

小型UHFアンテナ設計の基本

-電磁界シミュレータの利用とアンテナ設計の実践的知識-

2006/5/31 JPCA2006

有限会社ソネット技研

石飛徳昌 tovy@sonnetsoftware.co.jp

<http://www.sonnetsoftware.co.jp>

Tel:043-463-6663

自己紹介

- (有)ソネット技研
 - 2003/12設立
 - Sonnet Software Inc.の電磁界解析ソフトウェアの販売とサポート
- 石飛
 - 一般電子回路開発
 - 音声帯域のアンプ,フィルター,PCM記録再生システム
 - 数百ゲートのTTLロジック
 - 多層セラミック構造のマイクロ波回路の研究開発
 - 立体構造のマイクロ波回路研究開発
 - アンテナ開発
 - ソフトウェア開発
 - マイクロ波回路シミュレータ
 - FDTDシミュレータ
 - 時間軸回路シミュレータ

シミュレータ紹介

- 全てを解析することに挑戦するシミュレータ
 - 厳密な解析
 - 高価、遅い、現実的でない
 - 問題解決のヒントすらくれない
- デザインルールチェックに徹したシミュレータ風設計環境
 - 現実的な時間と費用で問題が発生しそうなポイントを指摘してくれる
 - 解析と言うほどの解析はしない
 - デザインルールに乗らない問題は無視
- シミュレータ
 - 厳密な解析
 - 部分的な解析しかできない
 - アナログ、デジタル、電磁界etc..目的別のシミュレータが必要
 - 用途
 - 高周波回路、アンテナ設計
 - 高速回路のデザインルール検討
 - SI/EMC問題のメカニズムの検討

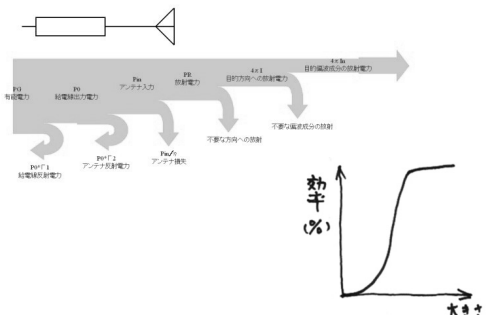
シミュレータ紹介

- 平面系(2.5次元、平面3次元)
 - Closed境界
 - 多少スキルが必要だが精度はとても高い
 - Open境界
 - とっつきやすいが精度はそこそこ
- 立体系
 - FEM系
 - 狭い周波数範囲で厳密な解析
 - 立体的なアンテナ、導波管回路、共振キャビティなど
 - FDTD系
 - 広い周波数範囲で解析
 - 広帯域アンテナ、コネクタ、高速デジタル回路構造など

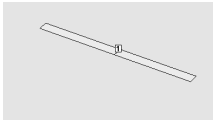
円偏波アンテナ設計の目標

- 薄く小さく安く
- 通信距離は長く
 - 整合、周波数
 - 円偏波の品質
 - 放射方向
 - 放射効率

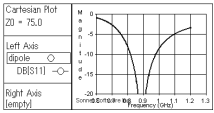
アンテナの小型化と利得



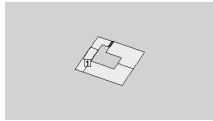
アンテナの小型化と帯域幅



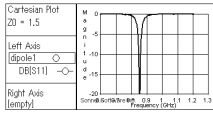
900MHz ダイポールアンテナ10x160mm



- 小型化しても整合は可能だが
- 帯域が狭くばらつきが大きくなる



900MHz キャパシタ性誘導小型アンテナ16x16mm



パッチアンテナの場合

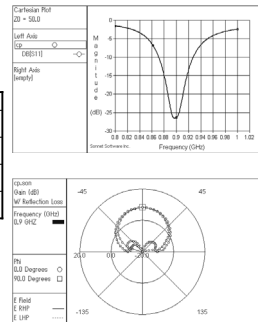
- 基板厚さは $\lambda/16 \sim \lambda/64$ 程度に選択する
 - $\lambda/4$ に近づくと給電構造からの放射が無視できなくなる
 - 薄いと放射効率が低く、周波数範囲が狭くなる
- 例えば 1.6t FR4基板 ($\epsilon_r=4.3$) では
 - 2.45GHz で $\lambda/39 \leftarrow$ OK
 - 900MHz で $\lambda/105 \leftarrow$ 薄すぎ

