

OCB 모드 LCD 패널을 위한 LTPS 집적 게이트 구동 회로 개발

류지열*·노석호**

삼성 SDI Co. Ltd.*, 안동대학교 전자공학과**

Development of LTPS-integrated gate driver circuit for OCB-mode LCD panel

Jeeyoul Ryu*·Seok-Ho Noh**

Samsung SDI Co. Ltd.*, Andong National University**

E-mail : jeeyoul.ryu@samsung.com

요 약

본 논문에서는 4인치 WVGA 광학 보상 복굴절형 (Optical Compensated Bend, OCB) 디스플레이 패널을 제안한다. 개발한 패널은 블랙 데이터 삽입 기능을 가진 저온 폴리 실리콘 (low-temperature poly-Si, LTPS) 집적 게이트 구동 회로를 내장하고 있다. 블랙 데이터 삽입 기능은 4ms의 고속 응답 시간 및 160°의 광 시야각을 가능하게 한다. 본 연구에서는 상대적으로 적은 소비전력을 가진 밝은 영상에 대해 RGBW 픽셀 구조를 적용하였다. 패널의 특성은 OCB 광학효율을 극대화하였고, 구동 중 영상의 안정성을 유지하는 목표를 달성할 수 있었다. 패널 상에 OCB 구동을 위해 필요한 회로를 LTPS를 이용하여 설계함으로써 새로운 외부 구동 IC 개발 없이 고효율 OCB 모드를 구현할 수 있었다.

ABSTRACT

This paper presents development of a 4-inch WVGA OCB (Optical Compensated Bend)-mode display panel. The developed panel has a built-in circuit of the LTPS (low temperature poly-Si)-integrated gate driver circuit with the function of black data insertion. The function of black data insertion makes it possible to realize rapid response time of 4ms and wide viewing angle of 160°. We also applied the RGBW pixel structure for the brighter image with relatively low power consumption. The developed panel showed improved optical efficiency and driving capability of stable image quality for OCB mode. We developed high efficiency OCB-mode panel with built-in integrated gate driver circuit using LTPS on panel without any external driver IC.

키워드

OCB, 블랙 데이터 삽입, 게이트 구동 회로, 고속 응답 시간

I. 서 론

최근에 고속으로 대량의 정보를 전송하는 기술이 발달함에 따라 LCD에 대한 특성도 빠른 응답속도, 고해상도 및 광 시야각의 요구가 증가하고 있다. 이러한 요구 조건을 만족하는 해결책 중 하나가 광학 보상 복 굴절을 이용한 OCB (Optically compensated bend) 모드이다. 하지만 LCD 구동 중 OCB 모드의 상 안정성을 확보 하는 것이 양산의 걸림돌이 되어 왔다[1]. 상의 안정성을 확보하는 좋은 방법 중 하나는 frame이나 line반전 구동 중에 black data 를 삽입하는 것이다[2-6]. 따라서 OCB 모드 구현을 위해서는 새로운 LCD driver IC의 개발이 시급하다.

본 연구에서는 LTPS (low-temperature poly-Si)를 이용하여 black data를 삽입하는 기능을 가진 gate

driver를 패널에 내장하였다. Gate driver는 일반 scan과 black data 삽입을 위한 two phase shifter register를 내장하였다. TFT (Thin Film Transistor) switching을 위한 전압을 만들기 위해 level shifter와 buffer 회로를 내장하였고, normal scan과 black data 삽입 scan을 결정하기 위해 선택회로를 내장하였다. 또한, data driver IC로부터 gray scale data와 black data를 선택하기 위한 switching 회로를 내장하였다. 최종적으로 LTPS 내장 gate driver 회로를 이용하여 driver IC 개발 없이 black data 삽입의 기능을 가진 4인치 WVGA OCB LCD 패널을 제작할 수 있었다. 이러한 LCD는 4ms의 고속 응답과 160°의 광 시야각의 특성을 가지도록 설계되어 있다.

