

반투과형 LCD의 광학설계

윤태훈, 이각석, 김재창

부산대학교 전자공학과

thyoon@pusan.ac.kr

투과형 액정표시모드는 반사형 모드에 비하여 높은 명암대비비, 색재현 특성을 제공한다. 그러나 후면 광원을 사용하므로 밝은 환경에서는 성능이 저하된다. 이를 보완하기 위하여 초기 액정표시 모드에 적용되었던 반사형 모드를 개선하여 휴대용 기기에 적용하였다. 밝은 환경에서는 반사형 액정모드로 동작하고, 어두운 환경에서는 전면광원을 사용하여 실내 및 실외에서 적용이 가능하도록 하였다. 하지만, 이러한 구조는 전면광원을 설계하는데 문제가 발생하면서 자취를 감추게 되었다. 전면광원을 사용하기 위해 전면광원용 도광판이 필요한데, 이 도광판의 주기적인 무늬가 LCD의 칼라 필터와의 주기적 무늬와 간섭을 일으켜 화면에 얼룩을 발생시켜 화질을 저하시킨다. 대안으로 제시되고 있는 휴대용 기기의 액정표시모드는 반투과형 슬릿을 이용하여 패널의 일부는 투과모드로, 일부는 반사모드로 사용하는 반투과형 액정표시모드이다.⁽¹⁻⁶⁾ 반투과형 액정모드에서는 밝은 환경에서는 외부광원을 이용하여 반사형 액정모드를 사용하고, 어두운 환경에서는 후면광원을 이용하는 투과형 액정모드를 사용하여 외부환경에 관계없이 기기를 사용할 수 있다. 이러한 반투과형 액정모드는 반사형 액정모드와 투과형 액정모드의 조합이 필요한데, 반사부와 투과부의 초기 위상차 값과 on-off 위상지연 변화가 달라 하나의 화소에 두 가지 모드를 조합하기 위하여 반투과형 액정모드를 위한 설계기술이 필요하다. 본 논문에서는 반투과형 LCD의 광학설계기술을 소개하고자 한다.

1. PVA 모드⁽²⁾

기존의 반투과형 LCD는 반사부와 투과부의 셀 갭을 달리하거나 구동전압을 달리하여 반투과 모드를 구현한다. 이런 경우 multi-cellgap을 위한 제작 공정이 필요하게 되거나 구동회로가 두 개로 늘어나게 되는 단점이 있다. 이런 단점들을 극복하기 위해 반투과형 LCD에 PVA모드를 적용하여 단일 셀 갭은 물론 단일 구동회로로 반투과 모드를 구현할 수 있는 반투과형 PVA 액정모드가 설계되었다. PVA모드는 아래 위 기판의 패터닝 전극에 의해 전계의 방향이 왜곡되는 현상을 이용하여 광 시야각 모드에 적용된다. 또한 이러한 현상으로 인해 액정 cell의 director profile이 주기적인 형태를 보이게 되며 retardation 또한 큰 부분과 작은 부분이 주기적으로 나타난다. 한 픽셀 내에서 retardation이 다르게 나타나는 특성을 이용하여 그림 1에 나타낸 전극 구조를 통해 retardation이 큰 부분은 투과부로 작은 부분은 반사부로 설계하였다.

2. OCB 모드⁽⁵⁾

HAN cell를 multi-domain 구조로 만들어 반투과형 LCD를 구현할 수 있다. 그림 2는 반투과형 OCB LCD의 구조를 보여준다. 반사부를 hybrid 모드로 구현하게 됨에 따라 반사부와 투과부를 같은 전압에서 다른 retardation을 갖도록 하는 것이 가능하다. 또한 dark 상태를 구현하기 위해서 사용해야 하는 필름의 retardation 값도 같도록 할 수 있다. 반사부와 투과부의 LC구조를 다르게 하기 위해서는 하판을 multi-domain으로 구현해야 한다.

