

Dimension XR Scanning Probe Microscopes

- 最も進んだナノメカニカル特性・ナノ電気特性・ナノ電気化学計測のための原子間力顕微鏡システム

Innovation with Integrity

Atomic Force Microscopy

Enabling First-and-Only AFM Capabilities and Performance

Bruker の Dimension XR 走査型プローブ顕微鏡 (SPM) システムは、Bruker が数十年に渡り培った研究と技術革新を融合し、ナノスケールの研究における最高の性能、機能性、および拡張性を備えています。Icon®AFM および FastScan® プラットフォームの最新モデルとなる Xstream Reserach (XR) SPM ファミリは、ナノメカニカル、ナノ電気およびナノ電気化学特性の最先端な研究のためのユニークなパッケージソリューションを提供します。そして大気、液中、電気または化学反応環境下における材料および活性ナノスケールシステムの定量化を、今までにないほど簡単に実現します。

Dimension XRシリーズはIcon AFMまたはFastScanプラットフォーム上で、3種類のパッケージが選択いただけます。目的のアプリケーションに最適化された機能は以下となります。

XR Nanomechanics

- ポリマー鎖のサブ分子単位まで測定可能な空間分解能で、最小構造を包括的に検出するための各レンジに対応する一連のモードを提供
- バルクの動的粘弾性測定 (DMA) と関連したナノメカニクス特性評価を可能にする新しい AFM-nDMA モード
- 柔らかく粘性の高いハイドロゲルから、硬い金属やセラミクスまで定量可能なナノスケール特性評価

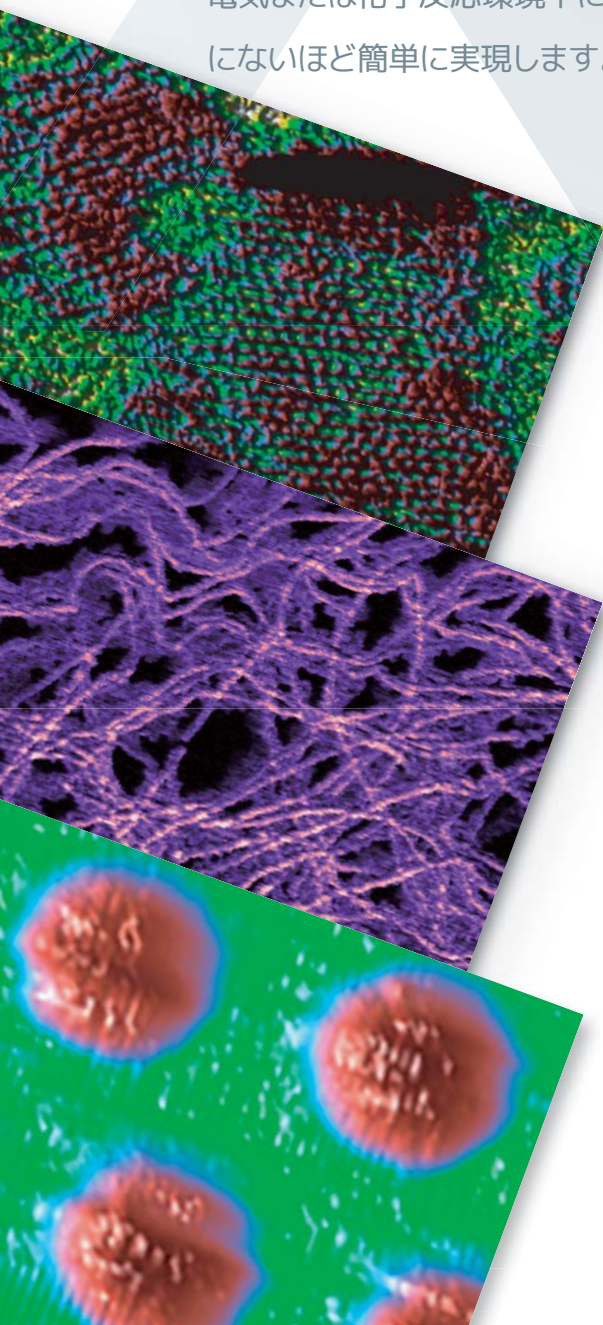
XR Nanoelectrical

- 単一システムで、最も多くの種類のナノ電気特性計測をカバー
- すべての測定ポイントで電気スペクトルと機械特性の取得を実現した、多次元ナノ電気特性マッピング機能、DataCube モード
- これまでのシステムでは達成できなかった多チャンネル多次元スペクトル情報の取得を 1 回の測定で実現

