



ネットワーク/インピーダンス・アナライザを用いた RFID タグ、リーダライタの評価

RFIDは、非接触ICカード、IDタグなどとも呼ばれ、非接触の状態において存在の認知、IDの照合などが行えるデバイスです。1980年代から海上コンテナ輸送や、交通情報システムなど一部の特別な用途に使われてきましたが、1990年台半ばからカードの小型化が加速され、その使用用途が大幅に拡大されました。現在では周波数、通信方式、目的などで複数の規格が存在しています。ここでは、昨今量産が盛んに行われている、13.56 MHzのRFIDタグ、リーダライタ、及びそれらを構成する部品の電気的特性評価方法についてご紹介致します。

RFIDの概要

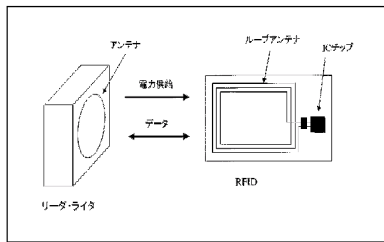


図1

図1は簡略化されたRFIDシステムを表しています。リーダライタ内のループアンテナとRFIDタグ内のループアンテナは電磁結合しており、通信はこの間で行われます。RFIDタグは、リーダライタから出力されるRF信号をループアンテナで受信、ICチップ内にある検波回路により、RF信号からDC信号を検波する事により電力を得ます。この電力を用いてICチップは動作します。データのやり取りには一般的にはASK変調が用いられ、周波数は13.56MHzが使用されます。

図3は完成したRFIDタグの回路図です。基本的にはLCR(L=ループアンテナ、C=チップコンデンサ、R=ICチップ)の並列回路からできています。ここで共振周波数 f_0 は $1/(2\pi\sqrt{LC})$ で決定され、共振周波数が13.56MHz近辺である事が、リーダライタと良好に通信するかの指標になります。13.56MHzで共振しているか完成したタグ全体をチェックすることは非常に重要です。L、C各パーツの特性を測定しておくことも完成したタグの歩留まりを改善するためには有効です。

また、ICチップのRの値、もしくはループアンテナの寄生抵抗 R' の値により共振の鋭さ(通信帯域幅)が決定されます。共振が鋭すぎる場合は、変調信号の帯域幅が広い場合に通信が困難になり、共振がなだらかすぎると通信距離特性が劣化します。完成したタグ全体の共振特性を測定する事も重要です。これらの抵抗値をパーツレベルで測定する事も通信性能の改善に役立ちます。

コンポーネントレベルの測定

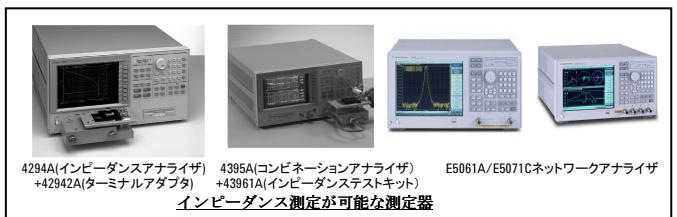


図4

RFIDのタグ、リーダライタのRF部分は、基本的にLCRといったコンポーネントにより形成されています。各コンポーネントの電気的特性を測定するための測定器には、4294Aインピーダンスアナライザが最適です。また、インピーダンスアナライザ、ネットワークアナライザ、スペクトラムアナライザを1Boxに収めたコンビネーションアナライザ4395Aを用いる方法もあります。インピーダンス測定範囲はインピーダンスアナライザには及びませんが、ネットワークアナライザを用いる方法もあります。測定物は同軸コネクタを持つようなデバイスではなく、電極、リード端子が付いたコンポーネントが多いので、測定器との接続には測定物の形状に合わせた治具を使用します。カード上に形成されたループアンテナには、プローブを用いて測定物と測定器を接続します。

