

광배향 기술을 이용한 액정의 고프리틸트각 발생

Generation of high pretilt angle in nematic liquid crystal by using photo-alignment techniques on polyimide surfaces

한정민 송실대학교 공과대학 전기공학과
황울연 송실대학교 공과대학 전기공학과
이창훈 송실대학교 공과대학 전기공학과
서대식 송실대학교 공과대학 전기공학과

Jeong-Min Han Dept. of Electrical Eng., Soongsil University
Lyul-Yeon Hwang Dept. of Electrical Eng., Soongsil University
Chang-Hun Lee Dept. of Electrical Eng., Soongsil University
Dae-Shik Seo Dept. of Electrical Eng., Soongsil University

Abstract

We investigated the generation of pretilt angle for nematic liquid crystal (NLC) in a cell with slanted non-polarized ultraviolet (UV) light irradiation on mixtured polyimide (PI) surfaces. It was found that the monodomain alignment of NLC is obtained in a cell with an angle of incidence of 75~85 degrees on PI surface. We consider that the monodomain alignment of NLC is attributed to anisotropic dispersion force effect due to photo-depolymerization of polymer on PI surfaces. We successfully observed that the pretilt angle of NLC is generated above 5 degree with an angle of incidence of 75~85 degree. It is considered that the pretilt angle generation in NLC is attributed to interaction between the LC molecules and the polymer surfaces.

1. 서론

액정디스플레이 (LCD : liquid crystal display) 소자에 있어서 고체기판위에 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 표시성능 향상 등이 가능하다.

액정배향에 있어서 액정분자를 일정하게 배열시키기 위해서는 반드시 고분자막 표면에 이방성을 주는 것이 필요하다. 그리고 기판 표면 위에 액정분자의 경사진 각도를 나타내는 프리틸트각 (pretilt angle) 은 TN (twisted nematic)-LCD 소자에 있어서 분자도배

인의 불연속, 즉 역방향으로 기울어진 도메인을 나타내는 디스클리네이션 (reverse tilted disclination) 등의 결함을 방지하는 역할을 하며 소자의 특성에 중요한 기여를 하고 있다.¹⁾⁻⁶⁾

LCD의 액정배향법으로는 고분자막 위를 섬유질 등으로 한 쪽 방향으로 문지름으로써 그 방향으로 액정분자를 배향시키는 러빙처리법 (rubbing treatment)이 많이 사용되고 있다. 이 러빙처리법은 배향처리가 간단하고, 배향이 안정하며, 대량생산에 적합하여 LCD 제조 공정에는 현재까지 거의 이 방법이 쓰이고 있다. 그러나, 이 방법은 러빙시에 발생하는 먼지나 정전기의 문제 등으로 인하여 이전부터 러빙처리를 하지 않은 너러빙처리법에 의한 액정배향 기술이 요구되어 지고 있다.⁷⁾

너러빙 액정배향처리법은 폴리이미드 (PI) 를 Langmuir-Blodgett (LB) 법을 이용하여 액정분자

를 한 쪽 방향으로 배열시킨 PI-LB 법에 관한 연구에 의하여 그 중요성이 인식되고 왔다.⁸⁾

러빙하지 않는 방법을 이용하여 액정분자를 배열시키는 광배향법으로는 폴리이미드막 표면 위에 편광된 UV광을 조사시켜 편광된 방향과 직교 방향으로 액정분자를 배열시키는 광분해에 의한 액정배향법이 Hasegawa 등에 의하여 제안되었다.⁹⁾ 그리고 Hatoh연구 그룹에 의하여 고분자막 표면에 편광되지 않은 UV광을 경사지게 조사하여 균일한 액정배향이 얻어지는 것이 보고되었다.¹⁰⁾ 최근, 본 연구그룹은 폴리이미드막 표면 위에 편광되지 않은 UV광을 경사지게 조사시킨 액정셀에서 균일한 액정배향을 얻을수 있었으며, 액정의 프리틸트각이 3° 이상 발생시키는데 성공하였다.¹¹⁾ 본 연구에서는 분자구조가 다른 2종류의 폴리머가 혼합된 폴리이미드막 표면위에 UV광을 경사지게 조사시킨 액정셀에서의 액정배향 및 액정의 프리틸트각의 발생 등에 관하여 연구하였다.

