

Park NX7

学術研究におけるアクセシブルなナノメトロロジー



Park
SYSTEMS

Park NX7は、アクセシブルなナノスケール研究向けの小型原子間力顕微鏡 (AFM) です。卓上型のため、特に教育環境やスペースに制約のある実験室に適しており、信頼性と解像度に優れたイメージングを行います。

NX7の中核をなすのは、Park独自の直交スキャンシステムとTrue Non-contact™ (完全非接触) モードが採用されています。これらの革新技术により、横方向のモーションアーチファクトを実質的に排除すると同時に、探針とサンプルを保護します。これらの技術を組み合わせることで、最も繊細で取り扱いが難しい試料でも、アーティファクトのない高解像度のイメージングが可能になります。

材料科学、ポリマー、バイオエンジニアリングまで、NX7は堅牢な性能と高い信頼性を提供し、先端ナノスケールメトロロジーのための確かなプラットフォームとして選ばれています。

NX7 - 主な特長

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

ユーザーの利便性

- 簡単なプローブ交換
- 直感的なレーザービームアライメント

追加機能

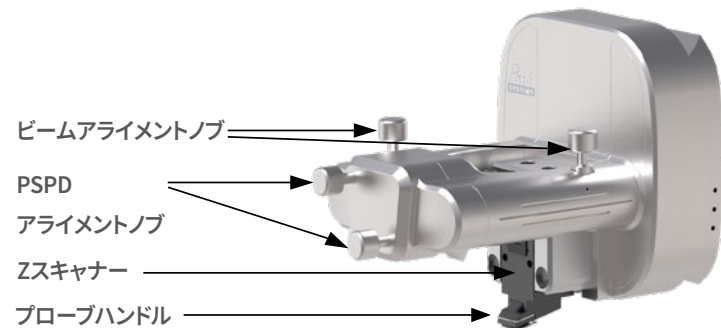
- AFMモードの豊富な選択肢
- 様々なサンプルホルダーのオプション

Park NX7

小型試料に対応する次世代AFM

高速Zサーボと高分解能

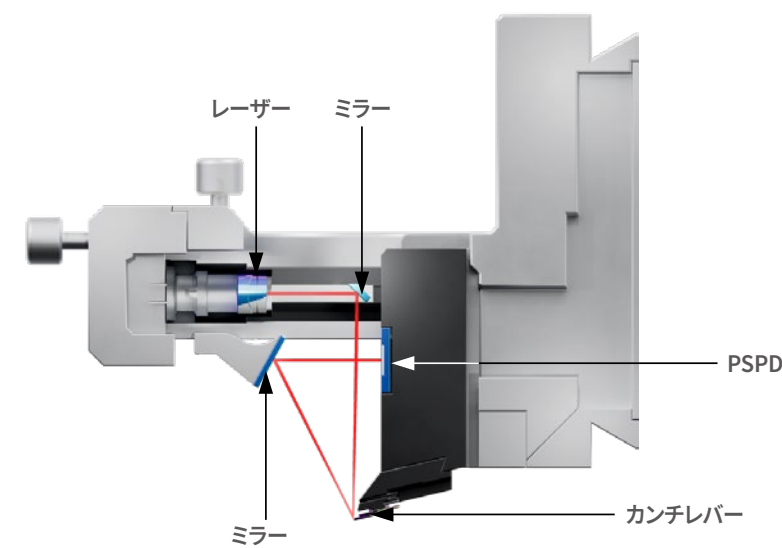
Park NXシリーズの画像解像度がさらに向上しました。積層ピエゾアクチュエータとストレインゲージセンサーを備えたNX Zスキャナーは、さまざまな表面で高速かつ高精度な測定を実現します。極めて平坦な試料から粗いものまで、スキャンサイズに関係なく、一貫した粗さの直線性を維持し、あらゆる測定で信頼性の高い結果を保証します。



NXレーザービームパス

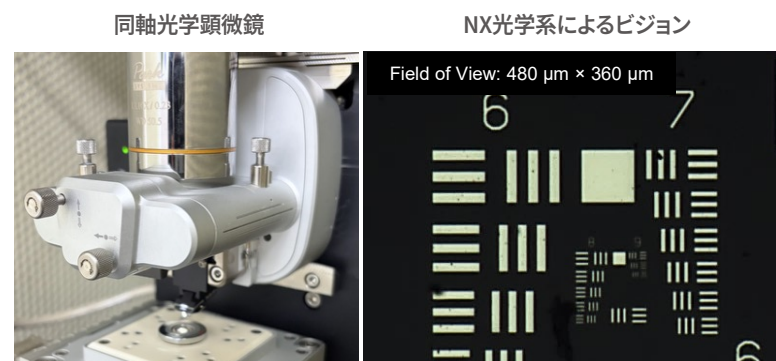
NXヘッドは、低コヒーレンスの照明を提供するスーパーミネッセントダイオードを内蔵し、干渉を最小限に抑え、安定した信号検出を実現します。レーザービームは精密ミラーを介してカンチレバーと位置検出型光検出器 (PSPD) に導かれ、正確な信号位置合わせを保証します。

