

## 탄소나노튜브 현탁액에서의 광스위칭

### Optical Switching in Carbon Nanotube Suspensions

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.<sup>(1)</sup> 본 연구에서는 비선형 광학적 특성이 우수한 다중벽 탄소나노튜브 현탁액에서의<sup>(2)</sup> 광스위칭 현상을 관측하였다.

그림 1은 광스위칭 현상을 관측하기 위한 실험장치를 보여준다. Pump beam으로는 펄스폭이 6 ns 인 Nd:YAG 펄스레이저(파장:1064 nm, 532 nm)를 사용하였고, probe beam으로는 파장이 532 nm인 DPSS(diode pumped solid state) Nd:YVO<sub>4</sub> CW레이저광을 사용하였다. Pump beam을 셀에 집속시키기 위해서 초점거리가 10 cm인 볼록렌즈를 사용하였고, 셀을 통과한 probe beam은 PMT(photomultiplier tube)로 검출하였다. 실험에 사용된 다중벽 탄소나노튜브 현탁액은 다중벽 탄소나노튜브의 증류수에서의 분산이 용이하도록 계면활성제(Triton X100)를 첨가하여 초음파 분쇄기(sonicator)로 2시간 이상 분쇄하였고, UV-Visible spectro photometer로 측정된 투과율이 20%가 되게 하며 두께가 10 mm인 quartz셀에 주입하였다.

광스위칭의 on, off 동작원리는 처음에 probe beam이 셀을 통과하여 PMT에 도달함으로써 일정한 세기를 나타내지만 이와 동시에 pump beam이 셀에 입사되면 다중벽 탄소나노튜브 현탁액에서의 비선형 굴절률이 커지게 되어 진행하는 probe beam이 편향되어 PMT에 도달하지 못하게 된다. 여기서 probe beam이 일정한 세기를 나타낼 때가 광스위칭에서의 on 상태이고, probe beam이 편향되어 PMT에 도달하지 못할 때를 off 상태라 한다. 그림 2와 그림 3은 pump beam의 파장이 1064 nm와 532 nm일 때 pump beam의 에너지를 달리하여 측정한 결과이다. Pump beam의 에너지가 증가할수록 두 파장 모두에서 off 세기는 증가하는 것으로 나타났다. 이는 시료에서의 비선형 굴절이 입사빔 에너지가 커질수록 더 많이 일어나기 때문이다. 1064 nm와 532 nm를 비교했을 때는 먼저 off 세기는 같은 입사에너지 세기에서 532 nm가 더 크게 측정되었지만 on, off 응답속도는 1064 nm에서 더 빠르게 관측되었다.

본 연구에서는 비선형 굴절률이 입사에너지의 세기에 비례하여 증가하는 다중벽 탄소나노튜브 현탁액의 광스위칭 특성을 확인하였고 다중벽 탄소나노튜브가 광스위칭 장치로 제작될 수 있다는 가능성을 확인할 수 있었다.

#### 참고 문헌

- (1)G. Zhang, H. Wang, et al., "Optical swiching of 2-(2'-hydroxyphenyl)benzoxazole in different solvent," Appl. Phys. B76, pp. 677, 2003.
- (2)유효정, 김석원, "다중벽 탄소나노튜브 현탁액에서의 비선형 광학적 특성", 새물리, 2004. 12 게재예정.

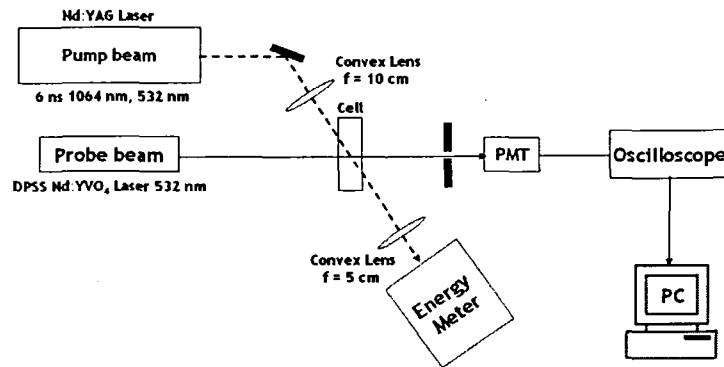


그림 1. 광스위칭 특성을 측정하기 위한 실험 장치도.

