

20. TFT面板電源驅動訊號產生器

張信宏、關錦龍
華夏技術學院電機工程系 教授

摘要

本文設計出可提供TFT玻璃在注入液晶及貼合偏光片後，驅動IC bonding 前可實施LCD電測目檢所需的驅動電源的圖形訊號產生器，針對目檢TFT_LCD的亮點，暗點，線缺陷，線短路，線斷路，玻璃刮傷，視角不良，異物等缺陷，產生所需的驅動電源訊號並且針對不同的測試型號可編輯不同的測試程序並存檔。可即時改變各驅動電源的電壓大小及時間參數。

本可程式化之測試電源圖形訊號產生器將提供12條驅動電源，方波頻率1HZ~10KHZ，電壓-12V~+32V，彈性編輯各通道訊號相位時間關係等功能，此將符合面板廠液晶顯示單元體製程後，用來判斷面板良劣的要求

關鍵詞：TFT玻璃，檢測，液晶顯示單元體。

一、前言

TFT_LCD PANEL 由背光燈源發投射出光源，這光源會先經過一個偏光板然後再經過液晶分子，分子的排列方式會改變穿透液晶的光線角度，然後這光線還必須經過前方的彩色濾光板與另一塊偏光濾色玻璃。位於底層的薄膜式電晶體，可藉由改變液晶的電壓值控制最後出現的光線強度與色彩，並進而能在液晶面板上組合出有不同深淺的顏色。

TFT_LCD PANEL 製程分前段(Array)，中段(cell)，後段(Module Assembly)[1]。

前段(Array)：製程與半導體製程相似，但不同的是將薄膜電晶體製作於玻璃上而非矽晶圓上。

中段(Cell)：以前段Array的玻璃為基板，與彩色濾光片的玻璃結合，並在兩片玻璃基板間灌入液晶(LC)。

後段(Module Assembly)：後段模組組裝製程是將Cell製程後玻璃與其他如背光板，驅動IC電路，外框等多種零組件組裝的生產作業。

經中段(Cell)後，TFT Array 會有線路的開、短路、漏電晶體或漏電容等缺陷。

當TFT PANEL 在Cell段製造後在進入後段裝置驅動IC之前，為提升整個TFT_LCD模組組裝完成之後的良率以及可對故障的TFT Array進行修補(Repair)與再利用。通常於中後段間，會送入模擬驅動IC的驅動電源訊號用以點亮面板，再由作業員或精密的攝影

機去目測或影像處理分析。目的在於可避免後段組裝材料的浪費與無謂的組裝工程

本文目的是針對LC CELL設計出一種簡易低成本的圖形產生器。本產生器主要是著重於TFT Array 之Active Area的電氣特性，用以發現製造過程所產生的缺陷。當TFT PANEL 在前中段製造後而在進入裝置驅動IC之前，用以測試線路的各像素的開、短路等故障情形，可彈性檢測各種中小尺寸之TFT_LCD。採單機作業不用連接電腦，在生產線上可隨時直接修改參數或更換不同型號面板的測試程序與驅動訊號電氣設定

二、研究方法

2.1 TFT LCD構造

TFT LCD(Thin film transistor liquid crystal display)薄膜電晶體液晶顯示器，它是利用薄膜電晶體來產生電壓，以控制液晶轉向的顯示器。從LCD的切面結構圖來看，在上下兩層玻璃(Alignment Layer)間夾著液晶(Liquid Crystal)，兩玻璃間由Spacer支撐著，外側有框膠(Seal)封住，上下玻璃間藉由銀膠(Short)接合導通，Common 電極通常於上玻璃，下玻璃為TFT基板，彩色濾光片因全透或半透抑或是全反射等玻璃設計不同可能在上玻璃上或下玻璃外，最外層再貼上下偏光片，此結構即為一簡單之TFT LCD構造。

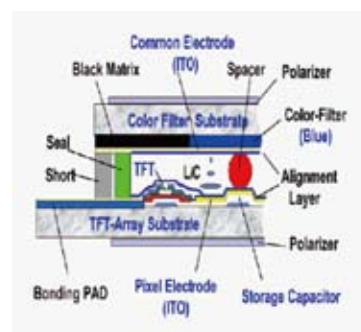


圖1 TFT CELL 基本構造圖[2]

