



Title	Evaluation of hetero interfaces in semiconductor and magnetic devices by sputter-assisted Auger electron spectroscopy
Author(s)	梶原, 和夫
Citation	大阪大学, 1992, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38252">https://hdl.handle.net/11094/38252</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">大阪大学の博士論文について</a>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	梶 原 和 夫
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 4 0 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 4 年 9 月 22 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	Evaluation of hetero interfaces in semiconductor and magnetic devices by sputter-assisted Auger electron spectroscopy (オージェ電子分光法による半導体及び磁気デバイスのヘテロ界面評価の研究) (主査)
論 文 審 査 委 員	教 授 志水 隆一 教 授 中島 信一 教 授 興地 斐男 教 授 岩崎 裕

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、イオンスパッタリングを併用したオージェ電子分光法 (AES) の深さ分解能を、一原子層毎に組成の制御可能な AlGaAs/GaAs 半導体超格子をレファレンスとして用いることによって、定量的に求められることを示し、実用上の限界値がほぼ 1.5nm であることを示した。続いて、その高分解能 AES デプスプロファイリング法を半導体及び磁気デバイスに適用し、従来未解決であった諸問題を解明した研究成果について述べた。各章で示した内容をまとめると以下ようになる。

第一章では、ヘテロ界面評価方法、透過電子顕微鏡法 (TEM)、AES デプスプロファイリング法の深さ分解能を決定する要因について述べた。

第二章では、断面 TEM により、有機金属気相成長法 (MOCVD) で成長させた AlAs/GaAs 半導体超格子について、ヘテロ界面急峻性が±一原子層以下であることを実証した。

第三章では、TEM、走査電子顕微鏡法 (SEM)、AES デプスプロファイリング法を用いて複合的に評価することにより、GaAs 単結晶基板との界面からエピタキシャル超格子最表面まで超格子構造が均一に作製されていることを実証した。

第四章では、既に実証された AlGaAs/GaAs 半導体超格子試料を用いて、AES デプスプロファイリング法の深さ分解能を改善する試み、1) 差動排気型イオン銃の開発、2) 低エネルギーオージェ信号を用いた測定法の確立、3) Ar イオンエネルギーの低減化、について述べ、実用限界値が 1.5nm であることを検証した。

第五章では、高分解能 AES デプスプロファイリング法を適用することにより、10-50nm 厚の Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 誘電体薄膜の化学量論比を半定量的に求めることが可能であること、又 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 薄膜/Si 基板の界面を詳細に解析し、界面に存在する極薄の Si 自然酸化膜の厚さが 1.5-2nm であること、さらにデポジット後の熱酸化工程における Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 薄膜/Si 基板界面での Si の酸化速度が求められること、を実証した。

第六章では、高分解能 AES デプスプロファイリング法のもう一つの応用例として、FeGaSiRu 磁性合金薄膜/Mn Zn-フェライト基板の界面を詳細に解析し、従来未解決であった疑似ギャップ効果の本質が、熱処理工程により形成

された界面反応層であり、反応防止膜を中間に挟むことによりデバイス特性が大幅に改善されることを実証した。

## 論文審査の結果の要旨

半導体及び磁気デバイスのヘテロ界面の急峻性を原子レベルで評価することが求められている。本論文は、高分解能電子顕微鏡を用いて、1原子層毎に組成の制御可能な AlGaAs/GaAs 半導体超格子のヘテロ界面急峻性が2原子層以下であることを確認し、これらの試料を標準試料として用いて、オージェ電子分光法による高分解能深さ分析法を確立し、その有用性を実証したものであり、その主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 有機金属気相成長法で作製した AlGaAs/GaAs 半導体超格子が、2原子層以下のヘテロ界面急峻性を有するものであることを高分解能電子顕微鏡観察により確認し、表面分析法による深さ分析用標準試料として最適であると提案している。
- (2) この AlGaAs/GaAs 超格子試料を用いて、オージェ電子分光法 (AES) による深さ分析について実験面からの検討を試み、(i) 差動排気型イオン銃の開発、(ii) 低エネルギーオージェ信号を用いた測定法、(iii) 低速イオンビームによるスパッタリング、などの新しい手法を確立して、深さ分解能の実用限界値がほぼ1.5nmであることを検証している。
- (3) この AES による高分解能深さ分析法を応用して、Si 基板面上の自然酸化膜厚の決定ならびに MnZn フェライト基板面上の反応層の厚さと疑似ギャップ効果との相関関係を明らかにすることにより、半導体および磁気デバイスの特性を大幅に改善することに成功している。

以上のように、本論文は、AES を用いた高分解能深さ分析法を確立すると共に、この分析法を用いて半導体および磁気デバイスの特性の改善についても有用な指針を与えており、応用物理学、特に半導体工学ならびに表面分析法の発展に大きく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。