

## 수직 배향용 폴리이미드의 소성시에 UV 조사를 이용한 프리틸트각 제어

### Control of Pretilt Angle by UV exposure during Imidization of Polyimide for Homeotropic Alignment

황정연\*, 서대식\*, 한은주\*\*, 김재형\*\*\*

(Jeoung-Yeon Hwang, Dae-Shik Seo, Eun-Joo Hahn\*\*, Jae-Hyung Kim\*\*\*)

#### Abstract

Aligning capabilities of nematic liquid crystal (NLC) using an *in-situ* photo-alignment method with obliquely polarized UV exposure on a polyimide (PI) surface for homeotropic alignment were studied. The high pretilt angle for NLC can be measured by obliquely UV exposure of 30° on the PI surface for 10~20 min. The pretilt angle of NLC generated using the *in-situ* photo-alignment was higher than that of a conventional photo-alignment method. Finally, we suggest that the control of pretilt angle in NLC with obliquely polarized UV exposure during imidization of the polymer for homeotropic alignment is promising method to generate high pretilt angle.

**Key Words** : Nematic liquid crystal, polyimide, *in-situ* photo-alignment method, pretilt angle, conventional photo-alignment method

#### 1. 서 론

액정 디스플레이(LCD)의 액정 배향에 사용되고 있는 러빙 처리법은 기판 표면과 러빙 롤러의 표면이 직접적으로 접촉하는 기계적인 방법에 의존하고 있다. 이 때문에 러빙시에 섬유질로부터 발생하는 오물, 먼지, 정전기등의 발생으로 인한 LCD 소자의 표시특성을 감소시키는 원인이 된다. 따라서 러빙하지 않는 넌러빙 배향법(rubbing-free method)이 요구되고 있으며, 특히 광배향법은 러빙법에 수반되는 먼지, 정전기등을 배제 할 수 있는 공정상의 장점을 가

지며, LCD의 시야각 개선을 위한 화소의 다분할화를 구현할 수있는 기술로써 크게 주목 받고 있다. 광배향법중에서도 광분해법은 기존의 폴리이미드를 사용할 수 있다는 장점을 가지고 있다[1~5]. 광분해법은 일정 온도로 소성된 폴리이미드 표면에 편광 또는 비편광 UV광을 조사하여 폴리머의 광분해 반응을 이용한 액정 배향법이다. 본 저자 그룹은 일반 광분해법과 달리 고분자를 소성하면서 UV광을 조사하는 *in-situ* 광배향법을 이용하여 네마틱 액정의 수평배향에 대하여 보고하였다. 이 연구 보고에 의하면 *in-situ* 광배향법이 일반 광분해법에 비하여 액정 배향이 열적으로 안정하였으나 프리틸트각은 작게 발생하는 경향을 나타내었다[6]. 그러나 수직배향용 폴리이미드를 이용한 *in-situ* 광 배향법에 관하여는 아직 보고되지 않고 있다.

본 연구에서는 수직 배향용 폴리이미드를 소성하면서 UV광을 조사하는 *in-situ* 광배향법을 이용한

\* 연세대학교 전기전자공학과  
(서울시 서대문구 신촌동 134, Fax: 02-362-6444  
E-mail : dsseo@yonsei.ac.kr)

\*\* 수원대학교 물리학과

\*\*\* 인제대학교 물리학과

2000년 8월 28일 접수, 2000년 10월 24일 심사완료

프리틸트각 제어에 대하여 검토하였다.

## 2. 실험

본 실험에서는 수직배향용으로 다음과 같은 폴리머를 사용하였다.

JALS-696-R2 (for homeotropic alignment : Japan Synthetic Rubber Co., Ltd.)

