



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0060640  
(43) 공개일자 2018년06월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H05B 33/12 (2006.01) H01L 27/15 (2006.01)  
H01L 33/00 (2010.01) H01L 33/38 (2010.01)  
H01L 33/42 (2010.01) H01L 45/00 (2006.01)  
H05B 33/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H05B 33/12 (2013.01)  
H01L 27/156 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0160360

(22) 출원일자 2016년11월29일

심사청구일자 2016년11월29일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

김태근

경기도 성남시 분당구 양현로 88 이매촌동부코오  
풍아파트 503동 1403호

박주현

경기도 포천시 영중면 궁들길 10

이병룡

서울특별시 동대문구 무학로49길 38 206호

(74) 대리인

특허법인주원

전체 청구항 수 : 총 30 항

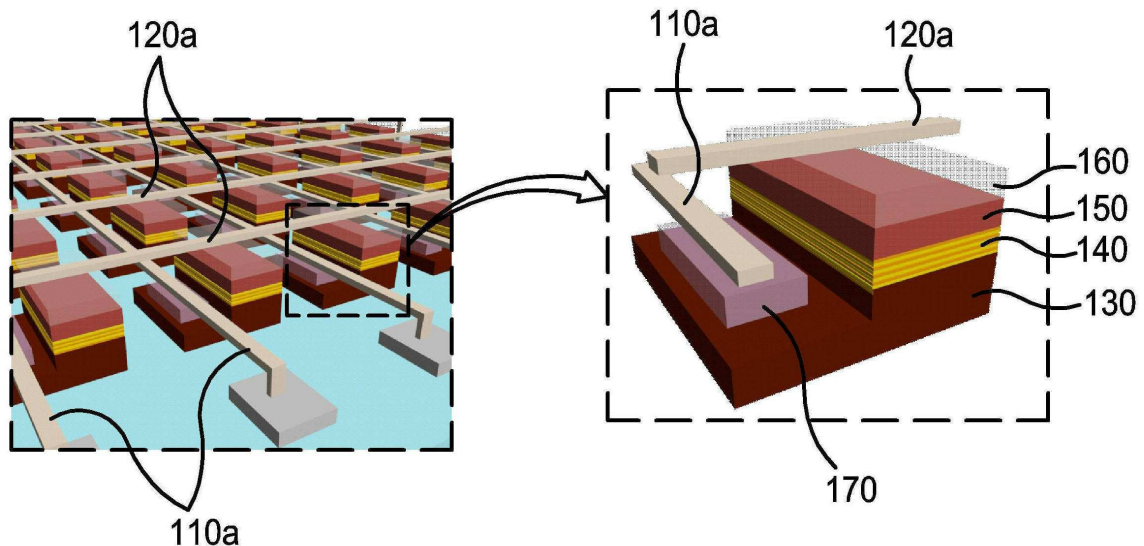
(54) 발명의 명칭 발광 소자 디스플레이 장치 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 발광 소자 디스플레이 장치 및 이의 제조 방법을 공개한다. 본 발명의 발광 소자 디스플레이 장치는, 제 1 방향으로 서로 평행하게 형성된 복수의 제 1 접촉 전극 및 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향으로 서로 평행하게 형성된 복수의 제 2 접촉 전극에 의해서 인접하는 발광 소자들과 서로 연결되는 복수의 발광 소자를 포함하

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



는 발광 소자 어레이로 구성된다. 이 때, 제 1 접촉 전극과 발광 소자 사이에 또는 제 2 접촉 전극과 발광 소자 사이에, 저항 변화 물질로 구성되는 스위칭 소자 또는 스위칭 영역을 형성하고, 제 1 접촉 전극과 제 2 접촉 전극 사이에 인가되는 전압을 조절하여, 각 스위칭 소자 또는 스위칭 영역의 저항 상태(스위치 온/스위치 오프)를 변경 및 저장할 수 있다. 따라서, 본 발명은 제 1 접촉 전극 및 제 2 접촉 전극 간에 인가되는 전압을 조절하여 스위칭 소자 또는 스위칭 영역의 저항 상태를 변경하는 것만으로 발광 소자 어레이를 구동이 가능하므로, 저전력 및 저비용으로 디스플레이의 구동이 가능하고, 종래 기술의 발광 소자 어레이를 플립 칩 방식으로 CMOS 기판위에 접합하면서 발생하는 bump 메탈의 열적 안정성 문제 및 misalign 문제를 해소하였다.

(52) CPC특허분류

*H01L 33/0008* (2013.01)

*H01L 33/005* (2013.01)

*H01L 33/38* (2013.01)

*H01L 33/42* (2013.01)

*H01L 45/04* (2013.01)

*H05B 33/10* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기관; 및

상기 기관에 형성되고, 제 1 방향으로 서로 평행하게 형성된 복수의 제 1 접촉 전극 및 상기 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향으로 서로 평행하게 형성된 복수의 제 2 접촉 전극에 의해서 인접하는 발광 소자들과 서로 연결되는 복수의 발광 소자를 포함하는 발광 소자 어레이;를 포함하고,

상기 복수의 발광 소자 각각은

상기 제 1 접촉 전극과 발광 소자 사이에 저항 변화 물질로 형성된 스위칭 소자가 스위치 온 상태에서, 자신에게 연결된 제 1 접촉 전극과 제 2 접촉 전극간의 전위차에 따라서 턴온되어 빛을 발생시키는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 발광 소자 각각은

상기 기관에 형성된 제 1 반도체층;

상기 제 1 반도체층에 형성된 활성층;

상기 활성층 위에 형성된 제 2 반도체층;

상기 제 1 반도체층에 형성되고 저항 변화 물질로 형성된 상기 스위칭 소자;

상기 제 1 스위칭 소자 위에 형성된 상기 제 1 접촉 전극;

상기 제 2 반도체층 위에 형성된 투명 전극층; 및

상기 투명 전극층 위에 형성된 상기 제 2 접촉 전극;을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 반도체층은 n-type으로 도핑되고, 상기 제 2 반도체층은 p-type 으로 도핑된 반도체층인 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치.

#### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 스위칭 소자는 저항 변화 물질에 고유한 임계 전압 이상의 전압이 인가되면 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 상기 저항 변화 물질의 상태가 고저항 상태에서 저저항 상태로 변화되어 스위치 온 상태가 유지되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 접촉 전극과 상기 제 2 접촉 전극 간에 인가되는 전압에 따라서 상기 스위칭 소자는 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 스위치 온되거나, 내부에 형성되었던 전도성 필라멘트가 소멸되어 스위치 오프되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치.

#### 청구항 6

기관; 및

상기 기관에 형성되고, 제 1 방향으로 서로 평행하게 형성된 복수의 제 1 접촉 전극 및 상기 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향으로 서로 평행하게 형성된 복수의 제 2 접촉 전극에 의해서 인접하는 발광 소자들과 서로 연결되는 복수의 발광 소자를 포함하는 발광 소자 어레이;를 포함하고,

상기 복수의 발광소자는 저항 변화 물질로 패시베이션되고, 상기 패시베이션 물질 위에 상기 제 2 접촉 전극이 형성되며, 상기 제 2 접촉 전극과 상기 발광 소자 사이에 형성되는 스위칭 영역이 스위치 온 상태에서, 자신에게 연결된 제 1 접촉 전극과 제 2 접촉 전극간의 전위차에 따라서 턴온되어 빛을 발생시키는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 복수의 발광 소자 각각은

상기 기관에 형성된 제 1 반도체층;

상기 제 1 반도체층에 형성된 활성층;

상기 활성층 위에 형성된 제 2 반도체층;

상기 제 1 반도체층 위에 형성된 상기 제 1 접촉 전극;

상기 제 2 반도체층 위에 형성된 투명 전극층; 및

상기 투명 전극층 위에 패시베이션 물질로 형성된 스위칭 영역 위에 형성된 상기 제 2 접촉 전극;을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 반도체층은 n-type으로 도핑되고, 상기 제 2 반도체층은 p-type 으로 도핑된 반도체층인 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치.

#### 청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 스위칭 영역은 저항 변화 물질에 고유한 임계 전압 이상의 전압이 인가되면 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 상기 저항 변화 물질의 상태가 고저항 상태에서 저저항 상태로 변화되어 스위치 온 상태가 유지되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 접촉 전극과 상기 제 2 접촉 전극 간에 인가되는 전압에 따라서 상기 스위칭 소자는 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 스위치 온되거나, 내부에 형성되었던 전도성 필라멘트가 소멸되어 스위치 오프 되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치.

#### 청구항 11

기관; 및

상기 기관에 형성되고, 제 1 방향으로 서로 평행하게 형성된 복수의 제 1 접촉 전극 및 상기 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향으로 서로 평행하게 형성된 복수의 제 2 접촉 전극에 의해서 인접하는 발광 소자들과 서로 연결되는 복수의 발광 소자를 포함하는 발광 소자 어레이;를 포함하고,

상기 복수의 발광 소자 각각은

상기 제 2 접촉 전극과 발광 소자 사이에 저항 변화 물질로 형성된 스위칭 소자가 스위치 온 상태에서, 자신에

게 연결된 제 1 접촉 전극과 제 2 접촉 전극간의 전위차에 따라서 턴온되어 빛을 발생시키는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치.

