



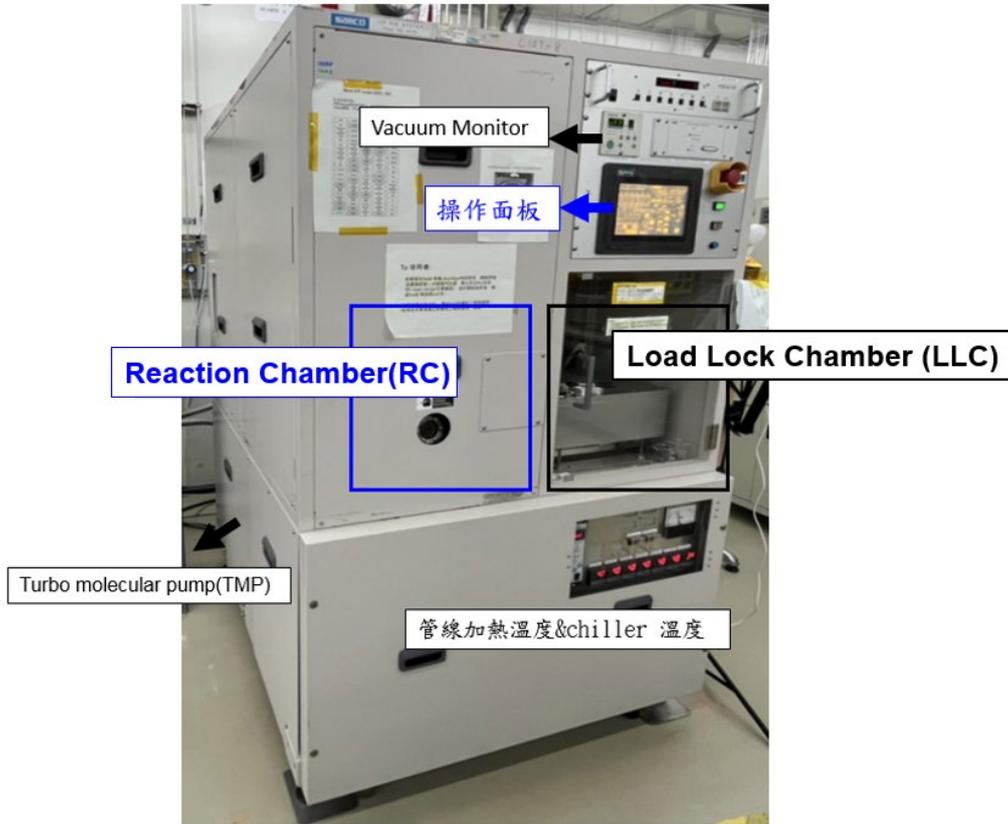
成大核心設施中心
Core Facility Center, NCKU

1205 感應耦合電漿離子蝕刻機
(ICP RIE System, Fluorine base)

儀器設備操作手冊

機台構造介紹

本儀器 RIE-101iPH 為電感耦合式電漿蝕刻機(ICP)，是以氟氣電漿 (Fluorine base) 為基礎的蝕刻系統，使用的氣體為 CHF_3 、Ar、 O_2 和 CHF_3 ，主要蝕刻材料為二氧化矽 (SiO_2)、氮化矽 (SiN)、光阻 (Photoresist)、高分子材料、壓印膠 (Nanoimprint



Resist) 。

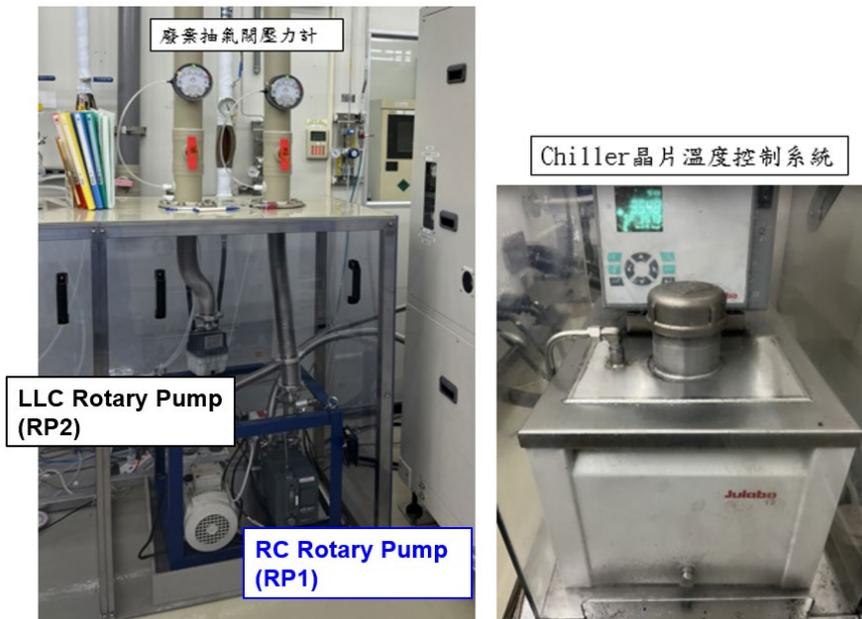


圖 1、ICP 機台機構介紹

本儀器配有一個反應腔體（Reaction Chamber）與載入腔體（Load lock chamber），主要包含(1)電漿產生系統(2)真空系統(3)氣體傳輸系統(4)晶圓傳輸系統(5)晶圓溫度控制系統(6)電腦控制系統。

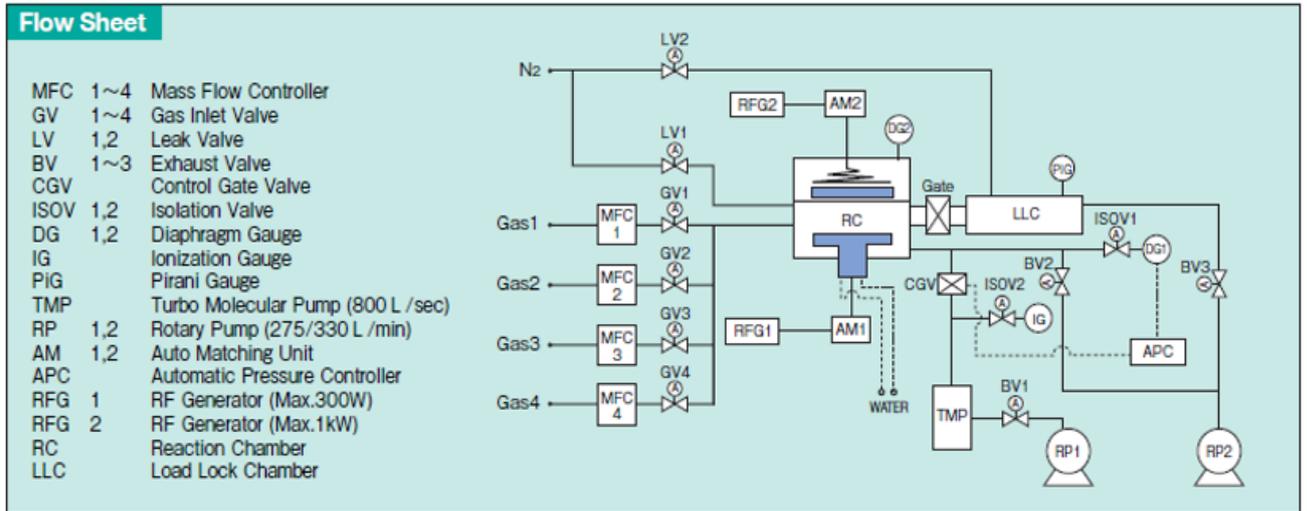


圖 2、ICP 內部構造

- RF2:上電極電漿產生系統，包含頻率為 13.6MHz 的射頻功率產生器，電流經過阻抗匹配箱(AM2)，再傳入腔體上方螺旋環繞之線圈，最大輸出功率為 1000W(因機台較為老舊，最大功率僅開放至 600W)。
- RF1:下電極電漿產生系統，包含頻率為 13.6MHz 的射頻功率產生器，電流經過阻抗匹配箱(AM1)，再傳入靜電式晶圓座(E-chuck)，最大輸出功率為 300W，其功能可施加附向偏壓，吸引正離子轟及晶圓表面，以達到良好的非等向性效果。

(1) 電漿產生系統

本機台內部構造如圖十二，反應室上部的石英絕緣板(Plasma Window)上設置有漩渦狀的感應線圈，線圈連接到 13.56MHz 的 RF 電源，電流經過阻抗匹配箱，再傳入腔體上方螺旋環繞之線圈，對線圈通以高頻率電流時，被激發出磁場，藉由此磁場，反應室內則被激發出電場，產生高密度電漿，稱其為 ICP Source，最大輸出功率為 1000W。下電極的部分包含頻率為 13.56MHz 的射頻功率產生器，電流經過阻抗匹配箱，再傳入靜電式晶圓座(E-chuck)，最大輸出功率為 300W，其功能可施加附向偏壓，控制離子轟擊能量，吸引正離子轟及晶圓表面，以達到良好的非等向性效果。這種用上電極感應線圈控制離子解離濃度，下電極控制離子轟擊能量的方法，使得蝕刻效果可達到極為優良的控制。

