

第三章 實驗步驟

3.1 實驗器材及規格

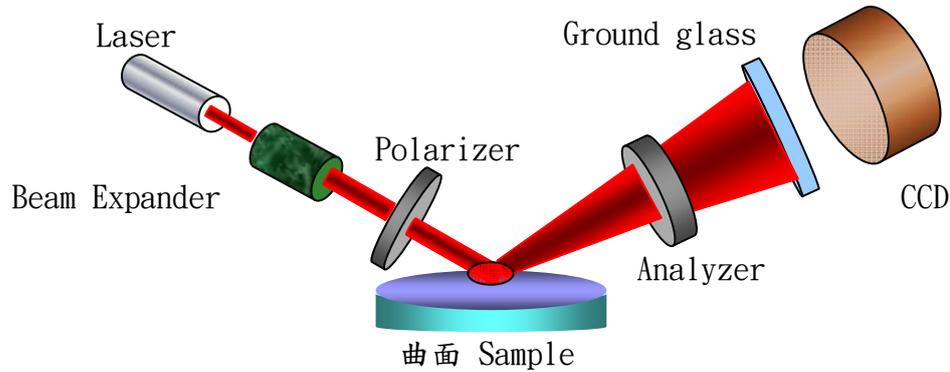


圖 3-1：簡式影像式橢圓偏光儀架構圖

如圖 3-1 為簡式影像式橢圓偏光儀架構圖，為了對曲面 Sample 的大面積量測，故雷射光入射到曲面 Sample 前先將雷射擴束 [10]。

主要裝置規格為：

雷射 (Laser)：HeNe Laser (廠商 (MELLES GRIOT))；Model：05-STP-901

電子耦合偵測器 CCD (Charge-Coupled Device)：廠商 (Sarlight Xpress)；Model：MX516 16 bit CCD

轉檯 (Tow-Axis Motion Controller)：廠商 (宏惠)；Model：08THC-2；NO：C99039

偏光片 (Polarizer)：廠商 (MELLES GRIOT)；Model：03-FPG-007

3.2 偏光片與析光片之方位角校正

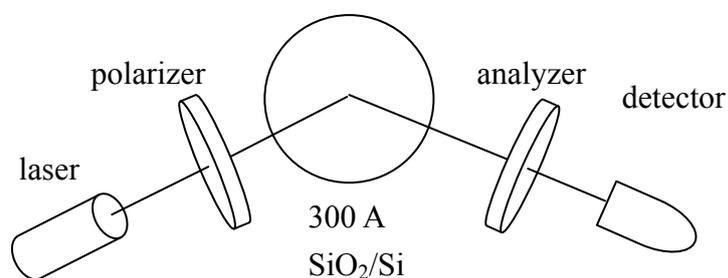


圖 3-2：簡式橢圓儀

因為現在主要量測的是曲面結構的材料，在雷射光線打在此樣品時，會造成各個區域的入射面不一樣 (2.7 節的說明)。所以在實驗前的偏光片與析光片方位角校正很重要，我們架設一個簡式橢圓儀進行以水平面當作參考面校正系統的光路位置 (圖 3-2)，再利用商用橢圓儀公司 (Nanometrics) 所生產的標準測試片為量測基準，其中第二區塊的厚度為 300\AA 之 SiO_2 ，我們以入射角 70 度做量測，並將此時量測的偏光片誤差角 α 與析光片誤差角 β 校正至趨於 0° 位置。如此一來在進行曲面量測時，我們就可由實驗所得偏光片誤差角 α 分佈來了解光點在曲面上的相對位置。以下為校正量測所得 誤差角 α 、 β 數據。

	α (度)	β (度)
1	0.091	-0.044
2	0.048	-0.001
3	0.067	-0.03
4	0.096	-0.047
平均	0.0755	-0.0305
標準差	0.0193	0.0182

表一：方位角經水平校正後數據

3.3 擴束系統

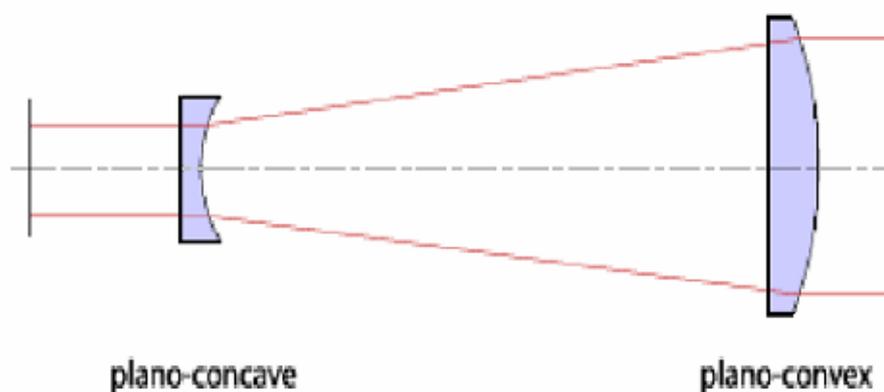


圖 3-3：擴束系統

雷射光先經過平凹透鏡再用一平凸透鏡形成一擴束平行光，不同的透鏡可產生不同的放大倍率，在本實驗中所使用擴束系統放大倍率為七倍，藉以增加量測樣品面積。

3.4 電荷耦合元件 (CCD) 取像清晰度

CCD 的外接鏡頭焦距 (f) 為 100mm，取像前可先用成像公式粗略估計物距 (p) 與像距 (q) 的相對位置。另外在量測時也需考慮反射光點能否完全在 CCD 拍攝範圍。

