ATOMIC FORCE MICROSCOPY

# Dimension Nexus

大型試料対応 高性能卓上AFM

# Dimension Nexus

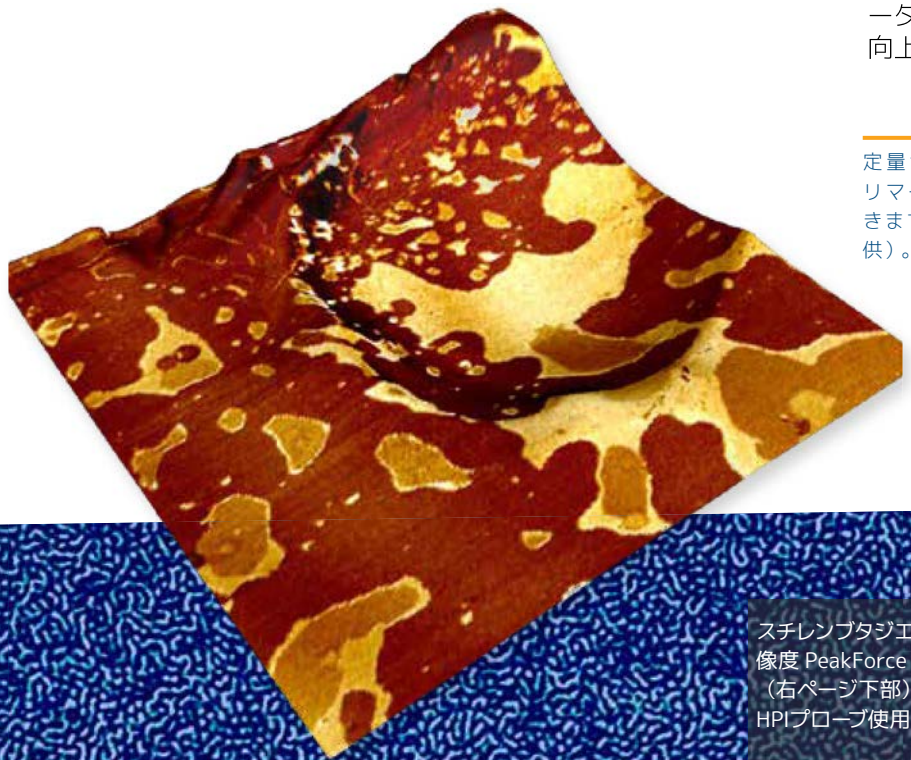
**最先端のAFM技術をこの一台に**

Dimension Nexus™は、業界をリードするDimension® 原子間力顕微鏡 (AFM) 製品ラインの最新製品として、データ品質、計測の柔軟性、使いやすさをコンパクトなシステムで実現しました。ブルカーのNanoScope® 6 コントローラとPeakForce Tapping® テクノロジーの画期的なイノベーションを搭載し、同クラスの市販システムと比べ最も多くの拡張機能を備えた柔軟性を提供します。共同利用機器施設、学術研究グループ、R&D ラボ、産業分野等、様々な研究活動に貢献します。

## Only Dimension Nexus:

- 豊富なAFMモードとスクリプト機能により、究極の汎用性と有用性を提供します。
- 正確で再現性の高い計測を可能にし、原子～分子分解能イメージングにおいてクラス最高レベルの性能を発揮します。
- コンパクトなシステムに搭載されたプログラム可能なモーター駆動ステージにより、ハイスループット・生産性を向上させます。

定量ナノメカニクス（PeakForce QNM）を使用して、ポリマーブレンド中の成分分布をマッピングすることができます。PS-PMMA-PVC サンプル（U. Mons サンプル提供）。スキャンサイズ 5x5 µm、RTESPA-150 プローブ使用



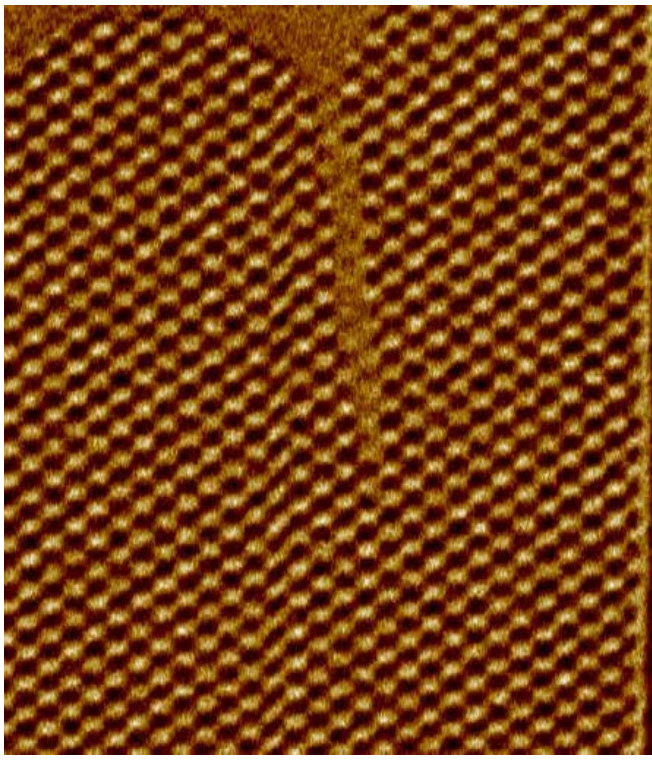
スチレンブタジエンブロック共重合体（SBC）内のミクロ相分離を示す高解像度 PeakForce QNM DMT 弾性率イメージ（本ページ）とトポグラフィー像（右ページ下部）。5120x1024ピクセル、スキャン幅5µm。ScanAsyst-Air-HPIプローブ使用。

# 最新世代のコントローラで
# 最もパワフルなAFMモードを実現

Dimension Nexusのクラス最高の性能の要となるのがNanoScope 6コントローラです。PeakForce Tappingテクノロジーを含むブルカー独自のAFMイノベーションの多くを支える原動力として、このコントローラ・プラットフォームは他に類を見ないユニークな機能と使いやすさを提供します

## NanoScope 6コントローラ

最高速度、低ノイズ、多様なAFMモードをサポートするブルカーのNanoScope 6 AFMコントローラは、材料特性の研究にかつてない効率とカスタマイズ性を提供します。オープンアーキテクチャ設計により、ユーザは要求の厳しいアプリケーションにも対応できるよう、スキャニングパラメータを素早く調整し最適化することができます。

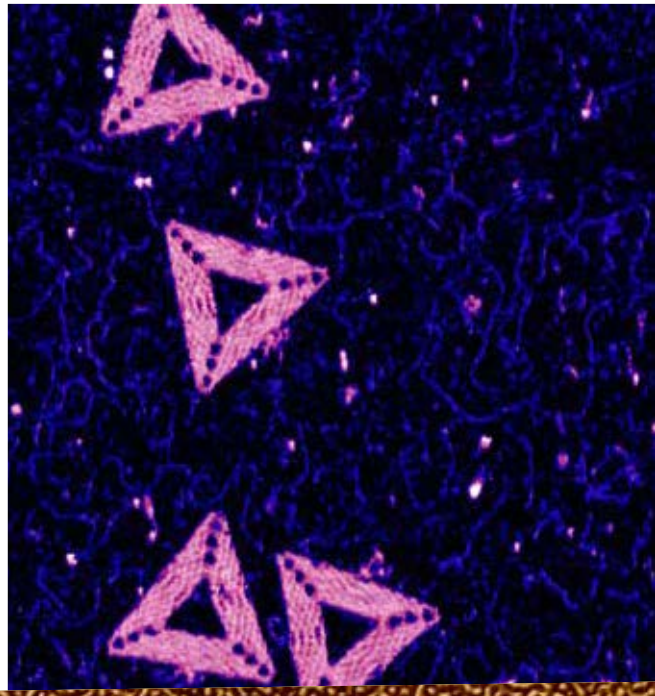


PeakForce 磁気力顕微鏡(PeakForce MFM)を用いることで、20 TBのハードディスクドライブ上のマグネティックドメイン(ビット)を簡単に観察することができます。スキャンサイズ 2.5x2.5 μm、PFMFM-LMプローブ使用。

