

國立交通大學

電機學院 電子與光電學程

碩士論文

分區掃描式色序法之液晶顯示器背光驅動控制系統

Electric Control System for Partitioned Scanning
Field-sequential-color LCD Backlight



研究生：蘇志揚

指導教授：田仲豪 博士

郭浩中 博士

中華民國九十六年八月

分區掃描式色序法之液晶顯示器背光驅動控制系統

Electric Control System for Partitioned Scanning
Field-sequential-color LCD Backlight

研究生： 蘇志揚 Student: Chih-Yang Su

指導教授： 田仲豪 博士 Advisor: Chung-Hao Tien

郭浩中 博士 Advisor: Hao-Chung Kuo

國立交通大學

電機學院 電子與光電學程

碩士論文

1896

A Thesis

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

August 2007

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年八月

分區掃描式色序法之液晶顯示器背光驅動控制系統

研究生：蘇志揚

指導教授：田仲豪 博士

郭浩中 博士

國立交通大學 電機學院

電子與光電學程碩士班

摘 要

TFT-LCD技術的高度發展，已經持續在改變著現代社會人們的生活方式。然而隨著顯示器的在影音多媒體上的應用，人們也發現了液晶電視在顯示動態圖像時會出現拖影和模糊的情形，這是顯示視訊影像所不能允許的。本論文研究即是R-G-B LED分別以區域掃描的方式來達到Impulse type的背光效果，藉以改善液晶顯示器因液晶反應速度慢及傳統Hold type背光模組所產生的動態影像模糊現象，以提昇動態影像的顯示效果。

另外，彩色濾光片為目前液晶顯示器最常採用的彩色顯色元件，然而其最大缺點則為光利用效率低；再加上關鍵材料-彩色光阻之解析度限制，目前仍無法達到可與報紙相同之精細度(200 dpi)要求。現今TFT-LCD僅有不到10%的光效率，提升光效率並降低功率損耗便成為現階段TFT-LCD研究的重要課題。彩色濾光片為TFT-LCD最大光功率損耗元件，彩色濾光片會損耗至少66%的光能量，同時還影響面板的色彩顯示品質。於是設計以三色分離RGB-LED陣列色序式掃描背光源取代傳統白色連續光譜光源，因典型LED發射光譜之半高寬小於100 nm，將能有效運用三原色個別光子能量，進而提升發光效率。構想為同一時間內只有單一顏色的LED發光，利用人眼視覺暫留與色彩加法混色的原理，可在時間區域上切割出全彩的影像畫面。此法不需要彩色濾光片，具有節省面板製造成本1/3的優勢，能大幅降低光損耗率，提升發光效率，降低耗電量。

Electric Control System for Partitioned Scanning Field-sequential-color LCD Backlight

Student: Chih-Yang Su

Advisors: Dr. Chung-Hao Tien

Dr. Hao-Chung Kuo

Degree Program of Electrical and Computer Engineering
National Chiao Tung University

ABSTRACT



The TFT-LCD Display technology has rapid developed in the recent year that having more and more influence on our daily life. However, with regard to the LCDs that are applied to multimedia, the motion blur will be one of the main issues especially a fast moving object is perceived. Therefore, the quality of dynamic image will be deteriorated. For this reason, the aim of this thesis is to reduce the motion blur and improve the display quality by using partitioned scanning field-sequential-color LCD backlight, which can emulate the CRT's impulse type backlight effect.

Furthermore, most of the present LCD displays utilize the color filter to exhibit full color images. About 1/3 light energy was allowed to pass through the color filter. In addition, the resolution as high (200 dpi) as the newspaper cannot be achieved due to the configuration of RGB color filter. How to improve the light efficiency and reduce the power consumption for TFT-LCD seems a critical issue. We design a partially scanning backlight with RGB 3-in-1 full color LED to replace the traditional hold type white backlight. The concept is to turn on RGB LEDs in sequential and to scan the whole panel from top to bottom. Based on the "Human's vision suspend effect" and "Color Mixing effect", a full color image can be created. The LED has the superiorities in a very narrow

spectrum and lead to a very wide color gamut. The proposed backlight configuration is expected to improve the optical performance in the TFT LCD system.



誌 謝

本論文得以順利完成，首先要由衷感謝我的指導教授田仲豪博士與郭浩中博士這一年多來的指導與提攜。老師平時教學態度認真嚴謹，對學生總不厭其煩細心指導，使我能發揮潛能，完成老師所托付的各項挑戰，並從中獲得許多的寶貴經驗，在此要向田老師與郭老師致上我最高的敬意與謝意。

在光資訊系統實驗室這一年的時間中，特別感謝博士班學長陸彥行、學姊鄭璧如、碩士班組員陳永志、簡銘進在課業與論文研究上相互砥礪，以及實驗室學弟蕭人彰、呂柏毅、鍾積賢平時的幫忙。另外，碩士班同學王維志在論文研究上常提供我許多建議並相互勉勵，對於我的論文研究也是幫助良多。而凌陽同事兼碩士班同學曾國豐在課業上經常與我互相討論、相互勉勵，亦是我一年多的修課階段時並肩作戰的好友。回首來時路，真是點點滴滴在心頭。

最後，特別要感謝我的父母親無怨無悔辛苦栽培，並感謝家人與女友及所有關心我的人長期的支持與鼓勵，使我能勇往直前全力以赴順利完成學業。要感謝的人太多，無法一一在此詳述。在此，我感謝家人的照顧與鼓勵及所有曾經關心過我的同學與朋友們，願能以我所學的知識，回饋貢獻給社會以回報所有關心我的人。

僅以此論文獻給所有關心我的人。

目 錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iv
目錄	v
表目錄	viii
圖目錄	ix
第一章 緒論	1
1.1 研究動機與目的	1
1.2 相關技術概論	4
1.2.1 色序法原理與應用	5
1.2.2 動態影像殘影(Motion blur)的產生原因	7
1.2.3 動態影像模糊(Motion Blur)的解決方法	11
1.2.3.1 加速液晶旋轉速度的Overdrive技術	12
1.2.3.2 動態背光掃描(Dynamic Scanning Backlight)技術	13
1.3 論文綱要	13
第二章 基本理論	15
2.1 LED基本原理與驅動技術	15
2.1.1 升降壓轉換器的工作原理	16
2.2 LED在LCD背光板上的應用與驅動方法	17
2.3 MCU控制單元硬體結構	22
2.3.1 STK6011單片的內部結構	24
2.3.2 類比/數位轉換器Analog to Digital Converter (ADC)	25
2.3.3 脈波寬度調變-Pulse Width Modulation (PWM)	26

第三章	系統架構與軟硬體設計	28
3.1	系統控制電路設計	28
3.1.1	系統控制電路實體	29
3.2	LED 零件選用與元件特性	30
3.3	LED DRIVER硬體結構及驅動方法	32
3.3.1	定電流控制	35
3.3.2	調整output channel輸出電流	36
3.3.3	工作模式之切換	37
3.3.4	Writing Configuration Code之設定法	38
3.3.5	電流增益控制參數與其增益值計算法	39
3.3.6	負載端供應電壓設計(VLED).....	41
3.4	SCANNING FSC 動作原理	42
3.5	背光模組結構設計	45
3.6	LED 硬體驅動電路設計	47
3.6.1	LED Array 電路設計	48
3.6.2	LED Light Bar 驅動電路成品	51
3.7	掃描式色序法之軟體設計與驅動控制	52
第四章	實驗結果與量測	59
4.1	控制系統電氣特性量測	59
4.2	LIGHT BAR光電特性量測	62
4.3	LED LIGHT GUIDE 光學量測	65
第五章	結論與未來研究方向	67
參考文獻	69
附錄A	背光控制系統電路圖	71

附錄B	Scanning Field Sequential Color Backlight control程式原始碼	76
簡歷	88



表 目 錄

表 2.1	A/D Converter 指令參數表	25
表 2.2	A/D Converter 電壓轉換數據對照表	26
表 2.3	PWM 指令參數表	27
表 3.1	系統控制輸入/輸出端子介面定義	30
表 3.2	LED 電氣-光學特性	31
表 3.3	MBI5028 PIN腳位定義	33
表 3.4	16-Bit Configuration code 控制參數表	40
表 3.5	Scanning FSC 演算法真值表	53
表 3.6	真值表-1 (前5個T的LC反應時間)	55
表 3.7	真值表-2 (區段一 R-LED點亮)	55
表 3.8	真值表-3 (區段1&2 R-LED點亮)	56
表 3.9	真值表-4 (區段1&2 R-LED點亮)	56
表 3.10	真值表-5 (區段1&2 R-LED點亮)	56
表 3.11	真值表-6 (區段1&2 R-LED點亮)	56
表 4.1	R-G-B LED 照度量測值	62
表 4.2	R-G-B LED VLED變化時ILED量測值	63

圖 目 錄

圖 1.1	CCFL與LED 在CIE1931色座標上之色彩飽和度比較.....	2
圖 1.2	背光源與面板 (a)傳統式(含Color Filter) (b)色序驅動法.....	3
圖 1.3	CCFL經過彩色濾光片後的光頻譜特性.....	3
圖 1.4	LED與彩色濾光片之發光頻譜比較.....	3
圖 1.5	空間軸混色效果.....	6
圖 1.6	色序法的時間軸混色效果.....	6
圖 1.7	TFT array cell 寫入與液晶Pixel反應之時間關係.....	7
圖 1.8	(a) 原始(理想)圖像反應時間.....	8
圖 1.8	(b) 液晶反應太慢而產生邊緣模糊.....	8
圖 1.9	LCD Hold-type display與CRT Impulse-type.....	9
圖 1.10	Hold Type動態影像在人眼之成像示意圖.....	10
圖 1.11	動態影像與人眼成像模擬圖.....	11
圖 1.12	CRT的動態顯示畫面與LCD的動態模糊顯示畫面.....	11
圖 1.13	液晶Overdrive技術原理.....	12
圖 1.14	掃描式背光原理.....	13
圖 2.1	(a)LED的並聯連接 (b)LED的串聯連接.....	16
圖 2.2	(a)降壓轉換器 (b)升壓轉換器 (c)升降壓轉換器.....	16
圖 2.3	LED定電壓源驅動方式.....	19
圖 2.4	LED定電流源驅動方式.....	20
圖 2.5	STK6011微電腦硬體架構.....	23
圖 2.6	STK6011 系統方塊圖.....	24
圖 3.1	硬體架構系統方塊圖.....	28

圖 3.2	系統控制電路	29
圖 3.3	元件規格 & 尺寸機構圖	31
圖 3.4	LED Pin腳定義	31
圖 3.5	LED實體圖	31
圖 3.6	順向電流 VS. 相對色飽和度之曲線圖	32
圖 3.7	R-G-B LED I-V 曲線圖	32
圖 3.8	MBI5028電路方塊圖	33
圖 3.9	Normal Mode 時序圖	34
圖 3.10	Current Adjust Mode 時序圖	35
圖 3.11	VDS - IOOUT特性曲線圖	36
圖 3.12	R-EXT應用電路圖	36
圖 3.13	Rext - IOOUT特性曲線圖	37
圖 3.14	Current Adjust mode 控制時序圖	38
圖 3.15	Normal mode 控制時序圖	38
圖 3.16	Writing Configuration Code 時序圖	39
圖 3.17	電流增益控制參數與增益之相對關係	39
圖 3.18	輸出電流Iout與電流調整碼Gain關係曲線	41
圖 3.19	(a) 外串電阻；(b) 外接Zener diode 之應用電路圖	42
圖 3.20	Time chart of field-sequent-color LCD with a 60 Hz frame rate	43
圖 3.21	TFT array cell與LED Backlight scan之相對時序圖	43
圖 3.22	TFT array scanning 與LED Backlight scanning 相對時序圖	44
圖 3.23	LED 掃描式色序法背光模組架構圖	45
圖 3.24	LED 背光模組尺寸規格	45
圖 3.25	LED Array 尺寸圖	46
圖 3.26	LED 驅動電路圖	48

圖 3.27 LED Array 電路圖	50
圖 3.28 Back Light架構圖	51
圖 3.29 右側LED Light Bar 完成實體電路	51
圖 3.30 Scanning FSC演算法 時間-空間 相對關係圖	52
圖 3.31 掃描式色序法背光控制時序圖	57
圖 3.32 Scanning FSC系統程式控制流程圖	58
圖 4.1 Frame rate & Subframe rate 實際輸出	59
圖 4.2 Frame rate訊號	60
圖 4.3 紅光SubFrame rate	60
圖 4.4 紅光SubFrame rate精確值	60
圖 4.5 Frame Interval v.s Subframe Interval	61
圖 4.6 Frame v.s R-G-B LED Flash Period	61
圖 4.7 紅光-LED掃描週期	61
圖 4.8 綠光-LED掃描週期	61
圖 4.9 VLED v.s LUX曲線圖	62
圖 4.10 VLED v.s ILED曲線圖	63
圖 4.11 背光板之單區紅光漏光情形	65
圖 4.12 單區 綠光漏光情形	65
圖 4.13 單區 藍光漏光情形	65
圖 4.14 單區 白光漏光情形	65
圖 4.15 紅光全亮之顯示畫面	66
圖 4.16 藍光全亮之顯示畫面	66
圖 4.17 綠光全亮之顯示畫面	66
圖 4.18 R-G-B Color Bar 全亮之顯示畫面	66
附圖 1 STK6011 MCU控制系統電路圖-1	71

附圖 2	STK6011 MCU控制系統電路圖-2	72
附圖 3	輸入/輸出電源電路圖	73
附圖 4	MCU系統控制電路Layout圖	74
附圖 5	左側Light Bar Layout圖	75
附圖 6	右側Light Bar Layout圖	75



第一章 緒論

1.1 研究動機與目的

Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display (TFT-LCD)技術的高度發展，正持續改變著現代社會人們的生活方式。TFT-LCD因其畫面解析度高、體積小、重量輕，沒有幾年的時間便在顯示器領域取代已經有百年歷史的Cathode Ray Tube (CRT)顯示器的地位，同時還創立了以筆記型電腦和手機為代表的移動顯示應用領域。

然而人們在讚賞液晶電視高解析度，畫質精細的同時，也發現了液晶電視在顯示動態影像時會出現殘影和模糊的情形，這是顯示動態影像時所不能允許的。人們很容易聯想到液晶材料響應速度不夠快是引起模糊的主要原因。可是在把響應速度提到足夠高以後，上述現象有了改善，但仍不能完全消除。人們才轉而向更深入的方向進行研究。原來TFT-LCD工作在保持模式(Hold- Type)是產生動態影像模糊(Motion Blur)的主要原因。

另外，彩色濾光片為目前液晶顯示器最常採用的彩色顯色元件，目前已發展出符合歐洲電視標準(EBU, European Broadcasting Union)的產品，其顏色表現已幾乎接近CRT顯示器的水準。但最大缺點則為光利用效率低，除非搭配反射型面板的設計，否則無法達到攜帶型產品對低電力消耗之要求，再加上關鍵材料-彩色光阻之解析度限制，目前仍無法達到可與報紙相同之精細度(200 dpi)要求。為改善彩色濾光片光利用效率低的缺點，並提升畫面解析度，有一新的技術-色序法(Color Sequential)或稱場序法(Field Sequential, FSC)正在開始發展。

色序法(Color Sequential)不需像傳統的背光方式以白光通過彩色濾光片再改變其顏色，而是直接就利用三原色(Red、Green、Blue) Light-emitting diode (LED)作混色，因此不需要彩色濾光片(Color Filter)。這些目前在顯示器所面臨的問題，即是引發我做此研究的動機。我們利用發光二極體做為LCD的背光源，並使用特殊的驅動方式來改變液晶顯示器的光源表現方式，以達到降低動態影像殘影的目的，並提升畫面顯示效果。

色序法(Color Sequential)的好處就是可以不用彩色濾光片來產生全彩效果。一般市面上用的LCD都是用紅-綠-藍三原色彩色濾光片像素來產生色彩的顯示，彩色濾光片不僅材料昂貴，而且會吸收超過70%的光源。另外，由圖1.1 CIE色座標圖亦可知道使用色序式背光的LCD其色彩飽和度較使用傳統CCFL背光佳。[1-1]

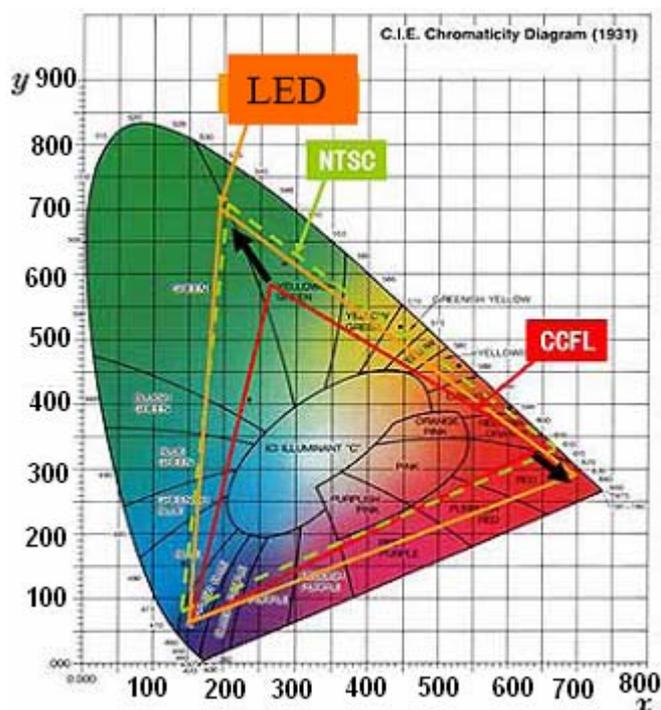


圖1.1 CCFL與LED 在CIE1931色座標上之色彩飽和度比較

使用色序法(Color Sequential)，就可以利用紅綠藍3LED背光時間上循序來回閃亮的原理，產生全彩效果。如圖1.2所示即為傳統式(含Color Filter)與色序驅動法背光之比較。沒有彩色濾光片，LCD光利用效率可大為提高，且更可降低生產成本。本實驗即是以此理論為基礎，以有效解決動態影像模糊問題；再配合改良的LED區段掃描方式來解決目前CCFL光利用率與色彩飽和度不足的問題藉以提昇背光亮度，並完成實際LED Light Bar驅動控制系統設計。

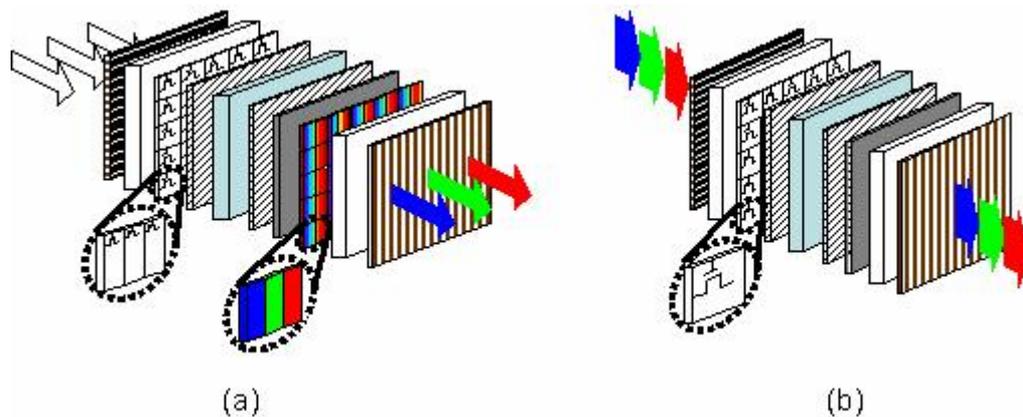


圖1.2 背光源與面板 (a)傳統式(含Color Filter) (b)色序驅動法(不需Color Filter)

LED背光之頻寬較窄，且透光率及LED光利用率較CCFL背光為高。CCFL背光除了R-G-B的主頻波外尚有Subpeak所產生的雜光。彩色濾光片頻寬較LED背光寬，造成光利用率降低，且對比度較低，如圖1.3所示。另外，由於大尺寸LED背光模組需要有較佳的演色性，由圖1.3可知CCFL頻譜除了在R、G、B(610nm、545nm、438nm)外尚有其他波長之光譜，因此經過彩色濾光片(Color Filter)後其他波長之光譜降低了LCD色彩飽和度。而圖1.4所示之LED光譜純度較高，因此可以有較廣的色域(Color Gamma)表現。

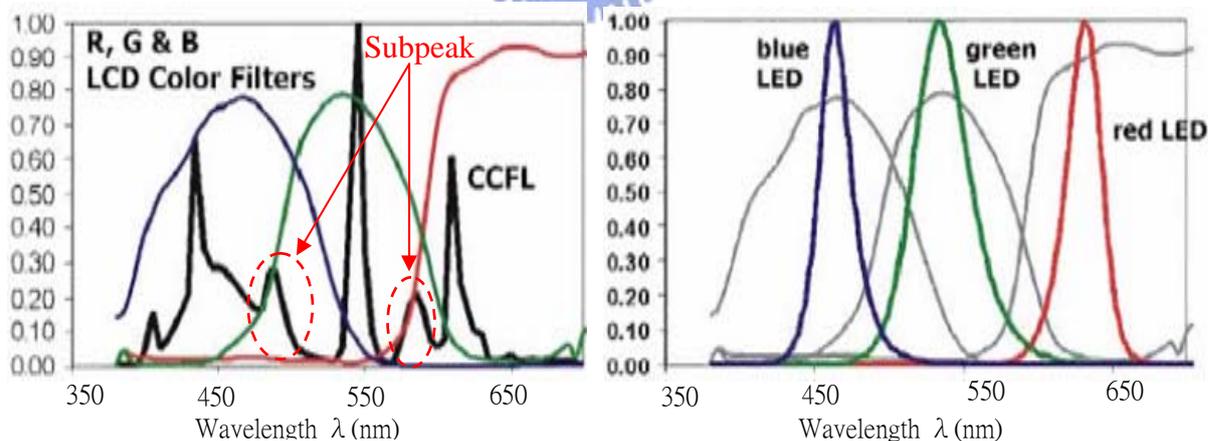


圖1.3 CCFL經過彩色濾光片後的光頻譜特性 圖1.4 LED與彩色濾光片之發光頻譜比較

為解決動態影像模糊問題目前的解決方式主要有以下方式：1.動態背光掃描技術(Dynamic Scanning Backlight)、2.插黑技術(Black Frame Insertion)，以上2種方法都是以模仿CRT的脈衝(Impulse type)工作方式來解決殘影問題。本研究即是以此理論架構為

基礎，並以實際LED Light Bar控制電路設計來實現，以有效解決動態影像模糊問題並可提升顯示器背光效能來達成環保節能與降低成本的目標。關於動態影像模糊現象的成因與目前的解決方式將在下一節作進一步探討。

1.2 相關技術概論

將兩種顏色以上的光照至人類眼睛的同時，便會在視網膜上面混合而得到另外一種顏色的感覺，此稱之為加法混色。而利用紅綠藍三種獨立色光作加法混色，可以得到任意的色光。此也稱之為三色性法則。

其實色序法(Color Sequential method或稱為Field Sequential Color-FSC)並不是一個新的概念，早在傳統的彩色CRT電視機就已經採取這樣的概念以類似的方法來顯示所需要顏色的模式了。利用RGB的螢光體排列的發光作為混色，使用RGB的細微彩色濾光器，將所透過的光混色。每一種混色所得到的色光都是由三個細微的小色光所組成，不再像傳統的背光模式是以白光透過濾光器再改變其顏色，而是直接利用三種主要的原色(Red、Green、Blue)作混色。此為利用人類眼睛的視覺空間分解能力之界限，而達到加法混色的效果。

此背光模式的構成特徵是使用多種不同顏色光源，對於各種顏色可以做獨立的光度調整，以得到光度均勻的畫面。獨立使用R、G、B之三個單色的光源，此種方式與使用彩色濾光器的並置加法混色所構成的彩色LCD比較，則有以下幾項顯著的優點：

- (1) 高解析度
- (2) 驅動IC可以減少
- (3) 可以做彩色平衡調整
- (4) 不必使用彩色濾光片，使液晶面板的構造單純化，也可減少空間

其中的(1)(2)兩項是因為畫素(pixel)變為只需原本的1/3的緣故，並且既然每一個pixel就可以直接提供光源，所以使用色序法來顯示的顯示器在效果方面，解析度就至少可以較傳統方式提升3倍；而(3)的原因則是因為使用了獨立的光源。可是由於使用了不

同顏色光源，其配置方法就必須要經過詳加考慮，才能得到整個平板上面的亮度均勻。另外，若要使用色序法的模式，則必須開發高速動作的LCD與光源以及驅動方法，這代表了液晶反應時間的縮短(縮短為原本傳統背光方法的1/3)。

色序法好處很多，如分辨率倍增、色域(Color Gamut)擴大、成本降低、架構簡單等。但是最大的問題是面板整體反應速度要求比較高，在Optically Compensated Bend (OCB)液晶出來前一直無法實現，根本原因就是液晶反應速度的限制，舉例來說，如果採用RGB三原色時序成像的話（也可以採用多原色技術擴大色域），要求3倍的反應速度才能達到一般液晶的畫面水準，也就是說，一般液晶的一個frame畫面是對應到場序液晶的RGB三個subframe。因此要求液晶反應速度足夠快，而OCB液晶最大的特點就是超高反應速度，OCB的出現也為場序式背光的研發成為可能。

總結來說，一般液晶平面顯示器的色彩變化乃是利用彩色濾光片以及輔助式白色背光源的作用，而顯示出其所需的色彩。而色序法所採用的模式則是直接利用RGB三種原色的光源快速切換混合來達到所需要的顏色效果，同時配合液晶圖案產生變化。一般其切換速度是每秒180次，這個時間剛好合乎人類眼睛視覺神經的感應速度。因此色序法(Color Sequential Method)的優點是其pixel數僅為傳統持續式背光的1/3，而其解析度卻是傳統模式的3倍，但是正因為這個關係，也使得其反應速度需提升為原本的1/3，而系統的反應速度也必須提升至原本的1/3才能跟的上。因此液晶反應的速度，以及是否能配合人眼的視覺速度，而達到減少一些色彩不均勻所造成的問題，會是這項技術能否更加成功的一大主因。[1-2]

1.2.1 色序法原理與應用

場序方式是指把時間錯開並依次打開R、G、B三色LED背光燈來顯示色彩的方式。不使用彩色濾光片。不需像普通液晶面板那樣將1個像素分割成3個子像素，因此易於提高精細度。另一個優點是由於能直接看見LED發光的光線，因此色彩表現性能更高。

簡單來說，人眼看一般電視能夠看出色彩，主要是利用RGB在空間軸上做出混色，每個畫素由RGB三個子畫素構成，RGB三個畫素若小於人眼可分辨的視角範圍時，就無

法看出RGB三色，只能看到混色效果。下圖1.5是一般CRT或LCD以Color filter在空間軸上所達到的混色畫面。

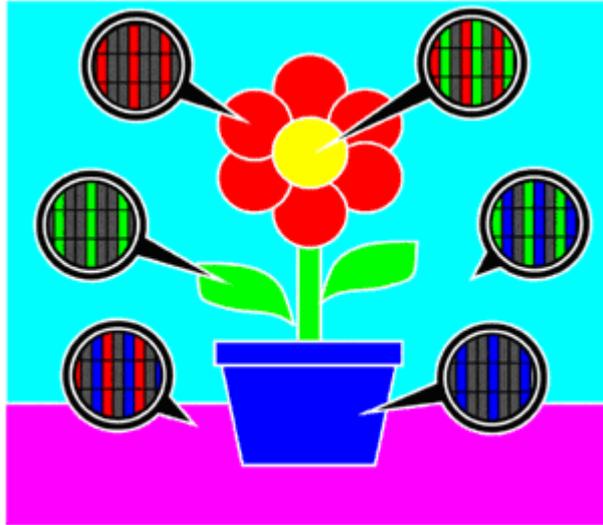


圖1.5 空間軸混色效果

除了傳統利用空間軸上的混色外，也可利用時間軸來達到混色的效果。時間軸的混色是將RGB在空間上快速切換，若時間短於人眼可分辨的時間範圍時，人眼就無法看到RGB三色，而是看到混色效果。如下圖1.6即是色序法的動作原理。[1-3]



圖1.6 色序法的時間軸混色效果

色序法到目前為止都沒有將此技術應用在電視領域，主要是因為它的掃描頻率速度要求要較傳統方式快3倍以上，才不會讓人眼察覺到在做顏色的切換，但是這個技術已經在某些投影機上實現，例如DLP技術做成的投影機（Digital Light Processor，或稱為Digital Micro-mirror Device；DMD）。