2.2 TFT 玻璃基板等效電路

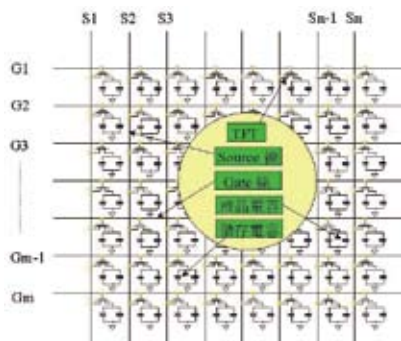


圖2 TFT PANEL 的等效電路圖[3]

如圖2 所示一塊玻璃基板依據需求可設計成m 條Gate 及n 條Source線，共有m 乘上n 個電晶體，以目前15 吋TFT 螢幕1024x768x3(R.G.B 三個顏色)約有236 萬個電晶體在一塊TFT 玻璃基板上

2.3 TFT 基本工作原理

TFT LCD上下兩層玻璃間夾著液晶，便會形成平行板電容器，稱之為CLC(capacitor of liquid crystal)。它的大小約為0.1pF，但是實際應用上，這個電容無法將電壓保持到下一次再更新畫面資料的時候。因此一般在面板的設計上，會再加一個儲存電容CS(storage capacitor 大約為0.5pF)，以便讓充好電的電壓能保持到下一次更新畫面的時候。長在玻璃上的TFT 本身只是一個使用電晶體製作的開關。它主要的工作是決定LCD source driver 上的電壓是否要充到這個點。至於這個點要充到多高的電壓以便顯出怎樣的灰階，都是由外面的LCD source driver 來決定的。此點電壓可改變液晶的排列方式進而控制最後出現的光線強度與色彩，而在液晶面板上組合出有不同深淺的顏色。

2.4 TFT CELL 之正負極性控制

當液晶分子固定在某一電壓過久後，即使將電壓取消，液晶分子會因特性破壞而無法再因應電壓的變化來轉動。所以每隔一段時間，就必須將電壓取消，以避免液晶分子的特性破壞，但是在實際的應用上，並不允許。於是液晶分子的顯示電壓就分成了兩種極性，一個是正極性，而另一個是負極性，當顯示電極的電壓高于common電極時，是為正極性，而當低于common電極的電壓時，就是負極性。不管是正極性或是負極性，都會有相同亮度的灰階。於是藉由正負極性不停的交替，達到顯示內容不變下，同時液晶分子不被破壞的結果。

由於液晶分子此種的特殊性，遂衍生4種不同極性變換方式，如圖3所示，其中以dot inversion方式有較小的flicker現象[4]。



圖3 TFT PANEL各種不同極性的變換方式

2.5 TFT CELL 之測試端點

在進行Array任何功能驗證以前，經常是給予TFT(Thin Film Transistor)一驅動訊號，藉以判斷電晶體元件的動作是否正確，依照探測工作的方式可區分為FPC與Shorting Bar的方式，FPC探針會對面板上所有的Gate Line與Data Line線路進行測試，但在朝向基板大尺寸化發展時，FPC將面臨更多新的挑戰，如如何能達到大面積之檢測範圍以及如何達到高精度與價格相當高昂等問題，所以為簡化測試程序與成本，另有Shorting Bar方式[5]。如圖4所示[3]，在玻璃的四週layout 電阻當開關用，依據玻璃設計可單獨送奇數的橫線與偶數的橫線，測試GATE 間是否有短斷路，亦可單獨點亮RED、GREEN、BLUE 等三種顏色，測試後再以LASER 將LASER CUT AREA 切斷即可送至後段繼續下一道製程。

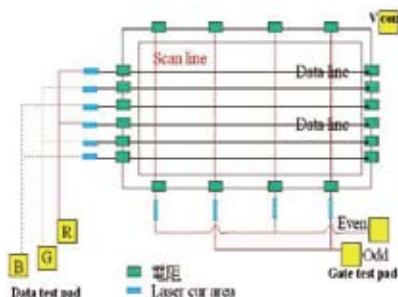


圖4 SHORTING BAR 測試法示意圖

Shorting Bar Probe 的設計與FPC類似，但依檢測範圍的組合有分為1-Gate 1Data (1G1D)、2G1D、2G2D或2G3D，請參考圖4所示將多條閘極線路與資料線路透過Shorting Bar的設計，集成同一點上。

