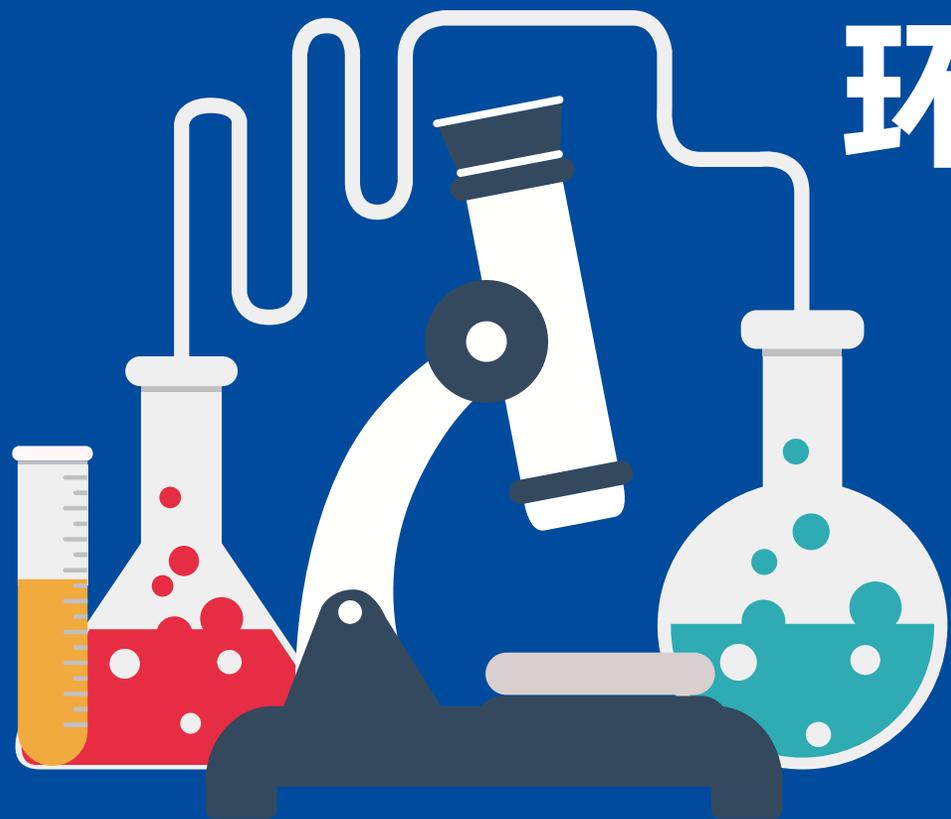




分析测试中心技术讲座

环境模式的扫描电镜



张潇
分析测试中心
2020.06.22

目录



SEM

1



ESEM

2



DSEM

3

SEM/ESEM/DSEM

SEM: Scan Electron Microscopes

ESEM: **Environmental** Scan Electron Microscope

DSEM: **Desktop** Scan Electron Microscope

扫描电镜—SEM



SEM与传统光学显微镜的异同：

- 用途相同
- SEM在成像时，使用**电子**作为媒介，而非光子
- SEM可超越光学显微镜，达到其无法达到的**细节**水平，探测更为**复杂**的结构：
高倍下有更好的**分辨率~1nm**；更大的**景深**，成像更有**立体感**
- 可同时进行显微组织**形貌**的观察及**成分**和晶体微观结构等分析。



蜜蜂的眼睛和触角：a) 光学显微镜；b) 扫描电子显微镜

不同扫描电镜



	SEM	ESEM	DSEM
占地面积	大	大	小
操作便携性	难	难	易
放大倍率	大: ~ 300,000x	大: ~ 300,000x	~ 100,000x
元素分析	能	能	能
低真空	无	有	有

扫描电镜工作原理



扫描电子显微镜（SEM）使用**聚焦电子束**来创建样品的放大图像。

电子束在样品表面以规则的方式扫描，样品中激发出来的电子被用来产生图像。

打个比方：

扫描电子显微镜探测样品表面，可以比拟为在暗室中使用细光束手电筒扫描墙壁上的物体。

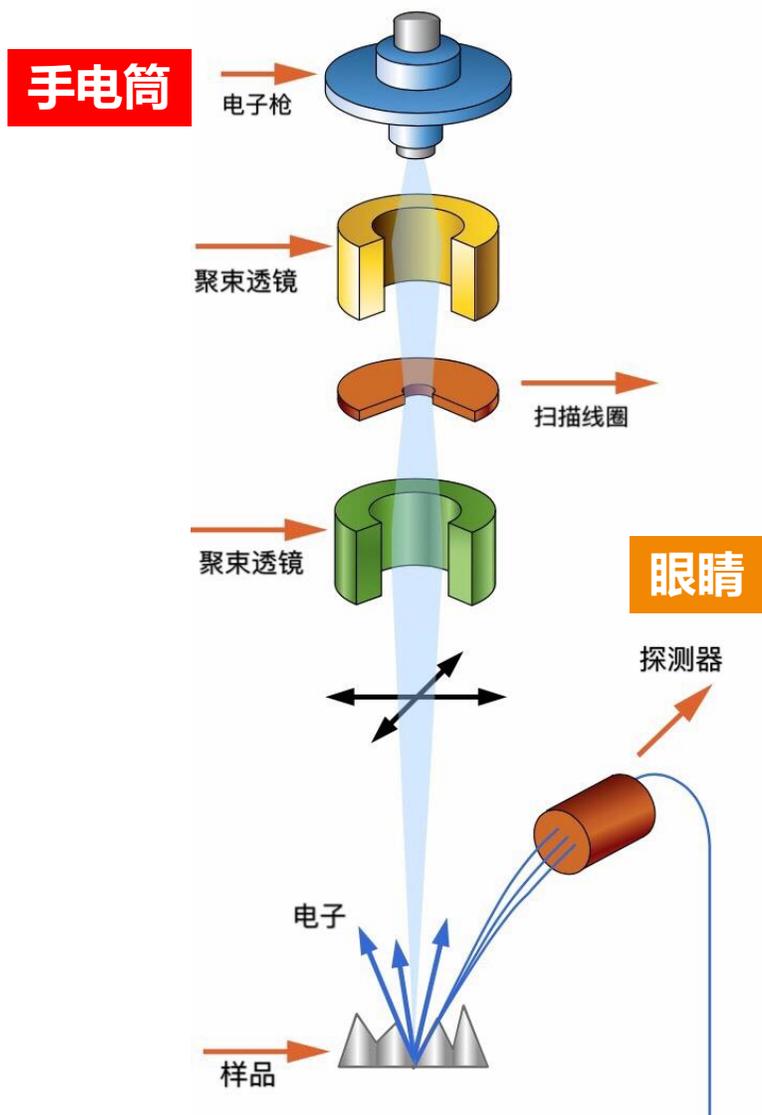
通过系统地左右扫描手电筒，并逐渐向下移动，人们可以在记忆中建立物体的图像。

扫描电镜用**电子束**代替**手电筒**，用**电子探测器**代替**眼睛**，用**观察屏和照相机**作为**记忆**。

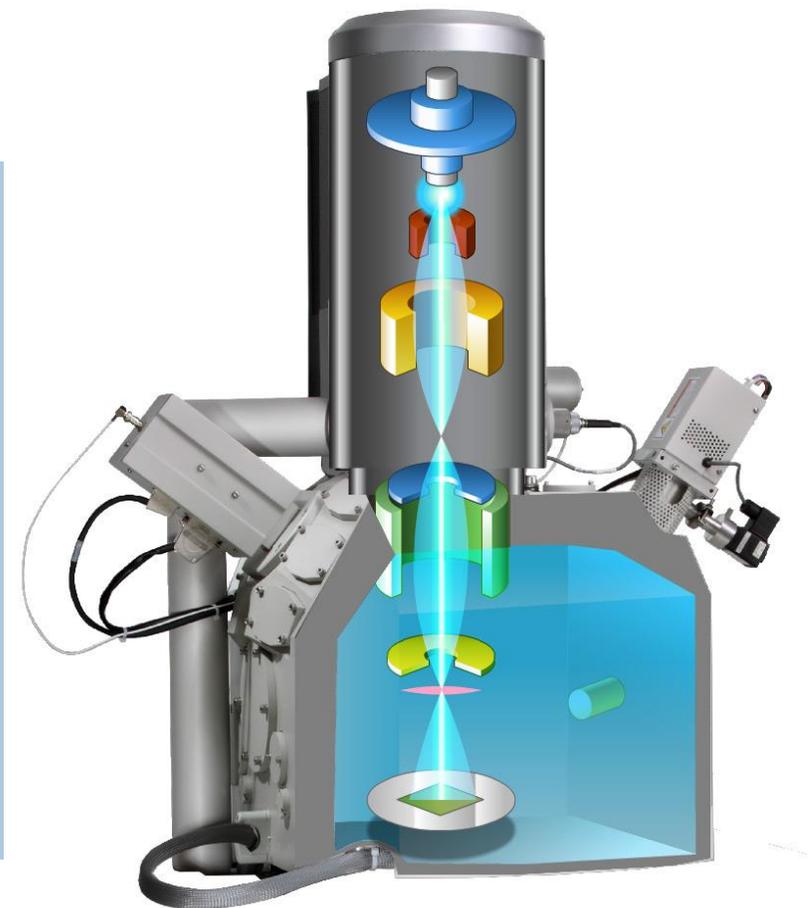
扫描动画



扫描电镜基本构造

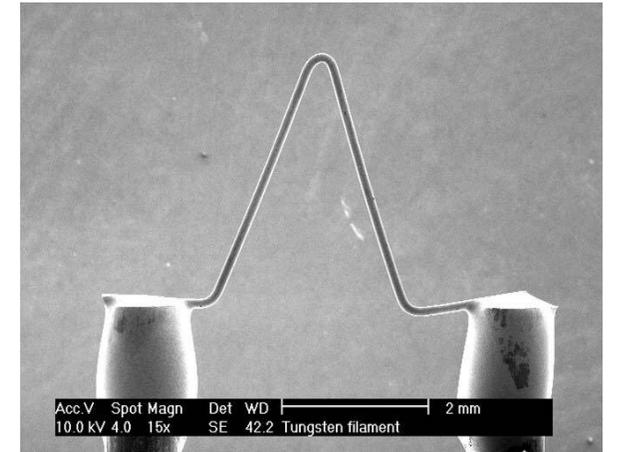
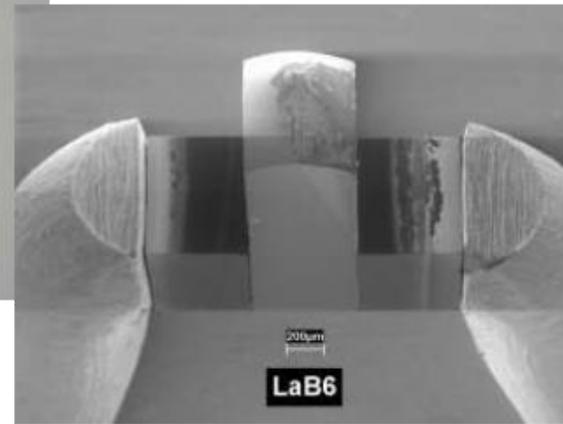
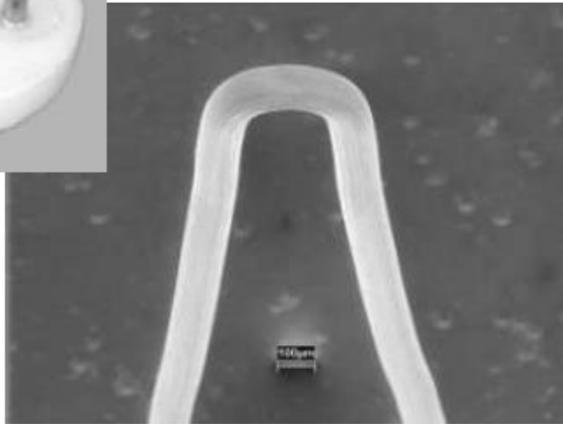


电子光学系统
信号探测系统
真空系统



Thermionic Emission Electron Gun (热发射式电子枪):

1. Tungsten Wire – 钨丝
2. LaB₆ (Lanthanum Hexaboride) - 六硼化镧



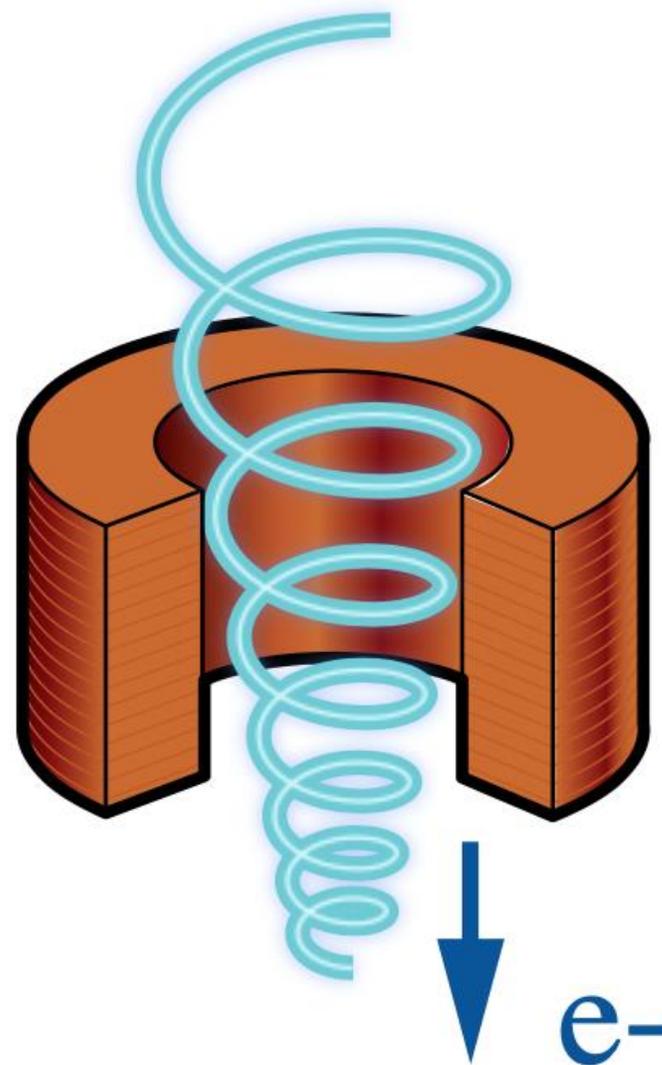
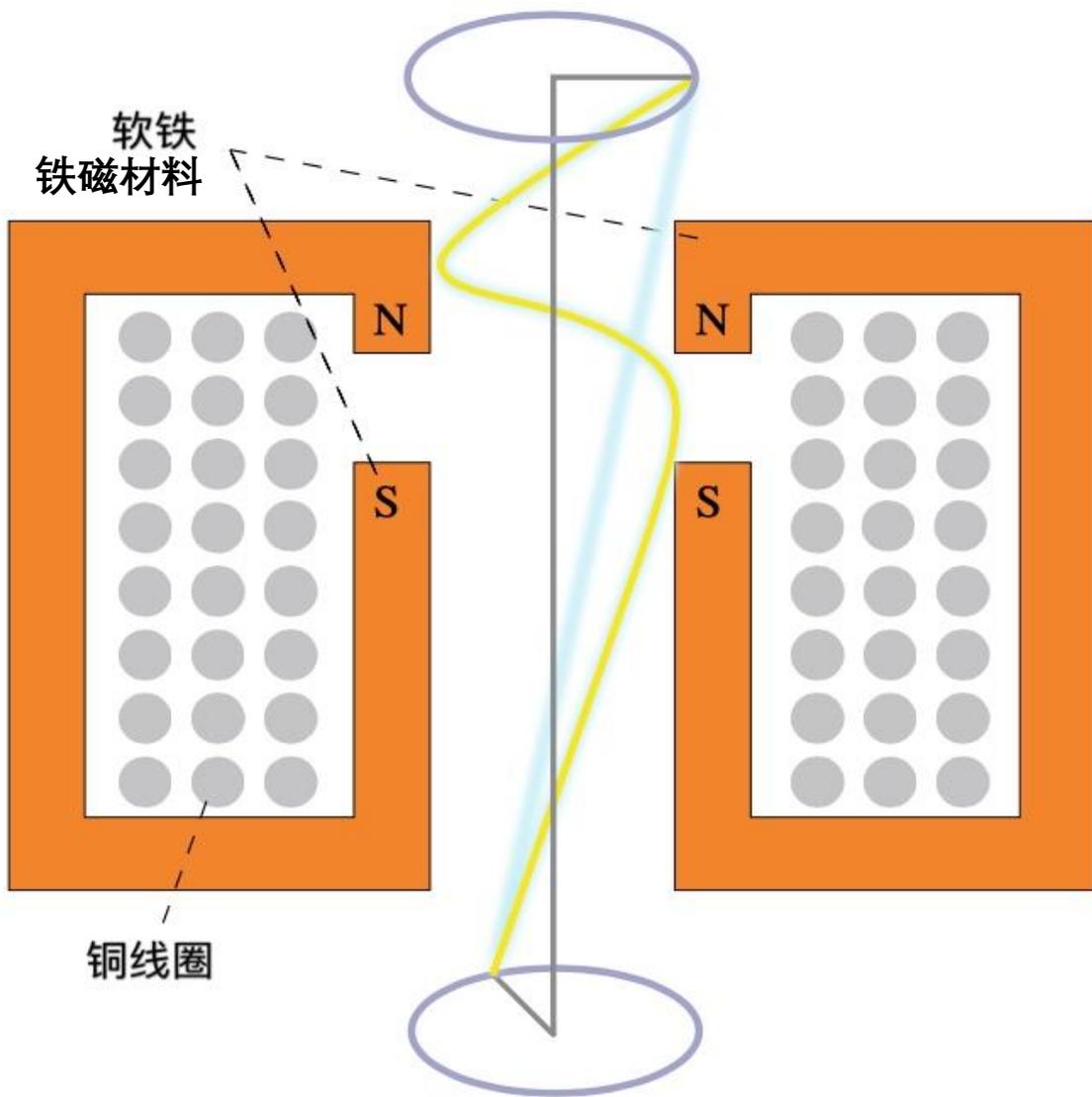
常见电子枪对比



电子源性能比较 (Electron Source Performance Comparison)				
发射器类型	热灯丝	热灯丝	冷场发射	肖特基场发射
阴极材料	钨	六硼化镧	钨(310)	氧化镱/钨(100)
工作温度[K]	2800	1900	300	1800
阴极半径[nm]	60000	10000	≤100	≤1000
有效半径[nm]	15000	5000	2.5(a)	15(a)
发射电流密度[A/cm ²]	3	30	17000	5300
总发射电流 [μA]	200	80	5	200
正常亮度[A/cm ² .sr.kV]	1.10 ⁴	1.10 ⁵	2.10 ⁷	1.10 ⁷
最大探针电流[nA]	1000	1000	0.2	20
阴极能量扩展度	0.59	0.4	0.26	0.31
枪口能量扩展度[eV]	1.5-2.5	1.3-2.5	0.3-0.7	0.35-0.7
束流噪音[%]	1	1	5-10	1
发射电流漂移 [%/h]	0.1	0.2	5	<0.5
工作真空[hPa]	≤1.10 ⁻⁵	≤1.10 ⁻⁶	≤1.10 ⁻¹⁰	≤1.10 ⁻⁸
阴极寿命 [h]	200	>500	>2000	>2000
阴极除气	无要求	无要求	每6-8个小时	无要求
对外界影响敏感度	最小	最小	高	低

电磁透镜结构：

由铁磁材料和绕制铜线构成。焦距可以通过改变流过线圈的电流来改变。在磁场的影响下，电子呈螺旋路径，沿着柱螺旋运动。



电子束击中样品时，
它与样品中的原子相互作用：

- 一些电子，撞击原子核后，反弹回来

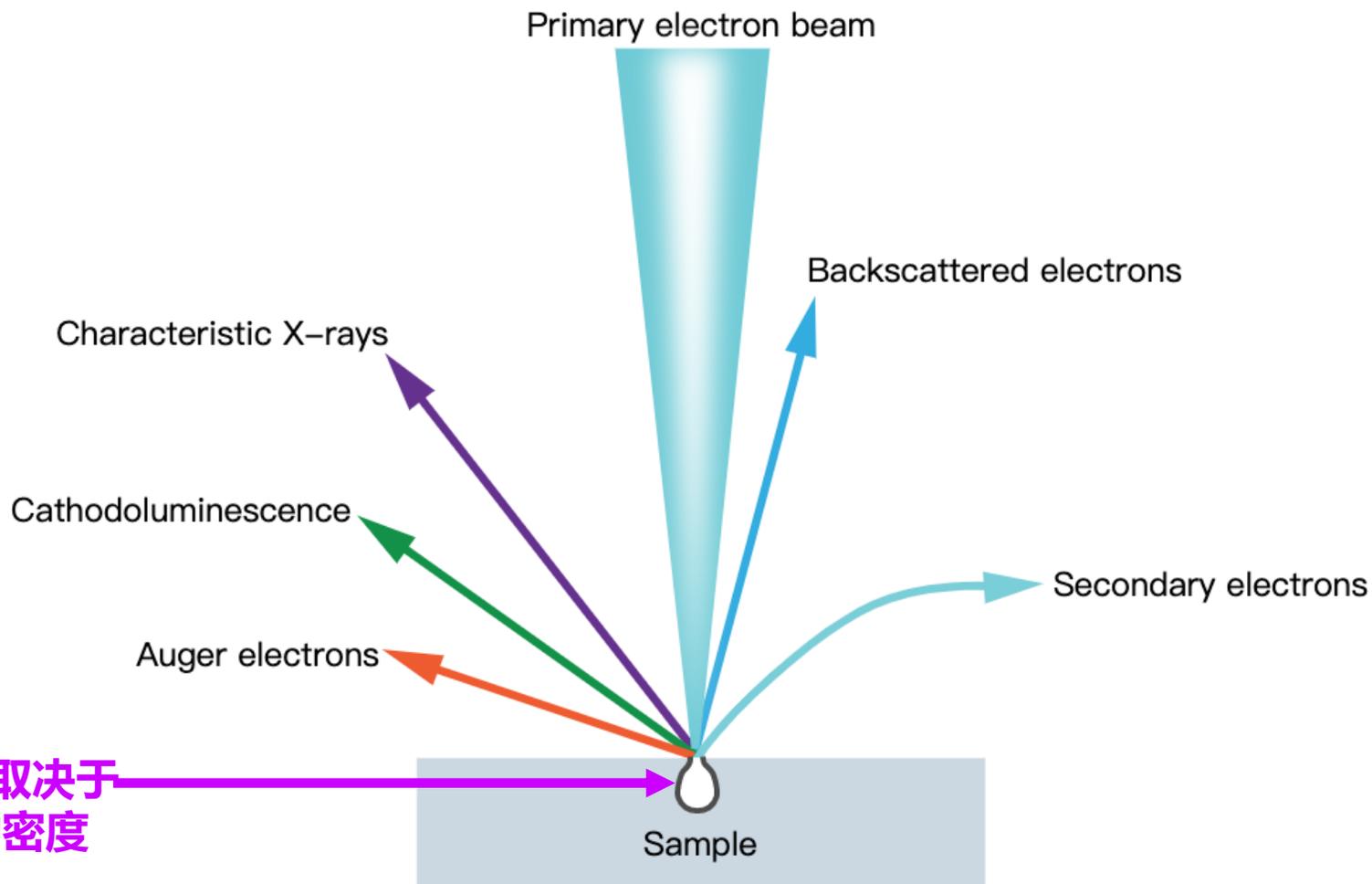
(背散射电子BSE-成分像)

- 一些电子撞击原子并激发样品电子

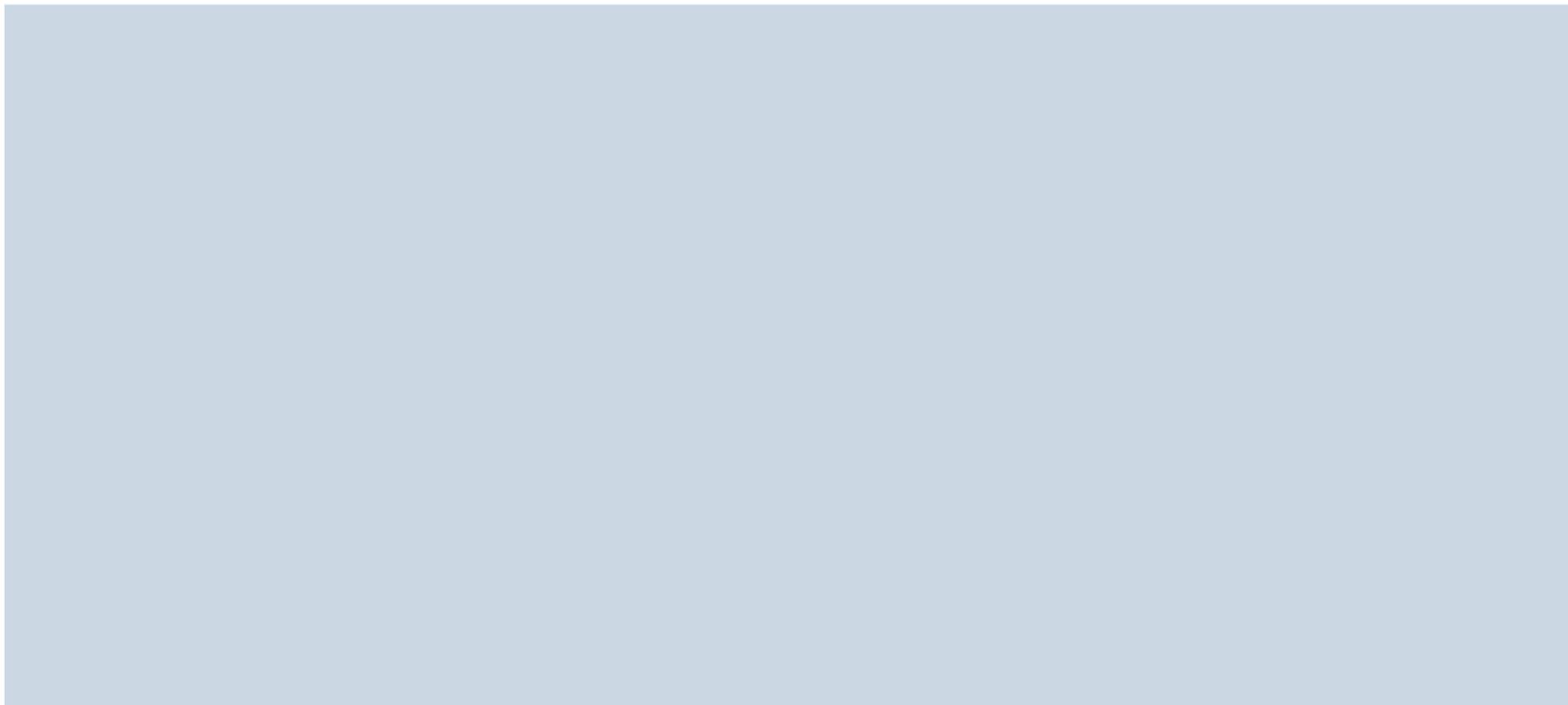
(二次电子SE-形貌相)