因為DLP型投影機的掃描頻率速度很快，所以可以用色序法來實現彩色顯像的效果。目前的液晶顯示器在反應速度上還無法快到可以用色序法來實現，所以都是利用空間軸，也就是在面板上加上一片彩色濾光片。

因此要克服色序法的技術障礙，就需要改善LCD液晶的反應速度，且TFT影像訊號處理要夠快。

1.2.2 動態影像殘影(Motion blur)的產生原因

反應時間（response time）的定義就是在面板的同一點上，由全亮變為全暗，再由全暗變成全亮的總時間。畫面從白色變成黑色過程中，其驅動電壓從低電壓變成高電壓，此時所需時間就稱為上升時間 T_r （rise time）；而畫面從黑色變成白色過程中，其驅動電壓從高電壓變成低電壓，其所需時間就是下降時間 T_f （fall time），如圖1.7所示。

[1-4]

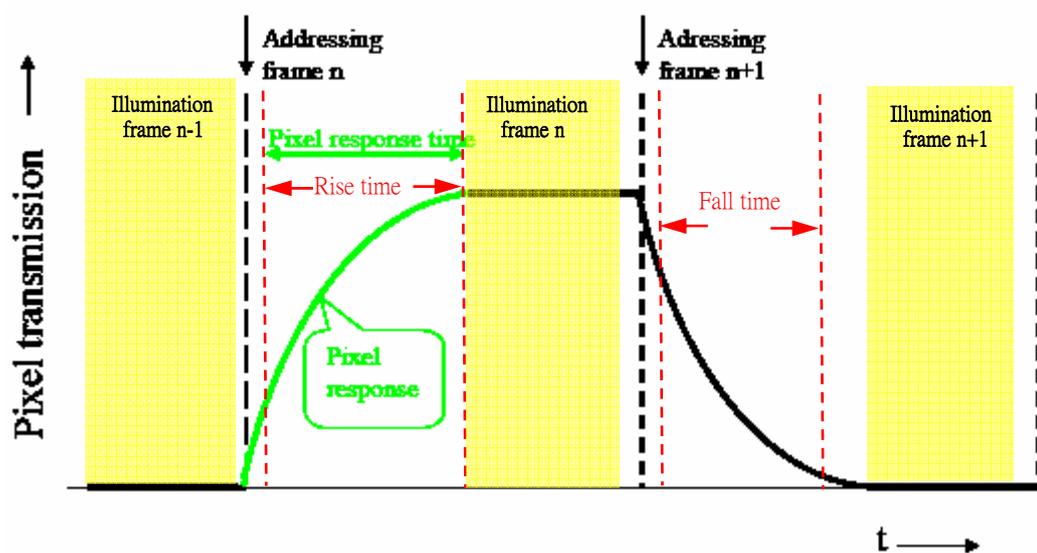


圖1.7 TFT array cell 寫入與液晶Pixel反應之時間關係

液晶顯示器有反應時間太長的問題是因為其以液晶分子的旋轉角度來控制光線的灰階亮暗，而液晶分子旋轉時需要時間，LCD反應時間愈短則表示視訊轉換成畫面的時間也愈短，則愈不易有殘影的情況產生。但其實這個黑白之間的反應時間，並不能滿足人眼對影像顯示的感受；特別是顯現高速移動影像時，因為黑與白之間還存在著各種灰階，顯示灰色時，液晶分子轉動的遲滯現象，使得灰階反應時間變長並且為非線性變化，因此LCD的灰階反應時間的控制極為重要，這也是LCD產生殘影的主因。

以下圖1.8(b)的邊緣模糊寬度 (Blurred-Edge-Width. BEW) 即為液晶在黑白之間轉態的反應時間(LC response time)太慢所產生的灰階顯示畫面，它可以定義為邊緣亮度變化在10%到90%之間的寬度。BEW顯然和液晶材料的響應時間、TFT-LCD的保持時間(Hold Type)、以及物體運動的速度有關。[1-4]

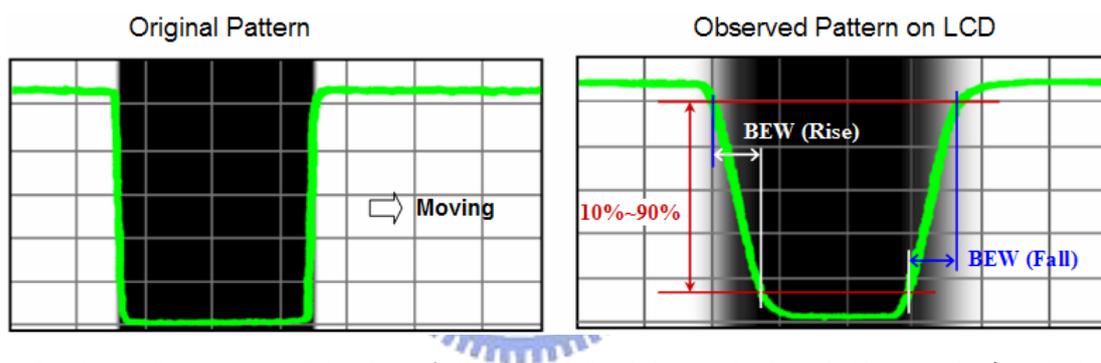


圖1.8(a) 原始(理想)圖像反應時間

圖1.8(b) 液晶反應太慢而產生邊緣模糊

對於慢速響應的LCD，BEW主要決定於液晶材料的響應速度和液晶像素的響應時間，若像素電容 $C_{LC} \ll$ 儲存電容 C_S ，液晶像素響應較快。對於響應速度快的LCD，BEW決定於TFT-LCD的保持(Hold-type)特性，Frame頻率提高，保持時間縮短，BEW成反比減少。

傳統CRT映像管的顯示方式，是透過陰極射線管發射電子束來撞擊螢幕上塗布的螢光物質，電子束的發射是採用脈衝方式 (Impulse-Type)，螢幕上的個別像素在收到電子束的撞擊之後會被點亮，不過在脈衝波形達到需求點之後，馬上就會回到初始值，由於電子束的撞擊是在非常短的時間內達成，因此人眼完全無法感覺到像素被點亮或熄滅的過程。不過LCD面板本身不具有發光的能力，而是必須透過背光模組才能讓面板發光，而透過液晶的角度旋轉來將光線曲射或遮蔽，使人眼感覺到畫面的點亮與變暗。由

於絕大部分背光模組都是採用持續式（Hold-Type）的驅動方式，因此除非關閉供電，否則背光模組隨時都是處在發光的狀態，並不會隨著畫面的明暗而變化。

液晶的反應時間（Response Time）一直以來都是TFT-LCD的發展重點。因為若是反應時間不夠快速，在液晶尚未到達應該達到的灰階準位時，就要展現下一個畫面（Frame）所需的灰階，如此會產生所謂拖影的現象。於是廠商發展出所謂的Over-Driving（OD）的技術，來提升液晶的反應時間。然而在液晶電視的應用上，對於動態畫面的需求卻更是嚴苛的，不是只用Over-Driving的方法就可以達到。

TFT-LCD的液晶操作模式，給予每個畫素（Pixel）一個灰階準位，讓該畫素在一個畫面的時間內，到達並維持該灰階準位，直到下一個畫面新的灰階準位充電到液晶電容為止，這個被稱為持續式（Hold-Type）顯示。人眼之所以能看到一個個靜態自動連結成為動態的畫面，是因為人眼具有視覺暫留的特性。一般而言，視覺暫留的最低限度大約為每秒16個畫面，例如人們看電影時每秒顯示24個畫面，當前一畫面的影像還在腦海中尚未消失前，新影像又被眼睛捕捉到進而在腦海中產生連續的感覺，這就是視覺暫留的魔力。

在傳統CRT的脈衝式（Impulse Type）顯示下，由於前一個畫面出現在眼前的時間只有短短的一瞬間，到下一個新的影像進入眼簾前，有足夠的時間釋放對前一個畫面的印象，只保留足夠連結成動態影像的記憶，卻不會太過於清晰而造成對新影像的干擾，所以不會發生動態模糊（Motion Blur）的現象。如圖1.9所示：[1-5]

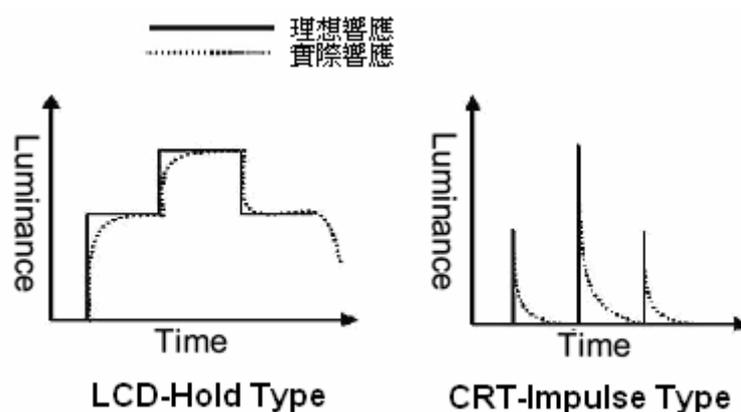


圖1.9 LCD Hold-type display與CRT Impulse-type (資料來源：AUO)

但是在LCD維持式顯示模式下，由於在整個畫面的時間內，該影像都不會消失，所以當新的影像進來後，眼睛對於前一個畫面的影像依然非常清晰，新舊影像重疊的結果，以致會產生動態模糊的結果，如圖1.10所示：

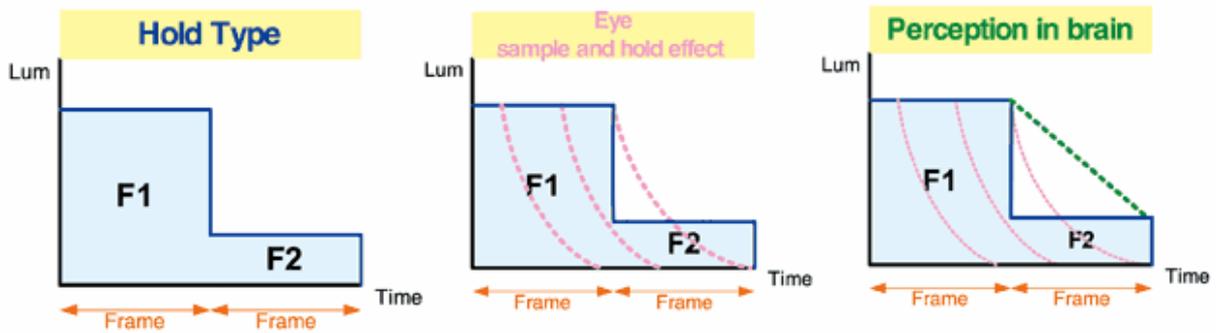


圖1.10 Hold Type動態影像在人眼之成像示意圖 (資料來源：AUO)

當然，人類的視覺系統並不是如此單純的系統，除了視覺暫留外，很多實驗顯示，人眼會隨著物體移動的方向去追蹤。由於在自然界，物體移動皆為連續動作，所以人眼看來不會有特殊之處。但是LCD在持續式背光顯示模式下，物體卻是會在固定一個位置停留一個畫面的時間後，跳躍到下一個位置再度停留一個畫面的時間。如此一來，人眼隨著物體移動方向去追蹤，並把收到的畫面自動重疊，就會變成連續收到多次的畫面，而這些畫面在顯示端其實是固定不動的，但是因為眼球的運動，而使得看到的畫面便會模糊，如圖1.11所示。

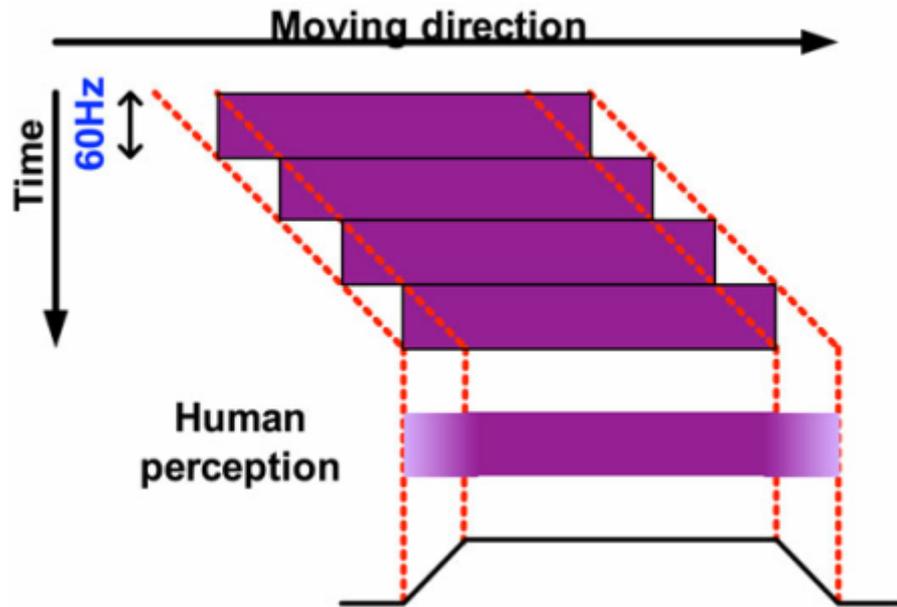


圖1.11 動態影像與人眼成像模擬圖 (資料來源：AUO)

由於人眼具有視覺暫留及沿著物體移動軌跡的亮度進行積分的特性，使得動態畫面在LCD這種持續式顯示模式下，會產生動態模糊的結果，如圖1.12所示。因此，要如何克服甚至消除動態模糊，便成為LCD在動態影像顯示應用上的重點。[1-6]



圖1.12 左圖為CRT的動態顯示畫面；右圖則是LCD的動態模糊顯示畫面 (資料來源：AUO)

1.2.3 動態影像模糊(Motion Blur)的解決方法

動態影像模糊的解決方法是當前液晶顯示領域的一項研究重點，當前解決模糊問題主要從提高液晶像素的響應速度(LC response)、改進TFT-LCD所固有的持續式特性(Hold

type)，也就是模仿CRT的脈衝(Impulse type)工作方式著手，已經取得良好的效果。其方法分別說明如下：

1.2.3.1 加速液晶旋轉速度的Overdrive技術

液晶的反應時間主要和液晶間隙 (Cell Gap) 和驅動電壓有關，液晶間隙愈小、電壓愈高則反應時間愈快。因此可從液晶面板材質著手改良，以降低液晶分子旋轉黏性，並加速液晶旋轉速度；以及減少液晶間隙，並提升驅動電壓，以增加面板反應靈敏度。

從驅動的角度來看，過驅動(Over-drive)是提高反應速度的有效方法。液晶分子在響應外電場的作用改變其排列方式時需要能量。如果在上升緣和下降緣加上比正常驅動電源高一些的電壓，則液晶分子在比較強大的電場作用下很快達到所要求的排列方式，進而縮短了反應時間。[1-7]

圖1.13所示，在上方的藍色曲線表示正常情況液晶分子加電壓後的反應過程，相對的電壓情況由下面的黑色直線表示。我們看到從施加電壓開始到液晶分子穩定並不是一個一成不變的過程，而淡藍色的點線則表示液晶追求的理想回應。Overdrive和一般液晶觸發的過程就在於輸入電壓階段，我們可以看到，為了讓液晶分子達到更快的反應速度，在初始階段會比在一般狀態下施加更高的驅動電壓，以加快液晶分子的轉態，等到液晶分子方向趨於目標方向時，驅動電壓再恢復為目標灰階的電壓值。

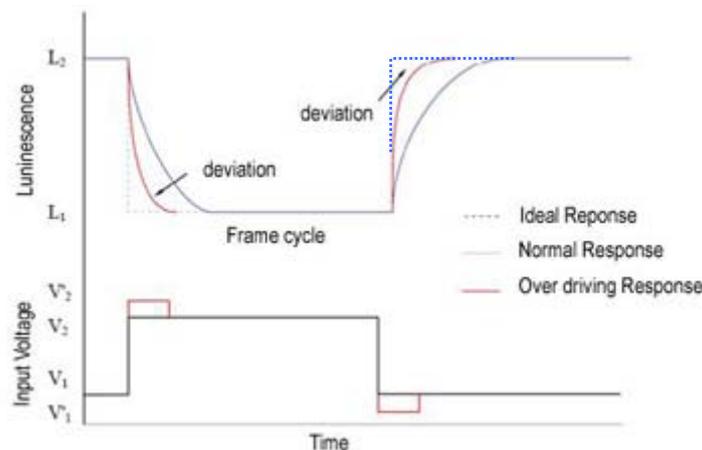


圖1.13 液晶Overdrive技術原理

1.2.3.2 動態背光掃描(Dynamic Scanning Backlight)技術

為解決動態影像模糊問題，因此動態背光掃描技術 (Dynamic Scanning Backlight) 被提出，以背光動態掃描取樣的方式來達到模擬CRT脈衝式顯示的效果。理想上，當照明時間是1/3畫面時間時，畫素反應時間要小於2/3畫面時間。面板可被允許的最大反應時間是當照明由點亮到關閉正好在一個新畫面被寫入前。一個畫面的顯現通常是從顯示器的頂部一列一列的被寫入至底部，因此從時間觀點來看，LCD的背光照明也必須由頂部同步掃至底部，藉由LCD的背光同步點亮與熄滅，來達到與面板顯示的同步運行。

動態背光掃描技術的實現可以用圖1.14來解釋說明：在一個frame time內，先將第一支燈管啟動，其他3支關閉；接著第二支燈管啟動，第一、三、四支關閉；同上方式依序啟動第三支、第四支。其後在兩個frame中插入一張黑色的frame(即光源為關閉狀態)。其它後續frame則重覆以上步驟進行，如此便可有效改善LCD殘影問題。[1-8]

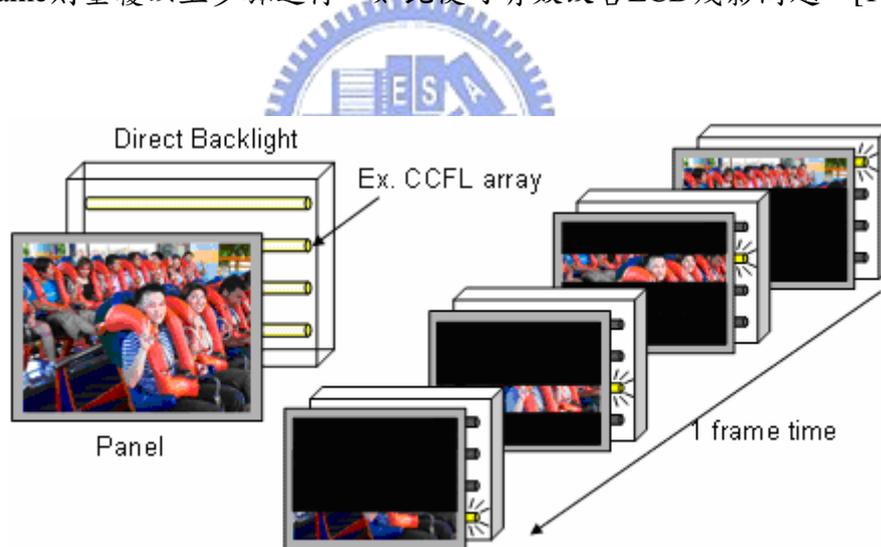


圖1.14 掃描式背光原理 (左圖為完整畫面)

1.3 論文綱要

本論文架構主要分為五大章節，第一章主要描述論文的研究動機及目的，以及液晶顯示器的動態影像模糊的造成因素，並說明當前的解決方法與原理。而本研究的重點即是以R-G-B LED Light Bar來取代傳統CCFL背光源以提高LCD色彩飽和度，同時以R-G-B

LED三原色光循序掃描方式來取代傳統的彩色濾光片以提高光利用率並節省LCD生產成本。另外一項特點即是以R-G-B循序區域掃描的方式來達到Impulse type的背光效果，藉以改善液晶顯示器因液晶反應速度慢及傳統Hold type背光所產生的動態影像模糊現象，以提昇動態影像的顯示效果。

第二章為基本理論介紹，其中包含LED驅動方式的設計構想與原理，並討論其優缺點特性。接著介紹STK6011微控制器架構與控制系統設計構想及實際完成電路與功能特性。第三章則是介紹Light Bar的電路設計與分區掃描式色序法的理論與控制方法。前半部介紹LED Package光電特性與LED Driver IC的驅動方法；後半部則為分區掃描式色序法的理論架構與驅動控制法，實為本實驗的重點部份。第四章則針對整個分區掃描式色序法背光模組實體進行電氣特性與光學特性的量測。第五章為本論文結論及未來的努力方向。附錄的部份則附上本實驗的硬體電路設計圖及軟體控制程式。



第二章 基本理論

2.1 LED基本原理與驅動技術

發光二極體(LED)的應用已有很多年，隨著最新技術的進步，它們正逐漸成為照明市場中強有力的競爭者。新的高亮度LED具有很長的壽命(約10萬小時)和很高的效率(大於100lm/W)。過去三十多年來，LED的光輸出亮度每18~24個月便會增加一倍，而且這種成長態勢還會持續下去，這種趨勢稱為Haitz定律，相當於IC的摩爾定律。

從電氣上來說，LED與二極體類似，它們是單向導電(儘管它們的反向阻斷能力並不太好，高的逆向電壓很容易損壞LED)，具有與常規二極體類似的低動態阻抗V-I特性。另外，LED一般都有安全導通時的額定電流(高亮度LED的額定電流一般為350mA或700mA)。通過額定電流時，LED正向壓降的差異可能比較大，通常350mA白光LED的壓降在3至4V之間。

驅動LED需要受控的DC電流。為了使LED的使用壽命長些，LED電流中的漣波(ripple)必須很低，因為高漣波電流會使LED產生較大的電阻性功耗，降低LED使用壽命。LED驅動電路需要更高效率，因為總體效率不僅取決於LED，還與驅動電路有關。而工作於電流控制模式的開關轉換器是滿足LED應用的高功率及高效率要求的理想驅動選擇。[2-1]

驅動多個LED也需要仔細考慮。出於下面兩個原因，不推薦如圖2.1(a)那樣並聯LED串：由於各個LED的動態阻抗和正向壓降不相同，如果沒有外部均流電路(如電流鏡像)，不可能保證流過LED上的電流相同；若一個LED出現故障將使LED串斷開，致使所有LED電流在剩下的LED串之間分配，這將導致LED串上的電流增大，並可能損壞LED。

因此，更好的做法是將LED串聯起來。但該方法的缺點是，如果一個LED出現故障，則整個LED串將停止工作。讓剩下的LED串繼續工作的一個簡單辦法是將一個齊納二極體(其額定電壓大於LED的最高電壓)與每個(或每組)LED並聯，如圖2.1(b)所示。這樣，

任何一個LED產生故障後，其電流都會流到相應的齊納二極體上，LED串的其餘部份仍可正常工作。

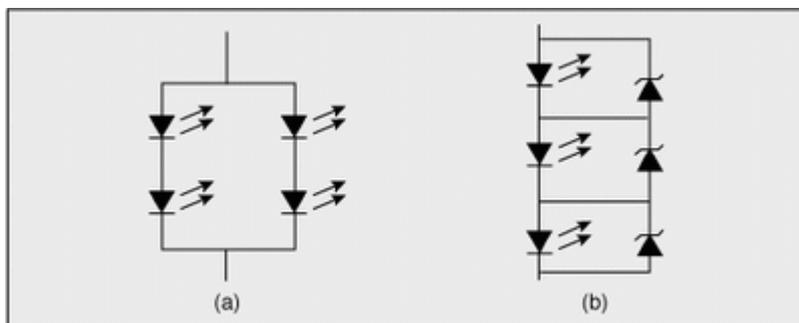


圖2.1 (a)LED的並聯連接 (b)LED的串聯連接。

2.1.1 升降壓轉換器的工作原理

基本的單階開關轉換器可分為三類：降壓轉換器、升壓轉換器和升降壓轉換器。當LED串的電壓低於輸入電壓時，降壓轉換器(圖2a)是理想的選擇；當輸入電壓總是低於串輸出電壓時，則使用升壓轉換器比較合適；當輸出電壓可能高於也可能低於輸入電壓時(由輸出或輸入變化引起)，則採用升降壓轉換器(圖2c)比較合適。升壓轉換器的缺點是，輸入電壓的任何瞬變(可使輸入電壓升高並超過輸出電壓)都會導致LED上流過很大電流(由於負載的低動態阻抗)，因而損壞LED。升降壓轉換器也可代替升壓轉換器，因為輸入電壓的瞬變不會影響LED電流。[2-1]

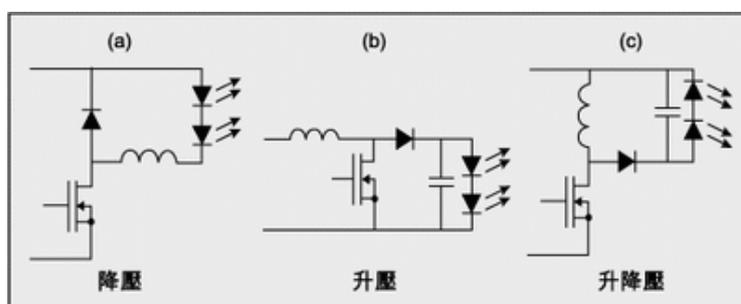


圖2.2 (a)降壓轉換器 (b)升壓轉換器 (c)升降壓轉換器。

對於低電壓應用中的LED驅動器，升降壓轉換器是一種不錯的選擇。其原因有多種，下面列舉了其中一部份：它們可用高於和低於輸入電壓的電壓來驅動LED串(升壓和降壓)；很高的效率(很容易到達85%以上)；非連續工作模式可抑制輸入電壓的變化(提供優良的線電壓調節)；峰值電流控制模式允許轉換器調節LED電流，而無需複雜的補償(簡化設計)；很容易實現線性和PWM LED亮度調節；開關電晶體失效不會損壞LED。

但是，這種方法仍有兩個缺點：峰值電流受控並採用非連續電流模式的升降壓轉換器是一種功率恒定的轉換器。因此，LED串電壓的任何變化都會引起LED電流相應改變；另一個問題是，LED開路狀態會在電路中產生損壞轉換器的高電壓；此外，還需要額外的電路將定功率轉換器轉變為定電流轉換器，並在無負載情況下保護轉換器。

2.2 LED在LCD背光板上的應用與驅動方法

為了使LCD達到大型化、彩色化以及薄型、輕量、低電功率損失的幾項大特點，在LCD的設計上就必須開發出高性能的光源。LCD為非發光的顯示器，因此在外界光源狀態不好的場所，就必須使用照明的模式來發光。例如，手錶的LCD為使用簡單的小燈泡作為照明；汽車電表或OA終端機等所使用的LCD也是由後方的照明光源發光，才能得到鮮明的顯示。這些在背面使用薄型的白色光源的模式稱為背光(Back Light)。

背光的發光光源是由光源與光擴散器材所構成的。由於背光必須為面光源，因此必須將白熱電燈泡等點光源或螢幕燈等線光源，利用光學結構、光擴散片等為面光源。一般傳統的背光源所使用的光源大致有以下幾種：

- (1) 白熱電燈泡
- (2) 發光二極體 LED
- (3) 螢光燈

而其發光方式則有下列兩種：

- (1) 直下式
- (2) 邊緣發光式

高亮度LED在跨入成為液晶面板背光光源之後，高亮度LED的話題性熱度，瞬間被市場提升，高亮度LED也從傳統擔任顯示的角色轉變成為光源提供者，來取代傳統的冷陰極管。

一般而言，絕大多數的中小尺寸面板，都是利用3~10顆的白光LED，採用串連的方式來作為背光光源，甚至於手機或PDA的鍵盤背光也多是利用LED作為輔助照明之用，再加上歐盟對於無汞化的要求，因此對於更新一代的LED的驅動方式和技術，也就顯得更加日益重要了。

由於傳統的冷陰極管是利用交流驅動，所以在整個的驅動線路較為複雜，並且需要Inverter(反向器)，將產品機構中所使用的直流電，轉換成高壓交流電來驅動，所以，在低耗電、電路簡單化、演色要求下，在中小面板的部分，採用白光LED來作為背光源已經相當普及了，並且白光LED除了有體積小、高亮度的優點外，驅動電路也較冷陰極管簡單。在多色LED電路驅動設計部分，大部分都是利用場序交互點燈的驅動方式，藉以得以形成所謂的「Field Sequence」。好處是，可以讓RGB三色LED與液晶面板的TFT array cell來達到同步，達到更廣的色彩表現範圍，不過就整體結構的部分，需要搭配RGB三色LED重新設計，因為包括，導光板、色轉換電路等等，傳統的部分元件都需要重新開發，雖然原件的材料上沒有太大不同，但是結構上卻需要配合LED的點光源特性重新設計。[2-2]