#### 청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 복수의 발광 소자 각각은

상기 기판에 형성된 제 1 반도체층;

상기 제 1 반도체층에 형성된 활성층;

상기 활성층 위에 형성된 제 2 반도체층;

상기 제 1 반도체층 위에 형성된 상기 제 1 접촉 전극;

상기 제 2 반도체층 위에 형성된 투명 전극층;

상기 투명 전극층 위에 저항 변화 물질로 형성된 스위칭 소자; 및

상기 스위칭 소자 위에 형성된 상기 제 2 접촉 전극;을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 반도체층은 n-type으로 도핑되고, 상기 제 2 반도체층은 p-type 으로 도핑된 반도체층인 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치.

#### 청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 스위칭 소자는 저항 변화 물질에 고유한 임계 전압 이상의 전압이 인가되면 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 상기 저항 변화 물질의 상태가 고저항 상태에서 저저항 상태로 변화되어 스위치 온 상태가 유지되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치.

#### 청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제 1 접촉 전극과 상기 제 2 접촉 전극 간에 인가되는 전압에 따라서 상기 스위칭 소자는 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 스위치 온되거나, 내부에 형성되었던 전도성 필라멘트가 소멸되어 스위치 오프되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치.

#### 청구항 16

(a) 기판 위에 제 1 반도체층, 활성층, 및 제 2 반도체층을 순차적으로 형성하는 단계;

(b) 복수의 발광 소자들이 분리되고, 각 발광 소자의 제 1 반도체층의 일부 영역이 외부로 노출되도록, 상기 제 1 반도체층, 상기 활성층, 및 상기 제 2 반도체층을 식각하는 단계;

(c) 상기 복수의 발광 소자들의 외부로 노출된 제 1 반도체층에 각각 저항 변화 물질로 스위칭 소자를 형성하고, 상기 스위칭 소자에 electro-forming 공정을 수행하는 단계;

(d) 상기 스위칭 소자에 제 1 접촉 전극을 형성하고, 상기 제 2 반도체층 위에 투명 전극층을 형성하는 단계; 및

(e) 상기 투명 전극 위에 제 2 접촉 전극을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법.

#### 청구항 17

제 15 항에 있어서, 상기 (c) 단계에서

상기 제 1 반도체층과 상기 스위칭 소자 간에 전압을 인가하여 상기 스위칭 소자에 electro-forming 공정을 수행하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법.

#### 청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 제 1 접촉 전극은 제 1 방향으로 인접한 발광 소자의 제 1 접촉 전극과 연결되도록 형성되고,

상기 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향으로 형성된 제 2 접촉 전극은 제 2 방향으로 인접한 발광 소자의 제 2 접촉 전극과 연결되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법.

#### 청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 스위칭 소자는 저항 변화 물질에 고유한 임계 전압 이상의 전압이 인가되면 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 상기 저항 변화 물질의 상태가 고저항 상태에서 저저항 상태로 변화되어 스위치 온 상태가 유지되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법.

#### 청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 제 1 접촉 전극과 상기 제 2 접촉 전극 간에 인가되는 전압에 따라서 상기 스위칭 소자는 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 스위치 온되거나, 내부에 형성되었던 전도성 필라멘트가 소멸되어 스위치 오프되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법.

#### 청구항 21

(a) 기판 위에 제 1 반도체층, 활성층, 및 제 2 반도체층을 순차적으로 형성하는 단계;

(b) 복수의 발광 소자들이 분리되고, 각 발광 소자의 제 1 반도체층의 일부 영역이 외부로 노출되도록, 상기 제 1 반도체층, 상기 활성층, 및 상기 제 2 반도체층을 식각하는 단계;

(c) 상기 복수의 발광 소자들의 외부로 노출된 제 1 반도체층에 제 1 접촉 전극을 형성하고, 상기 제 2 반도체층 위에 투명 전극층을 형성하는 단계;

(d) 저항 변화 물질로 상기 복수의 발광 소자 각각에 투명 전극층이 덮이도록 패시베이션을 형성하는 단계;

(e) 상기 패시베이션 중 상기 투명 전극층 위에 형성된 스위칭 영역에 electro-forming 공정을 수행하는 단계; 및

(f) 상기 스위칭 영역 위에 제 2 접촉 전극을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법.

#### 청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 (d) 단계에서, 상기 투명 전극층의 일부 영역이 노출되는 홀이 형성되도록 패시베이션이 수행되고,

상기 (e) 단계에서, 상기 홀을 통해 노출된 투명 전극층과 상기 스위칭 영역에 전압을 인가하여 상기 스위칭 영역에 electro-forming 공정을 수행하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법.

#### 청구항 23

제 21 항 또는 제 22 항에 있어서,

상기 제 1 접촉 전극은 제 1 방향으로 인접한 발광 소자의 제 1 접촉 전극과 연결되도록 형성되고,

상기 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향으로 형성된 제 2 접촉 전극은 제 2 방향으로 인접한 발광 소자의 제 2 접

축 전극과 연결되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법.

#### 청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 스위칭 소자는 저항 변화 물질에 고유한 임계 전압 이상의 전압이 인가되면 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 상기 저항 변화 물질의 상태가 고저항 상태에서 저저항 상태로 변화되어 스위치 온 상태가 유지되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법.

#### 청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 제 1 접촉 전극과 상기 제 2 접촉 전극 간에 인가되는 전압에 따라서 상기 스위칭 소자는 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 스위치 온되거나, 내부에 형성되었던 전도성 필라멘트가 소멸되어 스위치 오프되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법.

#### 청구항 26

(a) 기판 위에 제 1 반도체층, 활성층, 및 제 2 반도체층을 순차적으로 형성하는 단계;

(b) 복수의 발광 소자들이 분리되고, 각 발광 소자의 제 1 반도체층의 일부 영역이 외부로 노출되도록, 상기 제 1 반도체층, 상기 활성층, 및 상기 제 2 반도체층을 식각하는 단계;

(c) 상기 복수의 발광 소자들의 외부로 노출된 제 1 반도체층에 제 1 접촉 전극을 형성하고, 상기 제 2 반도체층 위에 투명 전극층을 형성하는 단계;

(d) 저항 변화 물질로 상기 투명 전극층에 스위칭 소자를 형성하고, 상기 스위칭 소자에 electro-forming 공정을 수행하는 단계; 및

(f) 상기 스위칭 소자 위에 제 2 접촉 전극을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법.

#### 청구항 27

제 26 항에 있어서, 상기 (d) 단계에서

상기 투명 전극층과 상기 스위칭 소자 간에 전압을 인가하여 상기 스위칭 소자에 electro-forming 공정을 수행하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법.

#### 청구항 28

제 26 항에 있어서,

상기 제 1 접촉 전극은 제 1 방향으로 인접한 발광 소자의 제 1 접촉 전극과 연결되도록 형성되고,

상기 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향으로 형성된 제 2 접촉 전극은 제 2 방향으로 인접한 발광 소자의 제 2 접촉 전극과 연결되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법.

#### 청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 스위칭 소자는 저항 변화 물질에 고유한 임계 전압 이상의 전압이 인가되면 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 상기 저항 변화 물질의 상태가 고저항 상태에서 저저항 상태로 변화되어 스위치 온 상태가 유지되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법.

#### 청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 제 1 접촉 전극과 상기 제 2 접촉 전극 간에 인가되는 전압에 따라서 상기 스위칭 소자는 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 스위치 온되거나, 내부에 형성되었던 전도성 필라멘트가 소멸되어 스위치 오프되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 디스플레이 장치 및 이의 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 발광 소자 디스플레이 장치 이의 제조 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 최근 가시광 무선통신기술, 차량용 지능형 헤드램프, optogenetics, 의료기기 그리고 디스플레이 등 다양한 분야에서 micro LED가 관심을 받고 있다. 그 중에서도 최근 스마트 기기의 배터리 부족문제가 발생함에 따라 기존 디스플레이를 높은 신뢰성을 가지면서 저전력으로 구동이 가능한 micro LED 기반 디스플레이를 개발하여 기존 디스플레이를 대체하고자 많은 연구가 진행되고 있다.

[0003] 최근에는 이러한 micro LED 응용을 위해, micro LED 칩들을 flexible하고 투명한 기판에 어떻게 전사할 것인지에 관한 문제, 이러한 micro LED를 어떻게 구동할 것인지에 관한 문제가 현재 가장 중요한 이슈로 떠오르고 있다.

