

# FIB/SEM 訓練流程

一、繳交基本文件:

二、確定申請資格符合:

- 1.完成認證者須負責訓練其他實驗室的後續使用者一名，除此以外，可訓練同一實驗室訓練員。同一實驗室自行訓練可不受限於此報名時間，隨時可繳交表單
- 2.各實驗室可有兩張執照(擔任助教者可多一張執照，博後另計)，每梯次實驗室原則上限一位學生報名。
- 3.同實驗室內新舊有執照者交接之際，其新有執照者拿到執照時，與舊有執照者可有三個月同時擁有執照，以利實驗室經驗之傳承。三個月之後，舊有執照者將自動失效。

三、取得有執照資格者需協助訓練新申請自行操作者，並可於自行操作時段預約，請申請使用權限:

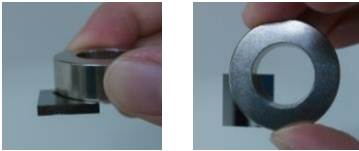
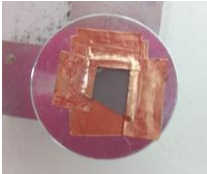
- 1.貴儀系統執照申請：請用個人帳號自行登入貴儀系統申請。
- 2.實驗室 213 室門禁開卡設定：表單繳交回奈米中心由何小姐設定實驗室門禁，已有奈米中心門禁權限者可由線上直接設定，無奈米中心門禁者請於表單繳交後三天帶學生證至何小姐處開卡。
- 3.工六館館舍門禁：非材料系同學請填寫材料系工六館編制外人員門禁通行申請表，並請儀器管理者、指導教授、奈米中心簽核後至材料系審核開卡。
- 4.OM Pick-up system 及鍍金機開卡：請找儀器設備管理人員開卡。

NYLU

## FIB/SEM 注意事項

1. 限制使用 FIB 機台之材料：
  - a. 磁性材料
  - b. 合金材料含有磁性材料高於 5% 者(請檢附 EDS 證明)
  - c. 低熔點的物質(小於 230°C)
  - d. 有機、高分子、粉末等電子束照射下會分解或釋出氣體材料
  - e. 生物試片
2. 使用者必需詳細說明試片之製作方式，若有可能造成真空腔污染，本單位有權拒絕受理。預約者請在實驗三天前填妥 [FIB 委託代工申請單](#)(請註明各層材料結構及厚度、基板及樣品尺寸)，並以電子郵件傳檔予技術人員審核，於實驗當天攜帶過來。
3. 若因試片處理不當造成機台損壞或污染，須負賠償責任。賠償費用由原廠評估並經管理委員會決議後執行。
4. TEM 試片製作其樣品直徑約 5-10mm，高度需小於 5mm 為較合適的尺寸(建議高度為 2mm)。試片表面必須平整，不可局部起伏過大。若為特殊尺寸，應事先與管理者聯繫確認是否適合進行實驗。
5. 分析測試時若發現樣品不符合規定，樣品將被退回並照其預約之時段付費。
6. 半導體、導電性不佳及絕緣體試片需先鍍導電膜(金或鉑較佳)，現場鍍膜需依規定收費。
7. TEM 試片製作請自備銅網或其他耗材，實驗時間為一個時段三小時(主要為試片製作時間)，Ex-situ TEM 試片需每片保留 0.5 小時以利挑取試片，若未預留時間挑取試片，時間結束後請自行處理。Ex-situ TEM 試片由委託者及助教共同合作，使用 OM 放置試片於自備銅網上。因試片材質會影響玻璃針吸附效果，若未能成功放置銅網，不另補作。其他相關耗材計費方式請參考下表。
8. 貴儀系統預約限制為：每位計畫主持人每月限預約二次。機台開放預約時間為每月 25 日上午九時，預約次月實驗。實驗時間預約後若需取消，請於五天前自行登錄貴儀系統取消，否則仍需扣款。
9. 自行操作：每月 25 日上午九時起，預約次月 1 日~15 日實驗；當月 10 日上午九時起，預約當月 16 日~月底實驗，每人每梯次限預約一次。需在二天前取消預約：於二天前取消，則不予扣款；若未於二天前取消，但該時段有人能替補使用，則不予扣款；若未於二天前取消，且該時段無人能替補使用，則需收費。
10. 無故預約不到，自動扣該次時段；遲到超過十五分鐘，扣預約時段並取消服務。
11. 預約時段如遇國定假日、機台故障維護或耗材更換，時段以取消處理，不另補做。

## FIB/SEM 訓練項目

樣品製備	限制使用 FIB 機台之材料	a. 磁性材料，如鐵、鈷、鎳及鋼材等(可用磁鐵檢測)  b. 有機物、高分子、粉末等電子束照射下會分解或釋出氣體材料 c. 低熔點的物質，如鈿等 d. 合金材料含有磁性材料高於 5%者(需附元素分析報告) e. 於 SEM 照射下，影像會出現扭曲變形(fuzzy)材料詢問材料並且先登記使用者資料、材料及 Pt 使用前後之時間
	試片前處理：合適的尺寸及導電層、試片作記號	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ex-situ TEM 試片直徑約 10mm dia，高度小於 5mm 為較合適的尺寸；In-situ TEM 試片直徑約 7mm dia，高度需小於 2mm。表面必須平整，不可局部起伏過大。若為特殊尺寸，應事先與管理者聯繫確認是否適合進行實驗</li> <li>● 半導體、導電性不佳及絕緣體試片需先鍍導電膜(金或鈾較佳)。在黏貼試片時須在四邊均黏上單面銅膠</li> <li>● 若試片較多，或是若表面凹凸不平或是在 OM 下難找之試片，如玻璃基板、陶瓷、合金材料之霧面試片，可以單面銅膠/馬克筆(在實驗區附近)作記號。也請注意多片試片黏在同一載台時，高度差不可過大以免撞到 E-GUN</li> </ul> 
	試片黏貼	黏貼試片時請戴手套，避免油脂影響真空。請留意試片下面要黏滿雙面銅膠(避免高度影響工作距離)，四邊單面銅膠需黏牢試片，但若欲切位置靠近邊緣請勿其邊勿黏單面銅膠。氧化鋁基板(Sapphire)、玻璃、陶瓷、鑽石等硬質導電性不佳的材料要用碳膠黏，並鍍導電層
	入腔體之操作	入腔體後之試片位置確認並戴手套放入試片。按

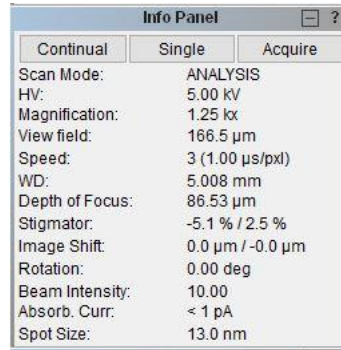
Pump 開始抽真空，兩手需輕壓門

檢查 SEM 和 FIB 之介面及  
機台狀況

- SEM Scan mode : Analysis/UH resolution

SEM HV : 5KV

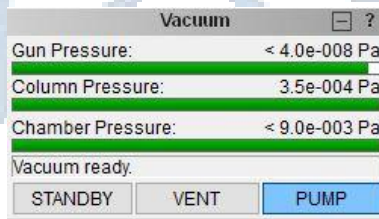
Image shift : 0um/0um



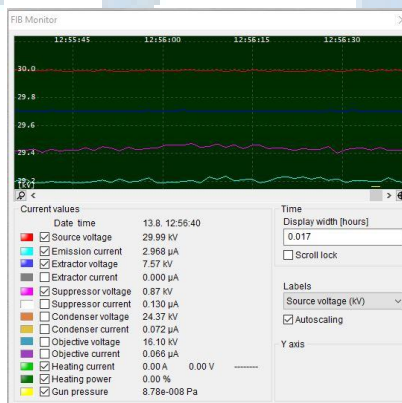
- FIB : 30KV
- Measurement 的 Tilt corr. Mode 預設值 : Manual

Adjustment


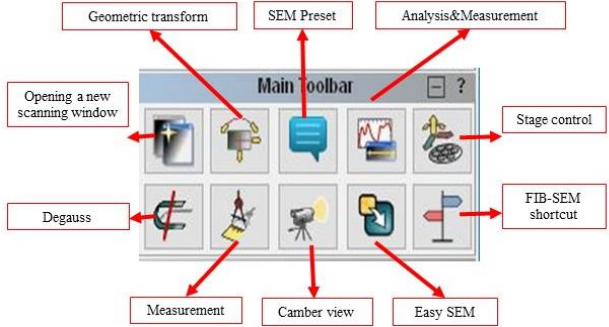


- 真空值是否正常(綠色)


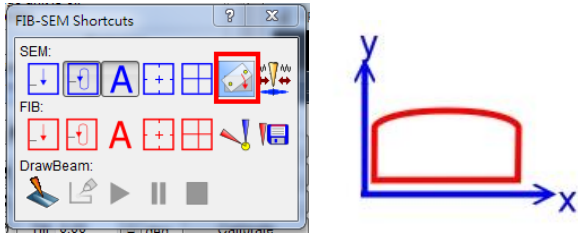


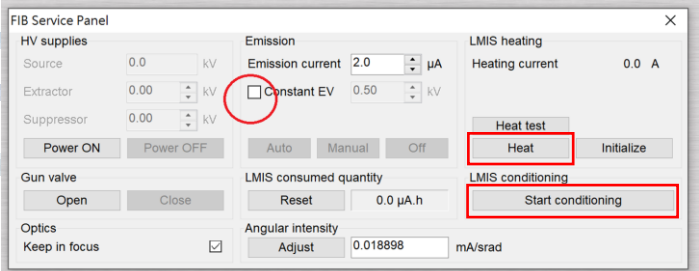
- 電流值是否正常(Extractor、Suppressor)



