

Park NX12

생물학 및 전기화학 연구에 최적화된 솔루션



Park
SYSTEMS

NX12는 재료 과학, 전기화학 및 생화학 연구를 위해 특별히 제작된 원자현미경(AFM)입니다. 액체 및 대기 환경에서 나노스케일 이미징 및 물성 분석을 제공하며, 주사 탐침 기술과 도립형 광학 현미경을 통합하여 동적 프로세스에 대한 포괄적인 분석을 수행합니다.

NX12의 핵심은 Park의 True Non-contact™ 모드와 직교 스캔 시스템을 나노피펫 기반 기술의 결합입니다. 이를 통해 동일한 샘플에서 구조적, 기계적, 전기적, 광학 정보를 연결하는 정밀한 표면 형상 측정과 상관 분석이 가능합니다.

NX12는 SICM을 사용한 살아있는 세포의 비침습적 액체 내 이미징 및 SECM/SECCM을 통한 국소 반응성의 고해상도 매핑을 포함한 다양한 전문 실험을 지원합니다. 디지털 제어 환경 챔버를 통해 가스와 온도 조건을 안정적으로 유지하여, 신뢰성과 재현성이 높은 연구를 지원합니다.

NX12 - 핵심 기능

특수 바이오 AFM 및 전기화학적 기능

- 도립 광학 현미경과의 통합
- 생물학적 응용을 위한 액체 내 AFM 이미징
- 환경 제어 챔버
- 나노피펫 기반 응용 분야

탁월한 AFM 성능

- True Non-contact™ 모드
- 직교 스캔 시스템
- 빠른 Z 서보 속도
- 쉬운 프로브 교환
- AFM 모드의 포괄적인 선택

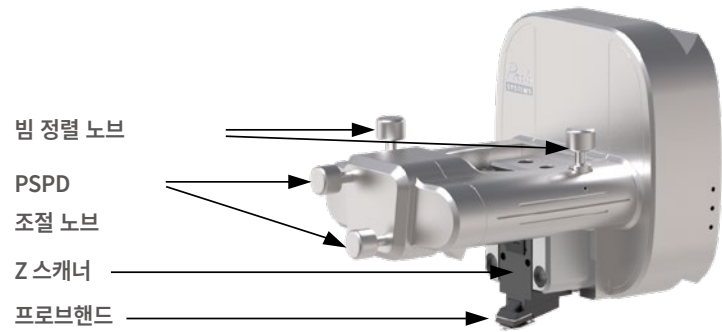


Park NX12

차세대 AFM과 독립형 광학 현미경의 통합

빠른 Z 서보 및 고해상도

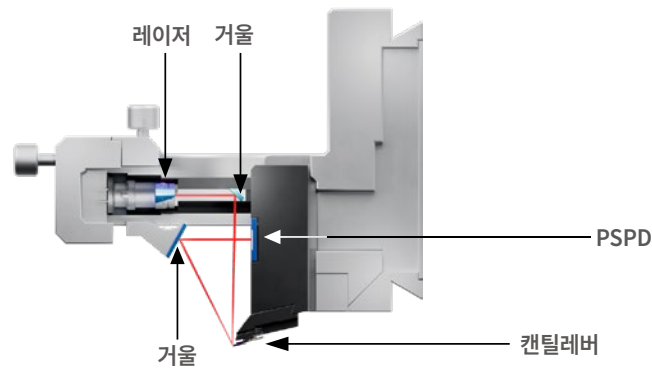
Park NX 시리즈의 이미지 해상도가 더욱 향상되었습니다. 적층형 피에조 액추에이터와 스트레인 게이지 센서로 제작된 NX 시리즈의 Z 스캐너는 다양한 표면에서 빠르고 정밀한 측정을 제공합니다. 매우 평평한 샘플에서 거친 샘플까지 스캔 크기에 관계없이 일관된 거칠기 선형성을 유지하여 모든 측정에서 신뢰할 수 있는 결과를 보장합니다.



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.



향상된 Z 스캔 직진도

Park NX 시리즈 Z 스캐너는 측정에 사용되는 전체 동작 범위에서 0.1% 이내의 우수한 직선도를 유지하며, 최대 15 μm 까지 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.



독립형 광학 현미경과의 통합

NX12는 독립형 광학 현미경과 원활하게 통합되어, 연구원이 광학 이미징의 넓은 시야와 AFM의 나노스케일 해상도를 결합할 수 있도록 합니다. 이러한 상호 연관된 설정을 통해 단일 워크플로에서 다양한 길이 스케일에 걸쳐 샘플을 분석할 수 있습니다. 이는 세포 수준의 구조와 나노스케일의 세부 사항을 동시에 연구해야 하는 투명 샘플과 생물학 연구에 특히 유용합니다.

