

Installation and Alignment Procedure of Silicon(111)

Double Crystals of DCM Used in BL13B1 DCM

姜政宏、簡玉成

國家同步輻射研究中心
蛋白質繞射小組

2006 年 3 月 24 日

目錄

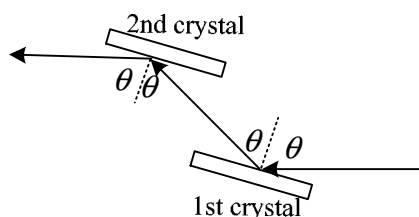
一. 前言	-----3
二. DCM 分光原理	-----3
三. 機械設計原理	-----4
四. 置換與調整晶體程序	-----5

一. 前言:

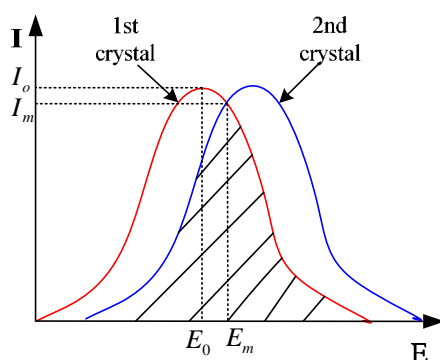
X 光固定出口雙晶體單光器(Fixed-Exit Double Crystal Monochromator, DCM)最主要的目的是利用布拉格繞射原理，選出單一能量的光源，並使出射光(Exit-beam)在樣本位置保持不變，以利實驗的進行。影響 DCM 出射光強度主要的因素就是兩塊晶體的平行度，所以若因拆卸或是其他因素而造成晶體位置的變動，必需將兩塊晶體的平行度重新調整以便獲得最佳光源。

二. DCM 分光原理:

由於從前端區(Front end)所提供的白光，其波長範圍是從可見光~硬 X 光，然後經過準直鏡(Collimator mirror)反射，會將有角度(vertical divergence)的光變成平行光進入 DCM，入射光因第一塊 Si(111)晶體的布拉格繞射($2d \sin \theta = \lambda$)狀況而選出單一波長的 X 光，此單色 X 光進入第二塊 Si(111)晶體，若第二塊晶體之晶格面與第一塊保持平行，則會將第一塊晶體所繞射出來的光轉換成與入射光平行的光繞射出來，如下圖所示：



若兩塊晶體有少許不平行，則選擇出來光的強度將會減弱許多，如下圖所示：

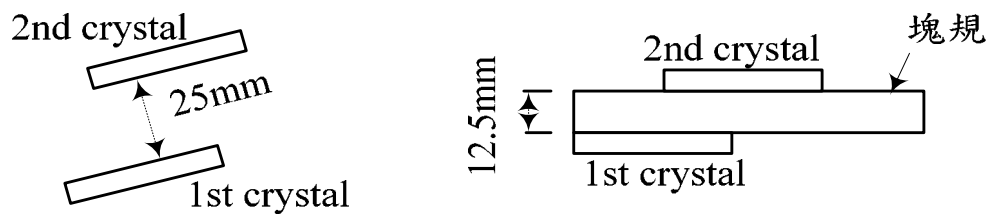


三. 機械設計原理:

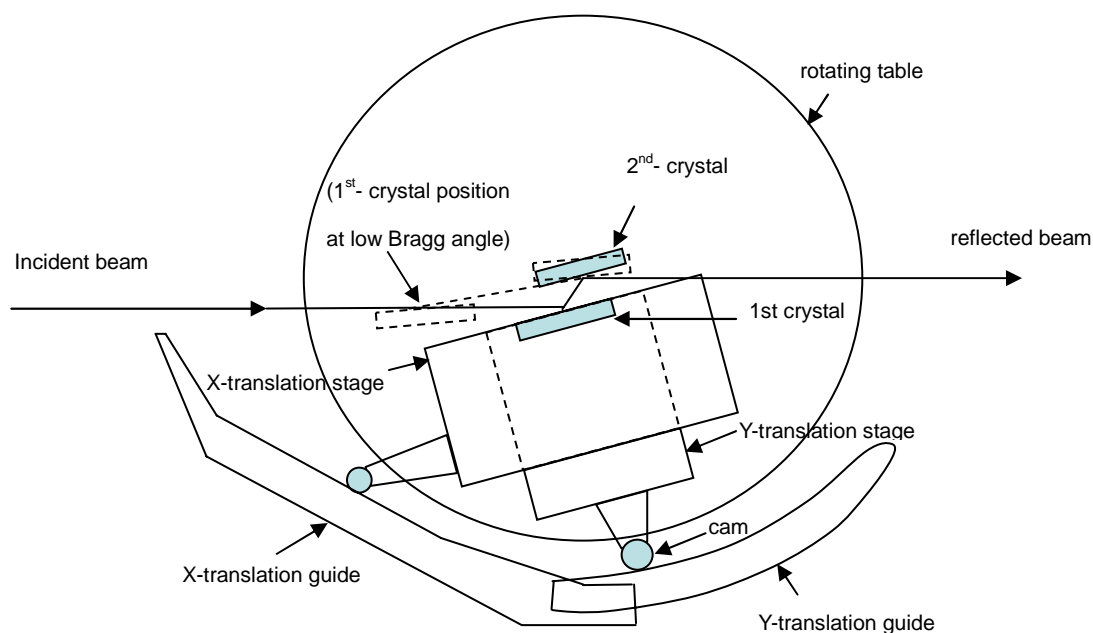
在旋轉盤(Rotating table)上設計兩組晶體承載座(holder)，分別承載 1st-和 2nd-

