

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	高周波アナログ回路の低ノイズ化に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	荒井知之
Author(English)	Tomoyuki Arai
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10002号, 授与年月日:2015年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:益 一哉,植之原 裕行,若林 整,石原 昇,岡田 健一,伊藤 浩之
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10002号, Conferred date:2015/9/25, 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

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	荒井知之	
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	岡田健一	准教授
	審査員	植之原裕行	教授		伊藤浩之	准教授
		若林 整	教授			
		石原 昇	特任教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、将来の社会基盤にとって重要である無線通信システムに用いられる高周波アナログ回路の低ノイズ化について纏めたものであり、「高周波アナログ回路の低ノイズ化に関する研究 (Study of low noise analog RF circuits)」と題し、全文 5 章からなる。

第 1 章「序論」では、無線通信システムに用いられる携帯端末受信器における低ノイズ化の重要性について述べている。無線通信に求められるトラフィックの増大に対応するために、無線通信システムは変調方式の多値化により対応してきた。多値変調技術には受信器の信号対雑音比 (SN 比) の向上が必要となる。デバイス及び受信器回路の低ノイズ化指針と本研究の目的について述べている。

第 2 章「デバイス低ノイズ化のための低抵抗電極形成技術」では、III-V 化合物高周波デバイスの低ノイズ化の手法の一つとして、デバイスの熱雑音源に対して大きな割合を占めるソース、ドレイン寄生抵抗の削減を電極材の寄生抵抗低減により実現したことについて述べている。p 型 GaN 及び n 型 InGaAs/InAlAs に対してオーム性電極を得るための設計指針について述べ、2000 年において従来の電極材に対して 1 桁以上の寄生抵抗値低減を実現し、ノイズ指数 として 0.4~0.5 dB の改善に相当すると述べている。また、その後の研究において、本論文で示した電極材が利用されることにより接触抵抗値が低減されていることから、その妥当性が検証されている。

第 3 章「高周波デバイスの低ノイズ化技術」では、InP HEMT の雑音源である寄生抵抗低減による熱雑音の低減手法および、ドレインコンダクタンス (以下 g_{ds}) の周波数分散に起因する雑音の抑制について述べられている。まず g_{ds} 周波数分散はソース部におけるホール蓄積に起因していることを見出し、新規プレーナ構造デバイスを提案して g_{ds} 周波数分散を 75%抑制している。同時にソース抵抗を 60%低減することにも成功している。また、 g_{ds} 周波数分散メカニズムの等価回路モデルを確立することで低ノイズ回路設計環境を構築している。

第 4 章「高周波アナログ回路の低ノイズ化回路設計技術」では、Si CMOS 受信器回路の低ノイズ化に関して、受信帯域へのノイズ抑制のための送信器回路の高線形性化、発振器回路の受信帯域へのノイズ抑制のための位相ノイズ低減技術、さらに受信器 SN 比劣化抑制のための 4 相局部発振信号の振幅及び位相誤差低減技術について述べている。送信器回路の線形性を決めるドライバアンプ及び可変増幅器について、バイアス回路とその制御手法により線形性を向上する技術について論じている。ドライバアンプに関して、温度特性を補償するバイアス回路およびその制御手法を提案している。可変増幅器に関して、オーバードライブ電圧とトランスコンダクタンスを同時に補償する新規バイアス回路による線形性向上技術について論じている。これらのバイアス回路により WiMAX に求められる仕様を満たす特性が得られたと述べている。また、位相誤差補正回路を利用して、発振回路の位相ノイズ及び位相誤差を低減させる技術についても論じている。

第 5 章「結論」では、本論文で得られた成果を総括し、今後の無線通信端末受信器回路の低ノイズ化に対する将来展望について述べている。高周波低ノイズデバイスの今後のノイズ指数のトレンドを示し、将来の超高周波受信器回路の SN 比向上のためには、高速信号処理が必要とされるベースバンド回路と低ノイズ特性が要求される超高周波アナログ回路が異なる材料を利用したデバイスで作製されることが望まれると論じ、今後異種デバイスの集積化技術がより重要になると述べている。

以上を要するに、本論文は将来の超高周波受信器回路の低ノイズ化に有用になると考えられるデバイス及び回路集積化技術による低ノイズ化技術を示し、その有効性を実証したものであり、学術上、工業上貢献するところが大きい。よって本論文を博士 (工学) の学位論文として十分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。