나노피펫 기반 응용 분야

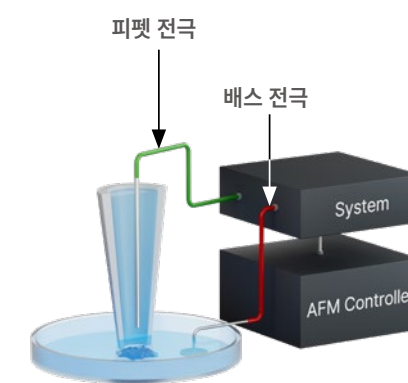
NX12는 기존 AFM 이미징뿐 아니라, SICM, SICM-SECM 및 SECCM과 같은 고급 응용도 지원합니다. 이러한 기술은 나노스케일의 전기화학 및 이온 이미징을 가능하게 하여 연구원에게 새로운 분야를 탐구할 수 있는 강력한 도구를 제공합니다.

이를 통해 사용자는 표면 형상을 넘어 이온 관련 프로세스, 전기화학적 활성, 표면 반응성을 조사할 수 있으며, 재료 과학뿐만 아니라 생물학 및 전기화학 연구에도 NX12를 활용할 수 있습니다.



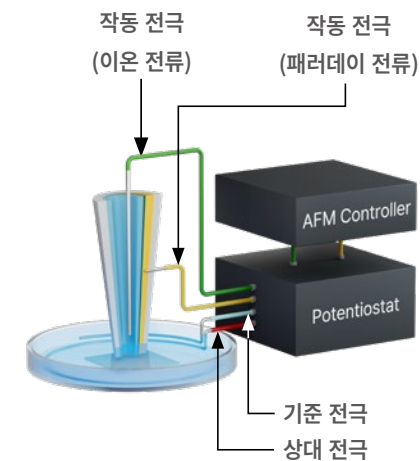
SICM

액체 환경에서 나노피펫을 통해 흐르는 이온 전류를 모니터링하여 연질, 액체에 잠긴 샘플, 생물학적 샘플 등의 표면 형상을 측정합니다.



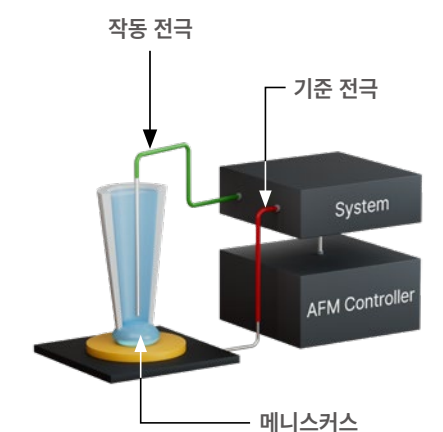
SICM-SECM

액체 환경에서 표면 형상과 국소 전기화학적 활성을 동시에 매핑할 수 있습니다.



SECCM

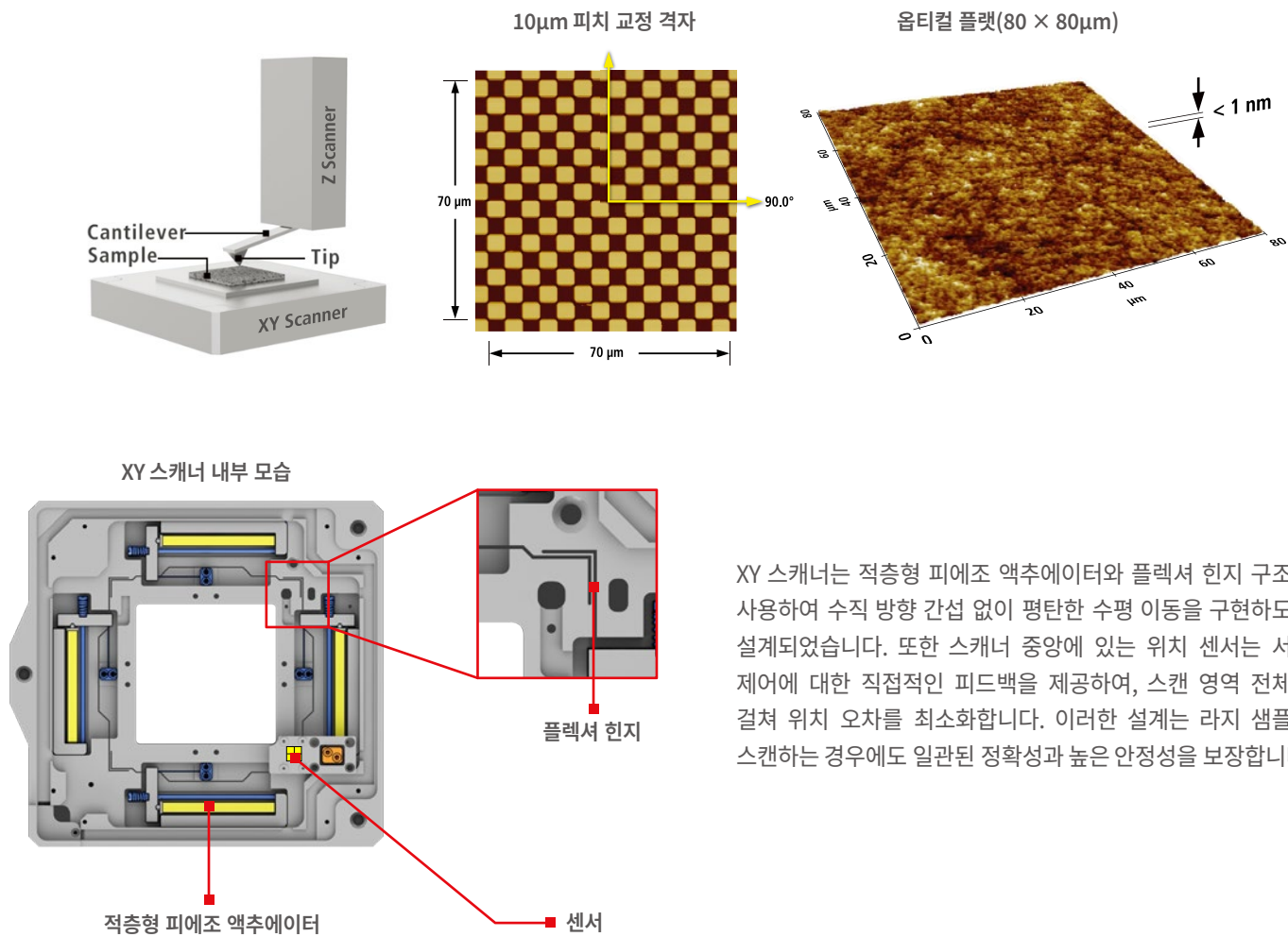
샘플 전체를 액체에 담그지 않고도 나노피펫 메니스커스를 통해 국소 전기화학 반응을 분석할 수 있습니다.



