



# 上海科技大学量子器件中心 (SQDL) 工艺设备 SOP

## 电子束曝光机系统 ELS-F125G8

版本：V1

发布年份：2023 年

设备管理工程师：翁思远、张妍亭

## 目 录

1.0 设备、工艺概述 ProcessSummary.....	1
2.0 材料控制 Material Controls & Compatibility.....	2
3.0 名词定义 Definition s& Process Terminology.....	2
4.0 安全规范 Safety .....	2
5.0 参考数据 Process Data.....	2
6.0 工艺原理 Process Explanation.....	3
7.0 操作流程 Process Procedure .....	3
8.0 维护记录.....	12
9.0 故障指南 Troubleshooting Guidelines.....	12
10.0 参考图表 Figures & Schematics .....	12
1、设备负责人及联系方式（Tool Administrator & Contact Information） .....	13
2、违规处罚（Violation&Penalty） .....	13

### ELS-F125G8整体外观



#### **1.0 设备、工艺概述 ProcessSummary**

1.1 电子束光刻技术是利用纳米电子束斑在光刻胶上扫描，改变光刻胶的显影特性，可获得纳米级分辨率的图形结构。微纳器件加工中曝光纳米级结构图型，可用于各种纳米结构及器件、光刻掩膜版以及纳米压印模板等的加工。

1.2 Elionix ELS-F125G8电子束曝光系统Electron Beam Lithography主要用作各种图形结构的光刻，可以设定多种工艺参数以满足实验要求。本设备配置125KV的最大加速电

上海科技大学量子器件中心工艺设备SOP：电子束曝光机系统 ELS-F125G8

压，最大束流达到100nA，可以满足纳米级图形结构光刻的需求。

## **2.0 材料控制 Material Controls & Compatibility**

2.1 可放置8寸及以下标准硅片，最小尺寸5mm\*5mm小片。

2.2 加速电压125kV，100kV，50kV，25kV。

## **3.0 名词定义 Definition s& Process Terminology**

3.1 束流： Beam Current

3.2 隔离阀： Isolation Valve

3.3 加速电压： Acceleration

3.4 写场： Field Size

3.5 剂量： Area Dose

3.6 主腔体： Main Chamber

3.7 溅射离子泵： Sputter Ion Pump(SIP)

## **4.0 安全规范 Safety**

4.1 电子枪需要高真空状态，在主腔体(Main Chamber)真空度达到  $7E-5Pa$  以下才可以打开隔离阀(Isolation Valve)。

4.2 所有进入实验室的人员应时刻留意是否有气体和冷却水泄露，温度和湿度是否正常，发现异常时应停止工作并立即向EBL工程师和实验室管理人员报告。

4.3 曝光运行过程中，禁止进入EBL设备房间内。

## **5.0 参考数据 Process Data**

5.1 加速电压： 125 kV, 100 kV, 50 kV, 25 kV

5.2 最小束斑：  $\leq 4 \text{ nm @} 1 \text{ nA}$

5.3 最小线宽： 8 nm

5.4 束流范围： 5 pA~100 nA

5.5 场拼接精度：  $\leq 10 \text{ nm}$ （高精度模式）

5.6 对准精度：  $\leq 15 \text{ nm}$ （高精度模式）

5.7 最大写场范围：  $500 \text{ um} * 500 \text{ um}$ （高精度模式）

上海科技大学量子器件中心工艺设备SOP：电子束曝光机系统 ELS-F125G8

5.8 样品尺寸：10mm、15mm、20mm、30mm、2"、3"、4"、6"、8"

## **6.0 工艺原理 Process Explanation**

6.1 EBL利用纳米电子束斑在光刻胶上扫描，改变光刻胶的显影特性，可获得纳米级分辨率的图形结构。常规光刻工艺需要根据所选光刻胶设置曝光剂量。根据Dot以及Beam Current和Dose等参数，计算所需的Dose Time。

## **7.0 操作流程 Process Procedure**

### 7.1 待机检测

7.1.1 检查设备的水、电、气等处于正常状态，无报警显示。



图 2. 设备故障报警显示信息面板

7.1.2 确认 SIP1、SIP2 和 SIP3 真空度，记录 SIP1、SIP2 和 SIP3 的真空数值。

(SIP1真空度维持在 $3E-7$  Pa, SIP2 真空度维持在 $2E-5$  Pa)



