

●飛行時間型二次イオン質量分析法 (TOF-SIMS)

TN060

Time of Flight Secondary Ion Mass Spectrometry (TOF-SIMS)

[概要]

試料表面に Ga、Bi などのイオン（一次イオン）を照射すると、試料表面の物質が一部イオン（二次イオン）化されて放出されます。この二次イオンを一定電圧で加速すると、軽いイオンほど早く、重いイオンほど遅く検出器に到達します。このことを利用し、試料から検出器までの二次イオンの飛行時間を測定することにより、質量分析を行う手法が飛行時間型二次イオン質量分析法（TOF-SIMS）です。Fig. 1 に TOF-SIMS の模式図を示します。図中、左側が三つの静電アナライザーでイオンを 270 度回転させるトリプルフォーカス型、右側がイオンを一回だけ反射させるリフレクトロン型です。基本的な検出原理は変わりませんが、試料形状や分析目的に応じて装置の使い分けを行います。

試料は絶縁物、導電物を選ばず、形状はウェーハのような平坦なものから凹凸のあるもの、さらには粉末と幅広く対応することができます。また分析エリアも数十 μm ~ 数 cm と幅広く、いずれの領域においてもイメージ測定（マッピング）が可能です。

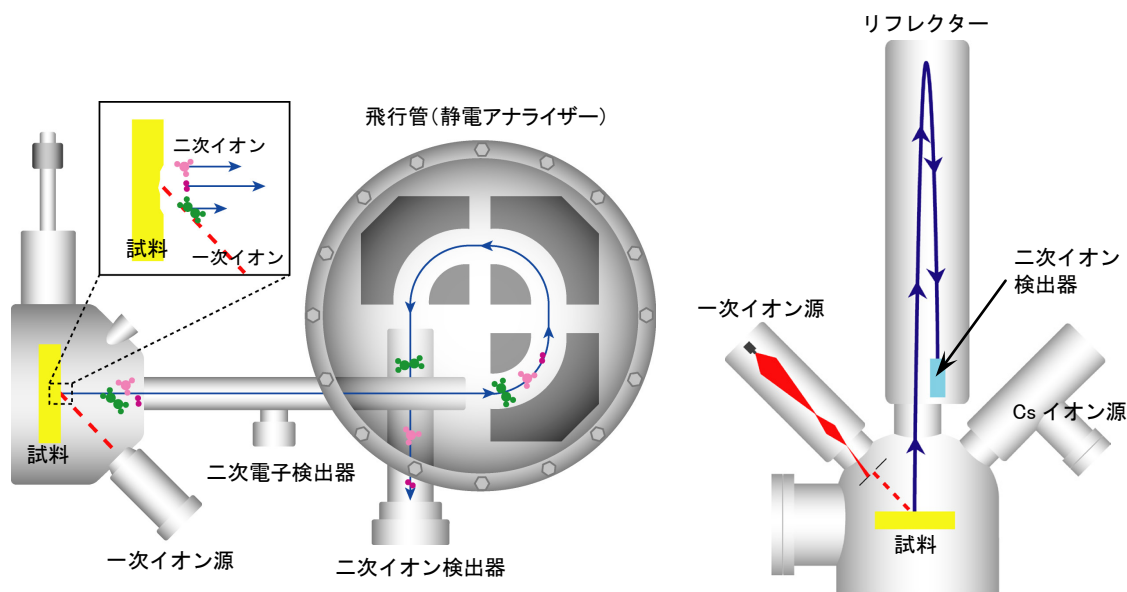


Fig. 1 Schematic diagrams of TOF-SIMS.
Left :triple focus type, Right : reflectron type

[特徴]

1. 検出深さ 1nm 程度の極表面の分析が可能	6. 高質量分解能
2. 試料表面の損傷が少ない	7. 検出できる質量範囲が広い
3. 表面化学構造に由来するフラグメントイオン、分子イオンを検出可能	8. サブミクロンオーダーの空間分解能でイメージ測定（マッピング）が可能
4. 絶縁物分析が容易	9. 粉末や複雑形状試料の分析が可能
5. 高感度 (数百~数十 ppm レベルまで検出可能)	10. スパッタ銃の併用により、浅い部分の深さ方向分析が可能

