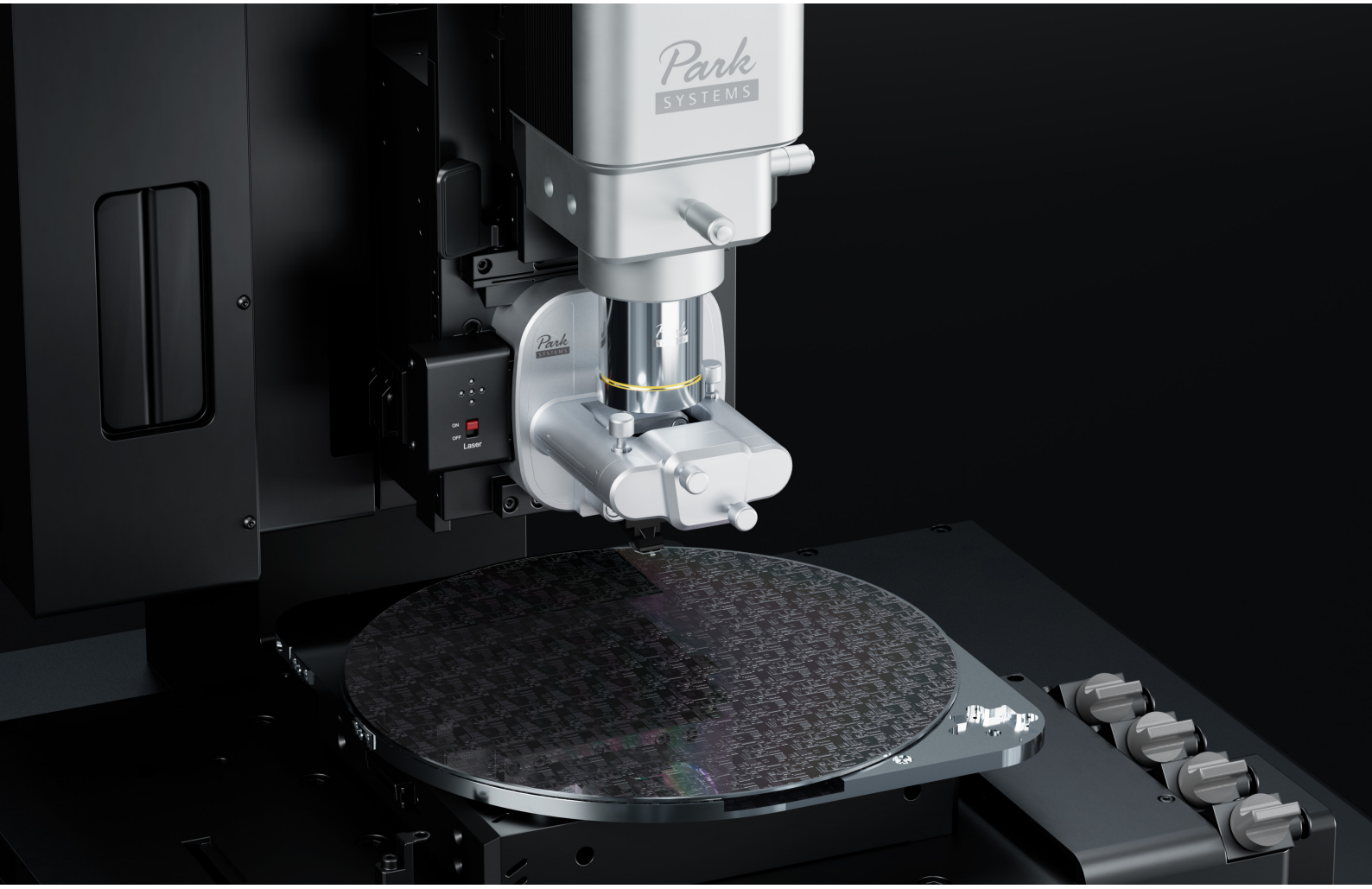
Park NX20

고장 분석 및 라지 샘플 연구를 위한
최첨단 나노 계측 도구





Park
SYSTEMS

Park NX20은 라지 샘플 연구를 위해 설계된 원자현미경(AFM)으로 탁월한 정확성, 신뢰성, 사용 편의성을 제공합니다. Park Systems가 최초로 개발한 200 mm 샘플 전용 AFM이며, 정확하고 반복 가능한 나노스케일 측정 기술을 바탕으로 전 세계의 학계와 산업계 연구실에서 인정을 받았습니다.

NX20의 핵심은 Park Systems의 독자적인 직교 스캔 시스템과 True Non-contact™ 모드입니다. 이러한 혁신은 스캔 과정에서 팁이 좌우로 흔들리거나 미끄러지면서 실제와 다르게 나타나는 이미지 왜곡을 사실상 제거하는 동시에 팁과 샘플을 모두 보호합니다. 이러한 기술을 함께 사용하면 가장 섬세하거나 어려운 샘플에 대해서도 왜곡 없는 고해상도 이미징이 보장됩니다.

