

創新超級電容器之研製

周柏鈞、葉競榮

E-mail: 9805476@mail.dyu.edu.tw

摘要

電容器的優點為充放電快速及可瞬間提供較大之負載電流，但缺點為無法提供較大的能量密度，超級電容器的研發即在克服此問題。超級電容器電極材料在電壓操作範圍內應具有穩定的特性及極大的比表面積使其能儲存較多之電能並能提供較高之瞬間電流。本研究採用竹炭當作電極，是因其具有多孔性因此其有效比表面積比其他材料要大許多。再藉由電泳沉積奈米碳管於竹炭的表面及孔洞內，利用奈米碳管本身高比表面積的特性再次增加竹炭的有效比表面積。在竹炭的燒製過程中，經過不斷交叉試驗及失敗後，終於能初步掌握反應爐管的溫度控制、反應氣體流量及反應時間等重要參數。同時本研究採用硝酸：硫酸(1：3)的溶液，將原本聚集在一起不易分開的奈米碳管切成許多細小碳管，以利其容易進入竹炭的孔洞內並沉積於竹炭上以增加電極的比表面積。本研究以三極式循環伏安量測電極效率，發現以750 燒結5小時後的竹炭，再以電泳沉積奈米碳管10分鐘，所製成的竹炭電極擁有最佳電容效果。

關鍵詞：竹炭、超級電容器、奈米碳管、多孔性、電泳沉積法、循環伏安

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	
.	iv	英文摘要	v
.	vi	目錄	vii
.	x	表目錄	xiii
第一章 緒論 1.1研究目的	1	1.2超級電容器簡介	
. . . 1.1.3奈米碳管簡介	3	1.4竹炭簡介	4
第二章 文獻回顧 2.1超級電容器	6	2.1.1電化學原理	
. . . 6 2.1.2電雙層	7	2.1.3電化學反應系統	8
安	10	2.1.4循環伏安	11
2.2奈米碳管	12	2.2.1奈米碳管的結構特性	17
2.2.2奈米碳管的應用	20	2.2.3奈米碳管的成長機制	23
2.3竹炭	22	2.3.1炭化	23
2.3.2導電性	25	2.3.3比表面積	26
.	26	2.3.4竹炭其他性質	
.	27	2.3.5竹炭之用途	27
2.4電泳沉積法	29	2.4.1電泳沉積的發展與優勢	29
.	31	2.4.2電泳沉積之原理	30
2.4.3電泳溶液裝置	31	2.4.4電泳沉積法運用於奈米碳管	33
與設備 3.1實驗藥品	35	第三章 實驗方法	
3.2實驗儀器	36	3.1實驗藥品	35
3.3實驗步驟	39	3.2實驗儀器	36
3.3.1竹炭電極之燒製	39	3.3實驗步驟	39
3.3.2奈米碳管之電泳沉積	40	3.3.1竹炭電極之燒製	39
.	41	3.3.2奈米碳管之電泳沉積	40
3.3.3竹炭電極製作	40	3.4電化學電容器裝置	
.	41	第四章 實驗結果與討論 4.1燒製溫度的影響	42
第四章 實驗結果與討論 4.1燒製溫度的影響	42	4.2預熱溫度的影響	44
.	44	4.3電泳奈米碳管後之竹炭	47
4.3電泳奈米碳管後之竹炭	47	4.3.1化學修飾法	47
.	47	4.3.2電泳前後之比較	50
4.3.2電泳前後之比較	50	4.3.3電泳沉積時間之循環伏安	
.	52	第五章 結論	55
第五章 結論	52	參考文獻	
.	57		

參考文獻

- [1] 柯澤豪, 洪凱炫, 2002, 「活性碳纖維的研發與最新應用, 化工術」, 第10卷, 第2期, 頁134.
- [2] D.R. Crow, Principles and Applications of Electrochemistry ,2nd 0Ed.Chapman and Hall Ltd. London (1979).
- [3] 田福助編著, 「電化學理論與應用」 [4] Po-Chiang Chen, Guozhen Shen, Saowalak Sukcharoenchoke, and Chongwu Zhou, “ Flexible and transparent supercapacitor based on In₂O₃ nanowire/carbon nanotube heterogeneous films, ” applied physics 94, 043113(2009) [5] S.Iijima,Nature 354,(1991)56.
- [6] D. S. Bethune, C. H. Kiang, M. S. de Vries, G. Gorman, R. Saroy, J. Vazquez, and R. Beyers. “ Cobalt-catalysed growth of carbon nanotubes

with single-atomic-layer walls," *Nature*, 363 (1993) 605.

