

새로운 PDT-VA 셀을 이용한 시야각 개선에 관한 연구

A study on the improvement of viewing angle using a new PDT-VA cell

황정연*, 서대식*

(Jeoung-Yeon Hwang, Dae-Shik Seo)

Abstract

We investigated the improvement using a new patterned double twisted (PDT) vertical-alignment (VA) cell mode on a homeotropic alignment layer. Good voltage-transmittance curves for negative dielectric anisotropic nematic liquid crystal (NLC) using a new PDT-VA cell without a negative compensation film were obtained. The viewing angle of a new PDT-VA cell without a negative compensation film was wider than that of a conventional VA cell. Finally, a few fabrication processes using a new PDT-VA cell mode can be achieved by only one-side rubbed substrate.

Key Words(중요용어) : Electro-optical characteristics (전기 광학 특성), vertical alignment (수직 배향), viewing angle (시야각), nematic liquid crystal (네마틱 액정)

1. 서 론

오늘날 TV와 컴퓨터 모니터 시장의 대부분을 브라운관(CRT)이 차지하고 있으나, 최근 노트북 컴퓨터, 모니터 등에 TFT(thin-film-transistor)-LCD(liquid crystal display)가 급격히 보급되면서 평판 디스플레이의 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⁾ 화소 분할 방식,²⁾ in-plane-switching (IPS) 모드³⁾ 그리고 돌기를 이용한 multi-domain vertical-alignment (MVA) 모드^{4,5)} 등의 여러 종류들이 제시되고 있다. 여기에서 일반적인 VA 모드는 단일 셀로는 광시야각 특성을 실현할 수 없기 때문에 화소를 분할하는 방법이나, 전

극 패턴에 의한 왜곡 전계를 이용한 멀티도메인법이 사용된다. 또한, 액정 배향법으로는 러빙 처리법이 가장 많이 사용되고 있지만, 러빙시의 오물 및 정전기 발생에 의한 TFT 소자의 파괴 등으로 수율 및 공정 상에 영향을 미치기 때문에 러빙처리를 하지 않는 배향 처리법이 요구되고 있다. 또한 최근 Z. He^{6,7)} 등에 의하여 ITO 슬릿패턴과 러빙된 표면을 이용한 VA 구조가 발표되었으나 양쪽기판에 러빙 공정이 필요하는 단점을 가지고 있다.

그래서 본 연구에서는, 배향 처리를 하지 않은 전극 패턴과 전면 ITO 전극에 45° 방향으로 러빙 처리하여 제작한 새로운 PDT(patterned double-twisted)-VA 셀 모드의 시야각 특성에 대하여 검토한다.

2. 실험

본 실험에서는 패턴 기판으로 Cr 전극을 사용하였으며, 전극 간격은 20 μ m로 전극 폭은 5 μ m로 제작하였다. 그리고 맞은 편 기판은 전면 ITO(indium-tin-oxide) 전극을 사용하였다. 수직 배향막

* 연세대학교 전기·전자 공학과
(서울시 서대문구 신촌동 134 연세대학교,
Fax: 02-362-6444
E-mail : dsseo@bubble.yonsei.ac.kr)
2000년 4월 24일 접수, 2000년 8월 07일 심사완료

은 JAS-696-R2 (Japan Synthetic Rubber Co., Ltd. 제공)를 사용하였다. 폴리머는 스프인 코팅법으로 약 500Å의 두께로 도포 하였으며, 180°C에서 1시간 동안 소성 하였다. 패턴 전극에는 러빙 처리를 하지 않았으며, 전면 ITO 전극은 패턴 전극의 장축방향의 45°로 러빙 처리를 하였다. 러빙처리에 사용한 천은 nylon (Y₀-15-N, Yoshikawa Chemical Industries Co., Ltd. 제공)으로 러빙기에 감아 중간 정도의 러빙 강도로 러빙처리 하였다. PDT-VA 셀의 두께는 4.25μm로 조절하였으며, 음의 유전율 이방성 ($\Delta\epsilon = -3.8$)을 가진 네마틱 액정을 등방상태 (isotropic phase)에서 주입한 후 서냉 시켰다. 제작된 PDT-VA 셀의 전압-투과율 (V-T) 및 시야각 특성은 실온에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1에 광학 보상 필름을 사용하지 않은 새로운 PDT-VA 셀의 개략도를 나타내었다. 그림 1 (a)는 전압을 인가하지 않은 경우이며, 그림 1 (b)와 같이 전압을 인가하게 되면, 패턴 전극에 의하여 수직 전계가 왜곡을 하게 되고, 액정 분자도 유전율 이방성에 의하여 전계 방향으로 눕게된다. 이 때 패턴 전극의 우측부분의 액정들은 전계 분포 방향에 의하여 45°의 시계방향으로 회전을 하게 되고, 패턴 전극의 좌측 부분은 135°의 반시계 방향으로 회전을 하게 된다. 이러한 회전으로 인하여, 액정의 굴절율 이방성을 보상하게 된다.

