



觸控面板之CNT導電膜 雷射蝕刻技術開發

Development of Laser Etching Technology
for Carbon Nanotube Transparent
Conducting Thin Film in Touch Panels

李鈞函

工研院南分院
雷射應用中心
雷射應用部

陳坤坐

工研院南分院
雷射應用中心
雷射應用部

李閔凱

工研院南分院
雷射應用中心
雷射應用部

關鍵詞(Keywords)

- 雷射蝕刻 Laser etching
- 奈米碳管 Carbon nanotube (CNT)
- 透明導電膜 Transparent conducting film

摘要(Abstrate)

奈米碳管由於優異的機械性質與電性，加上材料價格低廉，一直是受到高度重視的透明導電材質，雖然具有優異的特性，但是其成膜以及圖案化的問題仍無法得到較佳的改善方法。在本文中，主要探討將奈米碳管塗佈於軟性基板上製做成透明導電電極，並採用雷射圖案化技術，蝕刻軟性基板上的奈米碳管薄膜。同時探討 355 nm 紫

外光固態雷射或 1064 nm 光纖雷射不同波長的雷射源對於電極品質的影響。實驗結果顯示兩種雷射圖案化過程中，奈米碳管薄膜皆可輕易地完全蝕刻奈米碳管薄膜。尤其在 355 nm 紫外光固態雷射的系統中，除了能夠獲得最小蝕刻線寬為 20 μ m，並可減少蝕刻後的邊緣隆起現象，獲得良好的電極品質；實驗中所使用的試片特性，穿透率 85.8 % 時，片電阻為 900 Ω/\square 。

Carbon nanotube (CNT) is attractive transparent conductive material, due to its good mechanical and electrical properties. However, its deposition and etching processes are very difficult. In this study, we developed the coating technology using the CNT film with binder on the PET flexible substrates. The transmittance and sheet resistance of CNT film are 85.8 % and 900 Ω/\square , respectively. The



355 nm and 1064 nm laser sources were used for etching processing of CNT film on flexible substrates. Experimental results showed that the CNT film could be successfully ablated by laser technologies. In the use of 355 nm UV laser, the minimum etched line width was 20 μm , while less recast material of the ablated sections was observed. Finally, the optimal condition of laser ablation parameters are identified.

1. 前言

觸控面板的上下電極，主要是利用透明導電膜進行圖案加工製成，而在應用上，導電膜必須具有高導電率和高可見光透過率等優良的光電特性，近年來由於觸控面板市場的蓬勃發展，也使得透明導電膜的需求量大幅增加，目前透明導電膜的材料主要以氧化銦錫(Indium Tin Oxide, ITO)為主，然而由於銦的價格高昂，且供應受限，再加以 ITO 缺乏延展性，較不適用於軟性基材，因此，為了使成本降低，世界各國目前均積極開發尋找可替代 ITO 之材料，目前常被提及可能取代 ITO 的材料有 ZnO (AZO、GZO 等)、導電高分子(如 PEDOT:PSS 等)、奈米金屬材料(如奈米銀線、奈米銀墨等)、CNT 與石墨烯(Graphene)等。然而 ZnO 在圖案化方面的問題目前仍無法有效解決；導電高分子目前導電性仍不足且無法結合現有圖案化製程；奈米金屬材料則有圖案化製程不穩定等問題；石墨烯因其具有優異的特性而成爲最近幾年熱門的研究主題，但目前仍屬研發階段，離實際應用於量產仍有一段距離；在奈米碳管方面，文

獻提及奈米碳管的性能，有機會比 ITO 更爲優越 [1]，因爲奈米碳管透明導電膜除了有機會降低透明導電膜成本外，還具備高導電率與高透光率這些特性，除此之外，它的機械強度眾所皆知，對於軟性電子元件及軟性顯示器的未來發展極具潛力，目前市售之奈米碳管透明導電膜已經可達接近 ITO 的等級 (新奈材料, XinNano Materials, Inc)，另外奇美電子在日本 FPD International 展出的奈米碳管觸控面板並組裝完成智慧型手機，證明了奈米碳管於觸控面板應用的可實施性；不過爲了能運用在各式各樣電子產品上，如顯示器、Solar cell 等，因此奈米碳管透明導電膜仍需經過圖案化的製程。

圖案化奈米碳管透明導電膜，目前採用的方法有網板印刷方法[2]，其缺點爲解析度不佳，另一種方法爲催化劑直接成長方法[3]，採用此方法由於需直接成長奈米碳管，因此製程溫度比較高，容易對軟性基板產生影響，其他文獻還提到雷射干涉法[4]，不過製程方式及設備較爲複雜，因此爲了能快速且大面積的蝕刻奈米碳管透明導電薄膜，本研究採用雷射振鏡掃描加工方式[5]，蝕刻軟性基板上的奈米碳管透明導電薄膜，由於雷射聚焦後能產生很高的能量密度(Fluence)，因此能夠用來直接蝕刻奈米碳管透明導電膜。此外不同雷射的波長會有不同的光子能量，爲了達到所需的加工品質，因此需要選擇適當波長的雷射來加工。同時搭配雷射振鏡加工方式是一較佳的選擇。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】351期・101年6月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw