

# LYRA3



# LYRA3



上海市闵行区莲花路1181号3号楼105室

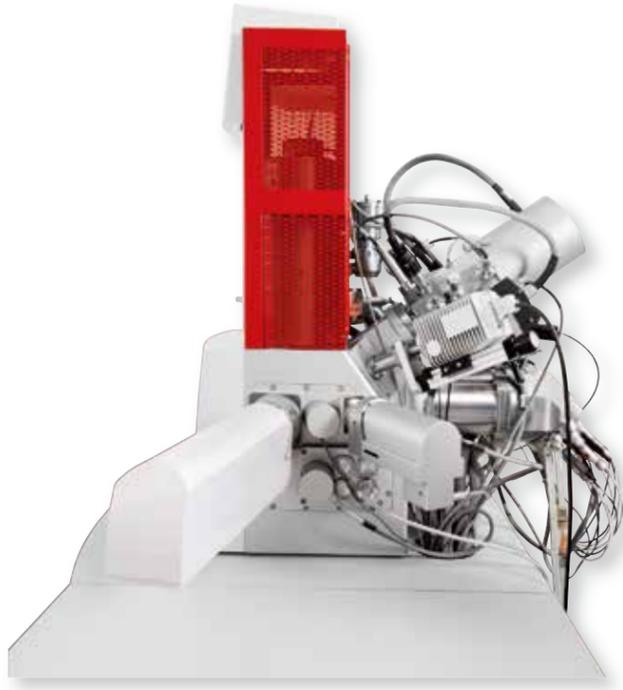
电话 +86 21 6439 8570

传真 +86 21 6480 6110

邮箱 applications@tescanchina.com

[www.tescan-china.com](http://www.tescan-china.com)





## TESCAN聚焦离子束扫描电子双束电镜

新一代场发射扫描电子显微镜(LYRA3系列)结合当今最新技术,采用高性能电子器件实现图像快速采集,超快速扫描系统搭配静态/动态图像畸变矫正以及可供用户自定义应用的内置脚本。TESCAN为用户提供最佳性价比的产品选择。

LYRA3系列电子显微镜专为科研机构与企业单位对FIB-SEM的使用及需求设计制造,此系列电镜的大束流、高分辨特点使其在能谱分析、波谱分析、EBSD分析、3D断层扫描分析等领域具有独特优势。同时,LYRA3系列FIB-SEM电子显微镜配置了功能强大的软件操作,能够完成多种任务应用,如电子束刻蚀/离子束刻蚀,以及TEM样品的制备等。

LYRA3系列聚焦离子-扫描电子双束电镜装配XM和GM两种规格样品室,用户可根据需求选购。

## 先进的电子光学系统

- 独特的Wide Field Optics™设计,利用中间镜(IML)技术使扫描电镜具有多种操作/显示模式,例如大视场模式、加强景深模式等;
- 实时电子束追踪(In-Flight Beam Tracing™)技术,配合先进的电子光学设计软件,可实时监控电镜状态并进行电子束参数优化,包括电子束斑大小和束流的直接连续调节;
- 全自动电子光学系统设置与校准;
- 极快的图像采集速率;
- 应用三维电子束技术实现独特的实时立体成像观察,开启微纳世界的3D奇妙之旅。

## 高性能离子光学系统

- 精密的CANION FIB系统保证快速精准的完成样品横断面切割和TEM试样制备;
- 超高分辨率的COBRA-FIB模块,代表了现代离子成像分辨率和离子束试样加工精度的最高水平,是现今为止纳米工程领域精度最高的FIB系统之一。

## 样品分析能力

- 所有的样品室均配有5轴全自动计算机控制样品台,用户能够方便放置样品,同时样品室具有完美兼容EDS和EBSD等探测设备的几何设计;
- 可供选择的XM型和GM型超大样品室,能够完好容纳和支撑大型样品进行有效地观察分析;
- 最优化的多接口设计,满足用户EDS、WDS、EBSD及其他样品分析探头的装配;
- 一流的YAG钇铝石榴石闪烁晶体探头;
- 众多可供选择的探头及分析附件;
- 快速抽真空的能力;
- 低真空和高真空均可进行不导电试样检测,为磁性样品检测提供有利条件,与磁浸没透镜相比,EBSD图像不出现畸变;
- 内置的减振设计将振动的影响降到最低。

