

광경화성 고분자를 이용한 단일 갭 반투과형 액정디스플레이 연구

허정화, 김진호, 진미형, 임영진, 이승희
전북대학교 고분자·나노공학과

Study on single gap transfective liquid crystal display using the UV Curable Reactive Mesogen.

Jung Hwa Her, Jin Ho Kim, Mi Hyung Chin, Young Jin Lim, and Seung Hee Lee
Department of Polymer · Nano Science and Technology, Chonbuk Univ.

Abstract : We proposed a novel single gap transfective liquid crystal display (LCD) using liquid crystal with negative dielectric anisotropy. We designed cell structure driven by fringe electric field in the transmissive (T) part and vertical electric field in the reflective (R) part. In the device, high surface pretilt angle of the LC in the R-part is achieved through polymerization of an UV curable reactive mesogen (RM) monomer at surfaces. By optimizing the parameters, a newly developed transfective display has characteristics such as single gap and single gamma curve.

Key Words : transfective LCD, reactive mesogen monomer, pretilt angle, negative liquid crystal

1. 서론

최근 모바일 폰, MP3, PDA, 디지털 카메라 등 다양한 개인 휴대용 디바이스의 수요가 높아짐에 따라 휴대용 디스플레이는 더욱더 단순한 제조공정과 낮은 제조원가뿐만 아니라 무게가 가볍고 장시간 사용이 가능한 저소비전력 특성과 같은 다양한 특성들을 추가적으로 만족시켜야 한다. 또한 실내뿐만 아니라 실외에서도 시인성 문제점을 해결해야 한다. 따라서 대형 디스플레이와는 달리 휴대용 디스플레이는 반투과형 액정 디스플레이가 적용되어 지고 있다. 그러나 초기에 개발된 반투과형 액정디스플레이는 이중 셀 갭 구조[1,2]를 가지고 있어 제조공정의 복잡함 뿐만 아니라 반사영역과 투과영역 사이의 배향불량의 문제점을 가지고 있다. 이를 해결하기 위해 단일갭 반투과형 액정 디스플레이[3,4]가 개발되었지만 이러한 반투과형 디스플레이는 반사영역과 투과영역의 광학 특성을 일치시키기 위해 다량의 위상지연 필름을 사용하기 때문에 제조비용이 증가하는 문제점을 가지고 있다.

본 논문에서는 부착형 위상지연 필름을 한 장도 사용하지 않은 광경화성 고분자를 이용한 단일갭 반투과형 액정 디스플레이를 제안하였다. 제안된 액정 디스플레이는 유전을 이방성이 음인 액정을 이용한 Fringe Field Switching(FFS)모드[5,6]를 사용하여 광효율을 향상 시켰고, 기존의 이중 구동회로를 사용하는 반투과형 디스플레이의 단점을 해결하기 위해 반사영역의 내장형 위상자의 두께를 조절함으로써 하나의 구동회로로 구동이 가능한 반투과형 액정 디스플레이를 개발하였다.

2. 셀 설계 및 구조

그림 1은 제안한 단일 갭 구조의 반투과형 액정 디스플레이의 셀 구조를 보여준다. 상하부에 위치한 편광판은 수직으로 교차하여 위치시키며, 액정의 러빙방향은 상하

부에 위치한 편광판 중에서 어느 한 편광판의 투과축에 일치시킨다. 반사영역에서 편광판과 액정 사이에는 $\lambda/2$ 의 위상지연 값을 갖는 내장형 위상자가 위치하며, 내장형 위상자의 광축은 러빙방향을 기준으로 67.5° 로 제안한다. 투과영역에는 광시야각 특성을 갖는 액정이 수평 배향된 FFS 모드를 적용하였다. 반사영역에 위치한 액정은 수직 방향을 기준으로 39° 의 선경사각을 가지도록 제안하여 반사영역의 유효 위상지연 값이 투과영역의 절반이 되도록 하였다. 이때 반사영역의 액정에 선경사각을 부여하기 위해 광경화성 고분자를 이용하였다.

