



RIE 反应离子刻蚀系统

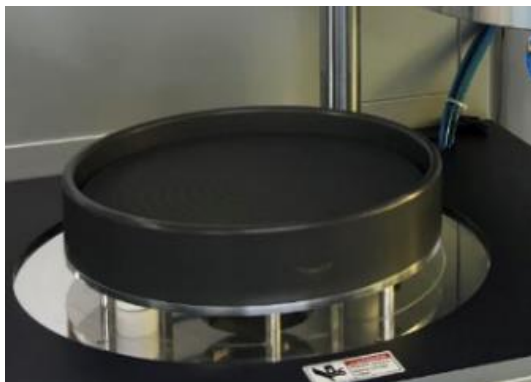
1. 仪器功能：

RIE，全称是 Reactive Ion Etching，反应离子刻蚀，是干法刻蚀的一种。原理是，当在平板电极之间施加 10~100 MHz 的高频电压(RF, radio frequency)时，会产生数百微米厚的离子层(ion sheath)，在其中放入试样，离子高速撞击试样而完成化学反应刻蚀，此即为 RIE(Reactive Ion Etching)。RIE 反应离子刻蚀系统的外观如下图所示。



2. 样品材料要求

样品载物台最大可放置 8 寸硅片；小样品只要可放在载物台亦可。



3. 设备培训和参考资料

3.1 本设备需经过使用资格考核。

3.2 考核方法



3.2.1 从平台网页上下载培训考核表，观摩一般用户或超级用户使用 3 次，请一般用户签名，收集 3 个签名后，在 moon 申请笔试考核。

3.2.2 笔试考核通过后联系超级用户预约上机考核时间。(注明：本设备为平台中级设备，所有已考核通过用户，都是超级用户。)

3.2.3 通过上机考核后，请超级用户在考核表上签名。

3.2.4 Moon 上上传考核表，并在大仪上点击申请培训，等待工程师授权。

3.3 培训考核周期：一天。

4. 常用术语

4.1 RIE: Reactive Ion Etching。

4.2 Dry pump: 机械干泵。

4.3 Turbo: 分子泵。

4.4 Chamber: 反应腔体。

4.5 RF: 射频电源。

4.6 Chiller: 冷水机，温控系统。

5. 安全事项

5.1 请勿随意晃动设备。如遇紧急情况，请立即按下机台前或后的 EMO 按钮。



6. 开机及操作步骤

6.1 检查厂务供电、气体及 PCW 是否已正常开启。

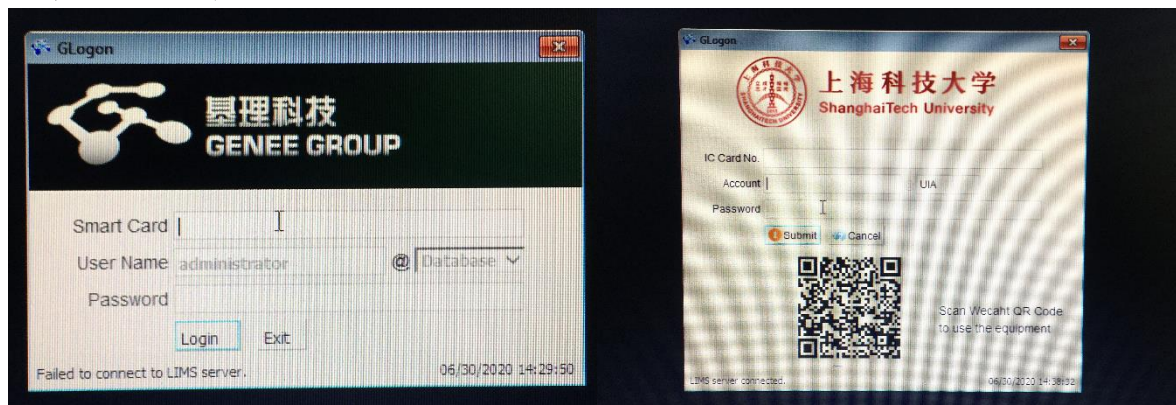
6.2 开机：



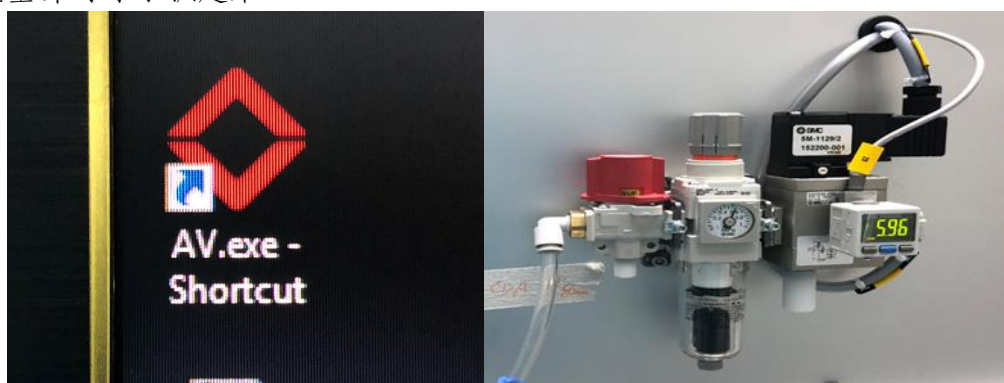
6.2.1 旋转设备背后的 **Power** 旋钮，并按 **Reset** 一秒，Reset 灯会熄灭。



