

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Ka-Band CMOS Active Phased-Array Transmitters for Power-Efficient Small-Satellite System
著者(和文)	YOU Dongwon
Author(English)	Dongwon You
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12585号, 授与年月日:2023年9月22日, 学位の種別:課程博士, 審査員:岡田 健一,白根 篤史,廣川 二郎,徳田 崇,伊藤 浩之,藤井 威生
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12585号, Conferred date:2023/9/22, 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	You Dongwon	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	岡田 健一	教授	伊藤 浩之	准教授
	審査員	白根 篤史	准教授	藤井 威生	電気通信大学 教授
		廣川 二郎	教授		
	徳田 崇	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“Ka-Band CMOS Active Phased-Array Transmitters for Power-Efficient Small-Satellite System (高電力効率小型衛星システム向け Ka 帯 CMOS アクティブフェーズドアレイ送信機)”と題し、英文 6 章からなっている。

第一章“Introduction (序論)”では、地球観測および次世代高速無線通信における低軌道小型衛星システムの必要性について説明している。また、CMOS 技術の進展によって、ミリ波帯無線回路が低コストで実現可能になったことを説明し、それらを踏まえて本論文の研究目的を論じている。

第二章“Challenges to Phased Array for Small Satellite (小型衛星向けフェーズドアレイ無線機の課題)”では、低軌道小型衛星における無線送信機の課題について詳述している。送信機に関する一般的な課題から衛星搭載送信機特有の課題について説明しており、特に通信速度、コスト、消費電力に着目して論じている。また、通信の回線設計や衛星システム設計上の要求から、本論文で提案する Ka 帯 CMOS アクティブフェーズドアレイ送信機の具体的な設計目標を示している。

第三章“Space-Efficient Deployable Phased-Array (収納率の高い展開型フェーズドアレイ)”では、宇宙において展開する Ka 帯フェーズドアレイ送信機について説明している。多層の液晶ポリマー基板を用い、折れ曲がりによる非平面性を補償する技術を利用することで、従来の展開型フェーズドアレイと比較して、軽量かつ収納率の高い展開型フェーズドアレイ送信機を実現している。試作した 64 素子の展開型フェーズドアレイ送信機は、 -10 度から $+20$ 度の折れ曲がり補償可能で、 46.7dBm の EIRP を達成している。

第四章“Power-Efficient Load Tuner and Circular Polarization Calibration (高電力効率負荷チューナと円偏波校正)”では、負荷チューニング技術と円偏波校正技術を用いた Ka 帯円偏波 CMOS フェーズドアレイ送信機について詳述している。ビーム走査によるフェーズドアレイアンテナのインピーダンス変動に対して、電力増幅器のインピーダンスをチューニングすることで、送信機の効率を 39.8% 改善することに成功している。円偏波校正技術では、チップに搭載した振幅および位相検出回路を利用することで、偏波間アイソレーションを 36.3dB 改善し、 -28dB の EVM を達成している。これら二つの技術により、衛星搭載用フェーズドアレイ送信機の高電力効率化および高速化を実現している。

第五章“Power-Efficient Circular Polarization Coupler (高電力効率円偏波カプラ)”では、新たに提案する円偏波カプラを用いたフェーズドアレイ送信機について詳述している。このフェーズドアレイ送信機では、EIRP を向上させながら消費電力を低減させるためのフェーズドアレイ設計技術および円偏波アクティブ直交カプラについて説明している。実際に試作評価を行った 256 素子 Ka 帯フェーズドアレイ送信機は、他の論文報告結果と比較しても、同等の EIRP を得ながら、消費電力を半分以下に削減することに成功している。通信性能も、256APSK 変調時に 16Gbps の高速通信を実現している。

第六章“Conclusion and Future Work (結論と展望)”では、本論文で得られた研究成果をまとめ、今後の研究の展望として、低軌道小型衛星での通信においてますます重要となる、フェーズドアレイ送信機のさらなる高電力効率化、展開型フェーズドアレイの高収納率化、そしてさらなるフェーズドアレイの大規模化について論じ、本論文を締めくくっている。

以上を要するに、本論文は高電力効率小型衛星システム向け Ka 帯 CMOS フェーズドアレイ送信機を実現するための回路技術について論じたもので、学術上、産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(学術)の学位論文として、十分に価値あるものと認める。

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。