

수동형 OLED를 위한 복합 전류 제어 기능을 갖는 AWM 구동방식

AWM Driving Method with Hybrid Current Control for PM-OLED Panel

김석만*, 이제훈*, 허여진**, 김용환***, 조경록*
충북대학교 정보통신공학과*, (주)더게이트테크놀로지스**, (주)다반테크***

Seok-Man Kim(smkim@hbt.cbnu.ac.kr)*, Je-Hoon Lee(leejh@hbt.cbnu.ac.kr)*,
Yeo-Jin Hur(princess@tgate.co.kr)**, Yong-Hwan Kim(yhkimis@yahoo.co.kr)***,
Kyoung-Rok Cho(krcho@cbnu.ac.kr)*

요약

본 논문은 OLED 패널 소스 구동회로에서 구동 전류의 크기와 폭을 조절하는 새로운 amplitude width modulation(AWM) 방식을 제안하였다. 기존의 소스 구동회로에서 pulse amplitude modulation(PAM) 방식은 DAC 회로 추가로 인해 크기가 커진다는 단점이 있고, pulse width modulation(PWM) 방식은 낮은 그레이 신호 레벨에서 발광 효율이 나쁜 단점이 있다. 이와 같은 단점을 개선하기 위해 본 논문에는 색상 데이터 비트의 MSB를 이용하여 구동 전류의 레벨을 제어하고, 데이터 비트의 LSB를 이용하여 구동 전류의 폭을 조정하는 구동방식을 제안하였다. 제안된 구동 방식은 0.35- μm 3-poly 4-metal CMOS high voltage 공정을 사용하여 구현하였다. 시뮬레이션 결과는 제안된 AWM 구동 회로가 PAM 방식에 비해 회로 크기를 줄였고 신호 레벨이 낮은 영역에서 PAM과 거의 동일한 발광 효율을 얻었다.

■ 중심어 : | OLED | 구동방식 | AWM | PAM | PWM |

Abstract

This paper proposed a new amplitude width modulation for OLED data driver IC. The data driver controls brightness of OLED by adjusting amplitude and width of the data drive current pulse. There were two conventional methods; pulse amplitude modulation(PAM) and pulse width modulation(PWM). The PWM method suffered from lower light emitting time efficiency at low luminance signal. The PAM method suffered from large chip area using DACs for each column. The proposed method was aiming at accurately controlling of the current level by MSB data and light emitting efficiency by LSB data to improve the inefficiencies of the PAM and a PWM. The proposed AWM driver circuit implemented using 0.35- μm 3-poly 4-metal CMOS high voltage process. The simulation result shows the improvement in the accuracy of the gray level control even though the driver circuit is smaller than the PAM.

■ keyword : | OLED | Driving Method | AWM | PAM | PWM |

I. 서론

OLED (organic light emitting diode)는 유기물을 이용

한 자체 발광 소자로 중소형 및 대형 평판 디스플레이 패널의 기본 픽셀로 사용이 되고 있다. 이는 LCD에 비해 고휘도, 고효율, 빠른 응답속도, 광시야각, 초박형의 장점

* 본 연구는 2005년도 충북대학교 학술연구 지원사업에 의하여 연구되었습니다.

