

無線LAN用小型フィルムアンテナ

電子電装開発センタ 古屋 洋高*1・二又 宏将*1・宮下 朋子*1
沢田 広隆*2・明石 一弥*3

Small Film Antenna for Wireless LAN

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

当社ではすでにノートPC向け無線LAN用フィルムアンテナを開発している。このアンテナは大きさが55mm×5mm×0.1mmであったが、今回は面積が約70%小さいアンテナを開発した。従来のフィルムアンテナと同様に2GHz帯および5GHz帯に対応しており、大きさは25mm×2.5mm×0.1mmである。無指向、高利得で可撓性があり、PDA (Personal Digital Assistant) などの小型携帯機器への搭載に最適である。

We have already developed a film antenna for wireless LAN available for notebook PC. The previous size of the film antenna is 55mm x 5mm x 0.1mm. We developed small film antenna that was reduced area 70% this time. This antenna is available for 2GHz and 5GHz bands, and the size of this antenna is 25mm x 2.5mm x 0.1mm. This antenna has omni-directional radiation pattern and high gain and flexible. So, this antenna is suitable for mounting in small mobile devices such as PDA (Personal Digital Assistants).

1. ま え が き

近年、無線LANを屋外で利用できる「ホットスポット」と呼ばれる場所が増加している。日本では2001年ごろから新しい通信インフラとして立ち上がり始め、2002年から急速に増加し、2006年には約60,000箇所になると予想されている。ホットスポットで無線LANを利用できる機器としてはノートPCが主流であるが、持ち運びが容易な携帯情報端末 (PDA) も普及しつつある。

これら携帯機器ではアンテナを内蔵するケースが多くなっている¹⁾が、こうした傾向を踏まえて、当社では既にノートPCに搭載可能な無線LAN用フィルムアンテナを開発している²⁾。このアンテナは十分な帯域幅を持ち、無指向で高利得であるが、小型の携帯機器に内蔵するにはサイズが大きい。そこでPDAに内蔵可能な無線LAN用小型フィルムアンテナの開発を行った。

2. 目 標 性 能

アンテナに対する要求として、VSWR特性、放射特性、サイズがあげられる。VSWR特性は、無線LANの規格として2GHz帯を使用する規格 (IEEE802.11b/g, Bluetooth) と5GHz帯を使用する規格 (IEEE802.11a) が共存しているので、両周波数帯で使用可能にする必要がある。

放射特性は携帯機器の移動性、通信場所の通信状況など、使用環境が常に変化するため、全方位に均一な感度

(無指向性) が要求される。また高速で安定した通信を可能とするため、高い利得も要求される。

さらに、PDAはノートPCより搭載スペースが狭いため、サイズの小型化が一層求められる。これらの要求を踏まえて表1に示す目標性能を設定した。

3. 小型化の検討

ノートPC向けにすでに開発を完了しているフィルムアンテナの外観写真を図1に、シミュレーションで求めた2GHz帯および5GHz帯での電流分布を図2に示す。図2から2GHz帯では素子A、5GHz帯では素子Bに強く電流が流れている。電流の経路長は各共振周波数における波長の半分であるため、このアンテナは $\lambda/2$ 共振しているものとする。このアンテナを基本としさらなる小型化を検討した。その概要を図3に示す。長手方向は図中(a)から(b)の段階で素子Aの長さを維持しつつ折り曲げることで短くした。幅方向は無給電素子Cにほとんど電流が流れておらず、アンテナ特性に寄与していないことから、(b)から(c)の段階で無給電素子Cを取り除き、(d)に示すように狭くした。

続いて、(d)に示す形状で小型化が可能かシミュレーションで検討を行った。そのときのシミュレーションモデ

表1 目標性能
Target performance

大きさ	30mm×3mm
帯域幅 (VSWR \leq 2)	2GHz帯 100MHz以上
	5GHz帯 200MHz以上
平均利得	-8dBi以上 (主偏波)

