

相关产品



SPM-9700HT

原子力显微镜
Scanning Probe Microscope

先进的HT扫描器，相比传统扫描器将扫描速度提高了5倍以上。具有接触模式·动态模式（调幅）的最佳销售机型。优越的性能和扩展性，能够满足不同的需求。革新的软件，让您从观察到分析深入浅出，操作轻松。



WET-SPM

可控环境舱原子力显微镜
Environment Controlled Chamber Scanning Probe Microscope

扫描探针显微镜SPM-9700HT通过添加控制气氛腔，就可以升级为WET-SPM系列可控环境舱原子力显微镜。该系列最大限度的考虑了岛津自主研发的头部滑动机构、前面操作、全自动驱近、开放式头部等设计功能，全部可以在腔体内使用。特别适合在空气和水汽中易发生变化的样品的分析。

SPM-8100FM

 岛津
SHIMADZU
Excellence in Science

高分辨率原子力显微镜

High Resolution Scanning Probe Microscope

SPM-8100FM

HR-SPM



HR-SPM

观察生动的纳米世界

HR-SPM是采用调频检测方法（Frequency Modulation）的新一代原子力显微镜。不仅在大气及液体环境中达到了超高分辨率的观察，还首次实现了对固液界面的水化作用层（hydration）或溶剂化作用层（solvation）的观察。

HR-SPM : High Resolution Scanning Probe Microscope



HR-SPM 的特点

高分辨率

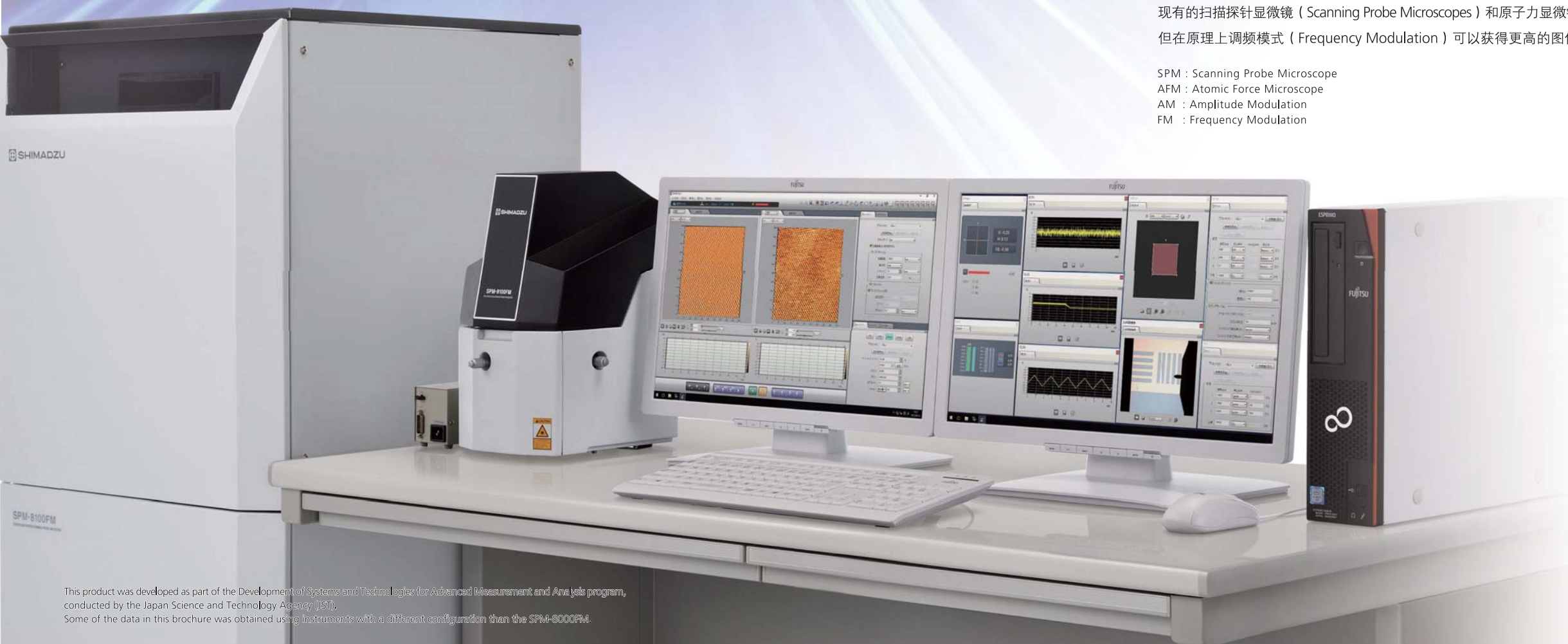
- › 使用调频模式。
- › 在大气及液体环境中的噪音减少至传统调幅模式的1/20。
- › 即使在大气或液体环境下，也能获得匹敌真空SPM的分辨率。
- › 使测量固液界面的分层结构成为可能。

改进操作性

- › 高速扫描器拓展了观察区域，缩短了观察时间。
- › 双显示器和信号指示功能显著改善了操作的灵活性。

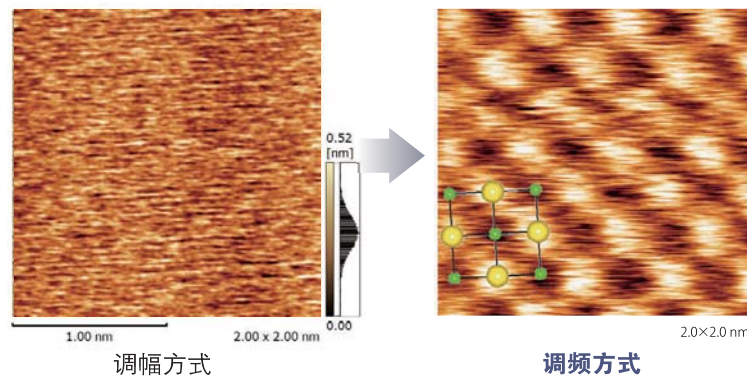
现有的扫描探针显微镜（Scanning Probe Microscopes）和原子力显微镜（Atomic Force Microscopes）通常使用调幅模式（Amplitude Modulation）。但在原理上调频模式（Frequency Modulation）可以获得更高的图像分辨率。

SPM : Scanning Probe Microscope
AFM : Atomic Force Microscope
AM : Amplitude Modulation
FM : Frequency Modulation