접수번호 : #061220-001

접수일자 : 2006년 12월 20일

심사완료일 : 2007년 01월 05일

교신저자 : 조경록, e-mail : krcho@cbnu.ac.kr

을 갖는다[1-3]. 각 픽셀은 적색, 녹색 및 청색을 표현할 수 있는 유기 형광 물질이 밀봉된 구조를 갖고 있으며 수동형 매트릭스 구조와 능동형 매트릭스 구조가 있다[4]. 수동형 매트릭스 구조는 양극과 음극이 교차하고 그 사이에 OLED소자가 존재한다. 발광시키고자 하는 픽셀이 위치하는 열과 행에 전압을 가해서 해당 픽셀을 발광시키는 원리이다. 한번에 하나의 행만 발광을 하게 된다. OLED의 픽셀 모델은 다이오드와 커패시터가 병렬 연결된 구조이다. 1열을 대상으로 보면 발광하지 않는 행의 커패시터들이 모두 병렬로 연결되어 하나의 큰 커패시터로 보인다. 이렇게 발생한 기생 커패시터를 충방전시키는 것이 필요하다. 패널의 크기가 커질수록 커패시터의 크기가 증가하기 때문에 대형화하기 어렵다. 따라서 수동형 매트릭스 구조는 휴대전화나 MP3 플레이어와 같은 소형 디지털 기기의 디스플레이로 주로 사용된다. 능동형 매트릭스 구조는 수동형 매트릭스 구조에 비해 복잡하다. 수동형 매트릭스 구조의 각 픽셀에 표시정보를 저장하는 커패시터와 전류원 역할을 하는 트랜지스터가 추가된다. 하나의 행이 선택되었을 때 표시할 정보를 커패시터에 저장하고 저장된 정보에 의해 전류원이 동작하여 OLED를 발광시킨다. 따라서 프레임 시간동안 발광하는 것이 가능하고, 대형으로 제작이 가능하다[5]. OLED를 구동하는 방식으로는 PWM과 PAM과 같은 방식이 사용되고 있다. PWM은 실제 디스플레이 시간 중 발광하지 않는 구간이 존재하여 낮은 그레이 레벨에서 효율이 떨어지며 PAM은 전류의 크기를 조절하기 위한 DAC가 필요함으로 회로 크기가 커진다. 고효율 저비용을 갖는 OLED 드라이버 IC 개발을 위해서는 회로의 크기를 줄이면서 낮은 그레이 레벨에서 효율이 높은 구동방식이 요구된다.

OLED 성능 향상을 위해 다양한 연구들이 진행되어 왔다. Ding Ge는 부스트 DC-DC 컨버터가 내장된 OLED 구동 IC를 제안하였다[6]. Hong-Jae Shin은 데이터 드라이버에서 발생하는 전류 오프셋을 보상하여 출력 전류의 균일성을 증가시킨 데이터 드라이버 회로를 제안하였다[7]. Chang-Jung Juan은 전압을 보상하는 전압 구동 드라이버 회로를 제안하였다[8]. 현재 OLED에 관한 연구는 주로 구동 회로에 대한 연구가 많고 구동 방식

에 대한 연구는 상대적으로 적었다. 본 논문에서는 PWM 및 PAM 구동 방식의 단점을 개선한 새로운 AWM 구동 방식을 제안한다.

제안된 AWM 방식의 패널 구동 방식은 데이터 구동 전류의 크기와 시간을 조절하여 OLED 패널의 그레이 레벨을 구현한다. AWM 방식은 PAM과 PWM의 단점을 개선하기 위하여 데이터 비트의 MSB를 이용하여 정확한 구동 전류 레벨을 제어하고, 데이터 비트의 LSB를 이용하여 높은 발광 시간 효율을 구현하도록 하였다. 본 논문에서 제안된 방식으로 PWM 방식에 비해 향상된 발광 시간 효율을 얻었고, 반도체 및 OLED 기기의 특성 변위에 강한 회로 구조를 구현하여 그레이 레벨 제어 특성이 향상되었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 제안된 AWM 구동 방식을 기존의 PWM 및 PAM 방식과 비교하여 설명한다. 3장은 AWM 구동 방식을 사용한 데이터 드라이버 블록에 대해 기술한다. 4장은 AWM 방식과 다른 방식들 간의 성능 평가를 위한 시뮬레이션 결과를 보이며, 이를 토대로 5장에서 결론을 맺는다.

II. AWM 구동방식

본 장은 기존에 사용중인 구동 방식인 PWM 및 PAM 방식과 본 논문에서 제안한 AWM 구동 방식을 비교하여 설명한다. 또한 AWM의 데이터 구동 전류의 구성 방식을 기술하고, AWM 방식의 발광 효율에 대해서 기술한다.