Park AFM 기술

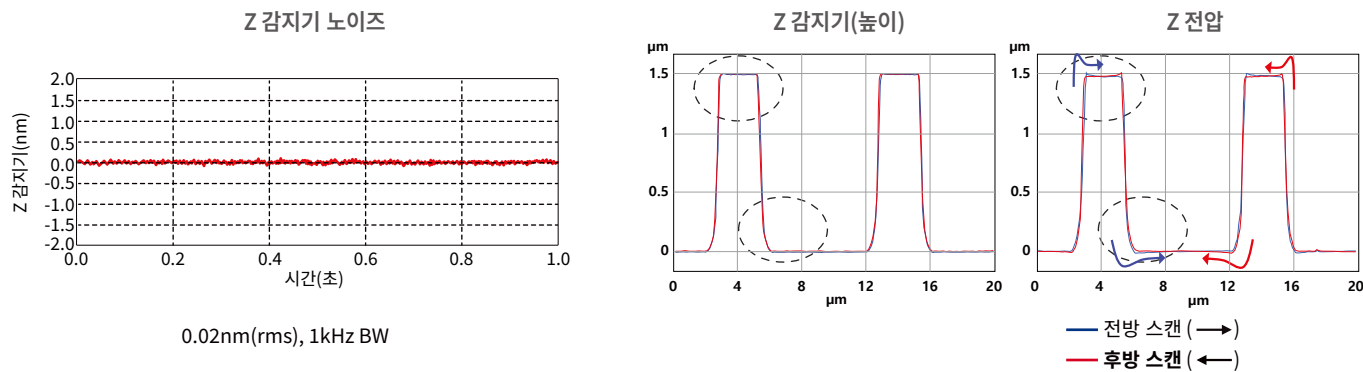
직교 스캔

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, NX12는 플렉서 기반 구조를 갖춘 최첨단 직교 스캔 시스템을 사용합니다. 2D 플렉서 스캐너가 XY 평면에서 샘플을 이동시킬 때, 별도의 1D 플렉서 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.



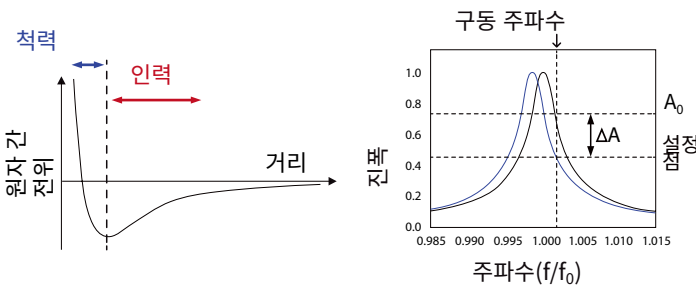
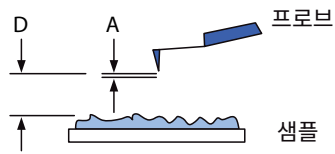
낮은 Z축 감지기 노이즈

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, NX12의 Z축 감지기를 활용하면 정밀한 표면 형상 측정이 가능합니다.



True Non-contact™ 모드

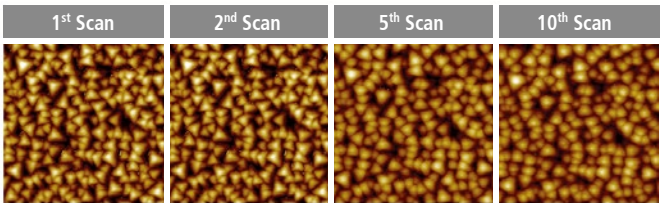
NX12는 Park Systems의 독자적인 기술인 True Non-contact™ 모드를 탑재하고 있습니다. 이 모드는 AFM 팁과 샘플 표면 사이에 작용하는 반데르발스 인력을 감지하여 샘플의 형상을 측정합니다.



