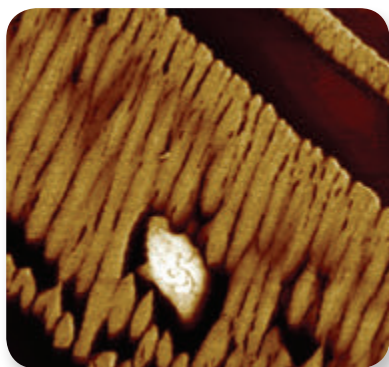


MultiMode 8-HR

- 業界標準の高性能原子間力顕微鏡

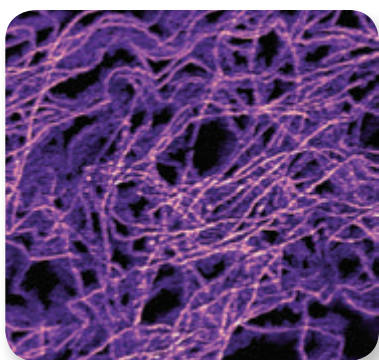
数々の歴史を築いた MultiMode AFM がさらなる進化を遂げる

MultiMode[®] プラットフォームは、その卓越した分解能と性能、幅広いアプリケーションに対応する柔軟性と高い信頼性により、これまで世界中のお客様から多くの支持をいただいております。シリーズ最新モデルとなる MultiMode 8-HR[™] AFM は、イメージングスピードや分解能の向上に加え、高速 PeakForce Tapping[®]、強化された PeakForce QNM[®]、新しい FastForce Volume[™]、そして独自のブルカープローブテクノロジーにより、ナノ機械特性評価性能が大幅に向上しています。



PeakForce QNM によるポリジエチルシロキサン (PDMS) の弾性率マップのイメージ。イメージは 3 μm のスキャン領域を示し、弾性率が 1.5 Mpa ~ 15 MPa で変化している事がわかります。

PeakForce TUNA で 3 V バイアスを使用した、ポリ(3-ヘキシルチオフェン) (P3HT) 有機導電ナノワイヤーの電流マップ。イメージは 3 μm のスキャン領域を示し、電流が 0 ~ 80 pA で変化しています。



■ 最高の分解能イメージングをいつでも、何度でも

PeakForce Tapping により、研究や開発に携わる方々が常に高分解能イメージを取得することが可能

■ 最も充実している定量的ナノスケールデータ

あらゆる試料において、高い再現性でナノスケール電気・機械特性を定量化し

■ 驚くほどシンプルな使い勝手で熟練技術者のような操作が可能に

あらゆるレベルのユーザーが最適化ソフトウェア ScanAsyst[®] により、熟練技術者と同じ結果を得ることが可能

■ オープンアクセスが広げる無限の可能性

NanoScope[®] オープンアクセスツールボックスから直接AFM の機能に簡単にアクセスし、任意の信号取得や装置の制御、カスタマイズされた独自モードの開発が可能

「PeakForce QNM のおかげで、生体接着剤や適合性ハイドロゲルなど、他の従来の SPM 手法では収集できなかった極めて柔らかく粘着性の高いポリマー材料の機械特性に関して、適切な情報を迅速に得ることができました。」

– Philippe Leclère 氏ら、University of Mons (UMONS) Belgium

● PeakForce Tapping

How AFM Should Be

ブルカー独自の PeakForce Tapping は、走査時にかかるイメージングフォースを大幅に低減したことで、柔らかい生体試料から超硬材料まで再現性の高い高分解能 AFM イメージングを可能にしています。MultiMode 8-HR は画像取得を高速化、高い周波数変調の PeakForce QNM を備えることで、これまでにないナノ機械特性マッピングを実現しています。

PeakForce Tapping の機能：

- 大気中および液中のイメージングで、複数のサンプルタイプに対する測定精度を低下させることなく、より高速の PeakForce イメージング
- PeakForce QNM の定量的ナノ機械特性の弾性率および吸着率のマッピングと、PeakForce Tapping の電気モードとの相関を同時に計測

