

NEW

MAIA3

model 2016



MAIA3 model 2016

为超高分辨新开发的电子光学系统

MAIA3 model 2016产品是一款具有超高表面灵敏度的高分辨扫描电子显微镜，在不同加速电压下均有着出色的成像能力。MAIA3 model 2016在低电压下也有极好的性能，尤其对电子束敏感的半导体器件样品以及纳米材料等都具有优异的表面灵敏度及高空间分辨率。全新的MAIA3 model 2016也非常适合研究不导电试样如原始状态的生物样品。

主要特点：

■ Triglav™——新开发的超高分辨电子光学镜筒并配备 TriLens™ 物镜及先进的探测系统

- TriLens™三物镜系统：超高分辨率物镜（60度浸没式物镜）、全新的用于高分辨分析工作的无漏磁分析物镜、重新设计用于超大视场观察的中间镜。
- 独特的电子束无交叉模式与超高分辨率物镜相结合，获得了卓越的成像性能。
- 传统的TESCAN大视野光路设计提供各种工作和显示模式。
- 全新的EquiPower™技术进一步提高电子束的稳定性。
- 新的肖特基场发射电子枪能使电子束流高达400nA并能实现电子束能量的快速改变。
- 通过扩展样品室和专用支架能达到12" 晶圆的SEM观察。
- 专利的TriBE™技术具有三个BSE探测器，可以选择不同角度的信号进行采集。位于镜筒内部的Mid-Angle BSE 和In-Beam LE-BSE 探测器，分别用于检测中等角度及轴向的高角背散射电子，而样品室的BSE探测器用于探测大角度范围的低角背散射电子。并且这三个探测器能探测到低于200eV的低能背散射信号，综合在一起，他们可以提供各种不同衬度的图像。
- 专利的TriSE™技术具有三个SE探测器，对所有工作模式下二次电子信号的采集都进行了优化。位于镜筒内部的In-Beam SE探测器能在短工作距离下采集二次电子。用于电子束减速模式下的SE(BDM)探测器用于超高分辨成像。In-Chamber SE探测器能提供最佳的形貌衬度和立体感。
- 电子束减速技术(BDT)能在低至50eV的低电压下成像，并仍具有出色的分辨率。
- 专利的电子束实时追踪技术可对电子束实现实时优化。
- 扩展的低真空模式样品室气压能达到500Pa，可用于不导电样品的成像。



■ 超高分辨率 1.0nm@ 1keV

浸没式物镜系统和无交叉电子束模式结合在一起，可在低能量下实现超高分辨成像。浸没式物镜能在样品周围产生强磁场，显著降低了像差。而无交叉电子束模式则降低了Boersch效应，对电子束进行进一步的优化，最终达到1.0nm @1keV的超高分辨率。

■ 低电压和超低电压成像

电子束减速技术(BDT)包括了电子束减速偏压装置，以及在减速模式下可同步获取二次电子和背散射电子信号的高质量的透镜内探测器。在电子束减速模式下，通过加在样品台上的负偏压使得电子束在作用到样品表面时能量降低。最低的着陆电压可以降低到50eV(在手动控制下可以降到0eV)。有别于普通的低电压成像，电子束减速技术减少了像差和光路畸变，获得了更小的束斑尺寸，因此能更好得到高分辨率图片。低电压成像可以有效减少在观察不导电样品成像时出现的荷电效应，也有利于对那些电子束敏感样品和未喷镀处理的样品的观察。

■ 高束流及短的分析工作距离

新开发的肖特基场发射电子枪最大束流高达400nA，适用于各种分析技术，如EDS、WDS、EBSD和CL等。所有的探测器的最佳分析工作距离均为5mm，短的工作距离同时也保证了分析时的高分辨率。

■ 电子束实时追踪技术™

TESCAN最先开发的电子束实时追踪技术可以对工作距离，放大倍数等所有光学参数的进行实时地精确计算，可对束斑和束流大小进行连续的控制及实时优化。

Triglav™

超高极限分辨率

TESCAN全新开发的Triglav™电子镜筒，可以在低电压下获得超高的分辨率。Triglav™还配备了全新开发的探测器系统，能提供卓越的的表面敏感度和衬度来解决电子束高敏感材料或不导电材料纳米特征的观察。

