

上海科技大学量子器件中心 (SQDL) 工艺设备 SOP

原子层积系统

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)1
2.	设备使用登记(Register)1
3.	设备安全规范(Safety)1
4.	原子层积系统(ALD)1
4-1	设备概述(Process Summary)1
4-2	交叉污染控制(Cross-contamination Controls & Compatibility)
4-3	名词定义(Definitions & Process Terminology)
4-4	操作流程(Process Procedure)3
4-5	故障指南(Troubleshooting Guidelines)14
5.	设备负责人及联系方式(Tool Administrator & Contact Information)
6.	参考图表(Figures& Schematics)15
7.	维护(Maintenance)15
8.	历史版本(History Version)15

1. <u>设备功能(Tool Function)</u>

本设备可以将物质以单原子膜形式一层一层的镀在基底表面,这种方式可使每次反应只沉积 一层原子。主要适用于4寸及以下样品。

2. <u>设备使用登记(Register)</u>

- 1) 本设备配备有刷卡机,凭预约人已开通权限的大仪平台账号刷卡登录。
- 2) 使用结束后在旁边实验记录本上做好记录。

3. <u>设备安全规范(Safety)</u>

- 1) 打开 LL 进行取放片时尽量迅速, 腔体不要暴露在大气中过长时间以免腐蚀。
- 2) 放置小样品时尽量放置在载盘中间位置。
- 3) 切勿擅自对前驱体瓶进行加热。
- 4) 使用源后需对相应管路进行 purge 以防堵塞。
- 5) 沉积过程中不得离开设备。
- 6) 实验后切勿用手直接取出样品,以免烫伤。
- 7) 实验结束后及时关闭前驱体瓶。

4. <u>原子层积系统(ALD)</u>

4-1 <u>设备概述(Process Summary)</u>

- 1) 设备型号及制造商: Picosun[™] R-200 advanced ALD。
- 2) 设备的工艺功能:本设备采用等离子体增强或热生长方式,可实现 Al₂O₃、AlN、SiO₂、TiO₂、 TiN、HfO₂ 膜层的逐原子层生长。



3) 设备的工作原理:本设备通过将气相前驱体以脉冲方式交替地通入反应器并在衬底上进行化学吸附和反应而形成沉积膜的一种方法。当前驱体达到沉积基体表面,它们会在其表面化学吸附并发生表面反应。在不同前驱体脉冲之间需要用惰性气体对原子层沉积反应器进行 purge。由此可知前驱体物质能否在被沉积材料表面化学吸附是实现原子层沉积的关键。原子层沉积主要反应过程包括前驱体 A 吸附、反应物及副产物吹扫、前驱体 B 吸附、反应物及副产物吹扫,如下图 A-G 所示。



- 4) 设备硬件配置:
 - i. 配置 LL。
 - **ii.** 腔体温度控制范围: 25℃~350℃。
 - iii. 配置射频电源频率: 1.9~3.2MHz。
 - iv. 传送腔配置 Edwards nXDS 干泵, 抽速≥20m³/h, 反应腔配置 iXH 干泵, 抽速≥320 m³/h。
 - **v.** 配置 5 种前驱体源瓶 (O 源、Ti 源、Al 源、Si 源、Hf 源)。
 - **vi.** 反应腔真空漏率< 2*10⁻⁴ mbar L/s。
- 5) 设备位置: 净化室1层白光区。
- 6) 设备图片:



- 4-2 <u>交叉污染控制(Cross-contamination Controls & Compatibility)</u>
 - 1) 衬底限制: III-V 族, 硅及基于蓝宝石/SiC 等非易挥发性衬底的 III-V 材料膜系; 限 4 寸及 以下样品。
 - 2) 工艺功能限制:限生长 Al₂O₃、AlN、SiO₂、TiO₂、TiN、HfO₂ 膜层。



4-3 <u>名词定义(Definitions & Process Terminology)</u>

- 1) PEALD: 等离子体增强原子层沉积。
- 2) IM Space Chamber: 中间腔。
- 3) RF: 射频电源。
- 4) LL Chamber: 进样腔。
- 5) Process Pressure: 压力控制, 单位 hpa。
- 6) MFC: 质量流量控制器。

