

Title	Theoretical Study of Auger Neutralisation Process in Ion-Surface Collisions
Author(s)	加地, 博子
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/37926
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏名	かじひろこ
博士の専攻分野	加地博子
学位記番号	博士(工学)
学位授与年月日	第 10284 号
学位授与の要件	平成 4 年 3 月 25 日
学位論文名	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科 物理系専攻
論文審査委員	Theoretical Study of Auger Neutralisation Process in Ion-Surface Collisions (イオン-表面衝突における Auger 中性化過程の理論的研究)
	(主査) 教授 張 紀久夫
	(副査) 教授 山中 高光 教授 中島 尚男 助教授 大門 寛

論文内容の要旨

固体表面でのイオン散乱における Auger 中性化について理論的解析を行った。この問題はしばしば、空間上の各点で定義される、中性化されたイオンの数に関する速度方程式に基づいて取扱われる。そこで速度方程式に基づく方法がどのような条件下で良い近似を与えるか調べた。簡単なモデルを設定し、より一般的な解析方法である Keldysh Green 関数法を用いて原子上の電子の占有数を求め、速度方程式による方法と比較した。その結果イオンの速度が小さい時には両者は一致する事が確かめられた。

Auger 中性化過程でのイオンの収量は、イオンエネルギーの単調な関数ではなく低エネルギーで極小値をとり、これがイオンの速度の表面に平行な成分(平行速度)に顕著に依存するという実験報告がある。これは表面が一様であるとして扱うと理解できない。そこで格子構造を反映した電子系を考えて、中性化の行列要素に表面からの距離だけでなく、格子に対するイオンの位置の表面に平行な成分も取入れて、Auger 中性化確率の平行速度に対する依存性を調べた。この解析には十分に低いエネルギー領域で良い近似である速度方程式を用いた。

イオンの古典軌道を与えて、Auger 中性化確率をエネルギーの関数として求めると、低エネルギーで極大値をとる。この極大値の平行速度依存性をイオンの入射角依存性として調べた。入射角を大きくしていくと、直線運動で記述できる範囲では中性化の極大値は小さくなるが、入射角が大きくなり散乱が直線運動で記述できなくなると、逆に大きくなる事が分かった。さらに散乱断面積を考慮した計算を行って、イオンの収量に換算すると、平行速度依存性は実験結果と定性的に一致し得ることを確かめた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、イオンが固体表面と衝突する際に起こる中性化の過程を、イオンの古典軌道近似による（時間に依存した）ハミルトニアンの方法によって理論的に考察したものであるが、大別して次の2つの問題を扱っている。

- (1) Hagstrum により提案され、従来あまり詳しい検討なしに使われてきた「速度方程式による中性化過程の記述法」の成立条件を、基礎の確かな Keldysh Green 関数法を用いて調べ、相互作用の高次項の寄与の程度やイオン速度に対する条件を詳しく検討した結果、どの程度低エネルギーならば速度方程式の方法が正しいと言えるかを示した。
- (2) 実験的にみただけ中性化確率がイオン速度の表面垂直成分のみならず平行成分にも顕著に依存するという問題を、速度方程式の方法を用いて考察した。表面の原子構造を反映した電子状態を用いて、Auger 中性化の行列要素を計算するとその中に平行速度成分に対する依存性が現れることを示した。一定の入射角における鏡面反射ビーム中のイオン収率（非中性化成分）のエネルギー依存性を計算して実験結果と比較した。凹凸のある表面ポテンシャルによって散乱されるため散乱ビームに角度分散が生じる効果を、鏡面反射軌道に対する非中性化確率の計算に加えて考えると、実験と定性的に一致する結果が得られることを示した。

以上、イオンの中性化という極めて複雑な過程の解析に、実際に使用できる理論的方法を基礎付け、定性的ながら実験結果と比較し得る計算を行なっているので、博士論文に値すると判断される。