

# 質子交換膜燃料電池氣體擴散層疏水處理對質傳及導電效果影響之研究

彭兆強、鄭錕燦

E-mail: 9501005@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本研究主要是以實驗方法，進行質子交換膜燃料電池氣體擴散層相關問題的研究，並且探討氣體擴散層施以不同程度的疏水處理時，其對燃料電池導電效果產生的影響。另外，亦探討燃料電池在不同壓力下，氣體擴散層孔隙度、厚度以及接觸電阻的變化，期能對氣體擴散層的特性能有更深入的了解。質子交換膜燃料電池氣體擴散層係屬於碳纖維材料所製作的多孔性結構，其結構性質將會隨著疏水程度而有很大的變化。我們自行設計量測碳布或碳紙孔隙度之實驗裝置，藉以探討不同程度的疏水處理對氣體擴散層孔隙度的影響。之後，針對碳布或碳紙在施加設定壓力下，進行接觸阻抗之實驗分析，並利用掃描式電子顯微鏡觀察碳布與碳紙在施加壓力下，其碳纖維材料表面結構受到破壞的情形。研究結果發現：氣體擴散層疏水程度越高，則電池內部反應生成的水份也較不容易在孔隙中凝結而阻礙氣體的擴散，而且擴散層的抗壓性也有所提升。然而疏水程度增高，會因鐵氟龍附著於氣體擴散層，造成孔隙度降低而阻礙氣體的質傳。氣體擴散層在受壓之下，擴散層表面的碳纖維有斷裂的情形，然而其碳纖維之間因承受壓力而變得非常緊密，此亦導致碳纖維的導電效果隨之提高，因此氣體擴散層接觸阻抗隨施加壓力增大而遞減。

關鍵詞：質子交換膜燃料電池，氣體擴散層，疏水處理，孔隙度

## 目錄

封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	iv	英文摘要.....	v
誌謝.....	v	目錄.....	vi	圖目錄.....	vii
表目錄.....	ix	第一章 緒論.....	xii	1.1 前言.....	1
1.1.1 燃料電池的基本介紹.....	1	1.2 燃料電池的種類與特性.....	6	1.3 燃料電池的種類與特性.....	6
1.4 文獻回顧.....	9	1.5 研究動機與目的.....	13	第二章 研究方法.....	17
2.1 質子交換膜燃料電池之結構.....	17	2.2 質子交換膜燃料電池之氣體擴散層.....	19	2.3 質子交換膜燃料電池氣體擴散層之疏水處理.....	22
2.4 氣體擴散層之孔隙度測量.....	24	2.5 交流阻抗分析.....	30	2.6 掃描式電子顯微鏡微觀觀察.....	32
第三章 結果與討論.....	47	3.1 質子交換膜氣體擴散層之孔隙度量測.....	47	3.2 交流阻抗分析.....	50
3.3 掃描式電子顯微鏡之氣體擴散層微觀觀察.....	51	第四章 結論與建議.....	63	參考文獻.....	65

