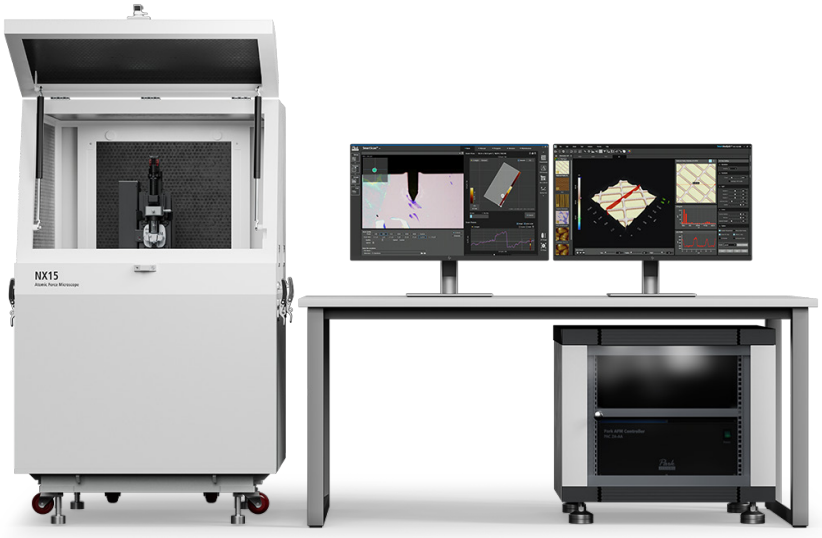
Park NX15

高度な研究に対応する多用途ナノ計測ツール





Park
SYSTEMS

Park NX15は、安定したパフォーマンスを提供する汎用性の高い原子間力顕微鏡（AFM）です。サンプルステージは最大150 mmウェハまでをカバーでき、半導体および材料研究におけるナノスケール計測のための堅牢なプラットフォームを提供します。

NX15のコア技術には、Park独自の直交性に優れたスキャンシステムとTrue Non-contact™モードが採用されています。これらの革新的技術により、横方向のモーションアーチファクトをほぼ完全に排除しつつ、探針とサンプルを保護します。その結果、繊細なサンプルや難易度の高いサンプルでも、アーチファクトのない高解像度イメージングを実現します。

材料科学、半導体、ポリマー、バイオエンジニアリングまで、NX15は幅広い分野で安定した測定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。

NX15–主な特長

AFMの卓越したパフォーマンス

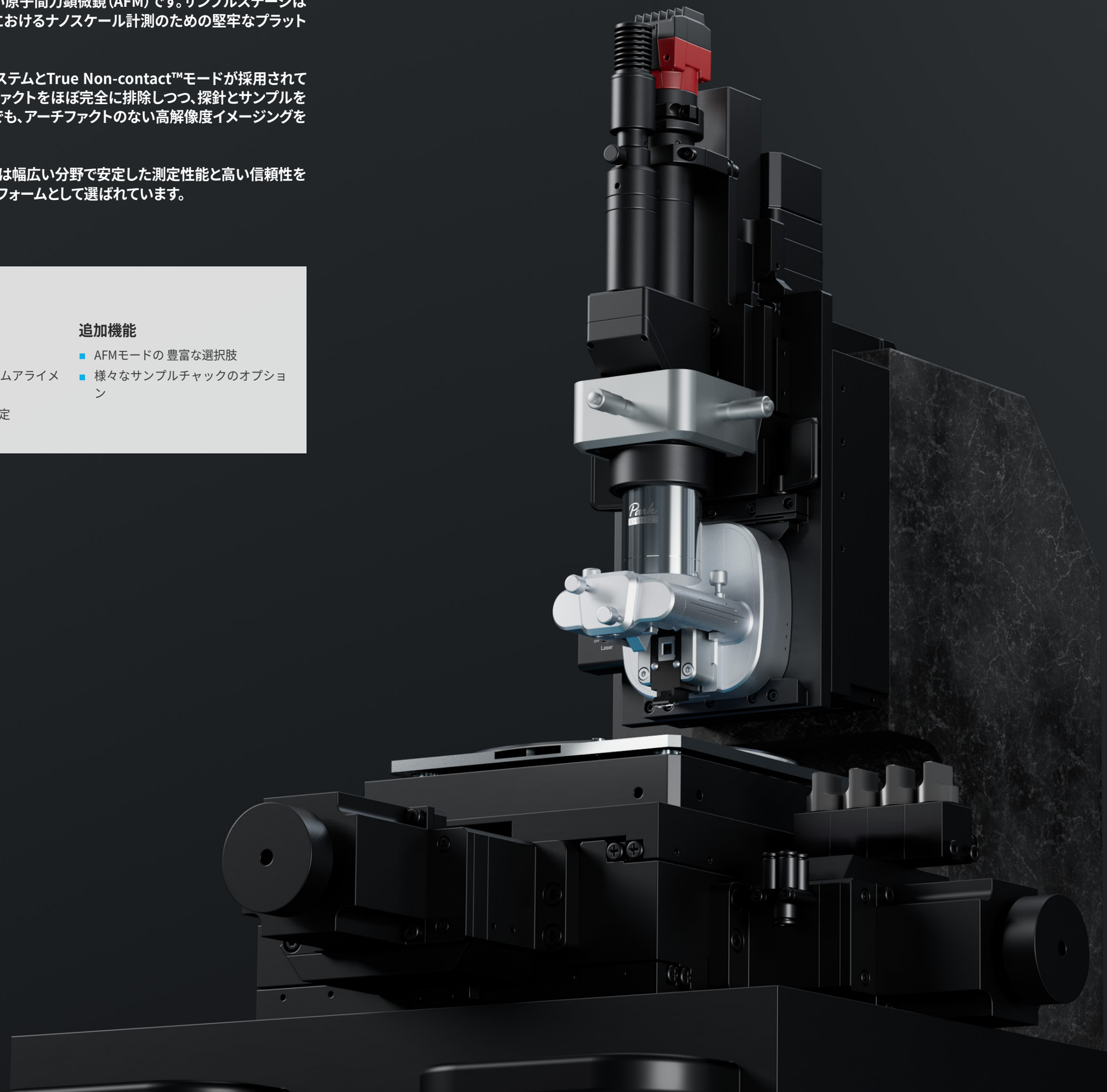
- True Non-Contact™（完全非接触）モード
- 直交スキャンシステム
- 高速Zサーボ・スピード

