

폴리이미드막을 이용한 광배향 효과에 관한 연구

A Study on Effect of Photo-alignment in Nematic Liquid Crystal on Polyimide Film

서대식* 송실대학교 공대 전기공학과
황윤연* 송실대학교 공대 전기공학과

Dae-Shik Seo Dept. of Electrical Eng., Soong Sil University
Lyul-Yeon Hwang Dept. of Electrical Eng., Soong Sil University

Abstract

We investigated new type non-rubbing liquid crystal (LC) alignment techniques in the cell with slanted non-polarized ultraviolet (UV) irradiation on polyimide (PI) film. It is shown that the uniform alignment for nematic (N) LC is obtained by using slanted non-polarized UV irradiation on PI surface. We successfully obtained that the pretilt angle of NLC is generated about 3 degree in the LC cells by using slanted non-polarized UV irradiation with 70 degree on PI surface. We consider that the pretilt angle generation for NLC is attributed to interaction between the LC molecular and the PI surface. We conclude that the uniform LC alignment is attributed to anisotropic dispersion force effect due to photo depolymerization of polymer on PI surface.

1. 서 론

액정디스플레이 (LCD : liquid crystal display) 소자는 저소비전력, 고화질, 평판, 플컬러화, 휴대화 등의 특성을 살려 전자 수첩이나 펜입력형 컴퓨터 등에 사용되며, 휴대용 TV, 노트북 PC 뿐만 아니라 벽걸이 TV 등의 AV 용 컬러 LCD 등에 상품화가 되고 있다. LCD에 있어서 고체기판위에 액정분자를 균일하게 배열시키는 액정배향은 LCD의 전기광학특성 등에 중요한 역할을 하며 소자의 성능 향상에도 매우 큰 기여를 하고 있다.

액정배향에 있어서 액정분자를 일정하게 배열시키기 위해서는 반드시 고분자막 표면에 무엇인가가 이방성을 주는 것이 필요하다. 그리고 기판 표면 위에 액정분자의 경사진 각도를 나타내는 프리틸트각 (pretilt angle) 은 TN (twisted nematic)-LCD 소자에 있어서 분자도메인의 불연속, 즉 역방향으로 기울어진 도메인을 나타내는 디스클리네이션 (reverse

tilted disclination) 등의 결함을 방지하는 역할을 하며 소자의 특성에 중요한 기여를 하고 있다.²⁻⁶⁾

LCD의 액정배향법으로는 고분자막 위를 섬유질 등으로 한 쪽 방향으로 문지름으로써 그 방향으로 액정분자를 배향시키는 방법인 러빙법 (rubbing method) 이 있다. 이 러빙법은 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 너러빙법에 의한 액정배향 기술이 요구 되어 지고 있다.⁷⁾

너러빙 액정배향법은 폴리이미드 (PI) 에 Langmuir-Blodgett (LB) 법을 이용하여 액정분자를 한 쪽 방향으로 배열시킨 PI-LB 법에 관한 연구에 의하여 그 중요성이 인식되고 왔다.^{8,9)}

러빙하지 않는 방법을 이용하여 액정분자를 배열시키는 광배향법은 특정한 파장에서 반응하는 색소 분자를 고분자막에 혼합하여 만든 폴리이미드막을 사

용하여 제작한 액정셀에 편광된 레이저광을 조사시키면, 조사된 편광 방향과 직교 방향으로 액정분자가 배열하는 광이성화에 의한 액정배향으로 W.M. Gibbons 등에 의하여 제안되었다.¹⁰⁾ 또한, Hasegawa 등에 의하여 폴리이미드막 기판 표면 위에 편광된 자외선을 조사시켜 편광된 방향과 직교 방향으로 액정분자를 배열시키는 광분해에 의한 액정배향법이 제안되었다.¹¹⁾

본 연구에서는 광분해법과 조금 다른 원리를 이용하였다. 폴리이미드막 표면 위에 경사진 UV를 조사시켜 액정분자를 균일하게 한 쪽 방향으로 배열시킬 수 있는 경사 UV 조사 배향법을 이용하는 새로운 너빙 액정 기술을 개발하였다. 이 방법을 이용한 액정셀의 제작과 액정배향 상태의 평가, 그리고 프리틸트각의 발생 등에 관하여 연구 보고한다.

2. 실험

본 연구에서 사용한 폴리이미드는 일반적으로 LCD 소자에 많이 사용되고 있는 배향제 (Nissan Chemical Industries Co., Ltd. 제공) 를 사용하였다. ITO 전극이 형성된 유리기판 위에 스펀 코팅법을 이용하여 배향제를 코팅한 후, 오븐에서 250℃에서 1시간 동안 열처리하여 폴리이미드막을 제작하였다. 폴리이미드막 위에 경사진 UV를 조사하는 방법을 그림 1에 나타낸다. UV의 파장 영역은 365nm이고, 광원은 자외선 램프를 사용하였다. UV는 3시간 동안 조사하였으며, 램프와 기판과의 거리는 30cm 이다.

