

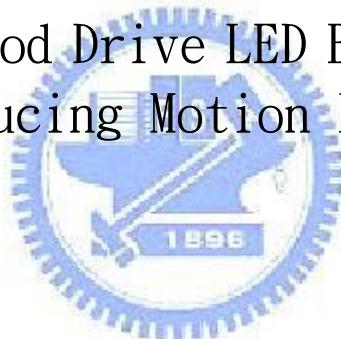
# 國立交通大學

電機學院 電子與光電學程

## 碩士論文

脈衝方式驅動LED背光模組降低動態影像陰影

Impulse Method Drive LED Backlight For  
Reducing Motion Blur



研究生：蔡政哲

指導教授：郭浩中 博士

中華民國九十六年五月

# 脈衝方式驅動LED背光模組降低動態影像陰影

## Impulse Method Drive LED Backlight For Reducing Motion Blur

研究生：蔡政哲

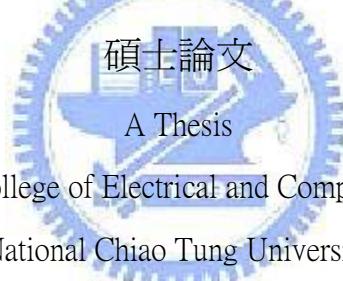
Student: Cheng-Che Tsai

指導教授：郭浩中 博士

Advisor: Dr.Hao-chang Kuo

國立交通大學

電機學院 電子與光電學程



Submitted to College of Electrical and Computer Engineering

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Science

in

Electronics and Electro-Optical Engineering

May 2007

中華民國九十六年五月

# 脈衝方式驅動LED背光模組降低動態影像陰影

研究生：蔡政哲

指導教授：郭浩中 博士

交通大學 電機學院 電子與光電學程（研究所）碩士班

## 摘要

隨著液晶顯示器的大型化，人們對顯示器的品質越來越高，如高色彩飽和度、動態影像品質，於是發光二極體逐漸被應用在大型顯示器，而當液晶顯示器被應用在電視多媒體上，人們對動態影像的要求就越高。動態畫質模糊調校是近幾年來相當熱門的話題，而陸續也有部分液晶顯示電視說明書上，開始出現「動態畫面模糊改善」的訴求。

而液晶顯示器目前無法完全取代映像管的地方就在於色彩及動態影像的表現，雖然發光二極體已可大大改善色彩飽和度到達NTSC 105%，但液晶顯示器受限於液晶的反應時間及液晶顯示光源表現為持續方式，使在動態影像表現上因人眼的視覺停留的因素導致影像移動的邊界上產生陰影。本文的研製重點在於製作15吋發光二極體背光模組，並利用脈衝(Impulse)方式驅動發光二極體背光模組，讓人眼避開液晶反應時間，及改變了液晶光源顯示表現方式，從持續方式變成較接近脈衝方式，使人眼的視覺停留畫面均勻化了，因而降低了動態影像陰影，且實際以15吋冷陰極管光源的液晶顯示器做比較，並利用現場可編程閘陣列，經液晶顯示器的掃描訊號來同步產生脈衝訊號驅動發光二極體背光模組，且比較不同的形式的脈衝對動態影像改善的程度。

# Impulse Method Drive LED Backlight for reducing Motion Blur

Student: Cheng-Che Tsai      Advisor: Dr.Hao-chang Kuo

Degree Program of Electrical Engineering and Computer Science

National Chiao Tung University

## Abstract

With the trend for bigger LCD, people are demanding on higher quality of LCD, such as “High Color Saturation” and “Motion Image”. That’s why LED are gradually used in large size LCD. When LCDs are used for TV multi-media, people’s demand on motion image are get higher and higher. Calibration of the fuzzy motion image has become a popular issue in recent years, and some of the instruction manual even begin to show the need for “improvement on fuzzy motion image”. However, the reason that LCD can’t fully take the place of the tube is mainly on the performance of color and motion image. Though LCD can greatly improve the Color Saturation up to NTSC 105%, LCD is limited on reaction time and continue LCD light source, which create image shape shadows while the image moves due to photogene. This paper focuses on producing 15"-LED Back Light Module, and use impulse to driver the LED Back Light Module components in order to let human eyes avoid the LCD reaction time and change the display form of the LCD light source – from continue way to near-impulse, which average the photogene of human eyes to reduce the moving image shadows. Besides, through actual comparison with the 15" cold Cathode Tube light source LCD, and utilities field programmable gate array (FPGA), through LCD’s scan signal to generate the impulse signal simultaneously to drive the LED Back Light Module, and compare the image improve level caused by various form of impulses.

## 誌 謝

論文終於脫稿付印了，在此之際，我思緒萬千，心情久久不能平靜。已過而立之年的我，有幸能再進修國立交通大學攻讀碩士學位，雖只利用下班之餘的時間完成碩士所需的學分，但這更讓我珍惜這不易的學習機會，特別在這兩年的求學過程，導師郭浩中教授給予我許多知識上的補充，在校學習的時間本不多，而教授在給於不論生活上、課業或論文的的選題與研究上，依舊能悉心指導和幫助，借此機會向教授表示衷心的感謝。

回顧求學這兩年的時間，記得從新踏入校園的感覺是緊張又興奮，緊張的是已隔了許久未再翻起書本及未來的論文研究，我想是教授看出我的不安，讓我有幸能跟著博士班張亞銜學長一起學習與研究，這段期間要不是有學長傾力相授，即便是學長不久後完成了博士學位，更不忘持續指導學弟督促我持續努力，十分感謝。

這論文能如此順利完成，當然也要感謝碩士班溫竣貴學長，在這兩年的研究過程相伴相隨並給於協助，及好友佳園在硬體製作上的幫忙，也感謝同事宏崑，在我忙於課業時，協助工作上及資料收集和相關量測上的幫助。

最後當然要感謝父母與家人的支持，特別是內人秀菊，有她照顧小孩及家裡一切事務，讓我更能專注於學業及論文的研究上，讓我能無後顧之憂的順利完成碩士學位，僅以此論文獻給你們，願你們與我一起分享這份共同屬於我們的榮耀與喜悅。

## 目 錄

中文摘要	.....	i
英文摘要	.....	ii
誌謝	.....	iii
目錄	.....	iv
表目錄	.....	vi
圖目錄	.....	viii
第一章	緒論 .....	1
1.1	研究動機與目的.....	1
1.2	液晶顯示器動態影像殘影成因 .....	2
1.3	改善動態影像品質方法 .....	4
1.3.1	加快液晶反應時間 .....	4
1.3.2	畫面差黑驅動 .....	8
1.3.3	加快液晶更新頻率 .....	9
1.3.4	背光明暗控制 .....	11
1.4	論文內容概述 .....	12
第二章	白光 LED 種類及原理 .....	14
2.1	發光二極體簡述 .....	14
2.2	白光 LED 種類 .....	20
2.2.1	擬似白光 LED .....	20
2.2.2	紫外光白光 LED .....	21
2.2.3	單體 RGB 白光 LED .....	22
2.2.4	一體化 RGB 白光 LED .....	23
2.3	各式白光 LED 光源之比較 .....	25
2.4	白光 LED 之 I-V 曲線 .....	26
2.5	CIE1931RGB 真實三原色表色系統 .....	29
2.5.1	顏色匹配實驗 .....	29
2.5.2	三原色的單位量 .....	30
2.5.3	CIE-RGB 光譜三刺激值 .....	30
2.5.4	負刺激值 .....	33
2.5.5	色度坐標 .....	33
2.5.6	1931CIE-XYZ 標準色度系統 .....	34
第三章	LED 背光模組基本架構 .....	38
3.1	直下式背光模組的簡介 .....	38

3.2	側邊式背光模組的簡介	40
3.3	光學元件架構	43
3.3.1	導光板	43
3.3.2	增亮片	44
3.3.3	擴散片	47
3.3.4	反射板	49
3.4	LED 電源驅動架構	50
3.4.1	降壓型電壓轉換器	50
3.4.2	昇壓型電壓轉換器	52
3.4.3	電流平衡線路架構	54
3.4.4	色溫控制系統	57
<b>第四章</b>	<b>LED 背光脈波驅動線路設計</b>	<b>61</b>
4.1	液晶顯示器電子驅動原理	61
4.2	輔助應用軟硬體及量測儀器	63
4.2.1	VHDL 硬體描述語言	63
4.2.2	現場可編程閘陣列(FPGA)硬體架構	65
4.2.3	動態影像殘影量測儀器	68
4.3	LED 驅動線路架構	70
4.3.1	15 吋 LED 背光模組架構	70
4.3.2	脈波控制架構	73
4.4	零件選用	75
4.4.1	RGB 白光 LED	75
4.4.2	LED 電流控制 IC	77
4.4.3	電阻阻值設定	79
<b>第五章</b>	<b>脈波驅動實驗結果</b>	<b>82</b>
5.1	LED 電流平衡結果	82
5.2	閃爍驅動動態影像結果	87
5.3	掃描驅動動態影像結果	94
<b>第六章</b>	<b>結論</b>	<b>100</b>
<b>參考文獻</b>		<b>102</b>
<b>附錄 A</b>	<b>脈波驅動硬體描述程式碼</b>	<b>104</b>

# 表 目 錄

表 1.1 Overdrive 電壓查詢表.....	7
表 2.1 發光二極體與其他光源特性比較.....	16
表 2.2 各式白光LED優缺點比較 .....	25
表 2.3 國際R.G.B坐標制.....	32
表 2.4 色度坐標.....	35
表 2.5 光譜色度坐標.....	36
表 3.1 非印刷式優缺點比較.....	44
表 3.2 積鏡片亮度增亮增益比.....	47
表 4.1 通訊介面種類形式.....	64
表 4.2 Virtex-II 邏輯資源表.....	66
表 4.3 Virtex-II 邏輯資源使用率.....	66
表 4.4 輸入、輸出端子定義.....	67
表 4.5 OE_set 及OE 功能設定.....	74
表 4.6 LED電氣、光學特性.....	76
表 5.1 綠光LED控制IC電流量測數據 .....	84
表 5.2 紅光LED控制IC電流量測數據 .....	85
表 5.3 藍光LED控制IC電流量測數據 .....	86
表 5.4 OE_set 為0100 的脈波模擬及實際量測波形 .....	89
表 5.5 OE_set 為0101 的脈波模擬及實際量測波形 .....	90
表 5.6 OE_set 為1000 的脈波模擬及實際量測波形 .....	91
表 5.7 OE_set 為1001 的脈波模擬及實際量測波形 .....	92
表 5.8 閃爍驅動MPRT 結果 .....	93
表 5.9 掃描脈波模擬及實際量測波形 .....	97



# 圖 目 錄

圖 1.1 正常與異常動態影像情況圖.....	2
圖 1.2 液晶反應時間與背光時序.....	3
圖 1.3 LCD的顯示方式.....	3
圖 1.4 臨界電壓定義圖.....	4
圖 1.5 反應時間定義圖.....	4
圖 1.6 過電壓驅動示意圖.....	6
圖 1.7 不同的電壓驅動與液晶反應之關係.....	6
圖 1.8 Overdrive 電路示意圖.....	7
圖 1.9 畫面差黑示意圖.....	8
圖 1.10 畫面差黑陰影表現示意圖.....	8
圖 1.11 更新頻率與動態影像陰影示意圖.....	9
圖 1.12 高更新頻率加畫面差黑示意圖.....	9
圖 1.13 背光明暗控制與動態影像陰影示意圖.....	11
圖 2.1 LED 基本發光原理.....	14
圖 2.2 LED 發光效率演進.....	15
圖 2.3 LED 背光系統.....	19
圖 2.4 擬似白光發光工作原理.....	20
圖 2.5 藍光LED激發黃色螢光座標圖.....	21
圖 2.6 紫外光激發之白光發光二極體工作原理.....	21
圖 2.7 有螢光體白光LED結構.....	22
圖 2.8 單體R、G、B LED 混光入射導光架構 .....	23
圖 2.9 三原色R、G、B發光光譜.....	24
圖 2.10 無螢光體白光LED結構.....	24

圖 2.11 LED 與 CCFL 發光光譜 .....	25
圖 2.12 Eg 與 順向電壓曲線圖 .....	26
圖 2.13 LED 順向電壓 VS 電流曲線圖 .....	27
圖 2.14 順向電壓分佈比例 .....	27
圖 2.15 LED 溫度與能階(Eg)曲線 .....	28
圖 2.16 LED溫度與發光亮度曲線 .....	29
圖 2.17 顏色匹配實驗架構 .....	30
圖 2.18 等能光譜相對亮度曲線 .....	31
圖 2.19 CIE-RGB光譜三刺激值 .....	32
圖 2.20 CIE rg色度圖 .....	34
圖 2.21 CIE xy色度圖 .....	37
圖 3.1 直下式LED背光 .....	38
圖 3.2 直下式LED 背光光學架構 .....	39
圖 3.3 直下式LED 背光驅動架構 .....	40
圖 3.4 入射光耦光損失示意圖 .....	41
圖 3.5 反射光損失示意圖 .....	41
圖 3.6 側邊式LED 背光光學 .....	42
圖 3.7 光線入射稜鏡片折射模式 .....	45
圖 3.8 BEF II 稜鏡結構 .....	45
圖 3.9 BEF III 稜鏡結構 .....	46
圖 3.10 RBEF 稜鏡結構 .....	46
圖 3.11 WBEF 稜鏡結構 .....	47
圖 3.12 擴散片斷面結構簡圖 .....	48
圖 3.13 擴散片表面的放大照片 .....	48
圖 3.14 光線透過擴散片的示意圖 .....	48
圖 3.15 反射片的光學行爲 .....	49
圖 3.16 降壓型轉換電路 .....	50

圖 3.17 降壓型轉換Q1導通等效電路.....	51
圖 3.18 降壓型轉換Q1截止等效電路.....	52
圖 3.19 升壓型轉換等效電路.....	52
圖 3.20 升壓型轉換Q1導通、截止等效電路.....	53
圖 3.21 基本電阻平衡架構.....	54
圖 3.22 基本電流架構.....	55
圖 3.23 汲極電流曲線圖.....	55
圖 3.24 變動輸出電壓控制圖.....	56
圖 3.25 變動閘極電壓控制圖.....	57
圖 3.26 色溫管理架構圖.....	58
圖 3.27 光強度比較與訊號產生流程圖.....	58
圖 3.28 色彩量測工具.....	60
圖 4.1 液晶顯示器基本電子驅動架構.....	62
圖 4.2 掃描線驅動時序圖.....	62
圖 4.3 VHDL 基本架構.....	63
圖 4.4 FPGA 控制硬體.....	67
圖 4.5 動態畫面影像量測.....	69
圖 4.6 15吋LED 背光板.....	70
圖 4.7 15吋LED 背光顯示器構造示意圖.....	71
圖 4.8 15吋LED 排列機構圖.....	71
圖 4.9 15吋LED 驅動線路排列方式.....	72
圖 4.10 脈波控制邏輯介面.....	73
圖 4.11 LED 外型尺寸.....	75
圖 4.12 LED MBI1816方塊圖.....	77
圖 4.13 電流控制線路.....	78
圖 4.14 紅光、綠光電阻設定位置.....	79
圖 4.15 $V_{ds}$ 與 $I_{out}$ 曲線圖.....	80

圖 4.16 REXT 與 IOUT 曲線圖.....	80
圖 4.17 降壓電阻配置示意圖.....	81
圖 5.1 綠光LED控制IC電流平衡差異 .....	82
圖 5.2 紅光LED控制IC電流平衡差異 .....	83
圖 5.3 藍光LED控制IC電流平衡差異LED亮度發展趨勢圖 .....	83
圖 5.4 閃爍驅動方式1 .....	87
圖 5.5 閃爍驅動方式2.....	87
圖 5.6 閃爍驅動方式3 .....	88
圖 5.7 閃爍驅動方式4 .....	88
圖 5.8 掃描驅動示意圖 .....	94
圖 5.9 閃爍、掃描驅動數據比較圖.....	99



# 第一章

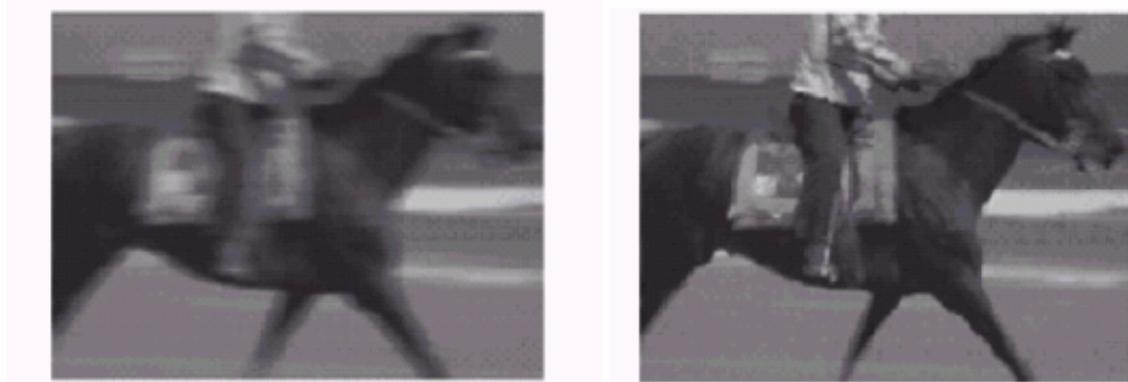
## 緒論

### 1.1 研究動機與目的

平面顯示器的出現為人類生活習慣的一大進步，光電產業在台灣政府領導的兩兆雙星計畫中，一躍成為引人注目的產業標的物。因此在可預見的未來，顯示器相關應用產品，將會成為家庭中必備的日用品之一。

目前背光模組所使用的光源以冷陰極管為主，因為冷陰極管的產品特性差異小、低發熱量、信賴度高、高演色性及對三原色波長有高發光效率，此為作為液晶顯示面板背光源的基本條件。但由於近年來環保意識抬頭，國際間掀起一股綠色環保的風潮，因故冷陰極管含有重金屬汞的特性也越來越不被各家廠商所接受，所以各廠商莫不積極尋找可以取代冷陰極管的替代產品，而發光二極體 (Light Emitting Diode；LED) 白光LED具有體積小(多顆、多種組合)、發熱量低(沒有熱幅射)、耗電量小(低電壓、低電流起動)、壽命長(5萬小時以上)、反應速度快(可在高頻操作)、環保(耐震、耐衝擊不易破、廢棄物可回收，沒有污染)、可平面封裝易開發成輕薄短小產品等優點，沒有冷陰極管的高耗電、易碎及日光燈廢棄物含汞污染的問題等缺點，成為替代冷陰極管的一大潛力商品。

液晶顯示器在動態畫面會出現模糊(blurring)不清的畫面如圖1.1(a)所示：這種現象發生之原因為LCD反應速度太慢(16~30ms)，然而就算是液晶反應速度增加至0ms時，動態模糊畫面也會發生，而最主要的原因為液晶顯示器的光源表現方式為連續方式，所以萌生了研究動機，希望利用發光二極體背光模組，並使用特殊的驅動方式改變液晶顯示器的光源表現方式，達到降低在動態畫面在移動交接處產生陰影的現象。



(a) 模糊動態影像

(b)正常動態影像

圖 1.1 正常與異常動態影像情況

## 1.2 液晶顯示器動態影像陰影成因

當液晶在切換時，液晶的上升時間或下降時間通常都需要數十個毫秒，導致在動態畫面時，畫面移動速率大於液晶的反應時間，使人眼看到反應期間不穩定的灰階變化如圖1.2。圖中黃色、藍色區域為背光打開時間，而藍色區塊時間可能就看到前三條掃描線打開時液晶反應區段，而黃色區塊時間可能就看到後三條掃描線打開時液晶反應區段，但就算液晶顯示器的液晶反應時間加快至數個毫秒內，人眼還是會看到物體移動的邊界會有模糊的現象，如圖1.3(a) 紅色框框區域，此一現象被稱為『Moving Picture Blur』，而這個現象是由於LCD的顯示方式為持續顯示方式(hold type display)。

所以影響動態影像陰影成因可分為兩個：一方面和液晶反應速度有直接的關係，另外一方面則和LCD的持續顯示方式及視覺焦點的移動(eye-tracing)二者之間的互動有關，這裡稱作『Eye-Trace Integration』，如圖1.3(a) 藍色框框Blurred area大小決定出模糊現象的程度，假設一個黑色區塊移動，移動方向如箭頭方向，當黑色區塊從位置1移動到位置2及位置3，可是人眼會殘留下一個時間的亮度，所以可能就造成位置2、3應該是要黑色畫面，但因視覺殘留的問題造成黑色與上一個時間亮度

的平均亮度值，所以當液晶的響應時間降低到一定程度後，後者將佔有主導的地位，形成LCD動態影像品質的瓶頸，圖1.3(b)為一理想無模糊的現象顯示方式。

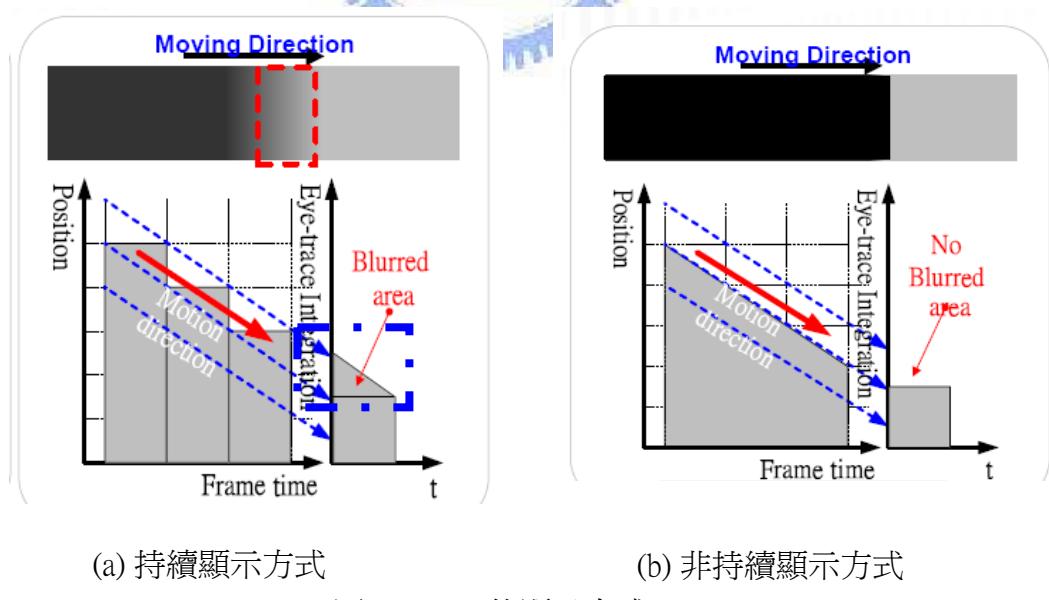
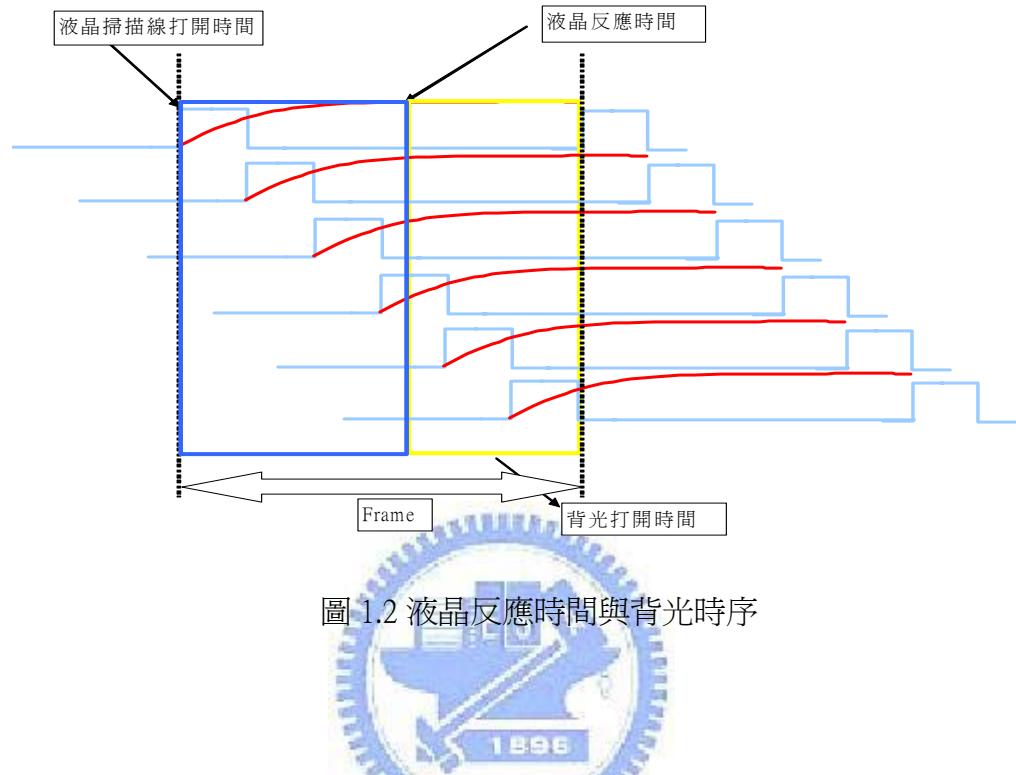


圖 1.3 LCD的顯示方式

## 1.3 改善動態影像品質方式

影響動態影像的二大因素為液晶反應速度及液晶的顯示方式，而從章節1.2可知，只要降低Blurred area 就可改善動態影像，因此就有幾種方式被提出來改善液晶反應速度及液晶的顯示方式[1] [2] [3]。

### 1.3.1 加快液晶反應時間

加速液晶反應速度，可以從液晶材料本身及外在驅動電路來實現：

#### (1) 影響液晶反應速度的製程參數

低臨界電壓、快速的反應時間是影響液晶元件的重要參數。在一般白(Normally White；NW)的操作模式下，TN元件的臨界電壓(threshold voltage； $V_{th}$ )定義為穿透率從100%下降至90%所需的電壓；反應時間(response time)分為上升(Rise； $\tau_{on}$ )、下降(Fall； $\tau_{off}$ )時間，上升時間定義為穿透率從90%下降至10%所需的時間，反之下降時間為10%上升至90%所需的時間；在一般黑(Normally Black；NB)的操作模式下，TN元件的臨界電壓(threshold voltage； $V_{th}$ )定義為穿透率從0%上升至10%所需的電壓，如圖1.4。反應時間(response time)分為上升(Rise； $\tau_{on}$ )、下降(Fall； $\tau_{off}$ )時間，上升時間定義為穿透率從10%上升至90%所需的時間，反之下降時間為90%下降至10%所需的時間，如圖1.5。應用公式如下所示：

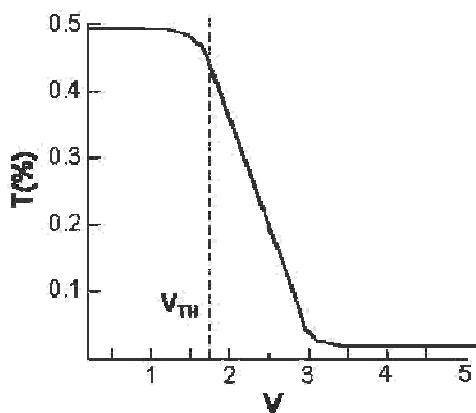


圖1.4臨界電壓定義圖

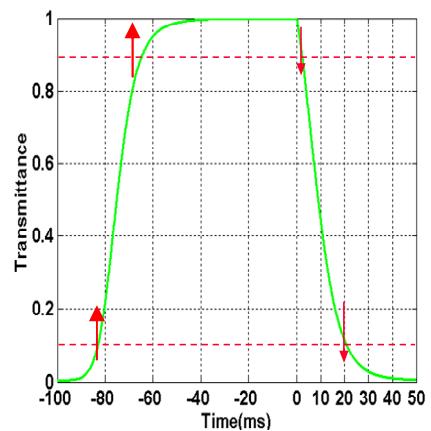


圖1.5反應時間定義圖

臨界電壓：
$$V_{th} = \pi \sqrt{\frac{K_{ii}}{\varepsilon_0 |\Delta \varepsilon|}} \quad (1-1)$$

上升時間：
$$\tau_r = \frac{\eta_i d^2}{\varepsilon_0 |\Delta \varepsilon| V^2 - K_{ii} \pi^2} \quad (1-2)$$

下降時間：
$$\tau_f = \frac{\eta_i d^2}{\pi^2 K_{ii}} \quad (1-3)$$

彈性係數：
$$K_{ii} = \frac{4K_{11} - 2K_{22} + K_{33}}{4} \quad (1-4)$$

介電異方性：
$$\Delta \varepsilon = \varepsilon \parallel - \varepsilon \perp \quad (1-5)$$

黏性係數：
$$\eta_i$$

(1-1)中  $\varepsilon_0 = 8.854 * 10^{-12} CV^{-1}m^{-1}$ ，(1-4)中  $K_{11}$ 、 $K_{22}$ 、 $K_{33}$ 是液晶旋轉(Twist)及彎曲(Bend)的彈性常數，(1-5)中  $\varepsilon \parallel$  是液晶分子與電場平行的介電常數， $\varepsilon \perp$  液晶分子與電場垂直的介電常數，只要能有效的調整及改善式中的相關參數就能改變液晶反應時間。

## (2) 過電壓驅動電路

因為調整液晶相關參數仍有相當的瓶頸及複雜性，而反應速度只是取決於到達我們所需要的亮度值的時間。如圖 1.6 所示，藍色線為原驅動電壓至目標亮度值所需要的時間，而紅色線為另一驅動電壓至該目標亮度值所需要的時間，可以發現紅色線一定會經過藍色線亮度目標值且時間比藍色線快，如此就可以使用紅色線的驅動電壓(Boost Gray Level)施加在原本需要的藍色線，直到紅色線(OD 後)到達藍色線(OD 前)目標值在將電壓回到藍色的電壓值(Target Gray Level)，這樣就改善了液晶要到達藍色線目標亮度值的時間了。

但在選擇過電壓驅動(overdrive)時，必須選用到適當的電壓值，這也是overdrive 電路困難的地方，如圖 1.7 所示，當我們選用的電壓過大就會造成液晶轉過頭，這樣人眼可能看到異常的灰階不良，而綠色線(....)就是電壓過大造成液晶轉過頭(over

shoot)，而橘色線(—)為電壓選用過低造成液晶仍未到達目標值，而藍色線(---)就是正常的overdrive 電壓。

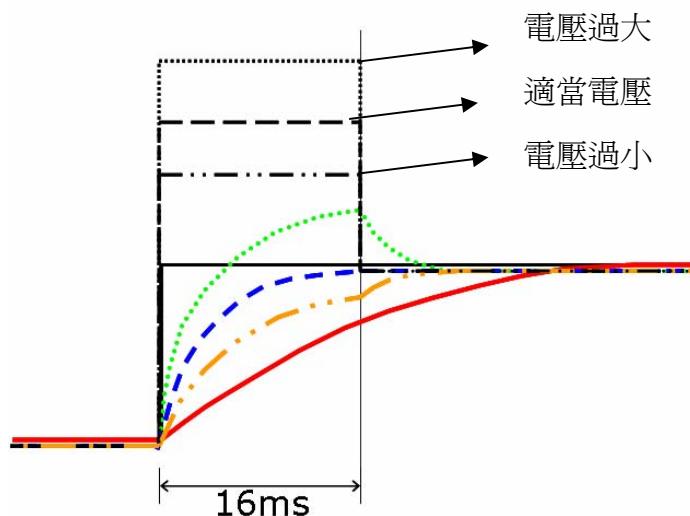
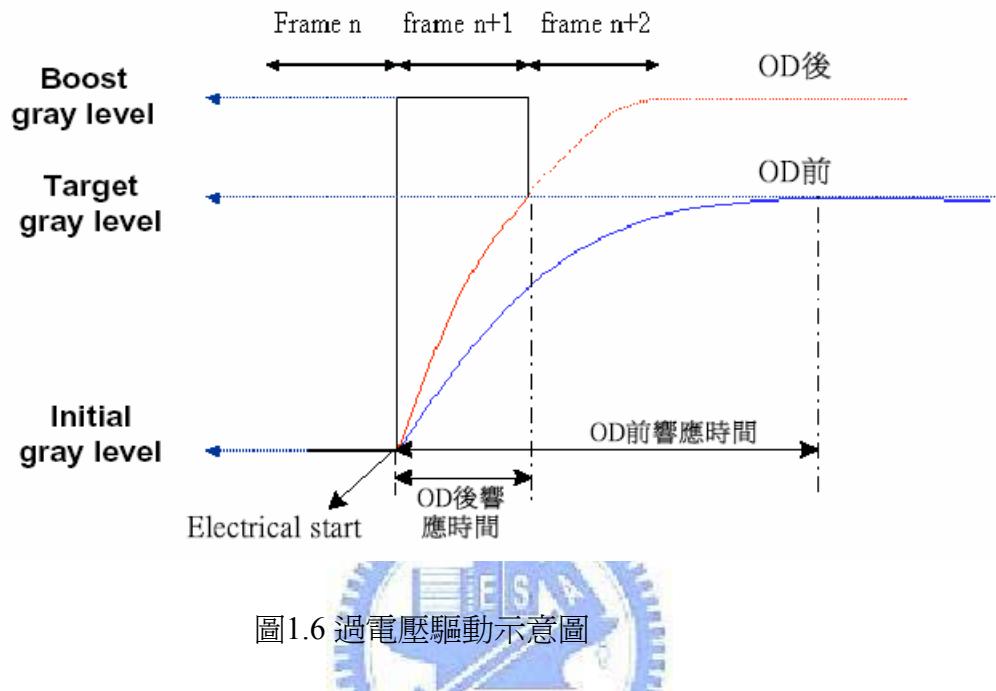


圖1.7 不同的電壓驅動與液晶反應之關係

因此overdrive 電路設計中必須將每一個灰階變化到下一個灰階過電壓值存在一個同步動態存取記憶體( Synchronous Dynamic Random Access Memory ; SDRAM) , 每一個資料都會經過SDRAM 再產生一個新的資料來驅動液晶，如圖 1.8 所示。而SDRAM 中所存的資料就如表 1.1所示，會存有先前資料(Previous)及現在資料(Current) ，之後查詢表會比較先前資料及現在資料而補償一個灰階(LUT) ，如先前的資料為0灰階而現在的資料為64灰階，查詢表的補償值為120灰階，所以實際會輸出184灰階電壓來驅動64灰階達到液晶快速反應時間 。

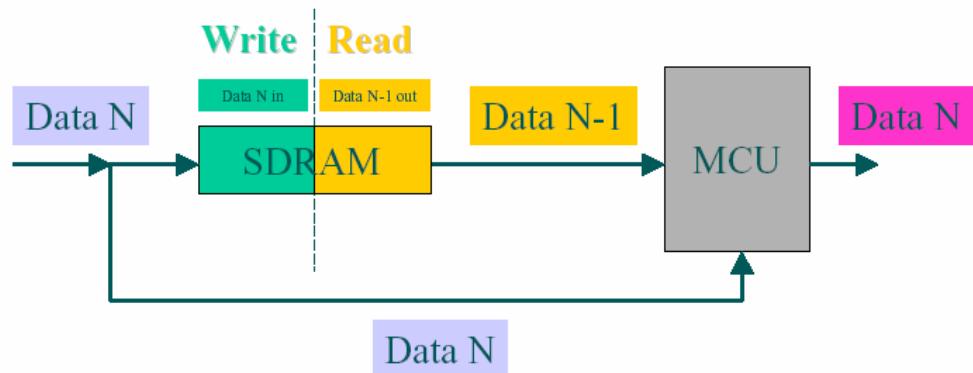


圖 1.8 Overdrive 電路示意圖

表 1.1 Overdrive 電壓查詢表

	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
Previous	0	0	0	7	7	7	8	8	8	15	15	15	16	16	16
Current	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
LUT	120	120	120	120	112	120	104	104	104	104	96	104	89	89	89
Output	184	184	184	184	176	184	168	168	168	168	160	168	153	153	153

### 1.3.2 畫面差黑驅動

由於知道動態影像陰影主要是因為液晶顯示器為持續顯示(Hold type display)，因此就有相關研究在每張畫面中間內插一張運算出來的畫面，如圖 1.9 所示，也可以避免掉 Hold type 造成的動態影像陰影的問題。

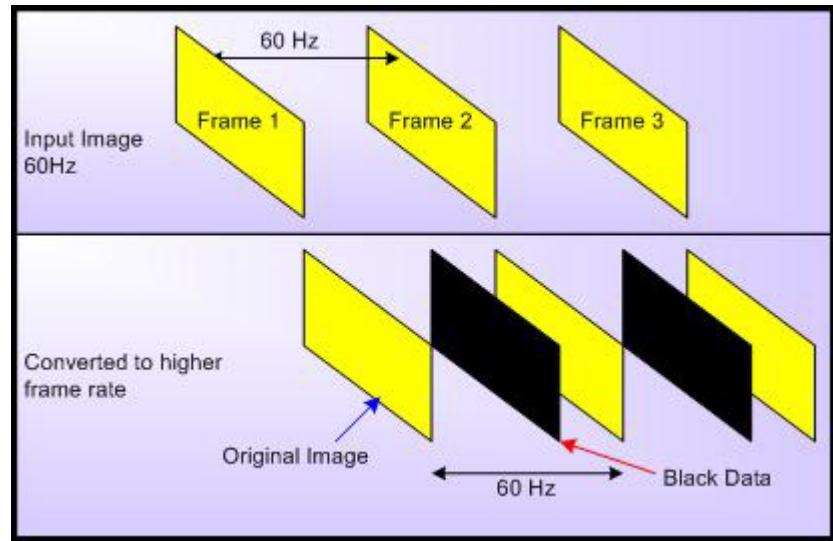


圖 1.9 畫面差黑示意圖

為何在兩圖片中間差入一黑畫面可以改善，我們可以從圖 1.10 看出，當使用畫面差黑技術時人眼看到的陰影區域會較沒有使用差黑技術來的小，簡單來說差黑畫面只是降低人眼對視覺殘留的平均亮度值，以縮小人眼對不同時間不同位置的亮度差。

