

仕 様 書

機 器 名：多機能分析型電界放出走査電子顕微鏡

数 量：一式

納入場所：地方独立行政法人京都市産業技術研究所 1階 ナノ構造観察室
(京都市下京区中堂寺栗田町9-1 京都リサーチパーク9号館南棟)

納入期限：令和9年3月31日(水)

1 機器の概要

本装置は、ショットキーフィールドエミッションタイプの走査電子顕微鏡であり、ナノスケール領域での表面観察を容易に行うことができる装置である。また、本装置には、非導電性試料の無蒸着観察に有効な圧力可変の低真空モードや水蒸気雰囲気を利用可能な大型試料チャンバーを搭載する。さらに、試料の元素分析・マッピングを行うエネルギー分散型X線分析システム(EDS)、結晶方位解析を行う結晶方位解析システム(EBSD)及び微小領域の機械的特性を評価するナノインデントシステムを装備し、多機能な材料分析を可能とするシステムである。

2 機器の構成

- (1) 走査電子顕微鏡本体部
- (2) エネルギー分散型X線分析システム(EDS)部
- (3) 結晶方位解析システム(EBSD)部
- (4) ナノインデントシステム部
- (5) 制御・解析部

3 必要とする規格及び性能条件

(1) 走査電子顕微鏡本体部

ア 制御部(電子線カラム)

- (ア) 電子源 : ショットキー電界放出形(FE)電子銃であること。
- (イ) 照射電流 : 2pA以下～400nA以上で制御できること。
- (ウ) 加速電圧 : 50eV以下～30keV以上で制御できること。
- (エ) ビーム減速機能 : 500eV以下の電圧制御を行う場合、ビーム減速のモードを使用することが可能であり、1つのボタンで制御が可能なこと。
- (オ) レンズ系 : 対物アパーチャーを用いないカラムであり、最適な電流、ビームスポットサイズを自動演算・制御できる機能を有すること。
- (カ) 分解能 : 加速電圧15 keVにおいて0.9nm以下、加速電圧0.5keVにおいて1.5nm以下であること。

イ 検出部(観察系)

- (ア) 搭載検出器 : 二次電子検出器(エバーハート・ソーンリー型)、Retractable型反

射電子検出器を装備すること。インカラム型検出器を2基装備すること。さらに低真空観察用のガス二次電子検出器を搭載すること。

(イ) 観察モード : 高分解能モード・高焦点深度モード・低倍モード・ワイドモード等4つ以上のモードを有すること。電子線像による低倍観察ができ、その範囲は3倍以下であること。

(ウ) クリーニング機能 : プラズマを用いたクリーニング機能を有すること。

ウ 試料部 (試料室チャンバー)

(ア) チャンバー形式 : ドローアウト (大気開放) ができる大型試料室であること。

(イ) 試料ステージ : 電動5軸モーターステージであり、EBSD観察用に試料ステージが -70° 度 $\sim +90^{\circ}$ 度まで稼働・制御できること。

(ウ) 衝突回避機構 : 試料ステージの状態、また挿入する各種検出器との位置関係を3D表示でき、対物レンズへの試料や検出器の衝突を防止・制御できる機能を有すること。またタッチセンサー等のアラーム機能も付与すること。

(エ) 低真空モード : チャージアップ対策として、低加速・低真空条件で観察できる機能を有し、水分雰囲気下でも観察できる機能を有すること。制御できる雰囲気は7Pa以上 $\sim$ 500Pa以下の範囲であること。

(オ) 最大試料サイズ : 直径180mm以上、かつ高さ92mm以上の試料を搭載可能であること。

(カ) 最大試料耐荷重 : 1000g以上

(キ) 拡張ポート : 検出器等の増設に対応した拡張ポートを20ポート以上有すること。

(2) エネルギー分散型X線分析システム (EDS) 部

ア 検出器 : センサーサイズは 100mm^2 以上であり、かつエネルギー分解能は、200,000cps以上のカウントレートにてMn $K\alpha$ で127eV以下、50,000cps以上のカウントレートにてF $K\alpha$ で59eV以下、C $K\alpha$ で46eV以下であること。

