

Inner Retarder를 이용한 수직 배향 모드 반투과형 LCD

Vertically Aligned Transflective Liquid Crystal Display with Inner Retarder

박성진, 전철규, 박경호, 김재창, 윤태훈
 부산대학교 전자공학과
skyward@pusan.ac.kr

휴대용 통신기기의 발달로 인해 실내 및 실외 환경에서 시인특성이 우수한 LCD 소자가 요구되고 있다. 배면광원을 사용하는 투과형 LCD는 실내나 어두운 곳에서 높은 휘도와 명암 대비비를 가지는 반면 실외나 밝은 곳에서는 높은 휘도 및 명암 대비비를 보일 수 없다. 그에 반해 반사형 LCD는 주변광을 광원으로 사용하므로 실외 혹은 밝은 곳에서의 전기광학 특성이 양호한 장점이 있지만 실내 및 어두운 곳에서의 사용이 제한된다. 이에 따라 주위 환경에 제한받지 않는 반투과형 LCD를 제작하기 위해 여러 모드들이 개발되고 있다.⁽¹⁾ 반투과형은 대표적으로 두 가지의 형태를 갖는데, 하나는 투명 전극과 반사 전극을 동시에 갖는 구조로, 같은 위상 지연값을 갖게 되어 광특성이 현저히 떨어지게 된다는 단점이 있다.⁽²⁾ 다른 하나는 투과부와 반사부가 다른 셀갯을 가지면서 같은 픽셀 안에 존재하는 이중 셀갯 구조로, 복잡한 공정 과정을 필요로 한다는 단점이 있다.⁽³⁾ 그와 더불어 투과부와 반사부의 초기 상태를 일치시키기 위해 QWP (Quarter Wave Plate)나 WRF (Wide-band Retardation Film)를 추가함으로써 경제적인 면이나 공정 과정에서 손실을 피할 수 없었다.⁽⁴⁾ 이에 우리는 이중 셀갯의 VA (Vertically aligned) 모드에 Inner Retarder를 이용하여 반투과형 LCD를 설계하였다.

기존의 이중 셀갯의 VA 모드 반투과형 LCD의 기본 구조는 그림 1과 같다. 반사부에서 Black의 초기 상태를 위해 상부의 WRF를 도입하였으며, 투과부의 초기 상태를 반사부와 일치시키기 위해 하부의 WRF를 도입하였다. 액정 셀의 상하부에 WRF를 추가하는 공정은 공정 과정이나 경제적인 면에서 손실을 가져오게 된다. 이에 RMS03001 (Merck Corp. , $\Delta n = 0.155$)이라는 Inner Retarder 물질을 사용하여 액정셀 반사부의 내부 (투과부와 반사부의 단차)에 코팅하는 방법을 이용하였다. 이 물질은 두께에 따라 retardation이 결정되며, $\lambda/2$ 의 경우는 $1.8 \mu\text{m}$, $\lambda/4$ 의 경우는 $0.9 \mu\text{m}$ 의 두께를 가진다. 이를 이용하여 먼저 두 가지의 경우 (RMS03001 : $0.9 \mu\text{m}$, $1.8 \mu\text{m}$)에 대해 Dimos (autronic-MELCHERS GmbH)를 이용하여 시뮬레이션을 한 결과, $\lambda/4$ ($0.9 \mu\text{m}$)의 경우에는 반사부의 초기 상태인 dark가 Blue와 Red의 파장에서 빛의 누설이 심하였고, $\lambda/2$ ($1.8 \mu\text{m}$)의 경우에는 반사부와 투과부가 반전되어 나타났다. 다음으로 그림 2의 wide-band 구조 ($\lambda/2$ 15° + $\lambda/4$ 75°)를 가지는 경우에 대해 시뮬레이션 하였다. 상부의 유리 기판 위에 RMS03001을 $\lambda/2$ ($1.8 \mu\text{m}$)의 두께로 코팅을 하고 15° 로 러빙을 한 후, 그 위에 RMS03001을 $\lambda/4$ ($0.9 \mu\text{m}$)의 두께로 코팅을 하고 75° 로 러빙을 하여 기존의 WRF를 도입한 것과 같은 효과를 가지게 하였다. 두 층의 두께 합이 $2.7 \mu\text{m}$ 이므로 반사부의 셀갯은 $2.7 \mu\text{m}$, 투과부의 셀갯은 $5.4 \mu\text{m}$ 가 되고, 반사부의 액정층과 투과부의 액정층이 각각 $\lambda/4$, $\lambda/2$ 가 되기 위해 액정의 굴절률 이방성 $\Delta n = 0.0509$ 가 되어야 한다. 이에 negative 액정 ($\Delta \epsilon = -4.4$, $\Delta n = 0.0509$, $K_{11} = 12.9$, $K_{22} = 7.3$, $K_{33} = 13.5$)을 이용하여 광학 특성을 계산한 결과, 그림 3의 전압에 따른 투과율과 반사율을 보였다. 그림 3을 통해 단일 구동 회로로 반투과형 LCD 설계가 가능하다는 것을 다시 확인하였다. 그림 4에는 시야각 특

