

## PM 기반의 OLED 디스플레이 픽셀 어레이 설계 및 구현

이정호<sup>1\*</sup> · 채규수<sup>2</sup> · 김민년<sup>2</sup> · 박화선<sup>3</sup>

### OLED Display Pixel Array Design and Embodiment of PM base

Jung-Ho Lee<sup>1\*</sup>, Kyu-Su Chae<sup>2</sup>, Min-Nyun Kim<sup>2</sup> and Hwa-Sun Park<sup>3</sup>

**요 약** 고도의 정보가 집약되고 응용되기 시작하면서 정보를 표현하고자 하는 방법에 대한 연구는 더욱 절실히 요구되고 있다. 자연색에 가까운 고품질의 색상의 화면을 제공하기 위해 디스플레이의 무게와 크기, 전력소모 등의 많은 부분에 대해 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 이러한 모든 기능을 충족시켜주는 차세대 디스플레이인 OLED(Organic Light-Emitting Diode)에 대한 구동 드라이브를 디지털 회로에 응용하고자 정확한 동작에 필요한 방법에 대해 소개하고 개선점에 대한 연구를 하였다.

**Abstract** Now days, people live in information age, thus, we are required methods to use and apply information to our lives more effective. There is a lot of research going on weight, size, and power consumption to provide high quality display close to full color. In this paper, I'll discuss the methods of precise and the need of improvements of driving circuit, to apply driving circuit to digital circuit of OLED(Organic Light-Emitting Diode), which satisfies all functions mentioned above.

**Key Words** : OLED, passive matrix

### 1. 서 론

최근 고성능, 경량화, 소형화, 낮은 전력 소모, 넓은 시야각, 빠른 응답특성을 요구하는 디스플레이에 대한 연구가 활발하다. 1000V 이상의 높은 전계를 가했을 경우만 빛을 발광하던 OLED는 1987년 C. W. Tang이 안트라센 계열의 라는 물질로 녹색 발광 OLED를 만들어 냄으로써 급속한 발전을 하게 된다[1,4]. 과거 주종을 이루던 CRT(Cathode Ray Tube)는 색상의 품질이 낮고, 부피가 크고 무거운데다 시야각이 좁아 초고속 정보사회의 디스플레이로 사용되기엔 적합하지 않다. 이를 개선하고자 많은 연구가 진행되어 왔고, FPD(Flate Panel Display)의 한 종류인 LCD(Liquid Crystal Display)는 초기 우려한 것과는 달리 응용 디스플레이로 디스플레이 부분에서는 가장 비중 있는 소자로 이미 인프라(infra)가 구축되었다. FPD는 빛이 직접 방출 되는가 그렇지 않은가에 따라 발광형 디스플레이와 비발광형 디스플레이로 나뉘게 된다. LCD는 비발광

디스플레이 소자로 분류가 되며 발광형 디스플레이에는 PDP(Plasma Display Panel), OLED(Organic Light-Emitting Diode), VFD(Vacuum Fluorescent Display), FED(Field Emission Display), LED(Light-Emitting Diode)등이 있다. 특히 OLED의 경우 LCD에 비해 매우 넓은 시야각을 가지고 있을 뿐만 아니라 빠른 응답특성과 높은 대비비를 가지고 있어 주목받는 발광형 소자로서 차세대 디스플레이로 사용 될 것이 기대되어 많은 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 이러한 발광형 디스플레이의 한 부분을 차지하고 있는 OLED에 대한 패널 구동방식에 대한 연구를 하였다.

### 2. 본 론

일반적으로 디스플레이 패널을 구동하는 방식에는 PM(Passive Matrix) 구동방식과 AM(Active Matrix) 두 가지가 있다. PM 구동방식의 경우 한 프레임 동안 스캔하는 시간에만 발광을 하게 된다. 이에 반해 AM 구동방식은 한 프레임 전체에서 균일한 빛을 발하게 된다. 따라서 PM 구동방식의 경우 전력 소모가 AM 구동 방식에 비해 많아지게 되고 순간적으로 많은 전류가 흐르게 되면서 소자의 수명에도 영향을 끼치게 된다.

<sup>1</sup>홍익대학교 전자공학과

<sup>2</sup>천안대학교 정보통신학부

<sup>3</sup>삼성전기

\*교신저자: 이정호(phile71@passmail.to)

AM 구동방식은 PM 구동 방식에 비해 발광 효율이 개선되지만 전류 구동방식인 OLED에 적용하기 위해서는 많은 양의 트랜지스터의 사용이 불가피해진다. 또한 PM 구동방식에 비해 상대적으로 제작에 대한 어려움이 있어 이는 공정 비용에도 영향을 주게 된다. 그림 1은 일반적인 디스플레이에 사용되는 PM 구동방식과 AM 구동방식에 대한 프레임별 차이를 도시화 한 것이다.

