

cdmaOne 携帯電話用チップアンテナ

A Chip Antenna for cdmaOne Cellular Phones

平井正一郎* 荒川直也* 上野孝弘*² 濱田浩樹*² 亀井好一*²
Shoichiro Hirai Naoya Arakawa Takahiro Ueno Hiroki Hamada Koichi Kamei

概要 モバイル機器の代表として挙げられる携帯電話は、メール機能、カメラ機能の搭載は無論のこと、動画の送受信が可能な機能までも搭載されつつある。付加機能が増えれば、機器のサイズを小型軽量に保つために、当然のことながら各 부품の軽量小型化が必要となってくる。現在一般に採用されているホイップアンテナは、ケース内のスペースを取り、かつデザインの制約も出てくる。この解決のために、cdmaOne[†] 携帯電話のメインアンテナに使用できる、筐体への内蔵が可能な900 MHz帯の高性能超小型チップアンテナを開発した。誘電体に高機能樹脂材料を用いることを特徴としており、量産性、長期信頼性に優れていることを確認した。

1. はじめに

移動通信に用いられる携帯電話端末用アンテナは、ホイップアンテナに代表されるような外部アンテナで、共振波長に対応した長さのものが使用されている。このホイップタイプは、格納スペースを確保する必要があり、そのため電池の大きさや回路基板などの大きさに制約を与えている。携帯電話の爆発的な普及により、高機能化及びデザインの多様化が進んでいる状況において、今後、携帯電話の重要な構成部品であるメインアンテナは、小型であり、当然、低コストであることが要求されている。

我々は、これら高機能化する携帯電話の小型で、かつ低コストであるアンテナの要求に対し、グローバル対応であるCDMA機向けのアンテナを選択し、長年培ってきた誘電体熱可塑性材料と高導電率・高強度リードフレーム銅材料をコア技術として超小型チップアンテナの開発に成功した。

本報では、この超小型チップアンテナの特徴について報告する。

2. 要求特性に対する課題・解決策

主な課題として、下記の2点がある。

2.1 小型・薄型アンテナであること

小型化を実現するためには、最適な比誘電率を持つ樹脂の開発及び放射導体を如何にコンパクト化して所望の周波数に対応するかが課題である。

我々は、CDMA機の使用帯域である800 MHz～900 MHz帯に最適な材料を検討した。更に、銅合金製リードフレーム

を繊細なファインピッチ状にプレス加工し、放射導体を成形、樹脂内で3次元状に構成することでアンテナ線路の短縮化を図り、小型ながら所望の周波数に対応させることに成功した。また、アンテナの方式としてモノポール型アンテナを選択することにより小型高性能を実現できた。

本開発のアンテナは、上記の通り、アンテナパターンとなる銅導体を3次元に構成し、熱可塑性の樹脂によりサンドイッチされているため、薄型で高強度を有しており、携帯電話の落下にも十分な耐性を持っている。

2.2 周囲の条件による共信周波数の変動の低減

フォルダタイプ(折り畳み型)では、Open時とClose時との周波数変動を少なくする必要がある。特にモノポールアンテナは、金属筐体や基板形状、グランドとの距離により共振周波数やインピーダンスが変動する。フォルダタイプのOpen状態とClose状態でアンテナ周囲の筐体環境が変わることにより、Closeの状態では共振周波数がOpenと比較してより高くなる現象が発生する。これらの影響を受けにくい、場所や周囲の変化に鈍感になる様に、つまりアイソレーション特性が高いアンテナを設計する必要があり、更に人の頭や指がアンテナ近傍にある場合においても、性能を維持する必要がある。これらを満足させるため、シミュレーション技術を駆使し検討を実施した。

モーメント法の電磁界解析によるアンテナ特性シミュレーションを用いて設計を行うことにより、新規アンテナの開発時間の大幅な短縮を図っている。また、アンテナだけでなく周囲の影響をモデル化することで、筐体設計での迅速な顧客対応も可能となっている。モーメント法は積分方程式を離散化し解く方法の1つであり、短時間で正確な解を得ることができる。解析では、金属導体モデルを自由度の高い多角形で離散化しマクスウェル方程式よりモデル上の電流分布を計算する。求めた電流分布に基づき、反射-周波数特性、放射パターン等アンテナ

