

# 接触式光刻系统 MA6 标准操作流程

编写人员：彭鹏飞

版本：v4

## 目录

1. 设备功能 Tool Function.....	3
2. 设备使用登记 Register.....	3
3. 设备安全规范 Safety.....	3
4. 设备概述 Process Summary.....	3
5. 交叉污染控制 Cross-contamination Controls & Compatibility.....	4
6. 名词定义 Definitions & Process Terminology.....	4
7. 操作流程 Process Procedure.....	4
7-1 开机.....	4
7-2 打开汞灯.....	5
7-3 开启主机.....	5
7-4 光强测试.....	6
7-5 曝光参数设定.....	7
7-6 Hard 模式高精度 (1 μm) 曝光.....	8
7-7 曝光程序设置 (可选).....	8
7-8 开启真空泵.....	9
7-9 装载掩模版.....	9
7-10 掩模版对准.....	10
7-11 装载样品.....	11
7-12 样品对准及曝光.....	12
7-13 卸载样品.....	13
7-14 卸载掩模版.....	13
7-15 样品台复位.....	13
7-16 关机.....	13
8. 故障指南 Troubleshooting Guidelines.....	13
8-1 汞灯 LIFETIME 报警.....	13
8-2 掩模版真空报警.....	13
8-3 样品真空报警.....	14
8-4 马达移动报警.....	14
8-5 照度低下 (< 9 mW/cm <sup>2</sup> ).....	14
8-6 Hard 模式 OVER CURRENT 报警.....	14

8-7Z-AXIS OVERCURRENT 报警.....	14
8-8Mirror House 弹出报警.....	15
9. 日常维护 Routing Maintenance .....	15
9-1每周维护.....	15
9-2每月维护.....	16
9-3每年维护.....	17
9-4更换汞灯.....	17
9-5维护记录.....	19
10. 设备负责人及联系方式 (Tool Administrator & Contact Information) .....	20
11. 培训流程 (Training Procedure & Applicable Documents) .....	20
12. 违规处罚 (Violation & Penalty) .....	20
13. 历史版本 (History Version) .....	20
14. One-Page SOP.....	21

### MA6 主机器



### 汞灯 CIC1200 面板



## 1. 设备功能 Tool Function

接触式光刻系统（MA6 紫外曝光机）通过高压汞灯发射出的紫外光将掩模版上的图形复制到样品上，形成光刻胶图形，其紫外光源波段为 365 nm - 436 nm，可进行接近式或接触式曝光。

## 2. 设备使用登记 Register

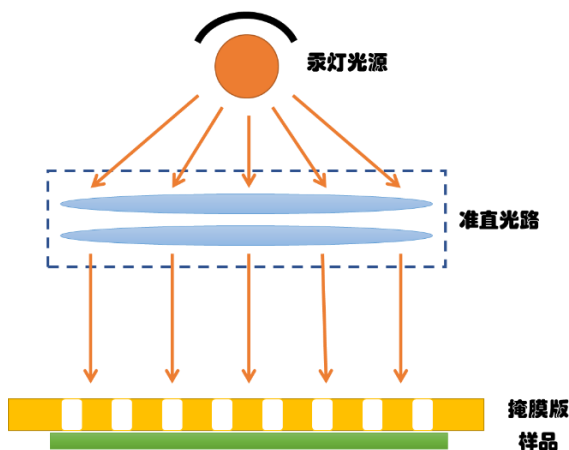
- 1) 设备使用前，在对应设备的主机上登录预约账户；使用完毕后及时登出账户。
- 2) 使用结束后在 MA6 使用记录本上做好使用记录。
- 3) 本设备需要提前预约（预约最小时间单元为 15 min），并依照预约时间，准时进行登录使用。

## 3. 设备安全规范 Safety

- 1) 禁止使用 2.3mm 以下厚度的掩模版。
- 2) 禁止作业尺寸与样品台规格不匹配的样品。
- 3) 禁止将背面沾污或不清洁的样品放上样品台。
- 4) 禁止在设备使用过程中，使用丙酮和异丙醇擦拭样品台。
- 5) 测试光强时必须佩戴防紫外护目镜防止强光伤害。
- 6) 禁止更改任何仪表和软件上的默认设置。
- 7) 汞灯关闭后，禁止立即再次开启；最少间隔 10 分钟以上等待汞灯冷却。
- 8) 汞灯关闭后，禁止立即关闭 N2，待排风口温度冷却至 50°C 以下方可关闭 N2。
- 9) 禁止在未取下 Mask 的情况下关闭主机电源，防止 Mask 掉落。
- 10) 禁止关闭 CDA1 阀门。
- 11) 样品台旋转角度的调节范围不得超过  $\pm 10$  度。
- 12) 使用后样品台务必复位，X/Y 调至刻度 10 处， $\theta$  调至 0 位。

## 4. 设备概述 Process Summary

- 1) 设备型号及制造商：MA6, SUSS Mirco Tec Lithography GmbH。
- 2) 设备的工艺功能：光刻曝光工艺。
- 3) 设备的工作原理：使用高压汞灯作为光源并且投射到光罩上，光线通过投影镜头使光罩上的图形 1:1 印在硅片表面。



- 4) 设备硬件能力：
  - i. 分辨率 0.8  $\mu\text{m}$ ;
  - ii. 正面对准精度  $\pm 0.5 \mu\text{m}$ ;
  - iii. 背面对准精度  $\pm 1.0 \mu\text{m}$ 。
- 5) 设备位置：净化室 1 层黄光区。

## 5. 交叉污染控制 Cross-contamination Controls & Compatibility

- 1) 适用于 2 寸、4 寸以及  $10 \times 10 \text{ mm} - 20 \times 20 \text{ mm}$  的样品；本机配备三种样品 holder：小样品（ $10 \times 10 \text{ mm} - 20 \times 20 \text{ mm}$ ）、2 寸晶圆、4 寸晶圆。
- 2) 适用 2.5 - 5 寸掩模版，本机配备三种 mask holder：3 寸方口、4 寸方口和 5 寸圆口。

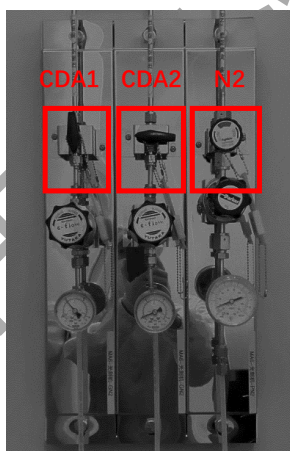
## 6. 名词定义 Definitions & Process Terminology