*1 電子材料開発部

*2 電子材料開発部グループ長

*3 電子材料開発部長

ルを図4に示す。アンテナの長手方向は25mmと固定し、幅方向Yについて1.5mm, 2mm, 2.5mmと変化させて、アンテナの共振状態を表すVSWR特性および共振周波数での電流分布を求めた。

結果を図5に示す。Y=2.5mmの時に2GHz帯および5GHz帯両方で共振（VSWRが2以下）が発生しており、この寸法で実際のアンテナを試作した。また、シミュレーション

ンから求めた2GHz帯および5GHz帯における電流分布を図6に示す。両周波数における共振周波数での波長と電流が強く流れている経路長（図中の矢印）を比べると、2GHz帯では経路長が波長の4分の1、5GHz帯では波長の半分にはほぼ等しくなっている。したがって、2GHz帯では $\lambda/4$ 共振、5GHz帯では $\lambda/2$ 共振が発生しているものと考えられる。

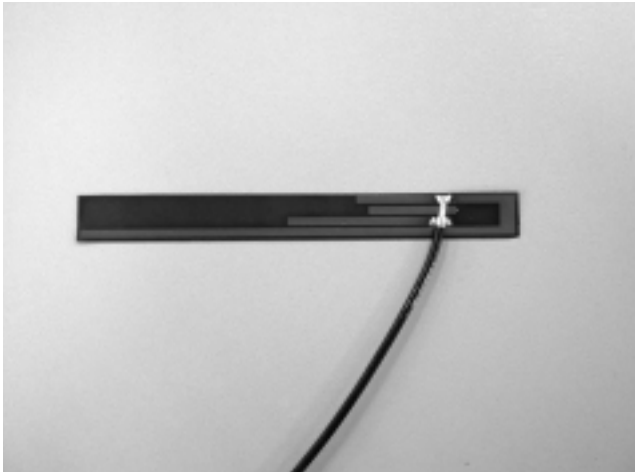


図1 アンテナ（既開発品）
Antenna (previously developed)

