

# 無線LAN用フィルムアンテナ

電子材料開発センタ 二又宏将<sup>\*1</sup>・古屋洋高<sup>\*1</sup>・宮下朋子<sup>\*1</sup>・明石一弥<sup>\*2</sup>

## Film Antenna for Wireless LAN

H. Futamata, H. Furuya, T. Miyashita & K. Akashi

2GHz帯と5GHz帯の周波数帯を併用した無線LANが今後普及すると見込まれ、これに対応したノート型パソコンなどのモバイル機器への内蔵に適したマルチバンド対応フィルムアンテナを開発した。アンテナは55mm×5mm×0.1mmと小型であり、かつ2GHz帯と5GHz帯の2つの周波数帯で使用することができる。指向性は両周波数帯で無指向性を実現しており、利得の全方位の平均も2GHz帯で1.7dBi、5GHz帯で2.3dBiと非常に高く、機器内に搭載した状態で安定した送受信が可能である。

Wireless LAN operating at the 2GHz band and 5GHz band will spread widely in the future. We have developed the multiband film antenna suited for mounting in mobile equipments. The antenna is very small and thin (55×5×0.1mm), and can operate at 2GHz and 5GHz with sufficient band width. The antenna has omnidirectional radiation pattern, and the average gain is 1.7dBi at 2GHz and 2.3dBi at 5GHz band.

### 1. ま え が き

近年、ISM (Industrial, Scientific and Medical) バンドを使用した無線通信システム (無線LAN, Bluetooth) が急激な普及をみせており、これらに対応したモバイル機器がオフィスや一般家庭においても使用されるようになった。また公衆エリアにおいても無線LANでインターネット接続サービスを提供する「ホットスポット」と呼ばれる場所も増え、2002年は6,000箇所程度だったものが2006年にはその10倍に拡大すると予想されている。

無線LANに注目すると、これまでISMバンドである2GHz帯 (IEEE802.11b) が主流であったが、さらなる高速アクセスを可能とする5GHz帯 (IEEE802.11a, HIPERLAN) の利用が新たに加わり、最終的には2GHz帯と5GHz帯を併用したシステムになると考えられている。

ノート型パソコン (以下、ノートPCと略す) に代表される無線LAN用モバイル機器は、携帯性を向上させるため小型化、軽量薄型化が進んでおり、そこで使用されるアンテナについても同様な要求がある。また最近ではノートPCにアンテナを内蔵するケースが多く、今後もこのような傾向は続くと思われる。

### 2. 背 景

#### 2.1 アンテナに対する要求事項

ノートPCに内蔵することを前提とした無線LAN用アンテナへの要求特性は、大きく分けて周波数特性、アンテナサイズ、放射特性の3つがあげられる。

周波数特性は、近年の無線LANにおける2GHz帯と5GHz帯の併用で、1つのアンテナで2つの帯域をカバーすることが必要となる。また5GHz帯では、図1に示すように、使用する周波数帯がいくつかに分かれており、それらの帯域をすべて包括することが望まれる。そのため、アンテナには少なくとも2GHz帯で100MHz以上、5GHz帯で1,000MHz以上の帯域をカバーすることが要求される。

また、ノートPCの小型化、薄型化傾向を受けて、機器内におけるアンテナの搭載空間も狭くなっているため、アンテナ自体も小型化、薄型化することが強く要求される。さらにアンテナは周囲の影響や人体の影響を強く受けるため、その搭載場所は実装部品が少なく、人体から離れていることが望ましい<sup>1)</sup>。そのため、液晶ディスプレイパネル (以下、LCDパネルと略す) に内蔵するケース

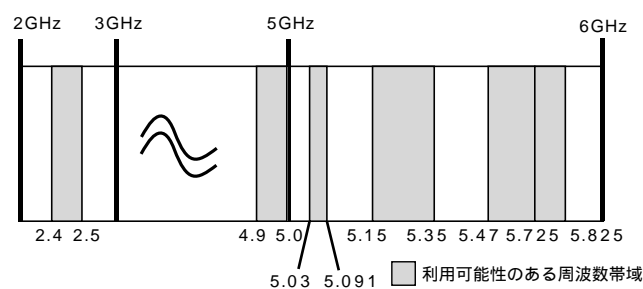


図1 周波数割り当て  
Allotment of frequency

\*1 電子材料開発部

\*2 電子材料開発部長

が多く、特に薄型化が重要となる。

放射特性については、モバイル機器の移動性や使用場所の不確定さにより、使用環境が常に変化するため、アンテナの指向性は全方位に均一な感度（無指向性）が要求される。また利得については高いほど高速で安定した通信が可能となる。