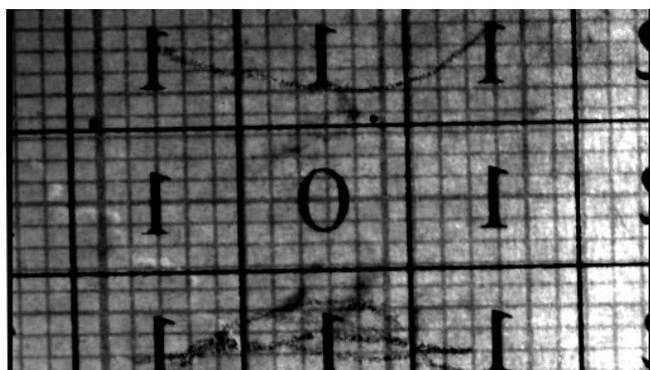


圖 3-4：CCD 聚焦後所取的清晰影像

3.5 CCD 對光強度的接受範圍

因為我們所用的是 16 bit CCD，所以 CCD 經曝光後所得的影像灰階 (gray level) 極值為 65535，這取決於曝光時間及 CCD 的光圈大小，固定光圈大小而曝光時間太長所收到的光強度太大，這有可能超出灰階值的範圍 (如圖 3-5 的比較)。在實驗時，因為每種材料的反射光強度不同，固量測前須先將偏光片 P 方位角於 $+45^\circ$ 與 -45° ，及析光片 A 方位角於 0° 、 60° 與 120° 的六個光強度值作比較，如果有任何一張光強圖的灰階值超出範圍，就該調整曝光時間，直到我們要取的六個光強度圖都在灰階極值範圍內為止。

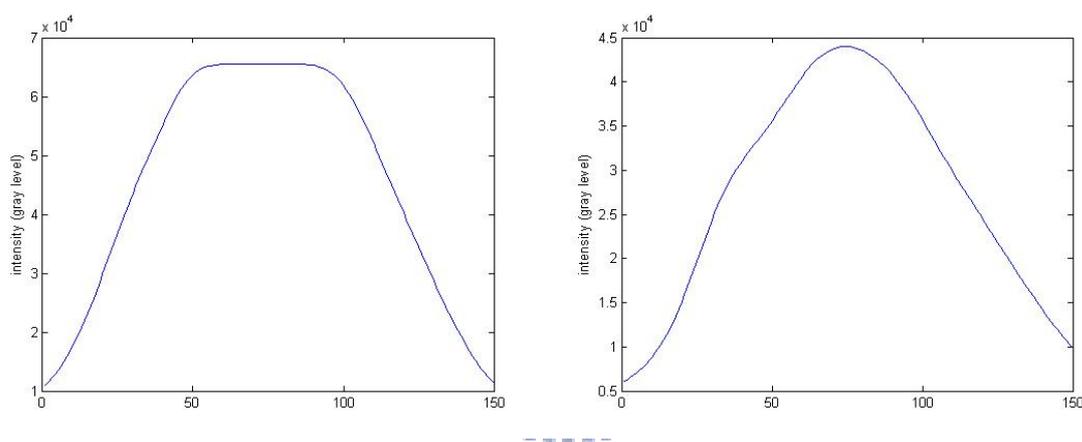


圖 3-5：CCD 過度曝光與沒過度曝光灰階分佈

左圖是 CCD 過度曝光所拍得灰階分佈，我們可看出中間區域較為右圖平坦，這表示灰階值已超過 65535，這時就需要調整曝光時間，調整到如右圖至少可看出雷射光強如高斯分布情況，否則實驗中得到的數據將不是正確的。

3.6 處理 CCD 所拍攝光強圖

雷射光以高斯分佈的光強度入射，當進入光學系統再至毛玻璃會受空氣灰塵的影響有雜散的光出現，所以我們在處理 CCD 所拍攝的光強圖時，以 Gaussian Smoother filter 的方式來恢復原來的分佈狀態。

3.7 量測 (Ψ , Δ , α)

以 PSA 系統為基礎，雷射光進入偏光片前先經擴束系統擴數，因為我們要針對待測材料大面積的量測，再將偏光片 P 方位角設定在 $P = +45^\circ$ ，旋轉析光片改變 A 方位角的角度，以 CCD 取 $A = 0^\circ$ 、 60° 、 120° 的亮度圖 $I(0^\circ)$ 、 $I(60^\circ)$ 、 $I(120^\circ)$ 。偏光片 P 方位角再轉至 $P = -45^\circ$ ，以 CCD 取 $A = 0^\circ$ 、 60° 、 120° 的亮度圖 $I'(0^\circ)$ 、 $I'(60^\circ)$ 、 $I'(120^\circ)$ 。最後將這六個強度圖運算，將可得二維之 Ψ 與 Δ 分佈數據，及偏光片在此量測面方位角誤差 α 分佈，我們將可利用這 α 分佈了解待測面幾何結構，並推算在這幾何結構面的入射角分佈，再將樣品折射率代入則可推算其待測薄膜厚度分佈。