

Ar-GCIB スパッタリングによる有機高分子損傷の分子量依存性

Molecular weight dependence of organic polymer damage by Ar-GCIB sputtering

京大工¹, 京大院工² ○(B)杉本 萌紀¹, 瀬木 利夫², 松尾 二郎²

Faculty of Engineering, Kyoto Univ.¹, Graduate School of Engineering, Kyoto Univ.²

○Moeki Sugimoto¹, Toshio Seki², Jiro Matsuo²

E-mail: sugimoto.moeki.25w@st.kyoto-u.ac.jp

二次イオン質量分析法 (SIMS) では、一次イオンとしてクラスターイオンを用いることで、単原子イオンを用いた場合と比べて有機試料の損傷を抑えたスパッタリングが実現された。これは、数千個の原子からなるクラスターイオンを用いると、質量電荷比が大ききことにより一原子当たりのエネルギーが小さくなり、有機分子の化学結合を破壊しにくくなるためである。しかし、クラスターイオンを用いてもスパッタされた有機分子が全く損傷しないとは限らず、一つの化学結合がある確率で切断されるとすると、分子量が大きくなるほど損傷を受けやすくなると考えられる。

本研究では、ガスクラスターイオンビーム (GCIB) スパッタリングによって有機高分子が受ける損傷の程度が、分子量に応じてどのように変化するかを調べることを目的とした。有機高分子試料として、平均分子量が 1000、2000、3450 のポリエチレングリコール (PEG1000、PEG2000、PEG3000) を使用した。PEG 溶液を Si 基板上にキャストしたターゲットに 10 keV の Ar-GCIB を照射し、Fig.1 に示すように、中心に直径 3 mm の穴が開いた 3 cm 四方の Si 基板をターゲットから 10 mm の位置に配置することでスパッタ粒子を捕集した。照射後、キャプチャ基板を溶媒に浸してキャプチャされた物質を回収した。この回収溶液に内部標準物質として平均分子量 2000 のポリエチレングリコールメチルエーテル (mPEG) を加え、スパッタ分子試料とした。そして、スパッタ分子試料と標準試料について、イオン化するときのフラグメント化が起こりにくいエレクトロスプレーイオン化 (ESI) 法による質量分析を行い、mPEG 強度によって規格化した PEG 強度分布を得た。

PEG1000、PEG2000、PEG3000 を物質質量比 1:1:8 で混合した PEG 溶液を用いて作成したスパッタ分子試料と標準試料を、ESI-MS 法で測定して得られた規格化強度分布を Fig.2 に示す。標準試料と比較して、スパッタ分子試料では分子量 1500Da までは 500nM の標準試料と同じ分布を示しているが、1500 Da 以上で規格化強度が下がっている。このことから、分子量 1500 Da 以上の PEG では Ar クラスターイオン照射により損傷が起こっていることがわかった。

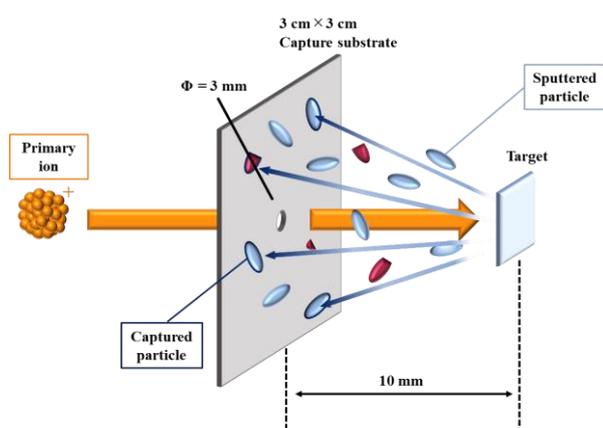


Fig.1 Collection of sputtered particles by capture substrate

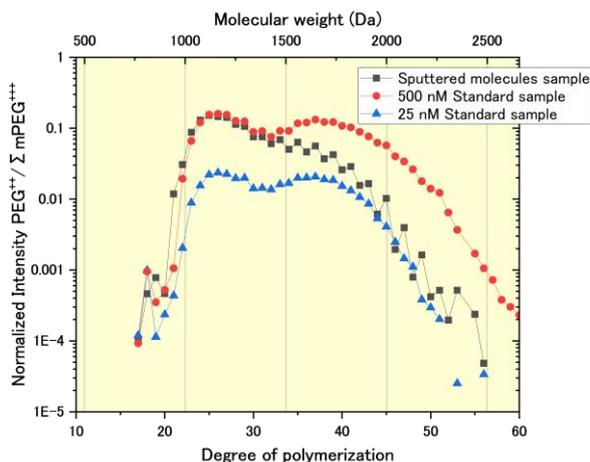


Fig.2 Normalized intensity distribution of $[\text{PEG}+2\text{NH}_4]^{2+}$