4-4 操作流程(Process Procedure)

1) 开机前检查

i. 检查设备后方所需工艺气体阀门是否为开启状态,实验前需打开相应气体阀门。



ii. 检查灰区冷却水阀门是否打开,实验前需打开冷却水阀门。



- 2) 开机
 - i. 打开总开关:打开及设备后侧电箱外盖,从下往上依次将下图所示三个开关拨到左边。





ii. 开启灰区 LL 干泵和反应腔干泵: LL 干泵通过按下操作面的●按钮开启;反应腔干泵通过按下操作手柄的 PUMP 按键开启。



iii. 主设备供电:将主设备正面开关旋至竖直位置,然后按下主设备右侧 START 按钮。



- 3) LL 和反应腔抽真空
 - i. 软件登录: 主设备开启后点击左下图界面的 Manager User 按键, 然后在弹出的右下图 界面选择 Supervisor, 并点击 Password 按钮, 输入登录密码 s。



Table and one of the sector 110, 30 100 control of the sector of	keys panel			
RC aphone officer review 3115-38.18 153-64	Supervisor	Engineer	Operator	Log out user
picesun Agile Ald	L ₂	ų	ł	Password
Bigging User: Nore Ver: Nore Or coase	Select user id, key to log on to	enter password o the system.	and press the	Exit

ii. 设置载气流量:点击主界面下方 SETTINGS 选项,在出现的界面将 IMSpace Flow 修改为 400sccm, Source Line Flow 修改为 50sccm,并点击 SET 确认。

