

燃料電池電動載具電能轉換之研究

周育綸、曾國境；陳昭翰

E-mail: 9806470@mail.dyu.edu.tw

摘要

本文以質子交換膜燃料電池與鋰鐵磷電池為供電系統電力來源，透過切換式電源轉換技術實現複合動力電動車電能轉換之開發設計。經實驗證實，新型昇壓/返馳式電能轉換器具有高電壓增益、高轉換效率、可適用於大功率產品上及使用低壓功率元件等優點，在負載變動狀態下達到穩定輸出，實現複合動力電動載具電能轉換之有效設計。

關鍵詞：質子交換膜燃料電池、複合動力電動車、新型昇壓/返馳轉換器

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	vi
目錄	vii
圖目錄	x
表目錄	xiii
第一章 緒論	1
1.1 前言	1
1.2 研究動機方向	2
1.3 論文大綱	3
第二章 電池能源之特性分析	5
2.1 燃料電池發	5
2.2 燃料電池種類	6
2.3 質子交換膜燃料電池	8
2.3.1 內部結構	8
2.3.2 工作原理	9
2.4 燃料電池之極化曲線與特性	12
2.5 燃料供應不足現象	13
2.5.1 結合輔助電力燃料電池供電系統（一）	14
2.5.2 結合輔助電力燃料電池供電系統（二）	15
2.5.3 結合輔助電力燃料電池供電系統（三）	16
2.5.4 結合輔助電力燃料電池供電系統（四）	17
2.5.5 結合輔助電力燃料電池供電系統（五）	18
2.6 鋰鐵磷電池模組介紹	20
2.6.1 電池單元	20
2.6.2 工作原理	21
2.6.3 鋰電池規格	22
第三章 電能轉換器介紹與分析	25
3.1 前言	25
3.2 傳統昇壓型轉換器	25
3.3 返馳式轉換器	27
3.4 新型昇壓/返馳轉換器	29
3.4.1 工作原理	31

3.4.2 穩態分析	36
第四章 硬體製作與實驗結果分析	42
4.1 燃料電池電動車供電系統工作狀態	42
4.1.1 輕載狀態	43
4.1.2 重載狀態	43
4.1.3 異常狀態	43
4.2 電能轉換器設計	46
4.2.1 昇壓型轉換器 (充電) 硬體設計	46
4.2.2 昇壓型轉換器 (放電) 硬體設計	48
4.2.3 新型昇壓/返馳轉換器硬體設計	48
4.2.4 功率開關驅動電路	50
4.3 實驗結果	51
4.3.1 電路特性量測	51
4.3.2 電路效率比較	59
第五章 結論與未來展望	61
5.1 結論	61
5.2 未來研究方向	61
參考文獻	63

