

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	ミリ波帯中継器向けデータ電力同時伝送型送受信機の研究
Title(English)	A Study on Transceivers with Simultaneous Wireless Information and Power Transfer for Millimeter-Wave Relay
著者(和文)	井出倫滉
Author(English)	Michihiro Ide
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12857号, 授与年月日:2024年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:白根 篤史,岡田 健一,廣川 二郎,徳田 崇,伊藤 浩之,三友 敏也
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12857号, Conferred date:2024/9/20, 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		井出 倫晃	
論文審査 審査員		氏 名		職 名		氏 名	職 名
	主査	白根 篤史		准教授		伊藤 浩之	教授
	審査員	岡田 健一		教授	審査員	三友 敏也	(株) 東芝 上席研究員
		広川 二郎		教授			
		徳田 崇		教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“A Study on Transceivers with Simultaneous Wireless Information and Power Transfer for Millimeter-Wave Relay (ミリ波帯中継器向けデータ電力同時伝送型送受信機の研究)”と題し、英文6章からなっている。 第一章“Introduction (序論)”では、通信トラフィックの増大、無線通信におけるミリ波帯の活用という研究背景のもと、無線給電型中継器の必要性が述べられている。本論文の研究目的を定義し、研究の方向性を示し、各研究成果の位置づけについて、無線電力伝送の大電力化および無線通信の高速化という二つの軸で論じている。 第二章“Simultaneous Millimeter Wave Information and Power Transfer (ミリ波データ電力同時伝送の基礎)”では、ミリ波帯通信とミリ波無線電力伝送における基本的な技術や評価指標の定義についてまとめている。通信におけるフェーズドアレイ技術や通信評価指標の定義を説明した後、無線電力伝送における効率や電力密度の定義を示している。 第三章“Millimeter-Wave Relays and System Design (ミリ波中継器とシステム設計)”では、ミリ波中継器の評価項目を示すとともに、ミリ波向けの従来中継手法について、各手法の特徴や先行研究例を示している。そのうえで、本論文で提案する無線給電型中継器について距離や周波数といった仕様を検討し、中継システムの詳細な試算を行うことで、目標仕様を決定している。また従来中継手法との比較を行い、違いを明確にするとともに、従来技術の課題をまとめている。 第四章“CMOS Integrated Transceivers (CMOS 集積型送受信機)”では、CMOS プロセスを用いて試作した無線給電型送受信機について、3 種類の送受信機について論じている。5G 向けフェーズドアレイ送受信機では、新たにベクトル合成型バックスキュッタを提案することで、高い分解能のビーム角制御を可能にしている。さらに 5G 向け再帰反射型送受信機では、提案した回転対称アンテナペア技術により、2 次元方向でのビーム角制御を実現した。また D-band 向け双方向送受信機では、無線電力伝送を行いながら最大で 48Gbps の通信の高速化を実現した。これら 3 種類の送受信機のプロトタイプを CMOS チップおよびプリント基板に実装し、測定評価を行うことで、提案技術の有効性を確認している。さらに、無線電力伝送の電力変換効率、無線通信における消費電力やビームフォーミング、変調精度といった各種性能の優位性を実証している。 第五章“Discrete Semiconductor Transceivers (個別半導体型送受信機)”では、GaAs 個別半導体を用いて試作した無線給電型送受信機について論じている。個別半導体の利点は、無線電力伝送の高い変換効率であり、提案したスタブ負荷整流器を用いた 256 素子の無線給電型送受信機は、最大電力変換効率 54%、最大生成電力量 1W を達成している。個別半導体では、移相器等の集積化が困難であるが、1bit の移相器を基板上に構成することで、無線通信におけるビームフォーミングも可能にしている。 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、結論を述べている。今後、提案技術を発展させることによって期待されるデータ電力同時伝送技術の進展の方向性と、その新たなアプリケーションについても触れられており、本研究の将来的な展望について論じている。 以上を要するに、本論文はミリ波帯中継器向けデータ電力同時伝送型送受信機の大電力化および高速化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(工学)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。