一般に SIMS として知られているダイナミック SIMS は多量の一次イオンを照射し、高感度微量分析、深さ方向分析を得意としています。それに対し、スタティック SIMS の一手法である TOF-SIMS は、パルス状にした少量の一次イオン照射で、試料最表面の化学構造の情報を持ったフラグメントイオンや、分子イオンを発生させることができます。従って、表面分析法でありながら、無機物だけでなく有機物の構造解析にも威力を発揮します。Fig. 2 にダイナミック SIMS と TOF-SIMS の違いを示します。

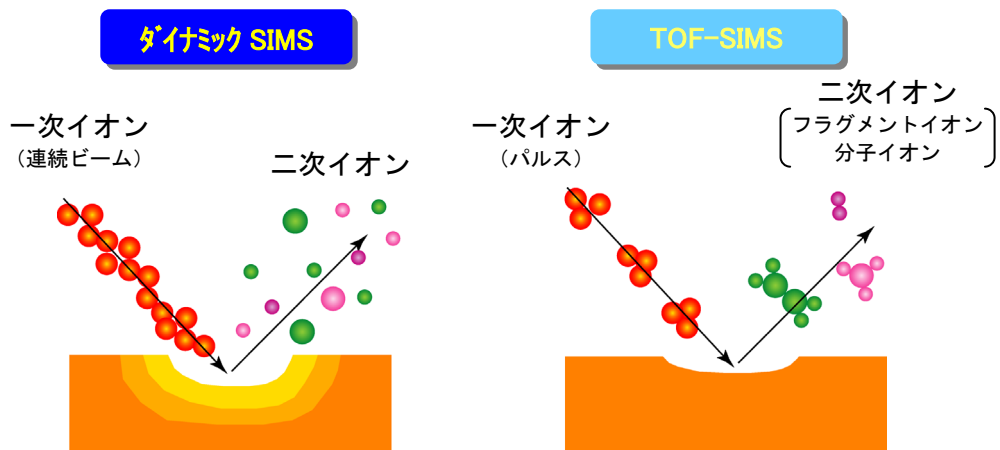


Fig. 2 Difference between dynamic-SIMS and TOF-SIMS.

[事例 1] Si ウェーハ上異物の定性分析

(Total) 二次イオンイメージから、異物部分と正常部のスペクトルを抽出したところ、異物部分から SO_x^- で表される硫酸系イオンが高い比率で検出されました。これら硫酸系イオンについて、再度二次イオンイメージを作成したところ、異物部分から強く検出されていることがわかりました。