## PeakForce Tappingテクノロジー

PeakForce Tapping は、プローブとサンプルの相互作用を正確に制御するリアルフィードバックループを用いた非共振 AFM モードです。この優れたフォース制御により、最もデリケートなバイオ関連サンプルをはじめ、ポリマーから硬質材料までの幅広い種類のサンプルに対して、最も安定した高分解能AFMイメージングを実現します。また、PeakForce Tappingのピコニュートンレベルのフォース感度は、ナノスケールの材料をより完全な理解のために、定量的な機械特性、電気特性、化学特性等の相関マッピングの同時取得を可能にします。また、ScanAsyst® の自己最適化機能は測定パラメータ調整をシステムが自動で実行し、あらゆる経験レベルの研究者のAFM測定を強力にサポートします。

PeakForce Tapping は多くの研究で採用され、リリース以来 15 年間で 10,000 件近い論文が発表されています。これには、PeakForce QNM を使用した 4,500 件とPeakForce 電気特性評価モードを使用した 1,000 件以上の論文が含まれます。これは15年間で、毎日2件ずつ発表されていることに相当します。

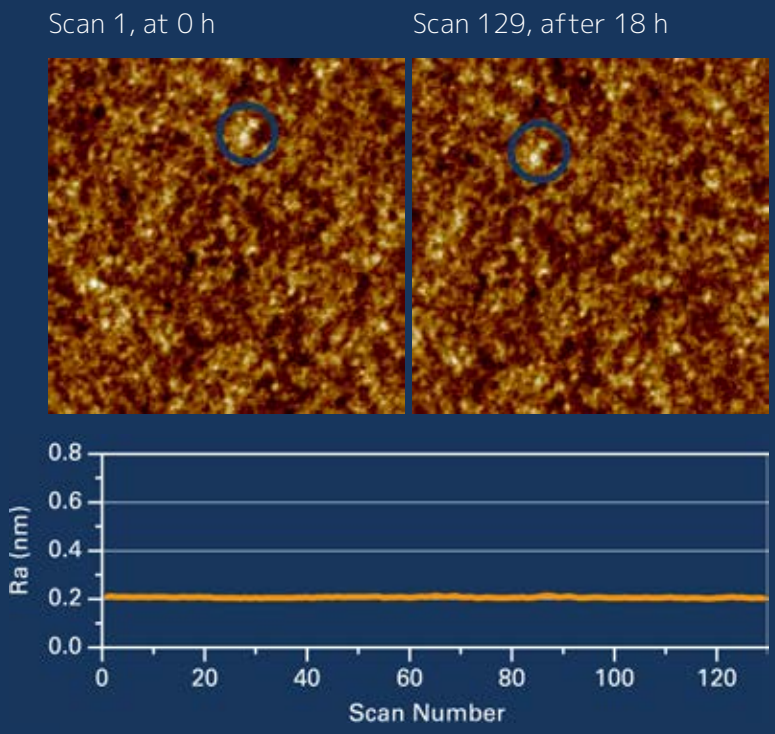


液中における三角形DNAオリガミのScanAsystイメージ。これらのナノ構造を構成する個々の鎖、基板上の一本鎖DNA分子も同様にはっきりと観察されます。スキャンサイズ 500 x 500 nm、ScanAsyst-Fluid + プローブ使用。

# 測定結果に表れるクラス最高性能

最先端のハードウェア、ソフトウェア、専用 AFM プローブの組み合わせにより、Nexus は、研究および産業における幅広い種類のサンプルに対して、クラス最高の性能を提供します。

Dimension Nexus は、 分子レベルから原子レベルの分解能を達成し、高精度で再現性の高い計測を実現します。 クローズドループ XYZ スキャナは温度補償ポジションセンサを内蔵し、 NanoScope 6 の低ノイズエレクトロニクスで動作します。 スキャナは、 花崗岩製ベース上にドリフト低減する頑丈なブリッジ構造に取り付けられ、 一体化された卓上防音エンクロージャによって周辺音から遮断されています。PeakForce Tapping モードを使用すると繰り返し精度は最大限に高まり、 超低荷重での接触は探針先端の品質を長く保ち、 試料の劣化を最小限に抑えます。



