

深入洞察



蔡司 **Crossbeam** 产品系列

专为高通量 3D 分析和样品制备量身打造的 FIB-SEM

zeiss.com/crossbeam



Seeing beyond

专为高通量 3D 分析和样品制备量身打造的 FIB-SEM

› 简介

› 优势

› 应用

› 系统

› 技术参数

› 售后服务

蔡司 Crossbeam 将场发射扫描电子显微镜 (FE-SEM) 镜筒的强大成像和分析性能与新一代聚焦离子束 (FIB) 的优异加工能力相结合。

无论是切割、成像或进行 3D 分析，Crossbeam 系列都能极大地提升您的应用体验。使用 Gemini 电子光学系统，您可以从扫描电子显微镜 (SEM) 图像中获取真实的样品信息。Ion-sculptor FIB 镜筒引入了全新的 FIB 加工方法，能够减少样品损伤，提升样品质量，从而加快实验进程。

通过为您量身定制的仪器，实现高质量和高通量的 TEM 薄片样品制备。您可以充分利用 Crossbeam 350 的可变压力功能，或选择更适配样品的样品仓尺寸，用 Crossbeam 550 对您急需的样品实现更严苛的制备与表征。

无论用于科研机构还是工业实验室，单用户实验室或多用户实验平台，如果您想获得高质量，高影响力的实验结果，蔡司 Crossbeam 的模块化平台设计可让您根据自身需求的变化，随时对仪器系统进行升级。



更简单、更智能、更集成

- › 简介
- › **优势**
- › 应用
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务

深入洞察样品的 2D、3D 细节

蔡司 Crossbeam 的 Gemini 电子光学系统提供出色的样品图像。除拥有高信噪比优势外，该技术还具备高分辨率和高衬度，在加速电压较低时亦能保持高水准。利用 FIB 在低电压下的出色性能，可制备出质量高、损伤小的样品（如 TEM 薄片样品），并对样品进行全面的 3D 表征。同时，系统还采用多种探测器，特殊的能量选择背散射（Inlens EsB）探测器可进行纯材料成分衬度的成像。在维持样品仓内高真空的同时，可利用局部电荷补偿，或采用 Crossbeam 350 选配的可变压力模式，在测试非导电样品时不受荷电效应干扰。

提升样品制备效率

将 Gemini 光学系统与全新的 FIB 加工方法相结合：凭借 Ion-sculptor FIB 镜筒在低电压下的优异性能，可快速获得准确的结果，同时降低样品的非晶化损伤。在制备 TEM 薄片样品，尤其是极具挑战性的样品时，可充分发挥这些优势。FIB 的大束流功能还拥有更多优势，不仅节省时间，还可以在不影响最终 FIB 分辨率的情况下，以高达 100 nA 的束流实现了出色的 FIB 加工结果。借助自动批量制备横截面或用户自定义图形可节省更多时间。优化的日常工作流程增强了 FIB 离子源的使用寿命和稳定性，且在长期实验中更具优势。

出色的 3D 分辨率

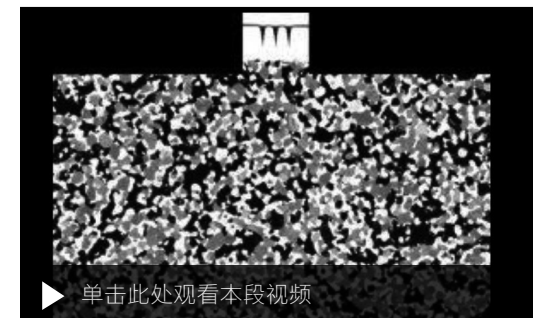
凭借出色的 3D 分辨率和各向一致三维体素尺寸，用户可在 FIB-SEM 断层扫描成像中获取更准确、可靠的结果。Inlens EsB 探测器能对深度小于 3 nm 的样品切片进行探测和成像。为其开发的 Atlas 5 可快速、准确地控制切片厚度，帮助您扩展 Crossbeam 产品的功能。您还能在切割的同时进行成像，从而大大节约时间。此外，对三维体素尺寸的追踪和对图像质量的自动控制流程也会让您受益匪浅。同时，Atlas 5 中全新集成的分析模块可在断层成像期间进行 3D EDS 和 3D EBSD 分析。



Gemini 电子光学系统可呈现优质图像。



Ion-sculptor FIB 镜筒在低电压下的出色性能使您获益匪浅，尤其在 TEM 薄片制备方面，优势更为显著。



固态氧化物燃料电池阳极 3D 截面形貌 - 镍基耐热复合材料。

洞察产品背后的科技

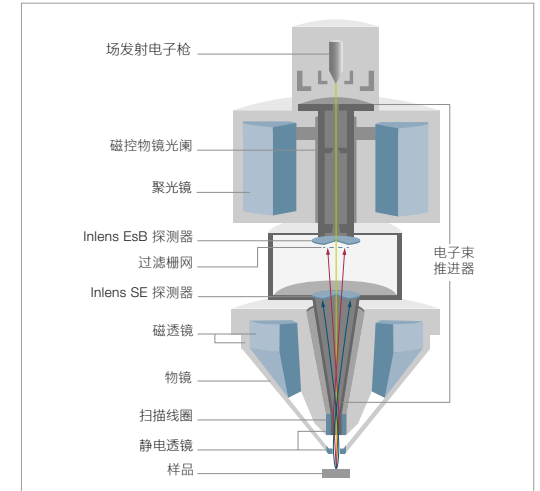
- 简介
- 优势**
- 应用
- 系统
- 技术参数
- 售后服务

Gemini 光学系统的优势

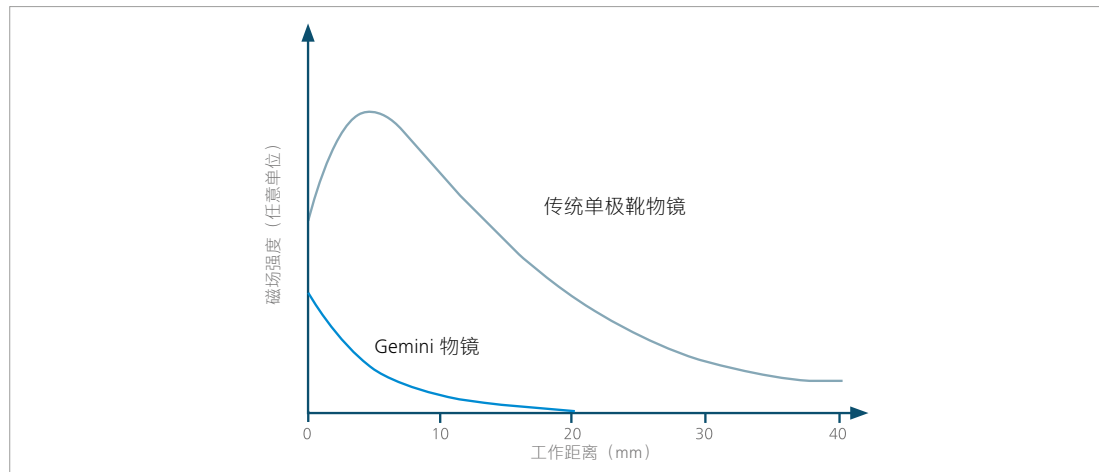
Crossbeam 中的 FE-SEM 电子镜筒基于 Gemini 电子光学系统。SEM 的校准具有长效稳定性，且可轻松对电子束流和加速电压等各种系统参数进行调节。与其它 FE-SEM 相比，Gemini 光学系统具有无外泄磁场的优势。这可以让您在大视野范围下获得无畸变、高分辨率的图像，即便倾斜样品也不会对其造成影响，甚至磁性样品也能轻松成像。

两种镜筒可供选择：

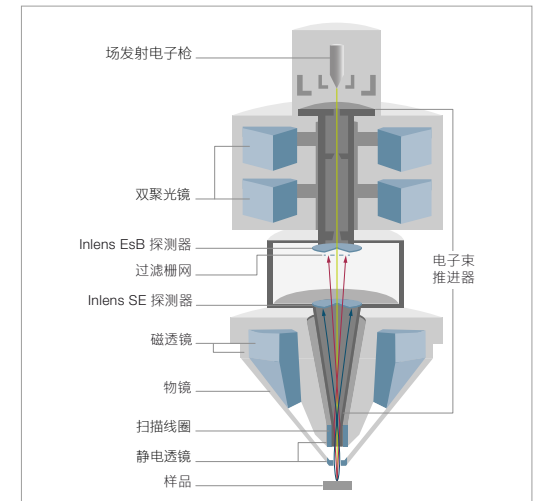
- Crossbeam 350 的 Gemini 可变压力镜筒适用于各类样品，用途广泛。利用可变压力模式 (VP) 可进行原位实验，即便样品含有气体或易荷电，也能提供出色的分析环境。
- Crossbeam 550 的 Gemini II 镜筒配备双聚光镜系统，在低电压或高束流下也能获得高分辨率图像，如需在高束流条件下获得高分辨率图像以及进行快速分析，这无疑您的理想之选。
- Inlens SE 和 Inlens EsB 同步成像，可提供独特的形貌和材料衬度，这意味着您能在更短的时间内获取更多信息。



蔡司 Crossbeam 350: Gemini 镜筒配备单聚光镜、两个 Inlens 探测器，具有可变压力功能。



相比传统的物镜透镜设计，Gemini 镜筒的磁泄露极小，在确保样品表面无磁场的情况下，即便倾斜样品也可获得优质的离子束和电子束图像，甚至磁性样品也能获得高分辨率图像。



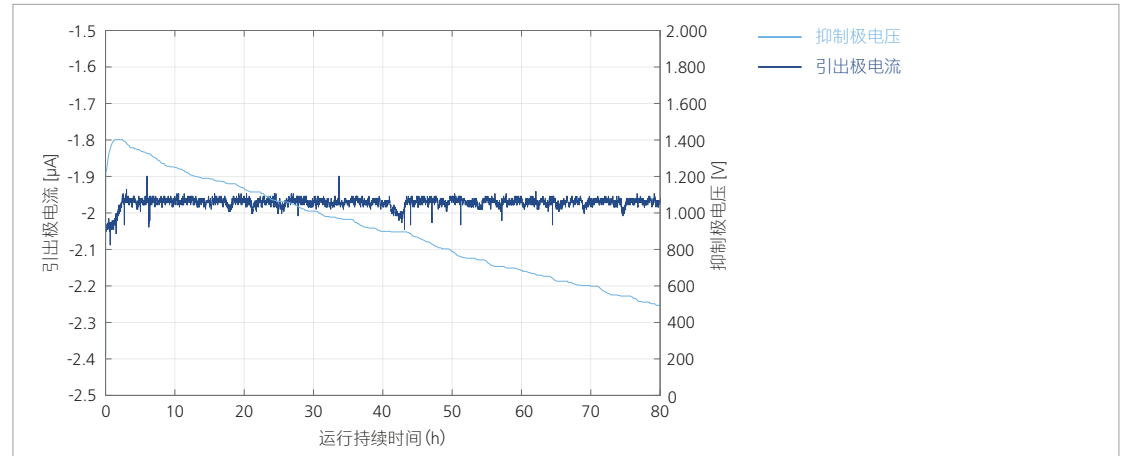
蔡司 Crossbeam 550: Gemini II 镜筒配备双聚光镜和两个 Inlens 探测器。

