

新技術拓寬觸控螢幕更多的機會

作者：Andrew Morrison 博士

技術總監

Zytronic

投影式電容觸控螢幕市場正在悄然發生變革。快速的行業發展不斷提供更纖薄、更高效能、更可靠且成本較低的觸控式螢幕。在這些發展中背後的主要動力是 ITO（氧化銦錫），這種主要用於手機和平板電腦觸控式螢幕的導電材料存在諸多侷限性，因此將被替代材料所取代。ITO 從未被廣泛使用於大尺寸 AV 和 kiosk 的應用上，但有一些正在開發中的技術將取代 ITO，這些新技術將會被用於上述應用當中。

使用者應透徹瞭解所選觸控式螢幕內使用的基礎材料，因為該材料會對產品外觀產生重大差異，最重要的是會顯著影響效能。科技的使用有時在某一種應用中可能是非常有效的技術，但是，當被用於另一種應用中，則可能存在嚴重侷限性。在本文中，我們的目標是，透過檢閱六項替代材料技術並研究它們各自的優勢與不足，協助使用者做出明智選擇。我首先會探討在某些應用中 ITO 被取代的原因，並繼續研究替代方案。

為何要捨棄 ITO？

投影電容觸控式技術變革背後的一個關鍵驅動因素是，轉移至將觸控功能集成到 LCD 面板本身（「內嵌式」技術），從而無需單獨的觸控式螢幕面板（分立觸控面板）。做到這一點後，就可生產出更容易集成的更薄更輕的觸控裝置。光學效能及亮度也可透過縮減 LCD 與使用者之間的距離和層數而獲得改善。

但是，製造「內嵌式」觸控式螢幕的流程仍朝向更完善的目標發展當中，因此它們在業界被廣泛採用受到了限制。結果，ITO 導體的分立投影式觸控螢幕面板仍舊是主要被使用的技術，至少在智慧型手機、平板電腦及可穿戴式設備中仍是如此，但它隨著顯示尺寸增加超過 20 吋就會存在諸多缺陷，主要是因為其相對較高的電阻會妨礙效能，並使其成為不適合某些應用的材料。

那麼，哪些導電材料可用於較大尺寸的觸控式螢幕呢？目前有三種主要的材料技術處於領先地位：銅微線 (Copper Micro Wires)、銀金屬網格 (Silver Metal Mesh) 和奈米銀線 (Silver Nano Wires)，還有其他三種：奈米碳管 (Carbon Nanobuds)、導電聚合物 (Conductive Polymers) 和石墨烯 (Graphene)，它們全都處於開發初期並可能在未來幾年上市。我們將探討前五種材料技術的四個主要參數：經濟性、阻抗、可見度和可用性；還會探討石墨烯，石墨烯處於開發初期，目前尚未市售。

經濟性

考慮到觸控式螢幕的成本時，關鍵問題包括初始加工成本及持久材料壽命要求等等。不需開模(光罩)而直接寫入基材的技術基本上不需要加工，並可更便宜地進行小批量生產。若需要開模或其他加工，則會限制小批量生產不同尺寸能力的靈活度，但有潛力對標準尺寸提供較大批量的生產。

在加工方面，銅微線具有延展性優勢。電極可以直接寫入基材，不需雷射、開模/化學物質/蝕刻或加工。奈米銀線可以透過雷射剝離法進行一定程度的客製，但還需要額外製程來將邊界的導體連接至控制器。導電聚合物透過網版印刷應用起來相對簡單，但是，它們需要在絲網印刷階段或者在蝕刻或雷射處理之後再作 **pattern** (製作圖騰)。

相比之下，銀金屬網格技術是在材料來源上製作圖騰 (**pattern**)，因此需提前指定傳感器的尺寸。這會讓每個傳感器設計產生 1 萬至 2 萬美元的加工費用，具體取決於螢幕大小。碳奈米芽 (**Carbon NanoBuds**) 的沉積程序很複雜，需使用「奈米芽反應器」(**NanoBud Reactor**) 然後再使用雷射製圖工藝來製作電極。

製造成本的另一個關鍵因素是所需層數。銅微線可以絕緣，因此 **x** 和 **y** 電極可以在單層中形成。封裝絕緣還可以防止材料氧化，但在暴露於高溫高濕度下時會大大降低觸控式螢幕的效能。奈米銀線、金屬網格和導電聚合物傳感器結構一般需要兩層或多層來絕緣 (**x** 和 **y**) 導體，從而增加單層設計上的材料內容。碳奈米芽也是一種兩層技術。另外還必須小心防止濕氣進入材料，否則可能導致上述氧化及觸摸螢幕故障。

