

광경화성 고분자를 이용한 반투과형 액정디스플레이

임영진, 정은, 진미형, 김진호, 김성수, 이승희

전북대학교 고분자 · 나노공학과

Transflective Liquid Crystal Display using UV Curable Reactive Mesogen.

Young Jin Lim, Eun Jeong, Mi Hyung Chin, Jin Ho Kim, Seong Su Kim, and Seung Hee Lee

Department of Polymer · Nano Science and Technology, Chonbuk Univ.

Abstract : A single gap transflective liquid crystal display(LCD) -driven by fringe electric field in the transmissive(T) region and vertical electric field in the reflective(R) region was designed. Because the pretilt angle is formed in 53° through polymerization of an UV curable reactive mesogen(RM) monomer at the surface, the effective cell retardation ($d\Delta n_{eff}$) value of the R region becomes half of that in the T region where the LCs are homogenously aligned. Consequently, a transflective display driven by a vertical and fringe electric field with a single cell gap and single gamma curves is realized.

Key Words : Transflective LCD, reactive mesogen(RM) monomer, pretilt angle

1. 서 론

최근 모바일 폰, PDA, 디지털 카메라와 같은 개인용 디바이스의 높은 수요 때문에 개인용 디스플레이에는 더욱더 단순한 제조공정과 낮은 제조원가뿐만 아니라 좋은 화질특성이 요구된다. 그러나 상업화되고 있는 반투과형 액정 디스플레이에는 이중 셀캡 구조를 가질 뿐만 아니라 보상필름을 여러 장 사용하기 때문에 제조공정이 복잡하고 비용이 많이 드는 단점이 있다. 이를 해결하기위해 최근 광시야각 특징을 갖는 Fringe Field Switching(FFS)모드[1,2]와 In-Plane Switching(IPS)모드[3,4]를 이용한 단일캡 반투과형 디스플레이가 제안되어 왔지만 여전히 여러 장의 필름과 두 개의 구동회로를 사용해야 한다는 문제가 해결되지 않고 있다. 반투과형 디스플레이에서 반사영역은 빛이 셀을 두 번 지나가기 때문에 투과영역과 반사영역의 광학상태를 맞추기 위해 반사영역의 위상지연값을 $\lambda/4$ 로 맞추어 주어야 한다. 본 논문에서는 반사영역의 위상지연값을 $\lambda/4$ 로 만들기 위해 광경화성 고분자를 액정과 혼합하여 전기장을 이용해 53° 의 선경사각을 만들 수 있었다. 따라서 본 논문에서는 광경화성 고분자를 이용해 필름을 한 장도 사용하지 않고 단일캡 구조를 가지면서도 하나의 구동회로로 구동이 가능한 반투과형 액정 디스플레이를 개발하였다.

2. 셀구조

그림 1은 본 논문에서 제안한 단일캡 반투과형 액정디스플레이의 셀 구조로 투과영역은 수평전기장을 이용해 구동되는 FFS모드와 같고 반사영역은 수직전기장에 의해 구동되는 Electrically Controlled Birefringence(ECB)모드와 같은 구조를 보여준다. 투과영역의 위상지연값은 $\lambda/2$ 이고 반사영역의 위상지연값은 $\lambda/4$ 를 갖는 단일캡 반투과형 액정디스플레이를 만들기 위해 광경화성 고분자를 액정과 혼합하여 전기장과 UV를 이용해 반사영역의 선경사각을 53° 로

만들어 주었다. 액정의 물성 값은 기존의 양의액정을 이용한 FFS 반투과형 액정디스플레이과 같다.

