

液晶顯示器驅動電路介紹

盧志文

國立暨南國際大學電機系助理教授

cwlu@ncnu.edu.tw

一、前言

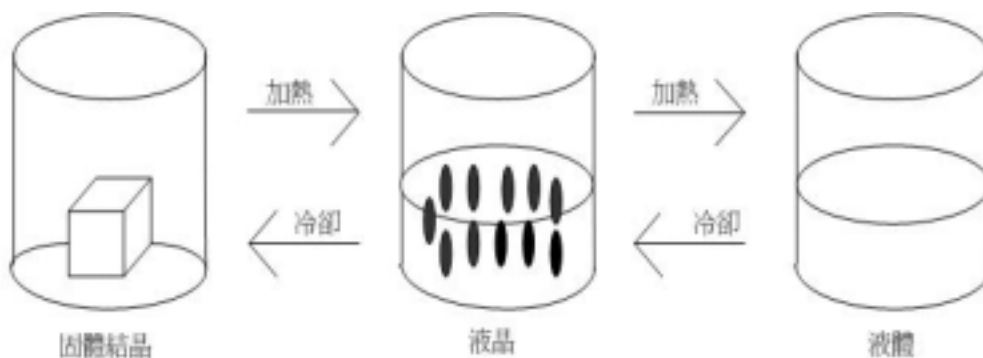
由於消費性娛樂電子產業對於顯示器具備更強化的數據處理能力、更鮮艷的色彩和更高的性能要求，使得一度曾主導市場的 CRT(陰極射線管)顯示器，正逐漸讓位於液晶顯示器(LCD)、電漿顯示器(PDP)和有激發光二極體顯示器(OLED)等許多新崛起的顯示技術。顯示器製造商透過改善視角與解析度等基本的顯示特性以對此做出積極的回應，並採用更先進的軟體和硬體演算法，使顯示器更能處理快速變化的影像，以及執行除了顯示資料和影像以外的其它功能。本文簡單介紹液晶顯示器、電漿顯示器和有激發光二極體顯示器。

二、液晶顯示器

(a) 液晶介紹

1888年，澳洲學家 F.Reinitzer，從植物中分離精製安息香酸膽固醇類(cholesteryl benzoate)時，發現此化合物在 145.5 度熔融後，存在一介於固相和液相間之半熔融流動物質，一直維持到溫度升高到 178.5 度時，才完全進入透明液體。隔年，1889年，研究相轉移及熱力學平衡的德國物理學家 O.Lehmann，對此化合物作更詳細的分析，在偏光顯微鏡下發現，此黏稠之半流動性化合物具有雙折射(birefringence)之光學性質，即光學異相性(optical anisotropic)。此後，科學家將此一新發現的性質，稱為物質的第四態-液晶(liquid crystal) [1]。

