

폴피린 이 첨가된 hybrid 형태의 광굴절 매질의 이광파 혼합

Two wave mixing in porphyrin-doped hybrid type photorefractive material

김기현, 김태균, 이상조, 최병철, 경천수, 성기영, 박종훈
 영남대학교 물리학과

baram@physics.yeungnam.ac.kr

광굴절 매질은 높은 감도와 실시간 정보의 재기록 특성 때문에 동적 홀로그램과 그밖에 다른 광 신호 처리 소자로써 널리 연구되어지고 있다. 동적 홀로그램 매질에는 다중 양자 우물 구조(multiple quantum well structures), 네마틱 액정(nematic liquid crystals), 광굴절 결정(photorefractive crystal)과 폴리머등의 다양한 종류의 형태가 있다[1]. 특히 광굴절 고분자(photorefractive polymer)는 다양한 종류와 크기로 제작이 가능하며, 빠른 처리속도, 높은 이득계수(gain coefficient) 등으로 인하여 기존의 무기물 광굴절 결정(inorganic photorefractive crystal)을 대체할 수 있는 장점을 가지고 있다.[2] Porphyrin은 색소로서, 식물의 광합성과 동물혈액 속에서의 산소운반 등과 같은 기능을 한다. Porphyrin 이 첨가된 PVK(Poly-(N-vinylcarbazole))고분자 박막사이에 액정을 주입하여 제작한 hybrid type 광굴절 매질에서(그림 1 참조) 이광파 혼합실험과 grating translational technique을 사용하여, 이득계수 및 입사빔 강도 분포에 대한 회절 격자의 상대적인 위상을 측정하였다.

Porphyrin이 첨가된 hybrid type 광굴절 매질에 이광파 혼합실험을 수행하면 광전도성 고분자 박막인 PVK에 형성되는 간섭무늬의 밝은 영역에서 PVK내부의 porphyrin에서 발생된 전하에 의해 자유전하가 발생하게 된다. 이때 porphyrin에 의해 발생된 전하들이 절연막 쪽에 포획되게 된다. 외부 전기장이 매질표면에 수직하게 인가되어 있다면 절연막에 포획된 전자들이 확산하게 되며, 무질서하게 배열되어 있던 액정분자들도 전기장 방향으로 평행하게 배열하게 된다. 포획된 후 확산되는 전하들은 새로운 공간 전하장을 발생시키게 되며, 이로 인해 액정 분자들을 재배열시켜 굴절을 변조를 유발시키며 간섭패턴에 대한 상대적인 위상이 이동하게 되어[3-5] 두 간섭광 사이에 에너지 교환이 일어난다.

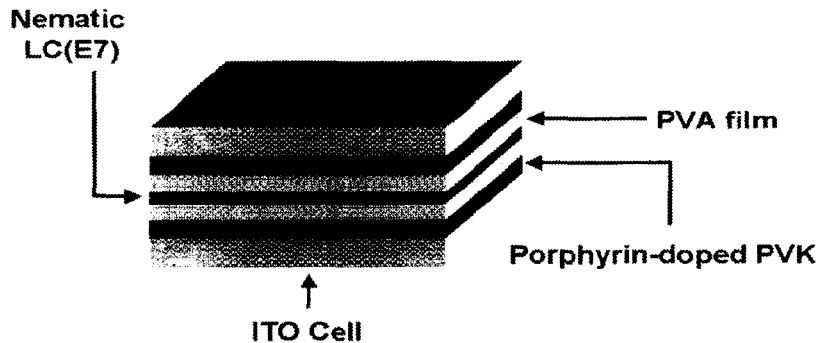


그림 1. sample의 구조.

실험에서 사용한 매질은 그림 1 과 같이 투명전극(ITO)이 코팅된 유리판과 porphyrin이 첨가된 광전도성 고분자필름(PVK)과 절연성 고분자필름(PVA), 네마틱 액정(E7)의 샌드위치 구조로 되어 있다.

이광과 혼합 실험을 수행하면 새겨진 굴절률 격자에 의해 고차항의 회절빔이 발생하고, 0차 빔들은 한 쪽 빔에서 다른 쪽 빔으로 에너지가 이동함을 관측하였다. 입사각(2θ)은 6° 이고 샘플의 두께는 $65\mu m$ 이다. 에너지 이동이 정상 상태에 도달했을 때 grating translational technique을 수행하고, 이때의 두 빔의 차를 구해보면 위상 이동 정도, 이득 계수, 반응 시간을 측정 할 수 있다.

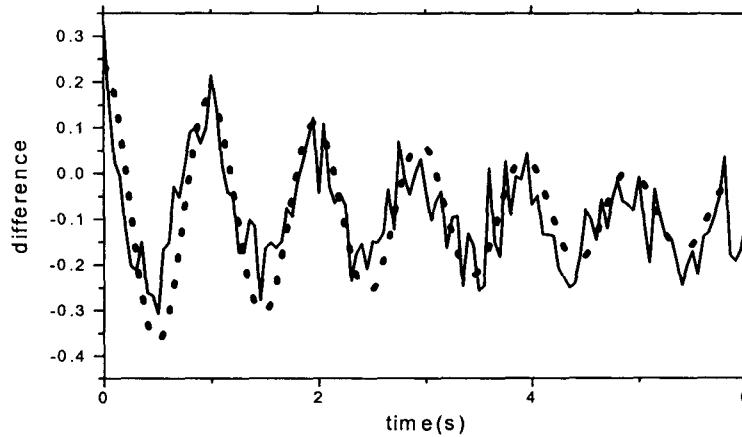


그림 2. 에너지 이동이 최대로 일어난 후 샘플을 격자 벡터 방향으로 이동시킬 때의 두 빔의 차

그림 2 는 두 입사빔의 비가 1.05일 때 이광과 혼합실험의 두 출력빔의 차이이다. (점선 : 이론, 실선 : 실험) 격자가 새겨진 후 샘플을 격자 벡터 방향으로 이동시키면 격자가 지워지는 효과에 의해 진폭이 시간이 지남에 따라 감소하게 된다. 실험에서 외부 전기장을 $DC\ 9V/\mu m$ 로 인가하였다. 전기장과 광으로 동시에 회절 격자의 재생과 소거가 가능하였다. 실험 데이터를 분석하여 광굴절 격자의 위상 이동은 $\frac{\pi}{2}$, 반응 시간은 4초, 이득 계수는 $33\ cm^{-1}$ 로 측정되었다.

참고 문헌

- [1] P. Yeh, *Introduction to Photorefractive Nonlinear Optics*, (Wiley, New York, 1993).
- [2] D. V. Khodykin, S. J. Zilker, and D. Haarer, *Opt. Lett.*, **24**, 513-515 (1999).
- [3] J. C. Khoo, *Opt. Lett.*, **20**, 2137-2139 (1995).
- [4] H. Ono, and N. Kawatsuki, *Opt. Comm.*, **147**, 237-241 (1998).
- [5] S. Bartkiewicz, A. Miniewicz, F. Kajzar and M. Zagorska, *Appl. Opt.*, **37**, 6871-6876 (1998).