

觸控式螢幕發展與未來

邱騰輝

國立高雄師範大學工業科技教育研究所研究生

bigchange11@yahoo.com.tw

一、前言：

還記得從前的大電視機嗎？就是傳統的 CRT 電視，CRT：陰極射線管（**Cathode ray tube**），不但耗電且體積大。為了改善這些缺點，科技不斷的研發，將面板的體積愈來愈小，耗電率也相對的減低，因此發明了目前大家都在使用的 LCD(液晶顯示器)電視機，雖然 LCD 的體積小，耗電量少，但在畫面的折射角度的顯示上也有些缺點，因此第二代所謂的 **OLED(有機發光二極體顯示器)**也問世了。不但能改善第一代 LCD 的缺點，消耗功率也很小，所以可說是既省電又環保，亮度也不遜色於傳統的 CRT 電視，當然 LCD 的應用不只如此，其實在日常生活中，許多科技產物都用到 LCD，例如：手錶、手機、數位相機、PDA、筆記型電腦、IPAD、車用 GPS、行車紀錄器、ATM 提款機等等，而這些 LCD 都附上觸控式的功能，就是所謂的觸控式螢幕，不但在使用上非常方便，且技術上也相對的純熟與人性化，本文就是要來對觸控式螢幕的發展歷程、原理和未來的方向加以研究及探討。

二、觸控式螢幕的起源與原理構造：

觸控式螢幕：又稱為輕觸式螢幕、觸控面板、觸摸屏（英文：Touch panel、Touchscreens、Touch pad 等），為一可接收觸頭（手指或膠筆尖等）等輸入訊號的感應式 LCD 或薄屏顯示裝置。當接觸了螢幕上的圖形按鈕時，螢幕上的觸覺回授系統可根據預先編程的程式驅動各種連結裝置，可取代機械式的按鈕，並藉由顯示畫面製造出生動的影音效果。

資料來源：整理自觸控螢幕(2012)

