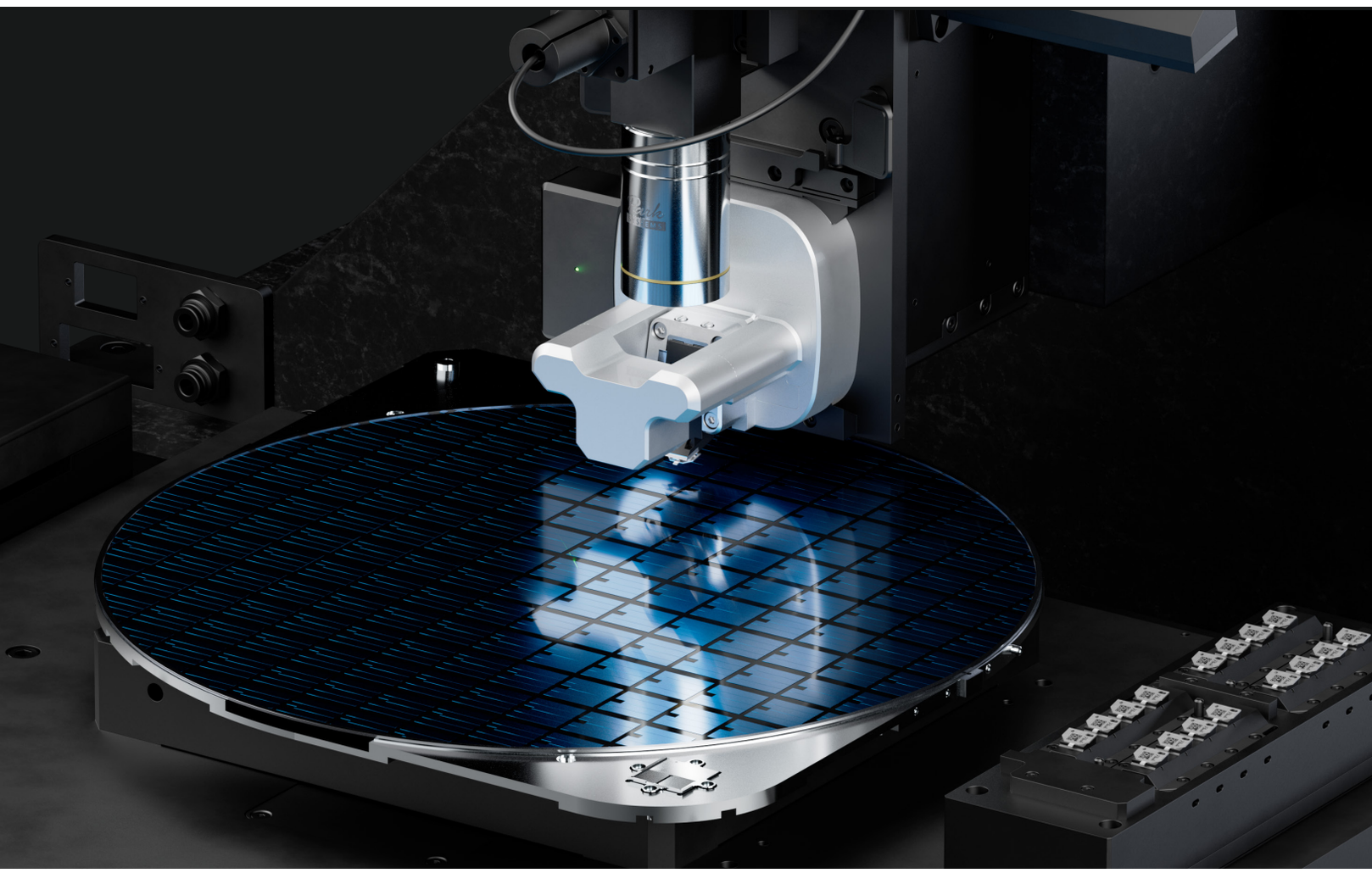
Park FX300

300mmの大型試料に対応する最先端のAFM





Park SYSTEMS



Park FX300は、最大300mmのサンプルに対応できるように設計された、Park Systems最新のAFM（原子間力顕微鏡）ソリューションです。低ノイズフロア、最小限の熱ドリフト、機械的安定性を備え、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、FX300は直交型スキャンシステムとTrue Non-Contact™（完全非接触）モード搭載し、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。

