

탄소나노튜브를 이용한 광스위칭

Optical Switching in Carbon Nanotubes

문정호, 김석원

울산대학교 물리학과

jhmun7803@naver.com

빠른 반응속도와 높은 감도를 가진 광학적 장치들은 광정보처리, 광학평가, 광통신 등에서 중요한 역할을 한다. 그러므로 이러한 광학적 장치들에서의 기본특성이 되는 광스위칭에 관한 연구는 중요하다. 광스위칭의 특성은 광소자를 구성하는 물질의 비선형 특성과 밀접하게 관련되어 있고, 지금까지 무기질 재료와 반도체 물질, 액정, 유기 화합물, 고분자 등의 광스위칭 물질들이 보고된 바 있다.⁽¹⁾ 또한 탄소나노튜브가 비선형 광학적 특성을 갖고 있다는 것도 최근 연구결과 확인된 바 있다.⁽²⁾ 본 연구에서는 다중벽 탄소나노튜브를 폴리프로필렌에 첨가하여 제작된 sheet상의 나노복합재료에서의 광스위칭 현상을 관측하였다.

광스위칭 현상은 Pump-probe법으로 측정할 수 있다. Pump-probe법은 변조되어 시료에 입사된 pump 광에 의해 변조시키지 않은 probe광의 변화를 관측하는 실험이다. Pump광으로는 파장이 532 nm인 DPSS(diode pumped solid state) Nd:YVO₄ 레이저를 사용했고, probe광으로는 파장이 632.8 nm인 He-Ne 레이저를 사용하였다. Chopper를 사용하여 pump광을 변조시켰고, pump광을 시료에 집광시키기 위해 초점거리 10 cm인 볼록렌즈를 사용하였다. 사용된 시료는 건조된 다중벽 탄소나노튜브를 용융상태의 190°C 폴리프로필렌에 10분 동안 섞고 hot press로 210°C 에서 10분 동안 8 Mpa의 압력을 가해서 두께가 각각 0.2 mm, 0.5 mm 인 sheet 형태로 제작하였다.

Chopping frequency를 서서히 증가시키면서 probe광의 변화를 PMT(photomultiplier tube)로 검출한 결과, 변조된 pump광에 의해 probe광이 변조되는 것을 확인하였다. 두께가 0.5 mm인 시료에서는 chopping frequency가 100 Hz 이상이 되면 probe광의 진폭이 사라져 스위칭 특성을 나타내지 않았고, 두께가 0.2 mm인 시료에서는 300 Hz 까지 스위칭 특성을 확인할 수 있었다. 이는 시료에서의 응답속도가 시료의 두께가 얇을수록 더 빠르다는 것으로 설명될 수 있다. Pump 광의 세기가 최대일 때 probe 광의 세기가 최소가 되어 변조하는 특성을 나타내었고, 따라서 다중벽 탄소나노튜브는 광논리소자 중에서 부논리(NOT gate)소자로의 응용 가능성이 있음을 실험을 통해 알 수 있었다.

본 연구를 통하여 다중벽 탄소나노튜브가 첨가된 나노복합재료가 광이 광을 제어하는 전광시스템(all optical system)에서의 광스위칭으로 응용될 가능성이 있다는 것을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] G. Zhang, H. Wang, et al., "Optical switching of 2-(2'-hydroxyphenyl)benzoxazole in different solvent," Appl. Phys. **B76**, pp. 677, 2003.
 [2] 유효정, 김석원, "다중벽 탄소나노튜브 현탁액에서의 비선형 광학적 특성", 새물리, **49**, pp. 489, 2004.

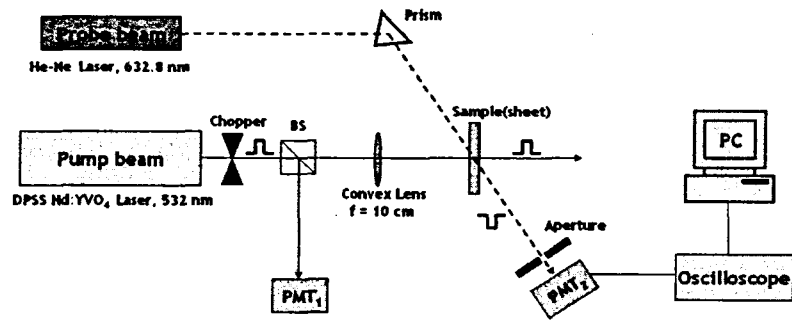
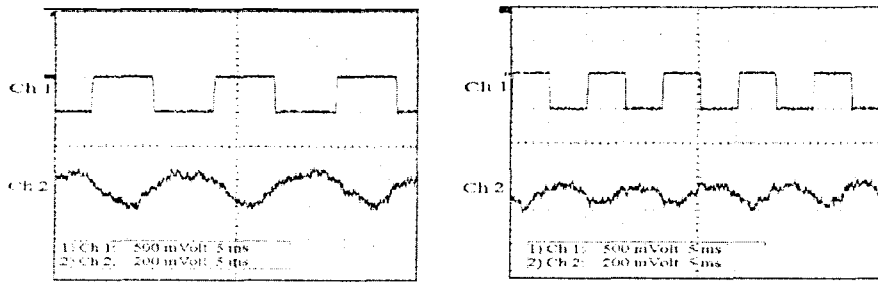


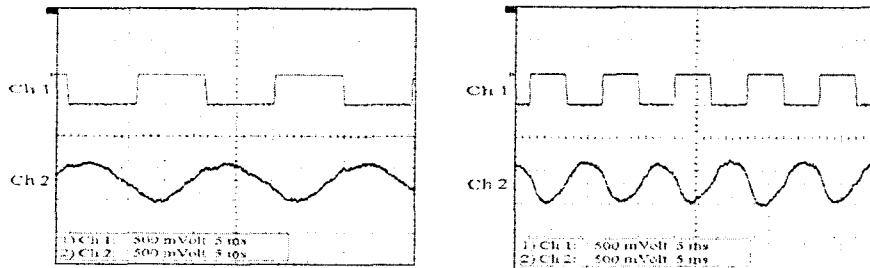
그림 1. 광스위칭 특성을 측정하기 위한 실험 장치도.



(a)

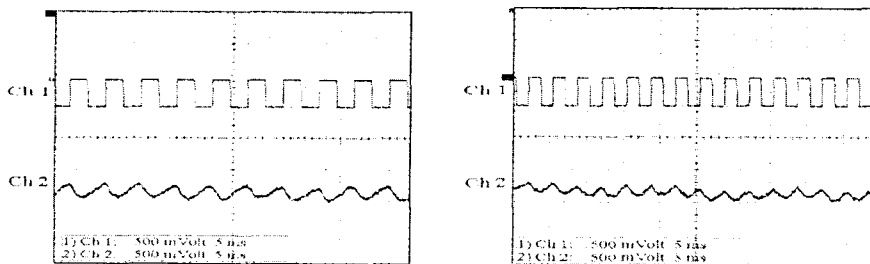
(b)

그림 2. Sheet의 두께가 0.5 mm이고, chopping frequency가 (a)60 Hz, (b)100 Hz 일 때 나노복합재료에서의 광스위칭 특성.



(a)

(b)



(c)

(d)

그림 3. Sheet의 두께가 0.2 mm이고, chopping frequency가 (a)50 Hz, (b)100 Hz, (c)200 Hz, (d)300 Hz 일 때 나노복합재료에서의 광스위칭 특성.