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
- レシピベースの連続測定

追加機能

- AFMモードの 豊富な選択肢
- 様々なサンプルチャックのオプション

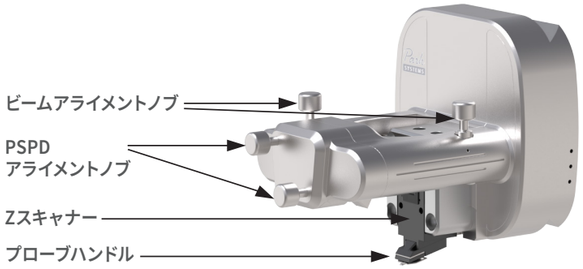


Park NX15

大型試料に対応する次世代AFM

高速Zサーボと高分解能

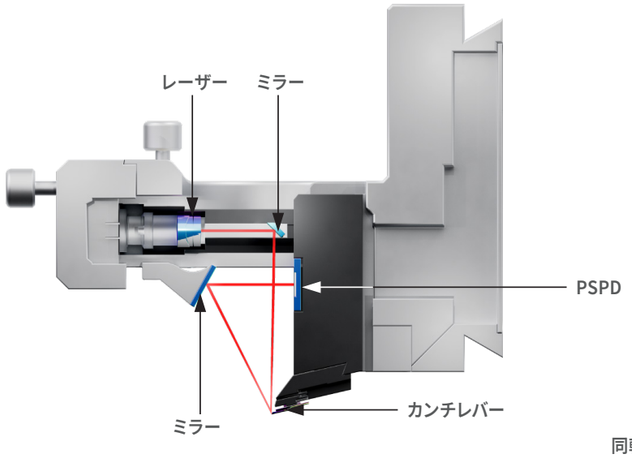
Park NXシリーズの画像解像度がさらに向上しました。積層ピエゾアクチュエータとストレインゲージセンサーを備えたNX Zスキャナーは、さまざまな表面で高速かつ高精度な測定を実現します。極めて平坦な試料から粗いものまで、スキャンサイズに関係なく、一貫した粗さの直線性を維持し、あらゆる測定で信頼性の高い結果を保証します。