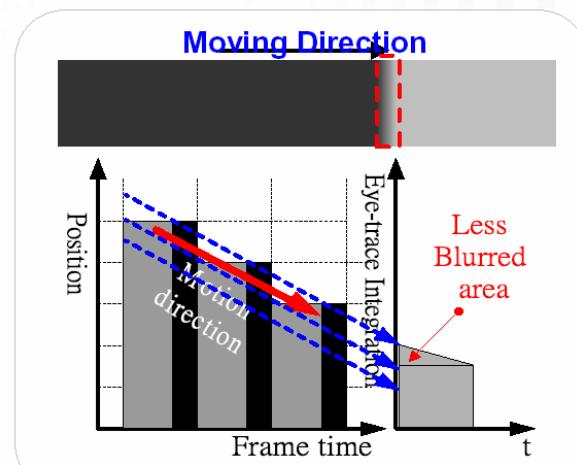


圖 1.10 畫面差黑陰影表現示意圖

### 1.3.3 加快液晶更新頻率

加快液晶顯示器的畫面更新頻率也可以改善動態影像陰影的問題，如圖 1.11 所示，圖 1.11(a)為更新頻率為60Hz，可察覺當黑畫面從位置1移動至位置3時的陰影區域大小較圖(b)更新頻率為120Hz的陰影區域大。

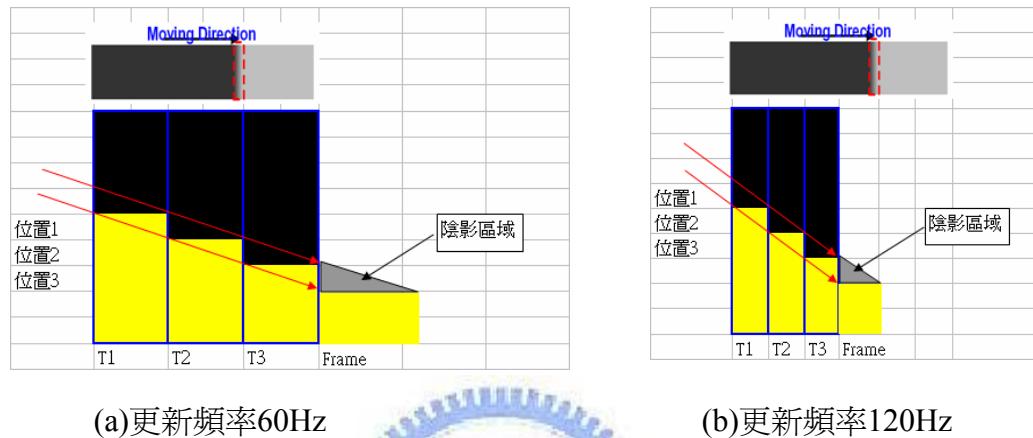


圖1.11更新頻率與動態影像陰影示意圖

如果配合高更新頻率120Hz，再加入章節1.3.2 的差黑技術，將插黑畫面加在一個更新頻率的時間長度，這樣會使實際畫面與下一個畫面的更新頻率也保持在60Hz，而影像陰影的區域又會更佳，如圖 1.12 所示。

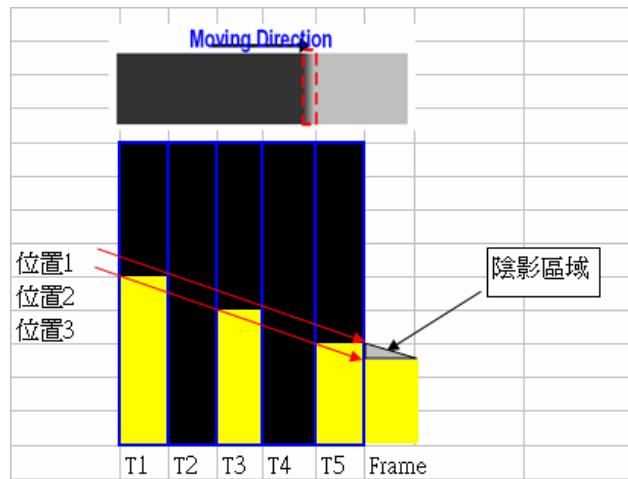


圖1.12 高更新頻率加畫面差黑示意圖

但使用高更新頻率技術，對液晶顯示器會有許多的挑戰需要克服：

### (1) 液晶充電時間不足

因為加快更新頻率(Frame\_rate)會使掃描線打開的時間(Gate\_Period)變短，假設原60Hz掃描線打開的時間為20us，那增快更新頻率至120Hz時掃描線打開的時間則為60Hz的一半，可由(1-6)、(1-7)得知，H\_Total 為LCD水平影像數目，V\_Total 為LCD垂直掃描線數。

$$Frame\_rate = \frac{f}{H\_Total * V\_Total} \quad (1-6)$$

$$Gate\_Period = \frac{1}{V\_Total * Frame\_rate} \quad (1-7)$$

因此高更新頻率可能因液晶儲存電容充電時間不足，而造成亮度不足，或液晶面板上下左右區域亮度不均的問題。

### (2) 功率消耗

數位訊號的傳遞功率消耗都與傳輸頻率有正比的趨勢，也可從(1-6)得知，C 為等效容抗，V 為傳輸電壓，當加快更新頻率在不變更液晶面板解析度的情況下，勢必傳輸頻率(f)必需變快，而從(1-8)可知功率(Power)與傳輸頻率的關聯。

$$Power = \frac{1}{2} f C V^2 \quad (1-8)$$

### (3) 電磁輻射

電磁輻射的來源包括微處理器、開關電路、靜電放電、發射器、暫態電源元件、電源以及閃電。在一個微處理器為基礎的電路板內，數位時序電路通常是寬頻帶雜訊的最大產生者，這所謂的寬頻帶即指分佈於整個頻譜的雜訊。隨著傳輸頻率及更快的邊緣變化率的增加，必然產生較差的電磁輻射干擾。

### 1.3.4 背光明暗控制

不論是使用畫面差黑或加快更新頻率，都是為了讓人眼看到的陰影區域變小，但畫面差黑會讓整體亮度變暗，可是背光還是輸出同樣的發光效能，所以在畫面差黑的區間背光可說是在浪費功率，如此本文就討論如果將背光關掉來取代畫面差黑是否會有同樣的效果，且又可節省背光的消耗功率。

而背光的明暗控制大致上又可區分為兩種，掃描方式及閃爍方式，而掃描方式是將背光分為數個區域做明暗控制再搭配液晶顯示器掃描線打開的區域去選擇背光開啓的區域，其背光方式必為直下式背光模組。而閃爍方式就不必將背光分割，其原理像畫面差黑，只是畫面差黑是利用液晶將背光遮住，而閃爍背光就直接將背光關掉，如一個更新週期內將後50%的時間把背光關掉，至於是50%就決定於設計者考量亮度的需求，而背光形式又分為直下式或側邊式，圖 1.13 就明顯表示出兩者驅動方式對動態陰影區域大小的影響，雖然感覺結果差異不大，但在先前的章節曾說明可利用背光來遮住液晶反應時間的區段，而這就不是閃爍背光可以做得到，如此本文將此兩種方式變化不同的掃描順序及關掉的時間來驅動LED背光模組比較動態影像的結果。

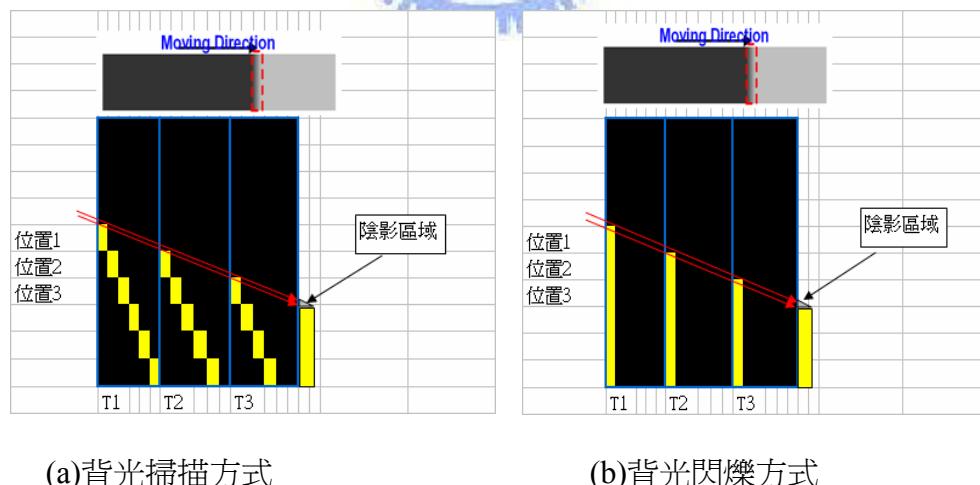


圖1.13 背光明暗控制與動態影像陰影示意圖

## 1.4 論文內容概述

本文內容可區分為6大章節，第一章節主要描述本文的研究動機及目的，以及液晶顯示器的動態影像陰影的因素，且說明目前的解決方式，其方式大致上可分為：

- (1) 改善液晶反應速度。
- (2) 畫面差黑技術。
- (3) 加快更新頻率技術。
- (4) 背光明暗控制。

而本文也著重於利用背光明暗控制來驅動發光二極體背光模組來改善動態影像陰影。

第二章節介紹發光二極體原理及白光二極體的種類及優缺點比較，因本實驗是以發光二極體來取代傳統的冷陰極管，分別從其LED發光機制、半導體的直接發光與間接發光方式、以及注入機制來探討LED的發光原理。並探討白光LED的種類，何種較適合應用在發光二極體背光模組，以及了解LED電壓與電流隨溫度變化的關聯性，且習知R、G、B三原色混光的原理及色座標的規範，相信這會對設計一個LED背光模組有極大的幫助。

第三章節介紹LED 背光模組架構，架構上可區分為直下式與側邊式，說明兩者架構上的差異及應用上的優缺點。LED 的驅動電路也與冷陰極管有所差異，前者採直流電壓驅動、後者則為交流電壓驅動且驅動電壓較LED高出數十倍以上，因此LED 的驅動電路就較為簡單，所以驅動電路的結構上也探討了降壓型、昇壓型、電流平衡架構。LED 由於先天上的製程缺陷，會導致導通電壓上的變異，因此而造成流過的電流有所差異，所以電流的平衡電路也就卓然重要。

第四章節介紹整體的軟硬體實現方法，因背光的明暗控制必須和液晶顯示器同步作控制，所以此章節依開始先了解液晶顯示器的驅動原理，接著要實現脈波驅動，就必須使用硬體描述語言來撰寫及FPGA 硬體來實現，在這也敘述了硬體描述語言及ISE輔助軟體，以及光學上的動態影像量測儀器。此架構是以15吋R、G、B LED背光模組搭配閃爍及掃描驅動，並說明零件上的設定及選用。

第五章節主要介紹整體實驗結果對動態影像陰影的改善效果，有LED電流平衡效果、閃爍驅動的結果、掃瞄驅動的結果、及光學上的表現。而最後章節，第六章是本篇論文的總結，會比較出何種驅動方式可以改善較多的動態影像陰影，及須改善的地方與未來的研究方向。



## 第二章

# 白光LED種類及原理

白光LED的組成方式，會影響整體驅動線路的設計及光學的表現，選擇一個適當的白光LED是件重要且關鍵的動作。

### 2.1 發光二極體(LED)簡述

發光二極體 ( Light Emitting Diode ; LED ) [6] 是由半導體材料所製成之發光元件，元件具有兩個電極端子，在端子間施加電壓，通入極小的電流，經由電子與電洞之結合可將剩餘能量以光的形式激發釋出，此即LED 之基本發光原理，如圖2.1所示。

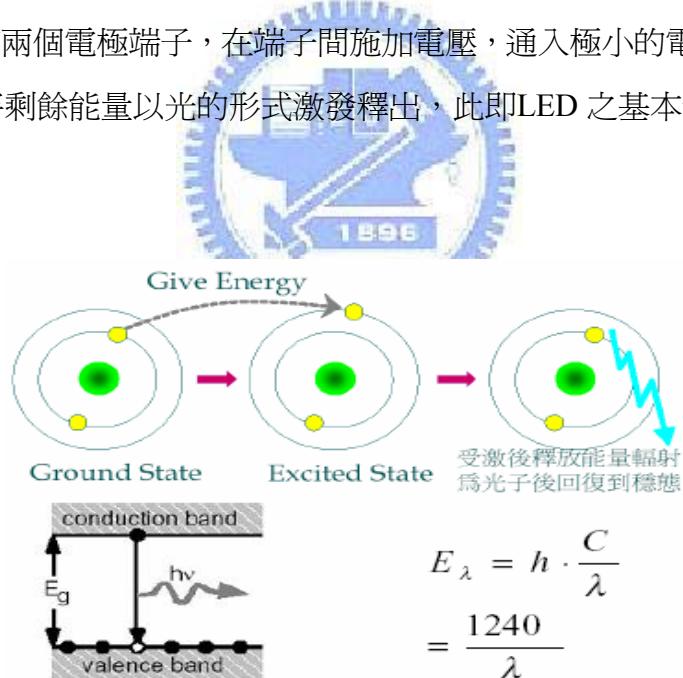
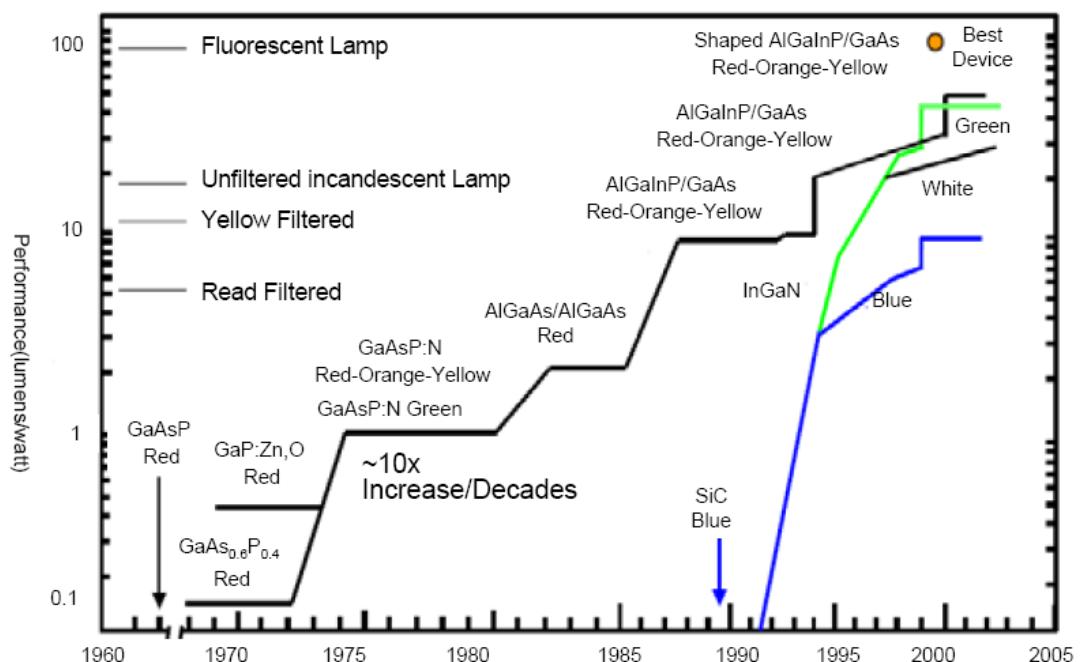


圖 2.1 LED 基本發光原理

不同於一般白熾燈泡，發光二極體係屬冷發光，具有耗電量低、元件壽命長、無須暖燈時間、反應速度快等優點，再加上其體積小、耐震動、適合量產，容易配合應用上的需求製成極小或陣列式的元件，目前LED 已普遍使用於資訊、通訊及消費性電子產品的指示器與顯示裝置上，成為日常生活中不可或缺的重要元件。

發光二極體依發光波長分為可見光發光二極體(波長450~680nm)與不可見光發光二極體(波長850~1550nm)兩大類。若以其使用的磊晶層材料可進一步分為二元化合物(如GaAs、GaSb、GaN等)、三元化合物(如Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As、Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>P、In<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>As等)、四元化合物(如AlInGaP、InAlGaAs、Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As<sub>y</sub>P<sub>1-y</sub>等)及GaN系化合物四大類。

以亮度區分，發光二極體可分為高亮度發光二極體及一般亮度發光二極體兩大類。不過由於發光二極體具有指向性，各廠商衡量標準也不一，直接衡量發光二極體光度並無法正確區分出高亮度發光二極體及一般亮度發光二極體。再加上發光二極體發光亮度、發光效率與磊晶層材料直接相關，因此以使用磊晶層材料種類作為區分高亮度發光二極體的標準，高亮度發光二極體是指以四元化合物及GaN系化合物所製成的發光二極體，一般亮度發光二極體是指以GaN系以外二元化合物及三元化合物所製成的發光二極體，圖2.2為LED發光效率演進。



資料來源： Lumileds(2002)

圖 2.2 LED 發光效率演進

一般照明市場所使用的光源型態主要有白熾燈泡、螢光燈、鹵素燈、HID燈等產品，近年來高亮度發光二極體在發光效率與成本上有大幅度的改進，使其相較於

常用白熾燈泡，具有省能、體積小與光指向性高等優點，詳如表 2-1。

表2-1 發光二極體與其他光源特性比較

	白熾燈泡	螢光燈	緊湊型螢光燈	HID	白光 LED
發光效率 (lm/W)	8~17	20~80	47~65	65~100	13~25
色溫(°K)	2100~3000	2500~7500	2500~7500	3000~5000	5000~7000
演色性	100	40~90	40~90	60~80 以上	70~75 以上
壽命 (hours)	750~2,500	10000~20000	6000~10000	5000~20000	>10000

資料來源：工研院IEK(2003)

由於本文主要利用LED來取代CCFL，因此也單獨比較LED 與CCFL 之優劣勢 [7]:

- LED 與CCFL 之優勢分析

(1) LED 具備無汞，符合環保需求

LED 屬半導體發光，製程與發光過程不需使用汞等有害物質，因此LED 應用於中大型顯示器背光源將具有環保(無汞)之優勢。2006 年中歐盟雖然將含汞的CCFL(冷陰極管)之相關產品排除在外，但在LED 的技術提升下，預期歐盟下一波2010 年之環保規定將有可能全面禁止CCFL 之產品進口。

(2) 體積小，耐壓耐震

LED 屬半導體發光，如氮化物藍光LED 目前晶粒最小尺寸可到8mil(0.8mm)，甚至到瓦級的產品其尺寸規格也大約只有40mil，封裝後其最大尺寸規格也在1 公分以內，因此體積原比目前的CCFL 要小，並且LED固體封裝後，產品比CCFL 更具耐壓與耐震。

(3) 壽命長，可達100,000 小時以上

LED 目前理論上之產品壽命約10 萬小時，較目前CCFL 產品的壽命5 萬小時增加一倍，並且LED 固體封裝後，產品比CCFL 更具耐壓與耐震。不過，LED 的使用

環境溫度若高於80 度會減低使用壽命，並且因LED 有正負極性分別，如果正負極接錯點亮可能會造成LED直接燒毀。

#### (4) 低電壓，不需使用轉換器(inverter)

LED 是利用電能直接轉化為光能的原理，在半導體內正負極 2 個端子施加電壓，當電流通過，使電子與電洞相結合時，剩餘能量便以光的形式釋放。目前一般的LED 其驅動電壓範圍在1.4V~3.6V 之間，而使用時可串聯電阻使用較大的電壓驅動，而耗電量極小。LED 使用電壓過高時，LED 會產生崩潰電流造成二極體雪崩而燒毀。

#### (5) NTSC 超過100%

LED 發出白光的方式有許多種，而不同的發光方式具有不同的發光效率以及色彩飽合度。藍光加黃色螢光粉的方式效率不佳，且色彩飽合度未臻理想，但組立較為簡單。而以RGB 混光方式所形成的波形較佳，可表現出更高的色彩飽合度，不過在色彩的控制上則較為困難。如現已有該款液晶電視使用RGB 三色白光技術，可顯示與NTSC 規格相比色彩表現範圍達到了105%，大約是現有液晶電視的約1.5 倍，即使與PDP 電視相比也超出1.5 倍，尤其在「鮮紅」和「深綠」的表現力更是其優勢。

#### (6) 快速啓動

由於LED 驅動電壓低，所需啓動時間短，這項特點在未來LCD-TV 的設計上將顯現出LED 的優勢。由於LCD-TV 顏色的轉換的原理是，當光線通過液晶時，液晶旋轉的角度不同，使得光線投射在RGB不同的CF 區域上。但由於液晶的旋轉是一個連續的過程，人類的眼睛會像是個積分器，將這個過程完整記錄下來，因此在畫面變換快速的情況下，畫面與畫面間的連續轉換過程將會被突顯出來，使消費者會產生畫面上有拖影的感覺。目前解決這個問題的方式之一就是控制發光源的明暗，讓液晶在旋轉時的畫面消失，但因為消失的時間很短，視覺暫留的結果使得消費者仍感覺畫面是連續的，且拖影的現象便消失了。而要達成這個效果，需要明滅快速的背光源如LED 比較容易達成。

- LED 與CCFL 之劣勢分析

- (1) 發光效率低，目前業界約為30-45 lm/W (CCFL 約為60-80 lm/W)

白光LED 目前的發光效率約為30-45 lm/W (CCFL 約為60-80 lm/W)，發光效率較CCFL 低。由於LED 發光效率較低，使其必須透過增加LED 使用量以符合顯示器亮度的要求。此外由於三原色LED 在混色的過程中，有近半數的光損失，相對的增加LED 背光模組的耗電量。

- (2) 晶體必須篩選

由於LED 磚晶結果是呈現連續分配狀態，晶體間的輝度、色度有很大的差異，因此目前的光學設計使用時必須去做篩選，如此才能達到較為標準化的要求，以確保一定的背光品質。不過，因應產品的特性，有些業者運用光學設計的混光方式，增加LED 磚晶的波長使用，大幅減少晶體篩選的缺失。

- (3) 散熱問題的考量

LED 對於操作環境中的”熱”相當的敏感，且LED 在發光過程中，自體的溫度達100°C，若散熱問題為妥善處理，會造成LED 波長的飄移及LED 壽命的大幅縮。過去LCD 背光模組為達到更好的熱管理，整體背光模組須透過風扇、散熱片、導熱元件、強制冷等散熱系統，來降低整體背光模組的熱度。不過，隨著LED 的效能提升，以05 年橫濱展中廠商所推出的32吋產品，其消耗功率已經降低至140~150W，與目前的CCFL 產品所消耗的功率相當接近，LED 的散熱問題大致已經可以改善。

- (4) 單價成本較高

雖然採用LED 的背光模組具備許多優點，可是距離普及化仍有一段距離，主要原因是LED 背光模組的成本居高不下，例如目前32 吋的液晶電視用LED 背光模組，若使用RGB 白光LED 時，推估2005 年底整組LED 背光模組的製作成本仍為傳統冷陰極背光模組的3~4 倍，而其中LED 光源的成本更是冷陰極光源的10 倍，使LED 背光模組的應用無法擴大。以目前LED 的售價來看，在32” 面板的設計當中，如果要達到相同的亮度，大約需要200~400 顆高功率LED，以1 顆1.5 美元計算，成本約300~600 美元。而若使用CCFL 約12 根，每根約1.5 美元，加計Inverter 每根1.3 美

元共12根，則成本約30 美元。因此以LED 做為背光源，成本仍然太高。

#### (5) 輝度衰減及壽命之均齊度較CCFL 差

LED 螢光粉衰減的速度較快，因此畫面顏色經過時間之後，可能會和原先設定顏色不同，影響畫面品質。

#### (6) 色度會隨電流大小之不同而做變化

由於LED 具有螢光粉衰減的問題，而且不同的LED 具有不同的衰減速度，因此在設計上必須有相對應的考量。如下圖2.3所示，背光模組中將存在光線的感應系統，將LED 所發出的RGB 顏色加以分析。通常產品在出廠時，RGB 混合而成的白光應該是最佳的狀態，但使用時間一久，不同的LED 在螢光粉衰減後，所發出的光線可能會偏離原先設定的標準，因此當時LED 的狀態已經無法組成一個較好的白光。此時背光模組中的感應系統會將這個訊號回傳到驅動LED 的電流系統，增加或減少相關LED 的電流強度，以混合出最佳的白光，如此便形成一個動態調整的背光系統。



圖2.3 LED 背光系統

## 2.2 白光LED的總類

### 2.2.1 擬似白光LED

基本上它是由藍光LED與黃色螢光體所構成，動作時利用互補原理產生白光，這種型式的LED結構非常單純，而且發光效率很高，因此被當作小型LCD的背光光源，廣泛應用在行動電話，缺點是紅色成份的強度較弱。

其原理以460nm波長的InGaN藍光晶粒塗上一層YAG螢光物質，利用藍光LED照射此一螢光物質以產生與藍光互補的555nm波長黃光，再利用透鏡原理將互補的黃光、藍光予以混合，便可得出肉眼所需的白光，如圖 2.4所示。

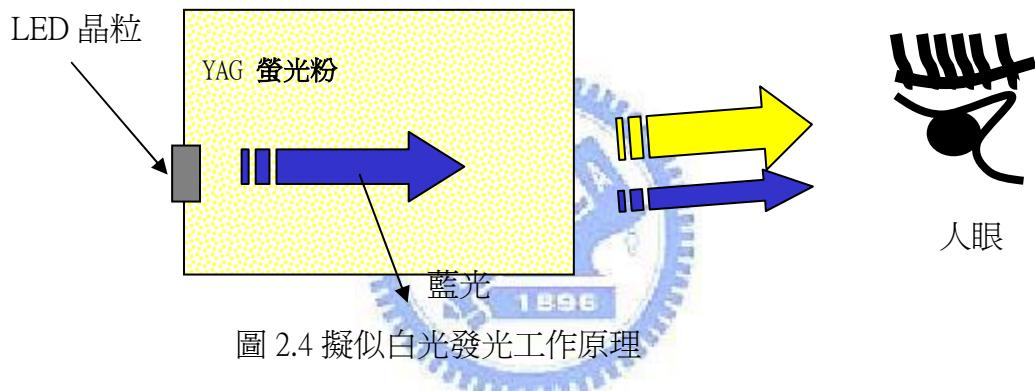


圖 2.4 擬似白光發光工作原理

改變YAG的含量可得一系列LED，它們顏色的(x, y)坐標如圖 2.5所示。正如色彩相加混合原理所預計，它們分布在藍色直線上，其中的藍點是概念中的純白光。這說明可以通過改變YAG的含量來控制LED的固有色。進一步加大YAG含量，則有可能得到不同的白色甚至黃色。

此種利用藍光發光二極體晶片與黃光螢光粉組合而成之白光發光二極體，有下列數種缺點：

- (1) 由於藍光佔發光光譜的大部份，因此，會有色溫偏高與不均勻的現象。基於上述原因，必須提高藍光與黃光螢光粉作用的機會，以降低藍光強度或是提高黃光的強度。
- (2) 因為藍光發光二極體發光波長會隨溫度提升而改變，進而造成白光源顏色控制不易。

(3) 因發光紅色光譜較弱，造成演色性(color rendition)較差現象。

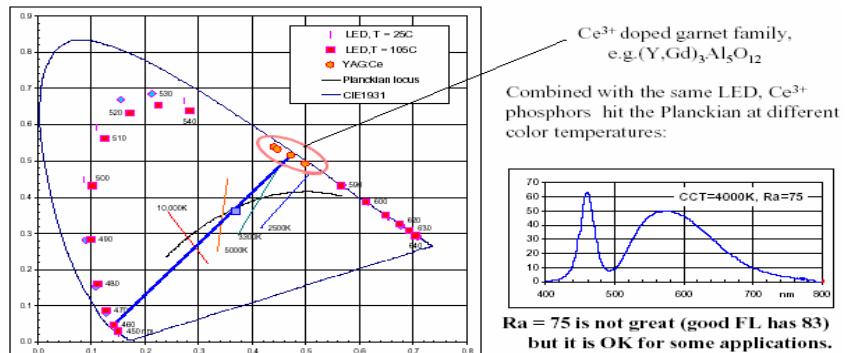


圖 2.5 藍光LED激發黃色螢光座標圖

## 2.2.2 紫外光白光LED

藍色LED激發黃色螢光粉產生白光的方式會使光譜中缺乏紅色，因此照射紅色物體時，會使物體成為「帶有黃色的紅色」。因此採用紫外光LED配合三種螢光劑，將紫外光分別轉換成紅、綠、藍三原色後再行合成，取得演色性良好的白色光，如圖 2.6 所示。但由於紫外光能量較高，會將使用的封裝樹脂與螢光體劣化等考量，因此必需另外開發抗紫外光的樹脂與螢光體，因此封裝較為困難，以及目前以紫外光LED為基的白光LED，還存在發光效率較差的問題，但未來仍有很大的發展空間，圖2.7為有螢光體白光LED結構。

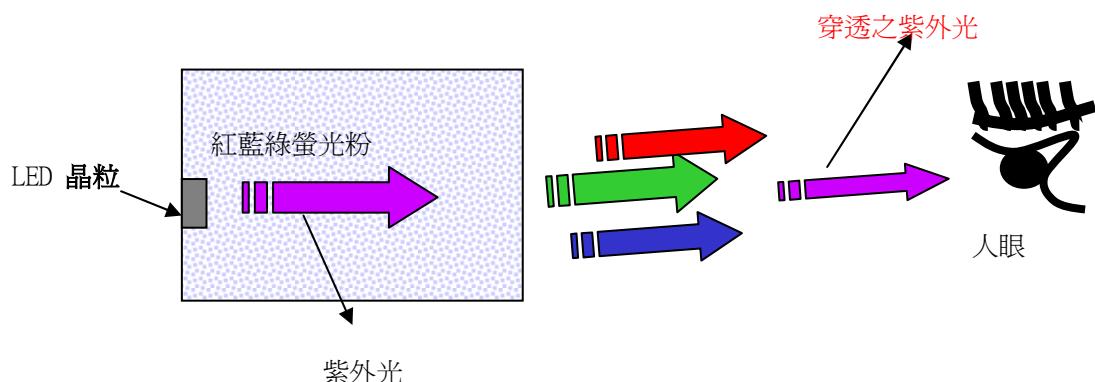


圖 2.6 紫外光激發之白光發光二極體工作原理

而紫外光作用在不同波長的有不同的螢光粉搭配：

**(1)紫外光(約365~385 nm)+紅、藍、綠三色螢光粉**

365~385nm激發之高亮度紅、藍、綠三色螢光粉，可與365~385 nm紫外光LED搭配。

**(2)紫外光(約254 nm)+紅、藍、綠三色螢光粉**

高效率之254nm紫外光LED，製作白光可考慮兩種方式：第一種是選用254nm激發之高亮度紅、藍、綠三色螢光粉，用三色配出白色（用二色配一樣原理）；此時可選用之螢光粉種類非常多，但要考慮製程。

**(3)紫外光(約254 nm)+單一發白光螢光粉(一種螢光粉就可以發白光)**

也可選用一種極特殊螢光粉，只要一種螢光粉就可以發出白光，不必配三色。

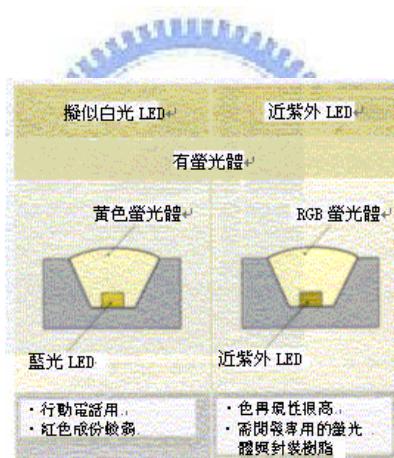


圖2.7 有螢光體白光LED結構

### 2.2.3 單體RGB白光LED

由於單體RGB白光LED可針對各單體LED設計散熱結構，因此較容易獲得高輸出效果，不過RGB單體LED的晶片物理上彼此相隔，所以必需設計專用的導光路，使RGB單體LED的光線能均勻混色變成白光，如圖 2.8所示，如此才能避免背光照明模組變厚。

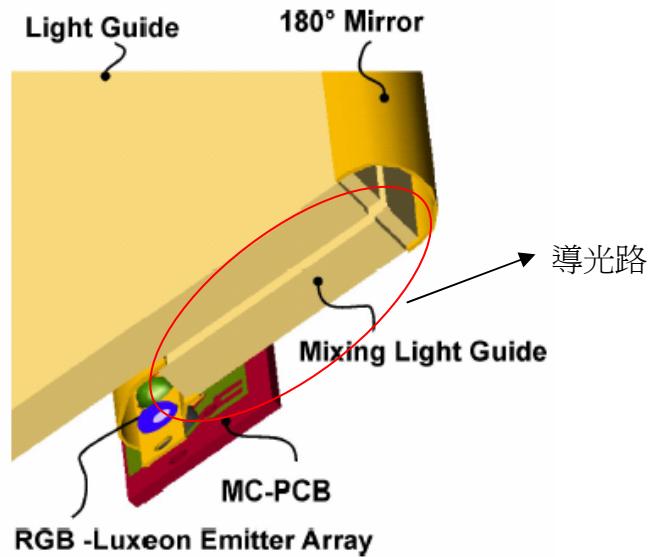


圖 2.8 單體R、G、B LED 混光入射導光架構

#### 2.2.4 一體化RGB白光LED

一體化 R、G、B 可直接混色變成白光，所以沒有專用導光路與背光照明模組厚度限制等困擾，不過施加的電流量受到限制，因此不易獲得高輸出效果。

R、G、B三色LED所構成的白光LED技術上可說是最單純(simple)，但是至今還遲遲無法商業化，主要原因是R、G、B三色LED的半導體材質彼此差異極大，因此驅動電路的設計也變得極為煩瑣複雜。就以實例來說紅光LED的驅動電壓為1.8V，其它兩色綠光與藍光則為3.5V，且R、G、B三色的發光波長分別是紅光(640nm)，綠光(525nm)，藍光(470nm)，如圖 2.9所示，彼此的半幅值相當狹窄，因此R、G、B三色LED所構成的白光LED距離實用階段，除了技術上還有許多問題有待克服之外，雖然美國業者曾經利用藍綠光LED(波長500nm)與琥珀色LED(波長612nm)的互補色關係製作虛擬白光LED( Binary Complementary White ； BCW)，但實際上Ra值相當低因此前景並不樂觀。

化合物半導體長晶技術的不斷進步、成本降低以及封裝技術的改善，今後更

有機會製作出非常完美的照明用白光LED。例如波長分別是紅光459.7nm，綠光542.4nm，藍光607.3nm R、G、B三色LED的組合，Ra值約為80，K值為400 lm/W，設若各LED的外部量子效率為20%時，K值便成為80 lm/W，如此一來便可獲得足夠的亮度，如圖 2.10 為無螢光體白光LED結構。

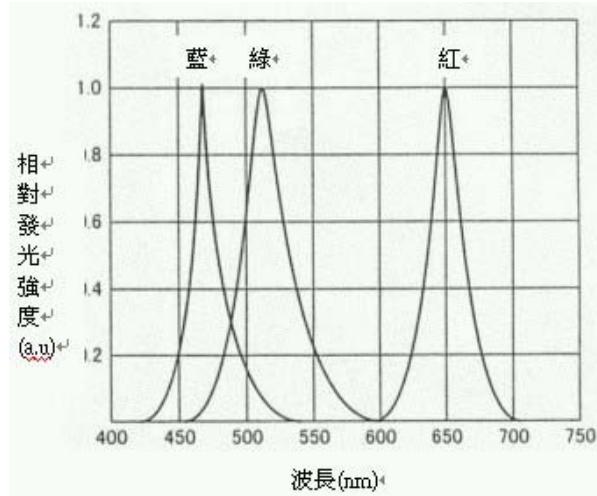


圖2.9 三原色R、G、B發光光譜

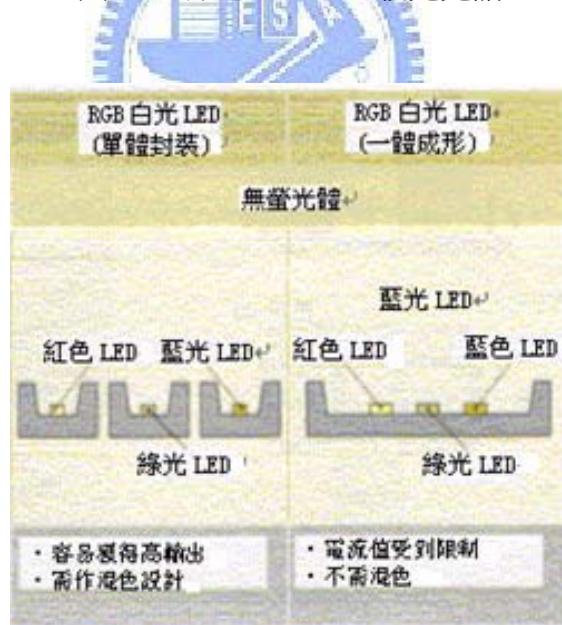


圖2.10 無螢光體白光LED結構

## 2.3 白光LED優缺點比較

由於大尺寸LED 背光模組 需要有較佳的演色性, 由圖 2.11(a)中可知到 CCFL 頻譜除了在R、G、B (610nm、545nm、438nm)外尚有其它波長之光譜, 因此經過色彩濾光片(Color Filter)後其它波長之光譜降低了LCD色彩飽和度。而圖(b)R、G、B 之LED光譜純度較高、經過Color Filter後可達到之色域則較廣。

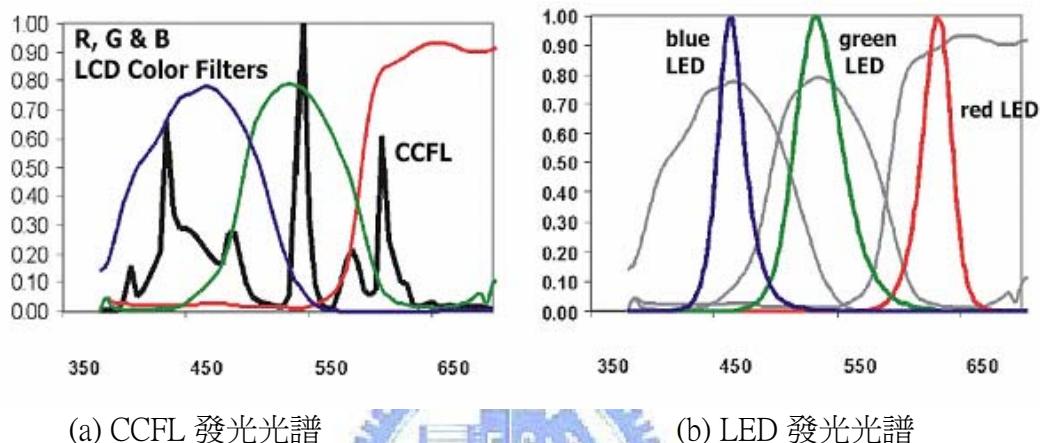


圖 2.11 LED 與 CCFL 發光光譜

此外LED 背光色溫，可由調整LED R、G、B強度比例來達到所需之色溫。相較於CCFL光源，LED光源之色度具有可調整性，所以在大尺寸LED 背光模組選用R、G、B LED 作為白色光源,但需有相當缺點需克服，如表 2-2比較各式白光LED。