그림 2에 새로운 PDT-VA 셀의 투과율의 컴퓨터 시뮬레이션 결과를 나타내었다. 그림 2에서 나타난 바와 같이, 패턴 전극부근의 측면 전기장 때문에 액정분자배열이 공간적으로 연속적으로 변하여 domain을 형성한다. 패턴 전극 우측은 수평 및 수직 전기장에 의해 생기는 전계 왜곡에 의해 액정의 방향자가 수평방향(X축 방향)으로, 패턴 전극 좌측은 전기장 방향으로 역 tilt되어 수평방향(-X축 방향)으로 움직인다. 결국 그림과 같이 액정 분자가 서로 다른 방향으로 회전하여 거의 대칭적인 투과율 특성을 나타낸다. 그리고, 전극의 폭과 간격을 최적화 함으로써 구동전압, 시야각 그리고 투과율 등을 향상시킬 수 있다.

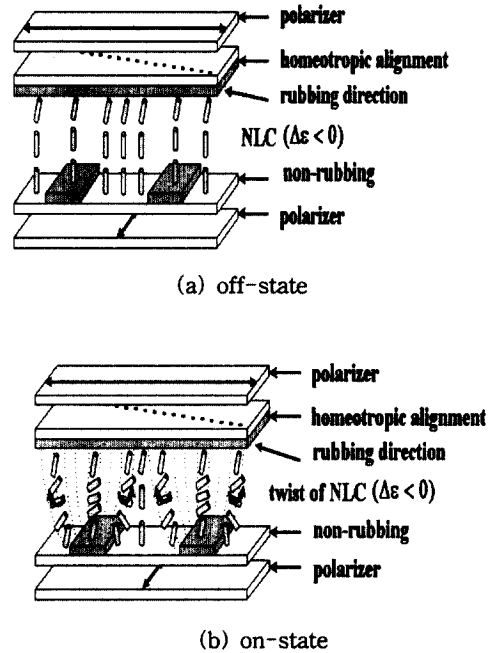


그림 1. 전압 무인가 상태와 전압인가 상태에서의 광학 보상 필름을 사용하지 않은 새로운 PDT-VA 셀의 개략도.

Fig. 1. Schematic diagram of a new PDT-VA cell without a negative compensation film in the off- and on-state.

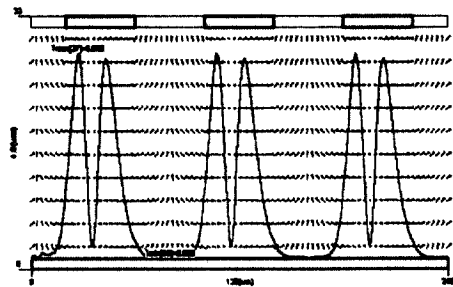


그림 2. 새로운 PDT-VA 셀을 이용한 투과율의 컴퓨터 시뮬레이션.

Fig. 2. Computer simulation for transmittance using a new PDT-VA cell.

그림 3에 수직 배향용 폴리이미드 표면에서의 광학 보상 필름을 사용하지 않은 새로운 PDT-VA 셀 모드의 전압-투과율 특성을 나타내었다. 그림 3에 나타낸 바와 같이, PDT-VA 셀은 normally black 모드를 실현할 수 있다. 즉, PDT-VA 셀의 초기 상태는 이론상으로 패턴 기관에 러빙 처리를 하지 않고, 한쪽 기관에만 러빙 처리를 하였기 때문에 일반 VA 셀 고유의 명확한 암 상태를 얻을 수 있다. 그림 3에서는 전압 무인가시의 상태에서 광 누설 현상이 발생하고 있으나, 이것은 편광 축을 잘 맞추고, 부의 광학 보상 필름을 사용하면 좋은 암 상태를 얻을 수 있다. 새로운 PDT-VA 셀의 임계치 전압은 V_{10} 은 3.02[V], V_{90} 은 11.70[V]로 일반적인 VA 셀(그림 4)과 비교하여 다소 높은 구동 전압을 나타내었으나, 양호한 V-T 곡선을 나타내었다. 이러한 구동 전압은 전극간격을 최소화함으로써 낮출 수 있다.

그림 5는 수직 배향용 폴리이미드 표면에서의 광학 보상 필름을 사용하지 않은 새로운 PDT-VA 셀의 시야각 특성을 나타낸다. 그리고, 그림 6은 일반 VA 셀의 시야각 특성을 나타낸다. 그림에 나타낸 바와 같이, 새로운 PDT-VA 셀의 시야각 특성이 일반적인 VA 셀 보다 우수함을 알 수 있다. 그 이유는 새로운 PDT-VA 셀에서 패턴 전극의 좌우가 서로 다른 방향으로 회전하여 two-domain을 형성하여 시야각을 개선하기 때문은 것으로 생각할 수 있다. 또한 새로운 PDT-VA 셀은 한쪽 기관면만을 러빙 처리하여 제작 할 수 있으며 광시야각 및 고 콘트라스트를 구현 할 수 있는 장점을 가진다.