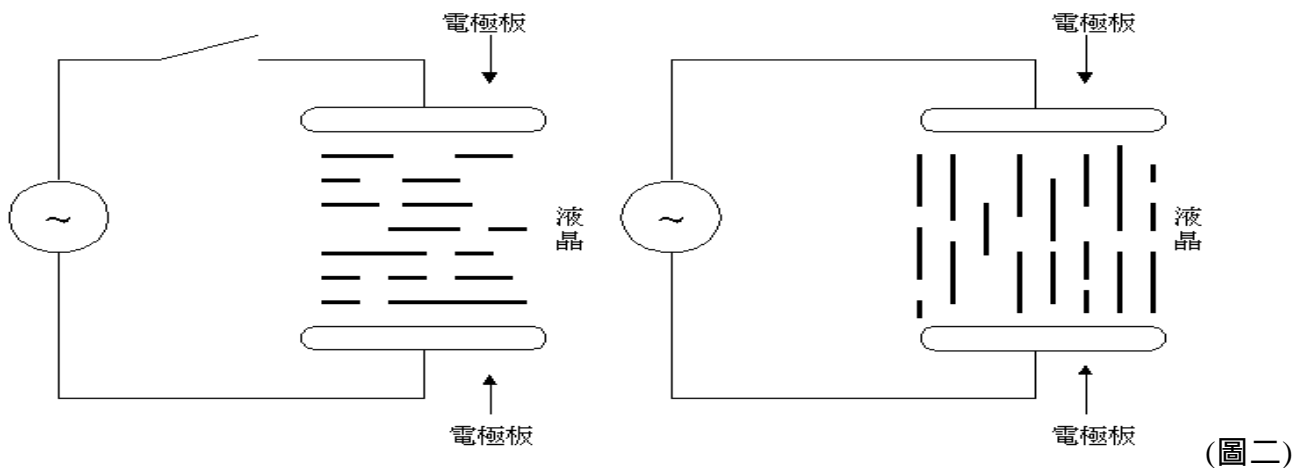
液晶不屬於一般的三相物質-固態，液態，氣態之分類。液晶是一種介於固態和液態之間的物質(如圖一)，具備部份固態體的規則性和液體的流動性之中間相之液態晶體，視為物質之第四態(mesomorph or mesophase)，而一般液晶形成之必備基本單稱之為液晶原(mesogen)。從分子排方式而言，液晶基本上具備有 orientational order 與 positional disorder。空間上，固體是具高度規則整齊排列，液體則是雜亂無規則的方向性；由光學性質上看，液體是等方向性(isotropic)性質，而固體結晶在其結構上的整齊規則排列下，光學性質非常穩定。所以液晶分子似液體一定的自由度，和保有相似於結晶相固體之異方向性之特殊光學性質，具極性磁性導電度等特性，皆使其成為重要之應用材料之一。



(圖一)液晶物質的相變化

(b) 液晶電光效應

液晶是具有流動特性的物質，所以只需外加很微小的力量即可使液晶分子運動，以最常見普遍的向列型液晶為例，液晶分子可輕易的藉著電場作用使得液晶分子轉向，由於液晶的光軸與其分子軸相當一致，故可藉此產生光學效果，而當加於液晶的電場移除消失時，液晶將藉著其本身的彈性及黏性，液晶分子將十分迅速的回復原來未加電場前的狀態(如圖二)[2]。



液晶的電光效應

(c) 液晶運用在顯示器上的原理

目前液晶顯示器可分成三大種類，分別是扭轉向列型 (Twisted Nematic ; 簡稱 TN)、超扭轉向列型 (Super Twisted Nematic 簡稱 STN) 和彩色薄膜型 (Thin Film Transistors ; 簡稱 TFT) [3]。

TN-LCD

TN 是繼 DSM 型的液晶材料後，所發展的新液晶材料，TN-LCD 的最大特點就如同其名稱「扭轉向列」一般，其液晶分子從最上層到最下層的排列方向恰好是呈 90 度的 3D 螺旋狀 TN-LCD 的出現奠定了現今 LCD 發展的主要方式，但是由於 TN-LCD 具有兩個重大缺點，那就是無法呈現黑、白兩色以外色調，以及當液晶顯示器越做越大時其對比會越來越差，使得各種新的技術陸續出現。

STN-LCD

STN-LCD 的出現是為了改善 TN-LCD 對比不佳的問題，最大差別點在於液晶分子扭轉角度不同以及在玻璃基板的配合層有預傾角度，其液晶分子從最上層到最下層的排列方向恰好是 180 度至 260 度的 3D 螺旋狀。但是，STN-LCD 雖然改善了 TN-LCD 的對比問題，其顏色的表現依然無法獲得較好的解決，STN-LCD 的顏色除了黑、白兩個色調外，就只有橘色和黃綠色等少數顏色，對於色彩的表達仍然無法達到全彩的要求，因此仍然不是一個完善的解決方式。

