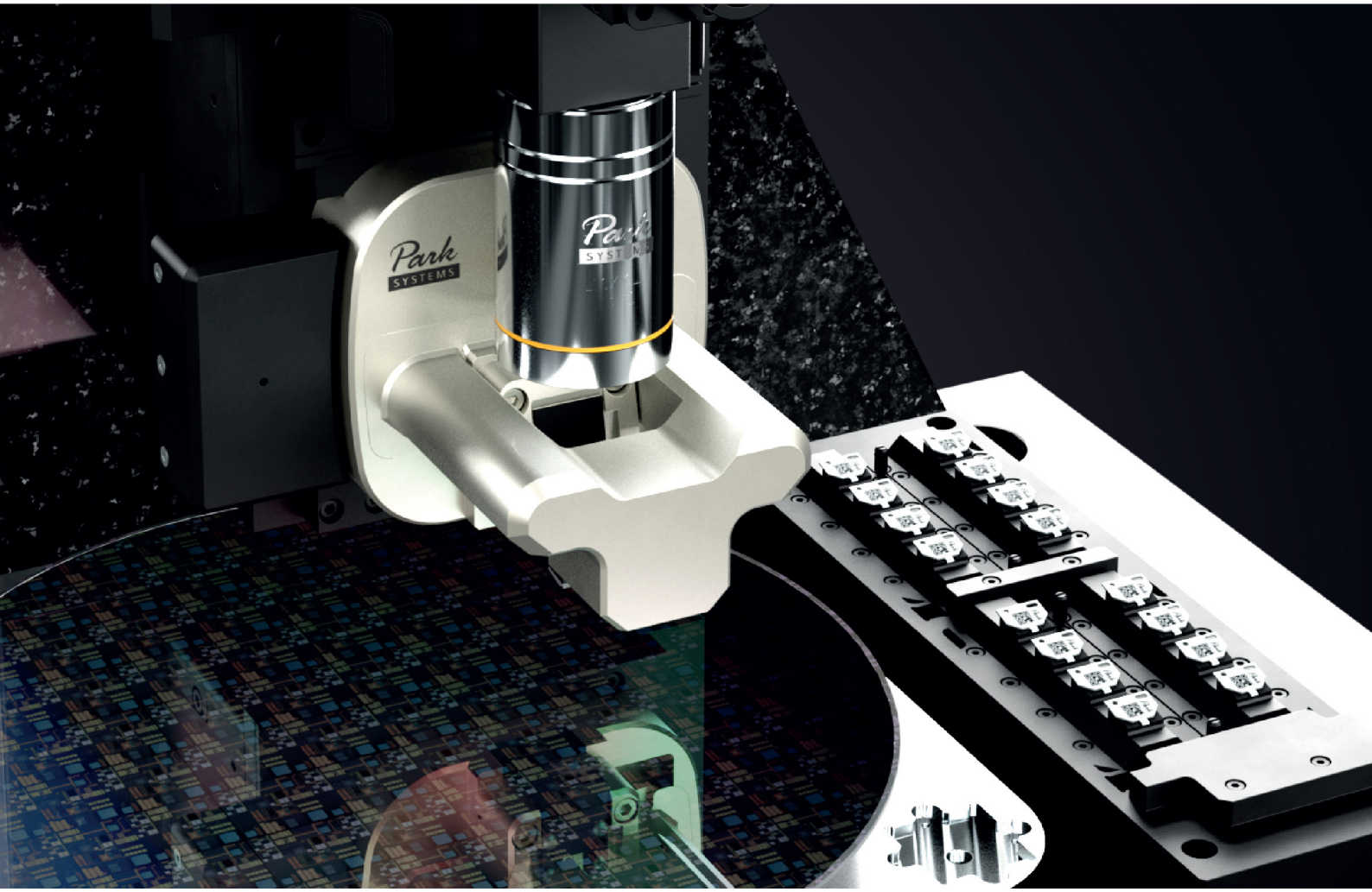
Park FX200

200mmの大型試料に対応する最先端のAFM





Park
SYSTEMS

Park FX200は、最大200smmサイズのサンプルに対応するよう設計された、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、高い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、FX200は直交型スキャンシステムとTrue Non-contact™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。

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、200mmフルサイズ対応の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。さらに、スキャンパラメータの自動最適化、光学オートフォーカス、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FX200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。

