

# 低温感应耦合等离子刻蚀机 DRIE

## 1. 仪器功能

SI 500 为研发和生产提供先进的电感耦合等离子体(ICP)工艺设备。它基于 ICP 等离子体源 PTSA,动态温度控制的衬底电极,全自动控制的真空系统,使 用远程现场总线技术的先进的 SETECH 控制软件和用于操作 SI 500 的用户友好 的通用接口。灵活性和模块化是 SI 500 主要的设计特点。SI 500 ICP 等离子刻蚀 机,可以用于加工各种各样的衬底,从直径高达 200 mm 的晶片到装载在载片器 上的零件。单晶片预真空室保证稳定的工艺条件,并且切换工艺非常容易。本平 台的该设备配置的工艺特气有: SF<sub>6</sub>、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>、CHF<sub>3</sub>、CF<sub>4</sub>、O<sub>2</sub>、Ar,主要用于深 硅刻蚀,可用光刻胶、SiO<sub>2</sub>、SiN<sub>x</sub>做掩膜,**严禁刻蚀用金属做掩膜的样品**。





## 2. 样品材料要求

标准情况:最大可放置 8 寸硅片,可放置 6 寸及 4 寸硅片。 \*非标准情况:需刻蚀小片、碎片,请联系工程师。

## 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 首先在平台网页上自行下载 软纳米平台培训报名/记录表,填写好后将扫描好的电子档发给相应的设备工程师,请观摩一般用户或超级用户(超级用户的名单可从平台微信群或 QQ 群里知悉)使用 3 次,请一般用户签名,收集 3 个签名后,即可申请操作考核。
3.2.2 联系超级用户预约操作考核时间。(注明:本设备为平台 2 级设备)
3.2.3 通过操作考核后,请超级用户(考核者)在考核表上签名。

3.2.4 递回<u>软纳米平台培训报名/记录表</u>,待使用权限开通。

## 3.3 培训考核周期:一天。

## 4. 常用术语

4.1 深硅刻蚀 DRIE: Deep Reactive Ion Etching。

4.2 Bosch 工艺。

# 5. 安全事项

5.1 请勿随意移动设备,设备为精密仪器,其他地方不可受力。



# 6. 操作步骤

# 6.1 设备开机

6.1.1 检查气体及 PCW, 一般气体和 PCW 为常开。







6.1.2 将灰区开关 MAIN SWITCH 旋转至 ON, 并按 START 按钮至 L1,L2,L3 全 亮。



6.1.3 检查 CDA、He、Ar、O2、GN2(普通氮气)阀门是否打开,一般气体为常开。



6.1.4 点击按钮,电脑开机



6.1.5 LIMS 登入设备,起算机时。

## 6.2 软件开机





📓 SI Plasma Systems Ver. 1.92.10.2 \* SI 500 CDRIE ShanghaiTech [500-538] Chiller \* operator



\*status 显示每一步骤的状态,运行每一步骤后必须检查是否已运行结束 (finished 或 error),运行一个步骤时不能进行其他操作。运行下一步前必须检 查上一步是否结束。

6.2.1	仪器初始化复位	home positi	on		
选择	Handling-Homep	ositioning,	仪器自动打开	MPS 阀门	<b>]</b> 。



\*若 home position 的 status 不成功 error,可以先进行 6.2.2 和 6.2.3,两步都 finished, 且将反应腔抽会真空后,再进行 home position。