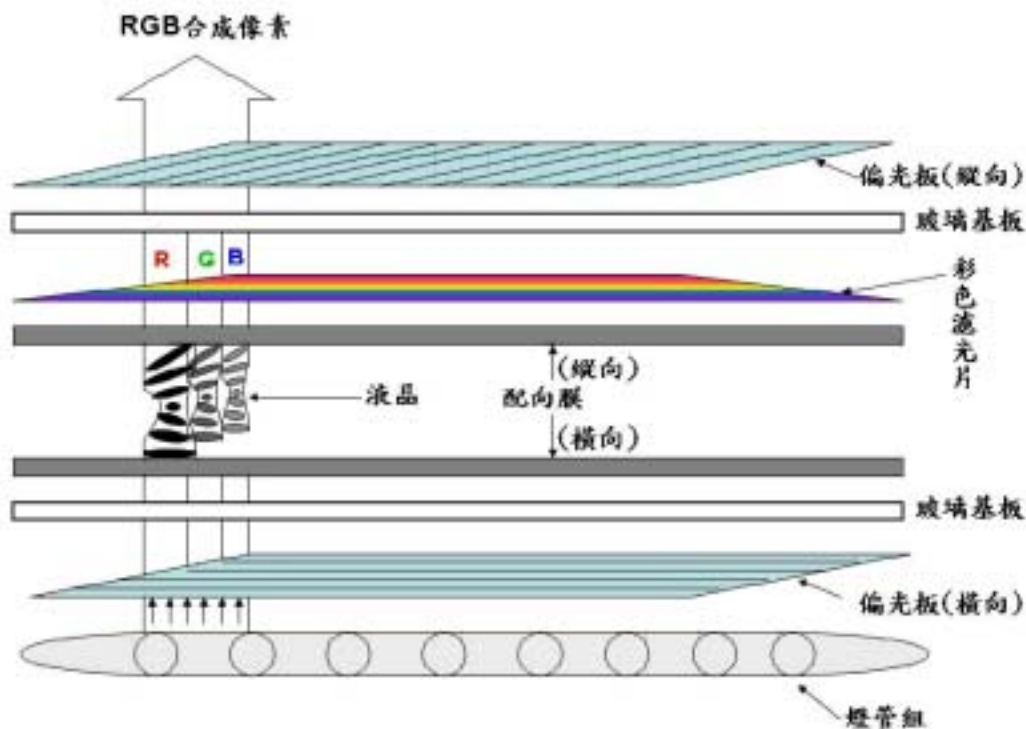
TFT-LCD

TFT 的部份製程，例如玻璃基板、ITO 膜、配向膜、偏光板等，與 TN 有些類似，同樣是在兩夾層間衝灌液晶分子的設計，但 TFT 改變的部分是，上部夾層的電極改成 FET 電晶體，下部夾層改成共通電極，由於共通電極具有電容效應，可以保持電位狀態，因此透過光的液晶分子將因此而保持排列方式，直到下一次 FET 打開，才會再次改變其排列方式；相對的 TN 就沒有這個特性，一但電極不再加壓，液晶馬上恢復原本排列方式。由於 TFT 能讓液晶排列方式具有保持與記憶性，因此 TFT 又可稱為主動式矩陣液晶；TN/STN/DSTN 則稱為被動式矩陣液晶。此外，TFT 也具有較好的顯示畫質，應答時間可在 40ms 以下，觀賞角度可達 160 度，對比率也可超過 150:1 以上，應用範圍包括數位相機、液晶投影機、高階筆記型電腦、液晶顯示器等高階產品。

(d) 液晶顯示系統

TFT 液晶顯示器的運作原理

首先液晶顯示器必須先利用背光源，也就是螢光燈管投射出光源，這些光源會先經過一個偏光板然後再經過液晶，這時液晶分子的排列方式進而改變穿透液晶的光線角度。然後這些光線接下來還必須經過前方的彩色的濾光片與另一塊偏光板。因此我們只要改變刺激液晶轉向的電壓值就可以控制最後出現的光線強度與色彩，並進而能在液晶面板上變化出有不同深淺的顏色組合(如圖三)。



圖(三)液晶面板結構

LCD 晶片組功用

LCD 晶片組正如同調色盤與畫筆，可將電腦中數位影像資料，進行訊號調整與混合，在 LCD 顯示器上呈現出完整圖像與動畫。LCD 晶片組包括控制晶片(Control IC)與驅動晶片(Driver IC)兩大類型，控制晶片負責影像訊號轉換與處理，接收來自電腦的訊號，驅動晶片負責影像訊號輸出與顯示，輸出訊號至 LCD 面板。