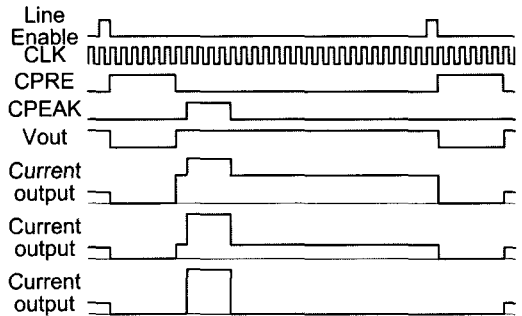
1. PAM 구동 방식

현재 OLED 패널을 구동하는데 주로 사용되는 방식 중의 하나가 PAM 구동방식이다. PAM 구동방식은 밝기 레벨을 표현하기 위해 디스플레이 시간동안 패널에 흐르는 전류의 크기를 제어한다. 전류의 크기는 전류 DAC를 이용하여 조절한다. 표현해야 될 밝기의 레벨이 증가할수록 DAC의 크기가 증가하기 때문에 회로 크기가 커진다. 또한 전류의 각 레벨을 정확하게 제어하는 DAC의 설계가 어렵다. [그림 1(a)]는 PAM 구동방식을 사용한

데이터 드라이버 회로의 블록도이며, 점선으로 표현된 부분이 데이터 드라이버이며, 나머지 회로는 OLED 패널 모델을 의미한다. 데이터가 데이터 드라이버 블록으로 입력되면, IDAC 회로를 제어하여 IDAC 바이어스를 위한 기준 전류 I_{ref} 의 $0 \sim 2^{n-1}$ 배의 전류를 생성한다. IDAC에서 생성된 전류는 고전압 MOS로 구성된 전류 미러를 통해 패널에 공급된다. 패널에 공급되는 전류와 전류를 생성하는 제어 신호들의 파형과 타이밍은 [그림 1(b)]에서 볼 수 있다.

2. PWM 구동 방식

PWM 구동 방식에서는 디스플레이 시간동안 일정한 크기의 전류가 패널에 공급되는 시간을 조절하여 밝기를 제어한다. 일정한 크기의 전류를 공급하는 전류원과 전류원의 on/off 신호를 생성하는 PWM 발생기로 구성된다. PAM과 달리 패널에 전류를 공급하기 위해 IDAC 대신 하나의 전류원이 사용되기 때문에 회로의 크기가 상대적으로 작다. 또한 PWM 발생기에 의해서 밝기가 제어되기 때문에 보다 정확한 제어기의 설계가 용이하다. 그러나, 낮은 그레이에서는 디스플레이 시간에 비해 실제 발광시간이 짧기 때문에 발광효율이 떨어진다. [그림 2(a)]는 PWM 구동방식을 사용한 데이터 드라이버 회로의 블록도이며, 점선으로 표시된 부분이 데이터 드라이버이고, 나머지 회로는 패널 모델을 의미한다. 데이터가 데이터 드라이버 블록으로 입력되면, PWM 발생기에 의해 PWM 신호가 발생한다. PWM 신호가 전류원을 제어하여 패널에 전류를 공급한다. 패널에 공급되는 전류의 파형과 타이밍은 [그림 2(b)]와 같다.

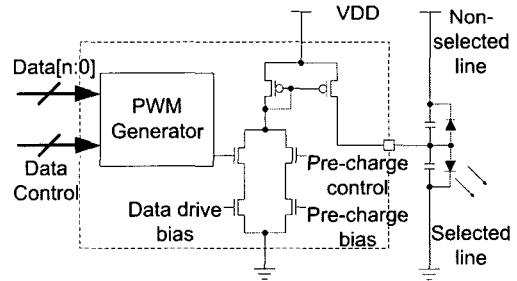


(b)

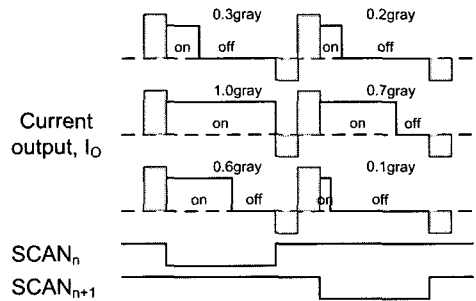
그림 1. PAM 구동방식의 (a) 블록도 와 (b) 타이밍도

3. AWM 구동 방식

본 논문은 PAM과 PWM 방식의 단점을 보완하기 위해 AWM 구동방식을 제안한다. AWM 구동방식은 PAM과 PWM 구동방식을 혼합하여, 패널에 공급되는 전류의 크기와 전류가 공급되는 시간을 모두 제어하여 픽셀의 밝기를 표현한다.

