OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | 飛行時間型低速イオン散乱法による表面構造解析に関する研究 |
| Author(s) | 住友, 弘二 |
| Citation | 大阪大学, 1991, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://doi.org/10.11501/3054367 |
| rights | |
| Note | |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

【36】

| | |
|---|---|
| 氏名・(本籍) | 住友弘二 |
| 学位の種類 | 工学博士 |
| 学位記番号 | 第9751号 |
| 学位授与の日付 | 平成3年3月26日 |
| 学位授与の要件 | 工学研究科 電子工学専攻<br>学位規則第5条第1項該当 |
| 学位論文題目 | 飛行時間型低速イオン散乱法による表面構造解析に関する研究 |
| 論文審査委員 | (主査)<br>教授 浜口 智尋　教授 裏 克己　教授 吉野 勝美<br>教授 西原 浩　教授 児玉 慎三　教授 寺田 浩詔<br>教授 白川 功 |

## 論文内容の要旨

本論文は，飛行時間型低速イオン散乱装置の設計製作と，それを用いた表面構造解析の研究をまとめたものであり，8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，本研究の目的及び，表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。本研究では，従来の低速イオン散乱法の持つ，(1)入射イオンの散乱過程における中性化の確率が未知であるための曖昧さと，(2)通常は表面水素の検出が不可能であるために，表面現象における水素の役割を無視している，という二つの主な問題点を同時に解決するために，飛行時間方式でエネルギーを分析し，後方散乱粒子と前方反跳粒子の同時測定が可能な装置を製作している。この装置を各研究対象に応用し，得られた新しい結果の概要を述べ，それぞれについて述べる各章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長を示している。後方散乱粒子を検出する一般的な低速イオン散乱法による表面の組成分析や構造解析の有効性と問題点を述べている。特に，散乱条件を直衝突条件に限定した場合における，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に本研究で試みた工夫について説明している。また，前方反跳粒子を検出する低速イオン弾性反跳粒子検出法による表面軽元素，特に表面水素の分析について他の手法と比較しながらその特長を示している。

第3章では，従来の手法の持つ問題点を解決するために，新しく設計製作した飛行時間型低速イオン散乱装置と，実験手法について述べている。また，一次イオンビーム（パルスビーム）を直接検出することにより，パルスビーム形成系と飛行時間測定系の性能を調べ，本研究において目的を達成するため

に必要な性能を有していることを確認している。

第4章では，この装置を用いて，直衝突低速イオン散乱法を表面構造解析に応用した結果について示している。シリコン基板上の銀薄膜の定量的構造解析を行った結果を示すと共に，新しく製作した装置が，表面構造解析に有効であることを示している。

第5章では，水素の関係する表面現象に，低速イオン散乱法と弾性反跳粒子検出法を応用した結果について示している。表面水素の検出に，低速イオンを用いた弾性反跳粒子検出法を適用し，さらに同時に後方散乱法を組み合わせることにより，水素終端表面上の銀薄膜の成長過程を観察している。その結果，シリコン表面を水素で終端することにより金属薄膜の成長様式を制御することが可能になることを示している。

第6章では，低速イオン散乱を用いて，より詳細な表面構造解析を行う上で，理解が必要となる種々の散乱過程について，計算機シミュレーションを行った結果について示している。低速イオンの散乱スペクトルを計算により求め，実験結果と比較し，多重散乱効果や表面下の深い層での散乱の実験スペクトルへ及ぼす影響について検討している。また，低速イオン散乱の場合にも，高速イオンと同様に結晶軸に沿って入射イオンが結晶内部に進入することを示している。これらに基づいて，低速イオン散乱法の，表面研究への新しい適用を提案している。

第7章では，低速イオン散乱法の表面研究への新しい適用法の一つである，表面損傷研究への応用について示している。真空中での一般的な表面清浄化法である，アルゴンイオン衝撃により形成されるシリコン表面の損傷の様子を調べ，低速イオン散乱法によって，表面損傷の程度や，熱処理による表面の回復の程度を見積ることが可能であることを示している。

第8章では，本論文で得た主な結論を総括的にまとめている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は，従来の低速イオン散乱法の持つ問題点を解決する装置を設計製作し，それを用いて半導体表面及び半導体基板上の金属薄膜の表面構造解析を行ったものである。

表面で散乱されたイオンのみならず，中性粒子をも検出し飛行時間法によるエネルギー分析を行うことにより，入射イオンの中性化確率が未知であるための曖昧さを解決している。このことより，シリコン基板上の銀薄膜及び，二次元超構造表面の定量的な構造解析が行われている。また，後方散乱法による構造解析と同時に，前方反跳粒子を検出することにより，従来困難であった表面水素の分析を可能にしている。これら二つの手法を組合わせることにより，水素終端シリコン表面上の銀薄膜の成長過程を観察し，半導体表面を原子状の水素で終端することにより金属薄膜の成長様式を制御することが可能であることも示している。

さらに，低速イオン散乱法の新しい適用として，表面損傷の観察が可能であることを示している。従来の低速イオン散乱法では，入射イオンの中性化の確率が高いために不可能であった表面下数層にわた

る結晶性の測定を，中性粒子の検出と，それに伴うチャネリング現象の利用により可能にしている。

本研究は従来の低速イオン散乱法の問題点を解決して表面構造解析に有効な手法を確立し，半導体表面やその上に成長する金属薄膜の構造に関して新しい結果を見いだしたことは，表面物理のみならず，よりミクロな半導体デバイスの開発を始めとする電子工学に貢献するところが大である。よって，本論文は博士論文として価値あるものと認める。