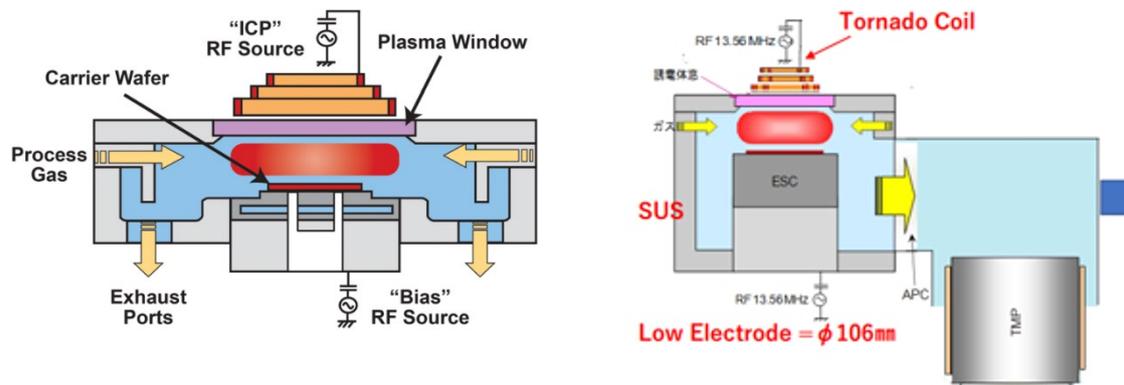


圖 3、機台設備內部結構[Samco 官網]

(2) 真空系統

蝕刻主腔體(RC)的真空系統配有一個迴轉幫浦RP1(Rotary Pump)，可先進行反應室腔體粗抽，待壓力約降至2Pa，才會開啟渦輪幫浦(Turbo Pump)，反應室腔體真空度可低於 5×10^{-3} Pa。承載腔體(LLC)使用迴轉幫浦RP2(Rotary Pump)來抽真空，可達 0.1Pa左右。

(3) 氣體傳送系統

氣體供應系統是由氣瓶、質流量控制器(Mass Flow controller, MFC)與氣動閥所等組成。可提供 Cl_2 、 BCl_3 、 SiCl_4 、 CHF_3 、 Ar 、 O_2 六種製程氣體，另配有一獨立之 N_2 氣管路，作腔體沖吹(Purge)用。 Cl_2 、 BCl_3 、 SiCl_4 氣瓶置於氣瓶櫃，並配有氣體監控裝置。質流量控制器可控制氣體的流量，並與氣動閥相配合，來控制進入製程腔體之氣體比例。

(4) 晶圓傳輸系統

承載腔體及反應腔體間是透過機械手臂運送晶圓。

(5) 晶圓溫度控制系統

反應腔體內晶圓座下方配有晶片溫度控制系統(靜電吸盤與He氣冷卻)。

● 靜電吸盤(Electrostatic Chuck,ESC)

隨著蝕刻的進行，晶圓被電漿加熱而溫度上升，蝕刻形狀及線寬強烈受到反應生成物朝向圖形側壁的再附著所支配，由於反應生成物的附著性強烈取決於溫度，為了提高蝕刻精度，必須控制晶圓溫度。靜電吸盤即是使用靜電力讓晶圓緊黏，扮演蝕刻中讓晶片溫度固定與均勻的角色。

● 晶圓溫度控制的原理

晶圓的溫度控制是靠著被溫控的下電極(靜電吸盤)與晶圓背面,藉由熱接觸而間接的進行,藉由讓來自冷凝器(Chiller)的冷媒循環,使靜電吸盤能夠保持某特定溫度,因為從靜電吸盤朝向晶圓的熱的移動,僅靠物理的接觸並不充分,會在晶圓與靜電吸盤之間充以He氣以助熱傳導,He具有非常高的熱傳導率,在晶圓與靜電吸盤之間通以He能夠有效的控制製程溫度,另外透過Chiller的溫控系統可將靜電吸盤溫度最高升至 200 度。(因機台使用年數較長目前僅開放加溫至 160 度)

機台規格

- 氣體：CHF₃、Ar、O₂
- 試片尺寸：破片 ~ up to 4” wafer
- 蝕刻材料：二氧化矽 (SiO₂)、氮化矽 (SiN)、光阻 (Photoresist)
- RF 最大功率：1KW(Source) / 300W(Stage)

Sample 種類要求及限制

- (1) 僅接受 2”~4” wafer 或破片。破片須以真空膠帶固定置於 Whole wafer 上,破片未固定或者使用光阻固定者,一律禁止置入。
- (2) Whole wafer 背面及邊緣須完全清潔始可置入,不可有任何光阻、膠合物等沾染物。
- (3) 試片務必要乾淨、乾燥且無任何 particle,若有 particle 請先以氮氣槍吹乾淨。
- (4) 於真空中具揮發性,或有礙真空維持及可能污染腔體之疑慮,嚴禁放入腔體中。
- (5) 金屬材料蝕刻需先知會機台管理者,取得同意後才可進行蝕刻。

蝕刻參數設定

透過操作面板(圖 4)可做參數設定,可設定製程時間(s)、製程壓力(Pa)、ICP Power(W)、RF Bias Power(W)與氣體流量(sccm)。

重要:參數設定功能僅開放機台管理者使用,如需建立recipe,使用者需填寫recipe申請表格,並至少於使用機台前 3 日寄給機台管理者建立recipe。



圖 4、蝕刻參數編輯頁面

操作流程

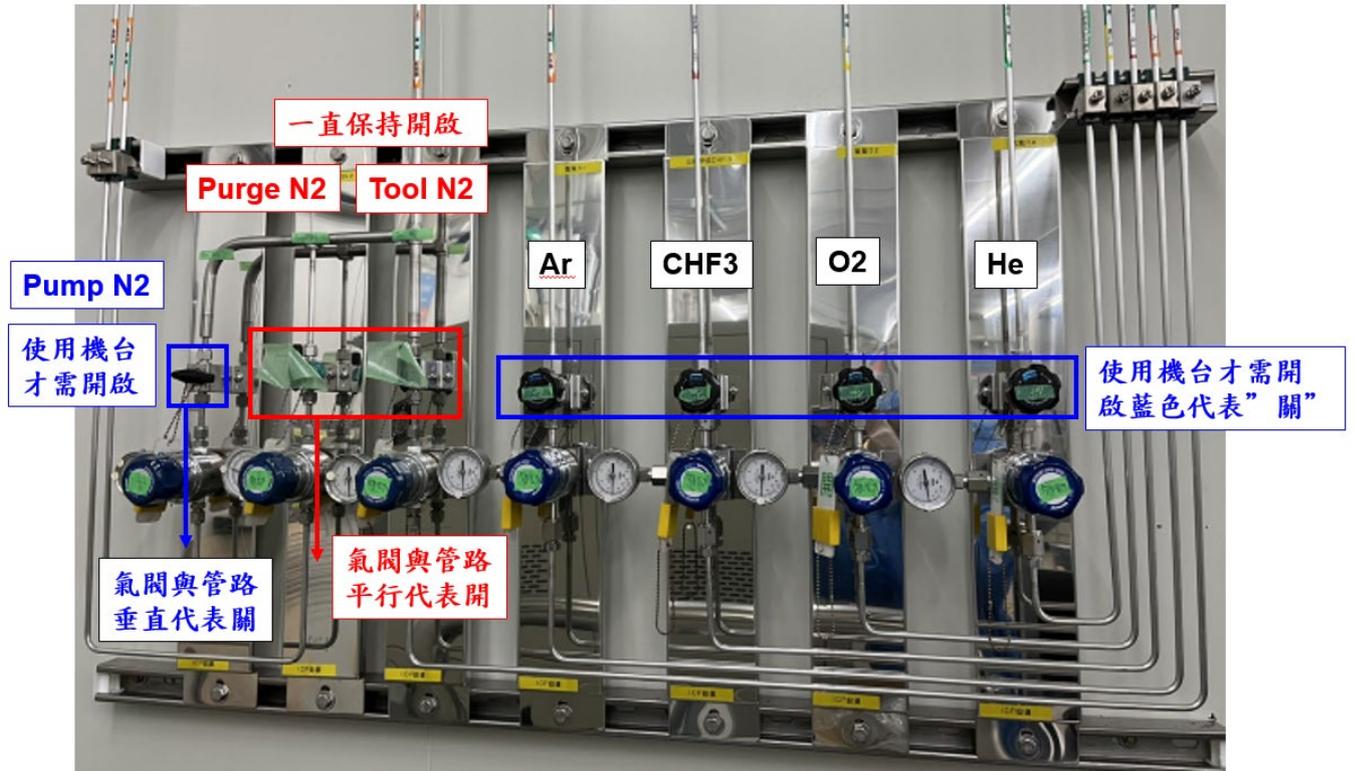
(1) 刷卡取得機台使用權



(2) 使用者操作機台前，應填寫綠本”使用者檢查表”逐一確認每個項目正常，才可使用，若機台有問題將追究最後一位使用者。(檢查表如下)

