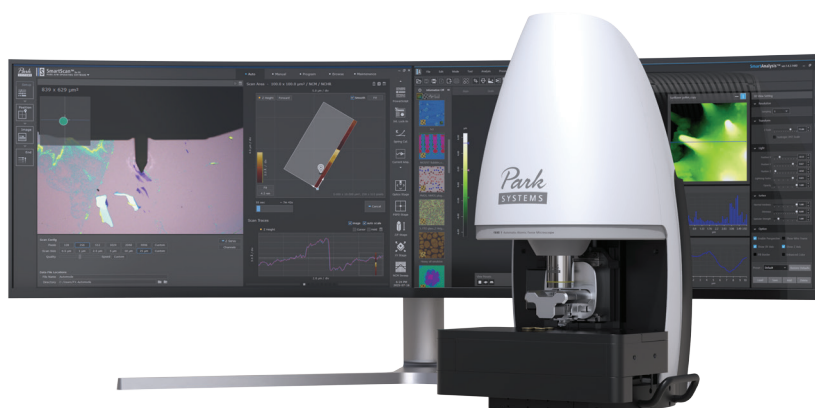


Park FX40

小型試料に対応する最先端のAFM



Park
SYSTEMS

Park FX40は、Park Systems最新のAFM（原子間力顕微鏡）イノベーションで、小型試料の高分解能イメージングに対応して設計されています。低ノイズフロア、最小限の熱ドリフト、高い機械的安定性を備え、FX40はこれまでにない高精度と信頼性を提供します。

すべてのPark製AFMと同様に、FX40は直交型スキャンシステムとTrue Non-Contact™（完全非接触）モードを搭載し、極めて繊細なサンプルに対しても高精細で正確な測定を実現します。

FX40の主な特徴は、FXシリーズを象徴する主要機能である、プローブ自動交換、自動レーザーアライメント、そしてサンプルビューカメラにより、操作の効率化と生産性の向上を実現します。強力なFX AFMコントローラは、8チャンネルのロックインアンプと高度な信号処理に対応する5 MHzの帯域幅を備え、FX40は幅広い最先端のモードとオプションをサポートします。

精度と使いやすさの両方を追求したFX40は、ナノスケールのイメージングと分析に理想的なソリューションです。

FX40 – 主な機能

優れたAFM性能

- 低ノイズフロア
- 最小限の熱ドリフト
- 直交性に優れたスキャンシステム
- True Non-Contact™（完全非接触）モード

ユーザーの利便性

- 自動プローブ交換
- 自動レーザービームアライメント
- サンプルビューカメラ

追加機能

- FX AFMコントローラー
- 簡易なハードウェアのセットアップでオプションモードに対応

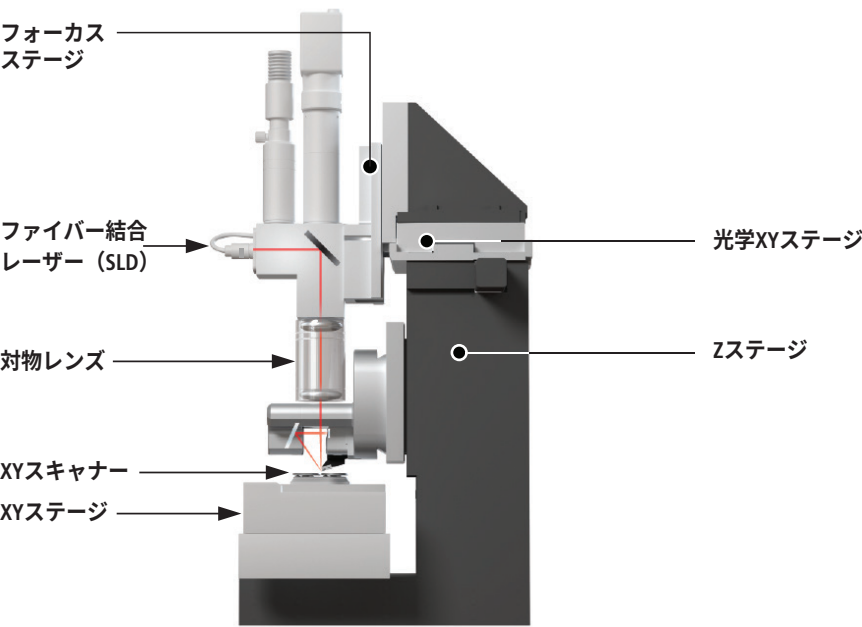
Park FX40

小型試料に対応する最先端のAFM

優れたFXメカニカルデザイン

FXシリーズAFMは、機械的ノイズを最小限にえる設計が施されています。光学顕微鏡はZステージから分離されており、Zステージにかかる重量を軽減することで、機械的な外乱への影響を低減しています。Zステージ自体は、高剛性のクロスローラーガイドと2つのベアリングブロックを採用し、堅牢に構築されています。

