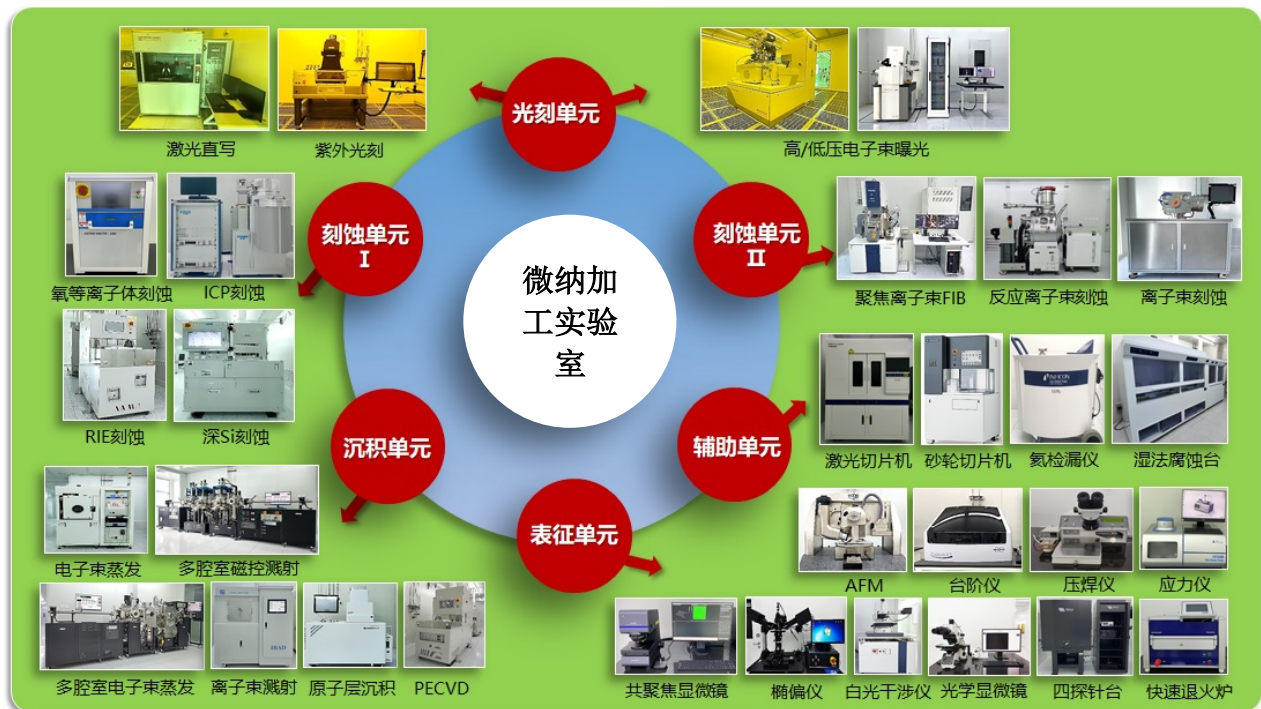


微纳加工实验室简介

微纳加工实验室主要满足综合极端条件实验装置的用户及各系统测试所必须的微纳结构与器件的制备需求。实验室包含百级洁净区和千级洁净区，其中百级洁净区为黄光区，分为四个功能区域，可进行不同方式曝光、显影以及涂胶等工艺过程；千级洁净区分为八个功能区域，可进行各种材料的光刻、沉积、刻蚀等工艺过程及其微纳结构表征与物性测试。微纳加工实验室的主要工艺指标包括电子束光刻最小线宽为 8 nm，紫外光刻最小线宽为 0.5 μm ，激光直写分辨率为 600 nm，硅材料刻蚀最小线宽为 30 nm，硅材料刻蚀最高深宽比为 30:1，硅材料刻蚀侧壁倾斜角度在 $85^\circ \sim 92^\circ$ 可调。

微纳加工实验室超净平台和仪器设备情况



微纳加工实验室主要性能指标

主要功能	主要指标
电子束曝光	最小线宽为 8 nm
紫外曝光	最小线宽为 0.5 μm
激光直写	分辨率为 600 nm
硅材料刻蚀	最小线宽 30 nm 最高深宽比 30:1 侧壁倾斜角度 85°-92°可调

微纳加工实验室的仪器设备共有 43 台套：包括 4 台曝光设备、9 台沉积设备、9 台刻蚀设备、10 台表征设备及 11 台辅助设备。以下为各单元主要设备介绍：

1. 光刻单元

光刻单元共计设备 4 台：高压电子束曝光机、电子束扫描/直写系统、激光直写系统、接触式光刻机。

(1) 电子束光刻系统

电子束光刻通过直写方式，在基底上制备光刻胶图形，具有超高分辨率、纳米级精度及复杂图形等加工优势。下图分别为高压和低压电子束曝光系统的设备照片。



高电压电子束曝光机 (Raith EBP5200)



