

## 在有機溶液加熱碳產生碳奈米粒子

范榮權 謝安勝 賴柏仁 陳愨寰 黃建璵

大葉大學電機工程學系

彰化縣大村鄉山腳路 112 號

### 摘要

我們探討了在液態有機溶液中加熱碳製成的碳奈米粒子。該放射光譜分析確定碳微粒反應在 2,600 K 高溫環境。在這些劇烈的反應，藉由掃描和透射電子顯微鏡來得知副產物像洋蔥一樣的碳奈米粒子。反應後在有機溶液中存在球形的碳奈米粒子。根據 EDS 分析，納奈米粒子的主要元素是碳。

**關鍵詞：**碳奈米粒子，碳絲，場發射掃描電子顯微鏡，透射電子顯微鏡

## The carbon nanoparticles by heating carbon in liquid

JUNG-CHUAN FAN\*, AN-SHENG HSIEH, PAI-JEN LAI, MIN-HUAN CHEN, CHIEN-TSUNG HUANG

*Department of Electrical Engineering, DaYeh University*

*No. 112, Shanjiao Rd., Dacun, Changhua 51591, Taiwan*

### ABSTRACT

We investigate the carbon nanoparticles fabricated by heating carbon in liquid organic solution. The glowing light emission analysis determines the reaction surrounding at the high temperature of 2,600 K. In these violent reactions, a onion like type of carbon nanoparticles in the byproduct except the gas bubbles are determined by scanning and transmission electron microscopy. The carbon spherical nanoparticles exist after reaction in liquid organic solution.. According to the EDS analysis, carbon is the major element of nanoparticles.

**Key Words:** carbon nanoparticles, carbon filament(CF), field emission scanning electron microscope(FESEM), transmission electron microscopy(TEM)

## 一、摘要

我們探討了在液態有機溶液中加熱碳製成的碳奈米粒子。該放射光譜分析確定碳微粒反應在2,600 K高溫環境。在這些劇烈的反應，藉由掃描和透射電子顯微鏡來得知副產物像洋蔥一樣的碳奈米粒子。反應後在有機溶液中存在球形的碳奈米粒子。根據EDS分析，納奈米粒子的主要元素是碳。

## 二、前言

碳奈米粒子的產生通常需要使用貴重儀器，在真空系統需要足夠高的溫度環境下能增加產生CNP[1]。近年來，許多注意力來改善製備CNP，在使用非真空系統與浸沒在水中或液體[2-3]中，兩石墨電極之間的電弧放電。同時，相當大的努力，一直致力在低溫下使用的催化劑合成的CNP[4-5]。在這項研究中，我們報導了一種簡單的方法來產生的CNP無任何催化劑殘留在真空系統中。在液體中一個直徑0~1mm的碳絲(CF)通過一個電流來合成CNP。這種技術是非常成本有效地產生的CNP，這應該是在許多技術應用中非常有用。

## 三、實驗方法

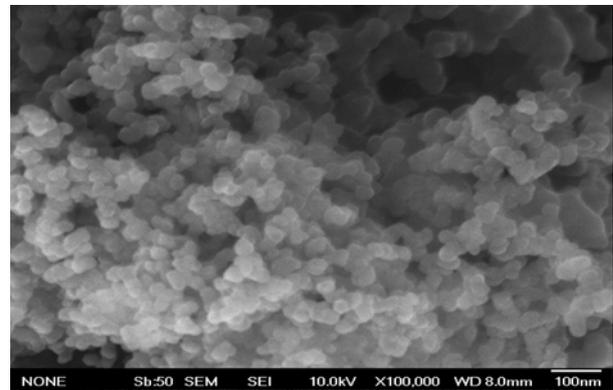
使用場發射掃描電子顯微鏡 (JEOL JSM-7401FFSEM) 以及透射電子顯微鏡 (TEM; JEOL JEM-1230) 直接觀察的CNP的微觀結構。測量塗有鉑金的FESEM的樣品進行標準的塗層濺鍍。在TEM樣品上的多孔銅網上進行調查。在波長範圍波長380到760nm中進行分析使用線性電聯感應陣列光譜儀隊CF照射使其發光。校準光譜上的發射光是由一個標準光源和基礎分析藉由黑體輻射公式。

