

Title	イオン散乱・反跳分光法による半導体表面・界面の研究
Author(s)	布瀬, 暁志
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41387
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	布瀬 曉 志
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 14658 号
学位授与年月日	平成11年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電子工学専攻
学位論文名	イオン散乱・反跳分光法による半導体表面・界面の研究
論文審査委員	(主査) 教授 尾浦憲治郎 (副査) 教授 濱口 智尋 教授 吉野 勝美 教授 西原 浩 教授 森田 清三 教授 福西 宏有

論文内容の要旨

本論文は、イオン散乱・反跳分光法を用いて半導体表面・界面の研究を行っている。従来の手法では観察することの難しかった表面近傍の界面を、準中エネルギーイオン散乱分光法(Q-MEIS)を用いて観察している。また固体表面の組成・構造の解析に非常に有効な手段である同軸型直衝突イオン散乱分光法(CAICISS)に、これまでの手法では定量の困難な、表面水素の定量に適した飛行時間型反跳粒子検出法(TOF-ERDA)を組み合わせたCAICISS/TOF-ERDA複合装置を用い、半導体表面に吸着した水素の量や水素吸着による表面構造変化について研究しており7章より構成されている。

第1章では、本研究を行うに至った背景を述べ、研究の目的および固体表面・界面研究における本研究の占める位置を明らかにしている。

第2章では、イオンと固体表面との相互作用、散乱と反跳についての基礎事項について述べている。

第3章では、本研究に用いた装置について述べている。これらの実験手法におけるスペクトルの解釈や散乱強度の入射角依存性について説明している。

第4章では、半導体界面、Si(001)上に形成したGeデルタ層の観察について述べている。様々な成長法によってGeデルタ層を作成した場合のGe層の界面における挙動を準中エネルギーイオン散乱分光法(Q-MEIS)を用いて観察し、Q-MEISが半導体界面の分析において非常に有用である事を明らかにしている。

第5章では、半導体表面構造解析、SiおよびGe/Si上の水素吸着過程の観察について述べている。Si(001)およびGe/Si(001)における水素吸着過程を観察し、Ge/Si(001)上の水素の飽和吸着量がSiよりも少ないことを示している。このことから、これまでの手法では定量の困難な、表面水素の定量が飛行時間型反跳粒子検出法(TOF-ERDA)によって可能となる事を示している。また同時に同軸型直衝突イオン散乱分光法CAICISSを用いる事で水素吸着による表面構造変化についても述べている。

第6章では、半導体表面と電子との相互作用、水素終端Si表面および水素終端Ge/Si表面からの電子刺激水素脱離について調べ、電子刺激脱離(ESD)は内殻イオン化に関連したAuger誘起脱離であることを明らかにしている。

第7章では、得られた結果についてまとめるとともに今後の展望についても述べている。

論文審査の結果の要旨

半導体プロセス分野においては微細化や高集積化の問題に伴って原子レベルでの材料表面の制御や物性の解明がますます重要となってきている。また新しいデバイス開発等では人工格子を形成したり、固体表面近傍に新しい物質系を創造しようと試みられている。このような試みにおいて表面・界面はその主要な舞台となりうる。その実現には界面現象の正確な知見が必要となる。本論文で対象としているイオン散乱・反跳分光法はこれまで困難であった表面・界面の組成・構造を同時に水素などの軽元素を含めて、実空間において、その場で直接的に観察できる。本論文ではこのイオン散乱・反跳分光法の有効性を実験的に示している。その主な成果を要約すると次のとおりである。

1) Si (001) 中に形成したGeデルタレイヤーに関して、

固相成長法によってGeデルタ層を作成した場合、Ge層は界面にとどまるが、上部Si層結晶化の過程で拡散する事を示している。基板温度を高温にしてデルタ層を作成した場合、上部Si層を蒸着中にGe原子の表面偏析が見られる。水素媒介成長法でGeデルタ層を作成した場合、Ge原子の表面偏析の減少が見られたが、Ge原子は蒸着したSi層に拡散する。この時、水素はSi成長中、最表面に存在しGe原子の表面偏析を抑制するが膜中の拡散までは影響を及ぼさないことを明らかにしている。

2) Si・Ge/Si上の水素吸着に関して、

Si (001) およびGe/Si (001) における水素吸着過程を観察し、両表面上への水素の飽和吸着量を示している。Geを基板温度400°Cで1 ML蒸着した場合、約半分のGeが基板中に拡散することを示唆している。またGe/Si (001) 上のモノヒドライドにおいてその表面構造が水素吸着によって変化する事を明らかにしている。

3) H/Si (001) およびH/Ge/Si (001) 上のESDに関して、

H/Si (001), H/Ge/Si (001) からの電子刺激脱離 (ESD) に対する水素の脱離断面積を求め、その結果、ESDは内殻イオン化に関連したAuger誘起脱離であることを明らかにしている。

以上のように、本論文はイオン散乱・反跳分光を用いてそれぞれの研究対象に応用することにより有意義な結論を得ており、その結果は電子工学、特に表面プロセスや新デバイス開発の分野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。