控制晶片(Control IC)簡介

初期較低程度包括將 Scaler IC、ADC、PLL 與 OSD 整合為一顆 IC，數位傳輸介面興起之後，整合範圍加入了 DVI Receiver IC，若是該類 IC 內同時具有 DVI 與 ADC 的功能，既所謂的雙模式 LCD 控制 IC。

電腦傳送之影像資料普遍屬類比訊號，控制晶片組必須先進行類比與數位訊號轉換動作後，方可進行影像資料加工處理。伴隨數位介面興起，控制晶片組逐步由類比走向數位，類比數位雙模晶片組開始出現，未來純數位介面可望取代類比或雙模產品，排除類比數位轉換過程與設計，非但能降低成本，更可保持訊號完整。控制晶片內部包含以下部分：

ADC：負責將類比訊號轉換成數位訊號。

Scaler：進一步處理數位訊號，調整數位訊號輸出至驅動晶片組，藉以控制畫面大小、亮度與色彩。

OSD：用在發揮子畫面功能，並需要記憶體與微控制器配合，儲存並執行程式，得以控制子畫面外觀與字型。

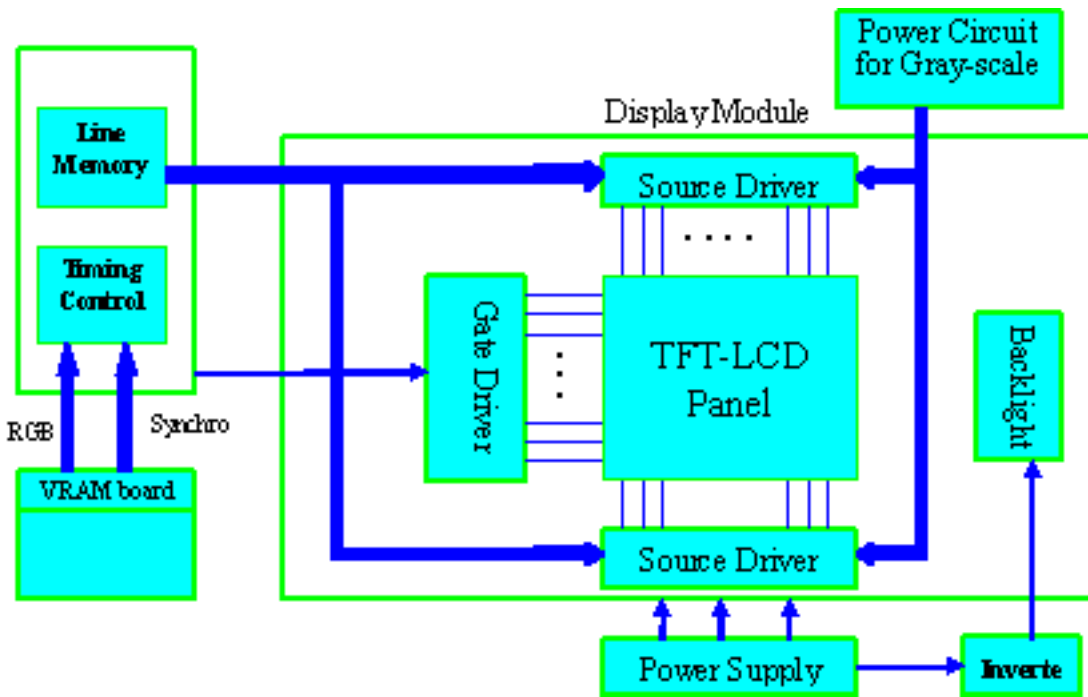
LVDS (Low Voltage Differential Signal)：用此協定將訊號傳至 LCD 面板模組。