재료 과학에서 고분자 및 생명 공학에 이르기까지 NX20은 안정적인 성능과 신뢰할 수 있는 결과를 제공하여 최첨단 나노스케일 계측을 위한 신뢰받는 플랫폼으로 자리매김하고 있습니다.

NX20 – 핵심 기능

탁월한 AFM 성능

- True Non-Contact™ 모드
- 직교 스캔 시스템
- 이중 서보 XY 스캐너
- 빠른 Z 서보 속도

사용자 편의성

- 쉬운 프로브 교환
- 직관적인 레이저 빔 정렬
- 레시피 기반 순차 측정

추가 기능

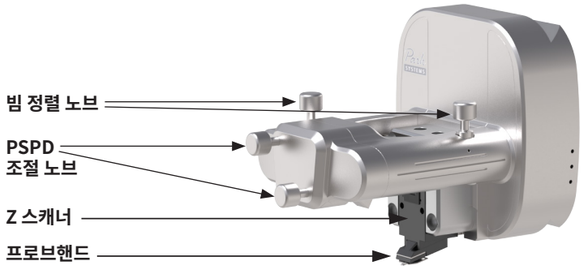
- AFM 모드의 포괄적인 선택
- 다양한 샘플 척 옵션

Park NX20

대형 샘플을 위한 차세대 AFM

빠른 Z 서보 및 고해상도

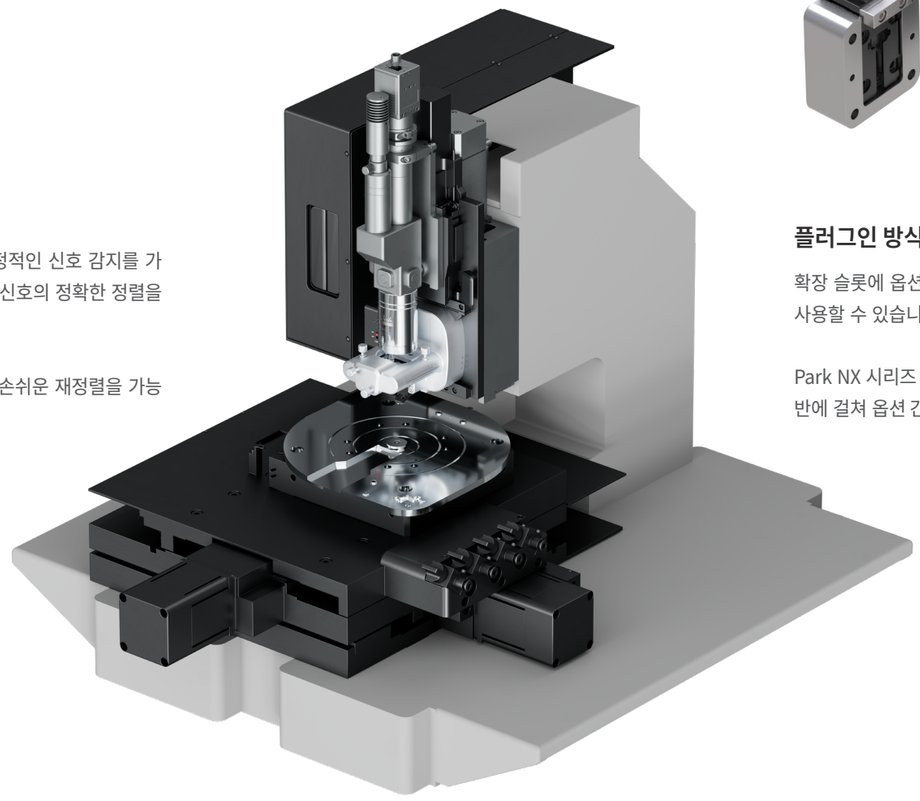
Park NX 시리즈의 이미지 해상도가 더욱 향상되었습니다. 적층형 피에조 액추에이터와 스트레인 게이지 센서로 제작된 NX Z 스캐너는 다양한 표면에서 빠르고 정밀한 측정을 제공합니다. 매우 평평한 샘플에서 거친 샘플까지 스캔 크기에 관계없이 일관된 거칠기 선형성을 유지하여 모든 측정에서 신뢰할 수 있는 결과를 보장합니다.

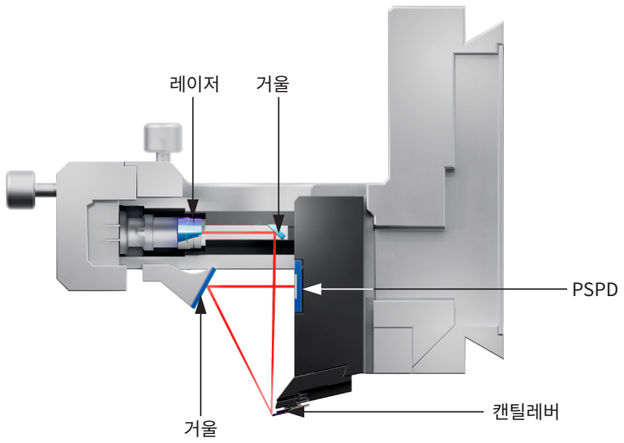


NX 레이저 빔 경로

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.

