

VA-1/6 π 셀을 이용한 시야각 특성의 개선

Improvement of viewing angle characteristics using a VA-1/6 π cell

황정연*, 서대식*, 한은주**, 김재형***

(Jeoung-Yeon Hwang*, Dae-Shik Seo*, Eun-Joo Hahn**, Jae-Hyung Kim***)

Abstract

We studied the viewing angle characteristics of a negative dielectric anisotropy nematic liquid crystal (NLC) using the new vertical-alignment (VA) - 1/6 cell on a rubbed polyimide (PI) surface. Good voltage-transmittance (V-T) characteristics using the new VA - 1/6 cell without a negative compensation film were obtained. The iso-viewing angle characteristics using the new VA - 1/6 cell without the negative compensation film can be achieved.

Key Words(중요용어) : vertical alignment (수직 배향), wide viewing angle (광시야각), voltage-transmittance (전압 투과율), nematic liquid crystal (네마틱 액정)

1. 서 론

최근 노트북 컴퓨터, 모니터 등에 TFT (thin-film-transistor)-LCD (liquid crystal display) 가 급격히 보급되면서 평판디스플레이의 비중이 크게 증가하고 있다. TFT-LCD는 고정세 및 대면적을 실현하기 위하여 TN (twisted nematic) 모드 고유의 협소한 시야각을 개선할 필요가 있다. 이러한 협소한 시야각 특성을 개선하기 위하여 보상 필름 방식,¹⁾ in-plane-switching (IPS) 모드^{2,3)} 그리고 돌기를 이용한 multi-domain vertical-alignment (MVA) 모드^{4,7)} 등의 여러 종류들이 제시되고 있다. 여기에서 일반적인 VA 모드는 단일 셀로는 광시야각 특성을 실현할 수 없기 때문에 화소를 분할하는 방법이나, 전극 패턴에 의한 왜곡 전계를 이용한 멀티도메인법이 사용된다. 이 중에서 MVA-LCD는 광시야각, 고속 응답, 고 콘트라스트 등을 구현할 수 있는 것으로

보고되고 있다.

그래서 본 연구에서는 위기판에는 장축방향으로 30도 아래기판에는 장축 방향으로 30도 각도로 러빙처리를 어긋나게 셀을 조합한 새로운 VA-1/6 π 셀 모드의 시야각 및 전압-투과율 (V-T) 특성 등에 대하여 검토하였다.

2. 실험

본 실험에서는, 수직 배향제로 JALS-696-R2 (JSR Co., Ltd. 제공)를 사용하였다. 폴리머는 스핀 코팅법에 의해 indium-tin-oxide (ITO) 기판에 코팅되었으며, 180 $^{\circ}$ C에서 1시간 동안 이미드로 변화시켰다. 제작된 폴리이미드 (PI) 의 막 두께는 약 500Å 이다. PI 막은 nylon (Y₀-15-N, Yoshikawa Chemical Industries Co., Ltd.)를 감은 러빙기를 사용하여 러빙처리 하였으며, 사용한 러빙강도는 중간 정도를 사용하였다.⁸⁻¹⁰⁾ 셀 두께는 약 4.25 μ m로 조절 하였으며, 음의 유전율 이방성 ($\Delta\epsilon = -3.8$)을 가진 네마틱 액정을 사용하였다. 사용한 네마틱 액정의 굴절율 이방성 (Δn)은 0.0756이다. 제작한 VA-1/6 π 셀의 전압-투과율 및 시야각 특성은 실온에서 측정 하였다.

