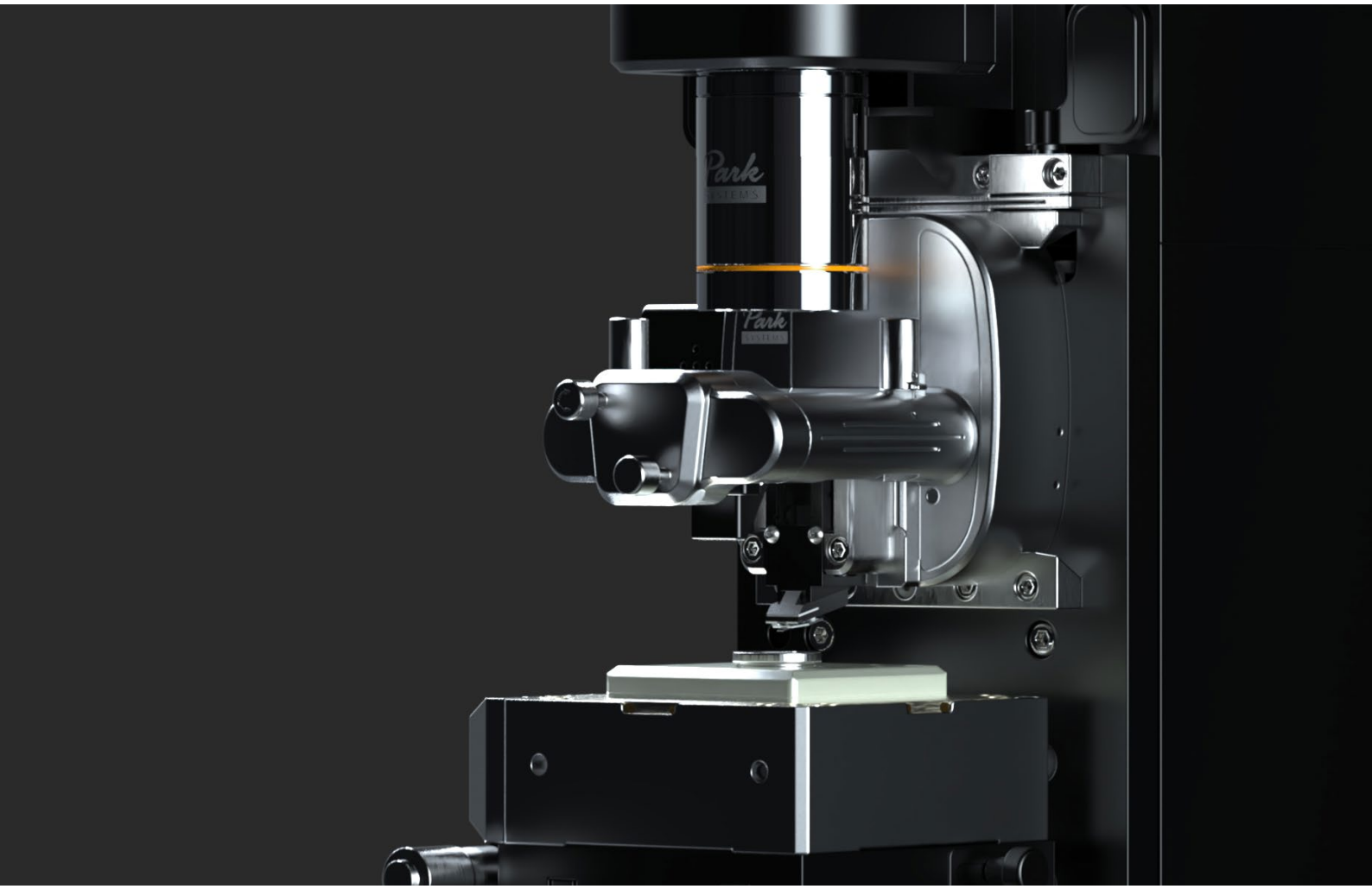
Park NX7

학술 연구를 위한 실용적 나노 계측 솔루션





Park SYSTEMS

Park NX7은 실용적 나노스케일 연구를 위해 설계된 소형 원자현미경(AFM)입니다. 탁상형 크기로 공간이 제한적인 교육 환경 및 실험실에 특히 적합하며, 동시에 안정적인 고해상도 이미징을 제공합니다.

NX7의 핵심에는 Park Systems의 독점적인 직교 스캔 시스템과 True Non-contact™ 모드가 있으며, 이러한 혁신 기술은 팁과 샘플을 모두 보호하면서 측면 모션 아티팩트를 사실상 제거합니다. 이러한 기술을 함께 사용하면 가장 섬세하거나 어려운 샘플에 대해서도 아티팩트 없는 고해상도 이미징이 보장됩니다.

재료 과학에서 고분자 및 생명 공학에 이르기까지 NX7은 안정적인 성능과 신뢰할 수 있는 결과를 제공하여 최첨단 나노스케일 계측을 위한 신뢰받는 플랫폼으로 자리매김하고 있습니다.