- 还伴随产生X射线、光、热

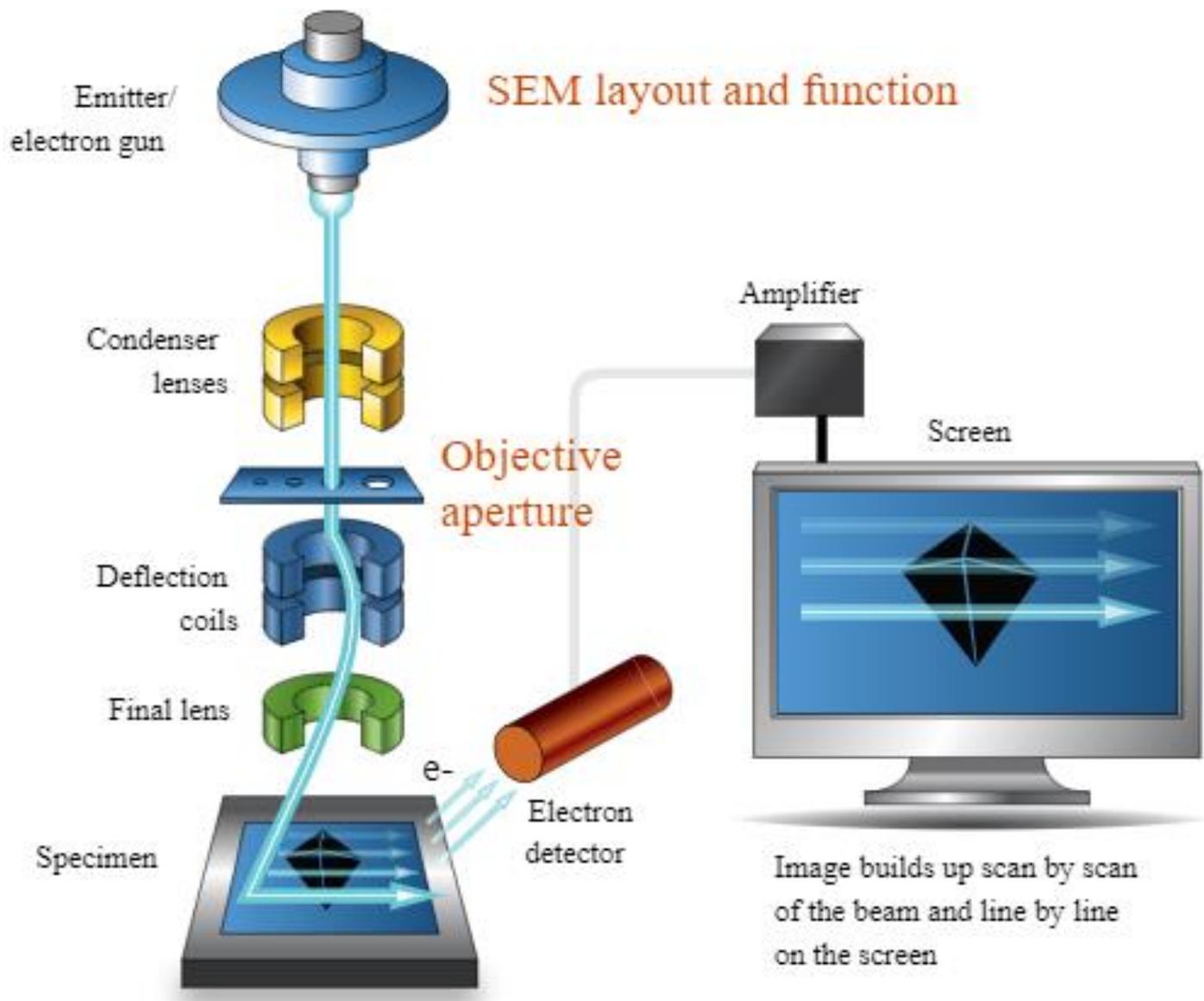
(表面成分分析)



其深度和直径取决于
kV以及试样的密度



屏幕显示——形成记忆



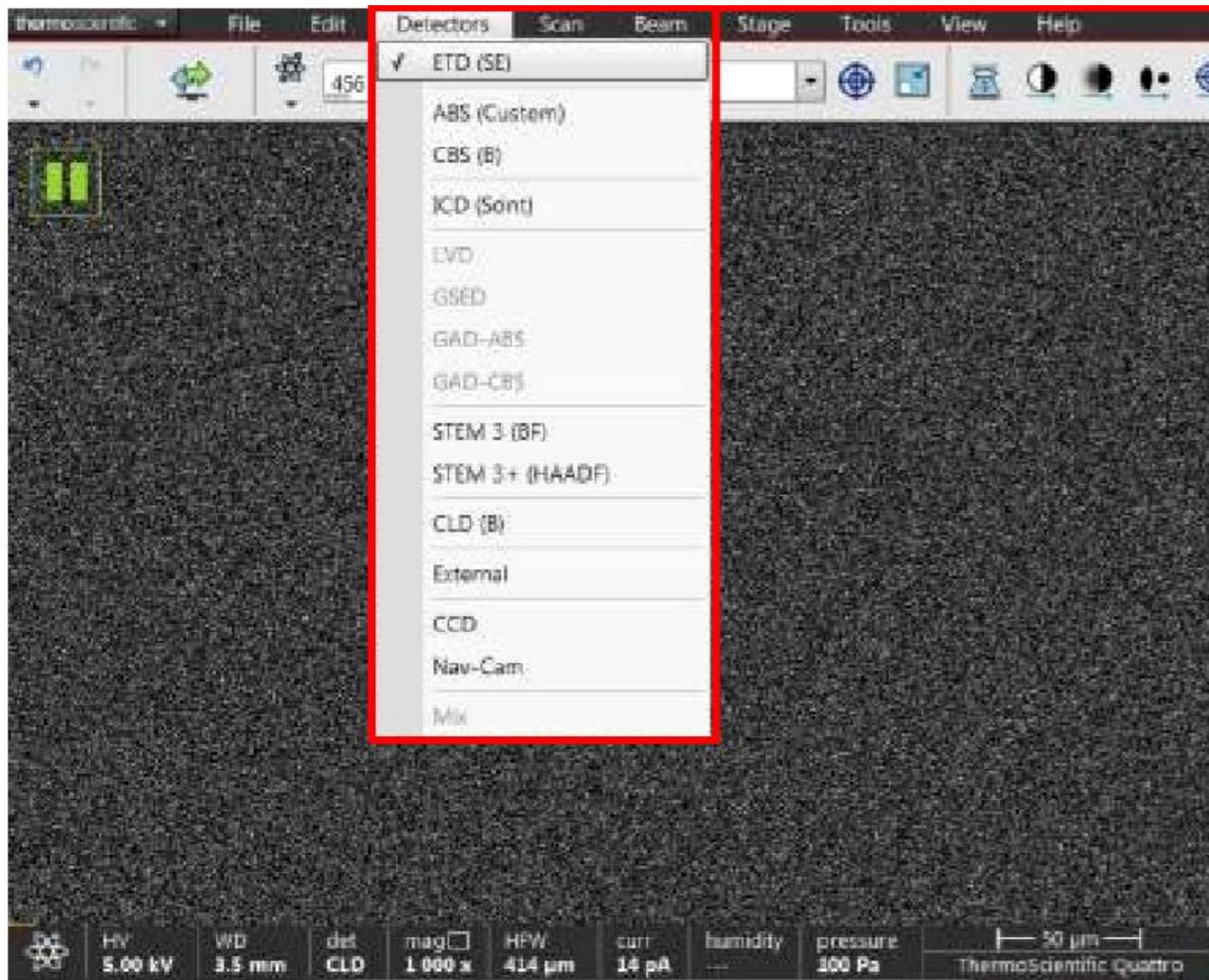
从样品产生的信号由**电子探测器**收集

通过闪烁器转换成**光子**

在光电倍增管中放大，并转换成**电信号**

用于调制观察屏上图像的强度

选择不同探头观察不同信号

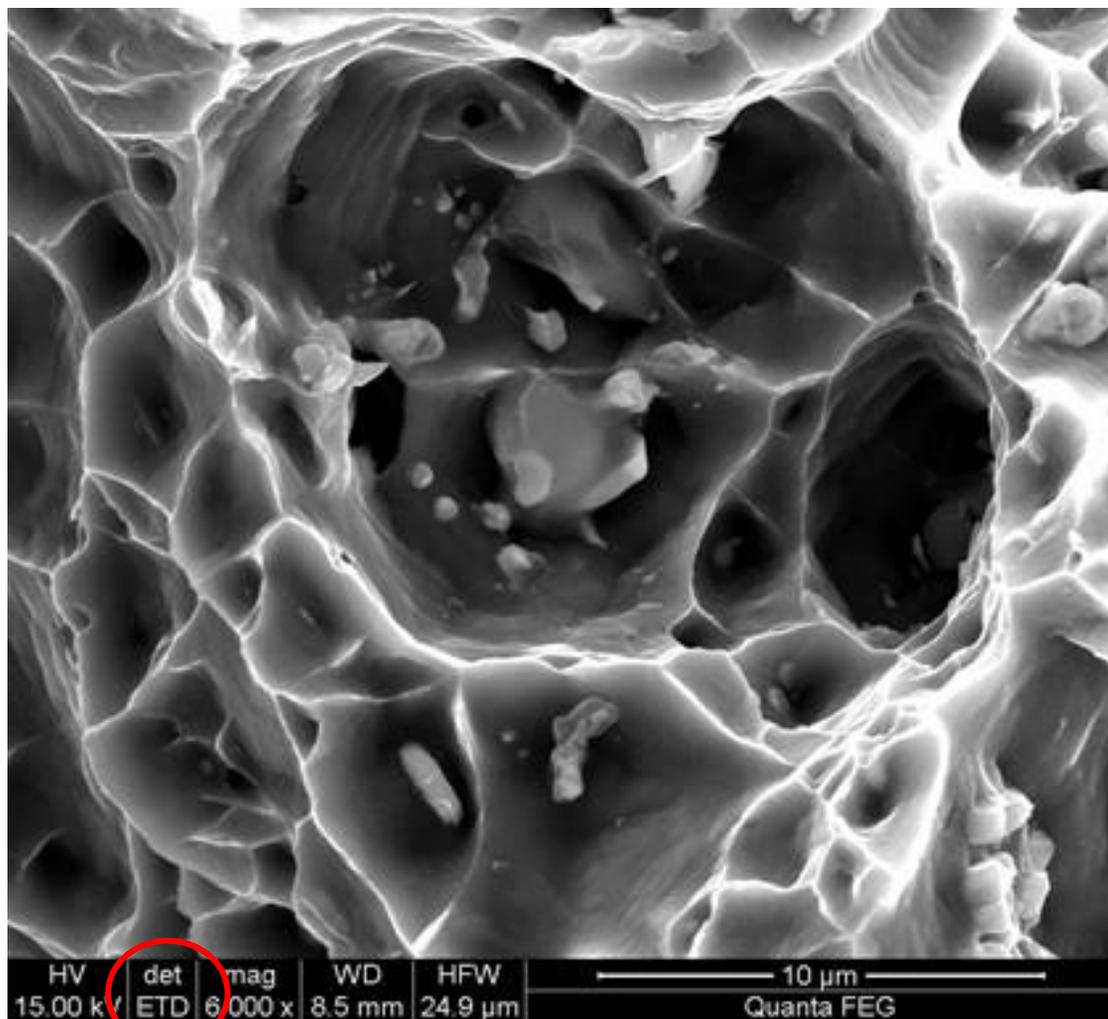


选择探头

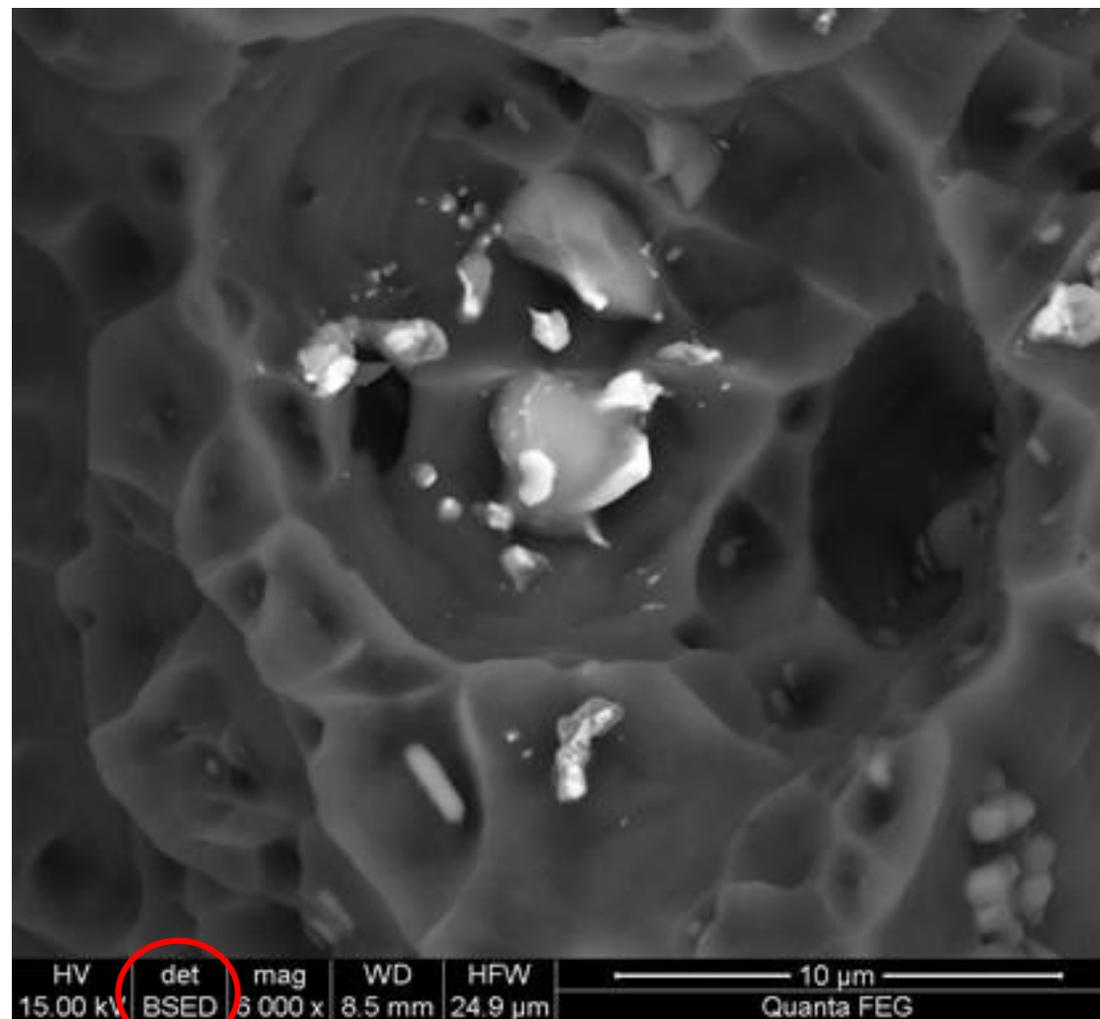
(也可在动态数据栏选择更改)

- ETD 二次电子探头
- ABS/CBS 背散射电子探头
- ICD 镜筒内探头
- LVD 低真空二次电子探头
- GSED 环扫二次电子探头
- CCD 样品室内相机
- Nav-Cam 导航相机

形貌相与成分相



SE: 形貌相

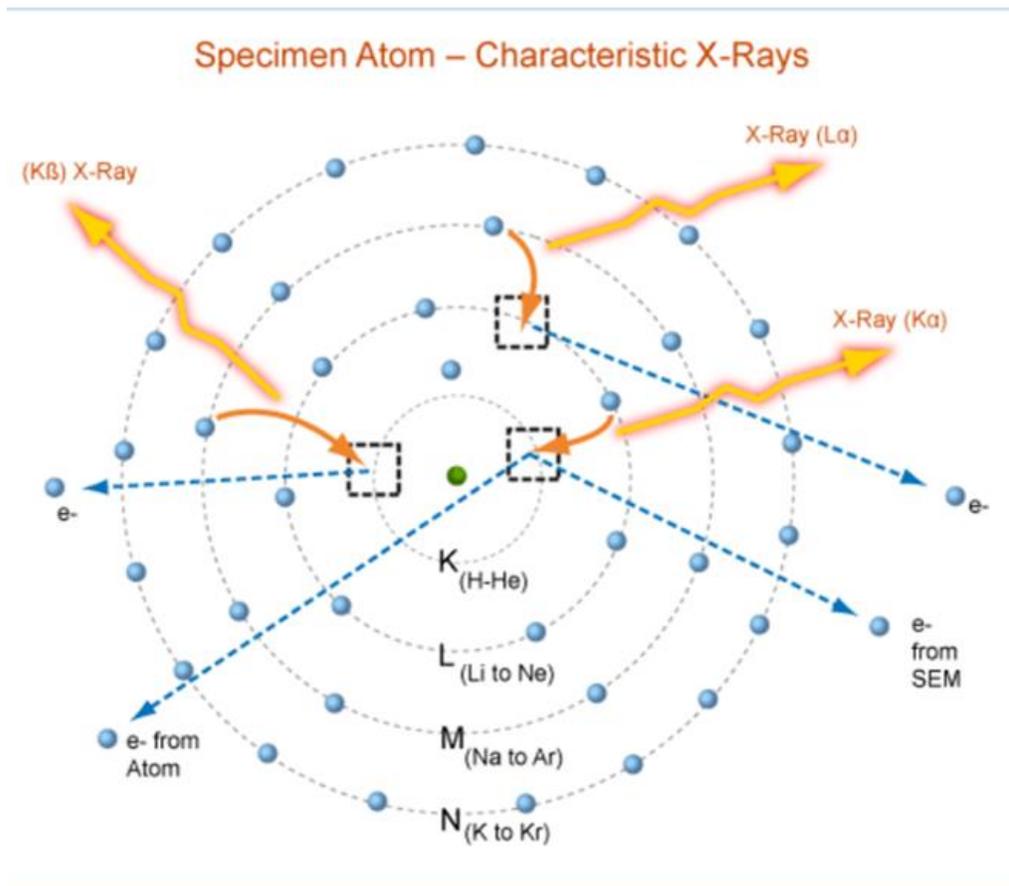


BSE: 成分相

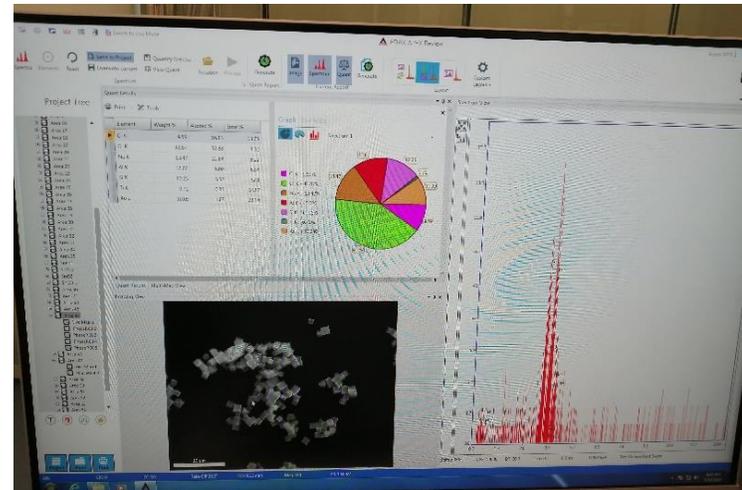
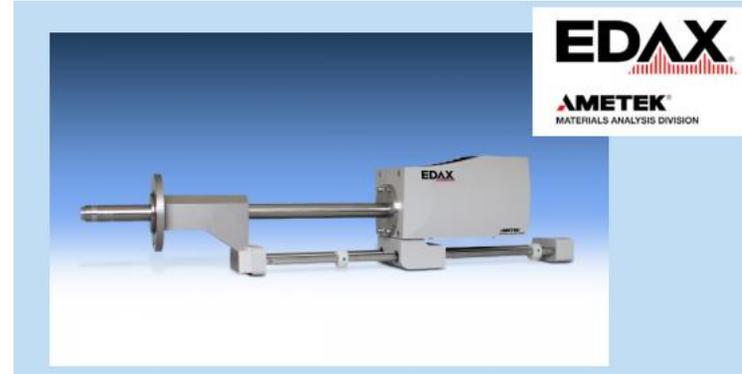
成分分析—特征X射线



- 入射电子轰击原子内层电子；
- 原子内层电子被逐出，产生空位；
- 原子外层电子向内层空位跃迁，并发射x射线。
- x射线的能量（波长）由原子种类决定。



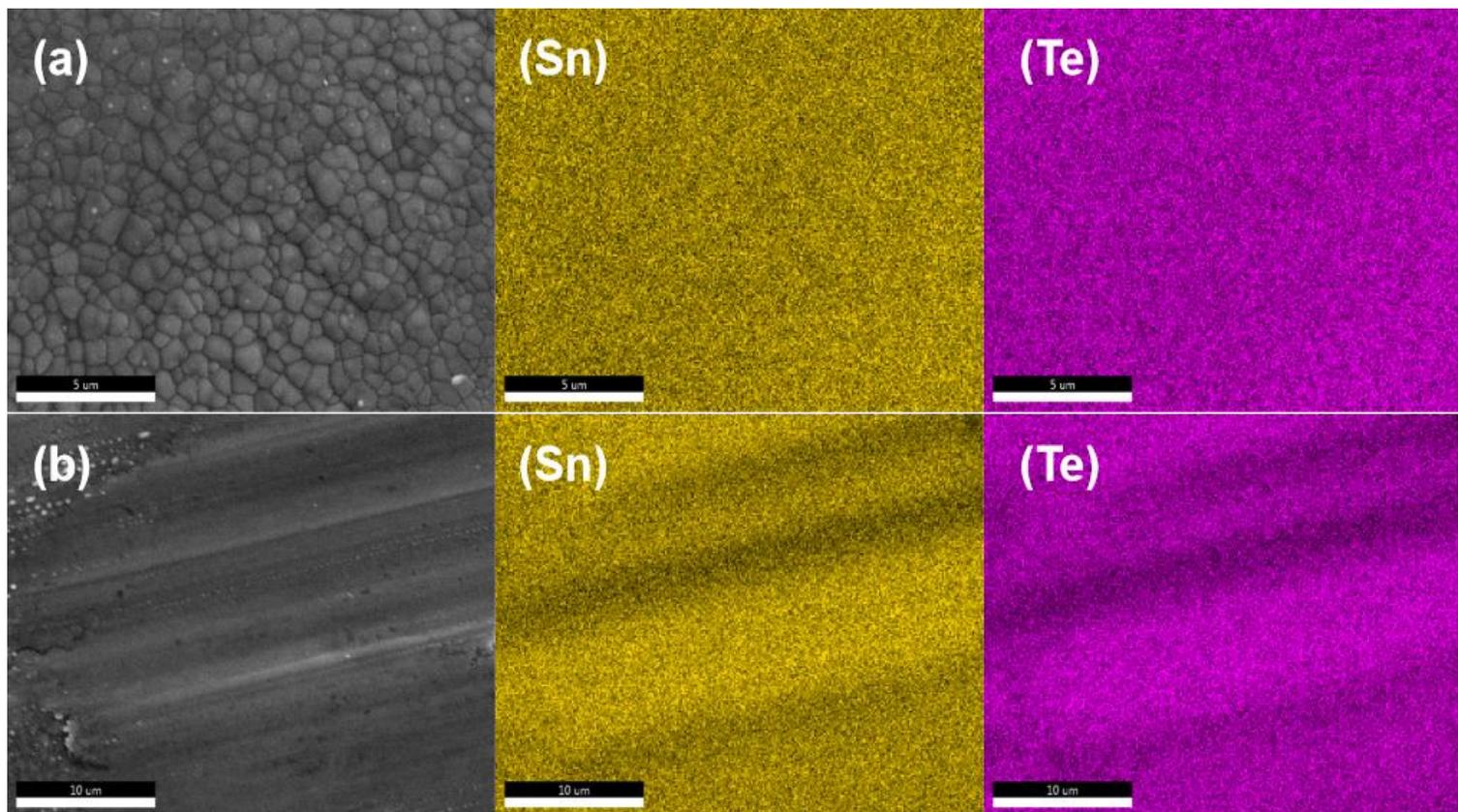
X射线能谱 (EDS)



EDS—成分点、线、面分布



EDS Mapping (成分面分布)



分辨率 Resolution

The smallest distance between two points that can be distinguished.