图 3. 设备SIP真空度数值面板

## 上海科技大学量子器件中心工艺设备SOP：电子束曝光机系统 ELS-F125G8

7.1.3 确认高压工作正常，记录Gun Monitor内Acceleration以及Current等数值。

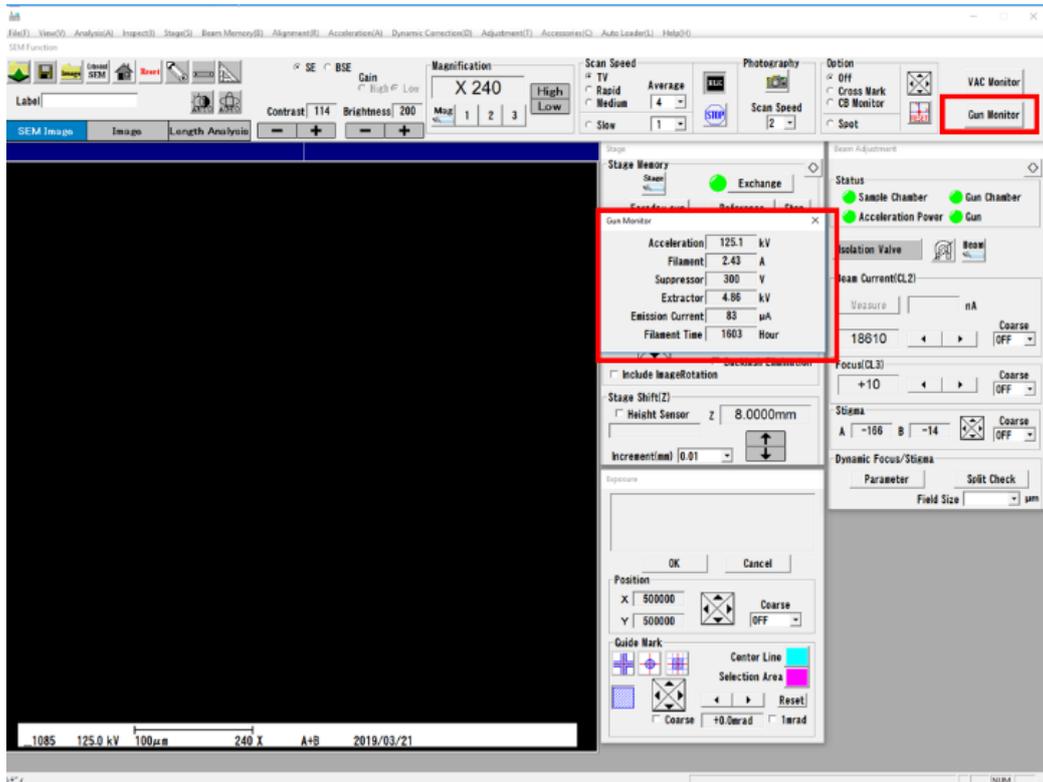


图 4. 电子枪信息

7.1.4 确认EBL机台房间内的温湿度（22℃，42%）。

7.1.5 确认Chiller内冷却水的量是否低于Low线。

7.2 开启EBL工作界面

7.2.1 确认各项无报警显示；

7.2.2 电脑桌面点击SEM GUI图标，开启EBL工作软件；



图 5. EBL工作软件示意图

7.2.3 电脑桌面点击WecaS图标，开启曝光程序编辑软件；



图 6. WecaS工作软件示意图

### 7.3 取样

7.3.1 关闭Isolation Valve，确认该按钮由橙色转变为灰色；

