

Title	Study on Ion Beam Induced Effects in Sputter Depth Profiling
Author(s)	李, 炯益
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/40636">https://hdl.handle.net/11094/40636</a>
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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</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	李炯益
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 13885 号
学位授与年月日	平成10年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科応用物理学専攻
学位論文名	Study on Ion Beam Induced Effects in Sputter Depth Profiling (深さ方向分析におけるイオンビーム照射誘起効果に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 志水 隆一  (副査) 教授 中島 信一    教授 萩行 正憲    教授 樹下 行三 教授 岩崎 裕    教授 一岡 芳樹

### 論文内容の要旨

本研究は、イオンスパッタリングによる深さ方向分析において、イオンビームと固体表面との相互作用により生じるアトミックミキシングや表面荒れ生成などの現象をより詳しく理解することを目的として行われたものであり、半導体超格子に対するオージェ深さ分析について実験ならびにそのシミュレーションを行い、この現象の解析を行ったものである。

第1章では、深さ分析を行うためにイオンスパッタを用いる方法の特徴とイオンビーム誘起効果について述べている。また実際にこの効果を調べるための理論計算及び実験方法について述べている。

第2章では、深さ分析におけるアトミックミキシング効果を詳しく調べるため、衝突カスケードによって生成された格子間原子と空孔の再結合を考慮したモンテカルロシミュレーションモデルを提案し、さらにこのモデルをGaAs/AlAs超格子に適用した計算結果について述べている。

第3章では、スパッタデプスプロファイルを得るためのISS及びAES連続測定装置について述べている。特に本装置は電子衝撃型イオン銃の熱フィラメントとしてReフィラメントを用いることによってAr<sup>+</sup>及びO<sub>2</sub><sup>+</sup>イオンビーム生成が可能になり新しい展開がみられることを指摘している。

第4章では、GaAs/AlAs超格子試料に対して、Ar<sup>+</sup>とO<sub>2</sub><sup>+</sup>イオンを用いたスパッタリングにより得られたオージェ深さ分析プロファイルの比較を行い、この結果O<sub>2</sub><sup>+</sup>イオンスパッタリングにより生じる新たな化学効果について述べている。

第5章では、InP系に対してREM/RHEED観察及びISS測定を行い、その結果イオンスパッタリングによって表面で生成されるスパッタコーンの低温におけるコーン抑制過程についての新しい知見を提起している。

最後に本研究のまとめと今後の展望について述べている。

### 論文審査の結果の要旨

イオンスパッタリングを用いた深さ分析は、深さに関する固体表面の元素分析を原子レベルで行うことができるため、半導体工業や材料科学などで広く利用されている。しかしながら、試料表面をスパッタするためにイオンビーム

を用いることによって、アトミックミキシングが生じる。また試料によっては表面拡散及び著しい表面荒れが生じる。そのため、この方法により構成元素の深さ分布に関する正確な情報を得るためには、イオンビームによって誘起されるこれらの効果について詳しい知見が必要である。

本研究は、GaAs/AlAs多層膜について行われた一連の実験に対してモンテカルロシミュレーションを行い、アトミックミキシング現象を詳しく調べたものである。また活性イオンによるスパッタリング効果を調べると共にInP系におけるイオン照射によるコーン生成過程について、実験結果に基づいて新しいモデルを提案している。

研究成果を要約すると以下の通りである。

- (1)モンテカルロシミュレーションにより深さ分析を行うため、格子間原子と空孔の再結合を考慮した新しいモデルを提案し、標準試料GaAs/AlAsのオージェ深さ分析の実験結果と比較することによって、このシミュレーションモデルの有用性を確認している。また、これらの結果からアトミックミキシング現象についてのより詳しい知見を得ている。
- (2)GaAs/AlAs多層膜について $O_2^+$ 及び $Ar^+$ イオンを用いて深さ分析を行い、それらの実験結果を比較することによって、入射した酸素原子とAlとの選択的な化学結合が生じることを見出している。さらにそのようなAl-O複合体が表面に偏析することを示唆している。
- (3)InP系における、スパッタコーン生成過程についてISS測定及びモンテカルロシミュレーションから、P原子の選択スパッタが生じていることを確認し、その結果表面にIn原子が余り、それが拡散してコーンを形成することをAES-ISS連続測定及びREM/RHEED観察により実証している。また試料冷却機構を製作して低温（～190K）においては、In原子の表面拡散が抑えられ、その結果としてスパッタコーン形成が抑制されることを確認している。

以上のように、本論文では、イオンビーム照射により生じるアトミックミキシング、選択スパッタリングならびに表面荒れの現象について、実験ならびに新しいモンテカルロシミュレーションモデルに基づく計算により解明を試みたもので、原子レベルでの深さ分析を実現する上での有用な知見を得ており、応用物理学とくに半導体工学分野に寄与することが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。