XR Nanoelectrochemical

堅牢な AFM ベースの走査型電気化学顕微鏡 (AFM-SECM) と電気化学 AFM (EC-AFM) が可能

- <100 nm の空間分解能で電気化学情報を取得
- 溶液中で電気化学、電気特性、および機械特性マッピングを同時に計測



● Complete Characterization with Highest Spatial Resolution

大型試料に対応した Icon および FastScan AFM は、世界で数千を超えるの査読済みの学術論文を支え、原子間力顕微鏡の研究はもちろん材料科学の領域における科学技術の発展に貢献しています。これらの研究を支えたプラットフォーム上で誕生した新しい Dimension XR は、30 年以上に渡る AFM の革新技術を最大限に活かし、画期的なナノメカニクス、ナノ電気およびナノ電気化学的研究のための特別な特性評価を可能にしました。

Dimension Icon は、業界で最も優れたアプリケーションの柔軟性と優れた性能、生産性を兼ね備えた、世界で最も利用されている大型試料対応 AFM プラットフォームです。

- 1 つの AFM プラットフォーム上で、大型試料、小型試料、または複数のサンプルのに対応し、多種の最新測定モードおよび相関測定に適応する比類のなき柔軟性を備えます。
- Icon を用いた数千を超える科学的発見や革新的な材料開発に関する論文は、装置の最高の性能と再現性、最も低いノイズとドリフト性能を証明しています。
- 高速スキャン・自動測定レシピによる自動測定機能は、1 つから複数のサンプルまでに対応し、測定に関わる生産性の大幅な向上を可能にします。



Dimension FastScan は、走査速度、分解能、精度、ドリフトおよびノイズの理想的なバランスを実現した業界標準となる AFM であり、商用レベルで実用可能な唯一の高速走査原子間力顕微鏡です。

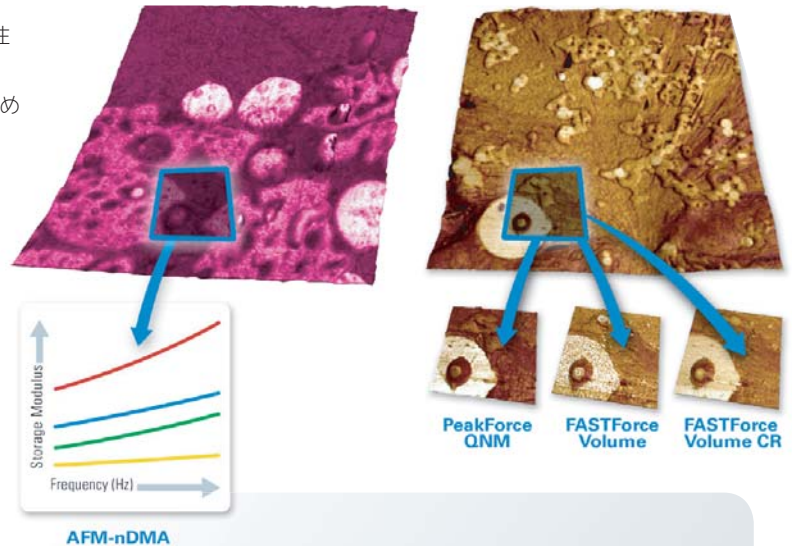
- 搭載される Icon スキャンヘッドを使用して Dimension Icon のすべての機能が使用可能です。
- レーザ及び検出器の自動アライメント、包括的なワークフロー、スマートエンゲージ機能を搭載し、大気中・液中での高速走査は前例のない生産性を提供します。
- 業界で最も優れた精密なフォース制御により、高解像度マッピングと長いチップ寿命を実現します。



● Quantitative Analysis for Nanomechanical Applications

Dimension XR Nanomechanics は、柔らかく粘性の高いハイドロゲルから、硬い金属やセラミクスまでの材料のナノメカニカル特性を定量的に迅速に評価するための完全なナノメカニクス特性評価パッケージです。

XR Nanomechanics は、Bruker の革新的な AFM での動的粘弾性測定 (DMA) を含む、進化した AFM ナノメカニカル特性評価技術のバンドルソリューションです。これはバルク試料の DMA データと相関する世界初、そして唯一の AFM ソリューションです。



