

# A approach to purify carbon nanotube by using laser treatment

陳國峰、黃俊達

E-mail: 9509704@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

Currently the cultural heritage for purification the way to carbon nanotube to mainly have the Gas phase oxidation, Liquid phase oxidation and the Size exclusion chromatography, among them, the Size exclusion chromatography and Liquid phase oxidation both can't do carbon powder valid of purification. The Gas phase oxidation is amorphous carbon or carbon grain heat or use the plasma to purification for the direct usage stove, although heat's oxidizing can clean a great deal of the carbon residue or the carbon grain and get the rather high and pure of carbon tube, the carbon tube produces was rate low(about 10%), and use the plasma to purification to need the expensive equipment and consume material, and make carbon nanotube production costincreased. Infrared laser has been used to irradiate carbon nanotube (CNT) powders for the first time and the performance of CNT emitter was enhanced. The CNTs were prepared by conventional electric arc discharge method and laser irradiation was processed by Nd:YAG infrared laser with a wavelength of 1064 nm. It was found that the turn-on electric field was significantly decreased for laser treated sample. Possible mechanism is discussed here.

Keywords : Carbon nanotube, Gas phase oxidation, Liquid phase oxidation, Size exclusion chromatography, Infrared laser

## Table of Contents

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書 . . . . .	iii	中文摘要 . . . . .	iv
. . . . .	iv	英文摘要 . . . . .	v
. . . . .	vi	誌謝 . . . . .	vi
. . . . .	vi	目錄 . . . . .	vii
. . . . .	ix	圖目錄 . . . . .	xii
. . . . .	ix	表目錄 . . . . .	xii
第一章 序論及文獻回顧 . . . . .	1	1-1 前言 . . . . .	1
1-2 奈米碳管之性質 . . . . .	3	1-3 奈米碳管之應用 . . . . .	4
1-3-1 力學性能的應用 . . . . .	4	1-3-2 奈米碳管做為顯微鏡探針 . . . . .	6
1-3-2 奈米碳管做為顯微鏡探針 . . . . .	6	1-3-3 奈米碳管之場發射顯示器應用 . . . . .	9
1-3-3 奈米碳管之場發射顯示器應用 . . . . .	9	1-3-4 奈米碳管可能的其它運用方向 . . . . .	10
1-3-4 奈米碳管可能的其它運用方向 . . . . .	10	1-4 奈米碳管之製程方法 . . . . .	10
1-4 奈米碳管之製程方法 . . . . .	10	1-4-1 電弧放電沉積法 . . . . .	10
1-4-1 電弧放電沉積法 . . . . .	10	1-4-2 雷射加溫沉積法 . . . . .	12
1-4-2 雷射加溫沉積法 . . . . .	12	1-4-3 化學氣相沉積法及其相關方法 . . . . .	12
1-4-3 化學氣相沉積法及其相關方法 . . . . .	12	1-5 論文之研究動機及主題 . . . . .	13