PeakForce QNM の特長：

- 非常に高い分解能、高速の定量的ナノ機械特性のマッピング、4 kHz まで拡張された変調周波数により、PeakForce QNM のイメージング速度が 2 倍に増加
- 極めて柔らかい物質 (~1 kPa) から硬い金属 (100 GPa) までのサンプルに対応する、非常に広い動作範囲

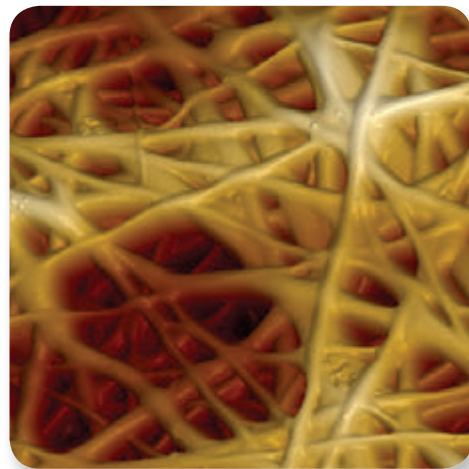
PeakForce KPFM™ および PeakForce TUNA™ で可能な出力：

- 10 nm の分解能レベルで mV の感度を持つ定量的仕事関数マップ
- コンタクトモードでは困難な柔らかいサンプルや壊れやすいサンプルの導電性マップ

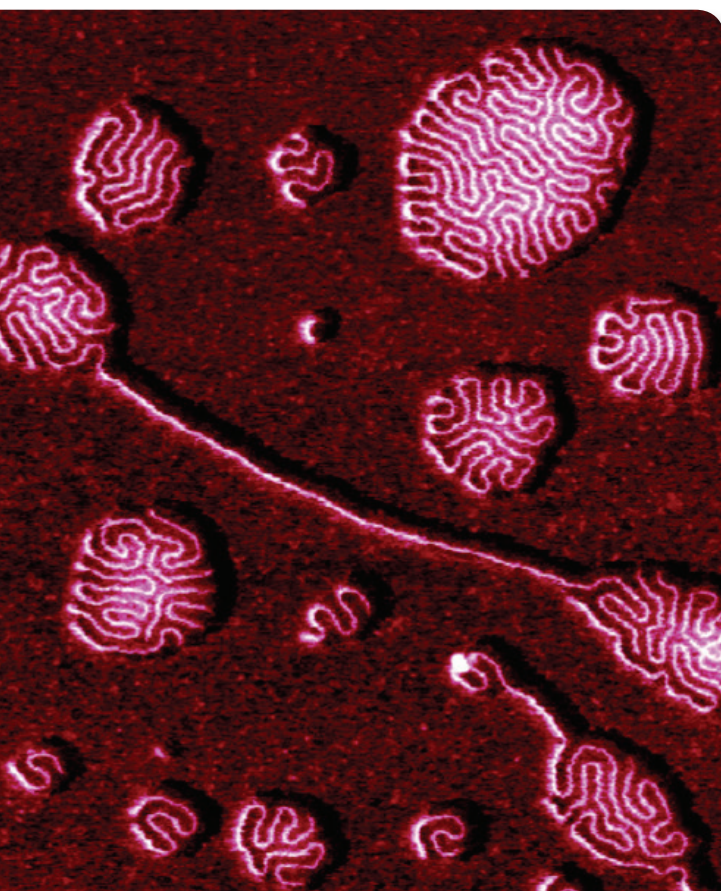
PeakForce-HR モジュールの特長：

- PeakForce-HR モジュールの大気中でのイメージング速度は、多くの一般的な AFM と比較して最大で 6 倍
- イメージの最適化により、すべての AFM ユーザーに、再現性のある熟練技術者品質の結果を提供

PeakForce-HR による、ポリマーブラシの構造のイメージ。スキャンサイズ 1 μm 、5 Hz。サンプル提供：S. Sheiko、University of North Carolina、Chapel Hill。



PeakForce-HR による細胞培養基板のイメージ。スキャンサイズ 8 μm 、スキャンレート 1 Hz。従来の AC モードでは、非常に低速のスキャンレートでもサンプルのイメージングは極めて困難です。