- 1) CDA：干燥（无油）压缩空气。
- 2) TSA：正面对准。
- 3) BSA：背面对准。

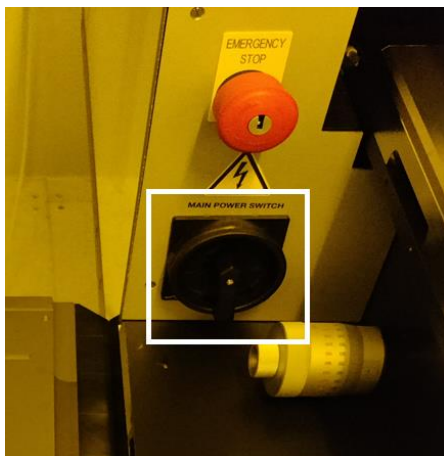
## 7. 操作流程 Process Procedure

### 7-1 开机

- 1) 确认 CDA1 阀门已经打开，并打开 CDA2 和 N2 阀门。



- 2) 打开 **MAIN POWER SWITCH**（设备主电源），转到 **ON** 设备通电。

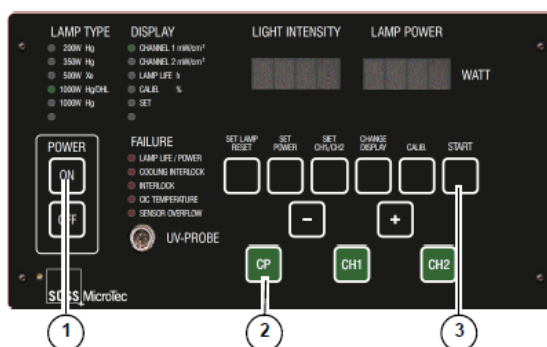


## 7-2 打开汞灯

- 1) 在主机操作面板上按下 **LPS** 绿色按钮，指示灯亮，打开汞灯 Supply 电源。



- 2) 操作下方 **CIC1200** 面板



- i. 按下 **POWER ON** (按钮①)，显示 **【READY】**;
  - ii. 然后按下 **CP** (按钮②)，依次显示 **【WAIT】**，**【START】**;
  - iii. 然后按下 **START** (按钮③)，依次显示 **【IGNITION】**，**【LAMP COLD】**;
  - iv. 此时 **Lamp life** 灯闪烁，等待汞灯 warm up 后会显示光强和功率值;
- 3) 等待排风口温度稳定在 **70-75°C** (汞灯开启后约 1 小时)，温度稳定后可进行曝光。



温度计探头不要触碰管道壁，按 **ON/OFF** 键显示温度，要求保持在 **70-75°C**。

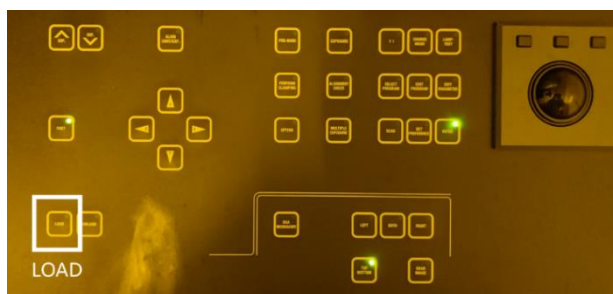
(温度过低会加速损耗汞灯寿命，温度超过 80°C 有爆灯的危险。)

## 7-3 开启主机

- 1) 将 **POWER SWITCH ELECTRONIC** 转动到 **ON** (旋钮会自己弹回);



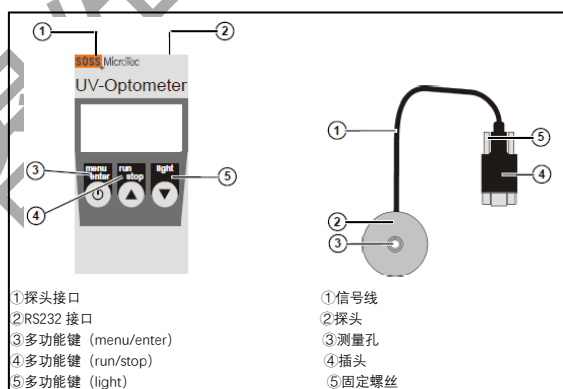
- 2) 然后按下控制键盘的 **LOAD** 键，设备自动初始化。



- 3) 等待设备完成初始化后显示 **【Ready for LOAD】**。

#### 7-4 光强测试

- 1) 佩戴紫外护目镜；
- 2) 使用光强计 **UV-OPTOMETER** 测量光强：
  - i. 首先将探头连接到光强计上，然后按 menu/enter 键，打开 UV-OPTOMETER；
  - ii. 按 run/stop 键或 light 键选择功率为 1000W，按 enter 键确认；
  - iii. 再按 menu 键进入测量模式，选择 Uniform./ Mean 测量多点光强的平均值和均一性。



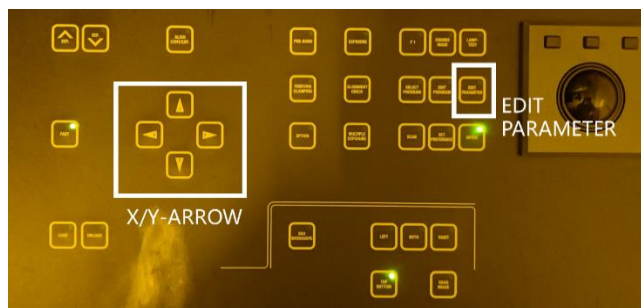
- 3) 按下主机控制键盘的 **LAMP TEST**，然后按 **ENTER** 键，透镜组弹出，准备测试。
- 4) 将光强计探头放到第一个测量位置，然后按光强计上 light 键开始第 1 个位置测量，光强计会自动记录测量值；然后探头放到第 2 个位置后再次按 light 键，开始第 2 个位置测量，依次测量 9 个位置；完成第 9 个位置测量后，按 run/stop 键结束测量。按 light 键或 run/stop 键可以查阅测量到的数值。退出可以按 menu 键。

四寸片建议五点测量，六寸片使用九点测量。

- 5) 测量完毕后，再次按 **LAMP TEST** 键，收回透镜组；长按光强计的 menu 键，显示倒计时 3 秒结束后关掉 UV-OPTOMETER。

## 7-5 曝光参数设定

- 1) 按 **EDIT PARAMETER** 键，然后通过 **X/Y-ARROW** 键依次设定曝光参数。



- 2) 选择参数 **Exp. Time** (曝光时间)，最小单位 0.1 s；
- 3) 选择参数 **Al. Gap** (对准间隙)，设定范围为 25 - 100  $\mu\text{m}$ ，一般建议 25  $\mu\text{m}$ ；
- 4) 选择参数 **Exp. Type** (曝光模式)，可选类型为 **Soft**、**Hard**、**Low Vac**、**Vac**、**Proximity**、**Flood-E** (泛曝光)：

