

IEEE 802.11a/b/g マルチシステム対応 広帯域無線LANアンテナ

Wide-band wireless LAN antenna for IEEE 802.11a/b/g

福地主介* Keisuke Fukuchi 山本勇揮* Yuki Yamamoto 佐藤健一* Kenichi Sato
佐藤 亮* Ryo Sato 梶 尚史* Hisashi Tate

ノートPCなどの情報端末で、無線LAN(IEEE 802.11a/b/g)が普及し始めている。特に5GHz帯を使用する802.11aは、2GHz帯を使用する802.11bに比べて通信速度が速くノイズの影響が少ないことから、最近注目されている。5GHz帯は欧米、アジア、日本などでそれぞれ異なった周波数で運用されるため、全ての規格に適合するシステムを構築するには広帯域なマルチバンドアンテナが必要となる。今回、2.4～2.5GHzに加えて、4.8～6.2GHzの広い帯域をカバーし、平均利得が-2dBiと高く、広範囲な用途で使用できる無線LAN用アンテナを開発した。

〔1〕 緒 言

ノートパソコン(以下、ノートPC)やPDAなどの携帯型情報端末で、無線通信を用いたLANへの接続技術(以下、無線LAN)がオフィスのみでなく、家庭でも急速に普及し始めている。ノートPCなどに用いる無線LANの規格はIEEE 802.11と呼ばれており、同規格はさらに2.4GHz帯を使用する802.11bと、5GHz帯を使用する802.11aとに大別される。

802.11bは通信用モジュールも早くから開発され、現状では過半数のノートPCに標準で搭載されており、世界の共通規格となっている。しかし同11b規格には、(1)情報の通信速度が最大で11Mbpsと低いこと、さらに(2)Bluetoothなどの近距離通信規格や電子レンジなどの家電品と同一の周波数を使用しているためノイズの影響を受けやすい、という欠点がある。

一方の802.11aは、通信速度が最大で54Mbpsと高速で、かつノイズの影響が少ない安定した通信が可能である。今後の情報量の増大に応え、特に動画の送信を可能とする規格として普及が進められている。しかし同11a規格の課題として、(1)2.4GHz帯を使用する802.11bとの互換性、および(2)欧米やアジア、日本など国によってそれぞれ異なった周波数が使用されることから、複数周波数の信号を送受信可能なマルチバンド対応のシステムが必要、ということがあげられる。一例として、5.2GHzはいずれの国でも屋内の使用のみに限定されており、屋外では日本4.9GHz、欧米5.7GHzほか、南米6.0GHz、中国6.1GHz(未確定)などが使用される。

ノートPCなどの情報端末では、機器の小型化のため、個々の構成部品に対しての収納領域が極めて限定される。搭載されるアンテナとしては、2.4GHz帯に加え、上述の多周波の5GHz帯に対応可能で、かつ液晶パネルの周囲などに搭載可能な小型化が必須となる。

当社では無線LAN用の小型アンテナとして、銅板をポリイ

ミドフィルムでラミネートしたフィルム型アンテナを開発し¹⁾、すでに国内外PCメーカーへの製品納入をおこなっている。当社アンテナは全方位へ無指向性の放射特性を有し、デュアルバンド(2.4/5GHz帯)発振が可能のため、機器搭載型のアンテナとして最適である^{2,3)}。また、フィルム型であるため厚みを薄く(0.2mm厚、ケーブル部を除く)することができ、省スペース実装が可能である。

今回、各国におけるそれぞれのシステムで共通化して使用可能なアンテナの開発を目指し、全ての周波数をカバーする広帯域デュアルバンドアンテナを開発した。同時に、アンテナ取り付け方法についても検討し、現状の両面テープ取り付け方法に加えて、ネジ固定方式によるアンテナも開発した。

