

金属対応型 IC タグアンテナの開発(1)

機械システム課 浅田 峰夫* 生活工学研究所 塚本 吉俊

1. 緒 言

電波方式の IC タグは、電池をもたないパッシブタグが広く使用される。従来の高分子フィルム (PET) 上に金属箔エッチング (or プリント印刷) した IC タグアンテナは、金属製品に貼ると金属面の反射により受信波レベルが低下し、受信距離が短くなる問題がある。その対策として、金属面と IC タグとの間に磁性シートを挿入する方法やフェライトコイルアンテナを使用して金属の影響を軽減する方法があるが、必ずしも十分な性能が実現できないと同時に高価となりがちである。そこで最近では、金属対応型 IC タグ用アンテナとして金属面を地板とした平面アンテナを使う方法が実用化されつつある¹⁾。

そこで本研究では、基本的な小型平面アンテナとして、パッチアンテナについて検討した。パッチアンテナは、誘電体を用いることで物理的小型化が図られる半面、利得や帯域幅などの劣化が懸念されたため、アンテナ諸特性を総合的に評価する必要がある。そこで FDTD 法 (時間領域差分法) による電磁界解析手法を導入して 2.4GHz 帯パッチアンテナの基本的特性の推定を行ったので、その結果について報告する。

2. パッチアンテナの構造と原理

図 1 に、パッチアンテナの構造を示す。アンテナは、放射素子 (導体)、誘電体基板、地板 (導体) の 3 層からなり、放射面の中央付近に給電すると放射面端部に磁流が発生する。そこで、給電点位置を x 軸方向は中心 ($W/2$) に、y 軸方向は中心 ($L/2$) より偏移させると、y 軸に沿う辺では端部に発生する磁流が打ち消されるのに対し、x 軸に沿う辺では同方向の磁流が流れる。この磁流の関係によって、放射面から主に y 軸方向に偏波面を持つ電波が空中に放射する。

一般に、パッチアンテナの共振周波数 (f_0) は放射面の長さ L および誘電体基板の比誘電率によって決まり、式(1)によって表される。また、放射面の幅 W は帯域幅に影響する。式(1)より、誘電体基板の誘電率が大きくなるにしたがってアンテナの小型化が可能となる。

$$f_0 = \frac{c_0}{2L\sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

(L : 放射面の長さ, ϵ_r : 比誘電率, c_0 : 真空中の光速)

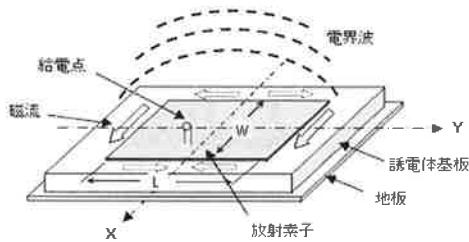


図 1 パッチアンテナの原理

3. アンテナの FDTD 解析

給電方式として、デバイスと接続が容易な共平面構造の差込給電方式とした。この方式は差込深さで入力整合をとる。図 2 に、アンテナの概要を示す。

アンテナ寸法の小型軽量化や帯域幅を大きくする理由から、基板は高誘電率プラスチックとし比誘電率は $\epsilon_r = 10$ 、厚さ $t = 2.6\text{mm}$ とした。FDTD 解析は、セルサイズ $\Delta x = 0.76\text{mm}$ 、 $\Delta y = 0.4\text{mm}$ 、 $\Delta z = 0.26\text{mm}$ 、励振用ガウスパルス幅 40ps 、Mur 2 次の吸収境界条件、解析領域の大きさは、 $67\Delta x$ 、 $96\Delta y$ 、 $35\Delta z$ とした。