AM 구동 방식은 각 픽셀에 하나 또는 그 이상의 능동소자를 덧붙인 것이다. 여기서 능동소자는 OLED를 사용한다. 또한 그림 2에 보이듯이 AM 구동방식에는 두개의 트랜지스터를 사용한다. AM 구동방식에는 메모리 역할을 하는 커패시터를 가지고 있어 PM 구동 방식과는 달리 순간적으로 많은 전류를 흘려주지 않아도 된다[6].

AM 구동방식의 장점은 프레임 주기 동안 일정한 빛을 낸다는 것이다. 따라서 AM 구동방식은 소자의 수명

을 길게 해 줄 수 있고 균일한 색상을 제공할 수 있으며 발광 효율도 높일 수 있다. 그러나 실질적으로 이러한 구조를 제작하는 공정상의 어려움이 많다. 이에 비해 PM 구동방식은 순간적으로 고휘도 발광을 해야 하기 때문에 전력소모가 많아지게 된다. PM 구동방식의 구성은 주로  $M \times N$  어레이로 나타내는데 그림 3은 이러한 PM 구동방식을 도시화 한 그림이다. 이러한 순간적인 전력소모는 능동소자인 OLED에 치명적인 영향을 주게 된다.

### 3. OLED 픽셀 구동방식의 제안 및 실험

OLED의 경우 LCD와 달리 전류 구동방식이기 때문에 커패시터스와 정류다이오드만을 이용하여 간단하게 구동시킬 수 있다. 그림 4와 같은 방법으로 픽셀 구동 드라이브를 이용하면  $M \times N$  OLED 디스플레이 패널을 쉽게 만들 수 있다. 여기서  $R_M(t)$ 는 행(row) 라인의 제어부이고 의 경우 열(column) 라인의 제어부로 열 라인에 스위치를 두어 발광할 픽셀을 데이터 파형으로 정하게 된다.

앞서 제안된 픽셀 어레이 실험에는 8 비트(bit) 그레이 스케일을 구현하고자 하였다. 100 행으로 이루어진 패널을 이용한다면 한 프레임 주기 동안 255번(0-255) 열 라인을 스캔하고 이중 충전 구간은 스캔 주기의 1/100에 해당하는 시간이 되도록 한다. 이와 같은 방식으로 디지털 방식의 그레이 스케일을 구현하게 되면 아날로그 방식과