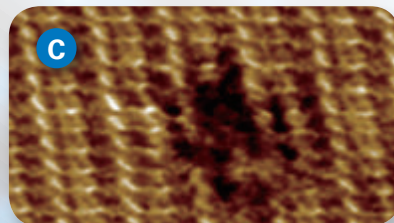
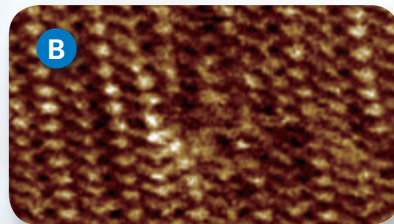
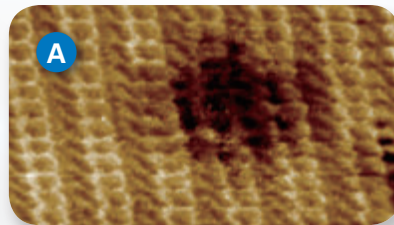


「PeakForce Tapping は、生細胞に機能的なプローブを使用し、時間効率が非常に高く管理された方法で、画期的なりガンド - 受容体間の相互作用マップを作成するために必要な力の制御と分解能を提供してくれました。」

- Dr. Daniel Müller, ETH Zurich, Switzerland

● 高分解能のイメージングと、最も充実している定量的ナノスケールデータ

空気中でポリジアセチレン結晶の分子欠陥を示す PeakForce QNM のイメージ。個々の分子が高さ(A)、および吸着力(B)と弾性率(C)のマップに分解され、欠陥の位置で弾性率が大幅に減少している。イメージサイズ 10 nm。



非常に高い分解能のイメージングをいつでも、毎回提供

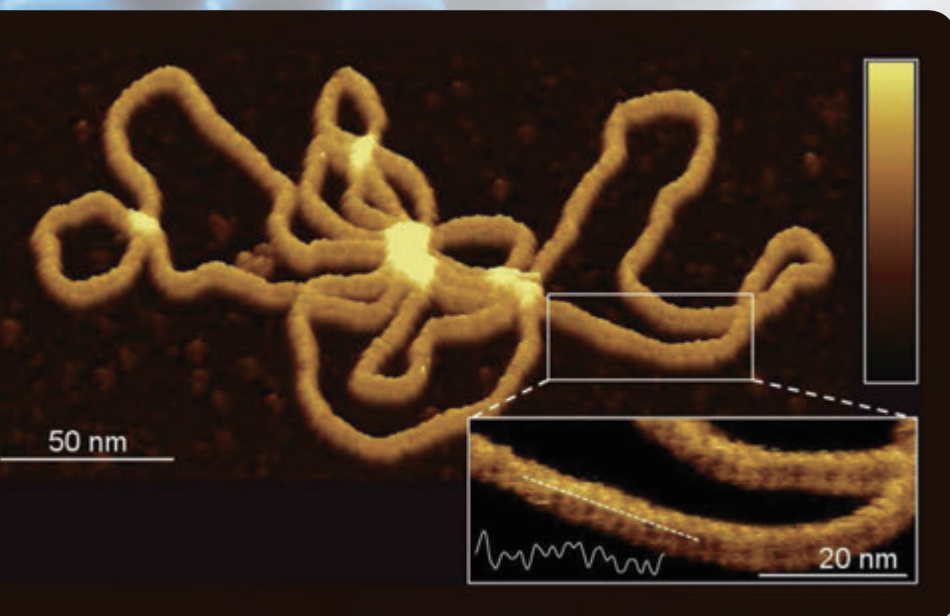
- グラフェン、ポリマー、2次元材料、その他多くの実サンプルに PeakForce Tapping を使用して、高分解能イメージを日常的に取得可能
- タンパク質の構造や、二重らせん構造を持つ DNA などの生物分子、非常に高い分解能を示す
- 表面形状、ナノ機械モード、およびナノ電気モードを示す独自の PeakForce Tapping の複数モードとの相関イメージング