성을 나타내었다. 보상 필름으로 $n_x = n_y = 1.5$, $n_z = 1.499$, 두께가 $100 \mu\text{m}$ 인 negative C-plate를 사용하여 넓은 시야각을 얻을 수 있었으며, 투과부와 반사부 모두 명암 대비비가 10 : 1 이상인 부분이 160° 까지 나타남을 알 수 있었다. 본 연구에서 제안한 설계는 Inner Retarder를 이용함으로써 적은 수의 광학 필름 사용 결과를 가져오며 또한 우수한 광학 특성, 넓은 시야각까지 가진다는 장점을 나타내었다.

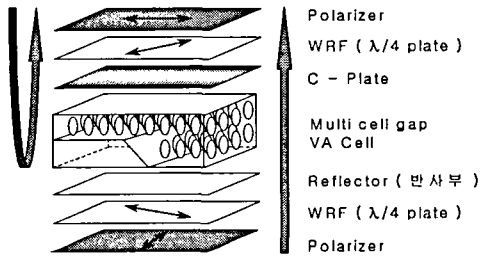


그림 1. 기존 이중 셀갭 반투과형 LCD 기본 구조

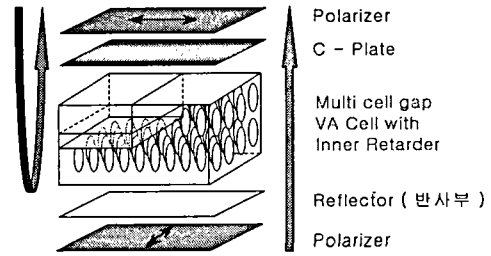
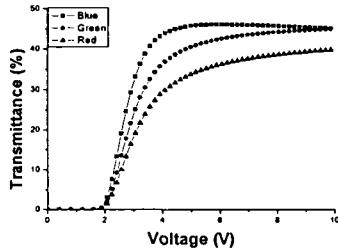
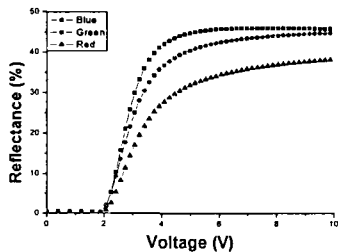


그림 2. 제안한 반투과형 LCD 기본 구조

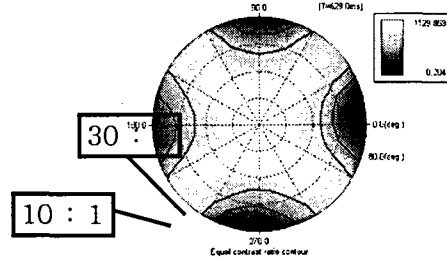


(a) 투과율

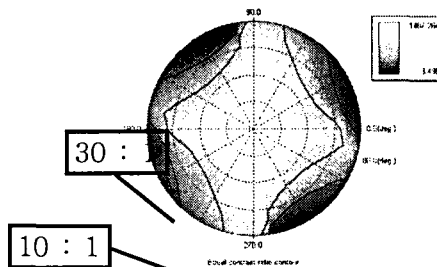


(b) 반사율

그림 3. 전압에 따른 투과율과 반사율



(a) 투과부



(b) 반사부

그림 4. 시야각 특성

감사의 글

본 연구는 정보통신부가 지원하는 IMT2000 사업의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. J. C. Kim, C. G. Jhun, K.-H. Park, J. S. Gwag, S. H. Lee, G. D. Lee, and T.-H. Yoon, IMID'03, 283-287, (2003).
2. 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).
3. H.-I. Baek, Y.-B. Kim, K.-S. Ha, D.-G. Kim and S.-B. Kwon, IDW'00, 41, (2000).
4. H. W. Do, S. J. Park, S. H. Lee, G.-D. Lee, T.-H. Yoon, and J. C. Kim, IDW'03, 153, (2003).