洞察产品背后的科技

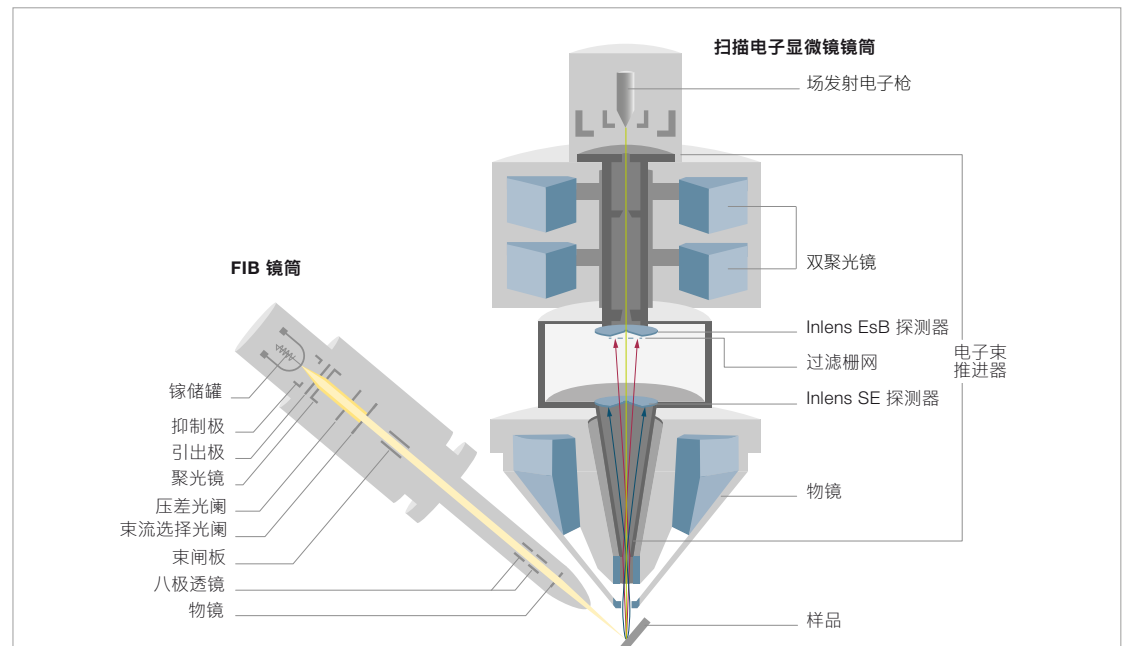
- 简介
- 优势**
- 应用
- 系统
- 技术参数
- 售后服务

探索全新的 FIB 加工方法——从大尺寸到纳米精度切割

充分利用 Ion-sculptor FIB 镜筒在低电压下的出色性能来提升样品质量。降低精密样品的非晶化程度，可在减薄抛光后获得出色的样品效果，同时具有快速切换束流的优势，加速 FIB 的应用。您也可以选择出色的大束流性能，使 FIB-SEM 3D 应用的采集速度提高一倍。图像采集的过程十分稳定，确保您获得准确且高度可重复的结果。镜筒设计使其束流范围横跨五个数量级，即从 1 pA 到 100 nA。高达 100 nA 的束流能快速准确地移除材料，并完成切割流程。同时，低束流下可获得小于 3 nm 的高 FIB 分辨率。在 2 μ A 的发射电流下工作时，镱聚焦离子束源，即 LMIS（液态金属离子源）的常规使用寿命高于 3000 μ Ah。通过自动离子源加热功能，Crossbeam 系列产品能够完成超长持续时间的实验。



镱离子源发射电流的调节特性。发射稳定性超过 72 小时。



蔡司 Crossbeam 550: FIB 和 FE-SEM 镜筒的倾斜角度为 54°。

扩展您的应用

› 简介

› **优势**

› 应用

› 系统

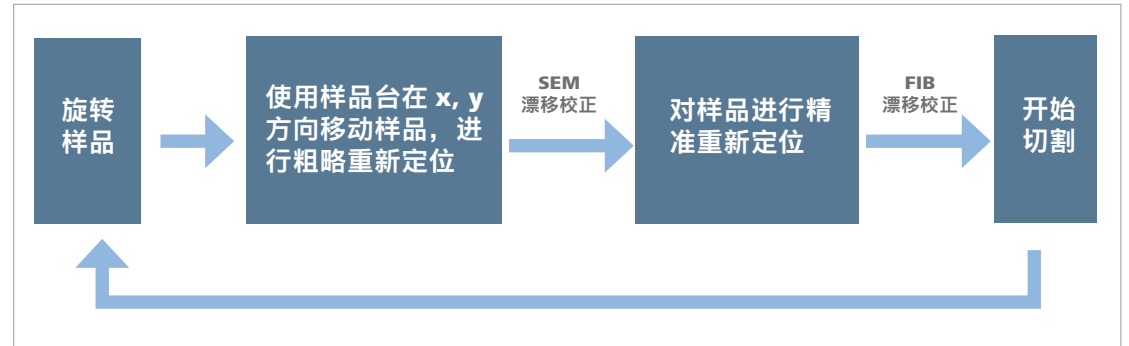
› 技术参数

› 售后服务

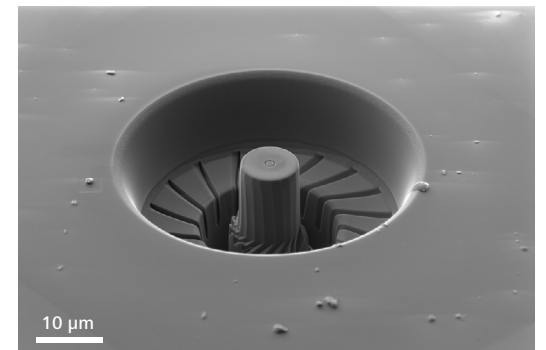
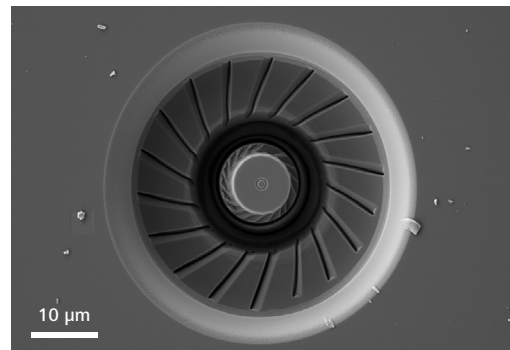
使用远程应用程序编程 (API) 自定义 Crossbeam 接口

创新型实验往往需要使用一些您的电子显微镜软件无法提供的新功能。因此，Crossbeam 的开放编程接口设计可使您访问几乎所有的显微镜参数。远程 API 允许用户借助自定义程序完全控制电子和离子镜筒、样品台、真空系统、探测器、扫描和成像参数。自定义程序既可在系统 PC 上运行，也可在远程工作站上运行。

蔡司提供文档及各种编程语言的代码示例和技术支持，确保您快速获得所需的结果。



自动加工工作流程，在定制应用程序 SmartLathe 中实现并使用了 API 接口。



FIB 加工后的压力实验微柱：SEM 俯视图（左图），SEM 侧视图（右图）。

扩展您的应用

› 简介

› **优势**

› 应用

› 系统

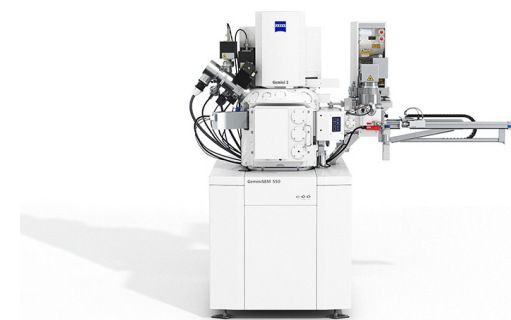
› 技术参数

› 售后服务

激光 FIB 工作流程如何进入深埋结构

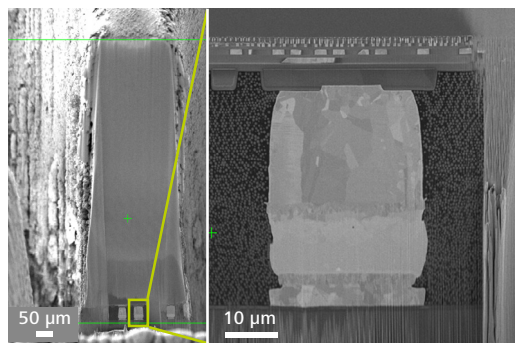
要进入深埋区域，需要在 3D 中定位感兴趣区域，通过有针对性的制备切削材料，并进行 3D 成像和分析。为您的蔡司 Crossbeam 添加一个飞秒激光器，尽享快速制备样品的优势。

- 快速实现深埋结构的表征
- 制备宽度和深度可达毫米级的超大横截面
- 由于使用了超短激光脉冲，样品损伤和高温影响区极小
- 在带碎片处理的专用样品仓中进行激光作业，避免污染主仪器
- 通过与先前获取的 X 射线显微镜数据集相关联，找到深埋的感兴趣区域
- 自动进行激光加工、抛光、清洁并将样品转移到 FIB 样品仓中

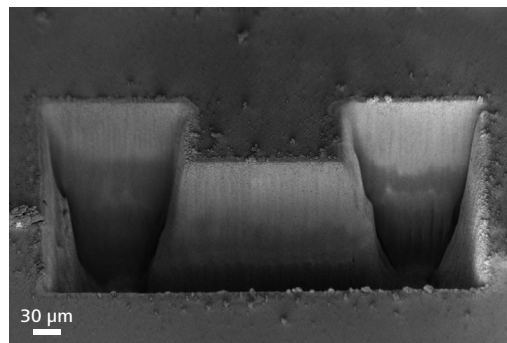


▶ 单击此处观看本段视频

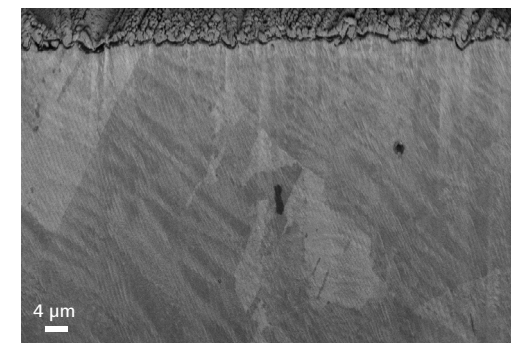
使用 LaserFIB 优化激光加工并实现其自动化。



在电子元件样品中进行深度激光切割，以进入 860 μm 深的掩藏感兴趣区域（左图）。激光制备后目标结构已可见。只需很短的时间即可 FIB 抛光感兴趣区域（右图）并显示微柱的精细细节。