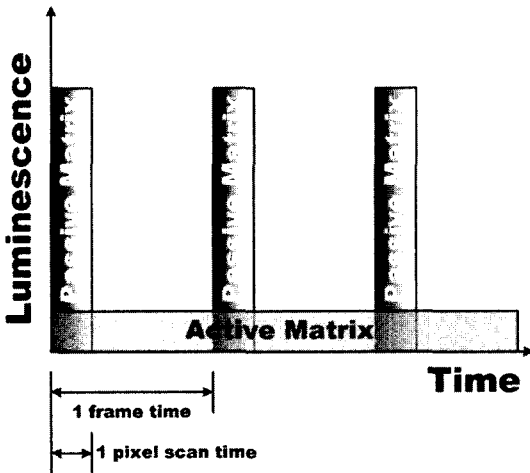


Fig. 1. PM 구동방식과 AM 구동방식의 프레임

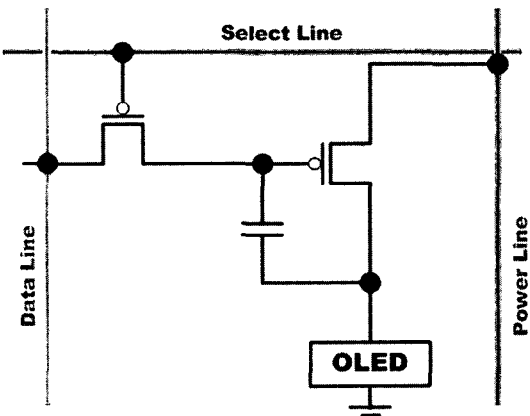


Fig. 2. AM 구동방식

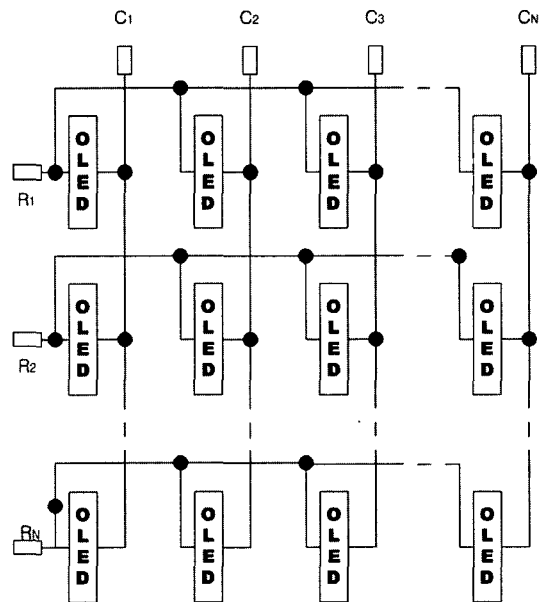


Fig. 3. PM 구동방식

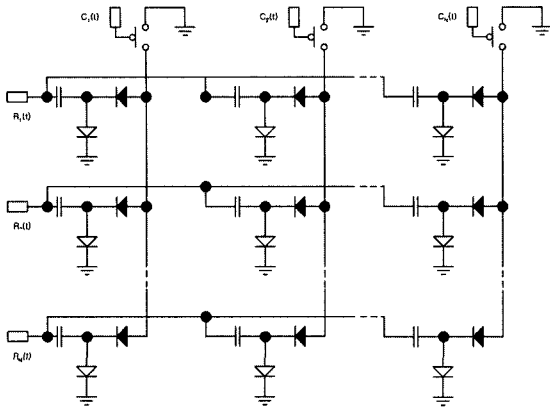


Fig. 4. 제안된 OLED 픽셀 어레이 구동방식

는 달리 고른 그레이 스케일(gray scale) 구현이 가능 할 것이다. 이때 8 비트 카운터를 사용하게 되는데 이 카운터를 통해 스위치를 ON/OFF하는 횟수에 따라 서로 다른 그레이 스케일이 구현 되었다. 이를 위해 실제 FPGA는 Xilinx사의 Spartan II(XC2S200PQ208)을 사용했고 8×8 픽셀 어레이로 실험 하였다. 8×8 클럭 생성기(clock generator)는 2개의 8비트 카운터와 1개의 2비트 카운터로 이루어진다[2]. 8×8 클럭 생성기는 HBE-Combo에서 생성된 클럭을 2비트 카운터의 클럭으로 하여 카운터의 출력  $Q_1$ 을 클럭(CLK)으로 지정 하였고 이를 반전시킨 것을 디클럭(DCK)이라고 명명하였다. 롬 액세스서(ROM Access) 회로는 롬으로부터 데이터를 읽어오는 역할을 한다. 그림 5는 롬 액세스서의 블록 다이어그램으로 롬의 주소를 지정해 주는 주소지정(Address appointment) 부분과 지정된 주소에서 순차적으로 행과 열의 주소를 읽어 들이고 마지막으로 그레이 스케일을 구현하기 위한 데이터를 읽어 들이는 데이터 읽기(Data reader) 부분으로 구성되어 있다[3].

