

전사배향법을 이용한 셀의 액정배향의 효과

Effect of Liquid Crystal alignment in the cell using transcription alignment method

서 대 식 송실대학교 공대 전기공학과

김 진 호 송실대학교 공대 전기공학과

최 재 학 송실대학교 공대 전기공학과

Dae-Shik Seo Dept. of Electrical Eng., Soongsil University

Jin-Ho Kim Dept. of Electrical Eng., Soongsil University

Jae-Hak Choi Dept. of Electrical Eng., Soongsil University

Abstract

In this paper, the monodomain alignment of nematic liquid crystal(NLC) in the cell fabricated by one side transcription alignment method on PI surface with side chain were investigated. The LC alignment produced by the transcription alignment method is attributable to a memory effect of the NLC on PI surfaces. We observed that the pretilt angle of NLC is generated about 3.6° in a cell with one side transcription alignment on PI surface. Also, the electro-optical(EO) performance of TN-LCD with one side transcription alignment method on PI surface will be discussed.

1. 서 론

최근 멀티미디어 시대에 있어서 평판디스플레이소자의 한 종류인 액정디스플레이(LCD)가 휴대화, 저소비전력, 풀칼라화(full color)가능 등의 장점을 살려 많은 정보표시에 사용되고 있다. 특히, 최근 20인치 이상의 대화면에서 CRT을 대체할 디스플레이로서 대화면 고품질 TFT(thin-film-transistor)-LCD가 개발되면서 LCD소자에 대한 기대가 더욱 높아지고 있다. 더욱이 LCD소자를 응용하는데 있어서 표면액정배향의 효과는 전기광학 특성에 매우 중요한 역할을 차지하고 있다. 러빙처리에 의한 셀에서의 프리틸트각 발생에 관한 연구는 여러 연구그룹에 의하여 보고되었다.³⁻⁴⁾

그리고, 기판 표면 위에 액정 분자의 경사진 각도를 나타내는 프리틸트각 (pretilt angle)은 twisted nematic (TN)-LCD에 있어 디스클리네이션 (reverse tilt disclination) 등의 결함을 방지하는 역할을 하며 LCD소자의 특성에 중요한 기여를 하고 있다.¹⁻⁵⁾ 액정배향법은 LCD의 개발 당초부터 고분자막의 표면 위를 섬유질 등으

로 한쪽 방향으로 문지름으로써 그 방향으로 액정분자를 배열시키는 방법인 러빙처리법 (rubbing treatment method) 이 사용되어 왔다. 이 러빙처리법은 배향이 안정하며, 프리틸트각의 제어가 용이하여 대량생산에 적용되고 있다. 그러나, 이 방법은 러빙시에 발생하는 정전기로 인하여 TFT-LCD에서 TFT소자를 파괴시키며 오물 등이 발생하는 등의 단점이 알려져 있어, 이전부터 러빙을 하지 않는 너러빙 (rubbing-free) 배향기술이 요구되어 왔다.⁶⁾ 또, 최근에 화소의 미세화에 따른 액정의 배향 얼룩의 문제나, LCD의 시야각 (viewing angle) 특성 개선을 위한 화소의 다분할화의 요구에서 더욱이 너러빙 배향 기술의 개발의 필요성이 강하게 인식되어 너러빙 배향기술이 주목을 받고 있다.⁷⁾

너러빙 배향에 의한 액정 분자의 배열에 관한 연구로는 유리기판 위에 단분자막을 한 층씩 층층이 쌓아 박막을 만드는 Langmuir-Blodgett (LB) 법을 이용한 폴리이미드 (PI)-LB법으로 액정분자를 배열시키는 방법이 제안되어 너러빙법의 중요성이 인식되었다.^{8,9)} 이러한 너러빙배향

법은 최근 고분자막 위를 편광된 UV광을 조사하여 액정 분자를 배열시키는 광배향법으로 발전하였으며, 현재 이 분야의 연구가 활발히 이루어지고 있다. 근년, W.M.Gibbons 등에 의하여 반응을 나타내는 색소 분자를 고분자 속에 혼합하여 폴리이미드막을 만들어 편광된 레이저 광을 조사시켜 색소분자를 제어하여 액정 분자의 방향을 제어하는 광이성화법이 제안되었다.¹⁰⁾ 다른 너리빙법으로는 M.Schadt 에 의하여 광중합법이 제안되었으며 이 방법은 반응을 나타내는 고분자막에 직선 편광을 조사하여 어떤 특정방향으로 향한 분자만을 중합반응시켜 광학 이방성을 발생시키는 방법이다.¹¹⁾

본 연구에서는 측쇄기를 가진 폴리이미드막에 있어서 한쪽 전사배향법을 이용한 셀에서의 프리틸트각의 발생과 TN-LCD의 전기광학특성에 관하여 연구보고 하였다.