2.6 TFT CELL 之測試時序

圖5與圖6是Shorting bar 2G1D接線，分有兩種不同的common電極電壓的驅動方式。

圖5中common電極電壓Vcom是固定不變，而顯示資料電極電壓Vdata是依照其灰階的不同，以Vcom為基準，每個frame正負極性變換。

圖6中common電極電壓Vcom是每個frame變

換，而顯示資料電極電壓Vdata是依照其灰階的不同，以Vcom為基準，每個frame正負極性變換。

圖5比起圖6方式，Vdata需較大的工作電壓範圍，製程與電路相對複雜而成本也相對較高。但是極性變換可以用dot與column inversion方式，顯示品質較好。

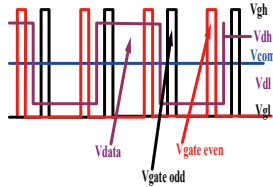


圖5 common電極電壓固定不動的驅動方式

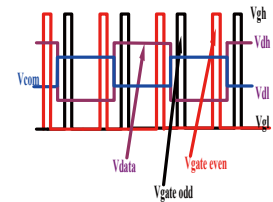


圖6 common電極電壓不停變動的驅動方式

三、系統設計

3.1 系統規格：

設計之液晶顯示單元測試圖形訊號產生器具有下列規格：

a.電氣規格：

項目	電壓	解析度	頻率
VDATA	-12V ~ 32V	10mV	1HZ ~ 10KHZ
Vgate odd	-12V ~ 32V	10mV	2HZ ~ 20KHZ
Vgate Even	-12V ~ 32V	10mV	2HZ ~ 20KHZ
Vcom	-12V ~ 32V	10mV	2HZ ~ 20KHZ

b.輸出介面

輸出介面為D-sub 15pin 母座，提供11個輸出點燈驅動電源訊號接線

Vcom

一組

Vgate

四組 分別為 Vgate E1, Vgate E2, Vgate O1, Vgate O2

VDATA

六組 分別為 VDATA, VDATA R, VDATA G, VDATA B, VDATA O, VDATA E

c.操作功能

- 提供 50 組FILE 空間可預存不同型號面板驅動電

源訊號設定資料

- 提供每組FILE，40個測試圖形電源驅動訊號設定與TFT面板接線設定
- 提供自動循序測試與手工單步測試兩種模式
- 提供一對照測試圖形設定，於手工單步測試模式時交叉比對之用
- 提供單機操控，無須PC輔助

3.2 硬體架構：

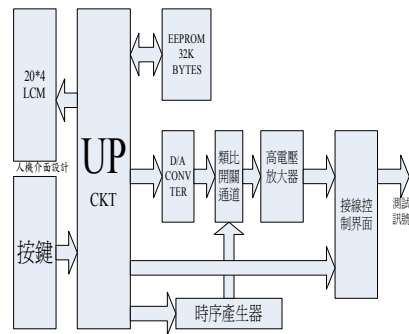


圖7 液晶顯示單元測試圖形訊號產生器硬體架構圖

整體架構如圖7所示。說明如下：

- 人機介面
- 輸出介面：採用20字4行文字型LCD顯示器，可顯示驅動電源設定內容與面板接線情形及面板測試過程的資訊。
- 輸入介面：使用6個按鍵，可以輸入所有設定與數值資訊。
- 微控制器
- 使用WINBOND W78E58B 8位元控制器，其與ATMEL 89C52相容，但內部增加程式記憶體達32KB，資料記憶體達512B，工作時脈達40MHZ。
- 記憶體擴充

為能儲存50種面板的驅動電源設定資料，本機採用ATMEL 32KB 28C256 EEPROM 記憶體。此記憶體是非揮發性記憶體，當使用者為每一種型號TFT玻璃面板編製適當的驅動電源設定資料與接線情形設定的資料後，這些資料直接儲存於此種非揮發性記憶體內。從此以後，使用者只要從記憶體載入該資料後即可立即測試該型號TFT玻璃面板。

• D/A CONVERTER

採用串列輸入12 BITS的DAC7611 DAC 轉換器，串列輸入方式可以精簡控制接線數目及PCB的空間。DAC7611是12BITS DAC，輸出FULL SCALE +4.096V，於是LSB=1mV，若要輸出+4V，輸入DIGITAL值為4000。這8個DAC的CLK,SDI,/LD共線，利用個別的/CS即可選擇各別的DAC，使用CLK，/SDI可串列輸入DIGITAL數值。當輸入12位元的數位資料後，利用

/LD將DIGITAL轉成ANALOG而輸出至類比開關區。由於DAC輸出訂於+0V~+4V之間，極性的變換由類比開關通道單元負責。為使最後可有+32V的最大輸出，高電壓放大器部份將負責放大8倍。