FX40は、熱膨張係数の低い膨張整合材料を使用することで熱ドリフトを抑制し、長期にわたり安定した性能を保証します。



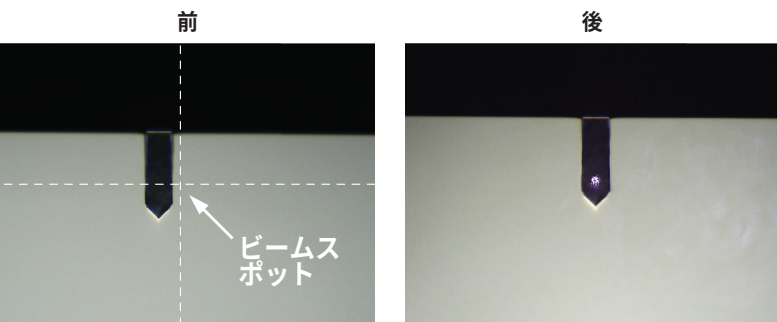
FXレーザービームパス

FX光学系は、ファイバー結合レーザー（スーパーluminescentダイオード；SLD）を光学顕微鏡のアセンブリに統合します。レーザービームは対物レンズを通して集光され、光学視野の中心に固定されます。

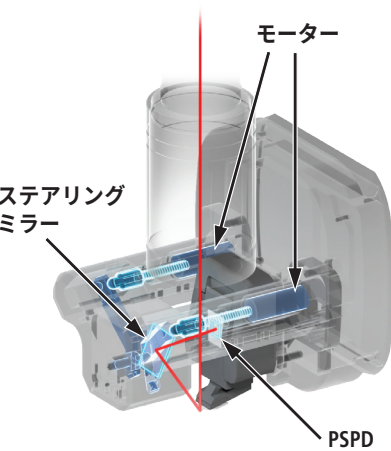
自動レーザービームアライメント

ビジョンガイドアライメントシステムは、カンチレバーの形状と位置を検出し、光学系のXYステージを移動させて、レーザービームが集光する視野の中心にカンチレバーを正確に整列させます。

集光されたレーザービームはスポットサイズが小さく抑えられており、ビームのはみ出しを最小限にすることで、小型で高周波数のカンチレバーの導入を容易にします。



FXヘッド内の2つの精密モーターがステアリングミラーを調整し、レーザービームを光検出器（PSPD）の中心に正確に整列させます。



自動プローブ交換

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。カンチレバーの破損につながることも少なくありません。Park AFMは、マウントタイプのカンチレバーを使用することにより、カンチレバーをあらかじめ固定した状態で供給できるのでチップの位置決めを容易にし、この問題を解決します。

各チップキャリアには、プローブの種類、シリアル番号などの詳細情報、製造日、仕様などの詳細情報を含むQRコードが刻印されています。

プローブチップキャリア



FXヘッドのZスキャナーは、移動対応のマウント用の3つの高精度ボールシートを備え、ベースにはマグネットが取り付けられているため、安全で信頼性が高く、再現性のあるマウントの位置を確保します。

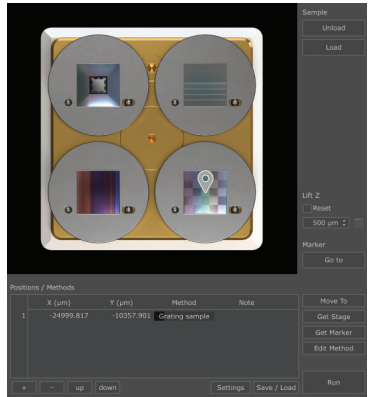
自動チップ交換 (ATX) モジュールは、最大8個のプリマウントプローブを格納できます。ATXカメラがプローブのQRコードをスキャンすると、SmartScan™ AFMオペレーティングソフトウェアが各スロットのプローブ情報を表示し、ユーザーは簡単なマウスの操作で空きスロットまたは使用中のスロットを選択できます。

スロット選択後、AFMのヘッドは選択されたスロットの強力な磁石の位置に応じて、プローブを取り外し、または現在装着中のプローブをスロットに格納するためにZ軸方向に移動します。



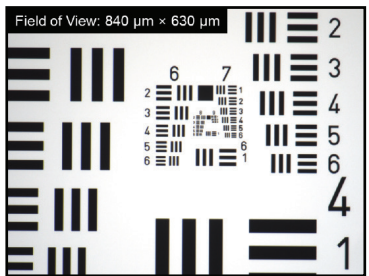
サンプルビューカメラ

サンプルビューカメラは、試料のキャプチャ画像を撮影し、ユーザーはマウスをポイント&クリックするだけで、XYステージを任意の場所に移動できます。これにより、関心領域を簡単に見つけて同じ場所に戻ることができます。