晶體，此兩塊晶體皆是 Si(111)且相互維持最佳的平行度；2nd-晶體固定不變，其反射出射光的繞射點視為旋轉盤的軸心，這樣設計的目的是要固定樣本的位置，以方便在作 MAD 相關實驗時容易調換能量，不必擔心聚焦點(Focusing point)會上下偏移(offset)。調整兩塊晶體平行度的方法是先將 DCM 內參考塊規之表面調整成與入射 X 光之光行進方面平行，並將 encoder 設定為 0°，此時兩塊晶體的間距(Gap)應為 12.5mm。利用一先行校正過的塊規模組為基準，並以三片紙條與塊規之間的鬆緊度為依據，將兩塊晶體向塊規的上下兩參考面逐步貼近，做為調整兩晶體之間平行度的方式，確定兩塊晶體已完全平行後即可。此旋轉盤可接受光的入射角由 6.13°到 17.7°，對應到 X-ray 的能量範圍即是 18.5keV~6.5keV。

(a)當encoder不等於0 (b)當encoder等於0



第二塊晶體座落在 X 及 Y 兩座移動平台(Translation stage)上，此兩個平台互相正交在一起，分別有 X-transition 和 Y-transition 的自由度。在此兩平台的某一端皆設計凸輪(Cam)的結構，而機械上對凸輪的定義就是要將轉動(Rotation)的移動量轉換成平移(Transition)的移動量，且根據 2nd-晶體和出射光的夾角所計算出分別給 X 和 Y 平台作直線及曲線運動的軌跡(道)，各稱為 X-transition guide 和 Y-transition guide，最後讓 X 及 Y 平台上的凸輪分別擺在此兩個軌道上，然後根據實驗所需的光源能量(如: 12keV X-ray)，Encoder 會將晶體的繞射面和入射光的夾角轉到適當的角度，此時兩個凸輪也會停在曲面上的特定位置。



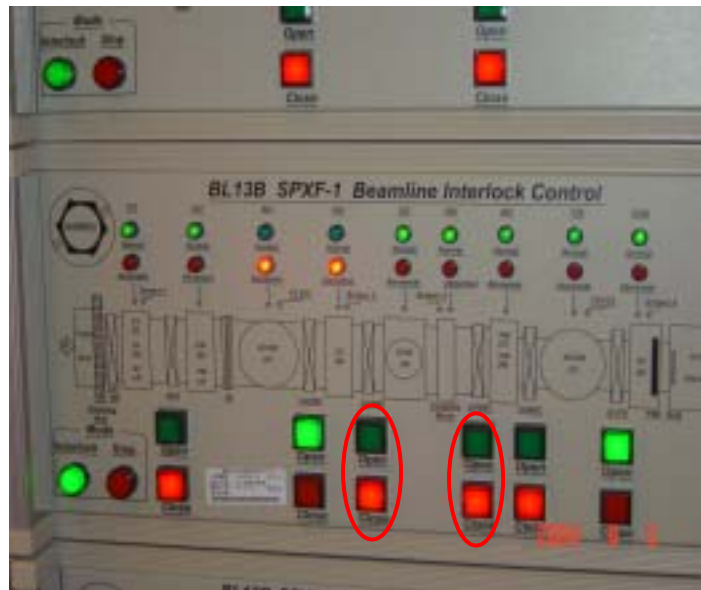
通常我們用 DCM 在調整 X-ray 能量時，低能量會對應到高角度(Bragg angle)，高能量會對應到低角度，因此當實驗選擇低能量時，1st-晶體所接收到白光(White line，即同步輻射光)所產生的 Foot-print 比較小，因而接受到的 Power density 較大，也比較容易有 Heat load 的問題發生，其後果是會使 1st-晶體的表面突出一個山丘狀(bump)導致所選到的單色光不夠純，並使單色光的 Darwin width 變大，相對地會使實驗用的光源之能量解析度(Energy resolution)變差，及光通量(Flux)也會損失好幾倍，所以此實驗站的 DCM 是採用液氮冷卻低溫系統來解決這熱載問題。

