

## **Agilent 33500 シリーズ**

30 MHz ファンクション／任意波形発生器

ユーザーズ・ガイド



**Agilent Technologies**

---

---

# ご注意

© Agilent Technologies, Inc. 2010

米国および国際著作権法の規定に基づき、Agilent Technologies, Inc.による事前の同意と書面による許可なしに、本書の内容をいかなる手段でも（電子的記憶および読み出し、他言語への翻訳を含む）複製することはできません。

## マニュアル・パート番号

33520-90413

第1版、2010年6月  
第2版、2010年7月  
第3版、2010年12月

印刷：マレーシア

Agilent Technologies, Inc.  
900 S. Taft Ave.  
Loveland, CO 80537 USA

Adobe、Adobeロゴ、Acrobat、Acrobatロゴは、Adobe Systems Incorporatedの商標です。

Microsoftは、Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標または商標です。

WindowsおよびMS Windowsは、Microsoft Corporationの米国における登録商標です。

## ソフトウェア・アップグレード/ライセンス

Agilentは、既知の不具合を修正し、製品機能拡張を組み込むためのソフトウェア・アップデートを定期的にリリースしています。お使いの製品向けのソフトウェア・アップデートや最新のドキュメントを検索するには、下記の製品ページをご覧ください。

[www.agilent.co.jp/find/33521A](http://www.agilent.co.jp/find/33521A)  
[www.agilent.co.jp/find/33522A](http://www.agilent.co.jp/find/33522A)

本製品のソフトウェアの一部は、General Public License Version 2 ("GPLv2") の条件に従ってライセンスされています。ライセンスのテキストとソース・コードは次の場所にあります。

[www.agilent.co.jp/find/GPLV2](http://www.agilent.co.jp/find/GPLV2)

本製品は、Microsoft Windows CEを利用しています。Agilentでは、Windows CE測定器に接続されるすべてのWindowsベース・コンピュータで、最新のウイルス対策ソフトウェアを使用することを強くお勧めします。詳細については、下記の製品ページを参照してください。

[www.agilent.co.jp/find/33521A](http://www.agilent.co.jp/find/33521A)  
[www.agilent.co.jp/find/33522A](http://www.agilent.co.jp/find/33522A)

## 保証

本書の内容は「現状のまま」で提供されていて、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、アジレント・テクノロジー株式会社（以下「アジレント」という）は、法律の許す限りにおいて、本書およびここに記載されているすべての情報に関して、特定用途への適合性や市場商品力の默示的保証に限らず、一切の明示的保証も默示的保証もいたしません。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、アジレントは責任を負いません。アジレントとユーザーの間に本書の内容を対象とした保証条件に関する別個の書面による契約が存在し、その契約の内容が上記の条件と矛盾する場合は、別個の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いて、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。

## 権利の制限について

ソフトウェアが米国政府の主契約または下請けによって使用される場合は、ソフトウェアは、DFAR 252.227-7014 (1995年6月) に定義された "Commercial computer software"、またはFAR 2.101(a)に定義された "commercial item"、またはFAR 52.227-19 (1987年6月) またはそれに相当する官庁規則または契約条項に定義された "Restricted computer software"として提供され、ライセンスされます。ソフトウェアの使用、複製、公開は、

Agilent Technologiesの標準商用ライセンス条件に従って行われる必要があり、米国政府の国防省以外の機関の権利は、FAR 52.227-19(c)(1-2) (1987年6月) に定義された Restricted Rights を超えることはありません。あらゆる技術データに関する米国政府のユーザの権利は、FAR 52.227-14 (1987年6月) または DFAR 252.227-7015 (b)(2) (1995年11月) に定義された Limited Rights を超えることはありません。

## 安全に関する注意事項

### 注意

注意の指示は危険を表します。ここに記載された操作手順、心得などを正しく実行または遵守しない場合は、製品の損傷や重要なデータの損失を招くおそれがあります。記載された指示を十分に理解し、それが守られていることを確認しない限り、注意の指示より先に進まないでください。

### 警告

警告の表示は、危険を表します。ここに記載された操作手順、心得などを正しく実行または遵守しない場合は、怪我や人命の損失を招くおそれがあります。記載された指示を十分に理解し、それが守られていることを確認しない限り、警告の指示より先に進まないでください。

# 安全に関するその他の注意事項

本器の操作のあらゆる段階において、下記の安全に関する一般的注意事項を遵守する必要があります。これらの注意事項や、本書の他の箇所に記載されている個別の警告や指示を守らない場合は、本器の設計、製造、および想定される用途に関する安全標準に違反します。Agilent Technologiesは、お客様がこれらの要件を満たさなかった場合について、いかなる責任も負いません。

## 一般

製造者が指定した以外の方法で本製品を使用しないでください。操作説明書に記載されている以外の方法で本製品を使用した場合は、本製品の保護機能が損なわれるおそれがあります。

## 電源を投入する前に

安全に関する注意事項がすべて守られていることを確認してください。電源を接続する前に本器へのすべての接続を行い、ヒューズ・モジュールで適切なAC電源ライン電圧を選択してください。

## 機器のアース

本製品には感電防止用アース端子が装備されています。感電事故を防ぐため、本器をAC電源に接続するにはアース線付きの電源ケーブルを使用し、アース線を電源コンセントの電気的アース（感電防止用アース）端子にしっかりと接続してください。感電防止用（アース）線が切れているか、感電防止用アース端子が接続されていない場合は、感電事故のおそれがあります。

## 爆発のおそれがある環境で使用しないこと

可燃性のガスや蒸気が存在する環境で本器を使用しないでください。

## カバーを開けないこと

本器のカバーを開けることができるのには、危険について認識している有資格のサービスマンだけです。本器のカバーを開ける際には、必ず電源ケーブルや外部回路を切り離してください。

## 改造しないこと

本製品の部品を交換したり、無許可の改造を行ったりすることはおやめください。安全機能を維持するため、サービスや修理の際はAgilent営業所まで本製品をお送りください。

## 損傷の際には

本器に損傷または欠陥が認められる場合は、ただちに使用をやめ、誤って使用されないよう必要な措置を講じた上で、有資格のサービスマンに修理を依頼してください。

## 注意

仕様に特に記載のない限り、本測定器またはシステムは屋内用であり、IEC 61010-1および664に基づくインストール・カテゴリII、汚染度2の環境で使用されることを想定しています。動作時の最大相対湿度は20 %～80 % (40 °C以下、非結露)です。最大動作高度は2,000 m、動作温度範囲は0～55 °Cです。

## 技術サポート

納品された製品に関するご質問がある場合は、あるいは保証、サービス、技術サポートについて情報が必要な場合は、計測お客様窓口までお問い合わせください。

米国 : (800) 829-4444

欧州 : 31 20 547 2111

日本 : 0120-421-345

または、

[www.agilent.co.jp/find/assist](http://www.agilent.co.jp/find/assist)

で、最寄りのAgilent連絡先を参照してください。または、Agilent Technologies代理店までお問い合わせください。

## 安全記号

～ 交流



フレームまたはシャーシ端子



電源スタンバイ。スイッチをオフにしても、本器はAC電源から完全には切り離されません。



注意、感電の危険あり



注意、付属のドキュメントを参照



アース端子



CEマークは、ヨーロッパ共同体の登録商標です。



CSAマークはCSA-Internationalの登録商標です。



C-tickマークはオーストラリア・スペクトラム管理局の登録商標です。これは、1992年のRadio Communications Actの条件に基づくオーストラリアのEMCフレームワーク規制への適合を示します。



6種類の危険物質のうち1つ以上の含有量が40年のEPUPでの最大濃縮値(MCV)を超えてています。

1SM1-A

このテキストは、本器がIndustrial Scientific and Medical Group 1 Class A製品(CISPER 11、Clause 4)であることを示しています。

ICES/  
NMB  
-001

このテキストは、本製品がカナダのInterference-Causing Equipment Standard (ICES-001)に適合することを示します。

---

# ユーザーズ・ガイド

マニュアル番号33520-90413 (33520-90403マニュアル・セットで注文)

第3版、2010年12月

Copyright © 2010 Agilent Technologies, Inc.

---

**Agilent 33500シリーズ  
30 MHzファンクション／  
任意波形発生器**

---

# Agilent 33500シリーズの概要

Agilent 33500シリーズは、30 MHzのシンセサイズド波形発生器で、任意波形およびパルス機能を内蔵しています。ベンチトップ機能とシステム機能の組み合わせにより、現在および将来のテスト要件に対応できる汎用ソリューションを実現しています。

## 便利なベンチトップ機能

- 16種類の標準波形
- 内蔵16ビット、250 Mサンプル/s任意波形機能
- エッジ時間を調整可能な高精度パルス波形機能
- 数値およびグラフィカル表示が可能なLCDディスプレイ
- 使いやすいノブとテンキー
- ユーザ定義名による機器ステートの記録
- 滑り止め加工が施された脚の付いた、丈夫なポータブル・ケース

## 柔軟なシステム機能

- ダウンロード可能な1 Mポイントまたはオプションの16 Mポイント任意波形メモリ。詳細については下記を参照：

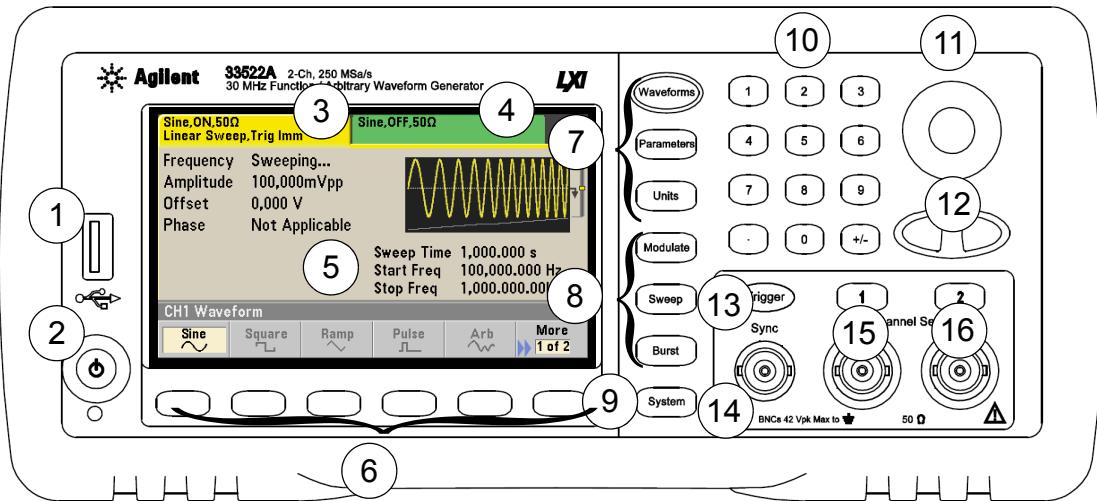
[www.agilent.co.jp/find/33521U](http://www.agilent.co.jp/find/33521U)

[www.agilent.co.jp/find/33522U](http://www.agilent.co.jp/find/33522U)

- オプションのGPIB (IEEE-488)
- 標準のUSBおよびLANリモート・インターフェース
- LXI class C準拠
- SCP I (Standard Commands for Programmable Instruments) 互換

**注記：**特に記載のない限り、本書はすべてのシリアル番号に適用されます。

## フロント・パネルの概要

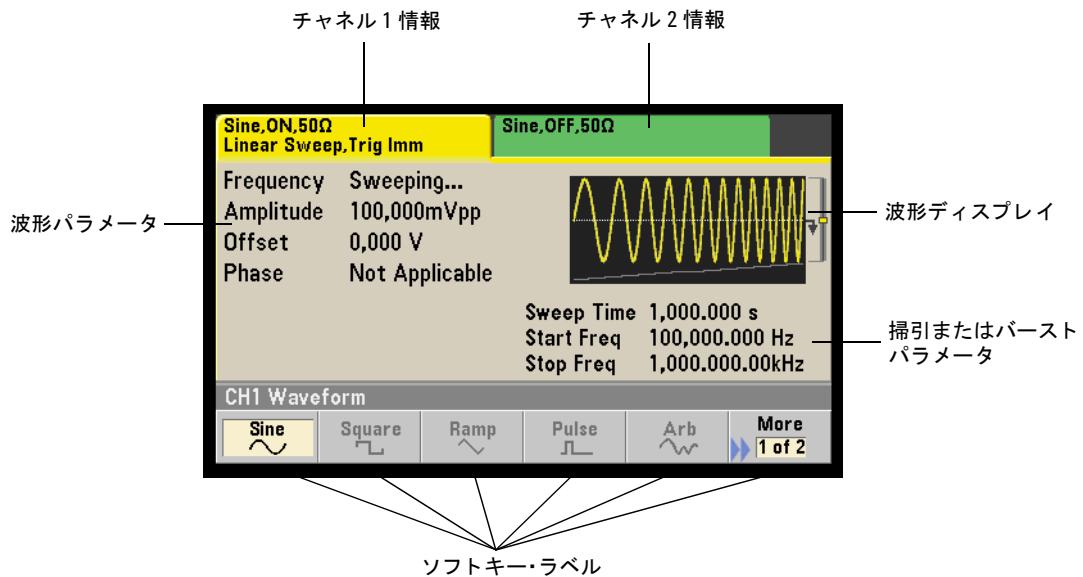


- 1 USBポート
- 2 オン／オフ・スイッチ
- 3 チャネル1サマリ・タブ
- 4 チャネル2サマリ・タブ
- 5 波形／パラメータ表示領域
- 6 メニュー操作ソフトキー
- 7 波形／パラメータ／単位キー
- 8 変調／掃引／バースト・キー

- 9 システム・キー
- 10 テンキー
- 11 ノブ
- 12 カーソル・キー（矢印）
- 13 手動トリガ（掃引／バーストのみ）
- 14 同期コネクタ
- 15 チャネル1
- 16 チャネル2（2チャネル測定器のみ）

**注記：**フロント・パネル・キーまたはメニュー・ソフトキーに関するコンテキスト依存ヘルプを表示するには、そのキーを押し続けます。

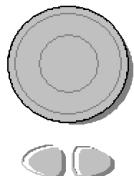
# フロント・パネル・ディスプレイの概要



## フロント・パネルからの数値入力

フロント・パネルから数値を入力するには、2つの方法があります。

ノブとカーソル・キーを使って、表示されている数値を変更します。



1. ノブの下のキーを使って、カーソルを左右に移動します。
2. ノブを回して桁を変更します(時計回りに回すと値が増えます)。

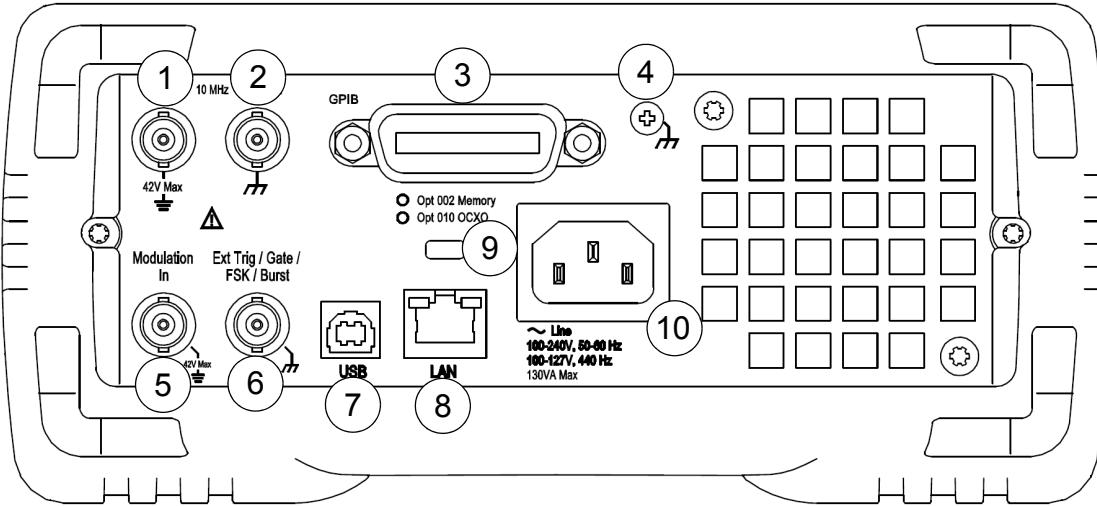
キーパッドで数字を入力し、ソフトキーで単位を選択します。



1. キーパッドを使って数字を入力します。
2. 単位を選択して値を入力します。
3. +/- キーを使って数値の符号を変更します。
4. 左矢印を押すと、最後の桁が消去されます。

CH1 Sweep					5	Cancel
μHz	mHz	Hz	kHz	MHz	↑	

## リア・パネルの概要



- 1 外部10 MHz基準入力端子
- 2 内部10 MHz基準出力端子
- 3 GPIBインターフェース・コネクタ（オプション400）
- 4 シャーシ・グランド
- 5 外部変調入力端子
- 6 入力：外部トリガ／ゲート/FSK/バースト
- 7 USBインターフェース・コネクタ
- 8 ローカル・エリア・ネットワーク (LAN) コネクタ
- 9 測定器ケーブル・ロック
- 10 AC電源

### 警告

感電事故を防ぐために、電源コードのグランドを接続する必要があります。2極コンセントしか使用できない場合は、測定器のシャーシ・グランドねじ（上を参照）を有効なグランドに接続してください。

## 本書の内容

**クイック・スタート** 第1章では、波形発生器の使用の準備と、測定器のフロント・パネル機能について説明します。

**フロント・パネル・メニューの操作** 第2章では、フロント・パネルのメニューについて紹介し、波形発生器のメニュー機能について説明します。

**特長と機能** 第3章では、波形発生器の機能と操作の詳しい説明を示します。この章は、波形発生器をフロント・パネルから操作している場合にも、リモート・インターフェース経由で操作している場合にも有効です。

**アプリケーション・プログラム** 第4章では、アプリケーション用プログラムの開発に役立つ、さまざまなりモート・インターフェースのアプリケーション・プログラムを示します。

**チュートリアル** 第5章では、信号発生と変調手法の基本について説明します。

**仕様** 第6章では、波形発生器の仕様を示します。

保証、サービス、テクニカル・サポート情報については、Agilent Technologiesの以下のいずれかの電話番号へお問い合わせください。



米国： (800) 829-4444

欧州： 31 20 547 2111

日本： 0120-421-345

または、Webサイトで全世界のAgilent連絡先情報を参照してください。

**[www.agilent.co.jp/find/assist](http://www.agilent.co.jp/find/assist)**

または、Agilent Technologies代理店までお問い合わせください。



---

## 目次

### 第1章 クイック・スタート 15

波形発生器の使用の準備をするには	17
キャリング・ハンドルを調整するには	19
出力周波数を設定するには	20
出力振幅を設定するには	22
DCオフセット電圧を設定するには	25
ハイ・レベルとロー・レベルの値を設定するには	27
DC電圧を出力するには	29
方形波のデューティ・サイクルを設定するには	30
パルス波形を設定するには	32
記録されている任意波形を選択するには	34
内蔵ヘルプ・システムを使用するには	35
波形発生器をラック・マウントするには	38

### 第2章 フロント・パネル・メニューの操作 41

フロント・パネル・メニュー・リファレンス	43
出力終端を選択するには	47
波形発生器をリセットするには	48
被変調波形を出力するには	49
FSK波形を出力するには	51
PWM波形を出力するには	53
周波数掃引を出力するには	56
バースト波形を出力するには	59
掃引またはバーストをトリガするには	62
機器ステートを記録するには	63
リモート・インターフェースを設定するには	65
任意波形をセットアップするには	74

---

## 目次

### 第3章 特長と機能 91

- 出力設定 94
- パルス波形 112
- 振幅変調（AM） 116
- 周波数変調（FM） 121
- 位相変調（ΦM） 127
- 周波数シフト・キーイング（FSK）変調 133
- パルス幅変調（PWM） 137
- 加算変調（Sum） 142
- 周波数掃引 146
- バースト・モード 155
- トリガ 164
- デュアル・チャネル動作（33522Aのみ） 170
- システム関連の操作 177
- リモート・インターフェースの設定 188
- 外部タイムベース基準 197
- 校正の概要 200
- 組み込み波形エディタ 204
- 工場設定 225

### 第4章 アプリケーション・プログラム 227

- はじめに 228
- プログラム・リスト 230

### 第5章 チュートリアル 253

### 第6章 仕様 269

### 索引 277

---

クイック・スタート

## クイック・スタート

波形発生器を初めて使用する際に最初に必要なことは、フロント・パネルの操作に慣れることです。この章では、測定器を使用できるように準備し、主なフロント・パネル操作に慣れていただくための練習を用意しています。この章は、以下のセクションから構成されています。

- 波形発生器の使用の準備をするには (17ページ)
- キャリング・ハンドルを調整するには (19ページ)
- 出力周波数を設定するには (20ページ)
- 出力振幅を設定するには (22ページ)
- DCオフセット電圧を設定するには (25ページ)
- ハイ・レベルとロー・レベルの値を設定するには (27ページ)
- DC電圧を出力するには (29ページ)
- 方形波のデューティ・サイクルを設定するには (30ページ)
- パルス波形を設定するには (32ページ)
- 記録されている任意波形を選択するには (34ページ)
- 内蔵ヘルプ・システムを使用するには (35ページ)
- 波形発生器をラック・マウントするには (38ページ)

## 波形発生器の使用の準備をするには

### 1 付属品リストを確認します。

以下が測定器に付属していることを確認します。付属品が欠けている場合は、最寄りのAgilent営業所にお問い合わせください。

- 電源コード（出荷先の国のももの）。
- 校正証明書。
- *Agilent 33500 Series Product Reference CD*（製品ソフトウェア、プログラミング例、マニュアル）。
- *Agilent Automation-Ready CD (Agilent IO Libraries Suite)*。
- USB 2.0ケーブル。

注記：33500シリーズの製品ドキュメントはすべて、製品に付属する*Agilent 33500 Series Product Reference CD*に収録されていて、Web上の[www.agilent.co.jp/find/33521A](http://www.agilent.co.jp/find/33521A)および[www.agilent.co.jp/find/33522A](http://www.agilent.co.jp/find/33522A)でも入手できます。印刷物のマニュアルは有料のオプションで用意されています。



### 2 電源コードを接続し、波形発生器の電源をオンにします。

測定器は電源投入時セルフテストを実行します。測定器が使用可能になると、ヘルプの表示方法に関するメッセージと、現在のIPアドレスが表示されます。また、GPIBオプションがインストールされ、GPIBがオンになっている場合は、GPIBアドレスも表示されます。波形発生器の起動時の機能は正弦波機能で、周波数は1 kHz、振幅は100 mVpp (50 Ω終端) です。電源投入時には、チャネル出力コネクタはオフになっています。チャネル・コネクタの出力をオンにするには、**Channel** (33521A) **1** または **2** (33522A)ボタンを押した後、**Output Off / On**ソフトキーを押します。

波形発生器の電源がオンにならない場合は、電源コードがリア・パネルの電源ソケットにしっかりと差し込まれていることを確認します（電源電圧は電源投入時に自動的に検出されます）。また、波形発生器が通電している電源に接続されていることを確認してください。次に、波形発生器の電源がオンになっているかどうかを確認します。

また、電源スイッチの下のLEDを確認します。点灯していない場合は、AC電源が接続されていません。黄色に点灯している場合は、AC電源が接続されて測定器がスタンバイ・モードになっています。緑色に点灯している場合は、測定器の電源がオンになっています。

## 第1章 クイック・スタート

### 波形発生器の使用的準備をするには

測定器の電源をオフにするには、電源スイッチを約500 msの間押し続ける必要があります。これは、電源スイッチに誤って触れて電源がオフになるのを防ぐためです。

電源投入時セルフテストで不具合が発生した場合は、ディスプレイの右上コーナーにERRインジケータが表示されます。また、以下のメッセージが目立つように表示されます。

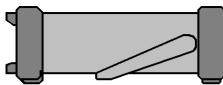
Check for error messages in the error queue.

(エラー待ち行列の中のエラー・メッセージを確認してください)

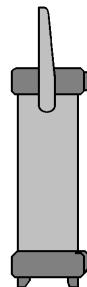
エラー・コードの説明については『Agilent 33500 Series Service Guide』を参照してください。また、波形発生器をサービスのためにAgilentに返送する方法も参照してください。

## キャリング・ハンドルを調整するには

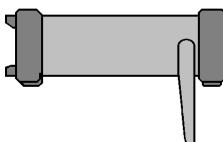
位置を調整するには、ハンドルの側面をつかんで外側に引っぱります。次に、ハンドルを必要な位置まで回します。



畳んだ状態



運搬位置



広げた状態

## 第1章 クイック・スタート

### 出力周波数を設定するには

### 出力周波数を設定するには

電源投入時には、波形は正弦波、周波数は1 kHz、振幅は100 mVpp (50 Ω終端) に設定されています。周波数を1.2 MHzに変更する手順を以下に示します。

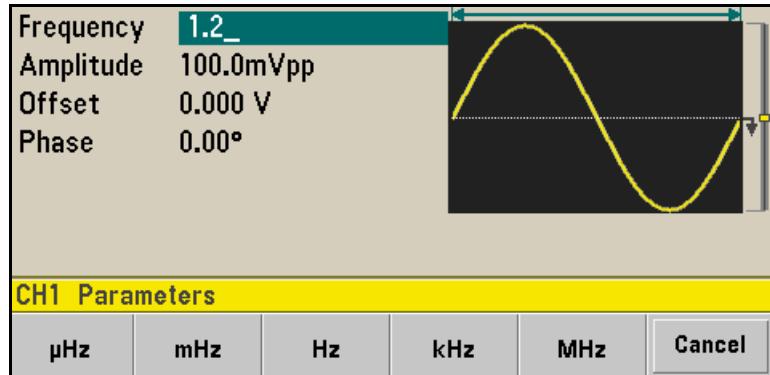
- 1 **Parameters** ボタンを押し、**Frequency** ソフトキーを押します。

表示される周波数は、電源投入時の値か、前に選択した周波数です。機能を変更した場合は、現在の値が新しい機能で使用可能であれば、同じ周波数が使用されます。波形の周期を設定したい場合は、**Units** を押し、**Frequency** ソフトキーを押して **Period** ソフトキーに切り替えます（下の図では現在の **Frequency** 選択が強調表示されています）。



- 2 必要な周波数の数値を入力します。

テンキーを使って、値1.2を入力します。



3 必要な単位を選択します。

必要な単位に対応するソフトキーを押します。単位を選択すると、表示されている周波数の波形が出力されます（出力がオンになっている場合）。この例では、MHzを押します。

Frequency 1.200,000,000MHz

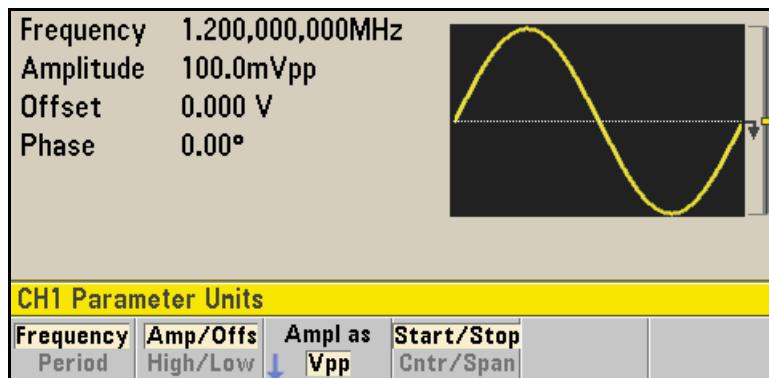
注記：ノブとカーソルキーを使用して必要な値を入力することもできます。

## 出力振幅を設定するには

電源投入時には、波形は正弦波、振幅は100 mVpp (50 Ω終端) に設定されています。振幅を50 mVppに変更する手順を以下に示します。

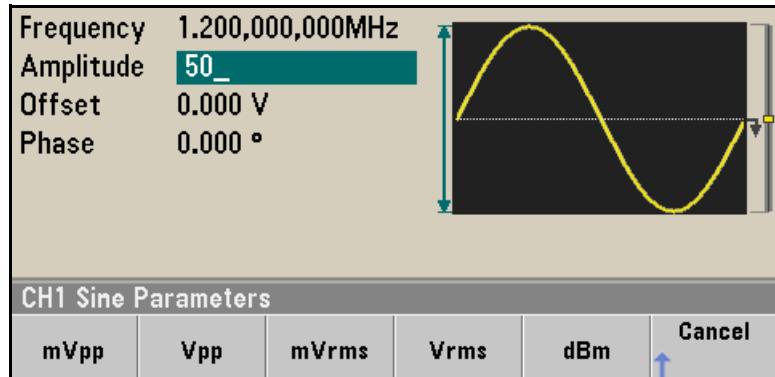
- 1 **Units** を押し、**Amp/Offs** または **High/Low** と記されたソフトキーを押して、**Amp/Offs** を表示させます。

表示される振幅は、電源投入時の値か、前に選択した振幅です。機能を変更した場合は、現在の値が新しい機能で使用可能であれば、同じ振幅が使用されます。電圧を振幅とオフセットで指定するか、ハイ値とロー値で指定するかを選択するには、**Units** を押し、2番目のソフトキーを押します。この例では、**Amp/Offs** を強調表示します。



2 必要な振幅の数値を入力します。

[Parameters] を押し、Amplitudeを押します。テンキーを使って、値50を入力します。



3 必要な単位を選択します。

必要な単位に対応するソフトキーを押します。単位を選択すると、表示されている振幅の波形が出力されます（出力がオンになっている場合）。この例では、mVppを押します。

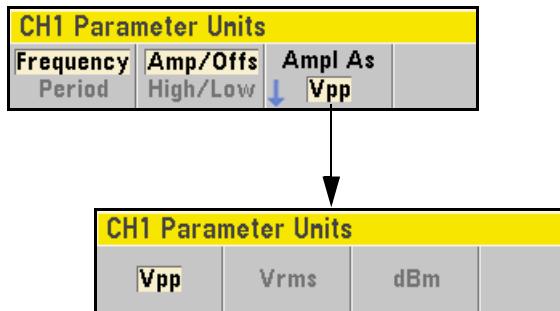
Amplitude 50.000mVpp

注記：ノブとカーソルキーを使用して必要な値を入力することもできます。この場合は、単位ソフトキーを使用する必要はありません。

## 第1章 クイック・スタート

### 出力振幅を設定するには

表示されている振幅の単位は簡単に変換できます。単に **Units** を押した後、**Ampl As** ソフトキーを押して、必要な単位を選択します。

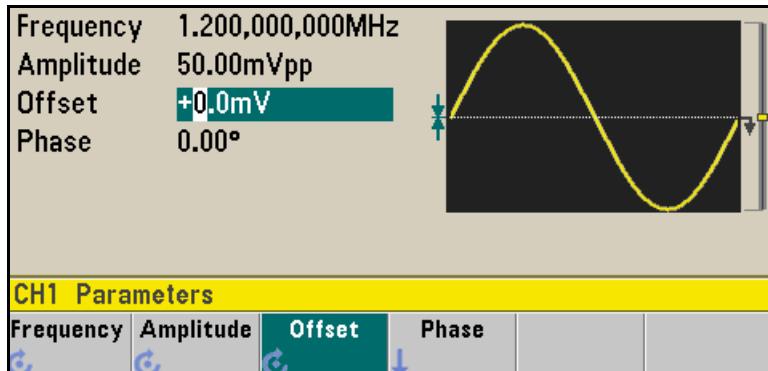


## DCオフセット電圧を設定するには

電源投入時には、波形は正弦波、DCオフセットは0 V (50 Ω終端) に設定されています。オフセットを $-1.5\text{ Vdc}$ に変更する手順を以下に示します。

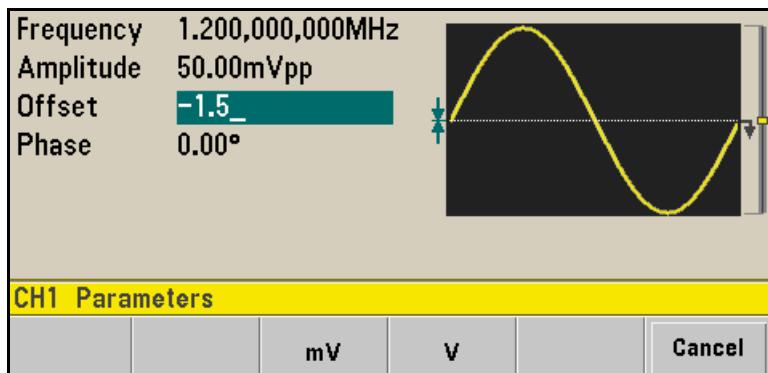
- 1 **Parameters** を押し、“Offset”ソフトキーを押します。

表示されるオフセット電圧は、電源投入時の値か、前に選択したオフセットです。機能を変更した場合は、現在の値が新しい機能で使用可能であれば、同じオフセットが使用されます。



- 2 必要なオフセットの数値を入力します。

テンキーを使って、値“ $-1.5$ ”を入力します。

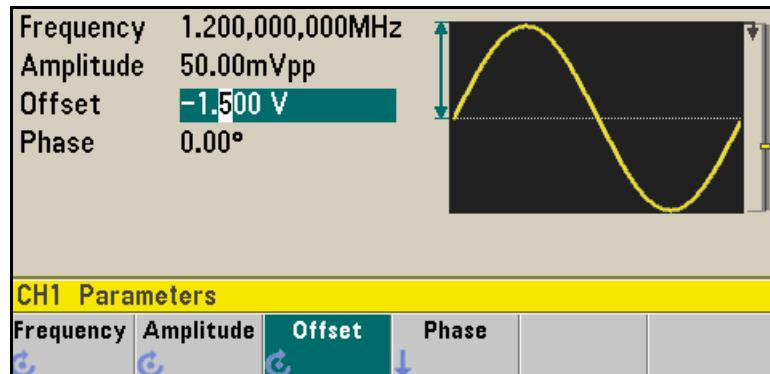


## 第1章 クイック・スタート

### DCオフセット電圧を設定するには

#### 3 必要な単位を選択します。

必要な単位のソフトキーを押します。単位を選択すると、表示されているオフセットの波形が出力されます（出力がオンになっている場合）。この例では、**V**を押します。電圧は次に示すように設定されます。



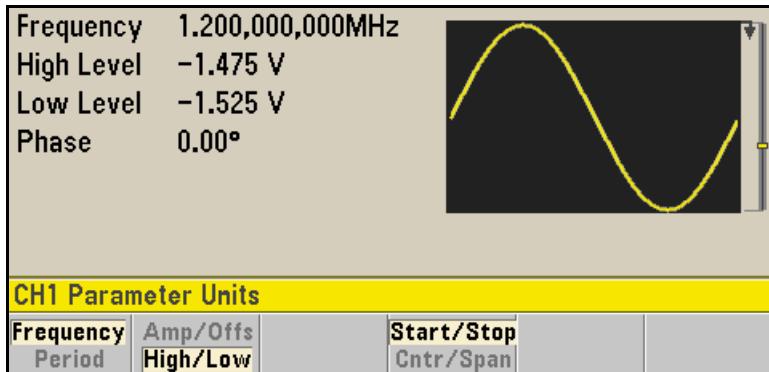
注記：ノブとカーソルキーを使用して必要な値を入力することもできます。

## ハイ・レベルとロー・レベルの値を設定するには

前述のように、信号は振幅とDCオフセット値を設定することで指定できます。信号の範囲を設定するもう1つの方法は、ハイ（最大）値とロー（最小）値を指定することです。これは通常、デジタル・アプリケーションに便利です。次の例では、ハイ・レベルを1.0 V、ロー・レベルを0.0 Vに設定します。

1 **Units** を押します。

2 Amp/Offsソフトキーを押して、下に示すようにHigh/Lowに切り替えます。

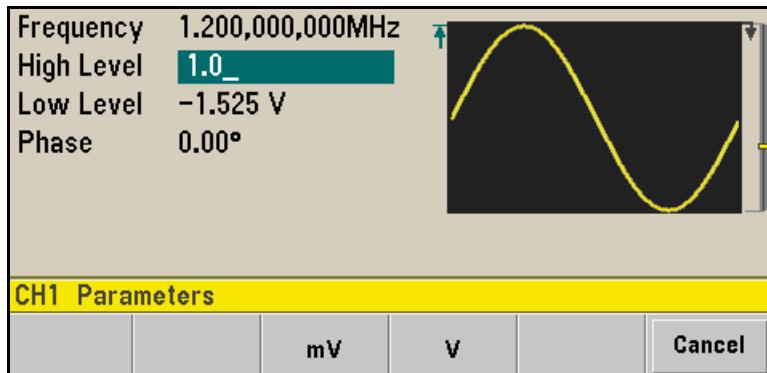


## 第1章 クイック・スタート

### ハイ・レベルとロー・レベルの値を設定するには

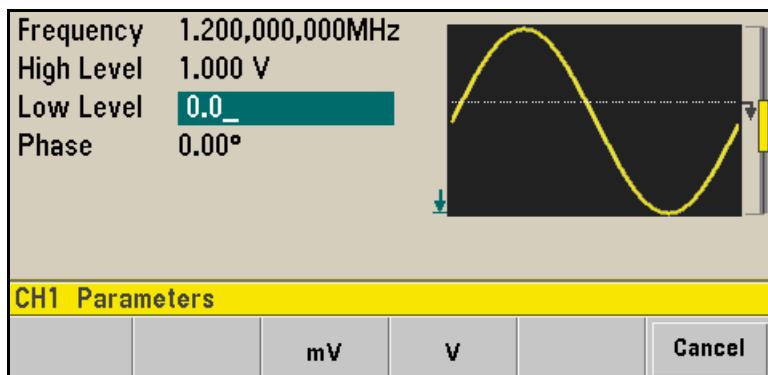
#### 3 ハイ・レベルの値を設定します。

**Parameters** キーを押し、**High Level**を選択します。テンキーまたはノブと矢印を使用して、値1.0 Vを選択します（テンキーを使用する場合は、**V**単位ソフトキーを選択して値を入力します）。



#### 4 Low Levelソフトキーを押して、値を設定します。

この場合も、テンキーまたはノブを使用して、0.0 Vの値を入力します。



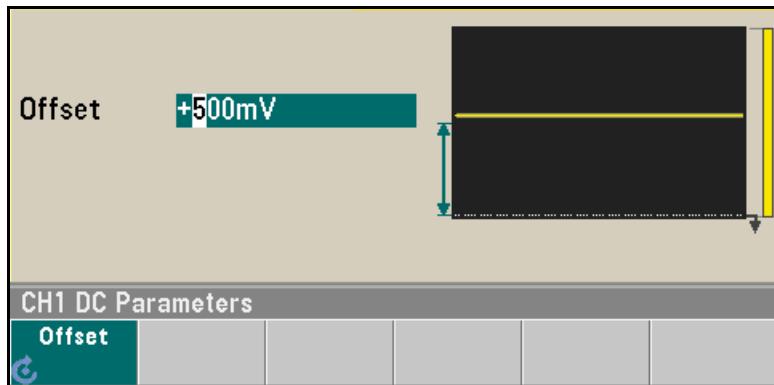
この設定（ハイ・レベル=1.0 V、ロー・レベル=0.0 V）は、振幅1.0 Vpp、オフセット500 mVに設定するのと同じです。

## DC電圧を出力するには

一定のDC電圧を出力するように指定できます。

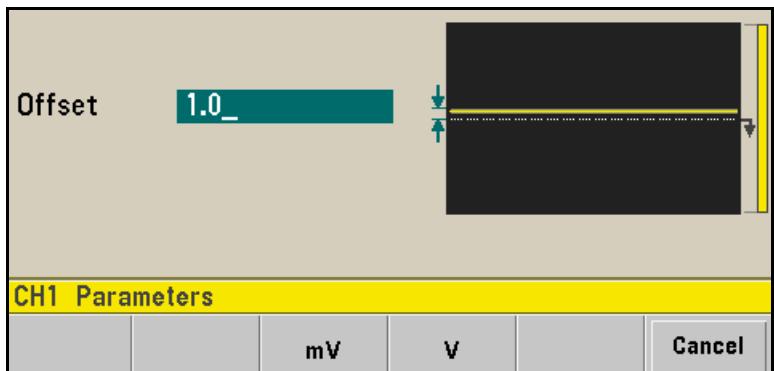
- 1 (Waveforms)を押し、MoreとDCを選択します。

Offsetの値が選択されます。



- 2 必要な電圧レベルをオフセットとして入力します。

テンキーまたはノブで1.0を入力し、テンキーを使用した場合はVソフトキーを押します。



50 Ω負荷の場合は−5 V～+5 V、高インピーダンス負荷の場合は−10 V～+10 Vの範囲の任意のDC電圧を入力できます。

## 方形波のデューティ・サイクルを設定するには

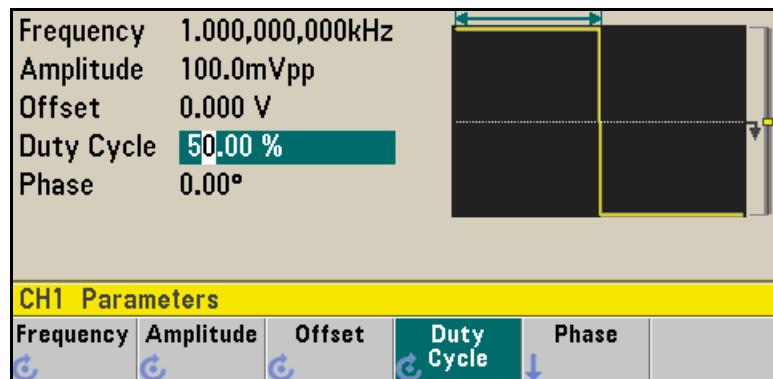
電源投入時には、方形波のデューティ・サイクルは50 %です。デューティ・サイクルは、最小パルス幅仕様である16 nsによって制限されます。デューティ・サイクルを75 %に変更する手順を以下に示します。

- 1 方形波機能を選択します。

キーを押し、**Square**を選択します。

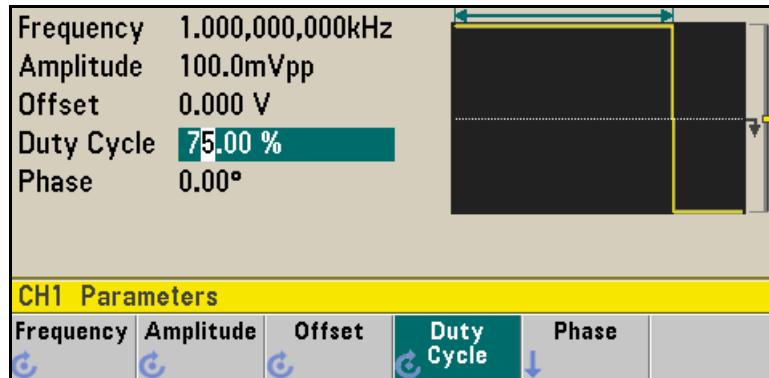
- 2 **Duty Cycle**ソフトキーを押します。

表示されるデューティ・サイクルは、電源投入時の値か、前に選択した%です。デューティ・サイクルは、方形波が1周期の間にハイ・レベルにある時間の割合を表します。



## 3 必要なデューティ・サイクルを入力します。

テンキーまたはノブと矢印を使用して、“75”のデューティ・サイクル値を選択します。テンキーを使用した場合は、**Percent**ソフトキーを押して入力を終了します。デューティ・サイクルが瞬時に調整され、指定された値の方形波が出力されます（出力がオンになっている場合）。



## パルス波形を設定するには

波形発生器は、可変のパルス幅とエッジ時間を持つパルス波形を出力するように設定できます。以下の手順は、パルス幅10 ms、エッジ時間50 ns、周期500 msのパルス波形を設定する方法を示します。

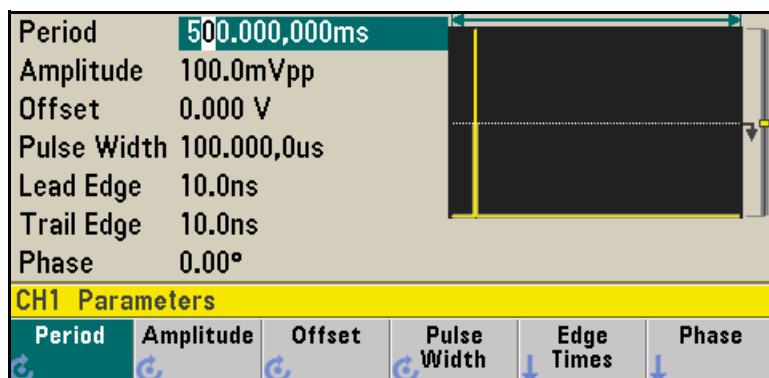
### 1 パルス機能を選択します。

キーを押し、**Pulse**を選択してパルス機能を選択し、デフォルトのパラメータのパルス波形を出力します。

### 2 パルス周期を設定します。

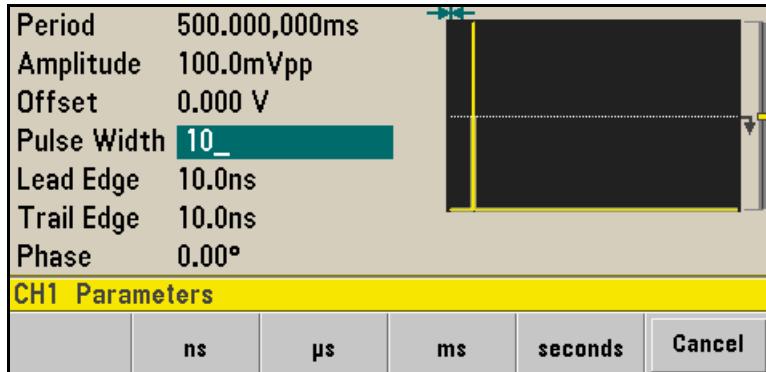
キーを押し、**Frequency/Period**ソフトキーを押して、**Period**を選択します。

キーを押し、**Period**を選択します。周期を500 msに設定します。



## 3 パルス幅を設定します。

[Parameters] を押し、**Pulse Width** ソフトキーを押して、パルス幅を 10 ms に設定します。パルス幅は、立ち上がりエッジの 50 % しきい値から、次の立ち下がりエッジの 50 % しきい値までの時間を表します。



## 4 両方のエッジのエッジ時間を設定します。

**Edge Time** ソフトキーを押し、立ち上がりと立ち下がりの両方のエッジのエッジ時間を 50 ns に設定します。エッジ時間は、各エッジの 10 % しきい値から 90 % しきい値までの時間を表します。



## 記録されている任意波形を選択するには

9種類の内蔵任意波形が不揮発性メモリに記録されています。その種類は、心拍、Dローレンツ、指数関数減少、指数関数増加、ガウシアン、半正弦関数、ローレンツ、負ランプ、Sincです。

以下の手順は、内蔵の「指数関数減少」波形をフロント・パネルから選択する方法を示します。

カスタム任意波形の作成方法については、74ページの「任意波形をセットアップするには」を参照してください。

### 1 任意波形機能を選択します。

ボタンを押し、**Arb** ソフトキー、**Arbs** ソフトキーの順に選択します。次に、**Select Arb**を選択し、ノブを使って**Exp\_Fall**を選択します。**Select**を押します。

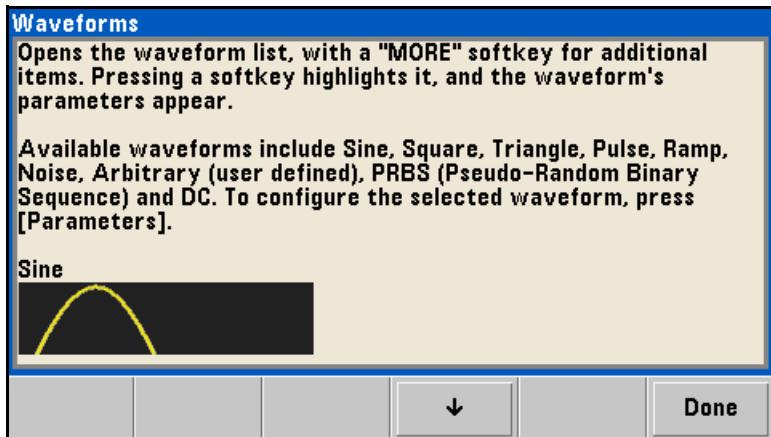


## 内蔵ヘルプ・システムを使用するには

内蔵ヘルプ・システムは、フロント・パネル・キーまたはメニュー・ソフトキーに関するコンテキスト依存のヘルプ情報を提供します。いくつかのフロント・パネル操作に関するヘルプ・トピックも用意されています。

- 1 ファンクション・キーに関するヘルプ情報を表示します。

任意のソフトキーまたはボタン ((**Waveforms**)など) を押して、そのまま押し続けます。メッセージが長すぎて画面に全部表示されない場合は、↓ソフトキーを押すか、ノブを回すことにより、残りの情報を表示できます。

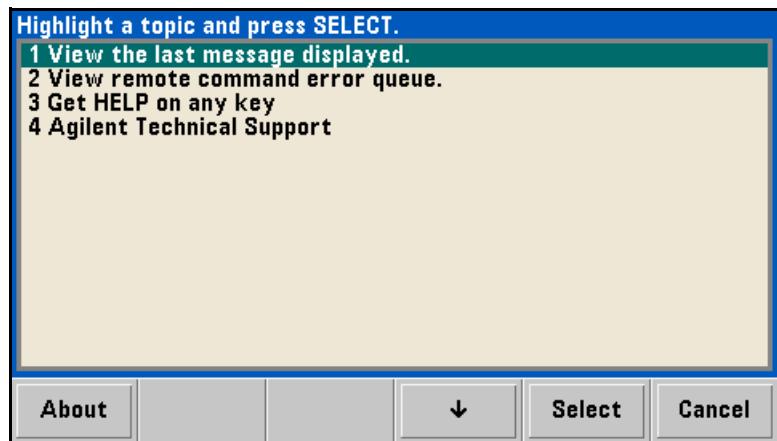


ヘルプを終了するには**Done**を押します。

## 第1章 クイック・スタート 内蔵ヘルプ・システムを使用するには

2 ヘルプ項目のリストを表示します。

**System** ボタンを押し、**Help**を押して、使用可能なヘルプ項目のリストを表示します。リストをスクロールさせるには、↑および↓ソフトキーを押すか、ノブを使用します。**任意のキーのヘルプを表示します**という項目を選択し、**Select**を押します。

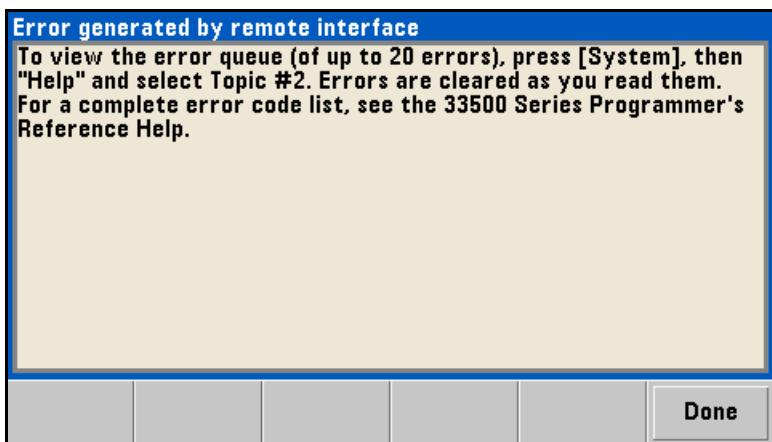


ヘルプを終了するには**Done**を押します。

3 表示されているメッセージに関するヘルプ情報を表示します。

リミットの超過やその他の無効な設定が見つかった場合は、波形発生器はメッセージを表示します。内蔵ヘルプ・システムを使用すれば、最新のメッセージに関する追加情報を表示できます。

[System] ボタンを押し、**Help**を押します。次に、**最後に表示されたメッセージを表示します**という項目を選択し、**Select**を押します。



ヘルプを終了するには**Done**を押します。

**ローカル言語ヘルプ**：内蔵ヘルプ・システムは、中国語、フランス語、ドイツ語、日本語、韓国語で使用できます。メッセージ、コンテキスト依存ヘルプ、ヘルプ・トピックは、すべてここで選択した言語で表示されます。メニュー・ソフトキーのラベルとステータス表示行のメッセージは翻訳されません。

ローカル言語を選択するには、[System] ボタンを押し、**System Setup**ソフトキー、**User Settings**ソフトキー、**Help Lang**ソフトキーを押します。次に、必要な言語を選択します。

## 第1章 クイック・スタート

### 波形発生器をラック・マウントするには

### 波形発生器をラック・マウントするには

測定器は、オプションの2種類のキットの1つを使用して、標準の19インチ・ラック・キャビネットにマウントできます。説明書とマウント用金具は、各ラック・マウント・キットに付属しています。同じサイズのAgilent System II測定器をAgilent 33500と並べてラック・マウントできます。

**注記：**測定器をラック・マウントするには、キャリング・ハンドルと前後のゴム製バンパーを取り外す必要があります。



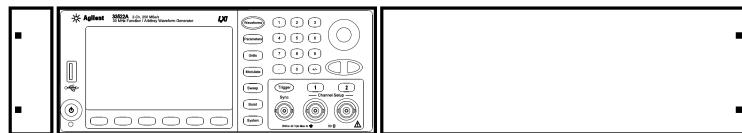
ハンドルを取り外すには、ハンドルを垂直になるまで回し、両端を外側に引っ張ります。



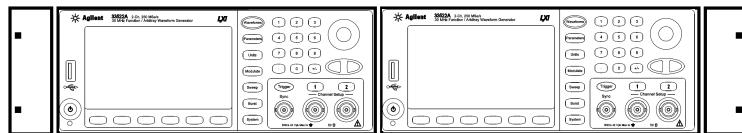
フロント

リア(底面から見た図)

ゴム製バンパーを取り外すには、角の部分を引っ張って外します。



1台の測定器をラック・マウントするには、アダプタ・キット5063-9240を注文してください。



2台の測定器を並べてラック・マウントするには、ロックリンク・キット5061-8769とフランジ・キット5063-9212を注文してください。ラック・キャビネット内に必ずサポート・レールを使用してください。

過熱を防ぐために、測定器内部と外部との間の通気を妨げないようにしてください。内部の十分な通気を維持するために、測定器の裏面、側面、底面に十分な空間を確保してください。

第1章 クイック・スタート  
波形発生器をラック・マウントするには

---

## フロント・パネル・メニューの操作

## フロント・パネル・メニューの操作

この章では、フロント・パネルのキーとメニューの操作について説明します。この章では、すべてのフロント・パネル・キーとメニューの操作の詳細については記載していません。フロント・パネル・メニューとさまざまなフロント・パネル操作の概要だけを示します。波形発生器の機能と操作の詳細な説明については、91ページからの第3章「特長と機能」を参照してください。