改良されたOn-axis光学機

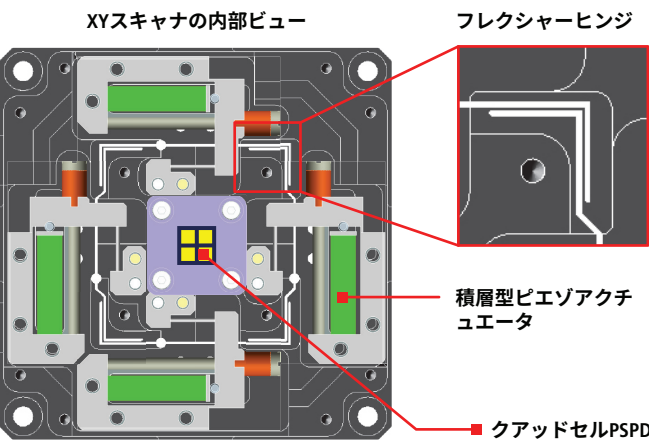
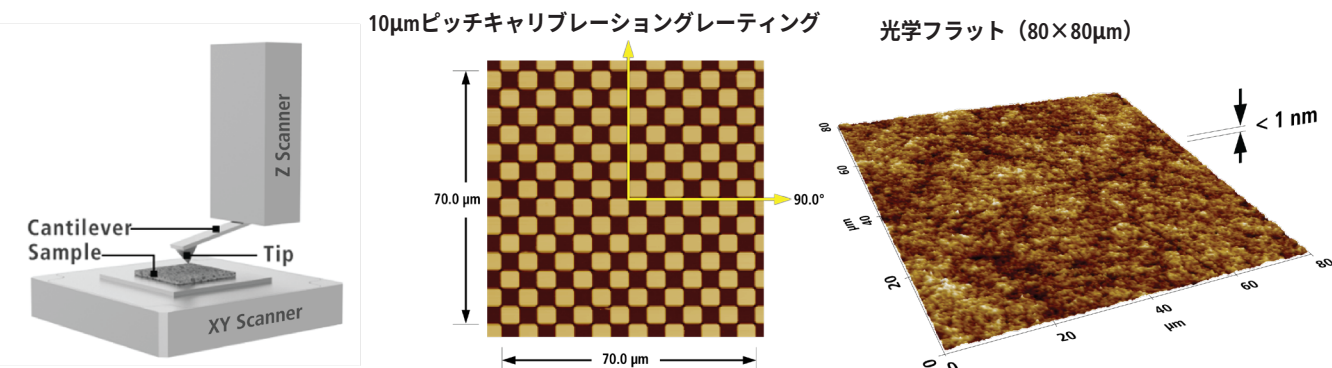
遮るもののない光学顕微鏡は明瞭な視野を提供し、最小0.87 μmの線幅を解像できます。



Park AFMテクノロジー

直交性スキャン

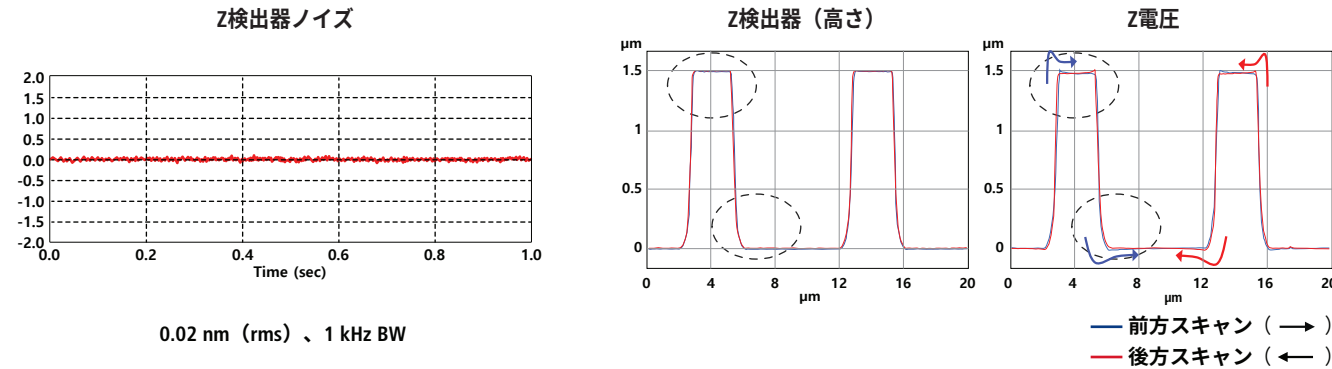
チューブスキャナーを備えた従来のAFMは、面外方向の運動と軸のクロストークの影響を受け、特に広いスキャンエリアでは画像の歪みが生じます。FX40は、すべてのPark AFMと同様に、フレクシャガイド式アーキテクチャを採用した高度な直交性スキャンシステムを搭載しています。2Dフレクシャスキャナーが試料をXY平面内で移動させ、別個の1DフレクシャスキャナーがプローブのZ軸の運動を制御します。この分離式スキャナーシステムにより、面外方向の運動を最小限に抑え、高速で動的なパフォーマンスと高い直交性・直線性を有するスキャンが可能となります。XYフィードバック用の低ノイズ光学センサーとZ制御用の超低ノイズひずみゲージセンサーを備えた備えたクローズドループサーボ制御システムにより、すべての軸において高精度かつ再現性の高いスキャンを実現します。



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。ポジションセンサーはスキャナーの中央に配置され、サーボ制御に対する直接的なフィードバックを提供し、スキャンエリア全体の位置決め誤差を最小限に抑えます。この設計により、大きな試料をスキャンする場合でも、一貫した精度と安定性が確保されます。

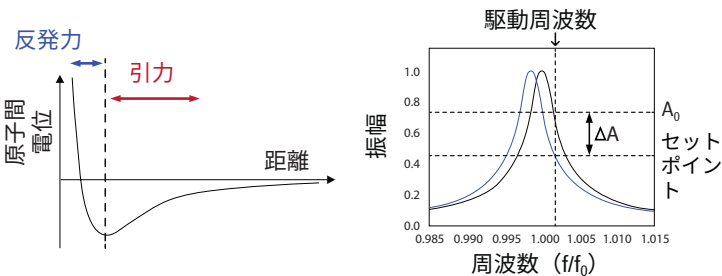
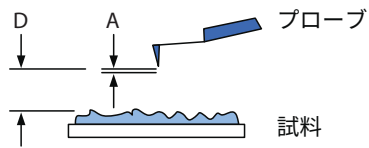
低Z検出器ノイズ