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

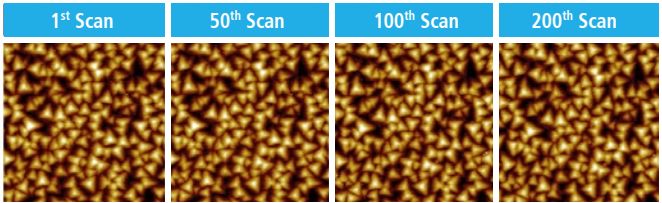
팁이 샘플에 접근하면 반데르발스 인력으로 인해 실질적인 공진 주파수가 낮아지고, 이에 따라 구동 주파 진폭이 감소합니다. Z-서보는 이 감소된 진폭을 새로운 설정점으로 유지하면서, 팁이 XY 방향으로 스캔되는 동안 팁과 샘플의 상호작용을 일정하게 유지하여 정밀한 표면 형상 측정을 가능하게 합니다.

태핑 모드



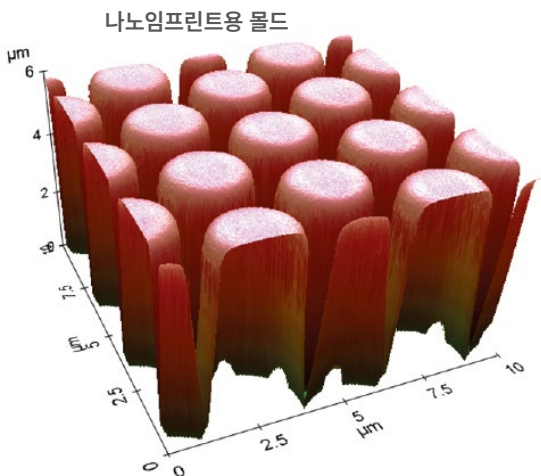
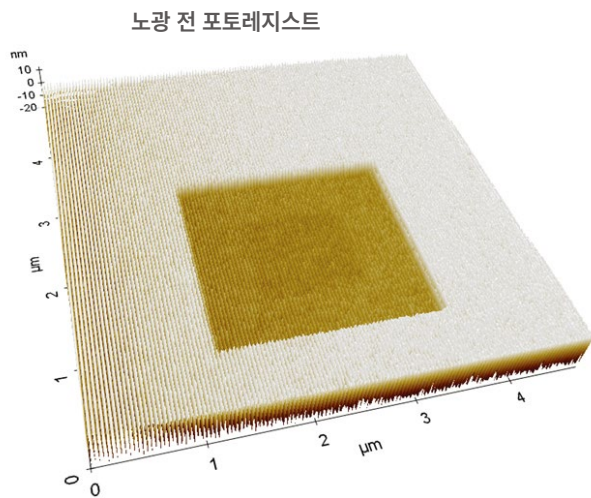
True Non-contact 모드는 태핑 모드와 달리 팁 마모와 샘플 손상을 방지할 수 있습니다. 질화크롬(CrN) 팁 검사용 샘플을 반복 스캔한 결과에 따르면, 태핑 모드는 팁 마모로 인해 몇 번의 스캔 후에 이미지가 흐려지지만 True Non-contact 모드는 200회 스캔 후에도 이미지가 선명하게 유지됩니다.