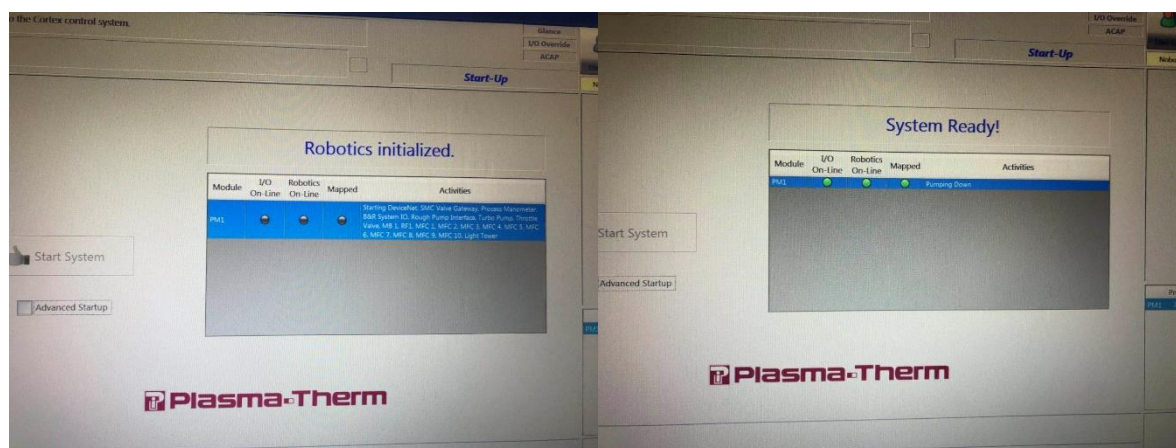
6.2.2 等待电脑开启后，登录基理系统。（下图左为网络尚未连接，请稍等片刻，待跳出下图右后登录基理。）



6.2.3 双击电脑桌面上的软件图标（下图左），系统开始自检。期间设备发出嘭的一声，表明电磁阀已开启。用户可观察到设备背后的数字变绿（下图右），墙上 PCW 回水流量计的浮子飘起来。



