

## TPD계 폴리머의 광굴절 특성

### Photorefractive property of TPD based composite

정경복\*<sup>1)</sup>, 최승평, 신용진, 양희룡, 장차익, T. Shimura<sup>1)</sup>, K. Araki<sup>1)</sup>, K. Kuroda<sup>1)</sup>

Institute of industrial science University of Tokyo<sup>1)</sup>, 조선대학교

e-mail : jung@iis.u-tokyo.ac.jp

유기광굴절 재료는 무기결정에 비해 우수한 성능지수와 넓은 면적의 박막을 만들 수 있으며, 가공이 용이하다는 장점을 가지고 있다. 1994년 회절률 100 %, 2광파이득률  $200 \text{ cm}^{-1}$  이상의 무기결정을 능가하는 유기광굴절 폴리머 (PVK:DMNPAA:ECZ:TNF)가 보고되었다[1]. 그러나 이 물질은 실시간 처리를 위한 광소자의 상용화 면에서 응답속도가 늦은 단점을 가지고 있다. 유기광굴절 폴리머의 응답속도는 비선형분자(NLO)의 전장배향 속도와 공간전장 형성속도에 의해 결정되어진다.

본 연구실에서는 이러한 단점을 보완하기 위해서 비선형분자 2,5-dimethyl-4-(4'-nitrophenylazo)anisole(DMNPAA)의 구조를 개선하였다. 개선한 비선형분자 가운데 4-butokly-3-propyl-(4'-nitrophenylazo)benzene(m3p4)는 orientational response time constant  $\tau_{or}$ 이 19ms (@54V/ $\mu\text{m}$ )로 DMNPAA 보다 2,300배의 고속화를 달성했다[2]. 하지만, 광굴절 응답시간 (photorefractive response time constant  $\tau_g$ )은 80 ms ( $I=2\text{W}/\text{cm}^2$ ,  $E=54\text{V}/\mu\text{m}$ ) 로써  $\tau_{or}$  보다 4배가 늦은 값을 얻었다. 이 결과는 공간전장 형성속도가 늦으므로 전체적인 고속화에 장애가 되어짐을 알 수 있었다. 이를 보완하기 위해 우리는 이동도가 큰 전하수송체(charge transportor) N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-[1,1'-biphenyl]4,4'-diamine(TPD)를 선택하여 TPD계 폴리머의 광굴절특성을 연구하였다.

본 발표에서는 TPD계 광굴절 폴리머에서의 비선형분자의 orientational dynamics, 광전도성, 광굴절 특성을 PVK계 광굴절 폴리머와 비교 분석하여 보고한다.

시료는 PS:TPD:m3p4:C<sub>60</sub> 과 PVK:m3p4:BisCzPro:TNF로 실시하였으며, 시료의 두께는 100~130 $\mu\text{m}$ 이다. NLO의 orientational dynamics의 측정엔 ellipsometric 방법을 이용했으며, 광원으로서는 파장 632.8 nm 의 He-Ne 레이저를 사용했다. 전장 40V/ $\mu\text{m}$ 에서 stretched exponential의 fitting에 의해 얻은 PS:TPD:m3p4:C<sub>60</sub> = 10:43:45:2 의  $\tau_{or}$ 은 15ms이며, 굴절률 변화량은  $\Delta n=2.4 \times 10^{-4}$  을 얻었다. 광전도도(Photoconductivity,  $\sigma_{ph}$ )는 공간 전장 형성 속도를 결정하므로 효율적인 광굴절재료를 설계하기 위해서는 광전도성에 대한 정확한 측정이 중요하다. 본 연구에서는 광전도법(photocurrent method)을 이용하여  $\sigma_{ph}$ 를 구하였다. 그림 1은 전장 35V/ $\mu\text{m}$ 에서 측정한 PVK계와 TPD계의 광전도도의 강도 의존성을 나타낸다. 그림1에서 볼 수 있듯이 두 시료 모두 광전도도는 조사된 빔의 세기에 비례하며, TPD계의 광전도도는 PVK계보다 더 크다.

