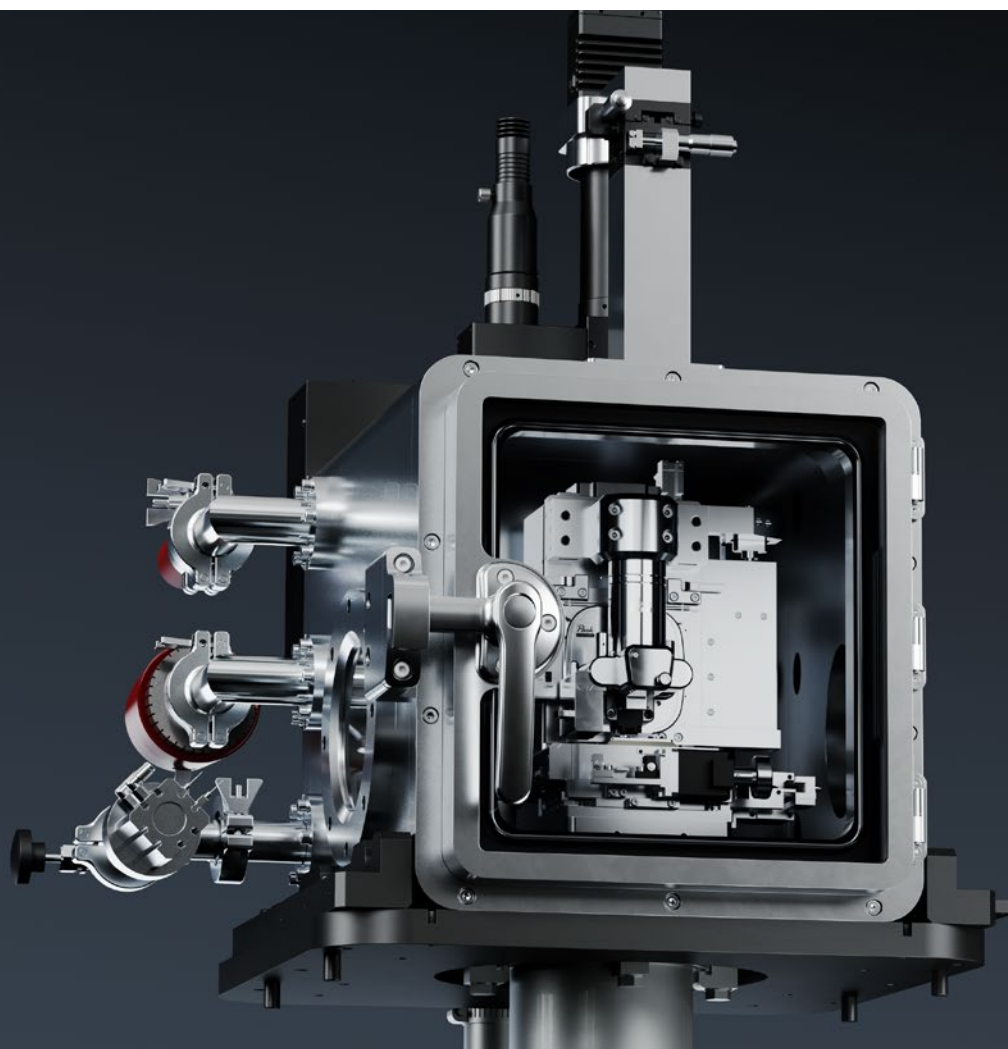


Park NX-Hivac

故障分析和空气敏感材料研究的理想之选



Park
SYSTEMS

NX-Hivac是一款专为先进半导体和材料研究设计的高真空原子力显微镜(AFM)，可对空气敏感样品进行精确的纳米级分析。通过提供清洁稳定的测量条件，NX-Hivac已成为学术界和工业界实验室值得信赖的平台。

NX-Hivac的核心技术是Park专有的正交扫描系统和真正非接触模式(True Non-contact™)，辅以高真空功能，性能得以进一步提升。这些技术结合在一起，既能保护脆弱的样品，又能精确表征其形貌、力学和电气特性，而这些特性在环境条件或干氮(N₂)条件下是无法实现的。

从半导体器件到空气敏感材料，NX-Hivac始终能提供稳定的性能和可靠的结果。它支持先进模式和自动真空控制等多种功能，为研究人员提供了高真空AFM研究的全面解决方案。

NX-Hivac – 主要特性

高真空AFM功能

- 稳定的高真空环境
- 空气敏感材料特性分析
- 电动光电探测器(A-B)对准
- 自动真空控制
- 在不破坏真空的情况下进行多样品装载

出色的AFM性能

- 真正非接触模式(True Non-contact™)
- 正交扫描系统
- 快速Z轴伺服
- 轻松更换探针
- AFM模式全覆盖

Park NX-Hivac

空气敏感材料专用

NX-Hivac高真空控制

NX-Hivac可提供高真空环境，以实现可靠的纳米级测量。通过消除环境干扰，它可以实现常温环境或干氮(N₂)环境下无法进行的高级研究。其真空腔室可在5分钟内达到10-5托的真空度，内部尺寸为250毫米 × 320毫米 × 270毫米。

