

| | |
|----------|--------------------------------|
| 氏名 | 青木克比古 |
| 学位(専攻分野) | 博士(情報学) |
| 学位記番号 | 情博第4号 |
| 学位授与の日付 | 平成12年1月24日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当 |
| 研究科・専攻 | 情報学研究科通信情報システム専攻 |
| 学位論文題目 | 衛星通信用オフセット形反射鏡アンテナの鏡面修整法に関する研究 |

論文調査委員 (主査) 教授 深尾昌一郎 教授 佐藤 亨 教授 森広芳照

論文内容の要旨

本論文は衛星通信用オフセット形反射鏡アンテナの鏡面修整法について論じたもので、以下の7章からなっている。

第1章は序論であって、本論文の背景と要求、およびその要求を実現するために考案されたオフセット形反射鏡アンテナの鏡面修整法について、従来のアンテナ設計法と対比させながらその概要を述べている。

第2章では、開口位相と開口面分布に基づく従来の鏡面修整法とは異なる、開口波面に基づく鏡面修整法について論じている。従来の設計法の殆どは楕円ビームアンテナへの適用が難しいなどの欠点を有している。これに対して、本論文の設計法は、鏡面修整関数を適当に選択することにより開口形状および開口面分布を任意のものにできるほか、連立偏微分方程式を解く必要はなく比較的簡単なアルゴリズムで設計ができるなどの利点を有している。このため楕円開口など任意形状開口のオフセット形複反射鏡アンテナの設計に適用できる。その適用例として開口径が長径4.7m、短径2.3mの高効率オフセット形楕円ビームアンテナの設計について論じており、その実測性能から設計の妥当性を証明している。このような楕円ビームを有するアンテナ方式は、アンテナの低コスト化・静止軌道の有効利用の観点から小形地球局アンテナの有力な方式となっている。なおこのアンテナは昭和60年に通信の自由化を記念して郵政省が発行した記念切手の図柄に採用された。

第3章では、機械的拘束条件を満たしながら、高能率で、低交差偏波特性を有するオフセット形複反射鏡アンテナを設計する鏡面修整法について論じている。電気的条件と機械的条件を同時に満足する鏡面修整関数を見出すためオフセット鏡面の回転対称鏡面への置き換えによる手法を考案している。この設計法を、開口径が長径2m、短径1mの楕円開口オフセット形グレゴリアンアンテナの設計に適用し、実測により所望の性能が得られていることを確認している。

第4章では、3枚鏡アンテナの鏡面修整法について論じている。主反射鏡を放物面鏡の一部とする無修整のパラボラとすることにより製造コストが低減できるため、他の2枚の反射鏡を鏡面修整関数により鏡面修整する設計法を考案している。この設計法により試作した開口径5.5mのアンテナの実測性能から設計法の妥当性を明らかにしている。このアンテナ設計法は高能率で交差偏波特性の優れた比較的大型のオフセット形地球局アンテナの設計に有効であることを示している。

第5章では、極めて低いサイドローブレベルを要求されるオフセット形楕円ビームアンテナにおいて、アンテナ製作後、設計法の誤差などにより所望のサイドローブ特性が得られない場合のサイドローブ特性の改善法を論じている。この手法として、主もしくは副反射鏡を多数の部分鏡面に分割し、それぞれの相対位置を変えることにより開口面上の位相分布を制御し、所望の性能を得る鏡面分割構成法を考案している。その方法を開口径が長径1.8m、短径1.3mのオフセット形楕円ビームアンテナに適用して、所望の性能を得ることにより、実験的に鏡面修整量を求めうることを明らかにしている。

第6章では、主ビームとそれに比べて低いレベルの副ビームからなる複ビームを放射するオフセット形反射鏡アンテナの鏡面修整法として平面波合成法を論じている。本設計法の基本的性質を、開口径950mmの成形ビームホーンレフレクタアンテナについて、計算機シミュレーションで確認している。さらに、この平面波合成法を日本国内をサービスエリアに想定した成形ビームアンテナの設計に適用し、実験計画法により最適設計を行い、所望のビーム形状が得られることを明らかにしている。

第7章は結論であり、本論文で得られた成果と将来の展望をまとめている。すなわち、鏡面修整関数による開口波面に基づく鏡面修整法を考案し、それを基本として各種（ここでは5種類）のアンテナの新しい設計法を確立している。ここで示された設計法はその汎用性ゆえに、より複雑なビーム形状を有するアンテナの設計にも拡張可能であり、新規性と有効性に富む優れた方法と言える。

論文審査の結果の要旨

本論文は衛星通信用オフセット形反射鏡アンテナの鏡面修整法として、新しく考案した鏡面修整関数による開口波面に基づく設計法を論じており、この設計法を基本として、高能率オフセット形楕円ビームアンテナ、低交差偏波オフセット形複反射鏡アンテナ、低サイドローブ形複反射鏡アンテナなど5種類のアンテナを設計・製作し、実測あるいは計算機シミュレーションによりその妥当性を確かめたものである。従来の方法は、主として円形開口アンテナの開口位相・振幅分布に基づくもので、厳密な幾何光学的な解を与えるが、開口条件など境界条件に制約があり楕円開口の設計が困難である上、複雑な連立偏微分方程式を数値的に解くため離散的にしか鏡面座標が求まらないという欠点があった。これに対し本論文での鏡面修整法によれば、開口形状・開口分布は鏡面修整関数を適当に選択することにより任意のものにし得ることから、設計に汎用性がある上、鏡面座標も関数で与えられるため、任意の点の座標が厳密に決まるなどの利点がある。さらに連立偏微分方程式を解く必要はなく比較的簡単なアルゴリズムでアンテナ設計ができる。またこの開口波面に基づく鏡面修整法に鏡面置き換え法、鏡面分割構成法や平面波合成法を導入することにより、それぞれ低交差偏波特性をもつオフセット形アンテナ、低サイドローブ特性を有するオフセット形アンテナや複ビーム放射のオフセット形アンテナの設計に拡張できるなど、本論文に示される開口波面に基づく鏡面修整法は新規性と有効性に富む優れた方法と評価される。

よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成11年11月22日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。