- [7] 黃國雄、余欣怡、鳥羽曙,「土窯炭化溫度對桂竹竹炭真密度與電阻係數之影響」, *台灣林業科學* 19(3):237-45, 2004 [8] 林務局造林生產組/許美玲,「新世代林產品 - 推動林產物利用與研發成果」, *農政與農情*第191期(2008年5月) [9] A. J. Bard and L. R. Faulkner, "Electrochemical Methods, Fundamentals and Applications", John Wiley & Sons, Singapore (1980).
- [10] D. Pletcher, "A First Course in Electrode Processes", The Electrochemical Consultancy, England (1991).
- [11] D. R. Crow, "Principles and Applications of Electrochemistry", 2nd Ed. Chapman and Hall Ltd. London (1979).
- [12] 胡啟章, 2002,「電化學原理與方法」, 五南圖書出版公司 [13] A. J. Bard, and L. R. Faulkner, "Electrochemical Principles, Methods, and Applications," Oxford University, Britain,(1996).
- [14] Bard, A. J.; Faulkner, L. R., "Electrochemical Methods Fundamentals and Application," John Wiley & Sons, Canada, (1980).
- [15] M. S. Dresselhaus, G. Eklund, P.C. Eklund, "Fullerenes and carbon nanotubes," Academic Press, San Diego,(1996)224 [16] M. M. J. Treacy, T. W. Ebesen, J. M. Gibson, "Exceptionally high Young's modulus observed for individual carbon nanotubes," *Nature* 381 (1996) 678-680
- [17] MR Falvo, GJ Clary, RM II Taylor, V Chi, FP Brooks, "S Washburn, R Superfine," *Nature* 389(1997) 582 [18] N. Krishnakutty, C. Park, N. M. Rodriguez, R. T. K. Baker, "Mechanical and thermal properties of carbon nanotubes," 1995, *Carbon*, 27, pp. 925-930 [19] J. Kong, N. R. Franklin, C. Zhou, M. G. Chapline, S. Peng, K. Cho, "Nanotube molecular wires as chemical sensors," H. Dai, 2000, *Science*, 287, p. 622 [20] J. H. Hafner, C. L. Cheung, C. M. Lieber, "Direct Growth of Single-Walled Carbon Nanotube Scanning Probe Microscopy Tips," 1999, *Journal America Chemical Society*, 121, p. 9750 [21] B. Vigolo, A. Penicaud, C. Coulon, C. Sauder, R. Paillet, C. "Macroscopic Fibers and Ribbons of Oriented Carbon Nanotubes," *Journet*, P. Bernier, and P. Poulin, *Science*, 290 (2000), p. 1331 [22] Gorbunov A, Jost O, Pompe W, Graff A, "Solid-liquid-solid growth mechanism of single-wall carbon nanotubes," *Carbon* 40 (2002), 113 [23] Oberlin A, Endo M, Koyama T, "Filamentous growth of carbon through benzene decomposition," *J. Crys. Growth* 32(1976), 335 [24] Baird T, Fryer J. R, Giant B, "Carbon formation on iron and nickel foils by hydrocarbon pyrolysis. Reactions at 700.deg." *Carbon* 12(1974), 591 [25] 夏滄琪、黃國雄、王瀛生、劉瓊霧, 2003,「談竹炭性質之檢測與分析」, *林業研究專訊* 第十卷第三期 [26] 謝建德, 1998,「活性碳孔隙結構與製備條件對液相吸附的影響」, 私立中原大學化學工程學系研究所碩士論文 [27] Caturra, F., M. Molina-Sabio, and F. Rodriguez-Reinoso "Preparation of activated carbon by chemical activation with ZnCl₂." (1991) [28] 松永一彥、新村孝善、西和枝、神野好孝、國生徹郎, 1999,「??????炭化生成物?竹酢液?物性????」, 鹿?島縣工業技術???-研究報告13:23- 29.
