524 I ADC gain test failed.

4525 I loop control test failed.

4526 I range change test failed.

4527 HVPS force test failed.

4528 Over current detector test failed.

4529 Guard abuse detector test failed.

4601 VFVM calibration failed.

4602 EEPROM CRC data of VFVM adjust is invalid.

4603 Non-feedback mode offset calibration failed.

4604 Calculation of VM correction data failed.

4605 Calculation of VF correction data failed.

4611 IFIM calibration failed.

4612 EEPROM CRC data of IFIM adjust is invalid.

4613 IFIM offset measurement failed.

4614 IFIM gain measurement by Ref ADC failed.

4615 IFIM gain measurement by I ADC failed.

4616 Calculation of IM correction data failed.

4617 Calculation of IF correction data failed.

4701 Non-feedback offset adjustment failed.

NOTE 5501 ～ 5701 は HCSMU のエラー・コードです。

5501 Digital H/W function test failed.

5502 CPLC access function test failed.

5503 FPGA access function test failed.

5505 Bus FPGA JTAG function test failed.

5506 Float FPGA JTAG function test failed.

5507 OPT I/F access function test failed.

5509 ADC access test failed.

5510 EEPROM access function test failed.

5513 Power AMP bias test failed.

5551 V offset self-test failed.

5552 V sense self-test failed.

5553 HS VADC self-test failed.

5554 V CMR DAC self-test failed.

5555 I offset self-test failed.

5556 V loop self-test failed.

5557 I sense low self-test failed.

5558 HS IADC self-test failed.

5559 I CMR DAC self-test failed.

5560 I sense high self-test failed.

5561 Power supply test failed.

5562 V switch test failed.

5563 High force output relay test failed.

5564 High sense output relay test failed.

5601 VM offset calibration failed.

5602 V CMR DAC calibration failed.

5603 VM gain calibration failed.

5604 IM offset calibration failed.

5605 I CMR DAC calibration failed.

5606 Iad gain calibration failed.

5701 Power AMP bias adjustment failed.

NOTE 6501 ～ 6606 は MCSMU のエラー・コードです。

6501 Digital H/W function test failed.

6502 CPLC access function test failed.

6503 FPGA access function test failed.

6505 Bus FPGA JTAG function test failed.

6506 Float FPGA JTAG function test failed.

6507 OPT I/F access function test failed.

6509 ADC access test failed.

6510 EEPROM access function test failed.

6551 V offset self-test is failed.

6552 V sense self-test is failed.

6553 HS VADC self-test is failed.

6554 V CMR DAC self-test is failed.

6555 I offset self-test is failed.

6556 V loop self-test is failed.

6557 I sense low self-test is failed.

6558 HS IADC self-test is failed.

6559 I CMR DAC self-test is failed.

6560 I sense high self-test is failed.

6562 V switch test is failed.

6563 High force output relay test is failed.

6564 High sense output relay test is failed.

6601 VM offset calibration is failed.

6602 V CMR DAC calibration is failed.

6603 VM gain calibration is failed.

6604 IM offset calibration is failed.

6605 I CMR DAC calibration is failed.

6606 Iad gain calibration is failed.

N760 SMU failed function test.

N761 SMU failed VF/VM function test.

N762 SMU failed IF/IM function test.

N763 SMU failed loop status test.

N764 SMU failed temperature sensor test.

N765 SMU failed CMR amplifier calibration.

N766 SMU failed CMR amplifier adjustment.

N767 SMU failed CMR 100 V range full output test.

N768 SMU failed VF/VM calibration.

N769 SMU failed VM offset calibration.

N770 SMU failed VM gain calibration.

N771 SMU failed VF offset calibration.

N772 SMU failed VF gain calibration.

N773 SMU failed VF gain calibration at 20 V range.

N774 SMU failed VF filter offset calibration.

N775 SMU failed H-SPEED ADC self-calibration.

N776 SMU failed H-SPEED ADC VM offset calibration.

N777 SMU failed H-SPEED ADC VM gain calibration.

N778 SMU failed IF/IM calibration.

N779 SMU failed calibration bus test.

N780 SMU failed IM offset calibration.

N781 SMU failed IM gain calibration.

N782 SMU failed IF offset calibration.

N783 SMU failed IF gain calibration.

N784 SMU failed IDAC filter offset calibration.

N785 SMU failed oscillation detector test.

N786 SMU failed I bias test.

N787 SMU failed common mode rejection test.

N789 SMU failed high voltage detector test.

N790 SMU failed zero voltage detector test.

N791 SMU failed V hold test.

N792 SMU failed V switch test.

N800 CMU failed NULL DC offset adjustment.

N801 CMU failed NULL DC offset measurement.

N802 CMU failed VRD DC offset adjustment.

N803 CMU failed VRD heterodyne offset adjustment.

N804 CMU failed NULL gain/phase adjustment.

N805 CMU failed MODEM offset adjustment.

N806 CMU failed relative Z adjustment.

N807 CMU failed Vch full scale measurement.

N808 CMU failed nominal gain measurement

N809 CMU failed extent range X3 adjustment.

N810 CMU failed range resistor 50ohm adjustment.

N811 CMU failed range resistor 1kohm adjustment.

N812 CMU failed range resistor 10kohm adjustment.

N813 CMU failed range resistor 100kohm adjustment.

N814 CMU failed relative Z calculation.

N820 CMU failed correction.

N830 CMU failed configuration test.

N831 SCUU failed SCUU configuration test.

N832 SCUU failed SMU configuration test.

N833 SCUU failed CMU configuration test.

N834 CMU failed digital function test.

N835 CMU failed CPLD test.

N836 CMU failed FPGA test.

N837 CMU failed EEPROM test.

N838 CMU failed PLL1/PLL2 test.

N839 CMU failed PLL DET low state test.

N840 CMU failed PLL DET high state test.

N841 CMU failed PLL1 lock test

N842 CMU failed PLL2 lock test.

N843 CMU failed PLL2 lock test.

N844 CMU failed Hcur DC and VRD ADC test.

N845 CMU failed DC offset test.

N846 CMU failed DC bias 0V test.

N847 CMU failed DC bias -25V test.

N848 CMU failed DC bias +25V test.

N849 CMU failed PLL0 test.

N850 CMU failed PLL0 lock test.

N851 CMU failed PLL0 lock test.

N852 CMU failed DDS test.

N853 CMU failed DDS1 test.

N854 CMU failed DDS2 test.

N855 CMU failed VRD normalizer test.

N856 CMU failed RA1 test.

N857 CMU failed RA2 test.

N858 CMU failed ExR test.

N859 CMU failed R_LPF2 f1 test.

N860 CMU failed MODEM DAC test.

N861 CMU failed N_II_DAC test.

N862 CMU failed N_QI_DAC test.

N863 CMU failed N_IQ_DAC test.

N864 CMU failed N_QQ_DAC test.

N865 CMU failed TRD normalizer test.

N866 CMU failed NA1 test.

N867 CMU failed NA2 test.

N868 CMU failed NA3 test.

N869 CMU failed N_LPF1 f2 test.

N870 CMU failed N_LPF1 f3 test.

N871 CMU failed N_LPF1 f4 test.

N872 CMU failed N_LPF1 f5 test.

N873 SCUU failed EEPROM test.

N874 SCUU failed output relay test.

N875 SCUU failed control test.

N876 SCUU failed CG2 test.

N877 SCUU failed LRL test.

N880 CMU failed Hcur AC and VRD Fm test.

N881 CMU failed SA/RA 32mV test.

N882 CMU failed SA/RA 64mV test.

N883 CMU failed SA/RA 125mV test.

N884 CMU failed SA/RA 250mV test.

N885 CMU failed ExR test.

N886 CMU failed Bias_chg test.

N887 CMU failed R_LPF2/R_HPF_vs test.

N888 CMU failed VRD IF test.

N889 CMU failed IRM local 0deg test.

N890 CMU failed IRM local 90deg test.

N891 CMU failed S_LPF1 f1 120kHz test.

N892 CMU failed S_LPF1 f2 500kHz test.

N893 CMU failed S_LPF1 f3 2MHz test.

N894 CMU failed S_LPF1 f4 5MHz test.

N895 CMU failed TRD MODEM test.

N896 CMU failed VG local 90deg test.

N897 CMU failed VG local 0deg test.

N898 CMU failed NA4 test.

N899 CMU failed NA5 X1/4 test.

N900 CMU failed NA5 X1/8 test.

N901 CMU failed N_LPF2 f2 500kHz test.

N902 CMU failed N_LPF2 f3 5MHz test.

N903 CMU failed MODEM PSD test.

N904 CMU failed PSD 0deg test.

N905 CMU failed PSD 90deg test.

N906 CMU failed Rr/Rf 100ohm test.

N907 CMU failed Rr/Rf 1kohm test.

N908 CMU failed Rr/Rf 10kohm test.

N909 CMU failed Rr/Rf 100kohm test.

N910 CMU failed TRD IVAmp test.

N911 CMU failed N_HPF1/N_LPF1 10kHz test.

N912 CMU failed N_HPF1/N_LPF1 200kHz test.

N913 CMU failed N_HPF1/N_LPF1 1MHz test.

N914 CMU failed N_HPF1/N_LPF1 2MHz test.

N915 CMU failed N_HPF1/N_LPF1 5MHz test.

N916 CMU failed NA1 test.

N917 CMU failed NA2 test.

N918 CMU failed NA3 test.

N919 CMU failed IV saturation detector test.

N920 CMU failed normal status test.

N921 CMU failed normal status test.

N922 CMU failed IV saturation status test.

N923 CMU failed IV saturation status test.

N924 CMU failed unbalance detector test.

N925 CMU failed normal status test.

N926 CMU failed normal status test.

N927 CMU failed unbalance status test.

N928 CMU failed unbalance status test.

N929 CMU failed over current detector test.

N930 CMU failed normal status test.

N931 CMU failed normal status test.

N932 CMU failed over current status test.

N933 CMU failed over current status test.

予告なく記載内容が変更されることがあります。
© Keysight Technologies 2005-2022
第 15 版、2022 年 5 月

B1500-97010
www.keysight.com