



Title	The study on characteristics of mercury cluster ions from sputtering ion source
Author(s)	佐藤, 貴弥
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43636
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	佐 藤 貴 弥
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 6 7 3 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 14 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学 位 論 文 名	The study on characteristics of mercury cluster ions from sputtering ion source (スパッター法により生成した水銀クラスターの研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 交久瀬五雄 (副査) 教 授 赤井 久純 教 授 大山 忠司 教 授 木下 修一 助教授 石原 盛男

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、スパッター法により生成した水銀クラスターの性質について報告した。クラスターとは、原子・分子が数個から数千個集まった集合体であり、原子と固体を結ぶ中間相のひとつである。水銀二量体は、van der Waals 結合であり、水銀バルクは、金属結合である。水銀の場合、金属・非金属遷移がクラスターサイズ（クラスターの構成原子数）20程度でおこることが知られている。

本研究の内容は以下の3項目にまとめられる。

①水銀・銀複合クラスターのサイズ分布と分裂パターン

水銀・銀複合クラスター Hg_nAg^+ , Hg_nAg_2^+ のサイズ分布について調べた。サイズ分布は、クラスターの構造を知る上でのがかりとなる。その結果、 Hg_nAg^+ のサイズ分布は比較的電子の殻構造が反映したものであった。それに対して Hg_nAg_2^+ のなかで安定な構造をもつことがわかった、 $\text{Hg}_{18}\text{Ag}^+$ は幾何学的な構造であると考えられる。

②2価と3価水銀クラスターにおける fission と evaporation の競合

多価クラスターの場合、分裂経路は大きく2種類に分けられる。すなわち、 $X_n^{i+} \rightarrow X_m^{i+} + X_{n-m}^{(i+j)+}$ ($i=j$: evaporation, $i > j$: fission) である。一般的に、fission と evaporation は競合過程であり、その2過程が同確率でおこるサイズ (Appearance size) より小さいサイズでは、fission が優勢となる。本研究では、2価と3価水銀クラスターにおける Appearance size を、evaporation と fission を直接観測することにより決定した。また、fission の経路についても調べた。その結果、2価クラスターの経路は、小さいサイズでの van der Waals 結合の影響を大きく受けていることがわかった。

③スパッター法により生成したクラスターの寿命分布

スパッター法では比較的内部エネルギーの高いクラスターが生成することが知られている。KKR 理論によれば、クラスターの分裂における寿命 τ は、内部エネルギー E_m と解離エネルギー E_d の比の関数として以下のように表される。

$$k=1/\tau = k_0(1-E_d/E_m)^{3n-7} \quad (n: \text{クラスターサイズ})$$

すなわち、寿命分布を調べることにより、クラスターのもつ内部エネルギーについて評価することができる。本研究では、水銀・銀複合クラスター ($E_d=0.2\text{eV}$) と銀クラスター ($E_d=2\text{eV}$) の分裂率の時間依存性を実験的にもとめ、それを用いてクラスターの寿命分布を計算した。その結果、2つのクラスターの分裂率には大きな違いがなく、寿命が広く分布していることがわかった。また水銀・銀複合クラスターについては寿命分布のサイズ依存性から、 $\text{Hg}_{12}\text{Ag}^+$ が比較的安定なクラスターであることがわかった。このクラスターは正二十面体構造であると考えられる。

論文審査の結果の要旨

佐藤君は水銀 (Hg) $_n$ および銀水銀複合クラスター ($\text{Hg})_n\text{Ag}^+$ をスパッター法で作製し、質量分析し、諸性質を調べた。

研究内容は

- ① 2 価、3 価クラスターのクリティカルサイズを決定した。
- ② 1、2、3 価クラスターの分裂様式を決定した。
- ③ 分裂寿命を決定し、寿命分布からスパッター法で作製されたクラスターは色々なエネルギーレベルに分布していることを示した。

以上の業績は博士（理学）の学位論文として十分価値のあるものと認める。