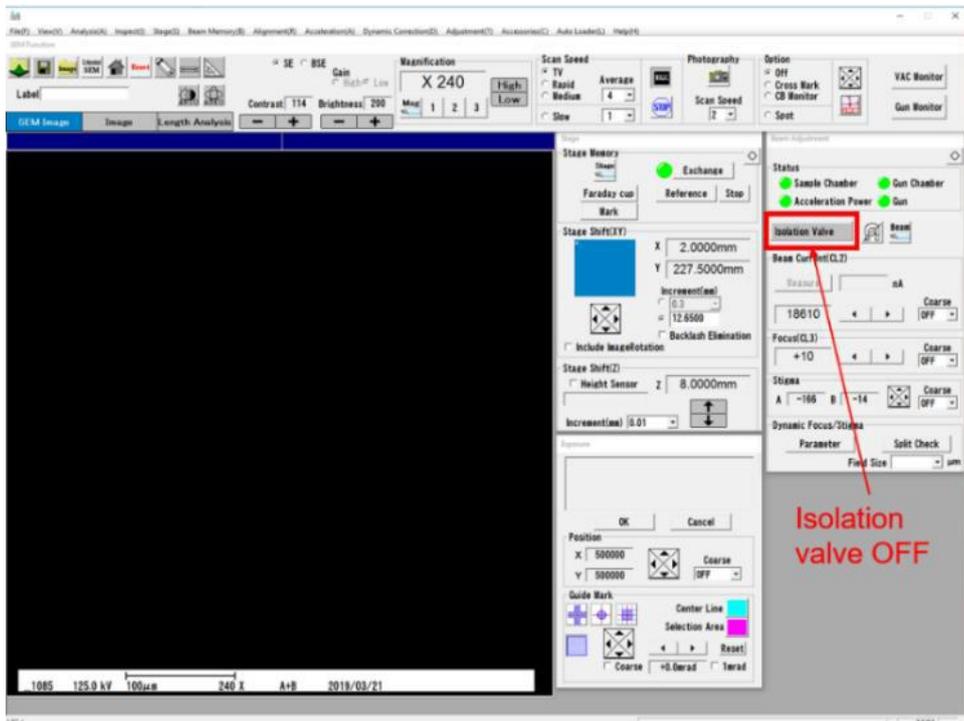


图 7. Isolation Valve关闭

7.3.2 点击Exchange按钮，使Cassette移送至Exchange位置，移动后Exchange由黑色变为绿色；

7.3.3 确认Isolation Valve的Sensor状态，红灯亮起，代表Isolation Valve处于关闭状态，可以进行下一步操作；

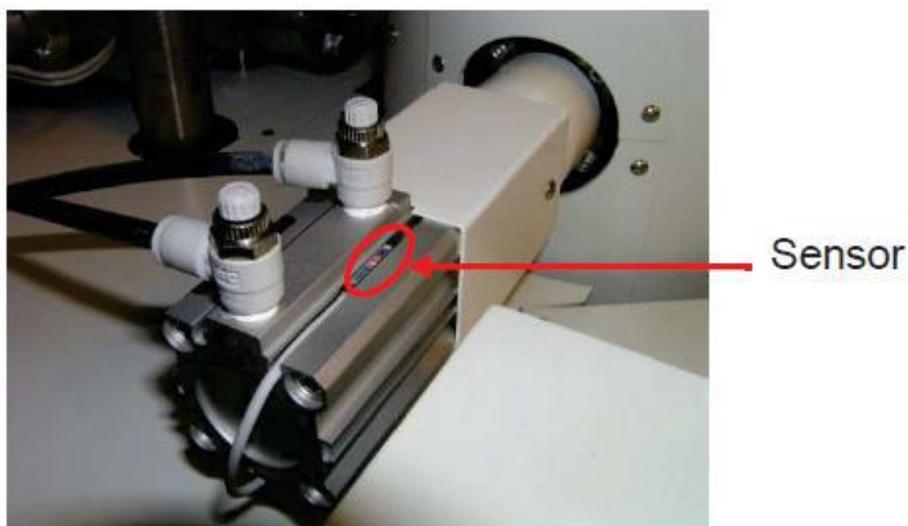


图 8. Isolation Valve Sensor 关闭状态示意图

上海科技大学量子器件中心工艺设备SOP：电子束曝光机系统 ELS-F125G8

7.3.4 确认Load-lock上START按钮为蓝色，UNLOAD和STAGE的灯亮起，按下START按钮，按钮变成黄色，显示STOP，Cassette开始由Chamber送至Load-lock 内，期间 UNLOAD 的灯闪烁；