- フロント・パネル・メニュー・リファレンス (43ページ)
- 出力終端を選択するには (47ページ)
- 波形発生器をリセットするには (48ページ)
- 被変調波形を出力するには (49ページ)
- FSK波形を出力するには (51ページ)
- PWM波形を出力するには (53ページ)
- 周波数掃引を出力するには (56ページ)
- バースト波形を出力するには (59ページ)
- 掃引またはバーストをトリガするには (62ページ)
- 機器ステートを記録するには (63ページ)
- リモート・インターフェースを設定するには (65ページ)
- 任意波形をセットアップするには (74ページ)

## フロント・パネル・メニュー・リファレンス

このセクションでは、フロント・パネル・メニューの概要を示します。その後の部分では、フロント・パネル・メニューの使用法の例を示します。

### (Waveforms) 波形の選択

- 9種類の波形タイプ（正弦波、方形波、ランプ、パルス、任意波形、三角波、ノイズ、PRBS、DC）の中から1つを選択します。

### (Parameters) 選択した波形のパラメータを設定します。

波形に応じて、以下のような操作を実行できます。

- 周期／周波数の設定
- 振幅またはハイ／ロー電圧の設定
- オフセットの設定
- 位相の設定
- デューティ・サイクルの設定
- 対称性の設定
- パルス幅の設定
- エッジ時間の設定
- 任意波形の設定
- 帯域幅の設定
- PRBSデータの設定
- ビット・レートの設定

### (Units) 各種波形に使用する単位とパラメータを指定します。

- 周波数と周期のどちらを使用するかを指定します。
- 振幅／オフセットとハイ／ロー電圧のどちらを使用するかを指定します。
- 使用する電圧単位を指定します。
- パルス幅とデューティ・サイクルのどちらを使用するかを指定します。
- 周波数掃引を中心／スパンとスタート／ストップのどちらで設定するかを指定します。

## 第2章 フロント・パネル・メニューの操作 フロント・パネル・メニュー・リファレンス

### Modulate 変調のパラメータを設定します。

- 変調をオン／オフします。
- 変調方式を指定します。
- 変調源を指定します。
- AM、FM、PM、PWM、BPSK、FSK、Sum変調のパラメータを指定します。

### Sweep 周波数掃引のパラメータを設定します。

- 掃引をオン／オフします。
- リニア／対数／周波数リスト掃引を選択します。
- 掃引する周波数のリストを表示／編集します。
- 掃引の完了に必要な時間を秒単位で選択します。
- スタート／ストップ周波数または中心／スパン周波数を選択します。
- 持続時間、ホールド時間、戻り時間を指定します。

### Burst バーストのパラメータを設定します。

- バーストをオン／オフします。
- トリガ（Nサイクル）または外部ゲート・バースト・モードを選択します。
- 1回のバーストあたりのサイクル数（1～100,000,000または無限大）を選択します。
- バーストのスタート位相角（ $-360^{\circ}$ ～ $+360^{\circ}$ ）を選択します。
- サイクル数を指定します。
- バースト周期を指定します。

### System Store/Recall : 機器ステートを記録／リコールします。

- 任意の数の機器ステートを不揮発性メモリに記録します。
- 記憶位置にカスタム名を付けます。
- 記録されている機器ステートをリコールします。
- 記録されている機器ステートを削除します。
- すべての測定器設定を工場設定値に復元します。
- 測定器の電源投入時設定（前回の設定または工場設定）を選択します。

System

**I/O Config : 検定器I/Oインターフェースを設定します。**

- LANをオン／オフします。
- LAN設定（IPアドレスおよびネットワーク設定）を指定します。
- LANをリセットします。
- USB設定を指定します。
- GPIBアドレスを選択します。

System

**Calibrate : 校正作業を実行します。**

- 校正パスワードを設定します。
- 検定器の校正をロック／ロック解除します。
- 検定器を校正します（『Agilent 33500 Series Service Guide』を参照）。

System

**Instr Setup : 検定器パラメータを設定します。**

- セルフテストを実行します。
- 基準発振器を設定します。
- 検定器メモリをクリアします（NISPOM準拠）。

System

**System Setup : システム関連パラメータを設定します。**

- 画面レイアウトを設定します。
- フロント・パネル・メッセージとヘルプ・テキストのローカル言語を選択します。
- フロント・パネルに表示される数値でのピリオドとカンマの使用法を選択します。
- ディスプレイをオン／オフします。
- エラー発生時のビープ音をオン／オフします。
- ディスプレイ・スクリーン・セーバ・モードをオン／オフします。
- フロント・パネル・ディスプレイの輝度設定を調整します。
- ライセンスが必要な機能のライセンスをインストールします。
- 日付と時刻を設定します。
- ファイルとフォルダの管理を実行します（コピー、名前変更、削除など）。
- スクリーン・ショットをキャプチャします。

## 第2章 フロント・パネル・メニューの操作 フロント・パネル・メニュー・リファレンス

**System Help** : ヘルプ項目のリストを表示します。

- 最後に表示されたメッセージを表示します。
- リモート・コマンド・エラー待ち行列を表示します。
- 任意のキーのヘルプを表示します。
- Agilentテクニカル・サポートの依頼方法を説明します。
- シリアル番号、IPアドレス、ファームウェア・バージョンなどの測定器情報を表示します。

**Channel**または**1**または**2** **チャネル** : チャネルをオンにしたり、設定したりします。

- チャネルをオン／オフします。
- メニューの対象となるチャネルを指定します。
- 出力終端（ $1\Omega$ ～ $10\text{k}\Omega$ 、または無限大）を選択します。
- 振幅オートレンジをオン／オフします。
- 波形の極性（ノーマルまたは反転）を選択します。
- チャネルの電圧リミットを指定します。
- チャネルをノーマル・モードとゲーティッド・モードのどちらにするかを指定します。
- チャネルをデュアル・チャネル動作に設定します（33522A）。

**Trigger** **トリガ設定を設定します。**

- 点灯している場合は、手動トリガを実行します。
- 掃引、バースト、任意波形アドバンスのトリガ・ソースを指定します。
- トリガ・カウントおよび遅延を指定します。
- 外部トリガ・ソースのスロープ（立ち上がりまたは立ち下がりエッジ）を指定します。
- “Trig Out”信号のスロープ（立ち上がりまたは立ち下がりエッジ）を指定します。
- “Sync”コネクタから出力される同期信号をオン／オフします。

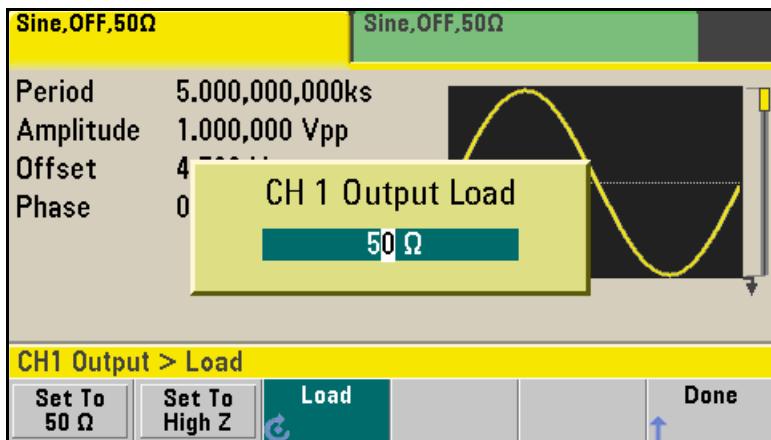
## 出力終端を選択するには

Agilent 33500シリーズのフロント・パネル・チャネル・コネクタは、 $50\Omega$ の固定直列出力インピーダンスを持っています。実際の負荷インピーダンスが指定された値と異なる場合は、表示される振幅とオフセットのレベルは正しくありません。負荷インピーダンス設定は、単に表示される電圧が予想される負荷に対して正しくなるようにするための便宜として提供されています。

- 1 **Channel** または **1** または **2** を押して、チャネル設定画面を開きます。現在の出力終端値（この例ではどちらも $50\Omega$ ）が画面上部のタブに表示されます。

- 2 出力終端を指定します。

**Output Load** ソフトキーを押します。



- 3 必要な出力終端を選択します。

ノブまたはテンキーを使って必要な負荷インピーダンスを選択するか、**Set to 50 Ω** ソフトキーまたは**Set to High Z** ソフトキーを押します。

## 第2章 フロント・パネル・メニューの操作 波形発生器をリセットするには

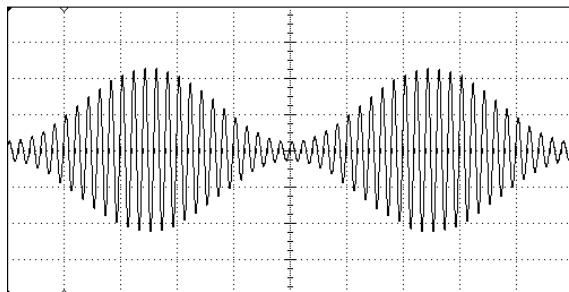
### 波形発生器をリセットするには

測定器を工場設定状態にリセットするには、**System** を押し、**Store/Recall** ソフトキーと**Set to Defaults** ソフトキーを選択します。

測定器の電源投入時およびリセット条件の一覧については、226ページの「Agilent 33500シリーズの工場設定」を参照してください。

## 被変調波形を出力するには

被変調波形は、**搬送波**と**変調波形**から構成されます。AM（振幅変調）の場合は、搬送波の振幅が変調波形によって変化されます。この例では、変調度80 %のAM波形を出力します。搬送波は5 kHzの正弦波、変調波形は200 Hzの正弦波です。



### 1 搬送波の機能、周波数、振幅を選択します。

**(Waveforms)**を押し、**Sine**ソフトキーを押します。**Frequency**、**Amplitude**、**Offset**ソフトキーを押して、搬送波波形を設定します。この例では、5 kHz正弦波、振幅5 Vpp、オフセット0 Vを選択します。

振幅は、Vpp、Vrms、dBmで設定できます。このためには、テンキーで値を入力するか、**Units**を押します。

### 2 AMを選択します。

**(Modulate)**を押し、**Type**ソフトキーで“AM”を選択します。次に、**Modulate**ソフトキーを押して変調をオンにします。**Modulate**ボタンが点灯し、“AM Modulated by Sine”というステータス・メッセージがディスプレイの左上に表示されます。

### 3 変調度を設定します。

**AM Depth**ソフトキーを押し、テンキーまたはノブとカーソルキーを使って、値を80 %に設定します。

被変調波形を出力するには

2

4 変調波形の形状を選択します。

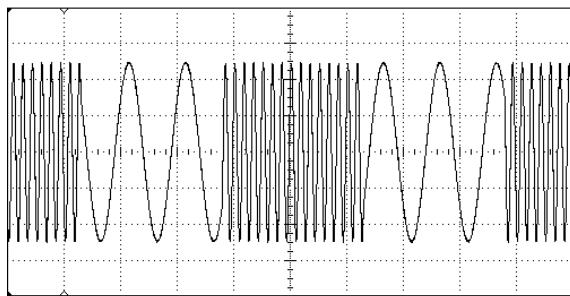
**Shape** ソフトキーを押して、変調波形の形状を選択します。この例では、正弦波を選択します。

5 変調周波数を設定します。

**More** を押し、**AM Freq** ソフトキーを押します。テンキーまたはノブとカーソル・キーを使って、値を 200 Hz に設定します。テンキーを使用した場合は、**Hz** ソフトキーを押して入力を終了します。

## FSK波形を出力するには

FSK変調を使用することで、波形発生器が出力周波数を2つのプリセット値の間で切り替えるように設定できます。切り替えが生じる速度はFSKレートと呼ばれ、内部レート・ジェネレータまたはリア・パネルのExt Trigコネクタの信号レベルによって決まります。信号が切り替わる2つの周波数は、「搬送波周波数」と「ホップ周波数」と呼ばれます。この例では、「搬送波」周波数を3 kHz、「ホップ」周波数を500 Hz、FSKレートを100 Hzに設定します。



### 1 搬送波の機能、周波数、振幅を選択します。

(Waveforms)を押し、Sineソフトキーを押します。Frequency、Amplitude、Offsetソフトキーを押して、搬送波波形を設定します。この例では、3 kHz正弦波、振幅5 Vpp、オフセット0を選択します。

### 2 FSKを選択します。

(Modulate)を押し、TypeソフトキーでFSKを選択します。次に、Modulateソフトキーを押して変調をオンにします。“FSK Modulated”というステータス・メッセージがディスプレイの左上に表示されます。

## 第2章 フロント・パネル・メニューの操作

## FSK波形を出力するには

3 「ホップ」周波数を設定します。

**Hop Freq** ソフトキーを押し、テンキーまたはノブとカーソルキーを使って、値を 500 Hzに設定します。テンキーを使用した場合は、**Hz** ソフトキーを押して入力を終了します。



4 FSKの「シフト」レートを設定します。

**FSK Rate** ソフトキーを押し、テンキーまたはノブとカーソルキーを使って、値を 100 Hzに設定します。



この時点で、波形発生器はFSK波形を出力します。

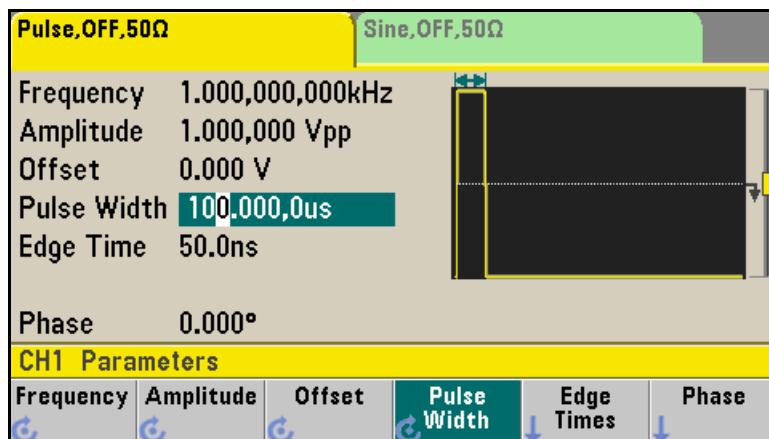
## PWM波形を出力するには

波形発生器は、パルス幅変調（PWM）波形を出力するように設定できます。Agilent 33500シリーズでは、パルス搬送波波形に対してPWMを使用できます。PWMでは、搬送波波形のパルス幅またはデューティ・サイクルが変調波形によって変更されます。パルス幅と幅偏移を指定するか、パルス・デューティ・サイクルとデューティ・サイクル偏移を指定すると、偏移が変調波形によって制御されます。パルス幅からパルス・デューティ・サイクルに変更するには、**Units** を押します。

この例では、1 kHzのパルス波形と5 Hz正弦波の変調波形に対して、パルス幅とパルス幅偏移を指定します。

### 1 搬送波波形のパラメータを選択します。

**(Waveforms)** を押し、**Pulse**を押します。**Frequency**、**Amplitude**、**Offset**、**Pulse Width**、**Edge Times** ソフトキーを押して、搬送波波形を設定します。この例では、1 kHzのパルス波形、振幅1 Vpp、オフセット0、パルス幅100 μs、エッジ時間50 ns（立ち上がりと立ち下がりの両方）を選択します。

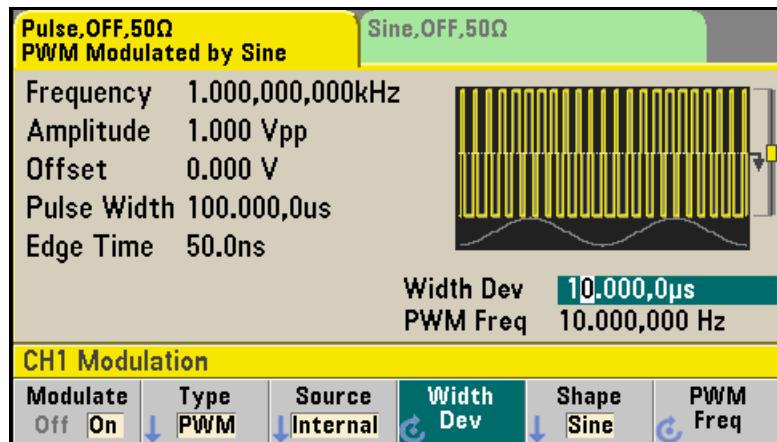


## 第2章 フロント・パネル・メニューの操作

## PWM波形を出力するには

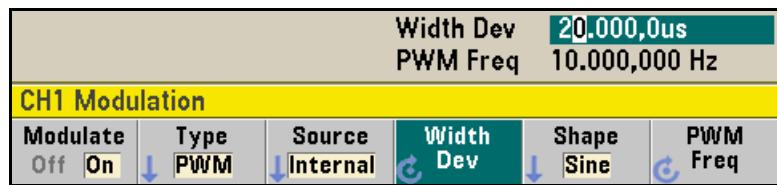
2 PWMを選択します。

**Modulate** を押し、**Type**、**PWM**を選択します。次に、最初のソフトキー (**Modulate**) を押して、変調をオンにします。“PWM Modulated by Sine”というステータス・メッセージがディスプレイの左上に表示されます。



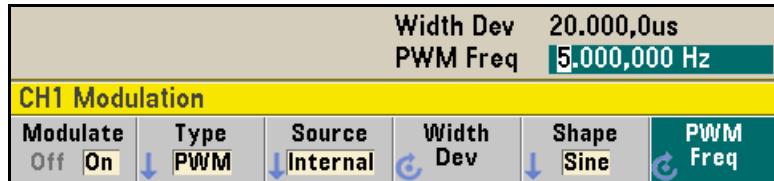
3 幅偏移を設定します。

**Width Dev** ソフトキーを押し、テンキーまたはノブとカーソルキーを使って、値を 20 μs に設定します。



4 変調周波数を設定します。

**PWM Freq** ソフトキーを押し、テンキーまたはノブとカーソルキーを使って、値を 5 Hz に設定します。



5 変調波形の形状を選択します。

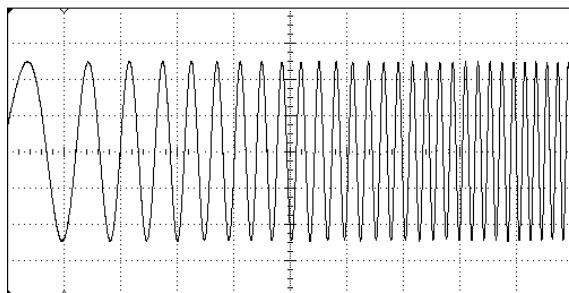
**Shape** ソフトキーを押して、変調波形の形状を選択します。この例では、正弦波を選択します。

この時点では、波形発生器は指定された変調パラメータの PWM 波形を出力します（出力がオンになっている場合）。

もちろん、実際に PWM 波形を観察するには、出力をオシロスコープに接続する必要があります。実際に観察してみれば、パルス幅が変動するのがわかります。この例では、80～120 μs の範囲で変動します。変調周波数が 5 Hz なので、偏移は容易に視認できます。

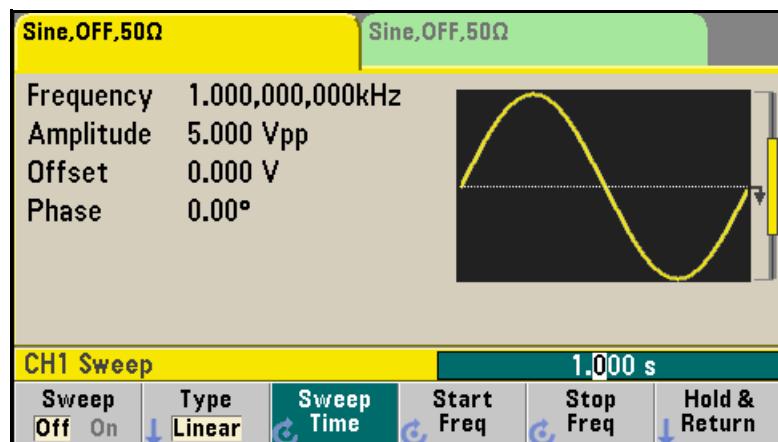
## 周波数掃引を出力するには

周波数掃引モードでは、波形発生器はスタート周波数からストップ周波数まで、指定された掃引速度で移動します。周波数が上昇または下降する方向に、リニアまたはログ間隔で、または周波数のリストを使用して掃引できます。この例では、50 Hz ~5 kHzの掃引正弦波を出力します。



### 1 掃引の機能と振幅を選択します。

掃引で選択できるのは、正弦波、方形波、ランプ、パルス、三角波、PRBSの各波形です（任意波形、ノイズ、DCは選択できません）。この例では、振幅5 Vppの正弦波を選択します。

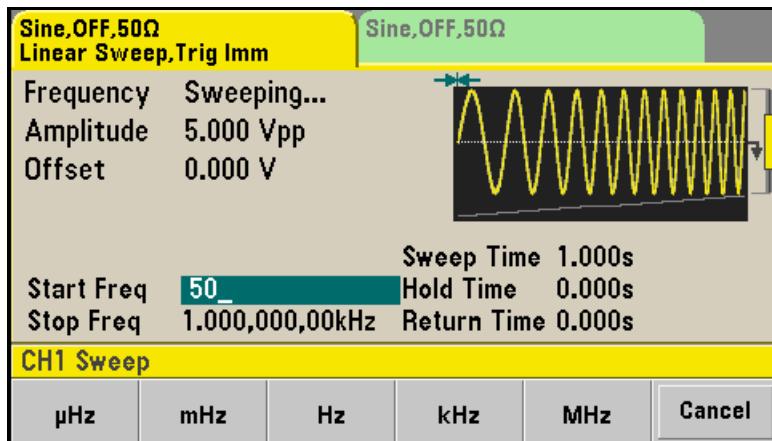


2 掃引モードを選択します。

[Sweep] を押し、2番目のソフトキーでリニア掃引モードが選択されていることを確認します。Sweep ソフトキーを押して掃引をオンにします。現在のチャネルのタブの上部に“Linear Sweep”というステータス・メッセージが表示されます。また、[Sweep] ボタンが点灯します。

3 スタート周波数を設定します。

Start Freq ソフトキーを押し、テンキーまたはノブとカーソルキーを使って、値を 50 Hz に設定します。

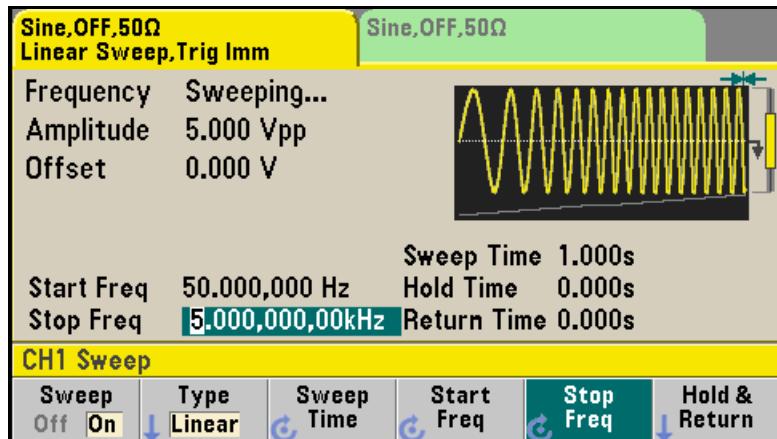


## 第2章 フロント・パネル・メニューの操作

## 周波数掃引を出力するには

4 ストップ周波数を設定します。

**Stop Freq** ソフトキーを押し、テンキーまたはノブとカーソルキーを使って、値を 5 kHz に設定します。この時点では、波形発生器の出力がオンになっていれば、50 Hz ~ 5 kHz の連続掃引が出力されます。



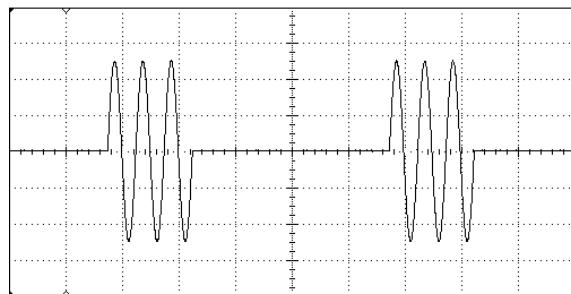
注記：必要な場合は、**Units** ボタンを押し、4番目のソフトキーを押すことにより、掃引の周波数範囲を中心周波数と周波数スパンで設定することもできます。これらのパラメータの働きは、スタート周波数／ストップ周波数と同じであり、便宜のために用意されています。同じ結果を得るには、中心周波数を 2.525 kHz、周波数スパンを 4.950 kHz に設定します。



周波数掃引を発生するには、**Trigger** を2回押します。1回押すとトリガが手動モードに設定され、2回目でトリガが送出されます。詳細については、62ページの「掃引またはバーストをトリガするには」を参照してください。

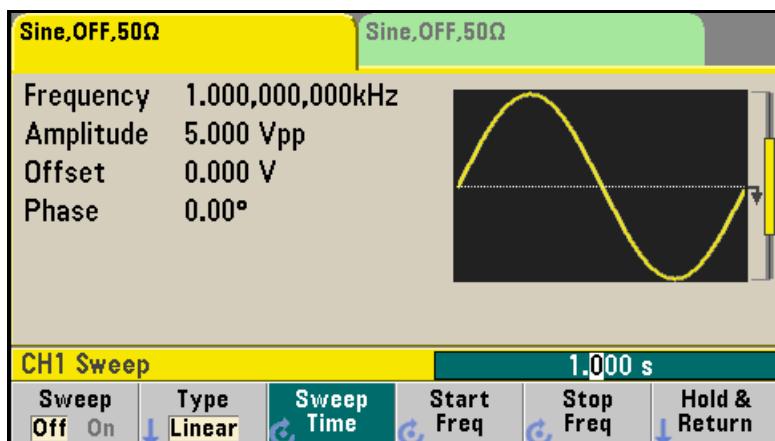
## バースト波形を出力するには

波形発生器では、指定したサイクル数からなる波形を出力できます。これをバーストと呼びます。バーストとバーストの間の時間の長さは、内部タイマまたはリア・パネルのExt Trigコネクタの信号レベルで制御できます。この例では、3サイクルの正弦波を20 msのバースト周期で出力します。



### 1 バーストの機能と振幅を選択します。

バースト波形で選択できるのは、正弦波、方形波、ランプ、パルス、任意波形、三角波、PRBSの各波形です。ノイズは「ゲーティッド」バースト・モードでのみ使用でき、DCは使用できません。この例では、振幅5 Vppの正弦波を選択します。

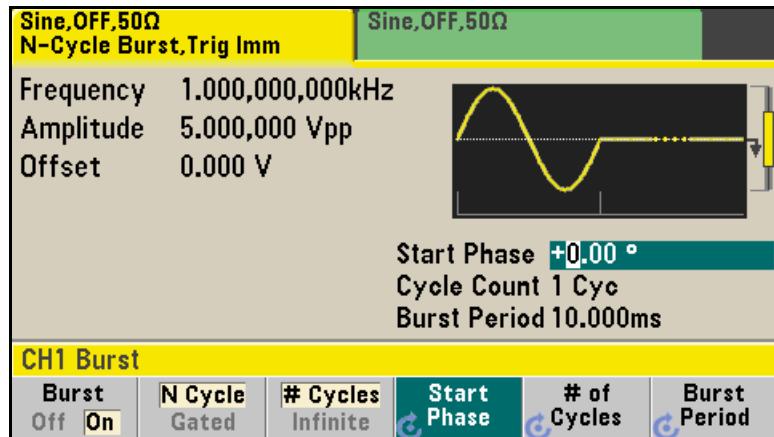


## バースト波形を出力するには

2

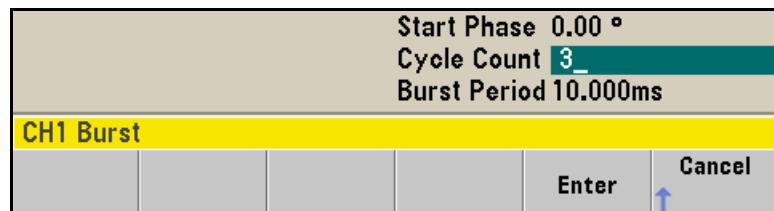
## 2 バースト・モードを選択します。

**Burst** を押し、**Burst Off / On** ソフトキーを押します。“N Cycle Burst, Trig Imm”というステータス・メッセージが現在のチャネルのタブに表示されます。



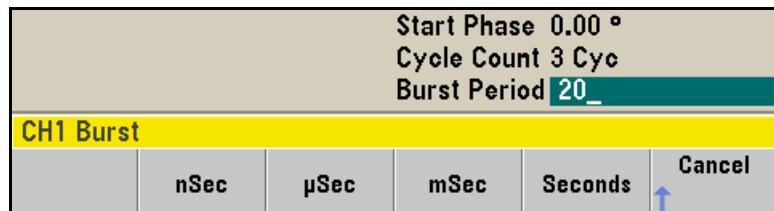
## 3 バースト・カウントを設定します。

**# of Cycles** ソフトキーを押し、テンキーまたはノブを使用してカウントを“3”に設定します。テンキーを使用した場合は、**Enter** ソフトキーを押してデータ入力を終します。



4 バースト周期を設定します。

**Burst Period** ソフトキーを押し、テンキーまたはノブとカーソルキーを使って、値を20 msに設定します。バースト周期は、1つのバーストの開始から次のバーストの開始までの時間を設定します。



この時点では、波形発生器は連続する3サイクルのバーストを20 ms間隔で出力します。

1回のバースト（指定したカウントの）を発生するには、Triggerキーを押します。  
詳細については、62ページの「掃引またはバーストをトリガするには」を参照してください。

外部ゲート信号を使ってゲーティッド・バーストを作成することもできます。この場合は、ゲート信号が入力に存在する場合にバーストが発生します。

## 掃引またはバーストをトリガするには

掃引とバーストのトリガは、4種類のトリガ・タイプの1つを使用して、フロント・パネルから発生することができます。

- デフォルト設定は、*Immediate* すなわち「自動」トリガです。このモードでは、波形発生器は掃引またはバースト・モードが選択されたときに連続的に波形を出力します。
- *Ext*（「外部」トリガ）は、測定器裏面のTriggerコネクタ経由でトリガを制御します。
- *Manual*（「手動」トリガ）は、Triggerボタンを押すたびに、1回の掃引を実行するか、1回のバーストを出力します。このキーを引き続き押すと、波形発生器が再トリガされます。
- *Timer*（「タイマ」トリガ）は、一定の時間間隔で1回または複数回のトリガを発生します。

掃引またはバーストがオンの場合は、Triggerを押すとトリガ・メニューが表示されます。Triggerキーが点灯（常時点灯または点滅）している場合、1つまたは両方のチャネルがトリガ可能モードであり、手動トリガを待っていることを示します。トリガ・メニューが選択されている場合は常時点灯、選択されていない場合は点滅になります。測定器がリモート動作のときには、Triggerキーは使用できません。

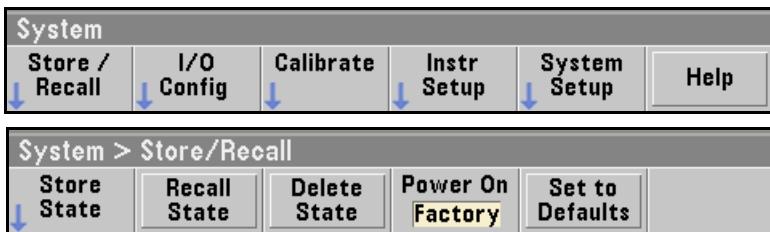
ボタンが常時点灯しているときにTriggerを押すと、手動トリガが発生します。ボタンが点滅しているときにTriggerを押すと、トリガ・メニューが選択され、もう一度押すと手動トリガが発生します。

## 機器ステートを記録するには

機器ステートは、任意の数のステート・ファイルに記録できます。ステート・ファイルの拡張子は.staです。これにより、機器ステートをバックアップしたり、USBドライブにステートを保存して別の測定器で再ロードすることにより、複数の測定器の設定を一致させることができます。

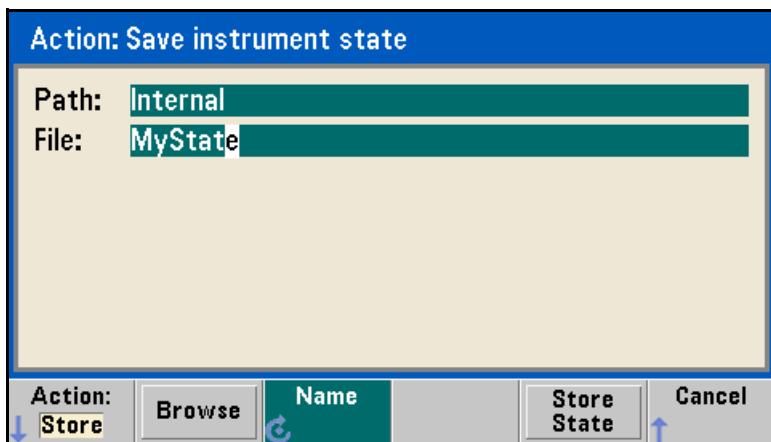
**1 必要な記憶位置を選択します。**

System ソフトキーを押し、Store / Recall ソフトキー、Store State ソフトキーを押します。



**2 選択した位置の名前を指定します。**

Browse ソフトキーを押してステート・ファイルの保存先を選択し、ノブと矢印を使ってファイル名を入力します。



- 文字を追加するには、右カーソル・キーを押してカーソルを既存の名前の右側に移動してから、ノブを回します。

## 機器ステートを記録するには

- 文字を削除するには、ノブを回して大文字のAの前の空白文字を選択します。
- カーソル位置から行末までのすべての文字を削除するには、+/-キーを押します。
- 名前の中に数字を使用したい場合は、テンキーから直接入力できます。

2

### 3 機器ステートを記録します。

**STORE STATE**ソフトキーを押します。記録されるステートには、選択された機能、周波数、振幅、DCオフセット、デューティ・サイクル、対称性、および使用中の変調パラメータが含まれます。任意波形機能で作成された揮発性波形は記録されません。

### 4 機器ステートのリコール（オプション）

記録したステートを後で復元する（読み取る）には、**System**を押し、**Store / Recall**を押しします。次に、**Recall State**を押し、リコールするステートを選択して、**Select**を押しします。

## リモート・インターフェースを設定するには

Agilent 33500シリーズは、リモート・インターフェース通信をサポートしています。インターフェースとしては、GPIB（オプション）、USB、LAN（LXI class C準拠）の3種類が選択できます。電源投入時には、3種類すべてのインターフェースがオンになっており、プログラミング・コマンドを受け付けます。以下の部分では、測定器フロント・パネルからリモート・インターフェースを設定する方法を説明します。

**注記：**測定器に付属する2枚のCDに、リモート・インターフェース経由の通信を可能にするAgilentコネクティビティ・ソフトウェアが収録されています。これらのCDと収録されているソフトウェアの詳細については、「コネクティビティ・ソフトウェアと製品CD」（188ページ）を参照してください。

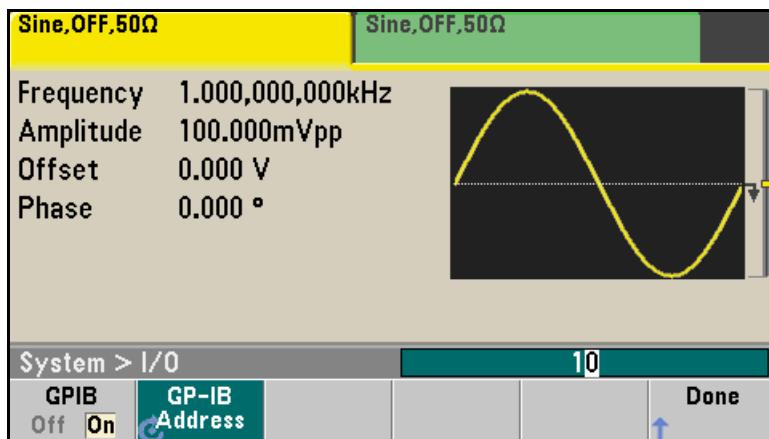
### GPIB設定（オプション400）

必要なのは、GPIBアドレスを選択することだけです。

- 1 “I/O”メニューを選択します。

[System] を押し、**I/O Config** ソフトキーと **GPIB Settings** ソフトキーを押します。インターフェースをオン／オフするには、最初のソフトキーを押します。オン／オフ状態の変更を有効にするには、測定器の電源を入れ直す必要があります。

ここでは、GPIBインターフェースをオンのままにしておきます。**GP-IB Address** ソフトキーを押します。

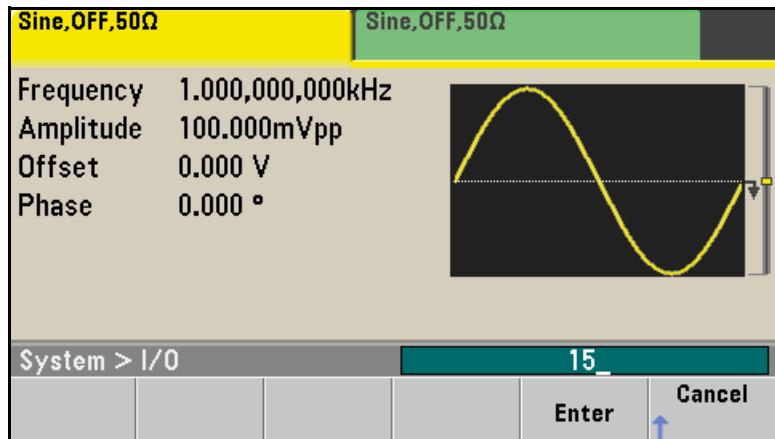


## 第2章 フロント・パネル・メニューの操作 リモート・インターフェースを設定するには

### 2 GPIBアドレスを設定します。

ノブとカーソルキーまたはテンキーを使って、0~30の範囲のGPIBアドレスを選択します（工場設定は“10”）。テンキーを使用した場合は、最後に**Enter**を押します。

2



### USB設定

USBインターフェースには、必要なフロント・パネル設定パラメータはありません。単にAgilent 33500シリーズを適切なUSBケーブルでPCに接続します。インターフェースは自動的に設定されます。測定器はUSB 1.1とUSB 2.0の両方をサポートしています。

USBをオン／オフするには、**System**を押し、**I/O Config**、**USB Settings**、**USB**を押します。GPIBの場合と同様、このインターフェースのオン／オフ状態の変更を有効にするには、測定器の電源を入れ直す必要があります。

## LAN設定

33500シリーズは、LXI（LAN eXtensions for Instrumentation）規格に準拠していて、ローカル・エリア・ネットワーク（LAN）経由でセットアップや設定を容易に行うことができます。LXI測定器を企業LANに接続することは通常お勧めできません。LANのセキュリティの問題、IPアドレスの不足や衝突、LAN帯域幅の不足などの事態が生じるおそれがあるからです。

LXI測定器の構成としては、以下の3種類が最も一般的です。

- LXI測定器をPCのLANポートに直接接続する方法。ベンチトップ環境で多く用いられます。
- LXI測定器をハブまたはスイッチ経由でPCに接続し、PCをエンタープライズLANに接続しない方法。この方法では、LANやインターネットから隔離された複数のデバイスからなるネットワークに測定器を参加させることができます。
- LXI測定器をルータ経由でPCに接続されたサブネットに接続し、PCをルータのインターネット接続経由で企業LANに接続する方法。

上記の最初の2つの構成では、AutoIPを使用してIPアドレスを割り当てます。3番目の構成でLXI測定器を設定するには、次の手順を実行します。

1. DHCP機能を持つルータに標準のイーサネット・ケーブルで測定器を接続し、測定器の電源をオンにします。
2. 測定器をデフォルトLAN設定にリセットします（新しい33500シリーズ測定器ではこれは不要です）。
3. 測定器のIPアドレスを調べます。このためには、Agilent Connection ExpertなどのLXI検出ツールを使用するか、33500測定器で **System**、**I/O Config**、**LAN Settings** を押します。
4. 標準のWebブラウザを開き、アドレス・バーに測定器のIPアドレスを入力して、測定器のWebページにアクセスします。
5. Webインターフェースで**Turn on Front Panel Identification Indicator**をクリックします。測定器のフロント・パネル・ディスプレイに**LXI Web Identify**というメッセージが表示されます。

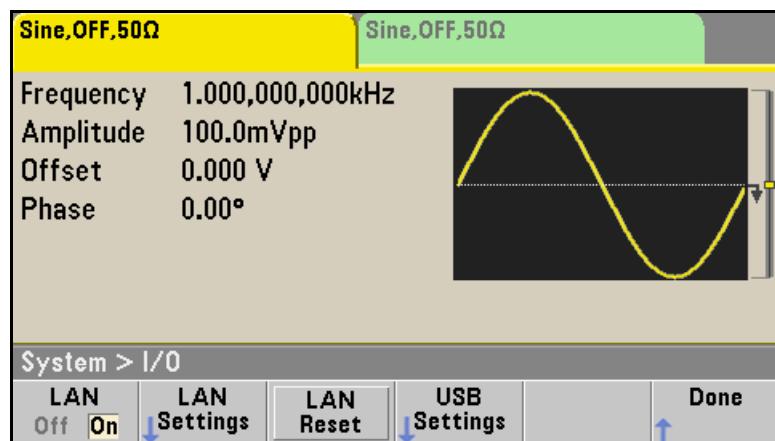
LANインターフェースによるネットワーク通信を確立するには、DNSサーバなどのいくつかのパラメータの設定が必要な場合があります。LANインターフェース通信を確立するために必要な情報は、ネットワーク管理者に問い合わせてください。

## 第2章 フロント・パネル・メニューの操作

## リモート・インターフェースを設定するには

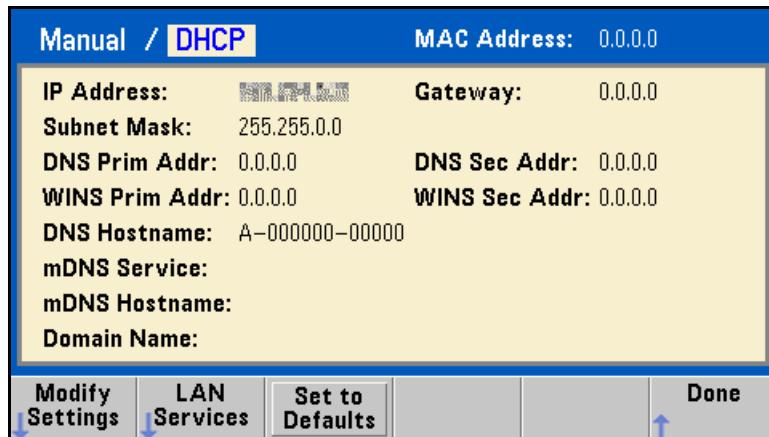
- 1 “I/O”メニューを選択します。

System を押し、**I/O Config** ソフトキーを押します。下の図では、測定器にGPIBがインストールされていません。GPIBがインストールされている場合は、**USB Settings** と**Done** の間にGPIB設定のためのソフトキーがあります。



2 LAN Settingsメニューを選択します。

LAN Settingsソフトキーを押します。

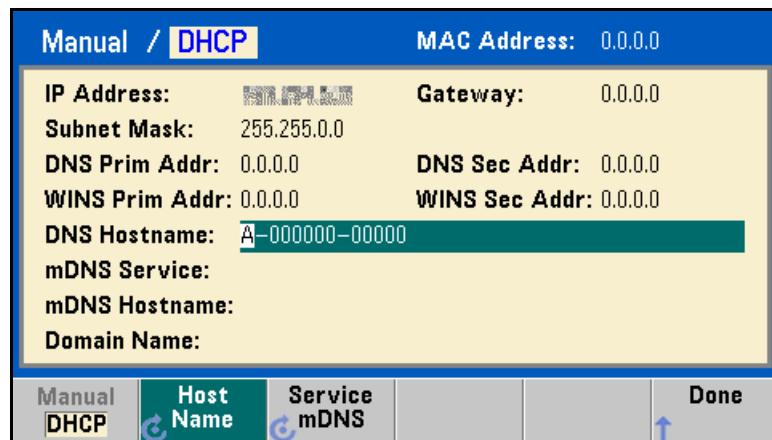


Modify Settingsを選択してLAN設定を変更したり、LANサービスをオン／オフしたり、LAN設定をデフォルト値に戻したりできます。

第2章 フロント・パネル・メニューの操作  
リモート・インターフェースを設定するには

2

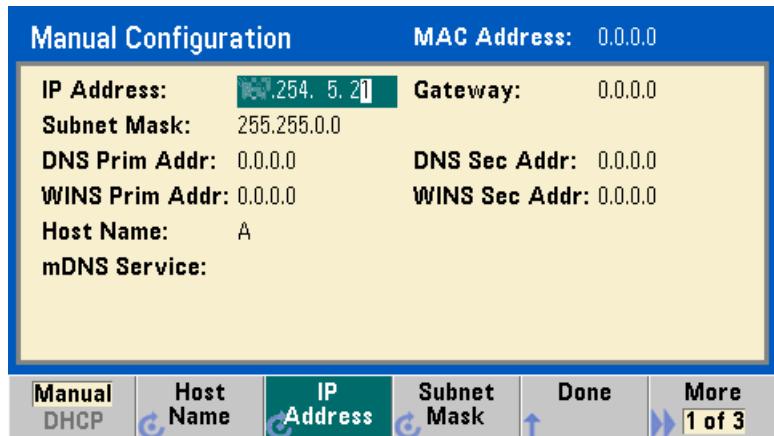
3 Modify Settingsを押します。



この画面のほとんどの項目は、最初のソフトキーを使用して**DHCP**から**Manual**に切り換えると設定できません。**DHCP**がオフの場合は、IPアドレスは、測定器をネットワークに接続したときに、DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) によって自動的に設定されます。ただしそのためには、DHCPサーバーが見つかり、IPアドレスを付与できることが条件です。DHCPはまた、必要な場合は、サブネット・マスクとゲートウェイ・アドレスを自動的に設定します。通常はこれが、測定器でLAN通信を確立するための最も簡単な方法です。必要なのは、**DHCP**をオフにしておくことだけです。詳細については、LAN管理者に問い合わせてください。

4 「IPセットアップ」を確立します。

DHCPを使用しない場合（最初のソフトキーを押して**DHCP**から**Manual**に切り替えた場合）は、IP設定（IPアドレスやサブネット・マスク）を確立する必要があります。**IP Address**および**Subnet Mask**ボタンはメイン画面にあり、**More**を押すことで**Gateway**設定機能を利用できます。



使用するIPアドレス、サブネット・マスク、ゲートウェイについては、ネットワーク管理者に問い合わせてください。IPアドレスはすべて、ドット記法で表記します。すなわち、“nnn.nnn.nnn.nnn”で、“nnn”はすべて0～255の範囲のバイト値です。IPアドレスを新しく入力するには、テンキーを使用します（ノブは使用できません）。数字と区切りのピリオドをテンキーから入力します。左カーソル・キーをバックスペース・キーとして使用できます。先頭の0は入力しません。詳細については、このセクション末尾の「IPアドレスとドット記法の詳細」を参照してください。

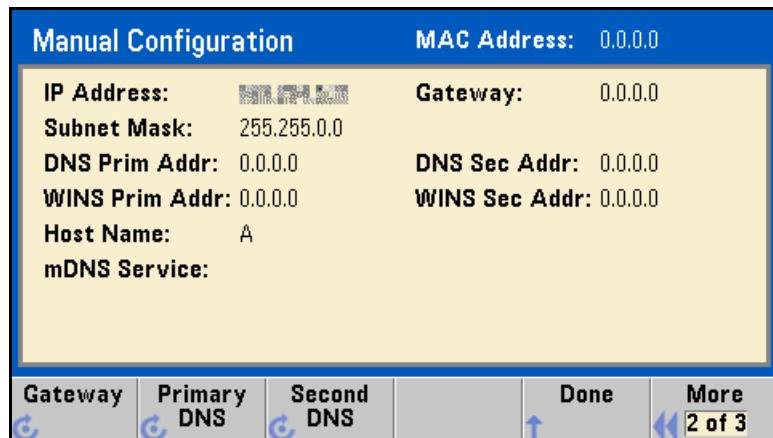
## 第2章 フロント・パネル・メニューの操作

## リモート・インターフェースを設定するには

## 5 「DNSセットアップ」を設定します（オプション）。

DNS (Domain Name Service) は、ドメイン名をIPアドレスに変換するインターネット・サービスです。DNSが使用されているかどうかと、使用されている場合は、使用するホスト名、ドメイン名、DNSサーバ・アドレスについては、ネットワーク管理者に問い合わせてください。

- a. 「ホスト名」を設定します。Host Name ソフトキーを押し、ホスト名を入力します。ホスト名は、ドメイン名のホスト部分であり、IPアドレスに変換されます。ホスト名は文字列で入力します。ノブとカーソル・キーを使って文字を選択し、変更します。ホスト名には、英字、数字、ダッシュ("-")が使用できます。テンキーは数字だけに使用できます。
- b. 「DNSサーバ」アドレスを設定します。LAN設定画面で、Moreを押して3ページ中の2ページ目に移動します。



Primary DNSとSecond DNSを入力します。詳細については、ネットワーク管理者に問い合わせてください。

### IPアドレスとドット記法の詳細

IPアドレスなどのドット記法アドレス（“nnn.nnn.nnn.nnn”、ここで“nnn”はバイト値）の使用には注意が必要です。これは、PC上のほとんどのWebソフトウェアが、0から始まるバイト値を8進数として解釈するからです。したがって、“255.255.020.011”は実際には10進の“255.255.16.9”と見なされ、“255.255.20.11”と同じにはなりません。なぜなら、“.020”が“16”的8進表現と解釈され、“.011”が“9”と解釈されるからです。混乱を避けるために、先頭に0を付けずに、バイト値の10進表現（0～255）だけを使用することをお勧めします。

Agilent 33500シリーズは、IPアドレスなどのドット記法のアドレスが、すべて10進のバイト値で表されていると仮定し、バイト値の先頭の0を無視します。したがって、IPアドレスのフィールドに“255.255.020.011”と入力した場合は、“255.255.20.11”（純粋な10進表現）と見なされます。PCのWebソフトウェアで測定器のアドレスを指定する際には、正確にこれと同じ“255.255.20.11”という表現を入力する必要があります。“255.255.020.011”と入力すると、先頭の0のためにPCはこれを別のアドレスと解釈します。

## 任意波形をセットアップするには

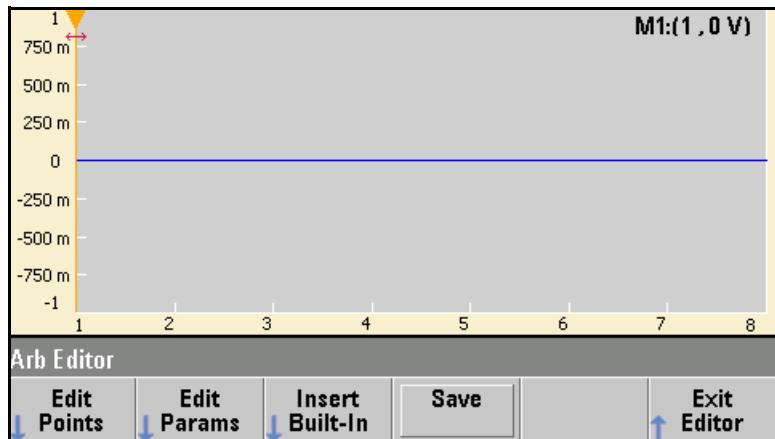
### 任意波形をセットアップするには

33500シリーズには、任意波形の作成と編集のための組み込み波形エディタが備わっています。波形を作成するには、電圧値を直接編集するか、12種類までの異なる標準波形の組み合わせを使用できます。

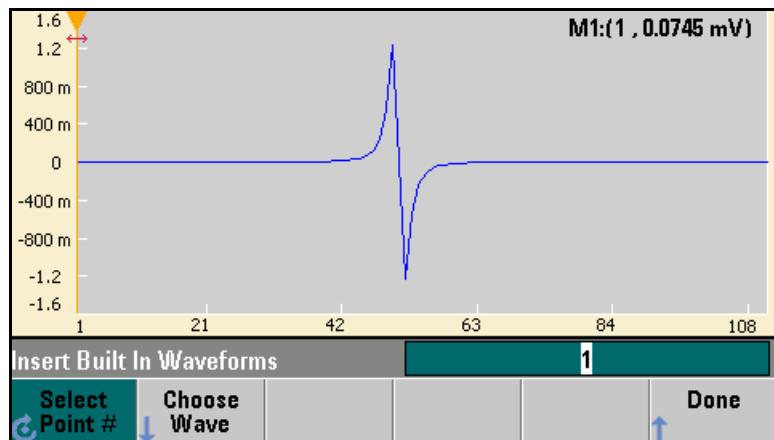
以下のチュートリアルでは、基本波形の作成と編集の方法を説明します。

#### 内蔵波形の挿入

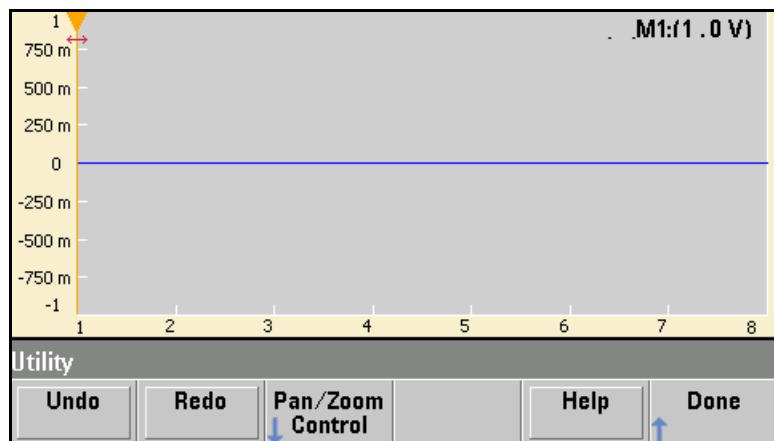
- 1 **(Waveforms)**、**Arb**、**Arbs**を押して、組み込み波形エディタを起動します。**Edit New**を押し、デフォルトのファイル名をそのまま使用し、**Start Editor**を押します。8ポイントの0 Vdc波形が表示されます。



- 2 Insert Built-inを押し、Choose Waveを押します。ノブまたはノブの下の矢印を使ってD-Lorentzを選択し、OKを押します。キーパッドと、キーパッドで入力を始めると表示されるVソフトキーを使って、Amplitudeを2 VIに設定し、OKを押します。100ポイントのD-Lorentz波形が最初の8ポイントの前に挿入されて、波形は108ポイントになります。