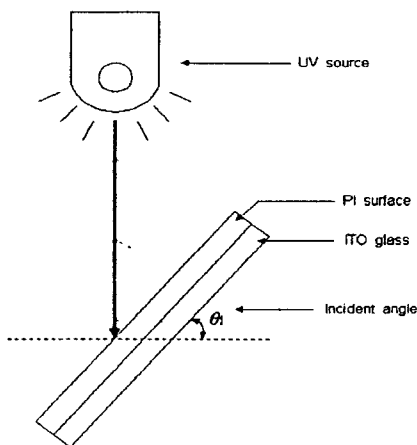


그림 1. 사용된 UV 조사 장치의 개략도
Figure 1. Schematic diagram of used UV irradiation system on polyimide surface

액정셀의 제작은 UV 조사의 입사방향을 기준으로 서로 반대 방향으로 셀을 제작하고 두께는 약 50 μ m로 조절하여 셀을 제작하였다. 사용한 액정은 네마틱 액정 (네마틱-등방상태의 상전이 온도 : 91℃)으로 110℃로 조절된 핫 플레이트 위에서 등방 (isotropic) 상태에서 주입하고 30분간 유지한 후, 냉각시켜 네마틱 액정상태로 하여 액정셀을 완성하였다. 그리고 UV를 조사하여 제작한 액정셀과 러빙처리한 액정셀과의 프리틸트각을 비교하기 위하여 러빙처리한 액정셀을 제작하였다.

사용한 러빙조건은, 섬유질의 끝과 기판과의 접촉 거리인 M이 0.5mm 이고, RS는 262mm를 사용하였다. 러빙회수는 1회이다.

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 2는 폴리이미드막 표면 위에 경사진 UV를 조사한 배향막을 사용한 액정셀의 네마틱 액정의 편광현미경 사진을 나타내었다. 그림 2에서 편광현미경의 관찰시, 2개의 편광자를 직교로 하고 그 사이에 액정셀을 두고 액정배향 상태를 평가하였다. 그림 2에서 보는 바와 같이 폴리이미드막 표면 위에 경사진 UV를 조사시키는 방법으로 제작된 셀의 네마틱 액정의 배향상태는 매우 양호하며, 액정셀 전체에서 균일한 액정배향을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 프리틸트각이 작을 때에 나타나는 디스클리네이션 등의 결함이 없이 균일한 배향을 얻을 수 있다.



그림 2. 폴리이미드막에 UV를 경사지게 조사한 액정셀에 있어서의 편광현미경 사진.
(편광자는 직교)

Figure 2. The microphotograph textures of nematic in the cell using slanted non-polarized UV irradiation on PI surfaces.
(crossnicols)

폴리이미드막에 UV를 경사지게 조사한 액정셀의 결정회전법을 이용하여 네마틱 액정의 프리틸트각을 측정하였다. 그림 3은 실제 액정셀의 측정치를 보여준다. 그림 3(a)에서는 액정셀이 경사진 UV의 조사 각도가 40° 일 때이며 프리틸트각을 계산하면 0.08° 를 나타낸다. 그림 3(b)는 기판에의 경사진 UV의 조사 각도가 70° 일 때이며, 프리틸트각을 계산하면 3° 로 큰 값을 나타내었다.

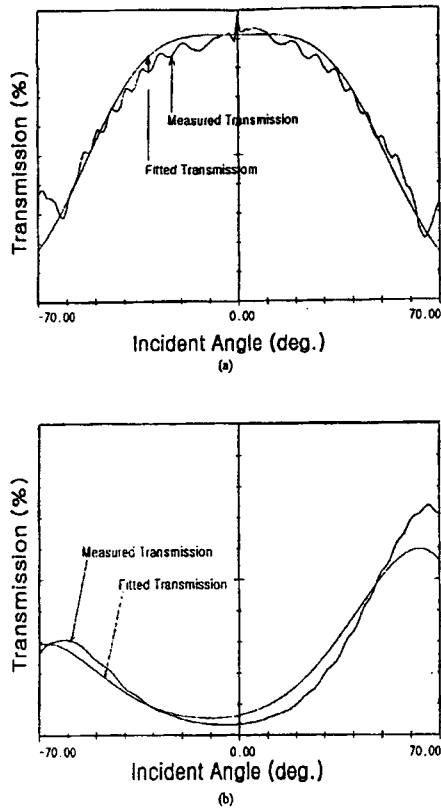


그림 3. 프리틸트각의 측정에 있어서 투과율과 입사 각도와의 관계. (a) UV 조사 각도가 40° 일 때, (b) UV 조사 각도가 70° 일 때
Figure 3. The transmission versus incident angle on pretilt angle measurement.
(a) at 40° of UV irradiation angle;
(b) at 70° of UV irradiation angle

