



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2009년11월17일  
 (11) 등록번호 10-0926687  
 (24) 등록일자 2009년11월06일

(51) Int. Cl.  
 G09G 3/30 (2006.01) G09G 3/32 (2006.01)  
 G09G 3/20 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2008-0038071  
 (22) 출원일자 2008년04월24일  
 심사청구일자 2008년04월24일  
 (65) 공개번호 10-2008-0095799  
 (43) 공개일자 2008년10월29일  
 (30) 우선권주장 1020070039844 2007년04월24일 대한민국(KR)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 W02006079203 A1  
 KR1020040067965 A  
 KR1020070058332 A  
 KR1020070051748 A

(73) 특허권자  
**한양대학교 산학협력단**  
 서울 성동구 행당동 17 한양대학교 내  
 (72) 발명자  
**박재근**  
 경기 성남시 분당구 구미동 무지개마을 건영아파트 1003-1901  
**이곤섭**  
 서울 강남구 역삼2동 정보아파트 B동 801호  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**특허법인이상**

전체 청구항 수 : 총 20 항

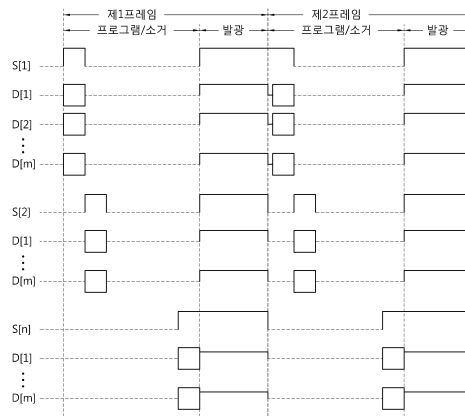
심사관 : 조기덕

**(54) 디스플레이 패널의 구동방법**

**(57) 요약**

전하트랩소자와 유기전계 발광다이오드를 가지는 디스플레이 패널의 구동방법이 개시된다. 전하트랩소자는 나노 크리스탈층을 가진다. 나노크리스탈층은 결정화되고, 분산된 나노크리스탈과 이를 매립하는 배리어층으로 형성된다. 프로그램 전압이 인가되면, 나노크리스탈은 전하를 트랩하고, 읽기 전압의 인가에 따라 유기전계 발광다이오드는 소정의 휘도로 발광한다. 계조의 표현을 위해 공급되는 데이터 신호는 패널의 모든 화소에 순차적으로 공급된다. 패널의 화소는 읽기 전압이 공급되는 동시 발광되는 메커니즘을 가진다.

**대표도 - 도18**



(72) 발명자

**이수환**

서울 도봉구 창1동 주공아파트 4단지 409동 204호

**신동원**

서울 양천구 신월4동 1042번지 삼익플라주 209

**김달호**

서울 서초구 방배3동 539-16 중앙하이츠빌라 1동 202호

**서성호**

서울 중랑구 신내동 신내아파트 909-905

**남우식**

경기 화성시 동탄면 중리 성원아파트 106동 804호

**승현민**

서울 송파구 풍납1동 148-27호 3층

**이중대**

경기 의정부시 신곡2동 1042번지 드림벨리아아파트 101-101

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

화소들에 순차적으로 프로그램 전압 또는 소거 전압에 상응하는 데이터 신호를 인가하여 각각의 화소들을 프로그램 상태 또는 소거 상태로 설정하는 단계; 및

상기 프로그램 상태 또는 소거 상태에 진입된 모든 화소들에 읽기 전압에 상응하는 데이터 신호를 공급하여 상기 화소들을 동시 발광시키는 단계를 포함하는 디스플레이 패널의 구동방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 각각의 화소들을 프로그램 상태 또는 소거 상태로 설정하는 단계는,

해당하는 주사 라인에 주사 신호를 공급하여 해당하는 주사 라인에 연결된 화소들을 선택하는 단계; 및

상기 선택된 화소들에 프로그램 전압 또는 소거 전압에 상응하는 데이터 신호들을 공급하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 화소는,