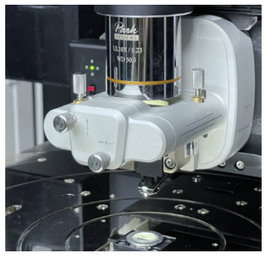




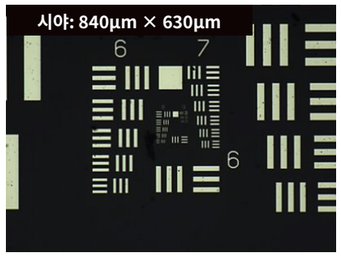
동축 광학 현미경

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 광학 비전



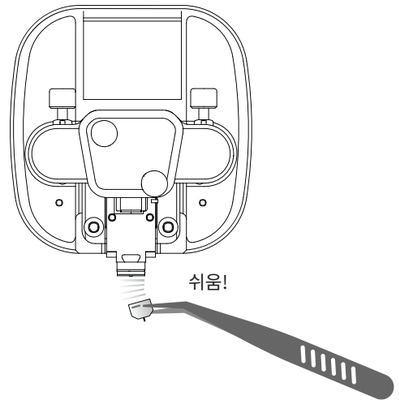
사전 정렬된 프로브 장착 시스템

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





플러그인 방식의 간단한 확장 슬롯

확장 슬롯에 옵션 모듈을 장착하면 고급 AFM 측정 모드를 즉시 사용할 수 있습니다.

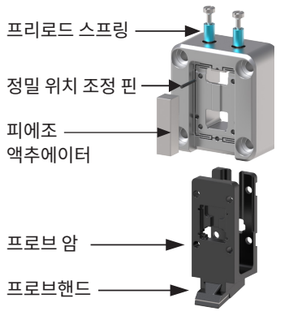
Park NX 시리즈 AFM은 모듈형 설계를 적용하여, 제품 라인 전반에 걸쳐 옵션 간 호환성을 보장합니다.



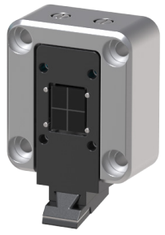
향상된 Z 스캔 직진도

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.

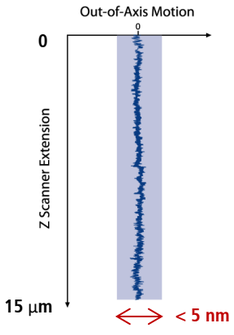
프리로드 스프링, 정밀 위치 조정 핀, 피에조 액추에이터를 결합한 컴팩트한 조립 구조를 통해 드리프트를 최소화하고 정확한 수직 움직임을 보장하여, 신뢰성 있고 왜곡 없는 나노스케일 측정을 지원합니다.



Z 스캐너 어셈블리



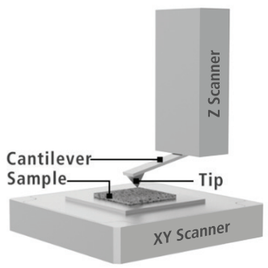




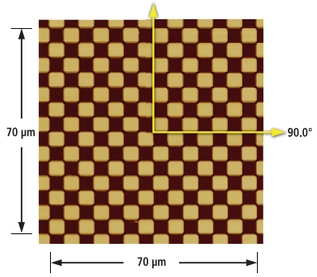
Park AFM 핵심 기술

직교 스캔

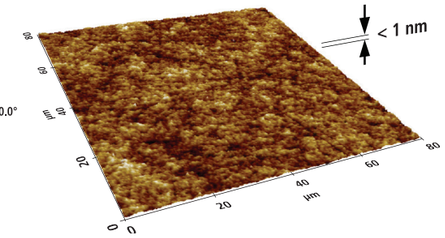
전통적인 튜브 스캐너 방식의 AFM은 Z축 움직임 이탈과 축간 신호 간섭 문제가 발생하기 쉬우며, 특히 대형 스캔 영역에서는 이미지 왜곡이 자주 발생합니다. 모든 Park AFM과 마찬가지로, NX20은 플렉셔 기반 구조를 갖춘 최첨단 직교 스캔 시스템을 사용합니다. 2D 플렉셔 스캐너가 XY 평면에서 샘플을 이동시킬 때, 별도의 1D 플렉셔 스캐너가 Z축 방향에서 팁의 움직임을 독립적으로 제어합니다. 이처럼 분리된 스캐너 구조는 스캔 과정에서 축간 간섭을 최소화하고, 뛰어난 직교성, 선형 스캔, 그리고 우수한 동적 응답성을 통해 Z축 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.

