



# 上海科技大学量子器件中心 (SQDL) 工艺设备 SOP

## HF 干法刻蚀机 (HF vapor etcher)

版本：V1

发布年份：2021 年

编写人：马驰原

设备管理工程师：马驰原

## 目录

1. 设备功能 (Tool Function) .....	2
2. 设备使用登记 (Register) .....	2
3. 设备安全规范 (Safety) .....	2
4. HF 干法刻蚀机 (HF vapor etcher) .....	2
4-1 设备概述 (Process Summary) .....	2
4-2 交叉污染控制 (Cross-contamination Controls & Compatibility) .....	3
4-3 名词定义 (Definitions & Process Terminology) .....	3
4-4 操作流程 (Process Procedure) .....	3
4-5 故障指南 (Troubleshooting Guidelines) .....	8
5. 设备负责人及联系方式 (Tool Administrator & Contact Information) .....	8
6. 参考图表 (Figures & Schematics) .....	8
7. 违规处罚 (Violation & Penalty) .....	9
8. 历史版本 (History Version) .....	9

## 1. 设备功能 (Tool Function)

本设备采用以气态乙醇作为载气与气态 HF 混合后,对牺牲层 SiO<sub>2</sub> 介质进行选择刻蚀来释放结构。主要用于 4 寸及以下样品。

## 2. 设备使用登记 (Register)

- 1) 设备使用前,在刷卡机上刷卡登记;使用完毕后及时刷卡下机。
- 2) 使用结束后在机台旁记录本上做好使用记录。
- 3) 本设备使用需要提前预约,按预约时间使用。

## 3. 设备安全规范 (Safety)

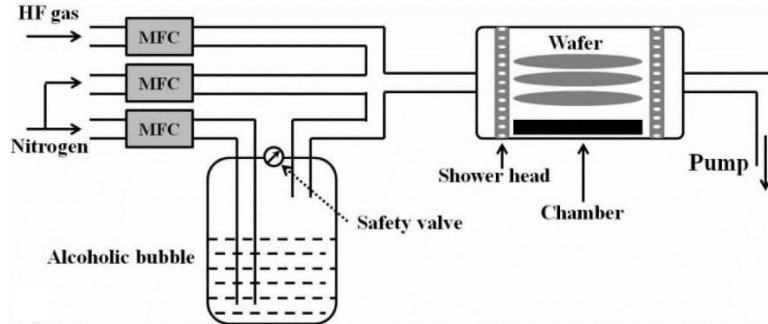
- 1) 使用本设备进行刻蚀前后均需对样品进行 200°C 左右的烘干处理,以挥发掉样品表面可能存在的 HF 和水分。
- 2) 机台后侧有 HF 和乙醇监测报警器,如发现 HF 或乙醇泄漏警报应立即停止实验,保证人身安全。
- 3) 实验后及时关闭 HF 气瓶手阀。
- 4) 实验后切勿用手直接取出样品,以免腐蚀皮肤。

## 4. HF 干法刻蚀机 (HF vapor etcher)

### 4-1 设备概述 (Process Summary)

- 1) 设备型号及制造商: uEtch, SPTS USA。
- 2) 设备的工艺功能: 采用以气态乙醇作为载气与气态 HF 混合后,对牺牲层 SiO<sub>2</sub> 介质进行选择刻蚀来释放结构。

- 3) 设备的工作原理: 设备进气系统包含一路 HF 气体和两路 N<sub>2</sub>, 其中一路 N<sub>2</sub> 和 HF 直接进入刻蚀腔, 另一路 N<sub>2</sub> 进入乙醇罐, 以鼓泡的方式携带乙醇进入刻蚀腔。前述混合气体进入刻蚀腔体时需通过一个匀气板, 使反应气氛分布尽可能均匀, 刻蚀完成后通过干泵将残余气体抽走。



- 4) 设备硬件能力: 主结构包括主机台, 乙醇存储装置, HF 储存装置等。  
 5) 设备位置: 净化室 1 层白光区。  
 6) 设备图片:



#### 4-2 交叉污染控制 (Cross-contamination Controls & Compatibility)

- 1) 衬底限制: 仅限硅基或基于蓝宝石/SiC/石英/LN/ALN 等非易挥发衬底的硅/硅基薄膜衬底, 刻蚀区域前后可裸露的金属: Au, Al; 仅限 4 寸及以下样品。
- 2) 工艺功能限制: 仅限刻蚀 SiO<sub>2</sub> 材料。

