

고분자막에 직선편광된 자외선 조사를 이용한 셀의 액정배향과 프리틸트각의 발생

Liquid crystal alignment and pretilt angle generation in the cell using linearly polarized UV light irradiation on polymer surface

서 대 식 숭실대학교 공과대학 전기공학과
이 정 호 숭실대학교 공과대학 전기공학과
이 창 훈 숭실대학교 공과대학 전기공학과

Dae-Shik Seo Dept. of Electrical Eng., Soong Sil University
Jeong-Ho Lee Dept. of Electrical Eng., Soong Sil University
Chang-Hoon Lee Dept. of Electrical Eng., Soong Sil University

Abstract

The liquid crystal (LC) alignment and pretilt angle generation using photo-alignment method were investigated in this study. We obtained that the monodomain alignment of nematic(N) LC increases with increasing irradiation time in a cell with linearly polarized ultraviolet (LPUV) light irradiation on polyimide (PI) surfaces. We consider that the monodomain alignment is able to be anisotropic dispersion force due to photo-depolymerization of polymer with LPUV light irradiation on PI surface. Also, we observed that the uniform alignment of NLC is obtained in a cell with normally LPUV light irradiated on PI surface at 30 min. and then oblique LPUV is secondly irradiated on PI surfaces rotated by 90° . The pretilt angle of NLC is generated about 1.5° with oblique angle 60° .

1. 서 론

오늘날의 정보통신시대에 있어서의 정보전달의 주 매체인 정보디스플레이소자의 특성은 평판, 경량, 고화질 및 전력소모가 적은 것이 요구된다. 평판 디스플레이 (flat panel display) 중에서 액정디스플레이(LCD : liquid crystal display)는 평판, 저소비전력, 경량, 풀칼라화가 가능하기 때문에 가장 각광을 받고 있으며 시장성 또한 가장 크게 성장하고 있다. 이러한 LCD는 현재 가전제품, 노트북 PC, cellular phone, 의료기자재, car navigation system 등 많은 분야에 응용되고 있다. 이러한 LCD에 있어서 고체기판 위에 액정분자를 균일하게 배열시키는 액정배향기술은 LCD의 전기광학특성 등에 중요한 역할을 담당하고 있다. 액정배향에 있어서 액정분자를 일정하게 배열시키기 위해서는 고분자막 표면에 이방성을 주는 것이 필요하며 고체 기판 표면 위에 액정 분자의 경사진 각도를 나타내는 액정의 프리

틸트각(pretilt angle) 은 TN(twisted nematic)-LCD 소자에 있어서 도메인의 불연속, 즉 역방향으로 기울어진 도메인을 나타내는 디스클리네이션 (reverse tilt disclination) 등의 결함을 방지하는 중요한 역할을 하며, 소자의 응용에 중요한 기여를 하고 있다.

LCD의 액정배향기술로는 고분자막 위를 섬유질 등으로 한 쪽 방향으로 문지름으로써 그 방향으로 액정분자를 배열시키는 러빙처리법 (rubbing treatment) 이 있다.¹⁻⁴⁾ 이 러빙 처리법은 배향이 안정하며, 대량생산에 적합하여 LCD 제조 공정에는 현재까지 거의 이 방법이 쓰이고 있으나, 이 방법은 러빙시에 발생하는 오물이나 정전기 등으로 인하여 이전부터 너러빙법(rubbing-free method)에 의한 배향 기술이 요구되어 왔다.⁵⁾ 현재 여러 가지의 너러빙법 중에서도 광배향 기술이 큰 기대를 모으고 있다.

본 연구에서는 폴리이미드막의 표면에 직선 편광된 UV 광을 조사시켜 액정분자를 균일한 방향으로

배열시킬 수 있는 너리방법에 의한 액정배향기술⁶⁻⁸⁾을 이용한 프리틸트각의 발생에 관하여 연구하였다.

