

牛津等离子增强/电感耦合化学气相沉积（PECVD/ICPCVD）标准操作流程

编写人员：马驰原
版本：v1

目录

1. 设备功能（Tool Function）	1
2. 设备使用登记（Register）	1
3. 设备安全规范（Safety）	1
4. 牛津等离子增强/电感耦合化学沉积设备（PECVD/ICPCVD）	1
4-1 设备概述（Process Summary）	1
4-2 交叉污染控制（Cross-contamination Controls & Compatibility）	2
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）	10
5. 设备负责人及联系方式（Tool Administrator & Contact Information）	10
6. 参考图表（Figures & Schematics）	10
7. 培训流程及违规处罚（Training Procedure & Violation & Penalty）	10
8. 历史版本（History Version）	11

1. 设备功能（Tool Function）

此两设备主要用作生长 SiN 和 SiO₂ 薄膜。适用于 4 寸及以下样品。

2. 设备使用登记（Register）

- 1) 此两设备暂不使用刷卡机，凭本人大仪平台账号密码登录。
- 2) 使用结束后在记录本上做好使用记录。
- 3) 此两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) 设备使用前记得及时打开和关闭灰区废气处理装置（scrubber）。
- 2) 样品尽量放置在载盘中间位置。
- 3) 请勿将传送腔长时间暴露在空气中，与大气接触腐蚀腔体。
- 4) 实验后切勿用手直接取出样品，以免烫伤。

4. 牛津等离子增强/电感耦合化学气相沉积设备（PECVD/ICPCVD）

4-1 设备概述（Process Summary）

- 1) 设备型号及制造商：Plasma pro 100 PECVD 180, Oxford UK。

2) 设备的工艺功能：采用等离子生长方式来进行 SiN 和 SiO₂ 的生长。

3) 设备的工作原理：

PECVD：在真空压力下，加在电极板上的射频电场，使反应室气体发生辉光放电，在辉光发电区域产生大量的电子。这些电子在电场的作用下获得充足的能量，其本身温度很高，它与气体分子相碰撞，使气体分子活化。它们吸附在衬底上，并发生化学反应生成介质膜。

ICPCVD：传统的等离子体辅助的化学气相沉积主要采用电容耦合射频等离子体增强化学气相沉积（PECVD）技术，这一技术使介质薄膜的沉积温度大大降低，但也存在着许多难以解决的问题，如 PECVD 在低温下（<150℃）所沉积的薄膜与衬底的黏附性较差，具有较高的腐蚀速率，折射率和击穿电压都较低等。电感耦合射频等离子体化学气相沉积（ICP-CVD），与传统的电容耦合射频及其他低压高密度等离子体的发生机理不同，它是在电感线圈上施加高频电流，线圈在射频电流驱动下，激发变化的磁场，变化的磁场感生回旋电场。电子在有旋电场的加速下作回旋运动，将反应源气体分子碰撞并将其离解，产生了大量的活性等离子基团，并在气流的作用下被输运到衬底表面并被吸附，然后通过表面反应形成薄膜。ICP 中电子的回旋加速增加了其与气体分子的碰撞几率，能够产生比传统电容式放电更高的等离子体密度，使低温快速沉积高质量的薄膜成为可能。

4) 设备硬件能力：此两设备结构主要包括：进样系统和反应腔，真空系统，气路系统等。

- i. PECVD：13.56MHz 射频源，功率≥600W 及 500W 低频射频源可实现快速自动匹配。ICPCVD：13.56MHz 射频源，功率≥300W，可实现快速自动匹配；ICP 源-3kW,13.56MHz 射频发生器，直径 180mm ,ICP 源采用管式螺旋结构
- ii. 前级泵采用 Edwards IGX600，抽速 620m³/hr. 预真空室采用 Edwards nXDS15i 干泵，抽速>15m³/hr 极限真空<6Pa。

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：交叉污染控制：ICPCVD 目前仅允许三五族/硅基及基于蓝宝石/SiC 等非易挥发性衬底，且样品表面禁止带光刻胶，刻蚀区域及刻蚀底层可裸露金属 Nb、Au、Al、Cu。