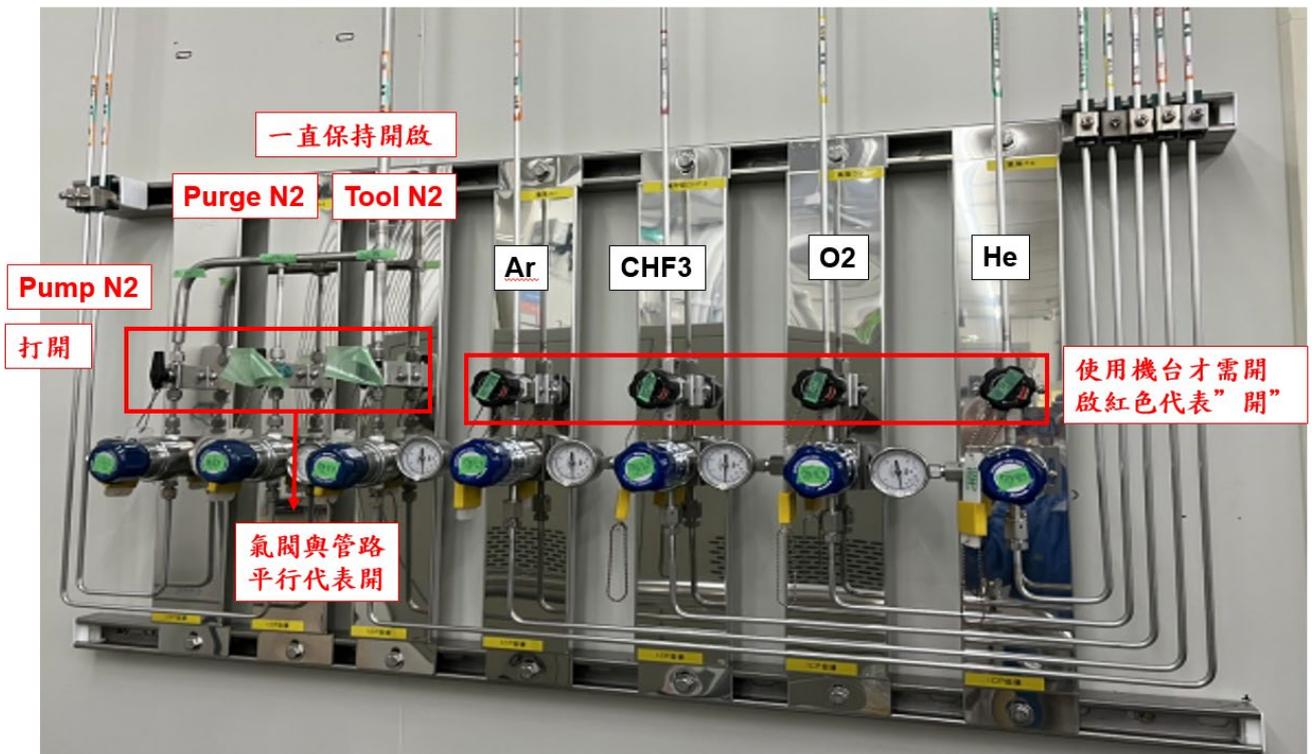
(1205 Metal ICP) RIE-101 iPH 儀器使用檢查表	
使用日期 ____ / ____ / ____	時間 ____ : ____ ~ ____ : ____
使用前檢查	使用後檢查
<input type="checkbox"/> 檢查 Pump N ₂ 氣體閥開啟後壓力~1-2 kgf/cm ²	<input type="checkbox"/> 檢查 purge N ₂ 氣體閥關閉後壓力~4-6 kgf/cm ²
<input type="checkbox"/> 檢查 purge N ₂ 氣體閥壓力~4-6 kgf/cm ²	<input type="checkbox"/> 關閉使用 Ar、CHF ₃ 、O ₂ 、He 氣體閥，僅維持 purge and tool N ₂ 開啟
<input type="checkbox"/> 開啟欲 Ar、CHF ₃ 、O ₂ 、He 氣體閥~1 kgf/cm ²	<input type="checkbox"/> 檢查 3 個抽氣閥壓力有值(50, 2, 40mm)
<input type="checkbox"/> 檢查機台氣體 N ₂ and He 高於綠標	<input type="checkbox"/> 檢查機台 MFC heater 40 度(共 6 個)
<input type="checkbox"/> 檢查 3 個抽氣閥壓力有值(50, 2, 40mm)	<input type="checkbox"/> Chiller 加熱溫度於 35 度
<input type="checkbox"/> 檢查機台 MFC heater 40 度(共 6 個)	<input type="checkbox"/> 檢查機台是否為 ON
<input type="checkbox"/> Chiller 加熱溫度於 35 度	<input type="checkbox"/> 環境溫度_____濕度_____
<input type="checkbox"/> 檢查機台是否為 ON	<input type="checkbox"/> Sample Holder 是否取出_____數量_____
<input type="checkbox"/> 環境溫度_____濕度_____	(環境溫度應<25°C，濕度<60%)
<input type="checkbox"/> Sample Holder 是否取出_____數量_____	
注意事項:	
1. 若發現使用前檢查項目有任一項未通過，請通知中心機台負責人陳子欣、分機 31380。	
2. Recipe 之建立、修正或確認請於三天前發郵件給機台管理員，請使用者務必遵守規範，非三天前寄恕不受理。	
3. 使用前請確認使用的 recipe 為最新版的 recipe，機台負責人有權利覆蓋 recipe。	
4. 機台使用後若有未復歸現象，一經發現一律以停權論，輕者 1 個月，嚴重者 3 個月或吊銷牌照一年之內不得再考。	
5. 機台開機即收費，不負責實驗結果	
(※我已詳閱注意事項並完成使用前後檢查，使用者確認：_____)	

氣體開啟前(Purge & Tool N₂ 為抽取真空及 purge 之必要氣體，保持開啟。)



氣體開啟後

- 檢查 Pump N₂ 氣體閥開啟後壓力~1-2 kgf/cm²
- 檢查 purge N₂ 氣體閥壓力~4-6 kgf/cm²
- 開啟 Ar、CHF₃、O₂、He 氣體閥~1 kgf/cm²



- 檢查機台氣體 N₂ and He 高於綠標 (未高於綠標不可使用)

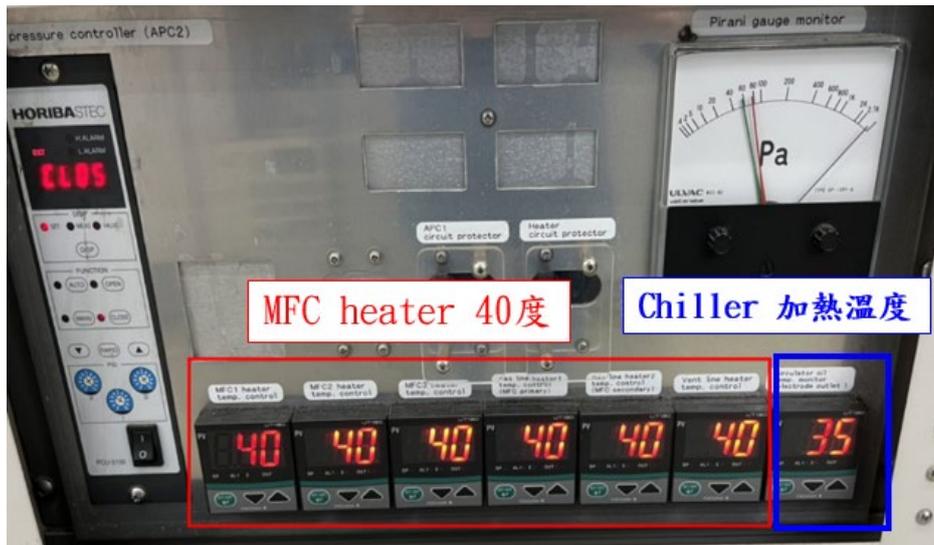


- 檢查 3 個抽氣閥壓力接高於目標值(目標值左至右 50,2,40mm) (低於目標值不可使用，需通知工程師)



- 檢查機台 MFC heater 40°C (共 6 個) (不為 40°C 不可使用)

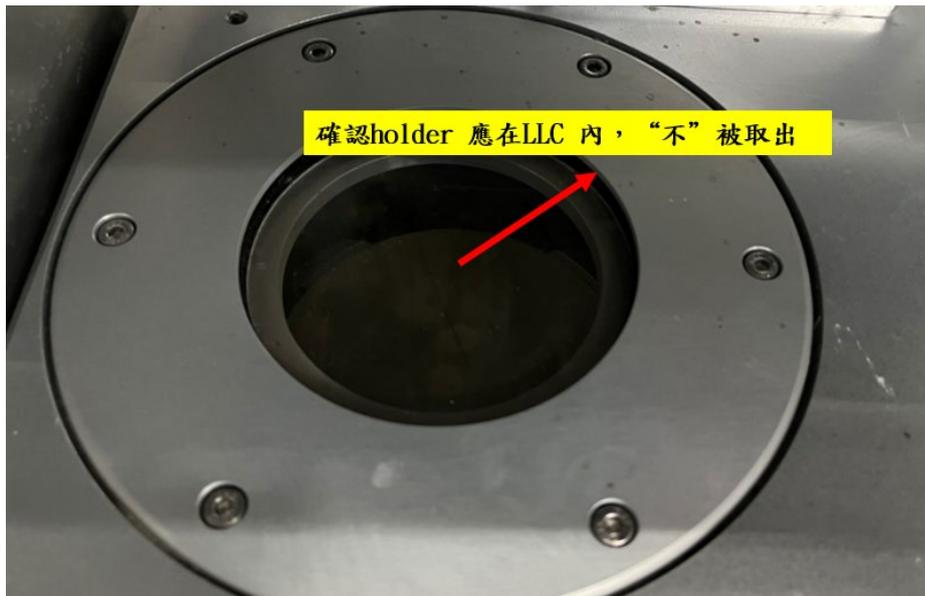
□ Chiller 加熱溫度於 35°C (33~40°C 為可容許之範圍，如前一位使用者製程時間長溫度會較高)



