

氏名・(本籍)	うだ がわ 宇田川	たかし 隆 (神奈川県)
学位の種類	工 学 博 士	
学位記番号	工博乙第 11 号	
学位授与の日付	昭 和 61 年 2 月 21 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	原子吸光分光分析法による GaAs 結晶中の Cr 不純物に関する研究	
論文審査委員	(委員長) 教授 助 川 徳 三	
	教授 島 岡 五 朗	教授 村 田 旭
	教授 山 本 達 夫	教授 萩 野 實
	教授 熊 川 征 司	

論 文 内 容 の 要 旨

半絶縁性 GaAs 単結晶は、高周波帯域で高速動作が可能な電界効果型トランジスタ (FET) や論理集積回路 (IC) にとって必要不可欠な基板材料である。しかし、これらデバイスの特性が半絶縁性単結晶の品質に強く依存し変動することがデバイス製造上問題となっている。

このため、半絶縁性 GaAs 単結晶の品質の評価手法の確立が GaAs FET や IC の製品化にとって重要な課題となっている。

本論文は、半絶縁性 GaAs 結晶の品質を結晶中に含まれる極微量の Cr 不純物の量及びその挙動の観点から評価した結果を骨子としており、緒論及び本文 8 章と結言から構成されている。また本研究では、Cr 不純物量を正確に高精度で定量することが根本的に重要であるという認識から、Cr 不純物の定量に原子吸光分光分析法を用いたことを特色としている。

この原子吸光分光分析法による極微量 Cr 不純物の定量分析条件及び本分析法の優位性を第 7 章及び第 2 章に記述する。分析条件については Cr の定量限界を向上させるべく最適化し、絶対検出限界として $2.5 \times 10^{-11} \text{g}$ を得た。また、GaAs マトリックス中の Cr 不純物については $\pm 0.05 \text{wt. ppm}$ の高い精度で定量を可能にし従来から GaAs 結晶中の微量不純物分析に多用されている質量分析法の精度が factor 2~3 程度であることを勘案すると格段の高精度化が果されていることを示した。

以後の章では、原子吸光分光分析法で定量された正確な Cr 濃度を基に、半絶縁性 GaAs 結晶の電気的特性と Cr 濃度とのいくつかの相関関係を示した。特に結晶の半絶縁性の指標となる結晶のリーク電流が、Cr 濃度の増加と共に減少することを示した。また、半絶縁性 GaAs 結晶にイオ

ン注入する際に認められる注入原子の活性化率の変動の原因が従来不明確であったのに対し本研究では、原子吸光分光分析法による正確な Cr 定量値を基に、活性化率に影響を及ぼすのは、結晶中の Cr 不純物の濃度であることを明らかにした。上記の研究については第 3 章から第 5 章に記述した。

更に第 5 章では、GaAsFET 等のデバイス製作工程中の基板加熱プロセス中に生ずる Cr 不純物の挙動について考察した。この章では、まず Cr 不純物が基板結晶の加熱により拡散し、結晶表面から深さ方向に再分布することを示した。この Cr の再分布は、結晶表面から Cr の化合物の蒸発に起因することを原子吸光分析法を利用して実証し、Cr 不純物の熱的挙動の解明にも原子吸光法が有用であることを提示した。また、Cr の拡散に関し、結晶を比較的高い温度で長時間熱処理した際に生ずる拡散理論では説明できない Cr の異常な分布は、熱処理に伴う基板表面での Ga 液滴の発生など結晶の表面状態の変化に関連していることを示した。

次に、半絶縁性 GaAs 結晶の表面近傍が熱処理に因って低抵抗化し素子間の絶縁に支障を期たす問題について考察し、低抵抗化する領域、所謂、熱変性領域での低抵抗値の変化と同領域に於ける Cr 濃度の減少率との強い相関から基板結晶表面の低抵抗化が Cr の外部への拡散に因ることを明らかにした。

これら Cr 不純物の再分布に関する基礎的な検討に加え、Cr の再分布現象が GaAsFET の特性に及ぼす影響を考察した。その結果、FET のソース/ドレイン電極間の電流の経時的変化（ドリフト電流）が基板結晶から能動層へ拡散してくる Cr に誘因されることを見出し、このドリフト電流は、用いる基板結晶中の Cr 濃度が高い程大きくなることを原子吸光分析法による Cr 不純物の分析結果から明確にした。また、ドリフト電流は、基板結晶と能動層との間にバッファ層を挿入することで低減させられることを示し、もって FET の特性安定化に果たした役割についても言及した。

結言の章では、以上の結果を総括すると共に、原子吸光分光分析法を利用した半絶縁性 GaAs 結晶の Cr 不純物に関する研究が、結晶のバルク特性のみならず FET の特性安定化にも寄与できることを述べ、本研究の有用性を結論した。