## 操作简便的软件设

- 提供多语言多用户的操作界面环境
- 便捷的图像管理与报告输出
- 内置系统状态自检程序
- 方便的网络操作管理和远程控制和问题诊断

## 实用的软件工具

- 模块化的软件构架,附带多种程序扩展包;
- 已设置基本参数的常用软件模块,如高度自动化的离子束控制模块;电子束写入软件图形生成模块;FIB/SEM同步拍照模块;预设的FIB标准化工作参数文件;
- 自动样品检测程序的可选模块和专有功能,如标准颗粒度软件/高级颗粒度软件和三维图像重构功能等;
- 电子束写入软件模块使聚焦离子束-电子束双束电镜成为一种多功能的粒子束表面处理设备,包括电子束刻蚀与沉积和离子束沉积与蚀刻;
- 三维立体重构软件软件选项实现程序化自动的FIB断面切割和SEM图像拍摄,进而完成样品的三维重构与三维结构可视化。

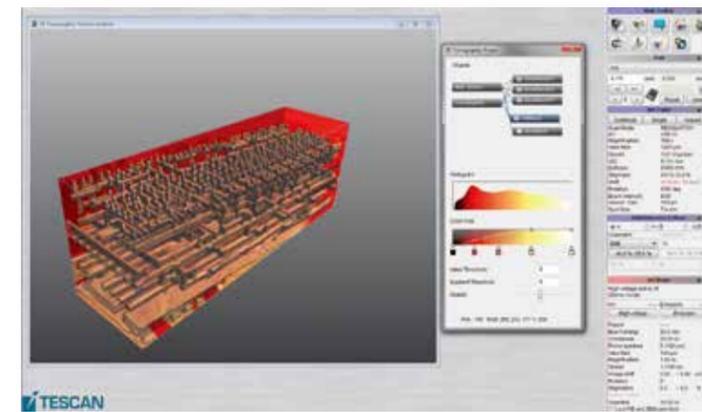


图.3D Tomography软件模块界面展示(菜单选项与可视化参数设置)

## 快速的设备维护

无需复杂操作即可将电镜保持在最佳工作状态,而且维护只需很少的停机时间。为了发挥电镜最佳的工作能力,所有细节都进行了精心设计,尽可能减少操作人员的工作量。

## 自动化的操作程序

电镜参数的自动设置以及其他多个自动操作选项是该电镜的突出特点,这些自动化的操作程序可以有效地减少操作人员的调节时间。自动调节器帮助实现样品自动寻找以及样品自动分析测试。远程控制界面可完成多个电镜参数和操作的远程设置,包括电镜真空调节、磁透镜光学系统控制、样品台移动、图像获取等。以上程序操作均是基于Python语言完成。



### FIB-SEM配置信息

XM和GM系列样品室的高级配置，极大的扩展了可用于电镜分析的样品尺寸范围，使其能够完成超大样品的表面观察与表面改性。

除了能够完成超大样品的表面检测外，GM型样品室更加丰富了LYRA3系列FIB-SEM电镜的功能特点，包括可外接多种探头和附件（如SE、BSE、LVSTD、EDX、EBSD、TOF-SIMS等），同时还能够在样品室内容纳其他设备，例如AFM/STM。

### LYRA3 XMH系列电镜

此系列超大样品室型号电镜采用全计算机控制操纵器，主要进行高真空下导电样品的检测和超高质量图像采集。

### LYRA3 GMU系列电镜

提供可变压力的SEM模块，进一步完善补充了高真空模块功能，使用户能在低真空度下进行不导电样品的直接观察检测，而无需进行表面镀层处理。超大的样品室使扫描电子显微镜能够与其他附件如SIMS和AFM等结合使用，扩展了此系列电镜的显微分析能力。

### LYRA3 XMU系列电镜

提供可变气压的SEM模块，进一步完善补充了高真空模块功能，使用户能在低真空度下进行不导电样品的直接观察检测，而无需表面镀层处理。

### LYRA3 GMH系列电镜

此系列超大样品室型号电镜采用全计算机控制操纵器，主要完成高真空条件下导电样品的分析测试，在进行扫描电子分析的同时，可结合TOF-SIMS、AFM/STM等手段完成样品显微分析。

### XM型样品室参数

样品室内部尺寸	285mm (宽) x 340mm (深)
样品室门尺寸	285mm (宽) x 320mm (高)

### XM型样品台参数

类型	优中心全计算机控制
移动能力	5-轴马达驱动 X=130mm, Y=130mm, Z=100mm 360° 可连续旋转 -30° 到+90° 可倾转角度范围
最大样品高度	139mm