由於LCD面板本身無法產生光源，所以，必須利用背光的方式將光投射到面板上，讓面板產生亮度，並且亮度必須分佈均勻，而獲得畫面的顯示。以目前來看，大多數的LCD背光是利用CCFL及LED來作為背光源，尤其在中、大尺寸的部分，大多是使用CCFL背光源。

隨著消費者對於色彩的要求，根據實驗，LED可以達到超過100%的NTSC色譜，由於LED可以提高面板色彩的表現能力，並且加上沒有太大的環保問題。目前許多業者都已逐漸將部分的產品導入利用LED作為背光源。

首先對LED基本驅動原理做簡單的介紹。電流通過白光LED會使它發出可見光，由於發出的光線涵蓋整個可見光譜，所以看起來是白色，其強度正比於通過白光LED的順

向電流，也就是從陽極到陰極的電流總值。設計者必須找出推動這個LED電流的最佳方法，並在各種系統層級考量間取得完美平衡，例如效率、成本和穩流誤差的容忍範圍。

驅動白光LED的主要目標是產生順向電流通過元件，這可藉由定電壓源或定電流源來達成。圖2.3是成本最低的解決方案，它將白光LED串聯一顆限流電阻，再於電路的兩端加上定電壓源。然而這種方法有其缺點，限流電阻會限制通過的電流，白光LED的非線性V-I曲線也讓這種方法的穩流能力非常差；除此之外，只要外加電壓或白光LED的順向電壓有任何變動，白光LED的電流都會改變。當額定順向電壓為3.6 V時，會有20 mA電流通過圖2.3的白光LED，若溫度或製程改變讓此電壓變為4.0 V (仍在正常的3 V至4 V容忍範圍內)，順向電流就會下降至14 mA；換言之，順向電壓只要改變11%，順向電流就會出現30%的大幅度變動。這種白光LED電流的極端改變會影響顯示器亮度，其程度是許多應用所無法接受的。[2-3]

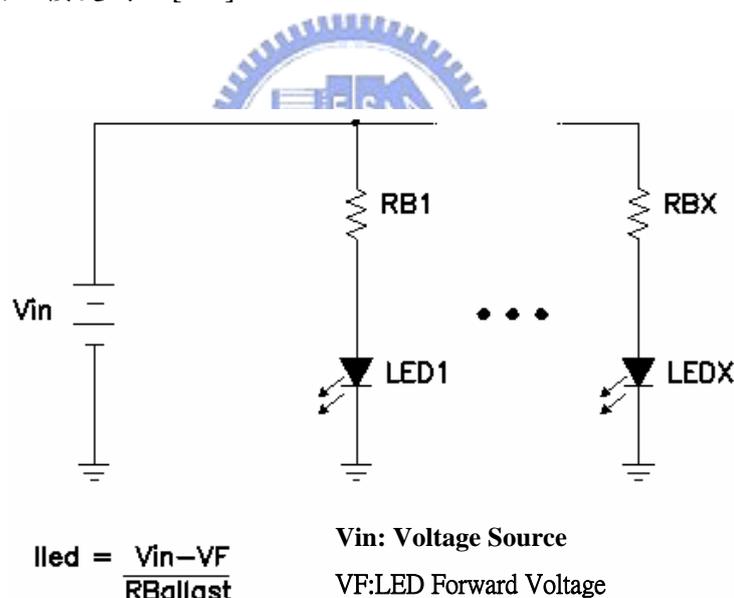


圖2.3 LED定電壓源驅動方式

比較理想的LED驅動方式是採用定電流源，它能避免LED順向電壓改變而造成的電流變動。使用可控制的固定順向電流，就能提供可控制的固定顯示亮度。定電流源的產生非常簡單，控制器不需將電源供應輸出穩壓，而是如圖2.4所示，直接針對電流感測電阻的兩端電壓進行穩壓，此時通過白光LED的電流是由電源供應的參考電壓值和電流感

測電阻值來決定。絕大多數顯示器都需要多顆白光LED，若設計人員可以很有彈性的驅動多顆白光LED，他們應將所有白光LED串聯，確保每顆白光LED的電流都相同。若要以並聯方式推動白光LED，每顆白光LED都必須串聯一顆限流電阻，避免通過它們的電流出現差異，但是這些電阻也會浪費電力，降低電路效率。[2-3]

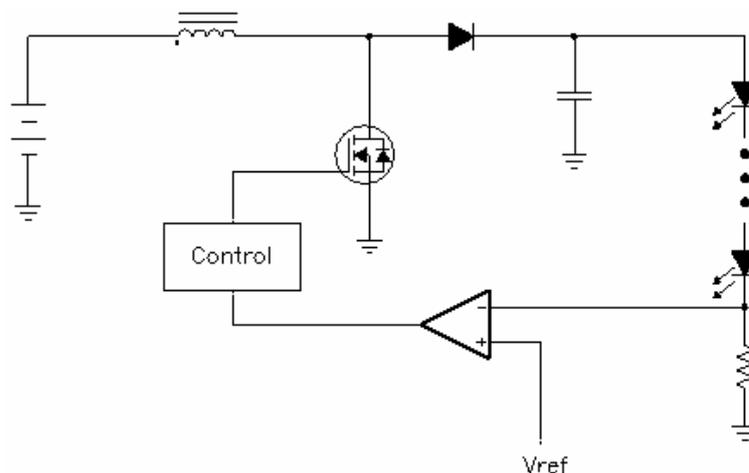


圖2.4 LED定電流源驅動方式

然而隨著螢幕的多元應用，背光的亮度並非一成不變，有時會有節能模式的體貼設計，在省電模態下自動將背光亮度降低，或者允許使用者自行調整亮度。所以LED背光的驅動電路不能只是簡單的On/Off設計，還必須有調節驅動電流，進而改變LED亮度的能力。

由於這類型的設計需求愈來愈多，因此許多類比IC、電源管理IC的業者紛紛提出解決方案，即LED驅動IC（英文稱為：LED Driver），驅動IC可同時掌控LED背光On/Off的亮滅控制與多段式亮度控制等，其中亮度控制只要改變流經LED的電流量即可，流量大則亮度高，流量小則亮度低，改變方式可採電壓調整法或脈波寬度調變（Pulse Width Modulation；PWM）法。

所謂電壓調整法，在於改變LED的驅動電壓，電壓高則流經LED的電流量也會增加，進而增亮，反之亦然，然電壓調整法對電流量的操控不夠細膩，些微的電壓改變就會使電流量大幅變動，除非使用極細膩的電壓調整電路，但因此也會使成本與電路複雜度（體積）大增。

PWM是利用改變LED明滅的工作週期（Duty Cycle），以改變LED的導通（點亮驅動）週期百分比、頻率來進行控制亮度，因此利用PWM調光可以達到相當精細的調整，不過，採用PWM方式的話，必須將工作頻率提高到100Hz，因為如果低於100Hz的話，就會被眼睛察覺出PWM的脈衝現象，因此電源啟動與回應時間是關鍵的條件。利用PWM調光的方式，有兩種類型，包括昇壓式和降壓式，一般而言較多人使用昇壓式的驅動設計，這也意味著可以利用低於3V的電源來驅動白光LED，達到減少由電池所佔據的體積，完成輕薄的產品設計。

採用昇壓驅動方式的好處是，如果FET毀損不會導致LED也被燒毀、輸入電流的濾波比較簡單、可以簡化LED電流的偵測、簡化PWM調光控制負擔。但也有其缺點，昇壓式的驅動設計，由於本身並不具有固定電流功能，當電壓超過限定值時，有可能會對LED或者電路中其他元件造成損毀，如圖2.1所示。[2-3]

目前，昇壓電路可以利用2種模式來完成：連續導通模式，以及不連續導通模式。這2種模式都是利用電感電流的波形來決定。連續導通模式是用在，輸入電流大於1安培時，輸出電壓與輸入電壓比值小於或等於6，如果需要更大的輸出電壓與輸入電壓比就必須採用不連續導通模式，不過不連續導通模式產生較大的電流，有可能造成電感的毀損，也會讓均方根電流增加，因此兩者相較之下，不連續導通模式的效率較低。

另外，降壓驅動設計的優點是，結構比較簡單，並且成本也不至於太高，不過部分設計不佳的降壓驅動晶片解決方案，當面對驅動電壓較高時，會產生較大的功耗，使得電池的使用壽命減少，並且會產生高熱的情況。所以，目前有業者開始開發具有固定電流功能的降壓白光LED驅動晶片，避免因為驅動電路出現問題時，過高的電流造成LED損毀。

對於LED驅動而言，最佳的狀況是電源電路能夠提供穩定的電壓以及電流，來驅動LED。但是在電路的運作過程中，難免都會出現突波現象，如果負載電阻增大，相對的電源的輸出電壓也必須隨之增加，所以對於利用固定電流驅動的LED，就必須設計出過壓的保護措施，在出現過大負載時，也都能維持固定的電流提供LED驅動。目前提供過壓保護這一方面，可以利用穩壓二極體與LED進行並聯，這樣可以將電壓維持在穩壓二

極體最大承受範圍之內，當出現電壓高於穩壓二極體擊穿點的過壓的現象時，可以讓電壓導到電流檢測電阻，藉此保護LED元件，所以利用穩壓二極體和LED元件並聯的方式可以確保流入LED的電壓電流值都在固定的狀態。此外也有設計者利用監控的方式來維持電源的穩定，透過監控機制的管理，當出現電源過載的情況時，立即關閉電源，來保護LED元件以延長使用壽命。

斷電機制也是LED驅動電路設計中，需要考量的機制之一，不過卻會被設計者忽略，而產生縮短產品使用壽命的情況。

另外，如果沒有負載斷開機制的話，還會對PWM調光的部分帶來影響，因為當電源不提供電流時，輸出電容還是會和LED連接著，所以，電力仍舊會慢慢地流向LED，當電源被打開，PWM調光機制重新運作的時候，電容在每個PWM迴圈開始時，都會產生放電的現象，並且將輸出電容充電，因此當每個PWM迴圈開始時，就會出現突波脈衝，如果此時過壓保護機制設計不佳的話，那麼就會直接對LED造成程度不一的傷害。此外，突波脈衝更會使得整個的系統效能下滑。所以，在電源電路中加入斷電機制時，LED就會與電源隔絕，當電源不再提供電力時，就不會出現漏電流的現象，並且PWM進行重新運作時，因為電容都是充滿電力的情況，也不至於產生突波脈衝。

2.3 MCU控制單元硬體結構

為符合我們實驗的功能需求，因此我採用SYNTEK公司所推出的STK6011 MCU控制晶片做為系統控制元件。STK6011微電腦硬體結構包含中央處理單元、記憶體單元、輸入單元與輸出單元等四個主要單元，其結構關係則如圖2.5所示。

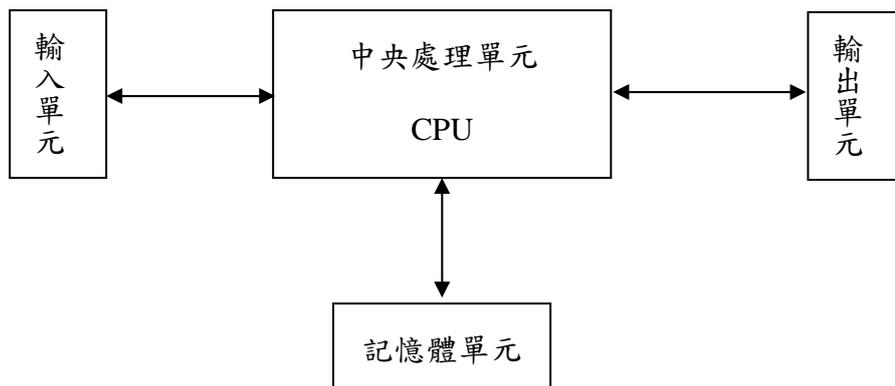


圖2.5 STK6011微電腦硬體架構

其中，中央處理單元則是由運算單元與控制單元兩部分所組成的單元，即是一般所通稱的Center Processing Unit (CPU)，此為微電腦最重要的部分。以下就微電腦中各單元的功能做簡單介紹：

1. 運算單元(Arithmetic Logic Unit，簡稱 ALU)

運算單元又稱為算數邏輯單元，在中央處理單元中可用於執行算數運算，(如：加、減、乘、除等)，以及邏輯運算(如：AND、OR、NOT等)，能將記憶體單元或輸入單元送至中央處理單元的資料執行各種運算。當運算完成後再由控制單元將結果資料送至記憶體單元或輸出單元。

2. 控制單元(Control Unit，簡稱 CU)

此單元在中央處理單元中，負責協調與指揮各單元間的資料傳送與運作，使得微電腦可依照指令的要求完成工作。在執行一個指令時，控制單元先予以解碼(Decode)，瞭解指令的動作意義後再執行(Execute)該指令，因此控制單元將指令逐一執行，直到做完整個程式的所有指令為止。

3. 輸入單元(Input Unit，簡稱 IU)

此單元是用以將外部的資訊傳送到CPU做運算處理或存入記憶體單元，一般在為電腦的輸入單元有鍵盤、磁碟機、光碟機、滑鼠、光筆、掃描器或讀卡機等週邊設備。

4. 輸出單元(Output Unit，簡稱 OU)

此單元是用以將CPU處理過的資料輸出或儲存傳送外部週邊設備，一般在為電腦的輸出單元有顯示器、印表機、繪圖機、燒錄機或磁碟機等週邊設備。

5. 記憶體單元(Memory Unit，簡稱 MU)

記憶體單元是用來儲存輸入單元傳送來的資料，或儲存經過中央處理單元處理完成的資料。記憶體單元之記憶體可分為主記憶體(Main Memory)與輔助記憶體(Auxiliary Memory)兩種，而主記憶體依存取方式不同，又可分為唯讀記憶體(Read Only Memory，簡稱ROM)與隨機存取記憶體(Random Access Memory，簡稱RAM)。ROM所儲存的資料，在微電腦中只能被讀出但不能被寫入，也不會因為關機斷電而使資料流失；至於RAM在微電腦中，則可被讀出或寫入資料，但在關機斷電後儲存於RAM中的資料將會流失。輔助記憶體則是指磁片、硬碟或磁帶等週邊硬體，一般亦為輸出入單元，主要用來彌補主記憶體的不足，其容量可無限制擴充。

2.3.1 STK6011單片的內部結構

STK6011為SYNTEK公司所推出的MCS-51系列產品之一，其內部結構如圖2.6所示：

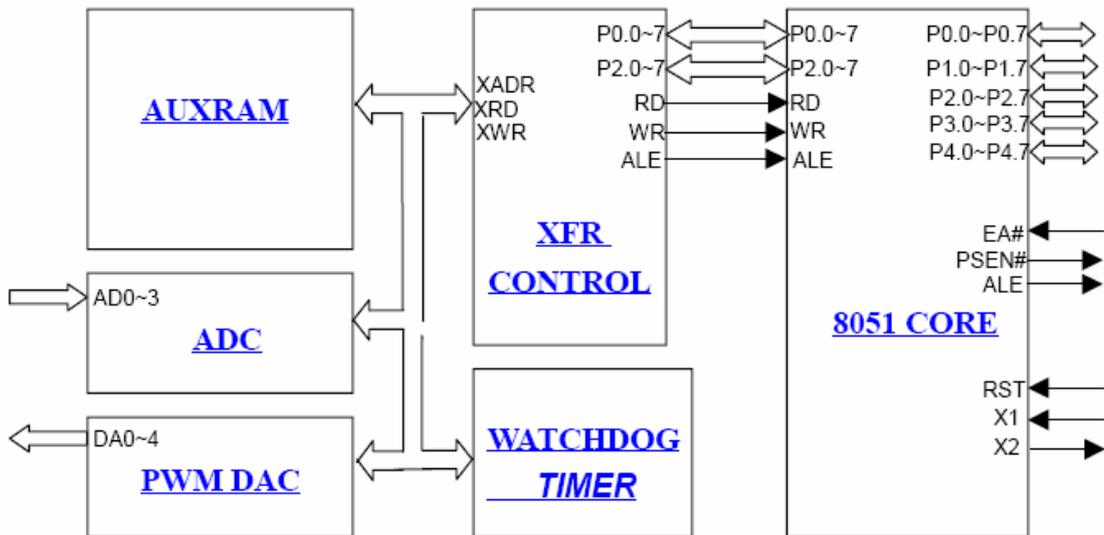


圖2.6 STK6011 系統方塊圖

STK6011單片具有以下之特性：

- 1 專為控制使用所設計的 8 位元單晶片。
- 2 具有位元邏輯運算能力。
- 3 具有 1024 位元的 RAM，以及 64K 位元的 Flash ROM。
- 4 具有 4 個 8 位元 I/O 埠。
- 5 具有 2 個 16 位元的計時/計數器。
- 6 具有全雙工的 UART。
- 7 36 個雙向 I/O pins。
- 8 內建 5 組 PWM DAC channel。
- 9 內建 4 組 6-bit ADC。
- 10 具有 5 個中斷源及兩層中斷優先權結構。
- 11 具有時脈產生電路。
- 12 具有外部電路擴充 64 位元程式記憶體的能力。 [2-4]

2.3.2 類比/數位轉換器 Analog to Digital Converter (ADC)

STK6011的其中一個特點是內建一4 channel的6-bit ADC 轉換器功能，相當適合實驗中將背光強度的類比訊號透過此ADC轉換成數位訊號，以利微控制器作為背光強度的回授控制。此ADC可藉由軟體設定的方式由CH3/CH2/CH1/CH0來選擇正確的channel來使用。當一組輸入的channel被選定後，該組ADC即開始進行功能動作。其所轉換後的數位資料則存放在ADC result register，若使用者想要使用另外一組ADC，則可再經由重新設定CH3/CH2/CH1/CH0來重新選擇ADC channel。STK6011所內建的ADC電路其資料取樣率為 $1536/\text{Frequency}$ 。(例如以12MHz的X'tal，則其取樣率約為128us)

在ADC輸入接腳的電壓是與STK6011內部電壓VDD做比較，其轉換公式為 $V_{DD} \times N/64$ (N=0 ~ 63)。ADC轉換後的輸出數據就是N。

以下表2.1 為STK6011內建AD Converter 的指令參數表：

表2.1 A/D Converter 指令參數表

Reg. Name	Addr.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
ADC	0F10h ®					ADC converting result			
ADC	0F10h (w)	EADC				SAD3	SAD2	SAD1	SAD0

ADC(w):ADC control

ENADC=1 -> To enable the ADC

SADC0=1 -> To select the ADC0 pin input

SADC1=1 -> To select the ADC1 pin input

SADC2=1 -> To select the ADC2 pin input

SADC3=1 -> To select the ADC3 pin input

ADC(r): ADC converting result

以下表2.2 為STK6011內建ADC的電壓轉換數據對照表，由表2.2可知ADC可以有64階的ADC轉換解析度。

表2.2 A/D Converter 電壓轉換數據對照表

Cross Reference of Analog/Digital at 0V to 5V ($V_{DD}=5V$):

Digital	Analog	Digital	Analog	Digital	Analog	Digital	Analog
0/h	--	10/h	1.25	20/h	2.5	30/h	3.828125
1/h	0.078125	11/h	1.328125	21/h	2.578125	31/h	3.90625
2/h	0.15625	12/h	1.40625	22/h	2.65625	32/h	3.984375
3/h	0.234375	13/h	1.484375	23/h	2.734375	33/h	4.0625
4/h	0.3125	14/h	1.5625	24/h	2.8125	34/h	4.140625
5/h	0.390625	15/h	1.640625	25/h	2.890625	35/h	4.21875
6/h	0.46875	16/h	1.71875	26/h	2.96875	36/h	4.296875
7/h	0.546875	17/h	1.796875	27/h	3.046875	37/h	4.375
8/h	0.625	18/h	1.875	28/h	3.203125	38/h	4.453125
9/h	0.703125	19/h	1.953125	29/h	3.28125	39/h	4.53125
A/h	0.78125	1A/h	2.03125	2A/h	3.359375	3A/h	4.609375
B/h	0.859375	1B/h	2.109375	2B/h	3.4375	3B/h	4.6875
C/h	0.9375	1C/h	2.1875	2C/h	3.515625	3C/h	4.765625
D/h	1.015625	1D/h	2.265625	2D/h	3.59375	3D/h	4.84375
E/h	1.09375	1E/h	2.34375	2E/h	3.671875	3E/h	4.921875
F/h	1.171875	1F/h	2.421875	2F/h	3.75	3F/h	5

2.3.3 脈波寬度調變-Pulse Width Modulation (PWM)

STK6011 提供5組PWM輸出控制介面，每組都是8-bit PWMDA register控制 PWM DAC 轉換各別輸出。其輸出訊號端子是與General I/O P1.0~P1.4共用。使用者可以藉由設定 PADOPT register來設定所需的PWM輸出訊號，利用改變LED明滅的工作週期（Duty

Cycle) ，以進行LED的亮度控制。這裡提供2種PWM 頻率輸出可供選擇。PWMf 是選擇PWM clock頻率為47KHz 或 94KHz (當X'tal frequency=12MHz)；而PWMd是選擇這些dac輸出的total duty cycle step為253或256。[2-4]

以下表2.3 為STK6011內建PWM 的指令參數表：

表2.3 PWM 指令參數表

Reg. Name	Addr.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PWMDA	0F20h(r/w)								Pulse width of PWM DAC 0
PWMDA	0F21h(r/w)								Pulse width of PWM DAC 1
PWMDA	0F22h(r/w)								Pulse width of PWM DAC 2
PWMDA	0F23h(r/w)								Pulse width of PWM DAC 3
PWMDA	0F24h(r/w)								Pulse width of PWM DAC 4

以上為STK6011微控制器的基本架構與功能介紹，詳細STK6011控制電路設計將在第三章作進一步說明。



第三章 系統架構與軟硬體設計

為實現整個掃描式色序法背光控制系統(Field Sequential Color Backlight Control System)，因此下圖3.1為電路控制部份需分別設計並整合成最終的背光控制系統。整個硬體架構可分為四個主要部份：1. 主系統控制單元；2. LED Light Bar背光板 (LED驅動電路 + LED Array)；3. Color Sensor；4. RS232數據傳輸介面。

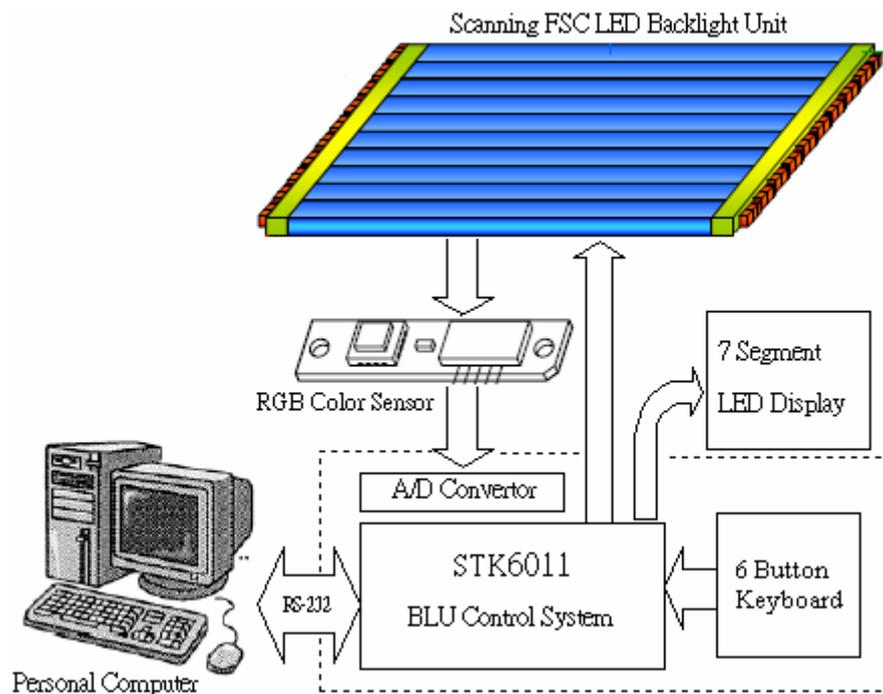


圖3.1 硬體架構系統方塊圖

3.1 系統控制電路設計

經由以上總體應用上的考量後，我們設計出一套符合我們控制上所需的系統。

P.S：STK6011 MCU控制電路圖及電路Layout圖，請參考附錄一。

3.1.1 系統控制電路實體

圖3.2所示為系統控制實際完成電路及其輸入/輸出端子介面定義表。其中MCU控制單元是整個系統的主控端；PC控制輸入端子則可透過此介面由PC直接控制系統；而LED背光所需的電源可由系統板內的LM324穩壓IC輸出供給，其電壓輸出為可任意調整，輸出電壓值範圍3V~23V。系統對LED Light Bar的控制訊號則是藉由右側LBU控制端子與左側LBU控制端子來對背光模組上的左右2條LED Light Bar做同步控制。另外，系統板亦設計一Color Sensor訊號輸入端子以供Avago色彩感測器所偵測到背光板上的RGB亮度類比訊號由此端子輸入，再經由ADC將類比訊號轉為數位訊號以做為光亮度調控，並可再藉由RS-232通訊埠將RGB光強度訊號傳送到PC做進一步的數據處理或分析(如:CIE色座標分析)。[3-1]

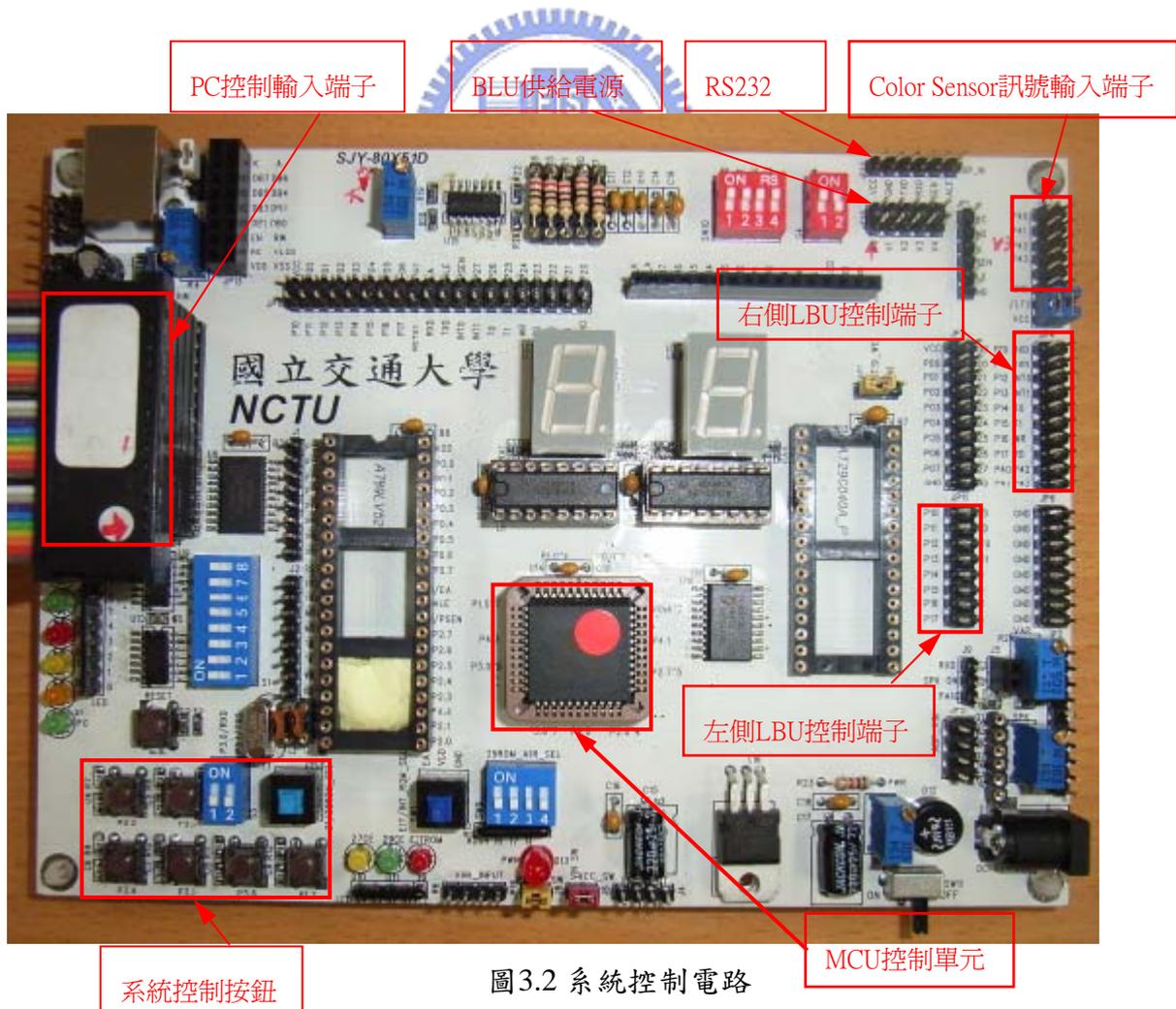


表3.1 系統控制輸入/輸出端子介面定義

右側 BLU 控制端子		左側 BLU 控制端子		Color Sensor 輸入端子
JP4		JP11		JP7
Data I/O Port	Command	Data I/O Port	Command	ADC_channel1
DB0	P3.0=CLK	DB1		ADC_channel2
DB1		DB2	P3.2=SW1	P4.2
DB2	P3.2=SW1	DB3	P3.3=SW2	ADC_channel3
DB3	P3.3=SW2	DB4	P3.4=SW3	
DB4	P3.4=SW3	DB5	P3.5=LE	
DB5	P3.5=LE	DB6	P3.6=OE	
DB6	P3.6=OE	SDI	P3.7=SW4	
SDI	P3.7=SW4			

