

단일갭 반투과 FFS 액정 디스플레이를 위한 최적 화소 디자인

정연학, 임영진, 정은, 이승희
전북대학교

Optimal pixel design for low driving single gamma curve and single gap transfective fringe field switching display

Youn-Hak Jeong, Young-Jin Lim, En Jeong, Seung-Hee Lee
Chonbuk Univ.

Abstract : In general, Single gap transfective FFS display has an in-cell retarder (ICR) between reflective electrode and liquid crystal (LC) layer. Therefore, Operating voltage is highly increased due to this thick dielectric material. But, we also knew the phenomenon that the increasing rate of Vop is different whether the 1st common electrode was composed of plate type or slit type. In this paper, the common electrode in transmissive part was composed of slit type which had less steepness effect of the Vop and in reflective part was composed of plate type. The rubbing angle of reflective part can be adjusted properly to match the voltage dependent transmittance and reflectance.

Key Words : Single gap, Transfective, In-cell retarder (ICR), Rubbing angle

1. 서 론

반투과 LCD의 반사부는 액정층을 통과하는 광path가 2회이므로, 위상지연이 2배만큼 발생하게 된다. 따라서, 지금까지는 이를 해결하기 위해, 반사부의 셀갭을 투과부의 절반수준으로 하여, 위상 지연치를 일치시키고자 하였으나, 이중셀갭에 따른 제조 및 특성상의 단점으로 인해 최근에는 단일갭 반투과 LCD의 연구가 활발히 이루어져 왔다.

이를 위해, VA, ECB, IPS, FFS mode등이 단일갭 반투과 LCD에 응용한 연구가 진행되어 왔고, 이중에 FFS mode가 넓은 시야각, 높은 반사 및 투과율 등의 특성으로 많은 연구가 진행되어 왔다.

일반적으로, 상대전극 및 픽셀 전극이 모두 하부 어레이 기판에만 존재하는 FFS mode에서, 전극층위에 위치한 ICR은 구동전압 상승을 야기시켰다. 특히, 투과부는 반사부에 비해 액정의 Rotating angle을 2배만큼 크게 하여야 하므로 투과부의 Vop는 일반적인 Mobile용 Driver - IC의 구동영역을 상회하는 문제를 안게 된다^{1), 2)}. 전에는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해, 반사판 및 ICR을 코팅한 칼라필터 기판을 하부에 위치시키고, 전극들이 형성된 어레이 기판을 상측으로 배치시킨 연구도 진행되었다^{3), 4)}. 그러나, 이럴 경우는 어레이 메탈 전극들에 의한 표면반사 효과로 인해 칼라 특성 저하 등의 우려가 발생할 수 있다.

우리는 전극층위에 ICR이 형성될 경우, 필연적으로 구동전압이 상승하게 되나, 1st 상대전극의 구조가 slit type 이냐 혹은 plate type이냐에 따라 구동전압 상승폭이 다르다는 것을 알았다. 따라서, 본 논문에서는 1st 상대전극을 Slit type 혹은 Plate type으로 하여 전극층위에 ICR층, 즉 유전층의 두께를 변화시키면서 V-T 특성을 시뮬레이션

션 하였다.

2. 실험

상대전극의 구조 및 ICR에 따른 전기광학 특성을 구하기 위한 시뮬레이션 조건은 표 1.과 같다. 즉, Slit type과 Plate type의 전극 구조에 대하여, 전극층과 액정층 사이에 비치되어 있는 ICR층의 두께를 조절하였다. 계산을 위해, 2 X 2 extended Jones matrix 방식을 적용한 LCD master (Shintech, Japan)가 사용되었다.

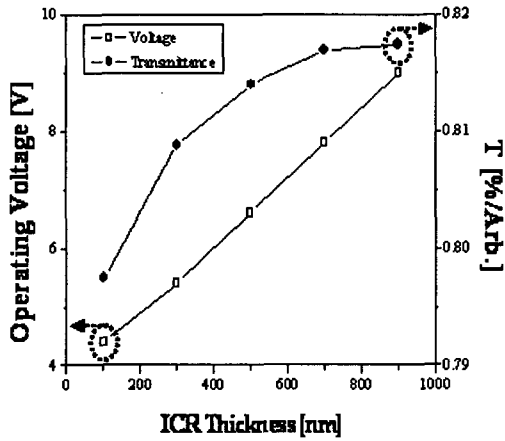
표 1. 전극 구조 및 ICR에 따른 시뮬레이션 조건.