폴리머는 스핀 코팅법을 사용하여 ITO (indium-tin-oxide) 전극 위에 균일하게 도포 하였다. PI막 두께는 약 500Å으로 조절하였다. 실험에 사용한 편광된 UV광 조사 시스템을 그림 1에 나타내었다. 기판에는 365nm의 파장을 가진 UV광을 경사 조사시켰다. 또한 Liquid filter를 사용하여 적외선을 차단하였다. UV 광의 조사시간은 10분, 20분, 40분 등으로 하였으며, UV 광의 조사각도는 10°, 30°, 60° 등으로 하였다. 사용한 UV광의 에너지 밀도는 15.5 mW/cm<sup>2</sup> 이다. *In-situ* 광 배향법에서는 100℃에서 1분간 초기 소성된 폴리머 표면을 150℃로 소성 하면서 편광된 UV광을 조사시켰다. 일반 광분해법은 폴리머를 180℃에서 1시간 소성 하였으며, 상온에서 편광된 UV광을 조사하였다. 액정 셀은 샌드위치 형태로 제작하였으며 셀 두께는 60μm로 조절하였다. 사용한 액정은 부의 유전율 이방성을 가진 네마틱 액정( $\Delta\epsilon = -3.8$ )이며, isotropic 상태에서 액정을 주입한 후 10분간 핫 플레이트에서 열처리한 후 서냉하였다. 액정 배향 평가는 편광현미경의 관찰을 이용하였다. 프리틸트 각은 결정 회전법을 이용하였으며, 실온에서 측정하였다.

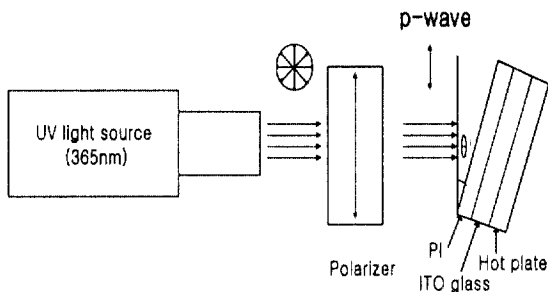


그림 1 UV 조사시스템

Fig. 1 UV exposure system

## 3. 결과 및 고찰

그림 2 에 수직배향용 폴리이미드 표면에 편광된 UV광을 20분간 경사 조사시의 조사각도에 따른 네마틱 액정의 프리틸트 발생을 나타내었다. *In-situ* 광배향법을 이용한 경우 UV광의 입사각도가 30° 일 때 프리틸트각이 약 72° 로 가장 낮게 발생하였으며, 그 이상에서는 입사각도의 증가에 따라 프리틸트는 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 일반 광분해법을 이용한 경우 UV조사시간에 관계없이 프리틸트각은 거의 90° 를 나타내었다. 이 결과로부터 *in-situ* 광배향법은 축쇄기를 가진 폴리머를 이미드화 시키면서 광분해 반응을 일으키기 때문에 이때의 폴리머의 표면구조가 안정화되지 않은 상태이므로 프리틸트가 낮게 발생하는 것으로 생각할 수 있다. 그러나 일반 광분해법은 180℃에서 이미드화가 되어 있는 안정한 상태에서 UV광을 조사하기 때문에 UV 조사각도에 관계없이 거의 90° 를 나타냄을 알 수 있다.

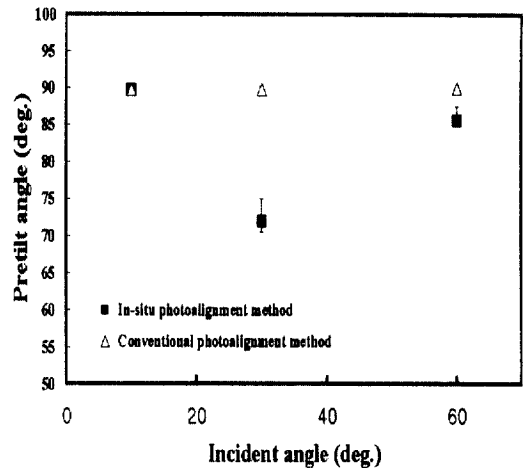


그림 2 수직배향용 폴리이미드 표면에 편광된 UV광을 20분간 경사 조사시의 조사각도에 따른 네마틱 액정의 프리틸트 각의 발생

Fig. 2 Generation of pretilt angle in NLC by obliquely polarized UV exposure on the PI surfaces of homeotropic alignment for 20 min as a function of incident angle