6.2.2 Fine 真空

选择 **Reactor-Fine vacuum**, 仪器自动打开 MYY 阀门, 开启机械泵抽真空, 若步骤运行结束会提示 finish。

SI Plasma systems ver. I.	1.92.10.2 * SI 500 CDIRE Shanghai fech	(500-538) Chiller * operator			734			- 0 ×
Program System View	Reactor Handling Recipe Tool:	Window						
Status: 173072024 2:3	Fine vecuum							▼ _0K
A Reactor	High vacuum							
MEC VSC	Standby	<u>×</u>	12		E ■ Decomposition and and and a	NI automateu	External DO Heater	l
——————————————————————————————————————	Switch off			Status	Baratron pr. (Pa)	nanal node manual matching	agen algge space	Status (Communication):
×	Purge electrode	8	5	Recipe: POC_BOSCH_HF-Ramp_Ohne_02-I	Penning pr. (Pa) additioned of	RF matchbox nominal actual L	divided constitutes contracts	
	Vent reactor	RF 6		DEEP SILICON ETCH GAS CHOPPING	RF power (#)	Closs (%) 00 64.5 Cture (%) 0.0 54.0	1	Channel and the state of the st
	Stop process gases	T			reflectest 0.0			Citose nessurenen (ask/recije).
	Stop plasma sources	2		DM N MPER OF CYCLES AS INTEGER #		ICP cable switcher	analoge auxiliary inputs L	I and makes
N2 Y6N *	Statistic		-140	DM VORHEIZ_TEMP AS INTEGER = 0	KP power (M)00	manual mode manual manhing	MCR (JPa) 0.0	coautecte
kond lock	Leakage rate	Time (sec) 0 2 4	6 8 10	DM RAMP_DELTA AS REAL = 0	reflected 0.0	ICP matchbox nominal actual L	MCE (Pa) 100000.0	Start Logging Stop Log
	Fast leakage rate	·]		DM T_UBERGABE AS INTEGER = 0 PROMPT NUMBER OF CYCLES BBH ZVII		Ctune (%) 47.0	Temp. Outlet (*C) 800	Start Neasurement Stop Neasu
10.	TR				Proc. per. (h mincs)	He press. (Pa)	HFU (%)	
100 - T	- WP	E YRY 8		EICH1	Stroke electr. (mm) 0.0 0.0	He flow (scott)	HFI (%) 404	Status (Device): Get Data
5	T TYBE ON LINES			DM ETCH1_TIME AS REAL = 10 DM ETCH1_PRESS_IPE AS REAL = 7	Gas channels (scon)	Heating pwr(%) 0.0		4
VBSK 🕹 🖞 VSK	PTM XV	an MDV1		DIM ETCH1_JCP_POWER AS REAL = 800	1 Az 0.0 0.1	Throttle per mode 2 aprel dool ante		Intensity (%)
	۴ پ	MPV		DM ETCHT_FF_FOWERAS REAL = 20 DM ETCHT_SF6_FLOWAS REAL = 240	3 02 0.0 0.0	MVV (Ba)	analoge auxiliary outputs	Depth (nn)
	Ž VVY Ž VSH	The free (see) 0 2 4	5 8 10	DM ETCH1_02_FLOW AS REAL = 20 DM ETCH1_CAEB_FLOW AS REAL = 0	4 SP6 0.0 0.4	MPS (Pe) 002251		Race (nnmn)
MPSH	-Mev -	Vacuum Interval Reptart Alice	ced   10 min. Graphic			MSK (Pa)		Record Reductor
P3 💞		antrogen nin 52 302 200 All of 5	ieve Optens 1 2 1/2					Turos crispons
× Status:								
¢								_

6.2.3 High 真空

上一步结束后,选择 **Reactor-High vacuum**,仪器自动打开 PTM、MPE 阀门,进行分子泵抽真空,若分子泵满转会提示 finished。





此时需检查分子泵的转速,点击面板 STATUS 按钮可查看分子泵的实时转速,点击 high vacuum 分子泵开始工作,当达到 39000 转速的时候,分子泵进入工作状态,可进行下一步工艺。

注:关机时需等待分子泵转速为零,大约10~20 min,才可以退出软件,关闭电源。

### 6.2.4 放样

打开送样腔透明盖子前,需确认送样腔是否为大气压,MSK为大气压。若不是 大气压,则需要 Handling-Load lock-Evacuate,将送样腔 vent 至大气压。 \*切勿用蛮力开关送样腔的透明盖子,开关盖子前需检查送样腔的压强。

![](_page_6_Figure_5.jpeg)

![](_page_7_Picture_0.jpeg)

对于4寸片子则可以借助4寸托盘。首先将片子放在金属托盘上,然后用白色的石英盖板盖上(盖板很贵,轻拿轻放),最后放到传送舱内即可。

![](_page_7_Picture_2.jpeg)

\*刻蚀小样、碎样,需将小样、碎样用光刻胶 SPR220-7 固定到四寸硅片或二氧化硅垫片上后,再按上一步操作,具体操作请联系工程师,严禁用除光刻胶之外的其他材料来固定样品。

