

자외선 레이저빔을 이용한 색소첨가 PI 필름의 광배향

Photoalignment of Dye Doped Polyimide Film using Third Harmonic Beam of Nd:YAG Laser

구승호, 문정학, 유태경, 김태국, 김영식
 단국대학교 물리학과 응용광학실
 goosi@dankook.ac.kr

파장 355 nm인 Nd:YAG 레이저의 3차 고조파 자외선 레이저빔을 이용하여 색소첨가 폴리이미드 필름을 광배향시키고 이것을 사용하여 액정셀을 제작하였다. 광배향으로 제작된 액정셀의 특성을 알아보기 위하여 정렬성, 광투과곡선, 응답시간 등을 측정하여 러빙에 의한 액정셀과 비교하였다. 그 결과 광배향 액정셀은 러빙에 의한 액정셀에 비하여 정렬성, 선경사각, 광투과도 등의 특성은 떨어지나 낮은 문턱전압과 빠른 응답시간 특성을 가진 것으로 나타났다.

액정디스플레이 제작은 투명전극(ITO)이 코팅된 기판에 고분자 필름을 입혀 배향시킨 후 두 장의 기판을 마주보게 붙여서 이 사이에 액정을 주입하는 방식을 사용하고 있다. 액정셀의 제작은 여러 단계의 기술을 필요로 하는데 배향에 관련된 기술은 액정디스플레이의 성능을 좌우하는 가장 중요한 단계이다. 배향막 제조방법은 물리적으로 직접 접촉시키는 러빙방법과 광배향과 같은 비접촉적인 방법으로 구분할 수 있다. 현재까지 산업적으로 널리 적용되고 있는 방식인 러빙배향은 대량 생산이 용이하나 접촉에 의한 불순물과 마찰로 인한 정전기 등의 발생에 의하여 불량 손실이 발생하는 단점이 있다. 자외선이나 레이저를 이용한 광배향 방법은 직접 접촉이 아닌 높은 에너지를 가지는 빛을 배향막에 조사하는 방식으로 앞에서 언급한 단점을 극복하기 위한 방법으로 제시되어 많은 연구가 이루어지고 있다.

본 논문에서는 Nd:YAG 레이저의 3차 고조파인 355 nm의 자외선을 색소 첨가 PI 필름에 조사하여 광배향막을 형성시키고 이를 이용한 액정셀을 제작하여 광 투과곡선, 문턱전압, 응답시간 등을 측정하여 특성을 평가하였다.

광배향막 재료는 폴리이미드에 congo red 색소를 적당한 비율로 혼합하여 사용하였다. 이렇게 제조한 CR/PI 배향막을 ITO 기판에 스펀코터를 이용하여 얇고 균일하게 도포한 후 편광된 자외선 레이저를 직접 조사하여 광배향막을 제작하였다. 레이저의 평균 출력은 10 mW로 고정하여 5분, 10분, 15분, 20분, 25분, 30분, 40분으로 조사시간을 변경하여 실험을 수행하였다. 액정셀 제작시 주입한 액정은 K-15(Merck社)이며, 정렬성 및 선 경사각 측정용 액정셀의 경우 셀 갭은 20 μm 로 고정하였다. 광 투과곡선 및 응답시간 측정을 위한 TN(twisted nematic) 액정셀의 경우 셀 갭은 4.75 μm 이며 역시 K-15 액정을 사용하여 제작하였다.

레이저빔 조사시간에 따른 액정셀의 정렬성을 측정한 결과 5분 및 10분의 조사시간에 대하여는 정렬성이 나타나지 않았으며 15분 이상부터 정렬성이 점차 증가하여 20분과 25분의 조사시간에 대하여 가장 좋은 정렬성을 나타내었다. 그러나 30분 이상부터 배향막에 손상이 나타나고 40분의 경우 손상이 심하여 정렬성이 급격히 줄어들었다. [그림1]

광배향 액정셀의 선 경사각은 1° 정도로 측정되었으나 crystal rotation method에서의 오차 범위가 1° 정도임을 감안할 때 선 경사각은 이루어지지 않은 것으로 판단할 수 있다.