2. 실험

본 연구에서 사용한 폴리머 분자는 측쇄기를 가지고 있는 극성이 약한 폴리이미드를 사용하였다 (Nissan Chemical Industries Co., Ltd. 제공). 사용한 폴리머의 분자구조를 그림 1에 나타내었다.

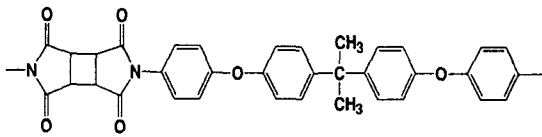


그림 1. 사용한 폴리머의 구조.

Fig. 1. The molecular structure of used polymer.

폴리이미드막에 직선 편광된 UV 광을 수직으로 조사하는 방법을 그림 2에 나타내었다. 광원은 1 kW 용량의 UV 램프를 사용하였으며 UV의 파장 영역이 365nm에서 가장 높은 흡수치를 가진다. UV 광을 5~60분 동안 기판 위에 수직으로 조사하였으며, 직선 편광된 UV 광을 수직으로 30분을 조사한 후 셀을 90°로 돌린 후 10°~80°의 경사각으로 조사시켜 셀을 제작하였다.

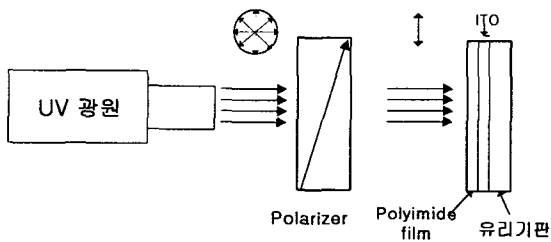


그림 2. 사용한 UV 광의 조사 장치.

Fig. 2. Used UV light irradiation system.

그림 1에 나타낸 폴리머를 ITO (indium-tin-oxide) 전극이 코팅된 유리 기판 위에 스핀코팅법을 이용하여 막을 균일하게 도포한 후 핫 플레이트에서 80°C에서 10분간 열처리한 후 오븐에서 250°C에서 1시간 동안 열처리하여 폴리이미드막을 형성시켰다. 이 기판에 UV 광을 조사한 후 셀을 anti-parallel 구조로 $60 \pm 0.5 \mu\text{m}$ 의 두께로 제작하였다. 사용한 액정은 불소계열의 네마틱 액정 ($T_c=87^\circ$)으로 진공상태에서 네마틱 상에서 주입하였으며, 97°C에서 등방상태

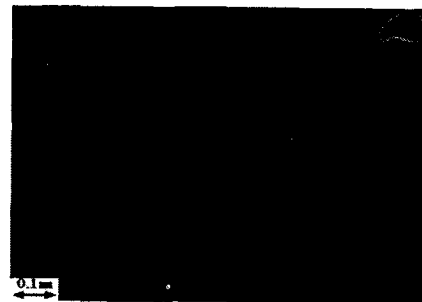
를 30분간 유지한 후, 서서히 냉각시켜 다시 네마틱 액정상태의 액정셀을 제작하였다.

3. 결과

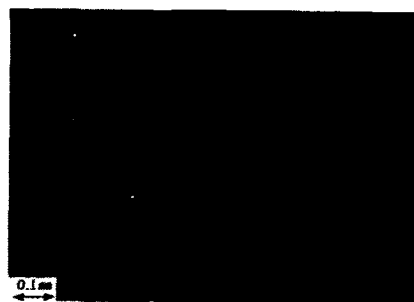
그림 3은 폴리이미드막 표면 위에 직선 편광된 UV 광을 조사시킨 셀의 네마틱 액정의 편광 현미경 사진을 나타낸다.



(a)



(b)



(c)

그림 3. 직선 편광된 UV 광을 조사한 셀에서의 네마틱 액정의 편광현미경사진(in crossnicols). (a) 조사시간 10분; (b) 조사시간 30분; (c) 조사시간 60분.

Fig. 3. The microphotographs of aligned NLC in a cells with LPUV light irradiation on PI surface (in crossnichols). (a) irradiation time 10 min.; (b) irradiation time 30 min.; (c) irradiation time 60 min.