True Non-Contact 모드



CrN 팁 검사용 샘플

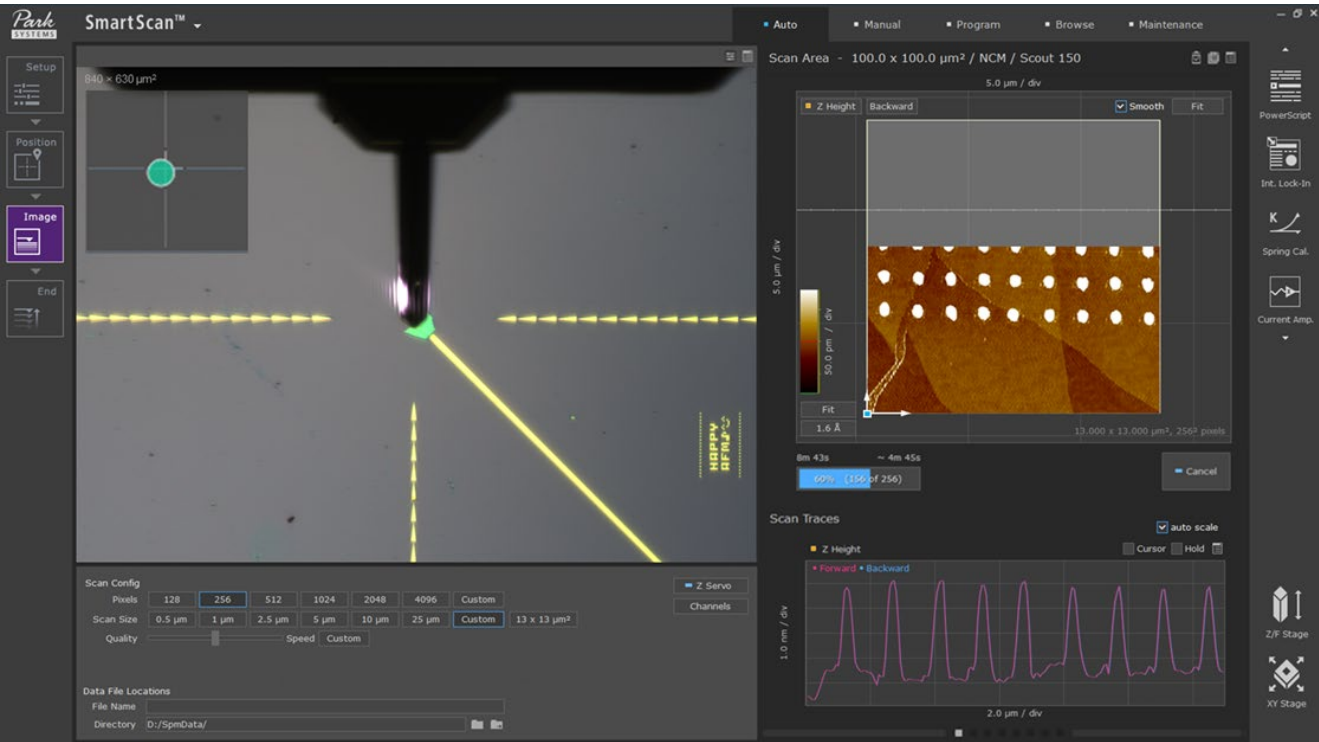
True Non-contact 모드를 사용하면 태핑 모드 기반의 AFM으로 측정하기 어려운 부드럽고 끈적거리는 샘플뿐 아니라 섬세하고 깨지기 쉬운 샘플도 측정 가능합니다. 아래 이미지는 True Non-contact 모드로 획득한 노광 전 포토레지스트의 표면 형상이며, 주사전자현미경 (SEM) 스캔 중 전자빔 조사로 발생한 손상을 보여줍니다.



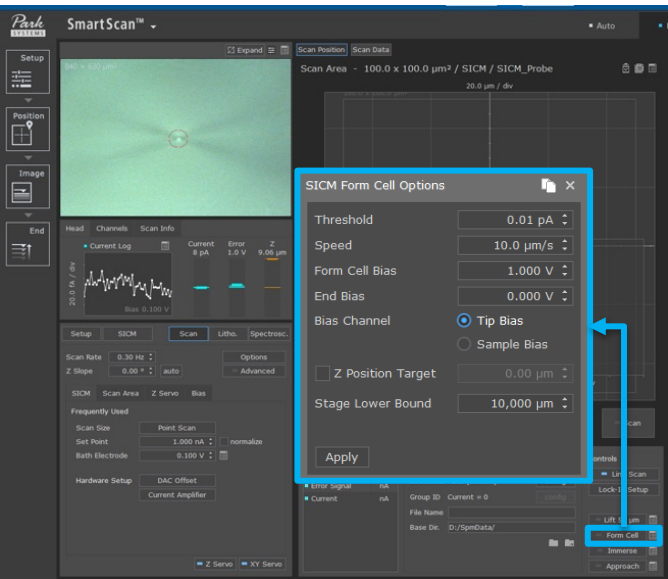
Park SmartScan™

모든 사용자가 쉽게 사용할 수 있는 AFM 기술

NX12에는 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.