4광파 혼합에 의한 광굴절 응답속도와 회절률은 He-Ne 레이저를 이용하여  $I = 837 \text{ mW}/\text{cm}^2$ ,  $E = 40\text{V}/\mu\text{m}$  의 조건에서 측정했다. 그림 2는 PS:TPD:m3p4:C<sub>60</sub>=10:43:45:2의 시간에 따른 회절 빔의 변화를 나타낸다. 우리는 photorefractive time constant  $\tau_g$ 를 3.2 ms의 빠른 응답속도를 얻었다. 이것은 그림1에서 볼 수 있듯이 TPD계의 광전도율이 PVK계의 광전도도 보다 크기 때문이라고 생각되어진다. 이 결과는 4ms ( $E=100\text{V}/\mu\text{m}$ ,  $I=1\text{W}/\text{cm}^2$ )의 고속화를 달성하여 보고된 PVK계 광굴절 폴리머 보다[3] 더 낮은

전장에서 더 빠른 응답속도이며, 다른 TPD계 광굴절 폴리머보다도[4] 빠른 응답속도이다. 그림 3은 광굴절 응답속도의 강도 의존성을 나타낸다. 광굴절 응답속도는 광전도도의 강도 의존성을 나타낸 그림 1에서처럼 조사된 빔의 강도에 비례한다. 이 결과는 광굴절의 응답속도가 공간 전장 형성속도에 의해 결정되어짐을 의미한다. 우리는 이상의 실험결과를 통해 PS:TPD:m3p4:C60=10:43:45:2 시료는 video response rate에 상응하는 실시간 응용에 이용될 수 있을 것으로 기대되어진다.

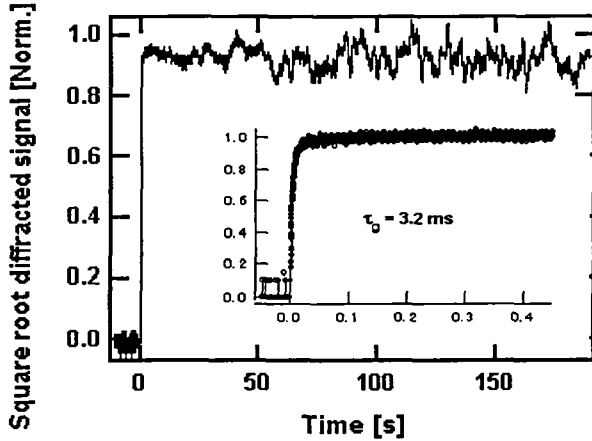


Fig. 1. Photoconductivity of the PVK:m3p4:BisCzPro:TNF = 33:39.5:26.5:1 and PS:TPD:m3p4:C60 = 28.2:28.3:42.5:1 composites as a function of intensity.

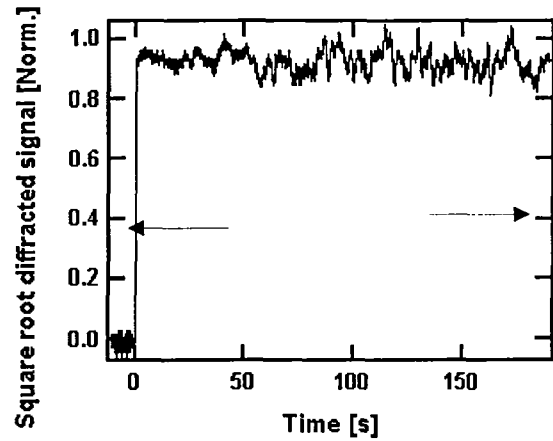


Fig. 2. Development of square root of diffracted signal in PS:TPD:m3p4:C60=10:43:45:2. Inset shows development of square root of diffracted signal in short time scale.

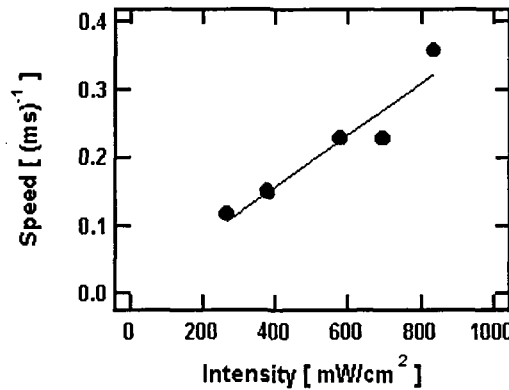


Fig. 3. Photorefractive response rate of the PS:TPD:m3p4:C60=10:43:45:2 composite as a function of total writing intensity at an electric field of 40V/mm.

참고문헌

1. K. Meerholz, B. L. Volodin, Sandalphon, B. Kippelen, N. V. Kukhtarev and N. Peyghambarian, Nature, 371, 497 (1994).
2. G. B. Jung, K. Honda, T. Mutai, O. Matoba, S. Ashihara, T. Shimura, K. Araki and K. Kuroda, Jpn. J. Appl. Phys., 42, 2699 (2003).
3. D. Wright, M. A. Diaz Garcia, J. D. Caspersen, M. DeClue and W. E. Morenear, Appl. Phys. Lett., 73, 1490 (1998).
4. A. Leopold, U. Hofmann, M. Grasmuck, S. J. Zilker and D. Haarer, SPIE., 4104, 95 (2000).