• 類比開關通道選擇

由於TFT玻璃驅動電源訊號是正負交變方波，負壓最低達-12V，正壓最高達+32V。為求驅動電源訊號間有較精準的時序相位，一個驅動電源訊號的正電壓與負電壓分別由不同的DAC產生。這正負電壓由類比開關依設定的工作頻率切換。這樣，在產生訊號時，不用隨時為了更改輸出電壓而對DAC隨時作數位數值寫入的動作，如此將可提升訊號間的相位準確度

驅動電源訊號中的高電壓由DAC產生後直接進入MAX4622類比開關，如圖8所示。而低電壓部份，分兩路同時進入類比開關與一極性變換電路，極性變換電路的輸出將會是原來的正值乘上-1，所以若是驅動電源訊號中的低電壓是負電壓時，則由微控制器選擇負電壓路徑，若是正電壓時，選擇沒經過極性變換的DAC輸出。那麼，這高低電壓值將由時序控制器以設定之工作頻率在類比開關內切換之。

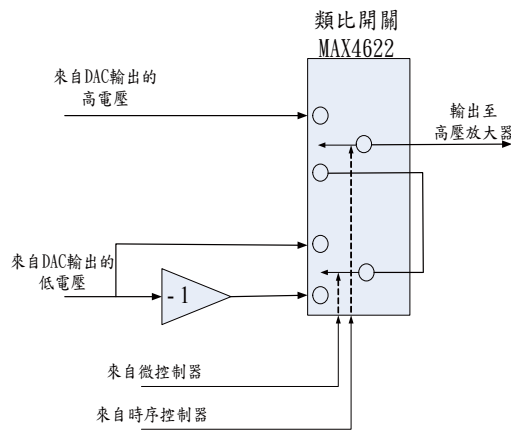


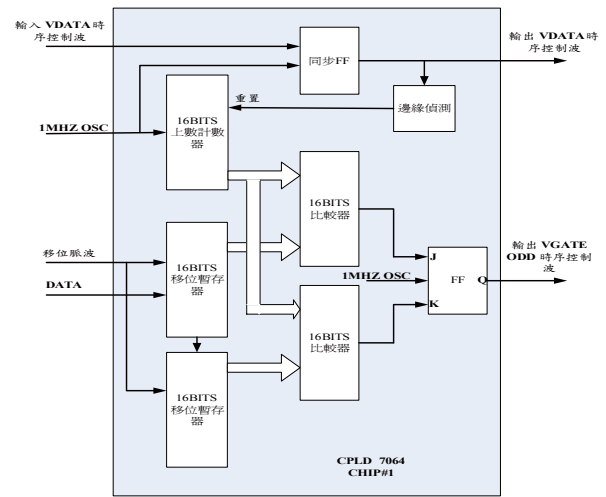
圖8類比開關通道電路

• 時序控制產生器

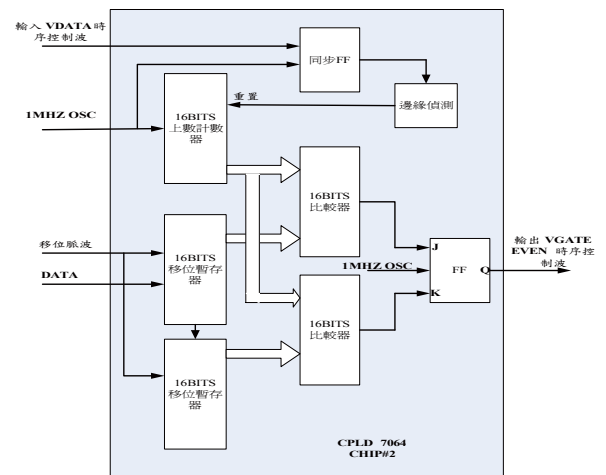
要驅動TFT_LCD顯示玻璃必須要有大電壓範圍與精準的相位時序的電源測試訊號。訊號間相位時序如果以微控制器軟體方式來控制，則時序上較不精確，尤其在高頻率段誤差更大。本機於是使用硬體方式來產生相對應的各個電源訊號。使用複雜的可規劃元件CPLD，既可節省PCB板空間又可彈性更改設計不用再重製PCB，節省設計時間與製作成本。

時序產生器用來控制TFT玻璃面板驅動電源訊號們的時序，如圖5所示。圖中每VDATA半週，若有二個VGATE脈波，則VGATE再區分成VGATE ODD, VGATE EVEN 兩個波形。VCOM與VGG通常為-12V~+32V的直流電源。

