

# 結合反應氣體流道與冷卻流道之PEMFC雙極板的研製

陳皇任、鄭錕燦

E-mail: 9419557@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

質子交換膜燃料電池的雙極板，約占燃料電池生產成本的三分之一，若能研發出物理與化學性質良好、生產成本低廉的雙極板，將有助於燃料電池這種綠色發電裝置早日普遍化。由於金屬板與塑膠材料皆具有加工容易、價格低廉的特性，若以金屬板結合塑膠材料製成兩面具有反應氣體流道，而中間設有冷卻流道的雙極板，則這種將冷卻流道與雙極板整合在一起的複合材料雙極板，將具有成本低、製造容易、散熱效果良好、耐腐蝕性、導電性佳、體積小、重量輕、耐衝擊等諸多優點，在產業上其所具有之競爭優勢將勝過現今常用的雙極板。本研究的主要目的，在於進行此一複合材料雙極板的研製以及進行相關的實驗測試和分析，希望藉此來驗證此一雙極板技術之優越性與實用性。研究結果顯示：此一複合材料雙極板的技術構想實屬可行，且其材料成本以及加工度皆優於傳統的石墨雙極板。經由單電池性能驗證可知，單一電池功率密度已經可達到0.334W/cm<sup>2</sup>，已屬於可以應用範圍，若能將進行後續的散熱效果、耐久性等各項研究，對燃料電池技術的發展將有很大的助益。

關鍵詞：質子交換膜燃料電池，雙極板，冷卻流道，複合材料

## 目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要.....v	英文摘要.....vi	誌謝.....viii	目錄.....ix	圖目.....xiii								
第一章 緒論.....1	1.1 前言.....1	1.2 研究動機.....2	1.3 燃料電池的基本介紹.....4	1.3.1 歷史.....4	1.3.2 基本原理與組成元件.....6	1.3.3 種類.....9	1.3.4 燃料電池的性能.....10	1.3.5 特色.....12	1.4 相關文獻.....13			
第二章 雙極板研製與離線測試.....22	2.1 設計背景.....22	2.2 設計的方針.....23	2.3 現有雙極板製程相關問題與討論.....24	2.4 雙極板研製與接合製程.....26	2.4.1 金屬基板設計與製備.....26	2.4.2 塑膠板材設計與製備.....27	2.4.3 金屬基板與塑膠板材接合製程.....28	2.4.4 防蝕處理.....29	2.5 雙極板之離線性質測試.....29	2.5.1 導電性測試.....30	2.5.2 氣體洩漏測試.....31	2.5.3 壓縮測試.....32
第三章 單電池組裝及性能驗證.....46	3.1 單電池元件構造.....46	3.2 單電池電阻分析.....47	3.2.1 內電阻分析.....47	3.2.2 接觸電阻分析.....48	3.3 單電池性能探討與驗證.....49							
第四章 結論.....57	參考文獻.....60											

## 參考文獻

- [1] J.O'M. Bockris and S. Srinivasan, "Fuel Cells: Their Electrochemistry," McGraw-Hill, N.J.(1969)
- [2] 亞太燃料電池科技股份有限公司簡介資料,苗栗縣竹南鎮。(2003)
- [3] Karl Kordesch and Gunter Simader, "Fuel Cells and Their Applications," Weinheim.New York.Basel.Cambridge.Tokyo, pp.79.(1996)
- [4] 鄭耀宗等人, "燃料電池技術的發展與推廣," 能源季刊, 第25卷,第三期, 第158-180頁。(1995)
- [5] Karl Kordesch and Gunter Simader, "Fuel Cells and Their Applications," Weinheim.New York.Basel.Cambridge.Tokyo, pp.29.(1996)
- [6] EG&G Services, parson, Inc., Fuel Cell Handbook, 5th edition, Science Applications International Corporation.(2000)
- [7] H. Dohle, A.A. Kornyshev, A.A. Kulikovskiy, J. Mergel and D. Stolten, "The current voltage plot of PEM fuel cell with long feed channels," Electrochemistry Communication, Vol.3, pp.73-80.(2001)
- [8] W.M. Yan, C.Y. Soong, F. Chen and H.S. Chu, "Effects of flow distributor geometry and diffusion layer porosity on reactant gas transport and performance of proton exchange membrane fuel cells," Journal of Power Sources, Vol.125, pp. 27-39.(2004)
- [9] 陳震宇,賴維祥,楊鎮丞,陳家進,甘恆全, "蜿蜒流道數目對質子交換膜燃料電池流場影響之模擬研究,

