

1、电子光学系统

■1.1 电子枪：肖特基场发射电子枪

■1.2 分辨率： $\leq 1 \text{ nm}$ @ 15 kV； $\leq 1.5 \text{ nm}$ @ 1 kV

■1.3 加速电压范围： $\geq 200 \text{ V} \sim 30 \text{ kV}$

■1.4 束流范围： $\geq 2 \text{ pA} \sim 10 \text{ nA}$

■1.5 最大写场范围： $\geq 1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$

■1.6 电子束闸响应时间： $\leq 50 \text{ ns}$

■1.7 最小束斑尺寸： $\leq 2 \text{ nm}$

■1.8 放大倍数范围： $\geq 1 \times \sim 2,500,000 \times$ （光学放大 $\geq 1 \sim 16 \times$ ）

■1.9 透镜系统：高压管末端减速电场与极靴磁场复合透镜系统

★1.10 极靴：水冷循环恒温物镜极靴

★1.11 高压加速管：镜筒内由高压加速管保持高能电子快速穿过镜筒，并在电子离开极靴时提供减速电场，降低电子能量，提升低加速电压的分辨率

2、真空系统

■2.1 泵组：机械泵 ≥ 1 台，涡轮分子泵 ≥ 1 台，离子泵 ≥ 2 台

■2.2 真空度：电子枪真空度 $\leq 9 \times 10^{-8} \text{ Pa}$ ；样品仓真空度 $\leq 5 \times 10^{-4} \text{ Pa}$

■2.3 真空控制：全自动，具有真空互锁功能，有效避免误操作

3、样品仓和样品台

■3.1 样品台激光干涉系统：激光干涉样品台（激光干涉仪分辨率 $\leq 1 \text{ nm}$ ）

■3.2 样品台类型：高精度电机加纳米压电陶瓷补偿的全闭环样品台，高精度电机保证样品台的快速移动，纳米压电陶瓷补偿保证样品台位移精度

■3.3 样品台行程： $X \geq 105 \text{ mm}$ ； $Y \geq 105 \text{ mm}$ ，最小步进精度 $\leq 1 \text{ nm}$ ，重复定位精度 $\leq 10 \text{ nm}$

■3.4 样品台承重： $\leq 0.5 \text{ kg}$

■3.5 拼接精度： $\leq \pm 35 \text{ nm}$ （ $\text{mean} + 2\sigma$ ）

▲3.6 套刻精度： $\leq \pm 35 \text{ nm}$ （ $\text{mean} + 2\sigma$ ）

■3.7 样品交换仓：配备快速换样交换仓，采用独立机械泵快速抽真空，抽真空时间： $\leq 3 \text{ min}$

■3.8 最大晶圆样品尺寸： ≥ 4 英寸

▲3.9 最小单次曝光线宽：≤10nm

4、探测器

■4.1 ETD 样品仓内二次电子探测器

■4.2 In-Lens 镜筒内高分辨电子探测器

5、软件和图像显示

■5.1 一体化 UI 界面，电镜操作和电子束曝光专用功能集成于一个软件下，无需切换不同软件

■5.2 图像显示：≥512x512 或≥1024x1024

■5.3 图像保存：≥6kx6k

■5.4 自动调整：自动亮度对比度、小窗口成像

■5.5 导航定位：标配光学导航，样品定位更直观准确

■5.6 显示方式：全屏显示、分屏显示

■5.7 图像存储格式：TIFF、JPG、PNG 等格式

■5.8 测量功能：支持多种测量标记工具，如长度、角度、直径等

■5.9 自动调整功能：自动聚焦、自动像散、自动亮度对比度等

■5.10 计算机配置：不低于 windows 10 专业版；专用工作站；CPU 不低于 I5；内存≥16G；硬盘 ≥500G，显示器≥24 寸（专业图像显示器，分辨率 1920×1200）

6、图形发生器

■6.1 电子束主扫描场：20 位数模转换

■6.2 最高扫描频率：≥50MHz

■6.3 最小驻留时间：≤20ns

■6.4 写场畸变校正：包含激光干涉仪标定的 9 点校正软件自动写场畸变校正

■6.5 网口：千兆网口通信

7、专用曝光软件

■7.1 版图处理：支持 GDSII、DXF、BMP 等标准版图格式，并提供图形的导入、旋转和缩放等；显示图形尺寸；位图导入和转换；图层信息显示与选择；自由定义曝光场位置；图元批量自动处理

■7.2 曝光参数设定：用户可以设定电子束的加速电压、束流强度、剂量、写场大小和聚焦条件等曝光参数，以确保满足不同材料和工艺要求；图形曝光绘制过程可视化；曝光坐标生成所见即所得

■7.3 曝光设置：具有数据下载进度和曝光进度显示条；可设置步进单位和步进长度；扫描路径包括顺序扫描、循环扫描；支持区域曝光剂量、线剂量设置，实现高分辨率的复杂图形加工