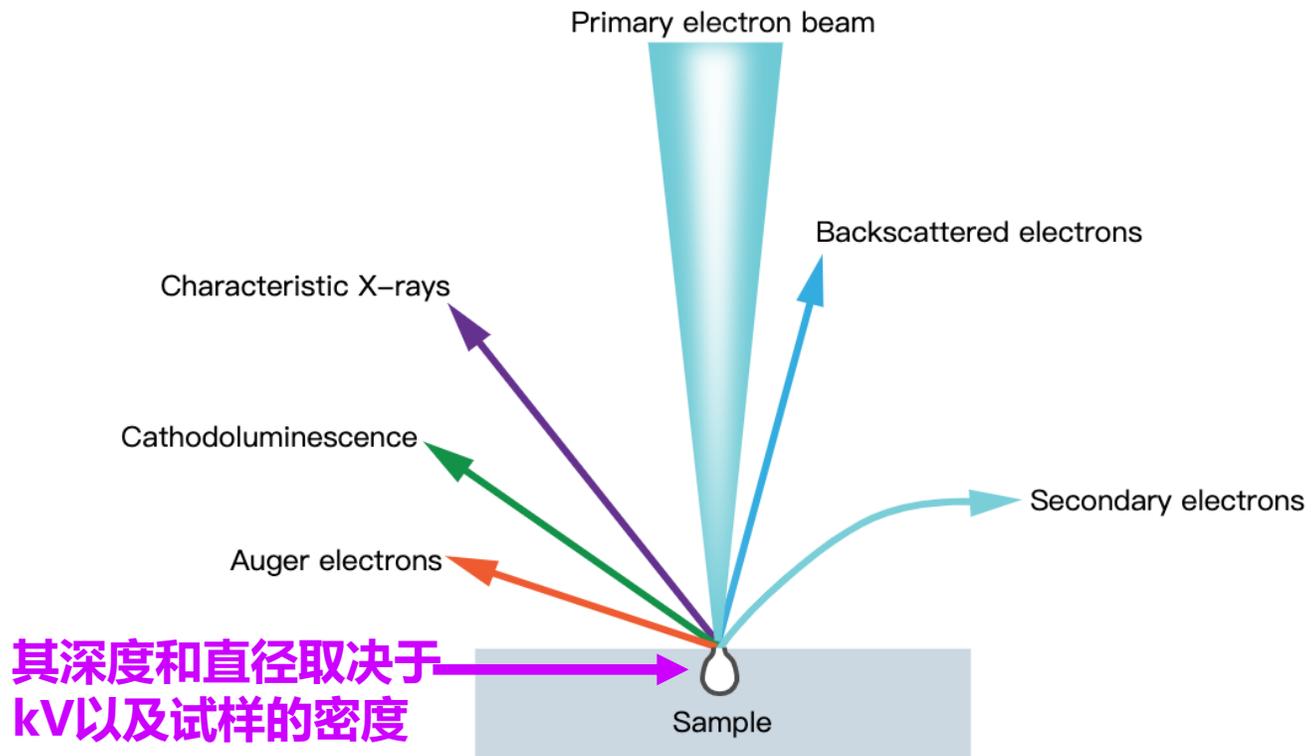
$$R = \frac{0.61 \lambda}{n \sin \alpha}$$

λ : 波长;
 n : 折射率;
 α : 孔径半角

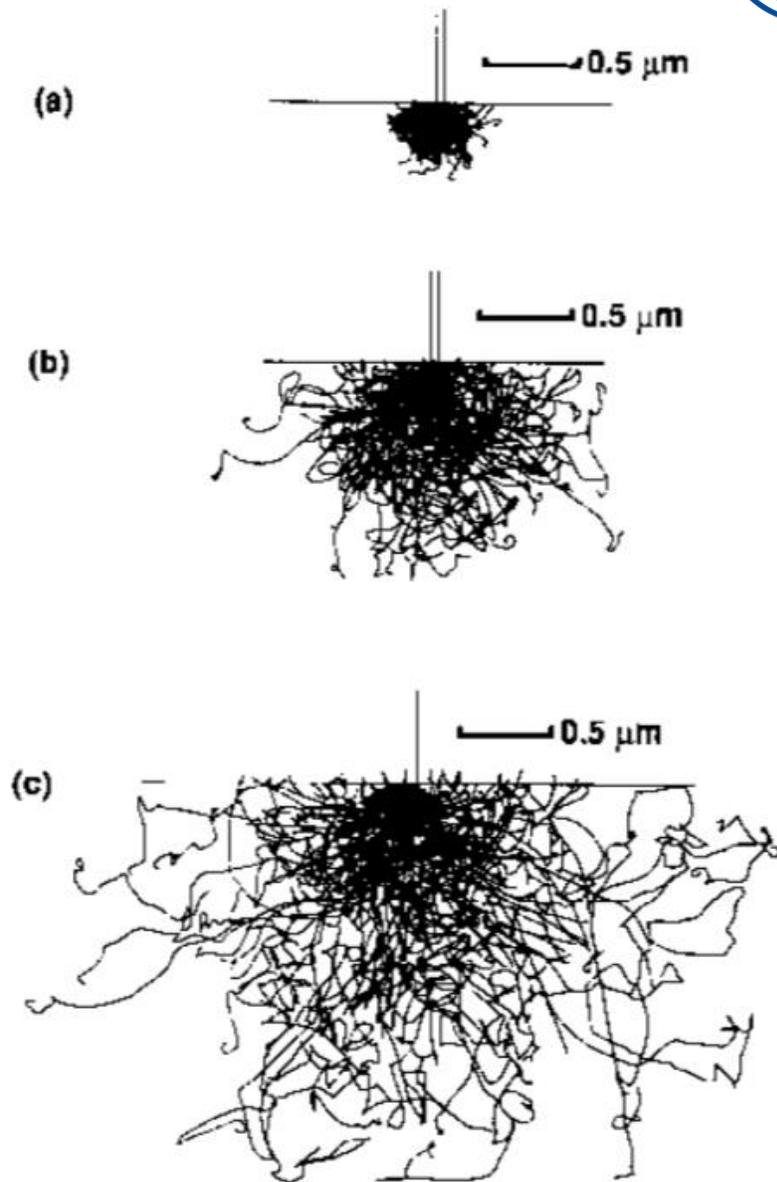
	λ	实际分辨率
LM	400nm	200nm
SEM	0.007nm	1.0nm
TEM	0.0025nm	0.2nm

加速电压、束斑尺寸、工作距离

加速电压对分辨率的影响



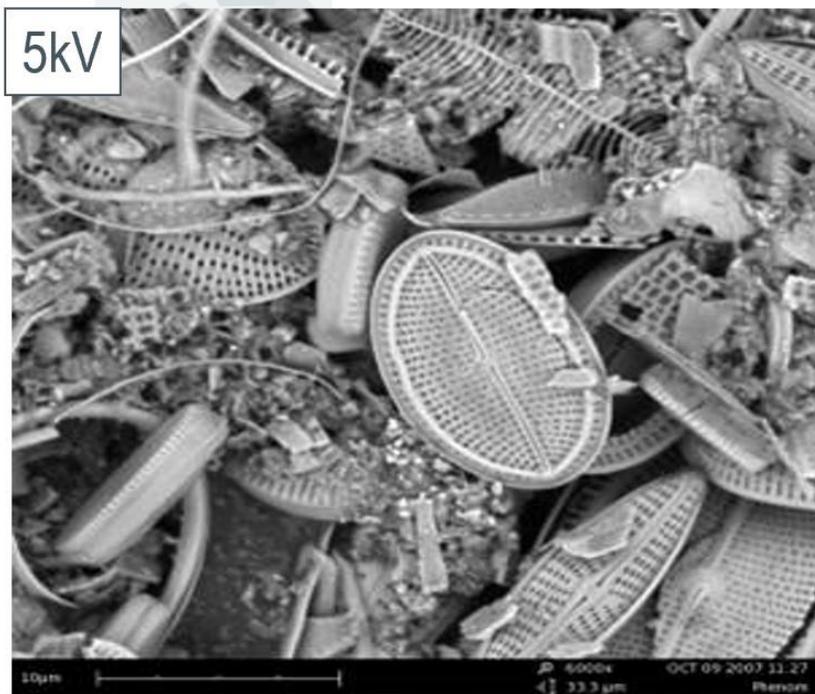
理论上，加速电压越大，电子束与样品作用的体积越大，信号强度越强。



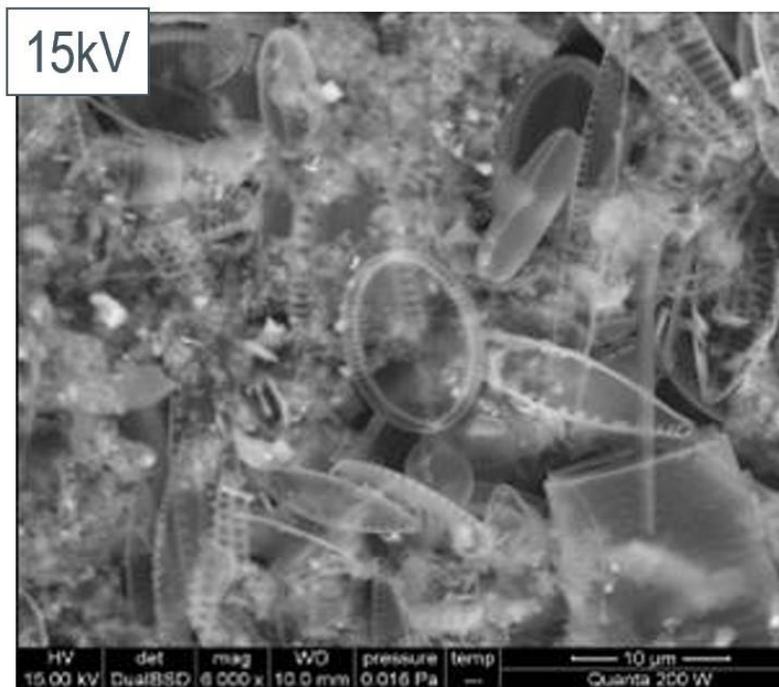
加速电压对分辨率的影响



实际上，**过大**的加速电压，会**减少**样品表面的**形貌信息**，**影响**分辨率



5kV

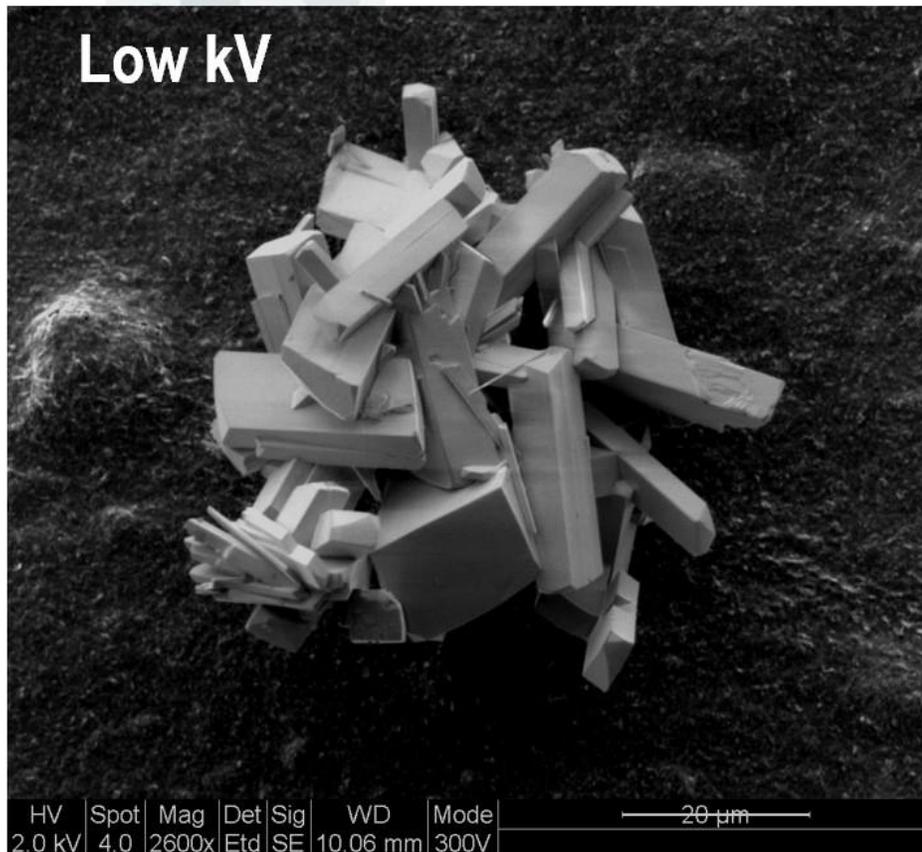


15kV

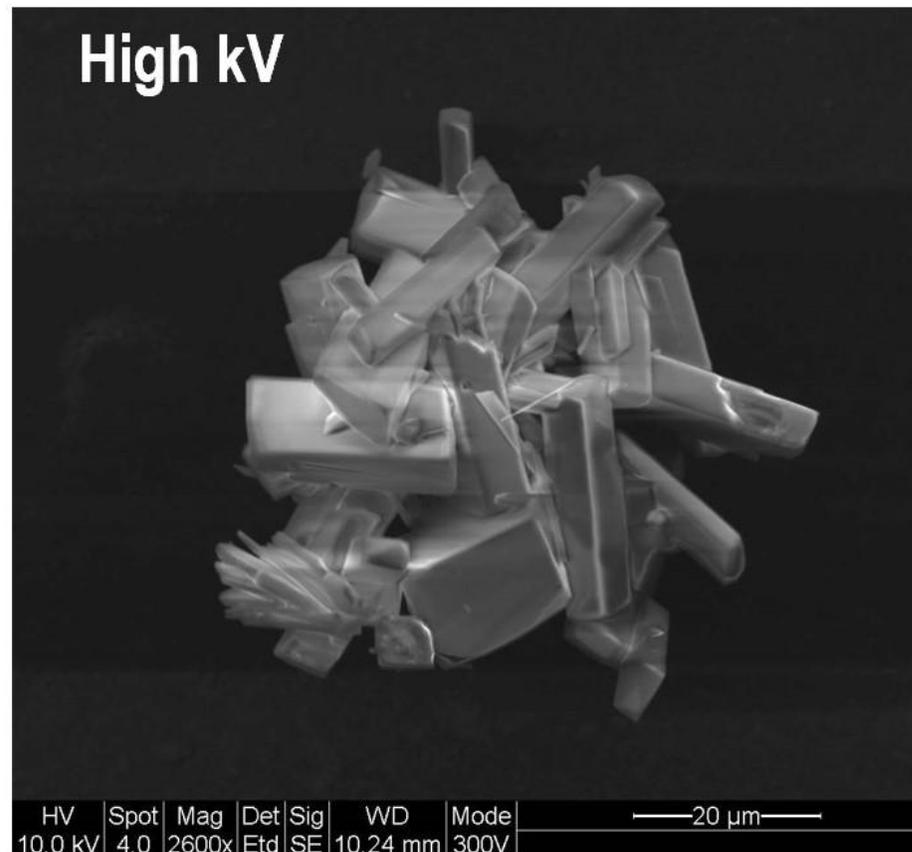
加速电压对分辨率的影响



过大的加速电压，可能产生**荷电**现象，**影响**分辨率

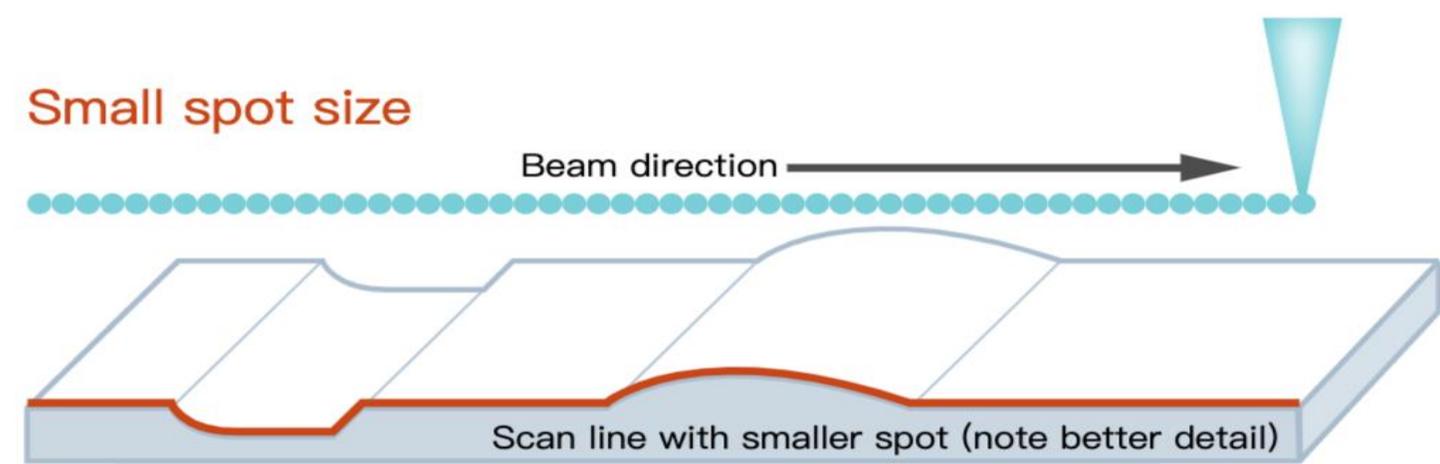
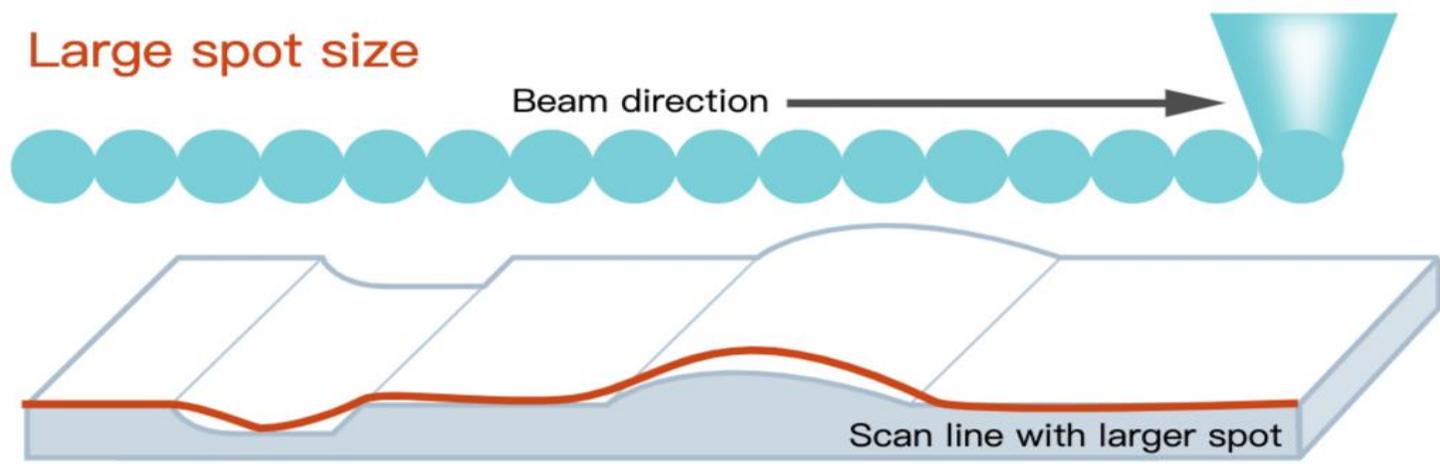


2kV



10kV

束斑尺寸对分辨率的影响



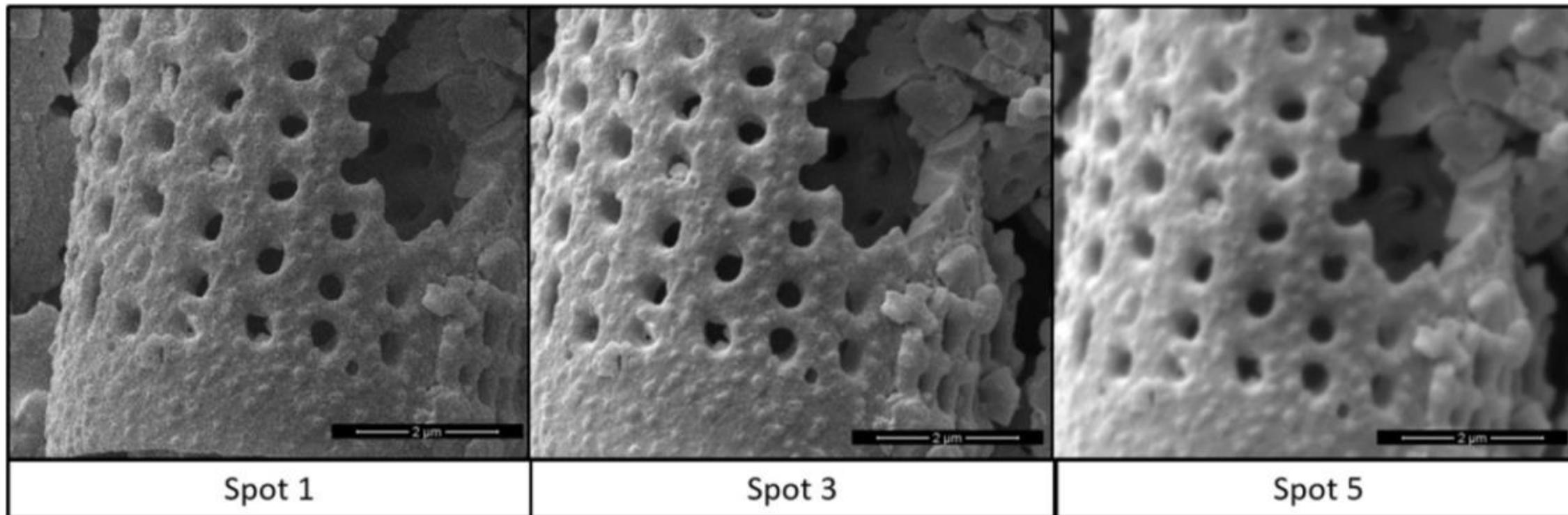
大束斑，信号强度高，分辨率低

小束斑，分辨率高，信号强度弱

低倍下，宜**大束斑**，增大**信号强度**

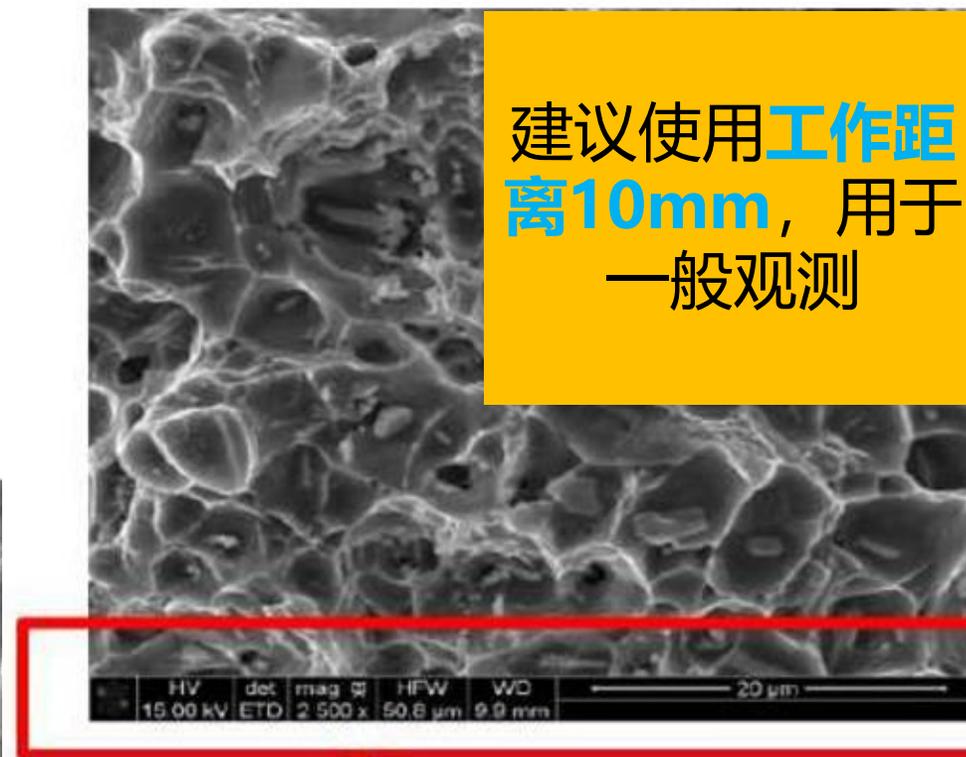
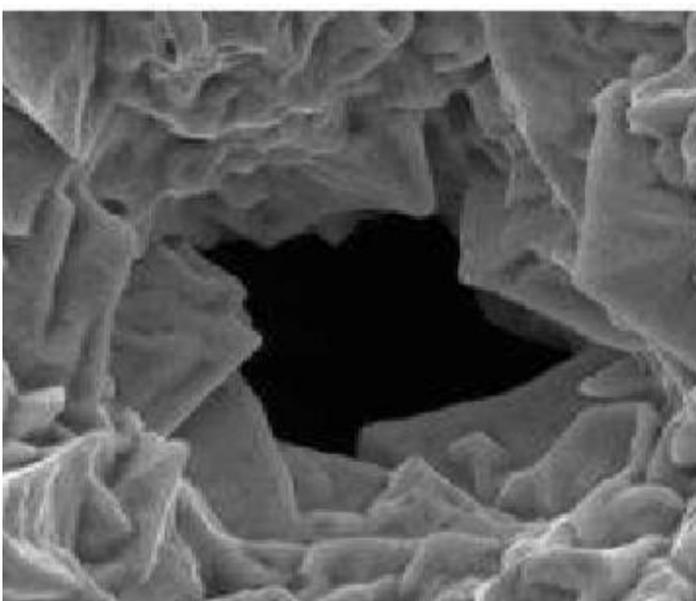
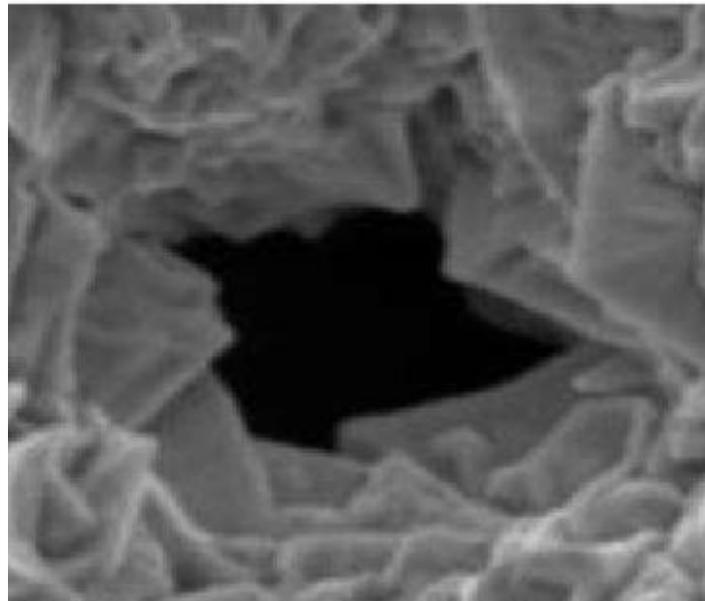
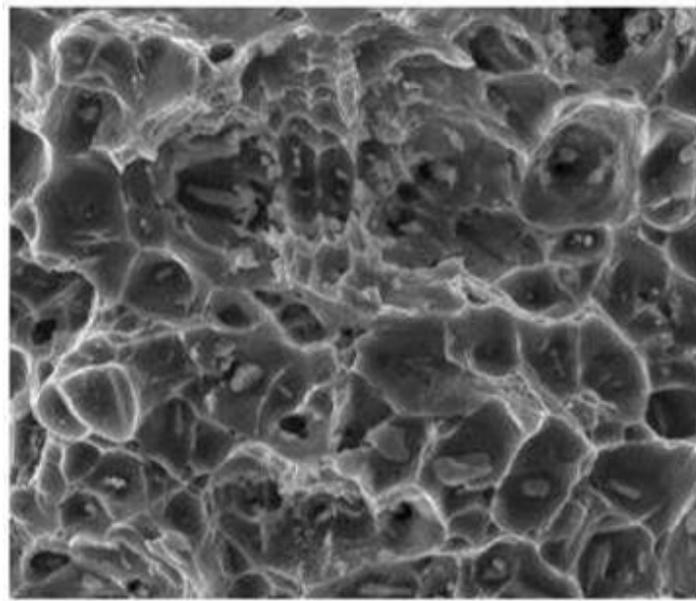
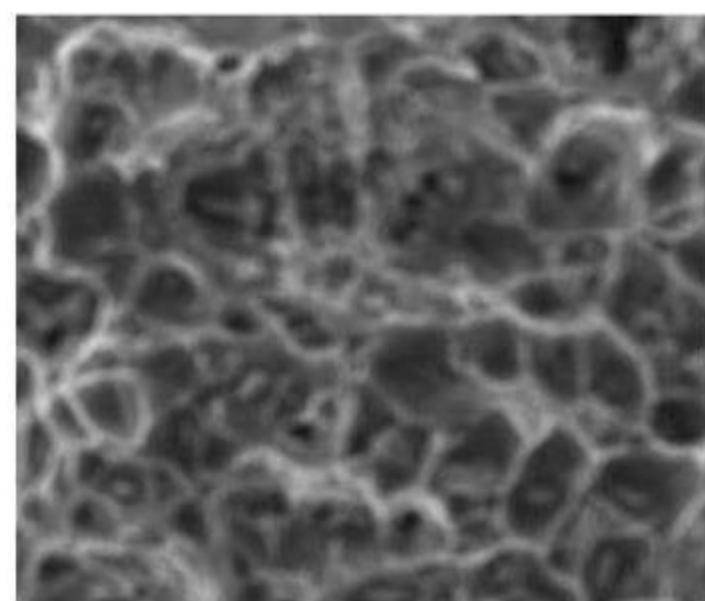
高倍下，宜**小束斑**，提高**分辨率**

