

## 광시야각을 갖는 OCB모드를 위한 보상필름 설계

### Design of the optical compensator for wide-viewing-angle OCB mode

정미준, 전철규, 박진석, 김재창, 윤태훈  
부산대학교 전자공학과  
jmi2217@dreamwiz.com

광시야각, 고해상도, 빠른 응답속도, 고휘도 등은 차세대 디스플레이가 갖추어야 할 필수 요구 조건으로 거론되고 있다. LCD (Liquid Crystal Display)에서 광시야각을 만족하는 모드로는 VA (Vertically Aligned nematic liquid crystal) 모드[1]와 IPS (In-plane Switching) 모드가 있다. 그러나 이러한 LCD 모드들은 응답속도에서 아직 만족할 만한 수준에는 못 미치고 있다. 시야각과 응답속도의 두 가지 측면에서 모두 만족할 만한 모드로는 OCB모드가 주목받고 있다. OCB모드가 광시야각을 얻기 위해서는 보상필름이 기본적으로 필요하다. 보상필름을 설계하는 기본 구조는 normally black mode와 normally white mode가 있다. 이 논문에서는 normally white mode에서 보상 하였다.

기본적으로 OCB모드에서 cross polarizer하에 polarizer 투과축과 45° 방향으로 rubbing한다. bend cell을 구현하기 위해서는 아래위의 기판의 rubbing방향이 같도록 하여 splay 구조를 만든다. 여기에 전압을 가하여 bend 상태를 구현한다. 이 때splay에서 bend로의 전이를 위해서는 높은 전압과 같은 외부에서의 힘이 작용해야만 한다[2]. Bend 상태에서 일정 전압을 가해주지 않으면 다시 splay상태로 돌아가기 때문에 항상 일정한 전압(bias voltage)을 가해 줘야 한다. bend 상태를 유지시킨 상태에서 전압에 따라 retardation이 변하는 것을 이용하여 스위칭을 시킨다. Normally white mode는 약 2V의 bias voltage가 가해진 상태를 white로 하고 높은 전압(6V)이 가해진 상태를 dark로 사용한다.

기존의 normally black OCB모드에서는 초기밴드 상태의 retardation을 상쇄시킬 수 있도록 compensator를 설계하여 dark를 구현하였다[3]. 이러한 구조에서는 rubbing 방향에 대해 수직방향에서 초기 밴드상태에서 dark를 구현하는데 어려운 점이 있고 cell gap 마진이 작아 공정 마진이 좋지 못하다. 또한 white를 구현하기 위해서는 높은 전압을 인가 하여야하는 문제점도 있다. 그러나 normally white mode는 높은 전압(6V)에서 액정을 세워 dark를 구현하기 때문에 비교적 dark 상태에서 cell gap 마진이 좋으며 normally black mode에 비해 구동 전압도 낮출 수 있다.

OCB모드는 기본적인 구조가 polarizer 방향에 액정을 45° 방향으로 배향하므로 전압을 가하여 bulk의 액정을 세우더라도 surface의 액정에 의해 retardation이 있으므로 cross polarizer에서 완전한 dark를 얻지 못한다. 이를 보상하기 위해 A plate를 사용해야만 한다. 시야각을 넓이기 위해서는 dark 상태에서 세워져 있는 액정의 retardation을 보상하기 위해 액정과  $n_e$ ,  $n_o$ 값의 크기가 반대인 C plate를 사용한다.

polarizer에 quarter wave plate를 사용한 circular polarizer를 사용하면 rubbing 방향에 따라 dark상태에서의 luminance contour map의 비대칭을 대칭적으로 만들 수 있었으며, white 상태에서도 luminance contour map의 더 넓은 영역에서 높은 transmittance를 얻을 수 있었다. 이것은 결과적으로 시야각을 넓이는 효과를 얻을 수 있게 한다.

dimos를 이용하여 계산하였으며 [LC:ZGD-5185( $n=0.159$ ,  $\epsilon=10$ ,  $K11=9.5$ ,  $K33=11.3$ ),  $d:6\mu\text{m}$ , A plate: 38nm, C plate: 420nm] 을 사용했을 때 contrast ratio 10:1, 좌우  $160^\circ$ , 상하  $160^\circ$  를 얻을 수 있다. 정면 transmittance도 TN의 95%이상의 높은 transmittance를 얻을 수 있었다.

