

スタジオ成果物題目 ノルを有する指向性を4方向に  
切り替えるアンテナに関する研究

学 籍 番 号 15GD332 氏名 米澤隼

指 導 教 員 新井宏之 教授

論文提出日 平成 29 年 3 月 15 日

将来、インターネットにつながるデバイスはIoTの発達に伴って2016年現在1人あたり平均2台から、2040年には1000台になると試算される。また、LTE-AdvancedやWiMAX2に代表される第4世代移動通信システムでは複数のアンテナを用いるMIMO技術が採用されているためアンテナのビーム本数は昔と比べて格段に増えている。このように社会は便利になりつつあるがその一方で電波同士が干渉してしまう問題も生じている。その解決策として考えられているのがノルを有している指向性切り替えアンテナである。

アンテナの指向性は固定すると放射パターンは一様に決まってしまうが、指向性切り替えアンテナはスイッチひとつで放射パターンを自由に切り替えることができるため、ひとつの環境で干渉が起こったとしても他の伝搬環境を作り出すことが容易であり干渉を避けられる可能性が高くなる。そのため本研究で取り扱うようなカーゴイドパターンを有する単一指向性で切り替えを行うのが望ましい。単一指向性を有するためには反射器などの寄生素子を用いる方法、 $90^\circ$ の位相差給電をつける方法があるが、構造が大きくなる問題がある。そこで本研究では小型化するひとつの方法として寄生素子と放射素子を近接配置し空間結合することで相互励振する方法を提案する。これにより反射器などの寄生素子を用いた場合と比較して約1/5のサイズに縮小できる。

本研究では4方向への指向性の切り替えを目的とし、4つのPINダイオードを使用することで1つの給電で4方向に指向性を切り替えることが可能となる。初めに、この提案アンテナについて理想的な構造の場合、PINダイオードスイッチを用いた場合についてシミュレーションを行い有効性の確認を行った。さらに、実験モデルにおける構造の誤差の検討を行い、その検討をもとに提案アンテナを作製し実験を行った。モノポールアンテナ1素子に対しシミュレーション上では3.6 dBの利得向上が得られ、実測では2.7 dBを達成し、効率83%を得た。このことから指向性切り替えアンテナとしての有効性を示すことができ、さらに実用化するのに十分と考えられる。

また、指向性切り替えアンテナの応用として携帯端末の上部に逆Fアンテナ及び同様の形状を持つ寄生素子を設けることで単方向への放射及び上部の地板変化による逆方向への放射低減の検討を行った。携帯上部の地板をカバー構造にすることでバックローブへの放射の抑制を確認した。

スタジオ成果物題目 3素子スーパーゲインアンテナの  
低姿勢化に関する研究

学 籍 番 号 15GD332 氏名 米澤隼

指 導 教 員 新井宏之 教授

論文提出日 平成 29 年 3 月 15 日

近年、携帯端末をはじめとする移動体通信には通信機能が搭載されており、今後も IoT (Inter-net of Things)の発展に向けて通信機能は発達すると考えられる。その一方で端末自体の多機能化による部品数の増加の観点からアンテナ自体の小型化、さらに携帯端末での衛星通信へ向けて高利得化の要求が高まっている。しかし一般的には高利得を得るためには構造の大型化が必要となる。そこで、この小形かつ高利得という相反関係の要求を同時に満たす解決策として挙げられるのがスーパーゲインアンテナである。

スーパーゲインアンテナは複数のアンテナ素子を近接配置して、それぞれの素子に適切な励振条件を与えたときに素子の配列方向に指向性利得を最大化するアンテナのことである。厳密には素子数の $N^2$ の利得向上が得られる。スーパーゲインアンテナの実現例としては、モノポールアンテナを3素子配置する構造が提案されているが、素子の配列方向には小型化が見られるものの垂直方向の小型化には至っていない。そこで本検討でははじめに、逆Fアンテナを用いて無限大地板におけるスーパーゲインアンテナの低姿勢化の検討を行う。素子間隔を $0.1\lambda$ とし3素子の逆Fアンテナのうち中央の素子を寄生素子として用い、両端にのみ給電を行う構造となる。この際、素子同士を近接配置するため相互結合が生じるが、本検討では減結合回路を挿入して結合の低減を行う。さらに、3素子スーパーゲインアンテナの理想的な給電条件に近づけるために集中定数素子及び寄生素子の素子長を調整することでより高利得なアンテナの提案を行った。その結果アンテナの低姿勢化に成功し、同一形状の逆Fアンテナと比較して7.1 dBの利得向上を得た。次に、逆Fアンテナの水平線を折り曲げることで水平線方向の小型化の検討を行う。その結果無限大地板において、 $0.1\lambda$ 四方に収まる構造のアンテナの提案を行い、同一形状の逆Fアンテナ1素子と比較して約6.3 dBの利得向上を達成した。

さらに、3素子スーパーゲインアンテナの応用として携帯端末上部のような極小地板において高利得アンテナの検討を行った。設計周波数を2 GHzとしたとき、1素子の放射素子と2素子の寄生素子を用いた際に $0.08\lambda$ の素子間隔において、携帯端末用逆Fアンテナ2素子と比較して2.3 dBの利得向上を得た。さらに携帯端末用アンテナにおいて1点給電で実験を行った。その結果、設計周波数において単指向性を得られることを確認し、携帯端末用逆Fアンテナ2素子と比較して2.1 dBの利得向上を得た。