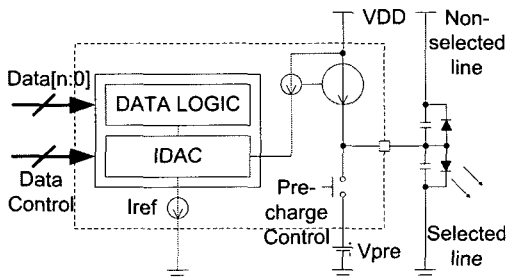


(a)



(b)

그림 2. PWM 구동방식의 (a) 블록도 와 (b) 타이밍도



(a)

[그림 3]은 색상 데이터를 분할하여 전류의 크기와 전류 공급시간을 제어하는 예제를 나타낸다. [그림 3]의 D[4:0]는 5비트의 색상 데이터를 의미한다. 이 경우 상위 2비트는 전류의 크기를 결정하고, 하위 3비트는 전류 공급 시간을 결정한다.

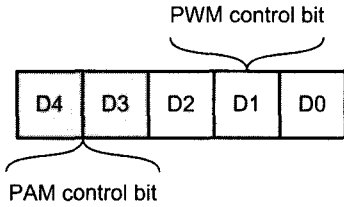


그림 3. AWM 구동방식의 데이터 분할 방법

5비트의 데이터로는 총 32단계의 밝기를 표현할 수 있는데 PAM은 전류의 크기를 32단계로 나누고 PWM은 전류의 공급 시간을 32단계로 나눈다. AWM은 4단계의 전류 크기와 8단계의 공급 시간으로 나누어 두 가지의 구동방식과 마찬가지로 32단계의 밝기를 표현한다. 출력되는 전류의 파형을 보면 [그림 4]와 같이 4*8의 매트릭스 형태로 결정된다.

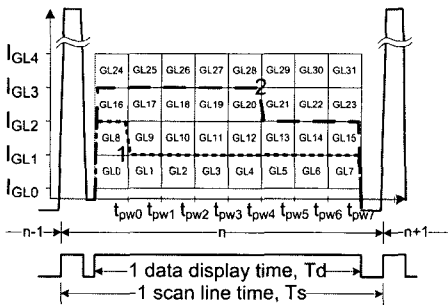


그림 4. AWM 구동 방식의 데이터 구동 전류 구성 예

상위 비트의 데이터가 전류의 크기를 제어하기 때문에 상위 2비트 데이터는 4단계의 전류의 크기 값 중 하나를 선택한다. 색상 데이터의 하위 3비트는 8단계의 전류의 폭을 결정한다. 전류의 폭은 가장 아래줄부터 매트릭스의 각 칸을 차례로 채워나가는 것으로 밝기를 제어한다. 이와 같이, 전류의 폭과 크기 값은 5비트 색상 데이터 값

을 두 부분으로 분할하여 동시에 결정한다. 일례로 입력 데이터가 8이면 "01000"의 이진 값으로 표현되고, 상위 2비트는 전류의 크기를 I_{GL1} 으로 결정하고 전류의 폭을 t_{pw1} 으로 결정하여 [그림 4]의 1번과 같은 파형을 갖는 전류를 생성한다. 입력데이터가 20이면 "10100"의 이진 값을 갖고 상위 2비트는 전류의 크기를 I_{GL2} , 전류의 폭을 t_{pw5} 로 결정하여 [그림 4]의 2번과 같은 파형을 갖는 전류를 생성한다.

이와 같은 방법을 사용하면, 낮은 그레이의 색상을 표현할 때에도 디스플레이 시간 동안 발광을 하기 때문에 PWM 구동 방식보다 효율이 좋으며 크기를 제어하는 단계가 적기 때문에 PAM 구동방식보다 DAC의 크기가 작아진다.