■ 关键优势

- **TriLens™**: 由三个性能和功能互补的物镜组成，并提供多种成像模式
- 卓越的高分辨率物镜和无交叉模式相结合，得到了1nm@1keV的超高分辨率
- **TriSE™**: 三个SE探测器能获得最佳的表面细节
- **TriBE™**: 三个BSE探测器可选择不同角度的信号以获得不同的成分衬度
- **EquiPower™**: 特殊的散热系统能保证电子镜筒具有极好的稳定性，对做一些耗时长应用（如SEM-FIB的三维重构）非常理想

In-Beam SE	0.7 nm@15 keV
SE (BDM)	1.0 nm@1 keV
STEM	0.7nm@30 keV

TriLens™

三物镜系统，多种成像模式

TriLens™物镜系统是由三个性能和功能互补的物镜组成：超高分辨透镜（60°浸没式物镜），高分辨分析物镜和中间镜。三个物镜的不同组合获得了不同效果的成像模式。

■ 超高分辨率模式

这种模式是将浸没式物镜及无交叉模式结合起来，尤其适合在低电压下获得的超高分辨率成像。超高分辨率对半导体材料的失效分析，纳米材料的研究和表征，以及对非导体样及电子束敏感样品的研究的是必不可少的。

■ 分析模式

这种模式是通过分析物镜实现的。分析模式非常适用于EDS及EBSD分析，同时也能在FIB工作的同时实时SEM成像。分析型物镜也能对磁性样品进行高质量观察。

■ 景深模式

这种模式是将高分辨物镜和中间镜结合使用，既可以提高束流强度，又能在保持高分辨率的同时获得较大的景深。这进一步扩展了分析能力，能对形貌高低不平的敏感性样品进行高分辨成像。

■ 大视野模式

中间镜能实现观察到广阔的视野范围。

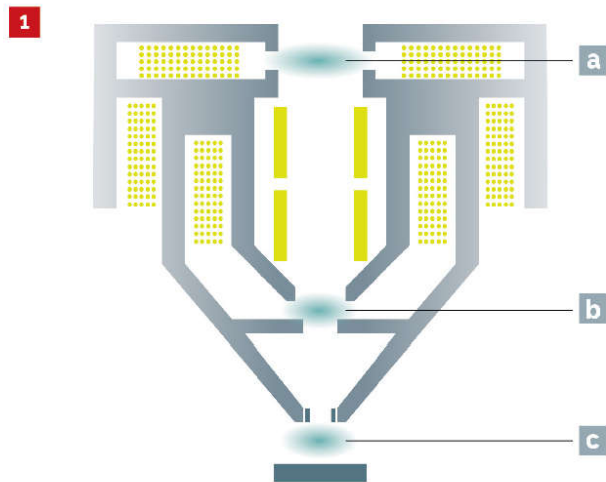
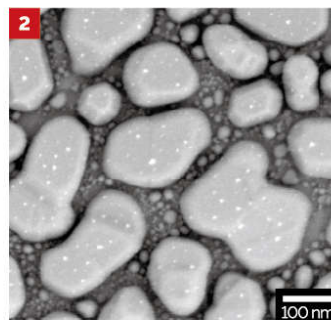


图1: TriLens™物镜系统。(a) 中间镜 (b) 分析物镜 (c) 超高分辨物镜



■ 成像模式

- **UH-RESOLUTION**
用于获得最佳分辨率图像
- **ANALYSIS**
用于高分辨分析工作和磁性材料观察
- **DEPTH**
用于获得大景深效果
- **OVERVIEW**
用于大视野观察

图2: 分辨率测试: SE(BDM)探测器在50eV, UH-RESOLUTION模式下的金颗粒照片。

TriSE™ + TriBE™

普遍通用的探测系统

在先进的Triglav™探测系统中包括了很多高效的镜筒内和样品室内的探测器，如二次电子探测器，背散射电子探测器和透射电子探测器。

TriSE™ – 三个不同的SE探测器 – 采用YAG晶体材料，拥有极佳的信噪比，可以显示样品的综合形貌并捕捉到最佳的表面细节。无论在哪个工作模式下，都配置了一个专用的二次电子探测器，每个探测器都处于最合理的几何位置并配备独立的放大器和信号处理系统。

TriBE™ – 三个不同的BSE探测器 – 可用来区分不同散射角的背散射电子并提供材料成分的综合信息。可移动In-Chamber BSE探测器位于样品和极靴中间，接收大范围的低角背散射电子，主要提供形貌衬度和成分衬度以及通道衬度，适用于观察低反差的样品。Mid-Angle BSE探测器位于镜筒内部，采集中等角度的背散射电子，主要提供高分辨低噪声的成分和形貌衬度。In-Beam BSE位于镜筒的高位，主要收集轴向高角背散射电子，可以获取没有形貌干扰的最纯净的成分衬度。

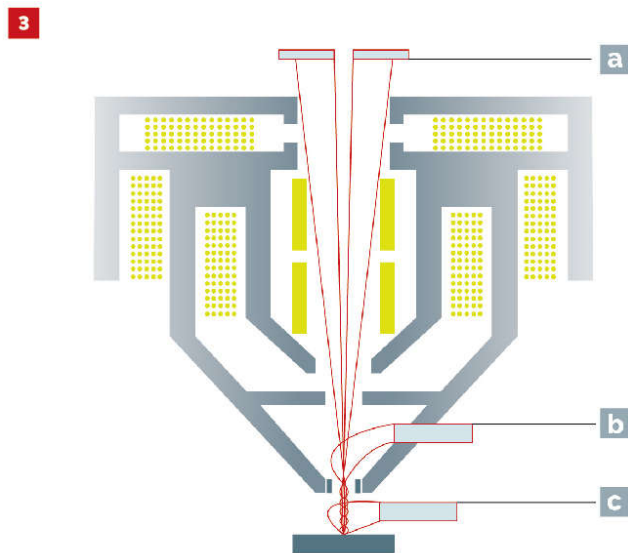


图3: 观察样品的形貌 (a) BDM (b) UH RESOLUTION 以及 (c) ANALYSIS 模式都有它们专用的探测器，用来获取样品细节

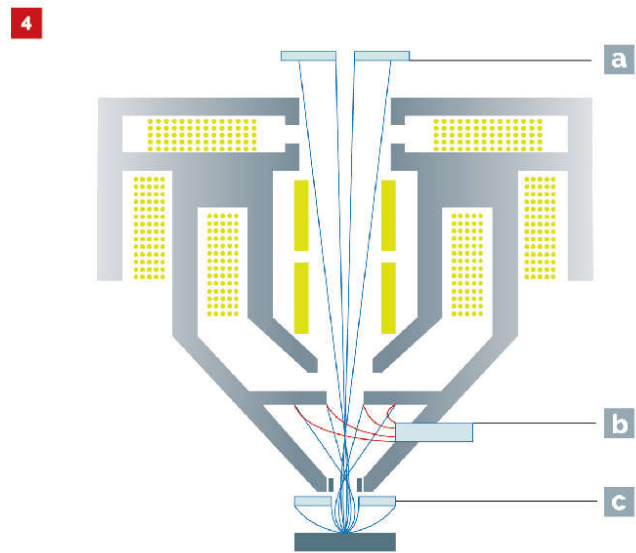


图4: 最合理几何分布的探测器可以区分不同散射角的背散射电子 (a) In-Beam BSE探测器收集轴向的背散射电子，获得最纯表面的成分衬度 (b) Mid-Angle BSE 探测器用于获得高分辨的成分和形貌衬度 (c) In-Chamber BSE探测器提供形貌、成分衬度和通道衬度

■ TriSE™——独特的三个SE探测器

- In-Chamber SE——形貌衬度，具有强烈的立体感
- In-Beam SE——超高分辨及最大表面灵敏度
- SE(BDM)——专门用于电子束减速模式(BDM)的高分辨成像

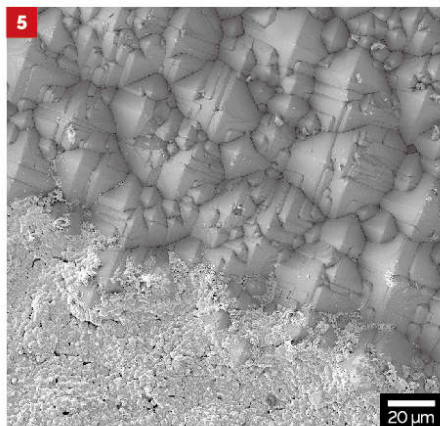
■ 应用:

电子束在整个范围的加速电压，尤其在于低电压下能获得极好的分辨率，特别适合对电子束敏感材料进行成像，如：

■ TriBE™——独特的三个BSE探测器

- In-Chamber BSE——大角度低角BSE探测，主要提供形貌衬度、成分衬度和通道衬度，特别适用于低衬度样品（如抛光样品）。
- Mid-Angle BSE——中等角度BSE探测，非常适用于小工作距离成像，主要提供高分辨成分衬度和形貌衬度。
- In-Beam BSE——轴向高角BSE探测，非常适用于小的工作距离成像，提供没有表面形貌干扰的最纯净的成分衬度。
- 低k系数介电材料
- 光刻胶
- 不导电材料
- 原始状态的生物材料