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。



True Non-Contact™（完全非接触）モード

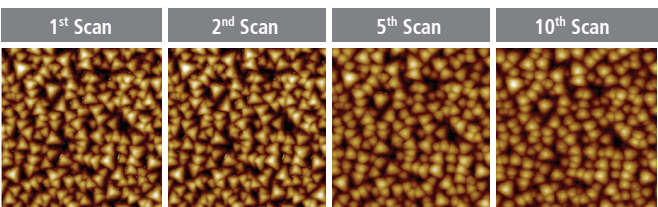
FX40は、Park Systemsが独占的に提供する独自のテクノロジーであるTrue Non-Contact™（完全非接触）モードを備えています。True Non-contact（完全非接触）モードは、AFM探針と試料表面の間の引力であるファンデルワールス力を検出することでトポグラフィーを取得します。



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。

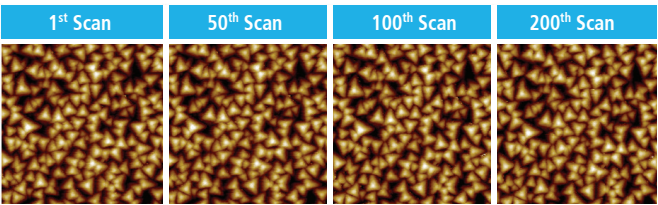
チップがサンプル表面に近づくと、引力により実効共振周波数が低下し、その結果、駆動周波数における振幅が減少します。Zサーボはこの新たな振幅をセットポイントとして維持し、チップがXY方向にスキャンする間、一定のチップ-サンプル間相互作用をしながら表面を追従します。

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。

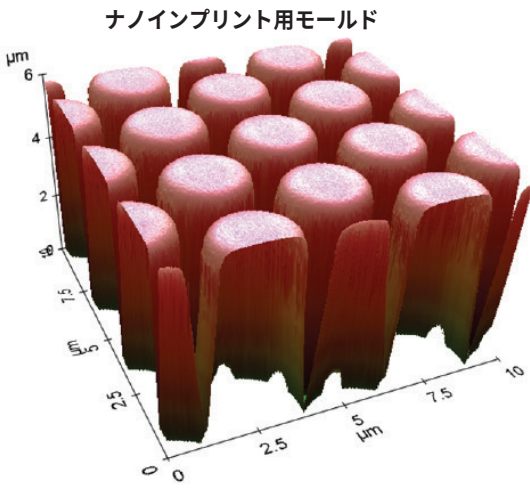
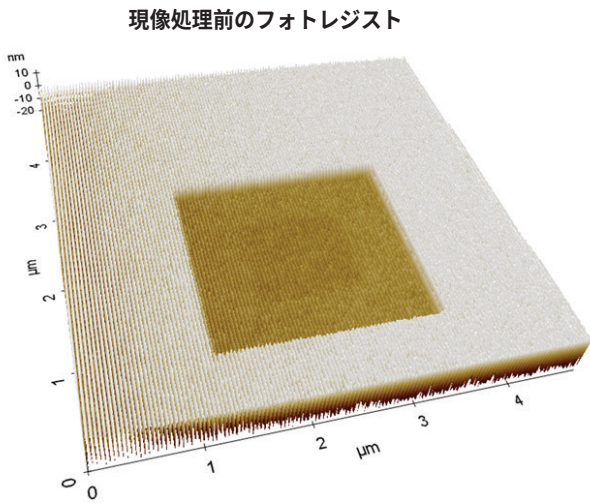
True Non-contact（完全非接触）モード



