

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	A Study of High-Linearity High-Data-Rate Millimeter-Wave CMOS Transceiver Design
著者(和文)	WangYun
Author(English)	Yun 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11204号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:岡田 健一,高木 茂孝,廣川 二郎,阪口 啓,伊藤 浩之,飯塚 哲也
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11204号, Conferred date:2019/3/26, 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

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	Wang Yun	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	岡田 健一	准教授	伊藤 浩之	准教授
	審査員	高木 茂孝	教授	飯塚 哲也	東京大学 准教授
		廣川 二郎	教授		
	阪口 啓	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“A Study of High-Linearity High-Data-Rate Millimeter-Wave CMOS Transceiver Design (高線形かつ高速伝送を実現するミリ波帯 CMOS 無線機の研究)”と題し、英文六章からなっている。

第一章“Introduction(序論)”では、ミリ波無線通信に対する期待やミリ波帯の電波伝搬について説明し、ミリ波を用いる無線通信においてフェーズドアレーが必要になる理由について論じている。また、本論文の構成について説明しており、各章の関係について詳述している。

第二章“Millimeter-Wave Transceiver Design (ミリ波無線機設計)”では、ミリ波無線機設計における基本構成部品であるオンチップ伝送線路と CMOS トランジスタに着目し、そのモデル化の方法や設計上の考慮点について論じている。無線システムを構成するにあたり、電力増幅器、低雑音増幅器、周波数混合器、局部発振器に注目し、各回路部に対する要求性能の割り振り方法について説明している。

第三章“High-Power High-Linearity Millimeter-Wave Power Amplifier (高出力電力かつ高線形なミリ波帯電力増幅器)”では、ミリ波帯での電力増幅器に求められる特性について説明し、従来の電力増幅器の回路構成やその課題点について論じている。第五世代移動通信システムでの利用が予定されている 28GHz 帯および 39GHz 帯を例にとり、これまでに報告されている電力増幅器の出力電力特性や利用しているプロセス技術の関係について論じている。安価で量産可能な CMOS プロセス技術による実現が望まれているが、化合物半導体による電力増幅器に比べると出力電力が低く、更なる改善が必要であることを述べている。CMOS プロセス技術による電力増幅器では、出力側の整合回路による損失の影響が大きいことを示し、低巻き数比のトランスを用いた整合回路を用いる電力増幅器を提案している。28GHz 帯および 39GHz 帯の電力増幅器を試作し、提案方式により電力増幅器の出力部の損失を減らしつつ、高出力化が可能であることを実測結果とともに示している。

第四章“Millimeter-Wave Phased-Array Transceiver for 5G New Radio (第五世代移動通信システムに向けたミリ波フェーズドアレー無線機)”では、従来用いられている RF 移相型のフェーズドアレー無線機ではなく、LO 移相型とすることで、変調信号の信号品質を維持しつつ高精度なビーム制御が可能であることを示している。LO 移相型では面積が大きくなることが課題であったが、LO 移相器では単一周波数でのみの位相制御が必要であることに着目し、RF 移相器では従来用いられていなかった可変共振器を移相器として用いることで大幅な面積削減を実現している。提案方式による 39GHz 帯フェーズドアレー無線機を 65nm CMOS プロセス技術により試作し、本技術の有効性を実証している。

第五章“Low-Power High-Spectral-Efficiency Transceiver (低消費電力かつ高スペクトラム効率な無線機)”では、低消費電力かつ高スペクトラム効率なミリ波無線機の実現方法について論じている。OOK 方式では包絡線検波による低消費電力化が可能であるが、スペクトラム効率が低いのが課題であり、BPSK 方式では逆にスペクトラム効率が良好であるが、受信機の消費電力が高いのが課題である。本章では低消費電力な OOK 方式の利点は活かしつつ、高スペクトラム効率の実現可能な Bi-Phase OOK 方式を提案している。従来の OOK は二値による変調を用いたが、提案方式では、振幅としては二値であるが正負の位相を組み合わせることでスペクトラム効率の改善が可能であることを示している。Bi-Phase OOK のためのエンコーダ回路を提案し、65nm CMOS プロセス技術による試作機において、3Gbps の通信時に、送受信あわせて 100mW の低消費電力動作を実証している。従来の OOK 方式に比べると半分の周波数帯域での変調が可能であることを示している。

第六章“Conclusion and Future Work (結論と展望)”では、本論文で得られた成果をまとめ、今後の研究の展望について言及している。

以上を要するに、本論文は高線形かつ高速伝送可能なミリ波帯無線機の実現方法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。