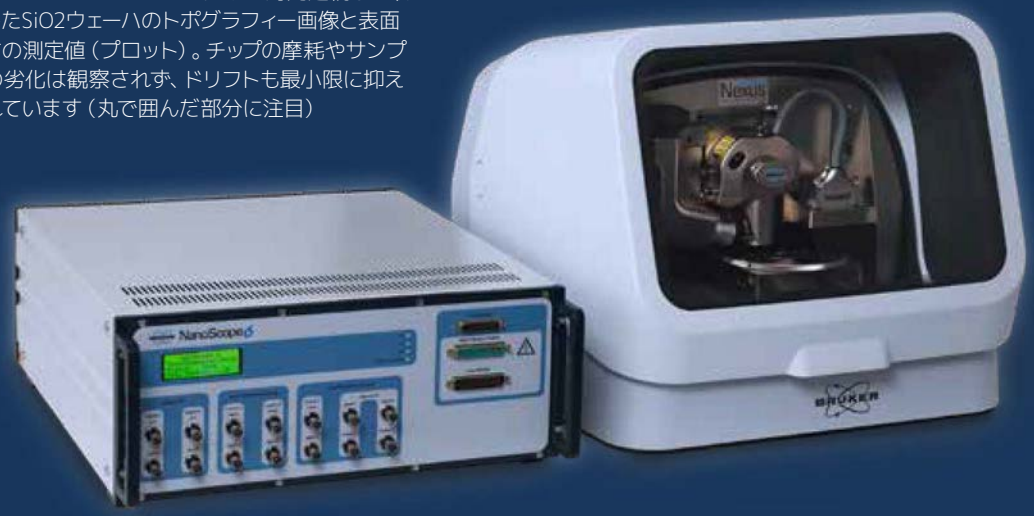

高いスループットは高品質な結果と同様に重要です。Nexusを制御するNanoScope 6は、8チャンネルの高速データキャプチャと高画素密度（5120x5120）イメージングを同時に実現します。簡単なセットアップ、直感的なソフトウェアワークフロー、自動測定のためのスクリプト、Fast Tappingのような専用モードはすべてAFM研究を合理化し、結果取得までの時間を短縮します。

**主なアプリケーション**

Nexusには50以上のモードとアクセサリーが標準装備されており、必要に応じてオプションをいつでも追加することができます。Nexusは研究室や共同利用機器施設等において、様々な測定ニーズに対応する高い柔軟性を提供します：

- ポリマーと複合材料のナノ機械特性マッピング
- グラフェン、モアレ超格子構造、他の2次元材料のナノスケール特性評価
- 光起電力におけるペロブスカイトの構造と強誘電特性の相関
- リチウムイオン電池の局所電気化学活性のin-situ・オペランド測定
- 半導体薄膜および基板のナノスケール表面粗さの定量化
- ナノエレクトロニクスデバイスのためのDNAナノワイヤーの電気特性評価

PeakForceタッピングモードで18時間連続して取得したSiO2ウェーハのトポグラフィー画像と表面粗さの測定値（プロット）。チップの摩耗やサンプルの劣化は観察されず、ドリフトも最小限に抑えられています（丸で囲んだ部分に注目）




NanoScope 6 Controller and Dimension Nexus

0.5 nmの間隔を示すPTFE結晶格子の高解像度画像。タッピングモード位相画像、50 nmのスキャンサイズ、RTESPAプローブ。

# より多くの新しい見識を得るための より多くのユニークなモード

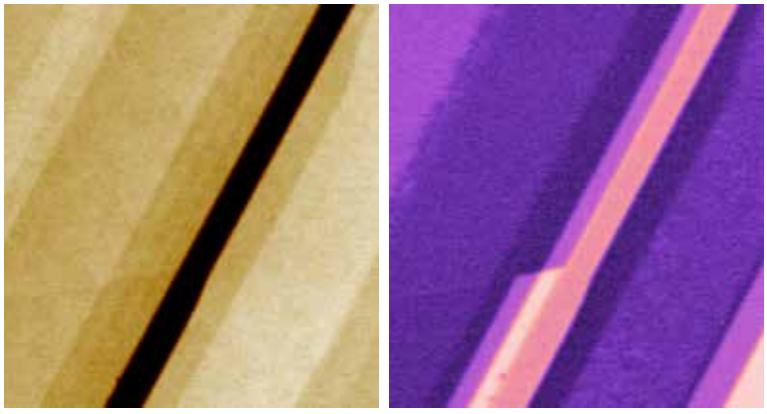
Dimension Nexus は、費用対効果に優れ、アップグレード可能な高性能 AFM です。
Nexus は研究ニーズに合わせて成長します。ブルカー AFM の広範囲かつ継続的なモード群により、Nexus は最も要求の厳しい研究環境にも容易にカスタマイズおよび拡張が可能です。

