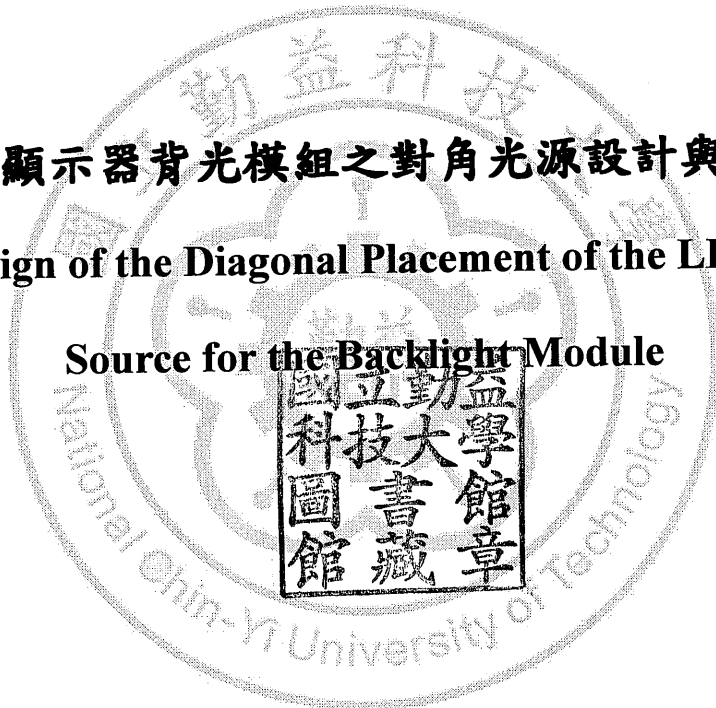


DT  
446  
0140  
100  
225100

國立勤益科技大學  
機械工程系碩士班  
碩士論文

液晶顯示器背光模組之對角光源設計與探討  
The Design of the Diagonal Placement of the LED Light  
Source for the Backlight Module



研究生：顏志文

指導教授：謝慶雄 博士

中華民國 一〇〇 年 一 月

國立勤益科技大學圖書館



225100

液晶顯示器背光模組之對角光源設計與探討

The Design of the Diagonal Placement of the LED Light

Source for the Backlight Module



A Thesis Submitted to  
Department of Mechanical Engineering  
National Chin-Yi University of Technology  
in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science

January 2011  
Taiping, Taichung, Taiwan, Republic of China

中華民國 一〇〇 年 一 月

# 國家圖書館 博碩士論文電子檔案上網授權書

本授權書所授權之論文為授權人在勤益科技大學機械工程系 99 學年度第\_\_學期取得碩士學位之論文。

論文題目：液晶顯示器背光模組之對角光源設計與探討  
指導教授：謝慶雄

茲同意將授權人擁有著作權之上列論文全文（含摘要），非專屬、無償授權國家圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或其他各種數位化方式將上列論文重製，並得將數位化之上列論文及論文電子檔以上載網路方式，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

上列論文為授權人向經濟部智慧財產局申請專利之附件或相關文件之一（專利申請案號：\_\_\_\_\_），請於\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日後再將上列論文公開或上載網路。

因上列論文尚未正式對外發表，請於\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日後再將上列論文公開或上載網路。

授權人：顏志文

親筆簽名及蓋章：顏志文

民國 100 年 1 月 21 日

電話：0919074275 傳真：  
聯絡地址：台中縣沙鹿鎮斗抵里天仁街40號  
E-Mail：April\_112@hotmail.com

勤 益 科 技 大 學博 碩 士 論 文 全 文 上 網 授 權 書

(提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用)

本授權書所授權之論文為授權人在勤益科技大學  
 機械工程系 \_\_\_\_\_ 組 99 學年度第 1 學期取得碩士學位之  
 論文。

論文題目：液晶顯示器背光模組之對角光源設計與探討  
 指導教授：謝慶雄

## ■ 同意

本人具有著作權之論文全文資料，非專屬、無償授予本人畢業學校  
 圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或數位化等各種方  
 式重製與利用，提供讀者基於著作權法合理使用範圍內之線上檢  
 索、閱覽、下載及列印。

論文全文上載網路公開之範圍及時間：

校內區域網路	■ 中華民國 102 年 1 月 27 日公開
校外網際網路	■ 中華民國 105 年 1 月 27 日公開

授 權 人：顏志文

簽 名：顏志文

中 華 民 國 100 年 1 月 27 日

# 國立勤益科技大學

## 博碩士論文全文上網授權書

(提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用)

本授權書所授權之論文為授權人在國立勤益科技大學

                    機械工程                    系                     組 99 學年度第 1 學期取得

碩士學位之論文。

論文題目：液晶顯示器背光模組之對角光源設計與探討

指導教授：謝慶雄 副教授

### ■ 同意

本人具有著作權之論文全文資料，非專屬、無償授予本人畢業學校圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或數位化等各種方式重製與利用，提供讀者基於著作權法合理使用範圍內之線上檢索、閱覽、下載及列印。

論文全文上載網路公開之範圍及時間：

校內區域網路      ■ 中華民國 102 年 1 月 27 日公開

校外網際網路      ■ 中華民國 105 年 1 月 27 日公開

授權人：顏志文

簽名：                     顏志文                    

中 華 民 國 100 年 1 月 27 日

國立勤益科技大學  
博碩士論文全文電子權著作權授權書

本授權書所授權之論文為授權人在國立勤益科技大學 機械工程 系  
組 99 學年度第 1 學期取得碩士學位之論文。

論文題目：液晶顯示器背光模組之對角光源設計與探討

指導教授：謝慶雄 教授

■ 同意

本人茲將本著作，以非專屬、無償授權國立勤益科技大學圖書館：基於推動讀者間「資源共享、互惠合作」之理念，與回饋社會與學術研究之目的，國立勤益科技大學圖書館得不限地域、時間與次數，以紙本、光碟或數位化等各種方法收錄、重製與利用；於著作權法合理使用範圍內，讀者得進行線上檢索、閱覽、下載或列印。

論文全文上載網路公開之範圍及時間：

本校區域網路 ■ 中華民國 102 年 1 月 27 日公開  
校外網際網路 ■ 中華民國 105 年 1 月 27 日公開

授權人：顏志文  
中華民國 100 年 1 月 27 日

國立勤益科技大學  
機械工程系碩士班  
論文口試委員會審定書

本校            機械工程系            碩士班            顏志文            君

所提論文            液晶顯示器背光模組之對角光源設計與探討           

合於碩士資格水準，業經本委員會評審認可。

口試委員：           洪榮宗           

           韓斌           

指導教授：           謝慶雄           

系(所)主管：                      

中華民國            一 00 年            一 月

# 液晶顯示器背光模組之對角光源設計與探討

研究生：顏志文

指導教授：謝慶雄 博士

國立勤益科技大學 機械工程系 碩士班

## 摘要

背光模組是液晶顯示器的關鍵模組，基於環保理由，其光源也從冷陰極管逐漸轉變為發光二極體(LED)。因為 LED 具有指向性，本研究更加發揮節能的效益，提出「LED 對角光源之背光模組」設計，將 LED 光源採四角落放置，搭配 LED 之光形角度，對角式設計可能涵蓋較完整的面板面積，以消除暗區，並且可以降低需求的 LED 數目，達成相同之輝度均勻性。

經分析市場，本研究以 7 英吋的 16:9 背光模組為研究，使用 LightTools 軟體建立背光模組模型以執行模擬分析。由於 LED 發光效率不斷提升，本研究嘗試減少 LED 光源數量，並且改變光源位置，調整光源 X 軸夾角，進行導光板反射點密度、尺寸以及分佈特徵之設計。結果使得背光模組的輝度均勻度可達到 84%~89%，相較於許君[10]之研究能減少 22% 的電能耗損。

**關鍵字：**液晶顯示器背光模組、導光板、LED 對角光源、暗區消除。



# **The Design of the Diagonal Placement of the LED Light Source for the Backlight Module**

Student : Chih-Wen Yen

Advisor : Chihg-Shyong Shieh Ph.D.

**A Thesis Submitted to Department of Mechanical Engineering  
National Chin-Yi University of Technology**

## **ABSTRACT**

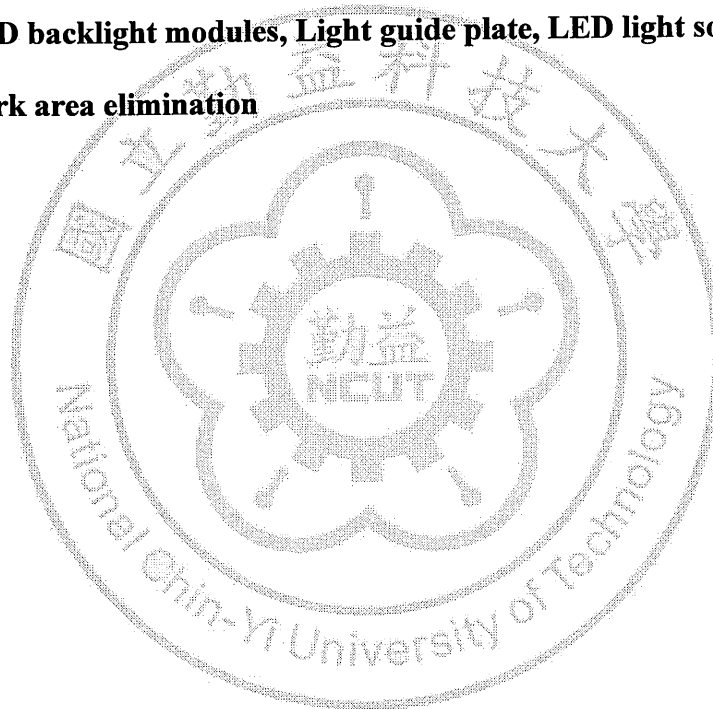
Because of environmental consciousness, the backlight module, the most critical component of the liquid-crystal display (LCD), has been shifted its light source form CCFL into LED. LED has a pointed light shape gradually. This research makes use of the benefit and introduces “the diagonal placement of the LCD light source for the backlight module of LCD” in order to raise the energy efficiency. With our design, the LED’s are placed at the four corners of the backlight module. By adjusting the X-angle of the LED light sources and designing the dot patterns of the light guide, a well uniformity can be achieved, with the benefits of eliminating the dark areas and reducing the required number of LED’s.

Through market analysis, this research focuses the study on 7-inch, 16:9 backlight modules. Computer simulation was carried with the optical software, LightTools. The

parameters of the X-angle of LED light source, the features of the dot patterns, and the density of the dot patterns were investigated to resolve the uniformity of the backlight module. The result shown that a luminance uniformity of 84 ~ 89% can be easily reached for the 7-inch, 16:9 backlight module. Meanwhile, the energy consumption has cut down 22% due to the reduction of the number of LCD's.

**Keywords: LCD backlight modules, Light guide plate, LED light source,**

**Dark area elimination**



## 誌謝

回想起求學過程，轉眼間將從研究所畢業了，首先要感謝老師 謝慶雄老師在這期間的教導及學業研究上的指導，對於我不只是學業上的訓練，更是做事態度上的磨練，讓我在兩年多的時光中獲益良多。另外對於論文研究上的指導，使本文得以順利完成。

在求學期間感謝學長、研究所學弟一起互相砥礪與切磋，也感謝大家在我的研究所生活中增添不少的樂趣。

最後要感謝我最摯愛的家人，並將本文獻給我最敬愛的父親 顏國富先生、母親 林秀鳳女士，感謝父母親二十幾年來的教養之恩。他們的辛苦栽培，讓我在求學道路上能夠專心一致且無家庭經濟上的擔憂，因此能夠順利的完成學業。在此以最誠摯感恩的心表達對父母及家人深深的謝意，願將完成此論文的喜悅與你們共同分享。

志文 謹誌

於勤益科技大學機械工程系

2011 年 1 月

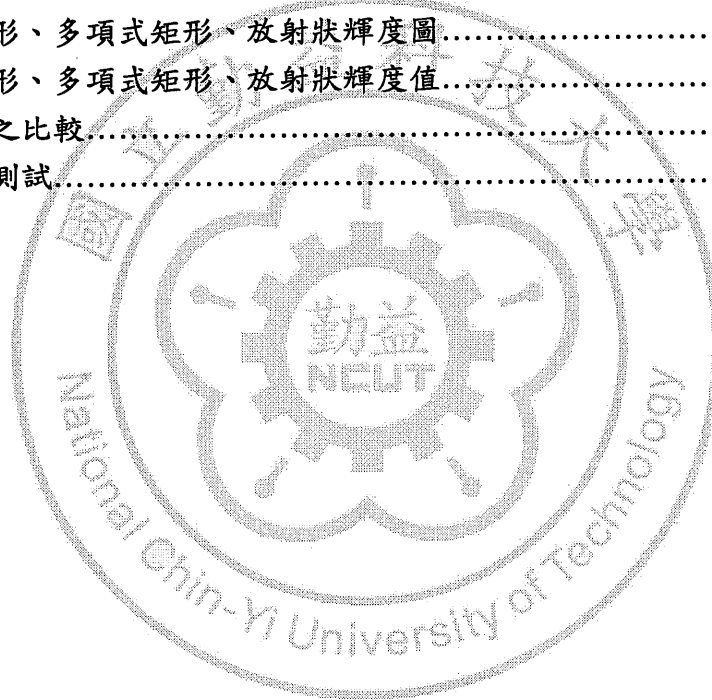
# 目錄

摘要	
目錄.....	I
表目錄.....	III
圖目錄.....	IV
第一章 緒論.....	1
1.1 前言.....	1
1.2 LED 的發展背景與優點.....	2
1.3 文獻回顧.....	4
1.4 研究目的與方法.....	9
1.5 論文架構.....	10
第二章 背光模組與基本原理介紹.....	11
2.1 背光模組介紹.....	11
2.1.1 背光模組的種類.....	11
2.1.2 背光模組元件介紹.....	12
2.2 光學基本原理.....	15
2.2.1 反射.....	15
2.2.2 漫射.....	16
2.2.3 折射.....	17
2.2.4 全反射.....	18

2.3 光度學.....	20
2.3.1 光通量.....	20
2.3.2 光強度.....	21
2.3.3 照度.....	21
2.3.4 輝度.....	21
第三章 側光式背光模組之模擬.....	23
3.1 軟體操作過程.....	23
第四章 LED 側光式背光模組設計.....	35
4.1 前言.....	35
4.2 七吋背光模組分析.....	35
4.3 背光模組設計.....	36
4.4 設計流程.....	39
4.5 設計光源角度.....	42
4.5.1 不同角度、相同反射點條件.....	42
4.5.2 更變反射點大小.....	47
4.5.3 反射點分佈設計.....	50
4.5.4 模擬結果分析.....	54
4.6 實驗.....	55
第五章 結論.....	59
參考文獻.....	60

## 表目錄

表 2.1	光度學.....	20
表 2.2	輻射度學.....	22
表 3.1	模擬之參數.....	28
表 4.1	光源 X 軸夾角輝度圖.....	44
表 4.2	9 點測量之輝度.....	46
表 4.3	反射點變更後之輝度圖.....	48
表 4.4	反射點變更後 9 點測量之輝度.....	49
表 4.5	六邊形、多項式矩形、放射狀輝度圖.....	52
表 4.6	六邊形、多項式矩形、放射狀輝度值.....	53
表 4.7	光源之比較.....	55
表 4.8	實驗測試.....	58



## 圖目錄

圖 1.1	LED 應用.....	2
圖 1.2	傳統 LED.....	3
圖 1.3	高功率 LED.....	3
圖 1.4	設計反射點尺寸.....	5
圖 1.5	反射點的間距變化.....	6
圖 1.6	橢圓反射罩、複合式反射罩.....	6
圖 1.7	入光側 V-Cut 結構.....	7
圖 1.8	傾斜側結構設計.....	7
圖 1.9	改良式 V-cut 構形.....	8
圖 1.10	增加導光板出射光線之 V-cut 構形.....	8
圖 1.11	上擴散片的結構.....	8
圖 1.12	液晶顯示器零組件.....	9
圖 2.1	側光式背光模組.....	11
圖 2.2	直下式背光模組.....	12
圖 2.3	背光模組元件.....	14
圖 2.4	稜鏡片互相垂直.....	14
圖 2.5	反射.....	16
圖 2.6	漫射.....	16
圖 2.7	折射.....	18
圖 2.8	臨界角.....	19
圖 3.1	開啟畫面.....	23
圖 3.2	選擇視角.....	24
圖 3.3	工具資料庫.....	25
圖 3.4	光學膜之設定.....	25
圖 3.5	增亮膜(BEF)參數設定.....	26
圖 3.6	BEF 參數設定.....	26
圖 3.7	BEF 輪廓.....	27
圖 3.8	反射點參數設定.....	27
圖 3.9	選用內建基礎光源.....	28
圖 3.10	製作模型.....	29
圖 3.11	設定模型顯示型態.....	30

圖 3.12	選擇顯示特性.....	30
圖 3.13	裁剪導光板.....	31
圖 3.14	光源資料庫.....	31
圖 3.15	選擇 LED.....	32
圖 3.16	建立接收面.....	33
圖 3.17	設定模擬內容.....	33
圖 3.18	開始模擬.....	34
圖 4.1	NSSW008 光源規格.....	36
圖 4.2	光源 X 軸夾角 $\theta$ .....	37
圖 4.3	導光板之暗區.....	37
圖 4.4	LED 光源之光型.....	38
圖 4.5	LED 光形分佈.....	38
圖 4.6	設計流程圖.....	39
圖 4.7	1/4 面板反射點分佈.....	41
圖 4.8	暗區之判別.....	42
圖 4.9	相同反射點參數設定.....	43
圖 4.10	光源 X 軸夾角 $35^\circ$ .....	44
圖 4.11	9 點測量位置.....	44
圖 4.12	變更反射點參數設定.....	47
圖 4.13	反射點變更後 X 軸夾角 $35^\circ$ .....	49
圖 4.14	六邊形參數.....	50
圖 4.15	多項式矩形參數.....	51
圖 4.16	放射狀參數.....	51
圖 4.17	放射狀分佈之輝度圖.....	52
圖 4.18	光線集中在光源處圖.....	54
圖 4.19	暗區.....	54
圖 4.20	實驗背光模組元件.....	57
圖 4.21	背光模組完成圖.....	58



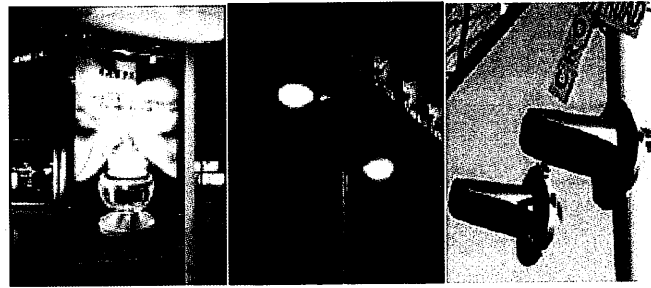
# 第一章 緒論

## 1.1 前言

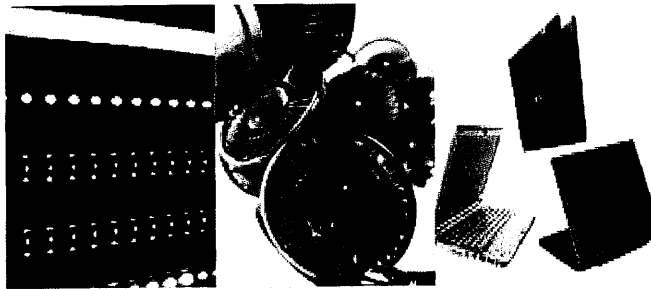
自古以來，人們日昇而耕、日落而休，全依賴陽光的照明，而夜晚則依賴月光的照明，一直到運用了火，生活於是有了重大改變，火的照明不僅僅增加了我們生活空間與活動時間，更是我們生活中不可缺少的能源，光和人類始終保持著密切的關係。19 世紀，偉大的愛迪生先生發明了燈泡，從此照明光源日新月異，到了現代，我們的周遭環境有著各式各樣的照明設備，包含了逐漸普及的 LED。

