

## 열처리 효과에 따른 탄소나노튜브의 특성변화

이 동진, 이 재형, 박 대희\*, 나 창운\*\*

군산대학교 전자정보 공학부, 원광대학교 전기전자및 정보공학부, 전북대학교 고분자 나노공학과

### Characterization of carbon nanotubes with annealing

Dong-Jin Lee, Jae-Hyeung Lee, Da-Hee Park\*, Chang-woon Nah\*\*  
Kunsan Natinal Univ, Wonkwang Univ\*, Chonbuk National Univ\*\*

**Abstract** - 본 논문에서는 성장된 탄소나노튜브의 열적 및 화학적인 처리를 이용하여 탄소나노튜브의 화학적 변화와 구조, 분산정도를 실험 및 관찰하였다. 본 실험에 사용되어진 탄소나노 튜브는 고분산성 기술에 의하여 제조된 탄소나노튜브를 이용하였고 실험에 실시된 실험조건은 진공 중에서 열처리를 하였다. Single, Multi, Thin Multi Wall의 탄소나노튜브를 사용하여 열처리된 각각의 탄소나노 튜브중에 Multi Wall이 가장 큰 변화를 나타내었다. 구조적인 관찰을 위해 FE-SEM, 과 XRD를 이용하였고 화학적 결합을 알아보기 위하여 FT-IR 측정을 이용하였다

그림 2는 FE-SEM을 이용하여 화학 처리와 열처리 전후의 를 관찰한 사진이다. 그림2의 사진에서와 같이 기본적인 열처리와 화학처리를 했을 때 보다 이 둘을 병행하면 더욱 기본상태보다 파티클의 양이 줄고 탄소나노 튜브간의 결합 또한 줄어드는 것이 확인되었다.

### 1. 서 론

탄소나노튜브는 1991년 일본 NEC의 Ijima 박사에 의해 발견된 이후 뛰어난 기계적 강도, 전기적 성질, 물리적 성질 및 열적 안정성 때문에 21세기 나노소재로서 많은 연구가 이루어 지고 있다[1~3] 특히 복합 재료로서의 응용이 현재 부각되고 있으며 기존의 탄소섬유를 대체 할 수 있는 것으로도 알려져 있다.

일반적인 기관 상에 성장된 탄소나노튜브의 경우 복합재료화의 어려움이 있으며 기상합성에 의한 경우 서로 붙는 형태로 성장되기에 복합재료의 제조에서 분산을 하기에는 어려운점이 현재의 단점이라 할수 있다.

본 논문에서는 성장이 완료된 탄소나노튜브를 열처리하여 그에 따른 변화 및 효과를 관찰하였다.

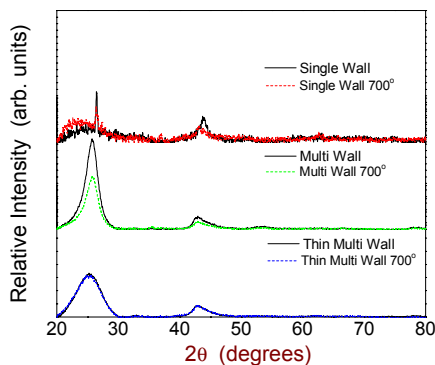
### 2. 본 론

#### 2.1 실험

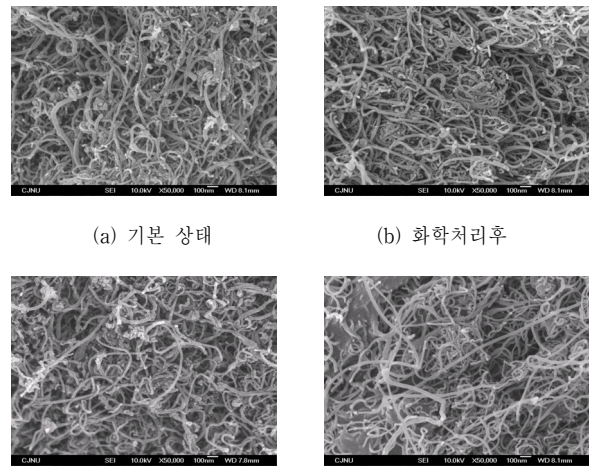
본 실험에서는 제조된 Single, Multi, Thin Multi Wall의 탄소나노튜브를 액상처리와 열처리를 하여 조건에 따른 변화된 특성을 관찰하였다. 열처리는 진공중에서 700°C의 온도에서 실시하였다. 이에 따른 분석은 Field emission SEM, 과 X-선 회절분석기, Raman을 이용하여 구조적인 변화를 관찰하였고, FT-IR을 이용하여 화학적인 변화를 관찰하였다.

#### 2.1.1 결과 및 고찰

그림 1은 X-선 회절 분석기를 이용하여 열처리 전후를 분석하여 나타내었다. 분석된 피크들은 각각  $2\theta=26^\circ$ 와  $43^\circ$  부근에서 피크 관찰되었는데 이는 모두 C에 대응 하는 피크이며 열처리 후의 피크들이 전보다 작아짐을 볼수 있는데 이는 열처리 공정을 통해서 탄소 파티클 양이 줄어 들은 것으로 판단되며, XRD 분석으로 Multi Wall이 가장 큰변화를 나타내었다.