驅動晶片(Driver IC)簡介

控制 LCD 面板，輸出使像素內液晶產生排列變化的電壓。驅動晶片組透過輸出電壓方式，改變液晶分子排列方向，藉由每點畫素之透光率高低來構成顯示的畫面。當顯示器逐步提昇解析度、亮度與反應速度時，驅動晶片越需要朝向高頻與高壓方向發展，才能符合高速掃瞄頻率與快速驅動需求，晶片組 pin 腳數目與 Driver IC 顆數需求量也將會提高。

Driver IC 包括 Source Driver 與 Gate Driver 兩個主要部分，係依據解析度的高低而分別使用若干顆晶片組合而成。通常來說，單顆 Source Driver 接腳數為 384 pin，單顆 Gate Driver 接腳數為 256 pin，單一畫素呈現彩色時，需要 Gate Driver 一根接腳來控制薄膜電晶體開關，以及 Source Driver 三根接腳來輸入 R、G、B 三原色訊號。Gate Driver 負責顯示器每列訊號的開關動作，當顯示器進行一次一列且逐列而下做掃瞄動作時，Gate Driver 配合打開一整列開關，讓 Source Driver 進行訊號輸入動作。Source Driver 負責顯示器每行畫素訊號的輸入動作，當 Gate Driver 打開一整列開關時，Source Driver 即時配合輸入該列畫素資料電壓，提供顯示畫面所需訊號[4-5]。

驅動晶片組設計方面，由於必須連結面板導電玻璃上的電極，晶片供應商得與面板模組製造商密切配合，設計須通過模組製造商認證，晶片方可正確運作並獲得採用。



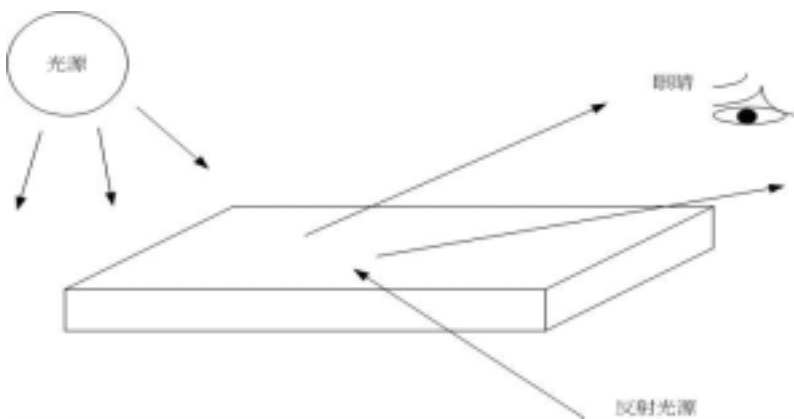
圖(四)顯示系統概要方塊圖

(e) LCD 顯示器顯示方式

LCD 顯示器基本上一共有四種顯示方式，反射式、反射透射轉換式、投射式、透射式。

反射式

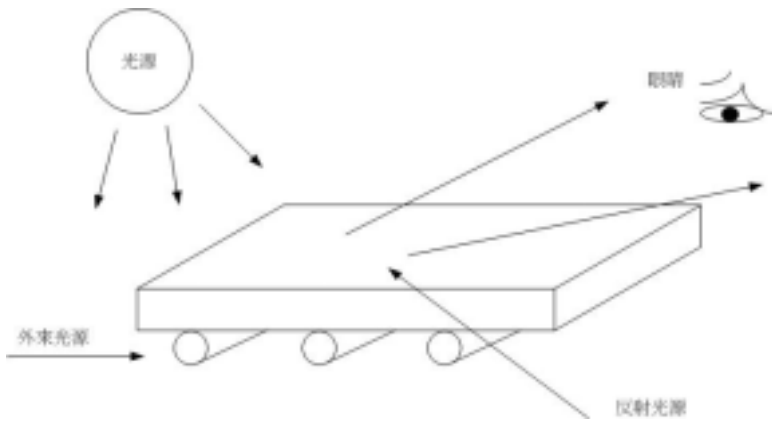
反射式基本上液晶顯示器本身不發光，藉著所處空間中的光源射入 LCD 板中，再由其反射板將光線反射到人的眼中(如圖五)。