相較於傳統光源，目前市面上販售許多種類的光源，例如：白熾燈泡、螢光燈、HID 燈泡以及 LED 燈泡，其中，白熾燈泡是採用電阻特性，通電後燈絲白化而產生光線，雖然製造簡單、價格便宜，卻有著發光效率低、輻射熱多，且不耐衝擊等問題；螢光燈利用放電所產生的水銀紫外線，激發螢光體而發出可見光，雖然較為省電且發光效率較佳，卻因含汞及其他廢棄物，容易對環境造成污染之問題；高強度氣體放電燈泡(HID)，燈管內部佈塗石英或鋁，兩端鎢電極打出來的加壓電弧通過燈管後而發出光線，效率高、壽命長、演色性佳，但是如果燈具保養不佳（例如：燈罩破損），則會造成嚴重曬傷和電弧眼的危險。目前較受到注目的 LED 具有發光效率高、壽命長、耐震、耗電量小、輕量等優點，成為兼具省電和環保概念的新光源，是目前光源發展的趨勢。

LED 的應用大致上可以分成六個領域，包括攜帶式產品、車用、照明、顯示看板與背光、指示訊號和其他簡單發光指標的使用，如圖 1.1，其中以背光模組、車用、及照明三個領域運用最多成長最快。



(a) 背光模組 (b) 路燈照明 (c) 指示訊號



(d) 顯示看板 (e) 車用 (f) LED 筆電

圖 1.1 LED 應用

## 1.2 LED 的發展背景與優點

發光二極體 (light emitting diode, LED), 自 1950 年代末發展出來, 1968 年 HP 開始商業化量產, 早期只有單調的暗紅色電子產品指示燈, 直到 1994 年 Nakamura [1] 利用氮化鎵為材料的高亮度藍光 LED 被開發出來之後, 發展出多色彩, 亮度也大幅提高, 光的三原色紅、藍、綠俱全, 以產生白光, 成為新世代的照明。

傳統的 LED 封裝構造如圖 1.2, LED 以環氧樹脂(Epoxy) 封裝, 晶粒尺寸為 0.25 mm ~ 0.35 mm, 封裝後形狀為圓形狀直筒, 工作電流為 20mA, 發光效率約 1 流明, 影響出光量最大原因為晶片大小以及導熱性較差。高功率白光 LED 構造如圖 1.3, 高功率 LED 封裝晶片為則是使用多顆晶粒封裝成一組或是單一個大晶粒封裝, 目前可達到 100 流明以上。

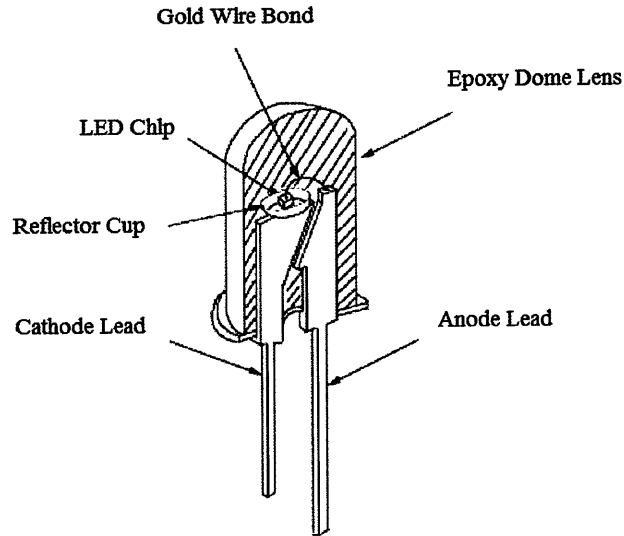


圖 1.2 傳統 LED [2]

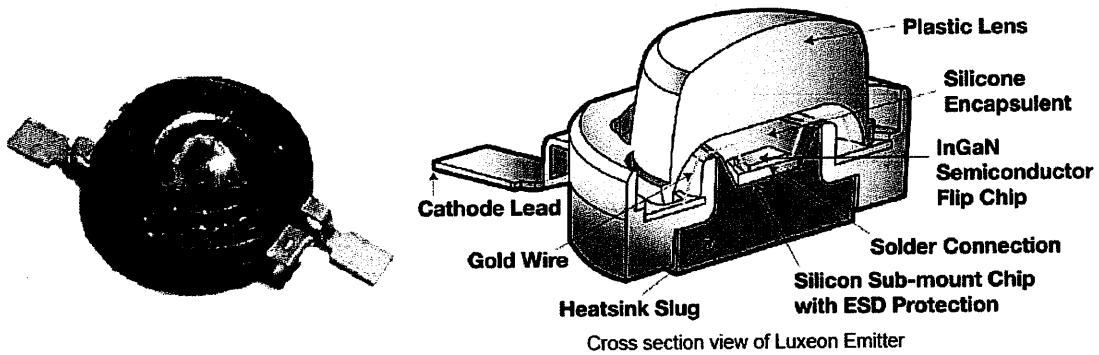


圖 1.3 高功率 LED [2]

LED 背光模組已廣泛應用在手機、PDA、數位相機、筆記型電腦及液晶電視等一些具有成長潛力的電子產品，是因為 LED 具備以下優點：

(1) 光源壽命長

光源壽命是購買照明設備的重點，LED 為固態照明，生命週期可達到 50,000 小時，因此可以省去維修更換。

## (2) 耐震、耐衝擊不易破碎

LED 晶片封裝在環氧樹脂內加以保護，對於擠壓或劇烈震動，有較佳的承受能力。不同的封裝外形讓 LED 有不同的光形，可以根據不同的需求情況，挑選不同特性的 LED。

## (3) 環保特性

傳統的冷陰極管(CCFL) 含有汞，對於環保相當不利；而 LED 有無汞，而且無輻射。

## (4) 切換快速

LED 不需要額外的驅動器等裝置，所以燈泡反應速度快，大約是微秒的等級。

## (5) 指向性佳

傳統光源的光線是四面八方傳遞的球面波，為了將光線照在需要被照射的物體上，必須用二次光學設計來使光線照射到所需要的物體表面上，容易造成了能量上的損失。LED 燈指向性高，可以降低二次光學設計所損失光能，並同時減少光害。

## 1.3 文獻回顧

LED 光形角度是固定的，因此在兩個鄰近 LED 光源處，會發生亮、暗差距很大的現象，這就是導光板的暗區。要消除暗區，有幾個常用的解決方法：

(1) 增加光源數目：

藉提高光源分佈面積以改善暗區，但由於增加光源數量，成本也會跟著增加。

(2) 針對導光板的反射點作設計，改變其結構與分佈：

由於導光板的折射率約為 1.49 大於外界介質空氣，所以光在導光板中容易以全反射方式傳遞。若要使光線穿透出導光板達到照明的目的地，必須在反射點上做變化，破壞光線的全反射，使光可以射出表面。國內在導光板反射點設計的研究頗多，以下提出一些說明供作比較。

方育斌 [3] 提出將導光板分為數個區塊，並利用光學軟體觀察各區塊之反射點均勻性，反射點由光源向遠處逐漸增大，將其擬合成一函數曲線，做自動化的修正 LED 背光模組的平均照度分佈，如圖 1.4。李清祥 [4] 針對液晶螢幕背光模組，以不同背光光源特性的導光板設計非對稱側光背光模組，分析反射點大小對於照度分佈均勻度的影響，如圖 1.5。溫志湧、謝祥暉 [5] 探討背光模組的導光板微結構排列方式及微結構外型，將其分析結果進行光學模擬，與實際成品做比較，驗證其正確性，並研發出新的微結構排列方式及微結構外型，輝度可以比目前微結構排列方式增加 10 倍以上。

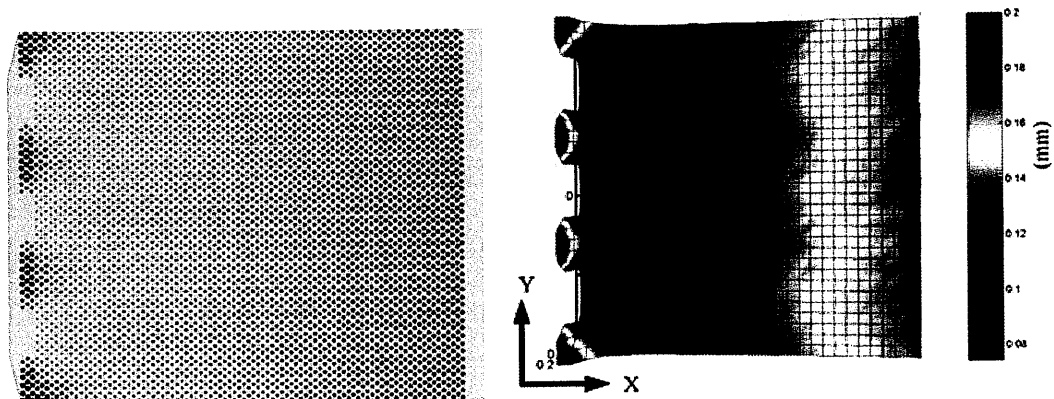


圖 1.4 設計反射點尺寸 [3]

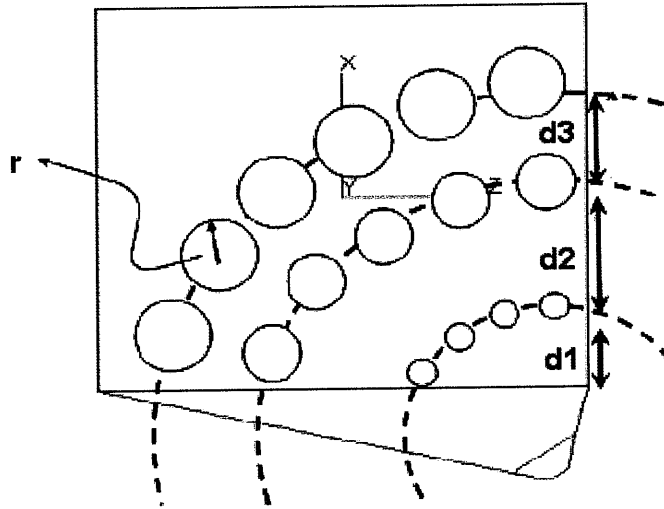


圖 1.5 反射點間距變化 [4]

### (3) 光源反射罩、光源特殊形狀排列設計

林義隆 [6] 以側光式背光模組為架構，為了達到出光面的照度能夠均勻，在橢圓反射罩及反射板改採用鏡面直接反射，對鏡面大小、傾斜角度做分析，結果確定可以利用鏡反射來達到均勻化的設計，此系統更可以運用在複合式反射罩上，如圖 1.6。黃顯川 [7] 將原本發光二極體模擬設計出類似冷陰極管的光線結構，這種方法的缺點是要再額外設計一個發光二極體模擬成線性的光學元件，間接增加背光模組的成本。

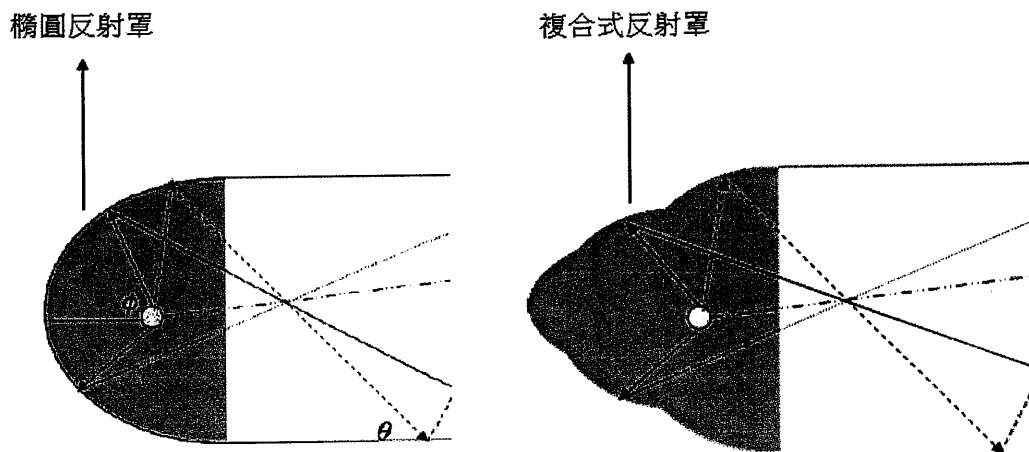


圖 1.6 橢圓反射罩、複合式反射罩 [6]

(4) 利用導光板入光面設計特殊結構，修正光源入射角度與分佈。

鄒明智、韓斌、張力和 [8] 對於中小尺寸背光模組，導光板入光側的研究，利用軟體模擬真實光源，在導光板入光側 V 型溝槽進行設計及反射點做優化。LED 進入導光板的時候會因為折射現象，使發光角度變的狹窄，所以在導光板入光側採用 V-cut 側結構，可以使光源照射範圍變的較廣，如圖 1.7。

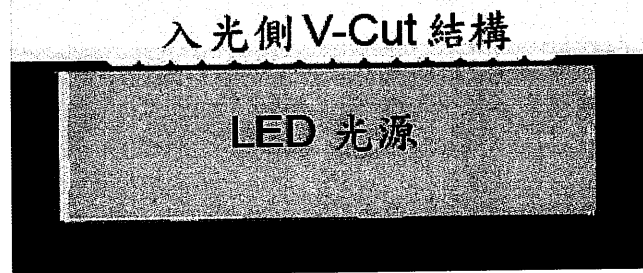


圖 1.7 入光側 V-Cut 結構 [8]

曾國柱 [9] 針對導光板入光面建構各式特殊的幾何形狀之側結構，其中以 V-Cut 與圓柱形狀較為常見。許瑋宗 [10] 在導光板底平面上設計出內凹式 V-Cut 結構之簡化設計，搭配傾斜側結構設計，應用於 7 吋、15 吋和 20 吋側光背光模組以消除暗區，經由均勻度測量可達到 80% 面光源均勻度，如圖 1.8。

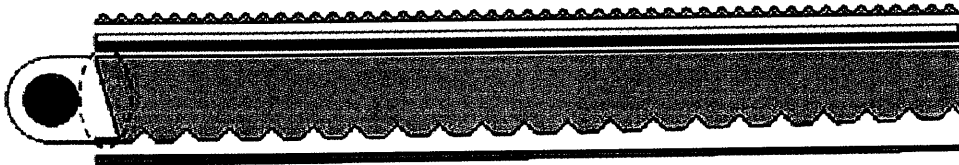


圖 1.8 傾斜側結構設計 [10]

何慶鐘 [11] 設計 V-cut 條紋之構形如圖 1.9，以及增加導光板出射光線之 V-cut 構形如圖 1.10，修正 V-cut 間距獲得較均勻的輝度分佈，此應用在 15 吋

側光式 V-cut 背光模組，可得到 80% 以上的均勻性。

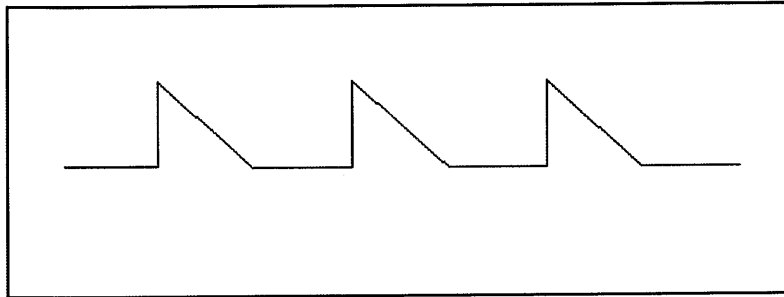


圖 1.9 改良式 V-cut 構形 [11]

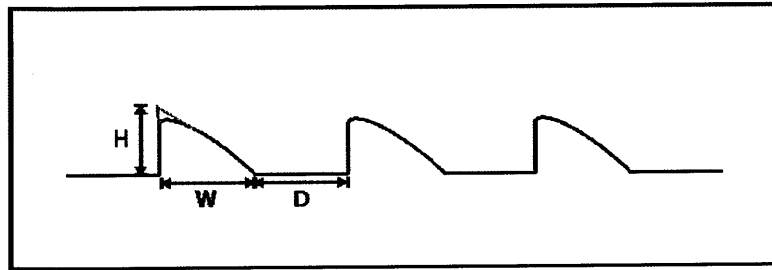


圖 1.10 增加導光板出射光線之 V-cut 構形 [11]

賴俊諺 [12] 提出直下式背光模組擴散片的結構設計，分為四種不同類型的結構 (1) 集中光線結構、(2) 會產生全反射結構、(3) 與 (4) 為避免全反射並提高出光率結構，構造如圖 1.12。

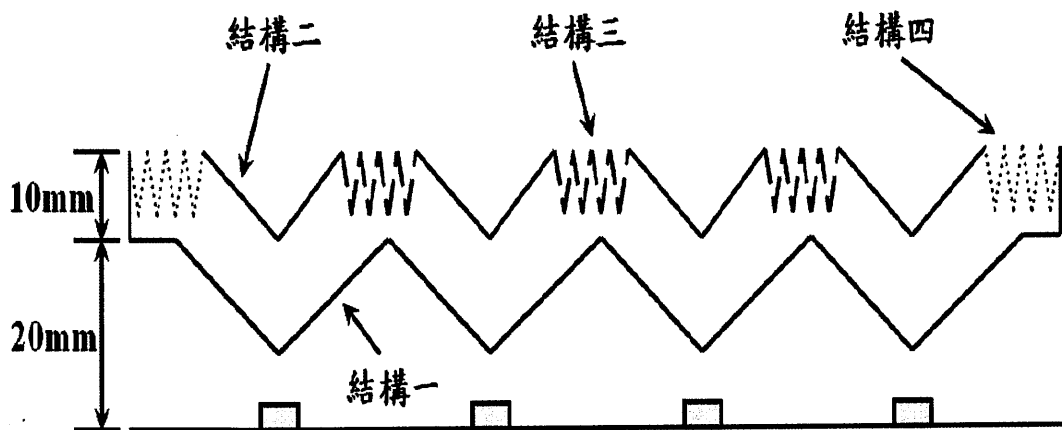


圖 1.11 上擴散片的結構 [12]



## 1.4 研究目的與方法

液晶顯示器並非自發光，必須依賴額外光源作為背光源來達到顯示的功能，為了達到均勻的照度，必須設計導光板內部特徵及結構，提高光的使用效率以獲得較佳的照度均勻性。液晶顯示器主要是由背光模組、膠框、擴散板、擴散片、驅動 IC、印刷電路板、偏光片、TFT 玻璃、液晶、彩色濾光片、水平偏光片所組合起來的如圖 1.12，其中背光模組由光源、導光板、偏光板、擴散片、和外包裝所組成。

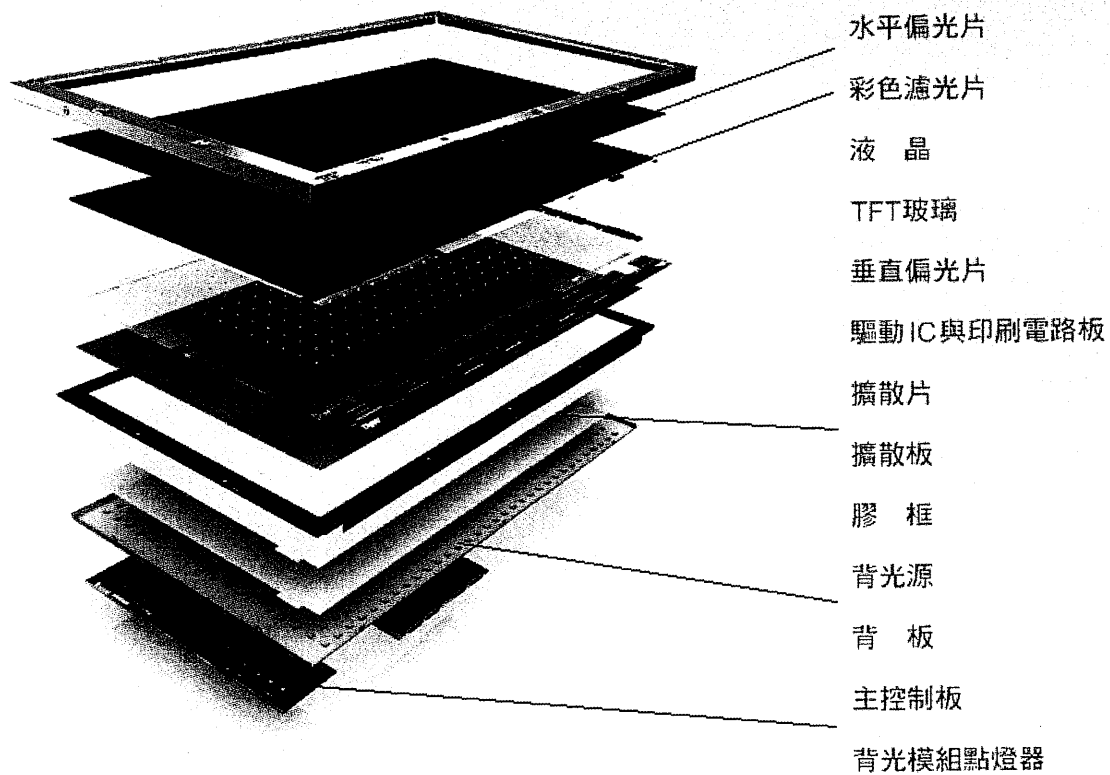


圖 1.12 液晶顯示器零組件 [13]