2. 실험

본 연구에서는 분자구조가 다른 2종류의 폴리머를 1:1의 비율로 혼합하여 폴리이미드막을 제작하였다. 사용한 2종류의 폴리머 (Nissan Chemical Industries Co., Ltd. 제공) 의 구조를 그림 2에 나타내었다. 배향막은 ITO 전극이 형성된 유리기판 위에 스핀 코팅법을 이용하여 배향제를 코팅한 후, 오븐에서 250°C에서 1시간 동안 열처리하여 폴리이미드막을 제작하였다.

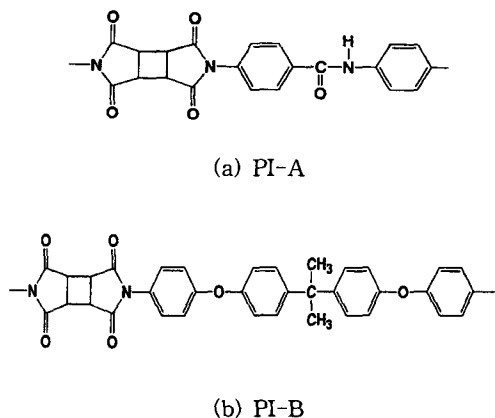


그림 1. 혼합에 사용한 2종류의 폴리머의 구조.
(a) PI-A ; (b) PI-B.
Fig. 1. The molecular structure of two kinds of the polymer.

폴리이미드막 표면위에 UV광을 경사지게 조사시키는 방법을 그림 2에 나타내었다. UV광의 파장 영역은 365nm이고, 광원은 UV램프를 사용하였다. UV광은 3시간 동안 조사하였으며, 램프와 기판과의 거리는 30cm 이다.

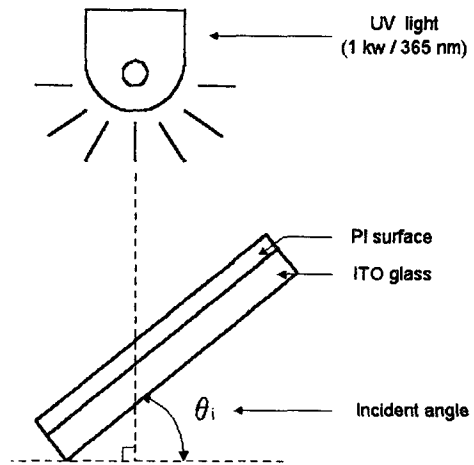


그림 2. 사용된 UV광 조사 장치의 개략도
Fig. 2. Schematic diagram of used UV light irradiation system.

액정셀의 제작은 UV광 조사의 입사각도를 기준으로 서로 반대 방향으로 셀을 제작하고 두께는 약 50 μ m로 조절하여 셀을 제작하였다. 사용한 액정은 mixture타입의 네마틱 액정인 ZLI-4792 (네마틱-등방상태의 상전이 온도 : 91°C) 로 110°C로 조절된 핫 플레이트 위에서 등방 (isotropic) 상태에서 주입한후 30분간 유지한 후, 냉각시켜 네마틱 액정 상태로하여 액정셀을 제작하였다.

액정배향의 상태를 평가하기 위하여 편광현미경을 사용하여 배향상태를 관찰하였다. 그리고, 네마틱 액정의 프리틸트각은 결정회전법 (crystal rotation method)¹²⁾을 이용하여 실온에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

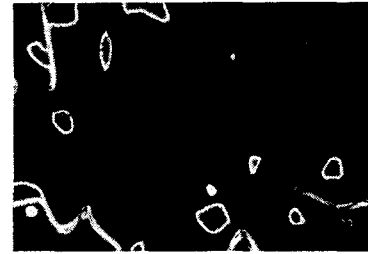
그림 3에 분자구조가 다른 2종류의 폴리머가 혼합된 폴리이미드막 표면 위에 UV광을 경사지게 조사시킨 액정셀에서의 네마틱 액정의 편광 현미경 사진을 나타내었다. 그림 3에서 편광 현미경의 관찰시, 2개의 편광자를 직교로 하고 그 사이에 액