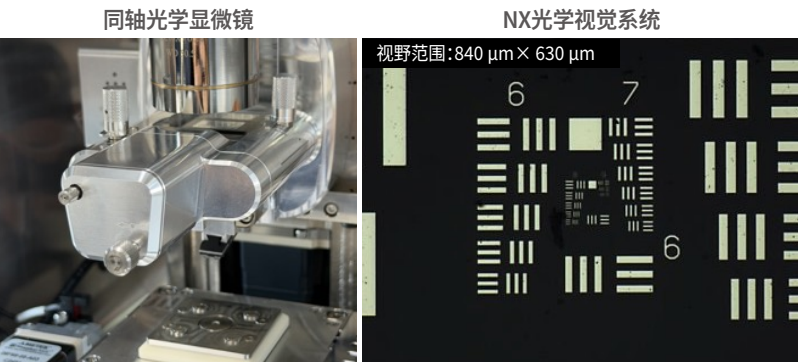
电动光电探测器(A-B)对准

该系统采用超发光二极管(SLD)进行低相干照明，最大程度减少了光学干扰，提高了图像清晰度。通过使用光束和位置敏感光电探测器(PSPD)对准旋钮进行直接的X-Y控制，可实现精确的光束定位。为增加操作便利性，PSPD的A-B轴对准可在真空条件下进行，无需打开腔体。



同轴光学显微镜

高功率同轴光学显微镜可用于清晰观察样品表面。软件控制的LED光源可照亮样品表面，确保最佳的观测效果。

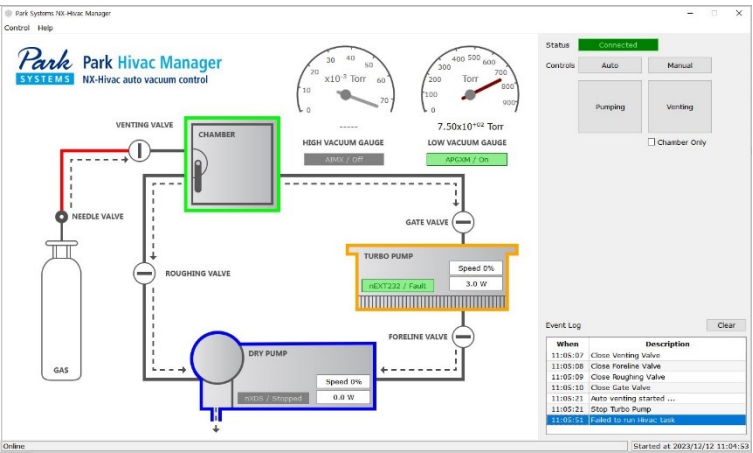


低释气腔体材料

NX-Hivac腔室由经过优化的材料制成，可最大限度地减少高真空条件下的气体释放。这一设计缩短了抽真空时间，有助于维持稳定的真空环境，确保测量性能的稳定可靠。

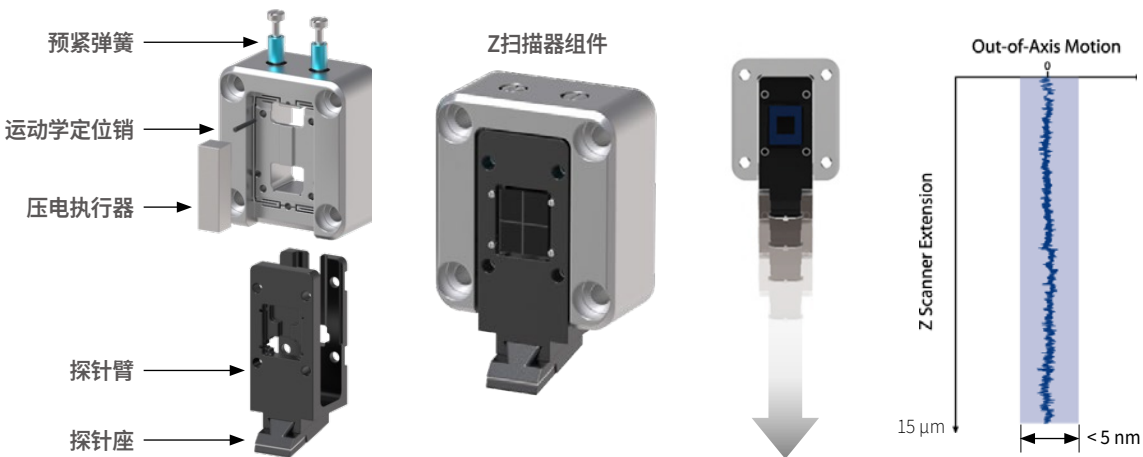
Hivac管理器

Park Hivac管理器通过一键式抽气和排气，将真空操作简化为快速、轻松的过程。该软件可清晰显示操作流程的每个步骤，并实现工作流程自动化，从而减少操作人员的工作量，提高整体效率。