2. 실험

본 연구에서는 측쇄기를 가진 폴리이미드를 사용하였다. 폴리머는 ITO (indium tin oxide) 전극이 형성된 유리 기판 위에 스피ن 코팅법을 이용하여 코팅 한 후 오븐에서 250℃에서 1시간 동안 열처리하여 폴리이미드막을 제작하였다. 사용된 폴리이미드 막의 두께는 500Å이다. 전사배향법에 의한 액정셀 제작을 위하여 한쪽면 기판용으로는 폴리이미드 러빙처리법을 사용한다. 강하게 러빙처리한 폴리이미드막을 제작하기 위하여 러빙은 그림 1 과 같은 러빙기를 이용하여 러빙 하였다.

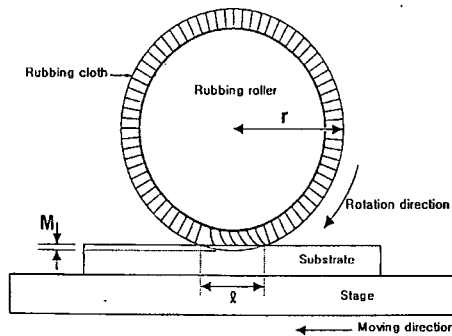


그림 1. 사용된 러빙기의 구조
Fig. 1. A schematic diagram of used rubbing machine

러빙의 강약을 나타내는 러빙 강도 (Rubbing Strength) 는 다음과 같이 정의되었다.^{3,4)}

$$RS = NM \left(\frac{2\pi r}{v} - 1 \right)$$

여기서, N 은 러빙한 회수, M 은 섬유질의 끝과 기판과의 접촉 거리, n 은 러빙롤러의 회전수(500/60s⁻¹), v 는 기판의 이동 속도(7.0 mm/s), r 은 러빙롤러의 반경을 나타낸다. 실제로, 단위 면적 당의 러빙에 의한 일의 양 W 는 $W = a \cdot RS$ 이며, RS 에 비례한다. 여기서 a 는 마찰계수를 나타낸다. 즉, 러빙강도인 RS 를 변화시켜 줌으로서 실제의 일 W 를 변화시킬 수 있다. 본 실험에서는 한쪽 기판면으로 사용하는 러빙처리한 폴리이미드막의 러빙처리에는 강한 러빙을 사용하였다. 즉, 기판과 섬유질의 표면과 기판과의 접촉 거리인 M이 0.5mm이고, RS는 189.1mm를 사용하였다. 전사배향은 너리빙된 폴리이미드막(전사된 기판)과 러빙처리된 폴리이미드막을 가지고 제작하였으며, 제작한 셀은 불소 계열의 mixture형의 네마틱액정(네마틱-등방상태의 상전이 온도 T_c=87℃)을 101℃로 조절된 핫플레이트 위에서 등방 (isotropic) 상태에서 주입하고 10분동안 유지한 후 서냉시키고, 액정은 등방 상태에서 네마틱 액정 상태로 변화했다. 액정셀에서 분리시킨 전사된 기판과 다른 한쪽은 러빙처리를 이용한 기판으로 셀을 제작한후 다시 한번 등방상태에서 액정을 재주입하여 셀을 제작하였으며, 이 제작 공정을 그림 2에 나타낸다.

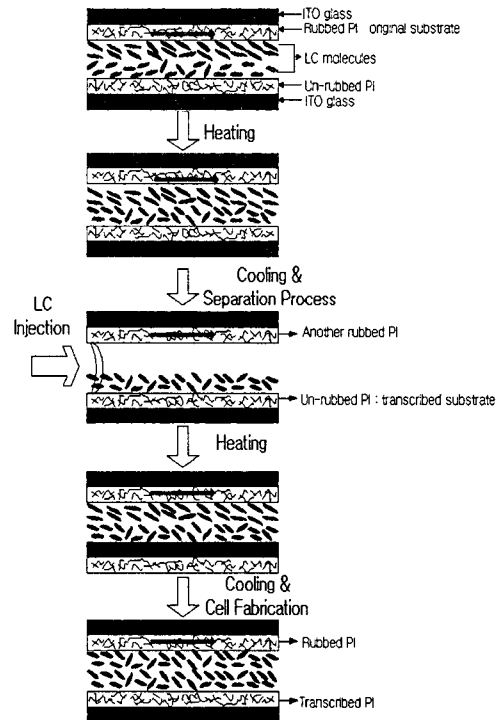


그림 2. 전사 배향법을 이용한 액정셀의 제작
Fig. 2. The fabrication of liquid crystal cell by using transcription alignment method on

polyimide film.