* エレクトロニクス・コンポーネント事業部 電子部品部

*² 研究開発本部 環境エネルギー研究所 部品実装技術開発部

† cdmaOneは、CDMA Development Groupの商標です

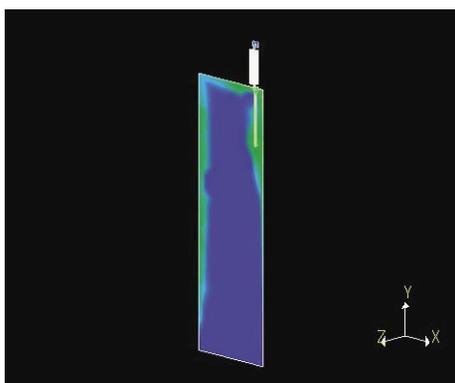


図1 アンテナ実装モデルの電流分布図
Simulation result of current distribution on an antenna model

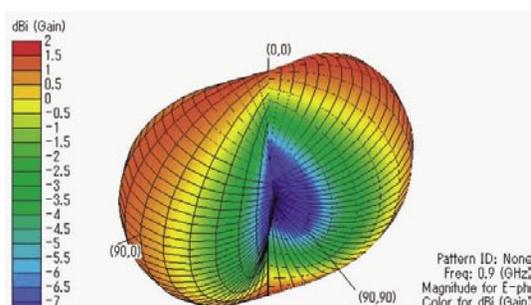


図2 指向性予測の例
Simulation result of directivity

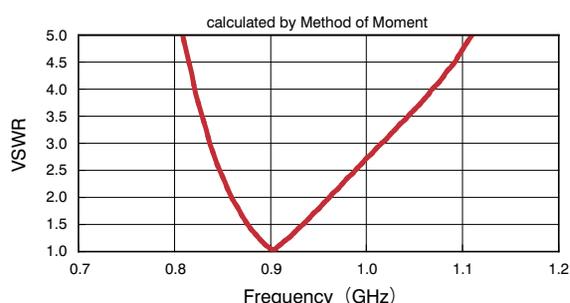


図3 周波数-VSWRシミュレーション結果
Simulation result of VSWR vs. frequency

の評価に必要な計算結果が得られる。特に、近年要求の高まるマルチバンドアンテナや超広帯域アンテナをはじめ、指向性制御等の付加価値の高い製品の開発にはシミュレーション技術は必須となっている。

シミュレーションの実施例を、図1, 2, 3に示す。また、これを用い実施したフォルダタイプのOpen状態とClose状態での共振周波数差の改善結果を、図4, 5に示す。図4は改善前で、図5は改善後である。

シミュレーション検討により、周囲の条件による共振周波数変動の低減を実現させることができた。

3. 特長

以下に、今回開発したアンテナの特長についての詳細を説明する。

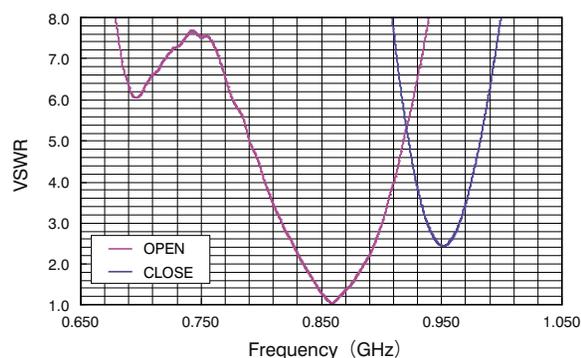


図4 アンテナ設定改善前
Simulation result of antenna resonance frequency changes between open and closed situations (before improvement)

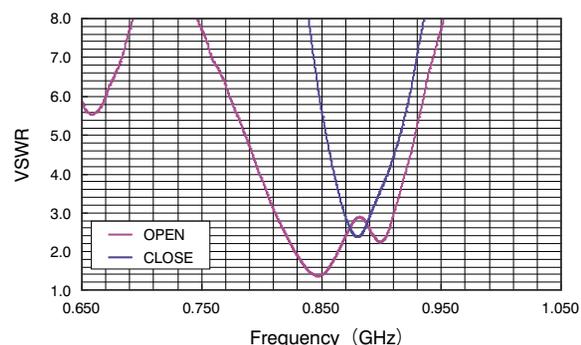


図5 アンテナ設定改善後
Simulation result of antenna resonance frequency changes between open and closed situations (after improvement)