**3  $\mu\text{m}$  以上线条使用 Pro, 2.5  $\mu\text{m}$  使用 Soft, 1.5  $\mu\text{m}$  使用 Hard, 1.5  $\mu\text{m}$  以下使用 Vac**

- i. **Hard** 模式接触时间设定，要求 4 寸样品不得大于 15s，2 寸样品不得大于 10s，小尺寸样品不得大于 5s，尤其是对于尺寸为 1×1cm 的小样品，建议不得超过 2s；
- ii. **Vac** 模式抽真空时间设定，建议 **Pre Vac** 为 15 s，**Full Vac** 为 15 s，**Vac Purge** 为 15 s；
- iii. **Low Vac** 模式可设定真空接触的真空度，需在 dummy 过程中调试，根据 **VACUUM CHAMBER** 读数，调节 **LOW VACUUM ADJUSTMENT**。













- iv. **Proximity** 模式 **Exp. Gap** (曝光间隙) 设定，一般与 **Al. Gap** (对准间隙) 的设定值相同。
- 5) 选择参数 **WEC Type** (找平模式)，本机只提供 **Contact** 一种模式。
  - 6) 设置 **WEC Offset** (默认为 OFF)

### Hard 模式：

- i. WEC Offset 为样品台上升至 0 位后手动赋予的 Z 轴偏差量；
- ii. **Y↑** 设置为正值 (+1  $\mu\text{m}$  → +50  $\mu\text{m}$ )，曝光时样品与掩模版分离；
- iii. **Y↓** 设置为负值 (-1  $\mu\text{m}$  → -50  $\mu\text{m}$ )，曝光时样品更加贴紧掩模版，适合小线条；
- iv. 正值的设定有机械上限，到达上限时，机器会报警，按照显示器步骤操作初始化，并将 offset 设定值减小 1  $\mu\text{m}$ 。

7) 完成曝光参数设定后，按 **EDIT PARAMETER** 键保存设置。

操作流程示意图：

Display message	Following operator action (keystroke)
"ready for Load"	→  EDIT PARAMETER → 
"Exp. Time [s]: 5.0"	→  x → (Edit value by Y↑ and Y↓) → 
"Al. Gap [μm]: 100"	→  x → (Edit value by Y↑ and Y↓) → 
"Exposure Type: Soft"	→  x → (Edit value by Y↑ and Y↓) Press EDIT PARAMETER key to confirm the edited value → 
"WEC Type: Contact"	→  x → (Edit value by Y↑ and Y↓) → 
"ready for Load"	

### 7-6 Hard 模式高精度 (1 μm) 曝光：











- 1) 小样品匀胶后去边；
- 2) 设置 WEC Offset 为 -48 μm；
- 3) 增加 **WEC PRESSURE** 的值（常规值为 2.2 bar）

### 7-7 曝光程序设置（可选）

- 4) 按 **EDIT PROGRAM** 键，切换 **X-ARROW** 键可选择加载、编辑、删除和保存程序，切换 **Y-ARROW** 键可选择程序编号，再按 **EDIT PROGRAM** 键结束曝光程序设置。



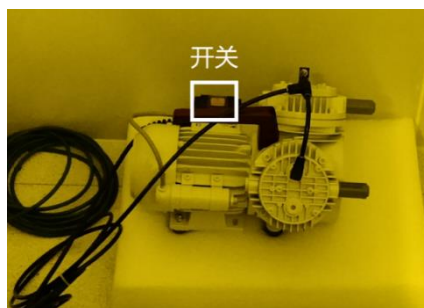
编辑保存曝光程序操作示例如下图：

Display message	Following operator action (keystroke)
"ready for Load"	→  EDIT PROGRAM → 
"Load Pgm. From: 0"	→  x → (Edit value by Y↑ and Y↓) → 
"EXIT Pgm. Editor"	→  x → → 
"DELETE Pgm. no: 0"	→  x → (Edit value by Y↑ and Y↓) → 
"SAVE Pgm to: 0"	→  (Edit value by Y↑ and Y↓) EDIT PROGRAM → 
"ready for Load"	



## 7-8 开启真空泵

- 1) 打开主机右后侧的真空泵开关。(用完需及时关闭)



## 7-9 装载掩模版

- 1) 按 **CHANGE MASK** 键，然后将掩模版放入到 **Mask Holder** 上（金属面朝上），掩模版边缘贴紧**定位针**放置（如果 Mask Holder 在机台上，则先取出 Mask Holder 并**翻转 180°**，将其平稳的放置在**左侧托盘**上）；



- 2) 按 **ENTER** 键，真空吸住掩模版；
- 3) 确认掩模版被真空吸住后，将 Mask Holder 上面的**固定卡片**弹回，双重固定掩模版；
- 4) 将 Mask Holder **翻转 180°** 推入设备内，按 **CHANGE MASK** 键锁定。

操作流程示意图：

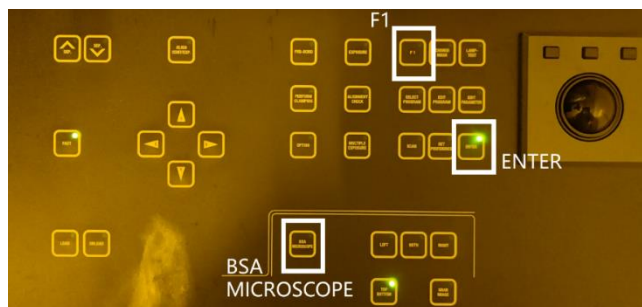
Display message	Following operator action (keystroke)
"ready for Load"	→ <b>CHANGE MASK</b> →
"Change Mask - press ENTER to toggle mask vacuum: OFF"	→ <b>ENTER</b> → • pull out mask holder and flip it 180° • deposit it on the tray left • place the mask against the stop pins • press ENTER →
"Change Mask - press ENTER to toggle mask vacuum: ON"	→ <b>ENTER</b> → • activate the mechanical mask clamping by pressing the leaf spring • flip mask holder 180° and slide it back into the machine (up to the end and preferably to the right position) • press <b>CHANGE MASK</b> →
"ready for Load"	→

## 7-10 掩模版对准

对于无需掩模版对准的情况（如第一层、Flood-E 模式曝光等）可跳过此步。

### 1) TSA（正面对准）：

- i. 将操作键盘上的 **BSA MICROSCOPE** 键按至 LED 灭的状态（切换至 TSA 显微镜）；
- ii. 按 **F1** 键，然后按 **ENTER** 键，TSA 显微镜降至观测位；