束斑尺寸对分辨率的影响



建议使用**束斑尺寸3**，用于一般观测

工作距离与聚焦



WD : XX mm

环境扫描电镜ESEM:

环境模式满足更多样品

环境扫描电镜—ESEM (Environmental SEM)



环境扫描电镜，其区别于普通扫描电镜在于其物镜的下极靴处装有一压差光阑，以此在保持电子枪区域的高真空的情况下允许样品室内有气体流动。主要用途是在**自然状态**下观察图像和元素分析，可分析生物、非导电样品，可分析含水、含油等样品，同时也可用于变温过程。



Quattro S ESEM

主要优势

在自然状态下对材料进行原位研究：具有环境真空模式（ESEM）的独特高分辨率场发射扫描电镜

最大程度缩短样品制备时间：低真空和环境真空技术可针对不导电和/或含水样品直接成像和分析，样品表面无荷电累积

在各种操作模式下分析导电和不导电样品，同步获取二次电子像和背散射电子像

安装原位冷台、珀尔帖冷台和热台，可在-165°C 到 1400°C 温度范围内进行原位分析

卓越的分析性能，样品仓可同时安装三个 EDS 探测器，其中两个 EDS 端口分开 180°、WDS 和共面 EDS/EBSD

针对不导电样品的卓越分析性能：凭借“压差真空系统”实现低真空模式下的精确 EDS 和 EBSD 分析



- ◆ 高真空模式 (与SEM一致)
- ◆ 低真空模式 (10-200Pa)
- ◆ 环境真空模式 (10-2700Pa)



□ 高真空模式:

- 30 kV下**0.8** nm (STEM)
- 30 kV下1.0 nm (SE)
- 30 kV下2.5 nm (BSE)

□ 低真空模式:

- 30 kV下1.3 nm (SE)
- 30 kV下2.5 nm (BSE)

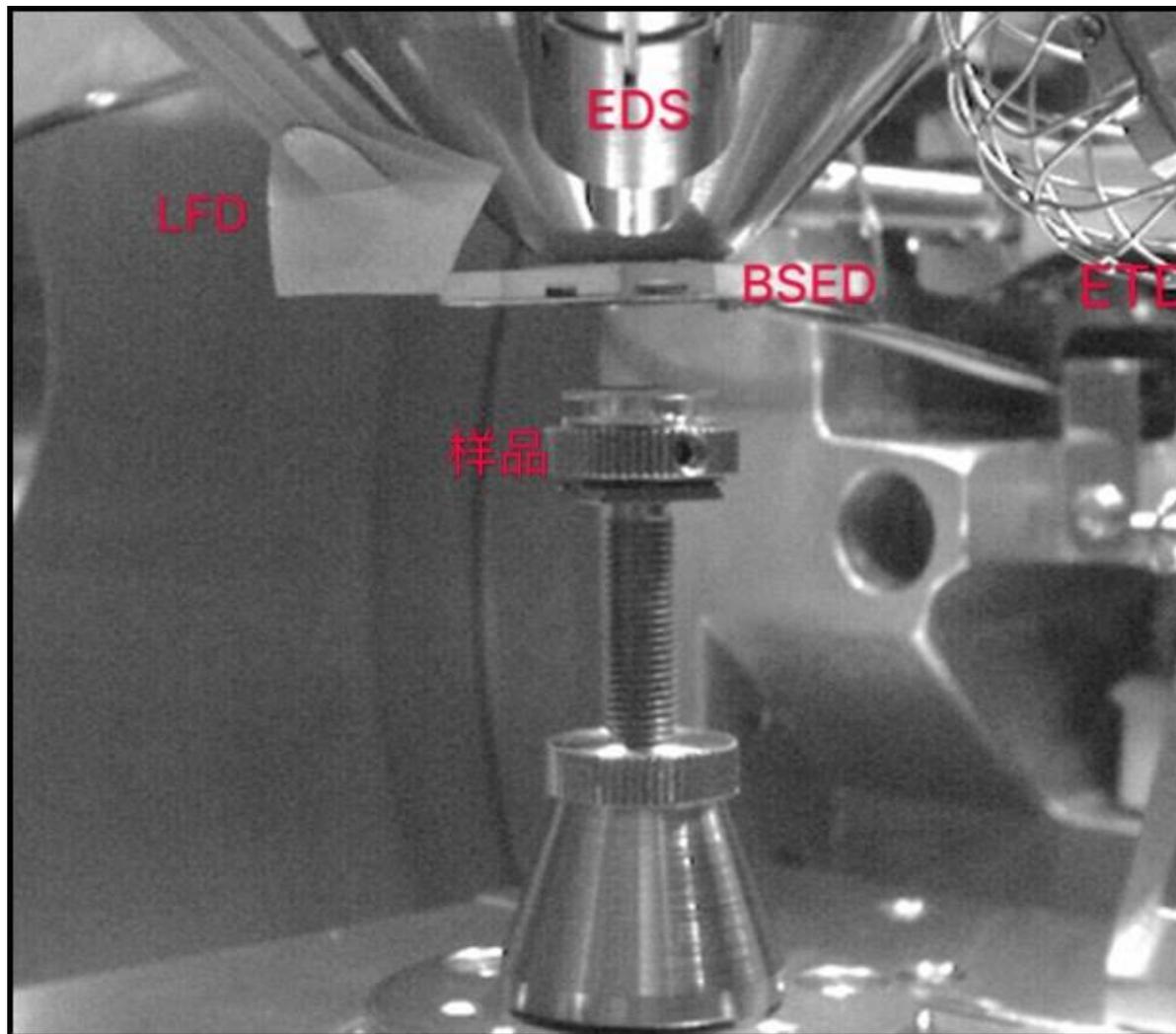
□ 环境真空 (ESEM)

- 30 kV下1.3 nm (SE)

环境扫描电镜样品仓内探头



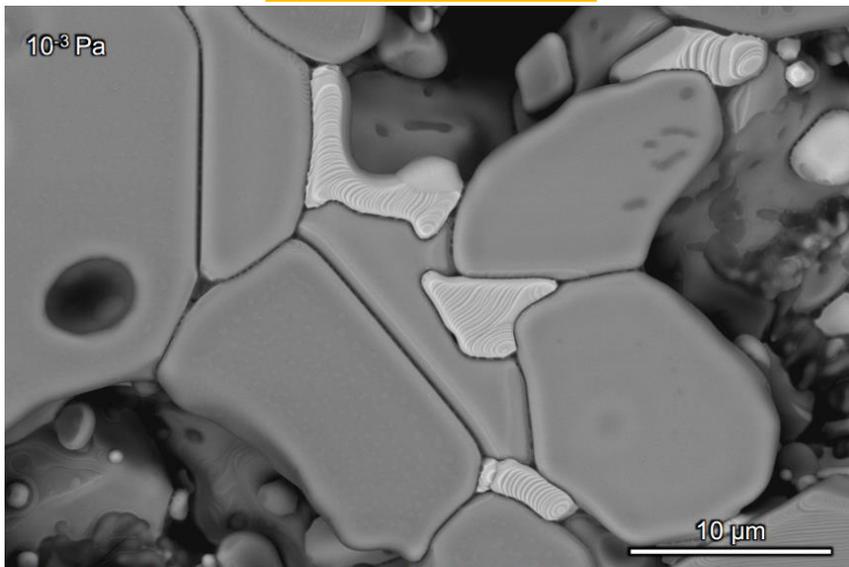
环扫探头不能
与BSED同时开





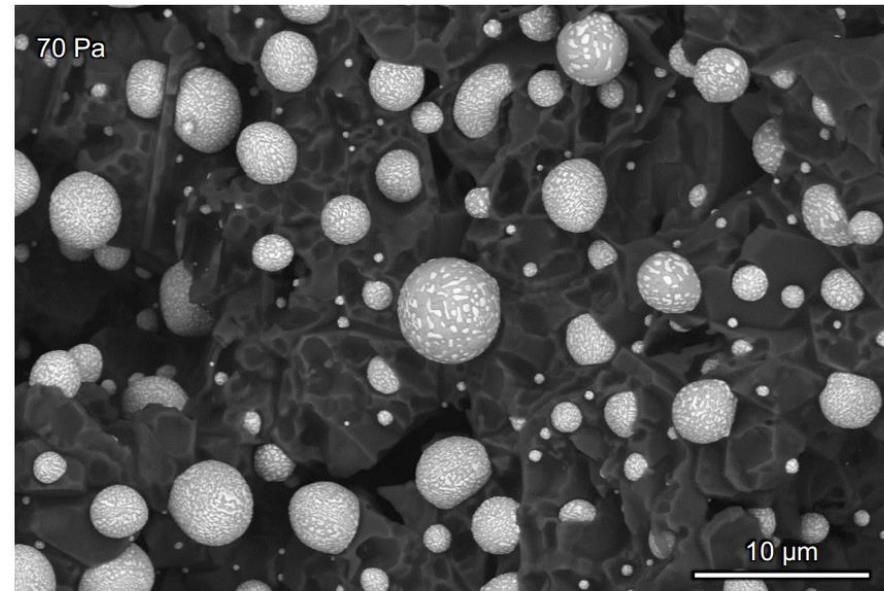
- 导电性不好的样品可无需进行喷碳或喷金导电处理，而进行观察图像与元素分析
- 生物样品可无需脱水干燥处理，可用于自然情况下样品的观察
- 适用于变温、拉伸情况下的各类原位研究
- 两种工作模式都能同时获取二次电子和背散射电子像

高真空

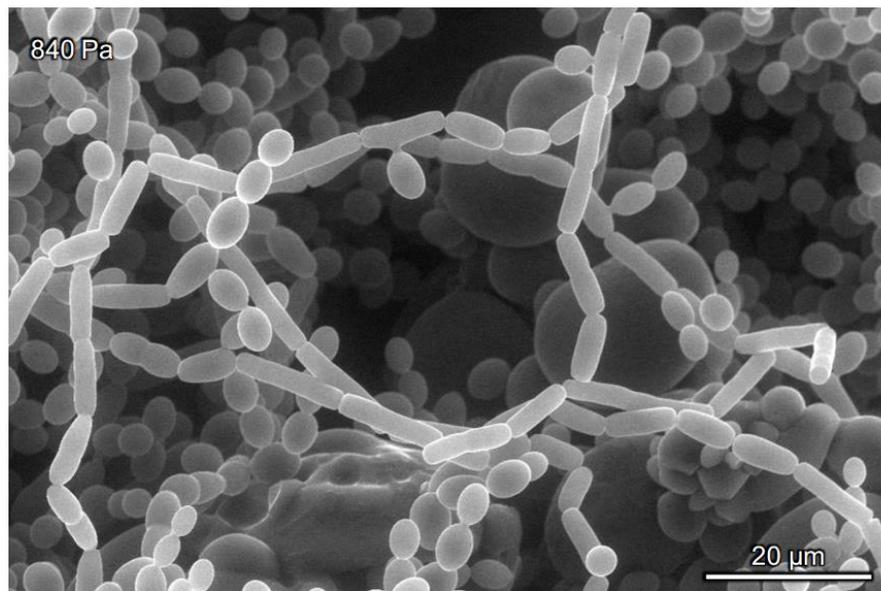


CaCu₃Ti₄O₁₂ (CCTO) – a compound with an extraordinarily high dielectric constant
Sample courtesy: Ensi Caen, CRISMAT laboratory – Guillaume Riquet, Sylvain Marinel, Yohann Breard

低真空 (10-200Pa)



Metallic particles on ceramics



Fungus on bread in humid conditions to prevent drying

环境真空(10-2700Pa)

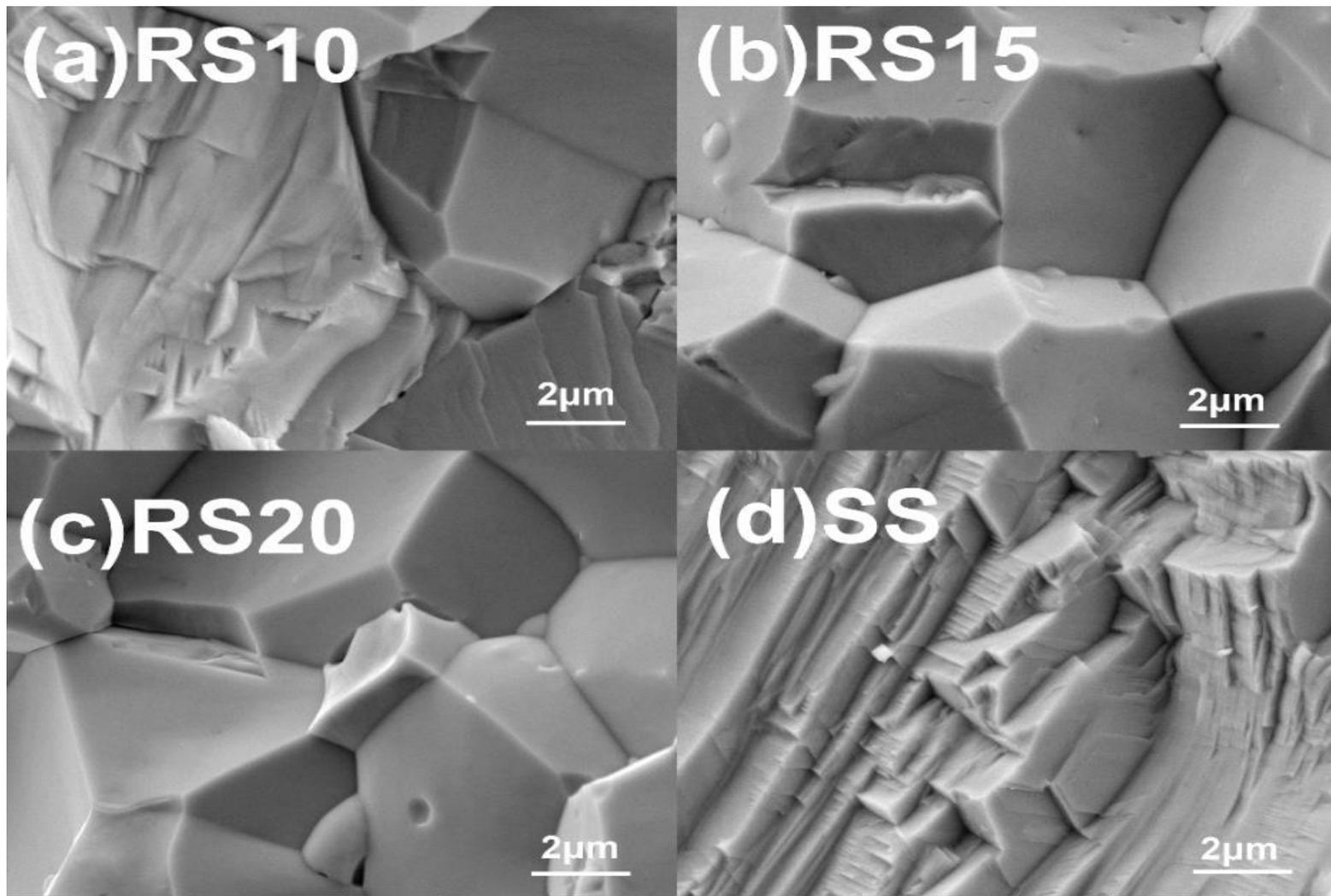
纳米表征

- 金属及合金、断口、焊点、抛光断面
- 陶瓷、复合材料
- 薄膜、涂层
- 矿物、地质样品断面
- 软材料：聚合物、药物、凝胶、生物组织、植物材料
- 颗粒、多孔材料、纤维

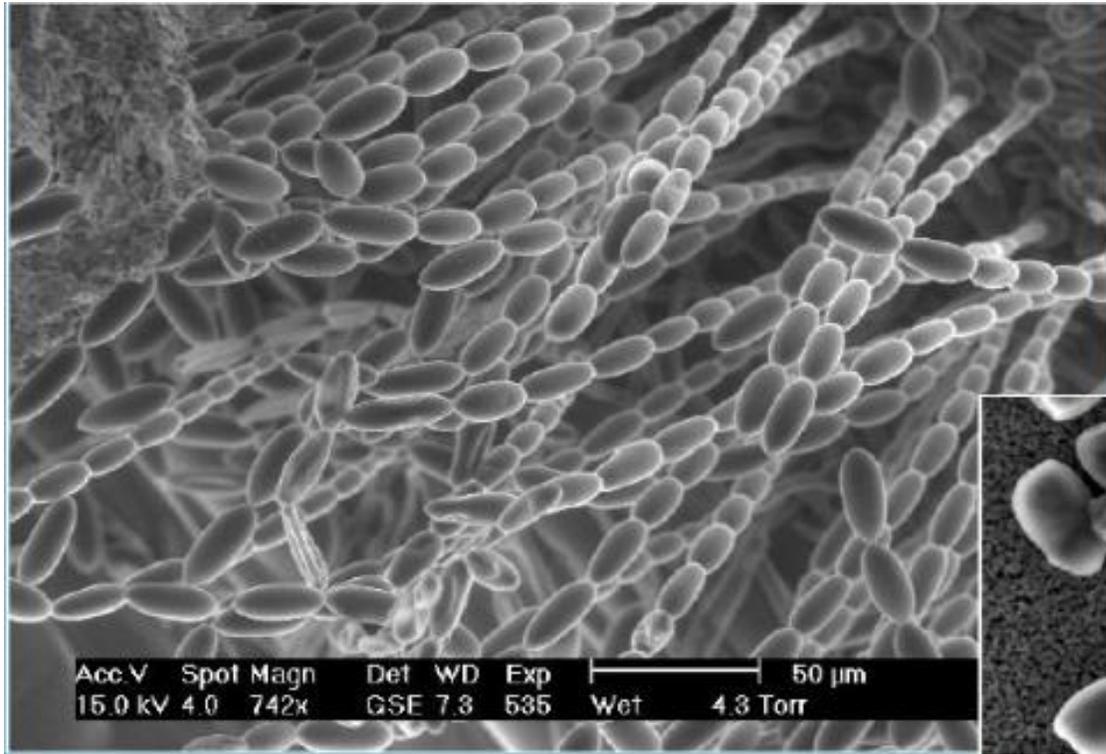
原位过程表征

- 结晶凝固相变
- 氧化过程
- 拉伸
- 脱水、润湿、接触角分析

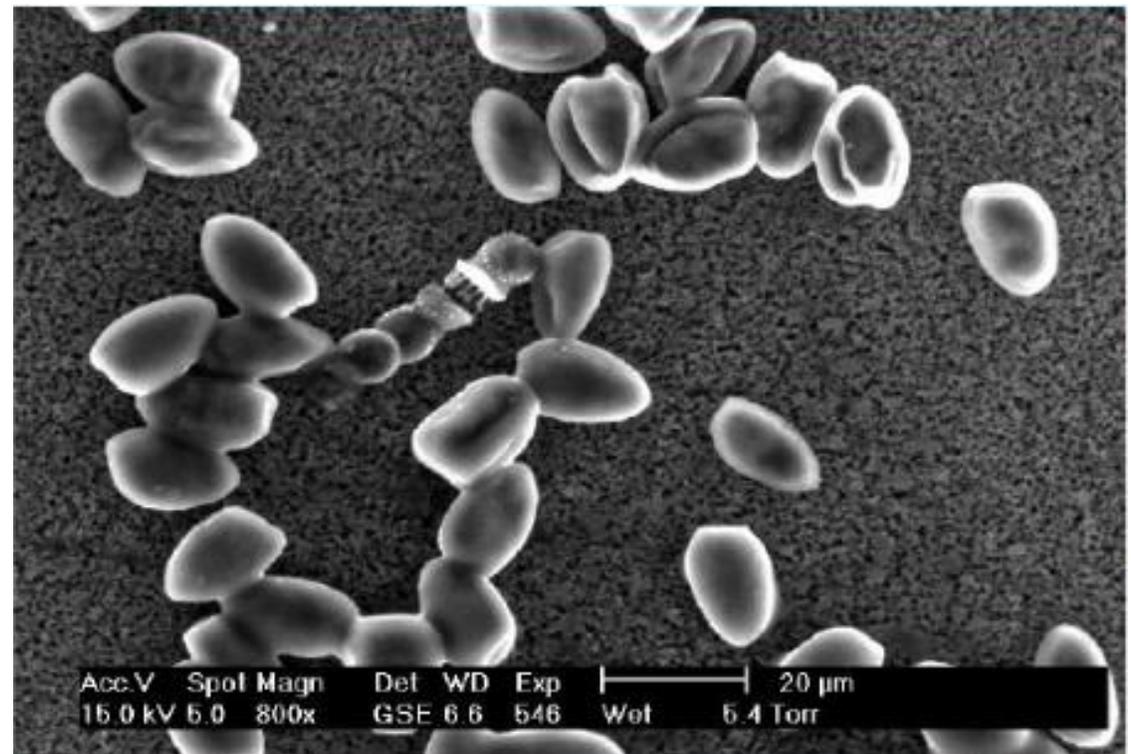
形貌观察



不同甩带时间下的
的半导体形貌



小麦粉菌

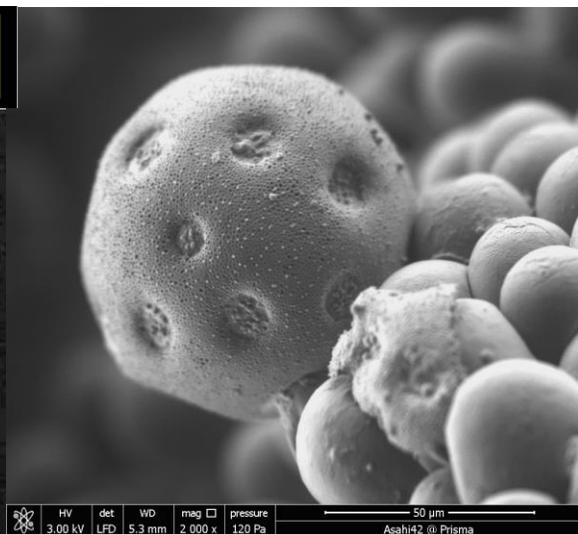
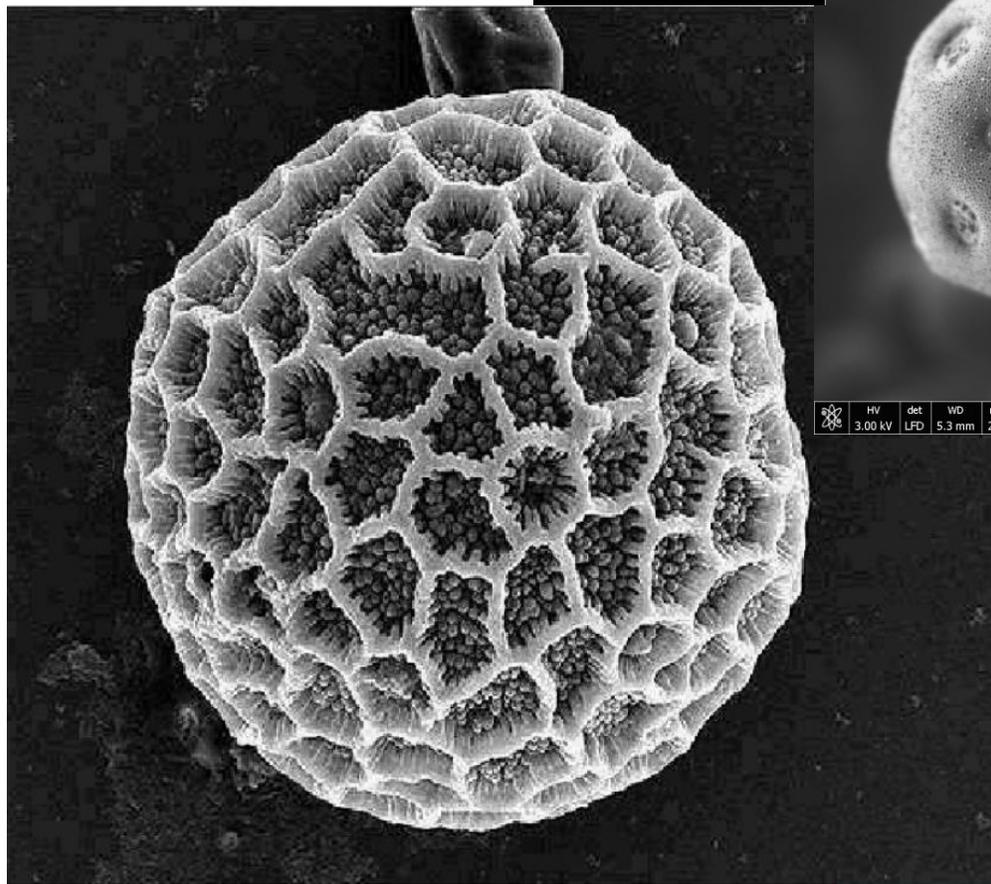


甲藻

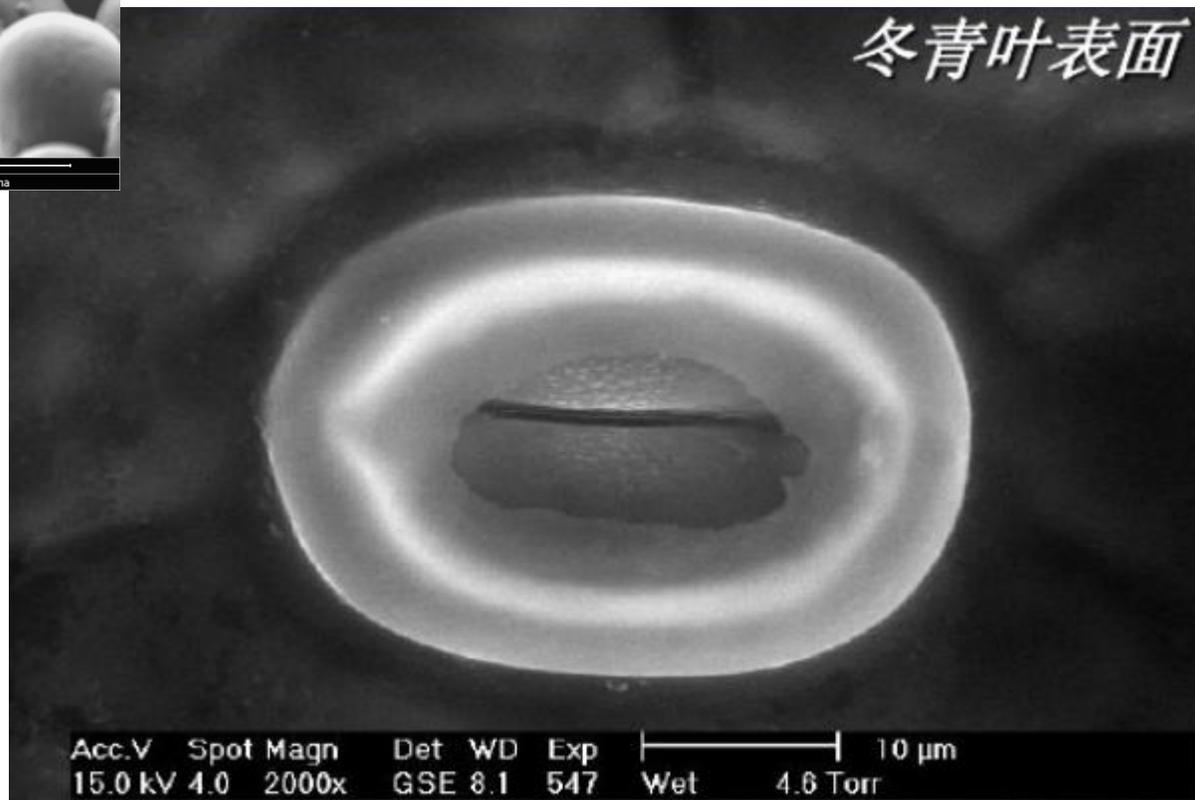
植物形貌观察



植物花粉



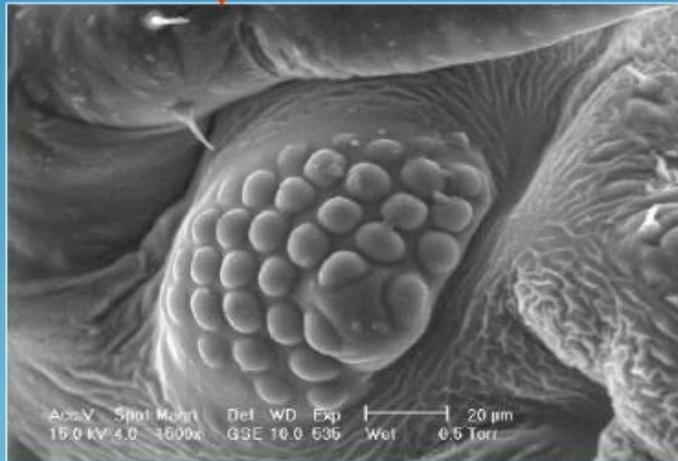
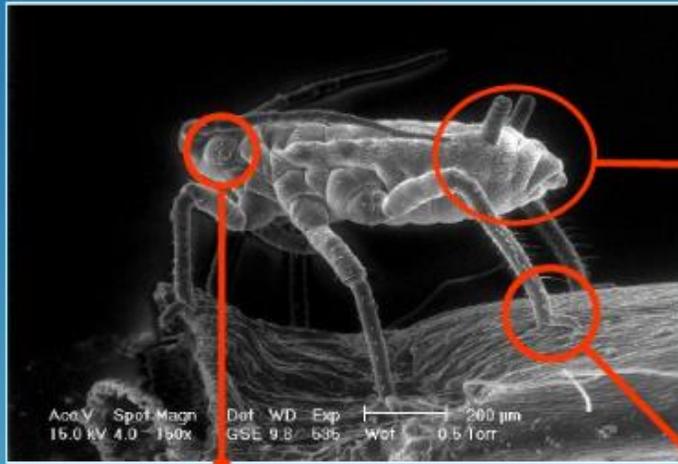
冬青叶表面



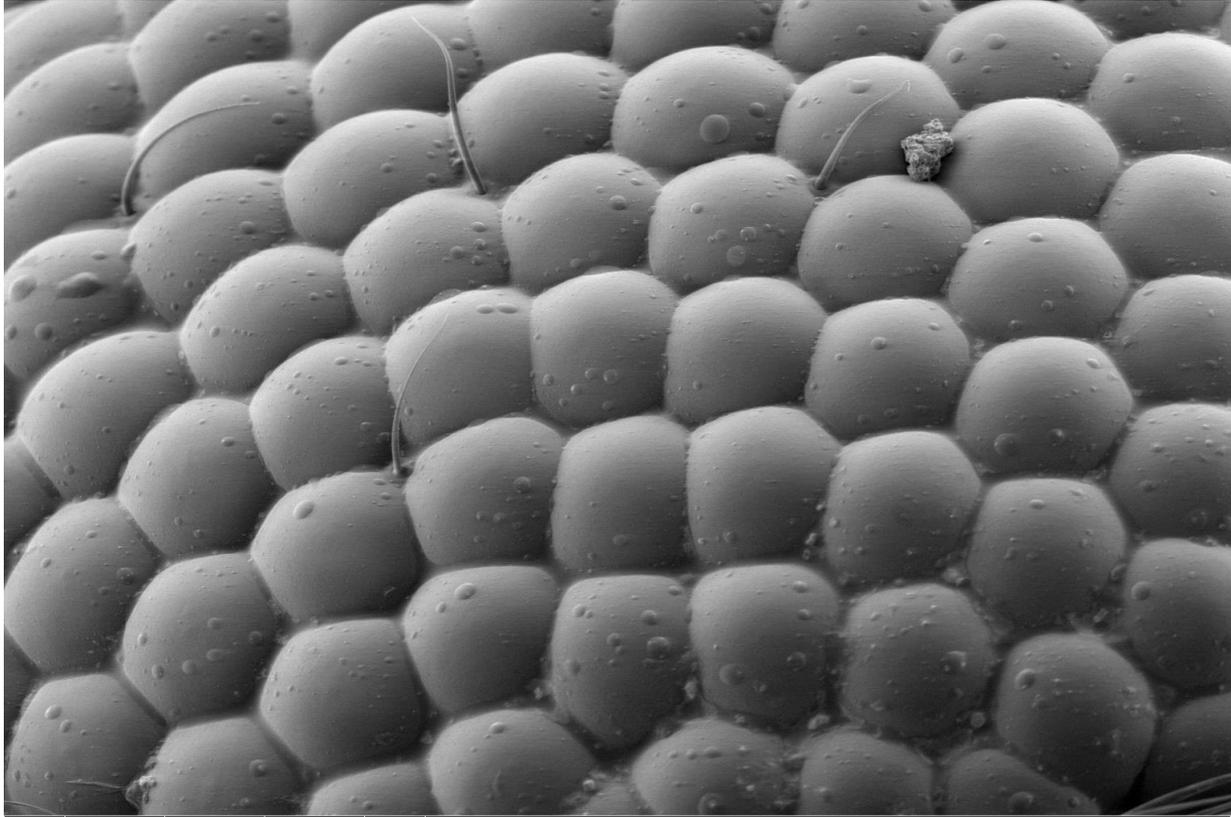
昆虫活体形貌观察



昆虫(活体)

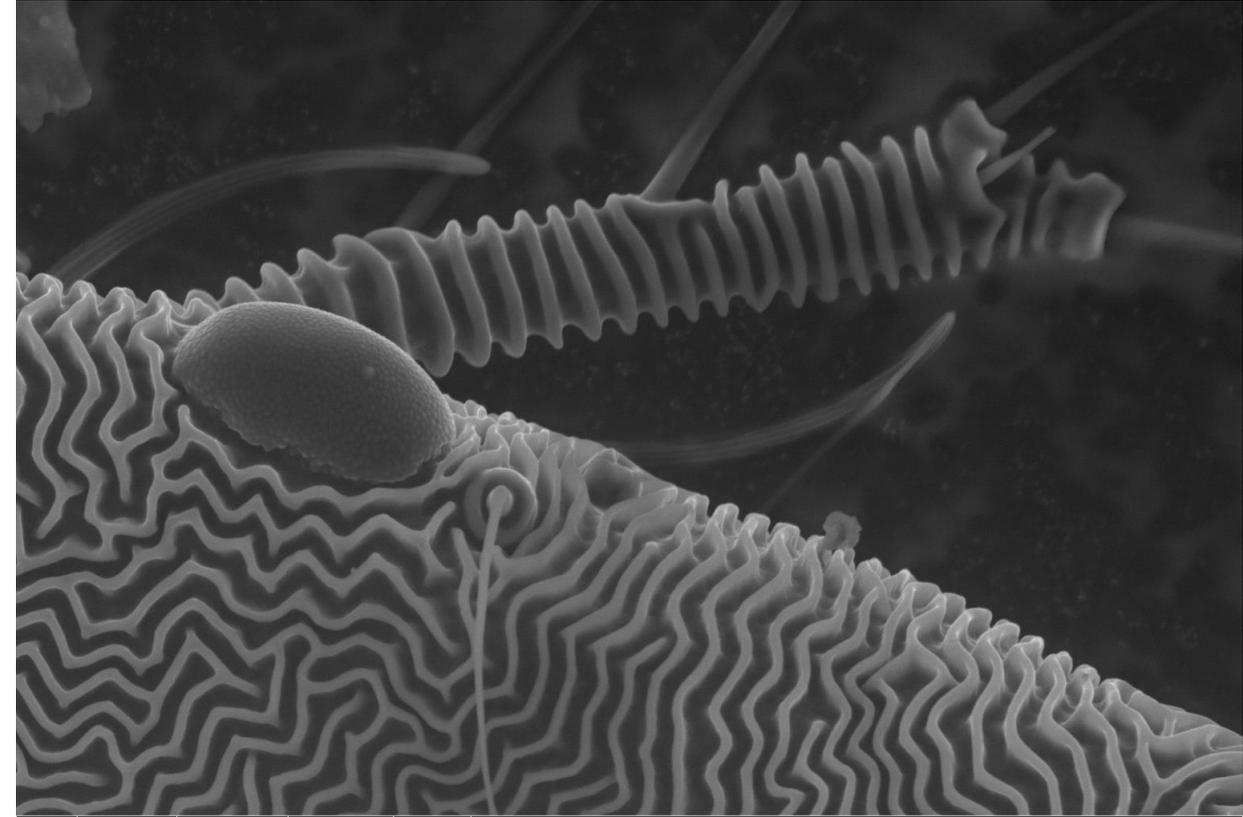


昆虫局部形貌观察



	HV	mag	HFV	det	
1.50 kV	3 263 x	127 μm	LFD		
					50 μm
					FEI Quanta FEG

蚂蚁眼睛



	HV	mag	HFV	det	
5.00 kV	13 052 x	31.8 μm	GSED		
					10 μm
					FEI Quanta FEG

臭虫眼睛

原位升降温—冷台、热台控制温度

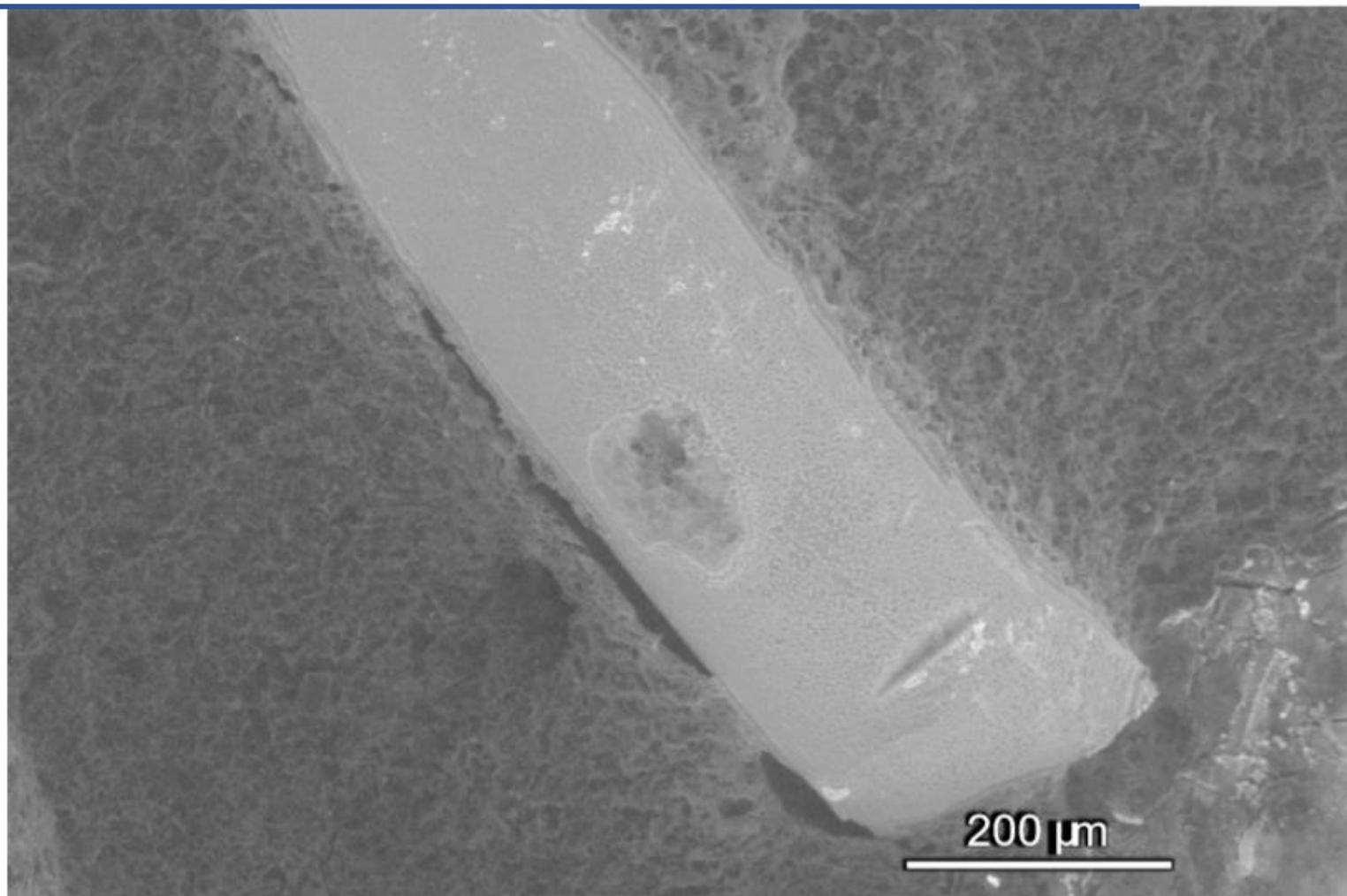


Image courtesy: Yigit Oztan, Eindhoven NanoPort

Silver wire melting

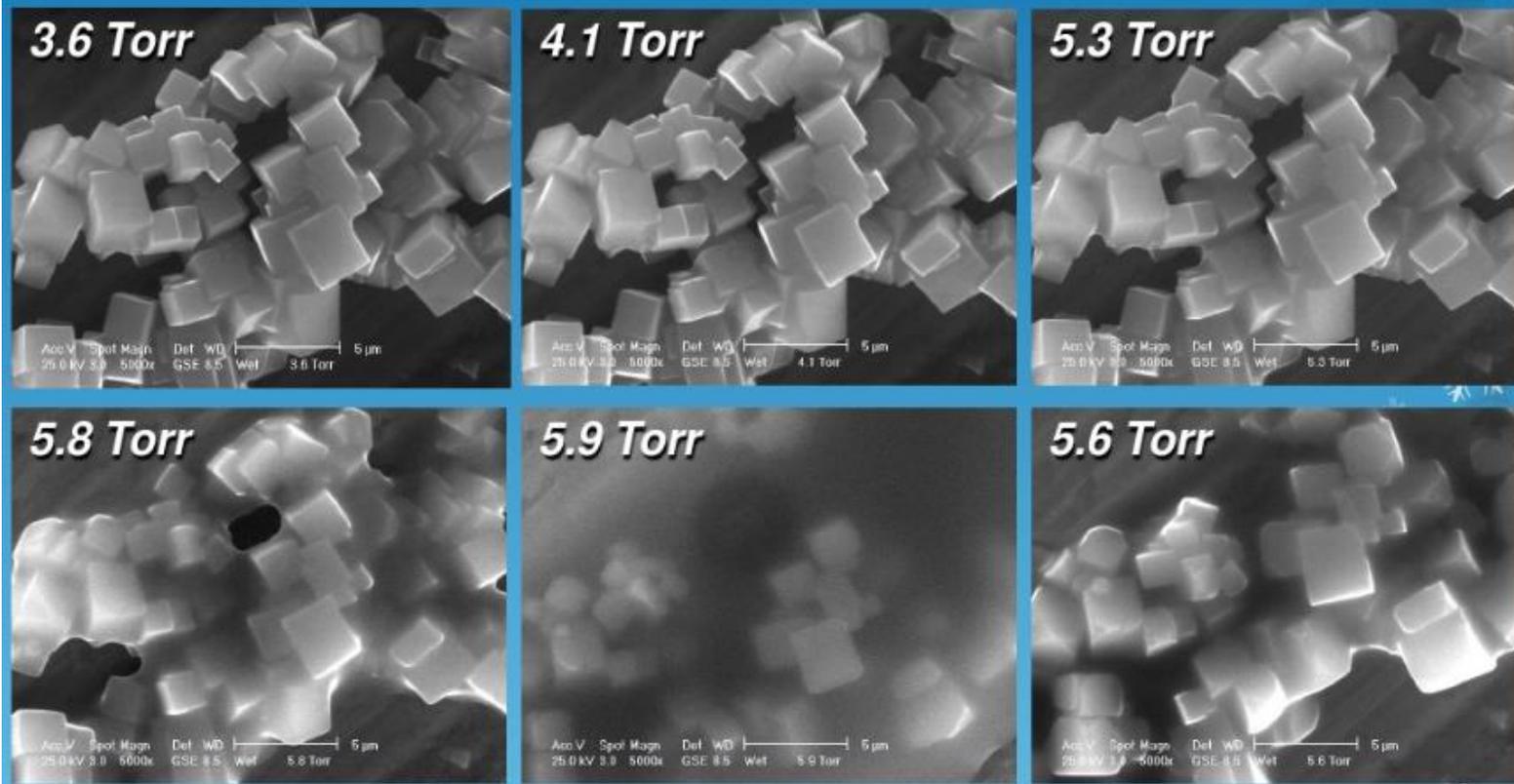
Conditions: 20 kV, GSED detector, sample temperature 983-996°C, chamber pressure 400 Pa

银加热融化过程

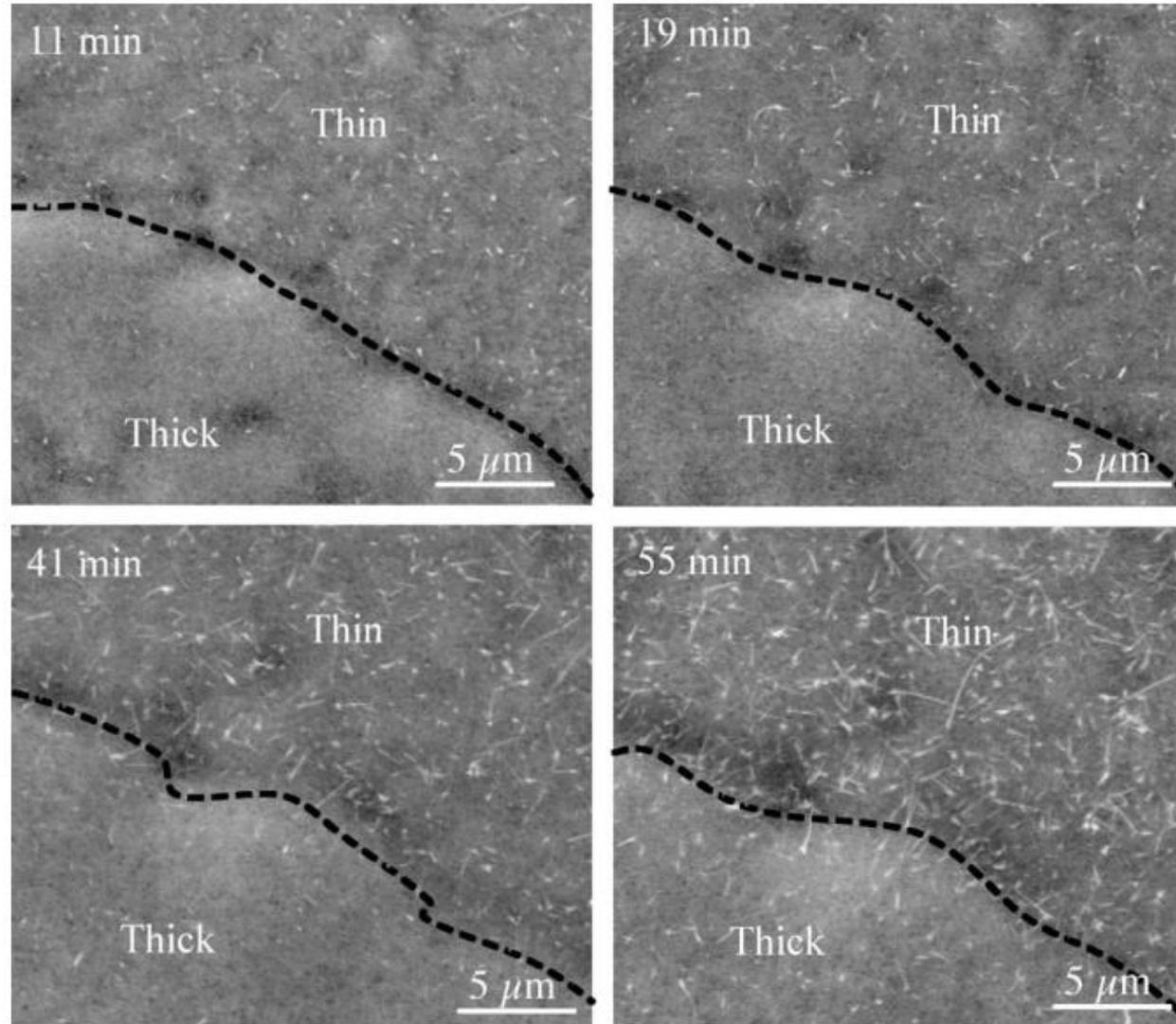
原位溶解-结晶



NaCl溶解-结晶过程



原位变温 (加热)