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。



同軸光学顕微鏡

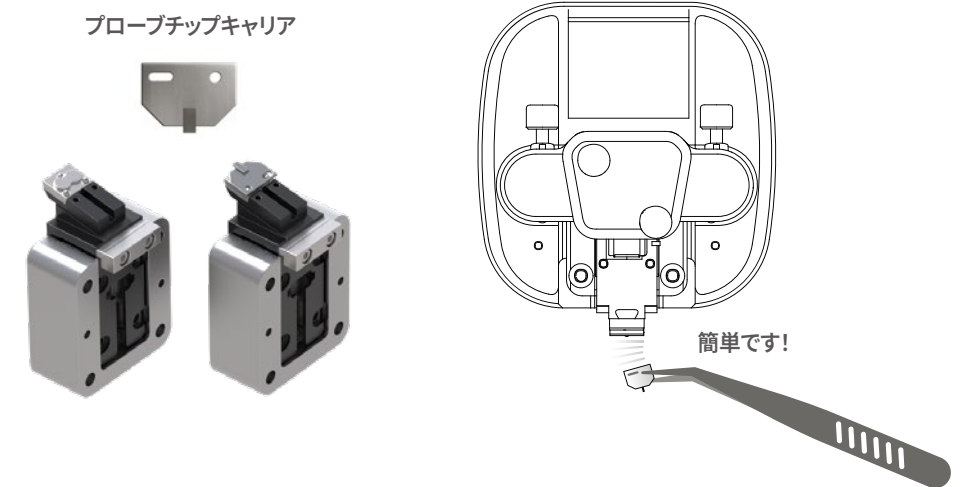
高出力の軸上光学顕微鏡により、試料表面を鮮明に観察できます。ソフトウェア制御のLED光源が試料表面を照らし、観察性を向上させます。



取り付け済みのプローブ

AFMのプローブ交換は、経験豊富なユーザーにとっても困難な場合があります。破損につながることも少なくありません。Park AFMは、事前に位置合わせされたプローブチップキャリアとキネマティックマウントポイントを使用することで、信頼性が高く一貫したチップの位置決めを実現します。

NXヘッドのZスキャナーには、キネマティックマウント用の3つの精密ボールが搭載されており、ベース部のマグネットにより、確実に信頼性が高く、再現性のあるマウント位置を確保します。



改善されたZスキャンの直進性

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。

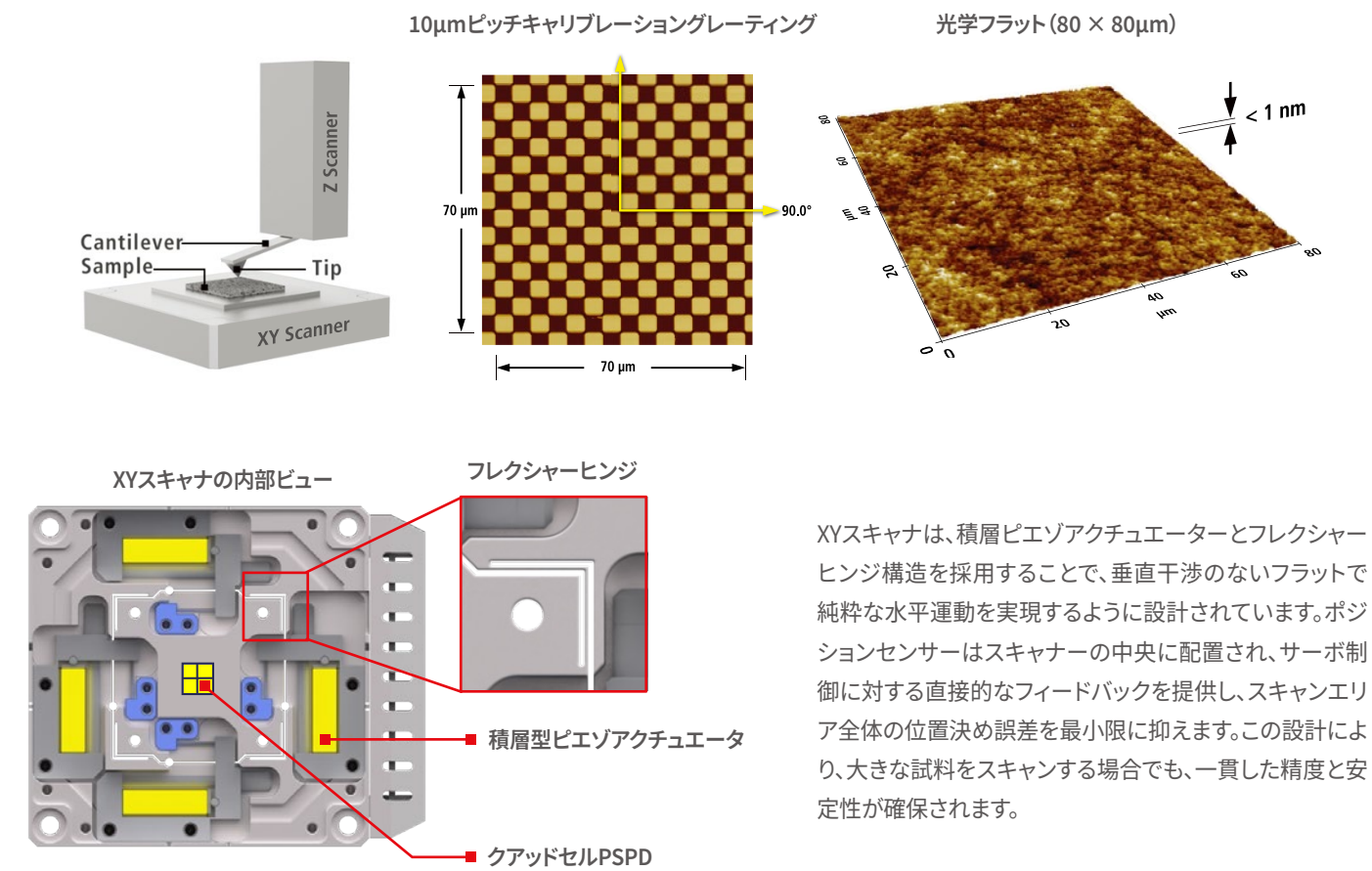
予圧スプリング、キネマティックピン、ピエゾアクチュエーターを組み合わせたコンパクトな構造は、ドリフトを最小限に抑え、信頼性が高く歪みが生じないナノスケール測定のための正確な垂直運動を保証します。



