

# “芯”心相惜

蔡司电子半导体行业解决方案

# 大视野外观检测

在半导体器件制造中，半导体芯片邦定和封装的质量至关重要，因此需要对芯片进行大视野大景深的观察。为了检测尺寸和高度起伏大的半导体样品，具有大视野大景深的光学显微镜必不可少。

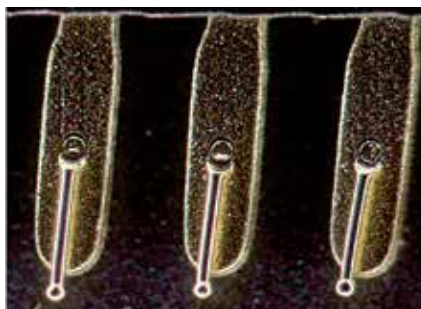
## 蔡司 Stemi 系列体视显微镜

紧凑设计，便捷操作，清晰成像

蔡司体视显微镜 Stemi 305 和 Stemi 508 采用 Greenough 光路设计的高效实用型体视显微镜，用于较大起伏样品的常规检查，由于其高景深和大视野的特点，是实验室和工业领域日常检查的解决方案。



芯片邦定焊接线，斜照明



芯片器件，环形照明



太阳能电池，环形照明

## 蔡司 Smartzoom 5 智能 3D 数码显微镜

智能化设计，智能化输出，智能化工作流程

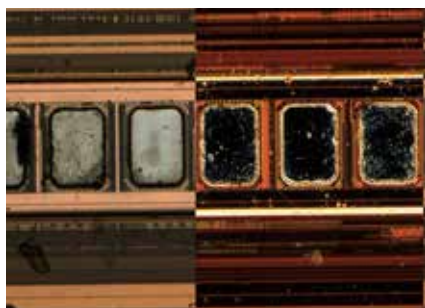
蔡司智能 3D 数码显微镜 Smartzoom 5，可解决光学显微镜的传统局限性，如景深或金属表面的反射。全自动化配置，向导式工作流程，简易式设置，没有操作经验的人员也能够轻松获得满意的结果，是工业领域的质量保证和控制应用的理想解决方案。

### ■ 出众的性能

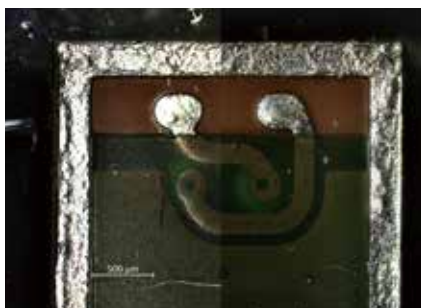
- 放大倍率从 11x-2020x 连续可调，分辨率高达 0.56  $\mu\text{m}$ ;
- 高数值孔径平场复消色差物镜，满足长工作距离大视野高分辨的需求;
- 环形光消眩光功能，解决样品表面高反光问题。

### ■ 便捷的操作

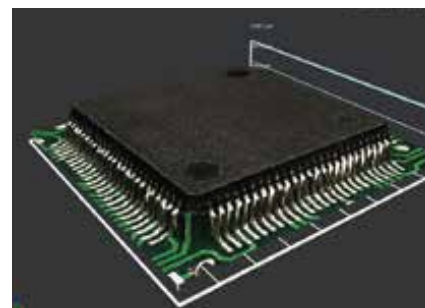
- 全电动操作 - 聚焦，变倍，样品移动可以通过全触摸屏操作;
- 导航功能，让观测位置简单便捷;
- 向导式工作流，让日常分析任务变得更加简单。



芯片上的结构，同轴光照明（左）和环形光照明（右）成像，物镜：5x，放大倍率 600x



封装芯片，左：无防眩，右：环形光和防眩模式，物镜：5x，放大倍率 120x



贴装芯片，使用 3D 和拼接采集成像，物镜：1.6x，放大倍率 72x，环形光照明



# 高分辨表面检测

在半导体器件制造中，电子电路的生产都是基于晶圆原材料。晶圆的晶体缺陷或夹杂都可能造成器件报废，因此对原材料的质量控制非常重要。为了检测直径达 300 mm 的整个晶圆，具有处理大样品能力的光学显微镜必不可少。