表2-2 各式白光LED優缺點比較

白光生產方式		優點	缺點
單晶粒	藍光LED+YAG	單一晶粒產生白光，成本低，電子迴路設計簡單	TAO單光體不易尋找，發光效率低，演色性差，白色光不均
	紫外光LED+螢光體	螢光體容易找，可選擇發光效率比YAG高的螢光體，發光效率有提高空間，演色性佳	發光效率低，封裝材料易受紫外光影響而老化，受限於螢光體白色光較不均
多晶粒	紅、藍、綠三色光組合	發光效率佳，可動態調整色溫，演色性更佳，NTSC範圍大	電子迴路驅動複雜，設計成本高，進距離混色不易，三原色發光效率不均
ZnSe	藍光LED+ZnSe基板	單一晶粒產生白光，成本低，驅動電壓低，不需使用螢光體	發光效率較GaN系列低50%，壽命短，僅8000小時

## 2.4 LED之I-V曲線

LED發光強度是由電流控制，因此當外加電壓一致時，LED順向電壓大小就決定流過LED的電流大小。而造成順向電壓的差異大略可分為3項[7]：

### (1) 不同波長的LED

(2-1)中h為蒲朗克常數(Planck's constant)，C為光速，得知能帶電場( $E_g$ )與發光波長( $\lambda$ )的關聯性，也知紅光波長約為650nm而藍光為438nm，因此紅光所需的施加電場( $E_g$ )較藍光小，如圖 2.12 得知 $E_g$ 與順向電壓的關聯性，也可由圖2.13中為不同發光波長的順向電流與順向電壓(Forward voltage)相對關係圖，可以看出當藍光LED順向電壓加到3.2 V時，而紅光LED順向電壓加到2.3V時，其曲線已趨近於線性此時任意電壓點的順向電流有著極大差異，這表示當供應電壓不穩定時，會讓流過LED的電流亦不穩定。

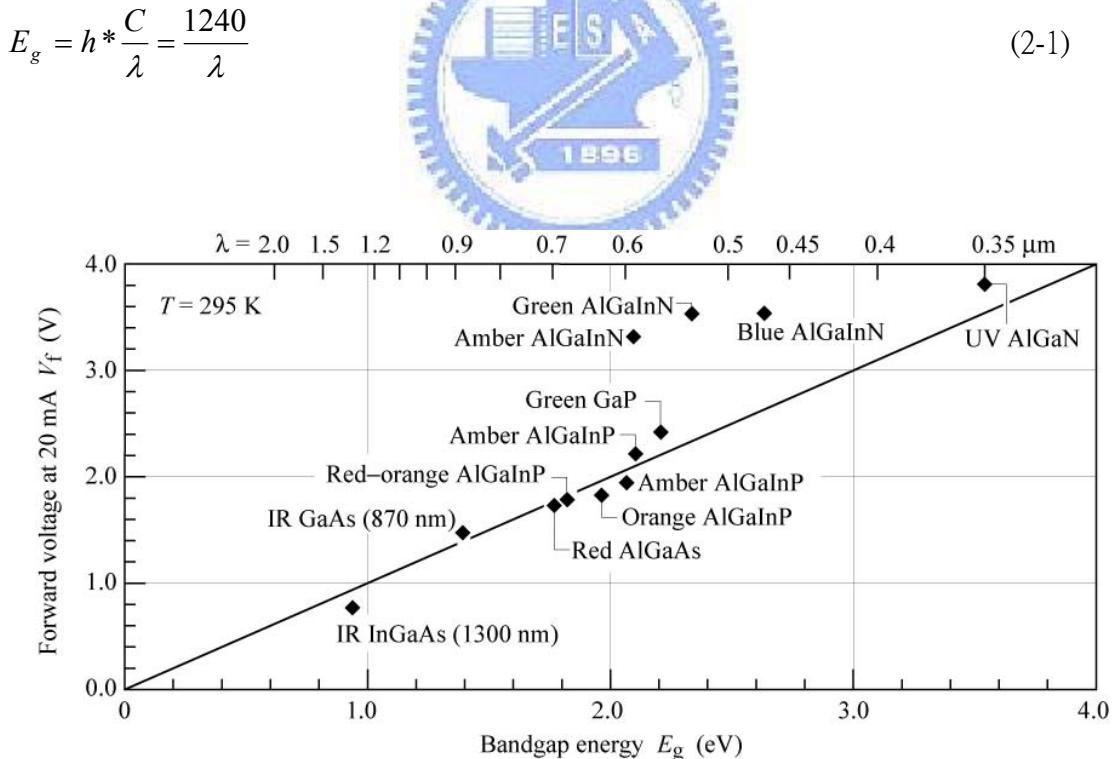


圖 2.12  $E_g$  與 順向電壓曲線圖

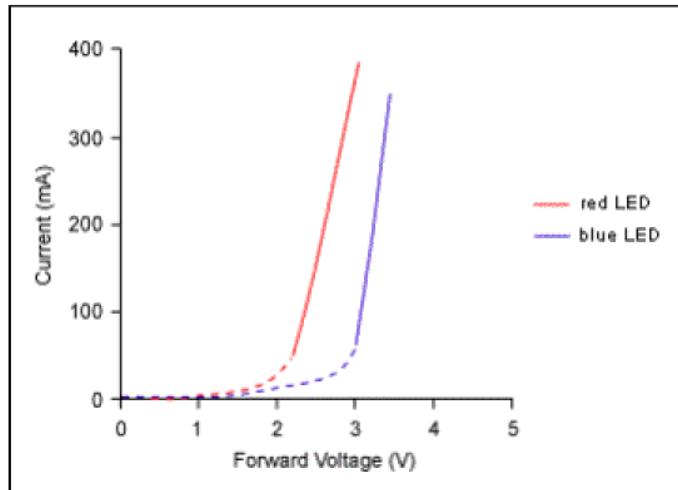


圖 2.13 LED 順向電壓 VS 電流曲線圖

## (2) 製程的變異

半導體材料的性質通常會對LED的發光特性造成極大影響，導致LED之間的發光特性出現某些差異。LED發光強度主要與電流有關，發光強度和LED電流的比值則是LED最主要參數之一。由於這個比值在生產過程中會出現變動，因此廠商大都會根據電流與發光強度的比值將LED事先分類；然而不同等級LED的順向電壓也可能不同，如圖 2.14為假設需求順向電壓為3.5V，但實際生產產出的順向電壓分佈趨勢。

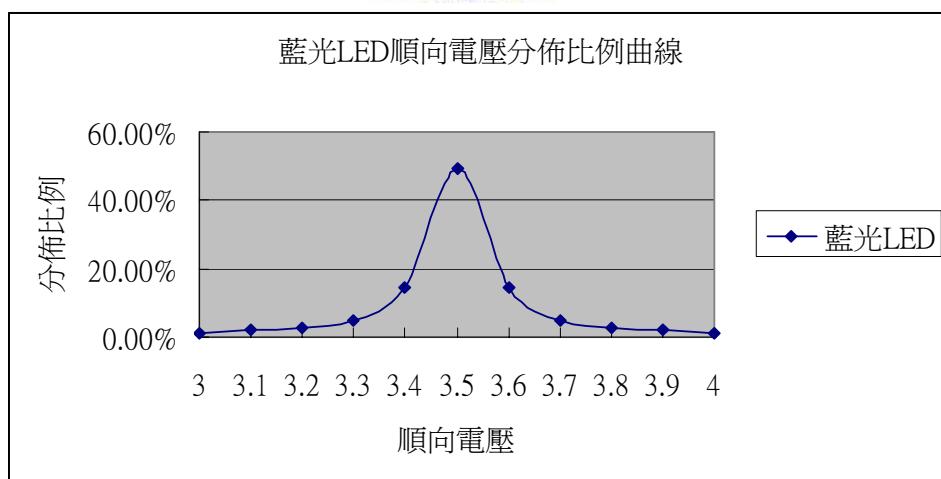


圖 2.14 順向電壓分佈比例

### (3) 溫度的變化

散熱是一個嚴峻問題。在 LED 輸入的電力中，只有 20% 被轉化成光，而 80% 變成了熱，這個事實意味著驅動 LED 可能面臨一個需要克服的嚴峻問題，如圖 2.15 溫度的變化造成了能階( $E_g$ )變化，這代表的意義就算流過相同的電流在不同的溫度下會產生不一樣的光波長。

溫度的變化也造成順向電流( $iD$ )的偏移，從(2-2)與(2-3)可知溫度與順向電流關聯及圖 2.16 溫度與 LED 發光亮度的趨勢，因此在設計驅動電路時，必須考慮到 LED 的溫度效應，基本上必須設法避免順向電流超過 LED 的最高電流限制，且隨著周圍溫度的上升，最大容許電流值將持續衰減，因此光靠電壓驅動是不夠的，還必須在電路中加上穩定電流線路及色度補償電路，維持 LED 之可靠度。

$$V_T = \frac{kT}{q} \quad (2-2)$$

$$iD = I_0 [e^{\frac{eV}{\beta kT}} - 1] \quad (2-3)$$

(2-2)與(2-3)中的  $i_0$ 、 $\beta$  為與材料有關之常數， $V$  為 p-n 接面順向偏壓， $k$  為波茲曼常數 =  $1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ ， $e$  為基本的電子電荷常數 =  $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。

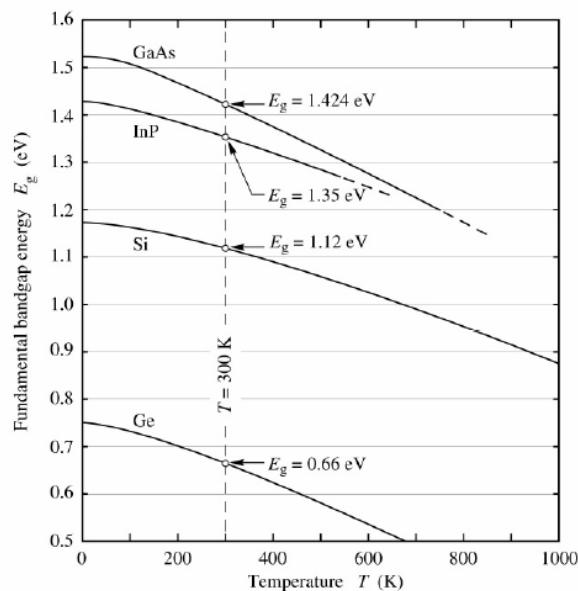


圖 2.15 LED 溫度與能階( $E_g$ )曲線

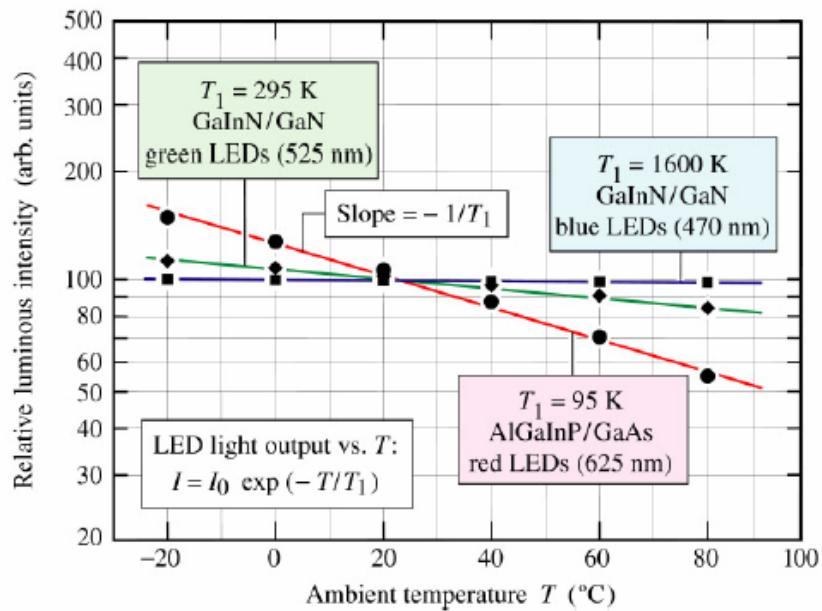


圖 2.16 LED溫度與發光亮度曲線

## 2.5 CIE1931RGB真實三原色表色系統

### 2.5.1 顏色匹配實驗

把兩個顏色調整到視覺相同的方法叫顏色匹配，顏色匹配實驗是利用色光加色來實現的。圖 2.17中左方是一塊白色屏幕，上方為紅R、綠G、藍B三原色光，下方為待配色光C，三原色光照射白屏幕的上半部，待配色光照射白屏幕的下半部，白屏幕上下兩部分用一黑擋屏隔開，由白屏幕反射出來的光通過小孔抵達右方觀察者的眼內。人眼看到的視場如圖右下方所示，視場範圍在2°左右，被分成兩部分。圖右上方還有一束光，照射在小孔周圍的背景白版上，使視場周圍有一圈色光做為背景。在此實驗裝置上可以進行一系列的顏色匹配實驗。待配色光可以通過調節上方三原色的強度來混合形成，當視場中的兩部分色光相同時，視場中的分界線消失，兩部分合為同一視場，此時認為待配色光的光色與三原色光的混合光色達到色匹配。

不同的待配色光達到匹配時三原色光亮度不同，可用顏色方程表示：

$$C=R(R)+G(G)+B(B) \quad (2-4)$$

(2-4)中C表示待配色光；(R)、(G)、(B)代表產生混合色的紅、綠、藍三原色的單位量；R、G、B分別為匹配待配色所需要的紅、綠、藍三原色的數量，稱為三刺激值；「 $o$ 」表示視覺上相等，即顏色匹配 [8]。

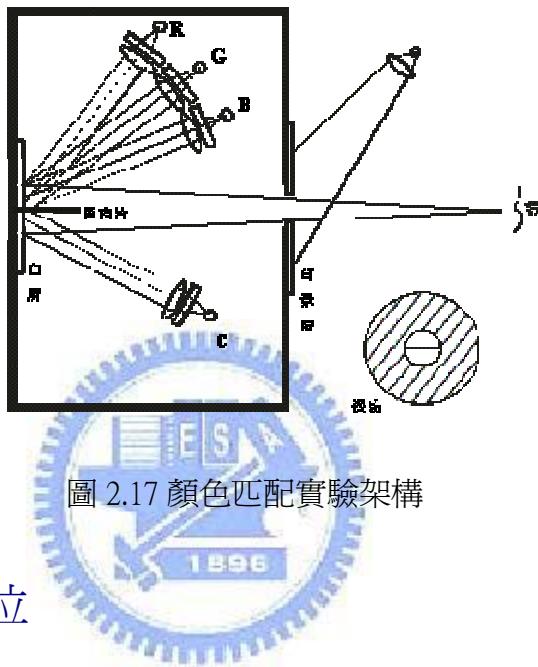


圖 2.17 顏色匹配實驗架構

### 2.5.2 三顏色的單位

國際照明委員會 (CIE) 規定紅、綠、藍三原色的波長分別為700nm、546.1nm、435.8nm，在顏色匹配實驗中，當這三原色光的相對亮度比例為1.0000:4.5907:0.0601時就能匹配出等能白光，所以CIE選取這一比例作為紅、綠、藍三原色的單位量，即(R) : (G) : (B) = 1 : 1 : 1。儘管這時三原色的亮度值並不等，但CIE卻把每一原色的亮度值作為一個單位看待，所以色光加色法中紅、綠、藍三原色光等比例混合結果為白光，即(R) + (G) + (B) = (W)。

### 2.5.3 CIE-RGB光譜三刺激值

CIE-RGB光譜三刺激值是317位正常視覺者，用CIE規定的紅、綠、藍三原色光，對等能光譜色從380nm到780nm 所進行的專門性顏色混合匹配實驗得到的。實驗

時，匹配光譜每一波長為  $\lambda$  的等能光譜色所對應的紅、綠、藍三原色數量，稱為光譜三刺激值，記為  $r(\lambda), g(\lambda), b(\lambda)$ ，它是CIE在對等能光譜色進行匹配時用來表示紅、綠、藍三原色的專用符號。因此，匹配波長為  $\lambda$  的等能光譜色  $C(\lambda)$  的顏色方程為(2-5)。

$$C(\lambda) = r(\lambda)(R) + g(\lambda)(G) + b(\lambda)(B) \quad (2-5)$$

$$C(555) = r(555)(R) + g(555)(G) + b(555)(B) = 1.000 \quad (2-6)$$

(2-5)中 (R)、(G)、(B) 為三原色的單位量，分別為 1.0000、4.5907、0.0601； $C(\lambda)$  在數值上表示等能光譜色的相對亮度，如圖 2.18 所示，其中最大值為  $C(555)$ 。且有  $C(555) = 1$ ，即(2-6)。光譜三刺激值的數據見表 2.3，圖 2.19 是按表 2.3 中的數據畫出的曲線。

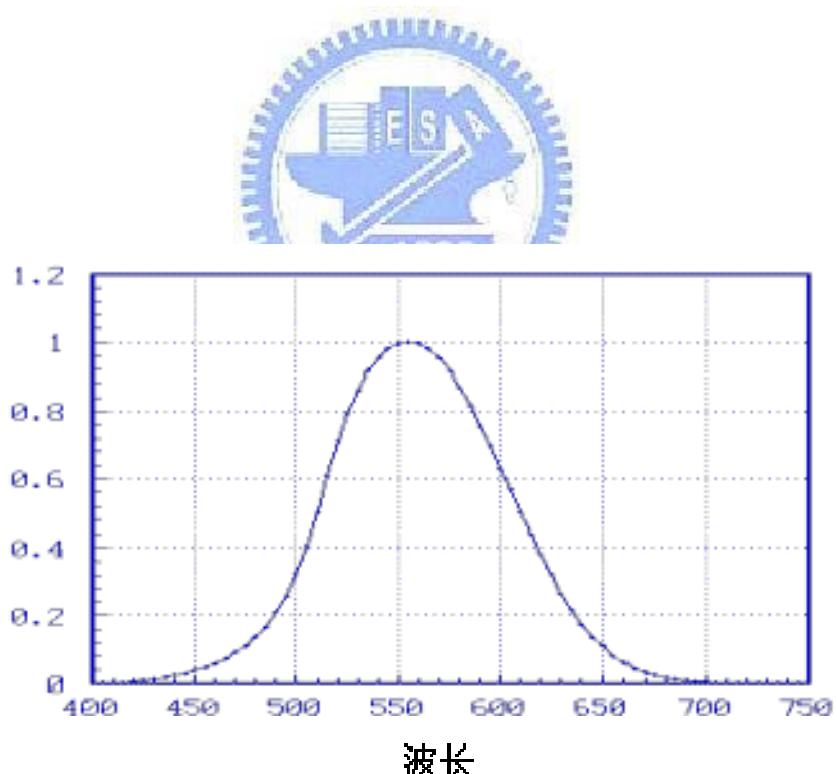


圖 2.18 等能光譜相對亮度曲線

表 2.3 國際R.G.B坐標制 (CIE1931年標準色度觀察者)

(毫微 米)	光譜三刺激值			色度坐标			(毫微 米)	光譜三刺激值			色度坐标		
	$\bar{r}(\lambda)$	$\bar{g}(\lambda)$	$\bar{b}(\lambda)$	$r(1)$	$g(1)$	$b(1)$		$\bar{r}(\lambda)$	$\bar{g}(\lambda)$	$\bar{b}(\lambda)$	$r(1)$	$g(1)$	$b(1)$
380	0.00003	-0.00001	0.00117	0.0272	-0.0115	0.9843	580	0.24526	0.1361	-0.00108	0.6449	0.3579	-0.0028
385	0.00005	-0.00002	0.00189	0.0268	-0.0114	0.9846	585	0.27989	0.11686	-0.00093	0.7071	0.2952	-0.0023
390	0.0001	-0.00004	0.00359	0.0263	-0.0114	0.9851	590	0.30928	0.09754	-0.00079	0.7617	0.2402	-0.0019
395	0.00017	-0.00007	0.00647	0.0256	-0.0113	0.9857	595	0.33184	0.07909	-0.00063	0.8087	0.1928	-0.0015
400	0.0003	-0.00014	0.01214	0.0247	-0.0112	0.9865	600	0.34429	0.06246	-0.00049	0.8475	0.1537	-0.0012
405	0.00047	-0.00022	0.01969	0.0237	-0.0111	0.9874	605	0.34756	0.04776	-0.00038	0.88	0.1209	-0.0009
410	0.00084	-0.00041	0.03707	0.0225	-0.0109	0.9884	610	0.33971	0.03557	-0.0003	0.9059	0.0949	-0.0008
415	0.00139	-0.0007	0.06637	0.0207	-0.0104	0.9897	615	0.32265	0.02583	-0.00022	0.9265	0.0741	-0.0006
420	0.00211	-0.0011	0.11541	0.0181	-0.0094	0.9913	620	0.29708	0.01828	-0.00015	0.9425	0.058	-0.0005
425	0.00266	-0.00143	0.18575	0.0142	-0.0076	0.9934	625	0.26348	0.01253	-0.00011	0.955	0.0454	-0.0004
430	0.00218	-0.00119	0.24769	0.0088	-0.0048	0.996	630	0.22677	0.00833	-0.00008	0.9649	0.0354	-0.0003
435	0.00096	-0.00021	0.29012	0.0012	-0.0007	0.9995	635	0.19233	0.00537	-0.00005	0.973	0.0272	-0.0002
440	-0.00261	0.00149	0.31228	-0.0084	0.0048	1.0036	640	0.15968	0.00334	-0.00003	0.9797	0.0205	-0.0002
445	-0.00673	0.00379	0.3186	-0.0213	0.012	1.0093	645	0.12905	0.00199	-0.00002	0.985	0.0152	-0.0002
450	-0.01213	0.00678	0.3167	-0.039	0.0218	1.0172	650	0.10167	0.00116	-0.00001	0.9888	0.0113	-0.0001
455	-0.01874	0.01046	0.31166	-0.0618	0.0345	1.0273	655	0.07857	0.00066	-0.00001	0.9918	0.0083	-0.0001
460	-0.02608	0.01485	0.39821	-0.0909	0.0517	1.0392	660	0.05932	0.00037	0	0.994	0.0061	-0.0001
465	-0.03324	0.01977	0.27295	-0.1281	0.0762	1.0519	665	0.04366	0.00021	0	0.9954	0.0047	-0.0001
470	-0.03993	0.02538	0.22991	-0.1821	0.1175	1.0646	670	0.03149	0.00011	0	0.9966	0.0035	-0.0001
475	-0.04471	0.03183	0.18592	-0.2584	0.184	1.0744	675	0.02294	0.00006	0	0.9975	0.0025	0
480	-0.04939	0.03914	0.14494	-0.3667	0.2905	1.0761	680	0.01687	0.00003	0	0.9984	0.0016	0
485	-0.05364	0.04713	0.10968	-0.52	0.4568	1.0632	685	0.01187	0.00001	0	0.9991	0.0009	0
490	-0.05814	0.05689	0.08257	-0.715	0.6996	1.0154	690	0.00819	0	0	0.9996	0.0004	0
495	-0.06414	0.06948	0.06246	-0.9459	1.0247	0.9212	695	0.00572	0	0	0.9999	0.0001	0
500	-0.07173	0.08536	0.04776	-1.1685	1.3905	0.778	700	0.0041	0	0	1	0	0
505	-0.0812	0.10593	0.03688	-1.3182	1.7195	0.5987	705	0.00291	0	0	1	0	0
510	-0.08901	0.1286	0.02698	-1.3371	1.9318	0.4053	710	0.0021	0	0	1	0	0
515	-0.09356	0.15262	0.01842	-1.2076	1.9699	0.2377	715	0.00148	0	0	1	0	0
520	-0.09264	0.17468	0.01221	-0.983	1.8534	0.1296	720	0.00105	0	0	1	0	0
525	-0.08473	0.19113	0.0083	-0.7386	1.6662	0.0724	725	0.00074	0	0	1	0	0
530	-0.07101	0.20317	0.00549	-0.5159	1.4761	0.0398	730	0.00052	0	0	1	0	0
535	-0.05136	0.21083	0.0032	-0.3304	1.3105	0.0199	735	0.00036	0	0	1	0	0
540	-0.03152	0.21466	0.00146	-0.1707	1.1628	0.0079	740	0.00025	0	0	1	0	0
545	-0.00613	0.21487	0.00023	-0.0293	1.0282	0.0011	745	0.00017	0	0	1	0	0
550	0.02279	0.21178	-0.00058	0.0974	0.9051	-0.0025	750	0.00012	0	0	1	0	0
555	0.05514	0.20588	-0.00105	0.2121	0.7919	-0.004	755	0.00008	0	0	1	0	0
560	0.0906	0.19702	-0.00113	0.3164	0.6881	-0.0045	760	0.00006	0	0	1	0	0
565	0.1284	0.18522	-0.00138	0.4112	0.5932	-0.0044	765	0.00004	0	0	1	0	0
570	0.16768	0.17807	-0.00135	0.4973	0.5067	-0.004	770	0.00003	0	0	1	0	0
575	0.20715	0.15429	-0.00123	0.5751	0.4283	-0.0034	775	0.00001	0	0	1	0	0
							780	0	0	0	1	0	0

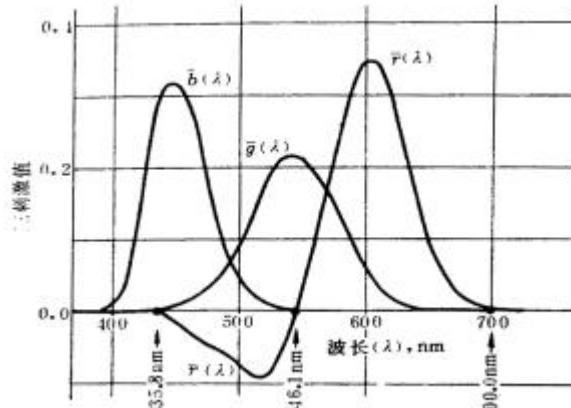


圖 2.19 CIE-RGB光譜三刺激值

## 2.5.4 負刺激值

從表2.3中可以看到，在很多情況下光譜三刺激值是負值（負刺激值），這是因為待配色為單色光，其飽和度很高，而三原色光混合後飽和度必然降低，無法和待配色實現匹配。為了實現顏色匹配，在實驗中須將上方紅、綠、藍一側的三原色光之一移到待配色一側，並與之相加混合，從而使上下色光的飽和度相匹配。例如，將紅原色移到待配色一側，實現了顏色匹配，則顏色方程為(2-7)，因此，待配色  $C(\lambda)$  如(2-8)，所以  $\bar{r}(\lambda)$  出現了負值。

$$C(\lambda) + \bar{r}(\lambda)(R) = \bar{g}(\lambda)(G) + \bar{b}(\lambda)(B) \quad (2-7)$$

$$C(\lambda) = -\bar{r}(\lambda)(R) + \bar{g}(\lambda)(G) + \bar{b}(\lambda)(B) \quad (2-8)$$

## 2.5.5 色度坐標

在顏色匹配實驗中，為了表示R、G、B三原色各自在R+G+B總量中的相對比例，我們引入色度坐標r、g、b。從(2-9)可知  $r+g+b=1$ ，若待配色為等能光譜色，則(2-9)可寫為(2-10)。

$$\left. \begin{array}{l} r = R / (R + G + B) \\ g = G / (R + G + B) \\ b = B / (R + G + B) \end{array} \right\} \quad (2-9)$$

$$\left. \begin{array}{l} r(\lambda) = \bar{r}(\lambda) / [\bar{r}(\lambda) + \bar{g}(\lambda) + \bar{b}(\lambda)] \\ g(\lambda) = \bar{g}(\lambda) / [\bar{r}(\lambda) + \bar{g}(\lambda) + \bar{b}(\lambda)] \\ b(\lambda) = \bar{b}(\lambda) / [\bar{r}(\lambda) + \bar{g}(\lambda) + \bar{b}(\lambda)] \end{array} \right\} \quad (2-10)$$

式中  $\bar{r}(\lambda)$ 、 $\bar{g}(\lambda)$ 、 $\bar{b}(\lambda)$  為光譜色度坐標，計算出的數值見表2.3。圖2.20是按表2.3中光譜色度坐標的數據畫出的rg色度圖的輪廓曲線。在偏馬蹄形的光譜軌跡中，很大一部分色度坐標r是負值。這一系統規定的等能白光（E光源，色溫5500K），位於色度圖的中心（0.33，0.33）。在CIE rg色度圖中色度坐標反映的是三原色各自在三刺激值總量中的相對比例，一組色度坐標表示了色相相同和飽和度相同而亮度不同的那些顏色的共同特徵，因此CIE rg色度圖並不反映顏色亮度的變化，色度圖

的輪廓表達出了顏色的色域範圍。1931CIE-RGB系統的  $r(\lambda), g(\lambda), b(\lambda)$  光譜三刺激值是從實驗得出來的，本來可以用於顏色測量和標定以及色度學計算，但是實驗結果得到的用來標定光譜色的原色出現了負值，正負交替十分不便，不宜理解，因此，1931年CIE推薦了一個新的國際色度學系統1931CIE-XYZ系統，又稱為XYZ國際坐標制。

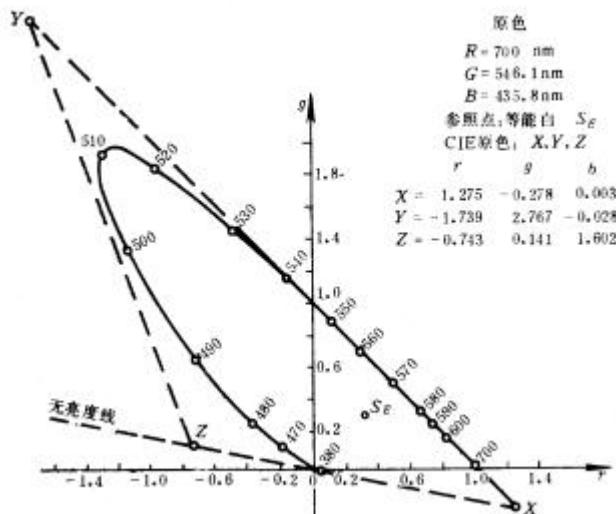


圖 2.20 CIE rg 色度圖

### 2.5.6 1931CIE-XYZ標準色度系統

所謂1931CIE-XYZ系統，就是在RGB系統的基礎上，用數學方法，選用三個理想的原色來代替實際的三原色，從而將CIE-RGB系統中的光譜三刺激值  $r, g, b$  和色度坐標  $r, g, b$  均變為正值。

CIE-RGB系統與CIE-XYZ標準色度系統轉換關係，選擇三個理想的原色（三刺激值）X、Y、Z，X代表紅原色，Y代表綠原色，Z代表藍原色，這三個原色不是物理上的真實色，而是虛構的假想色。它們在圖 2.20中的色度坐標分別如表 2.4。

表 2.4 色度坐標

	r	g	b
X	1.275	-0.278	0.003
Y	-1.739	2.767	-0.028
Z	-0.743	0.141	1.602

從圖2.20中可以看到由XYZ形成的虛線三角形將整個光譜軌跡包含在內。因此整個光譜色變成了以XYZ三角形作為色域的域內色。在XYZ系統中所得到的光譜三刺激值  $\bar{x}(\lambda)$ 、 $\bar{y}(\lambda)$ 、 $\bar{z}(\lambda)$ 、和色度坐標x、y、z將完全變成正值。經數學變換，兩組顏色空間的三刺激值有以下關係式(2-11):

$$X=0.490R+0.310G+0.200B$$

$$Y=0.177R+0.812G+0.011B$$

$$Z=0.010G+0.990B$$



兩組顏色空間色度坐標的相互轉換關係為(2-12)：

$$x=(0.490r+0.310g+0.200b)/(0.667r+1.132g+1.200b)$$

$$y=(0.117r+0.812g+0.010b)/(0.667r+1.132g+1.200b)$$

$$z=(0.000r+0.010g+0.990b)/(0.667r+1.132g+1.200b)$$

這就是色度座標通常用來進行變換的關係式，所以，只要知道某一顏色的色度坐標r、g、b，即可以求出它們在新設想的三原色XYZ顏色空間的色度坐標x、y、z。通過(2-12)的變換，對光譜色或一切自然界的色彩而言，變換後的色度坐標均為正值，而且等能白光的色度坐標仍然是(0.33, 0.33)，沒有改變。表2-5是由CIE-RGB系統按表2-4中的數據，由式(2-12)計算的結果。從表2.5中可以看到所有光譜色度坐標x(l)、y(l)、z(l)的數值均為正值。

表 2.5 光譜色度坐標

1	光譜色度坐標			光譜三刺激值			1	光譜色度坐標			光譜三刺激值		
(毫微米)	x ( $\lambda$ )	y ( $\lambda$ )	z ( $\lambda$ )	$\bar{x}(\lambda)$	$\bar{y}(\lambda)$	$\bar{z}(\lambda)$	(毫微米)	x ( $\lambda$ )	y ( $\lambda$ )	z ( $\lambda$ )	$\bar{x}(\lambda)$	$\bar{y}(\lambda)$	$\bar{z}(\lambda)$
380	0.1741	0.005	0.8209	0.00145	0	0.0065	585	0.5448	0.4544	0.0008	0.9786	0.8163	0.0014
385	0.174	0.005	0.821	0.0022	0.0001	0.0105	590	0.5752	0.4242	0.0006	1.0263	0.757	0.0011
390	0.1738	0.0049	0.8213	0.0042	0.0001	0.0201	595	0.6029	0.3965	0.0006	1.0567	0.6949	0.001
395	0.1736	0.0049	0.8215	0.0076	0.0002	0.0362	600	0.627	0.3725	0.0005	1.0522	0.613	0.0008
400	0.1733	0.0048	0.8219	0.0143	0.0004	0.0679	605	0.6482	0.3514	0.0004	1.0456	0.5668	0.0006
405	0.173	0.0048	0.8222	0.0232	0.0006	0.1102	610	0.6658	0.334	0.0002	1.0026	0.503	0.0003
410	0.1726	0.0048	0.8226	0.0435	0.0012	0.2074	615	0.6801	0.3197	0.0002	0.9384	0.4412	0.0002
415	0.1721	0.0048	0.8231	0.0776	0.0022	0.3713	620	0.6915	0.3083	0.0002	0.8544	0.381	0.0002
420	0.1714	0.0051	0.8235	0.1344	0.0004	0.6456	625	0.7006	0.2993	0.0001	0.7514	0.321	0.0001
425	0.1703	0.0058	0.8239	0.2148	0.0073	1.0391	630	0.7079	0.292	0.0001	0.6424	0.265	0
430	0.1689	0.0069	0.8242	0.2839	0.0116	1.3856	635	0.714	0.2859	0.0001	0.5419	0.217	0
435	0.1669	0.0086	0.8245	0.3285	0.0168	1.623	640	0.7219	0.2809	0.0001	0.4479	0.175	0
440	0.1644	0.0109	0.8247	0.3483	0.023	1.7471	645	0.723	0.277	0	0.3608	0.1382	0
445	0.1611	0.0138	0.8251	0.3481	0.0298	1.7826	650	0.726	0.274	0	0.2835	0.107	0
450	0.1566	0.0177	0.8257	0.3362	0.038	1.7721	655	0.7283	0.2717	0	0.2187	0.0816	0
455	0.151	0.0227	0.8263	0.3187	0.048	1.7441	660	0.73	0.27	0	0.1649	0.061	0
460	0.144	0.0297	0.8263	0.2908	0.06	1.6592	665	0.7311	0.2689	0	0.1212	0.0446	0
465	0.1355	0.0399	0.8246	0.2511	0.0739	1.5281	670	0.732	0.268	0	0.0874	0.032	0
470	0.1241	0.0578	0.8181	0.1954	0.091	1.2876	675	0.7327	0.2673	0	0.0636	0.0232	0
475	0.1096	0.0868	0.8036	0.1421	0.1126	1.0419	680	0.7334	0.2666	0	0.0468	0.017	0
480	0.0913	0.1327	0.776	0.0956	0.139	0.813	685	0.734	0.266	0	0.0329	0.0119	0
485	0.0687	0.2007	0.7306	0.058	0.1693	0.6162	690	0.7344	0.2656	0	0.0227	0.0082	0
490	0.0454	0.295	0.6596	0.032	0.208	0.4652	695	0.7346	0.2654	0	0.0158	0.0057	0
495	0.0235	0.4127	0.5638	0.0147	0.2586	0.3533	700	0.7347	0.2653	0	0.0114	0.0041	0
500	0.0082	0.5384	0.4534	0.0049	0.323	0.272	705	0.7347	0.2653	0	0.0081	0.0029	0
505	0.0039	0.6548	0.3413	0.0024	0.4073	0.2123	710	0.7347	0.2653	0	0.0058	0.0021	0
510	0.0139	0.7502	0.2359	0.0093	0.503	0.1582	715	0.7347	0.2653	0	0.0041	0.0015	0
515	0.0389	0.812	0.1491	0.0291	0.6082	0.1117	720	0.7347	0.2653	0	0.0029	0.001	0
520	0.0743	0.8338	0.0919	0.0633	0.71	0.0782	725	0.7347	0.2653	0	0.002	0.0007	0
525	0.1142	0.8262	0.0596	0.1096	0.7932	0.0573	730	0.7347	0.2653	0	0.0014	0.0005	0
530	0.1547	0.8059	0.0394	0.1655	0.862	0.0422	735	0.7347	0.2653	0	0.001	0.0004	0
535	0.1929	0.7816	0.0255	0.2257	0.9149	0.0298	740	0.7347	0.2653	0	0.0007	0.0002	0
540	0.2296	0.7543	0.0161	0.2904	0.954	0.0203	745	0.7347	0.2653	0	0.0005	0.0002	0
545	0.2658	0.7243	0.0099	0.3597	0.9803	0.0134	750	0.7347	0.2653	0	0.0003	0.0001	0
550	0.3016	0.6923	0.0061	0.4334	0.995	0.0087	755	0.7347	0.2653	0	0.0002	0.0001	0
555	0.3373	0.6589	0.0038	0.5121	1	0.0057	760	0.7347	0.2653	0	0.0002	0.0001	0
560	0.3731	0.6245	0.0024	0.5945	0.995	0.0039	765	0.7347	0.2653	0	0.0001	0	0
565	0.4087	0.5896	0.0017	0.6784	0.9786	0.0027	770	0.7347	0.2653	0	0.0001	0	0
570	0.4441	0.5547	0.0012	0.7621	0.952	0.0021	775	0.7347	0	0	0.0001	0	0
575	0.4788	0.5202	0.001	0.8425	0.9154	0.001	780	0.7347	0	0	0	0	0
580	0.5125	0.4866	0.0009	0.9163	0.87	0.0017							

按5毫微米間隔求和：

$\sum \bar{x}(\lambda)$	=21.3714 ;
$\sum \bar{y}(\lambda)$	=21.3711 ;
$\sum \bar{z}(\lambda)$	21.3715