FX200 – 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

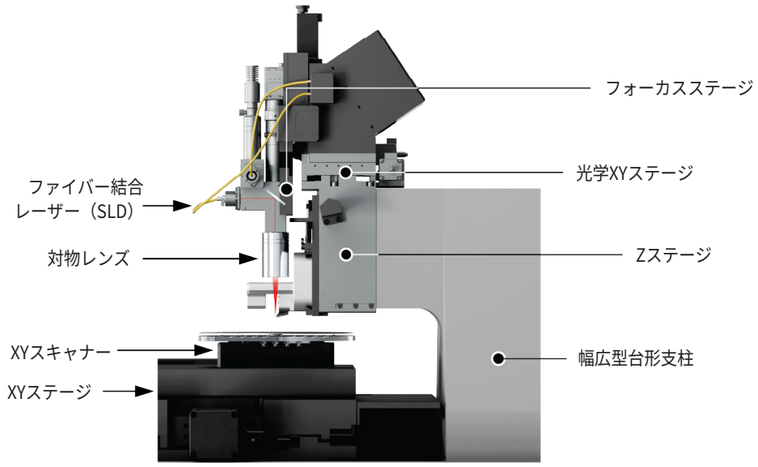
追加機能

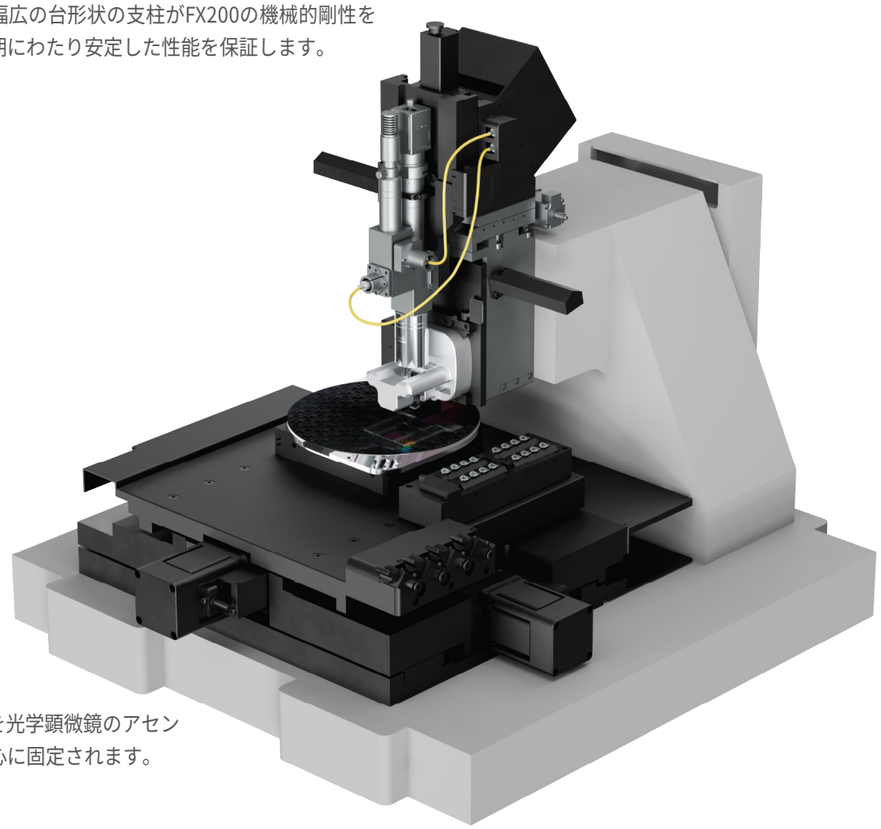
- 改良された音響エンクロージャ
- ライブモニタリングカメラ
- FX AFMコントローラー

Park FX200
200mm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抑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。さらに、幅広の台形状の支柱がFX200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。





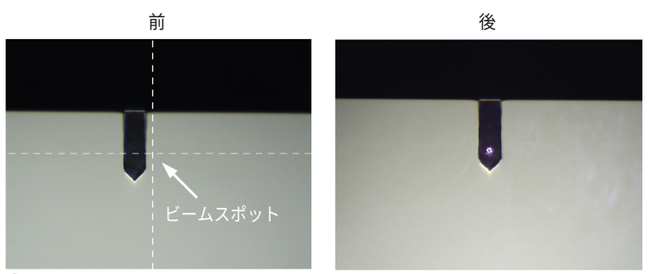
FXレーザービームパス

FX光学系は、ファイバー結合レーザー（スーパールミネセントダイオード；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。