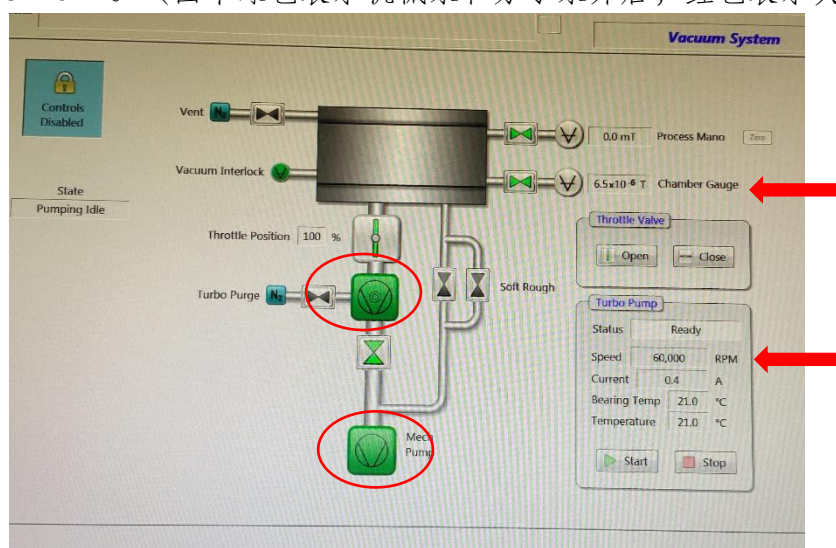
6.2.4 图左为自检开始前，图右为自检完成，设备一切正常。



6.2.5 点击屏幕右上角的 user login，选择 operator，密码：322，然后点击 log in。

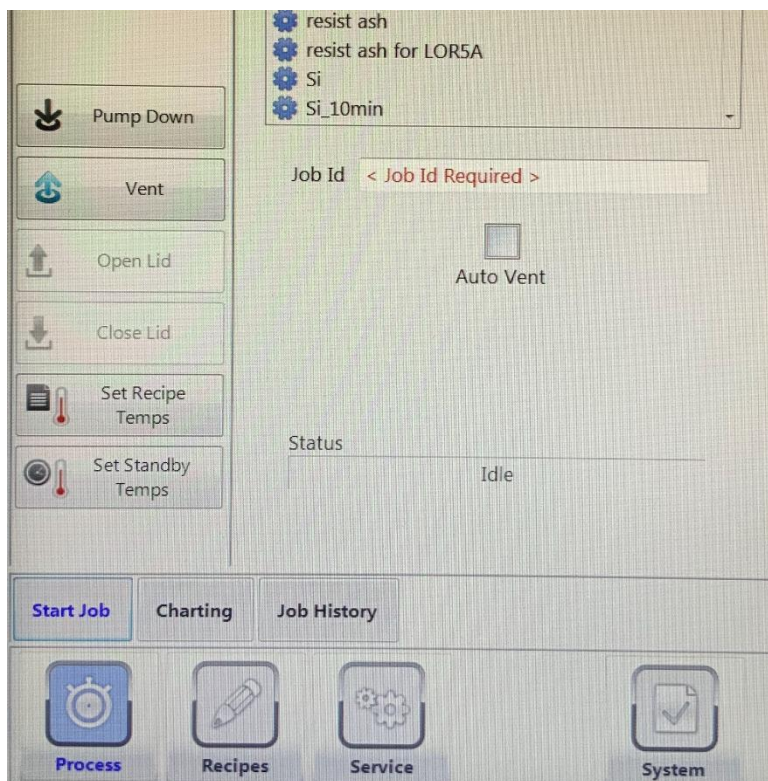


6.2.6 进入 service-vacuum system，点击 pump down 开启干泵和分子泵，检查分子泵运行情况。当分子泵转速达到 60000RPM，说明分子泵已经平稳运行，请等待设备腔体抽真空至少至 $5 \times 10^{-5} \text{T}$ 。（图中绿色表示机械泵和分子泵开启，红色表示关闭）



6.3 设备工艺样品放置

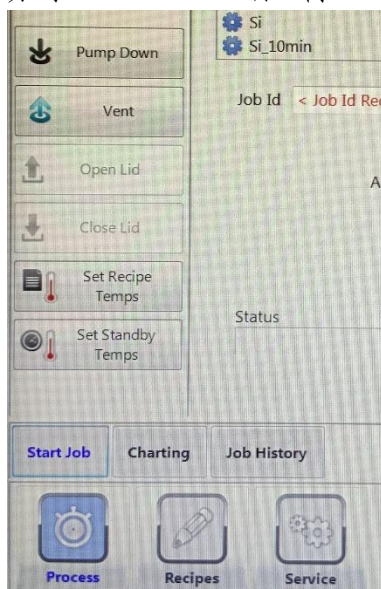
6.3.1 进入 process-start job，点击左侧的 vent，等待腔体泄至大气状态。



6.3.2 待腔体达到大气压，open lid和close lid按钮由灰色变明亮。点击open lid，确认open lid。Chamber lid 会自行升起，待升起动作完全结束后将待刻蚀样品放置于托盘中间。

Tips:1 拖盘不可用无尘布擦拭；

2 切勿将物体掉落进托盘下方的 Throttle valve 洞口内。



6.3.3 样品放置完成后，点击close lid，确认close lid，降下 chamber lid。

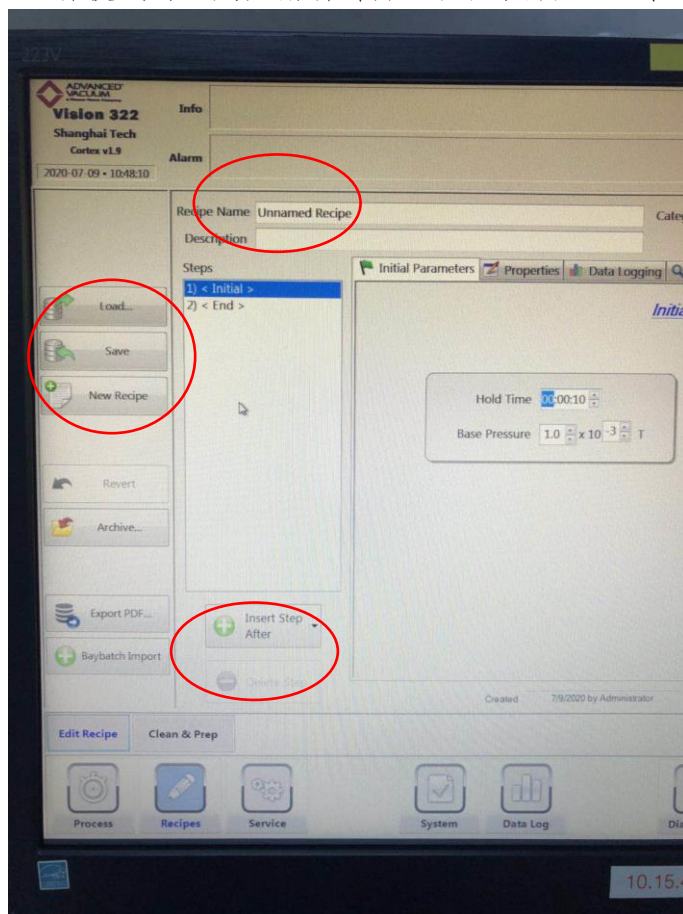
6.3.4 点击Pumpdown，将腔体抽真空直至抽至工艺底压 5×10^{-5} T。