[0004] 기존 가장 많이 사용하는 구동방식의 경우, 마이크로 LED array를 CMOS 기판에 뒤집어 붙이는 flip chip 방식을 이용하여 연구가 진행되고 있다. 이는 n contact을 common으로 잡고 CMOS 회로를 구동하여 디스플레이를 구현하는 방식이다. 이러한 방법은 p contact에 사용되는 bump 메탈의 열적 안정성 문제, CMOS와 micro LED array를 얼라인(align)하기 어려운 문제 때문에, 다수의 불량 화소가 발생하는 등, 실제 상용화에 많은 어려움이 있을 뿐만 아니라, CMOS 회로가 불투명하므로, 최근 요구되는 투명 디스플레이에 적용되기 어렵다.

[0005] 또한, 고밀도에서의 flip chip 패키지 문제점들을 해결을 위해, chip on board (COB) type으로 기판에 micro LED chip 하나 하나를 전사하여 붙이고 와이어 본딩하여 디스플레이를 구동하는 방식이 있다. 이러한 방식은 n contact을 위한 넓은 bonding pad가 요구되어 여전히 고밀도의 패키지가 어렵고, chip 전사기술 및 와이어 본딩 등 가격이 고가이므로 상용화가 어려운 문제점이 존재하였다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, flip chip기반 micro LED 디스플레이 발생하는 얼라인 문제, bump 메탈의 안전성 문제 및 넓은 bonding pad로 인한 문제점을 해결한 발광 소자 디스플레이 장치 및 이의 제조 방법을 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치는, 기판; 및 상기 기판에 형성되고, 제 1 방향으로 서로 평행하게 형성된 복수의 제 1 접촉 전극 및 상기 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향으로 서로 평행하게 형성된 복수의 제 2 접촉 전극에 의해서 인접하는 발광 소자들과 서로 연결되는 복수의 발광 소자를 포함하는 발광 소자 어레이;를 포함하고, 상기 복수의 발광 소자 각각은, 상기 제 1 접촉 전극과 발광 소자 사이에 저항 변화 물질로 형성된 스위칭 소자가 스위치 온 상태에서, 자신에게 연결된 제 1 접촉 전극과 제 2 접촉 전극간의 전위차에 따라서 턴온되어 빛을 발생시킨다.

[0008] 또한, 상기 복수의 발광 소자 각각은, 상기 기판에 형성된 제 1 반도체층; 상기 제 1 반도체층에 형성된 활성층; 상기 활성층 위에 형성된 제 2 반도체층; 상기 제 1 반도체층에 형성되고 저항 변화 물질로 형성된 상기 스위칭 소자; 상기 제 1 스위칭 소자 위에 형성된 상기 제 1 접촉 전극; 상기 제 2 반도체층 위에 형성된 투명 전극층; 및 상기 투명 전극층 위에 형성된 상기 제 2 접촉 전극;을 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 제 1 반도체층은 n-type으로 도핑되고, 상기 제 2 반도체층은 p-type 으로 도핑된 반도체층일 수 있다.



- [0010] 또한, 상기 스위칭 소자는 저항 변화 물질에 고유한 임계 전압 이상의 전압이 인가되면 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 상기 저항 변화 물질의 상태가 고저항 상태에서 저저항 상태로 변화되어 스위치 온 상태가 유지된다.
- [0011] 또한, 상기 제 1 접촉 전극과 상기 제 2 접촉 전극 간에 인가되는 전압에 따라서 상기 스위칭 소자는 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 스위치 온되거나, 내부에 형성되었던 전도성 필라멘트가 소멸되어 스위치 오프될 수 있다.
- [0012] 한편, 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바람직한 다른 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치는 기판; 및 상기 기판에 형성되고, 제 1 방향으로 서로 평행하게 형성된 복수의 제 1 접촉 전극 및 상기 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향으로 서로 평행하게 형성된 복수의 제 2 접촉 전극에 의해서 인접하는 발광 소자들과 서로 연결되는 복수의 발광 소자를 포함하는 발광 소자 어레이;를 포함하고, 상기 복수의 발광소자는 저항 변화 물질로 패시베이션되고, 상기 패시베이션 물질 위에 상기 제 2 접촉 전극이 형성되며, 상기 제 2 접촉 전극과 상기 발광 소자 사이에 형성되는 스위칭 영역이 스위치 온 상태에서, 자신에게 연결된 제 1 접촉 전극과 제 2 접촉 전극간의 전위차에 따라서 턴온되어 빛을 발생시킨다.
- [0013] 또한, 상기 복수의 발광 소자 각각은, 상기 기판에 형성된 제 1 반도체층; 상기 제 1 반도체층에 형성된 활성층; 상기 활성층 위에 형성된 제 2 반도체층; 상기 제 1 반도체층 위에 형성된 상기 제 1 접촉 전극; 상기 제 2 반도체층 위에 형성된 투명 전극층; 및 상기 투명 전극층 위에 패시베이션 물질로 형성된 스위칭 영역 위에 형성된 상기 제 2 접촉 전극;을 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 제 1 반도체층은 n-type으로 도핑되고, 상기 제 2 반도체층은 p-type 으로 도핑된 반도체층일 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 스위칭 영역은 저항 변화 물질에 고유한 임계 전압 이상의 전압이 인가되면 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 상기 저항 변화 물질의 상태가 고저항 상태에서 저저항 상태로 변화되어 스위치 온 상태가 유지될 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 제 1 접촉 전극과 상기 제 2 접촉 전극 간에 인가되는 전압에 따라서 상기 스위칭 소자는 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 스위치 온되거나, 내부에 형성되었던 전도성 필라멘트가 소멸되어 스위치 오프될 수 있다.
- [0017] 한편, 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바람직한 다른 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치는 기판; 및 상기 기판에 형성되고, 제 1 방향으로 서로 평행하게 형성된 복수의 제 1 접촉 전극 및 상기 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향으로 서로 평행하게 형성된 복수의 제 2 접촉 전극에 의해서 인접하는 발광 소자들과 서로 연결되는 복수의 발광 소자를 포함하는 발광 소자 어레이;를 포함하고, 상기 복수의 발광 소자 각각은, 상기 제 2 접촉 전극과 발광 소자 사이에 저항 변화 물질로 형성된 스위칭 소자가 스위치 온 상태에서, 자신에게 연결된 제 1 접촉 전극과 제 2 접촉 전극간의 전위차에 따라서 턴온되어 빛을 발생시킨다.
- [0018] 또한, 상기 복수의 발광 소자 각각은, 상기 기판에 형성된 제 1 반도체층; 상기 제 1 반도체층에 형성된 활성층; 상기 활성층 위에 형성된 제 2 반도체층; 상기 제 1 반도체층 위에 형성된 상기 제 1 접촉 전극; 상기 제 2 반도체층 위에 형성된 투명 전극층; 상기 투명 전극층 위에 저항 변화 물질로 형성된 스위칭 소자; 및 상기 스위칭 소자 위에 형성된 상기 제 2 접촉 전극;을 포함할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 제 1 반도체층은 n-type으로 도핑되고, 상기 제 2 반도체층은 p-type 으로 도핑된 반도체층일 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 스위칭 소자는 저항 변화 물질에 고유한 임계 전압 이상의 전압이 인가되면 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 상기 저항 변화 물질의 상태가 고저항 상태에서 저저항 상태로 변화되어 스위치 온 상태가 유지될 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 제 1 접촉 전극과 상기 제 2 접촉 전극 간에 인가되는 전압에 따라서 상기 스위칭 소자는 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 스위치 온되거나, 내부에 형성되었던 전도성 필라멘트가 소멸되어 스위치 오프될 수 있다.
- [0022] 한편, 상술한 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법은, (a) 기판 위에 제 1 반도체층, 활성층, 및 제 2 반도체층을 순차적으로 형성하는 단계; (b) 복수의 발광 소자들이 분리되고, 각 발광 소자의 제 1 반도체층의 일부 영역이 외부로 노출되도록, 상기 제 1 반도체층,

상기 활성층, 및 상기 제 2 반도체층을 식각하는 단계; (c) 상기 복수의 발광 소자들의 외부로 노출된 제 1 반도체층에 각각 저항 변화 물질로 스위칭 소자를 형성하고, 상기 스위칭 소자에 electro-forming 공정을 수행하는 단계; (d) 상기 스위칭 소자에 제 1 접촉 전극을 형성하고, 상기 제 2 반도체층 위에 투명 전극층을 형성하는 단계; 및 (e) 상기 투명 전극 위에 제 2 접촉 전극을 형성하는 단계를 포함한다.

[0023] 또한, 상기 (c) 단계에서, 상기 제 1 반도체층과 상기 스위칭 소자 간에 전압을 인가하여 상기 스위칭 소자에 electro-forming 공정을 수행할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 제 1 접촉 전극은 제 1 방향으로 인접한 발광 소자의 제 1 접촉 전극과 연결되도록 형성되고, 상기 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향으로 형성된 제 2 접촉 전극은 제 2 방향으로 인접한 발광 소자의 제 2 접촉 전극과 연결되도록 형성될 수 있다.

[0025] 또한, 상기 스위칭 소자는 저항 변화 물질에 고유한 임계 전압 이상의 전압이 인가되면 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 상기 저항 변화 물질의 상태가 고저항 상태에서 저저항 상태로 변화되어 스위치 온 상태가 유지될 수 있다.