- iii. 将操作面板上的 **ILLUMINATION** 旋钮向右旋至 **TSA**，其右下方 **TSA** 旋钮可调节亮度；



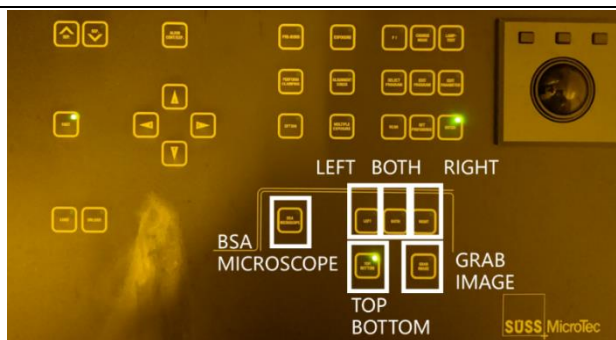
- iv. 调节 TSA 物镜上方焦距旋钮，使图像清晰；



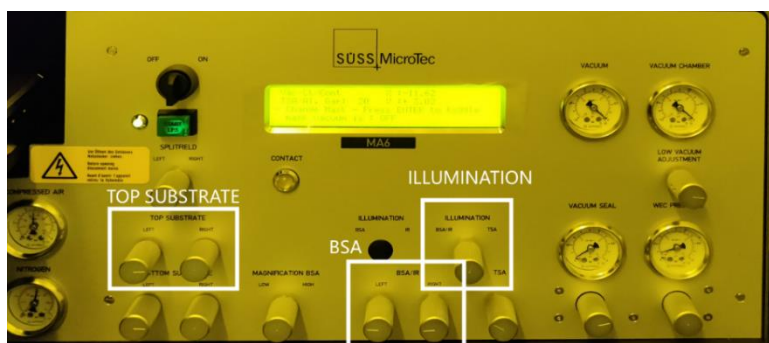
- v. 通过移动 TSA 显微镜找到掩模版上设计的对准标记（左右各一个）。显微镜平台位置按 **X/Y-ARROW** 键移动（**FAST** 键可切换移动速度）；物镜间距通过两侧旋钮调节；两个物镜之间的角度通过右上方旋钮调节。

### 2) BSA（背面对准）：

- i. 按 **BSA MICROSCOPE** 键至 LED 亮的状态（切换至 BSA 显微镜）；



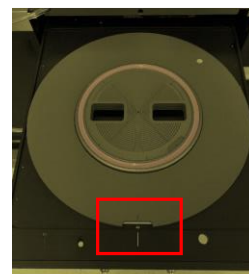
- ii. 将操作面板 **ILLUMINATION** 旋钮向左旋至 **BSA**，其左下方 **Left** 和 **Right** 旋钮可分别调节左右两个 BSA 显微镜的亮度；



- iii. 将控制键盘上 **TOPBOTTOM** 键按至 **LED 亮**，然后通过控制面板上 **TOPSUBSTRATE** 下方 **LEFT** 和 **RIGHT** 旋钮分别进行左右两个 BSA 显微镜的焦距调节；
- iv. 通过 **X/Y-ARROW** 键移动 BSA 显微镜找到掩模版上设计的**对准标记**（左右各一个）。控制键盘右下方的 **BOTH** 键按亮为两个 BSA 显微镜同步移动，**LEFT** 键按亮为左侧 BSA 显微镜单独移动，**RIGHT** 键按亮为右侧 BSA 显微镜单独移动；
- v. 按 **GRAB IMAGE** 键截图，**LED 灯亮起**为截图保存成功，再次按此键为**取消截图**。如果截图不清晰，取消当前截图后，重复以上步骤。

### 7-11 装载样品

- 1) 根据样品选择合适尺寸的样品台（chuck）。本机提供三种尺寸样品的样品台：4 寸样品、2 寸样品、小样品（ $5 \times 5 \text{ mm} - 20 \times 20 \text{ mm}$ ）。
- 2) 按 **LOAD** 键，设备提示 **【Pull slide and load substrate onto chuck】**，然后拉出传送导轨并放入合适的样品台和样品。



- 3) 样品台下边缘处的标记与样品台支架上面的标记位置对应。
- 4) 样品边缘贴紧样品台上的定位针，然后按 **ENTER** 键，真空吸住样品。
- 5) 推回导轨，设备提示 **【Move slide into machine and confirm with ENTER】**。
- 6) 按 **ENTER** 键，设备自动做 **WEC**，等待设备提示 **【Align substrate】** 后，进行下一步操作。

## 7-12 样品对准及曝光

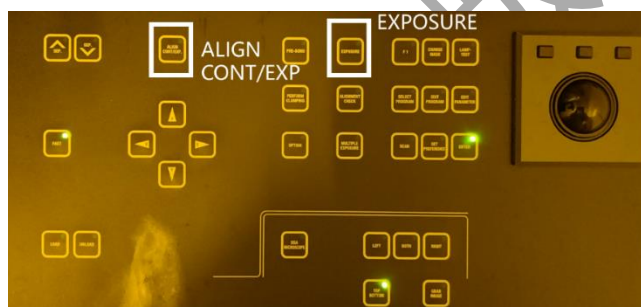
1) 无对准曝光。按 **EXPOSURE** 键直接开始曝光，等待显示【Pull slide and unload exposed substrate】曝光完成，再进行下一步操作。

2) 正面对准曝光：

i. 对准：通过移动样品平台，将与掩模版上的对准标记相应的样品上的对准标记进行对准。样品平台通过**千分尺**旋钮实现 X、Y、 $\theta$  三个方向的移动。 $\theta$  调节不得超过 $\pm 10$  度；



ii. 对准检查：按 **ALIGN CONT/EXP** 键，LED 灯灭即样品 Z 方向移动到曝光位置，检查对准标记是否重合。如需重新对准，再次按 **ALIGN CONT/EXP** 键，重复对准操作；



iii. 曝光：按 **EXPOSURE** 键开始曝光，等待显示【Pull slide and unload exposed substrate】曝光完成，再进行下一步操作。

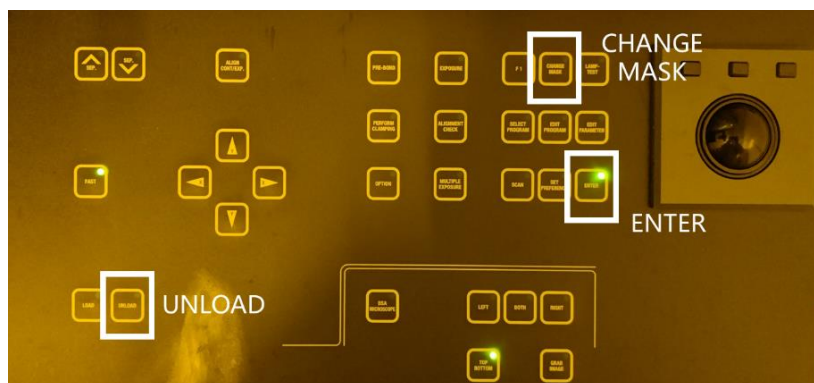
3) 背面对准曝光：

i. 切换控制键盘 **TOPBOTTOM** 键至 LED 灭，通过控制面板上 **BOTTOM SUBSTRATE** 下方 **LEFT** 和 **RIGHT** 旋钮分别对样品在左右两个 BSA 显微镜下的焦距进行调节，找样品最佳焦点。后面的**对准、对准检查和曝光操作**同上。