Z轴扫描直线度提升

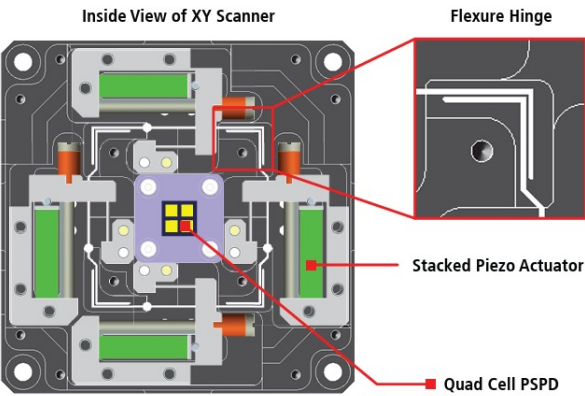
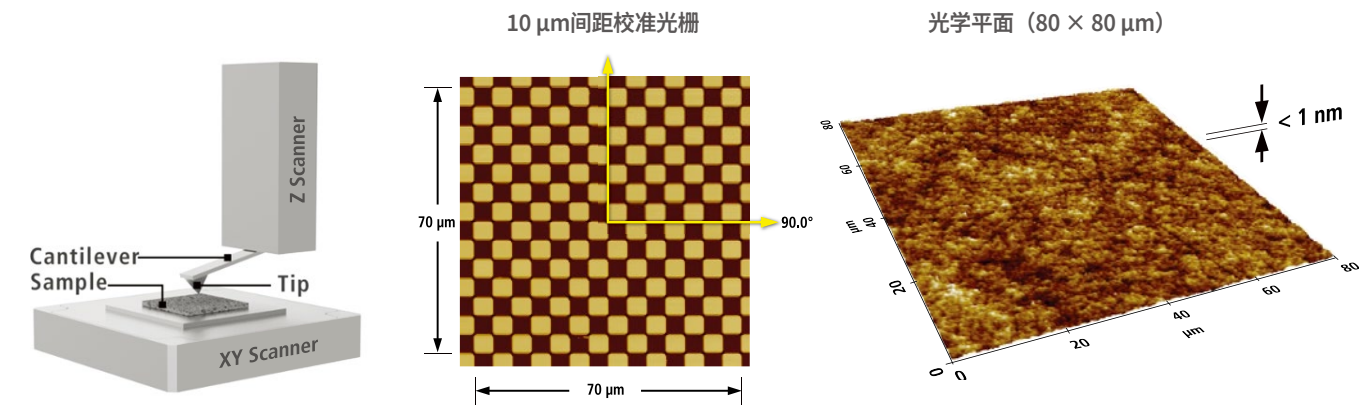
Park NX系列Z扫描器可在整个可用范围内将直线度保持在0.1%以内，即使在15 μm全量程扩展时，轴向偏移也始终控制在5 nm以内。其紧凑的组件集预紧弹簧、运动学位销和压电执行器于一体，可最大限度地减少漂移，确保精确的垂直运动，从而实现可靠、无畸变的纳米级测量。



Park AFM 技术

正交扫描

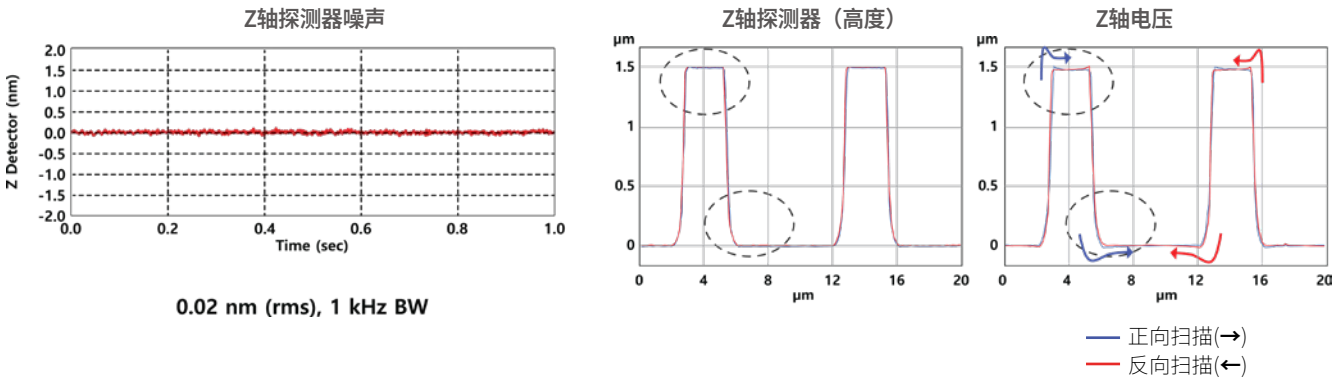
采用管式扫描器的传统AFM会受到平面外运动和轴向串扰的影响，从而导致图像失真，尤其是在大面积扫描时。与所有ParkAFM一样，NX-Hivac采用了基于柔性铰链架构的先进正交扫描系统：2D柔性扫描器在XY平面上移动样品，同时由单独的1D柔性扫描器独立控制探针的Z轴运动。该分离式扫描器系统配备用于XY反馈的低噪声光学传感器和用于Z控制的超低噪声应变传感器，可确保高度正交的线性扫描，同时将平面外运动降至最低并具备快速动态响应性能。



XY扫描器采用堆叠式压电执行器和柔性铰链结构，可实现无垂直干扰的平整、纯水平运动。位置传感器位于扫描器的中心，为伺服控制提供直接反馈，从而最大限度地减少扫描区域的定位误差。该设计确保即使在扫描大尺寸样品时，也能保持一致的精度和稳定性。

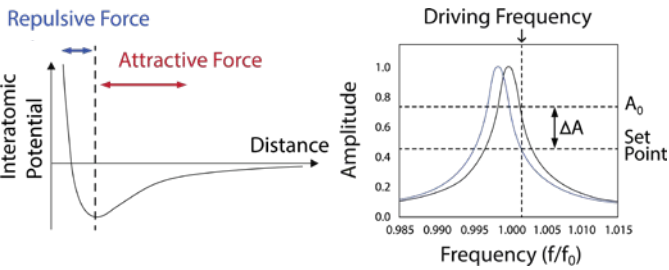
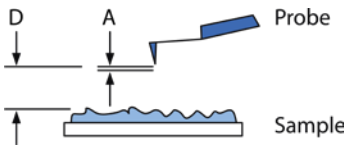
低噪声Z轴探测器

Z轴探测器的噪声水平低于0.02 nm，能够实现亚纳米精度（低至0.1 nm）的高度测量。与传统的Z轴电压映射法不同，Z轴探测器能提供贴合表面形貌的精确追踪数据，而前者通常会在刚性壁面产生过冲现象。



