

Title	飛行時間型低速イオン散乱法による固体表面の構造解析に関する研究
Author(s)	田中, 保宣
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3110066
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	たなか 保宣		
博士の専攻分野の名称	博士(工学)		
学位記番号	第 12497 号		
学位授与年月日	平成 8 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	飛行時間型低速イオン散乱法による固体表面の構造解析に関する研究		
論文審査委員	(主査) 教授 尾浦憲治郎 教授 吉野 勝美 教授 濱口 智尋 教授 西原 浩 教授 寺田 浩詔 教授 白川 功 教授 藤岡 弘 教授 溝口理一郎		

論文内容の要旨

近年、大規模集積回路 (LSI) の微細化、高密度化にともなって原子レベルでの材料研究に対する欲求が強まってきた。このような高度な技術が飛躍的に発達してきた背景には、半導体や金属の表面の電子的及び構造的な性質の解明が種々の表面解析手法によって行われてきたことが、その一助になっている。その中でも飛行時間型直衝突低速イオン散乱法 (TOF-ICISS) は、固体表面の組成分析及び構造解析に非常に有効な手法であり、本研究ではこの手法を用いて半導体表面上の金属薄膜成長のリアルタイム観察、異種原子吸着による表面構造の動的変化の観察および誘電体表面の構造解析を行っている。

本論文では次のような構成で研究の成果をまとめている。

第 1 章では、本研究を行うに至った背景を述べ、本研究の目的及び固体表面研究における本研究の占める位置を明らかにするとともに、本研究において得られた結果の内容について簡潔に述べ、各章間の関連を示している。

第 2 章では、低速イオンと固体表面の間の散乱過程の基本事項について述べ、表面研究におけるいくつかの優れた特徴を示している。特に、散乱条件を直衝突条件に限定した場合 (ICISS) における、定量的構造解析手法としての利点を述べ、完全な直衝突条件を実現するための工夫について説明している。

第 3 章では、本研究において用いた飛行時間型直衝突低速イオン散乱装置について述べている。本装置においては、飛行時間型弾性反跳粒子検出装置 (TOF-ERDA)、及び低速電子線回折 (LEED) による表面分析も可能であり、これらを組み合わせることにより、より詳細な構造解析に関する情報を得ることが出来る。

第 4 章では、Pb/Si (111) 系の成長初期過程について研究を行った結果を示している。基板温度により Pb 薄膜の成長様式が変化することを確認し、TOF-ICISS の薄膜成長過程のリアルタイム観察に対する有効性を示している。

第 5 章では、Si (111) 表面上の Pb 単原子層に対する水素吸着効果について研究を行った結果を示している。水素吸着により、その表面構造は 2 次元単原子層から 3 次元微結晶構造に変化することを示し、TOF-ICISS の表面構造の動的変化の観察に対する有効性を示している。

第 6 章では、SrTiO₃ (100) 表面の構造解析について研究を行った結果を示している。600℃ 程度の加熱により変性層を形成していた付着物は除去され、再構成のない清浄表面が得られることを示している。

第 7 章では、本研究において、飛行時間型直衝突低速イオン散乱法を用いて行った固体表面の構造解析に関する研究について総括している。

論文審査の結果の要旨

固体表面の構造解析を行うための手法にはX線、紫外線、電子等を用いた手法が存在するが、中でもイオンをプローブとした低速イオン散乱法は、その古典力学に基づいた単純明快な原理から非常に有効な手法であると言える。本論文では、この低速イオン散乱法（ISS）を特殊化した手法である飛行時間型直衝突低速イオン散乱法（TOF-ICISS）を用いて、従来ISSを用いて行われてきた半導体及び金属表面の構造解析のみでなく、半導体表面上の金属薄膜初期成長過程のリアルタイム観察、水素吸着による半導体表面上金属薄膜の構造変化のリアルタイム観察、及び従来のISSでは不利と言われていた誘電体表面の構造解析を行い新しい知見を得た。その主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) Si (111) 表面上の Pb 薄膜の初期成長過程について TOF-ICISS を用いて研究した結果、基板温度によってその成長過程が異なること、及び成長した Pb 薄膜の基板 Si との結晶方位関係を明らかにし、TOF-ICISS の薄膜成長過程のリアルタイム観察、及び構造解析に対する有用性を示した。
- (2) Si (111) 表面上の Pb 単原子層に対する水素吸着効果について研究を行った結果、最初 2 次元層を形成していた Pb 原子は吸着水素により Si 原子との結合を切られ、表面上を拡散、凝集し微小なエピタキシャルクラスタを形成することが分かった。
- (3) 誘電体である SrTiO_3 の (100) 表面の構造解析を行った結果、アニーリング処理を行った表面では、異なった 2 種類の表面で終端されていることを示すとともにその存在比率も明らかにした。

以上のように、本論文は、飛行時間型直衝突低速イオン散乱法を半導体及び誘電体表面研究に応用することにより新たな知見を得ており、その成果は電子工学ならびに表面物性工学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。