雷射加工與改質於軟性顯示器之應用

The Applications of Laser Process and Laser Modification in Flexible Displays

黃建融
工研院南分院
積層製造與雷射應用中心
雷射應用系統部

李鈞函
工研院南分院
積層製造與雷射應用中心
雷射應用系統部

關鍵詞(Keywords)

- 雷射結晶 laser crystallization
- 雷射改質 laser modification
- 雷射蝕刻 laser etching
- 透明電極 transparent electrode
- 銀電極 silver electrode

摘要(Abstract)

本文敍述利用雷射改質與雷射圖案化製程，快速結晶改質氧化鋅透明導電膜及加工銀電極，大幅提升其光電特性，並以軟性液晶顯示器作為雷射加工之應用，有效蝕刻出特定電極圖案並無損傷元件。

In this article, we developed laser modification and laser patterning processes to crystallize transparent electrodes and machine silver electrodes, thus improving the electrical properties. The flexible electronics are used as the application of the two laser processes. The specific electrode patterns are easily etched out without damaging the devices under the electrodes.

1. 前言

近年來雷射產業紛紛崛起，雷射具有快速、低溫及綠色製程的特色，因此雷射製程可符合軟性電子產業之應用，應用領域大致上可分爲兩類，一爲雷射改質，如雷射結晶、雷射摻雜、雷射光還原等另一則爲雷射加工，如單一步驟的乾

式蝕刻逐漸取代繁雜的濕式製程等。

於雷射改質方面，雷射快速結晶爲其中之一項極重要且成功的雷射應用，相較於傳統真空熱退火結晶技術，雷射結晶可瞬間使材料結晶提升特性[1-2]，此外運用雷射結晶技術可針對材料進行局部、快速改質，屬於低溫製程，並可在大氣環境下進行，節省儀器設備成本，因此雷射於產業中的需求逐年增加，例如、Thin Film Transistor (TFT) 顯示器的元件退火 (Laser Annealing) 與 Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT)電晶體的雷射摻雜(Laser Doping)等，此外特定波長之雷射亦可針對材料進行改質，如碳鋼材析出硬化、碳材結構改質、金屬材料親疏水性調控等。

然而雷射加工方面，將極適合應用於軟性電子，如膽固醇液晶顯示器。膽固醇液晶顯示器使用可撓性透明材料當基板，而結構是以堆疊的方式組成，驅動電極分別爲銀電極與銦錫氧化物 (Indium Tin Oxide, ITO)電極，中間夾層主要爲液晶層，而只要在驅動電極施加不同電壓，就能使液晶更換不同的狀態。目前 ITO 蝕刻的方式大部分是採用濕蝕刻製程，但是此方式步驟複雜，包括需要製作光罩、上光阻、曝光、顯影、蝕刻、去光阻等[3]，此外膽固醇液晶不能暴露於有機溶劑中，因此電極圖案也不能採用傳統濕蝕刻製程，而銀電極大部分是採用網印技術來進行[4]，可是當膽固醇液晶顯示器的銀電極層，若要製作不同圖案的產品設計，當更改電極圖案設計時就需要重新設計網板，因而造成製程時間的延長與網板製作成本增加，若採用雷射蝕刻銀電極技術，便可降低成本與縮短產品開發的時程，有助於面板量產效益的提升。雷射圖案化技術，能夠藉由圖檔轉譯，利用雷射直接加工出所需的圖形，而不像濕蝕刻製程或網印製程需要開光罩或網板，因此這樣可以有效地縮短製作流程，另外加工的電極解析度取決於雷射光斑的大小，可配合光學鏡頭來縮小光斑，所以加工的線寬能達到高解析度的需求。

雷射改質或加工製程若採用平台移動方式，不容易達到快速量產之需求，因此需要搭配振鏡來達成。因此在本研究中，主要利用 1064 nm 光纖雷射與 355 nm 紫外光固態雷射搭配快速振鏡掃描系統，探討材料快速改質與加工後之特性。

2. 雷射結晶與改質於透明導電膜之研究

Indium tin oxide (ITO)目前爲最被廣泛應用之透明導電膜，然而其 In 金屬蘊藏有限，因此製造成本不斷上升。氧化鋅(zinc oxide，ZnO)具有穩定之化學與光電特性，因此被評估爲可取代 ITO 透明導電膜。爲了提升 ZnO 薄膜之電性，一些元素被摻雜於其中，如 Al、Ga、In、F 等，而最常被使用爲 Al。然而雷射結晶製程可應用於該材料，進一步提升其光電特性。首先摻鋁氧化鋅 (aluminum doped zinc oxide，AZO)薄膜以溶膠凝膠法製作，並添加 0.05 %之氧化石墨烯以強化吸收雷射。待溶液配置完成後，以噴塗方式塗佈於玻璃基材上形成薄膜，並以 100 ℃進行烘烤去除多餘有機溶劑，爾後以脈衝紫外光雷射進行結晶與改質製程。

進行雷射結晶製程時，設定使用之雷射源之

更完整的內容
請參考【機械工業雜誌】371 期・103 年 2 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