500°C下暴露于水蒸气环境下的Fe颗粒的表面氧化行为

原位拉伸实验

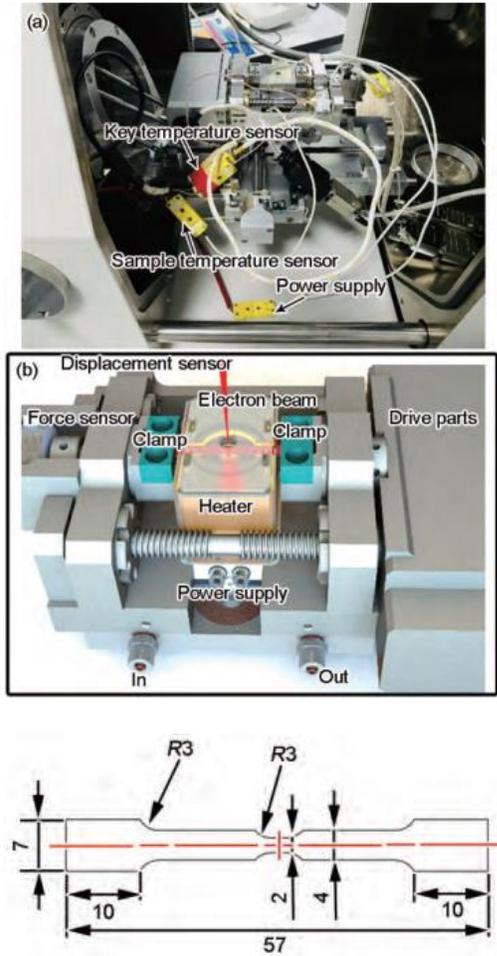


图 1 原位加热拉伸试样尺寸

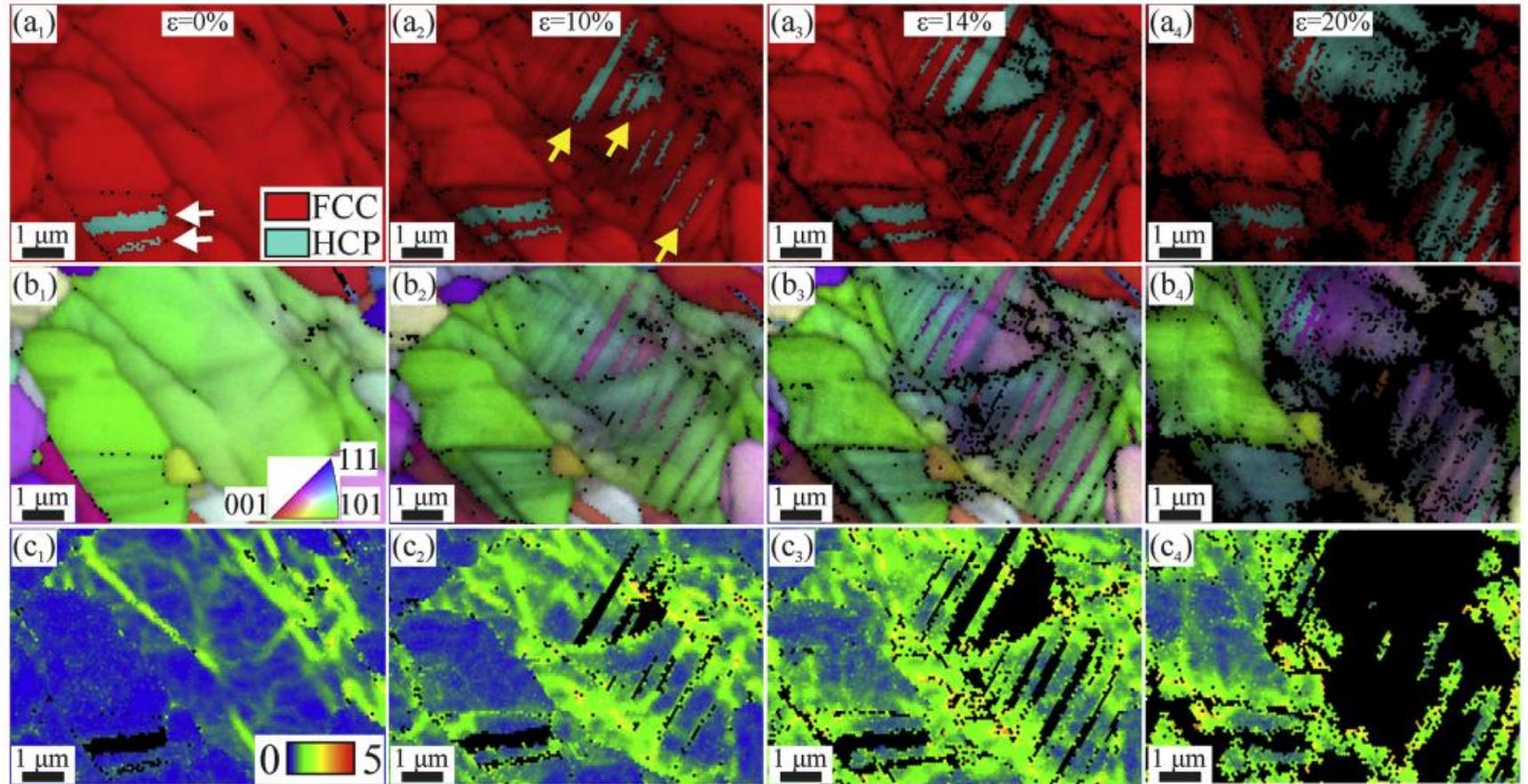
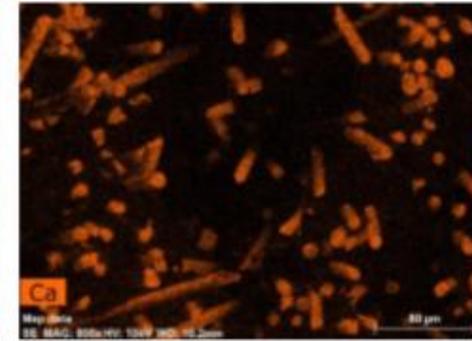
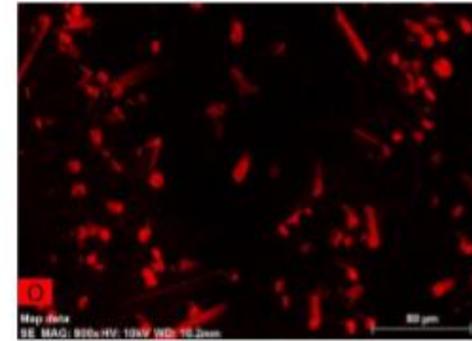
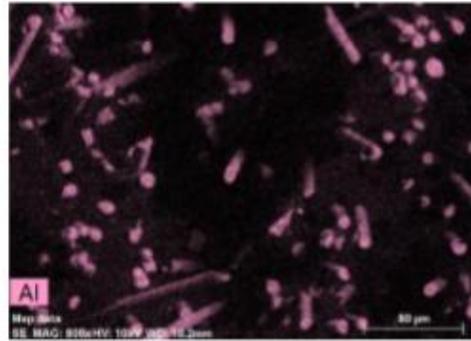
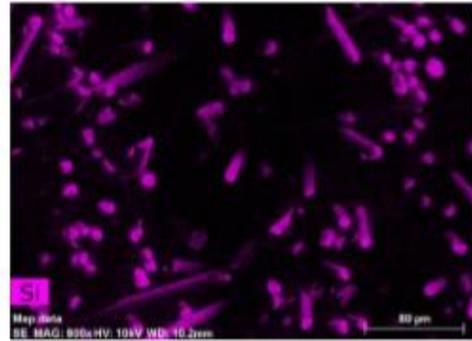
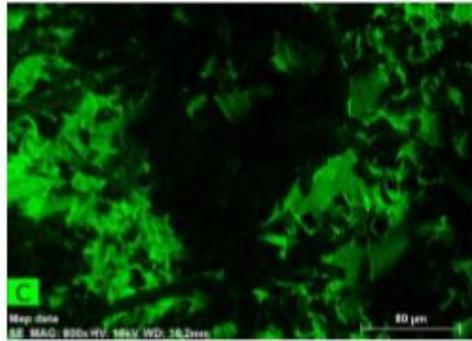
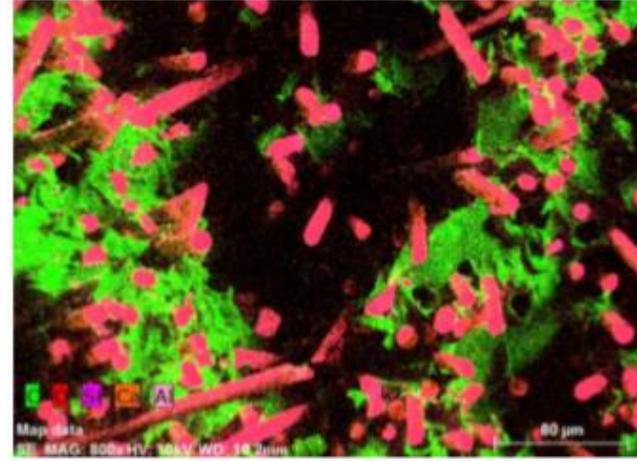
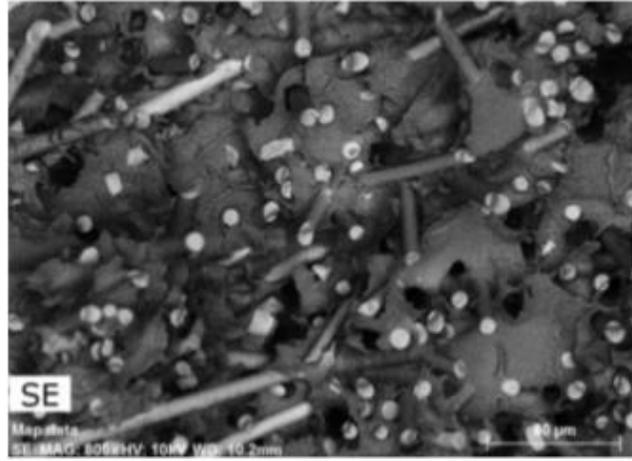


Fig. 3. Microstructure evolution revealed exemplarily on a cropped region taken during interrupted *in-situ* EBSD tensile testing, characterized in terms of (a) phase map; (b) IPF map; and (c) KAM map of FCC γ grains at local strain of (1) $\epsilon = 0\%$; (2) $\epsilon = 10\%$; (3) $\epsilon = 14\%$; and (4) $\epsilon = 20\%$. In the phase maps, red represents FCC γ and blue represents HCP ϵ . IPF: inverse pole figure; KAM: Kernel average misorientation. (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the Web version of this article.)

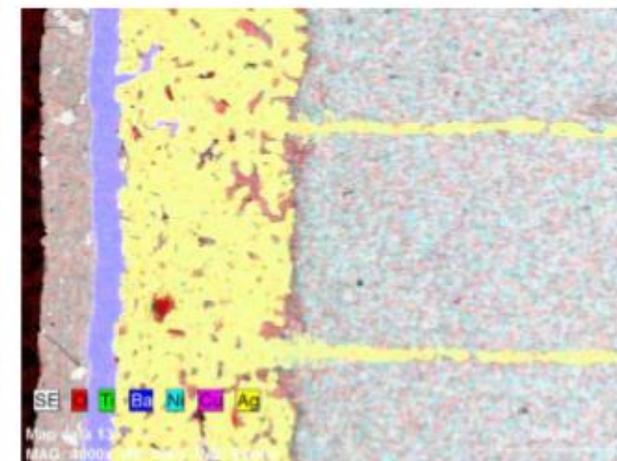
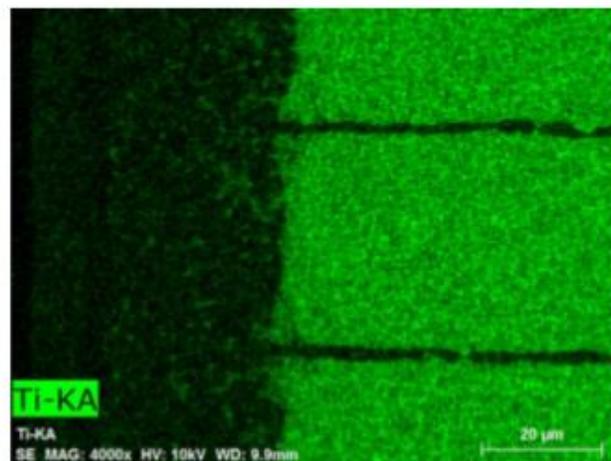
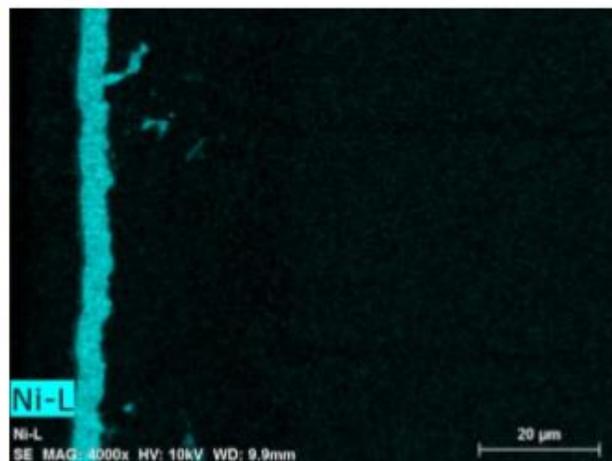
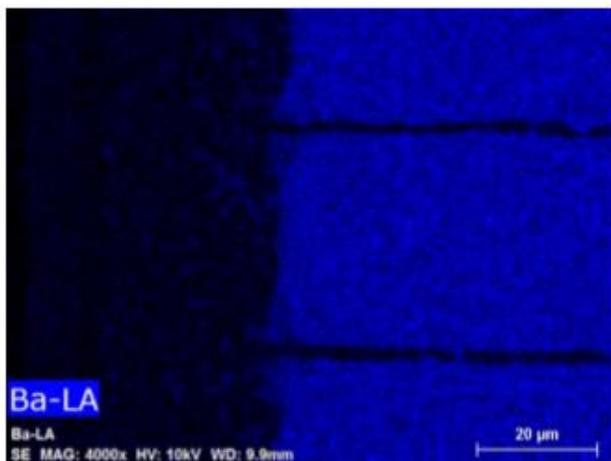
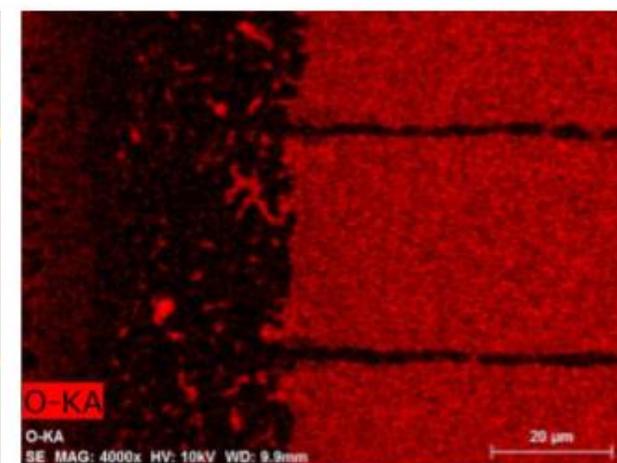
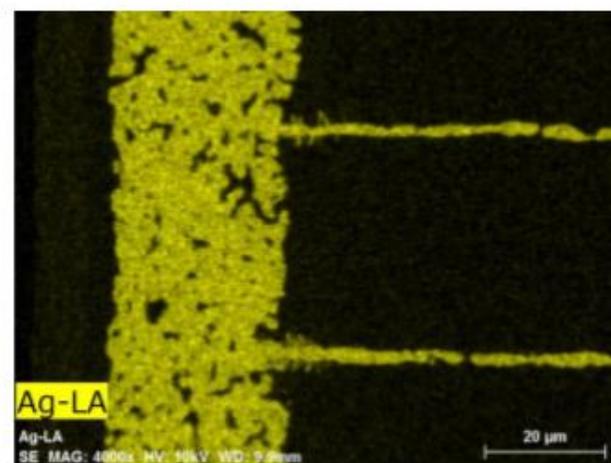
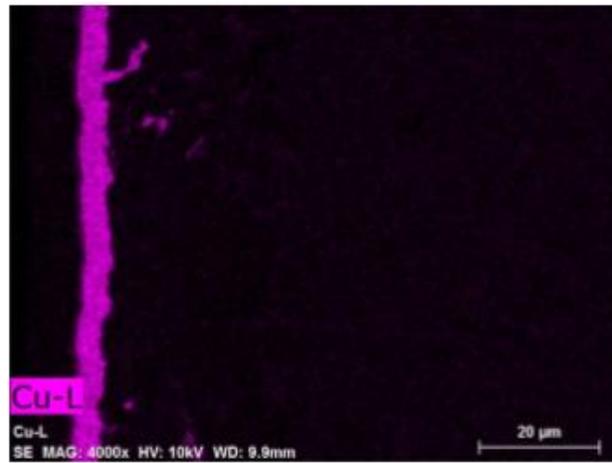
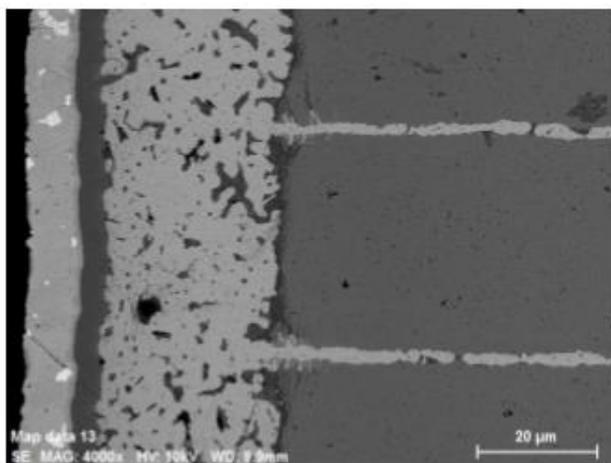
低真空，不导电样品无需喷镀，更精准EDS+更清晰Mapping

塑料中的玻璃纤维



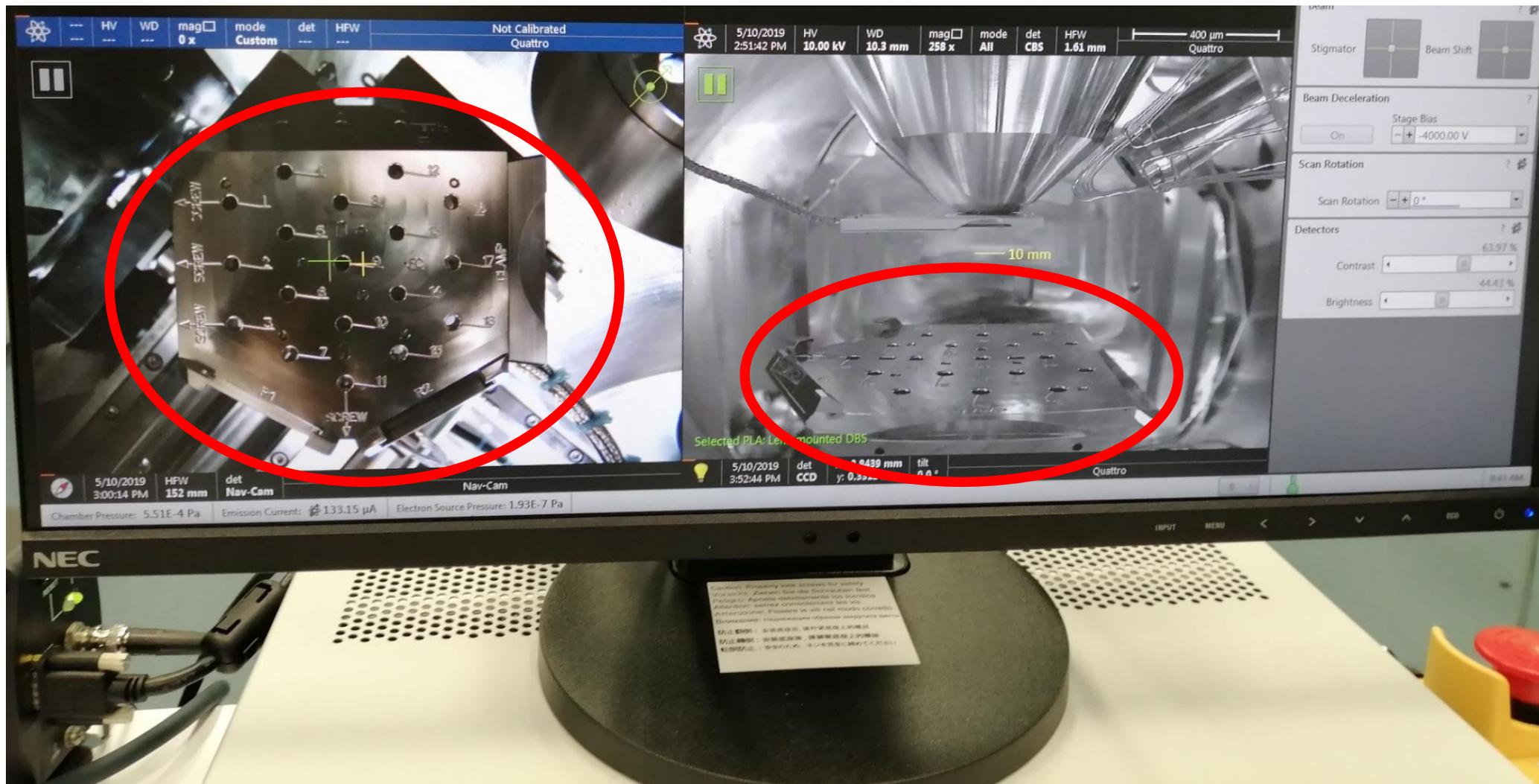
低真空，不导电样品无需喷镀，更精准EDS+更清晰Mapping

陶瓷

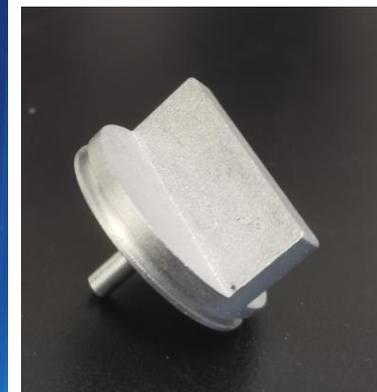


环境扫描电镜的送样与制备

样品台-ESEM



样品托ESEM



样品托

- 标准 SEM 多样品托，以独特方式直接安装到样品台上，可容纳 18 个标准样品托架（ $\phi 12\text{mm}$ ），样品安装无需工具
- 多样品托，可容纳 18 个样品托架、3 个预倾斜样品托，可选配截面样品托及 STEM 样品托



导电胶



导电胶

适于：样品块大的组织块,能用较大的工具操作

类型：银导电胶,碳导电胶



双面胶带

适于：细小颗粒（粉末、纤维、薄片）

类型：碳双面胶带、铜、塑料片基



双面导电胶

镀导电膜（导电处理）



对膜材料的要求：导电性好，二次电子产额高，在电子束下稳定，晶粒小，分布均匀

常用的膜材料：Au, Au/Pd, Pt, Cr, C, etc.



如何选择靶材



- Au —— 操作简单，不易氧化，在电子束辐照下稳定。

缺点：容易形成粒径较大的颗粒，**不推荐喷涂小尺寸的样品**

- Pt —— 稳定，导电性好。

缺点：容易形成粒径较大的颗粒

- C —— 电子信号产率低，**不推荐做成像样品的制备；适合用于能谱分析的样品**

- Au/Pd (80/20) —— 有Au靶的所有优点，**颗粒更细，可做高分辨样品制备**

- Cr —— **颗粒极细，最适合高分辨、场发射SEM样品的制备，但是容易氧化，需要特别的喷金模式，**

有毒

观察形貌的块状样品制备



- **硬质样品**

 - 金属、陶瓷、地质类样品;

 - 粉末、纤维

 - 颗粒

 - 块体

 - 半导体片



- **软质样品**

 - 高分子、生物、含水潮湿的样品

处理流程

清洗—固定—导电处理



能谱分析的块状样品制备



1. 切割
2. (镶嵌)
3. 打磨抛光
4. (腐蚀)
5. 清洗
6. 固定
7. (导电处理)



小颗粒 (<100nm)

- ◆ 分散 (取少量粉末于溶液中)
- ◆ 超声分散
- ◆ 滴样 (取少量样品滴于导电平滑衬底上, 如Si片)
- ◆ 烘干
- ◆ (导电处理)

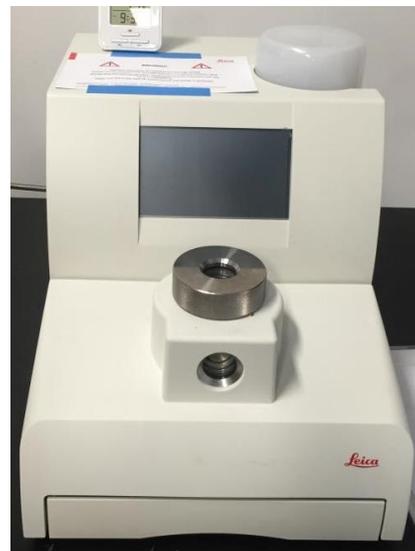
大颗粒 (>1 μ m)

- ◆ 分散 (取少量粉末撒于碳胶或铜胶表面)
- ◆ 吹掉多余
- ◆ (导电处理)

环境扫描电镜的制样设备



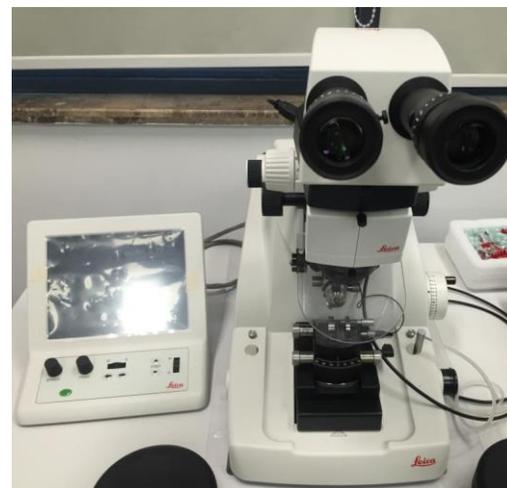
场发射环境扫描电镜



临界点干燥仪



精研一体机



超薄切片机



喷金喷碳仪

注意事项

① 双面碳胶**固定牢**：否则在样品舱内会膨胀，放气，导电性不佳，高倍下有漂移现象；

② **避免**样品和样品舱的**污染**：

➤ **用手触摸样品和样品台**

➤ 用**含油的气体**吹

➤ 在**很脏的其它SEM**里面观察

➤ 样品放在有**挥发性气体**的环境中

➤ 沾上**蜡质、油质**

务必戴上手套！

- ③ 待测样品应该具有适当、**足够的机械强度**，以避免在进出电镜、或在检测操作过程中，发生剥离、碎裂的状况；
- ④ 具有强磁性、磁性的样品，应测试前主动询问能否测试，**先退磁再测试**，且工作距离大于10mm；
- ⑤ 同一批次测试的样品**高度尽量一致**，高度相差较大的样品要分批测试；
- ⑥ 粉末样品固定在**导电基底**上，用硅片或者其它的金属充当光滑基底
 - **不要用载玻片**
 - 用导电的胶带在样品表面和导电基座之间搭一个**导电通路**
 - 导电性不理想的样品可以进行**喷金操作**，喷金不要太厚2nm即可。

⑦ 导电性不好的样品在电子束辐照下，容易发生放电现象，图像特别亮或者扭曲。

减少放电现象的产生：

- 减小电压、减小束流
- 采用快扫+DCFI
- 切换BSED/CBS探头，并采用低电压
- 采用低真空环扫模式

台式扫描电镜DSEM:

满足多种低放大倍数样品

主机尺寸

330 (W) × 617 (D) × 549 (H) mm



电压: 5, 10, 15, 20kV

电流: 4 种模式

放大倍数: x10-10万

真空: 3 模式(<10Pa, 30Pa, 50Pa)