### 7-13 卸载样品

- 1) 曝光完成后拉出样品台传送导轨，然后按 **UNLOAD** 键，卸掉真空，取下样品，推回导轨。



### 7-14 卸载掩模版

- 1) 按 **CHANGE MASK** 键，取出 Mask Holder 并翻转 180°，将其平稳的放置在左侧托盘上。拨开 Mask Holder 上面的固定卡片，然后按 **ENTER** 键关掉真空，取出掩模版。按 **ENTER** 键，结束动作。

### 7-15 样品台复位

- 1) 使用后将样品台位置复位，**X/Y** 调至刻度 10 处，**θ** 调至 0 位。

### 7-16 关机

- 1) 确认掩模版、样品已经取下；
  - 2) 点击电脑软件上的 **File → Exit program**，关闭软件；
  - 3) 关闭计算机 (**Shut down**)；
  - 4) 关闭主机。**POWER SWITCH ELECTRONIC** 向左转动到 **OFF**，旋钮会自动弹回。
  - 5) 关闭汞灯。在 **CIC1200** 面板按下 **POWER OFF**。
- 注意：汞灯冷却至少十分钟后才能关闭设备主电源和 N2。**
- 6) 排风口温度低于 50°C 后，关闭设备 **Main Power Switch**，向左转到 **OFF**，设备断电。
  - 7) 排风口温度低于 50°C 后，关闭 CDA2 和 N2 阀门。CDA1 保持常开。

## 8. 故障指南 Troubleshooting Guidelines

**发生任何故障，请及时通知平台工程师。**

### 8-1 汞灯 LIFETIME 报警

- 1) 在 **CIC** 面板上按 **CHEANGE DISPLAY** 键，切换到 **LAMP LIFE** 显示。
- 2) 如果 >1000 小时需要更换汞灯，联系平台工程师更换。

### 8-2 掩模版真空报警

- 1) 确认接入 Mask Holder 的真空管子是否插好；
- 2) 确认光罩边缘吸真空处没有污染物，可以用异丙醇或者无水乙醇清洁；
- 3) 确认主真空压力是否正常，如有异常需要检查真空泵，并联系平台工程师。

### 8-3 样品真空报警

- 1) 确认硅片背面是否干净，可以用丙酮或者异丙醇清洁；
- 2) 确认样品台表面是否干净，可以用无水乙醇清洁；
- 3) 确认主真空压力是否正常，如有异常需要检查真空泵，并联系平台工程师。

### 8-4 马达移动报警

- 1) 重启主机，设备做初始化。
- 2) 如初始化失败，联系平台工程师或厂商处理。

### 8-5 照度低下 ( $< 9 \text{ mW/cm}^2$ )

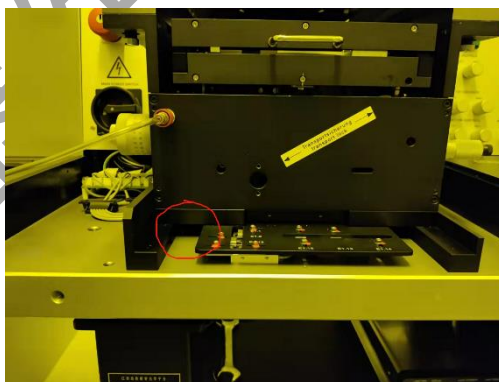
- 1) 确认汞灯 lifetime 是否到达上限。
- 2) 调整汞灯位置，调节 X、Y 方向，Z 方向不建议调整。
- 3) 清洁光路中的镜片。

### 8-6 Hard 模式 OVER CURRENT 报警

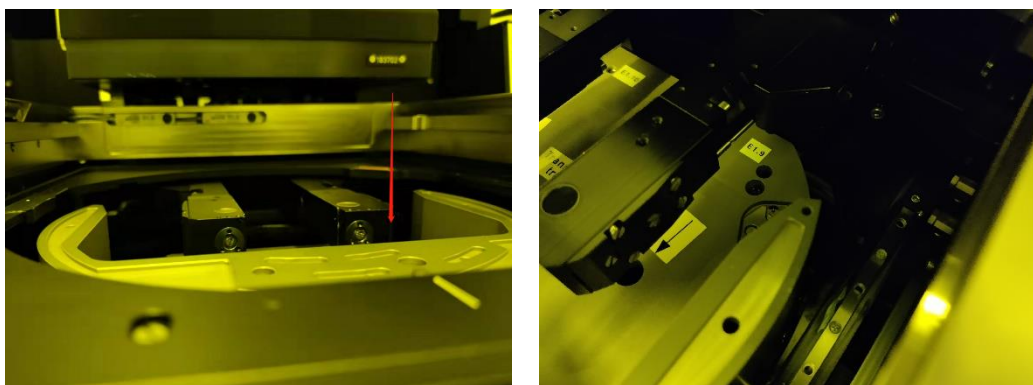
- 1) 确认样品接触时间的参数设置，对于 4 寸样品不得大于 15s，对于 2 寸样品不得大于 10s，对于小尺寸样品不得大于 5s，尤其是对于尺寸为  $1 \times 1 \text{ cm}$  的小样品，建议不超过 2s。

### 8-7 Z-AXIS OVERCURRENT 报警

- 1) 确认 **WEC Offset** 设置，将 **WEC Offset** 的值设置为 OFF；
- 2) 如上述操作无法解决，联系工程师，由工程师进行以下操作：
  - i. 将 **POWER SWITCH ELECTRONIC** 转动到 OFF；
  - ii. 用六角扳手打开左侧样品台下方盖板，手指伸入左下方，转动齿轮，手动抬升样品平台；



- iii. 再次将 **POWER SWITCH ELECTRONIC** 转动到 ON，检查报警是否消除；
- 3) 如上述操作仍无法解决，继续由工程师进行以下操作：
    - i. 移开样品 holder；
    - ii. 将右侧 BSA 下方的 E1.9 螺丝逆时针拧半圈 ( $180^\circ$ )



iii. 再次初始化面板，检查警报是否消除；

### 8-8 Mirror House 弹出报警

- 1) 按 **EXPOSURE** 键后，显示 **【Mirror house front move timeout】**，棱镜组未弹出；
- 2) 将墙上中间的 CDA 阀气压增加（**0.5 bar → 0.6 bar**）；
- 3) 双手轻扶棱镜组（**不要碰触银色螺丝**），将棱镜组弹出；
- 4) 关机，关闭 CDA，确认滑轨是否被卡住。