NXレーザービームパス

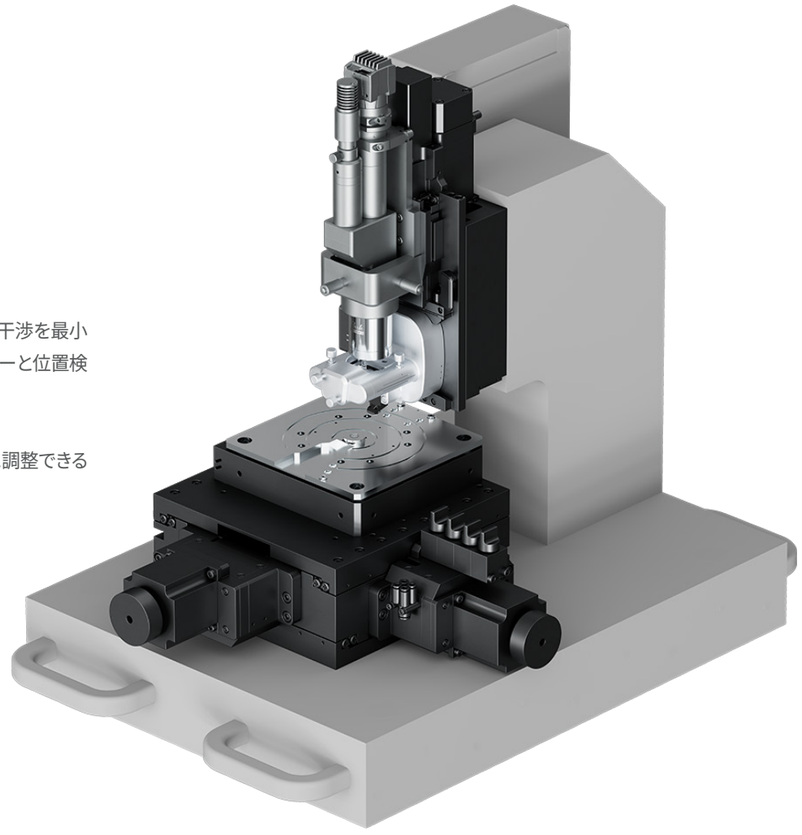
NXヘッドは、低コヒーレンスの照明を提供するスーパールミネッセントダイオードを内蔵し、干渉を最小限に抑え、安定した信号検出を実現します。レーザービームは精密ミラーを介してカンチレバーと位置検出型光検出器（PSPD）に導かれ、正確な信号位置合わせを保証します。

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

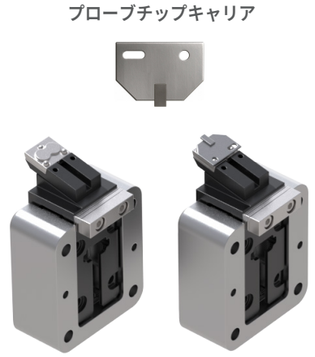
高出力の軸上光学顕微鏡により、試料表面を鮮明に観察できます。ソフトウェア制御のLED光源が試料表面を照らし、観察性を向上させます。

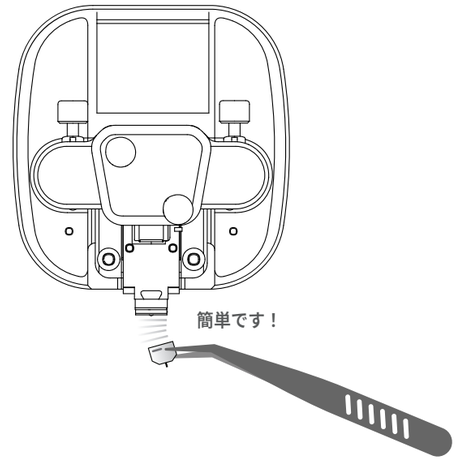


取り付け済みのプローブ

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、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、確実で信頼性が高く、再現性のあるマウント位置を確保します。

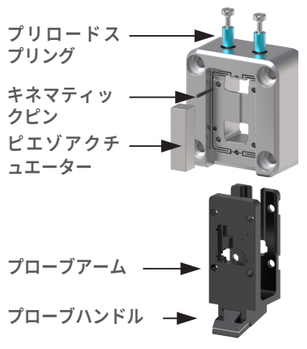




改善されたZスキャンの直進性

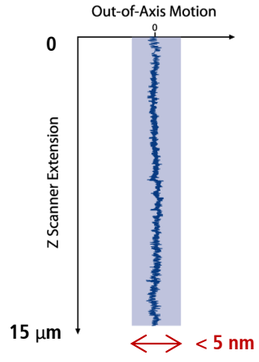
Park NXシリーズZスキャナーは、使用可能範囲全体で0.1%以内の真直度を維持し、15µmの最大伸長時でも軸外方向の動きは5nm未満です。

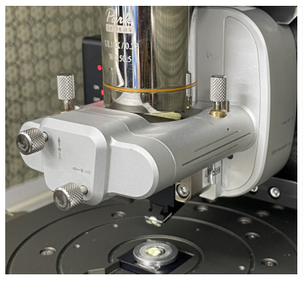
予圧スプリング、キネマティックピン、ピエゾアクチュエーターを組み合わせたコンパクトな構造は、ドリフトを最小限に抑え、信頼性が高く歪みが生じないナノスケール測定のための正確な垂直運動を保証します。