* 연세대학교 전기전자 공학과
(서울시 서대문구 신촌동 134 연세대학교,
Fax : 02-362-6444
E-mail : dsseo@yonsei.ac.kr)

** 수원대학교 물리학과

*** 인제대학교 물리학과

3. 결과 및 고찰

그림 1에 보상 필름을 사용하지 않은 VA-1/6 π 셀의 구조를 나타내었다. 그림 1에 나타낸 바와 같이, 전압 무인가시 ($V=0$) 네마틱 액정의 방향은 유리 기판에 수직으로 배향되어 있다. 그래서 편광자를 교차시킨 상태에서 상광선만이 존재하며 위상 지연은 일어나지 않는다. 따라서 셀에 전압을 인가하지 않은 상태에서는 암 상태를 나타낸다. 한편, 전압 인가시 ($V > V_{th}$)는 인가 전압에 의해서 네마틱 액정이 전계와 수직 방향으로 변화하여 빛이 투과되며, 상하기판의 비틀림 효과에 의해 자연스럽게 액정분자가 전계 방향에 놓게 되어 시야각을 개선 시킬 수 있다.

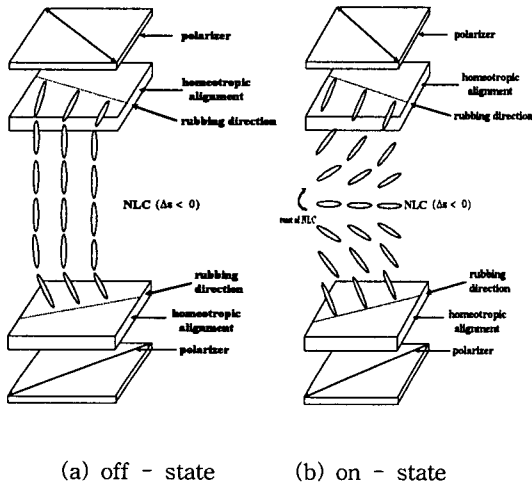


그림 1 보상 필름을 사용하지 않은 VA-1/6 π 셀의 구조
 Fig. 1 Schematic diagram of the new VA-1/6 π cell without a negative compensation film in the off- and on-state

그림 2은 VA-1/6 π 셀의 구조를 위에서 내려다 본 그림을 나타낸다. 2장의 편광판은 직교로 되어 있으며 위기판에는 러빙축과 편광축이 30도로 어긋나 있으며, 아래기판에는 러빙축과 편광축이 30도 어긋나게 하여 그림 2에서처럼 30도로 twist 값을 가지게 한다. 전압 인가시 비틀림에 의하여 자연스럽게 twist 효과를 유도하게 되어, 안전된 전압-투과율 곡선 및 넓은 시야각을 얻을 수 있게 된다.

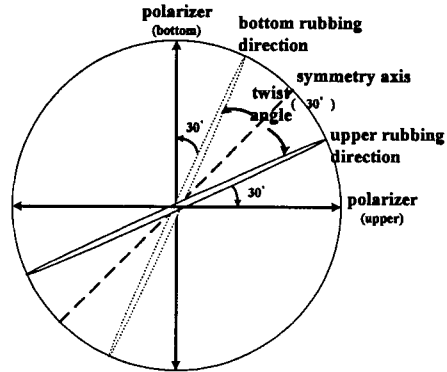


그림 2 VA-1/6 π 구조의 top view
 Fig. 2 Top view of VA-1/6 π structure

그림 3은 음의 보상 필름을 사용하지 않은 VA-1/6 π 셀의 전압-투과율 ($V-T$) 특성을 나타낸다. 이 모드에서 우수한 $V-T$ 곡선이 관측됨을 알 수 있다. 그러나 전압 무인가시 광 누설 (light leakage) 현상이 관찰되었으며, 이것은 편광축을 잘못추어 주고, 부의 광학 보상 필름을 사용하면 좋은 암 상태를 얻을 수 있다. 새로운 VA 1/6 π 셀의 임계치 전압은 V_{10} 은 3.38[V], V_{90} 은 7.70[V]로 일반적인 VA 셀(그림 4)과 비교하여 다소 높은 구동 전압을