- 是否有 FIB 需加熱 Source 的警示
- 觀察 CCD 看 Stage 的高度(40mm)是否正常

		
	<p>機台常用工具介紹</p>	
	<p>快捷鍵使用</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● S：像差 X(F12)、Y(F11)</li> <li>● W：焦距</li> <li>● M：倍率</li> <li>● B：亮度(F12)、對比(F11)</li> <li>● Num123...：掃描速率</li> <li>● A：減少 SEM 在 FIB 蝕刻時觀看之雜訊</li> </ul> <p>Stage 移動：Control+← ↑ → ↓ /</p>
<p>機台使用</p>	<p>升載台的方法</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在 SEM 倍率 3500x 下 focus 清楚，WD&amp; Z 值由 10mm→5mm(WD&amp; Z 值和 Z 值不一定相同，若下方有加高載台則會差約 10mm)</li> <li>● 升載台時請由 CCD 畫面觀察，若有撞 gun 的疑慮，請隨時按 <b>Stop</b> 可停止動作</li> </ul>
	<p>SEM 和 FIB 同步方法 (用於 Tilt=55°)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 選擇 FIB-SEM Shortcut</li> <li>2. 點選 FIB-SEM Intersection</li> </ol>  <ol style="list-style-type: none"> <li>3. 在 SEM 畫面選擇欲同步的點，按滑鼠的中間滾輪定位→OK</li> <li>4. 在 FIB 畫面找到相對位置的點，按滑鼠左鍵定位→OK</li> <li>5. 則 SEM 和 FIB 位置同步至同一位置</li> </ol>
	<p>Analysis/UH resolution</p>	<p>需高解析 SEM 影像可切至 UH resolution mode，用完請切回 Analysis</p>
	<p>將試片拉至水平/垂直</p>	<p>使用 FIB-SEM shortcuts 中的項目，用 XY 將樣品調</p>

	<p>整到所需的方向</p> 
<p><b>Tilt 注意事項</b></p>	<p>若 Sample 移動距離較遠或換片，請將 <b>tilt</b> 回 <b>0°</b>，重新 link 至 WD=5 後再 tilt 到 55°，以免發生撞 Gun 的問題</p>
<p><b>載台立即停止移動</b></p>	<p>Stage control 右上角有 stop，在升載台時務必留意 CCD 狀況</p>
<p><b>Calibrate</b></p>	<p>出現 Calibrate 時請按下取讓 Stage 位置重新做校正</p>
<p>無法 vent chamber</p>	<p>需更換氮氣瓶，請先將用完氣瓶之流量關掉，再按標示將流量表頭拆下，平行插入新氣瓶，再將流量開至 2kgf/cm<sup>2</sup>，請勿任意調大流量。</p>
<p>Measurement 量測(距離,角度等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 選擇 Tools→Measurement→measure distance/measure angle</li> <li>● 若在 Tilt 非零度時量測需選擇 SEM→Geometric transformations→在 Tilt corr. Mode 選擇 Follow sample surface(量測時畫面會修正)/Follow cross section(量測截面時會自動修正補償)→再用 Measurement 量測</li> </ul>
<p>燒玻璃針</p>	<p>將玻璃針放入燒針器中間處，玻璃針兩端需等長固定，按下電源鈕加熱，待玻璃針燒尖後立即取出關掉電源，小心不可碰到針頭以免針間斷掉</p>
<p>EDX</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Support PC 進入 INCA 系統</li> <li>2. Detector 深入 chamber Control→Detector control→Slide→Move in</li> <li>3. SEM 電流可依照實驗需求將 HV 調至 10KV/15KV/20KV，其挑選電壓可參見化學元素週期表的 <math>HV &gt; k\alpha * (1.5 \sim 2)</math></li> <li>4. Beam intensity=10 預設值，若 Acquisition rate&lt;1K，則可將 Beam intensity=11 或 12</li> <li>5. 選擇使用項目：Analyzer/Point&amp;ID/Mapping</li> <li>6. 存檔時可選擇檔案格式</li> <li>7. 使用完後請將調回 HV=5KV</li> <li>8. Detector 使用完再 Move out Control→Detector control→Slide→Move out</li> <li>9. 每次使用請務必登記於使用項目欄內</li> </ol>

SiO <sub>2</sub> 使用方法		FIB HV turn off.SEM Beam off→Outgas→Heating→ FIB HV turn on.SEM Beam on→出針(鍍完記得收針)
銅網.Grid 放置藥膏盒		TEM 試片製作完後請用鑷子夾取銅網.Grid 最外圓圈處，黏取試片也請用便利貼黏取最外圓圈處
機台在 Emission 上方出現紅色驚嘆號，可查看 Health Status 顯示是否顯示 FIB 需加熱 FIB Source		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 以 Supervisor 帳號登入</li> <li>2. FIB 的 High voltage 關掉</li> <li>3. 清除 Health Status 出現的錯誤訊息→clean errors</li> <li>4. FIB→Service panel→Emission 的 constant EV 取消打勾</li> <li>5. 在 LMIS heating→Start conditioning→heat</li> <li>6. FIB monitor 畫面監看 Emission current 電流是否穩定，Extractor voltage 約在 6.8~7.5V 間待穩定。Ion source heating 中會出現倒數步驟(Step □ of 9, remaining time...)，待 9 步驟全部完成即可繼續實驗</li> </ol> 
預約機台事宜		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 每次實驗前請同學先上奈米中心網頁預約再進行實驗(並於每月實驗前預約一次貴儀時段，將序號寫在紀錄本上)，若為特殊狀況須先進行實驗請先以電話或是 mail 告知，以免被停權</li> <li>● 自行操作者預約(可當天預約)及取消(需於一天前)請自行自貴儀系統處理</li> <li>● 操作前後請務必確實紀錄使用時間、機台狀況及使用耗材，未確實登記者會進行處分</li> <li>● 為維護良好的真空，每日 Am3:00~6:00 為機台休息時間，請勿操作</li> </ul>
實驗後注意事項及機台復歸動作		<ul style="list-style-type: none"> <li>● FIB Preset 請回到 30KV</li> <li>● SEM Scan mode 請回到 Analysis</li> <li>● SEM Preset 請按 Exchange sample(或使 Stage rotation 初始角度，WD&amp;Z=40mm)</li> <li>● Geometric transformations→Reset all</li> <li>● 使用 In-situ OP tip 使用完後請 Retract，若意外撞針者須負擔 OP tip 費用並負責修針</li> <li>● 離開前後皆需確認機台真空值顯示為綠色</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 實驗室空調維持在 25°C 以下，溫度過高請檢查冷氣狀況，其電源顯示是否正常，並開啟備用冷氣</li> <li>● <b>OM 使用後請記得關電源並刷退</b>，避免 OM 燈泡過熱</li> </ul>
	奈米中心及本實驗室規則	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>請勿在實驗區內飲食</b></li> <li>● 非實驗需求請勿隨意使用電腦或是灌軟體，以免電腦中毒</li> <li>● <b>無執照者切勿操作機台(FIB/SEM.OM.Coater 等)</b></li> <li>● 請保持實驗桌清潔，實驗結束後請務必清理桌面</li> <li>● <b>防潮箱試片請勿放至超過七天</b>，並請註明姓名.時間及連絡電話，若有載台或空間不夠時將清理試片</li> <li>● 請留意機台狀況，若有任何異常請停止使用，以機台安全為重，務必填寫紀錄本。上班時間請立即告知管理者，非上班時間 Mail 給管理者</li> <li>● 借用他人磁卡操作奈米中心儀器設備；停權二週及勞動服務四小時</li> <li>● 操作奈米中心儀器設備或非奈米中心儀器設備，未依標準作業程序(安全衛生工作守則)，造成事故警報或儀器設備損壞；停權一個月</li> <li>● <b>未確實填寫奈米中心儀器設備使用紀錄簿(表)或儀器工作狀況或填寫不確實者；停權二週</b></li> <li>● 操作奈米中心貴儀設備，<b>未事前申請貴儀使用序號；停權二週</b></li> <li>● 未依奈米中心儀器設備管理卡使用辦法者；停權一個月及勞動服務八小時</li> <li>● 遭停權處份者，於停權期間再違規，懲處條列中其中一項，加重處份</li> <li>● <b>於 FIB/SEM 機台禁用時間(Am3:00~6:00)使用儀器，停權一個月</b></li> <li>● <b>因操作安全性考量，機台使用後未進行復歸者，停權二周</b></li> <li>● 其他未列入上述違規懲處條列項目，由主管核定懲處</li> </ul>
操作狀況	需用 VCD/DVD 存取資料，不可用隨身碟。	檔案儲存以學校→實驗室分機→實驗日期為資料夾名稱
	使用收費	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 使用前先上網預約實驗時間，每一時段三小時計費，請先預約再進行實驗。若<b>提前使用/超過預約</b></li> </ul>



		時間需於空白處照實填寫
--	--	-------------

陽明交大

NYCU

# Stage Touch Alarm 原因

## 1. Stage 撞到 E-gun

此種情形不容易發生，除非是嚴重的操作錯誤。若 E-gun 撞傷，維修金額需 100 多萬。

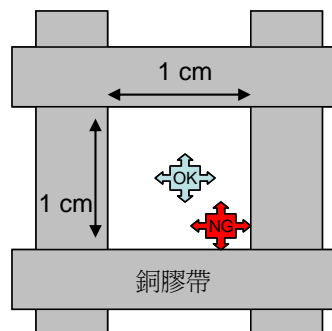
## 2. 常見情形為：欲鍍 Pt 時，出針撞到試片（銅膠帶）

### 發生原因：

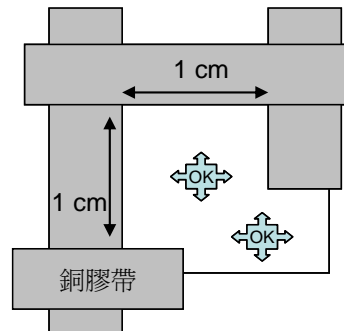
- 鍍 Pt 的金屬針出針後距試片表面僅約 100um；若試片表面高低起伏過大或欲鍍覆位置離銅膠帶過近，即會撞針。
- 針尖撞到物體後，才會顯示 touch alarm（非感應偵測）；因此每發生一次 touch alarm 訊息，對機台都會造成一定程度損害。
- 很高的機率為 Pt 針撞到銅膠帶。

### 解決辦法：

- 若試片表面高低起伏過大，鍍 Pt 位置應選相對高點。
- 試片黏貼銅膠帶時即應注意：
  - 試片不宜小於 1cm×1cm，並應儘量選取試片中心點進行實驗。欲實驗位置離銅膠帶至少應 1~2mm。
  - 若 X 或 Y 其中一個維度邊長小於 1cm，則短邊長方向不應黏貼單面銅膠帶（影響為導電性降低）。
  - 若欲實驗位置在試片邊緣，則該側不應黏貼銅膠帶。
  - 若試片尺寸夠大，四周黏貼單面銅膠帶後，試片露出的面積應保留約 1cm×1cm。（試片夠大，可避免 Pt 鍍覆或 Pick Up 撞針問題）