■ In-Chamber SE



■ In-Beam SE

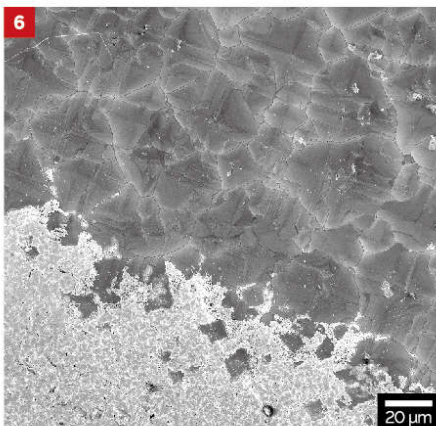
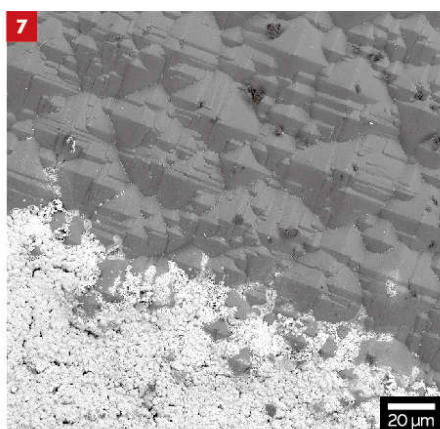
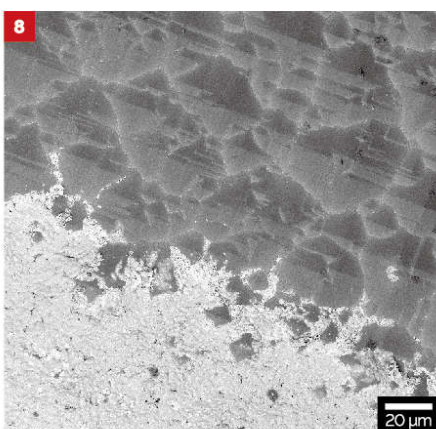


图.5-9: SiN和Ag接触部位在5keV下的成像:
 (5) In-Chamber SE探测器能给出很好的形貌衬度同时对荷电效应不敏感
 (6) In-Beam SE探测器能得到超高分辨率图像
 (7) In-chamber BSE探测器收集低角BSE信号获得形貌及成分衬度
 (8) Mid-Angle BSE探测器获得高分辨的成分和形貌衬度成像
 (9) In-Beam BSE探测器用于收集高角度的BSE信号用于最外表面的成分衬度

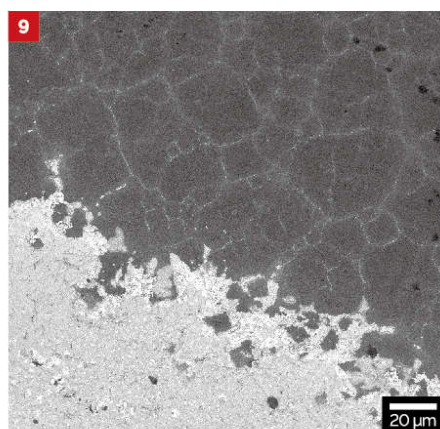
■ In-Chamber BSE



■ Mid-Angle BSE



■ In-Beam BSE



■ 电子束减速模式

电子束减速模式下, 有不同的探测器能对SE和BSE信号进行区分并分别采集, 也能对二者同时进行采集和信号叠加。该模式下, 使用低电压依然可以保持超高分辨率, 能获得最大的表面灵敏度及出色的形貌和成分衬度。

10

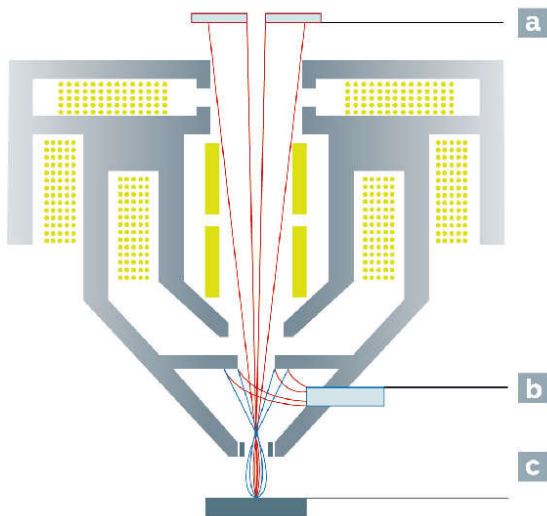
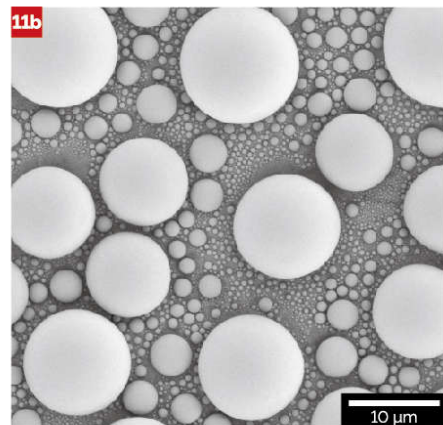
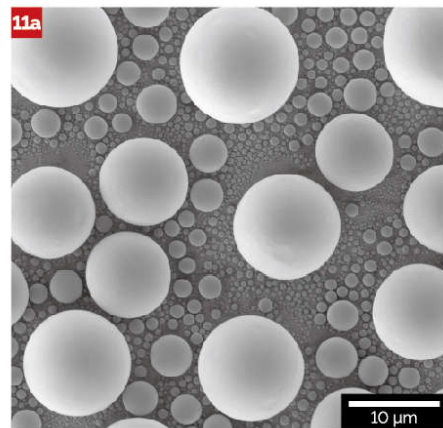


图.10: 探测系统能在电子束减速模式(BDM)下区分和同时获得SE和BSE信号。(a)SE(BDM)探测器; (b)BSE(BDM)探测器; (c)加载偏置电压的样品

图.11: 1keV下锡球图片。(a)使用BSE(BDM)获得典型的边缘效应形貌图像; (b)SE(BDM)和BSE(BDM)探测器混合的图像效果



应用

MAIA3 model 2016非常适合不导电样品和电子束敏感样品的成像，如各种原始状态的生物样品。MAIA3 model 2016能获得高灵敏的表面形貌，其出色的低电压性能和高分辨分析能力是各个科学技术领域最佳的SEM系统选择。

■ 材料科学

MAIA3 model 2016在低电压下有着很好的分辨率，对纳米材料的表征有着极大的优势。尤其适合各种敏感材料和不导电材料（如陶瓷，聚合物，玻璃，纤维等）。

■ 半导体，光电和太阳能电池

MAIA3 model 2016能被高效地应用于半导体工业的失效分析中（集成电路，半导体超薄切片检测，太阳能电池，纳米传感器等）。

■ 光刻

拥有超高分辨率的MAIA3 model 2016在电子束刻蚀领域也是个强大的工具。而且MAIA3 model 2016非常适合在高能电子束下很容易受到损伤的光刻胶的成像。

■ 生命科学

MAIA3 model 2016在低电压下拥有超高分辨率，它能对不镀导电膜的样品进行原始状态的观察。

■ 光电联用在生命科学的应用

CORAL光电联用软件模块针对生命科学来说具有非常强大的功能。CORAL模块能将在光镜下获得的照片实时叠加在电镜图像上。这一功能可帮助用户在电镜下快速定位导航到在光镜下获得的图像数据中最感兴趣的区域。SEM样品台的校正功能能兼容于几乎所有的输入设备。自动向导允许用户直接导入来自光学显微镜的图像和坐标。采集得到的图像能够通过软件进行实时叠加或后期处理。