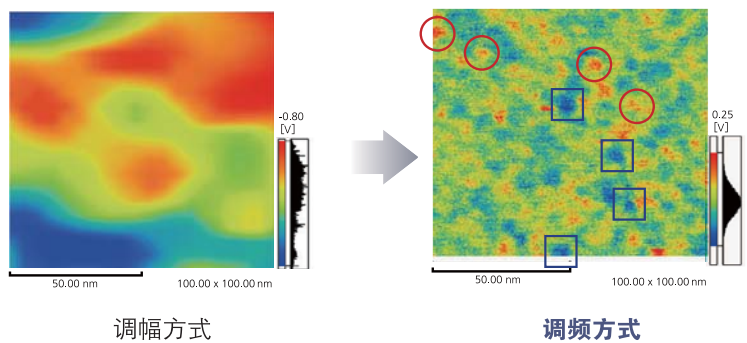
比以往SPM/AFM更优异的性能

液体中原子级分辨率观察



图为在饱和溶液中观察NaCl表面的原子排列。以往的AFM（调幅模式：左）图像湮没在噪声中。通过调频模式（右）则可以清晰地观察到原子的排列。调频模式可以实现真正的原子级分辨率（True Atomic Resolution）。

大气中Pt催化粒子的KPFM观察¹⁾



通过KPFM进行表面电势的测定，TiO₂基版上的Pt催化粒子可被清晰识别。同时可以观察到数纳米大小的Pt粒子和基板间的电荷交换。

右图中，红色○区域是正电势，蓝色□区域是负电势。

对于KPFM观察，调频模式也大幅提高了分辨率。

注：KPFM功能属特殊订购

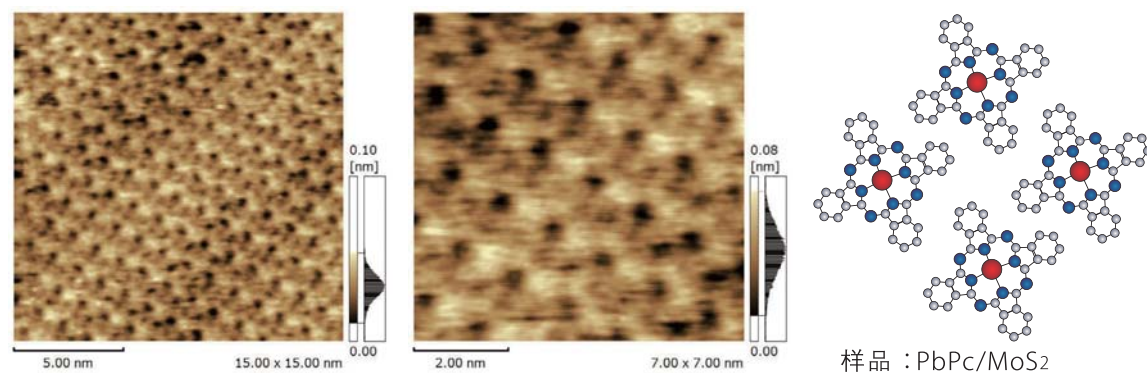
KPFM：Kevin Probe Force Microscope

大气中观察实例

大气中

酞菁铅结晶薄膜的分子排列结构

下图为有机发光二极管显示器和染料敏化太阳能电池中用到的酞菁铅结晶。在大气环境下可以观察到包围分子中央的金属原子的四叶草状结构。



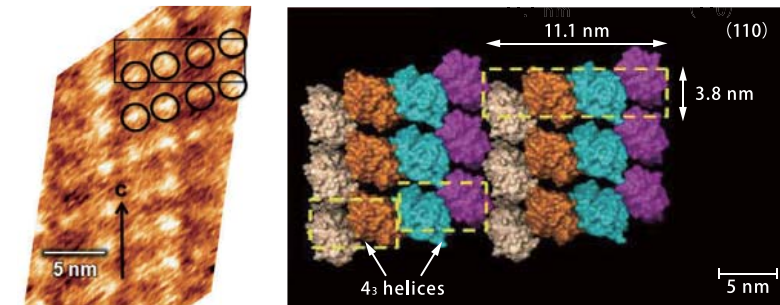
样品：PbPc/MoS₂

液体中观察实例

液体中

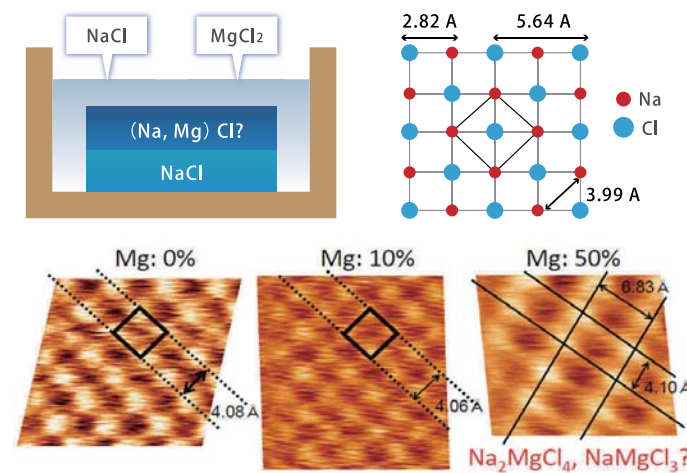
蛋白质结晶的分子排列²⁾

左图是在饱和溶液中观察到的蛋白质溶菌酶。可以观察到表面晶胞（右图中的虚线方框）内的蛋白质分子（左图中的圆圈）。以往的AFM无法观察到晶胞内部结构，而HR-SPM首次观察到4个蛋白质分子，和右边的模型图一致。



