폴리이미드막에 편광되지 않은 UV광을 경사지게 조사한 광배향 TN-LCD의 전기광학특성에 관한 연구

서 대 식, 박 태 규, 한 정 민, 박 두 석, 황 율 연*
숭실대학교 공과대학 전기공학과, *한국전자 LCD 사업부

EO performance of photo-aligned TN-LCD with oblique non-polarized UV light irradiation on polymer surface

Dae-Shik Seo, Tae-Kyu Park, Jeong-Min Han, Doo-Seok Park, and Lyul-Yeon Hwang*
Dept. of Electrical Eng., Soongsil University, *LCD Division, Korea Electronics Co., Ltd

Abstract - In this paper, we studied the electro-optical (EO) performance of photo-aligned twisted nematic(TN) - liquid crystal display(LCD) with oblique non-polarized ultraviolet (UV) light irradiation on polyimide (PI) surface. The monodomain alignment of photo-aligned TN-LCD is obtained with an angle of incidence of 85° on PI surface. Also, we observed that the voltage-transmittance and response time characteristics of photo-aligned TN-LCD is almost same compared to rubbing treated TN-LCD. Finally, we measured that the voltage-holding-ratio(VHR) of photo-aligned TN-LCD is almost same compared to rubbing treated TN-LCD.

1. 서 론

최근 정보화시대가 가속화되어감에 따라 정보표시소자에 대한 사회적인 요구가 급증하고 있다. 이러한 정보표시소자중에 특히 액정디스플레이소자(LCD)는 낮은 소비전력과 경량, 풀칼러, 휴대화 등의 특징으로 휴대용 정보통신기기를 비롯하여 노트북 컴퓨터 등에 폭 넓게 사용되고 있다. 이러한 LCD 소자의 제조공정중 가장 중요한 것은 고분자막위에 액정분자를 배열시키는 액정배향처리이다. 이러한 배향처리는 일반적으로 러빙처리법을 가장 많이 사용하고 있다. 러빙처리법은 배향처리가 간편하며 비교적 안정된 배향을 얻을 수 있기 때문에 대량생산에 적합하다. 그러나 러빙처리법은 고분자막표면과 러빙을 위한 섬유등이 직접적으로 접촉하는 기계적인 방법이기 때문에 러빙처리중에 먼지나 오물에 의한 오염, 정전기의 발생등이 문제가 되고 있다. 특히 정전기의 발생은TFT(thin-film-transistor)-LCD의 TFT 소자를 파괴해서 TFT-LCD의 제조 공정상의 수율저하를 일으키는 직접적인 원인이 되고 있다.[1-6]

따라서 러빙하지 않는 넌러빙배향처리법에대한 요구가 증대되게 되었다.[7] 넌러빙배향처리법은 Langmuir-Blodgett (LB)법을 이용한 액정배향기술이 발표되면서 관심을 불러일으키게 되었다.[8] 넌러빙배향처리법에는 LB법을 비롯하여 막분리법, 광분해법, 광중합법, 광이성화법등이 있다. 이 중에서 광분해법은 Hasegawa 등에 의하여 제안된 것으로 직선편광된 UV광을 폴리이미드 표면에 조사하여 편광된 방향과 직교방향으로 액정분자를 배열시키는 방법이다.[9] 그리고 최근 Yamamoto 등에 의하여 고분자막 표면에 편광되지 않은 UV광을 경사지게 조사하여 균일한 액정배향을 얻은 것이 보고되고있다.[10]

최근, 본 연구그룹은 폴리이미드막 표면 위에 편광되지 않은 UV광을 경사지게 조사시킨 액정셀에서 균일한 액정배향을 얻을수 있었으며, 네마틱액정의 프리틸트각을 3° 이상을 실현하였다.[11,12] 또한, LCD의 전기광학특성에 있어서 전압-투과율특성, 응답특성, 그리고 전압보유율특성은 LCD의 성능을 평가하기위해서 중요하다.

본 연구에서는 편광되지 않은 UV광을 경사지게 조사시킨 광배향 TN-LCD의 제작 및 전기광학특성에 관하여 연구 보고한다.

