

## 第四章 量測結果

分別利用兩種白光消色差相移法量測不同微結構的待測物，對三維表面輪廓儀的量測能力做些探討。同時為了探討量測的準確性，加入窄帶通濾波片中心波長 589.5nm 與窄帶通濾波片中心波 629.5nm，作為光源光譜分佈對量測結果的影響程度。第一部份量測矽晶片上的對準鍵；第二份量測矽晶片八階量化繞射元件；第三份量測矽晶片八階量化濾波元件；第四部份針對第一部份(對準鍵)進行多次量測，對系統的重複性進行分析。最後，將量測結果與 ZYGO NewView5000 干涉儀的量測比較。



### 4.1 白光光源性質的量測

我們使用光學干涉方式進行量測，因此必須對光源性質有充分了解，對於所使用的光源進行光譜(spectrum)及同調長度(coherence length,  $\Delta l_c$ )的測量。首先量測白光(沒加濾波片)光譜，如圖(4.1)為沒加濾波片的 150W 石英鹵素鎢絲燈光源光譜圖，可發現最大峰值為 580nm、次峰值為 640nm。因此選擇峰值較強波段加入窄帶通濾波片中心波長 589.5nm，帶寬(bandwidth)約 10nm 與窄帶通濾波片中心波長 629.5nm，帶寬約 10nm，以得最佳對比度。圖(4.2)為加入 589.5nm