探头: BSE, 二次电子, MIX

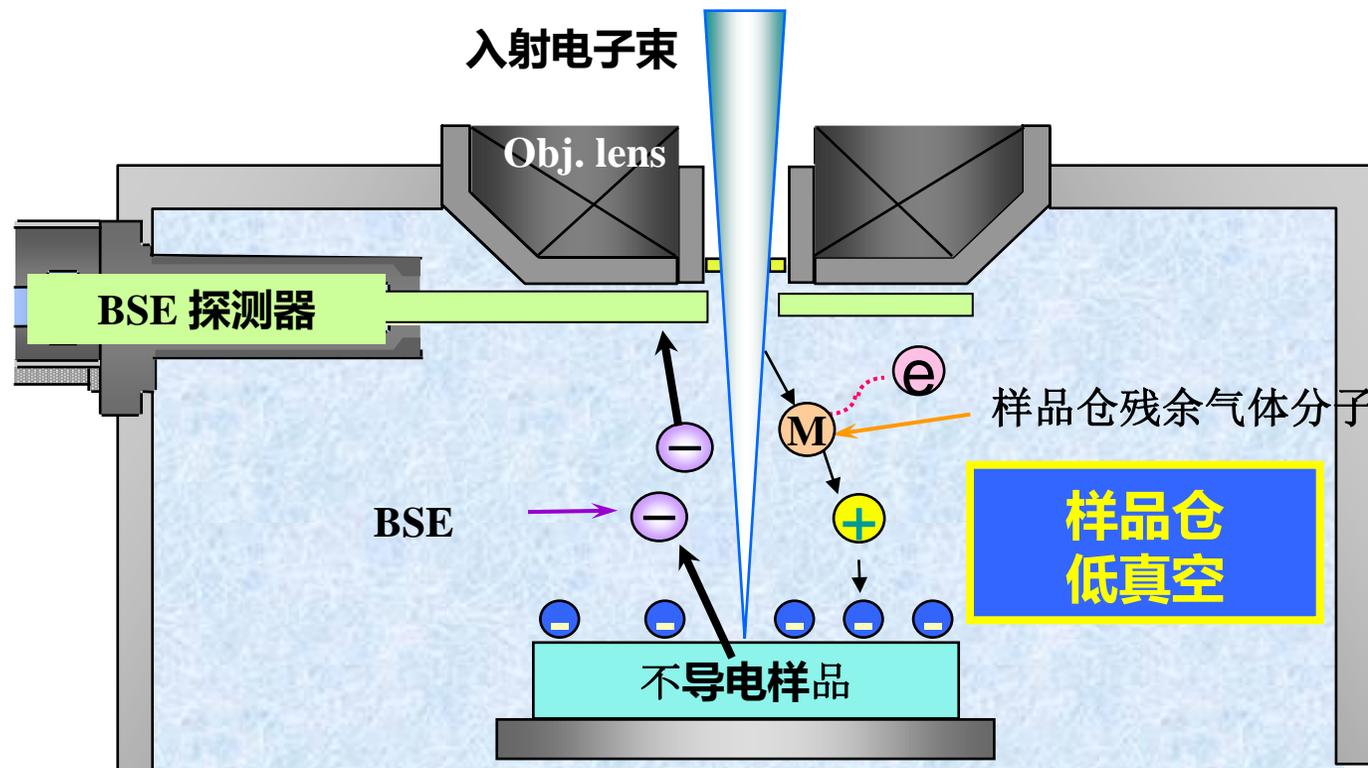
最大样品尺寸	直径80mm
	高度50mm

■ 导体模式

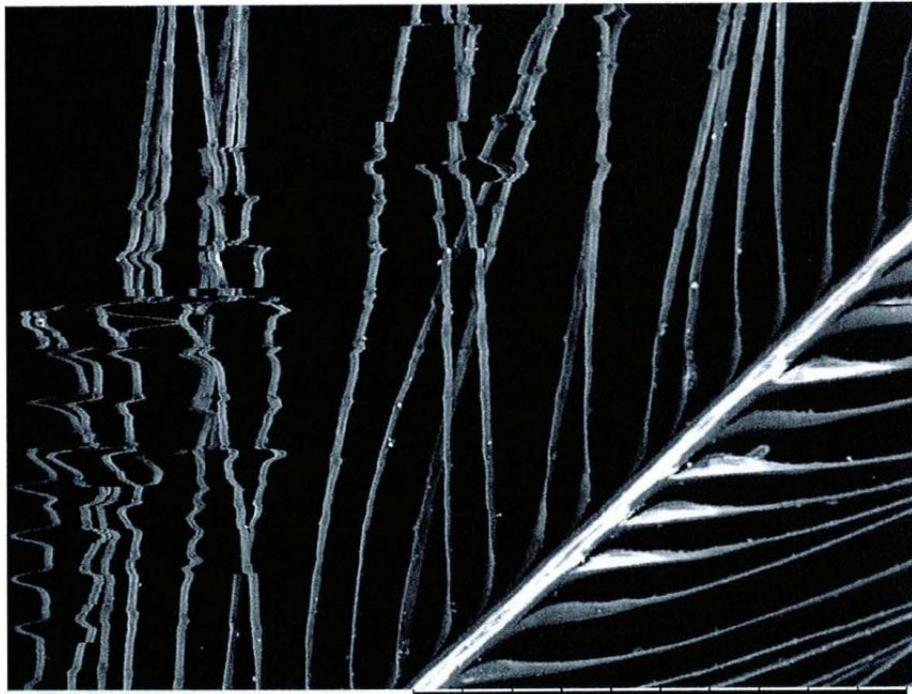
■ 标准模式 (30Pa)

■ 消除荷电模式 (50Pa)

不导电样品直接观察



三种真空模式的切换通过连接样品仓的电磁进气阀控制

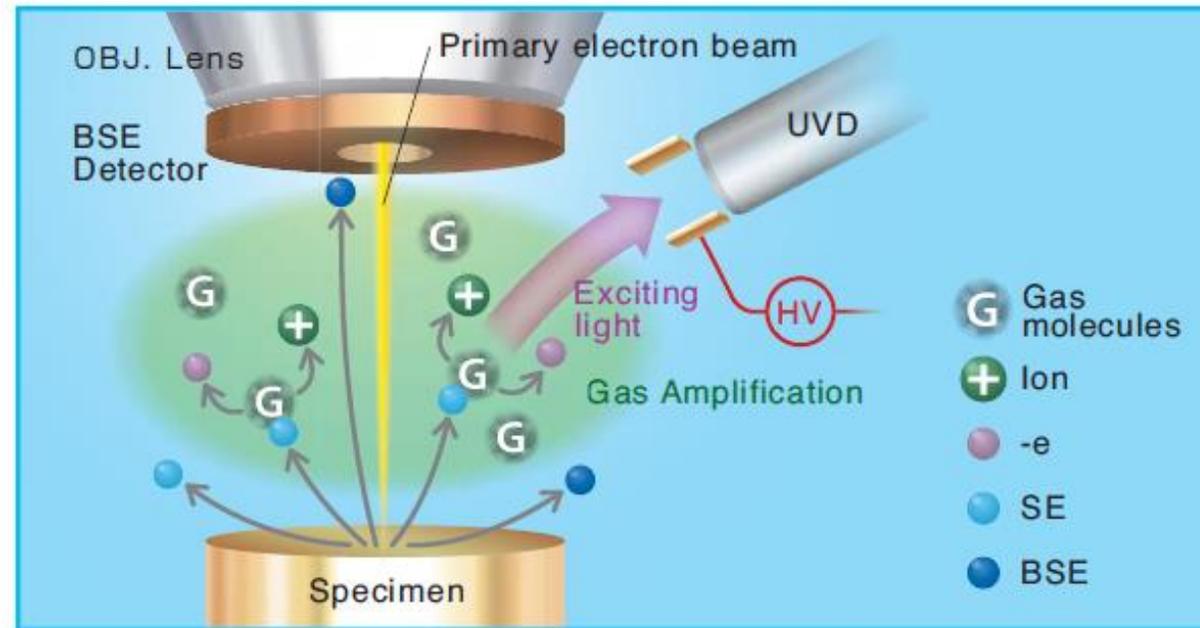


羽毛：导电模式



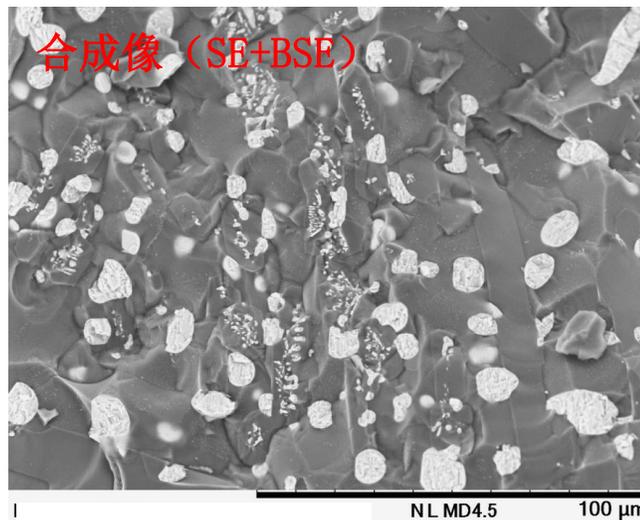
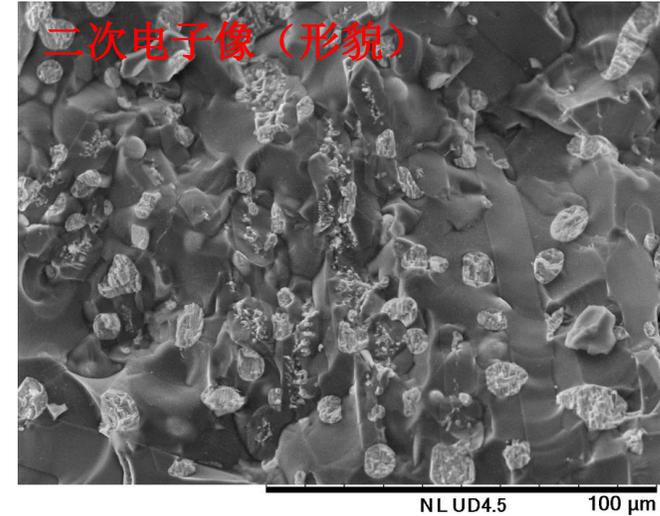
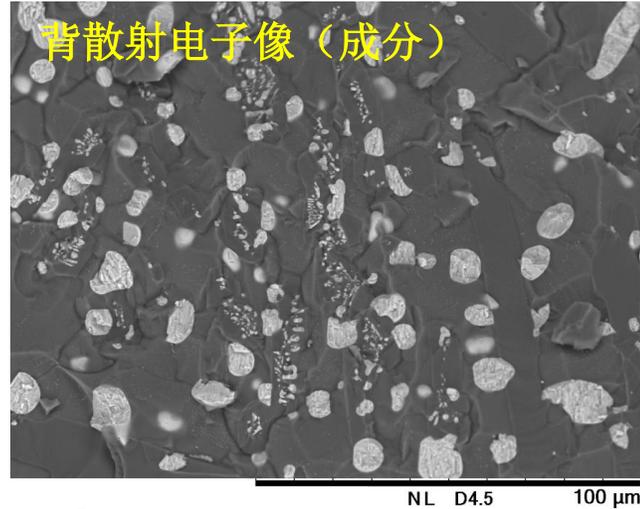
消除荷电模式

不导电样品直接观察



UVD探测器的吸引使二次电子加速，飞行中与空气分子碰撞产生的激变信号被接收，处理后得到二次电子图像

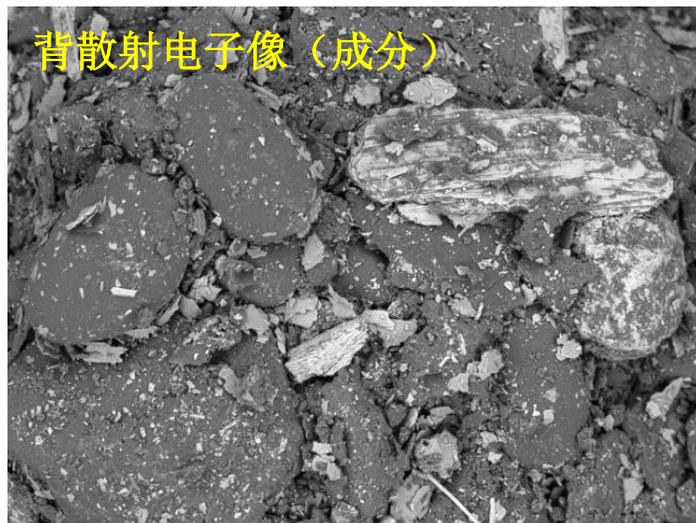
低真空二次电子探测器UVD*



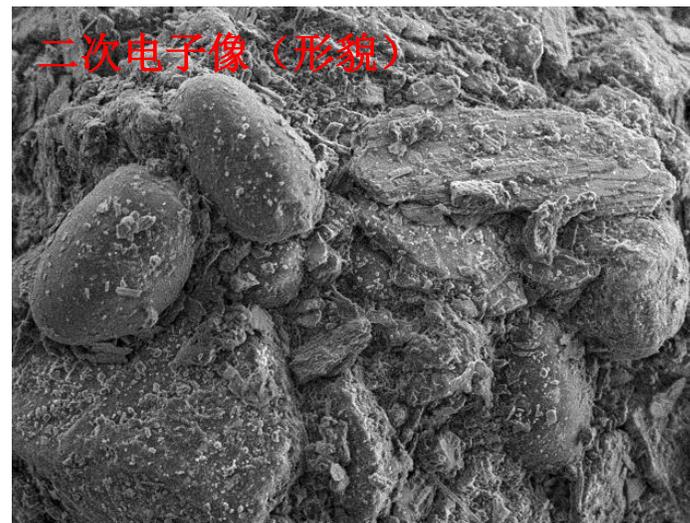
合成像能够实时观察，有助于寻找视野。

样品：陶瓷（不导电）
倍率：1,000×

低真空二次电子探测器UVD*



mM x1.0k 100 μm



mMU x1.0k 100 μm

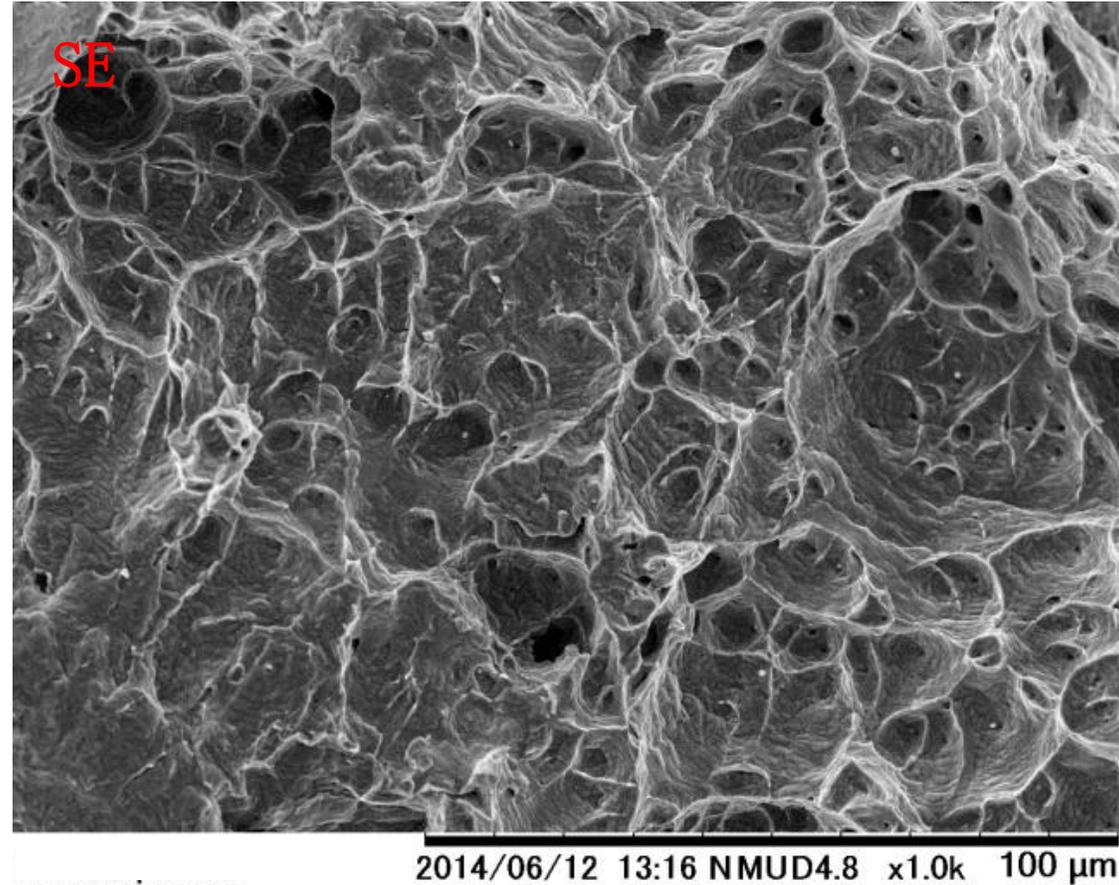


mMM x1.0k 100 μm

加速电压: 5kV
观察模式: 消除荷电模式
放大倍率: 1,000x

样品 : 药品

低真空二次电子探测器UVD*



加速电压: 5kV
观察模式: 标准模式
放大倍率: 1,000x

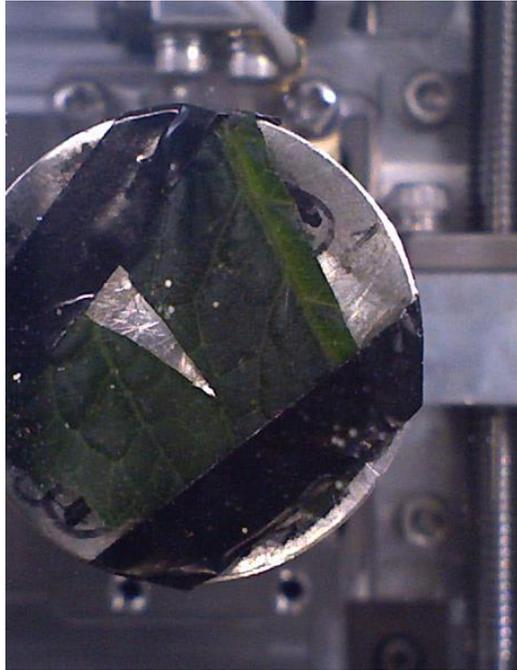
样品 : 金属断口

台式电镜低真空模式

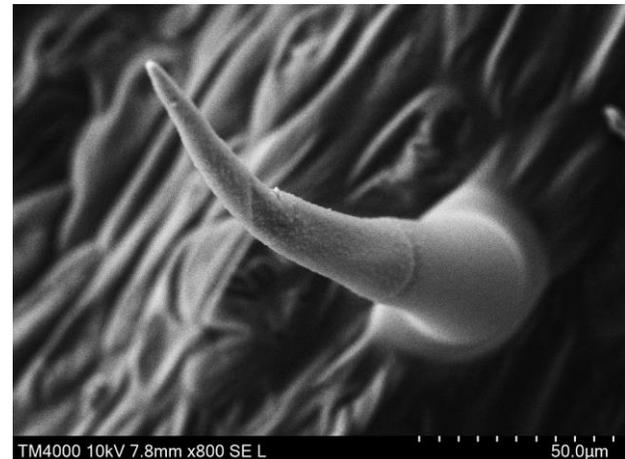
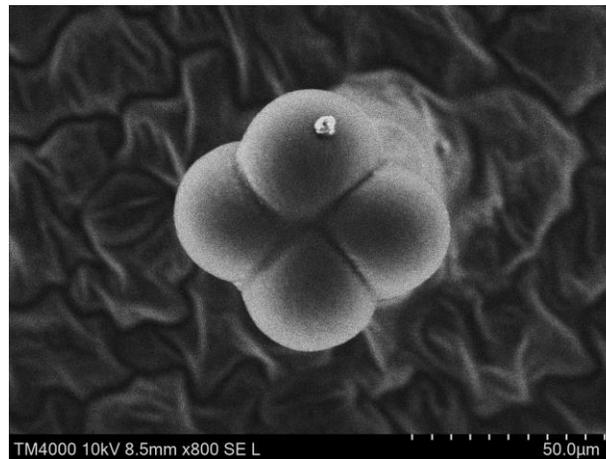
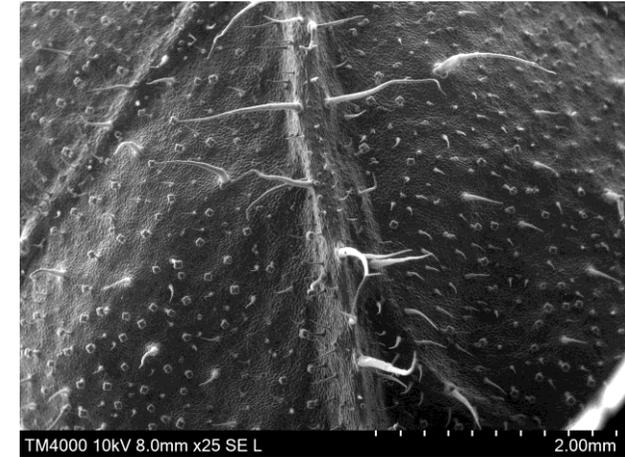
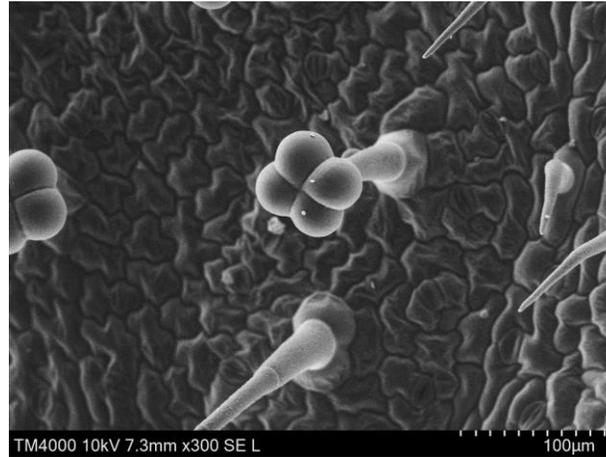


低真空二次电子探测器UVD*

SE



加速电压：10kV
观察模式：非导电模式
放大倍率：25~800x

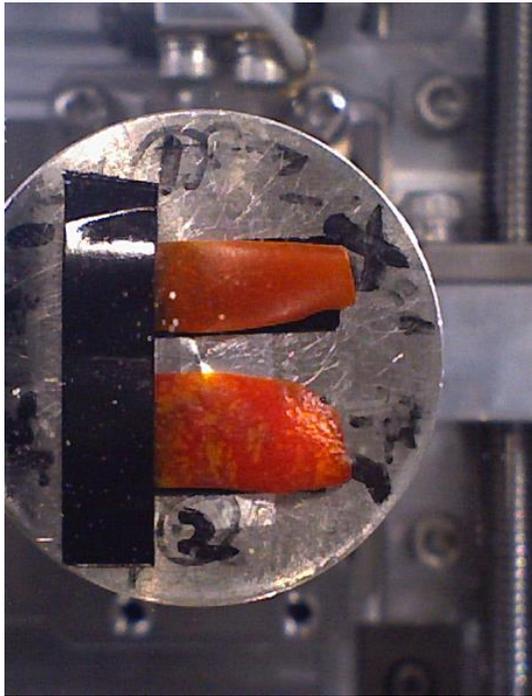


样品：番茄叶片活体观察

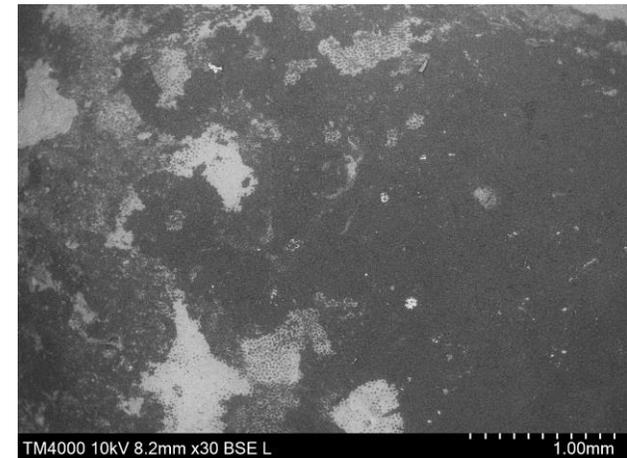
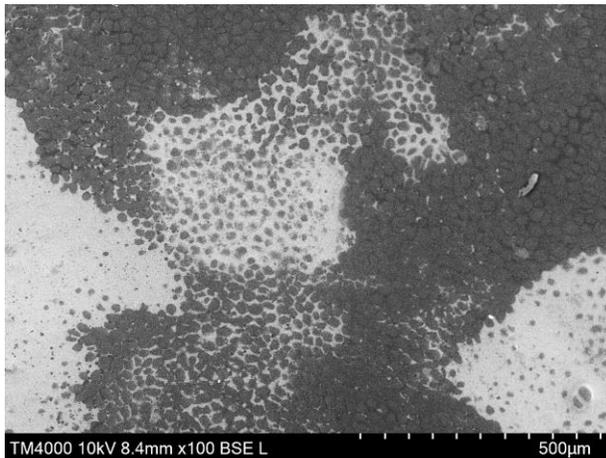
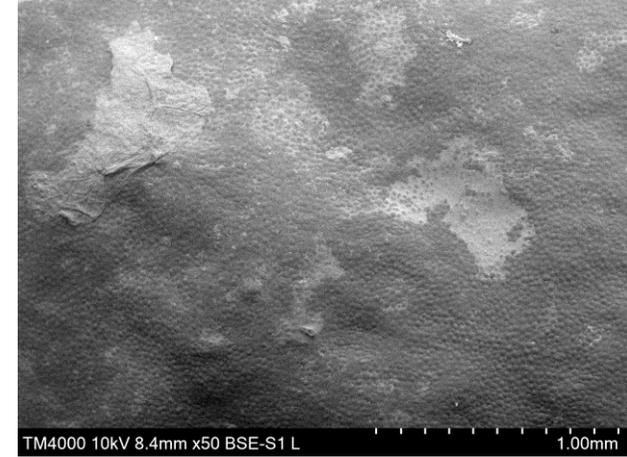
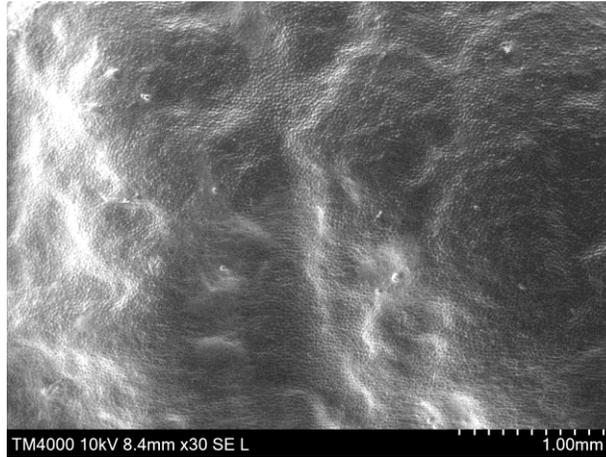
台式电镜低真空模式



