

광굴절 고분자에서 회절격자의 phase shift 측정

Measurement of phase shift of the grating in photorefractive polymer

이현기, 황의중, 여세연, 김정성, 오차환, 송석호, 김필수, 최동훈*

한양대학교 물리학과, *경희대학교 환경·응용화학부

oeoeoe5252@yahoo.co.kr

광굴절 유기 고분자 재료는 1991년 IBM연구소에서 광굴절 효과를 나타내는 고분자 기억소자의 가능성을 타진한 후에 광굴절 무기 결정에 비해 높은 회절효율의 가능성, 도핑의 용이성, 저렴한 생산비용, 다양한 응용성 등으로 많은 연구가 이루어지고 있다.⁽¹⁾ 본 실험에서는 광전도 고분자(Charge transporting molecule)인 SGC와 비선형 광학색소(NLO)인 SGM, Tg를 낮추기위한 가소제인 PEG, 전하 발생체(Photocharge generator, Sensitiser)로 이루어진 (SGC:SGM:PEG:TNF=30:60:9:1) 광굴절 고분자 복합재료의 특성을 분석하였다.

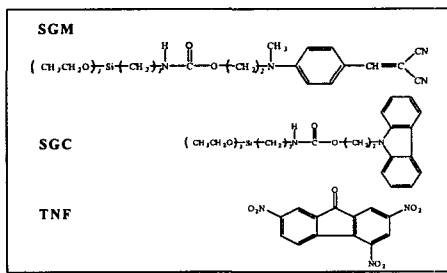


그림 1. 광굴절 고분자의 분자식.

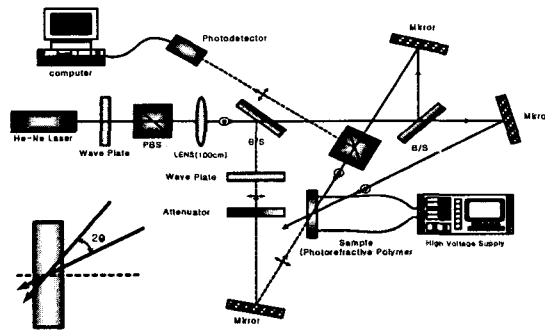


그림 2. Degenerate four wave mixing.

제작된 광굴절고분자 재료는 굴절률 $n=1.65$, 두께 $d=75\mu m$ 이었다. 광굴절 고분자를 이용한 회절 효율을 측정하기 위하여 그림 2. 와 같이 장치하였다. 광원으로는 632.8nm의 He-Ne laser를 사용하였다. 두 빔사이의 각은 약 26° 이었고($2\theta=26^\circ$), 이 때 격자 주기는 $1.407\mu m$ 가 된다. 입사하는 두 빔의 세기는 각각 11 mW/cm^2 와 10 mW/cm^2 이었다. 두 빔의 입사각이 각각 다르므로 이 경우 실제 표면에서의 세기는 같게 된다. 회절효율을 측정하기 위한 빔의 세기는 0.5 mW/cm^2 로 약화시켜 사용하였다. 시료의 앞면과 뒷 면에 접착된 ITO 전극에 의해 시료에 전장을 인가하였고, 인가 전장을 조절하면서 회절효율을 측정하였다. 시간에 따라 회절효율이 증가하다가 약 5 분 후 포화되었으며, 인가 전장이 증가함에 따라 포화된 회절효율도 증가하였다. 약 $90\text{ V}/\mu m$ 이상의 인가 전장하에서는 회절효율이 최고점을 지나 다시 약하게 감소하는 경향을 보였다. $93\text{ V}/\mu m$ 의 전장이 인가되었을 때 최대 약 40 %의 회절효율을 보였다. 본 실험에서는 또한 인가 전장이 다를 때 기록후 이완시의 회절효율이 각각 상이하게 나타남을 관측하였다.

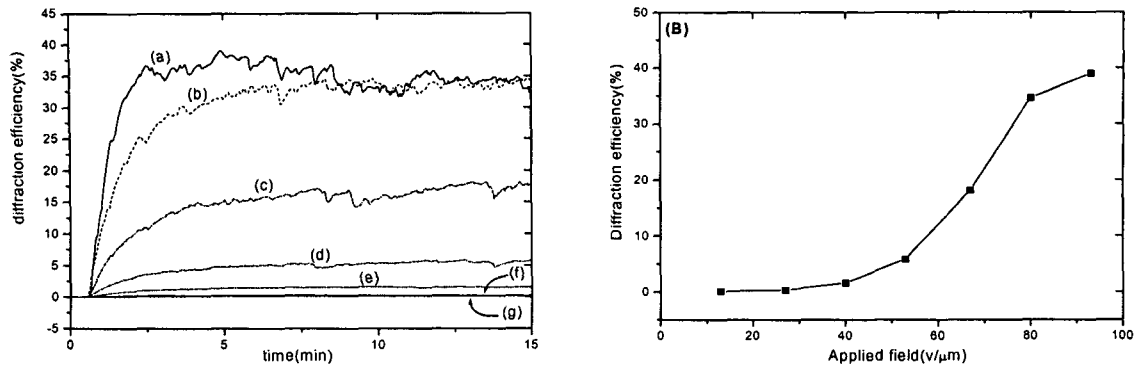


그림 3. 인가 전장에 따른 (A) 회절효율의 변화. (a)~(g): 93, 80, 67, 53, 40, 27, 13 V/μm., (B) 최대 회절효율.

광굴절 재료에서는 광의 세기 변화에 의해 유도된 굴절율의 변화가 광의 세기 분포와 일치하지 않고 공간상으로 phase가 이동된다. 이와 같은 phase shift로 인해 입사되는 두 laser beam 간의 에너지 전이 (two-beam coupling)가 일어나는데 two-beam coupling에서 한 쪽 빔의 phase를 변조시키면 광의 세기 분포가 한 쪽 방향으로 이동하므로 gain의 방향이 modulation 된다. 이러한 방법으로 광 세기 분포와 형성된 굴절율 격자 간의 phase 차이를 측정할 수 있다. 본 실험에서는 한 쪽 mirror를 modulation하는 방법으로 인가되는 외부 전장에 따른 phase shift와 gain coefficient를 측정하였다.

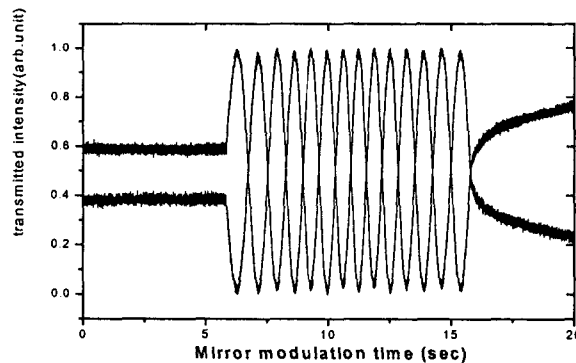


그림 4. Two beam coupling 실험에서 phase modulation에 따른 transmitted intensity.

참고문헌

1. C. A. Walsh and W. E. Moerner, "Two-beam coupling measurements of grating phase in a photorefractive polymer", J. Opt. Soc. Am. B, Vol. 9, 1642(1992).
2. Nouel Y. Kamber, Guangyin Zhang, "Measuring phase of gratings in codoped Fe, Mg lithiumniobate crystals", Optics Communications, 178, 193(2000).
3. Qing Wang, Liming Wang, luping Yu, "Development of fully functionalized photorefractive polymer", Macromol. Rapid commun., 21, 723(2000).