문턱전압과 응답시간을 측정하기 위한 TN 액정셀은 정렬성이 가장 좋은 조건인 자외선 조사시간이

20분과 25분인 경우를 선택하였으며 제작하였으며, 러빙방법으로 제작한 TN 셀과 전기 광학적 특성을 비교하였다.

광 투과곡선의 경우 러빙 TN 셀을 100%로 기준하였을 때, 자외선 조사시간이 20분인 TN 셀은 66%의 투과율을 보였으며 25분인 TN 셀은 85%정도의 투과율을 나타내었다.

콘택전압은 러빙셀의 경우 약 1 V정도로 측정되었으나 광 배향셀의 경우 20분과 25분 조사시간에 대하여 모두 러빙셀의 절반정도인 약 0.5 V를 나타내었다. 이러한 차이를 보이는 것은 러빙셀의 경우 물리적인 방법으로 배향이 되었기 때문에 표면에서 액정분자를 고정시키는 힘인 anchoring force가 광 배향셀에 비하여 강한 것으로 풀이할 수 있다. 구동전압의 특성인 $V_{90}-V_{10}$ 값은 러빙셀과 광 배향 25분 셀 모두 0.4 V로 측정되었으며 20분 셀은 0.6 V로 측정되었다. [그림2]

응답시간의 측정 결과는 러빙 TN셀은 17 ms, 광배향 20분 TN셀은 16.5 ms, 광 배향 25분 TN셀은 18ms 이다. 일반적인 동화상 표시에 필요한 화면변환은 1초에 25번 이상이므로, τ_{on} 과 τ_{off} 의 평균값인 40 ms보다 작아야 하고, 동작이 그보다 빠른 스포츠 화면에서는 20 ms 이하여야 한다. 본 실험에서 측정된 광배향 TN 셀의 경우 17 ~ 18 ms 정도로 측정되었다.

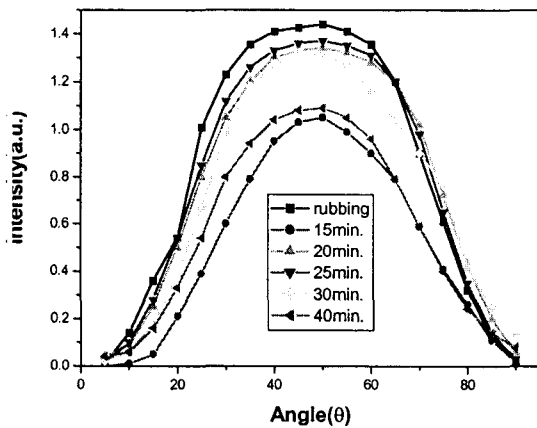


그림 1. 액정셀의 정렬성

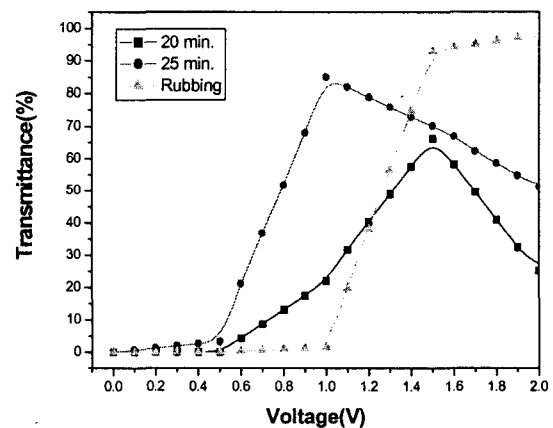


그림 2. 광배향 TN셀과 러빙 TN셀의 광 투과곡선

참고문헌

- [1] T. Yamamoto, M, Hasegawa, and H. Hatoh, SID 96 Digest, 642(1996)
- [2] Dae-Sik Seo and Lyul-Yeon Hwang, Liquid Crystals 23, 923(1997)
- [3] Wayne M. Gibbons, Nature 351, 49(1995)
- [5] M. Ibn-Elhaj and M. Shadt, Nature 410, 796(2000)
- [6] Wayne M. Gibbons, Pual J. Shannon, and Shao-Tang Sun, SPIE 3635, 32(1999)
- [7] P. Yeh and C. Gu, Optics of Liquid Crystal Display, John Wiley and Sons Inc.(1999)
- [8] 노봉규 외, LCD Engineering, 성안당(2000)