

수평스위칭 반사형 LCD의 동작 특성

Optical Switching Characteristics of In-Plane Switching Reflective LCDs

김도연, 장미경, 박광일, 이서현, 김재창, 윤태훈
 부산대학교
 kimelec@hanmail.net

반사형 LCD는 주변광을 광원으로 사용하므로 낮은 반사율이 문제가 되어 편광판 한 장을 사용하여 설계된다. 편광판 한 장을 사용하여 설계하면 어두운 상태에서 누설광이 발생하여 대비비를 저하시키는 요인이 된다. 이러한 단점을 보완하기 위해 광대역의 어두운 상태를 구현하게 되는데 반사형에서 광대역의 어두운 상태를 만들기 위해서는 $\lambda/4$ 위상지연층만으로는 구현할 수 없다. 그러므로 $\lambda/2$ 위상지연층과 $\lambda/4$ 위상지연층을 이용하여 광대역의 $\lambda/4$ 를 구현하게 된다⁽¹⁾. 또한 밝은 상태의 반사율 및 위상분산특성은 color 구현에 있어서 중요한 점이 되므로 본 논문에서는 $\lambda/2$ film과 $\lambda/4$ 의 위상지연을 갖는 수평스위칭 모드인 IPS와 FFS를 이용하여 광대역의 어두운 상태를 구현하고, 또한 밝은 상태의 색특성을 개선할 수 있는 설계를 하였다.

반사형 수평스위칭 LCD의 구조는 그림 1과 같이 편광판에 대해 $\lambda/2$ film은 15° 로 $\lambda/4$ 액정 셀은 75° 로 놓이게 되어 광대역의 $\lambda/4$ 를 구현한다⁽²⁾. 밝은 상태는 액정 디렉터의 수평 이동으로 구현할 수가 있는데, 액정 셀의 가상 광축이 45° 스위칭함으로써 구현할 수 있다. 밝은 상태의 구현은 액정 디렉터가 편광판에 대해 30° 로 이동하는 것과 120° 로 이동하는 것 두가지로 할 수 있다.

그림 2와 3은 액정 ZLI-4119, 셀갭 $2.25\mu m$, 전극간격 $10\mu m$ 의 IPS 액정셀을 이용하여 제작된 반사형 IPS 액정 셀의 어두운 상태와 밝은 상태의 분광특성을 측정된 것인데, 어두운 상태는 glare 성분의 영향으로 반사율이 높게 나타났다. 광원의 영향과 편광판의 흡수로 인하여 400nm대의 분광특성은 좋지 않다. 그러나 어두운 상태 및 전압 인가시의 상태 모두 위상분산특성이 적은 것을 볼 수 있었으며, 액정 셀의 두 가지 스위칭에 대해 중간 계조 상태에서 분산특성이 다르게 나타나는 것을 알 수 있다.

전기광학 특성을 살펴보면, 그림 4와 같이 약 14V의 높은 구동 전압을 나타내는 것을 알 수 있는데, IPS는 셀갭이 작아지면 구동전압이 높아지는 특성을 가지기 때문이다. 이러한 높은 구동전압을 낮추기 위해서는 셀갭을 높이거나 액정 물질의 변화를 주어야 한다. 셀갭을 높이기 위해서는 액정의 Δn 값을 낮추어 할 수 있으나, Δn 의 값을 낮추는 데는 한계가 있으므로 다른 파라미터를 고려하여 적절한 액정 물질을 선택하여야 한다. 유전율 이방성이 높으면 낮은 전압 구동이 가능하며, 또한 IPS의 주요 동작인 트위스트임을 고려하여 K_{22} 의 값을 조정하여 전압을 낮출 수가 있다. 제작된 반사형 LCD는 약 10ms의 빠른 응답속도를 나타내었으며, 약 19:1의 명암대비비를 나타내었다.

낮은 전압 구동을 위한 다른 방법으로 IPS 대신에 FFS 모드를 사용함으로써 구현할 수 있다. 그림 5는 FFS를 이용하여 설계한 반사형 액정셀의 전기광학특성을 나타낸 그림으로 약 8V의 전압을 구현할

수 있다. FFS도 IPS와 마찬가지로 트위스트를 주요 동작으로 하는 모드임으로 반사형 IPS와 비슷한 분광특성을 나타내는 것을 계산을 통하여 알 수 있었으며, IPS보다 더 낮은 전압 구동이 가능함을 알 수 있다.

