

第三章 微結構光學模擬與導光板噴砂加工

3.1 光學模擬簡介

實驗中使用到Optical Research Associates(ORA)公司所出產的照明系統設計模擬軟體Light Tools，Light Tools為一架構於互動式3D立體建模環境的革命性照明設計軟體。Light Tools將完整光學特性、強大的光學及照明分析功能整合在一個完整環境下。透過類似今日常見機械CAD軟體的簡單易學完整互動圖形介面，Light Tools可幫助使用者建立各種應用的光源、機構以及光學元件模型，並以符合物理原理的方式解析各種光路徑(包括分光、散射以及多階衍射)。

Light Tools共包含三種主要模組- 核心模組、照明模組及資料交換模組。核心模組提供各種光學元件建模及光線追跡之功能。照明模組協助使用者以自訂的光源及接受面進行照明系統的蒙地卡羅模擬及其他多種照明分析。資料交換模組支援多種業界標準CAD資料格式(STEP、SAT或IGES等)之匯入/匯出功能。

使用Light Tools對15吋背光模組用背光模組進行光學模擬，首先使用3D繪圖軟體建構模組，再將模組匯入Light Tools光學模擬軟體進行相關設定，先以現行架構進行模擬，之後再改變導光板形式，將導光板的微結構由底面移自出光面上再進行模擬，以得到導光板微結構在導光板下方與導光板上方的光學表現，以方便選出具有較佳的出光效果的微結構。光學模擬的流程圖如圖3-1。

3.2 微結構光學模擬的結果

先使用光學模擬軟體，模擬現行架構之背光模組之光學特性，結果如圖3-2。其次將底面的擴散網點移除，改由導光板出光面上加入各式樣的微結構形狀，如半圓狀、半圓柱狀、角錐狀、圓錐狀與菱鏡狀等，以應用於複合膜片上的微結構，再進行光學模擬。因為光學模擬在所有條件相同下，使用的光線會影響模擬的結果，但光線數增加相對的會增加模擬的時間，而且當微結構越小、數目越多時，相對的更會增加模擬的時間，所

以先對於較容易繪製半圓狀微結構的導光板進行光學模擬，光線數由10萬條到100萬條光線數進行模擬，得到的結果如圖3-3。取樣整面的平均輝度，10萬條光線與100萬條光線的數據相差不到0.2%，所以發現這種架構模組不需要使用到非常高的光線數來進行模擬，因此最後選用20萬條光線來進行其他形式微結構的導光板光學模擬。

經過光學模擬得到以下各種微結構的出光效果(圖3-4)：半圓狀(圖3-5) > 半圓柱狀(圖3-6) > 圓錐狀(圖3-7) > 角錐狀(圖3-8) > 菱鏡狀(圖3-9)。由於上述結果，因為半圓狀微結構容易加工且有最佳出光效果，所以選用半圓狀微結構作為後續實驗的方向。以機械加工方式製作微結構且出光效果都能兼得為主要考慮方向，因此選擇使用噴砂加工來製作半圓狀微結構，並利用製程參數的變化，製作出一些相關的變化，以得到類似擴散片的霧化表面，並且取代導光板下方的擴散網點來將光送出導光板。

3.3 噴射加工(Sand Blasting)概說

噴射加工法大致分為磨料加工(噴砂、液體搪磨等)與利用高速液體噴流的液體噴射，前者主要用於脆性材料的切斷、開孔、圖案成形，後者可對較軟質的材料切出曲線。將大小(平均直徑)數mm~數 μm 的粒子噴射或投射於加工物，藉其衝撞而除去材料或加工表面的加工法總稱為噴射加工，依所用粒子或加工目的而分為液體搪磨、噴砂、噴粒、珠擊等，其中適於微細加工的是液體搪磨和噴砂，液體搪磨為濕式加工法，噴砂為乾式[27]。

噴射加工裝置為離心投射式與噴嘴噴射式，前者又稱葉輪式，比起後者的方式，投射面積大，單位電力的加工量大，投射力的不均度小，但無法加工有死角的加工物或曲面內部。後者的方式適於複雜形狀的加工物或局部加工。

噴砂加工，是針對工件表面進行的一種破壞性的加工方式，利用細小的金屬或陶瓷顆粒對工件表面衝擊，讓表面產生像顆粒化般的凹陷。並使工件表面有如塑膠成型"咬花"面的感覺，因而看起來會有光亮感(光線折射關係)因為表面粗糙，光線經折射會以不規則方式反射所以看起來閃亮發光的，而且也比較不容易造成刮傷。通常筆記型電腦的

塑膠殼表面是粗糙的而不是光滑面，最大目的就是如此。

一般來說噴砂加工研磨材大致可區分為：粒子有銳角的氧化鋁、略軟便宜的硅石粉末及粒子、圓的玻璃珠及能在加工時不傷母體的塑膠粒等，根據其用途來選用噴砂粒子(圖3-10)。

由以上的砂粒用途與特性分析，再加上需求的表面狀況，以圖3-11所示的玻璃珠來作表面的噴砂加工，可以得到圓孔與霧化的表面，而且較適合於壓克力材料表面的霧化加工，所以選用玻璃珠來作為噴砂加工材料。

3.4 噴砂的用途

一般來說噴砂加工於工業界的用途如下：

- (1) 表面美化加工：各種金屬製品及非金屬製品之裝飾加工及電鍍品之消光及柔光霧面處理，例如：黃金、壓克力、玻璃、水晶玻璃等表面霧化處理。
- (2) 表面清除加工：金屬氧化層或熱處理後的黑皮、表面細孔、金屬或非金屬之表面污鏽清除、陶瓷表面黑點及著色去除或彩繪再生、橡膠模及重力壓鑄模之氧化物、殘渣或離形劑之去除。
- (3) 電子零件加工：矽晶片擴散後表面雜質的去除作業、矽晶片噴砂切割成小圓晶粒的刻蝕加工作業、電子零件封裝業溢膠毛邊的噴除、電子零件成品表面印字的去除、陶瓷電熱材質之清潔。
- (4) 毛邊去除加工：塑膠、電木製品、鋅鋁壓鑄品等之毛邊去除及電子或其他零件之表面修整處理。
- (5) 刻蝕加工：貴金屬飾品、寶石、玻璃、石材、石頭印章、陶瓷、木材等之表面修飾刻蝕處理。
- (6) 前處理加工：電鍍、噴漆、散熱片、鐵氟龍、PU、橡塑膠被覆、金屬噴焊、鍍鈦等之前處理及增加表面之附着力。
- (7) 硬化處理：航太工業零件之零件清潔及應力消除或國防武器之整修及消光除鏽除

漆處理。

- (8) 模具加工：模具表面的梨地加工(噴砂)、模具咬花及霧面處理、增加模具被覆PU之附着力、鞋模、導電橡膠模、輪胎模及電子產品模具的清潔及霧面處理。
- (9) 大工作物之加工：大型工件如油槽、化學槽、船殼鋼構鐵皮屋貨櫃汽車工業之除銹、除漆維修。
- (10) 大玻璃自動加工：大片平版玻璃自動霧面處理，五尺至九尺寬之玻璃一次加工完成。

3.5 實驗流程與規劃

本實驗主要分五個步驟來進行，如圖3-12所示，先使用光學模擬軟體，模擬出較佳的微結構，再選定加工此微結構的加工方式，之後再進行具有微結構的導光板光學表現量測、微結構表面結構量測，最後選定較佳的參數來製作導光板。

第一階段，使用光學模擬軟體模擬出具有較佳的出光效率的微結構。

第二階段，選擇使用15.4吋筆記型背光模組用之楔形導光板作為研究對象。使用噴砂加工機依規劃的角度變化對導光板上單點做加工，得到表面具有半圓孔微結構與類似擴散片的霧化表面，因此可以取代導光板下方的擴散網點來將光送出導光板。

第三階段，在光學性能評估方面，選擇一組15.4吋筆記型電腦用之背光模組，架構為下擴散片、下稜鏡片、上稜鏡片、上擴散片，當作光學量測的模組，將具噴砂加工微結構的導光板組裝於背光模組內，一一的量測各種加工參數下其光學輝度變化與可視角的變化，當中也搭配各種可使用的光學膜片，再進行量測，以取得最佳的光學表現。

第四階段，使用光學顯微鏡與掃描式電子顯微鏡進行觀察，探討表面形狀的變化與分佈等等，並與光學量測的結果相互比較分析，以瞭解各個表面結構對於光學表現的變化的影響。

第五階段，使用遮罩作疏密變化來對導光板表面做加工，以得到輝度表現與均勻度表現較佳的模組。

3.6 實驗設備

噴砂機

選用直徑為6mm的噴嘴為來作加工，噴嘴高度可以調整範圍10 cm~70cm，並可以作角度的旋轉45°~-45°，氣體壓力調整範圍10 MPa~70 MPa。

光學量測儀器

一般於平面顯示產業，對於光學輝度的量測都使用SR-3或BM-7，但因為SR3價格昂貴，所以幾乎都選用BM7，如圖3-13所示，其主要之性能如表3-1。

電流表

使用FLUKE 189數位式電流表，如圖3-14所示，其功能如表3-2，極快的量測反應速度，更寬的量測範圍，最高的交流頻寬、準確度及解析度，雙讀值顯示幕，類比條狀圖顯示及明亮的背光，真有效值AC/AC+DC量測及PC介面。



光學顯微鏡

光學顯微鏡機型為Olympus BXFM再加裝上CCD，可以顯示於螢幕上，實機如圖3-15所示，規格為目鏡10 X，物鏡 5X、10X、20X、50X。

掃描式電子顯微鏡

掃描式電子顯微鏡機型為Hitachi S-4700I，實機如圖3-16所示。

背光模組

使用 15.4 吋寬螢幕的筆記型用背光模組，模組使用光學膜片結構為：上下各一張擴散片，中間兩張稜鏡片。模組尺寸 343 x 221 x 5.3mm，輸入電流 6mA 時，中心點輝度 2250Nits，發光區整體平均輝度 2080Nits，水平可視角 24.6°~24.8°，垂直可視角 25.4°~24.2°，如圖 3-17 所示，其輝度與角度表現如圖 3-18、圖 3-19 與圖 3-20 所示。