2. 본 론

2.1 실 험

본 연구에서는 측쇄기를 가지는 폴리머(Nissan Chemical Industries Co., Ltd. 제공)를 사용하였으며 그 분자구조를 그림 1에 나타내었다.

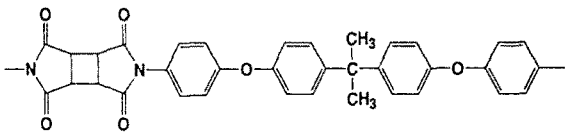


Fig.1.The used molecular structure of the polymer.

폴리이미드막은 폴리머를 ITO (indium-tin-oxide) 전극이 코팅된 유리 기판 위에 스핀코팅법을 이용하여 막을 균일하게 코팅한 후 250℃의 오븐에서 1시간 동안 열처리하여 재작하였다. 그림 2에 사용한 UV광 조사장치의 개략도를 나타내었다. 셀은 기판의 경사각도 85°에서 1시간 조사한 기판을 두께가 약 5㎛ 정도로 조절하였다. 제작한 셀은 불소계열의 네마틱 액정(네마틱-등방상태의 상전이 온도 T_c=87℃)에 chiral dopant를 섞어 진공챔버를 사용하여 네마틱상태에서 진공주입한 후 30분간 열처리하였다. Chiral dopant는 d/p값을 조절하여 첨가하였으며 90° 회전한 피치를 가지도록 제작하였다. UV광을 경사지게 조사한 광배향 TN-LCD 셀과 비교하기 위하여 러빙 처리한 TN-LCD을 제작하였으며, 여기에 사용된 러빙강도는 164mm이다. 제작한 셀의 배향상태를 관찰하기 위하여 편광현미경을 사용하였으며, TN-LCD의 전기광학 특성을 평가하기 위하여 투과율-전압특성, 응답특성, 그리고 전압보유율특성 등을 측정하였다.

2.2 결과 및 고찰

그림 3에 광배향법을 이용한 TN-LCD의 전압무인가시와 전압인가시의 편광현미경 사진을 나타내었다(in crossed Nicols). 그림 3 (b)의 전압인가시에는 작은 크기의 도메인이 다수 형성되어 있는 것을 알 수 있다. 이것은 reverse tilt disclination으로 생각할 수 있으며, 광배향법을 이용한 TN-LCD에서 많이 발생하고 있는 경향이 얻어지고 있다. 그리고 TN-LCD에서는 이러한

도메인이 전기광학 특성에 큰 영향을 미치고 있는 것으로 생각할 수 있다.

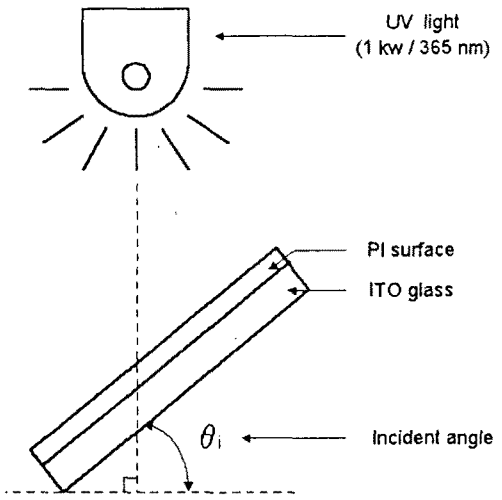
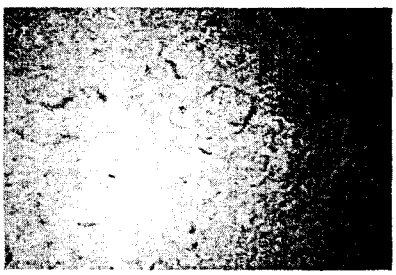
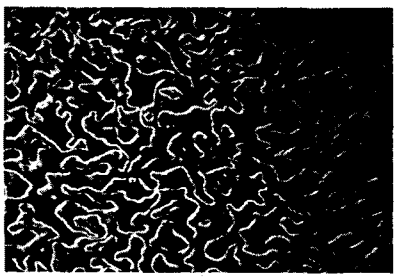


Fig. 2. A schematic diagram of used UV light irradiation system.