充実した定量的ナノスケール特性マッピングデータ

- 充実した評価項目を利用した、分子、タンパク質、および細胞の高分解能・高再現性ナノ機械特性評価
- AFMの中でもナノ電気特性の測定手法が最も幅広く、高い分解能と完成された電氣的な特徴を示すことが可能
- 0.1 Hz ~ 4KHzの広い周波数レンジでの粘弾性測定が可能

世界最高の分解能を持つ生体イメージングと極めて高感度の分子力顕微鏡

MultiMode 8-HR は、PeakForce Tapping、分子間力顕微鏡技術で、最高の高分解能の分子・流体イメージングを提供しています



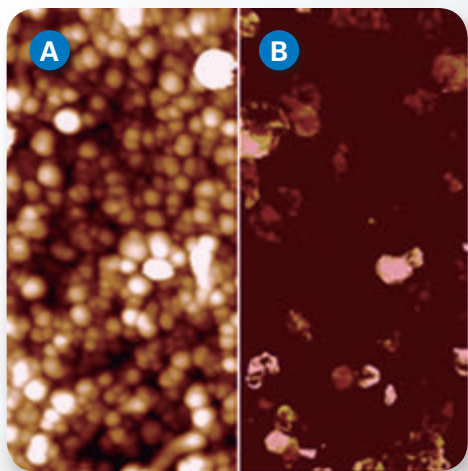
プラスミド DNA の表面形状のイメージ。らせん方向に波形が見られ、これは二重らせん構造に対応する。拡大部分：DNA らせんの一部の高分解能イメージ。大小の溝が対応する高さの外形を明らかに示す。カラスケール：3.5 nm、1.4 nm (拡大部)
図の提供：A. Pyne et al. Small (2014) doi:10.1002/smll.2012400265.

最先端のナノスケール機械特性 マッピングツールの最高峰

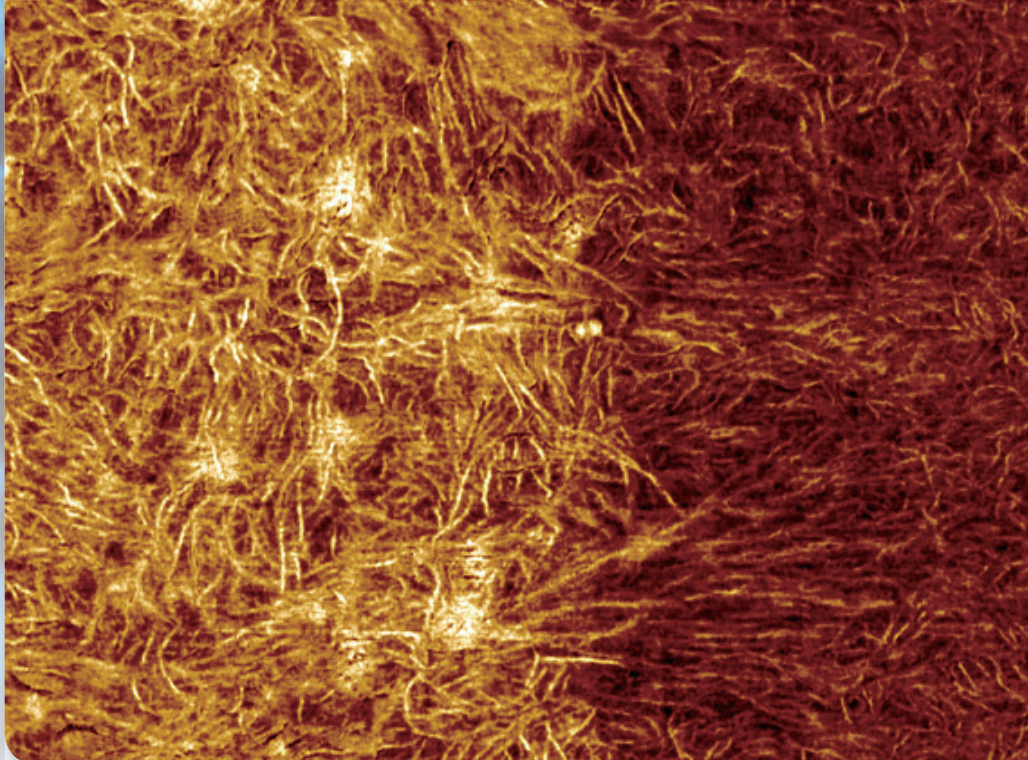
高周波数の PeakForce QNM と新しい FastForce Volume マッピングの手法が、既存のフォース顕微鏡の機能に追加されているので、研究者は最先端のナノ機械特性マッピング手法を使用して、多様な物質の機械特性を実現することができます。