TOOL SELECTION Perindip resource Link: COUNT SUBJECTION Mission Counter and the second secon	90 hPa	re Limit	Open Pressu	V1 C	000 sccm		e lines	Vent flow, IMSpac		Date: 12.3.201	Adj. Time	[
LICENSE LICENSE Source Line Flow Lower Line Flow Source Line Flow Lower Line Flow Line Flow <thline flow<="" th=""> <thline flow<="" th=""> <</thline></thline>	1 hPa	ure Limit	en Lid Pressu	Оре	400 sccm	FT	mes	IMSpace Flow		11110.0	SELECTION	TOOL
EAALE DISABLE UNTER LIMITS UNTER LIMITS UNTER LIMITS LOORDR ENABLE DISABLE Plaining Pressure Limit Fixed 11 Ma 2 hPa 18 hPa Image: Plaining Pressure Limit Fixed 11 Ma 2 hPa 18 hPa 18 hPa Image: Plaining Pressure Limit Fixed 11 Ma 2 hPa 18 hPa Her CLIMITS Image: Plaining Pressure Limit Fixed 11 Ma 2 hPa 18 hPa Her CLIMITS Image: Plaining Pressure Limit To "C 10 °C 20 °C MFC100 20 sccm Image: Plaining Pressure Limit 10 °C 20 °C MFC100 20 sccm MFC300 20 sccm Image: Plaining Pressure Limit 10 °C 20 °C MFC400 20 sccm MFC300 20 sccm Image: Plaining Pressure Limit Press 10 °C 20 °C MFC400 20 sccm MFC400 20 sccm Image: History 10 °C 20 °C MFC400 20 sccm MFC400 20 sccm MFC400 20 sccm MFC400 20 sccm MFC400 20 sccm <td< th=""><th>1 hPa</th><th>p</th><th>p venting ste</th><th>Stop</th><th>80 sccm</th><th></th><th>_</th><th>Source Line Flow</th><th></th><th></th><th></th><th></th></td<>	1 hPa	p	p venting ste	Stop	80 sccm		_	Source Line Flow				
CANDER ENABLE Putaling Pressure Link: Fixed 1 MPa 2 hPa 18 hPa Image: Pressure Link: Fixed 1 MPa 2 hPa 18 hPa Mercing Mercing <td< th=""><th>5 Δlarm</th><th>UPPER LIM</th><th></th><th>S Varning</th><th>LOWER LIMITS</th><th>10</th><th></th><th></th><th>ABLE</th><th>ENABLE</th><th>AIR</th><th>ROOM</th></td<>	5 Δlarm	UPPER LIM		S Varning	LOWER LIMITS	10			ABLE	ENABLE	AIR	ROOM
TELMITS -: Jamma de limite -: Jerre Limits	22 hPa	18 hPa	Pa	2 hF	hPa	Fixe	Limit	Pulsing Pressure	CHARLEN AND	ENABLE	R	.OADE
ID ''C 15 ''C SET 15 scm 10 ''C 15 ''C SET 15 scm 15 scm TE2 Valuer vessel lines 10 ''C 20 ''C MFC10 20 scm TE12 To ''C 20 ''C MFC100 20 scm MFC200 20 scm TE12 To ''C 20 ''C MFC300 20 scm MFC300 20 scm TE210 10 ''C 20 ''C MFC300 20 scm MFC300 20 scm TE210 10 ''C 20 ''C MFC300 20 scm MFC300 20 scm TE240 10 ''C 20 ''C MFC300 20 scm MFC30 20 scm TE410 10 ''C 20 ''C MFC30 20 scm MFC30 20 scm TE410 10 ''C 20 ''C MFC30 20 scm MFC30 20 scm LICENSE LICENSE 10 ''C 20 ''C MFC30 20 scm MFC30 20 scm	+/. Alarm	MFC LIMI Warning		limits +	Set I	arm	ITS +/.	TE LIMI Warning		MANAGE		
TE2 10 °C 20 °C MFC1 20 sccm Texts result lines 10 °C 20 °C MFC100 20 sccm	20 sccm	15 sccm		SET		5 °C		10 °C		PASSWORDS	L	
TE19 mm 10 °C 20 °C MFC100 20 sccm TE19 mm 10 °C 20 °C MFC100 20 sccm TE12 mm 10 °C 20 °C MFC200 20 sccm TE12 mm 10 °C 20 °C MFC400 20 sccm TE210 10 °C 20 °C MFC400 20 sccm TE220 10 °C 20 °C MFC400 20 sccm TE210 10 °C 20 °C MFC600 20 sccm TE410 10 °C 20 °C MFC600 20 sccm TE420 10 °C 20 °C MFC600 20 sccm TE420 10 °C 20 °C MFC600 20 sccm TE421 10 °C 20 °C MFC600 20 sccm TE510 10 °C 20 °C MFC700 20 sccm TE510 10 °C 20 °C MFC700 20 sccm LICENSE TE610 10 °C 20 °C MFC700 20 sccm	50 sccm	20 sccm	MFC1	С	20 °	10 °		TE2 Vacuum vessel temp.				
TE122 Note Strip 10 °C 20 °C MFC200 20 sccm TE210 Informations 10 °C 20 °C MFC200 20 sccm MFC400 20 sc	50 sccm	20 sccm	MFC100	С	20 °	10 °		TE110				
TE210 Biolistics Te222 North String 10 °C 20 °C MFC300 20 sccm TE222 North String 10 °C 15 °C MFC400 20 sccm MFC500 20 sccm TE222 North String 10 °C 20 °C MFC600 20 sccm MFC600 20 sccm TE421 Distribution 10 °C 20 °C MFC600 20 sccm MFC600 20 sccm TE421 Distribution 10 °C 20 °C MFC700 20 sccm MFC700 20 sccm LICENSE TE610 Bioth String 10 °C 20 °C MFC700 20 sccm MFC700	50 sccm	20 sccm	MFC200	С	20 °	10 °		TE122 Neck temp				
Image: FE222 product of the temp 10 °C 15 °C MFC400 20 sccm TE310 m 10 °C 20 °C MFC600 20 sccm TE310 m 10 °C 20 °C MFC600 20 sccm TE420 model to the temp 10 °C 20 °C MFC600 20 sccm TE422 model to the temp 10 °C 20 °C MFC600 20 sccm TE410 model to the temp 10 °C 20 °C MFC700 20 sccm TE410 model to the temp 10 °C 20 °C MFC700 20 sccm LICENSE PERIOD EXPIRED TE910 model to the temp 10 °C 20 °C MFC700	50 sccm	20 sccm	MFC300	C	20 °	10 °		TE210 Bottle temp.				
TE310 IDIM temp 10 °C 20 °C MFC500 20 sccm TE410 Inclems 10 °C 20 °C MFC600 20 sccm TE422 Incl text text text text text text text tex	50 sccm	20 sccm	MFC400	C	15 °	10 °		TE222 Neck temp.				
Incense 10 °C 20 °C MFC600 20 sccm Test30 10 °C 20 °C MFC600 20 sccm Test30 10 °C 20 °C MFC700 20 sccm LICENSE 10 °C 20 °C MFC700 20 sccm LICENSE Test60 10 °C 20 °C MFC700 20 sccm	50 sccm	20 sccm	MFC500	C	20 °	10 °		TE310 Bottle temp.				
Image: Texa and a constraint of the state and constrate and a constraint of the state and constraint of	50 sccm	20 sccm	MFC600	C	20 °	10 °		TE410 Bottle temp.				
LICENSE PERIOD EXPIRED	50 sccm	20 sccm	MFC700	C	20 °	10 °		TE422 Neck trace temp.				
LICENSE TESIO 10 °C 20 °C				°C	20 °	10 °		TE510 Bottle temp.				
LICENSE PERIOD EXPIRED				C	20 °	10 °	1	TE610 Bottle temp.		LICENSE		
									IRED	NSE PERIOD EX	LICE	
		CENSE PERIOD	1 10					-		<u>г г</u>		

