



ORIST

Technical Sheet

No. 23-07

リモート対応型ショットキー走査電子顕微鏡

キーワード：走査電子顕微鏡、EDS、EBSD、in situ 観察、リモート

はじめに

走査電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope : SEM)は、真空中で集束させた電子線を試料表面に走査させ、試料から発生する様々な信号をもとに、試料を拡大して観察等を行う装置です。

電子線を試料に照射したときに発生する信号には、二次電子、反射電子、特性 X 線、および回折電子などがあります。各種の信号により、試料表面の微細な凹凸や材料組織の観察、あるいは組成、結晶構造または結晶方位などを測定できます。

新規導入機器の概要

当研究所はこの度、ショットキーエミッション電子銃を備えた SEM に、エネルギー分散型 X 線分析検出器 (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy: EDS)と、電子線後方散乱回折検出器(Electron Back Scattered Diffraction: EBSD)を組み込んだ装置を導入しました。装置の外観と仕様は、図 1 および表 1 のとおりです。



図 1 装置の外観

本装置の特徴

本装置は、ショットキーエミッション電子銃を搭載しているため、高空間分解能と大電流を両立しています。これにより、大電流が必要な EDS あるいは EBSD 分析においても、迅速に鮮明な画像を得ることができます。また、EDS と EBSD は同時使用も可能で、判別が困難である類似の相のマッピングおよび結晶方位解析の精度向上が可能です。

表 1 装置の仕様

型式	SU5000 (株式会社日立ハイテク製)
電子銃	ショットキーエミッション電子銃
加速電圧	0.5~30 kV (0.1 kV 間隔で可変)
最大ビーム電流	200 nA 以上
空間分解能	1.2 nm (加速電圧 30 kV)
倍率	10~600,000x
試料寸法	(最大) φ 200 mm × 高さ 80 mm
試料重量	(最大) 500g
観察モード	・高真空モード(10 ⁻³ Pa 以下) ・低真空モード (10~300 Pa の低真空状態で二次電子像の観察可)
検出器	・二次電子検出器(SE) ・高感度低真空検出器(UVD) ・反射電子検出器(BSE) ・エネルギー分散型 X 線検出器(EDS) ・電子線後方散乱回折検出器(EBSD)
in situ 観察	・特殊ステージを使用して加熱中試料のその場観察が可能 最高温度: 1000 °C 最大試料寸法: 5×7×1.0 mm 最大昇温速度: 10 °C/s
リモート操作	・Web 会議用アプリケーションを利用し、外部から操作が可能

試料寸法について、ドローアウト(引き出し)による挿入方式では、最大φ200×高さ80mmに対応しており、試料を切断せずにそのまま観察することが可能です。また、専用のホルダー(図2左)を使用すれば、イオンミリング装置¹⁾から試料交換室を介し、大気非暴露で試料を挿入することも可能です。さらに、加熱ステージ(図2右)を使用して、試料室内で試料を加熱する in situ 観察も可能です。

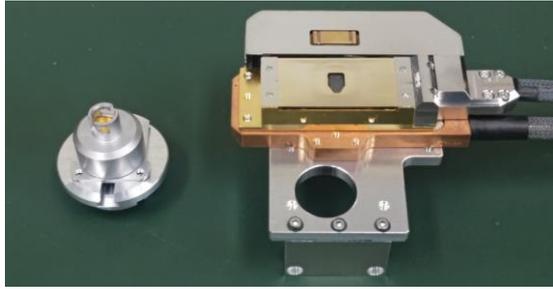


図 2 大気非暴露ホルダー(左)と加熱ステージ(右)

また、カメラナビゲーションシステムが搭載されており、試料全体の位置を確認しながら観察できます(図 3)。事前に試料を写真撮影し、それを画面上に表示させることで、大型の試料や複数の試料を同時に試料室に挿入した際、目的の観察位置への移動が容易となり、効率よく観察できます。また、ユーセントリック機能により、試料を回転、傾斜させた際の視野ずれを抑制できます。

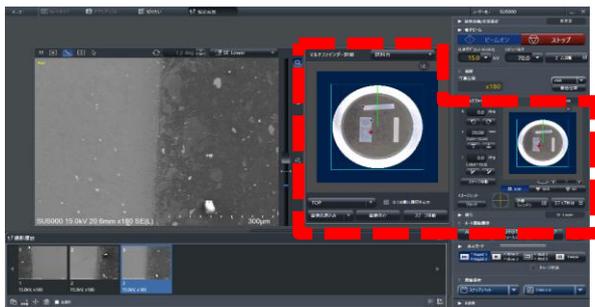


図 3 観察中画面の一例
(カメラナビゲーションシステム: 赤点線囲み部分)

観察モードは通常の高真空モード(10^{-3} Pa 以下)に加えて、低真空モード($10 \sim 300$ Pa)を選択することができます。低真空モードでは、高感度低真空検出器(Ultra Variable-pressure Detector: UVD)を使用し、樹脂やセラミックス等の非導電性試料でも、金属蒸着等の前処理を実施せずに、そのままの状態を観察が可能です。

リモート操作による装置使用

本装置は、Web 会議用アプリケーションを利用して外部からリモート操作することができます。(図 4)。SEM 本体のリモート操作には、お手元の PC から、指定された URL にアクセスし、画面共有機能を利用することで操作していただけます。通常、装置を直接操作する場合、本体に接続された専用のパネルを使用しますが、同様の操作は、PC の画面上からでも可能です。この機能により、弊所にお越し



図 4 リモート操作イメージ

いただくことなく、外部の PC から効率的に作業を進めていただくことができます。

また、リモート操作は SEM 本体だけでなく、付属する EDS や EBSD に加えて、弊所が保有する電子線マイクロアナライザー(EPMA)でも可能です。これらの操作には、SEM 本体とは異なるシステムを使用しますが²⁾、SEM 本体と同様、外部の PC から作業いただけます。

おわりに

表 2 に、本装置の装置使用料を示します。なお、リモートでご利用いただく場合は装置使用料金に加え、別途、リモート対応システムの料金と、指導・調整料をご負担いただけます。

表 2 ショットキーSEM の装置使用料

ショットキーSEM	6,700 円/1 時間
ショットキーSEM 付属 EDS	1,000 円/1 時間
ショットキーSEM 付属 EBSD	1,500 円/1 時間
リモート対応システム	300 円/1 時間
指導・調整料	2,500 円/30 分

本装置は、リモート操作に限らず、高空間分解能でのハイスループット元素分析および結晶方位解析など、非常に優れた機能を多く有する装置です。そのため、貴社の材料や製品開発において、本装置の性能が必ずお役に立ちます。積極的なご利用をお待ちしております。

参考文献

- 1) 田中 努、内田壮平、平田智丈: 冷却温度調整機能付きイオンリング装置、ORIST テクニカルシート、No. 16003(2016)
- 2) 平田智丈: FE-EPMA (電界放出型電子プローブマイクロアナライザ) のリモート装置使用、ORIST テクニカルシート、No. 22-02(2022)

発行日 2023 年 7 月 1 日
 作成者 金属材料研究部 微細構造評価研究室 平田 智丈、澤 源士郎
 Phone: 0725-51-2695(平田)、2567(澤)
 E-mail: hirata@orist.jp(平田)、sawa.genshiro@orist.jp(澤)