



| | |
|--------------|---|
| Title | 固体表面におけるイオン衝撃スパッタリング過程に関する研究 |
| Author(s) | 姜, 熙載 |
| Citation | 大阪大学, 1984, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/34687 |
| 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。 |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【 4 】

| | | | |
|---------|--------------------------------------|---------|---------|
| 氏名・(本籍) | かん 姜 | ひ 熙 | ちえ 載 |
| 学位の種類 | 工 | 学 | 博 士 |
| 学位記番号 | 第 | 6 6 4 2 | 号 |
| 学位授与の日付 | 昭 和 59 年 11 月 5 日 | | |
| 学位授与の要件 | 工学研究科 応用物理学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当 | | |
| 学位論文題目 | 固体表面におけるイオン衝撃スパッタリング過程に関する研究 (主査) | | |
| 論文審査委員 | 教 授 橋本初次郎 教 授 三石 明善 教 授 南 茂夫 | | |

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、イオン衝撃による固体表面のスパッタリングの基礎的メカニズムについて、実験ならびにモンテカルロ計算にもとづく理論解析の両面から検討を行い、とくに合金、化合物におけるスパッタリング過程の解明を試みているもので6章よりなっている。

第1章では、序論として単体試料についての理論的取り扱いを紹介し、線型衝突カスケード理論および電算機シミュレーションについての現状と合金、化合物試料へ拡張するにあたっての問題点を指摘している。

第2章では、従来広く用いられて来た代表的な原子間ポテンシャルについて概説し、これらのポテンシャルを評価する有用な方法として、shadow cone 計算に基づく実験との比較を行っている。この方法により、Ziegler等によって導かれた原子間ポテンシャルの半経験理論式が最も良い結果を与えることを見出し、更にこのポテンシャルに対する微分散乱断面積を解析的に求めることの出来る関数表示式を導出することに成功している。

第3章では、このZieglerポテンシャルを組み込んだ新しいスパッタリングのモンテカルロシミュレーションを開発して、Au-Cu合金とTiC試料におけるスパッタリングへの応用を試み、実験との良い一致が得られることを確かめている。また、表面変質層を考慮に入れたモンテカルロシミュレーションを行い、合金における選択スパッタリング過程を理解する上で新しい知見が得られることを示し、その有用性を確認している。

第4章では、新しい実験の手法の開発と装置の改造について述べている。すなわちAr⁺とHe⁺イオンの混合比を制御しながら同時に試料表面に入射させることにより、イオン衝撃下における表面組成変化

の動的観察の出来るMixed-Ion-Beamイオン散乱分光法の開発と、そのための装置の改造について述べ、更にこの方法により得られたAu-CuおよびTiC試料における選択スパッタリングに関する新しい知見について述べている。

第5章では、Au-Cu合金のスパッタ原子の角度分布およびスパッタリング収量の測定とTiCのスパッタリング収量の測定を行い、得られた結果とモンテカルロ計算結果がよく合うことを確かめている。更に、Snの固相および液相におけるスパッタリング収量の測定を試み、その実験結果よりスパッタリングの理論計算の基礎となっているliquid-likeモデルが妥当であるとの結論を導いている。

第6章では、レーザー蛍光分光法によるスパッタリングの解析を行うためのスパッタリング観測装置の試作について述べ、TiとTiC試料におけるTi-原子のスパッタリング収量および角度分布の測定を行い、理論計算との比較検討の結果、このレーザー蛍光分光法がスパッタリングの初期過程の解明に有力な手段となるとの結論を得、そのための技術面での改良を提案している。

論文の審査結果の要旨

スパッタリングは表面分析や表面微細加工などの基礎現象としてのみならず、核融合炉壁とプラズマの相互作用の基礎過程としても重要で、工学ならびに物理学の分野で広範囲に研究がなされ、単体物質試料のスパッタリング過程が解明されつつある。しかし、実用上最も重要な合金や化合物試料におけるスパッタリングについては実験も少なく理論的な解明も未だ見通しが得られていない段階にある。

本論文は、この合金および化合物試料におけるスパッタリングについて、理論と実験の両面から解明を試みている。すなわち、理論面ではZieglerポテンシャルに対する新しい関数表示式を導出し、それを組み込んだモンテカルロシミュレーションコードを開発して、一連の理論計算を行っている。また実験面では、新たにMixed-Ion-Beamイオン散乱分光法 (Ion Scattering Spectroscopy) を開発して、イオン衝撃下における合金表面の組成変化の動的観察を行っている。得られた結果は次のとおりである。

- (1) Shadow cone計算による原子間ポテンシャルの評価方法を提案し、それをを用いてZiegler等によって提案されている半経験的理論式が現時点では最良であるとの結論を示している。
- (2) Zieglerポテンシャルに対する微分散乱断面積を解析的に導出できるような関数表示式を導き、その応用範囲をより一般化することに成功している。
- (3) Zieglerポテンシャルを組み込んだ新しいスパッタリングのモンテカルロシミュレーションコードを開発し、これを合金、化合物におけるスパッタリングに応用して、実験をよく説明することを確認、スパッタリング過程の理論的解明に成功している。
- (4) 新たに開発したMixed-Ion-Beamイオン散乱分光法をAu-Cu合金に応用して、イオン誘起表面析出過程を初めて明らかにしている。
- (5) Au-Cu合金およびTiC試料のスパッタリング収量とスパッタ原子の角度分布の測定を行い、理論計算との比較検討を行い、選択スパッタリングについて新しい知見を得ている。又、Snについて固相と

液相におけるスパッタリング収量の測定を行い、両者の間に差異が見られないことから、liquid-likeモデルが妥当であるとの結論を実験より導いている。

以上のように、本論文はスパッタリングについて、理論と実験の両面において新しい方式を開発し、これにより合金、化合物のスパッタリング過程の理論解析を可能にすると同時に実験的にも選択スパッタリング過程の解明を行ったもので、表面工学、微細加工技術、核融合工学などの諸分野に貢献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。