## 9. 日常维护 Routing Maintenance

### 9-1 每周维护

- 1) 点检汞灯功率、使用时间、光强。

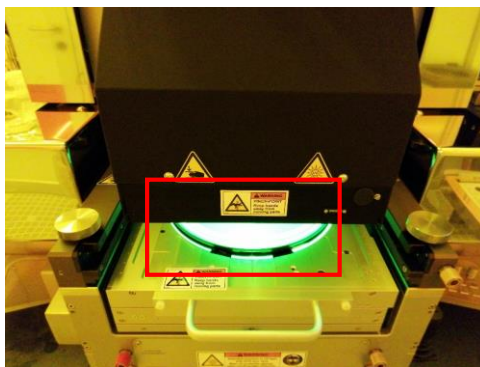


- 2) 点检压缩空气、氮气的压力。（真空使用的是外接真空泵）

CDA 压力	5±0.5[bar]
真空压力	≤-0.8[bar]
氮气压力	1.5~2.5[bar]

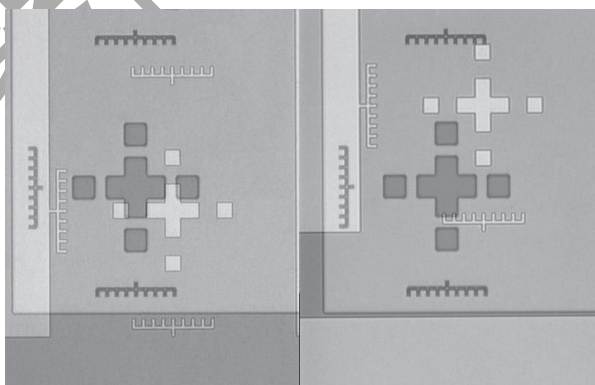


- 3) 检查 Mask Holder 和样品台是否干净，如有异物，用无水乙醇清洁。
- 4) 检查样品台是否复位， $X/Y$ 调至刻度 10 处， $\theta$ 调至 0 位。
- 5) 确认曝光快门动作正常；观察出光是否顺畅，没有停顿。



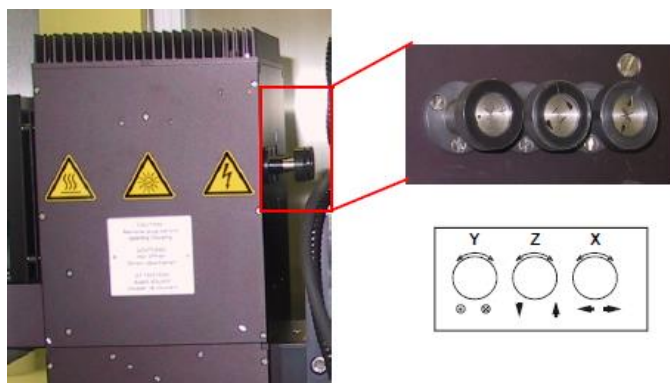
## 9-2 每月维护

- 1) 测试 WEC 功能。曝光时观察上下移动，找水平状态。
- 2) 确认 TSA、BSA 显微镜图像质量。



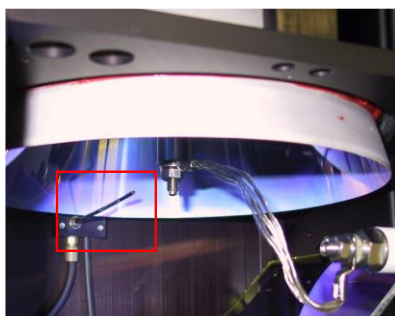
- 3) 确认汞灯 Lifetime，是否需要更换。
- 4) 汞灯位置调整。





### 9-3 每年维护

- 1) 检查 **TSA/BSA ILLUMINATION** 调节功能是否正常。
- 2) 确认样品台 X 轴、Y 轴和  $\theta$  方向移动是否正常。如有异常，联系厂商更换润滑油，正常情况下，每两年需要更换一次。
- 3) 检查汞灯阳极冷却氮气喷嘴位置是否正对阳极，确保汞灯阳极正常冷却。



- 4) 样品台导轨上油。

### 9-4 更换汞灯

- 1) 关闭设备，**POWER SWITCH** 转到 **OFF**。
- 2) 关闭汞灯电源，按下 CIC 面板上的 **OFF** 键。
- 3) 关灯后等 20 分钟以上，让汞灯降温。

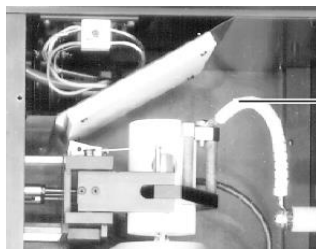


- 4) 旋出灯箱上的螺母，打开盖子。



- 5) 拆开汞灯正极接线柱的电线。

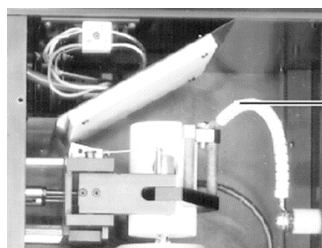
- 6) 抓住汞灯，拧松负极夹具（小心，不要破坏汞灯）。



- 7) 把汞灯旋转取出。



- 8) 取出新的汞灯，手持正极接线端，将负极朝上，旋入负极夹具（注意：负极朝上！）。



- 9) 装上汞灯正极端接线柱。



- 10) 关闭灯箱。



- 11) Lifetime 清零（CIC 面板）：

- i. 长按 **SET LAMP RESET** 键，显示 **【L:RESET?】**。
- ii. 按 **[-]** 或 **[+]**，至 **【?】** 消失。
- iii. 长按 **SET LAMP RESET** 键，显示 **【STORED】**，清零完成。
- iv. 打开汞灯电源（参照 7-2）。
- v. 测量汞灯光强（参照 7-5）。

9-5 维护记录

- 1) 日常维护填写《SUSS MA6 设备日常点检表》，其他周期维护填写《SUSS MA6 设备维护点检表》。
- 2) 每次维护和维修须填写《SUSS MA6 设备维护维修记录表》：

日期	维护人员	开始时间	结束时间	维护维修内容

3) 《SUSS MA6 设备日常点检表》

No.	Item	SPEC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	汞灯使用时间	≤1000小时															
2	汞灯功率	900-1000[W]															
3	汞灯光强	≥10[mW/cm2]															
4	CDA压力	5-7[bar]															
5	真空压力	≤-0.8[bar]															
6	氮气压力	2-3[bar]															
7	夹盘是否干净	没有异物 (Y/N)															
日期																	
检查人员																	

