

Park NX12

生物学および電気化学的研究の最適解



Park
SYSTEMS

NX12は、材料科学、電気化学、生化学研究向けの特殊原子間力顕微鏡 (AFM) です。液体環境および大気中でのナノスケールでのイメージングと特性評価を実現し、走査型プローブ技術と倒立型光学顕微鏡を一体化して動的プロセスの包括的な分析を行います。

NX12の中核をなすのは、ParkのTrue Non-Contact™ (完全非接触) モードとナノピペットベースの技術を備えた直交スキャンシステムを組み合わせており、同じサンプル上で構造的、機械的、電気的、光学的情報を結びつける精密なトポグラフィーと相関測定を実現します。

NX12は、SICMを用いた生きた細胞の非侵襲的な液中イメージングや、SECM/SECCMによる局所反応性の高解像度マッピングなど、さまざまな専門的な実験に対応しています。デジタル制御式環境チャンバーは、高い信頼性と再現可能な研究向けに安定したガスと温度条件を維持します。

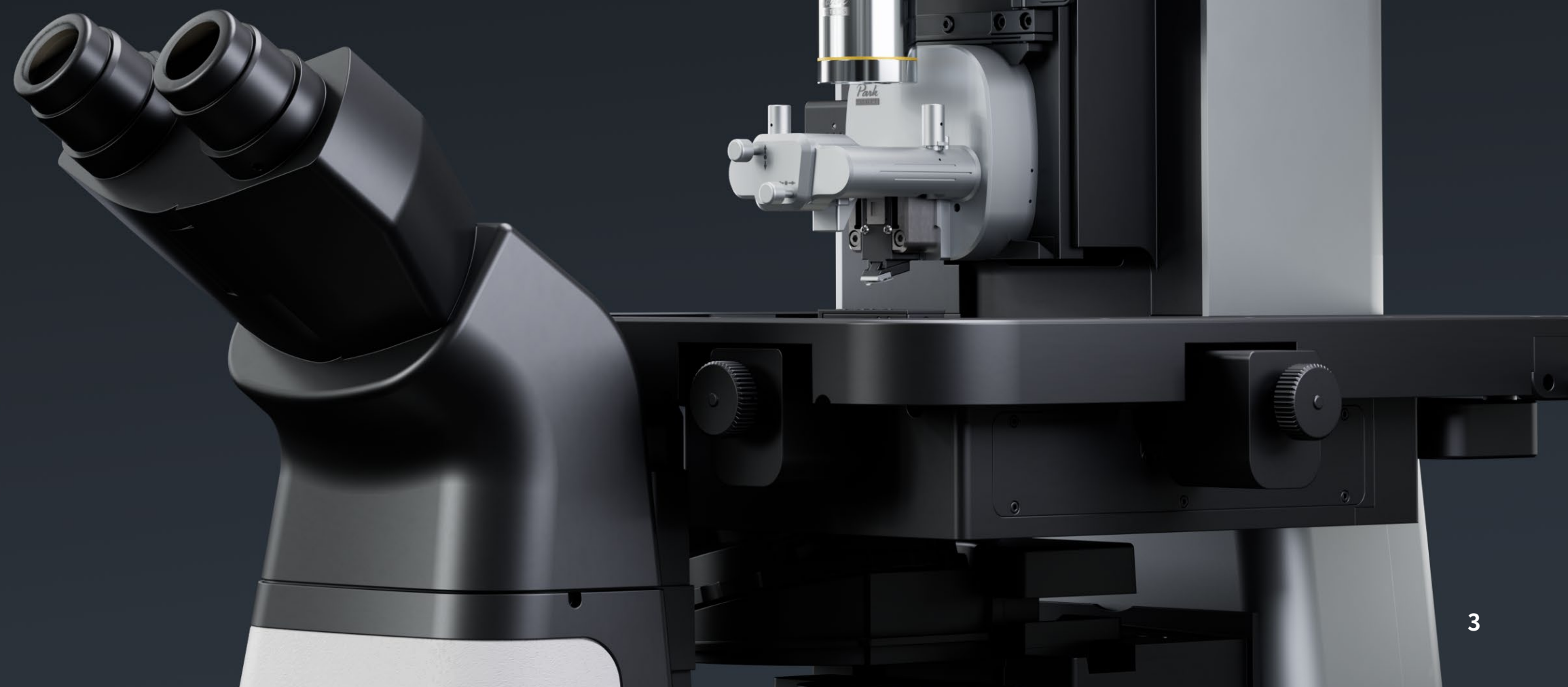
NX12 - 主な特長

専門的なバイオAFMおよび電気化学的機能

- 倒立型光学顕微鏡との一体化
- 生物学的用途向けの液中AFMイメージング
- 環境制御チャンバー
- ナノピペットを使用する用途

AFMの卓越したパフォーマンス

- True Non-Contact™ (完全非接触) モード
- 直交性に優れたスキャンシステム
- 高速Zサーボ・スピード
- 簡単なプローブ交換
- AFMモードの豊富な選択肢