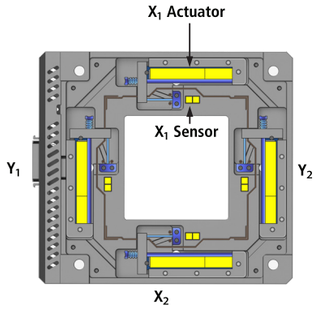


10μm 간격 격자무늬 샘플



옵티컬 플랫(80 × 80μm)





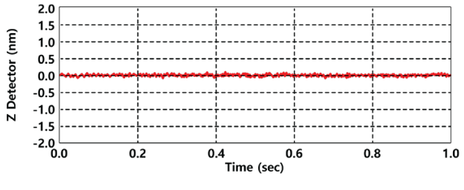
라지 샘플 측정의 경우, 싱글 서보 기반 XY 스캔 아키텍처를 적용하면 샘플 척의 회전 움직임에 취약할 수 있습니다. 이 회전 움직임은 위치 센서로부터 거리가 멀어질수록 위치 오차를 증가시키는 원인이 됩니다.

NX20은 각 축의 반대쪽에 두 쌍의 액추에이터와 위치 센서가 배치된 듀얼 서보 XY 스캐너 아키텍처를 적용하여 이 문제를 해결합니다. 4개의 액추에이터는 모두 독립적으로 제어되어, 200 x 200 mm^2의 전체 샘플 영역에서 정확한 위치 조정을 보장합니다.

낮은 Z축 감지기 노이즈

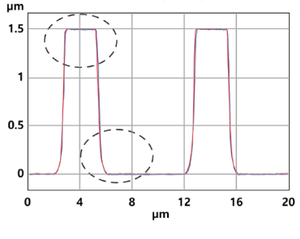
Z축 감지기는 0.02nm 미만의 노이즈 수준을 갖고 있어, 0.1nm 이하의 서브나노미터 정밀도로 높이를 측정할 수 있습니다. 기존 Z축 전압 기반 매핑 방식은 단단한 경계면에서 오버슈트 현상이 발생하기 쉽지만, NX20의 Z축 감지기를 활용하면 정밀한 표면 형상 측정이 가능합니다.

Z 감지기 노이즈

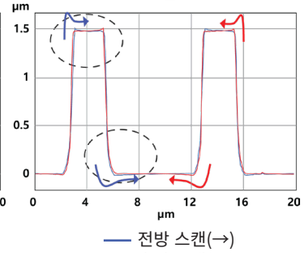


0.02 nm (rms), 1 kHz BW

Z 감지기(높이)



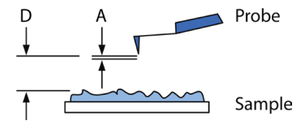
Z 전압

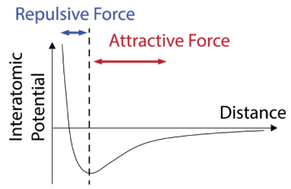


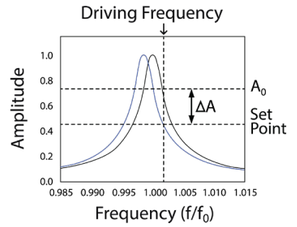
전방 스캔(→)
후방 스캔(←)

True Non-contact™ 모드

NX20은 Park Systems의 독자적인 기술인 True Non-contact™ 모드를 탑재하고 있습니다. 이 모드는 AFM 팁과 샘플 표면 사이에 작용하는 반데르발스 인력을 감지하여 샘플의 형상을 측정합니다.



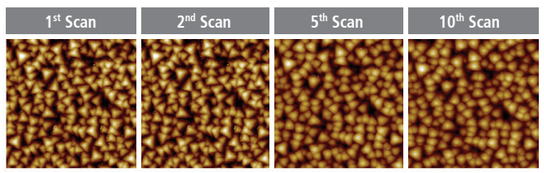




True Non-contact 모드에서는 팁이 공진 주파수보다 약간 높은 주파수에서 진동하는데, 이 지점은 진폭과 주파수 곡선의 기울기가 가장 가파른 영역입니다.

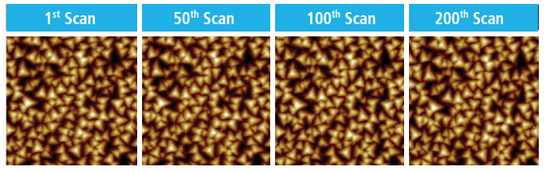
팁이 샘플에 접근하면 반데르발스 인력으로 인해 실질적인 공진 주파수가 낮아지고, 이에 따라 구동 주파 진폭이 감소합니다. Z-서보는 이 감소된 진폭을 새로운 설정점으로 유지하면서, 팁이 XY 방향으로 스캔되는 동안 팁과 샘플의 상호작용을 일정하게 유지하여 정밀한 표면 형상 측정을 가능하게 합니다.