4) 《SUSS MA6 设备维护点检表》

设备号: _____ 维护周期: <input type="checkbox"/> 每月 <input type="checkbox"/> 季度 <input type="checkbox"/> 半年度 <input type="checkbox"/> 年度 维护计划: <input type="checkbox"/> 准时 <input type="checkbox"/> 提前 <input type="checkbox"/> 延后 原因描述: _____ 维护人员: _____ 维护日期: _____ 开始时间: _____ 完成时间: _____																									
<b>工作项目</b>																									
<b>一. 维护前准备工作</b> 是 (Y) / 否 (N)																									
1 PPE穿戴检查并记录 PPE项目: <input type="checkbox"/> 安全眼镜 <input type="checkbox"/> 防静电鞋 <input type="checkbox"/> 防静电服 <input type="checkbox"/> 防静电手环 穿戴检查: <input type="checkbox"/> 好 / <input type="checkbox"/> 不好 <input type="checkbox"/> 好 / <input type="checkbox"/> 不好 <input type="checkbox"/> 好 / <input type="checkbox"/> 不好	<b>二. 维护前数据记录</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Monitor Data</th> <th>SPEC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>汞灯使用时间</td> <td></td> <td>≤1000h</td> </tr> <tr> <td>汞灯功率</td> <td></td> <td>900-1000[W]</td> </tr> <tr> <td>汞灯光强</td> <td></td> <td>≥10[mW/cm2]</td> </tr> <tr> <td>光源均匀性</td> <td></td> <td>≤5%</td> </tr> <tr> <td>CDA压力</td> <td></td> <td>5-7[bar]</td> </tr> <tr> <td>真空压力</td> <td></td> <td>≤-0.8[bar]</td> </tr> <tr> <td>氮气压力</td> <td></td> <td>2-3[bar]</td> </tr> </tbody> </table>	Item	Monitor Data	SPEC	汞灯使用时间		≤1000h	汞灯功率		900-1000[W]	汞灯光强		≥10[mW/cm2]	光源均匀性		≤5%	CDA压力		5-7[bar]	真空压力		≤-0.8[bar]	氮气压力		2-3[bar]
Item	Monitor Data	SPEC																							
汞灯使用时间		≤1000h																							
汞灯功率		900-1000[W]																							
汞灯光强		≥10[mW/cm2]																							
光源均匀性		≤5%																							
CDA压力		5-7[bar]																							
真空压力		≤-0.8[bar]																							
氮气压力		2-3[bar]																							
<b>三. 维护中的工作内容</b> 是 (Y) / 否 (N)																									
1 确认TSA、ESA显微图像质量 5-1 每周 ( ) 2 确认曝光快门动作正常 5-2 每周 ( ) 3 测试WEC功能正常 6-1 每月 ( ) 4 确认汞灯Intemo是否需要更换 6-2 每月 ( ) 5 汞灯位置调整 6-3 每月 ( ) 6 确认TSA Illumination调节功能正常 7-1 半年 ( ) 7 确认ESA Illumination调节功能正常 7-2 半年 ( ) 8 检查汞灯冷却氮气温度是否正常 7-3 半年 ( ) 9 确认曝光夹盘 (wafer chuck) X轴移动正常 8-1 年度 ( ) 10 确认曝光夹盘 (wafer chuck) Y轴移动正常 8-2 年度 ( ) 11 确认曝光夹盘 (wafer chuck) Z轴移动正常 8-3 年度 ( ) 12 夹盘导轨上油 8-4 年度 ( )																									
<b>四. 维护后设备恢复的监测记录</b> 是 (Y) / 否 (N)																									
1 所有盖板 and 门已关闭 ( ) 2 所有单元已经上电 ( ) 3 设备各个单元reset OK ( )																									
<b>六. 维护后数据记录</b>																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Monitor Data</th> <th>SPEC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>汞灯功率</td> <td></td> <td>900-1000[W]</td> </tr> <tr> <td>汞灯光强</td> <td></td> <td>≥10[mW/cm2]</td> </tr> <tr> <td>光源均匀性</td> <td></td> <td>≤5%</td> </tr> <tr> <td>CDA压力</td> <td></td> <td>5-7[bar]</td> </tr> <tr> <td>真空压力</td> <td></td> <td>≤-0.8[bar]</td> </tr> <tr> <td>氮气压力</td> <td></td> <td>2-3[bar]</td> </tr> </tbody> </table>		Item	Monitor Data	SPEC	汞灯功率		900-1000[W]	汞灯光强		≥10[mW/cm2]	光源均匀性		≤5%	CDA压力		5-7[bar]	真空压力		≤-0.8[bar]	氮气压力		2-3[bar]			
Item	Monitor Data	SPEC																							
汞灯功率		900-1000[W]																							
汞灯光强		≥10[mW/cm2]																							
光源均匀性		≤5%																							
CDA压力		5-7[bar]																							
真空压力		≤-0.8[bar]																							
氮气压力		2-3[bar]																							
<b>五. 维护完成后的6S检查</b> 是 (Y) / 否 (N)																									
1 把使用过的无尘布放到红色易燃性垃圾桶内 ( ) 2 PPE放到PPE放置柜 ( ) 3 剩余的IPA酒精和抹布放到指定专用柜 ( ) 4 PM警示标识放到指定的位置 ( )																									
维护人员签名: _____ 日期: ____年__月__日																									

5) 维护记录归档：表单文件夹放置在设备旁显著位置，且每月收集归档。

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

中心工程师：彭鹏飞， pengpf1@shanghaitech.edu.cn

SUSS 厂商工程师：赵卫， 15051266062

11. **培训流程 (Training Procedure & Applicable Documents)** 本设备需工程师累计培训 3 次，考核通过者予以授权。

- 2) 联系中心相应的工程师预约培训时间，每次培训结束工程师在《SQDL 设备独立操作权限培训表》上签字。
- 3) 三次培训后联系中心相应的工程师预约考核时间，考核通过者工程师在《SQDL 设备独立操作权限培训表》上签字。
- 4) 用户签署《SQDL 设备独立操作权限培训表》后并交至中心工程师。
- 5) 中心工程师凭用户签署的《SQDL 设备独立操作权限培训表》开通使用权限。

12. **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。

## 13. 历史版本 (History Version)

Version	Date	Prepared by	Approved by
1	2021-09-10	彭鹏飞	宋艳汝
2	2021-11-11	彭鹏飞	
3	2021-12-03	彭鹏飞	
4	2023-02-08	彭鹏飞	