NX7 – 핵심 기능

탁월한 AFM 성능

- True Non-contact™ 모드
- 직교 스캔 시스템
- 빠른 Z 서보 속도

사용자 편의성

- 쉬운 프로브 교환
- 직관적인 레이저 빔 정렬

추가 기능

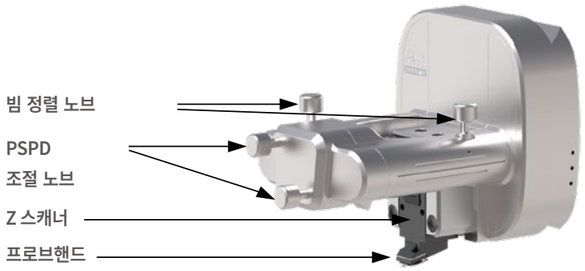
- AFM 모드의 포괄적인 선택
- 다양한 샘플 홀더 옵션

Park NX7

소형 샘플용 차세대 AFM

빠른 Z 서보 및 고해상도

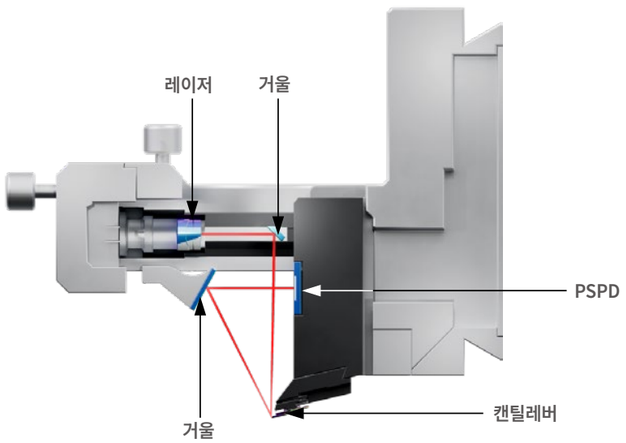
Park NX 시리즈의 이미지 해상도가 더욱 향상되었습니다. 적층형 피에조 액추에이터와 스트레인 게이지 센서로 제작된 NX Z 스캐너는 다양한 표면에서 빠르고 정밀한 측정을 제공합니다. 매우 평평한 샘플에서 거친 샘플까지 스캔 크기에 관계없이 일관된 거칠기 선형성을 유지하여 모든 측정에서 신뢰할 수 있는 결과를 보장합니다.



NX 레이저 빔 경로

NX 헤드는 낮은 코히런스 조명을 제공하는 초발광 다이오드를 통합하여 간섭을 최소화하고 안정적인 신호 감지를 가능하게 합니다. 레이저 빔은 정밀 거울을 통해 캔틸레버와 위치감지광검출기(PSPD)로 유도되어 신호의 정확한 정렬을 보장합니다.

노브는 레이저 빔을 X 및 Y 축을 따라 직접 이동시켜 빔 위치의 직관적인 조정과 프로브 교체 시 손쉬운 재정렬을 가능하게 합니다.



동축 광학 현미경

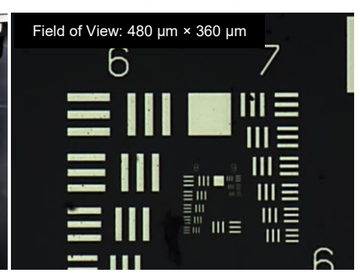
고배율 동축 광학 현미경은 샘플 표면을 선명하게 보여줍니다. 소프트웨어로 제어되는 LED 광원이 샘플 표면을 비추어 더욱 정확한 관찰을 가능하게 합니다.



동축 광학 현미경



NX 옵틱스의 비전



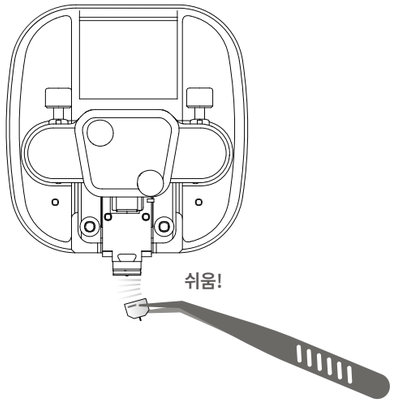
사전 정렬된 프로브 장착 시스템

AFM 프로브 교체는 숙련된 사용자에게도 까다로울 수 있으며, 캔틸레버 파손으로 이어지는 경우가 많습니다. Park AFM은 정밀 위치 조정점이 있는 사전 정렬된 프로브 칩 캐리어를 사용하여 이 문제를 해결하여, 안정적이고 일관된 팁 위치 조정을 보장합니다.

NX 헤드의 Z 스캐너는 정밀 위치 조정을 위한 3개의 정밀 볼이 장착되어 있으며, 하부에 자석을 탑재하여 안전하고 신뢰성을 제공하는 동시에 항상 동일한 장착 위치를 보장합니다.

프로브 칩 캐리어

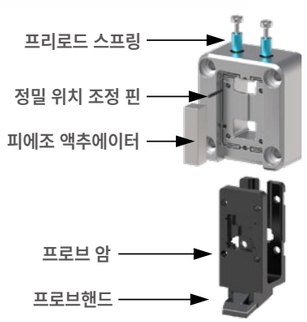




향상된 Z 스캔 직진도

Park NX 시리즈 Z 스캐너는 측정에 사용되는 전체 동작 범위에서 0.1% 이내의 우수한 직선도를 유지하며, 최대 15 µm까지 완전히 확장된 상태에서도 축에서 이탈하는 움직임을 5 nm 이하로 억제합니다.