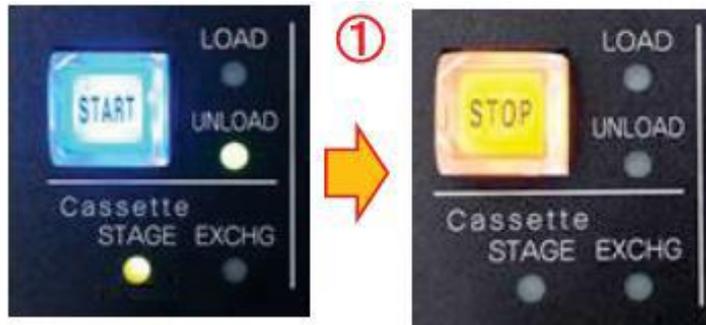


图 9. Load-lock 上按钮状态示意图

7.3.5 Cassette显示灯由STAGE变至EXCHG，START按钮变成蓝色，Cassette移交过程完成；

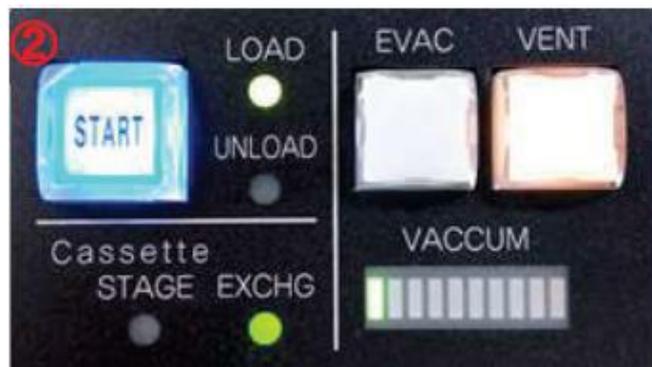


图 10. Cassette 移动完成后按钮控制面板

7.3.6 Unload动作完成，VENT指示灯亮起，按 VENT按钮，Load-lock开始充气，恢复至大气压；

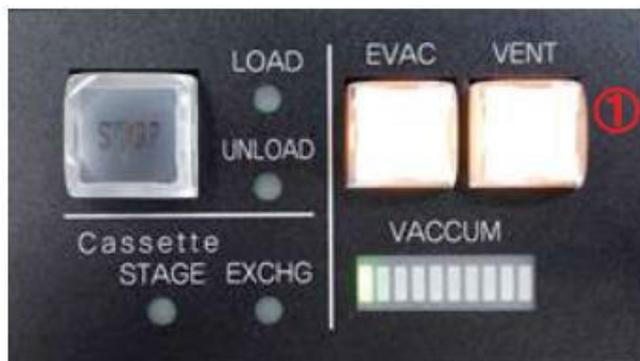


图 11. 按下VENT按钮，腔体开始充气

7.3.7 佩戴洁净手套，待VACCUM指示灯全部亮起后，拉起Load-lock腔门，取出

Cassette:



图 12. 开启腔门，取出Cassette示意图

7.3.8 如果更换样品需要较长时间，将Cassette放置在Cassette Holder上，按下EAC按钮，将Load-lock抽真空；

#### 7.4 送样

7.4.1 将样品固定在Cassette指定位置。注意：固定样品、取样只能用塑料头镊子，不得用金属头镊子接触Cassette；

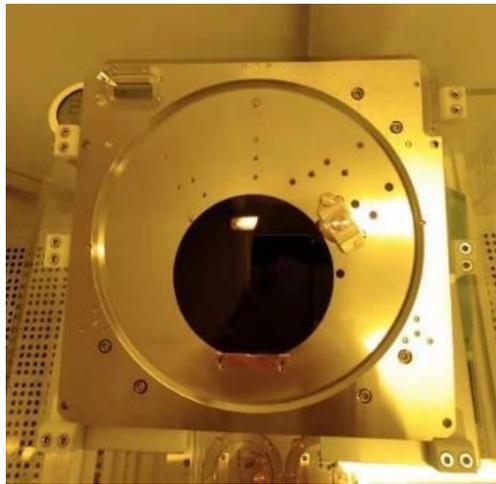


图 13. 样品固定示意图

7.4.2 将样品固定后，拿起Cassette，利用高纯氮气枪垂直吹扫样品表面，保证洁净度；



图 14. 氮气枪示意图

7.4.3 按下VENT按钮，待VACCUM指示灯全部亮起后，拉起Load-lock腔门。

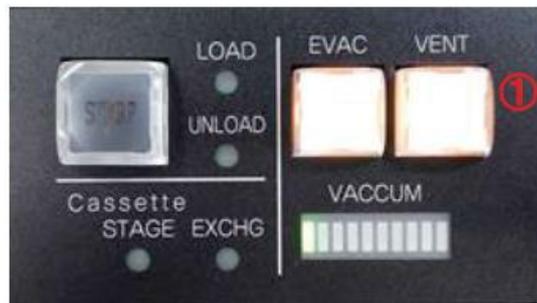


图 15. 按下VENT按钮，腔体开始充气

7.4.4 保持Load-lock腔体及样品的洁净，将Cassette放置于Load-lock内，确认放置稳固。



图 16. Cassette 放置示意图

7.4.5 盖上Load-lock腔门，检查START按钮呈现蓝色，LOAD和EXCHG指示灯亮起，

上海科技大学量子器件中心工艺设备SOP：电子束曝光机系统 ELS-F125G8

按下START按钮，Cassette自动由Load-lock移送至Stage上，直至UNLOAD和STAGE 指示灯亮起，送样过程完成）。

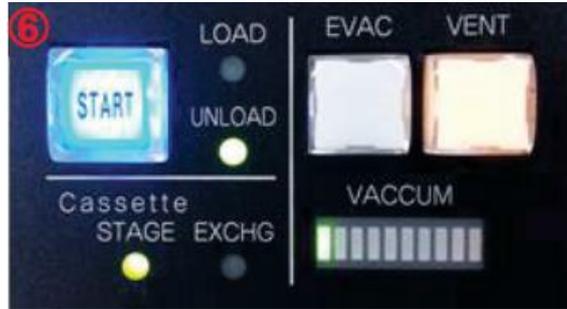


图 17. 送样过程完成后各按钮示意图

## 7.5 曝光前准备工作

7.5.1 将Stage移至Faraday Cup位置，确认Isolation Valve处于开启状态，点击BLK按钮，点击Beam Current的Measure按钮，测量Beam Current的数值，再次点击Measure按钮，关闭BLK按钮。

