

無線 LAN 用小型 RF モジュール

Small-Sized RF Module for Wireless LAN

日浦 滋 石田 正明 山本 哲也

■ HIURA Shigeru

■ ISHIDA Masaaki

■ YAMAMOTO Tetsuya

ユビキタス社会で使用される携帯無線端末は、小型、低価格、低消費電力であることが要求される。この課題を解決するためには、高密度実装技術と高周波 (RF) 回路技術が必要である。

東芝は、無線 LAN 用の RF モジュールに、フリップチップ実装やビルドアップ基板の採用などの実装技術を適用し、更に、三次元電磁界解析を用いた多層基板配線の適正化や受動部品の基板内蔵化を行った。その結果、縦 24 mm × 横 32 mm、厚さ 2.1 mm の小型化を実現したデュアルバンド無線 LAN 用 RF モジュールを開発した。

Wireless stations used in the ubiquitous network are expected to be small in size, cheap in price, and low in power consumption. To meet these requirements, high-density packaging technologies and RF circuit technologies are essential.

Toshiba has applied packaging technologies such as flip chip mounting and build-up substrates to wireless LAN RF modules. We have also optimized the multilayer substrate wiring on the basis of three-dimensional electromagnetic field analysis and developed a technique for embedding passive devices in substrates. Consequently, we have realized a small-sized RF module measuring only 24 mm in height, 32 mm in width, and 2.1 mm in thickness for use in dual-band wireless LAN.

1 まえがき

いつでも、どこでも、誰とでも通信することができるユビキタスネットワークを実現するために、携帯無線端末は小型、低価格、低消費電力であることが要求される。

これらの要求に応えるためには、IC チップの高性能化や機能集約化はもとより、IC チップと他の部品をいかに集積して組み立てるか、という高密度実装技術も重要である。

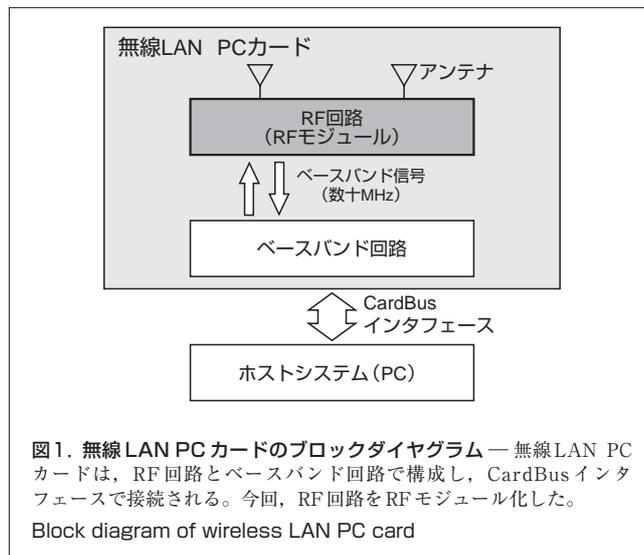
一方、通信の大容量化に伴い、無線周波数として数 GHz 帯の高い周波数を使用し、更に広帯域の周波数を使用する無線システムが各種開発されてきた。周波数が高くなり、回路の大きさが波長に近くなると、高い周波数帯での電気特性は回路の形状により変化する。このため、実装方法や回路レイアウトが通信の特性に影響を与え始める。更に、信号の広帯域化に対応するために、周波数の広い範囲にわたって良好な特性を達成する必要がある。

したがって、携帯無線端末に高密度実装技術を適用する際には、高周波 (RF) 回路技術の観点からも検討を行い、回路を適正化することが重要である。更に、これは消費電力を低減することにもつながる。

