

폴리이미드 표면에서의 고속 TN 셀의 응답 특성

전용제, 황정연, 정연학*, 서대식
연세대 학교, Hydis*

Response Characteristics of Fast TN Cell on a Polyimide Surface

Yong-Je Jeon, Jeoung-Yeon Hwang, Youn-Hak Jeong*, Dae-Shik Seo
Yonsei Univ., Hydis*

Abstract

We investigated response characteristics of twisted nematic (TN) cell with different nematic liquid crystals (NLCs) and cell gap d on a rubbed polyimide (PI) surface. High transmittance and fast response time of the TN cell on the rubbed PI surface were achieved by using high birefringence (Δn) and low cell gap d . The response time of TN cell on the rubbed PI surface was measured 5.1 ms. The transmittance and response time of the TN cell on the rubbed PI surface decreased with decreasing $\Delta n d$.

Key Words : transmittance, response time, polyimide (PI), twisted nematic (TN), $\Delta n d$

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 동영상의 가능한 HDTV 용 액정 TV로 사용되기 위하여 액정의 응답속도가 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 매우 중요하다. 액정의 응답시간은 액정재료 및 셀갭 그리고 액정모드에 크게 영향을 받는다. 액정의 응답시간의 향상을 위해서 기존의 TN 모드와 아닌 IPS(in-plane switch)[1], OCB(Optically compensated bend)[2], VA(vertical alignment)[3-6] 등의 액정모드가 연구되고 있다. 그러나 이러한 액정모드 이용시 종래 TN 모드 보다 수율 저하와 제조비용이 증가하는 단점이 있다.

그래서 본 연구에서는 액정의 응답시간을 향상시

키기 위하여 기존의 TN 모드를 이용하였다. 또한 액정재료 및 셀갭에 따른 응답시간과 투과율의 변화에 대하여 검토하였다.

2. 실험

본 실험에서 사용한 수평 배향제로, SE-7492 (Nissan Chemical Industries Co.)를 사용하였다. 폴리머는 ITO(indium-tin-oxide) 기판 위에 스펀코팅법을 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.)를 감은 러빙기를 사용하여 러빙처리 하였으며, 러빙강도는 중간 정도를 사용하였다[7,8]. 사용한 액정의 물성 특성은 표 1에 나타내었으며, 네마틱 액정 재료 및 셀갭은 표 2에 나타내었다. 제작한 TN 셀의 전기 광학 특성을 평가하기 위하여 전압-투과율(V-T) 특성, 응답특성 등을 LCD-7000(Electronics의 측정장비, OTSUKA Co.)장비를 이용하여 실온에서 측정하였다.

표 1. 네마틱 액정의 물성 특성.

Table 1. Physical properties of NLCs.

| No | NLC | Δn ($n_e - n_o$) | $\Delta \epsilon$ | Tni ($^{\circ}\text{C}$) | η (mPas) |
|----------|------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| Type I | MLC-6295 -000 | 0.2106 | 8.6 | 106.5 | 28 |
| Type II | C519LA | 0.105 | 8.7 | 64.6 | 30 |
| Type III | MJ97359 | 0.0683 | 8.4 | 72 | 19 |

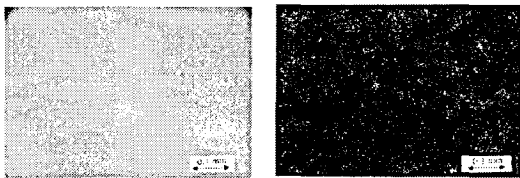
표 2. 네마틱 액정 및 셀갭.

Table 2. NLCs and cell gap.

| No | Δn | $d(\mu\text{m})$ | Δnd |
|----|------------|------------------|-------------|
| 1 | 0.2106 | 1.63 | 0.343 |
| 2 | 0.105 | 1.83 | 0.192 |
| 3 | 0.2106 | 3.53 | 0.743 |
| 4 | 0.105 | 3.65 | 0.383 |
| 5 | 0.0683 | 3.68 | 0.251 |
| 6 | 0.2106 | 4.25 | 0.895 |
| 7 | 0.105 | 4.30 | 0.452 |
| 8 | 0.0683 | 4.43 | 0.303 |

3. 결과 및 고찰

그림 1에 폴리이미드 표면에 액정의 Δn 이 0.21이고 셀갭이 $1.63\mu\text{m}$ 인 광학조건에 따른 TN 셀의 의 편광현미경 사진을 나타내었다. 그림에서와 같이 TN 셀은 인가 전압에 대한 on-off 특성이 매우 우수함을 알 수 있었다



(a) Off-state

(b) ON-state

그림 1. 러빙된 PI 표면에 Δn 이 0.21이고 셀갭이 $1.63\mu\text{m}$ 에 따른 TN-LCD의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교상태).

Fig. 1. Microphotographs of the TN-LCDs with high Δn (0.21) and low cell gap ($1.63\mu\text{m}$) on the rubbed PI surface (in crossed Nicols).