NG 位置離銅膠帶過近



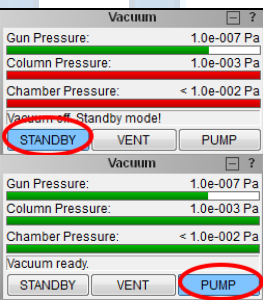
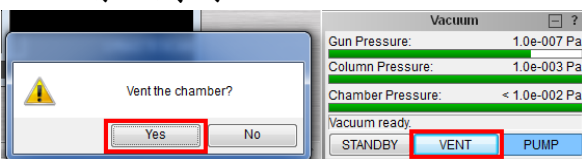
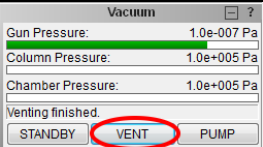
如說明 iii 所述

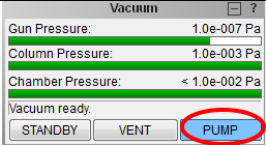
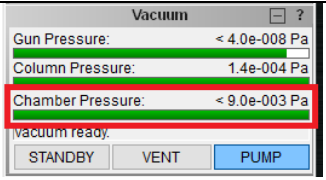
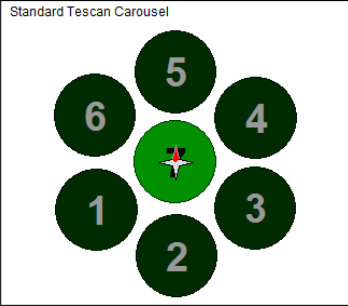
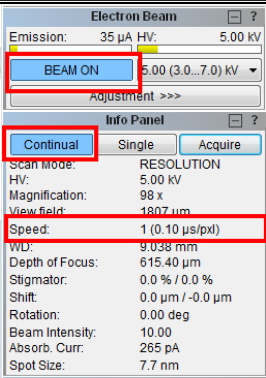
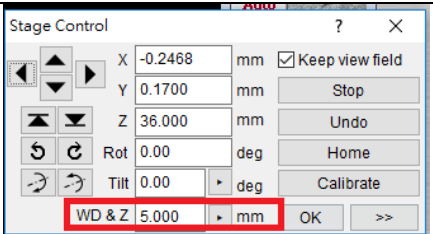
# FIB GAIA 3 SOP (Lamella ex-situ)


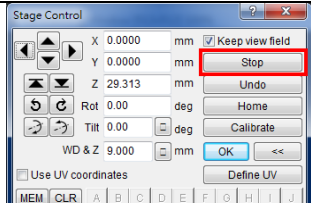

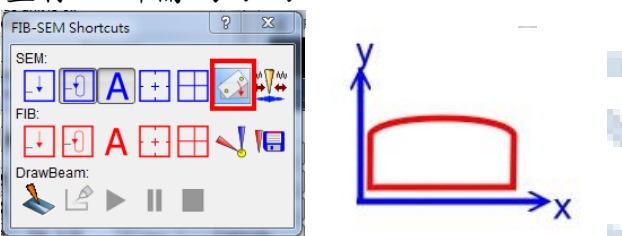
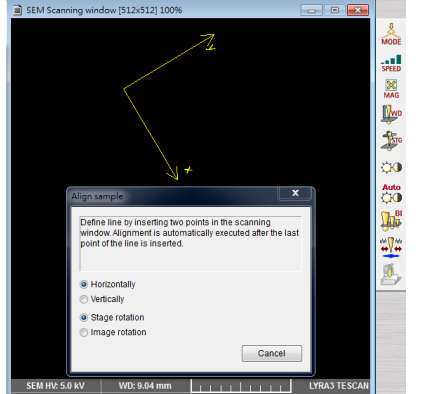
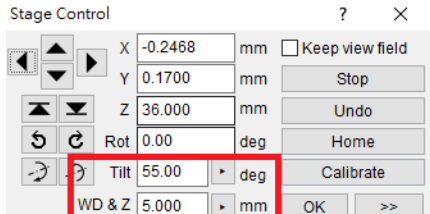
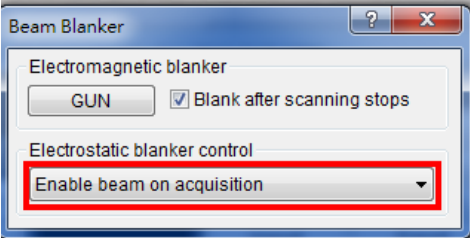
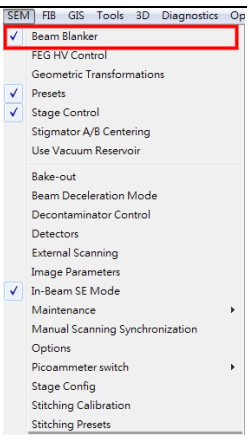
## 一.試片位置

步驟 Step	程序 Process	細節 Detail	備註 Remarks
1	樣品位置	<p>Standard Tescan Carousel</p>  <p>可放在 1~7 任一個位置上，但如果只有一個樣品就放在中間的位置 7。 若是多個樣品同時放入時，請考慮讓每個樣品平面的高度一致，避免在載台傾角時，發生碰上 Pole piece 的狀況。</p>	

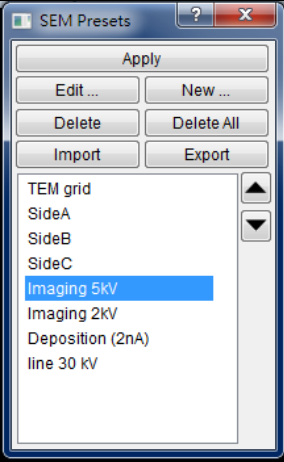
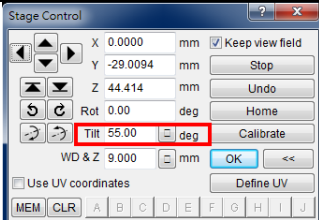

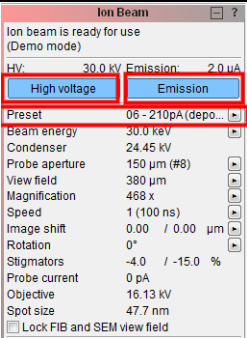
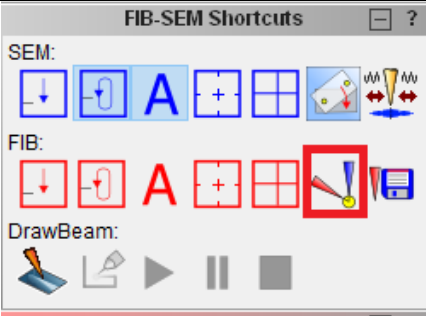
## 二.操作步驟 Operating step

步驟 Step	程序 Process	細節 Detail	備註 Remarks
1	開機程序	<p>確認儀器是在 STANDBY mode 或是 PUMP mode (右圖紅色圈圈所標示，反藍為其 Mode 開啟)，如果是 STANDBY mode 則選取 STANDBY，確定取消機台 STANDBY mode 再進行下一步驟，如是在 PUMP mode 則直接執行下一步驟</p>	
2		<p>選擇 <b>VENT</b>，按下 <b>Yes</b> 將 Chamber 破真空，開啟閥門</p> 	
3		將試片及銅網放入腔體內載台上	

4		關閉閥門，手輕壓腔門左上方並選取 <b>PUMP</b> ，待聽到抽氣聲變小之後，手即可放開。等待真空時，請先記錄使用前 GIS 已使用時間及 Electron Beam 的 HV & Emission。	
5		抽真空至聽到 I-Beam column 氣閥開啟的洩氣聲，此時真空值大約如下 Gun pressure < 4.0e-008 Pa Column pressure : 5e-003 Pa Chamber pressure < 9.0e-003 Pa 便可開起 SEM	
6		選取 7 號將樣品移至 SEM 正下方	
7		選取 <b>BEAM ON</b> 【HINT：如果 beam on 之後沒有影像或有影像但改變倍率不會更改影像，請先檢查掃描速度(Speed)與 SEM 有沒有切到 <b>Continual</b> 】	
8		一開始無論樣品在那一個高度，一定要先調整電子束聚焦位置，使樣品影像清晰，再選擇 WD&Z 的動作。	調整電子束聚焦位置可使用鍵盤『W』鍵，再用軌跡球調整；或直接使用控制面板的「WD」旋扭。
9	樣品就定位	確認影像清晰後，設定 WD & Z 至 50 mm，將載台往上升，到達定位後，調整電子束聚焦位置，使樣品影像清晰。	
10		重覆步驟 9 依序將 WD & Z 的設定由 50 mm、25 mm、15 mm、9mm 直到 WD & Z = 5 mm。【HINT:WD & Z 是根據 SEM 影像所顯示的 WD	載台上升時，請將滑鼠鼠標停在 Stop 的位置以防碰撞

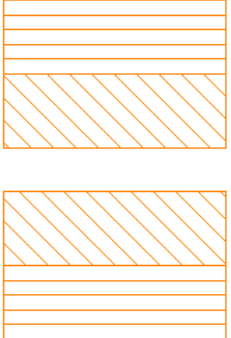
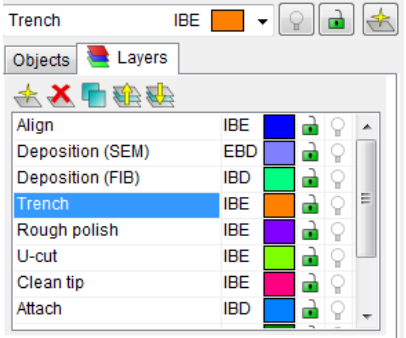


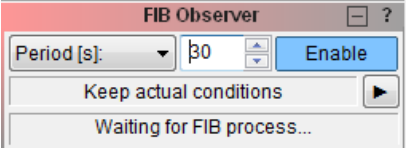
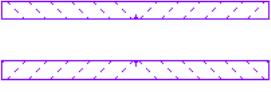
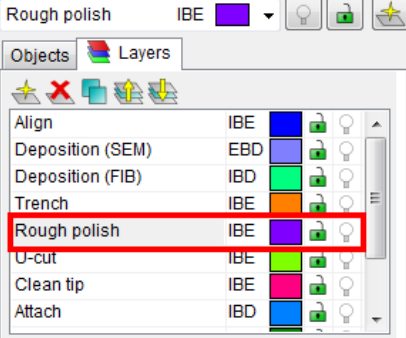
		 <p>去計算聚焦位置(WD)與載台 Z 座標的相對位置,如果顯示中 WD 的影像是模糊不清,就會造成 Z 計算錯誤,而發生載台碰撞 SEM 的狀況,所以在調整設定 WD &amp; Z 前,一定要確定 SEM 影像是清晰的。】</p>	
11		<p>使用『WD』與『Stigmator』使樣品在至少 30 kX 影像清晰,再次設定 WD &amp; Z = 5 mm。</p>	
12		<p>使用 FIB-SEM shortcuts 中的  調整樣品所需的方向</p> 	
13		<p>設定 tilt 角度為 55 度,將載台傾斜至載台平面與 I-Beam 垂直。</p>	
14		<p>再次重覆步驟 11, 確認在 tilt = 55°, WD &amp; Z = 5 mm 影像至少 30~50 kX 是清晰(因樣品細節而需要至更高倍率)。</p>	
<p>若不需 SEM 金屬預沉積請直接跳至步驟 24</p>			
15		<p>選擇 SEM Presets 中的 Deposition 2nA, 並調清楚影像</p>	
16	<p>SEM 金屬沉積</p>	<p>由 SEM 下拉選單,點選「Beam Blanker」開啟 Beam Blanker, 並切換 Electrostatic blanker control 為『Enable beam on acquisition』</p> 	