6寸片子直接放到金属托盘上

8寸片子无需托盘,直接放到送样腔里

\*样品刻蚀前建议光刻胶后烘,建议温度及时长: (1) 70℃, 3h; (2) 90℃, 1h, 可根据自己的样品选择(1)或(2),可自由选择

![](_page_8_Picture_0.jpeg)

# 6.3 Chiller 模式

设备有 LN2 和 chiller 两个模式,默认为 Chiller 模式

6.3.1 默认 chiller 模式(灰色), Current State: Cooling Chiller。

![](_page_8_Figure_4.jpeg)

6.3.2 打开绿色 chiller 键, nominal 框处设置温度 enter 回车确认并等待温度。

![](_page_8_Figure_6.jpeg)

![](_page_9_Picture_0.jpeg)

6.3.3 默认并等待 chiler 温度到-10℃,可自行 nominal 框处设置温度, enter 回车 确认。

![](_page_9_Figure_2.jpeg)

6.3.4 放样, 传样, 选择 **Handling-Wafer-Insert wafer.** (\*若 recipe 里面确认有 insert wafer, 可不用先自行放入样品)

![](_page_9_Figure_4.jpeg)

6.3.5 Load recipe, 点击蓝色三角图标.

![](_page_9_Figure_6.jpeg)

![](_page_10_Picture_0.jpeg)

6.3.6 选择 recipe

RE1: 刻蚀 SiO<sub>2</sub>的 recipe, old 文件夹里面.

LK.		23	- 20		121	- 21 Hoter Exend DO	- Al
MFC VGQ gas box SENTEGH 20 -			🔸 🚖 🤔 Perameter	nominal actual	L Rf generator	Femperature controller	Status (Communication):
Instruments		-1e-2 Statuse	Beneron pr	(Po) 0.0 0.1	of matching partial actual	Contr. (extern) nominal	L ectuel L
		Newper Sid2/cp	ST rower (	0 1 00 0	Cload (%) 6860 69		
		second se	RF bins (V)	0.0	Ctune (%) 192 19	51 III III III III III III III III III I	Choose measurement task (recip
		DM PROCESSTME AS RE	NL = 120	reflected 0.5			
		DM PRESSURE AS REAL	0.3		ICP	Carde Ordered	Landreibe
10		CM O+F3 AS REAL = 35	ICP power (	W) 🖌 0.0 0.0	manual mode reansal matchin	e cana ginang manin	
		<ul> <li>DMIOP AS REAL = 500</li> </ul>		reflected	ICP matchbox nominal actual		Start Logging Stap
		-1e-3 CM/RF AS REAL = 00			Ctune (%) 2000 01	9	Start Mesourement   Stop Ph
		Beretron Zero	Proc. per. (I	unina) (000000 000000	He press. (Pa) 000000 0001		
		DM PD AS REAL = D	Temperature	s(*C) 🖌 5.0 42	He flow (accm)	0	en e
	👪 Land recipe					×	status (Device):
NOSK X XVSK HOW HOW 0	Last in David		ari 177				Intensity (%)
TT 🛕 🕬 🖓 👘 🖉	COOK PC   BODD		C. 80.				Interference
Two train May	👞 Name		Date modified	Type 3	Sept.	^	Rate ondero
He Tane (nato 0 0)	Duck access	BOSCH_HF-Ramp_Ohite_02-Puls_Ohite_24030701	rcp 3/7/2024 11:02 AM	RCP File	613		
warm Inerval Retta	POC,	BOSCH_HF-Ramp_Ohne_02-Puls_Ohne_24030705	rcp 3/7/2024 11:27.AM	RCP File	613		Forme Endpoint
TO BOOK IN THE PARTY AND A STOCKED TO STOCKE	POC,	BOSCH_HF-Ramp_Ohne_02-Puls_Ohne_24030705	vcp 4/24/2024 2.07 PM	RCP File	713		
ass Oveclaste lond lock finished	Deditop POC,	BOSCH_HF-Ramp_Ohite_02-Puls_Ohite_24042401	rtp 4/25/2024 9.51 AM	RCP File	713		
	POC	BOSCH_HF-Ramp_Ohite_O2-Puls_Ohite_2408240	rcp 4/25/2020 4/20 PM	RCP File	613		
	ikenin POC	BOSCH CHI-Romp Onice 02-Puts Office 2404250	100 4/20/2020 9/51 AM	RUP HIS	7 88		
		post-functional content of the particular	A(24)2024 11-04 6M	BCD Dia	713		
		vo etch cycle 2002001.co	4/26/2020 12:10 PM	RCPEIM	713		
	The PC	vo etch cycle 2002002.co	4/26/2026 1:10 PM	RCPEIM	713		
		yo etch cycle 24042003.ccp	4/26/2024 2.28 FM	RCP File	718		
		yo_etch_cycle_24042604.vcp	4/26/2024 3:26 PM	RCP File	713		
		yo_etch_cycle_24042005.cp	4/26/2024 3:25 PM	RCP File	718		
	S-O	yo_etch_cycle_34042606/cp	4/26/2024 3:26 PM	RCP File	718		
	S-Cr	yo_etch_cycle_24042607.rcp	4/26/2024 3:59 PM	RCP File	718		
	S-O	yo_etch_cycle_24042608.rcp	4/26/2024 4:00 PM	RCP File	713		
	-8-0	yo_etch_cycle_24042609.vcp	4/26/2024 4 30 PM	RCPFile	788		
	19-0	yo_etch_cycle_z4042610/cp	4/29/2024 11:53 AM	R.Phie	7.88		
		yo_etch_cycle_z404zer17/cp	ACREASE 1. 10 PM	PCP EIA	748		
	3-0	we style over 24042613 con	4/29/2024 1-52 PM	RCP.5.M	788		
	8.0	wo strib owner 24042614.com	4/29/2024 2-25 PM	RCPEIM	713		
	<b>3</b> 9-0	vo etch cycle 24042615.ccp	4/23/2024 2:55 PM	RCP File	718		
	39.0	to etch cycle 24042616/cp	4/23/2024 3:24 PM	RCP File	713		
	SI02	rcp	4/24/2024 11:29 AM	RCP File	3 KB		
		[1:::::					
	File name:	[582 kp			2	Upen	
	Files of typ	ecipe file: ("scp)			5	Cancel	