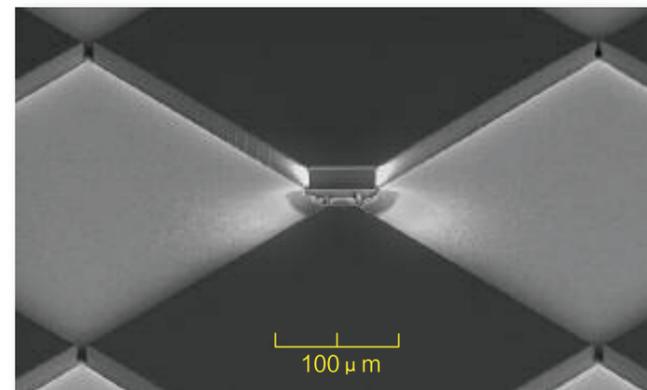
### GM型样品室参数

样品室内部尺寸	340mm (宽) x 315mm (深)
样品室门尺寸	340mm (宽) x 320mm (高)

### GM型样品台参数

类型	优中心全计算机控制
移动能力	5-轴马达驱动 X=130mm, Y=130mm, Z=100mm 360° 可连续旋转 -60° 到+90° 超大可倾转范围
最大样品高度	最高可达到139mm

\*可根据用户要求定制样品室



图：FIB切割出的玻璃基底上的高分子涂层断面

### LYRA3

#### 电子光学系统

分辨率	1.0nm @ 30kV 1.5nm @ 30kV 0.9nm @ 30kV
电子光学系统工作模式	高真空模式 低真空模式 STEM探头
电子光学系统工作模式	高真空模式 低真空模式
放大倍数	分辨率, 景深, 视场, 大视场, 电子通道花样 分辨率, 景深
放大倍数	1x到1,000,000x连续放大
视场	6.0mm (WD=9mm) 17mm (WD=30mm)
加速电压	200V到30kV / 50V到30kV (选配电子减速BDT技术)
电子枪	高亮度肖特基发射源

#### 离子光学系统

离子束	Canion/Cobra
分辨率	< 5nm @ 30kV / < 2.5nm @ 30kV (在SEM电子束与FIB离子束的叠合点)
放大倍数	在重合点最小放大倍数为150x; 最大1,000,000x
加速电压	0.5kV至30kV
离子枪	液态金属Ga离子源
探针电流	1pA~50nA
SEM-FIB双束重合位置	SEM工作距离为9mm - FIB工作距离为12mm处; 电子束与离子束重合位置已预设
SEM-FIB双束夹角	55°

#### 真空系统

系统真空度	7-500 Pa
样品室-低真空	< 3x10 <sup>-7</sup> Pa
SEM电子枪	< 5x10 <sup>-6</sup> Pa
FIB离子枪	
电镜控制	所有电镜操作均由计算机控制, 通过控制台、鼠标、键盘等完成, 电镜电脑预装Windows系统
扫描速度	每像素点20 ns 至 10 ms, 可连续调节
扫描成像特点	聚焦窗口, 动态聚焦, 点分析&线扫描, 图像旋转/移动, 倾转角补偿, 3D电子束, 实时立体成像 (SEM), 及电子束/离子束写入软件可实现的其他多种扫描成像功能

图像大小	最大为16,384x16,384像素，扫描窗口分为3档，存储窗口分为11档，可为正方形，4:3或2:1的矩形
自动化程序	In-Flight Beam Tracing™ 技术模块可实现自动电子束最优化，包括束斑大小和束流连续调节，自动对焦&自动消像散，自动亮度&对比度，根据信噪比自动设置扫描速度，电子枪对中，磁透镜对中，真空系统控制，加速电压稳定补偿，自我诊断纠错。
远程控制	通过TCP/IP协议控制
场地要求	
安装要求	电源：230V/50Hz或120V/60Hz,2300VA 无需冷却水 放真空用干燥氮气：150—500kPa 压缩空气：500 - 700kPa
环境要求	环境温度：17 - 24°C 相对湿度：<65% 环境噪音：<60dbC 所需空间：最小3.5mx3m 最小门宽1.0m



