

Title	低速イオンビームによる表面その場計測のための要素技術開発に関する研究
Author(s)	藤井, 俊治郎
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48671
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	藤井俊治郎
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 22062 号
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電気電子情報工学専攻
学位論文名	低速イオンビームによる表面その場計測のための要素技術開発に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 片山 光浩 (副査) 教授 伊藤 利道 教授 森田 清三 教授 谷口 研二 教授 杉野 隆 教授 栖原 敏明 教授 八木 哲也 教授 尾崎 雅則 教授 近藤 正彦 教授 森 勇介 准教授 本多 信一

論文内容の要旨

本論文は、低速イオンビームによる表面その場計測のための要素技術開発に関する研究をまとめたものであり、3部より構成されている。

以下に、それぞれの研究対象で得られた結論を総括する。

1. 化合物結晶表面の低速イオンビーム構造解析法の検討

同軸型直衝突イオン散乱分光法 (CAICISS) を用いて、まず、 $\text{ZnO}(0001)\text{-Zn}$ 表面の結晶学的極性と表面緩和について調べた。 Zn 強度の入射角依存性は、 Zn 極性面のシミュレーション結果とよく一致しており、極性を簡便に判定できることがわかった。さらに、表面緩和モデルを用いたシミュレーション解析から、第1層 Zn —第2層 O 間の距離は 0.5\AA であり、最表面 Zn 原子が 0.1\AA 内側に変位していることがわかった。次に、 $\text{Si}(100)$ 表面上の ErSi_2 薄膜表面の終端原子構造について調べた。室温で蒸着した Er 膜は、 900°C での加熱により Si と相互拡散を起こし、 Er シリサイド膜に変化した。測定結果の詳細な解析により、 Er シリサイド薄膜は AlB_2 構造であり、薄膜表面が Er 終端であることを明らかにした。このように、同手法によって、表面緩和量および表面終端原子種を容易に決定できることを示した。

2. 低速イオンビームによる表面プロセスのその場計測手法の開発

気相雰囲気下で稼動可能な CAICISS を利用して、まず、 Si 表面のプラズマ窒化プロセスの場観察をおこなった。 $\text{Si}(100)$ 最表面が窒化されていく様子をリアルタイムでモニターすることに成功し、気相雰囲気下で稼動可能な CAICISS がプラズマ中の表面プロセスの測定に有用であることを示した。次に、低速中性ビーム散乱法の開発をおこなった。 He ガスで満たした中性化セルにイオンビームを通過させることにより、中性化効率が約 40% の He^0 ビームを生成することができた。この低速中性ビーム散乱法を用いて、種々の絶縁体表面のスペクトルを得ることに成功し、絶縁体表面組成の測定が可能であることを示した。

3. イオンビーム計測応用に向けたカーボンナノチューブ冷陰極電子源の検討

カーボンナノチューブ (CNT) 束ピラーの配列制御と電界電子放出特性の評価、および経時特性の評価をおこなった。成長時間を変化させることにより、CNT 束ピラーの高さを変化させて作製した電子源の電界電子放出特性を測定した結果、最適な高さの間隔の比は6であることがわかった。CNT 束ピラーは、冷陰極電子源として実用に耐えうる高効率な電界電子放出特性および超高真空下での良好な寿命特性を示した。さらに、酸素雰囲気下での経時特性測定においては、酸素の吸着による仕事関数の増加によって減少した放出電流がヒートクリーニングを施すことで回復し、エミッターの劣化は見られなかった。これらは、エッジ部への電界集中効果と高密度構造に起因していることがわかった。

以上の研究を通して、低速イオン・中性ビーム散乱法の新しい適用範囲を示し、低速イオン散乱法の高性能化への見通しを提示することができた。また同時に、電子材料表面に関して新しい知見を得ることができた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、低速イオンビームによる表面その場計測のための要素技術開発を目的として、化合物結晶表面の低速イオンビーム構造解析法の検討、低速イオンビームによる表面プロセスのその場計測手法の開発、イオンビーム計測応用に向けたカーボンナノチューブ冷陰極電子源の検討についてまとめたものであり、7章より構成されている。

第1章では、本研究の背景と目的、および本研究で得られた結果の概要、新しい知見を述べ、各章間の関連を述べている。

第2章では、本研究に関連する基礎事項を述べている。

第3章では、本研究で用いた実験装置と実験手法について述べている。

第4章では、同軸型直衝突イオン散乱分光法 (CAICISS) を用いて、ZnO(0001)-Zn 表面の結晶学的極性と表面緩和、および Si(100) 表面上の ErSi_2 薄膜表面の終端原子構造を調べた結果について述べている。同手法により、表面緩和量および表面終端原子種を容易に決定できることを示している。

第5章では、気相雰囲気下で稼動可能な CAICISS を利用したプラズマ中の表面プロセスのその場計測および低速中性ビーム散乱法の開発について述べている。前者では、Si 表面のプラズマ窒化プロセスをその場観察することに成功している。後者においては、中性化効率が約 40% の中性ビームを生成することに成功し、種々の絶縁体表面のスペクトルが得られている。

第6章では、カーボンナノチューブ (CNT) 束ピラーの配列制御と電界電子放出特性、および経時特性を評価した結果について述べている。CNT 束ピラーが、冷陰極電子源として実用に耐えうる高効率な電界電子放出特性および超高真空下での良好な寿命特性をもつことを明らかにしている。

第7章では、本研究において得られた知見を総括している。

以上のように、本論文では低速イオン・中性ビーム散乱法の新しい適用範囲を示し、低速イオン散乱法の高性能化への見通しを提示している。同時に、電子材料表面に関して新しい知見を得ている。さらに、本論文はさらなる発展の可能性を秘めており、今後の研究が期待される。また、論文公聴会においては適切な説明がなされ、討議・質問に対しては適確な回答がなされた。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。