在不到 30 秒时间内，用飞秒激光在陶瓷样品上切割出 200 μm 宽的横截面，每边有 200 μm 的间隙。该模式可用于研究样品材料横截面的微观结构，或作为后续 FIB-SEM 断层扫描的预准备。



金属合金样品的横截面（类似于左图所示）的表面细节，展示了仅用激光抛光后的切割质量。未应用 FIB 抛光。可见大面积晶粒结构及夹杂物。

扩展您的应用

› 简介

› **优势**

› 应用

› 系统

› 技术参数

› 售后服务

轻松制备 TEM 薄片样品

对于 TEM 样品，只需使用自动化样品制备流程 (ASP)：其中包括所有必要步骤，可随时提取样品。

工作步骤

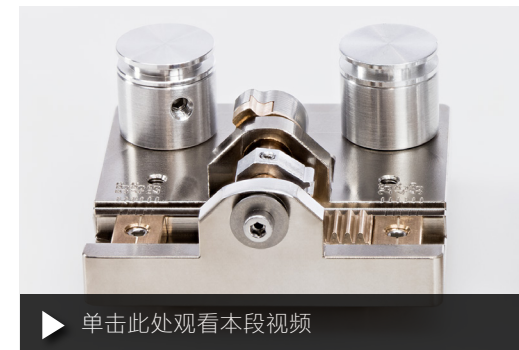
- 点击 TEM 样品制备图标。
- 画一条线，确定样品上薄片的位置。
- 执行制备程序。

批量自动制备 TEM 薄片

- 在预设位置进行 TEM 样品的批处理，无需专人值守。

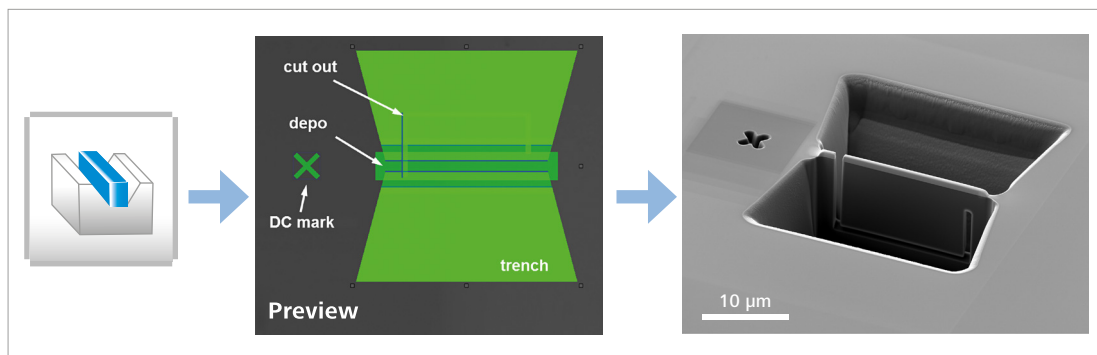
工作步骤

- 确定单个 TEM 薄片的位置，并传输至任务列表。
- 根据需要重复上述步骤或在样品模式下进行复制与粘贴。
- 执行任务列表。

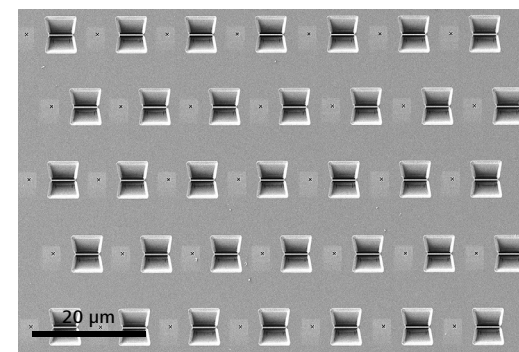


▶ 单击此处观看本段视频

X² 样品夹：使用蔡司专利的 X² 制备方法制备超薄、稳定的 TEM 薄片样品，并获得均匀且厚度小于 10 nm 的无损伤样品。



TEM 样品制备三步简易工作流程示意图 (depo 代表沉积, DC 代表漂移校正)



自动制备 TEM 薄片阵列。

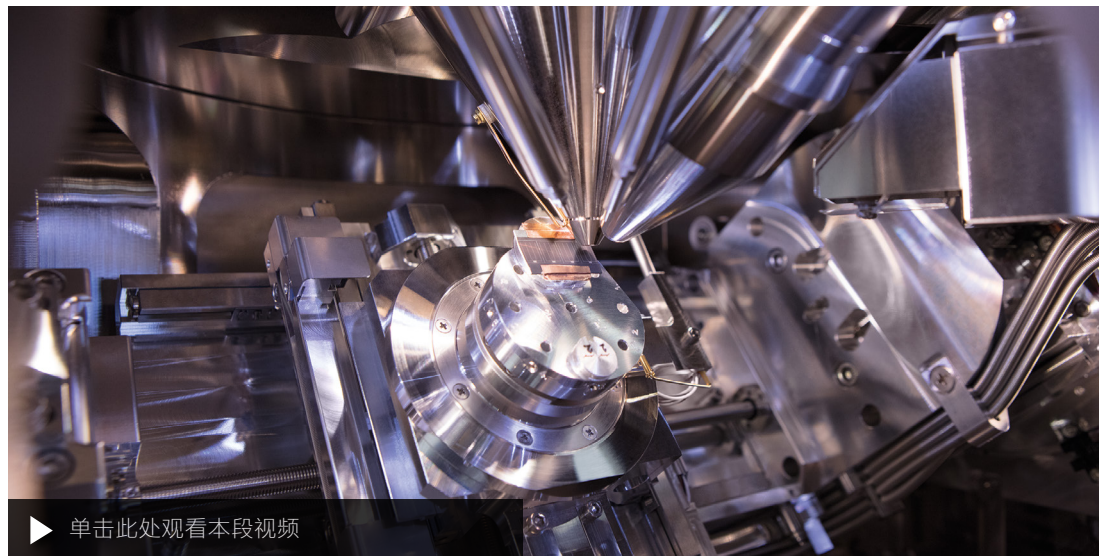
扩展您的应用

- › 简介
- › **优势**
- › 应用
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务

选择用于提取 TEM 薄片的机械手

在进行 TEM 薄片样品制备时，利用超优中心 6 轴样品台可快速定位样品上的感兴趣区域，且在任意工作距离下，均可保证在倾斜样品时始终保持优中心状态（即感兴趣区域始终在视野中心）。制备并最终利用机械手提取样品，以进行接下来的工作流程。

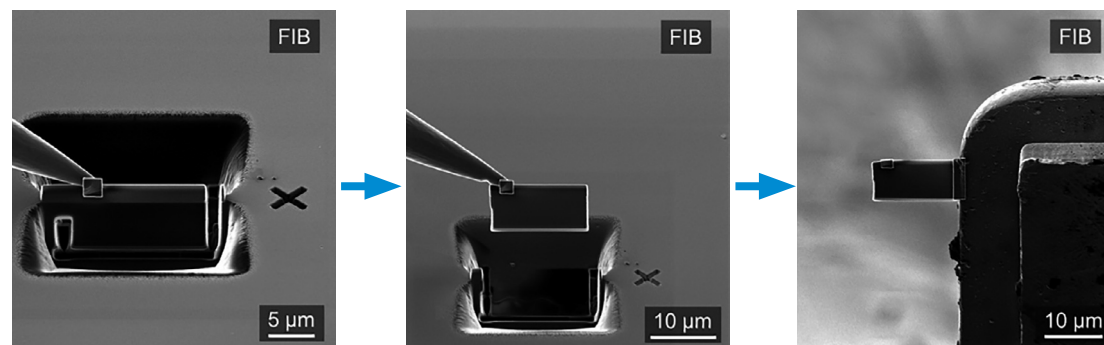
将加工好的 TEM 薄片从基体中进行转移的操作简便快捷。选择一款在灵活性、操作自由度和控制易用性方面皆可满足您需求的机械手，将薄片样品转移到栅网上，执行最终的减薄和低电压抛光。



利用超优中心 6 轴样品台可快速定位感兴趣区域，且在倾斜样品时始终保持优中心状态。制备样品，最后提取 TEM 薄片。



配置所选机械手，以优化工作流程。



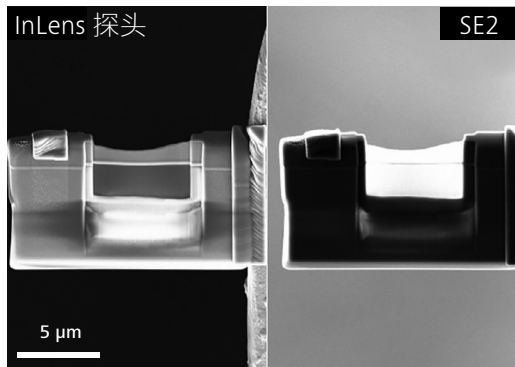
将薄片样品焊接在机械手的针尖上，再从大仓室内提取样品并转移到 TEM 栅网上，以便在透射模式下进行下一步测试（从左至右）。

扩展您的应用

- › 简介
- › **优势**
- › 应用
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务

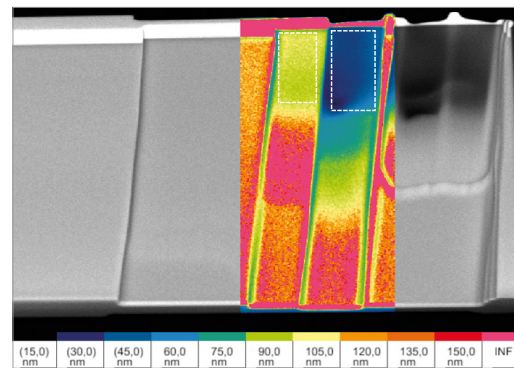
实时监控 TEM 薄片样品的减薄情况

样品的最终抛光至关重要，因为此过程将决定 TEM 薄片的质量。若您的目标是获得所需厚度，可利用 SEM 对减薄过程进行实时监控。在成像过程中，可通过“分屏模式”，同时用几种不同的探测器进行观察。您还能利用 SE 信号判断薄片厚度，最终获得可重复的结果。同时，Inlens SE 信号可助您控制表面质量。