Park AFMテクノロジー

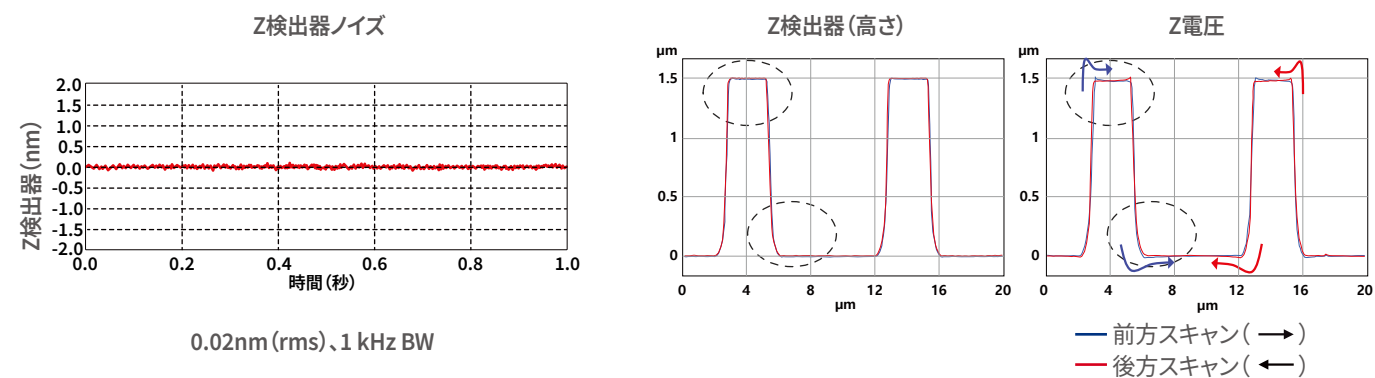
直交スキャン

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。NX7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フレキ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フレキ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。



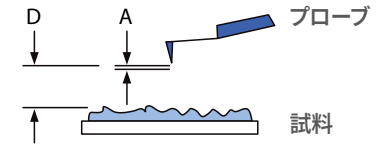
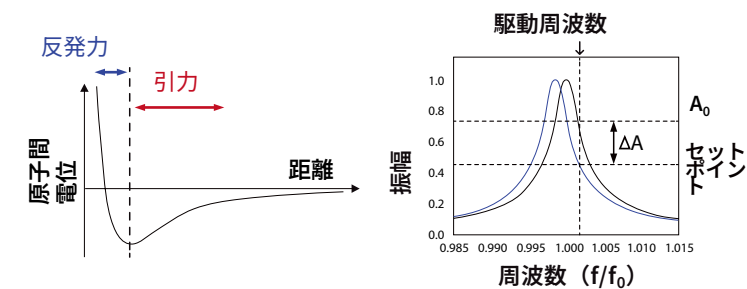
低Z検出器ノイズ

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

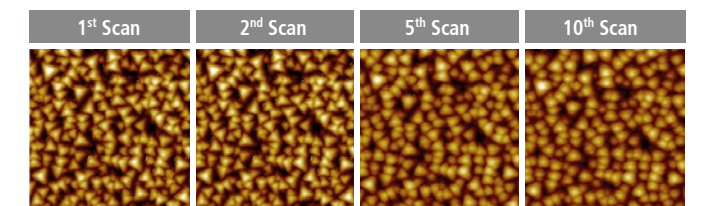
NX7は、Park Systemsが独占的に提供する独自のテクノロジーであるTrue Non-Contact™ (完全非接触) モードを備えています。True Non-contact (完全非接触) モードは、AFM先端と試料表面間の引力であるファンデルワールス力を検出することで地形を取得します。