- 3 今行った変更を取り消したいとします。その場合は、Systemを押し、Undoソフトキーを押します。元の8ポイント、0 Vの波形に戻ります。



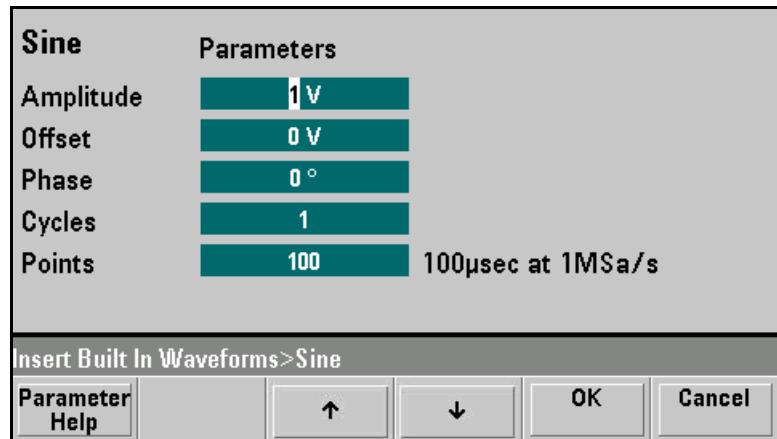
## 第2章 フロント・パネル・メニューの操作

任意波形をセットアップするには

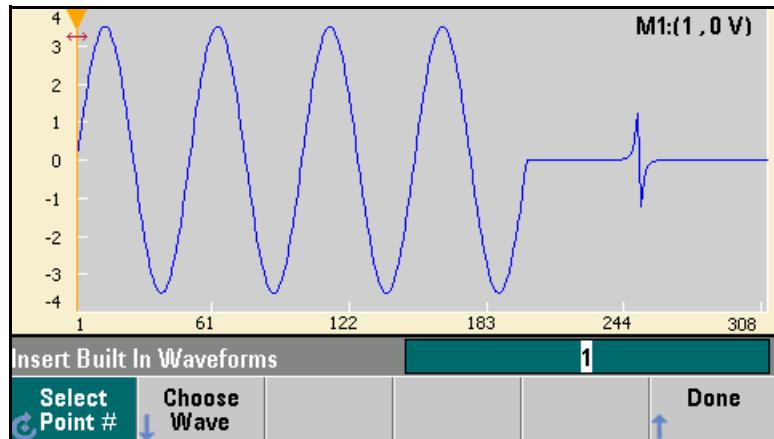
- 4 再びD-Lorentz波形に戻すには、**Redo**を押します。その後、**Done**を押して終了します。



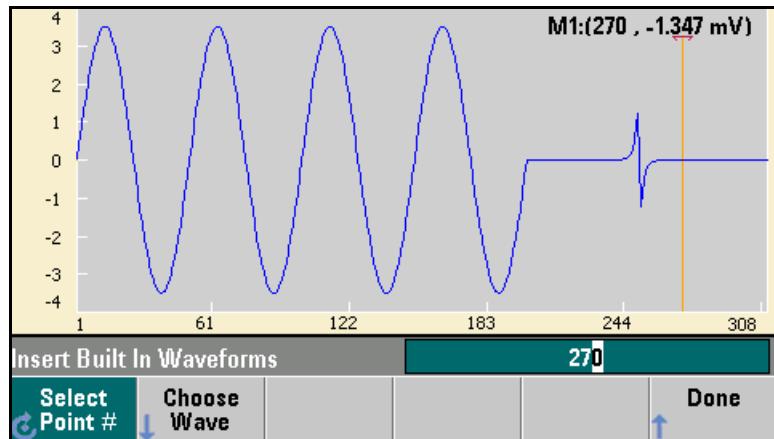
- 5 次に、正弦波を挿入してみます。最初に、**Choose Wave**を押します。Sine（デフォルト）が強調表示されていることを確認して、**OK**を押します。画面上のさまざまなパラメータに関するヘルプを見るには、**Parameter Help**を押します。その後、**Done**を押してヘルプ画面を終了します。



- 6 テンキーと上下の矢印ソフトキーを使用して、Amplitudeを3.5 V、Cyclesを4、Pointsを200に設定します。他の設定はすべてデフォルト値のままにして、OKを押します。



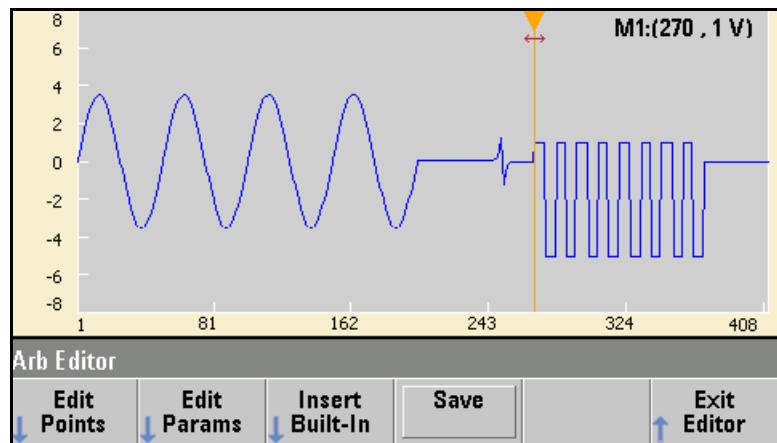
- 7 最初のソフトキーである**Select Point #**が強調表示されていることを確認します。テンキーで数値270を入力し、Enterを押して、270番目の波形ポイントにマーカを配置します。



## 第2章 フロント・パネル・メニューの操作

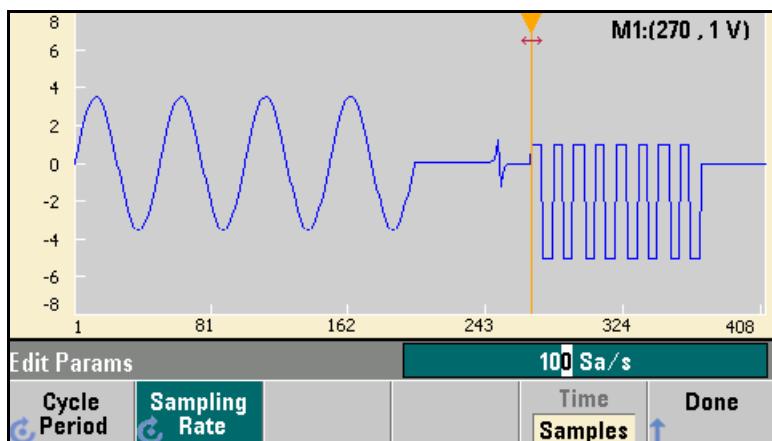
任意波形をセットアップするには

- 8 Choose Waveを押し、Squareを選択して、OKを押します。Amplitudeを3 V、Offsetを-2 V、Cyclesを8、Pointsを100に設定します。OKを押します。マーカ位置を先頭にして、8サイクル分の方形波が挿入されます。Doneを押します。

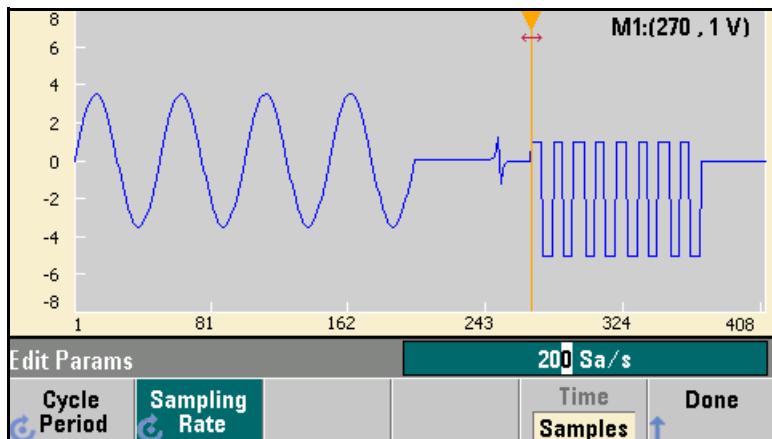


## 波形特性の編集

- 1 Edit Paramsを押し、Sampling Rateを100サンプル/sに設定します。Cycle Periodを押し、4.08 sに設定されていることを確認します。これは、波形に408個のサンプル・ポイントがあり、サンプリング・レートが100サンプル/sだからです。



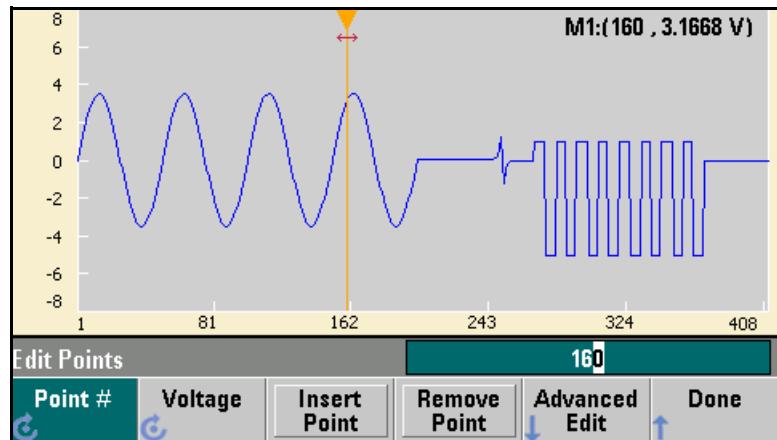
- 2 Cycle Periodを2.04 sに変更し、Sampling Rateソフトキーを押します。408ポイントの波形を2.04 sで再生するために、サンプリング・レートは200サンプル/sに設定されています。



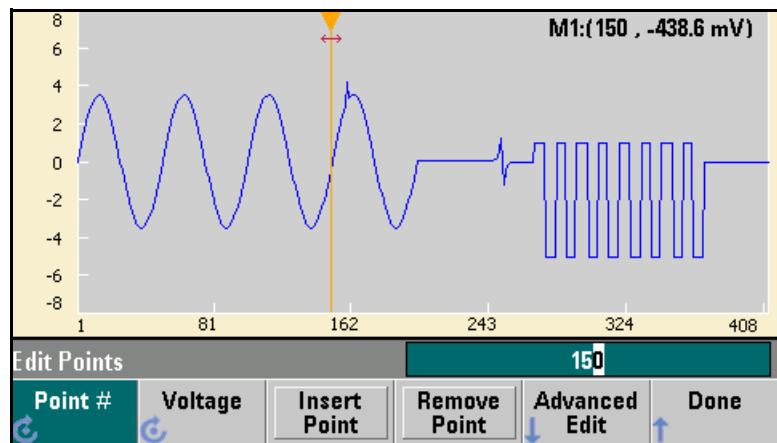
## 第2章 フロント・パネル・メニューの操作

任意波形をセットアップするには

- 3 **Done**を押して、パラメータ編集画面を終了します。**Edit Points**を押し、Point #ソフトキーが強調表示されていることを確認します。数値160を入力し、**Enter**を押してマーカを移動します。

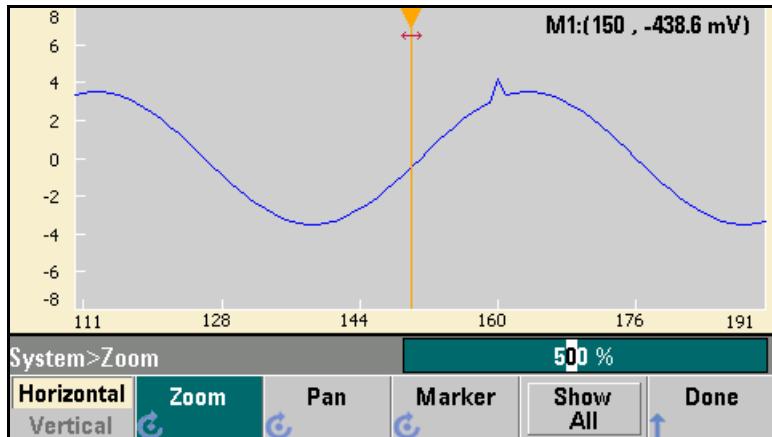


- 4 **Voltage**を押し、選択したポイントの電圧を4.2Vに変更します。**Point #**を押し、ポイント・マーカを150に変更して、マーカを別のポイントに移動します。**Enter**を押してポイント150の入力を終了すると、ポイント160に作成した4.2Vの波形の異常が確認できるはずです。

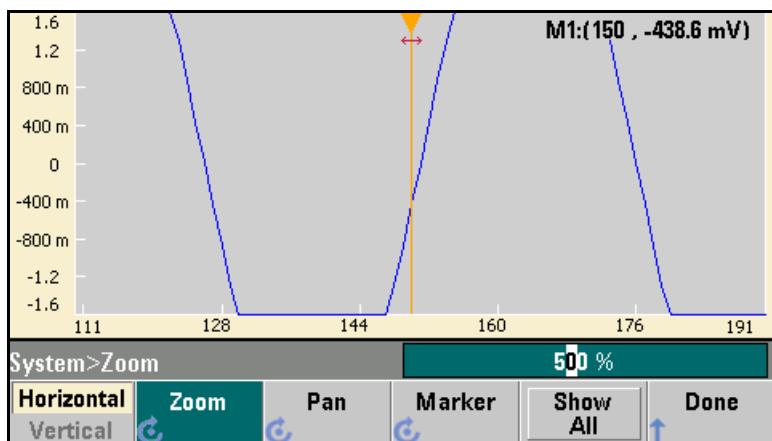


## ズームおよびパン

- 1 ポイントを詳細に観察するには、**System** を押し、**Pan/Zoom Control**を押します。最初のソフトキーが**Horizontal**に設定されていることに注目してください。これは、これから行うズーム操作が、水平（時間）軸に沿って行うことを示します。**Zoom**を500 %に変更すると、正弦波の異常が見やすくなります。



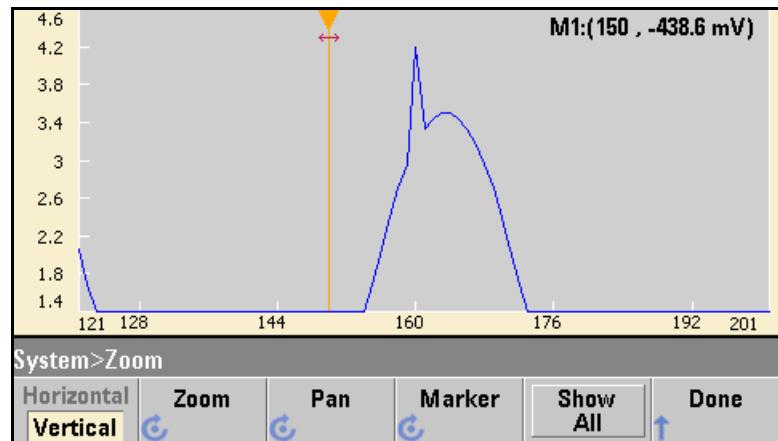
- 2 次に、最初のソフトキーを**Vertical**に設定して、垂直軸上のズームを行います。**Zoom**を500 %に設定します。電圧軸方向にズームされましたら、位置が下過ぎて正弦波の4.2 Vの異常は見えません。



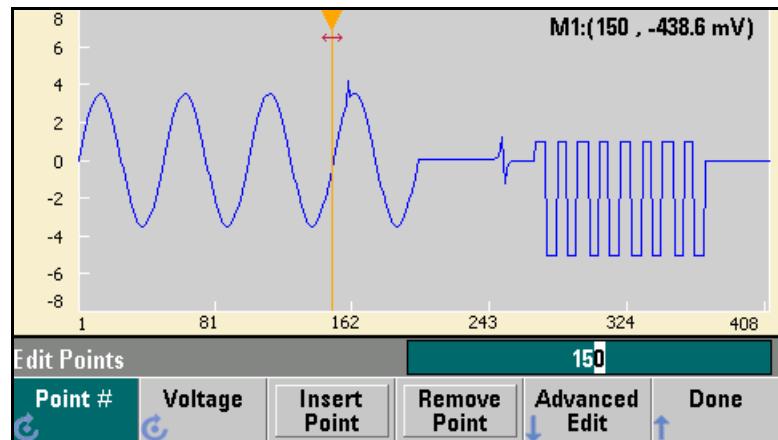
## 第2章 フロント・パネル・メニューの操作

## 任意波形をセットアップするには

- 3 Panを押し、Panを3 VIに設定して、波形の上方に移動します。4.2 Vのポイントがはっきりと表示されます。

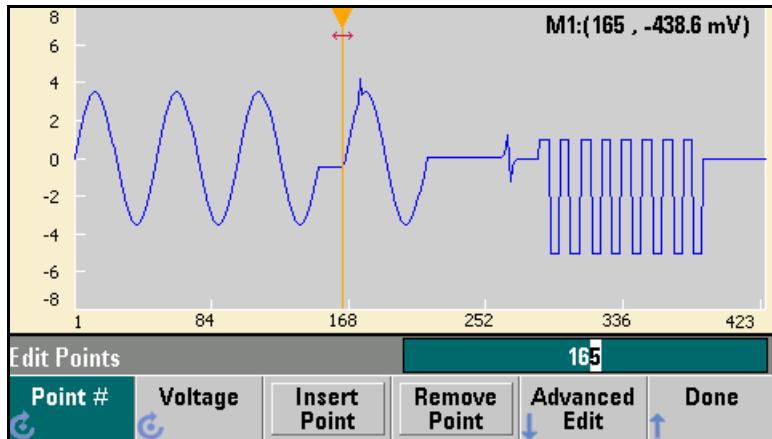


- 4 もう一度波形全体を表示するには、Show Allを押します。その後、Doneを押し、もう一度Doneを押して、Edit Points画面に戻ります。

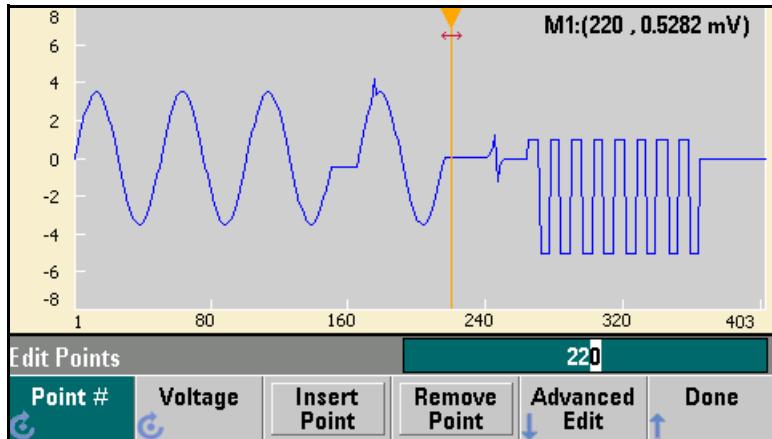


### ポイントの挿入、削除、コピー、貼り付け

- 1 Insert Pointを15回押して、表示を注意深く観察します。15個の新しい波形ポイントが同じ電圧レベルに現れるはずです。



- 2 Point #を220に変更し、Remove Pointを20回押しながら、表示を注意深く観察すると、波形からポイントが削除されていくのがわかります。



## 任意波形をセットアップするには

- 3 電圧のテーブルを使用してポイントを編集することもできます。Advanced Editを押し、Edit Via Tableを押します。Point #を200に設定し、ポイント200のVoltageを3Vに設定します。ノブを使って行の間を移動し、ポイント205と210のVoltageを3Vに設定します。Doneを押します。

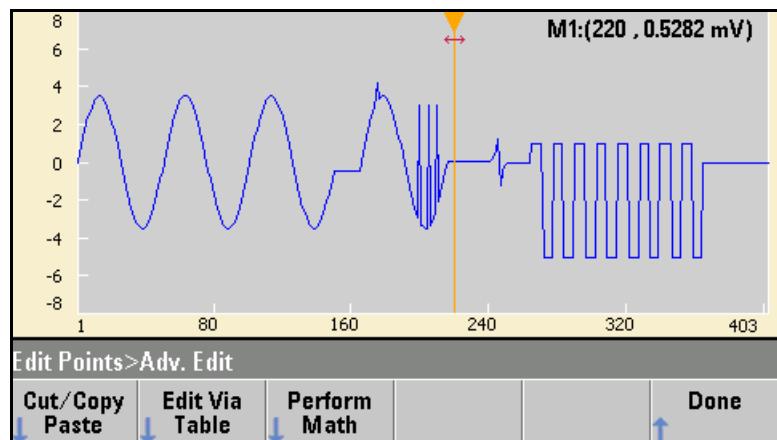
2

Point No. (Max 403)	Voltage Value (Volts)
203	-3.49309
204	-3.49309
205	3.00000
206	-3.32870
207	-3.16690
208	-2.95515
209	-2.69680
▶ 210	3.00000

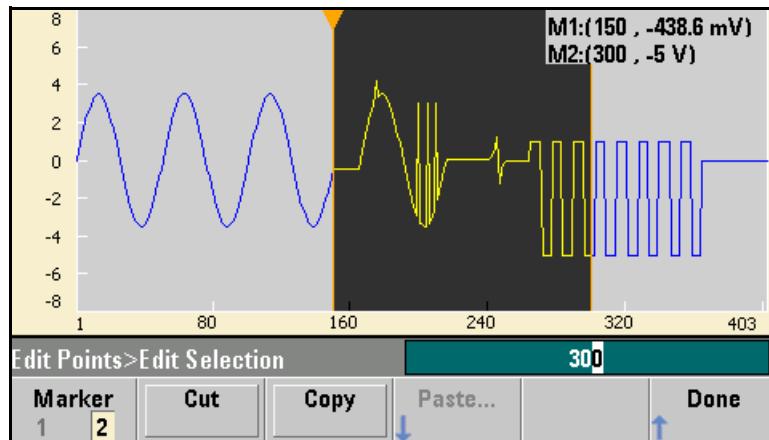
Edit Points>Table
210

Point #
Voltage
Insert Point
Remove Point
Done

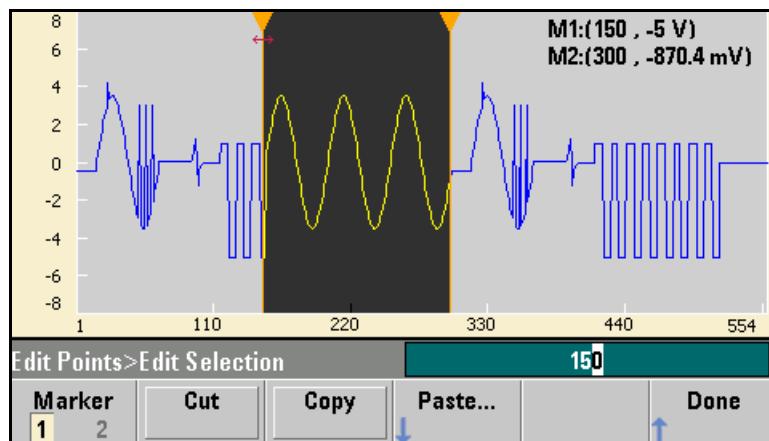
- 4 波形のポイント200、205、210に作成した3つの3Vのスパイクが見られるはずです。



- 5 **Cut/Copy Paste**を押し、Marker 1を150に設定します。次に、最初のソフトキーを押し、MarkerをMarker 2に変更します。Marker 2を300に設定します。マーカで定義された範囲が黒で強調表示されます。



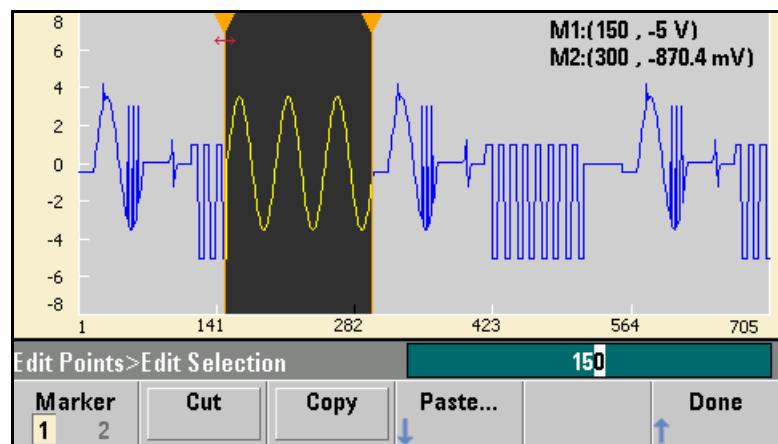
- 6 **Copy**を押し、**Paste**を押し、**At Start**を押します。コピーした部分が波形の先頭に複製されます。



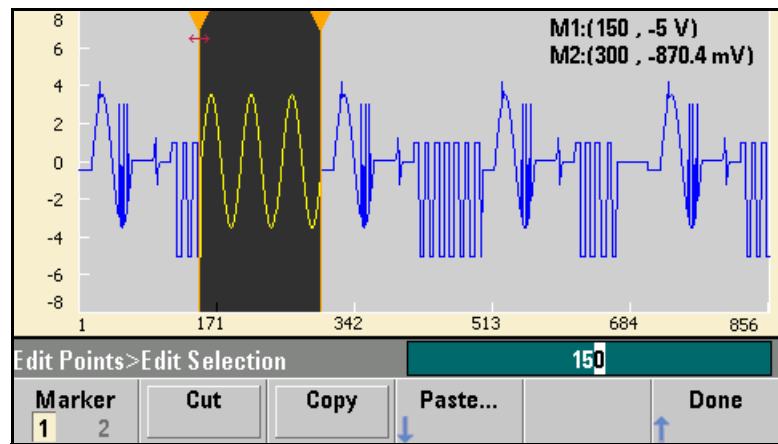
## 第2章 フロント・パネル・メニューの操作

任意波形をセットアップするには

7 Pasteを押し、At Endを押します。同じ波形の部分が末尾にも現れます。



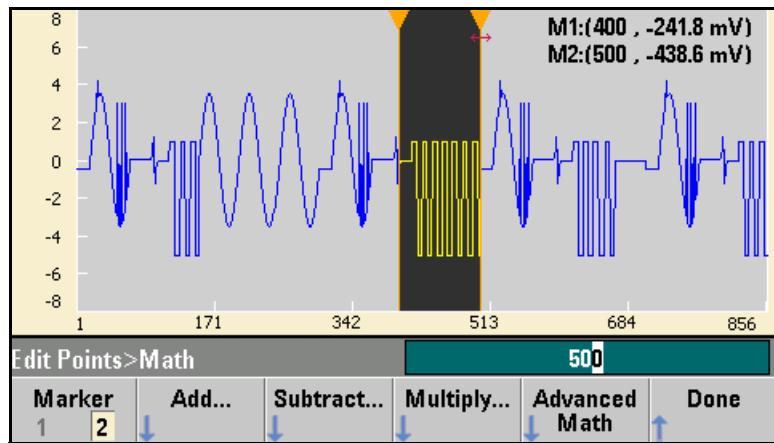
8 次に、Pasteを押し、Point #を500に変更します。OKを押すと、同じ波形の部分がポイント500に貼り付けられます。Doneを押してCut/Copy Pasteメニューを終了します。



## 演算の実行

組み込み波形エディタでは、波形に対して演算を実行できます。最初に、マーカーを設定して、変更する波形の範囲を定義します。その後、波形のその部分と別の波形との間で加算、減算、乗算を実行したり、他の波形を使わない方法で波形を変換したりできます。

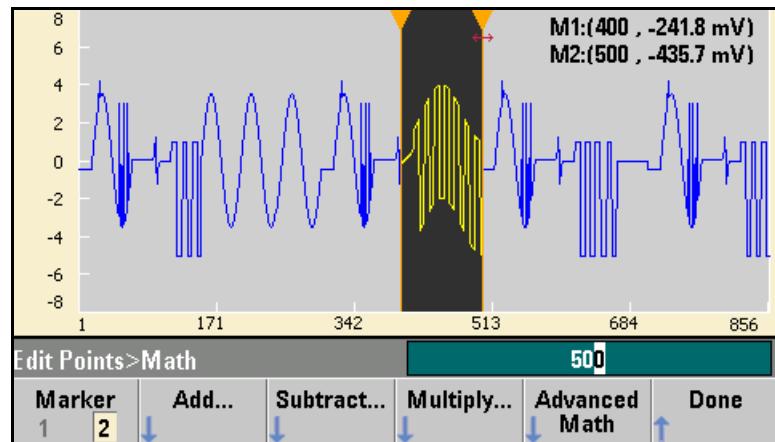
- 1 Perform Mathを押します。Marker 1を400、Marker 2を500に設定します。



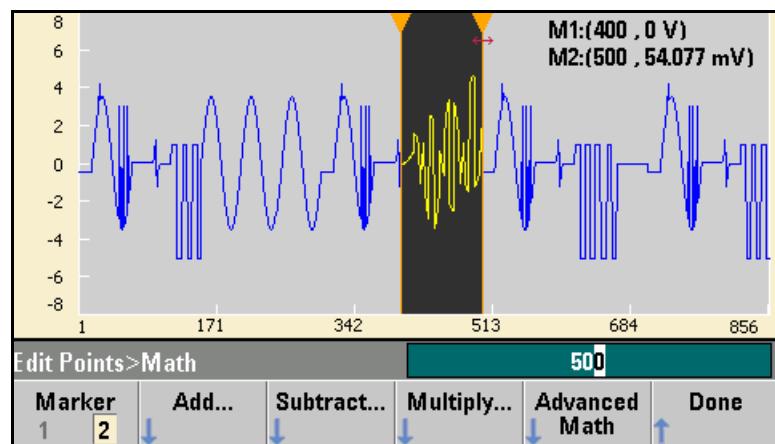
## 第2章 フロント・パネル・メニューの操作

任意波形をセットアップするには

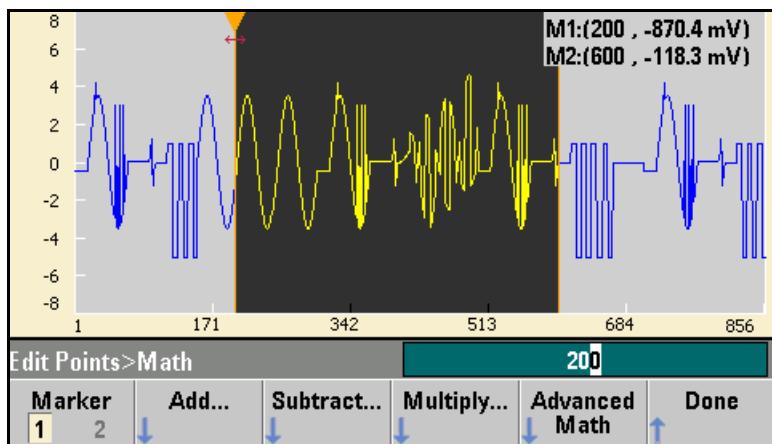
- 2 Addを押し、Haversineを選択して、OKを押します。Amplitudeを3V、Offsetを0Vに設定し、OKを押します。強調表示された部分の中央が、ハーバサイン関数の加算によって持ち上がっています。



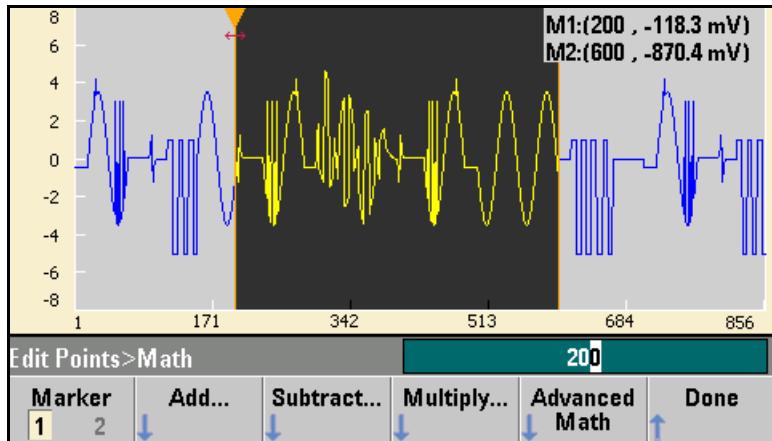
- 3 今度は、Multiplyを押し、Sine波形を選択します（OKを押します）。Cyclesを2に設定し、OKを押します。



4 Marker 1を200、Marker 2を600に設定します。



5 Advanced Mathを押し、Mirrorを選択して、OKを押します。



6 Advanced Math機能にはこの他に、Invert（反転）、Absolute（絶対値）Scale（スケーリング）などがあるので、練習のために試してみてください。機能の詳細については、Operation Helpを押します。

第2章 フロント・パネル・メニューの操作  
任意波形をセットアップするには

---

## 特長と機能

## 特長と機能

この章では、波形発生器の特定の機能の詳細を容易に参照できるようにしてあります。フロント・パネルとリモート・インターフェースの両方の操作が対象です。第2章「フロント・パネル・メニュー操作」を先に読んでおくことをお勧めします。波形発生器をプログラムするためのSCPIコマンドの構文の詳細については、第4章「リモート・インターフェース・リファレンス」を参照してください。この章は、以下のセクションから構成されています。

- 出力設定 (94ページ)
- パルス波形 (112ページ)
- 振幅変調 (AM) (116ページ)
- 周波数変調 (FM) (121ページ)
- 位相変調 (ΦM) (127ページ)
- 周波数シフト・キーイング (FSK) 変調 (133ページ)
- パルス幅変調 (PWM) (137ページ)
- 周波数掃引 (146ページ)
- バースト・モード (155ページ)
- トリガ (164ページ)
- デュアル・チャネル動作 (33522Aのみ) (170ページ)
- システム関連の操作 (177ページ)
- リモート・インターフェースの設定 (188ページ)
- 校正の概要 (200ページ)
- 工場設定 (225ページ)

本書全体を通じて、「デフォルト」の状態や値が記述されています。これらは、パワーダウン・リコール・モード (177ページの「機器ステートの記録」を参照) をオンにしていなければ、電源投入時のデフォルト状態です。

本書全体を通じて、リモート・インターフェース・プログラミング用のSCPIコマンド構文には、以下の表記規約が用いられます。

- 角括弧(【】)は、オプションのキーワードまたはパラメータを示します。
- 中括弧 ({ }) は、コマンド文字列内部のパラメータです。
- 三角括弧 (<>) は、値を指定する必要があるパラメータです。
- 縦棒 (|) は、パラメータの複数の選択肢を区切ります。

## 出力設定

このセクションでは、波形発生器での出力波形の設定に関する情報を記載しています。ここで説明するパラメータの中には通常変更の必要がないものもありますが、便宜上記載しています。

### マルチチャネル動作：

2チャネルの波形発生器では、ほとんどのコマンドの前にSCPIのSOURce1: またはSOURce2: (短縮形はSOUR1: またはSOUR2:) を付けて、コマンドが特定のチャネル用であることを示します。SOURceNキーワードを使用しない場合は、測定器のデフォルトの動作ではコマンドはチャネル1が対象です。

例えば、VOLT 2.5というコマンドは、チャネル1の出力電圧を2.5 Vに設定します。SOUR2:VOLT 1.414というコマンドは、チャネル2の出力電圧を1.414 Vに設定します。

## 出力機能

波形発生器は、8種類の標準波形を出力できます。その種類は、正弦波、方形波、ランプ、パルス、三角波、ガウシアン・ノイズ、PRBS（疑似ランダム・バイナリ・シーケンス）、DCです。この他に、9種類の内蔵任意波形を選択するか、独自のカスタム波形を作成することができます。

33500シリーズには、組み込み波形エディタが備わっています。このエディタを使用して、任意波形をポイント単位で作成することで、大規模で複雑な波形を作成できます。

下の表は、変調、掃引、バーストで使用可能な出力機能を示します。「●」は有効な組み合わせを示します。変調、掃引、バーストで使用できない機能に切り替えた場合は、変調またはモードはオフになります。

搬送波	AM	FM	ΦM	FSK	BPSK	PWM	加算	バースト	掃引
正弦波、方形波	●	●	●	●	●		●	●	●
パルス	●	●	●	●	●	●	●	●	●
三角波、ランプ	●	●	●	●	●		●	●	●
ガウシアン・ノイズ	●						●	● <sup>(a)</sup>	
PRBS	●	●	●				●	●	
単一任意波形	●		● <sup>(b)</sup>		● <sup>(b)</sup>		●	●	
任意波形シーケンス	●						●		

(a) ゲーティッド・バーストのみ

(b) 波形全体ではなくサンプル・クロックに適用

- 機能の制限: 最大周波数が現在の機能よりも小さい機能に切り替えた場合は、周波数は新しい機能の最大値に調整されます。例えば、現在30 MHzの正弦波を出力していて、ランプ機能に切り替えた場合は、出力周波数は自動的に200 kHz（ランプの上限）に調整されます。
- 振幅の制限: 最大振幅が現在の機能よりも小さい機能に切り替えた場合は、振幅は自動的に新しい機能の最大値に調整されます。これは、出力単位がVrmsまたはdBmの場合に、各出力機能の間のクレスト・ファクタの違いによって起きる可能性があります。

例えば、5 Vrmsの方形波（50 Ω負荷）を出力していて、正弦波機能に切り替えた場合は、出力振幅は自動的に3.536 Vrms（正弦波のVrmsでの上限）に調整されます。

- 振幅とオフセットは、結果として測定器の能力の限界を超える組み合わせには設定できません。この場合は、最後に設定した方の値が、測定器の制限内に収まるように変更されます。

## 第3章 特長と機能

### 出力設定

- 被試験デバイス(DUT)を保護するために、波形振幅の上下の電圧リミットを指定することができます。
- フロント・パネル操作: 機能を選択するために、(Waveforms)を押します。[Channel] (33521A) または [1] または [2] (33522A) を押し、OutputソフトキーをONに設定して、現在選択されている波形を出力します。他の波形の選択肢を表示するには、(Waveforms)を押してリストの1ページ目を表示し、Moreソフトキーを押して残りの部分を表示します。



例えば、DC信号をフロント・パネルから指定するには、(Waveforms)を押し、More、DCを押します。ノブまたはキーパッドでOffsetを入力し、キーパッドを使用した場合は、mVまたはVを押して値の入力を終了します。次に、[Channel] または [1] または [2] を押して、OutputソフトキーがONであることを確認します。

- リモート・インターフェース操作:

FUNCTION

```
{SINusoid|SQUARE|RAMP|PULSE|NOISE|DC|PRBS|ARB}
```

APPLYコマンドを使用して、機能、周波数、振幅、オフセットを1つのコマンドで選択することもできます。

## 出力周波数

下に示すように、出力周波数の範囲は、現在選択されている機能によって異なります。デフォルトの周波数は、すべての機能で1 kHzです。

機能	最小周波数	最大周波数
正弦波	1 μHz	30 MHz
方形波	1 μHz	30 MHz
ランプ／三角波	1 μHz	200 kHz
パルス	1 μHz	30 MHz
PRBS	1 μbps	50 Mbps
任意波形	1 μサンプル/s	250 Mサンプル/s

- **機能の制限:** 最大周波数が現在の機能よりも小さい機能に切り替えた場合は、周波数は新しい機能の最大値に調整されます。例えば、現在20 MHzの正弦波を出力していく、ランプ機能に切り替えた場合は、出力周波数は自動的に200 kHz（ランプと三角波の上限）に調整されます。
- **バーストの制限:** 内部トリガ・バーストの場合は、最小周波数は126 μHzです。
- **デューティ・サイクルの制限:** 方形波とパルスの場合は、デューティ・サイクルは16 nsの最小パルス幅仕様によって制限されます。例えば、1 kHzの場合は、デューティ・サイクルは最小0.01 %まで調整します。この場合は、パルス幅は100 nsになるからです。これに対して、1 MHzでの最小デューティ・サイクルは1.6 %、10 MHzでは16 %になります。30 MHzの場合は、デューティ・サイクルは48 %～52 %の範囲でしか調整できません。

現在のデューティ・サイクルを実現できない周波数に変更した場合は、デューティ・サイクルは最小パルス幅仕様を満たすように自動的に調整されます。

## 出力設定

- フロント・パネル操作: 出力周波数を設定するには、**Parameters**ボタンを押し、選択した機能に対する**Frequency**ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な周波数を入力します。周波数の代わりに波形の周期を設定するには、**Units**を押し、**Frequency**ソフトキーを押して、設定を**Period**に切り替えます。
- リモート・インターフェース操作:

```
[SOURce [1 | 2] :] FREQuency {<周波数> | MINimum | MAXimum}
```

APPLYコマンドを使用して、機能、周波数、振幅、オフセットを1つのコマンドで選択することもできます。

3

## 出力振幅

デフォルトの振幅は、すべての機能で100 mVpp (50 Ω負荷) です。

- オフセット電圧の制限: 出力振幅とオフセット電圧の間の関係を下に示します。 $V_{max}$ は選択されている出力終端に対する最大ピーク電圧 (50 Ω負荷では±5 V、高インピーダンス負荷では±10 V) です。

$$V_{pp} \leq 2 (V_{max} - |V_{offset}|)$$

- 出力終端による制限: 出力終端設定を変更した場合は、表示されている出力振幅が新しい設定を反映するように調整されますが、出力信号の実際の振幅は変化しません。例えば、振幅を10 Vppに設定した後で、出力終端を50 Ωから高インピーダンスに変更した場合は、波形発生器のフロント・パネルに表示される振幅は2倍の20 Vppになります。高インピーダンスから50 Ωに変更した場合は、表示される振幅は半分になります。詳細については、103ページの「出力終端」を参照してください。
- 単位選択による制限: 場合によっては、振幅のリミットが選択された出力単位によって決まることもあります。これは、単位がVrmsまたはdBmの場合に、各出力機能の間のクレスト・ファクタの違いによって起きる可能性があります。例えば、5 Vrmsの方形波 (50 Ω負荷) を出力していく、正弦波機能に切り替えた場合は、出力振幅は自動的に3.536 Vrms (正弦波のVrmsでの上限) に調整されます。

- 出力振幅は、Vpp、Vrms、dBmで設定できます。詳細については、102ページの「出力単位」を参照してください。
- 出力終端が高インピーダンスに設定されている場合は、出力振幅をdBmで指定することはできません。単位は自動的にVppに変換されます。詳細については、102ページの「出力単位」を参照してください。
- 任意波形の制限:** 任意波形の場合は、波形データ・ポイントが出力DAC (D/Aコンバータ) のレンジ全体にわたらない場合は、最大振幅が制限されます。例えば、内蔵の“Sinc”波形は±1の値のレンジ全体を使用しないので、最大振幅は6.087 Vpp (50 Ω負荷) に制限されます。
- 振幅を変更する際には、出力アッテネータの切り替えのために、特定の電圧で出力波形の一時的な中断が起きことがあります。この出力の中止を避けるには、107ページの手順で、電圧オートレンジ機能をオフにします。
- 振幅とオフセット電圧を設定するには、ハイ・レベルとロー・レベルを指定する方法もあります。例えば、ハイ・レベルを+2 V、ロー・レベルを-3 Vに設定した場合は、結果の振幅は5 Vpp (オフセット電圧は-500 mV) になります。
- DC信号の場合は、出力レベルは実際にはオフセット電圧を設定することで制御されます。DCレベルは、50 Ω負荷に対しては-5 V～+5 V、高インピーダンス負荷に対しては-10～+10 Vdcの範囲内の任意の値に設定できます。詳細については、次ページの「DCオフセット電圧」を参照してください。
- DC信号をフロント・パネルから選択するには、**Waveforms**を押し、**More**、**DC**を押します。ノブまたはキーパッドで**Offset**を入力し、キーパッドを使用した場合は、**mV**または**V**を押して値の入力を終了します。次に、**Channel**または**1**または**2**を押して、**Output**ソフトキーが**ON**であることを確認します。
- フロント・パネル操作:** 出力振幅を設定するには、**Parameters**を押し、選択した機能に対する**Amplitude**ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な振幅を入力します。ハイ・レベルとロー・レベルを使って振幅を設定するには、**Units**を押し、**Amp/Offs**ソフトキーを押して**High/Low**に切り替えます。

**出力設定**

- リモート・インターフェース操作:

```
VOLTage {<振幅>}|MINimum|MAXimum}
```

または、以下のコマンドでハイ・レベルとロー・レベルを指定して、振幅を設定することもできます。

```
VOLTage:HIGH {<電圧>}|MINimum|MAXimum}
```

```
VOLTage:LOW {<電圧>}|MINimum|MAXimum}
```

APPLYコマンドを使用して、機能、周波数、振幅、オフセットを1つのコマンドで選択することもできます。

**DCオフセット電圧**

デフォルトのオフセットは、すべての機能で0 Vです。

- 振幅による制限:** オフセット電圧と出力振幅の間の関係を下に示します。ピーク出力電圧 (DC+AC) は、測定器の出力定格 (50 Ω負荷では±5 V、高インピーダンス負荷では±10 V) を超えることはできません。
- Vmax**は選択されている出力終端に対する最大ピーク電圧 (50 Ω負荷では±5 V、高インピーダンス負荷では±10 V) です。

$$|V_{offset}| < V_{max} - V_{pp}/2$$

指定されたオフセット電圧が無効な場合は、オフセット電圧は自動的に、指定された振幅で使用可能な最大DC電圧に調整されます。

- 出力終端による制限:** オフセットのリミットは、現在の出力終端設定によって決まります。例えば、オフセットを100 mVdcに設定した後で、出力終端を50 Ωから高インピーダンスに変更した場合は、波形発生器のフロント・パネルに表示されるオフセット電圧は2倍の200 mVdcになります (エラーは発生しません)。高インピーダンスから50 Ωに変更した場合は、表示されるオフセットは半分になります。詳細については、103ページの「出力終端」を参照してください。

- 任意波形の制限: 任意波形の場合は、波形データ・ポイントが出力DAC (D/Aコンバータ) のレンジ全体にわたらない場合は、最大オフセットおよび振幅が制限されます。
- オフセットを設定するには、ハイ・レベルとロー・レベルを指定する方法もあります。例えば、ハイ・レベルを+2 V、ロー・レベルを-3 Vに設定した場合は、結果の振幅は5 Vpp (オフセット電圧は-500 mV) になります。
- DC電圧機能の場合は、オフセット・レベルはオフセット電圧を設定して制御します。DCレベルは、50 Ω負荷の場合±5 Vdc、オープン回路の場合±10 Vdcの範囲内の任意の値に設定できます。

**フロント・パネル操作:** DC信号をフロント・パネルから選択するには、(Waveforms)を押し、**More**、**DC**を押します。ノブまたはキーパッドで**Offset**を入力し、キーパッドを使用した場合は、**mV**または**V**を押して値の入力を終了します。次に、**Channel**または**1**または**2**を押して、**Output**ソフトキーが**ON**であることを確認します。

- リモート・インターフェース操作:

```
[SOURce[1|2]:]VOLTage:OFFSet
{<オフセット>|MINimum|MAXimum}
```

または、以下のコマンドでハイ・レベルとロー・レベルを指定して、オフセットを設定することもできます。

```
[SOURce[1|2]:]VOLTage:HIGH
{<電圧>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:LOW
{<電圧>|MINimum|MAXimum}
```

APPLYコマンドを使用して、機能、周波数、振幅、オフセットを1つのコマンドで選択することもできます。

## 第3章 特長と機能

### 出力設定

#### 出力単位

出力振幅のみに適用されます。電源投入時には、出力振幅の単位はVppです。

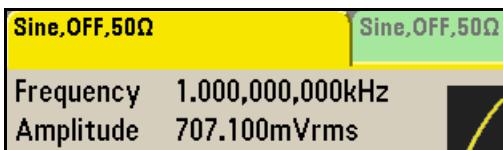
- 出力単位 : Vpp (デフォルト)、Vrms、dBm
- 単位設定は揮発性メモリに記録されます。電源をオフにするか、リモート・インターフェース・リセットを実行すると、単位は“Vpp”に設定されます (Power OnステートがFactoryに設定されている場合)。
- 波形発生器は、現在選択されている単位を、フロント・パネルとリモート・インターフェースの両方の操作に対して使用します。例えば、リモート・インターフェースから“VRMS”を選択した場合は、フロント・パネルの単位も“VRMS”と表示されます。
- 出力終端が高インピーダンスに設定されている場合は、振幅の出力単位をdBmに設定することはできません。これは、dBmの計算には有限の負荷インピーダンスが必要だからです。この場合は、単位は自動的にVppに変換されます。
- フロント・パネル操作: テンキーを使って必要な数値を入力し、適切なソフトキーで単位を選択します。フロント・パネルから単位を別のものに変換することもできます。例えば、**2 Vpp**を等価なVrms値に変換するには、**Units**を押した後、**Ampl As**ソフトキーを押し、**Vrms**ソフトキーを押します。変換結果は、正弦波の場合707.1 mVrmsです。
- リモート・インターフェース操作:

```
VOLTage:UNIT {VPP|VRMS|DBM}
```

## 出力終端

出力振幅とオフセット電圧のみに適用されます。33500シリーズのフロント・パネル・チャネル出力コネクタは、 $50\ \Omega$ の固定の直列出力インピーダンスを持っていています。実際の負荷インピーダンスが指定された値と異なる場合は、表示される振幅とオフセットのレベルは、負荷での実際の電圧を反映しません。

- 出力終端： $1\ \Omega$ ～ $10\ k\Omega$ 、または無限大。デフォルトは $50\ \Omega$ 。各チャネルの上部のタブには、この設定の値が表示されます。



- $50\ \Omega$ 終端を指定したが、実際にはオープン回路で終端している場合は、実際の出力は指定された値の2倍になります。例えば、DCオフセットを $100\ mVdc$ に設定（かつ $50\ \Omega$ 負荷を指定）して、出力をオープン回路で終端した場合は、実際のオフセットは $200\ mVdc$ になります。
- 出力終端設定を変更した場合は、表示される出力振幅とオフセットのレベルが自動的に調整されます（エラーは発生しません）。例えば、振幅を $10\ Vpp$ に設定した後で、出力終端を $50\ \Omega$ から高インピーダンスに変更した場合は、波形発生器のフロント・パネルに表示される振幅は2倍の $20\ Vpp$ になります。高インピーダンスから $50\ \Omega$ に変更した場合は、表示される振幅とオフセットは半分になります。変更されるのは表示される値だけで、発生される出力電圧は変わりません。
- 出力終端が高インピーダンスに設定されている場合は、出力振幅をdBmで指定することはできません。単位は自動的にVppに変換されます。
- 電圧リミットがオンになっている場合は、出力終端は変更できません。電圧リミットをどの出力終端設定に適用するのかわからないからです。出力終端を変更するには、電圧リミットをオフにし、新しい終端値を設定し、電圧リミットを調整し、電圧リミットを再びオンにします。

## 出力設定

- フロント・パネル操作: [Channel] または [1] または [2] を押し、**Output Load** ソフトキーを選択します。次に、**Set To 50 Ω**、**Set To High Z**、**Load**のいずれかを押します。**Load**を選択した場合は、ノブまたはテンキーを使ってインピーダンスを選択します。
- リモート・インターフェース操作:

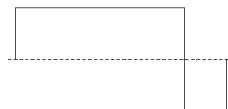
```
OUTPut[1|2]:LOAD {<Ω値>|INFinity|MINimum|MAXimum}
```

## デューティ・サイクル（方形波）

方形波のデューティ・サイクルとは、1サイクル中で方形波がハイ・レベルにある時間の割合です（波形は反転されていないと仮定します）。



20 %デューティ・サイクル



80 %デューティ・サイクル

（パルス波形のデューティ・サイクルについては112ページのパルス波形を参照）

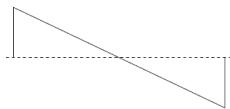
- デューティ・サイクル : 0.01 %～99.99 %（低い周波数の場合）。高い出力周波数では範囲が狭くなります。
- デューティ・サイクルは~~揮発性メモリ~~に記録されます。デフォルト値は50 %です。
- デューティ・サイクル設定は、方形波から別の機能に変更したときに記憶されます。デューティ・サイクル設定は、AM、FM、ΦM、PWMの変調波形として使用される方形波には適用されません。変調方形波には常に50 %のデューティ・サイクルが使用されます。デューティ・サイクル設定が適用されるのは、方形波の搬送波だけです。
- フロント・パネル操作: 方形波機能を選択した後、**Duty Cycle**ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要なデューティ・サイクルを入力します。テンキーを使用した場合は、**Percent**を押して入力を終了します。
- リモート・インターフェース操作:

FUNCTION:SQuare:DCYCLE {<パーセント>} |MINimum|MAXimum}

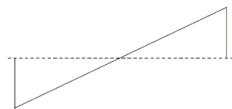
APPLYコマンドは、デューティ・サイクルを自動的に50 %に設定します。

### 対称性（ランプ波）

ランプ波のみに適用されます。対称性とは、1サイクル中でランプ波が上昇している時間の割合を表します（波形が反転していない場合）。



0 %の対称性



100 %の対称性

- 対称性は揮発性メモリに記録されます。デフォルト値は100 %です。
- 対称性設定は、ランプから別の波形に変更したときに記憶されます。ランプ波形に戻ると、前の対称性の値が用いられます。
- ランプ波形をAM、FM、ΦM、PWMの変調波形として選択した場合は、対称性設定は適用されません。
- フロント・パネル操作：ランプ機能を選択した後、**Symmetry**ソフトキーを押します。次に、**100%**、**50%**、**0%**のいずれかのソフトキーを押すか、**Symmetry**を押してからノブまたはテンキーで対称性の値を入力します。テンキーを使用した場合は、**Percent**を押して入力を終了します。
- リモート・インターフェース操作：

```
FUNCTION:RAMP:SYMMetry {<パーセント>}|MINimum|MAXimum}
```

APPLyコマンドは、対称性を自動的に100 %に設定します。

## 電圧オートレンジ

オートレンジはデフォルトでオンになっていて、波形発生器はアッテネータの最適な設定を自動的に選択します。オートレンジをオフにした場合は、波形発生器は現在のアッテネータ設定を使用し、アッテネータ・リレーを切り換えません。

- オートレンジをオフにすると、振幅を変更したときにアッテネータの切り替えによって一時的に出力が中断するのを防ぐことができます。ただし、オートレンジをオフにすると、以下のような副作用があります。
  - オートレンジがオンの状態でレンジ変更が起きるレベルより下に振幅を下げた場合は、振幅とオフセットの確度と分解能（および波形の忠実度）が低下するおそれがあります。
  - オートレンジがオンの状態で可能な最小振幅を実現できない場合があります。
  - いくつかの測定器仕様は、オートレンジがオフの状態では適用されません。
- フロント・パネル操作: **Channel** または **1** または **2** を押し、**Range** ソフトキーをもう一度押して、**Auto** と **Hold** の選択を切り換えます。
- リモート・インターフェース操作:

```
VOLTage:RANGe:AUTO {OFF|ON|ONCE}
```

**APPLY** コマンドは、電圧オートレンジ設定をオーバライドし、自動的にオートレンジをオンにします。

## 出力制御

フロント・パネルのチャネル出力コネクタはオン／オフできます。デフォルトでは、他の機器を保護するために、電源投入時には出力はオフになっています。チャネル出力コネクタがオンになると、対応する **Channel** または **1** または **2** キーが点灯します。

- フロント・パネル操作: **Channel** または **1** または **2** を押してから、**Output On/Off** を押して、出力をオンにします。
- 外部回路からフロント・パネルのチャネル出力コネクタに過大な外部電圧が印加された場合は、測定器はエラー・メッセージを表示して、出力をオフにします。出力を再びオンにするには、コネクタから過負荷を取り除いてから、**Channel** または **1** または **2** を押し、**Output On/Off** を押して出力をオンにします。