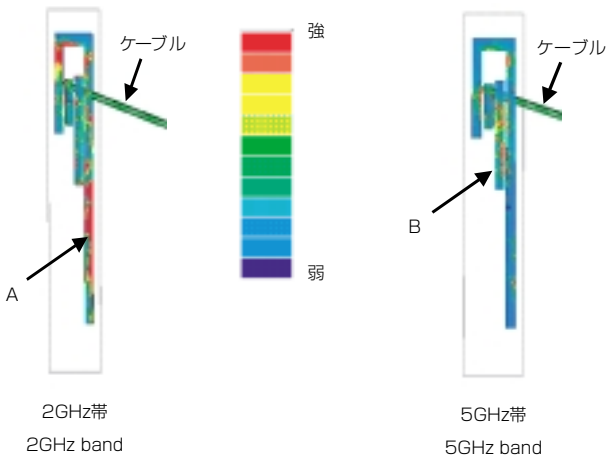


図2 アンテナ（既開発品）の電流分布
Current distribution of previously developed antenna

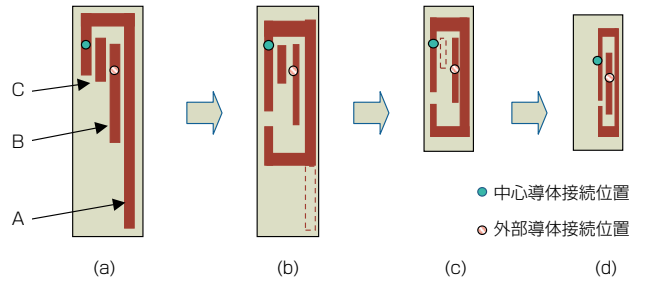


図3 小型化検討の概要
Miniaturization study

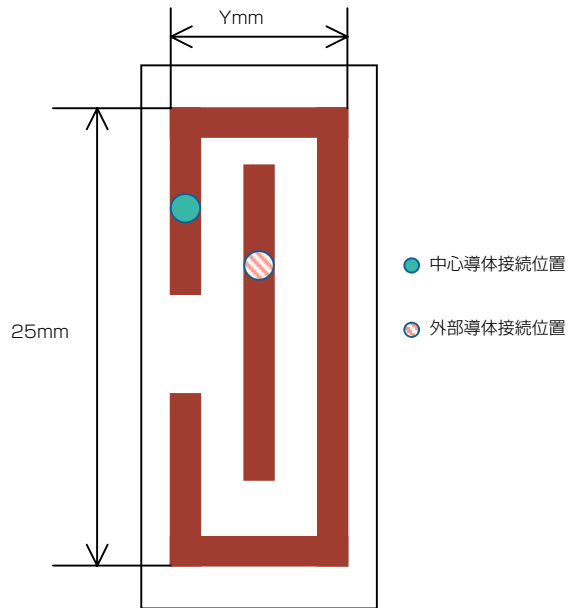


図4 シミュレーションモデル
Simulation model

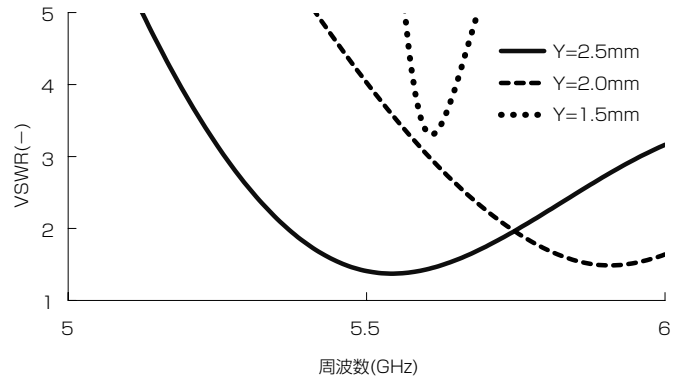
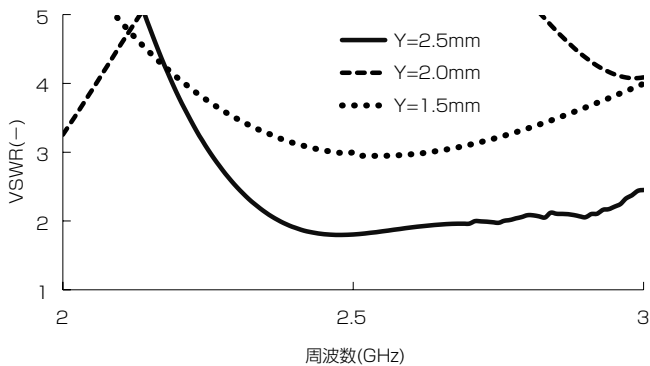


図5 シミュレーションによるVSWR
VSWR of simulation

4. アンテナ試作と特性評価

4.1 小型フィルムアンテナの作製

小型フィルムアンテナを作製するにあたり、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、全体の厚みを0.1mmとし、素子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素子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φ0.80mmの同軸ケーブルを使用した。作製した小型アンテナの外観写真を図7に示す。