電源供應器

使用 Instek GPC-3030D 的電源供應器，如圖 3-21 所示。

3.7 實驗方法

第一階段，接續光學模擬後的結果，選擇使用噴砂加工來製作微結構，使用 15.4 吋筆記型背光模組用之楔形導光板作為研究對象。此導光板尚未作任何加工，使用保護膜將不需要加工的區域保護住，如圖 3-22 所示，防止產生干擾。

使用噴砂加工機依先行規劃的三種角度變化噴砂加工(表 3-3)，對於導光板上單點做加工，一塊導光板上製作兩種不同參數的加工，如圖 3-23 可以看到噴砂加工微結構於導光板上的結果。角度的定義主要是以噴嘴與加工元件之間的角度，分別為 45° 加工、60° 加工與 90° 加工，如圖 3-24 所示，得到表面具有半圓孔微結構與類似擴散片的霧化表面，因此可以取代導光板下方的擴散網點來將光送出導光板。

第二階段，在光學性能評估方面，選擇一組 15.4 吋筆記型電腦用之背光模組，架構為下擴散片、下稜鏡片、上稜鏡片、上擴散片，當作光學量測的模組，將具噴砂加工微結構的導光板組裝於背光模組內，一一的量測各種加工參數的導光板，首先量測整個模組的正面出光效果，使用可 X 方向與 Y 方向移動的平台，將模組固定其上方，正面朝向光學量測儀器，電源線通過電流表，再與電源供應器連接在一起，如圖 3-25 所示，測量出導光板加工後組裝於模組上的光學畫面分佈情形，接下來使用可轉角度的設備旋轉模組，其接線的方法與上法相同，如圖 3-26 所示，取中心點量測其旋轉各個角度後的輝度

值，取其最亮輝度的50%以內為有效發光角度，量測出模組的發光角度分佈。

以上的光學畫面分佈與發光角度分佈，都搭配以下的光學膜片結構量測：

- (1) 搭配原結構，兩張擴散片中間加兩張稜鏡片，量測得到表面的光學輝度值與有效發光角度。
- (2) 將原結構的下擴散片移去，量測得到表面的光學輝度值與有效發光角度。

對各加工參數導光板組裝上原光學膜片的輝度表現的分析、各條件視角的變化，再與原來的模組比較。在將下擴散片移除後量測各加工參數導光板的輝度表現的分析、各條件視角的變化，再與原來的模組比較。得到使用45°噴砂加工微結構搭配原結構光學膜片的光學表現，如圖3-27、圖3-28與圖3-29；使用60°噴砂加工微結構搭配原結構光學膜片的光學表現，如圖3-30、圖3-31與圖3-32；使用90°噴砂加工微結構搭配原結構光學膜片的光學表現，如圖3-33、圖3-34與圖3-35。

省去下擴散片後得到使用45°噴砂加工微結構搭配三片學膜片的光學表現，如圖3-36、圖3-37與圖3-38；60°噴砂加工微結構搭配三片學膜片的光學表現，如圖3-39、圖3-40與圖3-41；90°噴砂加工微結構搭配三片學膜片的光學表現，如圖3-42、圖3-43與圖3-44。

之後整理各加工參數所得到的數據，取噴砂加工的中心點光學輝度，使用此輝度畫出各參數的光學分佈趨勢圖，以取得可以參考的參數，以利後續實驗的參考基礎。

第三階段，實驗的初步結果與分析上，將使用光學顯微鏡與掃描式電子顯微鏡進行觀察表面形狀的變化與分佈等等，45°加工微結構如圖3-45，60°加工微結構如圖3-46，90°加工微結構如圖3-47，並與光學量測的結果相互比較分析，以瞭解各個表面結構對於光學表現的變化的影響。

第四階段，最後選擇使用15.4吋筆記型背光模組用之楔形導光板，此導光板尚未作任何加工，使用噴砂加工單點的趨勢應用於整面的導光板上，先行製作遮罩，如圖3-48所示，遮罩上方使用光學佈點的方式，由疏到密的分佈，以達到均勻的光分佈控制，再將遮罩置於將要加工的導光板上方進行加工，砂粒先行經過遮罩後再以近視單點加工的方式對於導光板表面加工，使用遮罩可以有效減少噴砂對非加工區的干擾，透過三種角

度的噴砂加工(45°、60°、90°)，得到具有三種形狀不盡相同微結構的導光板，此種噴砂微結構以用來取代導光板下方的擴散網點來將光送出導光板，此噴砂加工之導光板的光學畫面分佈與發光角度分佈，都搭配以下的光學膜片結構量測：

(1) 搭配原結構，兩張擴散片中間加兩張稜鏡片，量測得到表面的光學輝度值與有效發光角度。

(2) 將原結構的下擴散片移去，量測得到表面的光學輝度值與有效發光角度。

最後得到使用遮罩45°噴砂加工微結構搭配原結構省去下擴散片的光學表現，如圖3-49、圖3-50與圖3-51；使用遮罩60°噴砂加工微結構搭配原結構省去下擴散片的光學表現，如圖3-52、圖3-53與圖3-54；使用遮罩90°噴砂加工微結構搭配原結構省去下擴散片的光學表現，如圖3-55、圖3-56與圖3-57。



表 3-1 光學量測儀主要性能 資料來源：拓普康

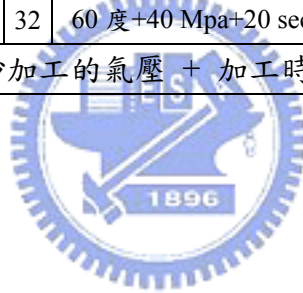
測量範圍	0.01 ~ 12,000,000 cd/m ²
測量角度	0.1° / 0.2° / 1° / 2°
測量精度	亮度 ± 4% 讀數或以下 色度 ± 0.002 或以下 (使用標準光源 A 測量時)
最小測量直徑	Ø0.49 mm (使用近距離鏡頭時直徑為 0.10 mm)
測量時間	約 2 秒 (BM-7) 約 0.5 秒 (BM-7FAST)

表 3-2 電流表主要性能 資料來源：三朋儀器

功能	最大量程	最佳解析度	FLUKE 189
直流電壓	1000V	1 μV	±(0.025%+5)
交流電壓	1000V	1 μV	±(0.4%+40)
直流電流	10A	0.01 μA	±(0.15%+2)
交流電流	10A	0.01 μA	±(0.75%+5)
電阻	500MΩ	0.01 Ω	±(0.05%+2)
電導	500nS	0.01 nS	±(1.0%+10)
電容	50000μF	0.001 nF	±(1.0%+5)
頻率	1MHz	0.01 Hz	±(0.005%+1)
溫度	-200°C/+1350°C	0.1°C	±(1%+1°C)
dBm 及 dBv	-52/+60	0.01 dB	±0.1 dB

表 3-3 加工參數一覽表

1	45 度+10 Mpa+10 sec+25 cm	17	60 度+10 Mpa+10 sec+25 cm	33	90 度+10 Mpa+10 sec+25 cm
2	45 度+20 Mpa+10 sec+25 cm	18	60 度+20 Mpa+10 sec+25 cm	34	90 度+20 Mpa+10 sec+25 cm
3	45 度+30 Mpa+10 sec+25 cm	19	60 度+30 Mpa+10 sec+25 cm	35	90 度+30 Mpa+10 sec+25 cm
4	45 度+40 Mpa+10 sec+25 cm	20	60 度+40 Mpa+10 sec+25 cm	36	90 度+40 Mpa+10 sec+25 cm
5	45 度+10 Mpa+20 sec+25 cm	21	60 度+10 Mpa+20 sec+25 cm	37	90 度+10 Mpa+20 sec+25 cm
6	45 度+20 Mpa+20 sec+25 cm	22	60 度+20 Mpa+20 sec+25 cm	38	90 度+20 Mpa+20 sec+25 cm
7	45 度+30 Mpa+20 sec+25 cm	23	60 度+30 Mpa+20 sec+25 cm	39	90 度+30 Mpa+20 sec+25 cm
8	45 度+40 Mpa+20 sec+25 cm	24	60 度+40 Mpa+20 sec+25 cm	40	90 度+40 Mpa+20 sec+25 cm
9	45 度+10 Mpa+10 sec+50 cm	25	60 度+10 Mpa+10 sec+50 cm	41	90 度+10 Mpa+10 sec+50 cm
10	45 度+20 Mpa+10 sec+50 cm	26	60 度+20 Mpa+10 sec+50 cm	42	90 度+20 Mpa+10 sec+50 cm
11	45 度+30 Mpa+10 sec+50 cm	27	60 度+30 Mpa+10 sec+50 cm	43	90 度+30 Mpa+10 sec+50 cm
12	45 度+40 Mpa+10 sec+50 cm	28	60 度+40 Mpa+10 sec+50 cm	44	90 度+40 Mpa+10 sec+50 cm
13	45 度+10 Mpa+20 sec+50 cm	29	60 度+10 Mpa+20 sec+50 cm	45	90 度+10 Mpa+20 sec+50 cm
14	45 度+20 Mpa+20 sec+50 cm	30	60 度+20 Mpa+20 sec+50 cm	46	90 度+20 Mpa+20 sec+50 cm
15	45 度+30 Mpa+20 sec+50 cm	31	60 度+30 Mpa+20 sec+50 cm	47	90 度+30 Mpa+20 sec+50 cm
16	45 度+40 Mpa+20 sec+50 cm	32	60 度+40 Mpa+20 sec+50 cm	48	90 度+40 Mpa+20 sec+50 cm
加工角度 + 噴砂加工的氣壓 + 加工時間 + 噴嘴到導光板距離					