濾波片的光譜圖、圖(4.3)為加入 629.5nm 濾波片的光譜圖。

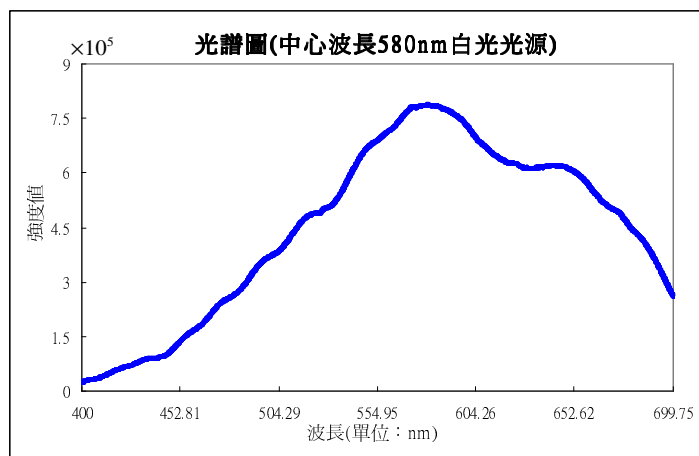


圖 4.1 150W 石英鹵素鎢絲燈光源光譜圖

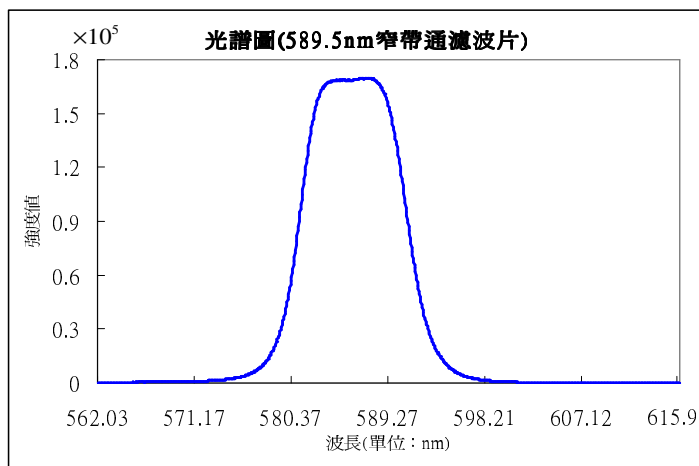


圖 4.2 加入 589.5nm 濾波片的光譜圖

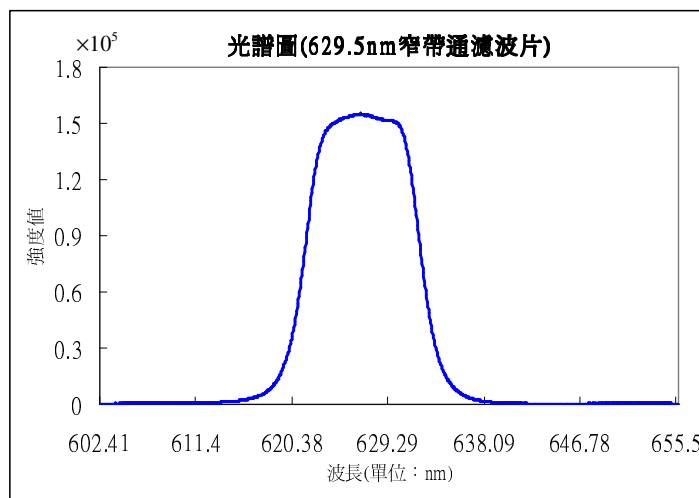


圖 4.3 加入 629.5nm 濾波片的光譜圖

進一步量測光源的同調長度，圖(4.4)為沒加濾波片所量得的同調長度圖，橫軸單位表示一次移動 30nm 距離的次數，縱軸為強度值。實驗方法是在有干涉條紋範圍進行掃描，每移動 30nm 截取一幅圖，可看見干涉條紋對比從低到最高再回到最低，以量測光源的同調長度，由圖(4.4)結果，白光光源同調長度約  $4.8\mu\text{m}$ 。同理，圖(4.5)為加入 589.5nm 窄帶通濾波片的同調長度圖，橫軸單位表示一次移動 100nm 距離的次數，縱軸為強度值，同調長度約  $35\mu\text{m}$ ；圖(4.6)為加入 629.5nm 窄帶通濾波片的同調長度圖，橫軸單位表示一次移動 100nm 距離的次數，縱軸為強度值，同調長度約  $35\mu\text{m}$ 。

