

飛躍的な発展を遂げる SIMS 法の展望 有機・生体高分子分野への新展開

○松尾 二郎

京都大学大学院工学研究科附属量子理工学教育研究センター

Current Status and Future Prospect of SIMS: From Organic Materials to Biological Materials

○Jiro Matsuo

Kyoto University

物質にイオンを衝突させると表面から2次イオンが放出される。この2次イオンを質量分析する手法をSIMS(Secondary Ion Mass Spectrometry)と呼び、表面を高感度に分析する手法として活用されてきた。高感度という特徴を持つSIMS法は、半導体の不純物分析技術として広く用いられている。

数 keV のモノマーイオンを用いる通常の SIMS 法では、1 次イオン(プローブイオン)により表面分子が壊れてしまうという問題があり、有機材料の分析には1 次イオン量を極端に減らし表面の有機分子が壊れる前に2次分子イオンを質量分析する必要があった。この手法は、Static-SIMS 法がと呼ばれ、飛行時間型質量分析技術(TOF)と組み合わせた TOF-SIMS 法が有機材料分析に広く用いられている。

最表面の分子情報を取得できるというユニークな特徴を持っているため、有機材料分析法として様々な分野で実用化されている。2 次分子イオンを質量分析し評価するため、組成情報だけでなく分子情報など詳細な化学情報を取得することができる。このため、SIMS 法は、半導体分野だけでなく有機分子の分析手法として、様々な分野の研究開発に広く用いられている。

一方、近年大きく発展している有機半導体や機能性有機分子などを用いた有機多層膜などを表面だけでなく、深さ方向分析できる手法が求められている。等価的に低エネルギーのイオンビームであるクラスターイオンビームを1次イオンとして用いることで、表面の有機分子を壊すことなくスパッタできることが示され、C₆₀ や Ar クラスターイオンビーム(GCIB:Gas Cluster Ion Beam)が、近年広く用いられてきた。これらの新しいイオンビームはスタティックリミットが殆

どなく高いドーズ量でも SIMS 測定できるという特色があり、高感度化が実現されている。

さらに、2 次イオンの質量分析法としても、これまでの入射イオンをパルス化して計測する TOF 法だけでなく、クラスターイオンをパルス化することなく連続入射ビームとして用いることができる新しい質量分析技術の導入も進んでいる。高質量分解能を有する Orbitrap 法や垂直引き出し型の TOF 法など最新の質量分析法により、これまでには得られなかった情報を得ることが可能となってきた。このように飛躍的な発展を遂げる 2 次イオン質量分析法は半導体から有機材料、生体高分子まで応用分野を拡げており、深さ方向分析から質量イメージング、さらには3次元分布の可視化など新たな分野へも展開している。

しかし、2 次イオン収量の飛躍的向上やサブミクロン以下の高空間分解能質量イメージング技術など取り組むべき課題は多い。また、3次元質量イメージング技術の実現により大量(TB 級)のデータを如何に処理するかという解析技術も重要なテーマとなってきた。

講演では、近年の SIMS 技術の飛躍的発展を支えるイオンビームや先端質量分析法を紹介し、今後取り組むべき技術課題や本技術の持つ将来展望について議論したい。