Elements	Contents	
전극구조	Slit type	w=3,l=5
	Plate type	w=3,l'=5
절연층	유전율(ϵ)	6.5
	두께	200nm
ICR층	유전율(ϵ)	5
	두께	100nm~900nm, 200nm steps
LC층	Cell gap (d)	3.8 μ m
	Δn	0.1
	$\Delta \epsilon$	8.2
	Rubbing angle	83°

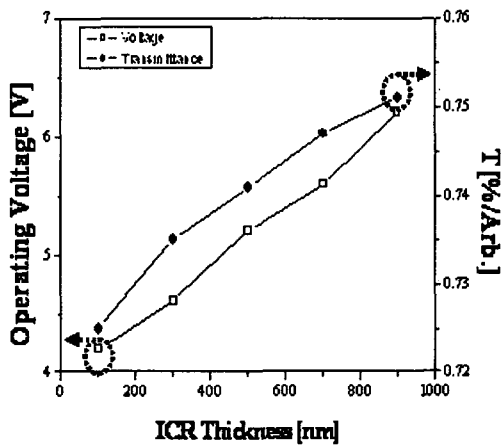
3. 결과 및 검토

그림 1의 (a)는 1st ITO 상대 전극이 Plate 구조, (b)는 Slit으로 되어 있을 때의 ICR두께에 따른 구동전압 및 투과율 커브를 보여주고 있는 시뮬레이션 결과이다. 여기서, 주목할 점은, 1st ITO 상대전극이 Plate 구조인지 혹은 Slit구조인지에 따라, 구동전압의 상승 정도에 있어서 상당한 차이를 보인다는 점이다. ICR 두께가 100nm에서 900nm로 증가시, Plate구조의 상대전극에서는 구동전압

이 4.4V에서 9V로, Slit전극 구조에서는 4.2V에서 6.2V로 증가하였다. 뿐만 아니라, 각 경우에 대해서 투과율도 소폭 상승하는 경향을 보이고 있다.



(a)



(b)

그림 1. 상대전극이 Plate 구조(a), Slit 구조(b)에서의 ICR두께 증가에 따른 구동전압 및 투과율 상승 그래프

FFS모드를 단일갭 반투과로 응용하기 위해서는 반드시 확보해야 할 두가지의 중요한 전기광학 특성이 있다. 가장 중요한 첫번째는, 투과부의 Vop를 낮추는 방안을 찾는 것이다. 이런 관점에서, 투과부의 상대전극을 Slit type으로 디자인 하는 것은 훌륭한 대안이 될 수 있다. 그리고 두번째는, V-T 및 V-R Curve의 매칭을 통한 단일 감마의 구현이라 할 수 있다.

그림 2.는 투과부의 상대전극을 Slit type, Rubbing angle을 83°로 하였고, 반사부는 상대전극을 Plate type, Rubbing angle을 45°, 55° 및 65°로 하여 반사 및 투과부의 V-T 및 V-R Curve 특성 그래프를 보여주고 있다.

여기서, 투과부의 구동전압은 대략 6V에서 최대치를 보이고 있고, 반사부는 Rubbing angle이 45°에서는 8V,

55°는 6V, 65°는 5.5V의 특성을 가지고 있다. Rubbing angle이 작아질수록 구동전압이 커지는 특성을 가지며, 반사부의 Rubbing angle이 55°일때, 투과부의 V-T Curve와 잘 매칭됨을 확인할 수 있었다.

반사부의 상대전극을 Plate type 1st plate 및 2nd slit 전극이며, rubbing angle을 55°로 하였고, 투과는 1st ITO slit 및 2nd slit 전극에 rubbing angle을 83°로 하여 V-T 및 V-R curve의 matching을 할 수 있었다.

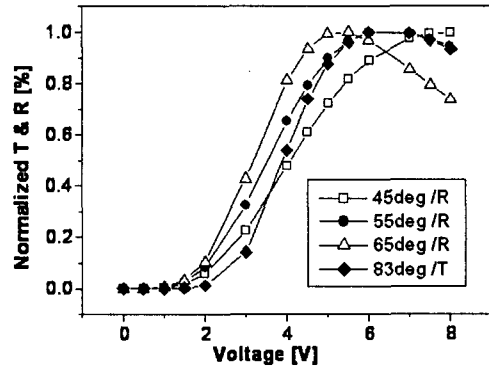


그림 2. Rubbing angle에 따른 V-R 및 V-T Curve 특성 그래프

4. 결론

본 연구를 통하여, 투과부는 상대전극을 Slit type, 반사부는 plate type으로 디자인 하는 것이, 구동전압 관점에서 전극층위에 ICR이 코팅된 단일갭 반투과 FFS 액정표시 장치를 위해 가장 바람직하다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 반사부는 Rubbing angle의 조절로 전압에 따른 반사율 특성의 조절이 가능하므로, 이를 통해 V-T 및 V-R Curve의 매칭 및 단일 감마 특성의 구현이 가능함을 알게 되었다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구 (R01-2004-000-10014-0) 지원으로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] Y. H. Jeong, H. Y. Kim, J. B. Park, M. S. Kim, G. H. Kim, S. M. Seen, D. H. Lim, S. Y. Kim, Y. J. Lim and S. H. Lee, Dig. Tech. Pap. Society for Information Display Int. Symp, 2005, p. 723.
- [2] J. B. Park, H. Y. Kim, Y. H. Jeong, D. H. Lim, S. Y. Kim and Y. J. Lim, Jap. J. App. Phys. 44, 6701, (2005).
- [3] Y. J. Lim, Y. H. Jeong, M. O. Choi, W. G. Jang and S. H. Lee, Jap. J. Appl. Phys. 44, L1532 (2005).
- [4] M. O. Choi, J. H. Song, Y. J. Lim, T. H. Kim and S. H. Lee, Dig. Tech. Pap. Society for Information Display Int. Symp, 2005, p. 729.