

하이브리드 필름을 이용한 비틀린 네마틱 액정 모드의 필름보상 연구

김성수, 황성한, 강훈, 이명훈, 이승희*
전북대학교

Film Compensation of Twisted Nematic LC mode using Hybrid Film

Seong Su Kim, Seong Han Hwang, Hoon Kang, Myong-Hoon Lee, Seung Hee Lee*
Chonbuk National Univ.

Abstract : We have studied improvement of light leakage of twisted nematic liquid crystal display (TN-LCD) in dark state using the hybrid aligned compensation film made of rod-like LC. When the voltage is applied properly to the TN-LCD, the director tilts up but LC director on the substrate don't tilts up due to surface anchoring energy of the LC cell. Accordingly, LC director from surface to middle LC of TN -LCD become hybrid state such as hybrid aligned film. Consequently, in this paper we achieve wide viewing angle performances of TN mode using developed hybrid aligned film which especially decreases light leakage at vertical direction in dark state.

Key Words : Liquid Crystal; Compensation Film; Hybrid Film; Twisted Nematic.

1. 서 론

TN (Twisted nematic) LCD는 박형, 가벼움, 저 소비 전력 등의 특성을 가져 휴대폰과 노트북 컴퓨터, 카메라, 네비게이션과 같은 중소형 디스플레이에 널리 사용되고 있다. 최근 LCD는 모니터, TV와 같이 대형화되면서 TN-LCD는 좁은 시야각 특성으로 인해 대면적화 하는데 불리하다. 이런 좁은 시야각 특성 개선을 위해 In-Plane Switching (IPS) [1], Multi-Domain Vertical Alignment (MVA) [2-3], Fringe-Field Switching (FFS) [4-6] 등 다양한 접근이 시도되어 현재 상용화 되고 있다.

TN-LCD는 어동상태에서 시야각에 따른 잔류 위상차를 제거하기 위해 Discotic 액정을 이용한 WV-Film [7-8]으로 잔류 위상차를 보상하여 비교적 높은 명암비와 좋은 시야각 특성을 보였다. 하지만 WV-film은 높은 제조 비용과 제조반전 문제를 가진다. 따라서 비교적 값이 싼 Rod-like 액정을 이용한 Hybrid 필름으로 TN의 어동상태에서 시야각에 따른 빛샘을 개선하였다 [9].

본 논문에서는 Rod-like 액정을 이용하여 Hybrid 보상필름을 제조하고 TN의 어동상태에서 빛샘을 감소시켜 시야각을 개선하는 연구를 하였다.

2. 실험

본 실험에 사용한 TN 셀은 좌선성 Normally white O-mode 구조이고, cell gap은 4.5 μ m, 액정의 Δn 은 0.099 (20°, 589.3 nm)이며 $\Delta \epsilon$ 은 8.1 (20°, 1kHz)이다. 제작된 Hybrid 필름은 유리 기판 (0.63mm)위에 액정이 방향성을 갖도록 수평 배향막 (Poly imide, AL16157)을 코팅하고 러빙 하였다. 러빙 후 배향막 위에 혼합용액 (LC monomer, 1,6-Hexanedithiol, Diphenyl-phosphineoxide, Xylene)을 스프인 코팅하고, UV 광 (365nm, 90mW/cm²) 을 조사하여 경화하였다. 그림 1은 본 연구실에서 제작한 보

상필름을 이용해 만든 셀 구조(a)와 TN셀에 hybrid 필름의 광학적 보상 이론(b)을 보여주고 있다. 그림 1(a)의 보상 필름은 TN 셀의 상부와 하부에 각각 편광판 사이에 위치하고, 두장의 편광판은 서로 교차되어 있다. TN 셀은 어동상태에서 중간 액정분자들은 90°에 가까운 경사각을 가지는 반면, 표면에 가까울수록 표면 Anchoring 에너지 때문에 경사각이 작아지고 유효복굴절이 발생한다. 액정의 경사각 분포는 상하부 표면에서 중간 액정 분자까지 서로 대칭적인 hybrid 배열을 가진다. 따라서 액정 분자의 배열에 따른 위상차 변화를 보상하기 위해 hybrid 배열을 가지는 필름이 필요하다. 또한 필름의 러빙방향은 그림 1(b)에서 보여지는 것과 같이 TN 셀의 러빙방향과 서로 수직이 되어야 보상효과를 갖는다.