Tapping 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

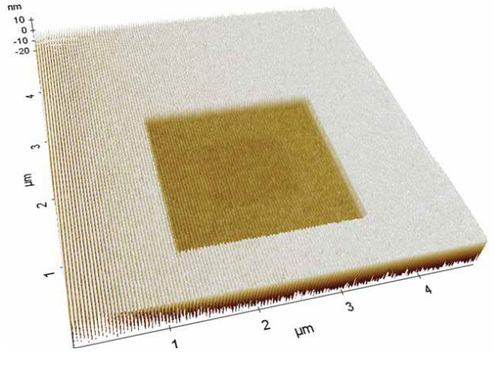


CrN 팁 검사용 샘플

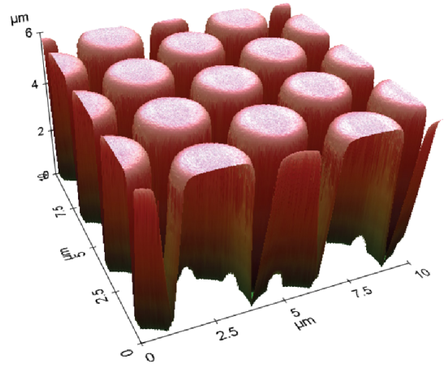
True Non-contact 모드를 사용하면 태핑 모드 기반의 AFM으로 측정하기 어려운 부드럽고 끈적거리는 샘플뿐 아니라 섬세하고 깨지기 쉬운 샘플도 측정 가능합니다. 아래 이미지는 True Non-contact 모드로 획득한 노광 전 포토레지스트의 표면 형상이며, 주사전자현미경(SEM) 스캔 중 전자빔 조사로 발생한 손상을 보여줍니다.

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.

노광 전 포토레지스트



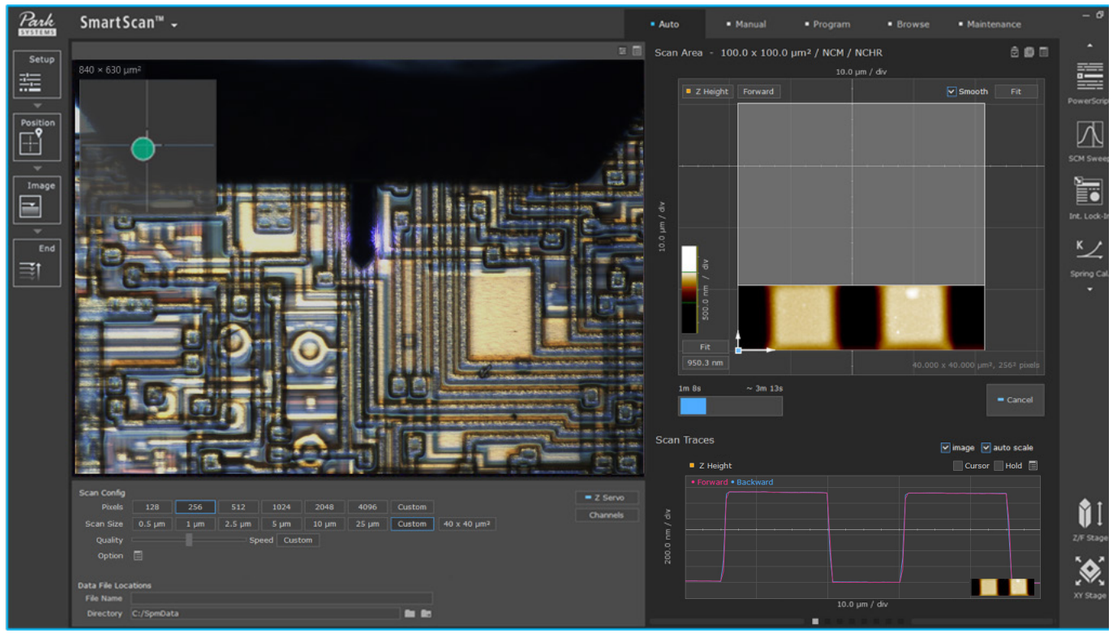
나노임프린트용 몰드



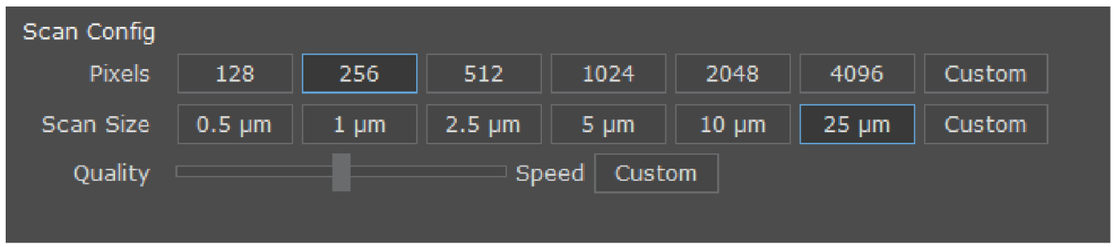
Park SmartScan™

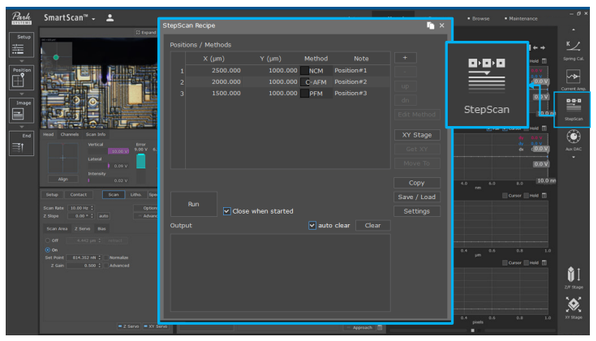
모든 사용자가 쉽게 사용할 수 있는 AFM 기술

NX20에는 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.