그러므로 수평스위칭 모드를 반사형에 적용 시 개선된 밝은 상태의 분산특성을 가짐을 알 수 있었으며, FFS 모드를 적용함으로써 좀 더 낮은 전압에서의 구동이 가능함을 알 수 있었다.

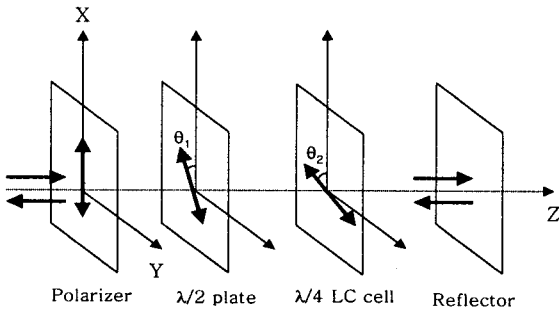


그림 2. 반사형 수평스위칭 LCD의 구조

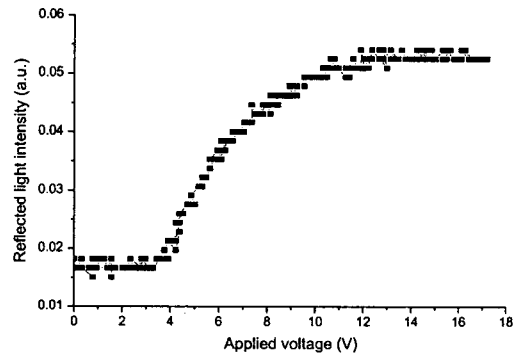


그림 4. 반사형 IPS의 전기광학특성

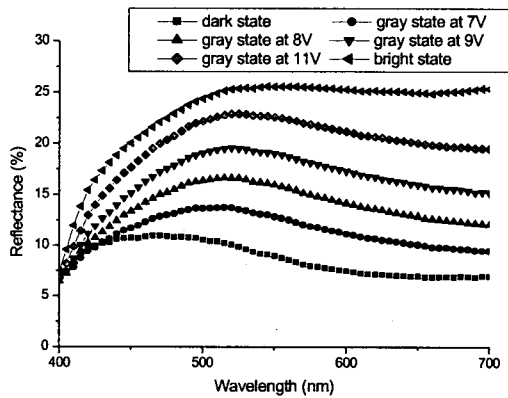


그림 2. 30° 스위칭 모드의 분광특성

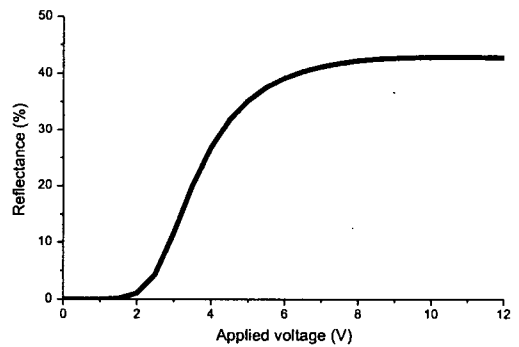


그림 5. 반사형 FFS의 전기광학특성 계산

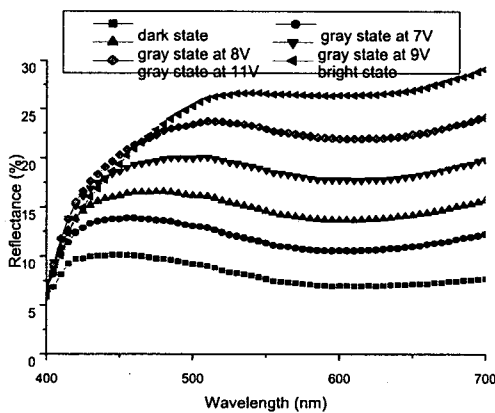


그림 3. 120° 스위칭 모드의 분광특성

감사의 글: 본 연구는 한국과학재단의 목적기초연구(과제 번호: R02-2000-00266) 지원으로 수행되었음.

참고 문헌

1. T.-H. Yoon, G.-D. Lee, and J. C. Kim, SID 01 Digest, P-87, June 2001
2. Tae-Hoon Yoon, Gi-Dong Lee, and Jae Chang Kim, Opt. Lett., vol. 25, pp. 1547-1549, (2000)