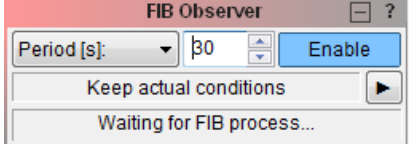
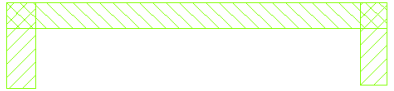
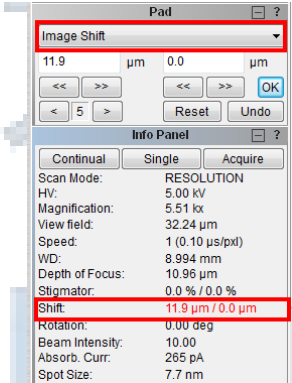
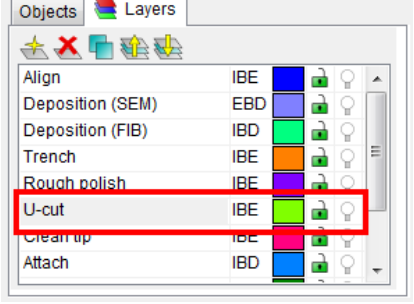

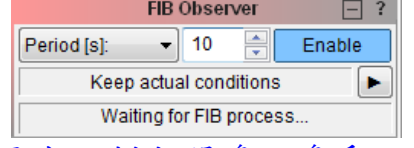
17		<p>由 GIS 控制系統選取所需的金屬，使用前確認金屬已加熱到所需溫度(金屬前趨氣體約需在達到溫度後約 30 分鐘始能穩定，最好在調機時就開始加熱)，按 Push in  鍵，可選取沉積金屬。</p>																												
18		<p>開啟 Project「Lamella_in_situ」，由 View 下拉選單選取『SEM scanning window』帶入 SEM 影像</p>																												
19		<p>選取 Layer『Deposition (SEM)』設定金屬線長寬及厚度</p> <table border="1" data-bbox="427 788 791 1079"> <tr><td>X, Y</td><td>4.70; 2.39</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Width</td><td>10.00</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Height</td><td>1.00</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Angle</td><td>0.0</td><td>°</td></tr> <tr><td>Thickness</td><td>0.1000</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Scanning Path</td><td>RLE</td><td></td></tr> <tr><td>Line Spac Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Exp Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Settle Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> </table>	X, Y	4.70; 2.39	μm	Width	10.00	μm	Height	1.00	μm	Angle	0.0	°	Thickness	0.1000	μm	Scanning Path	RLE		Line Spac Factor	1.00		Exp Factor	1.00		Settle Factor	1.00		
X, Y	4.70; 2.39	μm																												
Width	10.00	μm																												
Height	1.00	μm																												
Angle	0.0	°																												
Thickness	0.1000	μm																												
Scanning Path	RLE																													
Line Spac Factor	1.00																													
Exp Factor	1.00																													
Settle Factor	1.00																													
20		<p>按下  會跳出 DrawBeam Process 視窗，點選 Start 開始鍵  即會開始沉積金屬。(沉積金屬期間不可觀察影像，避免金屬沉積污染)</p>																												
21		<p>沉積金屬結束後，點選 Push out 將 GIS 退回原點。</p>																												
22		<p>切換 Electrostatic blanker control 為『Beam os always on』</p> 																												


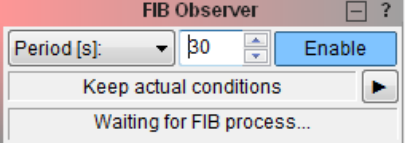
23		<p>在 SEM Presets 中的選擇「Imaging 5kV」，滑鼠左鍵按兩下點選，將 SEM 切換到回原本影像的設定。確認影像清晰後設定 <b>WD &amp; Z = 5 mm</b></p>	
24	<p>樣品 就定位</p>	<p>設定 tilt 角度為 55 度，將載台傾斜至樣品平面與 I-Beam 垂直。</p>	
25		<p>再次重覆步驟 11，確認在 tilt = 55°，WD &amp; Z = 5 mm 影像是清晰。</p>	
26	<p>FIB-SEM 共 焦點對位</p>	<p>依序點選 Ion Beam <b>High voltage Emission</b>，當 I-Beam 開啟後兩個選項都會呈現藍色，此時請記錄 I-Beam 的 Suppressor &amp; Extractor Voltage，再將 Presets 改到「210 pA-Deposition」的選項，按一下『FIB Single』截取 FIB 影像</p>  <p>如果影像不清楚，可找一個不重要的區域用 <b>FIB Continual</b> 做對焦動作，將 FIB 影像調整好。</p>	
27		<p>確認 SEM 影像是清楚的，並將 WD &amp; Z 設定到 5 mm</p>	
28		<p>在 FIB-SEM Shrotcuts 中選取「FIB-SEM intersection」，會在 SEM 視窗出現對準的準星，按滑鼠滾輪將準星移到對準位置後，按下『OK』，FIB 影像會重新截取，此時以滑鼠左鍵選取 FIB 影像上與剛剛 SEM 上選取之相同位置，FIB 影像上會出現準星，確認 FIB 與 SEM 的位置沒問題後，按下『OK』即完成</p>	

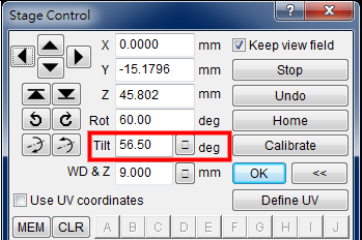

		FIB-SEM intersection。																											
29	Pt 沉積 210 pA	確認 FIB Presets 設到「210 pA - deposition」 選定金屬沉積保護的位置後， 按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像。																											
30		按 Push in  鍵，可選取沉積金屬，將 GIS 移動到樣品正上方。 再按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，確認影像位置。																											
31		由 View 下拉選單選取『FIB scanning window』帶入 FIB 影像																											
32		選取 Layer 『Deposition (FIB)』 設定金屬線長寬及厚度 <table border="1" data-bbox="427 1144 799 1447"> <tr><td>X, Y</td><td>-3.73; 4.74</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Width</td><td>10.00</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Height</td><td>1.50</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Angle</td><td>0.0</td><td>°</td></tr> <tr><td>Thickness</td><td>1.5000</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Scanning Path</td><td>RLE</td><td></td></tr> <tr><td>Line Spac Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Exp Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Settle Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> </table>	X, Y	-3.73; 4.74	μm	Width	10.00	μm	Height	1.50	μm	Angle	0.0	°	Thickness	1.5000	μm	Scanning Path	RLE		Line Spac Factor	1.00		Exp Factor	1.00		Settle Factor	1.00	
X, Y	-3.73; 4.74	μm																											
Width	10.00	μm																											
Height	1.50	μm																											
Angle	0.0	°																											
Thickness	1.5000	μm																											
Scanning Path	RLE																												
Line Spac Factor	1.00																												
Exp Factor	1.00																												
Settle Factor	1.00																												
33	按下  會跳出 DrawBeam Process 視窗 按下 Beam current 右邊的安培計圖案  量測 I-Beam 電流，再按一下『FIB Single』截取 FIB 影像，確認影像位置。 位置及設定沒有問題後，點選 Start 開始鍵  即會開始沉積金屬。(沉積金屬期間不可觀察影像，避免金屬沉積污染)																												
34	沉積金屬結束後，選擇 Push out 將 GIS	如需沉積另一種金屬則選																											



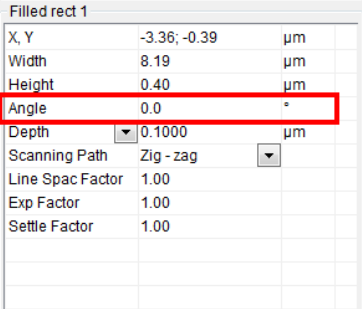
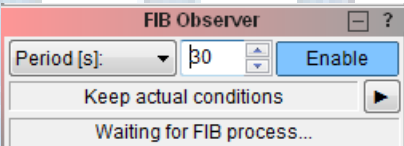
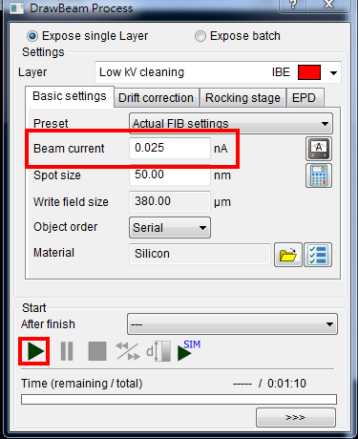
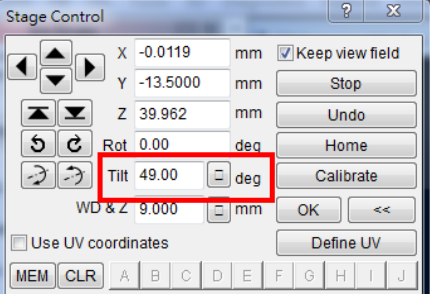
		退回原點。	擇另一種金屬重覆步驟 36-40 後，再將 GIS 退回原點。																																				
35		將 Presets 改到「11 nA」(trench 的電流依樣品而異，硬材質可選更大電流，軟材質則建議使用「5 nA」即可)，按一下『FIB Single』截取 FIB 影像，如果影像不清楚，仍可找一個不重要的區域用『FIB Continual』做對焦動作，將 FIB 影像調整好。																																					
36	切梯形 (Trench) 11 nA	選取 Layer 『Trench』 設定兩組梯形長寬及深度及位置 <table border="1" data-bbox="427 779 742 1030"> <tr><td>X, Y</td><td>0.42; -2.94</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Width</td><td>15.00</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Height</td><td>10.00</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Angle</td><td>0.0</td><td>°</td></tr> <tr><td>Depth</td><td>7.0000</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Scanning Path</td><td>Zig - zag</td><td></td></tr> <tr><td>Line Spac Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Exp Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Settle Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Etching Strategy</td><td>Fast</td><td></td></tr> <tr><td>Bending Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Polishing Cycles</td><td>5.00</td><td></td></tr> </table>	X, Y	0.42; -2.94	μm	Width	15.00	μm	Height	10.00	μm	Angle	0.0	°	Depth	7.0000	μm	Scanning Path	Zig - zag		Line Spac Factor	1.00		Exp Factor	1.00		Settle Factor	1.00		Etching Strategy	Fast		Bending Factor	1.00		Polishing Cycles	5.00		
X, Y	0.42; -2.94	μm																																					
Width	15.00	μm																																					
Height	10.00	μm																																					
Angle	0.0	°																																					
Depth	7.0000	μm																																					
Scanning Path	Zig - zag																																						
Line Spac Factor	1.00																																						
Exp Factor	1.00																																						
Settle Factor	1.00																																						
Etching Strategy	Fast																																						
Bending Factor	1.00																																						
Polishing Cycles	5.00																																						
37		按下 Beam current 右邊的安培計圖案  量測 I-Beam 電流，再按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，確認影像位置。位置及設定沒有問題後，點選 Start 開始鍵  即會開始切削。(切削期間可設定秒數觀察影像)	 <p>要在切削期間邊切邊看，需要在開始此步驟前確認 SEM 影像。</p>																																				
38		將 Presets 改到「2 nA」，按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，如果影像不清楚，仍可找一個不重要的區域用 <b>FIB Continual</b> 做對焦動作，將 FIB 影像調整好。																																					
39	Rough polish 2 nA	選取 Layer 『Rough polish』 設定兩組長條長寬及深度及位置 Rough polish 深度約為 Trench 深度的一半																																					