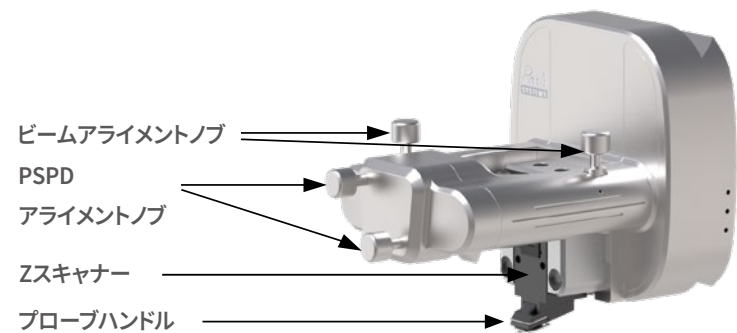


Park NX12

倒立型光学顕微鏡と一体化した次世代AFM

高速Zサーボと高分解能

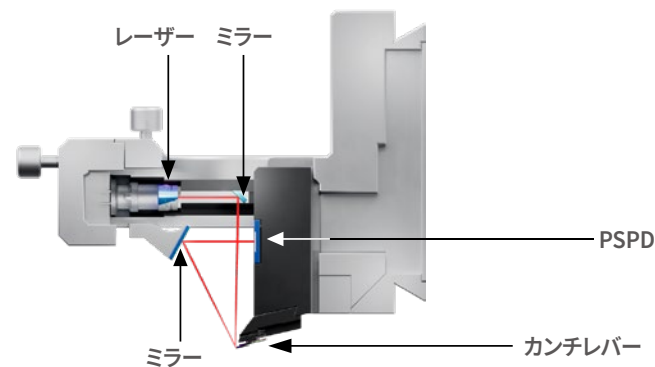
Park NXシリーズの画像解像度がさらに向上しました。積層ピエゾアクチュエータとストレインゲージセンサーを備えたNX Zスキャナーは、さまざまな表面で高速かつ高精度な測定を実現します。極めて平坦な試料から粗いものまで、スキャンサイズに関係なく、一貫した粗さの直線性を維持し、あらゆる測定で信頼性の高い結果を保証します。



NXレーザービームパス

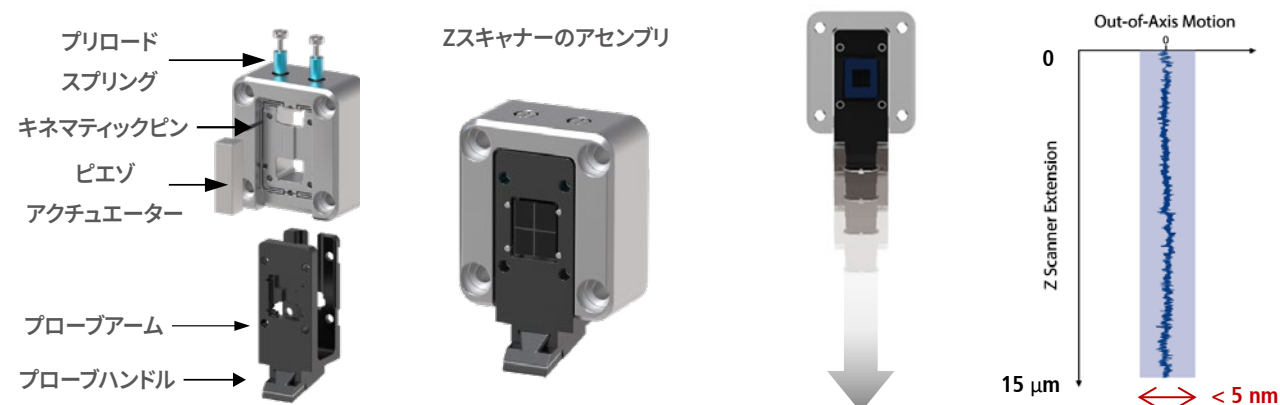
NXヘッドは、低コヒーレンスの照明を提供するスーパーミネッセントダイオードを内蔵し、干渉を最小限に抑え安定した信号検出を実現します。レーザービームは精密ミラーを通してカンチレバーと位置感知型光検出器 (PSPD) に誘導され、正確な信号アライメントを保証します。

ノブ操作によりレーザービームをX軸およびY軸方向へ直接移動でき、ビーム位置を直感的に調整できるほか、プローブ交換時の再アライメントもスムーズに行えます。



Zスキャンの直進性向上

Park NXシリーズZスキャナーは、使用可能範囲全体で0.1%以内の真直度を維持し、15μmの最大伸長時でも軸外方向の動きは5nm未満です。予圧スプリング、キネマティックピン、ピエゾアクチュエーターを組み合わせたコンパクトな構造は、ドリフトを最小限に抑え、信頼性が高く歪みが生じないナノスケール測定のための正確な垂直運動を保証します。



倒立型光学顕微鏡との一体化

NX12は、倒立型光学顕微鏡とシームレスに一体化しており、研究者が光学イメージングの広い視野とAFMのナノスケール解像度を組み合わせることを可能にします。この相関設定により、単一のワークフローを用いて複数の長さスケールにわたって試料を分析できるようになります。透明なサンプルや生物学的研究において、細胞レベルの構造とナノスケール詳細の両方を同時に研究できる点で特に価値があります。

ナノピペットを使用する用途

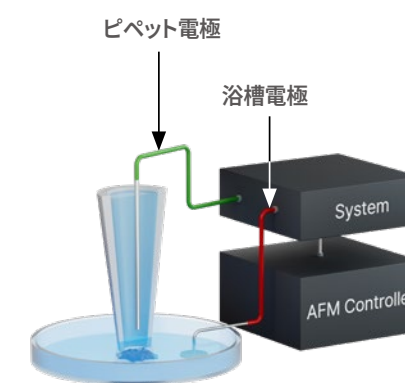
NX12の利点は、従来のAFMイメージングに留まりません。SICM、SICM-SECM、SECCMなどの高度な用途にも対応しています。これらの技術により、ナノスケールの電気化学イメージングおよびイオンイメージングが可能になり、研究者に新たな分野を探索する強力なツールを提供します。

これらの用途により、ユーザーは表面トポグラフィーだけでなく、イオン関連プロセス、電気化学的活動、表面反応性を調査できます。そのため、NX12は材料科学のみならず、生物学的および電気化学的研究にも適した多目的プラットフォームとなっています。