3.2 LED 零件選用與元件特性

因我們的背光設計採側邊入光方式，所以在LED零件的選用上主要的考量點有：1. 體積小；2. R-G-B 3合1 LED Package；3. 須R-G-B LED可各自獨立控制的6 Pin包裝；4. 因目的是做為背光源使用，所以需使用高亮度LED。總合以上條件，所以選用HARVATEK的R-G-B 三合一SMD 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

因LED的間距會影響整體光學的均勻性，因此在LED包裝尺寸規格的選用上在電路設計前就需考慮的，如LED包裝產品的長寬高、RGB腳位、LED焊接銅箔大小。

圖3.3 為HARVATEK Tri-color LED的元件規格與尺寸機構圖；圖3.4則是其腳位定義圖，這是一顆符合實驗需求的R-G-B Pin腳各自獨立控制的6 Pin包裝；圖3.5則是透過顯微鏡所看到的LED實體，可以明顯看出內部是由3顆RGB LED chip所組成。

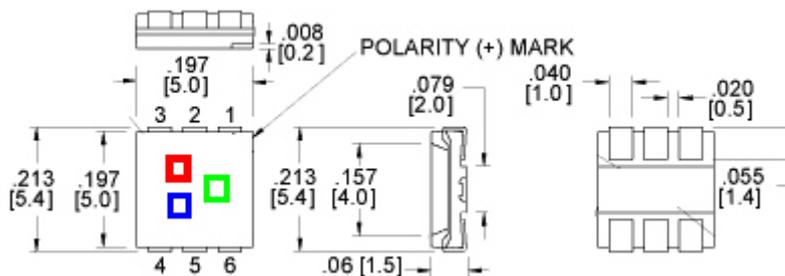


圖3.3 元件規格 & 尺寸機構圖

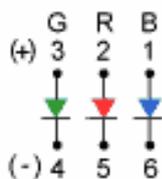


圖3.4 LED Pin脚定義

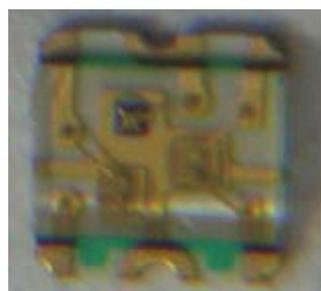


圖3.5 LED實體圖

(2) LED電氣與光學特性

每家LED廠商所生產的LED其電氣與光學特性各異，因此在設計前瞭解LED規格特性是必作的功課之一。由表3.2 LED的電氣光學特性與圖3.7 LED I-V特性曲線[7]，可得知LED的建議驅動電流為20mA；因藍、綠LED的特性相近所以其驅動電壓都是3.3V~3.9V、紅光的驅動電壓則是1.9V~2.4V。[3-2]

表3.2 LED電氣-光學特性

Electrical-Optical Characteristics										
Code for parts	Lighting Color	Material	Forward Voltage (V)		Wavelength (nm) typ			Luminous Intensity (mcd)*		I _F (mA)
			typ	max	λ _D	λ _P	Δλ	min	typ	
			HT-37XXXX	Ultra Bright Orange	AlInGaP	1.9	2.4	622	636	
	Green	InGaN	3.3	3.9	527	520	40	90	200	20
	Blue	InGaN	3.3	3.9	470	468	40	56	90	20
HT-37XXXX	Ultra Bright Amber	AlInGaP	1.9	2.4	605	609	17	56	120	20
	Green	InGaN	3.3	3.9	527	520	40	90	200	20
	Blue	InGaN	3.3	3.9	470	468	40	56	90	20

*Per NIST standards

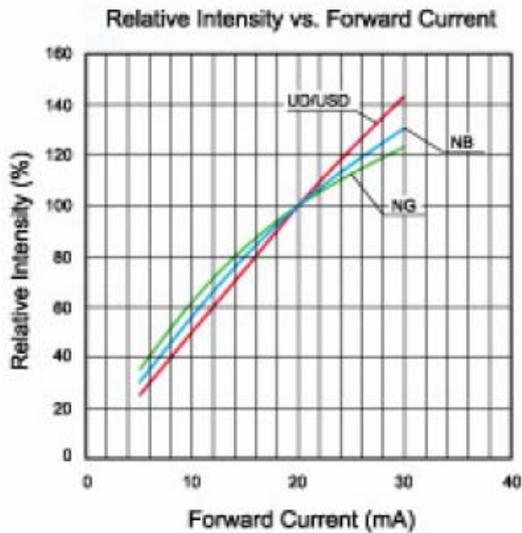


圖3.6 順向電流 VS. 相對色飽和度之曲線圖

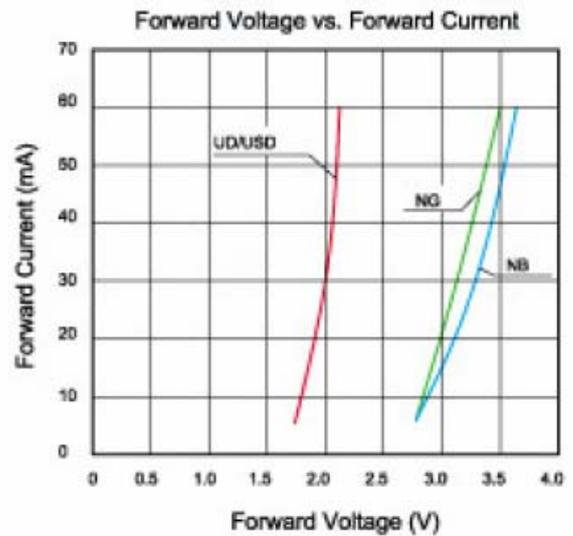


圖3.7 R-G-B LED I-V 曲線圖

3.3 LED Driver硬體結構及驅動方法

在此實驗中我選用Macroblock公司的MBI5028 16-channel LED固定電流驅動IC來做為LED的控制元件。MBI5028具有可程式控制的電流增益功能，只要在LE(CA1)，OE(CA2)及CLK輸入訊號端，輸入一特定序列信號，MBI5028即可進入特殊功能調整模式—電流調整模式。

MBI5028內建一位移暫存器及輸出栓鎖器，可將串列式輸入數據轉換為並列式輸出格式。在輸出端設計16個穩定的電流源，可以因應LED負載電壓(Vf)的變化，提供均勻、穩定的電流以驅動LED。

當使用者將MBI5028應用於LED面板系統設計上時，其中包括可透過一個外接的電阻(Rext)調整輸出電流，電流輸出範圍從5mA~90mA，用以控制LED的發光亮度。可承受最大輸出電壓為17伏特。可提供高達25MHz頻率，以滿足系統傳送大量數據的需求。

MBI5028的電流增益功能，可透過STK6011微控制器寫入可程式控制之電流增益。系統控制器透過SDI接腳傳送電流調整碼至16位元組態栓鎖器。電流調整碼將會被鎖住且有效的控制電流輸出。其電流增益具128階微調，增益範圍值為1/9~0.9896。如果需要

MBI5028回復至一般操作模式，使用者只要在LE(CA1)，OE(CA2)及CLK輸入訊號端，輸入另一組序列信號即可輕易完成。如圖3.8 MBI5028方塊圖所示。[3-3]

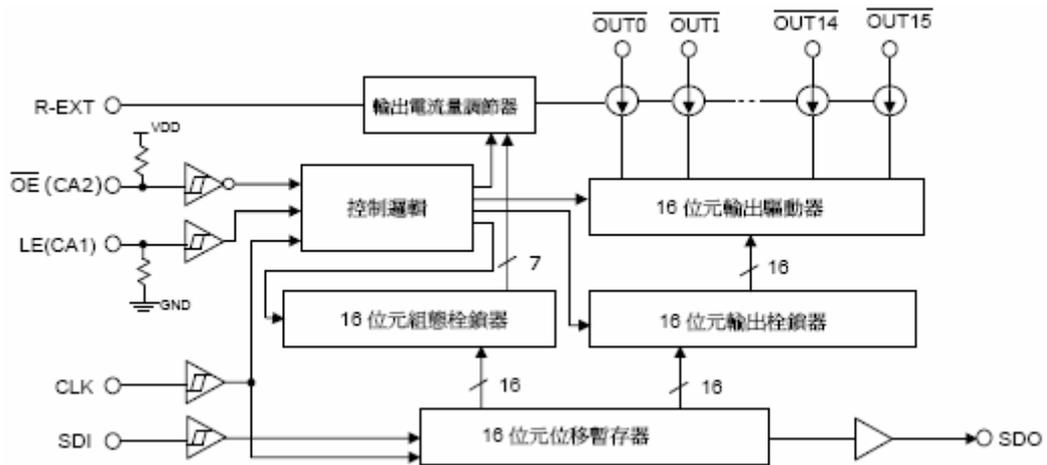


圖3.8 MBI5028電路方塊圖

表3.3為MBI5028的IC腳位圖及各PIN腳之說說明。其中VDD需接5V 電源；GND則為接地腳；CLK、LE、OE、SDI則是控制訊號輸入端；R-EXT則是Iout電流的設定電阻之接腳；而OUT0~OUT15則是LED等電流輸出端。

表3.3 MBI5028 PIN腳位定義

Pin 腳名稱	功能
GND	控制邏輯及驅動電流之接地端。
SDI	輸入至位移暫存器之串列資料輸入端。
CLK	時鐘訊號之輸入端；資料位移會發生在時鐘上升緣。
LE(CA1)	資料閃控(data strobe)輸入端。 當 LE(CA1)是高電位時，串列資料會被傳入至輸出栓鎖器；當 LE(CA1)是低電位時，資料會被栓鎖住。 同時，LE(CA1)在電流調整模式中，為一控制訊號輸入端(參閱時序圖)
OUT0~OUT15	等電流輸出端。
OE(CA2)	輸出致能訊號端。 當 OE(CA2)是低電位時，即會啟動 OUT0~OUT15 輸出；當 OE(CA2)是高電位時，OUT0~OUT15 輸出會被關閉(不驅動電流)。同時，OE(CA2)在電流調整模式中，為第二控制訊號輸入端(參閱時序圖)
SDO	串列資料輸出端；可按至下一個驅動器之SDI端。
R-EXT	連接外接電阻之輸入端；此外接電阻可設定所有輸出通道之輸出電流。
VDD	5V 電源供應端。

當MBI5028 LED Driver要對Light Bar做各別LED亮滅控制時，是在一般工作模式 (Normal Mode)下進行。因MBI5028是16位元組態工作，因此每次寫入的資料需為16 bit 格式，以便對16個LED output channel做控制。以下圖3.9為一般工作模式的控制時序圖：

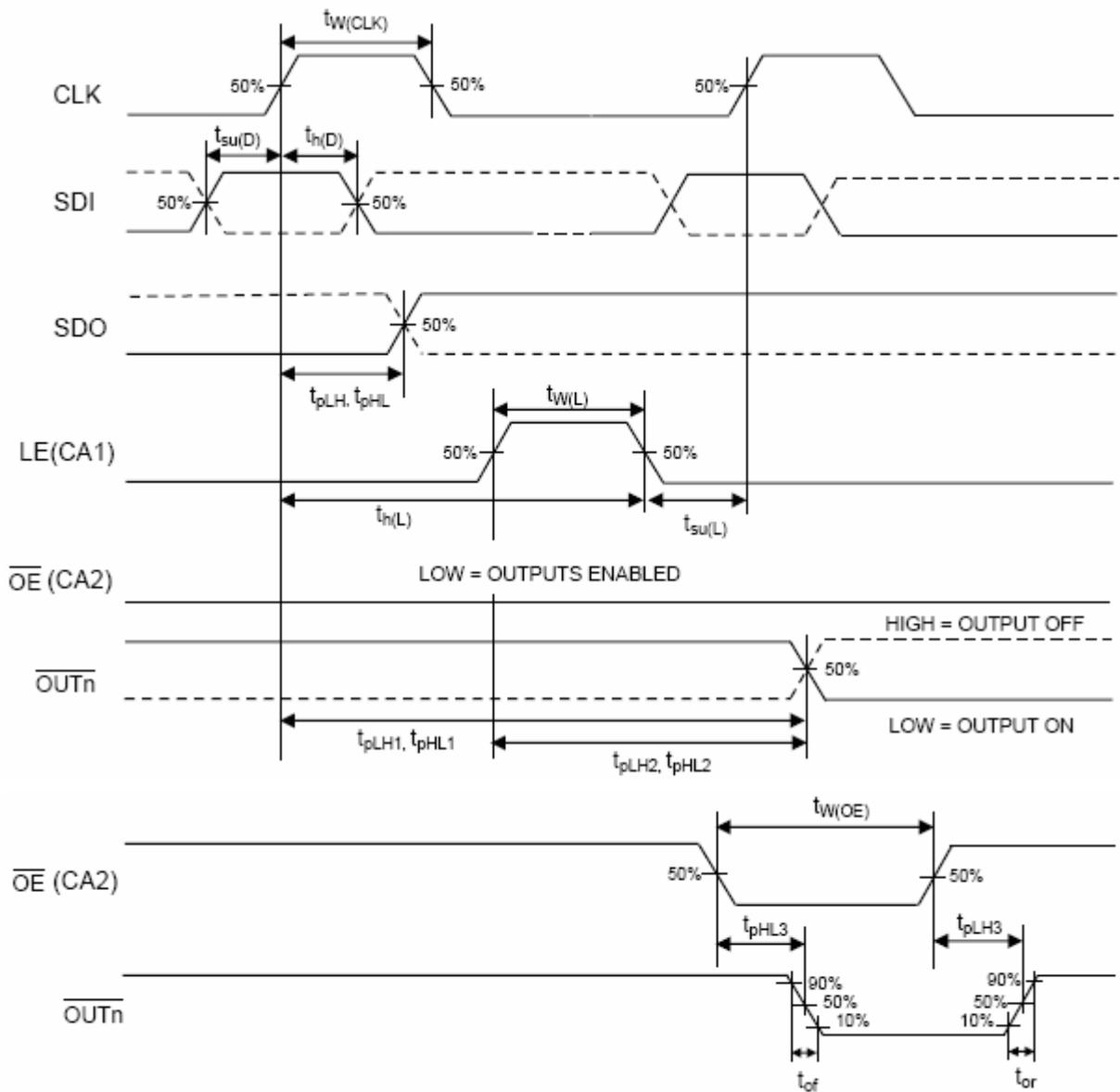


圖3.9 Normal Mode 時序圖

圖3.10為電流調整模式的控制時序圖，當LED Driver收到由控制系統所傳送過來的(CLK、/OE、LE)3組訊號後，LED驅動IC會立即將工作模式切換為電流調整模式。其中要特別注意的是/OE訊號為Low的時間須涵蓋在第一個CLK的上升緣動作範圍內，以確保/OE訊號能被正確取樣。而LE致能訊號則須在間隔2個CLK後產生，且LE訊號為High的時間須涵蓋在第三個CLK的上升緣動作範圍內，以確保LE訊號能被正確取樣。

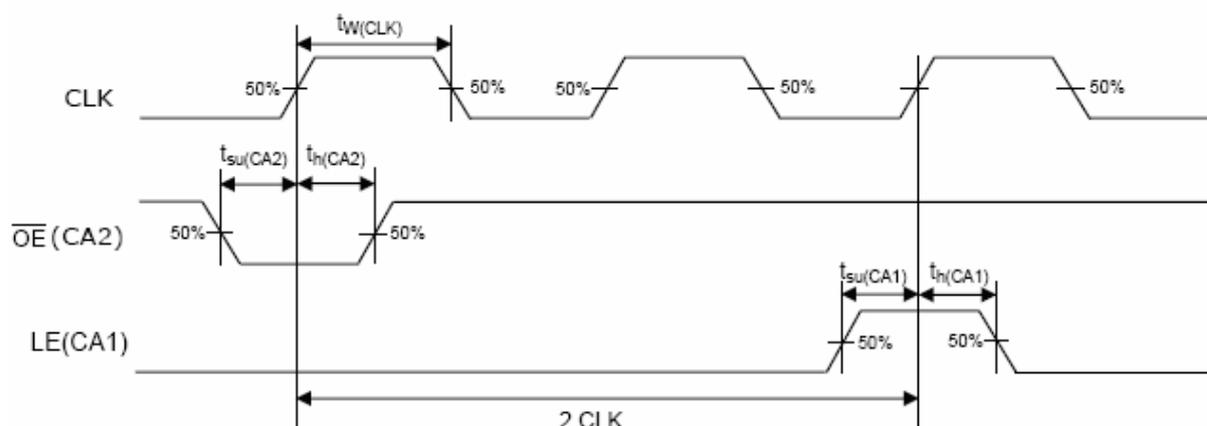


圖3.10 Current Adjust Mode 時序圖

3.3.1 定電流控制

當我們將MBI5028應用於LED背光板設計上時，通道與通道間，甚至晶片與晶片間的電流，差異極小。此為MBI5028 LED驅動IC的優異特性：

- 1) 通道間的最大電流差異小於 $\pm 3\%$ ，而晶片間的最大電流差異小於 $\pm 6\%$ 。
- 2) 具有MBI5028驅動電流輸出並不受負載端電壓變動而影響電流的輸出特性，如圖3.11

所示。輸出電流 I_{out} 的穩定性將不受LED順向電壓(V_{DS})變化而影響。

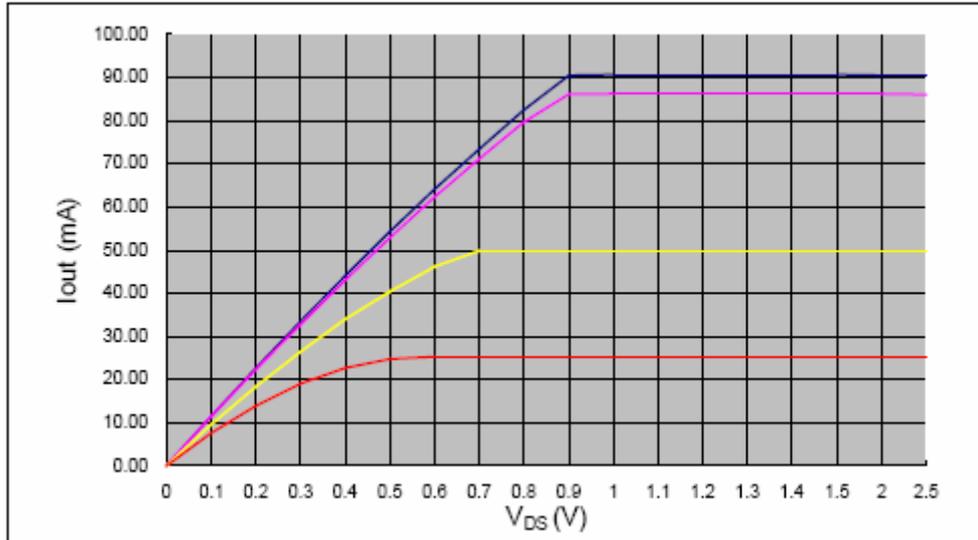


圖3.11 VDS - IOUT特性曲線圖

3.3.2 調整output channel輸出電流

MBI5028可藉由在的R-EXT接腳外接一個電阻(R_{ext})到地端，可以用來調整LED所需的輸出電流(I_{OUT})，應用電路如圖3.12所示。由圖3.13可知I_{out}的輸出範圍在0~90mA。

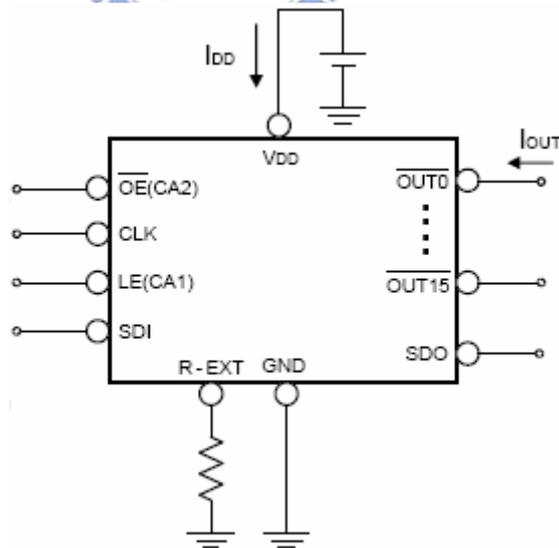


圖3.12 R-EXT應用電路圖

套用下列公式可計算出I_{out}輸出電流值：

$$V_{R-EXT} = 1.4175 \text{ Volt} \times G ; I_{OUT} = (V_{R-EXT} / R_{ext}) \times 15$$

公式中的 R_{ext} 是指外接至R-EXT端的電阻值，其單位為 Ω ；

V_{R-EXT} 為R-EXT端的電壓，可由數位電流增益G來調整；通電後，G的預設值為0.9896。

因此通電後預設 $V_{R-EXT} = 1.4027 \text{ Volt}$ ， $I_{OUT} = (1.4027 \text{ Volt} / R_{ext}) \times 15$ ，

當電阻是 404Ω ，套入公式可得輸出電流值是 52.1 mA ；當電阻值是 809Ω 時，輸出的電流則為 26.0 mA 。圖3.13所示即為其 R_{ext} 對 I_{out} 的特性曲線圖。[3-3]

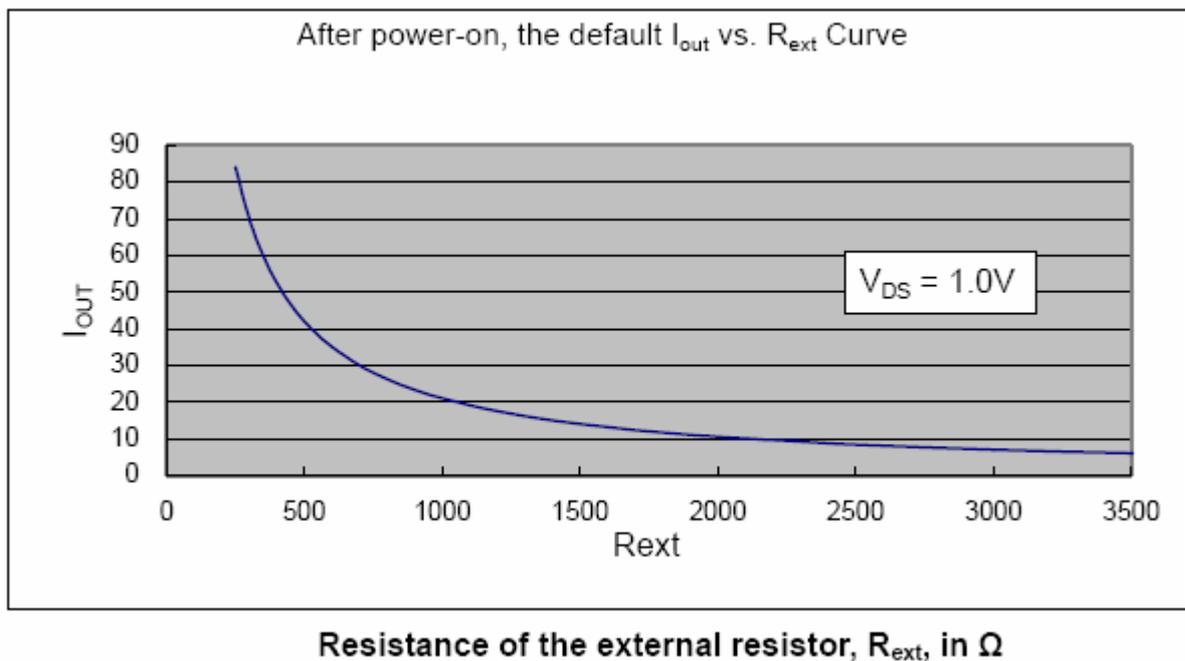


圖3.13 $R_{ext} - I_{OUT}$ 特性曲線圖

3.3.3 工作模式之切換

MBI5028 LED Driver可支援2種工作模式，即一般工作模式(Normal Mode)與電流調整模式(Current Adjust Mode)。此2種工作模式正好可以應用在本實驗中做為背光亮度的微調控制，當需對R、G、B LED做各別的亮度微調控制時，就切換到電流調整模式；當微調後就切換回原本的正常工作模式。

依照下圖3.14與圖3.15所示，每當OE出現”101”的短脈衝時，MBI5028將準備進行模式切換。在如下圖所示的第4個Clock rising edge，若取樣得到LE為高電位，則MBI5028切入電流調整模式；若取樣得到LE為低電位，則MBI5028切入一般模式。值得注射的是，第三個時脈上升緣到第五個時脈上升緣之間的LE信號並不具有栓鎖資料的作用，其位準僅用來決定後續要切入的模式。至於OE短脈衝，則仍能使輸出埠啟動。在切換工作模式的同時，序列資料仍可由SDI腳傳入、位移，以及可由SDO腳移出。

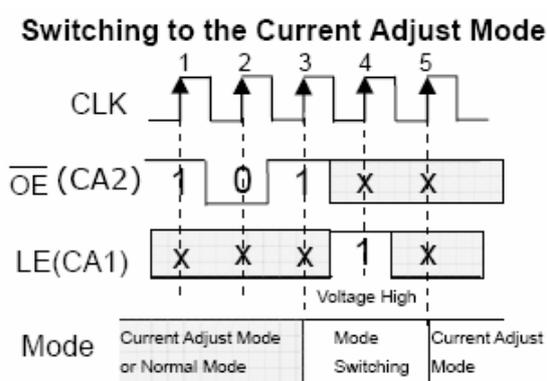


圖3.14 Current Adjust mode 控制時序圖

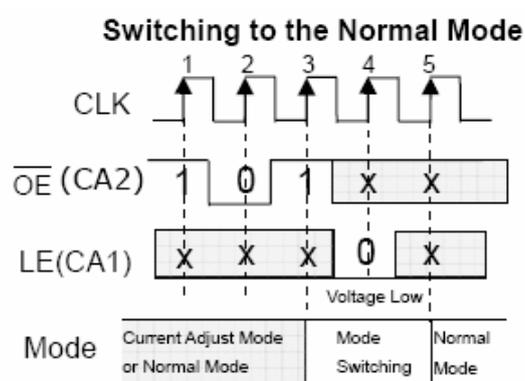


圖3.15 Normal mode 控制時序圖

附註：

1. 以上”1”、”0”是在Clock上升源時做訊號取樣，”x”表示其位準不影響切換行為的結果。
2. 通電後，預設的工作模式為一般模式(Normal mode)。

3.3.4 Writing Configuration Code之設定法

進入電流調整模式後，系統控制器透過MBI5028的SDI腳，傳送7位元的電流調整碼至16位元位移暫存器，再以LE(CA1)正脈衝將位移暫存器的內容傳送至16位元栓鎖器。在16位元組栓鎖器裡的電流調整碼，可藉由增益值G，直接影響 V_{R-EXT} 電位，進而改變輸出電流，其時序關係如圖3.16所示。除非電源關閉或組態栓鎖器內的電流增益碼被覆寫，新設定的電流增益會持續作用。