\*本公司产品参数有所变更，恕不另行通知。

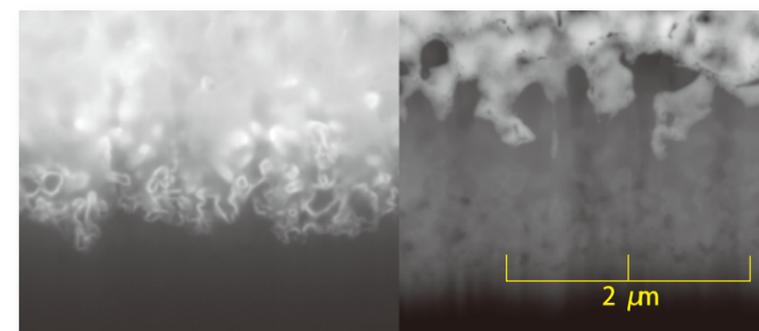


图. FIB切割的纳米结构太阳能电池材料横断面图像，左，EBIC探测器信号；右，背散射电子(BSE)信号

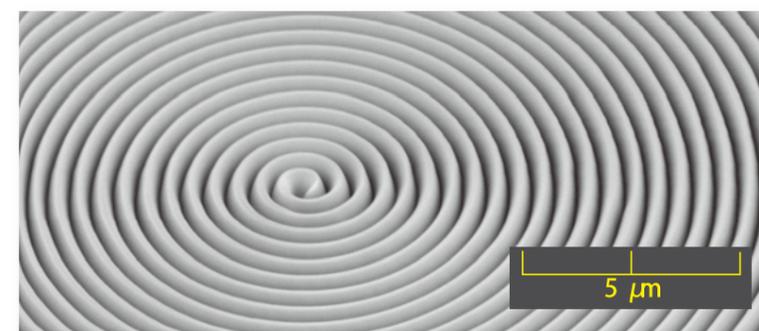


图. 根据数学函数加工的螺旋结构

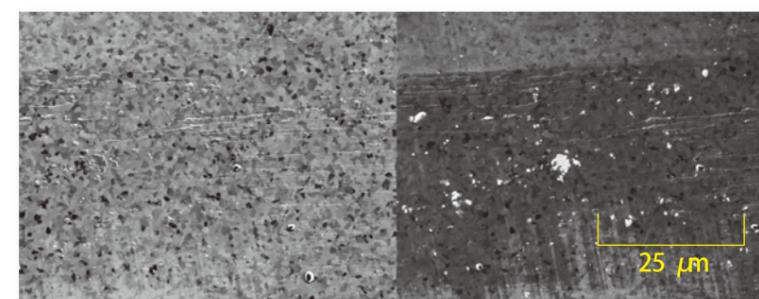


图. 氧化铝夹杂的可视化分析-左，二次电子 (SE) 图像；右，TESCAN二次离子图像，二次离子对表面氧化物 (右图亮颗粒) 极为敏感

### 法医学

枪击残留物分析，毛发及其他人体物品分析，织物分析，印刷和书写文件分析，伪仿文件识别等。

### 电工学

电子束和离子束蚀刻，TEM薄片样品制备。

### FIB-SEM聚焦离子束扫描电子显微镜应用领域

XM和GM系列样品室的高级配置，极大的扩展了可用于电镜分析的样品尺寸范围，使其能够完成超大样品的表面观察与表面改性。

### 材料科学

可广泛应用于金属、陶瓷、高分子、复合材料等分析表征，包括涂层、冶金、金相、断口分析，降解过程研究，形貌分析，钢中夹杂物分析，显微分析，织构分析，铁磁材料分析等，另外，还具备无可比拟的三维 EBSD分析能力、三维重构与可视化和TEM薄片样品制备。

### 研究领域

涵盖矿物学、地质学、古生物学、考古学、化学、环境科学、颗粒分析、应用物理学、纳米技术、纳米结构设计等众多研究领域。

### 生命科学

生物样品结构研究，应用于多种显微分析技术的生物样品制备，生物样品的三维观察等。



## 出色的法学鉴别能力

集成了FIB和SEM的双束聚焦扫描电镜是目前对于固体样品研究功能最齐全的微纳尺度分析表征设备之一。作为一项顶尖技术，双束聚焦扫描电镜在缺陷分析、组织表征、相鉴别与界面分析等研究领域具有独特优势。

在其他分析领域，如半导体、存储设备厂商和材料研究等，集成了FIB和SEM的双束聚焦扫描电镜还可完成特殊样品的制备工作。TEM薄片试样制备可在30分钟内完成，还能够实现自动化切割。

## 法医鉴定应用

在现代法医学领域，案件调查中经常出现常规方法失效的情况，有时，必须借助于纳米分析手段进行案件的调查侦破。

## 犯罪现场颗粒物分析

物品燃烧后，原本汽化的元素快速冷却，此过程中往往会形成多种颗粒物，枪击、爆炸或撬保险箱等过程都会产生这类颗粒物。通常，犯罪现场内此类颗粒物的数量、形貌和结构信息的分析研究，对于案件调查至关重要。FIB-SEM双束聚焦扫描电镜具备出色的分析此类颗粒物形貌和内部结构的能力。