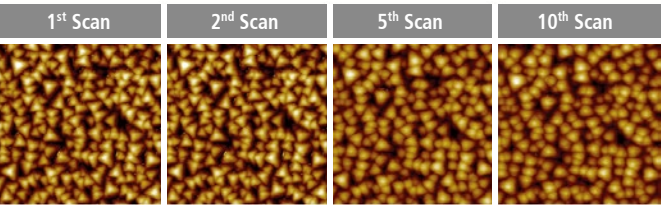
真正非接触模式(True Non-contact™)

NX-Hivac采用的真正非接触模式(True Non-contact™)，是Park Systems独家提供的专有技术。真正非接触模式通过探测AFM探针与样品表面间的范德华吸引力，来获取样品表面形貌。



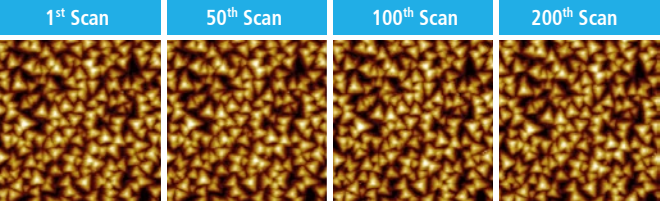
在真正非接触模式下，探针以略高于其谐振频率的频率振动，这种情况下振幅-频率曲线具有最陡的斜率。当探针接近样品时，引力会导致有效谐振频率下降，从而导致振荡频率下的振荡幅度衰减。Z轴伺服器将此新振幅保持为设定点，确保在探针沿XY方向扫描时探针与样品之间的相互作用力保持恒定。

轻敲模式



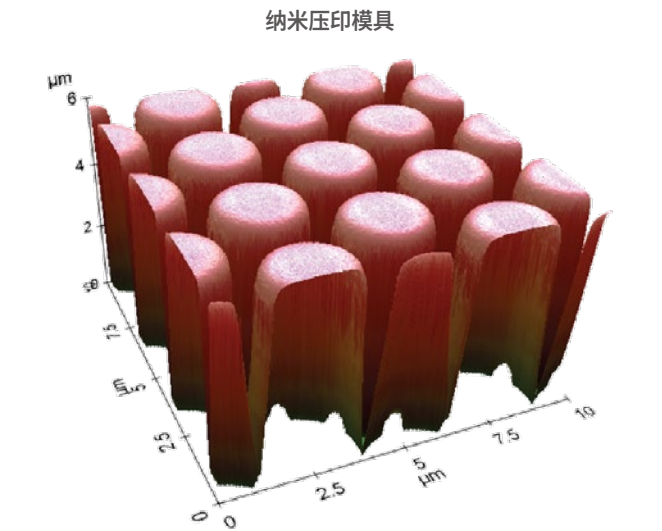
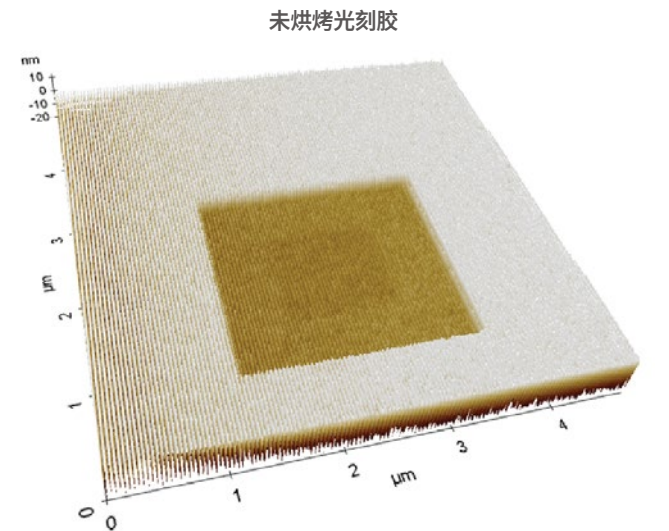
与轻敲模式相比，真正非接触模式的一项重要优势是可以防止探针磨损和样品损坏。对氮化铬(CrN)探针检测样品进行重复扫描的结果显示：轻敲模式下仅数次扫描后便因探针磨损导致图像模糊，而真正非接触模式下即便在200次扫描后仍能保持图像清晰。

真正非接触模式



真正非接触模式可以测量柔软和粘性的样品以及非常精致和易碎的样品，而这些样品无法通过轻敲模式AFM成像。下图是采用真正非接触模式获取的未烘烤光刻胶的形貌，显示了SEM扫描期间电子束辐照引起的损伤。

