

Row Driver 회로가 집적된 2.2-inch QCIF+ a-Si TFT-LCD

윤영준, 한승우, 정철규, 정경훈, 김하숙, 김서윤, 임영진

비오이하이디스테크놀로지 개발본부

2.2-inch QCIF+ a-Si TFT-LCD Using Integrated Row Driver Circuits

Y. J. Yun, S. W. Han, C. G. Jung, K. H. Chung, H. S. Kim, S. Y. Kim, and Y. J. Lim

Development Division, BOE HYDIS TECHNOLOGY CO., LTD.

Abstract

A 2.2-inch QCIF+ (176×RGB×220) TFT-LCD with integrated row driver was developed using a standard amorphous silicon TFT technology. At low temperature ($\sim -20^{\circ}\text{C}$), the integrated row driver operation is dramatically effected by the electron drift mobility variation ($\sim 50\%$) and the threshold voltage shift ($\sim 1\text{V}$) of the a-Si TFT. We studied the temperature dependency of the circuit design and found that higher on-current circuit is important to guarantee good operation in wide temperature range.

Key Words : TFT-LCD, a-Si TFT, Integrated Row Driver, SOG, Shift Register

1. 서론

최근 카메라 폰, PDA, 디지털 카메라 등이 널리 사용되어지면서 TFT-LCD의 mobile application 분야에서는 경박단소 및 고해상도의 제품에 대한 요구가 점점 증가하고 있다. 그러나 고해상도 mobile 제품은 LDI (LCD Driver IC) 자체의 크기 증가, 배선의 어려움 등과 같은 문제점들을 가지고 있다. 따라서 현재 이러한 문제들을 해결하기 위한 방법으로 SOG (System On Glass) 기술이 널리 연구되어 지고 있다. [1, 2] 하지만 현재까지는 SOG 기술을 사용하여 만든 제품은 LTPS (Low Temperature Poly Silicon) 제품이 일반적인데,

그 이유는 a-Si TFT를 사용한 회로의 저온 특성이 아직 충분한 신뢰성을 주지 못하고 있기 때문 일 것이다. 그래서 본 연구에서는 저온 동작에 신뢰성을 줄 수 있는 회로, 즉 충분한 a-Si TFT의 on-current를 보장해주는 회로를 QCIF+ 해상도로 개발하였다.

2. 실험

집적화된 row driver의 저온 신뢰성 확보를 위하여 본 연구에서는, 일단 HSPICE를 이용하여 QCIF+급 mobile 제품에 대하여 simulation 하였다. 특히 저온 동작 특성 (-20°C) 확인을 위해서

는 그림 1과 같이, electron drift mobility를 상온(25°C)의 50% 정도로 하고, threshold 전압은 1V 정도 상승하는 것으로 [3, 4] 하여 simulation 하였다. 본 실험에서는 이렇게 얻어진 simulation 결과를 바탕으로, on-current를 3가지 종류로 분리하여 TFT-LCD panel을 설계하였는데, 이 TFT-LCD panel은 row driver에 구동 신호와 power 공급이 가능한 1-chip driver IC를 사용하여 제작하였다.