FX300の主な機能には、自動プローブ交換と自動レーザービームアライメントが含まれます。
FXシリーズAFMを象徴する主要機能として、操作の簡素化と、生産性の向上が挙げられます。
自動AFMスキャンパラメーター設定、複数ポイントでの連続測定、強力なデータ解析ツールなどの機能により、複雑なワークフローもシンプルにこなすことが可能です。

高度な性能と直感的なユーザーインターフェースを兼ね備えたFX300は、研究用途から産業応用まで、ナノスケールのイメージングと解析における汎用性の高いソリューションを提供します。

FX300 – 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

追加機能

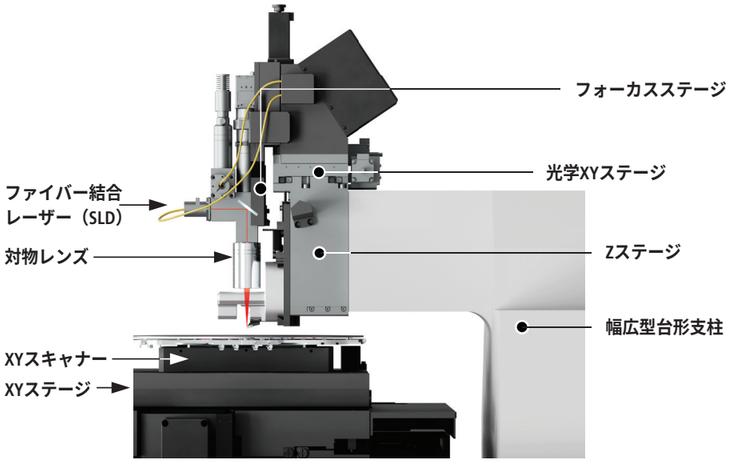
- 安全性と装置の特徴
- 改良された音響エンクロージャー
- ライブモニタリングカメラ
- 環境センシング

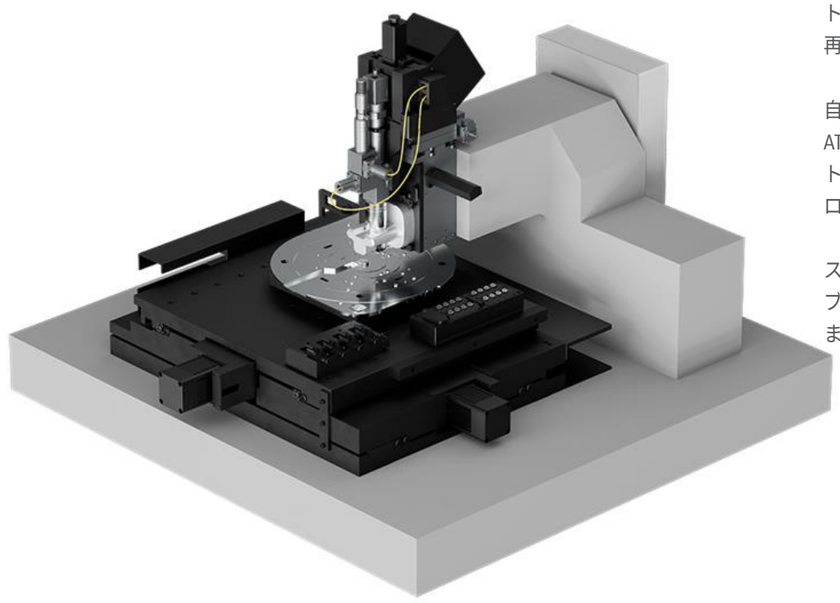
Park FX300
300mmの大型試料に対応する最先端のAFM

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、より堅牢に構築されています。

さらに、幅広の台形状の支柱がFX300の機械的剛性を強化し、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。





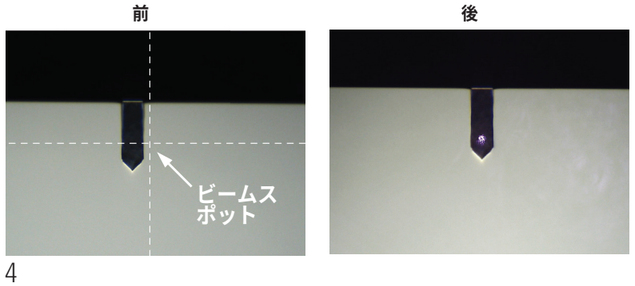
FXレーザービームパス

FXの光学構造は、ファイバー結合レーザー（スーパールミネッセントダイオード、SLD）を光学顕微鏡の構造に統合しています。レーザービームは対物レンズを通して集束され、光学視野の中心に固定された状態を保持します。

