

불소 첨가된 얇은 다중벽 탄소나노튜브의 테라헤르츠 광학특성

THz Optical Characteristics of Fluorine-doped Thin-multiwalled Carbon Nanotubes

강철*, ***, 안계혁**, 이영희**, 손주혁*

*서울시립대학교, **성균관대학교, ***광주과학기술원 고등광기술연구소

iron74@gist.ac.kr

기술이 발전함에 따라 사람들이 사용하는 도구는 그 사용 환경이 편리해지고 소형화되고 있다. 이로 인해 1-dimensional 물질들에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 물질 중 대표적인 것이 탄소나노튜브이다.^[1] 최근의 연구결과를 살펴보면 주로 단벽 탄소나노튜브의 응용에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 이는 단벽 탄소나노튜브에 대한 해석이 다중벽 탄소나노튜브에 비해 접근하기 쉬웠기 때문이다. 또한 실제적인 응용의 경우 단벽 탄소나노튜브와 다중벽 탄소나노튜브는 그 전기적 특성이나 여러 가지 면에서 격차가 커 이의 중간적인 특성을 갖는 탄소나노튜브를 제작하게 되었다. 이러한 대표적인 물질들이 바로 얇은 다중벽 탄소나노튜브이다.^[2]

본 연구팀에서는 상온에서 불소 첨가된 얇은 다중벽 탄소나노튜브의 수백 GHz에서 수 THz 영역대의 주파수 의존적인 전기-광학적 상수를 테라헤르츠 시간 분광학방법을 이용하여 측정하였다. 테라파는 그림 1에 나타난 것처럼 스펙트럼 분포 상 마이크로파와 광파의 중간에 위치하며 파장으로는 0.3 mm 내외, 에너지로는 4 meV 내외에 해당하는 극 원적외선 영역의 전자기파이다.^[3,4]

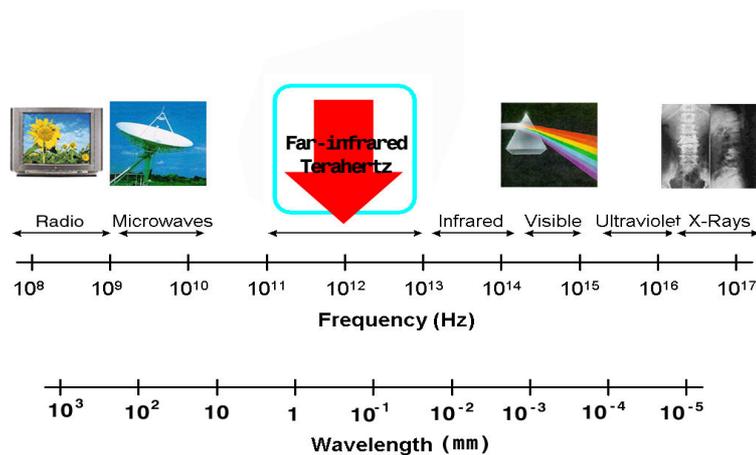


그림 1. 전자기파 스펙트럼.

그림 2는 탄소 (carbon)-불소 (fluorine) 이온 결합을 엑스선 광전자 분광학 장비 (XPS)로 측정한

결과이다. 그림 2(a)는 전체 영역을 측정한 결과이며, 그림 2(b),(c),(d)는 각각 탄소-불소, 탄소-탄소, 탄소-산소의 결합 결과이다. 이를 통해 상온에서 불소 첨가가 잘 이루어졌음을 확인할 수 있다. 그림 3은 테라헤르츠 시간 분광학을 이용하여 측정된 불소 첨가된 얇은 다중벽 탄소나노튜브의 시간축 실험 결과이다. 불소 첨가된 얇은 다중벽 탄소나노튜브보다 불소 첨가되지 않은 얇은 다중벽 탄소나노튜브의 진폭이 더 많이 감소했음을 보여준다. 이 결과로 불소 첨가에 의해 얇은 다중벽 탄소나노튜브의 광학상수가 감소하는 쪽으로 변화했음을 알 수 있다.

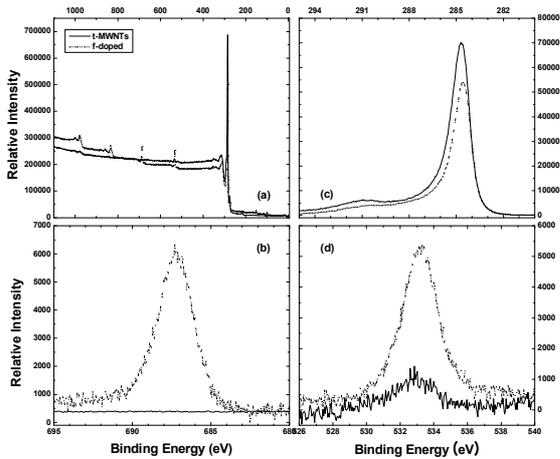


그림 2. 얇은 다중벽 탄소나노튜브의 XPS 결과

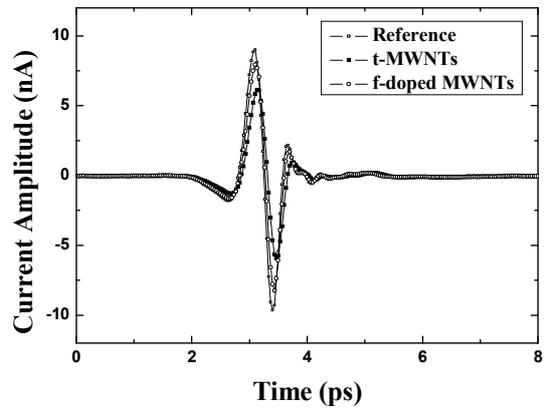


그림3. 얇은 다중벽 탄소나노튜브의 테라헤르츠 시간분광학 측정결과

참고문헌

1. M. S. Dresselhaus, G. Dresselhaus, Ph. Avouris, "Carbon nanotubes synthesis, structure, and applications," Springer (2000).
2. H. J. Jeong, K. K. Kim, S. Y. Jeong, M. H. Park, C. W. Yang and Y. H. Lee, "High-yield catalytic synthesis of thin multiwalled carbon nanotubes", *J. Phys. Chem. B*, vol 108(46), 17695-17698 (2004)
3. D. Grischkowsky, S. Keiding, M. van Exter, and Ch. Fattinger, "Far-infrared time-domain spectroscopy with terahertz beams of dielectrics and semiconductors," *J. Opt. Soc. Am. B*, vol. 7, 2006 (1990).
4. J.-H. Son, T. B. Norris, and J. F. Whitaker, "Terahertz electromagnetic pulses as probes for transient velocity overshoot in GaAs and Si," *J. Opt. Soc. Am. B*, vol. 11, 2519 (1994).