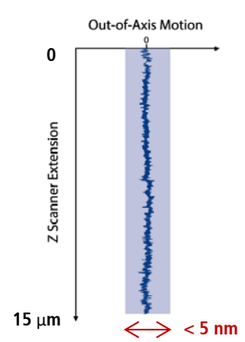
프리로드 스프링, 정밀 위치 조정 핀, 피에조 액추에이터를 결합한 컴팩트한 조립 구조를 통해 드리프트를 최소화하고 정확한 수직 움직임을 보장하여, 신뢰성 있고 왜곡 없는 나노스케일 측정을 지원합니다.



Z 스캐너 어셈블리



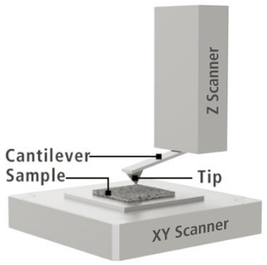




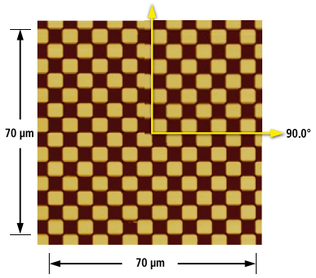
Park AFM 기술

직교 스캔

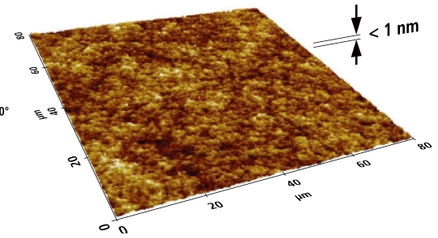
전통적인 튜브 스캐너 방식의 AFM은 Z축 움직임 이탈과 축간 신호 간섭 문제가 발생하기 쉬우며, 특히 대형 스캔 영역에서는 이미지 왜곡이 자주 발생합니다. 모든 Park AFM과 마찬가지로, NX7은 플렉셔 기반 구조를 갖춘 최첨단 직교 스캔 시스템을 사용합니다. 2D 플렉셔 스캐너가 XY 평면에서 샘플을 이동시킬 때, 별도의 1D 플렉셔 스캐너가 Z축 방향에서 팁의 움직임을 독립적으로 제어합니다. 이처럼 분리된 스캐너 구조는 스캔 과정에서 축간 간섭을 최소화하고, 뛰어난 직교성, 선형 스캔, 그리고 우수한 동적 응답성을 통해 Z축 움직임 이탈을 최소화하는 정밀 계측을 지원합니다. XY 피드백을 위해 낮은 노이즈 광학 센서와 Z축 제어를 위해 극도로 낮은 노이즈 스트레인 게이지 센서를 장착한 클로즈드 루프 서보 제어 시스템이 모든 축에서 정밀하고 재현성 높은 스캔을 구현합니다.



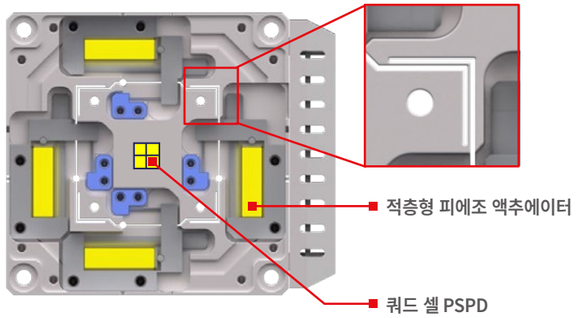
10μm 피치 교정 격자



옵티컬 플랫(80 × 80μm)



XY 스캐너 내부 모습



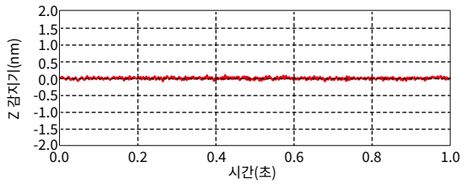
플렉셔 힌지

XY 스캐너는 적층형 피에조 액추에이터와 플렉셔 힌지 구조를 사용하여 수직 방향 간섭 없이 평탄한 수평 이동을 구현하도록 설계되었습니다. 또한 스캐너 중앙에 있는 위치 센서는 서보 제어에 대한 직접적인 피드백을 제공하여, 스캔 영역 전체에 걸쳐 위치 오차를 최소화합니다. 이러한 설계는 라지 샘플을 스캔하는 경우에도 일관된 정확성과 높은 안정성을 보장합니다.

낮은 Z축 감지기 노이즈

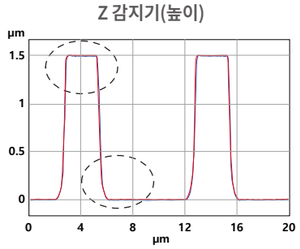
Z축 감지기는 0.02nm 미만의 노이즈 수준을 갖고 있어, 0.1nm 이하의 서브나노미터 정밀도로 높이를 측정할 수 있습니다. 기존 Z축 전압 기반 매핑 방식은 단단한 경계면에서 오버슈트 현상이 발생하기 쉽지만, NX7의 Z축 감지기를 활용하면 정밀한 표면 형상 측정이 가능합니다.