Revolutionary AFM-nDMA

パッケージ AFM で初めて、ポリマーの線形領域のレオロジー関連周波数において、完全かつ定量的なナノスケールの粘弾性測定を提供することが可能になりました。独自のデュアルチャンネル検出、位相ドリフト補正、基準周波数トラッキングにより、レオロジー的に適切な周波数範囲 (0.1Hz~20kHz) の極小のひずみ測定を実現します。またナノスケール貯蔵弾性率 (E'), 損失弾性率 (E''), 損失正接 ($\tan\delta$) はバルク DMA のデータと直接相関します。

Exclusive PeakForce QNM

弾性率、凝着力、エネルギー散逸を含む定量的なナノメカニカル特性評価オプションです。QNM モードを利用した原子分解能の試料表面形状とナノメカニカル特性の同時評価はでは日常的に利用されている測定となります。また、QNM-HA で提供される Bruker の周波数キャリブレーションプローブは、プローブとサンプルの接触を最も低い不確かさで接触をトラッキングするため、チップジオメトリが工場出荷時に定義されており、柔らかく粘着性の高い 1kPa から 100GPa の範囲の試料まで、高分解能ナノスケールメカニカル特性マッピングを提供します。

FASTForce Volume

このモードはリニアランプの動作周波数を > 400 Hz まで拡張し、PeakForce QNM と標準フォースボリュームマッピング間の周波数ギャップを補完します。動作周波数のオーバーラップは、モード間のナノメカニカル相関研究を容易にし、測定信頼性を高め、同時に対象試料の周波数依存性の評価を可能にします。

Innovative FASTForce Volume CR

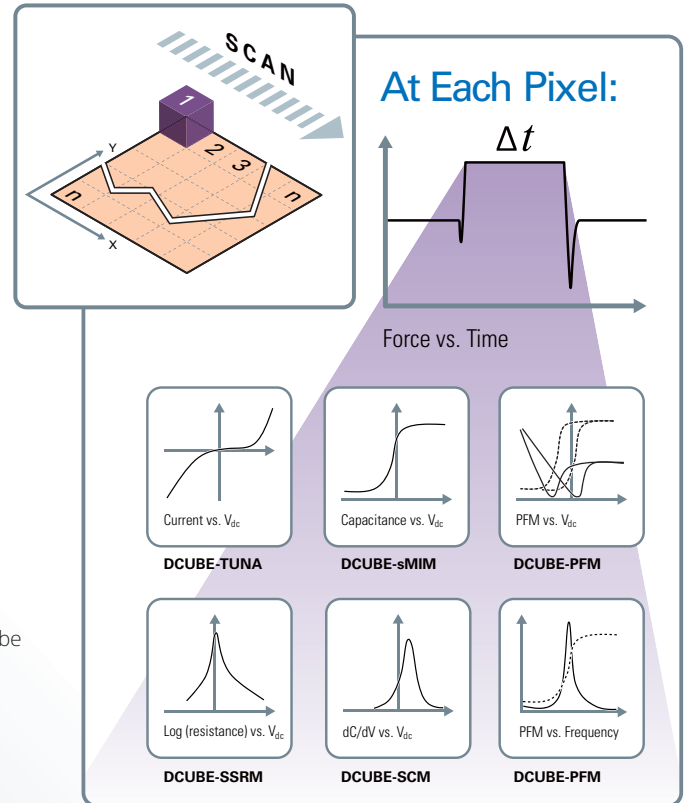
広範囲の弾性率を測定するため、ContactResonance(接触共振)はナノメカニカル測定の強力なツールです。しかし、これまでイメージング速度の遅さ、複雑な解析、フルスペクトル取得のための専用ハードウェアの要件など、コンタクトモードの限界によって妨げられていました。XR Nanomechanics はこれらの問題を解決し、弾性及び粘弾性の両方の特性を有する一貫したデータを提供します。

- Quantifies force
- Tracks and quantifies adhesion
- Requires no reference sample

● Multi-Dimensional Nanoelectrical Characterization

Dimension XR Nanoelectricalには単一のシステム上で動作する完全なナノ電気特性評価機能が含まれます。AFMが含まれています。

PeakForce TUNA™ と PeakForce KPFM™ はすでに驚異的な数の論文に引用されており、従来の接触ベースの電気特性モードから、PeakForce で提供される電気特性と機械特性の相関データに置き換わり、材料研究の拡大に貢献しています。今日、Bruker の新しい DataCube モードは、すべてのピクセルで電気スペクトル情報を取得し、電気特性と機械特性の多次元測定を可能にしました。