## 蔡司 Axio Imager Vario 半导体专用显微镜

大尺寸样品检测，成像灵活多样

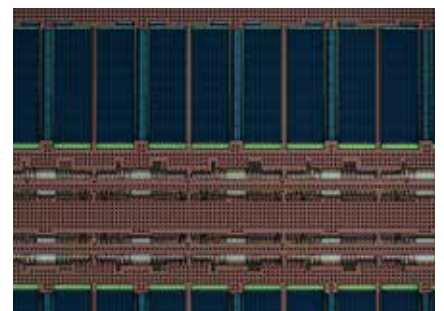
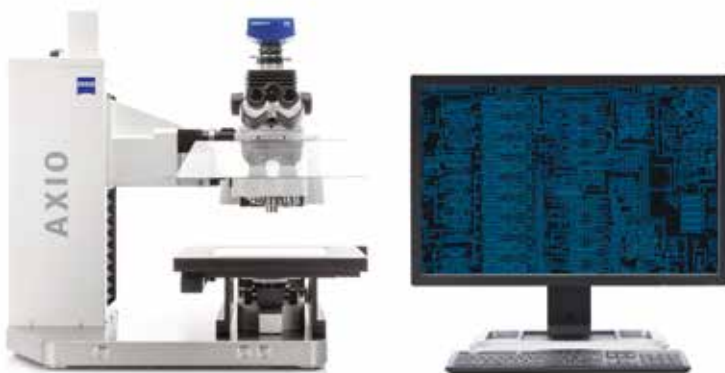
蔡司 Axio Imager Vario 具有 Axio Imager 2 系列产品同等的光学精度，以及专门针对半导体行业的宽大样品空间，十分适合于半导体行业的材料检测、工艺研发以及在线检测（OEM 版本）。

### ■ 出众的光学品质

- 具有高质量光学部件，在提供最高对比度的同时，亦为您呈现最好的图像清晰度；
- 提供无限远色差校正以及反差增强光路；
- 复消色差校正向场透镜，提供更均匀的照明效果，以及消除更多的杂散光，从而获得具有更好对比度的图像；
- 物镜上下调焦精度高达 10 nm。

### ■ 宽阔的样品空间

- 垂直方向上最大空间可以达到 254 mm，水平方向载物台移动范围最大可以达到 300 mm；
- 根据不同的应用需求，Axio Imager Vario 可为您提供 4 种不同尺寸的载物台。



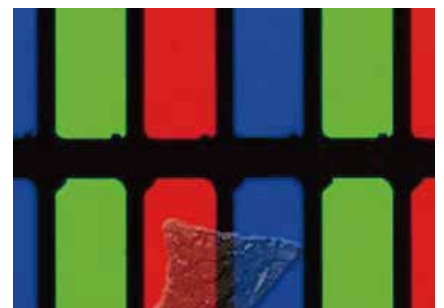
晶圆，反射暗场，EC Epiplan-APROCHROMAT 10x/0.30



亮 Stuck Pixels 点：蓝色分像素点常亮时在暗背景上显现的常亮点



暗 Stuck Pixels 点：红色分像素点在不亮时在亮背景上显现的暗点



残留物：可以导致暗斑；在显微镜下可与暗点区分开来

# 高精度三维分析

电子半导体领域中，显微镜主要应用于检测样品的微细形貌以及结构尺寸测量。对于那些在标准光学显微镜方法下难以测量的微小结构，可以采用分辨率更高的共聚焦显微镜对精细结构进行测量以及三维成像以保证产品的研发符合设计需求并精确的控制生产。

## 蔡司 LSM 900 激光共聚焦显微镜

### 三维表面成像，高精度检测分析

蔡司 LSM 900 激光共聚焦扫描显微镜是全自动光学显微镜（Axio Imager）和共聚焦显微成像（LSM 900）的结合，能够实现样品普通光学显微观察（如明场，暗场，偏光，C-DIC，荧光等）的同时，也能够实现样品快速原位的高分辨高精度三维表面成像。