四. 置換與調整晶體程序:

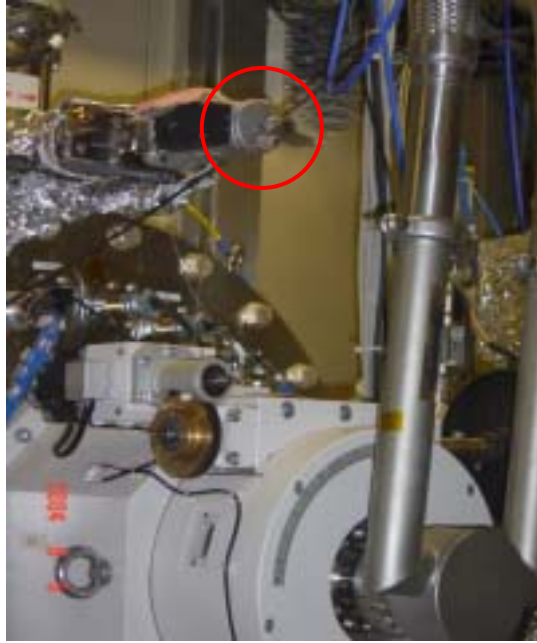
1. 在一個禮拜前就要將 DCM 液態氮冷卻系統的機器關閉並回到室溫，且將通入冷卻 DCM 兩塊晶體之管路的閥門給關閉，避免拆掉這些管路而導致有水氣跑進 DCM 液態氮冷卻系統。



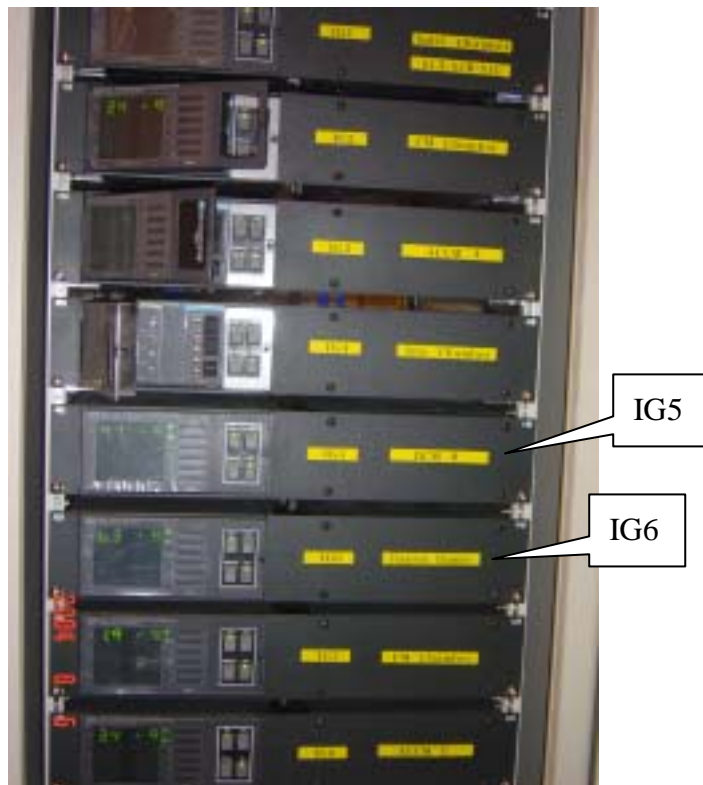
2. 請至 Interlock 控制箱前將 GV4BC 閥與 GV5BC 閥關閉。



