

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study of Functional-Circuit Integration to Waveguide Slot Array Antennas in the Millimeter-Wave Band
著者(和文)	Xin XU
Author(English)	Xin XU
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10677号, 授与年月日:2017年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:廣川 二郎,水本 哲弥,阪口 啓,西方 敦博,庄司 雄哉,小西 善彦
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10677号, Conferred date:2017/9/20, 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	Xin Xu		
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名	
	主査	廣川 二郎	教授	庄司 雄哉	准教授	
	審査員	水本 哲弥	教授	小西 善彦	広島工業大学 教授	
		阪口 啓	教授			
		西方 敦博	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Study of functional-circuit integration to waveguide slot array antennas in the millimeter-wave band (ミリ波帯における導波管スロットアレーアンテナへの機能化回路の集積化に関する研究)」と題し、英文 5 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」では、ミリ波応用の背景とミリ波導波管スロットアレーアンテナの最新の設計手法をまとめている。従来のミリ波導波管アンテナはその給電回路に他の機能性を付加しないで放射のために主に用いられており、それを踏まえ、本研究の目的は、いろいろなミリ波無線システムに適用するために導波管スロットアレーアンテナに機能化回路を集積することにあると述べている。

第 2 章「Seamless Integration of Filtering Functionalities」では、E バンド 1 対 1 高速無線通信用として、積層薄板導波管フィルタを初めて並列給電導波管スロットアレーアンテナと拡散接合技術を用いて集積した。まず、単一空胴共振器を検討し、79.07GHz において 2121 という高い無負荷 Q 値により低損失フィルタを実現できる可能性を示している。次に、10 個の空胴共振器からなる 6 段 T 型帯域通過フィルタを設計し、78.5GHz における 2 つの出力ポートでの挿入損失はそれぞれ 0.4dB、0.3dB と小さく、透過振幅位相差も小さいことを示している。3dB 帯域幅も 20.5%得られている。さらに、帯域阻止素子を用いた 4 段フィルタも設計し、78.5dB において 55dB の高い阻止量と、73.5GHz と 83.5GHz のそれぞれにおいて 0.44dB と 0.28dB の少ない挿入損失を得ている。提案した積層薄板導波管フィルタはアンテナとの接合において高い整合性を示している。16x16 素子スロットアンテナと接続回路なしに集積化し、若干のフィルタでの損失はあるものの高いアンテナ効率を維持している。所望の帯域阻止特性とともに通過帯域では不変の放射特性を実現している。

第 3 章「Incorporation of Monopulse Processing Capability」では、E バンド 16x16 スロットモノパルスアレーアンテナを設計し、積層薄板拡散接合により試作して特性を評価している。本アンテナは多層構造であり、放射素子、並列給電回路、モノパルス回路を垂直方向に接続している。4 つの入力ポートを有し、モノパルス動作のため異なるカット面と和または差パターンを形成している。全体の大きさは、設計周波数 78.5GHz において、13.31 波長×13.31 波長×1.52 波長である。電圧定在波比 2 以下を 17.2%の広い比帯域で実現している。また、78.5GHz において和パターンは 95%の開口効率、83%のアンテナ効率の高い値になっている。さらに、差パターンでは、E 面、H 面、45 度面、135 度面において、それぞれ -53.0dB、-58.0dB、-57.8dB、-65.6dB の深いヌルを得ている。全動作帯域にわたって、和パターン主ビーム、差パターンヌルとも対称性良く正面方向に向いており、高い利得、高いアンテナ効率、高いアイソレーション、低い交差偏波レベルを実現している。

第 4 章「Simultaneous Generation of Multiple OAM-modes」では、OAM(Orbital Angular Momentum)モードビーム切替回路により給電された RLSA(Radial Line Slot Antenna)を用いて、同時に複数の OAM モードを励振している。OAM モードビーム切替回路はポスト壁導波路により構成され下層に設けられており、4 つの入力ポートにより、異なる位相分布を RLSA 内の周方向に励振する。RLSA と OAM モードビーム切替回路の間は RLSA の中央部に設けられた 4 つの先端開放ポストにより接続されている。アンテナ開口面上にはガウス分布の振幅分布と凸状の位相分布を設けて非遠方界領域における伝送距離を伸ばしている。開口位相分布が OAM モード多重化におけるチャネル容量への影響も評価している。解析結果は、設計周波数において、3 つの OAM モードが良好な軸対称性で掲載されていることを示している。

第 5 章「Conclusions」では、本論文で得られた知見およびその意義を総括し、将来展望について纏めている。

以上を要するに、本研究は、ミリ波帯において導波管スロットアレーアンテナの構造や作成法を考慮して、フィルタ、モノパルス回路、OAM モードビーム切替回路の集積化を検討したものであり、学術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。