イ 分析可能範囲 : ベリリウム (原子番号4) からカリホルニウム (原子番号98) までであること。

ウ 駆動機構 : モーター駆動にて検出器の挿入、引出しができること。

エ マッピング機能 : 電子顕微鏡像及び元素マッピング像のライブ像をビデオレートで取得することができ、視野移動及び倍率変更に追従して元素マッピング像を確認できること。

オ 分析機能 : 定性 (自動及び手動)、定量、ポイント、ラインスキャン、マッピング分析ができること。スタンダードレス定量分析ができ、その補正法はXPP法であること。また、バックグラウンド処理はトップハットフィルタ法であること。

カ リアルタイム処理 : ラインスキャン及びマッピング分析中にリアルタイムで重複ピークの分離、バックグラウンド除去を行い、再表示する機能を有すること。

キ 広領域分析 : 広領域を自動でマッピング分析する機能を有すること。

(3) 結晶方位解析システム (EBSD) 部

- ア 結晶方位解析カメラ : CMOSセンサを採用し、その最大解像度は1244×1024ピクセル以上であること。
- イ 測定速度・分解能 : 最大スピードは600点/秒以上、角度分解能は0.05° 以下であること。
- ウ 前方散乱電子 (FSD) 検出器 : 5 個以上搭載していること。
- エ 駆動機構及び衝突防止機能 : モーター駆動にてEBSDカメラの挿入、引出しができ、カメラの衝突を防止する非接触センサを搭載していること。
- オ 同時分析 : EDS及びEBSDの同時分析ができ、EDSのスペクトル情報とEBSDの菊池パターン情報を使用して、結晶相を同定する機能を有すること。

(4) ナノインデントシステム部

- ア 使用環境 : 走査型電子顕微鏡の試料室内で使用方法ができること。
- イ 粗動駆動機構 (coarse) : 可動軸は3軸以上、駆動原理として piezo stick slip形式であること。XYZ駆動範囲は12mm以上×12mm以上×21mm以上、最小駆動単位は1nm以下であること。
- ウ 微動駆動機構 (fine) : 駆動原理は piezo scanningのクローズドループシステムであり、駆動範囲は25 μm以上、最小駆動単位は0.05nm以下であること。
- エ プローブ : プローブのセンシングならびに駆動機構がMEMS機構であること。
- オ 測定性能 : 位置測定範囲は0.05nm～21mm以上、最大荷重範囲は±200mN以上であること。最大荷重200mN以上に対してノイズフロア500nN以下であること。
- カ 試験機能 : マイクロピラー圧縮、マイクロカンチレバー破壊試験、連続剛性測定が可能なナノインデントーション、マイクロ引張試験ができ、1インデントーションを1秒以下の速度で測定できること。センサープローブ軸に沿って指定の負荷力を測定可能であり、圧縮力と引張力の両方を測定可能であること。
- キ アプローチ機能 : 表面接触位置を自動で検出するアプローチ機能を有すること。

(5) 制御・解析部

- ア 走査電子顕微鏡本体部の制御・解析用ハードウェア (操作デバイスを含む)
 - (ア) CPU : Intel Core i7 以上
 - (イ) OS : Windows® 11 Pro (64 ビット版)
 - (ウ) 主メモリ : 32GB以上
 - (エ) ストレージ : 500GB SSD以上及び4TB HDD以上であること。
 - (オ) グラフィック : Nvidia GTX1660同等以上

- (カ) 表示 : 32型以上のQHDモニタを付属すること。
- (キ) 操作デバイス : マウス、キーボード、トラックボール、専用コントロールパネルがあること。

イ エネルギー分散型X線分析システム部、結晶方位解析システム部及びナノインデンターシステム部の制御用・解析用ハードウェア（操作デバイスを含む）

- (ア) CPU : Intel Core i9 以上
- (イ) OS : Windows® 11
- (ウ) 主メモリ : 64GB以上
- (エ) ストレージ : 256GB及び2TB以上のSSDであること。
- (オ) 表示 : 27型以上のモニタを付属すること。
- (カ) 操作デバイス : マウス、キーボードがあること。

