

what is 電漿顯示器(PDP)

一、前言

隨著電腦軟硬體的發展與網際網路的興起，使得人類的生活型態產生的重大變革，現代人的日常生活已經離不開顯示器，只要透過適當的資訊接收器(顯示器)與傳播通路(無線傳輸與網際網路)，人們的觸角即可無遠弗至。本文將為您介紹顯示器之一的電漿顯示器(PDP)的相關技術。

二、PDP 的原理與製程介紹

(1) 發光原理

PDP 的發光原理與日光燈的發光原理相同，都是在真空玻璃中注入惰性氣體或水銀氣體，再利用加電壓方式，使氣體產生電漿效應而放出紫外線(UV 光)，藉此紫外線照射到塗佈在玻璃管壁表面上之螢光粉時，螢光粉就會被激發出可見光，而可見光的顏色則由螢光粉的種類所決定。

PDP 顯示器可想像成有數十萬個以上被縮小化的螢光燈聚集在一起放電，每一個放電空間稱為一個 cell，在這些放電空間中所封入的氣體為氖(Ne)與氙(Xe)或氦(He)與氙(Xe)等種類的惰性混合氣體。這些氣體經高電壓控制會產生放電現象(電漿)，此放電現象所釋放出來的紫外線波長是以 147 奈米(nm) 為主。在放電 cell 內側所塗佈的螢光體經 147nm 波長之紫外線激發則會發出的可見光。若是彩色 PDP 則螢光粉的種類須包括可發出紅(R)、藍(B)、綠(G)三原色光的三種不同螢光粉，而非單一種發白色光的螢光粉。由這三種螢光粉配置成直線狀或馬賽克狀，當加電壓於放電 cell 就引起放電，這時所產生之紫外線照射到 cell 內側的螢光體即可發出紅(R)、藍(B)、綠(G)三原光的可見光。再配合驅動電路之設計與影像訊號處理則可將三種原色的光混合產生各式各樣的顏色以形成彩色的畫面。

(2) PDP 基本結構

早期 PDP 商品的發展可簡單的依照限制電流的方式或是其放電時所施加之電壓型式可分為兩種分為 DC 型 PDP 與 AC 型 PDP。DC 型 PDP 是以直流(DC)電壓啟動放電並且以電阻限制其放電電流的大小，因此在結構中不可有介電層(電容)層的存在，因而導致無法累積壁電荷於介電層上，使得其需要較高的啟動放電電壓。為了要降低啟動電壓，因而設計有輔助陽極與輔助放電通道以協助啟動放電；又為了容易限制放電電流以增加 PDP 之壽命，因而設計有電阻層。因此 DC 型 PDP 的結構較複雜，另一方面 DC 型 PDP 結構中的放電電極與螢光體是直接裸露在放電室(cell)中，因此容易在氣體放電時受到電漿中之離子撞極導致損害及劣化，因而使 PDP 壽命降低。除此之外，其電阻層的設計在實際的製程上要使面板中所有 cell 內的阻值達到一致是有所困難的，而當電阻阻值差異過大時則會造成每個 cell 的啟動電壓不一致。如此則很難設計電路並且無法有效的控制產品的品質。反觀 AC 型 PDP 在放電電極上有覆蓋透明介電層與耐離子撞擊之保護層(MgO 層)。因此，為了能在介電層表面能引發放電，所以利用交流(AC)電壓啟動放電，又因其電極上覆蓋有保護層可耐離子撞擊故其壽命較 DC 型長。由於 AC 型 PDP 有結構簡單與壽命長的優點，因此目前商品化之 PDP 產品是以 AC 型 PDP 為主流。所以接下來的討論重點也就以 AC 型 PDP 為主。

(3) AC-PDP 基本製程

商品化的 AC 型 PDP 基本結構是由富士通公司在 1996 年所確立的，其基本製程可簡單的分為上板製程與下板製程以及封合、組裝製程(圖一)。

3.1 上板製程:

3.1 (a) 透明電極之 Pattern 製作:

如圖一所示，在上板製程中首先要在玻璃基板上製作透明電極。目前有兩種；ITO 或 SnO₂。ITO 或 SnO₂ 在性質上有所差異(表一)，ITO 在耐熱性與抗蝕性較差且成本較高，但透光率與導電性較佳。一般整面透明電極的製作是由玻璃廠商代工，若是 ITO 導電膜所採用的製程是以薄膜製程的物理濺鍍法

(sputtering)爲主，然後以溼式蝕刻方式將 ITO 蝕刻成所需之透明電極圖案(pattern)(圖二 a)。而 SnO₂ 透明電極則因爲是以 CVD 製程爲主，其 Pattern 是以半導體 lift-off 的製程製作(圖二 b)，需由面板廠商自行製造，這對面板廠商而言是多了一項製程反而會造成困擾。因此大多 PDP 面板製造商以購買 ITO 玻璃基板，再蝕刻 ITO pattern 爲主。

3.1 (b) bus 電極製作:

由於 PDP 面板在放電產生電漿時會有大量的熱產生，造成透明電極的阻值變高，因而會影響氣體放電的電壓值。爲了保持穩定的氣體放電電壓，特別在透明電極層上製作金屬 bus 電極以增加導電度。此金屬 bus 電極可視爲輔助電極。在材料結構上有採用鉻/銅/鉻(Cr/Cu/Cr)的方式或是用銀(Ag)電極。前者是以薄膜製程(濺鍍法或電子束蒸鍍法)在附有透明電極層基板上依次鍍上三層金屬，然後已濕式蝕刻製程依次將金屬蝕刻以完成所需的圖樣(pattern)(圖三)。而後者是以厚膜印刷的方式將銀電極漿料(paste)透過有 pattern 的網版直接印刷在透明電極之上。除上述之兩種方式以外，還有另外兩種以濕式蝕刻製程爲主。如杜邦公司開發一種稱爲 Fodel 之商品將銀材料製作成帶狀之感光性乾膜(dry film)，並利用壓合機將乾膜壓合在透明電極上，然後用黃光製程將其蝕刻成所需之 pattern；另外一種是將銀電極漿料製作成感光性的漿料，以印刷的方式將此材料整面印刷至附有透明電極的玻璃基板上，然後在以黃光製程將其蝕刻成所需之 pattern。

上述的四種方式都有不同的面板廠商採用。在成本考量上以第一種方式:鍍 Cr/Cu/Cr 三層金屬膜再蝕刻的製程最高，以直接印刷銀電極漿料最便宜。而在 pattern 的精密度上考慮則是以蝕刻的方式較印刷的方式爲佳。目前此 bus 電極的製程方式有朝向蝕刻銀的感光性乾膜爲主，因爲此法所成型的 pattern 精密度高且已開發出回收蝕刻後銀廢料。

(c) 黑色對比層(black strip)的製作：

早期商品化 PDP 的影像對比不好，因此爲改善此一性質特別在上板的電極旁製作黑色對比層。此層的製作方式有兩種：一爲直接 pattern 印刷法印刷黑色漿料；另一種爲印刷感光性漿料後再蝕刻成所需的 pattern。後者的精密度較高。

1(d) 透明介電層:

此層主要是以平面印刷之方式，將透明的介電玻璃材料印刷在整面電極與黑色對比層之上，目前也有廠商積極研究以乾膜方式製作。此層的要求包括其透明度要達到 85%以上、表面平整度要小於 2mm、不可有氣泡產生及具有較高的耐電壓性等性質。

3.1(e) 保護層:

此層之主要目的有兩種，一種是要防止電漿中之離子撞擊蝕刻透明介電層與電極，以增加 PDP 之壽命；另一種是此材料本身具有較高的二次電子發射率，可以降低氣體放電時的啓動電壓。此外對此層材料的要求還有兩項，一爲透明度要高；另一種是此材料本身可使 PDP 面板具有較寬的操作電壓範圍。目前經各種實驗研究顯示 MgO 是最耐離子撞擊之材料之一且具有很高的二次電子發射效率與透光率(>90%)，因此 PDP 是以 MgO 作爲保護層材料，其製程是以薄膜製程中之電子束蒸鍍法爲主。目前也有研發以 ion-plating 的方式製作具有從優取向面的 MgO 膜。

3.2 下板製程:

3.2(a) Data(或稱 address)電極:

此層是以銀作爲電極材料，一般廠商是以印刷法將銀印刷至玻璃底板上爲主。但也有研究開發感光性的銀電極材料，以黃光蝕刻製程製作 Data 電極。雖然以黃光蝕刻製程製作 Data 電極之解析度與良率都很高，但有 50%銀材料被浪費掉使得成本過高。因此，目前朝向用回收銀來重復使用以節省成本的

方向研究。此外也有利用無電解電鍍的方式將電極製作在玻璃基板上，但此法必須注意廢液處理之問題。

3.2(b)白色反射介電層:

此層主要目的是要提高可見光之反射以增加亮度，並且提供平坦度高之平面，以降低製作阻隔壁之困難度。目前的量產方式是以印刷法為主；也有廠商研發將白色反射介電層製作成乾膜，再利用壓合機將反射層壓合在基板上。

3.2(c)阻隔壁(rib):

此層主要有兩個目的，一為當作上下玻璃板間的支撐物(spacer)；另一為防止螢光粉的混色。但隨著使用者對 PDP 的亮度與對比之要求，目前阻隔壁已分為上下兩種顏色，上層為黑色其目的是增加畫面之對比；而下層為白色其目的是增加畫面之亮度。由於阻隔壁層的高度要達到 120~150mm 且各阻隔壁頂端的平整度要相當一致，因此是目前最為困難的製程且是各廠商積極想要研發突破的製程。目前量產的方式以噴砂法為主流，但是其缺點包括：容易造成粉塵、材料浪費率過高、阻隔壁表面有孔洞、須配合其他方法如印刷法或黃光製程以至於製造成本偏高等問題。因此目前各廠商積極在研發噴砂後廢料的再生或以印刷法來取代噴砂法以降低製造成本。

3.2 (d)螢光層:

此層是塗佈在阻隔壁的兩側與各阻隔壁之間，且相鄰兩色間不可有混色之現象。此層一般多採用印刷方式將不同色之螢光漿料分別填入各阻隔壁之間，因此需要印刷三次。除了印刷也有研究用感光性螢光漿料或乾膜方式製作螢光層，但最終在成本考量下，仍是以印刷法主要方式。

3.3 排氣、充氣與封合組裝製程

此製程是將已完成之上板與下板依照原先設計之對位記號貼合在一起並製作真空抽氣管，其所使用的封合材料為低熔點(400~500°C)的玻璃粉(glass frit)並且以點膠塗佈機將此玻璃封合層塗佈在玻璃基板的四周。然後經燒付將上下板固定在一起並完成抽氣管製程後，接著作加熱真空排氣處理。當真空度達到一定程度時再通入適量的惰性混合氣體。此混合氣體的成分大多為 He+Xe 或 Ne+Xe，而混合的比例與封入的量則是各廠之機密。在封合完成就進行老化處理(aging)，其目的是使各個放電空間之放電發光的特性穩定。完成後即可進行電性與光學特性測試，然後再經過電子構裝及測試即完成電漿顯示器之製程。此製程是目前量產時的主要瓶頸所在，各設備與量產廠商都以研發新設備或改良此製程為主要目標。

表二為 PDP 面板結構中的材料層與其特性之要求。由於目前 PDP 的各項製程與材料都還在不斷地研發與改善，以期望能降低製作成本與良率，因此在此不作各項製程之詳述。

3.4 驅動電路

PDP 畫面的灰階顯示是由其驅動方式所控制。因此驅動方式就會影響 PDP 產品畫質的優劣，所以各廠商無不積極開發各自的驅動方式。就一般而言，主要的驅動方式都是將一個畫面(frame)分成固定數目的子圖場(subfield)，然後依照畫面所須來調整各個子圖場的發光時間，以完成灰階的表示。在設計驅動方式上所需考慮的主要因素包括有氣體放電的特性、發光效率、面板亮度與對比、動態擬似輪廓(false contour)的抑制、消耗電力及散熱等問題。早期商品化之產品是採用富士通公司所發表的 ADS(Address Display Separation: 位址/表示分離型)驅動法為主，此種方式在灰階顯示效果與 false contour 的處理上不是非常理想。但隨著消費者對畫面品質之要求越來越高，因而各家廠商都全力發展更先進的驅動方法以改善畫質效果。如富士通公司在 1998 年推出 ALIS(Alternate Lighting of Surface Method) 驅動法。此法不但在畫面的亮度、解析度及發光效率上都提高了許多，並大大地降低了消耗功率與成本。然而此驅動方式必需配合面板結構的改變，所以此驅動方式已成為富士通公司的特色。Pioneer 公司也發表了 CLEAR(Hi-Contrast & Low Energy Address & Reduction of False

Contour Sequence) 驅動法，此法的特色是可提高畫面之對比、降低動態擬似輪廓及發光效率。松下電器產業也提出獨自開發的 Plasma AI 驅動法，以提高畫面之亮度與對比以及降低消耗功率。除了上述的公司外，各公司也都發展獨自的驅動電路以符合自行生產之面板的特性並且避開專利權之問題。

三、未來發展

任何顯示器商品要能夠為市場所接受，除了要能滿足基本功能需求外，最重要的就是價格的合理化。儘管目前 PDP 產品的優點已為一般大眾所了解且其畫面效果(如色溫、亮度與對比等)也已接近 CRT 的品質。但就其售價與品質的相對性來與 CRT 做比較時，PDP 仍然有許多待改進的地方。因此 PDP 商品在未來的開發方向應朝向兩方面進行；(一)低價格化，(二)性能的提昇。就低價格化方面可由降低面板成本與降低電路成本達成，前者包括開發新材料、新設備、減少製程次數、設備與材料標準化以及提昇量產之良率；後者包括開發新的低電壓驅動電路與電力回收系統，以及低價驅動 IC。就性能的提昇方面而言可由提高發光效率與開發高速驅動系統而達成。前者包括亮度與對比之提昇、低消耗功率及低的啓動電壓；後者包括提高動畫品質、多灰階及影像之信賴度等等。

在 1998 年 42 吋 VGA 型的 PDP 售價約為 36 萬台幣左右，而到今年不但品質已大幅提昇且價格已降價至 20 萬台幣左右，但是此價位仍然偏高很難吸引一般家庭使用者購買。一般日本生產廠商預定 2003 年將 PDP 售價降低至 1 吋為 3000 台幣為目標，也就是說 42 吋 VGA 型的 PDP 約 13 萬台幣左右，以目前的降價速度來預測，此一價格目標很可能提前達成。在消費市場的評估調查下，一般家電業者普遍認為若 PDP 產品的價格在 10 萬台幣以內時，才能迅速普及至一般家庭。PDP 產品普及率的達成除了 PDP 產品本身的價格與品質以外，還有很重要的一點就是軟體的配合，即高畫質數位視訊節目內容的多樣化。然而數位化視訊傳播已是必然的趨勢，世界各國都已積極的在規劃進行中，因此相信在不久的將來，一般家庭也能使用 PDP 產品欣賞高品質的數位化多媒體節目。