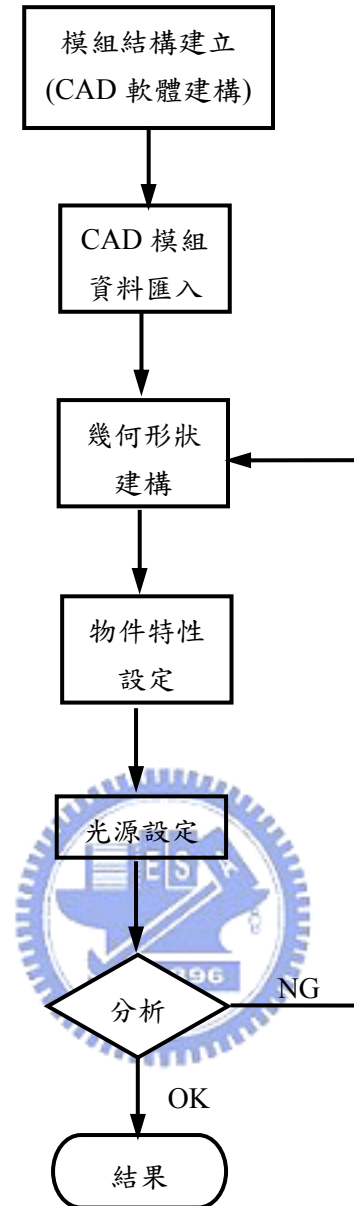


圖 3-1 光學模擬流程圖

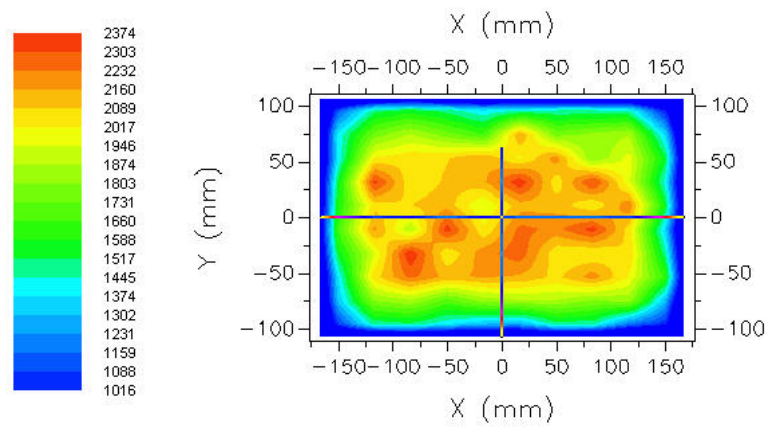


圖 3-2 現行架構模組的光學模擬畫面分佈

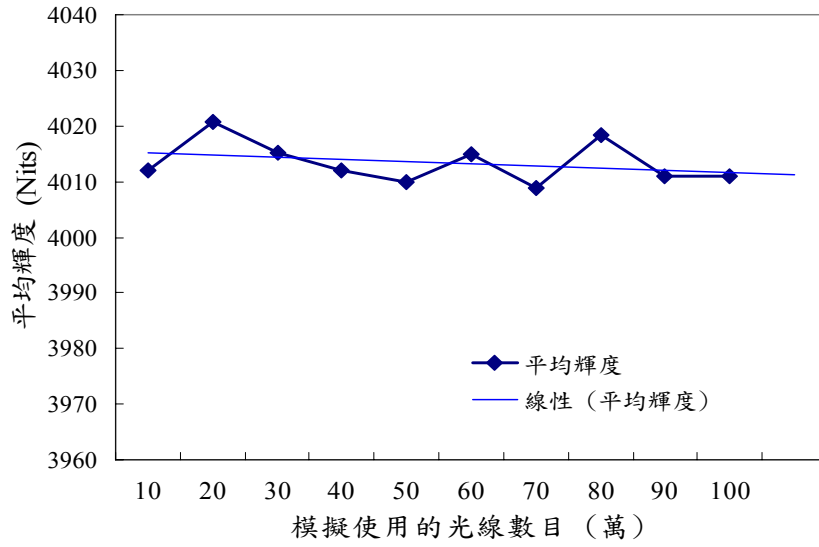


圖 3-3 模擬光線數目對平均輝度的趨勢

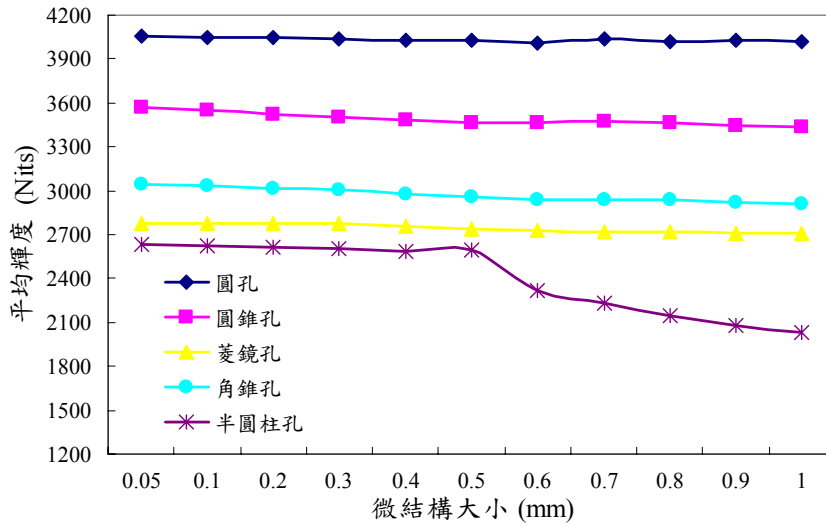


圖 3-4 各形式微結構大小的出光效率

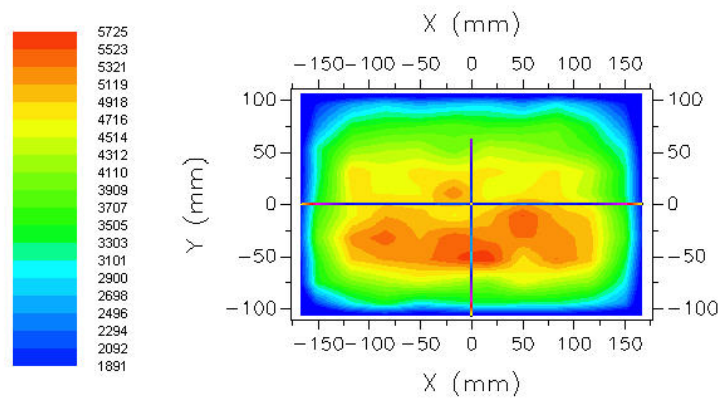


圖 3-5 半圓狀微結構導光板的光學模擬畫面分佈

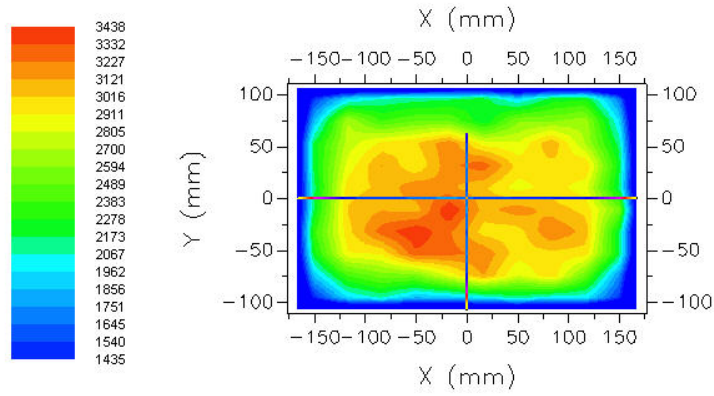


圖 3-6 半圓柱狀微結構導光板的光學模擬畫面分佈

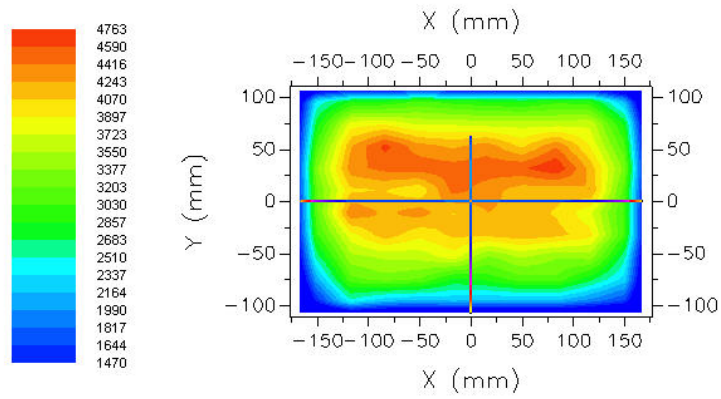


圖 3-7 圓錐狀微結構導光板的光學模擬畫面分佈

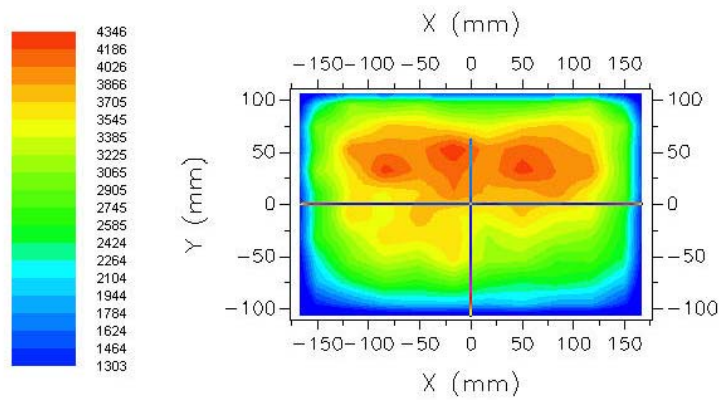


圖 3-8 角錐狀微結構導光板的光學模擬畫面分佈

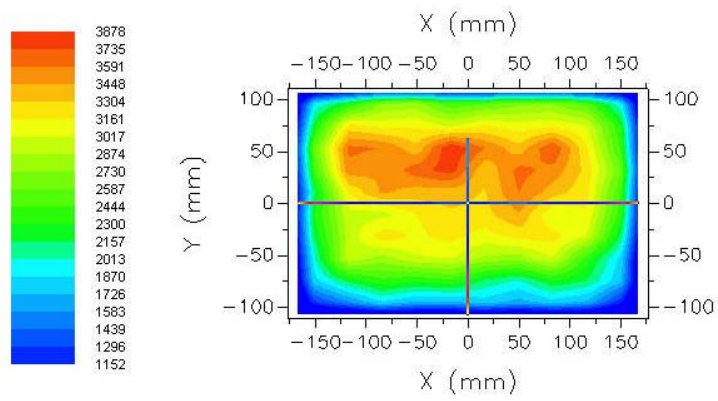


圖 3-9 菱鏡狀微結構導光板的光學模擬畫面分佈

加工面的表面狀況比較

研磨材（砂粒）的顯微鏡寫真

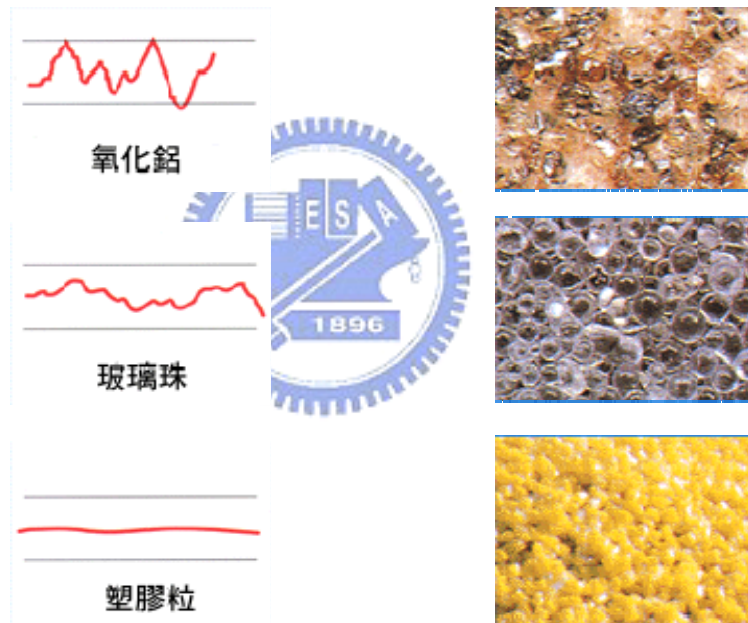


圖 3-10 砂粒及表面加工狀況 資料來源：尚柏噴砂機械

