

색 편광판을 이용한 3층 구조 칼라 TN LCD의 최적화

Optimization of a 3-Stack Color TN LCD Using Color Polarizers

박경호, 진현석, 이기동, 윤태훈, 김재창

부산대학교 전자공학과

khopark@hyowon.pusan.ac.kr

일반적으로, 표시 소자에서 원하는 색을 얻기 위해서는 가색 혼법, 감색 혼법^{(1)~(3)} 두 종류의 색 혼합 방법을 사용한다. 가색 혼법은 액정 cell에 적색, 녹색, 청색의 칼라 필터를 사용하여 3가지 색을 더함으로 색을 표현하는 방법이다. 가색 혼법은 매우 높은 명암 대비비를 얻을 수 있으며, 노트북 PC와 휴대용 소자를 포함한 대부분의 LCD 분야에 적용된다. 그러나, 밝은 상태의 광 세기가 이론적으로 입사광의 1/3로 줄어들기 때문에 투과율이 낮다는 단점이 있다. 그 반대로 감색 혼법은 고 투과율을 얻을 수 있다는 장점이 있다. 감색 혼법은 기본색인 시안(cyan), 마젠타(magenta), 황색(yellow)의 3색으로 3층의 구조로 구성되어 있다. 이 방법은 이론적으로 밝은 상태에서 입사광 전제가 아무런 흡수 없이 입사광량 그대로를 출력할 수 있다. 이 방법 또한 적층 구조로 인한 시차문제가 나타나는 단점이 있다.

이전까지는 3층구조 칼라 TN LCD에 대한 감색 혼법에 총 4개의 색 편광판을 결합해서 사용하는 방법이 제안^{(4),(5)}되었다. 그러나, 색 편광판을 사용한다 하더라도 색 편광판이 각각의 주 편광 파장 대에서 불완전한 편광 특성을 가지기 때문에 실제적으로는 높은 명암 대비비를 얻는 데 어려움이 있다.

본 논문에서는 3개의 색 편광판과 1개의 neutral 편광판을 사용한 3층구조 칼라 LCD의 새로운 광학 구조를 제시하였다. 이전의 연구에서 4개의 색 편광판과 3개의 액정 cell들로 구성되어있는 3층 구조 칼라 LCD가 제안되었다. 그러나 이 구조가 간단하지만 고 대비비는 쉽게 얻어지지 않는데 그것은 구성하고 있는 색 편광판이 가시광 영역에서는 불완전한 편광 특성을 나타내어 어두운 상태에서 심각한 누설광이 발생하기 때문이다. 이런 누설광을 줄이기 위해 한 개의 색 편광판 대신에 neutral 편광판을 사용했다. 그 결과로 1개의 neutral 편광판과 3개의 색 편광판-시안, 마젠타, 황색으로 구성된 광학 구조를 제안했다.^{(6),(7)} 밝은 상태를 최적화하기 위해, neutral 편광판과 색 편광판의 위치를 최적화 하였다. 그림 1은 전압이 인가되지 않을 때 밝은 상태에서의 3층 구조 칼라 TN LCD의 구조를 보여주고 있다. neutral 편광판이 pol.1이라면, cell 1은 통과하는 빛의 편광 방향이 완벽하게 바뀔 것이다. 이것은 neutral 편광판이 전체 가시광 영역에 영향을 미치기 때문이다. 그러나, cell 2와 cell 3를 통과하는 광 투과량은 편광 상태가 cell 1의 영향을 받기 때문에 감소하게 된다. 특히, cell 3을 통과하는 광의 편광상태는 cell 1 뿐만 아니라 cell 2의 영향도 받게 된다. 이는 투과율의 감소를 가져온다. 이런 관점에서, neutral 편광판이 pol. 2라면 진행하는 빛의 투과율은 pol. 1일때 보다 더 좋게 된다. 그 이유는 cell 3을 통과하는 편광상태만이 영향을 주기 때문이다. 편광판을 pol. 2에 고정시키고, 나머지 색 편광판의 순서를 바꾸어 가면서 어떤 순서가 가장 좋은 밝은 상태를 얻을 수 있는가 실험적으로 조사하였다. 그림 2는 색 편광판의 순서에 따른 밝은 상태의 분광 특성인데, 그 순서가 시안, 마젠타, 황색 순서일 경우에 가장 입사 빛의 분광특성과 유사함을 보인다.