## 防伪文件调查

鉴定各类商业文件（票据、协议、合同之类）的真伪，是法医学领域的一项重要程序。一般文件真伪鉴定可采用光学及相关方法或体视显微镜和视频光谱比较器进行。

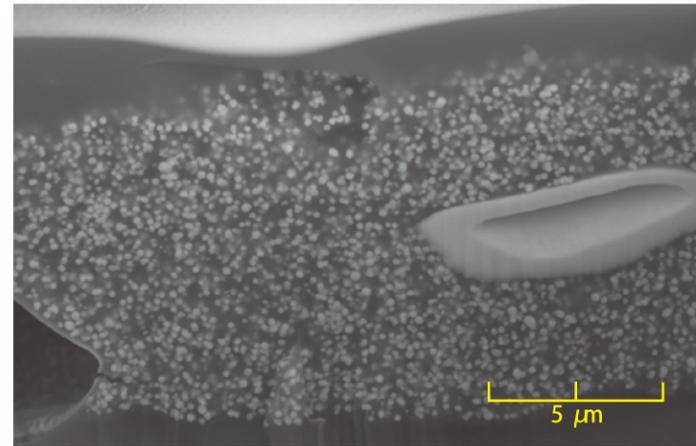


图.交叉线横截面图，表明钢笔字迹在打印机墨水上层

然而，上述各种方法仅能提供极为有限的证据，甚至不足以说明文件真伪。此时，FIB-SEM双束聚焦扫描电镜可发挥重要功能。FIB-SEM双束聚焦扫描电镜可在样品预设区域制造微米级的断面区域，确保分析人员清晰看到各层的位置。在此例中，可明确判别是打印机墨水与钢笔字迹哪个在上层。毋庸置疑，FIB-SEM双束聚焦扫描电镜能够在最短时间内给出准确结论。

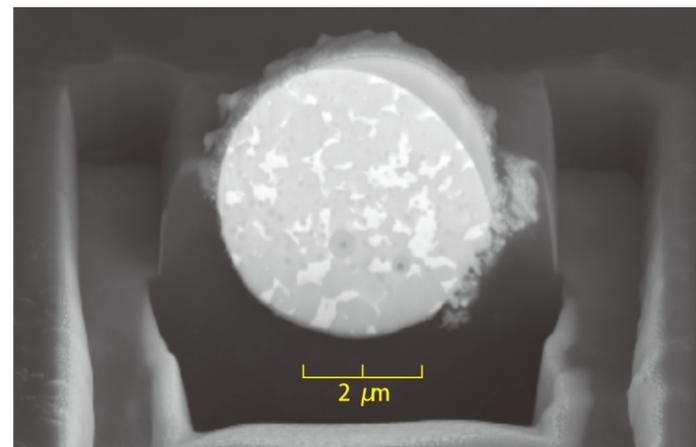


图.枪击残留物颗粒横截面图，显示出多相结构

## 材料科学领域应用举例

新材料的开发，需要充分了解材料的结构信息及其与力学行为的关系。FIB-SEM双束聚焦扫描电镜系统具有超高分辨率，便于研究材料微观结构；FIB可对选定区域制造横截面从而实现样品表层研究；FIB还能有效完成TEM薄片样品制备。

## TEM样品制备

采用FIB进行TEM样品制备，相比其他方法，既省时精准度又高。能够选定特定位置和取向进行TEM样品制备，是FIB-SEM双束聚焦扫描电镜系统的一个突出特点。

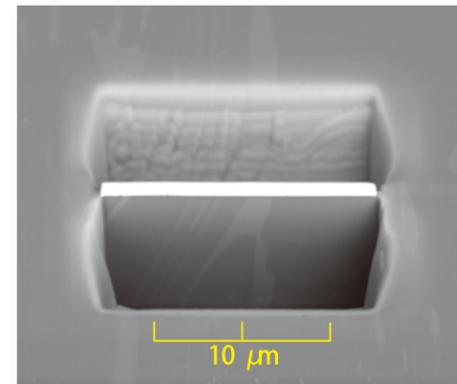


图.TiAl合金的TEM样品制备，垂直于纳米多层结构

## 显微压缩实验

目前，科学与工程研究均集中在纳米科技领域，而研究材料亚微米级的力学性能需要更先进的手段。制备细小柱形体进行显微压缩实验，是一种精确研究材料微观力学性能的技术手段。这种方法能够获得可靠数据以解释材料性能与晶体取向之间的关系。