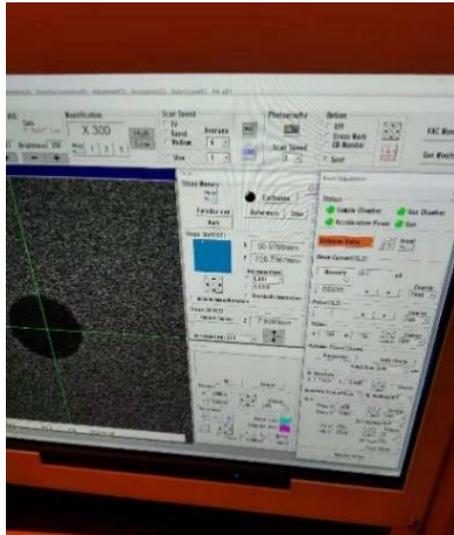


图 18. 测量Beam Current示意图

7.5.2 若Beam Current 数值与设定值不符，在Beam Memory选择所需的束流数值，再次点击Measure按钮，关闭BLK按钮。

7.5.3 将Stage移至Reference位置，点击BLK按钮，进行聚焦和像散调节，关闭BLK按钮，完成曝光准备事项。

## 7.6 曝光参数编辑

7.6.1 打开Beamer软件，import输入目标GDS文件；

7.6.2 按照需求对Pattern进行PEC、Heal等操作；

上海科技大学量子器件中心工艺设备SOP：电子束曝光机系统 ELS-F125G8

7.6.3 根据需求，点击Export，设置Field Size等参数，输出SCON文件；

7.6.4 将Beamer输出的SCON、SCCC、SCBC等文件转移至EBL电脑中；

7.6.5 在WecaS软件中编辑Schedule文件，根据所需的剂量，计算设置Dose Time，编辑Note，记录曝光参数，点击Next；

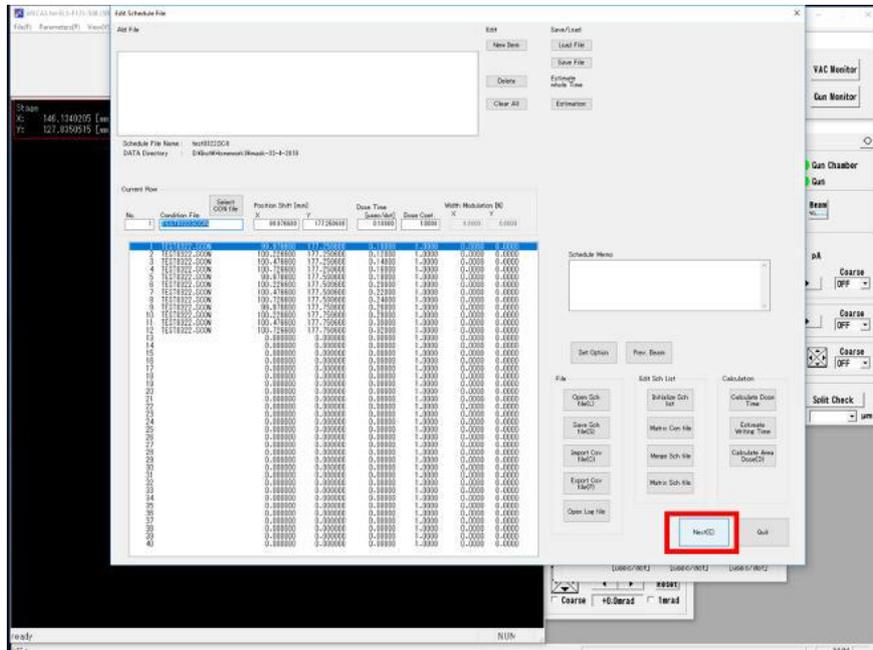


图 19. Schedule 文件编辑示意图

7.6.6 选择合适的 Sample Holder 类型，Move Pattern 至所需曝光的位置，点击 Next；

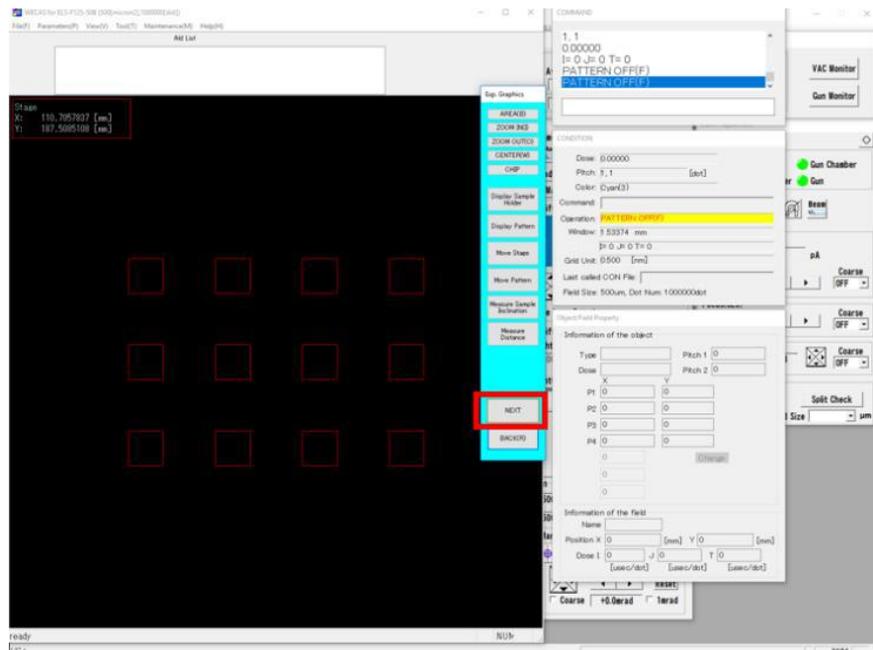


图 20. 曝光文件示意图

## 7.7 曝光

7.7.1 设置好曝光文件后，继续WecaS软件界面，点击Next；

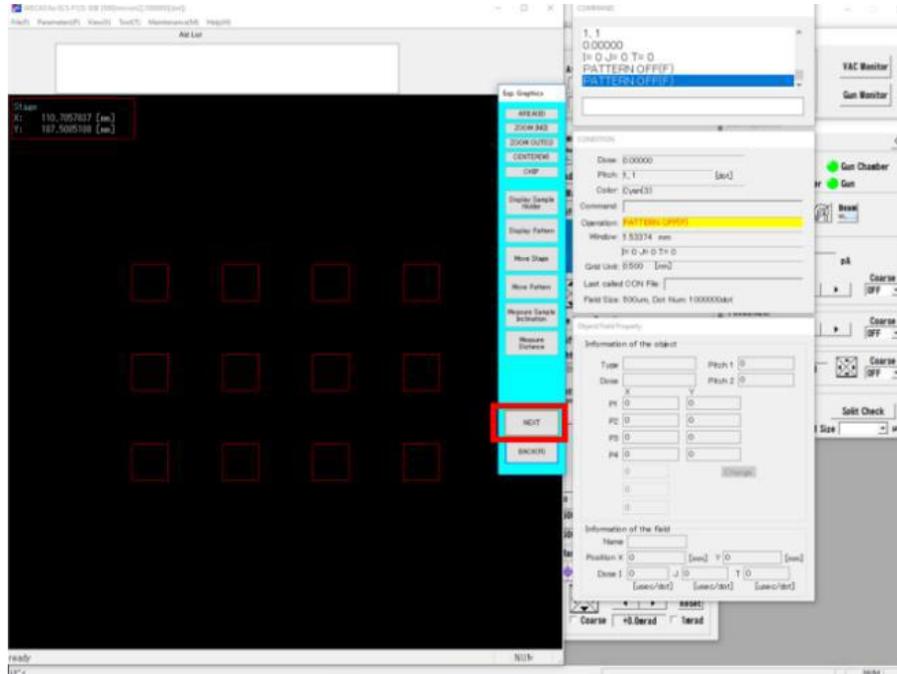


图 21. 确认曝光参数，点击Next

7.7.2 点击Calc按钮，预估曝光时间Estimated Time；

7.7.3 确认Isolation Valve处于开启状态，点击Exposure，进行曝光；