实时监控薄片样品的减薄过程。

SmartEPD 是一个可选软件模块，能够以定量方式确定 TEM 薄片样品的厚度，进而使用 Inlens EsB 探测器，在预定义的终点停止减薄程序。



利用 SmartEPD 软件，以定量方式确定薄片厚度和抛光终点。

X² 样品夹专用于制备超薄薄片样品，为您提供更多便利。在处理多组分材料或聚合物等有挑战性（如具有内应力）的样品时，样品夹可防止样品卷曲，这一特性尤为实用。



使用蔡司专利的 X² 制备方法制备超薄、稳定的 TEM 薄片样品，并获得均匀且厚度小于 10 nm 的无损伤样品。

扩展您的应用

- 简介
- 优势**
- 应用
- 系统
- 技术参数
- 售后服务

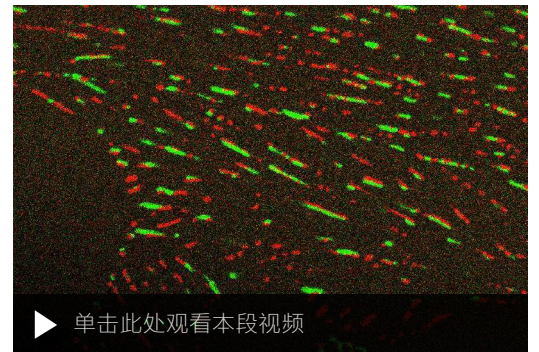
蔡司 Atlas 5——解决您的多尺度挑战

Atlas 5 的关联功能以样品为中心，可为您创建多尺度、多模式的综合图像。此外，这款功能强大的软硬件包还可扩展 Crossbeam 的功能。借助其高效的导航，可以将通过不同显微镜获得的图像进行关联。例如，使用蔡司 X 射线显微镜的 X 射线体数据锁定样品内部的感兴趣特征，然后在 Crossbeam 中进行分析。充分利用 Atlas 5 的高通量和自动化大面积成像能力，同时借助独特的工作流程，更深入地了解样品细节。另外，模块化结构设计使您可以根据材料或生命科学研究中的日常需求量身定制 Atlas 5。



适用于 Crossbeam 的推荐模块

- NPVE 高级版（高级纳米图形化与可视化引擎）：纳米图形化平台，全面控制图形的几何结构和加工参数。
- 3D 断层扫描成像：可将 Crossbeam 转换为拥有自动样品制备功能的精准 3D FIB-SEM 断层扫描采集引擎。通过采集数千幅 3D 图像自动获取 3D 数据，获得的三维像素尺寸小于 10 nm。独特的样品跟踪技术可实现长时间采集，并保持均匀的切片厚度。同时，功能强大的自动聚焦和自动消像散算法可保证所有图像清晰锐利。
- 分析：针对高分辨率 FIB-SEM 断层成像采集，新增 3D EDS/3D EBSD 分析功能。单独指定成像和作图条件。在采集期间，先进的采集模块可在分析与成像条件之间自动切换。灵活的可视化功能使您在查看 SEM 图像的同时，还可处理元素分析图。



锡基质中含有铜银颗粒的无铅焊料断层扫描数据。利用蔡司 FIB-SEM 和 Atlas 5 Analytics，分别以 1.8 kV 和 6 kV 在同一样品区域采集的 SEM 图像（上图）和 EDS 元素分析图（下图）。图像由瑞士洛桑联邦理工大学的 M. Cantoni 提供。

扩展您的应用

› 简介

› **优势**

› 应用

› 系统

› 技术参数

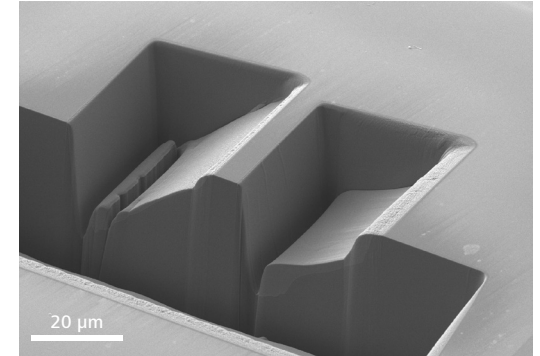
› 售后服务

Fastmill——提升材料切割速度

切割速度取决于靶材、晶格取向、离子束流和切割几何形状等多种因素。对于给定的材料，扫描策略对材料移除率影响很大。在切割过程中，样品的形貌变化基于准确的切割策略，这种变化反过来又会影响切割速率。

通常有两种切割方式：线切割和面切割。对于线切割，离子束逐行扫描，在每行中达到所设定的剂量。在面切割中，会对整个选定区域进行多次切割，直至达到总的设定剂量。在线切割中，样品表面的局部变化动态地改变了切割条件从而加快了材料的去除速度。

尽管线切割可能更快，但再沉积效应会使大部分切割区域再次被移除的材料覆盖，从而限制了可观察的横截面区域。为了实现特定的横截面深度，需要进行多次实验，过程较为繁琐。而使用全新开发的扫描策略 Fastmill，通过优化角度相关的溅射效应提高了切割速度。与传统的线切割相比，Fastmill 的切割速率可提高 40%。您只需在常规的横截面切割或 TEM 制样向导中简单勾选便可激活 Fastmill。



在硅材料上不同切割策略的比较。使用常规切割（左）材料去除需要 10 分 54 秒，而使用 Fastmill，等量的材料仅需 7 分 21 秒（右）便可移除。

扩展您的应用

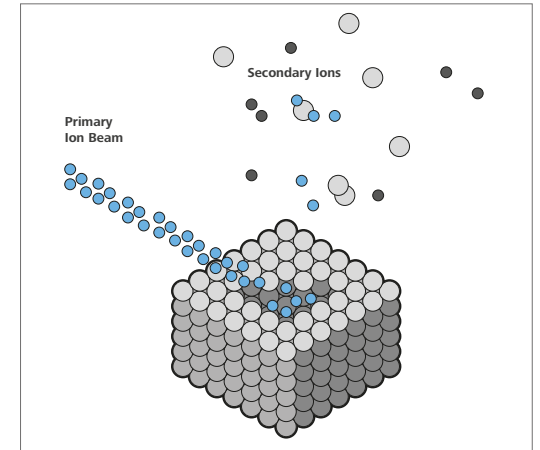
- 简介
- 优势**
- 应用
- 系统
- 技术参数
- 售后服务

使用 ToF-SIMS 实现高通量 3D 分析

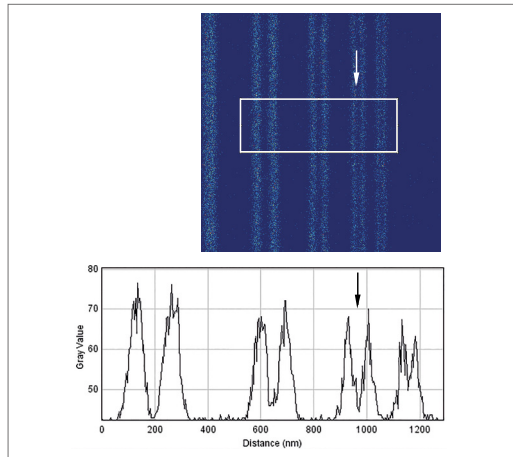
二次离子质谱 (SIMS) 是一种成熟的表面分析方法，具有极高的灵敏度和质量分辨率，还可区分同位素。Crossbeam 中新增飞行时间二次离子质谱仪 (ToF-SIMS)，使 FIB-SEM 具有独特的分析功能。

此方法可助您：

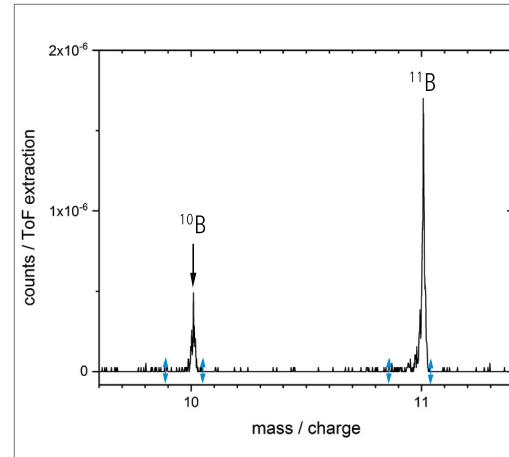
- 平行检测小至 ppm 级的原子和分子离子
- 分析锂等轻元素
- 分析同位素
- 进行二维表面分布图分析和深度剖析
- 获得优于 35 nm 的横向分辨率和 20 nm 的纵向分辨率
- 事后从感兴趣区域检索任何信号



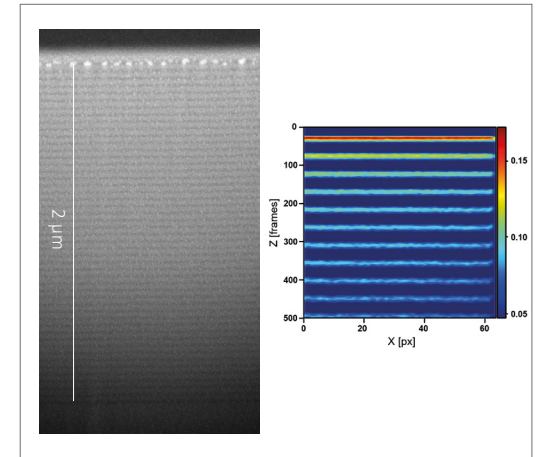
SIMS 的工作原理：利用镱聚焦离子束（蓝色）从样品表面几纳米处移除材料。收集不同的溅射离子种类（浅灰色和深灰色）并传送至 ToF-SIMS 探测器。



上图：校准后的 BAM L200 样品中铝 (27 amu) 的分布图。观察视野为 2 μm 。下图：绿色框内区域的线条轮廓。可清晰识别宽度和间隔为 33.75 nm 的线条（箭头所示）。



掺硼硅的 SIMS 谱。10 amu 和 11 amu 处的峰值对应于硼的两种同位素。 ^{10}B 浓度低于 4.2 ppm。



左图：AlAs GaAs 多层结构横截面的 SEM 图像。AlAs 层厚 10 nm。右图：对应的 SIMS 深度剖面图中显示了顶部 11 层中铝 (27 amu) 的分布。

