

구동 방법에 따른 TFT-LCD의 충전 및 Feed-Through 특성 시뮬레이션

박재우, 김태형, 노원열, 최종선
 홍익대학교 전자전기공학부

Charging and Feed-Through Characteristic Simulation of TFT-LCD
 by Applying Several Driving Method

Jae-Woo Park, Tae-Hyung Kim, Won-Yoel Noh, Jong Sun Choi
 School of Electronics and Electrical Engineering, Hongik Univ.

Abstract - In recent years, the Thin Film Transistor Liquid Crystal Display (TFT-LCD) is used in a variety of products as an interfacing device between human and them. Since TFT-LCDs have trend toward larger panel sizes and higher spatial and/or gray-scale resolution, pixel charging characteristic is very important for the large panel size and high resolution TFT-LCD pixel characteristics. In this paper, both data line precharging method and line time extension (LiTEX) method is applied to Pixel Design Array Simulation Tool (PDAST) and the pixel charging characteristics of TFT-LCD array were simulated, which were compared with the results calculated by both PDAST in which the conventional device model of a-Si TFTs and gate step method is implemented.

1. 서론

21세기 정보화 사회의 발전과 함께 각종 장치에서 발생되는 여러 가지 전기적인 정보를 시각정보로 변화시켜 인간에게 전달하는 디스플레이는 매우 중요한 매체이다. [1-4] 이런 여러 가지 디스플레이 기술들 중에서도 TFT-LCD는 저소비전력, 저전압, 평판 등의 장점을 가지고 있어 가장 주목을 받고 있다. TFT-LCD가 고해상도, 대면적화로 갈수록 한 화소에 할당되는 line time은 줄어들게 된다. 그러므로 TFT-LCD의 화소 충전 특성은 고해상도, 대면적화로 갈수록 나빠지게 된다. 이에 본 논문에서는 data line precharging 방법과 line time extension (LiTEX) 방법을 이미 그 유용성이 보고된 Pixel Design Array Simulation Tool (PDAST) [5-8]에 적용시켜 TFT-LCD의 충전 특성을 계산하고, 그 결과를 기존의 방법 및 Gate Step 구동 방법과 비교해 보았다.

2. 본론

2.1 LiTEX 방법

Line time extension(LiTEX)방법은 대면적·고해상도 TFT-LCD 패널에서의 데이터 라인 및 게이트 라인의 RC 시상수를 감소시키고, line time 증가효과를 얻어 고화질의 제조 표시를 하기 위한 구동 방식이다. 그림 1.은 LiTEX 방법을 이용한 게이트 구동회로의 신호 파형을 나타내고 있다. 그림에서 보이고 있는 것처럼 LiTEX 구동 방법은 동시에 2개의 게이트 라인을 선택하고 2개의 게이트 신호로 선택된 화소들은 같은 극성으로 게조 표시를 하게 된다. 그림에서처럼 게이트라인 1,2 선택시에 게이트 라인1의 신호가 선택하는 화소의 데이터 라인을 충전하고 게조 표시를 하게 된다. 일반적

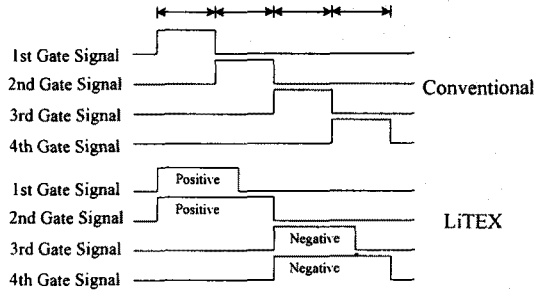


그림 1. LiTEX 신호 파형

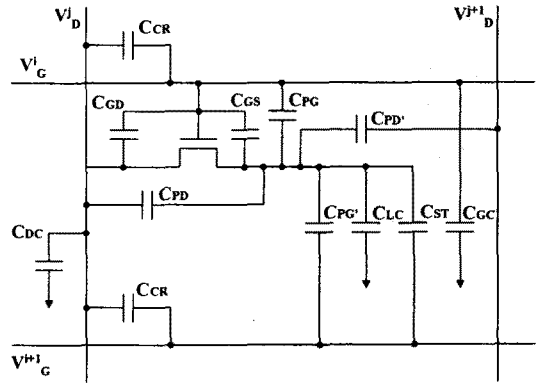


그림 2. Cst-on-gate 방식의 정전용량 등가회로

인 구동에서보다 1번째 게이트 신호가 늘어난 만큼 line time이 증가하게 되어 화질의 저하를 방지할 수 있다. 일반적으로, 화질의 저하없이 30% 정도의 line time 증가효과를 이룰 수 있다. 여기서는 1번째 게이트 신호를 기존의 1.5배로 늘려서 시뮬레이션 해보았다.