그림 3은 수직 배향용 폴리이미드 표면에 편광된 UV광을 30° 경사 조사시의 조사시간에 따른 네마틱 액정의 프리틸트 각의 발생을 나타낸다. *In-situ* 광배향법으로 UV광을 조사한 경우의 프리틸트는 UV 조사시간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내

었다. UV 조사시간이 20분일 때 가장 작은 프리틸트각을 나타내었다. 즉 20분 정도의 UV광 조사가 프리틸트의 발생에 가장 적당한 에너지밀도로 생각할 수 있다. 그러나, UV 조사시간이 더욱 증가하면 광분해 반응이 증가하여 프리틸트각이 포화되는 경향을 나타내었다. 한편, 일반적인 광배향법을 이용한 셀에서는 UV 조사시간에 관계없이 거의 90°를 나타내고 있다. 이것은 수직 배향 폴리머가 소성후에는 안정된 이미드 상태를 나타내기 때문에 표면에 에너지를 증가시켜도 광분해 작용이 일어나지 않음을 알 수 있다. 따라서 *in-situ* 광배향법은 수평배향용 폴리이미드 표면에 사용한 경우 프리틸트각 제어가 일반 광분해법보다 불리하였으나, 수직 배향용 폴리이미드막에 사용한 경우 일반 광분해법보다 유리하다고 생각할 수 있다.

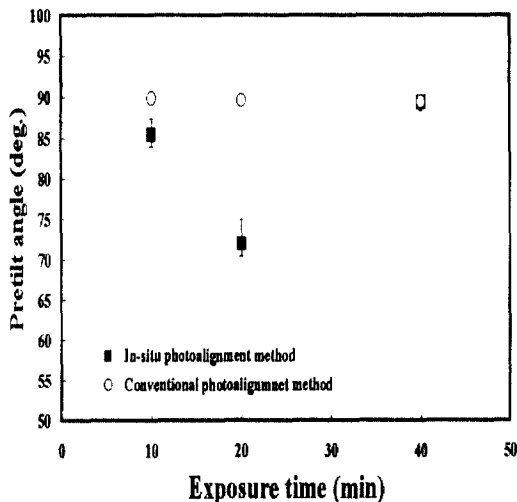


그림 3 수직 배향용 폴리이미드 표면에 편광된 UV 광을 30° 경사 조사시의 조사시간에 따른 네마틱 액정의 프리틸트 각의 발생

Fig. 3 Generation of pretilt angles in NLC by obliquely polarized UV exposure of 30° on the PI surfaces of homeotropic alignment as a function of UV exposure time

그림 4에 수직배향용 폴리이미드 소성 시에 UV 광을 30° 경사 조사시의 조사시간에 따른 네마틱 액정의 편광 현미경 사진을 나타내었다. 3종류의 조사시간에 따른 액정셀 모두 나쁜 배향상태를 나타내었다. 이것은 폴리이미드를 소성하기 때문에 폴리머

의 표면구조가 안정하지 않은 상태이므로 배향상태가 나빠지게 되는 것으로 생각할 수 있다. 그림 5에는 일반 광분해법을 이용한 30° 경사 조사시의 조사시간에 따른 네마틱 액정의 편광 현미경 사진을 나타낸다. 수직 폴리이미드 표면에 일반 광분해법을 이용한 경우 UV 조사시간이 20분까지는 양호한 배향 상태를 나타내었으나 조사시간이 증가할수록 디스크레이션이 증가함을 알 수 있었다. 이것은 UV 조사시간이 증가할수록 폴리이미드 표면에 더 많은 열이 발생하고, 또한 광분해 작용도 증가하며 이 때문에 폴리머의 표면구조가 변화하여 배향성이 감소하게 된다.

