

第一章 緒論

1.1 前言

隨著工藝技術的提昇，元件加工要求表面平整度、線寬間隔、公差更為嚴格。微元件表面粗糙度足以左右訊號品質；加工深寬量誤差會影響繞射元件效能；光學元件表面粗糙度除了關係到光束品質外，也攸關鍍膜品質和元件抗光強能力。透過輪廓儀可重現元件表面特徵及粗糙度。根據調查顯示，目前工業界所使用的自動化光學檢測 (Automatic Optical Inspection, AOI) 儀器中，關於形狀與尺寸的量測至少占了半數以上。由此可知，形狀量測是所有量測項目中最基本的項目之一，而形狀量測可分為二維尺寸大小與三維形貌高度的量測，其中以三維形貌高度的量測最為複雜與困難。表(1.1)列舉三維形貌量測在各產業中的主要用途[1]。

表 1.1 三維形貌量測在各產業上的主要用途

產業分類	三維形貌量測用途
光學	產品的形狀、表面粗糙度、曲率及刮傷
光通訊	光纖端面、DWDM Filter 膜厚
半導體	晶圓的表面輪廓、BGA 與 Bump 的共面度
電子	錫膏厚度
機械	外觀形狀、表面粗糙度
生醫	DNA 外觀形狀

一般而言，欲量測某待測物的三維形貌時，會先根據待測物的形狀特性，訂出適當的水平與垂直方向的範圍與解析度，再選用適當的量測儀器。如圖(1.1)所示[2]，假使選用掃描式電子穿隧顯微鏡(Scanning Tunneling Microscope,STM)來量測物體表面三維形貌，圖中Pt表示在垂直方向(z方向)解析度為Pb時的量測範圍；Pr表示在水平方向(x,y方向)解析度為Pl時的量測範圍。