II. 회로 설계 및 레이아웃

2.1. OCB LCD의 block diagram

본 연구에서는 OCB 모드의 LCD에 적용하기 위해 scan 중에 black data를 삽입하여 OCB의 상 안정성을 유지하며 응답속도를 크게 할 수 있는 새로운 LTPS 회로를 패널 위에 그림 1과 같이 설계하였다. Normal data와 black data 삽입을 위한 two phase shifter register, scan mode를 결정할 수 있는 selector, TFT 화소 switching을 위해 logic 전압 0V, 5V를 -4V, 9V로 각각 변환할 수 있는 level shifter, 패널과의 임피던스 매칭을 위한 buffer부로 구성된 scan 회로를 각각 제작하였다. Data 부에는 normal data와 black data를 scan timing에 맞도록 switch 할 수 있는 transfer gate를 사용하였으며 이 구동 block은 FPGA로 제작된 control board에서 제어하는 구조로 되어 있다.

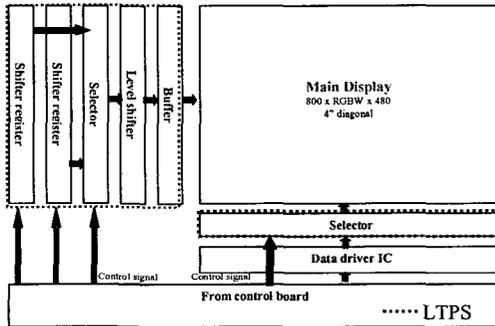


그림 1. OCB 패널 블록도

Fig. 1. Block diagram of OCB panel.

2.2. Scan 회로의 기능

OCB용 scan driver의 특징은 프레임 단위로 black data를 삽입할 수 있는 일반적인 driver IC와는 달리 몇 개의 line마다 black data를 삽입할 수 있는 기능이 있으므로 작은 주파수의 변화를 통해 black data를 인가할 수 있다. 표 1은 이러한 OCB용 scan driver의 기능을 정리한 것이다.

Table 1. The function of OCB scan driver.

Feature	Notation	Specification
Number of output channel	GOUT	484 (Gate: 1~480, Dummy: 481~484)
Output voltage	VGH (VDD2)	+5V (Min.) ~ +15V (Max.)
	VGL (VSS2)	-2V (Min.) ~ -10V (Max.)
Output level	Gout	2-Level
Input voltage	Vin	VGL (Min.) ~ VGH (Max.) 0V~5V Level signal → VGH-VGL Level signal
Max. frequency	fmax	1MHz
Black impulse function	4-mode	Normal scan (No black impulse) × 1.25 scan × 1.5 scan × 2 scan
Dual shift direction	UD/DU	1 → 480/480 → 1

2.3. Scan 회로 레이아웃

Scan driver 구현을 위해 그림 2와 같은 layout을 하였다. 전체 scan의 길이는 2mm로 하였다.

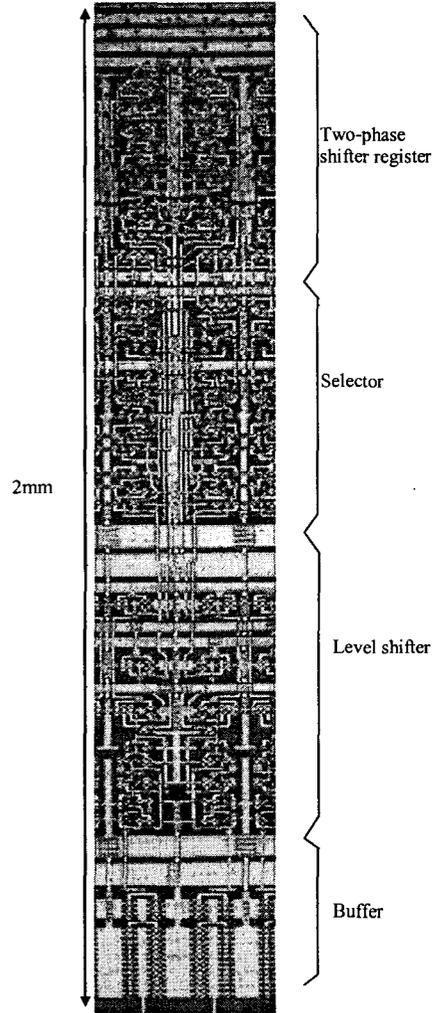


그림 2. OCB 게이트 구동 회로의 레이아웃

Fig. 2. Layout of OCB gate driver.