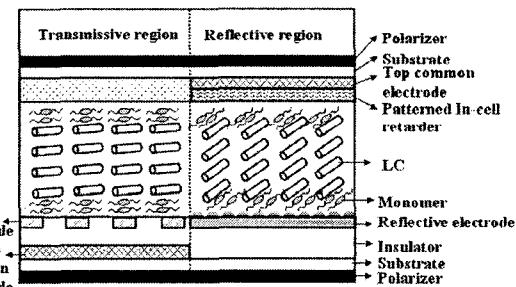


그림 1. 반투과형 액정디스플레이의 셀구조

그림 2는 반사 영역과 투과 영역의 광학 셀구조를 나타낸 것으로서 이때 나타낸 각은 x축에 대해서 시계 반대방향으로의 각을 의미한다. 그림 2(a)는 반사 영역으로 편광판과 내장형 위상자, 액정셀, 그리고 반사판으로 구성되어 있다. 편광판의 투과축과 액정의 광축은 일치하며 편광판의 투과축에 대해서 내장형 위상자가 67.5° 를 틀어져 있다. 이때 빛의 편광 상태를 살펴보면, 편광판에 의해서 선편광된 빛이 67.5° 를 틀어진 $\lambda/2$ 만큼의 위상지연 값을 갖는 내장형 위상자를 통과하면 135° 로 전동하는 선편광된 빛이 되고 이 빛이 하부 0° 로 러빙된 $\lambda/4$ 만큼의 위상지연 값을 갖는 액정층을 지나면 좌우편광된 빛이 된다. 이 빛이 반사판과 액정 셀을 지나면서 45° 로 선편광된 빛이 되고 다시 67.5° 를 틀어진 내장형 위상자를 지나게 되면 90° 로 전동하는 선편광된 빛이 되어 상부편광판의 투과축과 일치하지 않기 때문에 어둠 상태를 나타낸다. 전압을 인가하면, 액정 방향자가 수직전기장에 의해 90° 로 일어나기 때문에 위상지연값이 발생하지 않아 내장형 위상자를 통과한 135° 로 전동하는 선편광된 빛이 아무런 위상변화없이 액정을 통

과하고 그 빛이 반사판을 지나 다시 내장형위상자를 지나게 되면 0° 로 진동하는 빛이 되어 상판의 편광판의 투과축과 일치하기 때문에 밝음 상태가 보여 진다. 그림 2(b)는 투과 영역으로 편광판 2장과 액정 셀로 이루어져 있다. 상판의 편광판 투과축과 액정의 광축은 일치하며 하부 편광판은 90° 틀어져 있다. 이때 빛의 편광 상태를 살펴보면, 전압 무인가시, 하부 편광판을 통과한 선편광된 빛이 액정층을 아무런 위상변화 없이 통과해서 상부 편광판의 투과축 방향에 수직한 방향의 선편광된 빛이 되어 어둠 상태가 보인다. 전압 인가시, 액정 방향자가 45° 회전하게 되어서 하부 편광판을 통과한 90° 로 진동하는 선편광된 빛이 45° 로 회전된 액정층을 지나면 0° 로 진동하는 선평광된 빛이 되어 상부 편광판의 투과축과 일치하여 밝음 상태가 보여진다.

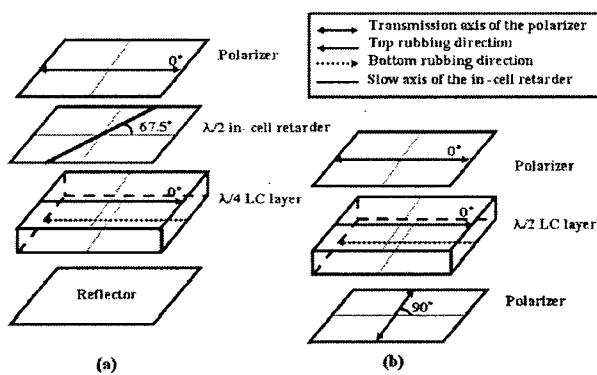


그림 2. 반투과형 LCD의 광학 셀 구조: (a) 반사 영역, (b) 투과 영역.