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。

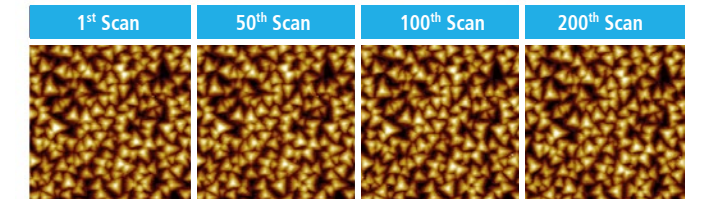
チップがサンプル表面に近づく、引力により実効共振周波数が低下し、その結果、駆動周波数における振幅が減少します。Zサーボはこの新たな振幅をセットポイントとして維持し、チップがXY方向にスキャンする間、一定のチップ-サンプル間相互作用を保ちながら表面を追従します。

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。

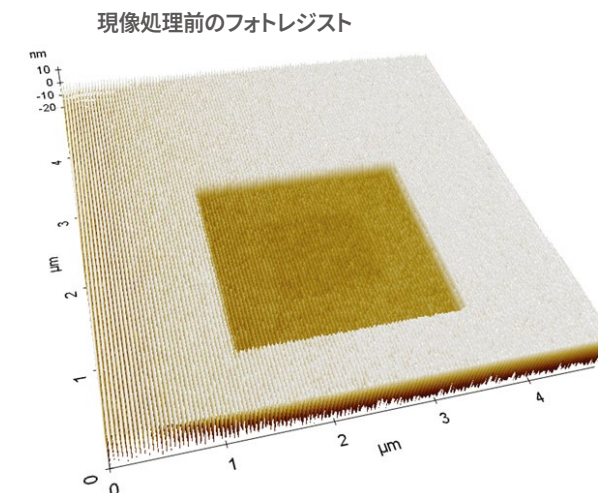
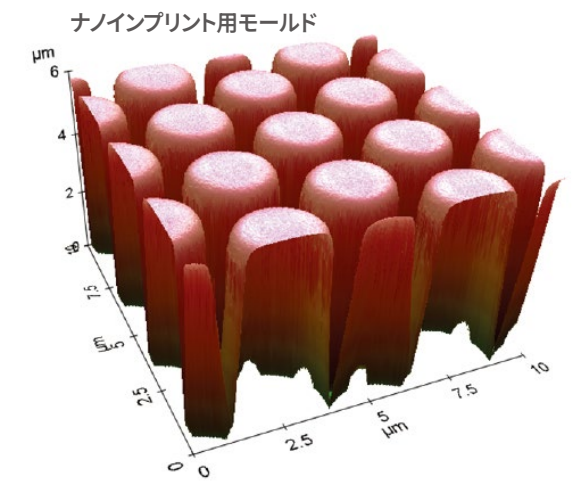
True Non-Contact (完全非接触) モード



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。

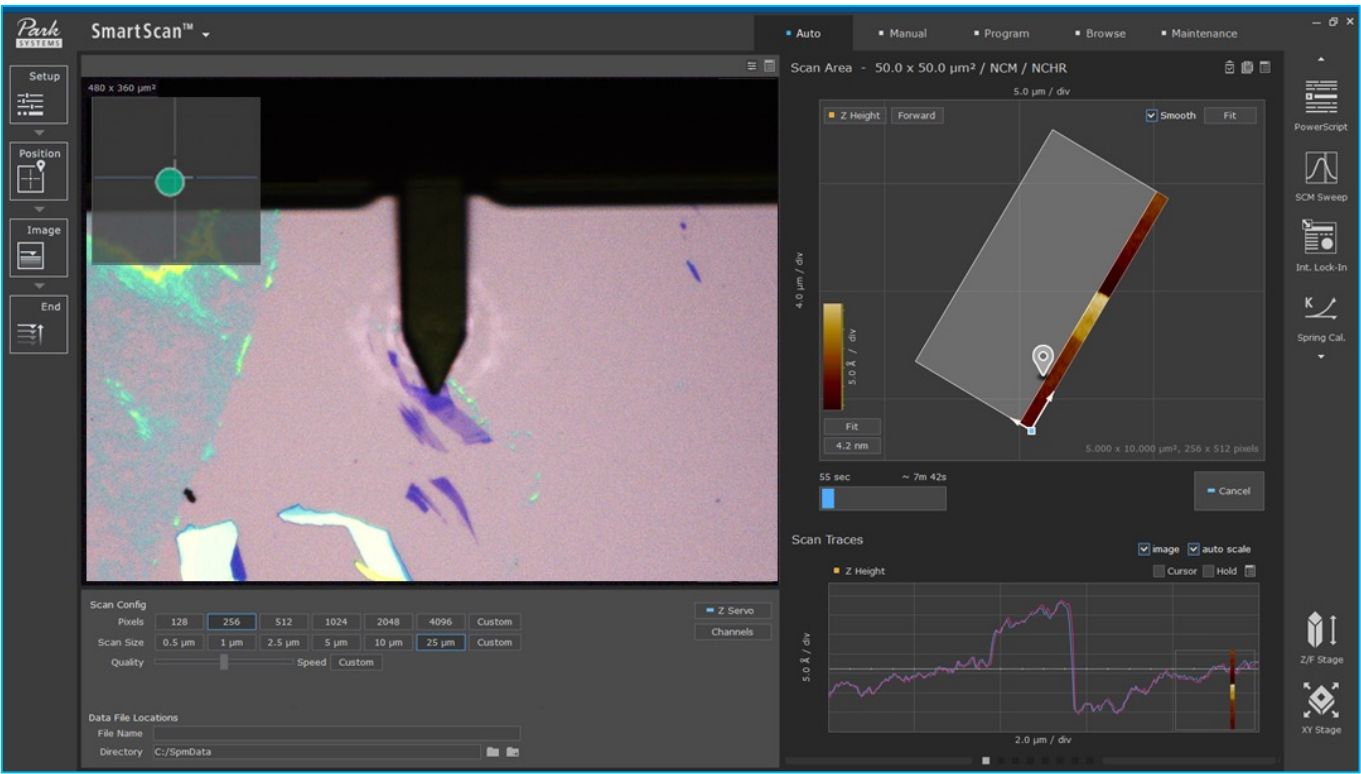
True Non-contact (完全非接触) モードでは、高さのある特徴もスキャンできます。チップ先端だけでなく側面にも働く引力を感知することで、垂直な構造物に接近した際にZサーボが素早くチップを後退させ、接触を回避します。True Non-contact (完全非接触) モードを使用すると、以下の画像のように、ナノインプリント用の型のような深い穴や高いピラー構造を測定できます。