2.2 Data line precharging 방법

TFT-LCD는 부가용량을 불리는 방법에 따라 크게 Cst-on-common 방식과 Cst-on-gate 방식으로 나뉜다. Data line precharging 방법은 이 중에서 Cst-on-gate 방식에 적용된다.

그림 2.에 보이는 것처럼 Cst-on-gate 방식의 TFT-LCD는 부가용량 Cst가 다음 단의 게이트 전극에 연결되어 있다. 그러므로 TFT가 on상태가 되면, Cst가 충전이 되고, 이 충전된 Cst가 다음 단의 게이트 전극에 연결되어 있으므로 그 게이트 전극에 연결된 화소가

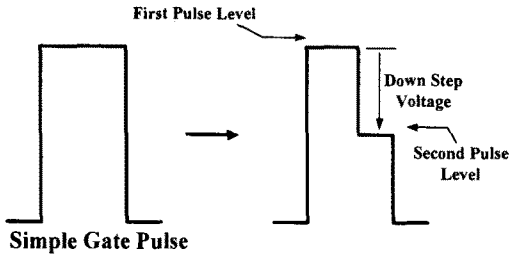


그림 3. Gate Step 구동 방법의 게이트 전압 파형

on이 된다. 데이터 신호 입력부에 부가적인 회로를 달아주면 이렇게 미리 화소가 on이 된 사이에 추가로 데이터 신호를 주는 것이 가능하다. 이렇게 데이터 신호를 미리 충전시켜 줌으로써 실질적인 line time 증가효과를 얻어 화소 충전 특성을 개선시킬 수 있다.

2.3 Gate step 구동 방법

게이트 전압의 변화에 따라 게이트 전극과 데이터 전극 사이의 기생 용량에 충전된 전하량이 변화가 생김에 따라 Feed-Through 전압이 발생하게 되어 화소 전압이 낮아지게 된다. 여기서 RC 지연이 생기게 되면 게이트 전압이 변하는 속도가 느려져 TFT 채널이 활성화된 상태에서 기생 콘덴서의 전하량 감소를 드레인 전극을 통해 보상해 주기 때문에 Feed-Through 전압이 감소하게 된다. 이를 이용해 그림 3.에서처럼 일반적으로 사용되는 단순 파형 대신 두 단계 step 신호를 사용하면, 게이트 전압을 한번에 낮추었을 때와는 달리 전압 보상 효과를 얻을 수 있다.[9]

2.4 각 방법 간의 비교

전계 효과 이동도가 $0.5\text{cm}^2/\text{Vs}$ 이고, 채널의 폭/길이가 $25/5\ \mu\text{m}$, 문턱전압이 3V인 a-Si TFT를 사용한 15인치 1600×1200 TFT-LCD를 기준으로 고해상도에 따른 충전 특성의 악화를 가장 잘 나타낼 수 있는 1200번째 게이트 라인, 1600번째 데이터 라인의 화소에서의 각 구동방법에 따른 화소 전압의 충전 특성의 비교가 그림 4.에 나타나 있다. 여기서 Gate Step 구동 방법의 Down Step 전압은 14V이다.

그림에서 LiTEX 방법이나 data line precharging 방법 모두 고해상도·대면적 TFT-LCD에서 일반적인 구동 방법이나 Gate Step 방법에 비해서 뛰어난 특성을 보이는 것을 알 수 있다. LiTEX 방법은 feed-through 전압이 적어 화소의 신호 유지에는 뛰어난 특성을 보였고, data line precharging 방법은 화소 전압 충전 시간은 매우 빨라 충전 특성이 매우 좋았다.

또한, 위의 방법들에 공통전극에 전압을 가해 feed-through 전압을 보상하는 방법[10]을 사용하여 각각의 구동 방법으로 시뮬레이션 해본 결과가 그림 5.에 나타나 있다. 그림에서 data line precharging 방법에 공통 전극 보상 방법을 이용하면 대면적·고해상도 TFT-LCD에서 가장 뛰어난 화소 충전 특성을 보이고 있다는 것을 알 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 LiTEX 방법과 data line precharging 방법, Gate Step 구동 방법, 그리고 기존의 일반적인 구동법을 이용하여 각각의 화소 전압 충전 특성을 계산하고 비교하였다. 그 결과 부가적인 회로를 데이터 신호 입력단에 추가시켜야 하는 단점이 있긴 하지만 공통 전극 보상 방법을 이용한 data line pre-