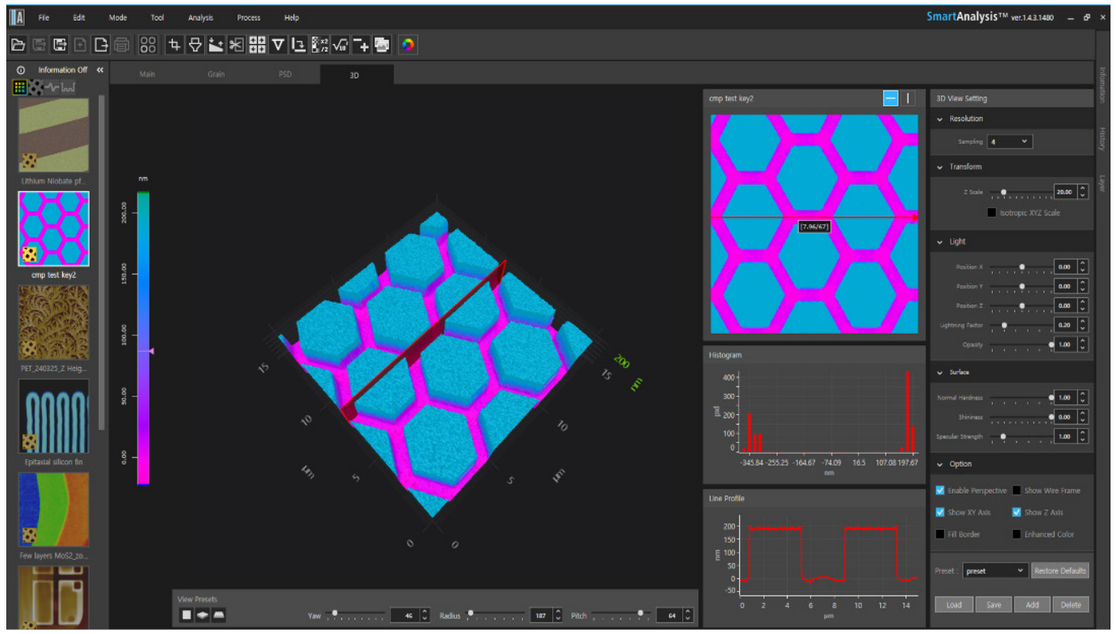
StepScan™

StepScan™은 효율적이고 일관된 데이터 획득을 위해 측정 위치와 측정 레시피를 사전에 정의할 수 있도록 지원하는 Park SmartScan™의 고급 기능입니다.

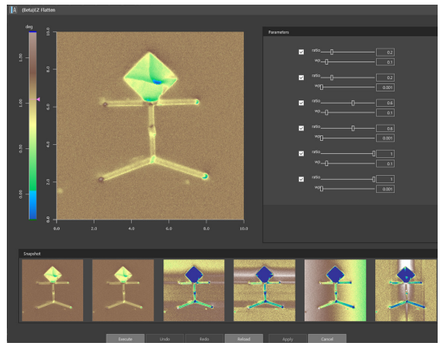
Park SmartAnalysis™

AFM 데이터 워크플로 최적화

NX20에서 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.



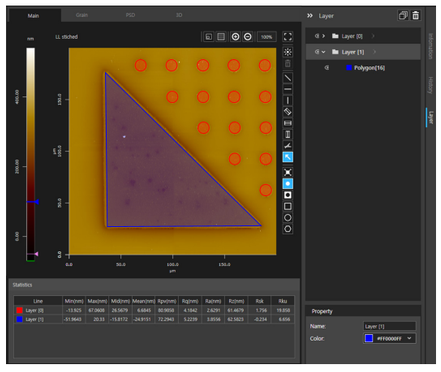
Ta/NiFe/Ta Pattern Topography
EZ Flatten을 통한 후처리



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.

Chiplet Topography
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.

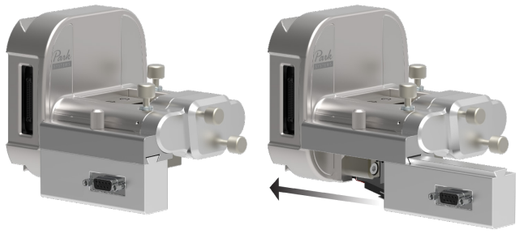
Park NX20
추가 기능

가장 광범위한 AFM 모드 및 옵션

NX 컨트롤러는 4개의 내장형 락인 증폭기를 통합하고 있어, 기존의 이중 패스 방식 대신 단일 스캔으로 KPFM 및 PFM과 같은 고급 모드를 수행할 수 있습니다. 이를 통해 측정 효율이 크게 향상됩니다. 헤드 확장 모듈(HEM)을 사용하면 헤테로다인 KPFM 및 접촉 공진 PFM을 포함한 더욱 향상된 기능을 사용할 수 있습니다.