그림 3은 기존의 구조와 새로운 구조의 어두운 상태와 밝은 상태를 비교한 그림이다. 그림에서 알 수 있듯이 구조를 최적화 함으로써 16:1의 향상된 명암 대비비를 실험적으로 얻을 수 있었고, 4개의 색

편광판으로 구성된 3층 구조 칼라 TN LCD(9:9:1)보다 명암 대비비가 더 높다는 것을 확인할 수 있었다.

본 논문에서는 1개의 neutral 편광판과 3개의 색 편광판을 사용하는 새로운 3층 구조의 칼라 LCD를 제시하였다. 또한 밝은 상태의 밝기를 향상하기 위하여 각 편광판들의 순서를 최적화 하였다. 이것은 1개의 neutral 편광판이 실제로 명암 대비비를 향상시키며, neutral 편광판을 칼라 액정 cell의 중간에 위치시키면 투과율의 향상을 가져옴을 확인할 수 있었다. 편광판의 최적의 배치순서는 시안, 마젠타, 황색 순서임을 실험으로 확인하였다.

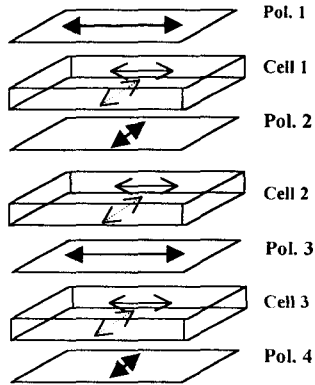


그림 1. 3층 구조 LCD의 구조

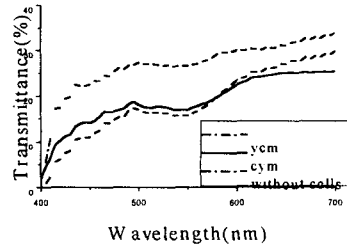
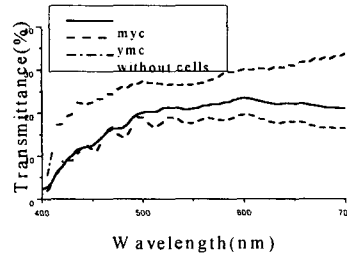
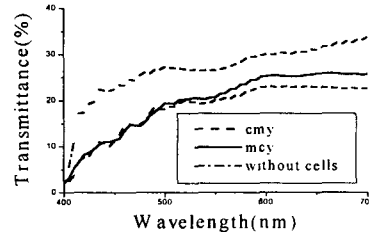


그림 2. 색 편광판 순서에 따른 밝은 상태

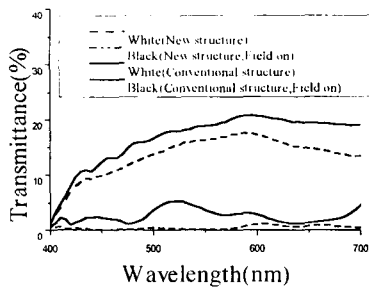


그림 3. 분광 특성

감사의 글

본 연구는 정보통신연구진흥원의 99년도 대학기초연구지원사업의 일환으로 수행되었습니다.

Reference

1. T. Uchida, Proc. Eurodisplay '81, p. 39, 1981
2. R. Conner, SID 1992 Applications Session Notes, 1992
3. 진현석, 이기동, 윤태훈, 김재창, 제7회 광전자 및 광통신 학술회의 논문집, p. 359, 2000
4. 이기동, 이용상, 윤태훈, 김재창, 제1회 한국정보 디스플레이 학술회 논문집, p. 21, 1997
5. Jung-Sang Lee, AMLCD 97, 1997
6. 박경호, 진현석, 이기동, 윤태훈, 김재창, 한국광학회 2000년도 하계학술발표대회, p.236, 2000
7. G-D Lee, K-H Park, T-H Yoon, J. C. Kim, IDW'00 p. 121. 2000