Z 감지기 노이즈

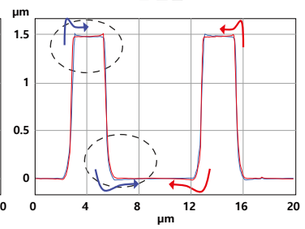


0.02nm(rms), 1kHz BW

Z 감지기(높이)



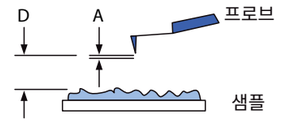
Z 전압

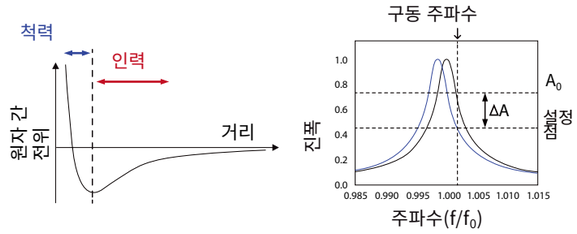


전방 스캔(⟶)
후방 스캔(⟵)

True Non-contact™ 모드

NX7은 Park Systems의 독자적인 기술인 True Non-contact™ 모드를 탑재하고 있습니다. 이 모드는 AFM 팁과 샘플 표면 사이에 작용하는 반데르발스 인력을 감지하여 샘플의 형상을 측정합니다.

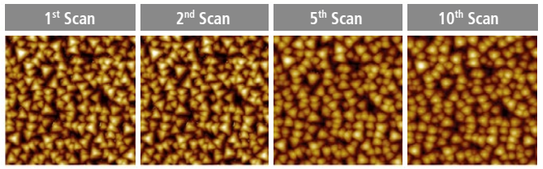




True Non-contact 모드에서는 팁이 공진 주파수보다 약간 높은 주파수에서 진동하는데, 이 지점은 진폭과 주파수 곡선의 기울기가 가장 가파른 영역입니다.

팁이 샘플에 접근하면 반데르발스 인력으로 인해 실질적인 공진 주파수가 낮아지고, 이에 따라 구동 주파 진폭이 감소합니다. Z-서보는 이 감소된 진폭을 새로운 설정점으로 유지하면서, 팁이 XY 방향으로 스캔되는 동안 팁과 샘플의 상호작용을 일정하게 유지하여 정밀한 표면 형상 측정을 가능하게 합니다.

태핑 모드



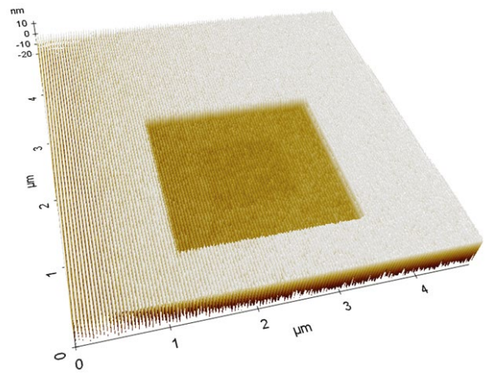
True Non-Contact 모드

CrN 팁 검사용 샘플

True Non-contact 모드는 태핑 모드와 달리 팁 마모와 샘플 손상을 방지할 수 있습니다. 질화크롬(CrN) 팁 검사용 샘플을 반복 스캔한 결과에 따르면, 태핑 모드는 팁 마모로 인해 몇 번의 스캔 후에 이미지가 흐려지지만 True Non-contact 모드는 200회 스캔 후에도 이미지가 선명하게 유지됩니다.

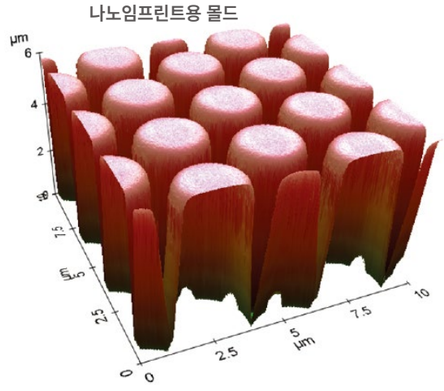
True Non-contact 모드를 사용하면 태핑 모드 기반의 AFM으로 측정하기 어려운 부드럽고 끈적거리는 샘플뿐 아니라 섬세하고 깨지기 쉬운 샘플도 측정 가능합니다. 아래 이미지는 True Non-contact 모드로 획득한 노광 전 포토레지스트의 표면 형상이며, 주사전자현미경(SEM) 스캔 중 전자빔 조사로 발생한 손상을 보여줍니다.

노광 전 포토레지스트



True Non-contact 모드는 높은 형상도 스캔 가능합니다. 팁의 끝부분뿐 아니라 측면에서도 인력을 감지하여, Z 서보가 수직 형상에 접근할 때 빠르게 팁을 반응시킵니다. True Non-contact 모드를 사용하면, 아래 이미지처럼 나노임프린트 몰드와 같은 깊은 구멍이나 높은 기둥 구조물도 측정합니다.

