

Carbon Nanotube/Cu 나노복합체의 열적특성

홍윤정, 김혜진, 정충현, 이규만
한국기술교육대학교 신소재공학과

Thermal Property of CNT/Cu Nanocomposite.

Youn-Jeong Hong*, Chung-Hun Jung, Hye-Jin Kim, and Kyu-Mann Lee
Dept. of Advanced Materials Engineering, Korea University of Technology and Education,
Chonan, Chungnam, Korea

Abstract: The CNTs are of great interest because of their unique complete properties of matter, especially, the large thermal conductivity (Thermal conductivity of CNTs $\sim >2000\text{W/mK}$ vs. Thermal conductivity of Aluminum $\sim >204\text{W/mK}$). However, owing to the strong agglomeration cause by the vander wall's force, the CNTs are limited to applicate.

In this study, we suggest a new method for CNTs dispersion, which are developed by the mechanical and chemical method, and then Cu was coated. This new process produces CNTs/Cu nanocomposite powders. The CNTs are homogeneously located within the Cu powders by chemical reaction. And the thermal properties of the CNTs/Cu nanocomposite were investigated.

Key Words : Carbon Nanotube(CNT), Multi-Wall Nanotube(MWNT), Thermal conductivity

1. Objectives and Background

탄소나노튜브(CNT: Carbon nanotube)는 1991년 Iijima에 의해 처음 발견된 이래로 구조의 다양성, 우수한 전기적 특성과, 특히 뛰어난 열적 우수성 (thermal conductivity of CNTs $\sim >2000\text{w/mk}$ vs. Aluminum $\sim 204 \text{ w/mk}$) 을 가진 재료로 각광을 받고 있다. 탄소나노튜브의 이러한 특성은 다양한 분야에서 연구되어 지고 있다 [1-2]. 특히 LED와 PDP panel, 컴퓨터의 Heat sink재료로 주목을 받고 있다. 하지만 모든 나노 입자의 경우와 같이 탄소나노튜브는 반데르발스 힘에 의해 응집이 되는 현상이 발생하여 이를 물리적으로 떼어내지가 어려우며 위와 같은 특성을 저하시킨다.[3]

본 연구에서는 CNTs를 기계적, 화학적 방법으로 균일하게 분산시켜 CNT/Cu nanocomposite powders를 제조하고자 한다.[4-5] 이를 위하여 본 연구에서는 초음파 방법과 산처리 방법을 통해 CNT/Cu를 분자단위로 합성하였다. 또한 균일하게 분산된 CNT/Cu nanocomposite의 열적특성을 연구하였다.

2. Results

그림 1은 Carbon Nanotube를 이용하여 나노 복합체를 형성하는 과정을 나타낸다. 그림 1(a)는 MWNT(multiwall nanotube)powder 이다. 그림 1(b) 균일하게 분산된 MWNT powder 이다. 그림 1(c)는 MWNT/CuO 나노복합체 이다. 그림 1(d)는 MWNT/Cu 나

노복합 powder 이다. 그림 1(e)는 MWNT/CuO 나노복합체의 TEM 사진이다. 이 결과를 통하여 수산화기를 포함한 solution안에서 CNT 표면의 작용기가 화학적으로 형성되어 CNT가 균일하게 분산되었으며, CNT가 Cu 표면에 Molecular level로 서로 혼합되어 있음을 확인 할 수 있다.

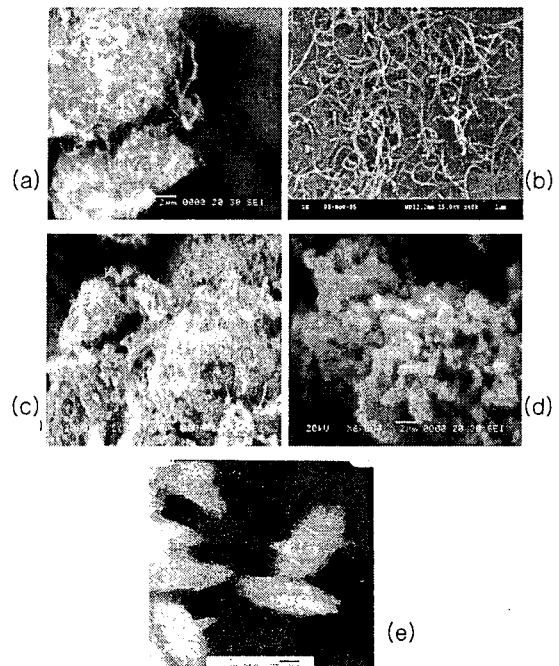


그림 1. Microstructures of (a) MWNT (multi-wall nanotube) powders (b) dispersed CNT (c) MWNT/CuO nanocomposite powders (d) MWNT/Cu nanocomposite powders, and (e) MWNT/CuO nanocomposite powders (TEM).

그림 2는 CNT, Copper, CNT/CuO, CNT/Cu의 XRD pattern 그래프를 나타낸 것이다. 이 결과를 통해 CNT/CuO powder가 CNT/Cu로 환원되었음을 알 수 있으며, CuO가 CNT에 균일하게 코팅되었음을 알 수 있다. 하지만 환원되지 못한 CuO가 여전히 존재하고 있음을 알 수 있었다.