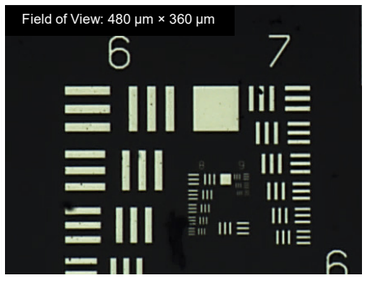








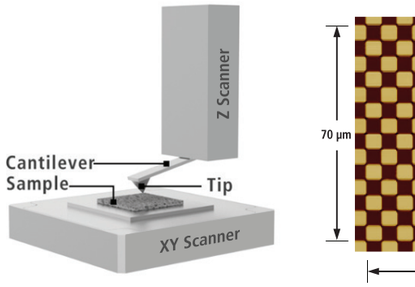




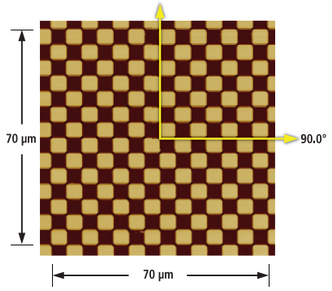
Park AFMテクノロジー

直交スキャン

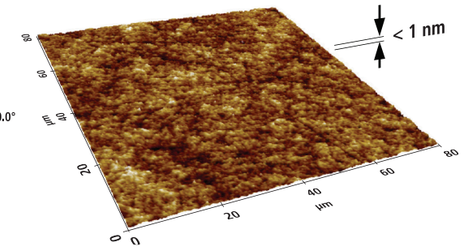
チューブスキャナーを備えた従来のAFMは、面外方向の運動と軸のクロストークの影響を受け、特に広いスキャンエリアでは画像の歪みが生じます。NX15は、すべてのPark AFMと同様に、フレクシャガイド式アーキテクチャを採用した高度な直交スキャンシステムを搭載しています。2Dフレクシャスキャナーが試料をXY平面内で移動させ、独立した1Dフレクシャスキャナーがプローブの Z軸の運動を制御します。XYフィードバック用の低ノイズ光学センサーとZ制御用の超低ノイズひずみゲージセンサーを備えた分離型スキャナーシステムにより、面外方向の動きを最小限に抑え、高い直交性と直線性を持つスキャンと高速な動的性能を実現します。

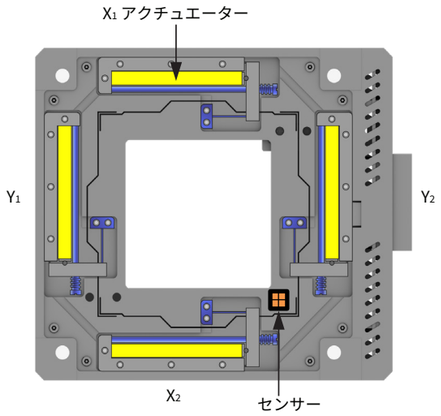


10μmピッチキャリブレーショングレーティング



光学フラット（80 × 80μm）



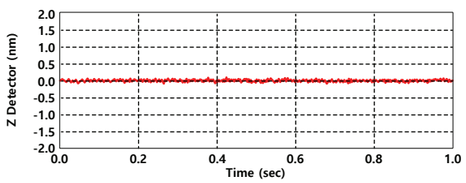


XYスキャナは、積層ピエゾアクチュエーターとフレクシャーヒンジ構造を採用することで、垂直干渉のないフラットで純粋な水平運動を実現するように設計されています。位置センサーはサーボ制御に直接フィードバックを提供し、スキャン領域全体での位置決め誤差を最小限に抑えます。この設計により、150 × 150mm²のサンプル領域全体で一貫した精度と安定性が確保されます。

低Z検出器ノイズ

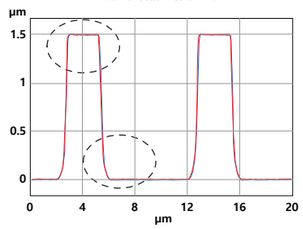
Z検出器のノイズレベルは0.02nm未満であり、0.1nmのサブナノメートル精度による高さ測定を可能にします。従来のZ電圧マッピングでは、剛性の高いエッジ部分でオーバーシュートが発生しやすいのに対し、Z検出器は表面形状に忠実な高精度トレースを実現します。