[0026] 또한, 상기 제 1 접촉 전극과 상기 제 2 접촉 전극 간에 인가되는 전압에 따라서 상기 스위칭 소자는 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 스위치 온되거나, 내부에 형성되었던 전도성 필라멘트가 소멸되어 스위치 오프될 수 있다.

[0027] 한편, 상술한 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바람직한 다른 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법은, (a) 기판 위에 제 1 반도체층, 활성층, 및 제 2 반도체층을 순차적으로 형성하는 단계; (b) 복수의 발광 소자들이 분리되고, 각 발광 소자의 제 1 반도체층의 일부 영역이 외부로 노출되도록, 상기 제 1 반도체층, 상기 활성층, 및 상기 제 2 반도체층을 식각하는 단계; (c) 상기 복수의 발광 소자들의 외부로 노출된 제 1 반도체층에 제 1 접촉 전극을 형성하고, 상기 제 2 반도체층 위에 투명 전극층을 형성하는 단계; (d) 저항 변화 물질로 상기 복수의 발광 소자 각각에 투명 전극층이 덮이도록 패시베이션을 형성하는 단계; (e) 상기 패시베이션 중 상기 투명 전극층 위에 형성된 스위칭 영역에 electro-forming 공정을 수행하는 단계; 및 (f) 상기 스위칭 영역 위에 제 2 접촉 전극을 형성하는 단계를 포함한다.

[0028] 또한, 상기 (d) 단계에서 상기 투명 전극층의 일부 영역이 노출되는 홀이 형성되도록 패시베이션이 수행되고, 상기 (e) 단계에서 상기 홀을 통해 노출된 투명 전극층과 상기 스위칭 영역에 전압을 인가하여 상기 스위칭 영역에 electro-forming 공정을 수행할 수 있다.

[0029] 또한, 상기 제 1 접촉 전극은 제 1 방향으로 인접한 발광 소자의 제 1 접촉 전극과 연결되도록 형성되고, 상기 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향으로 형성된 제 2 접촉 전극은 제 2 방향으로 인접한 발광 소자의 제 2 접촉 전극과 연결되도록 형성될 수 있다.

[0030] 또한, 상기 스위칭 소자는 저항 변화 물질에 고유한 임계 전압 이상의 전압이 인가되면 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 상기 저항 변화 물질의 상태가 고저항 상태에서 저저항 상태로 변화되어 스위치 온 상태가 유지될 수 있다.

[0031] 또한, 상기 제 1 접촉 전극과 상기 제 2 접촉 전극 간에 인가되는 전압에 따라서 상기 스위칭 소자는 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 스위치 온되거나, 내부에 형성되었던 전도성 필라멘트가 소멸되어 스위치 오프될 수 있다.

[0032] 한편, 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바람직한 다른 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치 제조 방법은, (a) 기판 위에 제 1 반도체층, 활성층, 및 제 2 반도체층을 순차적으로 형성하는 단계; (b) 복수의 발광 소자들이 분리되고, 각 발광 소자의 제 1 반도체층의 일부 영역이 외부로 노출되도록, 상기 제 1 반도체층, 상기 활성층, 및 상기 제 2 반도체층을 식각하는 단계; (c) 상기 복수의 발광 소자들의 외부로 노출된 제 1 반도체층에 제 1 접촉 전극을 형성하고, 상기 제 2 반도체층 위에 투명 전극층을 형성하는 단계; (d) 저항 변화 물질로 상기 투명 전극층에 스위칭 소자를 형성하고, 상기 스위칭 소자에 electro-forming 공정을 수행하는 단계; 및 (f) 상기 스위칭 소자 위에 제 2 접촉 전극을 형성하는 단계를 포함한다.

[0033] 또한, 상기 (d) 단계에서, 상기 투명 전극층과 상기 스위칭 소자 간에 전압을 인가하여 상기 스위칭 소자에 electro-forming 공정을 수행할 수 있다.

[0034] 또한, 상기 제 1 접촉 전극은 제 1 방향으로 인접한 발광 소자의 제 1 접촉 전극과 연결되도록 형성되고, 상기 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향으로 형성된 제 2 접촉 전극은 제 2 방향으로 인접한 발광 소자의 제 2 접촉 전

극과 연결되도록 형성될 수 있다.

[0035] 또한, 상기 스위칭 소자는 저항 변화 물질에 고유한 임계 전압 이상의 전압이 인가되면 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 상기 저항 변화 물질의 상태가 고저항 상태에서 저저항 상태로 변화되어 스위치 온 상태가 유지될 수 있다.

[0036] 또한, 상기 제 1 접촉 전극과 상기 제 2 접촉 전극 간에 인가되는 전압에 따라서 상기 스위칭 소자는 내부에 전도성 필라멘트가 형성되어 스위치 온되거나, 내부에 형성되었던 전도성 필라멘트가 소멸되어 스위치 오프될 수 있다.

### 발명의 효과

[0037] 본 발명의 발광 소자 디스플레이 장치는, 제 1 방향으로 서로 평행하게 형성된 복수의 제 1 접촉 전극 및 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향으로 서로 평행하게 형성된 복수의 제 2 접촉 전극에 의해서 인접하는 발광 소자들과 서로 연결되는 복수의 발광 소자를 포함하는 발광 소자 어레이로 구성된다.

[0038] 이 때, 제 1 접촉 전극과 발광 소자 사이에 또는 제 2 접촉 전극과 발광 소자 사이에, 저항 변화 물질로 구성되는 스위칭 소자 또는 스위칭 영역을 형성하고, 제 1 접촉 전극과 제 2 접촉 전극 사이에 인가되는 전압을 조절하여, 각 스위칭 소자 또는 스위칭 영역의 저항 상태(스위치 온/스위치 오프)를 변경 및 저장할 수 있다.

[0039] 따라서, 본 발명은 제 1 접촉 전극 및 제 2 접촉 전극 간에 인가되는 전압을 조절하여 스위칭 소자 또는 스위칭 영역의 저항 상태를 변경하는 것만으로 발광 소자 어레이를 구동이 가능하므로, 저전력 및 저비용으로 디스플레이의 구동이 가능하고, 종래 기술의 발광 소자 어레이를 플립 칩 방식으로 CMOS 기판위에 접합하면서 발생하는 bump 메탈의 열적 안정성 문제 및 misalign 문제를 해소하였다.

### 도면의 간단한 설명

[0040] 도 1은 본 발명의 바람직한 제 1 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치의 전체 구조를 도시하는 도면이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 제 1 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치의 전체 구조를 드라이브 회로와 함께 도시한 평면도이다.

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서 스위칭 소자 및 스위칭 영역의 상태를 변경하는 방법을 설명하는 도면이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명의 바람직한 제 1 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치의 제조 공정을 도시하는 도면이다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명의 바람직한 제 2 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치의 제조 공정을 도시하는 도면이다.

도 6은 본 발명의 제 2 실시예에의 변형 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치의 제조 공정을 도시하는 도면이다.

도 7은 본 발명의 바람직한 제 3 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치의 제조 공정을 도시하는 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0041] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명한다.

[0042] 도 1은 본 발명의 바람직한 제 1 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치의 전체 구조를 도시하는 도면이고, 도 2는 본 발명의 바람직한 제 1 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치의 전체 구조를 드라이브 회로와 함께 도시한 평면도이며, 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서 스위칭 소자(170) 및 스위칭 영역의 상태를 변경하는 방법을 설명하는 도면이다.

[0043] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 바람직한 제 1 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이는 사파이어 기판(190) 위에, 매트릭스 형태로 복수의 수평형 반도체 발광 소자가 형성된다.

[0044] 복수의 수평형 반도체 발광 소자 각각은 n-contact 전극(제 1 접촉 전극)(110a) 및 p-contact 전극(제 2 접촉 전극)(120a)을 인접한 반도체 발광 소자들과 공유한다. 구체적으로, 도 1에 도시된 바와 같이, 제 1 방향으로 서로 평행하게 형성된 복수의 제 1 접촉 전극들(110a)이 배치되고, 상기 제 1 방향과 직교하는 방향으로 서로

평행하게 형성된 복수의 제 2 접촉 전극들(120a)이 배치된다. 그리고, 매트릭스에 포함된 각각의 반도체 발광 소자들은 제 1 방향으로 일 열로 배치된 발광소자들은 제 1 접촉 전극(110a)을 공유하고, 제 2 방향으로 일 열로 배치된 발광소자들은 제 2 접촉 전극(120a)을 공유한다.

[0045] 따라서, 복수의 제 1 접촉 전극들(110a) 중 어느 하나에 전압을 인가하면, 해당 제 1 접촉 전극(110a)을 공유하는 모든 반도체 발광 소자의 n-contact 전극에 전압이 인가된다. 마찬가지로, 복수의 제 2 접촉 전극들(120a) 중 어느 하나에 전압을 인가하면, 해당 제 2 접촉 전극(120a)을 공유하는 모든 반도체 발광 소자의 p-contact 전극에 전압이 인가된다.