상기 프로그램 상태에서 전하를 트랩하고, 상기 소거 상태에서 전하가 제거되는 전하트랩소자; 및

상기 전하트랩소자에 연결된 유기전계 발광다이오드를 포함하고,

상기 읽기 전압의 공급에 따라 소정의 휘도로 발광동작을 수행하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 전하트랩소자는 나노크리스탈층을 가지고, 인가되는 상기 프로그램 전압 또는 소거 전압에 따라 나노크리스탈층에 트랩되는 전하량이 제어되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 전하트랩소자는 프로그램 전압이 높을수록 저항이 증가하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 프로그램 전압은 상기 읽기 전압보다 높은 레벨로 설정되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 소거 전압은 상기 프로그램 전압보다 높은 레벨로 설정되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

### 청구항 8

제2항에 있어서, 상기 주사 신호가 공급되는 주사 라인 이외의 주사 라인들은 플로팅되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

### 청구항 9

제8항에 있어서, 상기 소거 전압은 상기 프로그램 전압보다 높게 설정되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

### 청구항 10

다수의 주사 라인들 및 다수의 데이터 라인들이 교차하는 영역에 형성된 화소들을 가지는 디스플레이 패널의 구

동방법에 있어서,

특정의 주사 라인을 선택하고, 상기 선택된 주사 라인에 연결된 화소들에 프로그램 전압에 상응하는 데이터 신호를 인가하여 상기 화소들의 전하트랩소자를 프로그램 상태로 설정하는 단계; 및

상기 디스플레이 패널의 모든 화소들에 대해 프로그램 동작을 완료한 후, 상기 모든 화소들을 선택하고, 읽기 전압에 상응하는 데이터 신호를 인가하여 상기 모든 화소들의 유기전계 발광다이오드를 동시 발광시키는 단계를 포함하고,

상기 전하트랩소자는 전하를 트랩하는 나노크리스탈층을 가지고, 상기 유기전계 발광다이오드는 상기 전하트랩소자의 상부 또는 하부에 구비되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 상기 프로그램 전압은 전압의 증가에 따라 전류가 감소하는 부저항 영역에서 설정되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

**청구항 12**

제10항에 있어서, 상기 프로그램 상태로 설정된 화소는 발광 동작이 수행되기 이전에 플로팅되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 상기 화소의 플로팅은 해당하는 화소에 연결된 주사 라인에 전압을 공급하지 않는 것에 의해 달성되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

**청구항 14**

제10항에 있어서, 상기 유기전계 발광다이오드를 동시 발광시키는 단계 이후에, 상기 패널의 모든 화소에 소거 전압에 상응하는 데이터 신호를 인가하여 상기 패널의 모든 화소를 소거 상태로 진입시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

**청구항 15**

제14항에 있어서, 상기 소거 상태는 상기 전하트랩소자에 트랩된 전하가 제거된 상태인 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

**청구항 16**

전하트랩소자와 유기전계 발광다이오드를 화소로 가지는 디스플레이 패널의 구동방법에 있어서,

상기 화소에 프로그램 전압을 인가하여 상기 전하트랩소자의 저항을 제어하는 단계;

상기 저항이 조절된 전하트랩소자를 가지는 상기 화소에 읽기 전압을 인가하여 상기 유기전계 발광다이오드를 발광시키는 단계; 및

상기 화소에 상기 프로그램 전압보다 높은 소거 전압을 인가하여 상기 전하트랩소자에 트랩된 전하를 소거시키는 단계를 포함하는 디스플레이 패널의 구동방법.

