

# 第一章 序論

當一道偏極光 (polarized light) 入射至物質表面時，其反射光的偏振態 (polarized state) 決定於物質的光學特性而有所改變[1][2]；因此可藉由量測入射光、反射光的偏極態的改變來推測物質之光學參數 (如：折射率、吸收率、厚度等)，這種量測方法稱為橢圓偏光術 ( ellipsometry )，運用此技術所發展出來的儀器就是橢圓儀 (ellipsometer)。

橢圓儀可說是與干涉儀精密度相當的一種測量儀器，它可測得材料的厚度、折射率、吸收率等。根據運作原理的不同，橢圓儀大致可分為歸零式橢圓儀 (nulling ellipsometer) 與亮度式橢圓儀 (photometric ellipsometer)。歸零式橢圓儀發展較早，所以市面上所購得的多屬此型，由於須尋找最暗點故需要有一個極靈敏的偵測器。而 Meyer et. al.[3] 測量析光片 (analyzer) 各個方位角下的反射光強度分布，並利用最小平方法 (Least-Squares Method) 來推算物質之光學特性。趙于飛教授 [4] 僅將析光片旋轉三個方位角度，量測該角度下之光強度即可推算出橢圓偏光參數，並優化了偏光片的方位角誤差所產生的影響 [5]。傳統的橢圓偏光儀組成元件主要為偏光片 (Polarizer)、補波片 (Compensator)、待測樣品 (Sample) 和析光片 (Analyzer)，稱為 PCSA 系統，由於我們不用補波片，且利用擴束系統及電子耦合偵測器 CCD (Charge-Coupled Device) 接收光源，將單點量測的架構延伸為對於二維表面上的研究，故稱為二維影像掃描式橢圓儀 ISE (Image Scanning Ellipsometer) [6]。

橢圓偏光儀對平面的要求非常嚴格，如果樣品表面傾斜會造成入射面和入射角的改變，其中入射角的改變會直接影響橢圓偏光參數；入射面的改變會影響偏光片與析光片的方位角誤差，而方位角誤差會造成測得的橢圓偏光參數的誤差產生 [7]，所以傳統橢圓偏光儀一般僅適用於研究平面材料之光學特性，但本實驗室林奕德 [8] 利用數值計算法得到了偏光片與析光片的方位角誤差，並同時得到一組修正方位角誤差後的橢圓偏光參數，提升了實驗的準確性，我們便可利用這優點做曲面上的研究。此論文利用二維影像掃描式橢圓儀對兩種曲面結構上的材料做量測，在量測前必先將水平面作為參考平面用來校正系統中偏光片方位角誤差，之後利用量測曲面時產生的偏光片方位角誤差了解曲面結構 [9]。

一、量測以圓柱平凸透鏡為基板上的薄膜厚度分佈，因圓柱在結構上只有一個軸向是呈曲線分佈，所以我們在量測時將曲線分佈的軸向垂直入射面，也就是平行入射面的軸向是呈直線分佈，此時整個量側面的入射面會與水平參考面的入射面產生偏差角。根據這原因我們可得到偏光片的誤差角  $\alpha$  分佈圖，利用  $\alpha$  分佈就可計算得此圓柱透鏡的曲率半徑，並取得在此  $\alpha$  分佈所對應的入射角分佈，代入實驗所得  $\Psi, \Delta$  數據來推算正確的薄膜厚度分佈。

二、量測以球面透鏡為基板上的薄膜厚度分佈，球面凸透鏡的結構比圓柱複雜，不僅垂直入射面的軸向呈曲線分佈，平行入射面的軸向也呈曲線分佈，但球面在各個方向的曲線是對稱分佈，所以在測得  $\alpha$  分佈得知此透鏡曲率半徑後，再考慮光點在量測

面上的大小，就能推算在此量測面的入射角分佈，同樣將此入射角分佈代入實驗所得  $\Psi$ ， $\Delta$  數據來推算正確的薄膜厚度分佈。

最後我們將量測所得  $\alpha$  減去擬合  $\alpha$  作為  $\alpha$  誤差分佈，將其形貌與膜厚分佈作討論，以便了解  $\alpha$  對薄膜厚度變化的影響，及其解析度。