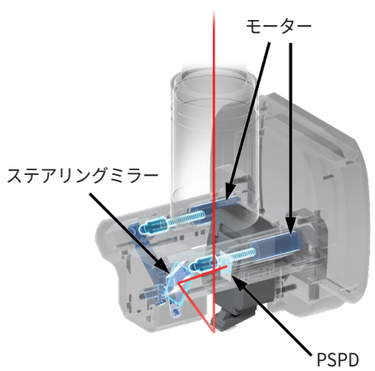
自動レーザービームアライメント

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。

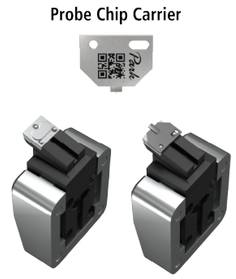


FXヘッド内の2つの高精度モーターがステアリングミラーを調整し、レーザービームを光検出器（PSPD）の中心に正確に整列させます。



自動プローブ交換

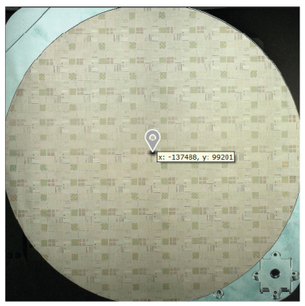
AFMのプローブ交換は、経験豊富なユーザーにとっても困難な場合があり、カンチレバーの破損につながることも少なくありません。Park AFMは、マウントタイプのカンチレバーを使用することにより、カンチレバーをあらかじめ固定した状態で供給できるのでチップの位置決めを容易にし、この問題を解決します。 各チップキャリアには、プローブの種類、シリアル番号、製造日、仕様などの詳細情報を含むQRコードが刻印されています。 FXヘッドのZスキャナーは、移動対応のマウント用の3つの高精度ボールシートを備え、ベースにはマグネットが取り付けられているため、安全で信頼性が高く、再現性のあるマウントの位置を確保します。 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。





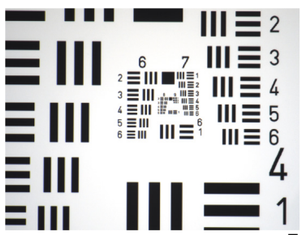
サンプルビューカメラ

サンプルビューカメラは、試料全体のマクロ画像を撮影します。ユーザーは試料表示画像上でマウスをポイント＆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るため、200mmウェハーのような大型試料でも、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光学機器

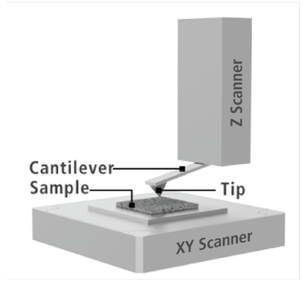
遮るもののない光学顕微鏡は明瞭な視野を提供し、最小0.87 µmの線幅を解像できます。



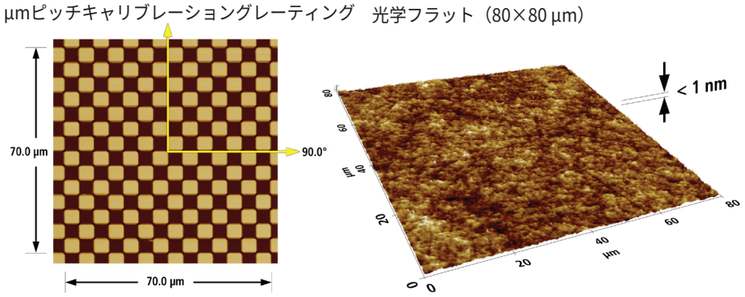
Park AFMテクノロジー

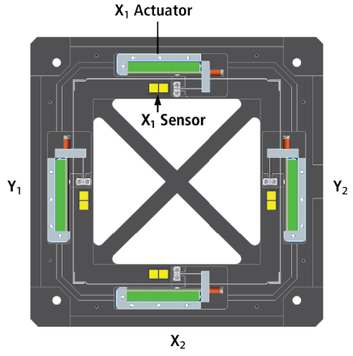
直交性スキャン

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。FX200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。



10 µm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（80×80 µm）



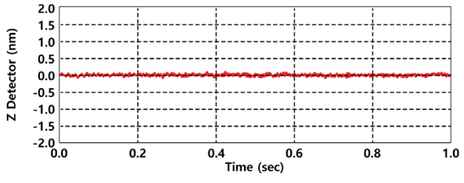


大型サンプルを扱う際、シングルサーボ方式のXYスキャン構造では、サンプルチャックの回転運動の影響を受けやすくなります。この回転運動は、位置センサーからの距離に応じて位置決め誤差が増大する可能性があります。FX200は、この課題に対応するため、各軸の両側にアクチュエーターと位置センサーをそれぞれ2組ずつ配置したデュアルサーボ構造のXYスキャナーを採用しています。4つのアクチュエーターはすべて独立して制御され、200×200mm²の全サンプル領域にわたり、高精度かつ安定した位置決めを実現します。