■7.4 剂量校正：根据图形形状、面积分配合适的剂量比例

■7.5 套刻：原位套刻、三点套刻。可输入定点和曝光点坐标

■7.6 场拼接：S 型拼接模式、自定义拼接场大小、自动分隔拼接场

■7.7 邻近效应矫正：集成于软件内部的自研邻近效应矫正软件

8、混合光刻光源

■8.1、曝光光源： $\leq 385\text{nm}$ （投影光斑均匀度优于 90%）；

■8.2、引导光源： $\leq 560\text{nm}$ ；

■8.3、观察光源：白光，已做滤波处理，避免白光对光刻胶特性造成影响；

9、混合光刻性能

■9.1、掩模版类型：数字掩模版；

▲9.2、高速 DMD：DLP6500+DLPC910；

分辨率： $\geq 1920 \times 1080$ 像素；

像素尺寸： $\geq 7.56 \mu\text{m}$ ；

位深： $\geq 16\text{bit}$ ；

■9.3、最小线宽： $\leq 0.8 \mu\text{m}$ ；最小等间距线栅 $\leq 1 \mu\text{m}$ ；

★9.4、物镜切换：配备 ≥ 3 个物镜接口、光刻物镜 ≥ 3 个；

光刻物镜 20x， $\geq 70\text{mm}^2/\text{min}$ ；

光刻物镜 10x， $\geq 200\text{mm}^2/\text{min}$ ；

光刻物镜 5x， $\geq 500\text{mm}^2/\text{min}$ ；

■9.5、套刻精度： $\leq 5\text{mm} \times 5\text{mm} @ 0.3 \mu\text{m}$ ；

■9.6、相机：靶面尺寸 ≥ 1 英寸，像素 ≥ 2000 万；

▲9.7、对焦模式：激光主动对焦（对焦速率 $\leq 100\text{ms}$ ）、图像自动对焦；

■9.8、可支持样品厚度： $\geq 0-15\text{mm}$ ；

■10、混合光刻样品台

10.1、最大样品尺寸： ≥ 8 寸（带真空吸附套件）；

10.2、电动旋转样品台配备专用精密样品夹具，可可靠固定硅片、薄膜等微纳样品，实现样品定位锁紧，保证曝光过程中样品位置精准无偏移。

10.3、XY 轴样品台：气浮导轨+直线电机，重复定位精度 $\leq \pm 0.15 \mu\text{m}$ ，分辨率 $\leq 20\text{nm}$ ；

10.4、Z 轴电动台：行程 $\geq 20\text{mm}$ ，步进精度 $\leq 20\text{nm}$ ；

10.5、R 轴电动台： 360° ，步进精度 $\leq 0.0003^\circ$ ；

10.6、配备气浮隔震台

11、混合光刻软件功能

■11.1、套刻辅助：通过将物象绑定与套刻对准深度融合，大大提高对准效率，能够更加直观判断对准效果；

■11.2、原位绘图：结合第三方开源软件，实现样品的原位光刻功能；

■11.3、显微拼接：通过快速拍摄样品表面不同位置的显微图片，通过算法融合形成一幅大视场的显微图，帮助用户观察样品表面情况、呈现光刻结果；

■11.4、多任务光刻：

场景一：对同一图层的不同区域设置不同的光刻剂量，实现最佳的光刻效果；

场景二：不同图层或多个图案文件设置不同光刻剂量，实现高效光刻流程；

■11.5、拼接精度校正：内置拼接校正算法，用于校正拼接错位；

11.6、切图模块：

■11.6.1、CAD 图形渲染

在切图前为用户提供 CAD 图形预览与交互功能，整体渲染基于 OpenGL 实现，利用 GPU 硬件加速，相较于传统 GDI+ 绘制方式，在渲染效率和交互流畅度上均有显著提升。

（1）超大规模文件支持：最大可支持打开百万级以上图元数量的 CAD 文件，支持 dxf、dwg、gds、bmp、png、jpeg 等多种格式。

（2）高速加载能力：对于包含约 10 万个图元的 CAD 文件，打开时间仅需 ≤ 3 秒左右。

(3) 高流畅交互体验：对于包含约 100 万个图元的 CAD 文件，平移、缩放、框选等操作无明显卡顿。

■11.6.2、CAD 切图

(1) 高性能切图：对切图业务逻辑引入多线程、模板匹配等加速策略，切图性能可达约 500 张/分钟。

(2) 自定义框选切图：支持用户自定义框选区域，灵活指定不要被切割的图形区域。

(3) 图形仿射变换：在切图阶段引入仿射变换能力，可对图形进行精确的旋转、缩放、平移及剪切操作。

(4) 特色功能增强用户体验：集成测量、切图结果预览等辅助功能，用户可在曝光前直观验证切图效果。

■11.6.3、切图日志：记录每次切图操作的关键信息，包括时间、源图文件路径、结果保存路径及切图参数配置。支持一键导入历史配置，实现快速复用；同时支持添加备注信息，并提供基于备注的模糊搜索功能，便于切图记录的追溯与管理。

■11.6.4、光强校准：通过灰度调制技术对曝光图形进行精细补偿，有效校正 DMD 光强分布不均问题，提升曝光一致性，降低因光强差异带来的微观尺寸误差，提高加工精度与稳定性。

▲11.6.5、三维光刻：支持基于灰度高度映射的三维光刻切图，可将三维模型或高度数据转换为对应的灰度曝光图，实现精确三维形貌控制。

■11.7、跨分辨率光刻：可同时用不同分辨率光刻镜头进行光刻，提高关键尺寸得光刻质量，同时提高光刻效率；

■11.8、可支持数据格式：DXF、GDS、bmp、png 等；

■12、其它附件

12.1、UPS：≥4h 省电模式（可选更长时间）

12.2、减震台：标配主动式减震台