隨著製造技術的進步，LED 發光效率逐漸提升，白光 LED 已發展至高效率照明光源，而且壽命長、耐震、小型、輕量等優點，成為兼具省電和環保概念的新光源。

## 1.5 論文架構

本研究以高亮度白光 LED 為光源，改變 LED 光源位置，探討照明範圍內的輝度大小與輝度分佈的均勻度，降低光能量損失，決定出最佳的光源位置，搭配二次光學元件設計，改變反射點特徵分佈及大小，設計出較佳的光源配光曲線。本論文分成五章，第一章是緒論，說明研究背景與動機、研究目的、文獻回顧包含消除暗區，常用的解決方法和論文的架構。第二章介紹背光模組基本原理，包含背光模組組成，光學基本原理，包括反射、折射、漫射，以及光度學與輻射度學。第三章以彰化員林中華精工公司所生產的七吋背光模組作為參考，介紹設計流程。第四章是光學設計分析結果與討論，將實驗後的數據與模擬設計結果互相做比較，並說明討論。第五章是本論文之結論。



## 第二章 背光模組與基本原理介紹

### 2.1 背光模組介紹

液晶顯示器廣泛運用在我們日常生活中，包含液晶電視、筆記型電腦、iPod 手機，但由於液晶本身並不能自行產生光，必須仰賴另外的光源來照明，背光模組的功能為提供液晶顯示器之照明，目前它的光源主要分成冷陰極管及發光二極體。

#### 2.1.1 背光模組的種類

背光模組可以依照光源位置分為側光式結構與直下式結構：

##### (1) 側光式結構：

常應用在手機、PDA、筆記型電腦等小尺寸之背光模組，它的優點是厚度薄、攜帶方便；缺點則是亮度低、光照度分佈不均勻，如圖 2.1。

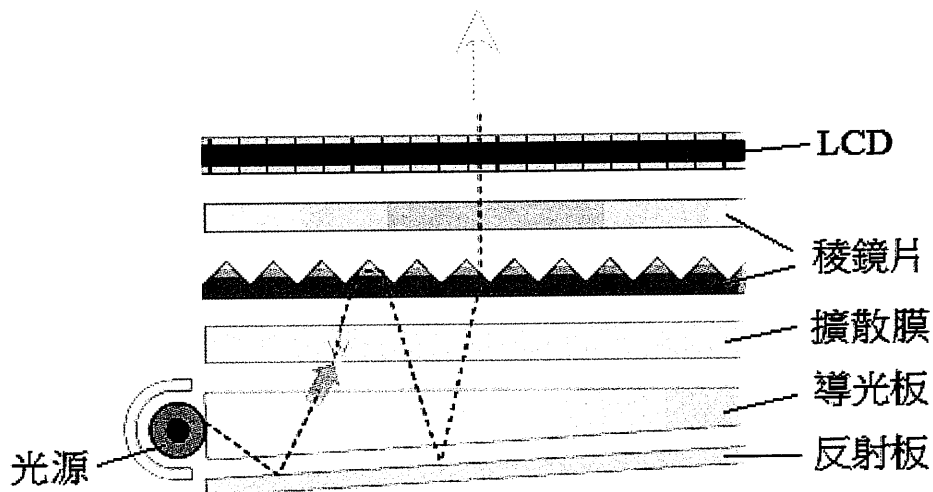


圖 2.1 側光式背光模組 [14]

(2) 直下式結構：

常應用在中、大型尺寸的背光模組，優點為高輝度、有良好的出光角度、光的使用效率高、結構簡單等等；缺點為需要有良好的散熱、消耗電力高，如圖 2.2。

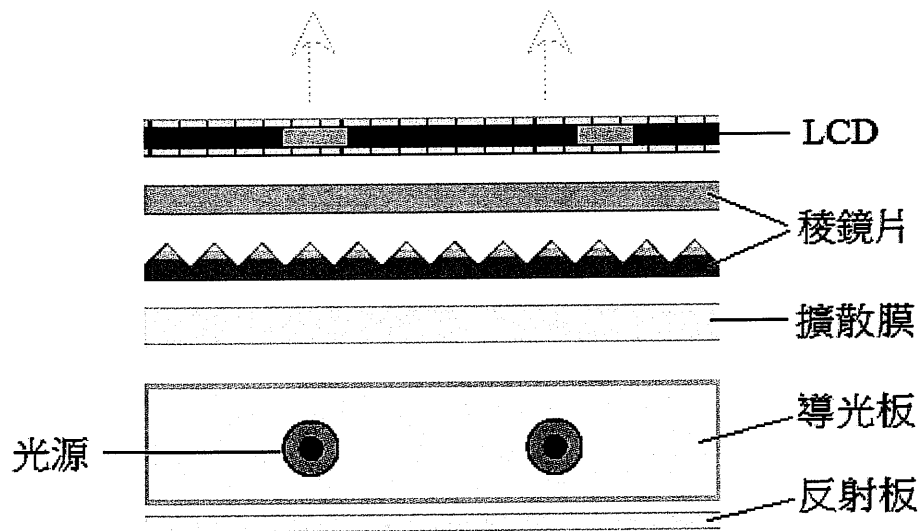


圖 2.2 直下式背光模組 [14]

### 2.1.2 背光模組元件介紹

LED 液晶顯示器的背光模組由 LED、導光板、偏光板、擴散片、反射板和外包裝所組成。

(1) 光源：

傳統光源使用 CCFL，近年來逐漸由 LED 取代 CCFL。

(2) 導光板：

位於反射板上方，導光板的底部會有許多反射點，利用這些反射點將通過導光板的光線能進行反射、折射，形成均勻的面光源，然而設計不同大小、不同形

狀及不同分佈的反射點的目的地是為了讓光線能更均勻的射出導光板，反射點在設計原理上：接近光源處較小也較疏、遠離光源較大也較密，如圖 2.3 (a)。

### (3) 反射板：

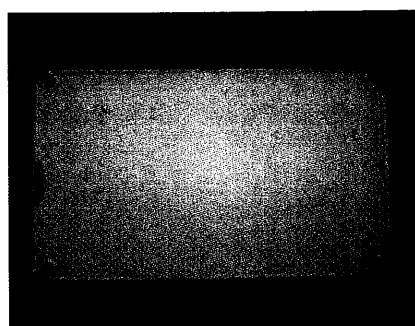
放置在背光模組的最下面，而它的功用是將導光板底部漏掉的光線重新反射回導光板中，以減少光源損失，增加光的使用效率，市面上的技術也有將反射板移除，直接在導光板底部鍍上高反射材料，達到與反射板相同之功能，本研究使用的材料為 PET 具有良好的反射而且製造價格便宜，如圖 2.3 (b)。

### (4) 擴散片：

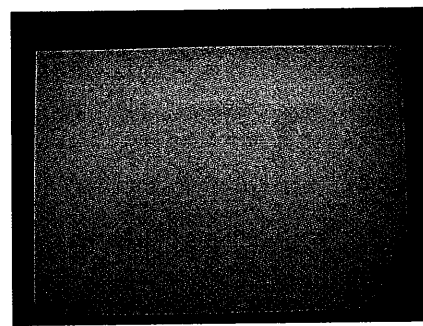
擴散片放置於導光板出光面的上面，如果有兩片，則另一片將放置於稜鏡片上面，使導光板射出的光線產生漫射霧化，使背光模組均勻度可以提高，如圖 2.3 (c)。

### (5) 稜鏡片：

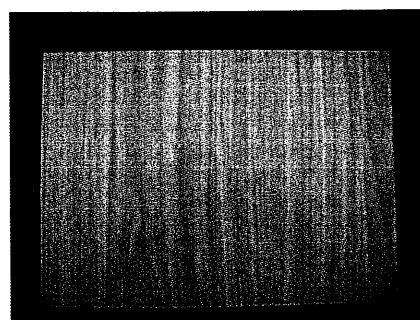
經過擴散片的光，指向性會變的較差，需要稜鏡片來修正光線的方向，以及改變光的折射與反射，增加聚光的效果提高接收面之輝度，如圖 2.3 (d)。本研究採用兩片稜鏡片，如圖 2.4 所示稜鏡片互相垂直。



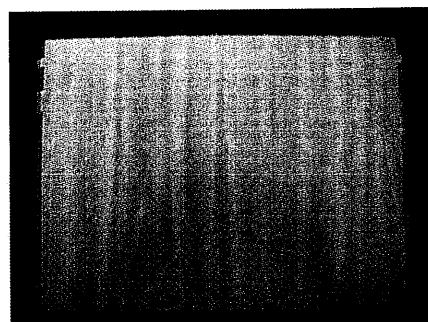
(a) 導光板



(b) 反射板



(c) 擴散片



(d) 稜鏡片

圖 2.3 背光模組元件

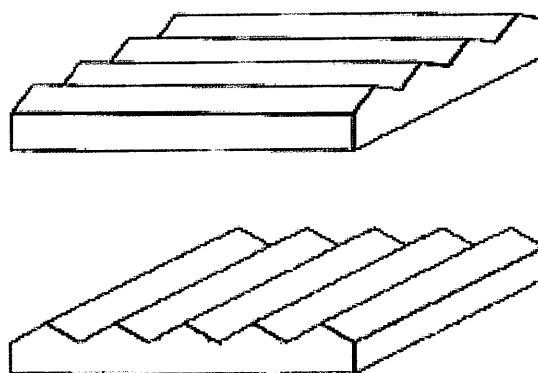


圖 2.4 稜鏡片互相垂直 [15]

## 2.2 光學基本原理

要設計 LED 背光模組，就必需瞭解幾何光學和光度學，以下說明相關的光學定律與光的量度，做為研究的理論基礎。

光是一種能量，幾何光學對光在行進間的行為有三個基本定律：

- (1) 直線傳播：指光在均勻介質中以直線方向傳播。
- (2) 獨立傳播：即兩束光在傳播途中相遇時互不干擾，仍按各自的途徑繼續傳播，而當兩束光會聚於同一點時，在該點上的光能量是簡單的相加。
- (3) 可逆性：即入射光線與反射光線的可交換性，就是在一條光徑的終點，發出反方向的光，此光可沿原路徑回到原來的起點。

### 2.2.1 反射

光在一個介質中行進，遇到另一個介質的時候，會有部分光線反射回原介質，稱為反射，如圖 2.5，我們所看到的物體與物體的形狀，是因為物體反射光到我們的眼睛。如果沒有光，物體就沒辦法反射光，而我們也無法看見物體。

當光線發生反射時，反射光跟入射光和法線都在同一平面上，分居法線兩側，且入射角  $\theta_1$  等於反射角  $\theta_1'$ ，稱為反射定律：

$$\theta_1 = \theta_1' \quad (2.1)$$

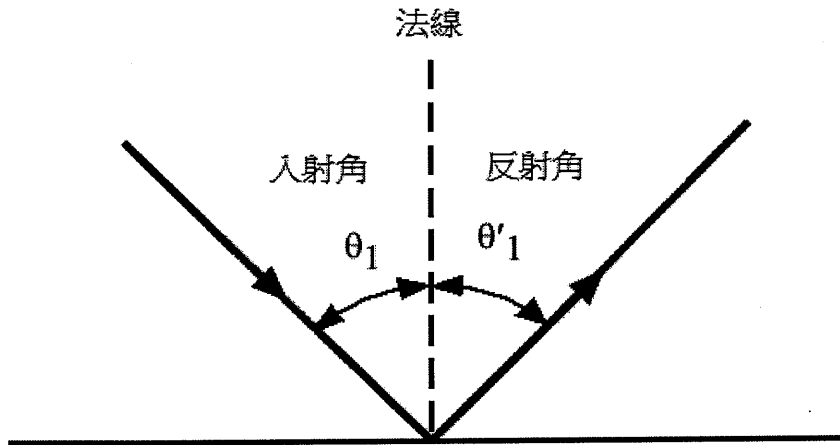
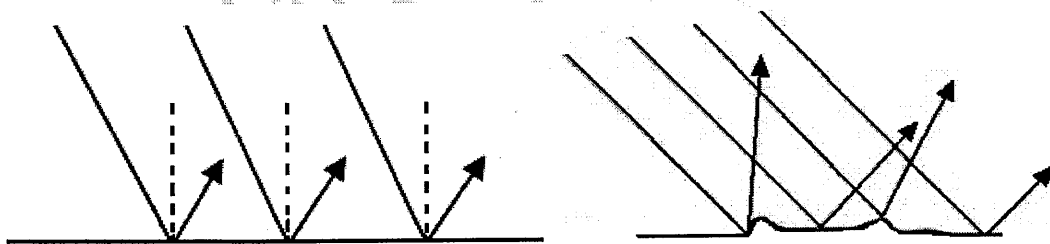


圖 2.5 反射

### 2.2.2 漫射

漫射是光線照在凹凸不平的表面之反射現象。如果是平行光入射到光滑平面，則反射光線也會是平行光，如圖 2.6 (a)；若平行光入射到凹凸不平的表面，各入射光仍遵守反射定律，但整束反射光卻會分散開來，如圖 2.6 (b)。



(a) 光滑平面反射

(b) 粗糙平面反射

圖 2.6 漫射



### 2.2.3 折射

光線傾斜投射到折射率不同的兩個介質的分界面上，其中繼續進入另一個介質的光線之行進方向必將受兩個介質的相對折射率影響而改變，稱為折射。當光線從空氣傳遞到另一介質時，其定義如下：

$$n = \frac{c}{v} \quad (2.2)$$

$n$  是折射率， $c$  是光在空氣中的速率(約為  $3 \times 10^8$  m/s)， $v$  是光在介質中的速率。

折射定律為光線行進入不同介質中，在介面發生行進路線彎折的現象，其與法線的入射角和折射角之餘弦比值應保持固定，如圖 2.7。折射定律必遵守下列原則：

- (1) 入射線、折射線與法線在同一平面裡面。
- (2) 入射線與折射線各在法線的另一側。
- (3) 入射角正弦與折射角餘弦之比，為一個常數，亦即，

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (2.3)$$

其中， $n_1$  是原介質之折射率， $\theta_1$  是入射角之角度， $n_2$  是入射後的介質折射率， $\theta_2$  是折射角之角度。

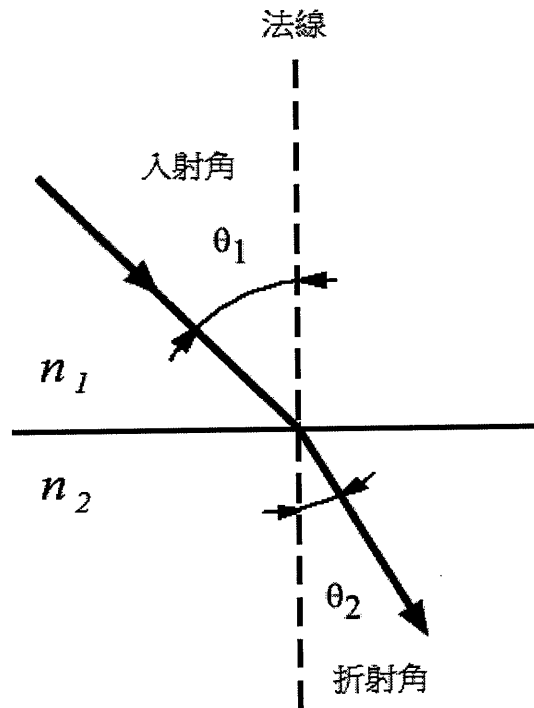


圖 2.7 折射

#### 2.2.4 全反射

光線由高折射率介質進入較低折射率介質，根據折射定律，當入射角越大時，折射角會越偏離法線，因此當入射角增加到一定程度後，折射角度會等於 90 度，即發生全反射現象。本研究導光板材料為 PMMA 材質，折射率 1.49，根據 *snell* 定律，可得到其臨界角  $\theta = 84.3^\circ$ ，根據反射定律，入射角之臨界角必等於反射角之臨界角，所以  $\theta/2 = 42.15^\circ$ ，如圖 2.8 所示。

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right) \quad (2.4)$$

其中， $n_1$  是原介質之折射率， $n_2$  是入射後的介質折射率。

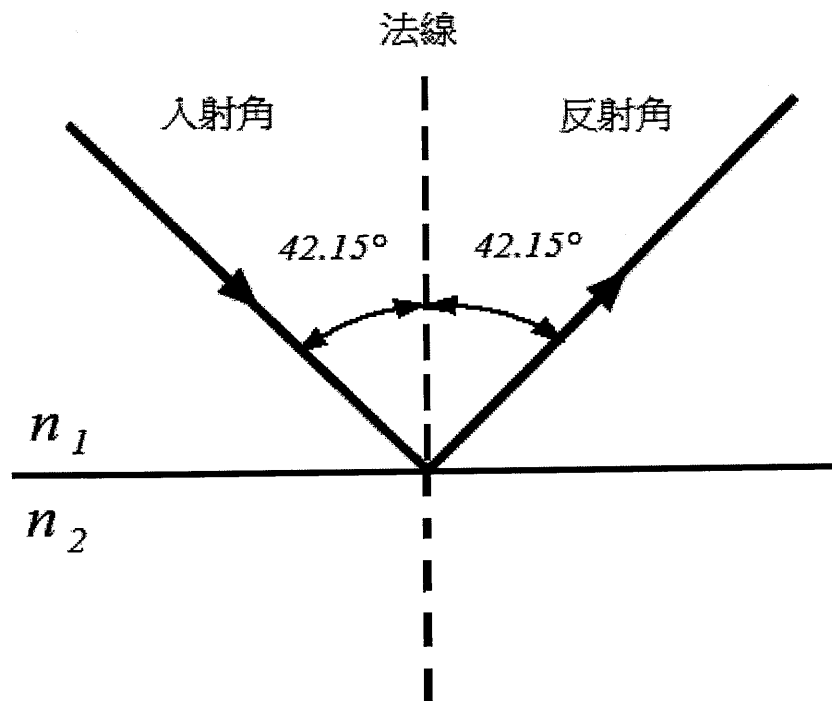


圖 2.8 臨界角



## 2.3 光度學

光度學是指光在進行傳播、反射、折射、吸收和漫射的時候，以科學方式進行量測，針對人的眼睛所接收到光的計量，或是以人的眼睛對光的感知程度去做計算，就稱做光度學，如圖 2.9。常用的光度學包括有光能量、光通量、光強度、照度以及輝度，其定義與單位如表 2.1，輻射度學之定義與單位如表 2.2。

表 2.1 光度學

	計量名詞	符號	單位	簡寫
1	光能量 Luminous Energy	$Q$	流明·秒 (Luminous s·sec)	Lm·s
2	光通量 Luminous Flux	$F$	流明 (Lumen)	lm
3	光強度 Luminous Intensity	$I$	燭光 (Candela)	cd
4	照度 illuminance	$E$	勒克斯 (Lux)	lm/m <sup>2</sup>
5	輝度 luminance	$L$	尼特 (Nit)	cd/m <sup>2</sup>

### 2.3.1 光通量

光通量定義為光源所發出的功率，單位為流明。或是解釋成光在時間單位內所發出的光能量，光所發出的能量以電磁波的形式存在，稱為輻射能量，單位為焦耳( $J$ )，而光源每秒所發出的輻射能，稱為輻射能通量，單位為瓦特( $W$ )。當輻射能通量越大，眼睛的感受會越亮，當輻射能通量發出不同波長，眼睛所感受到的明暗也將不同，因此真正影響眼睛明暗的是輻射能通量與發光效率之乘積。