以下に、無線 LAN 用の RF モジュールを例に、そこに適用された高密度実装技術と RF 回路技術について述べる。

2 無線 LAN 用 RF モジュール

無線 LAN は、他の無線システムと比べて、中程度の距離において大容量の通信ができるという特長を持っている。そのために、現在、企業のオフィスにおける企業内ネットワークと各パソコン (PC) 間の接続、屋外でのインターネットへの接続、家庭内でのオーディオ・ビデオ機器や PC などの端末間の接続に用いられている。無線 LAN に使用されている周波数は、2.4 GHz 帯と 5 GHz 帯の 2 種類があり、数十 m 以下の距離で使用される通信システムの中ではもっとも高い周波

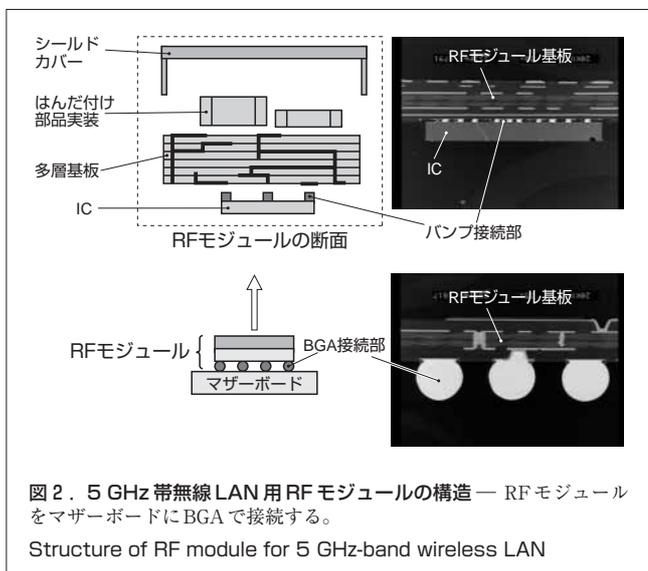


数である。

無線LAN PCカードのブロックダイアグラムを図1に示す。無線LAN PCカードはCardBus インタフェースでPCと接続される。図中のRF回路は、数十MHz帯のベースバンド信号を2.4GHz帯や5GHz帯の無線周波数信号に変換する送受信回路で、今回この回路のRFモジュール化を行った。ここでは、5GHz帯無線LAN用と、2.4GHz帯と5GHz帯を共に使用するデュアルバンド無線LAN用の2種類のRFモジュールを例に挙げた。

3 高密度実装技術

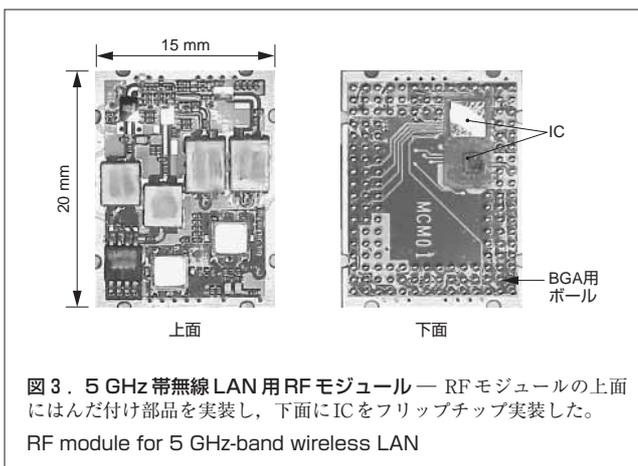
5GHz帯無線LAN用RFモジュールの実装構造、及び接続部の断面を図2に示す。



小型化と低価格化のために、以下の実装技術を適用している。

- (1) ビルドアップ基板の採用により、多層基板内での配線自由度を増し、小型化優先の部品レイアウトができるようにした。
- (2) 基板材料としては、低価格な樹脂基板を使った。
- (3) ベアチップのICをフリップチップ実装することで、ICの実装面積を減らした。
- (4) 0.6mm×0.3mmサイズのチップ抵抗、チップキャパシタ、チップインダクタを使用することで、部品実装面積を小さくした。