PECVD 目前仅允许三五族/硅基衬底，且样品表面禁止带光刻胶，刻蚀区域及刻蚀底层可裸露金属 Au。

- 2) 工艺功能限制：仅限生长 SiO₂ 和 SiN 薄膜。

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

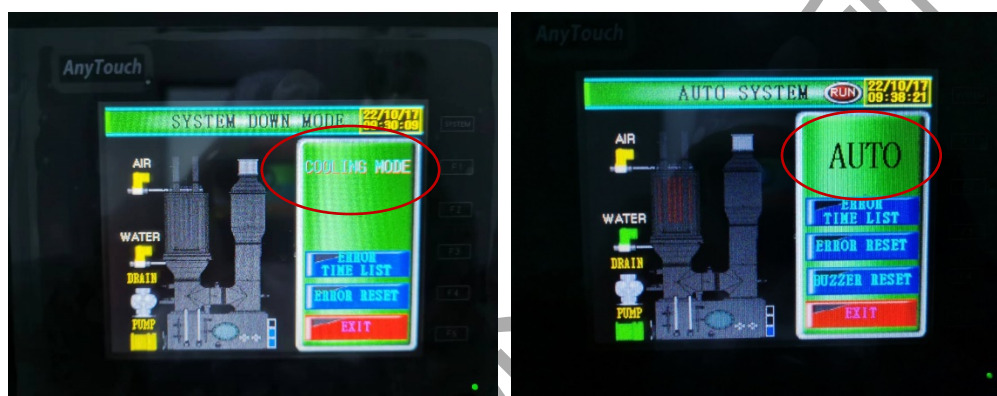
- 1) LL：传送腔。
- 2) Scrubber：废气处理装置。

4-4 操作流程 (Process Procedure)