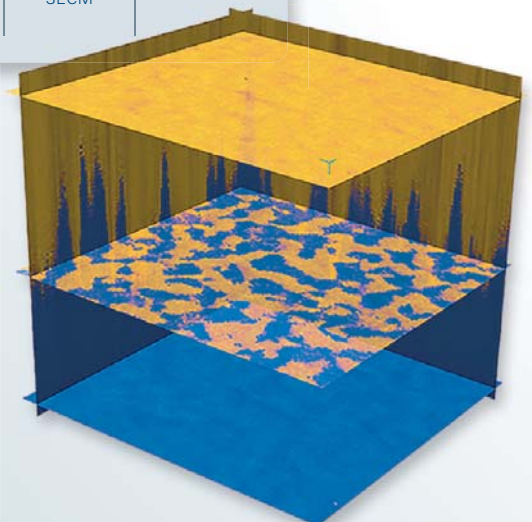
Proprietary DataCube Modes

これらのモードは FASTForce Volume 上で動作し、ユーザーが定義するプローブの作動時間内において、すべてのピクセルで Force -Distance スペクトルを取得します。高いデータキャプチャレートを使用すると、接触時間中に電気測定が実行され、各ピクセルで電気および機械的スペクトルが得られます。DataCube モードは、1 回の実験で完全な特性評価を提供しますが、これは今日の商用 AFM で他に類を見ません。

Nanoelectrical modes

Techniques	Conductivity	Impedance	Carrier Density	Piezoelectricity	Local EC Activity	Potential/Field
DataCube Mode	DCUBE-TUNA DCUBE-CAFM DCUBE-SSRM	DCUBE-sMIM	DCUBE-SCM DCUBE-sMIM DCUBE-SSRM	DCUBE-PFM DCUBE-CR-PFM	DCUBE-SECM	DCUBE-EFM
PeakForce Tapping (PF)	PF-TUNA	PF-sMIM	PF-sMIM		PF-SECM	PF-KPFM
Tapping Mode		sMIM				EFM KPFM
Contact Mode	TUNA C-AFM SSRM	sMIM	SCM sMIM SSRM	PFM	SECM	

DCUBE-PFM測定はBiFeO₃薄膜での独立したピクセル毎で異なる電圧レベル下でのドメイン反転を明らかにします。



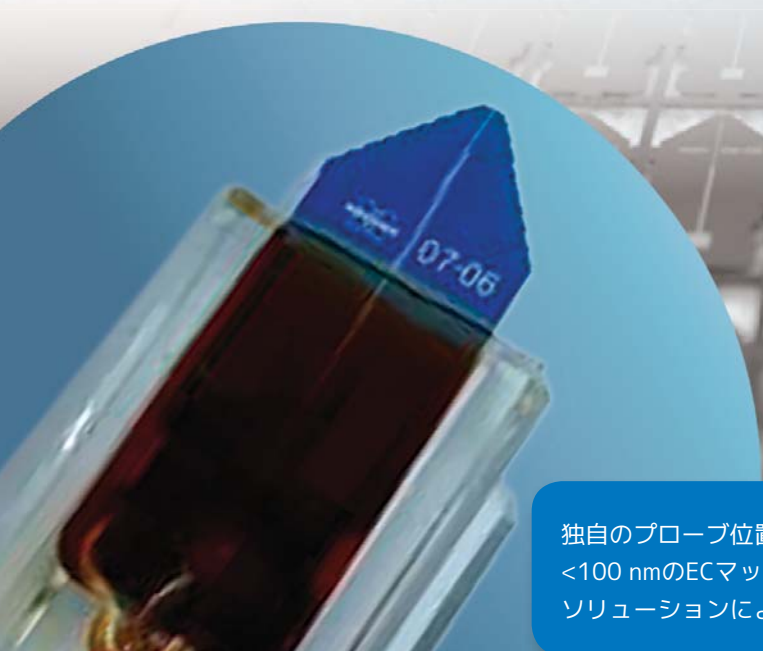
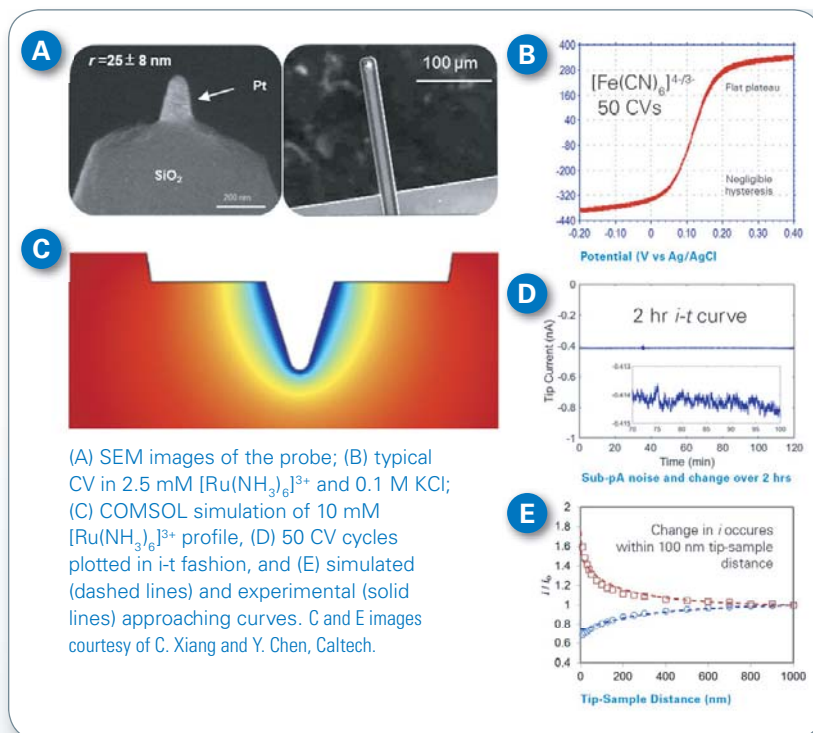
● Highest Resolution Scanning Electrochemical Imaging