[0046] 한편, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 복수의 반도체 발광 소자 각각은 기판(190)에 형성된 제 1 반도체층(130), 제 1 반도체층(130)의 일부 영역에 형성되어 인가되는 전압에 따라서 빛을 발생시키는 활성층(140), 상기 활성층(140) 위에 형성된 제 2 반도체층(150), 및 상기 제 2 반도체층(150) 위에 형성된 투명 전극층(160)을 포함하고, 투명 전극층(160) 위에는 상기 설명한 바와 같이, 제 2 방향으로 인접한 반도체 발광 소자들과 공유되는 제 2 접촉 전극(120a)이 형성된다. 여기서, 제 1 반도체층(130)은 n-type으로 도핑된 n-GaN 층으로, 제 2 반도체층(150)은 p-type으로 도핑된 p-GaN 층으로 형성될 수 있고, 활성층(140)은 다중 양자 우물층(Multi-Quantum Well)으로 형성되며, 투명 전극층(160)은 ITO, CNT 등과 같이 반도체 발광 소자에서 일반적으로 이용될 수 있는 투명 전극 물질로 형성될 수 있다.

[0047] 아울러, 제 1 반도체층(130) 중 활성층(140)이 형성되지 않은 일부 영역에는 저항 변화 물질로 스위칭 소자(170)가 형성되고, 스위칭 소자(170) 위에 제 1 방향으로 인접한 반도체 발광 소자들과 공유되는 제 1 접촉 전극(110a)이 형성된다.

[0048] 저항 변화 물질은 주로 ReRAM(Resistive RAM) 분야에서 이용되는 것으로서, 물질에 고유한 임계치 이상의 전압을 인가하면, electrical break down 현상이 발생하면서 electro-forming이 수행되어, 최초에는 절연체인 물질의 저항 상태가 고저항 상태에서 저저항 상태로 변화되어 전도성을 나타내게 된다.

[0049] 구체적으로, 절연체인 저항 변화 물질에 임계치 이상의 전압을 인가하면, 전기적 스트레스(forming process)에 의해 박막내 결함구조가 발생하고, 이에 의해 저항 변화 물질 내부에 전도성 필라멘트(173)가 형성됨으로써, 저저항 상태가 된다. 이 후에는, 물질에 인가된 전압이 제거되어도 전도성 필라멘트(173)는 유지되고, 이러한 전도성 필라멘트(173)를 통해서 전류가 흐르게 되어, 물질의 저항 상태가 저저항 상태로 유지된다.

[0050] 이렇게 전도성 필라멘트(173)를 형성하도록 하는 전압을 SET 전압으로 정의하고, 내부에 형성된 전도성 필라멘트(173)를 소멸시키는 전압을 RESET 전압이라고 정의할 때, ReRAM에서는 SET 전압을 인가하여 전도성 필라멘트(173)를 형성함으로써 1을 프로그램하고, RESET 전압을 인가하여 전도성 필라멘트(173)를 소멸시킴으로써 프로그램된 데이터를 제거한다.

[0051] 본 발명의 바람직한 제 1 실시예에서는, 제 1 드라이브회로(210)가 복수의 제 1 접촉 전극(110a)에, 제 2 드라이브회로(220)가 복수의 제 2 접촉 전극(120a)에 각각 스위칭 제어 전압 및 발광 소자 턴온 전압을 공급한다.

[0052] 도 3의 (a)에 도시된 바와 같이, 저항 변화 물질로 스위칭 소자(170)를 형성하고, 제 1 접촉 전극(110a)과 제 2 접촉 전극(120a)간에 제 1 드라이브회로(210)와 제 2 드라이브회로(220)가 저항 변화 물질의 고유한 임계 전압 이상의 SET 전압을 인가하여 스위칭 소자(170) 내부에 전도성 필라멘트(173)를 형성함으로써 "스위치 온" 상태를 형성하고, 제 1 접촉 전극(110a)과 제 2 접촉 전극(120a)간에 RESET 전압을 인가하여 스위칭 소자(170) 내부에 형성된 전도성 필라멘트(173)를 제거함으로써 "스위치 오프"상태를 형성한다.

[0053] 이러한 스위칭 소자(170)는 반도체 발광 소자의 턴 온 및 턴 오프를 제어하는데, 제 1 접촉 전극(110a)과 제 2 접촉 전극(120a) 사이에 발광 소자 턴온 전압이 인가되어도, 스위칭 소자(170)가 스위치 오프 상태인 경우에는 발광 소자는 턴온되지 않고, 스위칭 소자(170)가 스위치 온 상태인 경우에만 제 1 접촉 전극(110a)과 제 2 접촉 전극(120a) 사이에 인가되는 전압에 따라서 발광 소자가 턴온된다.

[0054] 그 결과, 본 발명의 발광 소자 디스플레이는 이미지를 저장하는 기능이 수행될 수 있다. 즉, 복수의 발광 소자 각각에 대해서 스위칭 소자(170)의 상태를 스위치 온 상태 또는 스위치 오프 상태로 설정하고, 복수의 제 1 접촉 전극(110a) 및 복수의 제 2 접촉 전극(120a) 전체에 발광 소자의 턴온 전압을 인가하면, 스위칭 소자(170)가 스위치 온 상태인 발광소자는 턴온되어 빛이 방출되고, 스위칭 소자(170)가 스위치 오프 상태인 발광소자는 턴오프 상태가 유지되어 빛이 방출되지 않으므로 특정 이미지가 출력되고, 새로운 RESET 전압/SET 전압이 인가될 때까지 스위칭 소자(170)의 상태가 유지되므로, 출력된 이미지는 디스플레이 장치에 저장되어 복수의 제 1 접촉 전극(110a) 및 복수의 제 2 접촉 전극(120a) 전체에 전압이 인가될 때마다 출력될 수 있다. 따라서 이러한 발광



소자 디스플레이는 동일한 광고 영상을 지속적으로 표시하는 광고 영상 디스플레이에 적합하다.

- [0055] 또한, 스위칭 소자(170)를 구현하는 저항 변화 물질은 ReRAM과 동일하게 고속으로 스위칭이 가능하므로, 스위칭 소자(170)의 상태를 고속으로 변경하여 동영상상을 표시하는 것도 가능함은 물론이다.
- [0056] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 바람직한 제 1 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치의 제조 공정을 도시하는 도면이다.
- [0057] 도 4a 및 도 4b를 참조하여, 본 발명의 바람직한 제 1 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치의 제조 공정을 설명하면, 먼저, 일반적인 발광 소자 제조 공정과 동일한 공정을 적용하여 도 4a의 (a)에 도시된 바와 같이, 기판(190) 위에 제 1 반도체층(n-GaN)(130), 활성층(140), 제 2 반도체층(p-GaN)(150)을 순차적으로 형성한다.
- [0058] 그 후, 도 4a의 (b)에 도시된 바와 같이, 복수의 발광 소자들이 서로 분리되고, 분리된 각 발광 소자의 제 1 반도체층(130)이 외부로 노출되도록 mesa 에칭을 수행한다.
- [0059] 복수의 발광 소자들이 분리되고, 제 1 반도체층(130)의 일부 영역이 외부로 노출되면, 외부로 드러난 제 1 반도체층(130) 위에 저항 변화 물질을 증착하여 스위칭 소자(170)를 형성하고(도 4a의 (c) 참조), 각 반도체 발광 소자에 대해서, I-V meter의 두 개의 전극을 각각 스위칭 소자(170) 및 제 1 반도체층(130)에 접촉하여 전압을 인가함으로써 electro-forming 공정을 수행하면, electrical break down 현상이 발생하여 스위칭 소자(170) 내부에 결합구조가 형성되고, 이러한 결합 구조가 상호 연결되어 전도성 필라멘트들(173)이 형성된다(도 4a의 (d) 참조).
- [0060] 그 후, 도 4b의 (e)에 도시된 바와 같이, 스위칭 소자(170) 위에는 제 1 접촉 전극(110a)을 형성하고, 제 2 반도체층(150) 위에는 투명 전극층(160)을 형성한다. 이 때, 제 1 접촉 전극(110a)은 일반적인 n-contact 전극으로 형성되고, 투명 전극층(160)은 반도체 발광 소자에서 투명 전극으로 많이 사용되는 ITO, CNT 등으로 형성될 수 있다. 이 때, 제 1 접촉 전극(110a)은 제 1 방향으로 동일한 열에 있는 인접한 발광 소자의 제 1 접촉 전극(110a)과 서로 연결되어 공유됨은 상술한 바와 같다.
- [0061] 그 후, 복수의 반도체 발광 소자들 사이에는 패시베이션(passivation) 물질들(180a)이 투명 전극층(160) 높이까지 채워져서 각각의 반도체 발광 소자를 외부로부터 보호하고(도 4b의 (f) 참조), 마지막으로 투명 전극층(160)에는 제 2 접촉 전극(120a)이 형성된다(도 4b의 (g) 참조). 제 2 접촉 전극(120a)은 제 2 방향으로 동일한 열에 있는 인접한 발광 소자의 제 2 접촉 전극(120a)과 서로 연결되어 공유됨은 상술한 바와 같다.
- [0062] 지금까지 본 발명의 바람직한 제 1 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치에 대해서 설명하였다.
- [0063] 본 발명의 바람직한 제 2 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치는, 각 반도체 발광 소자의 스위칭을 수행하는 부분이 제 1 반도체층(130)이 아닌 제 2 반도체층(150) 상부에 형성된다는 점을 제외하면, 기본적인 기능은 제 1 실시예와 동일하다.
- [0064] 이하에서는, 도 5a 및 도 5b를 참조하여, 본 발명의 바람직한 제 2 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치 및 이의 제조 공정을 설명한다.
- [0065] 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 먼저, 제 1 실시예와 마찬가지로, 일반적인 발광 소자 제조 공정과 동일한 공정을 적용하여 도 5a의 (a)에 도시된 바와 같이, 기판(190) 위에 제 1 반도체층(n-GaN)(130), 활성층(140), 제 2 반도체층(p-GaN)(150)을 순차적으로 형성한다.
- [0066] 그 후, 도 5a의 (b)에 도시된 바와 같이, 복수의 발광 소자들이 서로 분리되고, 분리된 각 발광 소자의 제 1 반도체층(130)이 외부로 노출되도록 mesa 에칭을 수행한다.
- [0067] 복수의 발광 소자들이 분리되고, 제 1 반도체층(130)이 외부로 노출되면, 외부로 드러난 제 1 반도체층(130) 위에 제 1 접촉 전극(110b)을 형성하고(도 5a의 (c) 참조), 제 2 반도체층(150) 위에 투명 전극층(160)을 형성한다(도 5a의 (d) 참조). 이 때, 제 1 접촉 전극(110b)은 일반적인 n-contact 전극으로 형성되고, 제 1 방향으로 동일한 열에 있는 인접한 발광 소자의 제 1 접촉 전극(110b)과 서로 연결되어 공유됨은 상술한 바와 같다.
- [0068] 그 후, 저항 변화 물질을 패시베이션 물질(180b)로 이용하여, 반도체 발광 소자의 투명 전극층(160)이 덮일때까지 패시베이션을 수행한다(도 5b의 (e) 참조).
- [0069] 그 후, 도 5b의 (f)에 도시된 바와 같이, 각 반도체 발광 소자에 대해서, I-V meter의 두 개의 전극을 각각 패시베이션층(180b)에 접촉하여 전압을 인가함으로써 electro-forming 공정을 수행하면 패시베이션층(180b) 아래

