

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	A study of feed waveguides for a parallel-plate slot array antenna
著者(和文)	WANGTianyu
Author(English)	Tianyu Wang
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12823号, 授与年月日:2024年6月30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,戸村 崇,小西 善彦
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12823号, Conferred date:2024/6/30, 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	Tianyu Wang	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	廣川 二郎	教授	戸村 崇	助教
	審査員	阪口 啓	教授	小西 善彦	広島工業 大学教授
		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)

本研究は、「A study of feed waveguides for a parallel-plate slot array antenna (平行平板スロットアレーアンテナ用給電導波路の研究)」と題し、英文6章からなる。本論文の目的の一つは、大規模二次元スロットアレーアンテナに給電する傾斜結合スロットを持つ導波管の高速解析法を開発することと述べており、もう一つの目的は、さらなる開口効率の向上を達成する新たな給電構造を検討することであると述べている。そのために、結合スロットアンテナを導波管軸と平行に配置した新しい給電導波管構造を提案しており、また、誘導性結合壁による実効波長拡大効果を削減するために、給電構造に容量性素子を導入している。

第1章「Introduction (序論)」では、平行平板スロットアレーアンテナの背景と応用について述べている。また、アンテナ構造を図示し、動作原理を説明するとともに本研究の目的を述べている。

第2章「MoM Analysis of Coupling Slots and Equivalent Relationship (結合スロットのモーメント法解析と等価関係)」では、結合スロットアンテナの解析と設計に用いるガラキーンモーメント法の基本原理を説明している。結合スロットアンテナはモーメント法と汎用電磁界解析ソフトウェアにより解析し、計算時間はモーメント法でわずか7秒であり、汎用電磁界解析ソフトウェアの場合の180秒よりはるかに高速であることを示している。モーメント法と汎用電磁界解析ソフトウェアの間には、モーメント法の解析で仮定された不正確さを補正するために、設計パラメータの等価関係を導入している。計算結果は、等価関係を採用した後の二つの解析手法の間で良好な整合性を示している。

第3章「Fast Design of the Waveguide Feeder with Centered-inclined Slots (中央配置傾斜スロットを有する給電導波路の高速解析)」では、第1章で導入した反射抑圧誘導壁を内部を持つ給電導波管の高速モーメント法設計手順を扱っている。第2章で説明したモーメント法解析は、結合スロット設計に適用され、その後スロットアレー設計に適用している。汎用電磁界解析ソフトウェアでは4時間かかる14スロットのアレー解析が、モーメント法ではわずか20秒という高速で行われている。モーメント法の計算速度の優位性により、汎用電磁界解析ソフトウェアによる設計では実現不可能な、給電導波管領域内の相互結合効果を含む正確なアレー設計が可能となっている。スロットアレーのモーメント法設計パラメータは、第2章で述べた等価関係を用いて、製作パラメータとして汎用電磁界解析ソフトウェアでの等価パラメータに変換されている。モーメント法と汎用電磁界解析ソフトウェアのスロットアレーモデルの計算結果はわずかな差であり、等価関係の妥当性を示している。設計したアンテナパネル付き給電導波路を測定したところ、平行平板導波路内で3dB以内の振幅変動と45度以内の位相変動で動作することを確認している。また、設計周波数9.65GHzにおいて、ピーク指向性利得36.0dBi、開口効率67.7%を得ている。

第4章「Waveguide Feeder with Collinearly Centered Longitudinal Coupling Slots (中央配置非傾斜結合スロットを有する給電導波路)」では、傾斜した結合スロットアンテナを導波管軸と平行な非傾斜スロットに変更することで、平行平板道路内の電界分布のリップルを低減する新しい給電構成を提案している。結合スロットアンテナの適切な励振のために、給電導波路内に結合壁を挿入している。中央配置非傾斜結合スロットの適用による開口効率の向上を電磁界解析により確認している。次に、誘導性整合壁を持つ給電導波路を汎用電磁界解析ソフトウェアで設計し、試作アンテナを測定している。設計周波数9.65GHzでピーク指向性利得37.1dBi、開口効率87.2%を達成している。第3章における従来の給電構造と比較し、21%の開口効率向上を得ている。9.50GHz~9.80GHzの範囲では反射が-16dB以下となっている。

第5章「Waveguide Feeder with Iris-excited Centered Longitudinal Coupling Slots (アイリス励振中央配置非傾斜結合スロットを有する給電導波路)」では、スロットアンテナの間隔を狭めるために、アイリス励振の非傾斜スロットアンテナを有する給電導波路を提案している。第3章で扱った誘導反射抑圧壁を容量性壁に置き換えている。給電導波路を汎用電磁界解析ソフトウェアで設計し、9.65GHzでピーク指向性利得37.1dBi、開口効率87.6%を達成している。9.50GHz~9.80GHzの範囲では、反射が-24dB以下を得ている。給電導波路の全長を696mmから683mmに短縮している。

第6章「Conclusion (結論)」では、本研究を総括し、今後の課題を示している。

本論文は平行平板スロットアレーアンテナの給電導波路を検討し、開口効率を向上させる解決策を提案しており、工学上、工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。