## 2.2 従来アンテナの問題点

従来、機器に内蔵するアンテナとして、主にチップタイプアンテナや金属板を折り曲げた逆Fアンテナが使用されている。チップタイプアンテナはセラミックなどの高誘電体を使用した小型アンテナで、サイズは小さいものの材料の持つ損失が大きく、十分な帯域幅を取れないという欠点がある。また逆Fアンテナは周波数特性、放射特性ともに優れているものの、3次元構造をとるため薄型のLCDパネル内への搭載が困難である。

そこで筆者らは、板状逆Fアンテナの優れた周波数特性、放射特性をいかし、構造を3次元から2次元に置き換えた平面タイプの逆Fアンテナを開発した。

## 2.3 平面アンテナの基礎検討

基本となる板状逆Fアンテナについて述べる。板状逆Fアンテナは図2(a)に示すような構造で1/4モノポールアンテナに属し、これを小型化するため途中を折り曲げ、さらにインピーダンス整合をとりやすくするために給電点付近に短絡部を設けてある。このアンテナの構造的特徴としては、放射素子の長さが波長の約1/4であり、グランドとなる部分を有することがあげられる。

図2(b)に筆者らが開発した平面タイプの逆Fアンテナの構造を示す。板状逆Fアンテナとの大きな違いは3次元構造から2次元構造への変更であり、動作原理は従来と変わらない。放射素子の長さも波長の約1/4程度となってお

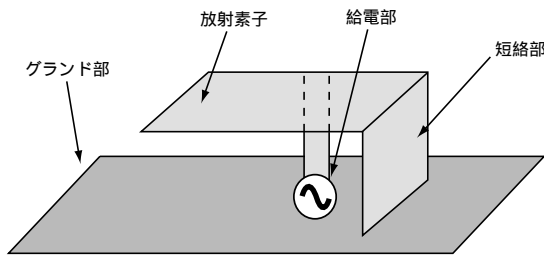


図2(a) 板状逆Fアンテナの模式図  
Schematic of planar inverted F type antenna

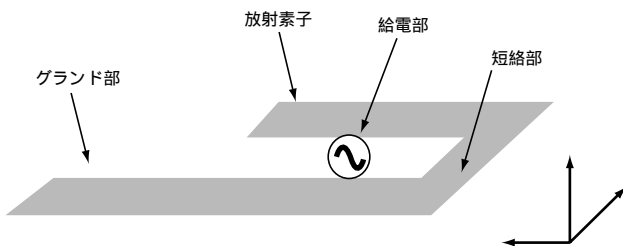


図2(b) 平面タイプ逆Fアンテナの模式図  
Schematic of flat F type antenna

り、グランド部分も有している。

また今回、2GHz帯と5GHz帯でを使用することをふまえ、複数の放射素子を設けることにより、マルチバンドに対応させた。

本報告では以後、これをフィルムアンテナと呼ぶこととする。

## 3. フィルムアンテナの構造と特性

### 3.1 構造

アンテナの設計は、シミュレーション技術（Ansoft社HFSS）を用いて行い、その計算結果の一部を図3に示す。計算結果の中から最も良い条件について試作を行った。

フィルムアンテナを製作するにあたり、当社のFPC（Flexible Printed Circuit）製造技術を使用した。材料に片面銅張積層板を使用することで、全体としての厚さを0.1mm程度に抑え、回路形成はエッチングを用いることで量産性を確保した。アンテナの表面にはアンテナ回路を保護するためにスクリーン印刷により絶縁膜を設けた。またアンテナの給電には1.13mmまたは0.8mmの同軸ケーブルを使用した。フィルムアンテナの外観を図4に示す。

