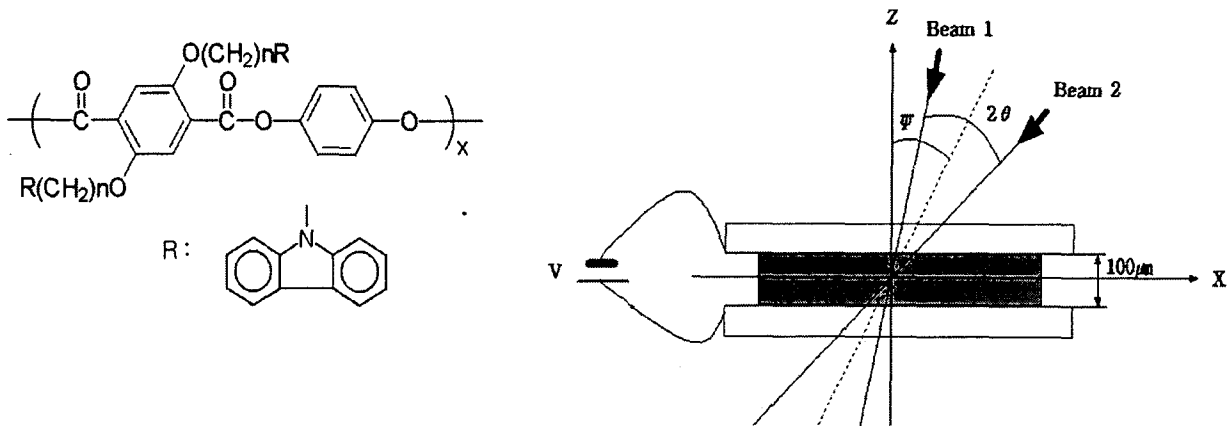


## 광굴절 폴리머 PPT-Cz의 이광과 결합

### Two-beam coupling in the photorefractive polymer PPT-Cz

정일형\*, 윤형원, 권오필\*, 조두진, 이석현\*  
 아주대학교 물리학과, \*분자과학기술학과  
 floyd10@ajou.ac.kr

광굴절 폴리머는 기존의 무기결정에 비해 가격이 저렴하고 대량생산이 가능하며 취급이 용이할 뿐만 아니라 큰 비선형성, 높은 damage threshold, 낮은 유전상수 등의 장점들로 인하여 많은 연구의 대상이 되어 왔다.[1-5] 이 가운데 Poly(N-vynyl carbazole), PVK를 기반으로 하는 복합물은 매우 우수한 광굴절 특성을 보이는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 견고한 주사슬을 갖는 poly(p-phenylene terphthalate), PPT를 이용한 광굴절 폴리머의 이광과 결합을 조사하였다. 이 폴리머는 self-layering 특성을 가지고 있어서 유리전이온도( $T_g$ )를 낮추기 위하여 PVK 폴리머에서와 같이 plasticizer를 사용할 필요가 없으므로 안정성이 높을 것으로 기대된다. 아래 그림은 이 폴리머 PPT-Cz : diethylaminodicyanostyrene(DDCST) :  $C_{60}$ 의 화학 구조를 나타내며, 오른쪽 그림은 폴리머 박막에서의 이광과 결합실험을 개략적으로 보인다. 광전도성 기능기 carbazole이 oxyalkyl spacer를 통하여 전방향족 폴리에스터 주사슬에 유연한 결가지로 연결되어 있고 chromophore DDCST(35%)와 sensitizer  $C_{60}$ (0.5%)를 사용하였다.