의 스위칭 영역(181b)에, electrical break down 현상이 발생하여, 투명 전극층(160) 바로 위에 형성된 저항 변화 물질 내부에서 결합구조가 형성되고, 이러한 결합 구조가 상호 연결되어 전도성 필라멘트들(183b)이 형성된다. 이렇게 투명 전극층(160) 바로 위에 형성된 패시베이션 영역은 인가되는 전압에 따라서 전도성 필라멘트(183b)가 생성되어 저항 상태가 저저항 상태로 변하거나 전도성 필라멘트(183b)가 소멸되어 고저항 상태로 변화되는 스위칭 영역(181b)이 된다.

[0070] 스위칭 영역(181b)에 electro-forming 공정이 수행된 후, 마지막으로 스위칭 영역(181b)의 상부에는 제 2 접촉 전극(120b)이 형성된다(도 4b의 (g) 참조). 제 2 접촉 전극(120b)은 제 2 방향으로 동일한 열에 있는 인접한 발광 소자의 제 2 접촉 전극(120b)과 서로 연결되어 공유됨은 상술한 바와 같다.

[0071] 도 5a 및 도 5b를 참조하여 상술한 공정을 통해서 제조된 반도체 발광 소자는, 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이, 제 1 접촉 전극(110b)과 제 2 접촉 전극(120b) 사이에, 스위칭 영역(181b)을 형성하는 저항 변화 물질에 고유한 임계 전압 이상의 SET 전압을 인가하면 스위칭 영역(181b)에 전도성 필라멘트(183b)가 생성되어 저저항 상태(스위치 온 상태)가 설정되고, 이 후에 제 1 접촉 전극(110b)과 제 2 접촉 전극(120b) 사이에 턴온 전압이 인가되면 발광 소자가 턴온 된다.

[0072] 그리고, 제 1 접촉 전극(110b)과 제 2 접촉 전극(120b) 사이에 RESET 전압이 인가되면, 스위칭 영역(181b)에 형성되었던 전도성 필라멘트(183b)가 소멸되어 스위칭 영역(181b)은 고저항 상태가 설정되고, 이 후에는 제 1 접촉 전극(110b)과 제 2 접촉 전극(120b) 사이에 턴온 전압이 인가되어도 발광 소자는 턴온되지 않는다.

[0073] 도 6은 본 발명의 제 2 실시예의 변형 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치의 제조 공정을 도시하는 도면이다.

[0074] 도 6에 도시된 변형 실시예는 도 5a 및 도 5b에 도시된 제 2 실시예와 스위칭 영역에 전도성 필라멘트를 형성하는 방법에서만 차이가 있다. 따라서, 차이점을 중심으로 설명하면, 도 5a의 (a) 내지 (d) 단계를 수행하여 복수의 발광 소자 각각에 투명 전극층(160)을 형성한 후, 도 6의 (h)에 도시된 바와 같이, 저항 변화 물질로 패시베이션층을 형성하되 투명 전극층(160) 위에 형성되는 스위칭 영역(181b)의 일부 영역에는, electro-forming 공정을 수행하기 위한 홀을 형성하고, I-V meter 의 하나의 전극은 해당 홀을 통해서 투명 전극층(160)에 접촉하고, 다른 하나의 전극은 스위칭 영역(181b)의 표면에 접촉한 후, 전압을 인가하여 스위칭 영역(181b)에 대해서 electro-forming 공정을 수행하여 전도성 필라멘트(183b)를 형성할 수 있다.

[0075] 스위칭 영역(181b)에 대해서 electro-forming 공정이 수행된 후, 도 6의 (i)에 도시된 바와 같이, 패시베이션층 위에 제 2 접촉 전극(120b)을 형성하여 발광 소자 디스플레이를 완성할 수 있다.

[0076] 도 7은 본 발명의 바람직한 제 3 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이 장치의 제조 공정을 도시하는 도면이다.

[0077] 본 발명의 제 3 실시예는 제 1 실시예와 마찬가지로 발광 소자와 제 2 접촉 전극 사이에 별도의 스위칭 소자를 형성한다.

[0078] 도 7을 참조하면, 도 5a의 (a) 내지 (d) 단계를 수행하여 복수의 발광 소자 각각에 투명 전극층(160)을 형성한 후, 도 7의 (j)에 도시된 바와 같이, 투명 전극층(160) 위에 저항 변화 물질로 스위칭 소자(170b)를 형성하고, I-V meter(400)의 하나의 전극은 스위칭 소자(170b)에 접촉하고, 다른 전극은 투명 전극층(160)에 접촉하여 electro-forming 공정을 수행하여, 스위칭 소자(170b) 내부에 전도성 필라멘트(183d)를 형성한다.

[0079] 그 후, 일반적인 패시베이션 물질들을 이용하여 복수의 발광 소자에 대해서 패시베이션을 수행한 후, 스위칭 소자(170b)와 접촉하도록 제 2 접촉 전극(120b)을 상부에 형성한다.

[0080] 제 3 실시예에 따른 발광 소자 디스플레이의 경우에도, 각 발광 소자에 대해서 제 1 접촉 전극(110b)과 제 2 접촉 전극(120b) 사이에 SET 전압 또는 RESET 전압을 인가하여 스위칭 소자(170b)의 스위치 상태(스위치 온/스위치 오프)를 변경하고, 스위칭 소자(170b)가 스위치 온 상태일 때, 턴온 전압이 인가되면 해당 발광 소자는 턴온되어 빛을 발생시킨다.

