

班級： 奈米四乙	姓名： 朱沛好	學號： 4A10H008
----------	---------	--------------

演講題目： 滾印技術應用	演講者： 莊承鑫 教授	演講日期： 2015/10/15
--------------	-------------	------------------

心得摘要：(請固定使用 12 字，勿加大段落行句)

這次老師所講的題目是滾印技術應用，於演講內容中，令我比較有興趣的部份為金屬網格製作技術，金屬網格 (Metal Mesh) 為五大類 ITO 取代品之一，其他包括了奈米銀絲 (Silver Nanowires)、奈米碳管 (Carbon Nanotube)、石墨烯 (Graphene)、導電高分子 (Conducting Polymers)。

至於為什麼要取代 ITO 呢？原因是鈹的原料稀少，世界上鈹主要生產地是中國，當市場被中國獨佔，就容易造成鈹貴、價格浮動大，且 ITO 製程設備貴又複雜。取代 ITO 材料的基本要求為導電性能和透光性能；因為當其作為觸控感測線路時，導電性將直接影響到觸控回應時間及觸控偵測的靈敏度，由於觸控線路通常會處於顯示螢幕的上方，所以也需要保持良好的透光性能，才能保障顯示螢幕的畫面品質。

再來就是非稀缺性，新材料不能像 ITO 的原料一樣，是稀有性的，且可能會面臨原料短缺的問題，最後就是可撓性，隨著 Apple iWatch 產品的推出，可穿戴設備市場再度成為市場關注的焦點，但由於 ITO 在經過數次彎曲或大幅度的彎折後，其阻值會急遽上升，造成觸控功能失效，新材料的可撓性將使得其未來在柔性顯示領域展現出獨有的優勢。

而金屬網格具有價格便宜以及導電性佳的特性，較為知名的廠商有 Atmel。Atmel 的 XSense 是金屬網格的一個代表方案，Atmel 將其稱為 FLM (Fine-line Metal)，像華碩最新推出的 7 吋 MemoPad 即採用此技術替代 ITO 感測層。

而 Xsense 是採用極細的銅金屬線來替代 ITO，為了不讓金屬線不被肉眼看到，且不會遮光，此銅線必須做到 5-10 μm 的線寬，這會讓電容感測變得相當困難，也是一般觸控 IC 難以滿足的感測要求，這相對也突顯了 Atmel 觸控 IC 在感測能力上的優勢。

除了 Atmel，日本廠商富士也採用金屬網格，不同之處在於富士使用的是銀。富士將鹵化

銀層塗布在 PET 基材上，經過曝光、顯影、定影等程序，再利用銀線來製作網狀圖案，其技術能夠達到極低片電阻值，且透光率可與 ITO 相似，成本當然也較 ITO 低。日商凸版印刷也開發了網格銅膜和以網格銅膜為感測器的觸控面板，其中銅線就現況而言，以奈米銀絲及金屬網格的表現似乎最能夠在短期內成為替代 ITO 的商品化技術。

且金屬網格在低表面阻抗值上有明顯超越 ITO 的優勢，但更重要的是其支援可撓性與非平面的觸控區，而且不會有劇烈的阻抗值變化；在大於 30 吋對角線的投射式電容觸控區應用上，金屬網格之網格圖案具有一致性、連貫性與延伸性，因此在形成較大尺寸的感測圖案時，線路與圖案的均勻度比較容易控制。

不過金屬網格也有缺點，由於銅或銀金屬線並不透明，除非極細，否則容易被肉眼所見，及會有反光與摩爾紋的問題。目前金屬網格的單一線寬約在 4 微米(μm)左右，若太寬便須要在網格線表面做黑化處理，以減少反光，但這樣又會造成顯示面板在視覺上太黯淡的觀看經驗；此外，而摩爾紋效應的降低必須仰賴圖案設計(如菱形、蜂巢狀與不規格形狀)，並且與顯示面板的參數(如 Black Matrix 與 Pixel Pitch)進行協調。