為了使用方便，圖2-20中的XYZ三角形，經轉換變為直角三角形，圖 2.21，其色度坐標為  $x$ 、 $y$ 。用表2.5中各波長光譜色度坐標在圖中的描點，然後將各點連接，即成為CIE1931xy色度圖的光譜軌跡。由圖看出該光譜軌跡曲線落在第一象限之內，所以肯定為正值，這就是目前國際通用的CIE1931xy色度圖。

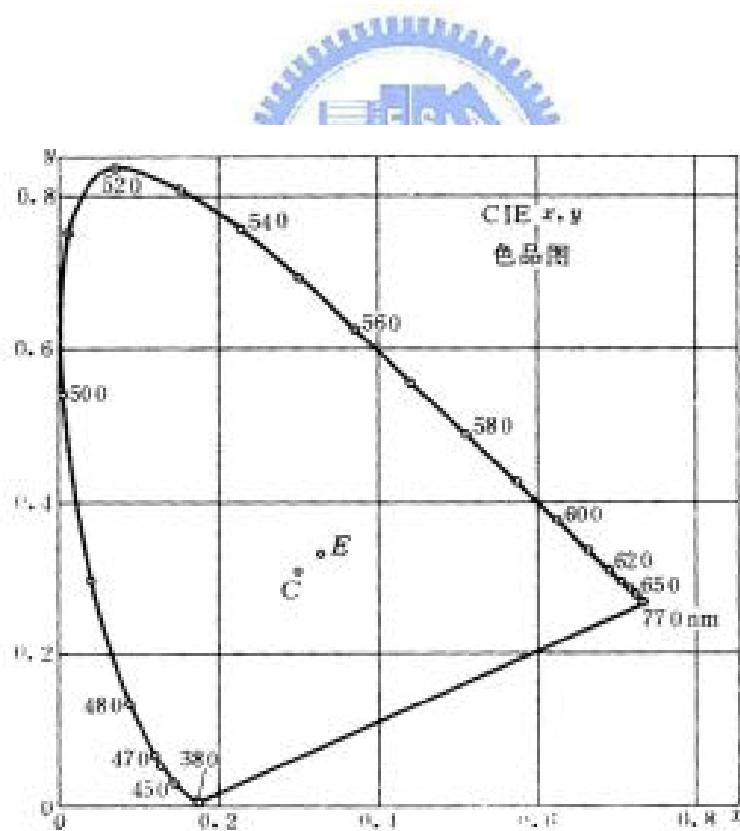


圖 2.21 CIE xy色度圖

## 第三章

### LED 背光模組基本架構

LED背光區分為直下式及側邊式，兩者沒有絕對的好與壞，完全取決於產品的特性考量，而本文需求LED背光能區域控制，所以選用直下式做為實驗產品。

#### 3.1 直下式LED背光模組簡介

超大尺寸的背光模組，側光式結構已經無法在重量、電力消耗及亮度上佔有優勢，因此不含導光板且光源放置於正下方的直下型結構便被發展出來，適用於對可攜性及空間要求較不挑剔的LCD monitor 與LCD TV。在大尺寸LED 背光中，因空間較大以及為達到較高之輝度，多採用直下式LED 背光，如圖3.1。目前直下式LED 背光皆為R、G、B三色混光，因此在色彩飽和度方面較CCFL及白光LED高，另外在混光方面RGB的混光強度比例約為(9000k)，所以R、G、B發光強度比例如(3-1)，因此在一般常見之設計中Green之LED需要兩顆，而Red及Blue之LED需一顆。

$$L-R : L-G : L-B = 3 : 6 : 1 \quad (3-1)$$

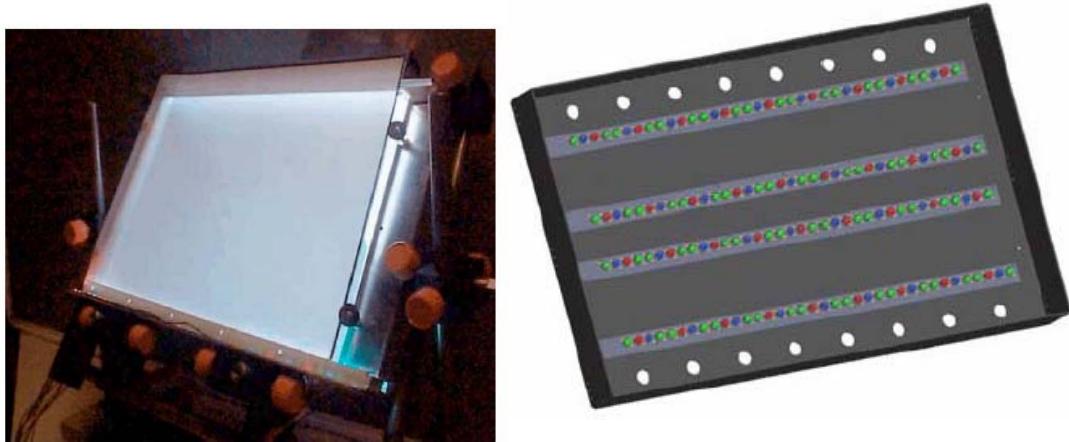


圖 3.1 直下式LED背光

而其基本架構上可區分為光學元件及LED驅動元件，光學元件上大致上與CCFL架構上無異，但驅動元件上可說是與CCFL架構南猿北轍，以下將個別描述：

### (1) 光學元件

光學元件組成上有R，G，B LED發光體，反射板(reflector)，擴散板，下擴散片(diffuser)，增亮膜(lens)。其增亮膜可視亮度需求選擇不同種類的增亮膜及張數，但一般最多使用兩張且菱鏡方向需上下兩張排列成90度，圖 3.2 為直下式LED 背光模組光學架構。

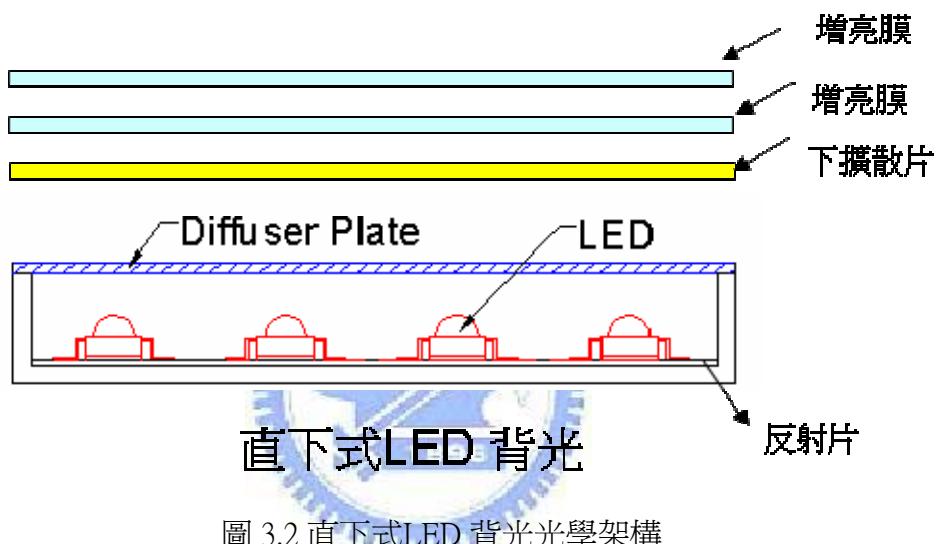


圖 3.2 直下式LED 背光光學架構

### (2) LED驅動元件

LED為直流驅動元件，因此電壓驅動較CCFL不同，LED僅需要一個簡單的直流昇壓電路或降壓電路就可實現，假如只是單純驅動單串單體白光LED，也許就這麼容易，但事實上並非如此，因大尺寸LED 背光模組所選用的LED為R、G、B三色LED，而在第二章節也探討過LED相關特性，了解到LED的順向電壓會因使用不同的波長有所不同，及同波長也因製程因素有不同的順向電壓，再加上環境溫度和元件產生的高溫都會造成順向電壓、發光波長的偏移。LED背光模組的優勢又在於有好的演色性，如果不能控制這些變異的話，就算有好的演色性，但色度、亮度不均在顯示器上可說是重要的品質因素，為了克服這些問題，整個LED驅動元件就為之複雜。

LED驅動元件上有升壓或降壓元件、電流平衡元件、色度偵測元件(Color sensor)色度補償控制單元，散熱裝置，如圖 3.3 所示。

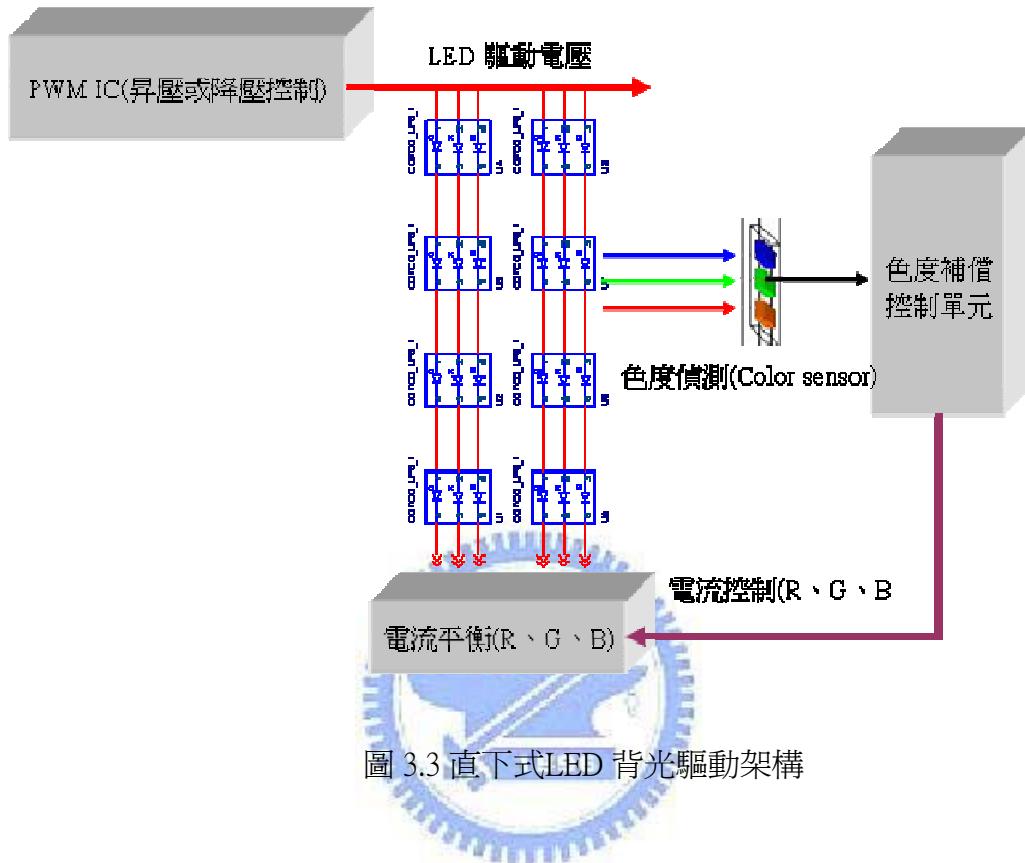


圖 3.3 直下式LED 背光驅動架構

## 3.2 側邊式LED背光模組簡介

發光源為擺在側邊之單支光源，導光板採射出成型無印刷式設計，一般常用於中小尺寸的背光模組，其側邊入射的光源設計，擁有輕量、薄型、窄框化、低耗電的特色，亦為手機、個人數位助理(PDA)、筆記型電腦的光源。

側光式LED 背光模組由於導光板厚度之限制，LED 尺寸影響導光板耦光效率很大。導光板的耦光效率可以用數值孔徑NA (Numerical Aperture)來作為指標，如圖 3.4其中紅色虛線光為無法導入導光板之光線，亦即漏光之產生。

依Snell's Law 當光由光密介質（折射率  $n_1$  比較大的介質）射入光疏介質（折射率  $n_2$  比較小的介質）時（比如由水入射到空氣中），如果入射角大於某一個值  $\theta_c$  時，折射角的正弦( $\theta_2$ )(3-2)將大於1，這在數學上是沒有意義的。此時，不存在

折射光，而只存在反射光(3-3)。而  $\theta_c$  叫做全反射角，它的值取決與兩種介質的折射率的比值。因此在導光的過程中不希望有折射光，NA就可由(3-2)、(3-4)、(3-5)得知(3-6)， $n_1$ 為導光板折射率， $n_2$ 為空氣折射率，除了耦光損失外還有介面(interface)反射(R)產生之損失(3-7)，如圖 3.5。

$$\sin \theta_2 = \frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 \quad (3-2)$$

$$\sin \theta_1 = \sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} \quad (3-3)$$

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \quad (3-4)$$

$$n_1 \cos \theta_1 = \sin \theta_o \quad (3-5)$$

$$NA = \sin \theta_o = [n_1^2 - n_2^2]^{\frac{1}{2}} \quad (3-6)$$

$$R = \left[ \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right]^2 \quad (3-7)$$

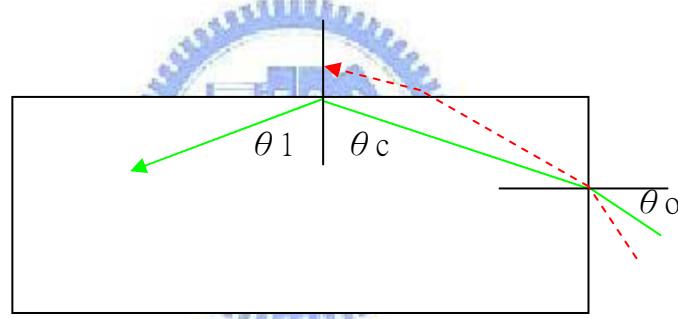


圖 3.4 入射光耦光損失示意圖

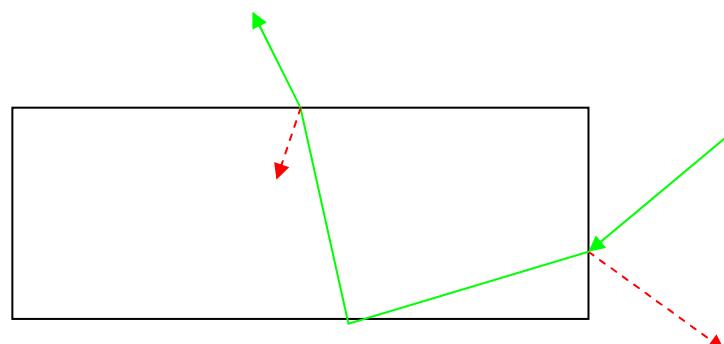


圖 3.5 反射光損失示意圖

而側邊式LED背光模組在光學元件上組成與直下式差異性不大，差異上在於LED為側邊入光，必須使用導光板(Light guide plate，LGP)將光源傳遞為平面光源，另有反射片、下擴散片、增亮膜組成背光模組，如圖 3.6所示。

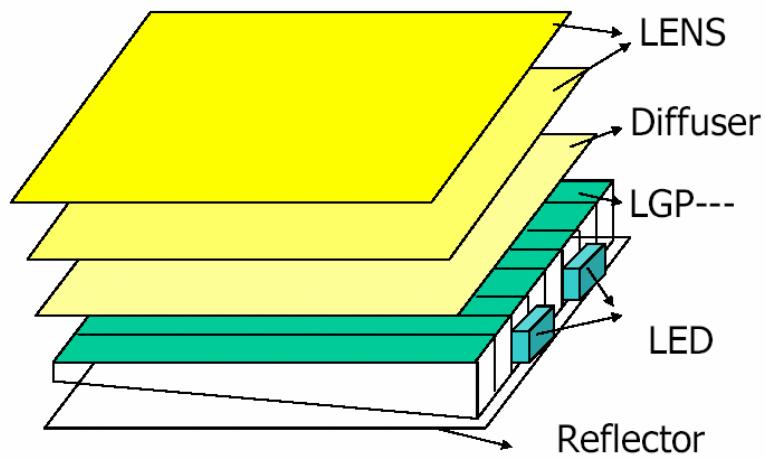


圖 3.6 側邊式LED 背光光學架構

驅動元件上的組成，概念上側邊式LED的應用在於輕薄、省電的概念，因此LED的選用通常為單晶粒白光LED，所以只需應用升壓或降壓元件、及電流平衡元件，但演色性就不盡理想。



### 3.3 光學元件簡介

#### 3.3.1 導光板

以往導光板印刷為將光源均一化分布的常用方式，已提高面板之輝度以及面板亮度之均勻性，現行材料為Acrylic材質，因其透光度近似於石英玻璃，且成品低廉，成形容易，重量輕，易加工等優點，其光傳導理論在Snell定律，網點(pattern)的趨勢為從入光處到出光處，點由小到大，間距(pitch)為疏到密。其製程可概分為印刷式(print)及非印刷式(print-less)。

##### (1) 印刷式

印刷式的製程是利用含高發散光源物質(如 $\text{SiO}_2$  及  $\text{TiO}_2$ )的印刷材料，適當的分布於導光板底面，借由印刷材料對光源吸收再擴散放出的性質，破壞全反射效應造成的內部傳播，使光由正面射出並均勻分布於發光區，但因出光的散射角較大及印刷點亮度對比較高，必須使用較厚的擴散板(覆蓋)及稜鏡片(集光)達到其光學與外觀要求。印刷方式的導光板常用在中,大型的背光模組及設計試作階段，以減少模具費的使用[2]。

##### (2) 非印刷式(print-less)

一般是採用射出成型(Injection)的方式，將pattern的設計轉移到模具上，取代傳統印刷方式，使用非印刷式導光板的輝度較印刷式可增加10% 左右[3]。而非印刷式在製程上又分為化學蝕刻法(etching)、電鑄法(stamper)、機械刻畫法(V-cut)、雷射法(laser)，表 3-1為非印刷式優缺點比較。

表 3.1非印刷式優缺點比較

Print-less	優點	缺點
<b>Etching</b>	1.反應速度中 2.良率易控制 3.輝度可	1.Etch 點深度重現性不易控制 2.點表面鏡面性不足，效率有限 3.點大小最小至0.12mm 4.網點大於印刷的網點，全反射被破壞的程度及輝度亦不如印刷成型的導光板
<b>Stamper</b>	1.亮度較佳 2.良率易控制 3.點深度重現性好 4.均勻性最佳(點可小至0.06mm)	1.反應速度慢 2.角落亮度不易控制 3.出光處有模糊亮線
<b>V-cut</b>	1.效率最佳，製造方便 2.輝度較印刷式多10%(光源擴散角較小，使正面光源增強) 3.在出光面亦使用切削的方式製造與稜鏡片結構相似的鏡面結構，更能增加輝度，但在均一性上仍待加強	1.加工不易，成型困難 2.價錢較貴 3.角落亮度不易控制 4.開發時間長 5.整體可視角會減小
<b>Laser</b>	1.直接加工PMMA 2.輝度較印刷式多10%	1.鏡面性不足，面粗造度不好 2.加工時間長 3.效率不佳 4.價錢貴

### 3.3.2 增亮膜

增亮膜之原理類似三稜鏡，在本文稱為稜鏡片。對應於不同入射角度之光線有不同角度之折射，光線在稜鏡片中之折射模式主要有三種，圖 3.7(a)所示代表光線已接近垂直之方向進入稜鏡片，會以內部全反射模式折回入光面，在藉由後續之反射與折射動作再將光線調整至適合出光方向加以利用，此部份之光線約佔初次出射光量之50%。圖(b)所示代表光線較傾斜之方向進入稜鏡片時，大部分會以兩次折射模式折回稜鏡片，再以圖(a)之模式再利用。圖(c)所示代表光線以合適的角度進入稜鏡片，光線經一次折射後大部分會聚集在正面70度的主要視角範圍內，光線由原先的接近180度射角範圍縮為約70度，因此正面輝度得以提昇，但視角減小，若忽略光傳輸時的反射及吸收損失，整體出射光功率不變。

而目前此專利權在美商3M公司，其利用此原理所開發的產品有BEF II、BEF III、RBEF、WBEF，以下將逐一介紹 [9]。

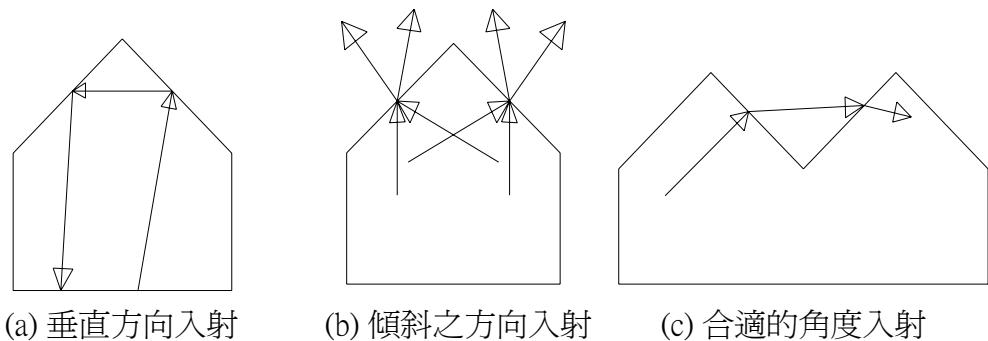


圖 3.7 光線入射棱鏡片折射模式

### (1)BEF II

BEF II 為目前最常見之棱鏡片，其通常以稜與稜間的間距(pitch)及稜角來定義型號，如BEF II 90/50 便是指稜角為90度，稜與稜間的間距為50um的產品，如圖3.8。其優點為具有高輝度增益(約為60%)。缺點為易刮傷、易產生干涉條紋(pixel moire)、視角最窄、棱鏡轉印、易有變形(waving)現象產生。

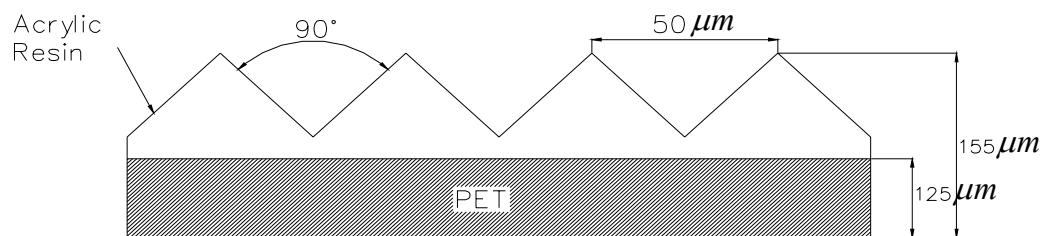


圖 3.8 BEF II 棱鏡結構

### (2)BEF III

BEF III 與BEF II的基本差異在於BEF III的稜角為隨機結構，如圖 3.9，即稜與稜間的間距及稜角不是固定值，隨機結構的稜角可以避免稜角軸向與LCD面板畫素電極平行時產生之Moire pattern，且可緩和在某些視角範圍下，螢幕正面亮度急遽下降之現象(Cut-off)，但增光性會略為降低(約為59%)。BEF III又可分成BEF III/M與BEF III/T，其主要差異在於BEF III/M的底部多了一層Matte基材，Matte基材較PET基

材硬，在光學上有類似擴散片之散光效果，可使光線更為均勻亦可提高稜鏡片之平整性，此外並可減少稜鏡片基材刮傷之問題。

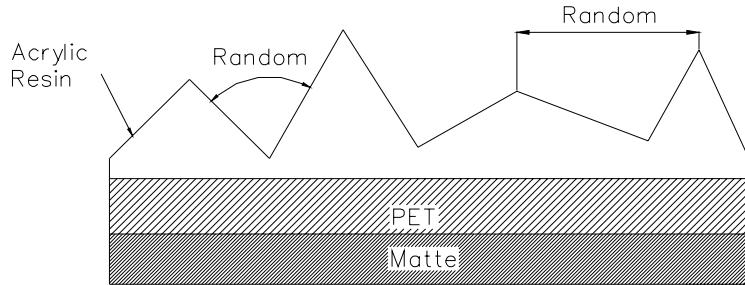


圖 3.9 BEF III 稜鏡結構

### (3)RBEF

RBEF與BEF II、BEF III最大的不同在於稜角為圓弧的設計，如圖3.10。此設計為增加視角亮度，而中心輝度增亮效果較BEF II低(約為45%)，應用上常以大尺寸LCD為主。

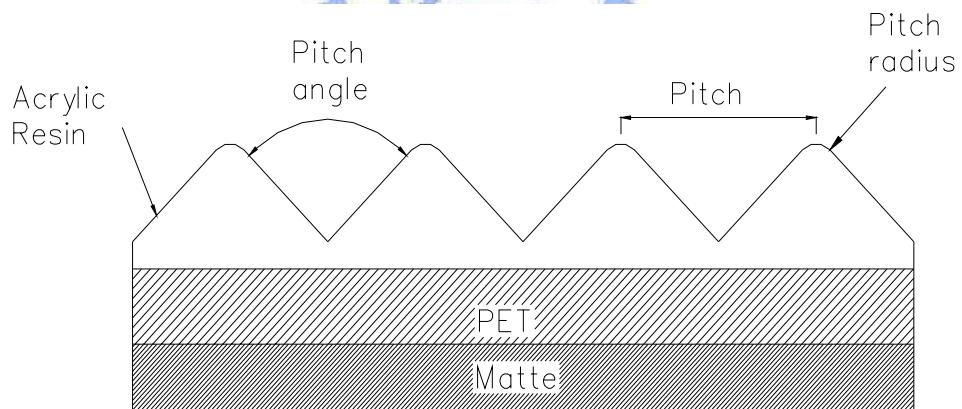


圖 3.10 RBEF 稜鏡結構

#### (4)WBEF

WBEF上之稜鏡結構比RBEF更為平緩，如圖3.11，故其增亮效益更低，約為30%，相對地其視角較佳。此外為因應大尺寸LCD的需求，其使用聚碳酸酯(polycarbonate)材質，提昇膜片(film)抗高溫的能力。表 3.2 為各類稜鏡片亮度增亮增益比。

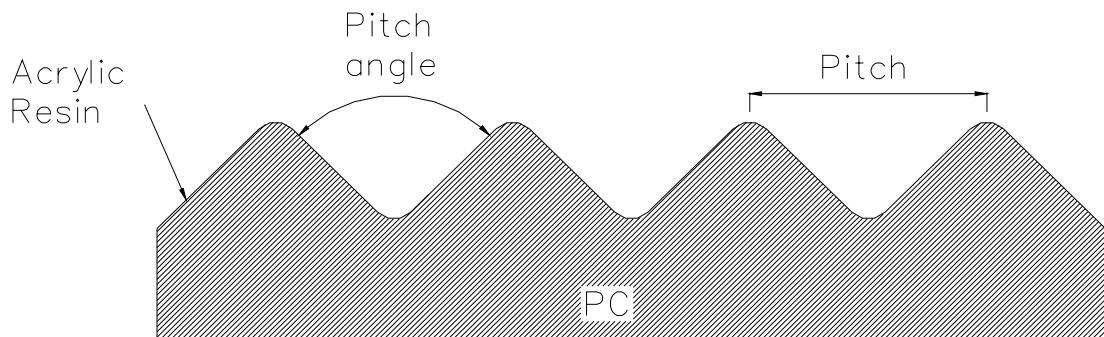


圖 3.11 WBEF 稜鏡結構

表 3.2 稜鏡片亮度增亮增益比

	BEF II	BEF III	RBEF	WBEF
單張增亮增益	59%	55%	45%	30%
雙張增亮增益 (夾90度角)	114%	108%	84%	40%

### 3.3.3 擴散片

一般常用的擴散片是將一些微小的擴散粒子塗佈在高透光性的膜片(PET、PC)上，如圖 3.11、圖 3.12，其光學行為是利用光線穿過擴散粒子而產生光擴散的效果，如圖 3.13。

而擴散片主要考量部材厚度、光線透過率、及散光性(haze)，通常散光性與光線透過率為相斥規格，意指散光性越高透過率會越低。所謂散光性，當一個均勻的光源透過透明且粗糙的物體時，入射光可分為穿透光及散射光(不考慮吸收損失)，散光性及表示散射光與入射光之光量比值，多以%表示，因此在選用擴散片規格時必須考量背光模組的亮度需求，因為高散光性可使表面光源更均勻化。

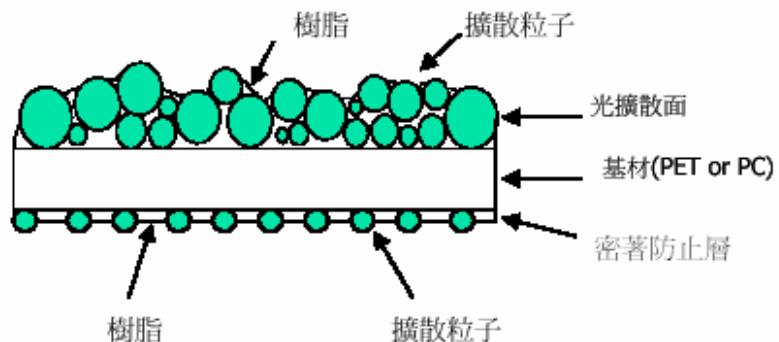


圖 3.12 擴散片斷面結構簡圖

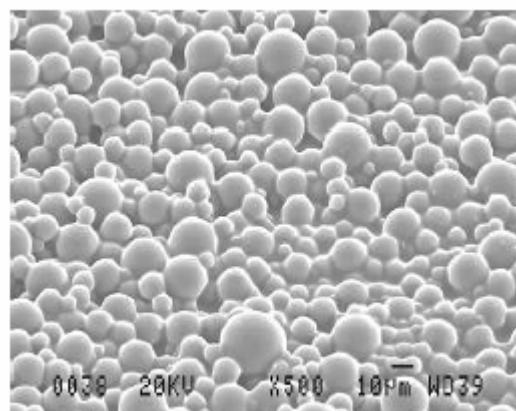


圖 3.13 擴散片表面的放大照片

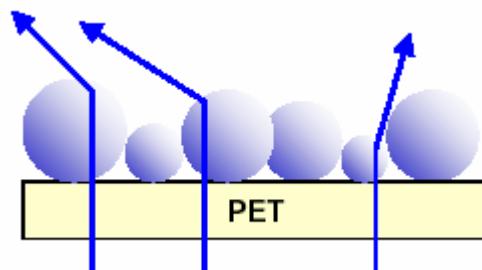


圖 3.14 光線透過擴散片的示意圖

### 3.3.4 反射片

反射片的形式有分爲正反射型及擴散反射型，對於直下型背光系統所使用的反射片，在設計上一般會選擇擴散型的反射片，因爲對於光線的均勻性有較佳的表現，圖3.15 為光線的示意圖，圖(a)爲正反射型，圖(b)爲擴散反射型。

反射片之反射率也與部材厚度成正比相關，因為反射片太薄光線會從透明基材穿透造成反射率將低，但只要厚度大於一個臨界值後反射率不會隨著厚度的增加而增加，因為厚度大於臨界值後光線的穿透率就不會有明顯的變化。



圖 3.15 反射片的光學行爲

## 3.4 LED驅動元件架構

### 3.4.1 降壓型電壓轉換器

LED 為直流驅動電壓，當輸入電壓大於LED所需的電壓時，電路架構就必須使用降壓電路來實現，最常使用降壓型電壓轉換器來達到所需的電壓。假設降壓型電壓轉換器是操作在連續導通模式，所以流經電感器之電流並不會降為零。因此，在每一個交換週期裡僅有兩個操作狀態，如圖 3.16 為降壓型轉換器等效電路。

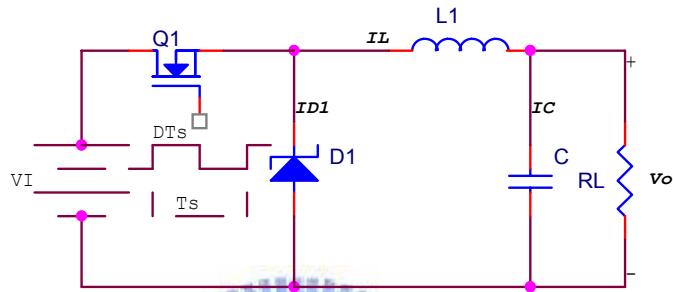


圖 3.16 降壓型轉換電路

#### (1) 電晶體(Q1)導通期間

第一個操作狀態為功率晶體Q1在導通期間。此時電感器之電流(IL)會從初始值增加至最大值，使得原來Q1在截止期間提供至負載之能量得以補充。所以，在導通時由圖 3.17 等效電路可得知，電感兩端之電壓為 (3-8)，當  $0 \leq t \leq DTs$  流經電感器之電流則為(3-9)，當  $t=DTs$  時為帶入(3-9)得(3-10)。

$$VL(on) = Vi - Vo \quad (3-8)$$

$$\left. \begin{aligned} iL(t) &= iL(0) + \frac{1}{L} \int_0^t VL(t) dt \\ iL(t) &= iL(0) + \frac{1}{L} \int_0^t VL(on) dt \\ iL(t) &= iL(0) + \frac{1}{L} VL(on)t \\ iL(t) &= iL(0) + \frac{1}{L} (Vi - Vo)t \end{aligned} \right\} \quad (3-9)$$

$$iL(DTs) = iL(0) + \frac{1}{L} (Vi - Vo) DTs \quad (3-10)$$

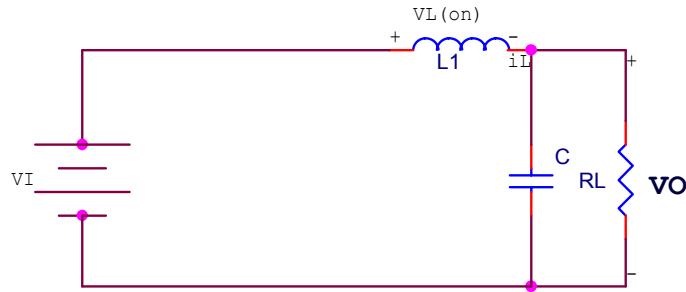


圖 3.17 降壓型轉換器Q1導通等效電路

## (2) 電晶體(Q1) 截止期間

第二個操作狀態為功率晶體Q1在截止期間。此時電感上電壓極性反轉，二極體D1導通，電感上的能量則提供至負載端，而其電流則慢慢減至初始值。由圖 3.18 之等效電路可得知，在截止時電感兩端的電壓為(3-11)，當  $DTs \leq t \leq Ts$  此時流經電感器的電流則為(3-12)，在  $t=Ts$  時，由(3-12)得(3-13)，而轉換器在穩態時， $iL(Ts)=iL(0)$ ，所以由(3-10)與(3-13)可得知(3-14)，經而導出(3-15)。

$$VL(off) = -Vo \quad (3-11)$$

$$\left. \begin{aligned} iL(t) &= iL(DTs) + \frac{1}{L} \int_{DTs}^t VL(t) dt \\ iL(t) &= iL(DTs) + \frac{1}{L} \int_{DTs}^t -VL(off) dt \\ iL(t) &= iL(DTs) + \frac{1}{L} -VL(off)(t - DTs) \\ iL(t) &= iL(DTs) + \frac{1}{L} (-Vo)(t - DTs) \end{aligned} \right\} \quad (3-12)$$

$$iL(Ts) = iL(DTs) + \frac{1}{L} (-Vo)(1 - D)Ts \quad (3-13)$$

$$iL(TS) = iL(0) + \frac{1}{L} (Vi - Vo)DTs + \frac{1}{L} (-Vo)(1 - D)Ts \quad (3-14)$$

$$\frac{Vo}{Vi} = D = \frac{Ton}{Ts} \quad (3-15)$$

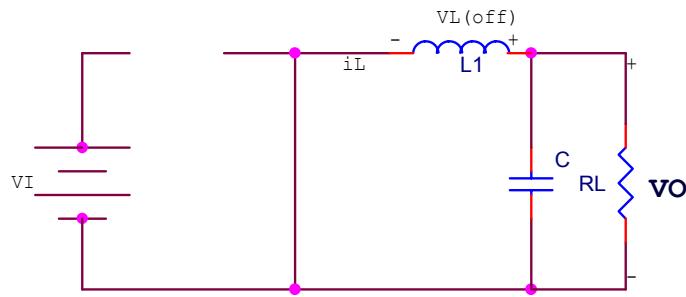


圖 3.18 降壓型轉換器Q1截止等效電路

### 3.4.2 升壓型電壓轉換器

當輸入電壓小於LED所需的電壓時，電路架構就必須使用昇壓電路來實現，常使用昇壓型電壓轉換器來達到所需的電壓。升壓型轉換器操作在連續導通模式時，則流經其電感器之電流並不會降為零。如同降壓型轉換器在情況下會有兩種操作狀態，如圖 3.19 為升壓轉換器等效電路。

