



Title	イオン注入された不純物の分布に関する研究
Author(s)	岩木, 正哉
Citation	大阪大学, 1975, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/1323">https://hdl.handle.net/11094/1323</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	岩木正哉
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 3368 号
学位授与の日付	昭和 50 年 3 月 25 日
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	イオン注入された不純物の分布に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 難波 進 (副査) 教授 牧本 利夫 教授 藤沢 和男 教授 末田 正

### 論文内容の要旨

本論文はシリコンへイオン注入された不純物の分布およびキャリア分布を測定し、飛程分布、增速拡散現象、注入層の電気特性に関して調べたものである。注入不純物としてはこれまであまり報告されず、しかも半導体素子作製には重要な元素である砒素を用いている。

イオン注入は非熱平衡下でのプロセスであるため、注入中に数多くの格子欠陥が発生し、注入不純物のドーピング効果を得るために注入基板を高温にして注入するか、あるいは室温注入後熱処理を行なう必要がある。したがって本研究は室温注入分布、高温注入分布、熱処理後の分布に分けて検討している。砒素分布の測定には注入後の熱中性子放射化分析法を使用し、同一試料中の砒素分布とキャリア分布の測定には放射性同位元素注入による方法を用いている。

室温注入分布は少数のイオンが深くまで浸入して形成する指数関数型の tail と大多数のイオンによって形成されるガウス型に近い分布から成り立っている。このガウス型に近い分布から得られる平均投射飛程およびその標準偏差は LSS 理論から計算された値とよい一致を示す。しかし、計算においてはガウス分布が仮定されているが、実際の分布は平均投射飛程を軸に左右非対称である。したがって分布を正確に計算するには飛程の高次のモーメントを導入する必要がある。

高温注入を行なうと砒素は增速拡散し、その分布は 200°C から 700°C まで温度依存性を示さない。また、增速拡散効果によって形成される領域の分布は指数関数型を示し、その勾配は注入方向および注入速度に依存しない。さらに、この增速拡散現象は格子欠陥の多い試料ではみられない。これらの結果から、砒素の增速拡散機構は格子間原子の拡散によるものであることを結論している。

室温注入後 600°C で熱処理した砒素分布は室温注入分布から変化しないが、915°C の熱処理ではガ

ウス分布からステップ状の分布に変化する。この変化の原因は砒素の熱拡散係数が濃度依存性をもつためであると考えられる。また、砒素分布とキャリア分布を同一試料を用いて測定した結果、砒素濃度とキャリア濃度は、室温注入後500°Cの熱処理ではtail領域においてのみ一致するのに対し、600°Cの熱処理では注入層全域にわたって一致する。この結果は熱処理による砒素の電気的活性化がまず格子欠陥の少ないtail領域から起り、表面に向って進行してゆくことを示している。

以上の結果より、シリコンヘイオン注入された砒素の電気的活性化は比較的低温の熱処理で得られることが結論され、またその分布を決定する要因が明らかにされた。

### 論文の審査結果の要旨

本論文は、シリコンヘイオン注入された不純物の分布およびキャリアの分布に関する研究結果をまとめたものである。イオン注入法は非熱平衡下のプロセスであるため、注入中に発生した多数の格子欠陥を熱処理により消滅させたのちに始めて所望の電気特性をもった注入層を得ることができる。従来、熱処理後のキャリア分布に関する報告は多いが、測定困難な注入イオンの分布に関する報告は殆んどない。岩木君は熱中性子放射化分析法と陽極酸化剝離法を併用して各種条件下でイオン注入された砒素の分布を正確に測定し、LSS理論から求められる分布との一致を確観し、また高温注入時におこる增速拡散現象の機構を明確にした。さらに、砒素の放射性同位元素をイオン注入された試料を用い、砒素の分布とキャリアの分布を同時測定することにより、熱処理中におこるキャリアの回復過程を明らかにした。これらの結果は、イオン注入法を利用した半導体素子製作技術に重要な知見を与えるものであり、半導体工学の分野に対する貢献も大である。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。