Z検出器ノイズ

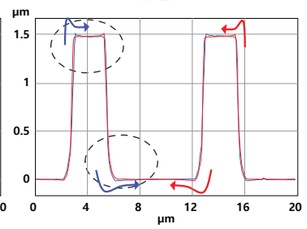


0.02nm（rms）、1 kHz BW

Z検出器（高さ）

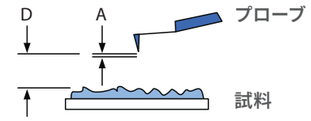


Z電圧

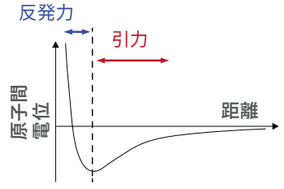


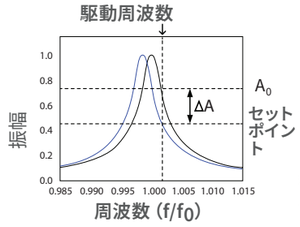
前方スキャン（⟶）
後方スキャン（⟵）

True Non-Contact™（完全非接触）モード



NX15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。



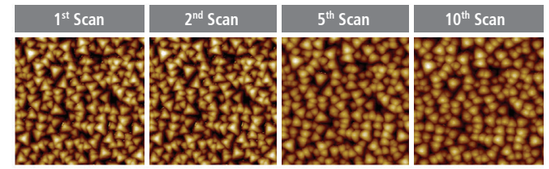


True Non-contact（完全非接触）モードでは、チップは共振周波数よりわずかに高い周波数で振動し、振幅-周波数曲線の傾きが最も急な部分で動作します。

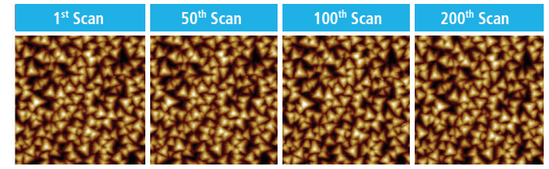
チップがサンプル表面に近づくと、引力により実効共振周波数が低下し、その結果、駆動周波数における振幅が減少します。Zサーボはこの新たな振幅をセットポイントとして維持し、チップがXY方向にスキャンする間、一定のチップ-サンプル間相互作用を保ちながら表面を追従します。

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。

タッピングモード



True Non-Contact（完全非接触）モード

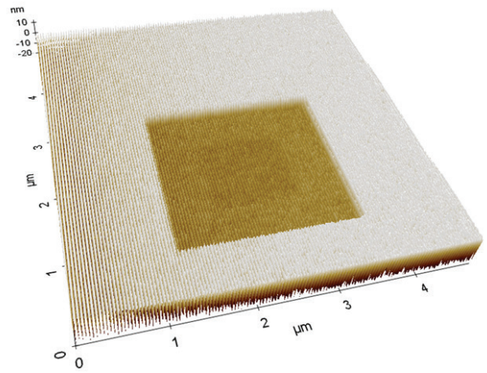


CrNチップチェックサンプル

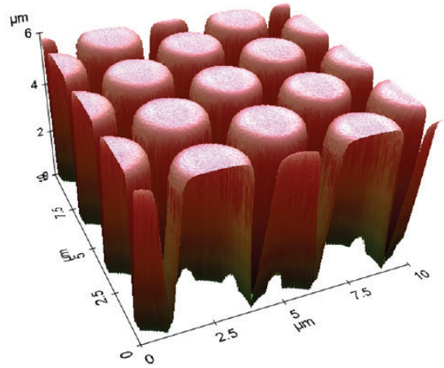
True Non-contact（完全非接触）モードは、タッピングモードAFMでは測定が困難な、柔らかく粘着性のあるサンプルや、非常に脆く繊細なサンプルの測定も可能です。下図は、True Non-contact（完全非接触）モードで取得した現像処理前のフォトレジストのトポグラフィ画像で、SEM走査中の電子線照射によって生じた損傷が確認できます。