本報ではこれら新規開発したフィルム型アンテナの性能、特徴について述べる。

〔2〕 広帯域アンテナ

2.1 概要

図1に、従来の当社標準アンテナと今回開発した広帯域アンテナの外観を示す。

ケーブルを除くアンテナ寸法は、従来品と新規開発品で同一であり、横31.0mm、縦30.5mm、厚さ0.2mmである。従来品

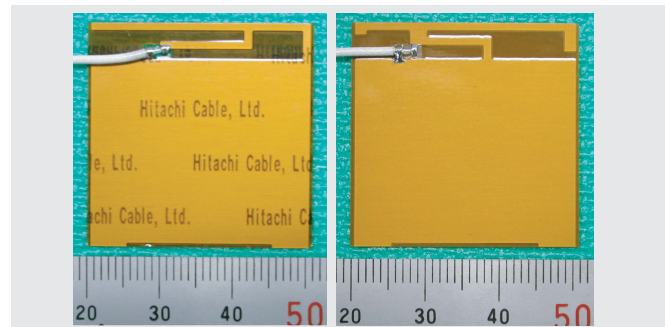


図1 当社従来標準アンテナ(左)と新規広帯域アンテナ(右)外観写真

* 日立電線株式会社 電線生産センタ

が、それぞれモノポールアンテナとループアンテナで2.4GHzと5.2GHzを構成しているのに対して、新規広帯域アンテナは2組のL字状アンテナとループアンテナの組み合わせにより2.4GHzと5GHz帯のデュアル化、および5GHz帯の広帯域化をはかっている。両アンテナともに、自身にグラウンド部を持っているため、諸特性が安定しているという特徴がある。図2に新規アンテナの各周波数帯における共振部を図示する。

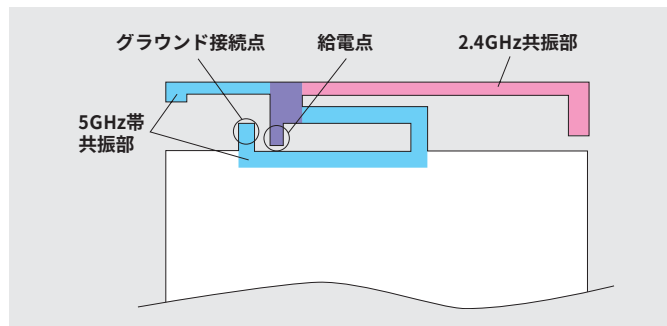


図2 新規広帯域アンテナの各周波数帯における共振部

2.4GHz帯は赤色で示した長いL字部で共振している。5GHz帯は青色で示した、短いL字部分および給電点とグラウンド接続部で構成されるループ部とで共振している。L字状のアンテナ部分とループアンテナが相互に作用することにより、5GHz帯での広帯域を実現している。

2.2 評価

開発した広帯域アンテナのリターンロスとVSWRを測定した。アンテナは、当社が評価用として用いているダミーLCD筐体を実装して測定を行った。ダミーLCD筐体は、フロントパネル、フレーム、ダミーLCD、台座からなり、それぞれ材質はABS(パネル、フレームとも)、ステンレス、アルミでできている。アンテナ実装状況を図3に示す。給電には当社製細径同軸ケーブルφ1.13mm、長さ500mm、および小型同軸コネクタを使用した。従来標準アンテナと比較した結果をそれぞれ図4(a)、(b)に示す。また、新規アンテナの2.4GHz帯、および5GHz帯の周波数帯域を表1に示す。これらの結果から分かるように、このアンテナは2.4GHz帯、および5GHz帯において十分な帯域を有している。特に、5GHz帯においてはVSWR2.0以下の帯域が2.68GHz、比帯域49%となっており、従来アンテナに比して倍以上の広帯域化を実現できた。

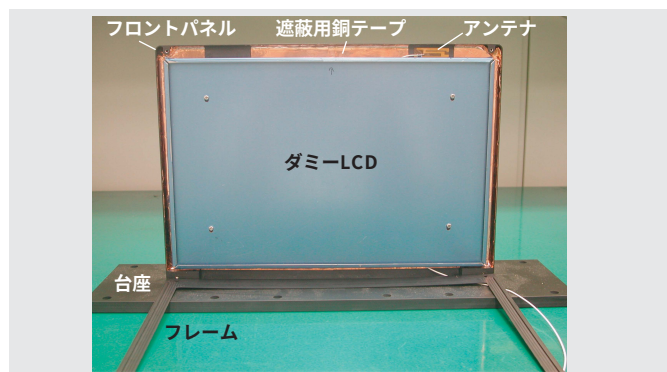


図3 ダミーLCD 筐体アンテナ実装外観写真 遮蔽用銅テープ(0.15mm厚)はフロントパネルに貼り付け。アンテナ部は窓開け処理。窓サイズは約40(横)×10(縦)mmである。