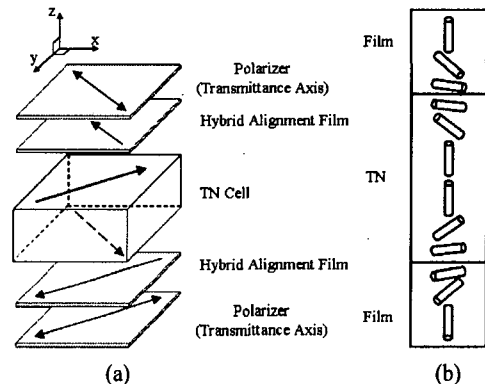


그림 1. (a) 하이브리드 보상필름으로 보상한 TN 셀의 구조와 (b) 광학적 보상이론

3. 결과 및 검토

그림 2는 hybrid 보상필름의 구조 (a)와 제작된 보상필름의 시야각에 따른 위상지연값의 변화 (b)를 보여준다. Hybrid 보상필름의 구조는 그림 2(a)에서 보여지는 바와

같이 유리기판위에서는 수평 방향, 공기와 맞닿는 부분에서는 수직 방향으로 배향되어 hybrid 구조를 형성한다. 보상필름은 hybrid 구조를 가지므로 정면이 아닌 러빙 방향을 중심으로 좌우에서 위상차 값이 다르다는 것을 그림 2(b)로 확인 할 수 있다. 정면에서 러빙 방향으로 시야각이 커질수록 위상차 값이 감소하고 러빙의 반대방향으로 시야각이 커질수록 위상차 값이 증가한다.

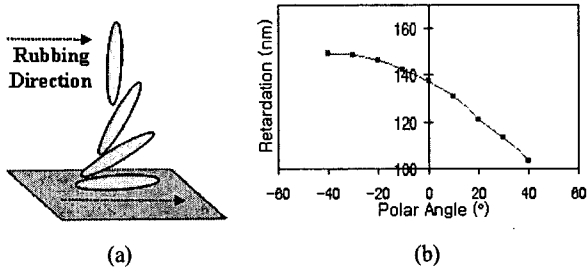


그림 2. (a) Hybrid 보상필름의 구조 (b) 시야각에 따른 위상 지연 값의 변화

그림 3은 필름보상을 하지 않은 TN셀 (a)과 제작된 보상필름을 적용한 TN셀 (b)의 어둡상태에서 상부와 하부의 극각 35°(±5°)에서 디지털 카메라로 찍은 사진이다. 기존 TN 셀은 어둡상태에서 그림 3(a)처럼 상부에서 빛샘이 크게 발생하여 낮은 명암 대비비를 보이고, 하부에서는 빛샘이 매우 적게 발생하여 높은 명암 대비비를 보인다. hybrid 필름으로 보상한 TN 셀은 그림 3(b)와 같이 TN 셀과 비교하여 상부에서 빛샘이 크게 감소한다. 또한 하부에서는 TN 셀과 비교하여 큰 차이를 보이지 않는다. 이는 TN 셀에서 발생하는 시야각에 따른 잔류 위상차 값을 hybrid 필름으로 효과적으로 보상하였음을 보여준다. 특히, 필름보상 TN는 상부에서 발생하는 빛샘을 크게 보상하여 상부에서 명암 대비비가 증가하였다.