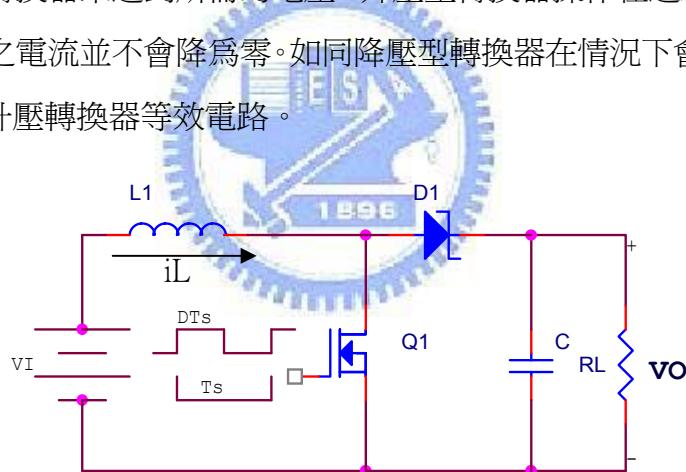


圖 3.19 升壓型轉換器等效電路

#### (1) 電晶體(Q1)導通期間

第一個操作狀態為功率晶體Q1在導通期間，如圖 3.20(a)。此時電感兩端之電壓為(3-16)，而當  $0 \leq t \leq DTs$  時流經電感器兩端之電流則為(3-17)，當  $t=DTs$  時，由(3-17)式可得知(3-18)。

$$VL(t) = Vi \quad (3-16)$$

$$\left. \begin{array}{l} iL(t) = iL(0) + \frac{1}{L} \int_0^t vL(t) dt \\ iL(t) = iL(0) + \frac{1}{L} Vi * t \end{array} \right\} \quad (3-17)$$

$$iL(DTs) = iL(0) + \frac{1}{L} ViDTs \quad (3-18)$$

## (2) 電晶體(Q1) 截止期間

第二個操作狀態為功率晶體Q1在截止期間，如圖 3.19(b)。此時電感兩端電壓為(3-19)，而當  $DTs \leq t \leq Ts$  時流經電感器兩端之電流則為(3-20)，所以在  $t=Ts$  時，由(3-20)可得知(3-21)，由於轉換器在穩態時， $iL(Ts)=iL(0)$ 因此經(3-18)、(3-22)可得出電壓輸出與輸入的比值關聯(3-33)。

$$VL(t) = -(Vo - Vi) \quad (3-19)$$

$$\left. \begin{array}{l} iL(t) = iL(DTs) + \frac{1}{L} \int_{DTs}^t vL(t) dt \\ iL(t) = iL(DTs) + \frac{1}{L} (Vi - Vo) * (t - DTs) \end{array} \right\} \quad (3-20)$$

$$iL(Ts) = iL(DTs) + \frac{1}{L} [(Vi - Vo)](1 - D)Ts \quad (3-21)$$

$$iL(Ts) = iL(0) + \frac{1}{L} ViDTs + \frac{1}{L} [(Vi - Vo)](1 - D)Ts \quad (3-22)$$

$$Vo = Vi * \left( \frac{1}{1 - D} \right) \quad (3-33)$$

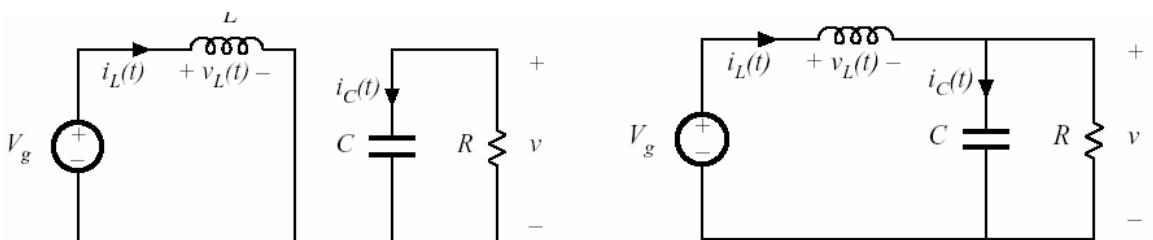


圖 (a) Q1導通等效電路

圖 (b) Q1截止等效電路

圖 3.20 升壓型轉換 Q1導通、截止等效電路

### 3.4.3 電流平衡線路架構

在LED的驅動上，由於LED的順向導通電壓(VLED)不可能完全一樣，但這樣就會造成流過的LED電流有差異，以致發光亮度不同，因此簡單的做法就在每一串LED前加一個限流電阻(RB)，如圖 3.21，而流過LED的電流(ILED)就如(3-34)，所以只要適當的調整RB就可使電流平衡。但這樣的做法是無法有效量產，因為在實際生產中不可能每一片LED背光各自調整各自的電阻，因此就有幾種電流平衡架構被提出。

$$I_{LED} = \frac{V_{in} - V_{LED}}{RB} \quad (3-34)$$

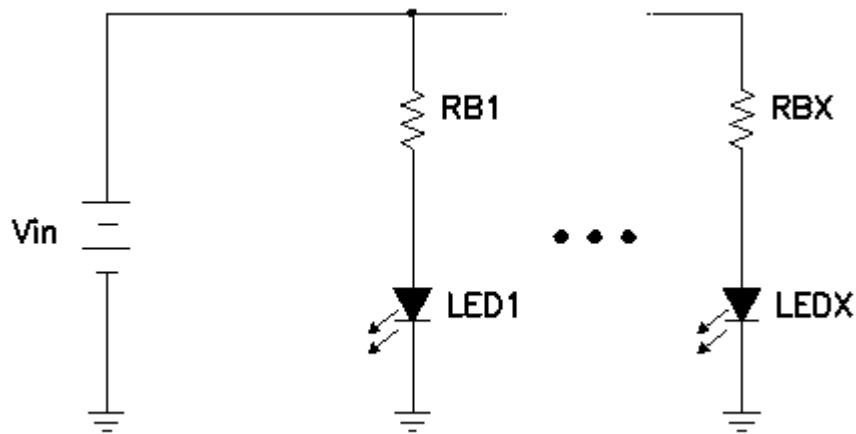


圖 3.21 基本電阻平衡架構

#### (1) 電流鏡(Current mirror)架構

電流鏡(Current Mirror)在放大器的電路裡是基本元件，其功能是提供固定的電流給每個所需的元件，如圖 3.22，M1、M2的功能就如同圖 3.20的限流電阻。其原理為場效電晶體操作在飽和區，不考慮通道長度效應其流經各串的電流如(3-35)、(3-36)unCox 為電子移動率，W/L為通道長寬比，V<sub>TH</sub>為導通電壓，只要選擇相同特性的場效電晶體，在調整適當的VGS電壓就可使I<sub>i</sub>=I<sub>o</sub>。如圖 3.23也可看出只要工作在飽和區，電流就完全只受V<sub>GS</sub>電壓影響，而電晶體也有其消耗功率(P)限制，應此就可定義出V<sub>DS</sub>工作電壓的範圍。

$$iI = \frac{1}{2} unCox \left( \frac{W}{L} \right)_{M1} (V_{GS} - V_{TH})^2 \quad (3-35)$$

$$iO = \frac{1}{2} unCox \left( \frac{W}{L} \right)_{M2} (VGS - V_{TH})^2 \quad (3-36)$$

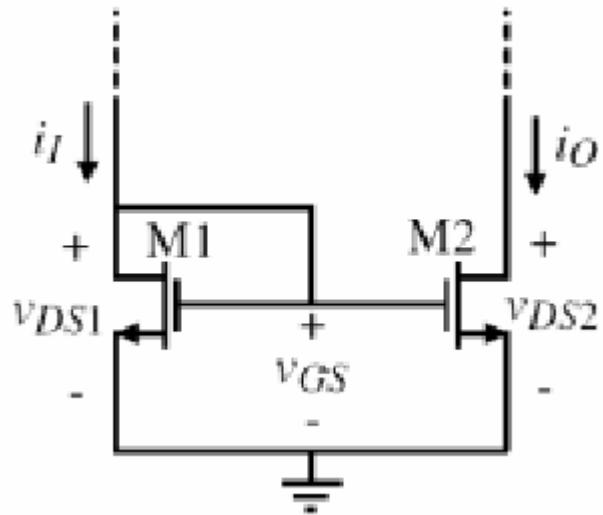


圖 3.22 基本電流鏡架構

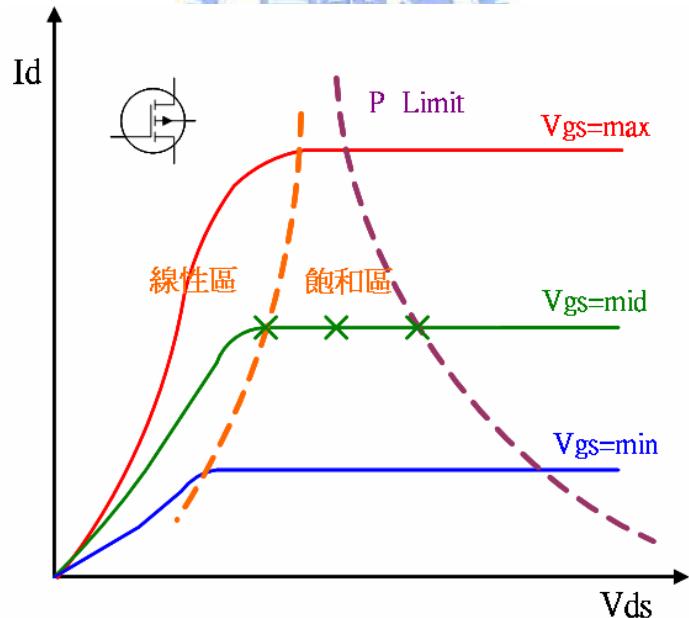


圖 3.23 沖極電流曲線圖

## (2) 變動輸出電壓控制

變動輸出電壓控制，就是每一串LED使用不同的輸出電壓來控制LED電流，如圖 3.24 會在每一串LED放個電流偵測電阻(R-Sensor)(3-37)，再利用一個比較器來控制昇壓架構的脈波工作週期比例。當LED電流過大時，偵測電阻的電壓會大於比較器參考電壓(Vref)，輸出一個較小的電壓來降低脈波工作週期比例，而當LED電流過小時，偵測電阻的電壓會小於比較器參考電壓(Vref)，輸出一個較大的電壓來提升脈波工作週期比例，產生一個適當的輸出電壓 VO1、VO2、VO3。

$$R - Sensor = \frac{V_{ref}}{I_{LED}} \quad (3-37)$$

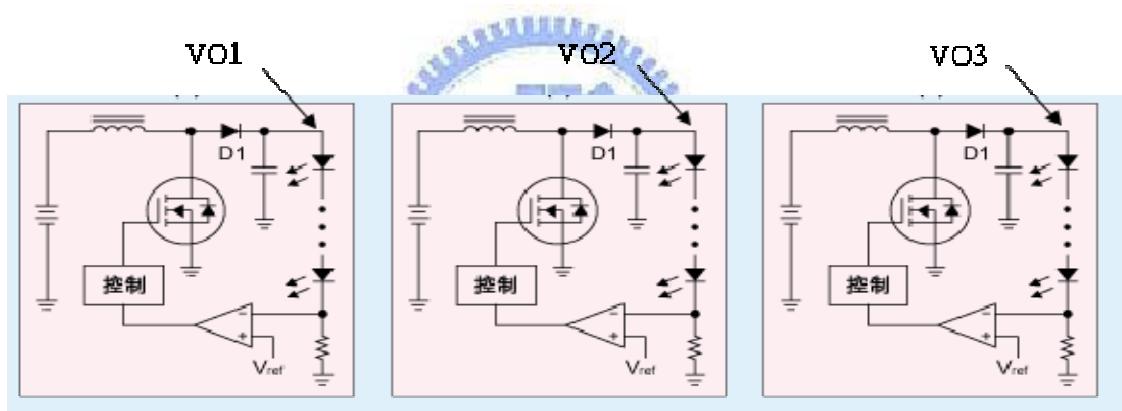


圖 3.24 變動輸出電壓控制圖

## (3) 變動閘極電壓控制

所謂變動閘極電壓( $V_g$ )控制，就是單獨控制每個場效電晶體的閘極電壓，如圖 3.25 所示。其原理類似電流鏡架構，但不同的是各閘極未連接一起，這樣的好處在於場效電晶體不限制一定要操作在飽和區，因為操作在飽和區的場效電晶體的導通阻抗其實是很大，這樣就浪費許多功率在電晶體上。變動閘極電壓控制架構也利用一個 R-Sensor 經誤差放大器來控制每一個閘極的控制電壓直到電流達到我們所預期的，而且只要設定適當LED電壓( $V_{LED}$ )，這樣每一個場效電晶體都會落在線性區工作，這樣就可降低電晶體造成的功率損耗。

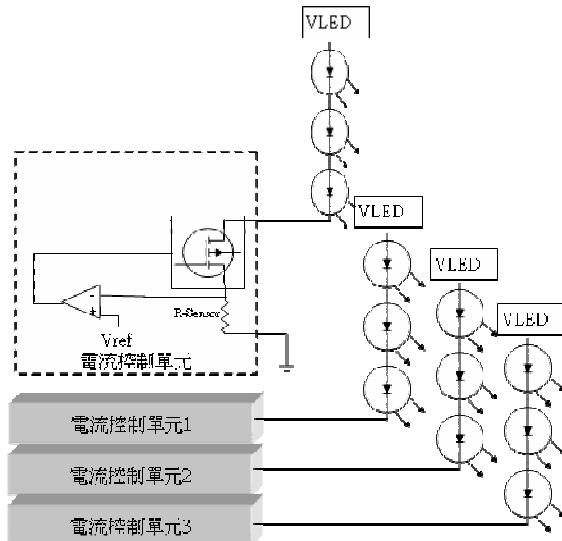


圖 3.25 變動閘極電壓控制圖

### 3.4.4 色溫控制系統

LED的色溫管理，方法由微控制器產生脈波調變(pulse width modulation；PWM)控制LED的驅動電路，基於LED在長時間使用下會隨溫度的變化而影響色溫與亮度的穩定性，所以配合顏色感測模組做光電轉換的類比轉數位的讀取以做為光回授的控制，進而調整PWM改變LED有效電流值，穩定LED的發光特性。

而整體色溫管理架構如圖 3.26 右側紅色虛線為R、G、B光強度回授單元，下方綠色實線為光強度比較與訊號產生單元，若在加上左側藍色虛線LED 驅動就為一完整LED 背光。而其會授單元主要構成元件為R、G、B光偵測器(photo diode)、訊號放大器、類比數位轉換器，光強度比較與訊號產生單元主要為微處理器，其處理流程如圖 3.27。

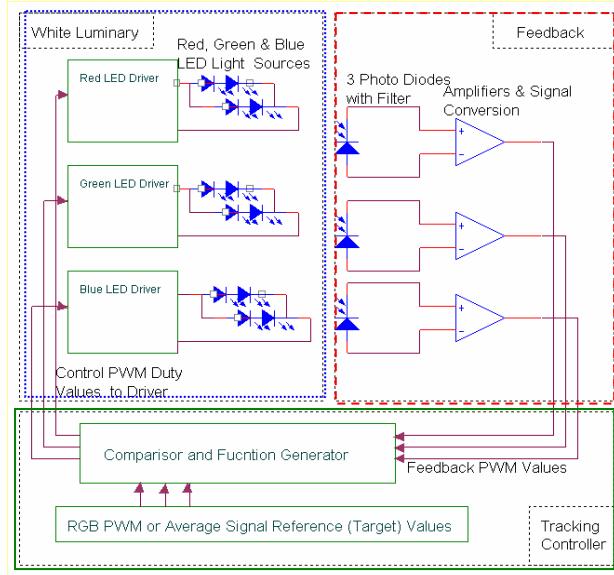


圖 3.26 色溫管理架構圖

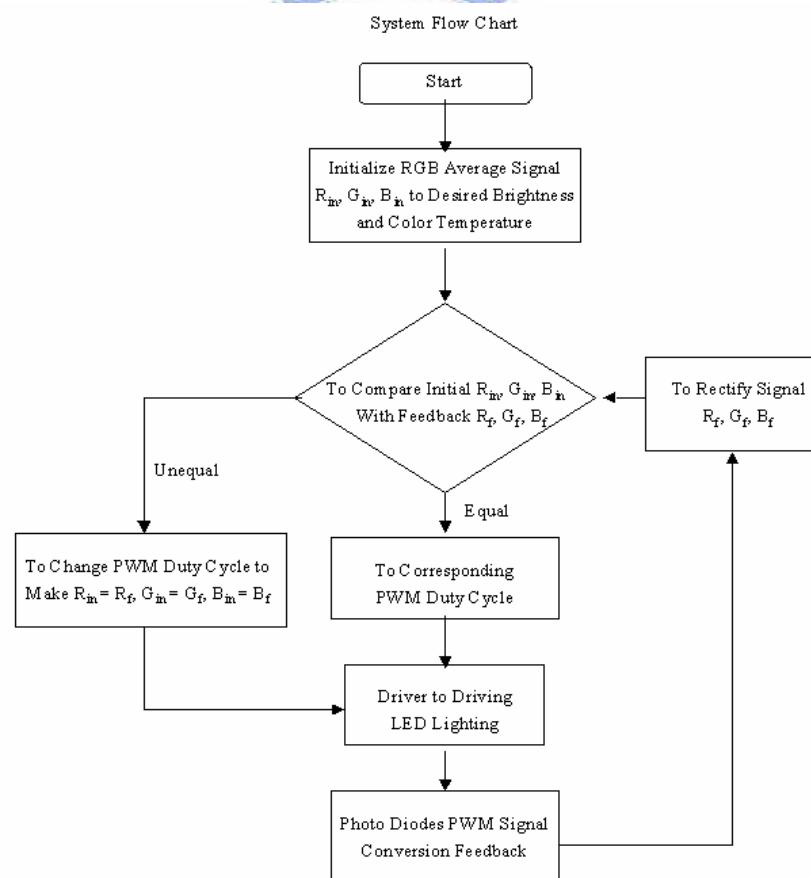


圖 3.27 光強度比較與訊號產生流程圖

## (1)色溫測量的原則

要控制色溫，必須先了解色溫的測量方式。圖 3.28 以玫瑰花為一個待測物，而 A 方式為經由人眼對玫瑰花分解出 R、G、B 傳給大腦看到玫瑰花美麗的花色，B 為經由感受體分解出  $x(\lambda)$ 、 $y(\lambda)$ 、 $z(\lambda)$  再傳送給微處理器轉換成 X、Y、Z 色標系統的三刺激值，C 也為經感受體再經由光柵分解出顏色的波長範圍，再傳送給微處理器轉換成 X、Y、Z 色標系統的三刺激值，最後 D 為經由 R、G、B 感測器經由不同的光強度轉換成電壓輸出。

## (2)色溫回授補償

在 2.5 章節中，說明出 R、G、B 三刺激值與 X、Y、Z 色標系統的三刺激值有一個矩陣的轉換函數式 3-38，在 R、G、B LED 背光模組中，通常都使用 R、G、B 感測器，而感知器經由光電流再轉換成電壓，而 R、G、B 的輸出電壓就可是 R、G、B 三刺激值得代表意義，但這些電壓需要透過處理器，因此會再將電壓轉換成數位訊號給處理器，數位訊號大小取決於轉換出的位元數，位元數愈大愈精準。

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D11 & D12 & D13 \\ D21 & D22 & D23 \\ D31 & D32 & D33 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (3-38)$$

而 X、Y、Z 色標系統的三刺激值，在幾何的表現上需要使用三次元空間，因此在表示上較不方便，業界通常會以色度座標(x,y)定義規格，且一般光學量測儀器大都以色度座標(x,y)及亮度(Y)表示，便可將實際量測的色度座標 x、y 及亮度 Y 帶入 (3-39)、(3-40) 式，就可得出 X、Y、Z 色標系統的三刺激值，並把測得色度座標(x,y)及亮度(Y)時所設定的 R、G、B 三刺激值紀錄下，並帶入 (3-38) 式便可得出轉換函數。

$$X = \frac{x}{y} Y \quad (3-39)$$

$$Z = \frac{1-x-y}{y} Y \quad (3-40)$$

轉換函數便是處理器內重要的演算參數值，再加入色度座標(x,y)及亮度(Y)的目標值參數，回授系統便可得知 R、G、B 感測器所偵測的值經演算再與目標值比較，若有所差異便可調整 R、G、B LED 的亮度以確保色度的偏差，且從色度座標(x,y)

得知x偏大時是偏紅，y偏大時是偏綠，x、y同時偏小是偏藍，因此當演算出的色度座標(x,y)與目標值比較時便可得知需優先調整哪個顏色的LED亮度。

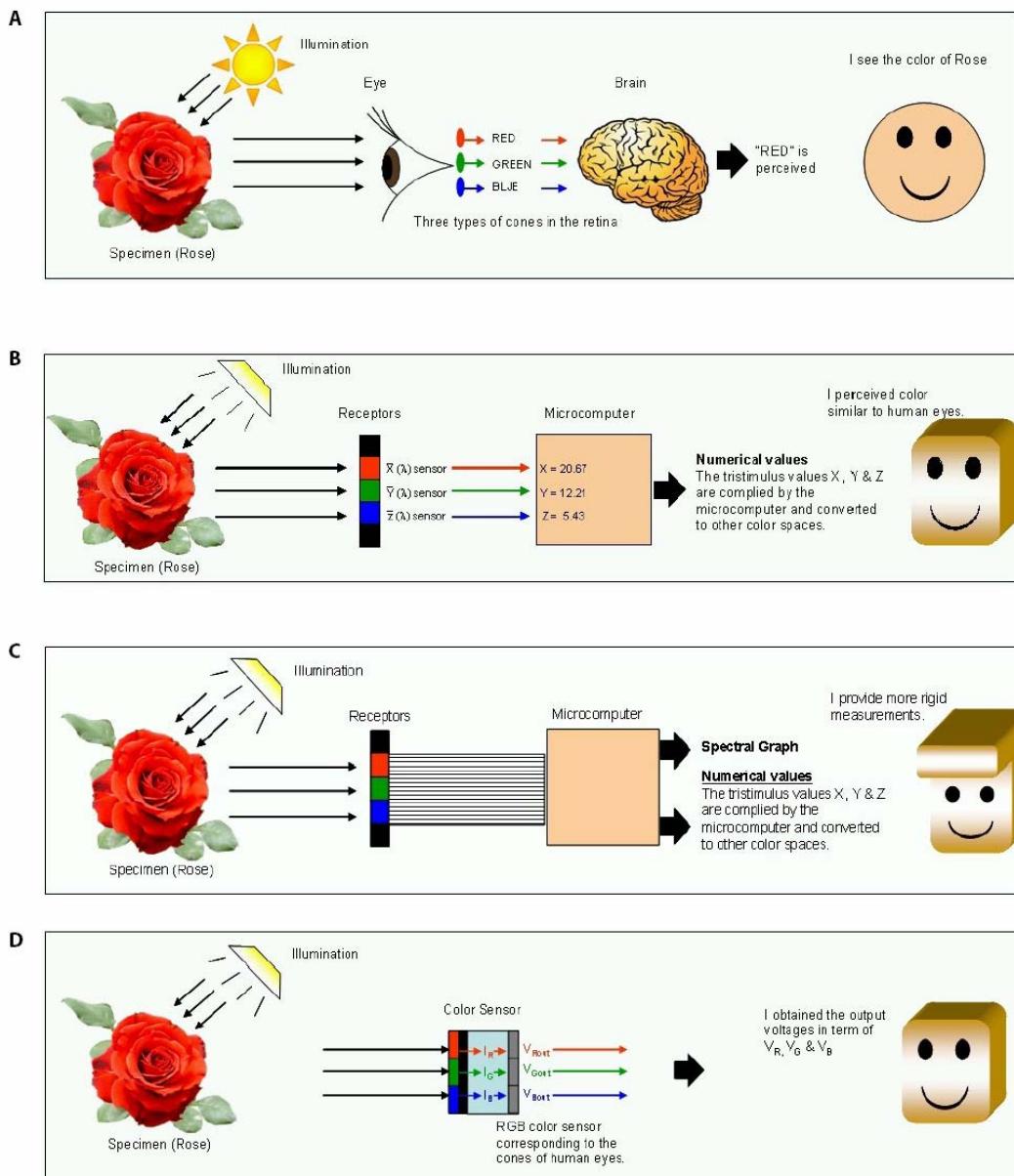


圖 3.28 色彩量測工具 A>人眼 B>色度計 C>分光光度計 D>RGB感應器

## 第四章

### LED 背光脈波驅動線路設計

LED背光的電流控制上使用選Macroblock公司的MBI1816，而在脈波訊號的產生，應用硬體描述語言搭配xilinx Virtex-II XC2V500 FPGA，並由液晶顯示器的控制訊號同步來實現。

#### 4.1 液晶顯示器電子驅動原理

脈波驅動必須與顯示器掃描線同步控制才能發揮其最大的效果，因此首先了解顯示器電子驅動原理是必要的。如圖 4.1 為一超級延伸圖像配置(super extended graphics array；SXGA)解析度基本電子驅動架構，使用一個控制元件、10個資料驅動元件、4個掃描驅動元件來組成。

脈波控制是與掃描線同步控制，圖 4.2 為掃描線驅動波形時序，當起始訊號(STV1)變高準位後，第一個掃描震盪頻率(CPV)會使第一條掃描線打開，依序第二、第三個CPV會打開相同順序的掃描線，直到第一顆掃描訊號完成會產生第二顆起始訊號(STV2)在執行同第一顆的掃描時序，等到完成所有掃描訊號會再重新送一個STV1，這一個週期就稱為一幅(Frame)。但掃描線的輸出寬度，正常為一個CPV的週期的寬度，但因掃描線在輸出信號傳送上會有延遲效應，假設緊鄰的掃描線是沒有間隔，這樣可能因延遲而造成緊鄰掃描線有同時打開的時間交叉點，為了解決這個問題，在輸出端會有一個輸出控制訊號(OE)決定輸出波形的寬度，以隔開緊鄰掃描線，另有控制所有通道同時輸出訊號(XAO)，這個訊號主要是關機時啓動所有通道，以避免液晶放電太慢造成殘留影像。

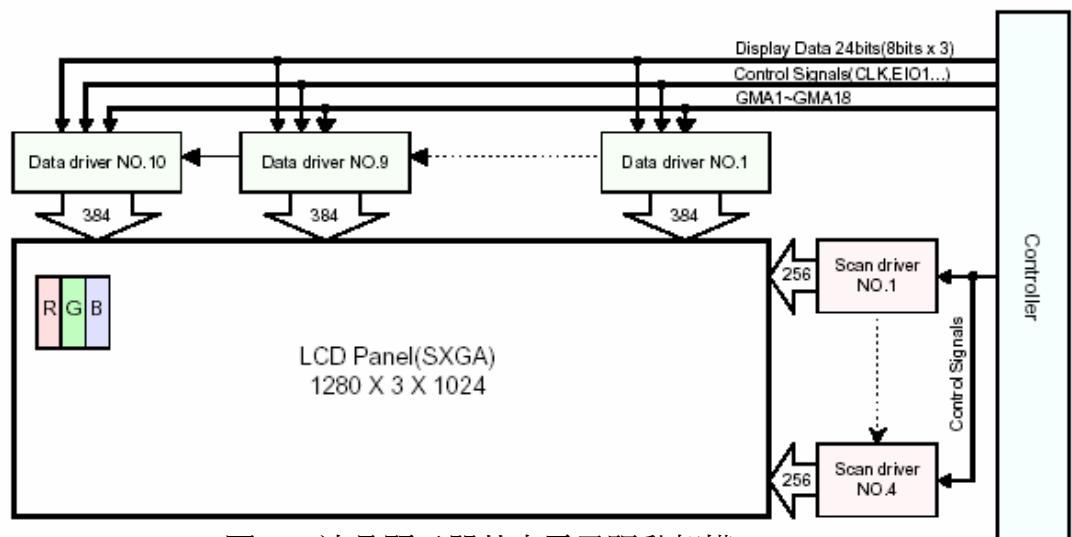


圖 4.1 液晶顯示器基本電子驅動架構

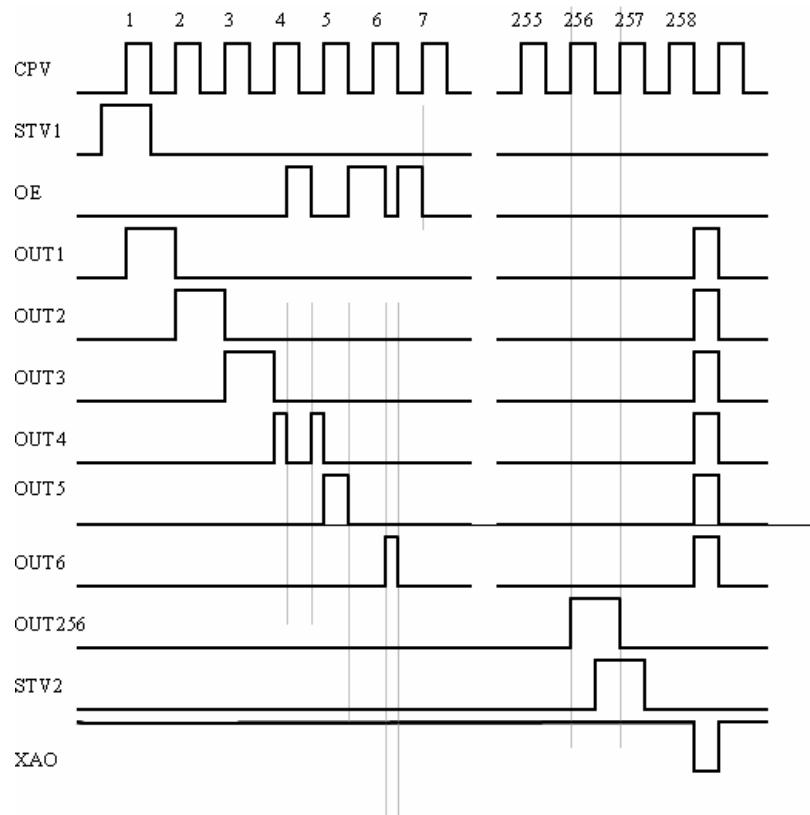


圖 4.2 掃描線驅動時序圖

## 4.2 輔助應用軟體及量測儀器

### 4.2.1 硬體描述語言

VHDL[11]是Very High Speed Integrated Circuit (VHSIC) Description Language的縮寫，簡單的說，它就是一種專門用來設計硬體電路的語言，用VHDL設計電路時可以不必熟記或翻閱各種電子元件邏輯及其規格的書籍，亦不必使電子電路侷限在使用呆板的元件或零件組合成數位電子電路。使用VHDL作數位電路設計，只需依據標準的VHDL語言規範，描述複雜的電路系統，再用一般軟體的模組化觀念，描述數位系統的規格及功能，接著利用軟體(可在PC或工作站上執行)將所寫的VHDL編譯合成電子電路，可以節省人工將傳統電子元件拼湊成電路的時間。

VHDL最基本的電路設計可分為二大部份，一是實體宣告(entity declaration)，另一個部分是結構主題(architecture body)，示意如圖 4.3。

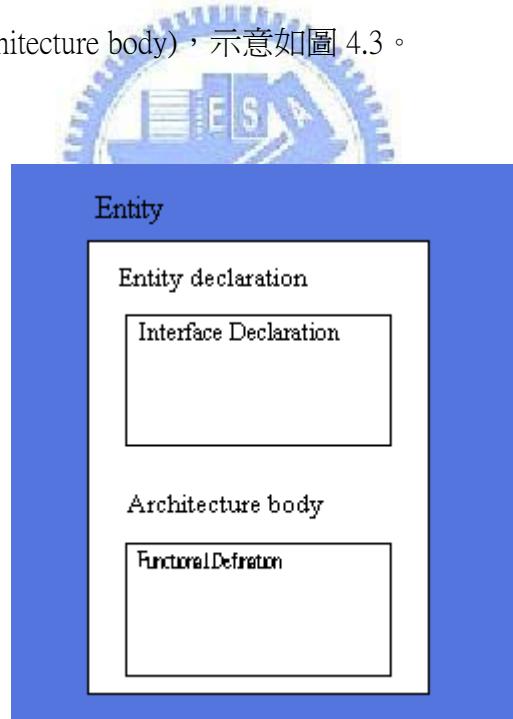


圖 4.3 VHDL 基本架構

## (1) 實體宣告

實體宣告主要描寫了一個零件(entity)的輸出及輸入，並可以包括零件的時間及溫度的外在特性，對每個I/O的訊號而言，在實體宣告時都要被指定成通訊介面(port)，就像在畫電路圖(schematic)時的腳位(pin)一樣，每個port在宣告時必需有名稱(name)、資料傳遞的方向(mode)及型態(data type)，如表 4.1。

表 4.1 通訊介面種類形式

	種類	描述
Mode	In	資料傳入entity
	Out	資料由entity輸出
	Buffer	資料由entity輸出，並可回授(feedback)至entity內部
	Inout	資料可由entity輸入或輸出
Data type	Boolean	Boolean之邏輯值，為True或False
	Bit	訊號以bit型態表示，即訊號之值為0或1
	Bit_vector	bit之陣列
	Integer	整數值，用於迴圈之指標與常數等
	std_logic	包括'U' (Uninitialized)、'X' (Forcing Unknown)、'0' (Forcing 0)、'1' (Forcing 1)、'Z' (High Impedance)、'W' (Weak Unknown)、'L' (Weak 0)、'H' (Weak 1)及'-' (Don't Care)。

## (2) 結構主題

每個結構主題都和實體宣告有關，結構描述實體的內部構造，也就是說結構描述實體的功能。VHDL允許使用者利用幾種不同的方式來設計結構，而使用者也可以隨自己所好同時使用這幾種方式，這些方式包括行爲描述(behavior)、時序描述(data flow)結構描述(structure)這三種，以及這三種方式的任意組合。分述如下：

### 1. 行爲描述

使用者不需描述電路結構或連線方式，只要依序列出執行的順序，或定義出電路的行爲或功能便可以達到目的。因為這種方式和高階程式語言的用法相似，故通常被稱為高階描述方式(High-level Description)，這種高階描述方式的優點在於使用者不需耗費時間及精力在閘級(gate level)上，而只要專注於正確地定義出電路的功能。

## 2. 時序描述

因為在程式中，使用者必需定義出資料在訊號間及資料在輸出輸入間是如何轉換，而且不使用循序敘述，所以被稱之為Data flow。有時候使用者會被behavioral 及data flow二者搞混，最簡單的分辨法就是前者會使用到處理(process)敘述，而後者不會。在data flow的方法中，通常我們會以case的方式來描述電路，而非描述整個演算(algorithm)。另一方面，當需要巢狀(nest)結構時，循序的描述方法是比較恰當的。

## 3. 結構描述

結構描述是由VHDL的節點(net list)所組成，這些net list就好像是線路圖中的net list，因為所有的零件都是由訊號連接而成。簡單來說，就是先知道了硬體線路，在依據每個線路節點連接方式將其敘述。

### 4.2.2 現場可編程閘陣列(FPGA)硬體架構

本脈波驅動電路是採用 VHDL 語言描述再利用FPGA實現，所謂FPGA它是由許多邏輯元件(Logic Cell)經由垂直通道(Vertical Channel)及水平通道(Horizontal Channel)的連線所構成，之後再決定垂直通道與水平通道的導通點，這樣就能決定出電路不同的驅動功能，當然這個決定工作是由特殊的轉換軟體將VHDL 轉換成燒錄碼(Routing code)來完成。

本文是採用xilinx Virtex-II XC2V500 FPGA [12]，此FPGA 相關邏輯資源如表4.2，而實際設計上邏輯使用率如表4.3，而在輸出輸入端子上使用了17個，其端子定義如表 4.4，而整體FPGA 硬體構造如圖 4.4所示。

表 4.2 Virtex-II 邏輯資源表

Device	CLB Array: Row x Column	Number of Slices	Number of LUTs	Max Distributed SelectRAM or Shift Register (bits)	Number of Flip-Flops	Number of Carry-Chains <sup>(1)</sup>	Number of SOP Chains <sup>(1)</sup>
XC2V40	8 x 8	256	512	8,192	512	16	16
XC2V80	16 x 8	512	1,024	16,384	1,024	16	32
XC2V250	24 x 16	1,536	3,072	49,152	3,072	32	48
XC2V500	32 x 24	3,072	6,144	98,304	6,144	48	64
XC2V1000	40 x 32	5,120	10,240	163,840	10,240	64	80
XC2V1500	48 x 40	7,680	15,360	245,760	15,360	80	96
XC2V2000	56 x 48	10,752	21,504	344,064	21,504	96	112
XC2V3000	64 x 56	14,336	28,672	458,752	28,672	112	128
XC2V4000	80 x 72	23,040	46,080	737,280	46,080	144	160
XC2V6000	96 x 88	33,792	67,584	1,081,344	67,584	176	192
XC2V8000	112 x 104	46,592	93,184	1,490,944	93,184	208	224

表 4.3 Virtex-II 邏輯資源使用率

Device Utilization Summary				
Logic Utilization	Used	Available	Utilization	Note(s)
Number of Slice Flip Flops	10	6,144	1%	
Number of 4 input LUTs	123	6,144	2%	
Logic Distribution				
Number of occupied Slices	63	3,072	2%	
Number of Slices containing only related logic	63	63	100%	
Number of Slices containing unrelated logic	0	63	0%	
Total Number 4 input LUTs	123	6,144	2%	
Number of bonded IOBs	17	172	9%	
IOB Latches	6			
Number of GCLKs	1	16	6%	
Total equivalent gate count for design	890			
Additional JTAG gate count for IOBs	816			

表 4.4 輸入、輸出端子定義

腳位名稱	I/O	功能描述
B_OE_1	Output	LED 區塊 1 亮度控制
B_OE_2	Output	LED 區塊 2 亮度控制
B_OE_3	Output	LED 區塊 3 亮度控制
B_OE_4	Output	LED 區塊 4 亮度控制
B_OE_5	Output	LED 區塊 5 亮度控制
B_OE_6	Output	LED 區塊 6 亮度控制
OE_set<0>	Input	
OE_set<1>	Input	掃描方式設定
OE_set<2>	Input	
OE_set<3>	Input	
OE<0>	Input	
OE<1>	Input	B_OE 輸出波形寬度設定
OE<2>	Input	
OE<3>	Input	
CPV	Input	掃描驅動IC 震盪頻率
YDOI	Input	掃描驅動IC 起始訊號(STV1)
RST	Input	重置訊號

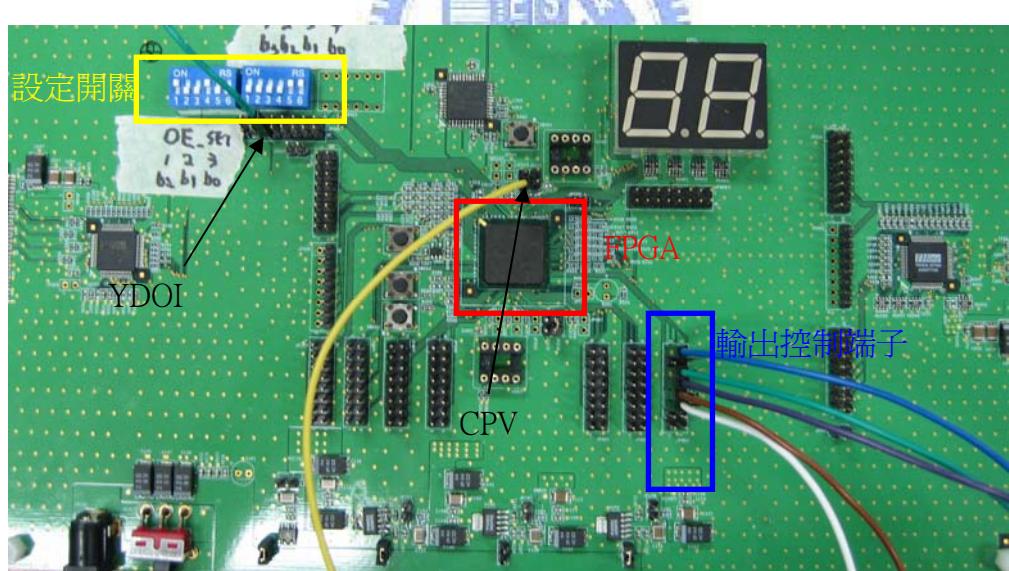


圖 4.4 FPGA 控制硬體

### 4.2.3 動態影像殘影量測儀器

許多業者就液晶動態畫面模糊的評價方法進行了研究。結果，定義了可將液晶動態畫面模糊進行數值化的MPRT(Moving Picture Response Time)方法 [13]。MPRT就是一種在眼睛感覺下，液晶螢幕上顯示動畫(移動的邊緣)模糊程度的定量方法，要判定動態畫面模糊的程度，大家很容易想到是觀察顯示影像的模糊幅度，在MPRT中的單位用的是時間(ms)。這是因為，如果採用模糊幅度，就很難比較出尺寸和畫素不同的面板所測定出來的結果。在液晶面板上，出現的動態畫面模糊幅度，是會隨著動畫的移動速度、觀看的距離及Hold時間(垂直週期數)而變化的，為了能夠直接比較在不同條件下的測定結果，在MPRT中，就採用以時間為單位的方法。反過來，在得到的數值(時間)上，加上看的距離或者速度等等的條件，就可以得到液晶面板上模糊的幅度。主要量測原理如下兩種基本概念：