阻抗

觸控式螢幕阻抗是決定觸控靈敏度或「訊噪比」(**SNR**) 的一個關鍵因素。較高電阻材料會限制流經導體的電流量，使其更難正確地找出，來自顯示螢幕、電源或其他周邊電子產品周圍環境干擾 (**EMI**) 產生的誤觸控事件。顯然，這一阻抗對較大尺寸觸控式螢幕的影響更大，特別是在需要多點觸控、防誤觸和近距感測（在手指實際與螢幕接觸前識別觸控）等功能時。

如上所述，**ITO** 因其相對高的阻抗（每平方約 **100Ω**）而僅限用於較小的觸控式螢幕；因此，大多數使用此材料的觸控式螢幕小於約 22 吋，超出此尺寸將存在顯著的效能限制。奈米銀線具有比 **ITO**（**PET** 薄膜基材上每平方約 **30 - 50 Ω**）更好的電阻。因此，使用此技術的投影電容觸控式傳感器可擴展至約 42 吋（再次重申：超出此尺寸將限制觸控效能）。銀金屬網格具有每平方約 **15 Ω** 至 **30 Ω** 的較低電阻，因此能用於尺寸達約 65 吋的觸控式螢幕。銅微線提供每平方約 **5 Ω** 或更低的最低電阻，並可用於建立尺寸遠超 100 吋的巨大儲控螢幕。另外，極低電阻還提供最佳的訊噪比，使觸控式螢幕能偵測對很厚的面板玻璃甚至穿戴手套時進行的觸控，而無需在高電壓下驅動電子裝置



或使用多個連接控制器並排顯示螢幕（替代材料技術這使用兩種巧妙方法實現大尺寸觸控式螢幕）。

可見性

所有分立面板投影電容技術包括在使用者和螢幕之間引入一定的材料元素，以對圖像產生一定的光學差別（無論多小）。透過採用銅微線技術，10um 導體網格可見，尤其是在關閉顯示時。這就是說，光透射性很出色，並且在運用任何抗反射處理前處於 90% 的範圍內。相比之下，奈米銀線和銀金屬網格技術可以建立可見度略低的導電軌（5-10um 範圍的金屬網格）；但是，奈米線和導電聚合物塗層可在整個螢幕上產生輕微的偏色或朦朧感，以及約只有 85% 的透光度。

可用性及使用壽命

少數專業製造商生產銅微線觸控式傳感器已近 20 年，該傳感器是一款成熟的投影電容觸控式技術，適用於最嚴酷環境中的大尺寸螢幕。過去幾年來，銀金屬網格和銀線觸控式技術已快速成為主流，其中，許多製造商負責安裝必要印刷及雷射 pattern (製作圖騰)設備。在觸控式螢幕產業，這兩種技術相對新穎，意味著它們的長期可靠性尚未證實，尤其是關於在暴露於戶外頗具挑戰性的應用中的溫度及濕度下其電阻（及觸控效能）會如何變化。

石墨烯

即將到來的是一種可能改變遊戲規則的新型觸控式螢幕材料技術：採用石墨烯的形式。石墨烯最初於 2004 年在曼徹斯特大學被發現，此後有陸續發佈關於其強度、透明性和導電性的可喜成果，但開發仍處於起步階段。石墨烯沉積為一個原子厚度的碳分子，將類似的低電阻結合到銅微線，具有「不可見」導體的潛力。然而，儘管具有適合作為投影電容觸控式螢幕材料的潛力，但這種令人興奮的新技術還適合其他許多應用，例如水淨化、電池和太陽能電池；大多數開發商目前仍將工作重點放在這些方面，在開發路線圖上，觸控式螢幕使用率要低得多。

更遠大的願景

總之，投影電容觸控式螢幕並不存在「完美的」導電材料，設計師應不斷尋找效能、光學、耐用性、可擴展性和可靠性的最佳組合，以適合其觸控式螢幕應用。手機及平板電腦觸控式螢幕的全球市場令商業 AV 市場相形見绌，Touch Display Research Inc. 估計 ITO 替代市場可能在 2023 年前達到 130 億美元。因此，新的觸控螢幕材料開發必然會專注於這一巨大市場。但是，這個方面的投資幾乎肯定會給商業與工業市場帶來諸多利益。