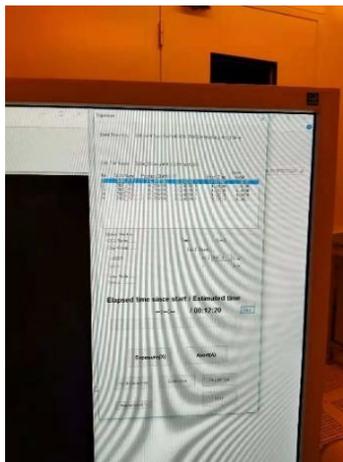


图 22. 确认曝光参数无误，点击Exposure开始曝光

7.7.4 曝光完成后出现Exposure result界面，点击OK；

7.7.5 关闭Isolation Valve，点击Exchange按钮，取出Cassette；



## 1、设备负责人及联系方式（Tool Administrator & Contact Information）

中心工程师：翁思远，[wengsy@shanghaitech.edu.cn](mailto:wengsy@shanghaitech.edu.cn)

张妍亭，[zhangyt2@shanghaitech.edu.cn](mailto:zhangyt2@shanghaitech.edu.cn)

## 2、违规处罚（Violation&Penalty）

用户需严格遵守仪器设备的要求规范操作，一经发现违规行为（有摄像头监视以及不定期的巡检人员），中心将按照《量子器件中心用户纪律和违规处罚管理暂行办法》执行处罚措施。

# 电子束曝光系统 Electron Beam Lithography System

### 一、曝光前准备

记录仪器SIP的真空度，以及电子枪的参数，做好使用登记。

打开SEM和WecaS软件。

取样：**Isolation Valve → Exchange → Start → Vent**

关闭隔离阀Isolation Valve，点击Exchange使样品台移动至交换位置；

检查Isolation Valve Sensor的状态，红灯亮起，确认隔离阀关闭；

确认Load-lock上START按钮为蓝色，UNLOAD和STAGE的指示灯亮起，按下START按钮；LOAD和EXCHG的指示灯亮起，按下VENT按钮，Load-lock开始充气，恢复至大气压；拉起Load-lock腔门，取出Cassette；按下EAC按钮，将Load-lock抽真空。