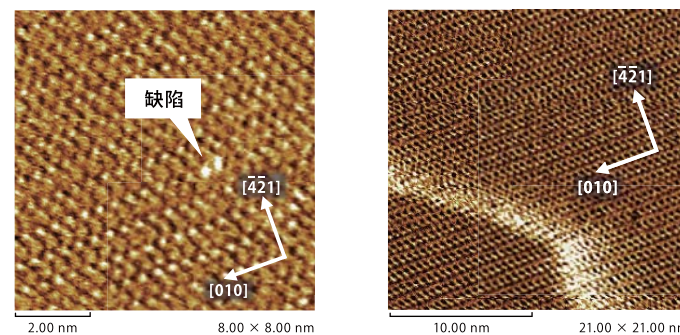
蛋白溶菌酶（110）面的晶体结构模型

混晶结构



在混合溶液中观察NaCl单晶表面上外延生长的Na₂MgCl₄晶体。因为可观察到晶体结构，所以可应用于混晶结构的确定。

方解石(calcite)解理面的原子结构³⁾



这是在纯净水中对方解石表面结构的原子级分辨率观察。在左图中可以观察到方解石表面的缺陷。

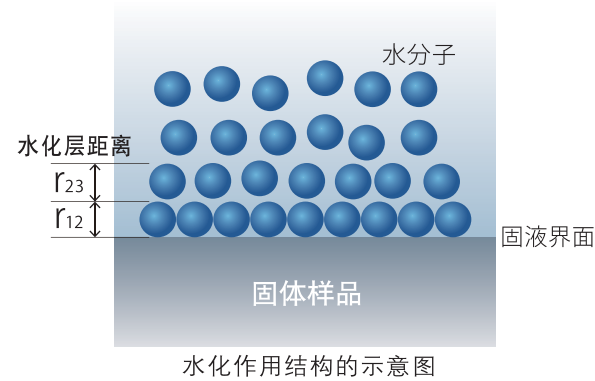
使用培养皿溶液池（选配件）

水化作用/溶剂化作用分层结构的观察实例

水化作用/溶剂化作用是什么

固液界面的液体会形成层状结构,此现象被称为溶剂化作用。如果液体是水,则被称为水化作用。这种区别于整体结构的特殊结构很大程度上左右着固液界面的各种作用及变化,如液相内的溶解、化学反应、电荷转移、浸润、润滑、热传导等。

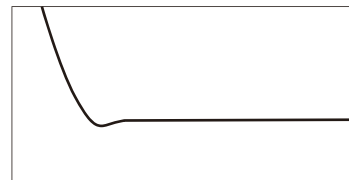
但是,水化作用层/溶剂化作用层非常薄,因此一般的实验手段很难测量。特别是对于表面内各向不均一的构造,之前没有测量手段。



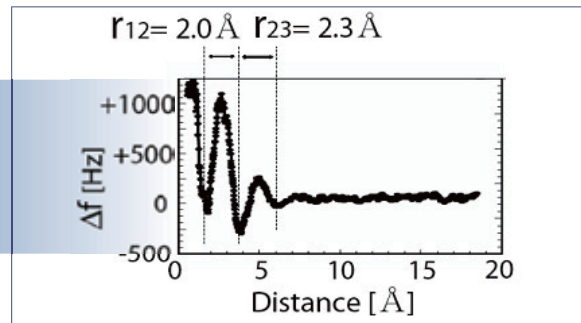
和以往AFM的不同

测量水化作用/溶剂化作用时,由于悬臂的受力变化非常小,只有通过超高灵敏度的调频模式才能获得观测图像,这也是首次观察到固液界面的分层结构。获取的图像不仅可以得到Z-X断面的水化作用/溶剂化作用,还可以进行Z-XY的三维构造解析。使HR-SPM性能从表面观察扩展到固液界面构造的分析。

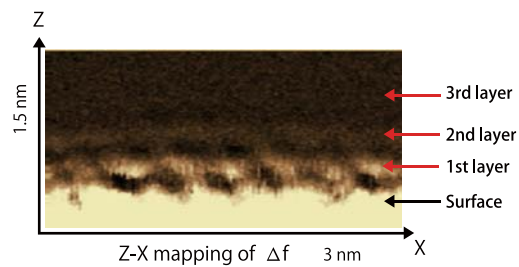
以往AFM的力曲线



FM模式的力曲线⁴⁾

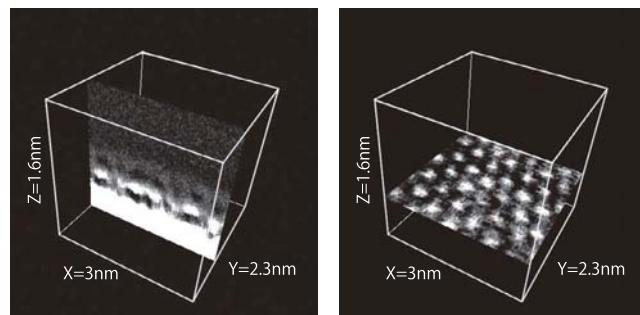


FM模式的水化作用测量



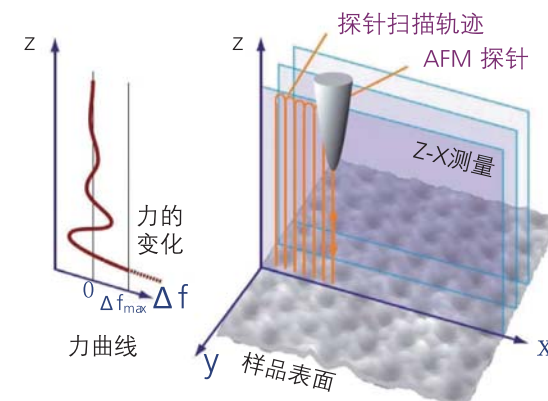
云母表面可观察到三层的水化作用层。

固液界面三维水化作用结构的观察分析⁵⁾

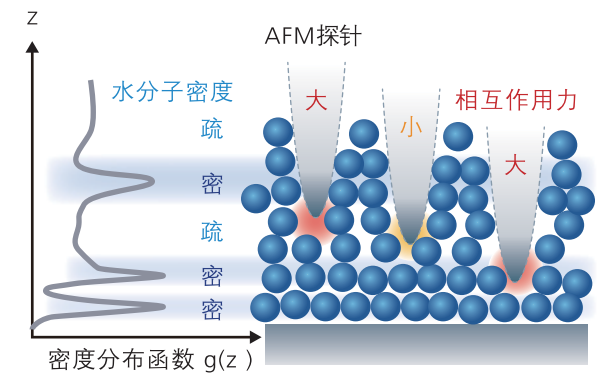


水化作用/溶剂化作用的测量方法

1. 在液体环境下操作HR-SPM,让悬臂按照设定值(Δf_{max})高精度地趋近样品表面。
2. 将悬臂前端针尖的受力情况通过力曲线进行测量表征。
3. 在极其接近固液界面处,可测得探针受到的特征性的力变化(Δf)。
4. 水化作用/溶剂化作用导致的力的变动提供了液体层状结构相关的信息。
5. X轴方向的连续测量(Z-X测量)可实现水化作用/溶剂化作用结构的断面观察。
6. 进一步,沿着Y方向反复Z-X测量可以实现三维结构分析。