扩展您的应用

- 简介
- 优势**
- 应用
- 系统
- 技术参数
- 售后服务

Gemini 新型光学系统——受益于高度灵敏的表面成像分析

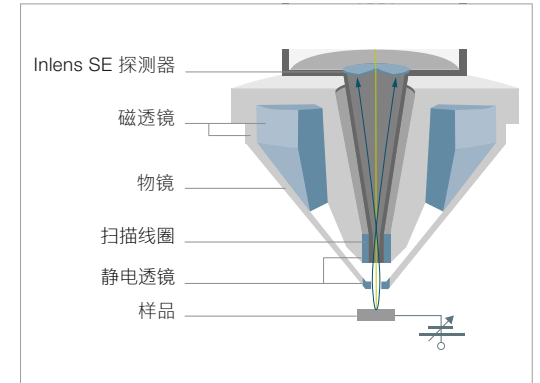
低着陆能量下的高分辨率成像已成为 SEM 应用的标准。该技术不仅适用于电子束敏感样品和非导电材料，还可不受样品更深层信号的干扰，获得真实的表面信息。

引入的全新光学设计可显著优化 Gemini 镜筒在低电压和极低电压下的 SEM 成像性能，其中包括高分辨率电子枪模式，在该模式下，电子束能量色散降低 30%，因而得到了更出色的分辨率。

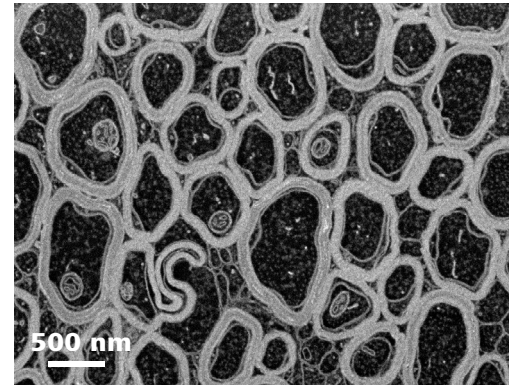
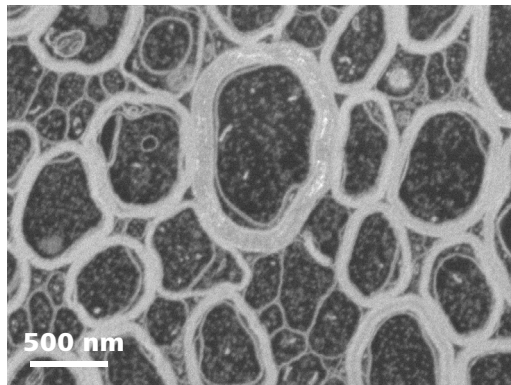
另外，在 Gemini 镜筒的全新设计中，引入了两步式的电子束减速模式，即 Tandem decel 模式。蔡司 FE-SEM 的电子光学镜筒设计都集成有“电子束推进器”技术，以实现电子束减速。现在，额外的样品台偏压进一步提高了低电压分辨率和衬度。对样品施加一个高负偏压，使入射电子减速，从而有效降低着陆电压：

$$E_{\text{着陆}} = E_{\text{入射}} - E_{\text{偏压}}$$

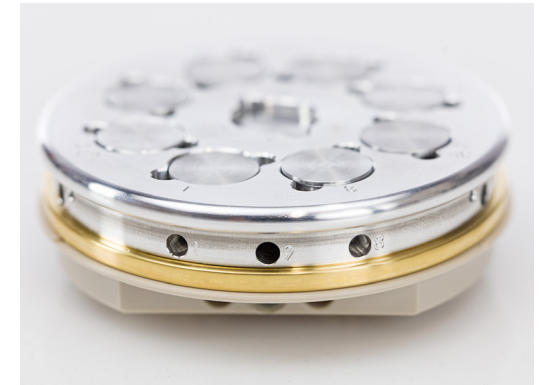
Tandem decel 可用于两种不同的应用模式：在其中一个模式下，施加 50 V 至 100 V 的可变负偏置电压能够增强衬度；在另一模式下，施加 1 kV、2 kV、3 kV 或 5 kV 四种不同的负偏置电压，能提高低电压下的图像分辨率。



样品台最大偏压高达 5 kV，利用 Tandem decel 可进一步加强 Gemini 镜筒在低电压下的成像能力。



大脑组织样品，可见被特殊绝缘分子层（髓鞘）包围的大量神经。在 1 kV 电压下，不使用（左图）和使用（右图）Tandem decel 模式的成像。利用样品台偏压，髓鞘清晰可见。样品由瑞士洛桑联邦理工大学的 M. Cantoni 提供。



用于 9 孔钉台的 Tandem decel 样品台。

扩展您的应用

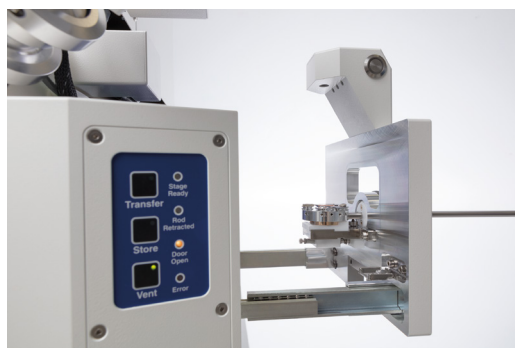
- › 简介
- › **优势**
- › 应用
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务

充分利用 **Crossbeam** 的强大功能

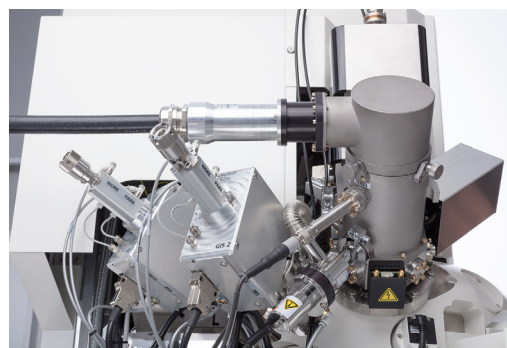
智能化导航，利用样品交换室选配的导航相机，缩短搜索感兴趣区域的时间。定位样品或样品特征区域，并用颜色标记。集成的用户界面可轻松导航至感兴趣区域。可选择大型样品交换室，处理直径达 8 英寸的晶元，实现快速换样。

Crossbeam 550 可配置两种样品仓规格，确保高灵活性。大型样品仓方便您量身定制 Crossbeam 产品，为其完善一系列成像、分析及样品加工功能。选择多通道气体注入系统 (GIS)，可注入多达五种不同的气体，或配置两个单通道气体注入系统。

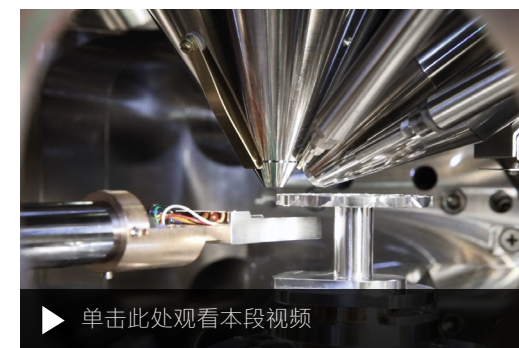
大型样品仓可同时配置三个气动附件，例如：环形扫描透射电子显微镜 (aSTEM) 探测器、环形背散射探测器和局部电荷中和器。



样品交换室上的导航相机可助您轻松快速地找到感兴趣区域。



Crossbeam 配有两套单通道气体注入系统 (Uni-GIS)，且均配置了最佳观察角度，以优化沉积。



▶ [单击此处观看本段视频](#)

使用扫描透射探测器可在透射模式下拍摄高分辨率图像，并可获取从明场到暗场（呈一定角度的环形）的所有衬度。

为您的应用量身定制

› 简介

› 优势

› **应用**

› 系统

› 技术参数

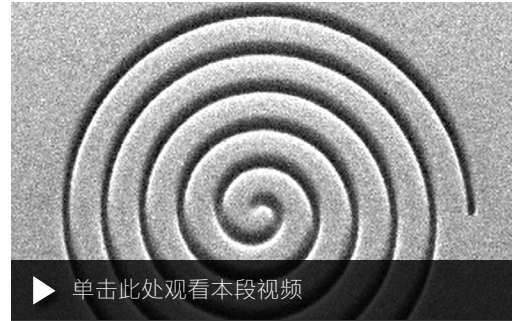
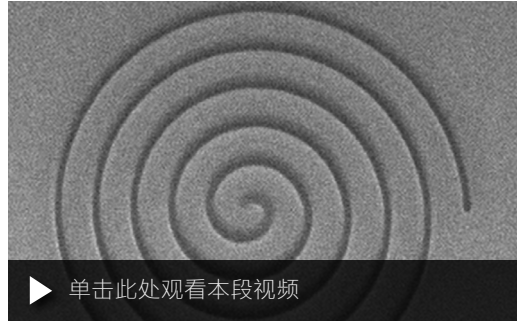
› 售后服务

| 典型样品，典型应用 | 任务 | 蔡司 Crossbeam 提供 |
|------------------------------|---|---|
| 横截面切割 | 拍摄横截面的高分辨率图像，以获取亚表面信息。 | Crossbeam 提供一系列用于全面样品表征的探测器，可同时呈现四种探测器信号，从样品中得到更多信息。Gemini 镜筒的设计可避免样品暴露于磁场中，在大观察视野下图像无畸变。高达 50 k × 40 k 像素分辨率的储存图像让 Crossbeam 成为大面积成像应用的理想之选。 |
| FIB-SEM 断层扫描成像 | 可在获得一系列截面图像后进行 3D 重构。 | Inlens EsB 探测器提供优异的材料成分衬度，由于其仅探测样品表面几纳米深度内的信号，从而实现了极表面成像。在 FIB 切割时使用 EsB 成像，可使持续时间较长的实验效率更高。智能软件解决方案能够实现长时间无人值守的断层扫描，以获得可靠和准确的结果。 |
| 生命科学领域中的 FIB-SEM 断层扫描 | 获取横截面的高分辨图像或执行大量断层扫描，以进行形态分析。 | 通过对感兴趣区域进行精确定位、成像以及重构来获取生物样品的 3D 信息。 |
| 3D 分析 | 研究样品的化学和晶体微观结构。 | Crossbeam 是样品 3D EDS 和 3D EBSD 分析的利器，可通过提供的不同软件包全自动采集 3D 数据集。 |
| TEM 样品制备 | 制备 TEM 或 STEM 薄片样品，以进行分析。 | Crossbeam 提供了完整的 TEM 薄片样品制备解决方案，甚至可以批量制备。Ion-sculptor FIB 镜筒具有在低电压下获取高质量薄片样品的出色性能，可避免精密样品的非晶化，定会让您受益匪浅。只需完成简单的三步工作流程，然后等待自动执行即可。在最终减薄期间，采用获得专利的 X ² 样品台可制备高质量的薄片样品。终点探测软件能够获取薄片样品厚度的准确信息，对您大有帮助。 |
| 纳米图形化加工 | 利用 FIB（或 SEM）结合不同的辅助气体，创建新结构或对现有结构进行加工。 | 在 SEM 的全面实时控制下进行 FIB 图形化加工。在 FIB 图像中选择和绘制您要创建的形状、设置参数并开始加工即可。即使毫无经验的用户也可利用这款方便易用的系统软件获得出色的成像结果。在多数高级加工任务中，您可使用软件访问所有相关的 SEM、FIB 或 GIS 参数，从而在单个对象层面上定制理想的 FIB 加工方案。另外，可以在离线状态下计划和创建 FIB 任务。 |
| 电池或聚合物的表面高灵敏分析 | 对固体表面几个原子层的组分进行表征。 | 新增 ToF-SIMS 飞行时间二次离子质谱仪，使您能够分析锂等微量元素、检测同位素，并绘制元素分布图及进行深度剖面分析，其横向分析分辨率可达 35 nm。 |
| 在原位研究中提高速度、提升质量 | 快速定位并进入深埋结构 | 为您的 Crossbeam 添加了一个飞秒激光器，使用蔡司 Atlas 5 中的相关工作区图形用户界面找到深埋的感兴趣区域，如 XRM 数据集，用飞秒激光快速安全地切削材料。 |