低Z検出器ノイズ

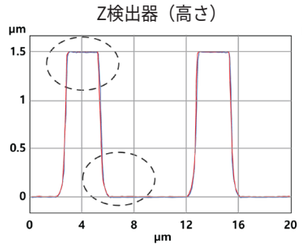
Z検出器のノイズレベルは0.02 nm未満であり、0.1 nmのサブナノメートル精度による高さ測定を可能にします。従来のZ電圧マッピングでは、剛性の高いエッジ部分でオーバーシュートが発生しやすいのに対し、Z検出器は表面形状に忠実な高精度トレースを実現します。

Z検出器ノイズ



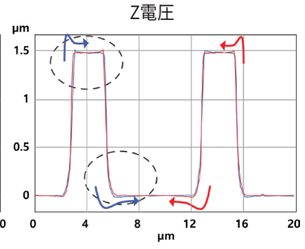
0.02 nm (rms), 1 kHz BW

Z検出器（高さ）



Forward scanning (→)

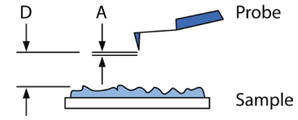
Z電圧

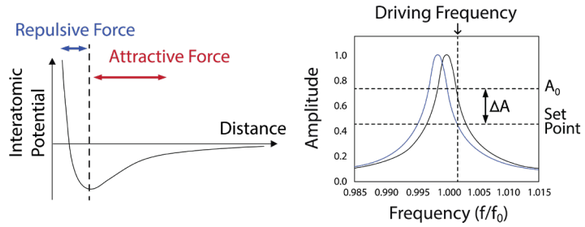


Backward scanning (←)

True Non-Contact™（完全非接触）モード

FX200は、Park Systemsが独占的に提供する独自の技術であるTrue Non-contact™（完全非接触）モードを搭載しています。このTrue Non-contact™モードは、AFMチップとサンプル表面間の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。

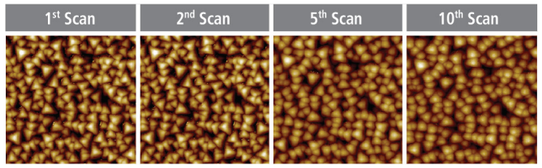




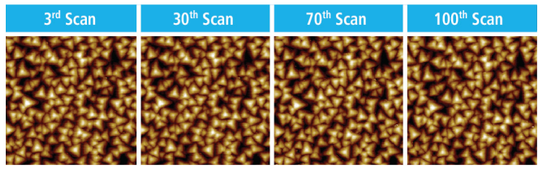
True Non-contact（完全非接触）モードでは、チップは共振周波数よりわずかに高い周波数で振動し、振幅-周波数曲線の傾きが最も大きくなります。 チップがサンプル表面に近づくと、引力により実効共振周波数が低下し、その結果、駆動周波数における振幅が減少します。Zサーボはこの新たな振幅をセットポイントとして維持し、チップがXY方向にスキャンする間、一定のチップ-サンプル間相互作用を保ちながら表面を追従します。

True Non-contact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モードでは100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



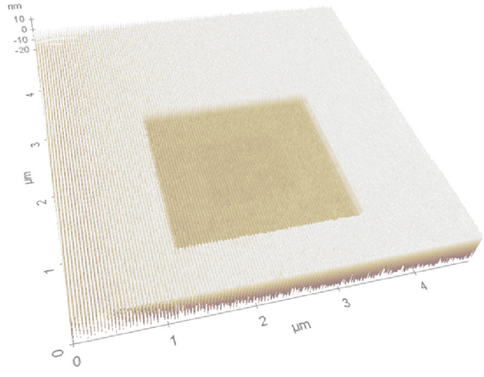
True Non-Contact（完全非接触）モード



CrN Tip-checking Sample

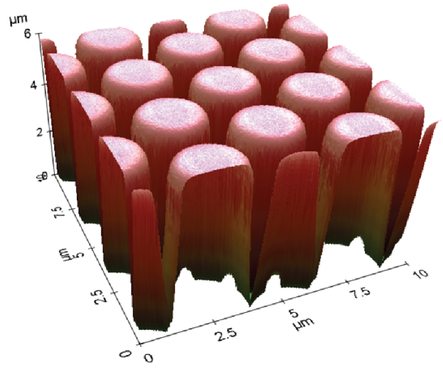
TTrue Non-contactモードは、タッピングモードAFMでは測定が困難な、柔らかく粘着性のあるサンプルや、非常に脆く繊細なサンプルの測定も可能です。下図は、True Non-contactモードで取得した現像処理前のフォトレジストのトポグラフィ画像で、SEM走査中の電子線照射によって生じた損傷が確認できます。

