

러빙배향된 액정셀에 대한 자외선 조사효과

Effects of UV Irradiation on the Alignment of Liquid Crystal

김영식*, 김재형**

(Young-Sik Kim*, Jae-Hyung Kim**)

Abstract

Liquid crystal alignments on a rubbed polyimide layer were investigated by using optical transmission method. Using this technique, we also studied the pretilt angle of the polymer molecules near the surface of a side-chain polymer layer as a function of the rubbing strength. In particular, we obtained the optical characteristics of liquid crystal orientations and pretilt angles for LC cell photo-aligned by UV as well after rubbing alignment. High pretilt angle of 3.84 degree was obtained on the weekly rubbed polyimide layer during UV irradiation time of 60min.

Key Words : LC orientation, LC alignment, rubbing, photo-aligned, pretilt angle, UV irradiation.

1. 서 론

액정디스플레이 (LCD : Liquid Crystal Display)에서 액정배향기술은 LCD의 전기광학 특성과 광학소자의 성능 향상에도 매우 큰 기여를 한다. 액정배향에 있어서 액정분자를 균일하게 배열시키기 위해서는 고분자막 표면에 광학적 이방성을 주는 것이 필요하다. 그리고 액정배향막 위에서 액정분자의 경사진 각도를 나타내는 프리틸트각 (pretilt angle)은 TN (twisted nematic)-LCD에 있어서 전경 (disclination) 등의 결함을 방지하는 역할을 하고 있다.

현재까지 LCD의 제작에 있어서 액정분자의 배열은 고분자막 위를 섬유 질 등으로 한쪽 방향으로 문지름으로써 그 방향으로 액정분자를 배향시키는

러빙법(rubbing treatment)이 많이 사용되고 있다. 이 기술은 생산공정이 간단하고, 안정한 배향성, 대량생산에 적합한 특징을 가지고 있다. 그러나 이 방법은 러빙 시에 발생하는 먼지나 정전기의 문제 등으로 인하여, 최근에는 러빙을 하지 않은 non-rubbing법에 의한 액정배향 기술이 요구되고 있다. Non-rubbing법 중에서 광배향법은 폴리이미드막 표면 위에 편광된 UV광을 조사시켜 편광된 방향과 직교방향으로 액정분자를 배열시키는 광분해에 의한 액정배향법이 Hasegawa에 의하여 제안되었다¹⁾. 또, Yamamoto에 의해 고분자막 표면에 편광되지 않은 UV광을 경사지게 조사하여 균일한 액정배향이 얻어지는 것이 보고되었다²⁾.

본 실험에서는 균일한 배향을 얻기 위하여 러빙법으로 처리된 폴리이미드막에 편광되지 않은 UV광을 경사조사시켜 액정배향 및 액정의 프리틸트각의 발생에 관해 연구하였다.

* : 단국대학교 전자물리학과

** : 인제대학교 물리학과

(경남 김해시 어방동 607

Fax : 055-334-1577

E-mail : jhkim@physics.inje.ac.kr)

2. 실험

1) Sample preparation

본 연구에서 사용한 폴리이미드는 side chain을 가진 polyimide(AL-3046)를 사용하였다. 폴리머는 스펀코팅법을 사용하여 ITO glass위에 균일하게 코팅하였고, hot plate에서 80℃로 30분동안 prebaking한 후 250℃에서 1시간동안 baking하여 polyimide막을 제작하였다. Polyimide막의 두께는 100 nm로 하였다. 폴리이미드 막위에 러빙머신을 이용하여 러빙을 한 후, 편광되지 않은 UV광을 경사조사시켰고, 경사각도는 80°로 하였다. 2) 광배향을 위한 광원은 peak파장대가 365 nm인 UV lamp (500W)를 사용하였다. UV광은 5분, 20분, 60분동안 조사시켰으며, lamp와 셀과의 거리는 30 cm이다.

러빙처리에 사용한 러빙의 강약을 나타내는 러빙강도 (Rubbing Strength : RS)는 다음과 같다^{3,4)}.

$$RS = Nl \left(1 + \frac{2\pi rn}{v} \right)$$

$$r = l \left(1 + \frac{2\pi rn}{v} \right)$$

$$RS = N\gamma$$

여기서 N은 러빙한 횟수, l은 섬유질의 끝과 기판의 접촉거리, r은 러빙롤러의 반경, n은 러빙롤러의 회전수, v는 기판의 이동속도를 나타낸다. 상수 γ 를 둔 것은 상대적인 실험조건을 고려한 것이다. 실험에서 사용한 러빙조건은 섬유질의 끝과 기판의 접촉거리 l은 0.3 mm이고 러빙횟수는 N=1이다.

UV광 조사의 입사각도를 기준으로 서로 반대방향(antiparallel)으로 셀을 제작하고, cell 간격은 45 μ m로 조절하였다. 사용한 액정은 상온에서 네마틱상인 액정 K-15로, 100℃로 온도 조절된 hot plate 위에서 등방상(isotropic)에서 주입하고 30분간 유지한 후, 서서히 공냉시켜 네마틱 액정상상태의 액정셀을 제작하였다.

2) 측정

배향된 액정분자의 orientation 정도를 측정하기 위해서 액정셀을 투과하여 나오는 빛의 세기를 측정하여 액정 분자의 orientation 정도를 보았다. 이 방법은 편광방향이 직교하는 두 개의 편광자 사이에 cell을 놓고 빛을 투과시켜 나오는 빛의 세기를 측정한다.

Pretilt angle을 측정하기 위해 crystal rotation method를 사용하였다³⁾. 이 방법은 레이저광의 입사각에 대한 편광투과율변화곡선의 대칭의 중심각으로부터 pretilt angle을 정한다.

그림1은 orientation 정도와 pretilt angle을 측정

하기 위한 장치의 개략도이다. LC cell의 회전방향 선택에 있어서 orientation 정도 측정 시에는 상회회전을, pretilt angle 측정 시에는 좌우회전을 시킨다.

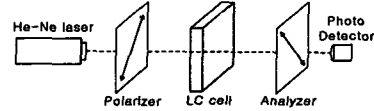


그림 2. 액정의 배향질서와 pretilt angle을 측정하는 장치

3. 결과 및 고찰

그림 2.는 러빙강도 $RS = 1\gamma, 5\gamma, 10\gamma$ 에서의 정렬도를 비교하였다. 그림 2.를 해석하는데 있어서 FWHM(Full Width at Half Maximum : 반치폭)을 이용하였다. 이것은 어떤 함수 최대값의 1/2의 함수치에 대응하는 x값의 차를 반치폭이라고 정의한다. 질서매개변수(Order Parameter : O.P.)가 1인 물질의 회전각에 따른 투과세기는 $I = I_0 \cos^2 \theta$ 으로 가장 이상적인 정렬성을 가질 때 O.P. = 1의 그래프를 보인다. 러빙강도가 강해짐에 따라 FWHM이 좁아짐으로써 정렬도가 높아짐을 알 수 있다.

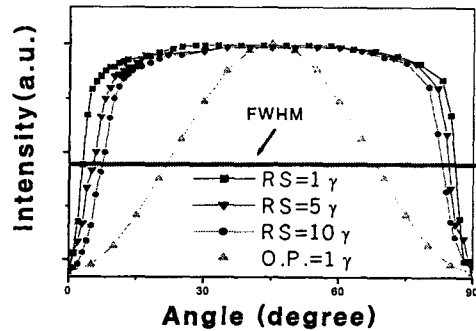


그림 2. 러빙강도에 따른 FWHM 비교

그림 3. 은 러빙강도에 따른 pretilt angle의 변화에 대한 그래프이다. 러빙강도가 약할 때는 폴리이미드막의 배향성이 떨어지며, 러빙강도가 15 γ 까지 높아질수록 배향성이 증가하여 pretilt angle이 발

생하는 것으로 생각할 수 있다.

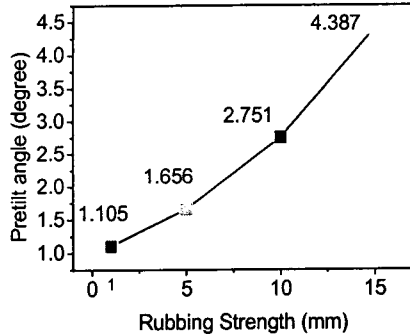


그림 3. 폴리이미드막에서 러빙강도에 따른 pretilt angle의 비교

그림 4는 폴리이미드막위에 UV광을 경사조사시켜 정렬도를 비교한 그래프이다. UV를 30분 조사시킨것과 1시간 조사시킨 것의 그래프에서 최대치가 다른 것을 볼 수 있는데 그래프의 진폭이 크다는 것은 orientation 측정 시 액정셀에서 빛이 잘 cut-off된다는 것을 의미한다. 따라서 1시간 조사시킨 것이 30분 조사시킨 것보다 액정의 방향질서가 좋다.