蔡司 Crossbeam 应用案例

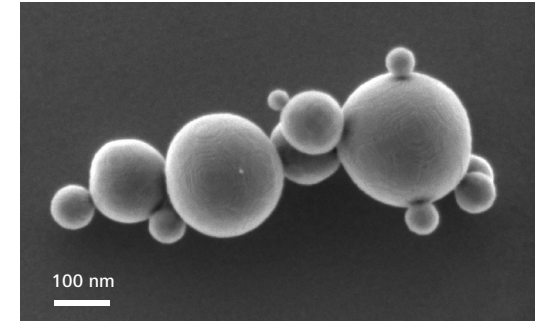
- › 简介
- › 优势
- › **应用**
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务

纳米图形化加工



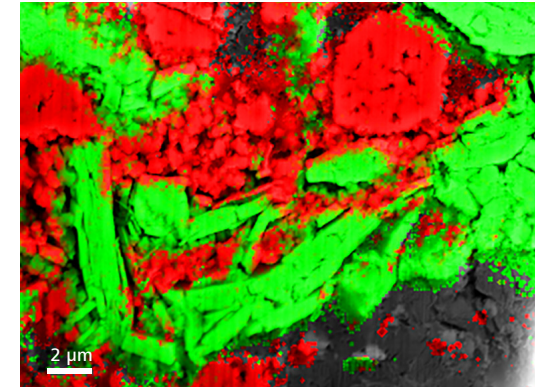
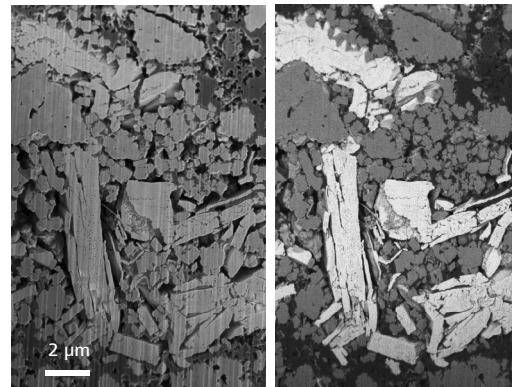
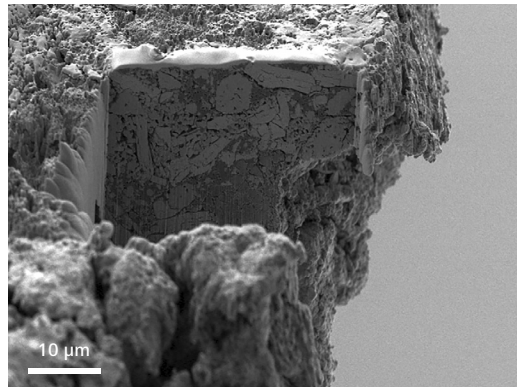
切割螺旋图案时的实时成像：SE 信号（左图）， Inlens SE（右图）。

SEM 成像



1 kV 条件下，使用 Tandem decel 在 FIB-SEM 交叉点对氧化铝纳米球成像，结果表明，即使是要求严苛的样品也能获得出色的高分辨率敏感表面图像。

横截面切割和 3D 分析

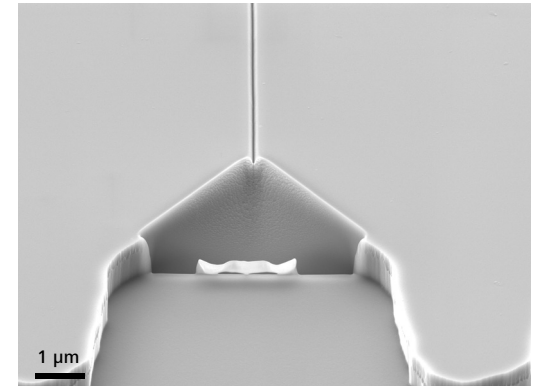
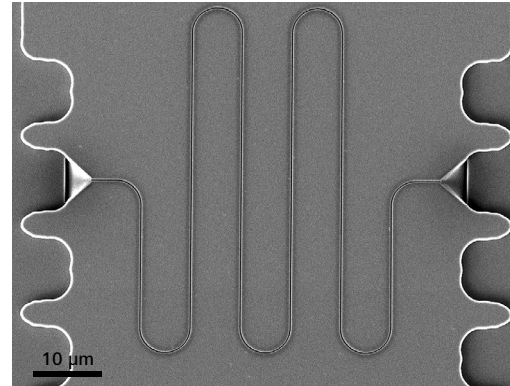
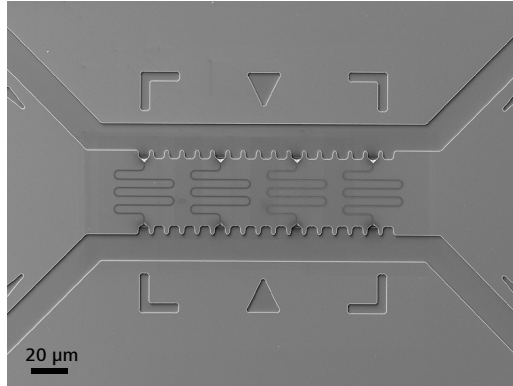


锂离子电池阴极材料 LiMn_2O_4 。横截面的特写显示了 Inlens SE 图像的表面信息和 Inlens EsB 图像独特的纯材料成分信息的对比。EDS 图像中镧（红色）和锰（绿色）的分布（从左至右）。

蔡司 Crossbeam 应用案例

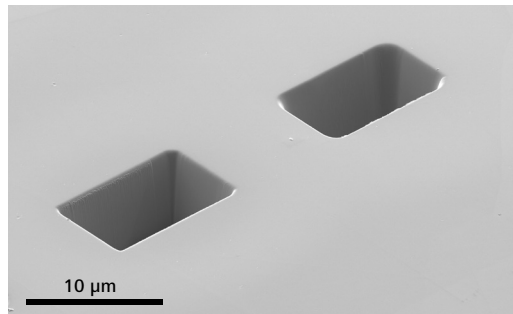
- 简介
- 优势
- 应用
- 系统
- 技术参数
- 售后服务

纳米图形化加工

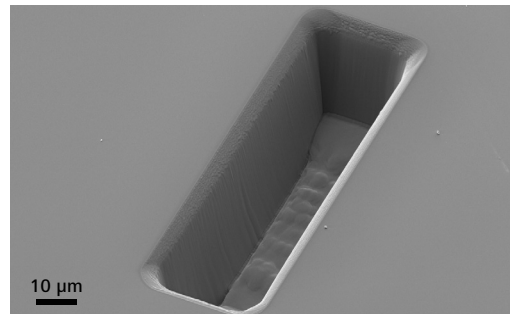


在硅基底上用 FIB 加工出的纳米微流通道（左图）。细节：蜿蜒的通道（中图）。入口和出口均呈漏斗状（右图）。图像由德国汉堡纳米结构和固态物理研究所（INF）的 I. Fernández-Cuesta 提供。

切割



在高纯合金中切割的沟槽，尺寸为 $25\ \mu\text{m} \times 15\ \mu\text{m}$ ，使用 65 nA 束流（右）的切割时间为 3 分钟，使用 30 nA 束流（左）为 11 分钟。



在硅中切割的沟槽，尺寸为 $100 \times 30 \times 25\ \mu\text{m}^3$ ，使用 100 nA FIB 束流的切割时间为 10 分钟。