3. 결과 및 검토

그림 3은 내장형위상자의 두께에 따른 전압별 반사율곡선과 투과율곡선을 보여주고 있다. 전압별 반사율곡선을 보면 내장형 위상자의 두께가 증가할수록 낮은 광효율과 높은 구동전압을 나타낸다. 그림을 보면 내장형 위상자의 두께가 1um일 때 투과율 곡선과 거의 일치하는 것을 알 수 있다.

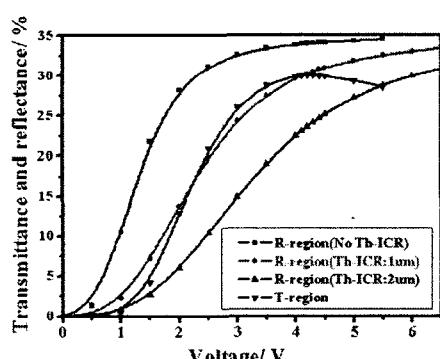


그림 3. 내장형위상자의 두께에 따른 전압별 반사율곡선과 투과율곡선

그림 4는 전압에 따른 투과율 및 반사율 곡선을 보여준다.

그림을 보면 반사율곡선과 투과율곡선이 정확하게 일치하지는 않지만 구동전압을 두영역 모두 $4.2V$ 로 맞춰 하나의 구동회로로 충분히 구동 시킬 수 있다. 따라서 단일감마곡선을 갖는 것을 알 수 있다.

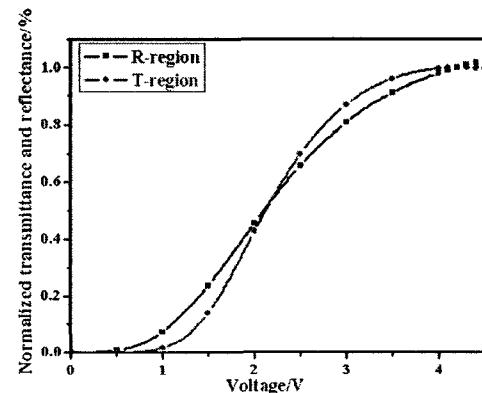


그림 4. 전압에 따른 투과율 및 반사율 곡선

4. 결론

본 논문에서는 반상영역은 수직전기장을 사용한 ECB모드로 사용하고 투과영역은 수평전기장을 이용하여 FFS모드로 사용하는 단일캡 반투과형 액정디스플레이를 제안하였다. 반사영역의 위상지연값을 $\lambda/4$ 로 만들기 위해 광경화성 고분자를 액정과 혼합하여 전기장을 이용해 53° 의 선경사각을 만들 수 있었다. 따라서 본 논문에서는 광경화성 고분자를 이용해 필름을 한 장도 사용하지 않고 단일감마곡선을 갖는 반투과형 액정 디스플레이를 개발하였다. 이 반투과형 LCD는 필름을 한 장도 사용하지 않기 때문에 반사영역과 투과영역의 광학 구조가 단순하고 광효율이 높은 저비용 모바일 디스플레이에 응용되리라 기대된다.

감사의 글

본 과제는 교육인적자원부, 산업자원부, 노동부의 출연금으로 수행한 최우수실험실지원사업의 연구결과입니다.

참고 문헌

- [1] Y. J. Lim, J. H. Song, Y. B. Kim, and S. H. Lee: Jpn. J. Appl. Phys. **43**, L972 (2004).
- [2] Y. J. Lim, M-H. Lee, G-D. Lee, W-G. Jang and S. H. Lee, J. Phys. D : Appl. Phys., **40**, 2759 (2007).
- [3] J. H. song and S. H. Lee: Jpn. J. Appl. Phys. **43**, L1130 (2004).
- [4] J. H. Song, S. H. Lee, D. S. Kim, H-S. Soh and W. Y. Kim, Mol. Cryst. Liq. Cryst., **433**, 105 (2005).