

同一チャネル全二重無線通信向け平面アンテナ

岩元 啓

東京大学先端科学技術研究センター

〒153-8904 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学先端科学技術研究センター3号館 5階
森川研究室 Tel: 03-5452-5368

kei@mlab.t.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに

同一チャネル全二重無線通信によって、帯域利用効率を飛躍的に向上させることが可能となる。中でも、CSMA/CA方式を用いる無線LANに適用することで、隠れ端末問題の緩和や、衝突検知の高度化が実現できる。無線LANにおける同一チャネル全二重無線通信の実現のためには、以下の2つが課題となる。1つ目は送受間での高いアイソレーションである。送信信号によって受信部が干渉を受けないように通信を行うためには、送信部と受信部との間で-80 dB以上のアイソレーションが必要であり、アナログ段とデジタル段との両方における干渉除去技術が要求される。2つ目は水平面無指向性である。これは、無線LANでは端末の向きに関わらず安定した通信が必要とされるためである。

既存技術では複数送信アンテナからの送信強度・位相を調整することでアイソレーションを確保しており、アイソレーションが十分でないことに加えて水平面に指向性がある [1]。これに対して、筆者らは、水平面無指向性を有する送受信アンテナにより、同一チャネル全二重無線通信の実現を目指している。本アンテナは、送信用に1本ずつ、2本のダイポールアンテナを同一線上に配置し、ダイポールアンテナ間に共振器構造を配置することで、水平面無指向性と送受信間での高アイソレーションを確保する。本稿では、同一チャネル全二重無線通信向け平面アンテナの設計と評価を示す。

2. アンテナモデルと動作原理

アンテナモデルを図1に示す。長さ l_2 の導体部は、ダイポールアンテナから共振構造への給電に対して再放射する役割を持つ。送信用ダイポールアンテナと長さ l_2 の導体部から放射された電磁波が受信

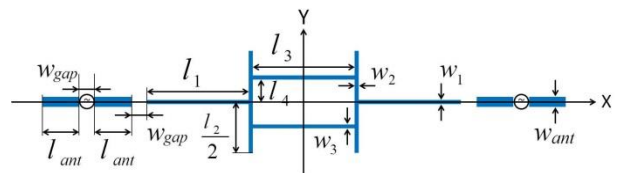


図1 アンテナモデル

用ダイポールアンテナにおいて相殺的干渉を発生させることで高いアイソレーションを得る。また、長さ l_3 の導体部は長さ l_2 の導体部間の給電を行う。長さ l_3 の導体部間の距離 l_4 に従い、長さ l_3 の導体部に流れる電流量を調整することができる。長さ l_1 の導体部は、送信用ダイポールアンテナから共振構造に給電するとともに、ダイポールアンテナと長さ l_2 の導体部との結合を抑える役割を持つ。

3. 評価

シミュレーション評価によって、高いアイソレーションと水平面無指向性が得られることと、アイソレーションが得られる周波数帯を調整可能であることを示し、実装評価によって実現可能性を示す。

3.1 シミュレーション評価

送受信部の反射係数とアイソレーションとを評価した。共振構造パラメータの最適化の過程は省略する。

図2に最適化を行ったアンテナでの、ISM 2.4 GHz帯における反射係数およびアイソレーションを示す。反射係数が-20 dB以下に抑えられており、良好な放射効率であること、アイソレーションが-60 dB以下で、非常に高いアイソレーションが確保できることが確認できる。また、図3に示す2.45 GHzでの放射パターンにより、水平面が無指向であることが確認できる。

次に、長さ l_3 の導体部間の間隔 l_4 を変えた場合のアイソレーションへの影響を評価した。図4に、1~3 GHzにおける反射係数とアイソレーションの評価結果を示す。図4に示すように、 l_4 が大きくなるにつれて、アイソレーションが確保できる周波数帯が高くなることが確認できる。また、放射効率は変化しないことがわかる。

以上の結果から、提案する共振構造によって、高いアイソレーションと水平面無指向性が得られ、高いアイソレーションが得られる周波数帯を調整できることが分かる。

3.2 実装評価

図4と同じパラメータで提案するアンテナを実装し計測した。図5に示すようにFR4基板上に実装を行い、電波暗箱内で測定を行った。同軸ケーブルとダイポールアンテナ間の不平衡-平衡変換にはシュペルトップバランを実装した。

図6に実測結果を示す。-40 dB程度まではシミュレーションとの一致が見られるものの、シミュレーションと比較して高いアイソレーションが確保できる周波数帯が移動していないことが分かる。これは、バランおよび給電線からの反射を考慮していないことが原因であると考えられる。

4. まとめ

同一チャネル全二重無線通信向け平面アンテナの設計と評価を紹介した。現在、給電線を含めた最適化を進めている。

参考文献

[1] J.I. Choi, et. Al., "Achieving single channel, full duplex wireless communication," Proceedings of the sixteenth annual international conference on Mobile computing and networking, pp.1-12, 2010.

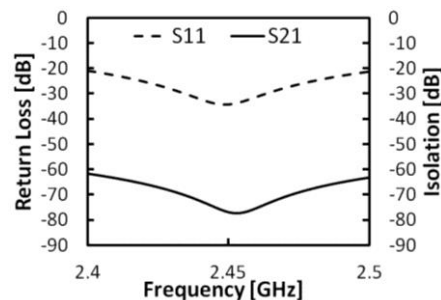


図2 反射係数とアイソレーション

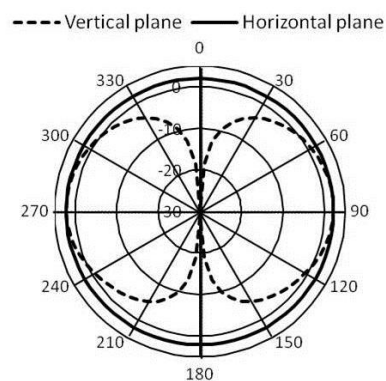


図3 放射パターン

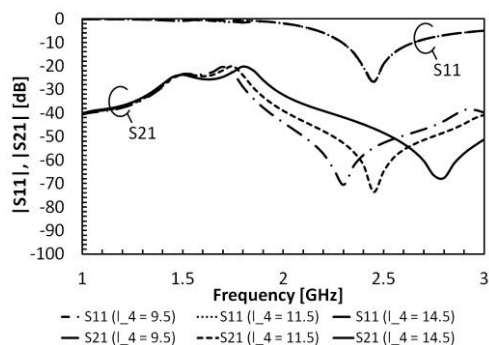


図4 l_4 とアイソレーションの変化



図5 実装したアンテナ

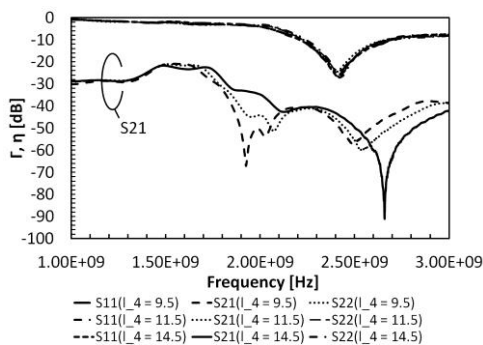


図6 実測評価結果