

氧化亞銅修飾二氧化鈦奈米管陣列光電化學催化硼烷氫產氫 Photoelectrochemical catalysis hydrogen production by cuprous oxide modified titanate nanotube arrays

彭彥彬(Y.P, Peng)¹, 何緬筠(H.Y, Ho)², 陳嘉浚(C.H, Chen)^{1*},

¹ 國立中山大學環境工程研究所 chiahungchen@g-mail.nsysu.edu.tw

² 東海大學環境科學與工程學研究所

摘要

隨著工業與經濟發展，人們大量燃燒化石燃料以獲取能源，然而，在燃燒化石燃料過程中會大量排放溫室氣體，因此對環境及人體健康造成危害。近年來，遏止氣候變遷及節能減碳已成為全球共同目標，促使新能源產業之發展，其中，氫能為一綠色能源，在生產及使用上不會對環境造成任何污染。因此本研究以陽極氧化法及方波伏安電化學沉積法製備氧化亞銅及二氧化鈦奈米管陣列之複合半導體材料(Cu₂O/TNAs)。透過 SEM、XRD、XPS 及 UV-vis DRS 等技術分析材料表面之物化性質。此外，透過光電化學技術測量材料之光催化性能。最後以 Cu₂O/TNAs 作為光電極，透過催化(Catalysis, C)、電化學催化(Electrochemical catalysis, EC)、光催化(Photocatalysis, PC)及光電化學催化(Photoelectrochemical catalysis, PEC)進行硼烷氫產氫之比較。SEM 結果顯示，Cu₂O 呈現八面體結構並沉積於 TNAs 表面上，其平均顆粒大小約為約為 500 nm 且銅含量約為 18.58%。透過 XRD 結果顯示，在 $2\theta = 37.00^\circ(111)$ 、 $42.61^\circ(200)$ 及 $62.44^\circ(220)$ 出現 Cu₂O 之繞射峰。此外，XPS 結果顯示，在 932.5 及 952.3 eV 出現 Cu₂O 之繞射峰，證明銅奈米顆粒是以 Cu⁺的形式存在。UV-vis DRS 結果顯示，以 Cu₂O 修飾後，其光吸收波段從 392 nm 紅移至 610 nm，因此在光電流測試中，Cu₂O/TNAs (4.5 mA/cm²)之平均光電流量比 TNAs (2.5 mA/cm²)高約 1.8 倍。此外，由 EIS 之分析結果可知，TNAs 及 Cu₂O/TNAs 之電子壽命分別為 4.33 及 106.69 ms，證明以 Cu₂O 修事後，可以有效降低電子-電洞對之複合率並延長電子壽命。產氫研究結果顯示，在 PEC 系統下催化硼烷氫產氫之效能最佳，其產氫量在兩小時內達 0.650 mmol，遠高於 C (0.203 mmol)、PC (0.256 mmol)及 EC (0.206 mmol)。因此本研究結果證明，以 Cu₂O/TNAs 在光電化學系統下更能有效分離光生電子及電洞，並增強光電化學催化作用，且以光電化學催化方式進行產氫具有很好的前景。

關鍵字：二氧化鈦奈米管陣列、氧化亞銅、光電化學、產氫

Keywords : Titanate nanotube arrays, cuprous oxide, photoelectrochemistry, hydrogen production