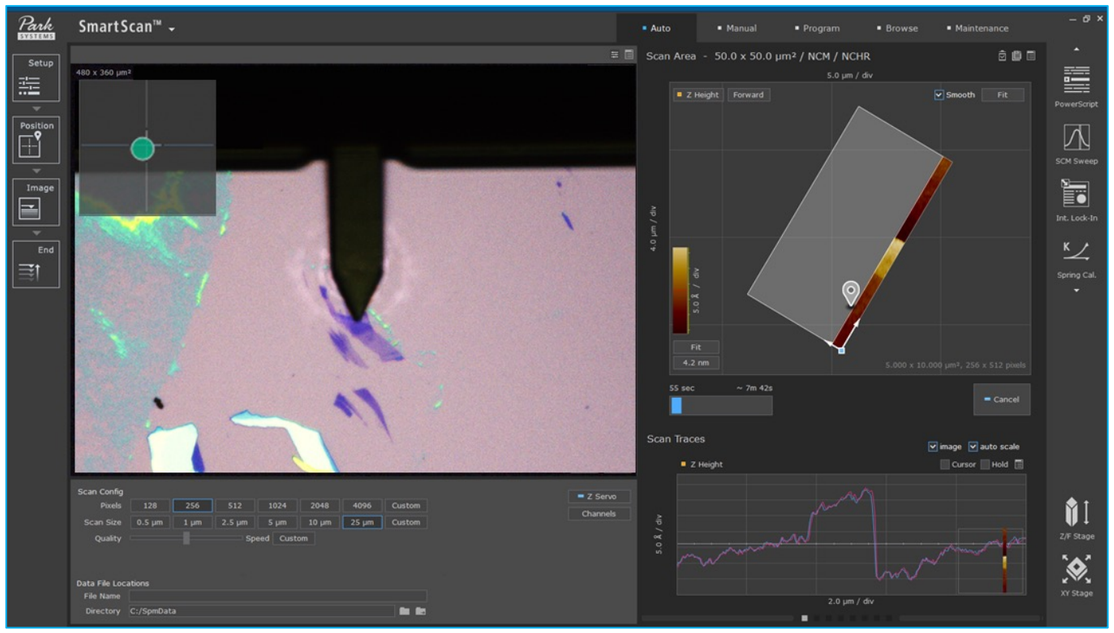
나노임프린트용 몰드



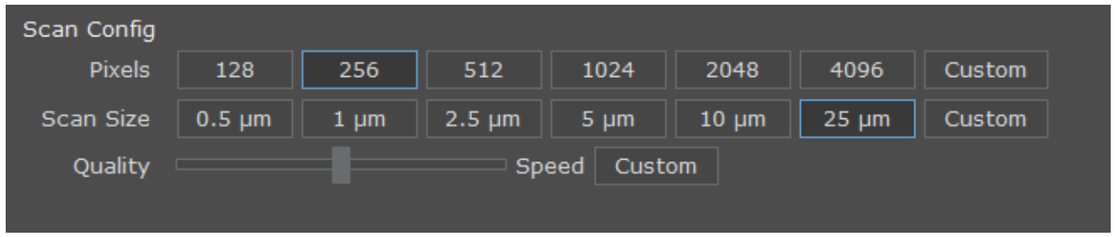
Park SmartScan™

모든 사용자가 쉽게 사용할 수 있는 AFM 기술

NX7에는 직관적인 인터페이스와 강력한 자동화 기능을 제공하는 Park SmartScan™이 탑재되어 있어, 원하는 이미지를 손쉽게 확보할 수 있습니다.



전통적인 AFM 시스템의 경우, 사용자는 Z 서보 게인, 포스 설정값, XY 스캔 속도 등의 수많은 파라미터를 직접 입력하며 시행착오를 겪어야 했습니다. SmartScan은 스캔 크기와 픽셀, 속도와 품질 중 원하는 우선순위 등 단 3가지 파라미터만 선택하면, 나머지는 샘플 형상을 실시간으로 분석하여 자동으로 최적화합니다. SmartScan은 초보자도 고품질 이미지를 쉽게 확보할 수 있는 방안을 제시하여, 사용자의 부담을 최소화합니다.