## トポグラフィを超越した能力

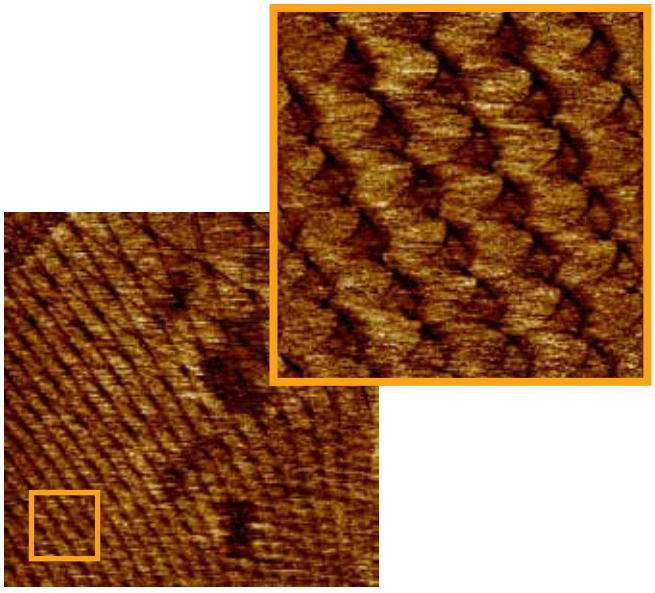
AFM はもはや表面形状のイメージングツールではありません。革新の伝統を基盤として築かれたブルカーは、50 以上のイメージングモードとバリエーションからなる比類のないモードポートフォリオを有しており、その大部分は Nexus と互換性があります。これらのユニークな測定モードには以下が含まれます:

- **AFM-nDMA**— バルク DMA 試験と相関性の高い最初で唯一の AFM ベースの粘弾性測定
- **PeakForce QNM**— 機械的特性の高分解能定量マッピング
- **PeakForce TUNA™**— 最も壊れやすいサンプルの高分解能電流マッピング
- **TR-DFM**— 摩擦力に対する感度を向上させ、2 次元材料の最高分解能イメージングを実現
- **DataCube モード** — リッチな 3D データセットのためのハイパースペクトルイメージングと管理

Dimension Nexusで使用可能なモードの一覧は、仕様ページをご覧ください。



ケルビンプローブ顕微鏡（KPFM）で測定した六方晶窒化ホウ素（hBN）。トポグラフィー画像（左）と対応する表面電位マップ（右）。スキャンサイズ6 x 6 µm、SCM-PIT-V2プローブ使用



ファン・デル・ワールスヘテロ構造のモアレ超格子を示す高解像度トポグラフィー画像。FESPAプローブを用いたねじり共鳴動力顕微鏡（TR-DFM）で収集した画像。スキャンサイズ 1 x 1 µmと200 x 200 nm（オレンジ枠）