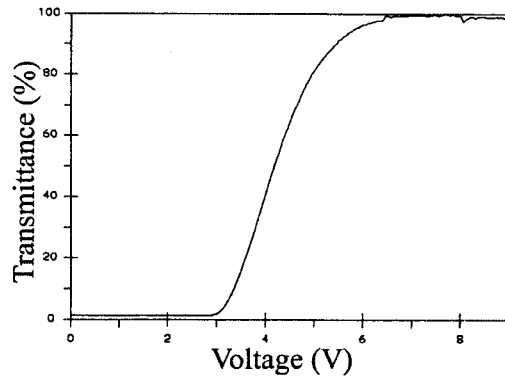


그림 3 음의 보상 필름을 사용하지 않은 VA-1/6 π 셀의 전압-투과율 ($V-T$) 특성
 Fig. 3 $V-T$ characteristics of the new VA -1/6 π cell without a negative compensation film on a homeotropic PI surface

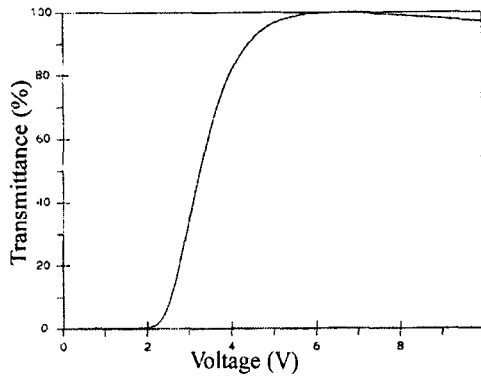


그림 4 음의 보상 필름을 사용하지 않은 VA 셀의 V-T 특성

Fig. 4 V-T characteristics of the conventional VA cell without a negative compensation film on a homeotropic PI surface

나타내었으나, 양호한 V-T 곡선을 나타내었다. 이러한 구동전압은 셀갭을 최적화함으로써 낮출 수 있다.

그림 5은 음의 보상 필름을 사용하지 않은 VA- $1/6\pi$ 셀의 시야각 특성을 나타낸다. 그리고, 그림 6은 일반 VA 셀의 시야각 특성을 나타낸다. 그림에 나타낸 바와 같이, 새로운 VA $1/6\pi$ 셀의 시야각 특성이 일반적인 VA 셀 보다 우수함을 알 수 있다. 그 이유는 새로운 VA $1/6\pi$ 셀이 전압 인가시에 러빙방향을 위 기판에서 30도 각도, 아래기판을 30도의 엇갈림에 의한 액정분자의 트위스트 효과를 얻을 수 있어 시야각을 개선하는 것으로 생각할 수 있다. 따라서 새로 개발한 VA- $1/6\pi$ 모드가 복잡하고 어려운 multi-domain이 아닌 단순한 mono-domain으로 광시야각 그리고 고콘트라스트 등을 구현할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 수직 배향용 폴리이미드 표면에서의 새로운 VA- $1/6\pi$ 셀을 이용한 전기 광학 특성에 대하여 검토하였다. 새로운 VA- $1/6\pi$ 셀은 음의 보상 필름을 사용하지 않고서도 전압-투과율 특성은 매우 우수하였다. 또한 새로운 VA- $1/6\pi$ 셀을 이용한 시야각 특성은 일반 VA 셀보다 우수하다

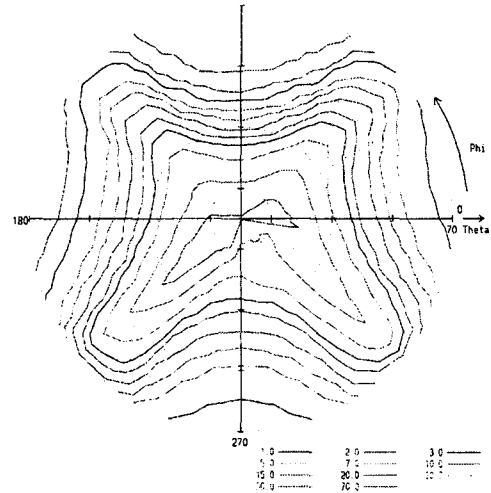


그림 5 음의 보상 필름을 사용하지 않은 VA- $1/6\pi$ 셀의 시야각 특성

Fig. 5 Viewing angle characteristics of the new VA $-1/6\pi$ cell without a negative compensation film on a homeotropic PI surface