#### (1) 追蹤畫面輝度

在MPRT測定時，利用鏡子及攝影機的輔助，產生像眼球的轉動一樣轉動效果，再利用模仿眼球的轉動的攝影機系統拍攝運動中的鏡子邊緣，如圖 4.5 (a)。而在這種方法當中，對畫面運動的模仿精確度是很重要的。人類在看動態畫面時，是讓眼球去迎合畫面的速度，在視網膜上出現連續性靜止的畫面而感覺出動化的效果，如果要把同樣的畫面在攝影機上顯示，必須和人眼一樣合著動態畫面的速度，利用裝有鏡片的Galva Scanner按動畫的速度轉動來攝下畫面。因為目前動態畫面主要都是彩色，所以為進行輝度、色度分析量測時，需要加裝上彩色CCD 攝影機。動態畫質測定的動畫模糊測試的一般方法是，從左到右掃描出的所追蹤畫面，取出這個畫面移動和平行方向的斷面，依時間在縱軸上變換輝度強度，橫軸上變換CCD象素。得到的曲線稱為動畫回應曲線(Moving Picture Response Curve；MPRC)，透過MPRC的橫軸依時間變化，可以進行大小不同的樣本和比較。對動畫進行等速追蹤後，由鏡片的轉動速度可以求出角速度，從角速度可以算出橫軸的時間。

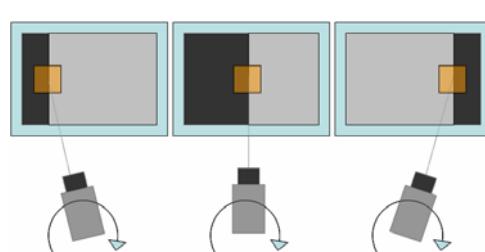
## (2)MPRT的檢測畫面佈建

液晶面板的最小輝度 (Y0) 和最大輝度 (Y6) 用CIE1967的L所定義的輝度轉換後，得到的最小輝度 (L0) 和最大輝度 (L6=100) 分成6份，Y0到Y6的輝度可以利用以下公式(4-1)求得。利用這個方法得到的輝度Y0到Y6的明亮度差，在主觀上有相同的距離，例如，即使在測定擁有不同γ特性的面板的時候，如果最大輝度和最小輝度一樣的話，在檢測畫面中採用的輝度組合也是一樣的。

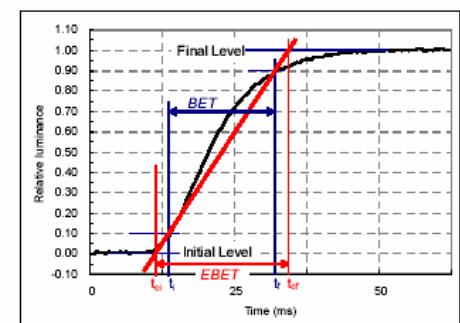
用遷移時間除以相對輝度的10%和90%的臨界值，即得到EBET ( Ex-tended Blurred Edge Time )，如圖(b)。假設存在反應時間為0ms的液晶，此反應特性的傾斜部分就變成了直線，Hold時間與EBET相等。如果Hold時間縮短，EBET的值就變小；如果液晶的反應時間變長，EBET的值就變大。42個畫面中每一畫面的EBET平均值就是MPRT(4-2)。

$$\left. \begin{aligned} L0 &= 903.3 * \frac{Y0}{Y6} \text{ But } \frac{Y0}{Y6} \leq 0.008856 \\ Yn &= Y6c \left[ \frac{\left( L0 + (100 - L0) * \frac{n}{6} + 16 \right)^3}{116} \right] \\ n &\in \{0,1,2,3,4,5,6\} \end{aligned} \right\} \quad (4-1)$$

$$MPRT = \sum_{i=42} \frac{EBET_i}{42} \quad (4-2)$$



(a)影像追蹤示意圖



(b)EBET 與反應時間曲線

圖 4.5 動態畫面影像量測

## 4.3 LED驅動線路架構

### 4.3.1 15吋LED背光模組架構

本文是以15吋LED背光做為量測物，實際成品圖如圖 4.6所示。整體架構上使用15吋顯示器，利用STV1、CPV 訊號經FPGA 做邏輯處理，產生OE(OE\_1至OE\_6) 控制訊號來驅動LED背光，如圖 4.7 所示意，在光學元件上使用下擴散片、兩張增亮膜、上擴散片來搭配，而LGP是用來支撐光學膜片，及增加LED 光源至LCD的距離，這樣能使光源更擴散使人眼看不到LED排列間距所造成的陰影。

在LED的選用上使用R、G、B 一體化白光LED，排列上為 24\*16 矩陣，LED間距為12.5mm，如圖 4.8 所示。在LED 線路上使用4個1串、96並完成LED 驅動排列，如圖 4.9，而控制上分為6大區域，各區域的LED可經由FPGA 輸出端子OE訊號控制驅動的時序及寬度，以達到脈波驅動效果。

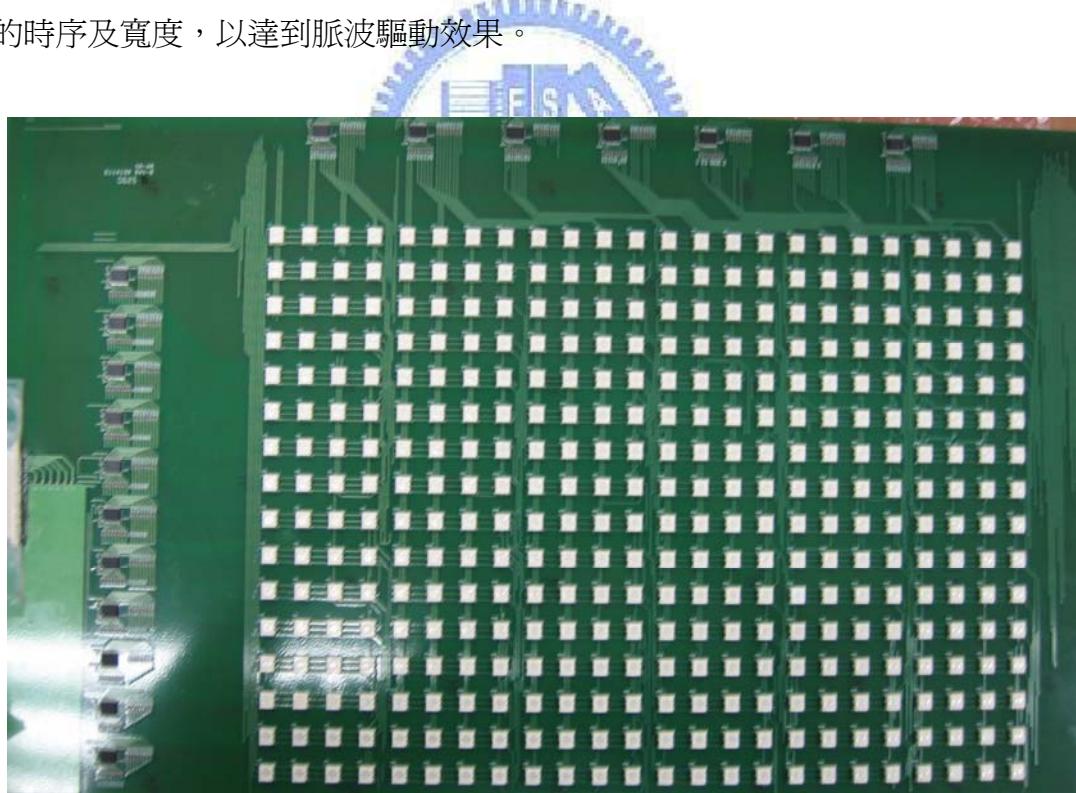


圖 4.6 15吋LED 背光板

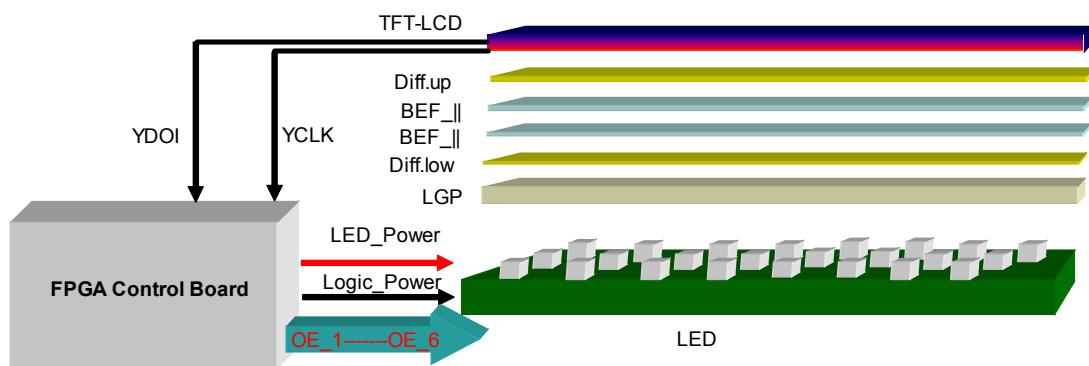


圖 4.7 15吋LED 背光顯示器構造示意圖

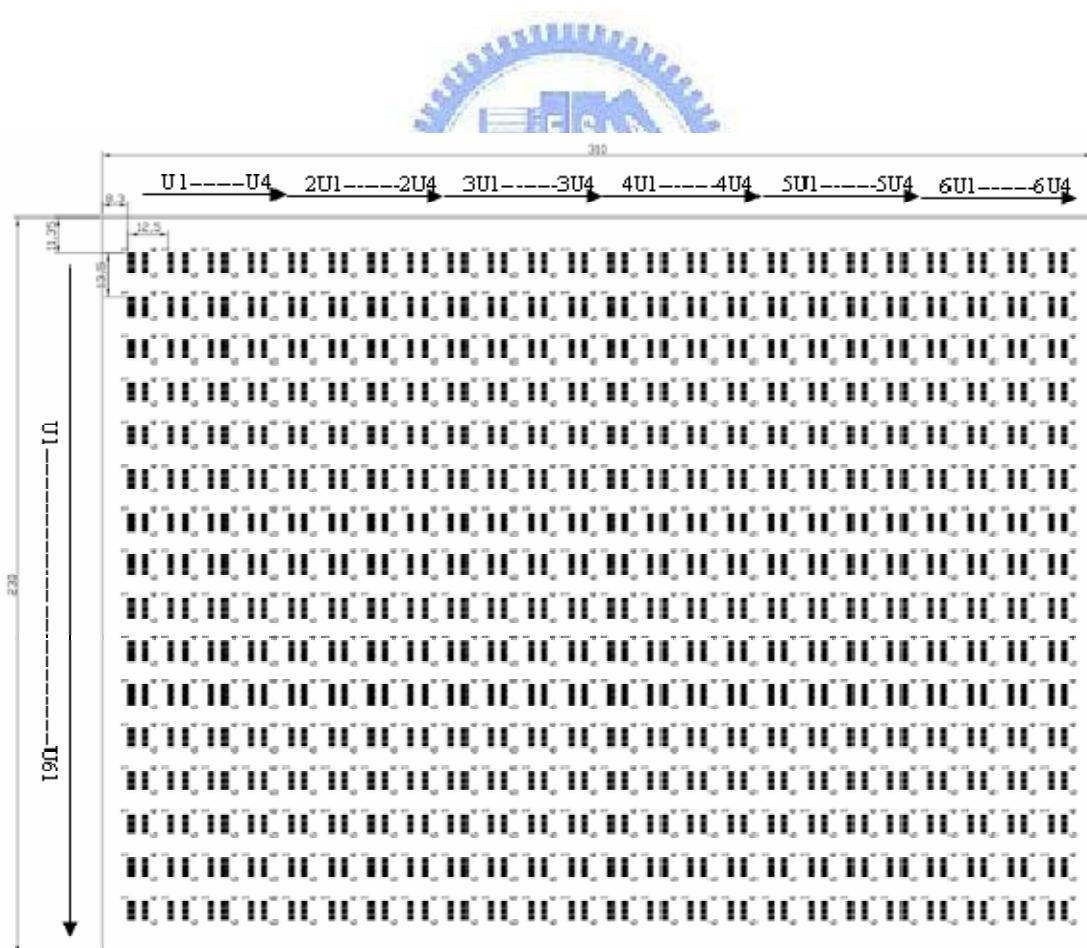


圖 4.8 15吋LED 排列機構圖



圖 4.9 15吋LED 驅動線路排列方式

### 4.3.2 脈波控制原理

脈波控制是以FPGA實現，其邏輯介面如圖4.10所示，紅色虛線為輸入端子，藍色實線為輸出端子。因本文上會比較不同的脈波控制方式對動態影像殘影的影響，利用OE\_set 使用4位元控制，用來選擇脈波控制方式，而OE 也使用4位元控制，主要是來控制脈波打開時間寬度，但這個使用會限制在OE\_set 在閃爍(Blinking)功能驅動，其整體調整功能如表4.5所示。

控制原理上是利用LCD 的 CPV 訊號來當掃描線的計數器訊號，當CPV由低位元轉高位元時計數器加1，因此就能知道LCD 目前的掃描線，而YDOI 為LCD 第一個掃線的起始訊號，所以本文就利用YDOI 來將計數器歸零，利用這樣的原理來產生輸出訊號，因LED 背光背分成6個區域，且又希望能與LCD掃描線同步控制，就可利用計數器，當數至第一區域的掃描線時可將B\_OE\_1輸出訊號控制區域1，依此原理就可變換出多種脈波控制訊號。

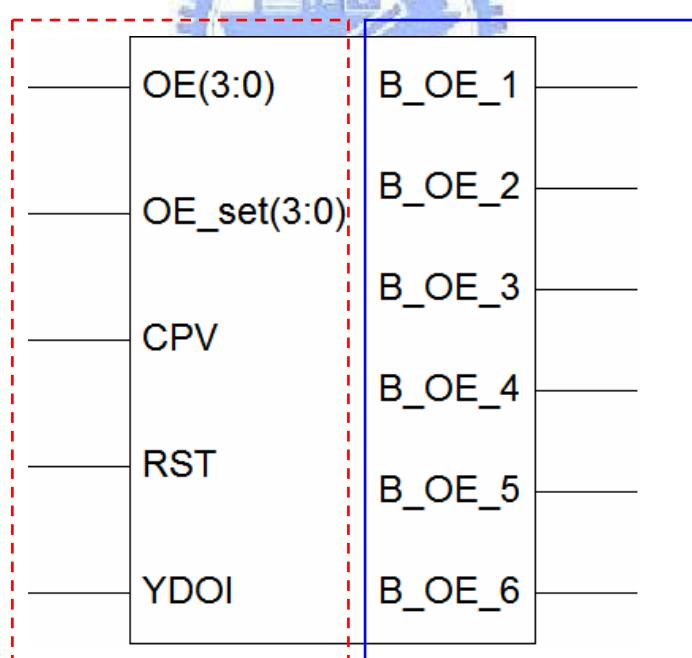


圖 4.10 脈波控制邏輯介面

表 4.5 OE\_set 及 OE 功能設定

OE_set	OE	Function	Note	OE_set	OE	Function	Note
0000	x	Scanning	Scan_1	0110	x	Scanning	Scan_5
0001	x	Scanning	Scan_2	0111	x	Scanning	Scan_6
0'010	x	Scanning	Scan_3	0000	Blinking	背光打開前40到80 line 時間	
0'011	x	Scanning	Scan_4	0001	Blinking	背光打開前40到120 line 時間	
0100	0000	Blinking	背光關掉前80 line 時間	0010	Blinking	背光打開前40到160 line 時間	
	0001	Blinking	背光關掉前120 line 時間	0011	Blinking	背光打開前40到200 line 時間	
	0010	Blinking	背光關掉前160 line 時間	0100	Blinking	背光打開前40到240 line 時間	
	0011	Blinking	背光關掉前200 line 時間	0101	Blinking	背光打開前40到280 line 時間	
	0100	Blinking	背光關掉前240 line 時間	0110	Blinking	背光打開前40到320 line 時間	
	0101	Blinking	背光關掉前280 line 時間	0111	Blinking	背光打開前40到360 line 時間	
	0110	Blinking	背光關掉前320 line 時間	1000	Blinking	背光打開前40到400 line 時間	
	0111	Blinking	背光關掉前360 line 時間	1001	Blinking	背光打開前40到440 line 時間	
	1000	Blinking	背光關掉前400 line 時間	1010	Blinking	背光打開前40到480 line 時間	
	1001	Blinking	背光關掉前440 line 時間	1011	Blinking	背光打開前40到520 line 時間	
	1010	Blinking	背光關掉前480 line 時間	1100	Blinking	背光打開前40到560 line 時間	
	1011	Blinking	背光關掉前520 line 時間	1101	Blinking	背光打開前40到600 line 時間	
	1100	Blinking	背光關掉前560 line 時間	1110	Blinking	背光打開前40到640 line 時間	
	1101	Blinking	背光關掉前600 line 時間	1111	Blinking	背光打開前40到680 line 時間	
0101	0000	Blinking	背光打開前80 line 時間	0000	Blinking	背光關掉前80 line 時間 及後38 line 時間	
	0001	Blinking	背光打開前120 line 時間	0001	Blinking	背光關掉前120 line 時間 及後38 line 時間	
	0010	Blinking	背光打開前160 line 時間	0010	Blinking	背光關掉前160 line 時間 及後38 line 時間	
	0011	Blinking	背光打開前200 line 時間	0011	Blinking	背光關掉前200 line 時間 及後38 line 時間	
	0100	Blinking	背光打開前240 line 時間	0100	Blinking	背光關掉前240 line 時間 及後38 line 時間	
	0101	Blinking	背光打開前280 line 時間	0101	Blinking	背光關掉前280 line 時間 及後38 line 時間	
	0110	Blinking	背光打開前320 line 時間	0110	Blinking	背光關掉前320 line 時間 及後38 line 時間	
	0111	Blinking	背光打開前360 line 時間	0111	Blinking	背光關掉前360 line 時間 及後38 line 時間	
	1000	Blinking	背光打開前400 line 時間	1000	Blinking	背光關掉前400 line 時間 及後38 line 時間	
	1001	Blinking	背光打開前440 line 時間	1001	Blinking	背光關掉前440 line 時間 及後38 line 時間	
	1010	Blinking	背光打開前480 line 時間	1010	Blinking	背光關掉前480 line 時間 及後38 line 時間	
	1011	Blinking	背光打開前520 line 時間	1011	Blinking	背光關掉前520 line 時間 及後38 line 時間	
	1100	Blinking	背光打開前560 line 時間	1100	Blinking	背光關掉前560 line 時間 及後38 line 時間	
	1101	Blinking	背光打開前600 line 時間	1101	Blinking	背光關掉前600 line 時間 及後38 line 時間	
	1110	Blinking	背光打開前640 line 時間	1110	Blinking	背光關掉前640 line 時間 及後38 line 時間	
	1111	Blinking	背光打開前680 line 時間	1111	Blinking	背光關掉前680 line 時間 及後38 line 時間	
				1010	x	Scanning	Dual pulse Scan_7
				1011	x	Scanning	Dual pulse Scan_8
				Else	x	Normal	全開

## 4.4 零件選用

### 4.4.1 RGB 白光LED

在白光LED的選用上，考量大尺寸LCD需求較高演色性，故選用億光R、G、B一體化LED，LED的選擇上有幾項重要參數會影響整體LED背光架構與特性：

#### (1)LED 包裝尺寸

一開始背光板大小其實已被LCD尺寸大小所限制住，且LED的間距也影響整體光學的均勻性，所以在LED 包裝尺寸選用上是一開始需注意的，如LED長寬、RGB腳位、LED焊接銅箔大小，如圖 4.11所示。

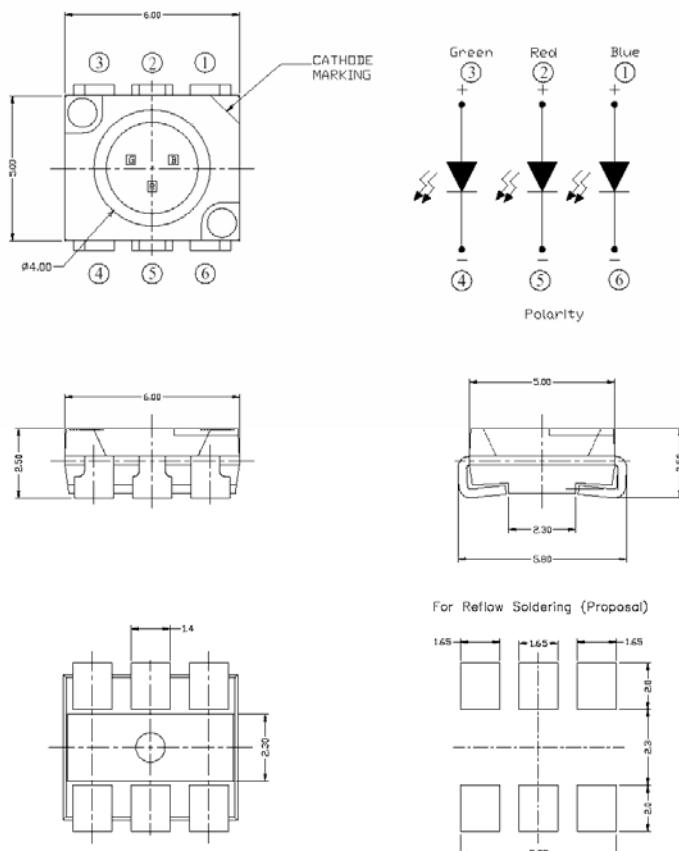


圖 4.11 LED 外型尺寸

## (2)電氣、光學特性

不同廠家的LED其電氣光學特性上是完全不同，且也會影響LED驅動線路的設計，因此了解LED電氣、光學特性是非常重要。從表 4.6 LED 的電氣光學特性，可得知LED驅動電流建議為20mA、藍綠光驅動電壓3.5~4.0V、紅光驅動電壓2.0~2.4V，因為這些特性會影響LED驅動元件的選擇與設定。

表 4.6 LED電氣、光學特性

Parameter	Symbol		Min.	Typ.	Max.	Unit	Condition
Luminous Intensity	I <sub>v</sub>	R6	112	----	450	mcd	I <sub>f</sub> =20mA
		GH	285	----	1120		I <sub>f</sub> =20mA
		BH	112	----	450		I <sub>f</sub> =20mA
Viewing Angle	2θ <sub>1/2</sub>		----	120	----	deg	I <sub>f</sub> =20mA
Peak Wavelength	λ <sub>p</sub>	R6	----	632	----	nm	I <sub>f</sub> =20mA
		GH	----	518	----		
		BH	----	468	----		
Dominant Wavelength	λ <sub>d</sub>	R6	621	----	631	nm	I <sub>f</sub> =20mA
		GH	525	----	535		
		BH	450	----	460		
Spectrum Radiation Bandwidth	△λ	R6	----	20	----	nm	I <sub>f</sub> =20mA
		GH	----	35	----		
		BH	----	35	----		
Forward Voltage	V <sub>f</sub>	R6	----	2.0	2.4	V	I <sub>f</sub> =20mA
		GH	----	3.5	4.0		
		BH	----	3.5	4.0		
Reverse Current	I <sub>r</sub>	R6	----	----	10	μA	V <sub>r</sub> =5V
		GH	----	----	50		
		BH	----	----	50		

#### 4.4.2 LED電流控制IC

本文架構是採用固定電壓及電流平衡架構，而在電流平衡上採用Macroblock公司的MBI1816，MBI1816電流平衡架構採用的方式為3.4章節說明的電流鏡架構，一顆IC可平衡16串LED，電流設定上由外部R-EXT端子來設定，範圍大小為5mA~60mA，最大電流變化在兩者間通道是小於±3%，和兩者間ICs是小於±6%。且也可利用OE來控制LED通道開關，如圖4.12功能方塊圖。

15吋LED背光使用24\*16矩陣R、G、B LED，所以使用了384顆LED並使用4個1串，所以共96串，但一顆R、G、B LED實際由3個LED組成，實際上為288串，所以使用了18顆電流平衡IC，其線路組成如圖 4.13。

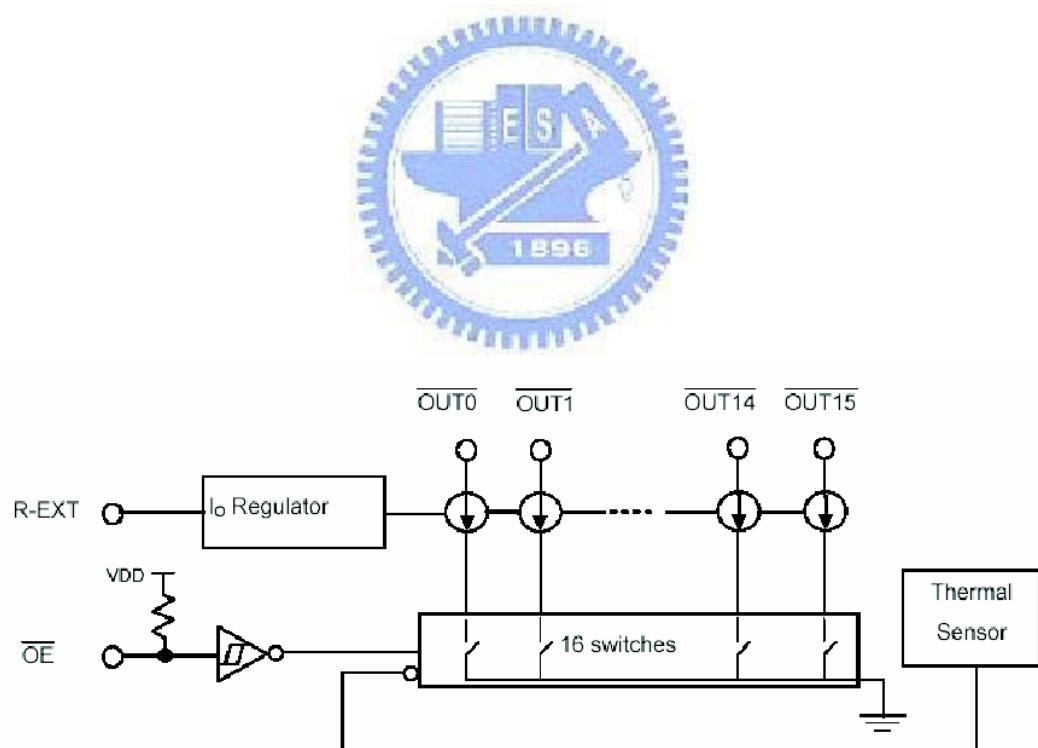


圖 4.12 LED MBI1816方塊圖

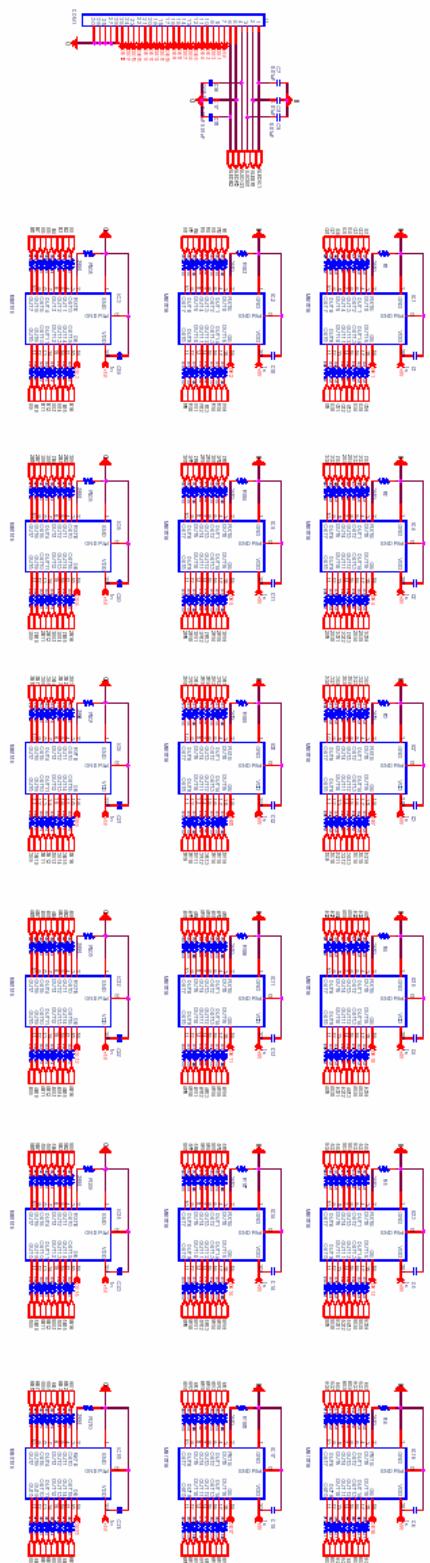


圖 4.13 電流控制線路

### 4.4.3 電阻設定

因藍光與綠光的電氣特性相同，在電阻設定上也一樣，如圖4.14 為紅光與綠光的電阻位置，而在計算電阻的阻值前，必須知道相關電流控制IC特性：

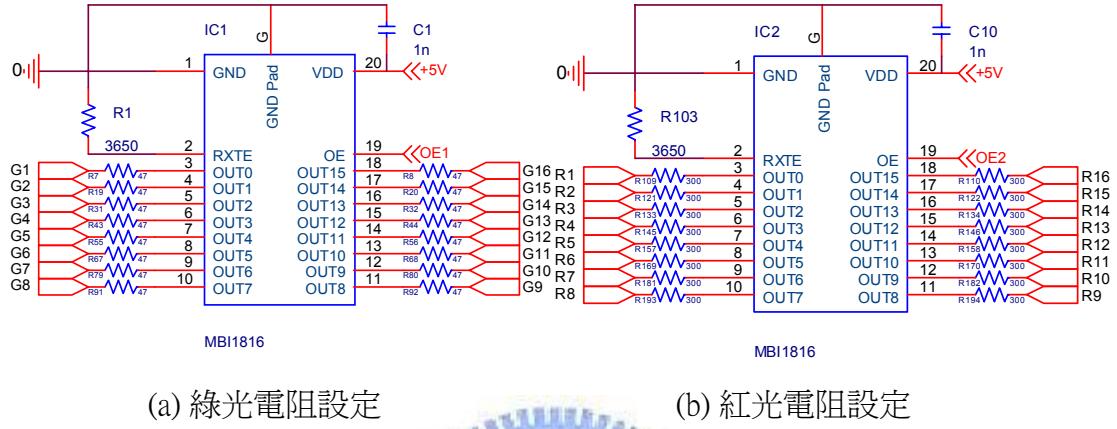


圖 4.14 紅光、綠光電阻設定位置

#### (1) 電壓( $V_{ds}$ ) 與電流( $I_o$ )趨勢

由於MBI1816 是採用電流鏡架構，所以內部場效電晶體必須操作在飽和區，圖4.15 電流與電壓趨勢圖，數據是調整 $R_{EXT}$ (電流設定電阻)改變電壓( $V_{ds}$ )所得到的曲線，圖中可知當 $V_{ds}$  小於一個定值時，電流將隨 $V_{ds}$ 變化而改變，這是因為場效電晶體已進入歐姆區，為了預防這個問題，在電阻及LED的電壓設定上必須考慮。在電流設定目標為20mA，從圖中並每有20mA的曲線，但可從15mA及40mA的曲線可知落在飽和區的 $V_{ds}$ 為0.4V~0.5V，所以20mA的 $V_{ds}$ 電壓一定介於0.4V~0.5V，為了確保電流穩定，本文選擇 $V_{ds}$  大於0.5V 為設計目標。

#### (2) $R_{EXT}$ (電流設定電阻)計算公式

因IC內部實際設計方式無法得知，只能由廠商提供的 $R_{EXT}$  與電流的曲線，如圖4.16，及公式(4-1)來得知 $R_{EXT}$ 。

$$\left. \begin{array}{l} V_{REXT} = 1.24V \\ R_{EXT} = \left( \frac{V_{REXT}}{I_{OUT}} \right) * 59 \\ I_{OUT} = \left( \frac{V_{REXT}}{R_{EXT}} \right) * 59 \end{array} \right\} \quad (4-3)$$

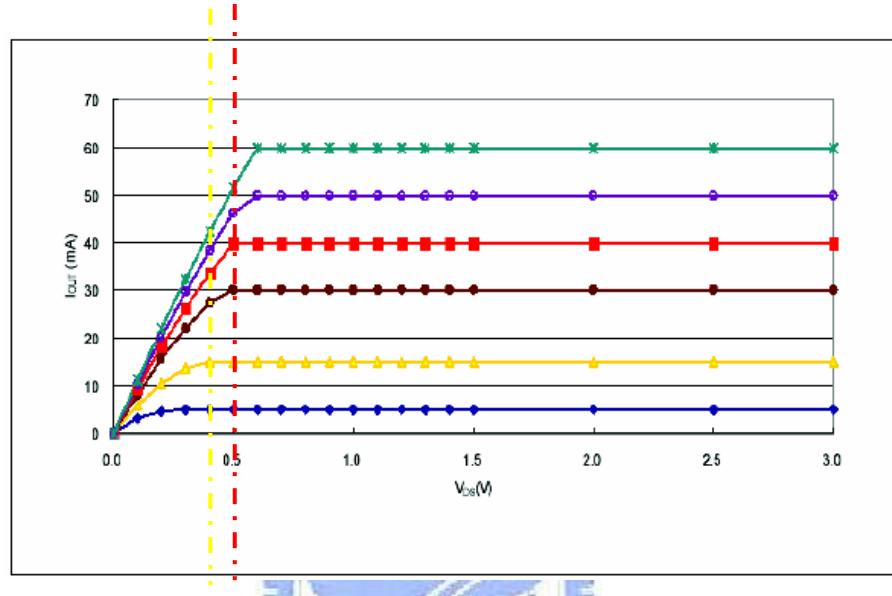


圖 4.15  $V_{ds}$  與  $I_{out}$  曲線圖

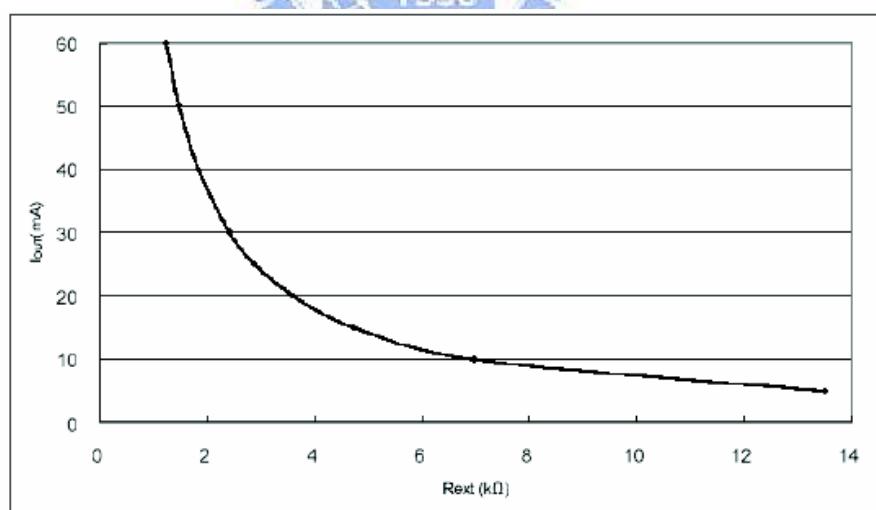


圖 4.16  $R_{ext}$  與  $I_{out}$  曲線圖

### (3)電阻計算與LED 電壓設定

將 $I_{OUT}=20mA$ 代入(4-3)得出 $R_{EXT}$ 為3658歐姆，實際選用3650歐姆。而從LED電氣特性得知藍綠LED的最大順向電壓為4.0V，且使用4顆LED為1串，再加上 $v_{ds}$ 最小0.5V，在先不考慮降壓電阻( $V_{drop}$ )情況下，所需的LED電壓為16.5V，但實際選用17.5V更確保電流控制IC能工作在飽和區。

本文也在藍綠LED電流控制IC的每一個通道前加一個47歐姆降壓電阻，這目的主要是不讓所有的壓降落在場效電晶體，造成場效電晶體能量消耗導致溫度過高，如圖 4.17 所示可降低 $V_{ds}$ 的電壓，經(4-4)帶入 $V_{LED}=17.5V$ 、 $I_{OUT}=20mA$ 、 $V_f=4V$ 、降壓電阻為47歐姆，得出最小的 $V_{ds}$ 電壓為0.56V。而紅光LED 使用降壓電阻為300歐姆， $V_f$ 最大為2.4V，而紅光LED的電壓是先假設最小的 $V_{ds}$ 電壓為0.56V，反推得 $V_{LED}$ 為 16.16V，這樣的做法是希望R、G、B LED的電流控制 IC能有相同熱效性。

$$V_{LED} = (I_{OUT} * \text{降壓電阻}) + (4 * V_f) + V_{ds} \quad (4-4)$$

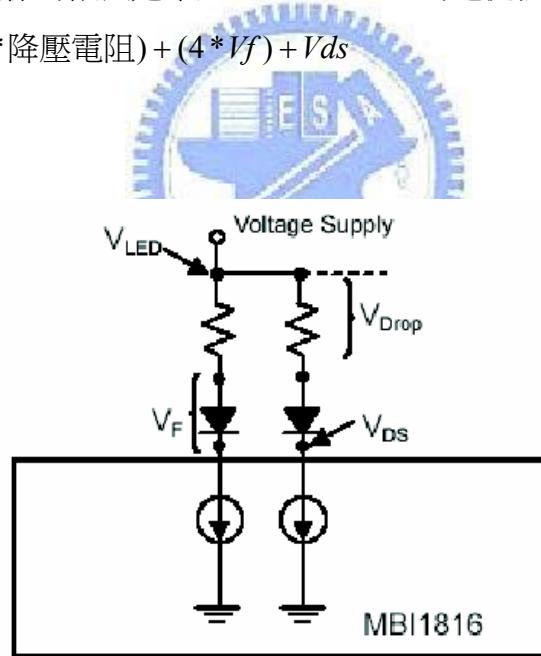


圖 4.17 降壓電阻配置示意圖

# 第五章

## 脈波驅動實驗結果

### 5.1 LED電流平衡結果

在MPRT量測前，必須先確認LED 背光板整體發光均勻性，而影響均勻性的重點在於每一串LED所流過的電流差異不能太大，而在第四章節也說明過MBI1816能保證同一IC不同通道的電流差異為3%，而不同IC不同通道的電流差異為6%，但這些規格也必須考量外部設定的電阻完全沒有誤差，這是不太可能，而實際量測結果卻能達到所預期，量測方式並非實際量測流過LED的電流，而是量測降壓電阻阻值及兩端電壓就可得出電流，其結果如圖 5.1、5.2、5.3，而詳細數據如表5.1、5.2、5.3所示。