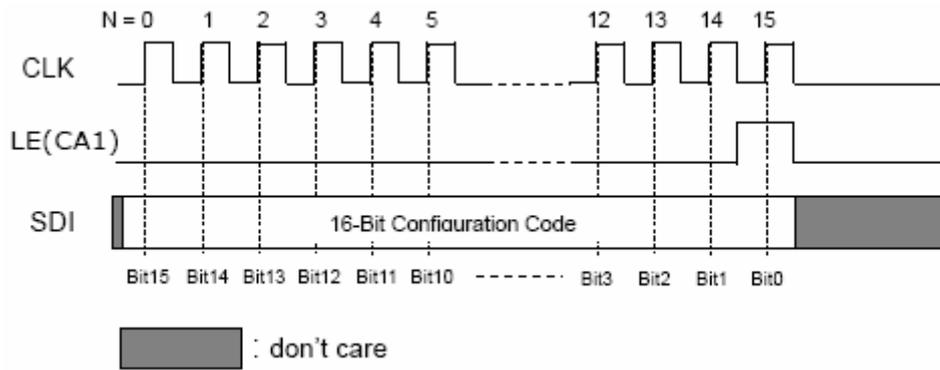


圖3.16 Writing Configuration Code 時序圖

3.3.5 電流增益控制參數與其增益值計算法

圖3.17所示為電流增益控制參數與增益之相對關係，當Bit-1 (HC)=0時其增益選擇範圍是 $G=1/9$ 到 $G=1/3$ 之間共64階增益；而當Bit-1 (HC)=1時其增益選擇範圍是 $G=1/3$ 到 $G=95/96$ 之間共64階增益，因此總增益階數共128階可供選擇使用。[3-4]

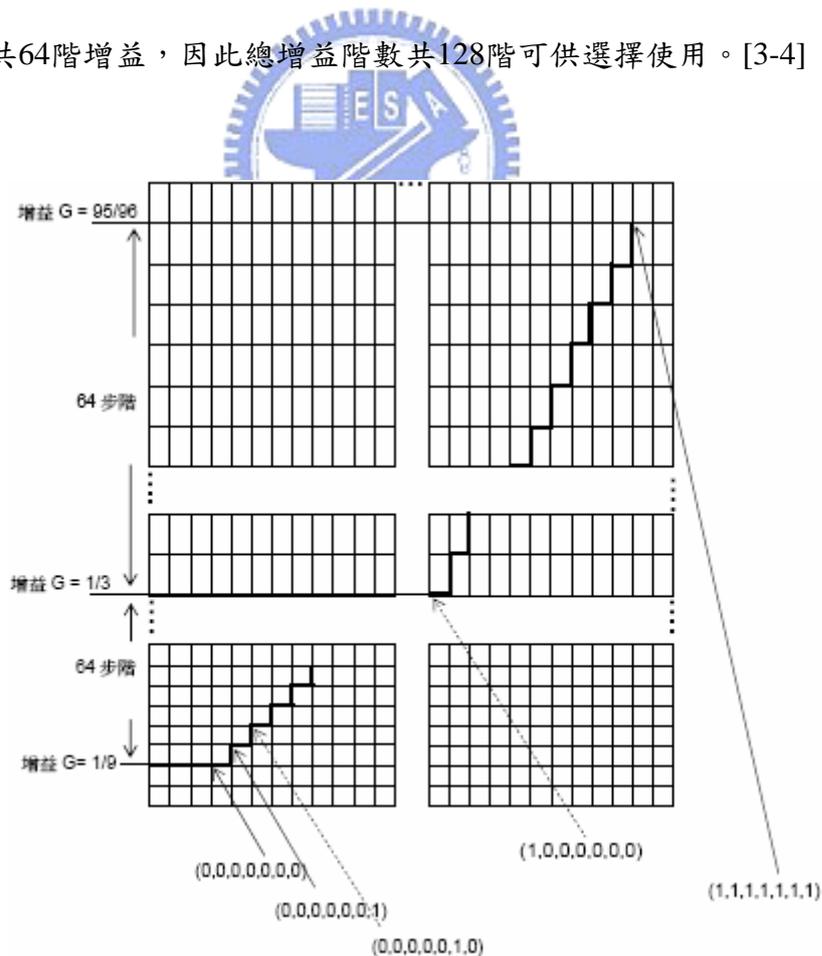


圖3.17 電流增益控制參數與增益之相對關係

而Bit2~Bit7這6個位元則是做為實際階數設定的參數值，如表3.4 16-Bit Configuration code 控制參數表所示。

表3.4 16-Bit Configuration code 控制參數表

16-Bit Configuration Code

	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7	Bit 8	Bit 9	Bit 10	Bit 11	Bit 12	Bit 13	Bit 14	Bit 15
Meaning	-	HC	CC0	CC1	CC2	CC3	CC4	CC5	-	-	-	-	-	-	-	-
Default Value	-	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-

← 7-bit Current Adjust Code →

Note: "-" means "reserved and not used now"

電流調整碼 {HC,CC[0:5]} 與電流增益G的關係如下：

$$G = [(1+2 \times HC)/3] \times [(1+D/32)/3]$$

其中 HC 是1 or 0 (HC=0: 低電流段 : HC=1 : 高電流段)

$$D = CC0 \times 2^5 + CC1 \times 2^4 + CC2 \times 2^3 + CC3 \times 2^2 + CC4 \times 2^1 + CC5 \times 2^0 ;$$

因此，電流調整碼是一個浮點數，一個位元的指數HC及6個位元的尾數CC [0:5]。

例如，當電流調整碼為(1,1,1,1,1,1)

$$\text{增益} G = [(1 + 2 \times 1) / 3] \times [(1 + 63/32) / 3] = 0.9896$$

當電流調整碼為(1,0,0,0,0,0)

$$\text{增益} G = [(1 + 2 \times 1) / 3] \times [(1 + 0/32) / 3] = 1/3$$

當電流調整碼為(0,0,0,0,0,0)

$$\text{增益} G = [(1 + 2 \times 0) / 3] \times [(1 + 0/32) / 3] = 1/9$$

打開電源後，電源調整碼的預設值為 (1,1,1,1,1,1)；因此，G=0.9896

增益後的輸出電流與電流調整碼的關係如圖3.18所示。

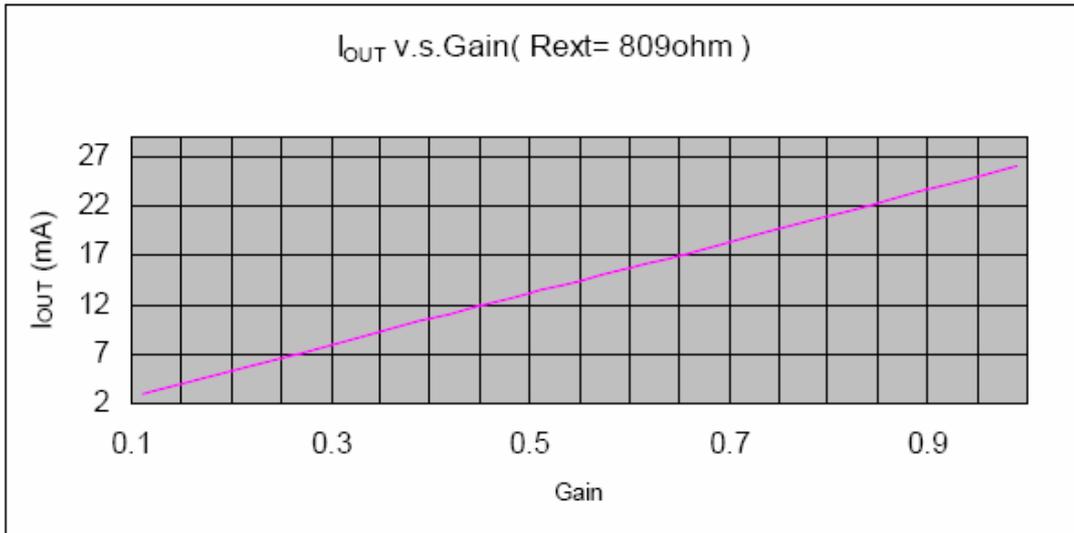


圖3.18 輸出電流I_{out}與電流調整碼Gain關係曲線

3.3.6 負載端供應電壓設計 (V_{LED})

為使封裝體散熱能力達到最佳化，建議輸出端電壓(V_{DS})的最佳操作範圍是0.4V~1.0V。

$V_{DS}=V_{LED} - V_f$ 且 $V_{LED} = 5V$ 時，此時過高的輸出端電壓(V_{DS})可能會導致 $P_{D(act)} > P_{D(max)}$ ；在此狀況，建議儘量可能使用較低的V_{LED}電壓供應，也可用外串電阻或Zener diode當做V_{DROP}。此可導致 $V_{DS}=(V_{LED} - V_f) - V_{DROP}$ ，達到降低輸出端電壓(V_{DS})之效果。外串電阻或Zener的應用圖可參閱下圖3.19，因考量流經LED電流的可調整性，所以本實驗電路設計所採用的是外串電阻方式，以便於R、G、B LED電流的微調。

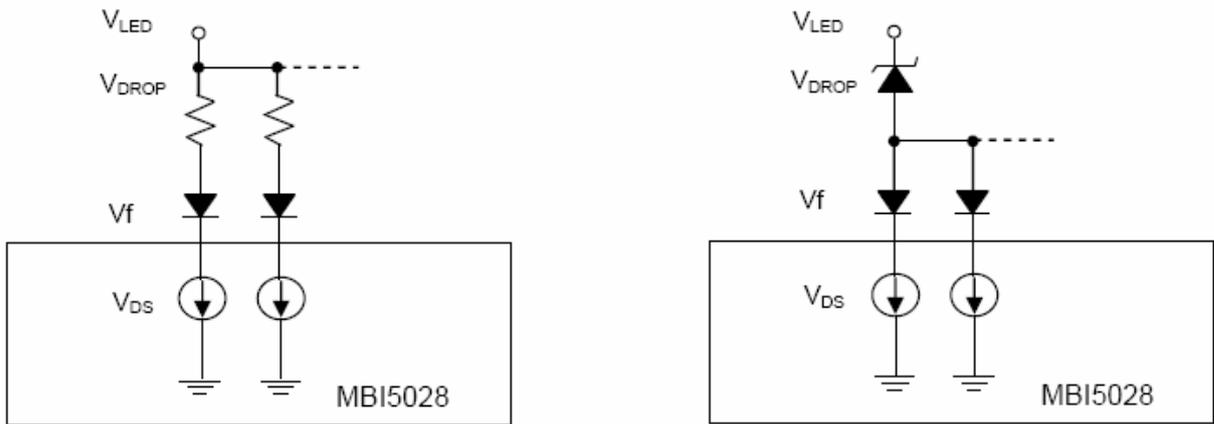


圖3.19 (a) 外串電阻；(b) 外接Zener diode 之應用電路圖

3.4 分區掃描式色序法(Scanning FSC) 動作原理

本實驗的主要研究目的是為了降低LCD在顯示動態影像時因LC response time太慢所產生的動態影像模糊效應，並可提高影像顯示的色彩飽和度。因此在背光的驅動方式同時採用”掃描式背光”與”色序式背光系統”的優點來設計改良。其中必須遵守以下規則：

1. 將整個背光板分為10個區段，每區各有3顆R-G-B 3in1 LED，每顆LED都可被獨立控制點亮，並將LED依序由第一區掃描到第十區。
2. 由下圖可知，一個Frame分別由R-field、G-field、B-field 3個subframe所組成，且配合TFT LCD的畫面顯示掃描頻率因此一個Frame = 60Hz (約為16.67ms)；所以R-G-B field的subframe則各須為180Hz (約為5.56ms)。

其中Addressing time = TFT array cell資料寫入時間+液晶反應時間；

Flash time = LED back light實際點亮時間；

Wait time = LED back light 關閉之等待時間(確保背光完全滅掉後才可開始寫入下一block的TFT array，避免光源影響下一Block的顯示。)

TFT 與 LED在色序法的時間關係如圖3.20所示，其數學表示如下：

$$\begin{aligned}
 [1 \text{ Field time }] &= [\text{Scanning time of the whole Gate lines }] / [\text{Block number }] \\
 &+ [\text{Response time of Liquid Crystal }] \\
 &+ [\text{Backlight Flashing time }]
 \end{aligned}$$

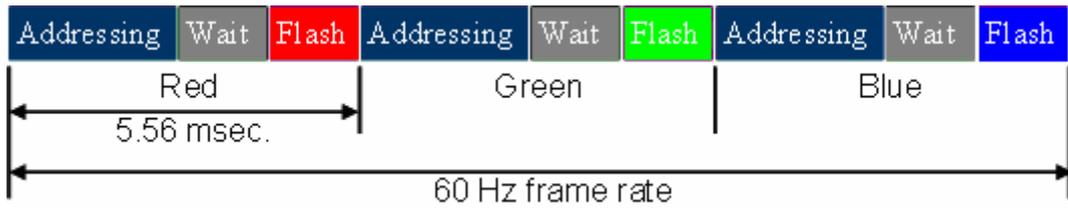


圖3.20 Time chart of field-sequent-color LCD with a 60 Hz frame rate

LED循序掃描動作是在TFT gate每完成一個block資料寫入動作（在此定義為每個block有48條line），並等待LC response後，才開始一個Block點亮並持續2.5ms後再熄滅。
[3-5]

3. 考量TFT array cell資料寫入時間、液晶反應時間、LED back light點亮時間、背光關閉之等待時間。因此每個Field須再細分為11個時間單位，其中TFT array cell資料寫入時間=1T、液晶反應時間=4T、LED back light點亮時間=5T、背光關閉之等待時間=1T（T表示1個時間單位， $T=5.56/11$ ms約為0.51 ms）。詳細時間關係如圖3.21所示。[3-6][3-7][3-8]

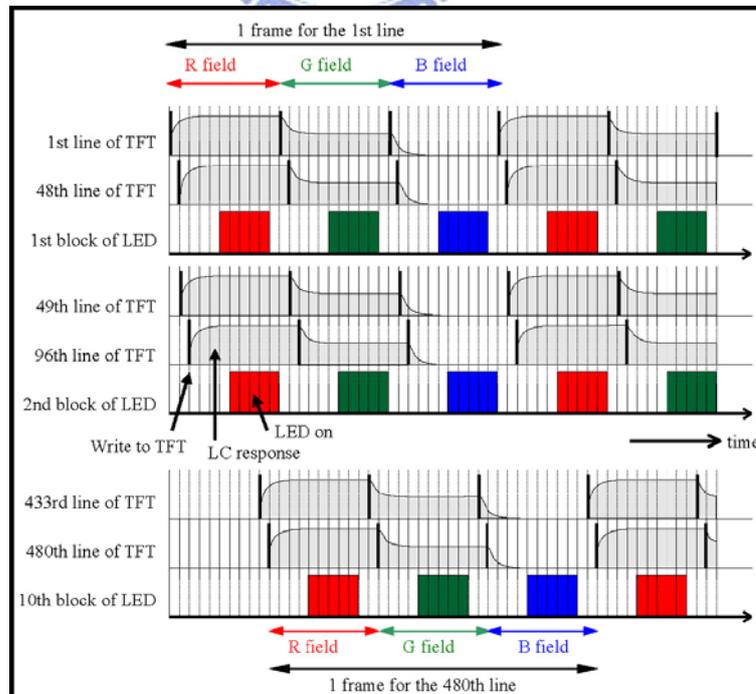


圖3.21 TFT array cell與LED Backlight scan之相對時序圖

本實驗是以VGA (640 x 480 pixel)解析度為顯示模式，因此上圖每區(Block)各有48條TFT掃描線(Scan Line)；1個Frame共10區，所以有480條掃描線。

4. 下圖3.22紅、綠、藍各箭頭所指位置表示TFT array 寫入的時間；接著是液晶反應之等待時間其目的即是為了避免液晶反應太慢而造成影像模糊的現象；而LED trun ON佔整個field 約40%的時間。以下為詳細的R-G-B Sequential掃描動作時序圖。[3-9]

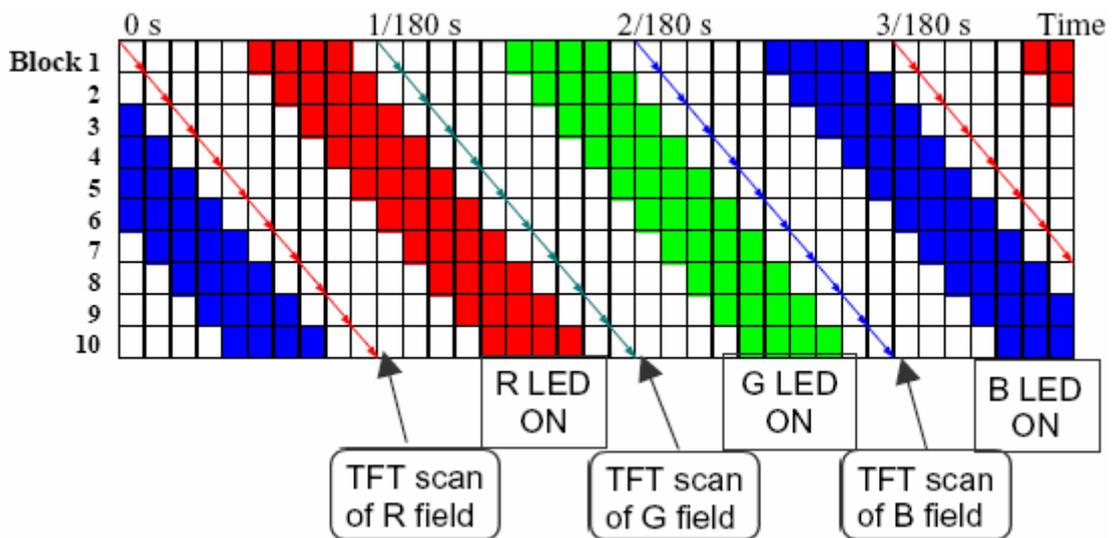


圖3.22 TFT array scanning 與LED Backlight scanning 相對時序圖

3.5 背光模組結構設計

本實驗中掃瞄式色序法背光模組主要是由三個主要元件結構所組成，分別為1.光學機構的側邊準直棒(Side-Collimating Bar或Light-Collimating bar) 及 2.微結構分離式導光板(Micro-Structured Divided Light Guide)與3.LED Light Bar等三個部份所組成，如圖3.23所示。其中第1及第2項各設計構想與原理請參考相關論文[3-10]與[3-11]。

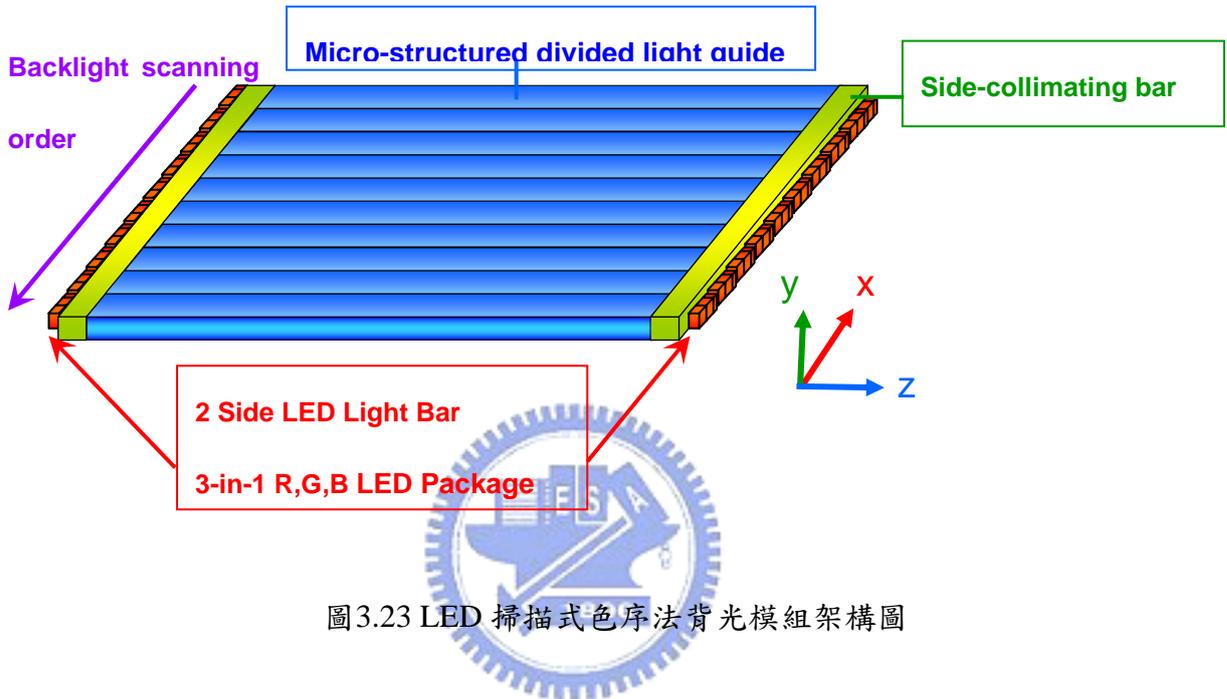


圖3.23 LED 掃瞄式色序法背光模組架構圖

圖3.24為詳細的背光模組尺寸規格圖，長165mm、寬120.45mm、厚3mm；其TFT LCD面板可視區為 $120.45 \times 155 \text{ mm}^2$ 。

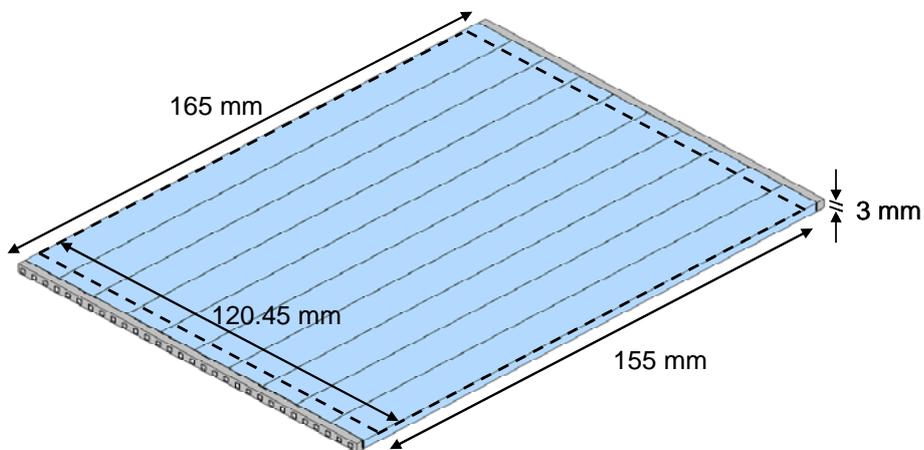


圖3.24 LED 背光模組尺寸規格

針對本實驗的背光模組架構(如圖3.25所示)，因整個面板分為10個區段，每區各為一片獨立的導光板。因此LED Light bar 設計亦需分隔為10區，每個區段由3顆LED串聯組成，且每個區段的LED都可獨自發出R、G、B三色光，以達到Field Sequential Color及R、G、B Scanning的功能效果。

在LED Light Bar尺寸設計上為配合Light Guide使用，其設計規格：每一區之間隔距離為12.05mm、而左右2邊為配合機構所以為12.025mm，因此總長120.450mm、寬3.000mm。LED間隔距離之設計考量為使一區能容納3顆LED，並達到最佳發光效率因此間隔距離則為4mm，另外，為使LED能精確對應到側邊準直棒(Side-Collimating Bar)，所以LED到PCB板邊的距離為1.5mm置中擺放。

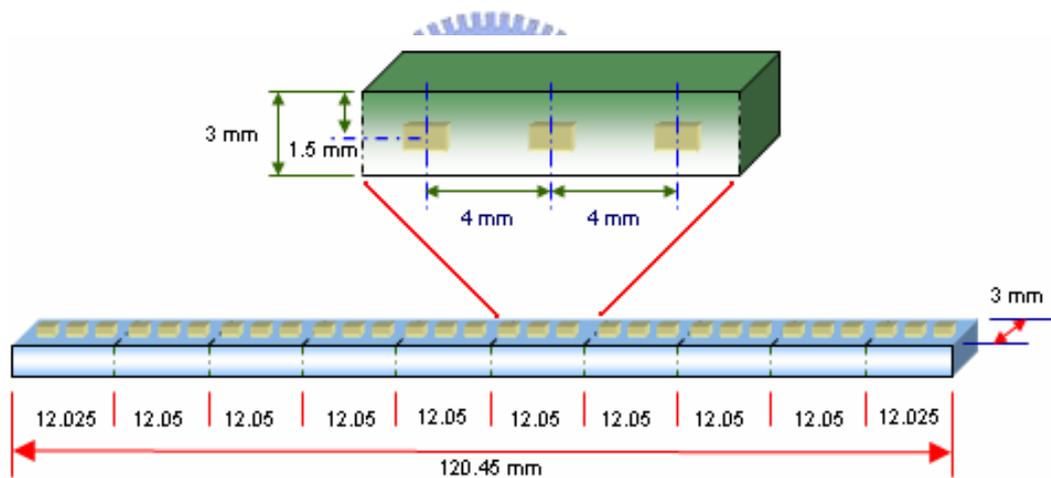


圖3.25 LED Array 尺寸圖

3.6 LED 硬體驅動電路設計

因我們所設計的Light Bar每區各有R,G,B 3個Channel，全部有10區因此共有30 channel。而一顆MBI5028可驅動16個LED Channel，所以需2顆MBI5028 LED Driver IC訊號串聯才可完整控制Light bar上的30顆LED。因此LED驅動IC-1使用16個輸出channel來對前面的16個LED Channel做控制，而LED驅動IC-2則使用14個輸出channel來對另外的14個LED Channel做控制，如圖3.26 LED驅動電路圖所示。

由3.2節LED電氣特性可知當LED工作在30mA時其RGB發光效率最佳，其相對應的RGB順偏電壓分別為 $V_R = 2.1V$ 、 $V_G = 3.1V$ 、 $V_B = 3.5V$ 。因此為使LED驅動IC能穩定輸出30mA電流，其R-EXT外接電阻需設計如下：

由3.3.2節調整output channel輸出電流設計方式及圖3.13 Rext-Iout特性曲線圖可整理出以下設計公式：

$$\therefore I_{out} = (V_{R-ext} / R_{ext}) \times 15$$

$$V_{R-ext} = 1.4027V \text{ (IC預設值)}$$

$$I_{out} = 30mA \text{ (最佳亮度目標值)}$$

則由以上算式可求的Rext如下：

$$\begin{aligned} R_{ext} &= (1.4027 \times 15) / 30mA \\ &= 700 \text{ ohm} \end{aligned}$$

圖3.26 所示U31為前16顆LED的驅動IC、U32則為後14顆LED的驅動IC。而U31的output0~output15共十六根接腳是前16顆LED的驅動IC輸出訊號，分別接到圖3.27 LED Light Bar的16顆LED輸入端；而U32的output1b~output10b共十根接腳是後10顆LED的驅動IC輸出訊號，分別接到圖3.27 LED Light Bar的14顆LED輸入端。

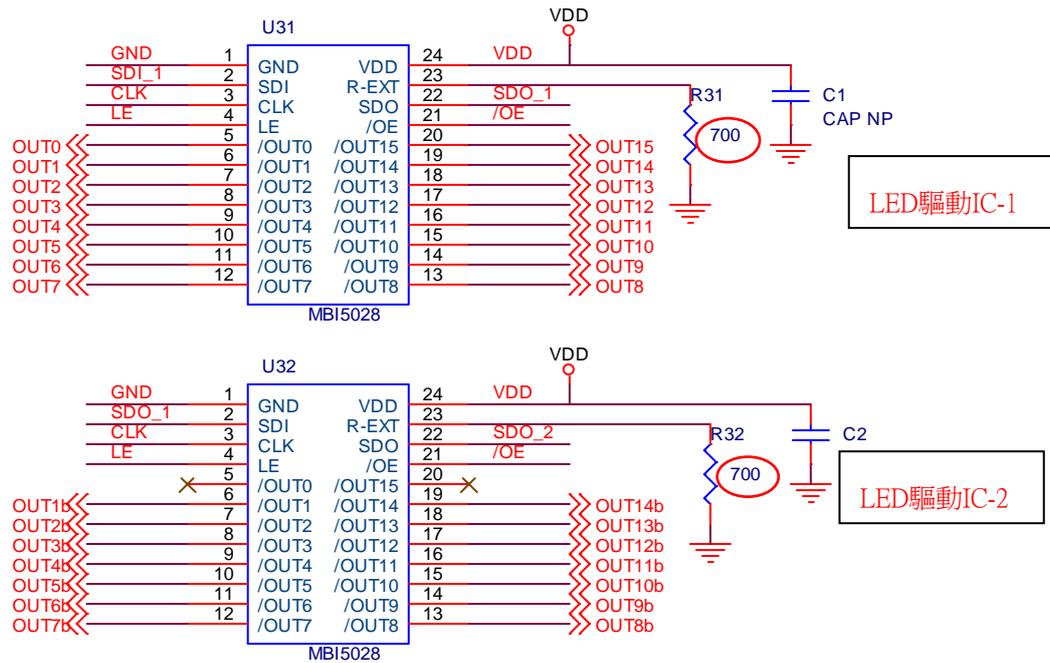


圖3.26 LED 驅動電路圖

3.6.1 LED Array 電路設計

一組LED Light Bar共分10個區段，每區由3顆RGB三合一LED所組成，因此共需30顆LED，如圖3.27所示。VLED是供給LED Light Bar所需電壓源。而R1~R30則做為限流電阻以避免電路過載時將LED燒燬。