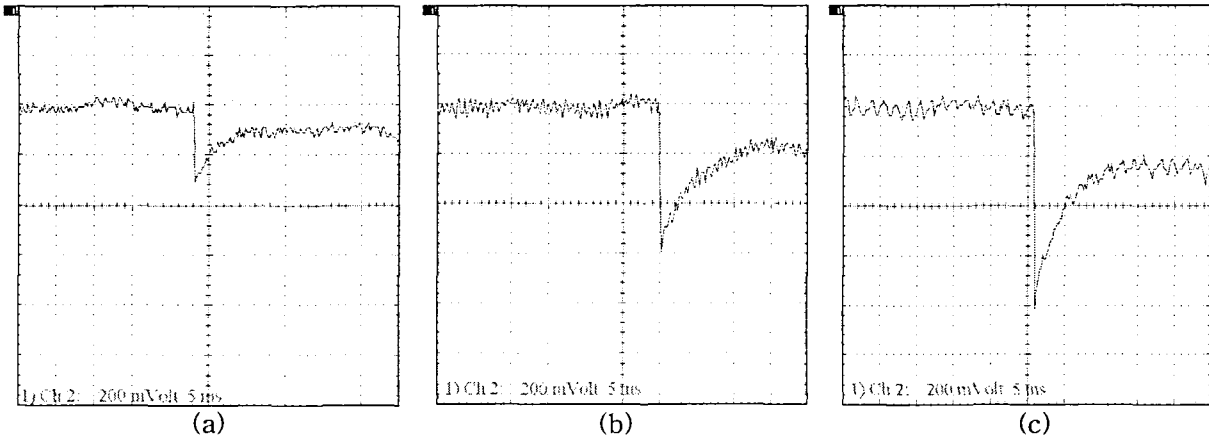


그림 2. Pump beam의 파장이 1064 nm이고, 입사에너지가 (a)200  $\mu$ J, (b)600  $\mu$ J, (c)1000  $\mu$ J일 때의 다중벽 탄소나노튜브 현탁액에서의 광스위칭 특성.

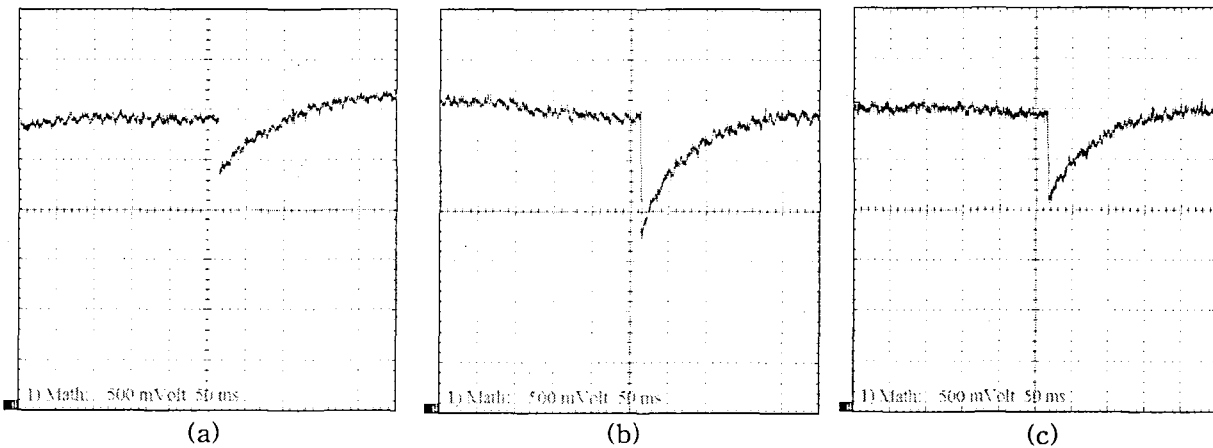


그림 3. Pump beam의 파장이 532 nm이고, 입사에너지가 (a)100  $\mu$ J, (b)150  $\mu$ J, (c)200  $\mu$ J일 때의 다중벽 탄소나노튜브 현탁액에서의 광스위칭 특성.

FF