### 2.3.2 光強度

光強度的定義為在一定的方向內和範圍內，人眼睛所接收到光強弱的物理量。發光強度  $I$  是光源的總光通量從立體角  $\Omega$  所放射出來的光通量  $F$ ，其單位為流明 / 立體角或是燭光。

$$\text{光強度}(I) = \frac{\text{光通量}}{\text{立體角}} = \frac{F}{\Omega} \quad (2.2)$$

### 2.3.3 照度

光源照射在一定距離的表面時，其表面的單位面積上所接受的光通量，稱為照度，單位為流明 / 米平方或是勒克斯。在光學分析軟體中會建立一個感測平面當作被照物體，檢測照度數值。照度  $E$  為光通量  $F$  與被照面  $A$  的比值。

$$\text{照度}(E) = \frac{\text{光通量}}{\text{面積}} = \frac{F}{A} \quad (2.3)$$

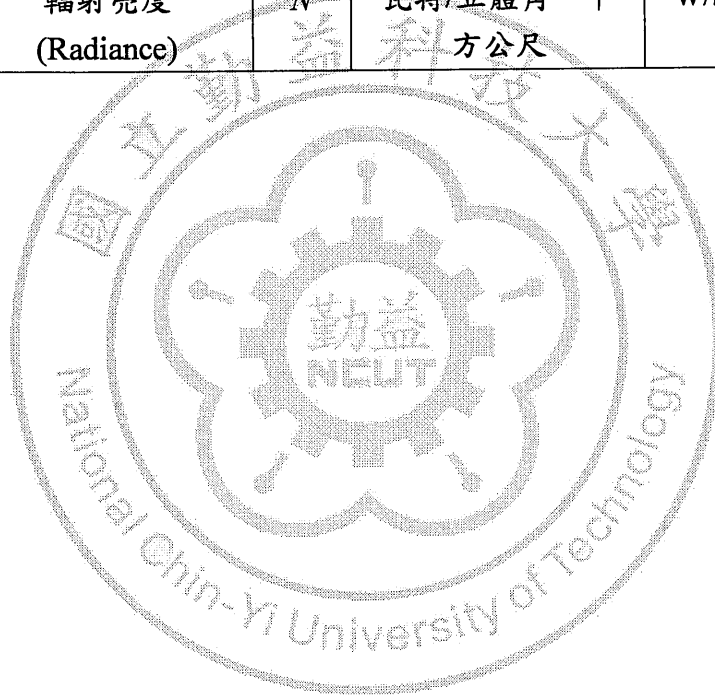
### 2.3.4 輝度

輝度是指眼睛注視的某光源體或被照射的物品單位面積所呈現的光亮程度，亮度是眼睛對環境亮暗的主觀感覺，是一種透過感知而無法測得的物理量，而輝度是由儀器所測得的物理量。其單位為流明 / (米平方·立體角)。

$$\text{輝度}(L) = \frac{\text{光強度}}{\text{面積}} = \frac{I}{A} \quad (2.4)$$

表 2.2 輻射度學

	計量名詞	符號	單位	簡寫
1	輻射能量 (Radiant Energy)	$U_e$	焦耳	$J$ , $kg \cdot m^2/s^2$
2	輻射能通量 (Radiant Flux)	$P$	瓦特(Watt)	W
3	輻射強度 (Radiant Intensity)	$J$	瓦特/立體角	W/sr
4	輻射照度 (Irradiance)	$H$	瓦特/平方公尺	$W/m^2$
5	輻射亮度 (Radiance)	$N$	瓦特/立體角·平 方公尺	$W/sr \cdot m^2$



## 第三章 側光式背光模組之模擬

### 3.1 軟體操作過程

1. 開啟 LightTools 軟體
2. 從檔案中開啟 3D 模型設計 (檔案(F)→新增模型→三維設計) 如圖 3.1。

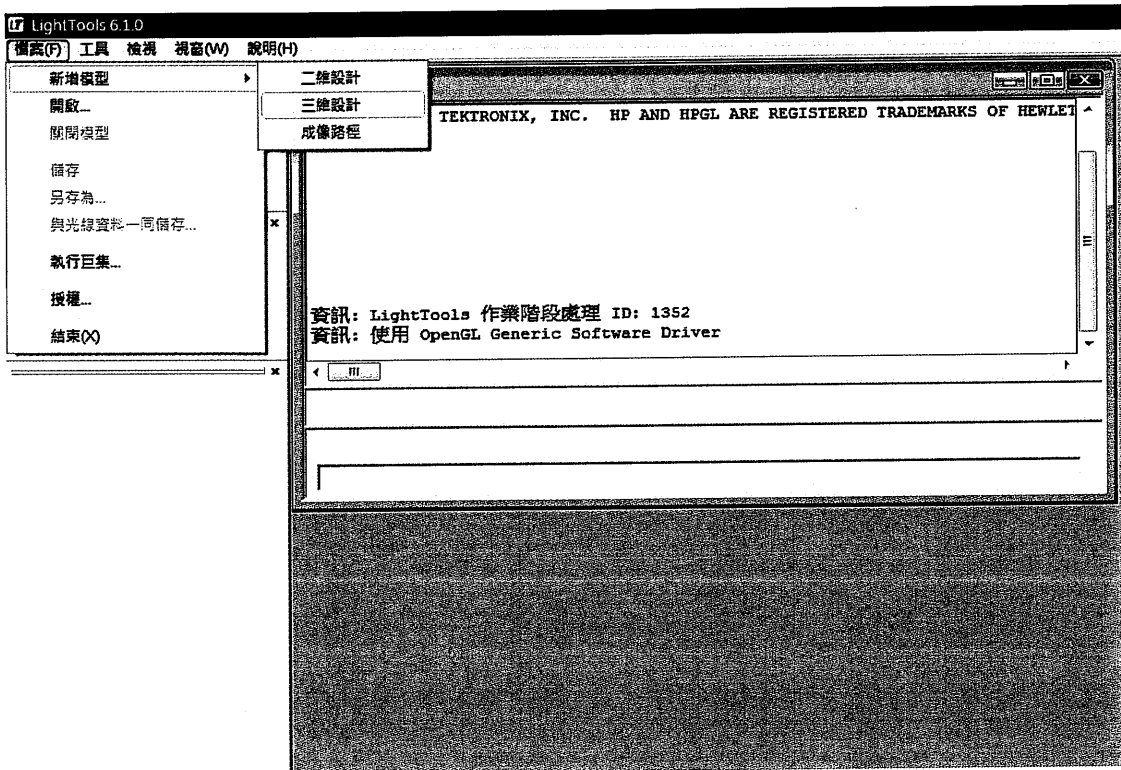



圖 3.1 開啟畫面

3. 在設計界面上選擇單一視角視圖 (  ) 如圖 3.2。

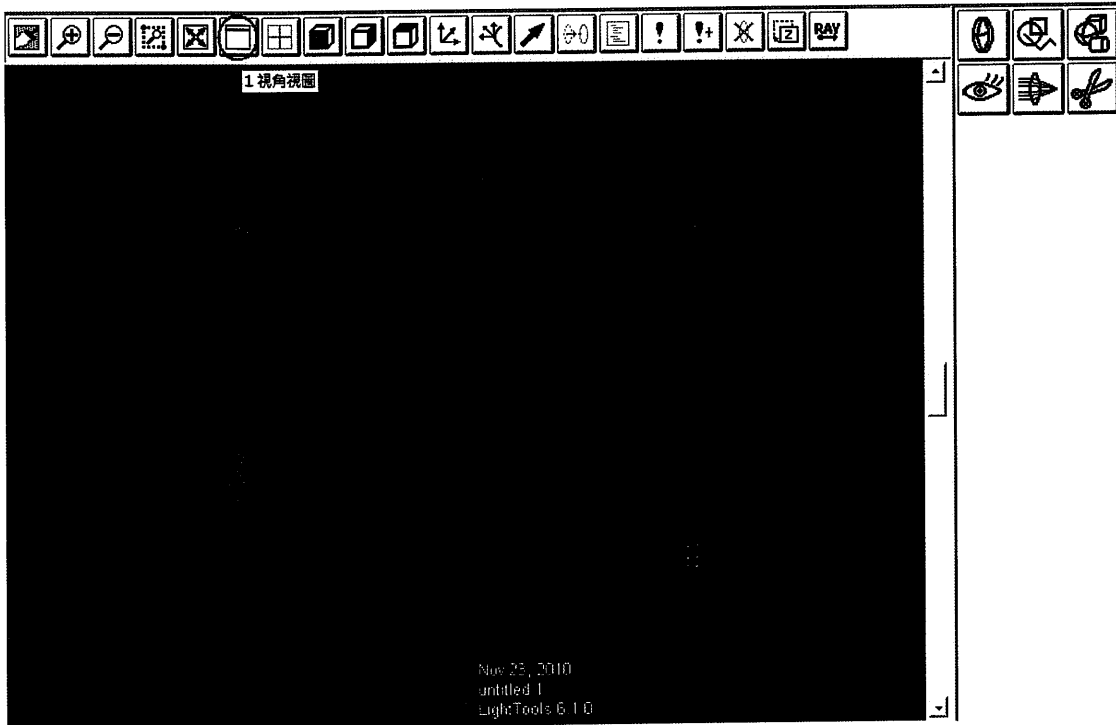


圖 3.2 選擇視角

4. 點選工具選項，在點擊工具資料庫。
5. 打開 Geometry，選擇 Backlights，按下 Run Application 會顯示出圖表，可以設定包含增亮膜，擴散片，反射片以及模組本身的尺寸、反射量、吸收量，如圖 3.3。



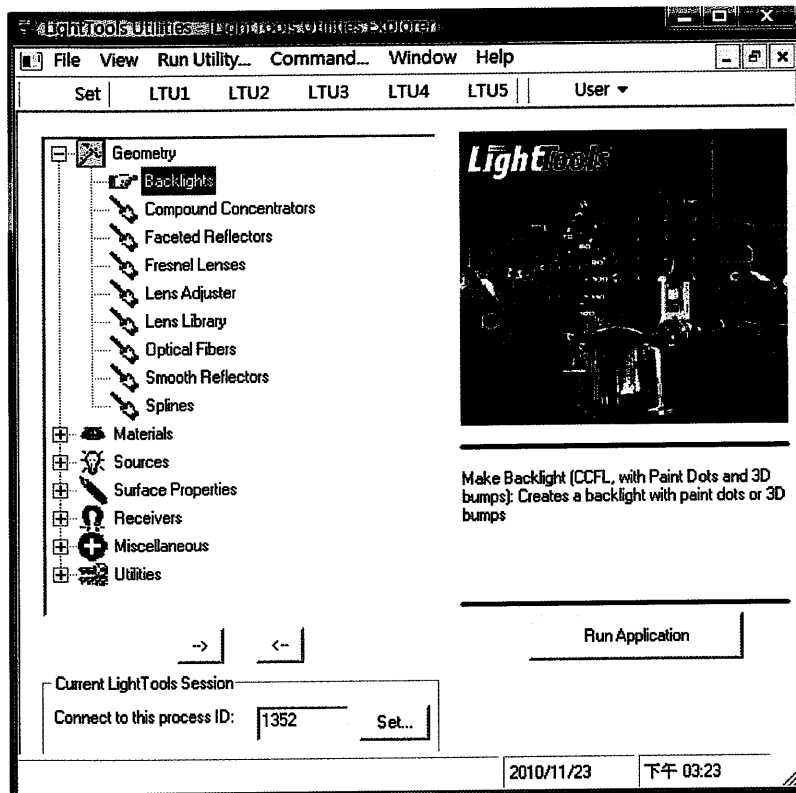


圖 3.3 工具資料庫

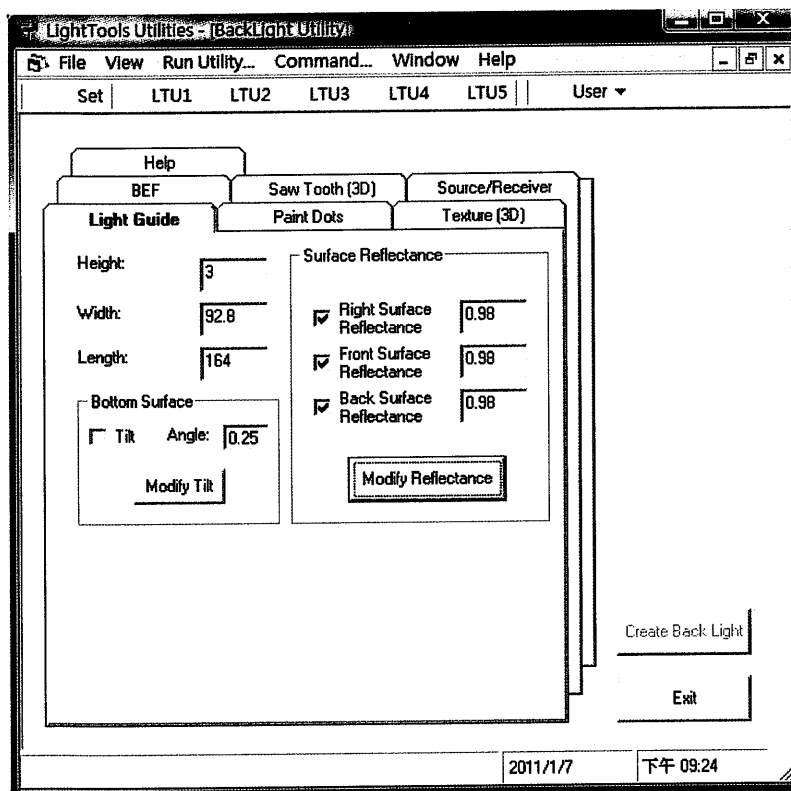


圖 3.4 導光板參數設定



稜鏡單格輪廓

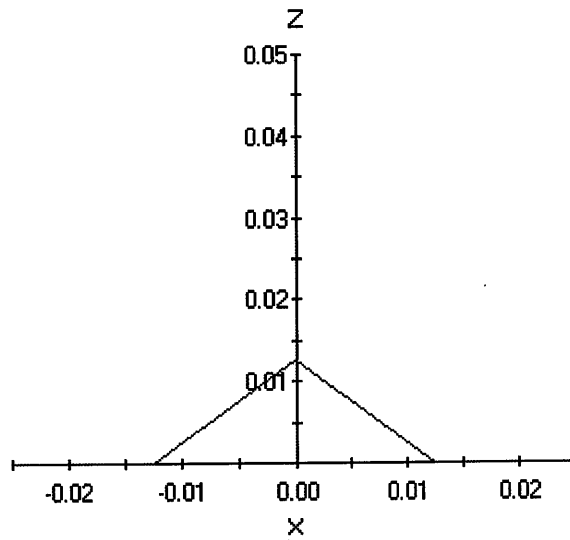


圖 3.7 BEF 輪廓

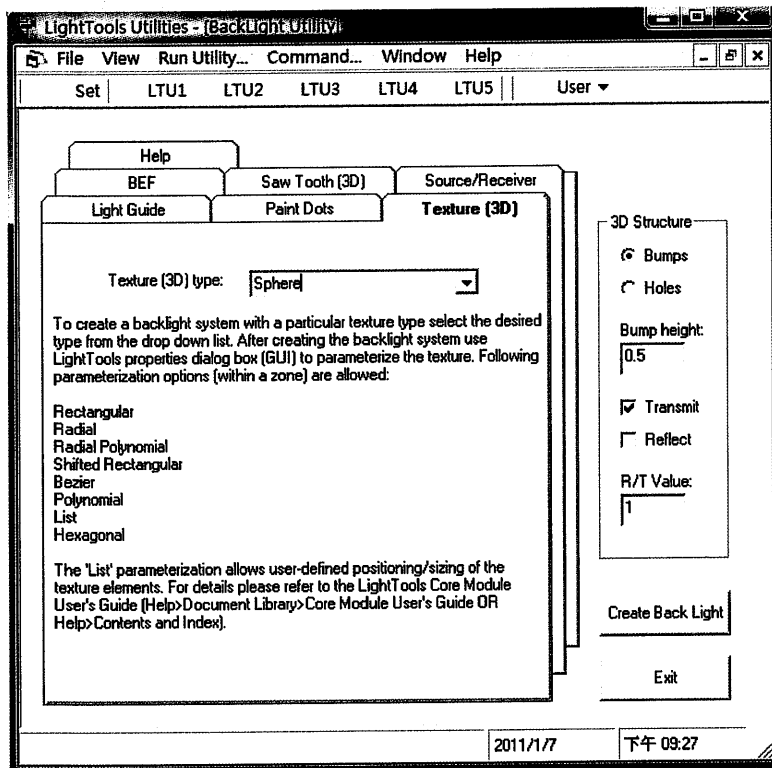


圖 3.8 反射點參數設定

6. Light Guide 的參數上，設定所要面板的長度為 164 mm、寬度 92.8 mm 及高度 3 mm，如圖 3.4。
7. BEF 參數設定上，稜鏡寬度 0.025mm、稜鏡間距 0.025 mm，稜鏡角度 45，設定為 2 層，長度 164 mm，寬度 92.8 mm，厚度 0.125 mm，如圖 3.5、圖 3.6、圖 3.7。
8. 而反射點特徵上則選擇圓型球狀，如圖 3.8。

表 3.1 模擬之參數

光學元件	長	寬	厚	註
導光板	164 mm	92.8 mm	3 mm	材料 PMMA。
擴散片	164 mm	92.8 mm	0.125 mm	菲涅耳耗損
稜鏡片	164 mm	92.8 mm	0.125 mm	菲涅耳耗損
反射板	164 mm	92.8 mm	0.375 mm	反射率 98%
外殼	208 mm	136 mm	前板 6 mm	材料 PMMA。

9. 將所要的參數設定完成後，點取畫面右下的 Create Backlight，就會開始產生模型，並且出現一個視窗選擇光源檔(檔名為.ent)，打開 LightTools 資料夾，選取 LampReflectorSystem.1.ent，就會產生 Backlight 的預設參數，如圖 3.9、3.10。

