



Title	非共鳴多光子イオン化技術を用いた表面分析の基礎研究)
Author(s)	河藤, 栄三
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/37822">https://hdl.handle.net/11094/37822</a>
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

氏 名	かわ 河 とう 藤 えい 栄 ぞう 三
博士の専攻分野 の 名 称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 9 9 3 0 号
学位授与年月日	平 成 3 年 10 月 28 日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	非共鳴多光子イオン化技術を用いた表面分析の基礎研究)
論文審査委員	(主査) 教 授 志水 隆一 (副査) 教 授 南 茂夫 教 授 中島 信一 教 授 興地 斐男

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、非共鳴多光子イオン化技術をスパッタ中性粒子分析におけるポストイオン化の手法として用い、従来の二次イオン分析に比べ遥かに優れた定量分析法としての特長を備えていることを明らかにした。また、この新技術開発により、固体表面のスパッタリングに対する結合エネルギーがイオン照射の条件によって変化を受けているという現象を見いだした。

本論文は5つの章より構成される。

第1章では、現在までに提案されているスパッタ粒子の生成とイオン化機構についての理論について述べ、これを基にスパッタ中性粒子分析と二次イオン分析の得失について解説した。

第2章では、本研究において開発されたスパッタリングのコンピュータシミュレーション・プログラムを用いて、多成分試料をスパッタした際に生じる試料表面の組成変化とスパッタ粒子の放出角度分布との関係を明らかにした。

第3章では、多光子イオン化の確率の理論的取扱いについてふれ、レーザー光線や飛行時間分析器の様々なパラメータによって多光子イオン化分析装置の総合的な検出効率がどのように変化するかを解析的に評価した。

第4章では、本研究において開発した多光子イオン化分析装置の詳細について述べ、現状における装置の総合性能を第3章で得られた結果を用いて解析すると同時に、より一般的な表面分析法としての応用に向けての今後の改良点について解説した。

第5章では、これまでに得られた実験結果について報告し、本方式が従来の二次イオン分析に比べてはるかに優れた定量性を有することを示した。また、イオン照射時の表面状態の動的な変化が観測され、スパッタ粒子放出現象と表面状態との関係を調べる上での新たな手がかりを見いだした。

## 論文審査の結果の要旨

スパッタ粒子の数を正確に測定することによって表面の組成や状態等进行分析する上で、ポストイオン化による中性粒子分析法は極めて有効な手段である。中でも、非共鳴多光子イオン化を用いたポストイオン化技術は、試料表面の微量元素の高感度・高精度検出の達成にむけて最も有望視されている新技術である。この技術により、従来の分析法に比べて遥かに定量性の良い分析が可能となることは以前より示唆されていたが、この定量精度に関する詳細な研究は報告されていなかった。本論文は、定量性の評価に必要となる様々な要因に対して十分な検討を行い、高精度の組成分析が達成できることを実験的に示している。また、この分析法の特長を生かして、試料表面組成の時間変化を測定し、イオン照射下の合金表面の分析に新たな手がかりを与えている。主な成果は次の通りである。

- (1) スパッタ粒子の固体からの放出に対しては、カスケード理論を用いた評価とコンピュータシミュレーションを用いた解析を行い、ポストイオン化領域での放出粒子について詳細な速度分布と角度分布を明らかにしている。さらに、放出粒子のイオン化や検出効率に関しても、レーザービームの空間強度分布を考慮した定量的な評価を行っている。これらの解析は、装置設計やデータの解析の基礎となるものであり、この分析法の限界性能を見きわめる上で極めて重要な知見を与えている。
- (2) 非共鳴多光子イオン化を用いたスパッタ中性粒子質量分析装置の開発にあたっては、特に、高速のパルスカウンティング技術を取り入れ、信号強度の定量性を飛躍的に向上させることに成功している。また、実験より得られたスペクトルは、理論解析の結果と極めて良い一致を示しており、組成分析の定量精度誤差を、現段階ではおよそ5%以内に抑えることができることを確認している。
- (3) 非共鳴多光子イオン化技術を用いた高効率ポストイオン化と高速自動データ取り込みの実現により、従来の分析法では確認が困難であった合金表面の結合状態の動的変化を求めることに成功している。

以上のように、本論文は、非共鳴多光子イオン化技術を用いた新しい表面分析法の有用性を理論並びに実験の両面から実証するとともに、この分析法を用いた装置の実用化に対する指針を与え、表面分析法の発展に大きく貢献するものであり、応用物理学、特に表面科学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。