

修士論文題目 リフレクトアレーの指向性制御に関する研究

学 籍 番 号 17GD149 氏 名 戸 田 礼 二

指 導 教 員 新井宏之 教授

論 文 提 出 日 平成 31 年 3 月 14 日

近年の通信トラフィック量の急速な増加に対応するため、第5世代移動通信システム(5G)が提案されている。5Gでは4Gに比べ高い周波数帯を利用することで広帯域幅が確保でき、高速・大容量通信が可能となる。しかしミリ波等の高い周波数の電波は到達距離が短く、5G用基地局アンテナは高利得であることが要求される。さらに5Gでは基地局数を増やしトラフィックを分散させるスモールセルが一般的となるため、基地局は小型であり、設計・作製コストが小さい必要がある。そこで、高利得かつ低コストな反射鏡アンテナであるリフレクトアレーアンテナが注目されている。一方でリフレクトアレーアンテナはビーム走査角度が狭く、それが基地局用アンテナとしての課題となっている。

そこで本論文では、28 GHz 帯の広角放射可能なリフレクトアレーアンテナの検討を行った。まず、物理的に一次放射器を回転させた場合に走査可能な角度範囲を調べ、さらに成形ビーム技術を用いて、より広角な放射角度をもつリフレクトアレーアンテナを提案した。

一次放射器にはスロットアレーアンテナを用いたオフセット構造を提案した。一次放射器を側面に配置することで薄型化、給電構造の簡易化を実現している。スロット間隔を適切に設計することで一次放射器の放射角度を調整し、開口面上の電界分布を一様に近づけた。得られた位相分布を元に円形反射素子を配列しリフレクトアレーアンテナを設計した。スロットアレーアンテナを反射鏡外周に沿って回転させることで、リフレクトアレーアンテナの走査特性を確認した。 $\pm 12^\circ$ の走査範囲で25%以上の開口効率を得ることができたが、それ以上の角度では特性が大きく劣化する結果となった。そこで、成形ビームの1つである扇形ビームを成形することによって広角放射を検討した。反射鏡形状を矩形にすることによって放射の発散を一方向にのみ制御し、扇形ビーム成形を実現した。反射鏡サイズが $80 \times 20$ のとき、 $\pm 12^\circ$ を上回る $27.8^\circ$ の半値幅を得たが、メインビームに対して垂直方向に $-6.5$  dBiのサイドローブが発生した。そこで反射鏡長辺を延長し、スピルオーバーを抑制することで改善を試みた。結果として反射鏡サイズ $120 \times 20$ のとき、指向性利得 $18.6$  dBiで開口効率が最大値 $27.5\%$ となり、サイドローブレベルは $-10.4$  dBiに改善された。最後に、サブアレー化の検討を行い、影響が少ないアンテナ間距離を求め、 $0.75\lambda_0$ 以上離すことによって特性を維持したままアレー化が可能であることを示した。以上より、本構造が高効率かつ製作容易な構造であり、5G用基地局アンテナに適していることを示した。