그림 3에 나타낸 바와 같이 UV 광의 조사시간이 증가할수록 디스클리네이션이 없는 균일한 배향상태가 얻어지는 것을 알 수 있다. 러빙처리한 액정셀에서는 러빙방향으로 고분자가 연신되어 재배열된 폴리머의 방향으로 액정분자가 배열되지만, 직선 편광된 UV 광을 조사한 액정셀에서는 UV 광의 조사 방향의 수직방향으로 액정분자가 배열된다. 이러한 결과로부터 폴리이미드막에 직선 편광된 UV 광의 조사에 의하여 고분자의 알킬기 등이 부분적으로 절단되어 광학 이방성이 발생하고, 그 부분과 수직 방향으로 액정분자가 배열하는 것으로 생각할 수 있다. 즉, 폴리이미드막에 직선 편광된 UV 광의 조사에 의한 광분해 반응으로 액정분자가 배열되는 것으로 생각할 수 있다.

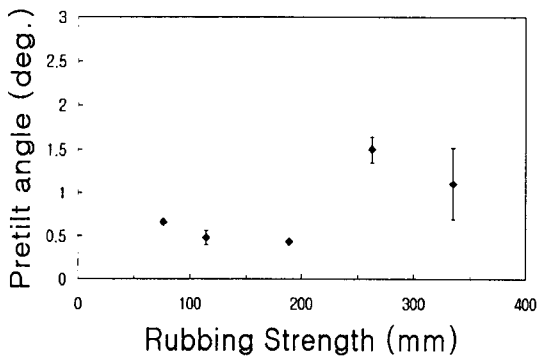


그림 4. 측쇄기를 가진 폴리이미드막에 있어서의 네마틱 액정의 프리틸트각의 러빙강도 의존성.

Fig. 4. The generation of pretilt angle in NLC on PI surface with side chain as a function of rubbing strength.

그림 4에 폴리이미드막에서의 네마틱 액정의 프리틸트각의 러빙강도 의존성을 나타내었다. 러빙강도 RS가 200mm에서는 약 2° 정도의 프리틸트각이 발생하였으며, 그 이상에서는 감소하는 경향이 얻어졌다. 이것은 러빙강도 RS가 작을 때는 폴리머의 배향성이 떨어지며 러빙강도가 증가하면서 배향성이 증가 하면서 프리틸트가 발생하는 것으로 생각할 수 있다.

그림 5에 폴리이미드막에 직선 편광된 UV 광을 수직으로 조사시킨 셀에서의 프리틸트의 UV 광의 조사시간 의존성을 나타내었다. UV 조사시간이 5분~10분의 모든 영역에서 프리틸트각이 1° 미만을 나타내고 있다. 이것은 직선 편광된 UV 광을 수직으로 폴리이미드막에 조사시키기 때문에 액정분자에 방향성을 주는 것이 부족하기 때문에 프리틸트

각이 작게 나타나는 것으로 생각할 수 있다.

폴리이미드막에 직선 편광된 UV 광을 30분간 1차 조사하고 기판을 90° 회전시켜 UV 광을 2차로 경사지게 조사시킨 셀에서 프리틸트각의 2차 조사시킨 UV 광의 경사각 의존성을 그림 6에 나타내었다.

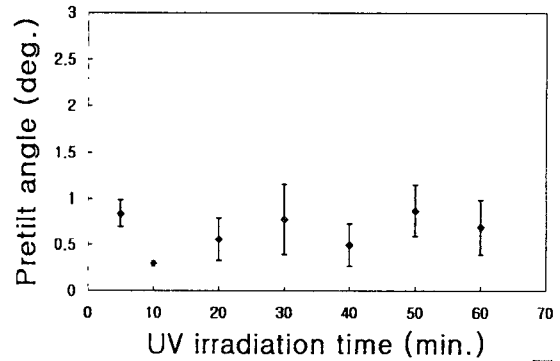


그림 5. 폴리이미드막에 직선 편광된 UV 광의 조사시간에 따른 네마틱 액정의 프리틸트각의 발생.