3. 결과 및 고찰

그림 3은 프리틸트각 측정의 결과를 나타낸다. 전사 배향법을 이용한 액정셀에 있어서의 네마틱 액정의 프리틸트각을 측정한 결과 네마틱 액정의 프리틸트각은 약 3.6°를 나타내었다. 본 연구에서 사용한 축쇄형 폴리이미드막을 양면 리빙처리법으로 사용하였을 경우의 프리틸트각은 약 4° 정도를 나타내는 것이 이전의 논문에서 보고되었다.³⁾ 즉, 전사 배향법을 이용한 네마틱 액정의 프리틸트각은 약 3.6°로 양면기판을 리빙처리한 액정셀과 동등한 프리틸트각을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 그리고 기판 위에서의 액정분자의 경사진 각도인 프리틸트각은 결정회전법(crystal rotation method)을 이용하여 실온에서 측정하였다.

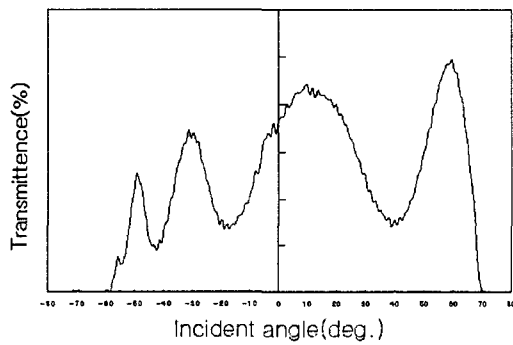
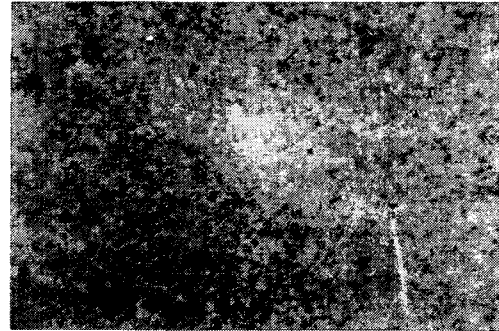


그림 3. 한쪽면 전사배향법을 이용한 프리틸트각의 측정
 그림 3. The pretilt angle measurement in the cell using one-side transcription alignment method on PI surface

일반적으로 액정배향의 기구에는 Groove(홈) 이론설,¹²⁾ 배체제적최소효과,¹³⁾ 이방성분산력,¹⁴⁾ 액정분자의 고분자막에 흡착에 의한 메모리효과¹⁵⁾ 등이 알려져 있다. 액정 분자의 고분자막에의 흡착에 의한 메모리효과는 등방상태의 액정을 폴리이미드막을 코팅하여 제작한 셀에 주입하여 네마틱 상태까지 냉각하면 최초의 네마틱 액정 분자의 방향에 배향 방향의 메모리 작용이 일어나, 네마틱 액정 분자는 그 방향으로 배열한다. 이것은 네마틱 액정 분자의 흡착 또는 고분자막에의 침투로서 설명할 수 있다. 이러한 액정 분자의 침투 작용에 의해 고분자막에 복굴절율 Δn 이 발생한다고 생각할 수 있다. 따라서, 전사 배향법에 의한 액정배향은 액정 분자의 고분자막에 흡착에 의한 메모리 작용으로 설명할 수 있다. 한쪽면 전사배향법을 이용한 네마틱액정의 배향은 편광현미경 사진으로부터 균일한 액정배향을 나타내고 있는 것을 알 수 있었다. 그림 4에 폴리

이미드막에 있어서 전사배향법을 이용한 네마틱 액정의 TN-LCD의 전압무인가시(voltage off)와 전압인가시(voltage on)의 편광현미경 사진을 나타낸다. 콘트라스트비는 일반 TN-LCD 보다 낮은 경향을 나타내고 있으나, 선명한 on, off 의 동작이 가능한 것으로 생각된다.



(a) off



(b) on

그림 4. 한쪽면 전사배향법을 이용한 TN-LCD의 편광현미경 사진.