本機使用兩個ALTERA的CPLD 7064，基本工作頻率為1MHZ的OSC震盪器，所以每一個週期是1US，也就是時序的解析度是1US。由圖5知，TFT玻璃驅動電源時序可依VDATA為基準，VGATE距離VDATA的每個半週邊緣相等，於是以VDATA的邊緣為觸發，計算經過多少US後，VGATE脈波開始出現，此數值由微控制器預先輸入到16位元移位暫存器內，再計算脈波的寬度是多少US，此數值由微控制器預先輸入到另一16位元移位暫存器內，方塊圖如圖9所示。開始產生波形時，VDATA的邊緣將重置16位元計數器，而後由零開始計時，計算值與兩個16位元移位暫存器輸出相比較，比較結果送至JK正反器的JK端，其輸出即可產生VGATE脈波。VDATA方波是由微控制器以內部計時器產生。為求精確，VDATA須與1MHZ工作脈波同步。



(a) VDATA與VGATE ODD輸出



(b) VGATE EVEN輸出
圖9 時序產生器方塊圖

- 高電壓放大器

DAC轉換器輸出電壓只有+5V，必須經由高電壓放大器放大至+32V或-12V。

- 接線控制介面

TFT玻璃面板在驅動測試過程中，會輸入不同的電壓測試電壓與時序外，還會挑選不同的部份CELL來顯示，如R，G，B，分別顯示，或奇數行，偶數行分別顯示。於是本機在輸出介面區，設計一些可程式控制的接線開關，於是在測試時，可以依預先的設定決定TFT玻璃面板的測試區域，由此程序可以觀察面板短路，斷路等故障。為因應形形色色不同款式的TFT玻璃面板控制方式，遂將VDATA，VGATE，VCOM，VGG等四種原始驅動電源，再延伸出多條輸出路徑，且以SOLID RELAY分別由微控制器控制，如圖10所示。

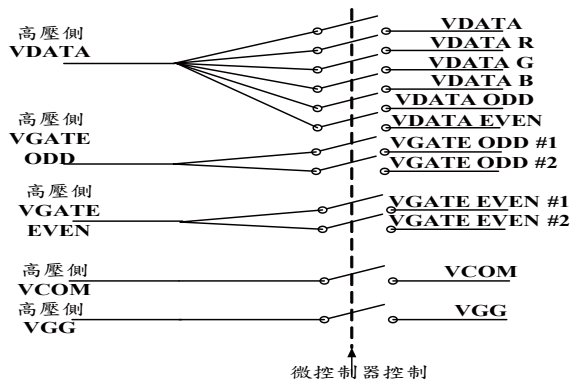


圖10接線控制介面

3.3 軟體架構：

採用TOP-DOWN程式結構設計與PULL-DOWN MENU的人機介面設計。人機介面以USER-FRIENDLY為設計原則，採用下拉式菜單方式(PULL-DOWN MENU)

軟體功能以由上而下設計(TOP-DOWN)分三大項為：

- (1) OPER
- (2) CONFIGURE
- (3) SPEC

細項分述如下：

主功能項	次功能項	微功能項	說明	
OPER	RUN	AUTO	循序輸出1~8電測電源程序	
		STEP	單步輸出1~8電測電源程序	
	LOAD		載入預設的測試檔案，內涵8個測試程序	
	SAVE		儲存測試檔案	
	RX FILES		將檔案傳至另一台	
	TX FILES		接收另一台的測試檔案	
	PAT COPY		在目前工作檔案1~8測試程序中，互相複製	
CONF	BASE		設定1~8，設定單步操作時的基礎參照程序編號	
	1~8	VD OUT	設定1~8程序中的輸出接線狀態	
		VGG VCOM		
		VG ODD1,2		
		VG EVE1,2		
		VD R,G,B		
		VD ODD,EVE		
		PATERN OUT		
		PAT TIME		
		MODIFY		確定修改？
SPEC		1~8		DAT HV
	DAT LV			
	DAT FQ			
	GATE HV			
	GATE LV			
	VGG V			
	DH-COM			
	DL-COM			
	GODD_D			
	GEVE_D			
	GATE_W			
	MODIFY	確定修改？		

四、結果與討論

在設計與製作期間，企業提供TFT-LCD檢測的功能需求且隨時反應本圖形訊號產生器在生產線實務檢測時的實測結果。經由討論，研究與修正。本完成的圖形訊號產生器如圖11所示，完整的成品有圖形訊號產生器本體與承載5.7吋TFT_LCD玻璃的活動探針治具。本機其他參考與工作圖像，可見於附錄一。