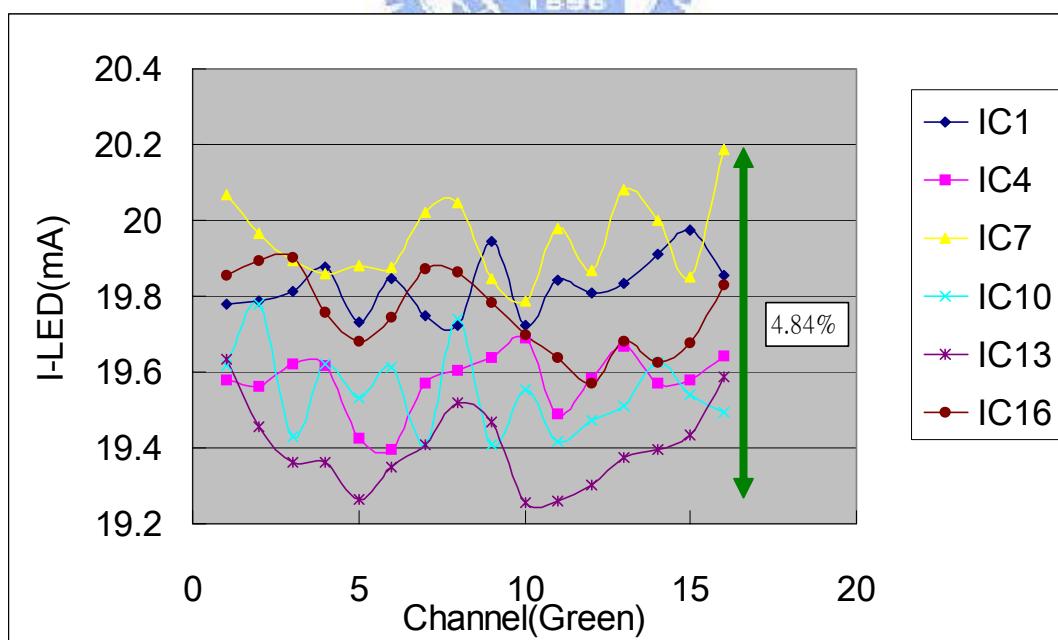


圖 5.1 綠光LED控制IC電流平衡差異

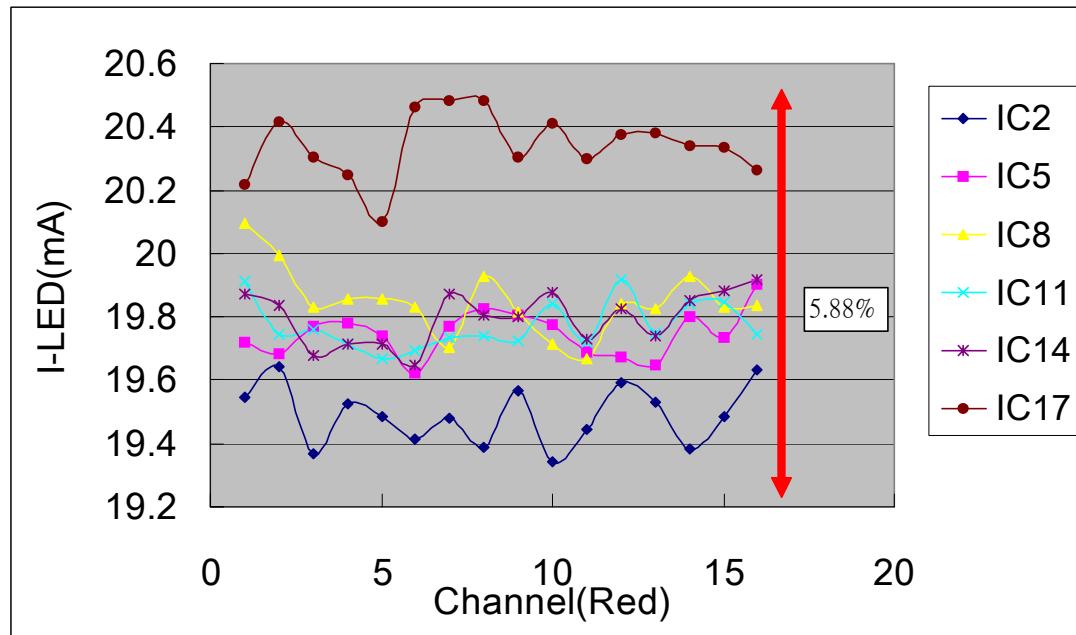


圖 5.2 紅光LED控制IC電流平衡差異

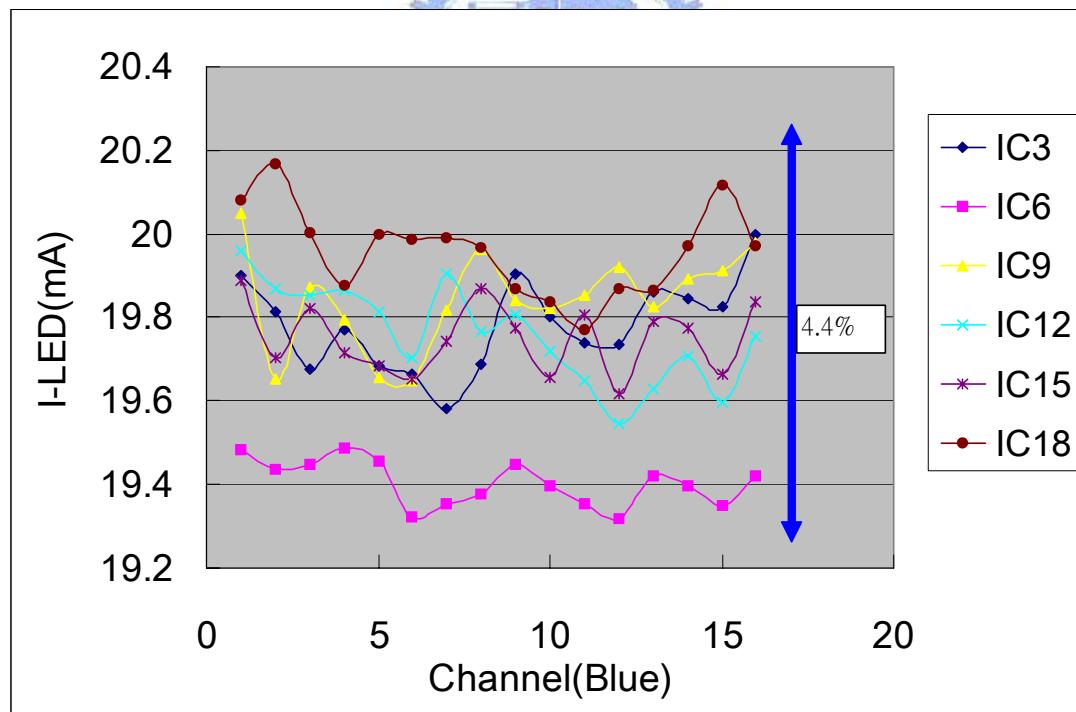


圖 5.3 藍光LED控制IC電流平衡差異

表 5.1 綠光LED控制IC電流量測數據

降壓電阻		IC1	IC4	IC7	IC10	IC13	IC16
GR1	阻值(歐姆)	47.32	47.34	47.3	47.19	47.32	47.22
	壓降(V)	0.936	0.9269	0.9493	0.9258	0.929	0.9376
	ILED(mA)	19.78022	19.57964	20.06977	19.61856	19.63229	19.85599
GR2	阻值(歐姆)	47.43	47.48	47.55	47.09	47.53	47.31
	壓降(V)	0.9386	0.9288	0.9494	0.9313	0.9248	0.9411
	ILED(mA)	19.78916	19.56192	19.96635	19.77702	19.45718	19.8922
GR3	阻值(歐姆)	47.25	47.29	47.4	47.23	47.31	47.18
	壓降(V)	0.9362	0.9278	0.943	0.9177	0.9161	0.939
	ILED(mA)	19.81376	19.61937	19.89451	19.43045	19.36377	19.9025
GR4	阻值(歐姆)	47.38	47.27	47.26	47.34	47.31	47.18
	壓降(V)	0.9417	0.9273	0.9386	0.9289	0.9161	0.9322
	ILED(mA)	19.87547	19.61709	19.86035	19.62188	19.36377	19.75837
GR5	阻值(歐姆)	47.44	47.14	47.13	47.36	47.5	47.21
	壓降(V)	0.9361	0.9158	0.9369	0.9251	0.9151	0.9291
	ILED(mA)	19.73229	19.42724	19.87906	19.53336	19.26526	19.68015
GR6	阻值(歐姆)	47.25	47.6	47.32	47.33	47.15	47.29
	壓降(V)	0.9377	0.9233	0.9405	0.9283	0.9123	0.9337
	ILED(mA)	19.8455	19.39706	19.87532	19.61335	19.34889	19.74413
GR7	阻值(歐姆)	47.39	47.33	47.17	47.3	47.32	47.36
	壓降(V)	0.9359	0.9262	0.9444	0.9181	0.9184	0.9412
	ILED(mA)	19.74889	19.56898	20.0212	19.41015	19.40828	19.87331
GR8	阻值(歐姆)	47.28	47.18	47.47	47.33	47.3	47.22
	壓降(V)	0.9326	0.9249	0.9516	0.9344	0.9232	0.9379
	ILED(mA)	19.72504	19.60365	20.04635	19.74224	19.51797	19.86235
GR9	阻值(歐姆)	47.26	47.32	47.44	47.27	47.12	47.16
	壓降(V)	0.9425	0.9293	0.9416	0.9175	0.9173	0.9329
	ILED(mA)	19.94287	19.63863	19.84823	19.40977	19.46732	19.78159
GR10	阻值(歐姆)	47.18	47.24	47.25	47.48	47.38	47.17
	壓降(V)	0.9305	0.9302	0.935	0.9284	0.9123	0.9292
	ILED(mA)	19.72234	19.69094	19.78836	19.5535	19.25496	19.69896
GR11	阻值(歐姆)	47.37	47.29	47.3	47.47	47.25	47.26
	壓降(V)	0.94	0.9217	0.945	0.9217	0.91	0.9281
	ILED(mA)	19.84378	19.49038	19.97886	19.41647	19.25926	19.63817
GR12	阻值(歐姆)	47.62	47.07	47.23	47.38	47.25	47.36
	壓降(V)	0.9432	0.9217	0.9383	0.9226	0.9121	0.9269
	ILED(mA)	19.8068	19.58147	19.86661	19.47235	19.3037	19.57137
GR13	阻值(歐姆)	47.21	47.09	47.31	47.48	46.97	47.33
	壓降(V)	0.9364	0.9262	0.95	0.9264	0.91	0.9315
	ILED(mA)	19.83478	19.66872	20.08032	19.51137	19.37407	19.68096
GR14	阻值(歐姆)	47.06	47.03	47.27	47.08	47.33	47.2
	壓降(V)	0.9369	0.9203	0.9453	0.924	0.918	0.9264
	ILED(mA)	19.90863	19.56836	19.99788	19.62617	19.39573	19.62712
GR15	阻值(歐姆)	47.23	47.3	47.38	46.96	47.36	47.31
	壓降(V)	0.9433	0.9261	0.9405	0.9177	0.9204	0.931
	ILED(mA)	19.97248	19.57928	19.85015	19.54216	19.43412	19.67871
GR16	阻值(歐姆)	47.25	47.34	47.16	47.42	47.19	47.41
	壓降(V)	0.9381	0.9299	0.952	0.9243	0.9244	0.9401
	ILED(mA)	19.85397	19.64301	20.1866	19.49178	19.5889	19.82915
R_EXT	阻值(歐姆)	3644.1	3656.2	3641.2	3664.1	3642.2	3645.4
	ILED(mA) 設定值	20.07629	20.00985	20.09228	19.9667	20.08676	20.06913
最大電流值		19.97248	19.69094	20.1866	19.77702	19.63229	19.9025
最小電流值		19.72234	19.39706	19.78836	19.40977	19.25496	19.57137
Channel 電流誤差比(%)		1.27%	1.52%	2.01%	1.89%	1.96%	1.69%
Bettwen Ics 電流誤差比(%)		4.84%					

表 5.2 紅光LED控制IC電流量測數據

降壓電阻		IC2	IC5	IC8	IC11	IC14	IC17
RR1	阻值(歐姆)	300.9	300.6	301.34	302.2	301.75	300.99
	壓降(V)	5.881	5.928	6.056	6.017	5.997	6.085
	ILED(mA)	19.5447	19.72056	20.0969	19.91066	19.87407	20.21662
RR2	阻值(歐姆)	300.9	301.3	300.68	301.8	301.8	300.94
	壓降(V)	5.911	5.93	6.012	5.959	5.987	6.144
	ILED(mA)	19.6444	19.68138	19.99468	19.74486	19.83764	20.41603
RR3	阻值(歐姆)	302.2	301.75	301.46	301.64	302.95	300.94
	壓降(V)	5.853	5.965	5.979	5.961	5.961	6.111
	ILED(mA)	19.36797	19.76802	19.83348	19.76197	19.67651	20.30637
RR4	阻值(歐姆)	301.6	301.7	301.48	301.8	301.8	301.35
	壓降(V)	5.889	5.967	5.986	5.95	5.95	6.102
	ILED(mA)	19.52586	19.77793	19.85538	19.71504	19.71504	20.24888
RR5	阻值(歐姆)	301.03	301.9	301.4	301.38	300.66	302.3
	壓降(V)	5.866	5.96	5.985	5.927	5.927	6.076
	ILED(mA)	19.48643	19.74164	19.85733	19.6662	19.7133	20.09924
RR6	阻值(歐姆)	302.12	302.25	302.68	301.35	302.04	301.9
	壓降(V)	5.866	5.931	6.002	5.935	5.935	6.177
	ILED(mA)	19.41613	19.62283	19.82952	19.69471	19.64972	20.46042
RR7	阻值(歐姆)	302.1	301.06	302.91	302.9	300.74	300.55
	壓降(V)	5.885	5.952	5.968	5.977	5.977	6.156
	ILED(mA)	19.4803	19.77015	19.70222	19.73259	19.87431	20.48245
RR8	阻值(歐姆)	301.73	302.06	301.97	302	301.02	301.05
	壓降(V)	5.85	5.988	6.018	5.962	5.962	6.166
	ILED(mA)	19.38819	19.82388	19.92913	19.74172	19.80599	20.48165
RR9	阻值(歐姆)	300.65	301.3	301.5	302.15	301.02	301.05
	壓降(V)	5.882	5.968	5.975	5.96	5.96	6.112
	ILED(mA)	19.56428	19.8075	19.81758	19.7253	19.79935	20.30228
RR10	阻值(歐姆)	301.94	300.85	302.27	301.55	301	301.16
	壓降(V)	5.841	5.95	5.959	5.983	5.983	6.147
	ILED(mA)	19.3449	19.7773	19.71416	19.84082	19.877708	20.41108
RR11	阻值(歐姆)	301.25	300.9	302.24	302.5	302.35	302.6
	壓降(V)	5.857	5.924	5.945	5.965	5.965	6.143
	ILED(mA)	19.44232	19.6876	19.6698	19.71901	19.72879	20.30073
GR12	阻值(歐姆)	302.2	302	300.45	300.45	301.91	301.86
	壓降(V)	5.921	5.941	5.961	5.985	5.985	6.15
	ILED(mA)	19.59298	19.67219	19.84024	19.92012	19.82379	20.37368
RR13	阻值(歐姆)	302.6	302.97	302.94	301.87	302	300.39
	壓降(V)	5.91	5.952	6.006	5.962	5.962	6.123
	ILED(mA)	19.53073	19.64551	19.82571	19.75022	19.74172	20.3835
RR14	阻值(歐姆)	301.22	302.32	302	301.06	300.95	301.8
	壓降(V)	5.838	5.986	6.019	5.974	5.974	6.139
	ILED(mA)	19.38118	19.80021	19.93046	19.84322	19.85047	20.34129
RR15	阻值(歐姆)	301.73	302.6	302.2	302.27	301.76	301.48
	壓降(V)	5.879	5.972	5.993	5.999	5.999	6.13
	ILED(mA)	19.48431	19.73562	19.83124	19.84649	19.88004	20.33302
RR16	阻值(歐姆)	301.5	301.9	300.94	302.38	299.74	302.68
	壓降(V)	5.92	6.009	5.97	5.97	5.97	6.133
	ILED(mA)	19.63516	19.90394	19.83784	19.74337	19.91726	20.26232
R_EXT	阻值(歐姆)	3655.2	3659.1	3654.9	3652.8	3659.2	3638.7
	ILED(mA) 設定值	20.01532	19.99399	20.01696	20.02847	19.99344	20.10608
最大電流值		19.6444	19.90394	20.0969	19.92012	19.91726	20.48245
最小電流值		19.3449	19.62283	19.6698	19.6662	19.64972	20.09924
Channel 電流誤差比(%)		1.55%	1.43%	2.17%	1.29%	1.36%	1.91%
Bettwen Ics 電流誤差比(%)		5.88%					

表 5.3 藍光LED控制IC電流量測數據

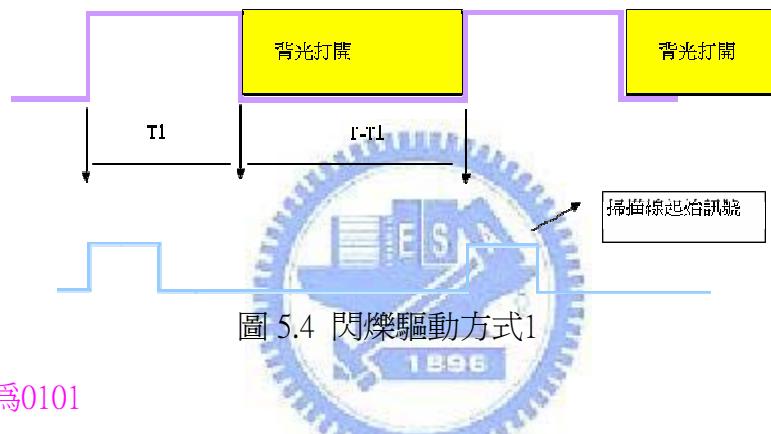
降壓電阻		IC3	IC6	IC9	IC12	IC15	IC18
BR1	阻值(歐姆)	47.28	47.34	47.26	47.39	47.39	47.16
	壓降(V)	0.9408	0.9223	0.9475	0.9458	0.9426	0.947
	ILED(mA)	19.89848	19.48247	20.04867	19.9578	19.89027	20.08058
BR2	阻值(歐姆)	47.35	47.26	47.3	47.23	47.14	47.24
	壓降(V)	0.9382	0.9186	0.9296	0.9384	0.9288	0.9528
	ILED(mA)	19.81415	19.43716	19.65328	19.86873	19.70301	20.16935
BR3	阻值(歐姆)	47.35	47.31	47.38	47.23	47.31	47.39
	壓降(V)	0.9317	0.92	0.9416	0.9376	0.9377	0.948
	ILED(mA)	19.67687	19.44621	19.87336	19.85179	19.82033	20.00422
BR4	阻值(歐姆)	47.34	47.36	47.4	47.29	47.47	47.24
	壓降(V)	0.936	0.923	0.9383	0.9395	0.9358	0.939
	ILED(mA)	19.77186	19.48902	19.79536	19.86678	19.7135	19.87722
BR5	阻值(歐姆)	46.91	47.25	47.32	47.2	47.2	47.33
	壓降(V)	0.9233	0.9193	0.9301	0.9353	0.929	0.9465
	ILED(mA)	19.68237	19.45608	19.65554	19.81568	19.6822	19.99789
BR6	阻值(歐姆)	47.29	47.55	47.37	47.58	47.41	47.15
	壓降(V)	0.9299	0.9187	0.9307	0.9375	0.9317	0.9423
	ILED(mA)	19.66378	19.32072	19.64746	19.70366	19.65197	19.98515
BR7	阻值(歐姆)	47.3	47.27	47.44	47.23	47.47	47.34
	壓降(V)	0.9262	0.9148	0.9402	0.9401	0.9372	0.9463
	ILED(mA)	19.5814	19.35265	19.81872	19.90472	19.743	19.98944
BR8	阻值(歐姆)	47.1	47.38	47.42	47.41	47.26	47.45
	壓降(V)	0.9273	0.918	0.9466	0.9372	0.939	0.9474
	ILED(mA)	19.6879	19.37526	19.96204	19.76798	19.86881	19.96628
BR9	阻值(歐姆)	47.4	47.48	47.28	47.26	47.2	47.4
	壓降(V)	0.9435	0.9233	0.9381	0.9361	0.9334	0.9418
	ILED(mA)	19.90506	19.44608	19.84137	19.80745	19.77542	19.8692
BR10	阻值(歐姆)	47.54	47.28	47.4	47.38	47.55	47.33
	壓降(V)	0.9414	0.917	0.9395	0.9343	0.9347	0.9389
	ILED(mA)	19.80227	19.39509	19.82068	19.71929	19.6572	19.83731
BR11	阻值(歐姆)	47.43	47.48	47.21	47.47	47.25	47.22
	壓降(V)	0.9363	0.9189	0.9373	0.9327	0.9359	0.9336
	ILED(mA)	19.74067	19.35341	19.85384	19.6482	19.80741	19.77128
BR12	阻值(歐姆)	47.24	47.28	47.32	47.46	47.05	47.2
	壓降(V)	0.9323	0.9134	0.9427	0.9277	0.923	0.9379
	ILED(mA)	19.73539	19.31895	19.92181	19.54699	19.61743	19.87076
BR13	阻值(歐姆)	47.3	47.19	47.42	47.24	47.34	47.22
	壓降(V)	0.9394	0.9165	0.9402	0.9272	0.9368	0.938
	ILED(mA)	19.86047	19.42149	19.82708	19.62743	19.78876	19.86446
BR14	阻值(歐姆)	47.34	47.19	47.12	47.16	47.3	47.49
	壓降(V)	0.9394	0.9154	0.9373	0.9295	0.9353	0.9484
	ILED(mA)	19.84368	19.39818	19.89177	19.7095	19.77378	19.97052
BR15	阻值(歐姆)	47.45	47.33	47.53	47.23	47.6	47.4
	壓降(V)	0.9408	0.9158	0.9465	0.9255	0.9361	0.9535
	ILED(mA)	19.82719	19.34925	19.91374	19.5956	19.66597	20.11603
BR16	阻值(歐姆)	47.34	47.38	47.52	47.15	47.4	47.24
	壓降(V)	0.9468	0.9202	0.9494	0.9314	0.9403	0.9434
	ILED(mA)	20	19.4217	19.97896	19.75398	19.83755	19.97036
R_EXT	阻值(歐姆)	3636.8	3666.3	3666.3	3646.3	3655.1	3641.7
	ILED(mA) 設定值	20.11659	19.95472	19.95472	20.06417	20.01587	20.08952
最大電流值		20	19.48902	20.04867	19.9578	19.89027	20.16935
最小電流值		19.5814	19.31895	19.64746	19.54699	19.61743	19.77128
Channel 電流誤差比(%)		2.14%	0.88%	2.04%	2.10%	1.39%	2.01%
Between Ics 電流誤差比(%)					4.40%		

## 5.2 閃爍驅動結果

從FPGA的驅動方式設定上，大致可區分為閃爍驅動及掃描驅動，因本文將LED背光控制分為6區，閃爍驅動與掃描驅動的差異在於閃爍驅動為6區同時做明暗控制，又將其閃爍驅動細分為4種方式：

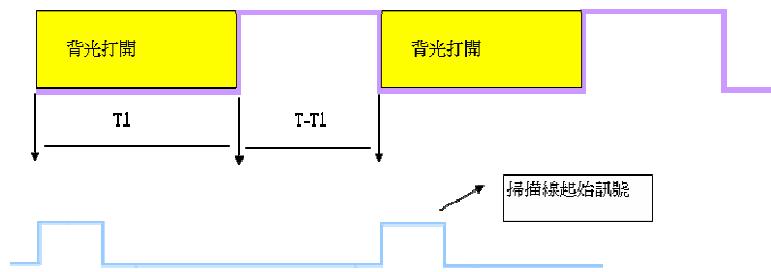
### (1) OE\_set 為0100

驅動方式如圖 5.4，其作用為當起始訊號動作時先將背光關閉T1的時間，達到閃爍的效果，可設定FPGA 的OE改變T1的時間調整背光關閉的時間，表5.4 為調整OE閃爍驅動的輸出波形模擬及實際量測波形。



### (2) OE\_set 為0101

驅動方式如圖 5.5，其作用為當起始訊號動作時先將背光打開T1的時間，達到閃爍的效果，可設定FPGA 的OE改變T1的時間調整背光打開的時間，表5.5 為調整OE閃爍驅動的輸出波形模擬及實際量測波形。



### (3) OE\_set 為1000

驅動方式如圖 5.6，其作用為當起始訊號動作時先將背光固定關閉40條掃描線的時間，在設定FPGA 的OE改變T1背光打開的時間，使背光並非在掃描線的起始交界做背光明暗切換，表5.6 為調整OE閃爍驅動的輸出波形模擬及實際量測波形。

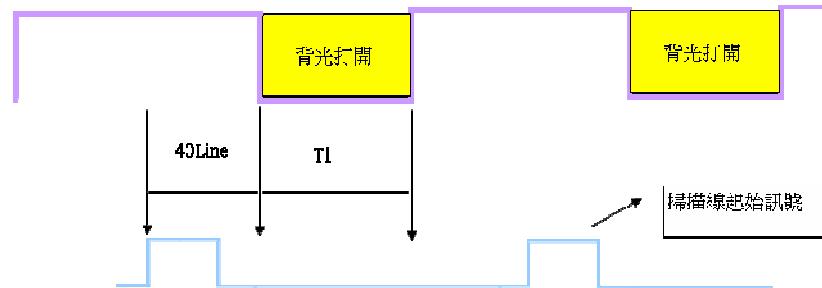


圖 5.6 閃爍驅動方式3

### (4) OE\_set 為1001

驅動方式如圖 5.7，其作用為當起始訊號動作時先將背光關閉T1的時間，設定FPGA 的OE改變T1背光關閉的時間，及固定背光必須在下一個起始訊號前38條掃描線時間關閉，使背光並非在掃描線的起始交界做背光明暗切換，表5.7 為調整OE閃爍驅動的輸出波形模擬及實際量測波形。

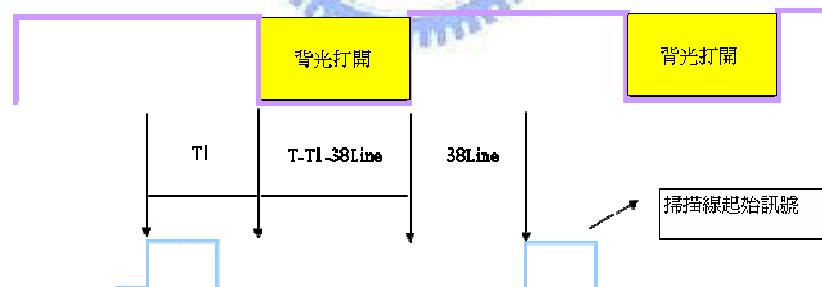


圖 5.7 閃爍驅動方式4

而動態影像反應時間，也比較這四種閃爍驅動方式及改變T1的結果，在量測中發現閃爍驅動的背光關閉時間越長其MPRT結果越好，但背光關閉時間大於一定比例後，會有嚴重背光閃爍問題，所以量測時僅取OE\_set 為0100的前13個參數數據，而其他方式的閃爍驅動僅取一個最佳參數做為比較，如表5.8。

表 5.4 OE\_set 為0100 的脈波模擬及實際量測波形

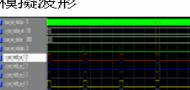
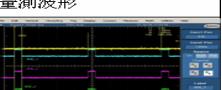
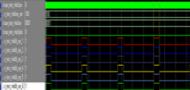
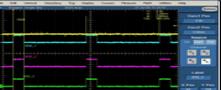
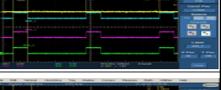
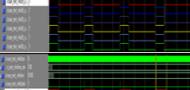
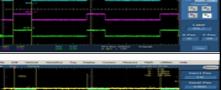
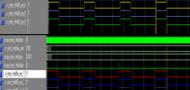
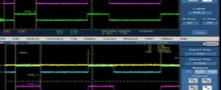
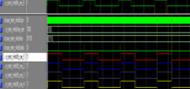
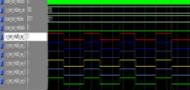
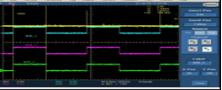
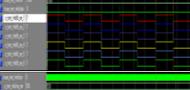
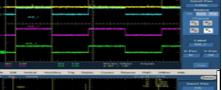
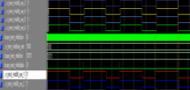
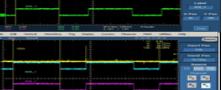
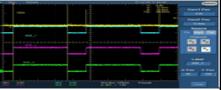
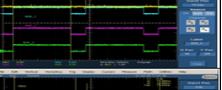
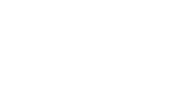
OE_set	OE	Function	Note	模擬波形	量測波形
0100	0000	Blinking	背光關掉前80 line 時間		
	0001	Blinking	背光關掉前120 line 時間		
	0010	Blinking	背光關掉前160 line 時間		
	0011	Blinking	背光關掉前200 line 時間		
	0100	Blinking	背光關掉前240 line 時間		
	0101	Blinking	背光關掉前280 line 時間		
	0110	Blinking	背光關掉前320 line 時間		
	0111	Blinking	背光關掉前360 line 時間		
	1000	Blinking	背光關掉前400 line 時間		
	1001	Blinking	背光關掉前440 line 時間		
	1010	Blinking	背光關掉前480 line 時間		
	1011	Blinking	背光關掉前520 line 時間		
	1100	Blinking	背光關掉前560 line 時間		
	1101	Blinking	背光關掉前600 line 時間		
	1110	Blinking	背光關掉前640 line 時間		
	1111	Blinking	背光關掉前680 line 時間		

表 5.5 OE\_set 為0101 的脈波模擬及實際量測波形

OE_set	OE	Function	Note	模擬波形	量測波形
0101	0000	Blinking	背光打開前30 line 時間		
	0001	Blinking	背光打開前120 line 時間		
	0010	Blinking	背光打開前160 line 時間		
	0011	Blinking	背光打開前200 line 時間		
	0100	Blinking	背光打開前240 line 時間		
	0101	Blinking	背光打開前280 line 時間		
	0110	Blinking	背光打開前320 line 時間		
	0111	Blinking	背光打開前360 line 時間		
	1000	Blinking	背光打開前400 line 時間		
	1001	Blinking	背光打開前440 line 時間		
	1010	Blinking	背光打開前480 line 時間		
	1011	Blinking	背光打開前520 line 時間		
	1100	Blinking	背光打開前560 line 時間		
	1101	Blinking	背光打開前600 line 時間		
	1110	Blinking	背光打開前640 line 時間		
	1111	Blinking	背光打開前680 line 時間		

表 5.6 OE\_set 為 1000 的脈波模擬及實際量測波形

OE_set	OE	Function	Note	模擬波形	量測波形
1000	0000	Blinking	背光打開第40到80 line 時間		
	0001	Blinking	背光打開第40到120 line 時間		
	0010	Blinking	背光打開第40到160 line 時間		
	0011	Blinking	背光打開第40到200 line 時間		
	0100	Blinking	背光打開第40到240 line 時間		
	0101	Blinking	背光打開第40到280 line 時間		
	0110	Blinking	背光打開第40到320 line 時間		
	0111	Blinking	背光打開第40到360 line 時間		
	1000	Blinking	背光打開第40到400 line 時間		
	1001	Blinking	背光打開第40到440 line 時間		
	1010	Blinking	背光打開第40到480 line 時間		
	1011	Blinking	背光打開第40到520 line 時間		
	1100	Blinking	背光打開第40到560 line 時間		
	1101	Blinking	背光打開第40到600 line 時間		
	1110	Blinking	背光打開第40到640 line 時間		
	1111	Blinking	背光打開第40到680 line 時間		

表 5.7 OE\_set 為1001 的脈波模擬及實際量測波形

OE_set	OE	Function	Note	模擬波形	量測波形
1001	0000	Blinking	背光關掉前30 line 時間及後38 line 時間		
	0001	Blinking	背光關掉前120 line 時間及後38 line 時間		
	0010	Blinking	背光關掉前160 line 時間及後38 line 時間		
	0011	Blinking	背光關掉前200 line 時間及後38 line 時間		
	0100	Blinking	背光關掉前240 line 時間及後38 line 時間		
	0101	Blinking	背光關掉前280 line 時間及後38 line 時間		
	0110	Blinking	背光關掉前320 line 時間及後38 line 時間		
	0111	Blinking	背光關掉前360 line 時間及後38 line 時間		
	1000	Blinking	背光關掉前400 line 時間及後38 line 時間		
	1001	Blinking	背光關掉前440 line 時間及後38 line 時間		
	1010	Blinking	背光關掉前480 line 時間及後38 line 時間		
	1011	Blinking	背光關掉前520 line 時間及後38 line 時間		
	1100	Blinking	背光關掉前560 line 時間及後38 line 時間		
	1101	Blinking	背光關掉前600 line 時間及後38 line 時間		
	1110	Blinking	背光關掉前640 line 時間及後38 line 時間		
	1111	Blinking	背光關掉前680 line 時間及後38 line 時間		

表 5.8 閃爍驅動MPRT 結果

Normal						Blink_0100_0111									
Gray Level	L0(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)	Gray Level	L0(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)
L0(Y0)	20.8	18.7	19.7	19.6	19.6	14.8	LO(Y0)	9.1	8.6	8.7	9.1	9.1	19.8		
L1(Y1)	75.3	21.5	21.1	20.8	21.1	22	L1(Y1)	45.5	12.3	9.3	8.7	8.5	24.6		
L2(Y2)	45.9	42.1	37.1	34.7	35.1	28.3	L2(Y2)	43.1	41	27.4	26.8	27	35.7		
L3(Y3)	50.1	47.7	42.2	42.7	42.2	38.7	L3(Y3)	44.8	44.2	42.2	38.1	38.9	40		
L4(Y4)	51.3	50.2	47.6	44.9	54.6	51.7	L4(Y4)	44.9	45.3	45.1	44.9	43.7	46.7		
L5(Y5)	50.6	49.6	48	47.4	88.7	69.2	L5(Y5)	45.7	45.6	45.2	45	45.4	48.8		
L6(Y6)	29.1	38.7	38.2	37.5	58.6	81.4	L6(Y6)	27.1	27.2	27.4	26	26.5	27		
MPRT(msc)	40.93571429						MPRT(msc)	31.66666667							
Blink_0100_0000															
Gray Level	L0(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)	Gray Level	L0(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)
L0(Y0)	21.1	19.7	19.8	20.3	20.9	19.3	LO(Y0)	8.1	8.4	8.8	8.7	8.6	12.6		
L1(Y1)	64.4	22.6	19.6	22.6	22.4	24.7	L1(Y1)	43.7	11.8	9.4	9.4	9.7	24.5		
L2(Y2)	44.2	42.6	37.2	33.7	33.6	35	L2(Y2)			26.6	26.1	26.4	35.7		
L3(Y3)	48	46.4	44	42.3	41.8	42.2	L3(Y3)	44.7	44.3	42.2	29.1	31.5	41.2		
L4(Y4)	50.7	49	47.3	46.7	50.7	50.1	L4(Y4)	45.5	45.5	45.3	44.4	42	55.2		
L5(Y5)	48.9	47.7	46.6	46.9	77.8	56.6	L5(Y5)	45.3	45.4	45.3	45.3	48.8			
L6(Y6)	25	28.5	30	26.3	23.9	58.9	L6(Y6)	25.7	26.2	26.9	26.8	26.8	27		
MPRT(msc)	38.0952381						MPRT(msc)	30.9795							
Blink_0100_0001															
Gray Level	L0(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)	Gray Level	L0(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)
L0(Y0)	19.1	18.8	16.8	17.8	13.2	20.7	LO(Y0)	6.6	7.9	7.7	7.8	8	11.2		
L1(Y1)	46.3	22.2	21.7	21.7	21.7	26.2	L1(Y1)	35	10.7	8.5	8.4	8.7	24.3		
L2(Y2)	45.7	43.6	31.8	30.6	31.3	37.3	L2(Y2)	43.5	42	25.9	25.6	25.9	31.2		
L3(Y3)	47.6	46.6	45.2	42.6	41.1	34.6	L3(Y3)	45.3	44.2	42.7	28.5	28.7	41.7		
L4(Y4)	49.3	48.6	47.6	46.9	48.6	51	L4(Y4)	45.8	45.5	44.7	43.8	42.8	56.1		
L5(Y5)	52.1	47.6	47.8	47.1	47.6	55.8	L5(Y5)	45.2	45.3	45.1	44.9	45.1	44.5		
L6(Y6)	33.8	24.7	29.9	26.2	24.9	28	L6(Y6)	25.9	26.1	26.3	26.1	26.2	26.7		
MPRT(msc)	35.7547619						MPRT(msc)	30.38333333							
Blink_0100_0010															
Gray Level	L0(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)	Gray Level	L0(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)
L0(Y0)	17.2	11.9	12.4	12.5	12.4	21.1	LO(Y0)	9.6	7.2	7.3	7.4	7.5	8.1		
L1(Y1)	31.7	21.3	20.5	17.5	20.5	25.7	L1(Y1)	40.8	10.4	7.7	7.6	7.4	24.3		
L2(Y2)	45.3	43.1	30.4	30.1	30.6	36	L2(Y2)	43	41.9	25.4	24.6	24.8	26.3		
L3(Y3)	47.2	47.1	44.2	40.6	40.1	42.1	L3(Y3)	44.9	44.1	41.8	27.3	27.4	41.8		
L4(Y4)	52.2	49.8	46.5	46.4	47	53.8	L4(Y4)	44.6	45.2	44.6	43.7	42.8	57.4		
L5(Y5)	51.4	47.2	47.4	47	47.9	52.2	L5(Y5)	45	45.1	44.7	44.5	44.4	57.9		
L6(Y6)	31.5	28.4	25	24	27.1	26.1	L6(Y6)	25.6	25.9	25.7	25.6	25.4	25.9		
MPRT(msc)	34.58095238						MPRT(msc)	30.3							
Blink_0100_0011															
Gray Level	L0(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)	Gray Level	L0(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)
L0(Y0)	22	10.7	10.7	11.5	11.6	19.8	LO(Y0)	8.6	5.1	5.8	6.1	6.2	6.1		
L1(Y1)	46.5	19.5	19	18.9	19.7	24	L1(Y1)	23.5	5.8	5.5	5.6	6.2	23.1		
L2(Y2)	42.9	40.5	28.8	28.3	28.6	34.2	L2(Y2)	43.2	41.6	24	23.7	24.1	25.3		
L3(Y3)	44.7	44.1	41.1	40.4	40.1	36	L3(Y3)	44.4	43.5	42.7	25.4	24.5	41.9		
L4(Y4)	45.1	45.2	44.5	44	48.4	47.1	L4(Y4)	44.6	44.7	43.7	43.4	42	57.3		
L5(Y5)	44.5	44.7	44.6	44.4	57.5	49.8	L5(Y5)	44.5	44.2	44	43.5	44.2	60.1		
L6(Y6)	25.3	25.4	26.2	25.9	25.8	25.8	L6(Y6)	24.4	24.8	24.3	24.6	24.4	24		
MPRT(msc)	33.28095238						MPRT(msc)	28.91904762							
Blink_0100_0100															
Gray Level	L0(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)	Gray Level	L0(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)
L0(Y0)	9.8	10.2	10.1	10.5	10.7	20	LO(Y0)	8.8	5.3	5.8	6.1	6.4	6.3		
L1(Y1)	39.9	19.4	12.5	12.2	13.4	24.6	L1(Y1)	24	5.5	5.5	5.6	6.2	24.1		
L2(Y2)	42.8	41.5	28	27.3	27.6	35.4	L2(Y2)	44.2	41.6	24.3	23.7	24.1	25.3		
L3(Y3)	44.9	44.4	42.6	39.5	39.2	40.8	L3(Y3)	43.4	43.5	43.7	26.4	24.5	43.9		
L4(Y4)	45.8	45.4	45.4	44.7	44.2	46.8	L4(Y4)	44.2	44.7	42.7	44.2	42	57.2		
L5(Y5)	45	45.3	45.2	45	45.7	49.2	L5(Y5)	43.5	44.2	44	43.5	44.2	58.1		
L6(Y6)	25.9	26.6	27.2	27.6	27.6	27.8	L6(Y6)	24.6	24.8	24.5	24.4	24.5	24		
MPRT(msc)	32.32619048						MPRT(msc)	28.98809524							
Blink_0100_0101															
Gray Level	L0(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)	Gray Level	L0(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)
L0(Y0)	11.1	9.6	9.7	9.7	9.7	19.6	LO(Y0)	9	6.1	5.5	5.8	6.6	6.2		
L1(Y1)	45.5	19.3	10.3	10.7	10.5	24.6	L1(Y1)	23.8	5.8	5.5	5.7	6.2	23.1		
L2(Y2)	43.1	41	27.4	26.8	27	35.7	L2(Y2)	44.6	42.6	24.4	23.7	24.4	25.3		
L3(Y3)	44.8	44.2	42.2	38.1	38.9	41	L3(Y3)	44.5	43.5	42.7	26.4	24.5	41.9		
L4(Y4)	45.7	45.6	45.2	45	43.7	53.7	L4(Y4)	44.2	43.8	43.7	43.4	42	57.3		
L5(Y5)	44.9	45.3	45.1	44.9	45.4	49.8	L5(Y5)	43.4	44	44	43.5	44.2	60.1		
L6(Y6)	26	26.5	27	27.1	27.2	27.4	L6(Y6)	24.4	24.8	24.3	24.6	24.4	24.2		
MPRT(msc)	32.28571429						MPRT(msc)	29.00238095							
Blink_0100_0110															
Gray Level	L0(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)	Gray Level	L0(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)
L0(Y0)	9.8	9.2	9.1	9.5	9.7	20	LO(Y0)	9	5.8	5.5	6.3	6.2	5.8		
L1(Y1)	39.9	18.4	9.5	9.2	9.4	24.6	L1(Y1)	23.5	5.8	5.5	5.6	6.4	23.1		
L2(Y2)	42.7	41.5	28	27.3	27.6	35.4	L2(Y2)	43.2	44.2	24.1	25.3	24.4	23.7		
L3(Y3)	43.9	44.4	42.6	39.5	39.2	40.8	L3(Y3)	43.5	43.5	42.7	25.4	24.5	41.9		
L4(Y4)	45.8	45.4	45.4	44.7	44.2	47.2	L4(Y4)	44.7	41.6	43.7	43.4	42	57.3		
L5(Y5)	45	45.5	45.1	45	45.6	49.4	L5(Y5)	44.5	43.5	44	43.5	44.2	60.1		
L6(Y6)	25.9	26.6	27.6	27.4	27.6	27.8	L6(Y6)	24.8	24.9	25.3	25.7	25.6	25.4		