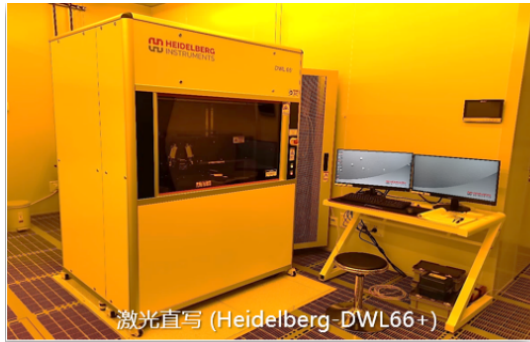
低压电子束曝光系统 (Raith e-Line Plus)

最小线宽： $\leq 8\text{nm}$ ； 写场拼接精度： $\leq \pm 15\text{nm}$ ； 套刻精度： $\leq \pm 15\text{nm}$ ； 最大写场尺寸：1mm
最大高压：100KV； 最大样品尺寸：8 英寸； 束流稳定性： $\leq \pm 0.5\%/h$ ； 束位置稳定性： $\leq 50\text{nm}/h$

(2) 激光直写和紫外光刻系统

激光直写系统和紫外光刻系统分别用于直写和掩模版制备微米及亚微米尺度的光刻胶图形，可用于各种功能材料的微米和亚微米结构与器件加工制备。下

图分别为激光直写系统和紫外曝光系统的设备照片。



激光直写 (Heidelberg DWL66+)

最高分辨率:	0.6 μm
最大直写速率:	600 mm^2/min
最大样品尺寸:	8英寸
激光控制能阶:	255阶
套刻精度:	$\leq 100\text{nm}$



紫外光刻 (SÜSS-MA/BA6)

最高分辨率:	0.5 μm
光强均匀性:	$\geq 97.5\%$
最大样品尺寸:	6英寸
正面套刻精度:	$\leq 0.5\mu\text{m}$
背面套刻精度:	$\leq 1\mu\text{m}$

2. 沉积单元

沉积单元共计设备 9 台：等离子体增强化学气相沉积系统、多腔室超高真空磁控溅射系统、多腔室超高真空电子束蒸发系统、热蒸发镀膜机、原子层沉积镀膜机、离子束溅射沉积系统、富氧电子束沉积系统、离子溅射仪、晶圆光刻预处理系统。下图为多腔室超高真空-磁控溅射和电子束蒸发系统的技术参数。



多腔室超高真空磁控溅射镀膜系统:

配置三个高真空腔体, 可分别沉积 Nb、Ta、Fe、Au 等金属薄膜 TiN、ITO 等氮化物、氧化物薄膜, 同时可实现低温沉积铝薄膜。
 ○ **技术指标:** 极限真空: $\leq 2 \times 10^{-10}$ Torr; 样品最大尺寸: 4 英寸; 薄膜均匀性: $\leq 3\%$; 最高加热温度: $\geq 850^\circ\text{C}$; 溅射靶尺寸: 3 英寸; 射频源功率: $\geq 500\text{W}$



多腔室超高真空电子束沉积系统:

配置一个离子铣室和两个高真空腔体, 可分别用于高质量超导 Al 膜的等离子清洗、电子束沉积和动/静态氧化处理等工艺过程。
 ○ **技术指标:** 极限真空: $\leq 5 \times 10^{-10}$ Torr; 样品最大尺寸: 4 英寸; 薄膜均匀性: $\leq 2\%$; 最高加热温度: $\geq 1000^\circ\text{C}$; 氧化室最大流量: 200sccm, 静态和动态氧化可调控。

3. 刻蚀单元

刻蚀单元共计设备 9 台：聚焦离子束刻蚀机、反应离子束刻蚀系统、电感耦

合等离子刻蚀系统（2台）、反应离子刻蚀（2台）、氩离子束刻蚀机、微波等离子体刻蚀机、湿法刻蚀系统（2台），其中主要刻蚀设备的照片和技术参数如下。

(1) 聚焦离子束刻蚀和反应离子束刻蚀系统



聚焦离子束刻蚀系统 (Hitachi - NX5000)

- 配置了电子束、Ga⁺及Ar离子束，可直写加工各种微纳器件和纳米人工结构，并具有高分辨成像和材料沉积功能。
- Ga⁺分辨率：4.0nm@30KV；二次电子分辨≤0.7nm@15KV；最大样品尺寸：2cm×2cm；可沉积金属：C、W、Pt。