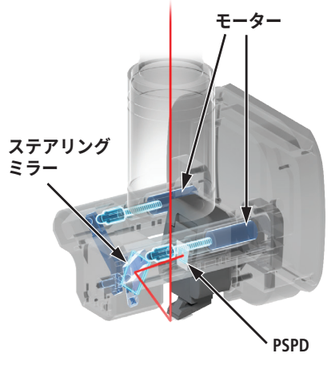
自動レーザービームアライメント

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。



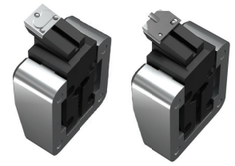
自動プローブ交換

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、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。

プローブチップキャリア



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。



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16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。



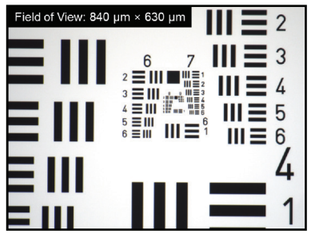
FX AFMコントローラー

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。さらに、FXコントローラーは、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。



改良されたOn-axis光学機

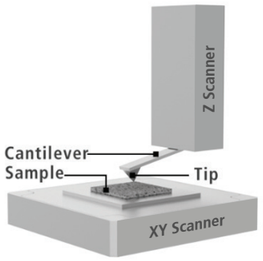
遮るもののない光学顕微鏡は明瞭な視野を提供し、最小0.87 µmの線幅を解像できます。



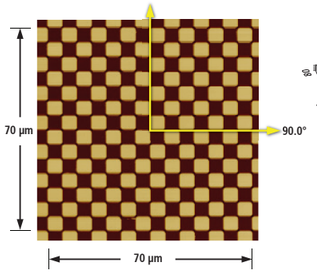
Park AFMテクノロジー

直交性スキャン

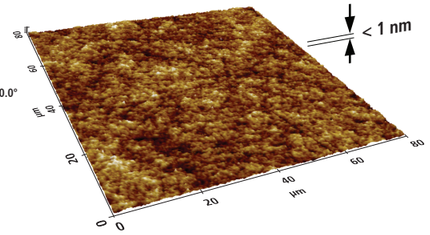
チューブスキャナーを備えた従来のAFMは、面外方向の運動と軸のクロストークの影響を受け、特に広いスキャンエリアでは画像の歪みが生じます。FX300は、Parkの他のAFMと同様に、フレクシャガイド式アーキテクチャを採用した高度な直交性スキャンシステムを搭載しています。2Dフレクシャスキャナーが試料をXY平面内で移動させ、別個の1Dフレクシャスキャナーがプローブの Z軸の運動を制御します。この分離式スキャナーシステムにより、面外方向の運動を最小限に抑え、高速で動的なパフォーマンスと高い直交性・直線性を有するスキャンが可能となります。 XYフィードバック用の低ノイズ光学センサーと、Z制御用の超低ノ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。

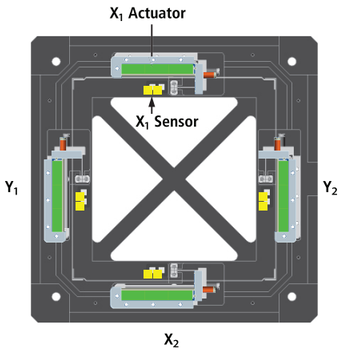


10µmピッチキャリブレーショングレーティング



光学フラット（80×80µm）





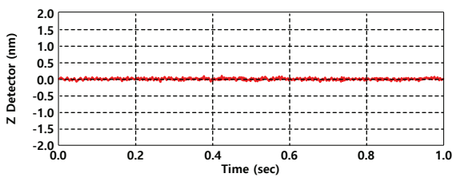
大型サンプルを扱う際、シングルサーボ方式のXYスキャン構造では、サンプルチャックの回転運動の影響を受けやすくなります。この回転運動は、位置センサーからの距離に応じて位置決め誤差が増大する可能性があります。