iii. LL 和反应腔抽真空:点击主界面下方 MANUAL 选项,在出现的界面中将 V3 (载气阀)、V2 (LL 慢抽阀)和 V54 (反应腔慢抽阀)设置为 Enable,进行慢抽。在慢抽结束后将 V2 和 V54 改为 Disable,将 V1 (LL 快抽阀)和 V53 (反应腔快抽阀)设置为 Enable,进行快抽。



								Valves	Setpoints
			MANUAL	VALVE C	ONTRO	L			
V1		Enable	Disable	V110	\bowtie	Enable	Disable		
V2		Enable	Disable	V210		Enable	Disable		
V3		Enable	Disable	V310		Enable	Disable		
V4		Enable	Disable	V320		Enable	Disable		
V6		Enable	Disable	V410		Enable	Disable		
V10		Enable	Disable	V411		Enable	Disable		
V_02/ N2		Enable	Disable	V510		Enable	Disable		
Make s valve in	sure that Ozon s closed 1	e Genarator is OFF	when V_O2N2	V610		Enable	Disable		
				V620		Enable	Disable		
				V622		Enable	Disable		
PI CHART RECIPE DEPOSIT	ACTIONS	MANUAL	TREND	SETTING	ALAR	IMS B/	аск 1		13:28:20 02/05/2016

4) Load Sample

i. LL vent: 点击主界面下方 DEPOSIT 选项,在弹出的界面点击右下侧 LL VENT 进行破 真空。若 vent 执行结束后 LL 气压仍不满足要求则需再执行一次 Vent。



ii. 放样: 向上拉起 LL 盖把手打开腔室,取出载样盘,将样品放置在载样盘中心位置后 放回,关闭 LL 盖。LL 及载样盘如图所示。





iii. LL 抽真空:在上述 DEPOSIT 界面点击 EVACUATE 将 LL 抽真空。

5) Recipe 选择与编辑

i. Recipe 选择:在 recipe 栏 General settings 界面下,点击 Recipe control 处的 select,在弹出的对话框中单击所要运行的 recipe,然后回到 Recipe 栏点击 Load 加载 recipe。