4.2 アンテナ単体の特性

作製したフィルムアンテナのVSWR測定結果を図8に示す。2GHz帯と5GHz帯に共振ピークがみられ、このアン

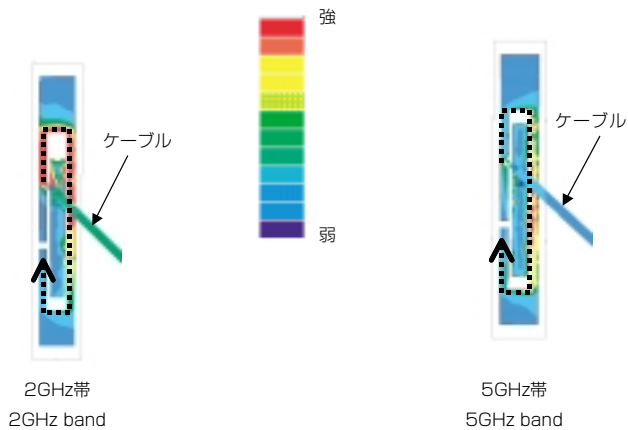


図6 電流分布
Current distribution

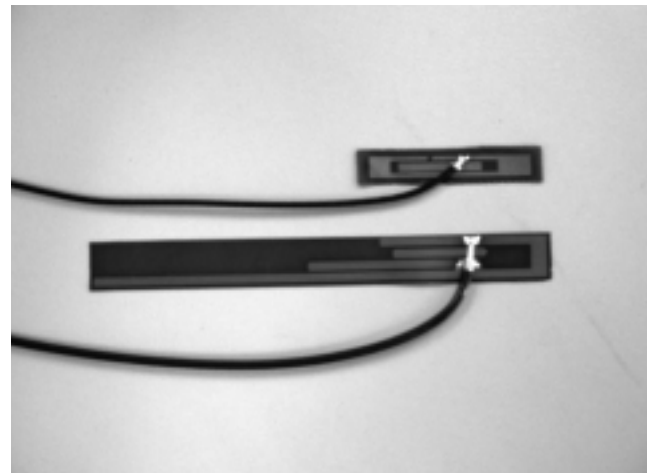


図7 アンテナ外観 (上: 開発品 下: 従来品)
Appearance of antenna (Top: newly developed Bottom: previously developed)

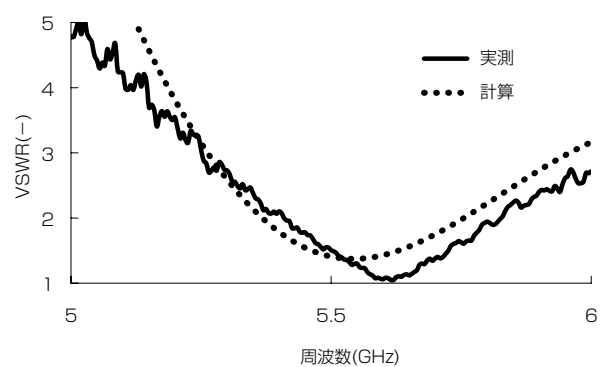
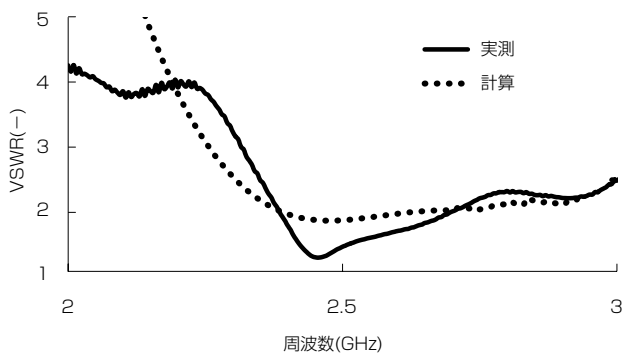