3.1 アンテナ構造

図6に外観を、図7に外形寸法を示す。一般的にはアンテナのサイズは4分の1波長の大きさが必要とされているが、開発品のアンテナは20分の1の波長サイズを実現している。4.8 mm × 16.4 mm × 1.5 mmの大きさのアンテナ寸法を実現させた。

採用した構造部材は、以下のとおりである。

アンテナの効率を上げるためには、アンテナの放射回路の導電率を上げる必要がある。これを実現するために、導体には高導電率のリードフレーム銅材料を採用し、アンテナ自体の耐久性向上のため、繊細なアンテナ放射導体が誘電体樹脂に覆われた構造を採用している。リード端子はJリード方式を選択し、よりコンパクトな表面実装の要請に対応した。

さらに、近年、世界的にも環境問題が大きく取り上げられているが、電子部品においても当然考慮されるべき課題と考える。したがって、端子部のメッキに関しては、こうした環境問題についても対応し、鉛フリー化を実現している。

3.2 製造工程

今回開発したアンテナの製造方法について説明する。

リードフレームから樹脂のインサート成形、完成品までフープ状のリールtoリールでの連続製造が可能な製法となっている。詳細を以下に述べる。

まず、リードフレームの作製であるが、材料は古河電工の独

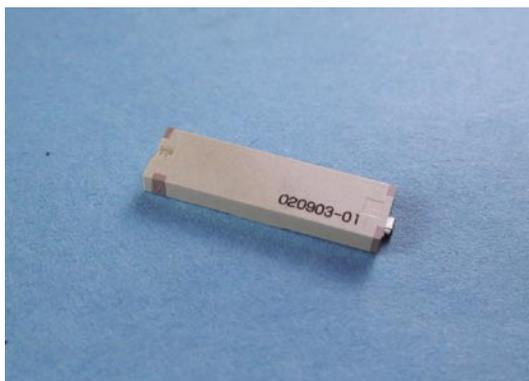


図6 アンテナの外観
Appearance of antenna

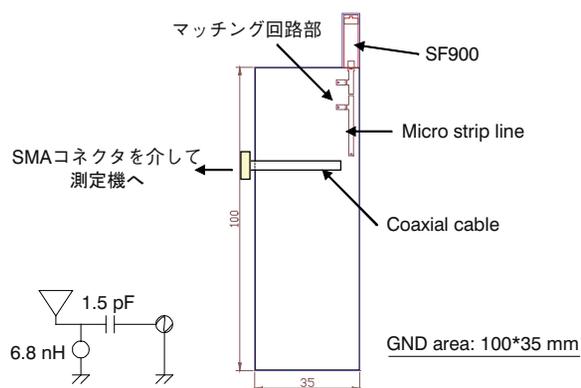


図8 特性評価基板概要
Schematic of test board for antenna evaluation

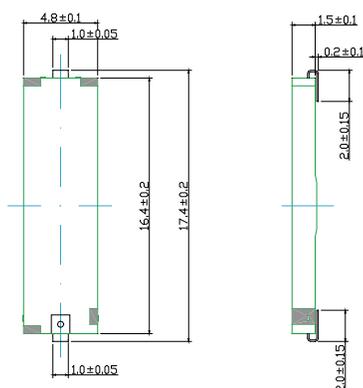


図7 アンテナの外形寸法
Dimensions of antenna

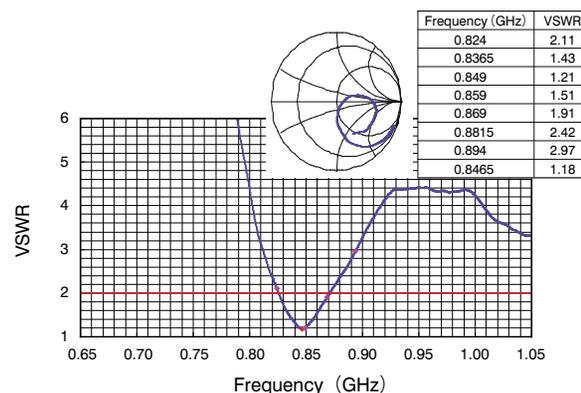


図9 VSWRと周波数の関係
VSWR vs. frequency

自材料である高導電率・高強度の銅材を用い、これをプレス打ち抜きで微細な放射導体の加工を行う。プレス加工の打ち抜き精度は非常に高く、安定した形状を得ることが可能となり、量産性にも優れている。