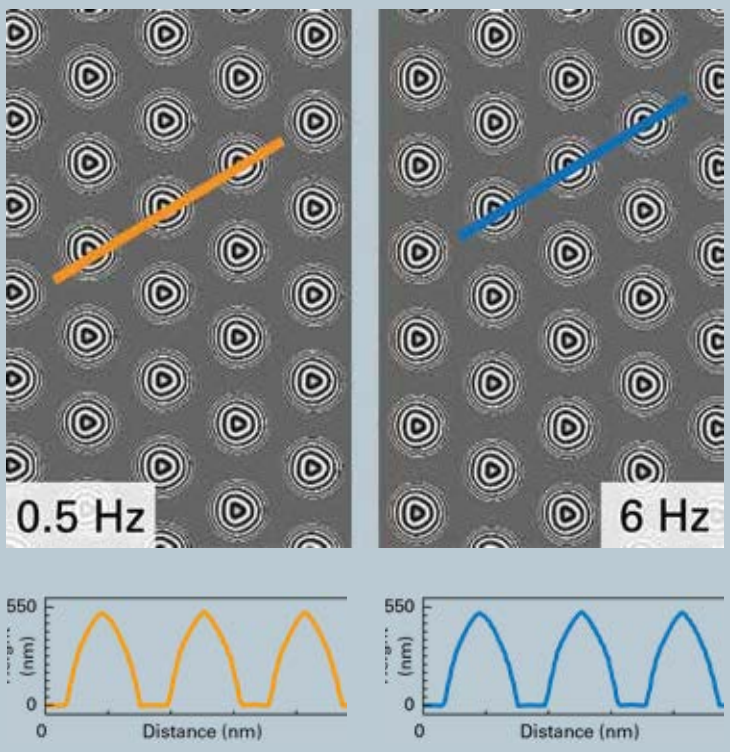
# 論文作成に向けた迅速なデータ収集

Dimension Nexus は、使いやすい機能、高速データ収集、包括的な解析ツールの組み合わせにより、実験のセットアップから論文品質の結果取得までの生産性を高めます。

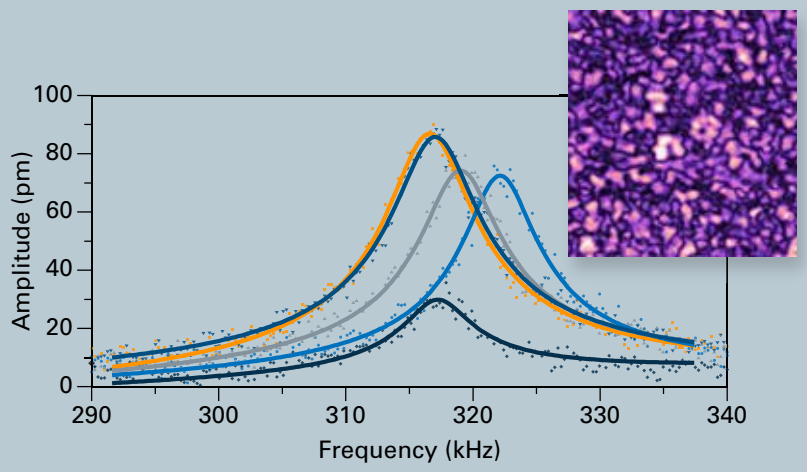
ScanAsyst によるイメージングパラメータの自動最適化により、測定が困難なサンプルでもより簡単にデータを取得できます。完全電動でプログラム可能なステージは、最小限の準備時間で効率的なマルチサイト、マルチサンプル測定を可能にします。

NanoScope 6 コントローラは、5k x 5k ピクセルの画像、8 つのデータチャンネル、50 MHz のサンプリングレートにより、より優れた迅速なデータ収集を実現します。また、DataCube モードなど、ブルカーのより高度なモードも使用可能です。

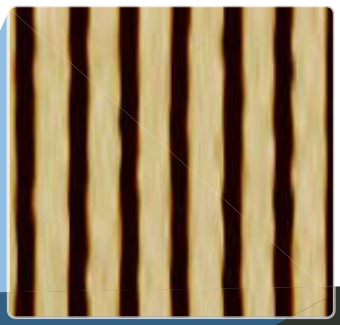
DataCube モードでは、フォースボリュームを使用して、サンプルの各 XY 座標で個々の独立したスペクトルを収集します。その結果得られる多次元キューブ・データは、これまで 1 回の測定では得られなかった相関性、ナノ電気特性、ナノ機械特性の高密度データセットを提供します。このハイパースペクトル・アプローチは、より少ない実験で研究課題に答えるために必要な重要情報を提供することにより、より効率的な材料特性評価を可能にします。




10分/フレーム（左）と53秒/フレーム（右）で撮影されたLED用パターンサファイア基板（PSS）サンプル。10 µmのスキャン時間は、10分/画像（0.5 Hz）と53秒/画像（6 Hz）。どちらのスキャン速度でも、画像は最小限の差異しか示さず、同様の特徴、サイズの測定が可能であった。




BFO圧電薄膜上のDataCube CR PFM。面内5箇所で取得した周波数範囲にわたる印加電圧を関数としてのPFM振幅のプロット。3 x 3 µmのPFM振幅画像（挿入図）、SCM-PIT-V2プローブ使用。