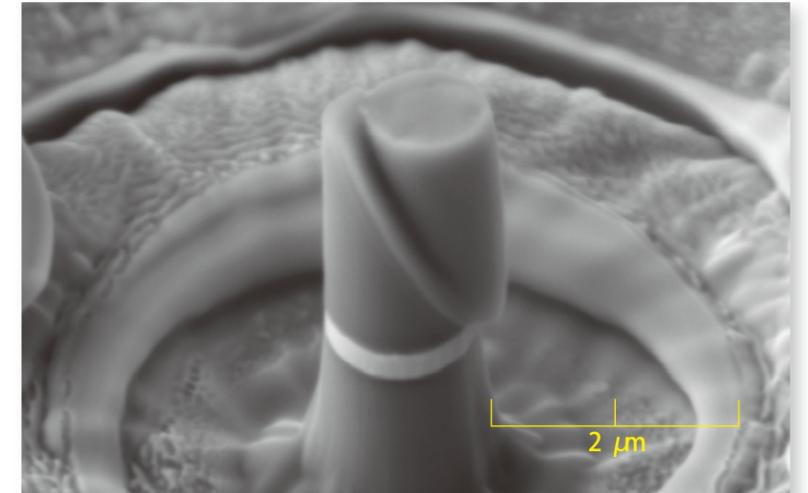


图.显微压缩实验后的微米级柱形物，由FIB对多晶Al薄层内单个晶粒切割完成

## 先进高强度材料疲劳性能研究

通过提高材料性能来实现产品更高的经济效益与生态效益，是当今经济领域的趋势，同时也催生了越来越多的对先进材料的研究开发。晶粒细化至亚微米级的合金和纯金属，是先进材料的典型代表。超细晶（UFG）材料的晶粒尺寸只有几百纳米，比普通的粗晶（CG）材料具有更高的强度，然而关于超细晶材料的疲劳试验数据鲜有报道。此外，疲劳裂纹萌生与扩展机制仍然难有定论。在这方面，集成了FIB和SEM的双束聚焦扫描电镜具备在特定感兴趣区切割横截面和观察次表面纳米尺度信息的能力，能够有效进行疲劳裂纹萌生位置与机制的探究。因此，集成了FIB和SEM的双束聚焦扫描电镜，是材料研究者手中功能全面且有效的研究设备。

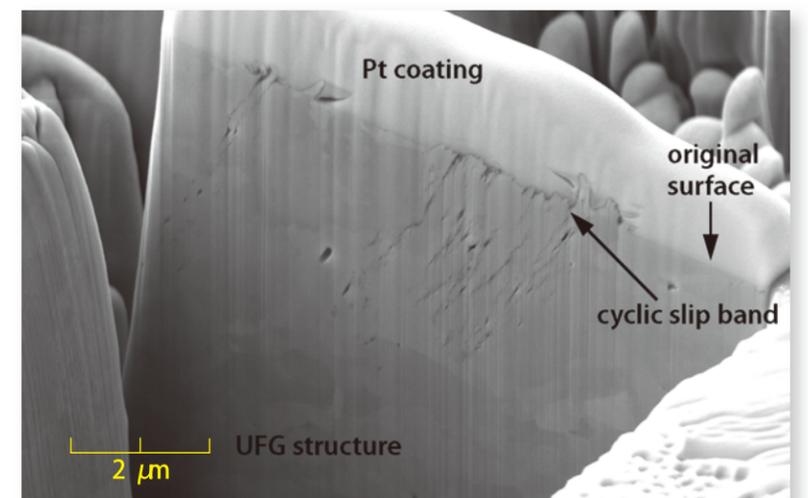


图.二次电子像，横截面，显示被切割的一系列表面滑移带、晶粒结构与微裂纹

## 纳米技术及半导体领域应用举例

### 离子束刻蚀与试样设计

自旋电子结构主要通过溅射沉积获得，由多层磁性与非磁性金属或电介质薄膜排列构成，每层薄膜厚度为5-50nm。FIB很容易将这些多层结构薄膜加工成几十纳米到几微米的线条形、圆盘状、长方形或柱形等形状试样，这些试样可以用来完成磁性纳米线材料的畴壁运动研究、纳米柱或纳米线的自旋转矩效应、磁涡流的磁化动力学及其他方面研究。