□ 檢查機台是否為 **ON**



□ Sample Holder 是否取出 N 數量 1 (如 holder 不在 LLC 內，切勿使用)

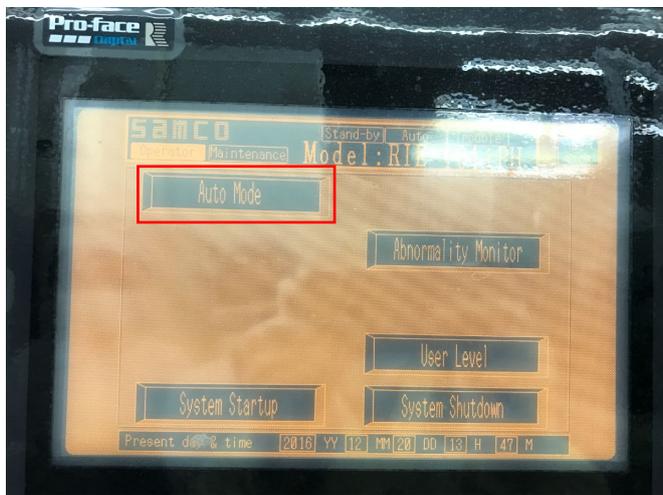


(3) 取出 holder 黏置試片

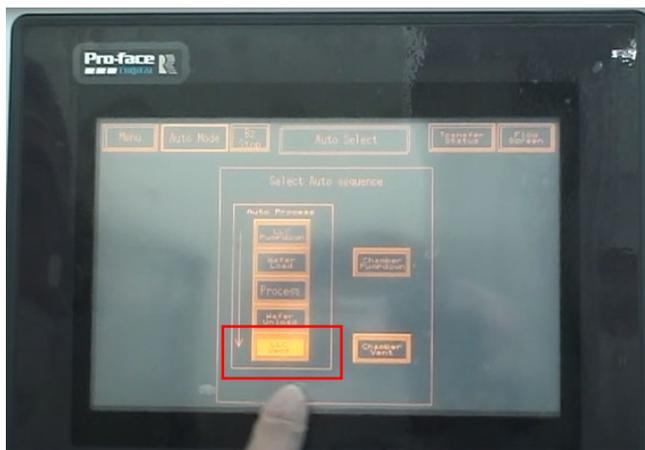
(3.1) 畫面如下，點選”Main Menu”



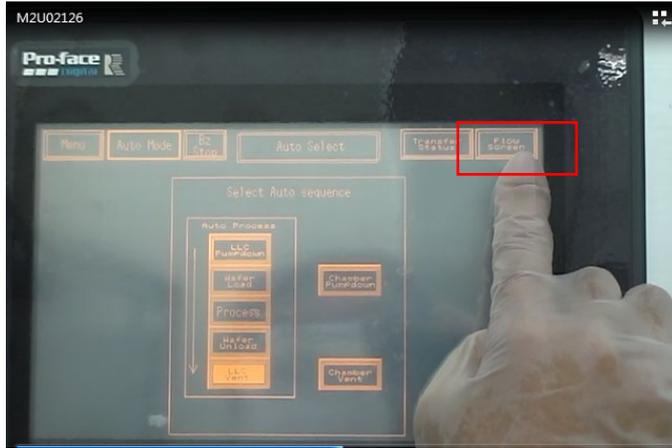
(3.2) 點選”Auto Mode”



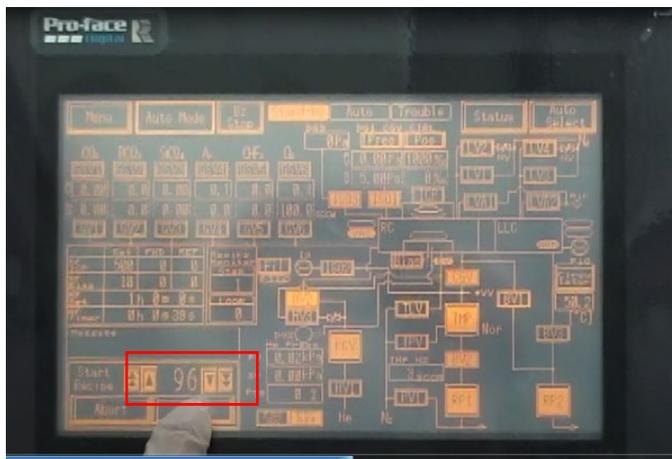
(3.3) 點選 “LLC Vent”



(3.4) 按”Flow Screen”



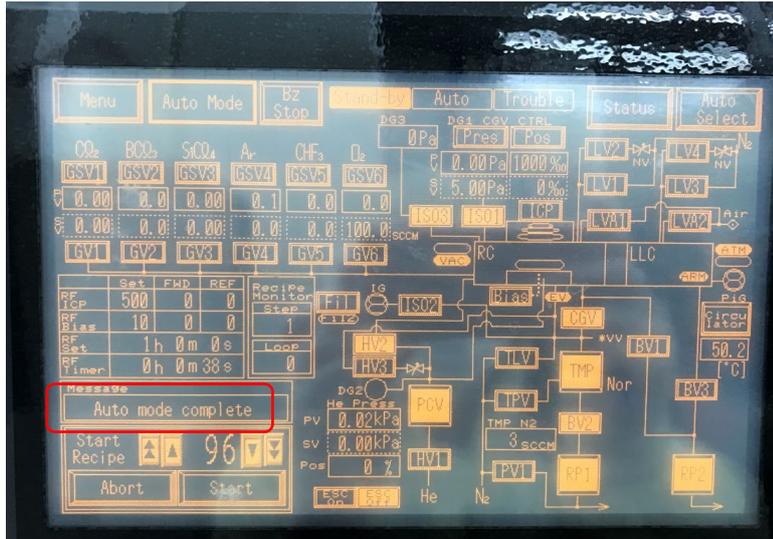
(3.5) 確認 Stand-by 橘燈有亮後，長按” START”