### 5.3 掃描驅動結果

在掃描驅動上，本文將其分為八種不同的掃描驅動，主要是改變不同LED區域的掃描順序來比較對動態影像的差異，其掃描驅動示意如圖 5.8。動態影像反應時間結果如表5.10，及數據比較圖如圖5.9。

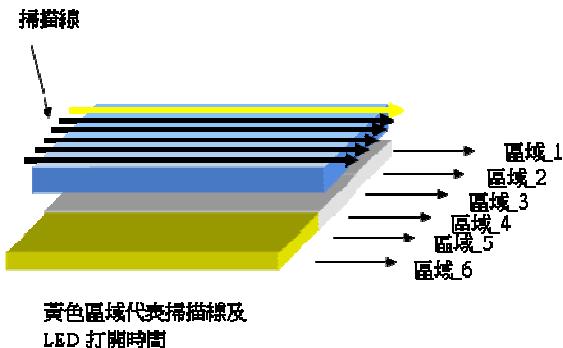


圖 5.8 掃描驅動示意圖

#### (1) OE\_set 為0000

其動作原理如下，模擬波形及實際量測如表5.9。

- 區域1掃描線打開時，打開LED 背光區域5、6。
- 區域2掃描線打開時，打開LED 背光區域6、1。
- 區域3掃描線打開時，打開LED 背光區域1、2。
- 區域4掃描線打開時，打開LED 背光區域2、3。
- 區域5掃描線打開時，打開LED 背光區域3、4。
- 區域6掃描線打開時，打開LED 背光區域4、5。

#### (2) OE\_set 為0001

其動作原理如下，模擬波形及實際量測如表5.9。

- 區域1掃描線打開時，打開LED 背光區域6。
- 區域2掃描線打開時，打開LED 背光區域1。
- 區域3掃描線打開時，打開LED 背光區域2。
- 區域4掃描線打開時，打開LED 背光區域3。
- 區域5掃描線打開時，打開LED 背光區域4。

- 區域6掃描線打開時，打開LED 背光區域5。

#### (3) OE\_set 為0010

其動作原理如下，模擬波形及實際量測如表5.9。

- 區域1掃描線打開時，打開LED 背光區域4、5。
- 區域2掃描線打開時，打開LED 背光區域5、6。
- 區域3掃描線打開時，打開LED 背光區域6、1。
- 區域4掃描線打開時，打開LED 背光區域1、2。
- 區域5掃描線打開時，打開LED 背光區域2、3。
- 區域6掃描線打開時，打開LED 背光區域3、4。

#### (4) OE\_set 為0011

其動作原理如下，模擬波形及實際量測如表5.9。

- 區域1掃描線打開時，打開LED 背光區域5。
- 區域2掃描線打開時，打開LED 背光區域6。
- 區域3掃描線打開時，打開LED 背光區域1。
- 區域4掃描線打開時，打開LED 背光區域2。
- 區域5掃描線打開時，打開LED 背光區域3。
- 區域6掃描線打開時，打開LED 背光區域4。

#### (5) OE\_set 為0110

其動作原理如下，模擬波形及實際量測如表5.9。

- 區域1掃描線打開時，打開LED 背光區域1、2。
- 區域2掃描線打開時，打開LED 背光區域2、3。
- 區域3掃描線打開時，打開LED 背光區域3、4。
- 區域4掃描線打開時，打開LED 背光區域4、5。
- 區域5掃描線打開時，打開LED 背光區域5、6。
- 區域6掃描線打開時，打開LED 背光區域6、1。

#### (6) OE\_set 為0111

其動作原理如下，模擬波形及實際量測如表5.9。

- 區域1掃描線打開時，打開LED 背光區域1。
- 區域2掃描線打開時，打開LED 背光區域2。
- 區域3掃描線打開時，打開LED 背光區域3。
- 區域4掃描線打開時，打開LED 背光區域4。
- 區域5掃描線打開時，打開LED 背光區域5。
- 區域6掃描線打開時，打開LED 背光區域6。

#### (7) OE\_set 為1010

由於前面的設定，LED的區域都是一個週期變換一次，為了預防有閃爍的亮暗情形，此設定一個週期變換二次，其動作原理如下，模擬波形及實際量測如表5.9。

- 區域1掃描線打開時，打開LED 背光區域1、4。
- 區域2掃描線打開時，打開LED 背光區域2、5。
- 區域3掃描線打開時，打開LED 背光區域3、6。
- 區域4掃描線打開時，打開LED 背光區域4、1。
- 區域5掃描線打開時，打開LED 背光區域5、2。
- 區域6掃描線打開時，打開LED 背光區域6、3。

#### (8) OE\_set 為1011

其設定考量同設定7，其動作原理如下，模擬波形及實際量測如表5.9。

- 區域1掃描線打開時，打開LED 背光區域2、5。
- 區域2掃描線打開時，打開LED 背光區域3、6。
- 區域3掃描線打開時，打開LED 背光區域1、4。
- 區域4掃描線打開時，打開LED 背光區域5、2。
- 區域5掃描線打開時，打開LED 背光區域6、3。
- 區域6掃描線打開時，打開LED 背光區域4、1。

表 5.9 掃描脈波模擬及實際量測波形

OE_set	OE	Function	Note	模擬波形	量測波形
0000	x	Scanning	Scan_1		
0001	x	Scanning	Scan_2		
0'010	x	Scanning	Scan_3		
0'011	x	Scanning	Scan_4		
'0110	x	Scanning	Scan_5		
0111	x	Scanning	Scan_6		
1010	x	Scanning	Dual pulse Scan_7		
1011	x	Scanning	Dual pulse Scan_8		

表 5.10 掃描驅動MPRT 結果

Normal							
Gray Level	LO(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)
LO(Y0)		20.8	18.7	19.7	19.6	19.6	14.8
L1(Y1)	75.3		21.5	21.1	20.8	21.1	22
L2(Y2)	45.9	42.1		37.1	34.7	35.1	28.3
L3(Y3)	50.1	47.7	42.2		42.7	42.2	38.7
L4(Y4)	51.3	50.2	47.6	44.9		54.8	51.7
L5(Y5)	50.6	49.6	48	47.4	88.7		69.2
L6(Y6)	29.1	38.7	38.2	37.5	58.6	81.4	
MPRT(msec)	40.93571429						
Scan_1							
Gray Level	LO(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)
LO(Y0)		6.1	18.2	18	18.2	18.7	21.5
L1(Y1)	40		22.4	21.6	21.5	21.9	23.4
L2(Y2)	42.9	41.6		37.5	34	35.1	30.8
L3(Y3)	47.9	49.1	43.4		41.7	41.9	42.1
L4(Y4)	46.7	50.4	49.4	46.7		45	49.6
L5(Y5)	46.2	48.5	53.1	48.7	46.1		61.8
L6(Y6)	28.6	33.6	36.1	35.5	34.7	34.2	
MPRT(msec)	36.53333333						
Scan_2							
Gray Level	LO(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)
LO(Y0)		25	29.5	19.3	19.5	19.9	21.4
L1(Y1)	23.7		22.4	21.9	21.9	22	22.5
L2(Y2)	38.5	41.4		38.9	37.6	37.9	26.8
L3(Y3)	45.6	45	42.4		41.6	41.6	42.3
L4(Y4)	45.7	45.9	53	47.7		45.9	50.2
L5(Y5)	45.4	45.8	52	53.9	54.3		61.8
L6(Y6)	26	26.5	35.7	37.2	37.4		38
MPRT(msec)	36.92857143						
Scan_3							
Gray Level	LO(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)
LO(Y0)		11.8	11.3	11.1	11.5	11.6	20.7
L1(Y1)	53		20.7	17.8	18.1	19.3	24.1
L2(Y2)	43.3	41.8		28.5	26.9	27	37.2
L3(Y3)	45.4	44.4	43.2		40.9	40.9	39.8
L4(Y4)	54.4	51.1	45.8	45.1		44.7	47.7
L5(Y5)	53.6	49.9	46.1	45.5	45.3		51.2
L6(Y6)	35.4	34.6	28.9	27.4	27.4		27.5
MPRT(msec)	34.56904762						
Scan_4							
Gray Level	LO(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)
LO(Y0)		6.6	13.6	12.2	12	12.7	21.5
L1(Y1)	22.7		21.2	20.4	20.3	21	23.4
L2(Y2)	42.8	41.1		29.4	26.9	27.2	37
L3(Y3)	50.7	48.1	43		41.2	41.5	33.3
L4(Y4)	51.5	54.8	46	45		44.11	46.3
L5(Y5)	49.8	54.5	47.2	46.1	46.5		55
L6(Y6)	34.7	36.3	36.2	30.8	27.9		30.6
MPRT(msec)	34.36585366						
Scan_5							
Gray Level	LO(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)
LO(Y0)		10.3	17.1	17.9	18.1	18	12.4
L1(Y1)	36		15.9	17.6	17.8	17.6	23.6
L2(Y2)	42.6	35.3		28.7	29.4	28.8	27.7
L3(Y3)	44.8	44.1	41.2		30.3	30.4	42.7
L4(Y4)	46.1	45.3	44.3	43.6		42.3	58.1
L5(Y5)	45.8	45.2	44.4	44.5	44.7		60.7
L6(Y6)	26.3	26.1	26.1	26.2	26.7		27.4
MPRT(msec)	32.66904762						
Scan_6							
Gray Level	LO(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)
LO(Y0)		16.1	19.4	19.6	19.7	19.8	16.5
L1(Y1)	28.4		21.2	19.7	20	20	23.5
L2(Y2)	42.6	32.7		34.7	35.6	35.1	27
L3(Y3)	44.9	43.8	35.2		34.7	34.2	43
L4(Y4)	45.9	45.4	44.9	43.5		41.9	58.8
L5(Y5)	45.5	45.3	45.2	44.8	47.1		61.8
L6(Y6)	25.8	25.8	26.2	27	30.9		32.6
MPRT(msec)	33.94761905						
Scan_7							
Gray Level	LO(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)
LO(Y0)		16.1	16.5	17.1	17.3	17.4	17
L1(Y1)	35.7		17.4	17.4	17.4	17.5	23.9
L2(Y2)	43.5	40.4		32.4	30.8	30.8	33.2
L3(Y3)	48.3	47	42.1		35.7	35.8	42.2
L4(Y4)	48.4	49.4	46.9	44.7		43.4	52.3
L5(Y5)	47.7	49	47.2	45.1	46.7		58.3
L6(Y6)	30.4	30.8	30.8	30.2	29.5		30.3
MPRT(msec)	34.61904762						
Scan_8							
Gray Level	LO(Y0)	L1(Y1)	L2(Y2)	L3(Y3)	L4(Y4)	L5(Y5)	L6(Y6)
LO(Y0)		24	15.2	15.4	15.5	15.6	19.5
L1(Y1)	32.1		19.3	17.9	18	18.6	26.6
L2(Y2)	43.2	39.9		32.3	31.4	31.6	32.7
L3(Y3)	45.6	46.1	42.1		38.9	38.8	42
L4(Y4)	48.2	46.8	47.7	46.4		45.8	53.1
L5(Y5)	48.1	46.5	47.9	47	49.4		57.5
L6(Y6)	29.1	29	30.6	30.7	30.9	31.6	
MPRT(msec)	34.96666667						

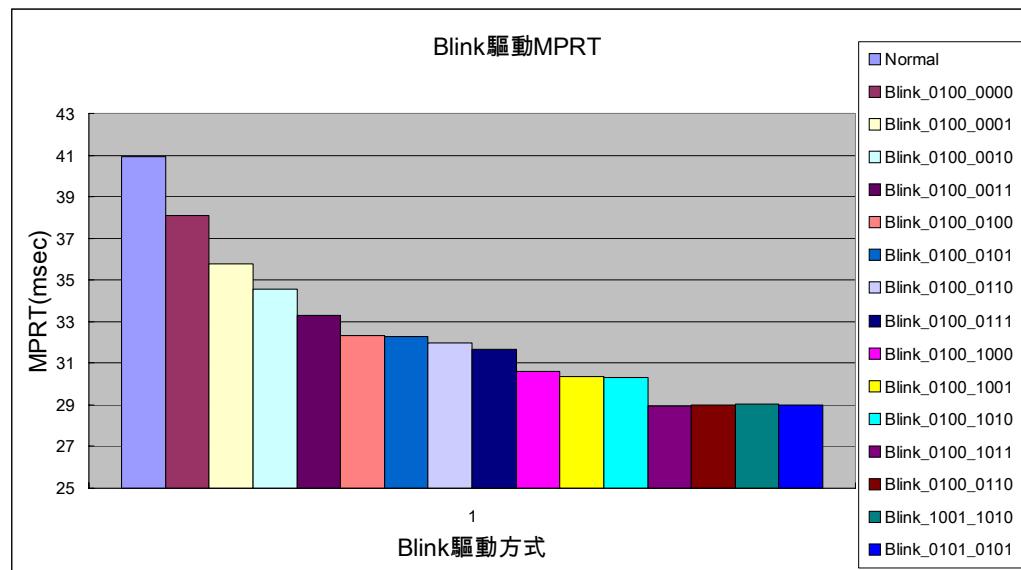


圖 (a) 閃爍驅動數據比較圖

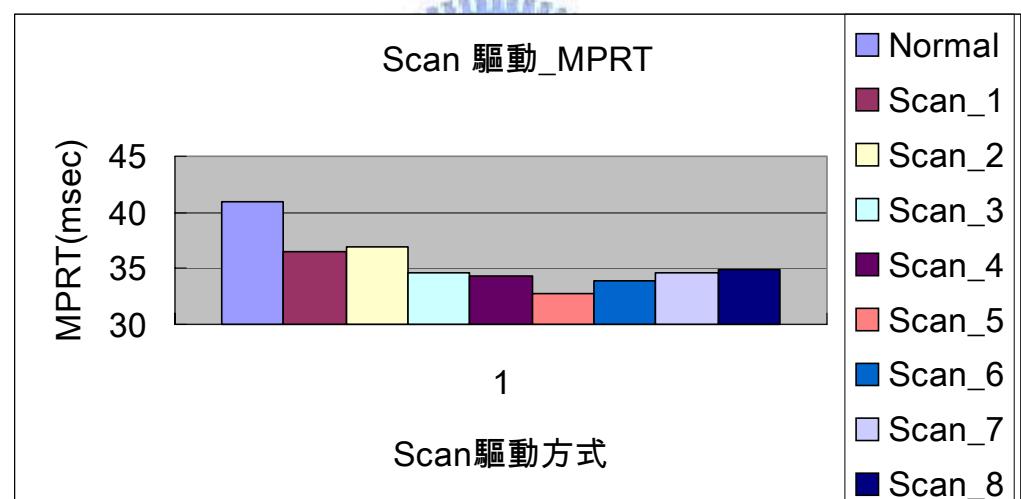


圖 (b) 掃描驅動數據比較圖

圖 5.9 閃爍、掃描驅動數據比較圖

## 第六章

### 結論

在追求液晶顯示器大型化後，影像的品質已開始被消費者列為購買標準指標，人們不再認為顯示器的視角、動態影像差是液晶顯示器的通病，因此各家顯示器廠商現更著墨於動態影像品質的改善，雖然提高畫面更新頻率可以有效解決此一問題，但是現實上和周邊的配合有相當的問題，要有效提昇LCD的動態影像品質必須要找尋其他較可行的方法。

本文考量目前主要LCD採用冷陰極燈管(CCFL)，而其必須採用高壓變流電路約1kVac(Inverter)來驅動，其缺點不外電壓驅動線路複雜、燈管含汞、使用壽命短約5萬小時衰減為初始1/2流明、工作於低溫時不易激發汞，而LED 背光模組更是未來的趨勢，驅動線路簡單、壽命長，工作溫度範圍廣、反應速度快。因此本文利用脈波方式驅動LED背光改善其動態影像問題，其結果上有明顯改善，在使用閃爍驅動上，若背光關閉的比例越大其MPRT結果越好，但有其擾人的背光閃爍的問題，而掃瞄驅動的MPRT似乎沒有比閃爍驅動來的佳，但也比現有驅動方式快15%的MPRT，也沒有閃爍驅動的閃爍問題。

因本實驗採用的LCD其液晶反應速度為較慢，所以MPRT的結果就不會完全受脈波寬度所完全控制，但可以從第五章結果中看出，採用的LCD在Hold type 驅動的結果中，在反應速度較快的灰階移動下其單一灰階的MPRT為15至17ms，這表示這一灰階的液晶反應時間已快於1個液晶掃描週期時間16.6ms，但仍受限於一個週期的Hold type 時間，而在使用脈波驅動這些灰階的MPRT就會隨脈波的寬度有所改善，因此若能使用液晶反應速度快的產品做實驗，其所有灰階的動態影像結果，相信就會完全由脈波寬度時間所控制。

整體亮度上會因脈波寬度比例而降低，若需維持亮度值，必須要經由提高LED背光電流的方式來加以補償。若反方向想，假如不需較高的亮度值，使用脈波驅動下就能相對降低相對比例的電源消耗。LED 帶給了LCD無限的發展性，高色彩飽和度、無彩色濾光片應用，動態影像及對比的改善，但低發光效率、熱及價格的問題是未來急需改善研究的目標。

### 未來研究方向

- (1)LED 發光效率改善，除了本身LED晶片、封裝上的改善外，也能利用外部線路機構設計改善熱造成的發光效率衰減。
- (2)LED 色溫變異改善，因溫度會造成LED 發光波長偏移，而造成白光色溫改變，而目前回授控制上僅控制了白光的亮度，並非實際偵控色溫值，現階段除了控制溫度來改善色溫，似乎沒有其他方式。
- (3)區域控制提高對比，人眼其實對亮度敏感不比對比來的強，而提高對比通常以降低暗態亮度來的有效，而暗態亮度一般為液晶漏光所造成，但要改善液晶漏光其實有很大的瓶頸，如此一來只有降低背光亮度，但又不希望降低亮態亮度，若能以LED 實現小區域亮度控制，來偵測畫面哪個區域是暗態畫面以降低該區域的LED 亮度值。

## 參考文獻

- [1] Michiel A. Klompenhouwer, "Comparison of LCD Motion Blur Reduction Methods using Temporal Impulse Response and MPRT", SID 2006 Digest, pp. page 1700-1703.
- [2] T. Kurita, A. Saito, I. Yuyama, "Consideration on perceived MTF of hold-type display for moving images", IDW '98, 3D3-4, pp. 823-826 (1998).
- [3] N. Fisekovic, 'Improved motion picture quality of AM-LCDs using scanning backlight', IDW 2001, pp. 1637-1640.
- [4] X. Feng, "LCD motion-blur analysis, perception, and reduction using synchronized backlight flashing," Electronic Imaging conference 2006.
- [5] Taesung Kim, Bongim Park, Byounghyuk Shin, Brian H. Berkeley, Sang Soo Kim, "Response Time Compensation for Black Frame Insertion", SID 2006 Digest, pp. page 1793-1796.
- [6] Lumileds Corporate Website [Online]: <http://www.lumileds.com>.
- [7] 蘇裕翔,李季達," LED 深植LCD 背光源市場" ,光連雙月刊 , 2005-03 第 56期,page 32~35
- [8] 大田 登,"基礎色彩再現工程" ,全華圖書出版,民國93出版
- [9] 章秀鑫,"TFT-LCD 模組設計概論" ,全華圖書出版,民國91出版
- [10] 紀國鐘,鄭晃忠, "液晶顯示器技術手冊" 經濟部技術處發行,台灣電子材料與元件協會出版, 民國91出版
- [11] 鄭信源,"VHDL 數位電路設計", 儒林圖書出版,民國92出版
- [12] Xilinx, " Virtex-II Platform FPGAs: Complete Data Sheet".
- [13] J. Someya et al., "A Review of MPRT Measurement Method for Evaluating Motion Blur of LCDs", IDW 2004, pp. 1571-1574.
- [14] 梁適安,"交換式電源供應器之理論與實務設計",全華圖書出版,民國90出版

[15] 潘鴻至、黃啓炎,”TN液晶盒摻雜奈米碳管之光電響應研究”, 國立彰化師範大學  
光電科技研究所

[16] 光電科技, 2000/9, P52

[17] 光雙連月刊第11期, 2003, P42

[18] 新電子238期1月號



# 附錄A

## 脈波驅動硬體描述程式碼

```

;IEEEstd_logic
use IEEE.std_logic_1164.all;
use IEEE.std_logic_arith.all;
use IEEE.std_logic_unsigned.all;
entity Scan is
port(
    CPV          : in  std_logic;
    YDOI         : in  std_logic;
    RST          : in  std_logic;
    OE_set       : in  std_logic_vector(3 downto 0);
    B_OE_1       : out std_logic;  -- Gate pulse width modulation@G
    B_OE_2       : out std_logic;  -- Gate pulse width modulation@G
    B_OE_3       : out std_logic;  -- Gate pulse width modulation@G
    B_OE_4       : out std_logic;  -- Gate pulse width modulation@G
    B_OE_5       : out std_logic;  -- Gate pulse width modulation@G
    B_OE_6       : out std_logic); -- Gate pulse width modulation@G
end scan;
architecture RTL of Scan is
signal T          : std_logic_vector(9 downto 0);
signal T1         : std_logic_vector(9 downto 0);
begin
--1.Count_CPV-----
Process(YDOI,CPV)
Begin
If YDOI='1' or rst='0' then
T1 <= "0000000000";
Elsif rising_edge (CPV) then
T1=T1+'1';
End if;
End Process;
--2.Blinking width setting-----
process(OE)
begin
Case OE is
When "0000" =>
T      <= "0001010000"; -- When OE=0000  Blinking_width=80 line
When "0001" =>
T      <= "0001111000"; -- When OE=0001  Blinking_width=120 line
When "0010" =>
T      <= "0010100000"; -- When OE=0010  Blinking_width=160 line
When "0011" =>
T      <= "0011001000"; -- When OE=0011  Blinking_width=200 line
When "0100" =>
T      <= "0011110000"; -- When OE=0100  Blinking_width=240 line
When "0101" =>
T      <= "01000111000"; -- When OE=0101  Blinking_width=280 line
When "0110" =>
T      <= "0101000000"; -- When OE=0110  Blinking_width=320 line
When "0111" =>
T      <= "0101101000"; -- When OE=0111  Blinking_width=360 line
When "1000" =>
T      <= "0110010000"; -- When OE=1000  Blinking_width=400 line
When "1001" =>
T      <= "0110111000"; -- When OE=1001  Blinking_width=440 line
When "1010" =>
T      <= "0111000000"; -- When OE=1010  Blinking_width=480 line
When "1011" =>
T      <= "1000001000"; -- When OE=1011  Blinking_width=520 line
When "1100" =>
T      <= "1000110000"; -- When OE=1100  Blinking_width=560 line
When "1101" =>
T      <= "1001011000"; -- When OE=1101  Blinking_width=600 line
When "1110" =>
T      <= "1010000000"; -- When OE=1110  Blinking_width=640 line
When others =>
T      <= "1010101000"; -- When OE=1111  Blinking_width=680 line
End case;
End process;
--3.B_OE Output-----
Process(T1,YDOI,OE_set)
Begin
If OE_set="0000" then
If T1<="0010000110" then
B_OE_1 <= '1';--#LED1
B_OE_2 <= '1';--#LED2
B_OE_3 <= '1';--#LED3
B_OE_4 <= '1';--#LED4
B_OE_5 <= '0';--#LED5
B_OE_6 <= '0';--#LED6
Elsif ("0010000110" < T1 and T1<="0100001100") then
B_OE_1 <= '0';
B_OE_2 <= '1';
B_OE_3 <= '1';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '1';

```



```

';= 'B_OE_6'<= '0';
Elsif "0100001100" <T1 AND T1<="0110010010" then
B_OE_1 <= '0';
B_OE_2 <= '0';
B_OE_3 <= '1';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '1';
Elsif "0110010010" <T1 AND T1 <="1000011000" then
B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '0';
B_OE_3 <= '0';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '1';
Elsif "1000011000" <T1 AND T1<="1010011110" then
B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '1';
B_OE_3 <= '0';
B_OE_4 <= '0';
B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '1';
Elsif "1010011110" <T1 AND T1 <="1100100100" then
B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '1';
B_OE_3 <= '1';
B_OE_4 <= '0';
B_OE_5 <= '0';
B_OE_6 <= '1';
ELSE
B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '1';
B_OE_3 <= '1';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '1';
End if;
Elsif OE_set="0001" then
if T1<="0010000110" then
B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '1';
B_OE_3 <= '1';
B_OE_4 <= '1';

```



```

B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '0';
Elsif ("0010000110" <T1 and T1<="0100001100") then
B_OE_1 <= '0';
B_OE_2 <= '1';
B_OE_3 <= '1';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '1';
Elsif "0100001100" <T1 AND T1<="0110010010" then
B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '0';
B_OE_3 <= '1';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '1';
Elsif "0110010010" <T1 AND T1 <="1000011000" then
B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '1';
B_OE_3 <= '0';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '1';
Elsif "1000011000" <T1 AND T1<="1010011110" then
B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '1';
B_OE_3 <= '1';
B_OE_4 <= '0';
B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '1';
Elsif "1010011110" <T1 AND T1 <="1100100100" then
B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '1';
B_OE_3 <= '1';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '0';
B_OE_6 <= '1';
ELSE
B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '1';
B_OE_3 <= '1';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '1';

```

```

    B_OE_6 <= '1';
End if;
Elsif OE_set="0010" then
if T1<="0010000110" then
    B_OE_1 <= '1';--接LED1
    B_OE_2 <= '1';--接LED1
    B_OE_3 <= '1';--接LED2
    B_OE_4 <= '0';--接LED4
    B_OE_5 <= '0';--接LED5
    B_OE_6 <= '1';--接LED6
Elsif ("0010000110" < T1 and T1<="0100001100") then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '0';
    B_OE_6 <= '0';
Elsif ("0100001100" < T1 AND T1<="0110010010" then
    B_OE_1 <= '0';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '0';
Elsif ("0110010010" < T1 AND T1 <="1000011000" then
    B_OE_1 <= '0';
    B_OE_2 <= '0';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '1';
Elsif ("1000011000" < T1 AND T1<="1010011110" then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '0';
    B_OE_3 <= '0';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '1';
Elsif ("1010011110" < T1 AND T1 <="1100100100" then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '0';
    B_OE_4 <= '0';

```



```

    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '1';
ELSE
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '1';
End if;
Elsif OE_set="0011" then
if T1<="00010000110" then
    B_OE_1 <= '1';--接LED1
    B_OE_2 <= '1';--接LED1
    B_OE_3 <= '1';--接LED2
    B_OE_4 <= '1';--接LED4
    B_OE_5 <= '0';--接LED5
    B_OE_6 <= '1';--接LED6
Elsif ("00010000110" < T1 and T1<="0100001100" then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '0';
Elsif ("0100001100" < T1 AND T1<="0110010010" then
    B_OE_1 <= '0';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '1';
Elsif ("0110010010" < T1 AND T1 <="1000011000" then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '0';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '1';
Elsif ("1000011000" < T1 AND T1<="1010011110" then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '0';

```

```

B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '1';
Elsif "101001110" < T1 AND T1 <="1100100100" then
  B_OE_1 <= '1';
  B_OE_2 <= '1';
  B_OE_3 <= '1';
  B_OE_4 <= '0';
  B_OE_5 <= '1';
  B_OE_6 <= '1';
ELSE
  B_OE_1 <= '1';
  B_OE_2 <= '1';
  B_OE_3 <= '1';
  B_OE_4 <= '1';
  B_OE_5 <= '1';
  B_OE_6 <= '1';
End if;
elsif OE_set="0100" then
  if T1<= T then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '1';
  else
    B_OE_1 <= '0';
    B_OE_2 <= '0';
    B_OE_3 <= '0';
    B_OE_4 <= '0';
    B_OE_5 <= '0';
    B_OE_6 <= '0';
  End if;
elsif OE_set="0101" then
  if T1<= T then
    B_OE_1 <= '0';
    B_OE_2 <= '0';
    B_OE_3 <= '0';
    B_OE_4 <= '0';
    B_OE_5 <= '0';
    B_OE_6 <= '0';
  else
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '1';
  End if;

```



```

B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '1';
B_OE_3 <= '1';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '1';
End if;
elsif OE_set="0110" then
  If T1<="0010000110" then
    B_OE_1 <= '0';--接LED1
    B_OE_2 <= '0';--接LED2
    B_OE_3 <= '1';--接LED3
    B_OE_4 <= '1';--接LED4
    B_OE_5 <= '1';--接LED5
    B_OE_6 <= '1';--接LED6
  Elsif ("00010000110" < T1 and T1<="0100001100") then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '0';
    B_OE_3 <= '0';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '1';
  Elsif "0100001100" < T1 AND T1<="0110010010" then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '0';
    B_OE_4 <= '0';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '1';
  Elsif "0110010010" < T1 AND T1 <="1000011000" then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '0';
    B_OE_5 <= '0';
    B_OE_6 <= '1';
  Elsif "1000011000" < T1 AND T1<="1010011110" then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '0';
    B_OE_6 <= '0';

```

```

Elsif "1010011110" < T1 AND T1 <="1100100100" then
  B_OE_1 <= '0';
  B_OE_2 <= '1';
  B_OE_3 <= '1';
  B_OE_4 <= '1';
  B_OE_5 <= '1';
  B_OE_6 <= '0';
ELSE
  B_OE_1 <= '1';
  B_OE_2 <= '1';
  B_OE_3 <= '1';
  B_OE_4 <= '1';
  B_OE_5 <= '1';
  B_OE_6 <= '1';
End If;
Elsif OE_set="0111" then
  If T1<="0010000110" then
    B_OE_1 <= '0'; --#LED1
    B_OE_2 <= '1'; --#LED2
    B_OE_3 <= '1'; --#LED3
    B_OE_4 <= '1'; --#LED4
    B_OE_5 <= '1'; --#LED5
    B_OE_6 <= '1'; --#LED6
  Elsif "(#0010000110" < T1 and T1<="0100001100" ) then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '0';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '1';
  Elsif "#0100001100" < T1 AND T1<="0110010010" then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '0';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '1';
  Elsif "#0110010010" < T1 AND T1 <="1000011000" then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '0';
    B_OE_5 <= '1';

```



```

    'B_OE_6' <= '1';
  Elsif "#1000011000" < T1 AND T1 <="1010011110" then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '0';
    B_OE_6 <= '1';
  Elsif "#1010011110" < T1 AND T1 <="1100100100" then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '0';
ELSE
  B_OE_1 <= '1';
  B_OE_2 <= '1';
  B_OE_3 <= '1';
  B_OE_4 <= '1';
  B_OE_5 <= '1';
  B_OE_6 <= '1';
End If;
Elsif OE_set="1000" then
  If "#0000101000" < T1 and T1 <= T then
    B_OE_1 <= '0';
    B_OE_2 <= '0';
    B_OE_3 <= '0';
    B_OE_4 <= '0';
    B_OE_5 <= '0';
    B_OE_6 <= '0';
  else
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '1';
  end If;
  Elsif OE_set="1001" then
    If T1 <= T then
      B_OE_1 <= '1';
      B_OE_2 <= '1';

```

```

B_OE_3 <= '1';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '1';
Elseif T1 > "1100000000" Then
B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '1';
B_OE_3 <= '1';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '1';
Else
B_OE_1 <= '0';
B_OE_2 <= '0';
B_OE_3 <= '0';
B_OE_4 <= '0';
B_OE_5 <= '0';
B_OE_6 <= '0';
End if;
Elseif OE set="1010" then
If T1<="0010000110" then
B_OE_1 <= '0';--接LED1
B_OE_2 <= '1';--接LED2
B_OE_3 <= '1';--接LED3
B_OE_4 <= '0';--接LED4
B_OE_5 <= '1';--接LED5
B_OE_6 <= '1';--接LED6
Elseif ">0010000110" < T1 and T1<="0100001100" then
B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '0';
B_OE_3 <= '1';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '0';
B_OE_6 <= '1';
Elseif ">0100001100" < T1 AND T1<="0110010010" then
B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '1';
B_OE_3 <= '0';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '0';
Elseif ">0110010010" < T1 AND T1 <="1000011000" then
B_OE_1 <= '0';

```



```

B_OE_2 <= '1';
B_OE_3 <= '1';
B_OE_4 <= '0';
B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '1';
Elseif "1000011000" < T1 AND T1<="1010011110" then
B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '0';
B_OE_3 <= '1';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '0';
B_OE_6 <= '1';
Elseif ">1010011110" < T1 AND T1 <="1100100100" then
B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '1';
B_OE_3 <= '0';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '0';
ELSE
B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '1';
B_OE_3 <= '1';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '1';
End if;
Elseif OE set="1011" then
If T1<="0010000110" then
B_OE_1 <= '1';--接LED1
B_OE_2 <= '0';--接LED2
B_OE_3 <= '1';--接LED3
B_OE_4 <= '1';--接LED4
B_OE_5 <= '0';--接LED5
B_OE_6 <= '1';--接LED6
Elseif ">0010000110" < T1 and T1<="0100001100" then
B_OE_1 <= '1';
B_OE_2 <= '1';
B_OE_3 <= '0';
B_OE_4 <= '1';
B_OE_5 <= '1';
B_OE_6 <= '0';
Elseif ">0100001100" < T1 AND T1<="0110010010" then

```

```

    " := 'B_OE_1" <= '0';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '0';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '1';
Elsif "0110010010" <T1 AND T1 <="1000011000" then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '0';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '0';
    B_OE_6 <= '1';
Elsif "1000011000" <T1 AND T1<="1010011110" then
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '0';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '0';
Elsif "1010011110" <T1 AND T1 <="1100100100" then
    B_OE_1 <= '0';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '0';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '1';
ELSE
    B_OE_1 <= '1';
    B_OE_2 <= '1';
    B_OE_3 <= '1';
    B_OE_4 <= '1';
    B_OE_5 <= '1';
    B_OE_6 <= '1';
End if;
else
    B_OE_1 <= '0';
    B_OE_2 <= '0';
    B_OE_3 <= '0';
    B_OE_4 <= '0';
    B_OE_5 <= '0';
    B_OE_6 <= '0';
end if;

```

-----

```

End process;
End RTL;
-----
```