

## OCB 셀에서의 Field Sequential Color 구동을 위한 Double Pulse Scan기법에 관한 연구

### Double Pulse Scan Method for Field Sequential Color Driving of an Optically Compensated Bend Cell

이성룡, 전철규, 윤태훈, 김재창  
부산대학교 전자공학과  
mengmol@nate.com

최근 DMB폰과 PMP 등을 통한 영상표시 콘텐츠의 수요가 증가하면서, 소형 화면에서 고화질의 동영상을 나타내기 위해 픽셀크기의 소형화가 요구되어지고 있다. 하지만, 기존의 컬러필터를 사용한 LCD는 R, G, B 세 개의 하부픽셀이 하나의 픽셀을 이루고 있기 때문에 소형기에 부착된 화면 표시창의 해상도를 높이는 데는 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해 Field-sequential color (FSC) LCD가 제안되었다.<sup>1-4)</sup> 일반적인 FSC 구동은 그림1과 같이 TFT의 구동( $t_{TFT}$ ), 액정의 응답( $t_{LC}$ ), 백라이트 점멸( $t_{BL}$ )의 3가지 시간 파라미터를 가진다. 모든 파라미터들의 합이 한 프레임 주기보다 짧아야 화면을 표시할 수 있다. 즉, 화면을 표시하기 위해서는 반드시 백라이트가 켜지는 시간을 확보해야 하므로, TFT의 구동시간과 액정의 응답시간은 짧을수록 유리하다. TFT 구동 시간은 패널 특성으로 정해지는 파라미터이며, 네마틱 액정을 이용한 LC 모드 중 가장 빠른 응답시간을 가지는 OCB 모드<sup>3-4)</sup>의 경우 계조간 응답시간이 7 ms 이상으로 FSC 구동이 어렵다. 본 논문에서는 FSC 구동을 위해 OCB 셀에서 overdriving 기법을 적용하였다. 한 개의 하부 프레임 내에서 2번의 pulse를 인가하는 Double Pulse Scan(DPS) 기법을 사용하였고, DPS 기법에서 중요한 시간 파라미터와 파라미터 측정 방법을 살펴본 후 실험을 통해 FSC 구동의 실현성을 확인했다.

DPS 기법은 컬러필터 타입의 OCB 셀에서 응답시간을 향상시키기 위한 방법으로 제안되어졌다.<sup>5)</sup> DPS 기법은 그림 2와 같이 FSC 구동에 적용되어질 수 있다. 먼저 R, G, B를 표시하는 하나의 하부프레임 내에 두 번의 스캔 펄스를 인가한다. 첫 번째 스캔시 overdriving 또는 underdriving을 위한 전압을 인가하고, 두 번째 스캔시 원하는 계조에 해당되는 전압을 인가한다. 이때, 모든 계조간 응답이 첫 번째 스캔 펄스와 두 번째 스캔펄스 간격 이내가 되도록 펄스 간격을 정해야 한다. 그러므로 스캔펄스 폭  $t_s$ 와 펄스 간격  $t_{SD}$ 가 DPS 기법에서 가장 중요한 시간 파라미터가 된다.  $t_{A1}$ 과  $t_{A2}$ 는 각각 첫 번째 스캔과 두 번째 스캔에 대한 addressing 시간을 나타내며,  $t_{BL}$ 은 백라이트를 켤수 있는 시간을 나타낸다.

DPS 기법의 시간 파라미터를 확보하는 순서는 다음과 같다. 우선 일반 구동에서의 계조간 응답시간을 구한 후, overdriving 전압을 찾는다. overdriving 기법을 통해 모든 계조간 응답시간을 확보하여, 그 중 가장 긴 응답시간을 스캔 펄스 간격으로 정한다. OCB 모드의 경우 밴드 전압을 유지하기 위한 바이어스 전압이 필요하다. 밴드가 스플레이로 전이되지 않는 짧은 시간동안 바이어스 이하의 전압을 인가하면<sup>6)</sup> 계조간 응답시간을 단축시킬 수 있다. 즉, 바이어스 이하의 전압을 overdriving 또는 underdriving 전압으로 이용하여 스캔 펄스 간격을 줄일 수 있다. DPS 기법에서 시간 파라미터들이 아래의 상태를 만족해야만 FSC 구동이 가능하다.

$$t_{A1} + t_{A2} < 1/3 t_F \quad (1)$$

$$t_{SD} < 1/3 t_F \quad (2)$$

$$t_{SD} > t_{A1} \text{ (or } t_{A2}) \quad (3)$$

$$t_{SD} + t_{A1} \text{ (or } t_{A2}) < 1/3 t_F \quad (4)$$

XGA급 해상도의 TFT-LCD를 사용하여 DPS 기법을 적용하는 실험을 해보았다. OCB모드 패널이며, 셀갭은 4.8um, 액정의 굴절율차는 0.159, 회전 점성계수는 230 mPa·s 이다. 전압-투과율 곡선은 그림 3과 같으며, 계조를 9계로 나누어 일반 구동과 DPS 구동 시 응답시간을 측정해 보았다. 그림 4와 같이 DPS 구동시 모든 계조간 응답시간이 3ms 이내가 되며, 스캔 펄스 폭이 2us인 경우 XGA급 해상도의 LCD에서도 FSC 구동이 가능함을 확인했다.