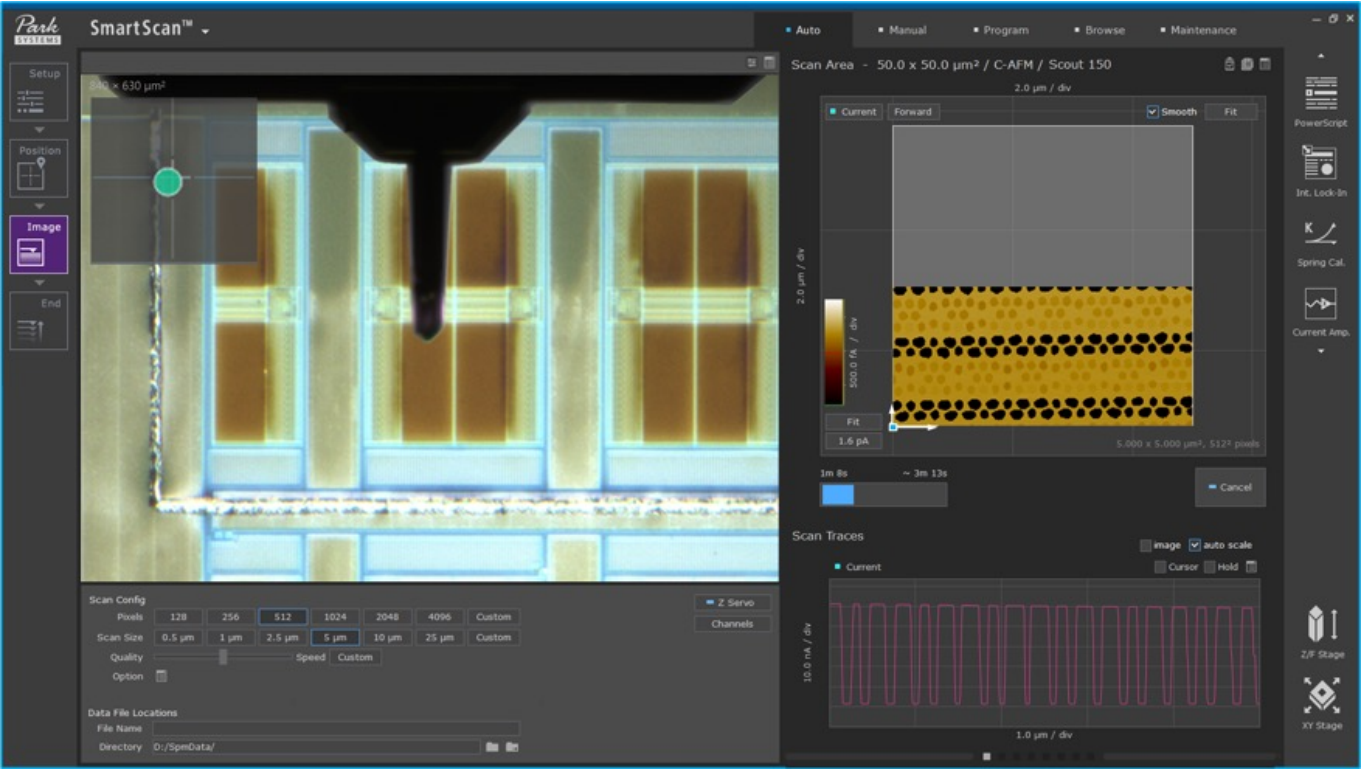
真正非接触模式还具备对高纵深结构的扫描能力。通过感应探针顶点及侧面的引力，Z轴伺服器可在探针接近垂直特征时快速缩回探针。采用真正非接触模式，可测量纳米压印模具等深孔结构与高柱体结构，如下图所示。



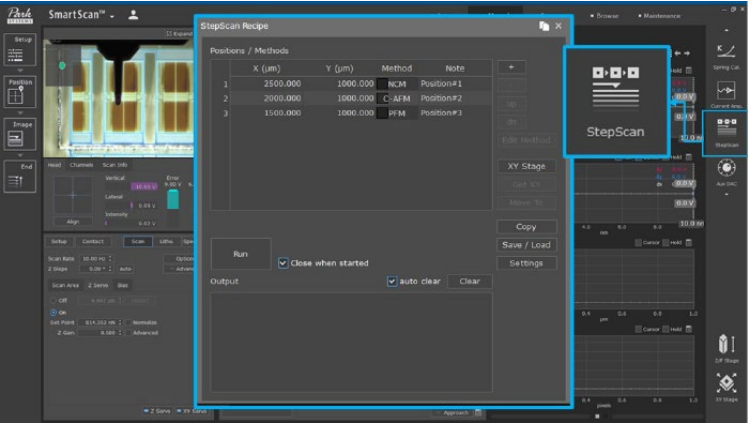
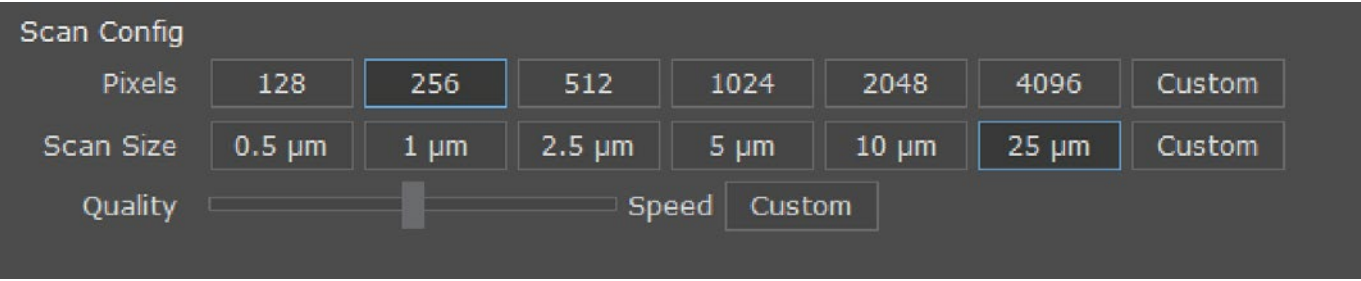
Park SmartScan™

让AFM技术的强大性能与无限潜力惠及每一位用户

NX-Hivac配备Park SmartScan™系统——这是一款先进的AFM操作软件，具有直观的界面和强大的自动化功能，可简化图像采集并提升设备易用性。



在传统的AFM系统中，用户必须手动调整众多参数，例如Z轴伺服增益、力设定点和XY扫描速度，而这往往需要通过反复试错才能完成。但是，借助SmartScan，用户仅需选择三个参数：像素密度、扫描尺寸和质量与速度偏好，即可消除这一复杂性。随后，系统将通过分析样品几何特征，实时自动优化所有其他设置，从而获取最优的AFM图像。SmartScan不仅减轻了操作负担，更使不同经验水平的用户都能获得高质量的成像。



