

為台灣加油打氣專欄(268)電子紙

李家同

黃博雄

這篇文章要介紹的是一家台灣製造電子紙的公司，這家公司也是全世界最大的電子紙公司。

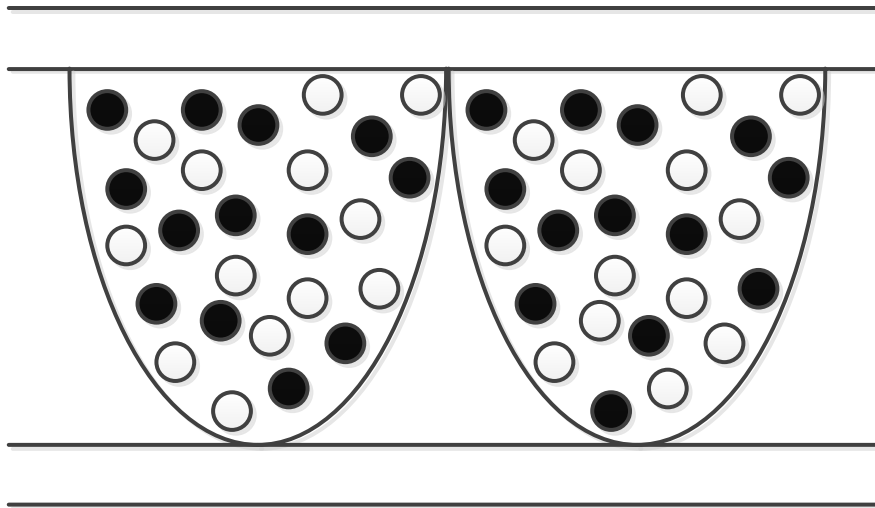
如果你到大賣場，一定可以看到幾千種商品，每一個商品上一定要有一個標籤，註明商品名稱和價格。在過去，這些標籤都是請人寫好以後貼上去的。現在情形不同了，台灣有一些先進的大賣場，掛在商品陳列架上的標籤不是一張紙，而是一個電子紙標籤，如圖一所示。



圖一

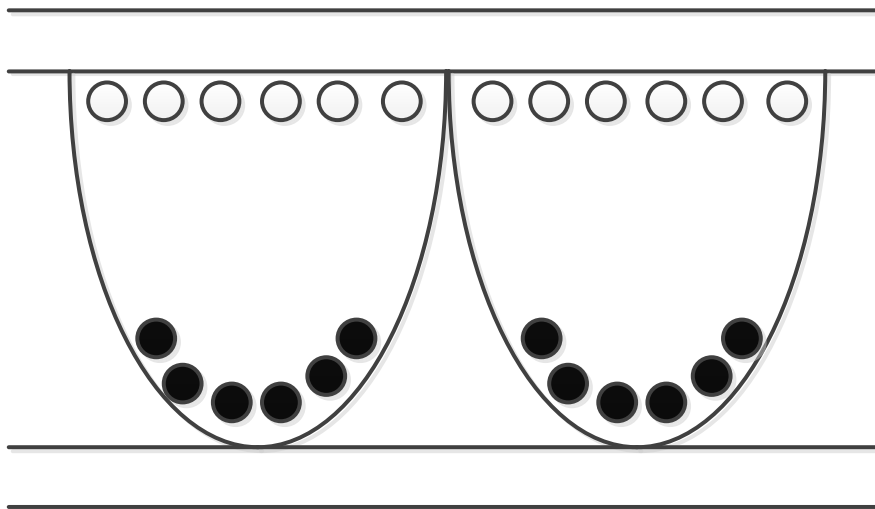
這張標籤並不是人用筆寫的，而是由一個人在電腦上寫的。標籤內部有一張電子紙，在電腦上寫的字會經由網路傳到電子紙上。

我們暫且不要談電腦和某一標籤的通訊技術，我們先對電子紙的原理做一簡單介紹。先假設電子紙不是彩色，而是黑白的，請看圖二。



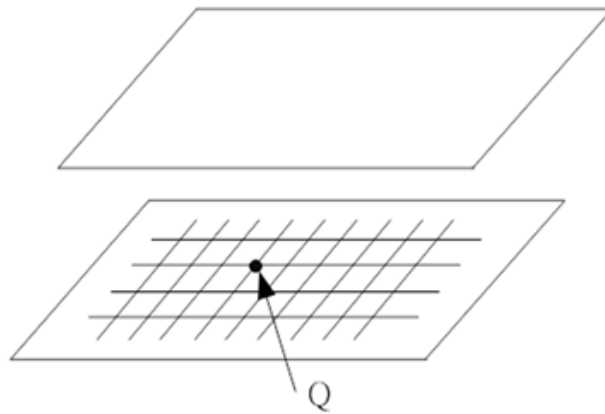
圖二

圖二中的小顆粒非黑即白，而且帶電。我們可以假設白色顆粒帶負電，黑色顆粒帶正電。假如我們要將電子紙表面全部變成白色，可以將電壓加到杯子的兩端，上端為一個共同接地的參考電壓，下端為負電壓，如圖三所示。如此，帶負電白色顆粒就會全部跑到上面去，我們局外人看到的就是一張白紙。