	DEPOSITIO	N PROCESS				
RECIPE NAME CONTROL Retent.						
ACTIVE RECIPE						
ACTIVE RECIPE, Revision date	07/25/20	18 14:20:44	DEPOSITION	400 sccm		
CURRENT RUN NUMBER		78	IMS FLOW			
LOT ID		XXXXX	LINE 1 FLOW	150 sccm		
FLUSH REACTION SPACE		0 times	LINE 2 FLOW 50 sccm			
STABILIZATION TIME (temp.)		0 min	LINE 3 FLOW	50 sccm		
STAB. IMS FLOW (MFC1)		400 sccm	LINE 4 FLOW	50 sccm		
STAB. LINE FLOW (All lines)		50 sccm	LINE 6 FLOW	50 sccm		
PROCESS TEMPERATURE	Setpoint 20 °C	Heater max.				
PROCESS END TEMPERATURE	20°C	20°C				
RECIPE CONTROL	AD SAVE	c	COPY RECIPES AND REPO	DRTS TO USB		
DELETE RECIPE	ETE	USB drive le Total size of	USB drive letter (default E): E USB drive no Total size of USB drive: 0 kB UPD			

ii. Recipe 编辑: 在 recipe 栏下的 General setting、Source settings、Sequence 和 Pulsing parameters 选项进行 recipe 的编辑。

在 General setting 界面主要进行 recipe 的选择和沉积反应结束后温度等的设置;另外,此界面中 line1~7 flow 是指载气的 flow,当某一路未被使用时,实际 flow 就如框 中数值所示;当某一路被使用时,实际 flow 就以 Pulsing parameters 界面中的载气 flow 为准。

在 Source setting 界面主要进行前驱体源的选择和源瓶加热温度等的设定;其中使用 Line7 时即为使用 PEALD 模式, RF power 指功率, MFC700 指载气 AR 的流量(该值与 Pulsing parameters 界面中的载气 flow 应一致), plasma gas flow 指气源的 flow, t1指 AR 和气源稳定的时间,t2为 RF power 工作的时间。同时 Pulsing parameter 界面中



的 pulse 时间应满足≥t1+t2+0.5s。针对 TMA、Hf、Si、Ti 源, 无 flow (仅提供 pulse 时间); 针对 NH3 和 O2, 提供 plasma gas flow。

			5	OURCE	SELECT	ON A	ND SI	TTINGS	6				
A1 L TMA		B1	S	Picoh20	0	C1	L	H2O	£	D1	S	Picoh3	00
	18:0	-		0	°C	-			1.00			-	0.00
Source bottle	18°C	Bottle		0	·C	Source	p. sotte		10	Botte	p.	-	0.0
Lind to http:		Treme		0	0	Line	temp.			Tam	-		0.0
		Nack End to	mo	0	°C					Vahe	p. block temp	-	0.0
	0-0	and in											
G1 P NH3	0.0	F2 G2	G	H2S N2		G3	P	02		G4	P	H2/N2	
G1 P NH3 RF POWER	ow	F2 G2 RF PO	G P WER	H25 N2	0 W	G3 RF P	P	02	0 W	G4 RF P	P	H2/N2	0 W
G1 P NH3 RF POWER MPC700 (Argon carrier)	0 W 0 sccm	F2 G2 RF PO MFC70 (Argon	G P WER carrier	H2S N2	0 W 0 sccm	G3 RF Pr MFC7 (Argo	P OWER	02	0 W 0 sccm	G4 RF P MFCI (Argo	P OWER	H2/N2	0 W 0 sccm
G1 P NH3 RF POWER MFC700 (Argon carrier) Piasma Gas Flow	0 W 0 sccm 50 sccm	F2 G2 RF PO (Argon Plasma	G P WER carrier) Gas Fic	H25 N2	0 W 0 sccm 0 sccm	G3 RF Pr MFC7 (Argo Plase	P OWER 100 n carrier 14 Gas F	02	0 W 0 sccm 0 sccm	G4 RF P MFCI (Argo Plasm	P OWER 700 in carrier na Gas Fi	H2/N2	0 W 0 sccm 0 sccm
G1 P NH3 RF POWER MFC700 (Argon carrier) Plasma Gas Flow 11, Flow stabilization	0 W 0 sccm 50 sccm 0.0 s	F2 G2 RF PO (Argon Plasma t1, Flor	G P WER 0 carrier) Gas Fic	H2S	0 W 0 sccm 0 sccm 0.0 s	G3 RF P MFC7 (Argo Plass t1, Fle	P OWER n carrier a Gas F ow stab	O2	0 W 0 sccm 0.0 s	G4 RF P MFC7 (Argo Plass t1, Fl	P OWER no carrier na Gas Fi ow stabi	H2/N2	0 W 0 sccm 0 sccm 0.0 s