(a) 전압무인가시 ; (b)전압인가시.

Fig. 4. The microphotograph of TN-LCD using one-side transcription alignment method. (a) off ; (b) on.

그림 5는 축쇄기를 가진 폴리이미드막위에 한쪽면 전사 배향법을 이용한 TN-LCD의 V-T특성을 나타낸다. 한쪽면 전사배향법을 이용한 TN-LCD의 투과율은 일반적인 TN-LCD와 비교하면 낮은 것으로 나타나며, 임계치 전압은 거의 일반 TN-LCD와 동등한 특성을 나타낸 것을 알 수 있다.

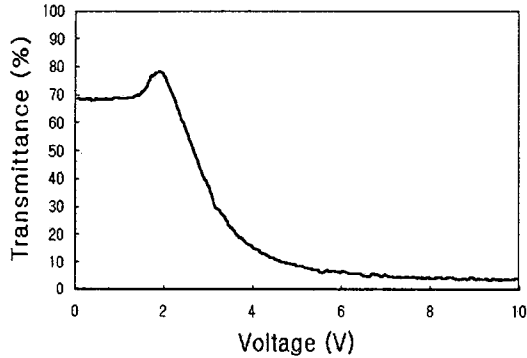


그림 6. 전사배향법을 이용한 TN-LCD의 V-T 특성
 그림 6. The Voltage-Transmittance characteristics performance of TN-LCD with one-side transcription alignment method

4. 결 론

본 연구에서는 폴리이미드막에 있어서 네마틱 액정의 매모리 효과를 이용한 전사 배향법 관하여 연구하였다. 측쇄기를 가진 폴리이미드막을 이용하여 폴리이미드막 표면을 러빙 하지 않는 전사 배향법을 이용한 셀에서 균일한 액정 배향 특성을 나타내는 것을 알수 있었다. 그리고, 이러한 한쪽면 전사배향법을 이용한 셀에 있어서 네마틱 액정의 프리틸트각이 약 3.6° 가 발생하였으며, 이것은 액정분자와 고분자의 표면구조와의 상호작용에 기인한 것으로 생각할 수 있었다. 마지막으로 전사배향을 이용한 TN-LCD는 콘트라스트비는 일반 TN-LCD와 비교하여 낮은 편이나 V-T 특성은 거의 동등한 수준에 육박하는 특성을 나타내는 것을 알수 있었다.

감사의 글

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

참고 문헌

1. J. Cognard, Mol. Cryst. Liq. Cryst. Supplement, 1(1982).
2. T. Sugiyama, S. Kuniyasu, D.-S. Seo, H. Fukuro, and S.Kobayashi, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 29, 2045 (1990).
3. D.-S. Seo, K. Muroi, and S. Kobayashi, Mol. Cryst. Liq. Cryst., Vol. 213, 223 (1992).
4. D.-S. Seo, S. Kobayashi, and M. Nishikawa, Appl. Phys. Lett., Vol. 61, 2392 (1992).

5. D.-S. Seo, N. Yoshida, S. Kobayashi, M. Nishikawa, and Y.Yabe, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 34, 4876 (1995).
6. H.Matsuda, D.-S.Seo, N.Yoshida, K.Fujibayashi, and S. Kobayashi, Mol. Cryst. Liq. Cryst., Vol. 264, 23 (1995).
7. D.-S.Seo, Journal of the Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineers, Vol. 9, 733 (1996).
8. D.-S. Seo, H. Matuda, T. Ohi-ide, and S. Kobayashi, Mol. Cryst. Liq. Cryst., Vol. 224, 13 (1993).
9. D.-S. Seo, S. Kobayashi, D.-Y. Kang, and H. Yokoyama, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 34, 3607 (1995).
10. W. M. Gibbons, P. J. Shannon, S.-T. Sun, and B. J Swelin, Nature, Vol. 351, 49 (1991).
11. M. Schadt, K. Schmitt, V. Kozinkov, and V. Chigrinov, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 31, 2155 (1992).
12. D. W. Berreman, Phys. Rev. Lett., Vol. 28, 1683 (1972).
13. K. Okano, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 22, L343 (1983).
14. K. Okano, N. Matsuura, and S. Kobayashi, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 21, L107 (1982).
15. H. Aoyama, Y. Yamazaki, N. Matsuura, H. Mada, and S. Kobayashi, Mol. Cryst. Liq. Cryst. Lett., Vol. 72, 127 (1981).