

# 新世代大尺寸直下式 LED 背光模組之設計與模擬

<sup>1</sup>李季薇<sup>1</sup>韓斌<sup>2</sup>黃宏彥

<sup>1</sup>國立中興大學精密工程研究所 台中市南區國光路 250 號

TEL : (04)22850405 E-mail : pin@dragon.nchu.edu.tw

<sup>2</sup>中州技術學院電子系 彰化縣員林鎮山腳路三段 2 巷 6 號

(NSC 94-2215-E-005-012)

**摘要**---本文乃利用光學模擬軟體，設計並模擬將高功率 LED 應用於 42 吋直下式背光模組中，並將 LED 光形及能量作有效的分配和利用，得到高亮度、高均勻性之背光模組。

**關鍵字**：高功率 LED、光學設計模擬、LED 直下式背光模組

## 一、前言

液晶顯示器(TFT-LCD)具有輕薄、大尺寸化、平面化及數位化等優點，近年來需求快速增加。在傳統大尺寸 LCD 背光模組中，光源多採用 CCFL 燈管；由於近年來環保意識抬頭，LCD 產品對高色彩品質、產品壽命等特性的需求，含汞成份之 CCFL 已逐漸被具省電、環保、體積小、色純度高、堅固及壽命長之 LED 所取代。高功率 LED 技術快速發展，LED 發光效率已提升至 30lm/W 以上，未來預期可達 120lm/W 以上。並且，因 LED 具有高純度的色彩性，將可大幅提升影像色彩的鮮艷度，增加色域範圍，顯示更多的色度和色調，以達到更細緻和更豐富之色彩表現。

## 二、設計理論

本文主要以幾何光學為理論基礎，包含了反射、折射、吸收、散射等。當光線從介質塑膠或玻璃入射到空氣時，邊界處會產生因反射所造成的損失，稱為菲涅爾損失(Fresnel loss)，以圖 1 表示。當光線進入非光滑界面時，界面則會產生散射現象。其能量分佈本文以雙向反射分佈函數(Bidirectional Scattering Distribution Function, BSDF)表示，其中包含了雙向穿透分佈函數(Bidirectional Reflection Distribution Function, BTDF)及雙向反射分佈函數(Bidirectional Transmission Distribution Function, BRDF)。當一入射光進入散射界面時，根據能量守恆定律可得：入射光 I = 反射光 R + 穿透光 T + BRDF + BTDF + 吸收 A。如圖 2 所示。

