

Title	半導体中微量軽元素不純物の荷電粒子放射化分析による研究
Author(s)	伊東, 芳子
Citation	
Issue Date	
oaire:version	
URL	https://hdl.handle.net/11094/36763
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について ご参照 ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	伊 東 芳 子
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 8741 号
学位授与の日付	平成元年5月19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	半導体中微量軽元素不純物の荷電粒子放射化分析による研究
論文審査委員	(主査) 教授 難波 進 (副査) 教授 浜川 圭弘 教授 小林 猛 教授 畑田 耕一 助教授 高井 幹夫

論 文 内 容 の 要 旨

集積回路をはじめとする各種デバイスの小型化、高性能化にともない、その基本となる半導体材料自体の特性評価に関して極めて厳しい要求が出されるようになってきた。特に、炭素、窒素、酸素等の軽元素残留不純物のデバイス工程での複雑な振舞いを解明、制御することは半導体工業における重要課題である。これら軽元素不純物の分析には赤外吸収(IR)法やひろがり抵抗(SR)法等の簡便な方法が普通使われているが、これらは間接的な方法であり、抽出を含む複雑な現象を調べるためには不純物の挙動を直接測定する必要がある。荷電粒子放射化分析は高感度絶対値分析法として優れているが、加速器を用いて不純物を放射化するため、特別な放射能取扱施設が必要であり、また、化学分離操作が必要な場合もあり、これまで半導体材料の評価にはあまり用いられていなかった。

本論文は、著者が理化学研究所核化学研究室において、荷電粒子を用いた高感度分析法により行ってきた半導体材料中の軽元素不純物の研究に関する成果をまとめたもので、本文8章と謝辞からなっている。

本研究では、荷電粒子放射化分析法を用いて、Si結晶中の酸素の溶解度と拡散係数を測定し、赤外吸収法では測定できない高濃度不純物添加Si結晶中の酸素濃度を明らかにした。さらに、酸素濃度と添加不純物が欠陥発生に関係することを示した。また、炭素、酸素の熱処理による状態変化が金の拡散に影響を与えることを明らかにした。

Si結晶中の窒素については、雰囲気からの窒素汚染の影響が無い簡便な分析法を確立し、拡散係数を明らかにした。また、FZ-Si結晶中の窒素の赤外吸収較正曲線を作製し、CZ-Si結晶中においては赤外不活性の窒素が存在することを明らかにした。

GaAs 結晶については炭素とホウ素の同時定量法を確立し、製造条件の違いと炭素、ホウ素及び酸素濃度の関係を明らかにした。また、炭素は CO として結晶中に混入することが分かった。半絶縁性を左右する重要な不純物である炭素の赤外吸収校正曲線を作成し、較正値が従来使われていた値の $1/3.4$ であることを明らかにした。

論文の審査結果の要旨

本論文は、荷電粒子放射化分析法を用いて、半導体中軽元素不純物の定量分析を行うとともにこれら不純物の挙動を研究した結果をまとめたものである。

まず、荷電粒子を用いた不純物の深さ分布の新しい測定法により、Si 結晶中の酸素の溶解度と拡散係数を測定し、従来の値より正確な値を得ることができた。また、赤外吸収法では測定できない高濃度不純物添加 Si 結晶中の酸素濃度を測定し、アンチモン添加結晶においては低酸素濃度では欠陥が発生しにくいこと、炭素、酸素の熱処理による状態変化が金の拡散を早めることなどを明らかにした。

Si 結晶中の窒素については、周囲に存在する窒素に汚染されないような簡便な分析法を確立し、窒素の拡散係数を初めて直接測定することに成功した。さらに、本放射化分析法により、酸素の少ない FZ-Si 結晶中では、窒素の赤外吸収校正曲線の作成に成功したが、酸素混入の多い CZ-Si 結晶では窒素の校正曲線を作ることができず、逆に赤外不活性の窒素の存在を明らかにすることができた。

GaAs 結晶については炭素とホウ素の同時定量法を確立し、製造条件の違いによる炭素、ホウ素及び酸素濃度を測定し、炭素は CO として結晶中に混入することを明らかにした。半絶縁性を左右する重要な不純物である炭素の赤外吸収校正曲線を作成し、較正値が従来使われていた値の $1/3.4$ であることを明らかにした。

本研究は、従来、間接的な方法でしか検出出来なかった半導体中の軽元素不純物の高感度直接分析法を実現したものである。この論文により、将来の超高密度集積化デバイス製作のための高純度半導体材料の開発に有力な手掛かりが得られた。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。