Dimension XR Nanoelectrochemical (NanoEC) は電気化学反応のリアルタイム定量分析のためのターンキーソリューションです。これらのシステムは EC-AFM と PeakForce SECM™ を利用しており、電気化学環境下および揮発性溶媒中における長時間の電極反応実験のために特別に設計されています。

Exclusive PeakForce SECM

100nmを上回る空間分解能で、SECMモードは液中において、電気的、化学的ナノスケールの可視化が可能であることを証明しました。PeakForce SECMは、従来のアプローチに比べて分解能を大幅に向上させます。これにより、エネルギー貯蔵システム、腐食科学およびバイオセンサーの全く新しい研究が可能になり、個々のナノ粒子、ナノ相およびナノ細孔の新規研究領域の扉を開きます。PeakForce SECMは、ナノスケールの横方向分解能を備えたトポグラフィ、電気化学、電気、および機械特性マップの同時キャプチャを実現する唯一のモードです。

Brukerが独自に提供するプリマウントされたPeakForce SECMプローブは、簡単で安全なハンドリングを提供し、最適化されたホルダーは、電気信号に敏感な信号処理用の安定したアーキテクチャを提供します。非常に安定したECプローブは、10時間以上のEC試験および複数回の再使用洗浄サイクルで性能が実証されています。



独自のプローブ位置決めとSECMナノ電極を備えたDimension XR AFMは、 <100 nmのECマッピングを実現します。お客様の研究は、BrukerのAFM電気化学ソリューションにより、日常的に最も高い空間分解能に達します。

● Unlimited Flexibility to Expand Your Research

研究目的に合わせて選択したいずれの Dimension XR も、現在および将来のアプリケーションのニーズに合わせてシステムを拡張するため、他の多くのオプション機能を追加することが可能です。Dimension XR システムは、Bruker の多くの独自の AFM 技術、測定モード、および拡張モードと組み合わせ、ナノスケールの研究を次のレベルに引き上げる独自の機能を提供します。

```

import nanoscope as ns
import numpy as np
from nanoscope import files
from nanoscope.constants import FORCE, METRIC, VOLTS, PLT_kwargs

fname = "DCUBE_TUNA_Iron_Oxide.spm"
path = "C:\\Users\\DataCubesPFM\\Desktop\\codes\\" + fname
file = ns.files.ForceVolumeHoldFile(path)
file.open()

lines = file[0].number_of_lines
spl = file[0].samples_per_line
hold_len = len(file[3].get_force_hold_data(0, METRIC))

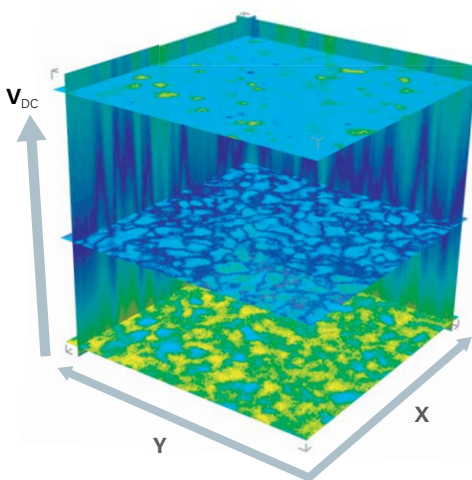
datacube = np.zeros((lines, spl, hold_len))
for i in range(lines):
    for j in range(spl):