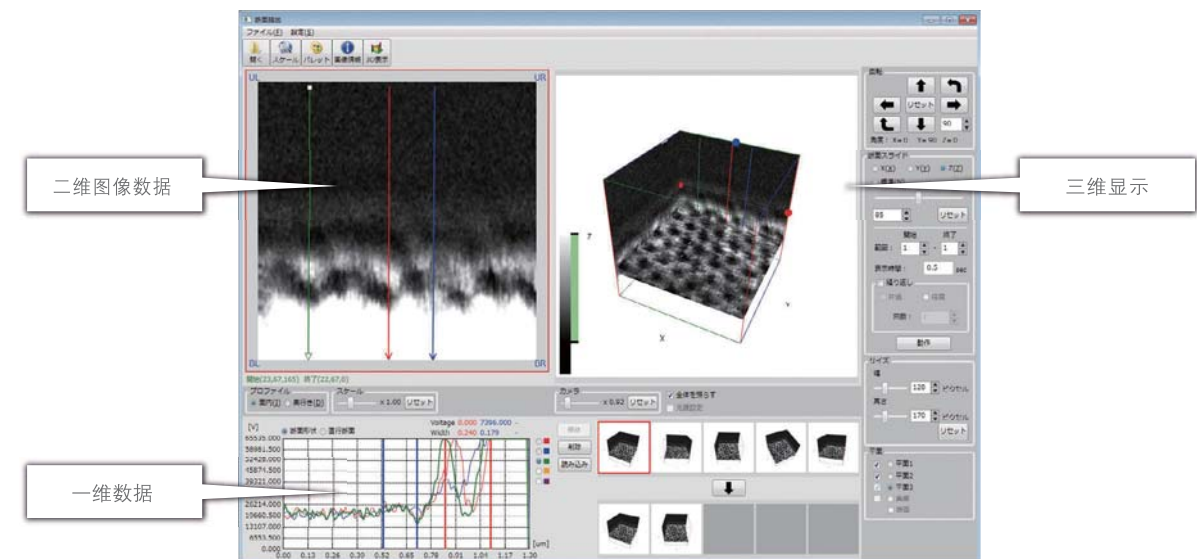
水化作用/溶剂化作用测量的示意图



水化作用/溶剂化作用测量的概念图

分析软件

三维数据制图的专用分析软件。强有力地支持了水化作用/溶剂化作用结构的数据解析。



- 制图数据的三维显示
- 从制图数据中抽取·显示二维图像数据
- 在二维图像数据上显示·分析指定的一维数据

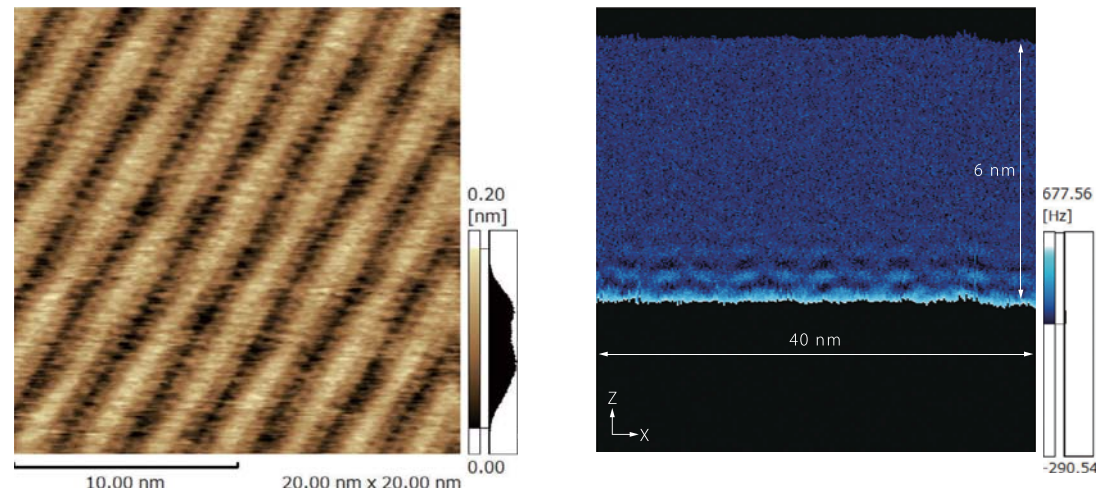
使用培养皿溶液池(选购件)

水化作用 / 溶剂化作用分层结构的观察实例

石墨表面的1-癸醇的界面结构

左图为石墨表面的1-癸醇分子膜。两个癸醇分子间的连结结构以及分子膜结构可被清晰地分辨。

癸醇与石墨交界面的吸附分子层横截面结构如右图。可以发现癸醇分子程层状分布，而且分层在面内方向呈不均匀分布。

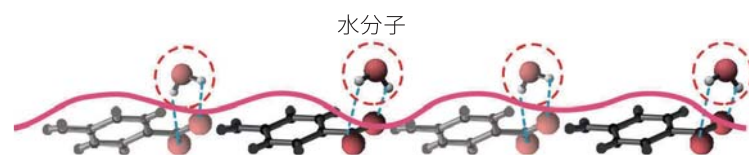
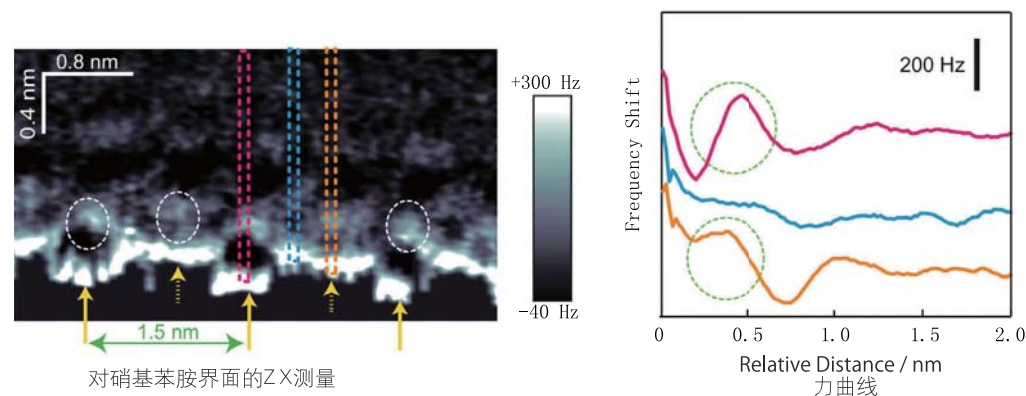