RE1.1. 选择绿色三角按钮,运行 recipe.

![](_page_10_Figure_5.jpeg)

![](_page_10_Figure_6.jpeg)

![](_page_10_Picture_7.jpeg)

![](_page_11_Picture_0.jpeg)

#### RE2: Bosch 工艺

RE2.1. 选择 Bosch recipe,选择自己需要的程序,下图所示的 recipe 在 old 文件 夹里面。

	8	Status: Recipe: 1615176-Di Toring UN2	Parameter nor Baratron pr. (Pa) Perning pr. (Pa) Perning pr. (Pa)     Perning pr. (Pa)     Perning pr. (VV)	ninal ectual L 0.0 0.00 1 1.71E4 0 0.0 0.0 0	F generator manual mode F matchbox m Closd (%)	manual matching corninal actual L 6330	Temperature controller Contr. (extern) nominal a 1 1 4100	ctual L	Communicati asurement ta
	Look in	recipes	- + E #	<b>m</b> •					erme
	-	Name	^	Date modified	Tope	Size		~	
	*			4/05/0204 0:00 414	iype Electridae	out			baging
	Quick access	02 elarma er		A/26/2024 A:22 DM	PCD Sile	210			surement
		POC ROSCH	HE-Ramo Ohne O2-Rule Ohne 24020101 (co.	3/6/2024 11:21 AM	RCD Eile	613			
	Destant	POC ROSCH	HF-Ramp Ohne 02-Puls Ohne 24030107.rcp	3/6/2024 4:39 PM	RCP File	6.61			1.1
	Uresktop	POC BOSCH	HE-Ramp Ohne 02-Puls Ohne 24030601.rcn	3/6/2024 11:22 AM	RCP File	6 10	1		evice):
		POC BOSCH	HE-Ramp Ohne 02-Puls Ohne 24030602 rcn	3/6/2024 3:31 PM	RCP File	613			(96)
	Libraries	POC BOSCH	HE-Ramp Ohne 02-Puls Ohne 24030701.rcp	3/7/2024 11:02 AM	RCP File	6.6			ce
		POC BOSCH	HE-Ramp Ohne O2-Puls Ohne 24030702.rcp	3/7/2024 11:27 AM	RCP File	6 K	3		(nm)
		POC BOSCH	HF-Ramp Ohne 02-Puls Ohne 24030703.rcp	4/24/2024 2:07 PM	RCP File	7 K8	1		(nm/min)
6 8	This PC	POC BOSCH	HF-Ramp Ohne 02-Puls Ohne 24042401.rcp	4/25/2024 9:51 AM	RCP File	7 K8	3		
Load 10 m		POC BOSCH	HF-Ramp Ohne 02-Puls Ohne 24042402.rcp	4/25/2024 4:20 PM	RCP File	6 K8	3		ndpoint
Save Opins	-	POC BOSCH	HF-Ramp Ohne 02-Puls Ohne 24042501.rcp	4/25/2024 9:51 AM	RCP File	7 K	3		
	Network	POC BOSCH	HF-Ramp Ohne O2-Puls Ohne 24042502.rcp	4/25/2024 4:21 PM	RCP File	7 K8	3		