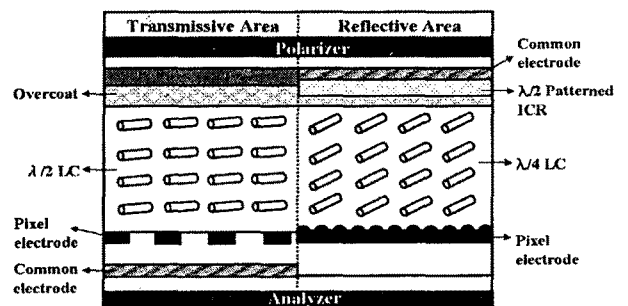


그림 1. 단일갭 반투과형 액정디스플레이의 셀 구조

그림 2는 제안된 반투과형 액정디스플레이의 광학 구조를 나타낸다. 그림 2(a)는 반사 영역으로 편광판의 투과축과 액정의 광축은 일치하며 상부 편광판의 투과축에 대해서 내장형 위상자의 광축은 67.5° 들어져 있다. 이때 빛의 편광 상태를 살펴보면, 편광판에 의해서 선편광된 빛이 67.5° 틀어진 $\lambda/2$ 의 위상지연 값을 갖는 내장형 위상자를 통과하여 135° 의 선편광된 빛이 되고, 이 빛이 하부 0° 로 러빙된 $\lambda/4$ 의 위상지연 값을 갖는 액정층을 지나 좌원편광된 빛이 된다. 좌원편광된 빛은 반사판에 의해 반

사되어 다시 액정층을 통과하면서 45°로 선편광된 빛이 되고 다시 67.5°의 광축을 갖는 $\lambda/2$ 의 위상지연 값을 가진 내장형 위상자를 지나 90°의 선편광된 빛이 되어 상부 편광판의 투과축과 수직으로 만나기 때문에 어둡게 상태를 나타낸다. 전압을 인가하면, 유전율 이방성이 음인 액정은 수직전기장에 의해 수평으로 놓기 때문에 $\lambda/2$ 의 위상지연 값을 갖는다. 이로 인해 내장형 위상자를 통과한 135°의 선편광된 빛은 액정층을 통과하면 45°로 선편광된 빛이 되고 그 후 반사판에 의해 반사되어 다시 액정층을 통과하면서 135°의 선편광된 빛이 나온다. 이 빛은 $\lambda/2$ 의 위상지연 값을 갖는 내장형 위상자를 통과하면 0°의 선편광된 빛이 되고, 상판의 편광판의 투과축과 일치하기 때문에 밝은 상태가 보여진다. 그림 2(b)는 투과 영역의 광학구조로써 상부 편광판 투과축과 액정의 광축은 일치하며 하부 편광판은 상부 편광판을 기준으로 수직으로 위치한다. 전압 인가하기 전에 빛의 편광 상태를 살펴보면, 하부 편광판을 통과한 선편광된 빛이 $\lambda/2$ 의 위상지연 값을 갖는 액정의 광축과 수직을 이루기 때문에 아무런 위상 변화 없이 통과해서 상부 편광판의 투과축과 수직으로 만나 어둡게 상태를 나타낸다. 전압 인가시, 액정은 45°회전하게 되어서 하부 편광판을 통과한 90°의 선편광된 빛은 45°로 회전된 액정층을 지나 0°의 선편광된 빛이 되어 상부 편광판의 투과축과 일치하여 밝은 상태가 보여진다.

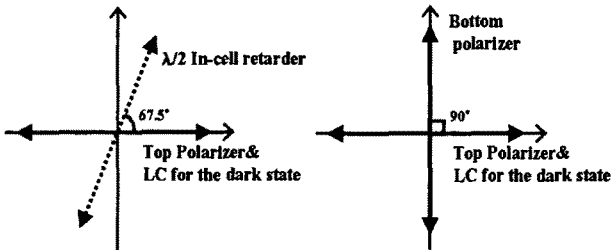


그림 2. 반투과형 LCD의 광학 구조: (a) 반사 영역, (b) 투과 영역.