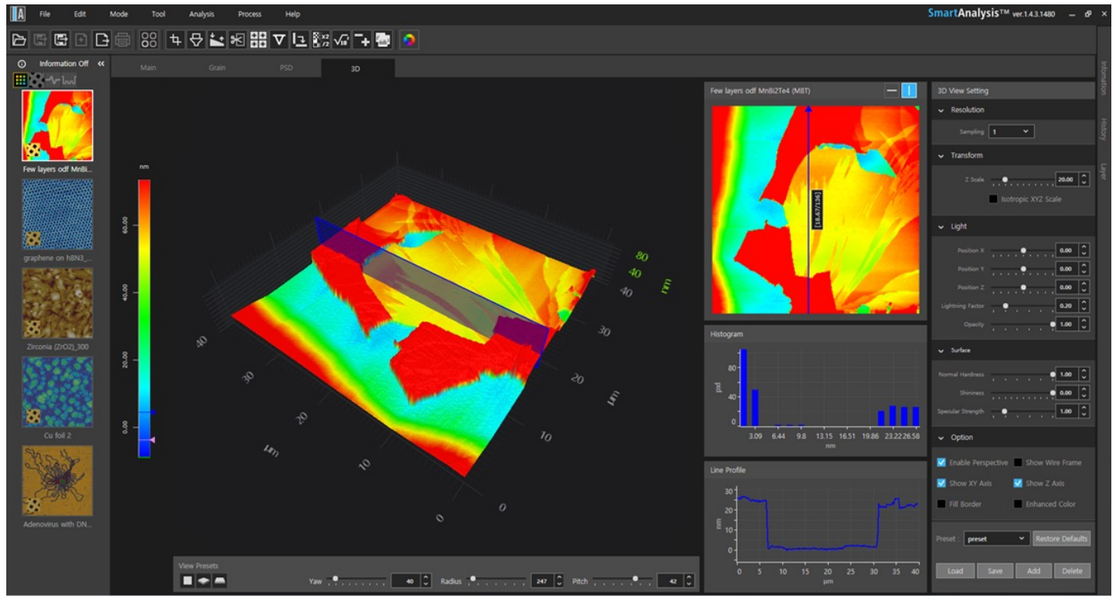


자동 모드의 품질–속도 제어는 Park의 AdaptiveScan™ 기술에 의해 구동되며, 표면 변화에 따라 스캔 속도를 지능적으로 조정합니다. 높이 차이가 큰 영역에서는 속도를 늦추고 평평한 영역에서는 속도를 높여 이미지 품질과 측정 효율의 균형을 유지합니다. 이 고급 제어 기능은 팁 마모와 이미지 왜곡을 최소화하면서 일관된 이미징 성능을 보장합니다.

Park SmartAnalysis™

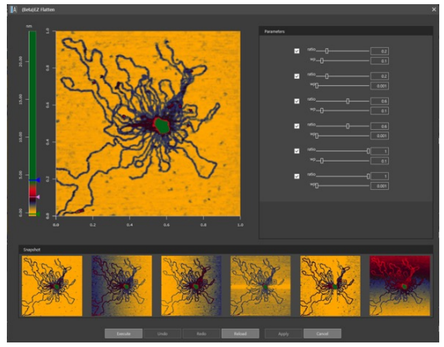
AFM 데이터 워크플로 최적화

NX7에서 스캔한 데이터는 AFM 이미지 분석 소프트웨어인 Park SmartAnalysis™를 사용하여 분석할 수 있습니다. 이 소프트웨어는 빠른 이미지 처리, 포괄적 데이터 분석, 효율적 결과 공개를 지원합니다.



Adenovirus with DNA Bundle Topography

EZ Flatten을 통한 후처리

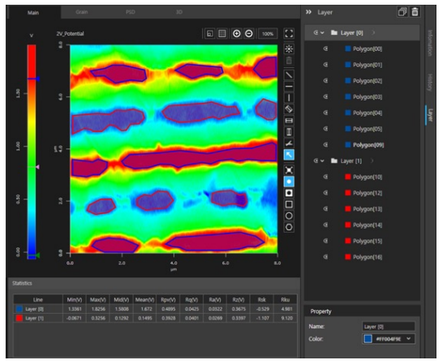


EZ Flatten

노이즈, 샘플 경사, 표면 불규칙성과 같은 아티팩트를 보정하는 AFM 데이터 후처리는 번거롭고 시간이 많이 걸립니다. SmartAnalysis는 EZ Flatten 기능을 통해 이를 간소화합니다. 다양한 평탄화 파라미터 세트를 적용해 6개의 결과를 자동으로 생성하기 때문에 사용자는 샘플 데이터 특성을 가장 정확하게 대표하는 이미지를 선택할 수 있습니다.

Multi-Layer Ceramic Capacitor Potential

다중 관심 영역 지정



다중 레이어 분석

사용자는 다각형 자유 영역 그리기 도구를 사용하여 관심 있는 영역을 동시에 분석 및 비교할 수 있습니다. 기존 AFM 데이터 분석 소프트웨어가 한 번에 하나의 영역만 분석할 수 있는 것과 달리, SmartAnalysis는 선택된 모든 영역에서 다양한 지표를 동시에 제공합니다.

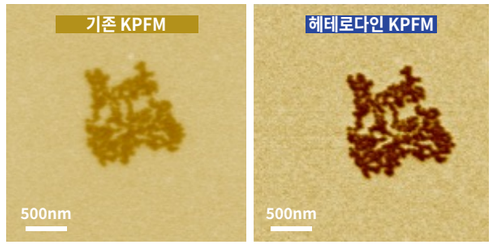
Park NX7
연구 가능성의 확장

전기적 특성 모드

NX7은 형상 측정 외에도 전기적 특성 측정을 포함한 고급 AFM 모드를 지원합니다. 헤테로다인 KPFM은 정량적 표면 전위 매핑에 더 높은 감도와 해상도를 제공하며, 접촉 공진 PFM은 기존 PFM보다 훨씬 선명한 대비로 압전 응답 감지 성능을 향상시킵니다.