	-	Si-Cryo_etch_	cycle.rcp	4/26/2024 11:04 AM	RCP File	7 K8	3		-
		Si-Cryo_etch_	cycle_24042601.rcp	4/26/2024 12:10 PM	RCP File	7 K8	3		
		Si-Cryo_etch_	cycle_24042602.rcp	4/26/2024 1:10 PM	RCP File	7 K8	3		
		Si-Cryo_etch_	cycle_24042603.rcp	4/26/2024 2:28 PM	RCP File	7 K8	3		
		Si-Cryo_etch_	cycle_24042604.rcp	4/26/2024 3:26 PM	RCP File	7 KB	3		
		Si-Cryo_etch_	cycle_24042605.rcp	4/26/2024 3:25 PM	RCP File	7 K8	3		
		Si-Cryo_etch_	cycle_24042606.rcp	4/26/2024 3:26 PM	RCP File	7 K3	3		
		Si-Cryo_etch_	cycle_24042607.rcp	4/26/2024 3:59 PM	RCP File	7 K8	3		
		Si-Cryo_etch_	cycle_24042608.rcp	4/26/2024 4:00 PM	RCP File	7 K8	3		
		Si-Cryo_etch_	cycle_24042609.rcp	4/26/2024 4:30 PM	RCP File	7 K3	3		
		Si-Cryo_etch_	cycle_24042610.rcp	4/29/2024 11:53 AM	RCP File	7 K8	3		
		Si-Cryo_etch_	cycle_24042611.rcp	4/29/2024 1:10 PM	RCP File	7 KE	3		
		and Constants		1000001100011	non ra.	111	, ,		
		File name:	POC_BOSCH_HF-Ramp_Ohne_02-Puls_Ohne_240	030101.rcp			-	Open	1
		Files of type:	Recipe files (".tcp)					Cancel	

## RE2.2.点击绿色运行按钮,运行 recipe

![](_page_11_Figure_5.jpeg)

![](_page_12_Picture_0.jpeg)

RE2.3.点击 PROMPT OF CYCLES,出现 input recipe variable 对话框,输入循环次数,点击 ok

![](_page_12_Figure_2.jpeg)

6.3.7. recipe 运行结束后,样品自动传至装载样品腔体.

6.3.8. 样品腔放真空,选择 Handling-Load lock-Evacuate,取样.

![](_page_12_Figure_5.jpeg)

![](_page_13_Picture_0.jpeg)

6.3.9 取完样品后, 放入 6 寸样品托, 然后运行清理腔体的程序, recipe 在 new-yyz 文件夹里面, 提示是否 lode recipe 点击 yes, 点绿色三角运行 recipe 键, 然后输入 process time 1200 s。每次刻蚀完必须清理腔体。整个清理腔体程序约 20 min。

![](_page_13_Picture_2.jpeg)

## 6.4 软件关机

6.4.1 点击 Reactor-Switch off, 等待分子泵转速为零(约 10~20 min)

![](_page_13_Picture_5.jpeg)

6.4.2 关软件,关电脑,关总电源(将下方 MAIN SWITCH 向左转动至 OFF)

![](_page_13_Picture_7.jpeg)

![](_page_14_Picture_0.jpeg)

6.4.3 在实验记录本上记录实验时间,模式,实验用户等相关信息。

# 7.1 附录

7.1.1 反应腔体观察窗, 直视近距离观察需带护目镜

![](_page_14_Picture_4.jpeg)