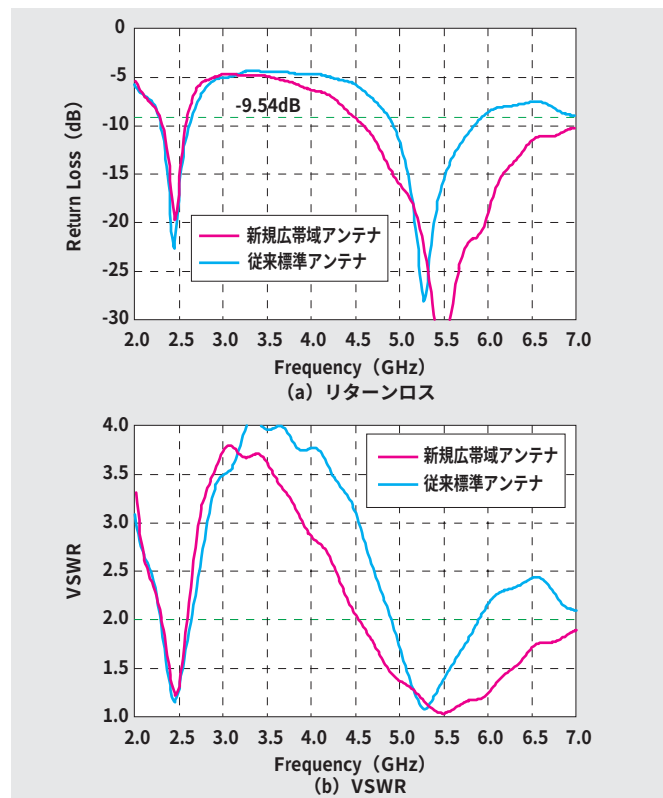


図4 従来標準アンテナと新規広帯域アンテナのリターンロスとVSWR タイムドメイン測定、バンドパス(スタート4ns, ストップ7ns)細径同軸ケーブルφ1.13mm、長さ500mm使用。

表1 新規広帯域アンテナの各周波数帯における帯域

周波数帯 (GHz)	帯域	備考
2.4	280MHz	リターンロス -9.54dBi、VSWR2.0以下の帯域
5	2.68GHz	

次に、新規広帯域アンテナの放射パターンと平均利得を測定した。図5に、一例として2.45GHzと5.25GHzでのX-Y平面における放射パターンを示す。垂直偏波 (Vertical) と水平偏波 (Horizontal) 成分を分けて測定し、それぞれを示した。各々の周波数帯において、ともに全方位にわたってほぼ均一な放射強度を保っていることが図より分かる。ユーザとともに移動する可能性がある端末機器のアンテナは無指向性の送受信特性が要求されるが、開発したアンテナはその要求を満足することができた。

次に、それぞれの周波数における放射パターンから、平均利得を算出した。各周波数での平均利得の算出には以下の計算式を用いた。

$$\text{平均利得 (dBi)} = 10 \log \left(\frac{\sum_{i=0}^{N-1} (G_{vi} + G_{hi})}{N} \right) \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 G_{vi} 、 G_{hi} はそれぞれ垂直、水平偏波での利得真値、 i はアジマス角度(0, 1, 2, ..., 359)、 N は測定ステップ数(=360)である。図6に、従来アンテナと新規アンテナの平均利得の比較結果を示す。図から明らかなように、今回開発した新規

