

飛行時間型二次イオン質量分析による高分子有機材料分析手法の開発と基礎検討

パナソニック株式会社 川島知子

(要旨)

近年、商品の小型化・高機能化に伴い、微小有機デバイスの需要が増加している。また、美容・健康への意識の高まりにより、生体に対する効果検証の要望が高まっている。有機デバイス開発や生体に対する効果検証には、微小領域の有機材料の定性や分布分析が重要である。しかし従来の分析手法では、数 μm 以下の有機材料の分析は困難であった。試料に一次イオンを照射し、試料から放出された二次イオンを検出する飛行時間型二次イオン質量分析(Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometry: TOF-SIMS)では、100 nm 程度の高面分解能と、化学構造など多くの情報を持つ質量スペクトルが得られる一方、質量スペクトルの解釈が複雑で、さらに微小領域の分析においては感度不足の課題があった。これらの課題を克服するために、TOF-SIMS を用いた分析の基礎検討を行った。

複雑な質量スペクトルを解釈するために、タンデム質量分析を用いて、TOF-SIMS におけるポリスチレンの開裂過程を検討し、定性分析に有効な二次イオンの選出を可能とした。この成果は第 2 章にまとめた。

さらに、感度不足を補うために、有機物を低損傷にスパッタ可能なガスクラスタースパッタを利用して、一次イオン照射による有機物のダメージ層除去を繰り返して、二次イオンを積算することで、感度向上が可能であることを確認した。これらの検討の結果、従来分析が困難であった直径 $1 \mu\text{m}$ のポリスチレンの定性分析を可能とした。一次イオンによるダメージ層生成機構の基礎検討は第 3 章に、ダメージ層除去による感度向上に関しては第 4 章にまとめた。

また、第 5 章は生体試料への応用をまとめた。皮膚に浸透した有効成分の分布評価については、蛍光化などの前処理無しでは評価が困難であった。本研究では、皮膚に浸透させた微量有効成分について、評価試料の TOF-SIMS マッピングデータに標準試料の測定データを加えたデータを用いて、多変量解析を行うことで、複雑な質量スペクトルから評価対象の化学情報を取り出し、分布分析が可能であることを見出した。

本研究では TOF-SIMS の応用方法を改良・開発し、微小・微量な高分子有機材料の定性および分布分析を可能とした。今後、この手法を応用することで、微細化が進む有機デバイス開発や生体への効果検証などに大きく役立つと考える。