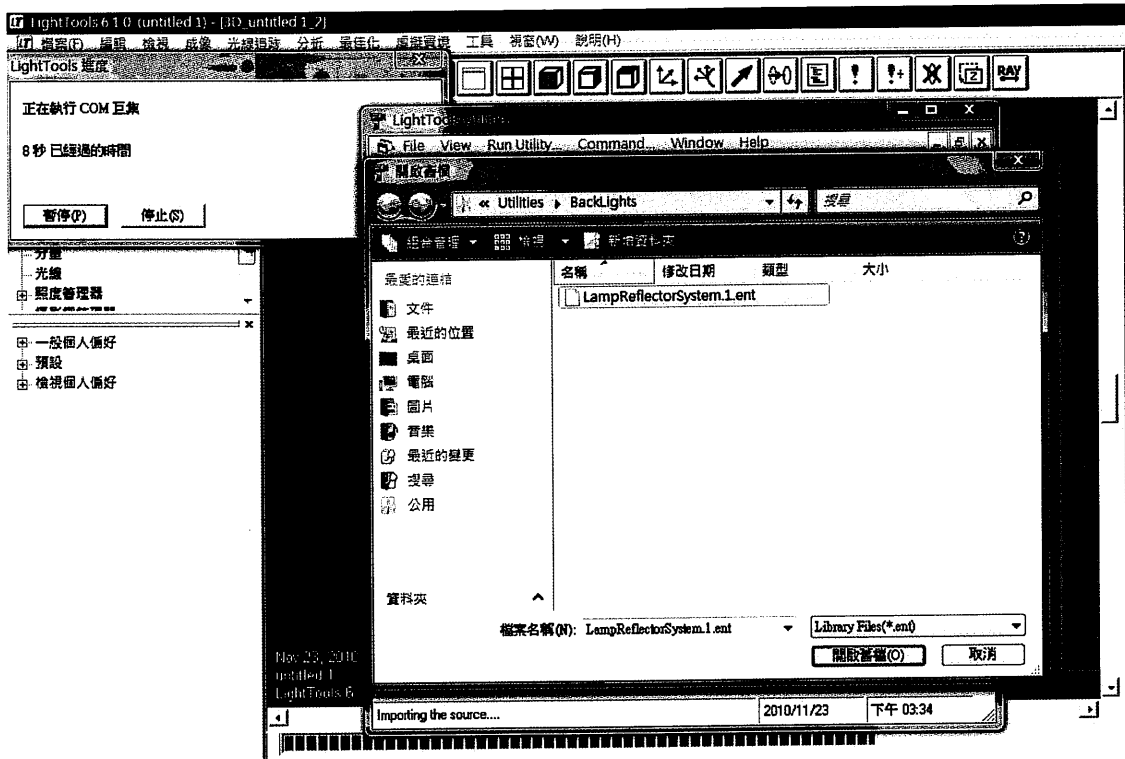


圖 3.9 選用內建基礎光源

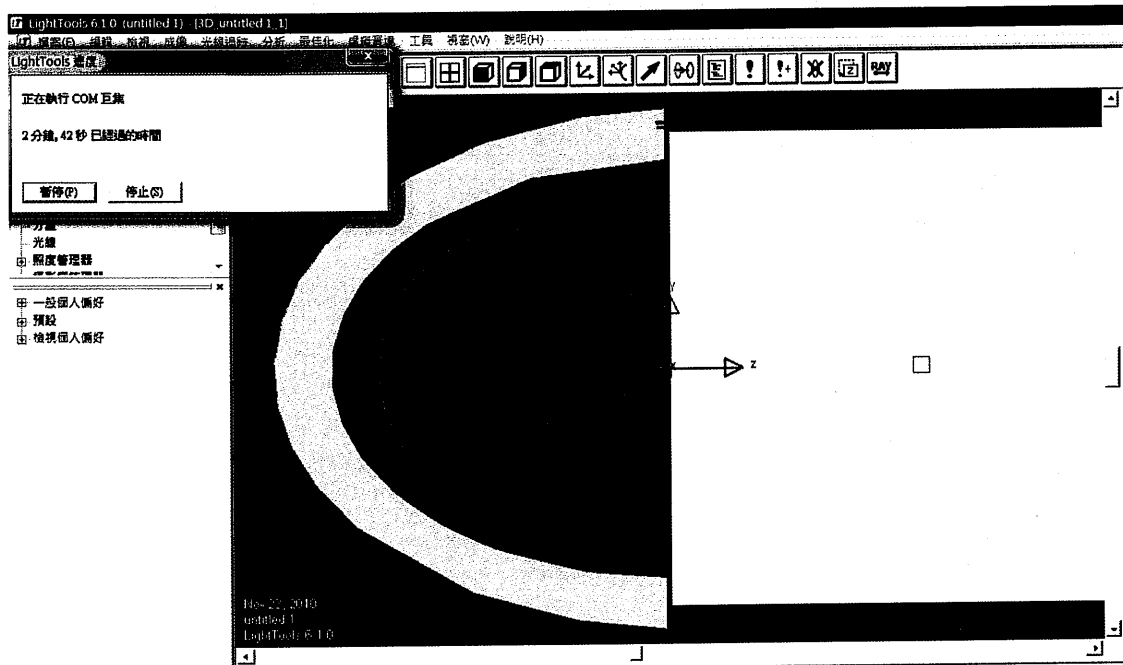


圖 3.10 製作模型

10. LightTools 預設參數是 CCFL 光源，所以這裡將 CCFL 光源刪除，再使用光源資料庫來建立 LED 光源。

11. 對著模型按右鍵，選擇 (檢視個人偏好)，接著在 (可見性) 的選項中將顯示特性區域打勾 (☑顯示特性區域(Z))。就能顯示出增亮膜以及反射點的圖示，如圖 3.11、3.12。

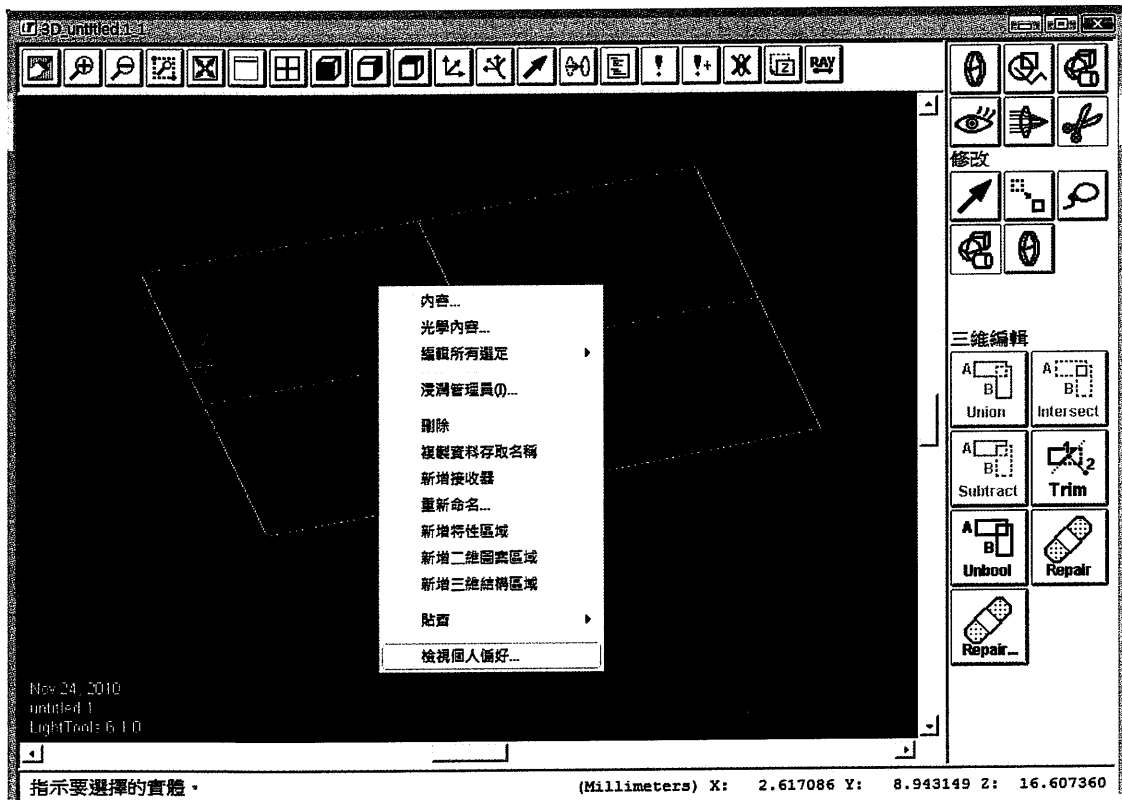


圖 3.11 設定模型顯示型態

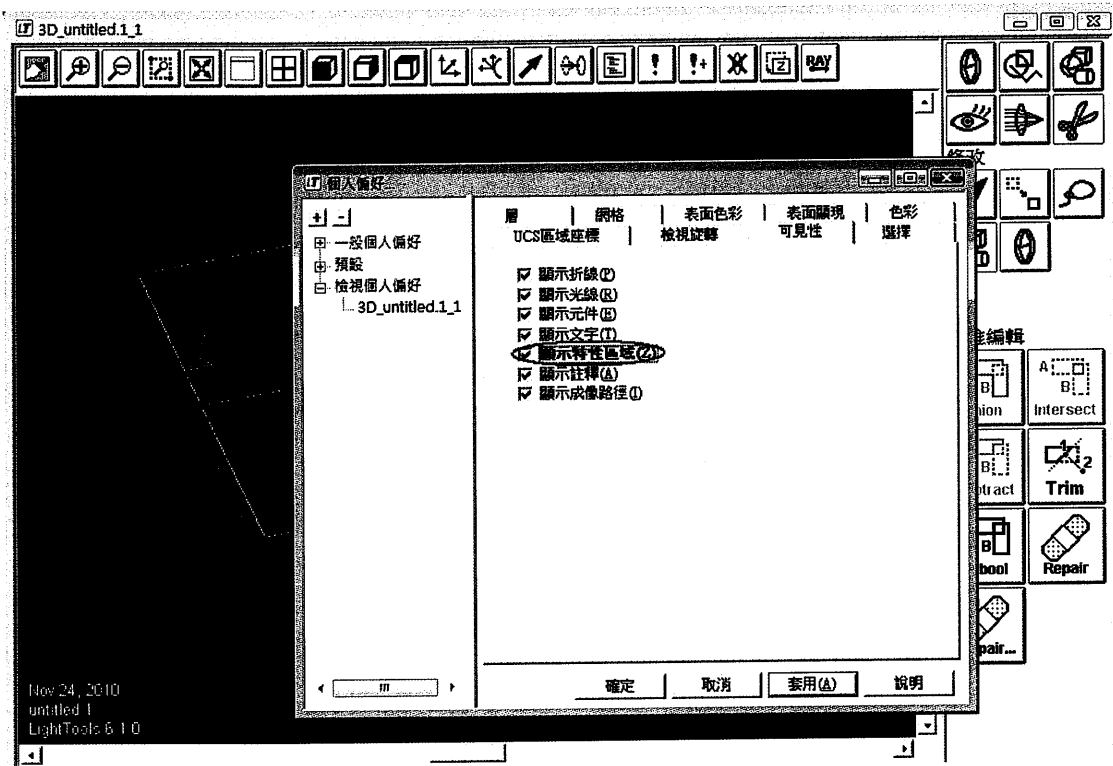


圖 3.12 選擇顯示特性

12. 修改模型外觀，在工具列上選擇裁剪，選擇 (TrimSolid Trim)，對著四個角落擷取小三角形，為放置 LED 光源位置，如圖 3.13。

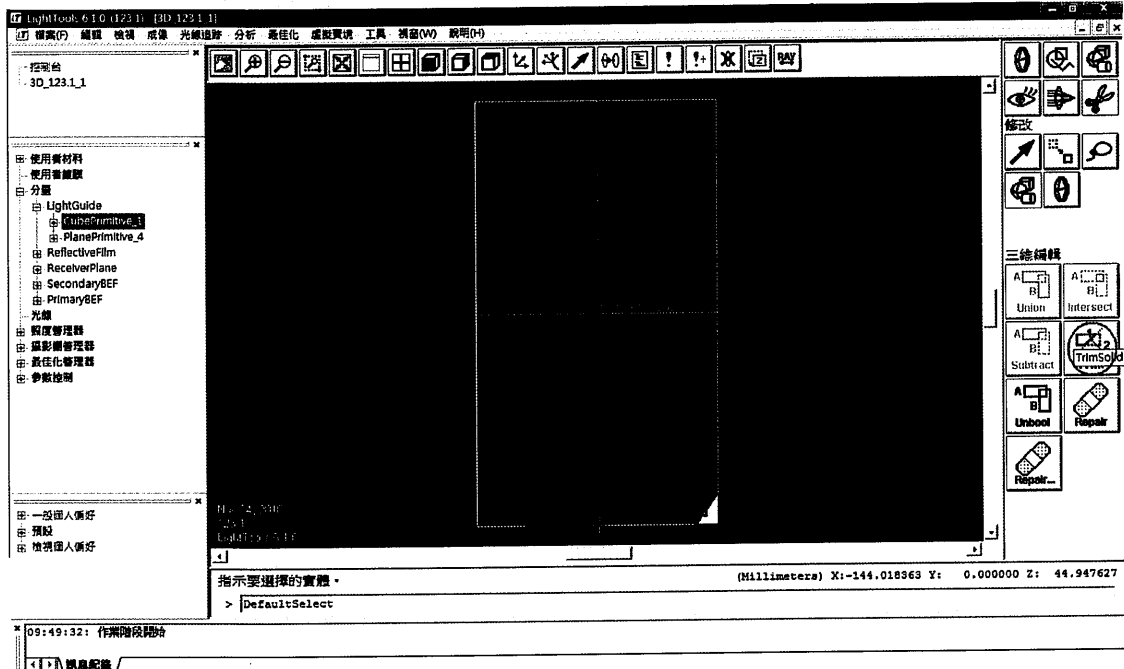


圖 3.13 裁剪導光板

13. 打開 (工具), 選擇 (光源資料庫), 選擇所需要的 LED 再點擊 Load 產生 LED 光源, 如圖 3.14、3.15。

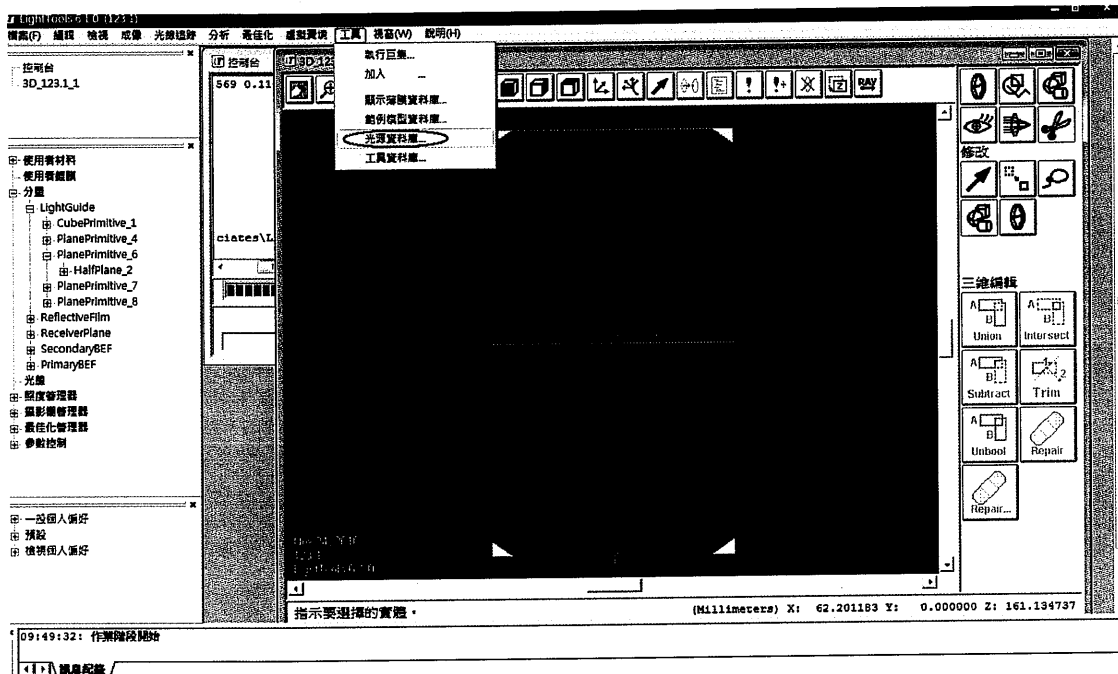


圖 3.14 光源資料庫

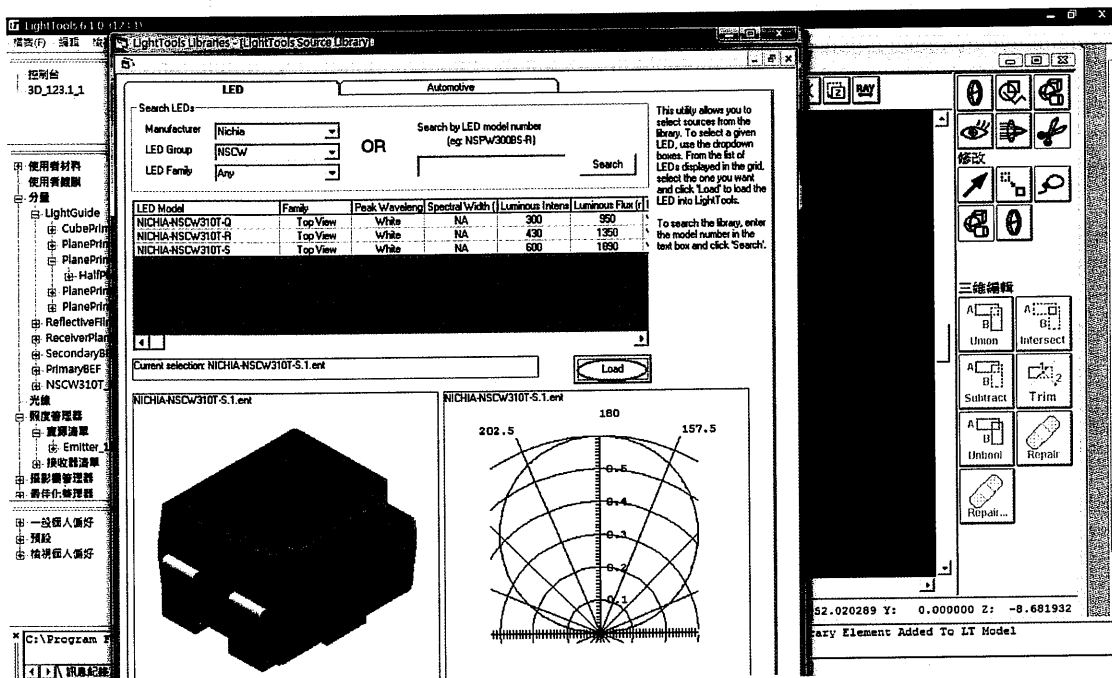


圖 3.15 選擇 LED

14. 在產生出來的 LED 按右鍵→內容修改所需要的流明數或瓦特數, 並且設定其座標以及角度。



15. 在點選 (ReceiverPlane) → (內容) 設定接收面的距離，還有所要模擬的數據打勾，包含 (照度、輝度、光欄)，如圖 3.16。

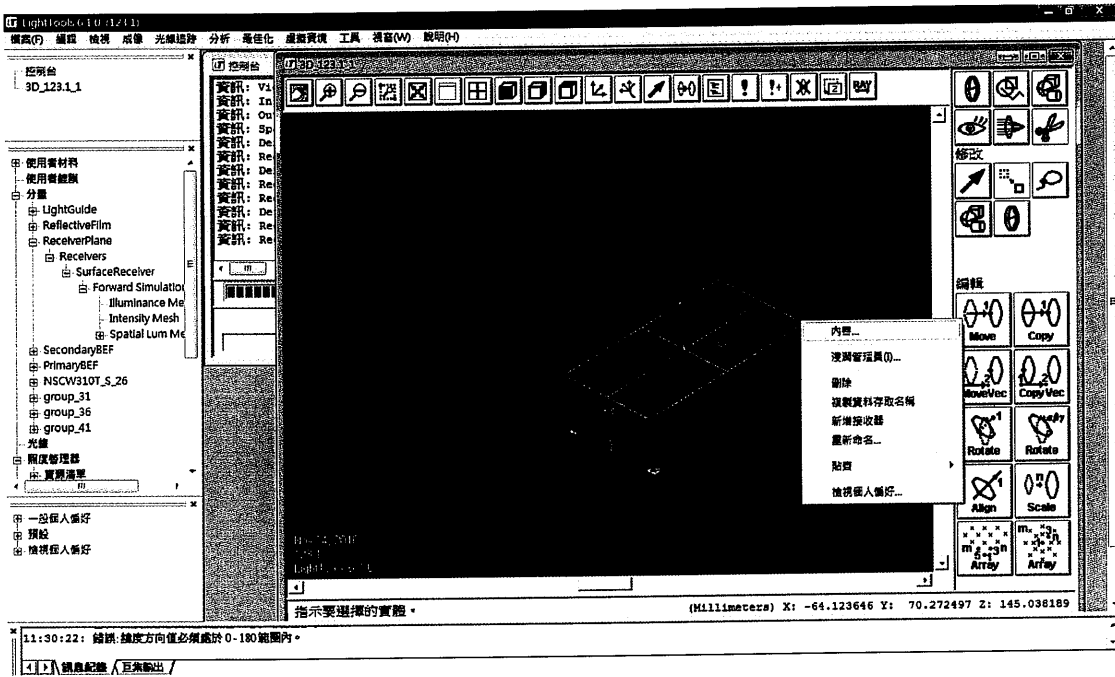


圖 3.16 建立接收面

16. 點選模型右鍵 → (LightGuide) → (BottomSurface) → (Texture) 設定反射點參數。

17. 選取 (光線追跡) → (Simulation Input) 設定所需要光線數量，也可以選擇觀測光線的行進圖，如圖 3.17、3.18。

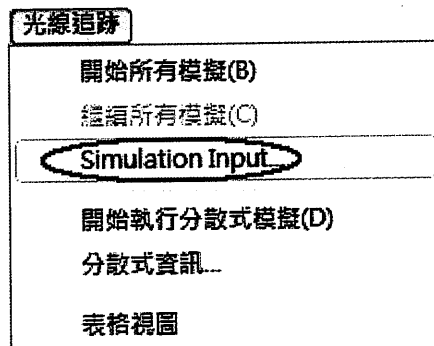


圖 3.17 設定模擬內容

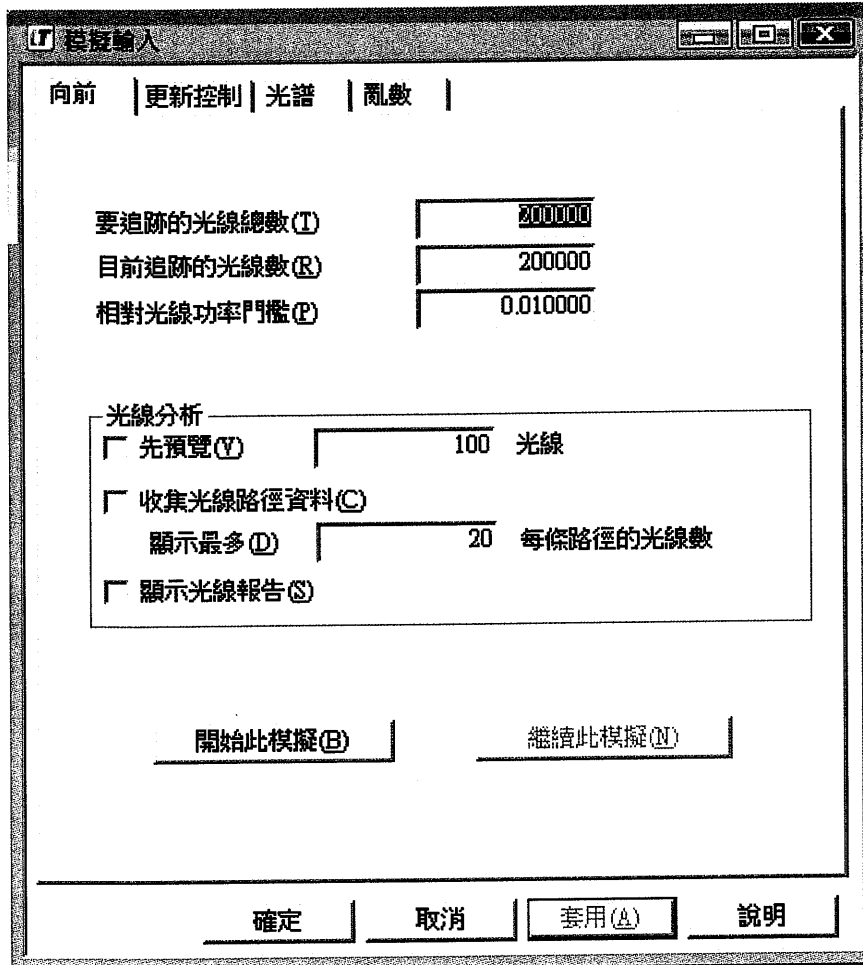


圖 3.18 開始模擬

## 第四章 LED 側光式背光模組設計

### 4.1 前言

本研究使用光學軟體 LightTools 來做設計，目標為設計出能消除暗區並且符合綠色節能的背光模組。前面所提到的文獻中有著許多對於消除面板暗區的設計，而本論文以 LED 光源角度設計及反射點密度、大小做為探討的目標。