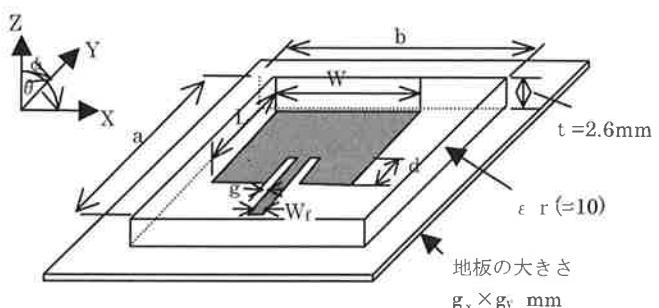


図 2 共平面パッチアンテナの解析

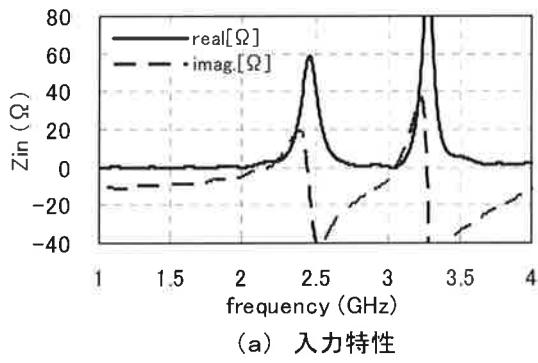
4. 解析結果

4.1 無限大の基板および地板

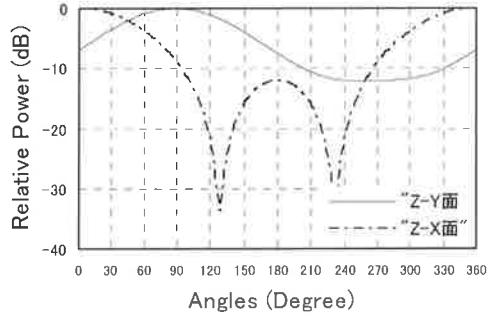
先ず、基本的なパッチアンテナの検討として、誘電体基板および地板の大きさが無限大の場合について検討した。表 1 にアンテナの設定寸法、図 3 にはアンテナの入力特性および放射特性の解析結果を示す。図より、共振周波数は 2.45GHz 付近、主偏波 (Z-Y 面) の FB 比は 12dB であった。

表 1 アンテナの寸法(1) 単位 [mm]

g_x/g_y	a/b	L	W	t	g	W_f	d
∞/∞	∞/∞	17.9	28	2.6	0.76	2.3	5.3



(a) 入力特性



(b) 放射パターン

図3 アンテナ特性(1)

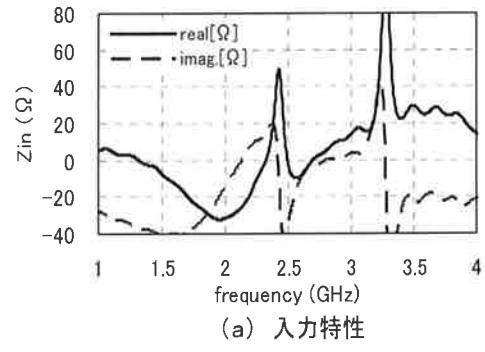
4.2 有限の基板および無限大の地板

次に、地板の大きさが無限大で、誘電体基板が目的とする大きさの場合について検討した。表2にアンテナの設定寸法、図4にはアンテナの入力特性および放射特性の解析結果示す。図より、入力インピーダンス特性は乱れる傾向を示すが、共振周波数は 2.45GHz 付近にあり、主偏波 (Z-Y 面) の FB 比は § 4.1 と同じく 12dB となった。

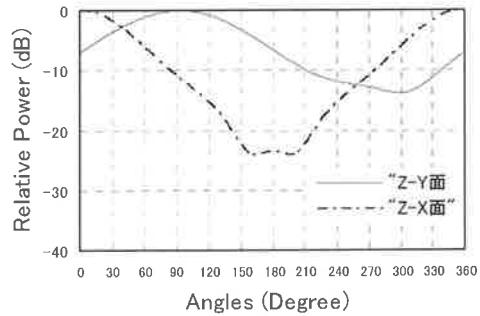
この結果、この条件は IC タグを大きな金属製品に貼った状態に近いことから、所定の寸法のパッチアンテナは金属対応型 IC タグアンテナとして利用できることがわかった。

表2 アンテナの寸法(2) 単位[mm]

g_x/g_y	a/b	L	W	t	g	Wf	d
∞/∞	35/43	17.9	28	2.6	0.76	2.3	6.9



(a) 入力特性



(b) 放射パターン

図4 アンテナ特性(2)

5.まとめ

IC タグアンテナの開発を目的として、FDTD 法による小型パッチアンテナの基礎的な解析を行なったところ、設定した寸法のアンテナは金属製品に対応できることができることが推定できた。今後、実際にアンテナを試作し、実験によって確認したい。

参考文献

- 1)小川栄一ほか：パッチアダプタ方式による長読取り距離
金属対応 FDID タグの提案、信学論(B)、Vol.J90-B No.9
- 2)羽石ほか：小型・平面アンテナ、電子情報通信学会
- 3)Yongxi Qian etc.:FDTD ANALYSIS AND DESIGN OF
MICROWAVE CIRCUITS AND ANTENNAS、リライズ社
- 4)徳島ほか：低域 UHF 帯用小型指向性アンテナの開発、
平成 18 年度若研「研究論文集」

キーワード：金属対応 IC タグ、パッチアンテナ、FDTD 法

Simple Analyses of Metal adaptive RFID Antenna by FDTD Method

Mineo ASADA, Yoshitoshi TSUKAMOTO

The micro-strip patch antenna is probably the simplest planer antenna. We simulate the input impedance and the radiation patterns of the micro-strip inset inset-fed patch antenna to consider the effect of the finite size of the ground plane and the dielectric substrate. At the results, the small-sized patch antenna is useful for the metal adaptive RFID antenna.