極めて高い分解能の電気特性分析手法

MultiMode 8-HR では独自の PeakForce TUNA と PeakForce KPFM の手法を使用して、標準のコンタクトモードによるナノ電気特性の測定方法を越えた性能をもっています。独自の手法により、研究者はあらゆる種類の材料について電気的な材料特性分析を高度に進化させることができます。

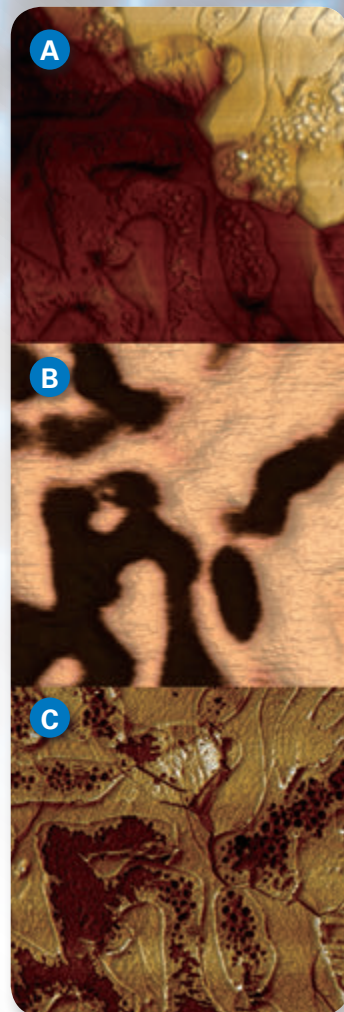


PeakForce TUNA で得られた、カーボンナノチューブの電流像。カーボンナノチューブは垂直に配列しカーペットのような構造になっており高さ(形状(A))と電流像(B)を示している。



この弾性率のイメージは、梱包材断面の ULDPPE のタイ層と PS/LDPE シーラント層の間でのわずかな変化を示す。高い空間分解能で弾性率をマッピングすると、タイ層の薄い部分が核形成部位として作用してシーラントに侵入し、界面から 1 μm 以内にある薄層の配列の規則性が上昇している。イメージサイズ 3 μm 。

PeakForce KPFM で得られた Sn-Pb の高さ(A)、表面電位(B)、および凝着力(C)のイメージ。仕事関数の差が正確にマッピングされているだけでなく、同時に凝着力分布によるナノ位相構造も示されている。イメージサイズ 4 μm 。



「PeakForce QNM のデータは極めて優れており、マルチストランドフィブリルについて弾性モデルを使って値を逆算することができます。私たちはすでにこれらの繊維の硬さについて信頼できる証拠を持っているため、PeakForce QNM の優れた測定結果の証明となります。」

– Raffaele Mezzenga 氏、ETH Zurich、Adamcik et al. Applied Physics Letters 98, 193701 (2011) を参照。

● 無限の可能性と柔軟性をもたらす オープンアクセスの総合アクセサリ

ニーズに合わせた構成を提供

MultiMode 8 のプラットフォームには 2 種類の構成が用意されています。いずれも多様なアクセサリをサポートし、お客様のご用途に合わせて AFM をカスタマイズすることができます。

- MultiMode 8-HR：高速の PeakForce Tapping 機能を搭載
- MultiMode 8 基本構成：充実した標準機を搭載

生体イメージング、分子間力顕微鏡と機能付きイメージング、STM、先進材料の研究用途など、特定用途の性能を備えたアクセサリを装備して、システムを構成することができます。