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。

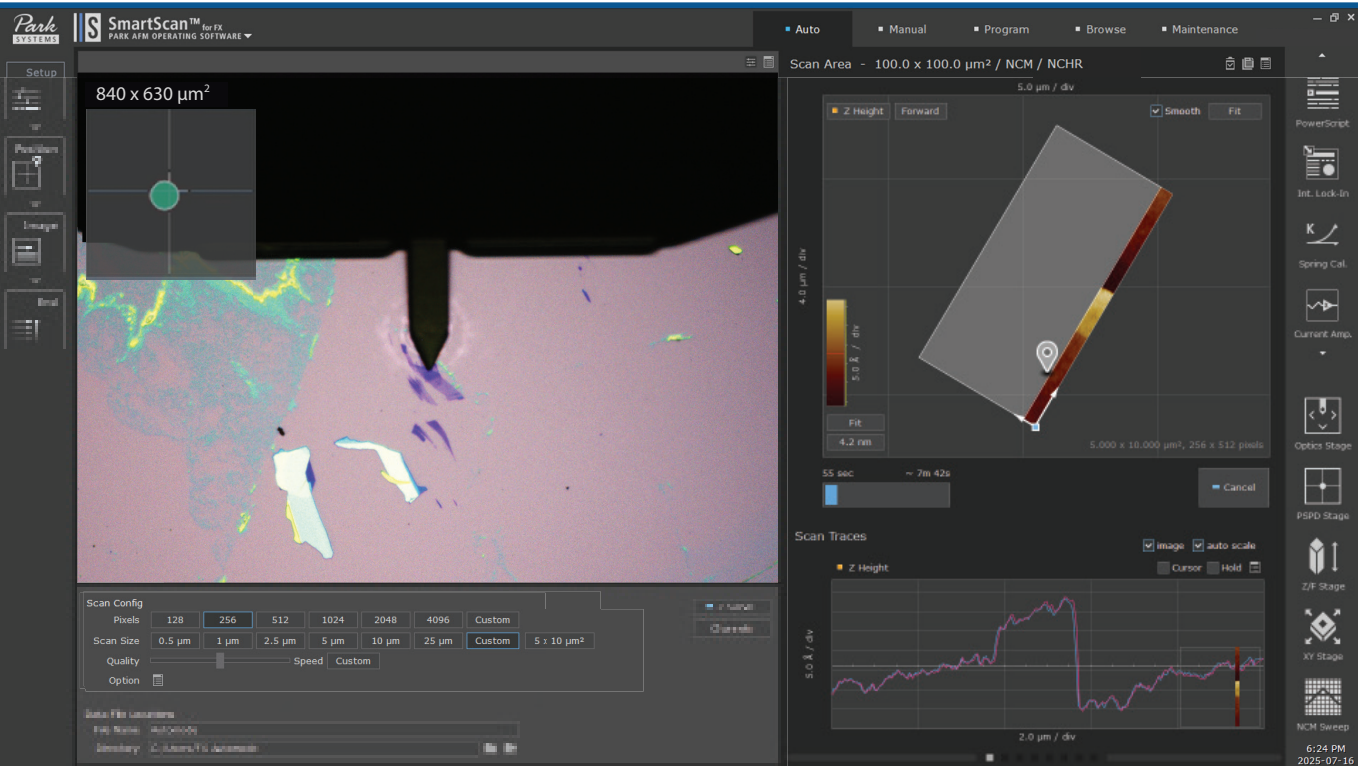
True Non-contact（完全非接触）モードでは、高さのある特徴もスキャンできます。チップ先端だけでなく側面にも働く引力を感知することで、垂直な構造物に接近した際にZサーボが素早くチップを後退させ、接触を回避します。下図のように、ナノインプリント用の金型に見られる深い穴や高いピラー構造も、True Non-contact（完全非接触）モードで正確に測定可能です。



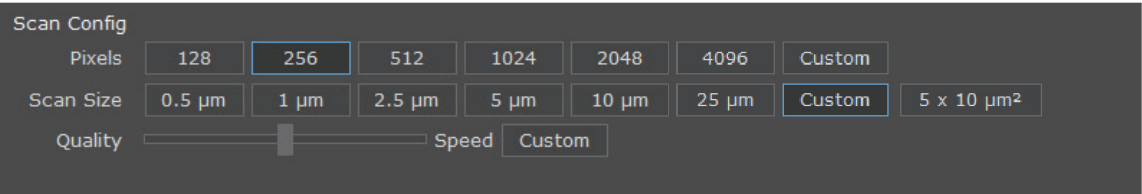
Park SmartScan™

AFMテクノロジーのパワーと汎用性をすべての方へ

FX40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。

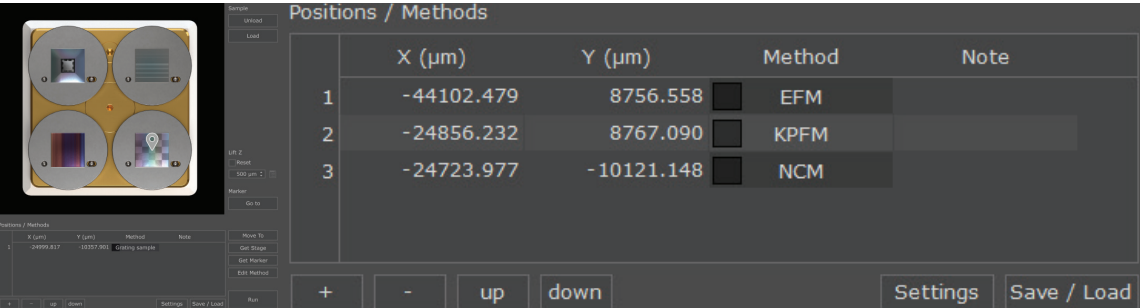


従来のAFMシステムでは、Zサーボゲイン、フォースセットポイント、XYスキャン速度など、数多くのパラメーターを手動で調整する必要があり、多くの場合、試行錯誤を繰り返していました。SmartScanは、ピクセル密度、スキャンサイズ、そして画質と速度の優先順位という3つのパラメーターのみを選択できるようにすることで、この複雑さを解消します。その後、試料の形状を分析し、最良のAFM画像を取得することで、その他の設定はすべてリアルタイムで自動的に最適化されます。SmartScanは操作負担を軽減し、あらゆる経験レベルのユーザーが高品質な画像を取得できるようにします。