- リモート・インターフェース操作:

```
OUTPut[1|2] {OFF|ON}
```

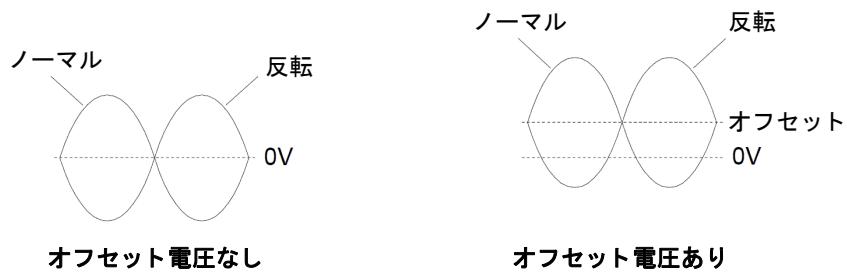
APPLyコマンドは、現在の設定をオーバライドし、自動的にチャネル出力コネクタをオンにします。

### 波形の極性

3

ノーマル・モード（デフォルト）では、波形はサイクルの最初の部分で正になります。反転モードでは、波形はサイクルの最初の部分で負になります。

- 下の例に示すように、波形はオフセット電圧を基準として反転されます。波形を反転しても、オフセット電圧は不変です。



- 波形を反転した場合でも、波形に対応する同期信号は反転されません。
- フロント・パネル操作: [Channel] または [1] または [2] を押し、**Polarity**を押して、**Normal**と**Inverted**の選択を切り替えます。
- リモート・インターフェース操作:

```
OUTPut[1|2]:POLarity {NORMal|INVerted}
```

## 同期出力信号

フロント・パネルのSyncコネクタから同期出力が提供されます。標準のすべての出力機能（DCとノイズを除く）には、対応する同期信号があります。同期信号を出力したくないアプリケーションの場合は、Syncコネクタをオフにできます。2チャネル測定器の場合は、同期信号はどちらか一方の出力チャネルから取ることができます。

- デフォルトでは、同期信号はチャネル1から取られます。
- デフォルトでは、同期信号はSyncコネクタに出力されます（オン状態）。
- 同期信号をオフにすると、Syncコネクタの出力レベルはロジック・ロー・レベルになります。
- 波形を反転した場合（前のページの「波形の極性」を参照）でも、波形に対応する同期信号は反転されません。
- 同期信号の設定は、掃引モードで使用されるマーカの設定によってオーバライドされます（151ページを参照）。したがって、マーカをオンにした場合（かつ掃引モードがオンになっている場合）は、同期信号の設定は無視されます。
- 正弦波、パルス、ランプ、方形波、三角波の場合は、同期信号は50 %デューティ・サイクルの方形波です。同期信号はサイクルの前半分で「ハイ」になり、後ろ半分で「ロー」になります。同期信号の電圧レベルは、負荷インピーダンスが $1\text{ k}\Omega$ を超える場合に、TTL互換になります。
- 任意波形の場合は、同期信号はマーカ・パルスであり、立ち上がりエッジが任意波形の先頭に、立ち下がりエッジがマーカとして選択されたポイント番号に一致します。同期信号は、ダウンロードされた最初の波形ポイントが出力されたときにTTL「ハイ」になります。このデフォルトの動作は、MARKer:POINtコマンドによってオーバライドできます。このコマンドは、同期信号が「ロー」に遷移する任意波形内の特定のポイントを指定します。

## 出力設定

- 内部変調の*AM*、*FM*、*ΦM*、*PWM*の場合は、同期信号は通常は変調波形（搬送波ではなく）が基準になり、50 %デューティ・サイクルの方形波です。同期信号は、変調波形の前半分の間にTTL「ハイ」になります。同期信号が搬送波波形に従うようにするには、以下のコマンドを使用します。

```
OUTPut:SYNC:MODE {CARRier|NORMal|MARCer}
```

これは内部変調による変調の場合です。

- 外部変調の*AM*、*FM*、*ΦM*、*PWM*の場合は、同期信号は搬送波波形（変調波形ではなく）が基準になり、50 %デューティ・サイクルの方形波です。
- 同期信号の極性は、次のSCPIコマンドを使用して反転できます。

```
OUTPut:SYNC:POLarity {INVerted|NORMal}
```

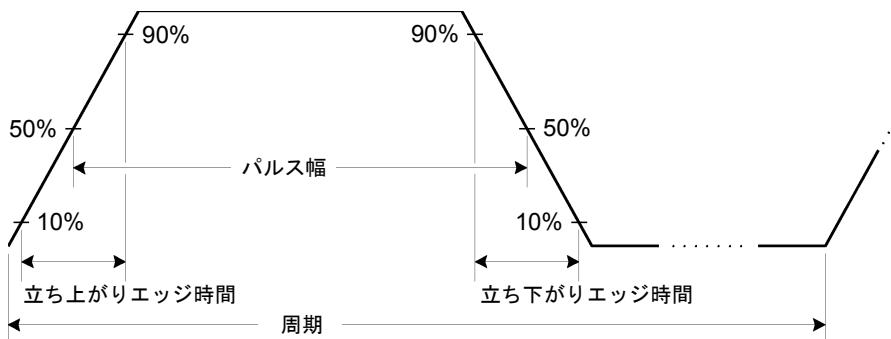
- *FSK*の場合は、同期信号は「ホップ」周波数が基準です。同期信号は、「ホップ」周波数への遷移の際にTTL「ハイ」になります。
- *周波数掃引*でマーカがオフの場合は、同期信号は掃引が続く間50 %デューティ・サイクルの方形波になります。同期信号は掃引の開始時にTTL「ハイ」になり、掃引の中点で「ロー」になります。同期信号は掃引と同期されますが、そのタイミングには再アーミング時間が含まれるため、掃引時間と等しくはなりません。
- *周波数掃引*でマーカがオンの場合は、同期信号は掃引の開始時にTTL「ハイ」になり、マーカ周波数で「ロー」になります。この動作は、`OUTPut[1|2]:SYNC:MODE MARKER`コマンドで変更できます。
- 通常の同期動作をオーバライドして、同期が常に搬送波波形に従うように設定できます。このためのコマンドは`OUTPut[1|2]:SYNC:MODE CARRier`です。詳細については、『Agilent 33500 Series Programmer's Reference Help』を参照してください。

- トリガ・バーストの場合は、同期信号はバーストの開始時にTTL「ハイ」になります。指定したサイクル数が終了すると、同期信号はTTL「ロー」になります（波形にスタート位相がある場合は、0交差ポイントと一致しないことがあります）。無限カウント・バーストの場合は、同期信号は連続波形の場合と同じです。
- 外部ゲーティッド・バーストの場合は、同期信号は外部ゲート信号に従います。ただし、最後のサイクルが終了するまで、同期信号はTTL「ロー」になりません（波形にスタート位相がある場合は、0交差ポイントと一致しないことがあります）。
- フロント・パネル操作：**Trigger** を押し、**Sync** ソフトキーをもう一度押して、**Off** と**On** を切り替えます。**Sync Setup** を押して同期を設定することもできます。
- リモート・インターフェース操作：

```
OUTPut:SYNC {OFF|ON}  
OUTPUT[1|2]:SYNC:MODE {CARRier|NORMal|MARKer}  
OUTPUT[1|2]:SYNC:POLARITY {NORMAL|INVerted}  
OUTPUT:SYNC:SOURCE {CH1|CH2}
```

## パルス波形

下に示すように、パルスまたは方形波には、周期、パルス幅、立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジがあります。



## 周期

- 周期 : 33.3 ns~1,000,000 s。デフォルトは1 ms。周期は周波数の逆数です。
- 波形発生器は、指定された周期に合わせて、必要に応じてパルス幅とエッジ時間を調整します。
- フロント・パネル操作: パルス機能を選択した後、**Units** を押し、**Frequency/Period** ソフトキーを押して **Period** に切り替えます。次に、**Parameters** を押し、**Period** を押します。ノブまたはテンキーを使って、必要なパルス周期を入力します。
- リモート・インターフェース操作:

```
[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:PERiod
{<秒数>|MINimum|MAXimum}
```

## パルス幅

パルス幅は、パルスの立ち上がりエッジの50 %しきい値から次の立ち下がりエッジの50 %しきい値までの時間を表します。

- パルス幅 : 16 ns ~ 1,000,000 s (下の制限を参照)。デフォルトのパルス幅は 100 μs。
- 指定するパルス幅は、下に示すように、*周期*と最小パルス幅の差よりも小さくなければなりません。

$$\text{パルス幅} \leq \text{周期} - 16 \text{ ns}$$

- 波形発生器は、指定された周期に合わせて、必要に応じて自動的にパルス幅を調整します。
- フロント・パネル操作: パルス機能を選択した後、**Pulse Width**ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要なパルス幅を入力します。
- リモート・インターフェース操作:

```
FUNCTION:PULSe:WIDTh {<秒数>|MINimum|MAXimum}
```

## パルス・デューティ・サイクル

パルス・デューティ・サイクルは以下のように定義されます。

$$\text{デューティ・サイクル} = 100 \text{ (パルス幅) } / \text{周期}$$

ここで、パルス幅は、パルスの立ち上がりエッジの50 %しきい値から次の立ち下がりエッジの50 %しきい値までの時間を表します。

- パルス・デューティ・サイクル : 0.01 %~99.99 % (下の制限を参照)。デフォルトは10 %。
- 指定するパルス・デューティ・サイクルは、**最小パルス幅 (Wmin)** によって決まる以下の制限を満たす必要があります。波形発生器は、指定された周期に合わせて、必要に応じてパルス・デューティ・サイクルを調整します。

$$\text{デューティ・サイクル} \geq 100 \text{ (16 ns) } / \text{周期}$$

かつ

$$\text{デューティ・サイクル} \leq 100 \text{ (1- (16 ns/周期))}$$

- 指定するパルス・デューティ・サイクルは、エッジ時間によって決まる以下の制限を満たす必要があります。波形発生器は、指定された周期に合わせて、必要に応じてパルス・デューティ・サイクルを調整します。
- エッジ > 8.4 ns を実現するためには、パルス幅は 20 ns 以上でなければなりません。エッジが長いほど、最小パルス幅は大きくなります。このため、エッジが長い場合は、デューティ・サイクルの制限はエッジが短い場合に比べて大きくなります。
- フロント・パネル操作: パルス機能を選択した後、**Units** を押し、**Width/Duty Cyc** ソフトキーを **Duty Cyc** ソフトキーに切り替えます。次に、**Parameters**、**Duty Cycle** を押し、ノブまたはテンキーを使って、必要なデューティ・サイクルを入力します。
- リモート・インターフェース操作:

```
FUNCTION:PULSe:DCYCle {<パーセント>}|MINimum|MAXimum}
```

## エッジ時間

エッジ時間は、パルスの立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの遷移時間を、個別にまたはまとめて設定します。それぞれの遷移（立ち上がりまたは立ち下がりエッジ）に対して、エッジ時間は10 %と90 %のしきい値の間の時間を表します。

- エッジ時間 : 8.4 ns～1 μs (下の制限を参照)。デフォルトのエッジ時間は10 ns。
- 指定するエッジ時間は、下に示すように、指定されたパルス幅の範囲内に収まる必要があります。波形発生器は、指定されたパルス幅に合わせて、必要に応じてエッジ時間を調整します。
- フロント・パネル操作: パルス機能を選択した後、**Edge Times**ソフトキーを押します。次に、**Lead Edge**および**Trail Edge**ソフトキーを押し、ノブまたはテンキーを使って、必要なエッジ時間を入力します。
- リモート・インターフェース操作:

```
FUNCTION:PULSe:TRANSition:LEAding
{<秒数>|MINimum|MAXimum}
```

```
FUNCTION:PULSe:TRANSition:TRAILing
{<秒数>|MINimum|MAXimum}
```

```
FUNCTION:PULSe:TRANSition[:BOTH]
{<秒数>|MINimum|MAXimum}
```

## 振幅変調 (AM)

被変調波形は、搬送波波形と変調波形から構成されます。AMの場合は、搬送波の振幅が、変調波形の瞬時レベルによって変化します。波形発生器では、内部または外部変調源が使用できます。33500シリーズには、2種類のAMがあります。DSFC（両側波帶全搬送波、AMラジオ放送に通常使用されるタイプ）と、DSSC（両側波帶搬送波抑圧）です。

振幅変調の基本については、第5章「チュートリアル」を参照してください。

# 3

## AM変調を選択するには

- 33500シリーズでは、1つのチャネルで一度にオンにできる変調モードは1つだけです。例えば、AMとFMを同時にオンにすることはできません。AMをオンにすると、それまでの変調モードはオフになります。2チャネルの33522Aでは、2つのチャネルの被変調波形を加算して結合することができます（詳細については、『Agilent 33500 Series Programmer's Reference Help』でCOMBineコマンドを参照）。各チャネルの変調は、もう1つのチャネルの変調とは独立しています。詳細については、『Agilent 33500 Series Programmer's Reference Help』でPHASE: SYNChronizeコマンドを参照してください。
- 波形発生器では、AMを掃引やバーストと同時にオンにすることはできません。AMをオンにすると、掃引またはバースト・モードはオフになります。
- フロント・パネル操作: 他の変調パラメータを設定する前に、AMを選択する必要があります。**Modulate** を押し、**Type** ソフトキーで**AM**を選択します。搬送波周波数、変調周波数、出力振幅、オフセット電圧の現在の設定を使用して、AM波形が出力されます。
- リモート・インターフェース操作: 何回も波形を変更することを避けるために、他の変調パラメータを設定した後で、AMをオンにします。

AM:STATE {OFF|ON}

## 搬送波波形形状

- AM搬送波形状：正弦波（デフォルト）、方形波、パルス、ランプ、三角波、ノイズ、PRBS、任意波形。DCを搬送波波形として使用することはできません。
- フロント・パネル操作：の下で、**DC**以外の任意の波形を選択します。任意波形の場合は、**Arb**と**Arbs**を押し、**Select Arb**ソフトキーを押してアクティブ波形を選択します。
- リモート・インターフェース操作：

FUNCTION

{SINusoid|SQUare|PULSe|RAMP|ARB|NOISe|PRBS}

APPLYコマンドを使用して、機能、周波数、振幅、オフセットを1つのコマンドで選択することもできます。

## 搬送波周波数

最大搬送波周波数は、選択した機能により、以下に示すように異なります。デフォルトは、すべての機能で1 kHzです。任意波形の「周波数」は、FUNCTION:ARBitrary:SRATeコマンドでも設定されます。

機能	最小周波数	最大周波数
正弦波	1 μHz	30 MHz
方形波	1 μHz	30 MHz
ランプ	1 μHz	200 kHz
パルス	1 μHz	30 MHz
PRBS	1 mBPS	50 mBPS
ノイズ帯域幅	1 mHz	30 MHz
任意波形	1 μサンプル/s	250 Mサンプル/s

- フロント・パネル操作：搬送波周波数を設定するには、ボタンを押し、**Frequency**ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な周波数を入力します。
- リモート・インターフェース操作：

[SOURce [1|2] :] FREQuency {<周波数>|MINimum|MAXimum}

APPLYコマンドを使用して、機能、周波数、振幅、オフセットを1つのコマンドで選択することもできます。

## 変調波形形状

波形発生器では、AMに対して内部または外部変調源が使用できます。

- 変調波形形状 (内部変調源) : 正弦波 (デフォルト)、方形波、上昇ランプ、下降ランプ、三角波、ノイズ、PRBS、任意波形。
  - 方形波は50 %デューティ・サイクル 
  - 上昇ランプは100 %対称性 
  - 三角波は50 %対称性 
  - 下降ランプは0 %対称性 
  - ノイズ : 白色ガウス・ノイズ
  - PRBS : 疑似ランダム・ビット・シーケンス (多項式PN7)
  - Arb : 任意波形
- フロント・パネル操作: AMをオンにした後、**Shape**ソフトキーを押します。
- リモート・インターフェース操作:

```
AM:INTernal:FUNCTION
{SINusoid|SQUARE|PULSE|RAMP|NRAMP|TRIangle|
NOISE|PRBS|ARB}
```

## 変調波形周波数

波形発生器では、AMに対して内部または外部変調源が使用できます。

- 変調周波数 (内部変調源) : 信号の種類によって異なり、1 μHz～30 MHz。  
デフォルトは100 Hz。
- 変調周波数 (外部変調源) : 0～100 kHz
- フロント・パネル操作: AM変調をオンにした後、**More**を押し、**AM Freq**ソフトキーを押します。

- リモート・インターフェース操作:

```
[SOURce[1|2]:] AM:INTernal:FREQuency  
{<周波数> | MINimum | MAXimum}
```

## 変調度

変調度は%で表され、振幅変調の大きさを表します。変調度0 %では、出力振幅は搬送波の振幅設定の半分で一定です。変調度100 %では、出力振幅は変調波形に応じて、搬送波の振幅設定の0 %から100 %まで変化します。

3

- 変調度 : 0 %～120 %。デフォルトは100 %。
- 変調度が100 %より大きい場合でも、波形発生器の出力は±5 Vピーク (50 Ω負荷) を超えることはありません。100 %より大きい変調度を実現するには、出力搬送波振幅を下げる方法があります。
- フロント・パネル操作: AMをオンにした後、**AM Depth**ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、変調度を入力します。
- リモート・インターフェース操作:

```
AM:DEPTh {<変調度 (%)> | MINimum | MAXimum}
```

## 両側波帯搬送波抑圧AM

33500シリーズは、2種類の振幅変調をサポートします。「ノーマル」と、両側波帯搬送波抑圧 (DSSC) です。ノーマルAMとDSSCを切り替えるには、以下のコマンドを使用します。

```
[SOURce[1|2]:] AM:DSSC {ON | OFF}
```

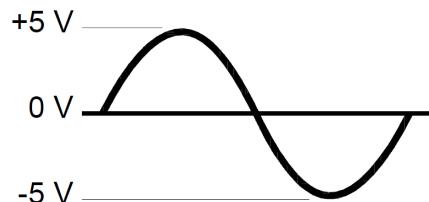
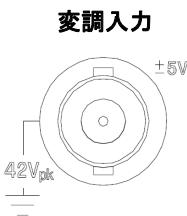
DSSCでは、変調信号の振幅が0より大きい場合を除いて、搬送波は存在しません。

## 変調源

波形発生器では、AMに対して内部または外部変調源が使用できます。

- 変調源：内部（デフォルト）、別チャネル、外部。
- 外部変調源を選択した場合は、搬送波波形は外部波形によって変調されます。変調度は、リア・パネルの*Modulation In*コネクタに存在する±5 Vの信号レベルによって制御されます。例えば、変調度を100 %に設定した場合は、変調信号が+5 Vのときに、出力は最大振幅になります。変調信号が-5 Vのときに、出力は最小振幅になります。外部変調入力の-3 dB帯域幅は100 kHzです。

3



- フロント・パネル操作: AMをオンにした後、**Source**ソフトキーを押します。
- リモート・インターフェース操作:

```
AM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
```

## 周波数変調 (FM)

被変調波形は、**搬送波波形**と**変調波形**から構成されます。FMの場合は、搬送波の周波数が、変調波形の瞬時電圧によって変化します。

周波数変調の基本については、**第5章「チュートリアル」**を参照してください。

### FM変調を選択するには

- 波形発生器では、一度にオンにできる変調モードは1つだけです。FMをオンになると、それまでの変調モードはオフになります。
- 波形発生器では、掃引やバーストがオンのときに、FMをオンにすることはできません。FMをオンにすると、掃引またはバースト・モードはオフになります。
- フロント・パネル操作:他の変調パラメータを設定する前に、FMを選択する必要があります。**[Modulate]**を押し、**Type**ソフトキーで**FM**を選択します。搬送波周波数、変調周波数、出力振幅、オフセット電圧の現在の設定を使用して、FM波形が出力されます。
- リモート・インターフェース操作:何回も波形を変更することを避けるために、他の変調パラメータを設定した後で、FMをオンにします。

FM:STATe {OFF|ON}

### 搬送波波形形状

- FM搬送波形状：正弦波（デフォルト）、方形波、パルス、三角波、PRBS、上昇ランプ、下降ランプ、ノイズ。任意波形やDCを搬送波波形として使用することはできません。
- フロント・パネル操作：を押し、**Noise**、**Arb**、**DC** 以外の任意の波形を選択します。
- リモート・インターフェース操作：

FUNCTION

{SINusoid|SQUARE|RAMP|PULSe|PRBS|NOISE|ARB}

APPLYコマンドを使用して、機能、周波数、振幅、オフセットを1つのコマンドで選択することもできます。

## 搬送波周波数

最大搬送波周波数は、選択した機能によって下に示すように異なります。デフォルトは、すべての機能で1 kHzです。

機能	最小周波数	最大周波数
正弦波	1 μHz	30 MHz
方形波	1 μHz	30 MHz
ランプ	1 μHz	200 kHz
パルス	1 μHz	30 MHz
PRBS	1 mBPS	50 MBPS

- 搬送波周波数は、常に周波数偏移以上でなければなりません。偏移を搬送波周波数よりも大きい値に (FMがオンの状態で) 設定しようとすると、偏移は現在の搬送波周波数で使用できる最大値に自動的に調整されます。
- 搬送波周波数と偏移の和は、選択した波形の最大周波数 + 100 kHz (正弦波と方形波では30.1 MHz、ランプでは300 kHz) 以下でなければなりません。偏移を無効な値に設定しようとすると、偏移は現在の搬送波周波数で使用できる最大値に自動的に調整されます。
- フロント・パネル操作: 搬送波周波数を設定するには、選択した機能に対する **Frequency** ソフトキー (**Parameters** の下) を押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な周波数を入力します。
- リモート・インターフェース操作:

```
[SOURce [1 | 2] :] FREQuency {<周波数>} | MINimum | MAXimum}
```

APPLYコマンドを使用して、機能、周波数、振幅、オフセットを1つのコマンドで選択することもできます。

## 変調波形形状

波形発生器では、FMに対して内部または外部変調源が使用できます。

- 変調波形形状 (内部変調源) : 正弦波 (デフォルト)、方形波、パルス、上昇ランプ、下降ランプ、三角波、ノイズ、PRBS。
  - 方形波は50 %デューティ・サイクル 
  - 上昇ランプは100 %対称性 
  - 三角波は50 %対称性 
  - 下降ランプは0 %対称性 
  - ノイズ : 白色ガウス・ノイズ
  - PRBS : 疑似ランダム・ビット・シーケンス (多項式PN7)
- ノイズを変調波形として使用することはできますが、ノイズ、任意波形、DCを搬送波波形として使用することはできません。
- フロント・パネル操作: FMを選択した後、**Shape**ソフトキーを押します。
- リモート・インターフェース操作:

```
FM:INTernal:FUNCTION
{SINusoid|SQUARE|RAMP|NRAMP|TRIangle|
 NOISE|PRBS|ARB}
```

## 変調波形周波数

波形発生器では、FMに対して内部または外部変調源が使用できます。

- 変調周波数（内部変調源）：1 μHz～30 MHz。  
デフォルトは10 Hz。
- フロント・パネル操作：FMを選択した後、**FM Freq**ソフトキーを押します。
- リモート・インターフェース操作：

```
[SOURce [1 | 2] :] FM:INTERNAL:FREQuency  
{<周波数> | MINimum | MAXimum}
```

3

## 周波数偏移

周波数偏移設定は、被変調波形の周波数の搬送波周波数からのピーク偏移を表します。

搬送波がPRBSの場合、周波数偏移によって、ビット・レートが設定周波数の半分だけ変化します。例えば、偏移が10 kHzの場合、ビット・レートは5 KBPSだけ変化します。

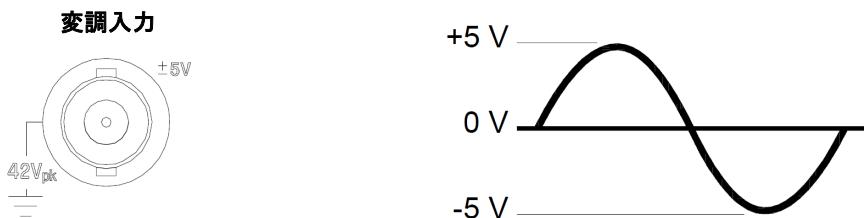
- 周波数偏移：1 μHz～（搬送波周波数）/2。デフォルトは100 Hz。
- 搬送波周波数は、常に偏移以上でなければなりません。偏移を搬送波周波数よりも大きい値に（FMがオンの状態で）設定しようとすると、偏移は現在の搬送波周波数で使用できる最大値に制限されます。
- 搬送波周波数と偏移の和は、選択した波形の最大周波数 +100 kHz（正弦波と方波では30.1 MHz、ランプでは300 kHz）以下でなければなりません。偏移を無効な値に設定しようとすると、偏移は現在の搬送波周波数で使用できる最大値に制限されます。
- フロント・パネル操作：FMをオンにした後、**Freq Dev**ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な偏移を入力します。
- リモート・インターフェース操作：

```
FM:DEVIation {<ピーク偏移 (Hz)> | MINimum | MAXimum}
```

## 変調源

波形発生器では、FMに対して内部または外部変調源が使用できます。

- 変調源：内部（デフォルト）、別チャネル、外部。
- 外部変調源を選択した場合は、搬送波波形は外部波形によって変調されます。周波数変調は、リア・パネルの*Modulation In*コネクタに存在する $\pm 5\text{ V}$ の信号レベルによって制御されます。例えば、偏移を $10\text{ kHz}$ に設定した場合は、 $+5\text{ V}$ の信号レベルは周波数の $10\text{ kHz}$ の増加に対応します。外部信号レベルが低いほど偏移は小さくなり、負の信号レベルでは周波数が搬送波周波数より低くなります。外部変調入力の $-3\text{ dB}$ 帯域幅は $100\text{ kHz}$ です。



- フロント・パネル操作：FMを選択した後、**Source**ソフトキーを押します。
- リモート・インターフェース操作：

FM:SOURce { INTernal | EXTernal | CH1 | CH2 }

## 位相変調 ( $\Phi M$ )

被変調波形は、*搬送波波形*と*変調波形*から構成されます。 $\Phi M$ はFMとよく似ていますが、 $\Phi M$ の場合は、被変調波形の位相が、変調波形の瞬時電圧によって変化します。

位相変調の基本については、第5章「チュートリアル」を参照してください。

3

### $\Phi M$ 変調を選択するには

- 波形発生器では、一度にオンにできる変調モードは1つだけです。 $\Phi M$ をオンになると、それまでの変調モードはオフになります。
- 波形発生器では、掃引やバーストがオンのときに、 $\Phi M$ をオンにすることはできません。 $\Phi M$ をオンにすると、掃引またはバースト・モードはオフになります。
- フロント・パネル操作: 他の変調パラメータを設定する前に、PMを選択する必要があります。[Modulate]を押し、TypeソフトキーでPMを選択します。搬送波周波数、変調周波数、出力振幅、オフセット電圧の現在の設定を使用して、 $\Phi M$ 波形が 出力されます。
- リモート・インターフェース操作: 何回も波形を変更することを避けるために、他の変調パラメータを設定した後で、 $\Phi M$ をオンにします。

PM:STATe {OFF|ON}

## 搬送波波形形状

- ΦM搬送波形状：正弦波（デフォルト）、方形波、パルス、PRBS、ランプ、任意波形。ノイズやDCを搬送波波形として使用することはできません。
- フロント・パネル操作：を押し、**Noise**、**DC**以外の任意の波形を選択します。任意波形の場合は、**Arb**と**Arbs**を押し、**Select Arb**を押してアクティブ波形を選択します。
- リモート・インターフェース操作：

FUNCTION

{SINusoid|SQUARE|RAMP|PULSe|PRBS|NOISe|ARB}

APPLYコマンドを使用して、機能、周波数、振幅、オフセットを1つのコマンドで選択することもできます。

搬送波が任意波形の場合、変調によって変化するのは、任意波形サンプル・セットで定義されたフル・サイクルではなく、サンプル・クロックです。このため、任意波形へのパルス変調の適用は制限されます。

## 搬送波周波数

最大搬送波周波数は、選択した機能によって下に示すように異なります。搬送波周波数は、ピーク変調周波数の20倍より大きい必要があります。デフォルトは、すべての機能で1 kHzです。

機能	最小周波数	最大周波数
正弦波	1 μHz	30 MHz
方形波	1 μHz	30 MHz
ランプ／三角波	1 μHz	200 kHz
パルス	1 μHz	30 MHz
PRBS	1 mBPS	50 MBPS
任意波形	1 μサンプル/s	250 Mサンプル/s

フロント・パネル操作：搬送波周波数を設定するには、選択した機能に対する **Frequency** ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な周波数を入力します。

- リモート・インターフェース操作：

```
[SOURce [1|2] :] FREQuency {<周波数>}|MINimum|MAXimum}
```

APPLyコマンドを使用して、機能、周波数、振幅、オフセットを1つのコマンドで選択することもできます。

## 変調波形形状

波形発生器では、ΦMに対して内部または外部変調源が使用できます。

- 変調波形形状（内部変調源）：正弦波（デフォルト）、方形波、パルス、上昇ランプ、下降ランプ、三角波、ノイズ、PRBS。
  - 方形波は50 %デューティ・サイクル 
  - 上昇ランプは100 %対称性 
  - 三角波は50 %対称性 
  - 下降ランプは0 %対称性 
  - ノイズ：白色ガウス・ノイズ
  - PRBS：疑似ランダム・ビット・シーケンス（多項式PN7）
- ノイズを変調波形として使用することはできますが、ノイズまたはDCを搬送波波形として使用することはできません。
- フロント・パネル操作：ΦMをオンにした後、**Shape**ソフトキーを押します。
- リモート・インターフェース操作：

```
PM:INTernal:FUNCTION {SINusoid|SQUARE|RAMP|NRAMP|
TRIangle|NOISE|PRBS|ARB}
```

## 変調波形周波数

波形発生器では、ΦMに対して内部または外部変調源が使用できます。外部変調入力の−3 dB帯域幅は100 kHzです。

- 変調周波数（内部変調源）：1 μHz～30 MHz。デフォルトは10 Hz。
- フロント・パネル操作：ΦMをオンにした後、**PM Freq**ソフトキーを押します。
- リモート・インターフェース操作：

```
[SOURce [1 | 2] :] PM:INTERNAL:FREQuency  
{<周波数> | MINimum | MAXimum}
```

## 位相偏移

位相偏移設定は、被変調波形の位相の搬送波波形からのピーク偏移を表します。位相偏移は、0～360° の範囲で設定できます。デフォルトは180° です。

- フロント・パネル操作：ΦMをオンにした後、**Phase Dev**ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な偏移を入力します。
- リモート・インターフェース操作：

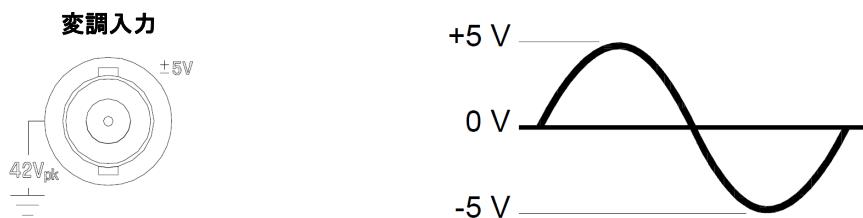
```
PM:DEViation {<偏移 (°)> | MINimum | MAXimum}
```

搬送波が任意波形の場合、偏移はサンプル・クロックに適用されます。したがって、任意波形全体で観察される影響は、標準波形の場合よりもはるかに小さくなります。減少の程度は、任意波形のポイント数によって異なります。

## 変調源

波形発生器では、ΦMに対して内部または外部変調源が使用できます。

- 変調源：内部（デフォルト）、別チャネル、外部。
- 外部変調源を選択した場合は、搬送波波形は外部波形によって変調されます。位相変調は、リア・パネルの*Modulation In*コネクタに存在する±5 Vの信号レベルによって制御されます。例えば、偏移を180°に設定した場合は、+5 Vの信号レベルは180°の位相シフトに対応します。外部信号レベルが低いほど、偏移は小さくなります。



- フロント・パネル操作：ΦMをオンにした後、**Source**ソフトキーを押します。
- リモート・インターフェース操作：

```
PM:SOURce {INTernal|EXTernal}
```

## 周波数シフト・キーイング (FSK) 変調

FSK変調を使用することで、波形発生器が出力周波数を2つのプリセット値の間で切り替えるように設定できます。出力が2つの周波数（「搬送波周波数」と「ホップ周波数」）の間で切り替わる速度は、内部レート・ジェネレータまたはリア・パネルの“Ext Trig”コネクタの信号レベルによって決まります。

FSK変調の基本については、[第5章「チュートリアル」](#)を参照してください。

### FSK変調を選択するには

- 波形発生器では、一度にオンにできる変調モードは1つだけです。FSKをオンにすると、それまでの変調モードはオフになります。
- 波形発生器では、掃引やバーストがオンのときに、FSKをオンにすることはできません。FSKをオンにすると、掃引またはバースト・モードはオフになります。
- フロント・パネル操作: 他の変調パラメータを設定する前に、FSKをオンにする必要があります。**Modulate**を押し、**Type**ソフトキーで**FSK**を選択します。搬送波周波数、出力振幅、オフセット電圧の現在の設定を使用して、FSK波形が出力されます。
- リモート・インターフェース操作: 何回も波形を変更することを避けるために、他の変調パラメータを設定した後で、FSKをオンにします。

FSKey:STATe {OFF|ON}

### FSK搬送波周波数

最大搬送波周波数は、選択した機能によって下に示すように異なります。デフォルトは、すべての機能で1 kHzです。

機能	最小周波数	最大周波数
正弦波	1 μHz	30 MHz
方形波	1 μHz	30 MHz
ランプ	1 μHz	200 kHz
パルス	1 μHz	30 MHz

外部変調源を選択した場合は、出力周波数は、リア・パネルのExt Trigコネクタの信号レベルによって決まります。ロジック・ロー・レベルが存在する場合は、搬送波周波数が outputされます。ロジック・ハイ・レベルが存在する場合は、ホップ周波数が outputされます。

- フロント・パネル操作：搬送波周波数を設定するには、選択した機能に対する Freq ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な周波数を入力します。
- リモート・インターフェース操作：

[SOURce [1 | 2] :] FREQuency {<周波数> | MINimum | MAXimum}

APPLyコマンドを使用して、機能、周波数、振幅、オフセットを1つのコマンドで選択することもできます。

## FSK「ホップ」周波数

最大オルタネート（「ホップ」）周波数は、選択した機能によって下に示すように異なります。デフォルトは、すべての機能で100 Hzです。

機能	最小周波数	最大周波数
正弦波	1 μHz	30 MHz
方形波	1 μHz	30 MHz
ランプ／三角波	1 μHz	200 kHz
パルス	1 μHz	30 MHz

内部変調波形は、50 %デューティ・サイクルの方形波です。

- 外部変調源を選択した場合は、出力周波数は、リア・パネルのExt Trigコネクタの信号レベルによって決まります。ロジック・ロー・レベルが存在する場合は、搬送波周波数が出力されます。ロジック・ハイ・レベルが存在する場合は、ホップ周波数が出力されます。
- フロント・パネル操作：「ホップ」周波数を設定するには、**Hop Freq**ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な周波数を入力します。
- リモート・インターフェース操作：

```
[SOURce[1|2]:]FSKey:FREQuency  
{<周波数>|MINimum|MAXimum}
```

## FSKレート

FSKレートとは、内部FSK変調源を選択した場合に、搬送波周波数とホップ周波数の間で出力周波数が切り替わるレートです。

- FSKレート（内部変調源）：125 μHz～1 MHz。デフォルトは10 Hz。
- 外部FSK変調源が選択されている場合は、FSKレートは無視されます。
- フロント・パネル操作：FSKレートを設定するには、**FSK Rate** ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要なレートを入力します。
- リモート・インターフェース操作：

```
FSKey:INTERNAL:RATE {<レート (Hz)>|MINimum|MAXimum}
```

## FSK変調源

- FSK変調源：内部（デフォルト）、外部。
- *Internal*変調源を選択した場合は、搬送波周波数とホップ周波数の間で出力周波数が切り替わるレートは、指定したFSKレートで決まります。
- 外部変調源を選択した場合は、出力周波数は、リア・パネルの*Ext Trig*コネクタの信号レベルによって決まります。ロジック・ロー・レベルが存在する場合は、搬送波周波数が出力されます。ロジック・ハイ・レベルが存在する場合は、ホップ周波数が出力されます。
- 最大外部FSKレートは1 MHzです。
- 外部制御FSK波形に使用されるコネクタ(*Ext Trig*)は、外部変調のAM、FM、ΦM、PWM波形に使用されるコネクタ(*Modulation In*)とは異なります。FSKに使用する場合は、*Ext Trig*コネクタのエッジ極性を調整することはできません。
- フロント・パネル操作：FSKをオンにした後、**Source**を押し、必要な変調源を選択します。
- リモート・インターフェース操作：

```
FSKey:SOURce {INTERNAL|EXTERNAL}
```

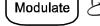
## パルス幅変調 (PWM)

パルス幅変調 (PWM) の場合は、パルス波形の幅が、変調波形の瞬時電圧によって変化します。パルスの幅は、パルス幅 (周期と同様に時間単位で表現) で表すか、デューティ・サイクル (周期の%で表現) で表します。波形発生器では、内部または外部変調源が使用できます。

パルス幅変調の基本については、第5章「チュートリアル」を参照してください。

### PWM変調を選択するには

3

- 波形発生器では、PWMはパルス波形に対してのみ選択できます。
- 波形発生器では、掃引やバーストがオンのときに、PWMをオンにすることはできません。
- フロント・パネル操作: 他の変調パラメータを設定する前に、PWMをオンにする必要があります。を押し、**Pulse**を選択し、と**Modulate**を押して、変調をオンにします。PWMは、パルスに対してサポートされる唯一の変調方式として選択されます。パルス周波数、変調周波数、出力振幅、オフセット電圧、パルス幅、エッジ時間の現在の設定を使用して、PWM波形が出力されます。
- リモート・インターフェース操作: 何回も波形を変更することを避けるために、他の変調パラメータを設定した後で、PWMをオンにします。

PWM:STATE {OFF|ON}

## 変調波形形状

波形発生器では、PWMに対して内部または外部変調源が使用できます。

- 変調波形形状（内部変調源）：正弦波（デフォルト）、方形波、パルス、上昇ランプ、下降ランプ、三角波、ノイズ、PRBS。
  - 方形波は50 %デューティ・サイクル 
  - 上昇ランプは100 %対称性 
  - 三角波は50 %対称性 
  - 下降ランプは0 %対称性 
  - ノイズ：白色ガウス・ノイズ
  - PRBS：疑似ランダム・ビット・シーケンス（多項式PN7）
- ノイズを変調波形として使用することはできますが、ノイズ、任意波形、DCを搬送波波形として使用することはできません。
- フロント・パネル操作：PWMをオンにした後、**Shape**ソフトキーを押します。
- リモート・インターフェース操作：

```
PWM:INTernal:FUNCTION {SINusoid|SQUare|RAMP|NRAMP|
TRIangle|NOISE|PRBS|ARB}
```

## 変調波形周波数

波形発生器では、PWMに対して内部または外部変調源が使用できます。外部変調入力の-3 dB帯域幅は100 kHzです。

- 変調周波数（内部変調源）：1 μHz～30 MHz。デフォルトは10 Hz。
- フロント・パネル操作：PWMをオンにした後、**PWM Freq**ソフトキーを押します。
- リモート・インターフェース操作：

```
[SOURce [1 | 2] :] PWM:INTernal:FREQuency  
{<周波数> | MINimum | MAXimum}
```

3

## 幅またはデューティ・サイクル偏移

PWM偏移設定は、被変調パルス波形の幅のピーク偏移を表します。幅偏移は、時間またはデューティ・サイクル単位で設定できます。

- フロント・パネル操作：PWMをオンにした後、**Phase Dev**ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な偏移を入力します。偏移をデューティ・サイクルで設定するには、**Units**を押し、**Width/Duty Cyc**ソフトキーを**Duty Cyc**ソフトキーに切り替えます。次に、**Parameters**、**Duty Cycle**を押し、ノブまたはテンキーを使って、必要なデューティ・サイクルを入力します。
- リモート・インターフェース操作：

```
PWM:DEVIation {<幅またはデューティ・サイクル>  
| MINimum | MAXimum}
```

- 指定するパルス幅と偏移の和は、下に示すように、周期と最小パルス幅の差よりも小さくなければなりません。

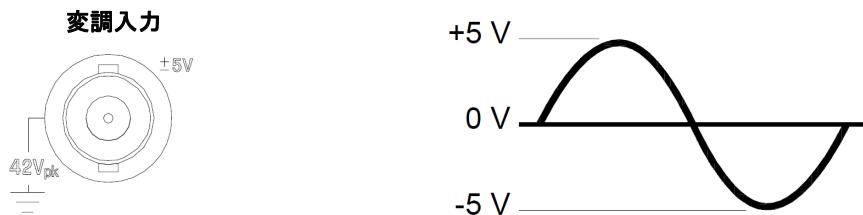
$$\text{パルス幅} + \text{偏移} \leq \text{周期} - 16 \text{ ns}$$

- 必要な場合、指定した周期に合わせて自動的に偏移が調整されます。

## 変調源

波形発生器では、PWMに対して内部または外部変調源が使用できます。

- 変調源：内部（デフォルト）、別チャネル、外部。
- 外部変調源を選択した場合は、搬送波波形は外部波形によって変調されます。幅変調は、リア・パネルの*Modulation In*コネクタに存在する $\pm 5\text{ V}$ の信号レベルによって制御されます。例えば、偏移を $1\text{ }\mu\text{s}$ に設定した場合は、 $+5\text{ V}$ の信号レベルは幅の $1\text{ }\mu\text{s}$ の増加に対応します。外部信号レベルが低いほど、偏移は小さくなります。



- フロント・パネル操作: PWMをオンにした後、**Source**ソフトキーを押します。
- リモート・インターフェース操作:

```
PWM:SOURCe {INTERNAL|EXTERNAL}
```

## パルス波形

- PWMの波形形状としてはパルスだけがサポートされます。
- フロント・パネル操作:  を押し、**Pulse**を押します。
- リモート・インターフェース操作:

FUNCTION PULSe

APPLYコマンドを使用して、機能、周波数、振幅、オフセットを1つのコマンドで選択することもできます。

## パルス周期

パルス周期の範囲は33 ns～1,000,000 sです。デフォルトは100 μsです。

- フロント・パネル操作: パルス機能を選択した後、 を押し、**Frequency/Period**ソフトキーを押して**Period**に切り替えます。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要なパルス周期を入力します。テンキーを使用した場合は、ソフトキーを押して単位を指定します。
- リモート・インターフェース操作:

FUNCTION:PULSe:PERiod {<秒数>|MINimum|MAXimum}

波形の周期によって、最大偏移が制限されます。

## パルス幅またはデューティ・サイクル

パルス幅またはデューティ・サイクルは、変調信号がない場合の公称パルス幅を設定します。偏移の量はこの値に適用されます。

## 加算変調 (Sum)

加算変調 (Sum) では、変調信号が搬送波波形に加算されます。代表的な用途は、ガウシアン・ノイズを搬送波信号に加算することです。波形発生器では、内部または外部変調源が使用できます。

### 加算変調を選択するには

- 波形発生器では、変調信号を搬送波に、搬送波波形振幅の%で、0.01 %の分解能で加算できます。
- 波形発生器では、任意の搬送波波形に加算変調を適用できます。
- フロント・パネル操作: 他の変調パラメータを設定する前に、Sumをオンにする必要があります。を押し、**Square**を選択します。を押し、**Type**、**Sum**を押します。この時点で、他の変調パラメータを指定できます。その後、**Modulate**を押して変調をオンにします。
- リモート・インターフェース操作: 何回も波形を変更することを避けるために、他の変調パラメータを設定した後で、Sumをオンにします。

SUM:STATE {OFF|ON}

## 変調波形形状

波形発生器では、Sumに対して内部または外部変調源が使用できます。

- 変調波形形状 (内部変調源) : 正弦波 (デフォルト)、方形波、パルス、上昇ランプ、下降ランプ、三角波、ノイズ、PRBS、任意波形。

- 方形波は50 %デューティ・サイクル



- 上昇ランプは100 %対称性



- 三角波は50 %対称性



- 下降ランプは0 %対称性



- PRBSはPN7シーケンスを使用

- フロント・パネル操作: Sumをオンにした後、**Shape**ソフトキーを押します。
- リモート・インターフェース操作:

```
SUM:INTernal:FUNCTION
{SINusoid|SQUARE|PULSE|RAMP|NRAMP|TRIangle|
NOISE|PRBS}
```

## 変調波形周波数

波形発生器では、Sumに対して内部または外部変調源が使用できます。

- 変調周波数 (内部変調源) : 1 μHz～30 MHz。  
デフォルトは100 Hz。
- フロント・パネル操作: Sumをオンにした後、**Sum Freq**ソフトキーを押します。
- リモート・インターフェース操作:

```
[SOURce[1|2]:]SUM:INTernal:FREQuency
{<周波数>|MINimum|MAXimum}
```

## 加算振幅

加算振幅は、搬送波に加算される信号の振幅を（搬送波振幅の%で）表します。

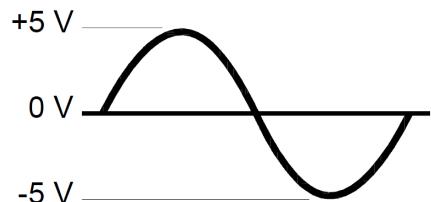
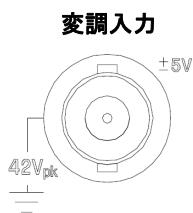
- 振幅設定：搬送波振幅の0～100 %、0.01 %の分解能。
- 加算振幅設定は、搬送波振幅の一定の割合を維持し、搬送波振幅の変化に追随します。
- フロント・パネル操作：Sumを選択した後、**Sum Ampl**ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な振幅を入力します。
- リモート・インターフェース操作：

SUM:AMPLitude {<振幅>}|MINimum|MAXimum}

## 変調源

波形発生器では、Sumに対して内部または外部変調源が使用できます。

- 変調源：内部（デフォルト）、別チャネル、外部。
- 外部変調源を選択した場合は、搬送波波形に外部波形が加算されます。振幅は、リア・パネルのModulation Inコネクタに存在する±5 Vの信号レベルによって制御されます。例えば、加算振幅を10 %に設定した場合は、変調信号が+5 Vのときに、出力は最大振幅（搬送波振幅の110 %）になります。変調信号が-5 Vのときに、出力は最小振幅（搬送波振幅の90 %）になります。



- フロント・パネル操作：Sumをオンにした後、Sourceソフトキーを押します。
- リモート・インターフェース操作：

SUM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}

## 周波数掃引

周波数掃引モードでは、波形発生器はスタート周波数からトップ周波数まで、指定された掃引速度で変化します。周波数が上昇または下降する方向に、リニアまたはログ間隔で掃引できます。また、外部または手動トリガを印加することにより1回の掃引（スタート周波数からトップ周波数までの1行程）を出力するように波形発生器を設定することもできます。周波数掃引は、正弦波、方形波、パルス、ランプ、任意波形を使って実行できます（PRBS、ノイズ、DCは使用できません）。

ホールド・タイム（掃引がトップ周波数に留まる時間）を指定できます。また、戻り時間（周波数がトップ周波数からスタート周波数までリニアに変化するのにかかる時間）も指定できます。

掃引の基本については、第5章「チュートリアル」を参照してください。

### 掃引を選択するには

- 波形発生器では、掃引モードをバーストや各種変調モードと一緒にオンにすることはできません。掃引をオンにすると、掃引またはバースト・モードはオフになります。
- フロント・パネル操作:他の掃引パラメータを設定する前に、掃引をオンにする必要があります。**Sweep** を押し、**Sweep**を押すと、周波数、出力振幅、オフセットの現在の設定を使用して、掃引が出力されます。
- リモート・インターフェース操作:何回も波形を変更することを避けるために、他のパラメータを設定した後で、掃引モードをオンにします。

```
FREQuency:MODE SWEEP  
SWEep:STATE {OFF|ON}
```

## スタート周波数とストップ周波数

スタート周波数とストップ周波数は、掃引の上下の周波数境界を設定します。掃引はスタート周波数から始まり、ストップ周波数まで実行された後、スタート周波数まで戻ります。

- スタート／ストップ周波数：1 μHz～30 MHz（ランプの場合は200 kHzに制限）  
掃引は周波数レンジ全体にわたって位相連続です。デフォルトのスタート周波数は100 Hzです。デフォルトのストップ周波数は1 kHzです。
- 周波数が増加する方向に掃引するには、スタート周波数をストップ周波数より低く設定します。周波数が減少する方向に掃引するには、スタート周波数をストップ周波数より高く設定します。
- 同期設定がNormalに設定されている場合は、同期パルスは掃引の全期間でハイになります。
- 同期設定がCarrierに設定されている場合は、同期パルスは各波形サイクルに対して50 %のデューティ・サイクルになります。
- 同期設定がMarkerに設定されている場合は、同期パルスは開始時にハイになり、マーカ周波数でローになります。
- フロント・パネル操作：掃引をオンにした後、Start FreqまたはStop Freqソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な周波数を入力します。
- リモート・インターフェース操作：

```
[SOURce [1 | 2] :] FREQuency:START  
{<周波数> | MINimum | MAXimum}  
[SOURce [1 | 2] :] FREQuency:STOP  
{<周波数> | MINimum | MAXimum}
```

## 中心周波数と周波数スパン

必要な場合は、掃引の周波数境界を、**中心周波数**と**周波数スパン**を使って設定することができます。これらのパラメータの働きは、スタート周波数／トップ周波数（前ページを参照）と同等であり、便宜のために用意されています。

- 中心周波数：1 μHz～30 MHz（ランプの場合は200 kHzに制限）デフォルトは550 Hz。
- 周波数スパン：−30 Hz～30 MHz（ランプの場合は200 kHzに制限）デフォルトは900 Hz。
- 周波数が**増加**する方向に掃引するには、正の周波数スパンを設定します。  
周波数が**減少**する方向に掃引するには、負の周波数スパンを設定します。
- マーカがオフの掃引の場合は、同期信号は50 %デューティ・サイクルの方形波です。同期信号は掃引の開始時にTTL「ハイ」になり、掃引の中点で「ロー」になります。同期波形の周波数は、指定された掃引時間に等しくなります。信号はフロント・パネルのSyncコネクタから出力されます。
- マーカがオンの掃引の場合は、同期信号は掃引の開始時にTTL「ハイ」になり、マーカ周波数で「ロー」になります。信号はフロント・パネルのSyncコネクタから出力されます。
- フロント・パネル操作：掃引をオンにした後、**Units**を押し、**Start/Stop**を押して**Cntr/Span**ソフトキーに切り替えます。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な値を入力します。
- リモート・インターフェース操作：

```
[SOURce[1|2]:] FREQuency:CENTER
{<周波数>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:] FREQuency:SPAN
{<周波数>|MINimum|MAXimum}
```

## 掃引モード

掃引はリニアまたはログ間隔で実行できます。リニア掃引の場合は、出力周波数は掃引中にリニアに変化します。ログ掃引の場合は、出力周波数は対数的に変化します。

選択したモードは、掃引の戻り（ストップからスタートへ、設定されている場合）には影響しません。掃引の戻りは常にリニアです。

- 掃引モード：リニア（デフォルト）、対数、リスト。
- フロント・パネル操作：掃引をオンにした後、**Linear**ソフトキーをもう一度押して、リニア・モードと対数モードを切り替えます。
- リモート・インターフェース操作：

```
[SOURce[1|2]:] SWEep:SPACing {LINEar|LOGarithmic}
```

## 掃引時間

掃引時間は、スタート周波数からストップ周波数まで掃引するのに必要な秒数を指定します。掃引中の離散周波数ポイントの数は、掃引時間に基づいて波形発生器によって自動的に計算されます。

- 掃引時間：1 ms～250,000 s。デフォルトは1 s。即時トリガ・モードのリニア掃引の場合、合計掃引時間（ホールド時間と戻り時間を含む）の最大値は8,000 sです。その他のトリガ・モードでのリニア掃引の合計掃引時間の最大値は250,000 sで、対数掃引の合計掃引時間の最大値は500 sです。
- フロント・パネル操作：掃引をオンにした後、**Sweep Time**を押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な掃引時間を入力します。
- リモート・インターフェース操作：

```
[SOURce[1|2]:] SWEep:TIME {<秒数>|MINimum|MAXimum}
```

## ホールド時間

ホールド時間は、ストップ周波数に留まる秒数を指定します。これにより、一定時間だけストップ周波数を維持できます。デフォルトではこの値は0であり、掃引はただちにスタート周波数に戻ります。

- 戻り時間 : 0~3,600 s。デフォルトは0 s。
- フロント・パネル操作: 掃引をオンにした後、**Hold & Return**を押し、**Hold Time** ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な掃引時間を入力します。
- リモート・インターフェース操作:

```
SWEep:HTIMe {<秒数>}|MINimum|MAXimum}
```

## 戻り時間

戻り時間は、ストップ周波数からスタート周波数まで戻るのにかかる秒数を指定します。戻り中の離散周波数ポイントの数は、選択した戻り時間に基づいて波形発生器によって自動的に計算されます。

- 戻り時間 : 0~3,600 s。デフォルトは0 s。
- フロント・パネル操作: 掃引をオンにした後、**Hold & Return**を押し、**Return Time** ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な掃引時間を入力します。
- リモート・インターフェース操作:

```
SWEep:RTIMe {<秒数>}|MINimum|MAXimum}
```

## マーカ周波数

必要な場合は、フロント・パネルのSyncコネクタの同期信号が掃引中にロジック・ローになる周波数を設定できます。同期信号は常に、掃引の開始時にローからハイになります。

- マーカ周波数 : 1  $\mu$ Hz～30 MHz (ランプの場合は200 kHzに制限)。デフォルトは 500 Hz。
- 掃引モードをオンにした場合は、マーカ周波数は指定したスタート周波数とストップ周波数の間にあります。マーカ周波数をこの範囲内にない周波数に設定しようとした場合は、マーカ周波数はスタート周波数またはストップ周波数 (どちらか近い方) に自動的に設定されます。
- 同期オン設定は、掃引モードで使用されるマーカをオンにすることによってオーバライドされます (109ページを参照)。したがって、マーカをオンにした場合 (かつ掃引モードがオンになっている場合)、同期設定は無視されます。
- マーカ周波数をフロント・パネル・メニューから設定できるのは、同期ソースが掃引中のチャネルである場合だけです。
- フロント・パネル操作: 掃引をオンにした後、Triggerを押し、Sync Setupを押します。次に、ModeとMarkerを押します。最後に、Marker Freqを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要なマーカ周波数を入力します。
- リモート・インターフェース操作:

```
[SOURce [1 | 2] :] MARKer:FREQuency  
{<周波数> | MINimum | MAXimum}
```

## 掃引トリガ・ソース

掃引モードでは、波形発生器はトリガ信号を受信したときに1回の掃引を出力します。スタート周波数からストップ周波数までの1回の掃引の後に、波形発生器はスタート周波数を出力しながら次のトリガを待ちます。