3. 將 DCM 頂端手動閥門關閉。



4. 請至 Interlock 控制箱前將 IG5 與 IG6 關閉。



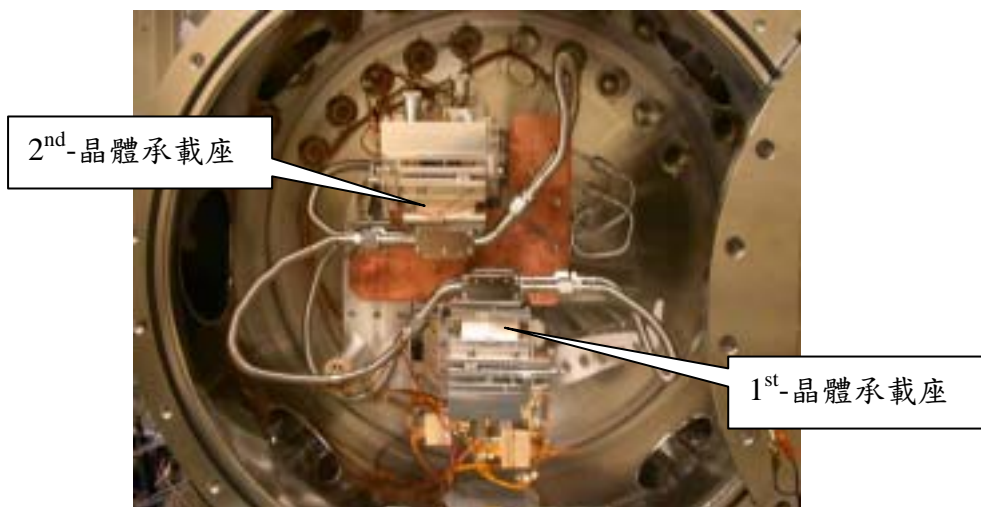
5. 請走到 DCM 裝置旁將抽氣 Pump 關閉。



6. 將 Ion pump controller 關閉，步驟為：
- (a) 先按數字鍵 “9”
 - (b) 按 “Display Select”
 - (c) 按 “Enter”。即將真空 pump controller 關閉