StepScan™

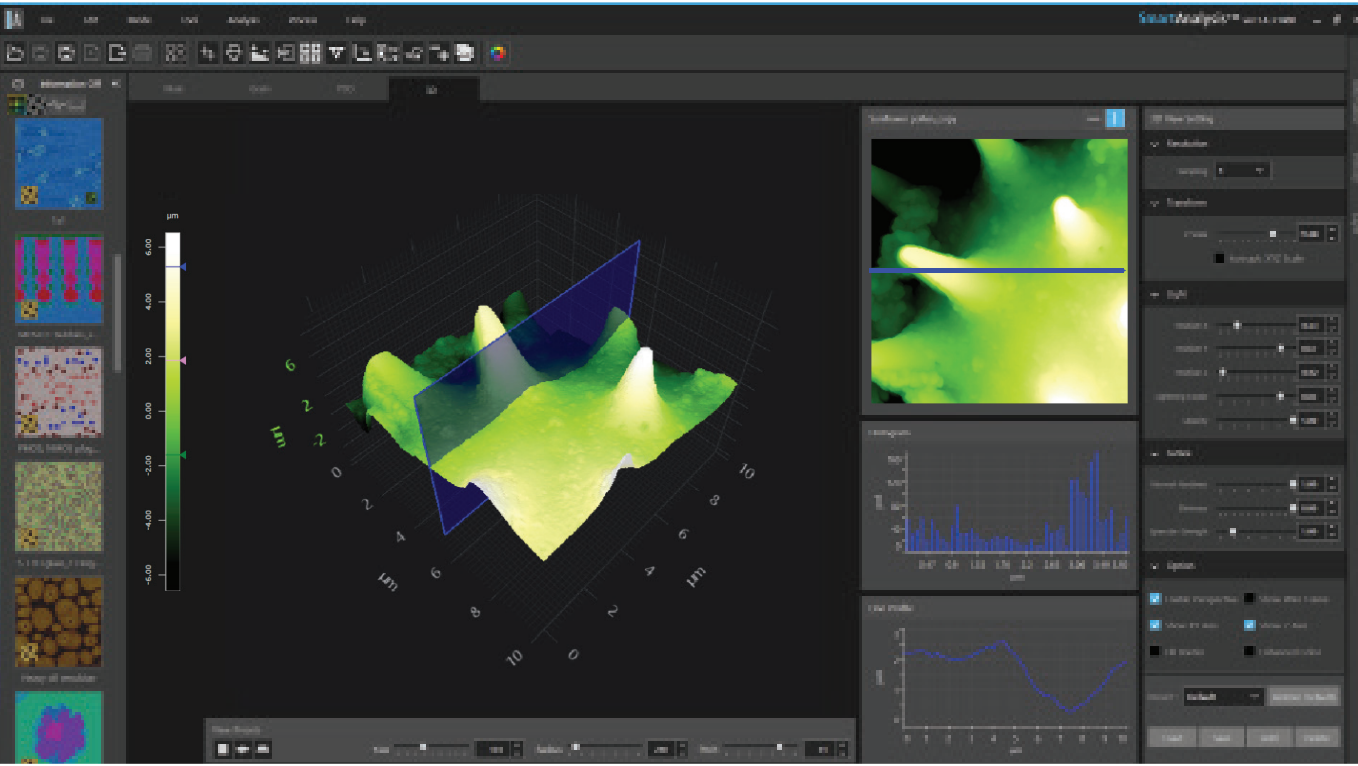
StepScan™は、マクロ画像上で複数の測定ポイントを指定し、それぞれに個別のスキャンレシピを割り当てて、自動的連続的に自動測定を実行する機能です。



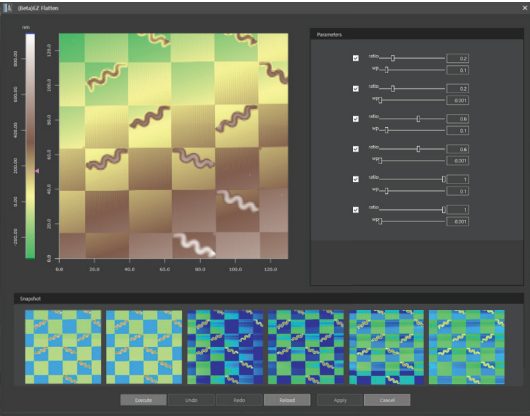
Park SmartAnalysis™

AFMデータワークフローの合理化

FX40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。



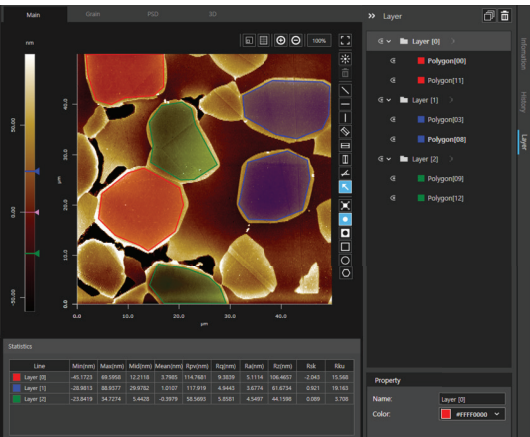
パターントポグラフィでの菌糸体の成長
EZ Flattenによる後処理



EZ Flatten

ノイズ、試料の傾き、表面の凹凸などのアーティファクトを補正するためのAFMデータの後処理は、手作業で煩雑かつ時間のかかる作業です。SmartAnalysisは、EZ Flatten機能によって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。

鋳鉄のトポグラフィー
複数の関心領域の割り当て



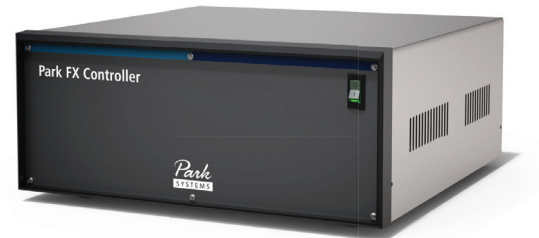
多層分析

ユーザーは、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つの領域しか検査できませんが、SmartAnalysisでは、選択したすべての領域に対して同時に様々な指標を提供します。

