

論文の内容の要旨

1 申請者

防衛大学校 フン クァン クァン

2 論文題目

無給電素子及びブリッジ素子を用いた多素子の平板逆 F アンテナの
デカップリング手法に関する研究

3 論文の内容の要旨（博士:2,000 字程度）

現在, Internet of Things (IoT)の進展に伴い, インターネットを通じて様々な機器を制御するニーズが高まっている. IoT 機器が増加している中で, これらの機能に対応するためには, 大容量や高速なデータ通信が必要となっている. この要求に応えるために, 近年, 第 5 世代移動通信システムが開発され, 主要技術に Multiple Input Multiple Output (MIMO) 技術がある. この技術の特徴として基地局及び携帯端末と共に複数のアンテナ素子を利用することが求められる. 特に携帯端末では実装スペースの観点から, 各アンテナ素子を近接配置する必要がある. しかしながら, アンテナ素子を近接配置すると, 素子間相互結合の増加によりアンテナ効率が低下してしまうことが課題となる. したがって, アンテナ効率の改善のためには, 素子間相互結合を低減すること（以下, デカップリングと呼ぶ.）が重要である.

これまで, MIMO アンテナのデカップリング手法として, スロット, Electromagnetic Band Gap (EBG), 集中定数回路やブリッジ素子の利用など様々な手法が提案されている. 本研究では, 先行研究による各デカップリング手法の簡易性を考慮しブリッジ素子を用いる手法に着目する. この手法は, これまでに様々な形状のアンテナに適用されているが, ブリッジ素子で各アンテナを直接接続すると共振周波数が変化してしまうため, 所望の周波数で共振を発生させるには, 個々のアンテナ素子のサイズや構造を再調整する必要がある. しかし, 小形無線モジュールから構成された MIMO システムを想定する場合, アンテナの周囲に電子部品が多数存在しており, アンテナ素子も固定されているため, アンテナのサイズや構造の再調整が困難になる. このような場合においては, アンテナのサイズや構造の再調整を必要としない簡易なデカップリング手法が望ましいと考えられる.

さらに, 無給電素子を用いる手法がアンテナの性能改善策の一つとして以前から知られている. 一般的に無給電素子をアンテナと電磁的に結合させると, 無給電素子を介してアンテナの特性を間接的に調整することが可能になる. この特徴を踏まえて, 無給電素子の利用はアンテナの再調整が困難な場合に有効であると考えられる.

そこで本研究では、無給電素子とブリッジ素子を組み合わせた構造を用い、多素子の平板逆 F アンテナ (PIFA) のサイズや構造を再調整する必要のないデカップリング手法の検討を目的とする。PIFA は携帯端末用内蔵アンテナに一般的に使用されているアンテナの一種であるため、本研究の研究対象として選択された。また、本研究の設計目標については、所望の周波数におけるリターンロス及び素子間相互結合を共に -10 dB 以下とする。

はじめに、基礎検討として無給電素子とブリッジ素子を用い、給電点を近接配置した 2 素子の PIFA のサイズや構造を再調整する必要のないデカップリング手法を提案する。次に、特性モード解析 (Characteristic Mode Analysis) を用いて、提案した手法のデカップリングの原理をより詳しく考察する。

さらに、MIMO アンテナは、複数の無線システムに同時に対応できるように複数の周波数で動作することが求められる。これに伴い、複数の周波数に対応するデカップリング手法も必要になる。そのため、次に、2 素子の PIFA に対し複数の周波数に対応するデカップリング手法を検討する。本研究の研究対象である PIFA は、当初、単一周波数でしか動作しないため、無給電素子を PIFA 上に装荷し 2 周波数で動作できるように検討する。続いて、各無給電素子をブリッジ素子で接続した構造を 2 素子の PIFA 上に装荷することで、その 2 周波数に対応するデカップリング手法を提案する。

加えて、アンテナ素子が増えるほど、通信容量が増加するため、通信容量をさらに増加させるには、2 素子より多くのアンテナ素子を利用する必要がある。そのため、次に、PIFA の素子数を 2 から 4 に増やし、無給電素子とブリッジ素子を装荷することで 4 素子の PIFA のデカップリング手法を提案する。

最後に、本論文の内容をまとめて、結論とする。

4 キーワード (5 個程度)

MIMO アンテナ, 相互結合, デカップリング, PIFA, 無給電素子, ブリッジ素子