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。

現像処理前のフォトレジスト

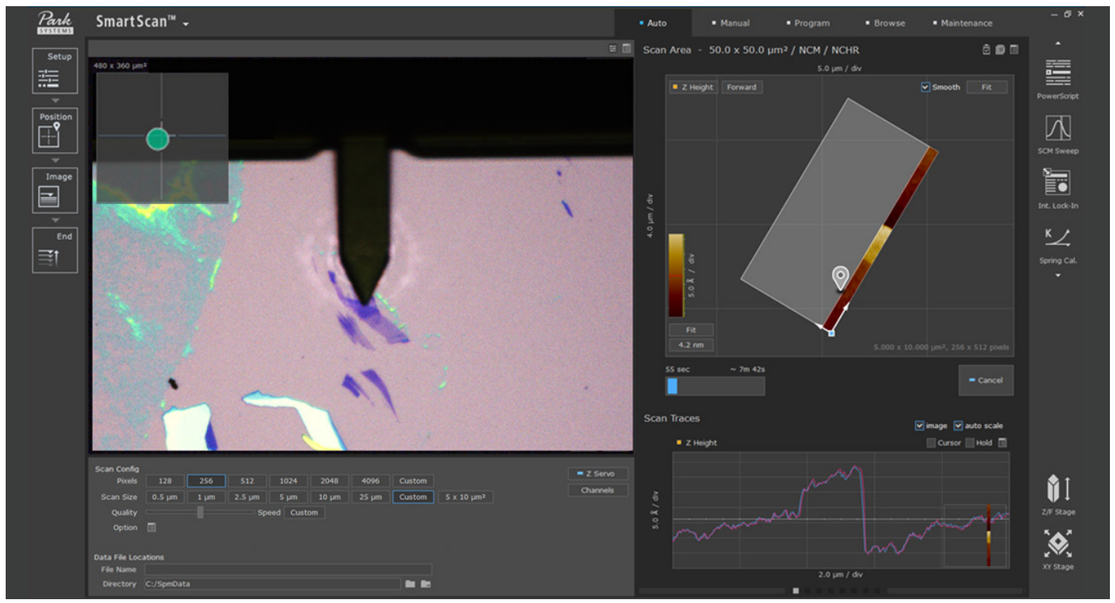


ナノインプリント用モールド

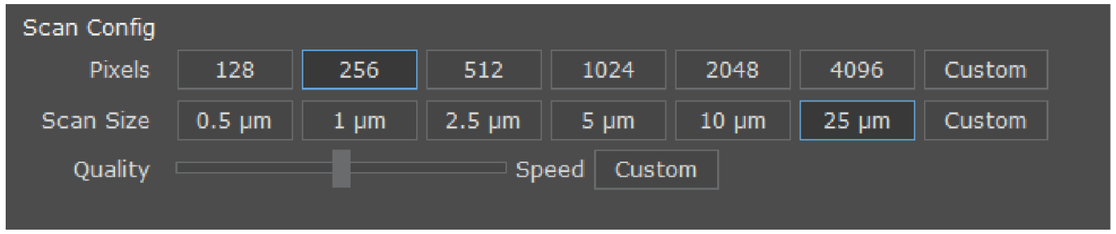


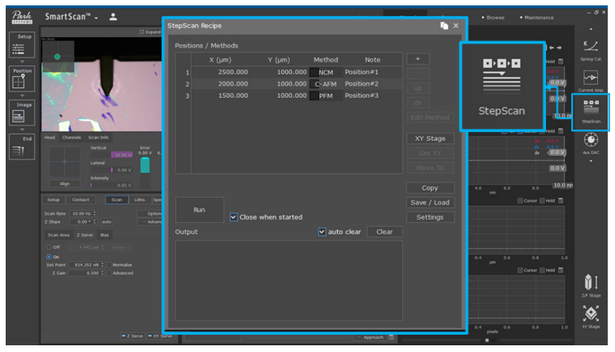
Park SmartScan™
AFMテクノロジーのパワーと汎用性をすべての方へ

NX15には、画像取得を簡素化し、使いやすさを向上させる先進のAFM操作ソフトウェアであるPark SmartScan™が搭載されています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、ユーザーはZサーボゲイン、力設定値、XY走査速度など、数多くのパラメータを手動で調整する必要があり、多くの場合で試行錯誤を伴って行われます。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。



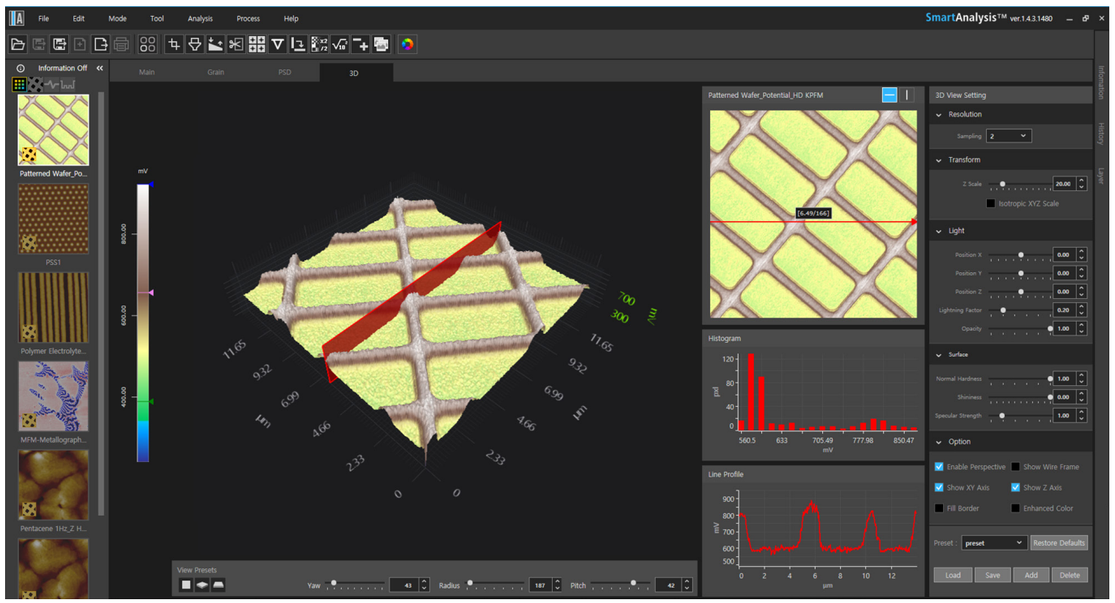


StepScan™

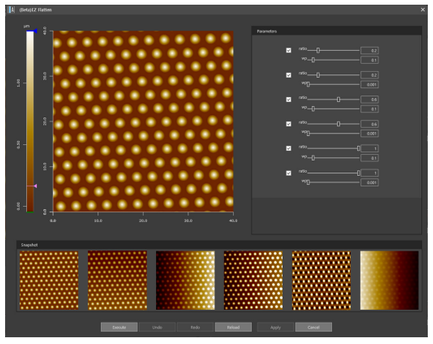
StepScan™は、Park SmartScan™の高度な機能で、効率的で一貫性のあるデータ収集のために、測定場所とレシピを事前に定義します。