ウ 走査電子顕微鏡本体部のソフトウェア

- (ア) ユーザーインターフェース : 日本語に対応したソフトウェア・GUIであること。画像観察に関しては、同時に6つ以上の画面（検出）が同時表示できる機能を有すること。ドラッグ&ドロップ機能を有し、自由なレイアウト作成・設定が可能なこと。
- (イ) ユーザー管理 : ユーザーごとの環境・プロファイルを保存することが可能であり、階層的な権限管理を設定することが可能なこと。
- (ウ) モニタリング : リアルタイムで真空系、電子銃、レンズ系のシステムモニタリングが可能なこと。
- (エ) オフィスソフト : データ処理及びレポート作成用として、Word、Excel、PowerPointの処理機能を有するソフトウェア（日本語対応）がインストールされていること。

エ エネルギー分散型X線分析システム部、結晶方位解析システム部及びナノインデンターシステム部のソフトウェア

- (ア) エネルギー分散型X線分析システム（EDS）ソフトウェアについては、日本語表示に対応していること。分析手順を示すガイドモードとカスタムモードを有すること。ラインスキャン及びマッピング分析中に自動で定量ラインスキャン、定量マッピングを表示する機能を有し、マッピング分析中に自動で相マッピングを表示する機能を有すること。
- (イ) 結晶方位解析システム（EBSD）ソフトウェアについては、日本語表示に対応していること。ガイドモードを有すること。ドリフト補正機能を有し、EBSD分析後に再解析ができる機能を有すること。理論菊池パターンとのパターンマッチングにより指数付けをする機能を有し、無機結晶構造データベース（ICSD）を有すること。
- (ウ) ナノインデンターシステムソフトウェアについては、英語の表示に対応していること。インデンテーション試験や引張試験等の測定モードの制御が可能であること。また、SEM画像

をキャプチャし、インデント結果と共に記録する機能を有すること。

(エ) データ処理及びレポート作成用として、Word、Excel、PowerPointの処理機能を有するソフトウェア（日本語対応）がインストールされていること。

(6) その他機能部

ア 4 インチウェアハが観察できるホルダーが付属し、観察やEDS分析が可能なこと。

イ 非導電性サンプル測定用に白金コーティング装置を有すること。

ウ AC200VからAC230Vへの変換用トランスを付属すること。

エ サイレンサーボックスを付属すること。

オ EDS標準試料（コバルト）を付属すること。

カ EBSD標準試料（ケイ素）を付属すること。

キ 機器の原理、概要等を説明したパネル（A 1サイズ）を1枚以上有すること。

4 契約条件

(1) 保証期間・研修等

ア 搬入、設置及び調整等に係る費用は、全額納品者の負担とする。

イ 搬入時は、当所内の床、壁等の破損を防ぐこと。必要に応じて養生等を行うこと。

当所の建物、設備などに損傷を与えた場合は、納品者の責任において、原状に復すること。

ウ 本設備が正常に作動するように検収後1年間は無償で点検・調整を行うこと。

エ 検収後1年間は、通常の使用により故障した場合の無償保証に応じること。

オ 検収後6年間（上記ウ及びエの期間含む）は、無償で走査電子顕微鏡本体部、エネルギー分散型X線分析システム（EDS）部、結晶方位解析システム（EBSD）部及び制御・解析部の保守点検を行うこと。なお、走査電子顕微鏡本体部の保守には、電子源であるショットキー電界放出形（FE）電子銃のエミッター交換も含むこと。

カ 検収は設置場所で職員立会いの下で行うこと。

キ 本機器の操作等に関する関係職員に対する研修内容、方法、期間等については納品者と協議のうえ決定するものとする。

(2) 補償等

ア 設置後に仕様書に違反していることが判明した場合には、速やかに対応することとし、違反が修正できない場合は契約完了後でもこれを解除する。

イ 設置・撤収・建造物回復などに要する費用は全て納品者が負担するものとし、既存装置については下取りすること。その他、地方独立行政法人京都市産業技術研究所への補償については別途協議して決定するものとする。

5 参考機種

(株)島津製作所製 走査電子顕微鏡 SUPERSCAN™SS-4000 GMUモデルと同等品若しくはそれ以上。