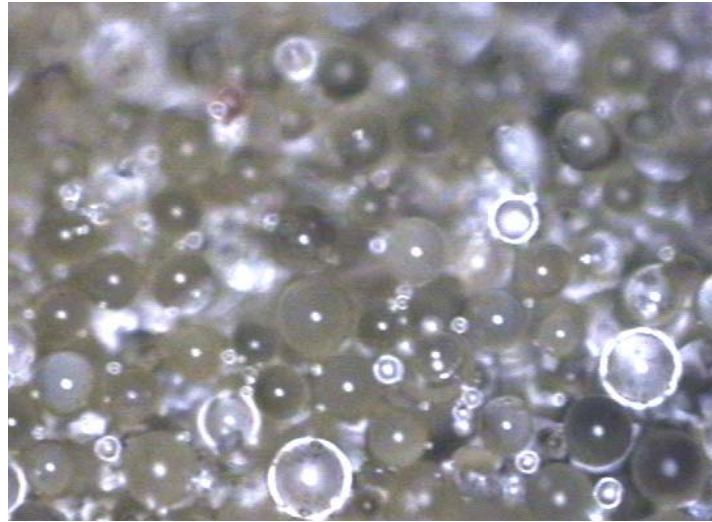


圖 3-11 玻璃珠放大圖

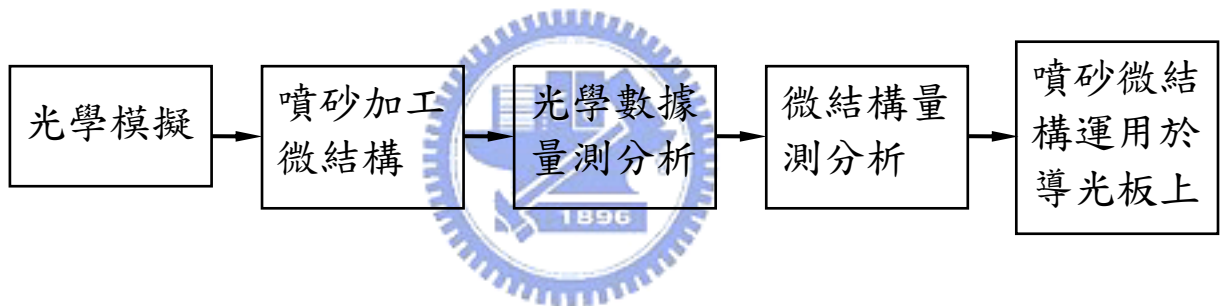


圖 3-12 實驗流程



圖 3-13 拓普康 BM-7 光學量測儀器



圖 3-14 電流表



圖 3-15 光學顯微鏡



圖 3-16 掃描式電子顯微鏡



圖 3-17 背光模組

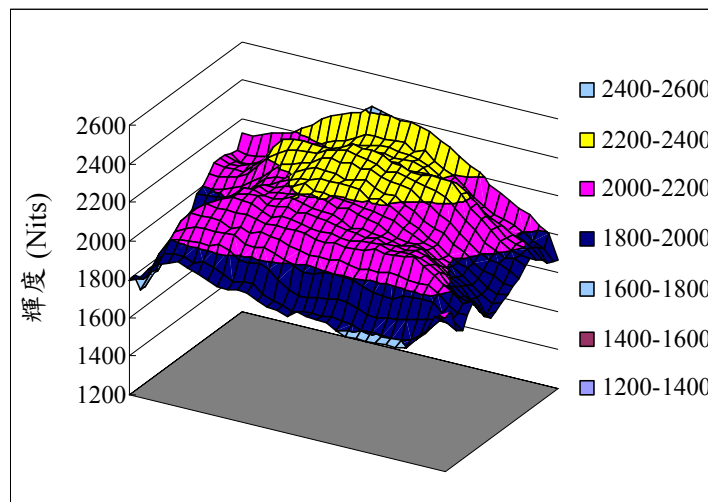


圖 3-18 背光模組光學畫面分佈

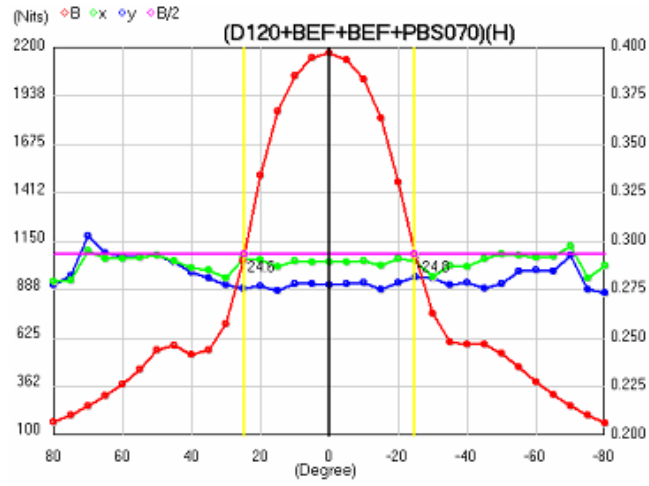


圖 3-19 背光模組水平可視角

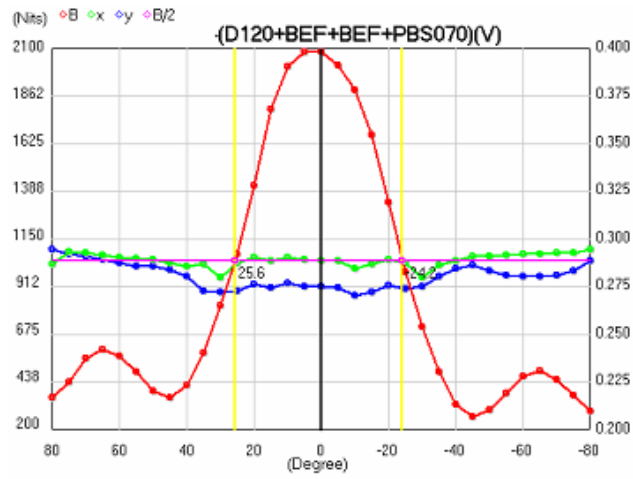


圖 3-20 背光模組垂直可視角

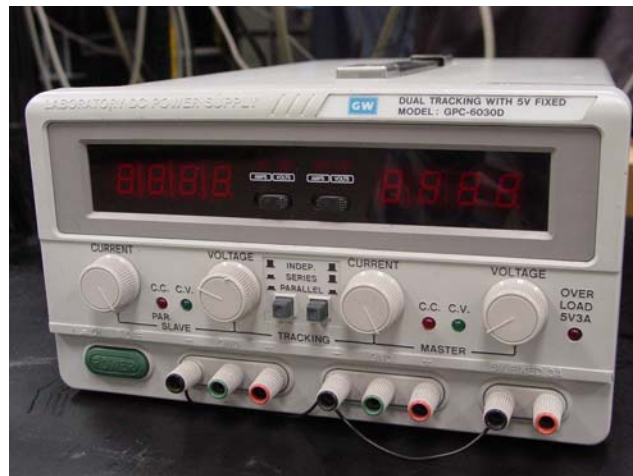


圖 3-21 電源供應器



圖 3-22 加上保護膜的導光板

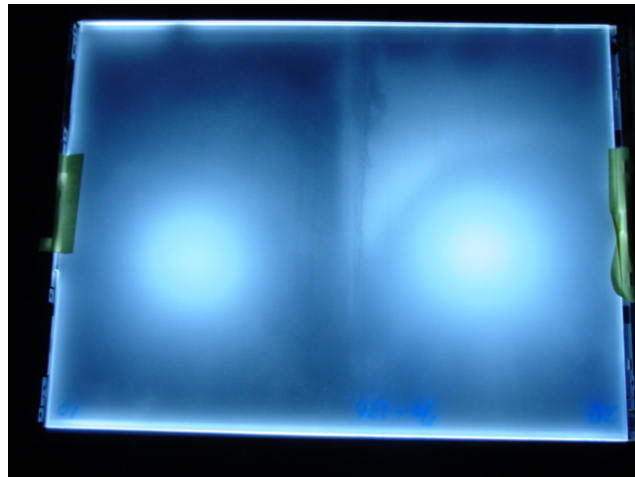


圖 3-23 單點加工後的正面出光效果

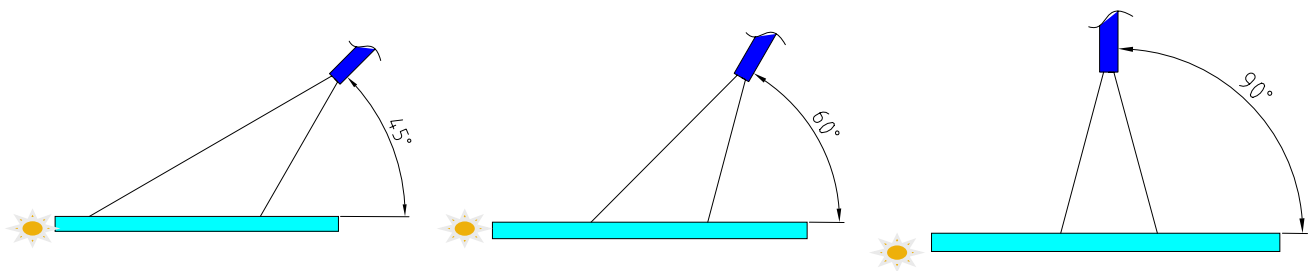


圖 3-24 噴砂加工角度示意圖

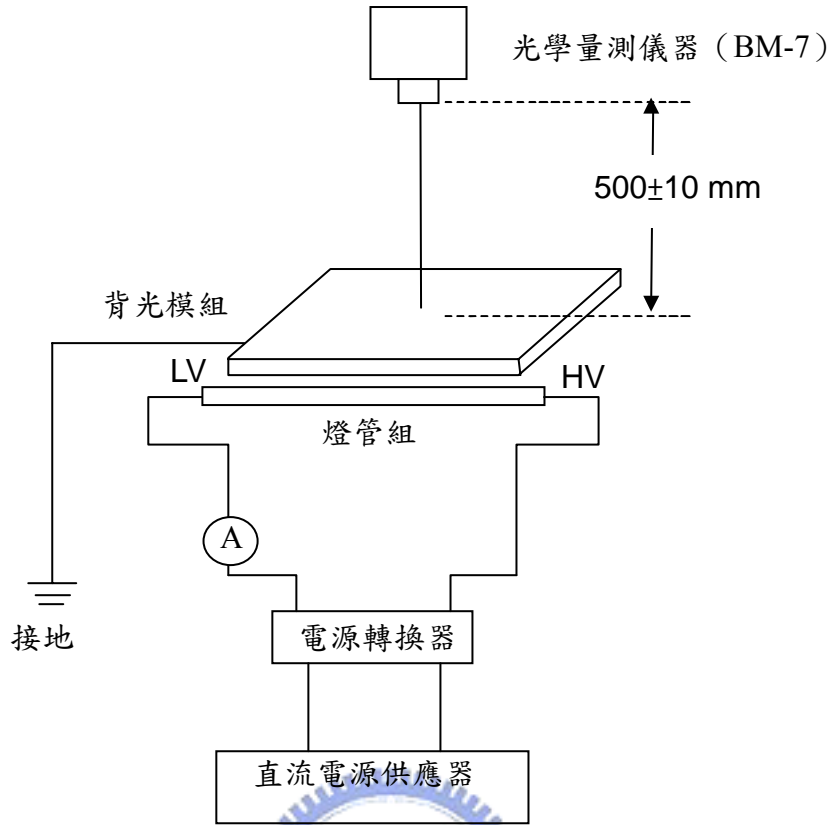


圖 3-25 模組接線示意圖

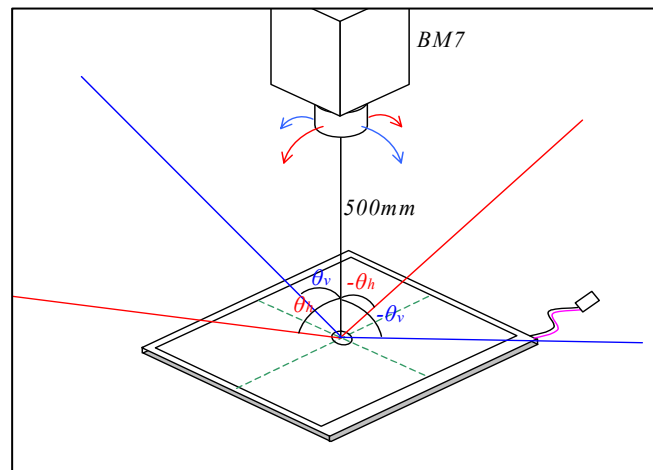


圖 3-26 模組角度量測示意圖