(a)



(b)

Fig. 3. The microphotograph of photo-aligned TN-LCD on PI surface.
(a) off state ; (b) on state.

그림 4에 UV광 조사에 의해 제작된 TN-LCD와 러빙처리된 TN-LCD의 투과율 특성을 나타내었다. 러빙처리된 일반 TN-LCD에 비해서 광배향을 이용한 TN-LCD가 임계치가 낮은 경향을 나타내고 있는 것을 알 수 있다. 그리고 광배향을 이용한 TN-LCD가 전압-투과율의 임계치 특성이 보다 더 급격한 경향을 나타내고 있다.

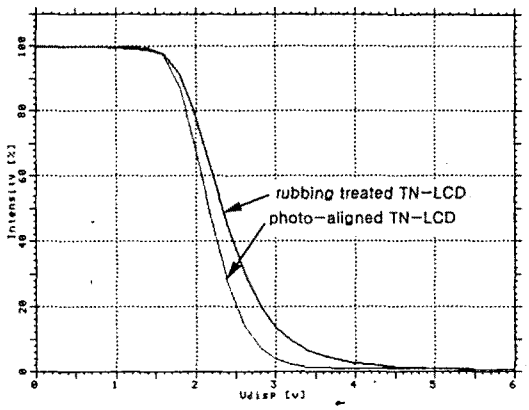


Fig. 4. The voltage-transmission characteristics of photo-aligned TN-LCD and rubbing treated TN-LCD on PI surface.

표 1은 러빙처리와 UV광 조사로 각각 제작된 TN-LCD의 구동전압에 따른 투과율을 나타낸다. 여기서, V_{10}은 투과율이 10%일 때의 전압, V_{90}는 90%일 때의 전압을 나타낸다.

Table 1. The applied transmission versus voltage photo-aligned TN-LCD and rubbing treated TN-LCD on PI surface.

	Rubbing treated TN-LCD (V)	Photo-aligned TN-LCD (V)
V_{10}	3.16	2.70
V_{90}	1.82	1.75

그림 5에 폴리이미드막에서의 광배향을 이용한 TN-LCD와 일반 TN-LCD의 응답특성을 나타내었다. 광배향을 이용한 TN-LCD는 러빙처리된 TN-LCD와 거의 동등한 특성을 나타내고 있슴을 알 수 있다. 또한 광배향을 이용한 TN-LCD와 러빙처리된 일반 TN-LCD의 응답속도를 표 2에 나타내었다.

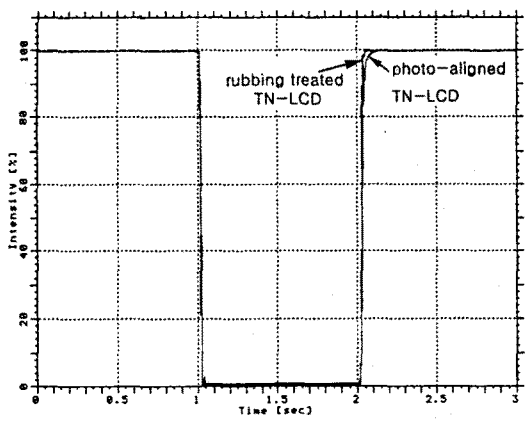


Fig.5.The response time characteristics for photo-aligned TN-LCD and rubbing treated conventional TN-LCD on PI surface.

Table 2. The response time characteristics for photo-aligned TN-LCD and rubbing treated TN-LCD.

	Rising Time τ_r (msec)	Decay Time τ_d (msec)	Response Time τ (msec)
Rubbing treated TN-LCD	8.1	12.7	20.9
Photo-aligned TN-LCD	9.6	22.2	31.8

다음으로 광배향을 이용한 TN-LCD의 전압보유율(VHR)특성을 평가하였다. 전압보유율은 인가된 전압에 대해서 frame cycle동안 액정셀에서 이를 유지하고 있는 특성으로서 인가된 전압 V_0에 대해서 유지하고 있는 전압 V의 비율로 나타내며 보통 TFT-LCD에서는 90% 이상이 요구되어진다. 전압보유율은 특히 AM(active matrix)-LCD에서 전압인가상태를 유지시키는데 매우 중요한 역할을 하며 frame cycle에 의해서 인가되는 구동전압에서 다음 펄스가 인가되는 시간동안 액정분자가 구동상태를 유지하고 있어야 하는 관점에서 볼 때 TN-LCD의 중요한 전기광학특성 중의 하나이다. 전압보유율특성은 60Hz의 frame cycle로 1V의 전압을 인가하여 측정한 결과, 광배향을 이용한 TN-LCD에서는 약 94%정도를 나타내었으며 이 값은 러빙처리된 TN-LCD와 비교하여 거의 동등한 값을 나타내는 것을 알 수 있었다.