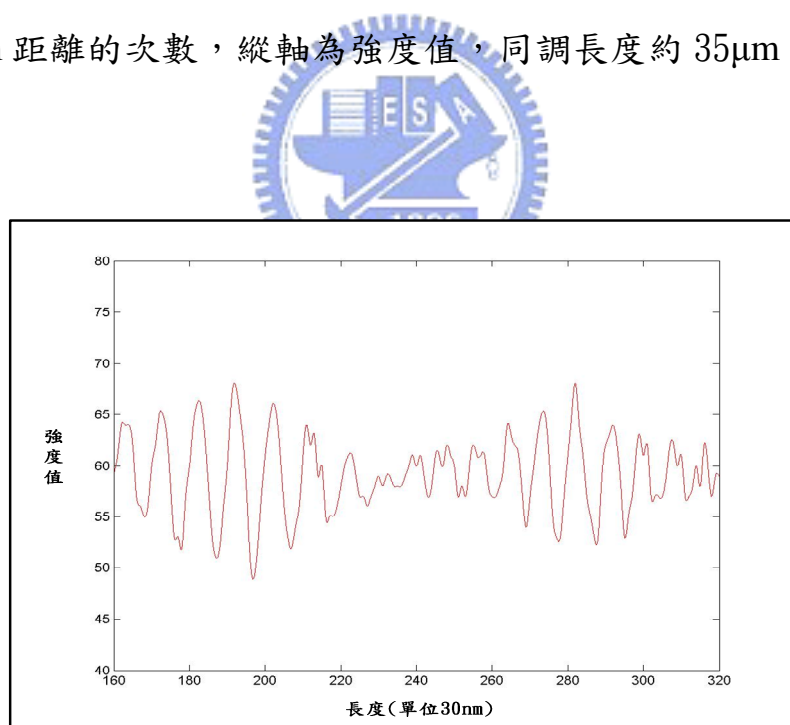


圖 4.4 沒加濾波片的同調長度圖

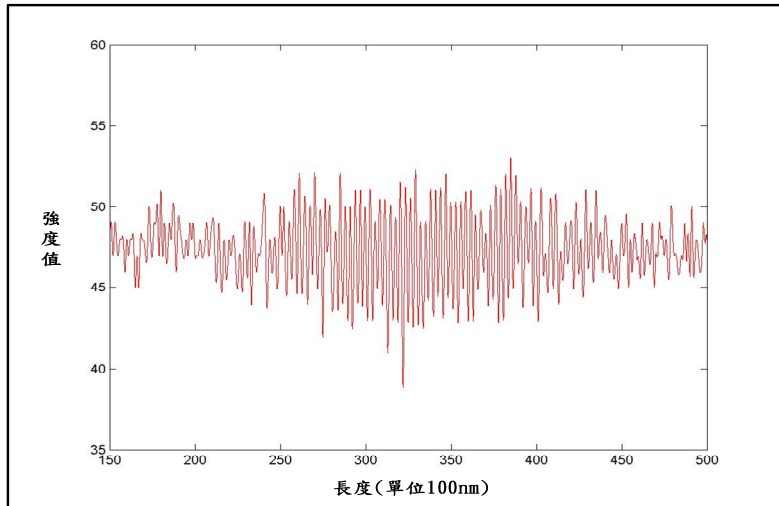


圖 4.5 加入 589.5nm 窄帶通濾波片的同調長度圖

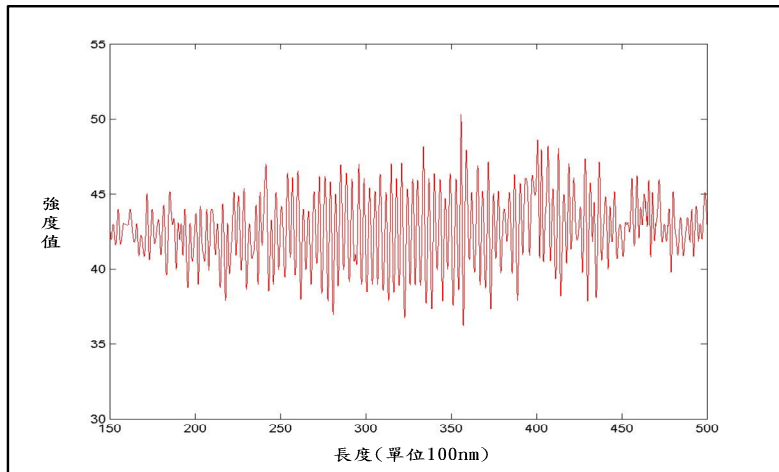


圖 4.6 加入 629.5nm 窄帶通濾波片的同調長度圖

## 4.2 矽晶片上對準鍵量測[26]

被測物是拋光後的矽晶片，經過半導體製程中活性離子(RIE)蝕刻，深度約 180nm，在製程中對光罩的對準鍵(alignment key)。

### 4.2.1 輸出端消色差相移的量測結果

以白光為光源，調整待測物在 CCD 對焦位置以及干涉條紋。圖

(4.7) 中  $I_1 \sim I_5$  為量測所擷取的干涉圖樣，縱軸與橫軸的單位是像素，(a)是白光不加濾波片、(b)是白光加 589.5nm 濾波片、(c)是白光加 629.5nm 濾波片，以 10 倍顯微物鏡放大及 CCD 為  $256 \times 240$  模式，像素空間取樣間隔(pixel sampling interval)為  $0.73 \mu\text{m}$ ，被測面積為  $186.9 \mu\text{m} \times 175.2 \mu\text{m}$ 。