現像処理前のフォトレジスト



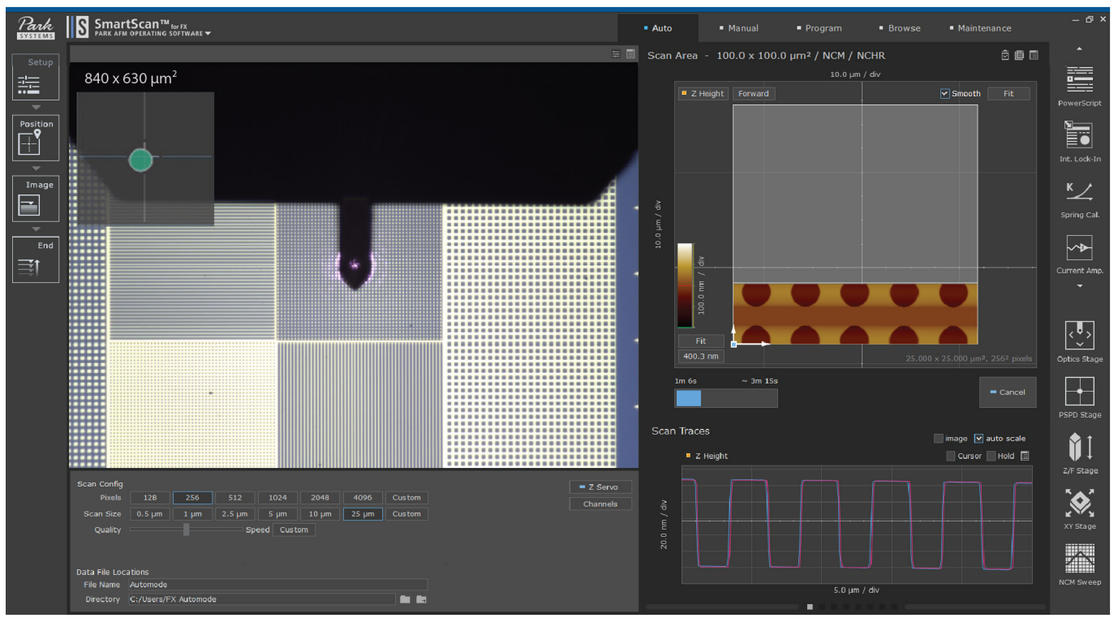
True Non-contactモードは、高さのある構造物の測定にも対応しています。チップ先端だけでなく側面にも働く引力を感知することで、垂直な構造物に接近した際にZサーボが素早くチップを後退させ、接触を回避します。下図のように、ナノインプリント用の金型に見られる深い穴や高いピラー構造も、True Non-contactモードで正確に測定可能です。

ナノインプリント用モールド

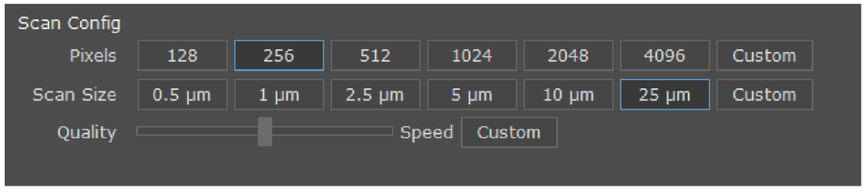


Park SmartScan™
AFMテクノロジーのパワーと汎用性をすべての方へ

FX200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。

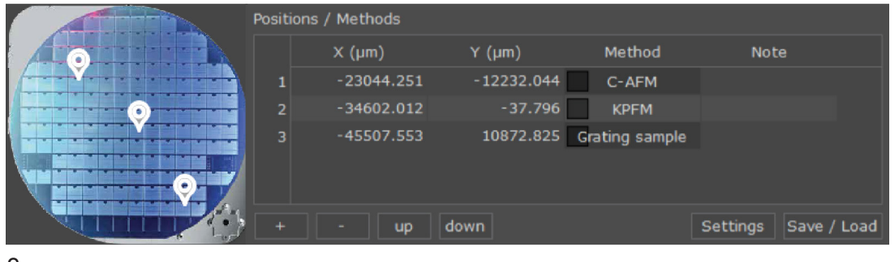


従来のAFMシステムでは、Zサーボゲイン、フォースセットポイント、XYスキャン速度など、数多くのパラメータを手動で調整する必要があり、多くの場合、試行錯誤を繰り返していました。SmartScanは、ピクセル密度、スキャンサイズ、そして画質と速度の優先順位という3つのパラメータのみを選択できるようにすることで、この複雑さを解消します。その後、試料の形状を分析し、最良のAFM画像を取得することで、その他の設定はすべてリアルタイムで自動的に最適化されます。SmartScanは操作負担を軽減し、あらゆる経験レベルのユーザーが高品質な画像を取得できるようにします。