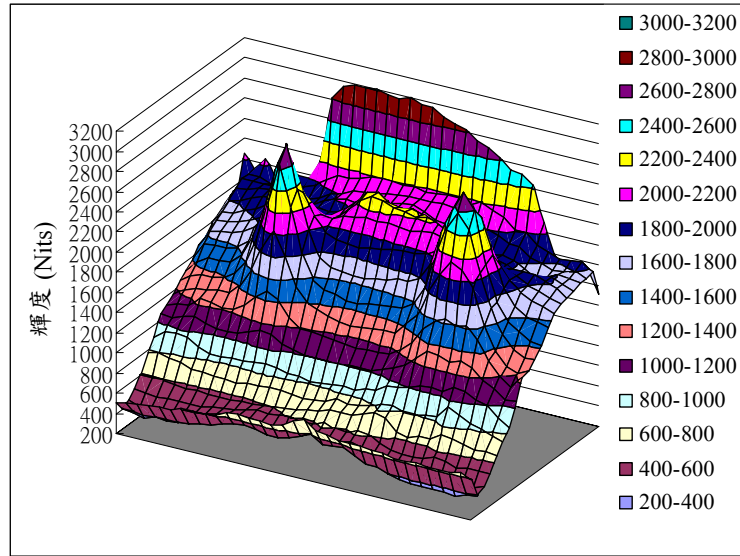


圖 3-27 45°單點加工微結構導光板搭配原結構光學膜片畫面分佈

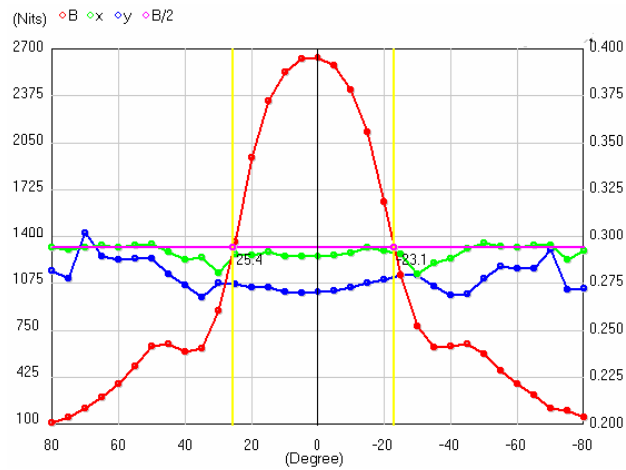


圖 3-28 45°加工微結構導光板搭配原結構光學膜片水平視角

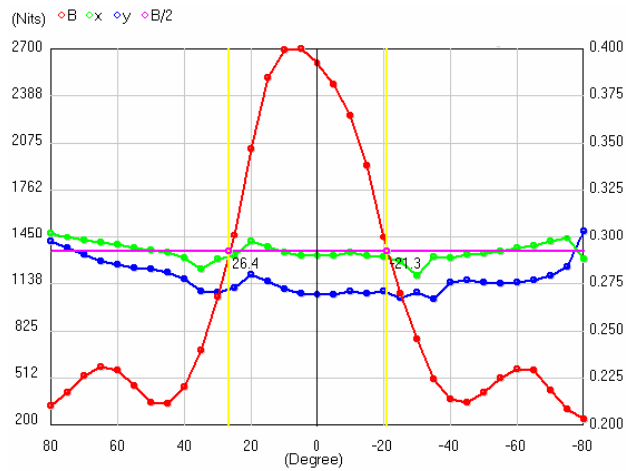


圖 3-29 45°加工微結構導光板搭配原結構光學膜片垂直視角

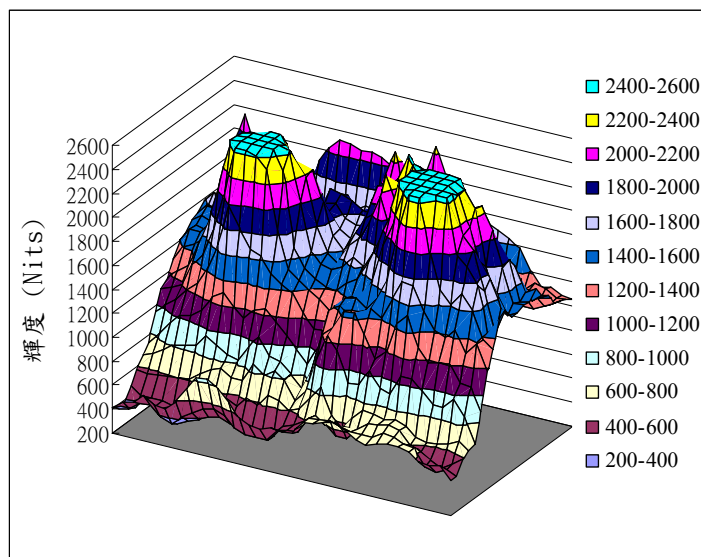


圖 3-30 60°單點加工微結構導光板搭配原結構光學膜片畫面分佈

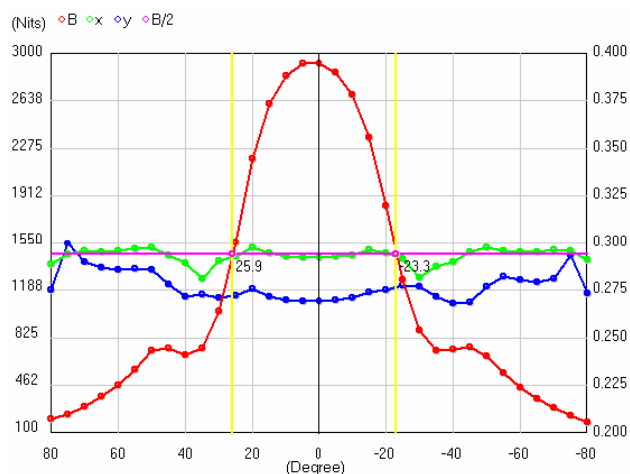


圖 3-31 60°加工微結構導光板搭配原結構光學膜片水平視角

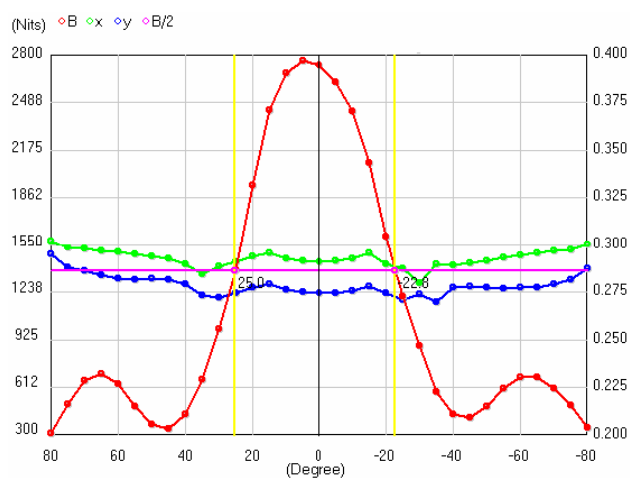


圖 3-32 60°加工微結構導光板搭配原結構光學膜片垂直視角

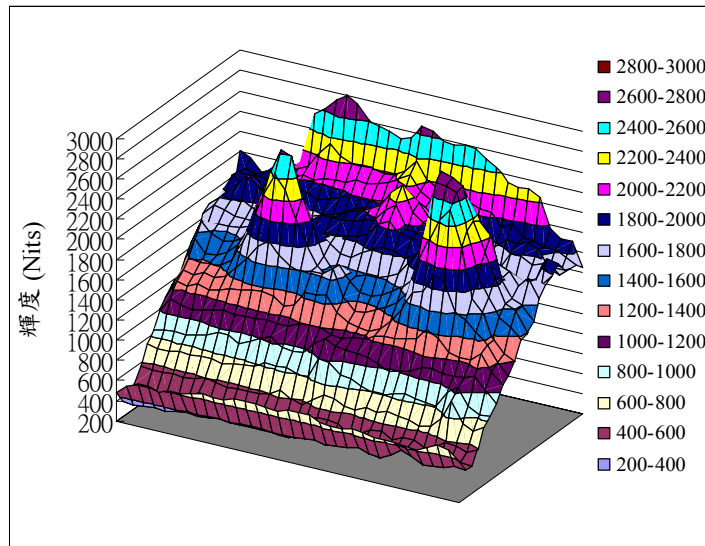


圖 3-33 90°單點加工微結構導光板搭配原結構光學膜片畫面分佈

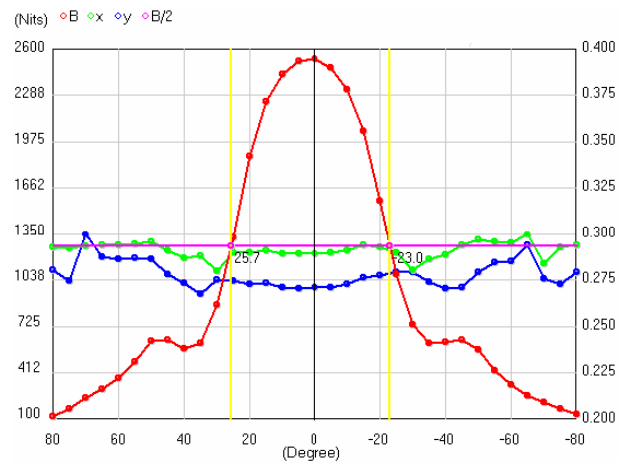


圖 3-34 90°加工微結構導光板搭配原結構光學膜片水平視角

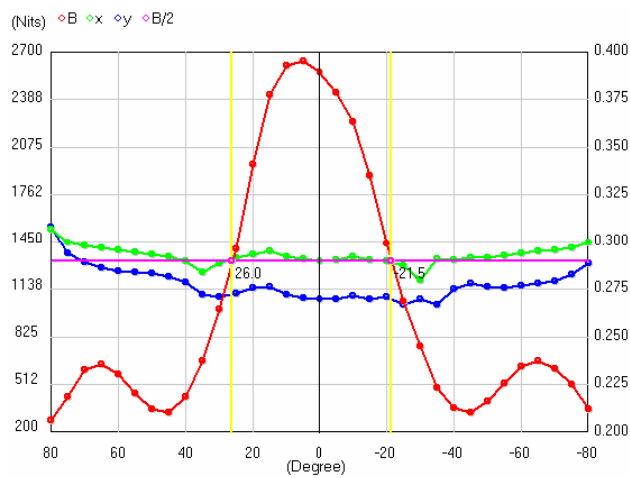


圖 3-35 90°加工微結構導光板搭配原結構光學膜片垂直視角

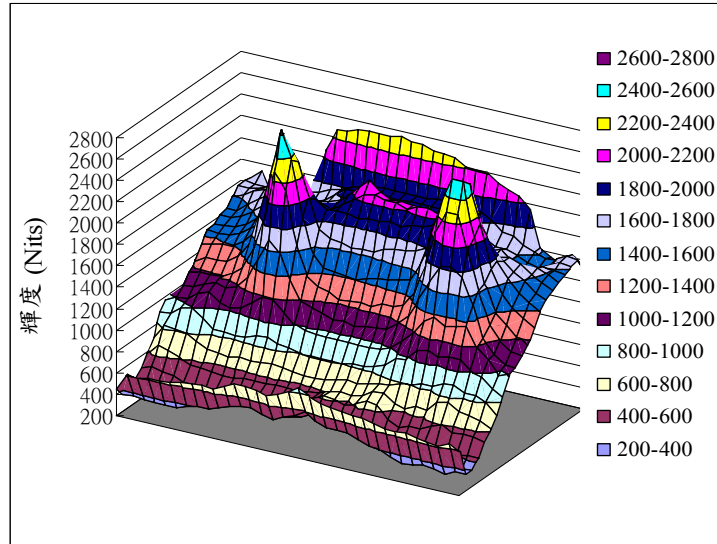