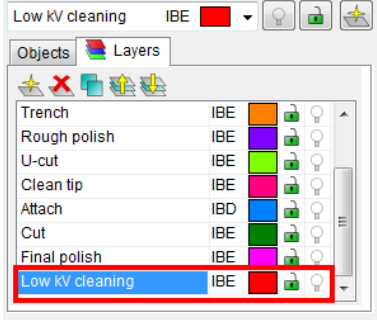

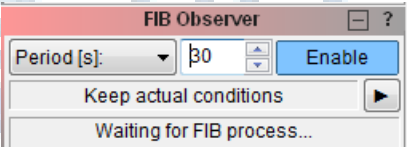
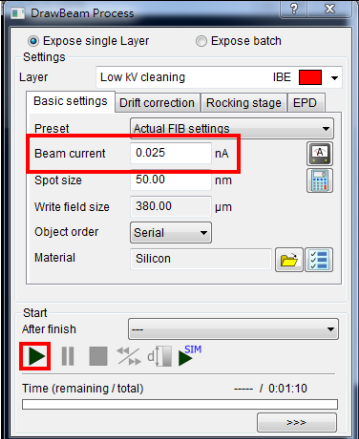
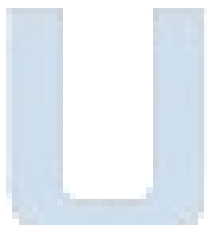
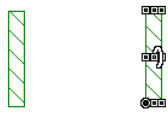
		<table border="1"> <tr><td>X, Y</td><td>0.26; -1.60</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Width</td><td>10.00</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Height</td><td>0.64</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Angle</td><td>180.0</td><td>°</td></tr> <tr><td>Depth</td><td>1.0000</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Scanning Path</td><td>Zig - zag</td><td></td></tr> <tr><td>Line Spac Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Exp Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Settle Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> </table>	X, Y	0.26; -1.60	μm	Width	10.00	μm	Height	0.64	μm	Angle	180.0	°	Depth	1.0000	μm	Scanning Path	Zig - zag		Line Spac Factor	1.00		Exp Factor	1.00		Settle Factor	1.00		
X, Y	0.26; -1.60	μm																												
Width	10.00	μm																												
Height	0.64	μm																												
Angle	180.0	°																												
Depth	1.0000	μm																												
Scanning Path	Zig - zag																													
Line Spac Factor	1.00																													
Exp Factor	1.00																													
Settle Factor	1.00																													
40		<p>按下 Beam current 右邊的安培計圖案  量測 I-Beam 電流，再按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，確認影像位置。位置及設定沒有問題後，點選 Start 開始鍵  即會開始切削。(切削期間可設定秒數觀察影像)</p>	 <p>要在切削期間邊切邊看，需要在開始此步驟前確認 SEM 影像。</p>																											
41		<p>仍然使用同一組 presets，將載台 tilt 至 0°，此時因 FIB-SEM 對位不是在正確位置上，須先把樣品 FIB 影像找到放至在影像正中間，樣品的 SEM 影像則使用 Image shift 來將樣品的影像調至 SEM 影像正中間</p>	 																											
42	<p>U-cut 2 nA</p>	<p>選取 Layer 『U-cut』 電流 2 nA 設定三組長條長寬及深度及位置 U-cut 深度需比試片厚度要設定深一點 由於三塊圖形以橫條所需的時間較多，所以可將橫條深度設深一點。</p> <table border="1"> <tr><td>X, Y</td><td>-5.90; -4.42</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Width</td><td>13.45</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Height</td><td>1.42</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Angle</td><td>0.0</td><td>°</td></tr> <tr><td>Depth</td><td>5.0000</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Scanning Path</td><td>Zig - zag</td><td></td></tr> <tr><td>Line Spac Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Exp Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Settle Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> </table>	X, Y	-5.90; -4.42	μm	Width	13.45	μm	Height	1.42	μm	Angle	0.0	°	Depth	5.0000	μm	Scanning Path	Zig - zag		Line Spac Factor	1.00		Exp Factor	1.00		Settle Factor	1.00		
X, Y	-5.90; -4.42	μm																												
Width	13.45	μm																												
Height	1.42	μm																												
Angle	0.0	°																												
Depth	5.0000	μm																												
Scanning Path	Zig - zag																													
Line Spac Factor	1.00																													
Exp Factor	1.00																													
Settle Factor	1.00																													
43		<p>按下 Beam current 右邊的安培計圖案  量測 I-Beam 電流，再按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，確認影像位置。位置及設定沒有問題後，點選 Start 開始</p>	 <p>要在切削期間邊切邊看，</p>																											

		<p>鍵  即會開始切削。切削期間需設定秒數觀察影像，當 SEM 影像觀察到樣品下面有 U 形之切穿圖形時，即可停止。</p>	<p>需要在開始此步驟前確認 SEM 影像。</p>																											
44		<p>將載台轉回 stage tilt = 55°，開啟 SEM 影像 [SEM Continual]，將 SEM 的影像調至最清晰，確認 SEM 影像 WD = 5mm。</p>	<p>此時因剛剛在 U-cut 有動過 Image shift，所以須將 Image shift 在步驟 30 記下的數字。</p>																											
45		<p>將 Presets 改到「210 pA」，按一下 [FIB Single] 截取 FIB 影像，如果影像不清楚，仍可找一個不重要的區域用 [FIB Continual] 做對焦動作，將 FIB 影像調整好。</p>																												
46	<p>Pre-cut(可略) 2 nA</p>	<p>選取 Layer 『Pre-cut』 設定四組長條長寬及深度及位置，這是要將 U-Cut 所產生的拋削物卡住 lamella 底部，定義的位置就是 U-Cut 邊緣位置，可自行決定使用幾組長條及其長度。</p> <table border="1" data-bbox="427 1039 858 1384"> <tr> <td>X, Y</td> <td>-3.11; -1.26</td> <td>μm</td> </tr> <tr> <td>Width</td> <td>1.16</td> <td>μm</td> </tr> <tr> <td>Height</td> <td>0.32</td> <td>μm</td> </tr> <tr> <td>Angle</td> <td>0.0</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>Depth</td> <td>1.0000</td> <td>μm</td> </tr> <tr> <td>Scanning Path</td> <td>Zig - zag</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Line Spac Factor</td> <td>1.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Exp Factor</td> <td>1.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Settle Factor</td> <td>1.00</td> <td></td> </tr> </table>	X, Y	-3.11; -1.26	μm	Width	1.16	μm	Height	0.32	μm	Angle	0.0	°	Depth	1.0000	μm	Scanning Path	Zig - zag		Line Spac Factor	1.00		Exp Factor	1.00		Settle Factor	1.00		
X, Y	-3.11; -1.26	μm																												
Width	1.16	μm																												
Height	0.32	μm																												
Angle	0.0	°																												
Depth	1.0000	μm																												
Scanning Path	Zig - zag																													
Line Spac Factor	1.00																													
Exp Factor	1.00																													
Settle Factor	1.00																													
47		<p>按下 Beam current 右邊的安培計圖案  量測 I-Beam 電流，再按一下 [FIB Single] 截取 FIB 影像，確認影像位置。位置及設定沒有問題後，點選 Start 開始鍵  即會開始切削。(切削期間可設定秒數觀察影像)</p>	 <p>要在切削期間邊切邊看，需要在開始此步驟前確認 SEM 影像。</p>																											
48	<p>Final Polish 140 pA</p>	<p>將 Presets 改到「140 pA」，按一下 [FIB Single] 截取 FIB 影像，如果影像不清楚，開啟小視窗，用 lamella 區域用 [FIB Continual] 做快速對焦動作，將 FIB 影像調整好。</p>																												