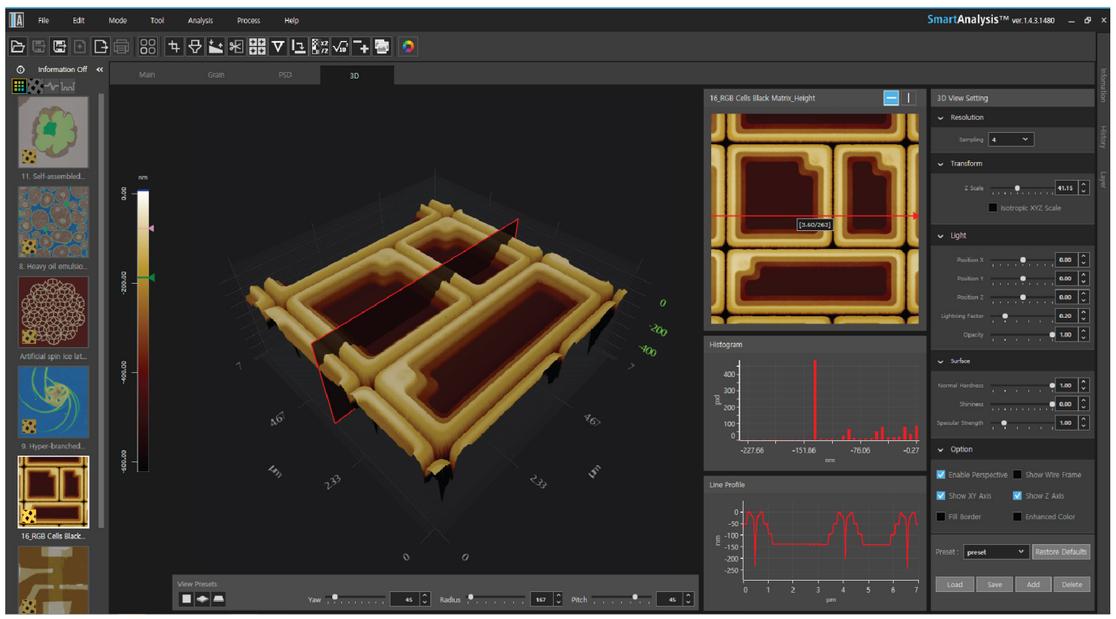
StepScan™

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、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

FX200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。



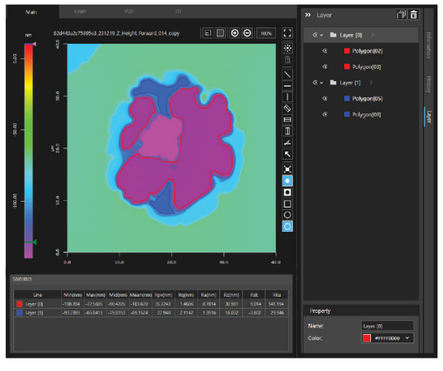
Through Silicon Via（TSV） - Cuパッドのトポグラフィー、EZ Flattenでの後処理



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。

自己組織化ブロック共重合体トポグラフィー、複数の関心領域



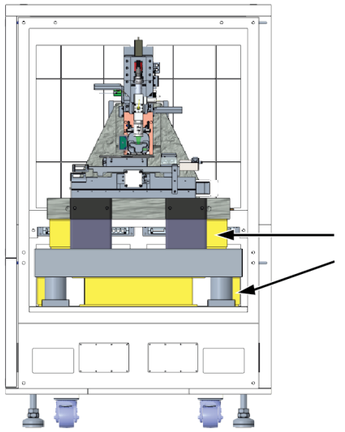
多層分析

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 FX200
追加機能

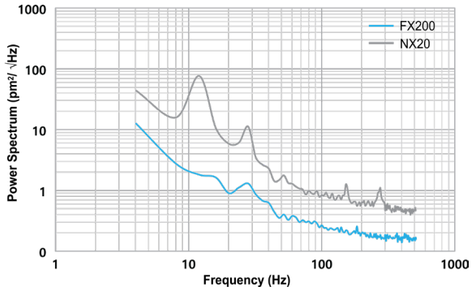
防振機構および防音エンクロージャのアップグレード

FX200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。



FX200は、FXシリーズの高度な機械設計と組み合わせることで、前世代の対抗製品であるPark NX20よりも大幅に低い騒音レベルを実現します。

FX200とNX20のノイズフロアの比較

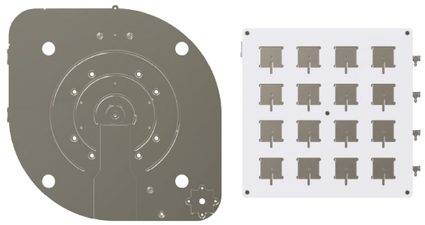


ライブモニタリングカメラ

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200 mm径のウェーハに対応するウェーハチャックと、最大16個のクーポンサイズサンプル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。



