

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 ブダディット パイン

本論文は「Study on Waveguide Feeder Network of X-band Slot-Array Antenna for Synthetic Aperture Radar Compatible with Small Satellite (小型衛星に搭載できる X-band 合成開口レーダ用スロットアレーアンテナのための導波管給電ネットワークの研究)」と題し、小型衛星に搭載できる合成開口レーダシステムのための、導波管給電受動型展開パネルスロットアレーアンテナ用の広帯域な導波管給電回路を実現する設計手法を提案し、試作品の計測によりその妥当性を実証したものである。

第 1 章は、「Introduction (序論)」であり、従来、中型大型人工衛星が必要であった衛星を用いた合成開口レーダによる全天候型の地球観測について、小型衛で実現できるようになっている現状を述べ、本研究の目的とその概要を紹介している。

第 2 章は、「Outline of SAR Concepts and State of the Art Review (衛星搭載合成開口レーダの概要と技術動向)」と題して、衛星搭載合成開口レーダに用いられるアンテナアレーについて最新の技術動向を紹介し、アンテナ性能と合成開口レーダ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。特に、本研究が扱う、導波管給電の受動型展開パネルスロットアレーアンテナの給電回路について議論し、直列給電と並列給電（トーナメント給電）の比較を行い、並列給電の必要性を論じている。

第 3 章は、「Antenna Feeder Network Design (アンテナ給電回路の設計)」と題し、導波管給電の受動型展開スロットアレーアンテナの概要を述べた後、各パネルに給電する導波管給電回路の設計法について論じ、試作した片翼 4 枚アンテナパネルの電気測定結果を記述し、設計法の妥当性を示している。特に以下の 3 つの新しい技術的な提案を行っている。第 1 に、従来からの並列給電に用いられていた導波管 τ 分岐回路では、合成開口レーダシステムに必要とされる周波数帯域が確保できず、新たに 2 重共振型の τ 分岐回路を提案している。第 2 に、人工衛星搭載アンテナでは、アンテナパネルがアンテナエレメントを構成するため、人工衛星の質量特性や衛星サイズの制約から、アンテナエレメント数に対する制約が大きく、通常の 1 入力 2 出力の τ 分岐回路だけでは、適

切な給電回路を形成できない。このため2入力2出力の導波管回路を併用した給電回路を新たに提案している。第3に、各アンテナパネルへの給電回路の電気長は等しい必要があるが、 π 分岐回路を展開アンテナパネルのヒンジ部に設置する事ができないため、アンテナパネル間隙の中央から、中心周波数波の $1/2$ 波長分ずらした位置に π 分岐を置く設計手法を提案している。これらの給電回路とアンテナアレーを含めた電磁界シミュレーションを行った後、試作されたアンテナの電気特性を計測している。4枚のアンテナパネル（アレーのサイズ $0.7\text{m} \times 2.8\text{m}$ ）について、ピークアンテナ利得 40.8dBi 、ピークアンテナ効率 51.3% が得られ、提案手法の妥当性が検証された。

第4章は、「Egg-Choke Flange Performance Analysis（卵型チョークフランジの性能解析）」と題し、既に当研究室にて提案されている、展開パネルのヒンジ部の導波管給電に用いられる導波管チョークフランジを用いた非接触対向給電法について、理論的な現象解明と詳細な特性計測を行っている。フランジ間隙領域の2次元的な定在波共振が起こる周波数にて、高周波損失が増大する振る舞いを、電磁界の固有値解析などの手法を用いて明らかにした。これにより、チョーク溝の形状を従来の円形から最適化することで、使用する導波管帯域の全帯域を通して共振的な高周波損失の発生しないチョークフランジが得られることの理論的な裏付けを与えている。

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合成開口レーダを小型で安価な人工衛星に搭載することを可能にする、導波管給電の受動型展開パネルスロットアレーアンテナ用の広帯域な導波管給電回路を実現する設計手法を提案し、試作品の計測によりその妥当性を実証したものであり、宇宙工学、宇宙電気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。