49		更改 tilt angle = $55^{\circ} + 1.5^{\circ}$ (角度可視樣品特性更改為 0~1.5 之間數字)，																												
52		按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，將 lamella 調整到 FIB 影像適當的位置。																												
53		使用 Image Shift 將 lamella 移動 SEM 影像的正中間，將倍率與影像清晰度調好。																												
54		<p>選取 Layer 『Final polish』</p> <p>設定長條圖形長寬及深度及位置</p> <p>深度可以設 0.5 <math>\mu\text{m}</math> 或 1 <math>\mu\text{m}</math>，取決於你所要拋薄的深度切削角度設為 <math>0^{\circ}</math>。</p> <table border="1" data-bbox="437 831 863 1173"> <tr><td>X, Y</td><td>0.88; -2.99</td><td><math>\mu\text{m}</math></td></tr> <tr><td>Width</td><td>8.23</td><td><math>\mu\text{m}</math></td></tr> <tr><td>Height</td><td>0.35</td><td><math>\mu\text{m}</math></td></tr> <tr><td>Angle</td><td>0.0</td><td><math>^{\circ}</math></td></tr> <tr><td>Depth</td><td>1.0000</td><td><math>\mu\text{m}</math></td></tr> <tr><td>Scanning Path</td><td>Zig-zag</td><td></td></tr> <tr><td>Line Spac Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Exp Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Settle Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> </table>	X, Y	0.88; -2.99	$\mu\text{m}$	Width	8.23	$\mu\text{m}$	Height	0.35	$\mu\text{m}$	Angle	0.0	$^{\circ}$	Depth	1.0000	$\mu\text{m}$	Scanning Path	Zig-zag		Line Spac Factor	1.00		Exp Factor	1.00		Settle Factor	1.00		
X, Y	0.88; -2.99	$\mu\text{m}$																												
Width	8.23	$\mu\text{m}$																												
Height	0.35	$\mu\text{m}$																												
Angle	0.0	$^{\circ}$																												
Depth	1.0000	$\mu\text{m}$																												
Scanning Path	Zig-zag																													
Line Spac Factor	1.00																													
Exp Factor	1.00																													
Settle Factor	1.00																													
55		<p>按下 Beam current 右邊的安培計圖案  量測 I-Beam 電流，再按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，確認影像位置。位置及設定沒有問題後，點選 Start 開始鍵  即會開始切削。(切削期間可設定秒數觀察影像)</p>																												
56		更改 tilt angle = $55^{\circ} - 1.5^{\circ}$ (角度可視樣品特性更改為 0~1.5 之間數字)，																												
57		按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，將 lamella 調整到 FIB 影像適當的位置。																												
58		使用 Image Shift 將 lamella 移動 SEM 影像的正中間，將倍率與影像清晰度調																												

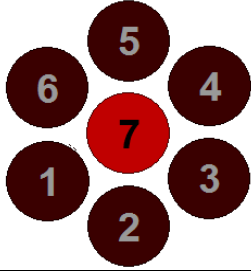
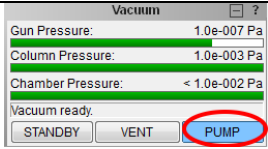
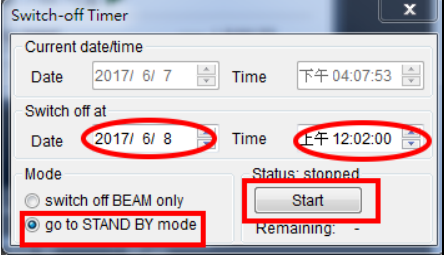
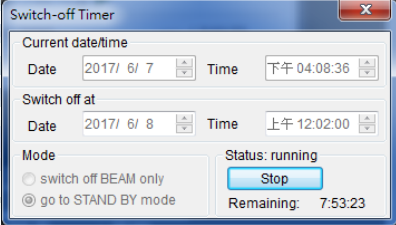
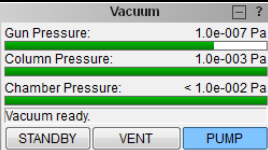
		好。																												
59		<p>選取 Layer 『Final polish』 更改拋削角度為 180°</p> <table border="1" data-bbox="432 309 794 593"> <tr><td>X, Y</td><td>0.88, -2.99</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Width</td><td>8.23</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Height</td><td>0.35</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Angle</td><td>180.0</td><td>°</td></tr> <tr><td>Depth</td><td>1.0000</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Scanning Path</td><td>Zig - zag</td><td></td></tr> <tr><td>Line Spac Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Exp Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Settle Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> </table>	X, Y	0.88, -2.99	μm	Width	8.23	μm	Height	0.35	μm	Angle	180.0	°	Depth	1.0000	μm	Scanning Path	Zig - zag		Line Spac Factor	1.00		Exp Factor	1.00		Settle Factor	1.00		
X, Y	0.88, -2.99	μm																												
Width	8.23	μm																												
Height	0.35	μm																												
Angle	180.0	°																												
Depth	1.0000	μm																												
Scanning Path	Zig - zag																													
Line Spac Factor	1.00																													
Exp Factor	1.00																													
Settle Factor	1.00																													
60		<p>按下 Beam current 右邊的安培計圖案   量測 I-Beam 電流，再按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，確認影像位置。位置及設定沒有問題後，點選 Start 開始鍵  即會開始切削。(切削期間可設定秒數觀察影像)</p>																												
61		<p>將 Presets 改到「100 pA」，按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，如果影像不清楚，開啟小視窗，用 lamella 區域用 <b>FIB Continual</b> 做快速對焦動作，將 FIB 影像調整好。</p>																												
62		<p>重覆步驟 51~60 再一次拋削 lamella 雙面</p>																												
63		<p>如需反覆拋削兩面，則可重覆步驟 61~62 再一次拋削。直到 lamella 呈現透明影像。</p>																												
64	Low kV clean	<p>將 Presets 改到「5kV 20pA」，按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，如果影像不清楚，開啟小視窗，用 lamella 區域用 <b>FIB Continual</b> 做快速對焦動作，將 FIB 影像調整好。</p>																												
65		<p>更改 tilt angle = 55° + 6° (角度可視樣品特性減小)，</p>																												

66		<p>按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，將 lamella 調整到 FIB 影像適當的位置。為避免污染，只開 lamella 部份的小視窗觀察影像。</p>	
67		<p>使用 Image Shift 將 lamella 移動 SEM 影像的正中間，將倍率與影像清晰度調好。</p>	
68		<p>選取 Layer 『Low kV cleaning』 設定長條圖形長寬及深度及位置</p> 	
69		<p>設定 Beam current= 0.025 nA 不需量測 I-Beam 電流，再按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，確認影像位置。位置及設定沒有問題後，點選 Start 開始鍵  即會開始切削。(切削期間設定秒數觀察影像)</p> 	
70		<p>更改 tilt angle = 55° - 6° (角度可視樣品特性減小)，</p>	
71		<p>按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，將 lamella 調整到 FIB 影像適當的位置。</p>	
72		<p>使用 Image Shift 將 lamella 移動 SEM 影像的正中間，將倍率與影像清晰度調好。</p>	

73		<p>選取 Layer 『Low kV cleaning』 更改拋削角度為 180°</p> <table border="1" data-bbox="427 241 842 571"> <tr><td>X, Y</td><td>-3.36; -0.39</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Width</td><td>8.19</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Height</td><td>0.40</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Angle</td><td>180.0</td><td>°</td></tr> <tr><td>Depth</td><td>0.1000</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Scanning Path</td><td>Zig - zag</td><td></td></tr> <tr><td>Line Spac Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Exp Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Settle Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> </table>	X, Y	-3.36; -0.39	μm	Width	8.19	μm	Height	0.40	μm	Angle	180.0	°	Depth	0.1000	μm	Scanning Path	Zig - zag		Line Spac Factor	1.00		Exp Factor	1.00		Settle Factor	1.00		
X, Y	-3.36; -0.39	μm																												
Width	8.19	μm																												
Height	0.40	μm																												
Angle	180.0	°																												
Depth	0.1000	μm																												
Scanning Path	Zig - zag																													
Line Spac Factor	1.00																													
Exp Factor	1.00																													
Settle Factor	1.00																													
74		<p>設定 Beam current= 0.025 nA 不需量測 I-Beam 電流，再按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，確認影像位置。位置及設定沒有問題後，點選 Start 開始鍵  即會開始切削。(切削期間設定秒數觀察影像)</p>  <p>切削的時間由 lamella 透明度與其金屬保護層決定長短。</p>																												
75		<p>依照 lamella 所需的薄片厚度，如需要低於 50 nm 厚度，將 Presets 改到『2kV20 pA』，按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，如果影像不清楚，開啟小視窗，用 lamella 區域用 <b>FIB Continual</b> 做快速對焦動作，將 FIB 影像調整好。</p>																												
76		<p>重覆步驟 65~74 再一次拋削 A、B 面。切削的時間由 lamella 透明度與其金屬保護層決定長短。</p>																												
77		<p>將載台轉回 stage tilt = 55°，開啟 SEM 影像 <b>SEM Continual</b>，將 SEM 的影像調至最清晰，確認 SEM 影像 WD = 5mm。</p>	<p>此時因剛剛在 U-cut 有動過 Image shift，所以須將 Image shift 在步驟 30 記下的數字。</p>																											
78	Cut140 pA	<p>將 Presets 改到「210 pA - deposition」，按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，如果影像不清楚，仍可找一個不重要的區域用 <b>FIB Continual</b> 做對焦動作，將 FIB 影像調整好。</p>																												

79		<p>選取 Layer 『Cut』</p> <p>設定四組長條長寬及深度及位置，這是要將 U-Cut 後所剩下 lamella 連結在樣品的部份拋削掉，定義的位置就是 U-Cut 未斷開位置，可自行決定使用幾組長條及其長度。</p> <table border="1" data-bbox="427 443 810 743"> <tr><td>X, Y</td><td>-1.75; 0.85</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Width</td><td>0.41</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Height</td><td>2.42</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Angle</td><td>0.0</td><td>°</td></tr> <tr><td>Depth</td><td>3.0000</td><td>μm</td></tr> <tr><td>Scanning Path</td><td>Zig - zag</td><td></td></tr> <tr><td>Line Spac Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Exp Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Settle Factor</td><td>1.00</td><td></td></tr> </table>	X, Y	-1.75; 0.85	μm	Width	0.41	μm	Height	2.42	μm	Angle	0.0	°	Depth	3.0000	μm	Scanning Path	Zig - zag		Line Spac Factor	1.00		Exp Factor	1.00		Settle Factor	1.00		
X, Y	-1.75; 0.85	μm																												
Width	0.41	μm																												
Height	2.42	μm																												
Angle	0.0	°																												
Depth	3.0000	μm																												
Scanning Path	Zig - zag																													
Line Spac Factor	1.00																													
Exp Factor	1.00																													
Settle Factor	1.00																													
80		<p>按下 Beam current 右邊的安培計圖案  量測 I-Beam 電流，再按一下 <b>FIB Single</b> 截取 FIB 影像，確認影像位置。位置及設定沒有問題後，點選 Start 開始鍵  即會開始切削。切削的時間長短則由 lamella 是否被斷開，倒在 trench 中決定。</p>	 <p>要在切削期間邊切邊看，需要在開始此步驟前確認 SEM 影像。</p>																											
81	結束程序	<p>試片製作好之後，在「Stage Control」選取 <b>Home</b> 將 Stage 降回原點</p>																												
82		<p>依序點選 Ion Beam <b>Emission</b> <b>High voltage</b>，當 I-Beam 關閉後兩個選項背景都會反白。</p>																												
83		<p>點選 SEM <b>BEAM ON</b>，將 SEM 關閉，BEAM ON 鍵背景會反白。</p>																												
84		<p>選擇 <b>VENT</b>，按下 <b>Yes</b> 就可將 Chamber 破真空，準備取出樣品</p>																												