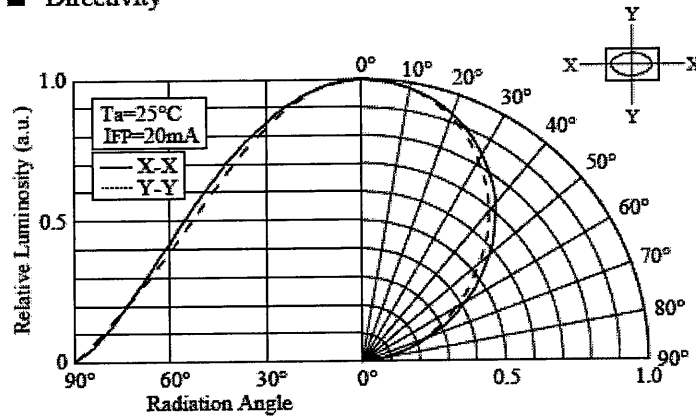
近年來由於環保意識抬頭和政府提倡綠色能源，傳統的 LCD 面板逐漸從 CCFL 光源改用環保、省電、體積小的 LED 光源。本研究提出中尺寸 LED 液晶顯示器的背光模組新架構，在 LED 背光模組的結構上改使用對角式側光光源，利用 LightTools 光學軟體設計圓型特徵的反射點，並調整光源角度、反射點排列密度及大小，模擬 LED 背光模組，分析背光模組的輝度均勻性。

### 4.2 七吋背光模組分析

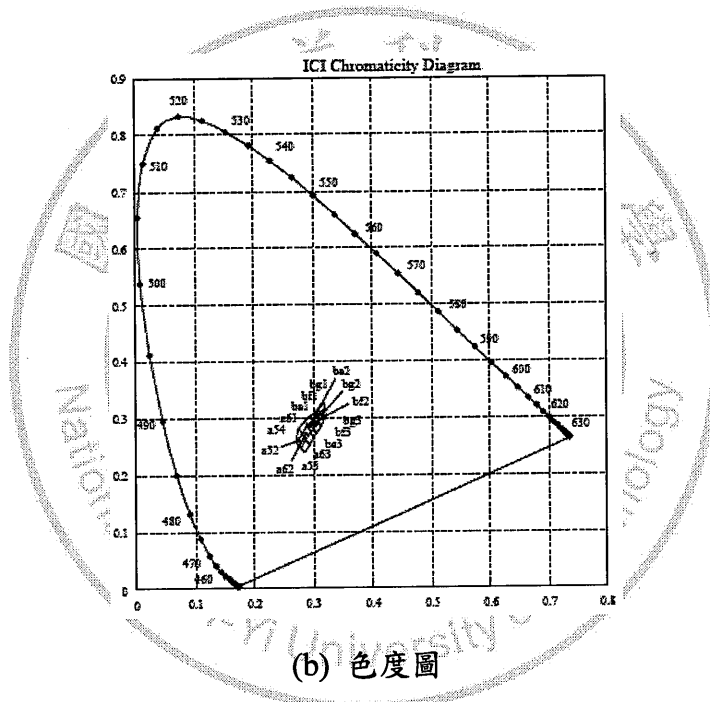
本研究參考中華精工光電公司所生產的七吋背光模組，導光板長度為 164 mm、寬度 92.8 mm、高 3 mm，材料為 PMMA，折射率 1.49。導光板背面使用圓形上凸特徵作為反射點設計，光學元件包含 LED 光源、反射板、稜鏡片與擴散片。

本研究利用 LightTools 光學軟體分析，背光模組由上而下依序為：上擴散膜、上稜鏡片、下稜鏡片、下擴散膜、導光板及反射板。光源使用四顆日亞化 LED，型號為 NSSW008，光源規格如圖 4.1。上下擴散膜厚度為 0.156 mm，兩層稜鏡片方向互相垂直，厚度為 0.156 mm，並利用九點測量法分析其輝度。

■ Directivity



(a) 光型圖



(b) 色度圖

圖 4.1 NSSW008 光源規格

### 4.3 背光模組設計

本研究採用七吋背光模組之顯示器為研究對象，以 16:9 顯示器對角線夾角  $29.4^\circ$  為參考，設計光源 X 軸夾角  $\theta$ ，如圖 4.2 所示。

研究包含供求兩個重點：在供應部分，目前高功率 LED 發光效率逐年不斷提升，本研究將減少 LED 光源數量。透過光學軟體，期望維持所需之照度，改

善整體的光源使用效率，對於降低 LED 背光模組所需之電力有很大的改善。在需求部分則是針對 LED 導光板，改變導光板內部的反射點的密度、分佈與特徵形狀，使接收面之輝度能更均勻，得到高輝度與高均勻性的平面顯示器。

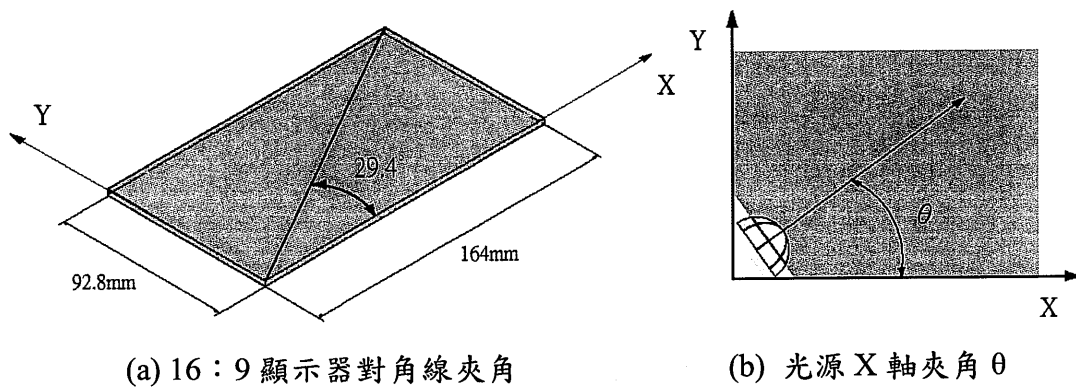


圖 4.2 光源 X 軸夾角  $\theta$

LED 光型角度有限，在兩個鄰近 LED 光源的平面，會發生亮暗差距很大的現象，這就是導光板的暗區，如圖 4.3。

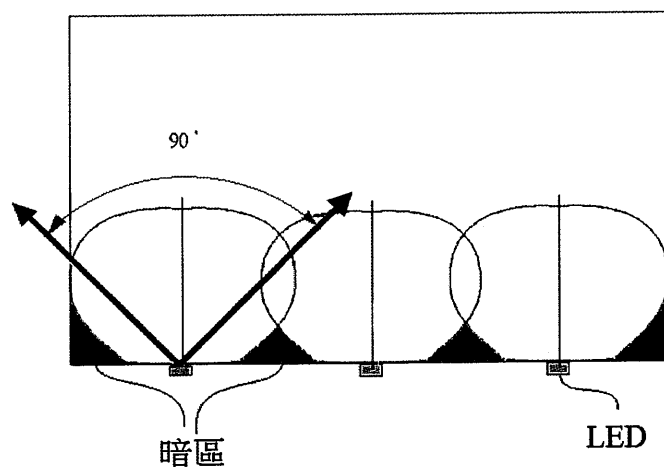


圖 4.3 導光板之暗區

因為 LED 具有指向性，搭配光源射出角度分佈於  $90^\circ$ ，如圖 4.4，對角式設計能涵蓋較完整的角度之面板面積，以消除暗區，並且減少光源數量，達到省能的目地，如圖 4.5。

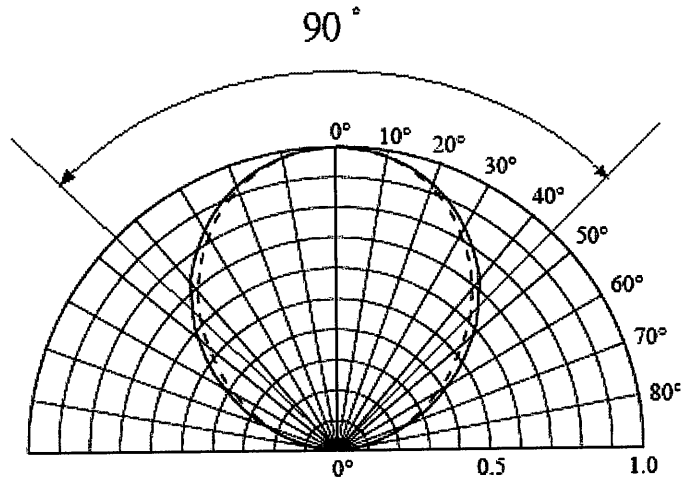
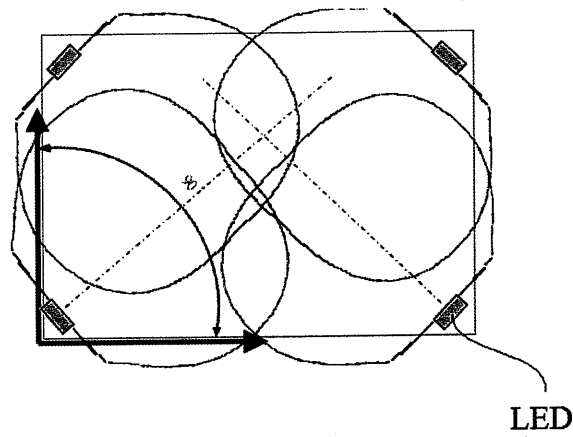
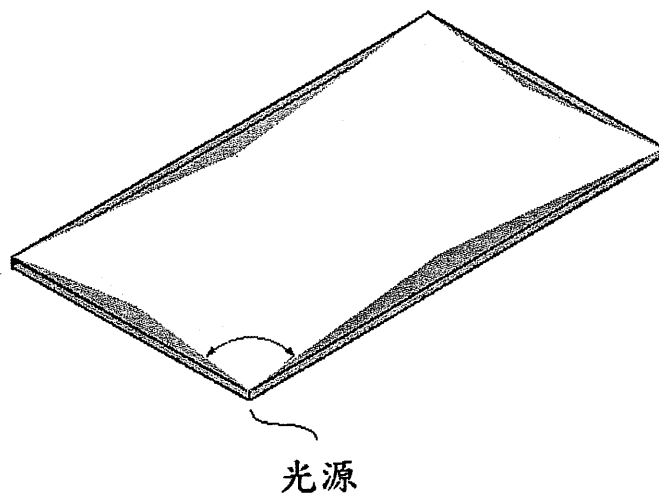


圖 4.4 LED 光源之光型



(a) LED 光型覆蓋形狀



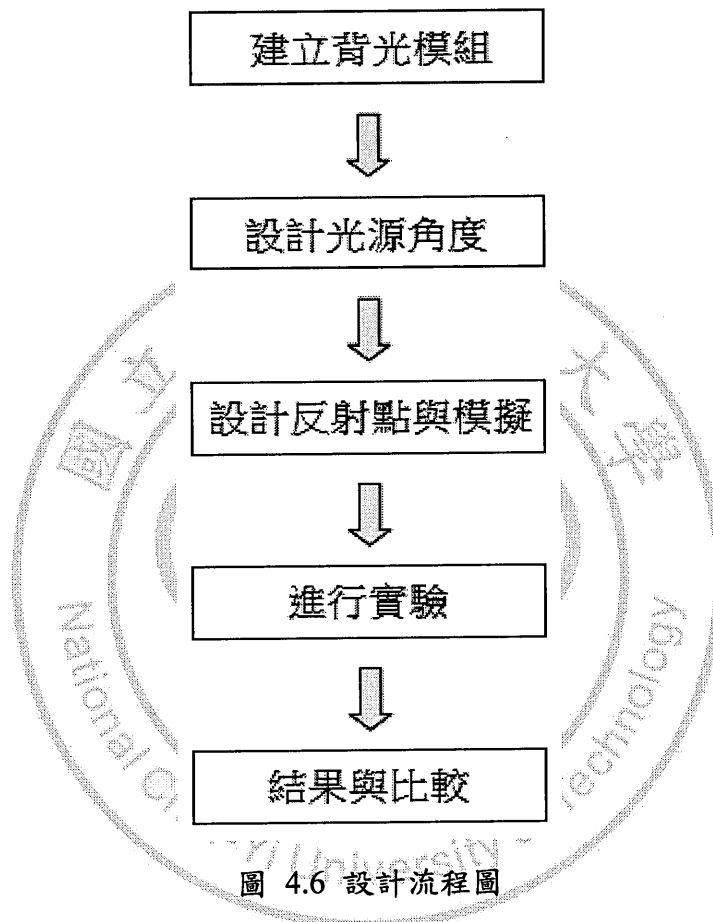
(b) 黃色區塊為對角光源涵蓋之面積

圖 4.5 LED 光形分佈

#### 4.4 設計流程

經由光學理論加上利用光學軟體設計，期許能使面板照度均勻化，設計流程

如圖 4.6



LED 側光光源容易造成亮度不均，而形成暗區，必須在導光板底結構進行設計。利用反射板，將底部及導光板周圍包覆，降低光源損失，使光線重新反射回導光板中增加光的使用效率。另外再搭配設計反射點密度、大小及特徵，使背光模組表面的輝度能更均勻。

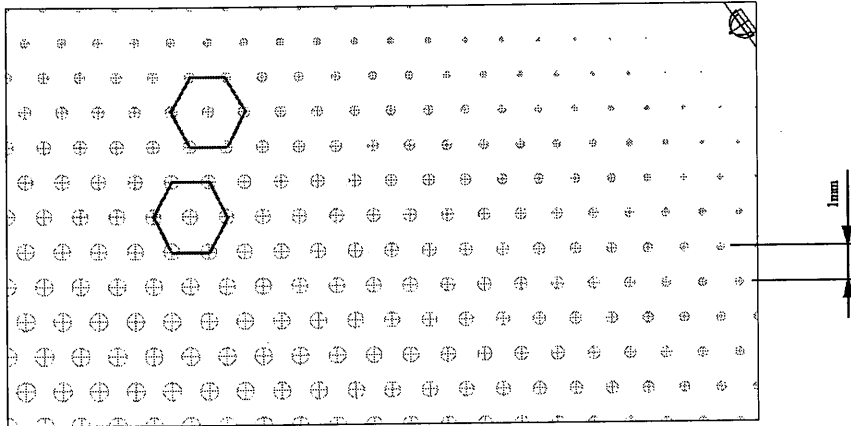
首先設計一個導光板，材料選用 PMMA，其長度為 164 mm、寬為 92.8 mm，厚度為 3 mm，折射率為 1.49。加上光學原件上擴散膜及下擴散膜，厚度為 0.156 mm、兩層稜鏡片，厚度為 0.156 mm 及，反射板，板厚 0.375 mm。光

源使用由 Nichia 所生產的白光 LED，形號為 NSSW008，實驗中採用四顆 LED 來做設計。

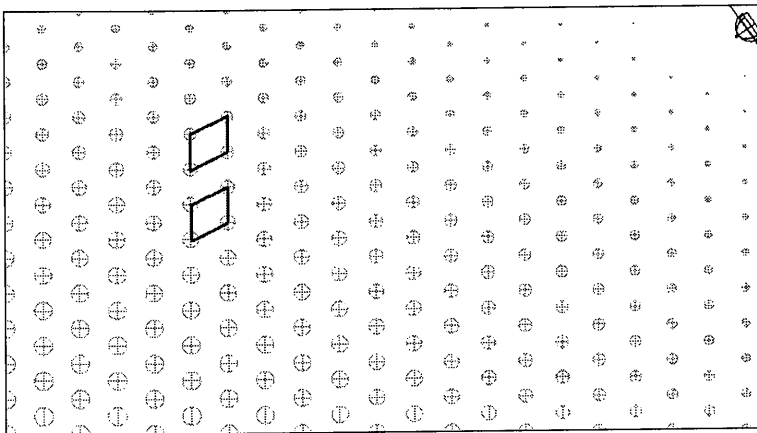
實驗以 16:9 顯示器對角線之夾角  $29.4^\circ$  為參考，在設計上採整數角度模擬，是為了能方便找出較佳的光源角度。實驗模擬角度以  $29^\circ$  為基準，模擬  $27^\circ\sim 39^\circ$  之間，取效率較佳的角度  $35^\circ$ ，加入反射點分佈特徵設計進行分析。比較角度模擬狀態後，取光源角度  $35^\circ$  加入反射點分佈特徵設計，變更導光板底面的反射點分佈，研究分別設計 (a) 六邊形分佈、(b) 多項式矩形分佈、(c) 放射狀分佈，如圖 4.7。而反射點的大小排列為越靠近光源處直徑越小。隨著距離光源越遠，則反射點直徑越大。最後取較佳均勻性的分佈與特徵，反覆進行模擬，達到較佳的輝度均勻性。