NanoScope オープンアクセス ツールボックス

MultiMode 8-HR は、信号監視、リアルタイム動作の変更、およびカスタムのオフライン分析の実装を行うための多様なオプションを備えています。

ASCII 形式のエクスポートと MATLAB ツールボックスによる 総合的なデータアクセス

- 標準の NanoScope ツールは、PeakForce Capture™ や HSDC などのデータを MATLAB に直接インポートする機能を持っています。

内部信号の監視と信号入力のカスタマイズ

- VirtualSAM を使用して、NanoScope の内部信号とデータチャンネル、および外部信号のユーザー入力にアクセスできます。また、オプションの SAMⅢを使用して機能を拡張できます。

AFM を制御して独自の試験を作成可能

- オプションのナノリソグラフィ、および各種の AFM 制御機能を備えた NanoScope の COM インターフェースから AFM の機能を制御できます。

独自のモードを作成可能

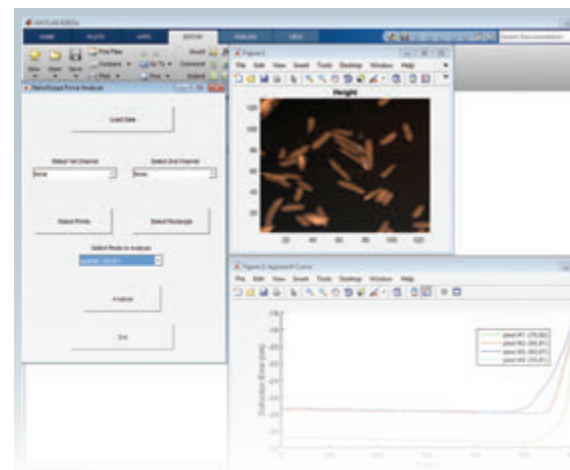
- NanoScope のオープンアクセス機能を活用して、標準の AFM モードを超えた独自の試験を作成できます。
- 独自のモードを開発して、他に類のない新規のデータセットを収集できます。

MultiMode 8-HR の流体イメージング、および各種の生体用途向けの構成は、次の機能を装備しています。

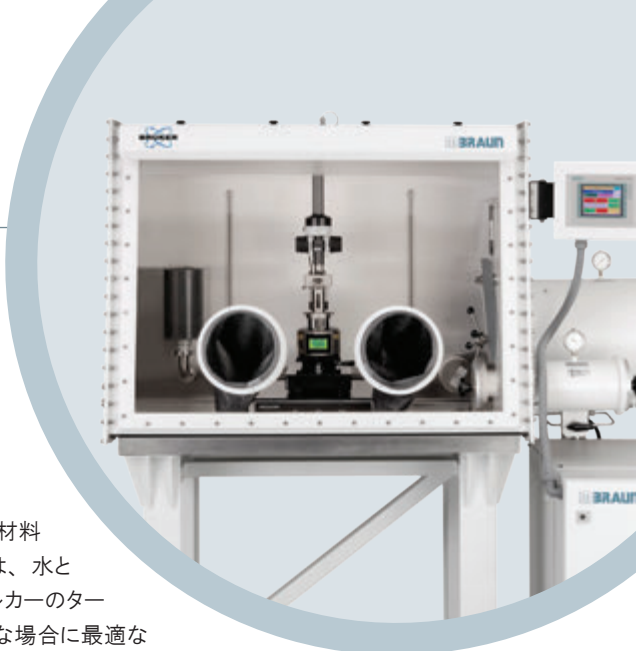
- PeakForce Tapping のモードとプローブ。極めて高い分解能での流体イメージング向け。
- 耐液スキャナー。流体セルを開いた状態/閉じた状態で動作。
- 流体中で 60°C まで加熱するヒーターオプション。または、-35 ~ 100°C の温度制御が可能な低温域加熱/冷却オプション。