이러한 값을 biaxial film에 적용시켜서 계산해 보면 한쪽 시야각이 줄어드는 것을 볼 수 있다. 이것에서 dark를 보상하기 위하여  $n_x$ ,  $n_y$  값의 차이를 주어야 하기 때문에 완전한 C plate와 같은 역할을 하지 못하는 것을 알 수 있다.  $\Delta nd$  값의 변화에 따라서 분산 특성을 계산해 보았을 때 900nm~1000nm에서 가장 wide bend한 특성을 가짐을 알 수 있었다.

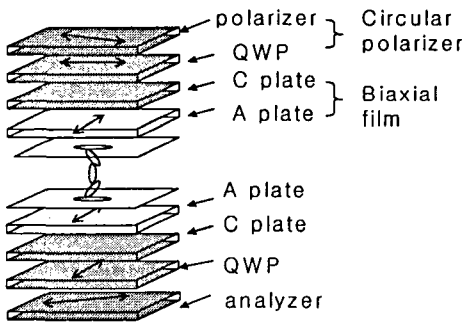


그림1 NWOCB모드의 구조

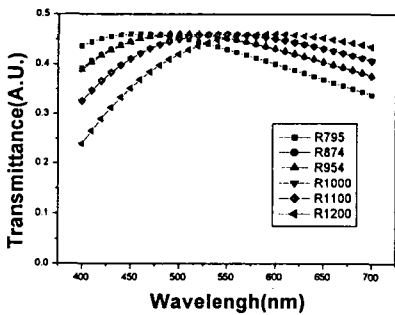


그림3  $\Delta nd$  값의 변화에 따른 분산 특성

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] S. H. Lee, T. J. Kim, G.D. Lee, T. H. Yoon and J. C. Kim. Jpn. J. Appl. Phys., 42, L1148 (2003).  
 [3] T. Miyashita, Y. Yamaguchi and T. Uchida Jpn. J. Appl. Phys. 34, L177 (1995).  
 [4] Ting-Jui Chang and Po-Lun Chen IDW '03 pp77~80

감사의 글 본 연구는 정보통신부가 지원하는 IMT2000 사업의 일환으로 수행되었습니다.

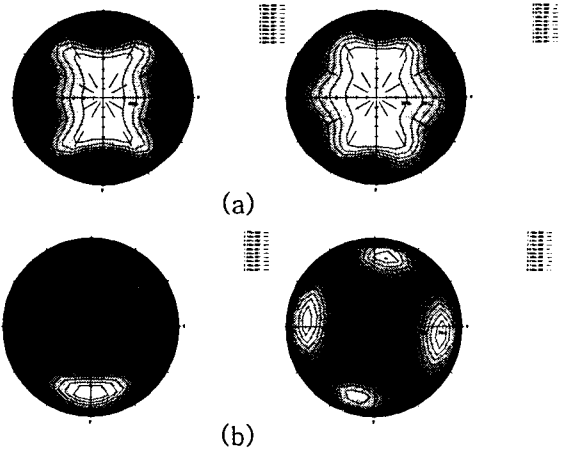


그림2 circular polarizer 에 따른 luminance contour map 의 변화 (a) white 상태 (b) dark 상태

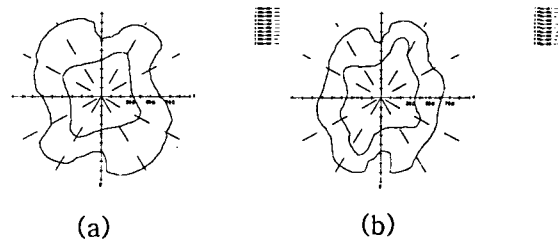


그림4 NW OCB모드 시야각특성 (a) A plate와 C plate (b) biaxial film