정셀을 둔 crossnicols 상태에서 액정배향 상태를 평가하였다. 그림 3 (a)는 경사진 UV광의 입사각도가 70° 인 경우의 액정셀로 배향상태가 좋지 않음을 알 수 있다. 그러나 그림 3 (b)는 UV광의 입사각도가 85° 인 경우의 액정셀로 균일한 액정배향을 나타내고 있음을 알 수 있다. 그리고 UV광의 입사각도가 75° 와 80° 의 액정셀에서도 균일한 액정배향이 얻어짐을 확인하였다. 즉, 2 종류의 폴리머가 혼합된 폴리이미드막 표면 위에 UV광을 경사지게 조사시킨 액정셀에 있어서 UV광의 입사각도가 75° 이상일 경우 균일한 액정배향을 얻을 수 있었다. 2종류의 폴리머를 혼합한 폴리이미드막 표면에 UV광을 경사지게 조사시킨 액정셀에서의 배향은 UV광의 조사와 함께 폴리머의 부분절단이 이루어짐으로써 광학이방성이 발생하고, 그 방향으로 액정분자가 배열하는 것으로 생각 할 수 있다.^{11,13)} 즉, UV광을 경사지게 조사시킨 액정셀에서의 균일한 배향은 광학이방성에 의한 이방성 분산력의 기여에 의한 것으로 생각할 수 있다.

2종류의 폴리머를 혼합한 폴리이미드막 표면에 편광되지 않은 UV광을 경사지게 조사한 액정셀을 결정화 전법을 이용하여 측정한 네마틱 액정의 프리틸트각 측정의 결과를 그림 4에 나타내었다. 그림 4 (a)는 투과율의 대칭이 되는 각도가 0° 부근에 있음을 알 수 있다. 이 액정셀은 UV광의 입사 각도가 70° 일 때이며, 액정의 프리틸트각을 계산하면 0.3° 를 나타내었다. 그림 4 (b)는 UV광의 입사 각도가 85° 일 때이며, 액정의 프리틸트각을 계산하면 5° 로 큰 값을 나타내었다.

그림 5에서 보는 바와 같이, 경사진 UV광의 입사 각도가 70° 일 때 액정의 프리틸트각이 약 0° 로 가장 작은 크기를 나타내었으며, UV광의 입사 각도가 80° 이상일 때는 액정의 프리틸트각이 약 5° 이상의 큰 프리틸트각을 나타내었다. 2종류의 폴리머를 혼합한 폴리이미드막에서의 액정의 프리틸트각의 발생은 UV광의 조사에 따른 폴리머의 부분절단이 이루어져 액정분자와 폴리머의 표면구조와의 상호작용으로 인한 것으로 생각 할 수 있으며, 이것은 배체체적효과가 크게 기여하고 있는 것으로 생각 할 수 있다. 즉, 2 종류의 폴리머가 혼합된 폴리이미드막 표면에 UV광을 경사지게 조사 시킴으로써 액정의 프리틸트각을 크게 발생시킬 수 있음을 알 수 있다.

이러한 광배향기술을 이용한 액정배향기술은 LCD소자에 있어서 폴리이미드막을 기계적으로 문지르므로써 액정분자를 배열시키는 러빙처리법에 대신할 수 있는 너러빙치리에 의한 액정배향으로 기대가 크다고 할 수 있다.



(a)



(b)

그림 3. 2종류의 폴리머를 혼합한 폴리이미드막에 편광되지 않은 UV광을 경사지게 조사한 액정셀의 배향상태의 관찰 (편광자는 직교).
(a) UV광의 입사각도가 70° 인 경우;
(b) UV광의 입사각도가 85° 인 경우.

Fig. 3. The microscopic textures of NLC in a cell with slanted non-polarized UV light irradiation on mixed polyimide surface (in crossnicols).
(a) incident angle of 70 degree;
(b) incidence angle of 85 degree.