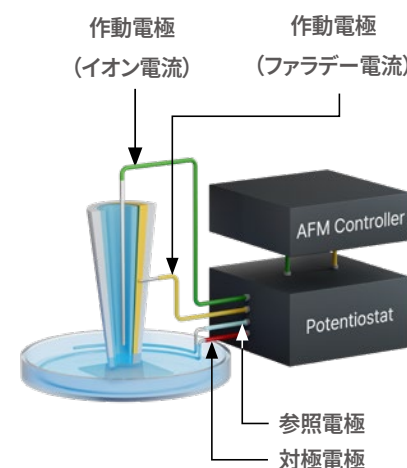
SICM

液体環境下でナノピペットを用いてイオン電流を監視することにより、柔らかいサンプルや液中サンプル、または生物学的サンプルの表面トポグラフィーを測定します。



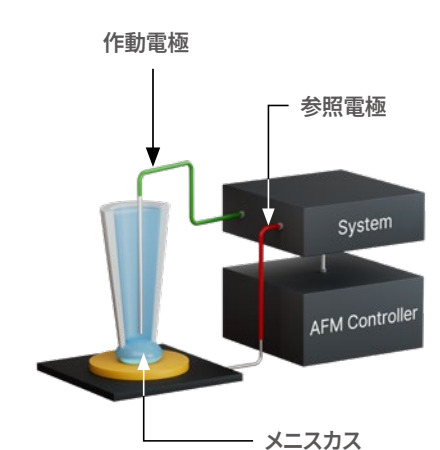
SICM-SECM

これにより、液体環境での表面トポグラフィーと局所的な電気化学的活動の同時マッピングが実現します。



SECCM

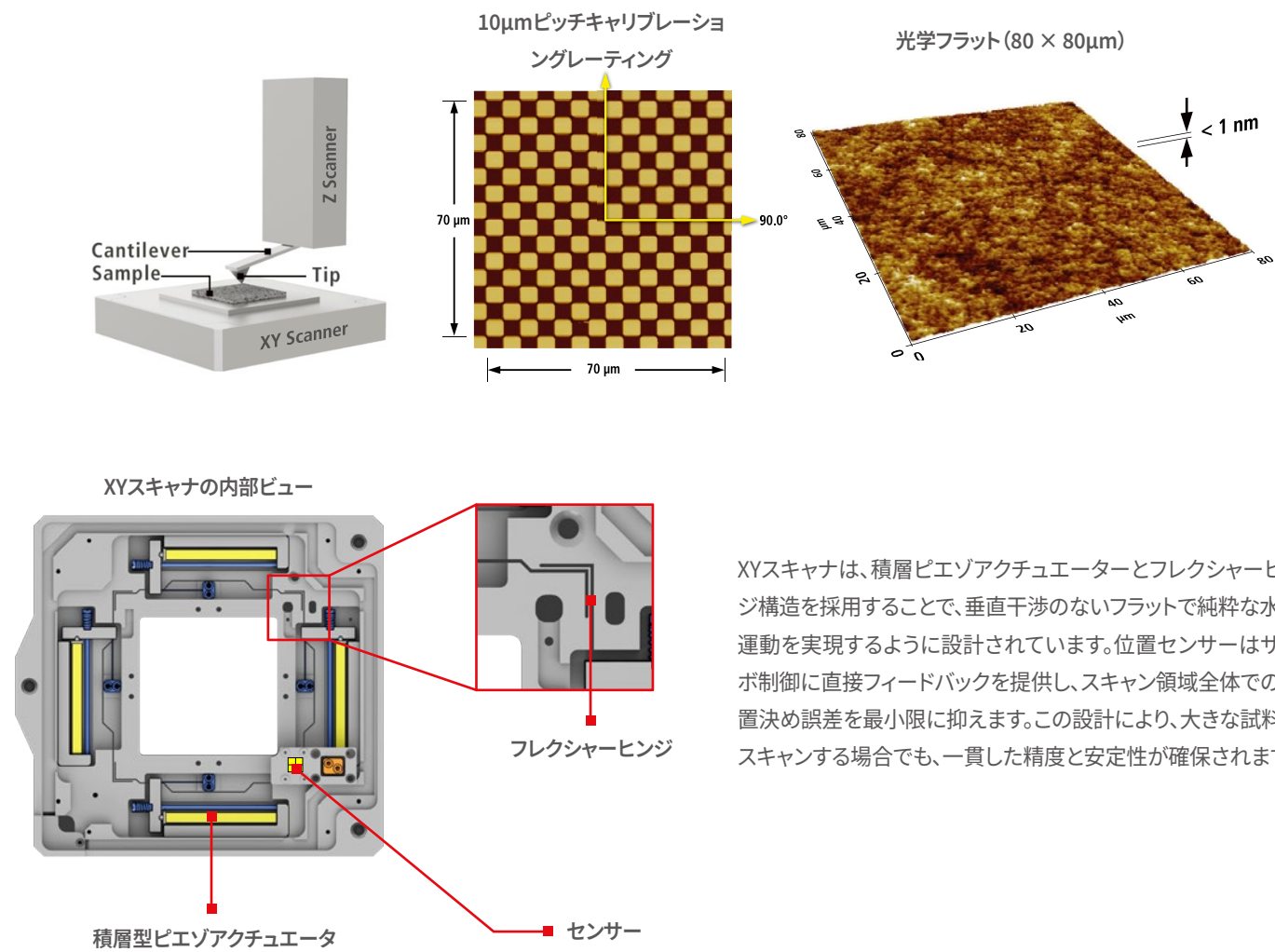
全体のサンプルを液体に浸すことなく、ナノピペットのメニスカスを用いて局所的な電気化学反応を分析します。