발광 효율은 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$Emission\ Efficiency\ (\%) = \frac{t_{on}}{t_{disp}} \times 100 \quad (1)$$

식 (1)을 이용하여 세 가지 구동방식의 발광 효율을 비교한 것이 [그림 5]이다.

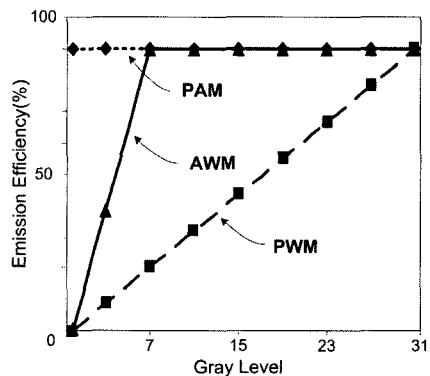


그림 5. 발광 효율의 비교

PAM 구동 방식은 디스플레이 시간 동안 계속 발광하기 때문에 발광효율이 90%로 일정하고, PWM 구동 방식은 그레이 레벨에 따라 전류의 폭이 일정하게 증가하기 때문에 발광 효율도 그레이 레벨에 따라 일정하게 증

가한다. 따라서 낮은 그레이 레벨에서 발광 효율이 낮은 것을 알 수 있다. 이에 비해 AWM 구동 방식의 발광 효율은 가장 낮은 그레이 레벨에서는 PWM과 유사한 발광 효율을 보이지만 그레이 레벨 8 이상이 되면 밝기효율이 PAM과 유사한 수준으로 향상되는 것을 알 수 있다.

III. 드라이버 블록 구현

AWM 구동 방식을 사용한 데이터 드라이버의 전체적인 구성은 [그림 6]과 같이 AWM 제어신호 발생기(ASG), 고전압 데이터 출력 블록(HV DRV OUT) 그리고 AWM 바이어스 발생기(Bias) 등의 세 블록으로 구성된다. 5비트 색상 데이터 신호인 Data[4:0]와 클럭 신호인 SWCLK이 있고 PWI[2:0]는 클럭 신호를 3비트 카운터의 출력 값이다. DRESETB 신호는 리셋 신호이다. SW[3:0] 신호는 DAC를 컨트롤하여 AWM 파형을 출력한다.

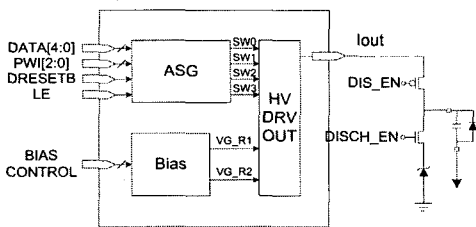


그림 6. 제안된 AWM 구동 방식의 데이터 드라이버 구조

AWM 제어 신호 발생기의 블록도는 [그림 7]과 같다.

AWM 제어신호 발생기는 입력된 색상 데이터에 따라 DAC을 제어하는 신호를 생성한다. Data[4:0]은 5비트의 색상 데이터이고, PWI[2:0]은 컨트롤러내의 3비트 카운터의 출력신호이다. 5비트의 색상 데이터 중 하위 3비트는 PWI 값과 비교하여 PWM 펄스를 발생한다. 데이터의 하위 3비트가 PWI보다 크거나 같은 경우 'high'를 유지하고 그렇지 않은 경우에는 'low'를 유지하여 PWM 펄스를 만든다. 5비트의 색상 데이터 중 상위 2비트는 출력 단의 각 MUX를 컨트롤하여 '0', '1', PWM 중 출력할 신호를 선택하게 된다.

[그림 8]은 고전압 데이터 출력 단의 회로이다. 이 회로는 고전압 MOS를 사용하며 전류 DAC의 역할을 한다. 블록 A내의 회로는 레벨 슈프터로 저전압의 제어 신호를 고전압의 제어 신호로 바꾸어 준다. [그림 7]의 AWM 제어 신호 발생 블록에서 출력된 스위칭 신호들은 레벨 슈프터를 통과해 고전압의 스위칭 신호로 바뀐다. 전류 미러의 출력단에 있는 스위치의 ON/OFF를 컨트롤하여 패널에 전류를 공급한다.

