

### 고분자막에 직선편광된 UV광의 경사진 조사법을 이용한 액정배향 및 프리틸트각의 조사각도 의존성

서대식, 유문상, 황정연, 박태규  
송실대학교 공과대학 전기공학과

#### Incident angle dependence of pretilt and LC alignment with oblique polarized UV light irradiation on polymer surface.

Dae-Shik Seo, Mun-Sang Yu, Jeong-Yeon Hwang, and Tae-Kyu Park  
Dept. of Electrical Eng., Soongsil University

**Abstract** - In this paper, we studied the liquid crystal(LC) alignment and generation of pretilt angle in nematic (N) LC with oblique p-wave polarized ultraviolet (UV) light irradiation on the two kinds of the polyimide (PI) surface. The monodomain alignment of NLC is obtained with oblique p-wave polarized UV light irradiated on PI surface at 5~60min. We obtained that the pretilt angles of the NLC is generated about 2.1° with angle of incidence of 30° at 20min. Also, the pretilt angle of NLC decreases with increasing the imidization temperature on PI surface.

의 실험을 보고하였다.<sup>9,10)</sup>

본 연구에서는 2 종류의 폴리이미드막의 표면에 직선 편광된 p파 성분의 UV 광을 경사 조사한 셀에서의 프리틸트각의 발생에 관하여 연구 보고하였다.

### 2. 실험

실험에는 2종류의 분자구조가 다른 폴리머를 사용하였다. PI(1)막은 TFT-LCD에 사용되는 폴리머이며, PI(2)막은 STN-LCD에 사용되고 있는 것으로 측재기를 가지며 극성은 중간정도이다.

2종류의 폴리머를 ITO (indium-tin-oxide) 전극이 코팅된 유리기판 위에 스펀코팅법을 이용하여 막을 균일하게 도포한 후 핫 플레이트에서 80℃에서 10분간 열처리를 한 후에 오븐에서 250℃에서 1시간 동안 열처리하여 폴리이미드막을 제작하였다.

폴리이미드막에 직선 편광된 p파 성분의 UV 광을 조사하는 방법을 그림 1에 나타내었다. 광원은 1kW 용량의 UV 램프를 사용하였으며 UV의 파장 영역이 365nm에서 가장 높은 흡수치를 가진다. 직선편광된 UV광을 경사지게 5~60분 동안 기판 위에 조사하였다.

### 1. 서론

평판 디스플레이 (flat panel display) 중에서 액정 디스플레이(LCD)는 평판, 저소비전력, 경량, 풀칼라가 가능하기 때문에 가장 각광을 받고 있다. 이러한 LCD는 노트북 PC, car navigation system, 그리고 휴대용 TV 등 많은 분야에 응용되고 있다. 이러한 LCD에 있어서 교체기판 위에 액정분자를 균일하게 배열시키는 액정배향기술은 LCD의 전기광학특성 등에 중요한 역할을 담당하고 있다. 액정배향에 있어서 액정분자를 일정한 배열시키기 위해서는 고분자막 표면에 이방성을 주는 것이 필요하며 교체 기판 표면 위에 액정 분자의 경사진 각도를 나타내는 액정의 프리틸트각은 TN (twisted nematic)-LCD 에 있어서 액정분자가 역방향으로 기울어진 도메인을 나타내는 디스클리네이션 등의 결함을 방지하는 중요한 역할을 하며, 소자의 응용에 중요한 기여를 하고 있다.

LCD의 액정배향기술로는 고분자막 표면을 섬유질 등으로 한 쪽 방향으로 문지름으로써 그 방향으로 액정분자를 배열시키는 러빙처리법이 있다.<sup>1-4)</sup> 이 러빙 처리법은 배향이 안정하며, 대량생산에 적합하여 LCD 제조 공정에는 이 방법이 사용되고 있다. 이 방법은 러빙시에 발생하는 오물이나 정전기 등으로 인하여 이전부터 너러빙법 (rubbing-free method)에 의한 배향 기술이 요구되어 왔다.<sup>5)</sup>

이러한 너러빙에 의한 액정 배향은 폴리이미드(PI)-Langmuir-Blodgett(LB)법을 이용한 액정분자 배열의 실험에 관한 연구로부터 그 중요성이 인식되었다.<sup>6)</sup> 너러빙처리에 의한 액정배향법으로 광배향법, 전사배향법, 그리고 PI-LB법 등이 알려져 있다.

광배향법은 물질의 광반응에 따라 광분해법, 광중합법, 그리고 광이성화법 등으로 구분된다. 최근, 폴리이미드막에 직선편광된 UV광을 조사시켜 편광된 방향과 직교방향으로 액정분자를 배열시키는 광분해법을 Hasegawa 등이 제안하였다.<sup>7)</sup> 그리고, 폴리이미드막에 편광되지 않은 UV광을 조사하여 균일한 액정 배향의 실험을 Yamamoto 등이 보고하였다.<sup>8)</sup> 최근 본 저자들은 편광되지 않은 UV광을 분자구조가 다른 2종류의 폴리이미드막에 경사지게 조사시킨 셀에서의 고프리틸트각

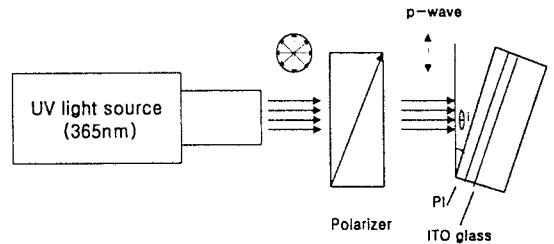


그림1. UV 광의 조사 장치  
Fig.1. The system of UV light irradiation

UV 광이 조사된 기판을 anti-parallel 구조로 약 60μm의 두께로 셀을 제작하였다. 사용한 액정은 불소계 열의 혼합형의 네마틱 액정 (T<sub>c</sub>=87°)으로 진공 중에서 네마틱 상에서 주입하였으며, 97℃에서 30분간 annealing 하였다. 액정의 프리틸트각은 crystal rotation method를 사용하여 실온에서 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

폴리이미드막 표면 위에 p파 성분의 UV 광을 30°로 경사 조사시킨 셀의 네마틱 액정의 편광 현미경 사진을 관찰한 결과 매우 균일한 배향상태를 나타내었다.

그림 2에 프리틸트각 측정에 있어서 PI(1)막에 p파 성분의 UV 광을 30°로 경사 조사한 경우의 투과율의 입사각도 의존성을 나타내었다. 대칭점이 0°에서 약 7° 정도 이동하고 있으며 이것을 계산하면 프리틸트각은 2.1°이다.

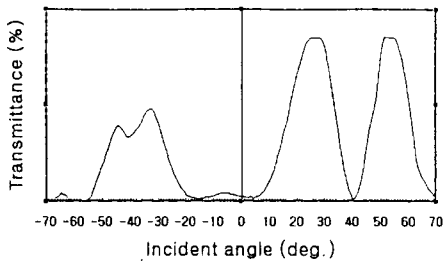


그림2. 프리틸트각 측정에서 p파 성분의 UV광을 PI(1)막에 30° 경사 조사한 셀의 투과율의 입사각도 의존성.

Fig.2. The transmittance versus incident angle on pretilt angle measurement in a cell with p-wave polarized UV light irradiation on PI(1) surface.

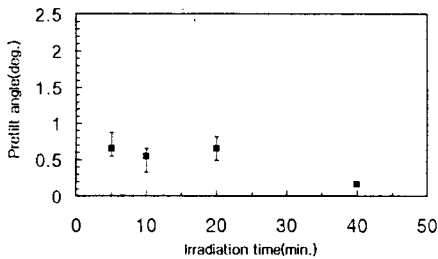


그림3 PI(1)막에 p파 성분의 UV광을 10°로 경사지게 조사시킨 경우의 프리틸트각의 조사시간 의존성.

Fig.3. The pretilt angle of aligned NLC in the cells with p-wave polarized UV light irradiation on PI(1) surface as a function of irradiation time.

PI(1)막에 p파 성분의 UV 광을 10° 경사 조사시의 프리틸트각의 조사시간 의존성을 그림3에 나타내었다. UV광의 조사시간이 40분까지는 작은 프리틸트각을 나타내고 있음을 알 수 있다. 그리고, PI(1)막에 p파 성분의 UV광을 20분간 조사한 경우의 프리틸트각의 입사각도 의존성을 그림 4에 나타내었다. UV광의 입사각도가 10° 까지는 프리틸트가 작은 값을 나타내었으며, 30° 에서 약 2.1° 로 가장 큰 값을 나타내었다. 그리고, UV 광의 입사각이 60° 에서는 감소하는 경향을 나타내었다. 이것은 폴리이미드막에 p파 성분의 UV광 조사시 p파 성분과 직교방향으로 고분자의 절단이 이루어지고 액정분자가 배열되는 것으로 생각할 수 있다. 그리고 경사진 p파 성분의 입사와 함께 입사각도의 변화에 따라 에너지의 차이가 발생하는 것으로 생각할 수 있다. 결과적으로 폴리머의 절단에 차이가 생기게 된다. 이 폴리머의 부분절단의 차이가 프리틸트각의 발생에 기여하는 것으로 생각할 수 있다.

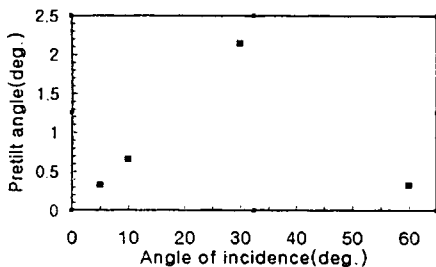


그림4. PI(1)막에 p파 성분의 UV광을 20분간 조사한 경우의 프리틸트각의 입사각도 의존성.

Fig.4. The incident angle dependence of the pretilt angle in NLC with p-wave polarized UV light on PI(1) surface at 20 min..

그림 5에 PI(2)막에 p파 성분의 UV광을 경사지게 조사한 경우의 프리틸트각의 조사시간 의존성을 나타내었다. UV 조사시간이 20분에서 약 1° 정도의 프리틸트가 발생하였으며 그 이상에서는 감소하는 경향을 나타내었다. 이 결과는 프리틸트각은 작지만, 그림 3의 PI(1)막의 경우와 유사한 경향을 나타내고 있다.

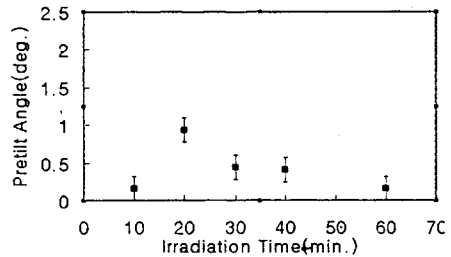
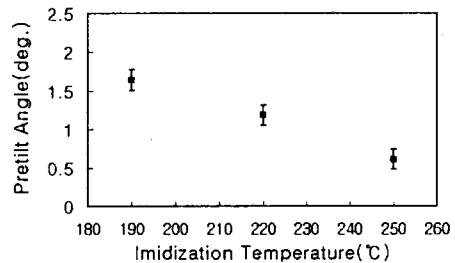


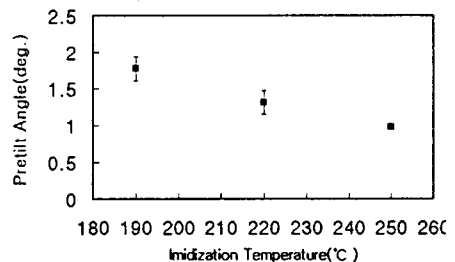
그림5. PI(2)막에 p파 성분의 UV 광을 경사지게 조사한 경우의 프리틸트각의 조사시간 의존성.

Fig.5. The pretilt angle of aligned NLC in the cells with oblique p-wave polarized UV light irradiation on PI(2) surface as a function of irradiation time.

그림 6에 PI(2)막에 p파 성분의 UV 광을 5°로 경사 조사한 경우의 이미드온도에 따른 프리틸트각의 온도 의존성을 나타내었다. 프리틸트각은 UV 조사시간이 10분과 20분에서 모두 이미드온도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다.



(a) irradiation time of 10min.



(b) irradiation time of 20min.

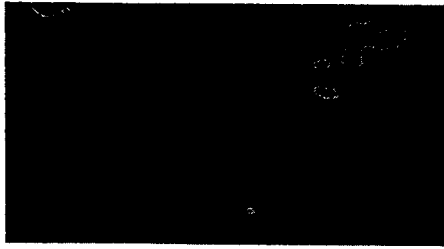
그림6. PI(2)막에 p파 성분의 UV광을 5°로 경사 조사한 경우의 이미드온도에 따른 프리틸트각의 발생.

(a) 조사시간 10분; (b) 조사시간 20분.

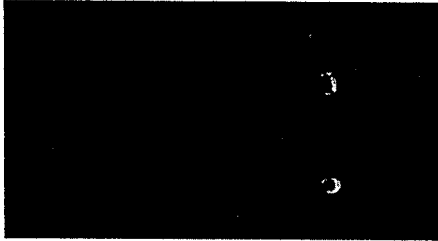
Fig.6. The generated pretilt angle in NLC with p-wave polarized UV light irradiation on PI(2) surface.

그림 7에 PI(2)막에 p편광 성분의 UV광을 5°로 20분 조사한 경우의 이미드온도가 190°C와 250°C에서의 편광현미경 사진을 나타내었다. 2 종류의 다른 이미

드온도에서 다소의 도메인이 발생함을 알 수 있다.



(a) imidization temperature 190°C



(b) imidization temperature 250°C

그림 7. PI(2)막에 p편광 성분의 UV광을 5°로 20분 조사한 경우의 편광현미경 사진.  
(a) 이미드 온도 190°C ; (b) 이미드 온도 250°C.

Fig. 7. The microphotographs of aligned NLC with p-wave polarized UV light irradiation on PI(2) surface for oblique angle of 5°.

### 3. 결 론

본 연구에서는 2 종류의 폴리이미드막에 p파 성분의 UV광을 경사 조사한 경우의 네마틱 액정의 프리틸트각 발생에 관하여 검토하였다. p파 성분의 UV광을 폴리이미드막에 경사 조사한 경우 조사시간이 5~60분에서 균일한 배향특성을 나타내었다. 폴리이미드막에 p편광 성분의 UV광을 경사 조사한 경우 30°에서 약 2.1° 발생하였다. 즉, UV광의 조사에 따른 입사각도가 프리틸트각의 발생에 기여한 것으로 생각할 수 있었다. 그리고 UV광의 조사와 함께 폴리이미드의 소성온도가 증가할수록 프리틸트각이 감소하는 경향을 나타내었으며, 이것은 폴리머의 이미드화율이 UV광 조사에 따라 에너지의 흡수율이 변화하여 프리틸트각의 발생에 기여하고 있는 것으로 생각할 수 있었다.

본 연구는 산업자원부 및 과학기술부에서 시행한 국가선도기술개발사업(차세대 평판표시장치기반기술 개발사업)의 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

### (참 고 문 헌)

- [1] T.Sugiyama, S.Kuniyasu, D.-S.Seo, H.Fukuro, and S.Kobayashi, "A simple model for pretilted nematic liquid crystal medium and its torsional surface coupling strength", Jpn.J.Appl.Phys., Vol.29, 2045 (1990)
- [2] D.-S.Seo, K.Muroi, and S.Kobayashi, "Generation of pretilt angles in nematic liquid crystal, 5CB, media aligned on polyimide films prepared by spin-coating and LB techniques : effect of rubbing", Mol. Cryst. Liq. Cryst., Vol. 213, 223 (1992)
- [3] D.-S.Seo, S.Kobayashi, and M.Nishikawa, "Study of the pretilt angle for 5CB on rubbed polyimide films containing trifluoromethyl moiety and analysis of the surface atomic concentration of F/C(%) with an

electron spectroscopy for chemical analysis", Appl. Phys. Lett., Vol. 61, 2392 (1992)

- [4] D.-S.Seo, N.Yoshida, S.Kobayashi, M.Nishikawa, and Y. Yabe, "Effect of the molecular structure of weakly rubbed organic solvent soluble polyimide with trifluoromethyl moieties on anchoring strength of liquid crystals", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 34, 4896 (1995)
- [5] H.Matsuda, D.-S.Seo, N.Yoshida, K.Fujibayashi, and S.Kobayashi, "Estimation of the static electricity and optical retardation produced by the rubbing polyimide and polyamide films with different fabrics", Mol. Cryst. Liq. Cryst., Vol. 264, 23 (1995)
- [6] D.-S. Seo, H.Matsuda, T.Ohi-de, and S.Kobayashi, "Alignment of nematic liquid crystal (5CB) on the treated substrates : characterization of orientation films, generation of pretilt angles, and surface anchoring strength", Mol. Cryst. Liq. Cryst., Vol 224, 13 (1993)
- [7] M. Hasegawa and Y. Taira, "Nematic homogeneous alignment by photo depolymerization of polyimide", SID digest paper, 213 (1994)
- [8] T. Yamamoto, M. Hasegawa, and H. Hatoh, "Liquid-crystal alignment by slantwise irradiation of non-polarized UV light on a polyimide layer", SID digest paper, 642 (1996)
- [9] D.-S.Seo, L.-Y.Hwang, and S.Kobayashi, "Investigation of pretilt angle generation in nematic liquid crystal with slanted non-polarized ultraviolet light irradiation on polyimide surfaces", Liquid Crystals, Vol. 23, 923 (1997)
- [10] 서대식, 황용연, 이보호, "폴리이미드막 표면 위에 경사진 자외선 조사를 이용한 네마틱 액정의 배향에 관한 연구" 전기전자재료학회지, 10권, 461 (1997)