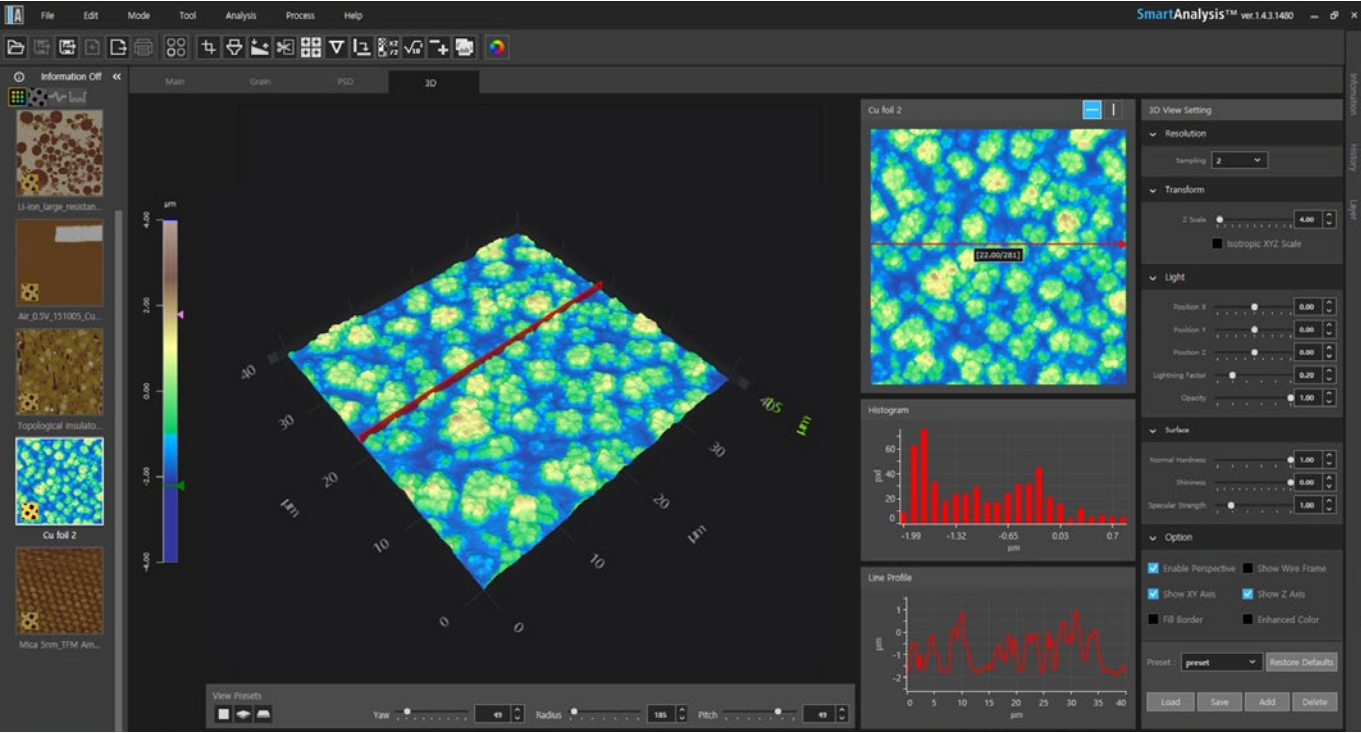
StepScan™

StepScan™是Park SmartScan的一项高级功能，可预先定义测量位置和实验方案，实现高效、一致的数据采集。

Park SmartAnalysis™

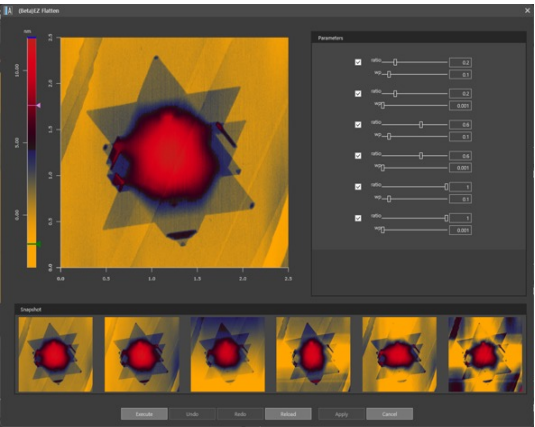
简化AFM数据工作流程

NX-Hivac的扫描数据可以使用Park SmartAnalysis™进行分析——这是一款功能强大的AFM图像分析软件，可实现快速图像处理、全面的数据分析和高效的结果发布。



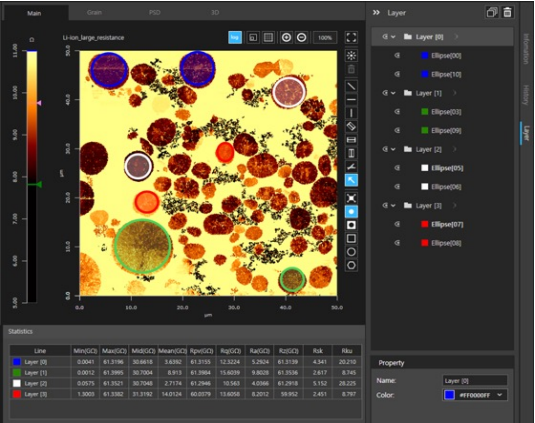
HOPG上石墨烯的形貌图

使用EZ Flatten功能进行后处理



锂离子电池电极电阻

已指定多个关注区域



EZ Flatten

对AFM数据进行后处理以纠正噪声、样品倾斜和表面不规则等伪影是一项手动、繁琐且耗时的任务。SmartAnalysis通过EZ Flatten功能简化了这一流程。该功能自动生成六组采用不同平整参数集的处理结果，用户可以选择最适合的版本精准地表示数据。