그림 2은 러빙처리된 네마틱액정 재료 및 셀갭 d 에 따른 TN 셀의 전압-투과율 (V - T) 특성을 나타낸다. 그림 1에서와 같이 TN 셀의 투과율은 3종류의 액정 중에서 Δn 이 가장 높은 Type I을 사용한 경우가 셀갭 d 와 관계없이 가장 높은 투과율을 나타내었다. 또한 비슷한 셀갭 d 에서는 Δnd 가 높은 TN 셀이 투과율이 높았으며, Δnd 이 낮아질수록 투과율이 감소하였다. 결국 높은 Δn 을 가진 TN 셀에서 높은 투과율을 얻을 수 있음을 알 수 있었다. 그러나 임계치 전압 V_{th} (threshold voltage)는 Δn 이 낮을수록 낮은 경향을 나타내었다.

그림 3는 러빙처리된 PI 표면에 네마틱액정 및 셀갭 d 에 따른 TN 셀의 응답특성을 나타내었다. 그림 3에서와 같이 TN 셀의 투과율은 Δn 이 가장 높은 Type I을 사용한 경우가 높은 투과율을 나타내었다. 또한 비슷한 셀갭 d 를 사용한 경우에는 Δnd 가 낮아질수록 낮은 투과율을 나타내었다.

표 3에 네마틱 액정 및 셀갭 d 에 따른 TN 셀의 응답속도를 나타내었다. 셀갭 d 가 낮을수록 빠른 응답속도를 나타내었다. 또한 같은 셀갭 d 에서는 Δn 이 높은 TN셀의 경우가 빠른 응답속도를 나타내었다. 그러나, 그림 1과 2에서와 같이 Δn 이 낮은 경우는 빠른 응답속도를 나타내어도 투과율이 낮음을 알 수 있었다.

결국, 투과율이 높고 빠른 응답속도를 나타내는 TN셀은 Δn 이 0.2 이상을 나타내는 높은 액정을 사용하고 낮은 셀갭 d 를 사용해야함을 알 수 있었다. 이러한 높은 Δn 과 낮은 셀갭 d 를 이용한 고속 TN 셀의 연구는 동영상 액정 TV를 구현하는데 크게 기여할 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 러빙 처리된 PI 표면에 액정재료 및 셀갭에 따른 TN 셀의 전기 광학 특성에 관하여 검토하였다. 네마틱 액정의 Δn 이 높을수록 TN 셀의 투과율과 전기 광학 특성이 향상됨을 알 수 있었다. 특히 Δn 이 0.2 이상인 네마틱 액정을 사용하고 $1.63\mu\text{m}$ 의 셀갭을 가진 TN 셀은 5.1 ms의 매우 빠른 응답속도를 나타냄을 알 수 있었다.