RFIDタグの評価

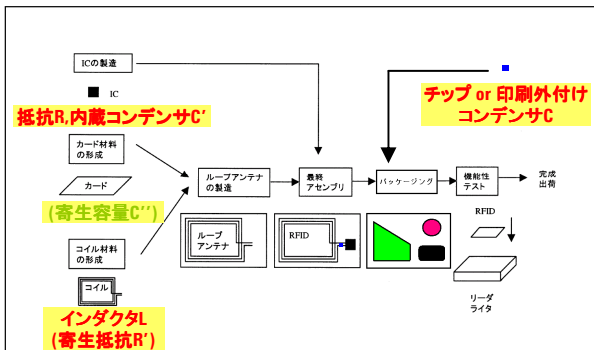


図2

図2はカードタイプRFIDタグの製造プロセスを示しています。カード上に印刷技術等によりループアンテナをプリント、その後ICチップ及びチップコンデンサを設置します。コンデンサそのものを印刷により形成する場合があります。タグは最終的にパッケージングされ、動作チェックを経て出荷されます。

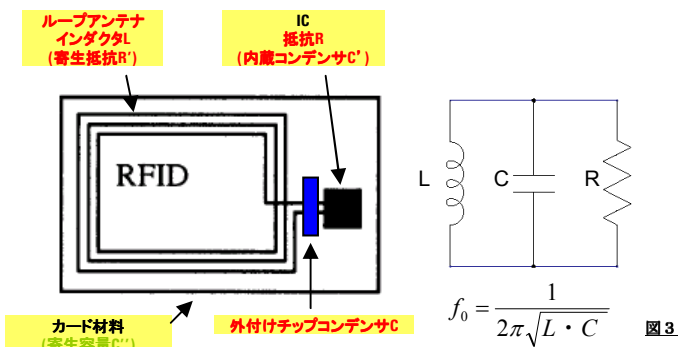
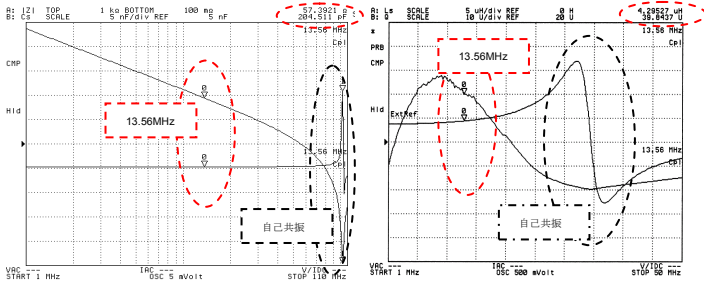


図3



4294Aによるチップコンデンサの実測例

4294Aによるループアンテナの実測例

図5

上図はチップコンデンサとループアンテナの実測例です。チップコンデンサは約100MHzで、ループアンテナは30MHz近辺で共振しています。それぞれのコンポーネントはこれらの共振周波数以下でしか使用できません。また、それぞれ13.56MHzにおいて、Cs=約204pF、Ls=約4.3uHという結果が得られています。これらの値が共振周波数を決定します。

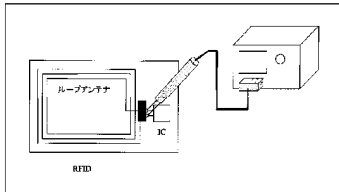


図6

各コンポーネントを測定した後は、コンポーネントを組み合わせて完成したRFIDタグの共振特性をプローブで実測して確認します。

■非接触法による共振周波数測定

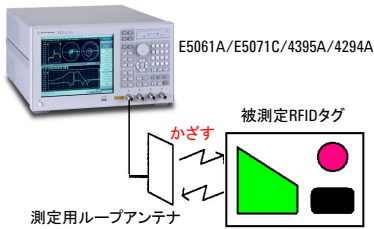


図7

RFIDタグは最終的にパッケージングされるため、プロービングする事ができなくなります。測定器にループアンテナを接続、その前に測定物をかざす非接触法であれば、測定物を解体することなく共振周波数を測定する事ができます。この測定には、測定スピードが優れているネットワークアナライザが一般的に使用されます。この方法により、RFIDタグ量産工程の最終段階で、共振周波数を全数測定する事が可能になります

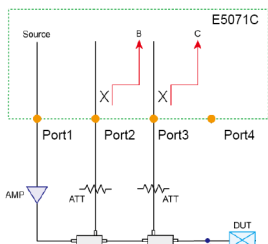


図8

RFIDタグには、測定器から受けるRFパワーに依存して共振特性が変化する物もあります。よりハイパワーでの測定が必要な場合、E5071Cなら外部にアンプ等の回路を接続する事により、測定器単体で出力可能なパワー範囲以上のパワーで測定が実施可能です。また、パワーメータ校正という機能により、より精度良くRFパワーレベルを設定して測定を実施する事も可能です。