FX300は、この課題に対応するため、各軸の両側にアクチュエーターと位置センサーをそれぞれ2組ずつ配置したデュアルサーボ構造のXYスキャナーを採用しています。4つのアクチュエーターはすべてすべて独立して制御され、300×300mm²の全サンプル領域にわたり、高精度かつ安定した位置決めを実現します。

低Z検出器ノイズ

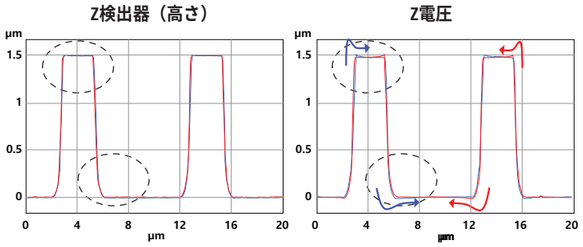
Z検出器のノイズレベルは0.02nm未満であり、0.1nmのサブナノメートル精度による高さ測定を可能にします。
従来のZ電圧マッピングでは、剛性の高いエッジ部分でオーバーシュートが発生しやすいのに対し、Z検出器は表面形状に忠実な高精度トレースを実現します。

Z検出器ノイズ



0.02 nm（rms）、1 kHz BW

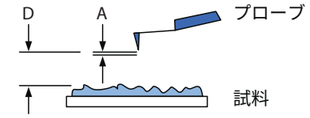
Z検出器（高さ）



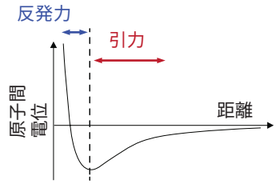
Z電圧

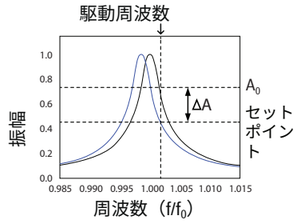
前方スキャン（⟶）
後方スキャン（⟵）

True Non-Contact™（完全非接触）モード



FX300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。



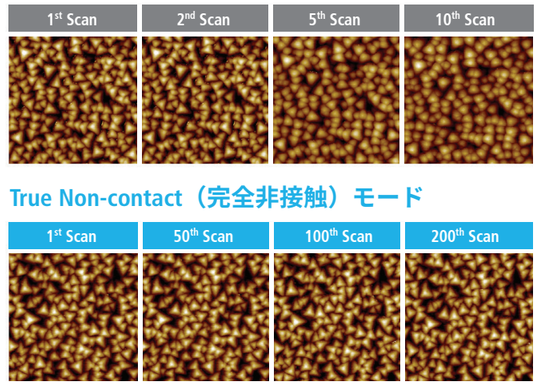


True Non-contact（完全非接触）モードでは、チップは共振周波数よりわずかに高い周波数で振動し、振幅-周波数曲線の傾きが最も大きくなります。

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

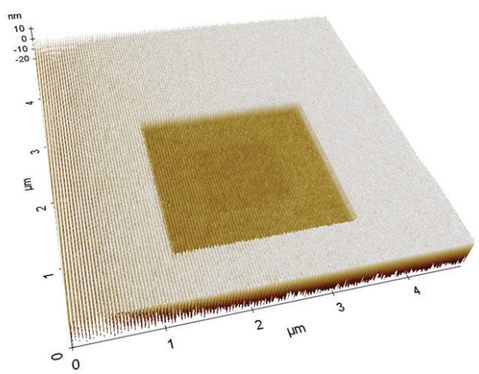


CrNチップチェックサンプル

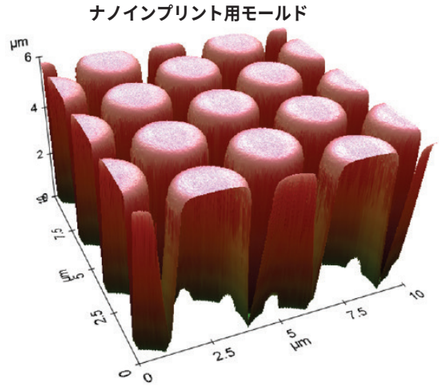
True Non-contact（完全非接触）モードでは、高さのある特徴もスキャンできます。チップ先端だけでなく側面にも働く引力を感知することで、垂直な構造物に接近した際にZサーボが素早くチップを後退させ、接触を回避します。下図のように、ナノインプリント用の金型に見られる深い穴や高いピラー構造も、True Non-contact（完全非接触）モードで正確に測定可能です。