由于 PECVD 和 ICPCVD 的操作相同，以 PECVD 为例进行说明。

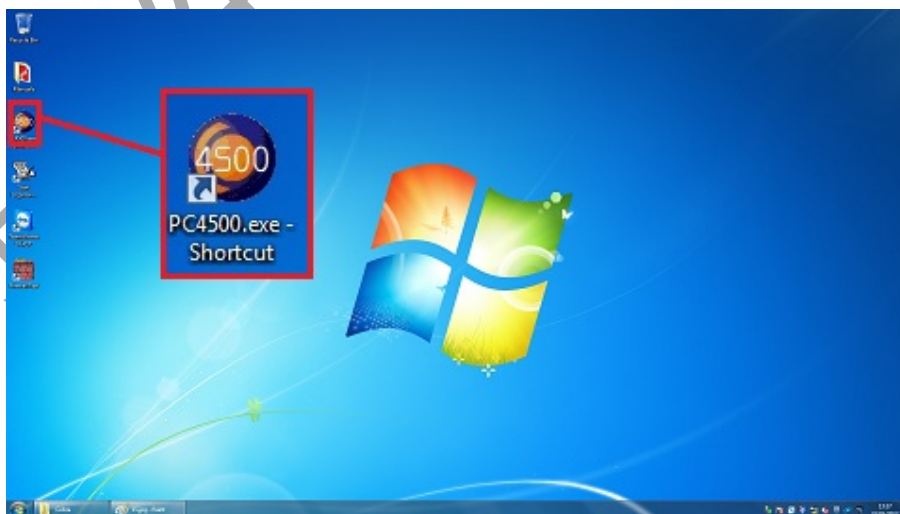
1) Scrubber 模式切换

将灰区 Scrubber 模式由 colling mode 切换成 Auto mode。

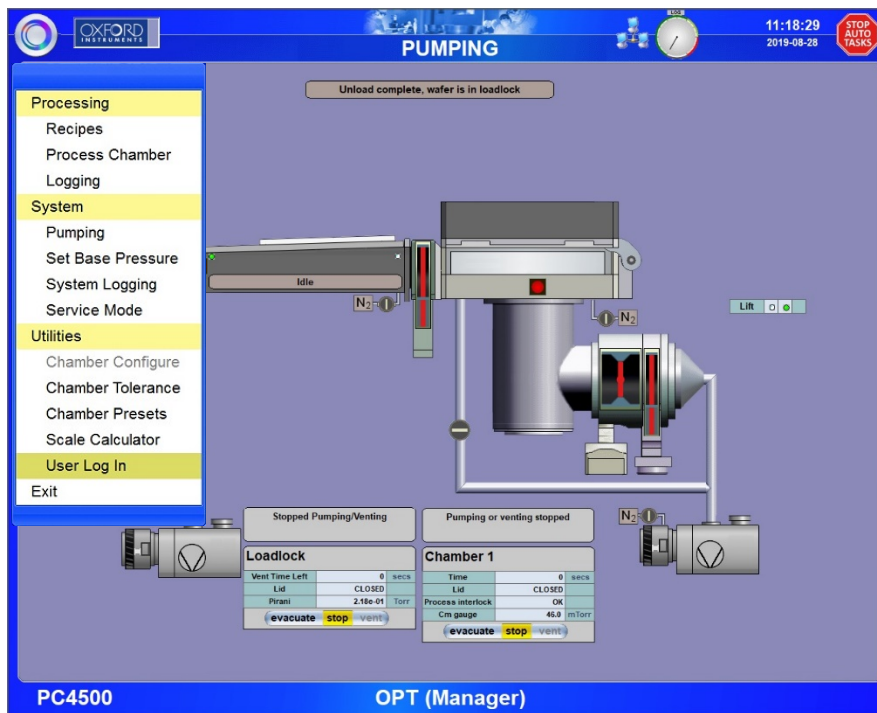


2) 开启软件

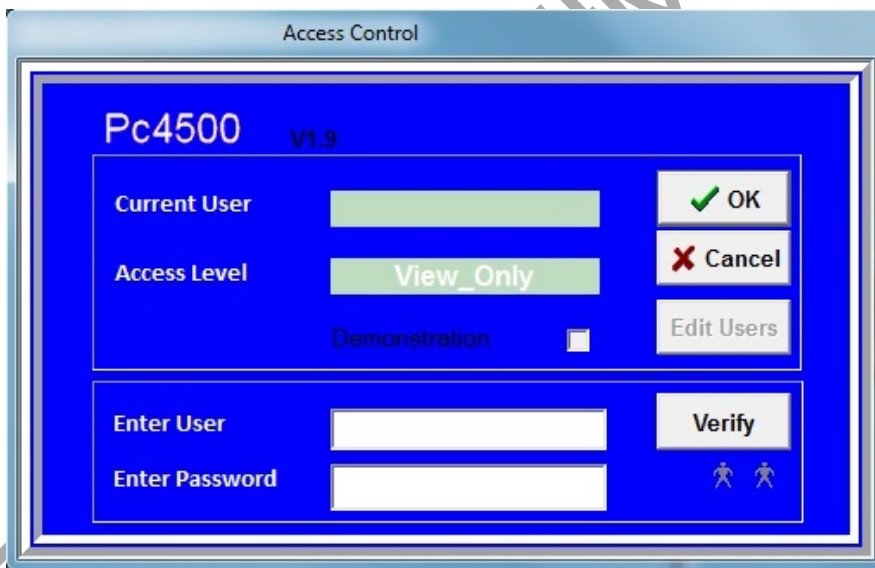
- i. 打开软件：确保 Oxford 软件界面正在运行，如果软件没有运行，双击 PC 桌面上的 PC4500 启动程序。



- ii. 登录：单击屏幕顶部左上角的 logo，在出现的下拉菜单中点击 User log in。



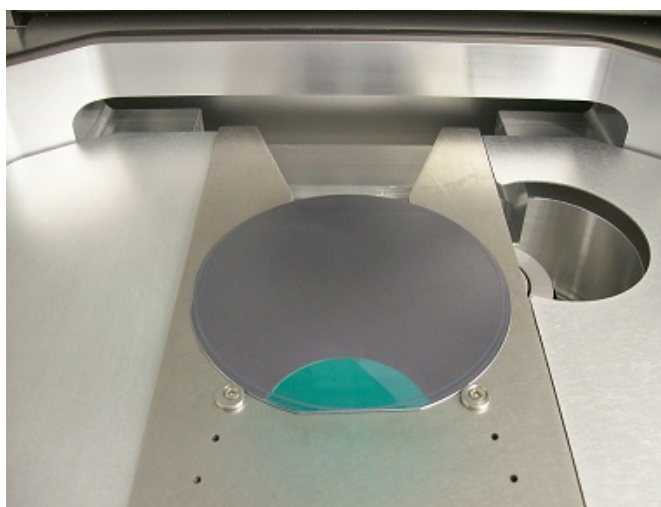
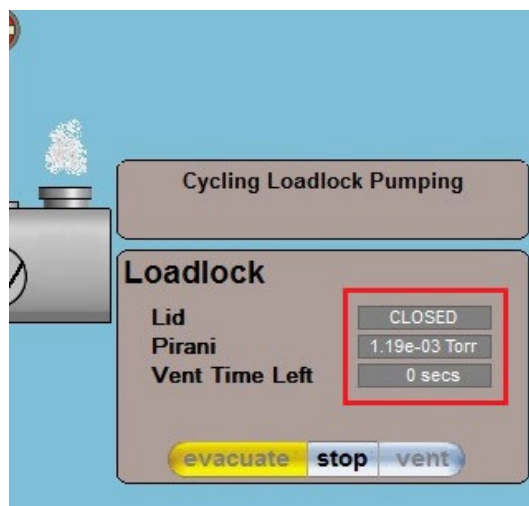
iii. 出现以下登录界面，输入账号密码均为 OPT。