1-5 論文之研究動機及主題 . . . . .	13	第二章 研究方法及實驗步驟 2-1 驗證方法 . . . . .	15
2-1 驗證方法 . . . . .	15	2-2 實驗步驟 . . . . .	17
2-2 實驗步驟 . . . . .	17	2-2-1 液相氧化純化法 . . . . .	18
2-2-1 液相氧化純化法 . . . . .	18	2-2-2 氣相氧化純化法 . . . . .	22
2-2-2 氣相氧化純化法 . . . . .	22	2-2-3 雷射氧化純化法 . . . . .	24
2-2-3 雷射氧化純化法 . . . . .	24	第三章 結果與討論 3-1 實驗結果 . . . . .	28
3-1 實驗結果 . . . . .	28	3-2 實驗討論 . . . . .	32
3-2 實驗討論 . . . . .	32	第四章 結論 . . . . .	35
第四章 結論 . . . . .	35	參考文獻 . . . . .	37
參考文獻 . . . . .	37	圖目錄 圖1-1 奈米碳管的對稱性 . . . . .	1
圖目錄 圖1-1 奈米碳管的對稱性 . . . . .	1	圖1-2 奈米碳管的扶手型、鋸齒型及不對稱型結構示意圖 . . . . .	2
圖1-2 奈米碳管的扶手型、鋸齒型及不對稱型結構示意圖 . . . . .	2	圖1-3 以弧光放電法製得奈米碳管，其高分辨電子顯微鏡照片 . . . . .	3
圖1-3 以弧光放電法製得奈米碳管，其高分辨電子顯微鏡照片 . . . . .	3	圖1-4 場發射顯示器細部結構分解圖 . . . . .	8
圖1-4 場發射顯示器細部結構分解圖 . . . . .	8	圖1-5 CNT-FED結構示意圖 . . . . .	9
圖1-5 CNT-FED結構示意圖 . . . . .	9	圖1-6 電弧放電沉積法製奈米碳管示意圖 . . . . .	11
圖1-6 電弧放電沉積法製奈米碳管示意圖 . . . . .	11	圖1-7 雷射加溫沉積法製奈米碳管示意圖 . . . . .	12
圖1-7 雷射加溫沉積法製奈米碳管示意圖 . . . . .	12	圖1-8 化學氣相沉積法製奈米碳管示意圖 . . . . .	13
圖1-8 化學氣相沉積法製奈米碳管示意圖 . . . . .	13	圖2-1 厚膜網印示意圖 . . . . .	16
圖2-1 厚膜網印示意圖 . . . . .	16	圖2-2 調配奈米碳管漿料流程圖 . . . . .	17
圖2-2 調配奈米碳管漿料流程圖 . . . . .	17	圖2-3 奈米碳管漿料的黏度量測設備 . . . . .	17
圖2-3 奈米碳管漿料的黏度量測設備 . . . . .	17	圖2-4 場發射二極量測示意圖 . . . . .	18
圖2-4 場發射二極量測示意圖 . . . . .	18	圖2-5-1 未做純化之前奈米碳管SEM . . . . .	19
圖2-5-1 未做純化之前奈米碳管SEM . . . . .	19	圖2-5-2 未做純化之前奈米碳管SEM . . . . .	19
圖2-5-2 未做純化之前奈米碳管SEM . . . . .	19	圖2-5-3 未做純化之前奈米碳管SEM . . . . .	20
圖2-5-3 未做純化之前奈米碳管SEM . . . . .	20	圖2-5-4 未做純化之前奈米碳管SEM . . . . .	20
圖2-5-4 未做純化之前奈米碳管SEM . . . . .	20	圖2-6-1 純硝酸純化後奈米碳管SEM . . . . .	20
圖2-6-1 純硝酸純化後奈米碳管SEM . . . . .	20	圖2-6-2 純硝酸純化後奈米碳管SEM . . . . .	20
圖2-6-2 純硝酸純化後奈米碳管SEM . . . . .	20	圖2-6-3 純硝酸純化後奈米碳管SEM . . . . .	20
圖2-6-3 純硝酸純化後奈米碳管SEM . . . . .	20	圖2-6-4 純硝酸純化後奈米碳管SEM . . . . .	20
圖2-6-4 純硝酸純化後奈米碳管SEM . . . . .	20	圖2-7-1 硝酸加硫酸純化後奈米碳管SEM . . . . .	21
圖2-7-1 硝酸加硫酸純化後奈米碳管SEM . . . . .	21	圖2-7-2 硝酸加硫酸純化後奈米碳管SEM . . . . .	21
圖2-7-2 硝酸加硫酸純化後奈米碳管SEM . . . . .	21	圖2-7-3 硝酸加硫酸純化後奈米碳管SEM . . . . .	21
圖2-7-3 硝酸加硫酸純化後奈米碳管SEM . . . . .	21	圖2-7-4 硝酸加硫酸純化後奈米碳管SEM . . . . .	21
圖2-7-4 硝酸加硫酸純化後奈米碳管SEM . . . . .	21	圖2-8 硝酸120度18hr酸洗後場發射 . . . . .	21
圖2-8 硝酸120度18hr酸洗後場發射 . . . . .	21	圖2-9 未做任何純化動作前場發射 . . . . .	22
圖2-9 未做任何純化動作前場發射 . . . . .	22	圖2-10 爐管設備照片 . . . . .	23
圖2-10 爐管設備照片 . . . . .	23	圖2-11-1 爐管退火純化奈米碳管SEM . . . . .	23
圖2-11-1 爐管退火純化奈米碳管SEM . . . . .	23		