圖 3-36 45°單點加工微結構導光板搭配原結構光學膜片省去下擴散片畫面分佈

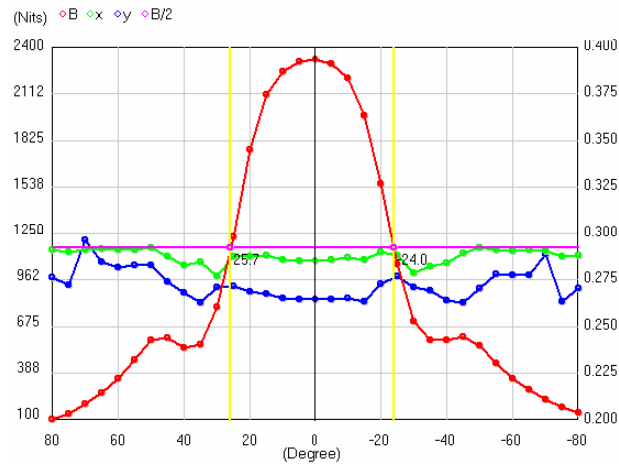


圖 3-37 45°加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片水平視角

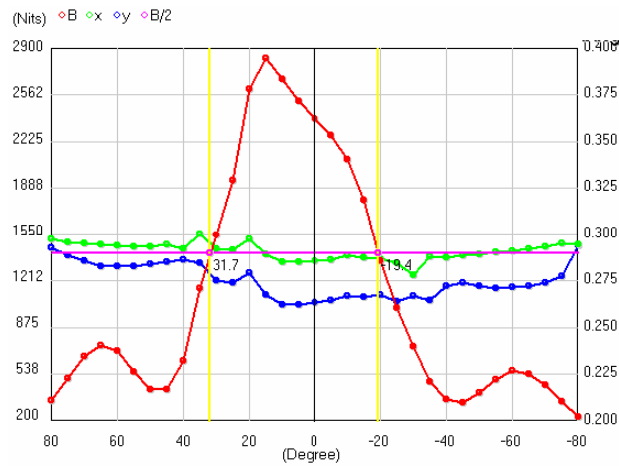


圖 3-38 45°加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片垂直視角

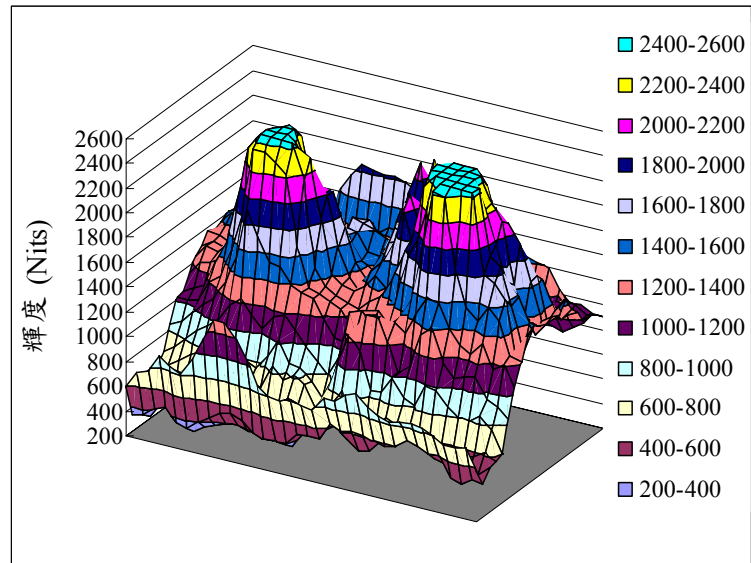


圖 3-39 60°單點加工微結構導光板搭配原結構光學膜片省去下擴散片畫面分佈

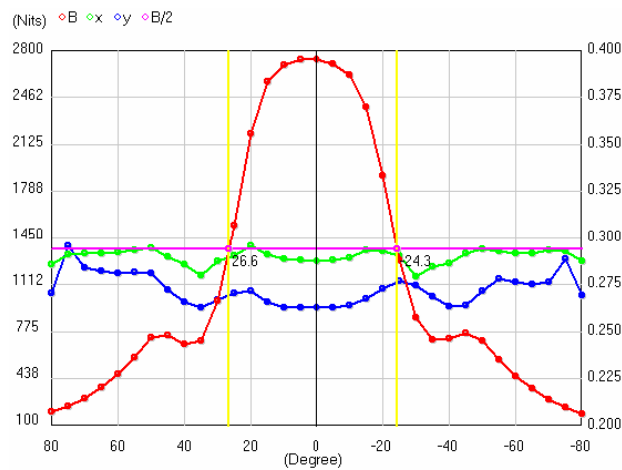


圖 3-40 60°加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片水平視角

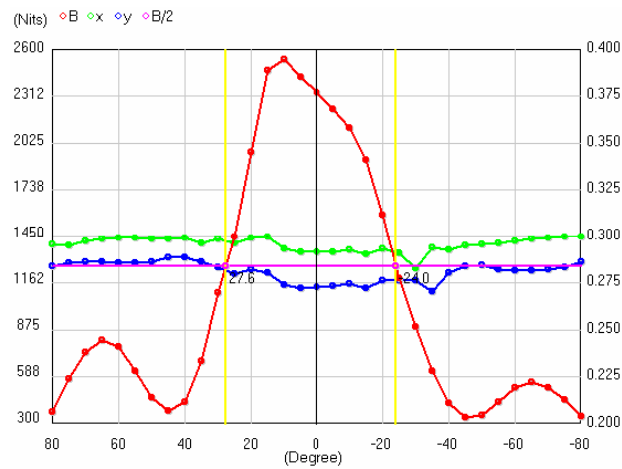


圖 3-41 60°加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片垂直視角

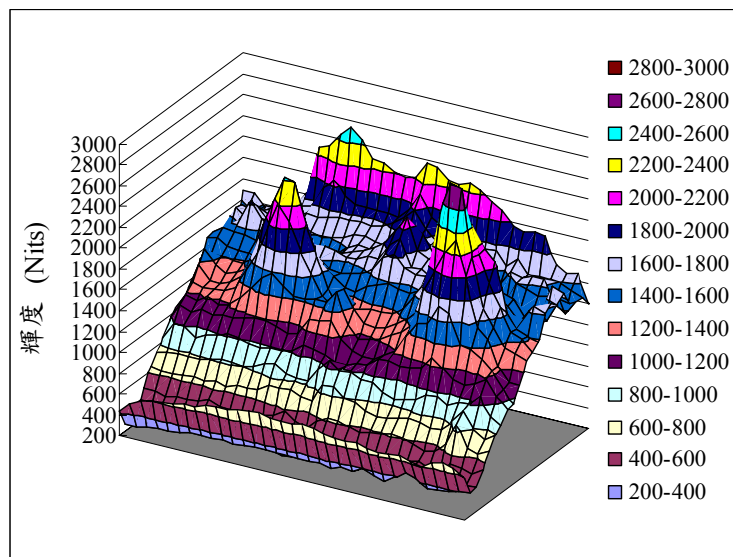


圖 3-42 90°單點加工微結構導光板搭配原結構光學膜片省去下擴散片畫面分佈

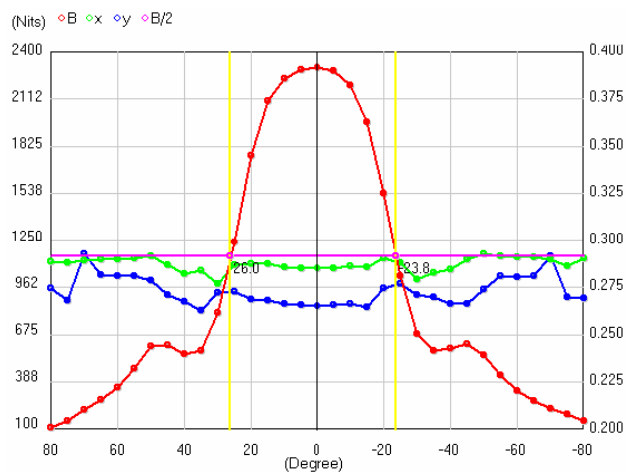