由3.2節LED電氣特性可知當LED工作在30mA時其RGB順偏電壓分別為 $V_R=2.0V$ 、 $V_G=3.3V$ 、 $V_B=3.4V$ 。因此其限流電阻分別須設計如下：

由3.3.6節負載端供應電壓設計方式可整理出以下設計公式：

$$\therefore V_{DS}=(V_{LED}-V_f)-V_{drop}$$

$$V_{DS}= 1V \text{ (Opt. range)}$$

$$\therefore V_{DROP}=(V_{LED}-V_f)-V_{DS}$$

$$R_{drop}=V_{drop}/30mA$$

因VLED為LED供給電壓源=17V；Vds是MBI5028 Channel端電壓=1V，代入以上公式後，我們可以分別求出R-G-B LED channel所需的限流電阻值分別如下：

$$R_{\text{drop-R}} = [V_{\text{LED}} - (3 \times V_{\text{R}}) - V_{\text{ds}}] / 30\text{mA}$$

$$= [17 - (3 \times 2) - 1] / 30\text{mA}$$

$$= 330 \Omega$$

$$R_{\text{drop-G}} = [V_{\text{LED}} - (3 \times V_{\text{G}}) - V_{\text{ds}}] / 30\text{mA}$$

$$= [17 - (3 \times 3.3) - 1] / 30\text{mA}$$

$$= 210 \Omega$$

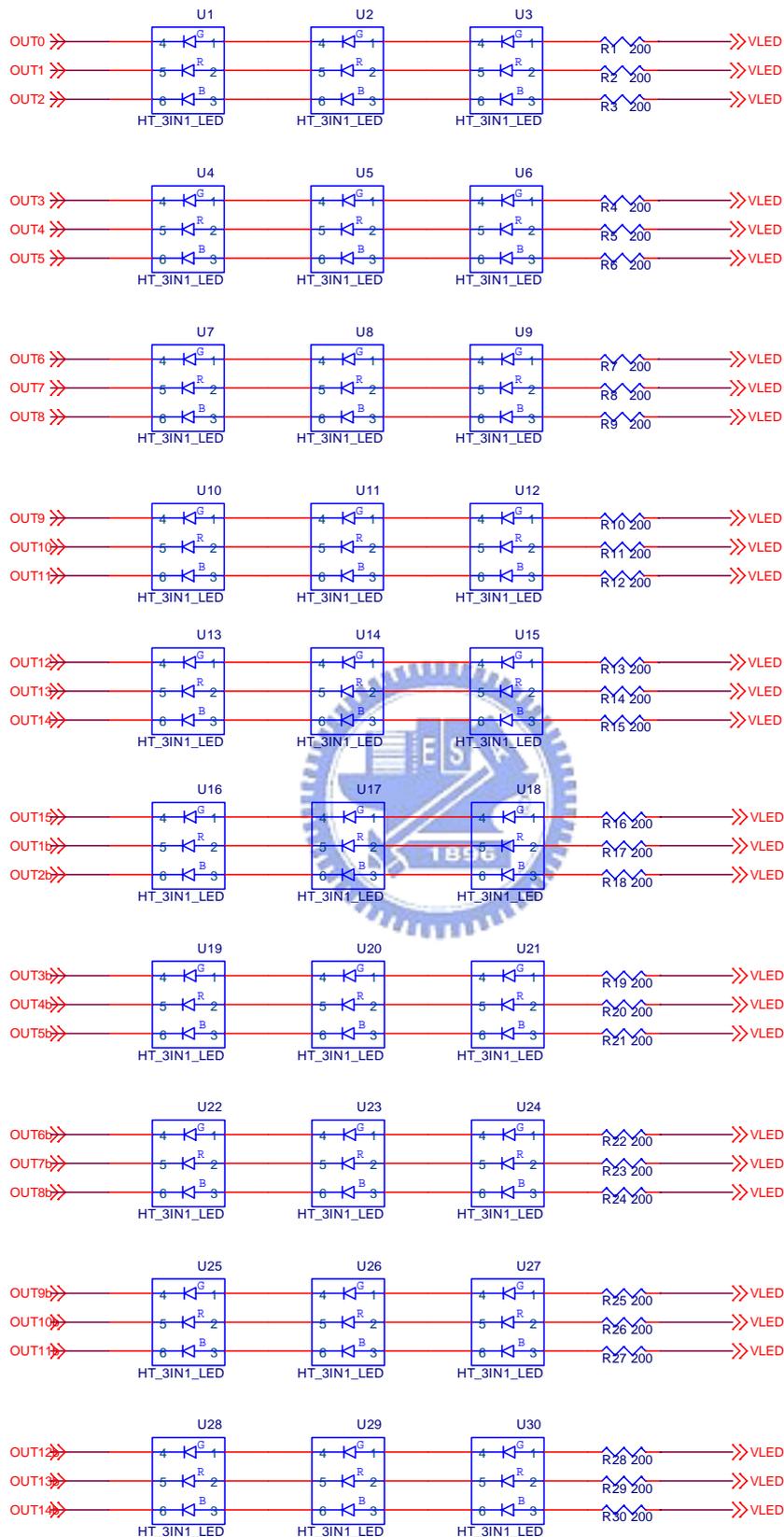
$$R_{\text{drop-B}} = [V_{\text{LED}} - (3 \times V_{\text{B}}) - V_{\text{ds}}] / 30\text{mA}$$

$$= [17 - (3 \times 3.4) - 1] / 30\text{mA}$$

$$= 200 \Omega$$

圖3.27所示即為電路設計後的LED Light Bar電路圖。





Session-1

Session-2

Session-3

Session-4

Session-5

Session-6

Session-7

Session-8

Session-9

Session-10

圖3.27 LED Array 電路圖

3.6.2 LED Light Bar 驅動電路成品

因本實驗所採用的光源為側邊入光式，所以必需製作左側及右側的Light Bar 各一片，以使光源能同時由左右兩側進入Light Guide。如以下圖3.28所示為背光模組架構圖：

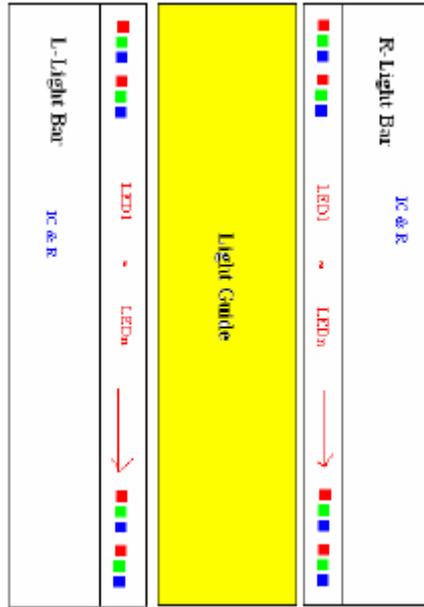


圖3.28 Back Light架構圖

實際完成的LED Light Bar實體電路如圖3.29。由對應圖3.27可得知U31、U32分別為G-R-B LED的驅動控制IC；JP1為控制訊號輸入端子；U1~U30為30顆LED組成的Light Bar，共分為個10區段。

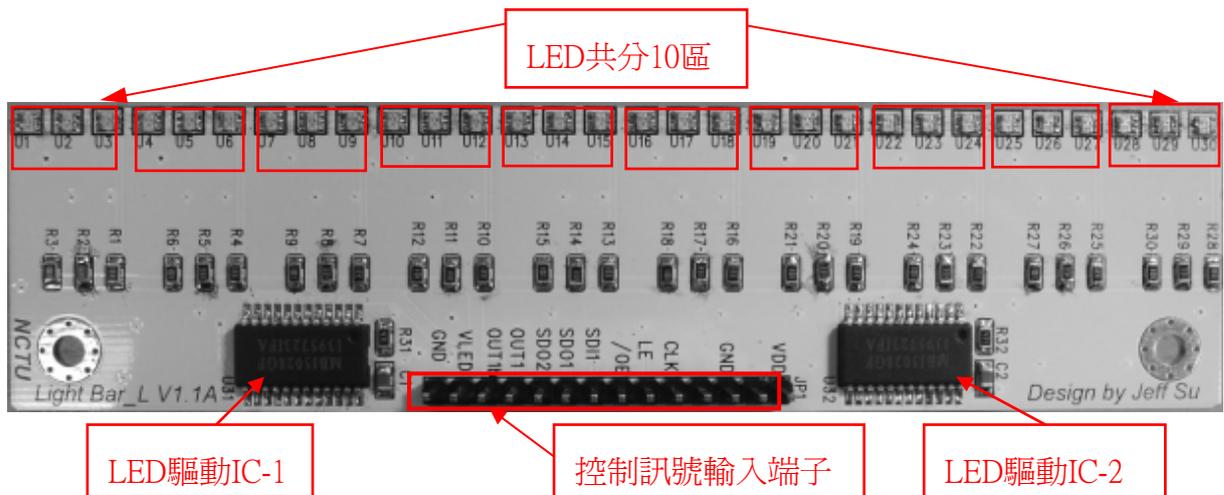


圖3.29 右側LED Light Bar 完成實體電路

Layout完成的LED Light Bar電路圖請參考附錄一。

3.7 掃描式色序法之軟體設計與驅動控制

本節我將說明如何以數位控制的方式來實現3.4節所介紹的掃描式色序驅動法。首先我將圖3.21的時間-空間之相對關係整理出來，如圖3.30所示。橫軸設為時間軸；LED turn ON/OFF之順序則設為縱軸(空間軸)，並將R-G-B LED的Turn ON順序完整標示出。

為整理出其真值表(Truth Table)與布林代數式(Bool)，因此再將時間軸依R-G-B的顯示時間關係分為A、B、C、D共4個時區，每區再細分為11個小時區(因TFT array LC response time + LED ON time+ Wait LED Off time = 5.56ms=11 T)。同理，因將畫面分為10區(Block)，所以也須將空間軸分為10區。

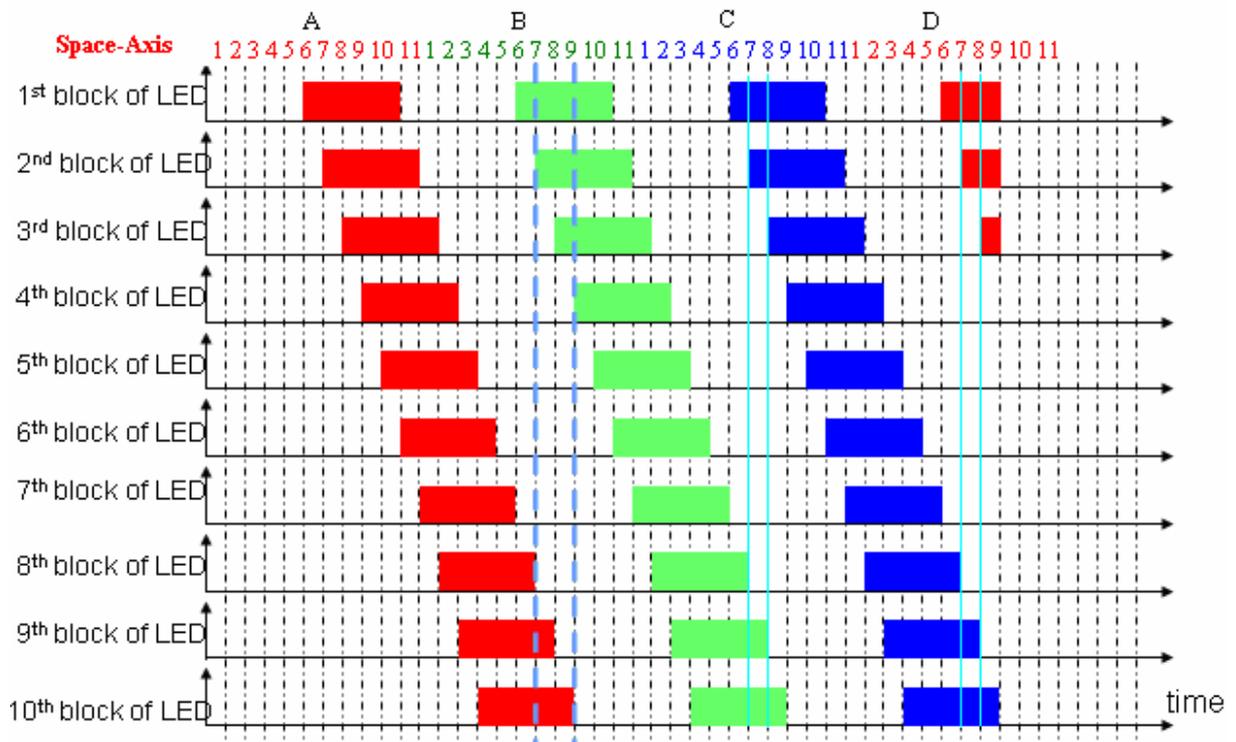


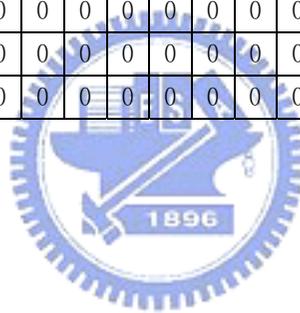
圖3.30 Scanning FSC演算法之時間-空間相對關係圖

下頁表.3.5 即是以圖3.30為架構所推算出的分區掃描式色序法真值表

表3.5 Scanning FSC 演算法真值表

		Space_Axis																								Space		Hex																		
		十				九				八				七				六				五				四				三				二				一				Color	Hi-Word	Lo-Word		
Time-Axis	X	X	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	X	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	LED No.									
1A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 00	00 00				
2A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 00	00 00		
3A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 00	00 00		
4A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 00	00 00		
5A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 00	00 00		
6A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 00	00 02		
7A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 00	00 12		
8A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 00	00 92		
9A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 00	04 92		
10A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 00	24 92	
11A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 02	24 90	
1B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 12	24 80	
2B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 92	24 00
3B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	04 92	20 00
4B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24 92	00 00
5B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24 90	00 00
6B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24 80	00 01
7B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24 00	00 09
8B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20 00	00 49
9B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 00	02 49
10B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 00	12 49
11B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 00	92 48
1C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 08	92 40
2C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00 48	92 00
3C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	02 48	90 00
4C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12 48	80 00
5C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12 48	00 00

6C	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		12 40	00 04			
7C	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0		12 00	00 24	
8C	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0		10 00	01 24
9C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0		00 00	09 24	
10C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0		00 00	49 24		
11C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0		00 04	49 20		
1D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		00 24	49 00		
2D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		01 24	48 00		
3D	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		09 24	40 00		
4D	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		49 24	00 00		
5D	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		49 20	00 00		
6D	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		49 00	00 02		
7D	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		48 00	00 12			
8D	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		40 00	00 92				



接下來將針對表.3.5 掃描式色序法真值表做詳細說明，首先將其橫軸規劃為空間軸 (Space Axis)，因圖3.30將空間軸分為10區，且每一區段各有3顆LED，因此每一區段需再細分為3等份。換句話說，對應到實際Light Bar電路上共有30顆LED。另外，縱軸則設定為時間軸(Time Axis)，依R-G-B的顯示時間關係分為A、B、C、D共4個時區，每一時區再細分為11個小時區T(因TFT array LC response time + LED ON time+ Wait LED Off time =5.56ms=11 T)。

接著開始設計真值表的內容值，因在R LED點亮前的5個T時間為LC反應時間，所以其真值表1A~5A的位置各需填上”0”，相對的轉換成軟體程式所使用的16進制值則為0x0000。如表3.6所示：

表3.6 真值表-1 (前5個T的LC反應時間)

	十			九			八			七			六			五			四			三			二			一			Hex-16 進制值				
	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	X	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	Hi-Word	Lo-Word
Time-Axis	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1				
1A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0000	0000
2A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0000	0000
3A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0000	0000
4A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0000	0000
5A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0000	0000

當紅色LED在區段1點亮時，在真值表上的空間軸區段一與時間軸6A對應的R值設定為”1”，代表此時區段一的R-LED發亮；其餘則填”0”，表示此時其他區段的LED都是關閉的。所轉換為程式使用的16進制值則是0x0002。如表3.7所示：

表3.7 真值表-2 (區段一 R-LED點亮)

	十			九			八			七			六			五			四			三			二			一			Hex				
	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	X	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	Hi-Word	Lo-Word
Time-Axis	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1				
6A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0000	0002

當紅色LED在區段1及區段2點亮時，在真值表上的空間軸區段一與二在時間軸7A對應的R值設定為”1”，代表此時區段一與區段二的R-LED同時發亮；其餘則填”0”，表示此時其他區段的LED都是關閉的。所轉換為16進制值則是0x0012。如表3.8所示：

表3.8 真值表-3 (區段1&2 R-LED點亮)

	十			九			八			七			六			五			四			三			二			一			Hex							
	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	X	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	Hi-Word	Lo-Word
Time-Axis	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1							
7A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0000	0012	

當紅色LED在區段1、2、3同時點亮時，在真值表上的空間軸區段1、2、3在時間軸8A對應的R值設定為”1”，其餘則填”0”，代表此時區段1、2、3的R-LED發亮，所轉換為16進制值則是0x0092。如表3.9所示：

表3.9 真值表-4 (區段1&2 R-LED點亮)

	十			九			八			七			六			五			四			三			二			一			Hex							
	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	X	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	Hi-Word	Lo-Word
Time-Axis	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1							
8A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0000	0092	

當紅色LED在區段1、2、3、4同時點亮時，在真值表上的空間軸區段1、2、3、4時間軸9A對應的R值都須設定為”1”，其餘則填”0”，代表此時區段1、2、3、4的R-LED發亮，所轉換為16進制值則是0x0492。如表3.10所示：

表3.10 真值表-5 (區段1&2 R-LED點亮)

	十			九			八			七			六			五			四			三			二			一			Hex							
	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	X	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	Hi-Word	Lo-Word
Time-Axis	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1							
8A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0000	0492	

當紅色LED在區段1、2、3、4、5同時點亮時，在真值表上的空間軸區段1、2、3、4、5時間軸9A對應的R值都須設定為”1”，其餘則填”0”，代表此時區段1、2、3、4、5的R-LED發亮，所轉換為16進制值則是0x2492。如表3.11所示：

表3.11 真值表-6 (區段1&2 R-LED點亮)

	十			九			八			七			六			五			四			三			二			一			Hex							
	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	X	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	Hi-Word	Lo-Word
Time-Axis	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1							
9A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0000	2492				

其餘同理以此類推，而綠光與藍光LED的真值表推演方式亦同紅光表示法。詳細請參考表3.5 Scanning FSC 演算法真值表。

為實現掃描式色序法的功能，在控制系統所輸出給LED驅動IC的控制訊號必須符合圖3.31的Scanning FSC控制時序圖，其所表示為Subframe同步訊號與Frame訊號之相對關係。其中Frame interval表示TFT array掃描完一個畫面所需的時間為60Hz工作頻率；Sub-frame interval則是掃描式色序法中R-G-B背光掃描完一個畫面所需的時間為180Hz工作頻率；因此R-G-B各LED所需的發光時間則為2.52ms [(16.67ms / 3 RGB / 11T) x 5T = 2.52ms]。[3-4]

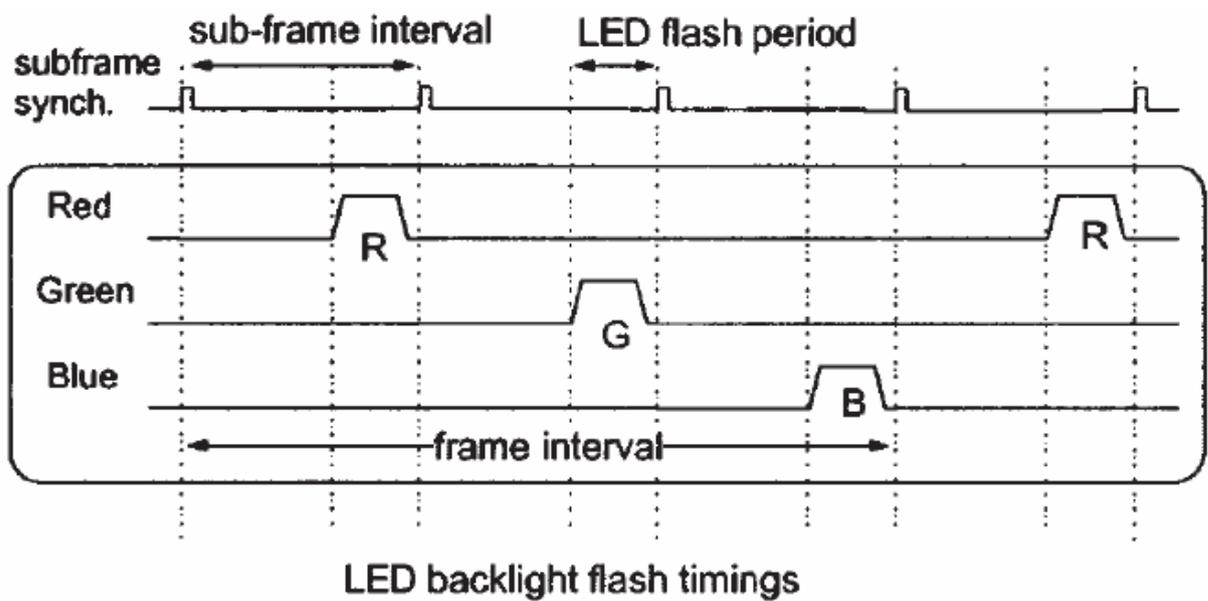


圖3.31 掃描式色序法背光控制時序圖

下圖3.32為掃描式色序法的程式控制流程圖，開始為系統初始參數值設定，接著則進行LED的各別點亮驅動與時序控制。

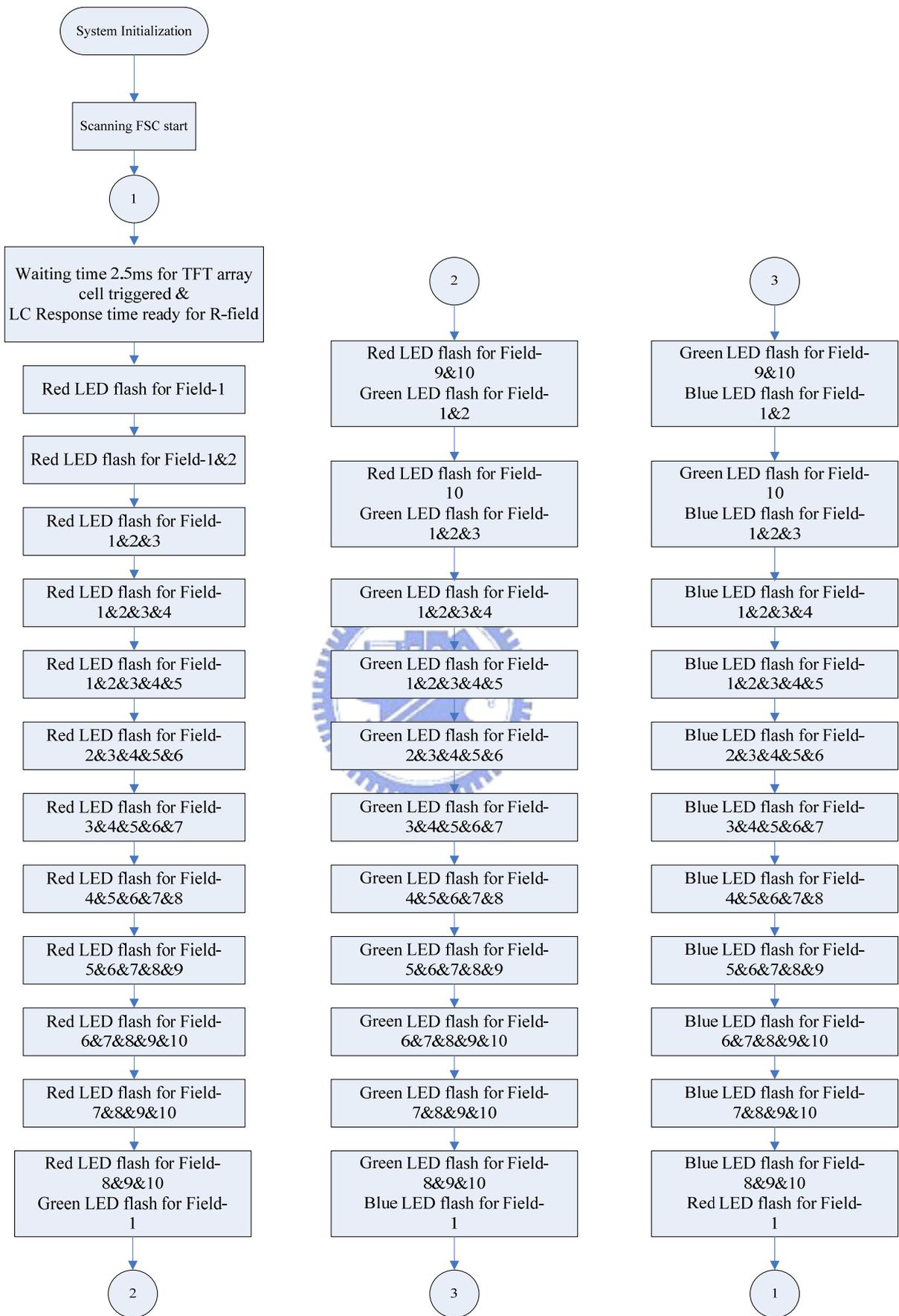


圖3.32 Scanning FSC系統程式控制流程圖

第四章 實驗結果與量測

4.1 控制系統電氣特性量測

在完成背光控制系統後，為確認由系統控制電路所送出的控制訊號是符合設計規格，因此須進行相關的電氣特性之量測。下圖4.1是使用示波器量測實際Frame與R、G、B掃描頻率，圖4.2則是由示波器CH1所量測結果可得Frame rate為59.99Hz。表示此控制電路可將Frame rate掃描頻率精確控制到TFT LCD顯示一個畫面所需的掃描頻率60Hz的工作頻率，以實現Scanning- FSC的動作要求。

實驗所使用之設備及測量儀器：

1. 一台Pentium 4 PC電腦
2. 一台Triple output DC Power Supply (安捷倫Agilent E3631A)
3. 一台數位示波器 (Tektronix TDS2024 4-Channel)
4. 一台光照度計
5. 一台Digit Multimeter (安捷倫Agilent 34401A)

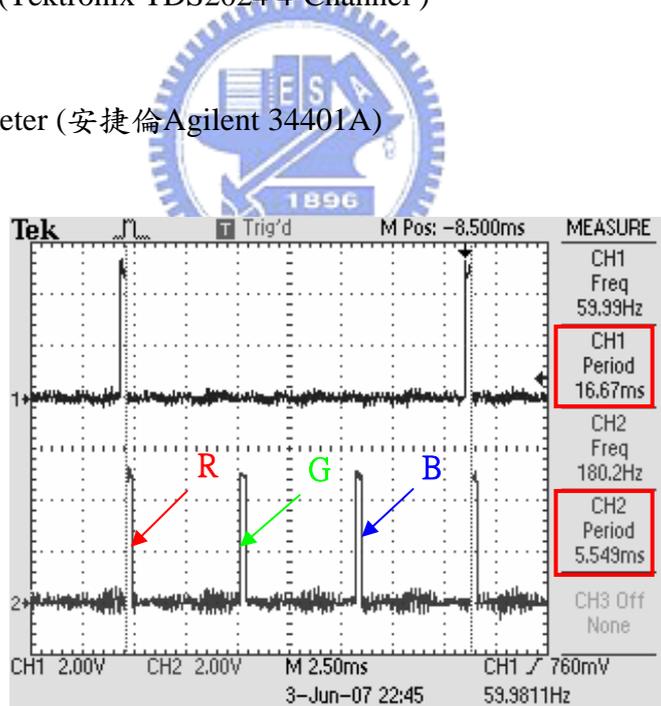


圖4.1 Frame rate & Subframe rate 實際輸出

註: CH1 = Frame rate ; Ch2 = R,G,B Subframe rate

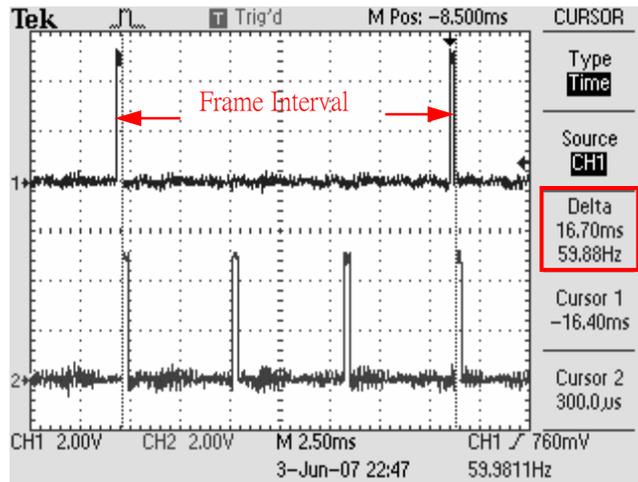


圖4.2 Frame rate 訊號 = 60 Hz (16.7ms)

