

# 硼氫化鈉產氫系統之研究

陳建霖、鄭錕燦

E-mail: 365407@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

自工業革命以來，人類使用化石燃料，所排放的二氧化碳造成嚴重的溫室效應及汙染，且化石燃料總有用完的一天，使得潔淨能源技術的開發已迫在眉睫，在此情勢下，燃料電池成為取代低效高污染性引擎的首選。但燃料電池有著一個致命的缺點，便是氫氣的純度必須要很高，且儲存不易，所以，利用氫的化合物產氫，已經是一個大趨勢，在氫化物產氫中的「硼氫化鈉產氫」引起大家的討論與研究，因為硼氫化鈉含氫量高且硼氫化鈉溶液的濃度容易調配，產氫後的副產物毒性低，對環境影響不大又可還原成硼氫化鈉，達到循環使用的目的。本研究目的在於探討硼氫化鈉溶液於不同溶液流量下流經觸媒反應器的產氫總量、產氫效率以及分析觸媒反應器的耐久性。實驗過程中使用之硼氫化鈉溶液濃度為10wt%與15wt%，氫氧化鈉濃度為1wt%。研究結果顯示：硼氫化鈉產氫效率會隨著溶液流量改變。溶液濃度15wt%之硼氫化鈉溶液在溶液流量100cc/min下，溫度與產氫流量達到較穩定的狀態。觸媒反應器耐久性、產氫溶液黏度會影響產氫效率。

關鍵詞：燃料電池、硼氫化鈉、產氫效率、觸媒反應器

## 目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 中文摘要.....iii	ABSTRACT.....iv	誌謝.....vi	目錄.....vii	圖目錄.....ix	表目錄.....xi																													
第一章 緒論.....1	1.1前言.....1	1.2燃料電池簡介.....4	1.3 研究動機與目的.....10	第二章 產氫技術介紹.....12	2.1氫的特性.....12	2.2產氫技術簡介.....13	2.2.1化石燃料重組產氫.....13	2.2.2水電解產氫.....14	2.2.3生物產氫.....15	2.2.4光電化學產氫.....17	2.2.5熱化學產氫.....17	2.2.6再生能源產氫.....18	2.2.7氫化物產氫.....18	2.3文獻回顧.....18	第三章 研究方法.....28	3.1硼氫化鈉產氫實驗.....30	3.2硼氫化鈉產氫元件之設計...31	A觸媒反應器與反應槽.....31	B燃料槽.....31	C冷凝器.....32	D乾燥器.....33	E蠕動幫浦.....35	F沉水幫浦.....36	G浮子式流量計.....37	H數位式溫度紀錄器.....38	3.3硼氫化鈉產氫實驗與量測...38	3.4 氫氣流量量測.....39	第四章 結果與討論.....40	4.1實驗量測結果.....40	4.1.1溶液濃度15wt%於不同溶液流量之下產氫結果 .40	4.1.2溶液濃度10wt%與15wt%之產氫效率比較.....51	4.2 觸媒反應器耐久性分析.....53	第五章 結論.....55	參考文獻.....57