LCD(液晶顯示器)的起源：

1888 年，奧地利的植物學家發現了液晶特殊的物理特性。

第一台可操作的 LCD 基於「動態散射模式」，美國無線電公司（RCA）喬治·海爾曼帶領的小組開發了這種 LCD。

1969 年，詹姆士·福格森在美國俄亥俄州肯特州立大學便已發現了液晶的旋轉向列場效應。

1970 年 12 月，液晶的旋轉向列場效應在瑞士被仙特和赫爾弗里希於霍夫曼-勒羅克中央實驗室註冊為專利。

1973 年，日本的夏普公司首次將它運用於製作電子計算器的數位顯示。

資料來源：整理自液晶顯示器（2012）

觸控式螢幕的原理構造：

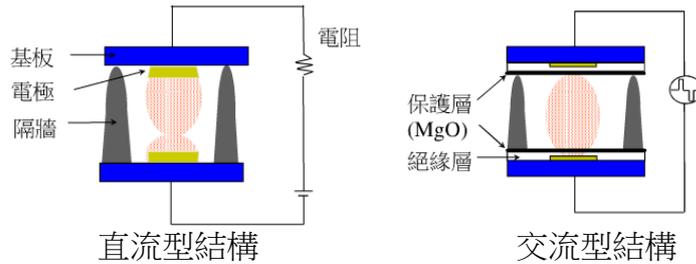
一塊觸控式螢幕至少要包含下列三個部份：

1. 面板：**PDP**、**TFT-LCD**、**OLED** 等平面顯示螢幕。

PDP 面板：電漿顯示器（英文：Plasma Display Panel）。

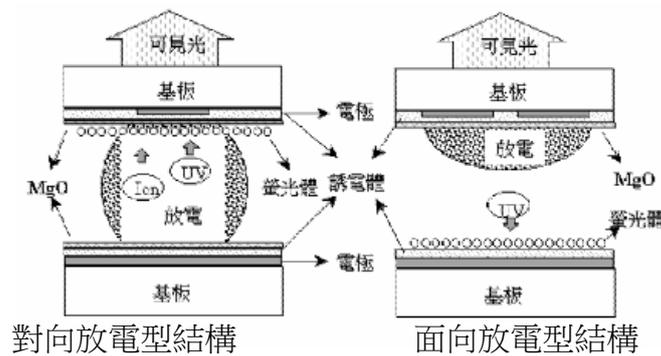
分類：

1、**直流型 PDP** 和**交流型 PDP**



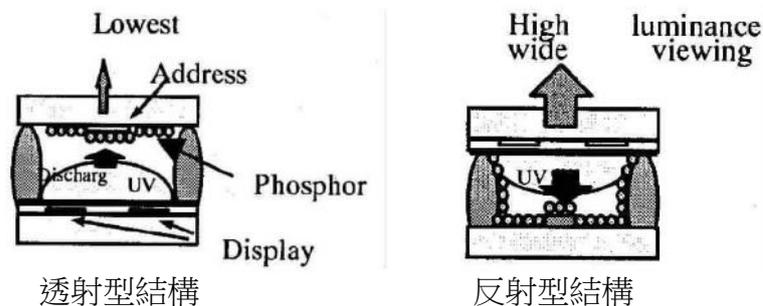
圖片來源：PDP 的基礎與概要(2012)

2、**對向放電型 PDP** 和**面向放電型 PDP**



圖片來源：PDP 的基礎與概要(2012)

3、**透射型 PDP** 和**反射型 PDP**



圖片來源：PDP 的基礎與概要(2012)

TFT-LCD 面板： 薄膜電晶體液晶顯示器。

(英文：Thin film transistor liquid crystal display)。

薄膜電晶體顯示器(TFT-LCD)為一種顯示裝置，影像產生的原理乃是利用一片塗佈著密集相間的紅、綠、藍三色之玻璃，與一片鍍上電路的玻璃 (TFT) 接合，兩片玻璃間灌入液晶，再於鍍上電路的玻璃 (TFT) 後面置一背光源，利用電壓變化驅動兩片玻璃間之液晶轉動，藉由液晶的轉動控制背光源光穿透的多寡，當光穿透彩色濾光片 (Color Filter)，會產生色彩變化並顯示出影像。

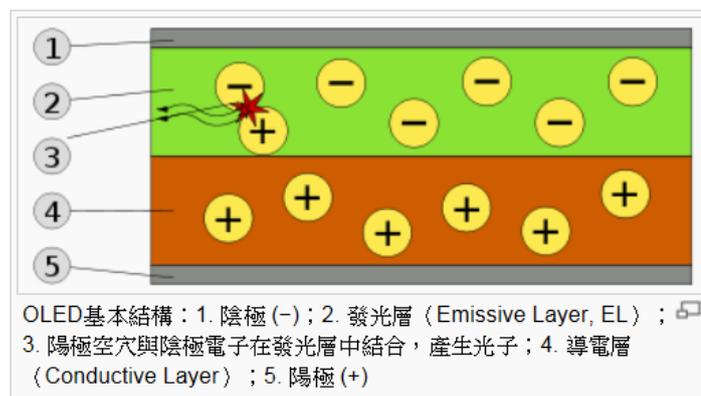
TFT 型的液晶顯示器較為複雜，主要的構成包括了，螢光管、導光板、偏光板、濾光板、玻璃基板、配向膜、液晶材料、薄模式電晶體等等。首先液晶顯示器必須先利用背光源，也就是螢光燈管投射出光源，這些光源會先經過一個偏光板然後再經過液晶，這時液晶分子的排列方式進而改變穿透液晶的光線角度。然後這些光線接下來還必須經過前方的彩色的濾光膜與另一塊偏光板。因此我們只要改變刺激液晶的電壓值就可以控制最後出現的光線強度與色彩，並進而能在液晶面板上變化出有不同深淺的顏色組合了。

資料來源：整理自薄膜電晶體液晶顯示器 TFT-LCD(2012)