(圖五) 反射式

反射透射轉換式

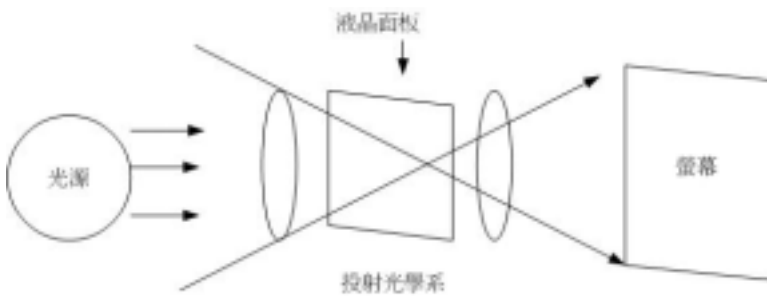
反射透射轉換式則是空間中光源充足時可當成反射式，而空間中光線不夠時則利用內藏之光源作為照明(如圖六)。



(圖六) 反射透射轉換式

投射式

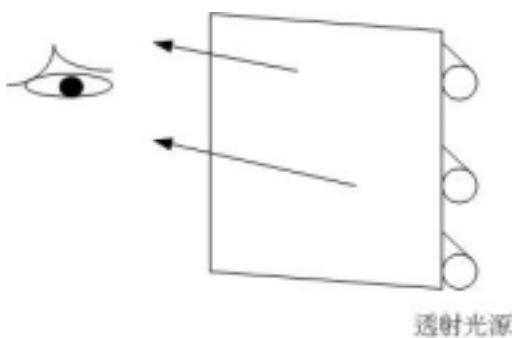
投射型是利用類似電影播放原理，利用投射光學系將液晶顯示器所顯示出來的影像投影到遠端較大的螢幕上(如圖七)。



(圖七) 投射式

透射式

透射式液晶顯示器則完全利用內藏之光源當作照明(如圖八)。



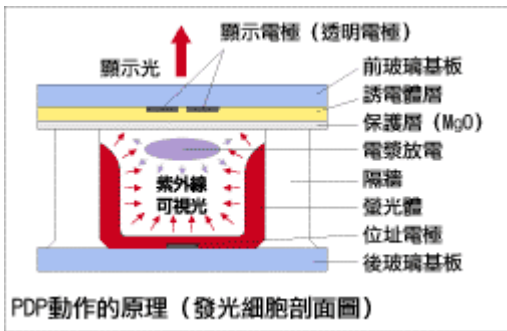
(圖八) 透射式

三、電漿電視

電漿電視是由細微螢光燈的集合體，如(圖九)所示是由各種電極的前、後二片玻璃基板，被僅有 0.1mm 左右間隙夾住而重疊而成。玻璃基板的間隙內則填充了氣體，若在電極上

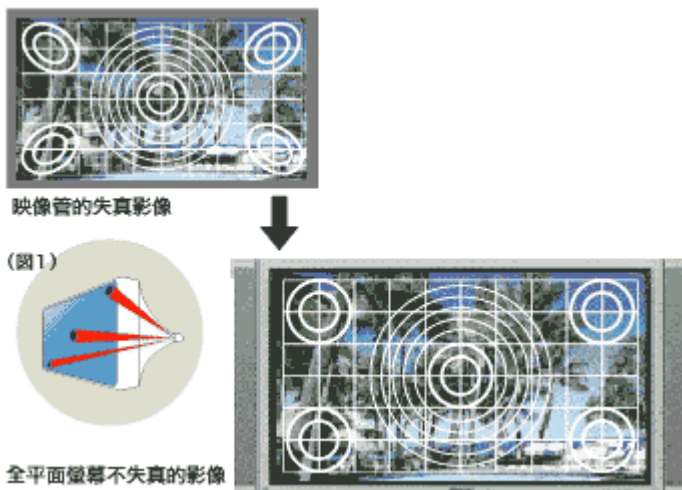
施加一百數十伏特的電壓後，就會放電與發生紫外線，接下來則讓螢光體發光。螢光體是由 RGB（紅 / 綠 / 藍）三種顏色，藉由隔牆構成出被區隔的發光細胞。每一畫素均由三原色（R/G/B）細胞構成，那麼 50 吋型就是將 1280 畫素×768 畫素；43 吋型則是將 1024 畫素×768 畫素配置於面板上，而得以重現出高精細影像。