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。

現像処理前のフォトレジスト

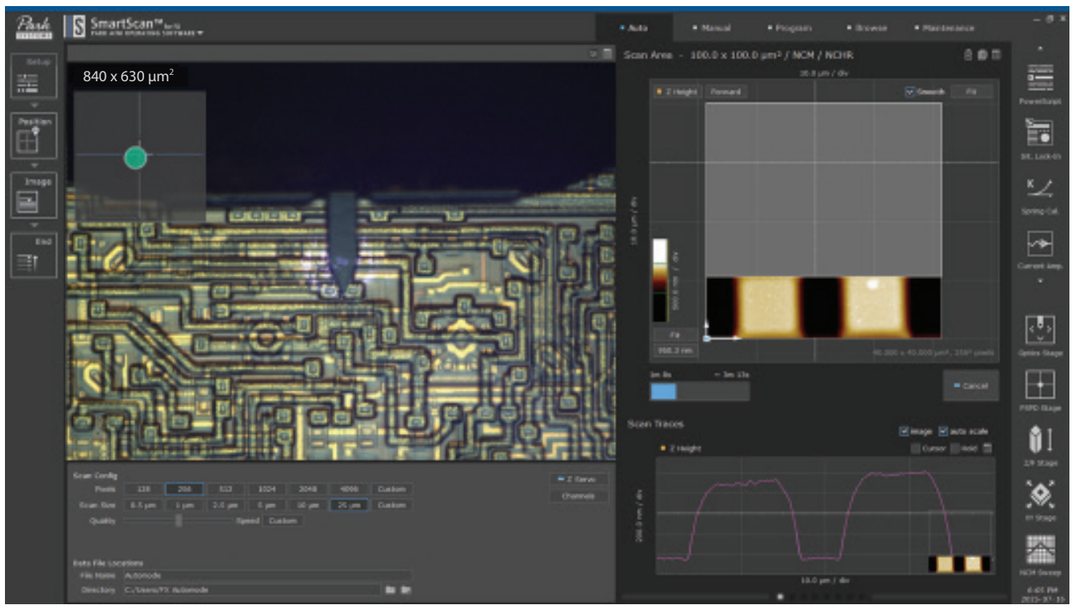


ナノインプリント用モールド

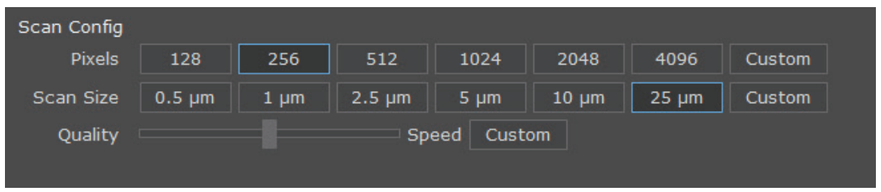


Park SmartScan™
AFMテクノロジーのパワーと汎用性をすべての方へ

FX300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。

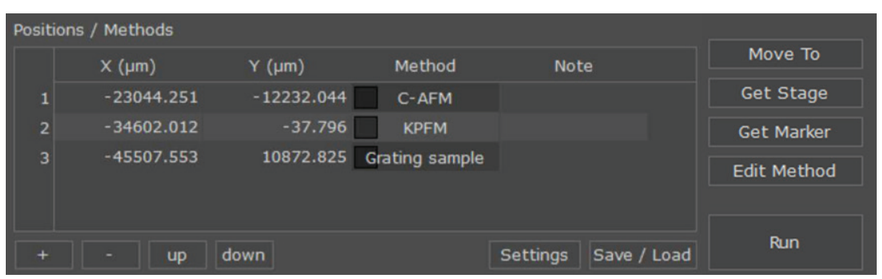


従来のAFMシステムでは、Zサーボゲイン、フォースセットポイント、XYスキャン速度など、数多くのパラメーターを手動で調整する必要があり、多くの場合、試行錯誤を繰り返していました。SmartScanは、ピクセル密度、スキャンサイズ、そして画質と速度の優先順位という3つのパラメーターのみを選択できるようにすることで、この複雑さを解消します。その後、試料の形状を分析し、最良のAFM画像を取得することで、その他の設定はすべてリアルタイムで自動的に最適化されます。SmartScanは操作負担を軽減し、あらゆる経験レベルのユーザーが高品質な画像を取得できるようにします。