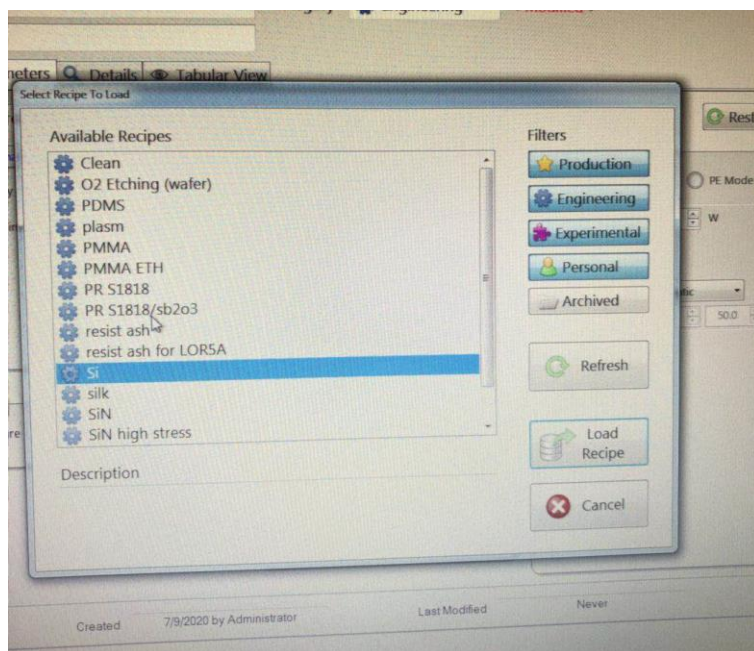
6.4 程序设置

6.4.1 进入 **Recipes-Edit Recipe**,进入程序设置页面。用户可以点击 **New recipe** 来新建刻蚀程序；在 **process-start job-Recipes** 中我们已经给出许多刻蚀材料的参考 recipes，用户如使用这些参考 recipes，也可以点击 **load** 来导入软件中已有程序进行更改时间。

6.4.2 若需新建刻蚀程序，点击 **New recipe**，请以刻蚀材料的名字来命名 recipe name，点击 **Insert step after** 和 **Delete step** 可以新增或删除步骤。点击 steps 中的某一个 step，在中间方框内设置具体参数，如 time, pressure, gas, setpoint 等，用户可以选择 RIE Mode 或 PE Mode。两种模式的区别见附件部分。然后点击 save 即可保持。



6.4.3 用户如使用参考 recipes，点击 **load**，在 Available recipes 中点击要导入的 recipe，然后点击 **Load recipes** 即可导入，用户只需修改刻蚀时间即可，请勿修改其余参数，若需个性化参数，请建立新的 recipes。