iv. 抽真空：软件开启后，鼠标移至 chamber 下，点击 Evacuate 待分子泵开启，达到预设真空度。Chamber 绿色灯亮起。

3) Load Sample

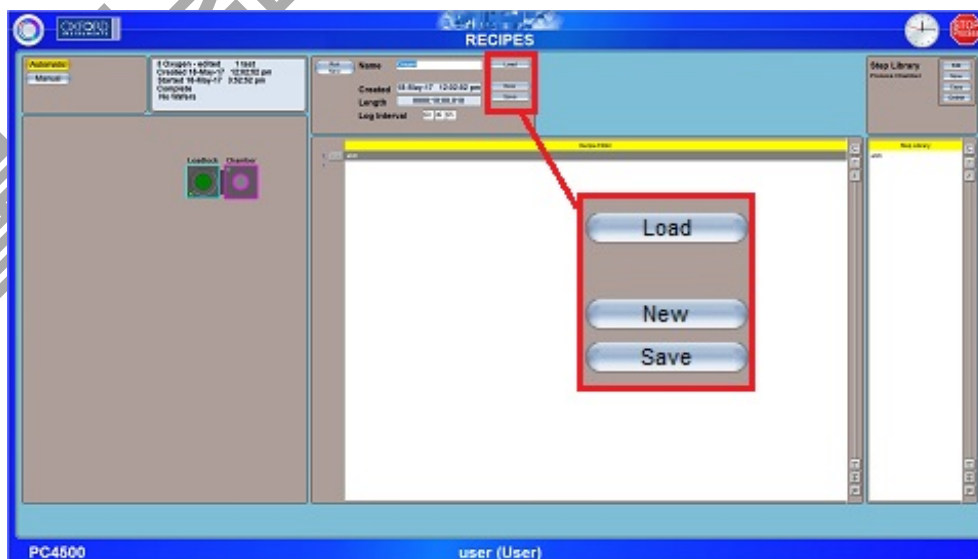
i. 在 pumping 界面，点 stop 然后点一下 点击 Stop 图标后在图标中会显示黄色亮点信号，系统就会关闭进样室抽真空阀门，停止对进样室抽真空。随后点下 vent 按钮充气，待 N2 充满腔室，界面显示 venting finished。



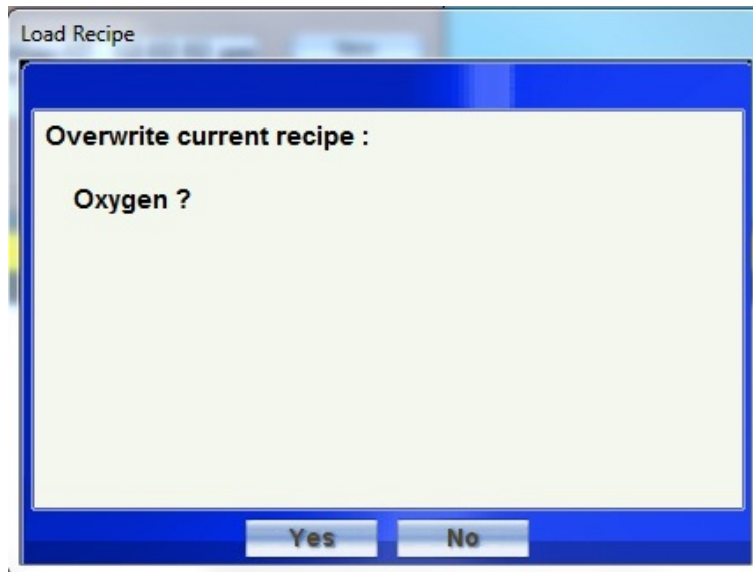
ii. 点击 evacuate 开始抽气，此时要求输入 wafer 的名称，真空度达到 Set Base Pressure 中的设定值，显示绿灯。