FX AFMコントローラー

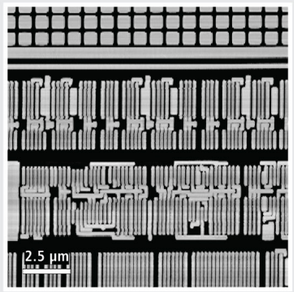
FX AFMコントローラーは、PCとの1 Gbps高速通信により制御レスポンスを向上させ、通信遅延を排除することで高精度な測定を実現します。8チャンネルのロックインアンプを搭載しており、複数の物理特性を1回のスキャンで同時に取得可能です。さらに、5 MHzのチップバイアス変調帯域により、追加モジュールなしでコンタクト共振PFMやヘテロダインKPFMなどの高度な測定モードにも対応可能です。また、安全性を高めるAFMヘッド衝突防止機能も標準でサポートしています。



Park FX200
お客様のアプリケーションに合わせた設計

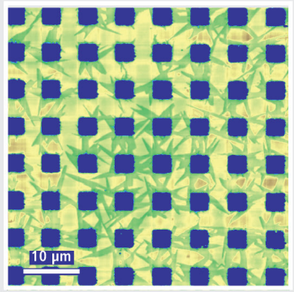
FX200は、小型サンプルから最大200 mmのウェーハまで対応し、研究用途から産業応用まで幅広い分野で高精度な測定を実現します。

半導体



パターン化Siデバイス

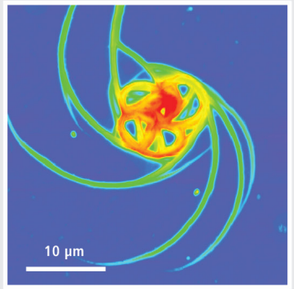
パターン化されたシリコン（Si）デバイスをTrue Non-contact™（完全非接触）モードで測定し、表面トポグラフィーを取得しました。スキャンデータから、ピークバレー高さの差が40.2nmであることが明らかになりました。画像は、パターン化されたSiデバイスの幅と深さを示しています。



Cuパッド

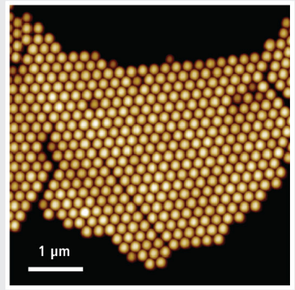
True Non-contact™（完全非接触）を用いて銅（Cu）パッドをスキャンし、表面トポグラフィーを取得しました。スキャンデータから、ピークバレー高さの差が99nmであることが明らかになりました。画像では、Cuパッドの微細な表面粗さと構造的特徴が示されています。

ポリマー



ハイパーブランチポリマー

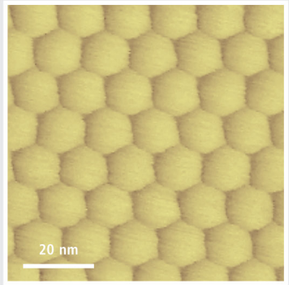
超分岐ポリマーサンプルをTrue Non-contact™（完全非接触）モードを用いてスキャンし、表面トポグラフィーを取得しました。スキャン画像は、分岐構造を有する高分子の3D形態を示しています。



マイカ基盤上のポリスチレンビーズ

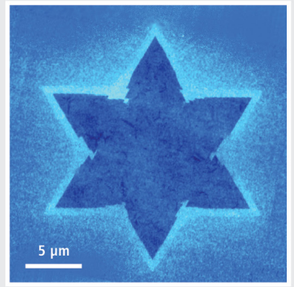
マイカ基盤上のポリスチレン（PS）ビーズをTrue Non-contact™（完全非接触）モードで画像化し、表面トポグラフィーを取得しました。スキャン画像から、マイカ基板上に分布する直径203nmのビーズのナノスケールの球状形態が明示されました。