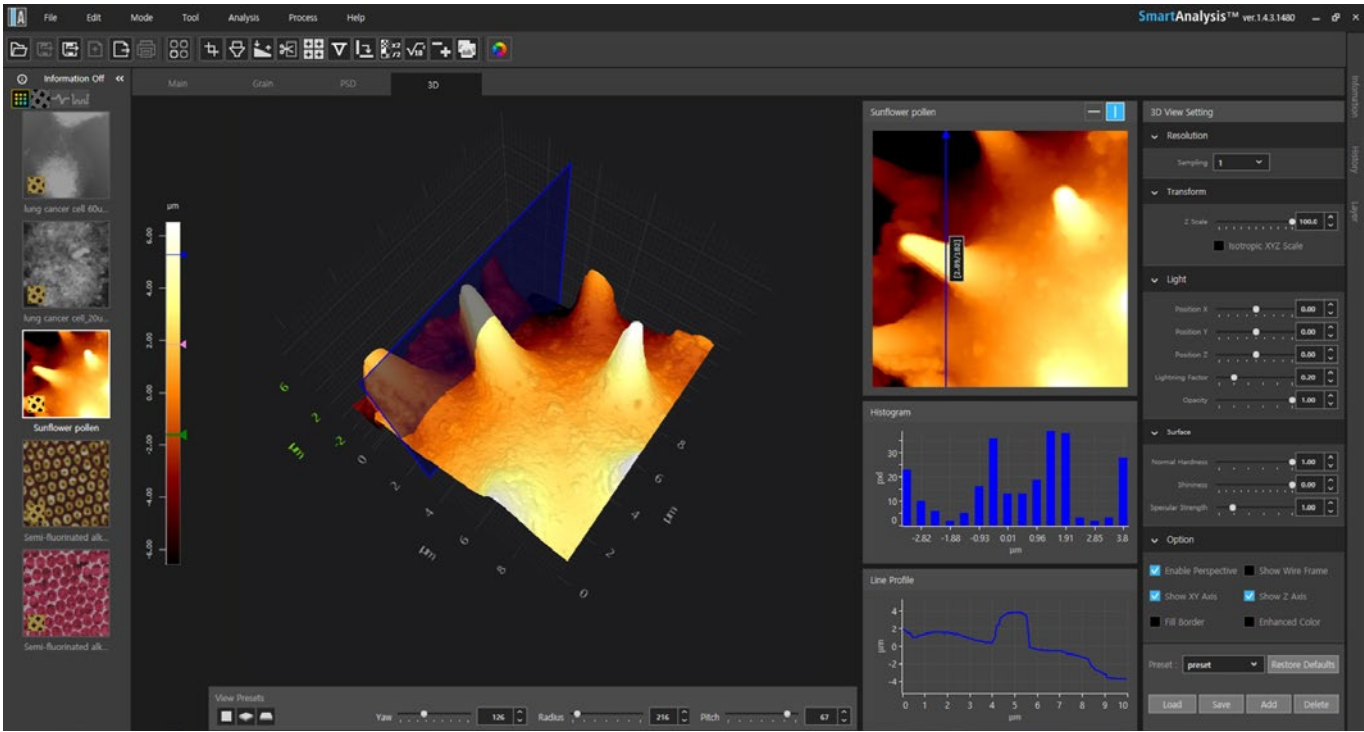
나노피펫 기반 응용 분야를 위한 직관적인 인터페이스

SmartScan은 SICM, SICM-SECM 및 SECCM 응용 분야를 위한 직관적인 인터페이스를 제공하여 전기화학 및 생물학적 연구를 위한 나노피펫 기반 측정의 정밀한 제어와 실시간 모니터링을 제공합니다.

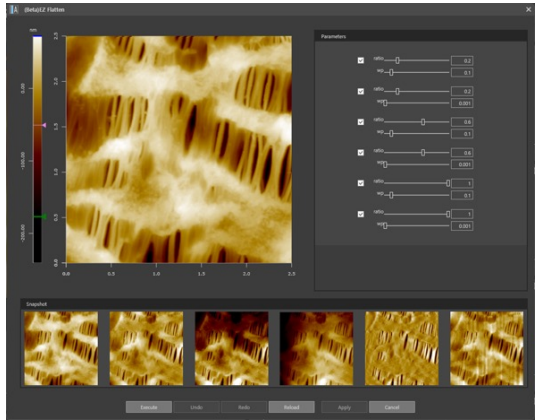
Park SmartAnalysis™

AFM 데이터 워크플로 최적화

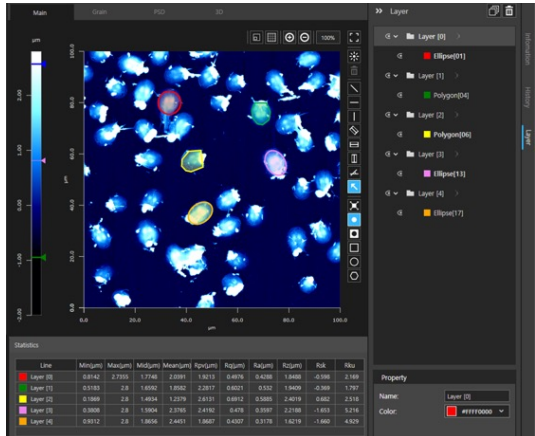
NX12에서 스캔한 데이터는 AFM 이미지 분석 소프트웨어인 Park SmartAnalysis™를 사용하여 분석할 수 있습니다. 이 소프트웨어는 빠른 이미지 처리, 포괄적 데이터 분석, 효율적 결과 공개를 지원합니다.



Cellguard Topography EZ Flatten을 통한 후처리



Giardia in Liquid Topography 다중 관심 영역 지정



EZ Flatten

노이즈, 샘플 기울기, 표면 불균일성과 같은 아티팩트를 보정하기 위한 AFM 데이터의 후처리 작업은 수작업으로 이루어지며, 번거롭고 많은 시간이 소요됩니다. SmartAnalysis는 EZ Flatten 기능을 통해 이 과정을 간소화합니다. 다양한 평탄화 파라미터 세트를 사용하여 6개의 자동 평탄화 결과를 통해 사용하는 데이터를 가장 정확하게 나타내는 버전을 선택할 수 있습니다.