Park AFMテクノロジー

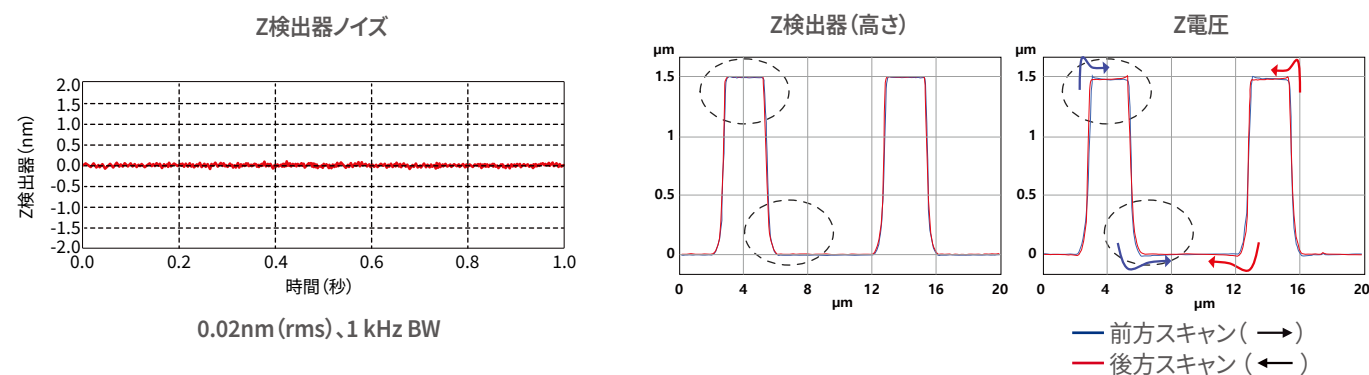
直交スキャン

チューブスキャナーを備えた従来のAFMは、面外方向の運動と軸のクロストークの影響を受け、特に広いスキャンエリアでは画像の歪みが生じます。NX12は、すべてのPark AFMと同様に、フレクシャガイド式アーキテクチャを採用した高度な直交スキャンシステムを搭載しています。2Dフレクシャスキャナーが試料をXY平面内で移動させ、独立した1DフレクシャスキャナーがプローブのZ軸の運動を制御します。XYフィードバック用の低ノイズ光学センサーとZ制御用の超低ノイズひずみゲージセンサーを備えた分離型スキャナーシステムにより、面外方向の動きを最小限に抑え、高い直交性と直線性を持つスキャンと高速な動的性能を実現します。



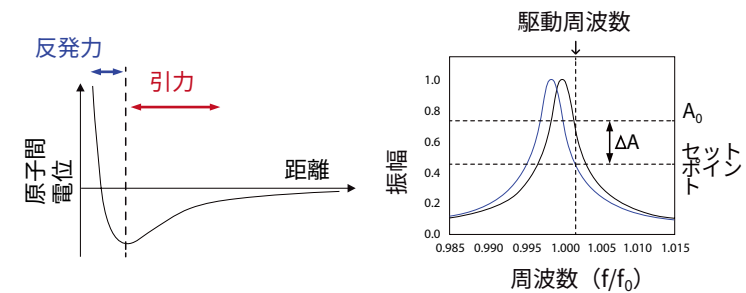
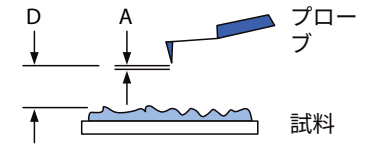
低Z検出器ノイズ

Z検出器のノイズレベルは0.02nm未満であり、0.1nmのサブナノメートル精度による高さ測定を可能にします。従来のZ電圧マッピングでは、剛性の高いエッジ部分でオーバーシュートが発生しやすいのに対し、Z検出器は表面形状に忠実な高精度トレースを実現します。



True Non-Contact™ (完全非接触) モード

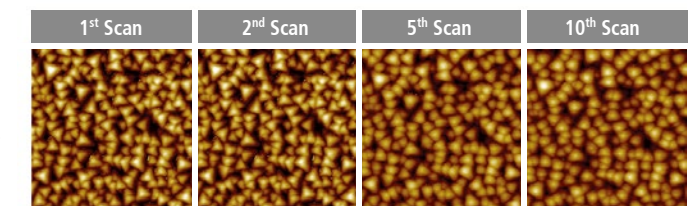
NX12は、Park Systemsが独占的に提供する独自のテクノロジーであるTrue Non-contact™ (完全非接触) モードを備えています。True Non-contact (完全非接触) モードは、AFM探針と試料表面の間の引力であるファンデルワールス力を検出することで表面形状を取得します。



True Non-contact (完全非接触) モードでは、チップは共振周波数よりわずかに高い周波数で振動し、振幅-周波数曲線の傾きが最も大きくなります。

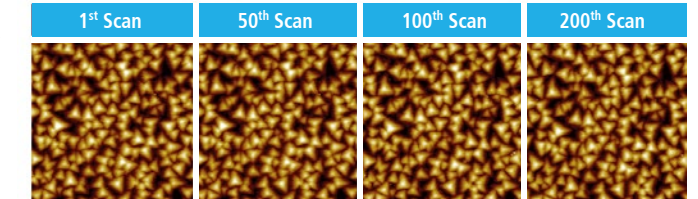
チップがサンプル表面に近づく、引力により実効共振周波数が低下し、その結果、駆動周波数における振幅が減少します。Zサーボはこの新たな振幅をセットポイントとして維持し、チップがXY方向にスキャンする間、一定のチップ-サンプル間相互作用を保ちながら表面を追従します。

タッピングモード



True Non-contact (完全非接触) モードの大きな利点の一つは、タッピングモードと比較してチップの摩耗やサンプルの損傷を防げる点です。窒化クロム (CrN) の先端検査試料を繰り返しスキャンした結果、タッピングモードでは数回のスキャン後にチップの摩耗により画像がぼやけ始めたのに対し、True Non-contact (完全非接触) モードでは200回以上のスキャン後でも画像の鮮明さが保たれました。

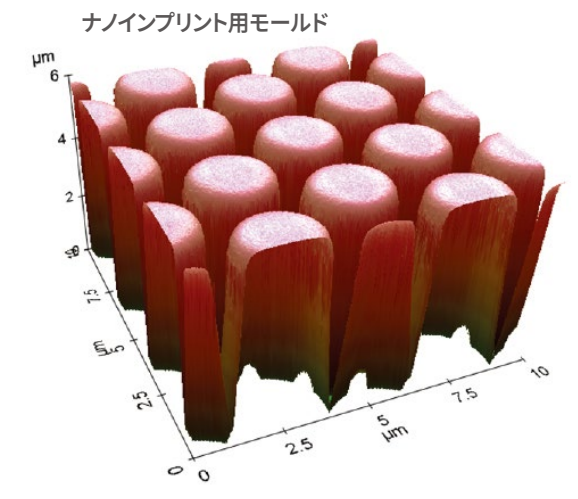
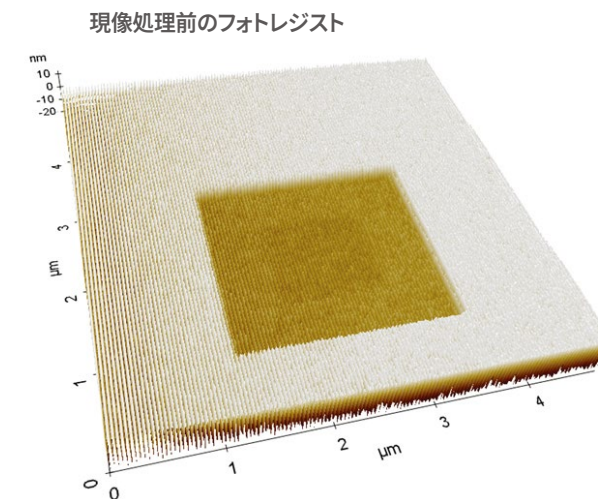
True Non-Contact (完全非接触) モード