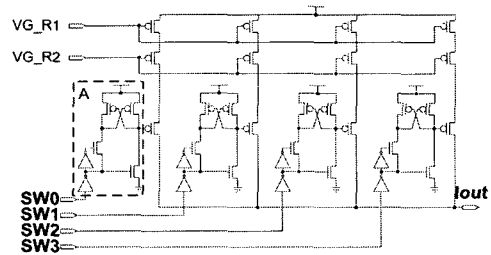


그림 8. 고전압 출력단 회로(HV DRV OUT)

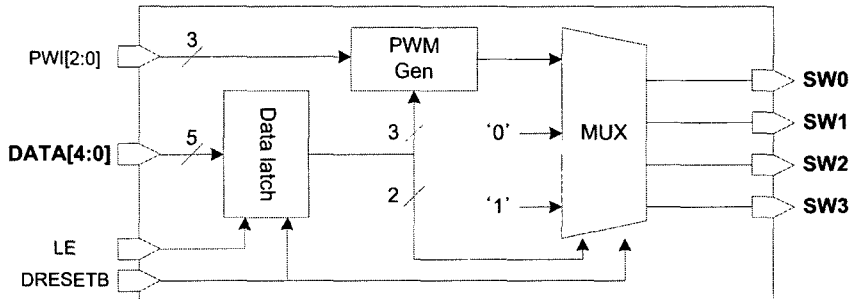


그림 7. AWM 제어 신호 발생기(ASG)의 블록 다이어그램

IV. 시뮬레이션 결과

본 장은 앞에서 구현된 데이터 드라이버의 각 블록들을 시뮬레이션하고 그 결과를 기술한다. 디지털 블록인 AWM 제어 신호 발생기는 IDEC에서 제공하는 라이브러리를 이용하여 VHDL 레벨에서 설계 및 합성하고 시뮬레이션 하였으며, 그 외 아날로그 블록들은 트랜지스터 레벨에서 설계하고 시뮬레이션 하였다. 설계에 사용된 공정은 SMIC 0.35- μm High Voltage 18V 공정이다.

[그림 9]는 AWM 제어 신호 발생 블록의 시뮬레이션 결과이다. 3비트 카운터 값인 PWI0, PWI1, PWI2는 클럭 신호의 2분주, 4분주, 그리고 8분주된 신호를 제공한다.

첫 번째로 입력된 데이터가 "00000"인 경우, 발광이 불필요하기 때문에 SW0, SW1, SW2, 그리고 SW3신호는 모두 '0'을 출력한다. 두 번째로 입력된 데이터가 "01100"인 경우, 상위 2비트가 "01"이기 때문에 SW0이 '1'이 출력되고, SW1은 하위 3비트인 "100"에 해당하는 PWM 신호가 출력된다. SW2와 SW3신호는 '0'이 출력된다. 세 번째로, 데이터 입력이 "10111"인 경우 상위 2비트가 "10"이기 때문에 SW0와 SW1은 '1'이 출력되고, SW2는 변조된 펄스가 출력되고, SW3은 '0'이 출력된다. 마지막으로, 입력된 데이터가 "11111"인 경우 상위 2비트가 "11"이기 때문에, SW0, SW1, SW2가 '1'이 출력되고 SW3에 변조된 펄스가 출력된다.

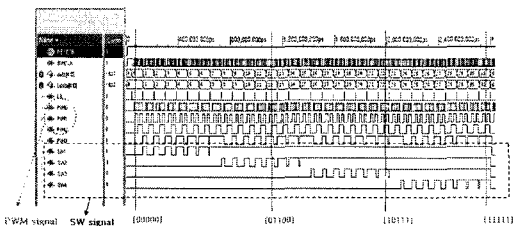


그림 9. ASG 블록의 시뮬레이션 결과

구동방식에 따른 성능을 비교하기 위해 PWM과 AWM 방식의 드라이버를 설계하였다. 구동방식에 따른 성능 차이만을 보기 위해 제어 블록을 제외한 다른 블록들은 동일하게 설계하였다. 단, 저전압 출력단의 전류 원들은 각 구동방식에 맞게 설계하였으며 최대전류는 동일

하게 하였다. OLED 패널은 96x96 패널의 1 column의 모델을 사용하였다. 밝기 레벨은 총 32단계를 사용했다. 임의의 색상데이터를 주었을 경우 OLED 양단의 전압변화를 [그림 10]에 나타내었다. 32단계의 밝기 중 밝은 레벨과 어두운 레벨의 전압 변화를 나타낸 것이다. AWM은 신호가 인가되고 나서 리셋되는 기간 동안 픽셀 노드 전압의 변화가 적으므로, 밝기의 변화가 적다고 할 수 있다.