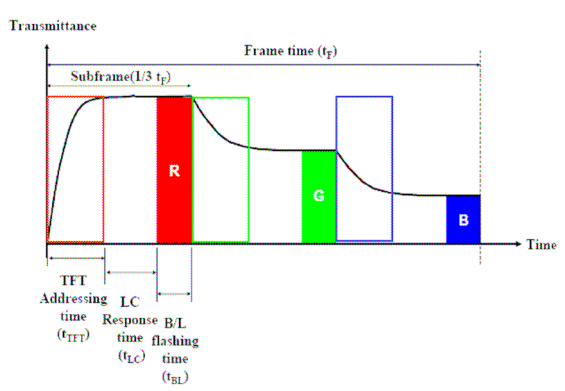


그림 1. FSC 구동의 시간 차트.

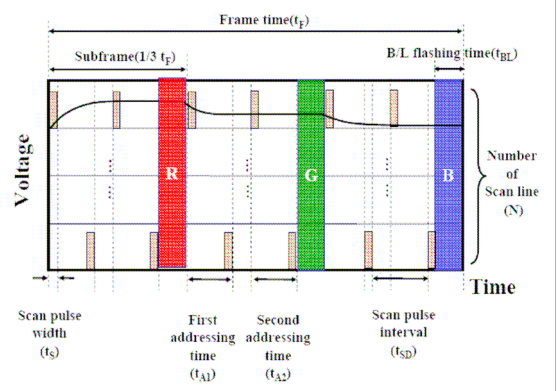


그림 2. DPS 기법의 시간 차트.

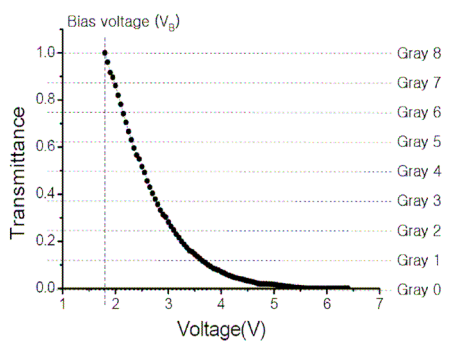


그림 3. 실험 패널의 V-T 곡선.

By Conventional driving method (ms)  
By DPS driving method (ms)

Dark → Bright (Higher voltage → Lower voltage)

	Gray 0	Gray 1	Gray 2	Gray 3	Gray 4	Gray 5	Gray 6	Gray 7	Gray 8
Gray 0		1.6 (1.6)	2.9 (2.0)	3.2 (1.5)	3.4 (2.1)	4.5 (1.9)	6.4 (2.2)	6.8 (2.0)	7.4 (1.9)
Gray 1	0.5 (0.5)		3.4 (1.5)	3.2 (1.7)	3.4 (1.8)	3.7 (1.8)	4.4 (2.0)	5.3 (2.0)	5.5 (2.0)
Gray 2	0.45 (0.45)	2.1 (2.1)		3.1 (1.4)	4.1 (1.8)	4.2 (2.0)	4.8 (1.7)	4.6 (1.9)	5.2 (1.9)
Gray 3	0.4 (0.4)	2.2 (2.2)	3.7 (1.6)		3.9 (1.6)	4.4 (1.8)	4.5 (2.2)	4.9 (1.8)	4.9 (2.0)
Gray 4	0.4 (0.4)	1.9 (1.9)	3.1 (2.2)	5.4 (2.4)		3.6 (1.4)	6.5 (1.6)	5.4 (1.9)	4.9 (1.7)
Gray 5	0.4 (0.4)	1.9 (1.9)	3.3 (1.9)	5.2 (2.3)	4.6 (1.8)		5.2 (1.9)	5.4 (1.9)	5.4 (2.1)
Gray 6	0.45 (0.45)	2.1 (2.1)	3.2 (1.7)	4.7 (2.3)	5.8 (1.8)	7.4 (1.7)		3.7 (1.7)	4.7 (1.7)
Gray 7	0.45 (0.45)	2.1 (2.1)	3.2 (1.8)	5.0 (2.0)	4.8 (2.4)	6.7 (1.6)	7.1 (2.4)		4.0 (1.7)
Gray 8	0.5 (0.5)	2.2 (2.2)	3.0 (1.7)	3.7 (2.1)	6.1 (2.3)	6.9 (2.2)	7.4 (2.0)	7.0 (2.1)	

Bright → Dark (Lower voltage → Higher voltage)

그림 4. DPS 기법 사용전후의 응답시간

## References

- [1] T. Takahashi, H. Furue, M. Shikada, N. Matsuda, T. Miyama and S. Kobayashi: Jpn. J. Appl. Phys. 38 (1999) L534.
- [2] S. Nakajima, Y. Sugiyama, H. Ichinose, H. Numata, S. Naemura: SID '00 Digest, p. 242 (2000).
- [3] N. Ogawa, T. Miyashita and T. Uchida: SID '99, Digest, p. 1098 (1999).
- [4] N. Koma, T. Miyashita, T. Uchida: SDI '00 Digest, p. 632 (2000).
- [5] S. H. Lee, J. W. Kang, G.-D. Lee, T.-H. Yoon and J. C. Kim: Jpn. J. Appl. Phys. 43 (2004) L1416.
- [6] K. Sekiya et al.: Proc. IDW '04, p. 97 (2004)

## 감사의 글

이 논문은 과학기술부의 21세기 프론티어 연구개발사업인 차세대 정보 디스플레이 기술개발사업의 지원으로 수행되었습니다.