



垂直成長 及摻雜奈米石墨烯壁 及其應用

Vertical Grew and Doped Graphene and its Application

季宇文

工研院機械所
先進機械技術組
石墨烯專案小組

黃昆平

工研院機械所
先進機械技術組
石墨烯專案小組
專案經理

關鍵詞(Keywords)

- 摻雜石墨烯 Doped Graphene
- 燃料電池 Fuel Cell
- 觸媒 Catalyst

摘要(Abstract)

本研究使用低壓微波火炬化學氣相沉積(MPT CVD)設備製作垂直成長及異質元素摻雜奈米石墨烯(X-dope graphene nanowalls, X-GNW)的觸媒極片，透過掃描式電子顯微鏡(scanning electron microscope, SEM)、拉曼光譜儀(RAMAN)以及X光光電子儀(XPS)分析，分析證明有效將異質元素植入奈米石墨烯壁的结构中，氮元素最高含量可達15 at%。嘗試使用不同金屬摻雜對氮摻

雜石墨烯(NGNW)特性的影響，藉由電化學量測得知在2% CO 環境毒化下，鈦氮摻雜奈米石墨烯壁(Pd-NGNW)、鎳氮摻雜奈米石墨烯壁(Ni-NGNW)、鐵氮摻雜奈米石墨烯壁(Fe-NGNW)之個別電化學活性仍可維持在65%、82%以及90%。其中Pd-NGNW電極作為陽極，在質子交換膜燃料電池(PEMFC)模組測試下放電，達到反應過電位相較於20 wt%鉑金/碳為50 mV、極限電流達到1400 mA/mg。

This research used microwave plasma torch chemical vapor deposition (MPT CVD) equipment to grow and dope graphene nanowalls (X-dope X-GNW) as catalyst electrodes. The scanning electron microscope (SEM), RAMAN spectrum, and X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) were used to analyze XGNW, and the analysis results demonstrate nitrogen atoms can dope on graphene nanowalls



structure. The content of nitrogen was as high as 15 at%. This study attempts to dope different metal elements on NGNW. Electrochemical tests which are at 2% CO surrounding, Pd-NGNW (palladium nitrogen-doped graphene), Ni-NGNW (nickel-nitrogen-doped graphene), Fe-NGNW (iron-nitrogen-doped graphene) show individual electrochemical activation which can still be maintained at 65%, 82% and 90%, respectively. When Pd-NGNW electrode was anode in (proton exchange membrane fuel cell) PEMFC, the over potential of reaction was 50 mV compared to platinum, and the limiting current density achieved 1400 mA /mg.

1. 前言

台灣自身能源缺乏，對進口能源之依賴度日益加深，對進口能源的高度依賴，已經威脅到國家能源供應的安全，使未來整體經濟發展受其影響的風險日益增高。化石能源有關的活動也是造成空氣污染與溫室氣體排放的主要來源，在 2015 巴黎高峰會也達成決議，減碳是各國勢在必行的措施，溫室氣體減量已是目前的國際共識，未來對淨潔能源及提升能源效率的需求將更緊迫。氫能是可自行再生能源，其能源使用後產物主要是水，具有低污染、環保的優點，被各國視為最具提昇國家能源安全、減少溫室效應氣體排放、減少空氣污除了能保障能源安全，亦能兼顧經濟發展與環境保護的好處。雖然氫能乃二次能源，但大自然中含量

豐富並不斷循環，只要克服生產、儲存、輸送及應用技術障礙，便能發展出更具效率與多元的永續能源供需體系與產業，其效應可比當年電能的發現與利用。

近年國際化石能源之價格急速攀升，氫能源之發展日益受到注意，美國、日本等先進國家已將氫能技術列為國家重點能源技術，以因應未來氫能經濟時代的技術需求。台灣也不能在世界氫能源技術的發展中缺席，因此政府對氫能源技術已投入大量資源。希望氫能源的技術發展能對台灣能源和產業產生預期的能源效益與產業效益。目前氫能源之研究與技術開發以美、日之技術發展於國際間處領導地位，美國政府 2007 年投資 3 億美元進行氫能與燃料電池相關計畫，而能源極為短缺之日本，對於氫能源之應用發展更是投入極大之人力與資金進行研究開發。

台灣與日本皆屬能源短缺之國家，絕大部分之能源階仰賴進口，對於日本氫能源之相關規劃與技術發展，應可做為未來台灣氫能技術相關規劃之參考。為了開發氫能工業系統，首要解決使用氫氣所遭遇的種種挑戰，例如有效率的大量生產技術，安全經濟的儲存與輸送方法以及低成本的燃料電池。除了技術方面的考慮外，使用氫能的經濟成本效益亦是產業發展的一大考量因素。過渡至氫能系統有一些重大挑戰，在供應面(產氫技術及資源)及需求面(市場上轉換氫能的裝置)都須執行必要的轉變缺一不可。

儘管國內氫能技術之研發與應用相較先進國家起步稍晚，唯以先進國家將關鍵時程訂在 2010-2020 年間，並於 2050 年完成能源與經濟體系之轉變的時間尺度而言，目前切入時間點並不晚，但

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】399期・105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

機械工業雜誌信箱：jmi@itri.org.tw