그림 4에서 폴리이미드막에 있어서 네마틱 액정의 프리틸트각과 기판에의 UV 조사 각도와의 관계를 나타낸다. UV의 조사 각도가 70° 일 때 가장 큰 프리틸트각을 얻을 수 있었다. 즉, 폴리이미드막 표면 위에 UV를 경사지게 조사함으로써 프리틸트각

을 발생시킬 수 있음을 알 수 있다. 그리고 액정셀의 두께도 약 50 μ m로 상당히 두꺼우며 이러한 액정셀 두께에서도 액정배향이 균일하게 얻을 수 있다는 것은 배향막의 표면 위에 액정분자가 비교적 강하게 배열되어 있음을 알 수 있다.

이 액정셀에서 일어난 프리틸트각은 LCD 소자에 응용 가능한 크기이며 너러빙 액정배향법을 이용한 LCD 소자의 실현이 가능하다는 것을 나타낸다.

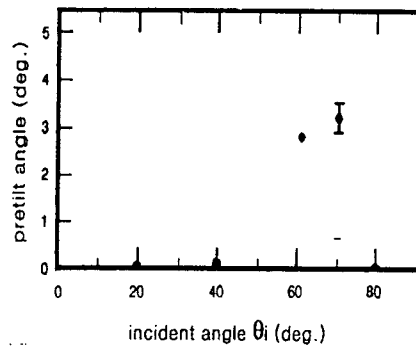


그림 4. 폴리이미드막에 있어서 네마틱 액정의 프리틸트각과 UV 조사 각도와의 관계.
Figure 4. The pretilt angle versus incident angle of UV irradiation in NLC.

고체 기판 위에서의 액정배향에 관한 기구로는 여러 가지가 알려져 있으며¹³⁾ 본 연구에서의 액정배향 효과는 다음과 같이 생각할 수 있다.

폴리이미드막 표면 위에 UV를 경사지게 조사한 액정셀에 있어서의 네마틱 액정의 균일한 배향은 UV 조사에 의하여 고분자가 부분적으로 절단되어 그 부분에 액정분자가 침투하고, 그리고 쌍극자의 상호작용 등으로 인하여 폴리이미드막 표면 위에 복굴절이 발생하고, 그 방향으로 액정분자가 배열되는 것으로 생각되어진다. 즉, 고분자막에 UV 조사에 의한 고분자의 절단으로 인한 액정분자가 배열되는 것을 라디칼(radical)이라 하며, 이러한 라디칼이 액정배향에 기인한 것으로 생각할 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 폴리이미드막 표면 위에 경사진 자외선을 조사시키는 방법을 이용하여 균일한 네마틱 액정배향을 얻는데 처음으로 성공하였다. 이것은 액정의 배향을 위해 러빙을 하지 않고도 액정분자를 일정한 방향으로 배열시키는 것이 가능하다는 것을

알 수 있다. 본 연구의 결과로써, 액정의 프리틸트각이 약 3° 까지 발생하였으며, 이 값은 LCD 소자에의 응용이 가능한 것으로 생각되며 향후 대화면 LCD에 적용 가능하도록 연구가 이루어지리라고 기대 되어진다.

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

참고문헌

- [1] M.Schadt and W.Helfrich, Appl. Phys. Lett. 18, 127 (1971).
- [2] J.Cognard, Mol. Cryst. Liq. Cryst. Supplement, 1 (1982)
- [3] T.Sugiyasma, 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, M.Nishikawa, 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] D.-S. Seo, S. Kobayashi, D.-Y. Kang, and H. Yokoyama, Jpn. J. Appl. Phys. 34, 3607 (1995).
- [10] W.M.Gibbons, P.J.Shannon, S.-T.Sun, and B.J. Swelin, Nature 351, 49 (1991).
- [11] M.Hasegawa and Y.Taira, SID digest paper, 213 (1994).
- [12] T. J. Scheffer and Y. Nehring, J. Appl. Phys. 48, 1783 (1977).
- [13] M.Nishikawa, N.Bessho, T.Natsui, Y.Ohta, N. Yoshida, D.-S.Seo, Y.Iimura, and S.Kobayashi, Mol.Cryst.Liq.Cryst. 275, 15-25(1996)
- [14] 서대식, 한국전기전자재료학회 10(1), 68-75(1997)
- [15] D.-S. Seo, Molecular Electronics And Devices 7, 233 (1996)