図8 VSWR特性 (アンテナ単体)
VSWR of single piece

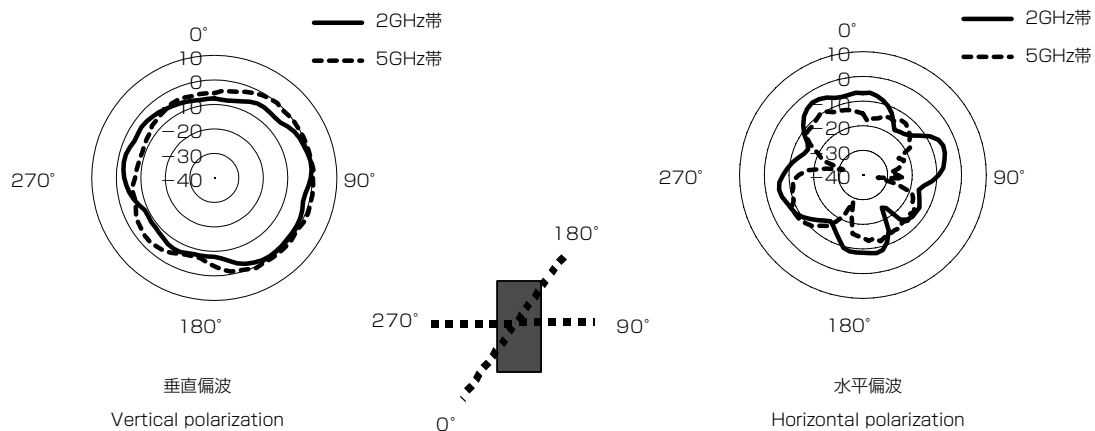


図9 放射特性
Radiation pattern

テナが2つの周波数帯で動作しているのが確認できる。シミュレーション結果と比較してもよく一致している。帯域幅（VSWRが2以下の周波数帯域）は、2GHz帯で100MHz以上、5GHz帯で400MHz以上得られており、目標性能を十分満足している。

放射特性は図9に示すように、両周波数とも垂直偏波において無指向になっており、利得は、表2に示すように両周波数とも垂直偏波方向において平均で-5dBi以上の高い利得を示している。

5. PDA搭載時のアンテナ特性

実際の使用状況を想定し、PDAに小型フィルムアンテナを搭載して特性を評価した。PDAは大きさが75mm×140mm×25mmのプラスチック筐体でできており、内部にLCD、実装基板、実装基板を保護するカバーから構成されている。また、給電には同軸ケーブル（φ0.80mm）を使用し、その長さは100mmとした。

PDA搭載時のVSWR特性を図10に示す。前述の試作アンテナをそのまま搭載した場合は、共振ピークがシフトしたため、素子長などを微調整した。調整後の帯域幅は2GHz帯で100MHz以上、5GHz帯では500MHz以上となっており、無線LANに要求される帯域を満足している。

表2 アンテナの利得 (Unit: dBi)
Antenna gain

項目	垂直偏波		水平偏波	
	2GHz帯	5GHz帯	2GHz帯	5GHz帯
最大	-0.17	0.93	-4.21	-8.04
最小	-8.89	-8.80	-24.74	-33.90
平均	-4.72	-3.33	-10.84	-16.23