对硝基苯胺饱和水溶液的结晶表面⁷⁾

Z-X测量（左图）中凸起部分为苯环，凹陷部分为亲水性的官能团所在的位置。从不同位置的力曲线（Z- Δf 曲线）

可以看到在具有亲水基的凹陷部分由于水分子的存在而显示出强烈的水化作用。

此数据表明，如下图模型，水分子的氢和极性基团成键，从而形成稳定的结构。



使用培养皿溶液池(选购件)

调频模式原理

在动态模式下，测量悬臂的振动频率，从而测得悬臂和样品间的相互作用力。具体来说，为了使悬臂的频率偏移(Δf)保持一定，保持悬臂在非接触状态下运动。与以往相比，对力的检测灵敏度提高了20倍以上，因此图像的分辨率也大大提升。



参考文献

引用文献

- 1) Ryohei Kokawa, Masahiro Ohta, Akira Sasahara, Hiroshi Onishi, Kelvin Probe Force Microscopy Study of a Pt/TiO₂ Catalyst Model Placed in an Atmospheric Pressure of N₂ Environment, Chemistry – An Asian Journal, 7, 1251-1255 (2012).
- 2) K. Nagashima, M. Abe, S. Morita, N. Oyabu, K. Kobayashi, H. Yamada, R. Murai, H. Adachi, K. Takano, H. Matsumura, S. Murakami, T. Inoue, Y. Mori, M. Ohta, R. Kokawa, Molecular resolution investigation of tetragonal lysozyme(110) face in liquid by FM-AFM, Journal of Vacuum Science and Technology B 28 (2010) C4C11-C4C14
- 3) Sebastian Rode, Noriaki Oyabu, Kei Kobayashi, Hirofumi Yamada, and Angelika Kuhnle, True Atomic-Resolution Imaging of (1014) Calcite in Aqueous Solution by Frequency Modulation Atomic Force Microscopy, Langmuir, 2009, 25 (5), pp 2850-2853
- 4) K. Kimura, S. Ido, N. Oyabu, K. Kobayashi, Y. Hirata, T. Imai, H. Yamada, Visualizing water molecule distribution by atomic force microscopy, Journal of Chemical Physics, 132, 19, 194705 (2010).
- 5) Kei Kobayashi, Noriaki Oyabu, Kenjiro Kimura, Shinichiro Ido, Kazuhiro Suzuki, Takashi Imai, Katsunori Tagami, Masaru Tsukada and Hirofumi Yamada, Visualization of hydration layers on muscovite mica in aqueous solution by frequency-modulation atomic force microscopy, Journal of Chemical Physics, 138, 184704 (2013).
- 6) Rina Nishioka, Takumi Hiasa, Kenjiro Kimura, and Hiroshi Onishi, Specific Hydration on p-Nitroaniline Crystal Studied by Atomic Force Microscopy, J. Phys. Chem. C, 117, 2939-2943 (2013).

仪器相关

- Ryohei Kokawa and Masahiro Ohta, Development of a High Resolution FM-AFM Working in Air or Solution, Microscopy, Vol. 47, No. 1 (2012) (Japanese)
- Kei Kobayashi, Hirofumi Yamada, and Kazumi Matsushige, Reduction of frequency noise and frequency shift by phase shifting elements in frequency modulation atomic force microscopy, Rev. Sci. Instrum., 82, 033702 (2011).

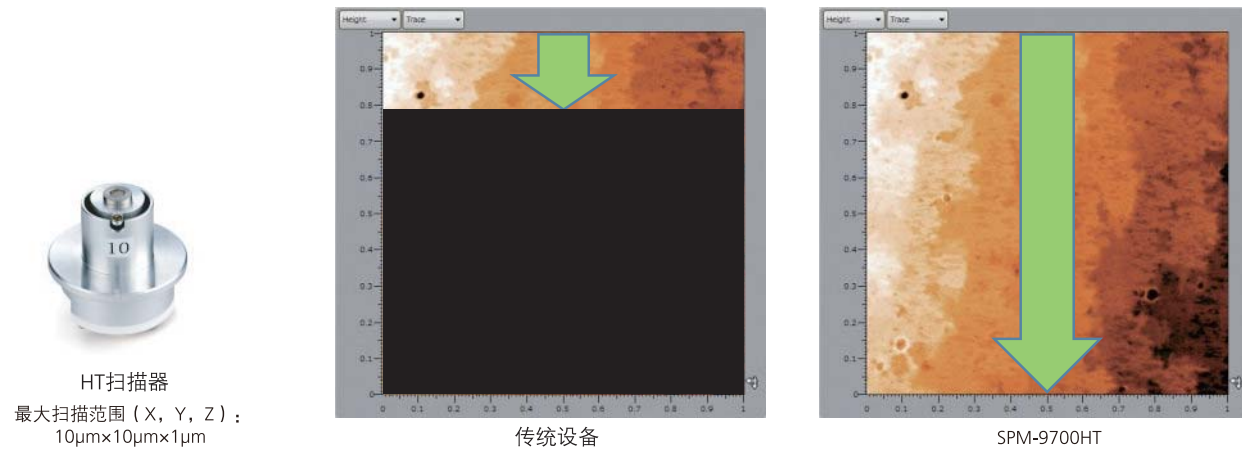
应用实例

- Shinichiro Ido, Kenjiro Kimura, Noriaki Oyabu, Kei Kobayashi, Masaru Tsukada, Kazumi Matsushige and Hirofumi Yamada, Beyond the Helix Pitch: Direct Visualization of Native DNA in Aqueous Solution, ACS Nano, 7, 1817-1822 (2013).
- Takumi Hiasa and Hiroshi Onishi, Competitive Adsorption on Graphite Investigated Using Frequency-Modulation Atomic Force Microscopy: Interfacial Liquid Structure Controlled by the Competition of Adsorbed Species, Langmuir, 29, 5801-5805 (2013).

