

고분자분산 액정(HPDLC)의 전기장 특성 조사 및 Bifocal Lens 제작

Electric Field Properties in a Holographic Polymer-dispersed Liquid Crystals(HPDLC) and Fabrication of Bifocal Lens

이정훈, 김기현, 이상조, 성기영, 송재봉*, 이윤우*, 곽종훈
영남대학교 물리학과, *한국표준과학연구원
jhlee@physics.yu.ac.kr

HPDLC는 회절효율이 높고, 현상과 정착의 화학처리과정이 필요 없어 간편히 사용할 수 있다는 장점과 온도, 편광, 전기장에 따라 굴절률이 변화하는 액정의 특성을 이용하여 다양한 응용을 시도할 수 있다. 현재는 HPDLC의 광반응 메커니즘 분석, 광변조기, 디스플레이, HOE(holographic optical element) 등의 응용에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.^[1-3] HPDLC(holographic polymer dispersed liquid crystals)는 폴리머와 액정이 주기적인 배열을 형성하여 외부의 전기장에 의해 폴리머 사이에 들어있는 액정의 비등방적 광학특성을 이용한 것이다. 이것의 구조는 폴리머 matrix에 액정방울 (liquid droplet)이 박혀있는 것으로 외부에서 전기장을 인가하여 주지 않을 때에는 폴리머의 굴절률과 액정방울들의 굴절률에 차이가 있기 때문에 입사한 빛을 산란시키고, 전기장을 인가시켜 주면 폴리머의 굴절률과 액정방울들의 굴절률이 서로 같게 되어 매질은 투명한 상태가 된다.^[4] 이 매질은 n_e (extraordinary refractive index)와 n_o (ordinary refractive index)라는 두 가지의 굴절율을 가지고 있는 액정의 방향의존성 때문에 외부에서 전기장을 인가하여 줌에 따라서 입사된 빛의 굴절율에 변화가 일어나는 것을 이용한 것으로 굴절율 변조값을 전기장의 함수로 조절이 가능하다.

본 연구에서는 이러한 HPDLC를 직접 제작하고, 제작된 HPDLC의 전기장의 세기에 따른 회절효율 특성을 조사하였으며, 초점거리가 다른 spherical wave 형태의 두가지 CGH(computer generated hologram)을 제작하여 contact copy 방식과 holography 방식으로 HPDLC에 기록하여 인가한 전기장의 세기에 따른 투과빔의 초점거리에 대하여 조사하였다.

실험에 사용된 폴리머의 구성 성분은 monomer로 dipentaerythrol hydroxy penta acrylate (DPHPA), cross-linking monomer로 N-vinylpyrrolidone (NVP), 광반응 초기화 색소(photoinitiator dye)로서는 Rose Bengal(RB)를 사용하여 전폴리머를 제작하고 여기에 굴절을 비등방성이 큰 액정인 E7 ($\Delta n = n_e - n_o = 1.7462 - 1.5216 = 0.2246$)을 첨가하여 HPDLC 구성요소를 준비하였다. 준비한 샘플은 ITO(indium-tin oxide)가 코팅된 유리판 사이에 모세관 현상을 이용하여 균일하게 분포시킨다. 원하는 매질의 두께를 조절하기 위하여 ITO 사이에 공간자(spacer)를 사용하여 두께를 20 μm 로 유지하였다.

HPDLC의 전기장의 세기에 따른 회절 효율을 측정하기 위하여 사용된 레이저는 514nm의 Ar-ion 레이저를 기록광원으로, 633 nm의 He-Ne 레이저를 측정광원으로 사용하여 실시간 회절 효율을 측정하였다.

그림 1은 HPDLC의 외부 전기장에 따른 전형적인 회절 효율 특성을 나타내고 있다. 전기장을 인가하

지 않았을 때에는 높은 회절 효율을 유지하다가 외부에서 전기장을 인가하여 주면 빠르게 회절 효율이 감소함을 볼 수 있다. 그림 2는 인가한 외부 전기장의 세기에 따른 회절 효율 곡선이다. 그림 3은 이러한 HPDLC의 성질을 이용하여 초점거리가 다른 두가지 CGH를 HPDLC에 contact copy 하여 전기장을 어느쪽에 인가하느냐에 따라서 서로 다른 초점거리를 갖게 됨을 보이기 위한 실험 장치도 이다.

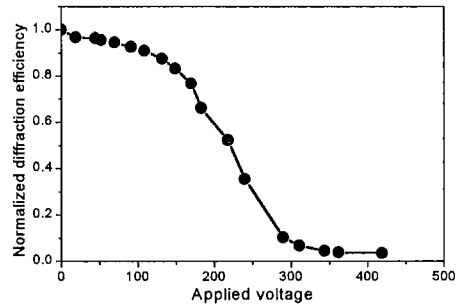
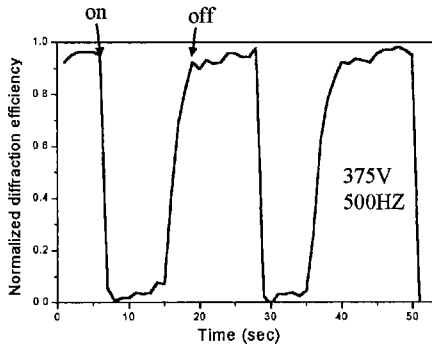


그림 1. 외부 전기장의 on-off에 따른 회절효율

그림 2. 외부 전기장의 세기에 따른 회절효율

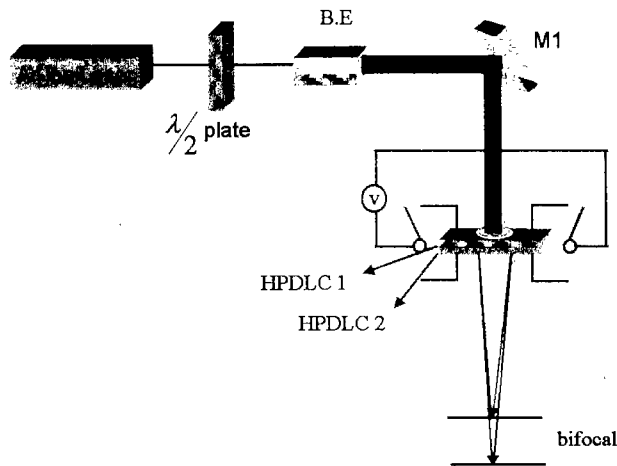


그림 3. Bifocal length 측정을 위한 장치도

[참고문헌]

1. K. Takizawa, K. Kodama, and K. Kishi, Appl. Opt. **37**, 3181 (1998).
2. C. C. Bowley, G. P. Crawford, and H. Yuan, Appl. Phys. Lett. **74**, 3096 (1999).
3. C. Grand, M. F. Achard, and F. Hardouin, Liquid Crystals, **22**, 287(1997).
4. J. W. Doane, N. A. Vaz, B.-G. Wr, and S. Zumer, Appl. Phys. Lett, **48**, 269 (1986).