在 Sequence 界面主要进行循环生长次数的设置,源种类一般不需设置。



在 Pulsing parameters 界面主要进行脉冲时间和 purge 时间、载气流量等的设置。

 シート
 シート

 上海科技大学量子器件中心工艺设备 SOP: 原子层积系统 (ALD)

					CARRIER GAS	PULSE TIME	PURGE TIME	
PULSE #	1	358			0 sccm	0.0 s	0.0 s	
PULSE #	2				0 sccm	0.0 s	0.0 s	
PULSE #	3	C1	H2O	L	150 sccm	0.2 s	3.0 s	
PULSE #	4	F1	TMA	-	120 sccm	0.1 s	3.0 s	
PULSE #	5	-			0 sccm	0.0 s	0.0 s	
PULSE #	6				0 sccm	0.0 s	0.0 s	
PULSE #	7	-			0 sccm	0.0 s	0.0 s	
PULSE #	8	-			0 sccm	0.0 s	0.0 s	
PULSE #	9	-			0 sccm	0.0 s	0.0 s	
PULSE #	10	1.20			0 sccm	0.0 s	0.0 s	
PULSE #	11				0 sccm	e 0.0	e 0.0	
PULSE #	12	-			0 sccm	0.0 s	0.0 s	
				Total Pul Od Oh S	sing Time 52 min: 30 s			

- 6) 反应腔升温
 - i. 在主界面的 Recipe 选项内设置 process 温度和 process end 温度。注意 process 温度须与 所选 recipe 内的设置温度保持一致。

		DEPOSITI	ON PROCESS				
RECIPE NAME CON	TROL Retent.						
ACTIVE RECIPE							
ACTIVE RECIPE, R	evision date	07/25/	2018 14:20:44	DEPOSITIO	NFLOWS		
CURRENT RUN NUM	ABER		78	IMS FLOW	400 sccm		
LOT ID			XXXXX	LINE 1 FLOW	150 sccm		
FLUSH REACTION	SPACE		0 times	LINE 2 FLOW	50 sccm		
STABILIZATION TIN	AE (temp.)		0 min	LINE 3 FLOW	50 sccm		
STAB. IMS FLOW (MP	C1)		400 sccm	LINE 4 FLOW	200 sccm		
STAB LINE FLOW/A	Lines)		50 sccm	LINE 5 FLOW	50 sccm		
		Setpoint	Heater max.	LINE 6 FLOW	50 sccm		
PROCESS TEMPER	ATURE	20°C	20°C				
PROCESS END TEM	PERATURE	20°C	20°C				
RECIPE CONTROL			Æ	COPY RECIPES AND REF	PORTS TO USB		
DELETE RECIPE	SELECT	DELETE	USB drive le Total size o Free space	etter (default E): E USI f USB drive: 0 kE of USB drive: 0 kE	8 drive not detected.		

ii. 在主界面点击 MANUAL, 再转到 Setpoint 界面,设置 TE1 和 TE2 温度,其中 TE2 为 process 所需要温度,该温度应与所选 recipe 内的设置温度相同,TE1 为加热源的温度。 设置完成后等待反应腔升至设置温度。

ようなない。
 「日本大学量子器件中心工艺设备 SOP: 原子层积系统 (ALD)