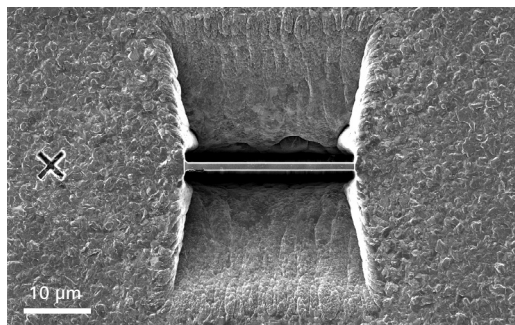


使用 FIB 加工后的压力实验微柱。

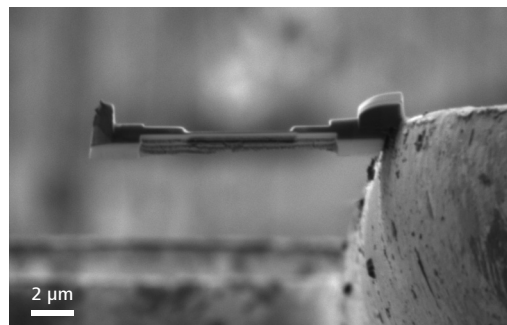
蔡司 Crossbeam 应用案例

- › 简介
- › 优势
- › **应用**
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务

TEM 样品制备

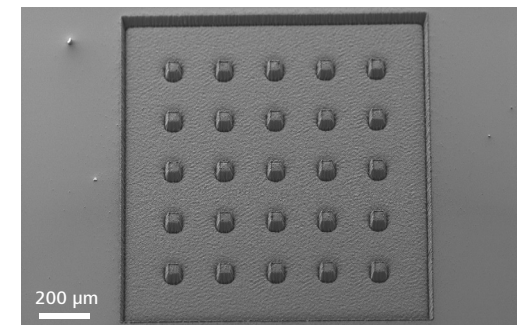


有待提取的铜薄片样品——利用 FIB 自动制样功能加工并成像。

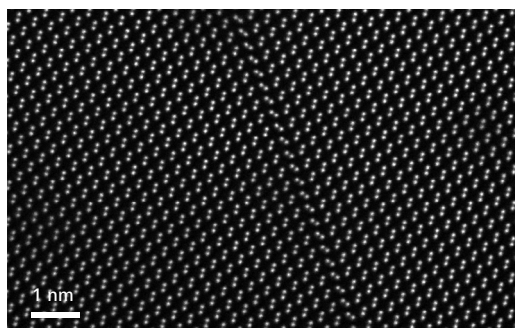


多晶硅薄片样品的 Ion-sculptor 5 kV 图像。利用低电压下的高质量成像，可使薄片样品的中心区域准确变薄。

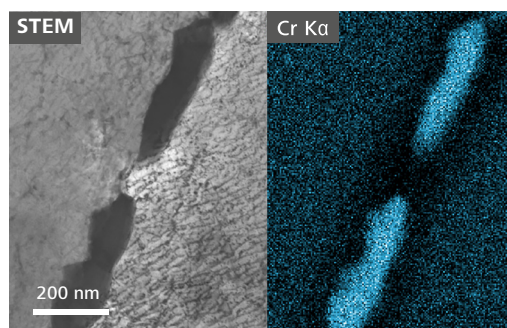
LaserFIB 制备



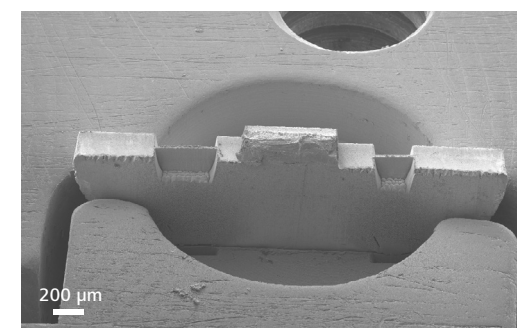
硅柱阵列，在约 30 秒内完成激光切割，待用 Ga 离子 FIB 进行精细抛光。微柱间有出色的表面光洁度，仅通过激光加工便达到了高轮廓精度和表面质量。这将简化进一步的加工或研究，如力学测试或 APT（原子探针断层扫描）样品制备。



采用 FIB 制备的 TEM 薄片样品，硅的 $\langle 110 \rangle$ 方向的 STEM 图像。 $\langle 110 \rangle$ 硅哑铃型原子结构，双边界清晰可见。TEM 薄片样品由具有低加速电压的蔡司 Crossbeam 550 Ion-sculptor FIB 制备。图像由爱尔兰都柏林三一学院 CRANN 研究所的 C. Downing 提供。Nion UltraSTEM 200。



热处理后的 X2CrNi18-10 钢晶界处的碳化铬：FIB-SEM 中的 STEM 明场图（左图），EDS 铬元素分布图（右图）。

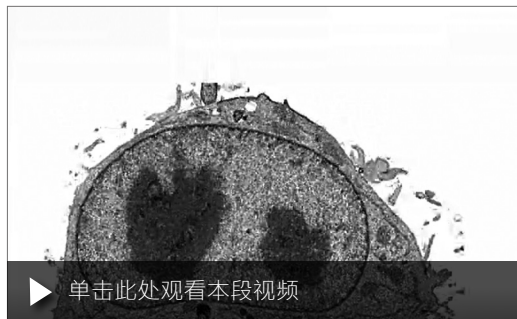


在铜半圆网格上通过飞秒激光制备 H-bar 薄片。左侧的薄片宽 400 μm，深 215 μm，顶部厚约 20 μm，由激光在 34 秒内加工完成。FIB 进行最终减薄时需要去除的材料量将大大减少。

蔡司 Crossbeam 应用案例

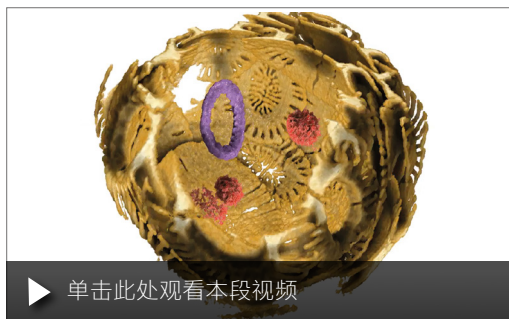
- › 简介
- › 优势
- › **应用**
- › 系统
- › 技术参数
- › 售后服务

聚焦离子束 (FIB)：生命科学领域的断层成像 细胞生物学：HeLa 细胞



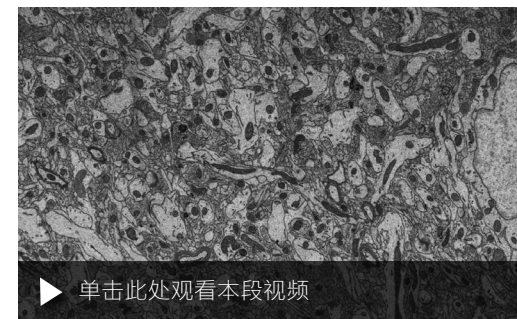
研究单个细胞中的亚细胞结构，将培养在培养皿中的单个 HeLa 细胞进行化学固定并利用 EPON 进行树脂包埋。体素尺寸：5 × 5 × 8 nm，Inlens EsB 探测器，1400 张图片，利用 Dragonfly Pro、ORS 软件进行 3D 重构。图像由德国海德堡欧洲分子生物实验室 (EMBL) 的 A. Steyer 和 Y. Schwab 提供。

细胞生物学：藻类



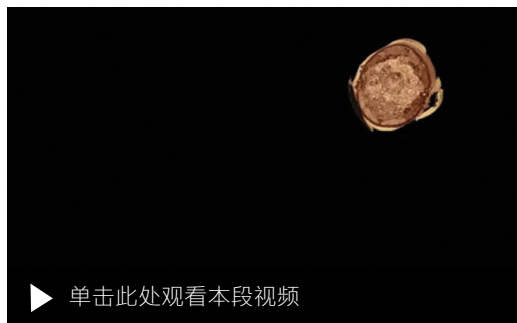
对低温 SEM-FIB 图像集进行重构获得 *Emiliania huxleyi* 颗石藻的 3D 形貌结构。3D 重构显示了未成熟的颗石藻 (黄色)，处于初生状态的颗石藻 (蓝色) 以及脂质体 (红色)。图像由德国波茨坦马克斯-普朗克胶体与界面研究所的 L. Bertinetti 以及德国波茨坦马克斯-普朗克植物生理研究所的 A. Scheffel 提供。

神经科学：脑切片



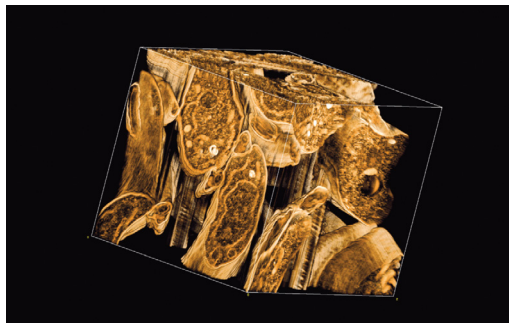
利用蔡司 Atlas 5 软件的 3D 模块对脑组织进行大面积切割及成像。大束流保证了快速切割和宽度高达 150 μm 的大视野区域的成像。所观察的脑区域观察视野宽度为 75 μm，切片束流为 20 nA。图像由瑞士巴塞尔 Friedrich Miescher 研究所 (FMI) 的 C. Genoud 提供。

发育生物学：秀丽隐杆线虫



以高分辨率和可靠性来表征整个生物形态在 3D 尺度空间的形貌，如图所示为秀丽隐杆线虫大体积 3D 重构结果，由 10080 个 z 横截面图像组成，体素为 5 × 5 × 8 nm。线虫利用高压冷冻处理 EPON 包埋，即使是线虫内部的微小结构也能够轻松识别。图像由德国海德堡欧洲分子生物实验室 (EMBL) 的 A. Steyer 和 Y. Schwab 以及德国维尔茨堡大学的 S. Markert 和 C. Stigloher 提供。

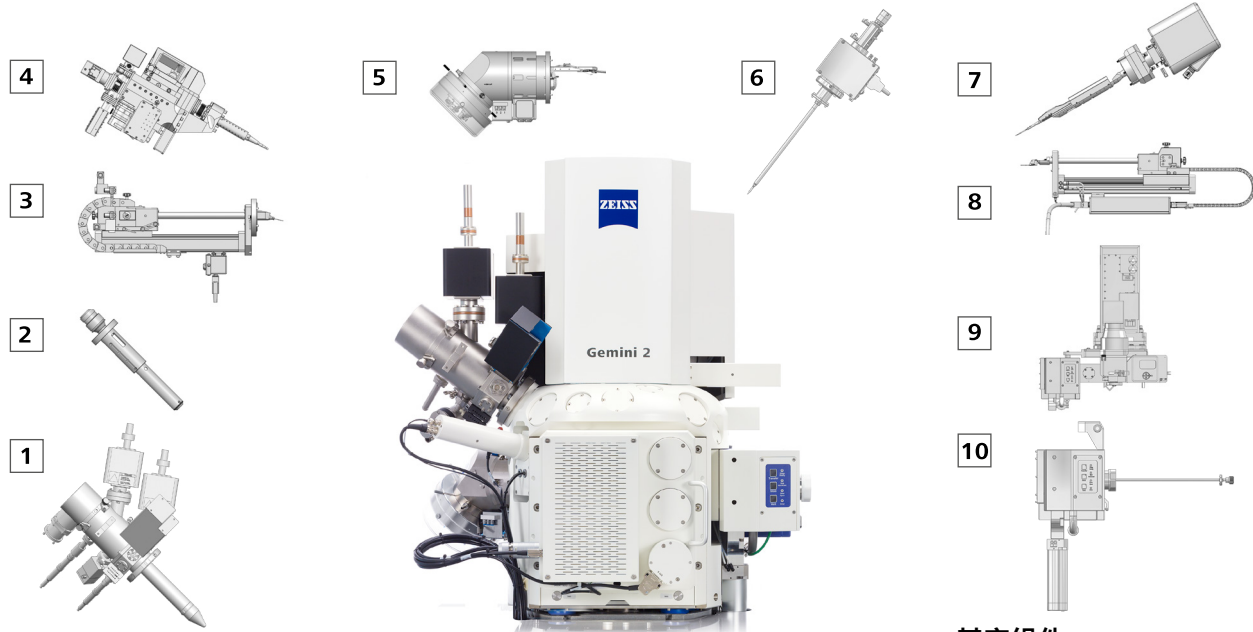
微生物学：锥虫



布氏锥虫的超微结构研究，细胞通过高压冷冻并使用 EPON 包埋，共采集了 800 张图像，z 方向总厚度为 8 μm，xy 方向像素为 5 nm。样品由英国牛津布鲁克斯大学“锥虫细胞生物学”研究小组的 S. Vaughan 提供。