傳統的映像管，是從畫面左上方依序掃描電子光束，再讓 RGB 螢光體發光，因此這種時間性的偏差會造成發生閃爍的原因。大畫面映像管，則會呈現出不精細的影像與顯著的閃爍問題。然而電漿電視屬於一起釋放構成畫面的每一個發光細胞，而讓螢光體發光。藉由循序掃描的方式，消除閃爍，展現細緻的文字，讓眼睛在長時間的觀賞下也不感到疲倦。



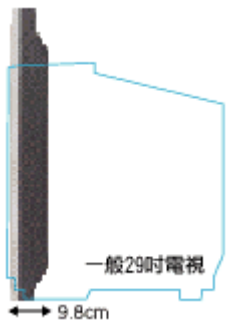
(圖九) 電漿電視原理

近年來，螢幕形狀都以平面型為主流。雖然有許多映像管機種也開始採用這種方式，但這種方式是從畫面中央到四角處，都是用一根電子槍控制螢光體，因此焦點不定，容易擴大四角畫面失真的情況（圖十）。另一方面，採用逐步顯示方式的電漿電視，是直接讓每一個畫素發光，因此在全平面畫面上可隨時發揮正確顯示的功能。同時具備液晶的薄度與映像管優美發色效果的電漿電視，能以這種特徵，發揮出液晶螢幕難以實現的超廣角視野的功能。左右，上下皆擁有 160 度以上的廣角視野，可依照個人喜好實現鮮明影像的優美視覺性。



(圖十) 映像管與全平面螢幕的影像

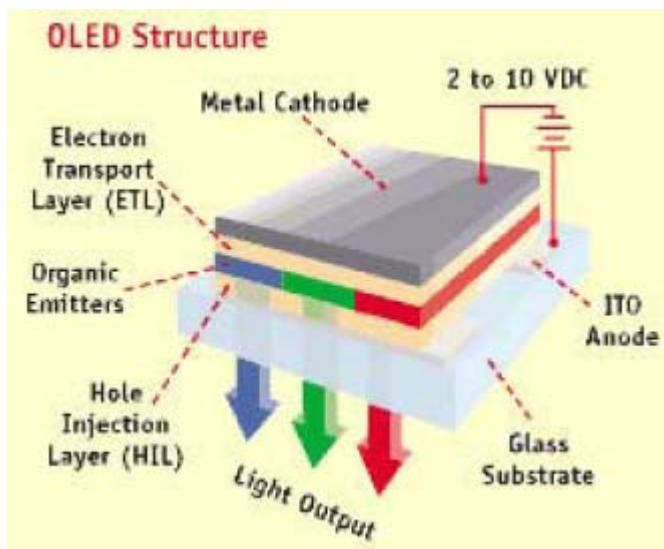
家庭用電漿電視的頂極機種----50 吋 PDP 與 43 吋 PDP "PURE VISION" 系列。利用極具魄力的廣大畫面，實現僅有 9.8cm 的厚度(圖十一)。它的厚度僅有 36 吋標準映像管廣角電視的 1/7，而且不因磁氣，磁場的影響而發生影像失真與顏色不均的問題。還可放在揚聲器的附近，更能配合生活型態的室內設計懸掛在牆壁上，以發揮柔軟因應高自由度的配置效果。