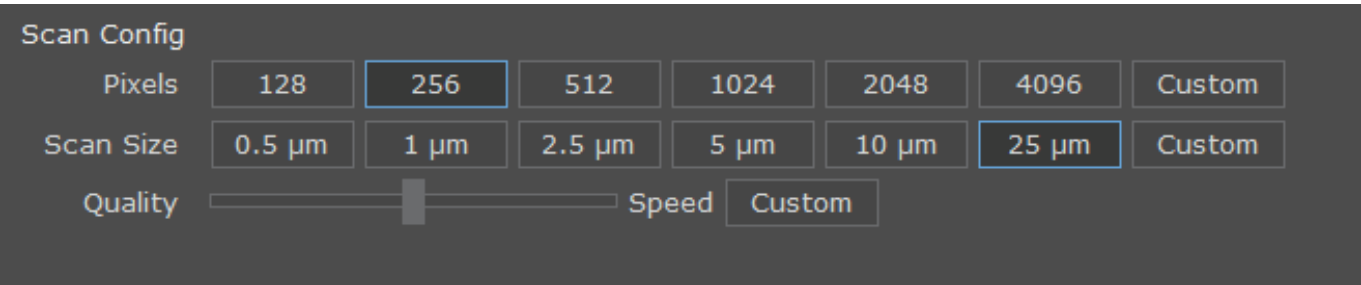
Park SmartScan™

AFMテクノロジーのパワーと汎用性をすべての方へ

NX7には、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。

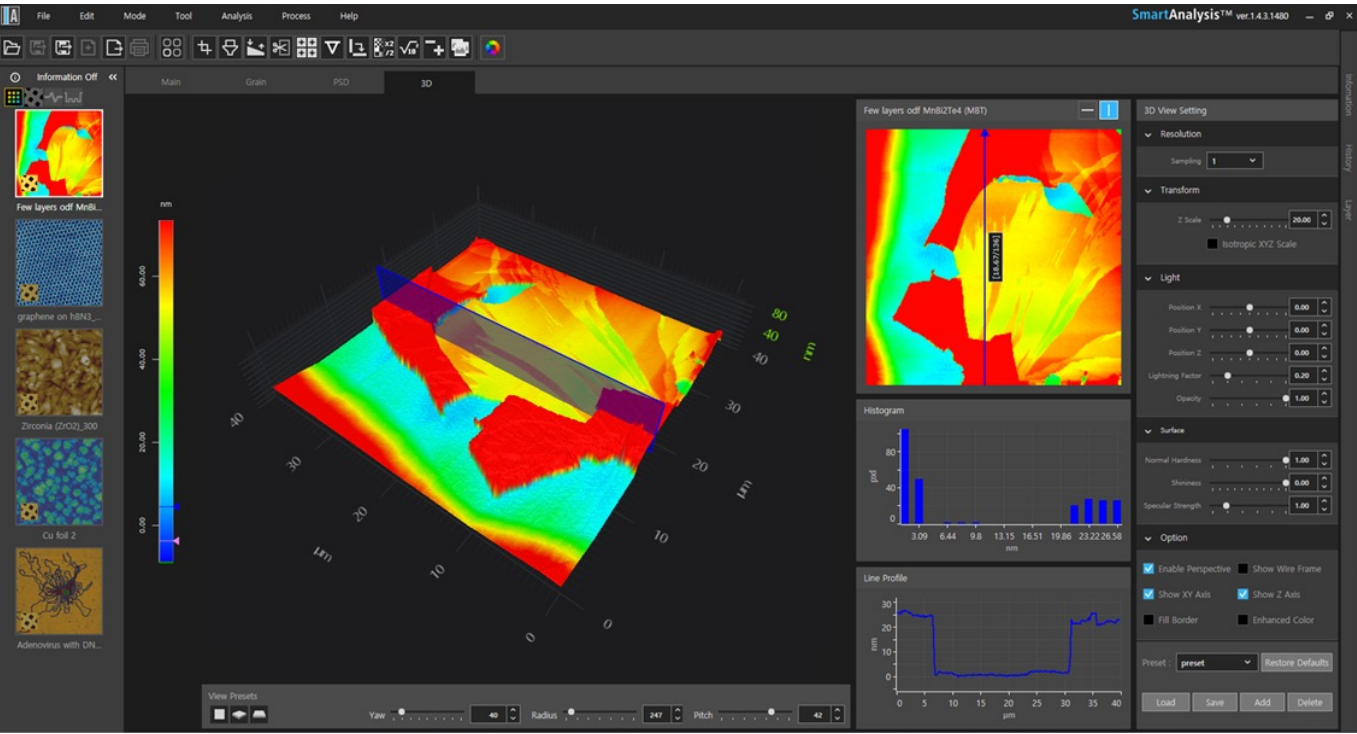


オートモードの品質-速度制御は、表面形状のばらつきに応じてスキャン速度をインテリジェントに調整するParkのAdaptiveScan™技術によって動作します。凹凸のある領域では減速し、平坦な領域では加速することで、画像品質と測定効率のバランスを維持します。この高度な制御によってチップの摩耗と画像の歪みが最小限に抑えられ、画像性能の一貫性が確保できます。

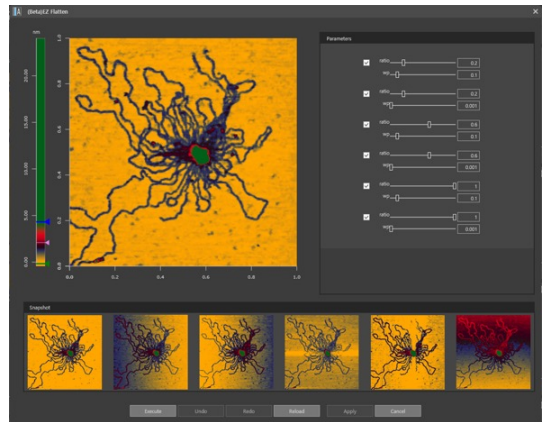
Park SmartAnalysis™

AFMデータワークフローの合理化

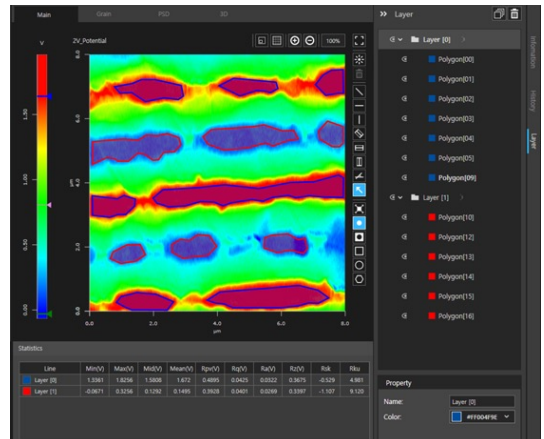
NX7で取得したスキャンデータは、高機能なAFM画像解析ソフトウェア「Park SmartAnalysis™」で解析可能です。高速な画像処理、包括的なデータ解析、そして効率的な結果の出力までを一括して行うことができます。



DNAバンドルトポグラフィーを持つアデノウイルス
EZ Flattenによる後処理



多層セラミックコンデンサの電位
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 NX7

研究の可能性を広げる

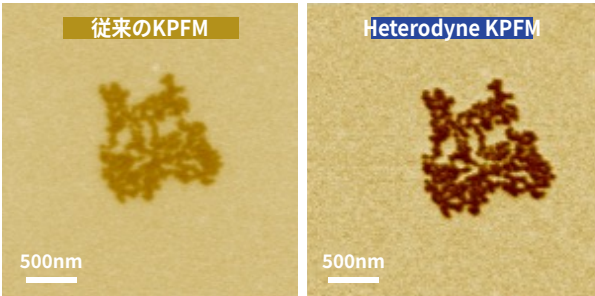
電気特性モード

NX7は、電気的特性測定を含む、トポグラフィーを超えた高度なAFMモードをサポートします。Heterodyne KPFMは定量的な表面電位マッピングにおいて高い感度と分解能を提供し、一方、Contact Resonance PFMは従来のPFMと比較してより明瞭なコントラストで圧電応答の検出を改善します。

Heterodyne KPFM

定量的な表面電位測定において、より高い感度と空間分解能を提供します。

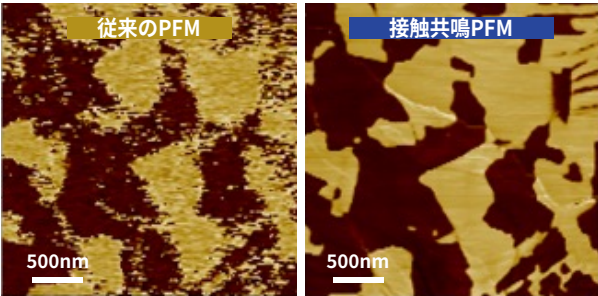
F₁₄H₂₀のKPFM表面電位



Contact Resonance PFM

接触共鳴での感度が向上し、圧電応答の検出が強化されます。

PMN-PTのPFM位相



機械的特性モード

機械的特性に関して、NX7は高速ナノ機械的マッピングのためのFast PinPoint™、ナノスケール粘弾性挙動のための動的機械分析、および横方向相互作用を研究するためのTorsional Force Microscopyを提供します。これらのモードを組み合わせることで、AFMの研究能力はイメージングをはるかに超えて拡張され、様々な材料における高度な研究を支援します。