**청구항 17**

제16항에 있어서, 상기 읽기 전압은 상기 프로그램 전압보다 낮게 설정되고, 상기 유기전계 발광다이오드는 조절된 저항에 상응하는 구동전류에 따라 발광되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

**청구항 18**

제16항에 있어서, 상기 저항은 상기 프로그램 전압이 상승할수록 증가하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

**청구항 19**

전하트랩소자와 유기전계 발광다이오드를 화소로 가지는 디스플레이 패널의 구동방법에 있어서,

상기 화소에 프로그램 전압 또는 소거 전압을 인가하여 상기 전하트랩소자의 저항을 제어하는 단계; 및

상기 저항이 조절된 전하트랩소자를 가지는 상기 화소에 읽기 전압을 인가하여 상기 유기전계 발광다이오드를 발광시키는 단계를 포함하고,

상기 소거 전압은 상기 프로그램 전압보다 높으며, 상기 프로그램 전압은 상기 읽기 전압보다 높은 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

**청구항 20**

제19항에 있어서, 상기 프로그램 전압이 상승하는 경우, 상기 저항은 증가하며, 상기 소거 전압이 인가되는 경우, 상기 저항은 최대값을 가지는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

<1> 본 발명은 발광소자의 구동방법에 관한 것으로, 더욱 상세하기는 유기 발광층의 상부 또는 하부에 구비된 전하트랩소자를 이용한 화소를 가지는 디스플레이 패널의 구동방법에 관한 것이다.

**배경기술**

- <2> 유기전계발광소자는 발광체인 유기 화합물을 이용하는 자발광 소자이다. 즉, 유기 화합물에 전압을 인가하여 전류를 공급하면, 유기 화합물 내에서 주입된 전자와 정공의 재결합이 일어나고, 재결합에 의해 발생하는 에너지가 유기 분자들을 자극하여 발광동작이 일어난다. 이러한 유기전계발광장치는 자체적으로 발광하는 자발광 특성을 가지며, 넓은 시야각, 고선명, 고화질 및 고속 응답특성 등의 장점을 가진다. 따라서, 액정표시장치를 대체할 수 있는 새로운 디스플레이로 각광을 받고 있으며, 현재는 소형 패널을 중심으로 제품이 양산되고 있다.
- <3> 이러한 유기전계발광장치는 화소의 구조상 크게 두가지로 구분된다. 즉, 수동형 유기전계발광장치와 능동형 유기전계발광장치로 구분될 수 있다. 특히, 능동형 유기전계발광장치는 각각의 화소가 능동소자인 트랜지스터를 가지고 있다. 적어도 하나의 트랜지스터를 가지는 각각의 화소에는 주사 신호 및 데이터 신호가 인가된다. 주사 신호의 인가에 의해 해당하는 화소는 선택되고, 선택된 화소에는 데이터 신호가 공급된다. 화소에 공급된 데이터 신호에 의해 유기발광 다이오드는 소정의 휘도로 발광동작을 수행한다.
- <4> 상술한 능동형 유기전계발광장치의 각각의 화소는 적어도 하나의 트랜지스터를 포함한다. 이러한 트랜지스터는 기판 상에 형성된 박막 트랜지스터인 경우가 대부분이다. 박막 트랜지스터는 비정질 실리콘 또는 다결정 실리콘을 채널층으로 이용할 수 있다. 비정질 실리콘을 채널층으로 이용하는 경우, 낮은 캐리어의 이동도가 문제가 된다. 따라서, 캐리어의 이동도가 10cm<sup>2</sup>/Vsec 이상인 다결정 실리콘을 채널층으로 이용한다. 다결정 실리콘을 채널층으로 사용하기 위해서는 먼저 저온에서 비정질 실리콘을 형성하고, 레이저 또는 촉매를 이용하여 이를 다결정 실리콘으로 상변화를 유도하는 프로세스를 채용하고 있다. 상술한 과정을 통하여 다결정 실리콘을 패널 상에 다수를 형성하고, 이를 이용하여 각각의 화소마다 박막 트랜지스터를 형성한다.
- <5> 또한, 미세한 영상 데이터를 구현하기 위해서 패널 내의 트랜지스터의 전기적 특성은 균일하게 설정되어야 한다. 즉, 각각의 화소들마다 박막 트랜지스터의 전기적 특성은 서로 동일하게 설정되어야 한다. 그러나, 제조 공정상 패널의 전체에 걸쳐 전기적 특성이 균일한 박막 트랜지스터를 형성하는 것은 매우 힘들다. 패널의 면적이 점점 증가하는 경우에는 박막 트랜지스터의 형성기술이 패널의 수율을 결정하는 핵심적인 요인이 된다.
- <6> 상술한 바와 같이 기존의 유기전계발광장치는 박막 트랜지스터를 사용하고, 대면적에 적용하기에 곤란한 결정화 기술을 이용한다. 또한, 발광의 형태가 배면 발광(bottom emission)인 경우, 형성되는 박막 트랜지스터로 인해 개구율(aperature ratio)이 감소되는 현상이 발생하기도 한다.
- <7> 특히, 기존의 능동형 유기전계발광장치의 경우, 주사 신호를 통해 주사 라인에 연결된 다수의 화소들을 선택하고, 데이터 신호를 공급하여 표현하고자 하는 계조 데이터를 저장한다. 저장된 계조 데이터는 박막 트랜지스터들의 온/오프 동작 및 전류원으로서의 동작에 의해 구동 전류를 형성한다. 형성된 구동 전류에 의해 유기 발광