灵活多样的组件选择

- 简介
- 优势
- 应用
- 系统**
- 技术参数
- 售后服务



可选组件

1. 聚焦离子束 (FIB) 镜筒
2. 电子束流枪, 可利用离子束处理非导电样品
3. 局部电荷中和器, 可针对非导电样品完成 SEM 成像和分析
4. 可伸缩 ToF-SIMS 二次离子质谱仪, 能以出色的空间分辨率完成质谱检测
5. 多通道气体注入系统 (GIS), 在单个法兰上可集成多达 5 种前驱体材料
6. 单通道气体注入系统 (Uni-GIS), 可以从大角度接近样品, 并能配置两套系统
7. 机械手, 用于样品处理和探测

8. aSTEM 环形扫描透射电子探测器, 用于高分辨率透射成像; 或 aBSD4 环形背散射电子探测器, 可以实现高效且可选择角度的材料成分表征
9. 飞秒激光, 用于加工大量材料
10. 样品交换室解决方案 (样品规格为 80 mm 或 200 mm), 可利用集成的导航相机快速高效地转移样品, 并缩短抽真空时间

其它组件

- Inlens EsB 探测器, 可获得无形貌伪影的高分辨率成分图像, 且具有独特的材料成分衬度
- SESI 探测器, 可用于二次电子和二次离子成像
- Atlas 5, 可用于高级断层扫描、加工及在 3D 环境中执行 EDS 和 EBSD 分析
- 等离子清洗器
- 用于 SEM 的静电束闸
- Tandem decel, 用于为合适的样品在低电压下增强分辨率和衬度
- 分析探测器: EDS、WDS、EBSD
- 34 英寸、21:9 超宽屏显示器

技术参数

- › 简介
- › 优势
- › 应用
- › 系统
- › **技术参数**
- › 售后服务

| | 蔡司 Crossbeam 350 | 蔡司 Crossbeam 550 | |
|----------------------|--|--|--------------------------|
| 扫描电子显微镜 (SEM) | 肖特基热场发射 | 肖特基热场发射 | |
| | 1.7 nm @ 1 kV | 1.4 nm @ 1 kV | |
| | 1.5 nm @ 1 kV, 配备 Tandem decel | 1.2 nm @ 1 kV, 配备 Tandem decel | |
| | 1.9 nm @ 200 V, 配备 Tandem decel | 1.6 nm @ 200 V, 配备 Tandem decel | |
| | 0.9 nm @ 15 kV | 0.7 nm @ 15 kV | |
| | 0.7 nm @ 30 kV (STEM 模式) | 0.6 nm @ 30 kV (STEM 模式) | |
| | 2.3 nm @ 1 kV (工作距离 5 mm) | 1.8 nm @ 1 kV (工作距离 5 mm) | |
| | 1.7 nm @ 1 kV, 配备 Tandem decel (工作距离 5 mm) | 1.3 nm @ 1 kV, 配备 Tandem decel (工作距离 5 mm) | |
| | 1.1 nm @ 15 kV (工作距离 5 mm) | 0.9 nm @ 15 kV (工作距离 5 mm) | |
| | 2.3 nm @ 20 kV & 10 nA (工作距离 5 mm) | 2.3 nm @ 20 kV & 10 nA (工作距离 5 mm) | |
| 电子束流: 5 pA – 100 nA | 电子束流: 10 pA – 100 nA | | |
| 聚焦离子束 (FIB) | 液态金属离子源: 寿命: 3000 µAh | 液态金属离子源: 寿命: 3000 µAh | |
| | 分辨率: 3 nm @ 30 kV (统计方法) | 分辨率: 3 nm @ 30 kV (统计方法) | |
| | 分辨率: 120 nm @ 1 kV & 10 pA (可选) | 分辨率: 120 nm @ 1 kV & 10 pA | |
| 探测器 | Inlens SE、Inlens EsB、VPSE (可变压力二次电子探测器)、SESI (二次电子二次离子探测器)、aSTEM (扫描透射电子探测器)、aBSD (背散射探测器) | Inlens SE、Inlens EsB、ETD (Everhard-Thornley 探测器)、SESI (二次电子二次离子探测器)、aSTEM (扫描透射电子探测器)、aBSD (背散射探测器) 和 CL (阴极荧光探测器) | |
| 样品仓规格和端口 | 标准样品仓配有 18 个可配置接口 | 标准样品仓配有 18 个可配置接口 | 大样品仓配有 22 个可配置接口 |
| 载物台 | X/Y = 100 mm | X/Y = 100 mm | X/Y = 153 mm |
| | Z = 50 mm, Z' = 13 mm | Z = 50 mm, Z' = 13 mm | Z = 50 mm, Z' = 20 mm |
| | T = -4° 至 70°, R = 360° | T = -4° 至 70°, R = 360° | T = -15° 至 70°, R = 360° |
| 电荷控制 | 电子束流枪 | 电子束流枪 | |
| | 局部电荷中和器 | 局部电荷中和器 | |
| | 可变压力 | - | |
| 气体 | 单通道气体注入系统: Pt、C、SiO _x 、W、H ₂ O | 单通道气体注入系统: Pt、C、SiO _x 、W、H ₂ O | |
| | 多通道气体注入系统: Pt、C、W、Au、H ₂ O、SiO _x 、XeF ₂ | 多通道气体注入系统: Pt、C、W、Au、H ₂ O、SiO _x 、XeF ₂ | |

技术参数

- › 简介
- › 优势
- › 应用
- › 系统
- › **技术参数**
- › 售后服务

| | 蔡司 Crossbeam 350 | 蔡司 Crossbeam 550 |
|-----------------------------|--|--|
| 存储分辨率 | 32 k × 24 k (使用选配的 ATLAS 5 3D 断层扫描模块, 可高达 50 k × 40 k) | 32 k × 24 k (使用选配的 ATLAS 5 3D 断层扫描模块, 可高达 50 k × 40 k) |
| 可选分析附件 | EDS、EBSD、WDS、SIMS, 如有需要还可提供其它选件 | EDS、EBSD、WDS、SIMS, 如有需要还可提供其它选件 |
| 优势 | 由于采用可变压力模式及广泛的原位实验, 可大幅扩大样品兼容性。 | 以高通量完成分析与成像, 且在各种条件下皆可获得高分辨率。 |
| 可伸缩 ToF-SIMS 二次离子质谱仪 | | |
| 探测范围 | < 4.2 ppm (硅中的硼) | |
| 横向分辨率 | < 35 nm | |
| 质荷比范围 | 1-500 Th | |
| 质量分辨率 | m/Δm > 500 FWTM | |
| 纵向分辨率 | < 20 nm AlAs/GaAs 多层结构 | |
| 飞秒激光 | | |
| 类型 | DPSS | |
| 波长 (λ) | 515 nm (绿色) | |
| 光学 | 远心 | |
| 脉冲持续时间 | < 350 fs | |
| 焦点尺寸 | < 15 μm | |
| 扫描区域尺寸 | 40 × 40 mm ² | |

蔡司服务部门，时刻为您提供支持

深知蔡司显微镜系统是您重要的工具之一，蔡司品牌以及我们超过 170 年的经验将保障您的显微镜长期可靠运行。我们将在您安装显微镜前后持续为您提供高质量的服务与支持。蔡司高水平专家团队将确保您的显微镜随时可用。

- 简介
- 优势
- 应用
- 系统
- 技术参数
- 售后服务**

采购

- 实验室规划 & 施工现场管理
- 现场检查 & 环境分析
- GMP 认证 IQ/OQ
- 安装 & 交付
- IT 集成支持
- 启动培训

运维

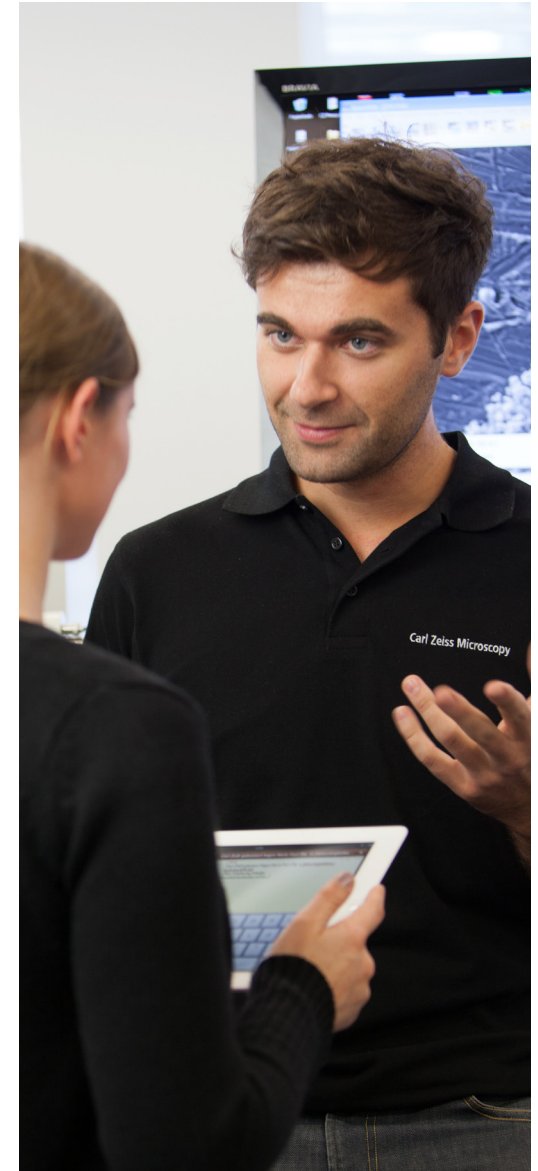
- 预测性服务远程监控
 - 检查 & 预防性维护
 - 软件维护协议
 - 运维 & 应用培训
- 致电专家 & 远程支持
 - 维保服务协议
 - 计量校准
 - 仪器搬迁
 - 耗材
 - 维修

新投资

- 退役
- 折价贴换

改装

- 定制工程
 - 升级 & 现代化
- 通过 APFER 定制工作流程



请注意：服务的可用性取决于产品系列和所在地区

>> www.zeiss.com/microservice



蔡司显微镜



Carl Zeiss Microscopy GmbH
07745 Jena, 德国
microscopy@zeiss.com
www.zeiss.com/crossbeam

卡尔蔡司（上海）管理有限公司
200131 上海，中国
E-mail: info.microscopy.cn@zeiss.com
全国免费服务热线：4006800720