

수소화된 탄소나노튜브의 주파수 의존적인 광학 상수 및 전도도 측정

Frequency Dependent Optical Constants and Conductivities of H-Doped Singlewalled Carbon Nanotubes

강철, 맹인희, 안계혁*, 임성주*, 이영희*, 손주혁
 서울시립대학교 물리학과, 성균관대학교 물리학과
 iron74@uos.ac.kr

과학기술이 발전함에 따라 나노테크놀로지에 대한 관심이 점점 커져가고 있다. 이로 인해 1-dimensional 물질들에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 요구를 따르는 물질 중 하나가 탄소나노튜브이다.^[1] 하지만 응용을 위한 탄소나노튜브는 제조과정 중에는 물성을 바꾸기가 매우 어려워 후처리 과정을 이용하는 것에 많은 관심을 가지고 연구하고 있다. 그 중 기체흡착을 이용한 탄소나노튜브의 물성 변화는 많은 응용 가능성을 보여주고 있다.^[2]

본 연구팀에서는 수소화과정을 통한 탄소나노튜브의 수백 GHz에서 수 THz 영역대어의 주파수 의존적인 전기-광학적 상수를 측정하였다. 본 연구에서는 측정 도구로 테라헤르츠 전자기파(이하 테라파) 분광학을 이용하였으며, 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]

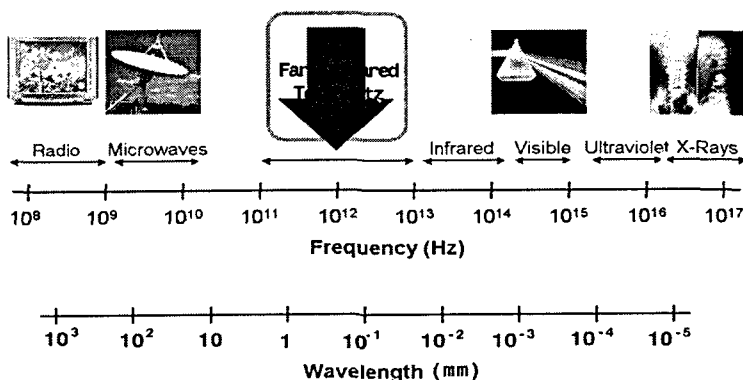
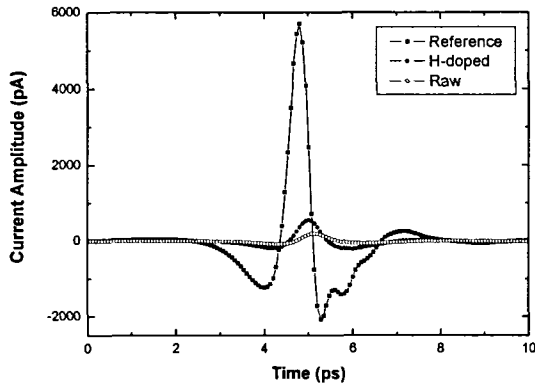


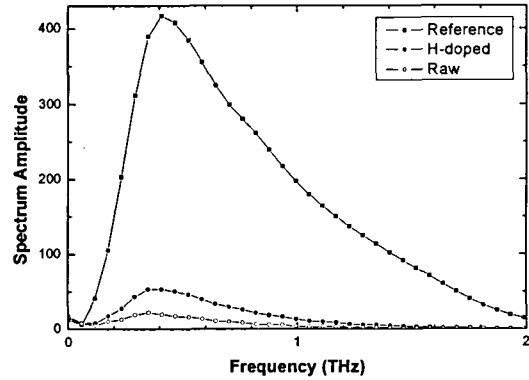
그림 1. 전자기파 스펙트럼.

실험용 샘플은 일반적인 방법으로 제조된 singlewalled 탄소나노튜브를 사용하였다. 산처리를 하여 정제한 샘플은 isopropyl alcohol에 넣어 sonication을 하여 bundling을 방지하였다. 탄소나노튜브 수용액을 20 × 10 × 3 mm의 형태의 quartz 기판위에 흡착시켜 필름형태로 만들었다. 이렇게 만들어진 필름 샘플은 진공 챔버에서 수소화 하였다.

그림 2는 테라파 분광학을 이용하여 획득한 시간축 상의 측정값과 주파수축 상의 측정값이다. Reference 신호는 quartz 기판만을 투과한 것이며, Raw는 수소화하지 않은 샘플이며 H-doped는 수소화한 샘플이다.



(a) 시간축상 측정 신호



(b) FFT를 통해 변환된 주파수축상 측정 신호

그림 2. 테라헤르츠 분광법에 의한 측정결과.

위와 같이 측정된 실험결과를 이용하여 그림 3과 같은 전도도 결과를 얻었다. 그 결과를 보면 singlewalled 탄소나노튜브를 수소화 한 것의 전도도가 수소화하지 않은 샘플보다 측정된 주파수대역대에서 감소한 것으로 나타난다. 이 결과를 바탕으로 앞으로 탄소나노튜브의 수소화과정을 이용하면 물성에 많은 변화를 줄 수 있는 것으로 예측할 수 있다.

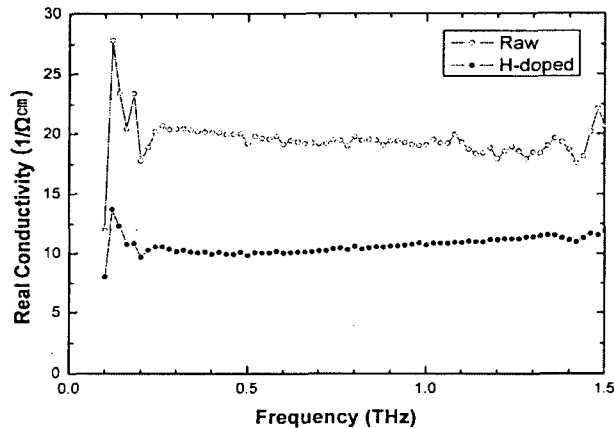


그림 3. 테라헤르츠 분광법을 이용하여 측정한 전도도.

참고문헌

1. M. S. Dresselhaus, G. Dresselhaus, Ph. Avouris, in *Carbon nanotubes synthesis, structure, and applications*, Springer (2000).
2. K. S. Kim, D. J. Bae, J. R. Kim, K. A. Park, S. C. Lim, J.-J. Kim, W. B. Choi, C. Y. Park, Y. H. Lee, "Modification of electronic structures of a carbon nanotube by hydrogen functionalization," *Adv. Mater.* vol. 14, No.24, 1818 (2002).
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).