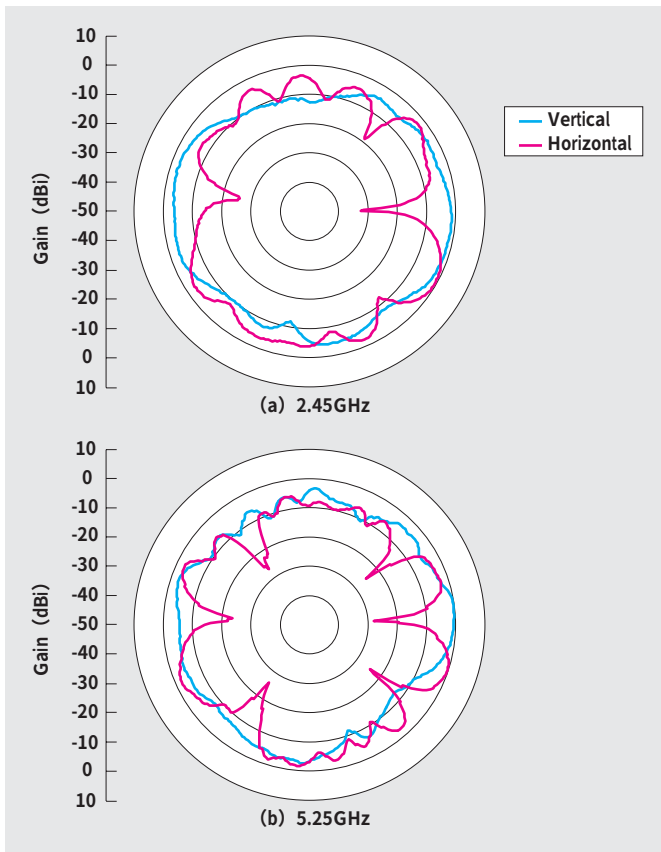


図5 新規広帯域アンテナの放射パターン(X-Y平面) ダミーLCD筐体組み込みにて測定

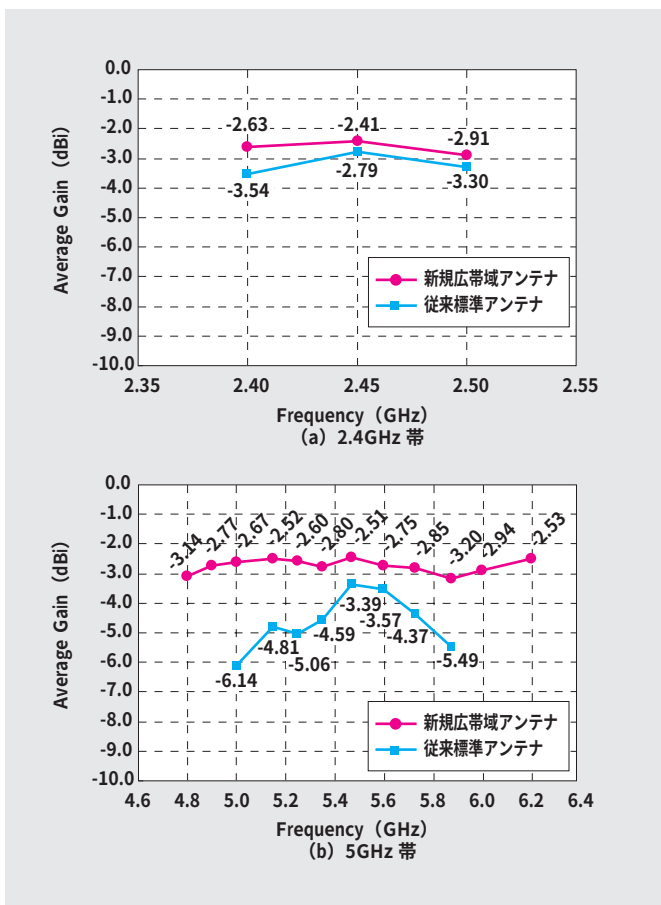


図6 従来標準アンテナと新規広帯域アンテナの平均利得比較

アンテナは2GHz、5GHz帯ともに従来の標準アンテナよりも利得が高く、特に5GHz帯では4.8～6.2GHzの1.4GHzにわたってフラットかつ高利得を得ることができ、利得値、帯域ともに大きく向上していることが分かった。また、前述のVSWR特性から推測する限り、ここで示した帯域より、さらに広い周波数領域で使用できる可能性が高い。

以上のことから、このアンテナを用いることによりIEEE 802.11における全ての周波数範囲をカバーすることができると言える。特に、日本国内の4.9GHzから中国の6GHz超までの使用領域を一つのアンテナでカバーすることができ、世界市場を視野に入れた無線LAN製品に搭載するアンテナとして最適である。