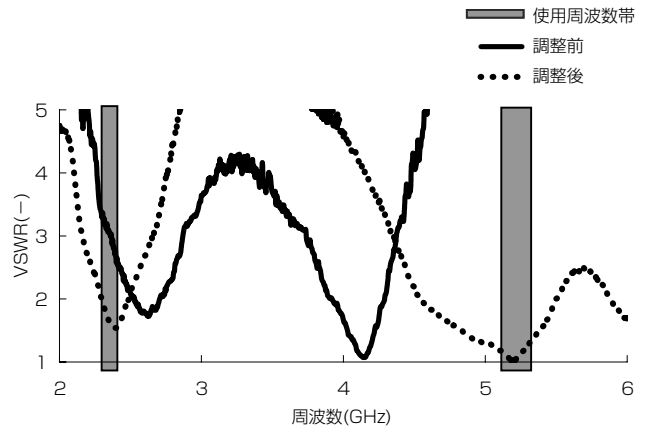


図10 VSWR特性 (PDA搭載)
VSWR in installation on PDA

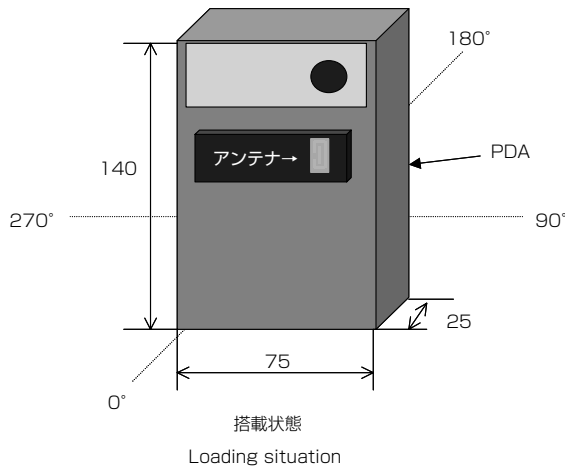
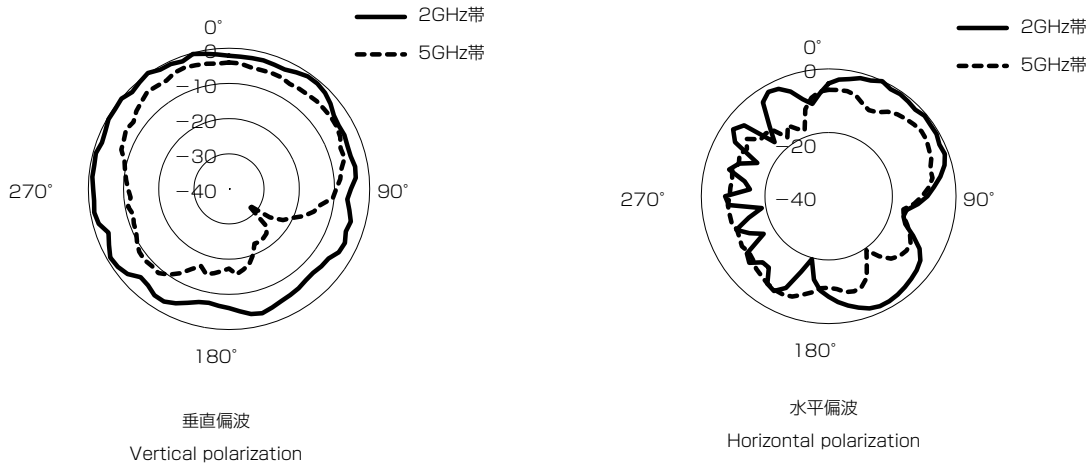


図11 PDA搭載時における放射特性
Radiation pattern in PDA

表3 PDA搭載時のアンテナの利得 (Unit: dBi)
Antenna gain in PDA

項目	垂直偏波		水平偏波	
	2GHz帯	5GHz帯	2GHz帯	5GHz帯
最大	-3.62	-3.25	-3.14	-4.43
最小	-9.28	-32.89	-23.70	-19.30
平均	-6.31	-10.74	-14.06	-9.73

次に放射特性を図11に、全方位での利得を表3に示す。所々において利得が低下している箇所が生じているが、これは中に搭載されている実装部品などによって放射が妨げられているためであると考えられる。特に5GHz帯の場合は波長が短いため、その傾向が顕著である。しかし、この利得低下はアンテナの搭載場所などを検討することで改善できると考えられる。

6. む す び

無線LAN用マルチバンド小型フィルムアンテナを開発した。サイズをノートPC向けアンテナと比べ、70%程度

小型化し、PDAをはじめとする小型携帯機器への搭載が可能とした。VSWR特性については2GHz帯と5GHz帯で十分な帯域幅を有しており、放射特性についても主偏波では両周波数帯において無指向であり、十分な利得が得られていると考える。

また、PDAに搭載した場合も十分な帯域幅を有している。利得に関してはアンテナの搭載場所を検討することでさらなる利得向上を見込めるものとする。

最後に本開発において、適切な御指導、助言を頂いた千葉大学工学部 伊藤教授ならびに修士2年中岸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, pp.21-24, 2002
- 2) 二又ほか：無線LAN用フィルムアンテナ，フジクラ技報第104号，pp.28-31, 2003