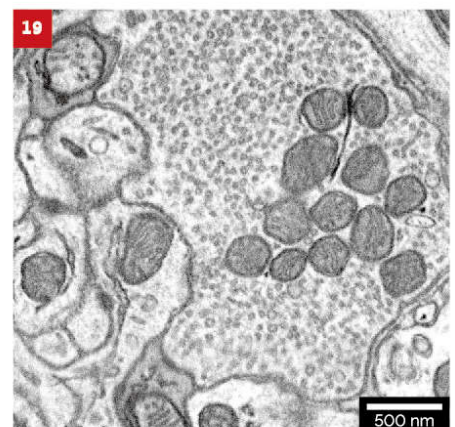
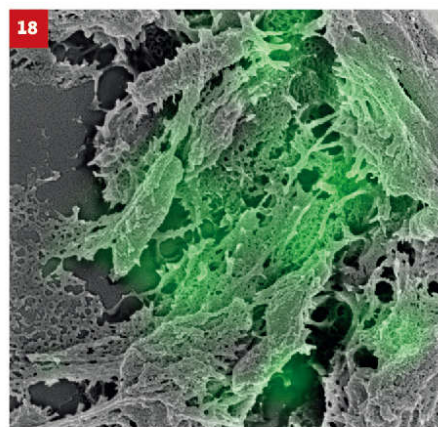
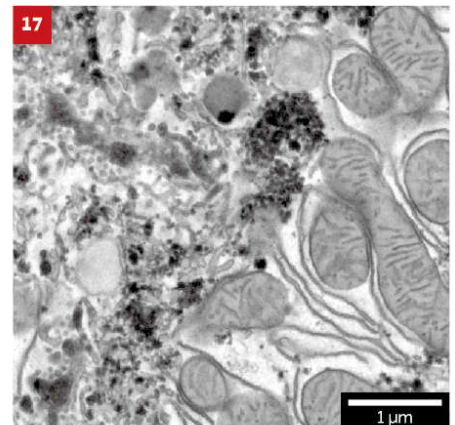
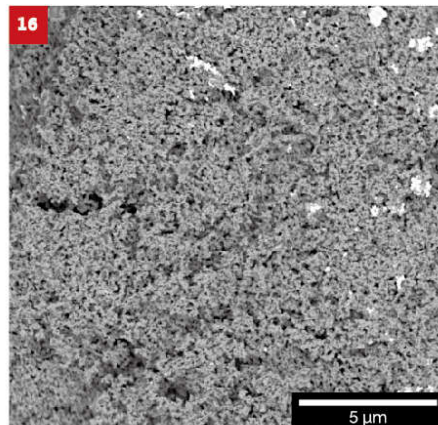
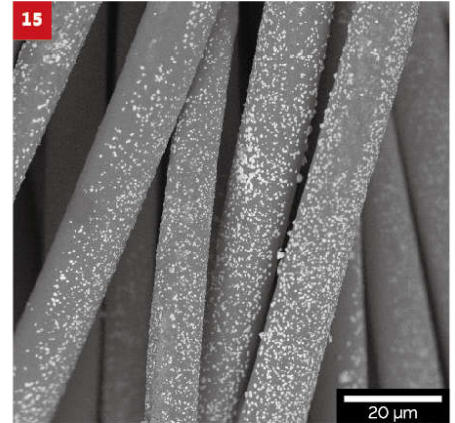
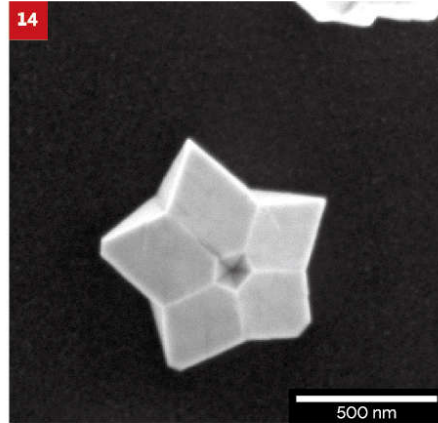
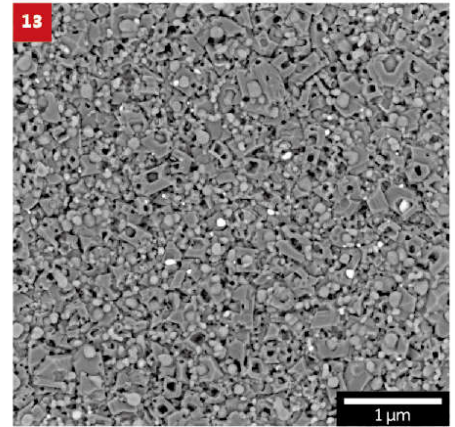
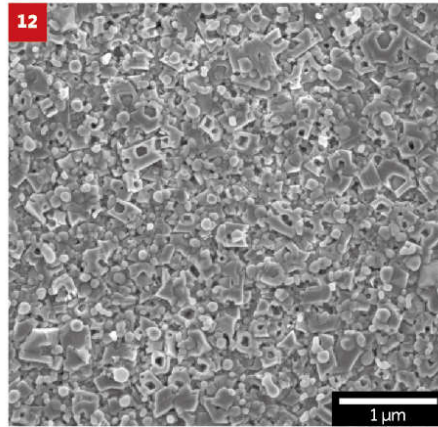


