The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	GaAs高速電界効果トランジスタの研究
Author(s)	三村, 高志
Citation	大阪大学, 1982, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33571
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【27】

氏名・(本籍)	三村高志
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 5748 号
学位授与の日付	昭和57年7月20日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	**GaAs高速電界効果トランジスタの研究**
論文審査委員	(主査) 教授 成田信一郎 (副査) 教授 藤沢 和男 教授 白江 公輔 教授 犬石 嘉雄 教授 大塚 穎三

論文内容の要旨

高速素子は，情報処理システムの高速化や通信の大容量化などの技術革新を可能にするために必要不可欠であり，これらの技術分野からその実現が強く要請されている。

本論文はGaAsを用いた高速動作可能な電界効果トランジスタ(FET)の実現に関する研究をとりあげたものである。本論文は三章より構成されており，第一章では本研究で採用した高速化のための方法を明確にして，高速化に最適な素子構造として絶縁ゲートFET(IGFET)と高電子移動度トランジスタ(HEMT)を提案した。

第二章において，IGFETをとりあげ，まずIGFETのゲート絶縁膜形成法として低温プラズマ酸化法を提案し，続いてGaAsプラズマ酸化膜をゲート絶縁膜として導入できるGaAs IGFETの製作過程を明らかにし，併せて基本素子構造を提案した。GaAs IGFETの高周波特性を測定し，マイクロ波領域で有用な電力利得をもつことを明らかにした。最後に，プラズマ酸化膜とGaAsとの界面の電気的特性を論じ，ドレーン電流の過渡応答からフラット・バンド電圧のシフト量を測定する方法を提案し，これを適用して表面準位を含む界面におけるキャリアの振舞に関するモデルを明確にした。

第三章においてHEMTをとりあげ，まず選択ドープしたn形Al GaAs/GaAsヘテロ接合における二次元電子ガスを制御して動作するHEMTの基本構造を提案した。つぎに素子構造パラメータと材料パラメータを用いてHEMTの基本的な電流－電圧特性を理論的に導出する手法（デバイス・モデリング）を確立し，これを適用してHEMTのスレッショルド電圧をAlGaAsの厚みとドーピング量の関数として導びき，実験結果と比較して，本手法が有効であることを明らかにした。更に電子速度飽和効果を考慮したデバイス・モデリング法を提案し，実用レベルの短いゲート長をもつHEMTの実験結果と比

較してその有効性を明らかにした。最後に，集積回路に適用できるHEMT構造や素子製作プロセスなどの集積化技術を提案し，スイッチング特性評価用リング発振器を製作し，集積化技術が有効であることを明らかにした。伝播遅延時間と消費電力を実験的に求め，HEMTのスイッチング素子としての位置づけをして，HEMTが高速，低消費電力集積回路用素子として有用であることを明らかにした。

論文の審査結果の要旨

高速素子は情報処理システムの高速化や通信の大容量化などの技術革新に不可欠のものですが，そのためにはSiにかわってGaAsがその速い電子移動度より有効であろうということが考えられてきました。この論文ではそのGaAsを用いた電界効果トランジスタ(FET)についての種々の工夫が述べられています。

第1章ではGaAs FETの現状が述べられ，高速化の条件として論理電圧振巾を大きくすること。また高い電子移動度をもったチャンネルの必要性が述べられています。

第2章では論理電圧振巾を大きくする素子構造として，絶縁ゲートFET(IGFET)を考え，新らしい低温プラズマ酸化法による製法を試みています。しかしIGFETはマイクロ波領域では有効な電力利得をもちますが，低周波では駄目だという根本的な弱点があります。このgmの周波数分散の原因としてGaAs酸化膜中のトラップ準位へGaAs中の電子や正孔がトンネル効果によって移動することによると結論しています。

第3章ではHEMT(High Electron Mobility Transistor)のことが論じられています。Modulation dopingを行ったAlGaAs/GaAsヘテロ接合のインタフェースにあるGaAs二次元電子が高い電子移動度を示すことはすでにBell研究所等の研究結果として発表されたことですが，これに特殊な構造をもたし，またゲートを設けることによってこの二次元電子密度をコントロールすることによるFETの製作に成功したのは三村君が始めてであります。このHEMTにおいてAlGaAs層の厚さを変えることにより，エンハンスメントモードのものとデプレションモードのものの両方を作ることが可能であることを示しましたが，これは実用面を考えると大変重要なことであります。このように素子製作プロセスとその基本構造を明らかにし，その電流－電圧特性を理論的にきめる設計理論を組立て，その理論が実験結果とよく合うことを示しています。またHEMTは窒素温度，77°Kで使用することがその特長を発揮することになりますが，室温でもその遮断周波数はShottry barrier型のMESFETよりもすぐれていることを明らかにしました。

第4章ではHEMTの高周波スイッチング特性をしらべるために27段のリングオッシレータを作って測定した結果，室温では1個の素子の伝播遅延時間は56.5ps，消費電力は0.64mWであり，この窒素温度での値は各々17.1ps，0.96mWであることを報告しています。この窒素温度での値は半導体素子としてのレコードであることは勿論ですが，ジョセフソン ジャンクション素子と比べても遅延時間では同等であり，非常に優秀なことが分ります。

このように三村君は新らしいGaAsを用いた高速低消費電力のFETを開発し，これが近い将来VLSI素子となる可能性を明らかにしました。このように半導体物性と電気回路設計の両面をうまく結合させた新らしい仕事を行ったという点で博士論文に値するものと認めます。