- 掃引トリガ・ソース：内部（デフォルト）、外部、時間、手動。
- 内部（即時）ソースを選択した場合は、波形発生器は、ホールド時間、掃引時間、戻り時間の合計で決まるレートで連続掃引を出力します。このソースの掃引時間は、8,000 sに制限されます。
- 外部変調源を選択した場合は、波形発生器は、リア・パネルの*Ext Trig*コネクタに印加されるハードウェア・トリガを使用します。波形発生器は、*Ext Trig*で指定された極性のTTLパルスを受信するたびに、1回の掃引を開始します。
- トリガ周期は、指定された掃引時間以上でなければなりません。
- 手動ソースを選択した場合は、波形発生器は、フロント・パネルのTriggerキーが押されるたびに、1回の掃引を出力します。
- フロント・パネル操作：*Trigger*を押し、Trigger Setupソフトキーを押します。**Trg Src**を押し、必要なソースを選択します。

波形発生器が*Ext Trig*コネクタの立ち上がりエッジと立ち下がりエッジのどちらでトリガするかを指定するには、Triggerキーを押し、Trigger Setupソフトキーを押します。次に、Slopeソフトキーを押して必要なエッジを選択します。

- リモート・インターフェース操作：

```
TRIGger[1|2]:SOURce {IMMEDIATE|EXTernal|TIMer|BUS}
```

波形発生器が*Ext Trig*コネクタの信号の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジのどちらでトリガするかを指定するには、以下のコマンドを使用します。

```
TRIGger[1|2]:SLOPe {POSitive|NEGative}
```

詳細については、164ページの「トリガ」を参照してください。

## トリガ出力信号

トリガ出力信号は、リア・パネルの*Trig Out*コネクタに供給されます（掃引とバーストのみで使用されます）。これをオンになると、掃引の開始時に、立ち上がりエッジ（デフォルト）または立ち下がりエッジのTTL互換方形波が、*Trig Out*コネクタから出力されます。

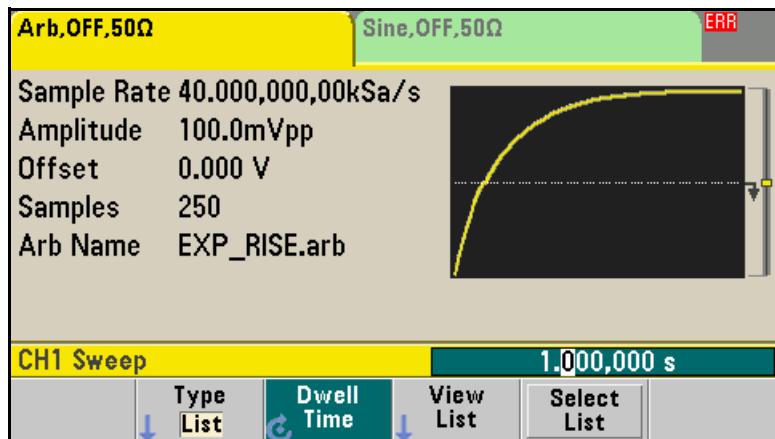
- 内部（即時）トリガ・ソースを選択した場合は、波形発生器は、掃引の開始時に、50 %デューティ・サイクルの方形波を*Trig Out*コネクタから出力します。波形の周波数は、指定された合計掃引時間に等しくなります。
- 外部トリガ・ソースを選択した場合は、波形発生器はトリガ出力信号を自動的にオフにします。*Trig Out*コネクタは2つの動作に同時に使用できません（外部トリガ波形は、掃引をトリガするために同じコネクタを使用します）。
- 手動トリガ・ソースを選択した場合は、波形発生器は、各掃引またはバーストの開始時に、パルス（パルス幅>1 μs）を*Trig Out*コネクタから出力します。
- 波形発生器が*Ext Trig*コネクタの立ち上がり エッジと立ち下がり エッジのどちらでトリガするかを指定するには、Triggerを押し、**Trig Out Setup**ソフトキーを押します。次に、**Trig Out**ソフトキーを押して必要なエッジを選択します。
- リモート・インターフェース操作：

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}  
OUTPut:TRIGGER {OFF|ON}
```

## 周波数リスト

周波数リスト・モードでは、ファンクション・ジェネレータはリスト内の周波数を順番に出力し、各周波数で指定された時間だけ待機します。リスト内の進行をトリガ・システムで制御することもできます。

- ファンクション・ジェネレータでは、リスト・モードをバーストや各種変調モードと一緒にオフにすることはできません。周波数リストをオフにすると、掃引またはバースト・モードはオフになります。
- フロント・パネル操作：他のリスト・パラメータを設定する前に、リストをオンにする必要があります。[Sweep] を押し、Typeを押し、Listを押して、リストのセットアップを開始します。以下のようなメニューが開きます。



- リモート・インターフェース操作：何回も波形を変更することを避けるために、パラメータを設定した後で、リスト・モードをオフにします。

FREQuency:MODE LIST

LIST:FREQuency <数値>, <数値>, ...

リスト内の進行は、トリガ・システムによって制御されます。トリガ・ソースが内部または即時に指定されている場合は、各周波数に留まる時間は、持続時間設定 (LIST:DWELLコマンド) によって決まります。

他のトリガ・ソースを指定した場合は、持続時間はトリガ・イベントの間隔によって決まります。

## バースト・モード

波形発生器では、指定したサイクル数からなる波形を出力できます。これをバーストと呼びます。バーストは、正弦波、方形波、三角波、ランプ、パルス、PRBS、任意波形を使って発生できます（ノイズはゲーティッド・バースト・モードでのみ使用でき、DCは使用できません）。

バースト・モードの基本については、[第5章「チュートリアル」](#)を参照してください。

3

### バーストを選択するには

- 波形発生器では、バーストを掃引や各種変調モードと同時にオンにすることはできません。バーストをオンにすると、掃引、リスト、変調モードはオフになります。
- フロント・パネル操作: 他のバースト・パラメータを設定する前に、バーストをオンにする必要があります。**Burst On/Off**を押すと、周波数、出力振幅、オフセット電圧の現在の設定を使用して、バーストが出力されます。
- リモート・インターフェース操作: 何回も波形を変更することを避けるために、他のパラメータを設定した後で、バースト・モードをオンにします。

```
[SOURce [1|2] :]BURSt:STATE {OFF|ON}
```

## 第3章 特長と機能 バースト・モード

### バースト・モード

バーストは、以下に示す2つのモードで使用できます。選択したモードによって、使用可能なトリガ・モードと、他のいくつかのバースト・パラメータが適用されるかどうかが決まります（下の表を参照）。

- **トリガ・バースト・モード**：このモード（デフォルト）では、波形発生器は、トリガを受信するたびに、指定されたサイクル数（バースト・カウント）の波形を出力します。指定されたサイクル数を出力した後、波形発生器は停止し、次のトリガを待ちます。波形発生器が内部トリガを使用してバーストを開始するように設定することも、フロント・パネルのTriggerキーを押すか、リア・パネルのExt Trigコネクタにトリガ信号を印加するか、リモート・インターフェースからソフトウェア・トリガ・コマンドを送信することにより、外部トリガを供給することもできます。
- **外部ゲーティッド・バースト・モード**：このモードでは、リア・パネルのExt Trigコネクタに印加される外部信号のレベルに応じて、出力波形が「オン」または「オフ」になります。ゲート信号が真の場合に、波形発生器は連続波形を出力します。ゲート信号が偽になると、現在の波形サイクルが終了され、波形発生器は選択された波形のスタート・バースト位相に対応する電圧レベルを維持しながら停止します。ノイズ波形の場合は、ゲート信号が偽になると出力はただちに停止します。

	バースト・モード (BURS:MODE)	バースト・カウント (BURS:NCYC)	バースト周期 (BURS:INT:PER)	バースト位相 (BURS:PHAS)	トリガ・ソース (TRIG:SOUR)
トリガ・バースト・モード： 内部トリガ	TRIGgered	使用可能	使用可能	使用可能	IMMEDIATE
トリガ・バースト・モード： 外部トリガ	TRIGgered	使用可能	使用不可	使用可能	EXTernal、BUS
ゲーティッド・バースト・モード： 外部トリガ	GATED	使用不可	使用不可	使用可能	使用不可
タイマ・バースト・モード： 内部トリガ	TRIGgered	使用可能	使用不可	使用可能	TIMER

- ゲーティッド・モードを選択した場合は、バースト・カウント、バースト周期、トリガ・ソースは無視されます（これらのパラメータは、トリガ・バースト・モードでのみ用いられます）。手動トリガを受信した場合は、トリガは無視され、エラーは発生しません。
- ゲーティッド・モードを選択した場合は、リア・パネルの*Ext Trig*コネクタの極性も選択できます。
- フロント・パネル操作：バーストをオンにした後、**N Cycle**（トリガ）または**Gated**ソフトキーを押します。

リモート・インターフェース操作：

[SOURce [1|2] :] BURSt:MODE {TRIGgered|GATed}

*Ext Trig*コネクタの外部ゲート信号の極性を選択するには、以下のコマンドを使用します。デフォルトはNORM（真=ハイ・ロジック）です。

[SOURce [1|2] :] BURSt:GATE:POLarity {NORMal|INVerted}

## 波形周波数

波形周波数は、トリガおよび外部ゲーティッド・モードでのバーストの信号周波数を定義します。トリガ・モードでは、バースト・カウントで指定された数のサイクルが波形周波数で出力されます。外部ゲーティッド・モードでは、外部ゲート信号が真のときに波形周波数が出力されます。

波形周波数は「バースト周期」とは異なることに注意してください。バースト周期は、バーストとバーストの間の間隔を指定します（トリガ・モードのみ）。

- 波形周波数: 1 μHz～30 MHz (ランプの場合は200 kHzに制限) デフォルトの波形周波数は1 kHzです (内部トリガ・バースト波形の場合は、最小周波数は126 μHzです)。正弦波、方形波、三角波、ランプ、パルス、任意波形が選択できます (ノイズはゲーティッド・バースト・モードでのみ使用でき、DCは使用できません)。
- フロント・パネル操作: 波形周波数を設定するには、選択した機能に対する**Freq**ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な周波数を入力します。
- リモート・インターフェース操作:

```
[SOURce[1|2]:] FREQuency {<周波数>|MINimum|MAXimum}
```

APPLyコマンドを使用して、機能、周波数、振幅、オフセットを1つのコマンドで選択することもできます。

## バースト・カウント

バースト・カウントは、1回のバーストで出力されるサイクル数を定義します。トリガ・バースト・モード（内部または外部ソース）のみで使用されます。

- バースト・カウント：1～100,000,000サイクル、1サイクル単位。無限バースト・カウントも選択できます。デフォルトは1サイクルです。
- 内部トリガ・ソースを選択した場合は、指定された数のサイクルが、バースト周期設定で決まるレートで連続的に出力されます。バースト周期は、連続するバーストの開始間の時間です。
- 内部トリガ・ソースを選択した場合は、バースト・カウントは、以下のように、バースト周期と波形周波数の積よりも小さくなければなりません。

$$\text{バースト周期} > (\text{バースト・カウント}) / (\text{波形周波数}) + 1 \mu\text{s}$$

- 波形発生器は、指定されたバースト・カウントに合わせて、バースト周期を最大値まで自動的に増やします（ただし、波形周波数は変更されません）
- ゲーティッド・バースト・モードを選択した場合は、バースト・カウントは無視されます。ただし、ゲーティッド・モードでバースト・カウントをリモート・インターフェースから変更した場合は、波形発生器は新しいカウントを記憶し、トリガ・モードが選択されたときに使用します。
- フロント・パネル操作：バースト・カウントを設定するには、**Burst** を押し、**# Cycles** ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、カウントを入力します。無限カウントのバーストを選択するには、**# Cycles** ソフトキーをもう一度押して、**Infinite** 設定に切り替えます。
- リモート・インターフェース操作：

```
[SOURce[1|2]:]BURSt:NCYCles
{<サイクル数>|INFinity|MINimum|MAXimum}
```

## バースト周期

バースト周期は、1つのバーストの開始から次のバーストの開始までの時間を定義します。内部トリガ・バースト・モードのみで使用されます。

バースト周期は「波形周波数」とは異なることに注意してください。波形周波数は、バースト信号の周波数を指定します。

- バースト周期：1 μs～8000 s。デフォルトは10 ms。
- バースト周期設定は、即時トリガがオンの場合のみ使用されます。手動または外部トリガがオンの場合（またはグーティッド・バースト・モードが選択されている場合）は、バースト周期は無視されます。
- 指定されたバースト・カウントと周波数で出力するのに短すぎるバースト周期を指定することはできません（下記を参照）。バースト周期が短すぎる場合は、波形発生器はバーストを連続的に再トリガするのに必要な値に自動的に調整します。
- フロント・パネル操作：バースト周期を設定するには、**Burst** Periodソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、周期を入力します。
- リモート・インターフェース操作：

```
[SOURce[1|2]:]BURSt:INTERNAL:PERiod  
{<秒数>|MINimum|MAXimum}
```

## スタート位相

スタート位相は、バーストのスタート位相を定義します。

- スタート位相： $-360^{\circ} \sim +360^{\circ}$  デフォルトは $0^{\circ}$ 。
- リモート・インターフェースからは、UNIT:ANGLコマンドを使用して、スタート位相を度またはラジアンで設定できます（詳細については『Agilent 33500 Series Programmer's Reference Help』を参照）。
- フロント・パネルでは、スタート位相は常に度で表示されます（ラジアンは使用できません）。リモート・インターフェースからスタート位相をラジアンで設定した後で、フロント・パネル操作に戻った場合は、位相は度に変換されます。
- 正弦波、方形波、ランプ波形の場合は、 $0^{\circ}$  は波形が0 V（またはDCオフセット値）と正の方向に交差するポイントです。任意波形の場合は、 $0^{\circ}$  はメモリにダウンロードされた最初の波形ポイントです。バースト位相はノイズ波形には影響しません。
- バースト位相は、ゲーティッド・バースト・モードでも使用されます。ゲート信号が偽になると、現在の波形サイクルが終了し、波形発生器は停止します。出力はスタート・バースト位相に対応する電圧レベルに留まります。
- フロント・パネル操作：バースト位相を設定するには、**Burst** を押し、**Start Phase** ソフトキーを押します。次に、ノブまたはテンキーを使って、必要な位相を度単位で入力します。
- リモート・インターフェース操作：

```
[SOURce [1 | 2] :] BURSt:PHASE {<角度>}|MINimum|MAXimum}
```

## バースト・トリガ・ソース

トリガ・バースト・モードでは、波形発生器は、トリガを受信するたびに、指定されたサイクル数（バースト・カウント）のバーストを出力します。指定されたサイクル数を出力した後、波形発生器は停止し、次のトリガを待ちます。電源投入時には、内部トリガ・バースト・モードがオンになります。

- 掃引トリガ・ソース：内部（デフォルト）、外部、タイマ、手動。
- 内部（即時）ソースを選択した場合は、バースト発生のレートは、バースト周期で決定されます。
- 外部変調源を選択した場合は、波形発生器は、リア・パネルの*Ext Trig*コネクタに印加されるハードウェア・トリガを使用します。波形発生器は、*Ext Trig*で指定された極性のTTLパルスを受信するたびに、指定されたサイクル数を出力します。バースト中に発生した外部トリガ信号は無視されます。
- 手動ソースを選択した場合は、波形発生器は、フロント・パネルのTriggerキーが押されるか、\*TRGコマンドが送信されるたびに、1回のバーストを出力します。
- 外部または手動トリガ・ソースを選択した場合は、バースト・カウントとバースト位相は有効ですが、バースト周期は無視されます。
- タイマ・トリガ・ソースを選択した場合は、測定器は50 %デューティ・サイクルのトリガ出力を使用します。
- フロント・パネル操作: Triggerキーを押し、Trigger Setupソフトキーを押し、Trg Srcソフトキーを押してソースを選択します。

波形発生器が*Ext Trig*コネクタの信号の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジのどちらでトリガするかを指定するには、Trigger Setupソフトキーを押します。次に、Slopeソフトキーで必要なエッジを選択します。

- リモート・インターフェース操作:

```
[TRIGger[1|2]:]TRIGger:SOURce  
{IMMEDIATE|EXTERNAL|TIMER|BUS}
```

波形発生器が*Ext Trig*コネクタの立ち上がりエッジと立ち下がりエッジのどちらでトリガするかを指定するには、以下のコマンドを使用します。

```
[TRIGger[1|2]:]TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}
```

トリガの詳細については、164ページの「トリガ」を参照してください。

3

## トリガ出力信号

「トリガ出力」信号は、リア・パネルの*Trig Out*コネクタに供給されます（バーストと掃引のみで使用されます）。これをオンにすると、バーストの開始時に、立ち上がりエッジ（デフォルト）または立ち下がりエッジのTTL互換パルス波形が、*Trig Out*コネクタから出力されます。

- 内部（即時）トリガ・ソースを選択した場合は、波形発生器は、バーストの開始時に、50 %デューティ・サイクルの方形波を*Trig Out*コネクタから出力します。波形の周波数は、指定されたバースト周期に等しくなります。
- 外部トリガ・ソースを選択した場合は、波形発生器はトリガ出力信号を自動的にオフにします。*Trig Out*コネクタは2つの動作に同時に使用できません（外部トリガ波形は、バーストをトリガするために同じコネクタを使用します）。
- 手動トリガ・ソースを選択した場合は、波形発生器は、各バーストの開始時に、パルス（パルス幅>1 μs）を*Trig Out*コネクタから出力します。
- フロント・パネル操作: バーストをオンにした後、Triggerを押し、**Trig Out Setup**ソフトキーを押します。次に、**Trig Out**ソフトキーを押して必要なエッジを選択します。
- リモート・インターフェース操作:

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}  
OUTPut:TRIGger {OFF|ON}
```

## トリガ

掃引とバーストのみに適用されます。掃引またはバーストのトリガを発生する方法には、内部トリガ、外部トリガ、タイマ・トリガ、手動トリガがあります。

- 内部（自動）トリガは、波形発生器の電源をオンにしたときのモードです。このモードでは、波形発生器は掃引またはバースト・モードが選択されたときに連続的に波形を出力します。
- 外部トリガは、リア・パネルの*Ext Trig*コネクタを使用して掃引またはバーストを制御します。波形発生器は、*Ext Trig*でTTLパルスを受信するたびに、1回の掃引を開始するか、1回のバーストを出力します。外部トリガ信号の立ち上がりエッジと立ち下りエッジのどちらで波形発生器がトリガするかを選択できます。
- 手動トリガは、フロント・パネルのTriggerキーを押すたびに、1回の掃引を開始するか、1回のバーストを出力します。このキーを繰り返し押すと、波形発生器を再トリガできます。
- リストを掃引している場合は、Triggerキーを押すと波形はリスト中の次の周波数に移動します。
- リモート・モードのときと、バーストまたは掃引以外の機能が選択されている場合には、Triggerキーは無効です。

## トリガ・ソースの選択

掃引とバーストのみに適用されます。波形発生器がトリガを受信するソースを指定する必要があります。

- 掃引／バースト・トリガ・ソース：内部（デフォルト）、外部、手動、タイマ。
- 波形発生器は、手動トリガまたはリア・パネルの*Ext Trig*コネクタからのハードウェア・トリガを受信するか、内部トリガを使用して掃引またはバーストを連続的に出力します。タイマに基づいてバーストをトリガすることもできます。電源投入時には、即時トリガが選択されています。

- トリガ・ソース設定は、**揮発性メモリ**に記録されます。電源をオフにするか、リモート・インターフェース・リセットを実行すると、ソースは内部トリガ（フロント・パネル）または即時（リモート・インターフェース）に設定されます（電源投入時ステートが工場設定に設定されている場合）。
- フロント・パネル操作:** 掃引またはバーストをオンにした後、**(Trigger)** を押し、**Trig Src** ソフトキーを押して必要なソースを選択します。
- リモート・インターフェース操作:**

TRIGger[1|2]:SOURce { IMMEDIATE|EXTernal|TImEr|BUS}

APPLYコマンドは、ソースを自動的に即時に設定します。

3

**即時トリガ** 内部トリガ・モードでは、波形発生器は掃引またはバーストを（掃引時間またはバースト周期の指定に応じて）連続的に出力します。これは、フロント・パネルとリモート・インターフェースの両方のデフォルトのトリガ・ソースです。

- フロント・パネル操作:** **(Trigger)** を押し、**Trg Src** を押して、**IMMEDIATE**を選択します。
- リモート・インターフェース操作:**

TRIGger:SOURce IMMEDIATE

**手動トリガ** 手動トリガ・モード（フロント・パネルのみ）では、フロント・パネルの**(Trigger)** キーを押すことで、波形発生器を手動でトリガできます。キーを押すたびに、波形発生器は1回の掃引を開始するか、1回のバーストを出力します。トリガ・メニューにいる間は**(Trigger)** キーが点灯し、波形発生器は手動トリガを待っています。トリガ・メニューにいないときに波形発生器が手動トリガを待っている場合は、**(Trigger)** キーが点滅します。測定器がリモート動作のときには、**(Trigger)** キーは使用できません。

**外部トリガ** 外部トリガ・モードでは、波形発生器は、リア・パネルの*Trig In*コネクタに印加されるハードウェア・トリガを使用します。波形発生器は、*Ext Trig*で指定されたエッジのTTLパルスを受信するたびに、1回の掃引を開始するか、1回のバーストを出力します。

次のページの「トリガ入力信号」も参照してください。

- **フロント・パネル操作:** 外部トリガ・モードは手動トリガ・モードに似ていますが、*Ext Trig*コネクタにトリガを印加する点が異なります。外部ソースを選択するには、(Trigger)を押し、**Trg Src**と**Ext**を押します。

波形発生器が立ち上がりエッジと立ち下がりエッジのどちらでトリガするかを指定するには、**Trigger Setup**ソフトキーを押し、**Slope**を押して必要なエッジ方向を選択します。

- **リモート・インターフェース操作:**

```
TRIGger:SOURce EXTERNAL
```

波形発生器が立ち上がりエッジと立ち下がりエッジのどちらでトリガするかを指定するには、以下のコマンドを使用します。

```
TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}
```

**ソフトウェア（バス）トリガ** バス・トリガ・モードは、リモート・インターフェースからのみ使用できます。このモードは、フロント・パネルからの手動トリガ・モードに似ていますが、バス・トリガ・コマンドを送信することによって波形発生器をトリガします。波形発生器は、バス・トリガ・コマンドを受信するたびに、1回の掃引を開始するか、1回のバーストを出力します。バス・トリガ・コマンドを受信すると、**Trigger** キーが点滅します。

- バス・トリガ・ソースを選択するには、以下のコマンドを送信します。

```
TRIGger:SOURce BUS
```

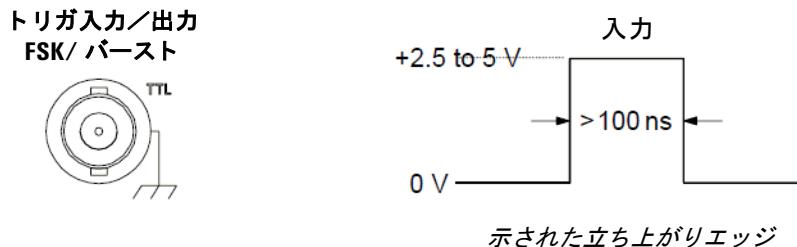
- バス・ソースが選択されているときに波形発生器をリモート・インターフェース (GPIB、USB、LAN) からトリガするには、TRIGまたは\*TRG (トリガ) コマンドを送信します。波形発生器がバス・トリガを待っているときには、フロント・パネルの**Trigger** キーが点灯します。

**タイマ・トリガ** タイマ・トリガ・モードは、一定の時間間隔でトリガを発生します。

- バス・トリガ・ソースを選択するには、以下のコマンドを送信します。

```
TRIGger:SOURce TIM
```

## トリガ入力信号



3

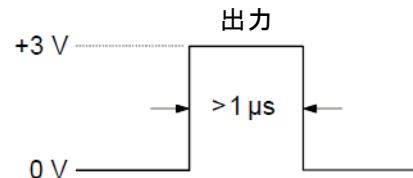
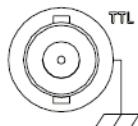
このリア・パネル・コネクタは、以下のモードで使用されます。

- トリガ掃引モード：外部ソースを選択するには、Trigger Setup ソフトキーを押してから Source Ext ソフトキーを選択するか、リモート・インターフェースから TRIG:SOUR EXT コマンドを実行します（掃引がオンになっている必要があります）。Ext Trigコネクタで立ち上がりまたは立ち下がりエッジ（指定された方）の TTLパルスを受信すると、波形発生器は1回の掃引を出力します。
- 外部変調FSK モード：外部変調モードをオンにするには、フロント・パネルの Source ソフトキーを押すか、リモート・インターフェースから FSK:SOUR EXT コマンドを実行します（FSKがオンになっている必要があります）。ロジック・ロー・レベルが存在する場合は、搬送波周波数が出力されます。ロジック・ハイ・レベルが存在する場合は、ホップ周波数が出力されます。最大外部FSKレートは100 kHzです。
- トリガ・バースト・モード：外部ソースを選択するには、Trigger Setup ソフトキーを押してから Source Ext ソフトキーを選択するか、リモート・インターフェースから TRIG:SOUR EXT コマンドを実行します（バーストがオンになっている必要があります）。波形発生器は、指定されたトリガ・ソースからトリガを受信するたびに、指定されたサイクル数（バースト・カウント）の波形を出力します。
- 外部ゲーティッド・バースト・モード：ゲーティッド・モードをオンにするには、バーストがオンのときに、Gated ソフトキーを押すか、リモート・インターフェースから BURS:MODE GAT を実行します。外部ゲート信号が真の場合に、波形発生器は連続波形を出力します。外部ゲート信号が偽になると、現在の波形サイクルが終了され、波形発生器はスタート・バースト位相に対応する電圧レベルを維持しながら停止します。ノイズの場合、ゲート信号が偽になると出力はただちに停止します。

## トリガ出力信号

「トリガ出力」信号は、リア・パネルの *Trig Out* コネクタに供給されます（掃引とバーストのみで使用されます）。これをオンにすると、掃引の開始時に、立ち上がりエッジ（デフォルト）または立ち下がりエッジの TTL互換方形波が、リア・パネルの *Trig Out* コネクタから出力されます。

トリガ入力／出力  
FSK/ バースト



示された立ち上がりエッジ

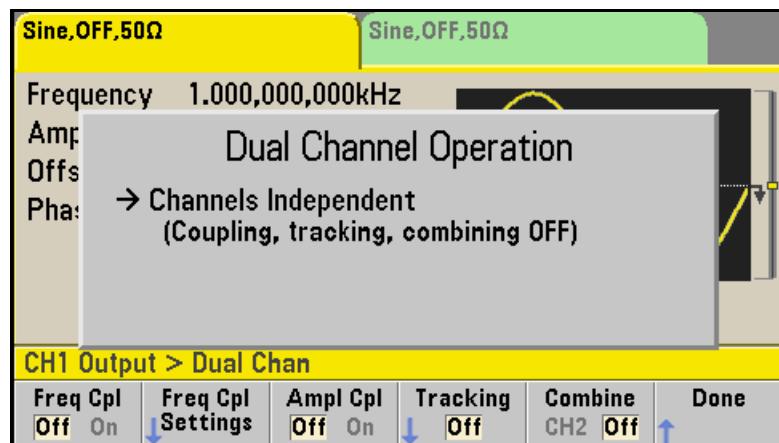
- 内部（即時）トリガ・ソースまたはタイマを選択した場合は、波形発生器は、掃引またはバーストの開始時に、50 %デューティ・サイクルの方形波を *Trig Out* コネクタから出力します。波形の周期は、指定された掃引時間またはバースト周期に等しくなります。
- 外部トリガ・ソースを選択した場合は、波形発生器はトリガ出力信号を自動的にオフにします。*Trig Out* コネクタは2つの動作に同時には使用できません（外部トリガ波形は、掃引またはバーストをトリガするために同じコネクタを使用します）。
- バス（ソフトウェア）または手動トリガ・ソースを選択した場合は、波形発生器は、各掃引またはバーストの開始時に、パルス（パルス幅  $>1 \mu\text{s}$ ）を *Trig Out* コネクタから出力します。
- フロント・パネル操作：掃引またはバーストをオンにした後、**Trig Out Setup**を押します。次に、**Trig Out**を押して必要なエッジを選択します。
- リモート・インターフェース操作：

