

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Millimeter-Wave CMOS Transceiver Toward 100Gb/s Communication Systems
著者(和文)	TokgozKorkutKaan
Author(English)	Korkut Kaan Tokgoz
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10891号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:岡田 健一,松澤 昭,益 一哉,高木 茂孝,伊藤 浩之,川野 陽一
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10891号, Conferred date:2018/3/26, 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	Tokgoz Korkut Kaan		
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	松澤 昭	教授	審査員	川野 陽一	富士通研究所 主任研究員
		益 一哉	教授			
		高木 茂孝	教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“Millimeter-Wave CMOS Transceiver Toward 100Gb/s Communication Systems (100Gb/s 無線伝送システムに向けた CMOS ミリ波無線機)”と題し、英文七章からなっている。

第一章“Introduction (序論)”では、高速な無線通信が要求される技術的背景や、無線通信に要求される伝送速度、現状の無線通信規格および CMOS 集積回路による報告例について説明し、更なる高速化の必要性について論じている。

第二章“Millimeter-Wave Transceiver Design (ミリ波無線機設計技術)”では、100Gb/s 以上の高速な無線伝送速度をミリ波帯無線機により実現する方法について、シャノンの定理および伝搬損失の観点から論じており、マイクロ波帯ではなくミリ波帯の搬送波周波数を用いる必要性について理論的に導き出している。また、CMOS トランジスタにより増幅器が作成できる上限周波数について論じている。

第三章“Modeling and Characterization of Devices (ミリ波帯における素子モデリングとパラメータ抽出手法)”では、素子モデリングのためのディエンベディング手法について、従来手法である L-2L 法の問題点について論じている。L-2L 法と T 型または  $\pi$  型パッドモデルを組み合わせた場合、伝送線路の特性インピーダンスにおいて 60GHz 以上の周波数で大きな差異が認められることを示し、2T 型パッドモデルの有効性について論じている。トランジスタのモデリングにあわせ、伝送線路の T 分岐や交差、低特性インピーダンス線路のモデリング手法について提案している。65nm CMOS プロセス技術により製造した 60GHz 帯および 100GHz 帯の増幅器において、提案手法によるモデルを用いたシミュレーション結果と実測結果がよく一致していることを示している。

第四章“Millimeter-Wave and Sub-Terahertz Amplifier Design (ミリ波およびサブテラヘルツ波増幅器設計技術)”では、ミリ波帯無線機に必要な増幅器の設計方法について論じている。65nm CMOS プロセス技術では、100GHz の周波数を超えるとトランジスタの最大有能利得が 10dB 以下となり、増幅器を構成するのが困難となる。ループ利得が 1 倍以下の正帰還を用いることにより、20dB 程度の利得が得られることを利用して、74-110GHz の広帯域増幅器が実現できることを実測により示している。また、小面積化のため、正帰還技術を利用し、双方向に切り替えが可能な増幅器の構成方法を提案している。65nm CMOS プロセス技術によるトランジスタでもレイアウトの最適化により 300GHz 以上で利得を出せることを示しており、実際に 273-301GHz で利得を持つ 16 段の正帰還型増幅器の実測結果を示している。35.4mW の消費電力で最大 21dB の電力利得を達成している。

第五章“Ultra-High Data-Rate Frequency-Interleave Transceiver (周波数インタリーブによる超高速無線機技術)”では、広帯域な変調信号を生成するために、複数の変復調器を用いて異なる周波数帯に変換する無線機の構成方法を提案している。65nm CMOS プロセス技術により製造した提案型ミリ波無線機は、送信時に 120mW、受信時に 160mW の消費電力を要し、70-105GHz の周波数帯域を用いて世界最速となる 120Gb/s の無線伝送速度を達成している。

第六章“Transmitter-Receiver Switch (送受切り替えスイッチ技術)”では、アンテナ共有のための送受信切り替えスイッチの小面積化について論じている。従来用いられていた 4 分の 1 波長伝送線路とスイッチによる方法ではなく、送信用増幅器と受信用増幅器にそれぞれ用いられるトランジスタを、そのままスイッチとして再利用する回路方式を提案している。

第七章“Conclusions and Future Directions (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 100Gb/s 以上の伝送速度を達成するミリ波帯無線機を CMOS 集積回路として構成する方法を論じたもので、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。