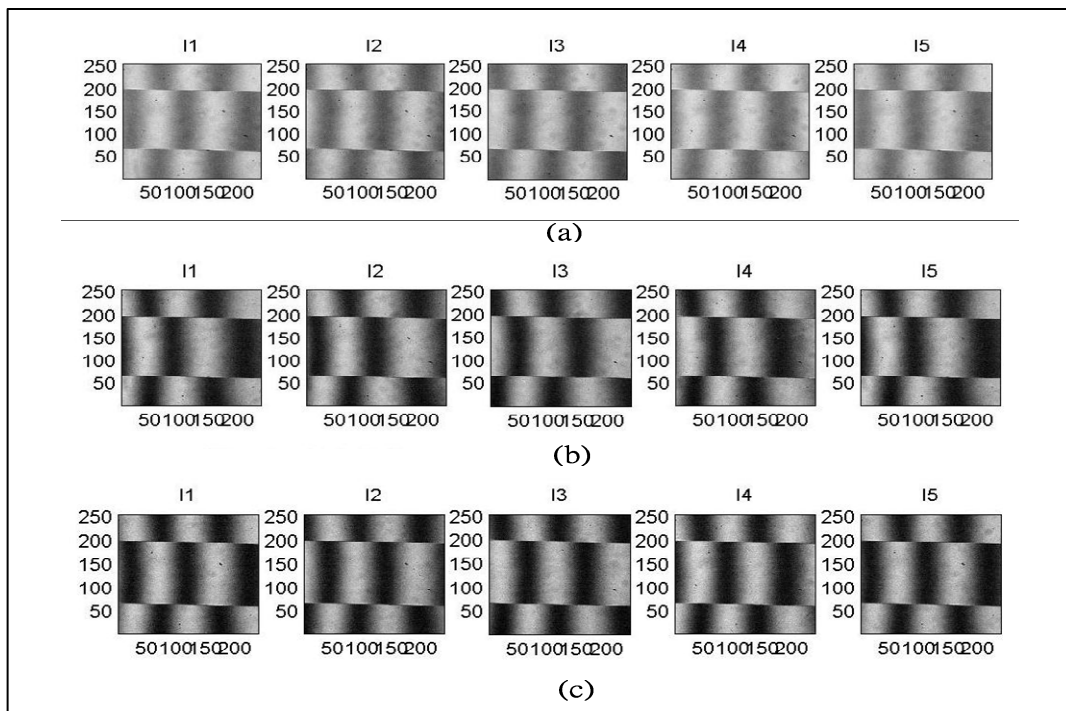


圖 4.7 旋轉線偏 45 度相移的五幅干涉圖形(a)白光未濾波  
(b)濾波 589.5nm(c)濾波 629.5nm

圖(4.8)是重建後三維表面輪廓圖，在分別量測不加濾波、加入窄帶通濾波片(中心波長 589.5nm)與窄帶通濾波片(中心波長 629.5nm)的結果，比較三者  $x=120$  位置截面輪廓圖。圖(4.9)是沒加濾波片的截面輪廓圖，圖(4.10)是加入 589.5nm 濾波片的截面輪廓圖，

圖(4.11)是加入 629.5nm 濾波片的截面輪廓圖。最後使用 Zygo NewView5000 儀器來測量此矽晶片，作為正確輪廓校準。Zygo NewView5000 為 Mirau 式白光干涉儀，利用 10 倍 Mirau 干涉顯微物鏡進行測量。圖(4.12)為 Zygo 所測之對準鍵三維表面輪廓圖，圖(4.13)為 Zygo 所測矽基片對準鍵的截面輪廓圖，所量高度為 181.424nm。