このようにして作製したリードフレームを、成形金型へ連続インサートし、射出成形により誘電体熱可塑性樹脂を被覆して行く。この樹脂は、収縮率が小さく、射出成形の寸法安定性とマッチして、最終製品としての寸法安定性を高くすることに貢献している。

3.3 電波特性

本アンテナの電波特性について説明する。

アンテナの電波特性の測定結果であるが、図8に測定に使用した基板、パターン、マッチング回路とアンテナの配置状態を示す。

この基準基板を用いVSWRを測定した結果を、図9に示す。VSWR = 2のときの帯域は50 MHzであり、極小サイズであることを考えれば広帯域であると言える。

次に、利得及び指向性を測定した結果を、図10に示す。平均利得が高く、かつ無指向性であり、使用に対し充分満足できるアンテナであることが確認できる。

4. 信頼性評価

本アンテナの信頼性評価の結果について説明する。

評価の条件を表1に示す。低温放置、高温放置、高温高湿放

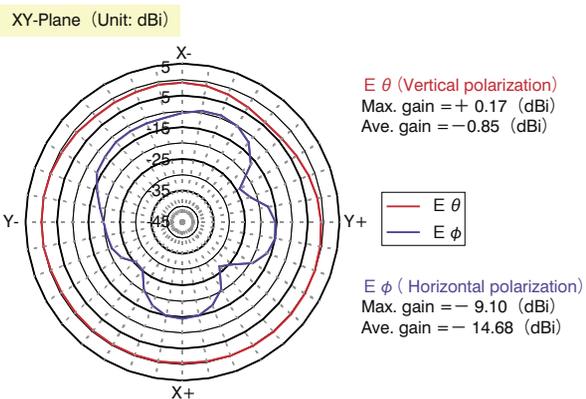


図10 指向性測定結果
Radiation pattern

表1 信頼性試験条件
Reliability test items and conditions

No	試験項目	条件	時間
1	低温放置	-40°C	1000 hr
2	高温放置	+80°C	1000 hr
3	高温高湿放置	85°C・85% RH	1000 hr
4	熱衝撃	-40°C ↔ +85°C (各30 min)	1000サイクル
5	塩水腐食試験	35°C・塩分濃度5%	96 hr

表2 試験結果
Reliability test results

No	試験項目	初期値に対する試験後の特性変化率	
		共振周波数	帯域 (VSWR=2)
1	低温放置	±1%以内	減少5%以内
2	高温放置	±1%以内	減少5%以内
3	高温高湿放置	±1%以内	減少5%以内
4	熱衝撃	±1%以内	減少5%以内
5	塩水腐食試験	±1%以内	減少5%以内

置、熱衝撃、塩水腐食試験の計5条件について実施した。なお、各試験は、試験投入前の処理として、85℃ / 85% RH × 168 hr での吸湿処理後、230℃ 以上 30 ~ 40 sec / ピーク 250℃ 以上のリフロー処理3回を行っている。

評価結果を表2に示す。電波特性の測定は、簡易的に測定が可能な独自の専用器具(暗箱)を用いて行った。

表に示す通り、初期値に対する試験後の変化がほとんどなく、十分な信頼性を確保していることが確認された。なお、サンプルの初期特性は、以下に示すとおりであった。

平均共振周波数: 903 MHz

平均帯域 (VSWR = 2) : 100 MHz 以上

5. おわりに

cdmaOne 機用のチップアンテナを開発した。高機能及び小型・軽量の要求が進んでいる携帯電話機へ、スペースを取らず、筐体設計に自由度があるよう、内蔵化が可能な観点から開発を行った。樹脂成形材料の検討とリードフレームの3次元構造の採用により極小サイズを実現し、また、高長期信頼性に優れていることを確認した。

今後、今回と同様の製法で、デュアル、トリプル等マルチバンドのアンテナなどの開発を行い、商品展開を進めていく予定である。