[0081] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

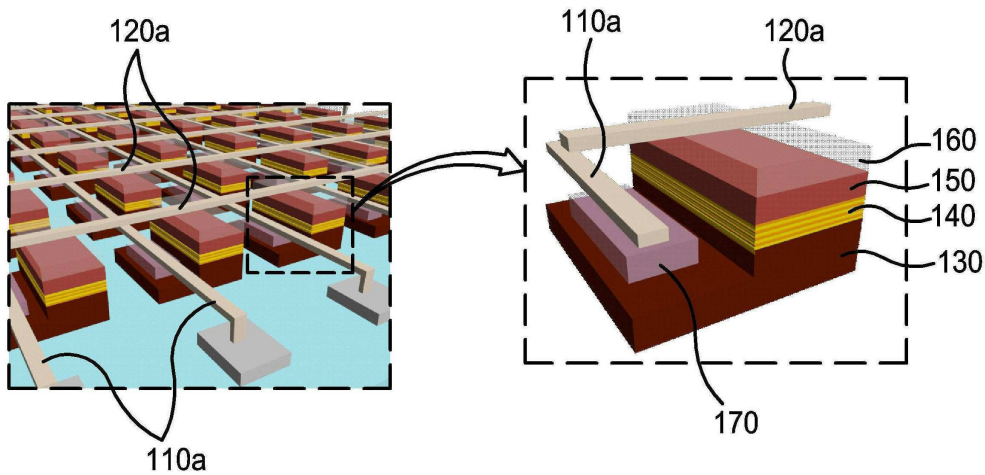
## 부호의 설명

[0082]

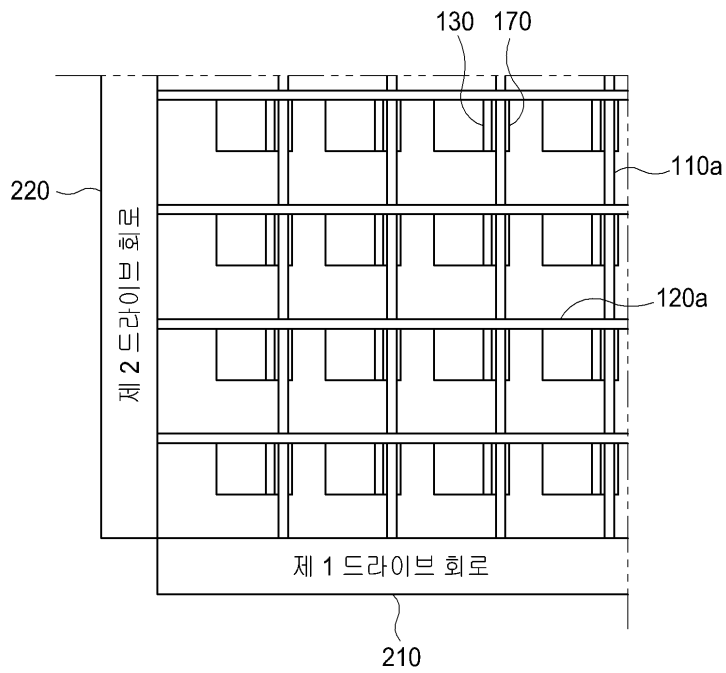
110a, 110b : 제 1 접촉 전극 120a, 120b : 제 2 접촉 전극  
 130 : 제 1 반도체층 140 : 활성층  
 150 : 제 2 반도체층 160 : 투명 전극층  
 170, 170b : 스위칭 소자 173, 183b, 183d : 전도성 필라멘트  
 180a, 180b, 180c: 패시베이션 180b: 패시베이션  
 181b: 스위칭 영역 183b: 전도성 필라멘트  
 190 : 기판  
 210 : 제 1 드라이브 회로 220 : 제 2 드라이브 회로  
 400 : I-V meter

## 도면

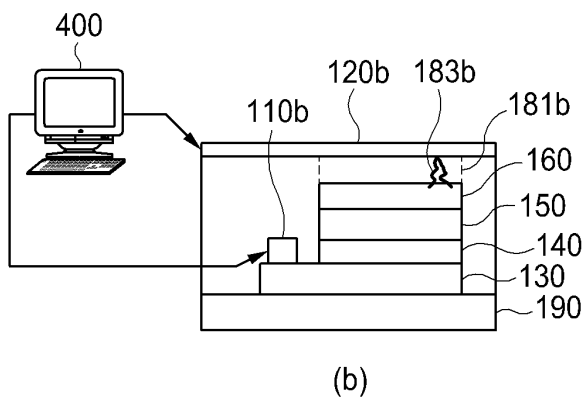
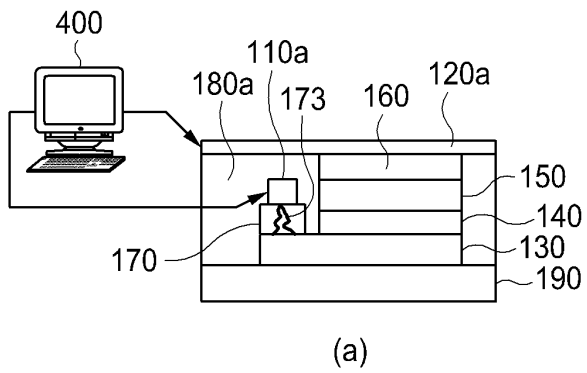
### 도면1