OLED：有機發光二極體 (英文：Organic Light-Emitting Diode)。

有機發光二極體(OLED)的基本結構是由一薄而透明具半導體特性之銦錫氧化物，與電力之正極相連接，再加上另一個金屬陰極，包成如三明治的結構。整個結構層中包括了：電洞傳輸層 (HTL)、發光層 (EL) 與電子傳輸層 (ETL)。當電力供應至適當電壓時，正極電洞與陰極電子便會在發光層中結合，產生光子，依其材料特性不同，產生紅、綠和藍三原色，構成基本色彩。OLED 的特性是自發光，不像 TFT- LCD 需要背光，因此可視度和亮度均高，且無視角問題，其次是驅動電壓低且省電效率高，加上反應快、重量輕、厚度薄，構造簡單，成本低等，所以可以說是 21 世紀最具前途的產品之一。

資料來源：整理自有機發光二極體 OLED(2012)



圖片來源：有機發光二極體 OLED(2012)

2. **觸控板**：用來感測觸控筆或手指在面板上留下的座標及軌跡。

目前的觸控板技術大致分為五種：

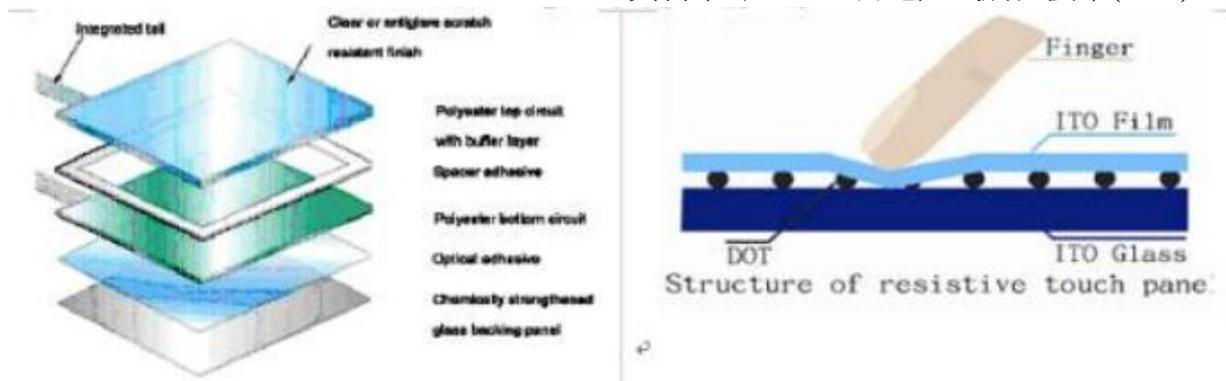
電阻式、表層電容、投射電容、表面聲波、及紅外線。

觸控面板的製造過程就是把「觸控板」貼合在「面板」上，再使用觸控 IC 整合全部的零組件，就成了所謂的「觸控面板」。

電阻式觸控面板

事實上，電阻式是最早用在觸控螢幕上的技術，這方面的相關技術已經相當成熟，進入門檻低。但電阻式螢幕需要某種程度的壓力才能啟動，它們不像真正的觸控介面，有些甚至只要手指接近介面，就可以啟動。電阻式螢幕的設計，是兩層鍍有導電能力的 ITO（氧化物銻錫）之 PET（塑膠膜），在中間有微型點支撐而產生空氣間隙。當手指（或筆尖）將兩片傳導層壓在一起時，接觸便因而啟動，經由測量 X 軸與 Y 軸的電壓率，即可得知觸碰點位置。目前有 4 線、5 線、6 線和 8 線的版本，可將資料傳輸至微控制器來執行。所以在傳統邊框式外觀設計，以及單一 ITO 薄膜+ITO 玻璃(F/G)構造的低階市場，競爭者眾多。因此廠商莫不積極開發更高階的電阻式觸控面板，如在結構上增加為 2 層 ITO 薄膜(F/F/G)提高觸控敏銳度，在外型淘汰邊框設計改為更時尚的全平面設計(Touch Window)……等等，當然這些技術都要經過一段時間的研發設計與確認量產的可能性。而目前電阻式技術則是以「全平面觸控結構設計」最為手機大廠所青睞。

資料來源：整理自電阻式觸控螢幕(2012)



圖一：電阻式觸控面板結構

資料來源：觸控技術簡介(2012)