円偏波アンテナ設計の目標

- 薄く小さく安く
- 通信距離は長く
 - 整合、周波数
 - 円偏波の品質
 - 放射方向
 - 放射効率

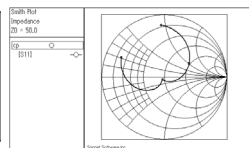
円偏波アンテナの評価項目

	測定	シミュレーション
整合、周波数	とても容易	とても容易
偏波の品質	めんどう	容易
放射方向	めんどう	容易
放射効率	困難	容易

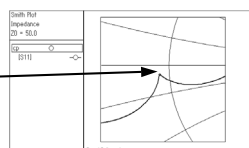


円偏波アンテナの評価項目

	測定	シミュレーション
周波数	とても容易	無料
整合、偏波の品質	とても容易	無料
放射方向	めんどう	有料
放射効率	困難	有料

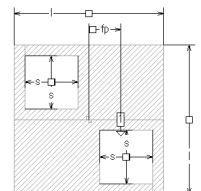


- よい円偏波アンテナは
 - 尖っていること
 - 尖った先端が目標周波数なこと
 - 尖った先端が 50Ω なこと

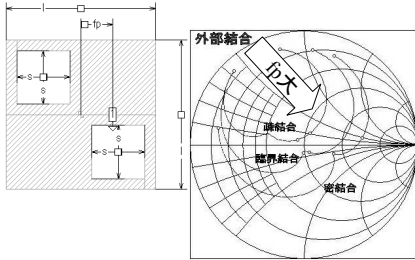


円偏波アンテナのパラメータ

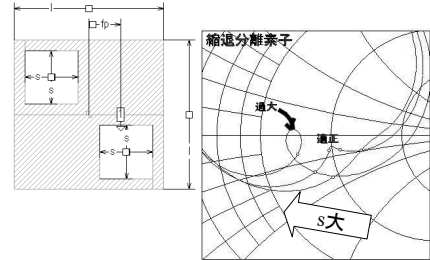
- 辺長 $l \propto 1/f$
- 給電位置 fp
- 縮退分離素子 s



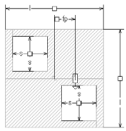
給電位置fpの影響



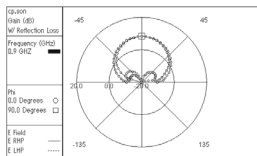
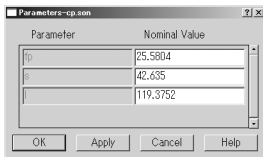
縮退分離素子sの影響



設計例



基板厚	空気層10mm +1.6FR4
周波数	900MHz
整合、偏波の品質	S11=-26dB 逆旋偏波=-36dB
放射方向	基板に垂直
放射効率(絶対利得)	8.19dbi

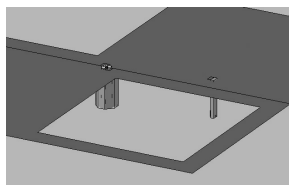
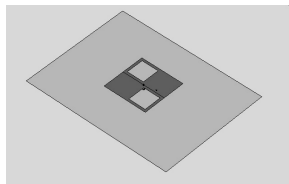


より現実的な要素

- コネクタの不整合
- レドームカバー
- 有限なグランド板
- 周囲の金属物
- 他のアンテナとの不要結合

解析例

- コネクタの不整合
- 金属スペーサ
- 有限なグランド板



まとめ

- 主要パラメータはSonnet Lite/LitePlusで設計できる。
 - 厚さ
 - 辺長
 - 給電位置
 - 縮退分離素子
- 放射特性はSonnet Level2Basic Antennaで解析できる。
- 現実的な要素を含めて解析するには
 - Sonnet Professional Standalone + patvu