

## 경사진 자외선을 폴리이미드막 표면에 조사한 너러빙법에 의한 액정소자의 고 프리틸트각의 발생

서대식, 황울연\*, 이보호

송실대학교 공과대학 전기공학과

### Generation of High Pretilt Angle in Liquid Crystal Cell with Slanted Non-polarized Ultraviolet Light Irradiation on Polyimide Film as for Non-Rubbing Techniques

Dae-Shik Seo, Lyul-Yeon Hwang\*, and Bo-Ho Lee

Department of Electrical Engineering, College of Engineering, Soongsil University

**Abstract** - We investigated the generation of high pretilt angle for nematic liquid crystal (NLC) in the cell with slanted non-polarized ultraviolet (UV) light irradiation on two kinds of the polyimide (PI) film. It was shown that the monodomain alignment in NLC is obtained in the cell with slanted non-polarized UV light irradiation on PI surface. The pretilt angle of NLC is generated about 3 degrees in the cell with slanted non-polarized UV light irradiation with 70 degrees on PI surface without side chain. But, the pretilt angle of NLC is generated about 1 degree in the cell with slanted non-polarized UV light irradiation with 80 degrees on PI surface with side chain. We consider that the pretilt angle generation in NLC is attributed to anisotropic dispersion force between the LC molecular and the PI surface.

#### 1. 서 론

평판디스플레이는 정보화시대에 있어서 인간과 정보기과의 정보교환의 수단으로 매우 중요한 기기이다. 특히, 액정디스플레이 (LCD) 소자는 저소비 전력, 고화질, 평판, 경량 등의 특성을 살려 지금까지 브라운관(CRT : cathod ray tube)으로서는 만들 수 없었던 전자수첩이나 펜입력형 컴퓨터 등에 사용되고 있으며, 휴대용 TV, 노트북 PC 등에 상품화가 되고 있다. LCD에 있어서 고체기판 위에 액정분자를 균일하게 배열시키는 액정배향은

LCD의 전기광학특성 등에 중요한 역할을 하며, 소자의 성능 향상에도 매우 큰 기여를 하고 있다. 즉, 액정배향의 기구를 이해함으로써 새로운 배향막의 개발, LCD의 표시 성능의 향상, 그리고 새로운 정보 표시 소자의 개발 등이 가능하다.

액정배향에 있어서 액정분자를 일정하게 배열시키기 위해서는 반드시 고분자막 표면에 이방성을 주는 것이 필요하다. 그리고 기판 표면 위에 액정 분자의 경사진 각도를 나타내는 프리틸트각 (pretilt angle) 은 TN (twisted nematic) - LCD 소자에 있어서 도메인의 불연속, 즉 디스클리네이션 (reverse tilted disclination) 등의 결함을 방지하는 역할을 하며, 소자의 응용에 중요한 기여를 하고 있다.<sup>1,2)</sup>

LCD의 액정배향법으로는 고분자막 위를 섬유질 등으로 한 쪽 방향으로 문지름으로써 그 방향으로 액정분자를 배열시키는 방법인 러빙법 (rubbing method) 이 대표적으로 알려져 있다.<sup>1,2)</sup> 이 러빙법은 배향처리가 간편하고, 배향이 안정하며, 대량 생산에 적합하여 LCD 제조 공정에는 현재까지 거의 이 방법이 쓰이고 있다. 그러나, 이 방법은 러빙시에 발생하는 먼지나 정전기의 문제 등으로 인하여 이전부터 너러빙법(non-rubbing method)에 의한 액정배향 기술이 요구되어 왔다.<sup>3)</sup>

너러빙 액정배향법은 폴리이미드 (PI)를 유리기판 위에 Langmuir-Blodgett (LB) 법을 이용하여 박막을 형성하고, 그 위에 액정분자를 한 쪽 방향으로 배열시키는 PI-LB 법의 연구에 의하여 그 중요성이 인식되어 왔다.<sup>4)</sup> 최근, 폴리이미드막 기판 표면 위에 편광된 자외선을 조사시켜 편광된 방향과 직교 방향으로 액정분자를 배열시키는 광분해에 의한 액정배향법이 제안되었다.<sup>5)</sup>

본 연구에서는 폴리이미드막 표면 위에 경사진

UV를 조사시켜 액정분자를 균일하게 한 쪽 방향으로 배열시킬 수 있는 UV 조사에 의한 액정 배향법을 이용한 새로운 러빙 액정 기술을 개발하였으며 이 방법을 이용한 액정셀의 제작, 액정배향상태의 평가, 그리고 액정의 프리틸트각의 발생 등에 관하여 연구 보고하였다.

## 2. 실험

본 연구에서 사용한 2 종류의 폴리이미드는 측쇄를 가진 것과 가지지 않은 배향제를 사용하였다. ITO 전극이 형성된 유리기판 위에 스핀 코팅법을 이용하여 배향제를 균일하게 코팅한 후, 오븐에서 250 °C에서 1시간 동안 열처리하여 폴리이미드막을 제작하였다. 폴리이미드막 위에 경사진 UV를 조사하는 방법을 그림 1에 나타낸다. 광원은 자외선 램프를 사용하였으며 UV의 파장 영역은 365 nm 이다. UV는 3시간 동안 조사하였으며, 램프와 기판과의 거리는 30 cm 이다.

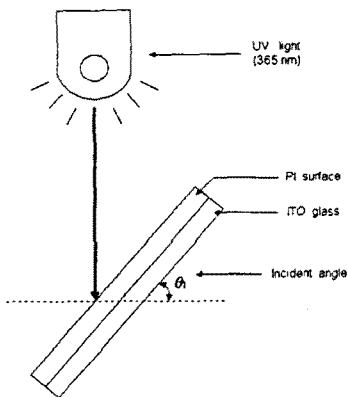


그림 1. 사용된 UV 조사 장치.  
Fig. 1. Used UV irradiation system.

액정셀의 제작은 UV 조사의 입사각을 기준으로 서로 반대 방향으로 셀을 제작하고 두께는 약 50  $\mu\text{m}$ 로 조절하여 셀을 제작하였다. 사용한 액정은 네마틱 액정(네마틱-등방상태의 상전이 온도 : 91 °C)으로 110 °C로 조절된 핫 플레이트 위에서 등방(isotropic) 상태에서 주입하고 30분간 유지한 후, 냉각시켜 네마틱 액정상태로하여 액정셀을 완성하였다. 그리고 UV를 조사하여 제작한 액정셀과 러빙처리한 액정셀과의 액정의 프리틸트각을 비교하기 위하여 러빙처리한 액정셀을 제작하였다. 사용한 러빙조건은 섬유질의 표면과 기판과의 접촉거리인 M이 0.5mm이고, RS는 262mm이다. 그리고, 사용한 러빙회수는 1회이다. 액정배향의 상태를 평가하기 위하여 편광현미경을 사용하여 배향상태를 관찰하였다. 그리고, 네마틱 액정의 프리틸트각은

결정회전법 (crystal rotation method)을 이용하여 실온에서 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

그림 2는 2 종류의 폴리이미드막 표면 위에 경사진 UV를 조사한 배향막을 사용한 액정셀의 네마틱 액정의 편광 현미경 사진을 나타낸다. 편광현미경의 관찰은 2개의 편광자를 직교로 하고 그 사이에 액정셀을 둔 상태에서 액정배향 상태를 평가하였다. 그림 2에서 보는 바와 같이 측쇄를 가지지 않은 폴리이미드막(PI-A) 표면 위에 70°로 경사진 UV를 조사시켜 제작된 액정셀의 네마틱 액정의 배향상태는 매우 양호하며, 액정셀 전체에서 균일한 액정배향을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 즉, 액정의 프리틸트각이 작을 때에 나타나는 디스클리네이션 등의 결함이 없이 균일한 배향을 얻을 수 있다. 그러나, 측쇄를 가진 폴리이미드막에 UV를 80°로 조사한 액정셀에 있어서는 디스클리네이션의 결함이 관찰되었다.

그림 3에 2 종류의 폴리이미드막에 있어서 네마틱 액정의 프리틸트각과 UV의 조사 각도와와의 관계를 나타내었다. 측쇄를 가지지 않은 폴리이미드막(PI-A)에 있어서 UV의 조사 각도가 70°일 때 액정의 프리틸트각이 약 3° 정도로 가장 큰 프리틸트각을 얻을 수 있었다. 그리고, 같은 배향막을 러빙한 액정셀에 있어서는 액정의 프리틸트각이 약 4° 정도로 나타내는 것을 알 수 있었다. 이 결과들로부터, 폴리이미드막 표면 위에 UV를 경사지게 조사함으로써 UV를 편광시키는 역할을 하며 이 것이 액정배향에 기여하고 액정의 프리틸트각을 발생시킬 수 있음을 알 수 있었다.

그러나, 측쇄를 가진 폴리이미드막(PI-B)에 있어서는 UV 조사각도가 80°에서 액정의 프리틸트각이 약 1° 정도 발생하는 것을 알 수 있었다. 즉, 배향막의 구조에 따라 기판위에 UV를 경사지게 조사하면 액정의 프리틸트각이 변화하며 UV 조사각도에 따라 액정의 프리틸트각이 크게 변화함을 알 수 있었다. 그리고, 경사진 UV를 폴리이미드막에 조사한 액정셀에 있어서의 액정배향은 UV의 P 편광의 역할이 크게 기여하여 결과적으로 편광자의 역할을 하여 고분자의 부분절단이 이루어져 액정분자가 배열하는 것으로 생각되어 진다.