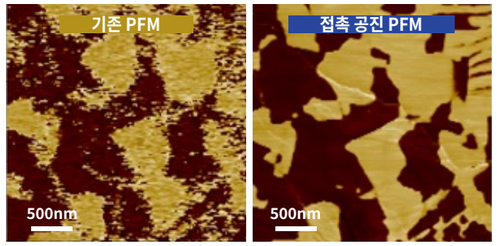
헤테로다인 KPFM
정량적 표면 전위 측정을 위한 더 높은 감도와 공간 해상도를 제공합니다.

KPFM 표면 전위 F14H20



접촉 공진 PFM
접촉 공진 시에 감도를 향상시켜 압전 응답 검출 성능을 향상시킵니다.

PMN-PT의 PFM 위상



기계적 특성 모드

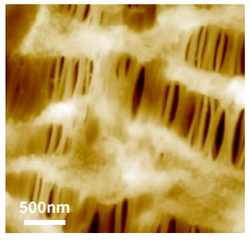
기계적 특성 분석을 위해 NX7은 고속 나노기계 맵핑을 위한 Fast PinPoint™, 나노스케일 점탄성 거동 분석을 위한 동적 기계 분석(Dynamic Mechanical Analysis), 그리고 횡방향 상호작용 연구를 위한 비틀림력 현미경(Torsional Force Microscopy)을 제공합니다. 이러한 모드는 AFM 연구 역량을 이미징을 넘어 확장하여 다양한 재료에 대한 고급 연구를 지원합니다.

Fast PinPoint™
탄성률 및 접착력과 같은 나노기계적 특성을 고속으로 정량 측정합니다.

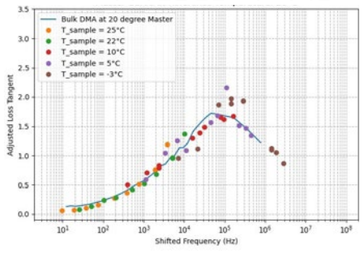
동적 기계 분석
샘플에 동적 가진을 가하여 나노스케일 점탄성 거동을 측정합니다.

비틀림력 현미경
캔틸레버의 비틀림 공진 반응을 감지하여 횡방향 상호작용을 분석합니다.

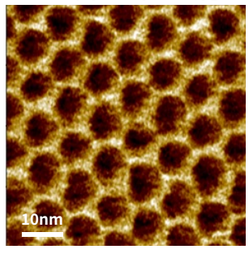
셀가드(Cell Guard)의 높이



20°C에서의 손실 탄젠트 마스터 곡선



hBN에서 tBG의 TFM 위상



샘플 홀더 옵션

자기 샘플 홀더는 금속 디스크를 사용하여 빠르고 쉽게 샘플을 로드하여 다양한 샘플 유형에 걸쳐 안정적인 부착을 보장합니다. NX7은 측벽 분석을 위한 쐐기형 샘플 홀더와 단면 홀더를 포함한 다양한 샘플 홀더 옵션을 지원합니다.



자기 샘플 홀더



쐐기형 샘플 홀더

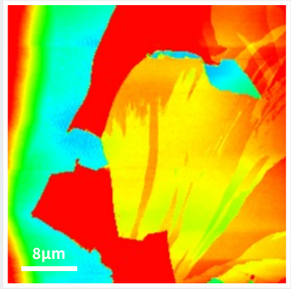


단면 샘플 홀더

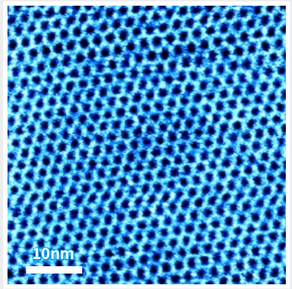
Park NX7
다양한 애플리케이션 측정에 최적화

NX7은 다양한 학술 및 첨단 연구 분야에 정밀한 측정 기능을 제공합니다.

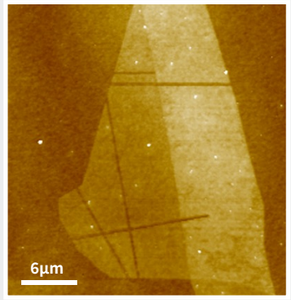
2D Materials

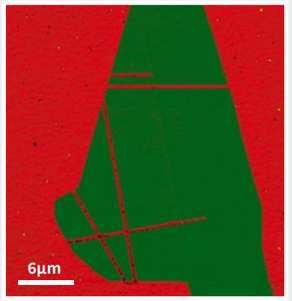


MnBi2Te4(MBT)
2D 재료 연구 및 위상 절연체 분야에서 주목받는 물질인 소수층 MnBi2Te4(MBT)를 True Non-contact 모드로 측정했습니다. 스캔 이미지는 최고점부터 최저점까지의 높이 차이가 약 85.9nm인 층상 표면 형상을 보여줍니다.