			MANU	AL SETPOIN	NTS				
°C1	74 sccm	80 sccm	REACTOR TE2	26 °C	25 °C	OK	IMSpace (12 hPa	
C100	50 sccm	50 sccm	TE1	27 °C	30 °C	Maximum	PTt > Heating pre	essure limit	
C200	49 sccm	50 sccm	TE4 Water heater	27 °C	20 °C	OK	Power () %	
C300	49 sccm	50 sccm		21 0	Used when TE	2 = 390 C			_
C400	50 sccm	50 sccm	SOURCE A1				SOURCE D1		
C500	50 sccm	50 sccm	TE110 Bottle temp	26 °C			TE410 Bottle temp.	26 °C	
	50 0000	50	TE111 Bottis teater	26 °C		Maximum temp.	TE416 Bottle heater	25 °C	
0000	50 accin	50 sceni	TE122	26 °C			TE417 Sotte heater	25 °C	Max. leng.
			TE121	26 °C		Maximum	TE412	26 °C	
							TE413	26 °C	
			SOURCE B1				TE415	25.00	C Max. temp.
			TE210 Bottle temp	26 °C			Valve block heater	25 0	
			TE211 Bothe heater	26 °C		Maximum temp.	SOURCE E1		
			TE222	26 °C			TE610 Botle temp.	26 °C	
			TE221	26 °C		Maximum temp	SOURCE F1		
							TE610	26 °C	
			SOURCE C1	1 10 10	10.00	-	and a sector		
			Bottle temp.	19 °C	18 °C	OK			

7) 手动传送样品

i. 点击主界面 Deposit 选项栏,点击 Handyman 进入如下界面。点击 Chamber lid 下的 OPEN 按键,同时透过视窗确认 Lid 是否打开。



- ii. Lid 正常打开后,观察相同界面下上不四个绿灯是否全亮,若全亮则点击 LOAD WAFER。
- iii. 当界面上 M 指示闪烁时观察 Gate 是否打开。确认 Gate 处于打开状态后缓慢向左推动 下图所示手臂环,直至推至限位卡箍处。待 Arm inserted 指示灯亮后,点击 PICK WAFER 取样,确认托盘已取后将手臂环推回原位置。最后点击 CLOSE GATE 并将门 close、点 击 chamber lid close 将 lid 降下。



8) Recipe 执行

i. 若使用 PEALD 方式生长膜层,则在 recipe 执行前需打开设备主体右后侧的 RF 发生器 电源(按钮),如下图所示。若使用热生长方式生长,则无需此步骤。



ii. 打开所需前驱体瓶的手阀。主设备下方气柜分别为 A1: Hf[N(CH₃)₂]₄(TDMAHf), B1: C8H22N2Si(BDEAS, SAM-24); 主设备左侧下方气柜分别为 C1: H₂O, D1: Al(CH₃)₃, F1:TiCl4。使用相应前驱体源瓶时除 recipe 内设置的温度外切勿擅自加热。一般 C1、 D1、F1 气源瓶无需加热, A1、B1 气源瓶需加热 75℃~95℃。



iii. 待反应腔温度升温完成后,点击 DEPOSIT 界面下的 START 按钮开始执行 recipe。

C1

D1

B1



iv. Recipe 执行过程中可在 ACTIONS 界面点击 plotter 观察是否有脉冲,当 Close source bottles 指示灯亮时,将使用的前驱体源瓶手阀关闭。



General Plotter Autotur actions Plotter	ning Pulse g	Ozone enerator
hPa	Pen se Pen 1	Pen 2
50 -	PT100	PT100
	PT200	PT200
40 -	PT300	PT300
	PT400	PT400
30 -	PT500	PT500
	PT600	PT600
20 -		
	Current / las	t plotted:
	Pen 1 PT	F300
10 -		500
0		
V110 V210 V310 V410 V510 V610 V610		
V320 V411 V620 V620		
		_
PICHART RECIPE DEPOSIT ACTIONS MANUAL TREND SETTINGS ALARMS BACK 1		13:26:17