本仪器由京都大学山田组、大阪大学森田组、神户大学大西组、北陆先端大学富取组、金泽大学新井组共同开发研制，实现国产化。

缩短观察时间 高通量扫描

通过新开发的可快速响应的HT扫描器以及软件与控制系统设计的优化，成功实现以传统设备5倍以上的速度（与本公司相比）获取图像数据。

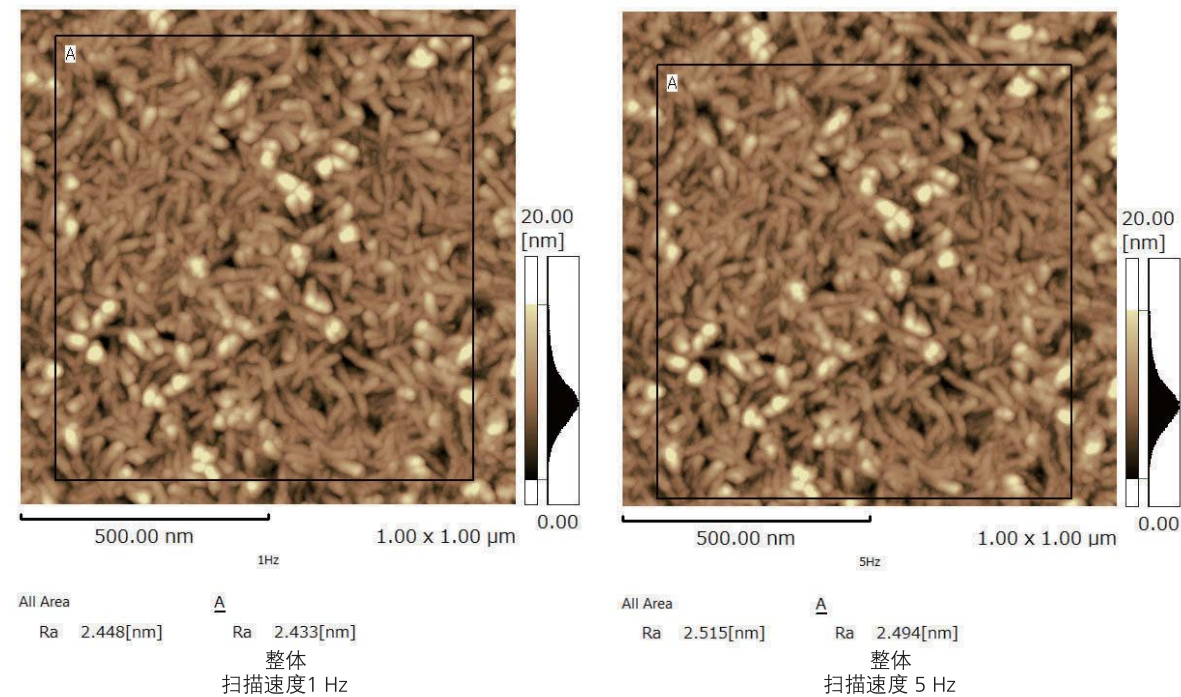


扫描器可简单更换，因而可使用传统扫描器。另外，可通过在原仪器上追加HT扫描器，实现设备的高效率分析。

分析案例

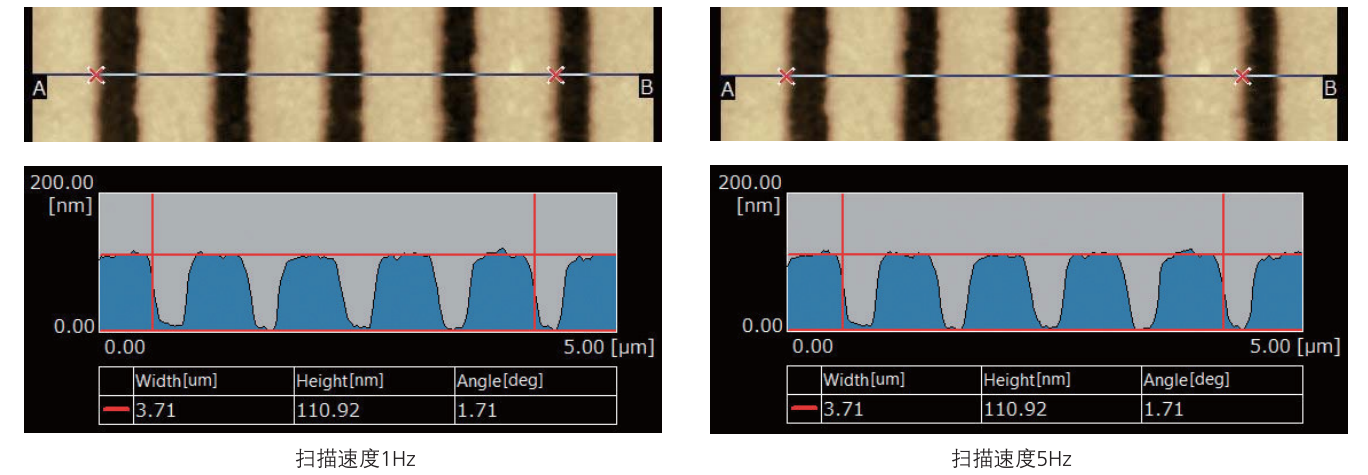
金属蒸镀膜的表面粗糙度分析

以1Hz和5Hz的扫描速度对金属蒸镀膜的表面形貌进行观察。画质及表面粗糙度的分析结果相同。



光栅沟槽形状检测

以1Hz和5Hz的扫描速度对光栅的表面形貌进行观察。经过断面形状分析，沟槽形状检测结果均相同。

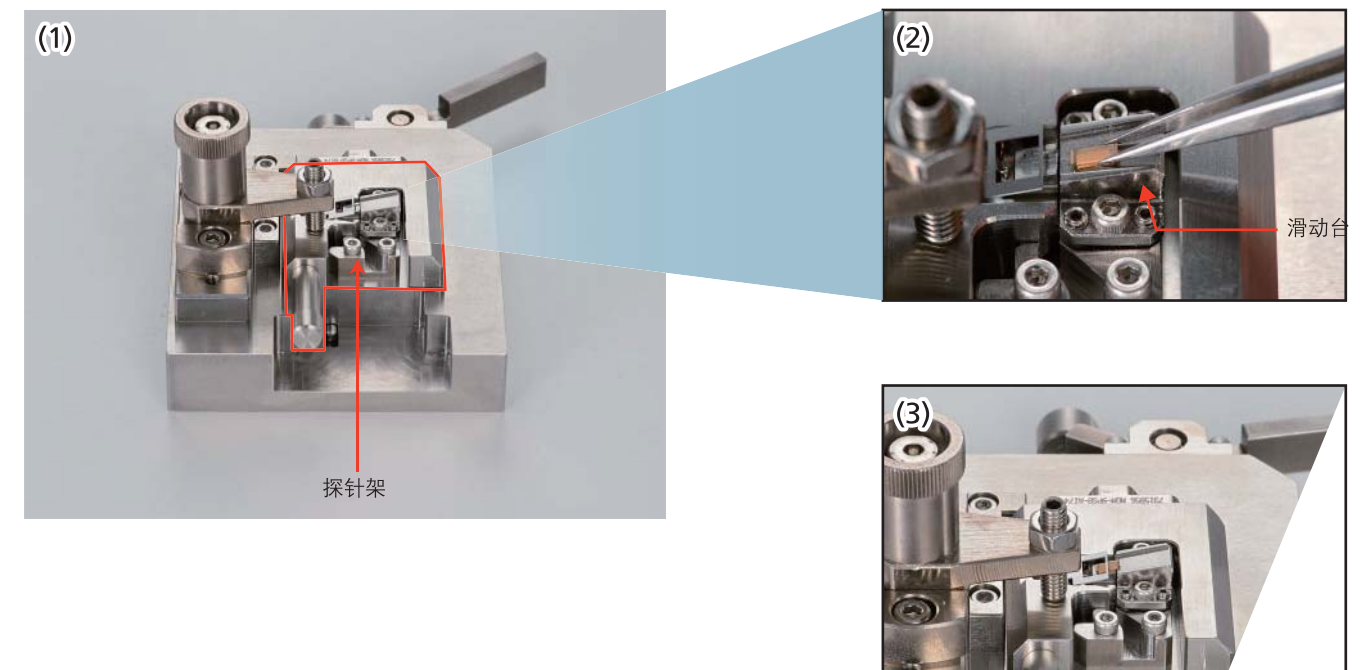


探针安装夹具——“探针专家”（选配）

可轻松地准确安装探针。

安装顺序：

- (1) 将探针架安装在探针安装夹具上。
- (2) 将探针置于滑动台上。
- (3) 将探针插入探针架并固定，保持探针能够滑动。



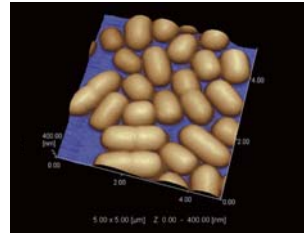
网上「SPM资料室」

在岛津网页上定期更新最新的观察数据、应用实例、论文清单和学术会议报告清单等。



01 生物

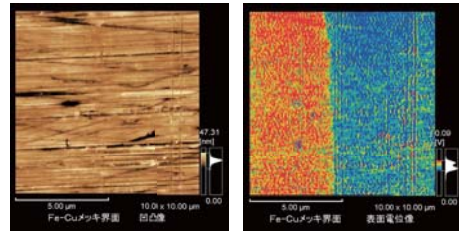
大肠杆菌



将大肠杆菌置于基板上干燥后，在溶液中进行观察。
(东京大学海洋研究所 池本先生 木暮先生提供)

02 金属

