

네마틱 액정 동작 모드를 이용한 액정소자의 고속 응답 특성

배유한, 황정연, 김강우, 서대식
연세대학교

Fast Response Characteristics in Liquid Crystal Display using Operating Mode of the Nematic Liquid Crystal

Yu-Han Bae, Jeoung-Yeon Hwang, Kang-Woo Kim, and Dae-Shik Seo
Yonsei Uni.

Abstract

We investigated response characteristics of liquid crystal display(LCD) with different operating mode of nematic liquid crystals (NLCs) such as 45°twist nematic (TN), 67.3°TN and ECB(electrical controlled birefringence) on a rubbed polyimide (PI) surface. The three kinds of LCD operating mode obtain stable EO performance. Low transmittances of the 45°TN and 67.3°TN cell on the rubbed PI surface were achieved by using low cell gap d . The fast response time of ECB cell among the three kinds of LCD operating mode was measured.

Key Words : Transmittance, Response time, Polyimide (PI), Twisted nematic (TN), Δn

1. 서론

현재 TFT(thin film transistor)-LCD(liquid crystal display)는 액정모니터, 노트북 PC 그리고 Car Navigation System 등의 다양한 정보 표시 소자에 적용되고 있다. 또한 동영상 가능한 HDTV 용 액정 TV로 사용되기 위하여 액정이 기본적으로 1 frame 보다 짧은 시간 안에 응답할 수 있어야 한다. 특히, 완벽한 동화상을 구현하기 위해서는 최소한 액정 모드의 응답시간이 10 ms 이내로 요구되고 있다. 따라서 네마틱 액정을 이용한 고속응답 연구는 매우 중요하며 향후 액정 표시소자 산업에 있어서 반드시 필요하다. 액정의 응답시간은 액정재료 및 셀 갭 그리고 액정모드에 크게 영향을 받는다. 액정의 응답시간의 향상을 위해서 기존의 TN 모드가 아닌 IPS (In-plane switch)[1], OCB (Optically compensated bend)[2], VA(Vertical alignment)[3] 등의 액정모드가 연구되고 있다. 그러나 이러한 액정모드 이용시 종래 TN 모드 보다 수율 저하와 제조비용이 증가하는 단점이 있다.

그래서 본 연구에서는 액정의 응답시간을 향상시키기 위하여 45°TN, 67.3°TN 및 ECB 모드를 이용하였다. 응답시간과 투과율의 변화에 대하여 검토하였다.

2. 실험

본 실험에서 사용한 수평 배향제로, SE-7792 (Nissan Chemical Industries Co.)를 사용하였다. 폴리머는 ITO (indium-tin-oxide) 기판 위에 스핀코팅법을 이용하여 코팅되었으며, 180°C에서 1시간 동안 소성하여 폴리이미드막을 제작하였다. 제작된 폴리이미드(PI)의 막 두께는 약 500Å이다. PI막은 nylon (Y₀-15-N, Yoshikawa Chemical Industries Co.)을 감은 러빙기를 사용하여 러빙처리 하였으며, 러빙강도는 중간 정도를 사용하였다[4,5]. 네마틱 액정 재료 및 셀 갭은 표 1에 나타내었다. 제작한 TN 셀의 전기 광학 특성을 평가하기 위하여 전압-투과율 (V-T) 특성, 응답특성을 실 실온에서 측정하였다.

표 1. 네마틱 액정 및 셀갭.

Table 1. NLCs and cell gap.

Type	Δn	d(μm)	$\Delta n d$
45°TN	0.105	1.6	0.168
67.3°TN	0.130	1.6	0.208
ECB	0.091	1.6	0.146

3. 결과 및 고찰

그림 1은 폴리이미드 표면에서의 러빙강도에 따른 네마틱 액정의 프리틸트각을 나타낸다. 그림 1에서와 같이 폴리이미드 표면에서의 러빙강도가 110mm 일 때 약 12°를 나타내었으며, 러빙강도가 증가할수록 프리틸트각이 감소하는 경향을 나타내었다.

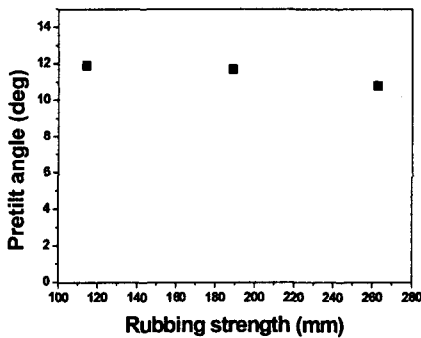


그림 1. 폴리이미드 표면에서의 러빙강도에 따른 네마틱액정의 틸트각.

