

## イオンファネル装着クラスターソースのクラスター生成特性

(トヨタ自動車(株)<sup>1</sup>, (株)豊田中央研究所<sup>2</sup>) ○磯村 典武<sup>1,2</sup>, 大崎 真由子<sup>1</sup>, 渡邊 佳英<sup>1,2</sup>

## 【序】

自動車用排気ガス浄化触媒は、酸化物表面上に貴金属などの金属クラスターが担持されている。資源上の制約から、このような貴金属の使用量低減が強く求められている。金属クラスターは特定のサイズで高い反応性を期待できるが、現在の排気ガス浄化触媒の金属クラスターはサイズ分布が広い。そこで、反応性の高いクラスターサイズおよびクラスターと担体の組み合わせを見つけ、触媒特性の大幅な向上に繋げることが狙いである。我々は、基板上クラスターのガス反応特性を調べるために、サイズ選別された金属クラスターを基板上に堆積できる装置を作製した[1]。クラスター生成には、イオンファネル[2]を装着したマグネトロンスパッタ型クラスターソース[3]を用いた。イオンファネルは、低真空下でも高いイオン伝播特性を持ち、透過クラスターイオンのサイズは印加電圧・周波数に強く依存する。今回は、イオンファネルの印加電圧・周波数等を変え、生成される白金クラスターイオン  $Pt_n^+$  ( $n = 1 \sim 20$ ) の強度を調べた結果を報告する。

## 【実験】

実験装置の概要を図1に示す。マグネトロンスパッタ型クラスターソース(ターゲット:直径 2 インチ)により Pt クラスターイオンを生成する。クラスターイオンは、イオンファネルを用いることにより収束しながらイオンガイドに導かれる。イオンファネルの外観と模式図を図2および図3に示す。穴径の異なるドーナツ状金属円板を積層した構造で、透過イオン強度が最大となるように、その位置を上下左右に調整することができる。イオンファネルから導かれたクラスターイオンは、四重極質量フィルター(質量範囲:10~4000 amu)でサイズ選別する。さらにイオンガイドを通った後、サイズ選別されない中性粒子を取り除くために選別されたクラスターイオンを四重極イオンディフレクターにより90度方向に曲げ、基板(サイズ:10×10 mm<sup>2</sup>)に堆積する。また、基板とは反対の90度方向に曲げ、四重極質量分析器によりモニターすることができる。スパッタガス分子および真空中の残留ガス分子の吸着を防ぐ

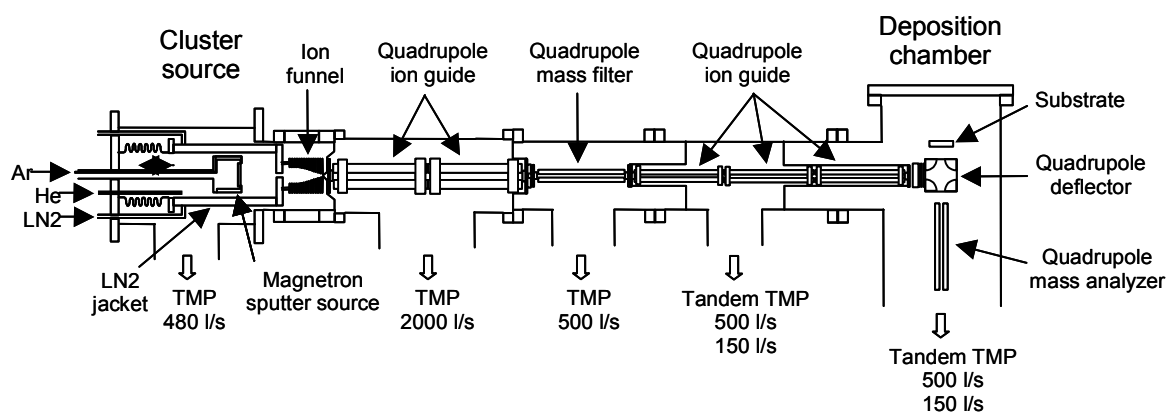


図1. 実験装置の概要

ために、クラスター生成チャンバーから4段の差動排気により、クラスター堆積チャンバーはスパッタ中でも超高真空を維持する。

液体窒素冷却されたシユラウド内に Ar (流量:20~40 sccm)および He (0~200 sccm)を導入し、DC マグネトロンスパッタ(出力:20~60 W)により Pt クラスターを生成した。