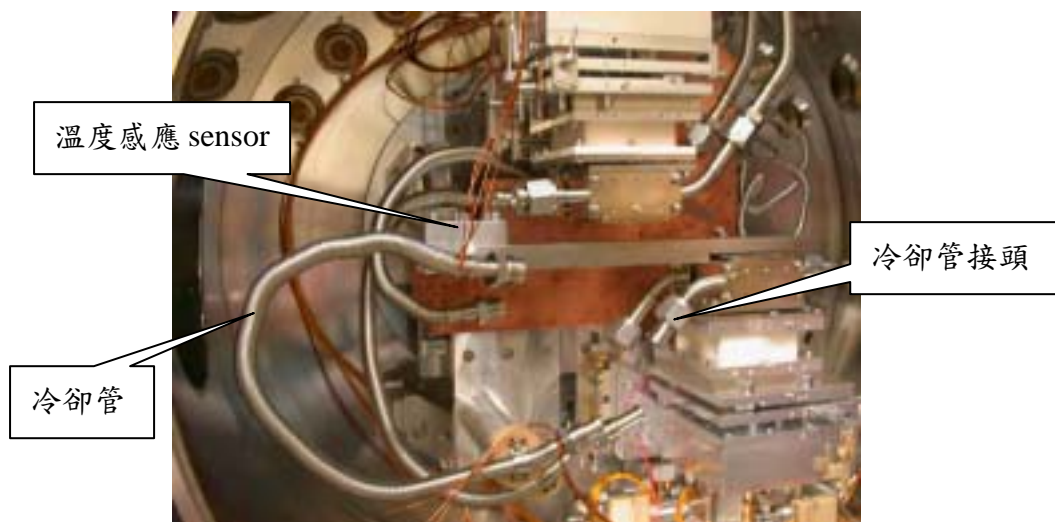


7. 打開 DCM Chamber 之密封蓋。此圖上方為 2nd-晶體承載座，下方為 1st-晶體承載座。

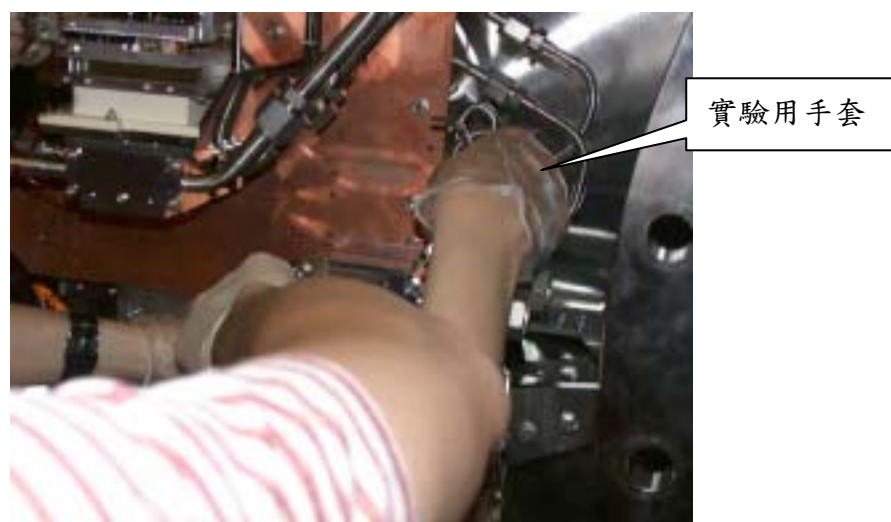


注意: 請操作者全程戴上實驗用手套, 以確保不會留下指紋或塵埃於晶體上。

8. 將晶體承載座上的溫度感應 Sensor 卸除。



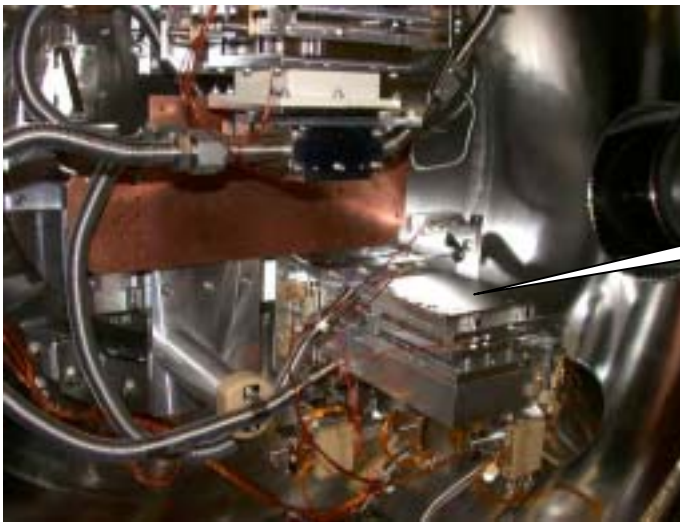
9. 拆卸 1st-晶體承載座上的液氮冷卻管。



10. 將 1st-晶體承載座螺絲鬆下。

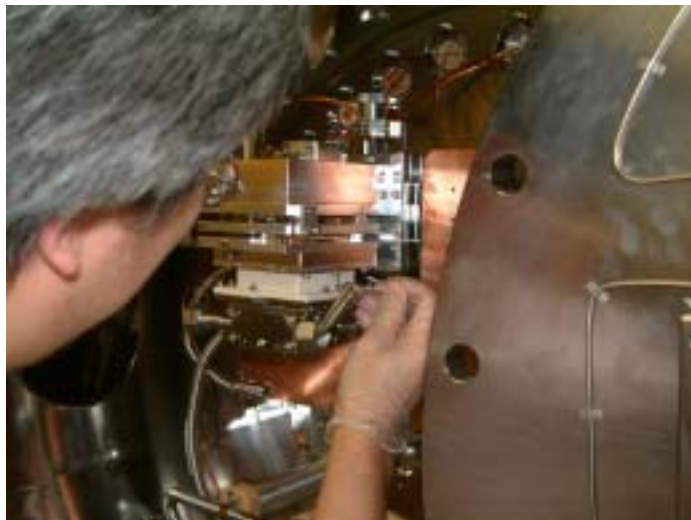


拆卸前



拆卸後

11. 將拆卸的 1st-晶體承載座，平放於無塵紙鋪設的操作區。
12. 拆卸 2nd-晶體承載座上的液氮冷卻管。



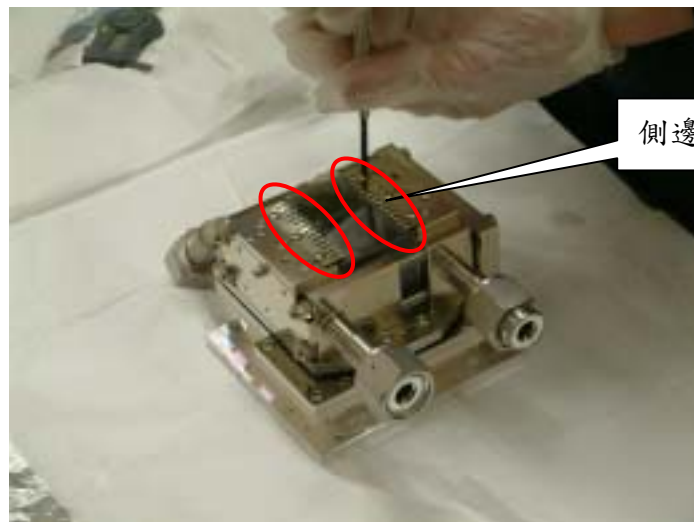
13. 將 2nd-晶體承載座螺絲鬆下。



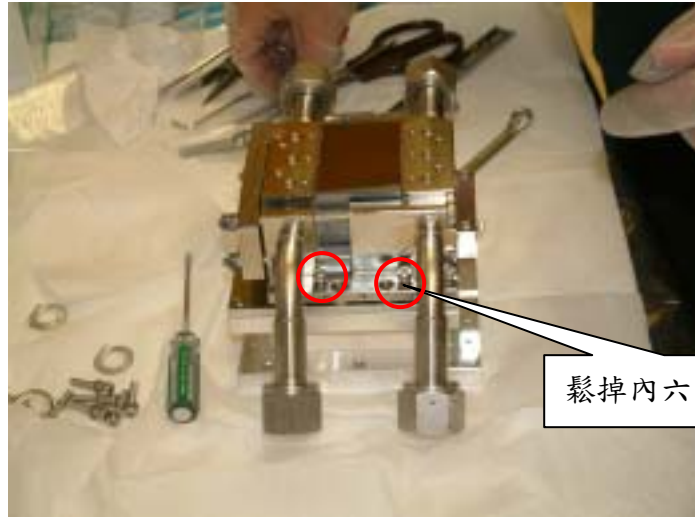
14. 取下 2nd-晶體與承載座，平放於無塵紙鋪設的暫放區。



15. 接著先拆卸 1st-晶體承載座，用螺絲起子將側邊擋片拆卸下來。