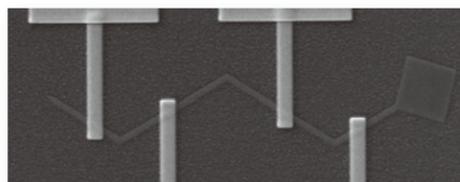


图. FIB加工的宽200nm长16μm的(坡莫合金/Cu/Co)合金纳米线，采用FIB沉积Pt进行电极接触，用于磁畴壁运动研究

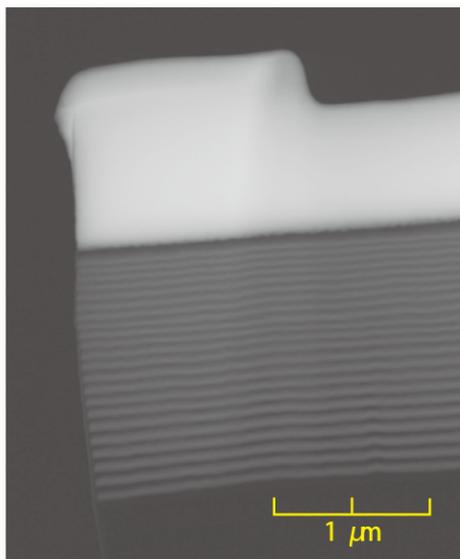


图. 多层膜样品的TEM试样

FIB-SEM双束聚焦扫描电镜系统的另一突出特点，是能够有效结合离子束和电子束刻蚀（EBL），凸显各自优势。聚焦离子束FIB通常用于切割加工与设计制造精细结构，而电子束刻蚀（EBL）的优势在于能够在短时间内完成更图案的刻蚀。这种功能在尖端研究领域，如自旋等离子体研究方面具有广泛需求和应用。

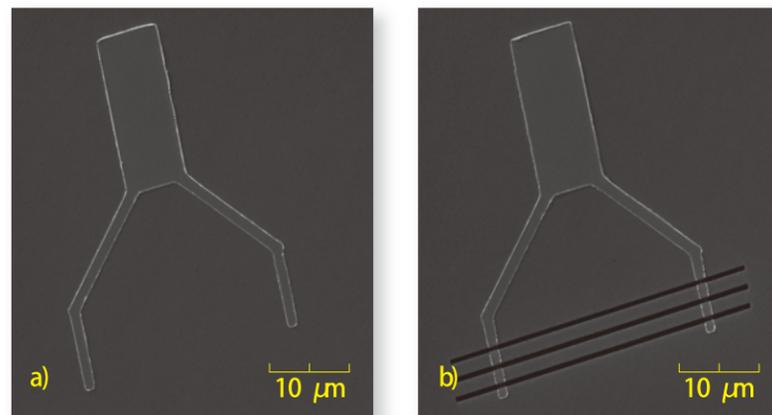


图. Au/Co/Au自旋等离子体多层结构材料的SEM图像：  
a) 电子束曝光刻蚀结果；b) 经FIB加工修饰后的结构。

自旋等离子体是研究铁磁材料中电磁波与自由电子相互作用科学的一个分支，一般通过电子束刻蚀（EBL）形成尺寸在几十微米范围内的多层金属结构来获得自旋等离子体器件，在应用聚焦离子束FIB来进行最终结构优化。现有研究表明，在外加磁场作用下，受限自旋等离子体多层结构内的电磁波行为，可应用于电子与光子的物理互联从而实现快速数据传输。

### 集成电路失效分析

严格的质量控制，是众多半导体厂商关注的重点。一旦集成电路（IC）存在缺陷，必须进行认真细致的调查分析。应用FIB-SEM双束聚焦扫描电镜对缺陷部位取样，制备超薄的TEM薄片试样，进而在SEM下进行STEM分析或TEM分析。

### 薄膜厚度测量

能够有效完成薄膜层厚度测量及其成分鉴定。当薄膜层厚非常小时（在纳米尺度），通常由于图像衬度不明显而无法分清样品各层，而这种衬度缺失的原因是电子的相互作用自由程大于所需观察的薄层厚度。制备厚度在100nm左右或更小的薄片试样，能够有效的减小电子的相互作用自由程，从而在研究多层薄膜样品时能够获得更好地层间衬度，实现层厚度的准确测量。同时，此方法还能大大提高能谱（EDS）面扫描分辨率。