多层分析

用户可以借助多边形自由绘图工具一次性分析与比较多个关注区域。与每次仅能检测单一区域的传统AFM数据分析软件不同，SmartAnalysis能同时为所有选定区域提供多项指标。

Park NX-Hivac

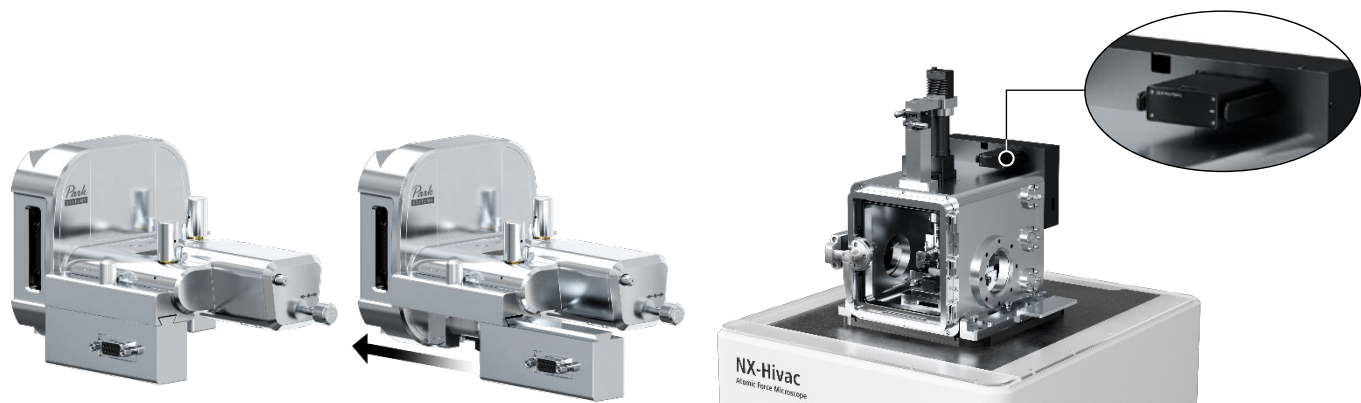
其他特性

全面的AFM模式与选配方案

NX控制器集成四台内置锁相放大器，可在单次扫描中同步执行KPFM与PFM等高级模式，无需传统的双遍扫描方式。此设计显著提高了测量效率。借助测头扩展模块(HEM)，可实现更多高级功能，包括外差式KPFM和接触共振PFM。

高级模式下的简易硬件配置

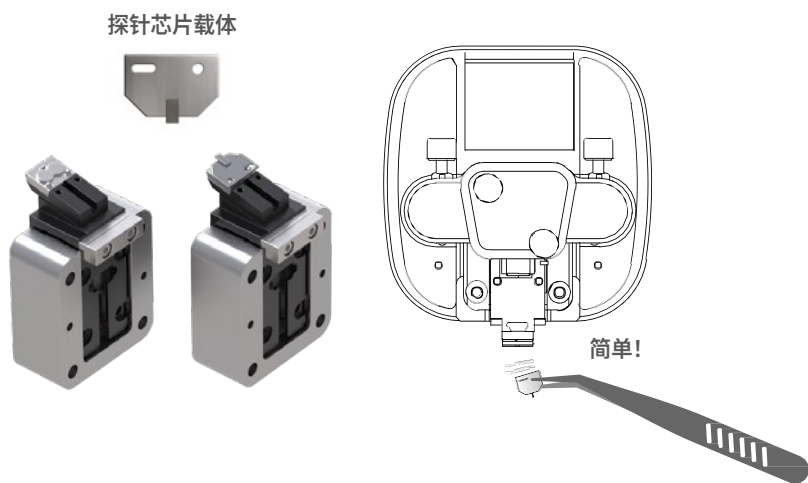
NX AFM扫描头与扫描头扩展模块(HEM)无缝集成，可实现多种高级成像模式。选配模块可直接插入扩展插槽，简化了附加功能的配置流程。Park NX系列AFM采用模块化设计，确保与整个产品线的选件兼容。



预装探针

即使对于经验丰富的用户来说，AFM探针的更换也颇具挑战性，这常常会导致悬臂断裂。Park AFM通过使用带有运动学安装定位点的预对准探针芯片载体来解决这一问题，从而确保可靠、一致的探针定位。

NX测头的Z扫描器采用三个精密球座实现运动学安装，辅以底部磁吸系统，以确保安装位置安全、可靠且具有重复精度。



多样品装载

NX-Hivac最多可容纳四个小尺寸样品，可在不破坏真空的情况下高效地依次进行测量。其磁性底座配合金属样品盘，可实现快速、便捷的样品装载，确保样品牢固固定，从而在多种类型的样品中获得稳定、可靠的结果。