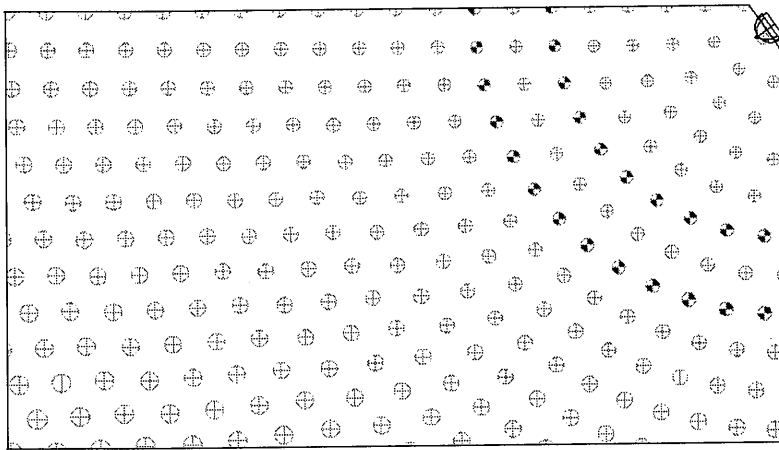




(a) 六邊形分佈



(b) 多項式矩形分佈



(c) 放射狀分佈

圖 4.7 1/4 面板反射點分佈

## 4.5 設計光源角度

光源位置變更對光行進路線有絕對的影響，由於光源發光角度是很重要的參數，本研究先探討光源在不同角度、相同反射點條件下，接收面所形成之輝度暗區變化，再變更反射點的密度，決定出較佳光源角度，最後再設計不同反射點分佈特徵比較接收面之輝度影響。

本論文量測輝度均勻度的方法是 9 點輝度之測量，一般導光板均勻度必須達到 75% 才符合標準，本研究採用 9 點測量之均勻度公式如下。

$$\text{均勻度} = (L_{min}/L_{max}) \times 100\% \quad (4.1)$$

$L_{min}$  為九點量測中最小輝度值，而  $L_{max}$  為九點量測中最大輝度值。

本研究計算平均輝度的方法則是取模擬之輝度數據之平均值。色溫表顏色越亮表示高輝度，越暗則表示低輝度，暗區取輝度最高值的 20% 以下，模擬結果的輝度色溫表呈深藍色，如圖 4.8 所示。

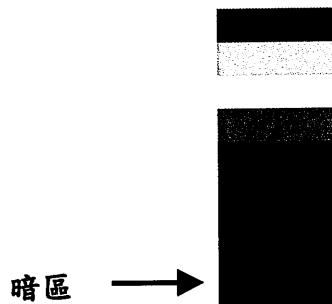


圖 4.8 暗區之判別

#### 4.5.1 不同角度、相同反射點條件

光源採用 4 顆 LED，反射點大小皆相同，尺寸為 0.2 mm，X 軸間距 1 mm、Y 軸間距 1 mm，接收面正上方距離 50 cm，軟體設定規格如圖 4.9 所示。

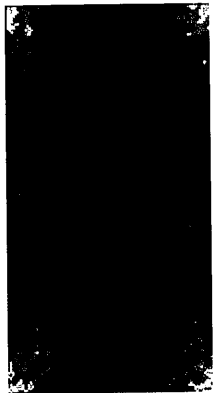
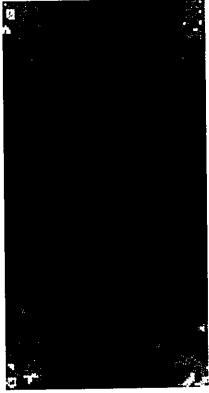


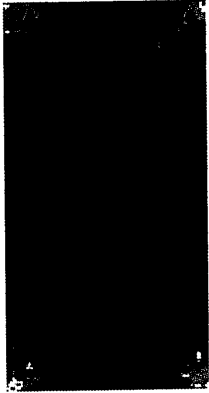

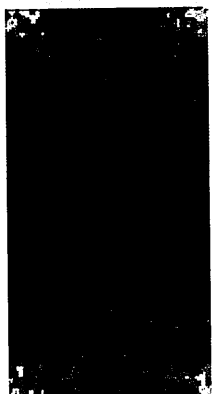
利用 LightTools 軟體模擬分別執行了 X 軸夾角 27°、29°、31°、33°、35°、37°、39° 的情形，模擬結果如表 4.1，其中以 35° 較佳，其輝度圖如圖 4.10，模擬光線數量 60 萬條之接收面模擬結果，最大輝度為 219.40 Nit、最小輝度為 25.12 Nit、平均輝度為 101.18 Nit，9 點輝度位置如圖 4.11，測量結果如表 4.2。

結果可得知，反射點間距相同及大小相同分佈，容易讓光線集中在光源處，使光線無法傳遞到模組中央而形成暗區，導致背光模組表面亮暗差距甚大。

<b>區域類型</b>		<b>元件形狀(B)</b>	球面	<b>矩形位置</b>	
<input type="radio"/> 單區域(S)		<b>位置(P)</b>	矩形		
<input type="radio"/> 二維圖案(D)		<b>凸點/孔洞(B)</b>	孔洞		
<input checked="" type="radio"/> 三維結構(3)				<b>間距</b>	
<b>區域幾何</b>				X	1.0000 公釐
X原點	0.00000 公釐			Y	1.0000 公釐
Y原點	0.00000 公釐			<b>偏移</b>	
旋轉角度(R)	0.00 度			X	0.00000 公釐
寬度	164.00 公釐			Y	0.00000 公釐
高度	92.800 公釐				

圖 4.9 反射點形狀與間距設定

表 4.1 光源 X 軸夾角輝度圖

光源 X 軸夾角	27°	29°	31°
輝度圖			
光源 X 軸夾角	33°	35°	37°
輝度圖			
光源 X 軸夾角	39°		
輝度圖			

Spatial Luminance Chart

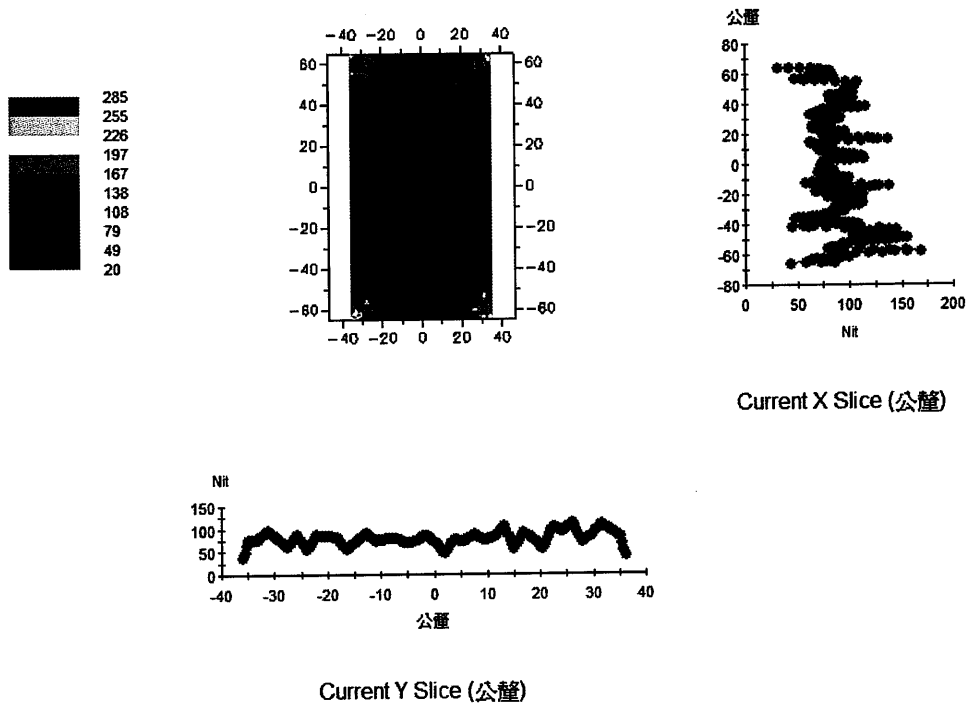


圖 4.10 光源 X 軸夾角 35°

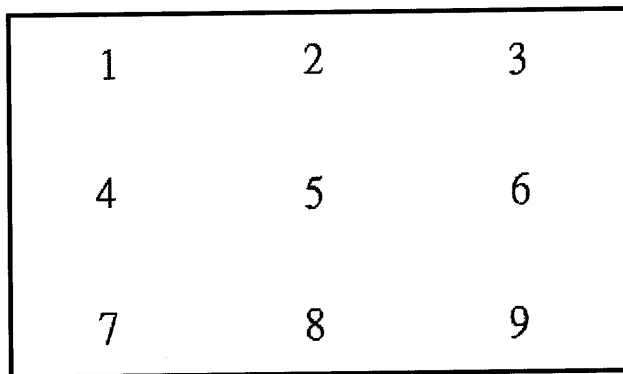
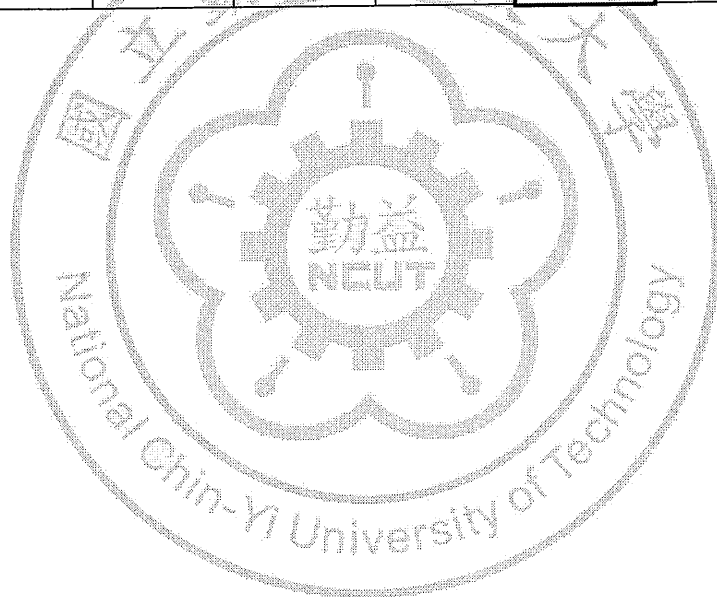


圖 4.11 9 點測量位置

表 4.2 9 點測量之輝度

測試點	27°	29°	31°	33°	35°	37°	39°
1	116.63	117.36	116.83	116.93	116.18	116.09	115.97
2	86.34	86.42	86.01	86.25	85.81	85.03	85.73
3	111.41	112.53	111.33	111.29	110.81	112.14	111.87
4	95.27	95.85	97.14	98.32	102.20	102.93	104.36
5	87.44	87.24	87.08	87.36	86.72	87.47	85.71
6	90.17	90.77	92.60	93.78	95.05	98.68	99.38
7	117.49	115.74	114.07	116.19	116.34	116.65	115.93
8	86.11	86.05	87.63	88.281	86.30	84.41	84.78
9	112.98	112.54	110.72	110.27	111.13	111.17	111.73
平均輝度	100.42	100.50	100.37	100.96	101.17	101.61	101.71
均勻度	0.735	0.732	0.736	0.737	0.738	0.735	0.731



## 4.5.2 變更反射點大小

設計反射點以矩形分佈，越靠近光源處直徑越小，隨著距離光源越遠直徑越大，最小直徑 0.05 mm，最大直徑 0.4 mm。光源採用 4 顆 LED，每顆為 1.5 流明，反射點 X 軸間距 1 mm、Y 軸間距 1 mm，軟體設定規格如圖 4.12 所示。

軟體模擬分別執行了 X 軸夾角 27°、29°、31°、33°、35°、37°、39° 的情形，模擬結果如表 4.3，以 35° 較佳，其輝度圖如圖 4.13，模擬光線數量 60 萬條之接收面結果，最大輝度為 210.09 Nit、最小輝度為 33.69 Nit、平均輝度為 112.38 Nit，9 點輝度之測量結果如表 4.4。由表可得知，光源角度較小，則上下邊暗區逐漸增加，而隨著光源角度增大，左右暗區也跟著增加，相較之下 X 軸夾角 35° 暗區較少，輝度均勻度較佳。

參數化 多項式

$$\begin{aligned} & 0.20000 + 0.00000 X + 0.00000 Y + -0.050000 X^2 \\ & + 0.00000 XY + -0.050000 Y^2 + 0.00000 X^3 \\ & + 0.00000 X^2Y + 0.00000 XY^2 + 0.00000 Y^3 \end{aligned}$$

中心

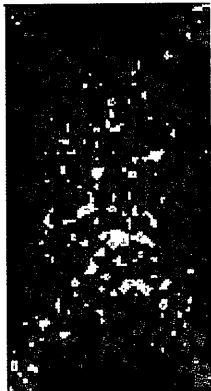

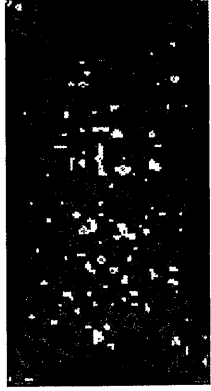

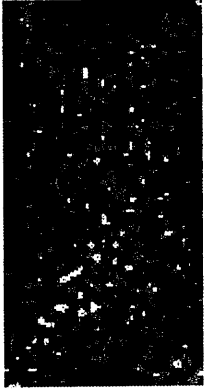


含區域  
 含位置  
 在 X: 0.00000 Y: 0.00000 公釐

均一化半徑

X	82.000
Y	46.400

圖 4.12 變更反射點參數設定

表 4.3 反射點變更後之輝度圖

光源 X 軸夾角	27°	29°	31°
輝度圖			
光源 X 軸夾角	33°	35°	37°
輝度圖			
光源 X 軸夾角	39°		
輝度圖			



Spatial Luminance Chart

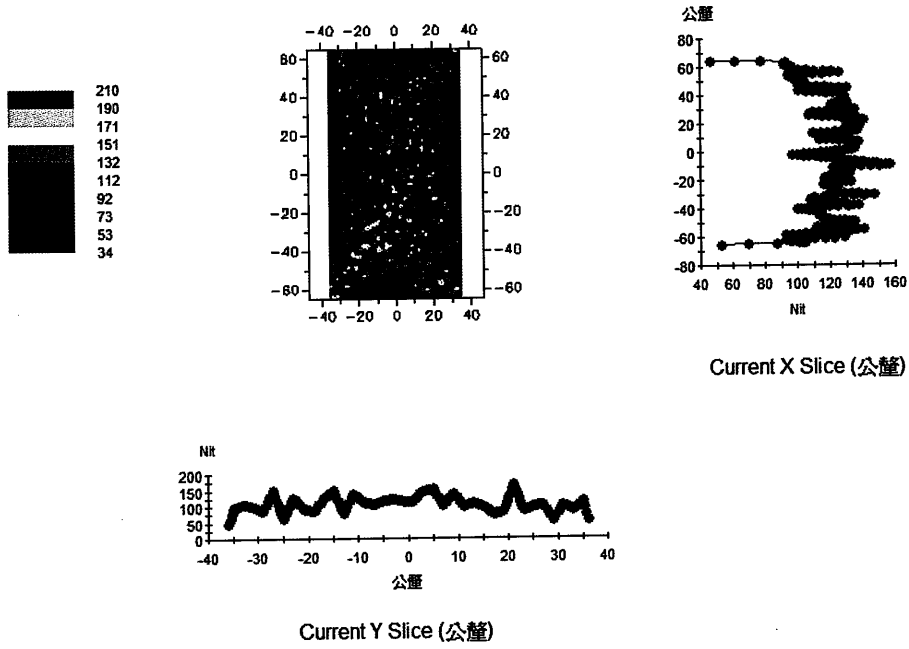


圖 4.13 反射點變更後 X 軸夾角 35°

表 4.4 9 點測量之輝度

測試點	27°	29°	31°	33°	35°	37°	39°
1	112.49	111.07	110.58	112.98	114.48	114.02	114.35
2	108.00	107.49	107.99	106.86	106.57	105.64	106.82
3	111.24	109.62	106.66	107.28	108.69	109.15	108.99
4	105.37	107.70	112.85	115.11	117.01	120.40	121.26
5	121.88	120.46	121.42	122.85	122.36	121.90	121.15
6	103.56	104.07	105.49	108.26	112.16	113.39	115.28
7	109.32	110.06	110.75	111.87	113.96	113.82	114.40
8	106.77	107.61	108.11	107.82	107.15	105.99	104.76
9	113.16	108.26	106.11	107.31	108.99	109.26	110.16
平均輝度	110.19	109.59	109.99	111.14	112.37	112.61	113.01
均勻度	0.849	0.863	0.868	0.869	0.870	0.866	0.860

### 4.5.3 反射點分佈設計

研究的第三部分，模擬出較佳光源 X 軸夾角  $35^\circ$  之後，研究再對導光板反射點特徵分佈進行探討，分別設計 (1) 六邊形分佈，反射點尺寸由光源處直徑 0.05 mm 往面板中心增大為直徑 0.4 mm、反射點間距 X: 1 mm、Y: 1 mm，X 軸偏移 0.5 mm，如圖 4.14 所示；(2) 多項式矩形，其反射點尺寸由光源處直徑 0.05 mm 往面板中心增大為 0.4 mm、反射點間距 X: 1 mm、Y: 1 mm，Y 軸偏移 0.5 mm，如圖 4.15 所示；(3) 放射狀分佈，參數設定如圖 4.16，其分佈是圓形環繞，目的是讓中心暗區反射點密度能更加密集，使照度分佈能更加均勻，模擬結果如表 4.5，輝度均勻度以放射狀分佈較佳如圖 4.17，模擬光線數量 60 萬條之接收面結果，最大輝度為 198.00 Nit、最小輝度為 41.67 Nit、平均輝度為 113.81 Nit，9 點輝度之測量結果如表 4.6。

<b>區域類型</b>		元件形狀(H)	球面
<input type="radio"/> 單區域(S)		位置(P)	六邊形
<input type="radio"/> 二維圖案(D)		凸點/孔洞(B)	孔洞
<input checked="" type="radio"/> 三維結構(3)			

<b>區域幾何</b>	
X原點	0.00000 公釐
Y原點	0.00000 公釐
旋轉角度(R)	0.00 度
寬度	164.00 公釐
高度	92.800 公釐

<b>六角形位置</b>	
<b>間距</b>	
X	1.0000 公釐
Y	1.0000 公釐

<b>偏移</b>	
X	0.50000 公釐
Y	0.00000 公釐

圖 4.14 六邊形參數

<b>區域類型</b>		元件形狀(B)	球面
<input type="radio"/> 單區域(S)		位置(P)	多項式
<input type="radio"/> 二維圖案(D)		凸點/孔洞(B)	孔洞
<input checked="" type="radio"/> 三維結構(3)			

<b>區域幾何</b>	
X原點	0.00000 公釐
Y原點	0.00000 公釐
旋轉角度(R)	0.00 度
寬度	164.00 公釐
高度	92.800 公釐

X 多項式

$$0.50000 + 82.000 i + 0.00000 i^2 + 0.00000 i^3 + 0.00000 i^4$$

Y 多項式

$$0.00000 + 46.400 j + 0.00000 j^2 + 0.00000 j^3 + 0.00000 j^4$$

圖 4.15 多項式矩形參數

<b>區域類型</b>		元件形狀(B)	球面
<input type="radio"/> 單區域(S)		位置(P)	放射狀
<input type="radio"/> 二維圖案(D)		凸點/孔洞(B)	孔洞
<input checked="" type="radio"/> 三維結構(3)			

<b>區域幾何</b>	
X原點	0.00000 公釐
Y原點	0.00000 公釐
旋轉角度(R)	0.00 度
寬度	164.00 公釐
高度	92.800 公釐

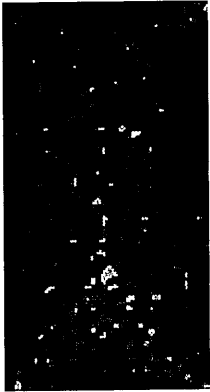
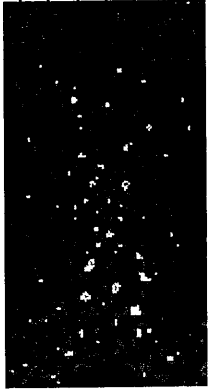
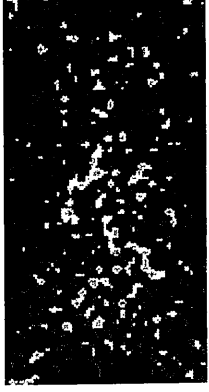
放射狀排列位置

