

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	高周波受信MMICの広帯域化技術とその応用に関する研究
Title(English)	Study of broadband millimeter-wave receiver MMIC and application
著者(和文)	佐藤優
Author(English)	Masaru Sato
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9655号, 授与年月日:2014年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:益 一哉,筒井 一生,若林 整,岡田 健一,伊藤 浩之
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9655号, Conferred date:2014/9/25, 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		佐 藤 優	
論文審査 審 査 員		氏 名	職 名			氏 名	職 名
	主査	益 一 哉	教授		審査員	伊 藤 浩 之	准教授
	審査員	筒 井 一 生	教授				
		若 林 整	教授				
		岡 田 健 一	理工学研究科 准教授				

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、情報通信システムおよびセンシングなど ICT（Information and Communication Technology）社会の共通インフラの基盤技術となる受信用マイクロ波集積回路（MMIC, Monolithic Microwave Integrated Circuit）の広帯域化・高感度化とそのイメージング技術への応用について纏めたもので、「高周波受信 MMIC の広帯域化技術とその応用に関する研究」と題し、全 5 章からなる。

第 1 章「序論」では、GHz 以上の高周波を用いた通信やセンシングなどのアプリケーションについて論じ、受信機には常に広帯域化と高感度化が要求されることが述べられている。現在利用されている受信機の帯域と感度の技術動向を概観し、これからの性能向上の方向性を示している。

第 2 章「受信用増幅機の広帯域設計技術」では、広帯域化と高感度化を両立する増幅機の設計手法を提案し、その有効性について述べている。40 Gb/s、100 Gb/s 超高速通信システム用ベースバンド増幅機では DC 近傍から 40 GHz、100 GHz までの超広帯域性能と高利得性能を両立させる設計手法を示している。ミリ波センサ用低雑音増幅機（LNA, Low Noise Amplifier）に関して、増幅利得を高める場合に問題となる基板内に伝搬するフィードバック電力を電磁界シミュレーションにより定量的に評価し、これを抑圧する方法について論じている。100 GHz 超で動作する広帯域 LNA では、電流再利用型ゲート接地増幅機を提案し、その設計手法の確立・試作および評価を行っている。回路性能の評価において、消費電力あたりの増幅利得に対する動作周波数帯域という新たな指標を提案した。本研究で試作評価した回路は、従来を上回る性能を有していること示され、現在および将来の無線・有線通信およびセンシングシステムに求められる高周波・広帯域・高感度な受信用増幅機に適用可能な技術であることが述べられている。

第 3 章「94 GHz 帯イメージセンサの研究」では、広帯域・高感度な受信 MMIC の応用としてミリ波イメージングセンサを設計、製作、評価し、ミリ波画像の撮像に成功したことが述べられている。受信機性能、アレイ化技術、信号検出について検討し、受信機を機械的に走査するイメージングセンサを構成したと述べている。世界初の 94 GHz 帯集積 MMIC イメージングセンサの開発に成功している。また、イメージングに好適な放射パターンを有する対せき構造テーパースロットアンテナの設計手法について述べている。アンテナ

ナ・受信機回路を小型化することにより、受信機を多数配置したイメージングアレイを実現し、撮像時間の短縮を図る技術について論じている。さらに、インパルス発生機をミリ波源に適用した独創的なアクティブイメージング装置を提案し、ミリ波イメージの取得に成功した。これらの技術は、将来のテラヘルツ帯イメージングにも応用可能であると述べている。

第4章「100 GHz 超帯受信ブロック実現に向けた設計及び評価」では、今後のテラヘルツ帯周波数を利用したアプリケーションの実現には、トランジスタ性能を向上させるだけでは十分な受信機性能が得られないことが予想されると論じている。そこで、受信機フロントエンドにテラヘルツ帯に動作可能な高感度な検波素子を配置し、これと2章で述べた広帯域増幅機と集積化する方式を提案している。110～140 GHz 帯の高精度スペクトラム計測をするための基本波ミキサでは、抵抗を利用したミキサにIF帯増幅機を集積化し、変換利得2 dB、帯域30 GHzを実現している。また、バックワードダイオードを用いた高感度テラヘルツ帯検波機についても検討し、従来のショットキーバリアダイオードによる検波機と比較して10倍以上の高感度化を実現したことが述べられている。

第5章「結論」では、研究で得られた成果を総括し、将来展望を述べている。

以上要するに、本論文では、ミリ波帯・テラヘルツ帯受信機MMICに関して、低雑音増幅機の広帯域化、高感度化の検討を行い、次いでミリ波帯イメージングに適用して短時間で温度分解能の高いミリ波画像を取得できることを示している。さらに、テラヘルツ帯に適用可能な受信素子の高感度化を行っている。これらは無線通信工学ならびに計測工学に新たな知見を与えたものであり、その発展に寄与するものである。よって本論文を博士（工学）の学位論文として十分価値のあるものと認める。