16. 鬆掉八顆內六角螺絲即可將承載座的上下兩層分開。
注意：下層底座有三顆滾珠，請勿遺失。



鬆掉內六角螺絲



下層

上層

17. 拆卸 1st-承載座的四根螺絲固定桿。



拆卸四根螺絲固定桿

18. 鬆掉背面的內六角螺絲。



19. 拆解完畢即可取出晶體。



20. 將拆卸下來的元件整齊地放置在無塵紙上。



21. 拿酒精和無塵紙來擦拭載具表面。



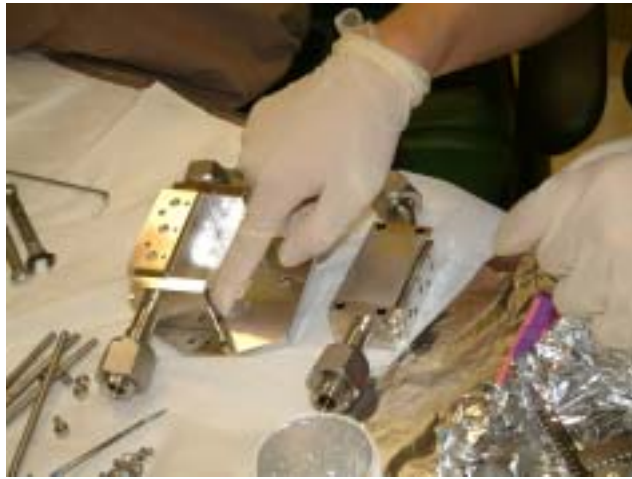
22. 將厚度 0.5mm 的 Indium foil 剪成適當的矩形形狀。



23. 將 Indium foil 緊貼在承載座的底部和兩側，不能有皺褶出現。



24. 然後在每個與晶體接觸的表面均勻地塗佈薄薄的 Indium 導熱膏。



25. 將新的晶體擺回原位，在裝置晶體過程中請勿觸碰 Si(111)晶面。



26. 將四根螺絲固定桿鎖上。



27. 將下層底座擦拭乾淨，然後將上層承載具擺回原位並將八顆螺絲鎖上。





28. 將 1st-晶體承載座鎖回 Chamber 內。

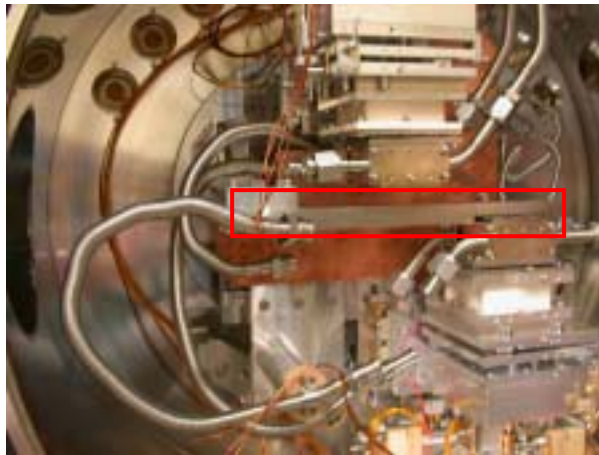
注意：由於要用塊規來 align 兩塊晶體的平行度，所以用來防止晶體脫落的擋片請先不用安裝。