接下來再以示波器量測Red、Green、Blue 3種顏色各別的subframe rate，由圖4.4量測結果可得R、G、B各Subframe在一個Frame時間內各佔了179.9Hz(相當於色序法切換頻率180Hz)。表示此控制電路可將R,G,B掃描頻率精確控制到180Hz的工作頻率，以搭配LCD的顯示速度並實現FSC-Scanning的效果。

下圖4.3 表示當以示波器水平掃除刻度SEC/DIV=2.5ms 時所量測到的Fram cycle及R、G、B 三各Sub Frame的相對關係。此時所量測到的紅光LED 在背光板上發光的Sub Frame rate = 179.8HZ。圖4.4 則表示當把水平掃描刻度精密到 SEC/DIV=1.0ms時，所量測到的Sub Frame rate則更精確到179.9Hz，這表示所設計的背光控制系統可以將掃描頻率控制到LED實際顯示所需的掃描頻率。

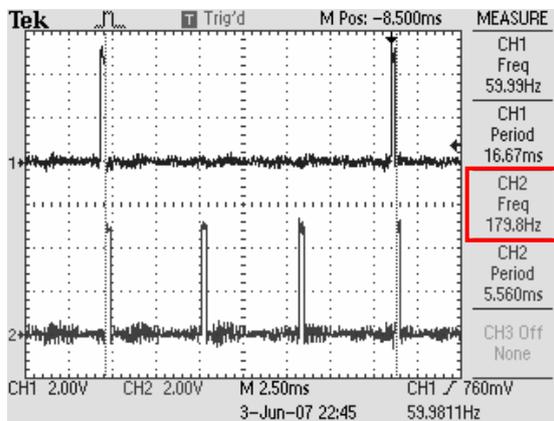


圖4.3 紅光SubFrame rate=179.8 Hz

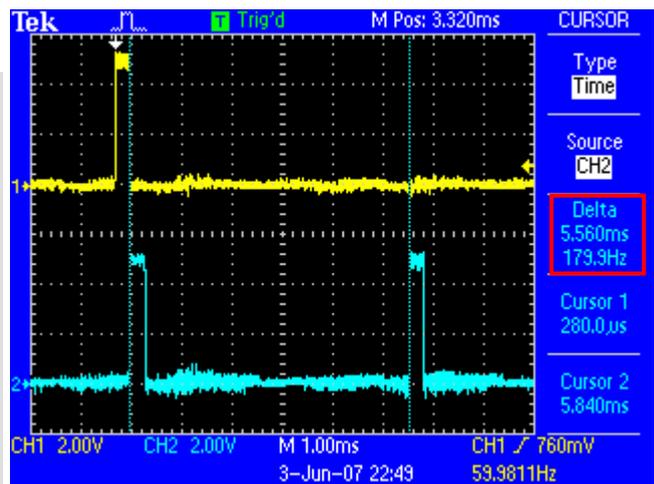


圖4.4 紅光SubFrame rate=179.9 Hz (5.56ms) 精確值

註: CH1 = Frame rate ; Ch2 = R-G-B Subframe rate

接下來再量測R、G、B各LED的循序掃描發光持續時間是否符合第三章所規範的掃描式FSC時序。量測結果證實R、G、B三色光各別的掃描時間完全符合規範的2.52ms，實驗結果如下圖4.5、圖4.6所示：

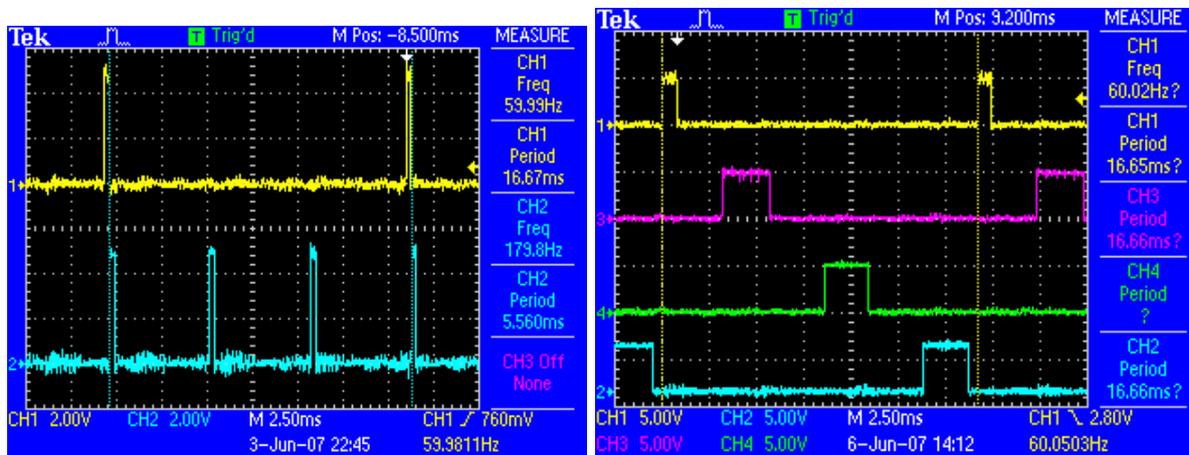


圖4.5 Frame Interval v.s Subframe Interval 圖4.6 Frame v.s R-G-B LED Flash Period

註: CH1 = Frame rate ; Ch2 = 藍光-LED掃描週期; Ch3 = 紅光-LED掃描週期; CH4= 綠光-LED掃描週期

以下圖4.7與圖4.8為將上圖5.6做局部放大後，針對R與G LED發光時間做的量測，結果證明紅、綠、藍3 LED發光持續時間皆為2.52ms，完全符合掃描式色序法的規格要求。

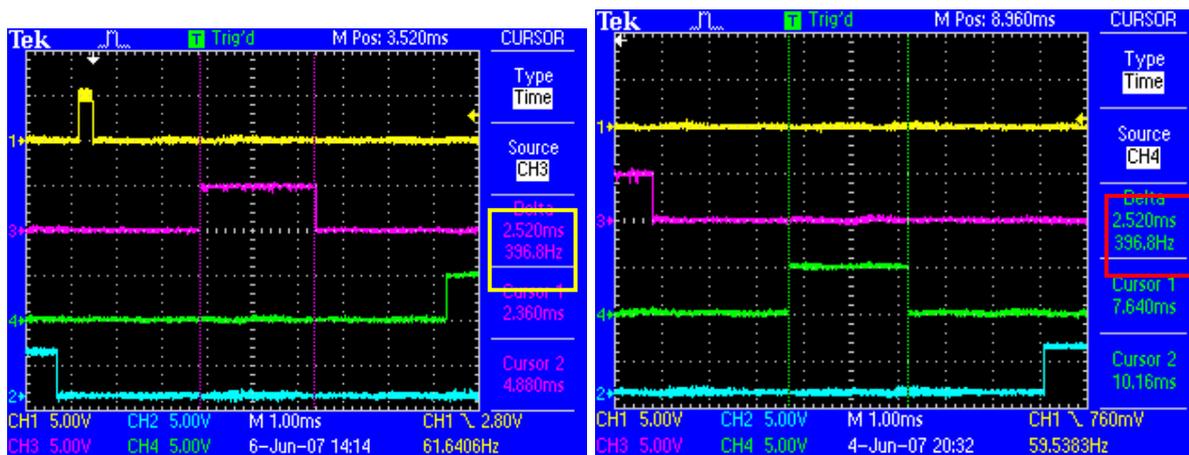


圖4.7 紅光-LED掃描週期=2.52ms (精確值) 圖4.8 綠光-LED掃描週期=2.52ms (精確值)

註: CH1 = Frame rate ; Ch2 = B-LED Flash Period ; Ch3 = R-LED Flash Period ; CH4= G-LED Flash Period

4.2 Light Bar光電特性量測

本節的目的為證明本實驗所設計的背光板之發光強度可以達到實際LCD顯示器之需求，因此使用照度計(Light Meter)分別量測，在紅、綠、藍3色光單獨點亮時的照光強度，並量測出各色LED的最佳工作條件與發光效率。[4-1]

表4.1 為R-G-B各LED在不同外加VLED電壓時，對單一條Light Bar所量測的光照度量測結果。圖4.9則是由表4.1量測數據所整理出的V_{LED} -照度(LUX)曲線圖。

註：量測條件：1.室內暗房； 2.Light Bar未加 Light Guide； 3.單一條Light Bar

表4.1 R-G-B LED 照度量測值

VLED	10	11	12	13	14	15	16	17
R-LED	1631	1772	3025	3286	3442	3546	3652	3946
G-LED	2842	3961	5051	5958	6974	7752	8374	8912
B-LED	694	985	1142	1315	1692	1912	1976	1963
White	4912	6152	7163	9295	10052	10618	11025	11256
FSC	511	623	875	975	1056	1176	1196	1328

Unit: LUX (Lux)

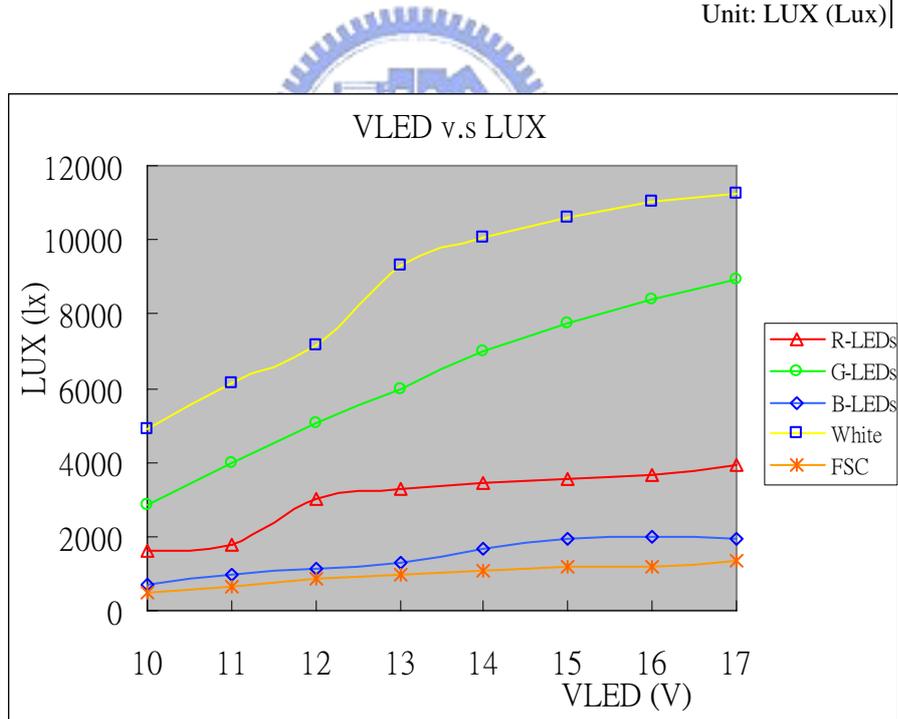


圖4.9 V_{LED} v.s LUX曲線圖

照度LUX：單位面積接收到的光通量。 單位：勒克司 lux

表4.2 為R-G-B各LED在不同外加VLED電壓時，對單一條Light Bar所量測的電流結果。圖4.10則是由表4.2量測數據所整理出的VLED v.s ILED曲線圖。

註：量測環境：1.室內暗房； 2.Light Bar未加 Light Guide； 3.單一條Light Bar

表4.2 R-G-B LED VLED變化時ILED量測值

VLED	10	11	12	13	14	15	16	17
R-LED	130	160	183	206	243	274	303	332
G-LED	45	70	90	111	142	170	197	225
B-LED	98	170	228	302	385	437	437	437
White	275	403	463	638	772	850	905	957
FSC	26	38	46	60	73	84	90	97

Unit: ILED (mA)

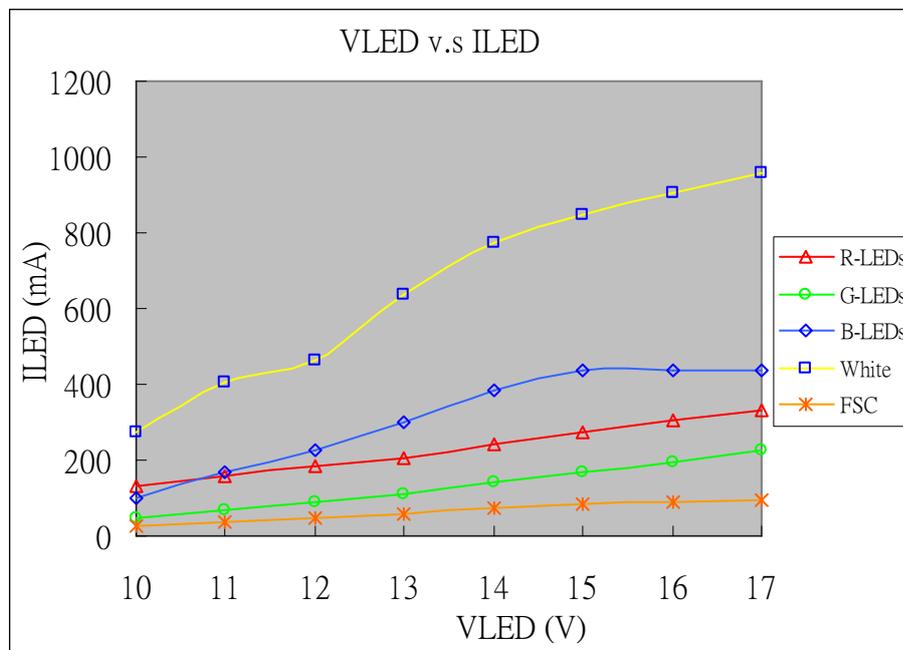


圖4.10 VLED v.s ILED曲線圖

因MBI5028 LED 驅動IC的規格限制Max VDS (VLED) =17V，因此在實際操作上VLED最大不可超過17V使用。由以上量測結果可知當VLED=17V，且R-G-B 3 LED全亮時ILED=957mA。

理論推算

因 1 Light Bar = 10 Field x 3LED x 3 (R-G-B LED chip) x 20mA

$$= 1800\text{mA}$$

=> 左右2側 = 2 Light Bar

$$= 2 \times 1800\text{mA}$$

$$= 3600\text{mA (Typical : Total power consumption)}$$

但這是R-G-B全亮的情況下，也就是Hold Type時的最佳功率。

若以實際的Scanning FSC來計算，因1個時間點最多只有5顆LED亮，所以

1 Light Bar = 5LED x 1 (R-G-B LED chip) x 20mA

$$= 100\text{mA}$$

=> 左右2側 = 2 Light Bar

$$= 2 \times 100\text{mA}$$

$$= 200\text{mA (Typical : Total power consumption)}$$

所以，Scanning FSC 模式的 I_{LED} 電流至少要給200mA才夠亮。

而由以上實際量測結果，單測Light Bar在 $V_{\text{LED}}=17\text{V}$ 時的消耗電流為 $I_{\text{LED}}=97\text{mA}$ ，因此2側Light Bar同時動作時所消耗的電流為 $I_{\text{LED}}=194\text{mA}$ 。因此證明實驗結果與理論推算是一致的。

4.3 LED Light Guide 光學量測

因Light Guide是由10片平面式導光板所組合而成，為避免導光板間相互漏光，因此需測試導光板間的光阻隔效果。由實際量測結果發現單區亮紅光時對於相臨的導光板會有輕微的漏光現象，但在間隔第二片導光板後即不會再有漏光的現象。

再改為單區亮綠光，並觀察其對於相臨的導光板會有輕微的漏光現象，但在間隔第二片導光板後即不會再有漏光的現象。

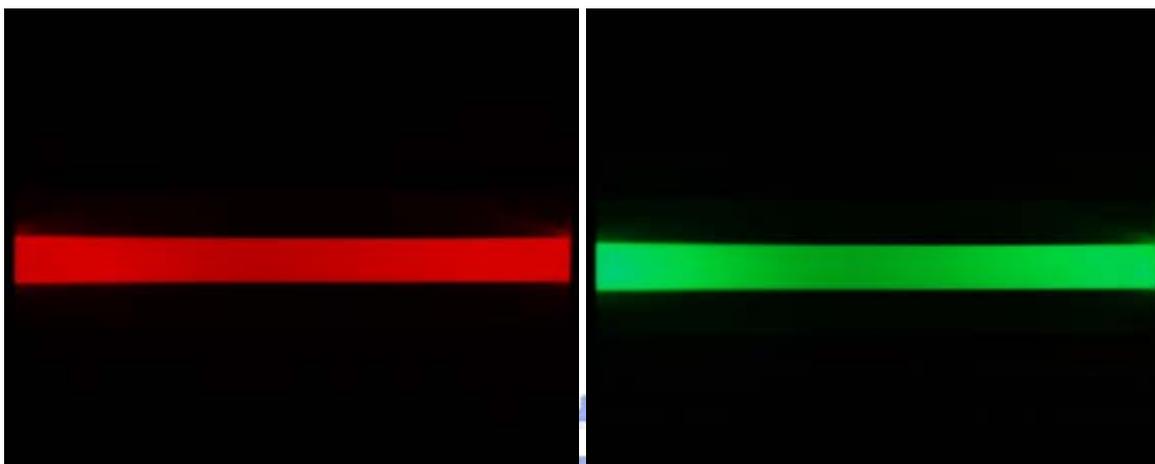


圖4.11 背光板之單區紅光漏光情形

圖4.12 單區 綠光漏光情形

再改為單區亮藍光，觀察其對於相臨的導光板會有輕微的漏光現象，但在間隔第二片導光板後即不會再有漏光的現象。



圖4.13 單區 藍光漏光情形

圖4.14 單區 白光漏光情形

接著再分別將全區的紅、綠、藍各單色光打開，以觀察整體背光系統的發光效率與光線均勻度。如圖4.15、圖4.16所示：



圖4.15 紅光全亮之顯示畫面



圖4.16 藍光全亮之顯示畫面

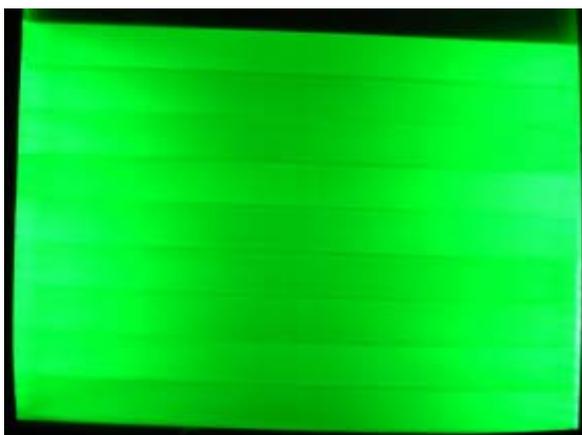


圖4.17 綠光全亮之顯示畫面



圖4.18 R-G-B Color Bar 全亮之顯示畫面

第五章 結論

由於液晶反應速度太慢以及採用持續式(Hold Type)背光源的原因，導致液晶顯示器在顯示動態影像時會出現拖影和模糊的現象。為了解決這樣的問題，目前可以採用直下式CCFL背光分段掃描的方式來模擬CRT脈衝方式以改善動態影像模糊的問題。因CCFL須藉由彩色濾光片來達到色彩成像的效果，但由於彩色濾光片光頻譜較寬，相對的色域較窄，因此色彩飽和度較差。為提升色彩飽和度又能兼具改善動態影像模糊的問題，目前的方法是採用色序式背光的方式來提高影像色彩飽和度。

本文的研究主要是整合掃描式背光與色序式背光的優點，利用分區掃描式色序法背光源的方式來達到以下目的：1.改善動態影像模糊現象；2.以RGB LED背光源來取代傳統彩色濾光片，進而提昇TFT-LCD的光利用率，並提高影像色彩飽和度。

實驗結果發現整體背光亮度的亮度值，必須藉由提高LED驅動電流的方式來加以補償。但從另一個角度思考，若不特別要求背光亮度的情況下，使用脈衝驅動的方式就可以相對節省背光的電源消耗。

本實驗是以硬體電路與軟體程式控制的方式來實現分區掃描式色序法背光源的驅動控制。其中無論是對於“LED背光驅動電路設計”或“分區掃描式色序法”在電路控制上的設計與實現均有深入的剖析與實作成果，相關內容可提供有興趣從事此方面研究者參考並進一步深入探討。

未來研究方向

雖然實驗已實現並有具體成果，但掃描式色序法背光仍有發光效率及色溫變異的問題須待解決，未來將朝這方面繼續進一步研究改善方法。

(1) 背光發光效率的改善除了LED本身發光效能，另外可從外部光機構設計及驅動方法的改良來提升背光源的發光效率。

(2) 原本實驗中LED Light Bar的電路設計是採用2顆LED驅動IC，同時輸出相同的電流來驅動RGB LED。其優點是可節省一顆驅動IC，但缺點是無法分別對RGB LED的發光亮度做獨立控制。由於一顆MBI5028可驅動16個Channel，而我們所設計的Light Bar每區各有R,G,B 3個Channel，則10區共有30 channel。且R、G、B LED所需的驅動電流特性各異，所以需3顆MBI5028 LED驅動IC才可各別獨立控制R、G、B 3原色的亮度。因

此未來將改成以3顆LED驅動IC的方式來對RGB LED進行獨立電流控制，以達到各別控制RGB LED亮度的目的。

(3) LED發光色溫會隨著LED溫度改變而造成LED發光波長偏移，因此為了確保背光源色溫維持不變，未來可以在RGB LED色溫的感測與回授控制做進一步的功能延伸，並可搭配控制電路板所預留的RS-232傳輸介面將RGB三色光強度傳送到PC以做為色溫控制校正。



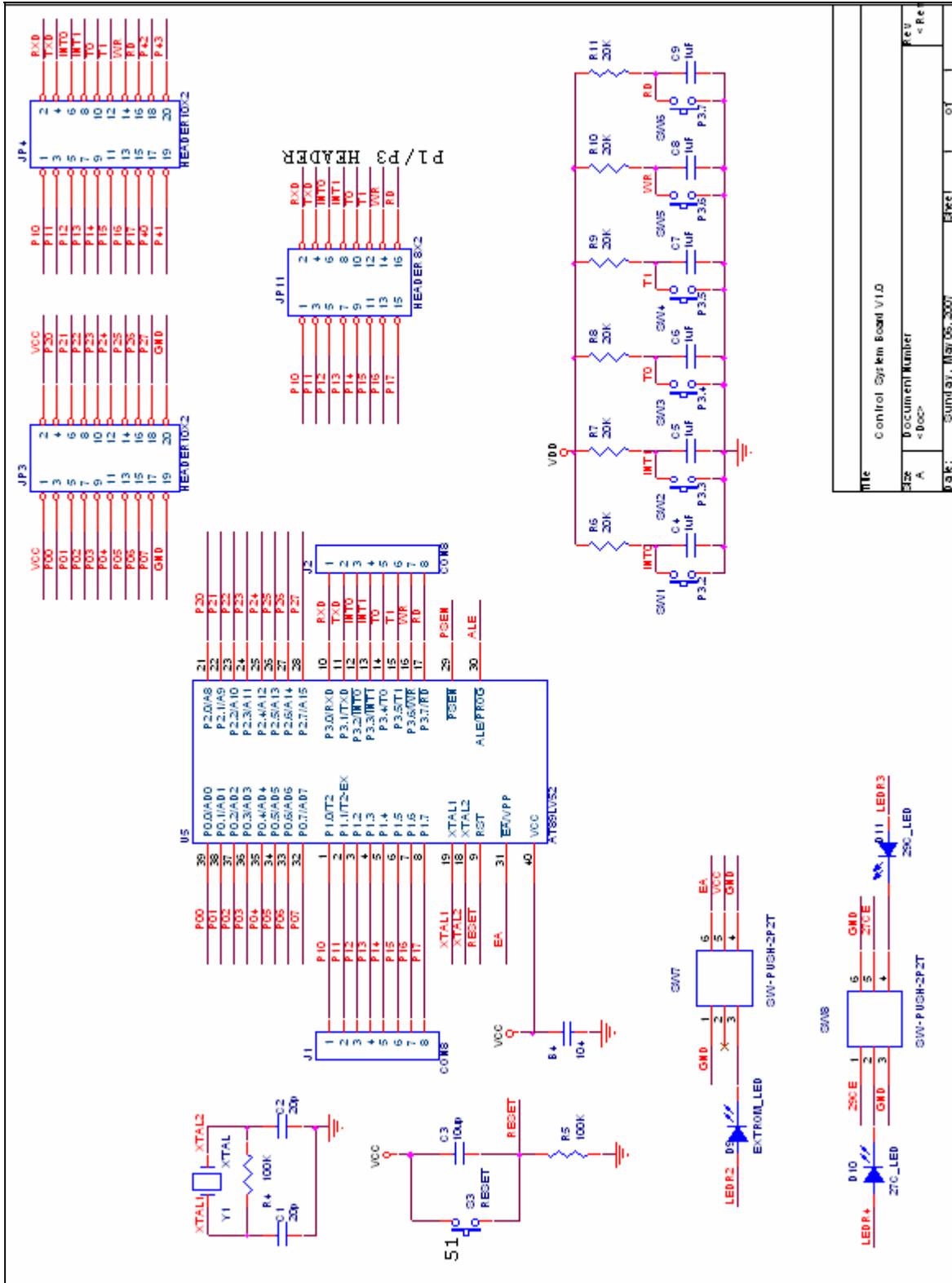
參考文獻

- [1-1] 盧慶儒, "次世代LCD背光元件發展趨勢(1)-多色LED背光", DigiTimes, 2006.03.
- [1-2] K. Sekiya, K. Wako, T. Ishinabe, T. Miyashita, T. Uchida, "The Effect of Motion Interpolation and Blanking on Color-Field Sequential LCDs", IDW 2003, page 1731-1732.
- [1-3] 曹其璋, "LED背光板、製程減化和各種應用將使LCD技術推陳出新", DigiTimes, 2006.02.
- [1-4] "Dynamic Scanning Backlight makes ClearLCD™ TV come alive", Clear LCD featuring Aptura, <http://www.press.ce.philips.com>.
- [1-5] Hsin-Cheng Hung, Ching-Wen Shih, "Improvement in Moving Picture Quality Using Scanning Backlight System", IDMC 2005, page 472-474.
- [1-6] 張庭瑞等, "高畫質LCD TV平面顯示技術", <http://www.hope.com.tw>.
- [1-7] Kazuo Sekiya, Kazuhiro Wako, and Shigeru Nakano, "Overdrive for Compensating Color-Shift on Field Sequential Color TFT-LCDs", SID 2004, Digest, page 408-411.
- [1-8] 林宗輝, "LCD TV的控制晶片與顯示處理技術", DigiTimes, 2006.11.
- [2-1] Rohit Tirumala, "基於升降壓轉換器的LED照明驅動器設計", 電子工程專輯, 中華民國94年3月.
- [2-2] 盧慶儒, "完善的設計LED驅動電路避免元件與系統損害", 電子時報, 2007.5.
- [2-3] Michael Day, Texas Instruments, "LED驅動器的選擇和設計", 電子工程專輯, 中華民國93年7月.
- [2-4] "STK6011BPx-5V General Propose 8051 Embedded Microcontroller Data Sheet Version 1.5", SYNTEK, March 2006.
- [3-1] Subramanian Muthu, Frank J. Schuurmans, Michael D. Pashley, "Red, Green, and Blue LED based white light generation: Issues and control", IEEE 2002, page 327-333.
- [3-2] "HT-3XX Series Data Sheet V1.0", HARVATEK.
- [3-3] "MBI5028 16-bit Constant Current LED Sink Driver with Gain Control Data Sheet V.02", Macroblock, April 2005.
- [3-4] "MBI5028 Timing Diagram for Current Gain Setting Data Sheet V1.00", Macroblock, 2005.

