

Title	Boron Segregation to Extended Defects Induced by Self-Ion Implantation into Silicon
Author(s)	夏, 建新
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42139
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	か 夏 けん 建 しん 新
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 1 4 9 5 1 号
学位授与年月日	平成 11 年 9 月 30 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科 電子工学専攻
学位論文名	Boron Segregation to Extended Defects Induced by Self-Ion Implantation into Silicon (イオン注入によって導入したシリコン中の不純物原子拡散に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 谷口 研二 (副査) 教授 吉野 勝美 教授 濱口 智尋 教授 尾浦憲治郎 教授 森田 清三 教授 西原 浩

論文内容の要旨

本論文ではシリコンイオン注入後の熱処理によって発生した結晶欠陥へのボロン析出に関する研究について述べている。本文は以下の 5 章で構成されている。

第 1 章では、結晶欠陥成長メカニズムおよびボロン原子の過渡増速拡散に関するこれまでの研究について概観している。さらにこの章では、本研究の背景と問題点を明確にし、研究の目的および意義を明らかにしている。

第 2 章では、二次欠陥へのボロン析出のアニール時間依存性を二次イオン質量分析法と透過電子顕微鏡で観察した結果を述べている。一定のボロン濃度を有する CZ シリコンウェーハにシリコンイオンを注入した後、窒素雰囲気中で熱処理を施した試料では、熱処理時間の増加とともに EOR (end-of-range) 転位ループ・クラムシェル欠陥・Rp (射影飛程) 欠陥が成長・分解する。これに呼応して、結晶中に均一に含まれるボロン原子も、それぞれの欠陥へ析出し、そのピーク値も欠陥の成長・消滅と類似の挙動を示すことを確認している。さらに、低温アニールでは、ボロンの析出時間が長くなる一方でそのピーク濃度が高くなる。この EOR 転位ループへのボロン析出の時間依存性を説明するために平均ループ半径と総面密度を取り入れた数式的なモデルを提案し、EOR 転位ループへのボロン析出エネルギーが 0.75 eV であることを明らかにしている。

第 3 章では、{311} 欠陥へのボロン析出過程を詳しく調べている。{311} 欠陥へのボロン析出は、注入エネルギー・注入量に関係なく、格子間シリコン原子濃度が $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ を超えた個所で形成されることを明らかにしている。{311} 欠陥へ析出するボロン原子量が熱処理時間の平方根に比例して増加し、最大値に達してから、指数関数的に減少していくことを確認している。このことは析出過程がボロン拡散で律速されることを示唆している。

第 4 章では、{311} 欠陥のサイズ分布を取り入れた {311} 欠陥へのボロン析出モデルを提案している。{311} 棒状欠陥の成長・分解反応が欠陥の両端で起こると仮定したモデルを組みこんだシミュレーションの結果、{311} 欠陥へのボロン析出量の分布が実験値とよく一致することから、このモデルの妥当性を確認している。

第 5 章では、得られた知見を総括し、本研究の結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文では、シリコンイオン注入後の熱処理時に発生した結晶欠陥へボロンが析出する過程を実験的に詳しく調べた結果を紹介し、そのデータを基にシリコン中の不純物拡散を正確に予測するモデルの提案を行っている。主な結果を要約すると以下のとおりである。

(1) EOR 転位ループ・クラムシェル欠陥・ R_p 欠陥の成長・分解に呼応して、結晶中に均一に含まれるボロン原子が、それぞれの欠陥へ析出し、そのピーク値も欠陥の成長・消滅と類似の挙動を示すことを明らかにしている。

(2) EOR 転位ループへのボロン析出の時間依存性を説明するために、平均ループ半径と総面密度を取り入れた数式的なモデルを提案している。このモデルから、EOE 転位ループへのボロン析出エネルギーが0.75 eVであることを明らかにしている。

(3) イオン注入後のアニールで生じた{311}欠陥にボロン原子が析出することを初めて見出している。注入エネルギー・注入量に関係なく、{311}欠陥へのボロン析出は格子間シリコン原子濃度が $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ を超えた個所で形成されることを明らかにしている。

(4) {311}欠陥へ析出するボロン原子量が熱処理時間の平方根に比例して増加し、最大値に達してから、指数関数的に減少していくことを明らかにしている。このことは析出過程がボロン拡散で律速されていることを示している。

(5) {311}欠陥のサイズ分布を取り入れた{311}欠陥へのボロン析出モデルを提案している。シミュレーションで得られた{311}欠陥へのボロン析出量の分布が実験値とよく一致することから、このモデルが{311}欠陥の挙動を正確に表現していることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、シリコンイオン注入後の熱処理によって発生した様々な結晶欠陥へのボロン析出に関して多くの新しい知見をもたらすとともに、イオン注入で導入した不純物の拡散を精密に予測するための重要な情報を提供するもので、電子工学ならびに集積回路プロセス技術の進歩に貢献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。