3. IPS 모드⁽³⁻⁴⁾

현재 개발된 투과형 액정모드 중, 보상필름 없이 가장 넓은 시야각을 가지고 있는 액정 모드는 IPS LCD이다. 그러나 몇 가지 이유로 반투과형 LCD에 in-plane-switching (IPS) 모드를 적용하기에는 많은 문제점을 안고 있었다. 먼저, 반사형 액정모드의 분광특성을 향상시키기 위한 광대역 $\lambda/4$ 필름의 적용이 힘들었고, 광대역 $\lambda/4$ 구조를 이용하여 반사형 구조를 설계하는 시도가 있었지만, 높은 구동전압으로 문제점을 드러냈다. 이러한 문제점은 위상차 필름을 셀 내부에 코팅하는 기술이 개발됨에 따라 사라졌고, 수평 스위칭의 이용으로 생기는 부가적인 기능을 포함한 반사형, 반투과형 LCD 개발이 가능하게 되었다. inner retarder의 사용은 외부에 있었던 두께 100 um이상의 위상차 필름과 반사판을 액정 셀 내부에 2 um 이하로 코팅하므로 시차문제를 극복할 수 있고, inner retarder에 의한 구동전압 저하 문제도 전극을 유리 상판에 형성하여 함께 극복할 수 있게 되었다. 두 가지의 반투과형 IPS LCD의 구조가 가능하다. 첫 번째는 단순히 inner retardation layer를 이용하는 방법이고, 둘째는 patterned retardation layer를 이용하는 방법이다.

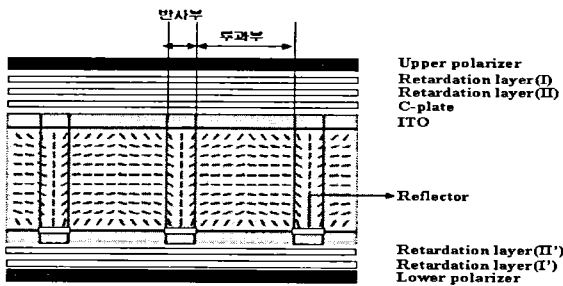


그림 1. PVA 모드의 구조

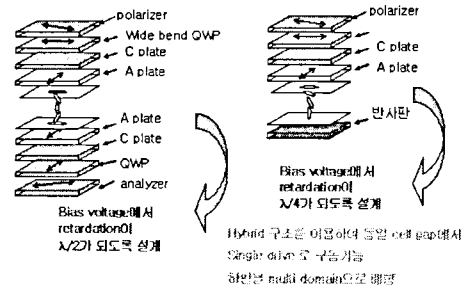
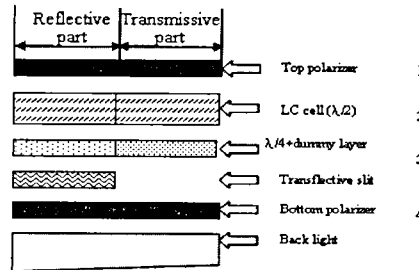
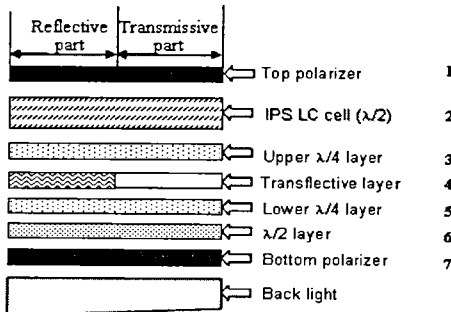


그림 2. OCB 모드의 구조



(a) inner retarder를 이용한 구조 (b) patterned retarder를 이용한 구조

그림 3. IPS 모드의 구조

참고문헌

[1] 윤태훈, 박경호, 김재창, '반투과형 액정표시소자 설계기술,' 광학과 기술, 8권, 4호, p. 35, 2004.
 [2] S. H. Lee, H.W. Do, G.-D. Lee, T.-H. Yoon, J. C. Kim, Jpn. J. Appl. Phys. 42, p. L1455, 2003.
 [3] T.-H. Yoon, K.-H. Park, Y. J. Ko, J. C. Kim, SID '04 Digest, p. 26, 2004.
 [4] G. S. Lee, K.-H. Park, J. C. Kim, T.-H. Yoon, SID '05 Digest, p. 738, 2005.
 [5] S. R. Lee, M. J. Jung, K.-H. Park, J. C. Kim, T.-H. Yoon, SID '05 Digest, p. 734, 2005.
 [6] T.-H. Yoon, G. S. Lee, J. I. Baek, Y. J. Ko, K.-H. Park, J. C. Kim, SID '05 Digest, p. 726, 2005.