图12-19：纳米晶体上的碳球和镍颗粒在2keV下成像，(12)In-Beam SE探测器获得高的形貌衬度；(13)Mid-Angle BSE探测器兼具成分和形貌衬度能区分部分Ni纳米颗粒。(14)In-Beam SE探测器获得的硅衬底上的有空穴的纳米晶体金刚石图像，灵敏的形貌衬度突出了晶体学缺陷。(15)Mid-Angle BSE探测器在1kV下的银纳米颗粒包覆碳纤维及的成像。(16)Mid-Angle BSE探测器在1kV下Pd颗粒及碳基体的成像，兼有成分和形貌衬度。(17)Mid-Angle BSE探测器在4kV下染色小鼠肝脏的成像，用于染色生物样品的观察非常理想。(18)光电联用功能，幽门螺杆菌在胃组织中的定位。(19)LE-BSE探测器在2keV下对固定和嵌入在环氧树脂内的染色小鼠小脑组织的成像。

应用实例- LE-BSE探测器

可以对不导电样品成像，检测成分的细微差别以及观察生命学科、材料学科和半导体工程试样表面的细微特征，对扫描电子显微镜而言显得越来越重要。

高能电子束与样品表面作用后穿透很深，相互作用的影响区域很大。而一些新材料如纳米尺寸的复合材料则不适合在高能束下观察，因为表面特征很容易被电子束穿透。此外，不导电基底上的薄膜材料（如各类玻璃）也不可能用高能电子束观察。不导电材料和生物材料在高加速电压还会产生荷电效应。而采集低能量背散射电子观察这些材料却是非常有利的，这是因为一方面荷电效应降低，另一方面微区表面特征得到了增强。对于很容易受到辐射损伤的敏感材料，则必须使用低电压进行观测。

■ TESCAN 低能背散射电子探测器 (LE-BSE)

要使低能量背散射电子成像具有很高的灵敏度和足够的信噪比等特点，BSE探测器必须有全新的技术。新的LE-BSE探测器的检测极限小于1keV。3kV电压以下LE-BSE探测器也能表现出极高的性能，拥有很高的分辨率和表面灵敏度，对生物样品极佳的性能和不导电试样的BSE观察达到很高的效果。

■ 基本应用—不导电材料的荷电效应

例如陶瓷、聚合物、纳米材料、玻璃等试样在使用二次电子（SE）观察时会产生严重的荷电效应，而这种影响在使用背散射电子(BSE)探测器时则不会出现。使用低能背散射电子观察能够增强样品表面的衬度，也能观察到更多的表面细节，如图20。

此外，随着相互作用影响区域的减小，二次电子信号对样品表面的碳沉积污染更加敏感，从而会降低图像质量及衬度。而背散射电子信号比二次电子信号有较深的穿透深度，从而不容易受到此负面影响。

随着电子束能量的降低，透镜的像差随之增加，分辨率也变差。而背散射电子却可以消除这些负面效应，增加表面细节以及改善衬度。

■ 结论

降低原始电子束能量能够降低样品表面的辐照损伤，避免电荷效应，以及增强样品表面的衬度。LE-BSE探测器能满足新材料（纳米级）的观测需求，特别是在需要低能电子束的情况下。TESCAN LE-BSE探测器具有响应速度快，刷新率高，信噪比好等特点，可以轻易获得非常清晰的图像。由于具有很大的探测面积，操作者可以在非常高的扫描速度下得到高质量的照片。LE-BSE探测器的闪烁体位于电子束的光轴上，处于物镜下方或者镜筒内部。

■ 材料衬度及表面细节

原始电子束能量的改变对成分衬度的影响见图24。高能电子束包含了更深处信息从而损失了表面细节。而低能电子束对各种材料如纳米材料、陶瓷、复合材料或合金等的观察更为实用。

■ 生命科学

生物样品对观察条件非常敏感，正确的样品制备是生物样品的关键。这类样品会受到荷电效应的影响，也容易被高能电子束损伤或破坏。生物样品有着非常精细的表面特征，镀导电膜处理会明显降低细节信息。组织和细胞常利用钨酸染色以增加衬度。这种情况下，LE-BSE探测器非常观察组织或细胞。由于较低的辐射损伤，试样能在保持在原始无镀膜状态下进行真实形貌的观察。

