

광전도성 고분자 박막내 액정분자에 의한 광굴절효과 연구

Photorefractive Properties in a Liquid Crystal Panel with Porphyrin Doped PVK Layers

김태균, 경천수, 성기영, 곽종훈, 최옥식, 김희성*, 이진국*

영남대학교 물리학과, 부산대학교 고분자공학과*

dragon@physics.yeungnam.ac.kr

광굴절 매질은 광 데이터 저장장치(optical data storage), 광정보 처리(optical information processing), 광 패턴인식(optical pattern recognition)과 같은 분야에 유용한 응용성을 가지기 때문에 광범위하게 연구되어 왔다. 그 중에서 광굴절 고분자(photorefractive polymer : PRP)는 다양한 종류와 크기로 제작이 가능하고, grain이 적으며, 처리속도가 빠르다는 장점을 가지기 때문에 기존의 광굴절 결정(photorefractive crystal : PRC)을 대체할 수 있는 유용한 재료이다.

광굴절 매질(PRC, PRP)내에서 내부 공간전하장의 발생에 의한 굴절을 변조를 이용하여 광정보를 기록할 수 있다.⁽¹⁾⁽²⁾ 이러한 매질이 가진 높은 감도와 재기록 가능한 성질 때문에 광굴절 매질은 동적 홀로그래프와 그밖에 다른 광 신호처리 기술분야에 많은 역할을 할 것으로 기대되고 있다. Mesophase 상태에서 네마틱 액정은 광유도에 의해 굴절률에 큰 변화를 보인다. 이것은 액정이 큰 복굴절을 가지므로 액정분자의 재배열에 의해 큰 굴절을 변조가 발생하기 때문이다. 큰 비선형 장(nonlinear optical field)의 형성과 그 결과로 생기는 토크, 그리고 액정 방향축의 재배열, 광파혼합 효과 등이 Khoo에 의해 발견되었다.⁽³⁾

본 실험에서 사용된 광굴절 매질은 투명전극(ITO)이 코팅된 두 유리판과 porphyrin이 첨가된 광전도성 고분자필름(Poly-(N-vinylcarbazole) : PVK)과 절연성 고분자필름(Poly(vinylalcohol) : PVA), 액정, 절연성 고분자 필름(PVA), 광전도성 고분자필름(PVK)과 ITO판으로 구성되어 있다. 광굴절 매질을 제작하기 위해 porphyrin이 첨가된 광전도성 고분자 필름(PVK)을 2개의 투명 전극(ITO) 유리판 위에 코팅하고, 그 위에 절연성 고분자 필름(PVA)를 코팅시킨 후 2개의 판 사이에 액정을 주입하여 제작하였다. 먼저 5,10,15,20-tetraphenylporphyrinatozinc(Zn-TPP)는 문헌에 있는 방법으로 합성하여 column chromatography방법으로 정제하였다.⁽⁴⁾ PVK와 PVA는 Aldrich사의 제품을 사용하였다.

Porphyrin은 동·식물의 생물학적 반응에 실질적으로 상당히 많은 역할을 하는 색소로서, 식물의 광합성과 동물혈액 속에서의 산소운반 등과 같은 기능을 한다. 실험에 사용된 porphyrin은 빛을 흡수하여 전자를 방출하고, PVK는 방출된 전자를 전달하며, PVA는 표면전하밀도를 높이는 역할을 한다. 또한 porphyrin은 여기에에너지가 낮은 특징이 있다. 실험을 통해 외부전기장(applied electric field)에 의존하는 회절효율을 측정하였고, 광·전기적으로 이 광굴절 매질이 기록과 삭제를 반복 할 수 있다는 것을 확인하였다. 먼저 제작된 매질의 기록특성을 조사하기 위해 외부전기장에 따른 회절효율을 측정하기 위해 기록 광원은 Ar-ion 레이저를 사용하였다. Ar-ion 레이저의 두 빔에 의해 투과형 회절격자를 형성하고, 격자 파 벡터(grating wave vector)와 수직으로 전기장을 형성시키기 위해 격자가 약간의 기울기

(slanted)를 가지도록 시료를 25° 돌려 측정하였다. 두 빔의 입사각도(2θ)는 6° 이며 Raman-Nath 회절에 의한 1차 회절광파의 강도를 power meter로 측정하여 A/D convertor를 거쳐 PC로 저장하였고, 이때 두 입사빔의 강도는 4.5 mW/cm^2 으로 하였다.

