

폴리이미드막에 직선편광된 자외선조사를 이용한 TN-LCD의 전기광학특성의 평가

Electro-optical performance of TN-LCD using linearly polarized UV light irradiation on polyimide surface

서 대 식 송실대학교 공과대학 전기공학과
이 창 훈 송실대학교 공과대학 전기공학과
이 정 호 송실대학교 공과대학 전기공학과
문 학 룡 한국건설기술 연구원

Dae-Shik Seo Dept. of Electrical Eng., Soong Sil University
Chang-Hoon Lee Dept. of Electrical Eng., Soong Sil University
Jeong-Ho Lee Dept. of Electrical Eng., Soong Sil University
Hack-Ryong Moon Korea Institute of Construction Technology

Abstract

In this paper, we studied on electro-optical (EO) characteristics of photo-aligned twisted nematic (TN)-LCD. We obtained that uniform LC alignment in TN-LCD with linearly polarized ultraviolet (LPUV) light irradiation on polyimide (PI) surface increases according to increasing irradiation time for 10 to 60 min. The voltage-transmittance and response time characteristics of photo-aligned TN-LCD with UV light irradiation time of 60 min were almost same in comparison with conventional TN-LCD were observed.

From the results, we suggest that photo-aligned TN-LCD with LPUV light irradiation on PI surface is useful in applying LCD as for rubbing-free treatment method.

1. 서 론

최근, 고도 정보화 시대를 맞이하여 인간과 정보 기기와의 인터페이스로서 정보전달을 담당하는 정보디스플레이 소자의 역할이 더욱 중요시되고 있다. 멀티미디어 시대의 정보디스플레이 소자 중에서 평판, 경량, 고화질과 무엇보다도 장시간 사용이 가능할 수 있도록 저소비전력이 특징인 LCD 소자가 각광을 받고 있다.

이러한 LCD의 특징을 발전시켜 기존의 브라운관(CRT; cathode ray tube)으로는 만들 수 없었던 개인 휴대용 정보 기기를 실현하는 데 결정적인 역할을 하였다. PDA, 휴대전화기, 휴대용 TV, 노트북 PC 등이 상품화되고 있으며, 벽걸이 TV가 실용화되고 있다.

LCD 소자에 있어서 고체 기관 위에 액정분자를 균일하게 배열시키기 위한 액정배향처리는 필수적인 요소이다. 현재 전계효과를 이용한 구동방식의 LCD 소자의 액정배향처리는 LCD 소자의 개발 초기부터 러빙천 등을 이용하여 문지르는 러빙처리법(rubbing treatment)이 사용되어 왔다.¹⁻⁵⁾ 그러나, 이 러빙처리법은 기관과 기계적으로 접촉하는 방식으로 러빙시 오물 및 정전기 등이 발생하여 TFT(thin-film-transistor) 소자를 파괴하는 등의 영향을 미치고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 기계적인 러빙을 하지 않는 너러빙처리법(rubbing-free treatment)이 강하게 요구되고 있다.⁶⁾ 현재, 여러 가지 너러빙처리법 중에서도 광배향 기술이 큰 기대를 모으고 있다.

본 연구에서는 폴리이미드막 표면에 직선 편광된 UV 광을 수직으로 조사시켜 액정분자를 한쪽 방향으로 균일하게 배열시킬 수 있는 광배향 기술⁷⁻⁹⁾을 이용하여 폴리이미드의 표면에 직선 편광된 UV 광을 조사시킨 셀에서의 액정배향 및 전기광학특성에 관하여 연구하였다.

2. 실험

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

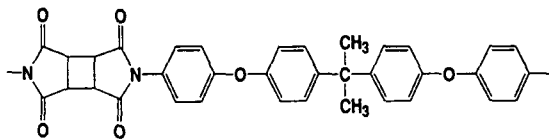


그림 1. 사용한 폴리머의 구조.

Fig. 1. The molecular structure of used polymer.

그림 2는 폴리이미드막 표면에 직선 편광된 UV 광을 수직으로 조사하는 방법을 나타낸다. 사용된 광원은 1 kW 용량의 UV 램프로 UV의 파장 영역이 365nm에서 가장 높은 흡수치를 가진다.

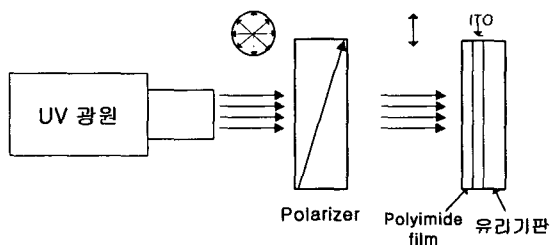


그림 2. 사용된 UV 광의 조사 장치.