〔3〕 ネジ固定型アンテナ

前述の30mm角フィルム型アンテナは、液晶パネル(LCD)とフロントカバーとの間に貼り付けて使用されることが多い¹⁾。しかし昨今、ノートPCの薄型化が進み、さらにLCD周囲の寸法も小さくなる傾向がある。このことから今後、現状の30mm角のアンテナでは実装が困難になる場合も予想される。

また、現状30mm角アンテナは主に両面テープで固定をおこなっているが、ネジ止めが不要で平面さえあれば実装が容易であるという利点がある半面、組み立て工程でやり直しが発生してアンテナの取り外しが必要な場合、筐体から剥がす際にアンテナの変形が生じ、再生使用が不可能な場合が多いという欠点がある。

これらの事情を考慮し、小型化と取り扱い性の良さを両立させたネジ固定型のアンテナを新規に開発したので、以下に説明する。このアンテナは、ノートPCのLCD周囲などに実装可能のように細長の形状にデザインされており、両端にはアンテナ固定用のネジ穴を設けている。図7(a)に示すアンテナは、アンテナ周囲の環境が金属で構成されている筐体の実装されたとき動作するように設計されている。つまり、周囲の金属筐体をアンテナグラウンドとして利用することにより、小型かつ高性能なアンテナとして動作している。また、図7(b)に示すアンテナは、実装される筐体がプラスチック製の場

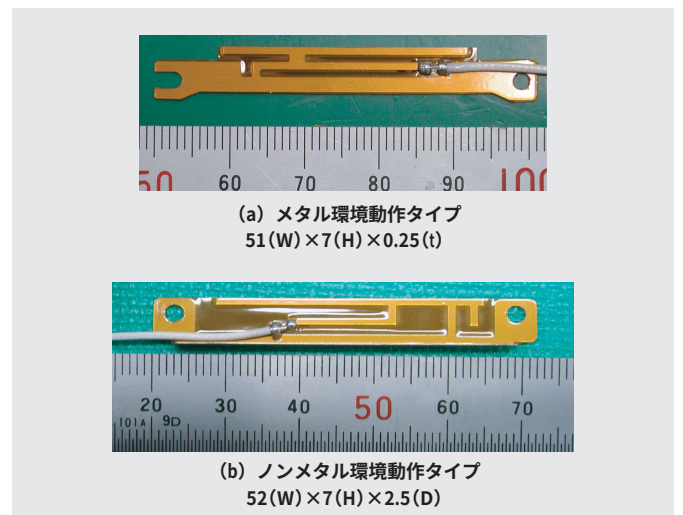


図7 ネジ固定型アンテナ製品ラインアップ

合に最適に動作するよう設計されている。このアンテナは下端でアンテナを約2mm程度折り曲げているが、この最小のグラウンド面積でアンテナ動作するように設計されている。また、折り曲げ部は機械的強度の向上も兼ねている。

図8～9に、図7(a)に示したメタル動作タイプアンテナのリターンロス、および平均利得の一例をそれぞれ示す。このとき給電は、当社製細径同軸ケーブルφ1.13mm、長さ600mm、および小型同軸コネクタを用いておこなった。このアンテナも前述の広帯域アンテナと同様に、5GHz帯の帯域と利得に関する特性を向上させたものであり、今後のIEEE 802.11aの周波数拡大に対応したものである。

(4) 結 言

無線LAN用フィルム型アンテナとして、2.4～2.5GHz、および5GHz帯を広帯域化し、4.8～6.2GHzをカバーした新規デュ

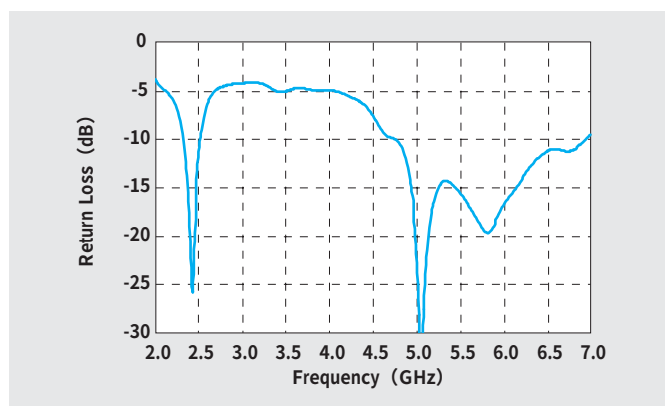


図8 ネジ固定型 メタル動作タイプのリターンロス
タイムドメイン測定、バンドパス(スタート4ns, ストップ9ns)