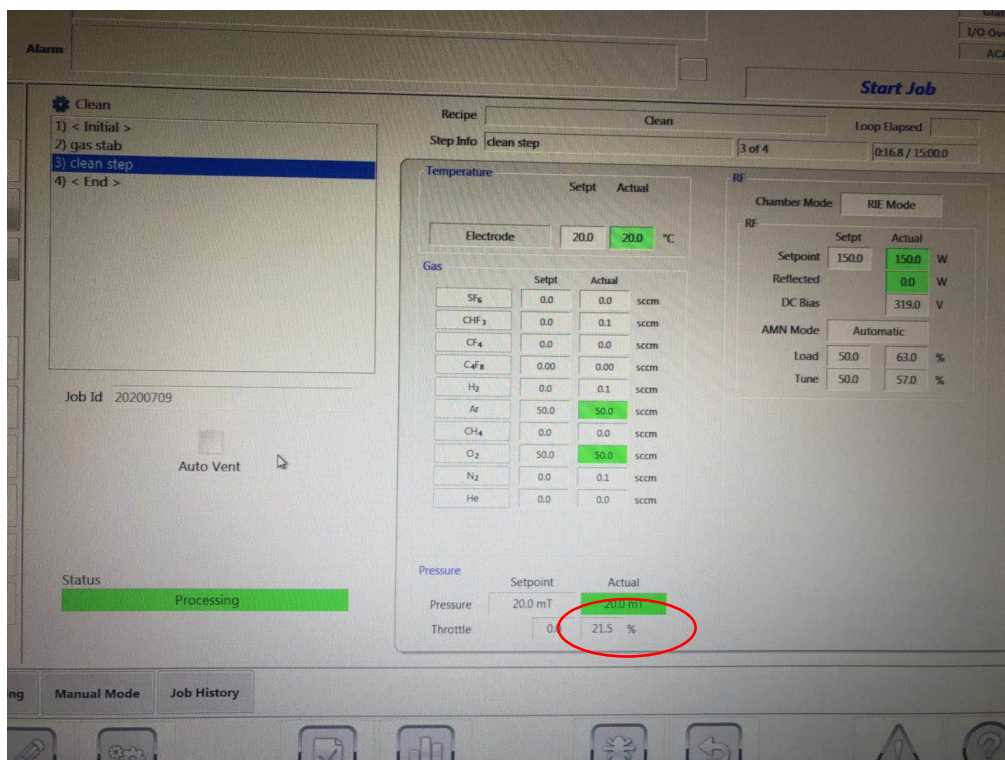
供参考的 recipes

Recipe	RF Setpoint	Process Pressure	Gas	DC Bias	Load/Tune
Clean	100W	25mTorr	SF6=10sccm O2=40sccm	298V	Load=49% Tune=95%
SiO2	100W	15mTorr	CHF3=30sccm O2=5sccm	338V	Load=61% Tune=95%
SiN	100W	5mTorr	SF6=15sccm	300V	Load=45% Tune=89%
O2 Plasma	100W	20mTorr	O2=50sccm	368V	Load=62% Tune=95%
Si	150W	5mTorr	SF6=50sccm O2=5sccm	238V	Load=40% Tune=82%
	200W	5mTorr	SF6=50sccm O2=5sccm	315V	Load=40% Tune=85%

6.5 工艺操作

6.5.1 进入 **process-start job**，选择需要运行的程序，设置一个 **Job Id**（Job Id 相当于标签的功能，由用户自己设置，可以字母或数字，仅用于用户做区分）

6.5.2 点击左侧 **Start Job** 开始运行程序。工艺会自动运行，屏幕上会显示气体，压力，射频电源等实时参数，特别注意分子泵阀门的打开程度，需注意勿超过 40%，若超过请及时减小气体流量（Gas）或者加大腔体压力（Process pressure）。若想提前停止程序，可点击屏幕左侧的 **next step**。



6.6 工艺结束后

6.6.1 设备会亮红色警报灯提示工艺完成。

6.6.2 进入 **process-start job**，点击左侧的 **vent**，等待腔体泄至大气状态。

6.6.3 待腔体达到大气压，**open lid**和**close lid**按钮由灰色变明亮。点击**open lid**，确认**open lid**。

6.6.4 取出样品后点击**close lid**，确认**close lid**，降下 chamber lid。

6.6.5 点击**Pumpdown**，保证腔体处于真空状态。

6.7 Clean

关于腔体的清洁，运行 **Recipes** 中的 **clean** 程式即可。

Tip: 对于不同材质的样品，一定不能未进行 clean 直接运行，若要对不同材质进行刻蚀，建议中间加至少 2~3 次的 clean 程式(一个 clean 程序耗时 30 min)运行，以避免腔体内环境对刻蚀作用的影响。

6.8 关机

6.8.1 进入 **Service-Vacuum System**，点击左侧的 **shutdown** 按钮，分子泵停机，等待约 30 分钟，分子泵转速降为 0。

Tips: 请一定等分子泵转速降为零之后再关闭软件!!!



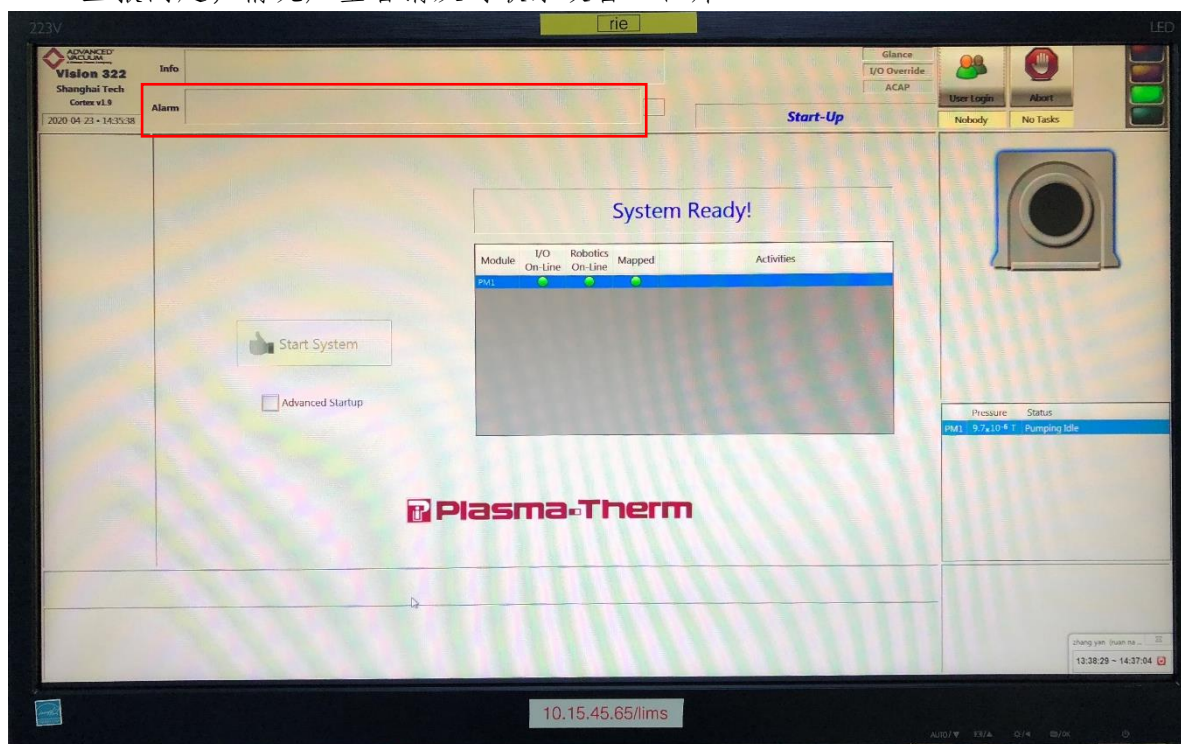
6.8.2 进入 **System-Exit**，点击 **Shut Down**，关闭软件。

