

立教大学学術推進特別重点資金（立教 S F R）
大学院生研究
2006年度研究成果報告書

研究科名	立教大学大学院			理学研究科		物理学専攻	
指導教員	所属・職名			氏名			
	理学部			平山 孝人 印			
自然・人文の別	○自然・人文			個人・共同の別	○個人・共同名		
研究課題名	凝縮固体を対象とした低速多価イオン-固体表面相互作用の実験的研究						
研究代表者	在籍研究科・専攻・学年			氏名			
	理学研究科物理学専攻 博士前期課程2年			藤田 慎也 印			
研究組織	在籍研究科・専攻・学年			氏名			
研究期間	2006年度						
研究経費	500千円						

研究の概要 (200~300字で記入、図・グラフ等は使用しないこと。)

多価イオン源の発達とともに、低速多価イオンと固体表面相互作用の研究が盛んに行われている。多価イオン-固体表面相互作用特有の現象にポテンシャルスパッタリングがある。ポテンシャルスパッタリングとは入射イオンのポテンシャルエネルギー(イオン化ポテンシャルの総和)に起因する脱離である。

本研究で、結合エネルギーが小さく、バンドギャップエネルギーが大きい希ガス固体を対象に、低速多価イオン衝撃による希ガス固体からの脱離イオンの測定を行った。その結果、ポテンシャルスパッタリングに起因する脱離イオンの価数依存性を観測することに成功した。また、この脱離イオンのエネルギー、収率をより詳細に測定するための検出器を設計、製作した。

キーワード (研究内容をよく表しているものを3項目以内で記入。)

[多価イオン] [ポテンシャルスパッタリング] []

研究成果の概要 (図・グラフ等は使用しないこと。)

多価イオン源の発達と共に多価イオン-固体表面相互作用の研究が盛んに行われている。多価イオンは運動エネルギーの他にポテンシャルエネルギー(イオン化ポテンシャルの総和)を持っている。そのため多価イオンが固体表面に衝突するとき、このポテンシャルエネルギーが固体表面に付与され、特有の二次粒子放出現象がおこる。入射イオンのポテンシャルエネルギーに起因する脱離過程は、入射イオンの運動エネルギーによる **Kinetic Sputtering** と区別して **Potential Sputtering** と呼ばれている。

本研究では、主として結合エネルギーが小さく、バンドギャップエネルギーが大きい希ガス固体を対象に、一価および多価イオン衝撃による希ガス固体からの脱離イオンの測定を行った。

実験では、多価イオン源として ECR 型イオン源を使用した。生成した多価イオンを到達圧力 2×10^{-8} [Pa] 程度の超高真空槽内に設置された銅基盤上に凝縮された希ガス固体に照射し、脱離イオンを二次電子増倍管で検出した。銅基盤の温度は 5 [K] 程度である。多価イオンの入射エネルギーは 0.5 keV から 2 keV の範囲で実験を行った。使用した多価イオンは Ne^{q+} ($q \leq 5$)、 Ar^{q+} ($q \leq 7$) である。

イオン衝撃により希ガス固体表面からは、脱離イオンとして希ガスモノマーイオンと希ガスクラスタイオンが観測される。サイズの大きなクラスタイオンは主として、kinetic sputtering による脱離であると考えられるが、希ガスモノマーイオンは、kinetic sputtering と potential sputtering による脱離が寄与していると考えられる。脱離イオンの飛行時間スペクトルから脱離クラスタイオンの強度を基準として、脱離モノマーイオンの強度を比較した。その結果、Ne 固体の場合では入射イオンの価数の 3 乗に比例して、potential sputtering による脱離強度が増加していることがわかった。また、Xe 固体を対象とした測定でも、脱離モノマーイオンとクラスタイオンの強度比には価数依存性が見られた。

この potential sputtering による脱離イオンの詳細を調べるためにリターディング式のエネルギー分析器を設計、製作した。このエネルギー分析器は、四重極型質量分析器と組み合わせて使用し、それぞれの種類の脱離イオンに対してエネルギー分析を行うことが出来る。また、脱離イオンを追い返すことにより、脱離中性粒子の測定をすることも可能である。

また、飛行時間法による測定では、脱離イオンの捕集効率をあげるためにマイクロチャンネルプレート(MCP)を購入し、新たに検出器を設計、製作した。

これらの装置を用いて、希ガス固体、固体メタンを対象とした測定を開始した。

研究成果の概要 つづき

※ この(様式 2)に記入の成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調書(A 4 縦型横書き 1 枚・自由様式)を添付すること。

研究発表 (研究によって得られた研究経過・成果を発表した①～④について、該当するものを記入してください。該当するものが多い場合は主要なものを抜粋してください。)

- ①雑誌論文 (著者名、論文標題、雑誌名、巻号、発行年、ページ)
- ②図書 (著者名、出版社、書名、発行年、総ページ数)
- ③シンポジウム・公開講演会等の開催 (会名、開催日、開催場所)
- ④その他 (学会発表、研究報告書の印刷等)

学会発表

Sputtering of condensed rare gases by singly and multiply charged ion impact

S.Fujita, T.Tachibana, T.Koizumi, T.Hirayama

The 11th International Workshop on Desorption Induced by Electronic Transitions (DIET-11), March 2007, Berlin, Germany

低速多価イオン衝撃による希ガス固体表面からの二次粒子の観測

藤田慎也, 深井健太郎, 立花隆行, 小泉哲夫, 平山孝人

日本物理学会2007年春季大会, 2007年3月, 鹿児島大学, 21aXH-6