信号入出力用の NanoScope コントローラー



MATLAB ツールボックスや PeakForce Capture などのデータエクスポートツールで、試験データのカスタマイズが可能。

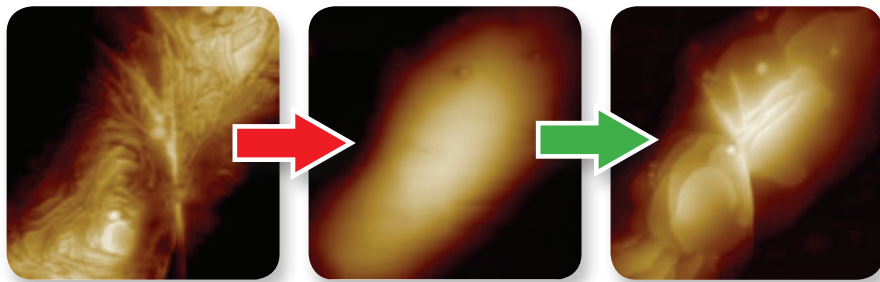


厳密な環境制御が必要な試料向け ターンキー コントロールのグローブボックス

一部の先進材料は酸素や水の影響を受けやすく、特に有機薄膜太陽電池材料や、リチウムイオン電池のカソード材料が当てはまります。これらの材料には、水と酸素の両方の濃度を 1 ppm 未満に維持できる環境が要求されます。ブルカーのターンキーグローブボックスは、単純にチャンバーをパージするだけでは不十分な場合に最適なソリューションです。

温度と環境の制御

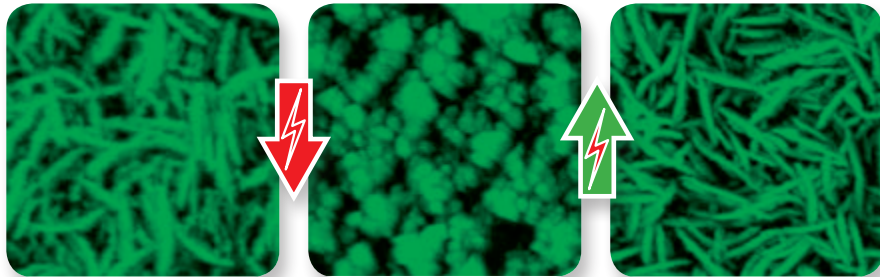
MultiMode 8-HR には、サンプルの加熱/冷却機能を装備できます。低域オプションは、大気中または流体中で $-35 \sim 100^{\circ}\text{C}$ の範囲で加熱/冷却が可能です。高域オプションは 250°C までの加熱が可能です。ポリマーの相転移の研究に多用されています。サンプルの酸化を防ぐガスパージと針の汚れを防ぐカンチレバーの加熱が特徴的な機能となっています。環境制御アクセサリはオプションのヒーター。クーラーユニットへの内蔵、または個別の環境チャンバーとして提供が可能です。



PeakForce-HR によるポリキサマー 3 ブロックコポリマー (BASF Pluronic) サンプルのイメージ。室温から開始し(左)、 60°C に加熱するとサンプルが融解し(中央)、 55°C に冷却すると再結晶化する(右)。スキャンサイズ $3 \mu\text{m}$ 、イメージングレート 10 Hz 。

電気化学AFMおよび 電気化学STM の機能

MultiMode 8-HR の ECAFM および ECSTM 向けの構成では、電気化学研究用アクセサリの全て、およびブルカー独自の走査型電気化学ポテンシャル顕微鏡モードをサポートしています。チャンバーを単純にパージするだけでは不十分な場合、ブルカーの MultiMode 8-HR 用ターンキーグローブボックスが 1 ppm 未満の環境制御に最適なソリューションです。



五酸化バナジウム薄膜のイメージ (TappingMode、スキャンサイズ $5 \mu\text{m}$)。この薄膜は、リチウム小型電池の陽極に使用されていたもので、当初の新品状態(左)、最初の放電後(中央)、その後の充電後(右)で試験した。1回の充電/放電サイクルでも、膜構造に不可逆変化が発生している。イメージ提供：B. Fleutot, H. Martinez, B. Pecquenard, J.B. Ledeuil, A. Lévassieur, D. Gonbeau. University of PAU, France。