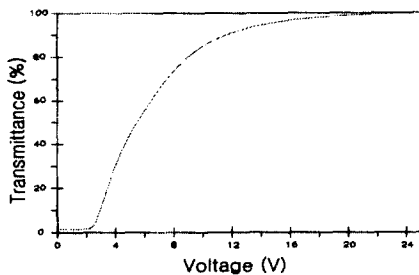


그림 3. 수직 배향용 폴리이미드 표면에서의 광학 보상 필름을 사용하지 않은 PDT-VA 셀의 전압-투과율 특성.

Fig. 3. V-T characteristics of a new PDT-VA cell without negative compensation film on a homeotropic PI surfaces.

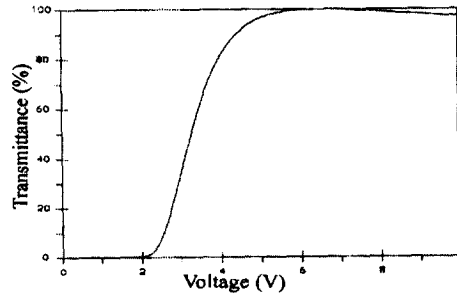


그림 4. 수직 배향용 폴리이미드 표면에서의 광학 보상 필름을 사용하지 않은 일반적인 VA 셀의 전압-투과율 특성.

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

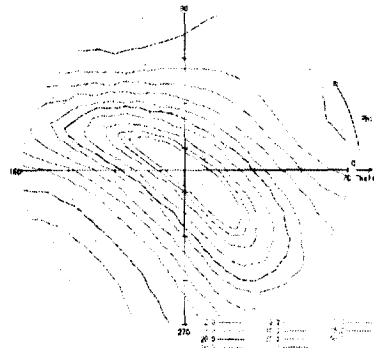


그림 5. 수직 배향용 폴리이미드 표면에서의 광학 보상 필름을 사용하지 않은 새로운 PDT-VA 셀의 시야각 특성.

Fig. 5. Viewing angle characteristics of a new PDT-VA cell without negative compensation film on a homeotropic PI surfaces.

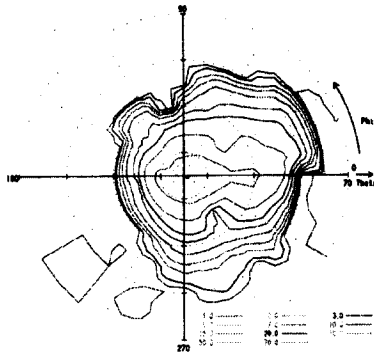


그림 6. 수직 배향용 폴리이미드 표면에서의 광학 보상 필름을 사용하지 않은 일반적인 VA 셀 모드의 시야각 특성.

Fig. 6. V-T characteristics of a conventional VA cell mode without negative compensation film on a homeotropic PI surfaces.

4. 결 론

본 연구에서는 수직 배향용 폴리이미드 표면에서의 새로운 PDT-VA 셀을 이용한 전기 광학 특성에 대하여 검토하였다. 새로운 PDT-VA 셀의 전압-투과율 특성은 매우 우수하였다. 또한 새로운 PDT-VA 셀을 이용한 시야각 특성은 일반 VA 셀보다 우수하다는 것을 알 수 있었다. 이것은 왜곡된 수직 전계 분포에 의하여 서로 다른 방향으로 액정분자가 회전함으로써 시야각 특성이 개선되기 때문이다. 또한, 이 방법은 한쪽 기판에만 러빙 처리를 함으로써 공정 간소화가 가능하다는 장점을 가진다.

참 고 문 헌

- [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] A. Lien, A. John, M. Angelopoulos, and K.-W. Lee, "UV-modification of surface pretilt of alignment layers for multidomain liquid crystal displays", *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 67, pp.

3108-3110, 1995.

- [3] 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.
- [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. 159-162, 1997.
- [5] V. A. Kononov, A. A. Muravski, C.N. Timofeev, and S. Ye Yakovenko, "Multi-domain vertically aligned mode", *SID 98 digest*, pp. 1127-1130, 1998.
- [6] Z. He, T. Nose, and S. Sato, "Molecular Orientations and Optical Transmission Properties of Liquid Crystal Cells with Slit-Patterned Electrode", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 36, pp.1178-1184, 1997.
- [7] Z. He, Z. Ling, T. Nose, and S. Sato, "Liquid Crystal Display Devices with slit-Patterned Electrode Structure", *Jpn. J. Appl. Phys.* Vol. 36, pp. 2128-2133, 1997.