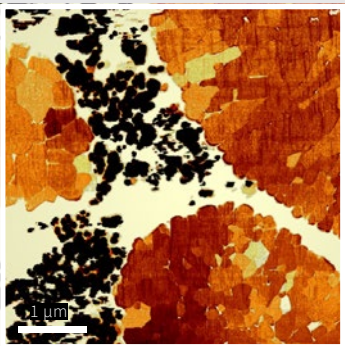


Park NX-Hivac

专为您的应用需求而设计

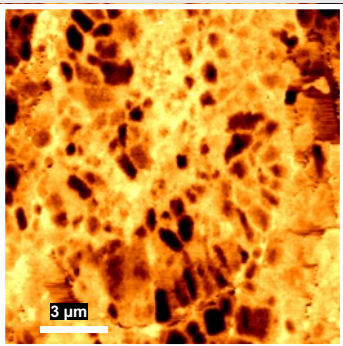
Park NX-Hivac可对空气敏感样品进行精确测量，使其成为科研领域的理想解决方案。

能源与先进材料



锂离子电池电极

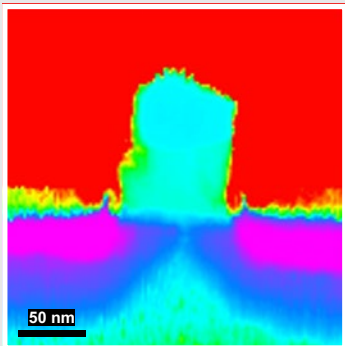
采用扫描扩散电阻显微镜(SSRM)对锂离子电池电极进行了分析。电阻图像呈现了电极表面清晰的差异，峰谷电阻差值约为61.4 GΩ。



锂离子电池用 镍钴铝酸锂

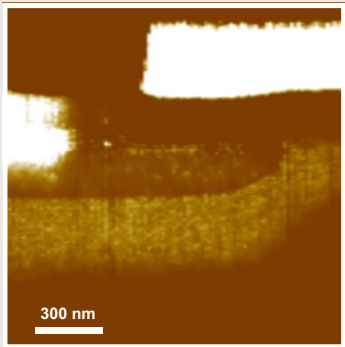
NCA是一种广泛应用于锂离子电池的正极材料，研究采用开尔文探针力显微镜(KPFM)对其进行了表征。测得的功函数平均值为4.9 eV，与通常介于4.8至5.0 eV范围内的参考值一致。

半导体与设备

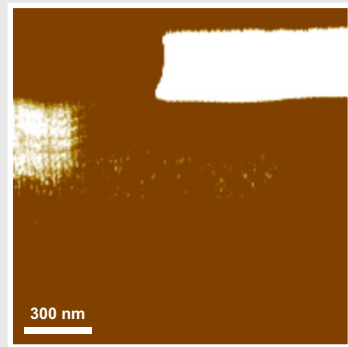


DRAM

采用扫描扩散电阻显微镜(SSRM)对沟道宽度为68 nm的DRAM测试结构进行了表征。电阻图像显示了整个沟道区域的纳米级对比，峰谷电阻差值为27.5 GΩ。



真空状态下的电流

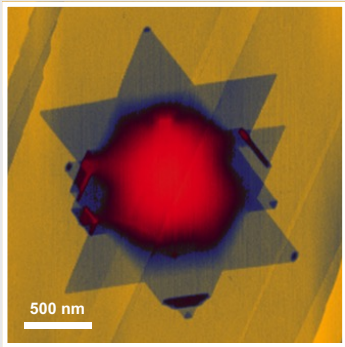


环境条件下的电流

SiC MOSFET

采用扫描扩散电阻显微镜(SSRM)对SiC MOSFET进行了表征。在真空条件(左图)和环境条件(右图)下测得的电流图像，展示了真空环境中可实现更清晰电学特性成像的优势。

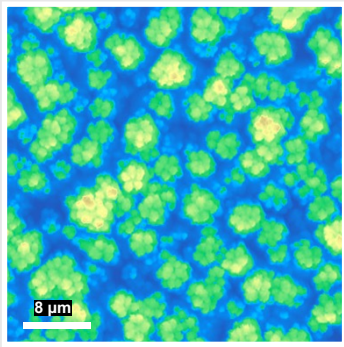
二维材料



HOPG上的石墨烯

采用真正非接触模式对HOPG上的石墨烯层进行了表征。图像清晰显示了石墨烯表面的阶梯形貌和层状结构，峰谷高度差约为16 nm。

金属



铜箔

铜箔样品采用热压印技术制备，研究采用真正非接触模式对其进行了表征。扫描图像显示出菜花状的表面形貌，峰谷高度差约为4.2 μm。

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)
 - 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 *

Scanner

- XY scanner (50 μm $\times$ 50 μm or 100 μm $\times$ 100 μm)
- Flexure-guided high-force Z scanner (15 μm or 30 μm)

Sample Mount

- Up to 4 small samples with magnetic sample chuck
- 10 mm $\times$ 10 mm (w $\times$ d), up to 20 mm thickness
- Up to 100 mm $\times$ 100 mm (w $\times$ d) w/o multi-sample chuck

Stage

- XY stage: 22 mm $\times$ 22 mm
- Z stage: 24 mm
- Focus stage: 11 mm

Dimension and Weight

- AE (w/ Vacuum Chamber): 800 mm $\times$ 950 mm $\times$ 1,240 mm
- Vacuum Chamber (Inner): 250 mm $\times$ 320 mm $\times$ 270 mm
- Desk: 1,410 mm $\times$ 810 mm $\times$ 740 mm
- Total weight: 450 kg (AFM Body + AE)

On-axis Optical 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

High Vacuum Control

- Vacuum Level: Typically, down to 10⁻⁵ Torr
- Pumping Speed: < 5 min to 10⁻⁵ Torr

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)

* 需要附加选项

** 请咨询 Park Systems