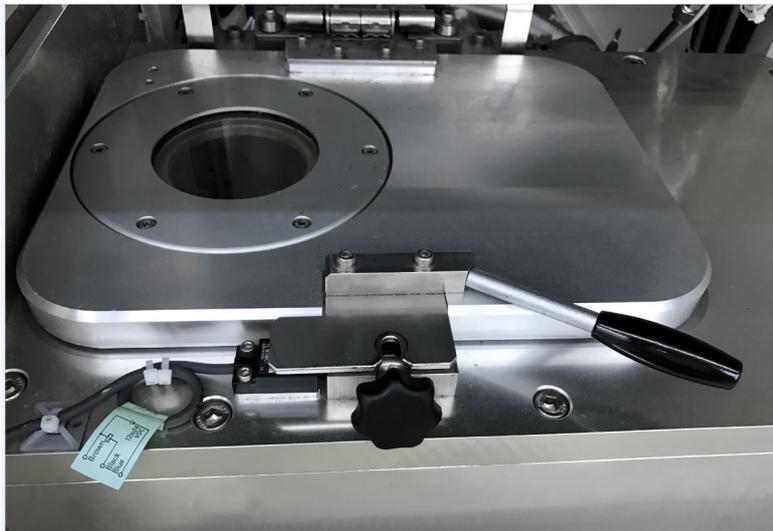
(3.6) 機台會開始執行 LLC Venting



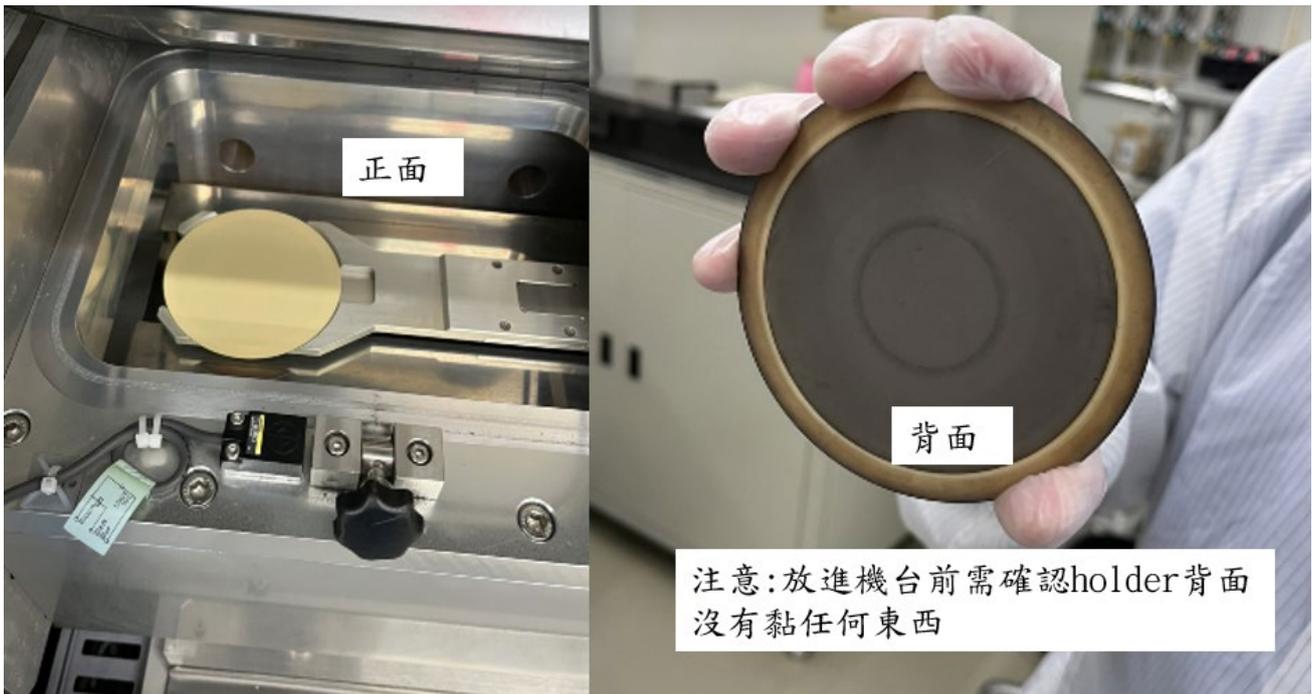
(3.7) vent 完成機台會嗶嗶兩聲，螢幕顯示”Auto mode complete”



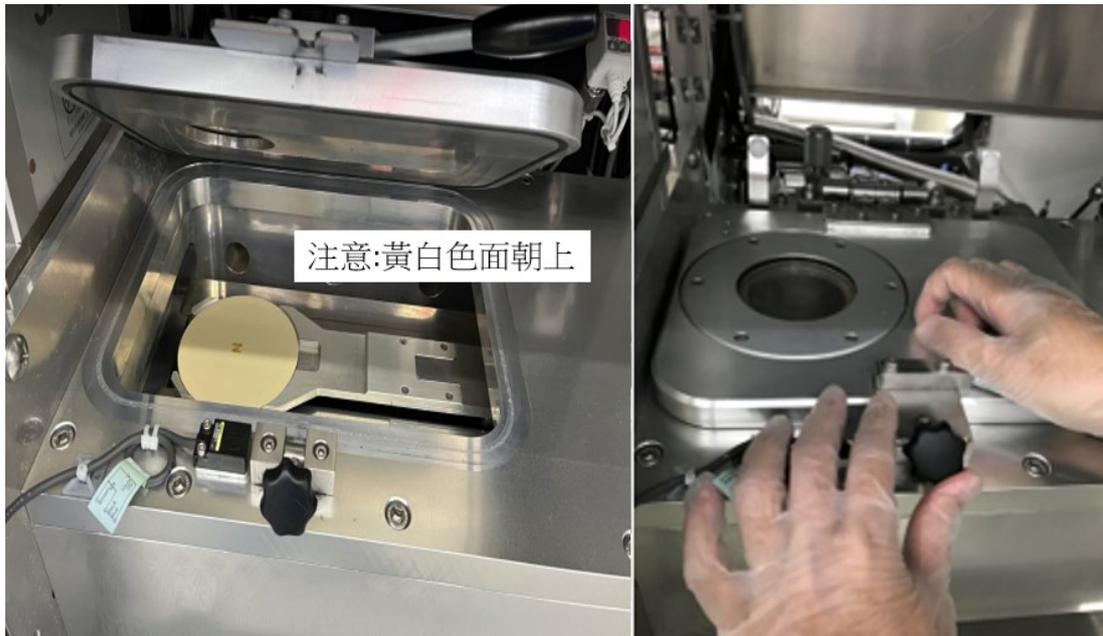
(3.8) 打開 LLC chamber(逆時針旋轉) 並取出 holder



(3.9) holder 上面可以黏貼試片(注意:黃白色面朝上)

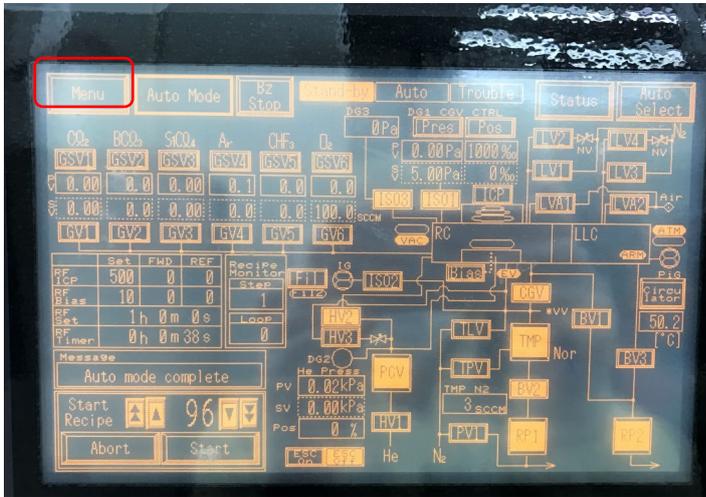


(3.10)試片黏好後請放入 robot 中，蓋上蓋子並鎖緊 (順時針旋轉)，轉到螢幕上的 Stand-by 橘燈有亮。

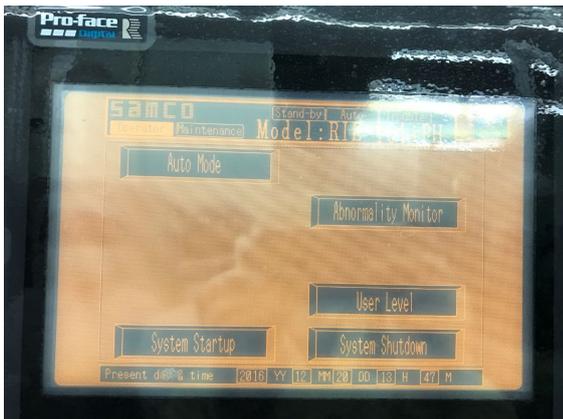


(4) 開始製程步驟

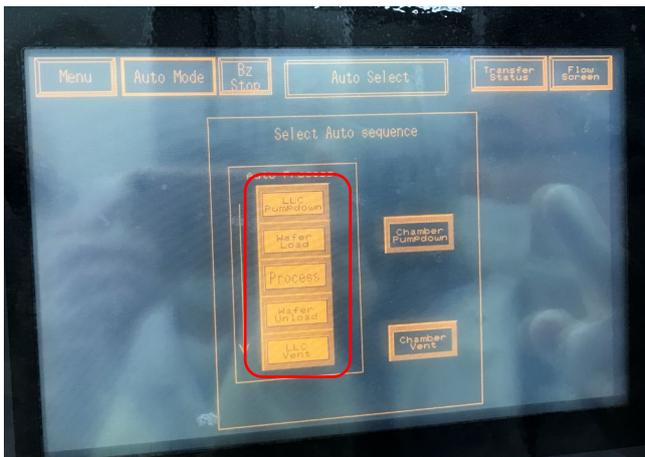
(4.1) 點選”Menu”



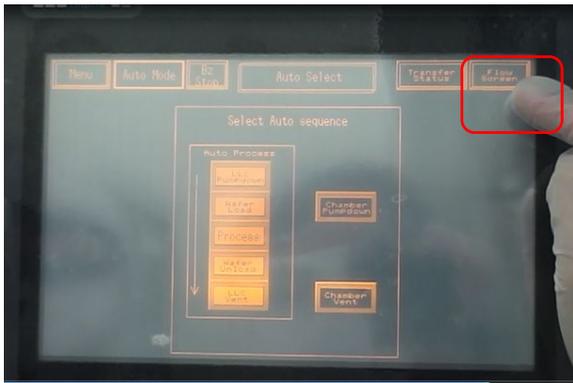
(4.2) 點選”Auto Mode”



(4.3) 由上往下點選 5 項 item(做製程這五項都需選擇)



(4.4)按”Flow Screen”



(4.5)選擇所需的 recipe，按上下箭頭鍵



(注意:Recipe 的選擇請於黃本確認使用者姓名所對應的 recipe，並於螢幕上做初步確認

螢幕上僅能確定該recipe 之Step 1的內容:
Recipe 63
ICP power 200W/BCI3
35sccm/Ar 5 scccm/1.33Pa