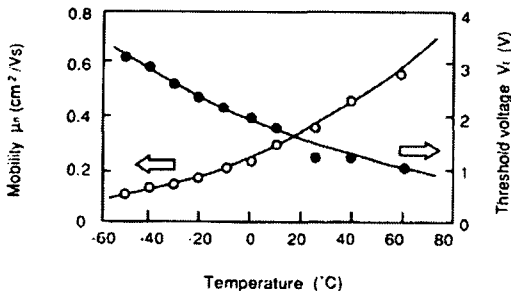


Fig. 1. The temperature dependence of the electron drift mobility and the threshold voltage of the a-Si:H TFT.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 shift register의 최종 output단의 on-current를 가장 큰 A model, 중간 정도의 B model, 가장 작은 C model, 이렇게 3가지로 row driver 회로를 각각 설계했다. 그림 2는 이렇게 설계된 세 가지 row driver 회로를 HSPICE를 이용하여 상온에서 simulation한 결과이다. 이 simulation에서는 QCIF+ TFT-LCD 제작을 위해서 총 220단을 simulation 하였고, reset 신호 인가를 위해 dummy reset 신호를 1개 추가하였다. 그림 2의 simulation 결과로부터 상온에서는, on-current가 클수록 rising/falling delay time이 줄어드는 경향을 보이기는 하지만, shift register의 동작 특성에는 큰 영향을 미치지 않음을 확인할 수 있었다. 반면 저온 동작의 simulation 경우는 그림 3에서와 같이 상온의 simulation과는 다른 특성을 나타내었다. A model의 경우, 즉 on-current가 작은 경우, shift register의 단 수가 증가하면서 급격한 voltage drop이 발생하고, 그 결과 shift register가 정상 동작하지 않는 특성을 나타냈다.

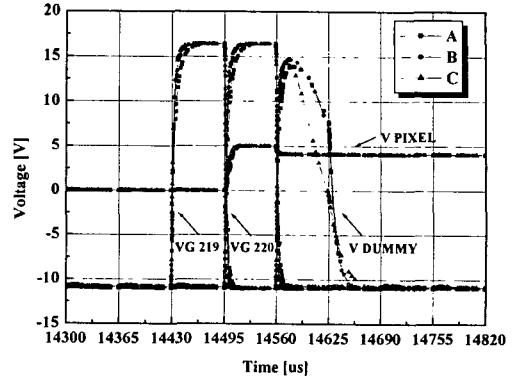


Fig. 2. The on-current dependence of the shift register output voltage at room temperature.

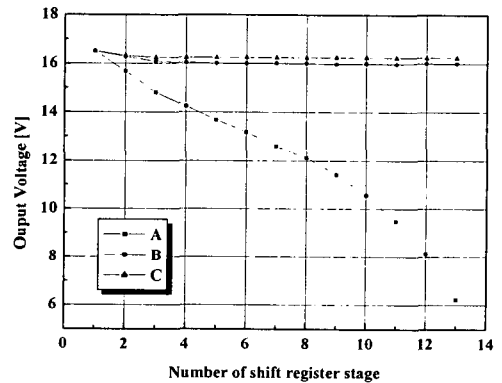


Fig. 3. The on-current dependence of the shift register output voltage drop at low temperature.

Table 1. The comparison with simulated and measured data of the shift register delay time.

[us]	A		B		C	
	Rise	Fall	Rise	Fall	Rise	Fall
Simulated	18.9	8.0	13.1	6.4	9.5	5.0
Measured	23.2	10.0	16.3	7.6	12.6	5.5

위에서 얻은 simulation 결과를 바탕으로, 본 연구에서는 3가지 model에 대하여 TFT-LCD를 split 제작해 보았다. Split 제작한 TFT-LCD의

rising/falling delay time을 상온에서 측정하여 simulation값과 비교한 data를 표 1에 정리했고, 이때 C model의 측정 파형이 그림 4이다. 표 1에서와 같이, 상온에서의 출력 파형 측정값은 simulation 결과와 크게 차이 나지 않았고, 그렇기 때문에, 그림 5와 같이 세 가지 모델 다 정상 동작 하였다.

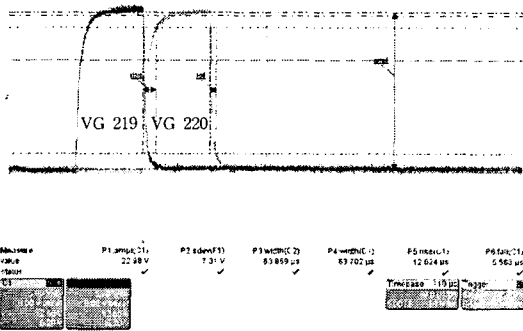


Fig. 4. The shift register output waveform at room temperature. (C model)

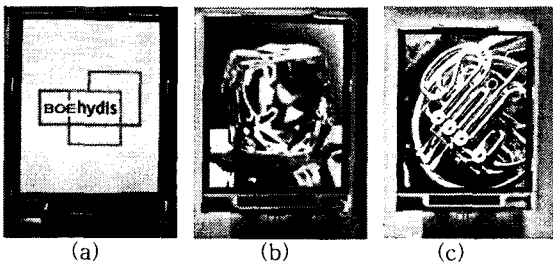


Fig. 5. The normal display of TFT-LCDs at room temperature: (a) A model, (b) B model, and (c) C model.

