

비편광 UV조사에 의한 광배향 VA-LCD의 전기광학특성

Electro-optical properties of photo-aligned VA-LCD by irradiation of unpolarized UV light.

박두석 송실대학교 공과대학 전기공학과

서대식 송실대학교 공과대학 전기공학과

Doo-Seok Park Dept. of Electrical Eng., Soongsil University

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

Abstract

The electro-optical characteristics of photo-aligned vertical-alignment (VA)-liquid crystal display (LCD) with non-polarized ultraviolet (UV) light irradiation of 45° on homeotropic polyimide (PI) surface were investigated. LC alignment on photo-aligned VA-LCD is attributed to photo-depolymerized reaction of the polymer with non-polarized UV light irradiation on PI surface. We had good voltage-transmittance (V-T) characteristics of photo-aligned VA-LCD. The response time of photo-aligned VA-LCD was slower than that of the rubbing-aligned VA-LCD. Finally, we suggest that the slow response time of photo-aligned VA-LCD depends on the LC domain.

Key Words(중요용어) : Vertical alignment (수직배향), photo-depolymerized reaction (광분해반응), polyimide surface(폴리이미드 표면), vertical alignment mode (VA모드), voltage-transmittance characteristics (전압-투과율 특성), response time (응답시간)

1. 서 론

LCD의 액정배향에 가장 많이 사용되고 있는 러빙 처리법은 섬유질과 고분자 표면이 직접적으로 접촉하기 때문에 이 과정에서 생기는 먼지나 오물에 의한 기판 표면의 오염과 이를 제거하기 위한 세정 공정이 추가되며, LCD 소자의 표시 화질을 저하시키는 직접적인 원인이 되고 있다. 따라서 기계적인 러빙처리를 하지 않고 액정분자를 배열시키는 너러빙배향처리법이 요구되고 있다. 너러빙배향기술에는 광배향법, 전사배향법 등이 알려져 있다. LCD의 광시야각화 기술과 관련하여 화소의 분할화 등에 있어서 너러빙 배향 기술인 광배향법이 기대를 모으고 있다.

최근, 고분자 표면에 비편광 UV광을 경사 조사시의

액정배향 효과에 대하여 여러 연구자들에 의하여 보고되어 있다.¹⁻³⁾ 또한 N. Yoshida 등은 광분해반응을 이용하여 VA-LCD의 광시야각 특성에 대하여 보고하였다.⁴⁾ 그러나 광분해반응을 이용한 VA-LCD의 응답특성의 메카니즘에 관하여는 아직 보고되지 않고 있다.

본 연구에서는 수직배향용 폴리이미드 표면에 비편광 UV광을 경사 조사시의 광배향 VA-LCD의 전압-투과율 및 응답특성 등에 대하여 검토하였다.

2. 실험

실험에는 수직배향제인 JALS688-R5를 사용하였다. ITO 전극이 형성된 유리기판 위에 스핀 코팅법을 이용하여 폴리머를 코팅한 후, 핫플레이트에서

100℃로 30초간 열처리한 후 다시 180℃의 오븐에서 1시간 동안 열처리하여 수직배향용 폴리이미드막을 제작하였다.

사용한 UV광원의 파장은 365nm이다. UV광원은 500W 출력을 사용하였으며 UV광의 조사시간은 10분, 20분, 30분으로 하였다. VA-LCD의 제작은 UV광 조사의 입사방향을 기준으로 하여 서로 반대 방향으로 마주보게 셀을 제작하였으며 두께는 약 4.25μm로 하였다. 사용한 액정은 부의 유전을 이방성을 가진 네마틱 액정이며 isotropic 상태에서 액정주입 후 10분간 핫 플레이트에서 열처리한 후, 서냉하였다.

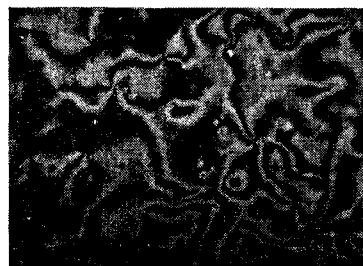
수직배향용 폴리이미드 표면에 비편광 UV광을 경사지게 조사한 광배향 VA-LCD의 전기광학특성을 비교하기 위하여 중간 정도 (RS=164mm)의 러빙강도로 러빙처리한 VA-LCD와 무배향처리한 VA-LCD를 제작하였다. 제작한 VA-LCD의 배향상태를 관찰하기 위하여 편광현미경을 사용하였으며 전기광학특성을 평가하기 위하여 전압-투과율 및 응답특성 등을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