#### ■ 高分辨成像

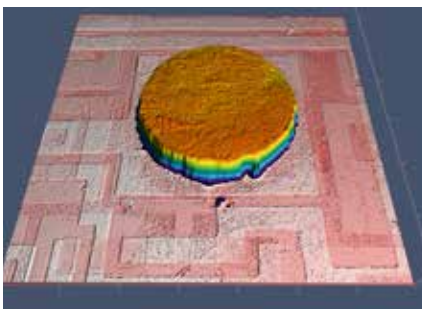
- 共聚焦成像原理，分辨率比普通光学显微镜提高 1.4 倍，XY 方向分辨率为 120 nm；
- 提供无限远色差校正以及反差增强光路，减小杂散光的影响；
- 高性能共聚焦专用物镜，提供高透过率和视野最小像差，从而获取高对比度和高分辨图像。

#### ■ 高精度测量

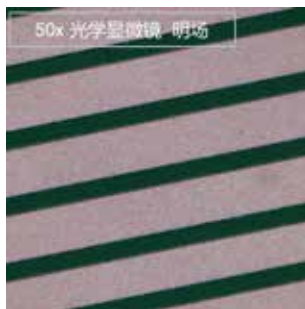
- 载物台 / 物镜上下调焦精度高达 10 nm；
- 样品高度方向的移动可实时监测，反馈精度为 1 nm，对样品高精度解析；
- 高精度的表面形貌重构算法，真实还原样品的高度信息，实现高精度测量。

#### ■ 高效率检测

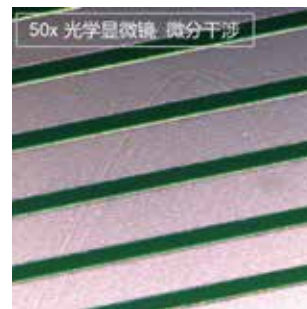
- 丰富的观察方式，便于样品的观察定位；
- 一键切换进行原位高分辨形貌观察和测量；
- 定制分析报告模板，可以实现样品重复测量一键出报告。



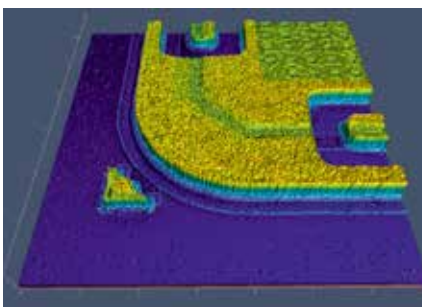
半导体晶圆上的焊盘 高度测量  
EC Epiplan-Apochromat 20x/0.6



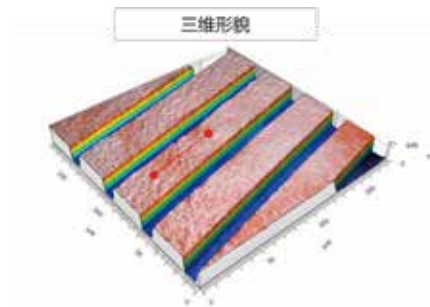
反射光明场下芯片划痕



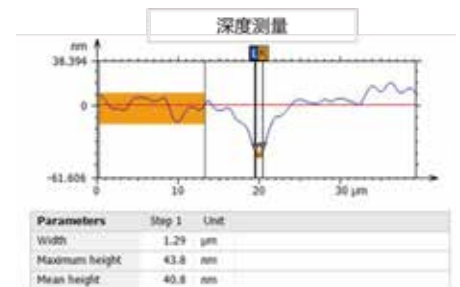
反射光微分干涉下芯片划痕



半导体晶圆膜层 膜层厚度测量  
EC Epiplan-Apochromat 50x/0.95



芯片划痕原位共聚焦表面形貌成像  
C Epiplan-Apochromat 50x/0.95



芯片表面划痕深度测量平均深度为 40.8 nm

# 失效分析与检测

半导体元件的失效将直接影响相关产品的正常使用，失效分析是研究电子元器件失效机理、提高产品良率和可靠性的重要手段。随着现代半导体制造技术在纳米尺度的不断深入，开展失效分析的难度越来越大，聚焦离子束 - 扫描电子显微镜已经成为必要的失效分析手段。

## 蔡司 Crossbeam 聚焦离子束 - 扫描电子显微镜

高质量表征，高精度与高效率的样品加工

在半导体及光伏领域，聚焦离子束 - 扫描电子显微镜 (FIB-SEM) 是检查半导体器件显微组织结构，进行专业失效分析的必备工具。蔡司的 Crossbeam 搭载了热场发射 Gemini 系列电子镜筒和新发布的 Ion-Sculptor 离子镜筒，不仅能够高质量的完成常规扫描电镜的表征工作，还可以快速精准的实现多尺度刻蚀与微结构制备工作。