층은 발광 동작을 수행한다. 특히, 구동 전류의 형성은 화소에 구비된 구동 트랜지스터의 Vgs(게이트-소스간 전압차)와 Vth(문턱전압)의 영향을 주로 받는다. 정상적인 디스플레이 동작이 수행되기 위해서는 패널 전체에 걸쳐 박막 트랜지스터들의 Vgs와 Vth는 동일한 값을 가지도록 제조되어야 한다. 그러나, 기존의 LTPS공정은 이를 충분히 달성하지 못하는 단점이 있다.

- <8> 또한, 종래의 기술을 통해 제조되는 유기전계 디스플레이 장치는 연속하는 영상의 표현에 소정의 제약을 가진다. 예컨대, 기존의 디스플레이는 한 프레임의 영상이 디스플레이된 후, 이전 프레임의 데이터 신호의 저장상태에 새로운 데이터 신호의 공급 및 저장이 수행되는 매커니즘을 가진다. 이러한 경우, 새로운 데이터 신호의 저장이 원활하게 수행되지 못하는 문제가 발생되며, 발광동작을 수행되는 각각의 화소가 정확한 계조를 표현하지 못하는 문제가 발생한다.

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

- <9> 상술한 문제점을 해결하기 위해 본 발명의 목적은, 전하트랩소자를 가지는 화소를 이용한 디스플레이 패널의 구동 방법을 제공하는데 있다.

**과제 해결수단**

- <10> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 화소들에 순차적으로 프로그램 전압 또는 소거 전압에 상응하는 데이터 신호를 인가하여 각각의 화소들을 프로그램 상태 또는 소거 상태로 설정하는 단계; 및 상기 프로그램 상태 또는 소거 상태에 진입된 모든 화소들에 읽기 전압에 상응하는 데이터 신호를 공급하여 상기 화소들을 동시 발광시키는 단계를 포함하는 디스플레이 패널의 구동방법을 제공한다.

- <11> 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 다수의 주사 라인들 및 다수의 데이터 라인들이 교차하는 영역에 형성된 화소들을 가지는 디스플레이 패널의 구동방법에 있어서, 특정의 주사 라인을 선택하고, 상기 선택된 주사 라인에 연결된 화소들에 프로그램 전압에 상응하는 데이터 신호를 인가하여 상기 화소들의 전하트랩소자를 프로그램 상태로 설정하는 단계; 및 상기 디스플레이 패널의 모든 화소들에 대해 프로그램 동작을 완료한 후, 상기 모든 화소들을 선택하고, 읽기 전압에 상응하는 데이터 신호를 인가하여 상기 모든 화소들의 유기전계 발광다이오드를 동시 발광시키는 단계를 포함하고, 상기 전하트랩소자는 전하를 트랩하는 나노크리스탈층을 가지고, 상기 유기전계 발광다이오드는 상기 전하트랩소자의 상부 또는 하부에 구비되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법을 제공한다.