反应离子束刻蚀系统 (Haasrode-Lorem-R)

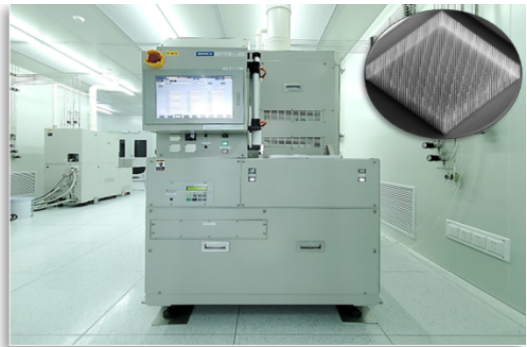
- 刻蚀金属及半导体介质膜等材料，实现异形结构如闪耀和倾斜光栅刻蚀，也能实现正常微纳结构刻蚀。
- 最大样品尺寸：8英寸，SiO₂刻蚀速率：≥20nm/min；选择比：Cr/SiO₂ ≥ 3:1；刻蚀深宽比：≥3:1；均匀性：≤±5%。

(2) 电感耦合等离子刻蚀系统



电感耦合等离子系统 (Sentech - SI 500)

- 主要用于氧化物及半导体材料刻蚀加工，制备各种微纳结构。
- 最大样品尺寸：8英寸；下电极温度-20°C~250°C；刻蚀深宽比：≥5:1；选择比：PR/GaAs：≥ 4:1，SiO₂/LnP>10:1；刻蚀均匀性：<5%；侧壁倾斜角：90±1°。

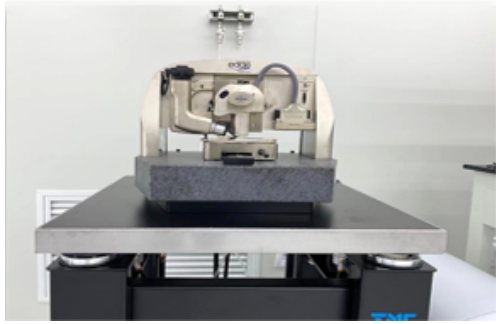


电感耦合等离子体刻蚀 (Samco - RIE-400iPB)

- 用于深硅刻蚀工艺，实现具有高深宽比的微纳结构。
- 最大样品尺寸：4英寸；刻蚀深宽比：≥30:1；最大刻蚀速率：≥8μm/min选择比：Si/PR ≥ 25，SiO₂/Si ≥ 400；刻蚀均匀性：<5%。

4. 表征单元

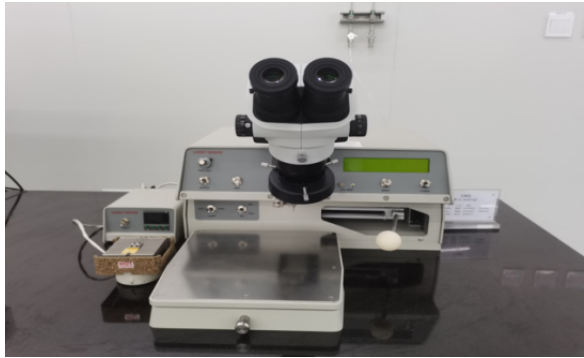
表征单元共计设备 10 台：原子力显微镜、台阶仪、精密移动台、金相显微镜、数字显微镜、体视显微镜、薄膜应力仪、激光共聚焦显微镜、椭偏仪、白光干涉仪。下图为原子力显微镜（Dimension edge）的照片和技术参数，原子力显微镜利用原子-分子间的作用力来观察物体表面微观形貌，是研究包括绝缘体在内的固体材料表面结构的分析仪器。

**技术指标:**

扫描范围:	90 μm \times 90 μm \times 10 μm
Z方向噪音水平:	< 0.05 nm
XY方向噪音水平:	< 0.15 nm
最大样品尺寸:	\geq 150mm
下针方式:	全自动下针

5. 辅助单元

辅助单元共计设备 11 台：引线键合、激光划片机、砂轮切片机、快速退火炉、程控旋涂匀胶机（2 台）、程控干胶仪（2 台）、干燥样品柜（2 台）、真空烘箱。下图为引线键合仪的照片和技术参数，主要用于实现片内微纳器件之间的金属引线连接。

**技术指标:**

键合压力:	10-150g
样品最大尺寸:	2cm \times 2cm
超声最大功率:	4W
键合丝:	SiAl丝/Au丝
焊丝线径:	25 μm

实验站联系人:

张老师, 邮箱: zhangzs@iphy.ac.cn。