### ■ 简便易用的高质量表征

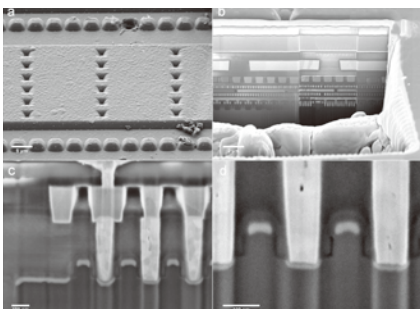
- 蔡司 Gemini 电子镜筒具备的特色技术无需减速模式即可完成低电压高分辨的表征工作；
- 无漏磁镜筒设计可以实现绝大多数磁性材料的高质量表征与加工；
- 多种类探头可以实现全面的样品信息采集。

### ■ 精准快速的样品加工

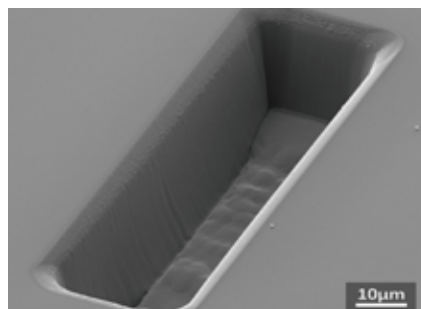
- 最高 100 nA 的离子束束流在实现大体积快速刻蚀的同时可以保证出众的加工精度；
- 特色的边切边看能力确保了高要求、高难度复杂样品的制备成功率；
- 最高分辨率 <math>< 3\text{ nm}</math> 的高精度离子束适用于精确加工的应用需求；
- 优异的离子束低电压性能确保制备的 TEM 样品的非晶损伤层更薄。

### ■ 丰富全面的扩展能力

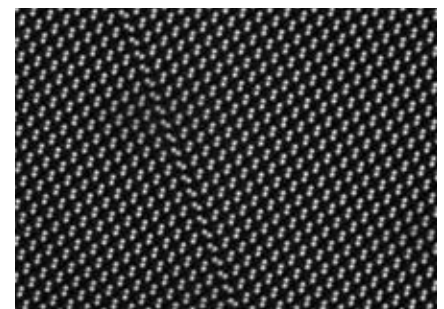
- 业界独特的加工反馈模式使得最小切片厚度 3-5 nm 的精准大体积快速三维重构成为可能；
- ZEISS 独有的光 - 电显微镜产品线带来的高自由度光电连用系统可以实现多尺度原位失效分析；
- 可搭载飞秒激光加工系统进而实现自毫米级到纳米级的多尺度材料刻蚀加工。



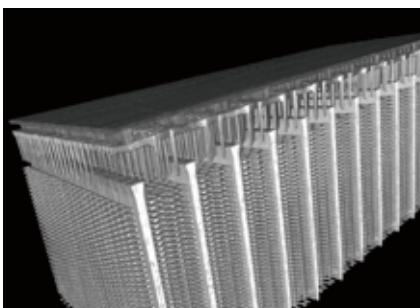
用于失效分析的截面样品。



硅槽，尺寸  $100 \times 30 \times 25\ \mu\text{m}^3$ ，利用 100 nA 离子束束流 10 分钟可完成加工。



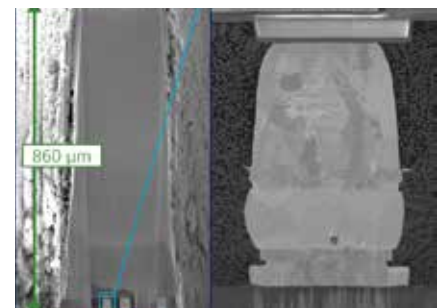
Si 的 <110> 取向 STEM 照片。该 TEM 样品由 Crossbeam 制备并利用低电压进行最终减薄。图片由 C. Downing, CRANN Institute, Trinity College, Dublin, Ireland. Nion UltraSTEM 200 提供。