Fast PinPoint™

弾性率や接着性などのナノ機械的特性を高速定量測定可能。

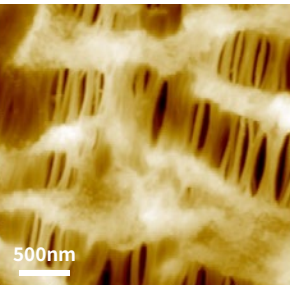
動的機械分析

試料に動的励起を加えることでナノスケールの粘弾性挙動を測定。

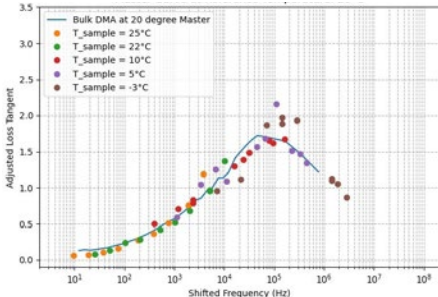
Torsional Force Microscopy

カンチレバーのねじり共振応答を検出することで、横方向の相互作用を分析。

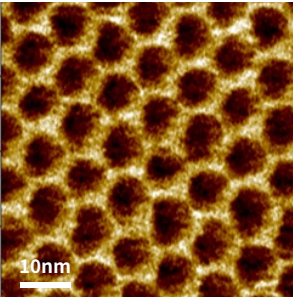
Cell Guardの高さ



20℃での損失タンジェントマスター曲線



hBN上のtBGのTFM位相



サンプルホルダーのオプション

Magnetic Sample Holderは金属ディスクを用いた迅速かつ容易な試料のセットを可能にし、様々な種類の試料において安定した固定を保証します。NX7は複数のサンプルホルダーオプションをサポートし、側壁分析用のWedge-Type Sample Holder、Cross-Sectional Holderを含んでいます。



Magnetic Sample Holder



Wedge-Typeサンプルホルダー



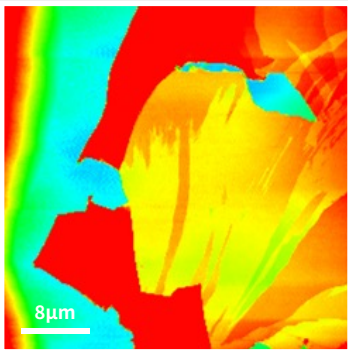
断面サンプルホルダー

Park NX7

お客様のアプリケーションに合わせた設計

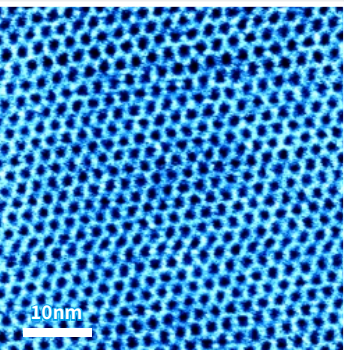
NX7は、幅広い学術・高度な研究用途に精密な測定を提供します。

2次元材料



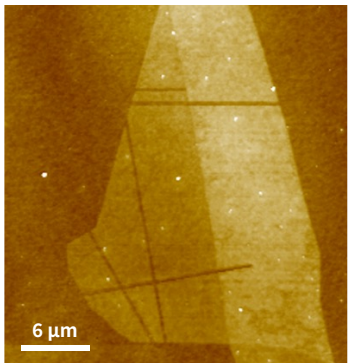
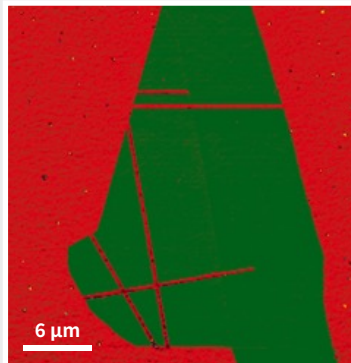
MnBi2Te4 (MBT)

2次元材料研究およびトポロジカル絶縁体において注目されている数層のMnBi2Te4 (MBT) は、True Non-Contact (完全非接触) モードで特性評価されました。スキャン画像は、ピークから谷までの高さが約85.9 nmの層状の表面トポロジーを明らかにしています。



hBN上のグラフェン

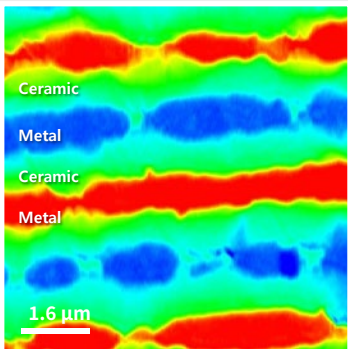
広く研究されている2次元ヘテロ構造である六方晶窒化ホウ素 (hBN) 上のグラフェンは、導電性AFM (C-AFM) を使用して特性評価されました。電流画像には、ピークから谷までの値が約52.7 nAのモアレパターンが現れています。