綜合以上原因，金屬網格要取代 ITO 雖然還有一些瓶頸要突破，不過整體來說，其在替代 ITO 材料裡面，算是一項還不錯的替代材料，透過不斷的改良，相信金屬網格未來還可以應用在 OLED、觸控桌、防 EMI 窗簾...等。



新市場推動新技術抬頭

觸控ITO替代方案的明日之星

作者/丁子璽

儘管在觸控面板中，ITO目前仍然獨佔市場，但隨著越來越多觸控應用的發展，讓ITO的問題開始浮現，為了解決這些難題，不少廠商急欲尋找其他取代ITO的方案。

近幾年來，智慧手機、平板電腦風靡全球，觸控已成為最自然的人機介面。各種技術當中，以電阻式及電容式占有大部分市場。電容式觸控在2011年市占率超越電阻式觸控，而ITO（即氧化銦錫）透明導電材料的應用需求更隨觸控面板火紅而跟著水漲船高。幾乎占盡電容式觸控所有市場。

事實上，透明導電膜市場規模龐大，且持續在成長當中。預計2015年可望達到50億美元的市場規模。其應用領域也不窄，包括觸控螢幕、數位顯示器、LCD面板、OLED顯示、太陽能電池等，而目前又以ITO獨佔此市場。

觸控應用拓展 ITO現瓶頸

然而，在觸控面板上，隨著Windows 8的發布，觸控應用向更多方面拓展，筆電、AIO、甚至大到數位看板也都加入觸控功能；加上近來智慧手錶等穿戴式裝置熱潮興起，讓可撓式觸控顯示器的需求不斷增加，這些中大尺寸面板或可撓式等應用因ITO本身材料特性的限制，面臨一些難以解決的技術挑戰，也讓廠商開始尋求替代方案。

以Windows 8觸控輕薄筆電為例，當螢幕來到13吋以上的中大尺寸後，為了不過成片電阻過高而影響觸控靈敏度，另一方面又為了不讓螢幕顯得過厚而重，OGS成為首選方案之一，其次考慮在成本及經濟的優勢，積極布局觸控筆電市場。

不過，OGS在大尺寸應用上，貼合良率一直是遲遲未解決的問題，但若採用薄層技術又會面臨ITO尺寸越大抗阻越嚴重的問題，導致在大尺寸面板性能上較為不佳。其次，若採用OPS (One Plastic Solution) 方案在製程上又會遇到ITO塗佈程序溫度過高（約300°C），導致塑膠變形不透明的問題，這些都讓ITO不適用於中大尺寸的應用。

也因為這些問題，雖然ITO目前仍然獨佔市場，但在中大尺寸面板上一直有著技術挑戰，且其脆性的特性，也不利於

軟性面板市場的發展。為了解決ITO帶來的難題，尋求能與取代ITO的新興材料已是勢在必行。Cambrios執行長John LeMonchea指出，不論是銀材料未來將面臨短缺，ITO在中大尺寸面板的片電阻過高及成本難題，或是軟性面板需求等，都顯現了尋找取代ITO材料的必要性。

ITO商用化替代方案一一浮現

目前浮出檯面的ITO替代方案包括銀奈米線 (Silver nanowires/Ag NW)、金屬網格(Metal mesh)、碳奈米管、導電高分子等，而就現況而言，以奈米線及金屬網格的表現似乎最能夠在短期內成為替代ITO的商用化技術。

奈米線線力進入市場

透明導電膜市場龐大，不少廠商也都注意到這個龐大的商機，紛紛積極投入一些獨門技術的開發，例如



圖為目前市場內許多不同技術，ITO因本身材料特性的限制，面臨一些難以解決的技術挑戰。(Source: Corning)

http://www.cimananotech.com/sites/all/themes/Cyan_Tech/media/201310_ctimes.pdf



金屬網格未來應用



屏蔽建築



OLED



觸控冰箱



防EMI貼片



金屬網格



觸控桌



防EMI窗簾



互動式電子看板

觸控面板ITO取代材料的演進格局 正面臨革命性變化

近來，隨著傳聞中Apple iWatch產品的日益強近，關於ITO取代材料的話題亦再度火熱，成為業內人士關注的焦點。事實上，以目前的觸控市場格局而言，ITO取代材料的需求尚不強烈，產業成長動能來源於相關業者的積極佈局，惟未來相關利基市場開拓之後，ITO取代材料的相關投入方會彰顯價值。

