

Title	二次イオン質量分析の基礎的問題の研究
Author(s)	姜, 錫泰
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/32571">http://hdl.handle.net/11094/32571</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名・(本籍)	姜 <sup>かん</sup> 錫 <sup>すく</sup> 泰 <sup>たい</sup>
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 4 6 6 8 号
学位授与の日付	昭和 54 年 5 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科 応用物理学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	二次イオン質量分析の基礎的問題の研究
論文審査委員	(主査) 教 授 橋本初次郎 (副査) 教 授 鈴木 達朗 教 授 三石 明善 教 授 藤田 広志 教 授 岩本 信也

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は二次イオン質量分析 (SIMS) の基本的である入射イオンと固体との相互作用について、モンテカルロ法を用いた理論計算を行うと同時に、イオンマイクロアナライザー (IMA) を用いた化合物半導体材料に対する実験結果との比較検討を行うことにより理論の有用性を確かめ、更に一連の実験結果より得られたスパッタリング、イオン注入などに関する新しい知見について論じたもので6章よりなっている。

第1章では序論として KeV イオンと固体との相互作用について従来までに得られている理論ならびに実験について説明し、解明を迫られている問題点を指摘している。

第2章では理論による解析方法としてモンテカルロ法を用いたコンピューターシミュレーションについて述べ、本研究で考案された新しい計算方法について説明し、計算精度が大幅に向上すると同時に合金などへの適用が可能になり応用範囲が広くなることを示している。

第3章ではイオン注入における注入原子の深さ分布について述べた理論計算を用いて一連のシミュレーションを行い、従来の実験結果を非常によく説明することを示している。又、IMA を用いた深さ分布の測定精度向上のために、新たに考案された slightly in-focussing technique が実用上非常に有用であることを、Si 中の B や As の深さ分布測定により確かめている。

第4章はイオンスパッタリングを用いた深さ分布測定において、分解能を決定すると考えられている。atomic mixing 効果について、コンピューターシミュレーションを用いた解析を中心に述べておりとくに従来経験的に知られている深さ分解能のスパッターイオンの入射エネルギーならびに入射角依存性について初めて理論的な説明を与えることが出来た点を指摘し、理論解析の有用性に言及してい

る。

第5章では本研究で得られたスパッタリングについての理論と実験との比較検討が論じられている。とくに実験では実用上きわめて重要な Si についての Ar<sup>+</sup>イオンに対するスパッタリングを IMA を用いることにより 5 keV と 10 keV の場合について、入射角 0°, 45°, および 60° の場合に測定を行い、Si のスパッタリングが keV 領域では入射イオンに対するエネルギー依存性がないことを確認している。この結果より現在の理論が大なり小なりエネルギー依存性を示唆していることから、スパッタリングについての定量的検討を行うにはより詳細な理論面での検討がなお必要であることを指摘している。

第6章では局所熱平衡プラズマ (LTE) モデルによる定量補正方式のコンピュータープログラムの作製とその定量分析への応用を試み、IMA を用いた定量分析を行う上での最適条件について検討している。これにもとづき IMA 分析における再現性ならびに分析精度を向上させるための実験条件を明らかにし、計算による結果とのよい一致をたしかめている。

最後に総括として各章のまとめを記し、補遺としてコンピューターシミュレーションのプログラムリストを収録している。

## 論文の審査結果の要旨

二次イオン質量分析法 (SIMS) は現在のところ最も高感度な表面分析法として、とくに微量不純物元素の同定、イオン注入原子の深さ分布測定、定量分析などに広く用いられている。しかし、この分析法の基礎であるイオンと固体との相互作用については十分解明されていないため、分析精度や得られた結果の解釈に不明の点が多い。

本論文は、モンテカルロ法による解析手法を用いて入射イオンと固体との相互作用について研究し、主としてイオンマイクロアナライザー (IMA) を用いた実験により、半導体におけるイオン注入原子の深さ分布、Si のスパッタリング収率を測定し、化合物半導体の定量分析の研究を行ったもので、得られた成果はつぎの通りである。

- (1) モンテカルロ法にもとづく新しい理論計算を行って、イオン注入原子の三次元分布ならびに Si のスパッタリングについての解析を行い、実験結果との比較検討により理論の有用性を確かめている。
- (2) 主として IMA を中心とした実験により、イオン注入原子の三次元分布の決定、スパッタリング収率の精密測定を行い、とくに後者においては keV 領域で入射イオンのエネルギー依存性がないことを見出している。
- (3) IMA による定量分析法の基礎となっている局所熱平衡プラズマモデルにもとづく定量分析法を開発し、それを化合物半導体に応用して定量分析精度を詳しく論じると同時に、分析精度向上のため

の最適実験条件を決定し，理論的な説明を与えている。

以上のように本論文は表面分析法として最近広く用いられるようになったSIMSの基礎的問題について理論と実験の両面から検討を行うことによって，分析結果のより正確な解釈を可能にしたもので半導体工学，材料物性工学上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。