최근 디스플레이 기기들의 이동성이 중요시 되고 있으므로 고객들은 compact한 module size를 요구하고 있으며 패널의 active 면적을 제외한 dead space의 size가 issue화 되고 있다. 본 OCB scan driver는 부가 기능을 탑재하고 있으면서 기존의 LTPS scan driver size를 구현하여 양산 가능 수준을 확보하였다. 또한, 신규 LCD driver IC 개발없이 line black data scan 기능을 달성함으로써 개발 기간을 단축할 수 있었다. 또한 확인된 OCB 특성을 분석하여 향후 신규 driver IC를 개발할 경우 spec. 을 결정할 수 있는 데이터를 확보할 수 있었다.

2.4. Data 선택기 회로의 구성

일반적인 source driver IC의 경우 IHS내에 data 만 출력하고 있으나 OCB 경우에는 black data의 삽입이 필요하므로 IHS 내에 normal 구동을 위한 data와 black 삽입을 위한 data가 존재한다. 패널의 데이터 입력부분에 LTPS를 이용하여 switching 회로를 내장하였고, 외부 control board를 통해 회로를 제어하였다. 이를 통해 기존의 data driver IC를 이용하여 OCB 구동에 필요한 black data를 프레임 혹은 line inversion 중에 그림 3과 같이 삽입하였다.

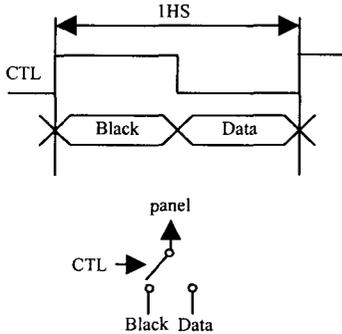


그림 3. 선택기 회로 타이밍도
Fig. 3. Selector timing diagram.

III. 시뮬레이션 및 실험 결과

Black data 삽입 비율은 OCB bend 상의 안정성이 확보된다면 줄이는 것이 바람직하다[7]. 따라서 scan 회로에서 이 비율을 결정할 수 있는 4 가지모드를 제어하도록 회로를 구성하였다. black 삽입의 비율을 일반적인 scan의 x1, x1.25, x1.5 및 x2 mode의 기능이 가능하게 하였다. 그림 4 및 그림 5는 이러한 mode들에 대해 x1와 x1.25 mode의 시뮬레이션 결과를 각각 나타낸 것이다. 그림4는 일반적인 scan 결과를 보여주고 있다. 이런 경우 scan time은 normal data만을 인가한 경우와 같게 된다. 그림5에서 알 수 있듯이 4-line 의 normal scan 후에 scan된4-line이 동시에 turn on 되고 black data가 픽셀에 인가된다. 이와 같은 경우 scan time은 normal data만을 인가한 경우에 비하여 1.25배 증가하게 된다.

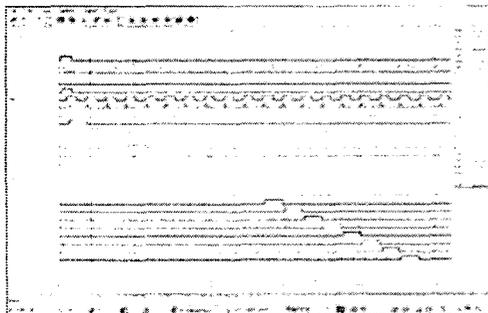


그림 4. x1 모드 시뮬레이션 결과

Fig. 4. Simulation result of x1 mode scan.