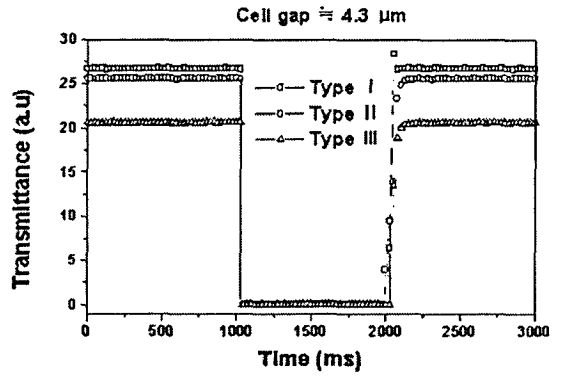
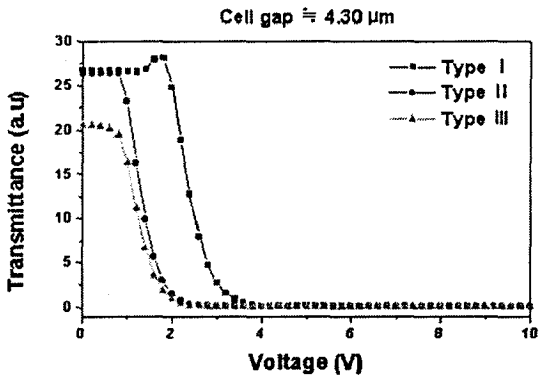
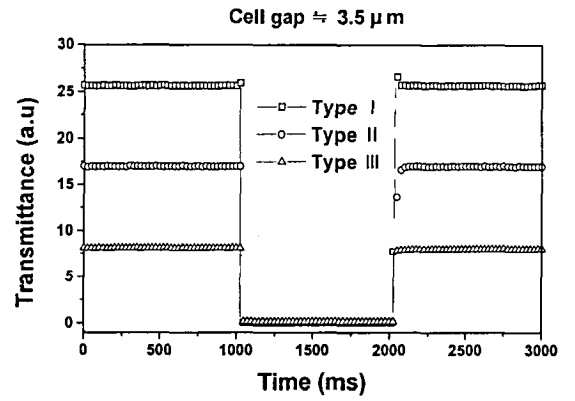
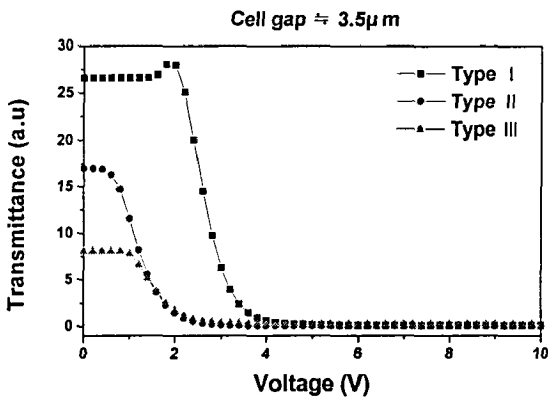
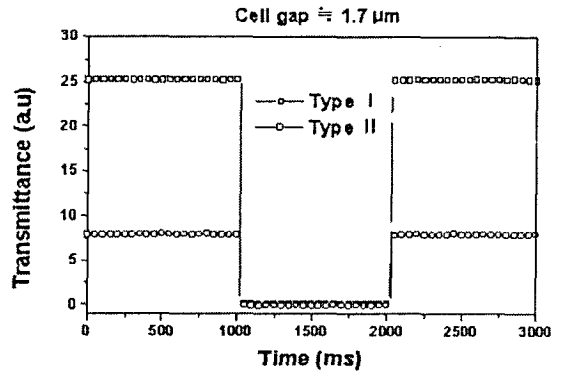
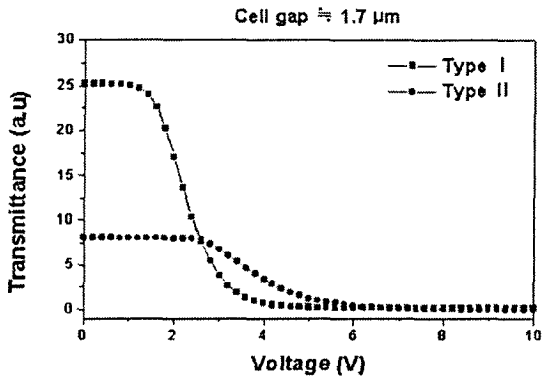


그림 2. 러빙 처리된 PI 표면에서 네마틱 액정 및 셀갭 d 에 따른 TN 셀의 전압-투과율 (V-T) 특성.

Fig. 2. V-T characteristics of the TN cell with different NLCs and cell gap d on the rubbed PI surface.

그림 3. 러빙 처리된 PI 표면에 네마틱 액정 및 셀갭 d 에 따른 TN 셀의 응답 특성.

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

표 3. 러빙처리된 PI 표면에 네마틱 액정 및 셀갭 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 | Δn | d (μm) | Response time | | |
|----|------------|---------------------|---------------|---------------|-------------|
| | | | τ_r (ms) | τ_f (ms) | τ (ms) |
| 1 | 0.2106 | 1.63 | 1.5 | 3.6 | 5.1 |
| 2 | 0.105 | 1.83 | 1.7 | 3.8 | 5.5 |
| 3 | 0.2106 | 3.53 | 0.8 | 9.5 | 10.4 |
| 4 | 0.105 | 3.65 | 1.6 | 15.6 | 17.2 |
| 5 | 0.0683 | 3.68 | 0.8 | 23.9 | 24.7 |
| 6 | 0.2106 | 4.25 | 0.8 | 16.1 | 16.9 |
| 7 | 0.105 | 4.30 | 0.8 | 44.3 | 45.1 |
| 8 | 0.0683 | 4.43 | 1.1 | 35.7 | 36.8 |

* τ_r : rising time, τ_f : falling time

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] Y. Koike, S. Kataoka, T. Sasaki, H. Chida, A. Takeda, K. Ohmuro, T. Sasabayashi, and K. Okamoto, "A vertically aligned LCD providing super-high image quality", IDW'97, p. 159, 1997.

[4] 이정호, 서대식, "새로운 VA- π 셀 모드를 이용한 광시야각과 고속응답에 관한 연구", 전기전자재료학회논문지, Vol. 13, No. 4, p. 332, 2000.

[5] 황정연, 서대식, 한은주, "Cholesteryl 기를 함유한 수직배향용 광폴리머 재료의합성 및 배향 효과", 전기전자재료학회논문지, Vol. 13, No. 9, p.

770, 2000.

[6] 황정연, 서대식, 한은주, 김재형, "새로운 VA-1/6 π 셀 모드를 이용한 광시야각 특성", 전기전자재료학회논문지, Vol. 13, No. 10, p. 883, 2000.

[7] 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.

[8] 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.