ROM에 데이터가 저장되는 과정에서 주소를 지정하는 2비트 카운터가 10 -> 01 -> 11의 세가지 상태를

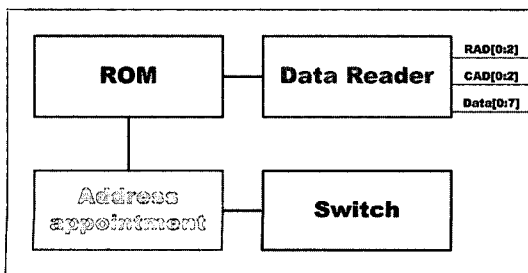


Fig. 5. ROM Access의 블록 다이어그램

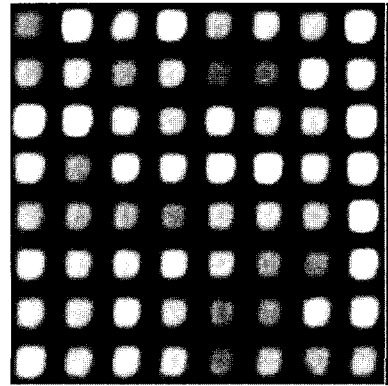


Fig. 6. OLED로 구현된 8×8 픽셀

가지게 된다. 따라서 ROM 주소의 처음 2비트가 00인 곳은 저장 할 수 없기 때문에 임의의 데이터를 써 넣고 처음 2비트 주소가 10인 경우에는 행의 주소 데이터, 01인 경우는 열의 주소 데이터, 11의 경우는 픽셀을 ON/OFF 할 횟수를 지정해주는 데이터가 입력 되도록 한다. 롬 액세스서는 롬으로부터 읽어온 데이터를 저장하는 3개의 데이터 레지스터와 3개의 데이터 레지스터를 차례로 선택하여 주는 2×8 라인 디코더(line decoder), 롬의 주소를 선택해 주는 2비트 카운터와 16비트 카운터, 64×3개의 데이터를 읽어 들이는 구조를 갖는 JK 플립플롭으로 구성된다.

#### 4. 결과 및 검토

본 실험에서는 각종 패턴과 그레이 스케일을 구현하고 시스템이 제대로 동작하는가를 살펴보기 위해 총 16개의 패턴을 EPROM(ST사 M27C512-12Fq B881QO24L)에 롬 쓰기(ROM write)를 이용하여 쓰기(write)를 하였다. 또한 한백전자의 COMBO 키트를 사용하여 시스템을 구성하였다. 이 때 8×8 픽셀 구동드라이브를 실현하기 위해 직접 설계한 보드에서 TTL 부분을 DIP 스위치를 사용해 단락시키고 충전 펌프회로(Charge Pump Circuit)를 사용하였다. 시스템을 통해 보드 상에서 직접 구현한 결과 패턴이 성공적으로 구현 되었다.

전류원으로 구동회로를 구현하는 OLED의 특성상 픽셀 어레이 구현에 가장 심각한 문제점은 기본단위의 동일한 단위 소자 제작이 어렵다는 것이다. 현재 구현된 8×8 픽셀 어레이는 빛이 균일하게 발광되지 않았지만 각 단위 픽셀당 OLED 소자에서 모두 발광하게 되었고 앞으로 단위 소자 제작 부분에 있어 충분한 검토를 거치게 된다면 디스플레이 소자로 사용 가능한 픽셀 어레이 제작이 가능하리라 예측된다. 본 논문에서는 아

직까지 시도해 보지 않았던 8×8 행렬 구조의 OLED 픽셀 어레이 구조를 설계하여 각 픽셀당 발광이 되는 것을 확인한바 OLED 단위 소자를 가지고도 충분히 디스플레이 소자가 제작 가능함을 입증 하였다.

### 참고문헌

- [1] C. W Tang & S. A VanSlyke, "Organic electroluminescence diode", Appl. Phys. Lett, vol 51, pp. 913-915, 1987.
- [2] 서대식, "정보 디스플레이 소자의 기초", 숭실대 학교 출판부, 2000.
- [3] Jong-Wook Seo, Hanbyul Kim, Bongok Kim & Youngkwan Kim, "A Charge-Pump Passive-Matrix pixel Driving Method for OLED Display Applications", Japanese Journal of Applied Physics, vol. 41, part 1, no. 12, pp. 7391-7394, 2002.
- [3] L. S. Hung, C. W. Tang & M. G. Mason, "Enhanced electron injection in organic electroluminescence devices using an Al/LiF electrode", Appl. phys. Lett. 70, pp. 152-154 (1997).
- [4] X. J. Wang, J. M. Zhao, Y. C. Zhou, X. Z. Wang, S. T. Zhang, Y. Q. Zhan, Z. Xu, H. J. Ding, G. Y. Zhong, H. Z. Shi, Z. H. Xiong, Y. Liu, Z. J. Wang, E. G. Obbard & X. M. Ding, "Enhancement of electron injection in organic light-emitting devices using an Ag/LiF cathode", Journal of Appl. phys, 95, pp. 3828-3830, 2004.
- [5] P. S. Davids, Sh. M. Kogan. I. D. Parker & D. L. Smith, "Charge injection in organic light-emitting diodes: Tunneling into low mobility materials", Appl. phys. Lett. 69, pp. 2270-2272, 1996.
- [6] 권오경 & 장호균, "An Improved Voltage Programmed Pixel Structure for Large Size and High Resolution AM-OLED Displays", Society for Information Display, 2004.
- [7] D. Braun & A. J. Heeger, "Visible light emission from semiconducting polymer diodes", Appl. phys. Lett. 58, pp. 1982-1984, 1991.