下図：SAA-HPIプローブを使用し、PeakForce Tappingで90 x 2 µmスキャン（16384 x16 px）した360本のトレンチのアレイ（見開きページにまたがる）。クリティカルディメンション解析では、全範囲にわたってスキャナのアーチファクトやチップの劣化は見られなかった。

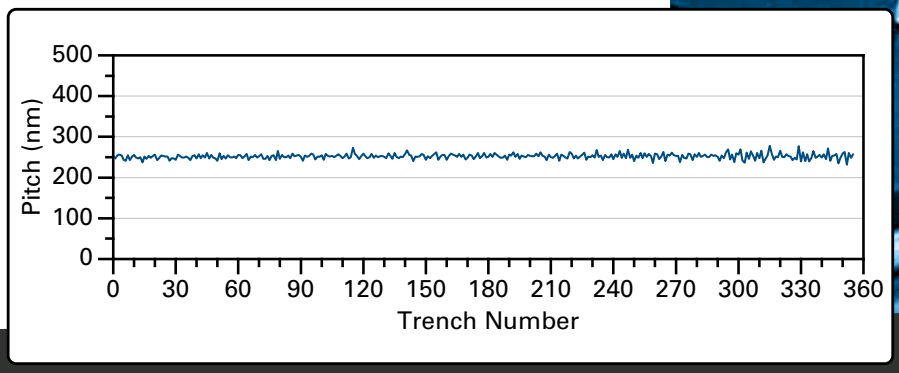
# あなたの方法で、実験を意のままに

Dimension Nexus は、容易なものから複雑なものまで、あなたの実験を強力にサポートします。Nexus はクラス最高性能と、ブルカーが発表しているほぼすべての AFM モードを備え、標準的なアプリケーションに素早く対応します。150 mm のプログラマブルステージは、ラージサンプルやマルチサンプルのテストに最適で、複雑なデバイス構造にも対応します。
Nexus はまた、独自の測定モード、信頼性の高い環境制御、強力なソフトウェアなど、広範なアップグレードオプションを備えており、研究に合わせてシステムを拡張することができます。この AFM プラットフォームは、プローブとサンプル間の空間が大きいため、電気接続アタッチメントやその他のカスタム実験治具に対応できます。また、ブルカーは最高品質のプローブを幅広く取り揃え、日常的な測定から特殊な測定までサポートします。