4) Recipe 选择与编辑

i. 从下拉菜单中选择“Recipes”，出现以下 recipe 窗口。

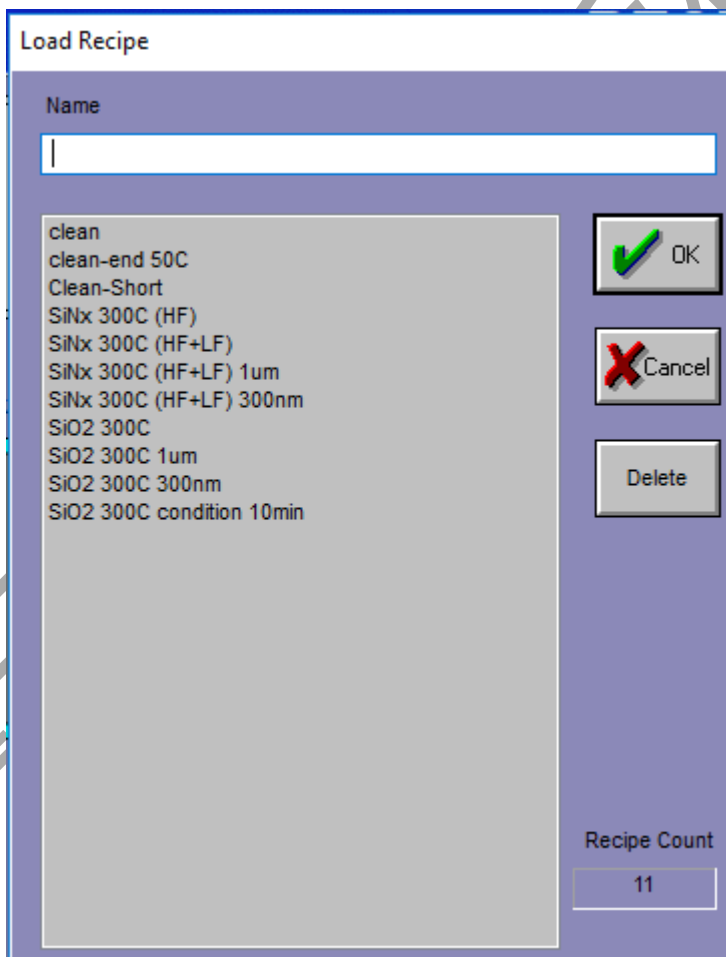


- ii. 点击“Load”，出现如下窗口，并询问“Overwrite current recipe?” 点击 yes

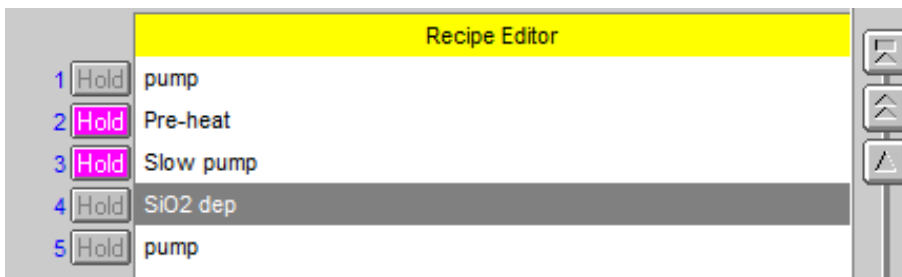


5) 编辑和运行 recipe

