

走査電子顕微鏡 (SEM) を用いた各種分析手法

1. はじめに

走査電子顕微鏡 (SEM) は、細く絞った電子線で試料表面を走査し、ミクロ～ナノスケールでの表面構造の観察、及び SEM 付属のエネルギー分散型 X 線分光器 (SEM-EDX) による元素分析を主な用途として、製品開発や品質管理に広く利用されています。

今回は、その他の有用な分析手法として、SEM を用いた透過像観察と結晶性材料の結晶方位解析について紹介します。

2. SEM による透過像観察 (低加速 STEM)

電子線が照射されると、試料の形態や密度、含まれる元素に応じて様々な信号が放出されます (図 1)。これらの信号を様々な検出器で捉えることにより、有用な材料情報が得られます。一般的な試料表面の微細凹凸観察は、主として試料表面から放出される二次電子を検出します。SEM-EDX では、元素固有の特性 X 線を検出して、元素分析を行います。

一方、電子線を走査しながら試料を透過した電子線を検出して顕微鏡像を得る手法は、走査透過電子顕微鏡 (STEM) と呼ばれ、主に薄膜化した試料に対して行います。試料をそのまま通過した透過電子を検出する明視野 STEM と、試料原子との相互作用を受けながら通過した散乱電子を検出する暗視野 STEM があります。明視野 STEM では試料

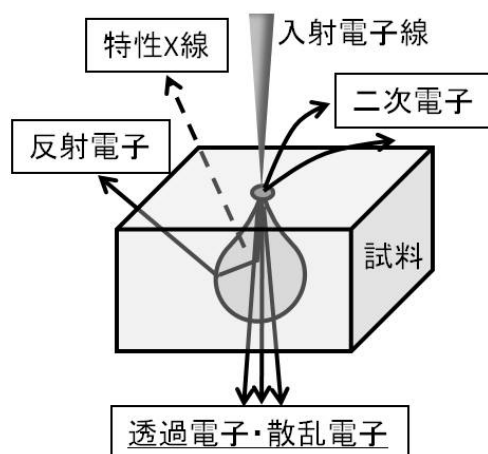


図 1 電子線照射により試料から放出される主な信号

の内部構造を示す透過像を、暗視野 STEM では試料密度・原子番号を反映したコントラストが得られる組成像を観察できます。

SEM に付属する STEM は、加速電圧が 30kV 以下ですので低加速 STEM と呼ばれ、加速電圧が数 100kV の透過電子顕微鏡 (TEM) に付属する STEM とは区別されます。加速電圧が低いために、TEM では像を得にくい高分子材料や有機材料などを観察することが可能です。STEM 検出器を搭載すると、比較的扱いやすい SEM で試料内部を観察でき、有用な分析方法の一つといえます。

3. 結晶性材料の結晶方位解析 (EBSD)

試料を 70° 程度に傾斜し、電子線を照射すると、電子回折パターン (後方散乱電子回折: EBSD) が得られます (図 2)。この方位解析を行いながら試料表面を走査すると、試料表面の結晶方位分布などが得られます。金属やセラミックなどの結晶性材料では、観察領域内の各粒子の結晶方位を調べることができます。X 線回折では、領域内の全粒子の情報がまとめて得られるため、個々の分布を知るとは難しく、これが EBSD の特徴です。これにより、物性との関連を検討する上で重要な結晶情報が得られます。

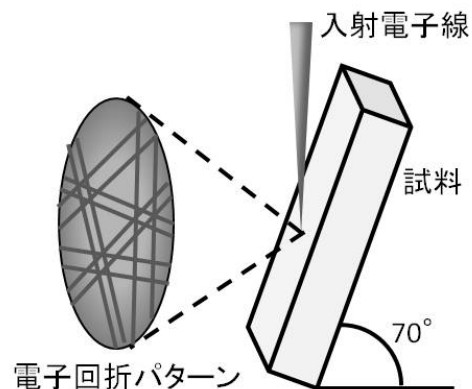


図 2 後方散乱電子回折

4. まとめ

当研究所では、依頼試験として SEM による微細観察、SEM-EDX による元素分析を行っており、その他の分析についても情報提供を行っています。是非お問い合わせください。



基盤技術部 杉本 貴紀 (0566-24-1841)
研究テーマ: 電子顕微鏡
担当分野: 材料評価