アンテナサイズは長さ55mm、幅5mm、厚さ0.1mmで

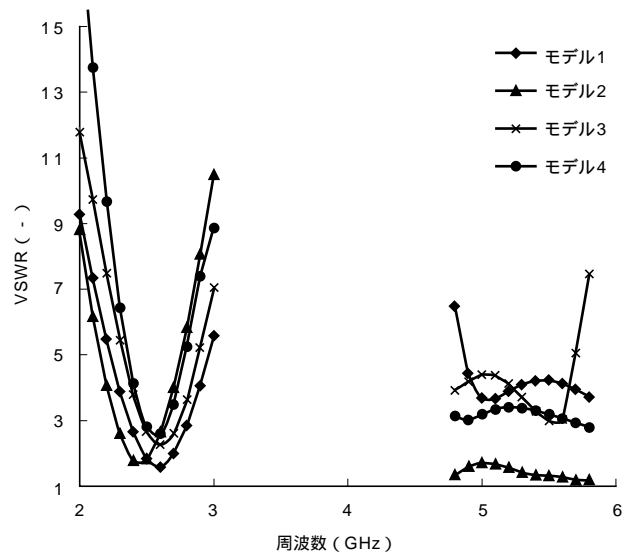


図3 計算結果（VSWR）  
Result of calculation (VSWR)

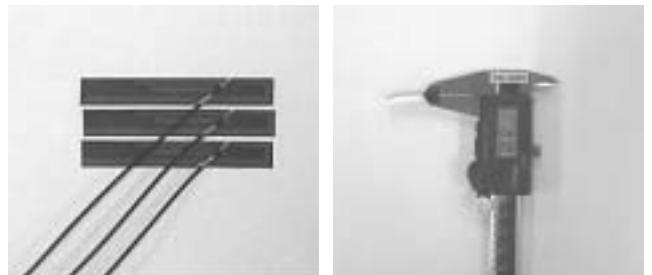


図4 フィルムアンテナの外観  
Appearance of film antenna

あり、非常に薄いことが特徴である。そのため、厚さ方向にスペースのない機器、例えばノートPCのLCDパネル等への内蔵に適した構造となっている。また幅5mmと狭

いため、機器に内蔵する際の設置位置の自由度が高くなる。

3.2 周波数特性

フィルムアンテナの共振状態を表すVSWR (Voltage Standing Wave Ratio: 電圧定在波比) 測定結果を図5に示す。2GHz帯と5GHz帯に共振ピークがみられ、このアンテナが2つの周波数帯で動作しているのが確認できる。また、帯域幅 (VSWRが2以下の周波数帯域) は、2GHz帯で200MHz以上、5GHz帯で1,000MHz以上得られており、無線LANにて必要とされている帯域を十分カバーしていることがわかる。さらにシミュレーションによる計算値と比較してもよく一致している。

3.3 放射特性

フィルムアンテナの放射特性の評価として、指向性と利得を測定した。測定は電波無響室内で3m法に準拠して行った。

指向性は図6に示すように、垂直偏波において全方位に対し均一であり、2GHz帯と5GHz帯でそれぞれ真円に近い無指向性を示している。またシミュレーションにより計算された指向性と比較してもよく一致している。

利得については、全方位の平均値および最大値、最小値を表1(a),(b)に示す。参考のため同じ無線LAN用のチップアンテナと板状逆Fアンテナについて同様な測定を行った結果も表1(a)に示す。開発したフィルムアンテナはほかのアンテナに比べ、主偏波方向において高い利得を示していることがわかる。5GHz帯についても2GHz帯と同様、主偏波方向において高い利得が得られている。