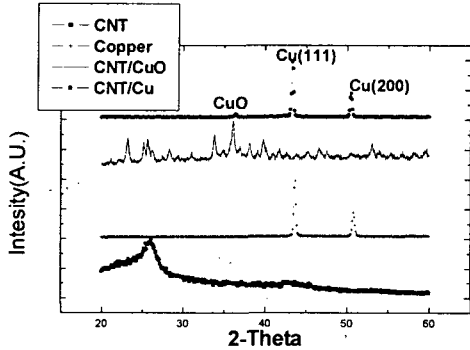


그림 2. XRD pattern of CNT, Cu, CNT/CuO, and CNT/Cu

그림 3은 CNT/Cu 나노복합체외 순수 Cu의 밀도를 비교한 그래프이다. 위의 결과로부터, CNT/Cu 나노복합체의 밀도가 순수한 Cu에 비해 약 70%로 감소했음을 볼 수 있다. 이렇게 밀도가 감소한 것은 순수Cu(8.93g/cc)에 비해 상대적으로 밀도가 낮은 CNT(2.93g/cc)가 5~10% 함유되어 있기 때문이라고 본다.

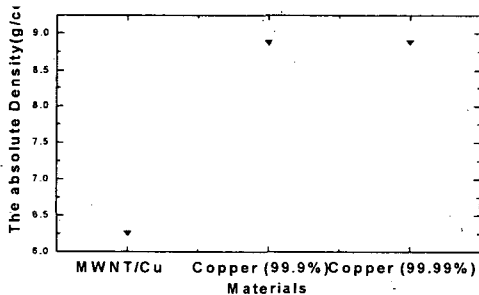


그림 3. Density of CNT/Cu nanocomposites and pure Cu

그림 4는 CNTs/Cu 나노 복합체의 미세구조 사진이다. 그림 4(a)에서 CNT/Cu 나노복합체의 주된 matrix인 Cu의 grain이 잘 형성되어 있음을 알 수 있다. 다만 그림 4(b) 바와 같이 미세한 micro-pore가 grain boundary에 많이 존재함을 할 수 있다. 이것은 그림 3과 같이 micro-pore가 CNT/Cu 나노복합체의 밀도에 영향을 미친 것으로 여겨진다.

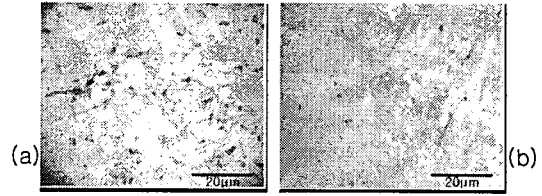


그림 4. Polished microstructures of (a) the CNT/Cu nanocomposite with 5~10 vol.% of CNTs, and (b) the pure copper.

그림 5는 CNT/Cu 나노합성물의 열적특성을 나타낸 그래프이다. CNT가 약 10% 함유된 나노 복합체의 열전도도가 순수한 copper에 비하여 약 10% 증가되었음을 알 수 있다.

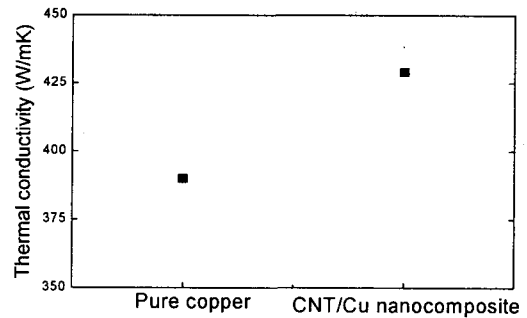


그림 5. Thermal conductivity of CNT/Cu nanocomposite.

3. Conclusion

Cu matrix 에 CNT를 Molecular 단위 제조법으로 균일하게 분산시켜 CNT/Cu 나노복합체를 제조할 수 있다. 이는 CNT 표면을 화학적으로 산화시켜 산소가 함유된 작용기를 형성시켜 Cu 이온과 결합함으로써 제조할 수 있다. 또한 CNT/Cu 나노복합체의 열전도도가 순수한 Copper보다 약 10% 향상되었으며, 이는 열적 우수성이 뛰어난 CNT가 약 5~10vol.%가 함유되었기 때문이다.

References

- [1] S. Iijima, Nature 354, 56 (1991)
- [2] A. A. Mamedov, N. A. Kotov, M. Prato, D. M. Guldi, J. P. Wicksted, A. Hirsch, Nature materials 1, (2002)
- [3] E. Flahaut, A. Peigney, Ch. Laurent, Ch. Merlire, F. Chastel, A. Rousset, Acts Meter 48, 3803(2000)
- [4] Jie Liu, A.G. Rinzler, H. Dai, J. H. Hafner, R. K. Bradley, P. J. Boul, A. Lu, T. Iverson, K. Shelimov, C. B. Huffman, F. Rodriguez-Macias, Y.-S. Shon, T. R. Lee, D. T. Colber, R. E. Smalley, Science 280, 1253 (1998).
- [5] S. I. Cha, K. T. Kim, S.N. Archad, C. B. Mo, S. H. Hong, Advanced Materials 17, 1377 (2005).