6.8.4 登出基理系统，点击 cancel, 点击 ok, 关闭电脑，关闭设备背后的 **Power** 旋钮。不要忘记关闭 **Power** 旋钮，不然会导致泵区的 **chiller** 温度升高，易烧坏！

6.8.5 关掉气体管道阀门。

7. 附录

7.1 设备开机若自检不通过，有报警情况，请检查开机自检页面处的 **Alarm**。及时在 Mars 上报问题，情况严重者请及时联系设备工程师。

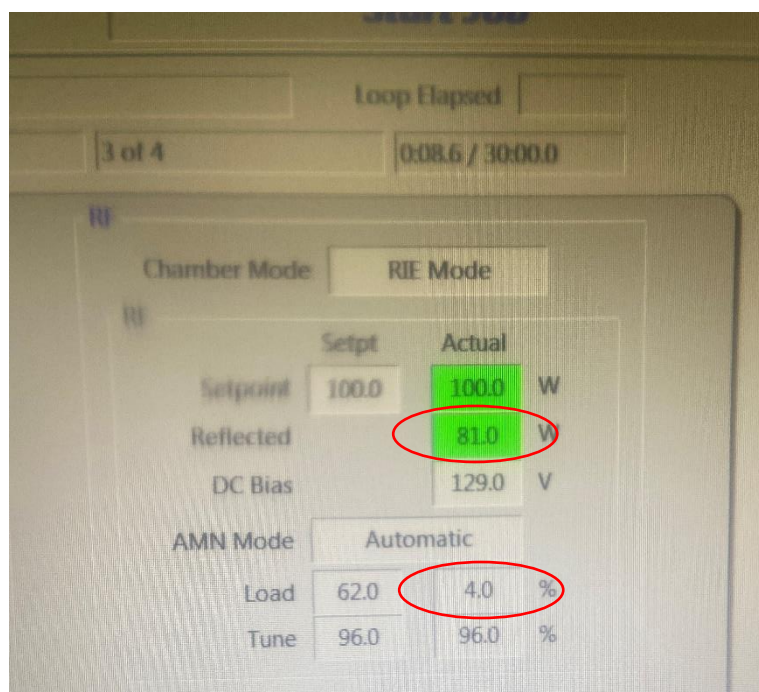


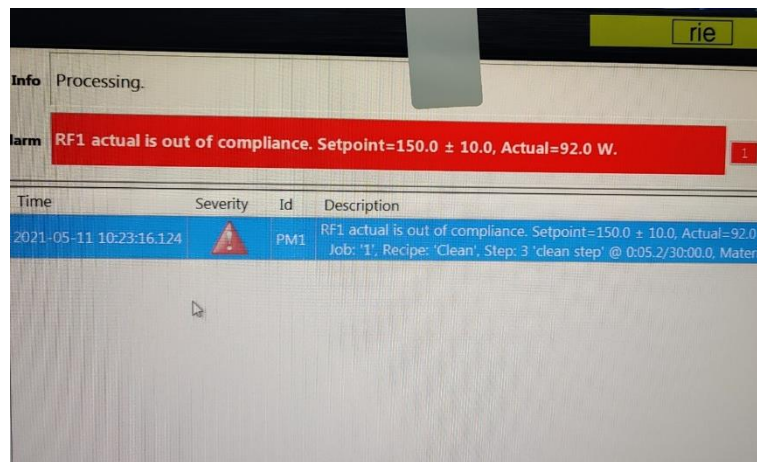
7.2 常见的问题有

- 1) Turbo water is not ok——循环冷却水流量不足，导致分子泵无法开启。请检查设备后面墙上循环冷却水的浮子是否漂起来。
- 2) 打开软件后电磁阀无法启动，没有听到嘭的一声，并且机器电柜表头上的数字显示为红色（正常应为绿色）——CDA（压缩空气）压力不足，无法开启电磁阀，请检查设备后面的墙上 CDA 压力是否正常。