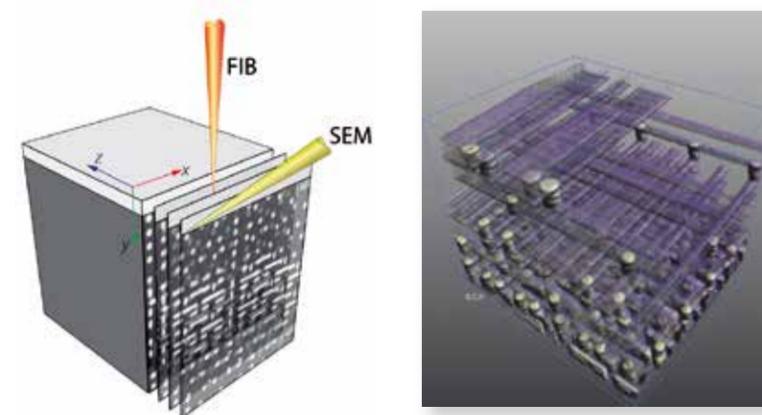


图. 直接体积补偿三维可视化重构对噪声不敏感，可添加颜色来突出不同的对象

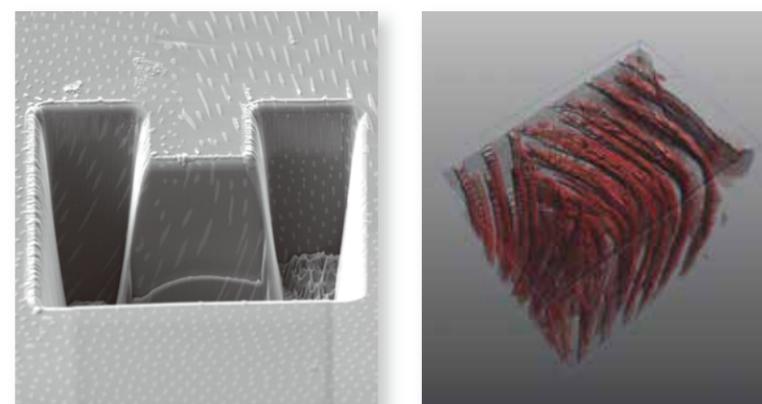


图. 形变NiAlMo共晶合金的三维重构

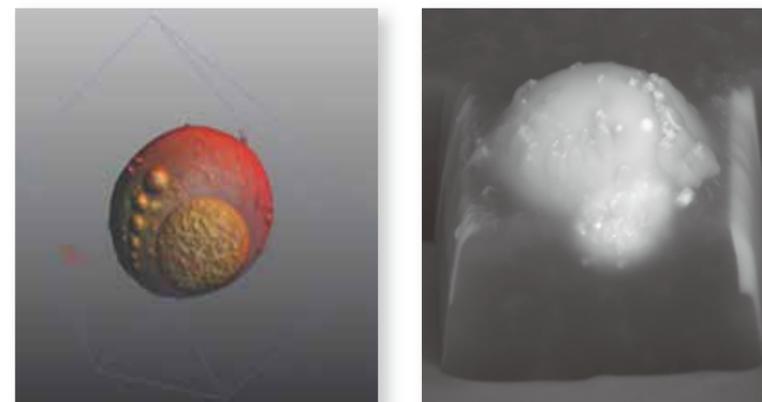


图. 直接体积补偿三维可视化重构对噪声不敏感，可添加颜色来突出不同的对象

### 先进的3D立体成像技术

FIB具有可精确到纳米尺度的表面切截能力，使分析样品次表层成为可能。双束聚焦扫描电镜能够对样品表面进行自动的连续切割，进而实现二维信息的三维立体可视化。此项技术能够帮助研究者更直观的分析样品信息的立体分布、三维结构和研究对象的空间立体关系。

### 直观的软件操作界面

TESCAN电镜提供先进、全面的3DTomography软件模块，以实现数据自动采集、样品三维重构与可视化。用户使用向导引导操作人员对FIB切割与SEM成像参数进行最优化的设置，数据采集可通过FIB-SEM标配探头完成，也可以结合EDS和EBSD等分析手段。

### 完美的立体可视化设计

立体可视化可通过多种方法实现，多层切片可通过与主轴对齐或成任意角度方式显示。进而，将这些原始数据置于三维立体数据组内进行三维立体重构。数据重建过程，用户可根据研究需要，采用表面补偿技术或体积补偿技术。

### 强大的样品分析能力

搭配EDS和/或EBSD探测设备的SEM电镜，不仅能够进行样品形貌拍照，还能完成样品成分、结构等多种显微分析。TESCAN FIB-SEM双束聚焦扫描电镜大型样品室的独特设计，保证在切割样品时也能进行EDS、EBSD的数据采集，而无需移动样品。

### 三维立体显微断层重构

3D Tomography 软件是 FIB-SEM 双束聚焦扫描电镜下，实现样品3D断层摄影分析数据采集及三维可视化的有效工具。3D Tomography 软件技术有助于研究样品三维空间分布，样品内物体的显微结构和空间关系。可应用多种探测器探头进行自动化的数据采集，以实现FIB-SEM的三维断层摄影分析。