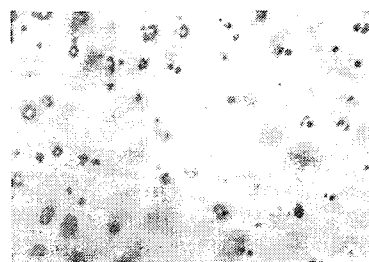
그림 1에 수직배향용 폴리이미드 표면에 비편광된 경사 UV광을 10분, 20분, 30분 조사시의 광배향 VA-LCD의 전압인가시(V=6V)의 편광현미경사진을 나타내었다. 그림 1(a)와 같이 전압인가시에 있어서, 10분간 UV광을 45° 경사 조사한 셀에서는 러빙처리한 셀에서와 같이 양호한 배향특성을 나타내었다. 이것은 UV광을 경사 조사한 액정셀에서의 액정배향은 UV광 조사와 함께 폴리머의 광분해반응이 이루어짐으로써 액정분자가 배열하는 것으로 생각할 수 있다. 그러나, 20분 조사한 셀에서는 작은 domain이 발생하였으며 30분 조사시에는 배향이 파괴되어 큰 domain이 발생하였다. 따라서, 이것은 UV광의 조사시간이 너무 길면 방향 결함이 생기는 것으로 생각할 수 있다.



(a) 10분



(b) 20분

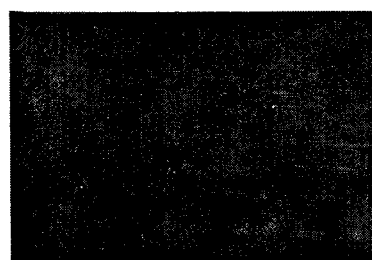


(c) 30분

그림 1. 수직배향용 폴리이미드 표면에 비편광 UV광 조사시의 광배향 VA-LCD의 편광현미경 관찰사진(편광자는 직교상태).

Fig. 1. Microphotographs of photo-aligned VA-LCD with non-polarization UV light irradiation on homeotropic polyimide surface(in crossed Nicols).

그림 2에 수직배향용 폴리이미드 표면을 러빙처리한 VA-LCD와 무배향처리한 VA-LCD의 전압인가시의 편광현미경 사진을 나타내었다. 그림 2(a)의 러빙처리한 VA-LCD는 균일한 배향을 나타내고 있음을 알 수 있다. 그러나 그림 2(b)의 무배향처리한 VA-LCD는 작은 domain이 많이 발생하는 것을 알 수 있다. 이것은 전압을 인가하면 액정분자의 방향성이 없고 여러 방향으로 움직임으로써 액정분자들이 서로 충돌하는 현상을 유발시킨다.



(a) 러빙처리한 VA-LCD



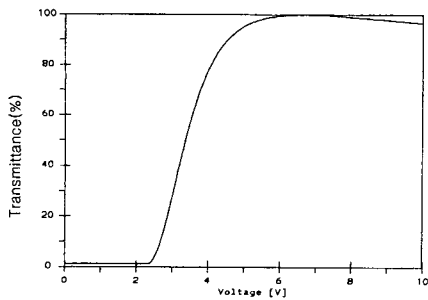
(b) 무배향처리한 VA-LCD.

그림 2. 수직배향용 폴리이미드 표면에서의 VA-LCD의 편광현미경 관찰 사진편광자는 직교상태.

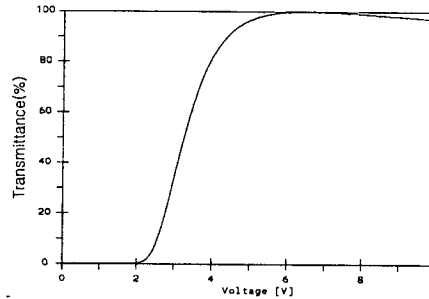
Fig. 2. Microphotographs of VA-LCD on homeotropic polyimide surface(in crossedNicols)

그림 3 (a), (b) 그리고 (c) 에 수직배향용 폴리이미드 표면에 비편광 UV광 조사를 이용한 광배향 VA-LCD, 러빙처리한 VA-LCD 그리고 무배향처리된 VA-LCD의 전압-투과율 특성을 나타내었다. 광배향 VA-LCD와 러빙처리한 VA-LCD의 투과율은 인가 전압의 증가함에 따라 포화되는 경향을 나타내었다. 그러나, 무배향처리된 VA-LCD의 투과율은 포화되었다가 인가전압의 증가와 함께 다시 투과율이 감소하는 경향을 나타내었다. 이것은 전압인가시에 액정분자의 방향이 한쪽방향으로 균일하게 제어되지 못하기 때문이다. 따라서 VA-LCD에서는 한쪽방향으로 미리 액정분자를 제어해줄 필요가 있다.