CrNチップチェックサンプル

True Non-contact (完全非接触) モードは、タッピングモードAFMでは測定が困難な、柔らかく粘性のあるサンプルや、非常に脆く繊細なサンプルの測定も可能です。下図は、True Non-contact (完全非接触) モードで取得した現像処理前のフォトレジストのトポグラフィ画像で、SEM走査中の電子線照射によって生じた損傷が確認できます。

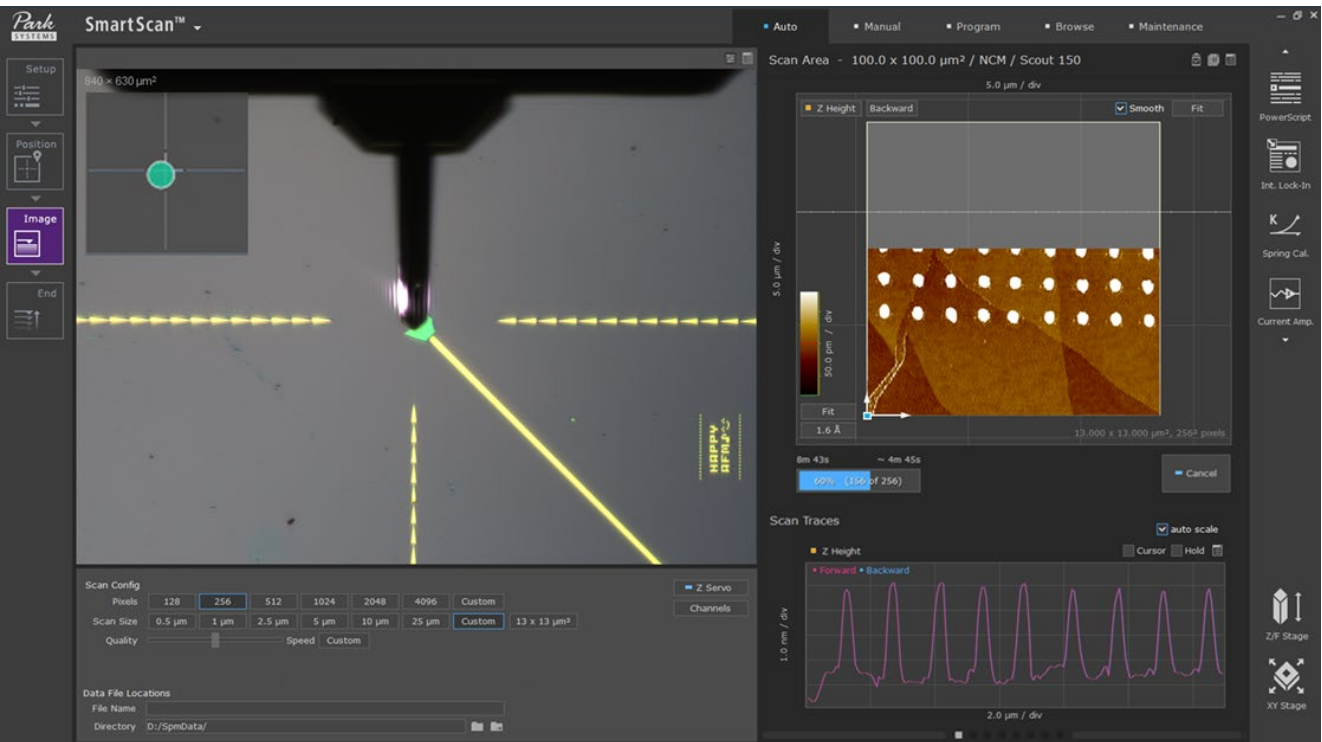
True Non-contact (完全非接触) モードでは、高さのある特徴もスキャンできます。チップ先端だけでなく側面にも働く引力を感知することで、垂直な構造物に接近した際にZサーボが素早くチップを後退させ、接触を回避します。True Non-contact (完全非接触) モードを使用すると、以下の画像のように、ナノインプリント用の型のような深い穴や高いピラー構造を測定できます。



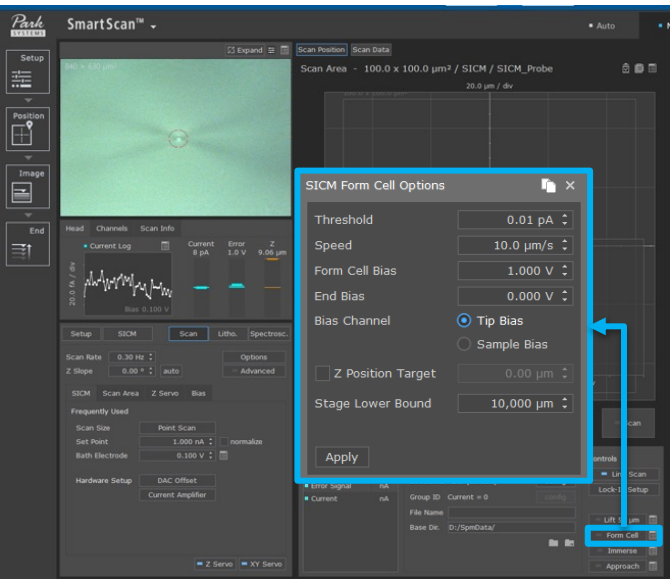
Park SmartScan™

AFMテクノロジーのパワーと汎用性をすべての方へ

NX12には、直感的なインターフェースと強力な自動化機能により、画像取得を簡素化し、操作性を向上させる先進的なAFM操作ソフトウェア「Park SmartScan™」が搭載されています。