## 參考文獻

- [1] 左峻德，“燃料電池之特性與運用 - 兼論台灣燃料電池產業之發展”，行政院國科會科資中心出版，2001。
- [2] James Larminie, Andrew Dicks, “Fuel Cell Systems Explained” Second Edition, Wiley & Sons, April 2003.
- [3] 鄭耀宗、徐耀昇，“燃料電池技術的現況分析”，節約能源論文發表會論文專輯，pp.409~422，1999。
- [4] 鄭耀宗、鄭焜騰、吳龍輝，“燃料電池使用台灣地區生質氣體能源的潛力分析”，能源經濟學術研討會論文集，pp.281~301，1993。
- [5] Bernardi, D. M., “Water-Balance Calculations for Solid-Polymer-Electrolyte Fuel Cells”, Journal of the Electrochemical Society, Vol. 137, No.11, pp2178-2186, 1990.
- [6] Bernardi, D. M., and Verbrugge, M. W., “Mathematical Model of a Gas Diffusion Electrode Bonded to a Polymer Electrolyte”, AIChE Journal, Vol.37, No.8, pp.1151~1163,1991.
- [7] Springer, T. E., Zawodzinski, T. A., and Gottesfeld, S., “Polymer Electrolyte Fuel Cell Model”, Journal of the Electrochemical Society, Vol.138, No.8, pp.2334-2342, 1991.
- [8] Springer, T. E., Wilson, M. S., and Gottesfeld, S., “Modeling and experimental diagnostics in polymer electrolyte fuel cells”, Journal of the Electrochemical Society, Vol.140, No.12, pp.3513~3526, 1993.
- [9] Lee, W. K., Ho, C. H., Van Zee, J. W., Murthy, M., “The Effects of Compression and Gas Diffusion Layers on the Performance of a PEM Fuel Cell”, Journal of Power Sources, No.8, pp.45~51, 1999.
- [10] Gurau, V., “Two-dimensional model for proton exchange membrane fuel cells”, AIChE Journal, Vol. 44, No.11, pp.2410~2422, 1998.

- [11] Li, X. and Marr, C., "Composition and performance modeling of catalyst layer in a proton exchange membrane fuel cell", *Journal of Power Sources*, Vol.77, pp.17~27, 1999.
- [12] Gurau, V., Barbir, F. and Liu, H., "An analytical Solution of a Half-Cell Model for PEM fuel cells", *J. Electrochem. Soc.*, Vol. 147, No.12, pp.4485~4493, 2000.
- [13] Baschuk, J.J., Li, Xianguo, "Modelling of polymer electrolyte membrane fuel cells with variable degrees of water flooding", *Journal of Power Sources*, Vol.86, pp.181~196, 2000.
- [14] Chang Sun Kong, Do-Young Kim, Han-Kyu Lee, Yong-Gun Shul, Tae-Hee Lee, "Influence of pore-size distribution of diffusion layer on mass-transport problems of proton exchange membrane fuel cells", *Journal of Power Sources*, Vol.108, pp.185~191, 2002.
- [15] Prasanna, M., Ha, H. Y., Cho, E. A., Hong, S. -A., I.-H. Oh, "Influence of cathode gas diffusion media on the performance of the PEMFCs", *Journal of Power Sources*, Vol.131, pp.147~154, 2004.
- [16] C.Y. Wang, Chan Lim, "Effects of hydrophobic polymer content in GDL on power performance of a PEM fuel cell" *Electrochimica Acta* Vol. 49, pp. 4149~4156, 2004.
- [17] 蔡宏斌, "氟碳聚合物(1): PTFE", *科儀新知*, 第十四卷 第四期, pp. 89, 1992。
- [18] 蘇品書, "工程塑膠", 復漢出版社印行, pp.148, 1984。
- [19] E-TEK Inc. <http://www.etek-inc.com/home.php> [20] Wolf Vielstich, Arnold Lamm, Hubert A. Gasteiger, "Handbook of Fuel Cells: Fundamentals, Technology, Applications" 3-volume set, Chapter 42, Wiley & Sons, pp.521, John 2003.
- [21] Bevers, D., Rogers, R., Bradke, M. von, "Examination of the influence of PTFE coating on the properties of carbon paper in polymer electrolyte fuel cells", *Journal of Power Sources*, Vol.63, pp. 193~201, 1996.
- [22] Paganin, V.A., Ticianelli, E.A., Gonzalez, E.R., "Development and electrochemical studies of gas diffusion electrodes for polymer electrolyte fuel cells", *J. Appl. Electrochem.* Vol. 26 pp. 297~304, 1996.
- [23] 賴耿陽, "多孔材料學", 復漢出版社印行, 1990。
- [24] Warburg, E., "Drud. Ann .der Physik", Vol. 6, pp. 125, 1901.
- [25] Agilent 4338B Milliohmmeter Operation Manual.
- [26] 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。