따라서, 수직 배향용 폴리이미드인 JALS-696-R2 표면을 이용한 *in-situ* 광배향법은 프리틸트 제어에는 유리하나 배향성은 떨어지게 된다. 반면에 일반 광배향법은 180°C에서 1시간 소성한 안정된 폴리이미드막을 이용하기 때문에 배향성에는 유리하나 프리틸트 제어에는 불리하다고 생각할 수 있다. 따라서 *in-situ* 광배향법은 수직배향용 폴리이미드에 적용하면 수직방향의 프리틸트각 제어가 가능하다는 것을 알 수 있다.

그림 4 수직 배향용 폴리이미드 표면에 *in-situ* 광배향법을 이용한 편광된 UV 광을 30° 경사 조사시의 조사시간에 따른 네마틱 액정의 편광 현미경 사진

Fig. 4 Microphotographs of aligned NLC using a *in-situ* photo-alignment method with obliquely polarized UV exposure of 30° on the PI surfaces for homeotropic alignment

참고 문헌

[1] X. Wang and J. L. West, "The mechanism of pretilt generation on polarized ultraviolet light aligned polyimide film", SID 97, pp. 5-7, 1997.

[2] M. Nishikawa, B. Taheri, and J. L. West, "Polyimide films designed to produce high pretilt angles with a single linearly polarized UV exposure", SID 98, pp. 131-134, 1998.

[3] T. Yamamoto, M. Hasegawa, and H. Hatoh, "Liquid-crystal alignment by slantwise irradiation of non-polarized UV light on a polyimide layer", SID 96, pp. 642-645, 1996.

[4] 서대식, 이정호, 이창훈, "폴리이미드막 표면에 직선 편광된 UV광 조사에 의한 프리틸트각 발생과 전기광학특성", 전기전자재료학회논문지, Vol. 11, No. 10, pp.878-884, 1998.

[5] 서대식, 한정민, 박두석, "경사진 자외선 조사를 이용한 네마틱액정의 프리틸트각의 발생 및 광배향 TN-LCD의 전기광학특성", 전기전자재료학회논문지, Vol. 11, No. 10, pp.911-917, 1998.

[6] 서대식, 김형규, "폴리이미드 소성 시에 UV 광조사를 이용한 프리틸트 발생에 관한 연구", 전기전자재료학회논문지, Vol. 13, No. 1, pp. 75-79, 2000.

그림 5 수직 배향용 폴리이미드 표면에 일반 광배향법을 이용한 편광된 UV 광을 30° 경사 조사시의 조사시간에 따른 네마틱 액정의 편광 현미경 사진

Fig. 5 Microphotographs of aligned NLC using a conventional photo-alignment method obliquely polarized UV exposure of 30° on the PI surfaces for homeotropic alignment

4. 결 론

본 연구에서는 수직배향용 폴리이미드(JALS-696-R2)를 소성하면서 UV광을 조사하는 *in-situ* 광배향법을 이용한 프리틸트각 제어에 대하여 검토하였다. *In-situ* 광 배향법을 이용한 경우, 20분간 UV 조사시 낮은 프리틸트각을 나타내었으나 배향상태는 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 일반 광배향법은 UV 조사시간에 관계없이 거의 90° 를 나타내었으며, 배향상태는 UV 조사시간이 20분까지 양호하였으나 그 이상의 UV 조사시간에서는 배향상태가 감소하였다. 따라서 수직 배향용 폴리이미드 JALS-696-R2 표면에서의 *in-situ* 광배향법을 이용함으로써 프리틸트각 제어가 가능함을 알 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 1999년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음. (KRF-99-04-E0145)