Fig. 2. Used UV light irradiation system.

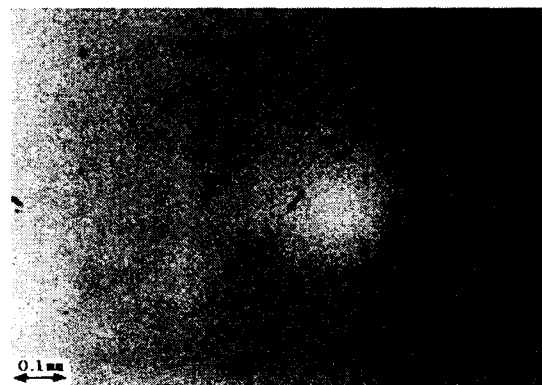
그림 1에서 나타낸 프리커서를 ITO (indium-tin-oxide) 전극이 코팅된 유리 기판 위에 스펀코팅법을 이용하여 막을 균일하게 도포한 후 오븐에서 250℃에서 1시간 동안 열처리하여 폴리이미드막을 제작하였다. 이 기판을 UV 광조사한 후 양쪽 기판에 대한 UV 광조사 방향에 대하여 서로 90°로 하여 TN-LCD를 제작하였다. 제작한 TN-LCD의 셀 두께는 약 5 μ m이고, UV 광조사 시간은 10~60 분간이다. 사용한 액정은 볼소계열의 mixture type의 네마틱 액정 ($T_c=87^\circ\text{C}$)으로 진공상태에서 네마틱 상에

서 주입하였으며, 97℃에서 등방상태를 30분간 유지한 후, 서서히 냉각시켜 다시 네마틱 액정상태의 액정셀을 제작하였다.

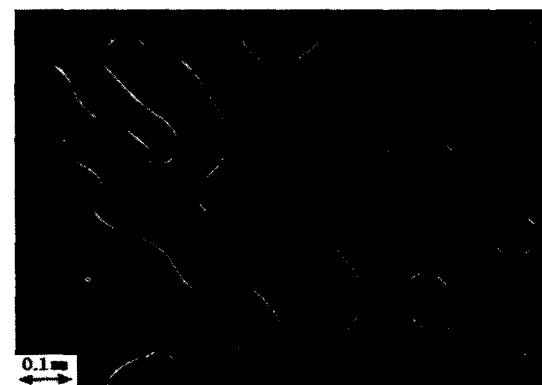
본 연구에서는 직선 편광된 UV 광을 이용한 액정셀과 러빙처리한 액정셀에 있어서의 전기광학특성을 비교하기 위하여 러빙처리한 셀을 제작하였다. 사용한 러빙조건은 러빙회수 1회로 하여 RS (rubbing strength)를 262mm로 조절하였다.

3. 결 과

그림 3은 폴리이미드막 표면 위에 직선 편광된 UV 광을 조사시킨 TN-LCD의 전압 무인가시와 저압 인가시의 편광 현미경 사진을 나타낸다.



(a) Off 상태



(b) On 상태

그림 3. 폴리이미드막에 직선 편광된 UV 광을 조사한 광배향 TN-LCD의 편광현미경사진(조사시간 60분). (a) 전압 무인가시; (b) 전압 인가시.

Fig. 3. The microphotographs of photo-aligned TN-LCD with LPUV light irradiation (irradiation time 60 min.). (a) Off state; (b) On state.

그림 3 (a)의 전압 무인가시와 그림 3 (b)의 전압 인가시의 투과율의 차를 보면 콘트라스트가 매우 양호한 것을 알 수 있다. 그리고 광배향 TN-LCD에서 UV 광의 조사시간이 증가할수록 양호한 TN-LCD가 얻어짐을 알 수 있었다. 일반적으로 러빙처리한 액정셀에서는 러빙방향으로 고분자가 연신되어 재배열된 폴리머의 방향으로 액정분자가 배열되지만, 직선 편광된 UV 광을 조사한 액정셀에서는 UV 광의 조사방향의 수직방향으로 액정분자가 배열된다. 즉, 폴리이미드막에 직선 편광된 UV 광의 조사에 의한 광분해 반응으로 액정분자가 배열되는 것으로 생각할 수 있다.

그림 4에 러빙처리한 일반 TN-LCD와 직선 편광된 UV 광을 이용한 광배향 TN-LCD의 조사시간에 따른 V-T 특성을 나타내었다 (편광판은 직교상태). 그림 4에 나타낸 바와 같이 UV 광의 조사시간이 증가할수록 V-T특성이 좋아지며, 60분 조사한 광배향 TN-LCD는 임계치전압(V_{th})이 2.07(V)로써 일반 러빙처리한 TN-LCD의 특성과 거의 동등함을 알 수 있다.