이광과 결합은 광굴절 특성을 확인할 수 있는 기본적인 실험으로 위 그림에서 두 기록빔 1과 2사이 에너지 전이가 일어나므로

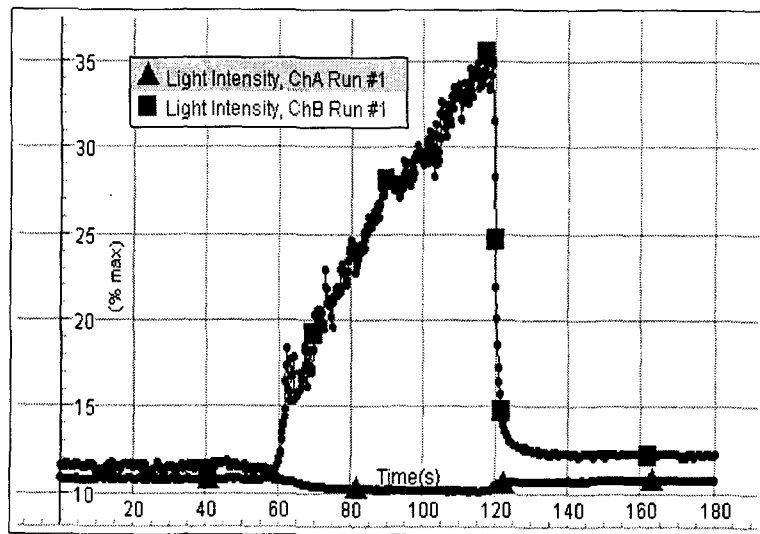
$$\Gamma = \frac{1}{d} \left[ \cos \alpha_1 \ln \left( \frac{I_1}{I_1^0} \right) - \cos \alpha_2 \ln \left( \frac{I_2}{I_2^0} \right) \right]$$

로 주어지는 이득계수  $\Gamma$ 를 측정할 수 있다. 여기서  $I_{1,2}^0$ 는 박막에 전압이 인가되지 않았을 때 투과된

두 기록빔의 세기이며,  $I_{1,2}$  는 전압이 인가되었을 때 두 빔의 증가 또는 감소한 세기이다. 또한  $\alpha_{1,2}$ 는 박막 내에서 두 빔의 굴절각이고  $d$ 는 폴리머 박막의 두께를 나타낸다.

폴리머 박막은 indium-tin-oxide(ITO)가 주걱 형태로 에칭된 2장의 유리 기판 사이에 폴리머를 두께  $d = 100 \mu\text{m}$  로 압착하여 제작하였다. 또한 실험에서는 파장 632.8 nm, 출력 17 mW, 직경 1 mm의 p 편광된 He-Ne 레이저를 사용하였으며, 레이저에서 나온 빛은 편광을 조절하기 위한  $\lambda/2$  위상 지연판을 통과한 후 광분할기로 나누어지고 폴리머 박막 내에서 중첩되어 간섭무늬를 형성한다. 이광과 결합 후의 두 빔의 세기는 2개의 광검출기로 측정하였는데, 입사하는 빔 2의 세기가 빔 1에 비하여 매우 크므로 광검출기 앞에 attenuator를 놓아 전압을 인가하지 않았을 때 측정되는 세기가 거의 비슷하도록 하였다.

아래 그림은 이광과 결합에서 투과된 두 기록빔의 세기를 시간에 따라 측정한 것이다. 60-120 초 사이의 구간에서 4 kV의 전압을 인가하였을 때, 빔 1은 최대 3배 정도 증폭되고 빔 2는 감소하는 것을 볼 수 있다. 두 빔 사이의 각  $2\theta$  는  $38^\circ$  , 폴리머 박막에 대해 두 빔이 입사하는 경사 각도  $\psi$  는  $30^\circ$  이며 폴리머 박막에 입사하기 전의 두 빔 세기의 비율은 170 이다. 120초 때 측정된 두 빔의 세기로부터



계산된 이득계수( $G$ )는  $130 \text{ cm}^{-1}$  인데, 이는 위 그림에서 보듯이 낮게 취한 것일 뿐만 아니라 4 kV에서 얻은 값이라는 점을 고려하면 매우 높다고 할 수 있다. 이와 같이 높은 이득계수로 인하여 beam fanning이 매우 잘 관찰되며, 본 폴리머는 self-phase conjugation, optical limiting 등의 수많은 광굴절 응용에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

- [1] H. S. Nalwa and S. Miyata, *Nonlinear Optics of Organic Molecules and Polymers* (CRC, 1997).
- [2] P. Günter, ed., *Nonlinear Optical Effects and Materials* (Springer, 2000)
- [3] 김환규, 이지훈, *고분자 과학과 기술* 7 (6), 655 (1996).
- [4] A. Grunnet-Jepsen, et. al., *J. Opt. Soc. Am.* B15 (2), 905 (1998).
- [5] B. L. Volodin, et. al., *Opt. Eng.* 34 (8), 2213 (1995).