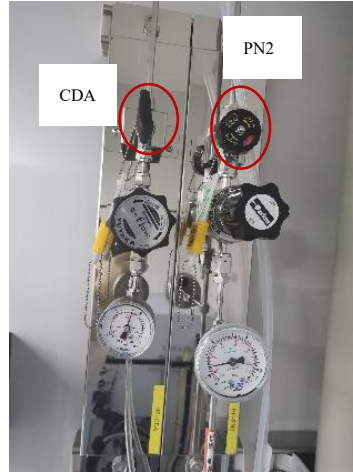
#### 4-3 名词定义 (Definitions & Process Terminology)

- 1) CDA: 干燥 (无油) 压缩空气。
- 2) PN<sub>2</sub>: 工艺氮气。
- 3) EtOH: 乙醇

#### 4-4 操作流程 (Process Procedure)

##### 1) 开机前检查

检查下图所示气体阀门 (CDA、PN<sub>2</sub>) 是否为开启状态, 若关闭则需打开气体阀门。



## 2) 开机

- i. 依次开启总开关、机械泵和 HF 气瓶手阀，之后再按下设备电源开关，如下图所示。注意为避免后续程序运行过程中报警 HF 管路压力不足，应将 HF 气瓶手阀全开。




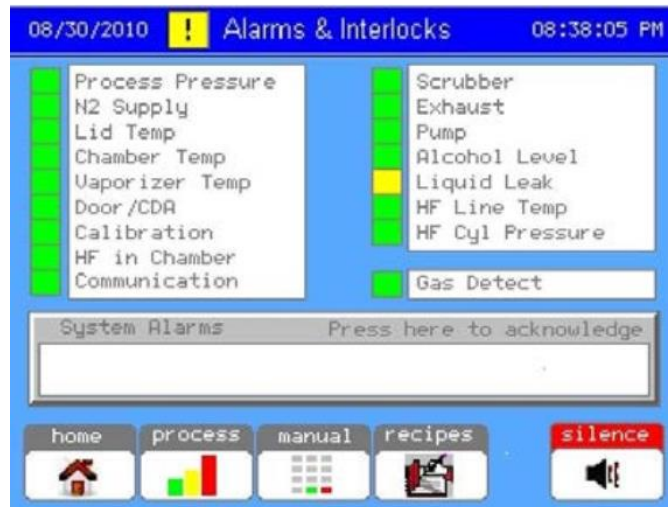
- ii. 打开电源开关后操作屏进入如下 Home 界面表明已开机。



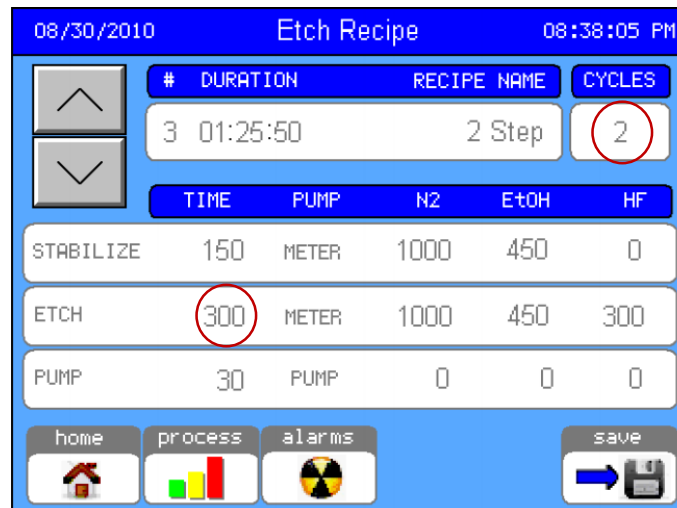
## 3) Recipe 选择与编辑


- i. 编辑 recipe 前点击 Home 界面的 alarms 选项进入如下界面。因系统开机后需预热，故

待文字前的方框皆为绿色且报警标识消失后再进行 recipe 的选择与编辑，约需等待 30 分钟。



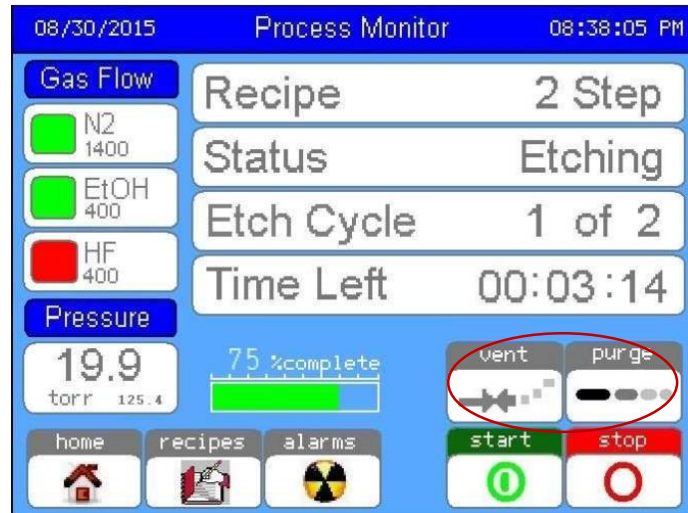
ii. 系统预热完成后，点击 Home 界面的 recipes 选项进入 recipe 选择与编辑界面如下。