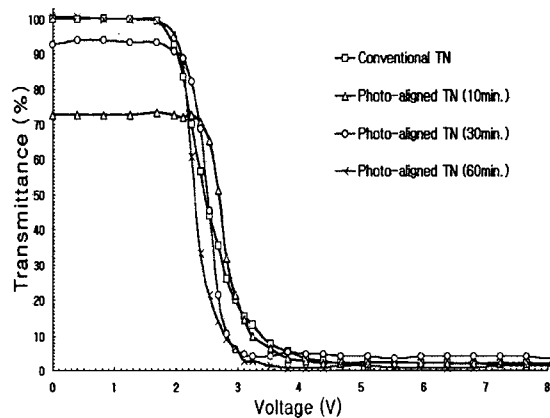


그림 4. 일반 TN-LCD와 광배향 TN-LCD의 V-T 특성.

Fig. 4. The voltage-transmittance characteristics of conventional and photo-aligned TN-LCD with LPUV light irradiated on PI surface.

러빙처리한 일반 TN-LCD와 직선 편광된 UV 광을 이용한 광배향 TN-LCD의 조사시간에 따른 응답특성을 그림 5에 나타내었다. 그림 5에 나타낸 바와 같이 UV 광의 조사시간이 증가할수록 응답특성이 향상되는 것을 알 수 있다. 직선 편광된 UV 광을 10분과 30분 조사한 광배향 TN-LCD의 응답특성이 backflow 효과에 의한 bounce가 나타난다.

그렇지만 60분 조사에 대한 광배향 TN-LCD는 일반 러빙처리한 TN-LCD와의 응답특성이 거의 동등한 것을 나타내었다.

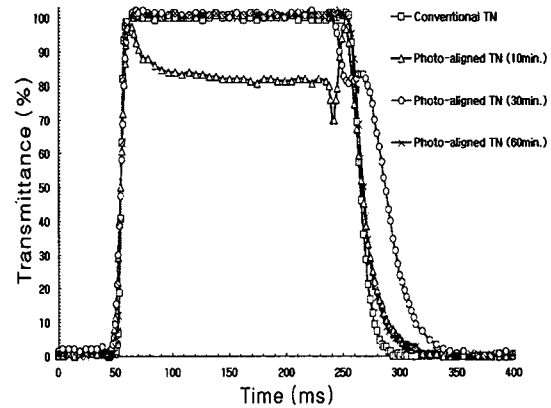


그림 5. 일반 TN-LCD와 photo-aligned TN-LCD에서의 조사 시간에 따른 응답특성.

Fig. 5. The response time performance of conventional TN-LCD and photo-aligned TN-LCD with LPUV light irradiated on PI surface.

4. 결 론

본 연구에서는 폴리이미드막에 직선 편광된 UV 광을 조사시킨 셀의 액정배향효과 및 전기광학특성에 관하여 연구보고 하였다. 러빙처리법 중의 하나인 광배향처리법은 기계적인 접촉방식의 러빙처리법과 달리 비접촉방식의 방식을 이용함으로써 러빙시에 발생하는 오물이나 정전기나 등의 문제를 해결할 수 있다.

편광현미경 관찰로부터 폴리이미드막에 직선 편광된 UV 광을 조사시킨 셀의 액정배향은 UV 광의 조사시간이 증가할수록 배향성은 증가하며, 이것은 UV 광의 조사에 따른 폴리이미드의 광분해 반응으로 인하여 광학 이방성이 발생되어 액정분자가 배열하는 것을 알 수 있다. 그리고, 폴리이미드막에 직선 편광된 UV 광을 10~60분간 조사한 TN-LCD의 전기광학 특성은 직선 편광된 UV 광의 조사시간이 증가할수록 V-T 특성과 응답특성이 더욱 증가함을 알 수 있었으며, 특히 60분 조사에 대한 photo-aligned TN-LCD는 일반 TN-LCD의 특성과 거의 동등한 결과를 나타내었다.

따라서, 폴리이미드막에 직선 편광된 UV를 조사하는 광분해 반응을 이용한 셀의 균일한 액정배향 및 양호한 전기광학 특성으로부터 러빙처리법을 이용한 LCD에의 적용에 유효한 것을 알 수 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, 4896 (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, L.-Y. Hwang and S.Kobayashi, Liquid Crystals, Vol. 23, 723 (1997).
- [8] 서대식, 황을연, 이보호, 전기전자재료학회지, Vol. 10(5), 461 (1997)
- [9] D.-S. Seo and L.-Y. Hwang, Liquid Crystals, Vol. 23 (6), 923 (1997).