29. 重覆步驟 14~28，置換 2nd-晶體。

30. 在 1st-晶體表面撒上少量的螢光粉，以便開光時校正入射光的位置在晶體的正中央。



31. 將塊規鎖於 1st-晶體和 2nd-晶體之間的塊規接合處。



32. 在 1st-晶體與塊規接觸面之間的狹縫插入三片很薄的秤量紙紙條，利用三點決定一個面的原理，先校正 1st-晶體與塊規之間的平行度。



33. 調整平行度手動調整旋鈕，並微微抽拉三片紙條鬆緊度做為調整參考依據，將三片紙條與塊規之間的鬆緊度調整到相同。



34. 也可藉由電腦控制馬達轉動幅度。
35. 以同樣的方式，取三片紙條校正第二組晶體。



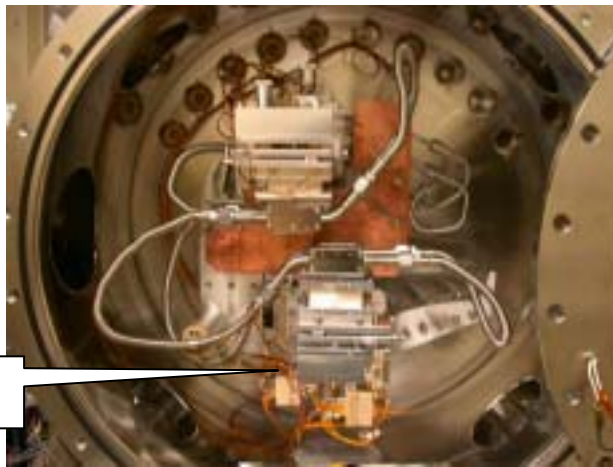
36. 當兩組晶體都調整好之後，取下塊規。
37. 將兩組晶體垂直移動至指定距離，測量晶體間的距離，並以目測尺規檢查是否平行。