## 參考文獻

- 參考文獻 [1]氣候變化綱要公約資訊( <http://www.tri.org.tw/unfccc/>)2012.7.30 [2]行政院節約減碳 ( <http://www.ey.gov.tw/mp.asp?mp=95> ) [3] toyota-prius-iii-三代目-油電混合車 ( <http://lohas.pixnet.net/blog/post/25172627-%5B%5D>)2012.7.30 [4] MAZDA氫燃料轉子引擎車Hydrogen RE ( [http://mazda.autonet.com.tw/cgi-bin/file\\_view.cgi?a9040693M2018002](http://mazda.autonet.com.tw/cgi-bin/file_view.cgi?a9040693M2018002))2012.7.30 [5]能量與環境C9-燃料電池簡介 ( <http://mail.tku.edu.tw/cyliu/files/能量與環境C9-燃料電池簡介.pdf>)2012.7.30 [6]黃鎮江，“燃料電池”全華科技圖書股份有限公司，2003。
- [7]科技專題:燃料電池的演進與原理介紹 ( <http://www.epochtimes.com/b5/6/12/4/n1544048.htm>) 2012.7.30 [8]中文線上百科-氫 ( <http://www.zwbk.org/MyLemmaShow.aspx?zh=zh-tw&lid=252504> ) [9]能源與材料－化石燃料重組產氫介紹 ( [www.ch.ntu.edu.tw/~rslu/pdf97/material/1.pdf](http://www.ch.ntu.edu.tw/~rslu/pdf97/material/1.pdf)) 2012.7.30 [10]黃柏升，“電解水產氫效率之參數分析”，國立中央大學機械工程研究所碩士論文，2008 [11]李亦昇，“水相生質物重組產氫”，逢甲大學化學工程學系碩士論文，2008 [12]曲新生，陳發林，呂錫民，“產氫與儲氫技術”五南圖書出版股份有限公司，2007。
- [13]維基百科-硼氫化鈉 ( <http://zh.wikipedia.org/zh-hk/%E7%A1%BC%E6%B0%A2%E5%8C%96%E9%92%A0> ) [14]Kreevoy, M. M., and Jacobson, R. W., “The rate of decomposition of NaBH<sub>4</sub> in basic aqueous solutions.”, Ventron Alembic. 15 (1979) 2.
- [15]Li, Z. P., Morigazaki, N., Liu, B. H., Suda, S., “Preparation of Sodium Borohydride by the Reaction of Mag with Dehydrated Borax through Ball Milling at Room Temperature,” Journal of Alloys Compounds, 349,2003 [16]Kojima, Y., Suzuki, K., Fukumoto, K., Yamamoto, T., Kawai, Y., Kimbara, M., Nakanishi, H., and Matsumoto, S., “Development of 10 kW-scale hydrogen generator using chemical hydride.” Journal of Power Sources 125 (2004) 22-26.
- [17]Xia, Z. T., and Chan, S. H., “Feasibility study of hydrogen generation from sodium borohydride solution for micro fuel cell applications.”, Journal of Power Sources, 152 (2005) 46-49 [18]Zhang, J., Zhang, Y., Gore, J. P., Fisher, T. S., “I Kwe Sodium Borohydride Hydrogen Generation System.”, Journal of Power Sources, 165: 844-853 2007 [19]林季鴻，“硼氫化鈉反應艙室產氫特性之研究”，國立成功大學航

- 空太空工程學系碩士論文，2009
- [20] Amendola, S., Sharp-Goldman, S. L., Janjua, M. S., and Spencer, N. C., " A safe portable, hydrogen gas generator using aqueous borohydride solution and Ru catalyst. " , *Int. Journal of Hydrogen Energy* 25 (2000) 969-975.
- [21] Jeong, S. U., Kim, R. K., Cho, E. A., Kim, H. J., Nam, S. W., Oh, I. H., Hong, S. A., and Kim, S. H., " A study on hydrogen generation from NaBH<sub>4</sub> solution using the high-performance Co-B catalyst. " , *Journal of Power Sources* 144 (2005) 129-134.
- [22] Eom, K. S., Cho, K. W., and Kwon, H. S., " Effects of electroless deposition conditions on microstructures of cobalt-phosphorous catalysts and their hydrogen generation properties in alkaline sodium borohydride solution. " , *Journal of Power Sources* 180 (2008) 484-490.
- [23] Amendola, S. C., Sharp-Goldman, S. L., Janjua, M. S., Kelly, M. T., Petillo, P. J., and Binder, M., " An ultrasafe hydrogen generator: aqueous alkaline borohydride solutions and Ru catalyst. " , *Journal of Power Sources* 85 (2000) 186-189.
- [24] Krishnan, P., Yang, T. H., Lee, W. Y., and Kim, C. S., " PtRu-LiCoO<sub>2</sub>—an efficient catalyst for hydrogen generation from sodium borohydride solutions. " , *Journal of Power Sources* 143 (2005) 17 – 23
- [25] Amendola, S. C., Sharp-Goldman, S. L., Janjua, M. S., Spencer, N. C., Kelly, M. T., Petillo, P. J., and Binder, M., " An safe , portable, hydrogen gas generator using aqueous borohydride solution and Ru catalyst. " , *Int. J. Hydrogen Energy.*, 25, 969-975, 2000.
- [26] Kojima, Y., Suzuki, K., Fukumoto, K., Yamamoto, T., Kawai, Y., Kimbara, M., Nakanishi, H., and Matsumoto, S., " Development of 10 kW-scale hydrogen generator using chemical hydride. " *Journal of Power Sources* 125 (2004) 22-26.
- [27] Krishnan, P., Hsueh, K. L., Yim, S. D., " Catalysts for the hydrolysis of aqueous borohydride solutions to produce hydrogen for PEM fuel cells " , *Appl. Catal. B-Environ.*, 77, 206-214, 2007.
- [28] 陳政一, " 硼氫化鈉產氫之研究 " , 大葉大學機械與自動化工程學系碩士論文, 2010
- [29] 王淑玲, " 硼氫化鈉的儲氫系統研究 " , 國立成功大學化學工程研究所碩士論文, 2008