- i. 点击 Load，在出现的界面选择一个 recipe，点击确定。



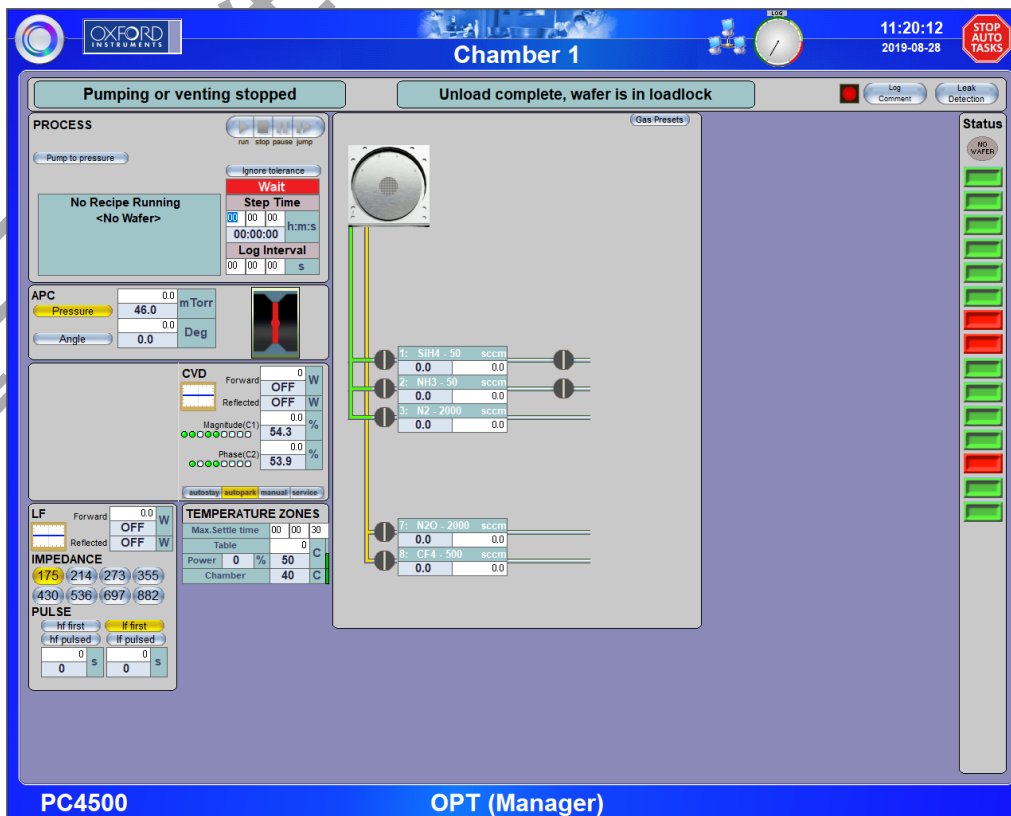
- ii. 出现以下窗口。



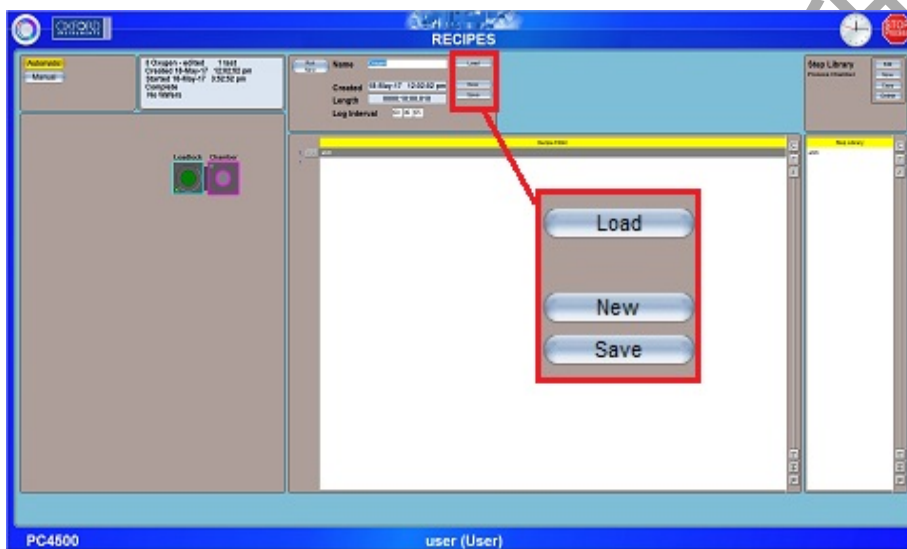
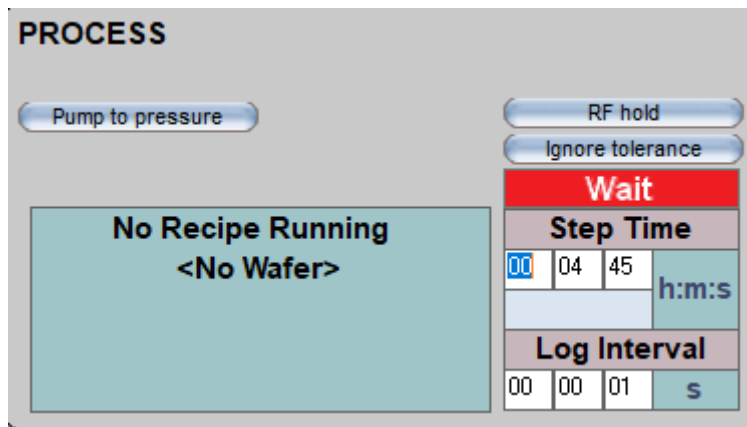
iii. 单击 Recipe 行，将出现以下下拉菜单。