iii. 在上图界面中使用按钮选择 recipe, 可修改 ETCH TIME 和 CYCLES 参数。除 CYCLES 和 TIME 外的 recipe 参数不可更改。更改相关 recipe 参数后点击 save 保存。

#### 4) Load Sample.

i. 点击 Home 界面 process 按钮进入如下界面。首先点击 purge 进行腔室清洗，清洗完成后再点击 vent 进行破真空。

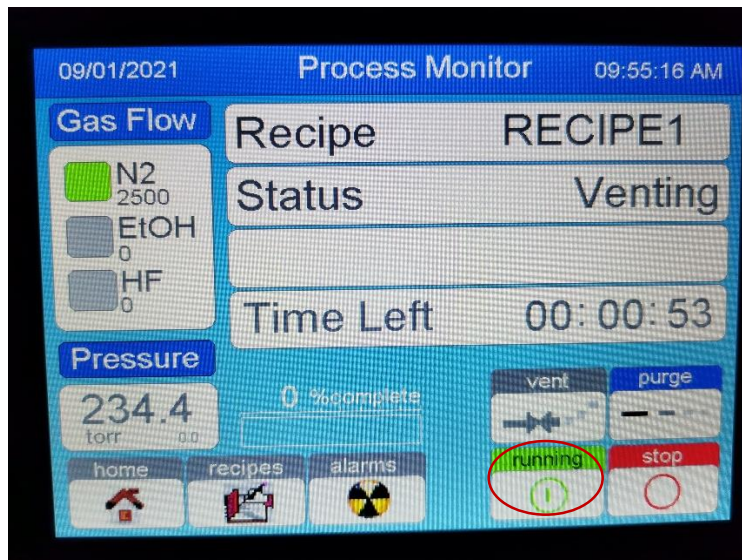


- ii. Vent 完成后打开腔室盖即可放样，注意碎片样品放置在托盘中间位置，整块晶圆放置在三个柱状卡槽中间，样品放置完成后关闭腔室盖。



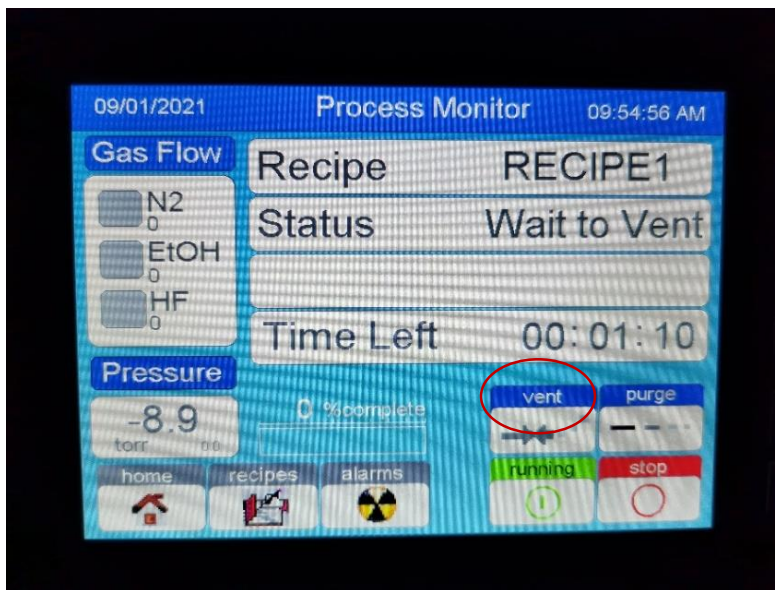
## 5) 运行 recipe

点击 Process Monitor 界面的 start 按钮执行 recipe，此时 start 按键会变为 running，如下图所示。在此界面可看到实时的 recipe 信息：圈数、剩余时间、状态等。若 recipe 运行中报警请及时联系平台工程师。