圖 3-43 90°加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片水平視角

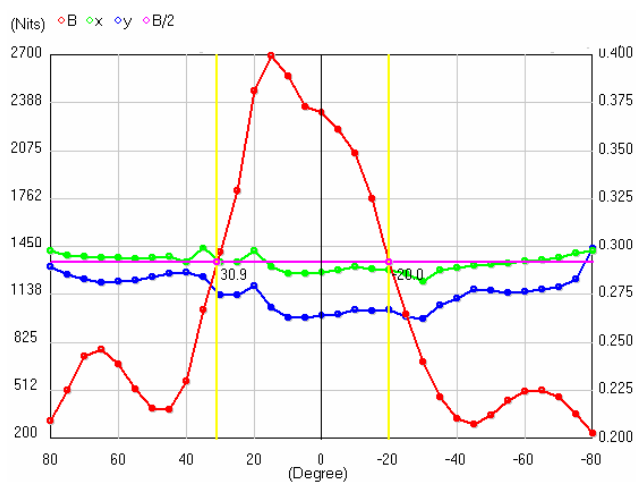


圖 3-44 90°加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片垂直視角

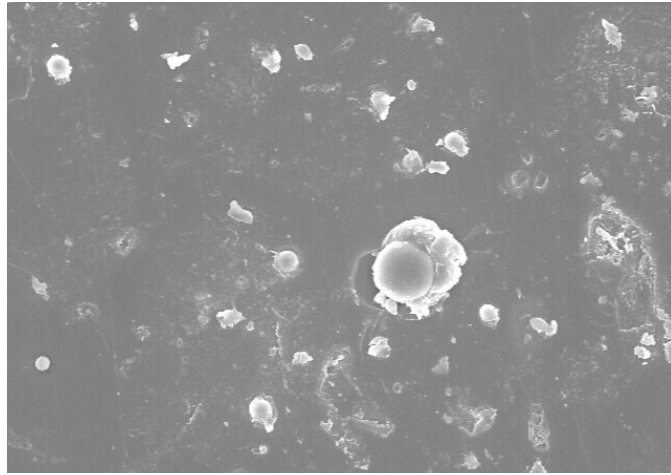


圖 3-45 45°加工後玻璃珠與微結構外觀

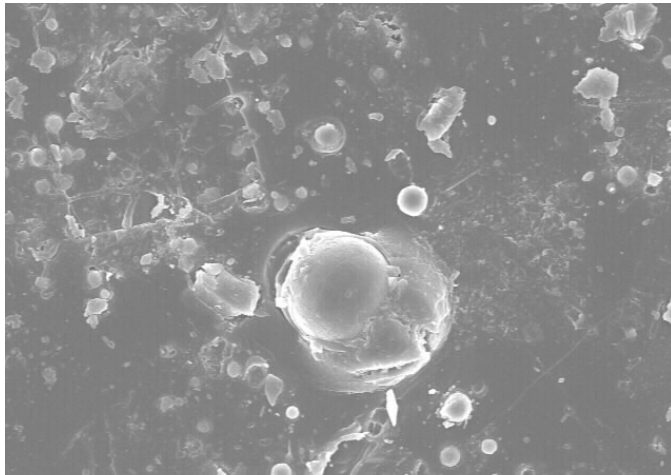


圖 3-46 60°加工後玻璃珠與微結構外觀

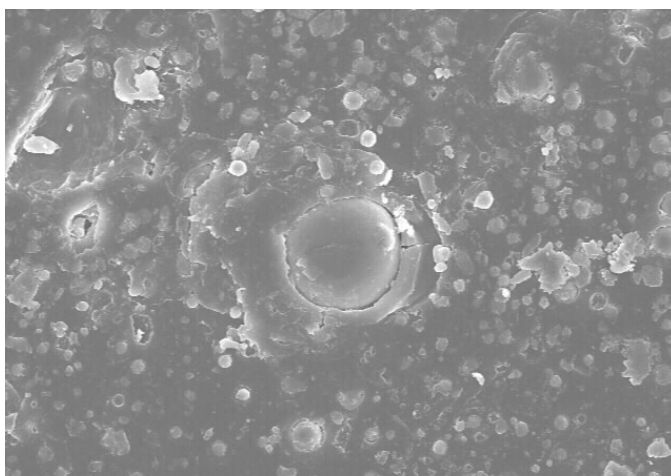


圖 3-47 90°加工後玻璃珠與微結構外觀

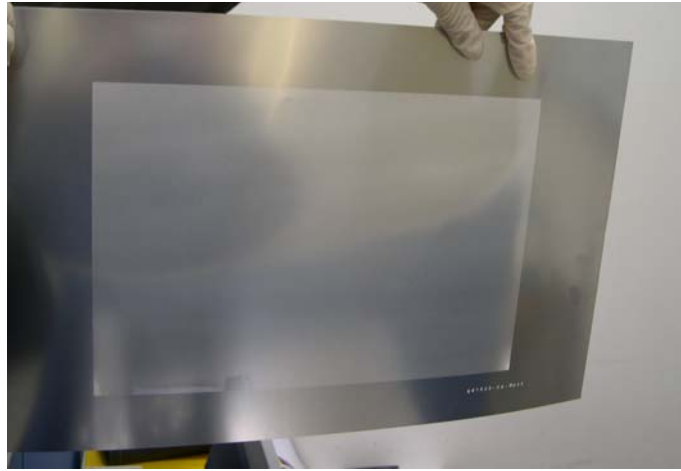


圖 3-48 遮罩

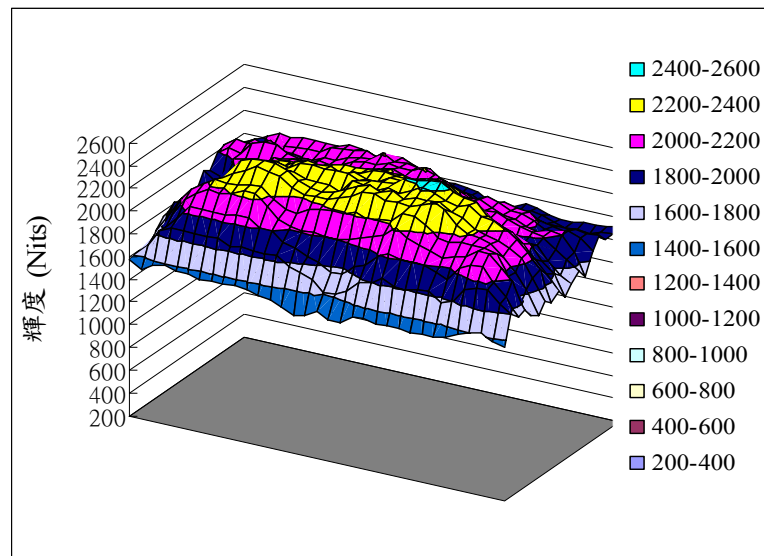


圖 3-49 45°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片光學表現

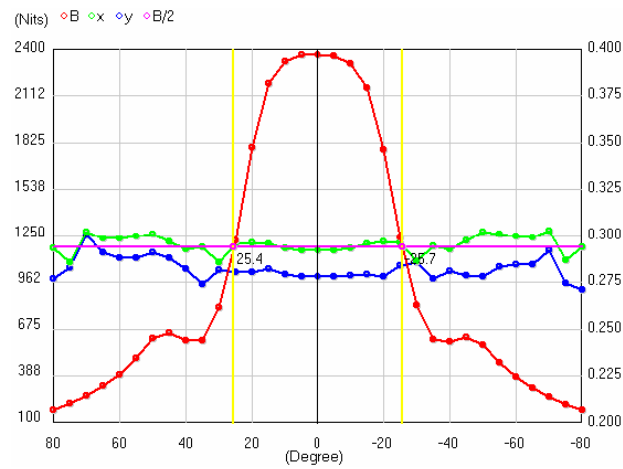


圖 3-50 45°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片水平視角

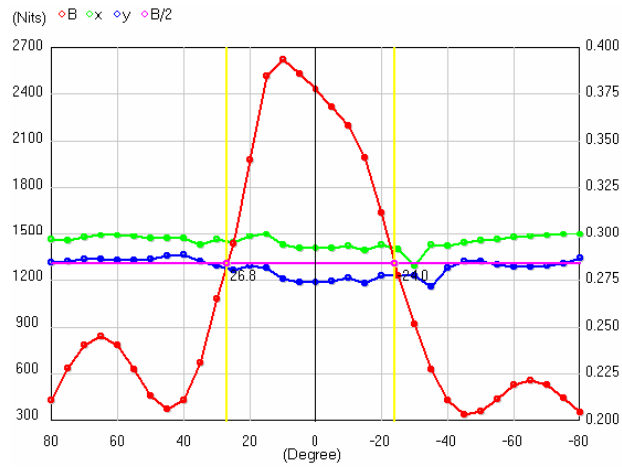


