

Title	GaAsデバイスの耐環境性向上に関する研究
Author(s)	西口, 勝規
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38458
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名 西 口 勝 規

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 0 8 4 0 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 5 年 5 月 27 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 GaAsデバイスの耐環境性向上に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 一 岡 芳 樹

教 授 志 水 隆 一 教 授 岩 崎 裕 教 授 梅 野 正 隆

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、化合物半導体である GaAs の耐環境性に着目し、動作時に加えられる温度ストレスを劣化要因とする高温環境と、 γ 線によるトータル・ドーズ効果を劣化要因とする放射線環境の二つの環境下での大幅な長寿命化を達成した一連の研究成果をまとめたものであり、7章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の位置付けと目的について述べている。

第2章では、GaAs デバイス動作時の温度ストレスを低減して、高温環境下での寿命を向上させる上で最も重要な製造技術である GaAs ウェハの裏面研削加工法について述べている。そして、量産性に優れてはいるが機械的ダメージが大きい固定砥粒による裏面研削を、脆性破壊性が極めて強い GaAs に適用することに成功し、同時に、研削時の脆性・延性遷移現象などを見いだしている。さらに、これらの現象を活用して、非鏡面研削、鏡面研削、ならびに化学エッチングの三つの作業を基本構成とした、従来法よりも生産性を一桁以上向上させる新しいウェハ薄化技術を開発している。

第3章では、裏面研削加工した後、化学エッチングによって薄化した GaAsIC の機械的信頼性が十分に高いことを、ベアチップ状態では曲げ強度試験を、パッケージ実装した後には熱衝撃試験をそれぞれ行って実証している。そして、信頼性向上の原因は、研削後の化学エッチングにより、機械的ストレスの集中中心となる残留キズが除去されるためであることを示している。

第4章では、新たに高精度な GaAs デバイスの接合部温度測定法を確立し、裏面研削によりデバイス動作時の温度ストレスを当初の目的通りに低減でき、その結果、最大28倍もの長寿命化が達成できることを示している。

第5章では、 γ 線照射により GaAs 結晶中に発生する新たな格子欠陥について調べ、キャリア濃度の低下が MESFET の特性劣化の主要因であることを示すとともに、その低下と γ 線吸収線量との関係が定量的に表わせることを示している。

第6章では、GaAsMESFET の放射線環境下での寿命を従来構造よりも約一桁高い 1×10^9 rads (GaAs) まで向上させる耐放射線性 FET デバイスの設計・製作法を示し、試作デバイスで所期の性能が実現できたことについて

て述べている。

第7章では、本研究の成果を総括し、今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

化合物半導体の GaAs は、高速動作性、低消費電力性、発光特性および耐環境性に優れているので、次世代の半導体材料として期待され、研究が進められている。その特長のなかでも特に耐環境性には、自動車のエンジンルームで使用できるような耐高温性と、宇宙で使用できる耐放射線性の両方の側面があり、近年急速に注目されるようになってきたが、学術的検討と周辺技術の開発は必ずしも十分でなかったため、その特長を活用し切れていなかった。

本研究は、GaAs の耐高温性を活用するための要素技術である裏面研削加工、実装、および接合部温度測定技術の開発と、耐放射線性を活用するための GaAs 結晶への放射線の影響の解析、ならびに実用性の高い耐放射線性 GaAs デバイスの開発に関する一連の研究をまとめたもので、その主な成果は次の通りである。

- (1) 高脆性材料である GaAs に固定砥粒研削を適用し、砥粒径を減少させると脆性から延性に加工モードが遷移することを発見すると共に、加工変質層を詳しく解析し、従来法よりも一桁以上生産性に優れたウエハ薄化技術の開発に成功している。
- (2) 研削加工した GaAs チップの機械強度の評価法を確立し、研削後の化学エッチングにより機械強度が、化学的加工のみによるものと同等まで回復することを確認している。さらに、信頼性の高い実装技術を開発し、熱衝撃試験により実装後も研削した GaAs チップが高い機械的信頼性を有することを見い出している。
- (3) GaAs ショットキーダイオードの理想因子から、立ち上がり電圧の温度係数を知ることができることを見いだして、研削により GaAs デバイス動作時の接合部の温度上昇が大幅に低減でき、高温環境下での長寿命化が達成できることを実例で示している。
- (4) γ 線の GaAs 結晶に与える影響を詳細に調べ、GaAsMESFET の活性層を高濃度薄層化することが耐放射線性向上に有効であることを示している。さらにこのような GaAs デバイスの放射線環境下での特性劣化を支配する要因が、キャリア濃度の低下であることを見い出し、キャリア濃度低下と γ 線吸収線量の関係を定量的に求めている。
- (5) OMVPE を用いたプロセスで、上記の関係をデバイス設計に用いた高濃度薄層活性層を有する GaAsMESFET を実際に製作し、このような GaAs デバイスの耐放射線性の向上を定量的に示し、実用上の性能を達成することに成功している。

以上のように、本論文は、GaAs デバイスの耐環境性向上に関し、有用な指針を与えたもので、応用物理学、特に、半導体デバイス工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。