電容式觸控面板

電容式觸控的原理是：導電的 ito 玻璃在四角提供電壓下形成均勻電場，而由於人體是電的導體，因此在接觸觸控面板硬化玻璃表面時會造成耦合電容，吸走下方 ito 玻璃的部份電流造成電壓下降，而 ic 即經由計算電壓下降的座標判斷觸控的位置。至於電容式面板相較於電阻式面板最大的優勢就是在多點觸控(Multi-Touch)的技術，電容式觸控面板是一塊四層複合玻璃屏，玻璃屏的內表面和夾層各塗有一層 ITO(鍍膜導電玻璃)，最外層是一薄層矽土玻璃保護層，ITO 塗層作為工作面，四個角上引出四個電極，內層 ITO 為遮罩層以保證良好

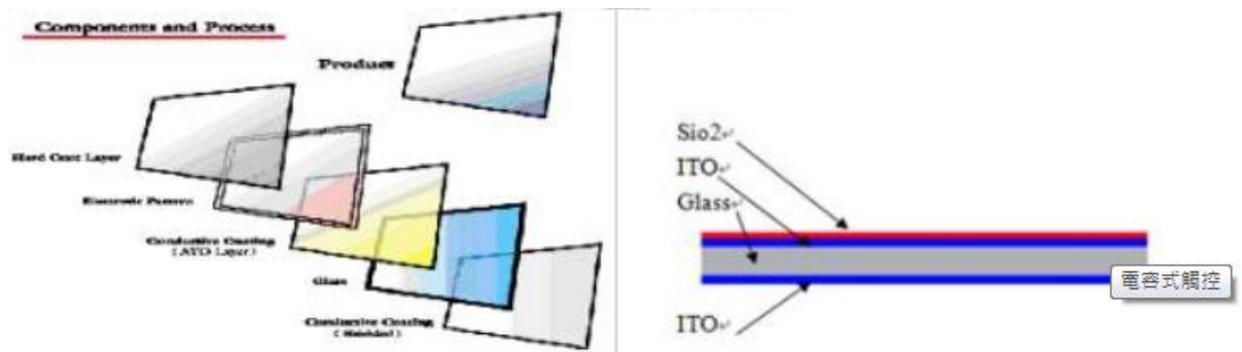
的工作環境。當手指觸摸在金屬層上時，人體電場、用戶和觸控面板表面形成一個耦合電容，對於高頻電流來說，電容是直接導體，於是手指從接觸點吸走一個很小的電流。這個電流分別從觸控面板四角上的電極中流出，並且流經這四個電極的電流與手指到四角的距離成正比，控制器通過對這四個電流比例的精確計算，得出觸摸點的位置資訊。

電容式觸控螢幕另有個值得注意的問題，即是 LCD 本身非常靠近銻錫氧化物元素，或者連結在一個真空堆疊上。由於其持續不斷地掃描像素，因此會持續散發大量的電子干擾，干擾範圍可達 2 萬赫芝，因此幾乎在所有案例中，都需要在銻錫氧化物感測電極和 LCD 模組之間增加屏蔽層。這意味著 3 層銻錫氧化物是平常必備的要求，2 層提供 XY 感測矩陣用，1 層則作為屏蔽，而這也表示了成本的增加，以及透明度的減低。

投射式電容技術將成電容觸控技術主流：

要根據投射電容技術創造出具備吸引力、可信賴功能性和強固性的觸控螢幕，需要選擇正確的基本技術及可提供相關技術的製造商。目前有某些供應商提供了完整全套的解決方案，其整合了控制器和觸控螢幕感測元件。有些則提供晶片解決方案，並在銻錫氧化物鍍膜的設計及選擇程序上提供協助。

資料來源：整理自電容式觸控螢幕(2012)



圖二：電容式觸控面板結構

資料來源：觸控技術簡介(2012)

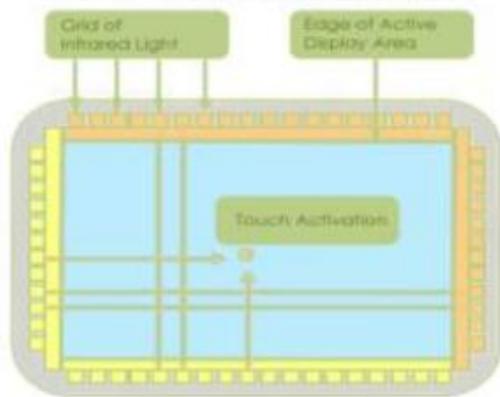
紅外線式和表面聲波式觸控面板

紅外線式在螢幕四邊分別有 x、y 軸的紅外線發射器和接收器，接觸時利用光遮斷的座標計算出觸控的位置。表面聲波式則是在三個角落分別裝置表面聲波發射器和接收器，利用物體接觸時聲波能量會被吸收的性質，計算出能量產生變化的座標。