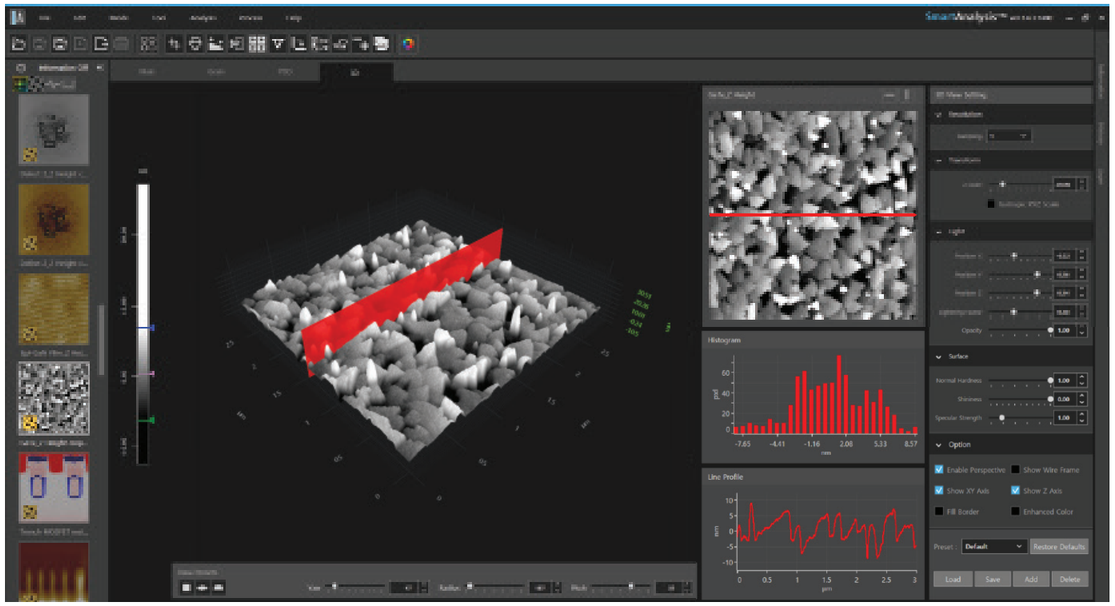
StepScan™

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。

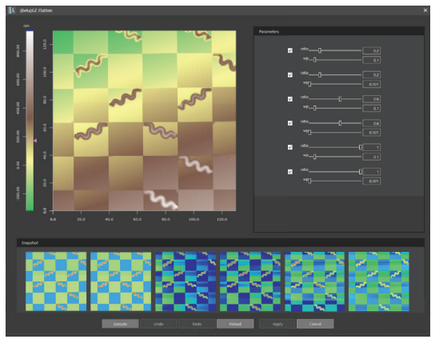


Park SmartAnalysis™
AFMデータワークフローの合理化

FX300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。



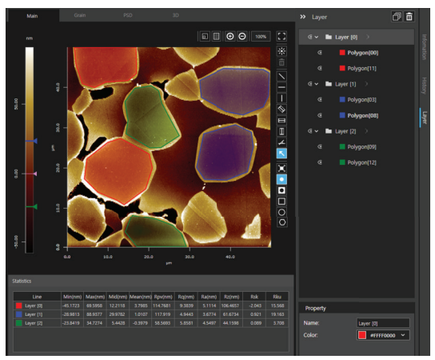
LCDパネルのトポグラフィー
EZ Flattenによる後処理



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。

LTPS TFTバックプレーンのトポグラフィ
複数の関心領域の割り当て



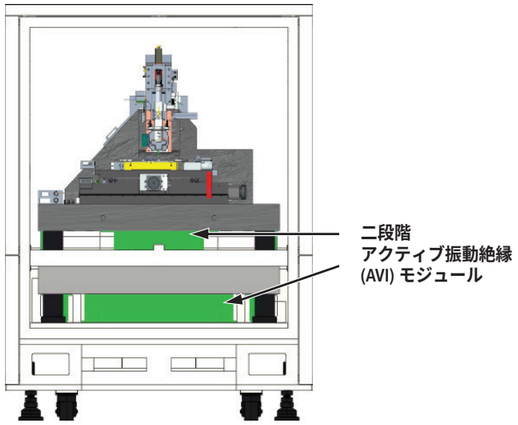
多層分析

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 FX300
追加機能

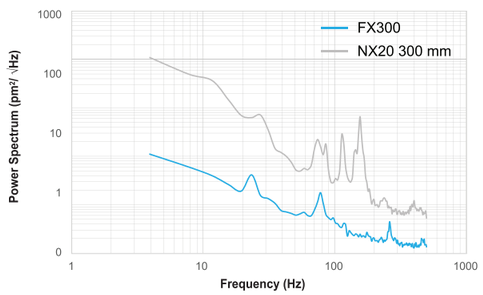
防振機構および防音エンクロージャのアップグレード

FX300は、アップグレードされた防振システムと再設計された音響エンクロージャを搭載しています。二重層のモジュレーター防振エレメントと強化されたベースフレームにより、ノイズフロアを大幅に低減します。



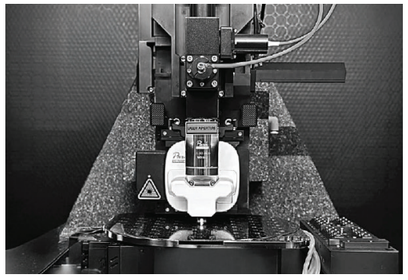
FXシリーズの高度な機械設計と組み合わせることで、FX300は前世代の対抗製品であるNX20 300mmよりも大幅に低い騒音レベルを実現します。

FX300とNX20 300mmのノイズフロアの比較



ライブモニタリングカメラ