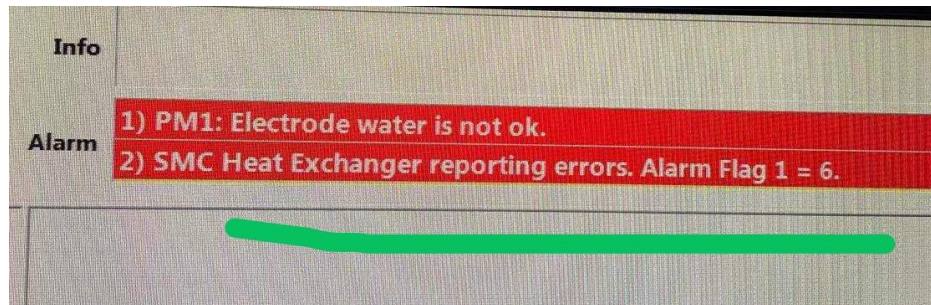


- 3) 有时候在程序运行过程中会出现启辉不佳，反射功率 (Reflected) 过高，甚至是无法启辉的情况，如下图。这是匹配器无法匹配到合适的 Load 数值，一般请观察数秒，设备无法自行恢复的话请点击 next step 来结束程序，然后再次运行 AAFire 点火程序。如果尝试数次也无法解决，请停止使用设备，联系设备工程师。





4) Heat exchanger 报错是泵区内的冷水交换机报错。由于冷水交换机在泵区内，请勿随意进入，需及时和设备负责人取得联系。



具体的报错原因如下图所示：



Bit	Name	Explanation
Alarm flag 1	0 Low level in tank	Alarm given off status 0= Not occurred 1= Occurred
	1 High circulating fluid discharge temp.	
	2 Circulating fluid discharge temp. rise	
	3 Circulating fluid discharge temp.	
	4 High circulating fluid return temp.	
	5 High circulating fluid discharge pressure	
	6 Abnormal pump operation	
	7 Circulating fluid discharge pressure rise	
	8 Circulating fluid discharge pressure drop	
	9 High compressor intake temp.	
	10 Low compressor intake temp.	
	11 Low super heat temperature	
	12 High compressor discharge pressure	
	13 Unused	
	14 Refrigerant circuit pressure (high pressure side) drop	
Alarm flag 2	15 Refrigerant circuit pressure (low pressure side) rise	
	0 Refrigerant circuit pressure (low pressure side) drop	Alarm given off status 0= Not occurred 1= Occurred
	1 Compressor overload	
	2 Communication error	
	3 Memory error	
	4 DC line fuse cut	
	5 Circulating fluid discharge temp. sensor failure	
	6 Circulating fluid return temp. sensor failure	
	7 Compressor intake temp. sensor failure	
	8 Circulating fluid discharge pressure sensor failure	
	9 Compressor discharge pressure sensor failure	
	10 Compressor intake pressure sensor failure	
	11 Maintenance of pump	
	12 Maintenance of fan motor	

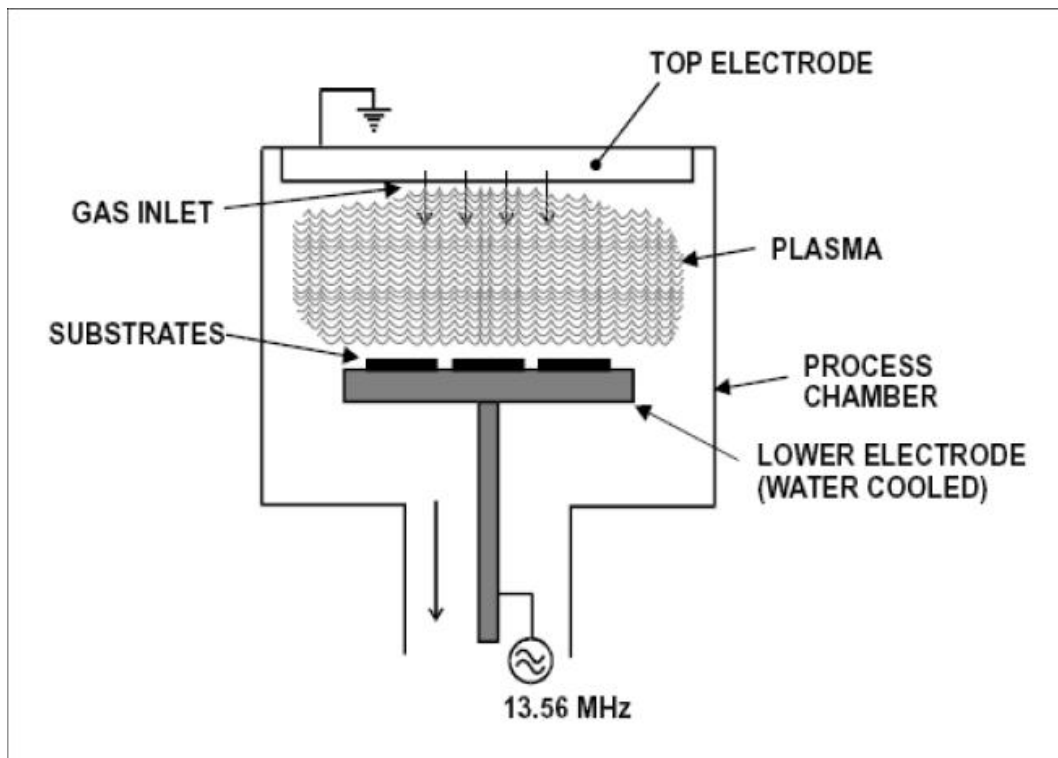
7.3 目前可提供 10 种刻蚀气体：SF₆、CHF₃、CF₄、C₄F₈、H₂、Ar、O₂、CH₄、N₂、He。

