

## 열효과 배제 z-scan 기법을 이용한 물질의 3차 비선형 광특성 분석

### Characterization of third-order optical nonlinearity of materials using thermally-managed z-scan technique

김하진, 이황운, 김기홍, 임한조, 이상민  
아주대학교 에너지시스템학과, 아주대학교 전자공학과  
[rotermun@ajou.ac.kr](mailto:rotermun@ajou.ac.kr)

물질이 갖는 3차 비선형 광특성을 분석하는 방법으로 기존의 z-scan 방법<sup>(1)</sup>의 경우 그 실험방법이 비교적 간단하며, 매질이 갖는 3차 비선형광학계수의 실수에 해당하는 비선형굴절률과 허수부에 해당하는 비선형흡수계수의 부호와 크기를 모두 측정할 수 있는 장점을 갖고 있다. 그러나 고반복률을 갖는 극초단 레이저의 경우, 축적되는 열효과로 인한 열분산 효과로 인해 열렌즈(thermal lens) 현상이 나타나고, 이에 따라 측정된 3차 비선형성의 값이 많이 차이가 나므로, 정확한 3차 비선형광특성을 분석을 저해시키는 요소가 되고 있다. 따라서 본 연구에서는 앞서 1999년에 Falconieri et al.에 의해 처음 시도된 열효과 배제 (thermally-managed) z-scan 기법<sup>(2)</sup>을 도입, 개선하고, 이를 이용하여 고반복율의 광원에서 나타나는 열축적 효과를 배제한 광학적 효과만 기인하는 3차 비선형광학계수를 측정하고자 한다.

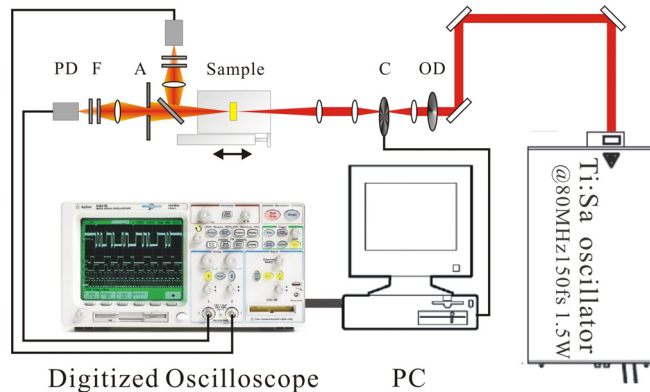


그림 1. 열효과 배제 z-scan 실험의 구성도.

열효과 배제 z-scan 실험 장치도는 그림 1과 같다. 150 fs의 펄스폭과 80 MHz의 반복률을 갖는 Ti:sapphire 극초단 레이저에서 나오는 입사빔을 50Hz로 회전하는 chopper를 통과시켜 PC로 광축 방향으로 제어되는 motorized stage위의 고정된 매질에 입사시키고, 10ms 동안에 매질을 통과한 펄스열은 닫힌 틈(closed aperture)을 지나 광검출기를 통하여 오실로스코프에 각 위치에서의 시간에 따라 투과된 신호로 PC에 저장된다. 본 실험구성의 동작특성을 확인하기 위하여 기준시료로 잘 알려진 CS<sub>2</sub>

를 사용하였으며, 초점거리를 중심으로 각 위치에서 시간에 따른 비선형투과도 곡선을 얻을 수 있었다. 그림 2 (a)는 광축 및 시간 변화에 따른 투과신호를 보여주며, 그림 (b)는 초점의 이전과 이후 위치에서 시간변화에 따른 비선형 투과율의 변화를 보여준다. 이 측정을 통해 제작된 열효과 배제 z-scan 실험장치의 신뢰성을 확인하였으며, 현재 이 장치를 이용하여 최근 비공명 영역에서도 큰 비선형 광특성을 갖는 것으로 알려진 탄소나노튜브<sup>(3)</sup>에 대한 시간에 따른 z-scan 투과도를 측정하고, 기존의 z-scan 법으로 측정된 값과 비교하여 열효과에 의한 비선형 특성과 탄소나노튜브의 순수 비선형특성을 분석하고 있다.

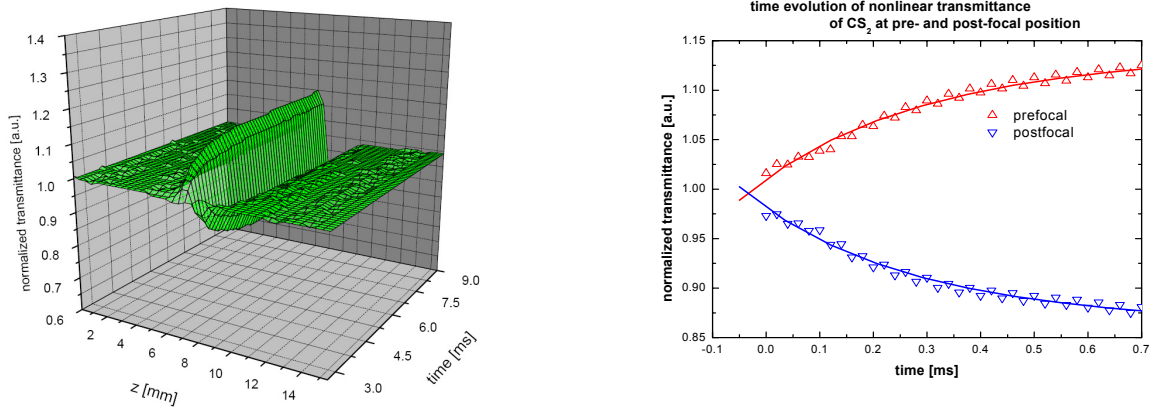


그림 2. (a) 시간 변화 및 위치에 따른 CS<sub>2</sub>에서의 비선형 투과율의 변화, (b) 초점의 이전 및 이후 위치에서 시간변화에 따른 비선형 투과율의 변화.

참고문헌

1. M. Sheik-Bahae, A. A. Said, T. H. Wei, D. J. Hagen and E. W. Stryland, IEEE J. Quantum. Electron. **26**, 760 (1990).
2. M. Falconieri, G. Salvetti, Appl. Phys. B, **69**, 133 (1999).
3. H. S. Nalwa, Handbook of advanced Electronic and Photonic Materials and Devices (Academic Press, 2001), p.267.