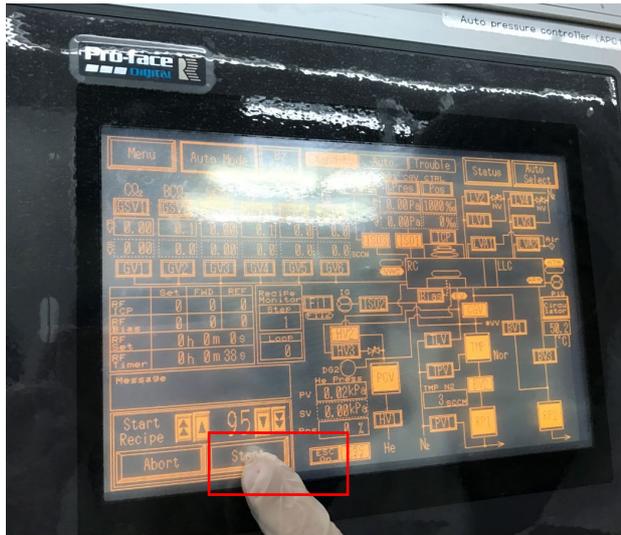
recipe 內容是否正確)

- 所有 Recipe 都包含兩個步驟

Step 1(試打電漿):與 step 2 內容一樣，只是不開 Bias 以及因為是試打電漿製程時間僅為 5s。

Step 2(製程條件):應與黃本上內容相符，無法預先看到，僅能在打電漿的當下確認。

(4.6) 確認一下螢幕上方“Stand by”是否為橘底，確認後長按“start”



(4.7) 此時機台會由“LLC pumpdown”開始運作



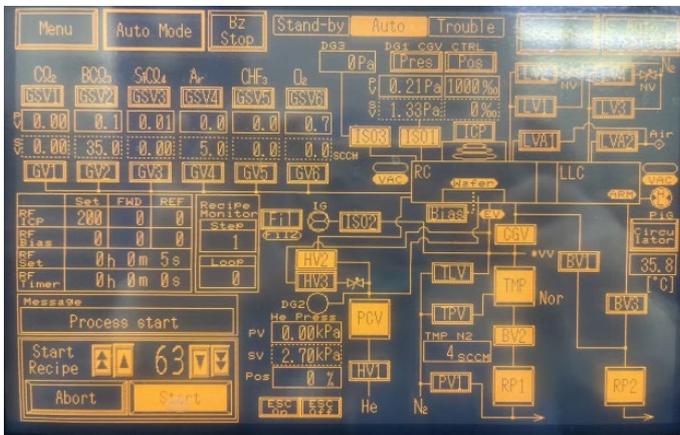
LLC Pumpdown:由於RC保持真空態，LLC需抽真空才能將試片傳送進去。

(4.8) Loading sample



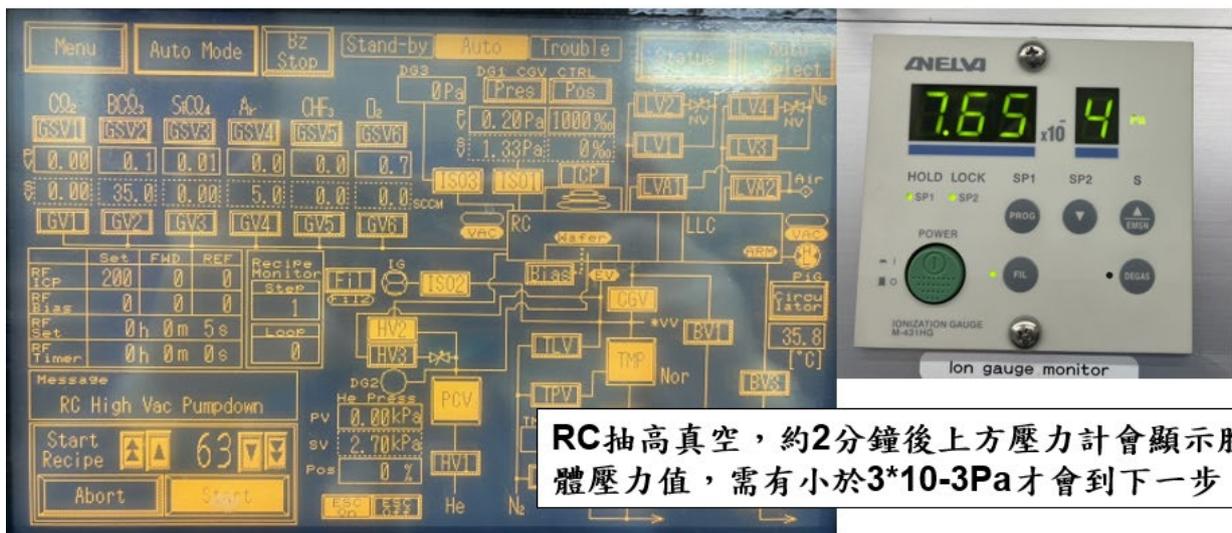
Loading sample:透過晶圓傳輸系統，機械手臂將holder傳送進RC內

(4.9) 之後螢幕會顯示”Process start” wafer 呈現橘色底



(4.10) 螢幕會顯示”RC High Vac Pumpdown”

(如果壓力計無法在開啟後 1 分鐘內小於設定值代表腔體有內漏，請通知工程師處理)



RC抽高真空，約2分鐘後上方壓力計會顯示腔體壓力值，需有小於 3×10^{-3} Pa才會到下一步



(4.11) 螢幕會顯示”Gas flow stabilizing”

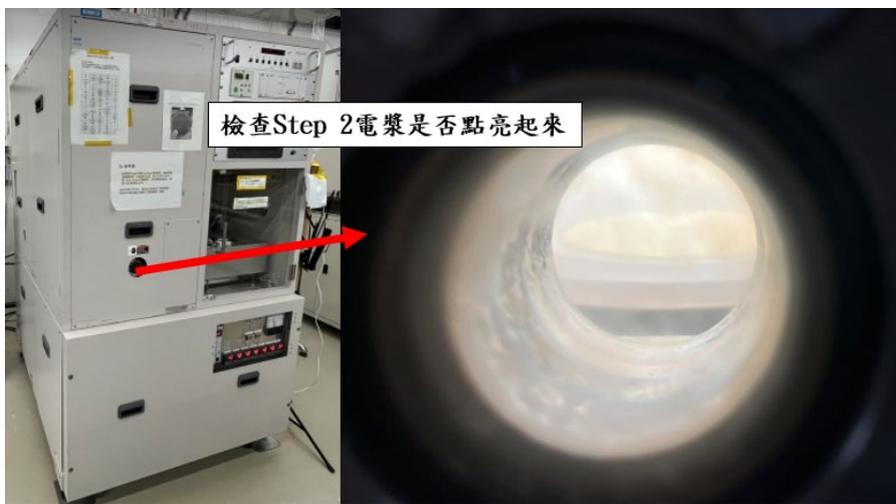


Gas flow stabilizing:此步驟為穩定氣壓氣流，製程氣體此時會通入RC腔體中，並且通入He 控制晶圓溫度，此時最先觀察POS值，會從110%快速往下掉到約30~40%然後趨於穩定，POS代表的是HOLDER(載盤)與下電極之間靜電吸附的狀態，數值越小代表吸附程度越緊密，需在此步觀察pos是否有小於50%，如果一直掉不下來(110%、>50%、0%)都為異常，請長按Abort 暫停製程，並通知機台工程師。大於50%代表靜電吸附異常，執行下去恐有掉片在chamber內的問題。

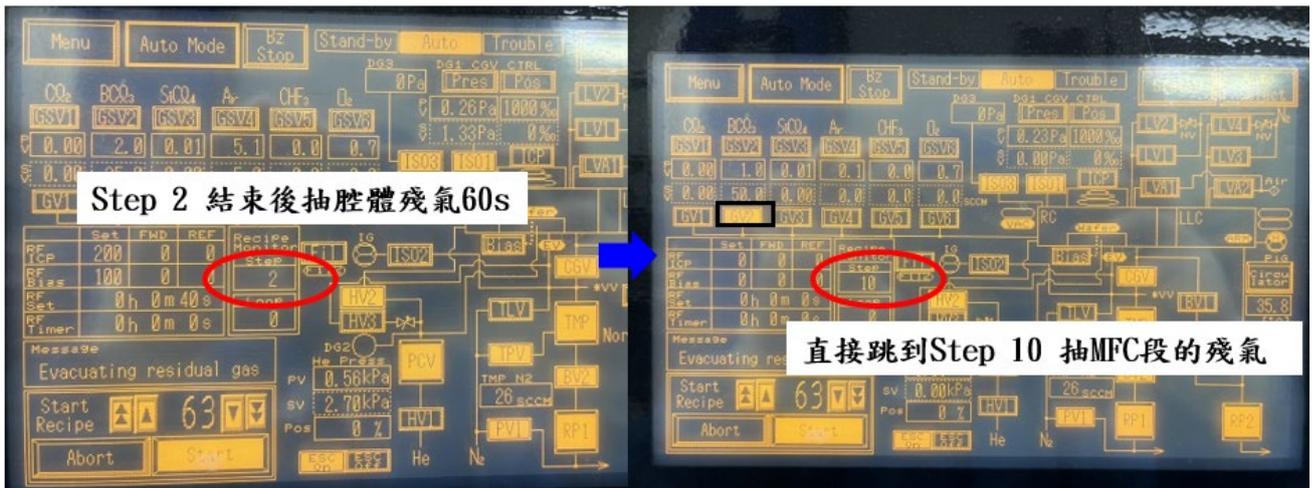


在此步驟製程氣體開始通入，如有使用氯系氣體，可觀測機台上方之偵測器是否有值，如發現上面有值即代表異常，無論數值多小都屬於異常狀況，請按下Abort 暫停製程，並通知無塵室內所有使用者進行疏散到無塵室外，並通知工程師處理。