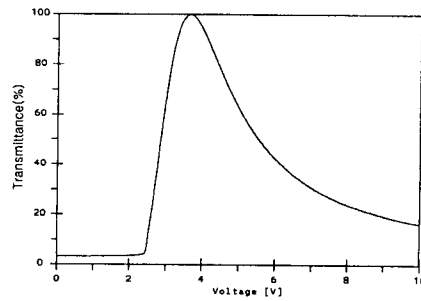
표 1 에 수직배향용 폴리이미드 표면에서의 광배향 VA-LCD, 러빙처리한 VA-LCD 그리고 무배향처리한 VA-LCD의 임계치 전압을 나타내었다. 여기서 V_{10} 은 투과율이 10%일 때의 전압이고 V_{90} 은 90%일 때의 전압을 나타낸다. 여기서 V_{10} 을 임계치 전압으로 정의하였다. 10분간 UV광을 조사한 광배향 VA-LCD는 임계치 전압이 약 2.7 (V)로 낮은 것을 알 수 있다.



(a) 광배향 VA-LCD(10분)



(b) 러빙처리한 VA-LCD



(c) 무배향처리한 VA-LCD

그림 3. 수직배향용 폴리이미드 표면에서의 여러 종류의 VA-LCD의 전압-투과율 특성.

Fig. 3. Voltage - transmittance characteristics for various VA-LCD on homeotropic polyimide surfaces.

표 1. 수직배향용 폴리이미드 표면에서의 여러종류의 VA-LCD의 임계치 전압.

Table. 1.Threshold voltage for various VA-LCD on homeotropic polyimide surfaces.

	광배향 VA-LCD(10분)	러빙처리한 VA-LCD	무배향처리한 VA-LCD
V_{10}	2.7	2.56	2.53
V_{90}	4.5	4.39	3.28

광배향 VA-LCD, 러빙처리한VA-LCD, 무배향처리한 VA-LCD의 응답속도를 표 2 에 나타내었다. 광배향된 VA-LCD는 약 43 ms로 러빙처리한 VA-LCD의 37 ms보다 약간 느린 경향을 나타내었

다. 이러한 광배향 VA-LCD의 응답시간은 작은 domain 이 기여한 것으로 생각 할 수 있으며 이것은 액정분자의 질서도와 밀접한 관계가 있는 것으로 생각 할 수 있다.

표 2. 수직배향용 폴리이미드 표면에서의 여러종류의 VA-LCD의 임계치 전압.

Table. 1. Threshold voltage for various VA-LCD on homeotropic polyimide surfaces.

	광배향 VA-LCD(10분)	러빙처리한 VA-LCD	무배향처리한 VA-LCD
V_{10}	2.7	2.56	2.53
V_{90}	4.5	4.39	3.28

4. 결 론

본 연구에서는 수직배향용의 폴리이미드 표면에 비편광 UV광을 경사 조사시킨 광배향 VA-LCD의 액정배향 효과와 전기광학특성에 대하여 검토하였다. 수직배향용의 폴리이미드 표면에 UV광을 경사 조사한 광배향 VA-LCD에서의 배향은 UV광 조사에 따른 폴리머의 광분해가 기여함을 알 수 있었다. 광배향 VA-LCD에서의 전압-투과율특성은 매우 우수하였다. 그러나 광배향 VA-LCD의 응답시간은 러빙처리한 VA-LCD보다 느린 경향을 나타내었으며 이것은 액정의 domain이 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 따라서 광배향 VA-LCD의 응답시간은 액정분자의 질서도에 의한 domain에 크게 의존하는 것으로 생각 할 수 있다.

참고 문헌

- [1] K.-W.Lee, A.Lien, J.Stathis, and S.-H.Paek "Mechanism of UV modification of LC pretilt angle and its application to two-domain TN-LCDs" SID'96 digest paper, pp. 638-641, 1996.
- [2] X.Wang and J.L.West, "The mechanism of pretilt generation on polarized ultraviolet light aligned polyimide film", SID'97 digest paper, pp. 5-8, 1997.
- [3] D.-S.Seo, J.-M.Han, and D.-S.Park, "Pretilt

angle generation of NLC and EO performance of photo-aligned TN-LCD using obliquid non-polarized UV light irradiation on polymer surface", J. of KIEEME, Vol. 11, No. 10, pp. 911-917, 1998.

- [4] H.Yoshida and Y.Koike, "Inclined homeotropic alignment by irradiation of unpolarized UV light", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 36, No. 4A, pp. L428-L431, 1997.