この結果、図3に示すように、15mm×20mmの5GHz帯無線LAN用RFモジュールを実現した。なお、RFモジュールの厚さは3mmである⁽¹⁾。

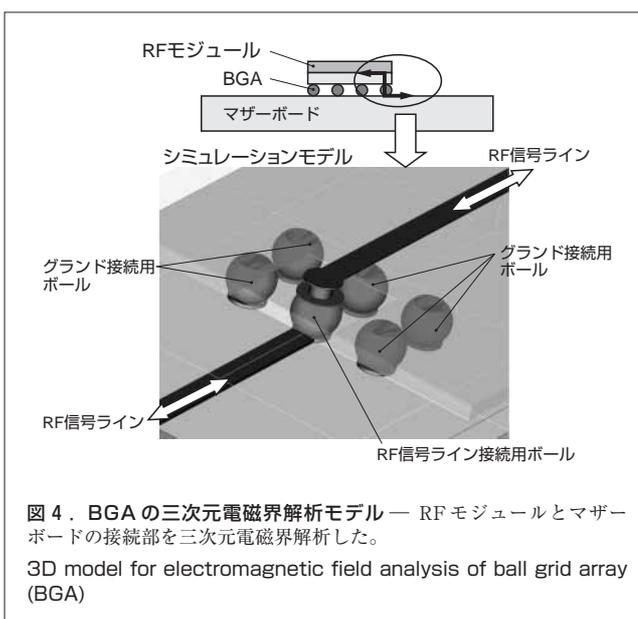


4 RF回路の適正化

無線LANで使用される数GHz帯の信号の伝送特性は、基板配線の形状により影響を受ける。不適切な回路の使用は、伝送信号のひずみや損失につながり、その結果、データ伝送レートの劣化や消費電力の増加を引き起こす。したがって、回路設計の段階でRF回路技術の観点から回路パターンや回路構造を適正化することが、製品の性能向上には重要である。

現在、RF回路設計用として、多くの回路シミュレータが市販されている。しかし、小型化のために、多層基板を使用したり、部品間の間隔を極力狭めたり、三次元的な実装を行った場合は、部品や線路間の電氣的な干渉のような問題が懸念されるので、回路シミュレータによる計算に加えて、三次元の電磁界解析を行う必要がある。

図4は、RFモジュールとマザーボードのBGA (Ball Grid



Array) 接続部に対する三次元電磁界解析モデルを示している。BGA接続の一部は、5 GHz帯のRF信号ラインの接続用として使われている。RF信号ラインの接続部の周辺では、RF特性を良好にするために、RFモジュールとマザーボードの両基板のグランドも接続させる必要がある。基板間のグランド接続のためにはBGAのボールが使用されており、このボールの個数やRF信号ラインからの距離が、RF信号の伝送特性に影響を与える。上下の基板をつなぐ立体的な構造に対して三次元電磁界解析を適用し、適正なグランド用ボールの位置を求めた。

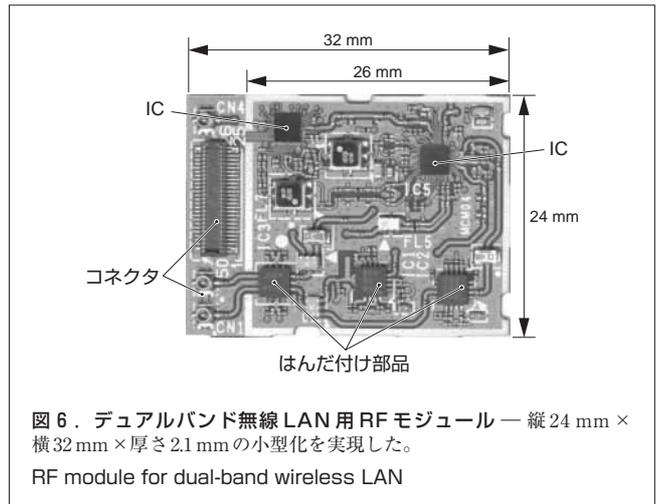
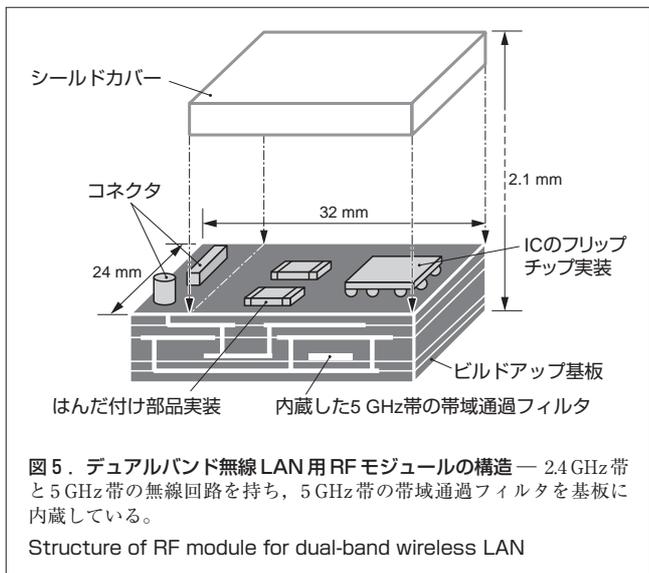
5 部品の内蔵化