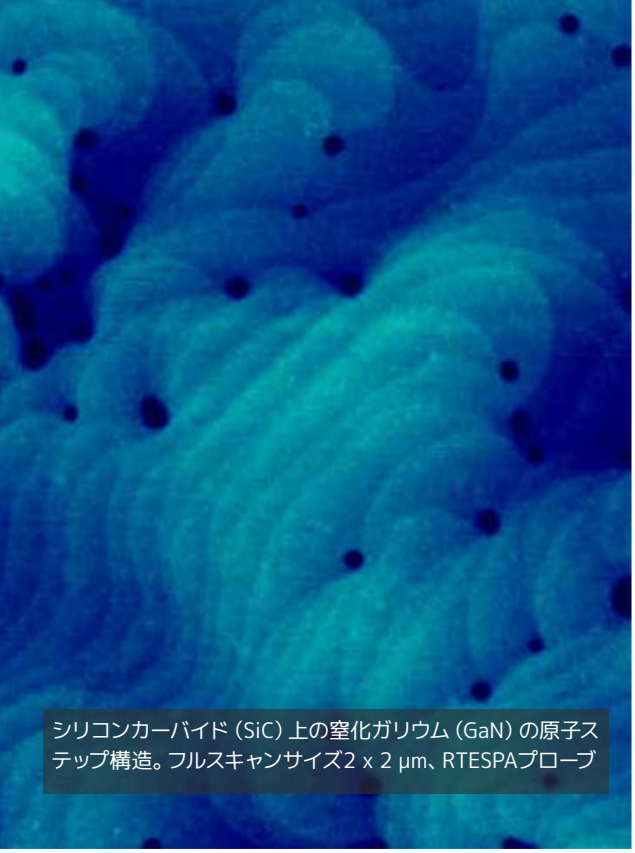
## 高度なコントロールのためのカスタマイズ機能

NanoScope 6 コントローラは、 カスタム実験に適したオープンなハードウェアとソフトウェアのプラットフォームを提供します：

- ほとんどの入出力信号に簡単にアクセスできるフロントパネル BNC コネクタ
- オプションのシグナルアクセスモジュールにより、すべての信号および制御ラインにアクセス
- カスタム測定、 リソグラフィ、 マニピュレーションのための豊富な SPM 制御機能を備えたスクリプト ・ ソフトウェア ・ オプション
- NanoScope のデータを Python にインポートして、付属の Python Toolbox を使った解析



上図： 360本のトレンチすべてにわたるトレンチ間ピッチ測定。全スキャン範囲にわたって偏差がほぼゼロであることがわかる。90 µm画像の両端から1.6 µm画像を拡大



シリコンカーバイド（SiC）上の窒化ガリウム（GaN）の原子ステップ構造。フルスキャンサイズ2 x 2 µm、RTESPAプローブ

## AFM Modes and Capabilities Available

| 標準機能 | オプション |
|---|---|
| PeakForce Tapping | PeakForce QNM (PF-QNM) |
| ScanAsyst | PeakForce TUNA (PF-TUNA) |
| TappingMode | PeakForce KPFM™ (PF-KPFM) |
| Contact Mode | PeakForce EFM (PF-EFM) |
| Lateral Force Microscopy (LFM™) | DataCube Modes |
| PhaseImaging™ | Ramp & Hold |
| LiftMode™ | Nanolithography |
| Force Spectroscopy | Dark Lift Mode |
| Force Volume | Conductive AFM (C-AFM™) |
| Surface Potential (KPFM) | Tunneling AFM (TUNA) |
| Piezoresponse Microscopy (PFM) | Fast Tapping |
| Electrostatic Microscopy (EFM) | Torsional Resonance Mode (TR-Mode™) |
| | Torsional Resonance Dynamic Friction Microscopy (TR-DFM) |
| | Fluid Imaging (PeakForce Tapping, TappingMode, Contact Mode) |

※その他のモードと機能についてはお問い合わせください。

## Dimension Nexus 仕様

| | |
|---|---|
| X-Y スキャンレンジ | 90 µ m x 90 µ m , (85 µ m 以上) |
| Z レンジ | 10 µ m 標準イメージングおよびフォースカーブ, (9.5 µ m 以上) |
| 垂直ノイズフロア | ≤ 40 pm RMS 推奨環境下。標準イメージング帯域 ( 最大 625 Hz) |
| XY ポジションセンサーノイズ (Closed Loop) | ≤ 0.15 nm RMS 標準イメージング帯域 ( 最大 625 Hz) |
| Z センサーノイズ | 35 pm RMS 標準イメージング帯域 ( 最大 625 Hz) |
| 非直進性 (XY) | < 0.5% |
| サンプルサイズ / ホルダ | Φ 150 mm バキュームチャック, 厚さ ≤ 15 mm 以内 |
| 電動 XY ステージ | 可動域 150 mm x 150 mm; 再現性 ( 双方向 )6 µ m;<br>連続測定のための複数座標登録 機能 |
| 光学顕微鏡観察 | 5 MP デジタルカメラ; 視野180 µm ～ 1465 µm; デジタルズーム;電動フォーカス |
| コントローラ | NanoScope 6 |
| 防音性能 | 最大 75 dBC の連続音響ノイズのある環境でも動作可 |
| レーザークラス | Class 2M |
| Certification | CE |

©2024 Bruker Corporation. All rights reserved. Bruker is continually improving its products and reserves the right to change specifications without notice. C-AFM, Dimension Nexus, LiftMode, LFM, NanoScope, PeakForce KPFM, PeakForce QNM, PeakForce Tapping, PeakForce TUNA, PhaseImaging, ScanAsyst, and TR-Mode are trademarks of Bruker Corporation. All other trademarks are the property of their respective companies. B090 Rev.A0.

**ブルカージャパン株式会社**
**ナノ表面計測事業部**

**東京都中央区新川1－4－1**
**tel: 03-3523-6361 · fax: 03- 3523-6364**
email: info-nano.bns.jp@bruker.com