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe { POSitive|NEGative }
OUTPut:TRIGGER { OFF|ON }
```

## デュアル・チャネル動作（33522Aのみ）

このセクションでは、33522Aのデュアル・チャネル動作に関する情報を記載します。デュアル・チャネル設定メニューに入るには、**1** または **2** を押し、**More**、**Dual Channel**を選択します。

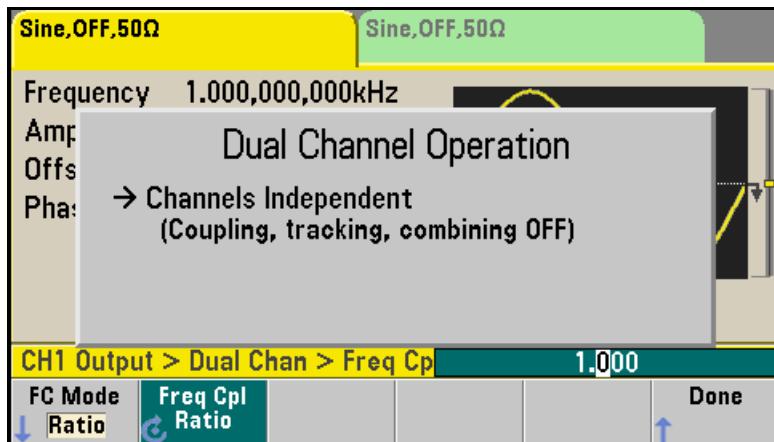
3



### 周波数運動

周波数運動は、2つのチャネルの周波数またはサンプリング・レートを連動させる機能です。チャネル周波数を一定の比またはオフセットでリンクすることができます。**Freq Cpl** ソフトキーを押して周波数運動をオン／オフし、**Freq Cpl Settings**を押して周波数運動を設定します。

**Freq Cpl Settings** ソフトキーを押すと、次に示すメニューが開きます。最初のソフトキーでは、周波数を比とオフセットのどちらで連動させるかを指定します。2番目のソフトキーでは、比またはオフセットの値を指定します。



## 振幅連動

振幅連動は、**Ampl Cpl** ソフトキーを押すことでオンになり、チャネル間の振幅とオフセット電圧を連動させる機能です。この場合、1つのチャネルの振幅またはオフセットを変更すると、両方のチャネルに影響します。

## トラッキング

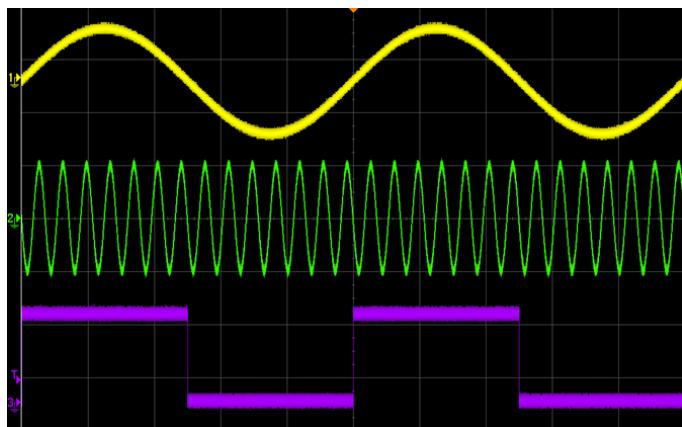
トラッキングは、**Tracking** ソフトキーによって設定され、オフ、オン、反転の3つのモードがあります。トラッキングがオフの場合、2つのチャネルは独立に動作します。トラッキングがオンの場合、2つのチャネルは1つとして動作します。3番目のモードである反転では、チャネルの出力が互いに反転した状態になり、2つの出力を使用して差動チャネルを構成できます。

### 第3章 特長と機能 デュアル・チャネル動作（33522Aのみ）

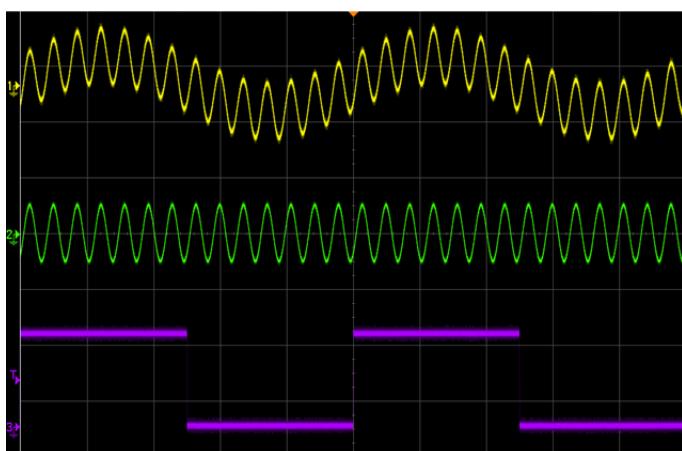
#### 結合

結合機能では、2つの出力を1つのコネクタに結合できます。Channel 1メニューで**CH2**を選択すると、2つのチャネルがチャネル1に結合されます。Channel 2メニューで**CH1**を選択すると、2つのチャネルがチャネル2に結合されます。

下の図で、上の波形はチャネル1の100 mVpp、1 kHzの正弦波であり、中央の波形はチャネル2の100 mVpp、14 kHzの正弦波です。下のトレースは、チャネル1から得られた同期信号です。



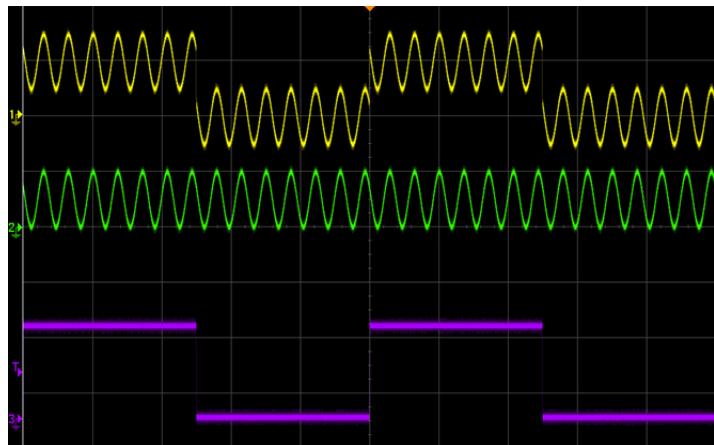
この図は、2つの出力がチャネル1に結合された様子を示します。



結合する信号は同じ種類でなくてもかまいません。例えば、次の図は、チャネル2の同じ14 kHz信号を、チャネル1の100 mVppの方波と結合した結果です。

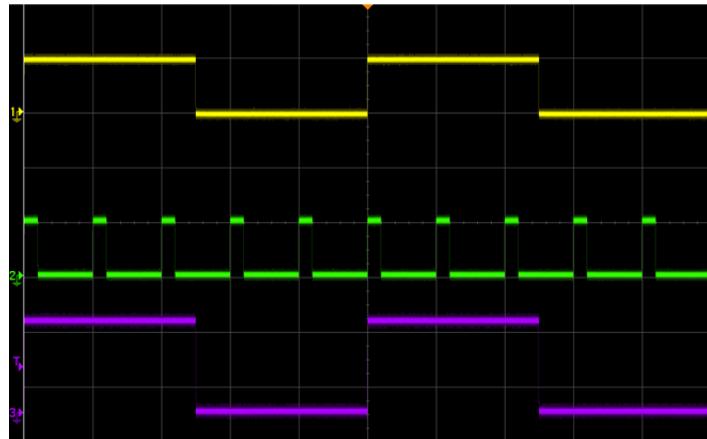


信号を結合した場合、DCオフセット値は加算されません。受け側のチャネルのDCオフセットだけが結合出力に適用されます。下の図は、チャネル1に50 mVのDCオフセットを指定した結果です。チャネル2に指定された50 mVのオフセットは無視されています。



### 第3章 特長と機能 デュアル・チャネル動作 (33522Aのみ)

ロジック信号の振幅は、他の信号と同じ方法で加算されます。論理ORでは結合されません。例えば、次のような信号があったとします。



これらを結合すると、次に示すように振幅が加算されます。結合された信号には、 $150\text{ mV}$ 、 $50\text{ mV}$ 、 $-50\text{ mV}$ の3つの電圧レベルがあります。これは、次の結合の結果です。

$$\text{CH1の}+50\text{ mV信号} + 50\text{ mV DCオフセット} + \text{CH2の}+50\text{ mV信号} = +150\text{ mV}$$

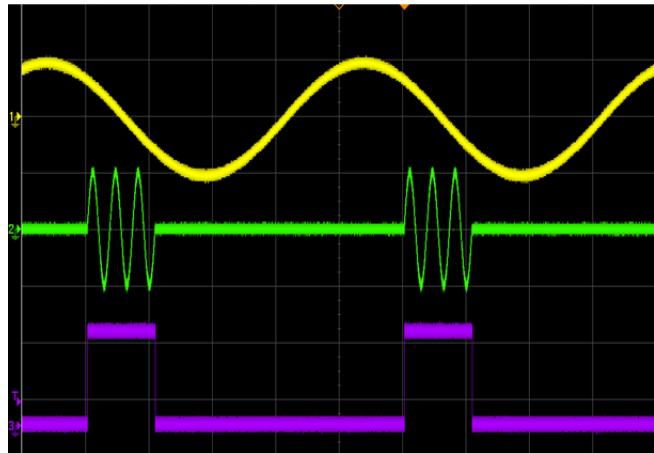
$$\text{CH1の}-50\text{ mV信号} + 50\text{ mV DCオフセット} + \text{CH2の}+50\text{ mV信号} = +50\text{ mV}$$

$$\text{CH1の}-50\text{ mV信号} + 50\text{ mV DCオフセット} + \text{CH2の}-50\text{ mV信号} = -50\text{ mV}$$

$$\text{CH1の}+50\text{ mV信号} + 50\text{ mV DCオフセット} + \text{CH2の}-50\text{ mV信号} = +50\text{ mV}$$

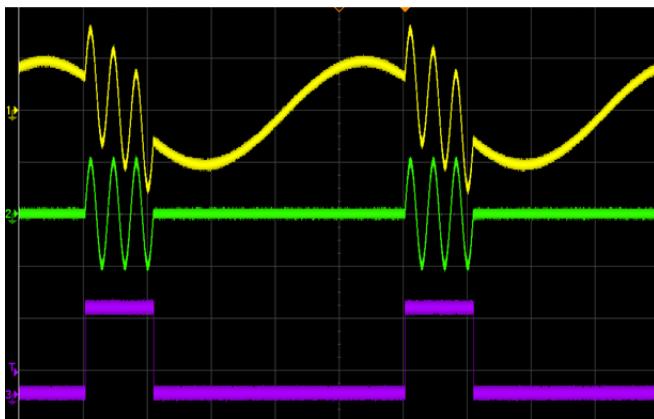


結合機能をバーストと組み合わせることもできます。例えば、下の図の場合、チャネル1に1 kHzの正弦波、チャネル2に14 kHz正弦波の3サイクルのバーストがあります。



3

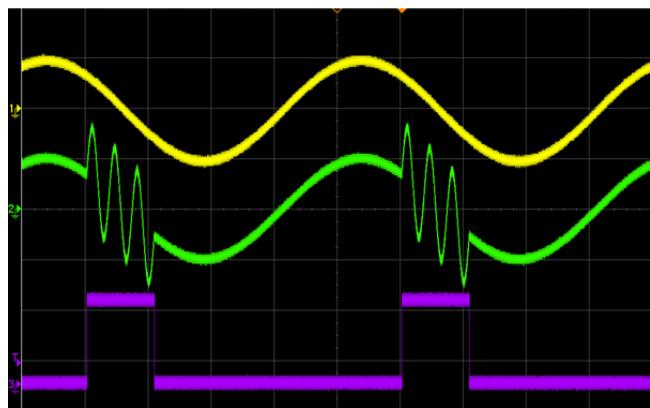
これらの信号をチャネル1に結合すると、結果は次に示すように2つの信号の単純な振幅加算になります。



第3章 特長と機能  
デュアル・チャネル動作（33522Aのみ）

3

次に示すように、チャネル2に信号を結合することもできます。



## システム関連の操作

このセクションでは、機器ステートの記録、電源オフ時設定のリコール、エラー条件、セルフテスト、フロント・パネル・ディスプレイの制御などに関する情報を記載します。この情報は、波形の発生には直接関連しませんが、波形発生器の操作の重要な一部です。

### 機器ステートの記録

Agilent 33500シリーズで機器ステートを記録して読み取る方法は2つあります。1つは名前付きのステート・ファイルを使用する方法で、フロント・パネルまたはSCPIコマンド MMEMORY:STORe:STATe およびMMEMORY:LOAD:STATe を使用します。もう1つは、\*SAVを使用してメモリ1～4にステートを保存し、\*RCLを使用してこれらのメモリからステートを読み取る方法です。

- \*SAVと\*RCLを使用した場合は、特殊な記録位置“0”を使用して、5つめの機器ステートを記録できます（この位置はフロント・パネルからは使用できません）。ただし、電源を入れ直すと位置“0”は自動的に上書きされることに注意してください（それまで記録されていた機器ステートは上書きされます）。
- どちらの方法を使用する場合でも、ステート記録機能は、選択された機能（任意波形を含む）、周波数、振幅、DCオフセット、デューティ・サイクル、対称性、および使用中の変調パラメータを記憶します。
- 電源をオフにすると、特殊な記録位置“0”にステートが自動的に記録されます。電源投入時にファンクション・ジェネレータが電源オフ時のステートを自動的にリコールするように設定できます。ただし、工場出荷時には、ファンクション・ジェネレータは電源投入時に工場設定ステートを自動的にリコールするように設定されています。

- 機器ステートを記録した後で任意波形を不揮発性メモリから削除した場合は、波形データは失われ、ファンクション・ジェネレータはステートをリコールしても波形を出力しません。削除された波形の代わりに、内蔵の「指数増加」波形が出力されます。
- 測定器リセットを実行しても、メモリに記録された設定には影響しません。記録したステートは、上書きするか明示的に削除するまで保持されます。
- フロント・パネル操作: **[System]** を押し、**Store/Recall** ソフトキーを押します。次に、いくつかの操作を実行できます。

3

ステートを保存するには、**Store State** を押し、ノブと矢印で必要な名前を入力し、**Store State** を押します。ステート・ファイルは自動的に拡張子.sta付きで作成されます。

前に保存したステート・ファイルをリコールするには、**Recall State** を押します。ノブと矢印で必要なファイルを選択します(右矢印を押すとフォルダが展開されます)。その後、**Select** を押します。

記録されているステートを削除するには、**Delete State** ソフトキーを選択し、ブラウザで.staファイルを選択し、**Select** を押します。

波形発生器が電源投入時に工場設定ステートをリコールするように設定するには、**[System]** を押し、**Store/Recall** ソフトキーを選択します。次に、**Power On** ソフトキーを切り替えて**Factory**を選択します。波形発生器が電源投入時に電源オフ時のステートをリコールするように設定するには、**Power On** ソフトキーを切り替えて**Last**を選択します。これにより、前記のステート“0”がリコールされます。

リモート・インターフェース操作: 電源投入時に波形発生器が電源オフ時のステートを自動的にリコールするように設定するには、以下のコマンドを送信します。

MEMory:STATE:RECall:AUTO ON

## エラー条件

波形発生器のエラー待ち行列には、最大20個のコマンド構文エラーまたはハードウェア・エラーを記録できます。エラーの一覧については、『Agilent 33500 Series Programmer's Reference Help』を参照してください。

- エラーは、FIFO順で読み取られます。返される最初のエラーは、最初に記録されたエラーです。エラーは、読み取るとクリアされます。波形発生器は、エラーが発生するたびにビープ音を1回鳴らします(ビープ音をオフにしている場合を除く)。
- 20個を超えるエラーが発生した場合は、待ち行列に記録された最後のエラー(最新のエラー)が“Queue overflow”に置き換わります。待ち行列からエラーを削除するまで、その後のエラーは記録されません。エラー待ち行列を読み取ったときにエラーが発生していなかった場合は、波形発生器は“No errors in queue”で応答します。
- エラー待ち行列は、\*CLS(ステータス・クリア)コマンドを送信するか、電源を入れ直すことによってクリアされます。また、エラー待ち行列を読み取った場合もエラーはクリアされます。エラー待ち行列は、測定器リセット(\*RSTコマンド)によってはクリアされません。
- フロント・パネル操作: **System** と **Help**を押し、「リモート・コマンド・エラー待ち行列を表示します」という項目(項目番号2)を選択します。その後、**Select** ソフトキーを押して、エラー待ち行列内のエラーを表示します。
- リモート・インターフェース操作:

SYSTem:ERRor? エラー待ち行列から1つのエラーを読み取ってクリアします。

エラーのフォーマットは以下のとおりです(エラー文字列は最大255文字)。

-113, "未定義のヘッダ"

## ビープ音の制御

波形発生器は通常、フロント・パネルまたはリモート・インターフェースからエラーが発生したときに、音を鳴らします。フロント・パネルのビープ音はオフにできます。

- ビープ音の状態は不揮発性メモリに記憶され、電源をオフにしても、リモート・インターフェース・リセットを行っても変化しません。出荷時にはビープ音はオンになっています。
- ビープ音をオフにしても、フロント・パネルのキーを押すかノブを回したときのキー・クリック音はオフになりません。
- フロント・パネル操作: **System** を押し、**System Setup**、**User Settings**、**Beeper** を押します。
- リモート・インターフェース操作:

SYSTem:BEEPer

ビープ音をただちに1回  
鳴らします

SYSTem:BEEPer:STATE {OFF|ON}

ビープ音をオン／オフします

## ディスプレイ・スクリーン・セーバ

通常、8時間操作がない状態が続くと、フロント・パネル・ディスプレイのバックライトがオフになります、画面はブランクになります。アプリケーションによっては、スクリーン・セーバ機能をオフにできます。この機能は、フロント・パネルからのみ使用できます。

- スクリーン・セーバの設定は不揮発性メモリに記憶され、電源をオフにしても、リモート・インターフェース・リセットを行っても変化しません。出荷時にはスクリーン・セーバー・モードはオンになっています。
- フロント・パネル操作: **System** を押し、**System Setup**、**User Settings**、**Display Options**、**Scrn Srv**を押します。

## ディスプレイ輝度

フロント・パネル・ディスプレイを見やすくするために、輝度設定を調整できます。  
この機能は、フロント・パネルからのみ使用できます。

- ディスプレイ輝度：10 %～100 % (デフォルト)。
- コントラスト設定は不揮発性メモリに記憶され、電源をオフにしても、リモート・インターフェース・リセットを行っても変化しません。
- フロント・パネル操作: **System** を押し、**System Setup**、**User Settings**、**Display Options**、**Brightness**を押します。

## 日付と時刻

測定器の日付と時刻を設定できます。

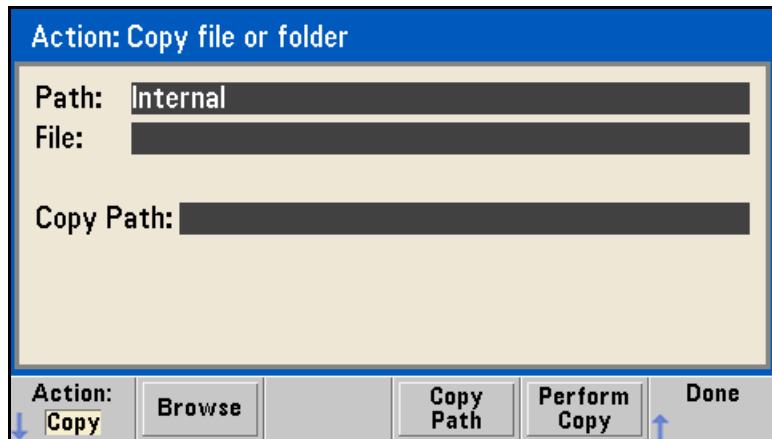
- フロント・パネル操作: **System** を押し、**System Setup**、**Date/Time**を押します。
- リモート・インターフェース操作:

SYSTem:DATE <yyyy>, <mm>, <dd>  
SYSTem:TIME <hh>, <mm>, <ss>

## ファイルの管理

コピー、名前変更、削除、新規フォルダの作成などのファイル管理作業を実行できます。

- フロント・パネル操作: **System** を押し、**System Setup**、**Manage Files**を押します。



- ファイルやフォルダのコピー、名前変更、削除を実行できます。フォルダを削除すると、フォルダ内のすべてのファイルも削除されます。したがって、フォルダ内のすべてのファイルを削除していいかどうかを確認してください。
- 最も重要なソフトキーは**Action**ソフトキーであり、実行する操作を指定するために使用します。実行する操作を選択したら、**Browse**を押して、管理するファイルを選択します。作業を実行する準備ができたら、**Perform**ソフトキーを押します。
- リモート・インターフェース操作: (『Agilent 33500 Series Programmer's Reference Help』でMEMoryおよびMMEMOryサブシステムを参照)

## セルフテスト

- 波形発生器の電源をオンにすると、**電源投入時セルフ・テスト**が自動的に実行されます。この限定されたテストは、波形発生器が動作していることを確認します。
- 完全セルフテストでは、一連のテストが実行され、約15秒の実行時間が必要です。すべてのテストがパスした場合は、波形発生器が動作していることを高い信頼度で確認できます。
- 完全セルフテストが成功すると、フロント・パネルに“Self-Test Passed”と表示されます。セルフ・テストでフェールが発生すると、“Self-Test Failed”と表示され、エラー番号が表示されます。また、1つまたは複数のエラーがシステム・エラー待ち行列に記録されます。『Agilent 33500 Series Service Guide』に記載された手順で、サービスのために測定器をAgilentに返送してください。
- フロント・パネル操作: **System** を押し、**Instr Setup**、**Self Test**を押します。
- リモート・インターフェース操作:

\*TST?

セルフテストがパスした場合は“0”が、フェールが発生した場合は“1”が返されます。セルフテストでフェールが発生した場合は、テストが失敗した原因に関する追加情報を示す1つまたは複数のエラー・メッセージも出力されます。

## ディスプレイ制御

セキュリティ上の理由で、または波形発生器がリモート・インターフェースからのコマンドを実行する速度を高めるために、フロント・パネル・ディスプレイをオフにすることができます。リモート・インターフェースからは、フロント・パネルにメッセージを表示することもできます。

- フロント・パネル・ディスプレイをオフにすると、表示はブランクになります（ただし、ディスプレイのバックライトはオンのままで）。どれかのキーを押すと、画面が再びオンになります。
- リモート・インターフェースからフロント・パネル・ディスプレイにメッセージを送ると、ディスプレイの状態はオーバライドされます。すなわち、ディスプレイが現在オフになっていても、メッセージを表示できます。
- 電源を入れ直すか、測定器リセット (\*RSTコマンド) を送信するか、ローカル（フロント・パネル）操作に戻した場合は、ディスプレイは自動的にオンになります。ローカル・ステートに戻すには、**System** キーを押すか、リモート・インターフェースから IEEE-488 の GTL (*Go To Local*) コマンドを実行します。
- \*SAVコマンドで機器ステートを記録すると、ディスプレイの状態が保存されます。\*RCLコマンドで機器ステートをリコールすると、フロント・パネル・ディスプレイは前の状態に戻ります。
- リモート・インターフェースからコマンドを送信することにより、フロント・パネルにテキスト・メッセージを表示できます。使用できる文字は、大文字と小文字の英字 (A~Z)、数字 (0~9)、および標準のコンピュータ・キーボード上にある任意の文字です。
- フロント・パネル操作: **System** を押し、**System Setup**、**User Settings**、**Display Options**、**Display Off**を押します。

- リモート・インターフェース操作: 以下のコマンドは、フロント・パネル・ディスプレイをオフにします。

DISP OFF

以下のコマンドは、フロント・パネルにメッセージを表示し、ディスプレイがオフになっている場合はオンにします。

DISP:TEXT 'Test in Progress...'

フロント・パネルに表示されているメッセージを（ディスプレイの状態を変更せずに）クリアするには、以下のコマンドを送信します。

DISP:TEXT CLEAR

## 数値フォーマット

波形発生器の画面に表示される数値では、小数点と桁区切り文字にピリオドまたはカンマが使用できます。この機能は、フロント・パネルからのみ使用できます。

- 数値フォーマットは不揮発性メモリに記憶され、電源をオフにしても、リモート・インターフェース・リセットを行っても変化しません。出荷時には、小数点にはピリオド、桁区切り文字にはカンマが使用されます（例、1.000,000,00 kHz）。
- フロント・パネル操作: **System** を押し、**System Setup**、**User Settings**を押し、**Number Format**を選択します。

## ファームウェア・リビジョンの問合せ

現在インストールされているファームウェアのリビジョンを波形発生器に問い合わせることができます。リビジョンコードには5個の数値が含まれ、“A.aa-B.bb-C.cc-DD-EE”という形式を取ります。

- A.aa** = ファームウェア・リビジョン
- B.bb** = フロント・パネルのファームウェア・リビジョン
- C.cc** = 電源コントローラのファームウェア・リビジョン
- DD** = FPGAリビジョン
- EE** = PCBAリビジョン

- フロント・パネル操作: **System** を押し、**Help**、**About**を押します。
- リモート・インターフェース操作: 波形発生器のファームウェア・リビジョン番号を読み取るには、以下のコマンドを使用します。

\*IDN?

このコマンドは、次の形式の文字列を返します。

Agilent Technologies,[モデル番号],[10文字のシリアル番号],  
A.aa-B.bb-C.cc-DD-EE

## SCPI言語バージョンの問合せ

波形発生器は、SCPI (*Standard Commands for Programmable Instruments*) の現行バージョンのルールと規約に準拠しています。測定器が準拠しているSCPIのバージョンは、リモート・インターフェースから問合せを送信することにより知ることができます。

フロント・パネルからSCPIバージョンを問い合わせることはできません。

- リモート・インターフェース操作:

SYSTem:VERSion?

“YYYY.V”というフォーマットの文字列を返します。ここで、“YYYY”はバージョンの年、“V”はその年のバージョン番号を表します（例、1999.0）。

## ライセンスのインストール（オプション002）

- 波形発生器には、波形メモリを拡張するオプション機能（オプション002）があります。このオプションのライセンスをインストールするには、以下の手順を実行します。

- ライセンス・ファイルをUSBドライブにインストールし、USBドライブを測定器のフロント・パネルに挿入します。
- System** を押し、**System Setup**、**Install License**を押します。
- ノブと矢印を使って、**External**の下のファイルを選択し、**Enter**を押します。

3

## リモート・インターフェースの設定

このセクションでは、波形発生器でリモート・インターフェース通信を設定する方法を説明します。フロント・パネルからの測定器の設定方法の詳細については、65ページからの「リモート・インターフェースを設定するには」を参照してください。波形発生器をリモート・インターフェース経由でプログラムするために使用できるSCPIコマンドの詳細については、『Agilent 33500 Series Programmer's Reference Help』を参照してください。

Agilent 33500シリーズは、リモート・インターフェース通信をサポートします。インターフェースとしては、GPIB（オプション）、USB、LANの3種類が選択できます。電源投入時には3種類のインターフェースすべてが使用可能な状態です。このセクションでは、波形発生器で設定が必要な可能性があるいくつかのインターフェース設定パラメータについて説明します。

- **GPIBインターフェース。** 波形発生器のGPIBアドレスを設定し、GPIBケーブルでPCに接続します。
- **USBインターフェース。** 波形発生器での設定はありません。単に波形発生器をUSBケーブルでPCに接続します。
- **LANインターフェース。** デフォルトでは、DHCPがオンになっていて、これによつてLANインターフェース経由のネットワーク通信が可能な場合があります。この後のLAN設定のセクションに記載されたいいくつかのパラメータの設定が必要な場合もあります。

## コネクティビティ・ソフトウェアと製品CD

Agilent 33500シリーズには、以下の2枚のCDが付属しています。

- **Agilent Automation-Ready CD :** このCDには、*Agilent IO Libraries Suite*ソフトウェアが収録されています。これは、リモート・インターフェース操作を有効にするためにインストールする必要があります。CDは自動的に起動し、ソフトウェアのインストールに関する情報を表示します。詳細な背景情報については、このCD-ROMに収録されている『Agilent Technologies USB/LAN/GPIB Connectivity Guide』を参照してください。
- **Agilent 33500 Series Product-Reference CD :** このCDには、33500シリーズ用測定器ドライバ、Agilent 33500シリーズ製品マニュアル一式、プログラミング・サンプルが収録されています。CDは自動的に起動し、説明が記載された初期画面を表示します。

## GPIB設定

GPIB (IEEE-488) インタフェース上の各デバイスには、固有のアドレスが必要です。波形発生器のアドレスは、0~30の任意の値に設定できます。出荷時にはアドレスは“10”に設定されています。GPIBアドレスは電源投入時に表示されます。

- アドレスは不揮発性メモリに記憶され、電源をオフにしても、リモート・インターフェース・リセットを行っても変化しません。
- コンピュータのGPIBインターフェース・カードにも、固有のアドレスがあります。コンピュータのアドレスは、インターフェース・バス上の測定器で使用しないようしてください。
- フロント・パネル操作: **System** を押し、**I/O Config** ソフトキーと**GPIB Settings** を選択します。このメニューから、GPIBアドレスの設定やGPIBのオン／オフを実行できます。
- リモート・インターフェース操作:  
`SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRess <アドレス>`  
`SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRess?`  
`SYSTem:COMMunicate:ENABle <ステート>,GPIB`  
`SYSTem:COMMunicate:ENABle?GPIB`

## LAN設定

以下の各セクションでは、33500シリーズのフロント・パネルのUtilityメニューから設定できる主要なLAN設定機能について説明します。該当する場合はSCPIコマンドが記載されています。また、一部のLAN設定機能は、SCPIコマンドのみで実行できます。LAN設定コマンドの一覧については、『Agilent 33500 Series Programmer's Reference Help』を参照してください。

**注記:** 一部のLAN設定は、有効にするために測定器の電源を入れ直す必要があります。この場合は、測定器は画面に一時的にメッセージを表示するので、LAN設定を変更する際には画面を注意して見てください。

**LANのリセット** LANのリセット機能を使えば、いつでもWebインターフェースのパスワードをクリアし、DHCPをオンにし、LANをリスタートできます。

- フロント・パネル操作: **System** を押し、**I/O Config** ソフトキーを押します。次に、**LAN Reset**を押します。LANがリセットされる間、“Performing LAN Reset”というメッセージが表示されます。
- LANをリセットするSCPIコマンドはありません。

**DHCPオン／オフ (LAN)** DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) は、ネットワーク上のデバイスにダイナミックIPアドレスを自動的に割り当てるためのプロトコルです。LANインターフェースを通じたリモート通信のためにAgilent 33500シリーズを設定するには、DHCPを使用するのが通常は最も簡単です。

- [System] を押し、**I/O Config** ソフトキーを押します。次に、**LAN Settings**、**Modify Settings** を押します。最後に、最初のソフトキーを**DHCP**に切り替えて、DHCPを使って自動的にIPアドレスを割り当てるようにします。
- DHCP設定は不揮発性メモリに記憶され、電源をオフにしても、リモート・インターフェース・リセットを行っても変化しません。
- フロント・パネル操作: [System] を押し、**I/O Config** ソフトキーを押します。次に、**LAN Settings**、**Modify Settings** を押します。最後に、最初のソフトキーを**DHCP**に切り替えて、DHCPを使って自動的にIPアドレスを割り当てるようにします。
- DHCPをオン／オフするには、以下のコマンドを使用します。
- SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCp <状態>

**注記 :** IPアドレス、サブネット・マスク、デフォルト・ゲートウェイを手動で設定するには、DHCPをオフにする必要があります。その後、以下の各セクションで説明するように、IP設定を変更します。

**IPアドレス (LAN)** 33500シリーズのスタティックIPアドレスは、ドット記法で表した4バイトの整数で入力します (“nnn.nnn.nnn.nnn”、ここで“nnn”はいずれも0～255のバイト値)。各バイトは10進数で、先頭に0を付けずに表します (例、169.254.2.20)。

- DHCPをオンにすると、DHCPが測定器にIPアドレスを割り当てようとします。それが失敗した場合は、AutoIPが測定器にIPアドレスを割り当てようとします。
- 波形発生器で使用できる有効なIPアドレスについては、ネットワーク管理者に問い合わせてください。
- IPアドレスは、テンキーまたはノブを使って入力します。
- IPアドレスは不揮発性メモリに記憶され、電源をオフにしても、リモート・インターフェース・リセットを行っても変化しません。
- フロント・パネル操作: **System** を押し、**I/O Config** ソフトキーを押します。次に、**LAN Settings**、**Modify Settings** を押します。最後に、最初のソフトキーを**Manual** に切り替え、**IP Address** を押して新しいIPアドレスを入力します。
- 必要なアドレスを入力します。
- リモート・インターフェース操作:  
`SYSTem:COMMUnicatE:LAN:IPADDress <アドレス>`  
`SYSTem:COMMUnicatE:LAN:IPADDress?`

**ドット記法について** : ドット記法のアドレス (“nnn.nnn.nnn.nnn”、ここで“nnn”はバイト値) の表記には注意が必要です。PC上のほとんどのWeb ソフトウェアは、先頭に0が付いたバイト値を8進数として解釈するからです。例えば、“192.168.020.011”は、10進の“192.168.16.9”と見なされ、“192.168.20.11”にはなりません。“.020”は“16”的8進表記と解釈され、“.011”は“9”と解釈されるからです。混乱を避けるために、先頭に0を付けずに、バイト値の10進表現 (0～255) だけを使用してください。

例えば、33500シリーズは、ドット記法のアドレスがすべて10進のバイト値で表されていると仮定し、バイト値の先頭の0を無視します。したがって、IPアドレスを “192.168.020.011”に設定しようとした場合は、“192.168.20.11”(純粋な10進表現)と見なされます。PCのWeb ソフトウェアで測定器のアドレスを指定する際には、正確にこれと同じ“192.168.20.11”という表現を入力する必要があります。“192.168.020.011”と入力すると、先頭の0のためにPCはこれを別のアドレスと解釈します。

## 第3章 特長と機能

### リモート・インターフェースの設定

**サブネット・マスク (LAN)** サブネットは、ネットワーク管理者がネットワークをいくつかの小さいネットワークに分割して、管理を単純化し、ネットワーク・トラフィックを最小化するために用いられます。サブネット・マスクは、ホスト・アドレスのうちサブネットを表すために用いられる部分を示します。

- サブネットが使用されているかどうか、および正しいサブネット・マスクについては、ネットワーク管理者に問い合わせてください。
- サブネット・マスクは、テンキーまたはノブを使って入力します。
- サブネット・マスクは不揮発性メモリに記憶され、電源をオフにしても、リモート・インターフェース・リセットを行っても変化しません。
- **System** を押し、**I/O Config** ソフトキーを押します。次に、**LAN Settings**、**Modify Settings**を押します。最後に、最初のソフトキーを**Manual**に切り替え、**Subnet Mask**を押して新しいサブネット・マスクを入力します。適切なマスクを入力します（例：255.255.0.0）。
- リモート・インターフェース操作：  
`SYSTem:COMMUnicatE:LAN:SMASK "<マスク>"`

**デフォルト・ゲートウェイ (LAN)** ゲートウェイとは、複数のネットワークの間を接続するネットワーク・デバイスです。デフォルト・ゲートウェイ設定は、このようなデバイスのIPアドレスです。

- DHCPまたはAutoIPを使用する場合は、ゲートウェイ・アドレスを設定する必要はありません。
- ゲートウェイが使用されているかどうか、およびアドレスについては、ネットワーク管理者に問い合わせてください。
- ゲートウェイ・アドレスは、テンキーまたはノブを使って入力します。
- ゲートウェイ・アドレスは不揮発性メモリに記憶され、電源をオフにしても、リモート・インターフェース・リセットを行っても変化しません。
- フロント・パネル操作：**System** を押し、**I/O Config** ソフトキーを押します。次に、**LAN Settings**、**Modify Settings**を押します。最後に、最初のソフトキーを**Manual**に切り替え、**More**、**Gateway**を押して新しいゲートウェイを入力します。次に、適切なゲートウェイ・アドレスを設定します。
- リモート・インターフェース操作：  
`SYSTem:COMMUnicatE:LAN:GATeway "<アドレス>"`

**ホスト名 (LAN)** ホスト名は、ドメイン名のホスト部分であり、IPアドレスに変換されます。

- 測定器には出荷時に固有のホスト名が割り当てられていますが、ホスト名は変更できます。ただし、名前はLAN上で一意である必要があります。
- ホスト名は、ノブとカーソルキーを使って入力します。名前に使用できるのは、大文字または小文字の英字、数字、またはダッシュ (“-”）です。
  - ノブを使って、各文字を選択します。
  - カーソル・キーを使って、次の文字に移動します。
  - 数字を入力するにはテンキーが使用できます。ただし、ホスト名の先頭に数字を使用することはできません。
- ホスト名は不揮発性メモリに記憶され、電源をオフにしても、リモート・インターフェース・リセットを行っても変化しません。
- フロント・パネル操作: **System** を押し、**I/O Config** ソフトキーを押します。次に、**LAN Settings**、**Modify Settings**を押します。最後に、**Host Name**を押して、新しいホスト名を入力します。
  - リモート・インターフェース操作 :
  - SYSTem:COMMunicate:LAN:HOSTname "<名前>"

## 第3章 特長と機能

### リモート・インターフェースの設定

**ドメイン名 (LAN)** ドメイン名は、インターネット上で登録された名前であり、IPアドレスに変換されます。

- フロント・パネル操作：フロント・パネルからドメイン名を設定する方法はありません。
- ドメイン名を設定するSCPIコマンドはありません。

**DNSサーバ (LAN)** DNS (Domain Name Service) は、ドメイン名をIPアドレスに変換するインターネット・サービスです。DNSサーバ・アドレスは、このサービスを提供するサーバのIPアドレスです。

- 通常は、DHCPがDNSアドレス情報を取得するので、これを変更する必要があるのは、DHCPが動作していないか、使用されていない場合だけです。
- DNSが使用されているかどうか、および正しいDNSサーバ・アドレスについては、ネットワーク管理者に問い合わせてください。
- アドレスは、テンキーまたはノブを使って入力します。
- DNSサーバ・アドレスは不揮発性メモリに記憶され、電源をオフにしても、リモート・インターフェース・リセットを行っても変化しません。
- フロント・パネル操作：**System** を押し、**I/O Config** ソフトキーを押します。次に、**LAN Settings**、**Modify Settings**を押します。最後に、最初のソフトキーを**Manual**に切り替え、**More**と**Primary DNS**または**Second DNS**を押して、DNSアドレスを入力します。
- リモート・インターフェース操作：  
`SYSTem:COMMUnicatE:LAN:DNS[1|2] "<アドレス>"`

**現在の設定 (LAN)** Currently Active Settings表示を選択すると、MACアドレスおよび現在のLAN設定を確認できます。

- フロント・パネル操作: **System** を押し、**I/O Config**、**LAN Settings**を押します。
- 設定画面を表示するSCPIコマンドはありません。

**注記:** この表示は、**現在アクティブな設定**だけを反映します。また、この表示は**スタティック**です。情報を表示した後で発生したイベントに関する情報は更新されません。例えば、表示が開いている間にDHCPによってIPアドレスが割り当てられても、新しいIPアドレスは表示されません。

測定器がリモート・モードになると、**LAN**変更はすべてキャンセルされ、表示は別の画面に移行します。**LAN**リスタートが起きた場合は、**LAN Settings**ページを再選択すると、新しい設定が表示されます。

**その他のSCPI設定コマンド (LAN)** ここで説明しなかったLAN設定コマンドについては、『Agilent 33500 Series Programmer's Reference Help』を参照してください。

## Agilent 33500シリーズのWebインターフェース

Agilent 33500シリーズには、Webインターフェースが内蔵されています。このインターフェースをLAN経由で使用することで、測定器のI/O設定の表示と変更が可能です。また、リモート・フロント・パネル・インターフェースが用意されており、測定器をネットワーク経由で制御できます。

Webインターフェースにアクセスして使用するには：

1. PCにMicrosoft Internet Explorerバージョン6.0以降およびJava Virtual Machine (JVM) がインストールされていることを確認します。
2. PCから33500シリーズへのLANインターフェース接続を確立します。
3. PCでInternet Explorerを開きます。
4. Webインターフェースを起動するには、測定器のIPアドレスまたは完全修飾ホスト名を、ブラウザのアドレス・フィールドに入力します。
5. Webインターフェースのオンライン・ヘルプに示される手順を実行します。

## USB設定

USBには設定パラメータはありません。Show USB Id機能を使って、USB ID文字列(メーカが設定)を読み取ることができます。

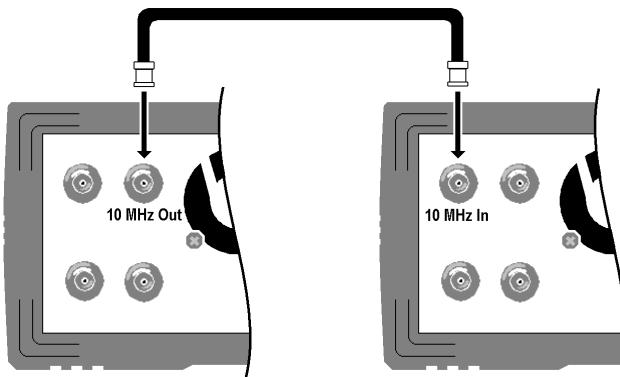
- フロント・パネル操作: [System] を押し、**I/O Config** ソフトキーを押します。**USB Settings**、**Show USB Id**を選択します。USB文字列が画面に表示されます。最も長い数字列は測定器のシリアル番号です。
- USB IDを表示するSCPIコマンドはありません。

## 外部タイムベース基準

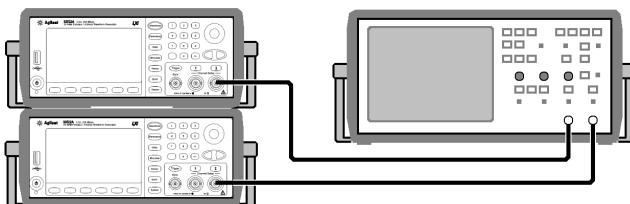
外部タイムベース基準は、リア・パネルのコネクタ (**10 MHz In** と **10 MHz Out**) および回路により、複数のAgilent 33500シリーズ波形発生器の間の同期や、外部10 MHz クロック信号との同期を可能にします。出力波形の位相オフセットを、フロント・パネルまたはリモート・インターフェースから設定することもできます。

2台の33500シリーズ測定器の位相を揃えるには、デュアル・チャネル・オシロスコープを使って出力信号を比較する方法があります。

1. 2台の33500シリーズ測定器の **10 MHz Out** コネクタと **10 MHz In** コネクタを接続します。より精度の高いタイムベースを持つ測定器を、10 MHz基準出力のソースとして使用してください。



2. 波形発生器の出力をオシロスコープのチャネル入力に接続します。



3. 2台の波形発生器に同じ周波数を設定します。オシロスコープに表示される2つの信号は、周波数は同期していますが、位相は同期していないはずです（位相差を見るには方形波が便利です）。

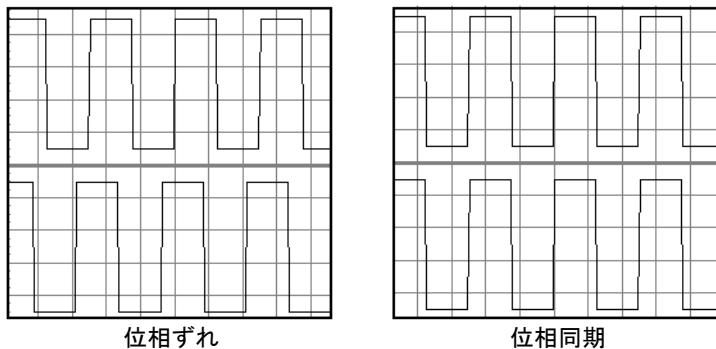
4. マルチチャネルの波形発生器(33522A)を使用する場合は、2つのチャネルの位相を同期させる必要があります。この操作では、各チャネルの変調波形も搬送波に同期されます。

フロント・パネル操作: **Channel** または **1** または **2** を押します。次に、  
**Parameters**、**Phase**、**Sync Internal**を押します。

リモート・インターフェース操作:

[SOURce[1|2]:] PHASE:SYNChronize

5. 1台目の波形発生器の位相設定をデフォルト(0)にしておき、2台目の波形発生器で**Adjust Phase**機能を使用して位相を調整することにより、出力信号の位相を揃えます。



2台の波形発生器が同期された状態で、**Set 0 Phase**機能を使用して、新しい0位相基準点を設定できます。

- フロント・パネル操作: **Channel** または **1** または **2** を押します。次に、  
**Parameters**、**Phase**を押し、テンキーまたはノブで位相角を設定します。同期したら、0位相を設定します。
- リモート・インターフェース操作: 位相オフセットを設定するには、以下のコマンドを使用します（問合せは現在設定されているオフセットを返します）。

[SOURce[1|2]:] PHASE {<角度>} |MINimum|MAXimum}  
[SOURce[1|2]:] PHASE? [MINimum|MAXimum]

- 以下のコマンドは、新しい0位相基準点を設定します。

[SOURce[1|2]:] PHASE:REFerence

アプリケーション・ノート**1426**：“*How to Connect Two or More Signal Generators to Create a Multi-Channel Waveform Generator*”には、これに関する詳細情報が記載されています。

## 校正の概要

このセクションでは、波形発生器の校正機能について簡単に説明します。校正手順の詳細については、『Agilent 33500 Series Service Guide』の第4章を参照してください。

## 校正のセキュリティ

この機能では、セキュリティ・コードを使用して、波形発生器が誤って、あるいは不正に校正されるのを防ぐことができます。出荷時には波形発生器は保護されています。校正を実行するには、正しいセキュリティ・コードを入力して波形発生器の保護を解除する必要があります。

セキュリティ・コードを忘れた場合は、『Agilent 33500 Series Service Guide』を参照してください。

- 工場出荷時には、波形発生器のセキュリティ・コードは“AT33520A”に設定されています。セキュリティ・コードは不揮発性メモリに記憶され、電源をオフにしても、リモート・インターフェース・リセットを行っても変化しません。
- セキュリティ・コードには、最大12文字の英数字を含めることができます。最初の文字は英字である必要がありますが、残りの文字は英字、数値、下線（“\_”）のいずれでもかまいません。12文字すべてを使用する必要はありませんが、最初の文字は常に英字です。

**校正保護を解除するには** 波形発生器の保護の解除は、フロント・パネルまたはリモート・インターフェースから実行できます。工場出荷時には、波形発生器は保護され、セキュリティ・コードは“AT33520A”に設定されています。

- セキュリティ・コードを入力した場合は、フロント・パネルとリモート操作の両方でそのコードを使用する必要があります。例えば、フロント・パネルから波形発生器を保護した場合は、リモート・インターフェースから保護を解除するにも同じコードを使用する必要があります。
- フロント・パネル操作: **System** を押し、**Calibrate**を選択します。次に、ノブとテンキーでセキュリティ・コードを入力し、**Unlock Cal**を選択します。
- リモート・インターフェース操作: 波形発生器の保護を解除するには、以下のコマンドで正しいセキュリティ・コードを送ります。

CAL:SECURE:STATE OFF, AT33520A

**校正を保護するには** 波形発生器の保護は、フロント・パネルまたはリモート・インターフェースから実行できます。工場出荷時には、波形発生器は保護され、セキュリティ・コードは“AT33520A”に設定されています。

- セキュリティ・コードを入力した場合は、フロント・パネルとリモート操作の両方でそのコードを使用する必要があります。例えば、フロント・パネルから波形発生器を保護した場合は、リモート・インターフェースから保護を解除するにも同じコードを使用する必要があります。
- フロント・パネル操作: **System** を押し、**Calibrate**を選択します。
- リモート・インターフェース操作: 波形発生器を保護するには、以下のコマンドで正しいセキュリティ・コードを送ります。

CAL:SECURE:STATE ON, NEWCALCODE

## 第3章 特長と機能

## 校正の概要

**セキュリティ・コードを変更するには** セキュリティ・コードを変更するには、最初に波形発生器の保護を解除してから、新しいコードを入力します。セキュリティ・コードを変更する前に、200ページに記載されているセキュリティ・コードのルールを参照してください。

- **フロント・パネル操作:** セキュリティ・コードを変更するには、最初に古いセキュリティ・コードを使用して波形発生器の保護を解除します。次に、**System**、**Calibrate**、**Secure Code**を押します。フロント・パネルからコードを変更すると、リモート・インターフェースから使用するセキュリティ・コードも変更されます。
- **リモート・インターフェース操作:** セキュリティ・コードを変更するには、最初に古いセキュリティ・コードを使用して波形発生器の保護を解除する必要があります。次に、以下のようにして新しいコードを入力します。

CAL:SECURE:STATE OFF, AT33520A  
CAL:SECURE:CODE NEWCALCODE

古いコードで保護を解除  
新しいコードを入力

## 校正カウント

これまでに実行された校正の回数を波形発生器に問い合わせることができます。波形発生器は出荷時に校正済みです。波形発生器を購入したときに、カウントを読み取って初期値を確認しておいてください。

- 校正カウントは不揮発性メモリに記憶され、電源をオフにしても、リモート・インターフェース・リセットを行っても変化しません。
- 校正カウントは最大40億以上 ( $2^{32}-1$ ) まで増加します。この値は、値を記録する校正ポイントごとに増加するため、1回の完全な校正で値はかなり増加します。
- **フロント・パネル操作:** **System**、**Calibrate**を押します。
- **リモート・インターフェース操作:**

CAL:COUNT?

## 校正メッセージ

波形発生器の校正メモリには、1つのメッセージを記録できます。例えば、最新の校正実行日、次の校正予定日、波形発生器のシリアル番号、あるいは次の校正を依頼するための担当者名と電話番号などの情報を記録しておくことができます。

- 校正メッセージの記録はリモート・インターフェースから行う必要があり、波形発生器の保護が解除されている必要があります。メッセージの読み取りは、フロント・パネルまたはリモート・インターフェースから実行できます。校正メッセージの読み取りは、波形発生器が保護されているかどうかに関わらず可能です。
- 校正メッセージは最大40文字です（それを超える文字は切り捨てられます）。
- 校正メッセージを記録すると、前にメモリに記録されたメッセージは上書きされます。
- 校正メッセージは不揮発性メモリに記憶され、電源をオフにしても、リモート・インターフェース・リセットを行っても変化しません。
- フロント・パネル操作: **System**、**Calibrate**を押します。
- リモート・インターフェース操作: 校正メッセージを保存するには、以下のコマンドで、必要な文字列を引用符（“ ”）で囲んで送信します。

CAL:STR “Cal Due:01 August 2011”

## 組み込み波形エディタ

33500シリーズには、任意波形の作成と編集のための組み込み波形エディタが備わっています。波形を作成するには、電圧値を直接編集するか、12種類までの異なる標準波形の組み合わせを使用できます。

組み込み波形エディタについては、以下の各セクションで説明します。

「標準波形」 (204ページ)

「基本的な波形編集」 (208ページ)

「Advanced Edit」 (212ページ)

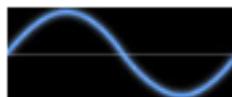
「Advanced Math」 (216ページ)

「ユーティリティ・メニュー」 (223ページ)

### 標準波形

組み込み波形エディタには、以下の12種類の波形が装備されています。

正弦波



基本的な正弦波：

$$y = \sin(x)$$

方形波



2つの電圧レベルの間で切り替わる基本的な方形波

ランプ



電圧がリニアに上昇または下降する波形

ライン



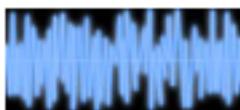
ライン・セグメント

**DC**



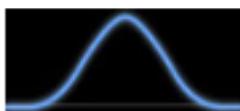
単純なDC電圧

**ノイズ**



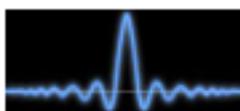
ランダム雑音

**ガウシアン**



ガウシアン正規分布曲線を表す波形

**Sinc**



以下の波形関数：

$$y = \sin(x) / x$$

**Dローレンツ**



ローレンツ関数の導関数。

$$\text{ローレンツ関数} : y = 1 / (x^2 + 1)$$

すなわち、Dローレンツ関数は以下のようになります。

$$y = -2x / (x^2 + 1)^2$$

**指数減少**



指数減少関数：

$$y = e^{-kx}$$

**指数増加**



指数増加関数：

$$y = 1 - e^{-kx}$$

**半正矢関数**



半正矢関数：

$$y = [1 - \cos(x)]/2$$

### 第3章 特長と機能 組み込み波形エディタ

波形を選択すると、波形のパラメータを指定する画面が表示されます。パラメータには以下のものがあります。

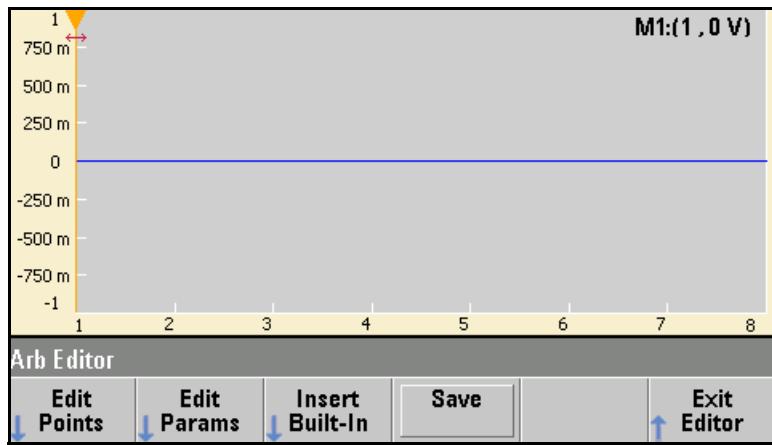
<b>振幅</b>	波形のオフセットが0の場合の、波形のピークの0 Vを基準にした高さ。V単位で指定し、範囲は10 μV～10 Vです（デフォルトは1）。
<b>オフセット</b>	波形全体を0 Vに対して上（正の値）または下（負の値）に移動する距離。V単位で指定し、値は−10～10の範囲です（デフォルトは0）。
<b>振幅とオフセットの和は、−10 V～10 Vの範囲でなければなりません。</b>	
<b>位相</b>	波形が0° から進む（正の値）または遅れる（負の値）度数。度単位で指定し、範囲は−360～360です（デフォルトは0）。
<b>サイクル数</b>	波形に含まれる完全な出力サイクルの数。正の整数で指定し、各サイクルに8ポイント以上が含まれる必要があるという制約に従います。
<b>ポイント数</b>	波形内のポイントの数。8～1,000,000の整数で指定します（デフォルトは100）。オプション002は最大16,000,000ポイントをサポートします。
<b>サイクルは最低8個の波形ポイントを含む必要があるので、ポイント数をサイクル数で割った値は8以上でなければなりません。</b>	
<b>半幅 (Dローレンツのみ)</b>	波形の幅を制御する値。値が大きいほど、曲線の幅が広くなります。1から1サイクルの合計データ・ポイント数の範囲の整数で指定します（デフォルトは10）。
<b>立ち下がり係数 (指数減少のみ)</b>	波形の立ち下がりの速さを制御する値。−99～99の10進数で指定します（デフォルトは−5）。
<b>立ち上がり係数 (指数増加のみ)</b>	波形の立ち下がりの速さを制御する値。−99～99の10進数で指定します（デフォルトは−5）。

<b>全幅</b> (ガウシアンのみ)	ガウシアン正規分布曲線上の、正規分布曲線の高さのちょうど半分の位置のポイントの間の幅。半値全幅とも呼びます。1から1サイクルのデータ・ポイント数の範囲の整数で指定します（デフォルトは10）。
<b>対称性</b> (ランプのみ)	ランプが上昇している時間の（サイクル周期に対する）%。0～100の10進数で指定します（デフォルトは100）。
<b>ゼロ交差</b> (Sincのみ)	波形の片側で波形が水平軸と交差する回数。0～100の整数で指定します（デフォルトは10）。
<b>デューティ・サイクル</b> (方形波のみ)	波形電圧がハイである時間の（サイクル周期に対する）%。0～100の%で指定します（デフォルトは50）。
<b>開始レベル</b> (ラインのみ)	ライン・セグメントの開始位置の電圧。
<b>終了レベル</b> (ラインのみ)	ライン・セグメントの終了位置の電圧。

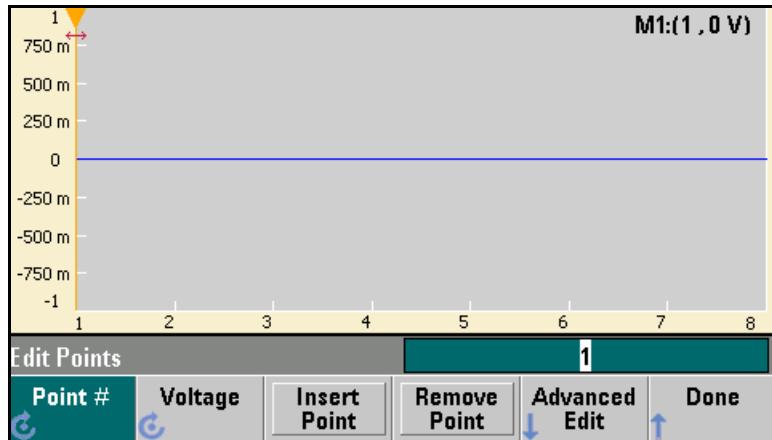
## 第3章 特長と機能 組み込み波形エディタ

### 基本的な波形編集

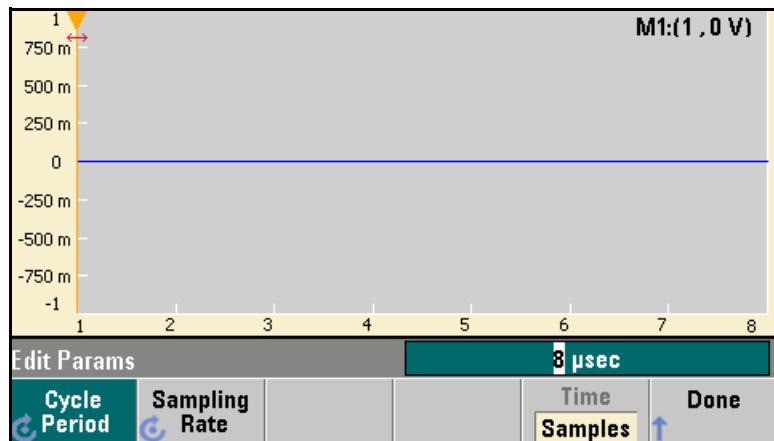
組み込み波形エディタを起動すると (Waveforms)、Arb、Arbs、Edit New、Start Editor)、起動画面が表示されます (Edit Newソフトキーがあるのと同じメニューに、Import CSVソフトキーもあります。これを使用して、オシロスコープなどの一般的な測定器からASCIIファイルをインポートできます)。



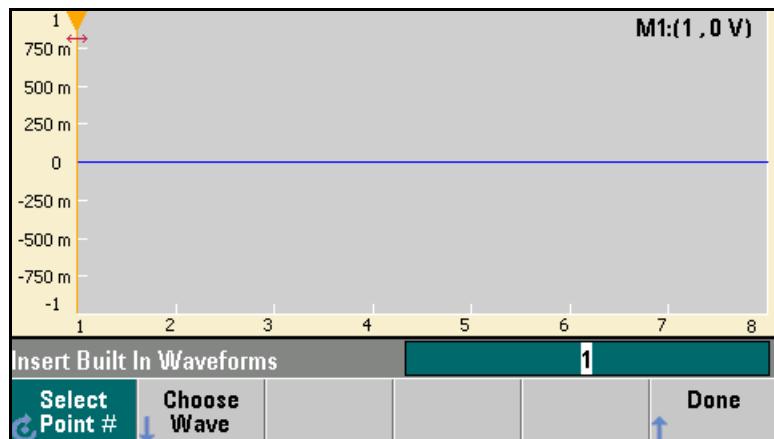
**Edit Points**を使用すると、波形内の個々のポイントの電圧値を編集できます。また、波形のポイントを挿入／削除したり、以下で説明するAdvanced Edit機能を使用したりできます。



**Edit Params**を使用すると、波形のサンプリング・レートを設定できます。これは、波形が再生される速度（ポイント/s）です。この値は、レートまたは周期で指定できます。一方を変更すると、もう一方は波形のポイント数に基づいて再計算されます。この機能では、波形の水平軸のラベルを時間とポイントのどちらの単位で表示するかも指定できます。



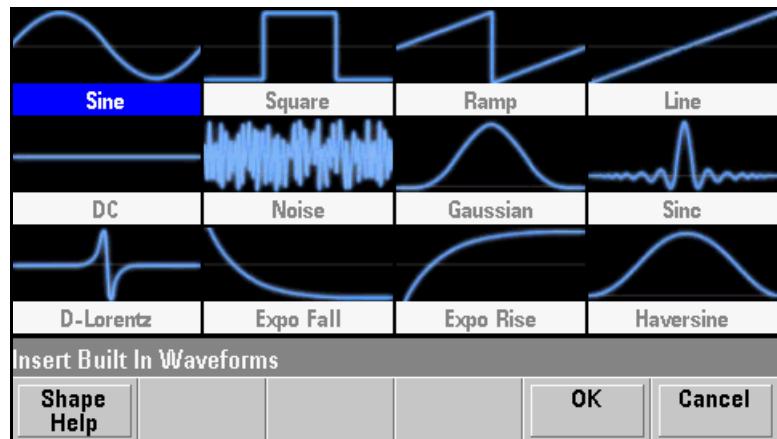
**Insert Built-In**を使用すると、12種類の定義済みの波形の1つを現在の波形に挿入できます。



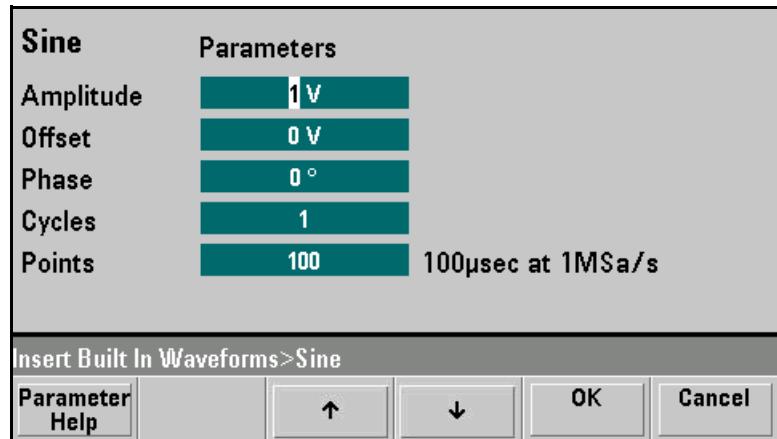
第3章 特長と機能  
組み込み波形エディタ

3

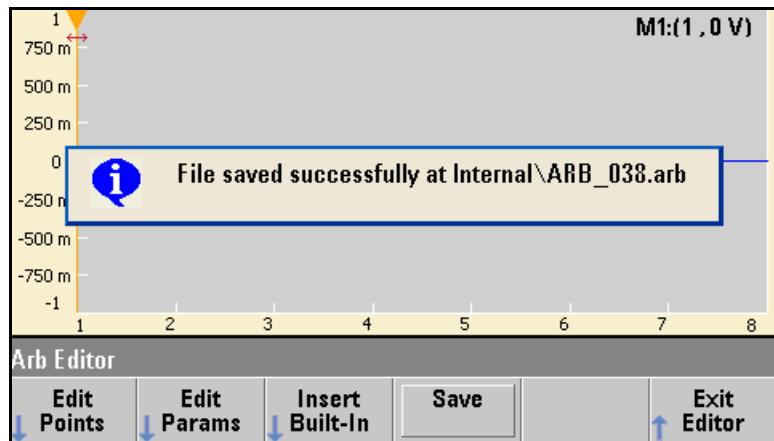
**Select Point #**を使用すると、波形をどこに挿入するかを指定できます。また、**Choose Wave**ソフトキーを使用すると、12種類のうちのどの波形を挿入するかを指定できます。



矢印キーで挿入する波形を選択し、**OK**を押すと、挿入する波形のパラメータが表示されます。パラメータを指定し、**OK**を押します。



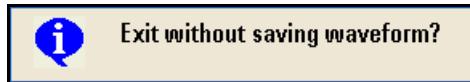
**Save**を使用すると、現在の波形を現在の位置で測定器の内部メモリに保存できます。



**Exit Editor**は、組み込み波形エディタを終了し、通常のフロント・パネル操作に戻します。



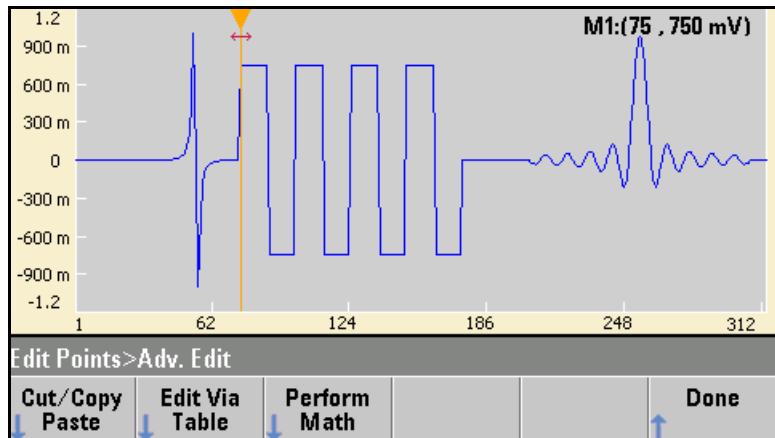
保存されていない変更がある場合は、警告メッセージが表示され、組み込み波形エディタに戻ることもできます。



## 第3章 特長と機能 組み込み波形エディタ

### Advanced Edit

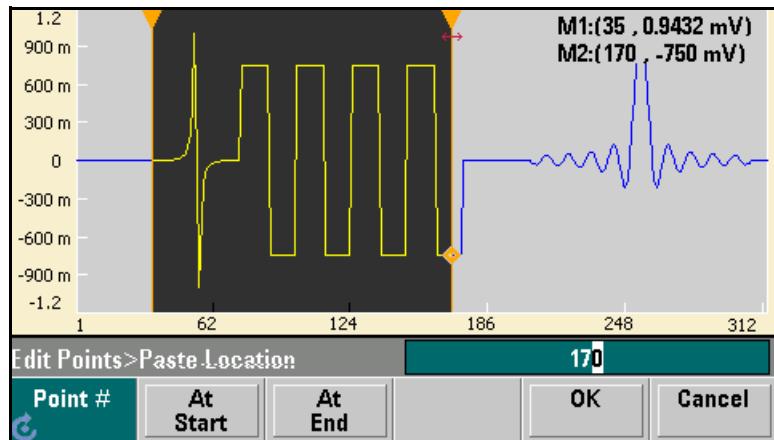
前述のように、**Edit Points**メニューには**Advanced Edit**ソフトキーがあります。このソフトキーを使用すると、波形の一部の切り取り／コピー／貼り付け、テーブル内の波形ポイントの編集、波形への演算の実行が可能です。



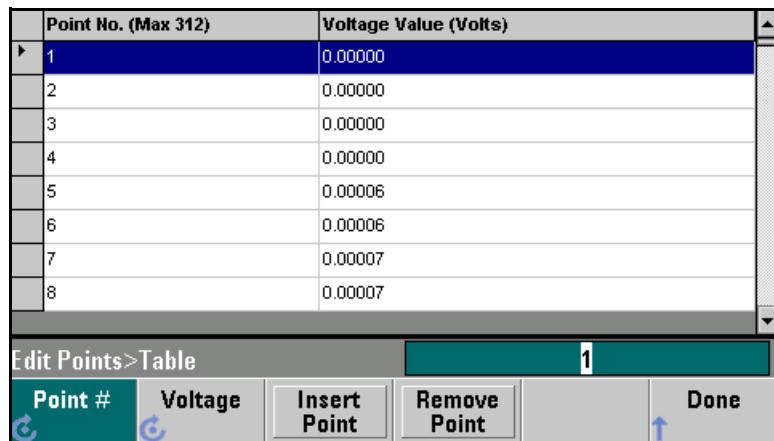
**Cut/Copy/Paste**を使用すると、2個のマーカーの間の波形の範囲を定義して、マーカーで定義される波形ポイントの切り取りまたはコピーを実行できます。範囲の切り取りまたはコピーを行った後、**Paste**ソフトキーで必要な回数だけ貼り付けることができます。



**Paste Location**を使用すると、波形の先頭、末尾、または波形内の任意のポイントに、範囲を貼り付けることができます。

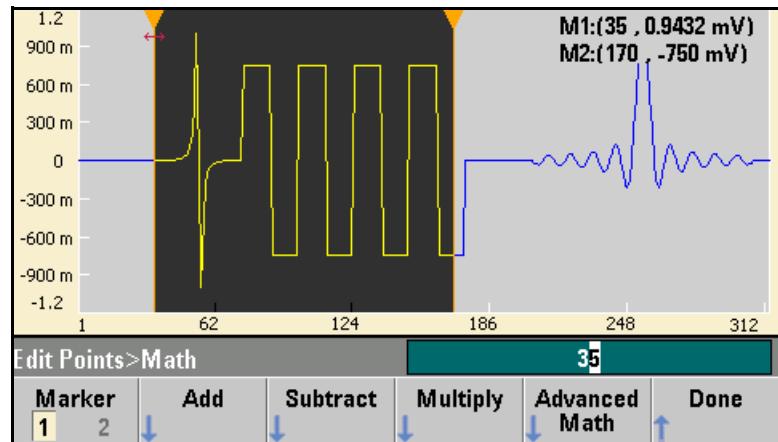


**Edit Via Table**を使用すると、個々のポイントの電圧値をテーブルで編集できます。ノブを使用してテーブルをスクロールさせるか、**Point #**ソフトキーを使用して任意のポイントを直接選択できます。波形ポイントを挿入または削除することもできます。

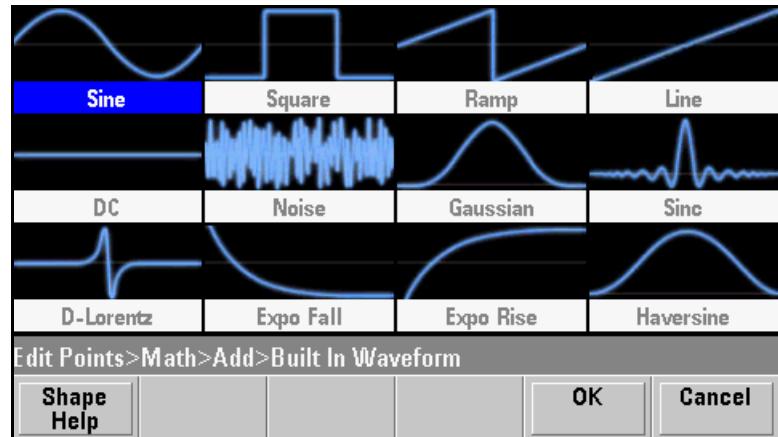


### 第3章 特長と機能 組み込み波形エディタ

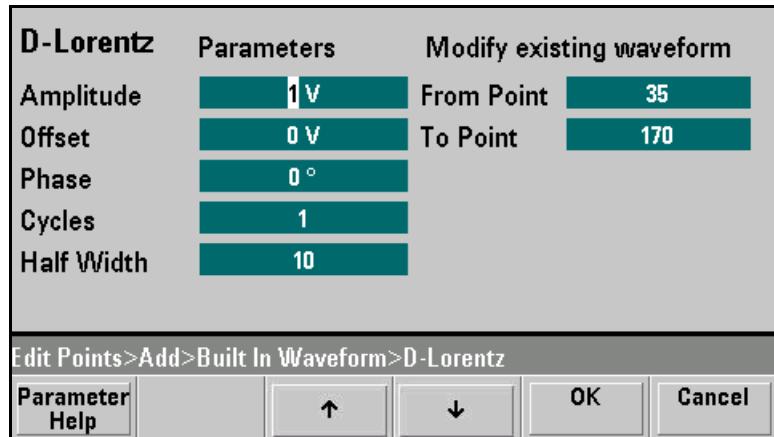
**Perform Math**を使用すると、波形の範囲をマーカで指定できます。その後、その範囲内の電圧値と別の波形の電圧値の間で、加算、減算、乗算を実行できます。



**Add**、**Subtract**、**Multiply**を押すと、波形のリストが表示されます。波形を選択し、**OK**を押します。

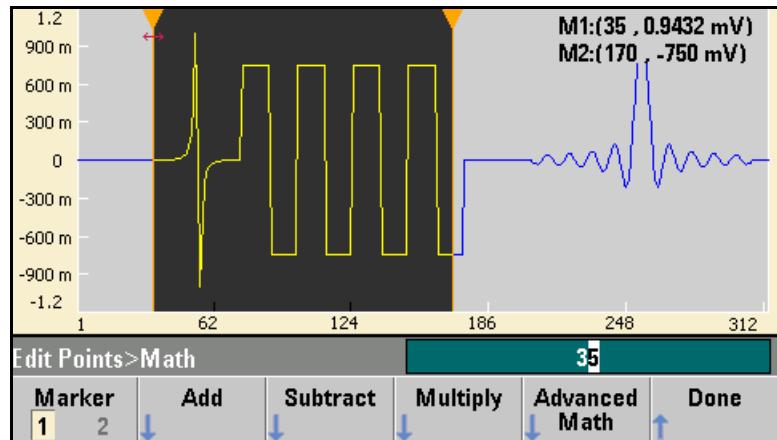


**OK**を押すと、波形を指定するためのパラメータのリストが表示されます。下の画面の例では、**D-Lorentz**が選択されています。また、**From Point**および**To Point**パラメータを使用して、演算を実行するポイントの範囲を指定できます。

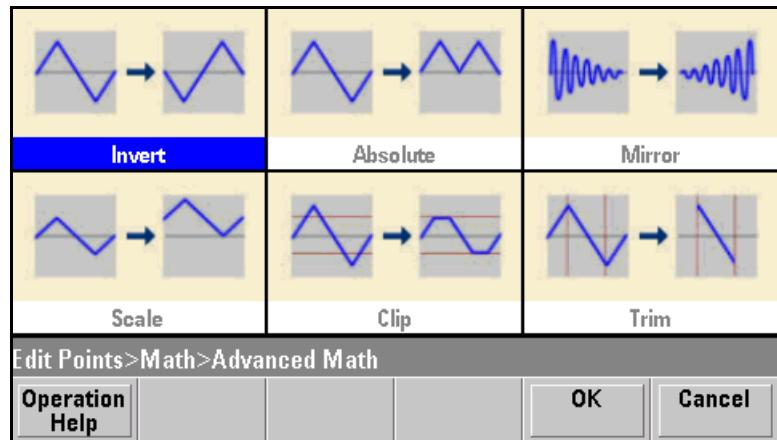


## Advanced Math

**Advanced Math**を使用すると、波形に対していくつかの異なる種類の演算を実行できます。組み込み波形エディタから **Advanced Math**を開くには、**Edit Points**、**Advanced Edit**、**Perform Math**、**Advanced Math**を押します。

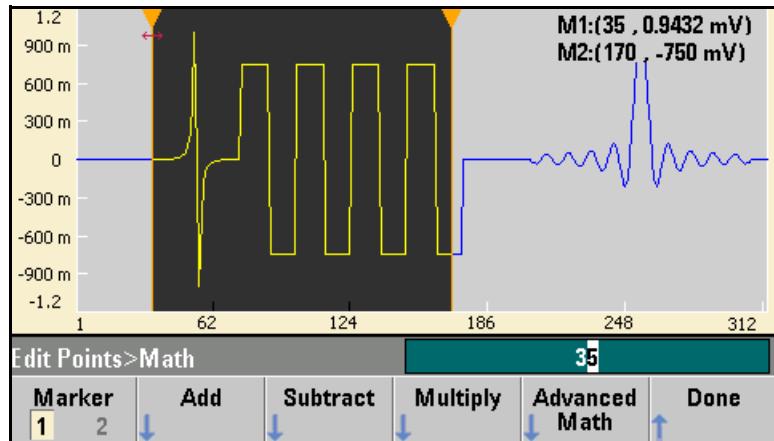


下の画面のようにAdvanced Mathメニューが開きます。下記の演算のそれぞれについて、演算の前と後の画面を使って演算の効果を示しながら説明します。

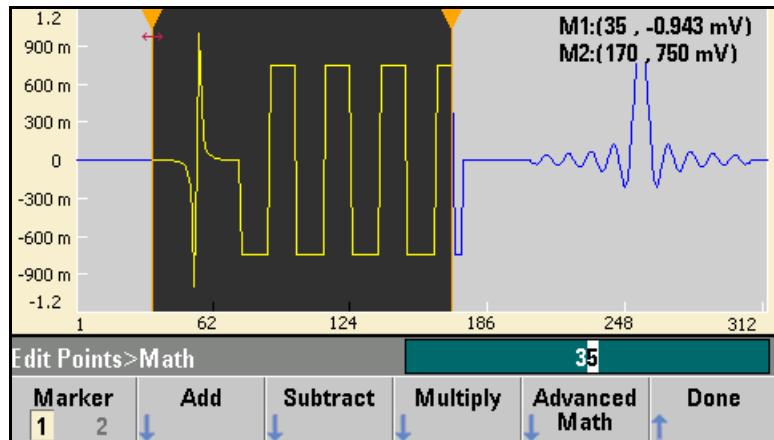


Invertは、波形を水平軸を基準にして反転します。

演算前の画面



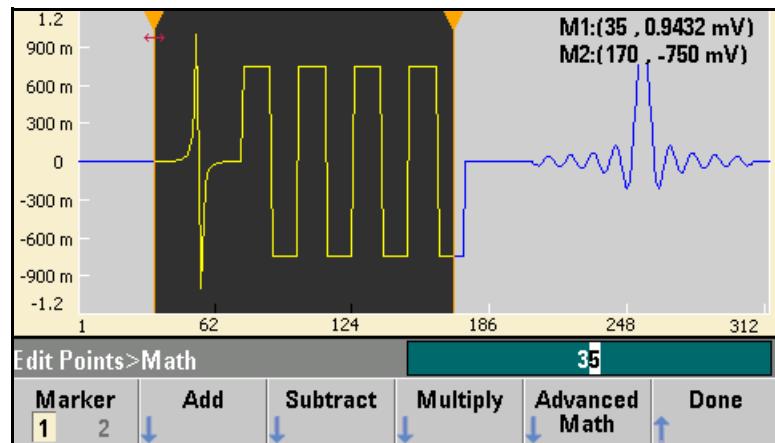
演算後の画面



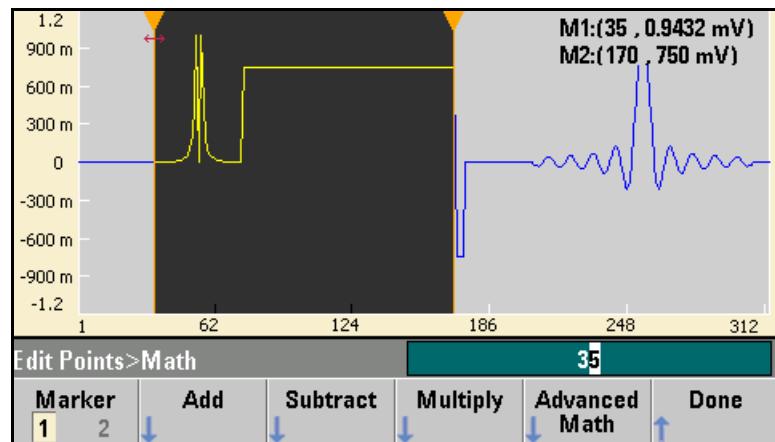
### 第3章 特長と機能 組み込み波形エディタ

**Absolute**は、負の波形値を対応する正の値に置き換えます。

演算前の画面

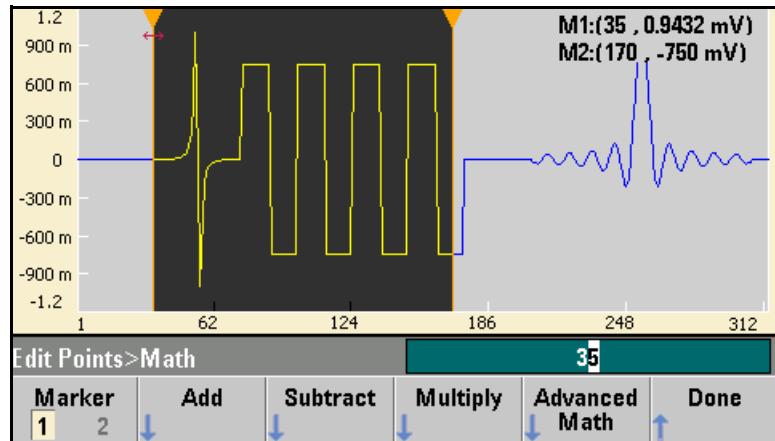


演算後の画面

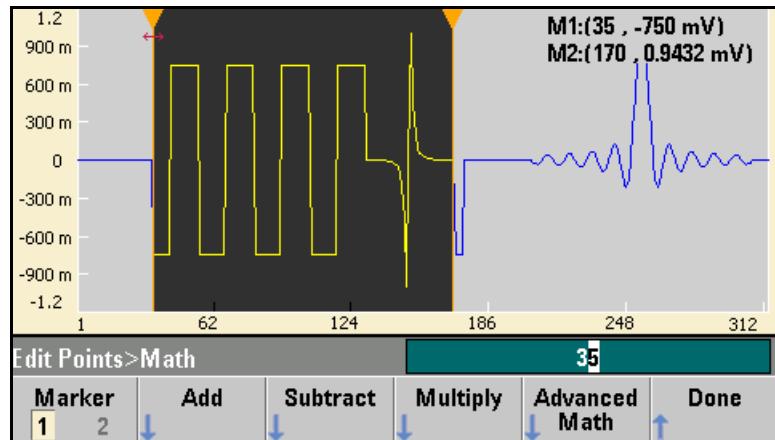


**Mirror**は、範囲内のポイントを鏡映反転します。

演算前の画面



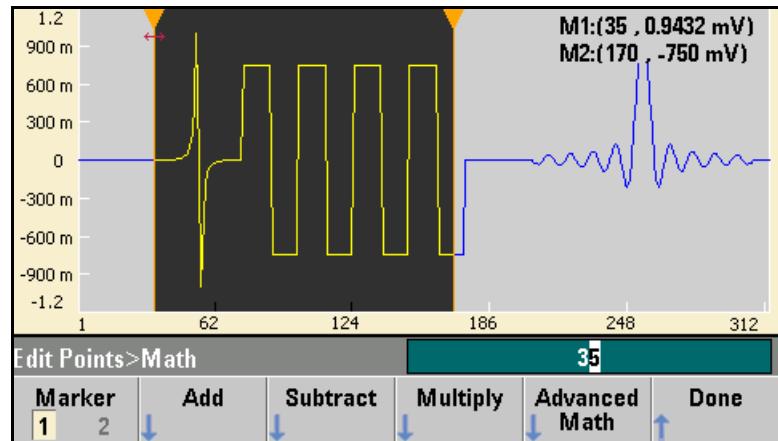
演算後の画面



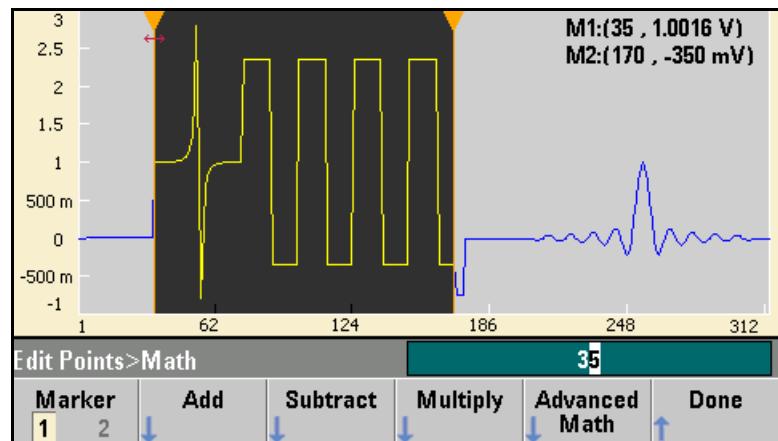
### 第3章 特長と機能 組み込み波形エディタ

Scaleでは、振幅とオフセットを使って、ポイントの間の波形をスケーリングできます。この例では、振幅スケールを180 %に、オフセット・スケールを1 Vに設定しています。

演算前の画面

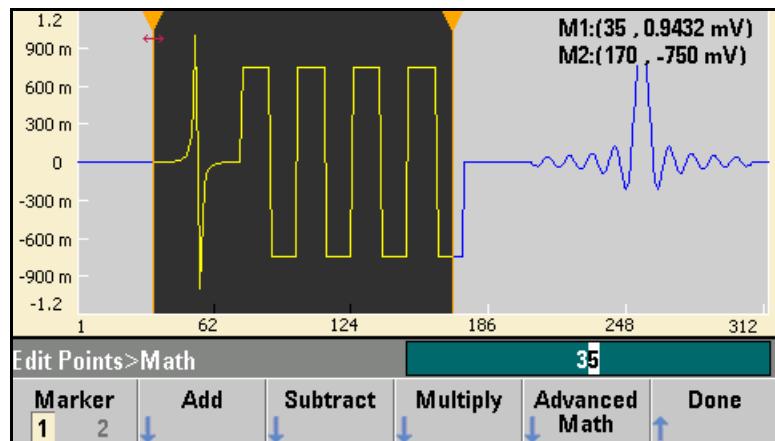


演算後の画面

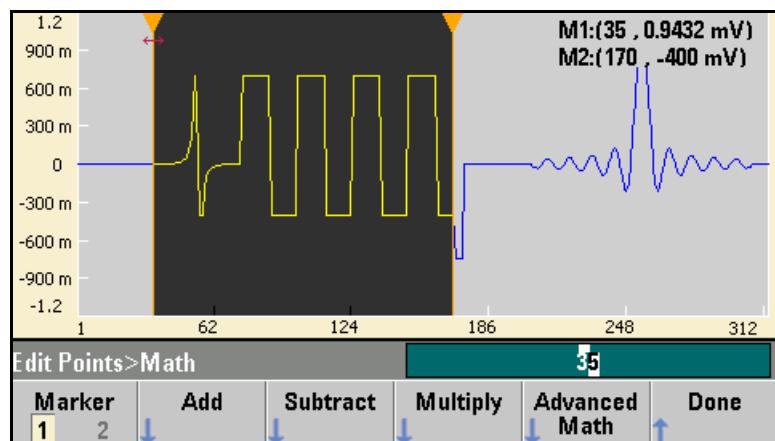


**Clip**を使用すると、波形の上下のリミットを指定できます。リミットの範囲外の電圧値はリミットに等しく変更されます。この例では、下限値−400 mV、上限値700 mVの範囲内に波形をクリップしています。

演算前の画面



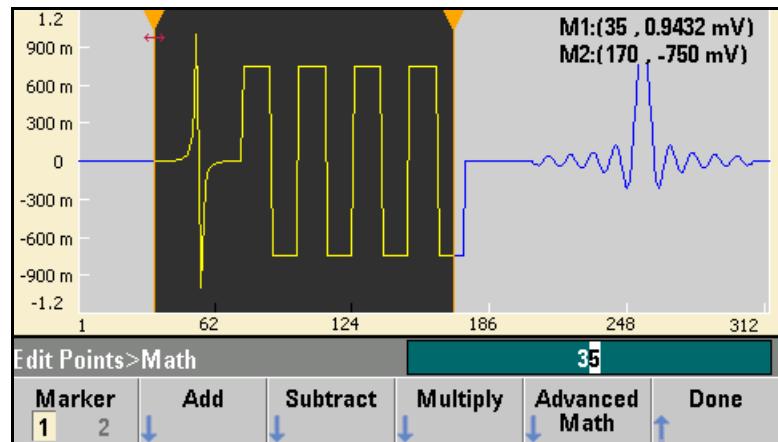
演算後の画面



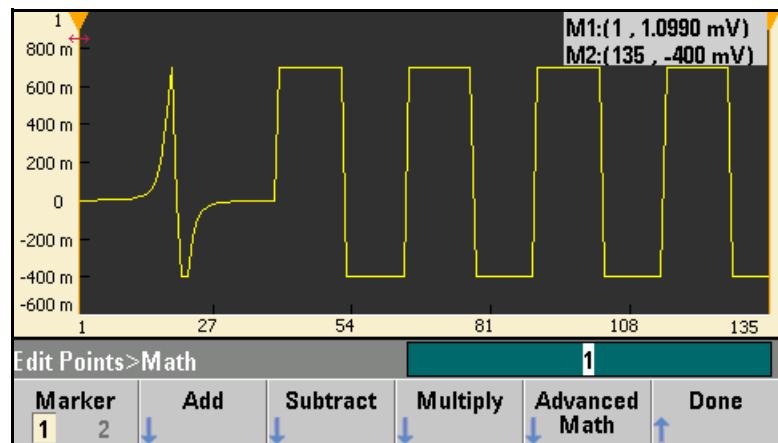
### 第3章 特長と機能 組み込み波形エディタ

Trimを使用すると、マーカを使用して波形を切り出し、マーカで定義される範囲内のポイントだけを波形に残すことができます。

演算前の画面



演算後の画面



## ユーティリティ・メニュー

組み込み波形エディタで **System** を押すことにより、いくつかのユーティリティ機能を利用できます。

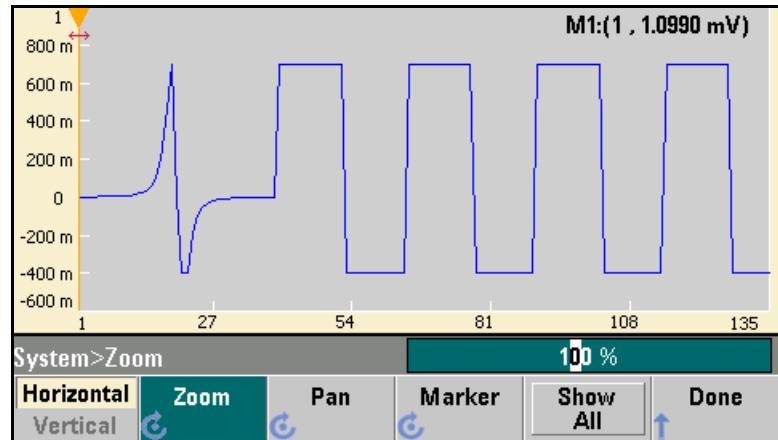


**Undo**を使用すると、最近の操作を取り消すことができます。取り消せる操作の数は、使用可能なメモリの大きさと、取り消す操作のサイズによって異なります。

**Redo**を使用すると、取り消した作業を再実行できます。これにも同じメモリと操作のサイズの制限が適用されます。

### 第3章 特長と機能 組み込み波形エディタ

**Pan/Zoom Control**を使用すると、%で指定されたズーム率を使用して、水平または垂直方向にズームできます。また、水平または垂直方向にパン（イメージを移動）することにより、波形の特定の領域を観察することもできます。水平方向にパンするにはポイントを指定し、垂直方向にパンするには電圧を指定します。



**Show All**は、水平スケールと垂直スケールをリセットして、波形全体を表示します。

## 工場設定

次ページの表は、Agilent 33500シリーズの工場設定の一覧です。この表は、参照に便利なように、本書の裏表紙の内側と、クリック・リファレンス・カードにも記載されています。

**注記：**電源オフ時ステートのリコール・モードをオンにしている場合は、電源投入時ステートは表に記載されたものと異なります。177ページの「機器ステートの記録」を参照してください。

## 第3章 特長と機能

## 工場設定

## Agilent 33500シリーズの工場設定

<b>出力設定</b>	<b>出荷時設定</b>
機能	正弦波
周波数	1 kHz
振幅／オフセット	100 mVpp/0 Vdc
出力単位	Vpp
出力終端	50 Ω
オートレンジ	オン
<b>変調</b>	<b>出荷時設定</b>
搬送波 (AM、FM、ΦM、FSK)	1 kHz正弦波
搬送波 (PWM)	1 kHzパルス
変調波形 (AM)	100 Hz正弦波
変調波形 (FM、ΦM、PWM)	10 Hz正弦波
AM変調度	100%
FM偏移	100 Hz
ΦM偏移	180°
FSKホップ周波数	100 Hz
FSKレート	10 Hz
PWM幅偏移	10 μs
変調状態	オフ
<b>掃引</b>	<b>出荷時設定</b>
スタート／ストップ周波数	100 Hz/1 kHz
掃引時間	1 s
掃引モード	リニア
掃引状態	オフ
<b>バースト</b>	<b>出荷時設定</b>
バースト・カウント	1サイクル
バースト周期	10 ms
バースト・スタート位相	0°
バースト状態	オフ
<b>システム関連の操作</b>	<b>出荷時設定</b>
• 電源オフ時設定のリコール	• オフ
表示モード	オン
エラー待ち行列	エラーをクリアする
保存されたステート、保存された任意波形	変更なし
出力状態	オフ
<b>トリガ動作</b>	<b>出荷時設定</b>
トリガ・ソース	内部 (即時)
<b>リモート・インターフェース設定</b>	<b>出荷時設定</b>
• GPIBアドレス	• 10
• DHCP	• オン
• Auto IP	• オン
• IPアドレス	• 169.254.2.20
• サブネット・マスク	• 255.255.0.0
• デフォルト・ゲートウェイ	• 0.0.0.0
• DNSサーバ	• 0.0.0.0
• ホスト名	• なし
• ドメイン名	• なし
<b>校正</b>	<b>出荷時設定</b>
校正状態	保護

丸印 (•) が付いたパラメータは、不揮発性メモリに記録されます。

---

アプリケーション・プログラム

## アプリケーション・プログラム

この章では、ユーザ・アプリケーションのプログラム開発に役立つ、リモート・インターフェース用のサンプル・プログラムをいくつか紹介します。波形発生器のプログラミングに使用できるSCPI (*Standard Commands for Programmable Instruments*) コマンドの構文は、『Agilent 33500 Series Programmer's Reference Help』に記載されています。

### はじめに

この章には、Agilent 33500シリーズをSCPIコマンドで制御する方法を示す9種類のサンプル・プログラムが記載されています。これらのプログラムはすべて、Microsoft® CおよびMicrosoft® Visual BASIC® 6.0で作成され、Agilent VISA-COMを使用します。



これらのプログラムは、波形発生器に付属する“Agilent 33500 Series Product Reference CD-ROM”に収録されています。ファイルはCDの“Programming Examples”リンクの下にあります。

サンプル・プログラムを変更したい場合、または独自のプログラムを作成してコンパイルしたい場合は、Agilent IO Libraries Suiteソフトウェアをインストールする必要があります。このソフトウェアは、33500シリーズに付属する“Agilent E2094 Automation-Ready CD-ROM”からインストールできます。

IO Libraries Suiteソフトウェアは他のAgilent製品 (Agilent GPIBカードなど) にも付属しているので、すでにインストールされている可能性もあります。ただし、Product Reference CD-ROMに収録されているサンプルをサポートするには、Agilent IO Libraries Suite 14.0以降のバージョンが必要です。

Agilent IO Libraries Suiteソフトウェアの入手方法については、下記を参照してください。

[www.agilent.co.jp/find/iolib](http://www.agilent.co.jp/find/iolib)

Microsoft®およびVisual BASIC®は、Microsoft Corporationの登録商標です。

適切なソフトウェア・コンポーネントをインストールしたら、第3章の「リモート・インターフェースの設定」を参照して、インターフェースを設定します。

この章に記載されているソフトウェアは、著作権で保護されています。

Copyright © 2010 Agilent Technologies, Inc.

お客様は、Agilentがすべてのサンプル・アプリケーション・ファイルに関していかなる保証も義務も責任も持たないことに同意していただくという条件で、サンプル・アプリケーション・ファイル（およびその改変版）を、お客様が有用と見なす任意の方法で、無償で使用、改変、複製、配布する権利を持っています。

Agilentはプログラミング・サンプルを単なる参考用に提供しています。すべてのサンプル・プログラムは、紹介されているプログラミング言語と、手順の作成とデバッグに使用するツールに関する知識を前提としています。Agilentのサポート・エンジニアは、Agilentソフトウェア・コンポーネントとそれに関連するコマンドの機能に関する説明を提供することはできますが、これらのサンプルを変更することによって、お客様の個別のニーズを満たす機能を追加したり、手順を構築したりすることはありません。

この章のすべてのサンプル・アプリケーション・プログラムは、Microsoft Visual Basic 6.0およびAgilent VISA-COMで使用することを前提としています。

Visual BasicでIOオブジェクトを使用するには：

1. Project/Referencesメニューでライブラリを含むように参照を設定します。VISA COMには、VISA COM 3.0タイプ・ライブラリへのCOM参照が必要です。メニューで参照を確立します。  
`Project > References ...`
2. “Dim Fgen As VisaComLib.FormattedIO488”などのステートメントを使用して、フォーマットされたIO参照を作成し、  
`Set Fgen = New VisaComLib.FormattedIO488`を使用して実際のオブジェクトを作成します。

## プログラム・リスト

### 例：単純な正弦波

このプログラム（CD-ROMの“examples\VB\Simple Sine”サブディレクトリに存在）は、“sine”機能を選択し、波形の周波数、振幅、オフセットを設定します。