” 中華民國燃燒學會第十五屆學術研討會。(2005) [10] Zhixiang Liu, Zongqiang Mao, Bing Wu, Lisheng Wang and Volkmar M. Schmidt, “ Current density distribution in PEFC, ” *Journal of Power Sources*, Vol.141, pp.205-210.(2005) [11] Heli Wang, Mary Ann Sweikart and John A. Turner, “ Stainless steel as bipolar plate material for polymer electrolyte membrane fuel cell, ” *Journal of Power Sources*, Vol.115, pp.243-251. (2003) [12] M.H. Oh, Y.S. Yoon and S.G. Park, “ The electrical and physical properties of alternative material bipolar plate for PEM fuel cell system, ” *Electrochemical Acta*, Vol.50, pp.777-780.(2004) [13] E.A. Cho, U.S. Jeon, H.Y. Ha, S.A. Hong and I.H. Oh, “ Characteristics of composite bipolar plates for polymer electrolyte membrane fuel cells, ” *Journal of Power Sources*, Vol.125, pp.178-182.(2004) [14] 陳科宏, 陳世朋, 馬振基, 關旭強, 吳漢朗, “ 燃料電池雙極板之製程及其性質之研究, ” 中華民國高分子學會第二十六屆高分子研討會。(2005) [15] J. Soler, E. Hontanon and L. Daza, “ Electrode permeability and flow-field configuration: influence on the performance of a PEMFC, ” *Journal of Power Sources*, Vol.118, pp.172-178.(2003) [16] W.K. Lee, C.H. Ho, J.W.V. Zee and M. Murthy, “ The effects of compression and gas diffusion layers on the performance of a PEM fuel cell, ” *Journal of Power Sources*, Vol.84, pp.45-51. (1999) [17] Nicolas Cunningham, Michel Lefevre, Guy Lebrun and Jean-Pol Dodelet, “ Measuring the through-plane electrical resistivity of bipolar plates (apparatus and methods), ” *Journal of Power Sources*, Vol.143, pp.93-102.(2005) [18] 黃鎮江, 羅琨航, 王士豪, 蔡克群, “ 質子交換膜燃料電池動力輸送現象之研究, ” 中華民國第二十五屆全國力學會議。(2001) [19] J.J. Hwang, D.Y. Wang, N.C. Shih, D.Y. Lai and C.K. Chen, “ Development of fuel-cell-powered electric bicycle, ” *Journal of Power Sources*, Vol.133, pp.223-228. (2004) [20] G. Hooger, *Fuel Cell Technology Handbook*, CRC Press, New York.(2003) [21] 鄭錕燦, 李書鋒, 蔡嘉., “ 燃料電池之雙極板, ” 中華民國發明專利證書第222765號。(2004) [22] D.P. David, P.L. Adcock, M. Turpin and S.J. Rowen, “ Stainless steel as a bipolar plate material for solid polymer fuel cell, ” *Journal of Power Source*, Vol.86, pp. 237-242.(2000) [23] J. Scholta, B. Rohland, V. Trapp and U. Focken, “ Investigation on novel low-cost graphite composite bipolar plates, ” *Journal of Power Source*, Vol.84, pp.231-234. (1999) [24] M.C. Kimble, A.S. Woodman and E.B Anderson, “ Characterization of corrosion-protective methods for electrically conductive coatings on Aluminum, ” *AESF SUR/FIN ' 99 Proceedings*, Vol.6, pp.21-24, American Electroplaters and Surface Finisher Society.(1999) [25] P. Hentall, B. Lakeman, G.O. Mepsted, P.L. Adcock and J.M. Moore, “ New materials for polymer electrolyte membrane fuel cell current collectors, ” *Journal of Power Source*, Vol.80, pp.235-241.(1999) [26] J. Kevin, “ Brazed bipolar plates for PEM fuel cells, ” *United Patent Number* 5, 776, 624.(1998) [27] 雷納馬利諾斯基, “ 聚合物電解質膜式燃料電池用金屬片雙極板設計, ” 中華民國專利公告號466 792。(1999) [28] J. Ihonen, F. Jaouen, G. Lindbergh and G. Sundholm, “ A novel polymer electrolyte fuel cell for laboratory investigations and in-situ contact resistance measurements, ” *Electrochemica Acta*, Vol.46, pp.2899-2911.(2001) [29] 鄭錕燦, 邱耀輝, “ 質子交換膜燃料電池氣體擴散層質傳問題之研究, ” 中國機械工程學會第二十屆全國學術研討會。(2003)