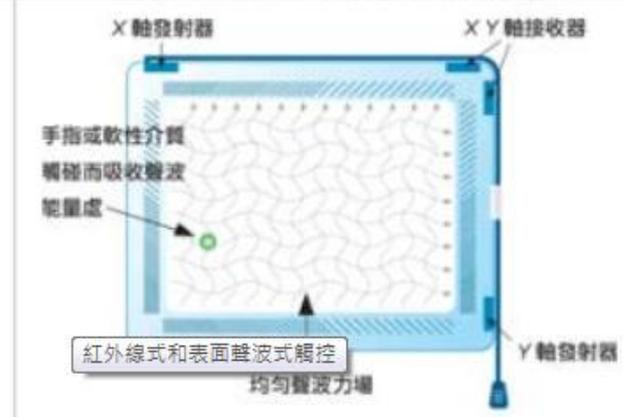
紅外線式觸控的優點在於可應用尺寸相當大，反應速度快且相當精確，也極為耐用；缺點則在於受限於紅外線模組體積，無法做到高解析度，大量紅外線 led 模組的成本也不低。表面音波式可應用的面積不如紅外線式大，但相較於紅外線式更有

高解析度的優點。不過在成本上，由於四周的反射天線製作多為客製且良率不高，造成成本也相對偏高。

表面聲波，超聲波的一種，在介質（例如玻璃或金屬等剛性材料）表面淺層傳播的機械能量波，通過楔形三角基座（根據表面波的波長嚴格設計），可以做到定向、小角度的表面聲波能量發射。見圖。表面聲波性能穩定、易於分析，並且在聲波傳遞過程中具有非常尖銳的頻率特性，在許多應用領域發展得非常成熟。



圖三：紅外線式觸控面板結構



圖四：表面聲波式觸控面板結構

資料來源：觸控技術簡介(2012)

3、軟體：整合觸控板(input signal)及平面顯示器(output signal)

加上整合的軟體使觸控面板更人性化，有效的運用。

例：目前研發的 Corel 觸控螢幕軟體可讓您使用手指在螢幕上進行繪製、縮放、旋轉、點選、拖曳和捲動。



縮放：將兩根指頭放在影像上，即可透過收縮/延展手勢來進行放大和縮小。



旋轉：使用兩根手指進行旋轉。



拖曳：觸碰以選取並拖曳至新的位置。



筆觸：使用筆觸來捲動並進入媒體匣。



點選：點選任何按鈕即可執行按一下動作。點選畫面任何地方即可執行停止/開始動作。



暫停：觸碰畫面任何地方並暫時停住。三秒鐘後即會顯示滑鼠右鍵功能表。

資料來源：Corel 觸控螢幕軟體(2012)

三、觸控式螢幕應用和未來展望：

觸控螢幕的迅速發展正在催生一波又一波的競爭和技術，並吸引了眾多 OEM(委託代工，Original Equipment Manufacturing)廠商的關注。市調公司 iSuppli 指出，全球觸控螢幕產品的銷售營收將從 2006 年的 24 億美元成長到 2012 年的 44 億美元。iSuppli 最新資料：目前觸控螢幕市場供應商有 100 多家，以及 OEM/整合商 300 多家，並且充斥著各種技術方案。