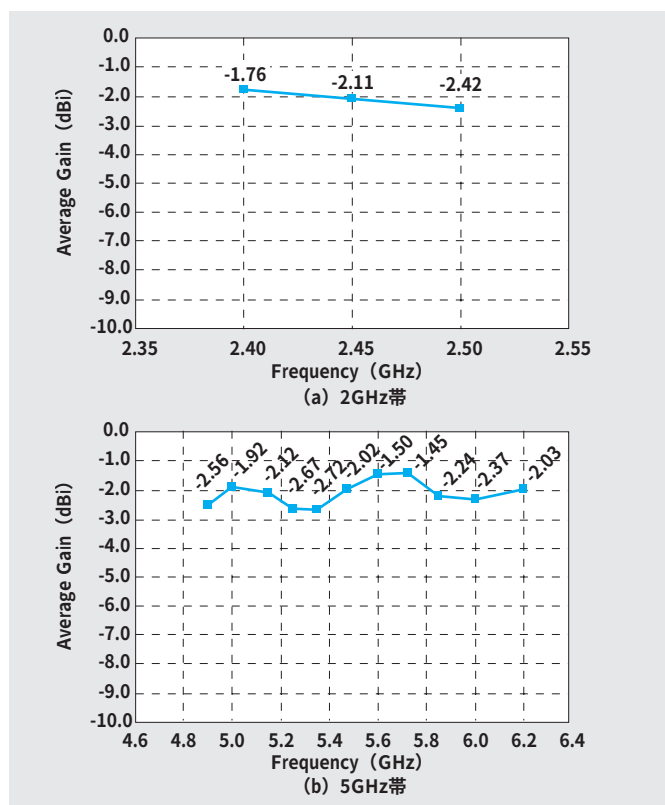


図9 ネジ固定型 メタル動作タイプの平均利得

アルバンドアンテナを開発した。さらに小型化、および取り扱い性の容易さを考慮し、ネジにより固定するタイプのアンテナも新規に開発し、同時に広帯域化も達成した。このアンテナに関しては、さらなる小型化の検討をおこなう予定である。今後はこれら新規開発したアンテナを、ノートPCを含む広い意味でのデジタル家電分野に適用拡大をはかるべく、PRをおこなう予定である。

参考文献

- 1) 池ヶ谷, 他: 2.4GHz帯モバイル機器内蔵用フィルムアンテナ, 日立電線, No.21 (2002)
- 2) Ikegaya et al.: "Development of Film Type Antenna for Mobile Devices," HITACHI CABLE REVIEW No.21 (August 2002)
- 3) Ikegaya et al.: "Dual Band Film Type Antenna for Mobile Devices," North American Radio Science Meeting, Columbus, Ohio, June 22-27, 2003, AP/URSI B Session 133.8



福地 圭介(ふくち けいすけ)

電線生産センタ 製造部 モバイルアンテナ課
平成3年4月入社
ワイヤレスコミュニケーション用アンテナの設計に従事
応用物理学会会員



山本 勇揮(やまもと ゆうき)

電線生産センタ 製造部 モバイルアンテナ課
平成9年4月入社
ワイヤレスコミュニケーション用アンテナの設計に従事



佐藤 健一(さとう けんいち)

電線生産センタ 製造部 モバイルアンテナ課
平成12年4月入社
ワイヤレスコミュニケーション用アンテナの設計に従事



佐藤 亮(さとう りょう)

電線生産センタ 製造部 モバイルアンテナ課
平成4年4月入社
ワイヤレスコミュニケーション用アンテナの設計に従事



橋 尚史(たて ひさし)

電線生産センタ 製造部 モバイルアンテナ課
昭和60年4月入社
ワイヤレスコミュニケーション用アンテナの開発・設計に従事