```
' ****
' このプログラムは、33500 シリーズ測定器のチャネル 1 から、
' 以下の信号特性を持つ単純な正弦波出力を発生します。
'
' 波形形状 : 正弦波
' 周波数 : 1000 Hz
' 振幅 : 2 Vp-p
' オフセット : 0 V
' 出カインピーダンス : 50 Ω
' チャネル 1 出力 : オン
'
' ****

Private Sub Command1_Click()

    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim mfIo As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMCLs
    Set mfIo = New FormattedIO488
    Set mfIo.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK, 2000, "")

    On Error GoTo MyError

    ' このプログラムは、波形形状を選択し、周波数、振幅、
    ' オフセットを調整して波形をセットアップします。

```

```
With mfIo
    ' 測定器をクリア／リセット
    .WriteString "*CLS"
    .WriteString "*RST"

    Sleep 1000

    ' 必要な設定を行うコマンドを送信
    .WriteString "SOURCE1:FUNCTION SIN"
    .WriteString "SOURCE1:FREQUENCY 1000"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT:UNIT VPP"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT 2"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT:OFFSET 0"
    .WriteString "OUTPUT1:LOAD 50"

    ' 出力をオン
    .WriteString "OUTPUT1 ON"

    Sleep 1000

End With
Text2.Text = "Sine Wave output set on Channel1"

4

Exit Sub

MyError:
    Text2 = Err.Description
    Resume Next

End Sub

Private Sub Form_Load()
    Text2.Text = ""
End Sub

End Sub
```

## 例：振幅変調

このプログラム（CD-ROMの“examples\VB\Amplitude Modulation”サブディレクトリに存在）は、ロー・レベルSCPIコマンドを使用して振幅変調の波形を設定します。これはまた、\*SAVコマンドを使用して測定器設定を波形発生器の内部メモリに記録する方法も示します。

```
' *****
' このプログラムは、33500 シリーズ測定器のチャネル 1 から、
' 以下の信号特性を持つ振幅変調出力を発生します。
'
' 搬送波周波数：正弦波、1 MHz、5 Vp-p
' 振幅変調搬送波、両側波帯搬送波抑圧
'
' 変調周波数： 正弦波、1 kHz
' AM 変調度： 100%
' *****
```

```
Private Sub Command1_Click()

    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim mfIo As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMcls
    Set mfIo = New FormattedIO488
    Set mfIo.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK, 2000, "")

    On Error GoTo MyError

    ' このプログラムは、波形形状を選択し、周波数、振幅、
    ' オフセットを調整して波形をセットアップします。

    With mfIo

        ' 測定器をクリア／リセット
        .WriteString "*CLS"
        .WriteString "*RST"

        Sleep 1000

        ' 搬送波波形を設定
        .WriteString "SOURCE1:FUNC SIN"
        .WriteString "SOURCE1:FREQ 10E5"
        .WriteString "SOURCE1:VOLT:UNIT VPP"
        .WriteString "SOURCE1:VOLT 5"

        ' 振幅変調のモードを選択
        .WriteString "SOURCE1:AM:DSSC ON"

        ' 変調源を選択
        .WriteString "SOURCE1:AM:SOURCE INT"
```

```
' 変調波形の形状を選択
.WriteString "SOURCE1:AM:INT:FUNC SIN"

' 変調周波数を設定
.WriteString "SOURCE1:AM:INT:FREQ 1000"

' 変調度を設定
.WriteString "SOURCE1:AM:DEPTH 100"

' AM 変調をオン
.WriteString "SOURCE1:AM:STATE ON"

' 出力をオン
.WriteString "OUTPUT1 ON"

Sleep 1000

End With

Text2.Text = "Amplitude modulation output enabled"

Exit Sub

MyError:

Text2 = Err.Description
Resume Next

End Sub

Private Sub Form_Load()
    Text2.Text = ""
End Sub
```

## 例：リニア掃引

このプログラム（CD-ROMの“examples\VB\Linear Sweep”サブディレクトリに存在）は、正弦波のリニア掃引を作成します。スタート／ストップ周波数と掃引時間を設定します。

```
' *****
' このプログラムは、33500 シリーズ測定器のチャネル 1 から、
' 以下の信号特性を持つ単純な正弦波掃引出力を発生します。

' 波形形状 : 正弦波
' 振幅 : 2 Vp-p
' スタート周波数 : 20 Hz
' スタート周波数 : 20 KHz
' 掃引方法 : リニア
' 掃引時間 : 2 s / 掃引
' トリガ・ソース : 即時

' チャネル 1 出力 : オン
' *****

Private Sub Command1_Click()

    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim mfIo As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMCLs
    Set mfIo = New FormattedIO488
    Set mfIo.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK, 2000, "")

    On Error GoTo MyError

    ' このプログラムは、波形形状を選択し、周波数、振幅、
    ' オフセットを調整して波形をセットアップします。

    With mfIo

        ' 測定器をクリア／リセット
        .WriteString "*CLS"
        .WriteString "*RST"

        Sleep 1000

        ' 波形形状、振幅、オフセットを選択
        .WriteString "SOURCE1:FUNCTION SIN"
        .WriteString "SOURCE1:VOLT:UNIT VPP"
        .WriteString "SOURCE1:VOLT 2"

        ' 掃引の周波数境界を選択
        .WriteString "SOURCE1:FREQUENCY:START 20"
        .WriteString "SOURCE1:FREQUENCY:STOP 20E3"

        ' 掃引モードを選択
        .WriteString "SOURCE1:SWEEP:SPACING LINEAR"

        ' 掃引時間を秒単位で設定
        .WriteString "SOURCE1:SWEEP:TIME 2"
    End With
End Sub
```

```
' 掃引トリガ・ソースを選択
.WriteString "TRIGGER1:SOURCE IMM"

' 掃引状態をオン
.WriteString "SOURCE1:SWEEP:STATE ON"

' 出力をオン
.WriteString "OUTPUT1 ON"

Sleep 1000

End With
Text2.Text = "Sweep Output enabled"

Exit Sub

MyError:
    Text2 = Err.Description
    Resume Next

End Sub

Private Sub Form_Load()
    Text2.Text = ""
End Sub
```

## 例：パルス波形

このプログラム（CD-ROMの“examples\VB\Pulse”サブディレクトリに存在）は、パルス波形を設定し、パルス幅、周期、ハイ／ロー・レベルを設定します。その後、エッジ時間を探します。

```
' ****
' このプログラムは、33500 シリーズ測定器のチャネル 1 から、
' 以下の信号特性を持つ単純なパルス波出力を発生します。プログラム内の
' ループにより、100 ms ごとにエッジ遷移時間を 10 ns 延ばします。
'
' 波形形状 : パルス
' 周波数 : 100 kHz
' 振幅 : 2 Vp-p
' オフセット : 0 V
' エッジ遷移時間 : 可変 (10 ns から 100 ns まで 10 ns 単位で 100 ms ごとに変化)
' チャネル 1 出力 : オン
'

Private Declare Sub Sleep Lib "kernel32" (ByVal dwMilliseconds As Long)

Private Sub Command1_Click()
    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim mfIo As VisaComLib.FormattedIO488
    Dim i As Integer

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMCLs
    Set mfIo = New FormattedIO488
    Set mfIo.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK, 2000, "")

    On Error GoTo MyError

    ' このプログラムは、波形形状を選択し、周波数、振幅、
    ' オフセットを調整して波形をセットアップします。

    With mfIo
        ' 測定器をクリア／リセット
        .WriteString "*CLS"
        .WriteString "*RST"

        Sleep 1000

        ' 機能をパルスに設定
        .WriteString "SOURCE1:FUNCTION PULSE"

        ' パルス周期 (秒) と電圧を設定
        .WriteString "SOURCE1:FUNCTION:PULSE:PERIOD 1E-3"
        .WriteString "SOURCE1:VOLT 5"

        ' デューティ・サイクルを 50 %に設定
        .WriteString "SOURCE1:FUNCTION:PULSE:DCYCLE 50"

        ' 出力をオン
        .WriteString "OUTPUT1 ON"
    End With
End Sub
```

```
Sleep 1000

' パルス遷移時間を変更しながら反復
For i = 1 To 10
    .WriteString "SOURCE1:FUNCTION:PULSe:TRANSition " & (i * 10) & "E-9"
    Sleep 100
Next i

End With
Text2.Text = "Pulse output with variable edge time set on Channel1"

Exit Sub

MyError:

Text2 = Err.Description
Resume Next

End Sub

Private Sub Form_Load()
    Text2.Text = ""
End Sub
```

## 例：任意波形をASCIIでダウンロード

このプログラム（CD-ROMの“examples\VB\AsciiArb”サブディレクトリに存在）は、パルス波形を設定し、パルス幅、周期、ハイ／ロー・レベルを設定します。その後、エッジ時間を延ばします。

```
' *****
' このプログラムは、任意波形を測定器の揮発性メモリにダウンロードし、
' 下記の設定で再生する方法を示します。
'
' 波形形状 :      任意波形
' 周波数 :        40 k サンプル / s
' 振幅 :          2 Vp-p
' オフセット :    0 V
' 出力インピーダンス : 50 Ω
' チャネル 1 出力 : オン
'
' この任意波形は、4000 ポイントのパルス波形を発生し、そのうち最初の 200 ポイントが
' 0 V から定義された最大電圧振幅までの正のパルスを定義します。
'
' 注意：このプログラムは、揮発性メモリ内の保存されていないデータをすべて消去します。
' 必要な場合は、このサンプル・プログラムを実行する前にデータを保存してください。
' *****
```

4

```
Private Sub Command1_Click()
    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim mFio As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMCLs
    Set mFio = New FormattedIO488
    Set mFio.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK, 2000, "")

    Dim Waveform() As String
    Dim I As Integer
    Dim DataStr As String
    ReDim Waveform(1 To 4000)

    On Error GoTo MyError

    ' 波形を計算

    Text2.Text = ""
    Text2.Text = Text2.Text & "Computing Waveform..." & vbCrLf

    For I = 1 To 5
        Waveform(I) = Str$((I - 1) / 5)           ' 立ち上がり時間を設定 (5 ポイント)
    Next I

    For I = 6 To 205
        Waveform(I) = "1"                         ' パルス幅を設定 (200 ポイント)
    Next I

    For I = 206 To 210
        Waveform(I) = Str$((210 - I) / 5)         ' 立ち下がり時間を設定 (5 ポイント)
    Next I
```

```

For I = 211 To 4000
    Waveform(I) = "0"                                ' 残りのポイントを 0 に設定
Next I

DataStr = Join(Waveform, ",")                      ' データ配列から文字列を作成

With mFio
    ' 測定器をクリアしてリセットし、Visa 接続タイムアウトを 40 秒に
    ' 延ばして、長い波形のダウンロードに対応
    .WriteString "*CLS"
    .WriteString "*RST"
    .IO.Timeout = 40000

    Sleep 1000

    Call WaitForOPC(mFio)

    '
    ' *** 揮発性メモリをクリア ***
    ' 注意：このプログラムは、揮発性メモリ内の保存されていないデータをすべて消去します。
    ' 必要な場合は、このサンプル・プログラムを実行する前にデータを保存してください。
    '

    .WriteString "DATA:VOLatile:CLEar"

End With

' 波形をダウンロード
Text2.SelStart = Len(Text2.Text)
Text2.SelText = "Downloading Waveform..." & vbCrLf

With mFio
    .WriteString "SOURcel:DATA:ARbitrary TestArb," & DataStr
End With

Call WaitForOPC(mFio)

Text2.Text = Text2.Text & "Download Complete" & vbCrLf

With mFio
    ' 必要な設定を行うコマンドを送信
    .WriteString "SOURcel:FUNCTION:ARbitrary TestArb" ' 現在の任意波形を
定義済みの任意波形パレスに設定
    .WriteString "SOURCE1:VOLT 2" ' 最大波形振幅を 2 Vpp に設定
    .WriteString "SOURCE1:VOLT:OFFSET 0" ' オフセットを 0 V に設定
    .WriteString "OUTPUT1:LOAD 50" ' 出力負荷を 50 Ω に設定
    .WriteString "SOURCE1:FUNCTION:ARB:SRATE 40000" ' サンプリング・レートを設定
    .WriteString "SOURcel:FUNCTION ARB" ' 任意波形機能をオン

    ' この例は、揮発性メモリに任意波形を作成します。
    ' 波形を不揮発性メモリに保存するには、次のいずれかのコマンドを使用します。
    ' MMEMory:STOR:DATA1 "INT:\TESTARB.arb" ' 任意波形を内部メモリに TESTARB.arb という名
前で記録

```

## 第4章 アプリケーション・プログラム プログラム・リスト

```
'MMEMory:STOR:DATA1 "USB:\TESTARB.arb" '任意波形をUSB フラッシュ・ドライブに
TESTARB.arb という名前で記録

' 出力をオン
.WriteString "OUTPUT1 ON" ' チャネル1出力をオン

Sleep 1000

End With

Text2.Text = Text2.Text & "Arb Wave output set on Channel1" & vbCrLf

Exit Sub

MyError:

Text2 = Err.Description
Resume Next

End Sub

Private Sub Form_Load()
Text2.Text = ""

End Sub

Private Function WaitForOPC(mFio As VisaComLib.FormattedIO488)

Do
    Dim strResult As String

    With mFio
        .WriteString "*OPC?"
        strResult = .ReadString()
    End With

    If (InStr(strResult, "1") > 0) Then
        Exit Do
    End If

Loop

End Function
```

## 例：シーケンス設定

このプログラム（CD-ROMの“examples\VB\Arb Sequence”サブディレクトリに存在）は、パルス波形とデューティ・サイクルを設定し、その後にデューティ・サイクルを三角波によって低速で変調します。

```
' ****
' このプログラムは、1つまたは複数の任意波形セグメントから構成される
' 任意波形セグメントを定義し、以下の設定で
' 再生します。
'
' 波形形状 :      任意波形シーケンス
' 周波数 :        40 kサンプル / s
' 振幅 :          2 Vp-p
' オフセット :    0 V
' 出カインピーダンス : 50 Ω
' チャネル1出力 : オン
'
' 注意 : このプログラムは、揮発性メモリ内の保存されていないデータをすべて消去します。
' 必要な場合は、このサンプル・プログラムを実行する前にデータを保存してください。
' ****
```

```
Private Sub Command1_Click()
    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim mFio As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMCLs
    Set mFio = New FormattedIO488
    Set mFio.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK, 2000, "")

    Dim Waveform() As String
    Dim I As Integer
    Dim DataStr As String
    ReDim Waveform(1 To 4000)
    Dim strSeqDescriptor As String
    Dim strHeader As String
    Dim strCommand As String

    On Error GoTo MyError

    ' 波形を計算
    Text2.Text = ""

    With mFio
        ' 測定器をクリア／リセット
        .WriteString "*CLS"
        .WriteString "*RST"

        Sleep 1000

        Call WaitForOPC(mFio)

        '
        ' *** 挥発性メモリをクリア ***
    End With
End Sub
```

## 第4章 アプリケーション・プログラム プログラム・リスト

```

' 注意：このプログラムは、揮発性メモリ内の保存されていないデータをすべて消去します。
' 必要な場合は、このサンプル・プログラムを実行する前にデータを保存してください。
'

.WriteString "DATA:VOLatile:CLear"

End With

' 任意波形を波形メモリにロード
With mFio

    .WriteString "MMEM:LOAD:DATA ""INT:\BUILTIN\SINC.ARB"""
    Call WaitForOPC(mFio)
    .WriteString "MMEM:LOAD:DATA ""INT:\BUILTIN\CARDIAC.ARB"""
    Call WaitForOPC(mFio)
    .WriteString "MMEM:LOAD:DATA ""INT:\BUILTIN\HAVERSINE.ARB"""
    Call WaitForOPC(mFio)

End With

' 任意波形セグメントから構成されるシーケン記述子文字列を作成
strSeqDescriptor = "mySequence"
strSeqDescriptor = strSeqDescriptor & "," +
"""/INT:\BUILTIN\SINC.ARB",5,once,maintain,12"
strSeqDescriptor = strSeqDescriptor & "," +
"""/INT:\BUILTIN\CARDIAC.ARB",5,repeat,highAtStart,35"
strSeqDescriptor = strSeqDescriptor & "," +
"""/INT:\BUILTIN\HAVERSINE.ARB",0,once,lowAtStart,10"
strSeqDescriptor = strSeqDescriptor & "," +
"""/INT:\BUILTIN\SINC.ARB",0,once,highAtStartGoLow,7"

' シーケンス・コマンドのヘッダを計算
strHeader = "#" & CStr(Len(CStr(Len(strSeqDescriptor)))) &
CStr(Len(strSeqDescriptor))

' ヘッダ情報をシーケンス記述子に付加
strCommand = "SOURcel:DATA:SEQ " & strHeader & strSeqDescriptor

With mFio

    ' 必要な設定を行うコマンドを送信
    .WriteString strCommand
    Call WaitForOPC(mFio)
    .WriteString "SOURcel:FUNCTION:ARbitrary mySequence"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT 2"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT:OFFSET 0"
    .WriteString "OUTPUT1:LOAD 50"
    .WriteString "SOURCE1:FUNCTION:ARB:SRATE 40000"
    .WriteString "SOURcel:FUNCTION ARB"

    ' 出力をオン
    .WriteString "OUTPUT1 ON"

    Sleep 1000

End With

```

```
Text2.SelText = "Arbitrary Wave Sequence generated on Channel1" & vbCrLf

Exit Sub

MyError:
    Text2 = Err.Description
    Resume Next

End Sub

Private Sub Form_Load()
    Text2.Text = ""
End Sub

Private Function WaitForOPC(mFio As VisaComLib.FormattedIO488)
    Do
        Dim strResult As String

        With mFio
            .WriteString "*OPC?"
            strResult = .ReadString()
        End With

        If (InStr(strResult, "1") > 0) Then
            Exit Do
        End If
    Loop
End Function
```

## 例：2チャネル出力

このプログラム（CD-ROMの“examples\VB\2\_Channel\_Output”サブディレクトリに存在）は、パルス波形とデューティ・サイクルを設定し、その後にデューティ・サイクルを三角波によって低速で変調します。

```
' *****
' このプログラムは、33522A 測定器の 2 つのチャネルで
' 以下の波形特性を持つ 2 つの異なる波形出力をドライブする機能を示します。
'

' チャネル 1 パラメータ :
' 波形形状 : 正弦波
' 周波数 : 1000 Hz
' 振幅 : 2 Vp-p
' オフセット : 0 V
' 負荷インピーダンス : 50 Ω
' チャネル 1 出力 : オン
'

' チャネル 2 パラメータ :
' 波形形状 : 方形波
' 周波数 : 20 kHz
' 振幅 : 1 Vrms
' オフセット : 1 V
' 負荷インピーダンス : 10 kΩ
' チャネル 2 出力 : オン
'

****

Private Sub Command1_Click()

    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim mfIo As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMcls
    Set mfIo = New FormattedIO488
    Set mfIo.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK, 2000, "")

    On Error GoTo MyError

    With mfIo

        ' 測定器をクリア／リセット
        .WriteString "*CLS"
        .WriteString "*RST"

        Sleep 1000

        ' チャネル 1 に必要な設定を行うコマンドを送信
        .WriteString "SOURCE1:FUNCTION SIN"
        .WriteString "SOURCE1:FREQUENCY 1000"
        .WriteString "SOURCE1:VOLT:UNIT VPP"
        .WriteString "SOURCE1:VOLT 2"
        .WriteString "SOURCE1:VOLT:OFFSET 0"
        .WriteString "OUTPUT1:LOAD 50"

    End With

End Sub

MyError:
    MsgBox "An error occurred while connecting to the instrument." & vbCrLf & Err.Description
    End
```

```
' チャネル 2 に必要な設定を行うコマンドを送信
.WriteString "SOURCE2:FUNCTION SQU"
.WriteString "SOURCE2:FREQUENCY 20E3"
.WriteString "SOURCE2:VOLT:UNIT VRMS"
.WriteString "SOURCE2:VOLT 1"
.WriteString "SOURCE2:VOLT:OFFSET 1"
.WriteString "OUTPUT2:LOAD MAX"           ' 最大負荷インピーダンスは 10 kΩ に対応

' チャネル 1 出力をオン
.WriteString "OUTPUT1 ON"

' チャネル 2 出力をオン
.WriteString "OUTPUT2 ON"

Sleep 1000

End With
Text2.Text = "Output set on both channels"

Exit Sub

MyError:

Text2 = Err.Description
Resume Next

End Sub

Private Sub Form_Load()
    Text2.Text = ""
End Sub
```

## 例：同期サイン・バースト

このプログラム（CD-ROMの“examples\VB\Sine Burst with SYNC”サブディレクトリに存在）は、パルス波形とデューティ・サイクルを設定し、その後にデューティ・サイクルを三角波によって低速で変調します。

```
' *****
' * このプログラムは、2台の33522A測定器を同期する方法を示します。
' * 1台目の測定器のバス・トリガによって、1つの波形の無限バーストが開始され、
' * 2台目の測定器の外部トリガによって、別の波形の無限バーストが開始されます。
' * 1台目の測定器は、バースト開始時に、リア・パネルのEXT TRIG IN/OUTコネクタから
' * 出力トリガを発生するように設定されます。1台目の測定器のEXT TRIG IN/OUT出力は
' * 信号ケーブルで2台目の測定器のEXT TRIG IN/OUTに接続されます。
' * これにより、2台目の測定器のバーストは、1台目のバーストと同時に開始されます。
' * 厳密な同期を行うには、1台目の測定器の10 MHz出力を、2台目の測定器の10 MHz入力コネクタに
' * 接続する必要があります。
'
' 测定器1設定、チャネル1：
' 波形形状： 正弦波
' 周波数： 1000 Hz
' 振幅： 2 Vp-p
' オフセット： 0 V
' 負荷インピーダンス：50 Ω
' チャネル1出力： オン
'
' 测定器2設定、チャネル1：
' 波形形状： ランプ
' 周波数： 2 kHz
' 振幅： 1 Vp-p
' オフセット： 1 V
' 負荷インピーダンス：50 Ω
' チャネル1出力： オン
*****
Private Sub Command1_Click()
    Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
    Dim mfIo1 As VisaComLib.FormattedIO488
    Dim mfIo2 As VisaComLib.FormattedIO488

    Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMCLs
    Set mfIo1 = New FormattedIO488
    Set mfIo2 = New FormattedIO488

    Set mfIo1.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK, 2000, "")
    Set mfIo2.IO = io_mgr.Open(Text2.Text, NO_LOCK, 2000, "")

    On Error GoTo MyError

    ' 测定器をクリア／リセット
    With mfIo1
        .WriteString "*CLS"
        .WriteString "*RST"
    End With

```

```

End With

With mfIo2

    .WriteString "*CLS"
    .WriteString "*RST"

End With

Sleep 2000

With mfIo1

    ' 測定器 1 をセットアップ
    ' 測定器 1 のチャネル 1 に必要な設定を行うコマンドを送信
    .WriteString "SOURCE1:FUNCTION SIN"
    .WriteString "SOURCE1:FREQUENCY 1000"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT:UNIT VPP"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT 2"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT:OFFSET 0"
    .WriteString "OUTPUT1:LOAD 50"

    ' 測定器 1 のトリガ・モードをバスに設定
    .WriteString "TRIGGER1:SOURCE BUS"

    ' 無限サイクル出力の無限サイクル・バーストをセットアップしてオンにする
    ' このバーストは、測定器 1 がバス・トリガ (*TRG) を受信したときに測定器 1 で開始
    .WriteString "SOURCE1:BURST:NCYCLES INF"
    .WriteString "SOURCE1:BURST:MODE TRIG"
    .WriteString "SOURCE1:BURST:STATE ON"

    ' バースト開始時に正のパルスを出力するように出力トリガを設定
    .WriteString "OUTPUT:TRIGGER ON"
    .WriteString "OUTPUT:TRIGGER:SLOPE POSITIVE"
    .WriteString "OUTPUT:TRIGGER:SOURCE CH1"

    ' バーストの開始に 1 つのトリガしか使用しないので、連続 INIT をオフ
    .WriteString "INITIATE1:CONTINUOUS OFF"
    ' INIT で測定器 1 をアーミングして、バースト開始のためのバス・トリガを待たせる
    .WriteString "INITIATE1"

End With

With mfIo2

    ' 測定器 2 をセットアップ
    ' 測定器 2 のチャネル 1 に必要な設定を行うコマンドを送信
    .WriteString "SOURCE1:FUNCTION RAMP"
    .WriteString "SOURCE1:FREQUENCY 2000"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT:UNIT VPP"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT 1"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT:OFFSET 1"
    .WriteString "OUTPUT1:LOAD 50"

    ' 測定器 2 のトリガ・モードを外部に設定
    .WriteString "TRIGGER1:SOURCE EXT"
    ' リアの外部トリガのスロープを正のエッジに設定

```

## 第4章 アプリケーション・プログラム プログラム・リスト

```
.WriteString "TRIGGER1:SLOPE POSITIVE"

' 無限サイクル出力の無限サイクル・バーストをセットアップしてオンにする
' このバーストは、測定器 2 がリア・パネルの EXT TRIG IN ポートで
' 正の TTL パルス（外部トリガ）を受信したときに開始
.WriteString "SOURCE1:BURST:NCYCLES INF"
.WriteString "SOURCE1:BURST:MODE TRIG"
.WriteString "SOURCE1:BURST:STATE ON"
' バーストの開始に 1 つのトリガしか使用しないので、連続 INIT をオフ
.WriteString "INITiate1:CONTinuous OFF"
' INIT で測定器 2 をアーミングして、バースト開始のための外部トリガを待たせる
.WriteString "INITiate1"

End With

With mfiIo1

    ' 測定器 1 のチャネル 1 出力をオン
    .WriteString "OUTPUT1 ON"
End With

With mfiIo2

    ' 測定器 2 のチャネル 1 出力をオン
    .WriteString "OUTPUT1 ON"
End With

Sleep 2000

With mfiIo1

    ' バス・トリガでチャネル 1 のバーストを開始
    .WriteString "*TRG"

End With

On Error GoTo MyError

mfiIo1.IO.Close
mfiIo2.IO.Close

Text3.Text = "Output set on both instruments"

Exit Sub

MyError:

Text3 = Err.Description
Resume Next

End Sub

Private Sub Form_Load()
    Text3.Text = ""
End Sub
```

## 例：信号加算

このプログラム（CD-ROMの“examples\VB\Signal SUM Example”サブディレクトリに存在）は、パルス波形とデューティ・サイクルを設定し、その後にデューティ・サイクルを三角波によって低速で変調します。

```
'*****
' Copyright © 2010 Agilent Technologies Inc. All rights
' reserved.

' お客様は、Agilent がすべてのサンプル・アプリケーション・ファイルに関して
' いかなる保証も義務も責任も持たないことに同意していただくという条件で、
' サンプル・アプリケーション・ファイル（およびその改変版）を、お客様が有用と見なす任意の方法で、
' 無償で使用、改変、複製、配布する権利を持っています。
'
' Agilent はプログラミング・サンプルを単なる参考用に提供しています。
' このサンプル・プログラムは、紹介されているプログラミング言語と、
' 手順の作成とデバッグに使用するツールに関する知識を
' 前提としています。Agilent のサポート・エンジニアは、Agilent ソフトウェア・コンポーネントと
' それに関連するコマンドの機能に関する説明を提供することはできますが、
' これらのサンプルを変更することによって、お客様の個別のニーズを
' 満たす機能を追加したり、手順を構築したりすることはできません。
'*****

' このサンプル・プログラムは、Microsoft Visual studio 6.0 および
' Agilent Visa オブジェクト・ライブラリとともに使用することを前提としています。
'
' サンプル・プログラムの実行には、VISA ライブラリのインストールが必要です。
'
' サンプル・プログラムを実行する前に、Project\reference メニューで以下のライブラリを追加してください。
' VISA COM 3.0 Type Library、場所 : <VISA インストール位置>\VisaCom\GlobMgr.dll
' VISA COM 488.2 Formatted I/O 1.0、場所 :
'   <VISA インストール位置>\VisaCom\BasFrmIO.dll
' VISA COM Resource Manager 1.0、場所 :
'   <Agilent IO Library インストール位置>\bin\AgtRM.dll
' *****

' *****
' このサンプル・プログラムは、2 つのチャネルの機能を加算して出力を得る機能を示します。
'
' アルゴリズム :
' 1. 加算するベース信号をチャネル 1 とチャネル 2 に設定
' 2. チャネル 1 に加算変調を設定
' 3. 加算変調のソースはチャネル 2 機能
' 4. 加算振幅を設定
' 4. 変調出力オン
' 5. チャネル出力オン
' 6. 確認のため、信号をオシロスコープに接続して結果を観察
'
' チャネル 1 パラメータ :
' 波形形状 : 正弦波
' 周波数 : 1000 Hz
' 振幅 : 2 Vp-p
```

## 第4章 アプリケーション・プログラム プログラム・リスト

```
' オフセット : 0 V
' 出力インピーダンス : 50 Ω

' チャネル 2 パラメータ :
' 波形形状 : 方形波
' 周波数 : 1000 Hz
' 振幅 : 2 Vp-p
' オフセット : 0 V
' 出力インピーダンス : 50 Ω

' 変調 :
' 変調方式 : 加算変調
' 加算振幅 : 1 V

' 加算状態 : オン

' チャネル 1 出力 : オン
' チャネル 2 出力 : オン
```

```
Private Sub Command1_Click()

Dim io_mgr As VisaComLib.ResourceManager
Dim mfIo As VisaComLib.FormattedIO488

Set io_mgr = New AgilentRMLib.SRMCLs
Set mfIo = New FormattedIO488
Set mfIo.IO = io_mgr.Open(Text1.Text, NO_LOCK, 2000, "")

On Error GoTo MyError

' このプログラムは、波形形状を選択し、周波数、振幅、
' オフセットを調整して波形をセットアップします。

With mfIo

    ' 測定器をリセット／クリア
    .WriteString "*RST"
    .IO.Clear

    ' チャネル 1 に必要な設定を行うコマンドを送信
    .WriteString "SOURCE1:FUNCTION SIN"
    .WriteString "SOURCE1:FREQUENCY 1000"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT:UNIT VPP"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT 2"
    .WriteString "SOURCE1:VOLT:OFFSET 0"
    .WriteString "OUTPUT1:LOAD 50"

    ' チャネル 2 に必要な設定を行うコマンドを送信
    .WriteString "SOURCE2:FUNCTION SQU"
    .WriteString "SOURCE2:FREQUENCY 1000"
    .WriteString "SOURCE2:VOLT:UNIT VPP"
    .WriteString "SOURCE2:VOLT 2"
    .WriteString "SOURCE2:VOLT:OFFSET 0"
    .WriteString "OUTPUT2:LOAD 50"

End With
```

```
' 加算変調パラメータを設定
.WriteString "SOURCE1:SUM:SOURCE CH2"
.WriteString "SOURCE1:SUM:AMPLITUDE 1"
.WriteString "SOURCE1:SUM:STATE 1"

' 出力をオン
.WriteString "OUTPUT1 ON"
.WriteString "OUTPUT2 ON"

End With
Text2.Text = "Output set as SUM signal on Channel 1"