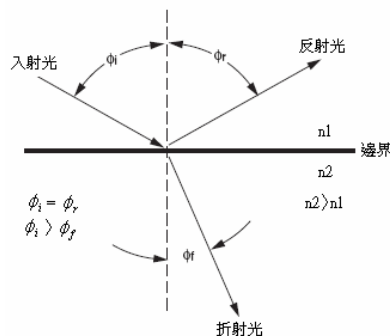


圖 1 光線在界面處所產生之反射及折射現象示意圖

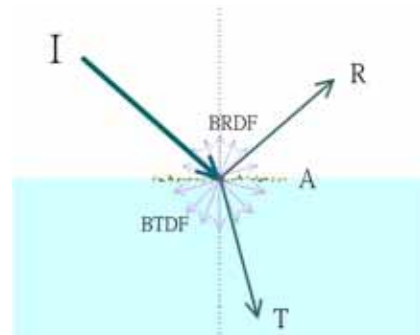


圖 2 界面散射示意圖

## 三、模組設計步驟

在 42 吋 LED 直下式背光模組中，其光學品質的控制主要在於 LED 數量(亮度)及擴散板(均勻性)設定。首先，必須將直下式背光模組結構各別設計並模擬完成。

1、建立光源：參考 LUMILEDS 公司 Luzeon Emitter LXHL-PW01 白光 LED，其光通量為 45 lm，模擬並

得到相同光場分佈如圖 3 (a)、圖 3 (b)。

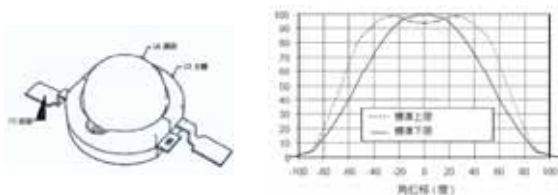


圖 3(a) LXHL-PW01 型 LED 及光場分佈

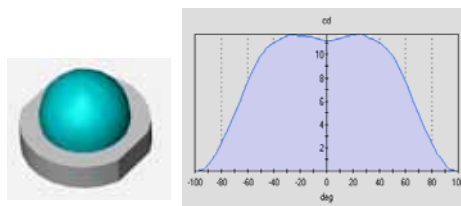


圖 3(b) 模擬之 LED 及光場分佈

2、建立擴散板結構：建立一表面形態具擴散效果之薄板。表面吸收 0.1%，其餘 99% 依照 Fresnel 折射定理，將 BRDF 和 BTDF 設為 100% Lambertian。模擬出具擴散效果之擴散板。如圖 4 (a)、圖 4 (b)。

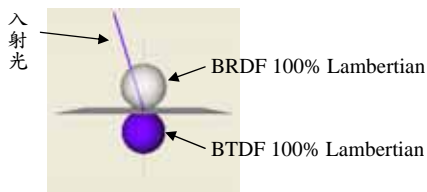


圖 4(a) 擴散板表面設定

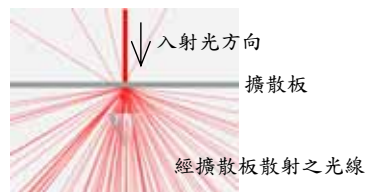


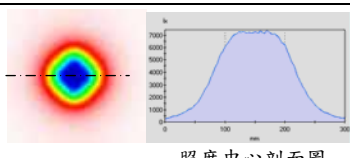
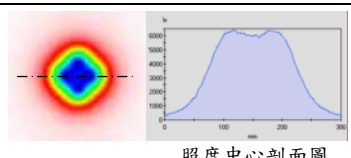
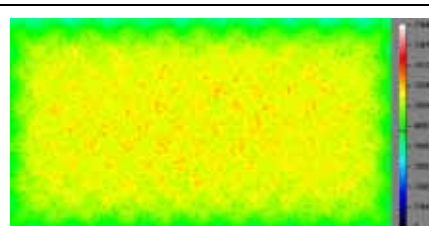
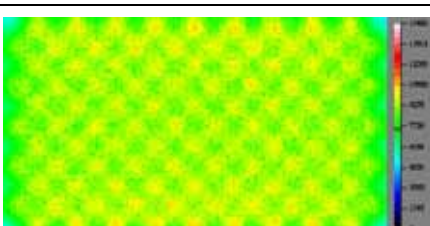
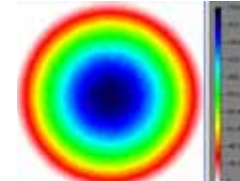
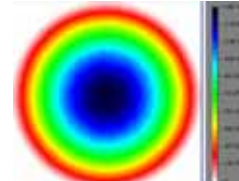
圖 4(b) 模擬結果

3、建立光學系統模組，建構螢幕長寬比 16:9 之 42 吋 LCD 直下式背光模組結構，組合 LED、擴散片及反射燈箱結構等，固定 LED 光源至擴散片距離 50mm，並完成各部位特性設定。

#### 四、模擬與分析

本研究是以高功率 LED 做為 42 吋背光模組之光源，由於 LED 屬於點光源特性，因此，為要達到均勻面光源形態，本文使用四顆 LED 以菱形狀態排列，透過 LED 上方擴散片將光線做散射處理，產生霧化效果，而得到四顆 LED 最適當均勻性之排列距離，再將所得最適當排列之 LED 拓展至整個背光模組，達到亮度、均勻性最佳的狀態。如下表 1：