도면2

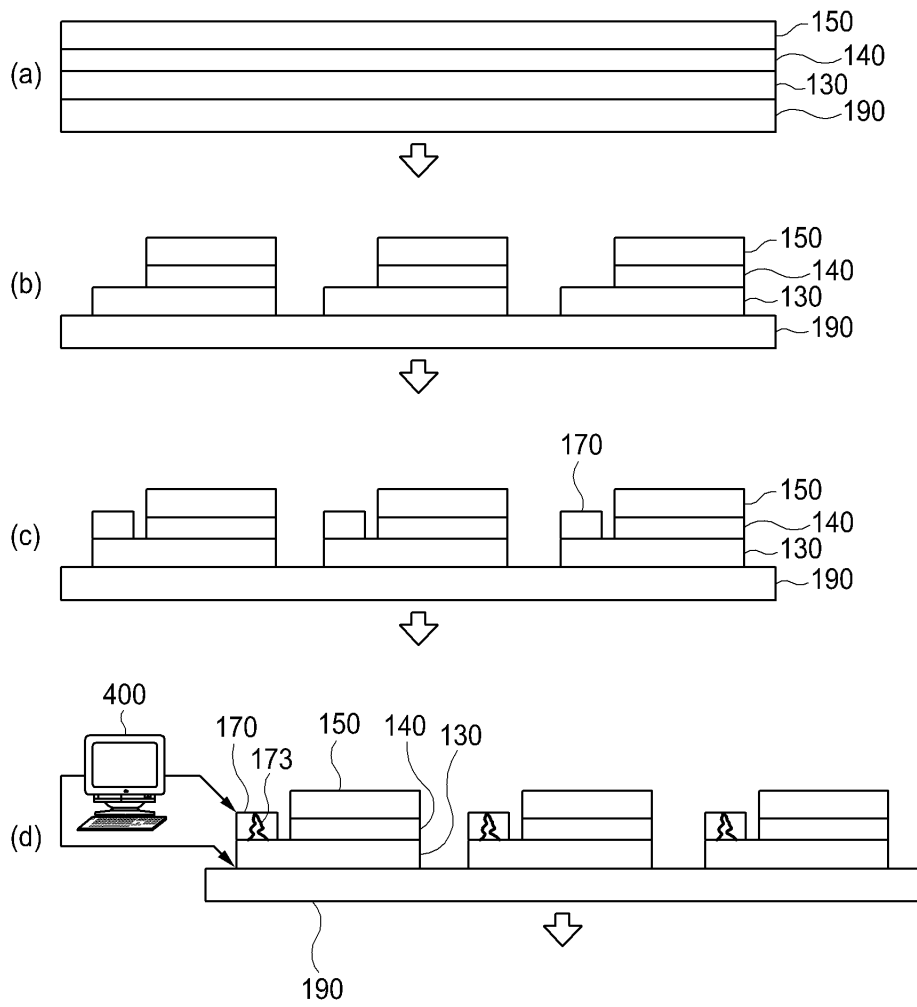


도면3

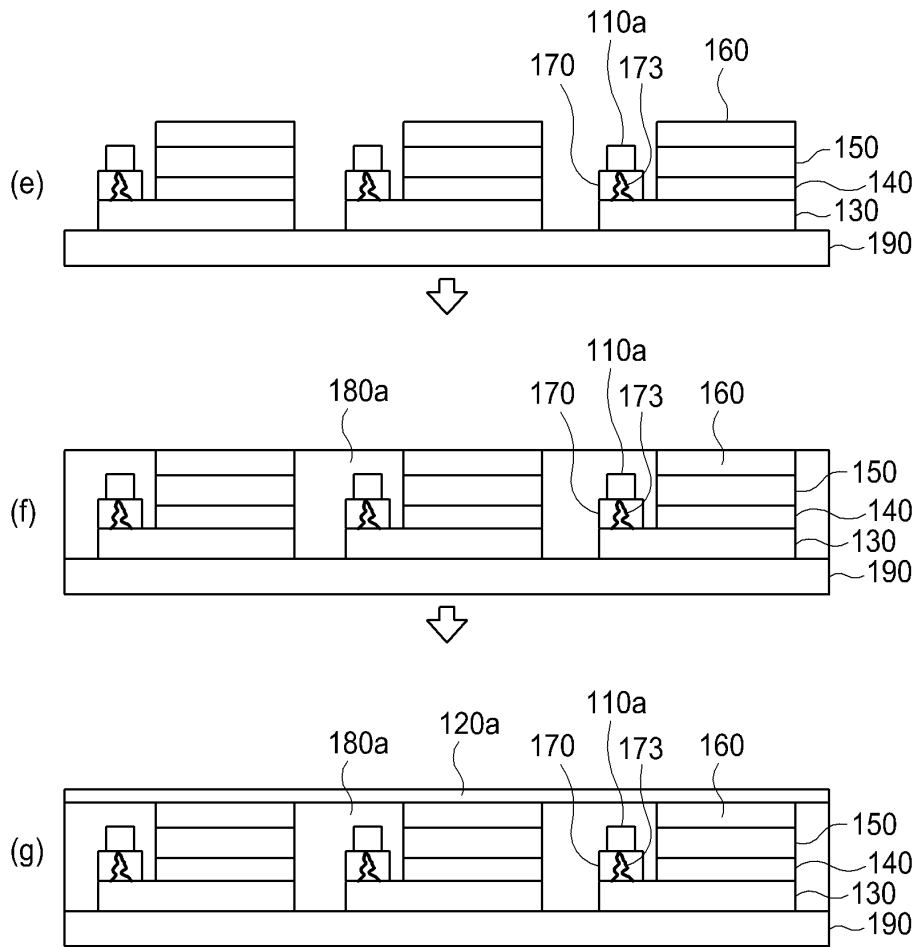




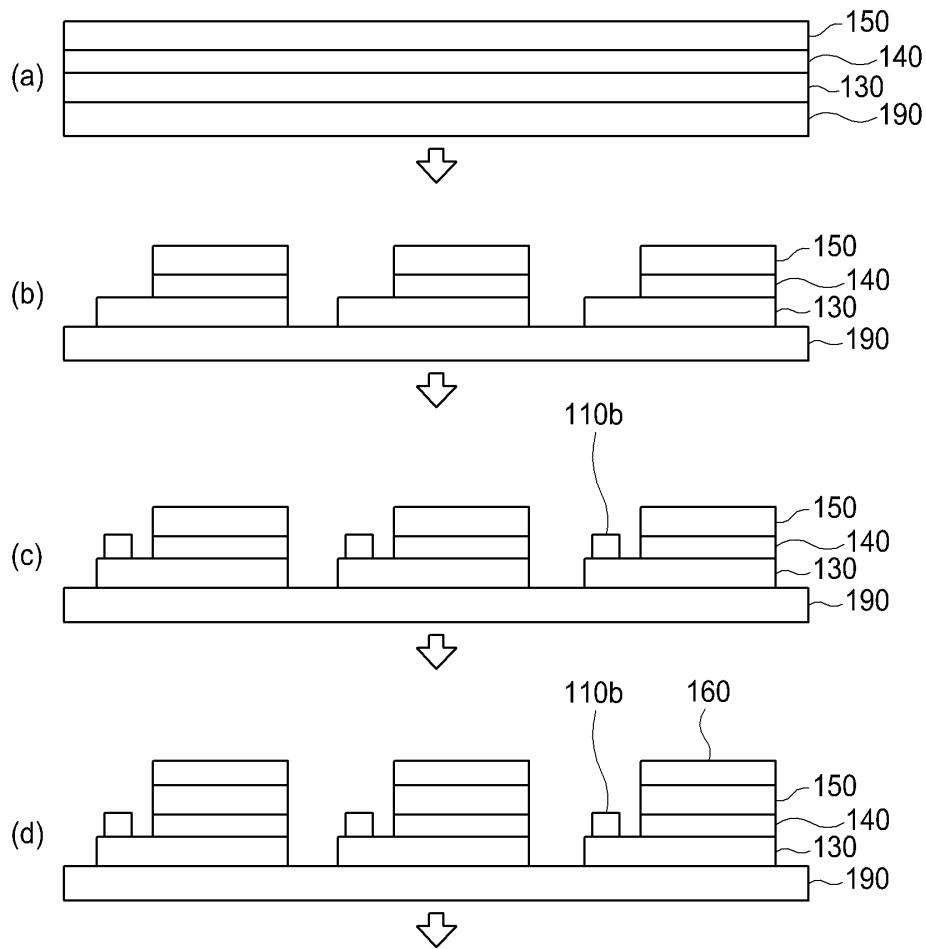
도면4a



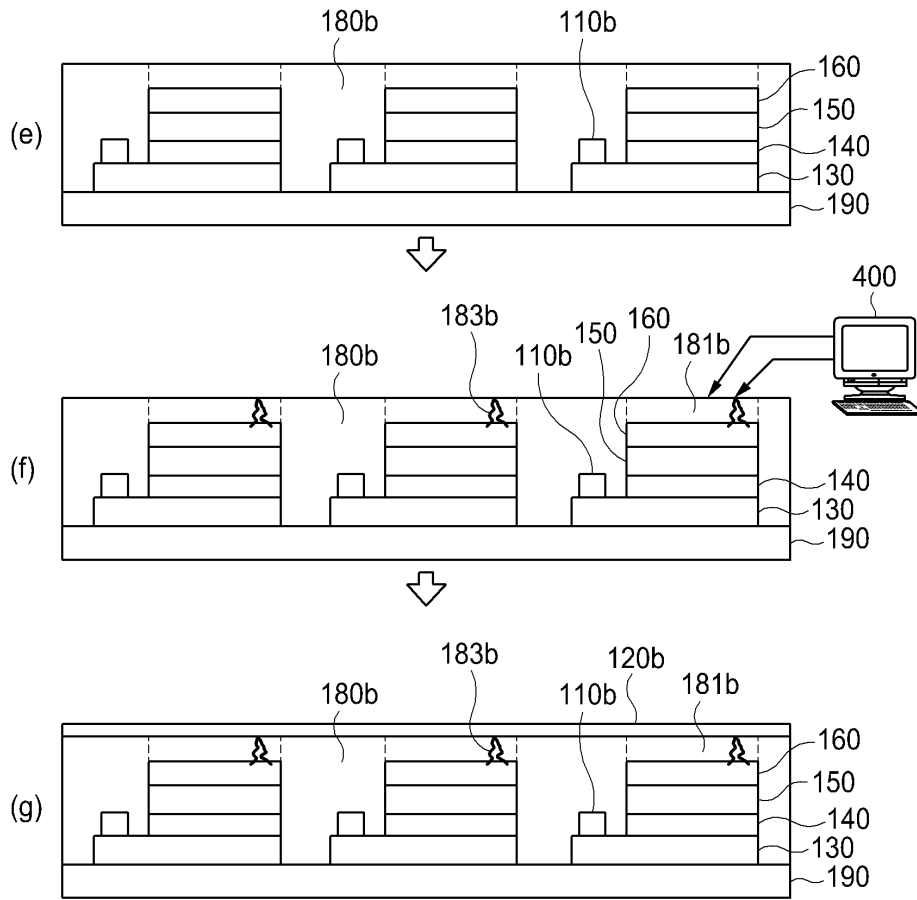
도면4b



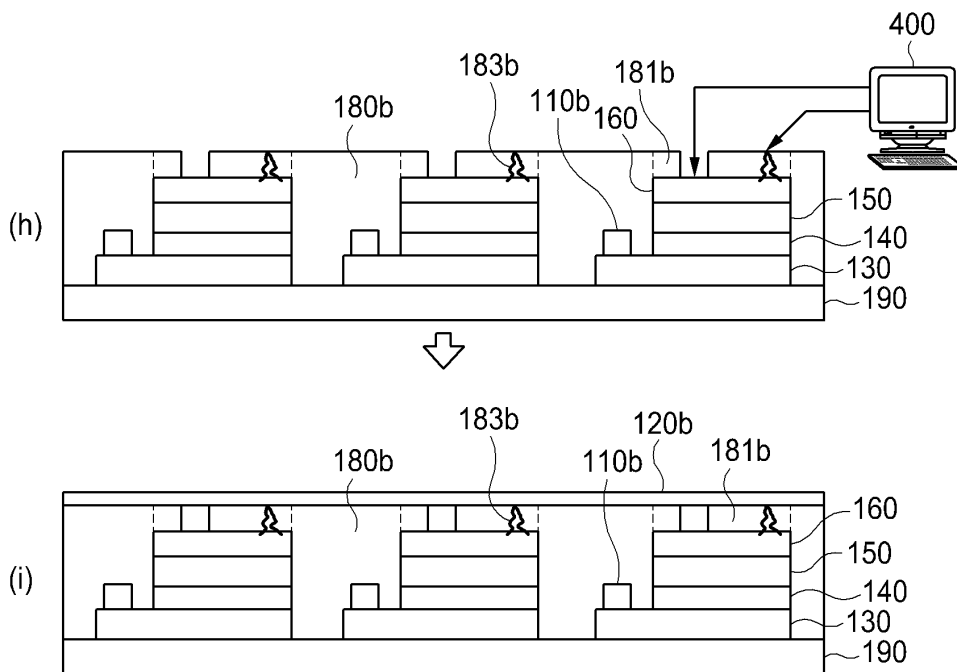
도면5a



도면5b



도면6



도면7