파라메타	물리적 의미	값
Size	Panel size	15inch
Resolution	Resolution	1600×1200
W/L	Channel width/length	$25/5\ \mu\text{m}$
V_d	Drain voltage	0~10 (V)
V_{gs}	Gate voltage	0~20 (V)
V_{th}	Threshold voltage	3.0 (V)
ΔI	Feed-through voltage	0.190323 V
R_s/R_d	Source/Drain line resistance	4 Ω/cm
g_{chs}	Output conductance	$0.2208\ \Omega^{-1}$
ϵ_i	Insulator dielectric permittivity	6.7
d_i	Insulator thickness	3000 Å
λ	Output conductance parameter	$0.048\ \text{V}^{-1}$
μ_{FET}	Field effect mobility	$0.5\ \text{cm}^2/\text{vs}$
μ_0	Conduction band mobility	$10\ \text{cm}^2/\text{Vs}$
T	Temperature	27 °C
C_{ST}	Storage capacitance	$0.535218\ \text{pF}/\text{cm}^2$
C_{LC}	Liquid crystal capacitance	$0.374793\ \text{pF}/\text{cm}^2$
C_{OX}	Insulator capacitance	$132.15252\ \text{pF}/\text{cm}^2$
C_{gs}	Capacitance between gate and source	$0.001583\ \text{pF}/\text{cm}^2$

표 1. 사용된 파라메타의 물리적 의미와 입력된 값

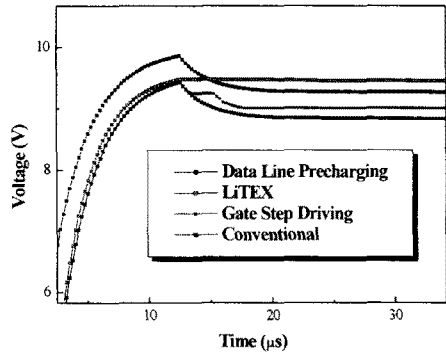


그림 4. 구동 방법에 따른 충전 특성의 차이

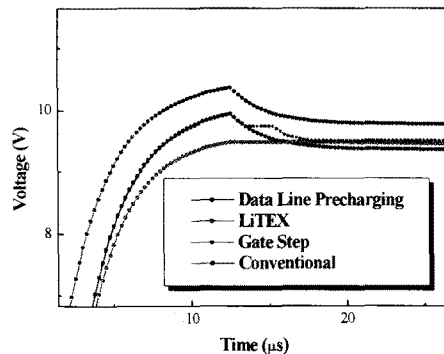


그림 5. 공통 전극 보상 방법을 이용한 구동 방법에 따른 충전 특성의 차이

charging 방법이 가장 좋은 화소 충전 특성을 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

이 연구의 결과로서 대면적·고해상도 TFT-LCD의 화소 전압 충전 특성을 알 수 있었고, 대화면적·고해상도의 TFT-LCD의 설계와 제작에 일반적인 방향을 제시해 줄 수 있을 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] 이채우, 전자 Display 기술 동향, 전자공학회지, 22권 3호, pp. 23~34, 1995
- [2] 한국디스플레이연구조합, 차세대 평판 디스플레이 기반기술개발 연구기획 보고서, 통상산업부, 1995.
- [3] J. A. Castellano, Handbook of Display Technology, Academic Press, San Diego, 1992.
- [4] S. C. Moss and J. F. Graczyk, Structure of Amorphous Silicon, Proc. of the 10th International Conference on the Physics of Semiconductors, pp. 658~665, 1970.
- [5] 윤영준, Semi-Empirical 정전용량 모델을 이용한 대면적 고휘질 TFT-LCD의 화소 특성 시뮬레이션, 한국 전기전자 재료 학회 논문지 제 12 권 제 10 호, pp. 920~925, 1999.
- [6] 이영삼, 대면적, 고휘질의 TFT-LCD 화소 설계 최적화 및 어레이 시뮬레이션 특징, 한국전기전자재료학회 추계학술대회, pp. 137~140, 1998.
- [7] 이영삼, 화소 설계 어레이 시뮬레이터(PDAST)를 이용한 대면적 고휘질을 위한 TFT-LCD의 화소 설계, 대한 전기 학회 하계 학술 대회, 1998.
- [8] 윤영준, 새로운 정전용량 계산식을 이용한 대면적·고화질 TFT-LCD의 화소 특성 시뮬레이션, 한국전기전자재료 학회 춘계학술대회, pp. 613~616, 1999.
- [9] 정순신, 박재우, 최종선, 대면적 고휘질 TFT-LCD의 Feed-Through 전압에 대한 Driving 방법에 관한 연구, 한국전기전자재료 학회 추계학술대회 pp. 99~102, 1999
- [10] 김태형, 박재우, 김진홍, 최종선, TFT-LCD 공통 전극 전압에 의한 화소 전압 보상 및 Inversion 방법에 따른 화소 특성 시뮬레이션, 하계전기학회 논문집, pp.1745-1747, 2000.