

반사형 TN 액정 셀의 In-Plane 스위칭

In-Plane Switching of a Twisted-Nematic Reflective LC Cell

정미준, 박진석, 이기동, 김재창, 윤태훈

부산대학교 전자공학과

jmi2217@dreamwiz.com

Abstract : In this paper, we propose a reflective In-Plane Switching twisted nematic mode with negative liquid crystal and weak surface anchoring energy (10^{-6} J/m) in order to enhance reflectance and cellgap margin.

휴대용 디스플레이의 발달과 보급으로 실내 뿐 아니라 실외에서도 광시야각, 고해상도, 빠른 응답속도, 고휘도 등의 디스플레이가 요구되고 있다. 실외에서는 광원을 백라이트보다 소비 전력 측면에서 자연광을 사용하는 것이 유리하다. 자연광을 사용하려면 LC cell과 반사판을 함께 사용하여야 한다. 반사형 액정 디스플레이에서는 광원의 빛이 디스플레이를 두 번 통과해야 하므로 투과형에 비해 빛의 흡수가 많아 반사율이 낮다. 이는 휘도를 낮추어 디스플레이의 기능을 저하시킨다. 그러므로 반사형으로 설계시 반사율을 높일 수 있는 모드의 개발이 필요하다. 휴대용 디스플레이의 사용 용도가 다양해짐에 따라 광시야각을 갖는 반사형 모드의 개발이 요구되고 있다. LCD 모드 중에서 광시야각을 갖는 모드는 In-Plane Switching (IPS) 모드와 Vertically Aligned nematic liquid crystal (VA) 모드가 있다[1]. 특히 IPS 모드는 VA 모드와는 달리 수평으로 액정들이 움직이므로 보상필름을 사용하지 않고도 넓은 시야각을 확보할 수 있으므로 공정 비용을 낮출 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 현재 IPS 모드는 개구율이 TN(Twisted Nematic) 모드의 60% 정도 밖에 되지 않는다는 것과 cellgap margin이 작아 수율이 낮다는 단점을 가지고 있다[2]. 기본적으로 IPS 모드는 높은 명암대비비를 위해 초기상태를 어두운 상태로 설계를 한다. 수평스위칭 액정셀에서는 전기장이 액정에 가하여졌을 때 벌크 부분의 액정들은 전기장 방향으로 잘 돌아 가나 표면 배향력에 의해 표면의 액정들은 잘 회전되지 않아 계조에서의 액정의 상태는 대부분 트위스트 상태가 된다. 뿐만 아니라 전극 위의 전기장의 방향은 수직한 전기장이 형성되어 전극 부위에서 원하는 높은 휘도를 낼 수가 없다.

이 논문에서는 수평스위칭을 하면서 초기상태를 밝은 상태로 설계하여 광시야각과 높은 반사율을 얻을 수 있으며 큰 cell gap margin과 개구율을 가지는 반사형 모드를 제안한다. IPS 전극 구조 위에 10^{-6} 이하의 낮은 표면 배향력으로 초기 75° TN으로 배향하여 초기상태를 밝은 상태로 하여 수평 스위칭 한다[3]. Negative LC를 사용하면 전극 위의 수직한 전기장에서도 액정의 상태가 in-plane되어 있어 전극위에서도 어두운 상태를 구현할 수 있다. 우리가 설계한 반사형에서는 그림 1에서 볼 수 있듯이 $\lambda/2$ retardation을 가지는 수평스위칭 액정셀 내부에 $\lambda/4$ retardation film이 들어 있는 구조이다. 이 때 밝은 상태일 때 광학구조는 액정의 입력 쪽 방향자가 편광자의 투과축과 -7.5° 틀어져있고 액정들은 75° twist 되어지게, 그리고 필름의 축은 편광자의 투과축과 75° 의 각을 가지도록 설계하였다. 그리고 전기장이 가해져 어두운 상태가 될 때는 액정방향자가 편광자의 투과축과 15° 가 되게 하여 광대역 원리를 만족시키는 구조로 설계하였다. 그림 2는 위에서 제안한 모드의 표면 배향력에 따른 V-T곡선을 보여준다. 강한 표면 배향력에서는 강한 전기장을 걸어주어도 표면 근처의 액정은 전기장 방향으로 돌아가지 않