```

MatLABとPython用のソフトウェアツールボックスとカスタムプログラミングツールは、マルチユーザー環境での使いやすさを維持しながらも優れた柔軟性を提供します。



オープンプラットフォームのハードウェアは想像力次第でカスタマイズ可能であり、ほとんどの環境に適応します。現在販売されている商用AFMで最高のパフォーマンスを実現します。



More Modes for Higher Productivity

- PeakForce Tapping®
- ScanAsyst®
- Contact Mode
- TappingMode™
- PhaseImaging™
- PeakForce QNM®
- AFM-nDMA™
- Fast-Force Volume (FFV)
- Contact Resonance (FFV-CR)
- Force Modulation™ (FMM)
- HarmoniX®
- Nano-Indentation
- Lateral Force Microscopy (LFM)
- PeakForce TUNA™
- PeakForce KPFM™
- Piezo Response (PFM)
- Scanning Capacitance (SCM)
- Scanning Spreading Resistance (SSRM)
- PeakForce SSRM™
- PeakForce sMIM™
- DataCubes:**
- DCUBE-TUNA
- DCUBE-SSRM
- DCUBE-SCM
- DCUBE-sMIM
- DCUBE-PFM
- DCUBE-CR-PFM
- STM
- LiftMode™
- Dark Lift
- Electrostatic Force (EFM)
- Magnetic Force (MFM)
- AFM-SECM (PF-SECM)
- Electrochemistry (EC-AFM)



Dimension XR Configurations

		XR Nanomechanics	XR Nanoelectrical	XR NanoEC
Nanomechanics	AFM nanoDMA (0.1 - 300 Hz)	●	○	○
	RampScripting	●	○	○
	MIROView	●	○	○
Nanoelectrical	PeakForce TUNA (CAFM)	○	●	○
	DataCube TUNA	○	●	○
	PeakForce KPFM	○	●	○
	Dark Lift	○	●	○
	Electrical TUNA in Liquid	○	●	○
Nano-electrochemical	PeakForce SECM /Electrochemistry	○	○	●
	DataCube SECM	○	○	●
Other Features	Icon FastTapping	●	●	●
	SAMV	●	●	●

Legend

Standard ●
Optional ○

Dimension XR Specifications

	Icon Scan Head	FastScan Scan Head
X-Y Scan Range	90 μm x 90 μm typical, 85 μm minimum	35 μm x 35 μm typical, 30 μm minimum
Z Range	10 μm typical in imaging and force curve, 9.5 μm minimum	≥3 μm modes
Vertical Noise Floor	<30 pm RMS, height in appropriate environment, typical imaging BW (≤625 Hz)	<40 pm RMS, sensor in appropriate environment (up to 625 kHz)
X-Y Position Noise (closed-loop)	≤0.15 nm RMS typical imaging BW (≤625 Hz)	≤0.20 nm RMS typical imaging BW (≤2.5 kHz in adaptive)
Z Sensor Noise	35 pm RMS typical imaging BW (≤625 Hz) 50 pm RMS force curve BW (0.1 Hz to 5 kHz)	30 pm RMS typical imaging BW (≤625 Hz)
System Drift	<200 pm/min	
Sample Size / Holder	210 mm vacuum chuck for samples ≤210 mm in diameter, ≤15 mm thick	
Motorized Position	150 mm x 180 mm inspectable area with rotating chuck; 2 μm repeatability, unidirectional; 3 μm repeatability, bidirectional	
Optics	Auto Focus and digital zoom; <1 μm resolution; 180 μm to 1465 μm viewing area	Auto Focus and digital zoom; <1 μm Resolution; 130 μm to 1040 μm viewing area
EH&S	CE Certified	

● ブルカージャパン株式会社 ナノ表面計測事業部 Bruker Nano Surfaces Division

東京都中央区新川1-4-1

Phone 03-3523-6361

Info-Nano.BNS.JP@bruker.com

www.bruker.com/DimensionXR