在觸控螢幕領域中，除了之前所介紹的五種技術——電阻式、表面電容式、投射電容式、表面聲波式、紅外線式之外，目前未來更研發出更新的折射式(bending wave)、主動數位轉換式(active digitizer)和光學成像式(optical imaging)。目前最新的調查指出，雖然電阻式觸控螢幕使用壽命並不太長，而且透射率不佳，卻是市場上最常用的觸控螢幕技術。因為價格較便宜以及對手指及探筆的良好反應性能，使其成為過去五年銷售量最高的觸控螢幕產品。但未來幾年內，此一情況可能會發生改變。因為儘管電阻式觸控螢幕是手機觸控螢幕領域的主導產品，投射電容式和紅外線式觸控螢幕也已經在 2007 年開始滲透無線手持設備市場。據 iSuppli 表示，2008 至 2009 年之間將在手機上使用的觸控螢幕包括畫素感應式(sensor-in-pixel)或多點觸控式(in-cell touch)觸控螢幕、來自 Elo/Tyco Electronics 的折射式觸控螢幕和 RPO 公司的聚合物波導式觸控螢幕。iSuppli 報告還指出，電容式和電阻式觸控螢幕之間的價格差距正在縮小，這使得電容式觸控螢幕對 OEM 更具吸引力。另外，投射電容式觸控螢幕更加耐用，而且傳導性能比電阻式觸控螢幕更佳，因此已有多家觸控螢幕製造商加入開發行列。電阻式觸控螢幕市場面臨的另一個問題就是，幾家主要的觸控螢幕供應商都擴大了產量，但製造電阻式觸控螢幕的必要材料——氧化銦錫(ITO)薄膜的供應商數量卻非常有限，因而導致這種材料供應緊缺。

iSuppli 表示，其它推動成長的技術還包括多點觸控功能(主要是由 iPhone 所推動的)，以及觸覺反饋技術——該技術目前正越來越多地被用於觸控螢幕產品中。包括零售業、公共資訊站、公共標識、財經領域、電子書和醫療等應用，正使用越來越多的觸控顯示螢幕，以滿足用戶對於直觀性和簡單易用性的要求。

根據研究機構 DisplaySearch 研究顯示，2008 年全球觸控螢幕模組的營收已經達到 36 億美元，預計於 2015 年時，全球營收將可成長至 90 億美元，年複合成長率達 14%。

資料來源：整理自電子工程專輯(2012)

參考資料：

蔡旺晉, 羅麗雯, & 李傳房. (2010). 操作小型觸控螢幕按鍵與視覺回饋之使用性探討.

[Study on the Usability of Various Button Sizes and Visual Feedbacks in Small Touch-Screens]. *人因工程學刊*, 12(1), 57-68.

顧兆仁, & 陳立杰. (2011). 大型觸控螢幕內三維虛擬物件的旋轉操控模式與手勢型態配對之研究. [A Study on the Mapping of Rotation Manipulation for 3D Virtual Objects and Gesture Patterns on Large Touchscreens]. *設計學報*, 16(2), 1-22.

液晶顯示器 (2012) 。2012 年 10 月 19 日，取自：

<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/LCD#.E6.A7.8B.E9.80.A0>

觸控螢幕 (2012) 。2012 年 12 月 6 日，取自：

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%A7%B8%E6%8E%A7%E5%BC%8F%E8%9E%A2%E5%B9%95>

電阻式觸控螢幕(2012) 。2012 年 10 月 19 日，取自：

<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!eikneZ.aExDUOagcFYnQ6J8e/article?mid=16>

電容式觸控螢幕(2012) 。2012 年 10 月 19 日，取自：

<http://industry-infomation.blogspot.tw/2009/02/blog-post.html>

觸控技術簡介(2012) 。2012 年 10 月 19 日，取自：

<http://article.denniswave.com/5268>

PDP 的基礎與概要(2012) 。2012 年 10 月 19 日，取自：

<http://wenku.baidu.com/view/55c9ed27aaea998fcc220e1f.html>

TFT-LCD(2012) 。2012 年 10 月 19 日，取自：

http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1305090802288#ooa_hash

有機發光二極體 OLED(2012) 。2012 年 10 月 19 日取自：

<http://zh.wikipedia.org/wiki/OLED>

電子工程專輯(2012) 。2012 年 12 月 11 日 取自：

http://www.eettaiwan.com/ART_8800510992_480502_NT_a5d1c579.HTM

Corel 觸控螢幕軟體(2012) 。2012 年 12 月 11 日取自：

<http://www.corel.com/corel/pages/index.jsp?pgid=800574&storeKey=tw&languageCode=ct>