3. 결과 및 검토

제안한 구조의 전기광학 특성을 확인하기 위하여 2 X 2 Jones extended matrix 방법[7]에 의하여 컴퓨터 시뮬레이션을 실행하였다. 편광판 한 장 및 평행한 두 장의 투과율은 각각 41%와 35%이다. 액정의 굴절율 이방성(Δn)은 0.09이고, 유전율 이방성(ϵ)이 -4.0인 액정을 사용하였다. 셀 갭(d)은 4 μ m로 정하였다.

그림 3은 내장형위상자의 두께에 따른 전압별 반사율 및 투과율 곡선을 보여주고 있다. 전압별 반사율곡선을 보면 내장형 위상자의 두께가 증가할수록 문턱전압과 구동전압이 증가하는 것을 알 수 있다. 그림 3에 나타난바와 같이 내장형 위상자의 두께가 2 μ m일 때 반사율 곡선과 투과율 곡선이 거의 일치하는 것을 확인하였다. 전압에 대한 반사율곡선과 투과율곡선이 정확하게 일치하지는 않지만 두 영역의 구동전압을 모두 4V로 맞추면 두 영역의 감마 곡

선이 일치하여 하나의 구동회로로 충분히 구동시킬 수 있다.

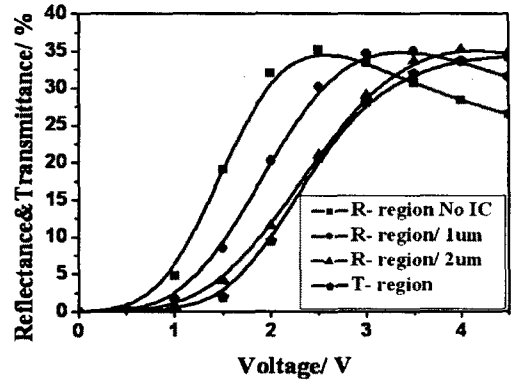


그림 3. 내장형위상자의 두께에 따른 전압별 반사율곡선과 투과율곡선

4. 결론

본 논문은 광경화성 고분자와 유전율 이방성이 음인 액정을 이용하여 단일갭 구조의 반투과형 디스플레이를 제안하였다. 단일갭 구조를 만들기 위해 광경화성 고분자를 이용하여 반사영역의 선경사각을 수직방향을 기준으로 39°로 형성하였다. 제안된 구조는 유전율 이방성이 음인 액정을 사용하였기 때문에 광효율이 높고, 단일 갭 곡선을 갖기 때문에 하나의 구동회로로 구동이 가능하여 제조 단가를 줄일 수 있다. 따라서 새롭게 제안된 구조는 휴대폰, PDA와 같은 휴대용 디스플레이와 같은 실제 제품에 적용 될 것으로 예상된다.

감사의 글

본 연구는 LG 디스플레이의 지원으로 수행한 연구결과입니다.

참고 문헌

- [1] T. B. Jung, J. H. Song, D. -S. Seo and S. H. Lee, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 43, L1211, 2004.
- [2] G. S. Lee, J. C. Kim and T. -H. Yoon, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 45, pp. 8769, 2006.
- [3] Y. J. Lim, Y. H. Jeong, M. O. Choi, W. G. Jang and S. H. Lee: Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 44, L1532, 2005.
- [4] G. S. Lee, J. C. Kim and T. -H. Yoon, Proc. of the IMID '06, p. 814, 2006.
- [5] H. Y. Kim, S. H. Hong, T. K. Park, D. -S. Seo, J. M. Rhee and S. H. Lee, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 41, pp. 176, 2002.
- [6] S. H. Jung, H. Y. Kim, M. -H. Lee, J. M. Rhee and S. H. Lee, Liq. Cryst. Vol. 32, p. 267, 2005.
- [7] A. Lien, Appl. Phys. Lett., Vol. 57, pp. 2767, 1990.