(圖十一) 9.8cm 的厚度

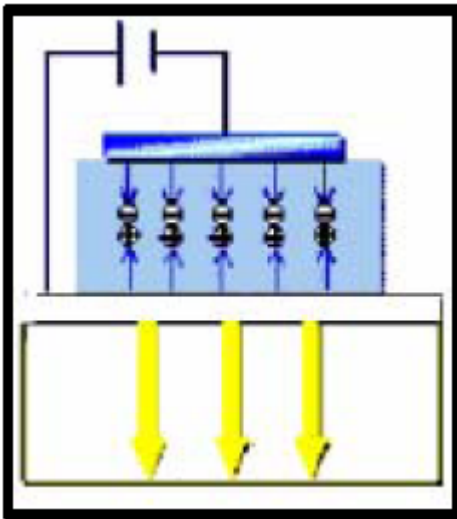
四、OLED 基本介紹

有機發光二極體顯示面板 (Organic Light-Emitting Diode; OLED)，又稱為有機電激發光顯示器 (Organic Electroluminescence; OEL) 是一門相當新的顯示技術。要認識 OLED 的發光原理，必須先從傳統的發光二極體 LED 談起，LED 是利用三、五族材料(如 Ga, In, P 等)的電子及電洞結合過程之能階轉換產生光子 (photon) 發光，不同材料會釋放不同的能階而產生不同顏色的光。而 OLED 發光的原理與 LED 近似，不過材料改用有機物質，其優點是被有機材料吸收的光子，其頻率大部分落在可見光頻譜外，故 OLED 顯示器在動作時可以產生高效率的光[6]。



OLED 的元件架構及發光原理

OLED 的基本結構是由一薄而透明半導體性質的銦錫氧化物(ITO)為正極與金屬陰極如同三明治般將有機材料層包夾其中，有機材料層包括電洞傳輸層(HTL)、發光層(EL)、與電子傳輸層(ETL)。當電池提供適當的電壓(低伏特數的特性)，注入正極的電洞與陰極來的電荷在發光層結合時，即可激發有機材料產生光亮(electroluminescence)，有機層的架構與正負極的選擇設計是讓 OLED 裝置充分發揮發光功效的關鍵。



OLED 的優勢分析

優勢		劣勢
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 自發光 ✓ 廣視角 ✓ 高對比 ✓ 解析度佳 ✓ 快速反應 ✓ 低操作電壓 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 高亮度 ✓ 低耗電性面板厚度薄 ✓ 可撓曲 ✓ 應用範圍方面較為廣泛 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 使用壽命不長 ✓ 較難達到全彩化的效果 ✓ 量產&核心技術 ✓ 研發...etc.

五、結論

本文敘述幾種市面常見的平面顯示器，下表為這幾種顯示器的比較。

產品	優點	缺點
CRT	亮度、對比與畫質均相當優異，價格低廉。	厚重、耗電、有輻射問題。
TFT-LCD	高對比、高亮度、顯示品質接近 CRT、輕薄、低輻射、低耗電量。	製造成本比 CRT 高。
PDP	應答速度快、信賴度高、具有明亮的色彩、遠處看清晰可見、容易做成大尺寸產品。	畫素間距大、小尺寸精細化不易製造、成本高。
OLED	輕薄短小、低耗電量、高辨識性。	發光效率及耐久性等基本性能尚待克服、大尺寸全彩驅動困難。

參考文獻

- [1]<http://www.giantplus.com.tw/workplace/gpcustsrv.nsf/0/EE6220E47878DB1A48256C40000D050F?OpenDocument>
- [2]<http://cslin.auto.fcu.edu.tw/eduteach/oliver/dd/d2.htm>
- [3]http://entry.hit.edu.tw/~d904073/new_page_4.htm
- [4] Chih-Wen Lu “A NEW RAIL-TO-RAIL DRIVING SCHEME AND A LOW-POWER HIGH-SPEED OUTPUT BUFFER AMPLIFIER FOR AMLCD COLUMN DRIVER APPLICATION”, IEEE International Symposium on Circuits and Systems, Bangkok, Thailand, pp. I-229-I-232 May 25-28, 2003.
- [5] Chih-Wen Lu and Chung Len Lee , “A Low-Power High-Speed Class-AB Buffer Amplifier for Flat-Panel-Display Application , ”IEEE TRANSACTIONS ON VERY LARGE INTEGRATION(VLSI) SYSTEMS , VOL. 10 , NO.2 , APRIL 2002.
- [6] 顧鴻壽 , 光電液晶平面顯示器---技術基礎及應用, 新文京開發出版股份有限公司。