Park FX40 追加機能

FX AFMコントローラー

FX AFMコントローラーは、PCとの1Gbps高速通信により制御レスポンスを向上させ、通信遅延を排除することで高精度な測定を実現します。8チャンネルのロックインアンプを搭載しており、複数の物理特性を1回のスキャンで同時に取得可能です。さらに、5MHzのチップバイアス変調帯域により、追加モジュールなしでコンタクト共振PFMやヘテロダインKPFMなどの高度な測定モードにも対応可能です。また、安全性を高めるAFMヘッド衝突防止機能も標準でサポートしています。

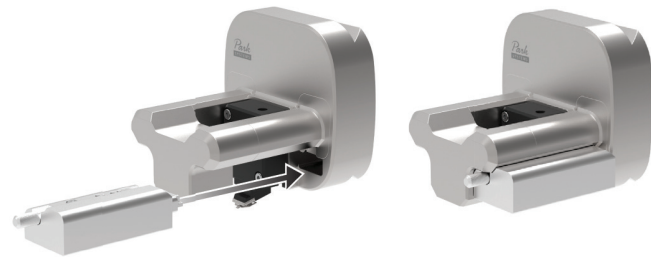


追加のハードウェアを必要としない内部詳細設定

内蔵型8チャンネルロックインアンプを搭載したFX AFMは、ハードウェアを追加せずに、幅広い高度なオプションを提供します。中核となる機能はシームレスに組み込まれており、システムはこれまで以上にコンパクトかつ効率的で、そして使いやすくなっています。

簡単なヘッドエクステンションモジュール（HEM）のセットアップ

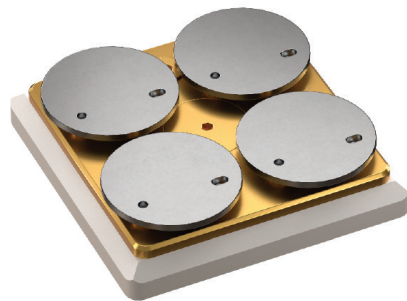
新設計のFX AFMヘッドは、ヘッドエクステンションモジュール（HEM）のセットアップを容易にします。AFMヘッドをAFM本体から取り外さずに、HEMをAFMヘッドのポートにスライドさせて、ノブで締めることができます。さらに、その設計として、HEMポートにより、ワイヤーを追加せずにチップバイアスを制御することができます。



マルチサンプルチャック

FX40は、最大4個のクーポンサイズサンプルをサポートするマルチサンプルチャックを備えています。

磁気サンプルチャックは、繰り返し位置決め可能な移動型のマウントを備えています。ひとつの穴とひとつの溝をがある特殊なサンプルディスクを使用することで、位置決め誤差は5μm未満となります。これにより、試料を再度準備したり、チップを再度近づけたりした後の位置が、想定とほぼ同じ箇所で正確に行われていることを確認することができます。



環境制御用グローブボックス

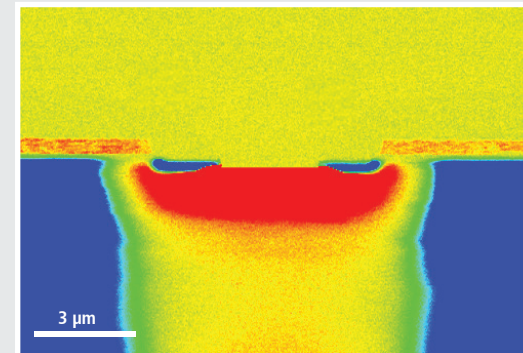
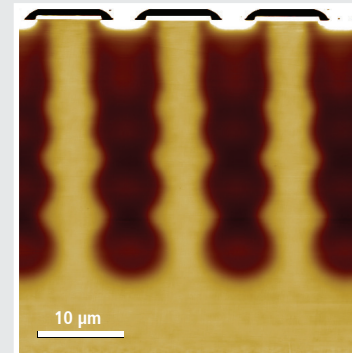
高度な自動化機能を備えたFX40は、グローブボックス内に組み込むことで、卓越した相乗効果を発揮します。グローブボックス内でAFMを操作する際に不便な点は、システムにアクセスするたびに手袋を着用しなければならないことです。FX40では、すべての操作を手袋を装着したまま行うことができるため、時間のかかる手順を省くことができ、利便性が大幅に向上します。



Park FX40 お客様のアプリケーションに合わせた設計

Park FX40は、小型サンプルに対応し、研究用途から産業応用まで幅広い分野で高精度な測定を実現します。

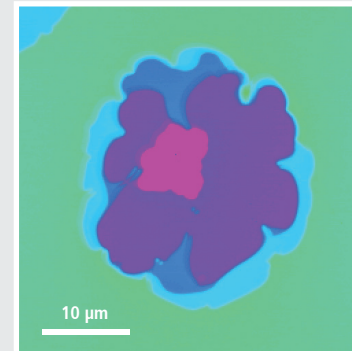
半導体



スーパージャンクション構造のMOSFET

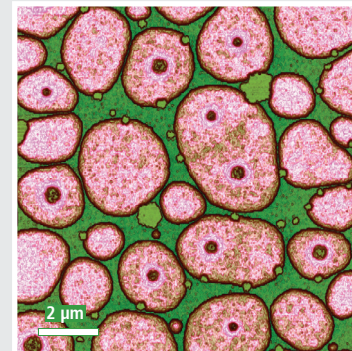
スーパージャンクション構造を備えたMOSFETを、マイクロ波インピーダンス顕微鏡（MIM）モードで測定し、表面のキャパシタンスを取得しました。画像はスーパージャンクション構造のMOSFETのキャパシタンスの差異を示しています。