NAND Flash 的高精度三维重构利用 Atlas 完成连续层析成像。



拥有独立仓室的飞秒激光加工系统在带来强烈蚀蚀能的同时可以避免污染主仓室。



利用激光制备深埋在表面  $860\ \mu\text{m}$  下的 micro bump 的截面样品。



# 无损三维高分辨率检测

半随着电子半导体行业的发展,电子半导体器件功能变得更强大,尺寸更小,结构更复杂,从而对其故障诊断提出更高的要求。蔡司 Xradia 3D X 射线显微镜提供了无损分析检测手段。无需制作切片,也无需破坏样品,即可精确定位缺陷位置,分析缺陷形态,查找失效原因,从而提高产品质量。

## 蔡司三维 X 射线显微镜

### 无损、三维、大样品高分辨率检测分析

蔡司 Xradia Versa X 射线显微镜采用光学 + 几何两级放大的成像架构,可实现大样品高分辨率三维成像,最高空间分辨率可达到 500 nm。能够在不破坏样品的情况下即可对缺陷位置精准定位,从而达到失效分析的目的。而蔡司 Xradia Ultra 系列产品在实验室便即可提供空间分辨率高达 50 nm 的三维 X 射线成像,为电子半导体工业的新要求和新的挑战提供解决方案。

#### ■ 高分辨率和高衬度成像能力

- 几何 + 光学两级放大的 CT 成像架构,可实现大样品局部高分辨率成像;
- 闪烁体和光学物镜耦合技术可实现高衬度成像;
- 多探测器系统,不同探测器可满足不同分辨率和视野范围的成像需求。

#### ■ 无损检测失效分析

- 无须制作物理切片即可实现对电子半导体样品内部缺陷或结构进行观察;
- 通过对高精度的样品台的控制和软件功能的配合,实现对样品内部失效位置的精准定位和局部三维放大成像;
- 优化了失效分析的复杂工作流程,让失效分析变得简单快速。

#### ■ 多种多样的应用

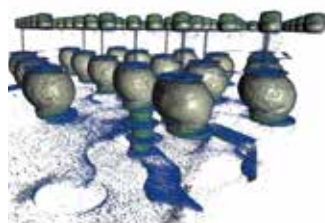
- 电子封装研发中,半导体封装样品结构纳米尺度可视化;
- 对完整封装器件的非破坏性亚微米级成像;
- 为先进半导体封装(包括 2.5/3D 和扇出封装)的工艺开发、产量提高和构造分析进行结构和失效分析;
- 为印刷电路板的逆向工程和硬件安全提供分析手段;
- 对芯片级封装,比如穿透硅通孔(TSV)和 MEMS 的工艺优化开发和缺陷表征,以及内部联线的失效分析。



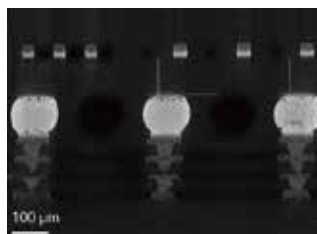
硅穿孔连线技术(TSV)— Xradia Ultra



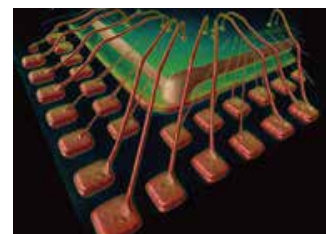
含 4 层晶片堆叠的 10 mm x 7 mm x 1 mm 封装内的 DRAM 封装互连。焊料挤压能轻松实现三维可视化, 0.8 μm/ 体素



50 mm x 75 mm x 1 mm 2.5D 封装内显示的封装互连,铜柱微 bump



2.5D 封装的虚拟横截面显示 C4 bump 内的焊接裂纹和孔洞



引线 — 失效分析

[www.zeiss.com.cn](http://www.zeiss.com.cn)

#### 卡尔蔡司(上海)管理有限公司

中国(上海)自由贸易试验区美约路60号(200131)  
Tel: (86)21-2082 1188 Fax: (86)21-5048 1193

#### 广州分公司

广州市天河区珠江东路16号高德置地冬广场G座3804室(510623)  
Tel: (86)20-3719 7558 Fax: (86)20-8769 0609

全国免费服务热线: 4006-800-720

#### 北京分公司

北京市海淀区北三环中路44号F座F105, F201-F207(100088)  
Tel: (86)10-8517 4188 Fax: (86)10-6566 3319

#### 成都分公司

成都市人民南路三段1号平安财富中心2201-2202室(610041)  
Tel: (86)28-6272 6777 Fax: (86)28-6272 6788



蔡司显微镜