SE/BSE

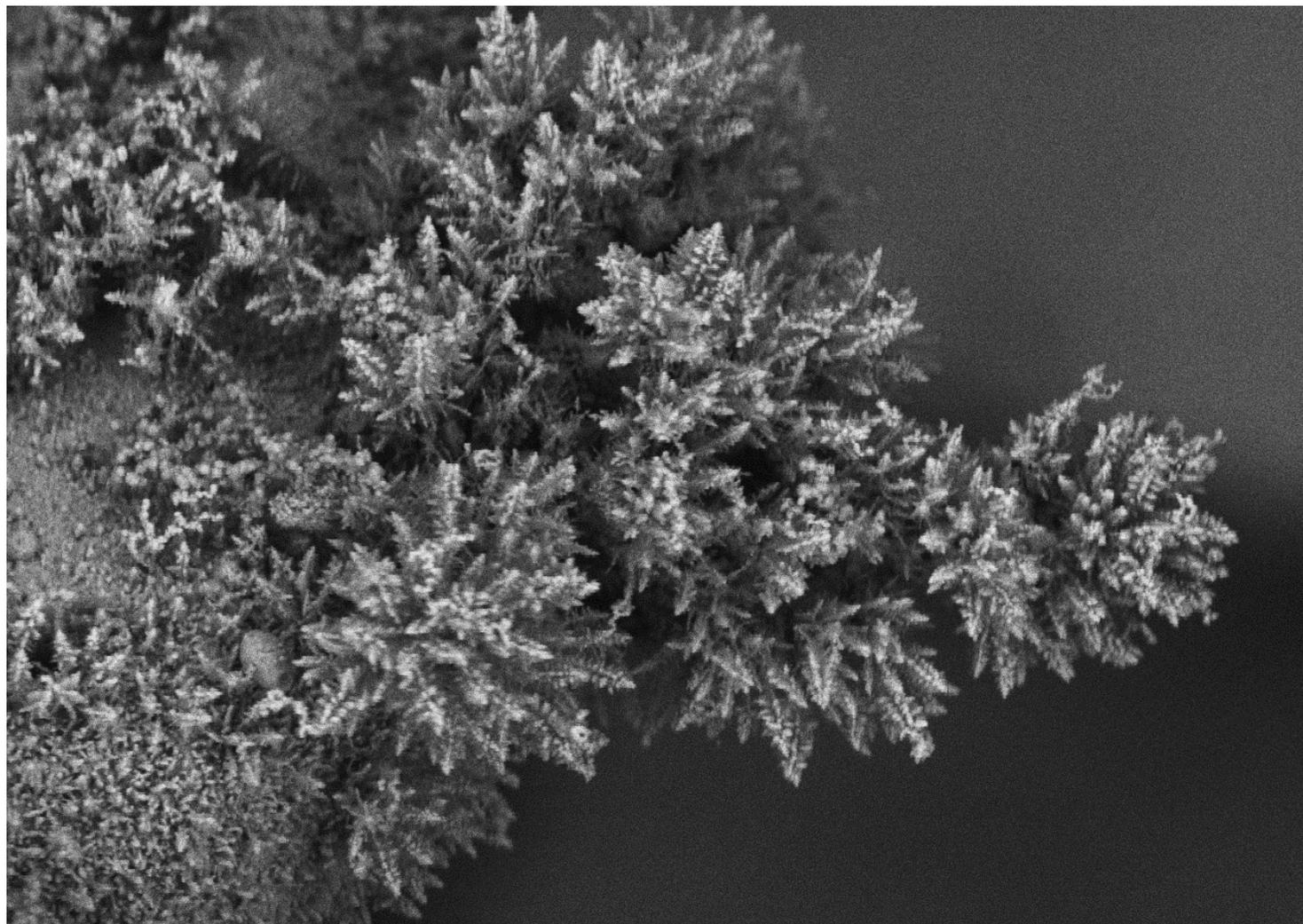


加速电压：10kV
观察模式：非导电模式
放大倍率：30~100x



样品：番茄果实表皮蜡质

台式电镜低真空模式



TM4000 10kV 5.4mm x2.00k BSE H

20.0μm

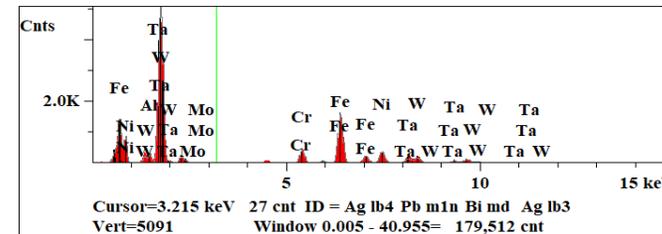
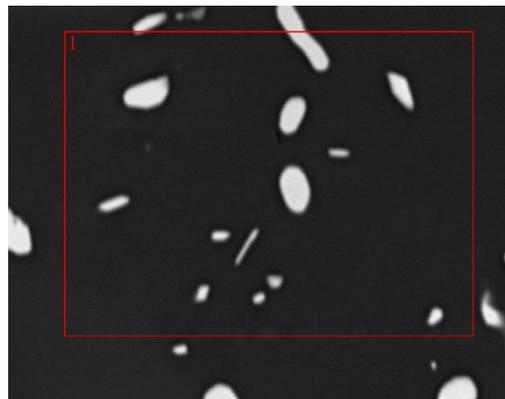
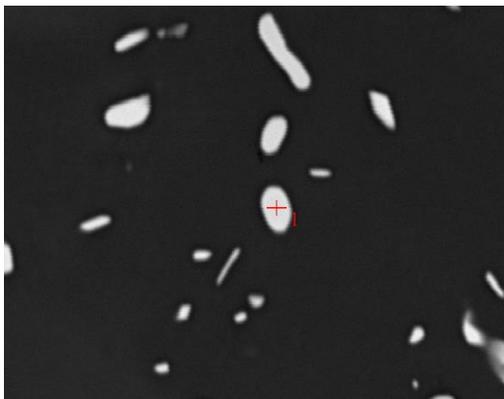
加速电压：15kV
观察模式：导体模式
放大倍率：100x

样品：泡沫镍负载金属氧化物

台式电镜低真空模式

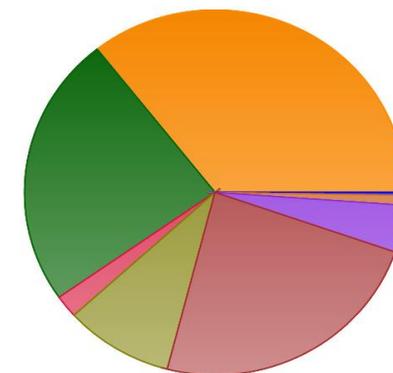
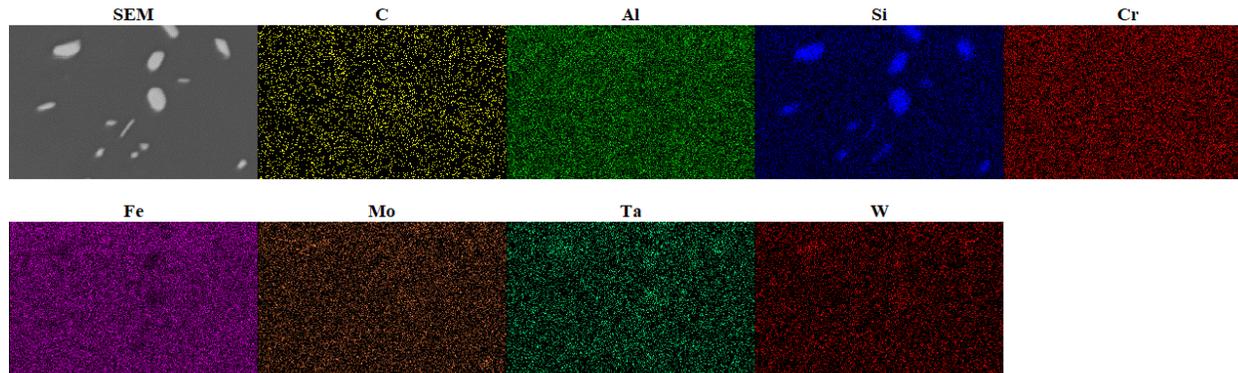


高温合金

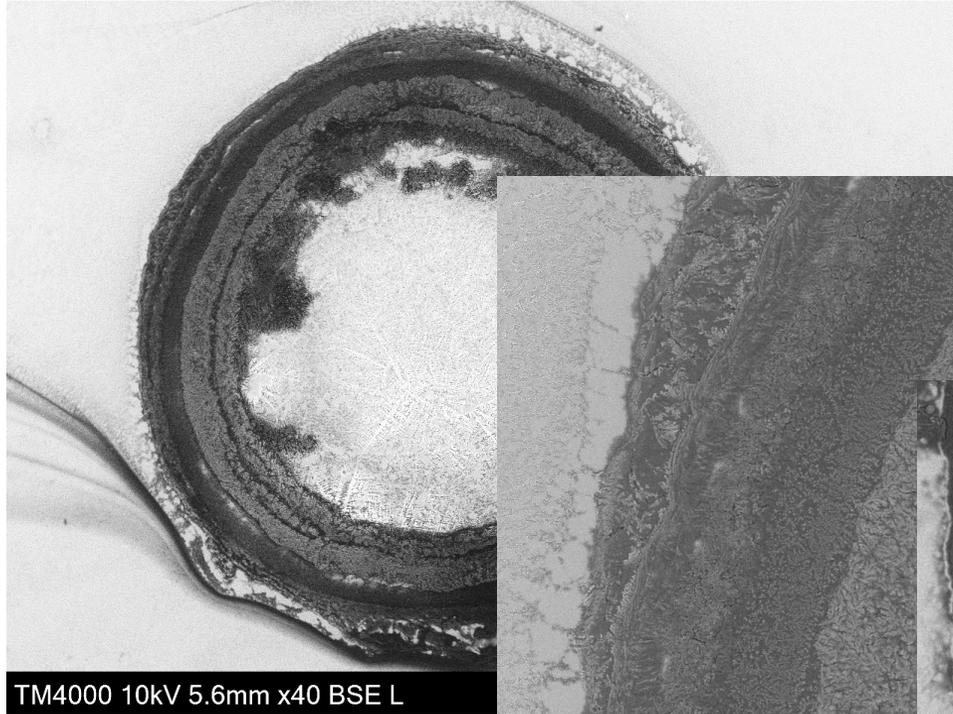


El.	Line	Atomic %	Conc. %	Units	MDL 3-sig	
C	Ka	1.90	0.242	wt.%	0.13	
Al	Ka	3.07	0.880	wt.%	0.08	
Cr	Ka	7.55	4.174	wt.%	0.13	
Fe	Ka	39.98	23.735	wt.%	0.19	
Ni	Ka	14.78	9.221	wt.%	0.30	
Mo	La	1.96	2.000	wt.%	0.29	
Ta	La	12.54	24.119	wt.%	2.06	
W	La	18.23	35.627	wt.%	2.34	
		100.00	100.000	Wt.%		Total

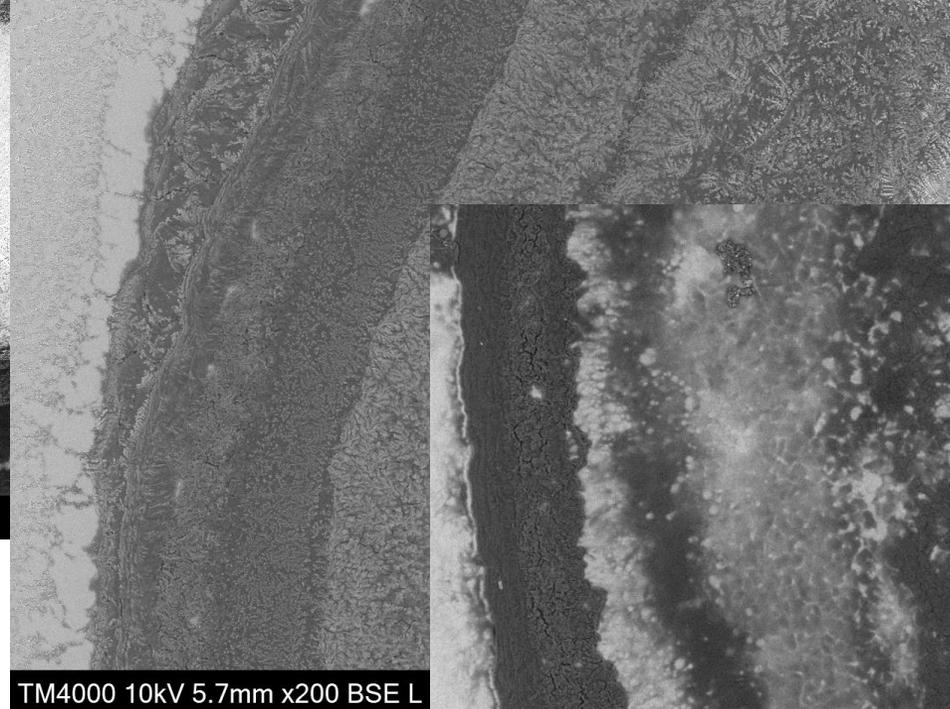
Image2-1



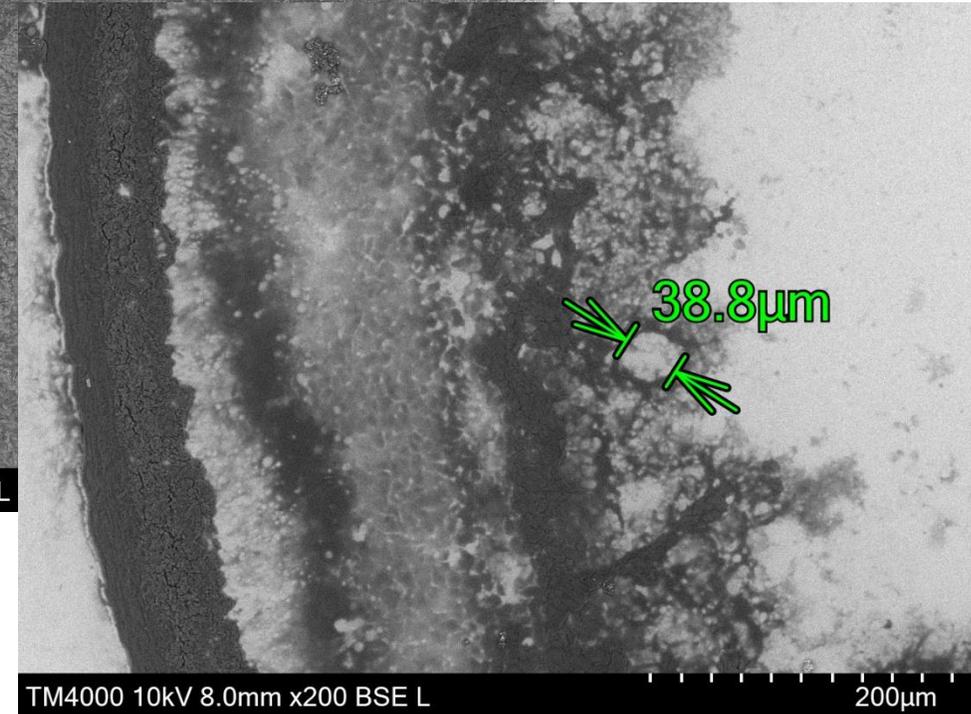
台式电镜低真空模式



TM4000 10kV 5.6mm x40 BSE L



TM4000 10kV 5.7mm x200 BSE L



TM4000 10kV 8.0mm x200 BSE L

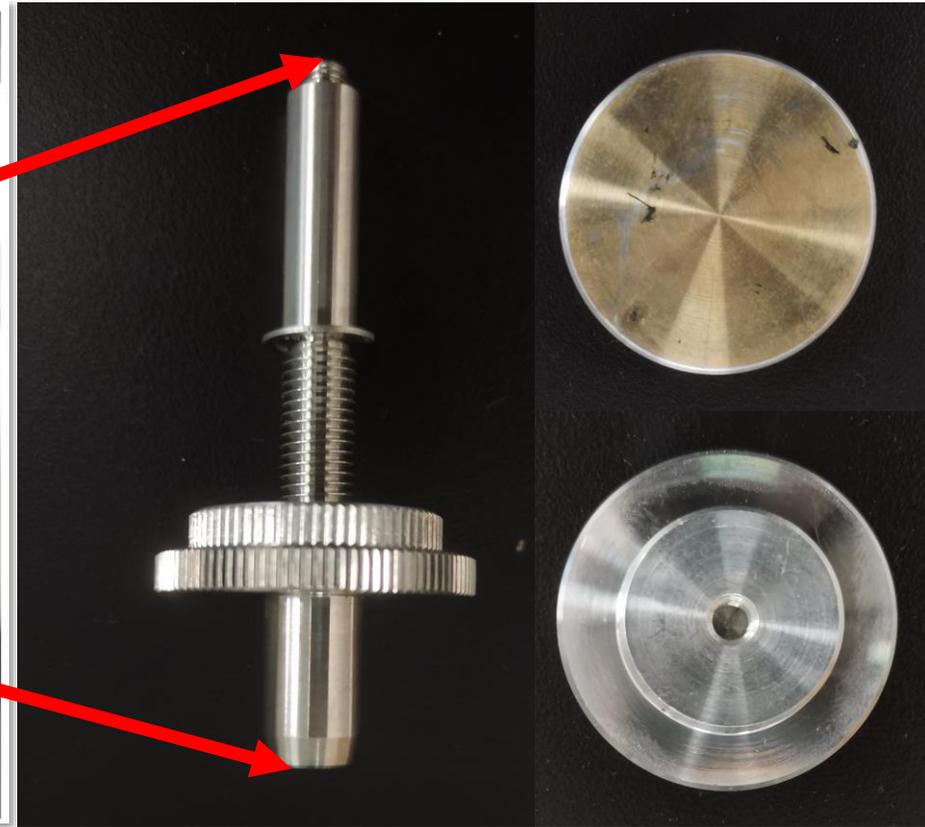
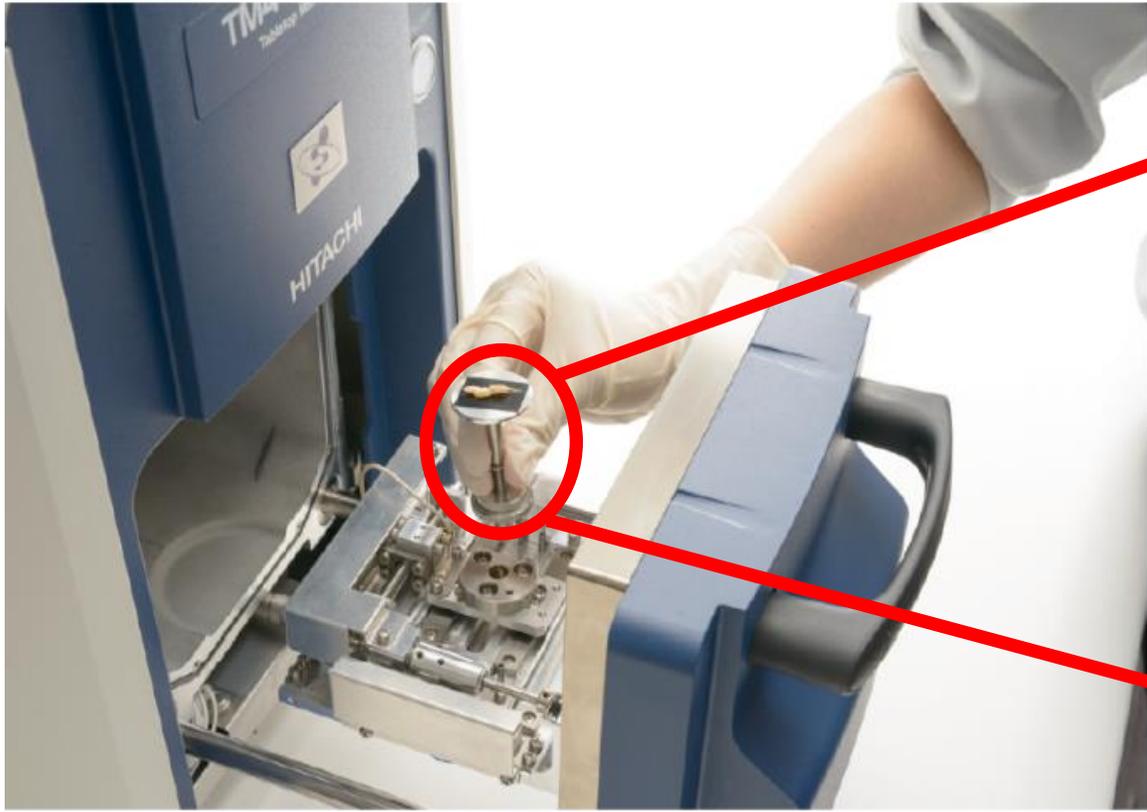
200μm

加速电压：10kV
观察模式：非导体模式
放大倍率：40~200x

样品：眼球切片囊泡壁结构

日立公司

样品托-DSEM



预约流程

QQ群小程序自行预约

预约流程



活动详情

6.29—7.3环境扫描电镜预约
发起人: seashel...

邀请好友 生成海报 0 已参与 0 已查看 0 访问量

详情信息

环境扫描电镜预约注意事项: 1、上午9:00-12:00, 下午14:00-15:30, 15:30-17:00非操作员预约时间, 其余时间均为操作员预约时间; 2、需要喷金的样品...

展开全部

时间选项 | 每人限选1项

0 / 1	06月29日 周一	09:00~12:00	<input type="radio"/>
0 / 1	06月29日 周一	12:00~14:00	<input type="radio"/>
0 / 1	06月29日 周一	14:00~15:30	<input type="radio"/>
0 / 1	06月29日 周一	15:30~17:00	<input type="radio"/>
0 / 1	06月29日 周一	17:00~21:00	<input type="radio"/>
0 / 1	06月30日 周二	09:00~12:00	<input type="radio"/>
0 / 1	06月30日 周二	12:00~14:00	<input type="radio"/>

1 查看空余时间

报名参与

活动详情

6.29—7.3环境扫描电镜预约
发起人: seashel...

邀请好友 生成海报 0 已参与 0 已查看 0 访问量

详情信息

环境扫描电镜预约注意事项: 1、上午9:00-12:00, 下午14:00-15:30, 15:30-17:00非操作员预约时间, 其余时间均为操作员预约时间; 2、需要喷金的样品...

展开全部

时间选项 | 每人限选1项

+1	0 / 1	06月29日 周一	09:00~12:00	<input checked="" type="radio"/>
0 / 1	06月29日 周一	12:00~14:00	<input type="radio"/>	
0 / 1	06月29日 周一	14:00~15:30	<input type="radio"/>	
0 / 1	06月29日 周一	15:30~17:00	<input type="radio"/>	
0 / 1	06月29日 周一	17:00~21:00	<input type="radio"/>	
0 / 1	06月30日 周二	09:00~12:00	<input type="radio"/>	
0 / 1	06月30日 周二	12:00~14:00	<input type="radio"/>	

2 勾选预约时间

取消 确认

信息提交

姓名 *

请输入姓名

手机号 *

请输入手机号

导师姓名 *

请输入导师姓名

导师手机号 *

请输入导师手机号

单位 *

校外填具体单位, 校内填具体学院

3 填写个人信息 (先看说明)

请输入单位

请输入操作员姓名

操作员手机号码 *

如无操作员填无

提交

预约流程



信息提交

导师姓名
小东

导师手机号
5889

单位
校
材
操
如
无

操作员手机号码
如无操作员填无

无

学号
4678

提交

提示

为确保报名秩序，报名成功后不可自行取消或变更，如需取消请联系发起人处理。

取消 **确定**

4

检查报名信息

提交结果

已成功提交

返回详情页 **报名凭证**

5

查看报名凭证

活动详情

6.29—7.3环境扫描电镜预约
发起人: seashel...

邀请好友 生成海报 1 1 4
已参与 已查看 访问量

详情信息

环境扫描电镜预约注意事项: 1. 上午9:00-12:00 下午...

提示

本活动不可自行取消/变更。如需取消，请点击「申请取消」按钮，发起人将会收到您的申请并进行处理。取消成功后，您可重新进行选择

申请取消 知道了

6

取消预约需申请

更新我的报名

来一波福利

- 针对重庆大学校内测试较多的课题组

——经自主报名、培训考核后可自主上机，**价格优惠**（正常350/h，操作员200/h），**时间灵活充裕**（工作日中午、晚上+周末）

- 针对重庆大学校内需求量较大且具备**自主操作能力**及权限的课题组

——在自主操作优惠基础上**折上折**，时间充裕（**包年优惠，先到先得**）

有兴趣的老师和同学**欢迎联系周洋老师!**

预约上机实训

■ 报名培训前得到导师允许

■ 进QQ群，在**周洋**老师说可以报名后接龙报名（**参照下面格式**）

举例：第一位同学：1. 学院-姓名-导师-联系方式

第二位同学：1. 学院-姓名-导师-联系方式（**复制前面所有同学的信息**）

2.学院-姓名-导师-联系方式（**自己的报名信息**）

第三位同学：1. 学院-姓名-导师-联系方式

2.学院-姓名-导师-联系方式（**复制前面所有同学的信息**）

3.学院-姓名-导师-联系方式（**自己的报名信息**）

谢谢大家!



分析测试中心微信公众号

扫一扫
关注我们!

预约小程序在QQ群



环境扫描电镜群（扫描...
扫一扫二维码，加入群聊。