圖2-11-2爐管退火純化奈米碳管SEM . . . . .	23	圖2-11-3爐管退火純化奈米碳管SEM . . . . .	23
. . . . .	23	圖2-12爐管702度退火後場發射 . . . . .	. . . . .
. . . . .	24	圖2-13雷射退火設備圖 . . . . .	25
圖2-14-1 45J/cm <sup>2</sup> 雷射退火後奈米碳管SEM . . . . .	25	圖2-14-2 45J/cm <sup>2</sup> 雷射退火後奈米碳管SEM . . . . .	25
圖2-14-3 45J/cm <sup>2</sup> 雷射退火後奈米碳管SEM . . . . .	26	圖2-14-4 45J/cm <sup>2</sup> 雷射退火後奈米碳管SEM . . . . .	26
圖2-15-1 225J/cm <sup>2</sup> 雷射退火後奈米碳管SEM . . . . .	26	圖2-15-2 225J/cm <sup>2</sup> 雷射退火後奈米碳管SEM . . . . .	26
圖2-15-3 225J/cm <sup>2</sup> 雷射退火後奈米碳管SEM . . . . .	26	圖2-15-4 225J/cm <sup>2</sup> 雷射退火後奈米碳管SEM . . . . .	26
圖2-16雷射純化後之場發射 . . . . .	27	圖3-1拉曼圖譜 . . . . .	. . . . .
. . . . .	29	圖3-2未純化前之場發射影像圖 . . . . .	30
. . . . .	30	圖3-3雷射純化後之場發射影像圖 . . . . .	. . . . .
. . . . .	30	圖3-4-1雷射加爐管退火純化奈米碳管SEM . . . . .	30
圖3-4-2雷射加爐管退火純化奈米碳管SEM . . . . .	30	圖3-4-3雷射加爐管退火純化奈米碳管SEM . . . . .	31
圖3-4-4雷射加爐管退火純化奈米碳管SEM . . . . .	31	圖3-5比較雷射純化與雷射加爐管空燒氧化純化法場發射圖 . . . . .	31
圖3-6雷射純化加爐管退火之場發射影像圖 . . . . .	32	圖3-7奈米碳管carbon atomic wire假說示意圖 . . . . .	33
圖3-8未經過任何純化的碳管在每30sec的變化 . . . . .	33	圖3-9經過雷射純化的碳管在每30sec的變化 . . . . .	34
表目錄 表1-1奈米碳管原子排列之結構及性質 . . . . .	2	表1-2奈米碳管奈米碳管其它運用面 . . . . .	. . . . .
. . . . .	9		

## REFERENCES

1. S. Iijima, " Helical Microtubules of Graphitic Carbon ", Nature, 354, 56 (1991)
2. P. Calvert, " Strength in Disunity " Nature, 357, 365 (1992)
3. R.S. Ruoff, J. Tersoff, D.C. Lorents, S. Subramoney, and B. Chen, " Radial Deformation of Carbon Nanotubes by Van-der-Waals " Nature, 357, 365 (1992)
4. R.S. Ruoff, D.C. Lorents, R. Laduca, S. Awaclalla, S. Weatherby, K. Parvin, and S. Subramoney, in Fullerenes:Recent Advances in the chemistry and Pyhsics of Fullerenes and Related Materials, p.557 (1993)
5. S. Subramoney, R.S. Ruoff, R. Laduca, K. Parvin, in Fullerenes:Recent Advances in the chemistry and Physics of Fullerenes and Related Materials, p.728(1996)
6. P.M. Ajayan and S. Iijima, " Capillarity-Induced Filling of Carbon Nanotubes " , Nature, 361, 333 (1993)
7. P.M. Ajayan, T.W. Ebbesen, T. Ichihashi, S. Iijima, K. Tanigaki, and H. HJura, " Opening Carbon Nanotubes with Oxygen and Implications for Filling " , Nature, 362, 522 (1993)
8. S.C. Tsang, Y.K. Chen, P.J.F. Harris, and M.L.H. Green, " A Simple Chemical Method of Opening and Filling Carbon Nanotubes " , Nature 372,159(1994)
9. C. Guerret-Piecourt, K.Le Bouar, A. Loiseau, and H. Pascard, Nature, 372, 761 (1994)
10. P.M. Ajayan,O. Stephan,P. Recllich,C. Colliex, " Carbon Nanotubes as Removable Templates for Metal-Oxide Nanocomposites and Nanostructures " , Nature, 375, 564 (1994)
11. S. Subramoney, M.J. Van Kavelar, R.S. Ruoff, D.C. Lorents, R. Malhotra, and A.J. Kazmer, in Fullerenes:Recent Advances in the chemistry and Physics of Fullerenes and Related Materials, p.1498 (1994)
12. C. Niu, E. K. Sichel, R. Hoch, D. Moy, and H. Tennent, " High Power Electrochemical Capacitors Based on Carbon Nanotube Electrodes " , Appl. Phys. Lett. 70 (11), 1480 (1997)
13. R. Martel, T. Schmidt, H. R. Shea, T. Hertel, and Ph. Avouris, " Single-Wall and Multi-Wall Carbon Nanotube Field-Effect Transistors " , Appl. Phys. Lett., 73 (17), 2447 (1998)
14. M. Ge and K. Sattler, " Scanning Tunneling Microscopy of Single-Shell Nanotubes of Carbon " , Appl. Phys. Lett. 65 (18), 2284 (1994)
15. P. Calvert, " Strength in Disunity " Nature, 357, 365 (1992)
16. S.J.Tams,A.R.M. Verschueren, and C. Dekker, " Room-Temperature Transistor Based on a Single Carbon Nanotube " , Nature, 393, 49 (1998)
17. G. Nagy, M. Levy, R. Scarmozzino, R.M. Osgood, Jr. H. Dai, R.E. Smalley,and G.F.McLane, " Carbon Nanotube Tipped Atomic Force Microscopy for Measurement of