Fig. 1. NLC tilt angles on polyimide surfaces as a function of rubbing strength.

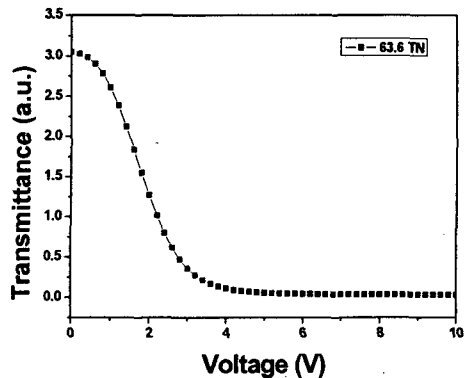
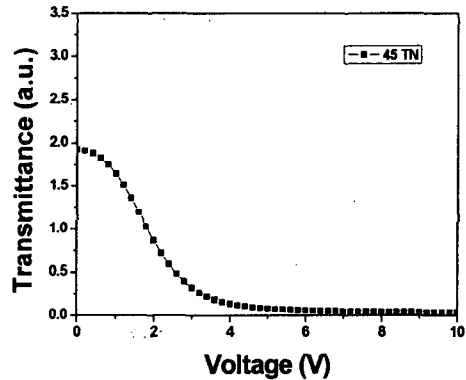
그림 2는 45°TN, 67.3°TN 및 ECB 셀의 전압-투과율 (V-T) 특성을 나타낸다. 1.6 μm 의 낮은 셀갭을 가진 45°TN, 67.3°TN 및 ECB 셀은 안정적인 투과율 특성을 나타내었다. 그러나 45°TN은 다른 모드에 비해 낮은 투과율을 나타내었다.

표 2에 45°TN, 67.3°TN 및 ECB 셀의 임계치 특성에 대해서 나타내었다. 표 2에서와 같이, 세 가지 종류의 액정구동모드는 모두 낮은 임계치 전압을 나타내었다.

그림 3는 45°TN, 67.3°TN 및 ECB 셀의 응답 특성을 나타내었다. 그림에서와 같이, 세가지 종류의 액정구동모드는 모두 양호한 응답특성을 나타내었

다. 그러나 45°TN의 경우는 낮은 투과율 특성을 나타내었다. 이것은 네마틱 액정의 비틀림의 값이 다른 네마틱 액정모드에 비해 낮기 때문에 생기는 현상으로 사료된다.

표 3에 45°TN, 67.3°TN 및 ECB 셀의 응답속도를 나타내었다. 액정의 응답시간은 ECB 모드인 경우에 가장 빠른 응답속도를 나타내었다. 그러나 45°TN의 셀의 경우 다른 모드에 비해 상대적으로 느린 응답속도를 나타내었다, 이것은 액정의 Δn 과 셀d 값에 대한 광학설계가 맞지 않기 때문에 나타나는 현상으로 사료된다.



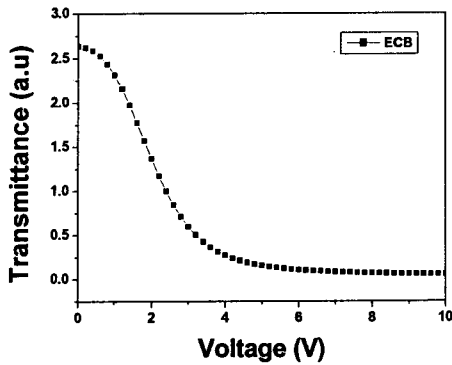


그림 2. 러빙 처리된 PI 표면에서 네마틱 액정의 Δn_d 에 따른 TN셀의 전압-투과율 특성.
 Fig. 2. V-T characteristics of the TN cell with Δn_d of NLCs on the rubbed PI surface.