圖三

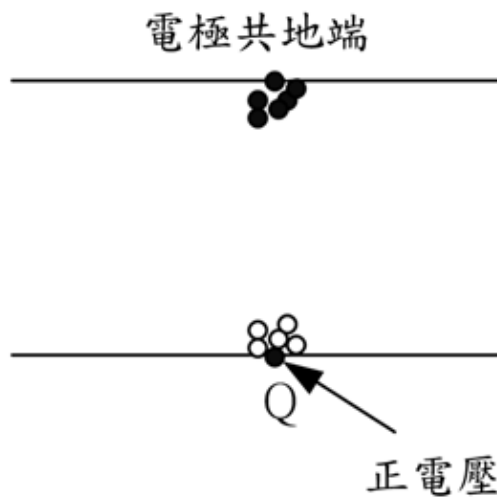
一張白紙或者一張黑紙有何用處？我們要在紙上寫字或者畫圖的，其實以上的介紹太簡略了。請看圖四。



圖四

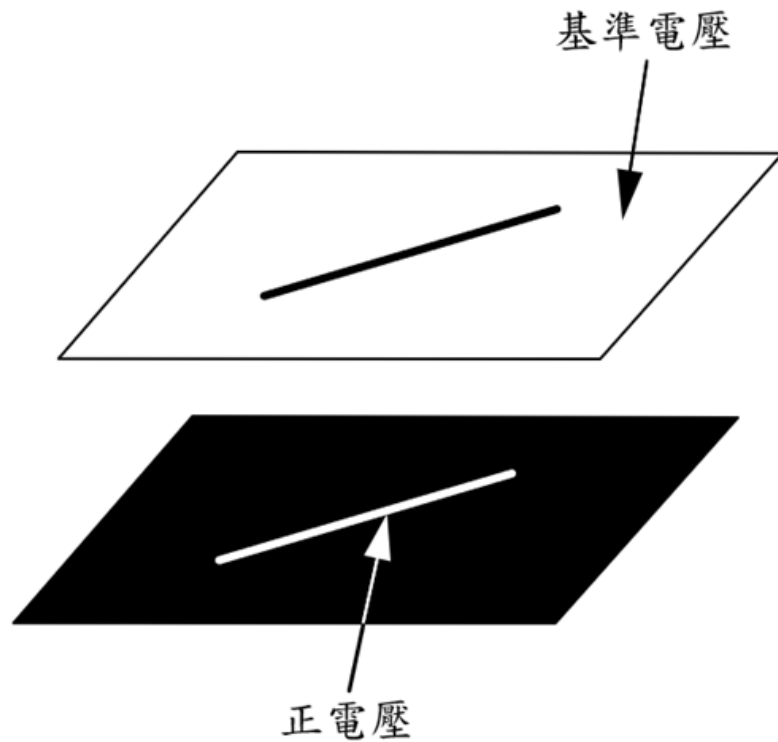
假想電子紙的上層為單一電極共地端，而下層有橫線和直線，這些線條決定了相當多的點，每一個點可以被稱為像素。像素越多，表示電子紙的解析度越高。以一般大賣場的 2 吋電子標籤來說，共有 $296 \times 176 = 52096$ 個像素。

電子紙下層的每一個像素都有一個對應像素，每一個像素都連上一個電路，電路中有開關，以圖四中的 Q 為例，假設我們要使 Q 點變成黑點，可以使 Q 點有正電壓。因為黑色顆粒帶正電，黑色顆粒就會跑到上層平面，Q 點就是黑色的了，如圖五所示。



圖五

假設我們要在白色背景上畫一條黑色直線，這條直線當然是由很多像素點所構成的，上層接到相同的基準電壓，直線下層對應的像素點全部都是正電壓，如此一來，直線上方為黑色粒子，下方為白色粒子，而背景上方為白色粒子，下方為黑色粒子。如圖六所示。



圖六

麻煩來了，我們現在的電子紙是彩色的，也就是說，我們的顆粒是有顏色的，每一個顆粒仍然帶電，但是帶電量卻都不同。假設黃色顆粒帶電量最大，我們只要使 Q 點的電壓差很小，黃色顆粒就會跑上去，其餘的不會，如此 Q 點就是黃色的了。

以下我們要談一下這種電子紙是細微結構。

- (1) 杯子的高度及寬度是數十到數百微米(1 微米等於 1 百萬分之 1 米)，杯子的材料是高分子材料。
- (2) 使顆粒帶電視經由一種化學作用處理而產生，這種化學反應不容易了解，也就不解釋了。
- (3) 若杯子大小不一，有些微的差異，都可以使電子紙的顯示不均勻。
- (4) 要大量(上千萬具)製造如此微小的杯子，機械模具必須受到精密的控制，模具的精確度為微米。製造的方法牽涉到半導體技術。
- (5) 顆粒在杯子內不可結坨，需要用到化工的混合分散技術。
- (6) 電子紙上的內容是由電腦經由無線區域網路送到電子標籤的，所以大賣場裡的每一個電子標籤都有一個 IP address。如此，電腦就可以和電子標籤利用 WIFI 等無線傳輸通訊。

從以上的介紹，我們可以看出製造電子紙的公司必須擁有很多非常精密的技術。比方說，製造微小的杯子就相當不簡單。有關電子紙的技術包含物理、化學、電機和機械，也要會利用網路通訊。這家公司不僅製造大賣場所用的電子標籤，也已經發展出大型的電子紙看板，圖七就是一個例子。



圖七

這家公司的產品行銷超過三十個國家。這實在是我國值得感到驕傲的事。

青年學子們應該知道電子紙不是容易製造的，工程師不僅要有學問，而且要肯苦幹實幹，從無數失敗中記取經驗。這些學問和經驗是一家科技公司的最大寶藏，國人應該鼓勵這些肯下苦功的工程師們，多多給他們掌聲。