<b>中心</b>	
X	0.00000 公釐
Y	0.00000 公釐

<b>等高線上間距</b>	
X	1.0000 公釐
Y	1.0000 公釐

圖 4.16 放射狀參數

表 4.5 六邊形、多項式矩形、放射狀輝度圖

反射點分佈	六邊形	多項式矩形	放射狀
輝度圖			

Spatial Luminance Chart

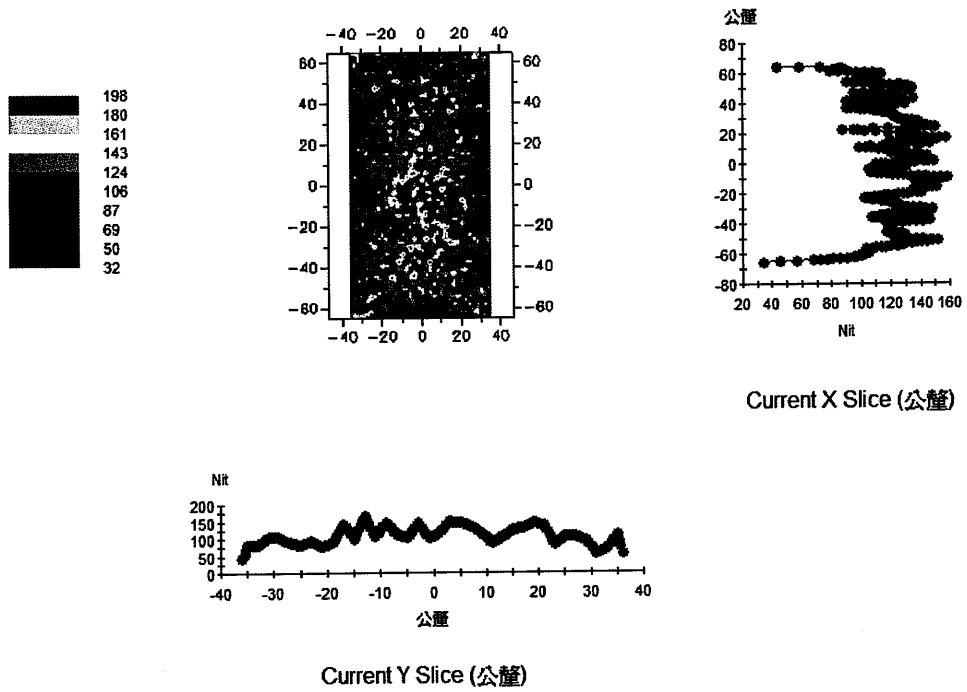


圖 4.17 放射狀分佈之輝度圖

表 4.6 六邊形、多項式矩形、放射狀輝度值

測試點	六邊形	多項式矩形	放射狀	矩形分佈
1	112.41	113.88	114.51	114.48
2	109.49	109.28	111.36	106.57
3	114.03	112.74	114.73	108.69
4	104.12	107.28	108.58	117.01
5	118.40	120.14	121.62	122.36
6	105.80	109.89	108.89	112.16
7	115.54	114.92	116.70	113.96
8	107.92	108.63	108.38	107.15
9	117.63	114.16	117.58	108.99
平均輝度	111.70	112.32	113.59	112.37
均勻度	0.885	0.892	0.894	0.870

模擬結果為放射狀均勻度較佳，多項式矩形分佈為其次，只對反射點大小作變更之 X 軸夾角  $35^\circ$  為較差。

#### 4.5.4 模擬結果分析

相同間距、大小反射點時，光線容易集中在光源處，如圖 4.18，無論任何角度，距離光源越遠，輝度越小，輝度分佈以  $35^\circ$  較佳。

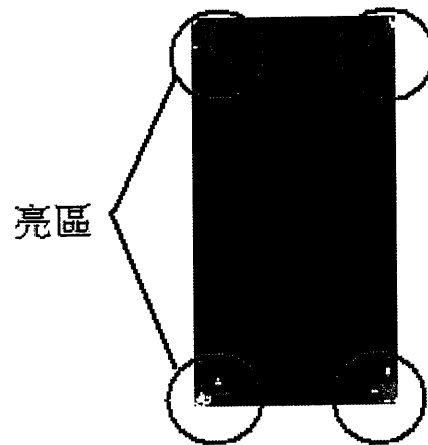


圖 4.18 光線集中在光源處

改變反射點大小可以幫助減輕暗區現象，輝度分佈均勻度以光源角度  $35^\circ$  較佳，光源 X 軸夾角增大或減小，暗區會逐漸增加，如圖 4.19 所示，因此實驗採用光源角度  $35^\circ$  進行實驗。

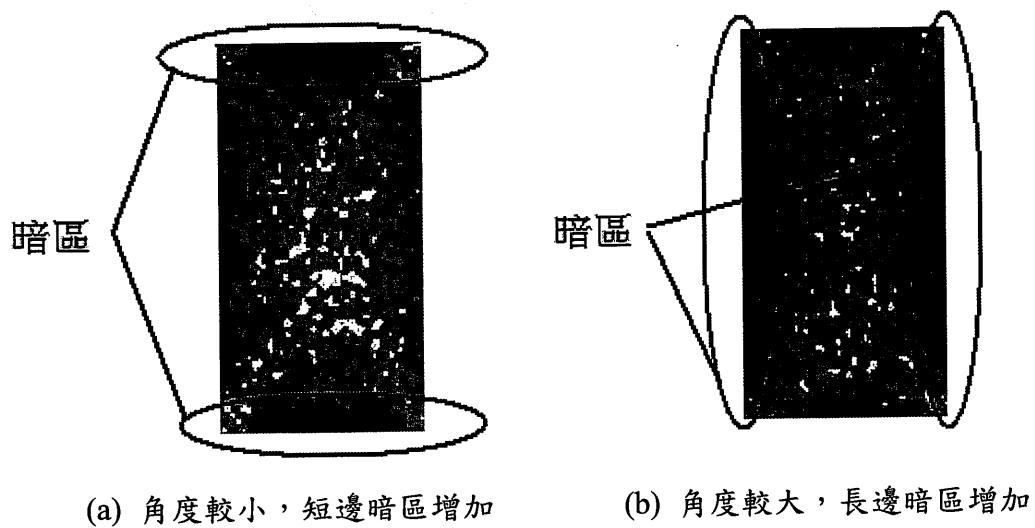


圖 4.19 暗區

改變反射點分佈，可以設計出輝度均勻度 88%~90%，以放射狀分佈為最佳、多項式矩形分佈其次、六邊形分佈為最差。其中以放射狀分佈。

放射狀分佈設計採用 4 顆 LED 光源。相較於 [10] 的研究採用 7 顆光通量 LED 光源，接收面可達到相同之照度值，並且可以設計出照度均勻度 76.5%~84% 的導光板，耗電量仍可以減少 22.0% [15]，如表 4.7 所示。

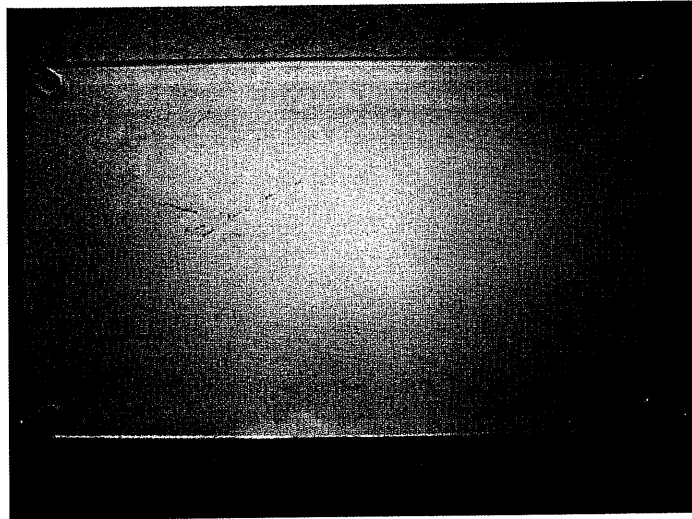
表 4.7 光源之比較

廠牌		Nichia[10]	Nichia[本文]
LED 型號		NESW020A	NSSW008
數量		7	4
Forward Current	IF	25 mA	35 mA
Pulse Forward Current	IFP	80 mA	100 mA
Reverse Voltage	VR	5 V	5 V
Power Dissipation	PD	88 mW	123 mW
總耗電量		616 mW	492 mW

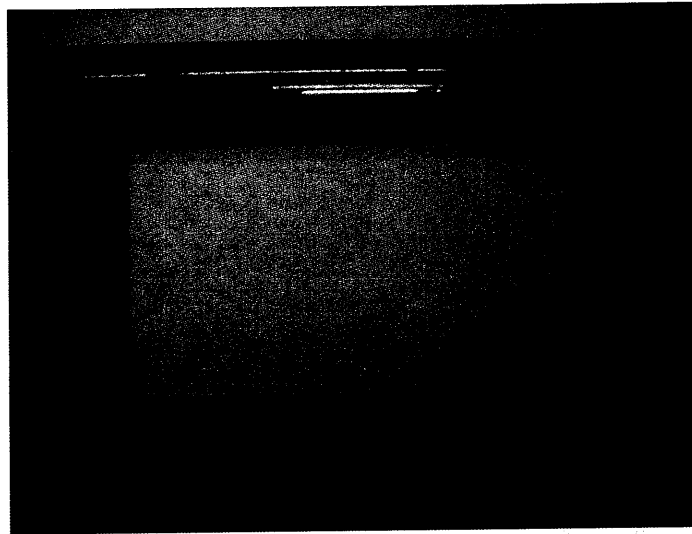
## 4.6 實驗

實驗採用反射點矩形分佈光源角度 35° 的原因是，以較簡單的導光板光源角度設計與相同排列規則提升面板輝度之均齊度，讓研發者能設計出較佳的導光板。

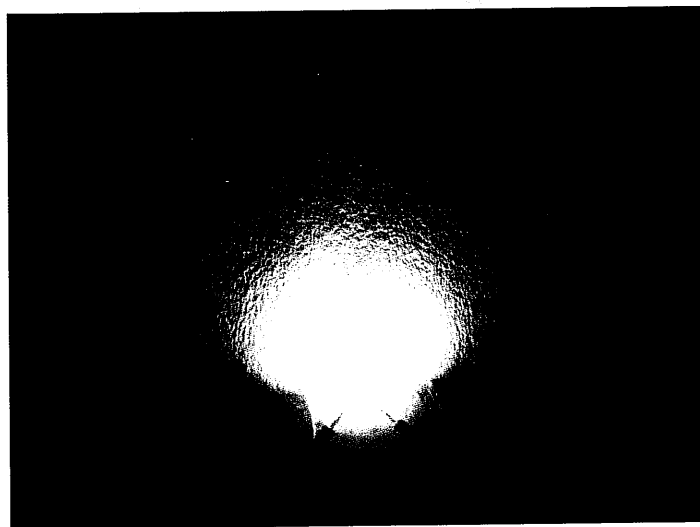
實驗針對製作之七吋背光模組，採用光源角度 35°，實驗各元件如圖 4.20 所示，完成圖如圖 4.21，經由九點測量，實驗數據如表 4.8，最大輝度為 98.68 Nit、最小輝度為 76.11 Nit、平均輝度為 80.85 Nit，輝度均勻度 71.0%。實驗量測結果與 LightTools 軟體模擬光源角度 35° 之輝度均勻度誤差 16%。



(a) 導光板

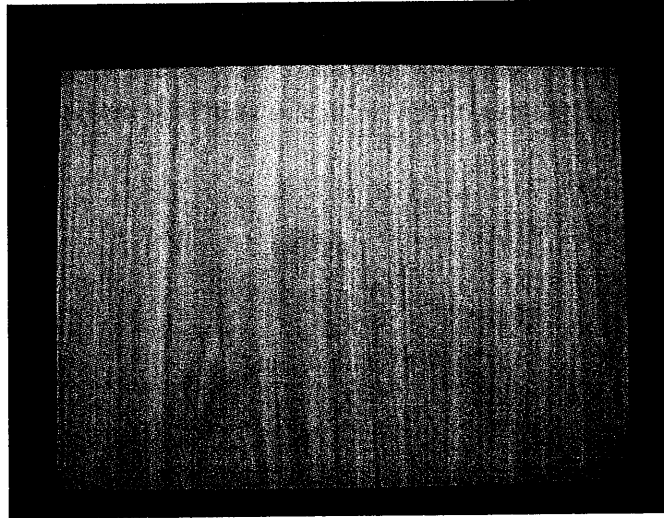


(b) 背光模組外殼

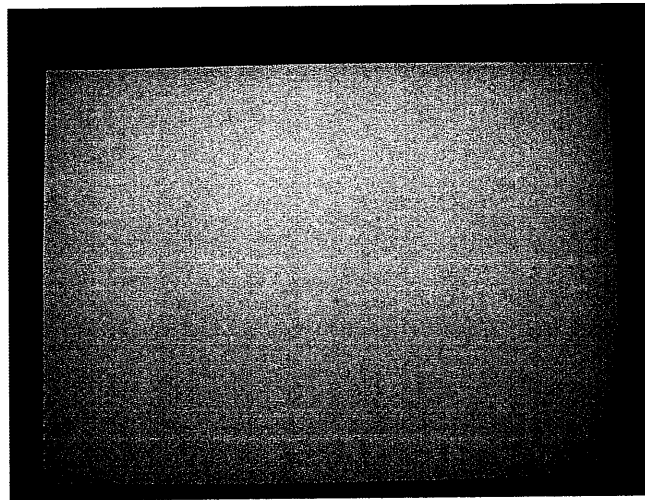


(c) 光源之光形

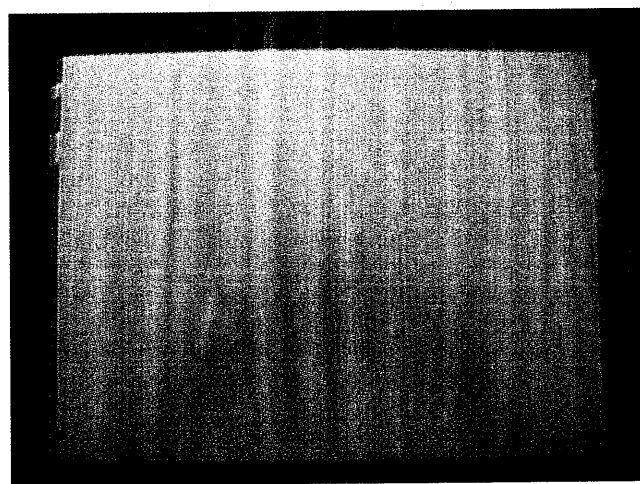




(d) 擴散膜



(e) 反射板



(f) 稜鏡片

圖 4.20 實驗背光模組元件

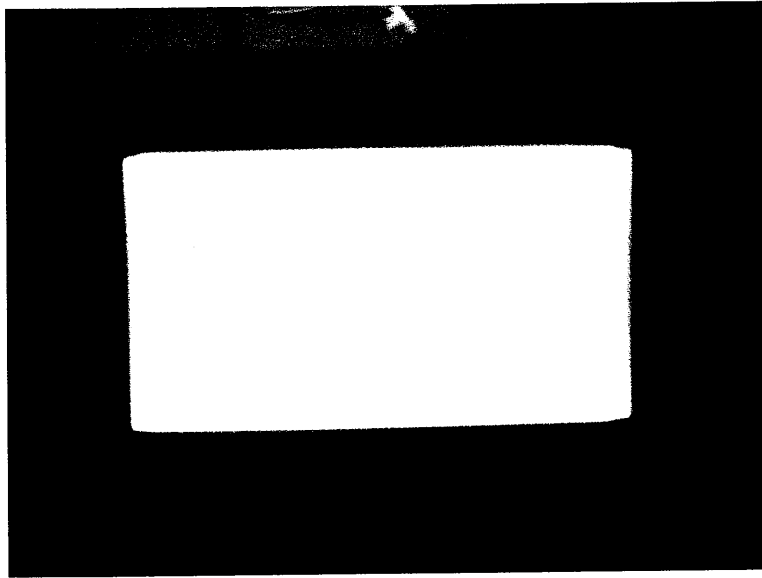


圖 4.21 背光模組完成圖

表 4.8 實驗測試

實驗測試	九點測量輝度	LightTools 模擬	矩形分佈
1	82.97	1	114.48
2	78.41	2	106.57
3	77.69	3	108.69
4	70.07	4	117.01
5	98.68	5	122.36
6	76.11	6	112.16
7	78.52	7	113.96
8	79.49	8	107.15
9	85.81	9	108.99
平均輝度	80.86	平均輝度	112.37
均勻度	0.711	均勻度	0.870

導至誤差的原因有下列幾項：

- (1) 實驗部分並沒有對入光側作微結構，可能導至光形受到破壞。
- (2) 實驗光學膜封裝過程，可能受人為因素影響，如指紋、灰塵影響。
- (3) 導光板之反射點採用印刷壓印製成，與模擬半圓形反射點不同。
- (4) 導光板製造上工程問題可能影響其誤差。

## 第五章 結論

液晶顯示器需要呈現均勻的輝度，將背光模組的光源放置於四角落，藉著改變反射點分佈與大小，可以幫助減輕暗區現象。本研究分析實例之輝度分佈以  $35^\circ$  最佳、 $33^\circ$  其次。而反射點特徵則是以為放射狀分佈最佳、多項式矩形分佈其次、六邊形分佈為最差。本研究利用 LightTools 光學軟體，對於側光式背光模組設計 LED 光源角度，並改變其反射點大小及分佈，觀察其輝度均勻度，綜合以上實驗得到以下結論。

本研究以七吋背光模組，採用四角落放置單顆 LED 以及反射點的設計，背光模組的輝度均勻度可達在  $84\% \sim 89\%$ 。或是設計較佳照度均勻度，相較於許君之研究 [10]，本研究的光源流明數減少 12.5 lumen，且光源耗電量可減少 22.0%，背光模組的照度均勻度仍在  $76.5\% \sim 84.2\%$  之間 [15]。經由設計可以有效地清除暗區，又可以降低能量耗損，符合現代所要求的省能省電。當然，它還有最佳化的改善空間。

本論文實驗量測結果與 LightTools 軟體模擬光源角度  $35^\circ$  之輝度均勻度誤差 16%，可能影響之原因：模擬與實驗入光處微結構不同、光學膜受指紋或灰塵影響、實驗反射點為印刷成型與模擬之半圓形反射點不同、以及工程製造上的誤差影響。

無論是 LCD 或是 LED 背光模組，產品尺寸越大，成本相對越高，在大型尺寸直下式背光模組是關鍵技術，以現在高功率 LED 應用在大型尺寸上，可能會因為 LED 點光源的發光特性，容易造成照度不均勻，因此應用在大尺寸上還需要在加以研究，仍還有許多值得探討與改進的地方。

## 參考文獻

1. 維基百科發光二極體，<http://zh.wikipedia.org/wiki/LED>。
2. 鐘世勳，2006，LED 背光模組之輝度管理，國立中央大學，碩士論文。
3. 方育斌，2004，LCD 背光模組之光學最佳化設計，國立成功大學工程科學系，碩士論文。
4. 李清祥，2005，非對稱式光注入下導光板之光學分析與研究，國立交通大學，碩士論文。
5. 溫志湧、謝祥暉，2007，高效能導光板之微結構排列設計與分析，科學與工程期刊，3 卷 3 期。
6. 林義隆，2005，鏡反射之背光模組設計，台灣科技大學電子工程系，碩士論文。
7. 黃顯川、楊萬隆、葉志庭，2007，3 吋小型液晶面板 LED 背光系統之薄型導光板設計研究，科學與工程技術期刊，3 卷 1 期。
8. 鄒明智、韓斌、張力和，中小尺寸之導光板設計與模擬，國立中興大學精密工程研究所，展大國際股份有限公司。
9. 曾國柱、陳樹盛、張俊杉、曾業勳，2006，導光板之調光結構，台灣專利 M294655。
10. 許瑋宗，2008，新型導光板對背光模組暗區現象消除之研究，國立中山大學機械與機電工程學系，碩士論文。
11. 何慶鐘，2005，LCD 背光模組之 V-CUT 導光板模擬設計，南台科技大學，碩士論文。
12. 賴俊諺，2008，直下式發光二極體背光模組輝度均勻化之光導板設計，高雄第一科技大學光電工程研究所，碩士論文。
13. 友達公司，LCD 面板，<http://www.auo.com/>。

14. Taylor, A.E.F., 2000, *Illumination Fundamentals*, Rensselaer Polytechnic Institute.
15. 謝慶雄、顏志文，2009，LED 背光模組之對角光源實驗設計與研究，國立勤益科技大學機械系。