アジレント・テクノロジー株式会社
 本社〒192-8510東京都八王子市高倉町9-1
 計測お客様窓口
 受付時間 9:00~19:00(土・日・祭日を除く)
 FAX、E-mail、Webは24時間受け付けています。
 TEL ■ 0120-421-345
 (042-656-7382)
 FAX ■ 0120-421-678
 (042-656-7840)
 Email contact_japan@agilent.com
 Copyright 2008
 アジレント・テクノロジー株式会社

■リーダライタの評価

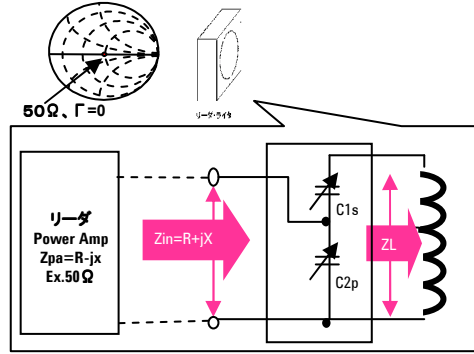


図9

図9はリーダライタの簡易的な回路図です。リーダライタ内にあるパワーアンプの電力を効率良くループアンテナに伝えるためには、パワーアンプとループアンテナ間のインピーダンスマッチを取る事が望まれます。パワーアンプの出力インピーダンスがZpa=R-jXの場合、ループアンテナのインピーダンスはZin=R+jXになるよう調整します。一般的には、Zpa=Zin=50Ωとする場合が多いです。具体的には、ループアンテナにコンデンサを直列及び並列に接続、これらのコンデンサの容量値を調整することによりインピーダンスを調整します。これらのコンデンサによる調整は、スミスチャート表示を用いた測定を行いつつ実施される事が一般的です。



測定器
4294A/E5061A/E5071C/(4395A)

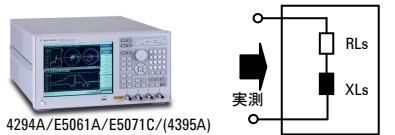


約55万円の Genesys Core

約55万円の追加投資で、測定器単体には無い、豊富な解析機能が使用可能になります。

図10

測定器単体では解析できない内容でも、外部PCにインストールした Genesys Coreという安価なシミュレータに測定結果を渡す事により、非常に柔軟な解析を実施する事が可能になります。例えば、4294A単体ではスミスチャート表示は実施できませんが、測定結果をGenesysに渡せば可能になります。(E5061A/E5071C/4395Aは単体でスミスチャート表示が可能です。)



4294A/E5061A/E5071C/(4395A)

アンテナコイル単体

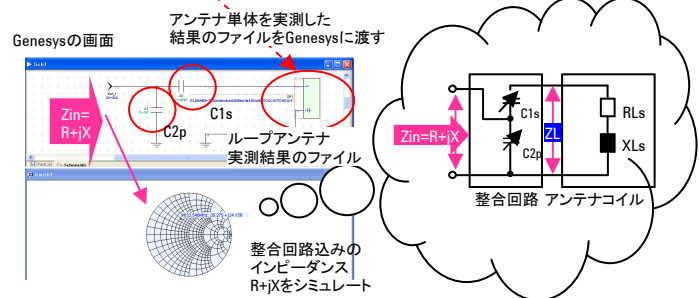


図11

例えば、測定器で測定するのは整合回路無しループアンテナ単体の特性でも、その測定結果をGenesysに渡せば、任意の整合回路を付けた場合の測定結果をシミュレートすることができます。これにより何度も実際の回路を組みなおして整合回路を作成しなくても、シミュレータ上でどのような回路を作成すればどのような特性が得られるか事前に予測を立てることが可能となります。

インピーダンス測定器とGenesysを組み合わせれば、上記以外にもRFIDタグ、リーダライタの電気的特性の多彩な解析が実施可能になります。



Agilent Technologies