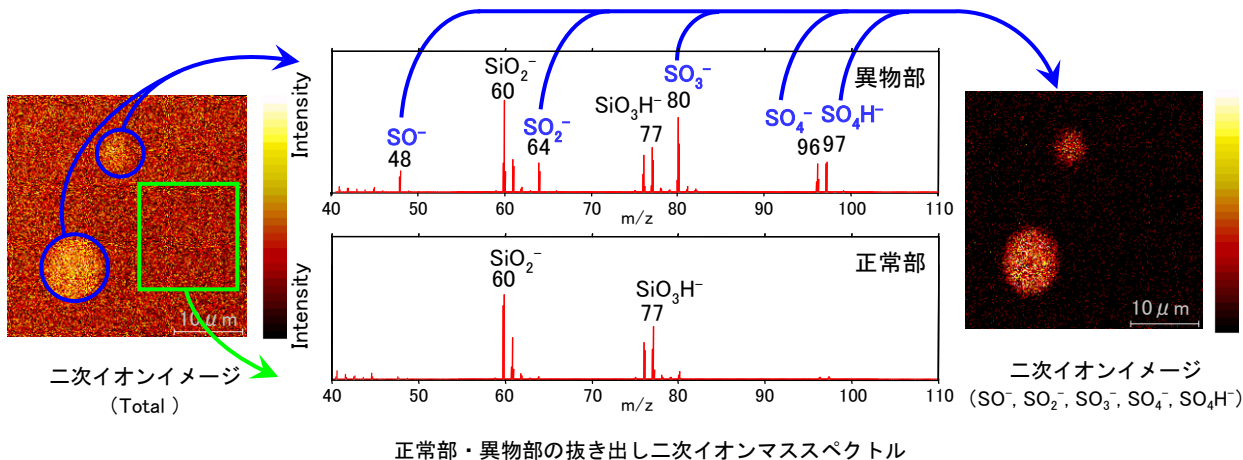


Fig. 3 Case (1): Qualitative analysis of the foreign substance on a Si wafer.

[事例 2] ポリエチレンフィルム表面の定性分析

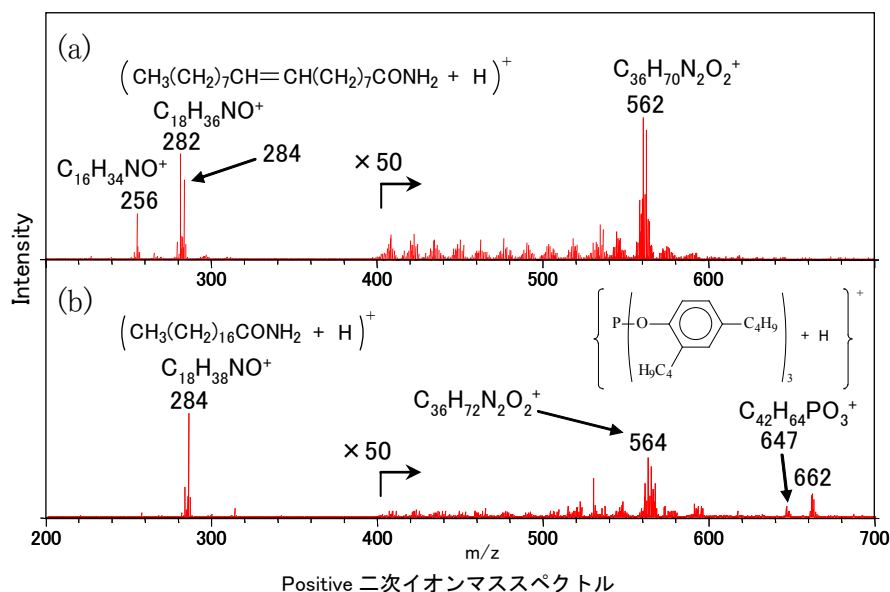


Fig. 4 Case (2): Qualitative analysis of the polyethylene film surface.
(a)untreated (b)heat-treated at 100°C for 24h

Fig. 4 は(a)市販のポリエチレンフィルム表面を測定した結果と、(b)100°Cで24時間加熱後の表面を測定した結果です。分析の結果、ステアリン酸アミド(m/z 284)の量は加熱処理前後でそれほど変化していませんが、リン系加工安定剤(m/z 647)が加熱によって表面にブリードアウトし、逆にオレイン酸アミド(m/z 282)が減少する様子が確認されました。

[応用分野]

試料	目的（測定対象）
高分子	剥離剤・離型剤・帯電防止剤・界面活性剤等の定性、表面存在量比較、分布膜剥離原因調査、接着不良原因調査、フィッシュアイ、表面シミ原因調査 多層膜の断面分析（マイクロトーム、斜め切削）
ガラス	曇り原因調査、異物定性、洗浄効果、洗浄残渣
ウェーハ	表面汚染、異物定性、洗浄効果、洗浄残渣、CMP 関連（BTA etc.）、ベベル部エッチング残渣、リソグラフィ関連
LCD	液晶、配向膜、ITO、カラーフィルター、表示ムラ・シミ原因調査
HDD	ハードディスク媒体、ヘッド、潤滑剤、ランプ等構成部品
LSI	はんだ・ボンディング不良原因調査、金属変色、各種センサー付着物
その他	毛髪断面、各種フィルター付着物、各種金属

[キーワード]

ポリマーフィルム、滑り、脂肪酸アミド、添加剤