Journal of the Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineers. Vol. 13. No. 4. pp. 332~336. 2000.

논 문 13-4-10

새로운 VA-π 셀 모드를 이용한 광시야각과 고속 응답에 관한 연구

A study on wide viewing angle and fast response time using new VA - π cell mode

서대식* 이정호**
(Dae-Shik Seo* Jeong-Ho Lee**)

Abstract

We have developed a novel vertical-alignment (VA) - π cell mode that provides a wide viewing angle and fast response times for nematic liquid crystal (NLC) with negative dielectric anisotropy on a homeotropic polyimide (PI) surfaces. Good voltage-transmittance curves and low driving voltages were achieved with the new VA - π cell mode without a negative compensation film. Iso-viewing angle characteristics using the new VA - π cell mode without a negative compensation film was also successfully observed. As well a fast response time of 31.7 ms for a new VA - π mode was measured. Consequently, the iso-viewing angle, fast response time, and low driving voltage characteristics using a novel VA-π cell can be achieved.

Key words(중요용어) : vertical alignment (수직 배향), wide viewing angle (광시야각), response time (응답 속도), nematic liquid crystal (네마틱 액정)

1. 서 론

TFT-LCD는 뛰어난 해상도를 가지고 있어서 노트북 컴퓨터, 모니터, TV 등과 같은 정보 표시 소자 분야에 폭 넓게 사용되고 있다. 그러나 TN (twisted nematic) 모드를 적용한 TFT-LCD는 협소한 시야각과 느린 응답 속도로 인하여 대면적 LCD에 적용하려면 이러한 과제를 해결할 필요가 있다. 현재까지 LCD의 시야각 특성을 향상시키기 위하여 보상 필름 방식,[1] 화소 분할 방식,[2] in-plane-switching (IPS) 모드,[3] 돌기를 이용한 multi domain vertical-alignment (MVA) 모드[4] 등과 같은 다양한 기술들이 제안되고 있다. 이중에서 MVA-LCD는 광시야각, 고속 응답, 고 콘트라스트 등을 구현할 수 있는 것으로 보고되고 있다.

그러나 돌기 제작 기술, 배향 얼룩 등의 과제가 남아 있다. 또한 응답 속도를 향상시키기 위해 OCB (optical compensated birefringence) 모드[5] 등이 제안되고 있으나, 이 모드는 시야각이 협소하며 밴드 구조를 만들기 위하여 초기 배향이 필요하다는 단점을 가지고 있다. TFT-LCD에서 고속 응답 속도는 대면적과 고화질 영상을 구현하는데 있어서 매우 중요하다.

그래서 본 연구에서는 새로운 VA-π 셀 모드를 이용하여 음의 유전율 이방성을 가진 네마틱 액정의 시야각 및 응답 특성 등에 대하여 검토한다.

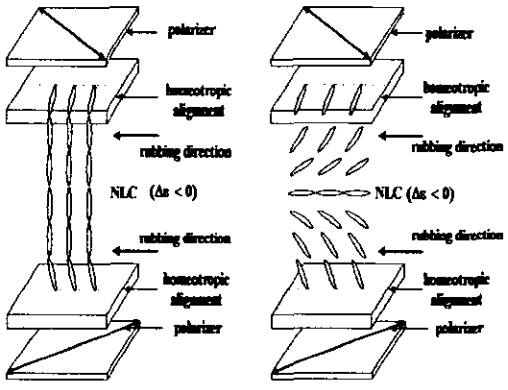
2. 실 험

*: 연세대학교 전기·컴퓨터공학과
(서울시 서대문구 신촌동 134, Fax: 02-361-4617
Email: dsseo@bubble.yonsei.ac.kr)
**: 숭실대학교 전기공학과
1999년 12월 15일 접수, 2000년 3월 2일 심사완료

본 실험에서는, 수직 배향제로 JALS-696-R2를 사용하였다. 폴리머는 스핀 코팅법에 의해 indium-tin- oxide (ITO) 기판에 코팅되었으며, 180℃에서 1시간 동안 이미드로 변화시켰다. 제작된 폴리이미드 (PI) 의 막 두께는 약 500Å이다. PI 막은 nylon (Y_o-15-N, Yoshikawa Chemical Industries Co., Ltd.)를 감은 러빙기를 사용하여 러빙처리 하였으며, 사용한 러빙강도는 중간 정도를 사용하였다.[6-8] 셀 두께는 약 4.25㎛로 조절하였으며, 음의 유전율 이방성($\Delta\varepsilon$ = -3.8)을 가진 네마틱 액정을 사용하였다. 제작한 VA-π 셀의 전압-투과율, 시야각 특성, 응답 특성 등은 실온에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1에 보상 필름을 사용하지 않은 VA-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 투과된다. 대칭적인 네마틱 액정의 방향은 넓은 시야 범위에서 gray-scale inversion을 감소시킬 수 있다.