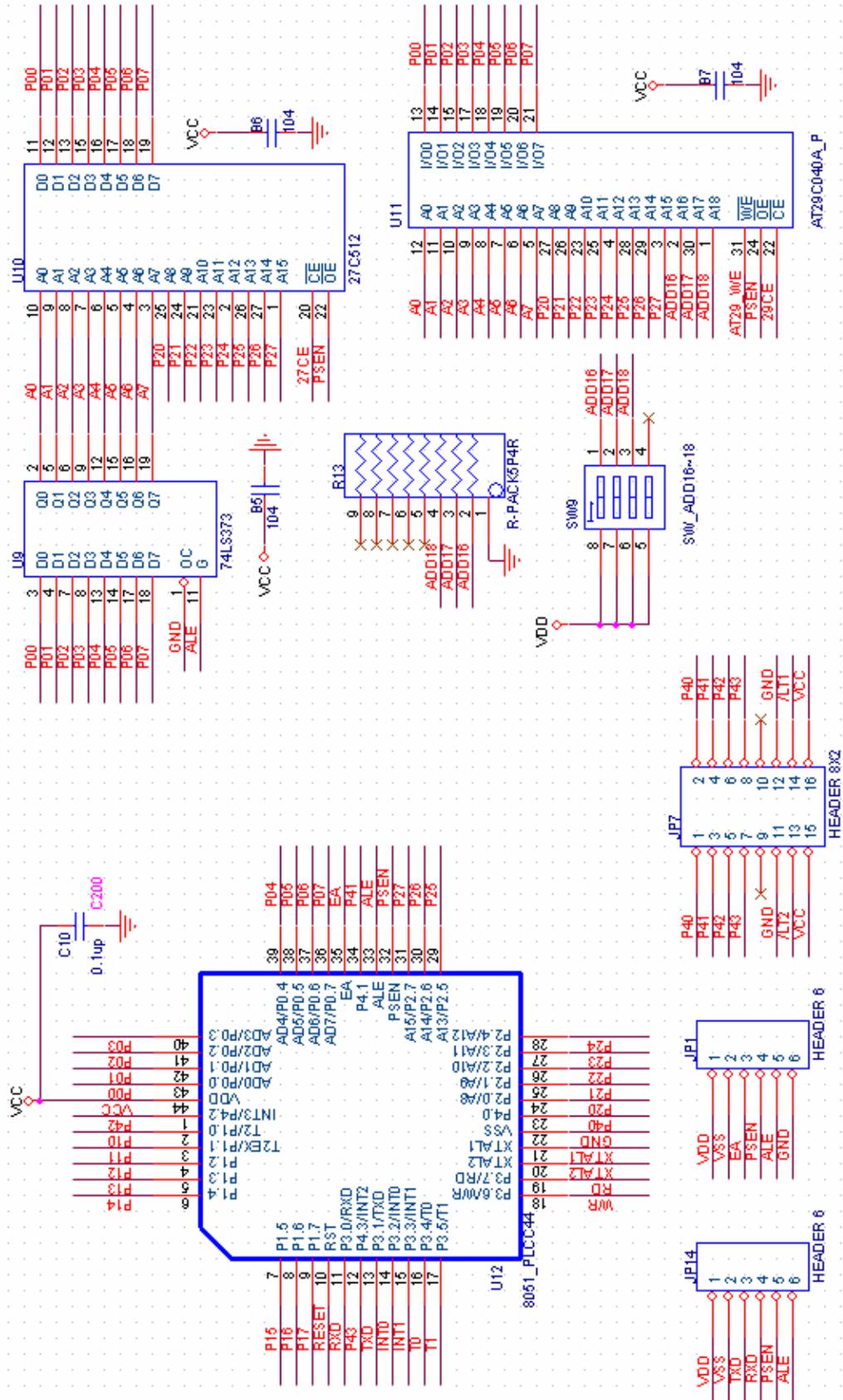
- [3-5] Fumiaki Yamada, Hajime Nakamura, Yoshitami Sakaguchi, Yoichi Taira, "Sequential-color LCD based on OCB with an LED backlight", SID 2002 Digest, page 81-85.
- [3-6] Tadashi Kishimoto, Kazuo Sekiya, Tetsuya Miyashita, Tatsuo Uchida, "Spatio-temporal Scanning Backlight for Color-Field-Sequential Optically Compensated Bend Liquid-Crystal Display", SID 2005 Digest, page 1316-1319.
- [3-7] Tadashi Kishimoto, Kazuo Sekiya, Tetsuya Miyashita, Tatsuo Uchida, "Spatio-temporal scanning backlight mode for field-sequential-color optically compensated-bend liquid-crystal display", SID 2006 Digest, page 151-159.
- [3-8] K. Sekiya, T. Kishimoto, K. Wako, S. Nakano, H. Ishigami, "Spatio-Temporal Scanning LED Backlight for Large Size Field Sequential Color LCD", IDW 2005, page 1261-1264.
- [3-9] S. Ichikawa, Y. Hamakubo, H. Ishigami, H. Yaginuma, T. Kishimoto, "Advances in Field Sequential Color OCB LCD with Backlight Scanning Technology", IDW 2006, page 2005-2008.
- [3-10] 陳永志, "色序式彩色液晶顯示器之背光分區式光學裝置設計", 國立交通大學工學院影像顯示科技產業專班碩士論文, 中華民國九十六年.
- [3-11] 簡銘進, "分區場序式全彩液晶顯示器背光模組之研究", 國立交通大學光電所碩士論文, 中華民國九十六年.
- [4-1] Chain-Fu Chao, Wayne Cheng, "A Backlight Scaling Algorithm for Minimizing Power Consumption of Minimization Field Sequential Displays"

附錄A

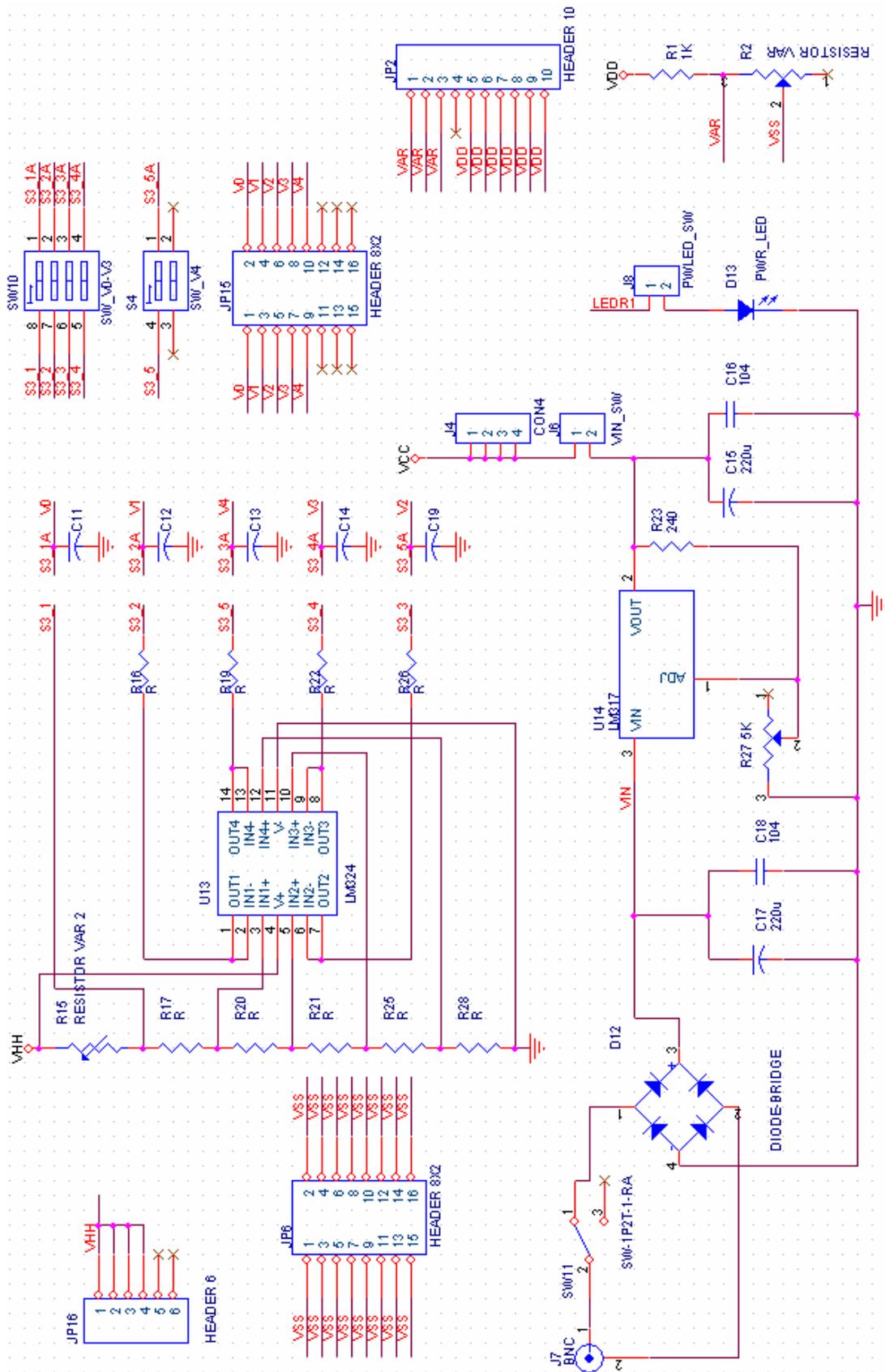
附錄1.1 Backlight 控制系統電路圖



附圖1. STK6011 MCU控制系統電路圖-1



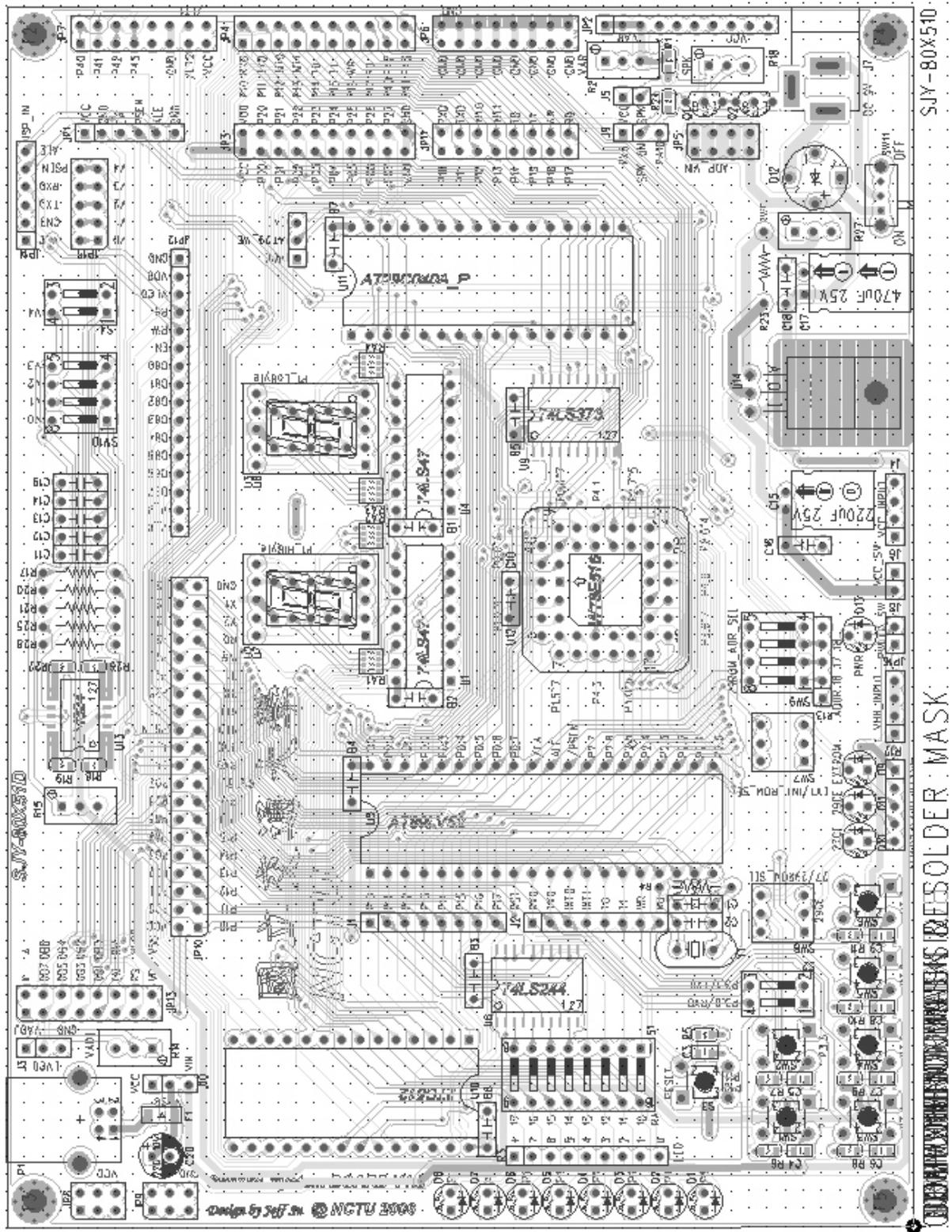
附圖2. STK6011 MCU控制系統電路圖-2



附圖3. 輸入/輸出電源電路圖

1.2 Backlight控制系統電路 Layout圖

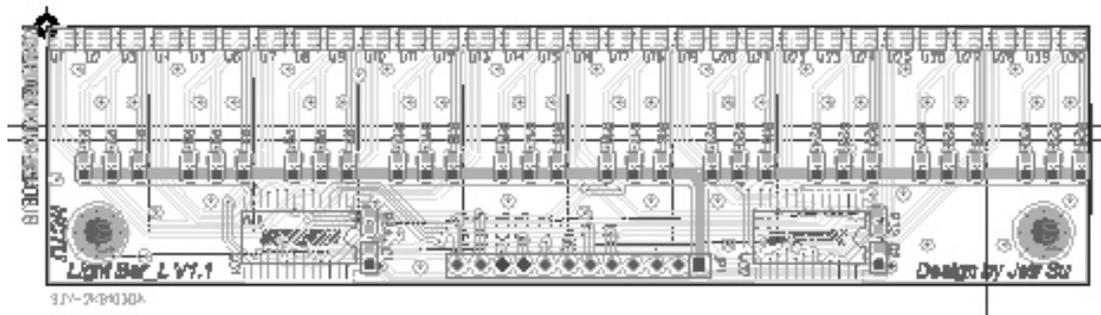
下圖為Backlight 控制系統電路Layout完成圖：



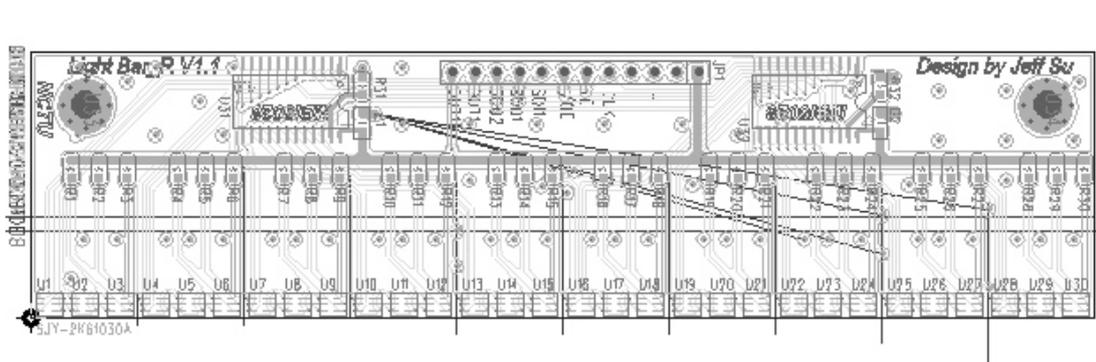
附圖4. MCU系統控制電路Layout圖

1.3 Light Bar 電路Layout圖

以下附圖5與附圖6所示分別為實際Layout完成的左、右2側之Light Bar電路圖。



附圖5. 左側Light Bar Layout圖



附圖6. 右側Light Bar Layout圖

附錄B

Scanning Field Sequential Color Backlight System 控制程式原始碼

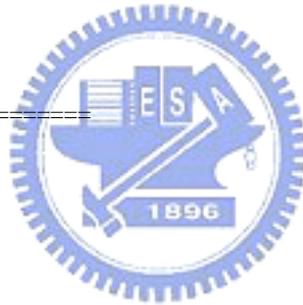
```
// ===== //
// 國立交通大學 - 光電所 //
// Scanning FSC Light Bar Control System Driving Program => MBI5028SCAN.C //
// Control Port : CLK=P3.0, LE=P3.5, OE=P3.6 //
// DATAI/OPort : Port1.0 ~ Port1.7 //
// VDD=5V (5V recommand); VLED=10V ~ 17V //
// Design & Coding by 蘇志揚 / Jeff Su 2007/03/15 //
// ===== //

#include <AT89X51.H>
#include "SETDATA.H"

// ===== For serial interface =====
sbit CLK=0xb0;
sbit LE=0xb5;
sbit OE=0xb6;
// =====

void Write_data(char data1, char data2);
void Write_cfg_code(char cfg_code);
void CAdj_MODE();
void Normal_MODE();
void RGBW_DISP();
void RGB_SLOW();
void RGB_FAST();
void FSC_SCAN();
void FSC_SCAN2();
void FSC_SCAN_60HZ();
void FAST_SCAN();
void delay(int count);
void delay1(int count);
void delay1a(int count);
void delay2(int count);
int SCANP33();

void main(void)
{
int a,b,tmpdat,adat,rdat,cfg_code,HC,pcode,dtime;
char keyscan(void);
char keystatus;
unsigned char key=0;
```



```

while(1)
{
    keystatus = keyscan();
    if (keystatus!=0)
        key=keystatus;
    if (key==0x08) RGBW_DISP();
    else if (key==0x04) FSC_SCAN_60HZ();
    else if (key==0x80) FSC_SCAN2();
    else if (key==0x10) FAST_SCAN();
}
}

// =====

void RGBW_DISP()
{
// T. For R.G.B Display
    Write_data(0x92,0x49);
    Write_data(0x92,0x49);
    SCANP33();
    Write_data(0x24,0x92);
    Write_data(0x24,0x92);
    SCANP33();
    Write_data(0x49,0x24);
    Write_data(0x49,0x24);
    SCANP33();
    Write_data(0xFF,0xFF);
    Write_data(0xFF,0xFF);
    SCANP33();
/*
// ===== For Partial Display - Field4 =====
    Write_data(0x00,0x00);
    Write_data(0x02,0x00);
    SCANP33();
    Write_data(0x00,0x00);
    Write_data(0x04,0x00);
    SCANP33();
    Write_data(0x00,0x00);
    Write_data(0x08,0x00);

```



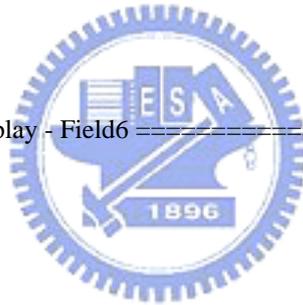
```

SCANP33();
Write_data(0x00,0x00);
Write_data(0x0E,0x00);
SCANP33();
*/
// ===== For Partial Display - Field5 =====
Write_data(0x00,0x00);
Write_data(0x10,0x00);
SCANP33();
Write_data(0x00,0x00);
Write_data(0x20,0x00);
SCANP33();
Write_data(0x00,0x00);
Write_data(0x40,0x00);
SCANP33();
Write_data(0x00,0x00);
Write_data(0x70,0x00);
SCANP33();

// ===== For Partial Display - Field6 =====
Write_data(0x00,0x00);
Write_data(0x80,0x00);
SCANP33();
Write_data(0x00,0x02);
Write_data(0x00,0x00);
SCANP33();
Write_data(0x00,0x04);
Write_data(0x00,0x00);
SCANP33();
Write_data(0x00,0x07);
Write_data(0x80,0x00);
SCANP33();

RGB_SLOW();
SCANP33();
RGB_FAST();
SCANP33();
}

```



```

void RGB_SLOW()
{
    int a,dtime;
    dtime=20;
    for(a=0;a<3;a++)
    {
        Write_data(0x23,0x11);
        delay(dtime);
        Write_data(0xc4,0x62);
        delay(dtime);
        Write_data(0x18,0x8c);
        delay(dtime);
    }
}

```

```

void RGB_FAST()
{
    int a,dtime;
    dtime=1;
    for(a=0;a<10;a++)
    {
        Write_data(0x23,0x11);
        delay(dtime);
        Write_data(0xc4,0x62);
        delay(dtime);
        Write_data(0x18,0x8c);
        delay(dtime);
    }
}

```



```
// =====
```

```

void FSC_SCAN_60HZ() // FSC Scanning
{
    int a,dtime;
    dtime=4;

    // 1A ~ 5A Red LED waiting time for LCD ready.
    Write_data(0x00,0x00);

```

```

Write_data(0x00,0x00);
delay1a(dtime);
Write_data(0x00,0x00);
Write_data(0x00,0x02);
delay1a(dtime);
Write_data(0x00,0x00);
Write_data(0x00,0x12);
delay1a(dtime);
Write_data(0x00,0x00);
Write_data(0x00,0x92);
delay1a(dtime);

```



```

//=====
while(1) // Unlimited loop
// for(a=0;a<10000;a++) // Set R.G.B Shift loop times
{ // 16 Bit mode
Write_data(0x00,0x00);
Write_data(0x04,0x92);
delay1a(dtime);
Write_data(0x00,0x00);
Write_data(0x24,0x92);
delay1a(dtime);
Write_data(0x00,0x02);
Write_data(0x24,0x90);
delay1a(dtime);
// -----
Write_data(0x00,0x12);

```

```
Write_data(0x24,0x80);
delay1a(dtime);
Write_data(0x00,0x92);
Write_data(0x24,0x00);
delay1a(dtime);
Write_data(0x04,0x92);
Write_data(0x20,0x00);
delay1a(dtime);
Write_data(0x24,0x92);
Write_data(0x00,0x00);
delay1a(dtime);
Write_data(0x24,0x90);
Write_data(0x00,0x00);
delay1a(dtime);
Write_data(0x24,0x80);
Write_data(0x00,0x01);
delay1a(dtime);
Write_data(0x24,0x00);
Write_data(0x00,0x09);
delay1a(dtime);
Write_data(0x20,0x00);
Write_data(0x00,0x49);
delay1a(dtime);
Write_data(0x00,0x00);
Write_data(0x02,0x49);
delay1a(dtime);
Write_data(0x00,0x00);
Write_data(0x12,0x49);
delay1a(dtime);
Write_data(0x00,0x00);
Write_data(0x92,0x48);
delay1a(dtime);
```

```
// -----
```

```
Write_data(0x00,0x08);
Write_data(0x92,0x40);
delay1a(dtime);
Write_data(0x00,0x48);
Write_data(0x92,0x00);
delay1a(dtime);
```



```

Write_data(0x02,0x48);
Write_data(0x90,0x00);
delay1a(dtime);
Write_data(0x12,0x48);
Write_data(0x80,0x00);
delay1a(dtime);
Write_data(0x12,0x48);
Write_data(0x00,0x00);
delay1a(dtime);
Write_data(0x12,0x40);
Write_data(0x00,0x04);
delay1a(dtime);
Write_data(0x12,0x00);
Write_data(0x00,0x24);
delay1a(dtime);
Write_data(0x10,0x00);
Write_data(0x01,0x24);
delay1a(dtime);
Write_data(0x00,0x00);
Write_data(0x09,0x24);
delay1a(dtime);
Write_data(0x00,0x00);
Write_data(0x49,0x24);
delay1a(dtime);
Write_data(0x00,0x04);
Write_data(0x49,0x20);
delay1a(dtime);
// -----
Write_data(0x00,0x24);
Write_data(0x49,0x00);
delay1a(dtime);
Write_data(0x01,0x24);
Write_data(0x48,0x00);
delay1a(dtime);
Write_data(0x09,0x24);
Write_data(0x40,0x00);
delay1a(dtime);
Write_data(0x49,0x24);
Write_data(0x00,0x00);

```



```

delay1a(dtime);
Write_data(0x49,0x20);
Write_data(0x00,0x00);
delay1a(dtime);
Write_data(0x49,0x00);
Write_data(0x00,0x02);
delay1a(dtime);
Write_data(0x48,0x00);
Write_data(0x00,0x12);
delay1a(dtime);
Write_data(0x40,0x00);
Write_data(0x00,0x92);
delay1a(dtime);
}
}
// =====
////////// MBI5028 Command Subroutine //////////
void Write_cfg_code(char cfg_code)
{
    int i;

LE=0;

    P1=0x00;
    for(i=0;i<8;i++)
    {
        CLK=0;
        CLK=1;
        P1=P1<<1;
    }

    P1=cfg_code;

    for(i=0;i<7;i++)
    {
        CLK=0;
        CLK=1;
        P1=P1<<1;
    }
}

```



```

LE=1;
  CLK=0;
  CLK=1;
  P1=P1<<1;
LE=0;
}

```

```

void Write_data(char data1, char data2)

```

```

{
  int i;
  P1=data1;
LE=0;
OE=1;
  for(i=0;i<8;i++)
  {
    CLK=0;
    CLK=1;
    P1=P1<<1;
  }

```

```

  P1=data2;
  for(i=0;i<8;i++)
  {
    CLK=0;
    CLK=1;
    P1=P1<<1;
  }
LE=1;
OE=0;
}

```

```

void CAdj_MODE()

```

```

{
LE=0;
OE=1;
  CLK=0;
  CLK=1;

```



```
LE=0;
OE=0;
  CLK=0;
  CLK=1;
```

```
LE=0;
OE=1;
  CLK=0;
  CLK=1;
```

```
LE=1;
OE=1;
  CLK=0;
  CLK=1;
```

```
LE=1;
OE=0;
  CLK=0;
  CLK=1;
}
```

```
void Normal_MODE()
```

```
{
LE=0;
OE=1;
  CLK=0;
  CLK=1;
```

```
LE=0;
OE=0;
  CLK=0;
  CLK=1;
```

```
LE=0;
OE=1;
  CLK=0;
  CLK=1;
```

```
LE=0;
```



```
OE=1;
  CLK=0;
  CLK=1;
```

```
LE=0;
OE=0;
  CLK=0;
  CLK=1;
}
```

```
// ===== Subroutine =====
```

```
char keyscan(void)
{
char keystatus;
P3=0xff;
keystatus=~P3;
return(keystatus);
}
```

```
int SCANP33()
{
while(P3_3==0);
delay2(10);
while(P3_3==1);
return 1;
}
```

```
void delay(int count)
{
int j,k;
for(j=0;j<count;j++)
{
for(k=0;k<160;k++);
}
}
```

```
void delay1a(int count)
{
int j,k;
```



```
for(j=0;j<count;j++)
{
for(k=0;k<20;k++);
}
}
```

```
void delay1(int count)
{
int j,k;
for(j=0;j<count;j++)
{
for(k=0;k<1;k++);
}
}
```

```
void delay2(int count)
{
int j,k;
for(j=0;j<count;j++)
{
for(k=0;k<12000;k++);
}
}
```



簡 歷

姓名：蘇志揚

籍貫：臺灣省高雄縣

出生年月：1975年

學歷：

省立臺南高工-電子科

國立雲林工專-光電工程科

崑山技術學院-電子工程系

國立交通大學-電機學院-電子與光電學程碩士班

經歷：

明碁電通-應用工程師

東訊公司-研發工程師

緯創資通-高級工程師

凌陽科技-正工程師

旭曜科技-資深工程師



研討會論文：

Ming-Chin Chien, Cho-Chih Chen, Chih-Yang Su, Yen-Hsing Lu, Chung-Hao Tien, Hao-Chung Kuo, "LED LIGHT LIT FOR FIELD-SEQUENTIAL-COLOR BACKLIGHT SYSTEM", ASIA DISPLAY 2007 INTERNATIONAL CONFERENCE & EXHIBITION, AD50182.

專利發明：

機台測試卡關方法, 中華民國發明專利證書, I226566

機台測試卡關方法, 中華人民共和國發明專利證書, CN03124391.6

專業證照：

工業電子技術士, 丙級, 行政院勞委會, 證書編號：224139

電腦軟體應用技術士, 丙級, 行政院勞委會, 證書編號：206793

電腦硬體裝修技術士, 丙級, 行政院勞委會, 證書編號：069402

電腦軟體設計技術士, 丙級, 行政院勞委會, 證書編號：024976

全民英語檢定合格, 教育部語言訓練測驗中心, 證書編號：E060554

