

Title	金属表面での原子・イオン散乱における電荷交換とエネルギー散逸に関する理論的研究
Author(s)	中西, 寛
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3085229
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	なか 中	にし 西	ひろし 寛
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	9741	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 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	金属表面での原子・イオン散乱における電荷交換とエネルギー散逸に関する理論的研究		
論文審査委員	(主査) 教授 興地 斐男 教授 志水 隆一 教授 樹下 行三 教授 南 茂夫 教授 一岡 芳樹 教授 豊田 順一 教授 後藤 誠一		

論文内容の要旨

本論文は、金属表面での原子・イオン散乱における電荷交換とエネルギー散逸に関する研究結果をまとめたもので、序論、本論4章、及び結論からなっている。

序論(第1章)では、本研究の背景を外観し、本研究の目的及び意義について述べている。

第2章では「一体の時間に依存するニューズ・アンダーソンモデル」を用いて、スパッター粒子と表面間の電荷交換における非断熱効果、有限の表面温度の効果、粒子と表面間の相互作用ポテンシャルの効果について調べている。粒子の速度が大きい場合には速度一定の近似が有効であったが、粒子速度が小さい場合には、粒子と表面間相互作用ポテンシャルによる粒子速度の変化と更に表面が高温になっていることの両者を取り入れて、初めて計算結果と実験結果の良好な一致が得られることを示している。

第3章では同じく一体のモデルを用いて、散乱過程における電子系のエネルギー状態の変化を、粒子と表面間の電荷交換と関連づけて調べている。散乱後の電子系のエネルギースペクトルを、粒子の荷電状態によって分解することにより、Inglesfieldにより指摘されている中性原子入射時に高エネルギー側に生じるピーク構造が、粒子の陽イオン化によることを明確に示している。さらに、陽イオン入射時では、中性化及び再イオン化によるピーク構造が生じることを示している。

第4章では、「時間に依存するニューズ・アンダーソンモデル」を用いて電荷交換における入射粒子の原子内クーロン相互作用の効果を調べている。原子内クーロン相互作用には、粒子の陰イオン化を抑制し中性化を増強する効果があることを示している。また、同効果を考慮して、本計算結果と実験結果とを比較してよく一致していることを述べている。

第5章では、散乱後の電子系のスペクトルに現れる入射粒子の原子内クーロン相互作用の効果を調べ

ている。数値計算の結果、第3章の結果に加え新たに原子内クーロン相互作用に起因するピーク構造がスペクトルに現れ、陽イオンからの陰イオンの生成には、オージェ過程が存在しうることを示している。すなわち、イオン化レベルと伝導帯がエネルギー的に重ならない場合にも、クーロン相互作用の存在により、この過程を通して2電子の遷移が起こり特徴的なピーク構造を形成することを示している。また、原子内クーロン相互作用には、フェルミ面近傍での電子正孔対励起を、特に入射粒子が中性原子の場合に増強する効果があることを示唆している。

結論（第6章）では、本研究で得られた結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

金属表面とそこに飛来する原子・イオンとの相互作用を正確に理解することは、非常に興味ある問題であると同時に、実用的な見地からも重要である。本論文はニューンズ・アンダーソンモデルを用いて、この問題の理論的な解明を試み、電荷移動とエネルギー移動について得た知見をまとめたもので、主な結果は次の通りである。

- 1) 飛来する粒子の速度が遅い場合には、粒子は金属表面付近のポテンシャルの影響を受ける。即ち、実験精度の改善にともない飛来する粒子の様子を正確に調べることにより、表面ポテンシャルに関する知見も得られることを指摘している。
- 2) 金属表面と飛来粒子間の電荷移動、エネルギー移動の正確な知見を得るには、飛来粒子の電子間クーロン相互作用を取り入れた多体論的な考慮が必要不可欠である。そのことによって初めて実験事実の正確な説明が出来ることを指摘している。
- 3) 飛来粒子の電子間クーロン相互作用により、共鳴遷移のみならずオージェ遷移が起こり、それにより金属表面に関する重要な知見をうる事が出来ることを指摘している。

以上のように、本論文は金属表面現象を理解する上で大切なビーム・表面相互作用に関する基礎的な研究を行ったものであり、応用物理学、特に表面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。