グラフェンの切断

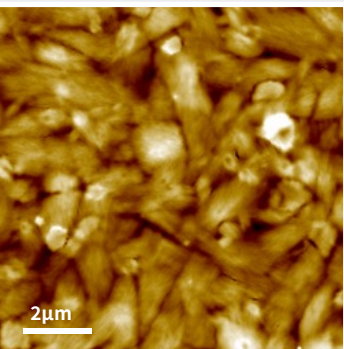
リソグラフィーによってパターン化されたグラフェン試料は、Lateral Force Microscopy (LFM) を使用して分析されました。高さイメージ (左) と横方向イメージ (右) は、リソグラフィ過程でパターン化された領域に対応する明確なトポグラフおよび摩擦コントラストを示しています。

金属とセラミックス



多層セラミックコンデンサ (MLCC)

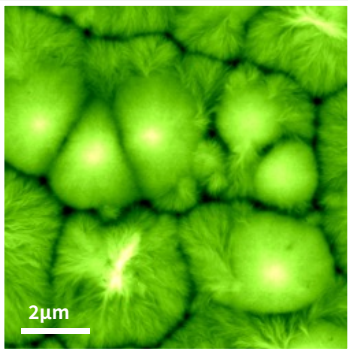
MLCCは、交互に配置された金属電極とセラミック誘電体層から構成される多層構造になっています。Kelvin Probe Force Microscopy (KPFM) を使用し、2つの金属電極間に2 Vのバイアスを印加した状態で表面電位を観察したところ、コンデンサ構造全体の電圧コントラストが明確に現れました。



ジルコニア (ZrO2)

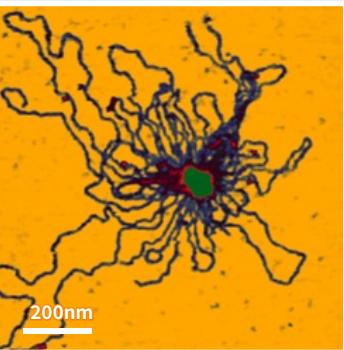
ジルコニア (ZrO2) は温度の影響を強く受けるため、300 °Cに加熱した後、True Non-Contact (完全非接触) を使用して特性評価されました。スキャン画像は、ピークから谷までの高さが約55.5 nmの表面形態の変化を明らかにしています。

ポリマー類



ポリフッ化ビニリデン (PVDF)

クロロホルムで溶解したPVDFビーズの表面は、True Non-Contact (完全非接触) で画像化されました。スキャン画像は、ピークから谷までの高さが約238.7 nmのナノスケール表面の特徴を明らかにしています。



DNAバンドルを持つアデノウイルス

DNAバンドルを持つアデノウイルスサンプルをTrue Non-contact (完全非接触) モードで特性評価しました。スキャン画像は、ピークから谷までの高さが約24.5 nmのウイルス粒子と付随するDNA構造を示しています。

Park NX7

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
 - Photocurrent Mapping (PCM) *
 - 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)
 - Microwave Impedance Microscopy (MIM) **
- Magnetic Properties
 - Magnetic Force Microscopy (MFM)
 - Frequency Modulation MFM (FM-MFM)
 - Amplitude Modulation MFM (AM-MFM)
- Nanolithography & Manipulation
 - Nanolithography *
 - Nanomachining *
- In-liquid Operation
 - In-liquid Topography *
- Electrochemical Properties
 - Electrochemical AFM (EC-AFM) *

Scanner

- XY scanner (50 μm $\times$ 50 μm , 100 μm $\times$ 100 μm or 10 μm $\times$ 10 μm)
- Flexure-guided high-force Z scanner (15 μm or 30 μm)

Sample Mount

- 50 mm x 50 mm (w $\times$ d), up to 23 mm thickness

On-axis Optics Microscope

- Direct on-axis vision of sample surface and cantilever
- Field of view: 480 μm $\times$ 360 μm (w/ 10 $\times$ objective lens)
- CCD: 1.2 M Pixel
5 M Pixel (optional)

Stage

- XY stage: 13 mm $\times$ 13 mm (Manual)
- Z stage: 26 mm (Motorized)
- Focus stage: 30 mm (Manual)

Dimension and Weight

- Table-top AE (Outer): 510 mm $\times$ 715 mm $\times$ 630 mm
- System Granite Table: 800 mm $\times$ 700 mm $\times$ 590 mm
- Desk: 1,410 mm $\times$ 810 mm $\times$ 740 mm
- Total weight: 223 kg (AFM Body + AE + Granite Table)

Required Environment

- Required acoustic noise level: Below 65 dB
- Required floor vibration level: VC-D (6.25 $\mu\text{m}/\text{sec}$)
- Power: 1 kW (Maximum)



* 追加オプションが必要です

** Park Systemsにご相談ください