Park SmartAnalysis™
AFMデータワークフローの合理化

NX15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。



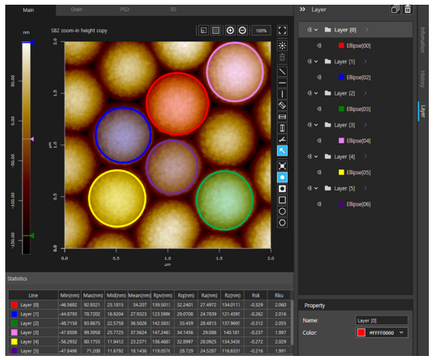
パターン化されたサファイア基板のトポグラフィー
EZ Flattenによる後処理



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。

スチレンビーズのトポグラフィー
複数の関心領域の割り当て



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 NX15
追加機能

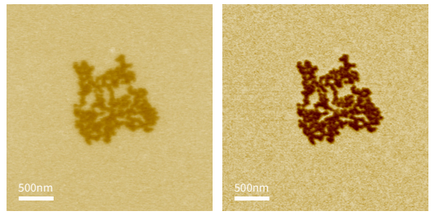
研究の可能性を広げる

NX15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。

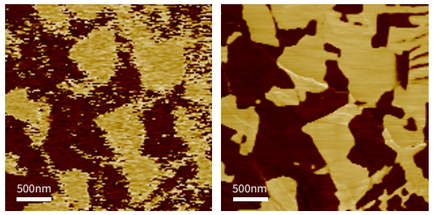
Contact Resonance PFM
接触共鳴での感度が向上し、圧電応答の検出が強化されます。

KPFM表面電位



従来のKPFM　Heterodyne KPFM

PFM位相



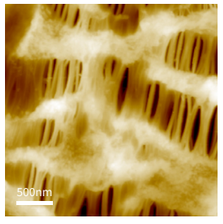
従来のPFM　接触共鳴PFM

機械的特性に関して、NX15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。

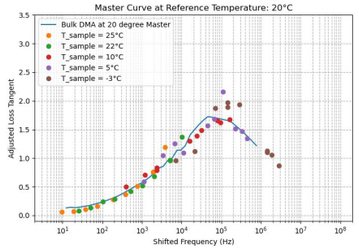
Fast PinPoint™
弾性率や接着性などのナノ機械的特性を高速定量測定可能

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

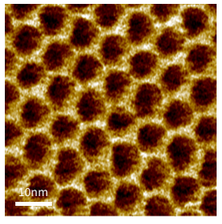
Torsional Force Microscopy
カンチレバーのねじり共振応答を検出することで、横方向の相互作用を分析



Cell guardでの高速ピンポイントイメージング

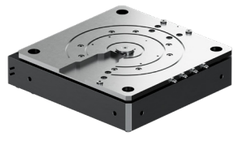


損失タンジェントマスター曲線

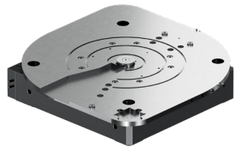


hBN上のtBGのTFM位相

サンプルチャックオプション

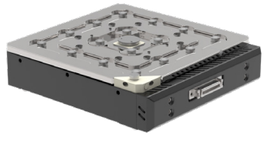


150mm サンプルチャック



200mm サンプルチャック

真空サンプルチャック
真空サンプルチャックは、標準構成で最大150mmのウェハに対して安定した平坦な取り付けを提供し、オプションで200mmバージョンも利用可能です。小型試料や50mm、100mm、150mmのウェハを含むさまざまな試料サイズをサポートし、一貫した測定品質を確保します。