헤드 확장 모듈(HEM) 간편 설치

NX AFM 헤드는 헤드 확장 모듈(HEM)과의 원활한 통합을 위해 설계되었습니다. 용도에 따라 HEM은 밀어서 제자리에 설치한 후 상단 노브로 고정하여 빠르게 설치할 수 있습니다.



샘플 척 옵션

NX20은 다양한 응용 분야를 지원하는 다양한 샘플 척을 제공합니다. 옵션으로는 최대 16개의 샘플을 수용할 수 있는 다중 샘플 척, 측벽 측정을 위한 쐐기형 홀더, AFM과 SEM 시스템 모두에서 정밀한 정렬을 위한 AFM-SEM 연결 홀더가 있습니다.



200mm 웨이퍼용 진공 샘플 척

최대 200mm 웨이퍼에 적합하도록 설계된 진공 척으로 정밀하게 샘플을 처리합니다. 50 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm 웨이퍼뿐만 아니라 스몰 샘플도 수용합니다.



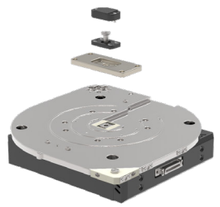
멀티 샘플 척

멀티 샘플 척은 최대 16개의 샘플을 수용할 수 있는 여러 개의 스몰 샘플을 자동으로 순차 스캔할 수 있도록 합니다.



150mm 웨이퍼용 쐐기형 샘플 홀더

정밀한 측벽 측정을 위해 설계된 이 진공 기반 샘플 플레이트는 웨이퍼 샘플을 고정된 20° 각도로 기울입니다. 이 샘플 플레이트는 각 크기별로 전용 진공 홈이 있는 50 mm, 100 mm, 150 mm 웨이퍼를 지원합니다.

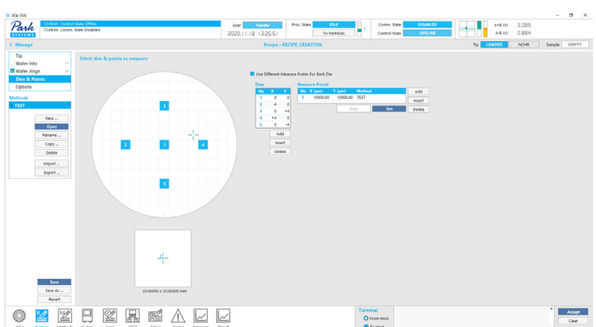


AFM-SEM 연결 샘플 홀더

AFM 및 SEM 시스템 모두에서 샘플을 정밀하게 정렬합니다. 이 다목적 홀더는 정확한 XY 위치 정렬을 위해 설계되었으며 표준 쿠폰 크기 샘플을 지원합니다.

소프트웨어 옵션

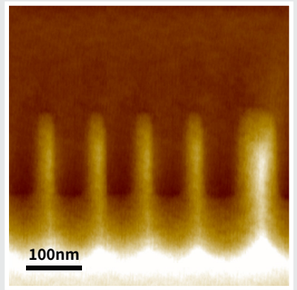
자동화 소프트웨어(XEA)는 자동화된 AFM 측정 및 분석 워크플로를 지원합니다. 사용자는 특정 파라미터와 조건을 선택하여 순차 스캔을 수행하고 분석 방법을 정의하는 맞춤형 레시피를 생성할 수 있습니다. 이를 통해 최소한의 수동 개입으로 일관된 고속 데이터 획득 및 처리가 가능합니다.

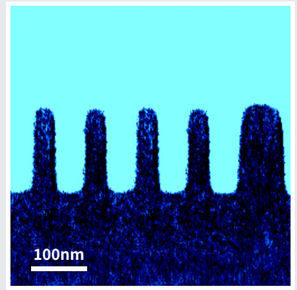


Park NX20
다양한 애플리케이션 측정에 최적화

Park NX20은 라지 샘플 연구를 위한 이상적인 고정밀 측정 솔루션입니다.

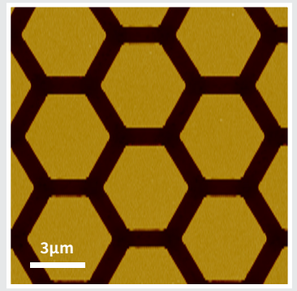
Semiconductors & Devices





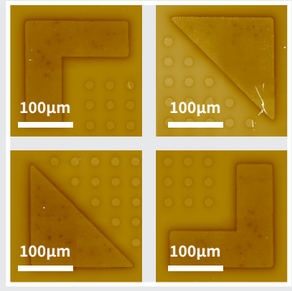
Ge Atom Layer Etching (ALE) on Patterned Wafer

게르마늄(Ge) 원자층 식각(ALE) 패턴 웨이퍼 단면을 주사 확산 저항 현미경(Scanning Spreading Resistance Microscopy, SSRM)으로 분석했습니다. 측정 결과 트렌치 패턴이 트렌치 패턴이 고해상도로 명확하게 확인되었으며, 최고-최저 높이(좌측)는 3.4 nm, 해당 저항(우측)은 73 GΩ로 나타났습니다.