MultiMode8-HR

拡張性に優れたプラットフォーム

「分解能、信頼性、および使いやすさの面で、MultiMode より優れているものではありません。われわれのイメージング設備で、多様な研究経歴を持つ多数のユーザー様からご好評をいただいている装置です。」

– Gajendra Shekhawat, Northwestern University

PeakForce

イメージングモード：

- ④ ScanAsyst®
- ④ PeakForce Tapping™
- ④ PeakForce Tapping-HR

一般的な

イメージングモード：

- ④ TappingMode™
- ④ コンタクトモード
- ④ PhaseImaging™
- ④ ねじり共振モード (TRmode™)
- ④ 水平力顕微鏡 (LFM)
- ④ 走査型トンネル顕微鏡 (STM)

機械特性分析：

- ④ PeakForce QNM®
- ④ FastForce Volume™
- ④ RAMP&HOLD (増大と保持)
- ④ ナノインデンテーション
- ④ ピエゾ応答力顕微鏡
- ④ ナノスケール熱分析
- ④ 走査型熱顕微鏡
- ④ フォースモジュレーション
- ④ 摩擦力顕微鏡
- ④ HarmoniX®

ライフサイエンスおよび

液中測定：

- ④ 耐液スキャナー
- ④ 少ない液量の交換

- ④ ScanAsyst モードと「Tuning Free」(調整不要)のイメージング
- ④ 生細胞イメージング向け PeakForce QNM

電気/磁気特性分析

- ④ PeakForce TUNA™
- ④ PeakForce KPFM™
- ④ PiezoForce 顕微鏡
- ④ 表面ポテンシャルのマッピング (FM および AM KPFM)
- ④ 電気力顕微鏡 (EFM)
- ④ 磁気力顕微鏡 (MFM)
- ④ LiftMode™
- ④ コンダクティブ AFM (CAFM)
- ④ トンネリング AFM (TUNA)

- ④ 走査型拡がり抵抗顕微鏡 (SSRM)
- ④ 走査型キャパシタンス顕微鏡 (SCM)

電気化学：

- ④ 汎用ポテンシオスタット (作用電極 2 個)
- ④ ECAFM™
- ④ SECPM™
- ④ ECSTM™

温度と環境の制御

- ④ 室温 ~ 60°C のヒーター
- ④ -35 ~ 250°C のヒーター/クーラー
- ④ 0.1 ppm のグローブボックス
- ④ 大気チャンバー




MultiMode をアップグレード

最先端の AFM テクノロジーを活用しましょう。

ブルカーの担当者に今すぐお問い合わせください。

Info-nano.BNS.JP@bruker.com

システム仕様

イメージングのノイズレベル	30 pm RMS 未満 (空气中、スキャンサイズ 0 で TappingMode 使用時の Z ノイズ)
最大サンプルサイズ	直径 15 mm x 厚さ 5 mm
法令認証	CE 適合
レーザー分類	クラス 2M、690 nm で最大 1 mW (IEC および US CDRH) 

● ナノ表面計測事業部

ブルカー・ジャパン株式会社

東京 〒104-0033 東京都中央区新川1-4-1
Tel. 03-3523-6361 Fax. 03-3523-6364

大阪 〒532-0004 大阪府大阪市淀川区西宮原1-8-29テラスサキ第2ビル
Tel. 06-6393-7822 Fax. 06-6393-7824

Info-nano.BNS.JP@bruker.com www.bruker-nano.jp

© Bruker Corporation. All rights reserved. ECAFM、ECSTM、FastForce Volume、HarmoniX、LiftMode、MultiMode、NanoScope、PeakForce Capture、PeakForce KPFM、PeakForce QNM、PeakForce Tapping、PeakForce TUNA、PhaseImaging、ScanAsyst、SECPM、TappingMode、および TRmode は Bruker Corporation の商標です。その他すべての商標は、所有権を有する会社に属します。