다중 레이어 분석

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

Park NX12

연구 적용 범위의 확장

옵션 모드를 위한 간편한 하드웨어 설정

NX12는 고급 AFM 기능을 위한 광범위한 확장 옵션을 제공하는 모듈식 설계를 특징으로 합니다. 헤드 확장 모듈(HEM)은 NX AFM 헤드에 쉽게 통합되어 기능을 향상시킬 수 있으며, 옵션 모듈은 확장 슬롯에 직접 연결하여 고급 모드 설정을 간소화합니다. 이러한 모듈은 NX 시리즈 내에서 상호 호환되므로 다양한 시스템에서 쉽게 공유하고 유연하게 사용할 수 있습니다.



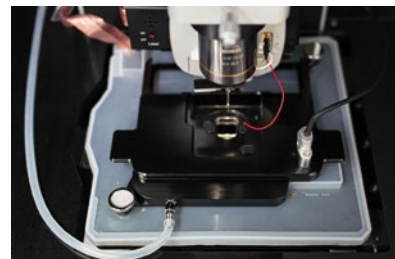
환경 제어 챔버

라이브 셀 챔버(LCC)는 NX12를 위해 개발된 환경 제어 솔루션으로, 살아있는 세포의 액체 내 AFM 연구를 장기간 수행할 수 있도록 합니다. 인큐베이터와 유사한 시스템으로 안정적인 온도, 습도 및 CO₂ 조건을 유지하여 장시간 이미징 세션 동안 세포의 생존 가능성을 보장합니다. 커버 글라스 및 7mm 페트리 접시와 같은 다양한 샘플 형식과 호환되는 라이브 셀 챔버는 연구원에게 생리학적으로 적합한 환경에서 세포의 행동, 성장 및 반응을 연구할 수 있는 다양한 환경을 제공합니다.

라이브 셀 챔버 제어 시스템



NX12에 설치된 라이브 셀 챔버



액체 내 AFM 이미징

NX12는 생물학 및 전기화학 샘플의 고유 상태를 유지하면서 액체 환경에서 안정적인 나노스케일 이미징을 가능하게 합니다. 이 기능은 전기화학 AFM(EC-AFM) 실험과 호환되므로, 연구원이 생리학적으로 관련된 조건에서 동적 과정을 연구할 수 있습니다.

액체 프로브헤드



개방형 액체 셀



범용 액체 셀

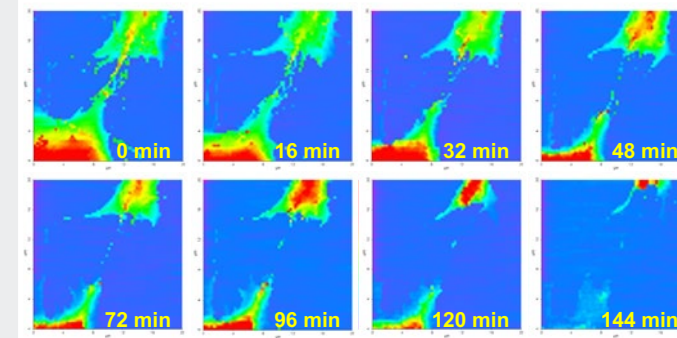


Park NX12

다양한 애플리케이션 측정에 최적화

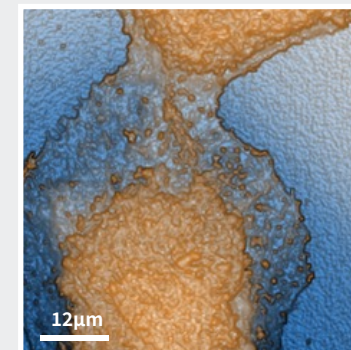
NX12는 재료 과학, 전기화학 및 생화학 연구를 위한 정밀 측정을 제공합니다.

Biological Materials



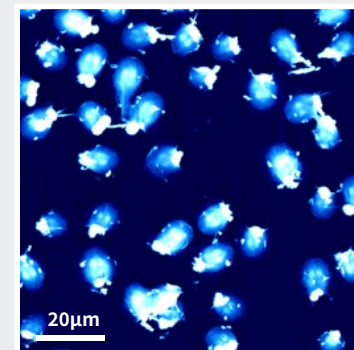
Live Fibroblast Cell

살아있는 섬유아세포(fibroblast)를 주사 이온 전도 현미경(SICM)으로 측정했습니다. 연속적으로 나타나는 형상 이미지는 살아있는 세포의 이동성과 형태 변화를 보여주며, 최고점부터 최저점까지의 높이 차이는 약 13μm입니다.



Lung Cancer Cell

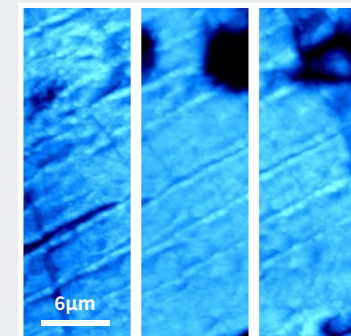
폐암 세포를 주사 이온 전도 현미경(SICM)으로 측정했습니다. 형상 이미지는 세포의 표면 구조를 자세히 보여주며, 최고점부터 최저점까지의 높이 차이는 약 8.17μm입니다.