## 14. One-Page SOP

### MA6 紫外曝光机

- 1.0 使用前、后请在使用记录本上登记。
- 2.0 曝光参数设定。按 **EDIT PARAMETER** 键，然后通过 **X/Y-ARROW** 键依次设定参数曝光时间、对准间隙、曝光模式、WEC Type 和 WEC Offset，再次按 **EDIT PARAMETER** 键保存。
- 3.0 装载掩模版。按 **CHANGE MASK** 键，然后将掩模版放入到 **Mask Holder** 上，掩模版边缘贴紧三个定位针住放置。按 **ENTER** 键，确认掩模版被真空吸住后，将 **Mask Holder** 上面的卡片弹回，双重固定掩模版。将 **Mask Holder** 翻转 180° 推入设备内，按 **CHANGE MASK** 键锁定。
- 4.0 掩模版对准。对于第一层曝光、Flood-E 模式曝光、其他无需对准的情况可跳过此步骤。
  - 4.1 正面对准 (TSA)。按 **BSA MICROSCOPE** 键至 LED 灭的状态，然后按 **F1** 键，再按 **Enter** 键，使 TSA 显微镜降下来。将操作面板上 **ILLUMINATION** 旋钮向右旋至 **TSA**，其右下方 **TSA** 旋钮可调节亮度；调节 TSA 物镜上方 **焦距** 旋钮可进行清晰度调节。然后通过调节动显微镜平台位置 (**X/Y-ARROW** 键移动、**Fast** 键切换移动速度)、两个物镜间距和两个物镜之间的角度，找到设计的对准标记 (左右各一个)。
  - 4.2 背面对准 (BSA)。按 **BSA MICROSCOPE** 键至 LED 亮的状态。将 **ILLUMINATION** 旋钮向左旋至 **BSA**，其左下方 **Left** 和 **Right** 旋钮可调节亮度；按 **TOP BOTTOM** 键至 LED 亮，控制面板上 **TOP SUBSTRATE** 下方 **Left** 和 **Right** 旋钮可分别调节两个显微镜的焦距。通过移动 BSA 显微镜找到掩模版上设计的两个对准标记 (**Both** 键按亮为两个 BSA 显微镜同步移动，**Left** 键按亮为左侧单独移动，**Right** 键按亮为右侧单独移动)，然后按 **GRAB IMAGE** 键截图，LED 灯亮起为截图保存成功，再次按此键为取消截图。
- 5.0 装载样品。按 **LOAD** 键，然后拉出传送导轨，放入合适尺寸的样品台，样品台下边缘处的标记需与样品台支架上面的标记位置对应。然后将样品贴紧三个定位针住放置在样品台上，按 **ENTER** 键，真空吸住样品。推回导轨，再按 **Enter** 键，等待设备自动做 WEC。当屏幕显示 **Align substrate** 后再进行下一步操作。
- 6.0 样品对准及曝光。对于无对准曝光，直接按 **EXPOSURE** 键开始曝光即可。
  - 6.1 正面对准曝光。通过移动样品平台 (通过 **千分尺** 旋钮实现 X、Y、 $\theta$  三个方向移动， $\theta$  调节范围不得超过  $\pm 10$  度。) 将样品上的对准标记与掩模版上的对准标记进行对准。然后按 **ALIGN CONT/EXP** 键进行对准检查，如需重新对准，再次按 **ALIGN CONT/EXP** 键。对准完成后，按 **EXPOSURE** 键开始曝光。等待显示 **Pull slide and unload exposed substrate** 后再进行下一步操作。
  - 6.2 背面对准曝光。按 **TOP BOTTOM** 键至 LED 灭，然后通过控制面板上 **BOTTOM SUBSTRATE** 下方 **Left** 和 **Right** 旋钮对样品在左右两个 BSA 显微镜下的焦距进行调节。样品图像调节清晰后，对准、对准检查及曝光操作同上。
- 7.0 卸载样品。曝光完成后，拉出样品台传送导轨，按 **UNLOAD** 键，然后取下样品，推回导轨。
- 8.0 卸载掩模版。按 **CHANGE MASK** 键，取出 **Mask Holder** 并翻转 180°，将其平稳的放置在左侧托盘上。拨开 **Mask Holder** 上面的固定卡片，然后按 **ENTER** 键，取出光罩，再按 **ENTER** 键。
- 9.0 样品台复位。使用后将样品台位置复位，X/Y 调至刻度 10 处， $\theta$  调至 0 位。

## Mask Aligner MA6

- 1.0 Please keep a record before and after use.**
- 2.0 Parameter setting.** Press 'EDIT PARAMETER' and adjust Exposure Time, Alignment Gap, Exposure Mode, WEC Type and WEC Offset with 'X/T-ARROW'. After all setting, press 'EDIT PARAMETER' again to save.
- 3.0 Load Mask.** Press 'CHANGE MASK' and load mask on the Mask Holder. Mask should be placed close to the locating pins. Then press 'ENTER' to fix the mask with vacuum and the metal sheet for location. Put the Mask Holder into machine and press 'CHANGE MASK' to lock in the end.
- 4.0 Mask Alignment.** Please skip this step for these modes: First exposure, Flood-E mode or other no mask alignment exposure mode.
  - 4.1 Top Side Alignment (TSA).** Press 'BSA MICROSCOPE' to turn the LED off. Then press 'F1' and 'ENTER' in turn to pull down the TSA microscope. Turn the 'ILLUMINATION' knob to right (TSA) to change to top side view. TSA knob can adjust the brightness. The knob above the TSA objective lens can adjust the focal length. Then you can find the alignment mark (one on the left side of the screen and one on the right) by adjusting the location of microscope (X/Y-ARROW and Fast button), the spacing and angle between two objective lens.
  - 4.2 Back Side Alignment (BSA).** Press 'BSA MICROSCOPE' to turn the LED on. Turn the 'ILLUMINATION' knob to left (BSA) and the 'Left'/'Right' knob can adjust brightness. Press 'TOP BOTTOM' to turn the LED on. The 'Left'/'Right' knob under 'TOP SUBSTRATE' can adjust the focal length of each microscope. Find the two marks by moving the BSA microscope ('Both' on means two BSA microscope move together, 'Left'/'Right' on means only left/right microscope move), then press "GRAB IMAGE" to take a screenshot. When the LED light lights up, the screenshot is saved successfully. Press the button again to cancel the screenshot.
- 5.0 Load sample.** Press 'LOAD' button, then pull out the transfer guide and put in the sample table of appropriate size. The mark on the edge of the sample table should correspond to the mark on the bracket of the sample table. Then place the sample on the sample table by pressing the 'ENTER' key and holding the sample in a vacuum. Push back the guide, press 'Enter' and wait for the device to do WEC automatically. When the screen displays 'Align substrate', proceed to the next step.
- 6.0 Alignment and exposure.** If there is no alignment, just press 'EXPOSURE' to expose.
  - 6.1 TSA exposure.** Align the mark on the sample with the alignment mark on the mask by moving the sample platform (The range of  $\theta$  should not exceed  $\pm 10$  degrees). Then press 'ALIGN CONT/EXP' key to check alignment, if need to realign, press 'ALIGN CONT/EXP' key again. After alignment, press 'EXPOSURE' to start exposure. Wait until 'Pull slide and unload exposed substrate' is displayed before moving on to the next step.
  - 6.2 BSA exposure.** Press the 'TOP BOTTOM' to turn off the LED, and adjust the focal length with 'Left' and 'Right' knobs. After the sample image is adjusted clearly, the alignment, alignment inspection and exposure operation are the same as above.
- 7.0 Unload sample.** After the exposure is complete, pull out the guide. press 'UNLOAD', then remove the sample and push back the guide.
- 8.0 Uninstall mask.** Press 'CHANGE MASK', take out the MASK Holder and flip 180°, place it on the left tray. Remove the fixed card, press 'ENTER', take out the Mask, and press 'ENTER'.
- 9.0 Reset the sample table.** Reset the position of the sample table. Adjust X/Y to 10 and  $\theta$  to 0.