參考文獻

- [1] Al Gore, An Inconvenient Truth, Rodale Pre, Oct. 2006.
- [2] 蔡宜良, 「全球電動車車輛發展概況與台灣新契機」, 車輛研測資訊, pp.1-8, 民國98年4月。
- [3] 黃鎮江, 「綠色能源」, 全華科技圖書股份有限公司, 民國97年。
- [4] 衣寶廉, 「燃料電池原理與應用」, 五南書局, 2005年。
- [5] 黃鎮江, 「燃料電池」, 全華科技圖書股份有限公司, 2005年。
- [6] 本間 琢也 監修/王建義 編譯, 「圖解燃料電池百科」, 全華書局, 2004年。
- [7] M. A. Laughton, " Fuel cells, " IEE Engineering Science and Education Journal, Vol. 11, no.1, pp. 7-16, Feb. 2002.
- [8] 洪永杰, 「質子交換膜式燃料電池膜電極組(MEA)-專利地圖與專利分析」, 元智大學, 2005 年。
- [9] 顏煒庭, 「具即時監測燃料電池與充電電池混合供電系統之研製」, 國立成功大學電機工程學系碩士論文, 2007 年。
- [10] 劉家和, 「質子交換膜燃料電池系統控制」, 國立台灣科技大學化學工程系碩士論文, 2005 年。
- [11] A. J. Appleby and F. R. Foulkes, Fuel Cell Handbook, Van Nostrand Reinhold, New York, NY, 1989.
- [12] 翁芳柏、徐耀昇, 「燃料電池實驗教材」, 燃料電池股份有限公司, 2006 年。
- [13] 陳昭翰、曾國境、周育綸, 「小型燃料電池供電系統之高效能應用研究」, 第三屆全國氫能與燃料電池學術研討會, vol. FC078, 2008年11月。
- [14] P. Thounthong and P. Sethakul, " Analysis of a Fuel Starvation Phenomenon of a PEM Fuel Cell, " in IEEE Power Conversion Conference - Nagoya, 2007. PCC '07, pp. 731-738, April 2007.
- [15] P. Rodatz, G. Paganelli, A. Sciarretta and L. Guzzella, " Optimal power management of an experimental fuel cell / supercapacitor- powered hybrid vehicle, " Control Engineering Practice Vol.13, pp.41-53, Jan. 2005.
- [16] Ke Jin, Xinbo Ruan, Ming xiang Yang and Min Xu, " A Hybrid Fuel Cell Power System, " IEEE of Industrial Electronics, Vol. 56, pp.1212-1222, April 2009 .
- [17] J. Bauman and M. Kazerani, " A Comparative Study of Fuel-Cell – Battery, Fuel-Cell – Ultracapacitor, and Fuel-Cell – Battery – Ultracapacitor Vehicles, " IEEE Trans. on Vehicular Technology, vol. 57, no. 2, March 2008.
- [18] P. Thounthong, S. Rael, B. Davat and I. Sadli, " A Control Strategy of Fuel Cell/Battery Hybrid Power Source for Electric Vehicle Applications, " 37th IEEE of Power Electronics Specialists Conference, pp. 1 – 7, June 2006.
- [19] B.Fuchs, Lafond, O. Rondineau, S. and Himdi, M., " An Analytical Optimization Method for Improved Fuel Cell-Battery- Ultracapacitor Powertrain, " IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 54, pp.2292 – 2300, June 2006.
- [20] G. E. Blomgren, " Current Status of Lithium Ion and Lithium Polymer Secondary Batteries, " in Proceeding of the 15th Annual, Battery Conference on Applications and Advances, pp.97-100, Jan. 2000.
- [21] 楊模樺, 「鋰電池材料技術發展」, 工業材料雜誌第237期, pp.135-144, 2006年9月。
- [22] 楊家諭、鄭賢豪, 「二次鋰離子電池的安全性」, 工業材料雜誌第117期, pp.71-77, 1996年9月。
- [23] W. Jacobi and G. Eichinger, " Lithium Rechargeable Batteries for Portable Telecommunication Appliances-Basic Concepts and Recent Developments " , in Proceeding of the 3rd International Conference on TELESCON, pp.123-127, May 2000.

- [24] V. L. Teofilo , L. V. Merritt, and R. P. Hollingsworth, “ Advanced Lithium Ion Battery Charger, ” IEEE Conference on Aerospace and Electronic System Magazine, pp.30, Jan. 1997.
- [25] 楊家諭, “ 二次鋰離子電池性能介紹 ”, 工業材料雜誌第126期, pp.115-123, 1997年6月。
- [26] Okura, K., “ Development and Future Issues of High Voltage Systems for FCV, ” Proceedings of the IEEE, vol.95, pp.790-795, April 2007.
- [27] X. Yu, M.R. Starke, L. M. Tolbert and B. Ozpineci, “ Fuel cell power conditioning for electric power applications: a summary, ” Electric Power Applications, IET, pp. 643-656, Sept. 2007.
- [28] Kong, X., Choi, L.T., and Khambadkone, A.M., “ Analysis and control of isolated current-fed full bridge converter in fuel cell system , ” IEEE Ind. Electron. Soc. Annu. Conf., pp.2825 – 2830, March 2004.
- [29] R. W. Erickson and D. Maksimovic, Fundamental of Power Electronics. 2nd edition, New York: John Wiley, 1950.
- [30] Ned Mohan, T. M. “ Undeland, and W. P. Robbins, Power Electronics: Converters, Applications, and Design, ” 3rd edition, New York: John Wiley & Sons, Inc. 2003.
- [31] D. W. Hart, “ Introduction to Power Electrics, ” 2nd edition, New York: Prentice-Hill, 1964.
- [32] D. Czarkowski and M. K. Kazimierczuk, “ Linear circuit models of PWM flyback and buck/boost converters, ” IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications, vol. 39, pp. 688-693, Aug. 1992.
- [33] K. C. Tseng and T. J. Liang, “ Novel High-Efficiency Step-Up Converter ”, IEE Proceedings - Electric Power Applications, vol. 151, pp.182-190, March 2004.
- [34] T. J. Liang and K. C. Tseng, “ Analysis of Integrated Boost-Flyback Step-Up Converter, ” IEE Proceedings - Electric Power Applications, vol. 152, no. 2, pp. 217-225, March 2005.