従来のAFMシステムでは、Zサーボゲイン、フォースセットポイント、XYスキャン速度など、数多くのパラメーターを手動で調整する必要があり、多くの場合、試行錯誤。SmartScanは、ピクセル密度、スキャンサイズ、そして画質と速度のバランスという3つのパラメーターのみを選択できるようにすることで、この複雑さを解消します。その後、試料の形状を分析し、最良のAFM画像を取得することで、その他の設定はすべてリアルタイムで自動的に最適化されます。SmartScanは操作負担を軽減し、あらゆる経験レベルのユーザーが高品質な画像を取得できるようにします。



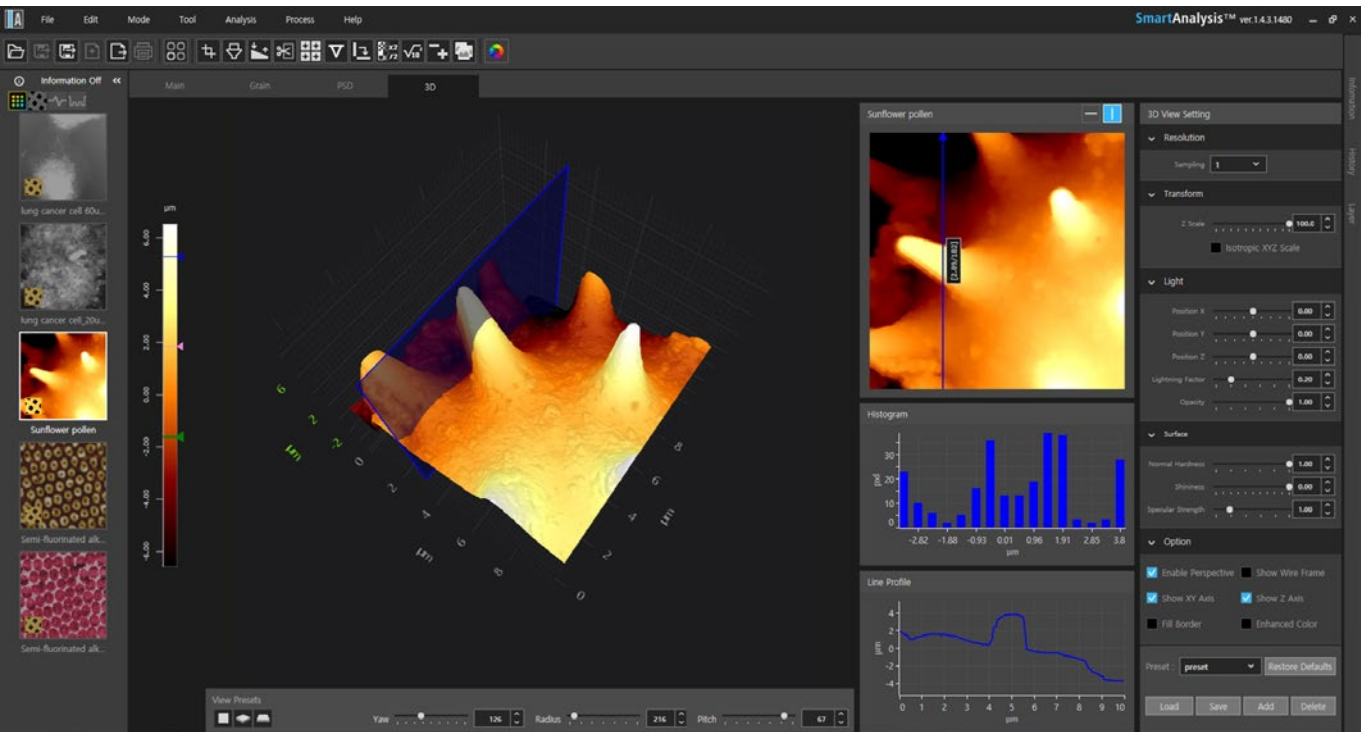
ナノピペットベースの直感的なインターフェース用途

SmartScanは、SICM、SICM-SECM、およびSECCMアプリケーション向けに直感的なインターフェースを提供し、電気化学的および生物学的研究のためのナノピペットを用いた測定に対する精密制御とリアルタイムモニタリングを実現します。

Park SmartAnalysis™

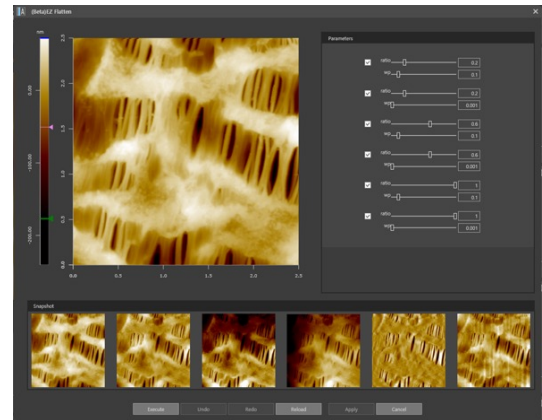
AFMデータワークフローの合理化

NX12で取得したスキャンデータは、高性能なAFM画像解析ソフトウェア「Park SmartAnalysis™」で解析可能です。高速な画像処理、包括的なデータ解析、そして効率的な結果の出力までを一括して行うことができます。



