

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study of Miniaturization and High Functionalization of Radiating Elements for Array Antennas on Moving Platforms
著者(和文)	後藤準
Author(English)	Jun Goto
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11936号, 授与年月日:2021年3月26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
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11936号, Conferred date:2021/3/26, 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	後藤 準	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	廣川 二郎	教授	Khanh Tran Gia	准教授
	審査員	阪口 啓	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)

本論文は、「Study of Miniaturization and High Functionalization of Radiating Elements for Array Antennas on Moving Platforms (移動体向けアレーアンテナの放射素子の小型化と高機能化の研究)」と題し、移動体向け広角走査フェーズドアレーアンテナの放射部の小型化・高機能化を目的とし、電力制御用スリットを導入した進行波型直列給電マイクロストリップアレーアンテナ、共振周波数を制御する短絡ピンを備えた2周波共用マイクロストリップアンテナ、広範囲で低軸比特性が得られる樹脂導波管ホーンアンテナを検討し、全6章で構成されている。

第1章「Introduction」では、移動体に搭載されるアンテナと、アンテナに要求される事項を説明し、小型かつ高機能なアンテナの必要性を示している。機械特性・電気特性に関して補完的な関係にある、平面型のマイクロストリップアンテナと立体型のホーンアンテナを取り上げ、それぞれのアンテナを改善して移動体搭載アンテナの適用範囲を拡大することを目標に設定している。

第2章「Technical Issues and Approaches」では、移動体搭載アンテナでの技術課題とアプローチを明確化している。小型化については、インピーダンスマッチングと広帯域化・マルチバンド化からアプローチすることを示している。高機能化については、広帯域化・マルチバンド化、さらに広域化を行う方針を示している。インピーダンスマッチングについては、まずは既存のパラメータを有効活用し、これで対処困難な場合には、新たな設計の自由度を創出することを示している。また、広帯域化・マルチバンド化についてはアンテナの方式選定、および所望帯域をカバーするためのアンテナレイアウトを検討することを示している。広域化については、広角走査時にも電気性能が劣化しない設計法の確立が技術課題であり、必要に応じて誘電体基板等の材料を用いて波長短縮することで素子間隔を狭くし覆域を拡大することを示している。

第3章「Traveling-Wave Series-Fed Microstrip Array Antenna with Unequal Inter-Element Spacing」では、第2章で挙げた小型化を目的とした、進行波型直列給電のマイクロストリップアレーアンテナにおけるインピーダンスマッチング法を説明している。従来の定在波型アレーアンテナは、放射素子の幅で励振振幅を調整する都合上、振幅分布を付けた幅の大きい素子が存在し、アンテナ全体の幅が大きくなるという課題を示している。また、電波が給電線路を往復する設計のため、帯域が狭く、損失が大きくなるという課題も示している。提案アンテナでは新たな自由度として放射素子にスリットを設け、スリットの長さを変更し、各素子からの放射量を調整して、従来と比べて70%程度の幅になることを示している。また、損失はW帯において0.28dB程度小さくなることを確認している。

第4章「Design of the Circularly Polarized Ring Microstrip Antenna with Shorting Pins」では、第2章で挙げた小型化・マルチバンド化を目的とした、部分的な短絡ピンを導入しアンテナの外周を大きくすることなく内円を大きくできる2周波開口共用アンテナを取り上げている。従来の内円が短絡されている円環アンテナは、内円が大きくなると外円も増大し、入力インピーダンスも低い課題もあった。一方、内円が開放されているリングアンテナは、内部領域が小さく2周波開口共用アンテナを構成する際に制約が生じ、入力インピーダンスが高い課題もあった。上記の課題を解決するために、部分的に内円が短絡されたリングアンテナを検討している。提案アンテナは内円を大きくしてもアンテナ全体が大型化しないため、別の周波数帯のアンテナを内包した小型な2周波開口共用アンテナを構成できている。また、短絡部と開放部の両方が存在するので、適度な入力インピーダンスが実現できている。設計の結果、従来と比べて60%のサイズに低減できることを示している。

第5章「Two-Dimensional Injection-Molded Horn Array Antenna for Millimeter-Wave Active Phased Array Antenna」では、第2章で挙げた小型化・広帯域化・広域化を目的とした、広角ビーム走査時にも良好な軸比特性が得られる樹脂成型のホーンアンテナの設計法を述べている。従来の金属製のホーンアレーアンテナは低損失であるが、重量が大きいことやビーム走査できないという課題を示している。この課題を解決するために、小型・低損失で製造性に優れた樹脂成型のホーンアレーアンテナが提案されたが、従来の設計法では広角ビーム走査時に軸比が悪化するという課題を示している。広角方向の軸比を電気性能の劣化要因を明確化し、放射部の設計方法を見直して、±45度範囲内で良好な特性が得られることを示している。

最後に第6章「Conclusion」では、本論文で得られた知見をまとめ、さらに今後の展望と課題について述べている。

本論文で検討したアンテナおよび設計手法は、移動体搭載アレーアンテナの小型化・高機能化の実現に貢献し、通信・レーダシステムへの適用範囲が広いことを示しており、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって、我々は本論文が博士(工学)の学位論文として十分な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。