

대면적 고해상도를 위한 AMOLED(Active Matrix Organic Light Emitting Diode)의 문턱전압 보상회로

유장우, 정민철, 황상준, 성만영*
고려대학교

A New AMOLED Pixel Structure Compensating Threshold Voltage of TFT for Large-Sized and High Resolution Display

Jang Woo Ryu, Min Chul Jung, Sang Joon Hwang and Man Young Sung*
Korea University

Abstract : A voltage driving AMOLED(Active Matrix Organic Light Emitting Diode) is useful for large-sized, high resolution OLED display. The conventional 2-TFTs, 1-CAP AMOLED circuit suffer from the threshold voltage variation of TFT. In this paper, a new AMOLED structure is proposed. It is composed of 5-TFTs and 2-capacitors. It is described that the operating principle and the characteristics of the proposed structure and is verified the performance by HSPICE simulation. The result of simulation shows that the effect of the threshold voltage variation in this circuit, is able to neglect.

Key Words : AMOLED. Threshold Compensation circuit, Voltage Driving OLED, OLED pixel design.

1. 서론

디스플레이산업은 정보통신시대의 핵심산업이라 할 수 있다. CRT의 단점인 대형화 및 휴대의 어려움과 공간 활용의 저조 및 높은 소비전력등을 극복한 Flat Panel Display(FPD)가 디스플레이 산업의 새로운 주역으로 부상하여 급속한 성장이 진행되고 있다. 현재는 TFT-LCD가 주도하고 있으나 OLED, PDP, FED, LED등의 여러 기술들이 연구개발 중이다. 그중 OLED(Organic Light Emitting Diode)는 자체 발광소자로서 back light가 필요없고, TFT LCD에 비해서 넓은 시야각과 빠른 응답속도를 가지며 해상도가 뛰어난 특성을 보인다. Active Matrix OLED (AMOLED)는 화소가 단순히 matrix로 구성되어 있는 Passive Matrix OLED (PMOLED)와는 다르게 각 화소에 Switching용 TFT를 배치한 구조이다.[1] AMOLED는 frame time 동안 같은 밝기를 유지하고 낮은 전류로 구동이 가능하여 대면적, 고해상도 패널을 제작할 수 있는 장점이 있다. 그러나 균일한 밝기를 위해서 균일한 전류로 구동하여야 하는데 이 때, Switching 소자로 쓰이는 TFT의 문턱전압의 변화가 문제가 되어 이를 보상하는 회로가 필요하다. 전류구동방식은 문턱전압의 변화에 영향 받지 않지만 data line의 기생 capacitor 성분 때문에 settling time이 오래 걸려 대면적, 고해상도 디스플레이에는 적합하지 않다.[2]

본 논문에서는 대면적 고해상도 디스플레이를 위해서 전

압구동방식의 AMOLED의 구조로 문턱전압의 변화를 보상할 수 있는 방법을 제안하였다.

2. 제안한 AMOLED의 구조와 동작

2.1 제안한 AMOLED의 구조

일반적인 AMOLED 2TFT-1CAP구조는 그림.1.a)와 같다. Amorphous Silicon(a-Si) TFT는 Poly Silicon TFT에 비해서 공정이 단순하고 TFT의 균일도가 좋아 대면적 디스플레이에 알맞다. 그러나 전기적인 stress에 따라 TFT와 OLED의 문턱전압이 변화하는 단점을 가지는데 이를 보상할 수 있는 회로가 필요하다.[3] 문턱전압보상을 위해서 그림.1.b)와 같은 구조를 제안하였다.

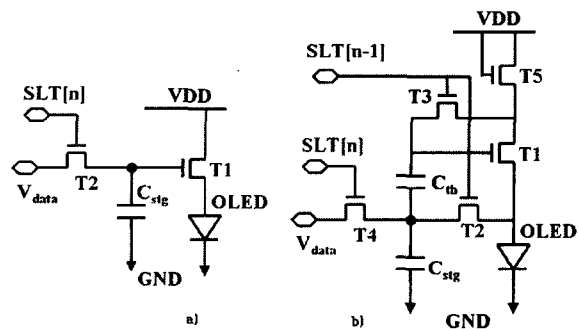


그림 1. a) 일반적인 AMOLED Pixel, b) 제안한 AMOLED pixel

2.2 제안한 AMOLED의 동작

그림.1.b)의 AMOLED를 구동하기 위한 신호의 timing diagram과 각각의 time에 대한 회로의 동작은 그림2와 그림3에 보이는 것과 같다.