气体	SF ₆	CHF ₃	CF ₄	C ₄ F ₈	H ₂	Ar	O ₂	CH ₄	N ₂	He
最大流量 (sccm)	100	100	100	50	100	100	100	100	100	100

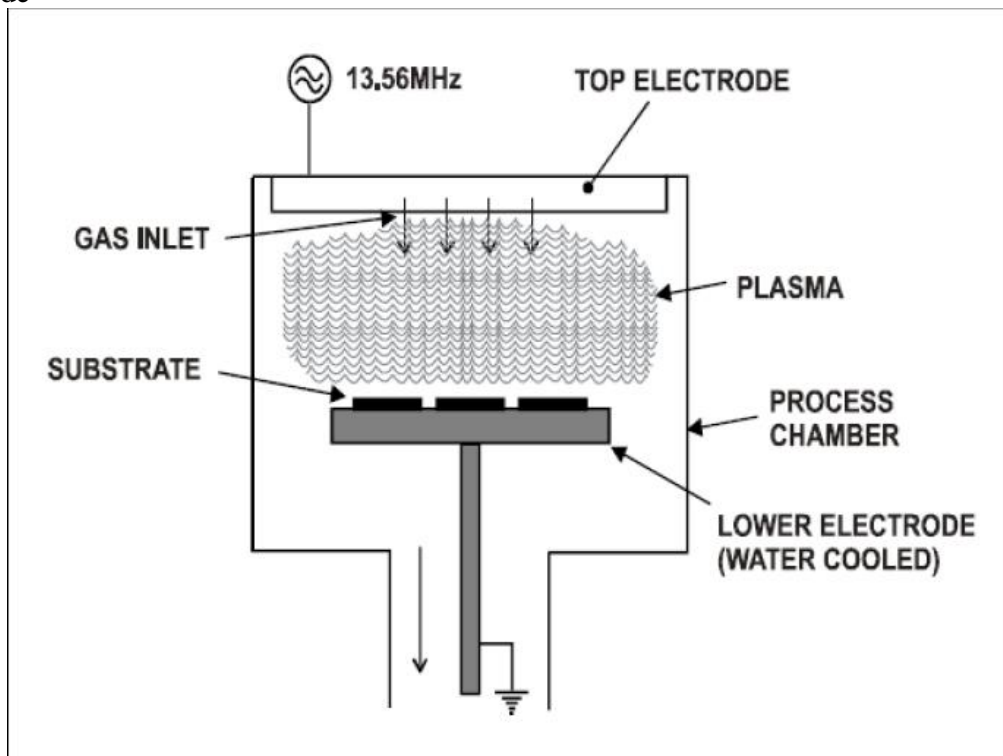
以上表中所示数据为最大流量，具体使用中因含氟气体易导致分子泵密封圈老化，流量勿使用过大（建议不超过 50sccm）。

7.4 RIE Mode 和 PE Mode

RIE Mode



PE Mode



选用 RIE 模式时，上极板接地，下极板接高频电压，样品所在的表面具有能够从等离子体中吸引离子的加速电压，所以可以实现速率更快的定向刻蚀；选用 PE 模式时，下极板接地，上极板接高频电压，因没有加速电压，只能产生各向同性刻蚀。



7.5 原厂参考资料：请至 Softnanolab 云盘/SOP/RIE 反应离子刻蚀系统/，读取档案：[RIE 反应离子刻蚀系统原厂参考资料](#)。

8. 设备红黄牌行为

8.1 出现以下行为会收到设备红牌警告，并禁止使用本设备一个月：

- 1) 造成设备部件损坏或形成经济损失的行为；
- 2) 未取得设备授权擅自使用设备；

8.2 出现以下行为会收到设备黄牌警告：

- 1) 预约了机时未按时上机使用且不取消预约的行为；