2次元材料



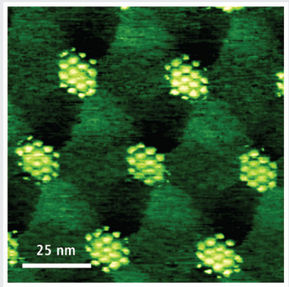
hBNでのtBG

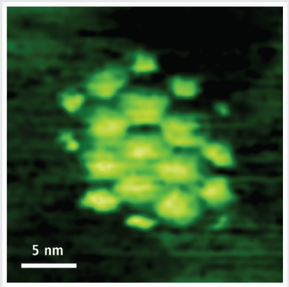
六方晶窒化ホウ素（hBN）試料上のねじれ二層グラフェン（tBG）にC-AFMモードを用いてイメージングを行い、局所電流コストラストを取得しました。スキャン画像では、試料のナノスケールにおけるモアレパターンが明らかになりました。



$MoSe_2$／WSe_2ヘテロ構造

モリブデン二セレン化物（MoSe2）／タングステン二セレン化物（WSe2）のヘテロ構造をKPFMモードで画像化し、表面電位コントラストを取得しました。スキャン画像により、MoSe2／WSe2のヘテロ構造全体の表面電位分布が明らかになりました。





hBNでのtBGのモアレ超格子

六方晶窒化ホウ素（hBN）試料上のねじれ二層グラフェン（tBG）をC-AFMで画像化し、局所電流コントラストを取得しました。スキャン画像から、tBGとhBNのモアレパターンの干渉によって生じた二重モアレ超格子が明らかになりました。

Park FX200
技術仕様

AFMモード

- トポグラフのイメージング
  - コンタクトモード
    - コンスタントハイトモード
    - コンスタントフォースモード
    - 高速イメージングコンタクトモード（FiCM）*
  - True Non-Contact（完全非接触）TMモード
  - タッピングモード
  - PinPoint™ モード
  - Fast PinPoint™ モード
- 機械的特性
  - PinPoint™ナノメカニカルモード
  - Fast PinPoint™ナノメカニカルモード
  - フォースディスタンス（F-D）分光法
  - ナノインデンテーション
  - フォースモジュレーション顕微鏡（FMM）
  - 動的粘弾性測定（DMA）**
  - トーショナルフォース顕微鏡（TFM）*
  - 摩擦力顕微鏡（LFM）
- 電気的特性
  - 導電性AFM（C-AFM）*
    - 電流-電圧（I-V）分光法
    - フォトカレントマッピング（PCM）
  - 走査型広がり抵抗顕微鏡（SSRM）*
  - 走査型キャパシタンス顕微鏡（SCM）*
  - 圧電応答力顕微鏡（PFM）
    - 圧電応答分光法
    - オフレゾナンスPFM
    - コンタクトレゾナンスPFM（CR-PFM）
    - デュアル周波数共振トラッキングPFM（DFRT-PFM）**
  - PinPoint™ナノエレクトロニクスモード*
  - 静電気力顕微鏡（EFM）
  - ケルビンプローブ力顕微鏡（KPFM）
    - ヘテロダインKPFM
    - サイドバンドKPFM
    - 振幅変調KPFM（AM-KPFM）
  - マイクロ波インピーダンス顕微鏡（MIM）*
- 磁気特性
  - 磁気力顕微鏡（MFM）
    - 周波数変調MFM（FM-MFM）
    - 振幅変調MFM（AM-MFM）
- Nano-IR
  - 光誘起力顕微鏡（PiFM）**
- 熱特性
  - 走査型サーマル顕微鏡（STM）*
    - 温度マッピング
    - 熱伝導率マッピング
- ナノリソグラフィとマニピュレーション
  - ナノリソグラフィ*
  - ナノマシニング*
- 液中操作
  - 液中トポグラフィ*
  - 電気化学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

スキャナー

- デュアルサーボXYスキャナー（100µm×100µm、または15µm×15µm）
- フレクシャガイド高力Zスキャナー（15µm）

サンプルマウント

- ウェハー用真空溝（最大200mm）
- 真空チャック付き最大16個の小型サンプル（オプション）

On-axis光学機器

- 試料表面およびカンチレバーの直接軸上観察
- 視野: 840µm×630µm （10倍対物レンズ使用時）
- CCD: 5 Mピクセルサン

サンプルビューカメラ

- 200mmの大型試料を広範囲に観察できる広い視野
- 解像度：3,840×2,160 ピクセル

ステージ

- XYステージ：300mm×200mm
- Zステージ：22mm自

自動チップ交換機

- 事前に整理済の移動対応のマウントおよびQRコードチップキャリア付きの16個のプローブ

寸法と重量

- AE（外寸）：970mm×990mm×1530mm
- デスク：1,410mm×810mm×740 mm
- 総重量：1,050kg（AFM本体+AE）

必要な環境

- 要求される音響騒音レベル：65dB以下
- 要求される床振動レベル：VC-D （6.25µm/秒）
- 電力: 1 kW （最大）

Park SYSTEMS
www.parksystems.com