한편, 정상 동작 하던 TFT-LCD도 저온 동작에서는 다른 특성을 나타내었다. 그림 6의 (b), (c) 처럼 B, C model은 저온에서도 모두 정상 동작 하였지만, A model의 경우, 저온 chamber에 넣고 온도를 낮추면 -10°C 근처에서 그림 6의 (a)와 같이 비정상적인 디스플레이를 보였다. 이는 앞서 언급한 바처럼, 저온에서는 a-Si TFT의 electron drift mobility 저하 및 threshold 전압이 상승이 일어나게 되고, 이런 a-Si TFT의 특성 변화가 shift register의 out단의 on-current가 부족한 경

우에는, output voltage drop을 발생시키고 그 결과 shift register는 정상 동작을 못하게 된다. 한편, 비정상적인 화면을 display 할 때의 측정 파형은 그림 7과 같은데 이는 앞서 simulation의 결과와 동일한 특성을 나타낸다.



Fig. 6. The display of TFT-LCDs after 240 hours elapsed in -20°C chamber: (a) A model, (b) B model, and (c) C model.

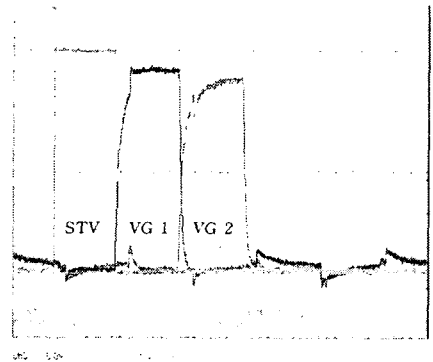


Fig. 7. The shift register output waveform around -10°C . (A model)

Table 2. TFT-LCD panel specifications.

Display Size	2.2 inch
Resolution	176×RGB×220
Driver IC	1-chip (COG)
Display Mode	TN transmissive
Brightness	150 cd/m ²

한편 충분한 on-current를 보장한 두 가지 회로의 경우에는 일반 driver IC를 사용한 경우와 동등한 화면 품위 및 특징을 보였다. 이번 연구에서 만

들어진 TFT-LCD panel의 spec.은 표 2와 같다.

4. 결 론

본 연구에서는 일반적인 a-Si TFT 공정을 이용하여 row driver가 집적된 2.2-inch QCIF+ a-Si TFT-LCD를 만들었다. 집적화된 row driver의 저온 동작 특성과 on-current의 의존성을 알아보기 위해서 3가지 회로를 만들었고, 그중 on-current가 큰 2가지 model만이 저온에서 정상 동작함을 확인할 수 있었다. 결국, 집적화된 row driver의 저온 동작 특성은 shift register의 out단의 on-current가 매우 중요하게 작용함을 확인할 수 있었다. 이 연구를 바탕으로 QVGA 혹은 그 이상의 해상도 mobile application에서도 a-Si TFT를 이용하여 집적화된 row driver의 설계가 가능할 것이다.

참고 문헌

- [1] R. G. Stewart, J. Dresner, S. Weisbrod, R. I. Huq, and D. Plus: "Circuit Design for a-Si AMLCDs with Integrated Drivers", SID '1995 DIGEST paper, p. 89, 1995.
- [2] S. S. Han, K. M. Lim, J. S. Yoo, Y. S. Jeong, K. E. Lee, J. K. Park, D. H. Nam, S. W. Lee, J. M. Yoon, Y. H. Jung, H. S. S대 and C. D. Kim, "3.5 inch QVGA Low-Temperature Poly-Si TFT LCD with Integrated Driver Circuits", SID '2003 DIGEST paper, p. 208, 2003.
- [3] Toshihisa Tsukada, "TFT/LCD - Liquid Crystal Displays Addressed by Thin Film Transistors", Japanese Technology Reviews, Vol. 29, p. 62, 1996.
- [4] Hugues Lebrun, Nicolas Szydlo, and Eric Bidal, "Threshold Voltage Drift of Amorphous Silicon TFT in Integrated Drivers for Active Matrix LCDs", EuroDisplay '2002 paper, p. 83, 2002.