Giardia in Liquid

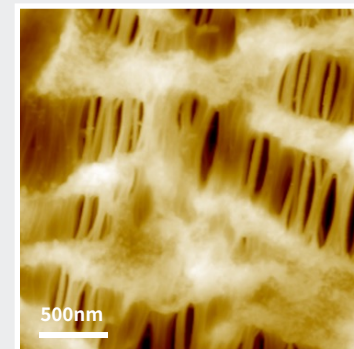
액체 내 지알디아 샘플을 탭핑 모드로 측정했습니다. 형상 이미지는 미생물의 표면 구조를 명확하게 보여주며, 최고점부터 최저점까지의 높이 차이는 약 2.8μm입니다.

Energy & Advanced Materials



Li Surface

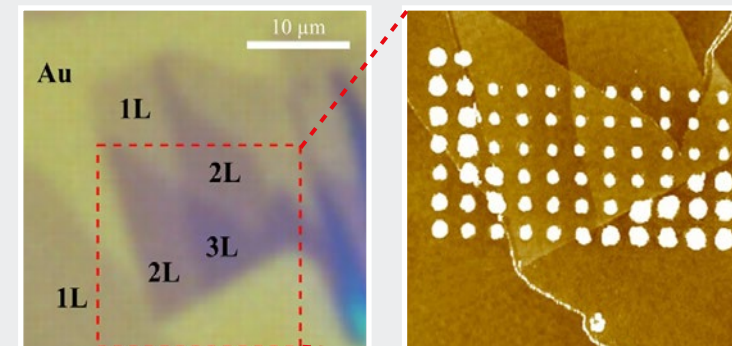
금속 도금 및 박리 과정에서 전기화학 원자현미경(EC-AFM)을 사용하여 리튬 표면을 관찰했습니다. 연속적으로 나타나는 높이 이미지는 초기 리튬 표면에서 5분 박리 이후와 5분 도금 이후의 표면 변화를 보여주며, 전기화학적 순환에 의해 유도된 나노스케일 변화를 시각화합니다.



Cellguard

셀가드(Cellguard) 샘플을 Fast PinPoint™ 모드로 측정했습니다. 형상 이미지는 재료의 나노스케일 표면 특징을 보여주며, 최고점부터 최저점까지의 높이 차이는 약 313nm입니다.

2D Materials



Footprints of Electrochemical Reaction on MoSe₂ Crystals

다양한 층수를 가진 MoSe₂ 결정을 스캐닝 전기화학 셀 현미경(SECCM)으로 측정 후, True Non-contact 모드로 특성을 분석했습니다. 좌측의 빨간 박스로 표시된 영역에서 측정된 우측의 AFM 높이 이미지는 결정 표면 전체에 걸친 SECCM 매핑 과정에서 형성된 국소 전기화학 반응의 나노스케일 흔적을 보여줍니다.

Park NX12

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
 - Scanning Spreading Resistance Microscopy (SSRM) *
 - 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)
- Magnetic Properties
 - Magnetic Force Microscopy (MFM)
 - Frequency Modulation MFM (FM-MFM)
 - Amplitude Modulation MFM (AM-MFM)
- Thermal Properties
 - Scanning Thermal Microscopy (SThM) *
 - Temperature Mapping
 - Thermal Conductivity Mapping
- Nanolithography & Manipulation
 - Nanolithography *
 - Nanomachining *
- In-liquid Operation
 - In-liquid Topography *
 - Scanning Ion Conductance Microscopy (SICM) *
- Electrochemical Properties
 - Electrochemical AFM (EC-AFM) *
 - Scanning Ion Conductance Microscopy-Scanning
 - Electrochemical Microscopy (SICM-SECM) *
 - Scanning Electrochemical Cell Microscopy (SECCM) *

Scanner

- XY scanner (100 μm $\times$ 100 μm)
- Flexure-guided high-force Z scanner (15 μm or 30 μm)

Sample Mount

- 50 mm x 50 mm (w $\times$ d), up to 20 mm thickness

On-axis Optics Microscope

- Direct on-axis vision of sample surface and cantilever
- Field of view: 840 μm $\times$ 630 μm (w/ 10 $\times$ objective lens)
- CCD: 5 M Pixel

Stage

- XY stage: 10 mm $\times$ 10 mm
- Z stage: 25 mm
- Focus stage: 15 mm

Dimension and Weight

- AE (Outer): 880 mm $\times$ 1,000 mm $\times$ 1,500 mm
- Desk: 1,410 mm $\times$ 810 mm $\times$ 740 mm
- Total weight: 420 kg (AFM Body + IOM + AE)

Required Environment

- Required acoustic noise level: Below 65 dB
- Required floor vibration level: VC-D (6.25 $\mu\text{m}/\text{sec}$)
- Power: 1 kW (Maximum)

* 추가 옵션이 필요합니다.



Park
SYSTEMS

www.parksystems.com