

Title	ディープサブミクロンプロセスによるGaAs MODFETの高性能化に関する研究
Author(s)	按田, 義治
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/44460
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	あん だ よし はる 按 田 義 治
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 1 7 9 8 6 号
学位授与年月日	平成 15 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	ディープサブミクロンプロセスによる GaAs MODFET の高性能化に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 小林 猛 (副査) 教授 蒲生 健次 教授 奥山 雅則

論 文 内 容 の 要 旨

GaAs を代表とする化合物半導体は高速性に優れた物性及び半絶縁性基板が得られることから低雑音、低歪み、低消費電力等の利点を有した携帯電話を代表とする高周波におけるキーデバイスとして発展してきた。しかし、今後展開される準ミリ波からミリ波における通信の高速無線大容量化及び無線方式の複雑化に向けて、GaAs FET のさらなる高周波化、高性能化が求められている。本研究はこのような高性能化の流れに関連してなされたものであり、ディープサブミクロン微細加工プロセス技術による MODFET の高性能化、高周波化を主題とした研究の成果をまとめたものである。第一章で本研究の背景、目的及び構成について述べた後、第二章では GaAs MODFET の高い高周波特性を実現するための理論及びゲートフリッジング容量に着目した数値解析の研究結果を示した。続く第三章ではディープサブミクロン・ゲート長 T 型ゲート電極を実現するための三種類の二層レジストプロセス技術を中心とした研究成果を述べた。電子ビーム露光や UV 光露光を組み合わせ 0.15 μm 以下のゲート長において、高い高周波特性、高スループット・優れた再現性及び均一性を実現した。第四章では耐湿性等の信頼性を確保するため保護膜を形成しながらゲートフリッジング容量を低減し、優れた高周波特性を得るためのデバイス構造を研究した成果を述べた。ここでは、低誘電率有機膜として知られる BCB 膜を low-k スペーサーとして用いた T 型ゲート MODFET 作製プロセス技術を検討し、SiO₂ を用いた場合と比較し、優良な RF 特性を実現した。第五章では、デジタル方式の携帯電話において送信と受信を切り替え、高周波をオン/オフする GaAs RF スイッチ IC の低損失化に関する研究成果について述べた。まず、スイッチ IC の低挿入損失を実現するために、低オン抵抗と低ドレイン・ソース容量を低減することが必要であることを明確化した。次にこの二点を同時に実現するための一例として、新規なデバイス構造である Super Self-Aligned FET 構造を提案し、このデバイスを用いた GSM 向けスイッチ IC において低挿入損失と低歪みを実現した。最後に第六章では総括を行い、今後の展望と課題について述べた。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、現在ならびに今後世界規模で展開される準ミリ波からミリ波帯域における通信の高速無線大容量化ならびに無線方式の複雑化に向けて、中核的な役割を担う GaAs FET の高性能化、高周波化に関して進められた一連の研

究成果をまとめたものである。

GaAs 系 FET は低雑音、低歪み、低消費電力などの利点がいかにされて、爆発的に市場を拡大してきた携帯電話に代表される無線移動体通信のキーデバイスとして地位を確固たるものとした。今後は準ミリ波からミリ波帯域へと周波数を高めていくことにより一層の大容量化、方式複雑化への対応が整備されつつある。しかし、そこでは GaAs FET にはこれまでにない根本的な性能向上が要請されている。本研究はこのような GaAs 系 FET の高性能化の流れの中でなされたものであり、ディープサブミクロン微細加工プロセス技術を基盤にした GaAs 系 FET の高性能化、高周波化を主題とした研究の一連の成果をまとめている。

論文は6章で構成されている。第2章は FET の高速化、高周波化に向けて必要不可欠な設計要素の抽出をおこなひ、要請される微細加工精度に対する指針を総合的な観点から立てた。第3章では実用化を視野に入れたディープサブミクロン T 型ゲート MODFET のプロセス技術が展開され、その中で PMMA-Swelling 層と呼称するレジスト中間層の自然発生を見出し、それを効果的に利用する新技術が提案された。Swelling 層が2種類のレジスト膜の界面熱拡散により生じていることを各種のパラメータ測定を通して実験的に明らかにした。Swelling 層をゲート側壁狭窄技術として導入した結果、 $0.14 \mu\text{m}$ ゲート長の FET において $f_T=119 \text{ GHz}$ 、 $f_{\text{max}}=218 \text{ GHz}$ が得られている。さらに一層の高性能化に向けて第4章では低誘電率 (low-k) スペーサー膜の作成技術とデバイス性能評価がなされた。第5章ではデジタル方式携帯電話において不可欠な GaAs RF スイッチ IC (送信・受信の切り替え、高周波を on/off) の高性能化のためのスーパーセルフアライン技術など一連のデジタル携帯電話技術に関する研究成果がまとめられた。

以上の研究内容は先駆的な要素を多く包含し、電子工学分野へ多大な貢献をするものであり、博士 (工学) の学位論文として価値のあるものと認める。