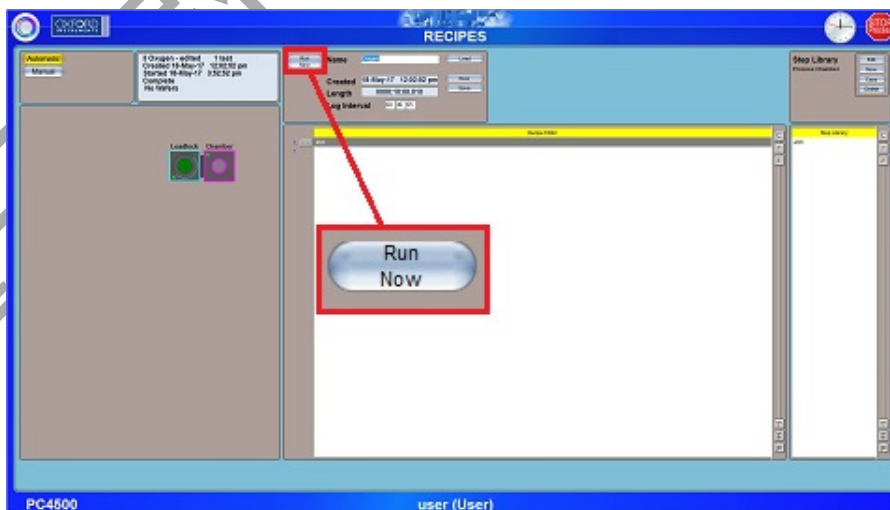
iv. 要编辑/查看 Recipe 中的给定步骤，请从下拉菜单中选择“编辑步骤”。出现以下窗口。