ライブモニタリングカメラは音響エンクロージャのドアに取り付けられており、音響エンクロージャのドアが閉じているときでも、ユーザーはエンクロージャ内をリアルタイムで観察できます。



サンプルチャックオプション

2種類のサンプルチャックオプションが用意されています：最大300mm径のウェーハに対応するウェーハチャックと、150mmウェーハを3枚までを設置可能なマルチサンプルチャックです。いずれのオプションも、サンプルを確実に固定するための真空チャックシステムを備えています。



安全性と装置の特徴

装置コントローラ、信号灯が装備されたフォトイオン化装置、緊急機械停止 (EMO) ボタン、ブザー付き信号タワーなど、さまざまなデフォルトの安全機能を備えています。環境制御を強化するために、オプションのファンフィルターユニット (FFU) が用意され、装置の要件に対応できます。

EMOボタン



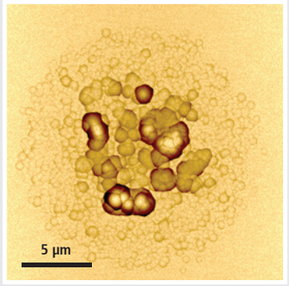
信号タワー



Park FX300
お客様のアプリケーションに合わせた設計

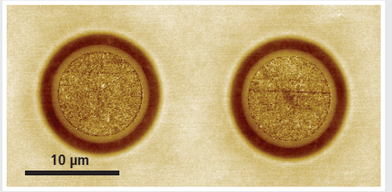
FX300は、小型サンプルから最大300mmウェーハまで対応し、研究用途から産業応用まで幅広い分野で高精度な測定を実現します。

半導体・デバイス



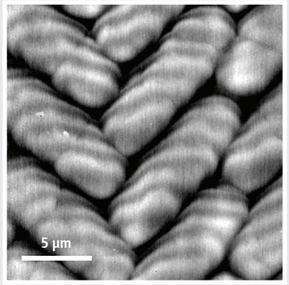
Siウェーハ上の欠陥

Siウェーハ表面の欠陥を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33.6nmであることが明らかになり、画像では、欠陥の寸法と形状を示しています。



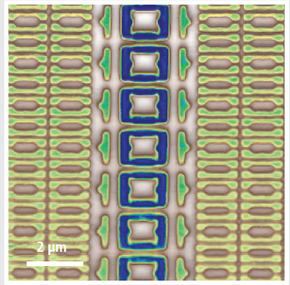
Cuパッド

半導体デバイスのCuパッドをTrue Non-contact（完全非接触）モードで測定し、表面のトポグラフィーを取得しました。スキャンデータから、ピークバレー高さの差が4.2nmであることが明らかになりました。画像はディッシングを調べる表面形態を示しています。



