OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	シリコン結晶中におけるAs原子拡散に関する研究
Author(s)	金, 良守
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43496
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

氏名	金 良守（きん りゃんす）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 17032 号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電子情報エネルギー工学専攻
学位論文名	シリコン結晶中におけるAs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 谷野 哲三　教授 北山 研一　教授 岸野 文郎 教授 尾浦憲治郎　教授 森田 清三

論文内容の要旨

本論文はSi結晶中におけるAs注入後のAs拡散および基板ドーパントの再分布に関する研究の成果をまとめたものである。

第1章では本研究の背景および目的について述べた。

第2章では、シリコン結晶中の不純物拡散を引き起こす真性点欠陥の基本構造とその濃度を簡単に説明した。格子間シリコン原子が集積して形成される二次欠陥についてもふれた。次に、拡散方程式、不純物の拡散メカニズム、ドーパントの拡散メカニズムについて述べた。また、電界効果とフェルミレベル効果の基本概念を述べた。

第3章では、Asが点欠陥とどのように相互作用して過渡増速拡散が生じるのかを調べた実験について述べた。ここでは、As注入後、短時間熱処理を施し、その後Siを非アモルファス化ドーズで注入し熱処理を施した。実験の結果、AsおよびSi注入ドーズが高い場合、熱処理初期にAsの過渡増速拡散が抑制されることが明らかになった。この原因は、As-Vクラスタの形成により拡散可能なAs濃度が減少したためであることがわかった。

第4章では、Asと{311}欠陥および転位ループとの相互作用を調べた結果について述べた。Asが均一濃度にドープされた基板にSiを非アモルファス化ドーズで注入した結果、Asは{311}欠陥領域に析出することがわかった。また、As濃度一定基板にSiをアモルファス化ドーズで注入し熱処理を施して調べた結果、AsはEOR転位ループ領域にも析出することがわかった。

第5章では、As注入ダメージとAsのイオン化に起因する電気的効果が他のドーパントに与える影響について、実験とシミュレーションで調べた結果について述べた。Pがドープされた基板にAsまたはGeをアモルファス化注入した結果、PはEORから押し出されることがわかった。電界効果を考慮したシミュレーションで、Pの再分布がで再現でき、また、PIペアを考慮することで実験結果に近いプロファイルが得られることがわかった。

第6章では、{311}欠陥と格子間シリコン原子型欠陥に起因するフォトルミネッセンス（PL）ピークが、熱処理時間経過とともにどう変化するかを調べた。実験では非アモルファス化Si注入し、熱処理を施した。実験結果から、{311}欠陥形成前段階の熱処理初期において、2種類の欠陥からのPLが確認できた。一つは、空孔または格子間シリコン原子型クラスタで、もう一つは、格子間シリコン原子型クラスタであった。

第7章では、第3章から第6章までを総括して結論とした。

論文審査の結果の要旨

半導体製造プロセスにおけるコストの削減と開発期間の短縮は、プロセスシミュレーションを利用することによって達成できる。現在用いられている不純物拡散プロセスシミュレーターの精度は、物理モデルと使用する物理パラメーターの値に左右される。本論文は上記の不純物原子拡散プロセスシミュレータの精度を向上させる目的で行われたもので、シリコン結晶中における As 拡散機構を原子レベルからの視点で研究を行っている。この研究で採用した実験方法およびその結果から導き出された不純物原子拡散メカニズムには独創性があり、新しい知見が含まれている。その主要な成果は次の通りである。

(1)イオン注入で発生した過剰な格子間シリコン原子が As の過渡増速拡散を増大することを明らかにしている。また、熱処理初期において見られた As の過渡増速拡散の抑制は、As-V クラスタの形成に起因することを指摘している。

(2) P および As は過渡増速拡散の段階で {311} 欠陥領域に析出することを、また、この析出機構は拡散律速で進行していることを明らかにしている。

(3)EOR 転位ループ領域に As が析出すること、さらに As の析出はバックグラウンド As 濃度に依存しないことを明らかにしている。また、EOR 転位ループへの As の析出エネルギーが約0.6eV であることを実験的に求めている。

(4) P 濃度一定基板に As および Ge をアモルファス化注入した実験より、熱処理後、電界効果によって P が EOR 領域から押し出されることを明らかにしている。この実験結果をシミュレーションで再現し、PI^{*}ペアの存在を間接的に検証している。

(5)フォトルミネッセンス法を用いて格子間シリコン原子型クラスタが {311} 欠陥に変化する過程を明らかにしている。さらに、このクラスタが {311} 欠陥に変化するための時定数の活性化エネルギーが5.2eV であることを求めている。

以上のように、本論文は、As 原子の拡散機構と、As と点欠陥および二次欠陥との相互作用、さらに As と As 以外の不純物との相互作用に関して多くの知見をもたらすとともに、イオン注入で導入した As の拡散を精密に予測するための有益な情報を提供するもので、電子工学ならびに半導体集積回路プロセス技術の発展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。