

低溫成長多壁奈米碳管及其場發射特性之量測

吳俊儀、葉競榮；姚品全；陳雍宗

E-mail: 9511365@mail.dyu.edu.tw

摘要

本論文以常壓熱化學氣相沉積法，以乙炔為碳源，利用電鍍方式將鐵膜沉積在ITO玻璃上作為成長觸媒，於低溫(600)成長多壁奈米碳管，管徑為20~40 nm。根據本實驗所得結果推論：使用鐵觸媒及氬氣做為反應氣體，可以在低溫下成長結構良好的多壁碳管。使用導電玻璃基板，除了方便電鍍金屬薄膜操作以外，更由於玻璃基板良好的真空封裝特性，適於製作平面顯示器之基板。本研究以上述低溫成長的多壁奈米碳管玻璃基板，製作一簡單的二極式場發射元件，量測其場發射特性為：起始電壓為5.5 V/ μm ，而臨界電壓為9.2 V/ μm ，電流密度可達14.3 mA/cm²。實驗結果顯示本元件之場發射特性符合Fowler-Nordheim方程式，所求得的場效應增強因子(field enhancement factor,)等於2225，屬於典型多壁奈米碳管的場發射特性。

關鍵詞：常壓熱化學氣相沉積法；電鍍；多壁奈米碳管；場發射

目錄

中文摘要	iv	英文摘要	iv
v 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 奈米碳管結構及特性		3 1.2.1 場發射特性	
4 1.2.2 機械特性		4 1.2.3 熱傳導特性	
4 1.3 奈米碳管在場發射顯示器上的應用		4 第二章 文獻回顧	
7 2.1 奈米碳管的成長機制		7 2.2 奈米碳管製備方式	
9 2.2.1 電弧氣化法 (Arc-Evaporation Method)		10 2.2.2 化學氣相沉積法	
12 2.2.3 微波電漿加熱法		15 2.2.4 雷射蒸發法 (Laser Vaporization)	
18 2.3 場發射原理		19 2.4 Fowler-Nordheim 方程式	
20 第三章 研究方法與實驗步驟		21 3.1 研究方法	
21 3.2 奈米碳管合成系統		21 3.3 實驗流程	
24 3.4 成長奈米碳管步驟		25 3.4.1 樣品清潔	
25 3.4.2 鐵觸媒製備		25 3.4.3 實驗步驟	
26 3.5 奈米碳管鑑定		27 3.5.1 掃描式電子顯微鏡 (SEM ; scanning electron microscope)	
27 3.5.2 穿透式電子顯微鏡(High Resolution Transmission Electron Microscope)		28 3.5.3 拉曼光譜分析(Raman Spectrum)	
29 3.6 場發射特性量測		30 第四章 實驗結果與討論	
33 4.1 觸媒金屬之影響		33 4.2 反應氣體之影響	
34 4.3 觸媒金屬膜厚之影響		36 4.4 場發射特性量測	
38 第五章 結論		42 參考文獻	
43			

參考文獻

1] S. Iijima, Nature, 354, (1991) 56.

[2] Dresselhaus, M.S.; Dresselhaus, G.; Eklund, P.C. Fullerenes and Carbon Nanotubes, Academic, San Diego, 1996.

- [3] MR Falvo, GJ Clary, RM II Taylor, V Chi, FP Brooks, S Washburn, R Superfine, Nature 389(1997) 582 [4] M Treacy, TW Ebbesen, JM Gibson, Nature 381 (1996) 678 [5] S. B. Sinnott, R. Andrews., D. Qian., A. M. Rao., Mao Z, E. C. Dickey and F. Derbyshire, " Model of carbon nanotube growth through chemical vapor deposition " , Chemical Physics Letters, 315, 25-30(1999).
- [6] D. S. Bethune, C. H. Kiang, M. S. de Vries, G. Gorman, R. Savoy, J. Vazquez, R. Beyers, Nature, 363, 605-609 (1993).
- [7] A. C. Dillon, P. A. Parilla, J. L. Alleman, J. D. Perkins and M. J. Heben, " Controlling single-wall nanotube diameters with variation in laser pulse power " , Chemical Physics Letters, 316, 13-18 (2000).
- [8] Jiao, S. Seraphin, Journal of Physics and Chemistry of Solids, 61, 1055-1067 (2000).
- [9] A. Rao, " Nanostructured Form of Carbon-An Overview " , International School of Solid State Physics-18th course: the three faucets Nanostructured Carbon for Advanced Applications (NATO-ASI), 2000, Italy.
- [10] " Carbon Nanotubes – preparation and properties " , ed. By Thomas W. Ebbesen, CRC Press, Boca Raton, New York, London, Tokyo, 1997.
- [11] T. W. Ebbesen and P. M. Ajayan, Nature, 358 (1992) 220.
- [12] 林景正, 工業技術研究院 工業材料研究所 精細金屬實驗室。
- [13] Ivanov, V. ,Nagy, J. B. et al. Chem. Phys. Lett. 223 (1994) 329.
- [14] R. Sen, A. Govindaraj and C. N. R. Rao, Chem. Phys. Lett. 267 (1997) 276.
- [15] 黃建良, " 奈米碳管的合成 " , 奈米科技專刊, 工業技術研究院化學工業研究所, 2002年11月, 51-61頁。
- [16] H.M. Cheng, F. Li, G. Su, H.Y. Pan, L.L. He, X. Sun and S. Dresselhaus, Appl. Phys. Lett., 72,(1998)3282.
- [17] I.W. Chiang, B.E. Brinson, A.Y. Huang, etc., " Purification and Characterization of Single-wall Nanotubes (SWNTs) Obtained from the Gas-phase Decomposition of CO (HiPco Process) " , J. Phys.Chem. B, 105 (2001) 8297-8301.
- [18] Z. P. Huang, J. W. Xu, Z. F. Ren, J. H. Wang, M. P. Siegal and P. N. Provencio, "Growth of highly oriented carbon nanotubes by plasma-enhanced hot filament chemical vapor deposition", Appl. Phys.Lett., 73, 3845 (1998) [19] 林兆焄, 工業技術研究院 工業材料研究所 精密蝕刻實驗室。
- [20] R. Saito, G. Dresselhaus, M. S. Dresselhaus, "Physical Properties of Carbon Nanotubes " , Imperial College Press, 1998, p75.
- [21] C. Journet, P. Bernier, Appl. Phys. A, 67 (1998) 1.
- [22] M. Yudasaka etc., "Mechanism of the effect of NiCo, Ni and Co catalysts on the yield of single-wall carbon nanotubes formed by pulsed Nd:YAG laser ablation", J. Phys. Chem. B, 103, (1999) 6224 [23] F. Kokai etc., "Synthesis of single-wall carbon nanotubes by millisecond-pulsed CO₂ laser vaporization at room temperature", Chemical Physics Letters, 332, (2000) 449.
- [24] A.C. Dillon etc., "Controlling single-wall nanotube diameters with variation in laser pulse power". Chemical Physics Letters, 316, (2000) 13.