CMP Test Key

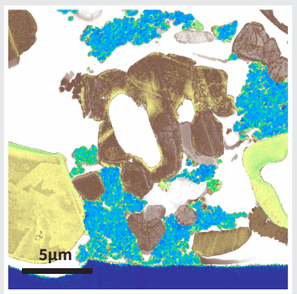
CMP 테스트 키를 True Non-Contact 모드로 측정하여 표면 형상을 획득했습니다. 이미지는 CMP 테스트 키의 육각형 패턴을 보여줍니다.



Stitched Image of Chiplet

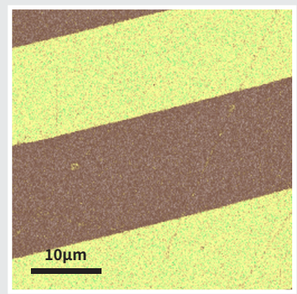
칩렛의 스티칭 이미지를 True Non-contact 모드로 측정하여 표면 형상을 획득했습니다. 각 이미지는 100 µm x 100 µm 이미지 4개를 스티칭하여 만들어졌으며, 해당 이미지는 칩렛 각 코너에 위치한 패턴을 보여줍니다.

Energy & Advanced Materials



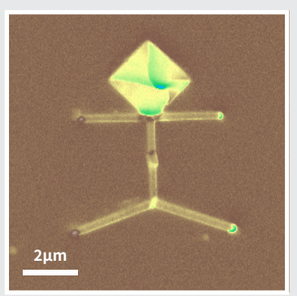
Li-ion Battery on Si Substrate

Si 기판 위의 리튬 이온 배터리를 주사 확산 저항 현미경(Scanning Spreading Resistance Microscopy, SSRM)으로 분석했습니다. 측정 결과, 최고-최저 저항 차이가 약 51.7 GΩ으로 확인되었으며, 이미지는 배터리 내부의 뚜렷한 구조적 특징을 보여줍니다.



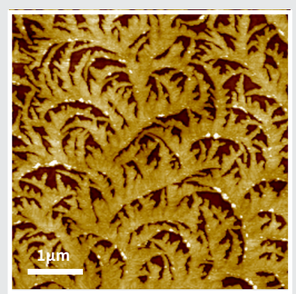
Lithium Niobate ($LiNbO_3$, LN)

리튬 나이오베이트(LiNbO3, LN)를 압전 응답 현미경(Piezoresponse Force Microscopy, PFM)으로 분석했습니다. 측정 결과, 소재의 두꺼운 선형 패턴이 명확하게 관찰됩니다.



Ta/NiFe/Ta Pattern

Ta/NiFe/Ta 패턴을 자기력 현미경(MFM)으로 분석했습니다. 이 기술은 자성 응답을 시각화하며, 결과적으로 샘플의 미세한 패턴을 명확하게 보여줍니다.



Polyethylene Terephthalate (PET)

폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)를 PinPoint 나노기계 모드로 분석했습니다. 스캔 결과 최고-최저 높이 차이가 15.2 nm로 확인되었으며, 이미지에서는 가지 모양의 표면 구조가 관찰됩니다.

Park NX20
기술 세부사양

AFM Modes

- Topographic Imaging
  - Contact Mode
    - Constant Height Mode
    - Constant Force Mode
  - True Non-ContactTM Mode
  - Tapping Mode
  - PinPointTM Mode
  - Fast PinPointTM Mode
- Mechanical Properties
  - PinPointTM Nanomechanical Mode
  - Fast PinPointTM 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 Spreading Resistance Microscopy (SSRM) *
  - Scanning Tunneling Microscopy (STM) *
  - Scanning Capacitance Microscopy (SCM) *
  - Piezoresponse Force Microscopy (PFM)
    - Piezoreseponse Spectroscopy
    - Off-resonance PFM
    - Contact Resonance PFM (CR-PFM) *
    - Dual Frequency Resonance Tracking PFM (DFRT-PFM) *
  - PinPointTM 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)
- 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

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

Sample Mount

- Vacuum grooves for wafers (up to 200 mm)
- Magnetic mount for 16 small samples (optional)

Stage

- XY stage : 200 mm × 200 mm
- Z stage: 25 mm
- Focus stage: 8 mm

Dimension and Weight

- AE (Outer): 880 mm × 980 mm × 1450 mm
- Desk: 1410 mm × 810 mm × 740 mm
- Total weight: 410 kg (AFM Body + AE)

On-axis Optical Microscope

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

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 SYSTEMS
www.parksystems.com