



低壓化學氣相沉積應用技術

Low Pressure Chemical Vapor Deposition Technology

梁沐旺

工研院機械所
先進機械技術組
先進薄膜設備部

林士欽

工研院機械所
先進機械技術組
先進薄膜設備部

江源遠

工研院機械所
先進機械技術組
先進薄膜設備部

關鍵詞(Keywords)

- 低壓化學氣相沉積 Low Pressure Chemical Vapor Deposition, LPCVD
- 霧化裝置 Vaporizer apparatus
- 噴灑曝氣板 showerhead
- 透明導電薄膜 transparent conductive oxide thin film, TCO

摘要(Abstract)

本文主要是介紹低壓化學氣相沉積設備與高鍍率製程技術，乃藉由氣體擴散裝置(showerhead)及前驅物氣化裝置，經製程參數的設定調整，如調控壓力、基板溫度、基板與噴灑曝氣板

(showerhead)距離設定、前驅物 DEZn /H₂O /B₂H₆、鍍膜時間...等，驗證使 BZO 透明導電膜鍍率達 120 nm/min 以上時，薄膜其霧度約 20%(波長 550 nm)，片電阻值 < 10 歐姆/sq，透明度 80% 以上(波長 400—800 nm)，膜厚不均勻性小於 10%。

This report introduces a direct vaporization method with heating control module to enhance the deposition rate up to 120nm/min for the BZO processing technology. We can control major deposition factors including the pressures, substrate temperature, the substrate and showerhead distance, precursors DEZn /H₂O /B₂H₆ and coating time by the way of process parameters setting and coated plan. The experimental results of high deposition-rate 120 nm/min for transparent conductive BZO layer with film thickness 1.5 μm



are haze (wavelength 550 nm) 20 %, sheet resistance <10 Ohm/sq, transparency more than 80 % (wavelength 400- 800 nm) and the non-uniformity of film thickness <10%.

1. 前言

隨著人類文明發展而對能源的仰賴性愈高，在大量使用地球有限天然的資源後，能源短缺的問題逐漸浮現，如石油、天然氣等價格亦隨之飆漲，進而衍生空氣污染、地球暖化、廢棄物處理存放等相關環保的問題。為了解決能源大量被使用而產生日益嚴重的困境，各國政府莫不竭盡所能擬定各種解決方案，其中「再生能源」推廣利用與節能方案的實施乃是最重要之執行對策。太陽能產業長期預測趨勢是成長的，短期需努力將售價設法低於市電價格水準(grid parity)，因現受景氣不佳的大環境影響，產業正進行整併重整與轉型。由於受到矽晶太陽電池成本大幅下降的擠壓，矽薄膜太陽電池短期將以降低透明導電玻璃成本為對策。結合業界開發低壓化學氣相沉積法(LPCVD)，應用於矽薄膜太陽電池透明導電玻璃的沉積，具低成本優勢，可降低對國外進口透明導電玻璃基材之依賴與生產成本，使機台的維護快速方便，進而能著手進行先進產品製程的開發。透明導電氧化物(TCO)是矽薄膜太陽能電池發展的最重要基礎材，目前台灣太陽能廠所使用之 TCO 玻璃材料幾乎以進口為主。開發具透光、導電特性之「非銦」材料，成為近年來眾多廠商與學研界所欲突破的目標。

氧化鋅[1]薄膜除具有摻錫氧化銦(Indium Tin Oxide, ITO) [2]薄膜的基本光電特性，對可見光透光率與導電率(3 ~ 10 Ω)皆高，且製造成本低於 ITO，其無毒、在含氫之電漿環境下化學穩定性也比 ITO 薄膜優異[3]。常見的氧化鋅薄膜製程主要有濺鍍(Sputtering)、化學氣相沉積以及溶膠凝膠法(sol-gel process)等方法[4]。其中 CVD 製程方法可藉由調整氣體比例以及其他製程條件的控制，免去後續蝕刻(post-etching)製程，沉積之 ZnO 薄膜表面具粗糙化(texture)的結構 [5]。低壓化學氣相沉積由於其製程溫度較低(約 170°C)，更適合用於玻璃基板製程，在玻璃基板上形成具有結構性之 ZnO:B、ZnO:Al 或 ZnO:Ga 導電薄膜，就 ZnO:B 而言，製程使用的前驅物原料主要為二乙基鋅(DEZn; Diethyl zinc)、B₂H₆ 氣體和水，於 1-2 torr 左右真空度進行化學氣相沉積反應，反應後生成 BZO 膜層和乙烷等氣體。但二乙基鋅和水兩種反應物一旦混合即刻便發生反應。應用時，為避免在玻璃基板以外的地方產生沉積，因此在擴散裝置(showerhead)須分別將 DEZn 以及 H₂O 透過各自的氣體通道，分別送進製程反應腔體內後，使其在玻璃基板表面均勻混合，再發生反應而沉積 BZO 膜於玻璃基板上。由於 LPCVD 腔體於製程進行的過程中均需要通入多種製程氣體，其所通入之氣體於腔體中的分佈情形，直接反映在薄膜沉積的均勻與否，對於製程結果影響甚巨。LPCVD 製程中以過渡流或分子流狀態所得到之膜層均勻性最佳，故製程壓力約為 0.5~5 Torr 左右。高濃度之先驅物體反應溫度將較低濃度者略高(高約 25°C 以上)，以利反應先驅物體之有效分解。高濃度之先驅物體對於供氣結構的設計要求

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】363期・102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