Exit Sub

MyError:
    Text2 = Err.Description
    Resume Next

End Sub

Private Sub Form_Load()
    Text2.Text = ""
End Sub
```



---

チュートリアル

## チュートリアル

この章では、33500シリーズ波形発生器を活用していただくためのヒントとして、その内部動作と発生できる信号についていくつかの側面から紹介します。

- 任意波形 (254ページ)
- 準ガウシアン・ノイズ (256ページ)
- PRBS (256ページ)
- 変調 (257ページ)
- バースト (260ページ)
- 周波数掃引 (262ページ)
- AC信号の属性 (263ページ)
- 信号の欠陥 (266ページ)
- グランド・ループ (267ページ)

### 任意波形

測定器の標準波形では満たせないニーズに応えるために、任意波形を定義できます。例えば、被試験デバイスに独自の入力信号が必要な場合、あるいは、オーバショット、リングング、グリッチ、ノイズなど、実際の信号の欠陥をシミュレートしたい場合などです。また、最新の通信システムで用いられる非常に複雑な信号をシミュレートするためにも利用できます。

各チャネルに対して、最大1,000,000ポイント（オプション002では16,000,000ポイント）の任意波形を作成できます。測定器は、これらの数値データ・ポイント（「サンプル」とも呼ばれる）をメモリに記録し、波形発生時に電圧に変換します。ポイントが読み取られる周波数を「サンプリング・レート」と呼び、波形の周波数はサンプリング・レートを波形のポイント数で割ったものに等しくなります。例えば、波形が37ポイントでサンプリング・レートが162.4 MHzの場合を考えます。周波数は $(162.4 \text{ MHz})/37 = 4.389 \text{ MHz}$ となり、周期はその逆数で227.8 nsとなります。

$$\text{周波数} = 1/\text{周期} = (\text{サンプリング・レート}) / (\text{ポイント数})$$

任意波形の最大周波数は、測定器の最大サンプリング・レートである250 MHzを波形のポイント数で割った値になります。任意波形は最低8個のポイントを持つ必要があります。

**波形フィルタ** 任意波形の発生時にポイント間の遷移を滑らかにするために、測定器には2つのフィルタが装備されています。ノーマル・フィルタ設定では、広いフラットな周波数応答が得られますが、ステップ応答にはオーバシュートとリンギングが見られます。ステップ・フィルタ設定では、ほぼ理想的なステップ応答が得られますが、周波数応答のロールオフはノーマル・フィルタに比べて大きくなります。

各フィルタのカットオフ周波数は、波形のサンプリング・レートの一定の割合になります。ノーマル・フィルタの応答はサンプリング・レートの27 %で-3 dBになり、ステップ・フィルタの応答はサンプリング・レートの13 %で-3 dBになります。例えば、任意波形を100 Mサンプル/sで再生する場合は、ノーマル・フィルタの-3 dB 周波数帯域幅は27 MHzです。

フィルタをオフにした場合は、出力はポイント間で急激に変化し、遷移時間は約10 nsになります。

**波形シーケンス** Agilent 33500シリーズは、小さい波形から長い複雑な波形を構築できます。その方法を指定したユーザ定義可能なプログラムのことをシーケンスと呼び、小さい波形のことをセグメントと呼びます。セグメント間の切り替えは、リアルタイムでシームレスに行われます。音楽に例えれば、セグメントはプレーヤーに入っている曲であり、シーケンスは再生リストのようなものです。

シーケンスの各ステップは、セグメントとそれを再生する回数を指定します。また、シーケンスが次のステップに進む前にトリガを待つかどうかと、ステップごとに同期信号がどのように発生するかも指定します。

シーケンス内の各ステップで、以下のいずれかを実行できます。

- 選択したセグメントを1~1,000,000回再生し、次のステップに進む
- 選択したセグメントを1回再生し、停止してトリガを待ってから次に進む
- 選択したセグメントをトリガが発生するまで繰り返してから、次に進む
- 選択したセグメントを明示的に停止されるまで繰り返す

同期信号発生のオプションを以下に示します。

- セグメントの先頭で同期オン
- セグメントの先頭で同期オフ
- セグメント全体を通じて現在の同期状態を維持
- セグメントの先頭で同期をオンにし、セグメント内の指定したポイントでオフにする

シーケンスはフロント・パネルからは作成できません。SCPIを使ってリモートから作成します。シーケンスを作成して.seqファイルの形式で測定器に保存した後、測定器からUSBメモリ・デバイスを使用してシーケンスをダウンロードできます。その後、.seqファイルをPC上のテキスト・エディタで編集して新しい.seqファイルを作成し、測定器にアップロードできます。

## 準ガウシアン・ノイズ

ノイズ波形は、定量的／定性的両方の統計的性質に関して最適化された状態で発生されます。真にランダムではありませんが、50年以上連続動作させても繰り返しません。

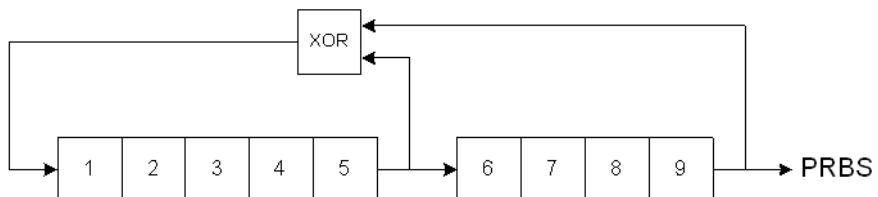
ノイズ波形の電圧分布は、ほぼガウシアンです。理想的な分布と異なり、測定器のV<sub>pp</sub>の範囲外の電圧が発生する確率は0です。クレスト・ファクタ（ピーク電圧をRMS電圧で割った結果）は、約4.6です。

ノイズ帯域幅は、1 mHzから30 MHzまで変化させることができます。ノイズ信号のエネルギーは、DCから選択した帯域幅までのバンド内に集中します。したがって、帯域幅設定が狭いほど、目的のバンドでの信号のスペクトラム密度は高くなります。例えば、オーディオ信号の場合は、帯域幅を30 kHzに設定すると、帯域幅を30 MHzに設定した場合に比べて、オーディオ・バンドの信号強度が30 dB高くなります。

## PRBS

5

疑似ランダム・ビット・シーケンス(PRBS)波形は、パルスや方形波と同様に2つの状態（ハイとロー）を持っていますが、状態の間の切り替えは、シーケンス発生アルゴリズムを知らない限り予測困難な方法で行われます。PRBSは、下に示す例のようなリニア・フィードバック・シフト・レジスタ（LFSR）によって発生されます。



LFSRは、ステージ数と、フィードバック回路のXORゲートがどのステージ（タップ）に置かれるかによって指定します。PRBS出力は、最後のステージから得られます。タップを適切に選ぶことにより、LステージのLFSRは、長さ $2^L - 1$ の繰り返しPRBSを発生します。LFSRのクロック周波数によって、PRBSの「ビット・レート」が決まります。

33500シリーズでは、Lの値を7、9、11、15、20、23に設定することで、長さ127～8,388,607ビットのシーケンスを作成できます。

## 変調

**振幅変調(AM)** 33500シリーズは、2種類のAMが実装されています。その1つは、両側波帯全搬送波(DSB-FC)です。DSB-FCはITUでA3Eと呼ばれており、AM放送で用いられている方式です。もう1つの種類は、両側波帯搬送波抑圧(DSSC)です。今日の多くの通信システムでは、同じ周波数で位相が90°異なる2つの搬送波のそれぞれでDSSCを採用しています。これを直交振幅変調(QAM)と呼びます。

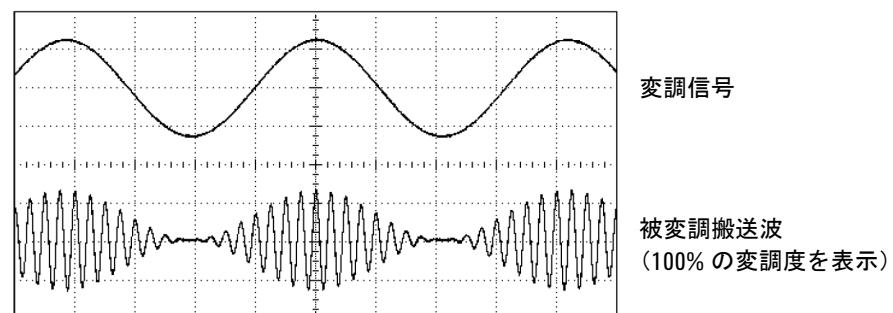
DSB-FCの式を以下に示します。

$$y(t) = [(1/2) + (1/2) \cdot d \cdot m(t)] \cdot A_c \cdot \sin(\omega_c t)$$

ここで

- $m(t)$ は変調信号
- $A_c$ は搬送波振幅
- $\omega_c$ は搬送波の周波数
- $d$ は「変調度」すなわち変調に使用される振幅範囲の割合

例えば、変調度設定が80%の場合は、振幅は、内部またはフル・スケール(±5V)外部変調信号に応じて、振幅設定の10%～90%の範囲で変化します(90% - 10% = 80%)。変調度は、測定器の最大出力電圧(50Ω負荷で±5V、高インピーダンス負荷で±10V)を超えない範囲で、最大120%に設定できます。



## 第5章 チュートリアル 変調

DSSCの式を以下に示します。

$$y(t) = d \cdot m(t) \cdot \sin(\omega_c t)$$

DSB-SCでは、 $m(t) < 0$ のときに搬送波信号が反転されます。QAMの場合は、2番目の搬送波信号は $\cos(\omega_c t)$ となり、1つめの搬送波と位相が $90^\circ$ ずれています。

**周波数変調(FM)** 周波数変調は、搬送波信号の周波数を変調信号に応じて変化させます。

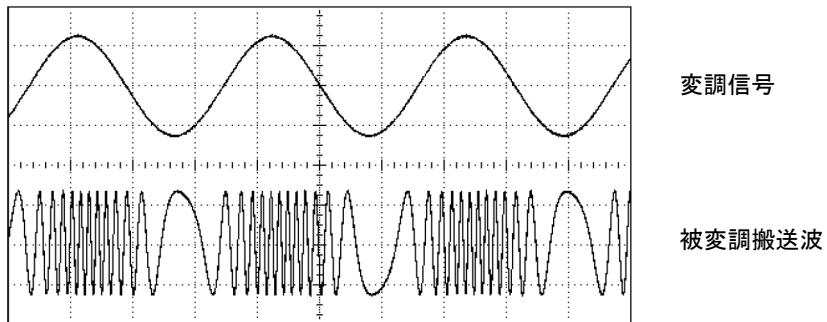
$$y(t) = A_c \cdot \sin[(\omega_c + d \cdot m(t)) \cdot t]$$

ここで、 $m(t)$ は変調信号、 $d$ は周波数偏移です。FMは、偏移が変調信号の帯域幅の1%未満である場合は狭帯域と呼ばれ、それ以外の場合は広帯域と呼ばれます。被変調信号の帯域幅は、以下の式で近似できます。

$BW \approx 2 \cdot (\text{変調信号の帯域幅})$ ：狭帯域FMの場合

$BW \approx 2 \cdot (\text{偏移} + \text{変調信号の帯域幅})$ ：広帯域FMの場合

5



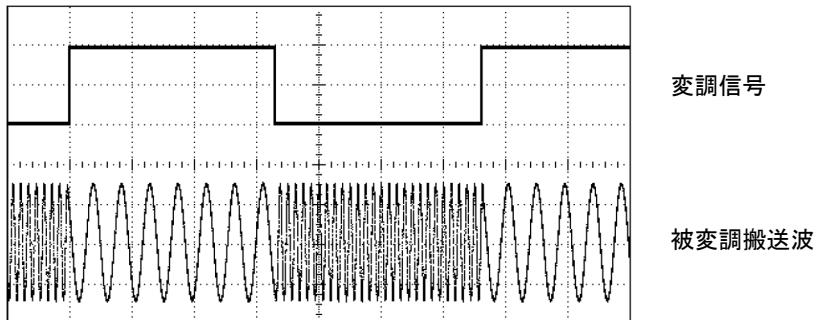
**位相変調(ΦM)** ΦMはFMに似ていますが、搬送波の周波数でなく位相が変化します。

$$y(t) = \sin[\omega_c t + d \cdot m(t)]$$

ここで、 $m(t)$ は変調信号、 $d$ は位相偏移です。

**周波数シフト・キーイング(FSK)** FSKはFMに似ていますが、搬送波周波数が2つの決められた値（搬送波周波数とホップ周波数）の間で切り替わります。ホップ周波数のことを「マーク」、搬送波周波数のことを「スペース」と呼ぶこともあります。周波数の値が切り替わる速度は、内部タイマまたはリア・パネルのExt Trigコネクタの信号によって決まります。周波数の変化は瞬間的で、位相連続です。

内部変調信号は50 %デューティ・サイクルの方形波です。



**バイナリ位相シフト・キーイング(BPSK)** BPSKはFSKに似ていますが、搬送波の周波数でなく位相が2つの値の間で切り替わります。位相の値が切り替わる速度は、内部タイマまたはリア・パネルのExt Trigコネクタの信号によって決まります。位相変化は瞬間的です。

内部変調信号は50 %デューティ・サイクルの方形波です。

**パルス幅変調(PWM)** PWMはパルス波形のみで使用でき、名前からわかるように、パルスの幅が変調信号に応じて変化します。パルス幅の変化量は幅偏移と呼ばれ、波形周期の%（すなわちデューティ・サイクル）または時間単位で指定できます。例えば、20 %デューティ・サイクルのパルスを指定し、5 %偏移のPWMを設定した場合は、デューティ・サイクルが変調信号の制御下で15 %～25 %の範囲で変化します。

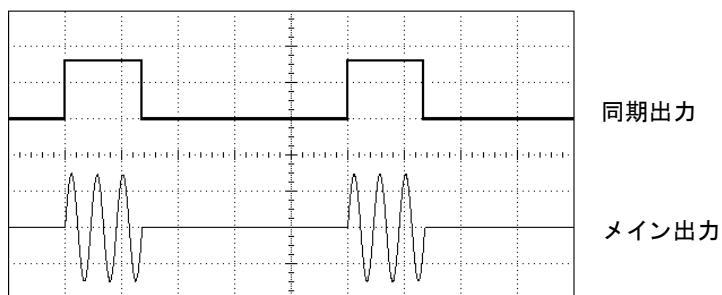
**加算変調** 加算機能は、変調信号を搬送波に加算します。例えば、制御された量の可変帯域幅ノイズを信号に加算したり、2トーン信号を作成したりできます。33500シリーズの内部変調発生器は、メイン発生器と同じ連続波形を発生できるので、加算機能を使えば、従来2台の測定器を必要としたさまざまな信号を作成できます。

加算機能は、変調信号の振幅によって出力信号の振幅を増加させます。これにより、測定器が高い出力電圧レンジに移行し、一時的な信号断が生じる可能性があります。アプリケーションでこれが問題になる場合は、レンジ・ホールド機能をオンにします。電圧の増加によって被試験デバイスが損傷する可能性がある場合は、電圧リミットを適用します。

## バースト

波形発生器では、指定したサイクル数からなる波形を出力できます。これをバーストと呼びます。バーストには、*N*サイクル・バースト（「トリガ・バースト」とも呼ぶ）と、グーティッド・バーストの2つのモードがあります。

**Nサイクル・バースト** *N*サイクル・バーストは、特定の数の波形サイクル（1～1,000,000）から構成され、常にトリガ・イベントによって開始されます。バースト・カウントを無限大に設定すると、波形発生器がトリガされた後で連続的に波形を出力できます。



3サイクル・バースト波形

バーストのトリガ・ソースは、外部信号、内部タイマ、Triggerキー、リモート・インターフェースから受信したコマンドのいずれかです。外部トリガ信号の入力は、リア・パネルの*Ext Trig*コネクタです。このコネクタは、TTL互換レベルを受け入れ、シャーシ・グランド（フローティング・グランドではなく）が基準です。入力として使用しない場合は、*Ext Trig*コネクタは、33500シリーズの内部トリガの発生とともに他の測定器をトリガするための出力として設定できます。

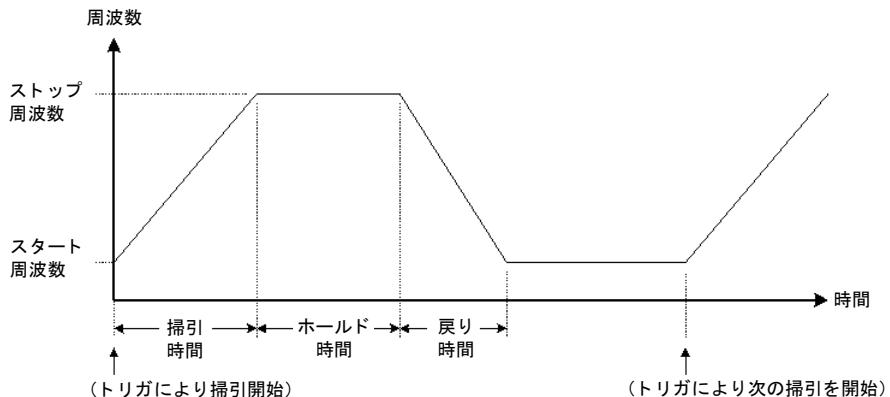
Nサイクル・バーストの開始と終了は、常に波形の同じポイントで生じます。これをスタート位相と呼びます。

**ゲーティッド・バースト** ゲーティッド・バースト・モードでは、リア・パネルの*Ext Trig*コネクタに印加される外部信号のレベルに応じて、出力波形が「オン」または「オフ」になります。ゲート信号が真の場合に、波形発生器は連続波形を出力します。ゲート信号が偽になると、現在の波形サイクルが終了され、波形発生器は選択された波形のスタート位相に対応する電圧レベルを維持しながら停止します。ノイズ波形の場合は、ゲート信号が偽になると出力はただちに停止します。

## 周波数掃引

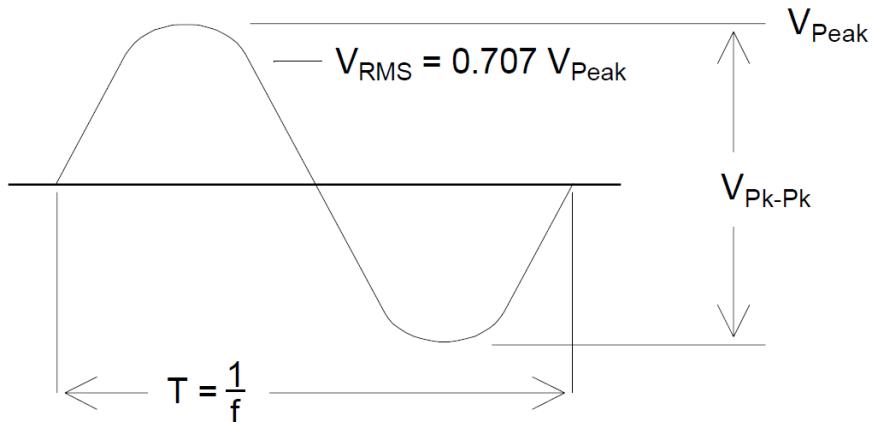
周波数掃引はFMに似ていますが、変調波形が使用されません。その代わりに、出力周波数は、リニアまたはログ関数に基づいて、あるいは最大128個のユーザ指定周波数のリストに応じて設定されます。リニア掃引では、出力周波数は一定の「Hz/s」に基づいて変化します。これに対して、ログ掃引では、周波数は一定の「オクターブ/s」または「デケード/s」に基づいて変化します。ログ掃引を使えば、リニア掃引では低い周波数の分解能が失われるような広い周波数レンジをカバーできます。

周波数掃引は、掃引時間（周波数がスタート周波数からストップ周波数まで滑らかに変化する時間）、ホールド時間（周波数がストップ周波数に留まる時間）、戻り時間（周波数がスタート周波数まで滑らかに戻る時間）で指定されます。次の掃引の開始は、トリガ設定によって決まります。戻りは常にリニアです。



## AC信号の属性

最も一般的なAC信号は正弦波です。実際には、あらゆる周期信号は異なる正弦波の和として表されます。正弦波の振幅を指定する一般的な方法としては、ピーク値、p-p値、RMS（実効）値があります。これらの数値はすべて、波形のオフセット電圧が0であることを仮定しています。



波形のピーク電圧とは、波形のすべてのポイントの最大絶対値です。ピークツーピーク電圧とは、最大値と最小値の差です。RMS電圧とは、波形のすべてのポイントの標準偏差です。

**AC信号の属性**

波形のRMS値は、信号の1サイクルの平均パワーから、信号のDC成分のパワーを引いたものです。信号のピーク値とRMS値の比のことをクレスト・ファクタと呼び、波形によって異なります。下の表に、いくつかの一般的な波形のクレスト・ファクタとRMS値を示します。

波形の形状	クレスト・ファクタ (C.F.)	AC RMS	AC + DC RMS
	1.414	$\frac{V}{1.414}$	$\frac{V}{1.414}$
	1.732	$\frac{V}{1.732}$	$\frac{V}{1.732}$
	$\sqrt{\frac{T}{t}}$	$\frac{V}{C.F.} \times \sqrt{1 - \left(\frac{1}{C.F.}\right)^2}$	$\frac{V}{C.F.}$

**注記：**アベレージ電圧計を使用して波形のDC電圧を測定した場合は、測定値は波形発生器のDCオフセット設定と一致しない可能性があります。これは、波形の平均値が0でない場合は、それがDCオフセットに加算されるからです。

ACレベルは、「1 mWを基準としたデシベル値」(dBm)で指定されることがあります。dBmはパワー・レベルを表すので、計算を行うには信号のRMS電圧と負荷抵抗を知る必要があります。

$$\text{dBm} = 10 \times \log_{10}(P / 0.001) \quad \text{ここで } P = V_{\text{RMS}}^2 / R_L$$

50 Ω負荷の正弦波の場合のdBmと電圧の対応を、下の表に示します。

dBm	RMS電圧	p-p電圧
+23.98 dBm	3.54 Vrms	10.00 Vpp
+13.01 dBm	1.00 Vrms	2.828 Vpp
+10.00 dBm	707 mVrms	2.000 Vpp
+6.99 dBm	500 mVrms	1.414 Vpp
3.98 dBm	354 mVrms	1.000 Vpp
0.00 dBm	224 mVrms	632 mVpp
-6.99 dBm	100 mVrms	283 mVpp
-10.00 dBm	70.7 mVrms	200 mVpp
-16.02 dBm	35.4 mVrms	100 mVpp
-30.00 dBm	7.07 mVrms	20.0 mVpp
-36.02 dBm	3.54 mVrms	10.0 mVpp
-50.00 dBm	0.707 mVrms	2.00 mVpp
-56.02 dBm	0.354 mVrms	1.00 mVpp

75 Ωまたは600 Ω負荷の場合は、以下の変換式を使用します。

$$\text{dBm } (75 \Omega) = \text{dBm } (50 \Omega) - 1.76$$

$$\text{dBm } (600 \Omega) = \text{dBm } (50 \Omega) - 10.79$$

## 信号の欠陥

正弦波の場合は、一般的な信号の欠陥の記述と観察は、スペクトラム・アナライザを使って周波数ドメインで行うのが最も簡単です。周波数が基本波（搬送波）と異なる出力信号成分は、歪みと見なされます。このような欠陥は、高調波歪み、非高調波スプリアス、位相雑音に分類され、搬送波レベルを基準にしたデシベル、すなわち“dBc”で指定されます。

**高調波歪み** 高調波成分は、基本波の整数倍の周波数に現れ、通常は信号経路内の非線形コンポーネントから発生します。信号振幅が小さい場合は、高調波歪みのもう1つの原因として、同期信号が考えられます。これは多数の強い高調波成分を持つ方形波で、主信号に結合する可能性があります。同期信号と主信号の出力は測定器内では強力に分離されていますが、外部の配線で結合が生じる可能性があります。最善の結果を得るには、2重または3重のシールドを備えた高品質の同軸ケーブルを使用します。同期が不要な場合は、接続しないかオフにしておきます。

**非高調波スプリアス** 非高調波スプリアス成分の原因の1つは、波形のデジタル表現を電圧に変換するD/Aコンバータ(DAC)です。DACの非線形性から、ナイキスト周波数(125 MHz)よりも高い高調波が生じ、そのエリアジングが低い周波数に発生します。例えば、30 MHzの5次高調波(150 MHz)は100 MHzのスプリアスを発生します。

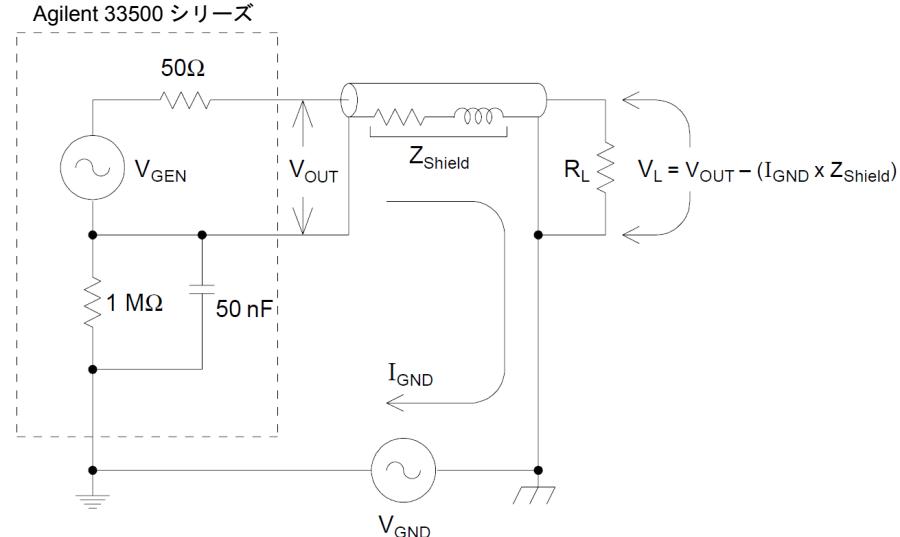
非高調波スプリアスのもう1つの原因是、無関係な信号源（組み込みコントローラのクロックなど）が出力信号に結合することです。このようなスプリアスは、通常一定の振幅を持ち、信号の振幅が100 mVppよりも小さい場合に最も大きな問題となります。小振幅での信号純度を最高にするには、測定器の出力レベルを比較的大きくし、外部アンテナを使用します。

**位相雑音** 位相雑音は、出力周波数の小さな瞬間的な変化（ジッタ）から生じます。スペクトラム・アナライザでは、これは出力信号の周波数近くのノイズ・フロアの見かけ上の上昇として現れます。位相雑音仕様は、30 MHzの正弦波から1 kHz、10 kHz、100 kHz離れた位置にある1 Hz帯域の雑音の振幅を表します。スペクトラム・アナライザ自体にも位相雑音があるため、読み取った値にはアナライザの位相雑音が含まれる可能性があることに注意してください。

**量子化ノイズ** 波形DACの分解能が有限であることから、電圧量子化誤差が生じます。誤差が±0.5最下位ビットの範囲に一様に分布すると仮定すると、標準波形の等価ノイズ・レベルは約−95 dBcです。このレベルでは、測定器内の他のノイズ・ソースの方が大きくなります。一方で、量子化ノイズが問題になるのは、DACコードの全範囲（−32767～+32767）を使用しない任意波形の場合です。可能な場合は、全範囲を使用するように任意波形のスケールを調整することをお勧めします。

## グラント・ループ

33500シリーズの信号発生部分は、シャーシ（アース）グラントからアイソレートされています。この分離により、システム内のグラント・ループを避けられるとともに、出力信号の基準をグラント以外の電圧に置くことができます。下の図は、波形発生器を同軸ケーブルで負荷に接続したところを示します。グラント電位( $V_{GND}$ )に差があると、ケーブルのシールドを通じて電流 $I_{GND}$ が流れ、シールドのインピーダンス ( $Z_{SHIELD}$ ) による電圧降下が生じます。この電圧 ( $I_{GND} \times Z_{SHIELD}$ ) が、負荷電圧の誤差として現れます。ただし、測定器はアイソレートされているため、大きい直列インピーダンス (>1 MΩ、並列容量50 nF) が $I_{GND}$ の流れを抑圧し、この効果が最小化されます。



## 第5章 チュートリアル グランド・ループ

数kHzより上の周波数では、同軸ケーブルのシールドは抵抗よりもインダクタンスが支配的になり、ケーブルはトランスとして動作するようになります。この場合は、 $I_{GND}$ によるシールドでの電圧降下は、中心導体の同じ電圧によって打ち消されるため、高い周波数ではグランド・ループの影響が減少します。2重または3重の網組シールドを持つ同軸ケーブルは、単一の網組または箔のシールドを持つケーブルよりもはるかに優れています。抵抗が小さいため、より低い周波数でトランスとして動作するからです。

グランド・ループに起因する誤差を減らすには、波形発生器を高品質の同軸ケーブルで負荷に接続し、負荷の位置でケーブルのシールドをグランドに接続します。可能な場合は、グランド電位の差を最小化するために、波形発生器と負荷を同じ電源コンセントに接続します。

なお、SyncコネクタとModulation Inコネクタの外部シェルは、メイン出力コネクタの外部シェルと接続されています。したがって、SyncまたはModulation Inに接続されたケーブルは、グランド・ループの原因となる可能性があります。また、これらのコネクタのシェルを異なる電圧にドライブしようとすると、大きい電流が測定器内を流れ、損傷するおそれがあります。

---

仕様

## Agilent 33500シリーズ・ファンクション／任意波形発生器

以下に示す特性と仕様は、33500シリーズ波形発生器の仕様全体の一部です。すべての最新仕様については、以下のWebページをご覧ください。

[www.agilent.co.jp/find/33521A](http://www.agilent.co.jp/find/33521A)

[www.agilent.co.jp/find/33522A](http://www.agilent.co.jp/find/33522A)

測定器の特性	
<b>モデルとオプション</b>	
33521A	1チャネル
33522A	2チャネル
オプション002	任意波形メモリを1Mサンプル／チャネルから16Mサンプル／チャネルに増加
オプション010	高安定周波数基準
オプション400	GPIBインターフェース
<b>波形</b>	
標準	正弦波、方形波、ランプ、パルス、三角波、ガウシアン・ノイズ、PRBS（疑似ランダム・バイナリ・シーケンス）、DC
内蔵任意波形	心拍、指數関数減少、指數関数増加、ガウシアン・パルス、半正矢関数、ローレンツ、負ランプ、Sinc
ユーザ定義任意波形	最大1Mサンプル（オプション002では16Mサンプル）、マルチセグメント・シーケンス機能あり
<b>変調方式／動作モード</b>	
動作モード	連続、変調、周波数掃引、バースト、出力ゲート
変調方式	AM、FM、PM、FSK、BPSK、PWM、加算（搬送波+変調波）
100 kHz オフセット：	−125 dBc/Hz      −135 dBc/Hz
<b>波形特性</b>	
<b>正弦波</b>	
周波数範囲	1 μHz～30 MHz、1 μHz分解能
<b>方形波、パルス</b>	
周波数範囲	1 μHz～30 MHz、1 μHz分解能
立ち上がり／立ち下がり時間 (公称値)	方形波：8.4 ns、固定 パルス：8.4 ns～1 μs、独立に変更可能、100 psまたは3桁の分解能

ランプ、三角波	
周波数範囲	1 μHz～200 kHz、1 μHz分解能
ランプ対称性	0.0 %～100.0 %、0.1 %の分解能 (0 %は負ランプ、100 %は正ランプ、50 %は三角波)
<b>ガウシアン・ノイズ</b>	
帯域幅（代表値）	1 mHz～30 MHz、可変
クレスト・ファクタ（公称値）	4.6
繰り返し周期	>50年
<b>疑似ランダム・バイナリ・シーケンス (PRBS)</b>	
ビット・レート	1 mbps～50 Mbps、1 mbpsの分解能
シーケンス長	$2^{m-1}$ 、 $m=7, 9, 11, 15, 20, 23$
立ち上がり／立ち下がり時間 (公称値)	8.4 ns～1 μs、独立に変更可能、100 psまたは3桁の分解能
<b>任意波形</b>	
波形長	8サンプル～1 Mサンプル（オプション002では16 Mサンプル）、1サンプル単位
サンプル・レート	1 μサンプル/s～250 Mサンプル/s、1 μサンプル/sの分解能
電圧分解能	16ビット
<b>波形シーケンス</b>	
動作	
個々の任意波形（セグメント）をユーザ定義リスト（シーケンス）と組み合わせて、長い複雑な波形を作成できます。	
各シーケンス・ステップは、対応するセグメントを一定回数繰り返すか、無限に繰り返すか、トリガ・イベントが発生するまで繰り返すか、停止してトリガ・イベントを待つかを指定できます。	
その他に、同期出力の動作も各ステップで指定できます。	
スループットを改善するため、最大32シーケンス（合計最大1024セグメント）を揮発性メモリにブリロードできます。	
セグメント長	8サンプル～1 Mサンプル（オプション002では16 Mサンプル）、1サンプル単位
シーケンス長	1～512ステップ
セグメント	1～1,000,000または無限大
繰り返し回数	

出力特性	
<b>アイソレーション</b>	
出力 Ch 1、Ch2、Sync、Mod Inの各コネクタのシェルは相互に接続されていますが、測定器のシャーシからはアイソレートされています。アイソレートされたコネクタ・シェルの最大許容電圧は±42 Vピークです。	
<b>出力信号</b>	
出力インピーダンス (公称値)	50 Ω
オン、オフ、反転	各チャネルに対してユーザ選択可能
電圧リミット	ユーザ定義可能な $V_{MAX}$ および $V_{MIN}$ 安全リミット
過負荷保護	過負荷が発生すると、自動的に出力がオフになります。測定器はグランドへのショートを無期限に許容します。
<b>周波数精度</b>	
<b>標準 (仕様)</b>	
1年 28 °C±5 °C	± (設定の1 ppm) ±15 pHz
1年 0 °C～55 °C	± (設定の2 ppm) ±15 pHz
<b>オプション010 (仕様)</b>	
1年 0 °C～55 °C	± (設定の0.1 ppm) ±15 pHz

第6章 仕様  
Agilent 33500シリーズ・ファンクション／任意波形発生器

変調方式／動作モード									
搬送波	AM	FM	PM	FSK	BPSK	PWM	加算	バースト	掃引
正弦波、方形波	•	•	•	•	•		•	•	•
パルス	•	•	•	•	•	•	•	•	•
三角波、ランプ	•	•	•	•	•		•	•	•
ガウシアン・ノイズ	•						•	• <sup>(a)</sup>	
PRBS	•	•	•				•	•	
単一任意波形	•		• <sup>(b)</sup>		• <sup>(b)</sup>		•	•	
任意波形シーケンス	•						•		

(a) ゲーティッド・バーストのみ

(b) 波形全体ではなくサンプル・クロックに適用

変調信号							
搬送波	正弦波	方形波	三角波／ランプ	ガウシアン・ノイズ	PRBS	任意波形	外部
正弦波	•	•	•	•	•	•	•
方形波、パルス	•	•	•	•	•	•	•
三角波、ランプ	•	•	•	•	•	•	•
ガウシアン・ノイズ	•	•	•		•	•	•
PRBS	•	•	•	•		•	•
任意波形	•	•	•	•	•		•

変調特性		掃引 <sup>[2]</sup>
<b>振幅変調 (AM)</b>		タイプ リニア、対数、リスト (最大128個のユーザ定義周波数)
信号源 内部または外部、または33522Aのどちらかのチャネル		動作 リニア／対数掃引は、掃引時間 (周波数がスタートからストップまで滑らかに変化する時間)、ホールド時間 (周波数がストップ周波数に留まる時間)、戻り時間 (周波数がストップからスタートまでリニアに変化する時間) で指定します。
タイプ 両側波帯、搬送波抑圧または全搬送波		方向 上 (スタート周波数 < ストップ周波数) または下 (スタート周波数 > ストップ周波数)
変調度 <sup>[1]</sup> 0 %～120 %、0.01 %の分解能		スタート／ 波形の範囲内の任意の周波数
<b>周波数変調 (FM) [2]</b>		ストップ周波数
変調源 内部または外部、または33522Aのどちらかのチャネル		掃引時間 (IMM ト リガ・モードを除く) リニア：1 ms～3600 s、1 msの分解能 3601 s～250,000 s、1 sの分解能
偏移 DC～15 MHz、1 μHzの分解能		IMMトリガの掃引時間 リニア：1 ms～3600 s、1 msの分解能 3601 s～8,000 s、1 sの分解能
<b>位相変調 (ΦM)</b>		掃引時間 対数：1 ms～500 s
変調源 内部または外部、または33522Aのどちらかのチャネル		ホールド時間 0 s～3600 s、1 msの分解能
偏移 0 °～360 °、0.1 ° の分解能		戻り時間 0 s～3600 s、1 msの分解能
<b>周波数シフト・キーイング変調 (FSK) [2]</b>		トリガ・ソース 即時 (連続)、外部、シングル、バス、タイム
変調源 内部タイマまたはExt Trigコネクタ		マーク リニア／対数タイプの場合はスタートとストップの間の任意の周波数、リスト／タイプの場合はリスト内の任意の周波数に調整可能。同期パルスの立ち下がりエッジで指定
マーク／スペース 搬送波信号の範囲内の任意の周波数		
レート DC～1 MHz		
<b>バイナリ位相シフト・キーイング変調 (BPSK)</b>		
変調源 内部タイマまたはExt Trigコネクタ		
位相シフト 0 °～360 °、0.1 ° の分解能		
レート DC～1 MHz		
<b>パルス幅変調 (PWM)</b>		
変調源 内部または外部、または33522Aのどちらかのチャネル		
偏移 <sup>[3]</sup> パルス幅の0 %～100 %、0.01 %の分解能		
<b>加算変調 (SUM)</b>		
変調源 内部または外部、または33522Aのどちらかのチャネル		
比 搬送波振幅の0 %～100 %、0.01 %の分解能		
<b>バースト<sup>[4]</sup></b>		
タイプ カウントまたはゲーティッド		
カウント 1～100,000,000サイクル、または無限大		
ゲーティッド Ext Trigがアサートされたときに完全なサイクルを発生		
スタート／ストップ位相 -360 °～360 °、0.1 ° の分解能		
トリガ・ソース 内部タイマまたはExt Trigコネクタ		
マーク 任意のサイクルに調整可能。同期パルスの立ち下がりエッジで指定		
		<b>FSK、BPSK、バースト、掃引用の内部タイマ</b>
		範囲 1 μs～8,000 s、6桁または4 nsの分解能
<b>2チャネル特性 (33522Aのみ)</b>		
動作モード		• 独立 • 運動パラメータ • 結合 (Ch1+Ch2) • 等値 (Ch2=Ch1) • 差動 (Ch2=-Ch1)
パラメータ運動		• なし • 周波数 (比または差) • 振幅/DCオフセット
相対位相		0 °～360 °、0.1 ° の分解能

[1] 最大出力電圧リミットの範囲内。

[2] 周波数変化はすべて位相連続。

[3] パルス幅リミットの範囲内。

[4] カウント／ゲーティッド・バーストの最大正弦波周波数は、バースト・カウントが無限大に設定されている場合を除き、10 MHzです。カウント・バースト動作は、ガウシアン・ノイズには使用できません。

## 第6章 仕様

### Agilent 33500シリーズ・ファンクション／任意波形発生器

同期／マーク出力		周波数基準入力	
コネクタ	フロント・パネルBNC、シャーシから アイソレート	コネクタ	リア・パネルBNC、シャーシおよび他の すべてのコネクタからアイソレート
機能	同期、掃引マーク、バースト・マーク、 任意波形マーク	基準選択	内部、外部、自動
割り当て	チャネル1またはチャネル2	周波数範囲	標準 : 10 MHz±20 Hz オプション010 : 10 MHz±1 Hz
極性	ノーマルまたは反転	ロック時間 (代表値)	<2 s
電圧レベル (公称値)	オープン回路で3 Vp-p、50 Ω負荷で 1.5 Vp-p	電圧レベル	200 mVpp~5 Vpp
出力インピーダンス (公称値)	50 Ω	入力インピーダンス (公称値)	1 kΩ    20 pF、AC結合
最小パルス幅 (公称値)	16 ns	周波数基準出力	
外部トリガ／ゲート		コネクタ	リア・パネルBNC、シャーシ基準
コネクタ	リア・パネルBNC、シャーシ基準	出力インピーダンス (公称値)	50 Ω、AC結合
機能	入力または出力	レベル (公称値)	0 dBm、632 mVpp
割り当て	チャネル1、チャネル2、または両方 (入力) チャネル1またはチャネル2 (出力)	リアルタイム・クロック／カレンダー	
極性	正または負のスロープ	設定／読み取り	年、月、日、時、分、秒
電圧レベル (公称値)	ロー : 0 V~0.4 V、ハイ : >2.3 V、 最大3.5 V (入力) オープン回路で3 Vp-p (公称値)、50 Ω 負荷で1.5 Vp-p (公称値) (出力)	電池	CR-2032コイン型、交換可能、寿命5年 以上 (代表値)
出力インピーダンス (公称値)	10 kΩ、DC結合 (入力) 50 Ω (出力)		
最小パルス幅 (公称値)	16 ns		
変調入力			
コネクタ	リア・パネルBNC、アイソレート		
割り当て	チャネル1、チャネル2、または両方		
電圧レベル	±5 V (フル・スケール)		
入力インピーダンス (公称値)	5 kΩ		
帯域幅 (-3 dB、 代表値)	DC~100 kHz		

メモリ	
<b>任意波形メモリ</b>	
揮発性	1 Mサンプル／チャネル 512シーケンス・ステップ／チャネル オプションの16 Mポイント／チャネル
不揮発性	ファイル・システムのファイル・スペースは64 MBに制限（約32 Mサンプルの任意波形レコード）
<b>機器ステート</b>	
記録／リコール	ユーザ定義機器ステート
電源オフ	電源オフ・ステートを自動的に保存
電源オン	リセット、電源オフ、ユーザ・ステートから選択可能
<b>USBファイル・システム</b>	
フロント・パネル・ポート	USB 2.0 High Speed マス・ストレージ (MSC) クラス・デバイス
機能	測定器構成設定、機器ステート、ユーザ任意波形／シーケンス・ファイルの読み取り／書き込み
速度	10 MB/s（公称値）
<b>一般特性</b>	
<b>コンピュータ・インターフェース</b>	
LXI-C (rev 1.3)	10/100Base-Tイーサネット (ソケット/VXI-11プロトコル) USB 2.0 (USB-TBC488プロトコル) GPIB/IEEE-488.1、IEEE-488.2
Webユーザ・インターフェース	リモート操作およびモニタリング
プログラミング言語	SCPI-1999、IEEE-488.2 Agilent 33210A/33220A互換
グラフィカル・ディスプレイ	4.3"カラー TFT WQVGA(480x272)、LEDバックライト付き
<b>機械的特性</b>	
サイズ	261.1 mm（幅）×103.8 mm（高さ）×303.2 mm（奥行き）（バンパを取り付けた状態） 212.8 mm（幅）×88.3 mm（高さ）×272.3 mm（奥行き）（バンパを取り外した状態） 2U × 1/2幅
質量	33521A : 3.2 kg 33522A : 3.3 kg

環境	
保管温度	-40 °C～70 °C
ウォームアップ	1時間
時間	
動作環境	EN61010、汚染度2。屋内用
動作温度	0 °C～55 °C
動作湿度	5 %～80 %RH、非結露
動作高度	最高3000 m
規制	
安全規格	CAT II (300 V)、EN61010
EMC	EN55011、EN50082-1、MIL-461C
音響雑音	35 dB (A)
電源	
電圧	100 V～240 V 50/60 Hz -5 %, +10 % 100 V～120 V 400 Hz ±10 %
消費電力 (代表値)	<45 W、<130 VA
保証	
標準1年、オプション3年	

**注記：**仕様は予告なしに変更されることがあります。最新の仕様については、Agilent 33521A または Agilent 33522A 製品ページで最新のデータシートを参照してください。

[www.agilent.co.jp/find/33521A](http://www.agilent.co.jp/find/33521A)

[www.agilent.co.jp/find/33522A](http://www.agilent.co.jp/find/33522A)

このISMデバイスはCanadian ICES-001に準拠します。

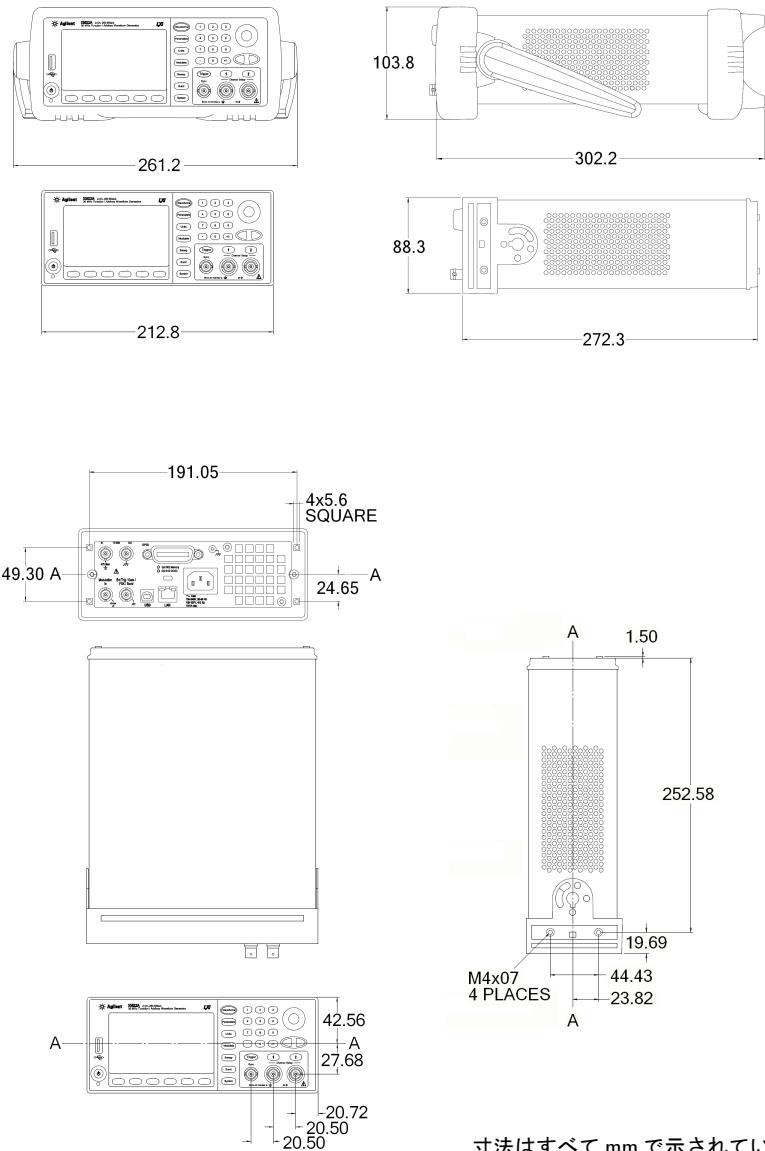
Cet appareil ISM est conforme la norme NMB-001 du Canada.



N10149

第6章 仕様  
Agilent 33500シリーズ・ファンクション／任意波形発生器

製品の寸法



寸法はすべて mm で示されています。

# 索引

*Agilent 33500* シリーズの操作に関する質問がある場合は、1-800-829-4444（米国）に電話でお問い合わせください。または、最寄りの*Agilent* 営業所にお問い合わせください。

## 記号

- ΦM 130, 138
- 位相偏移 131, 139
- 搬送波周波数 128
- 搬送波波形 128
- 変調 127
- 変調源 132, 140
- 変調波形 130, 138
- %変調 (AM) 119

## 数字

- 10 MHz Inコネクタ 197
- 10 MHz Outコネクタ 197
- 33220Aの概要 6

## A

- ACコネクタ 10
- Agilent Express 11
- AM 116
  - 搬送波周波数 117
  - 搬送波波形 117
  - フロント・パネル操作 49
  - 変調源 120
  - 変調度 119
  - 変調波形 118

## B

- BNC
  - Modulation In 120, 126, 136, 145

## C

- CD-ROM、33220A付属 228
- CD-ROM、コネクティビティ・ソフトウェア 17

## D

- dBm 102, 264
- DCオフセット

- 振幅の制限 100
- 任意波形の制限 101
- 負荷の制限 100
- フロント・パネル選択 25
- DC電圧
  - フロント・パネル選択 25
- DHCP 71
- DHCPオン／オフ 190
- DNSサーバ 194

## F

- FM 121
  - 周波数偏移 125
  - 搬送波周波数 123
  - 搬送波波形 122
  - 変調源 126
  - 変調周波数 124
  - 変調波形 124
- FSK 133
  - FSKレート 52, 135
  - フロント・パネル操作 51
  - 変調源 136
  - ホップ周波数 51, 135
  - レート 136
  - FSKレート 52, 136

## G

- GPIB
  - アドレス 65, 188, 189
  - アドレスの設定 65
  - コネクタ 10
  - 設定 65
  - デフォルト・アドレス 65
  - フロント・パネル設定 65
  - GPIB設定 65, 188

## I

- IEEE-488

- アドレス 65, 188
- アドレスの設定 65
- コネクタ 10
- デフォルト・アドレス 65
- フロント・パネル設定 65
- IPアドレス 191
  - 詳細情報 73
  - ドット記法 73

## L

- LAN
  - DHCP 190
  - DNSサーバ 194
  - IPアドレス 191
  - アドレスの設定 67
  - ゲートウェイ 192
  - コネクタ 10
  - サブネット・マスク 192
  - 設定 189, 195
  - ドメイン名 194
  - フロント・パネル設定 67
  - ホスト名 193
  - リセット 189
  - LAN設定 65, 188
  - LCDディスプレイ 8
    - スクリーン・セーバ・モード 180

## M

- MACアドレス 195
- Modulation Inコネクタ 120, 126, 136, 145

## N

- Nサイクル・バースト 260

## P

- PHASEコマンド 197

# 索引

索引

p-p電圧 263  
PWM 137  
  パルス波形 141  
  変調源 145

**R**  
RMS 263  
RMS電圧 263

**S**  
SCPIバージョン 186

**T**  
Trig Inコネクタ 168  
Trig Outコネクタ 169

**U**  
USB  
  コネクタ 10  
  設定 65, 66, 188  
USB設定 196

**V**  
Vpp 102  
Vrms 102

**W**  
Web  
  インターフェース 196

**あ**  
アドレス  
  GPIB 65, 188, 189  
アドレスの設定  
  LAN 67  
アプリケーション・プログラム  
227  
安全に関する注意事項 3

**い**  
位相オフセット  
  フェーズ・ロック 197  
位相変調  
  位相偏移 131, 139  
  搬送波周波数 128  
  搬送波波形 128  
  変調源 132, 140  
  変調波形 130, 138  
位相(バースト) 161

インターフェース  
  Web 196  
インターフェース設定 65, 188  
インターフェース・エラー 179  
インターフェース(バス)トリガ  
166  
インピーダンス  
  振幅への影響 103  
インピーダンス、負荷 47

**え**  
エッジ時間、パルス 32, 115  
エラー 179

**お**  
オートレンジ、振幅 107  
音(ビープ) 180  
オフセット  
  振幅の制限 100  
  任意波形の制限 101  
  負荷の制限 100  
  フロント・パネル選択 25  
温度過負荷 39

**か**  
外部基準 197  
外部ゲーティッド・バースト  
156

外部タイムベース 197  
外部トリガ 166  
外部トリガ・ソース 168, 169  
外部変調源

  AM 120  
  FM 126  
  FSK 136  
  PWM 145  
  ΦM 132, 140

概要  
  数値入力 9  
  製品 6  
  ディスプレイ 8  
  フロント・パネル 7  
  リア・パネル 10

カウント  
  バースト 159  
過熱 39  
過負荷、電圧 107  
画面 8  
  数値フォーマット 185  
  メッセージの表示 184  
画面オン／オフ 184  
画面輝度 181, 184  
画面ブランク 180  
感電の危険 10  
カンマ区切り文字 185

**き**  
機器ステート  
  フロント・パネルからの記録  
  63  
  フロント・パネルからの名前  
  付け 63  
機器ステートの記録 177  
技術サポート 11  
  Webサイト 3  
  電話番号 3

# 索引

- 基準、外部 197  
 輝度、ディスプレイ 181, 184  
**機能**  
 周波数の制限 95  
 振幅の制限 95  
 変調で使用できる 94  
**キャリング・ハンドル**  
 位置の変更 19  
**極性** 108  
**極性、波形** 108  
**記録されたステート** 177  
 フロント・パネルからの名前付け 63  
 フロント・パネル操作 63  
**記録されたステートの名前付け**  
 フロント・パネル操作 63
- く**  
**クイック・スタート** 15  
**クレスト・ファクタ** 263
- け**  
**ゲーティッド・バースト** 156, 261  
**ゲートウェイ・アドレス** 192  
 桁区切り文字 185  
 結合 172, 175
- こ**  
**高インピーダンス負荷** 47, 103  
**校正**  
 カウントの読み取り 202  
 セキュリティ・コード 200  
 メッセージ 203  
**校正証明書** 17  
**コネクタ**  
 10 MHz In 197  
 10 MHz Out 197
- Modulation In** 120, 126, 136, 145  
**Trig In** 168  
**Trig Out** 169  
 同期出力 109  
**コマンド・エラー** 179  
**コンテキスト依存ヘルプ** 35  
**梱包内容** 17
- さ**  
**サイクル・カウント**  
 バースト 159  
**サブネット・マスク** 192  
**サポート、技術** 11
- し**  
**時刻** 181  
**システム時刻** 181  
**システム日付** 181  
**システム・エラー** 179  
**シャーシ・グランド** 10  
**周期**  
 バースト・モード 160  
 パルス波形 112  
 フロント・パネル選択 20  
**終端** 47, 103  
 振幅への影響 103  
**周波数**  
 機能の制限 97  
 掃引時間 144, 149, 150  
 デューティ・サイクルの制限 97  
 バーストの制限 97  
 フロント・パネル選択 20  
**周波数シフト・キーイング**  
 FSKを参照 51  
**周波数掃引** 146  
 外部トリガ・ソース 168
- 間隔 144, 149, 150  
 周波数スパン 148  
 スタート周波数 147  
 ストップ周波数 147  
 中心周波数 148  
 同期信号 147, 148  
**トリガ出力** 169  
**トリガ出力信号** 153  
**トリガ・ソース** 152  
**フロント・パネル操作** 53, 56  
**マーカ周波数** 151  
**リニア対対数** 144, 149, 150  
**周波数偏移 (FM)** 125  
**周波数変調**  
 周波数偏移 125  
 搬送周波数 123  
 搬送波形 122  
 変調源 126  
 変調周波数 124  
 変調波形 124  
**周波数連動** 170  
**出力**  
 オン／オフ 107  
 極性 108  
 コネクタ 107  
**出力インピーダンス**  
 振幅への影響 103  
**出力機能**  
 周波数の制限 95  
 振幅の制限 95  
 変調で使用できる 94  
**出力周期**  
 フロント・パネル選択 20  
**出力終端** 47, 103  
 振幅への影響 103  
**出力周波数**

# 索引

- 機能の制限 97  
 デューティ・サイクルの制限 97  
 バーストの制限 97  
 フロント・パネル選択 20  
 出力振幅  
     オフセットの制限 98  
     単位 102  
     単位の制限 98  
     任意波形の制限 99  
     負荷の制限 98  
     フロント・パネル選択 22  
     レンジ・ホールド 107  
 出力単位 102  
 出力抵抗 47  
 出力波形  
     極性 108  
 出力負荷 103  
 手動トリガ 165  
 仕様 269  
 小数点 185  
 新規フォルダ 182  
 振幅 22  
     オフセットの制限 98  
     単位 102  
     単位の制限 98  
     任意波形の制限 99  
     負荷インピーダンスの影響 103  
     負荷の制限 98  
     レンジ・ホールド 107  
 振幅変調 116, 121  
     搬送波周波数 117  
     搬送波波形 117  
     フロント・パネル操作 49  
 変調源 120  
 変調度 119  
 変調波形 118  
 振幅運動 171
- す**
- 数値入力 9  
 スクリーン・セーバ・モード 180  
 スタート位相、バースト 161  
 ステート記録 177  
     フロント・パネルからの名前付け 63  
     フロント・パネル操作 63  
 スロープ、トリガ  
     掃引 152  
     バースト 162  
 寸法  
     製品 276
- せ**
- 製品の概要 6  
 製品の仕様 269  
 製品の寸法 276  
 セキュリティ  
     校正 200  
 設定  
     GPIB 65, 188  
     LAN 65, 188, 195  
     USB 65, 66, 188  
     デフォルト 225  
     リモート・インターフェース 65, 188  
 セルフテスト 181, 183, 184
- そ**
- 掃引 146  
     外部トリガ・ソース 168  
     間隔 144, 149, 150  
     周波数スパン 148  
 スタート周波数 147  
 ストップ周波数 147  
 掃引時間 144, 149, 150  
 中心周波数 148  
 同期信号 147, 148  
 トリガ出力 169  
 トリガ出力信号 153  
 トリガ・ソース 152  
 フロント・パネル操作 53, 56  
 マーカ周波数 151  
 リニア対対数 144, 149, 150  
 測定器エラー 179  
 測定器セルフテスト 181, 184  
 測定器の概要 6  
 測定器の仕様 269  
 測定器リセット 48  
 ソフトウェア、接続 17  
 ソフトウェア・リビジョン 186  
 ソフトウェア(バス)トリガ 166  
 ソフトキー・ラベル 8
- た**
- 対称性 106  
 対称性の定義 106  
 タイムベース、外部 197  
 単位  
     振幅 102  
 端子  
     10 MHz In 197  
     10 MHz Out 197  
     Modulation In 120, 126, 136, 145  
     Trig In 168  
     Trig Out 169  
     同期出力 109

**ち**  
チュートリアル 253

**つ**  
通気 39

**て**  
抵抗、負荷 47  
ディスプレイ 181, 184  
　　オン／オフ 184  
　　概要 8  
　　輝度 181, 184  
　　数値フォーマット 185  
　　スクリーン・セーバ・モード  
　　180  
　　メッセージの表示 184  
テキスト・メッセージ  
　　校正 203  
テスト 181, 184  
デフォルト設定 225  
デュアル・チャネル動作 170,  
171  
デューティ・サイクル 105  
　　周波数の制限 97, 105  
　　定義 105  
電圧オートレンジ 107  
電圧過負荷 107  
電圧単位 102  
テンキー 9  
電源コード 17  
電源コネクタ 10  
電源スイッチ 17

**と**  
同期信号  
　　Syncコネクタ 109  
　　オン／オフ 111  
　　すべての波形機能の 109

ドット記法  
　　およびIPアドレス 73  
ドメイン名 194  
トラッキング 171  
トリガ  
　　Trig Inコネクタ 168  
　　Trig Outコネクタ 169  
　　外部ソース 166  
　　手動ソース 165  
　　掃引 152, 153  
　　ソフトウェア（バス）ソース  
　　166  
　　トリガ出力信号（掃引）  
　　153  
　　トリガ出力信号（バースト）  
　　163  
　　トリガ・ソース 164  
　　内部ソース 165  
　　バースト 162, 163  
　　フロント・パネル操作 62  
トリガ・スロープ  
　　掃引 152  
　　バースト 162

**な**  
内蔵ヘルプ・システム 35  
内部トリガ 165

**は**  
バージョン、SCPI 186  
バースト 155  
　　Nサイクル・バースト 260  
　　外部ゲーティッド・モード  
　　156  
　　外部トリガ・ソース 168  
　　ゲーティッド・バースト  
　　261  
　　スタート位相 260

トリガ出力 169  
トリガ出力信号 163  
トリガ・ソース 162  
トリガ・モード 156  
バースト位相 161  
バースト周期 160  
バースト・カウント 159  
バースト・タイプ 156  
波形周波数 158  
フロント・パネル操作 59  
　　159  
ハイ・レベル  
　　設定 27  
波形出力  
　　オン／オフ 107  
　　極性 108  
　　コネクタ 107  
波形チュートリアル 253  
波形の極性 108  
波形の反転 108  
波形反転 108  
バス  
　　インターフェース設定 65,  
　　188  
パスワード、校正 200  
バス・トリガ 166  
パルス  
　　フロント・パネル設定 32  
パルス波形  
　　パルス周期 112  
パルス幅 32, 113, 114  
パルス幅変調 137  
　　パルス波形 141  
　　変調源 145  
パルス・エッジ時間 115  
ハンドル  
　　位置の変更 19

# 索引

## 索引

- ひ**  
ピーク周波数偏移 (FM) 125  
ピーク電圧 263  
ビープ音 180  
日付 181
- ふ**  
ファームウェア・リビジョン 186  
ファイル  
　コピー 182  
　削除  
　　ファイル  
　　名前変更 182  
ファイル管理 182  
ファイルの管理 182  
ファイルのコピー 182  
ファイルの削除 182  
ファイルの名前変更 182  
フェーズ・ロック 197  
　位相オフセット 197  
負荷 47, 103  
負荷インピーダンス  
　振幅への影響 103  
負荷終端 47  
　振幅への影響 103  
ブランク・ディスプレイ 180  
プログラミング例 227  
フロント・パネル  
　概要 7  
　コネクタ 7  
　数値入力 9  
　数値フォーマット 185  
　ディスプレイの概要 8  
　ディスプレイ・オン／オフ 184  
フロント・パネル設定
- LAN** 67  
 **フロント・パネル選択** 22  
 **フロント・パネル・メニュー操作** 41
- ^**  
 **ヘルプ・システム** 35  
 **偏移 (FM)** 125  
 **変調** 49, 133  
　 **ΦM** 127  
　 **AM** 116  
　 **FM** 121  
　 **FSK** 133  
　 **PWM** 137  
 **変調源**  
　 **AM** 120  
　 **FM** 126  
　 **FSK** 136  
　 **PWM** 145  
　 **ΦM** 132, 140  
 **変調度、%変調** 49  
 **変調度 (AM)** 119
- ほ**  
 **方形波**  
　 **デューティ・サイクル** 105  
 **ホールド時間** 150  
 **保証** 2  
 **ホスト名** 193  
 **ホップ周波数** 51  
 **ホップ周波数 (FSK)** 135
- ま**  
 **マーカ周波数** 151  
 **待ち行列、エラー** 179
- め**  
 **メッセージ**
- 校正** 203  
 **メニュー操作** 41
- ら**  
 **ラック・マウント・キット** 39  
 **ランプ波形**  
　 **対称性** 106
- り**  
 **リア・パネル**  
　 **概要** 10  
　 **コネクタ** 10  
 **リセット** 48  
　 **LAN** 189  
 **リビジョン、ファームウェア** 186  
 **リモート・インターフェース**  
　 **設定** 65, 188  
 **リモート・エラー** 179  
 **リモート (バス) トリガ** 166
- れ**  
 **例**  
　 **プログラミング** 227  
 **レンジ・ホールド、振幅** 107  
 **連動** 170
- ろ**  
 **ロー・レベル**  
　 **設定** 27