

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 ラビンドラ ビネー

本論文は「Dual Polarization Travelling-Wave Antenna with Centralized Radio-Frequency Transmitting/Receiving System for Synthetic Aperture Radar in Small Satellites (小型衛星搭載の合成開口レーダー用の集中型送受信システムを有する2偏波対応進行波型アンテナ)」と題し、小型衛星に搭載できる合成開口レーダー用の2偏波対応の進行波型アンテナの多目的最適化の設計手法を初めて提案している。また、アンテナを給電する、固体増幅回路からの高周波を合成する小型な電力合成器を設計した。これらの試作品の計測により実験的な検証を行っている。

第1章は、「Introduction」(序論)であり、研究の背景である人工衛星を用いた合成開口レーダーによる全天候型の地球観測の原理や問題点を述べている。従来、中型大型衛星が必要であった合成開口レーダーを小型衛星に搭載可能にすることを念頭においた、本研究の目的とその概要を紹介している。

第2章は、「Antenna Systems for Space-Based SAR」(衛星搭載合成開口レーダー用アンテナシステム)と題して、衛星搭載合成開口レーダーに用いられるアンテナシステムについて、能動的アレイアンテナ、パラボラアンテナなどについて概観している。次いで、本研究で対象にしている集中給電型の受動的アレイアンテナとして、2偏波の進行波型ハニカム構造スロットアレイアンテナを紹介している。さらに、アンテナ性能と合成開口レーダー画像の信号対雑音比、及びアンビギュイティ比の関係を論じている。

第3章は、「A Traveling Wave Dual Polarimetric Antenna for SAR」(合成開口レーダーのための2偏波対応進行波型アンテナ)と題し、同一開口面を用いて2偏波に対応できる進行波型アンテナの最適設計を行っている。従来の最適化設計法を概観した上で、合成開口レーダーに要求される複数の性能を最適化できる最適化設計法として、遺伝子アルゴリズムを用いた多目的最適化の手法をアンテナアレイの最適化設計に適用している。2偏波の進行波型ハニカム構造スロットアレイアンテナに対して、レーダー画質の信号対雑音比、アンビギュイティ比、及びアレイ終端部に到達する残渣電力を最適化する数値的な設計を行っている。試作したアンテナパネルの近傍界計測、遠方界計測を行い、提案した多目的最適化手法が2偏波対応の合成開口レーダー用のアンテナパネルに有効であることを初めて明らかにした。さらに、複数のアンテナパネルをアレイ化して配置する、衛星搭載合成開口レーダーの全アンテナシステムの最適設計を、同じアルゴリズムを用いて行っている。

第4章は、「Design of Cylindrical Cavity Power Combiner」（円柱共振器を用いた電力合成器の設計）と題し、複数の半導体増幅回路からの高周波を電力合成する電力合成器の設計について述べている。まず、集中給電型の衛星搭載合成開口レーダーに必要な高周波電力の性能を論じた後に、電子管の一種である進行波増幅器を用いる方法、及び、半導体増幅器出力を複数電力合成する方法を比較して、後者が小型衛星に適している事を述べている。従来の電力合成器の研究を概観した後、複数の半導体増幅器からのマイクロストリップ回路からの高周波を、直接、空洞共振器に入力して共振器内部空間で合成する合成器を初めて提案し、電磁界シミュレーション手法により設計を行っている。従来の共振器を用いた合成器が導波管入力であったものを、本提案では、半導体増幅器からの平面回路をそのまま直接に空洞共振器に入力しているため、著しい小型化を達成している。その設計結果に基づき試作機を製作し、高周波特性の計測を行い設計性能との比較を行っている。

第5章は、「Conclusion」（結論）であり、研究の成果を整理し、まとめている。

以上要するに、本研究は、全天候型の地球観測センサである多偏波合成開口レーダーを低価格で小型な人工衛星に搭載することに適した高周波システムを実現するために、2偏波の進行波型ハニカム構造スロットアレイアンテナを取り上げ、センサ性能を最適化する設計手法を提案し、試作機の計測によりその有効性を初めて明らかにした。さらに、半導体増幅器平面回路出力を導波管系に直接入力する小型な電力合成器を設計試作した。本研究は、小型衛星に搭載できる合成開口レーダーの主要な技術課題を解決したものであり、宇宙工学、アンテナ工学、電子工学への貢献は少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。