그림 1은 일정한 시간 간격으로 전기장을 증가 시켜 그때의 회절 효율을 측정한 것이다. voltage는 480 V에서 최대회절 효율을 얻었다. 그림 2는 두 빔을 그대로 두고 전기장을 주기적으로 on-off 시킨 결과를 나타낸 것으로 이때 감쇠 시간은 2~3 초 정도였다. 그림 3은 외부 전기장을 300 V로 고정시켜 놓은 상태에서 한 빔을 주기적으로 on-off 시킨 결과이며 이때 감쇠 시간은 1.5~2초 정도였다.

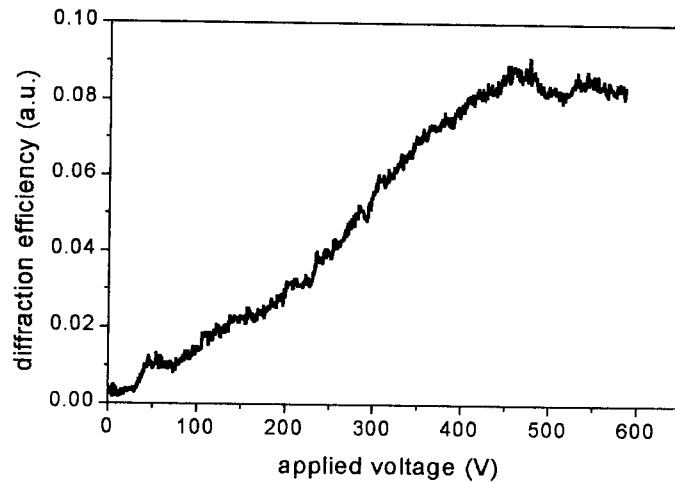


그림 1. Applied voltage 증가에 따른 회절효율.

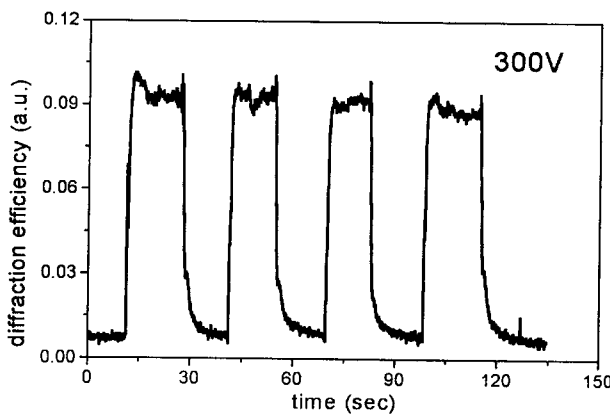


그림 2. DC 300 V, 감쇠 시간 2~3초.

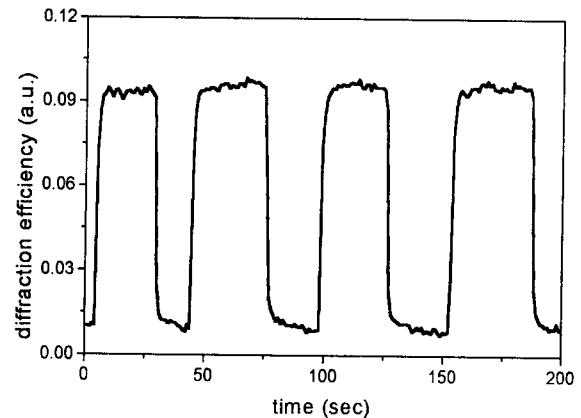


그림 3. DC 300 V, 감쇠 시간 1.5~2초.

1. P. Gunter and J. P. Huignard, *Photorefractive Materials and Their Applications* (Springer-Verlag, Berlin, 1988).
2. A. Grunnet-Jepsen, C. H. Kwak, I. Richter, and L. Solymar, *J. Opt. Soc. Am. B* **11**, 124 (1994).
3. I. C. Khoo, H. Li, and Y. Liang, *Opt. Lett.*, **19**, 1723 (1994).
4. A. D. Alder, F. R. Longo, F. Kampas, and L. Kim, *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **32**, 2443 (1970).