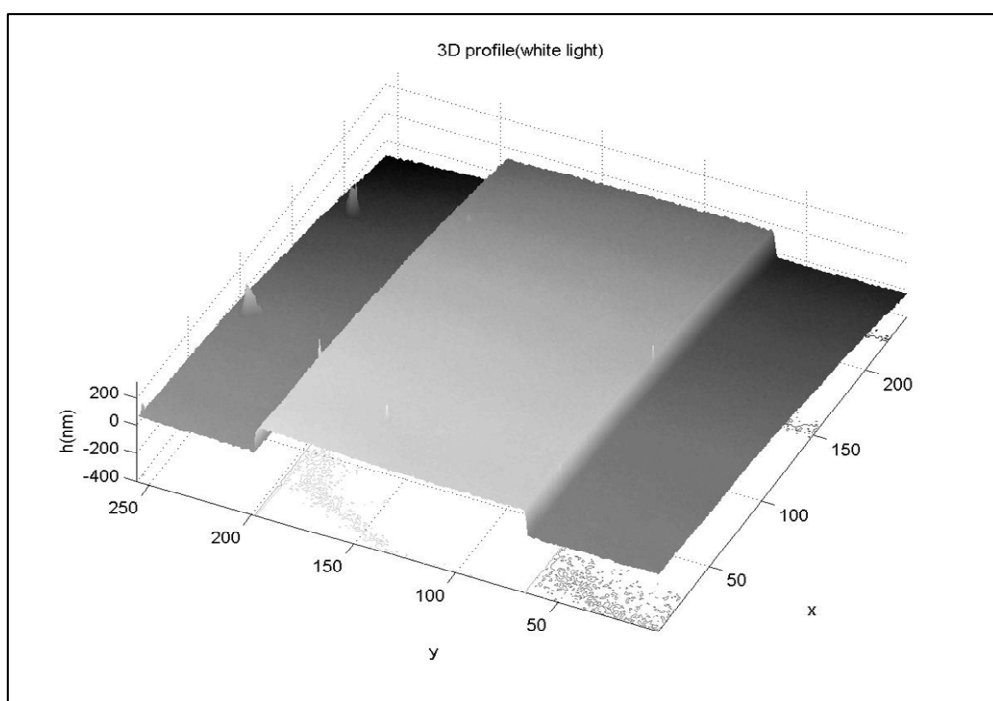


圖 4.8 對準鍵三維表面輪廓圖

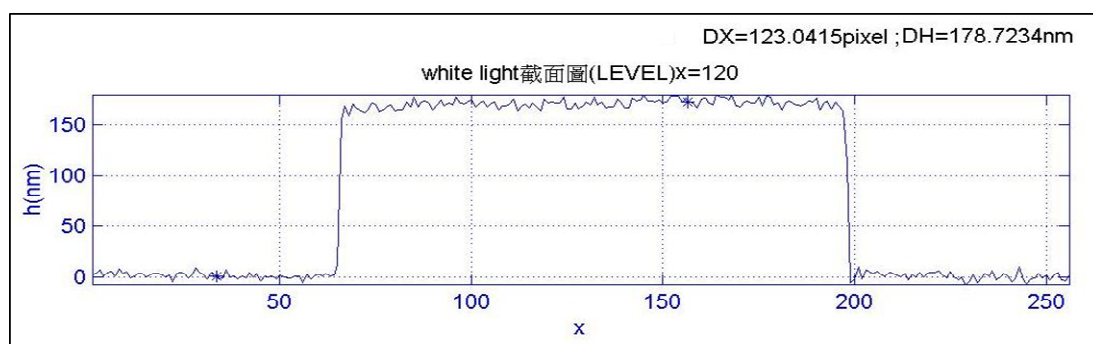


圖 4.9 沒加濾波片的截面輪廓圖(高度差 178.7234nm)

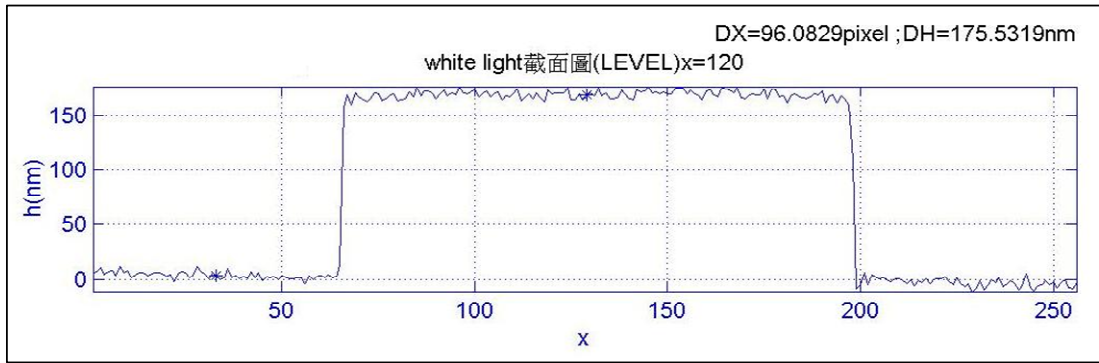


圖 4.10 加入 589.5nm 濾波片的截面輪廓圖(高度差 175.5319nm)

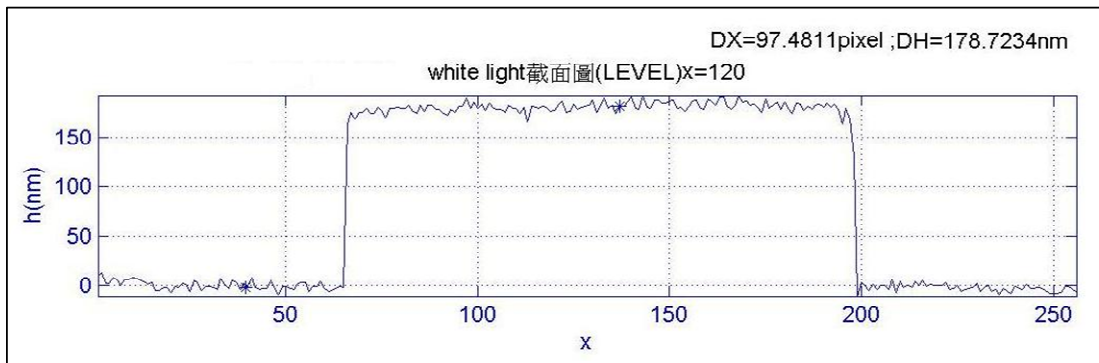


圖 4.11 加入 629.5nm 濾波片的截面輪廓圖(高度差 178.7234nm)