## 四、結果與討論

該實驗裝置來合成的CNP在加熱碳液體中對碳絲(CF)通過一個電流。由黑體輻射規律已經確定的液體中CF加熱溫度估計是大約2,600 K[6-8]，而溫度達到氣-液界面的周圍氣泡是液體的沸點。大量氣體生成物表示熱裂解是一個快速反應過程。由於發光CF達到高溫時出現在CF附近的蒸氣將被分解成原子或離子形式。此外，它顯示出非常急劇的溫度梯度，它氣泡達到氣-液界面之前氣化的碳原子數迅速凝固。浮動粉末的CNP從FESEM顯微照片得到，如圖1。很顯然，該凝聚的奈米粒子是近似球形其直徑約20~50 nm。在這個合成過程中並沒有發現衍生出碳奈米管以及碳奈米棒。在先前的報告中，在非有機液體中通過電弧放電製

作的CNP包含了多壁碳奈米管。因此，氣泡被認為是在有機環境反應中含有高濃度的有機物。在氣泡中，酒精的氣體分解碳族群受熱裂解的影響，這可能會抑制碳原子生成碳奈米粒子管。

由TEM測量檢查合成的CNP的型態和結構。典型的低解析度CNP的TEM圖像如圖2。近球形的碳奈米粒子具有30nm的平均直徑是可以觀察到的，而我們的樣品中還沒發現粒子的細長顆粒結構。從TEM圖像得到的粒徑與觀測與FESEM結果是一致的，表示起始的CNP的構造在高溫下進行熱裂解。圖2是CNP的X射線能量散射(EDX)光譜。該樣品銅的信號來自銅基座。經由EDX分析可看出碳奈米粒子



主要的成分為碳原子。

圖1. 為在乙醇加熱CF用高倍率SEM浮動粉狀的奈米粒子液體

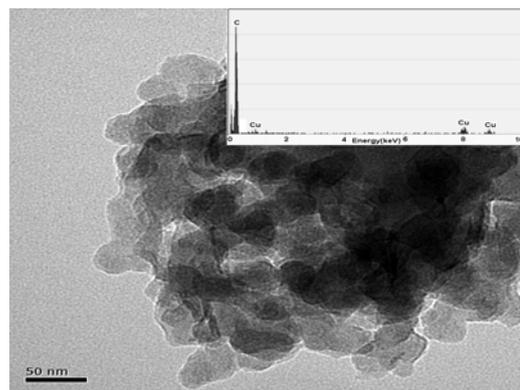


圖2. 低倍率的TEM顯微照片為在液體中加熱CF所產生的CNP。此圖為CNP的EDX光譜。

## 五、結論

在液體中對碳加熱適合產生CNP。其結論是，在這種新的合成過程中發現球型碳奈米粒子的直徑為

20~50nm。在我們發展的方法中沒有形成細長的奈米粒子，這顯示洋蔥狀的奈米粒子來自有機氣體中游離的含碳物質。為了維持連續生產CNPs，我們在綜合系統中利用有機溶劑。該技術提供了一種新的並且簡單的方法來實現合成碳和/或有機化合物的奈米粒子，他是非常有用的應用在於CNPs的奈米技術。

### 參考文獻

1. Selvan, R., R. Unnikrishnan, S. Ganapathy and T. Pradeep (2000) Macroscopic synthesis and characterization of giant fullerenes, *Chem. Phys. Lett.* **316**, 205.
2. Sano, N., T. Charinpanitkul, T. Kanki and W. Tanthapanichakoon (2004) Controlled synthesis of carbon nanoparticles by arc in water method with forced convective jet, *J. Appl. Phys.* **96**, 645.
3. Sano, N. (2004) Formation of multi-shelled carbon nanoparticles by arc discharge in liquid benzene *Mater. Chem. Phys.* **88**, 235
4. Liao, X. Z., A. Serquis, Q. X. Jia, D. E. Peterson, Y. T. Zhu and H. F. Xu (2003) Effect of catalyst composition on carbon nanotube growth, *Appl. Phys. Lett.* **82**, 2694.
5. He, Chunnian, Naiqin Zhao, Chunsheng Shi, Xiwen Du, Jiajun Li, Lan Cui (2006) A practical method for the production of hollow carbon onion particles, *J. Alloys and Compounds*, **425**, 329
6. Sveningsson, M., M. Jonsson, O. A. Nerushev, F. Rohmund and E. E. B. Campbell (2002) Blackbody radiation from resistively heated multiwalled carbon nanotubes during field emission, *Appl. Phys. Lett.* **81**, 1095-1097.
7. Li, Peng, Kaili Jiang, Ming Liu, Qunqing Li, Shoushan Fan, and Jialin Sun (2003) Polarized incandescent light emission from carbon nanotubes, *Appl. Phys. Lett.* **82**, 1763.
8. J. Wei, H. Zhu, D. Wu and B. Wei (2004) Carbon nanotube filaments in household light bulbs, *Appl. Phys. Lett.* **84**, 4869.