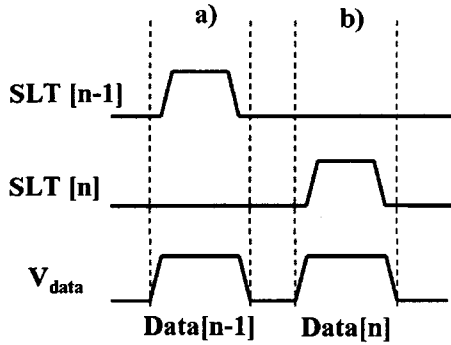


그림 2. 제안한 AMOLED의 Timing Diagram

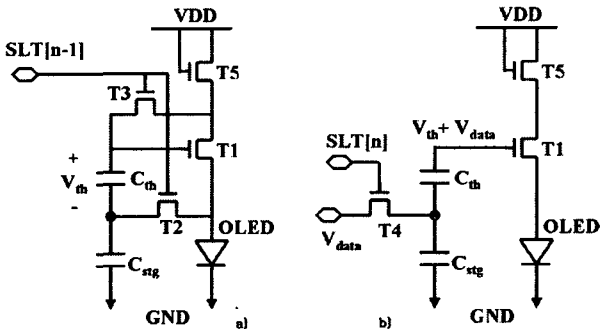


그림 3. Timing에 따른 AMOLED의 동작회로

이전 Pixel의 선택시간에 현재의 Pixel은 diode connection으로 Cth에 Driving TFT의 문턱전압이 저장된다. 이후 현재 Pixel의 선택시 data 전압으로 인해 Driving TFT의 gate 전압은 Vdata+Vth와 같고 전류식은 식<1>과 같아진다.

$$I_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{data} + V_{th} - V_{th})^2 = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} V_{data}^2 \quad \dots <1>$$

위의 식으로부터 입력전압에 대한 출력 전류는 driving TFT의 문턱전압에 무관함을 알 수 있다.

3. Simulation 결과

본 논문에서 설계에 대한 Simulation은 RPI TFT (LEVEL 61) model을 사용하여 TFT의 특성을 fitting 한 후 library file을 만들었으며 HSPICE를 이용하였다. 문턱전압의 변화량은 +2V까지 전류의 변화량을 보았다. 제안된 AMOLED와 기존의 AMOLED 회로의 각각의 Timing에 대한 전류의 변화량은 그림 4와 같았다. frame on 시에 유지되는 전류의 문턱전압의 변화에 대한 변화량은 그림 5와 같다.

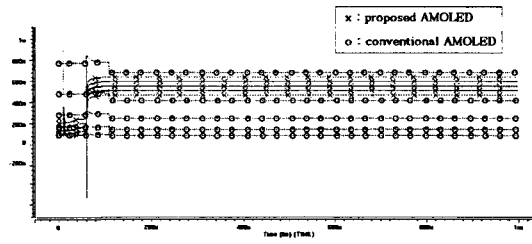


그림 4. 각각의 문턱전압 변화에 따른 전류변화 Transient 특성

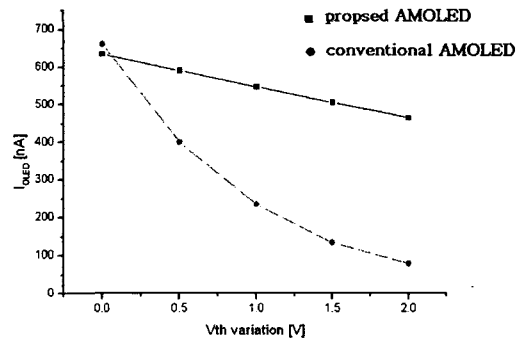


그림 5. 문턱전압 변화에 따른 frame 전류

4. 결론

FPD 기술중에서 OLED는 자발광 소자이며 TFT-LCD에 비해 넓은 시야각과 높은 응답속도를 장점으로 가진다. 대면적 고해상도 디스플레이 구현을 위해서 전압구동방식의 AMOLED 구조를 사용하는데 문턱전압의 변화에 따른 보상회로가 필요하다. 본 논문에서는 문턱전압 보상이 가능한 AMOLED 구조를 제안하였다. Simulation 결과 문턱전압의 변화에서도 기존의 2TFT-1CAP구조에 비해 일정한 전류가 흐르는 것을 확인 할 수 있었다. 따라서 제안한 구조는 대면적, 고해상도 OLED 디스플레이에 유용하게 적용할 수 있다.

참고 문헌

- [1] Wouter F. Aerts. *et al*, "Design of an Organic Pixel Addressing Circuit for an Active-Matrix OLED Display", IEEE trans. Electron Devices, Vol.49, No.12, Dec. 2002
- [2] J.H.Lee, B.H.You, W.J.Nam, H.J.Lee, M.K.Han "A New a-Si:H TFT Pixel Design Compensating Threshold Voltage Degradation of TFT and OLED", SID 04 Digest, p-12 2004.
- [3] J.W.Chang, H.,Kim, K.S.Shin, J.K.Kim, B.K.J "SOI 웨이퍼를 이용한 Top emission 방식 AMOLEDs의 스위칭 소자용 단결정 실리콘 트랜지스터". 전기전자재료학회논문지 Vol.16. No.4. p.292. April.2003.