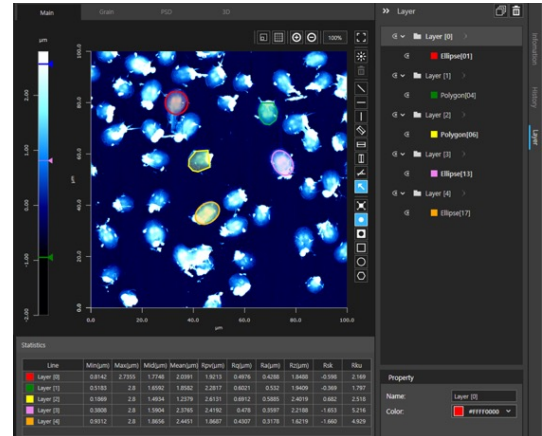
Cellguardトポグラフィー

EZ Flattenによる後処理



液体トポグラフィーのジアルジア

複数の関心領域の割り当て



EZ Flatten

AFMデータの後処理は、ノイズやサンプルの傾き、表面の不規則性などのアーティファクトを修正するための、手作業で煩雑かつ時間のかかる作業です。SmartAnalysisは、EZ Flatten機能でこのプロセスを簡素化します。異なるフラット化パラメーターセットを用いて、自動的に生成された6つのフラット化結果から、ユーザーはデータを最も正確に反映するバージョンを選択できます。

多層分析

ユーザーは、複数の関心領域を同時に分析・比較するために、多角形フリーフォーム領域描画ツールを使用することで、複数の関心領域を一度に分析・比較できます。従来のAFMデータ解析ソフトウェアでは一度に1領域のみを検査可能でしたが、SmartAnalysisでは選択した全領域に対して同時に様々な指標を提供します。

Park NX12

研究の可能性を広げる

オプションモードに対する簡単なハードウェア設定

NX12は、高度なAFM機能のための幅広い拡張オプションを可能にするモジュール設計を特徴としています。ヘッド拡張モジュール (HEM) は、NX AFMヘッドへの簡単な統合で機能を強化でき、オプションモジュールは拡張スロットに直接差し込むことで、高度なモードの設定を簡素化します。これらのモジュールはNXシリーズ内で互換性があり、異なるシステム間で簡単に共有できるため、柔軟に使用できます。



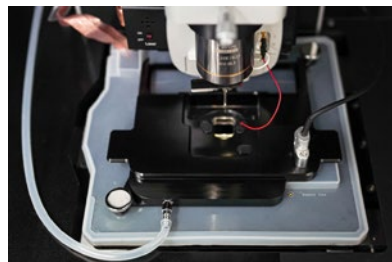
環境制御チャンバー

ライブセルチャンバー (LCC) は、NX12用に開発された環境制御ソリューションで、生きた細胞の長期的な液体中AFM研究を可能にします。この装置は、安定した温度、湿度、CO2条件を一定に保つインキュベーターのようなシステムとして機能することで、長時間の画像取得セッション中に細胞の生存率を確保します。カバーガラスや7 mmのペトリ皿など、さまざまなサンプル形式に対応しているLCCは、研究者に生理学的に関連する環境での細胞の挙動、成長、反応を研究するための多目的な設定を提供します。

ライブセルチャンバー制御システム



NX12に取り付けられたライブセルチャンバー



液中AFMイメージング

NX12は、液体環境下の安定したナノスケールイメージングを可能にし、生物学および電気化学的サンプルの自然な状態を保持します。この機能により、電気化学AFM (EC-AFM) 実験と互換性があり、研究者が生理学的に関連する条件下で動的プロセスの研究が実現します。

液中用プローブハンドル



開放型液中セル



汎用液中セル

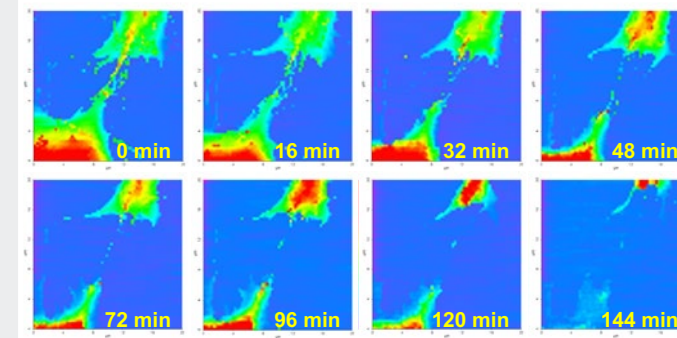


Park NX12

お客様のアプリケーションに合わせた設計

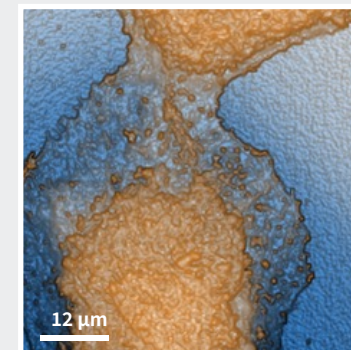
NX12は、材料科学、電気化学、および生化学研究向けに精密な測定を行います。

■ 生物材料



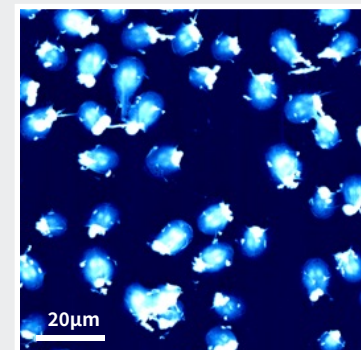
生きた線維芽細胞

生きた線維芽細胞は走査イオン伝導顕微鏡 (SICM) を用いて画像化されました。一連のトポグラフィー画像は、ピークから谷までの高さの変動が約13 μm の生きた細胞の移動性と形状変化を示しています。



肺がん細胞

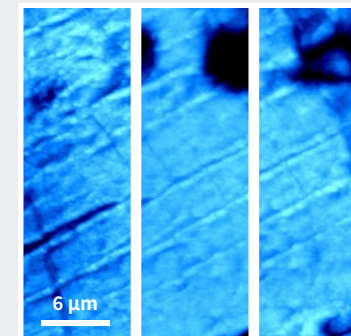
肺がん細胞は走査イオン伝導顕微鏡 (SICM) を用いて画像化されました。トポグラフィー画像は、ピークから谷までの高さの変動が約8.17 μm の細胞の詳細な表面構造を示しています。