磁気装置

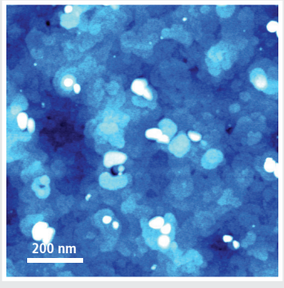
磁気デバイスを磁気力顕微鏡 (MFM) モードで測定し、表面のトポグラフィと磁気信号の両方を同時に取得しました。画像は磁気デバイス上の磁気信号分布を示しています。



シリコンデバイス

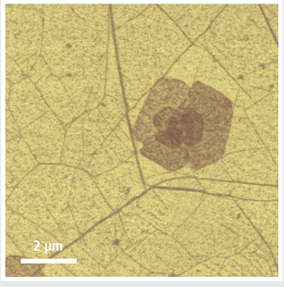
パターン化された半導体デバイスの測定は、マイクロ波インピーダンス顕微鏡 (MIM) モードで実施され、表面トポグラフィーとドーピング集中の両方を取得しました。画像は、パターン化されたデバイスのキャパシタンスマップを示しています。

機能性・先端材料



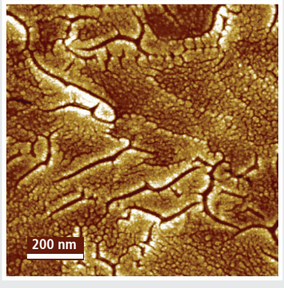
チタン酸バリウム ($BaTiO_3$、BTO)

表面のトポグラフィーを取得するために、チタン酸バリウムをTrue Non-contact（完全非接触）モードで測定しました。スキャン データにより、山から谷までの高低差が 13.6 nmであることが明らかになり、画像には微細な表面の特徴と粗さが示されています。



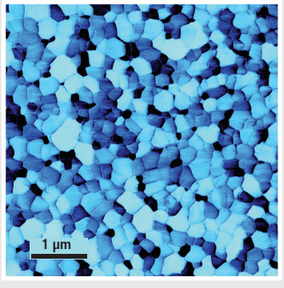
多層グラフェン

Si基板上の多層グラフェンをKPFMモードでイメージングし、表面電位のコントラストを取得しました。スキャン画像は、多層グラフェン上の表面の電位分布を明示しています。



窒化ガリウム（GaN）フィルム

窒化ガリウム (GaN) フィルムをTrue Non-contact（完全非接触）モードで測定し、表面のトポグラフィを取得しました。スキャンデータにより、山と谷の高低差が6.4 nmであることが明らかになり、画像には表面粗さと粒状のドメインおよび亀裂が示されています。



ペロブスカイト

ペロブスカイトは導電性AFMで測定され、電気的特性を測定しました。スキャンデータにより、山から谷までの抵抗値が190 GΩであることが明らかになり、画像にはポリゴン形状の形態が示されています。

Park FX300
技術仕様

AFM Modes

- Topographic Imaging
  - Contact Mode
    - Constant Height Mode
    - Constant Force Mode
    - Fast imaging Contact Mode (FiCM) *
  - 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 Capacitance Microscopy (SCM) *
  - Piezoresponse Force Microscopy (PFM)
    - Piezoreseponse 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) *

** 追加オプションが必要です*
*** Park Systemsにご相談ください*

Scanner

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

Sample Mount

- Vacuum grooves for wafers (up to 300 mm)
- Multi-wafer chuck for 150 mm wafers (optional)

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

Stage

- XY stage:350 mm × 300 mm
- Z stage:22 mm

Automatic Tip Exchanger

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

Safety and Facility Features

- Photo Ionizer
- Facility controller
- Emergency Machine Off (EMO) button
- Fan Filter Unit (FFU) *

Dimension and Weight

- AE(Outer):1250 mm × 1280 mm × 1560 mm
- Cabinet:1176 mm × 900 mm x 2038 mm
- Total weight:2225 kg (AFM Body + AE)

Required Environment

- Required acoustic noise level:Below 65 dB
- Required floor vibration level:VC-D (6.25 µm/sec)
- Power:3 kW (Maximum)

Park SYSTEMS
www.parksystems.com