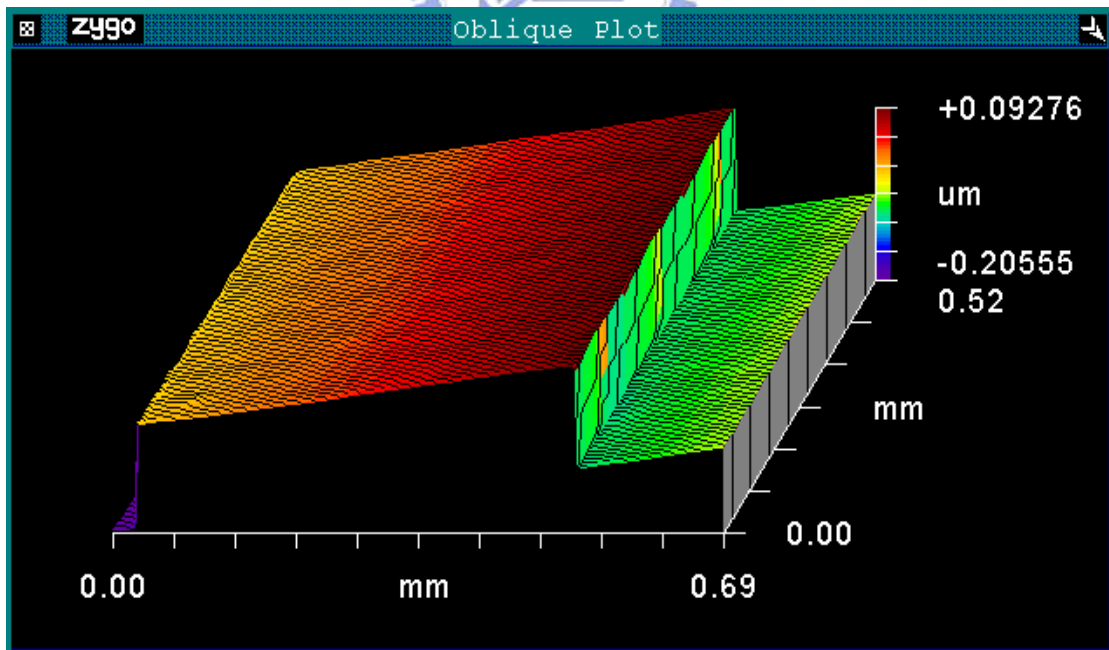


圖 4.12 Zygo 所測之對準鍵三維表面輪廓圖

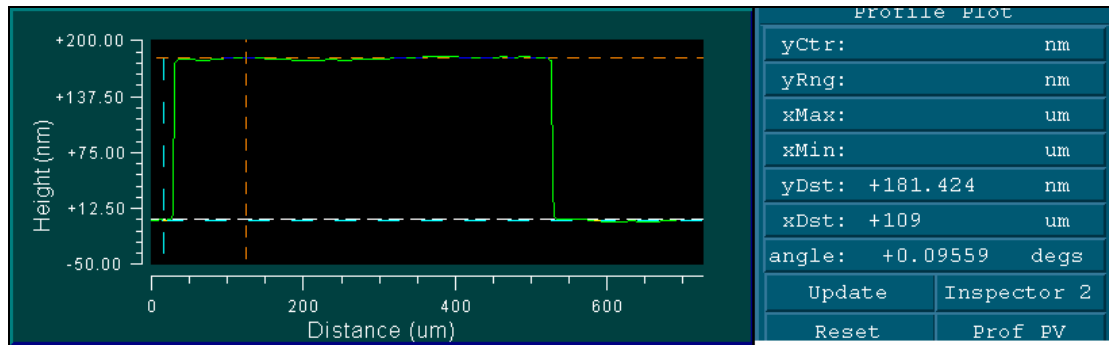


圖 4.13 Zygo 所測之對準鍵截面輪廓圖(高度差 181.424nm)

#### 4.2.2 輸入端消色差相移的量測結果

以白光為光源，調整待測物在 CCD 對焦位置以及干涉條紋。圖 (4.14) 中  $I_1 \sim I_5$  為量測所擷取的干涉圖樣，縱軸與橫軸的單位是像素，(a) 是白光不加濾波片、(b) 是白光加 589.5nm 濾波片、(c) 是白光加 629.5nm 濾波片，以 10 倍顯微物鏡放大及 CCD 為 256×240 模式，像素空間取樣間隔為 0.73 $\mu\text{m}$ ，被測面積為 186.9 $\mu\text{m}$ ×175.2 $\mu\text{m}$ 。