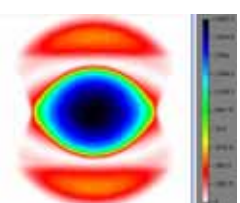
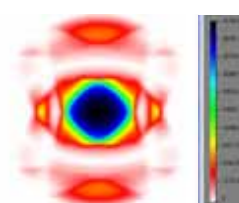
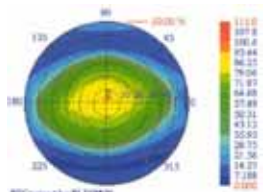
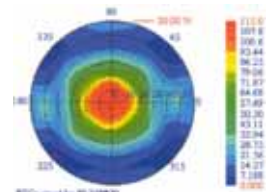
表 1 模擬結果

以四顆 LED 尋找均勻性排列			
菱形對角線距離 85mm		菱形對角線距離 95mm	
照度圖 (lx)	(a) 	照度圖 (lx)	(a') 
拓展至 42 吋背光模組中			
116 顆 LED		104 顆 LED	
照度圖 (lx)	(b) 	照度圖 (lx)	(b') 
角度分佈圖 (cd)		角度分佈圖 (cd)	

由表 1 得知，當四顆 LED 尋找均勻性排列之結果，以四顆 LED 為 85mm 排列時(圖(a))，在整個背光模組大部分出光面中，能以最適當之 LED 數量得到最佳均勻性(圖(b))。相較之下，LED 距離 95mm 排列時，其照度剖面圖明顯可見於中心處產生照度不足現象(圖(a'))，導致拓展至 42 吋背光模組中造成較不均勻之狀態(圖(b'))。

一般背光模組中，常使用增亮膜來將四面八方散亂的光線修正集中，提高正面輝度。如下表 2，本文針對增亮膜加以模擬，參考 3M "BEF II 90/50 Film" 型號之增亮膜，在表 1 所得最佳 LED 排列之背光模組中分別加入一片增亮膜及兩片方向相互垂直之增亮膜，將從擴散片散射出的光線透過增亮膜使光集中並提高輝度(圖(c)(c'))，經模擬後證實其角度分佈圖與 3M 公司所提供之量測數據有相對之一致性，故此規格之增亮膜可應用於本文所設計之大型 LED 背光模組上。

表 2 加入增亮膜之模擬結果

3M BEF II 90/50 (加入一片)		Crossed 3M BEF II 90/50 (加入兩片)	
角度分佈圖 模擬結果 (c)		角度分佈圖 模擬結果 (c')	
3M 量測數據 (d)		3M 量測數據 (d')	

## 五、結論

LCD 產品隨著尺寸越大，背光模組所佔的成本越高，直下式背光模組是大尺寸 LCD 產品所必備的關鍵技術，以高功率 LED 應用在大尺寸直下式背光模組中，首先面臨到的問題為 LED 點光源發光特性，容易造成出光面無法均勻，在本文中，以有系統之模擬步驟，在 LED 合適數量範圍下，便可清楚快速地得到最適當的 LED 陣列，透過模擬證實經由由此設計步驟可得到均勻性良好之出光面。以高功率 LED 做為大尺寸背光模組之光源，現今已有許多討論與研究，但在整個背光模組設計中，仍有許多值得探討與改進的地方，例如 LED 散熱與高成本問題、擴散膜片的光線穿透率及各光學模片整合等，需要學術界與產業界進一步研究開發，以得到品質更高、價格合理之平面顯示器產品。

(本研究之模擬結果是使用光學設計軟體 SPEOS，謹此誌謝！)

## 六、參考文獻

- [1] 耿繼業、何建娃，"幾何光學"，臺北市、全華科技圖書，p.23-p.102，民國 90 年
- [2] SPEOS 2005 User's guide。
- [3] Lumileds，<http://www.lumileds.com/>
- [4] 美商 3M 公司，<http://www.3m.com/>。
- [5] 鮑友南、潘奕凱、姚柏宏、林建憲，"TV 用液晶顯示器之背光模組技術"，機械工業雜誌，第 245 期，p.158-p.169。
- [6] 馮致華，"背光模組照度均勻化設計"，國立交通大學光電所，碩士論文，民國 92 年。