イオンファネルの印可電圧(AC:10~60 V, DC:0~80 V)および周波数(50~500 kHz)を変え、堆積チャンバー内基板位置でのイオン電流を微小電流計により測定した。

### 【結果と考察】

Pt クラスターイオンの典型的なイオン電流測定結果を図4に示す。Pt<sup>+</sup>が 100 pA 以上、Pt<sub>2</sub><sup>+</sup>が数 10 pA、および Pt<sub>n</sub><sup>+</sup> (n = 3~20)が数 pA 程度のイオン電流が得られた(1 pA ~6×10<sup>6</sup> cluster/sec)。イオンファネルの条件を変えると、クラスターサイズごとにイオン電流が最大となる AC 電圧・周波数が存在した。このときの周波数は、大きいクラスターサイズほど小さくなる傾向があった。

いずれのクラスターサイズにおいても、1 時間程度で10<sup>11</sup>個(クラスター)程度の堆積量を得られることがわかった。これは、10×10 mm<sup>2</sup>の基板表面に対する被覆率 約 0.1 at%に相当する。

当日は、イオンファネルの条件を変えたときの詳細な結果および Pt クラスターイオンの並進運動エネルギーについても報告する。

### 謝辞

本研究を進めるにあたり、御助言いただいた豊田工業大学 近藤保教授、寺寄亨教授、市橋正彦准教授、安松久登准教授に深く感謝致します。また、お世話になりました株式会社コンポン研究所 東東京研究室の皆様にも御礼申し上げます。

### 参考文献

- [1] Y. Watanabe, N. Isomura, H. Matsubara, *Symposium on Size Selected Cluster, Book of Abstract* (2007) B54.
- [2] S.A. Shaffer, K. Tang, G.A. Anderson, D.C. Prior, H.R. Udseth, R.D. Smith, *Rapid Commun. Mass Spectrom.* **11** (1997) 1813.
- [3] H. Haberland, M. Karrais, M. Mall, Y. Thurner, *J. Vac. Sci. Technol. A* **10** (1992) 3266.

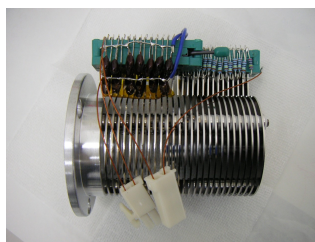


図2. イオンファネルの外観

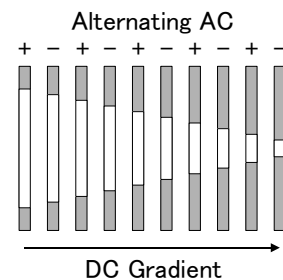


図3. イオンファネルの模式図

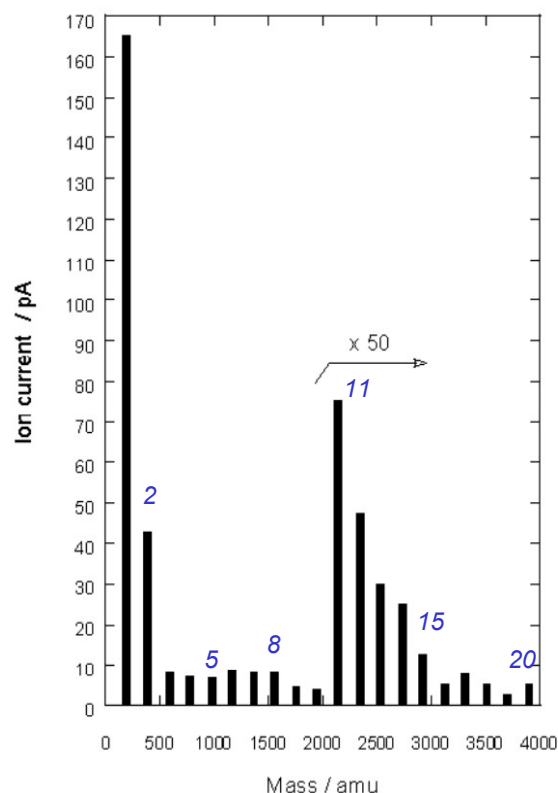


図4. 生成 Pt クラスターのイオン電流分布 (図中の数字はクラスターサイズ)