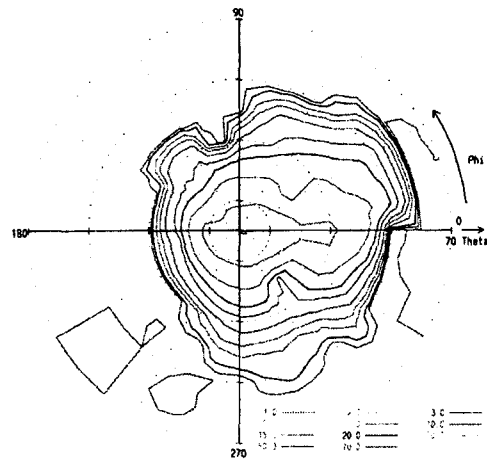


그림 6 음의 보상 필름을 사용하지 않은 VA 셀의 시야각 특성

Fig. 6 Viewing angle characteristics of the conventional VA cell without a negative compensation film on a homeotropic PI surface.

는 것을 알 수 있었다. 이것은 전압 인가시에 러빙 방향을 위 기판에서 30도 각도, 아래기판을 30도의 엇갈림에 의한 액정분자의 트위스트 효과를 얻을 수 있어 시야각을 개선할 수 있다. 따라서 새로 개발한 VA-1/6 π 셀 모드가 전계 효과나 화소 분할법을 사용하지 않고서도 광시야각과 고콘트라스트 등을 구현할 수 있는 매우 획기적인 모드임을 알 수 있다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 및 과학기술부에서 시행한 국가선도 기술개발사업(G7 사업)의 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1]. T. Toyooka, E. Yoda, Y. Kobori, T. Yamanashi and H. Itoh, "Optical design for wide-viewing-angle TN-LCD with hybrid aligned nematic compensation films", SID 98 digest, pp. 698-701, 1998.
- [2]. M. Oh-e and K. Kondo, "Response mechanism of nematic liquid crystal using the in-plane switching mode", Appl. Phys. Lett., Vol. 69, pp. 623-625, 1996.
- [3]. 서 대 식, 최 재 학, "IPS-LCD에서의 면내 결합에너지와 응답특성과의 관계", 전기전자재료학회논문지, Vol. 12, No. 3, pp. 284-289, 1999.
- [4]. 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, pp. 159, 1997.
- [5]. 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, pp. 177-179, 1995.
- [6]. J.-Y. Hwang and D.-S. Seo, "Study on generation of pretilt angle using a methacrylic copolymers having cholconyl and cholesteryl groups" J. of KIEEME, Vol. 13, No. 7, pp. 625-629, 2000.
- [7]. J.-Y. Hwang, D.-S. Seo, and J.-H. Kim, "Liquid crystal alignment effects for the photo-aligned VA-LCD on the photo-polymer", Transactions on Electrical and Electronic Materials to be published.
- [8]. 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., Vol. 213, pp.223-228, 1992.
- [9]. D.-S. Seo, S. Kobayashi, and M. Nishikawa, "Study of the pretilt angle for 5CB on rubbed polyimide films containing trifluoromethyl moiety and analysis of the surface atomic concentration of F/C(%) with an electro spectroscopy for chemical analysis", Appl. Phys. Lett., Vol. 61, pp.2392-2394, 1992.
- [10]. D.-S. Seo, "Effect of surface order parameter on polar anchoring energy in NLC on weakly rubbed polyimide surface", 전기전자재료학회논문지, Vol. 11, No. 12, pp.1128-1132, 1998.