

패턴된 전극을 이용한 수직 배향 모드 반투과형 LCD

Vertically Aligned Transflective Liquid Crystal Display with Patterned Electrode

박성진, 도희욱, 전철규, 이기동, 김재창, 윤태훈
부산대학교 전자공학과
skyward76@hotmail.com

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 투과부와 반사부가 다른 셀갯을 가지면서 같은 픽셀 안에 존재하는 이중 셀갯 구조로, 복잡한 공정 과정을 필요로 한다는 단점이 있다.⁽²⁾ 다른 하나는 투명 전극과 반사 전극을 동시에 갖는 구조로, 같은 위상 지연값을 갖게 되어 광특성이 현저히 떨어지게 된다.⁽³⁾ 이에 우리는 간단한 공정 과정과 하나의 구동 회로를 필요로 하는 간단하게 패턴된 전극 구조를 갖는 PVA mode를 이용하여 반투과형 LCD에 적합한 설계 조건을 연구하였다. 투과부와 반사부의 구동 전압의 차이를 제거하고 극대화된 광학적 특성을 얻기 위해 패턴된 전극의 크기와 비를 최적화하였다.

제안하는 반투과형의 기본 구조는 그림 1과 같다. 하부에 반사판으로 패턴된 금속 전극을 사용하였고, 상부에는 아무런 전극 구조도 사용하지 않았다. 유전율 이방성이 양인 액정을 사용하였으며, 초기 상태가 수직이 되도록 배향하였다. 전압을 가하면 액정 분자는 전기장을 따라 눕게 될 것이다. 그 때 반사부에 비해 투과부의 액정 분자가 더 많이 눕게 조절함으로써 하나의 구동 회로를 갖는 단일 셀갯 구조의 반투과형 LCD가 가능하다. 전기 광학 특성을 최적화시키기 위해, 셀갯(d)과 전극 간격(g), 그리고 전극 폭(w)을 변화시켰다. 최대 투과율과 반사율을 얻기 위해 요구되는 전압은 셀갯에 반비례하였고, 전극 간격에 비례하였다. 그리고, 전극 폭을 좁게 함으로써 높은 반사율을 얻을 수 있었다. 또한 구동 전압을 낮추기 위해 액정의 유전율 이방성을 조사하였고, 그 결과를 표 1에 나타내었다. 표 1에서 V로 표시된 조건은 5 volt 이하로 구동이 가능한 조건이며, 그 중에서 투과율과 반사율이 가장 우수한, 셀갯은 5 μm , 반사부와 투과부의 비는 4 μm : 12 μm , 액정의 유전율 이방성은 22.4라는 반투과형 LCD 설계에 적합한 조건을 찾을 수 있었다. 광학 계산은 LCD Master / 2D (Shintech Inc.)를 사용하였으며, 액정은 큰 굴절율 이방성($\lambda=589 \text{ nm}$ 에서 $\Delta n=0.1372$)과 유전율 이방성($\Delta \epsilon=22.4$)을 갖는 ZLI-3417-000(Merck)을 사용하였다. 그림 2에는 투과율과 반사율을 나타내었다. 그림 2(a)에서 투과율이 0인 부분은 금속 전극이 배면광원을 차단하여서 투과율이 나타나지 않은 부분이며, 그림 2(b)에서 반사율이 나타난 부분은 금속 전극이 입사된 빛을 반사하여 그 부분에서만 반사

율이 나타난 부분이다. 그림 3에는 한 픽셀에서의 전압에 따른 평균 투과율과 반사율을 나타내었다. 그림 3을 통해 4.5 volt 이하의 단일 구동 회로 설계가 가능하다는 것을 다시 확인하였다. 그림 4에는 시야각 특성을 나타내었다. 보상 필름으로 $n_x=n_y=1.5$, $n_z=1.495$, 두께가 100 μm 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 적은 공정 비용과 우수한 광학 특성을 가진다는 장점이 있다. 기존의 반투과형 구조보다 전극 구조가 매우 단순할 뿐만 아니라, 매우 넓은 시야각 특성을 나타내었다.

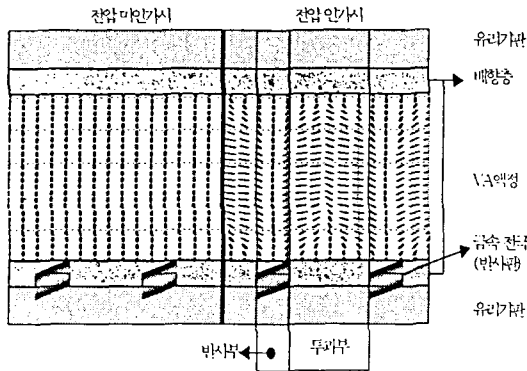


그림 1. 제안한 반투과형 LCD의 기본 구조

표 1. 낮은 구동 전압을 위한 조사 결과

셀 두께 = 4.2 μm			
ΔV	반사부 : 투과부 (μm)		
	12.4	4.12	4.14
22.4			
32.4	V		
셀 두께 = 5 μm			
ΔV	반사부 : 투과부 (μm)		
	12.4	4.12	4.14
22.4	V		
32.4	V	V	

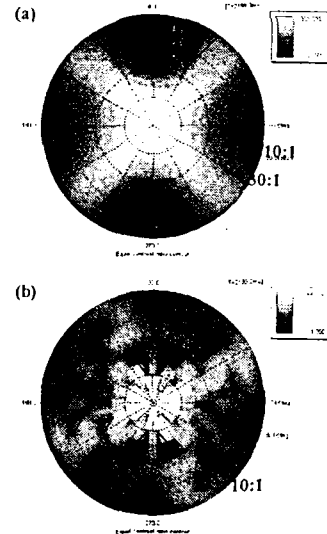
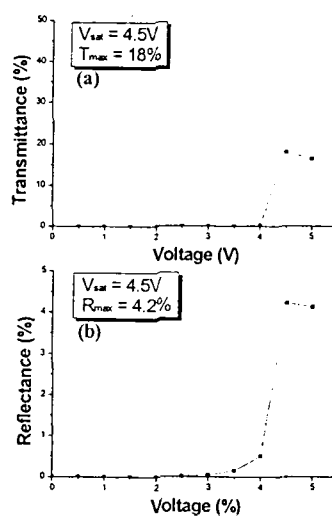
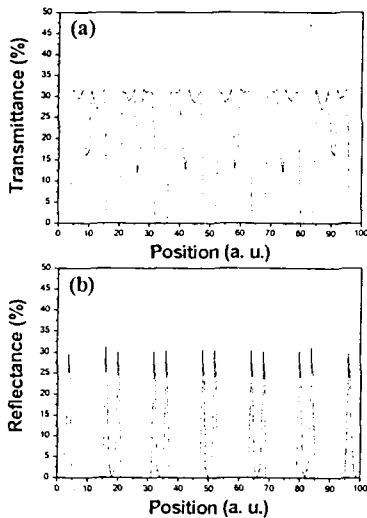


그림 2. 투과율과 반사율 : 그림 3. 전압에 따른 투과율과 반사율 : 그림 4. 시야각 특성 : (a) 투과율, (b) 반사율 (a) 투과율, (b) 반사율 (a) 투과부, (b) 반사부

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. H.-I. Baek, Y.-B. Kim, K.-S. Ha, D.-G. Kim and S.-B. Kwon, Asia Display/IDW'00, 41, (2000).
3. 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).

감사의 글

본 연구는 정보통신부가 지원하는 IMT2000 사업의 일환으로 수행되었습니다.