Fig. 5. The pretilt angle generation of NLC on PI surface as a function of PUV light irradiation time.

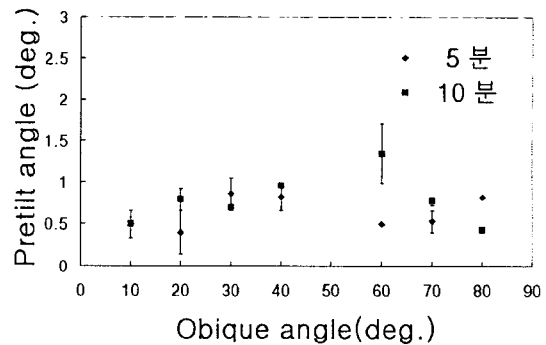


그림 6. 폴리이미드막에 직선 편광된 UV 광을 30분간 조사한 후에 기판을 90°로 회전한 후 2차로 UV 광을 경사지게 조사한 셀의 프리틸트각의 경사각 의존성.

Fig. 6. The oblique angle dependence of pretilt angle in NLC in a cell with LPUV light (first) is normally irradiated on PI surface at 30 min. and then oblique LPUV is secondly irradiated on PI surfaces rotated by 90°.

2차 조사시킨 UV 광의 조사시간이 10분인 경우 경사각이 증가할수록 프리틸트가 증가하며, 60°의 경사각에서 약 1.5°가 얻어졌으며, 그 이상의 경사각에서는 감소하는 경향이 나타났다. 이 결과로부터

UV 광의 1차 조사는 액정분자의 방향성을 주고 경사진 UV 광의 2차 조사는 프리틸트의 발생에 크게 기여하고 있음을 알 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 폴리이미드막에 직선 편광된 UV 광을 조사시킨 셀에서의 액정배향 및 프리틸트각 발생에 관하여 검토하였다. 편광현미경 관찰로부터 폴리이미드막에 직선 편광된 UV 광을 수직으로 조사시킨 셀의 액정배향은 UV 광의 조사시간이 증가할수록 배향성은 증가하며, 이것은 UV 광의 조사에 따른 고분자의 광분해 반응이 증가하여 액정분자의 배향성이 증가하는 것으로 생각할 수 있었다. 그리고 액정의 프리틸트각은 UV광의 조사시간이 증가하여도 일정한 경향을 나타내었다. 또한, 폴리이미드 막에 UV 광을 1차로 30분간 조사 시킨후 기판을 90° 회전시켜 2차로 UV 광을 경사지게 조사시킨 셀에서 2차 UV 광의 경사각이 증가함과 함께 프리틸트각이 증가함을 알 수 있었다.

감사의 글

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

참고문헌

- [1] T. Sugiyasma, S. Kuniyasu, D.-S. Seo, H. Fukuro and S.Kobayashi, *Jpn.J.Appl.Phys.*, **Vol. 29**, 2045 (1990).
- [2] D.-S. Seo, K. Muroi and S. Kobayashi, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **Vol. 213**, 223 (1992)
- [3] D.-S. Seo, S. Kobayashi and M. Nishikawa, *Appl. Phys. Lett.*, **Vol. 61**, 2392 (1992)
- [4] D.-S. Seo, N. Yoshida, S. Kobayashi, M. Nishikawa and Y. Yabe, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **Vol. 34**, 4896 (1995)
- [5] H. Matsuda, D.-S. Seo, N. Yoshida, K. Fujibayashi and S. Kobayashi, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **Vol. 264**, 23 (1995)
- [6] D.-S. Seo, L.-Y. Hwang and S.Kobayashi, *Liquid Crystals*, **Vol. 23**, 723 (1997).
- [7] 서대식, 황울연, 이보호, *전기전자재료학회지*, **Vol. 10**(5), 461 (1997)
- [8] D.-S. Seo and L.-Y. Hwang, *Liquid Crystals* **Vol. 23** (6), 923 (1997).