低価格化、小型化、薄型化のための施策として、部品の内蔵化技術がある。モジュール基板上に搭載されているRFフィルタ、チップ抵抗、チップキャパシタ、チップインダクタを基板の中に内蔵化すれば、部品点数の削減による組立てコストや材料コストの低減になる。また、基板表面の実装面積が不要になることから小型化につながる。以下に、RFフィルタの基板内蔵化の実施例を紹介する。

5.1 デュアルバンド無線LAN用RFモジュール

デュアルバンド無線LAN用RFモジュールの構造を図5に示す。無線周波数として2.4 GHz帯と5 GHz帯の両方が使用可能な回路構成である。5 GHz帯無線LAN用RFモジュールと同様に、小型化のためにベアチップICをフリップチップ実装し、0.6 mm × 0.3 mmサイズのチップ部品を採用している。また、薄型化を考慮して下面には部品を実装せず、コネクタでマザーボードに接続する構造となっている。

デュアルバンド無線LAN用RFモジュールの外観を図6に示す。コネクタとシールドカバーを含めて、24 mm × 32 mm



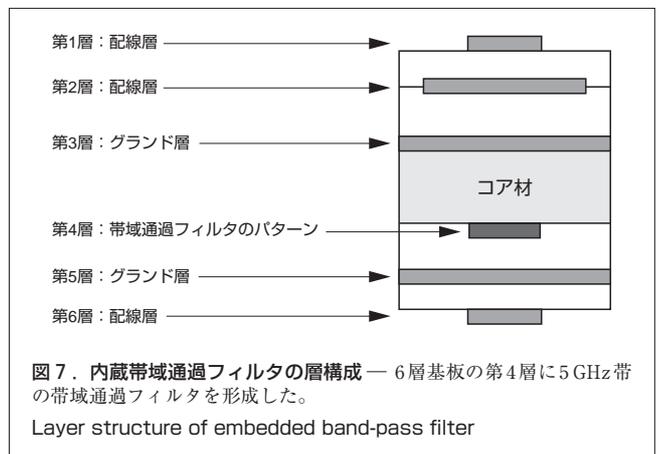
の大きさで実現できた⁽²⁾。モジュールの厚さに関しては、片面実装構造とすることで2.1 mmに抑えた。