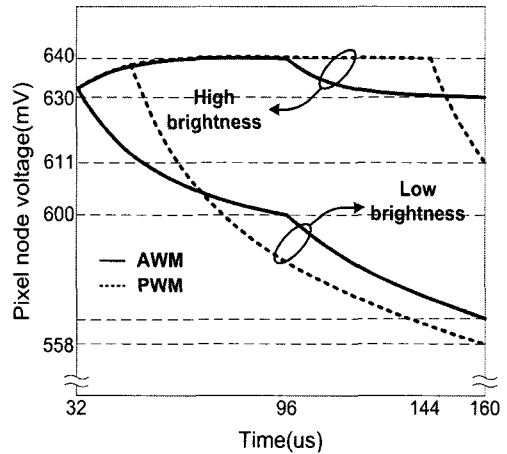


그림 10. OLED 픽셀 양단의 전압

[그림 11]은 OLED 양단의 전압변화 ΔV 를 밝기 레벨별로 나타낸 것이다. 여기서 ΔV 는 픽셀 양단 전압의 최대값과 최소값의 차이이다. 그림을 보면 AWM이 PWM에 비해 전체 레벨에 걸쳐 ΔV 가 작은 것을 알 수 있다. 이것은 입력 신호의 밝기 레벨에 대해서 각 픽셀의 밝기 변동이 일정하게 되는 장점이 된다. [그림 12]는 디스플레이 구간동안 OLED 픽셀에 흐르는 전류의 평균을 비교한 것이다. 이상적인 경우라면 밝기 레벨이 증가함에 따라 픽셀에 흐르는 전류도 일정하게 증가해야 밝기 또한 일정하게 증가할 것이다. PWM 구동방식의 경우는 이상적인 경우에 비해 전체적으로 전류가 증가했고, AWM 구동방식의 경우에는 PWM에 비해 전체적인 오차가 적다.

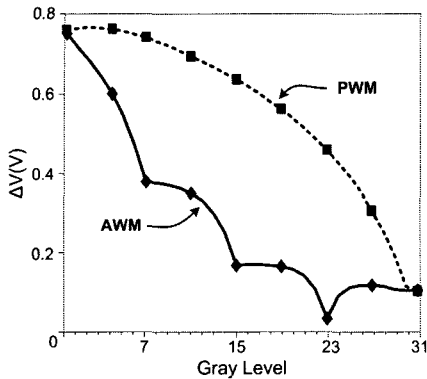


그림 11. 밝기 레벨 별 픽셀 전압변동

V. 결론

본 논문은 OLED 패널의 그레이 스케일 방식을 구현하기 위해 데이터 구동 전류의 크기와 폭을 조절하는 AWM 구동방식을 제안하였다. 색상 데이터 비트의 LSB를 이용하여 PWM 방식과 같이 구동 전류의 폭을 결정하고 데이터 비트의 MSB를 이용하여 PAM 방식과 같이 구동 전류의 레벨을 결정한다. 이와 같이 동작시킴으로써 PAM 구동 방식에 비해 전류 레벨의 수를 줄여 제어의 정확도를 높이고 회로 사이즈를 줄이며, PWM 구동 방식에 비해 전류 구동 폭의 단계를 줄여 낮은 그레이 레벨에서의 효율을 PAM과 유사한 수준으로 증가시켰다. 시뮬레이션 결과는 이러한 사실을 증명하였다. 제안된 새로운 데이터 구동 방법과 회로 구조를 수동형 매트릭스 컬러 OLED 구동 IC에 적용할 수 있다.

organic EL display," Journal of the Society for Information Display, Vol.6, No.4, pp.257-260, Dec. 1998.