(a) off - state (b) on - state

그림 1. 보상 필름을 사용하지 않은 VA-π 셀의 구조.

Fig. 1. Schematic diagram of the novel VA-π cell without a negative compensated film in the off- and on - state.

그림 2는 음의 보상 필름을 사용하지 않은 VA-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 잘 맞추어 줌으로써 이러한 광누설을 방지할 수 있다. VA 셀의 V-T 특성을 그림 3에 나타내었다. VA 셀 또한 우수한 V-T 곡선을 나타내었다. 표 1은 VA-π 셀과 VA 셀의 임계치 전압을 나타낸다. VA-π 셀과 VA 셀의 임계치 전압이 거의 같음을 알 수 있다.

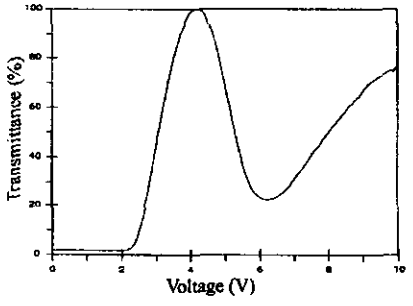


그림 2. 음의 보상 필름을 사용하지 않은 VA-π 셀의 전압-투과율 (V-T) 특성.

Fig. 2. V-T characteristics of the new VA - π cell without a negative compensation film on a homeotropic PI surface.

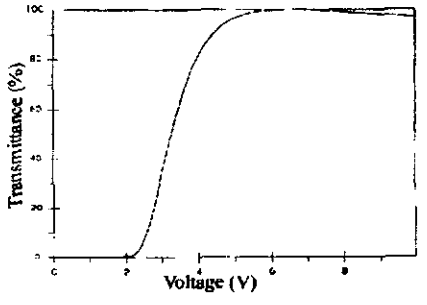


그림 3. 음의 보상 필름을 사용하지 않은 VA 셀의 V-T 특성.

Fig. 3. V-T characteristics of the conventional VA cell without a negative compensation film on a homeotropic PI surface.

표 1. VA-π 셀과 VA 셀의 임계치 전압.

Table 1. Threshold voltage for the new VA-π cell and conventional VA cell on a homeotropic PI surfaces.

modes	V_{10}	V_{90}
novel VA-π cell	2.54	3.72
conventional VA cell	2.56	4.39

그림 4는 음의 보상 필름을 사용하지 않은 VA-π 셀의 시야각 특성을 나타낸다. 모든 시야에서 볼 수 있는 iso-viewing angle 특성이 명확하게 관찰되었다. 즉 전압 무인가시의 광 누설을 음의 보상 필름을 사용하여 보상하면 전 방위에서의 우수한 시야각 특성을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 한편, 그림 5에 나타난 바와 같이, 일반적인 VA 셀에서는 비대칭적인 시야각 특성이 관찰되었다. 이것은 전계에 의하여 액정분자가 한쪽 방향으로 움직이기 때문에 비대칭적인 시야각 특성을 나타낸다.

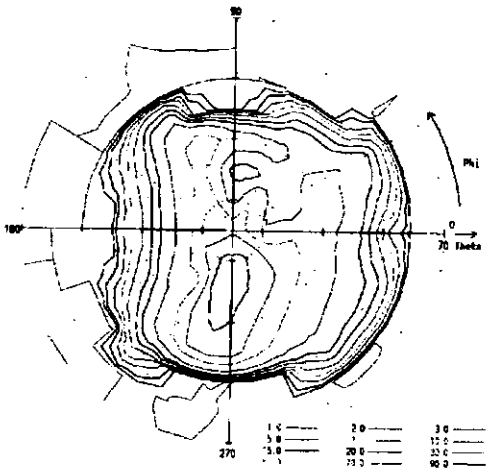


그림 4. 음의 보상 필름을 사용하지 않은 VA-π 셀의 시야각 특성.

Fig. 4. Viewing angle characteristics of the new VA-π cell without a negative compensation film on a homeotropic PI surface.

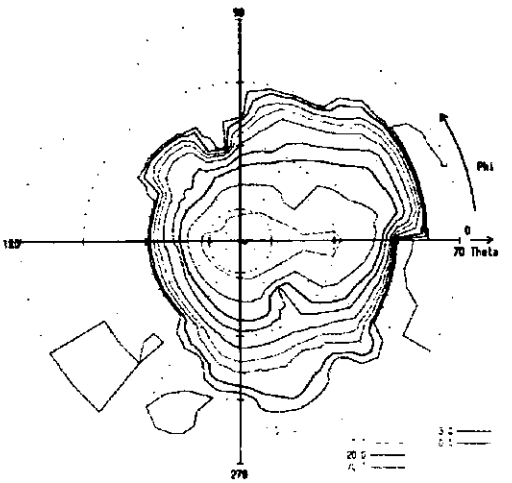


그림 5. 음의 보상 필름을 사용하지 않은 VA 셀의 시야각 특성

Fig. 5. Viewing angle characteristics of the conventional VA cell without a negative compensation film on a homeotropic PI surface.