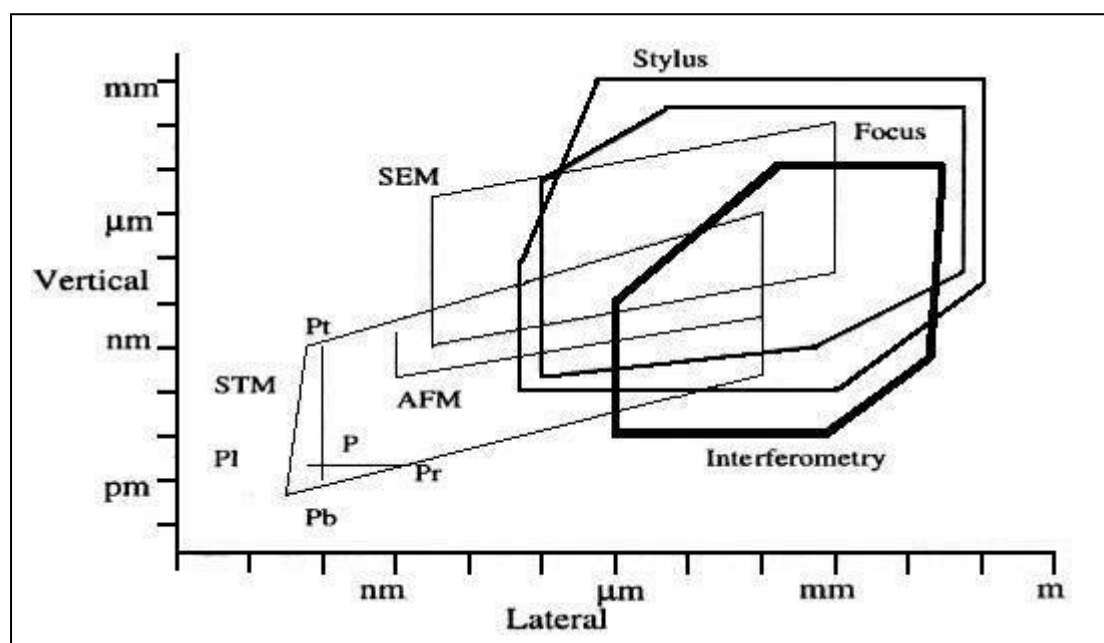


圖 1.1 三維輪廓儀的量測範圍與解析度

1.2 研究動機

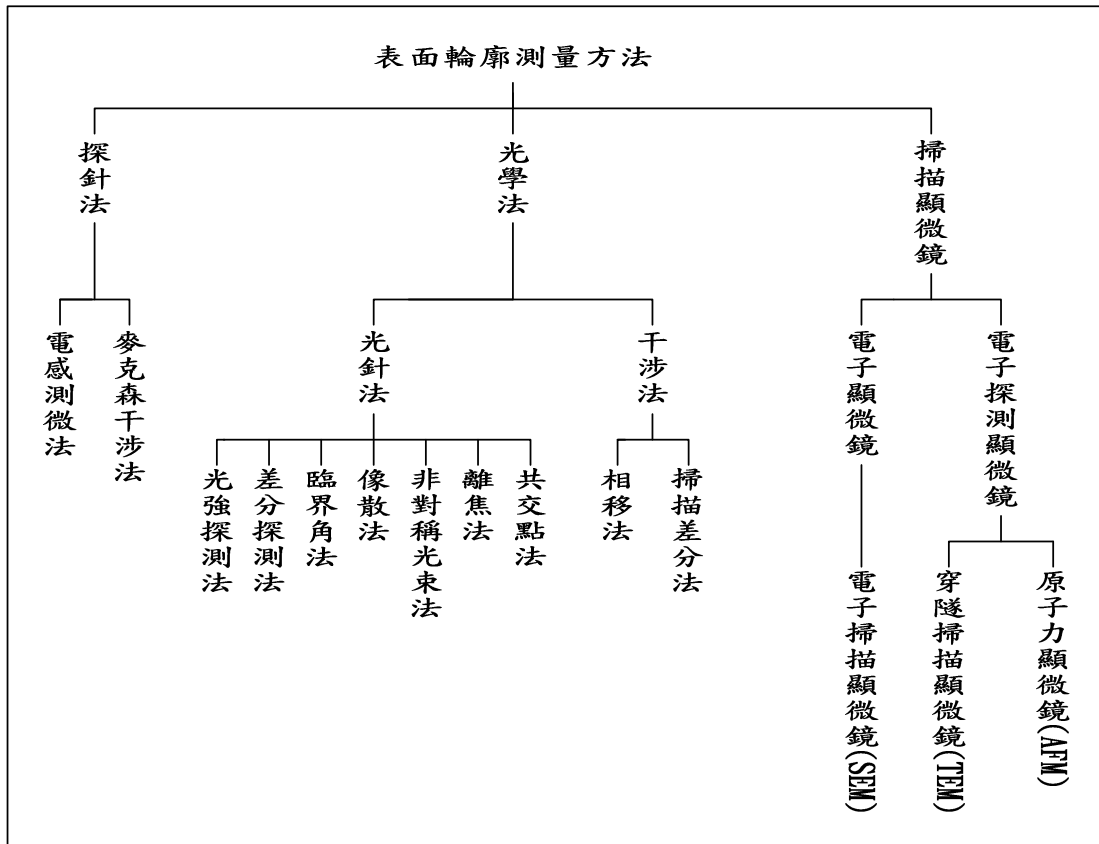
「光學微輪廓計量學」在現代光學技術的研究及應用日趨廣泛。以傳統三維形貌量測的儀器技術來看，大致上可分為兩大類：1.雷射三角量測法(Laser Triangulation)；2.機械式干涉法(Mechanical Interference)，兩者解析度皆在微米等級，對於電子及半導體封裝產業

已足夠使用。但對於半導體及光學產業來說，晶圓和光學元件的表面輪廓量測，皆必須有奈米等級的量測儀器。

目前奈米等級的三維表面輪廓儀大致可分為三大類：1.探針式輪廓儀(Stylus Profiler)；2.掃描式探針顯微鏡(Scanning Probe Microscope, SPM)；3.干涉光學輪廓儀(Interferometric Optical Profiler)[3]。其中探針式輪廓儀是目前使用最廣泛，但因其為接觸式，所以有傷害待測物表面問題，且探針尖端的幾何形狀也會影響水平方向的解析度；而掃描式探針顯微鏡雖然是三者中解析最佳(不論是水平或垂直解析度)，可達原子等級，屬於非接觸式，但量測速度慢；因此選擇干涉式光學輪廓儀，有著水平解析度可達次微米(受繞射極限影響)，垂直解析度可達奈米甚至於次奈米尺寸，屬於光學非接觸式，不會對待測物造成傷害的優點。此外，由於是採用全場(Full Field)即整面量測方式，比探針式輪廓儀與掃描式探針顯微鏡等單點掃描量測方式的速度要快上許多。總之，表面輪廓測量方法有很多種，可依需求選擇合適的量測方式，表(1.2)中列出目前較常使用之表面輪廓測量方法[4]。

在干涉式光學輪廓儀的光源選擇上，由於過去學長已經研究單波長雷射的量測[5]以及利用雙波長模擬長波長的量測結果[6][7]，這些研究結果都存在著相位判斷錯誤的問題，所以造成量測上的限制。根據 Nyquist 取樣定理(Nyquist Criterion, Nyquist 1928)：取樣頻率至少是

表 1.2 表面輪廓測量方法



影像中最高空間頻率的兩倍才能表現出影像的細節。類推到 CCD (Charge Coupled Device; 感光電荷耦合元件) 擷取數據上，可解釋成相鄰像素點其光程差必須小於二分之一個週期，由於光束到達參考面或樣品後反射回去才被 CCD 擷取，相鄰取樣點的光程差值被放大一倍，所以實際上系統的量測限制是相鄰取樣點的落差必須小於四分之一波長。

選擇以白光為光源，架設一套量測系統[8]。由於白光的同調長度較短，利用此特性可以決定待測物的絕對高度，同時配合白光相移的方法量測元件的相對高度。在此選擇利用波片組安排來產生相移，

即消色差相移法，關於此相移法的理論及方法會在第二章中介紹。以白光為光源的干涉式光學輪廓儀，理論上可以避開縱向量測深度的限制，結合使用相移法可達到奈米解析的準確度。本論文將針對白光干涉之消色差相移法進行研究與分析，並分別將波片組放在輸入端與輸出端進行比較。

本論文共分六章，除了本章之外，其他章節摘要分述如下：

◎第二章 白光干涉術理論與方法

首先介紹白光干涉理論及干涉儀基本架構與相移方法，其次探討本論文重點消色差相移法，並利用數學(Jones matrix)推導表示之。

◎第三章 系統架構與量測步驟

將介紹利用消色差相移法量測三維表面輪廓的方法，包含系統的原理、架構、量測步驟，以及對正光路的方式。

◎第四章 實驗結果

量測本實驗室學長、姊所製作的微元件，將分別展示輸出端和輸入端消色差量測的結果，包含三維表面輪廓及二維截面圖。

◎第五章 分析與討論

將比較輸出端與輸入端的優缺點以及實驗上須注意與改進的地方，最後在探討誤差來源。

◎第六章 結論

討論此方法的優缺點與可改進的地方以及未來可供研究的方向。