

ガスクラスターイオンビーム照射による有機試料スパッタ粒子中の無損傷中性分子割合測定

Measurement of percentage of intact neutral molecule in sputtered particles from organic target with gas cluster ion beam

京大工¹, Ionoptika², 京大院工³ ○福永 龍平¹, 佐野奈緒子², 瀬木 利夫³, 松尾 二郎³

Faculty of Engineering, Kyoto Univ.¹, Ionoptika Ltd.², Graduate School of Engineering, Kyoto Univ.³

○Ryuhei Fukunaga¹, Naoko Sano², Toshio Seki³, Jiro Matsuo³

二次イオン質量分析法 (SIMS) の一次ビームとして用いられるガスクラスターイオンビーム (GCIB) は、多体衝突効果による高いスパッタ率や原子数千個から構成されることによる低速照射といった特徴を持つ。こうした特徴を持つ GCIB を一次イオンとして用いることで従来のモノマールイオンビームでは難しかった有機試料の無損傷でのスパッタが行えるようになった。しかし、GCIB を一次イオンとして用いた有機試料の二次分子イオン収率は 10^{-6} 程度であり未だ十分ではない。現在、有機試料の無損傷分子の二次イオン収率の向上を目指して様々な工夫がなされている。

一次イオン照射によりスパッタされた粒子は①イオン化された無損傷の分子、②イオン化されたフラグメント分子及び原子、③中性の無損傷分子、④中性のフラグメント分子及び原子の 4 種類である。実際には①、②の二次イオンのスパッタ粒子に占める割合は非常に小さく、③の中性の無損傷分子をイオン化できるようになれば 1000 倍以上の高感度化が実現できる。しかし、③のスパッタされた中性の無損傷分子がどの程度あるのかを評価することは難しく、これまで評価されたことがない。我々は有機試料のスパッタ粒子を Si 基板で捕集し捕集粒子を定量分析することで無損傷の中性有機分子がスパッタ粒子に占める割合を測定した。

本研究では有機試料として Rhodamine6G を Si 基板上にキャストしたものに 10 keV の ArGCIB を照射イオン量 1.6×10^{14} ions で照射した。Fig.1 に示すように試料基板手前 10 mm の位置に、中心に直径 1 mm の穴が開いた 3 cm 四方の Si 基板を配置しスパッタ粒子を捕集した。照射後、キャプチャ基板を MeOH に浸してキャプチャ粒子を回収し希釈した。この回収溶液に内標として Rhodamine 110 Chloride を加え、ESI-MS により質量分析を行った。また、濃度既知の Rhodamine6G MeOH 溶液に同様に内標を加え標準試料を作り、捕集粒子を回収した溶液中の無損傷中性分子濃度を決定した。

ESI-MS 測定により得られたマスペクトルを Fig.2 に示す。Fig.2-a が捕集粒子を回収した溶液のスペクトル、Fig.2-b が標準試料のスペクトルである。Rhodamine 6G のシグナル強度を内標である Rhodamine 110 Chloride の強度で規格化したものを標準試料と比較することで回収溶液中の無損傷中性分子濃度を定量測定することができる。

また、Rhodamine6G を Si 基板上にスピンコートした試料に 10 keV の ArGCIB を照射して深さ分析を行うことで Rhodamine6G のスパッタ率(分子/ion)を決定した。このスパッタ率からスパッタされた分子の数を計算し、これと捕集粒子中の無損傷の中性分子の数を比較することでスパッタ粒子に占める無損傷中性分子の割合を決定する。

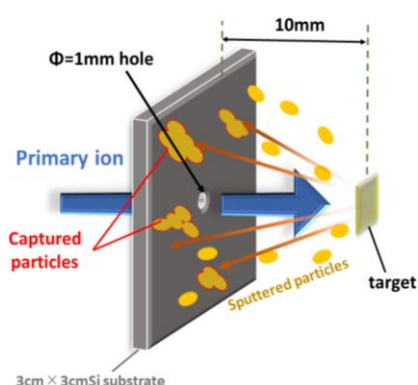


Fig.1 Sputtered particles and capture substrate

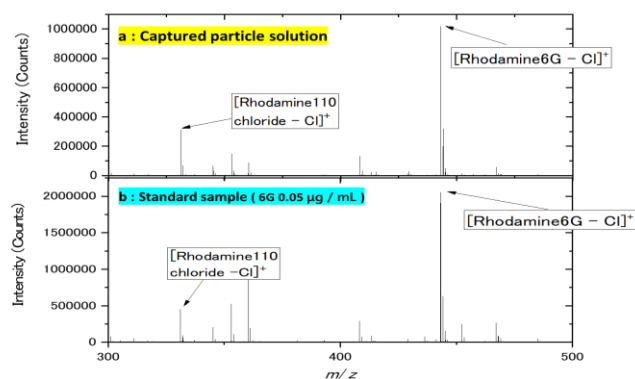


Fig.2 ESI mass spectra (a : Captured particle solution , b : Standard sample)