9) 取样

i. Recipe 执行完成后,点击 DEPOSIT 界面的 chamber lid open 按钮打开 Lid

	Load lock in ALD-2 Control Manjaulator home pos. Chamber Lad Up position Méspace and Load lock differential pressure	
LOADLOCK CONTROL: ALD-2 Control: 2009 10 Gate position closed Gate position closed Home position closed Gate position closed Loading seq. not active Light ges. not active Light	RESET LOAD WAFER Lid to Z1 position (Middle) Lid to Z0 position (Up) 3 s 0 s Gate Open Gate Open Insert arm into the chamber M Arm inserted PICK WAFER UNPICK WAFER UNPICK WAFER Lid to Z0 position (Up) Manipulator Mone pos. Lid to Z1 position (Middle) CLOSE GATE CLOSE GATE	
PT51 0 HPa Encode values	Gate SWPSI V91close 1004 hPa V91close V90 pent SWPSI V91close V90 pent SWPSI V91close V90 pent SWPSI V91close V90 pent SWPSI V91close V90 pent SWPSI V91close V90 pent CANCEL Cost CANCEL 1005 hPa	
PI CHART RECIPE DEPOSI	T ACTIONS MANUAL TREND SETTINGS ALARMS BACK	09:25:22 01/29/2018

ii. 点击上述界面 UNLOAD WAFER 按键,当 insert arm into the chamber 指示灯亮时观察 Gate 是否打开。确认 Gate 处于打开状态后缓慢向左推动下图所示手臂环,直至推至限 位卡箍处。待 Arm inserted 指示灯亮后,点击 UNPICK WAFER 取样,确认托盘已取后 将手臂环推回原位置。最后点击 CLOSE GATE 并将门 close、点击 chamber lid close 将 lid 降下。





iii. 点击 DEPOSIT 界面 Loadlock vent 将 LL 破真空,使用镊子取出样品后将 LL pumping。

10)关机

- i. 点击主界面下方 SETTINGS 选项,在出现的界面中将 IMSpace Flow 和 Source Line Flow 修改为 0sccm,并点击 SET 确认。
- **ii.** 使用源后需 purge 管路,防止堵塞。具体操作为:在 ACTIONS 的 General actions 界面 选择需要 purge 的管路, purge 次数一般为 30 次,然后点击 EXECUTE 执行。

CHAMBER LID	IP - OPEN ENABLE	D CLOSE			
	IP START	CANCEL			
SOURCE PURGING MSpace >=11/Pa & <= 25/Pa P EXECUTE CANCEL	Line 1A Line 2/8 Li	10 3/C Line 4/D C1 C2	Line 5E Line 6F	Line 7/G	
FLUSH REACTOR MEDING +200Pe VENT REACTOR	IP - START 0 time	CANCEL	Venting stop limit 9	80 hPa	
LEAKAGE TEST PUMPING TIME ALARM HYSTERES:	START 0 s 0 hPa 12 hPa Pressure at 0 hPa	cancel	V1 V2 V2	1 V3	
IMSpace P11 CALC: ALARM LIN MEASURING TIME LEAKAGE ALARN	0 s				

- iii. 按 V3, V1, V53 的顺序关闭真空阀门。
- **iv.** 按 RF 发生器电源(若使用)、LL 和反应腔干泵、表盘气体阀门、设备电源、电箱电源 顺序关机。

4-5 <u>故障指南(Troubleshooting Guidelines)</u>

- 1) 若 Recipe 执行过程中在 ACTIONS 界面的 plotter 没有出现脉冲,可能是前驱体源瓶内气体耗尽造成,需联系工程师更换前驱体瓶。
- 2) 实验过程中出现任何报警及时联系工程师。



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)

7. 维护(Maintenance)

本设备涉及到的维护主要包括反应腔和 LL 腔的清洁,具体可根据设备的使用情况定期开腔检查,并使用真空吸管或无尘布清洁腔室内附着的反应物,必要时需拆掉反应腔内的 parts 进行清洁 或更换。

8. 历史版本(History Version)

Version	Date	Prepared by	Approved by
1	2022-06-10	马驰原	