38. 再補撒少量的螢光粉於第一塊晶體表面。
39. 分別將 1st-和 2nd-晶體承載座的兩側邊擋片鎖上。
40. 將第一塊晶體承載座液氮冷卻管鎖回。



41. 接上第一塊晶體溫度感應 sensor。



溫度感應 sensor

42. 重覆步驟 40.41 接上第二組晶體之冷卻管與溫度感應 sensor。

43. 將 Chamber 密封蓋鎖上，並確認 Chamber 是否鎖緊。

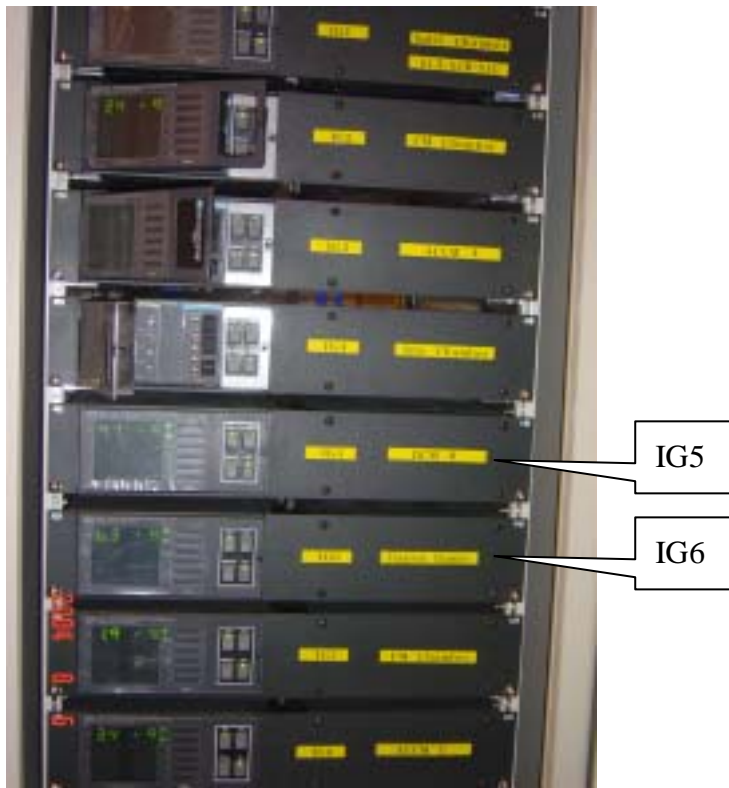
44. 開啟 Ion pump controller，重覆步驟 6。



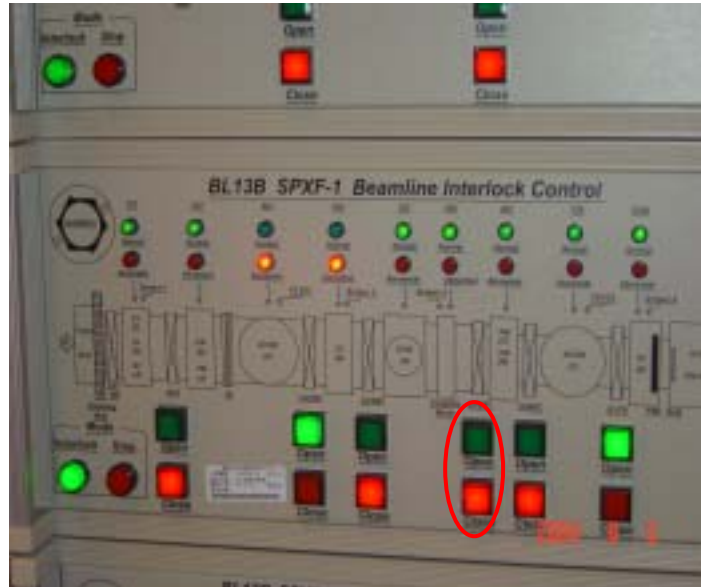
45. 開啟抽氣 pump。



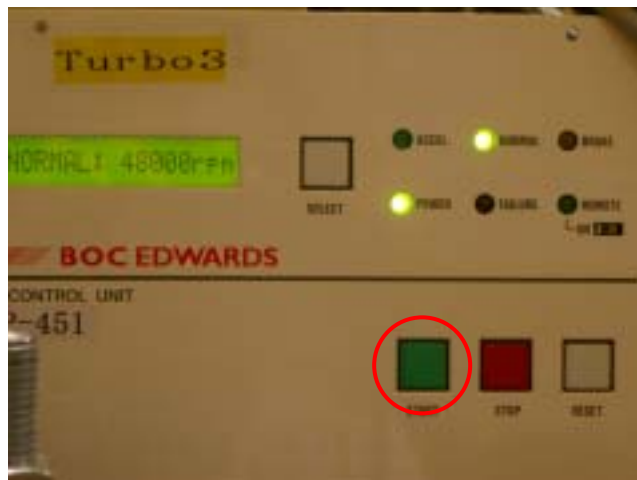
46. 開啟 IG5 與 IG6。



47. 當 IG5 和 IG6 讀數正常後，開啟 GV5BC 閥。



48. 打開 Turbo pump 。

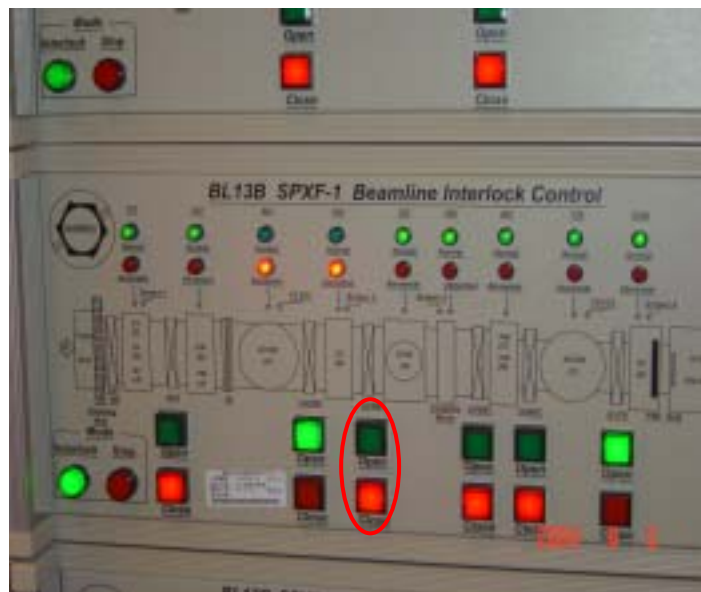


49. 開啟 DCM 頂端手動閥。





50. 開啟 GV4BC 閥。



51. 當液態氮要進去冷卻 DCM 時，記得將 DCM 頂端手動閥關閉，以避免低溫時 DCM 腔體內部呈現負壓而導致空氣中的水氣被液態氮給吸附而破壞 DCM 的真空度。