ポリマー



ブロック共重合体

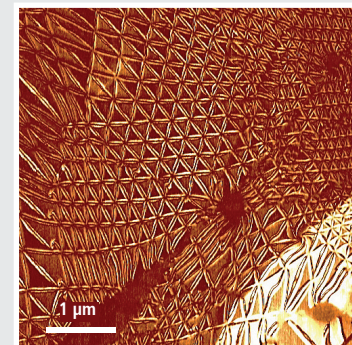
ブロック共重合体をTrue Non-contactモードで測定し、表面形状を取得しました。スキャンデータは、山と谷の高低差は150nmで、該当の画像は花柄状のパターンがブロック共重合体にあることを示しています。



ポリマー複合材

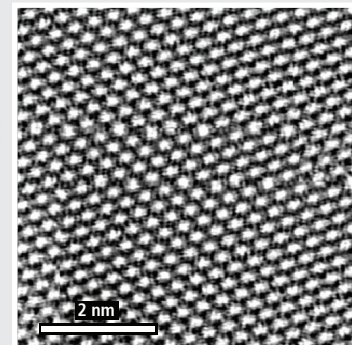
ポリマー複合材をTrue Non-contactモードで測定し、表面のトポグラフィーを取得しました。スキャンデータは、ピークバレー高さの差が8.2 nmで、該当の画像は多数の丸形の島形状がポリマー複合材にあることを示しています。

2次元材料



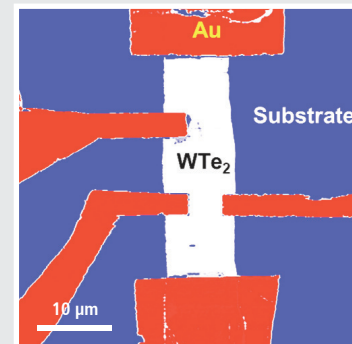
ツイストhBN二層膜

圧電抵抗信号を取得するために、接触共振圧電応答力顕微鏡でツイストhBN二層膜を測定しました。画像は、ツイストhBN二層膜のフラクタルパターンを示しています。



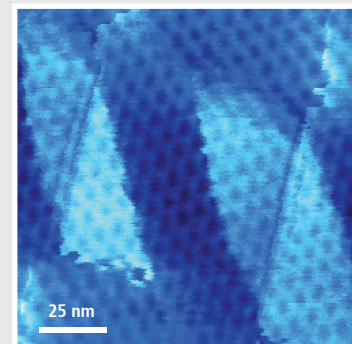
MoS₂原子格子

MoS₂原子格子を水平力顕微鏡で測定し、摩擦力の画像を取得しました。スキャンデータから、基準格子定数は~3.16Åで、該当の画像は優れたモアレパターンの画像がMoS₂原子格子にあることを示しています。



Au電極上のWTe₂

導電性AFMでAu電極のWTe₂を測定し、電流像を取得しました。スキャンデータは、山から谷までの高低差が158 μAで、そして該当の画像はAu電極のWTe₂の電流分布を示しています。



ツイスト二層グラフェン

ツイスト二層グラフェンを、hBN上で導電性AFMによって測定し、電流画像を取得しました。画像はモアレパターンがツイスト二層グラフェンと六方晶窒化ホウ素の間にあることを示しています。

Park FX40

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 Spreading Resistance Microscopy (SSRM) *
 - 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)
- AFM-IR
 - Photo-induced Force Microscopy (PiFM) **
- Thermal Properties
 - Scanning Thermal Microscopy (SThM) *
 - Temperature Mapping
 - Thermal Conductivity Mapping
- Nanolithography & Manipulation
 - Nanolithography *
 - Nanomachining *
- In-liquid Operation
 - In-liquid Topography *
 - Electrochemical AFM (EC-AFM) *

Scanner

- XY scanner (100 μm × 100 μm, 50 μm × 50 μm or 5 μm × 5 μm)
- Flexure-guided high-force Z scanner (15 μm or 30 μm)

Sample Mount

- Up to 4 small samples with magnetic sample chuck
- 20 mm × 20 mm (w × d), up to 20 mm thickness
- Up to 40 mm × 40 mm (w × d) w/o multi-sample chuck

On-axis Optics

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

Sample-View Camera

- View of four sample holders
- Field of view: 172 mm × 97 mm
- Resolution: 13 M pixels

Stage

- XY stage: 105 mm × 40 mm
- Z stage: 22 mm

Automatic Tip Exchanger

- 8 pre-aligned probes with kinematic mount and QR code chip carrier

Dimension and Weight

- AE(Outer): 780 mm × 830 mm × 1540 mm
- Desk: 1410 mm × 810 mm × 740 mm
- Total weight: 390 kg (AFM Body + 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

** Park Systemsにご相談ください



Park
SYSTEMS

www.parksystems.com