

# 有機分子試料の C<sub>60</sub> イオン照射によるスパッタリング

## Sputtering of Organic Molecule Thin Films by C<sub>60</sub> Ions

竹内伸志, 中嶋薫

京都大学大学院工学研究科マイクロエンジニアリング専攻

S. Takeuchi, K. Nakajima

Department of Micro Engineering, Kyoto University

### 1. はじめに

二次イオン質量分析法 (SIMS) は、真空中で高速イオン (一次イオン) を試料表面に照射し、表面から放出された二次イオンを質量分析することで、試料表面の分析を高感度に行う手法である。この手法は従来、半導体材料などの無機物に含まれる微量元素の分析に用いられてきた。しかし近年、生物の持つタンパク質の構造や機能などに代表される生体試料の情報解析の重要性の高まりに伴い、当手法の有機物分析への応用が試みられてきた。

一次イオンに Cs、Ga などの単原子イオンを用いる従来の SIMS を生体試料に適用すると、検出される二次イオンの大部分が試料分子のフラグメントイオンとなり、分子種の特定や構造決定に有用な無傷の分子イオンや高質量の二次イオンの収率 (一次イオン 1 個当たりの当該二次イオンの検出数) が低いという問題があった。しかし、一次イオンに C<sub>60</sub> などの多原子イオン (クラスターイオン) を用いることでフラグメントイオンの発生が抑えられ、無傷の分子イオン収率が向上することが報告されており [1]、より高感度に生体分子を検出することができる手法として期待されている。しかし、生体分子の検出感度を定量的に評価するためには、無傷の分子イオン収率に加えて、分子のスパッタ収率 (一次イオン 1 個当たり表面から放出される分子数) を知る必要がある。

単原子のイオンを無機物の表面に照射したときのスパッタ収率については詳しく調べられているが、C<sub>60</sub> イオンを生体分子などの有機分子試料に照射したときのスパッタ収率に関する研究は少ない。特に、高速の C<sub>60</sub> イオンの入射エネルギーや入射角とスパッタ収率の関係に関する研究は不十分である。

そこで本研究では、生体分子などの有機分子試料に対し、一次イオンとして高速 C<sub>60</sub> イオンを照射した際のスパッタリング収量を系統的に測定することを目的とする。特に本研究においては、C<sub>60</sub> イオン照射における、一次イオンの入射エネルギーや入射角に対するスパッタ収率の依存性を調べる。

### 2. 実験

アセトンで洗浄した Si ウェハ上に Au (目標膜厚 2 nm) とフェニルアラニン (目標膜厚

150 nm程度)を真空蒸着し、金デルタ層を埋め込んだ試料を作製した。また、比較のため金のみ蒸着を行った試料も作製した。次に、作製したフェニルアラニン蒸着した試料に対し、1080 keV、540 keVのC<sub>60</sub>イオンを様々な角度で照射した。

続いて、①金のみ蒸着した試料、②未照射の試料、③C<sub>60</sub>イオンを照射した試料のそれぞれについて、京都大学量子理工学教育研究センターのバンデグラフ型加速器を使用して1.0 MeVのHeイオンでRBS分析を行った。各試料の金デルタ層から散乱されたHeイオンのエネルギーから、照射を行った試料についてスパッタされたフェニルアラニンの層の厚さを求めた。スパッタ深さからスパッタされたフェニルアラニンの分子数を計算し、C<sub>60</sub>イオンの照射量で割ることによってスパッタ収率を求めた。

### 3. 結果と考察

実験より得られたスパッタ収量を図1に示す。1080 keVのC<sub>60</sub>イオンを照射した場合は収率が19000~26000 個/ionに対し540keVのC<sub>60</sub>イオンを照射した場合は7000~15000 個/ionであった。また、入射角0°

(垂直照射)の場合のスパッタ収率に対する各入射角のスパッタ収率の比を図2に示す。入射角を変えて照射した場合の0°で照射した場合との相対比は1080 keVの場合は0.8~1.1、540 keVの場合は0.5~1.1の値となった。単原子イオンを無機物に照射した場合には角度増加に伴い顕著に収率の増加が見られる場合が多いが、それとは異なる挙動を示した。単原子イオンでのスパッタリングに対しC<sub>60</sub>イオンの照射においては、スパッタ収率の角度依存性が弱くなることが分かった。

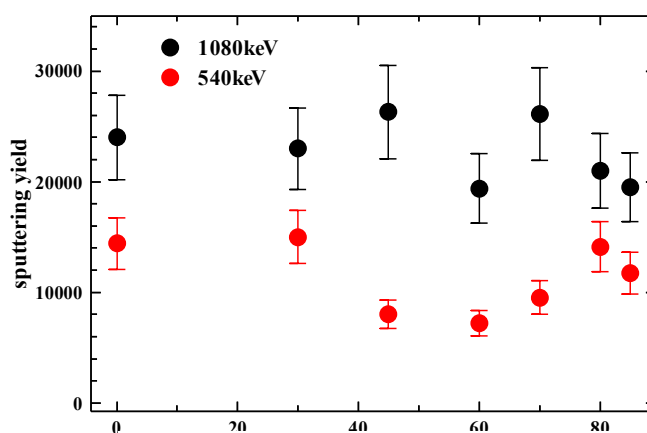


図1：入射角とスパッタ収率の関係

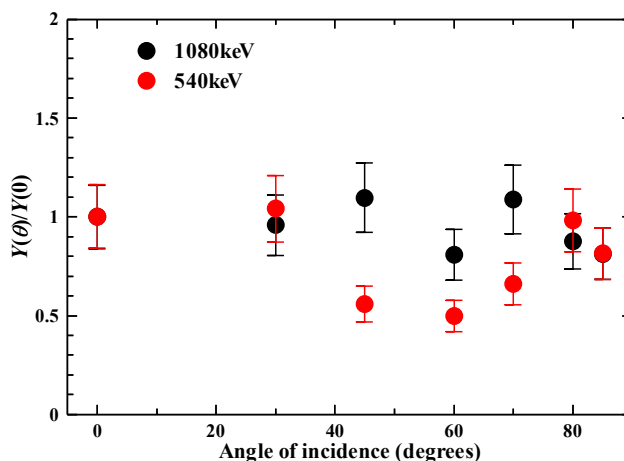


図2：垂直入射に対する各入射角のスパッタ収率の比

#### 参考文献

- [1] R. W. Linton, M. P. Mawn, A. M. Belu, J. M. DeSimone, M. O. Hunt, Y. Z. Menceloglu, H. G. Cramer and A. Benninghoven, Surf. Interface Anal. **20**, 991–999 (1993).