<그림 1> 열처리 전후의 탄소나노튜브의 XRD분석



(a) 기본 상태

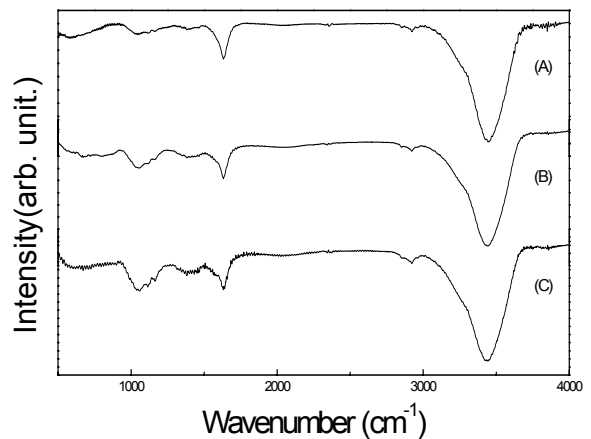
(b) 화학처리후

(c) 기본 열처리

(d) 화학처리후 열처리

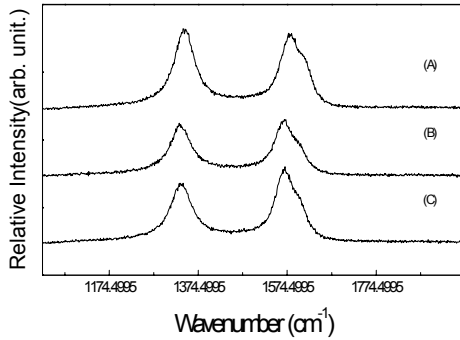
<그림 2> Multi Wall의 화학처리 및 열처리 사진

그림 3은 그림 2에서 관찰한 Multi Wall 탄소나노튜브를 FT-IR로 측정 한 것이다.



<그림 3> Multi Wall의 FT-IR 분석

그림 3에서 보여지는 a, b, c,는 각각Multi Wall 의 기본상태, 기본 열처리, 화학처리후 열처리를 나타낸 것이다. 기본 상태에서 화학 처리및 열처리를 실시한 결과 C-C 결합을 나타내는 1600 Cm-1 대의 흡수대역의 변화는 적었으며, C-O 결합을 나타내는 1100 대의 흡수도는 점점 증가하는 것으로 확인 되었다.



〈그림 4〉 Multi Wall 의 Raman 분석

그림 4는 Multi Wall 의 Raman 분석을 나타낸 것으로서 (a), (b), (c) 각각 기본, 열처리, 화학처리후 열처리의 분석을 나타내고 있다. 일반적으로 Raman 분석은 탄소나노튜브의 결정화도를 측정하기 위하여 분석한다. 탄소 물질의 Raman분석은 일반적으로 highlt oriented pyrolytic graphite (HOPG)와 amorphous carbon 의 두물질을 기준으로 설정하는데 이 두 물질의 비(D/G ratio)를 이용하여 작은 값을 갖을수록 정렬이 보다 잘된 구조를 갖는다고 볼수있으며[4], 그림 4의 Raman 분석을 보면 D/G ratio 값이 이 0.988로 가장 적은 (C) 의 화학처리후 열처리 조건이 가장 결정도가 좋다고 할수 있다.

### 3. 결 론

본 연구에서는 일반적인 탄소나노튜브보다 분산을 위하여 각각 화학처리및 열처리등을 하였으며 이에 따른 변화를 관찰하였다.

XRD로 관찰한 결과 Multi Wall이 가장큰 변화를 나타내었으며 FE-SEM 및 Raman, FT-IR 등의 분석에서는 일반적인 열처리보다는 화학처리를 병행하여 실험한 경우가 더욱 탄소나노튜브간의 결합과 파티클들이 줄어드는 것을 확인할수 있었다.

### 감사의글

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력연구원 (R-2005-7-100)주관으로 수행된 과제임

### [참 고 문 헌]

- [1] S. Fan, M.G. Chapline, N.R. Franklin, T.W. Tomblor, A.M. Cassell, H. Dai, "Nanotube Molecular Wires as Chemical Sensor", Science Vol. 283, p. 512, 1999.
- [2] P. G. Collins, A. Zet시, "Unique characteristics of cold cathode carbon-nanotube-matrix field emitters", Phys. Rev. B Vol. 55, p. 9391, 1997
- [3] J.-M. Bonard, F. Maiser, T. Stockli, A. Chatelain, W. A. de heer, J.-P. Salvetat, L. Forro, "Field emission properties of multiwalled carbon nanotubes", Ultramicroscopy Vol. 73, p. 7, 1998.
- [4] W. Li, H. Zhang, C. Wang, Y. Zhang, L. Xu, K. Zhu, and S. xie, "Raman characterization of aligned carbon nanotubes produced by thermal decomposition of hydrocarbon vapor", Appl. Phys. Lett., Vol. 70 p. 2684. 1997.