

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study of Dual-Polarized Center-Series-Feed Parallel-Plate Waveguide Slot Array Antennas
著者(和文)	HuanqianXiong
Author(English)	Huanqian Xiong
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京科学大学, 報告番号:甲第23号, 授与年月日:2024年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:廣川 二郎,阪口 啓,西方 敦博,青柳 貴洋,TRAN GIA KHANH,高橋 徹
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Institute of Science Tokyo, Report number:甲第23号, Conferred date:2024/12/31, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Huanqian Xiong	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	廣川 二郎	教授	タン ザカン	准教授
	審査員	阪口 啓	教授	高橋 徹	三菱電機 株式会社 グループ マネージャー
		西方 敦博	准教授		
	青柳 貴洋	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“Study of Dual-Polarized Center-Series-Feed Parallel-Plate Waveguide Slot Array Antennas (偏波共用中央直列給電平行平板導波路スロットアレーアンテナの研究)”と題し、全6章で構成している。

第1章“Introduction”では、偏波共用アンテナ、モノパルスアンテナ、平行平板導波管スロットアレーアンテナの背景と最近の成果を概観するとともに、本研究の目的を明らかにしている。

第2章“Radiating Structures of the Dual-Polarized Center Feed Parallel-Plate Waveguide Slot Array Antenna”では、直列給電偏波共用平行平板導波管スロットアレーアンテナのさまざまな放射構造を紹介している。スロットと底面穴からなる素子、サブアレーおよび偏波共用アレー全構造の解析モデルと結果について詳述している。スロットと底面穴からなる放射構造の限界は、その狭い帯域幅であることを示している。解析の結果、結合量50%の素子では、反射-10dB以下の比帯域幅が6.1%しかカバーできないことを示している。1次元サブアレー解析では、中心周波数24.5GHzでの反射は-7.3dBであった。もう一つの限界は、平行平板導波路の底面に穴を開けることであり、これは給電導波管と平行平板導波路の間の結合スロットと重なりを生じさせる場合がある。その結果、スロットと底面穴からなる放射素子は、偏波共用平行平板導波管スロットアレーアンテナには適さないことを述べている。

第3章“Dual-Polarized Parallel-Plate Waveguide Slot Array Antenna with Centered-Longitudinal Coupling Slots”では、24.5GHz帯で動作する偏波共用平行平板導波路スロットアレーアンテナの設計について述べている。この設計では、4本の給電導波管を持つ一層の平行平板導波路構造を利用している。設計手順には、非傾斜結合スロットペアアレーの詳細な解析が含まれ、個々の放射スロットペアと1次元放射サブアレーの解析結果も含まれている。従来の傾斜結合スロットと今回の非傾斜結合スロットの給電導波路を比較し、後者が優れた反射特性と放射性能をもつことを明らかにしている。解析により、23.0GHzから26.0GHzまでの周波数範囲にわたって95%以上の放射効率を維持し、24.5GHzでのピーク指向性利得は33.1dBi、開口効率は54%であることを実証している。フライス加工で試作されたアンテナの特性を測定により検証し、反射-10dB以下比帯域幅13.0%、ピーク動作利得31.9dBi、アンテナ効率40%を達成している。給電位相とスロットアレーの配置を調整することで交差偏波識別度を増加させる方法を提案した。サイドローブレベルがわずかに上昇するものの、40dB以上の交差偏波識別度を達成している。

第4章“Difference-Beam Operation of the Dual-Polarized Parallel-Plate Waveguide Slot Array Antenna”では、第3章で紹介したアンテナの差ビーム動作について検討している。偏波ごとの2つの給電導波管の励振位相を調整することで、差ビーム動作と和ビーム動作をシームレスに切り替えられるとしている。実験結果では、-47.7dBの深いヌル深度を示し、測定された反射-10dB以下比帯域幅は差モードが13.3%、和モードが13.0%であった。24.5GHzにおける和ビームの動作利得の測定値は、両偏波とも31.3dBiであった。和モードと差モード間のアイソレーションは15dBであり、アイソレーション改善に関する計算検討では、仮想モノパルスコンプレータの実装により22dB以上に改善できるとしている。

第5章“Partially Corporate-Feed Dual-Polarized Parallel-Plate Waveguide Slot Array Antenna”では、中心周波数22.0GHzで動作する偏波共用平行平板導波路スロットアレーアンテナのための部分並列給電回路を検討している。放射スロットアレーを4つのサブアレーに分割し、平行平板導波路内の直列アレー長を半分短縮している。誘電体装荷十字結合器は、異なる偏波に対して給電導波管を分離するように設計されている。解析によりこのアンテナの反射-10dB以下比帯域幅は12.1%、3dB低下利得比帯域幅は4.8%、ピーク動作利得は34.3dBi、アンテナ効率は55%となっている。十字結合器はスロット間隔を最小化するように最適化されているが、平行平板導波管内で多くの電界変動を与えており、給電回路の改良により性能を向上できる可能性を示唆している。第5章で提案した1つの誘導性壁と1つの容量性壁からなる整合機構を持つ新しい結合スロット構造は、アンテナの反射比帯域幅と放射性能をさらに改善している。

第6章“Conclusion”では、まとめと今後の研究の展望について述べている。本論文は、簡素化された構造と最小限の製造上の課題を持つ直列給電および部分並列給電偏波共用平行平板導波管スロットアレーアンテナの設計と最適化を提案、実証しており、学術上、産業上貢献するところが大きい。我々は本論文が博士(学術)の学位論文として十分価値があるものと認める。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。