85		<p>選取樣品所在的編號，載台會送出並旋轉到最方便取樣品的方向</p>	<p>Standard Tescan Carousel</p> 
86		<p>取出樣品</p>	
87		<p>關閉閥門，手輕壓腔門左上方並選取 <b>PUMP</b>，待聽到抽氣聲變小之後，手即可放開。</p>	
88		<p>設定 Switch-off Timer，將 Switch off at 的日期設在隔天，時間為凌晨 12 點 (12:00:00 AM)，Mode 為 go to STAND BY mode，按下 Start 鍵就會起動 Timer</p>	 
89		<p>記錄使用後的 GIS 時間，並檢查記錄簿是否已確實記錄</p>	
90		<p>等到 Chamber 真空顯示為綠色，表示真空已經抽下去，即可離開實驗室。</p>	

# FIB/SEM 訓練流程

一、繳交基本文件:

二、確定申請資格符合:

- 1.完成認證者須負責訓練其他實驗室的後續使用者一名，除此以外，可訓練同一實驗室訓練員。同一實驗室自行訓練可不受限於此報名時間，隨時可繳交表單
- 2.各實驗室可有兩張執照(擔任助教者可多一張執照，博後另計)，每梯次實驗室原則上限一位學生報名。
- 3.同實驗室內新舊有執照者交接之際，其新有執照者拿到執照時，與舊有執照者可有三個月同時擁有執照，以利實驗室經驗之傳承。三個月之後，舊有執照者將自動失效。

三、取得有執照資格者需協助訓練新申請自行操作者，並可於自行操作時段預約，請申請使用權限:

- 1.貴儀系統執照申請：請用個人帳號自行登入貴儀系統申請。
- 2.實驗室 213 室門禁開卡設定：表單繳交回奈米中心由何小姐設定實驗室門禁，已有奈米中心門禁權限者可由線上直接設定，無奈米中心門禁者請於表單繳交後三天帶學生證至何小姐處開卡。
- 3.工六館館舍門禁：非材料系同學請填寫材料系工六館編制外人員門禁通行申請表，並請儀器管理者、指導教授、奈米中心簽核後至材料系審核開卡。
- 4.OM Pick-up system 及鍍金機開卡：請找儀器設備管理人員開卡。

NYLU

## FIB/SEM 注意事項

1. 限制使用 FIB 機台之材料：
  - a. 磁性材料
  - b. 合金材料含有磁性材料高於 5%者(請檢附 EDS 證明)
  - c. 低熔點的物質(小於 230°C)
  - d. 有機、高分子、粉末等電子束照射下會分解或釋出氣體材料
  - e. 生物試片
2. 使用者必需詳細說明試片之製作方式，若有可能造成真空腔污染，本單位有權拒絕受理。預約者請在實驗三天前填妥 [FIB 委託代工申請單](#)(請註明各層材料結構及厚度、基板及樣品尺寸)，並以電子郵件傳檔予技術人員審核，於實驗當天攜帶過來。
3. 若因試片處理不當造成機台損壞或污染，須負賠償責任。賠償費用由原廠評估並經管理委員會決議後執行。
4. TEM 試片製作其樣品直徑約 5-10mm，高度需小於 5mm 為較合適的尺寸(建議高度為 2mm)。試片表面必須平整，不可局部起伏過大。若為特殊尺寸，應事先與管理者聯繫確認是否適合進行實驗。
5. 分析測試時若發現樣品不符合規定，樣品將被退回並照其預約之時段付費。
6. 半導體、導電性不佳及絕緣體試片需先鍍導電膜(金或鉑較佳)，現場鍍膜需依規定收費。
7. TEM 試片製作請自備銅網或其他耗材，實驗時間為一個時段三小時（主要為試片製作時間），Ex-situ TEM 試片需每片保留 0.5 小時以利挑取試片，若未預留時間挑取試片，時間結束後請自行處理。Ex-situ TEM 試片由委託者及助教共同合作，使用 OM 放置試片於自備銅網上。因試片材質會影響玻璃針吸附效果，若未能成功放置銅網，不另補作。其他相關耗材計費方式請參考下表。
8. 貴儀系統預約限制為：每位計畫主持人每月限預約二次。機台開放預約時間為每月 25 日上午九時，預約次月實驗。實驗時間預約後若需取消，請於五天前自行登錄貴儀系統取消，否則仍需扣款。
9. 自行操作：每月 25 日上午九時起，預約次月 1 日~15 日實驗；當月 10 日上午九時起，預約當月 16 日~月底實驗，每人每梯次限預約一次。需在二天前取消預約：於二天前取消，則不予扣款；若未於二天前取消，但該時段有人能替補使用，則不予扣款；若未於二天前取消，且該時段無人能替補使用，則需收費。
10. 無故預約不到，自動扣該次時段；遲到超過十五分鐘，扣預約時段並取消服務。
11. 預約時段如遇國定假日、機台故障維護或耗材更換，時段以取消處理，不另補做。

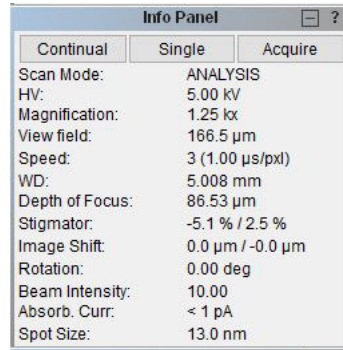
## FIB/SEM 訓練項目

樣品製備	限制使用 FIB 機台之材料	a. 磁性材料，如鐵、鈷、鎳及鋼材等(可用磁鐵檢測)  b. 有機物、高分子、粉末等電子束照射下會分解或釋出氣體材料 c. 低熔點的物質，如鈿等 d. 合金材料含有磁性材料高於 5%者(需附元素分析報告) e. 於 SEM 照射下，影像會出現扭曲變形(fuzzy)材料詢問材料並且先登記使用者資料、材料及 Pt 使用前後之時間
	試片前處理：合適的尺寸及導電層、試片作記號	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ex-situ TEM 試片直徑約 10mm dia，高度小於 5mm 為較合適的尺寸；In-situ TEM 試片直徑約 7mm dia，高度需小於 2mm。表面必須平整，不可局部起伏過大。若為特殊尺寸，應事先與管理者聯繫確認是否適合進行實驗</li> <li>● 半導體、導電性不佳及絕緣體試片需先鍍導電膜(金或鈾較佳)。在黏貼試片時須在四邊均黏上單面銅膠</li> <li>● 若試片較多，或是若表面凹凸不平或是在 OM 下難找之試片，如玻璃基板、陶瓷、合金材料之霧面試片，可以單面銅膠/馬克筆(在實驗區附近)作記號。也請注意多片試片黏在同一載台時，高度差不可過大以免撞到 E-GUN</li> </ul> 
	試片黏貼	黏貼試片時請戴手套，避免油脂影響真空。請留意試片下面要黏滿雙面銅膠(避免高度影響工作距離)，四邊單面銅膠需黏牢試片，但若欲切位置靠近邊緣請勿其邊勿黏單面銅膠。氧化鋁基板(Sapphire)、玻璃、陶瓷、鑽石等硬質導電性不佳的材料要用碳膠黏，並鍍導電層
	入腔體之操作	入腔體後之試片位置確認並戴手套放入試片。按

**Pump** 開始抽真空，兩手需輕壓門

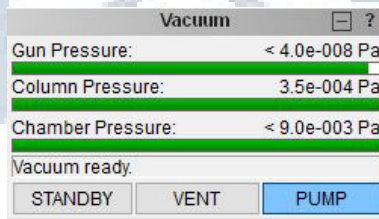
檢查 SEM 和 FIB 之介面及  
機台狀況

- SEM Scan mode : Analysis/UH resolution  
SEM HV : 5KV  
Image shift : 0um/0um

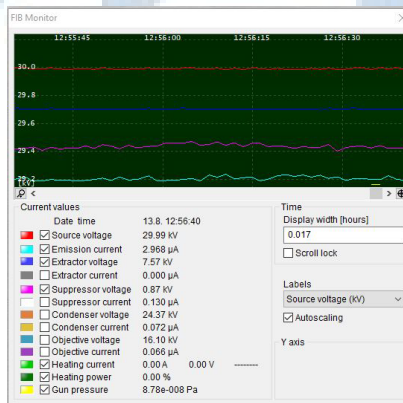


- FIB : 30KV
- Measurement 的 Tilt corr. Mode 預設值 : Manual Adjustment


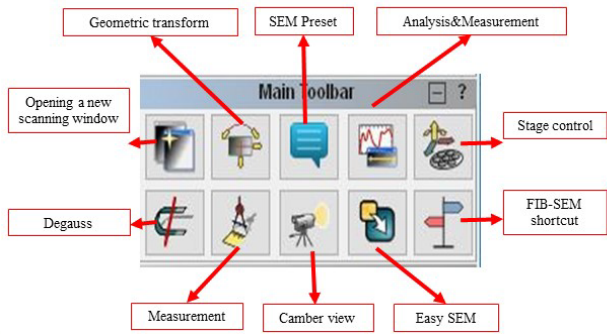


- 真空值是否正常(綠色)


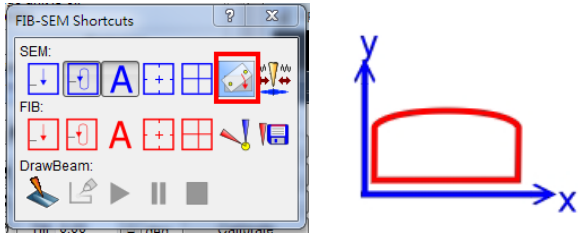


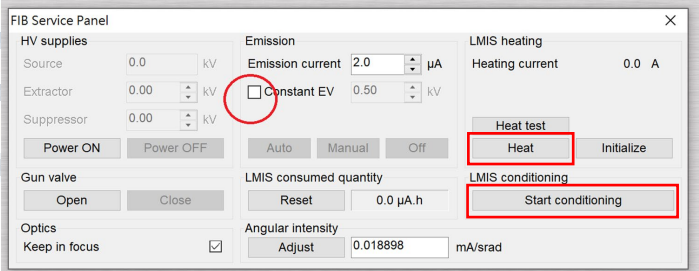
- 電流值是否正常(Extractor、Suppressor)