- v. 在下处输入所需要的生长时间，点击 save。

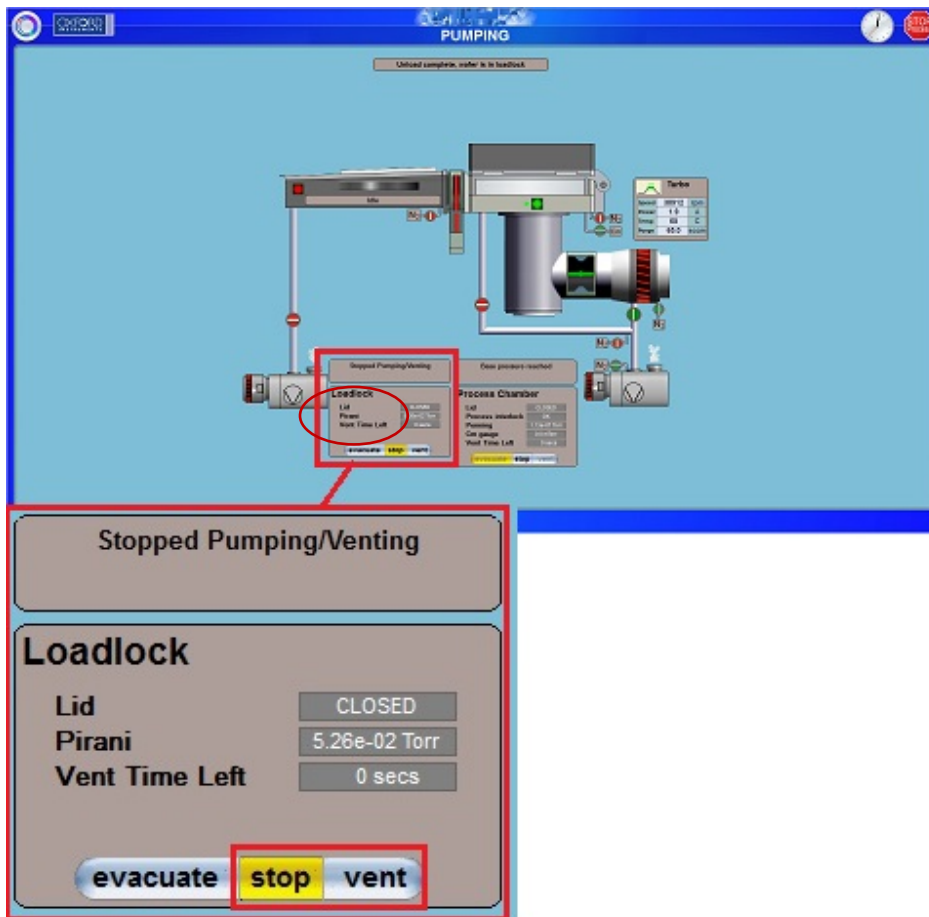


- vi. 点击 run now，开始运行 recipe。

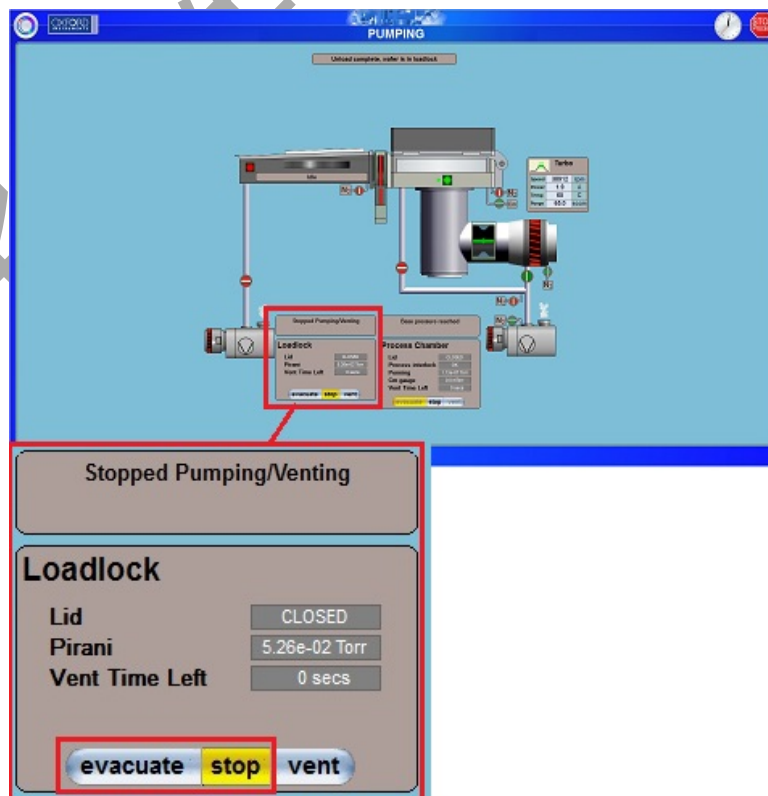


6) Unload Sample

- i. LL vent: 在泵控制屏幕(默认屏幕)左下角的 Load-Lock 泵显示中点击“stop”，然后点击“vent”。等待 Load-Lock 显示“Load-Lock venting finished”



- ii. 打开 LL 盖取出样品。
- iii. LL 抽真空：点击“stop”，然后在 Load-Lock 泵显示中点击“evacuate”。
- iv. 将灰区 scrubber 切换为 cooling mode。



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。

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

中心工程师：吴廷琪，wutq@shanghaitech.edu.cn；马驰原，machy@shanghaitech.edu.cn

6. 参考图表 (Figures & Schematics)

PECVD 参考 recipe 如下：

SiO2 300C		100%SiH4	N2O	N2	Pressure	HF	Temp	Time
		sccm	sccm	sccm	mTorr	W	C	min
step1	pump						300	1
step2	pre-heat			1000	1000		300	3
step3	SiO2 dep	5	1000	500	900	30	300	5
step4	pump						300	1

速率 68nm/min

SiN 300C (dual freq)		100%SiH4	NH3	N2	Pressure	HF	LF	Temp	Time
		sccm	sccm	sccm	mTorr	W	W	C	min
step1	pump							300	1
step2	pre-heat			1000	1000			300	3
step3	SiN dep	13	30	600	1200	20(14sec)	20(6sec)	300	10
step4	pump							300	1

速率 20nm/min

ICPCVD 参考 recipe 如下：

Recipe	100% SiH4	N2O	N2	Ar	Pressure	ICP Power	RF Power	Temp.	Time	Rate	Stress
	sccm	sccm	sccm	sccm	mTorr	W	W	°C		nm/min	MPa
SiO2	4	13	/	25	3	1000	60	140	30	12	
SiN	13.5	/	10	30	12	1000	0	140	15	18	

7. 培训流程及违规处罚 (Training Procedure & Violation & Penalty)

- 1) 所申请设备工艺通过技术评审后联系工程师报名培训。
- 2) 观摩用户操作或工程师培训累计 3 次，并收集用户签名，可申请进行考核。
- 3) 考核通过后签署《SQDL 设备独立操作权限培训表》授予设备权限

- 4) 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	2022-09-01	马驰原	

量子器件中心版权所有