- [3] S. H. Jung, W. J. Nam, and M. K. Han, "A new voltage-modulated AMOLED pixel design compensating for threshold voltage variation in poly-Si TFTs," IEEE Electron Device Letters, Vol.25, No.10, pp.690-692, Oct. 2004.
- [4] G. Gu and S. R. Forrest, "Design of flat-panel displays based on organic light-emitting devices," IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, Vol.4, No.1, pp.83-99, Jan. 1999.
- [5] W. Xiao and Z. Chen, "A mixed-signal driver chip for 65K-color passive-matrix OLED," Proc. ASICON 2005, Vol.1, pp.473-477, Oct. 2005.
- [6] D. Ge and Z. Chen, "On-chip boost DC-DC converter in color OLED driver and controller ICs for mobile application," Proc. ASICON 2005, Vol.1, pp.459-463, Oct. 2005.
- [7] H. J. Shin, S. B. Woo, S. J. Shin, K. D. Kwack, and T. W. Kim, "A novel high gray scale data driver for passive matrix OLED displays," Proc. PDCAT 2005, pp.836-839, Dec. 2005.
- [8] C. J. Juan and M. J. Tsai, "A voltage-compensated driver for lighting PMOLEDs panels," IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol.49, No.2, pp.263-268, Feb. 2003.

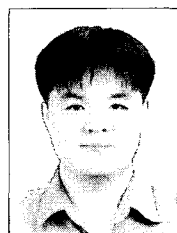
참고 문헌

- [1] M. Stewart, R. S. Howell, L. Pires, M. K. Hatalis, W. Howard, and O. Prache, "Polysilicon VGA active matrix OLED displays - technology and performance," Proc. IEDM'98 Technical Digest, pp.871-874, Dec. 1998.
- [2] C. Hosokawa, M. Matsuura, M. Eida, K. Fukuoka, H. Tokailin, and T. Kusumoto, "Full-color

저자 소개

김 석 만(Seok-Man Kim)

준회원



- 2005년 2월 : 충북대학교 전기전자전공 (공학사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 석사과정

<관심분야> : OLED 드라이버 IC, 디스플레이

이 제 훈(Je-Hoon Lee)

정회원



- 1999년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 (공학사)
- 2001년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 (공학박사)

- 2005년 ~ 2006년 : Univ. of Southern California 방문 연구원
- 2006년 ~ 현재 : 충북대학교 BK21 계약교수

<관심분야> : 고속 마이크로프로세서 설계, 저전력 디자인

김 용 환(Yong-Hwan Kim)

정회원



- 1977년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학사)
- 1987년 8월 : 건국대학교 통신공학과 (공학석사)
- 2006년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 (공학박사)

- 1979년 10월 ~ 1999년 12월 : (주)삼성전자 연구소 수석연구원
- 2000년 1월 ~ 2002년 12월 : (주)AMT 대표이사
- 현재 : (주)다반테크 연구소장

<관심분야> : IP 및 System Embedded SoC 설계, Display Data Interface

허 여 진(Yeo-Jin Hur)

준회원



- 2002년 2월 : 이화여대 전자공학과 (공학사)
- 2002년 2월 ~ 2003년 9월 : (주)오닉스 테크놀로지 ODI 개발
- 2003년 9월 ~ 현재 : (주)더게이트 테크놀로지스 SoC 개발 (선임 연구원)

<관심분야> : 차세대 디스플레이, 멀티미디어 SoC, 임베디드 소프트웨어

조 경 록(Kyoung-Rok Cho)

정회원



- 1977년 : 경북대학교 전자공학과 (공학사)
- 1989년 : 일본 동경대학교 전자공학과 (공학석사)
- 1992년 : 일본 동경대학교 전자공학과 (공학박사)

- 1979년 ~ 1986년 : (주)금성사 TV연구소 선임연구원
- 1999년 ~ 2000년 : Oregon State University 객원교수
- 1992년 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자공학부 교수

<관심분야> : 통신시스템LSI설계, 저전력 고속회로설계, Platform 기반의 SoC 설계