- 是否有 FIB 需加熱 Source 的警示
- 觀察 CCD 看 Stage 的高度(40mm)是否正常

		
機台常用工具介紹		
快捷鍵使用		<ul style="list-style-type: none"> <li>● S：像差 X(F12)、Y(F11)</li> <li>● W：焦距</li> <li>● M：倍率</li> <li>● B：亮度(F12)、對比(F11)</li> <li>● Num123...：掃描速率</li> <li>● A：減少 SEM 在 FIB 蝕刻時觀看之雜訊</li> </ul> <p>Stage 移動：Control+← ↑ → ↓ /</p>
機台使用	升載台的方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在 SEM 倍率 3500x 下 focus 清楚，WD&amp; Z 值由 10mm→5mm(WD&amp; Z 值和 Z 值不一定相同，若下方有加高載台則會差約 10mm)</li> <li>● 升載台時請由 CCD 畫面觀察，若有撞 gun 的疑慮，請隨時按 <b>Stop</b> 可停止動作</li> </ul>
	SEM 和 FIB 同步方法 (用於 Tilt=55°)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 選擇 FIB-SEM Shortcut</li> <li>2. 點選 FIB-SEM Intersection</li> </ol>   <ol style="list-style-type: none"> <li>3. 在 SEM 畫面選擇欲同步的點，按滑鼠的中間滾輪定位→OK</li> <li>4. 在 FIB 畫面找到相對位置的點，按滑鼠左鍵定位→OK</li> <li>5. 則 SEM 和 FIB 位置同步至同一位置</li> </ol>
	Analysis/UH resolution	需高解析 SEM 影像可切至 UH resolution mode，用完請切回 Analysis
	將試片拉至水平/垂直	使用 FIB-SEM shortcuts 中的項目，用 XY 將樣品調

	<p>整到所需的方向</p> 
<p><b>Tilt 注意事項</b></p>	<p>若 Sample 移動距離較遠或換片，請將 <b>tilt</b> 回 <b>0°</b>，重新 link 至 WD=5 後再 tilt 到 55°，以免發生撞 Gun 的問題</p>
<p><b>載台立即停止移動</b></p>	<p>Stage control 右上角有 stop，在升載台時務必留意 CCD 狀況</p>
<p><b>Calibrate</b></p>	<p>出現 Calibrate 時請按下取讓 Stage 位置重新做校正</p>
<p>無法 vent chamber</p>	<p>需更換氮氣瓶，請先將用完氣瓶之流量關掉，再按標示將流量表頭拆下，平行插入新氣瓶，再將流量開至 2kgf/cm<sup>2</sup>，請勿任意調大流量。</p>
<p>Measurement 量測(距離.角度等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 選擇 Tools→Measurement→measure distance/measure angle</li> <li>● 若在 Tilt 非零度時量測需選擇 SEM→Geometric transformations→在 Tilt corr. Mode 選擇 Follow sample surface(量測時畫面會修正)/Follow cross section(量測截面時會自動修正補償)→再用 Measurement 量測</li> </ul>
<p>燒玻璃針</p>	<p>將玻璃針放入燒針器中間處，玻璃針兩端需等長固定，按下電源鈕加熱，待玻璃針燒尖後立即取出關掉電源，小心不可碰到針頭以免針間斷掉</p>
<p>EDX</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Support PC 進入 INCA 系統</li> <li>2. Detector 深入 chamber Control→Detector control→Slide→Move in</li> <li>3. SEM 電流可依照實驗需求將 HV 調至 10KV/15KV/20KV，其挑選電壓可參見化學元素週期表的 <math>HV &gt; k\alpha * (1.5 \sim 2)</math></li> <li>4. Beam intensity=10 預設值，若 Acquisition rate&lt;1K，則可將 Beam intensity=11 或 12</li> <li>5. 選擇使用項目：Analyzer/Point&amp;ID/Mapping</li> <li>6. 存檔時可選擇檔案格式</li> <li>7. 使用完後請將調回 HV=5KV</li> <li>8. Detector 使用完再 Move out Control→Detector control→Slide→Move out</li> <li>9. 每次使用請務必登記於使用項目欄內</li> </ol>

SiO <sub>2</sub> 使用方法		FIB HV turn off.SEM Beam off→Outgas→Heating→ FIB HV turn on.SEM Beam on→出針(鍍完記得收針)
銅網.Grid 放置藥膏盒		TEM 試片製作完後請用鑷子夾取銅網.Grid 最外圓圈處，黏取試片也請用便利貼黏取最外圓圈處
機台在 Emission 上方出現紅色驚嘆號，可查看 Health Status 顯示是否顯示 FIB 需加熱 FIB Source		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 以 Supervisor 帳號登入</li> <li>2. FIB 的 High voltage 關掉</li> <li>3. 清除 Health Status 出現的錯誤訊息→clean errors</li> <li>4. FIB→Service panel→Emission 的 constant EV 取消打勾</li> <li>5. 在 LMIS heating→Start conditioning→heat</li> <li>6. FIB monitor 畫面監看 Emission current 電流是否穩定，Extractor voltage 約在 6.8~7.5V 間待穩定。Ion source heating 中會出現倒數步驟(Step □ of 9, remaining time...)，待 9 步驟全部完成即可繼續實驗</li> </ol> 
預約機台事宜		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 每次實驗前請同學先上奈米中心網頁預約再進行實驗(並於每月實驗前預約一次貴儀時段，將序號寫在紀錄本上)，若為特殊狀況須先進行實驗請先以電話或是 mail 告知，以免被停權</li> <li>● 自行操作者預約(可當天預約)及取消(需於一天前)請自行自貴儀系統處理</li> <li>● 操作前後請務必確實紀錄使用時間、機台狀況及使用耗材，未確實登記者會進行處分</li> <li>● 為維護良好的真空，每日 Am3:00~6:00 為機台休息時間，請勿操作</li> </ul>
實驗後注意事項及機台復歸動作		<ul style="list-style-type: none"> <li>● FIB Preset 請回到 30KV</li> <li>● SEM Scan mode 請回到 Analysis</li> <li>● SEM Preset 請按 Exchange sample(或使 Stage rotation 初始角度，WD&amp;Z=40mm)</li> <li>● Geometric transformations→Reset all</li> <li>● 使用 In-situ OP tip 使用完後請 Retract，若意外撞針者須負擔 OP tip 費用並負責修針</li> <li>● 離開前後皆需確認機台真空值顯示為綠色</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 實驗室空調維持在 25°C 以下，溫度過高請檢查冷氣狀況，其電源顯示是否正常，並開啟備用冷氣</li> <li>● OM 使用後請記得關電源並刷退，避免 OM 燈泡過熱</li> </ul>
	奈米中心及本實驗室規則	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 請勿在實驗區內飲食</li> <li>● 非實驗需求請勿隨意使用電腦或是灌軟體，以免電腦中毒</li> <li>● 無執照者切勿操作機台(FIB/SEM.OM.Coater 等)</li> <li>● 請保持實驗桌清潔，實驗結束後請務必清理桌面</li> <li>● 防潮箱試片請勿放至超過七天，並請註明姓名.時間及連絡電話，若有載台或空間不夠時將清理試片</li> <li>● 請留意機台狀況，若有任何異常請停止使用，以機台安全為重，務必填寫紀錄本。上班時間請立即告知管理者，非上班時間 Mail 給管理者</li> <li>● 借用他人磁卡操作奈米中心儀器設備；停權二週及勞動服務四小時</li> <li>● 操作奈米中心儀器設備或非奈米中心儀器設備，未依標準作業程序(安全衛生工作守則)，造成事故警報或儀器設備損壞；停權一個月</li> <li>● 未確實填寫奈米中心儀器設備使用紀錄簿(表)或儀器工作狀況或填寫不確實者；停權二週</li> <li>● 操作奈米中心貴儀設備，未事前申請貴儀使用序號；停權二週</li> <li>● 未依奈米中心儀器設備管理卡使用辦法者；停權一個月及勞動服務八小時</li> <li>● 遭停權處份者，於停權期間再違規，懲處條列中其中一項，加重處份</li> <li>● 於 FIB/SEM 機台禁用時間(Am3:00~6:00)使用儀器，停權一個月</li> <li>● 因操作安全性考量，機台使用後未進行復歸者，停權二周</li> <li>● 其他未列入上述違規懲處條列項目，由主管核定懲處</li> </ul>
操作狀況	需用 VCD/DVD 存取資料，不可用隨身碟。	檔案儲存以學校→實驗室分機→實驗日期為資料夾名稱
	使用收費	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 使用前先上網預約實驗時間，每一時段三小時計費，請先預約再進行實驗。若提前使用/超過預約</li> </ul>

		時間需於空白處照實填寫
--	--	-------------

陽明交大

NYCU

## Stage Touch Alarm 原因

### 1. Stage 撞到 E-gun

此種情形不容易發生，除非是嚴重的操作錯誤。若 E-gun 撞傷，維修金額需 100 多萬。

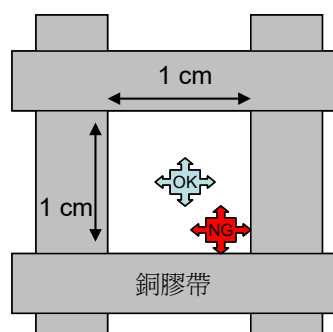
### 2. 常見情形為：欲鍍 Pt 時，出針撞到試片（銅膠帶）

#### 發生原因：

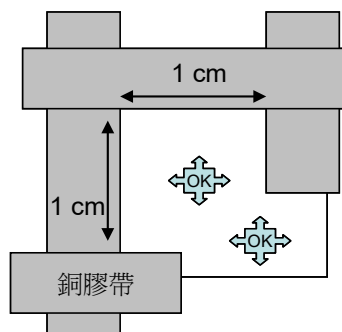
- 鍍 Pt 的金屬針出針後距試片表面僅約 100um；若試片表面高低起伏過大或欲鍍覆位置離銅膠帶過近，即會撞針。
- 針尖撞到物體後，才會顯示 touch alarm（非感應偵測）；因此每發生一次 touch alarm 訊息，對機台都會造成一定程度損害。
- 很高的機率為 Pt 針撞到銅膠帶。

#### 解決辦法：

- 若試片表面高低起伏過大，鍍 Pt 位置應選相對高點。
- 試片黏貼銅膠帶時即應注意：
  - 試片不宜小於 1cm×1cm，並應儘量選取試片中心點進行實驗。欲實驗位置離銅膠帶至少應 1~2mm。
  - 若 X 或 Y 其中一個維度邊長小於 1cm，則短邊長方向不應黏貼單面銅膠帶（影響為導電性降低）。
  - 若欲實驗位置在試片邊緣，則該側不應黏貼銅膠帶。
  - 若試片尺寸夠大，四周黏貼單面銅膠帶後，試片露出的面積應保留約 1cm×1cm。（試片夠大，可避免 Pt 鍍覆或 Pick Up 撞針問題）



NG 位置離銅膠帶過近



如說明 iii 所述