5.2 5 GHz帯フィルタの基板内蔵化

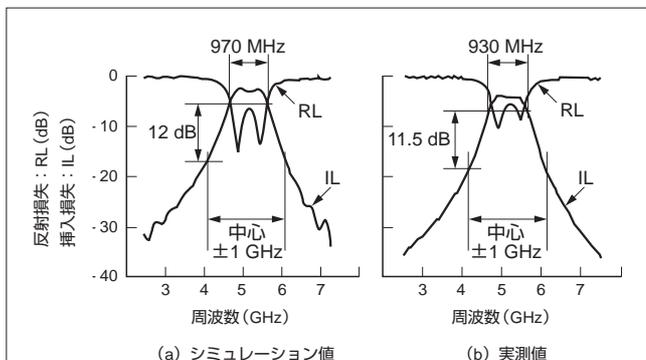
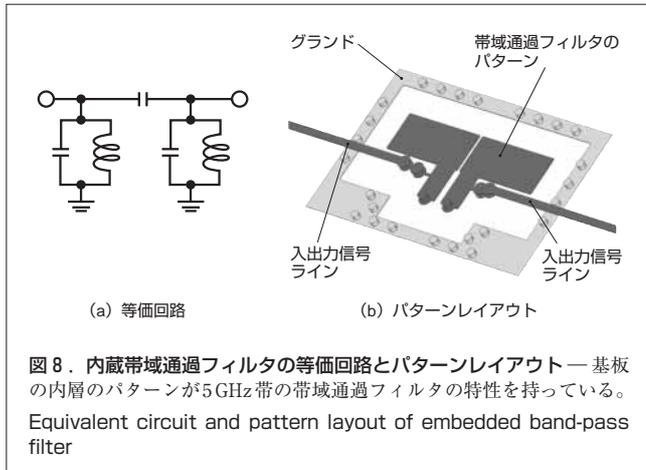
今回開発したデュアルバンド無線LAN用RFモジュールでは、5 GHz帯の帯域通過フィルタを基板に内蔵した。図7はRFモジュールの多層基板の層構成である。フィルタは、第4層にパターンとして形成した。フィルタ以外のRF回路や電源パターンなどは第4層以外に配線しているため、フィルタの形状はRFモジュール基板の大きさに影響しない。また、一般に、フィルタは他の部品に比べて背が高い場合が多いので、フィルタを内蔵化するとRFモジュールの薄型化につながる。更に、コストに関しても、内層のパターンで形成するので費用の増加分はなく、部品削減の効果がそのままコスト削減となる。

図8は、基板の内層に形成した帯域通過フィルタのパターンと等価回路である。

多層基板内での線路間電磁界結合の影響を確認するために、帯域通過フィルタパターンの適正化においても三次元の電磁界解析を行った。シミュレーション結果と試作品の実験



結果を図9に示す。シミュレーションと実験はほぼ同様な特性であり、シミュレーションの有効性が確認できた。



6 あとがき

試作したRFモジュールは、無線LANシステムに実装し試験・評価した結果、良好な特性を示した。これにより、今回適用した技術はRFモジュールの小型化に有効であることを確認できた。

携帯無線端末への小型化要求は、今後ますます強くなっていくと思われる。その要求に応えるために、高密度実装技術とRF回路技術を組み合わせて発展させ、小型化、低価格化、低消費電力化に役だてていく。

文献

- (1) Hiura, S., et al., "RF module using MCM-L and BGA technology for 5GHz WLAN application," IEEE 6th European Conference on Wireless Technology, Conference Proceedings, 2003-10, p. 29 - 32.
- (2) Matsuge, K., et al., "Full RF module with Embedded Filters for 2.4GHz and 5GHz Dual Band WLAN applications," IEEE MTT-S Microwave Symposium Digest, 2004-06, p. 629 - 632.



日浦 滋 HIURA Shigeru

生産技術センター 実装技術研究センター主任研究員。
高周波モジュールの開発に従事。電子情報通信学会、エレクトロニクス実装学会会員。
Electronic Packaging & Assembly Technology Research Center



石田 正明 ISHIDA Masaaki

生産技術センター 実装技術研究センター研究主務。
高周波モジュールの開発に従事。電子情報通信学会会員。
Electronic Packaging & Assembly Technology Research Center



山本 哲也 YAMAMOTO Tetsuya

生産技術センター 実装技術研究センター研究主務。
半導体モジュール及びフラットパネルディスプレイなどの実装技術の研究・開発に従事。
Electronic Packaging & Assembly Technology Research Center