그림 6은 음의 보상 필름을 사용하지 않은 VA-π 셀의 응답 특성을 나타낸다. 그리고 VA 셀의 응답 특성을 그림 7에 나타내었다. VA-π 셀과 VA 셀에서 양호한 응답 특성이 관측되었다. 표 2에 VA-π 셀과 VA 셀의 응답 속도를 나타내었다. VA-π 셀은 약 31.7ms의 응답 속도를 나타내었다. 즉, VA-π 모드가 VA 모드 보다 응답 속도가 빠른 것을 알 수 있다. 이러한 결과로부터 VA-π 셀 모드를 이용하여 빠른 응답 속도와 등방적인 시야각 특성을 얻을 수 있었다. 따라서 새로 개발한 VA-π 모드가 전계 효과나 화소 분할법을 사용하지 않고서도 광시야각, 고속 응답 속도, 고 콘트라스트 등을 구현할 수 있는 매우 획기적인 모드임을 알 수 있다.

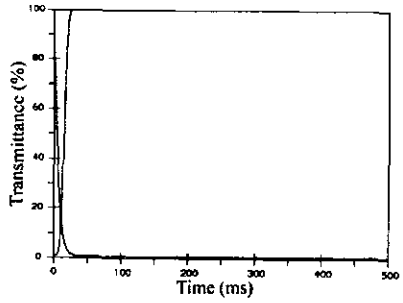


그림 6. 음의 보상 필름을 사용하지 않은 VA-π 셀의 응답 특성

Fig. 6. Response time characteristics of the new VA-π cell without a negative compensation film on a homeotropic PI surface.

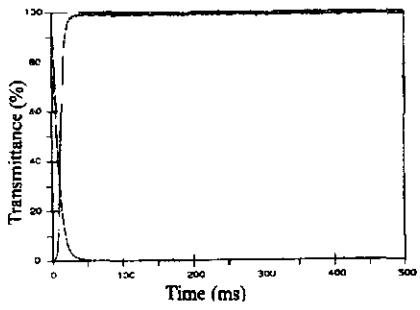


그림 7. 음의 보상 필름을 사용하지 않은 VA 셀의 응답 특성

Fig. 7. Response time characteristics of the conventional VA cell without a negative compensation film on a homeotropic PI surface.

표 2. VA-π 셀과 VA 셀의 응답 시간

Table 2. Response time for the VA modes on a homeotropic PI surfaces.

modes	τ_r (ms)	τ_d (ms)	τ (ms)
novel VA-π cell	19.1	13.6	32.7
conventional VA cell	18.1	18.5	36.6

4. 결 론

본 연구에서는 수직 배향막을 이용한 VA-π 셀 모드를 개발하였다. VA-π 셀 모드는 음의 보상 필름을 사용하지 않고서도 우수한 전압-투과율 특성과 낮은 구동 전압을 얻을 수 있었다. 또한 음의 보상 필름을 부착하지 않은 새로운 VA-π 셀 모드를 이용하여 iso-viewing angle 특성을 구현하였다. 그리고 응답 시간은 31.7 ms로 매우 빠른 시간을 나타내었다. 또한 VA-π 모드를 이용하여 등방적인 시야각 특성과 고속 응답 특성 등을 실현하였다. 따라서 새로 개발한 VA-π 셀 모드가 전계 효과나 화소 분할법을 사용하지 않고서도 광시야각, 고속 응답 속도, 고 콘트라스트 등을 구현할 수 있는 매우 획기적인 모드임을 알 수 있다.

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* flims", *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, 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] D.-S. Seo, "Effect of NLCs on polar anchoring energy and pretilt angle for three kinds of the rubbed polymer layers", 전기전자재료학회논문지, Vol. 12, No. 2, pp. 170, 1999.

[7] 서대식, 김진호, 이정호, 이보호, "폴리이미드막에 있어서 네마틱 액정의메모리 효과를 이용한 전사 배향법에 관한 연구", 전기전자재료학회, Vol. 10, No. 9, pp. 876, 1997.
[8] 서대식, 김진호, "전사배향 TN-LCD의 액정배향 및 전기광학특성", 전기전자재료학회논문지, Vol. 12, No. 12, pp. 1133, 1998.