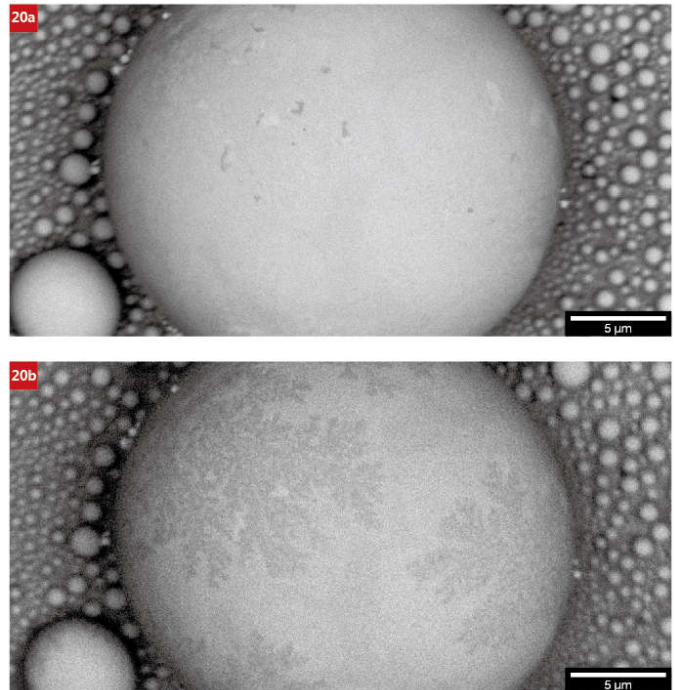


图.20: LE-BSE探测器锡球的成像(a)1keV(b)500eV。当电子束能量降低的时候，锡球表面细小的氧化层才能够被观察到。

MAIA3 model 2016样品室配置

■ 标准样品室

	LM样品室	XM样品室	GM样品室
内部尺寸	Ø 230 mm	290 mm (W) × 340 mm (D)	340 mm (W) × 315 mm (D)
门尺寸	148 mm (W)	290 mm (W) × 322 mm (H)	340 mm (W) × 320 mm (H)
最大样品高度	44 mm (加旋转台) 71 mm (不加旋转台)	96 mm (加旋转台) 137 mm (不加旋转台)	96 mm (加旋转台) 137 mm (不加旋转台)
接口数量	11+	12+	20+
减震方式	一体化主动减震系统	一体化主动减震系统	一体化主动减震系统

	LM样品室	XM样品室	GM样品室
类型	优中心全电动马达	优中心全电动马达	优中心全电动马达
移动范围	X = 80mm (-40 to +40) Y = 60mm (-30 to +30) Z = 37mm	X = 130 mm (-50 to +80) Y = 130 mm (-65 to +65) Z = 90 mm	X = 130 mm (-50 to +80) Y = 130 mm (-65 to +65) Z = 90 mm
旋转	360° 连续	360° 连续	360° 连续
倾斜	-80° 至+80°	-30° 至+90°	-80° 至+90°

■ 真空系统

样品室真空度	高真空模式: $< 9 \times 10^{-3}$ Pa* 低真空模式: 7 - 500 Pa**
SEM电子枪真空度	$< 3 \times 10^{-7}$ Pa
FIB离子枪真空度	$< 5 \times 10^{-6}$ Pa
换样后抽真空的时间	< 3.5 分钟

* 利用选配的WRG真空计 (如果需要) 可以显示真空度 $< 5 \times 10^{-4}$ Pa

**利用压差光阑

指标规格

■ 电子光学系统

电子枪	高亮度肖特基场发射电子枪
分辨率	0.7nm @ 15 kV 1.4nm @ 1 kV 1.7nm @ 500V
In-Beam SE标准模式	1.0nm @ 1 kV - SE(BDM) 1.2 nm @ 200V - SE(BDM)
电子束减速模式	STEM探测器(选配) 1.6nm @ 15 kV
In-Beam LE-BSE	BSE: 2nm @ 30kV(超高分辨率模式) LVSTD: 3nm @ 30kV(分析模式)
低真空模式	
30keV下放大倍数	4 - 1,000,000倍
最大视野	4.3mm @ 5mm(分析工作距离) 7.5mm @ WD=30mm 最大: 18.5mm
电子束能量	200eV ~ 30keV BDT模式下可低至50eV
束流	2pA ~ 400nA



上海市闵行区联航路1688弄旭辉国际28号楼1层
电话 +86 21 6439 8570
传真 +86 21 6480 6110
邮箱 applications@tescanchina.com

www.tescan-china.com