3. 결 론

본 연구에서는 폴리이미드막에 편광되지 UV광을 경사지게 조사시킨 광배향을 이용한 TN-LCD에서의 전기광학 특성을 평가하였다. 광배향을 이용한 TN-LCD는 전압-투과율 특성, 응답특성, 그리고 전압보유율특성 등이 TN-LCD와 거의 동등한 특성을 나타내고 있는 것을 알 수 있었다.

본 연구는 한국학술진흥재단의 96 자유공모과제(01-E-0809)의 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

[참 고 문 헌]

[1] M.Schadt and W.Helfrich, "Voltage-dependent optica activity of a twisted nematic liquid crystal", Appl. Phys. Lett. **18**,127 (1971).

[2] J. Cognard, "Alignment of nematic liquid crystals and their mixtures", Mol. Cryst. Liq. Cryst. Supplement, 1 (1982)

[3] T. Sugiyasma, S. Kuniyasu, D.-S. Seo, H. Fukuro, and S. Kobayashi, "A simple model for pretilted nematic liquid crystal medium and its torsional surface coupling strength"Jpn. J. Appl. Phys. **29**, 2045 (1990).

[4] D.-S. Seo, K. Muroi, and S. Kobayashi, "Generation of pretilt angles in nematic liquid crystal, 5CB, media aligned on polyimide films prepared by spin-coating and LB techniques : effect of Rubbing", Mol. Cryst.Liq. Cryst. **213**, 223 (1992)

[5] D.-S. Seo, S. Kobayashi, and M. Nishikawa, "Study of the pretilt angle for 5CB on rubbed polyimide films contating trifluoromethyl moiety and anaalysis of the surface atomic concentration of F/C(%) with an electron spectroscope for chemical analysis", Appl. Phys. Lett. **61**, 2392 (1992)

[6] D.-S. Seo, N. Yoshida, S. Kobayashi, M.Nishikawa, and Y. Yabe "Effect of the molecular structure of weakly rubbed organic solvent soluble polyimide with trifluoromethyl moieties on anchoring strength of liquid crystal", Jpn. J.Appl. Phys. **34**, 4896 (1995).

[7] H. Matsuda, D.-S. Seo, N. Yoshida, K. Fujibayashi, and S. Kobayashi,"Estimation of the static electricity and optical retardation produced by the rubbing polyimide and polyamide films with different fabrics", Mol. Cryst. Liq. Cryst. **264**, 23 (1995)

[8] D.-S. Seo, H. Matuda, T. Ohi-Ide, and S. Kobayashi, "Alignment of nematic liquid crystal(5CB) on the treated substrates : characteriztion of orientetion films, generation of pretilt angles, and surface anchoring strength" Mol. Cryst. Liq. Cryst.. **224**, 13 (1993)

[9] M. Hasegawa and Y. Taira, "Nematic homogeneous alignment by photo depolymerization of polyimide", SID digest paper,**213** (1994).

[10] T. Yamamoto, M. Hasegawa, and H. Hatoh, "Liquid-crytal alignment by slantwise irradiation of non-polarized UV light on a polyimide layer",SID digest paper, 642 (1996).

[11] 서대식, 황율연, 이보호, "폴리이미드막표면위에 경사진 자외선 조사를 이용한 네마틱 액정의 배향에 관한 연구", 전기전자재료학회지 **10**, 461 (1997).

[12] D.-S. Seo, L.-Y. Hwang, and S. Kobayashi, "Investigation of pretilt angle generation in nematic liquid crystal with slanted non-polarized ultraviolet light irradiation on polyimide surfaces", Liq. crystals, **23**, 923 (1997).