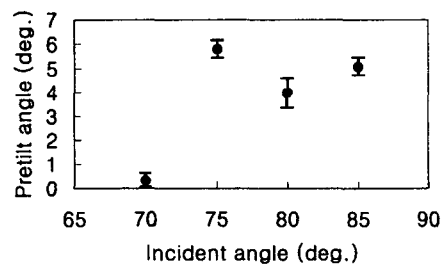
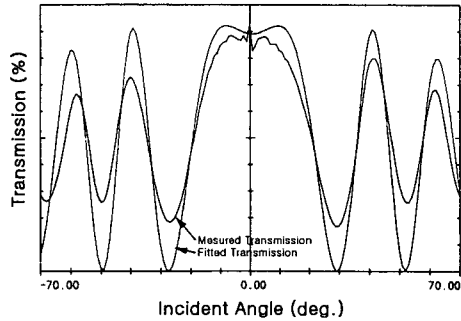
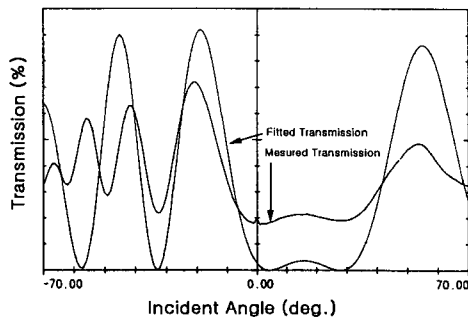


그림 5. 분자구조가 다른 2종류의 폴리머가 혼합된 폴리이미드막에서의 네마틱 액정의 프리틸트각과 UV광의 입사각도와의 관계.

Figure 5. The pretilt angle of NLC versus incident angle of UV light irradiation on mixed polyimide surfaces.



(a)



(b)

그림 4. 액정의 프리틸트각의 측정에 있어서 투과율과 입사 각도와와의 관계.

(a) UV광의 입사 각도가 70° 일 때 ;

(b) UV광의 입사 각도가 85° 일 때

Figure 4. The transmission versus incident angle on pretilt angle measurement.

(a) incident angle of 70° ;

(b) incident angle of 85°

4. 결 론

본 연구에서는 2 종류의 분자구조가 다른 폴리머를 혼합한 폴리이미드막 표면에 UV광을 경사지게 조사시킨 액정셀의 액정배향과 프리틸트각 발생에 관하여 연구 하였다. 혼합된 폴리이미드막 표면에 UV광을 경사지게 조사시킨 액정셀에서의 균일한 배향은 UV광 조사에 따른 폴리머의 부분절단이 이루어짐으로써 광학이방성이 발생하고, 그방향으로 액정분자가 배열하는 것을 알 수 있었다. 그리고 액정의 프리틸트각은 UV광의 입사 각도가 75° 이상에서 약 5° 이상이 발생하였으며, 이것은 UV광의 조사에 따른 폴리머의 부분절단으로 인한 액정분자와 폴리머의 표면구조와의 상호작용으로

인한 것으로 배제체적효과가 크게 기여하고 있는 것을 알 수 있었다.

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

참고 문헌

- 1) M.Schadt and W.Helfrich, Appl. Phys. Lett. **18**, 127 (1971).
- 2) J. Cognard, Mol. Cryst. Liq. Cryst. Supplement, **1** (1982)
- 3) T. Sugiyama, S. Kuniyasu, D.-S. Seo, H. Fukuro, and S. Kobayashi, Jpn. J. Appl. Phys. **29**, 2045 (1990).
- 4) D.-S. Seo, K. Muroi, and S. Kobayashi, Mol. Cryst. Liq. Cryst. **213**, 223 (1992)
- 5) D.-S. Seo, S. Kobayashi, and M. Nishikawa, Appl. Phys. Lett. **61**, 2392 (1992)
- 6) D.-S. Seo, N. Yoshida, S. Kobayashi, MNishikawa, and Y. Yabe, Jpn. J. Appl. Phys. **34**, 4896 (1995).
- 7) H. Matsuda, D.-S. Seo, N. Yoshida, K. Fujibayashi, and S. Kobayashi, Mol. Cryst. Liq. Cryst. **264**, 23 (1995)
- 8) D.-S. Seo, H. Matuda, T. Ohi-Ide, and S. Kobayashi, Mol. Cryst. Liq. Cryst. **224**, 13 (1993)
- 9) M. Hasegawa and Y. Taira, SID digest paper, **213** (1994).
- 10) T. Yamamoto, M. Hasegawa and H. Hatoh, SID digest paper, 642 (1996).
- 11) 서대식, 황율연, 이보호, 전기전자재료학회지 **10**, 461 (1997).
- 12) T. J. Scheffer and Y. Nehring, J. Appl. Phys. **48**, 1783 (1977).
- 13) D.-S.Seo, L.-Y.Hwang, and S.Kobayashi, Liquid Crystals **22** (1997).