T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	A Study of 300GHz-Band CMOS Phased-Array Transceiver System for High Data Rate Wireless Communication
著者(和文)	ABDOIbrahim Imad Ibrahim
Author(English)	Ibrahim Imad Abdo
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12155号, 授与年月日:2021年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:岡田 健一,髙木 茂孝,徳田 崇,廣川 二郎,伊藤 浩之,SONG Ho-Jin
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12155号, Conferred date:2021/12/31, 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

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

（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	Abdo Ibrahim Imad Ibrahim	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名		氏　名	職　名
	主査	岡田　健一	教授	審査員	伊藤　浩之	准教授
	審査員	髙木　茂孝	教授		SONG Ho-Jin	POSTECH 准教授
		徳田　崇	教授			
		廣川　二郎	教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は“A Study of 300GHz-Band CMOS Phased-Array Transceiver System for High Data Rate Wireless Communication (高速無線通信のための 300GHz 帯 CMOS フェーズドアレイ無線機の研究)”と題し、英文六章からなっている。

第一章“Introduction (序論)”では、次世代の無線通信システムに求められる技術要件の観点から、無線機に必要とされる性能について説明し、従来研究や本研究の位置づけについて詳述している。

第二章“300GHz-Band CMOS Phased-Array Design Challenges (300GHz 帯 CMOS フェーズドアレイ無線機の課題)”では、300GHz 帯の無線機を安価で大量生産が可能な CMOS 集積回路により実現する意義について説明し、その際の課題点について詳述している。CMOS トランジスタの高周波特性と無線機の性能面での関係について、増幅器の性能、局部発振信号発生の課題、自由空間伝搬損失と信号対雑音比に関する課題について説明している。また、フェーズドアレイを構成する際のアンテナピッチと CMOS チップの寸法に関する課題について説明し、従来のミリ波帯と同じフェーズドアレイの構成方法では 300GHz 帯フェーズドアレイ無線機の実現が難しいことを示している。

第三章“Frequency Multipliers for LO Generation (局部発振信号生成のための周波数逓倍器)”では、300GHz 帯無線機に必要な局部発振信号の生成技術について説明している。PLL による直接発振ではなく、逓倍器との組み合わせによる手法の有効性について説明し、二逓倍器および三逓倍器の構成方法について詳述している。

第四章“Subharmonic-Mixer-Based 300GHz-Band Transceiver (サブハーモニックミキサによる 300GHz 帯無線機)”では、サブハーモニックミキサを用いた 300GHz 帯無線機の構成方法について、実際に集積回路により実現する方法を詳述している。CMOS 集積回路による増幅器では 100GHz 以上の高周波で高い出力電力を得ることが難しいことから、サブハーモニックミキサを利用する方法を採用している。また、周波数二逓倍器を変形したプッシュプッシュ型のサブハーモニックミキサを提案しており、従来の半分の周波数の局部発振信号で駆動することに成功している。65nm CMOS 技術により試作した無線機では、38GHz の外部からの局部発振信号を CMOS 集積回路内で 114GHz に三逓倍し、サブハーモニックミキサにより 228GHz 相当の局部発振信号として利用することに成功している。この提案技術により、無線機全体として 278-304GHz の周波数帯での無線送受信に成功し、34Gb/s の伝送速度を達成している。また、InP 技術による増幅器と CMOS による無線機を組み合わせたハイブリッド構成についても、検討しており、具体的な回線設計から、大幅な信号対雑音比の向上が可能であることを示しており、実験により 56Gb/s の通信速度を達成している。

第五章“Bi-Directional 300GHz-Band Phased-Array Transceiver (双方向性 300GHz 帯フェーズドアレイ無線機)”では、300GHz 帯フェーズドアレイの実現への課題として、送受信でのアンテナ共有と、半波長でのアンテナおよび IC チップ配置を挙げている。これらの課題を解決するために、送受共用が可能な双方向型の無線機回路方式を提案している。アウトフェージング型送信機とハートレイ受信機を位相器制御で切り替えることができ、高い送信電力と高い妨害波除去能力を両立することに成功している。また、狭ピッチ化のために積層型のフェーズドアレイとすることで、世界で初めて 200GHz 以上の周波数帯において集積回路によるフェーズドアレイ無線機を実現している。

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 300GHz 帯のフェーズドアレイ無線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。