- [29] 陳弘彬, 2003,「孟宗竹炭與活性碳之研製」, 國立屏東科技大學碩士論文120頁。
- [30] 王松永、洪崇彬、王俊凱、汪偉杰、賴華雄, 2004,「竹材之活化製程與性能檢測」, *工業材料雜誌* 205:86~92 [31] 石原茂久, 1996,「木質系炭素材料素材開??新??展開」, *木材??誌* 42 (8) :717-723.
- [32] 藤原敏、嶋一徹、千葉喬三, 2003,「竹炭?基本的特性?調?能」, *木材??誌* 49 (5) :333-341 [33] 陳明益, 2005,「機能性竹炭之研製」, 國立屏東科技大學木材科學與設計研究所 碩士論文。
- [34] 鄧維豐, 2005,「孟宗竹炭及其高溫乾餾產物之分析」, 國立屏東科技大學木材工業研究所碩士論文。
- [35] I. Corni, M. P. Pyan, A. P. Boccaccini, "Electrophoretic deposition: from traditional ceramics to nanotechnology," *Journal of the European Ceramic Society*, 28(2008)1353-1367.
- [36] A. T. Kuhn, "Industrial Electrochemical Processes," Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, (1971)128 [37] A. Formetro, L. Montanaro, M. V. Swain, "Micromechanical characterization of electrophoretic-deposited green films," *J. Am. Ceram. Soc.*, 82(1999)3521-3549 [38] J. A. Lewis, "Colloidal processing of ceramics," *J. Am. Ceram. Soc.* 82(2000)2341-59 [39] J. A. Siracuse, J. B. Talbot, E. Sluzky, and K. R. Hesse, "The adhesive agent in cataphoretically coated phosphor screens," *J. Electrochem. Soc.* 137(1990)346-348 [40] B. E. Russ, and J. B. Talbot, "An analysis of the binder formation in electrophoretic deposition," *J. Electrochem. Soc.* 145 (1998) 1253-1256 [41] B. Gao, G. Z. Yue, Q. Qiu, Y. Cheng, H. Shimoda, L. Fleming, and O. Zhou, "Fabrication and Electron Field Emission Properties of Carbon Nanotube Films by Electrophoretic Deposition," 23 (2001) 1770-1773 [42] 林裕仁、黃國雄、王瀛生, 2003,「淺談竹炭之生產與利用」, *林業研究專訊* 第十卷第三期 [43] 陳奕勳, 2003,「陽極沈積錳系水合氧化物於電化學超級電容器之應用」, 國立中正大學化學工程研究所碩士論文 [44] 王胤富, 2008,「以電泳沉積及燒結改善奈米碳管超級電容器效能之研究」, 大葉大學電機工程學系碩士論文 [45] 周柏鈞、葉競榮,「創新竹炭電極超級電容器之初步研究」, 2008年大葉大學奈米技術與材料研討會 [46] Baklanova, O. N., G. V. Plaksin, V. A. Drozdov, V. K. Duplyakin, N. V. Chesnokov, and B. N. Kuznetsov (2003) Preparation of microporous sorbents from cedar nutshells and hydrolytic lignin. *Carbon* 41 :1793-1800.
- [47] S. Niyogi, M. A. Hamon, H. Hu, B. Zhao, P. Bhowmik, R. Sen, M. E. Itkis, R. C. Haddon, *Acc. Chem. Res.*, 2002, 35, 1105.
- [48] J. Liu, A. G. Rinzler, H. Dai, J. H. Hafner, R. K. Bradley, P. J. Boul, A. Liu, T. Iverson, K. Shelimov, C. B. Huffman, F. Rodriguez-Macias, Y. S. Shon, T. R. Lee, D. T. Colbert, R. E. Smalley, "Fullerene Pipes", *Science* 280, 1253 (1998).