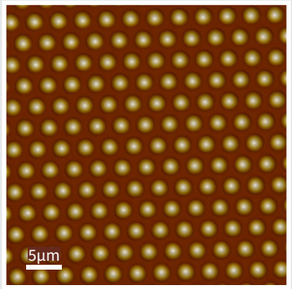


マルチサンプルチャック
マルチサンプルチャックは、最大16個のサンプルが収容可能で、複数の小型サンプルの自動連続スキャンを実現できます。

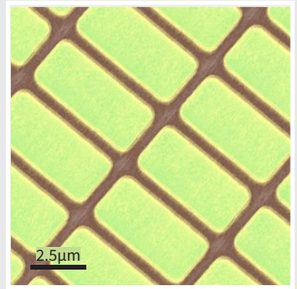
Park NX15
お客様のアプリケーションに合わせた設計

Park NX15は、大型試料に対して高精度な測定を提供する、研究用途に最適なソリューションです。

■ 半導体・デバイス

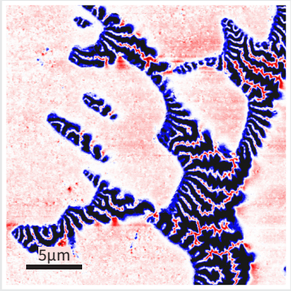


パターン化されたサファイア基板（PSS）
パターン化されたサファイア基板は、True Non-contact（完全非接触）モードで特性評価されました。スキャン画像は、約1.47μmのピークから谷までの高さを持つ表面構造の規則的な配列を示しています。

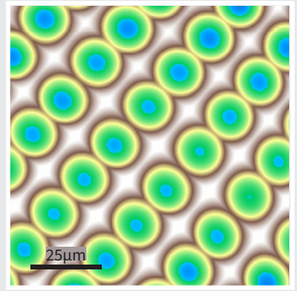


パターン化されたウェハー
パターン化されたウェハーは、へHeterodyne KPFMを使用して特性評価されました。スキャン画像は、約681 mVのピークから谷の電位差を有するパターン化された構造を明確に示しています。

■ 金属とセラミックス

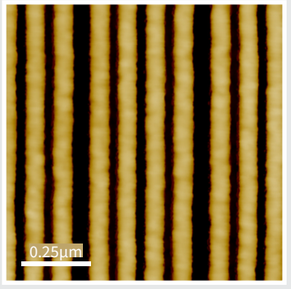


2205ステンレス鋼
2205ステンレス鋼サンプルを磁気力顕微鏡（MFM）で観察しました。MFMの位相画像は、表面全体にわたる磁気ドメインパターンを強調しています。

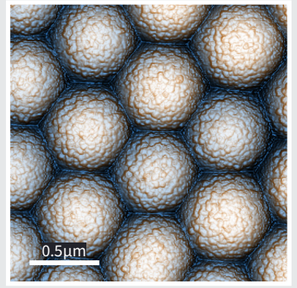


マイクロレンズアレイ
マイクロレンズアレイはTrue Non-contactモードで特性評価されました。スキャン画像は明確に、周期的なレンズ構造によって、ピークから谷までの高さが約12.7μmであることを示しています。

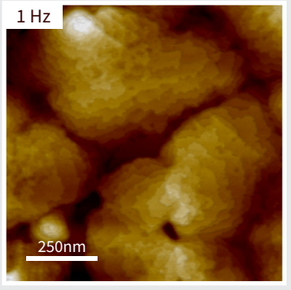
■ ポリマーと有機材料

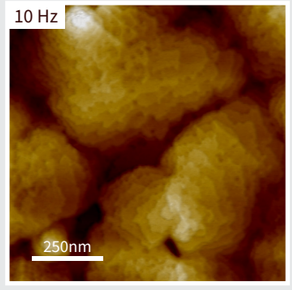


ポリマー電解質膜（PEM）
ポリマー電解質膜をTrue Non-contact（完全非接触）モードで特性評価しました。スキャン画像は、ピークから谷までの高さが約113.2nmのストライプ状の表面パターンを明らかにしています。



スチレンビーズ
スチレンビーズサンプルを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、表面全体に分布する球状ビーズを明確に示しており、ピークから谷までの高さは約267nmです。





ペンタセン
ペンタセン試料を、1 Hzおよび10 Hzのスキャン速度でTrue Non-contact（完全非接触）モードを使用して測定しました。トポグラフィー画像には、ピークから谷までの変動が約27nmの明確な階段状の形態が認められ、2つの走査速度間で顕著な差異は観察されませんでした。

Park NX15
技術仕様

AFM Modes

- Topographic Imaging
  - Contact Mode
    - Constant Height Mode
    - Constant Force Mode
  - True Non-ContactTM Mode
  - Tapping Mode
  - PinPointTM Mode
  - Fast PinPointTM Mode
- Mechanical Properties
  - PinPointTM Nanomechanical Mode
  - Fast PinPointTM 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) *
  - PinPointTM 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 (100 µm × 100 µm)
- Flexure-guided high-force Z scanner (15 µm or 30 µm)

Sample Mount

- Vacuum grooves for wafers (up to 150 mm)
- Magnetic mount for 16 small samples (optional)

Stage

- XY stage : 150 mm × 150 mm
- Z stage: 25 mm
- Focus stage: 8 mm

Dimension and Weight

- AE (Outer): 820 mm × 920 mm × 1,486 mm
- Desk: 1,410 mm × 810 mm × 740 mm
- Total weight: 470 kg (AFM Body + AE)

On-Axis Optical Microscope

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

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
** Park Systemsにご相談ください

Park SYSTEMS
www.parksystems.com