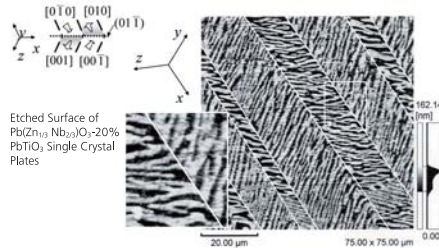
电镀界面



铁 (Fe) 镀铜 (Cu) 样品的断面，检测其界面的电位。左边的形貌像虽然界面没有高低差，但右边的电位像观察到铁的部分比铜的部分约高出90mV。

03 非金属

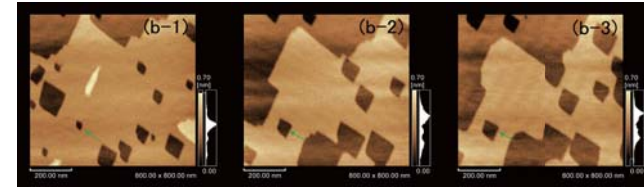
强电介质的范畴



可通过蚀刻处理观察强电介质洗净表面的畴壁结构。
(名古屋工业大学 工学部 岩田先生提供)

04 矿物质

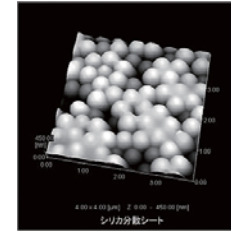
方解石溶液中的观察



在方解石溶液中对结晶溶解的过程进行观察。观察到溶解过程中约0.3nm 层差的生长。从 (b-1) 至 (b-3) 经过了约10分钟。(东京大学理学部 键先生提供)

05 陶瓷

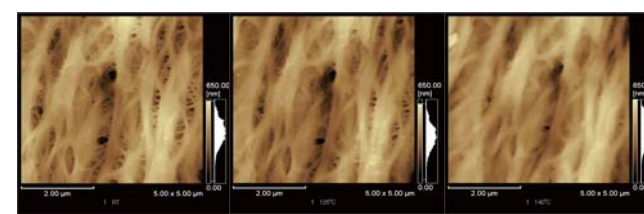
二氧化硅分散板



单分散二氧化硅球形颗粒分散在有机粘剂上形成的薄片。球形颗粒通过粘剂粘接在一起的状态一目了然。
(财团法人精细陶瓷中心 (JFCC) 提供)

06 高分子

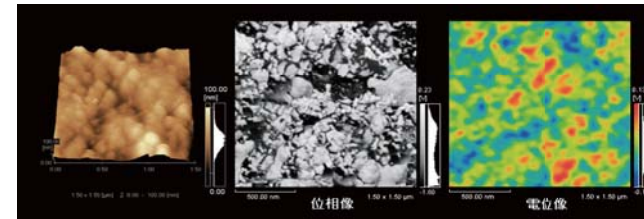
Li离子电池隔膜



对锂离子电池的隔膜表面进行观察。通过加热观察，可见随着温度升高，纤维溶胀，渐渐填满细孔。

07 粉末

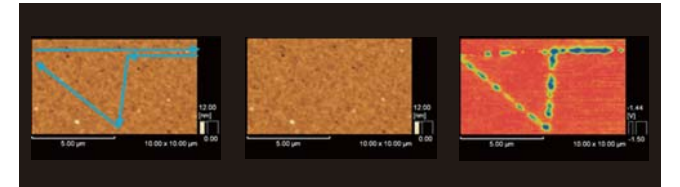
碳粉颗粒



用高倍率对1个碳粉颗粒的顶部进行观察。左图为表面形貌像，右图为相位像及表面电位 (KFM) 像。如右图所示，可通过在同一视野比较不同的物理属性，获得碳粉材料和外添加材料的分布与电位分布的相关性。