以上の結果より、このフィルムアンテナがモバイル機器内蔵用として要求される特性を十分満足していることを確認した。

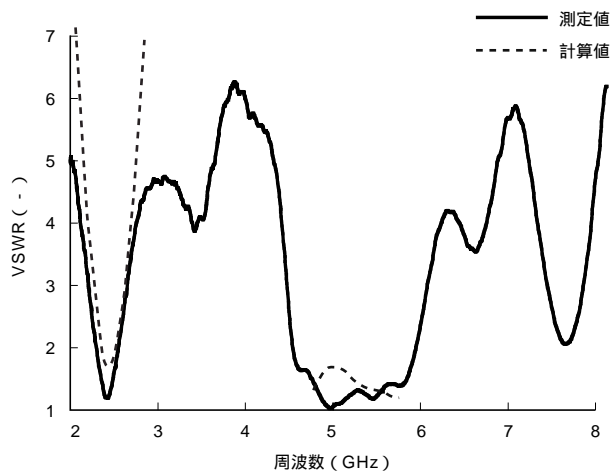


図5 VSWR特性  
Voltage Standing Wave Ratio

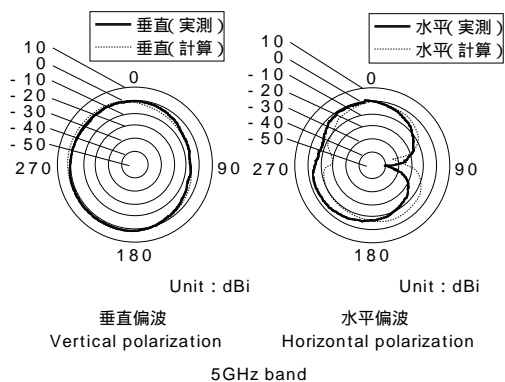
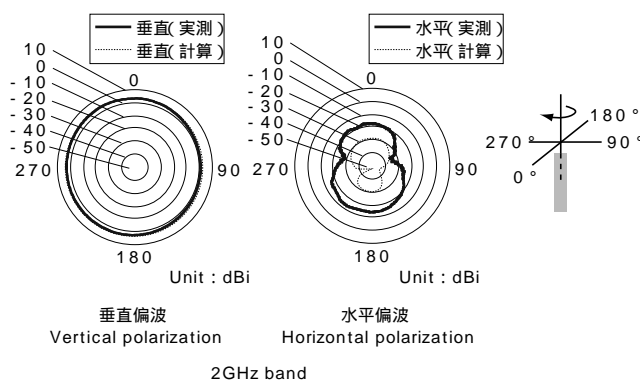


図6 放射特性  
Radiation pattern

表1(a) 2GHz帯における利得  
Antenna gain at 2GHz band

アンテナタイプ	偏波方向	利得 (dBi) (@2GHz band)		
		平均値	最大値	最小値
フィルムアンテナ	主偏波	1.7	3.0	0.3
	交差偏波	-20.4	-14.3	-33.3
チップアンテナA	主偏波	-4.0	0.1	-16.4
	交差偏波	-19.5	-9.4	-49.0
チップアンテナB	主偏波	-4.4	2.5	-32.0
	交差偏波	-15.2	-11.0	-20.2
板状逆Fアンテナ	主偏波	-2.2	-0.2	-4.2
	交差偏波	-10.6	-4.4	-38.5

表1(b) 5GHz帯における利得  
Antenna gain at 5GHz band

アンテナタイプ	偏波方向	利得 (dBi) (@4.9GHz)			利得 (dBi) (@5.25GHz)			利得 (dBi) (@5.8GHz)		
		平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値
フィルムアンテナ	主偏波	-2.7	2.1	-11.9	-2.1	1.6	-8.0	2.3	4.3	0.0
	交差偏波	-11.9	-3.0	-24.2	-8.9	-1.5	-34.9	-9.7	-4.6	-19.5

