

유기 단결정 para-toluene sulfonate (PTS)의 비등방성에 의한 선형 및 비선형 광학적 특성 Linear and Nonlinear Optical Properties of Organic Single Crystalline PTS

최문구, 임상엽, 박정근, 박승한
연세대학교 물리학과
moongoo@phya.yonsei.ac.kr

근래에 들어 유기 물질의 광학적 특성에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 유기 물질에 관한 연구가 증가하는 이유는 광학적 비선형 특성에 관한 기초 학문적인 목적에서부터 미래에 이용될 광학 소자의 응용분야에 이르기까지 다양하다. 특히 polydiacetylene은 현재까지 알려진 바로는 가장 큰 3차 비선형 감수율을 갖는 물질로써 반응 속도와 감도에 있어서 GaAs와 같은 최상의 무기 물질보다 우수하다고 밝혀져 있다. 예를 들면 polydiacetylene의 3차 비선형 감수율은 대략 10^{-9} esu 로써 GaAs의 값보다 대략 100배 이상 크다. 한편 polydiacetylene의 비공명 반응 시간은 GaAs보다 1000배 이상 빠른 0.2ps 이하임이 측정되었다. 따라서 polydiacetylene을 이용한 유기 물질들이 초고속 응용 소자로 커다란 관심을 불러일으키고 있다.^(1~6)

본 연구에서는 유기 단결정 polydiacetylene para-toluene sulfonate (이하 PTS) 시료에 대해 선형 및 비선형 분광 장치를 구성하여서 광학적 특성을 조사하였다. 유기 단결정 PTS는 단위체(monomer) 상태에서 열 혹은 빛 에너지를 받아 고분자(polymer) 상태로 바뀌면서 이웃 단위체끼리 이중결합으로 연결되어 공액 사슬(conjugated chain)의 길이가 길어지고 이 고분자 사슬위에 전자-정공 짝이 분포되므로 이 방향으로 분자 분극이 증가하게 되어 거시적으로 PTS는 고분자들이 한 방향으로 조밀하게 정렬된 결정 구조를 갖는다.(그림1) 따라서 유기 단결정 PTS는 공액 사슬 방향을 따라서 전자들이 비편재화되어 분포하고 사슬에 수직인 평면 방향으로는 상호작용이 거의 없게 되어서 이상적인 1차원 전자계를 형성하고 있다.

그림 2는 가시광선 영역에서 빛의 편광 방향에 따른 선형 흡수 그래프이다. 선형 흡수 측정을 위하여 현미경 렌즈를 이용하여 PTS 시료의 미세한 지역에 빛을 투과시키고 CCD 카메라를 이용해서 TV 모니터로 시료를 관찰해가면서 측정하였다. 그림 1에 나타나 있듯이 공액 사슬과 평행한 편광 방향과 수직인 편광 방향에 따라서 빛 흡수가 크게 차이가 남을 알 수 있다. 특히 공액 사슬에 평행하게 편광된 빛에 대해서는 621nm 부근에서 흡수 계수가 $\alpha \sim 10^6 \text{cm}^{-1}$ 정도로 극히 큰 값을 보였다. 그림 2는 비선형 광학적 특성을 조사하기 위한 광 여기 조사 분광 장치도이다. 나노초 Nd:YAG 레이저의 3차 조화파(355nm)를 광 가르개를 통과시켜 일부는 색소 레이저 형광 셀에 입사시키고 일부는 조사광 형광 셀에 입사시킨다. 색소 레이저 형광셀에서 출력되는 레이저의 파장을 PTS의 공명 에너지에 맞추고 조사광의 파장은 공명 에너지 영역 전체를 포함하도록 넓은 파장 분포를 갖도록 조절하였다.

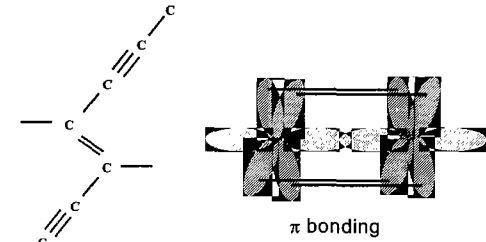


그림 1. PTS 공액 사슬 구조

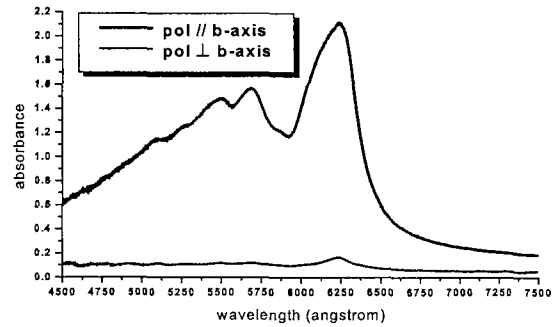


그림 2. PTS의 선형흡수 그래프

레이저의 공액 사슬과 평행한 방향과 수직인 방향으로 편광을 조절해주면서 생성되는 운반자의 밀도에 따른 조사광의 흡수 변화를 측정하였다. 또한 조사광의 편광 상태에 따라서 운반자 밀도에 대한 흡수 변화율을 측정함으로써 유기 단결정 PTS의 광학적 비등방성에 기인한 광학적 비선형성의 원인에 대해서 연구하였다.

참 고 문 헌

[1] J. Berrehar, C. Lapersonne-Meyer, and M. Schott, Appl. Phys. Lett. 48(10), 630 (1986).
 [2] C. Krohnke, Ber. Bunsenges. Phys. Chem. 91, 982 (1987).
 [4] M. Thakur, R. C. Frye, and B. I. Greene, Appl. Phys. Lett. 56(12), 1187 (1990).
 [5] M. Thakur and D. M. Krol, Appl. Phys. Lett. 56(13), 1213 (1990).
 [6] Yasuhiro Hattori, Michiru Kubata, Takafumi Uemiya and Gotaro Tanaka, Jpn. J. Appl. Phys. Part1 34(7B), 3871(1995).
 [6] 황보창권, H. Shim, M. Liu and G. Stegeman, 한국 광학회지 9(2), 76 (1998).