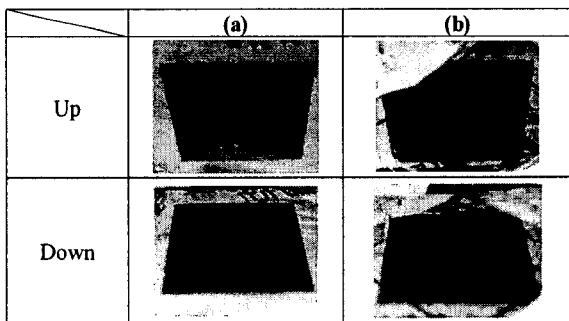


그림 3. 상부와 하부 방향에서 관찰한 어둡 상태에서의 빛샘 (a) Normal TN (b) 하이브리드 보상필름을 사용한 TN

그림 4는 LCMS-200 (Sesim Photonics Technology) 을 이용하여 필름 보상된 TN과 필름 보상되지 않은 TN의 상부에서의 명암대비를 측정된 결과이다. 상부에서 극각이 약 25° 이상에서는 기존의 TN 셀에 비해 어둡상태에서 빛샘을 크게 감소시켜서 명암대비가 증가하는 것을 볼 수 있다. 보상된 TN 셀의 극각 30°와 40°에서 명암대비는 약 5 이상 증가하였다.

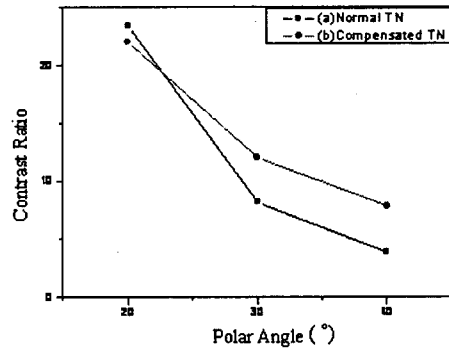


그림 4. 상부 방향에서 측정된 명암 대비비 (a) Normal TN (b) hybrid 보상필름을 사용한 TN

4. 결론

본 논문에서는 hybrid 보상필름을 제작하고 TN의 시야각 개선에 응용하는 연구를 하였다. TN 셀은 어둡 상태에서 표면 Anchoring 에너지 때문에 표면에 가까워질수록 경사각이 작아지고 셀 중간에서는 경사각이 90°에 가까운 대칭구조의 hybrid 배열을 가진다. 이 구조로 인해 hybrid 필름이 TN의 어둡상태에서 빛샘을 보상하는데 효과적이다. 특히 Hybrid 보상필름이 하부에서의 빛샘을 증가시키지 않으면서 상부에서 크게 발생하는 빛샘을 효과적으로 보상한다. 또한 필름의 위상차 값을 조절하여 더 효과적으로 TN의 시야각 개선에 응용할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2004-000-10014-0)지원으로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] M. Oh-E.M. Yoneya, M. Ohta and K. Kondo, *Liq. Cryst.*, 22/4, 391, 1997.
- [2] N. Koma, Y. Yaba, and K. Matsuoka, *Dig. Tech. Pap. Society for Information Display Int. Symp.*, 869, 1995.
- [3] A. Takeda, S. Kataoka, T. Sasaki, H. Tsuda, K. Ohmuro, Y. Koike, T. Sasabayashi, and K. Okamoto, *Dig. Tech. pap. Society for Information Display Int. Symp.*, 1077,1998.
- [4] S. H. Lee, and H. Y. Kim, *Appl. Phys. Lett.* 57, 2881, 1998.
- [5] S. H. Lee, S. L. Lee, and H. Y. Kim, *Asia Display'98*, 371, 1998.
- [6] S. H. Hong, I. C. Park, H. Y. Kim, and S. H. Lee, *Jpn. J. Appl. Phys.* 39, L527, 2000.
- [7] H. Mori, *Jpn. J. Appl. Phys.* 36, 1068, 1997
- [8] H. Mori, *J of Display Technology*, 1, 179, 2005.
- [9] T. Toyooka, E. Yoda, T. Yamanashi, Y. Kobori, *Curr. Appl. Phys.* 20, 221, 199