아 완벽한 어두운 상태로 가지 않음을 알 수 있다. 그러나 약한 표면 배향력에서는 8 V 정도에서 거의 완벽한 어두운 상태를 만들 수 있음을 알 수 있다. 또한 약한 표면 배향력은 cellgap margin도 높일 수 있는 장점도 있다[4]. 그림 3에서 contrast ratio가 10:1 되는 부분이 약 120° 정도의 시야각을 갖는 것을 알 수 있다. 그림 4에서는 이 모드의 분광특성을 보여 준다. 초기 밝은 상태에서 Blue 영역의 특성이 좋지 않은 점이 있으나 전체적으로 우수한 분광특성을 보여준다.

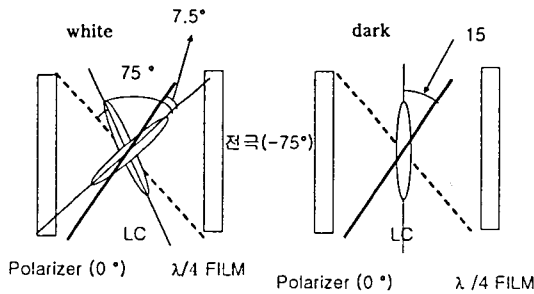


그림 1. In-plane switching 75°-twisted nematic cell의 기본구조

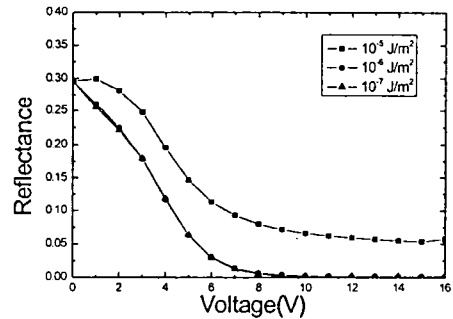


그림 2. In-plane switching 75°-twisted nematic cell의 anchoring force에 따른 V-T곡선

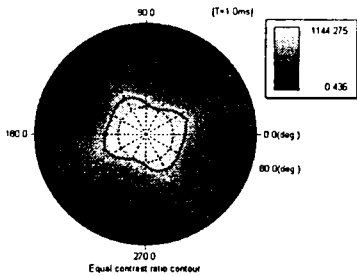


그림 3. In-plane switching 75°-twisted nematic cell의 명암대비

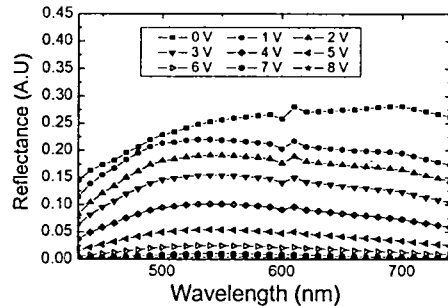


그림 4. In-plane switching 75°-twisted nematic cell의 분광특성

References

[1] W. S. Park, S-C. Kim, S. H. Lee, Y-S. Hwang, G-D. Lee, T-H. Yoon, and J. C. Kim, Jpn. J. Appl. Phys., 40, 6654(2001).
 [2] M. Oh-e and K. Kondo, Appl. Phys. Lett. 67, 3895 (1995).
 [3] S. Oka, M. Kimura, and T. Akahane, Appl. Phys. Lett. 80, 1847 (2002).
 [4] M. Yoneya, K. Iwasaki, Y. Tomioka, and K. Kondo, Appl. Phys. Lett. 74, 803 (1999).