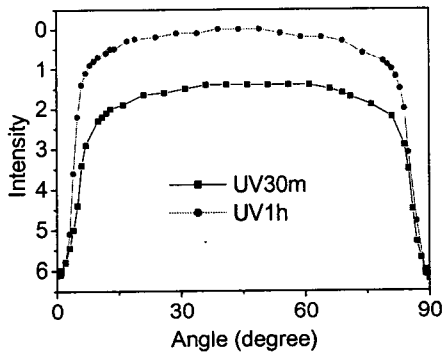


그림 4. 폴리이미드막에 경사조사한 UV광의 조사시간에 따른 투과도의 변화

폴리이미드막에 UV광을 경사조사시킨 후 pretilt angle을 보았다. UV광을 30분 조사시킨 것은 pretilt angle이 거의 나타나지 않았으며, 60분 조사시킨 것은 1.08로 30분보다는 높은값을 얻었다. 그림 3과 비교해서 러빙법이 UV광에 의한 광배향법

보다 액정배향성에 많은 영향을 준다는 것을 알 수 있다.

그림 5.에서는 러빙처리된 셀에 UV광을 조사시켜 조사시간과 pretilt angle과의 관계를 보았다. 정렬성이 상대적으로 낮고 러빙강도가 약한 RS=1 γ 인 셀에 non-polarized UV광을 80°로 경사조사하여 UV에 의한 효과를 보았다.

러빙강도가 약하고 배향성이 떨어지는 셀에 UV광을 조사시켰더니 러빙법과 배향법만으로 처리된 셀보다 배향성과 pretilt angle이 증가함을 알 수 있었다. 이것은 약하게 러빙처리된 셀에서는 polymer가 러빙방향으로 배열되고, 러빙배향된 polymer는 UV광배향법에 의해 재배열되어 액정분자의 배향에 크게 기여하는 것으로 생각할 수 있다.

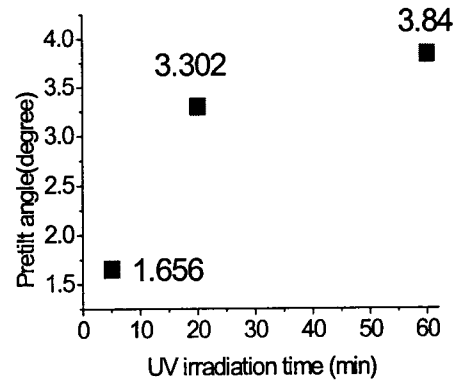


그림5. RS=1 γ 로 러빙배향한 후 UV광을 경사조사한 액정셀에 대해 조사시간과 pretilt angle

4. 결론

본 연구에서는 러빙처리된 폴리이미드막에 UV광을 경사조사시켜 좋은 배향성과 향상된 pretilt angle을 얻었다. 러빙법에 의한 셀에서는 러빙강도가 증가함에 따라 배향성과 pretilt angle이 증가함을 알수있었고, UV광을 경사조사시킨 셀에서는 조사시간의 증가에 따라 좋은 배향 특성을 나타내었다. 또한, 약하게 러빙처리된 폴리이미드막에 UV광을 경사조사시킨 셀에서는 러빙법과 UV광배향법만으로 처리된 셀보다 더 좋은 배향성과 높은 pretilt각을 구현할 수 있었다.

참고 문헌

1. M. Hasegawa and Y. Taira, "Nematic

homogenous alignment by photo depolymerization of polyimide" SID digest paper, 213 (1994)

- 2) Y. Yamamoto, M. Hasegawa by slotwise irradiation of non-polarized UV light on a polyimide layer", P-55, SID DIGEST
- 3) T. Uchida, M. Hirano and H. Sakai : Liquid Crystal 5 (1989)
- 4) K. Y. Han, P. Vetter and T. Uchida, "Determination of molecular inclination in rubbed polymer for liquid crystal alignment by measuring retardation", Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 32 (1993)
- 5) T. J. Scheffer and Y. Nehring, "accurate determination of liquid crystal tilt bias angles" J. Appl. Phys. 48. 1783 (1977)