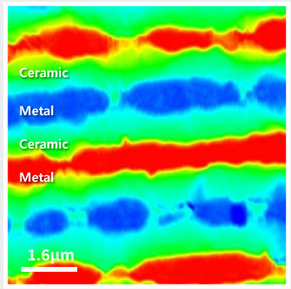
Graphene on hBN
널리 연구되는 2D 이종 구조인 육각형 질화붕소(hBN) 위의 그래핀을 전도성 AFM(C-AFM)으로 측정했습니다. 전류 이미지는 최고점부터 최저점까지의 높이 차이가 약 52.7nA인 모아레 패턴을 보여줍니다.



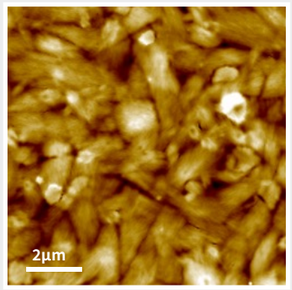


Cutting Graphene
리소그래피로 패턴화된 그래핀 샘플을 횡력 현미경(LFM)으로 측정했습니다. 좌측의 높이 이미지와 우측의 측면 이미지는 리소그래피 공정 중에 패턴화된 영역에 해당하는 명확한 형상 및 마찰 대비를 보여줍니다.

Metals & Ceramics

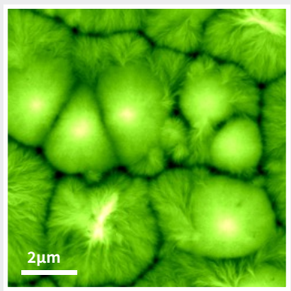


Multi-Layer Ceramic Capacitor (MLCC)
MLCC는 금속 전극과 세라믹 유전체층이 교대로 적층된 구조입니다. 켈빈 프로브 힘 현미경(KPFM)을 사용하여 두 금속 전극 사이에 2V 바이어스를 인가한 상태에서 표면 전위를 관찰하였으며, 적층 콘덴서 구조 전반에 걸쳐 전압 대비가 명확하게 확인되었습니다.



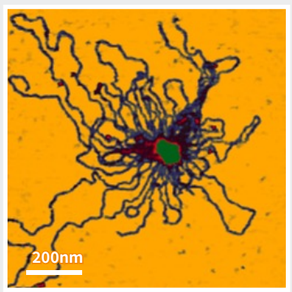
Zirconia (ZrO2)
온도에 민감한 지르코니아(ZrO2)를 300°C로 가열한 후에 True Non-contact 모드로 관찰했습니다. 스캔 이미지는 최고점부터 최저점까지의 높이 차이가 약 55.5nm인 표면 형태 변화를 보여줍니다.

Polymers



Polyvinylidene Fluoride (PVDF)
클로로포름에 용해된 PVDF 비드의 표면을 True Non-contact 모드로 관찰했습니다. 스캔 이미지는 나노스케일 표면 특징을 보여주며, 최고점부터 최저점까지의 높이 차이는 약 238.7nm로 측정되었습니다

Biological Materials



Adenovirus with DNA Bundle
DNA 다발 구조를 가진 아데노바이러스 샘플을 True Non-contact 모드로 관찰했습니다. 스캔 이미지는 바이러스 입자와 관련된 DNA 구조를 보여주며, 최고점부터 최저점까지의 높이 차이는 약 24.5nm로 측정되었습니다.

Park NX7

기술 세부사양

AFM Modes

- Topographic Imaging
  - Contact Mode
    - Constant Height Mode
    - Constant Force Mode
  - 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
    - Photocurrent Mapping (PCM) *
  - Scanning Tunneling Microscopy (STM) *
  - Scanning Capacitance Microscopy (SCM) *
  - Piezoresponse Force Microscopy (PFM)
    - Piezoresponse 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)
- Nanolithography & Manipulation
  - Nanolithography *
  - Nanomachining *
- In-liquid Operation
  - In-liquid Topography *
- Electrochemical Properties
  - Electrochemical AFM (EC-AFM) *

Scanner

- XY scanner (50 µm × 50 µm, 100 µm × 100 µm or 10 µm × 10 µm)
- Flexure-guided high-force Z scanner (15 µm or 30 µm)

Sample Mount

- 50 mm x 50 mm (w × d), up to 23 mm thickness

On-axis Optics Microscope

- Direct on-axis vision of sample surface and cantilever
- Field of view: 480 µm × 360 µm (w/ 10× objective lens)
- CCD: 1.2 M Pixel
  5 M Pixel (optional)

Stage

- XY stage: 13 mm × 13 mm (Manual)
- Z stage: 26 mm (Motorized)
- Focus stage: 30 mm (Manual)

Dimension and Weight

- Table-top AE (Outer): 510 mm × 715 mm × 630 mm
- System Granite Table: 800 mm × 700 mm × 590 mm
- Desk: 1,410 mm × 810 mm × 740 mm
- Total weight: 223 kg (AFM Body + AE + Granite Table)

Required Environment

- Required acoustic noise level: Below 65 dB
- Required floor vibration level: VC-D (6.25 µm/sec)
- Power: 1 kW (Maximum)

** 추가 옵션이 필요합니다.*
*** Park Systems에 문의 바랍니다.*

Park SYSTEMS
www.parksystems.com