그리고 액정셀의 두께도 약 50  $\mu\text{m}$ 로 상당히 두꺼우며 이러한 액정셀 두께에서도 액정배향이 균일하게 얻을 수 있는 것은 배향막의 표면 위에 액정분자가 비교적 강하게 배열되어 있음을 알 수 있다.

이러한 광배향기술을 이용한 액정셀에서의 액정의 프리틸트각은 LCD 소자에 응용 가능한 크기이며 러빙 액정배향법을 이용한 LCD 소자의 실현이 가능하다는 것을 나타낸다.

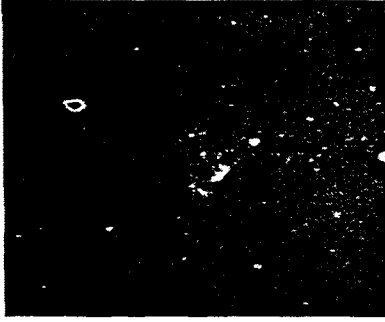
#### 4. 결 론

본 연구에서는 2 종류의 폴리이미드막 표면 위에 경사진 UV를 조사시키는 방법을 이용하여 균일한 네마틱 액정배향을 얻는데 성공하였다. 폴리이미드막 표면에 UV를 경사지게 조사함으로써 고분자의 부분절단으로 인한 광학이방성이 발생하여 액정분자가 배열 하는 것으로 생각할 수 있었다. 그리고, 측쇄를 가지지 않는 폴리이미드막에 있어서 UV 조사각도가 70° 인 경우 액정의 프리틸트각이 약 3°로 크게 발생하였으며, 이 크기는 LCD 소자에의 응용이 가능한 것으로 생각되며 향후 대면적에 적용 가능하도록 연구가 이루어지는 것이 기대되어진다.

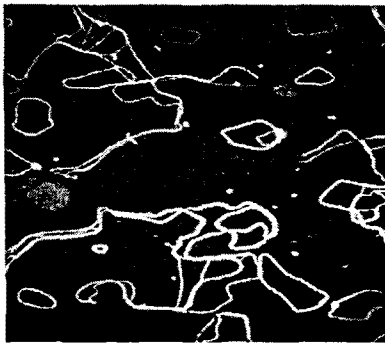
※ 본 연구는 과학기술처 (통상산업부) 에서 시행한 국가선도기술개발사업 (G7 연구 개발사업)의 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

#### 참고 문헌

- [1] D.-S. Seo, K. Muroi, and S. Kobayashi, "Generation of the pretilt angles in nematic liquid crystal, 5CB, media aligned polyimide films prepared by spin-coating and LB techniques : effect of rubbing", *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, Vol. 213, 223 (1992)
- [2] D.-S. Seo, S. Kobayashi, and M. Nishikawa, "Temperature dependence of the polar anchoring strength of weakly rubbed polyimide films for nematic liquid crystal(5CB)", *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 61, 2392 (1992)
- [3] H. Matsuda, D.-S. Seo, N. Yoshida, K. Fujibayashi, and S. Kobayashi, "Estimation of the static electricity and retardation produced by the rubbing polyimide and polyamide films with different fabrics", *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, Vol. 264, 23 (1995)
- [4] D.-S. Seo, S. Kobayashi, D.-Y. Kang, and H. Yokoyama, "Effect of rubbing and temperature dependence of polar anchoring strength of homogeneously aligned nematic liquid crystals on polyimide Langmuir - Blodgett orientation films", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 34, 3607 (1995)
- [5] 서대식, "The molecular alignment technology on liquid crystal display", *한국전기전자재료학회*, Vol. 10(1), 68 (1997)



(a)



(b)

그림 2. 2종류의 폴리이미드막 표면에 UV를 경사지게 조사한 액정셀에 있어서의 편광현미경 사진(편광자는 직교).

(a) PI - A 막 ; (b) PI - B 막.

Fig. 2. The microscopic textures of aligned NLC in the cell with slanted non-polarized UV light irradiation on PI surface (in crossnicols).

(a) PI - A film ; (b) PI - B film.

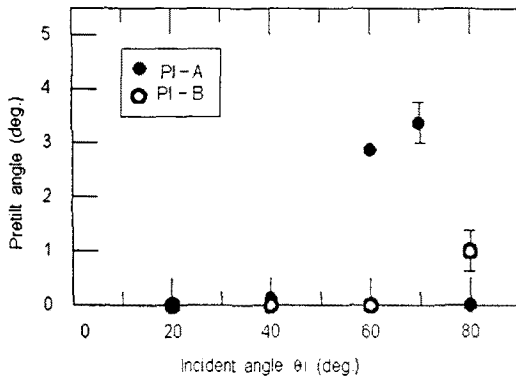


그림 3. 2종류의 폴리이미드막에 있어서 네마틱 액정의 프리틸트각과 UV 조사 각도와와의 관계.  
Figure 3. The pretilt angle versus incident angle of UV light irradiation in NLC.