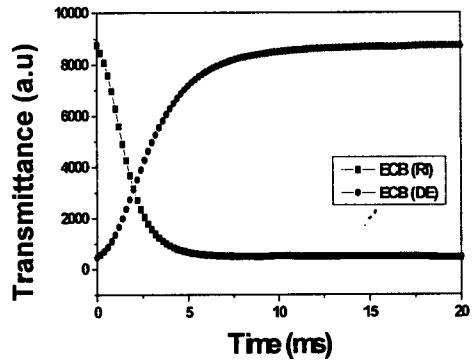


그림 3. 러빙 처리된 PI 표면에 네마틱 액정의 Δn_d 에 따른 TN 셀의 응답 특성.
 Fig. 3 Response characteristics of the TN cell with Δn_d of NLCs on the rubbed PI surface.

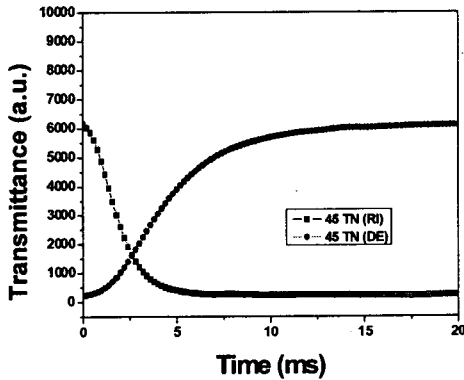


표 2. 러빙 처리된 PI 표면에 Δn_d 에 따른 TN 셀의 임계치 특성.

Table 2. Response characteristics of the TN cell with Δn_d the rubbed PI surface.

No	V_{90}	V_{10}
45°	0.83	3.37
67.3°	0.84	3.06
ECB°	0.89	3.78

* V_{90} 은 투과율이 90%일 때의 전압, V_{10} 은 투과율이 10%일 때의 전압

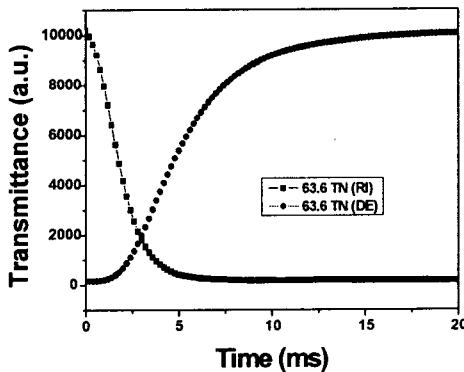


표 3. 러빙처리된 PI 표면에 네마틱 액정 및 셀 갭 d에 따른 TN 셀의 응답속도.

Table 3. Response times of the TN cell with different NLCs and cell gap d on the rubbed PI surface.

No	Response time		
	τ_r (ms)	τ_f (ms)	τ (ms)
45°	2.6	7.92	10.52
67.3°	2.6	7.28	9.88
ECB°	2.7	5.56	8.26

* τ_r : rising time, τ_f : falling time

4. 결 론

본 연구에서는 45°TN, 67.3°TN 및 ECB 셀의 3가지 액정구동모드를 이용하여 네마틱 액정의 전기 광학 특성에 관하여 검토하였다. 세 가지 네마틱 액정모드 양호한 전기광학 특성을 나타내었으며, 특히 ECB 셀이 가장 빠른 응답속도를 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 국가지정연구실사업 (M1-0203-00-0008)의 일환으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] M. Oh-e and K. Kondo, "Response mechanism of nematic liquid crystal using the in-plane switching mode", Appl. Phys. Lett., Vol. 69, No. 13, p. 623, 1996.
- [2] T. Miyashita, Y. Yamaguchi, and T. Uchida, "Wide-viewing-angle display mode using bend-alignment liquid crystal liquid crystal cell", Jpn. J. Appl. Phys., Vol 34, No. 2A. p. 177, 1995.
- [3] 이정호, 서대식, "새로운 VA- π 셀 모드를 이용한 광시야각과 고속응답에 관한 연구", 전기전자재료학회논문지, 13권, 4호, p. 332, 2000.
- [4] D.-S. Seo and J.-Y. Hwang, "Liquid crystal aligning capabilities using a new photo-dimerization method on a poly(4'-methacryloyloxy chalcone) surface", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 39, No. 8A, p. L816, 2000.
- [5] M. Kimura, S. Nakata, Y. Makita, Y. matsuki, A. Kumano, Y. Takeuchi, and H. Yokoyama, "Strong liquid crystal anchoring on photo-alignment copolymer films containing ω -(4-chalconyloxy)alkyl side groups", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 40, No. 4A, p. L352, 2001.