08 纳米技术

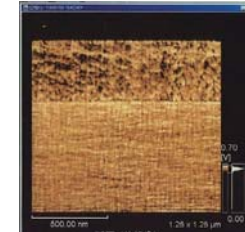
通过电位刻蚀



以硅基板上的金蒸镀面为样品，通过矢量扫描绘出了图1所示的轨迹。此时，使用导电性悬臂，在与样品的间隙施加微小电位。刻蚀后同时检测AFM和KFM，对AFM像 (图2) 的形貌观察没有发现变化，但在KFM像 (图3) 的电位检测中，检测出刻蚀轨迹的电位比周边低50mV左右。

09 薄膜

薄膜断面

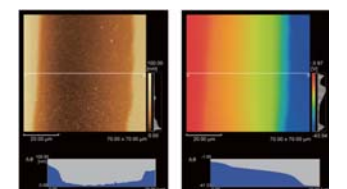


立起基板，对蒸镀了有机薄膜的Si基板断面进行观察。界面清晰可见，观察到上部约1/3为有机薄膜，厚度为390nm。是探针控制稳定的SPM-9700HT特有的应用案例。

10 半导体

有机薄膜晶体管 (FET) 的电位分析

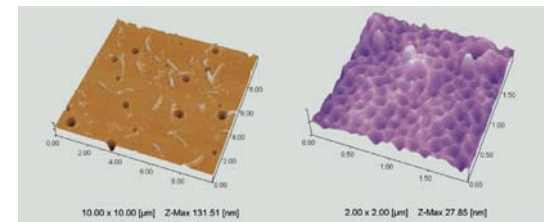
有机薄膜晶体管在柔性显示器用途等领域备受瞩目。对该样品进行形貌/电位分析。P3HT (3-己基噻吩) 具有很高的场效应迁移率，使用AFM进行实际测量时，将源极接地，在栅极、漏极分别独立加载电位，测定栅极上表面电位的变化。



(室兰工业大学 工学部电气电子工学科 福田先生提供)

11 涂层

烤漆涂装面



涂装表面由于脱气而形成很多孔洞。在金属涂装面 (左) 观察到有混入的金属纤维。

主要技术指标

1. SPM单元

分辨率	XY: 0.2 nm, Z: 0.01 nm	
AFM头部	位移检测系统	光源/光杠杆/检测器
	光源	激光二极管 (635 nm, 5 mWmax, On / Off可能) 更换样品时对悬臂持续照射
	检测器	光敏二极管
扫描器	位移换算 噪声水平	20fm/√Hz以下
	驱动元件	管状压电元件
样品台	最大扫描范围	2.5 μm × 2.5 μm × 0.3 μm (X·Y·Z)
	最大样品形状	φ38 mm × 8 mm
	样品更换方式	头部滑动机构
	样品固定方式	磁性固定
Z轴驱动机构	方式	步进马达全自动驱动
	最大可驱动范围	10 mm
光学显微镜	CCD	CCD尺寸: 1/3inch 有效像素: 1024×768
	镜片	动作距离: 65 mm 光学倍率: 4倍
	照明	同轴落射式照明
减震机构	减震台	SPM单元内置

※ Windows为美国Microsoft Corporation的美国及其他国家商标或注册商标。
 ※ 其它出现的公司名称、产品名称均各公司的商标或者注册商标。
 ※ 本说明中不标明™、®符号。

2. 控制单元

控制单元	反馈控制器	数字控制方式
通信接口	1000Base-T, TCP/IP协议	
驱动单元	X·Y轴控制	-211~+211 V / 16 bit
	Z轴控制	-211~+211 V / 16 bit
模拟单元	输入电压	-10~10 V
	分辨率	16 bit
	抽样频率	200 kHz
	输入信号	8通道








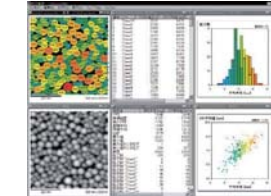
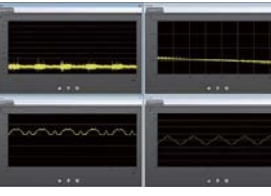

3. 数据处理装置

主计算机系统	主内存	16 GB以上
	外部存储设备	内置硬盘250GB以上 CD-RW驱动1套
	通信接口	1000Base-T, TCP/IP协议
	OS	Windows7 Professional 64 bit
显示单元	液晶	23英寸宽屏TFT液晶 显示像素 1920 × 1080像素

4. 软件

在线测定	图像观察	最多可同时显示8个画面 可显示扫描中横断面的形状
	扫描模式	XY, ZX, ZXY 可切换
	控制画面	可设定观察条件
离线处理	一览显示	缩略图可实现图像一览
	图像显示、分析	可显示·处理·分析图像数据 可显示·分析三维图像数据

选购件

 <p>小区域高分辨观察。 X·Y: 2.5 μm Z: 0.3 μm</p>	 <p>可观察更大范围。 X·Y: 30μm Z: 5μm</p>	 <p>同轴落射式照明 (标配) 以外, 供需要侧面照明时使用。</p>	 <p>液体观察时使用。附带专用探针架。</p>
 <p>更灵活更准确的更换探针</p>	 <p>台式被动减震台。需要压缩空气源。</p>	 <p>桌面型主动减震台。只需电源即可作业。</p>	 <p>配置专用台架的主动减震台</p>
 <p>双屏显示 (选配), 包含连接线缆</p>	 <p>对图像数据中各颗粒的特征量进行分析。</p>	 <p>在线软件上可显示任意的信号</p>	 <p>需要去除样品、探针所带静电时使用。</p>

装置外观



安装条件

实验室环境

实验室的温湿度条件如下：
 温度：23℃±5℃
 湿度：60%以下 (无结露)

电源

为运行本仪器，需要如下电源：
 单相：100V AC, 50/60Hz 15A 2路
 地线：最大100Ω



仪器大小和重量

AFM单元 W200×D220×H370 (mm) 约10kg
 控制单元 W600×D600×H1300 (mm) 约130kg

设置实例

