The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	超高真空浮遊型低速イオン銃の開発及び高分解能スパッタ深さ分析への応用
Author(s)	水原, 譲
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/44875
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【7】

氏　　名	水原　譲（みずはら　ゆずる）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　18658　号
学位授与年月日	平成16年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科物質・生命工学専攻
学位論文名	**超高真空浮遊型低速イオン銃の開発及び高分解能スパッタ深さ分析への応用**
論文審査委員	（主査） 教　授　高井　義造 （副査） 教　授　金谷　茂則　　教　授　福住　俊一　　教　授　宮田　幹二 教　授　柳田　祥三　　教　授　横山　正明　　教　授　伊東　一良 教　授　青野　正和 超伝導フォトニクス研究センター教授　萩行　正憲

論文内容の要旨

本論文は、超高真空浮遊型低速イオン銃の開発及び高分解能スパッタ深さ分析への応用、絶縁物における帯電現象の定量評価法及び仕事関数測定によるドーパント分析技術の確立を行い、AES 測定システムを用いた包括的な半導体デバイス評価法の実現を目的として行った研究について纏めている。

第1章では、研究背景について述べている。AES スパッタ探さ分析の概要、高深さ分解能化に対する低速イオンの有効性、更に二次電子放出について説明し、帯電現象の知見の必要性及び仕事関数測定によるドーパント分析が行える可能性を述べている。最後に本研究の目的を示している。

第2章では、AES、二次電子法の原理及び実験装置について述べている。

第3章では、超高真空浮遊型低速イオン銃（UHV-FLIG）及び差動排気型 UHV-FLIG の開発について述べている。特性評価の結果から、本研究で開発したイオン銃が高分解能スパッタ深さ分析に十分対応が可能であることを確認している。

第4章では、深さプロファイルの定量解析に広く用いられている MRI モデルの拡張について述べている。GaAs/AlAs 超格子試料の AES スパッタ深さ分析で得られた深さプロファイルを拡張 MRI モデルで解析し、傾斜型 CMA を用いた高分解能 AES スパッタ深さ分析で得られる深さプロファイルを正確に解析する為には、拡張 MRI モデルが必要であることを確認している。

第5章では、第3章で述べた差動排気型 UHV-FLIG を用いた、GaAs/AlAs 超格子試料の AES スパッタ深さ分析の結果について述べている。深さプロファイルの解析結果から、100 eV Ar^+ イオン照射で 1.0 nm の超高深さ分解能が得られることを示している。更に低速イオンによるスパッタリング現象に関して得られた知見について述べている。

第6章では、電子線照射下の絶縁物表面の表面電位及び帯電量の定量測定法を提案し、帯電現象に関する新しい知見を得ることに成功している。

第7章では、二次電子法を用いた仕事関数測定によるドーパント濃度分析法を提案し、本手法をドーパント濃度が異なる p 型 Si に適応することで AES 測定システムによるドーパント濃度分析に成功している。更に GaAs/AlAs 超

格子試料及びBNデルタドープSi試料のAESスパッタ深さ分析に二次電子法を応用し、仕事関数測定によって高面内分解能を持つAES測定系を用いたドーパント分析が可能であることを明らかにしている。

最後に本研究を総括し、今後の展望を述べている。

論文審査の結果の要旨

本研究は、サブナノレベルの高分解能スパッタ深さ分析を可能とする低速イオン銃の開発と、開発した低速イオン銃の高分解能スパッタ深さ分析への応用を行っている。また、低速イオンの高深さ分解能化への有効性を示すだけでなく、これまでに報告されている最も高い深さ分解能を上回ることに成功している。半導体デバイス分析には絶縁物材料の評価も重要であることから、電子線照射下の絶縁物表面の表面電位及び帯電量の定量測定法の確立を行い、帯電現象に関する新しい知見を得ることに成功している。更に高深さ分解能に加え、高面内分解能での分析が可能であるAES測定システムを用いた仕事関数測定によるドーパント分析技術の確立も視野に入れ、AES測定システムによる包括的な半導体デバイス評価法の確立を目的として研究を進めている。本研究の成果は以下の通りである。

(1) 高分解能スパッタ深さ分析に十分対応が可能な超高真空浮遊型低速イオン銃（UHV-FLIG）及び差動排気型UHV-FLIGの開発に成功している。

(2) 深さプロファイルの定量解析に広く用いられているMRIモデルの拡張を行い、GaAs/AlAs超格子試料のAESスパッタ深さ分析で得られた深さプロファイルを拡張MRIモデルで解析することで、傾斜型CMAを用いた高分解能AESスパッタ深さ分析で得られる深さプロファイルを正確に解析する為には拡張MRIモデルが必要であることを明らかにしている。

(3) 本研究で開発した差動排気型UHV-FLIGを用いた、GaAs/AlAs超格子試料の高分解能AESスパッタ深さ分析を行い、100 eV Ar^+ イオン照射で1.0 nmの超高深さ分解能を得ることに成功している。これは、これまでに報告されている中でも最も高い深さ分解能である。更に、低速イオンによるスパッタリング現象に関しての新しい知見を得ている。

(4) 電子線照射下の絶縁物表面の表面電位及び帯電量の定量測定法を提案し、帯電現象に関する知見を得ることに成功している。

(5) 二次電子法を用いた仕事関数測定により、AES測定システムを用いたドーパント濃度分析に成功している。更にGaAs/AlAs超格子試料及びBNデルタドープSi試料のAESスパッタ深さ分析に二次電子法を応用することで、仕事関数測定によって高面内分解能を持つAES測定系を用いたドーパント分析が可能であることを明らかにしている。

以上のように、本論文は応用物理学、特に実用的な半導体デバイスの分析・評価法、更には表面分析法の新しい展開に寄与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。