送样：**固定样品 → VENT → 放置cassette → START**

将样品固定在Cassette指定位置。注意不得划伤Cassette；

利用高纯氮气枪垂直吹扫样品；按下VENT按钮，Load-lock开始充气，恢复至大气压；

拉起Load-lock腔门；小心放入Cassette，左右移动Cassette，确认放置稳固；

检查START按钮呈现蓝色，LOAD和EXCHG指示灯亮起，按下START按钮

UNLOAD和STAGE指示灯亮起，START按钮变为蓝色，送样过程完成。

确认 Beam：**Isolation Valve → Faraday Cup → Measure → Reference → Focus**

点击Faraday Cup，将Stage移至Faraday Cup位置，

确认主腔体的真空度优于7E-5Pa，开启Isolation Valve；

点击Measure按钮，测量Beam Current 的数值，调节箭头可以改变Beam Current的数值；

点击Reference按钮，移动Stage到达Reference位置；调节Focus和Stigmator。

### 二、参数设置

曝光所需要的文件类型为SCON。

准备SCON文件：**打开Beamer软件 → 输入gds文件 → 设置pattern → 输出SCON file → 确认Dot, Field size和Pitch参数；**

### 三、曝光

曝光参数可以根据需求进行调节。

上海科技大学量子器件中心工艺设备SOP：电子束曝光机系统 ELS-F125G8

**曝光程序：**打开WecaS软件→编辑Schedule→确定pattern位置→计算Dose Time→设置Dose Time等参数→选择合适的样品Holder→移动pattern→预估所需时间→曝光→关闭隔离阀Isolation Valve.

### 1. Exposure preparation

Confirm the vacuum of SIP and Gun Monitor parameters. Record the vacuum of the instrument and register. Start SEM and WecaS software.

**Unload the Cassette: Isolation Valve→ Exchange→ Start→ Vent**

Close Isolation Valve and move the stage to the Exchange position by clicking Exchange;

Check the Isolation Valve sensor is lighting to confirm the closed state;

Confirm that the START button is blue, UNLOAD and STAGE are lit green. Press the blue START button; LOAD and EXCHG are lit. Press VENT button. The LED of VENT button turns off when the atmosphere pressure is reached;

Open the top cover and remove the cassette;

Push the EVAC button and pull the vacuum of the exchange room to finish.

**Load the Cassette: Mounting the sample→ VENT → Set the cassette→ START**

Mounting a sample onto the Cassette. Be careful not to scratch the Cassette;

Clean the sample by N<sub>2</sub> gun;

Press VENT button. The LED of VENT button turns off when the atmosphere pressure is reached;

Open the top cover;

Set the cassette. Make sure that the cassette is not shifted by moving the cassette to the right or left;

Confirm that the START button is blue, LOAD and EXCHG are lit green. Press the blue START button; UNLOAD and STAGE are lit. The color of START button is blue, loading is completed.

**Confirm Beam Condition: Isolation Valve→ Faraday Cup→ Measure→ Reference→ Focus**

Click Faraday Cup button to move the stage to the Faraday Cup position;

Open the Isolation Valve if the pressure of the main Chamber is better than 1E-4 Pa;

Click Measure button to measure beam current and adjust beam current by click the arrow;

Move the stage to the Reference position;

Adjusting the Focus and Stigmator;

### 2. Parameter Settings

The SCON file is necessary for the exposure.

**SCON File preparation: Start Beamer software→ Import the gds file→ Edit the pattern→ Export SCON file→ Confirm the Dot, Field size and Pitch values**

### 3. Exposure

The exposure procedure can be adjusted as required.

**The Exposure Procedure: Start WecaS software→ Edit Schedule→ Position→ Calculate Dose Time→ Set parameters→ Select Sample Holder→ Move pattern→ Estimated Time→ Expose→ Close Isolation Valve.**