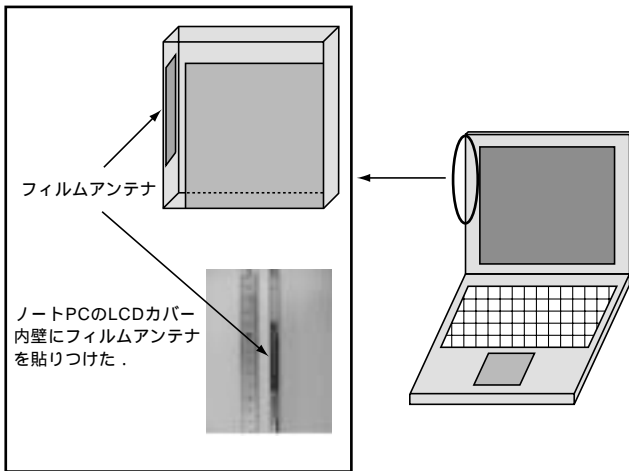


図7 ノートPCに内蔵した様子  
Mounting in the Note PC

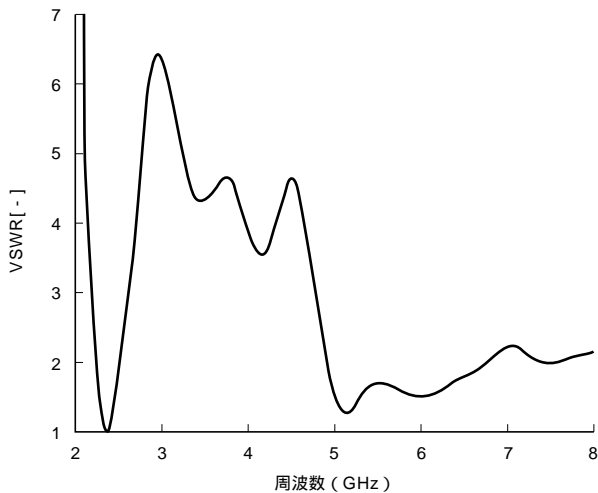


図8 VSWR特性  
Voltage Standing Wave Ratio

#### 4. ノートPC搭載時のアンテナ特性

実際の使用状況を想定し、ノートPCにフィルムアンテナを内蔵した場合のアンテナ特性を評価した。アンテナの内蔵場所はLCDパネルの左カバー内壁面とした(図7)。給電には同軸ケーブル(1.13mm)を使用し、その長さは300mmとした。またすべての測定は、LCDパネルとキーボードが直角(90°)に開いた状態で行った。

ノートPCに内蔵した場合のVSWR特性を図8に示す。アンテナ単体と同様に2GHz帯と5GHz帯で動作していることが確認され、各帯域幅は2GHz帯で200MHz以上、5GHz帯では1,000MHz以上となっており、要求される帯域を満足している。

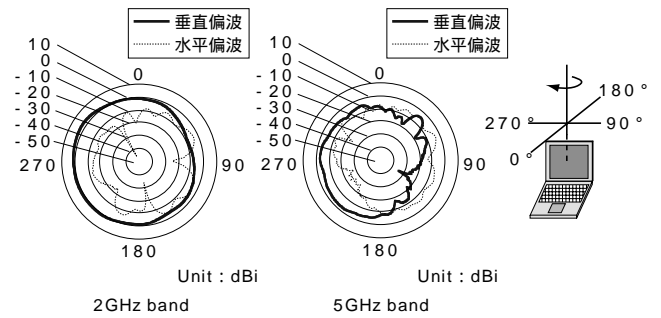


図9 放射特性  
Radiation pattern

放射特性を図9に示す。2GHz帯では真円に近い良好な指向性が得られている。5GHz帯では90°方向で放射が若干弱くなっているものの、それ以外の方位では安定した放射が得られている。

アンテナ単体の指向性と内蔵した状態での指向性を比較すると、両周波数帯の90°方向で利得の違いがみられる。この原因として、アンテナがLCDパネル固定金属部品の影響を受け、電波の受信が妨げられたことが考えられる。特に5GHz帯では波長が短いため、この影響が顕著に現れたものと考えられる。利得は十分な値が得られており、安定した通信が可能である。

#### 5. む す び

無線LAN用マルチバンドのフィルムアンテナを開発した。アンテナ形状としては55mm×5mm×0.1mmと非常に薄く小型化が実現できた。この特徴は、ノートPCに代表されるモバイル機器への内蔵に高い自由度があるものと考えられる。

周波数特性について、2GHz帯と5GHz帯で十分な帯域幅を有しており、特に5GHz帯においては1,000MHzを超える特性が実現されている。

放射特性について、主偏波方向では各周波数帯で無指向性が実現されており、十分な利得も得られている。

今後はフィルムアンテナのさらなる小型化を検討していく予定である。

また本開発において、適切な御指摘、助言を頂いた千葉大学 伊藤教授ならびに千葉大学 修士2年細江氏に深く感謝致します。

#### 参 考 文 献

- 1) 細江ほか：ノート型パソコンに内蔵した無線LAN用板状逆Fアンテナの特性に関する検討、映像情報メディア学会、Vol. 26, No. 67, pp21-24, 2002