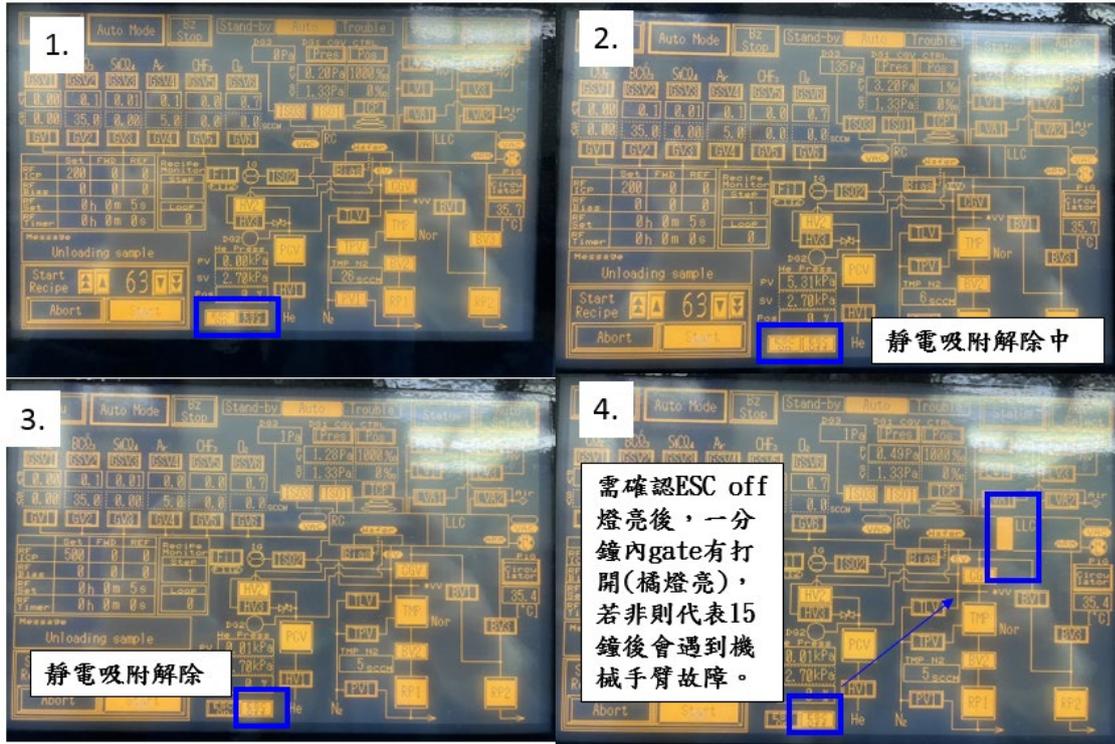
(4.12) 螢幕會顯示”Plasma discharge On”，可以看到 recipe 設定並檢查電漿是否開啟



(4.13) 抽殘氣-螢幕會顯示”Evacuating residue gas”約 3 分鐘



(4.14) Unloading sample

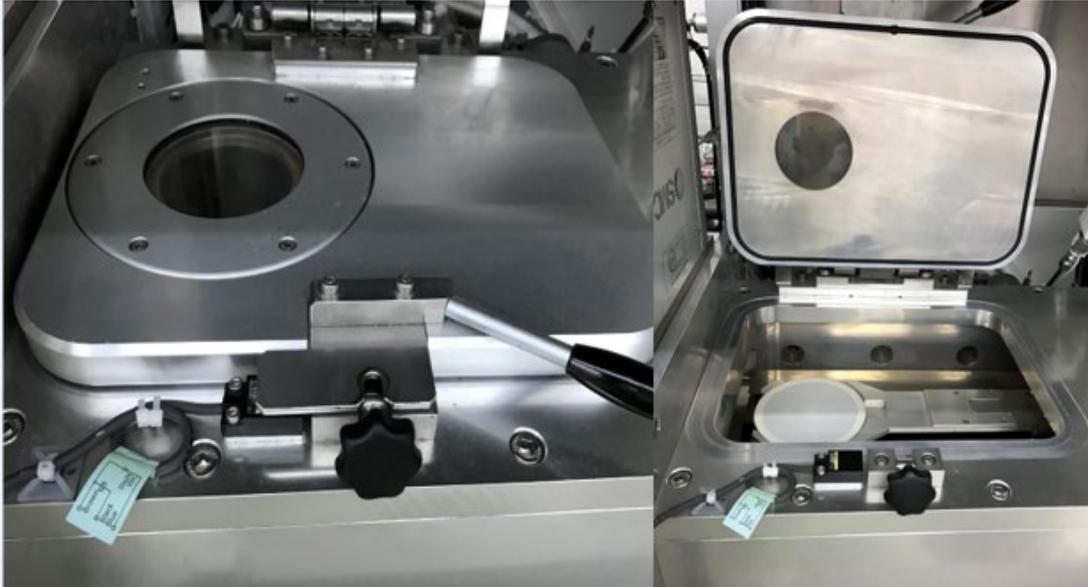


Unloading sample:透過晶圓傳輸系統，機械手臂將holder傳送進回LLC。

(4.15) LLC Venting 等待 LLC 破真空，製程結束機台會嗶嗶兩聲，螢幕顯示”Auto mode complete”



(4.16) 打開 chamber 並取出 holder 把試片拿下



(5)執行 Clean Run

- 在所有製程結束後，交給下一位使用者之前需執行 Clean 製程(總共需花費時間約 40 分鐘)

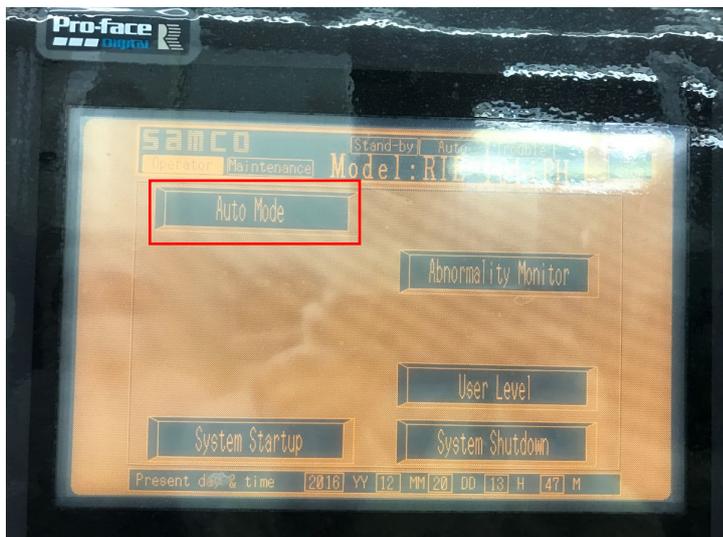
(5.1) **務必**把 Holder 放回去並把蓋子鎖緊(重要:holder 一定要放進去才可執行製程)



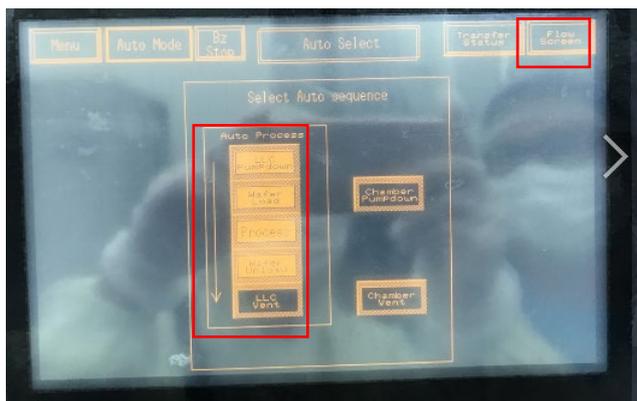
(5.2)點選”Menu”



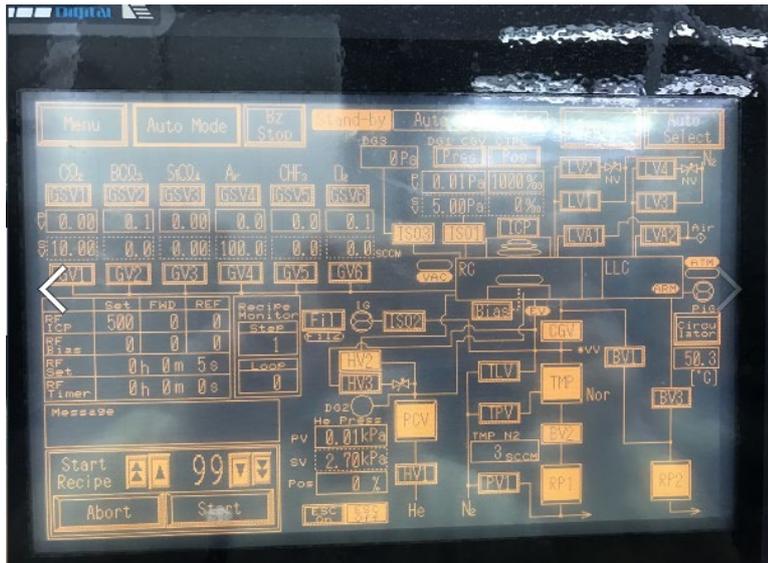
(5.3)點選”Auto Mode”