ITO取代材料的基本要求

- 導電性能和透光性能：DisplaySearch指出，作為取代產品，ITO取代材料首先需要滿足ITO自身的特性，即良好的導電性能與透光性能。作為觸控感測線路，新材料的導電性能將直接影響到觸控回應時間及觸控偵測的靈敏度，通常情況而言，針對10吋及以上尺寸產品，觸控感測線路的面阻值需維持150 (Ω/sq) 以下。而以目前主流的投射電容式觸控技術而言，觸控線路通常處於顯示幕的上方，因而會要求新材料需保持良好的透光性能，以保障顯示幕的畫面品質，通常情況下，應至少保證80~85%的透光率。
- 非稀缺性：作為主流的透明導電體，ITO廣泛的應用於顯示面板和觸控面板等相關領域。雖然金屬網為稀有金屬，但以目前狀況看稀土的供應暫時不會面臨短缺問題。DisplaySearch指出，以剛剛過去的七月份為例，稀有金屬網的報價為4,970元人民幣，與金屬網的報價（4,295元人民幣）相當。然而，目前

全球稀土的供應主要來自於中國，雖然世貿組織裁定中國出口配額管制違規，但可以預期未來中國政府必然會進一步加強對稀土資源開發的整合和管制。故而，雖然金屬網的稀有特性並非推動新材料的真正要素，但非稀缺性資源的新材料依舊可以提升其未來產業化過程中原材料採集的可獲性。

- 可撓性：隨著79元人民幣小米手環的推出以及眾目睽睽的Apple iWatch產品的日益強近，可穿戴設備市場再度成為市場關注的焦點，並被視為未來柔性顯示器件的重要應用市場。而由於ITO線路固有的脆性，在數次彎曲或較大角度彎折後面阻值會急劇上升，從而致使觸控功能失效。而新材料的可撓性將使得

其未來在柔性顯示領域展現出獨有的優勢。

ITO取代材料現狀

DisplaySearch指出，以目前研究進展看，ITO新取代材料主要集中於五種技術，包含金屬網格技術（Metal Mesh）、納米銀線技術（Silver Nanowire）、納米碳管技術（Carbon Nanotube）、導電聚合物技術（PEDOT：PSS）、以及作為理想目標的石墨烯技術（Graphene），其中金屬網格技術、納米銀線技術及納米碳管技術為目前最具量產性的技術，並且前二者皆有一線觸控業者投資佈局，甚至已量產出貨。

DisplaySearch研究總監謝志利指出，
(下轉第17頁)

表一：觸控材料比較表

	ITO	金屬網格技術	納米線技術
觸控感測線路材料	銻錫氧化物	銀、銅	銀
觸控感測線路形式	圓形化並佔有零體積	線條（線式或不規則圓形）	隨機排布網球
材料製作方式	磁控濺射	金屬沉積， 磁控濺射	液體式塗布（slot-die）
觸控感測層厚度	150 nm	~2-7 μm	~0.1-1.0 μm
面阻範圍	150-200 ohm/sq. (玻璃基板上可更低)	容易做到 < 50 ohm/sq.	容易做到 < 50 ohm/sq.
透光性	透明，較差	由材料厚度決定	由材料厚度及排列決定
可撓性	脆性，彎折後阻值不穩定或斷裂上升	優良，圓形抗彎折不受影響	優良，圓形抗彎折不受影響
適用尺寸	通常 < 30"	易達到80"產品	通常 < 50"
使用玻璃基板	因材料耐受力而影響玻璃	加膠阻性，無影響	低阻阻性，無影響
使用玻璃基板	無影響，但需考量重量及彎折耐性	無影響，但需考量重量及彎折耐性	無影響，但需考量重量及彎折耐性

Source: DisplaySearch 2014 Touch Sensor Market and Evolution Report