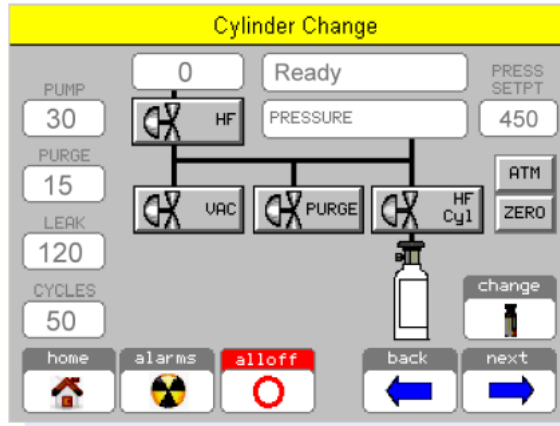
### 6) Unload Sample

刻蚀完成后，Process Monitor 界面的 vent 按钮闪烁，recipe 状态变为 wait to vent，如下图所示。点击 vent 后腔室开始 vent，待剩余时间为 0 后即可打开腔室盖取片。



### 7) HF 管路 purge

实验结束后需对 HF 管路 purge，排出残留气体，防止管路腐蚀：关闭 HF 钢瓶手阀，然后在 Cylinder change 界面点击 change 按钮，在弹出的方框内点击 Continue，此后系统自动进行 HF 管路的检漏和 purge 程序。结束后在弹出的“更换气瓶”对话框内点击 cancel 即可。注：每次实验关闭后须对 HF 管路进行 purge，若设备长期不使用，应定期（14 天）对 HF 管路进行 purge 动作。




### 8) 设备保压

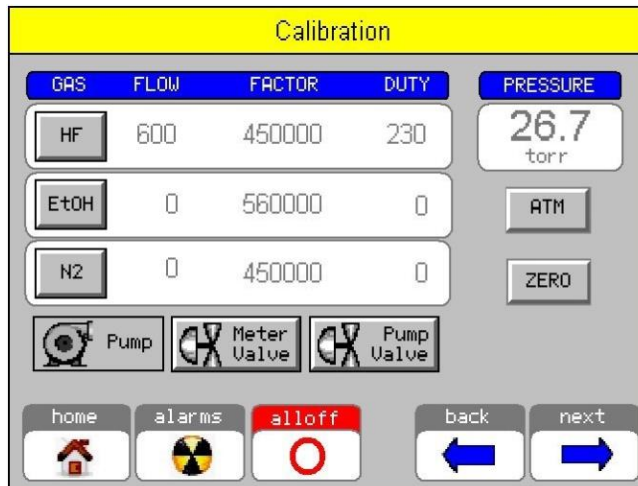
在 Process monitor 界面点击 start 将压力抽至 100torr 以下，点击 stop 即可。

### 9) 关机

依次关闭主设备、机械泵和主电源，并刷卡下机，在登记表上填写相关信息。

## 4-5 故障指南 (Troubleshooting Guidelines)

- 1) 若程序运行过程中出现异常，请及时通知相关工程师。
- 2) 若机台在运行过程中出现报警 HF Delivery line pressure low，则检查 HF 气瓶手阀是否全开，之后机台报警标识  消失后，process 界面点击 purge，完成后点击 start 重新开始执行 recipe。
- 3) 如果在程序运行过程中，出现 HF 压力达不到 5 以下的报警，在初始界面点击 SPTS 标识两下，输入密码 1111，进入下图界面，手动操作点击 pump valve，让泵抽气一段时间，然后点击 zero，点击 alarm 把警报删除，回到 process 界面，手动点击 purge。



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

中心工程师：马驰原，machy@shanghaitech.edu.cn

## 6. 参考图表 (Figures & Schematics)

- 1) 本设备包含的 recipe 如下：



Recipe Name	Pressure	HF	EtOH	N2	Regulator	Etch Time	Cycle	Total Etch Time	ER	Uniformity
	(torr)	(sccm)	(sccm)	(sccm)		min		min	A/min	%
Qual	125	300	350	1200	8	10	4	40		
Recipe 1	125	190	210	1425	8	10	1	10	223.96	7.46%
Recipe 2	125	310	350	1250	8	10	1	10	791.84	3.98%
Recipe 3	125	525	400	1000	8	5	1	5	2034.04	6.52%
Recipe 4	125	600	400	910	8	5	1	5	2619.91	6.72%
Recipe 5	125	720	325	880	8	5	1	5	3247.47	9.92%

## 7. 违规处罚 (Violation & Penalty)

使用设备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。

## 8. 历史版本 (History Version)

<i>Version</i>	<i>Date</i>	<i>Prepared by</i>	<i>Approved by</i>
1	2021-09-03	马驰原	