(5.4) 由上往下點選 4 項 item, 之後點選”Flow Screen”
 <注意:只要 4 個, 最後一個不要點選>



(5.5) 選擇第 99 個 recipe, 確認一下螢幕上方“Stand by”是否為橘底, 確認後長按“start”



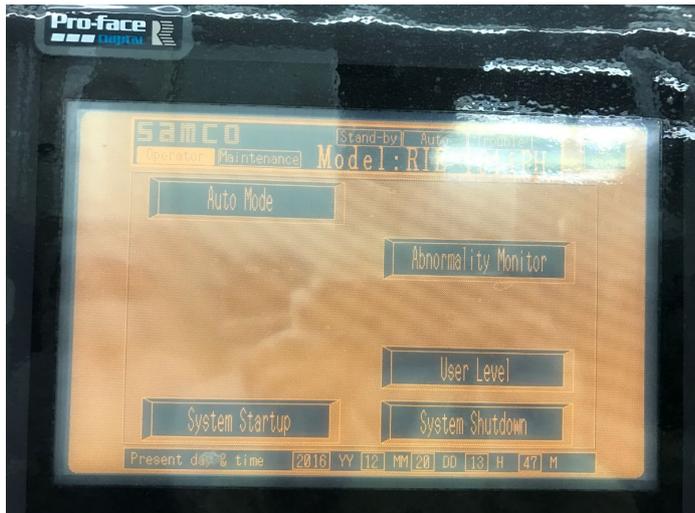
(5.6) 製程結束機台會嗶嗶兩聲，螢幕顯示”Auto mode complete”



(5.7) 點選”Menu”，回到主畫面



(5.8) 機台回到主畫面



(6) 卡刷退



(7) 填寫使用後檢查表

(1205 Metal ICP) RIE-101 iPH 儀器使用檢查表

使用日期 ____/____/____ 時間 ____:____:____

使用前檢查	使用後檢查
<input type="checkbox"/> 檢查 Pump N ₂ 氣體閥開啟後壓力-1-2 kgf/cm ²	<input type="checkbox"/> 檢查 purge N ₂ 氣體閥關閉後壓力-4-6 kgf/cm ²
<input type="checkbox"/> 檢查 purge N ₂ 氣體閥壓力-4-6 kgf/cm ²	<input type="checkbox"/> 關閉使用 Ar、CHF ₃ 、O ₂ 、He 氣體閥，僅維持 purge and tool N ₂ 開啟
<input type="checkbox"/> 開啟欲 Ar、CHF ₃ 、O ₂ 、He 氣體閥-1 kgf/cm ²	<input type="checkbox"/> 檢查 3 個抽氣閥壓力有值(50, 2, 40mm)
<input type="checkbox"/> 檢查機台氣體 N ₂ and He 高於綠標	<input type="checkbox"/> 檢查機台 MFC heater 40 度(共 6 個)
<input type="checkbox"/> 檢查 3 個抽氣閥壓力有值(50, 2, 40mm)	<input type="checkbox"/> Chiller 加熱溫度於 35 度
<input type="checkbox"/> 檢查機台 MFC heater 40 度(共 6 個)	<input type="checkbox"/> 檢查機台是否為 ON
<input type="checkbox"/> Chiller 加熱溫度於 35 度	<input type="checkbox"/> 環境溫度____ 濕度____
<input type="checkbox"/> 檢查機台是否為 ON	<input type="checkbox"/> Sample Holder 是否取出____數量____
<input type="checkbox"/> 環境溫度____ 濕度____	<input type="checkbox"/> Sample Holder 是否取出____數量____
<input type="checkbox"/> Sample Holder 是否取出____數量____	
<small>(環境溫度應<25°C，濕度<60%)</small>	

注意事項:

1. 若發現使用前檢查項目有任一項未通過，請通知中心機台負責人陳子欣、分機 31380。
2. Recipe 之建立、修正或確認請於三天前發郵件給機台管理員，請使用者務必遵守規範，非天前寄恕不受理。
3. 使用前請確認使用的 recipe 為最新版的 recipe，機台負責人有權利覆蓋 recipe。
4. 機台使用後若有未復歸現象，一經發現一律以停權論，輕者 1 個月，嚴重者 3 個月或吊銷證一年之內不得再考。
5. 機台開機即收費，不負責實驗結果。

(※我已詳閱注意事項並完成使用前後檢查，使用者確認: _____)

關氣體



(8) 填寫使用者記錄本

注意事項：

1. Recipe 99 為 clean run 總製程時間為 40min，執行 clean run 前，請確認預約之機台時間是否足夠，使用者務必將機台時間約滿，切勿在使用機台期間讓卡機因預約時間到期而斷電，如因此狀況造成機台損毀，需負擔部分維修費用。
2. 當機台 run 到 gas flow stabilizing 時，需注意 POS 值要小於 50%，大於 50%代表靜電吸附異常，執行下去恐有掉片在 chamber 內的問題，請按下 Abort 暫停製程，並通知工程師處理。



3. 機台上後方設有毒化物氣體偵測系統，如發現上面有值即代表異常，無論數值多小都屬於異常狀況，請按下 Abort 暫停製程，並通知無塵室內所有使用者進行疏散

到無塵室外，並通知工程師處理。

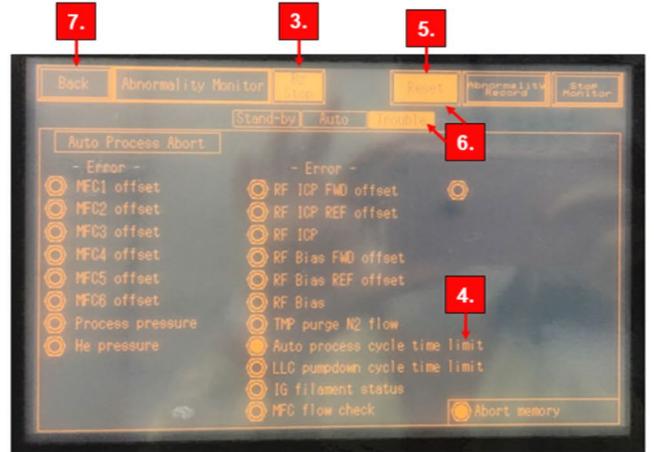
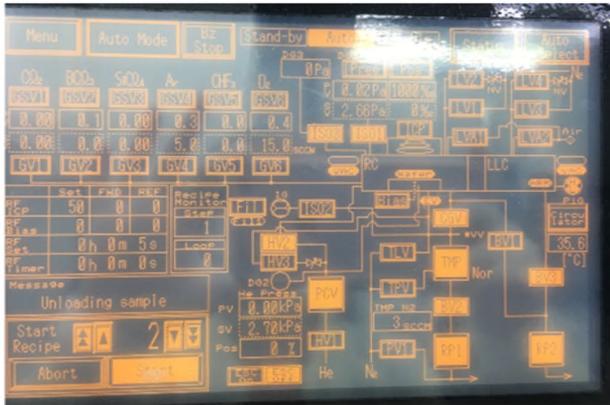


4、其他

4-1. 機台故障排除

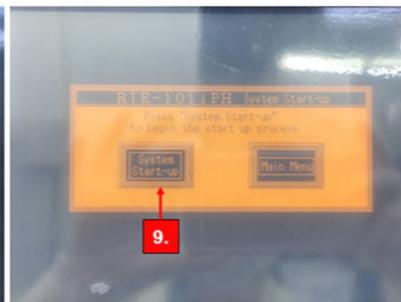
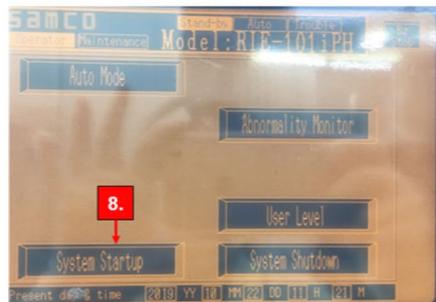
Metal ICP 機械手臂固障SOP

1. Unloading sample 超過3min 代表等下會遇到機械手臂固障狀況。
2. 請先通知工程師(Call line or 辦公室電話 31380#208 陳子欣)
3. 等待15min鐘後蜂鳴器響起→Bz stop 按下
4. 確認Abort 事件→Auto process cycle time limit(為此項才可往下做)
5. Reset 鍵按下
6. 按下後trouble&reset 鍵燈不亮
7. Back



Metal ICP 機械手臂固障SOP

8. 選擇System Startup
9. System Startup 按下
10. 等待系統重啟(約1分鐘)



Metal ICP 機械手臂固障SOP

11. 回到主畫面選擇Auto Mode
12. 選擇流程→wafer Unload & LLC Vent
13. 按下Flow screen
14. 確認Stand-by 燈有亮
15. 長按strat 繼續製程