液体中のジアルジア

液体中のジアルジアサンプルは、タッピングモードで画像化されました。トポグラフィー画像は、ピークから谷までの高さの変動が約2.8 μm の微生物の表面構造を明確に示しています。

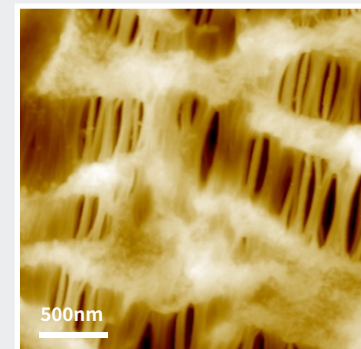
■ エネルギーと先端材料



新規表面の高さ 5分後脱離 5分後のメッキ

Li表面

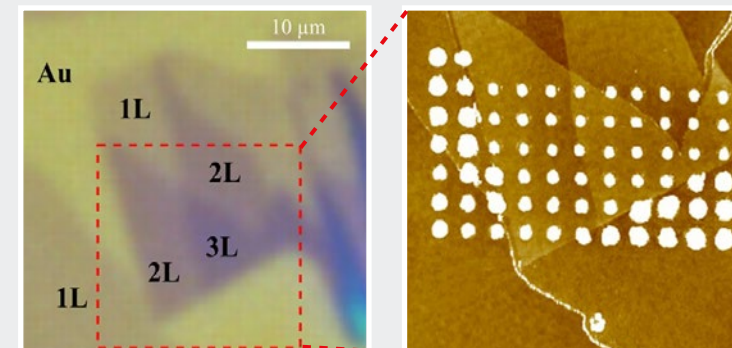
Li表面は、脱離・析出プロセス中に電気化学的原子間力顕微鏡 (EC-AFM) を用いて観察されました。一連の高さ画像は、新規のLi表面から脱離後5分、析出後5分の表面の進化を示しており、電気化学的サイクルによって誘発されるナノスケールの変化を可視化します。



Cellguard

CellguardサンプルはFast PinPoint™モードを用いて画像化されました。トポグラフィー画像は、ピークから谷までの高さの変動が約313 nm材料のナノスケールの表面構造を示しています。

■ 2次元材料



MoSe2結晶における電気化学反応の痕跡

層数異なるMoSe2結晶は、走査電気化学セル顕微鏡 (SECCM) 後にTrue Non-contact (完全非接触) で特性が評価されました。光学画像 (左) で示された赤いボックスから取得したAFM高さ画像 (右) は、結晶表面全体にわたるSECCMマッピング中に形成された局所的な電気化学反応のナノスケールの痕跡を示しています。

Park NX12

技術仕様

AFM Modes

- Topographic Imaging
 - Contact Mode
 - Constant Height Mode
 - Constant Force Mode
 - True Non-Contact™ Mode
 - Tapping Mode
 - PinPoint™ Mode
 - Fast PinPoint™ Mode
- Mechanical Properties
 - PinPoint™ Nanomechanical Mode
 - Fast PinPoint™ Nanomechanical Mode *
 - Force-Distance (F-D) Spectroscopy
 - Nanoindentation
 - Force Modulation Microscopy (FMM)
 - Dynamic Mechanical Analysis (DMA) *
 - Torsional Force Microscopy (TFM) *
 - Lateral Force Microscopy (LFM)
- Electrical Properties
 - Conductive AFM (C-AFM) *
 - Current-Voltage (I-V) Spectroscopy
 - Scanning Spreading Resistance Microscopy (SSRM) *
 - Scanning Tunneling Microscopy (STM) *
 - Scanning Capacitance Microscopy (SCM) *
 - Piezoresponse Force Microscopy (PFM)
 - Piezoresponse Spectroscopy
 - Off-resonance PFM
 - Contact Resonance PFM (CR-PFM) *
 - Dual Frequency Resonance Tracking PFM (DFRT-PFM) *
 - PinPoint™ Nanoelectrical Modes *
 - Electrostatic Force Microscopy (EFM)
 - Kelvin Probe Force Microscopy (KPFM)
 - Heterodyne KPFM *
 - Sideband KPFM
 - Amplitude Modulation KPFM (AM-KPFM)
- Magnetic Properties
 - Magnetic Force Microscopy (MFM)
 - Frequency Modulation MFM (FM-MFM)
 - Amplitude Modulation MFM (AM-MFM)
- Thermal Properties
 - Scanning Thermal Microscopy (SThM) *
 - Temperature Mapping
 - Thermal Conductivity Mapping
- Nanolithography & Manipulation
 - Nanolithography *
 - Nanomachining *
- In-liquid Operation
 - In-liquid Topography *
 - Scanning Ion Conductance Microscopy (SICM) *
- Electrochemical Properties
 - Electrochemical AFM (EC-AFM) *
 - Scanning Ion Conductance Microscopy-Scanning
 - Electrochemical Microscopy (SICM-SECM) *
 - Scanning Electrochemical Cell Microscopy (SECCM) *

Scanner

- XY scanner (100 µm × 100 µm)
- Flexure-guided high-force Z scanner (15 µm or 30 µm)

Sample Mount

- 50 mm x 50 mm (w × d), up to 20 mm thickness

On-axis Optics Microscope

- Direct on-axis vision of sample surface and cantilever
- Field of view: 840 µm × 630 µm (w/ 10× objective lens)
- CCD: 5 M Pixel

Stage

- XY stage: 10 mm × 10 mm
- Z stage: 25 mm
- Focus stage: 15 mm

Dimension and Weight

- AE (Outer): 880 mm × 1,000 mm × 1,500 mm
- Desk: 1,410 mm × 810 mm × 740 mm
- Total weight: 420 kg (AFM Body + IOM + AE)

Required Environment

- Required acoustic noise level: Below 65 dB
- Required floor vibration level: VC-D (6.25 µm/sec)
- Power: 1 kW (Maximum)

* 追加オプションが必要です