圖11 電源驅動訊號產生器本體與承載5.7吋TFT_LCD玻璃活動探針治具

由於TFT_LCD玻璃大小與訊號輸入點位置差異相當大，目前的業界做法是任一種廠牌，任一種型號的玻璃，必須製作專用的治具，但慶幸的是以前的圖形訊號產生器也幾乎是與治具一樣，必須專用。而本計劃研發的圖形訊號產生器可以很有彈性地適合大多數的TFT_LCD玻璃，只要變更治具與本圖形訊號產生器的工作檔案，立即可以換線生產，方便迅速。

目前業界使用的小型電源驅動訊號產生器，除了專用的缺點外，因為硬體線路簡單而導致電氣性能不佳，例如輸出的電源訊號電壓太低，訊號的rising time 或 falling time 太大，訊號間的時間差不夠精確等等，於是常常造成大量的測試良劣誤判情形發生，所以造成測試業者的巨大的損失，這也是業者最不能忍受的。本計劃的圖形訊號產生器完全克服以上之問題，試驗期間也受到外界業者的高度讚許與期待，本機在一些代工測試工廠進行小量測試均符合業者需求，也確實在良劣判定上相當精準。

參考文獻

1. TFT基本架構及原理，友達光電股份有限公司技術資料
2. 液晶顯示器顯示原理講義，財團法人自強基金會電子工業人才培訓課程
3. 方木村，TFT LCD驅動電路設計技術報告，國立雲林科技大學
4. 平面顯示器原理講義，交通大學次微米人才培訓課程
5. 5, 2006 年全球陣列檢測設備市場概況(上) www.mirdc.org.tw/chinese/epaper/MP-NEWS/9702_1_33/text/9702_1_itis02.pdf

附錄一 本機對5.7" TFT_LCD玻璃顯示單元之測試



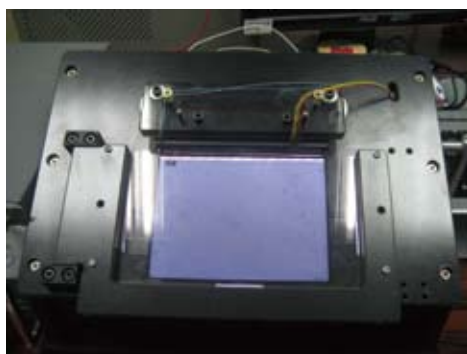
待測 5.7" TFT_LCD玻璃片



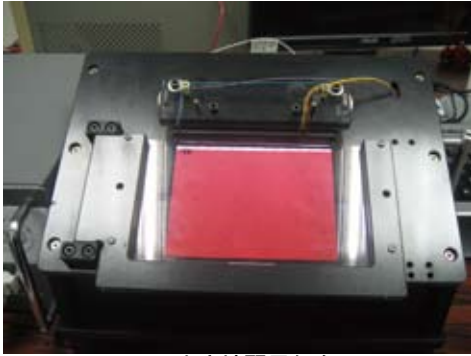
編寫測試程序與測試的電氣規格與PATTERN



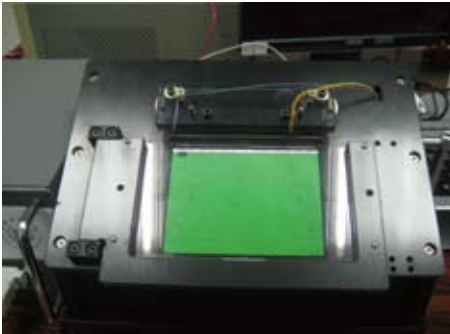
待測 5.7" TFT_LCD玻璃片放入治具



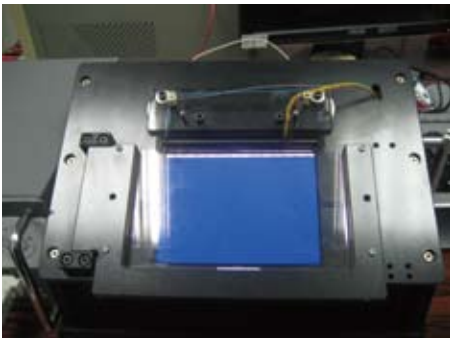
TFT_LCD玻璃片顯示白色50%



TFT_LCD玻璃片顯示紅色100%



TFT_LCD玻璃片顯示綠色100%



TFT_LCD玻璃片顯示藍色100%