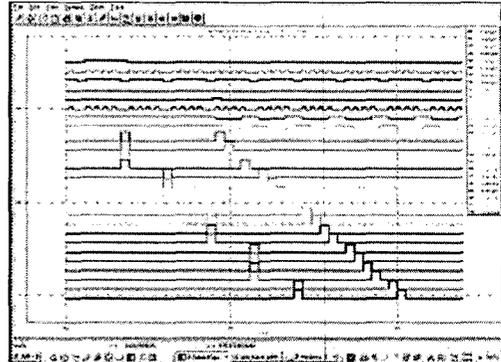


그림 5. x1.25 모드 시뮬레이션 결과
Fig. 5. Simulation result of x1.25 mode scan.

기존 OCB mode 구현에 있어 기술적 문제점으로 지적되었던 bend 상의 안정성 확보를 위해 black 기능을 삽입할 수 있는 scan driver를 개발하였다. Scan driver에 black 삽입 비율을 변경할 수 있는 기능을 함께 구현함으로써 bend 상 안정성 유지를 위한 최소 black 삽입 기간을 확인할 수 있었으며 이를 통해 OCB 광 효율을 20% 향상 시킬 수 있었다. 또한, RGBW 구조의 픽셀을 설계하여 패널 투과율을 50% 향상시킬 수 있었다. 표 2는 OCB scan driver 설계를 통하여 달성한 특성을 요약한 것이다.

Table 2. Performance of proposed OCB scan driver.

Feature	Specification
Display Mode	TM Mode, OCB (Normally White)
Resolution	800 x RGB x 480 (RGBW 1200 x 480)
Number of colors	262 K
Color Purity	NTSC 60 %
Response Time	3~5 ms
Contrast Ratio	500:1
Viewing Angle	160(U,D), 160(R,L)
Brightness	300 cd/m ²

그림 6은 4-inch WVGA OCB-mode display에 대한 영상을 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 제작된 회로를 통해 구동된 패널이 화질이 우수한 영상을 제공함을 알 수 있다.

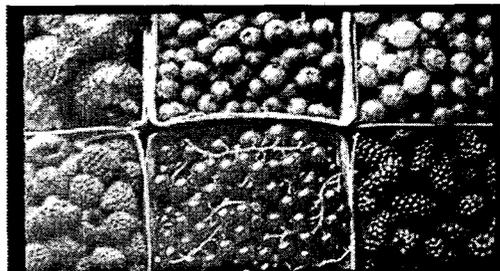


그림 6. 4인치 WVGA OCB 모드 디스플레이 영상
Fig. 6. Image of 4-inch WVGA OCB-mode display.

VI. 결 론

본 연구에서는 LTPS 기술을 이용하여 4-inch WVGA OCB mode LCD 패널을 위한 scan driver를 개발하였다. 패널의 특성은 OCB 광학 효율을 극대화하였고, 구동 중 상의 안정성을 유지하는 목표를 달성할 수 있었다. 패널에는 OCB 구동을 위해 필요한 회로를 LTPS를 이용하여 설계함으로써 새로운 구동 IC 개발 없이 고효율 OCB mode를 구현할 수 있었다.

참고문헌

- [1] K. Nakao, *SID 04 Digest*, p.1416 (2004).
- [2] H. Nakamura *et. al.*, *SID 98 Digest*, p.143 (1998)
- [3] K. Kumagawa, *Am-LCD 01*, p. 63 (2001)
- [4] K. Kumagawa *et. al.*, *SID 02 Digest*, p.1288 (2002)
- [5] A. Takimoto *et. al.*, *IDW 04 Digest*, p. 299 (2004).
- [6] H. Wakenmoto *et. al.*, *IMID05 Digest*, Voll, p.562 (2005)
- [7] S.Hong *et. al.*, *SID 04 Digest*, p.1353 (2004).