圖 3-51 45°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片垂直視角

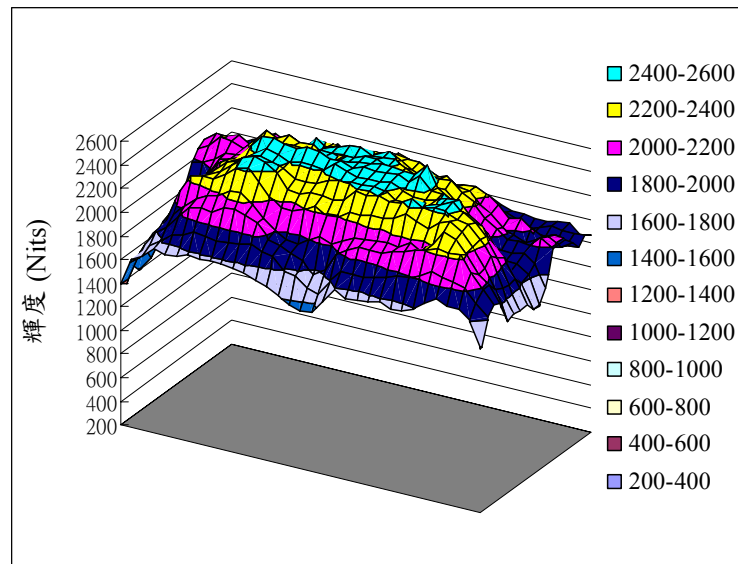


圖 3-52 60°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片光學表現

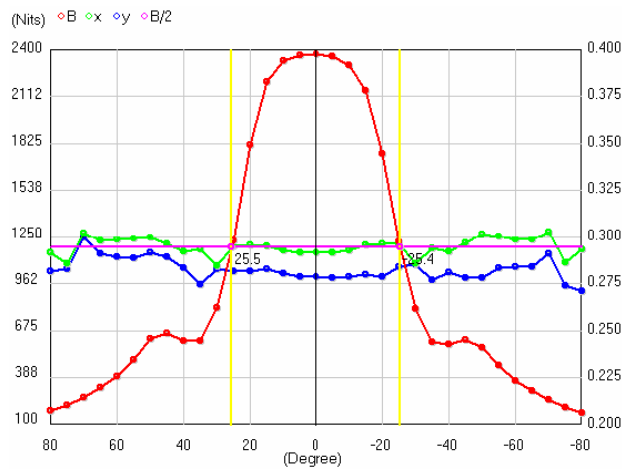


圖 3-53 60°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片水平視角

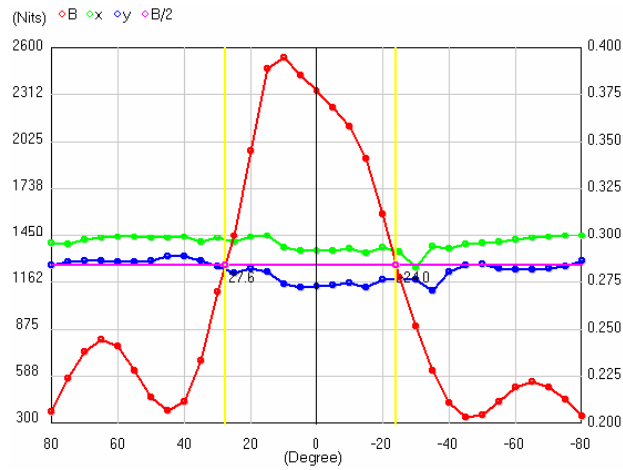


圖 3-54 60°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片垂直視角

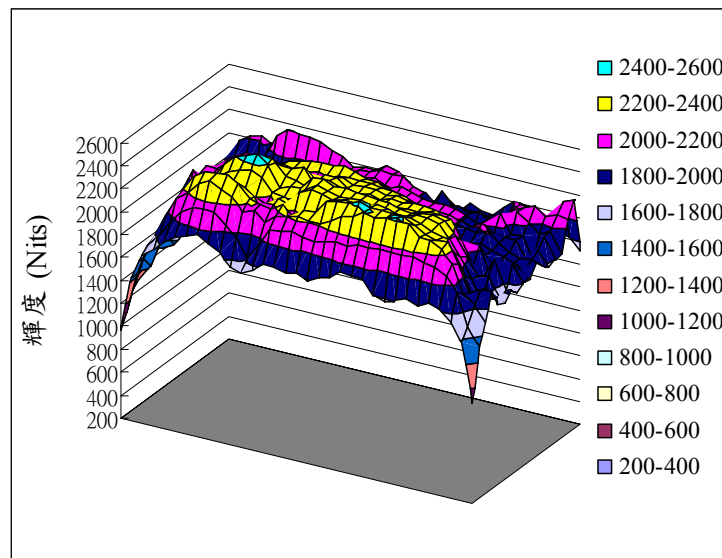


圖 3-55 90°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片光學表現

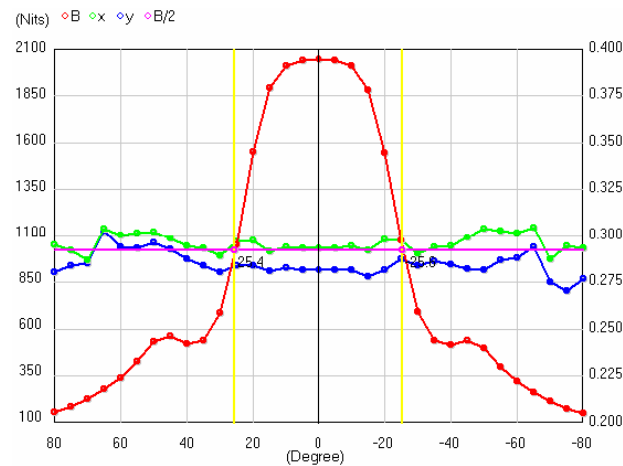


圖 3-56 90°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片水平視角

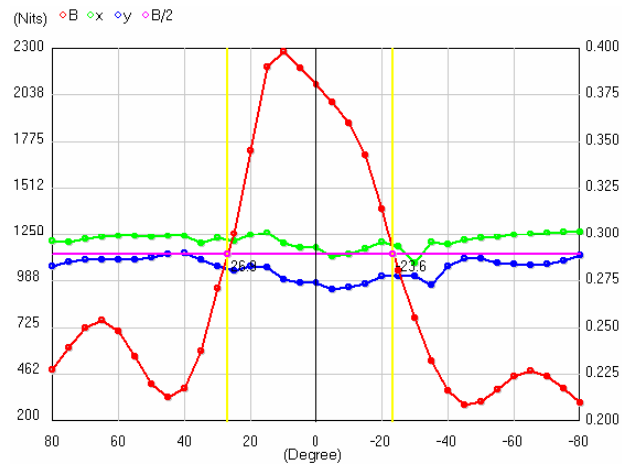


圖 3-57 90°遮罩加工微結構導光板搭配原結構省去下擴散片垂直視角