- <12> 또한, 본 발명의 상기 목적은, 전하트랩소자와 유기전계 발광다이오드를 화소로 가지는 디스플레이 패널의 구동방법에 있어서, 상기 화소에 프로그램 전압을 인가하여 상기 전하트랩소자의 저항을 제어하는 단계; 상기 저항이 조절된 전하트랩소자를 가지는 상기 화소에 읽기 전압을 인가하여 상기 유기전계 발광다이오드를 발광시키는 단계; 및 상기 화소에 상기 프로그램 전압보다 높은 소거 전압을 인가하여 상기 전하트랩소자에 트랩된 전하를 소거시키는 단계를 포함하는 디스플레이 패널의 구동방법의 제공을 통해서 달성된다.

- <13> 마찬가지로, 본 발명의 상기 목적은, 전하트랩소자와 유기전계 발광다이오드를 화소로 가지는 디스플레이 패널의 구동방법에 있어서, 상기 화소에 프로그램 전압 또는 소거 전압을 인가하여 상기 전하트랩소자의 저항을 제어하는 단계; 및 상기 저항이 조절된 전하트랩소자를 가지는 상기 화소에 읽기 전압을 인가하여 상기 유기전계 발광다이오드를 발광시키는 단계를 포함하고, 상기 소거 전압은 상기 프로그램 전압보다 높으며, 상기 프로그램 전압은 상기 읽기 전압보다 높은 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 구동방법의 제공을 통해서도 달성된다.

**효 과**

- <14> 상술한 본 발명에 따르면, 각각의 화소는 높은 개구율과 넓은 시야각을 확보할 수 있으며, 소거, 프로그램 및 동시에 발광의 발광 매커니즘을 통해 효율적으로 영상을 디스플레이할 수 있다. 특히, 연속되는 프레임을 가지는 영상에서 발생하는 잔상을 제거할 수 있으며, 계조 표현을 보다 명확하게 할 수 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- <15> 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며,

본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

- <16> 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- <17> 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다.
- <18> **유기전계발광장치의 구조**
- <19> 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 유기전계발광장치의 단면도이다.
- <20> 도 1을 참조하면, 유기전계발광장치는 배면 발광(bottom emission)을 수행한다. 먼저 기판(100) 상부에는 제1 도전층(110), 유기 발광층(120), 제2 도전층(130), 제1 유기물층(140), 나노크리스탈층(150), 제2 유기물층(160) 및 제3 도전층(170)이 구비된다. 또한, 제1 도전층(110)과 유기 발광층(120) 사이에는 홀 주입층(미도시) 또는 홀 전달층(미도시)이 더 구비될 수 있고, 유기 발광층(120)과 제2 도전층(130) 사이에는 전자 수송층(미도시) 또는 전자 주입층(미도시)이 더 구비될 수 있다.
- <21> 기판(100)은 광을 투과할 수 있는 기판이면 어느 것이나 사용가능하다. 따라서, 플라스틱 기판(PE, PES, PET, PEN 등), 유리 기판, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 기판, SiC 기판, ZnO 기판, Si 기판, GaAs 기판, GaP 기판, LiAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 기판, BN 기판 AlN 기판, SOI 기판 또는 GaN 기판이 사용될 수 있다. 또한, 기판(100)이 반도체성 또는 도전성을 띄는 경우에는, 제1 도전층(110)과 기판(100) 사이에 절연체가 형성되어야 한다. 또한, 기판(100)으로는 가요성(flexible) 기판이 사용될 수 있다. 가요성 기판을 사용함에 따라 가용성 표시장치(flexible display) 또는 웨어러블 표시장치(wearable display)가 구현될 수 있다.
- <22> 제1 도전층(110)은 홀 공급을 위한 애노드 전극으로 작용한다. 따라서, 높은 일함수와 투광성을 가진 투명 금속 산화물, 예컨대 ITO(Indium Tin Oxide) 또는 IZO(Indium Zinc Oxide)를 이용하여 형성할 수 있다. 상기 ITO 외에도 화학적 안정성이 우수한 폴리티오펜(polythiophene) 등을 포함한 공액 고분자가 제1 도전층(110)으로 이용될 수 있다. 또한, 제1 도전층(110)으로는 금속 물질이 이용될 수 있다. 금속을 제1 도전층(110)으로 이용하는 경우, 투광성을 확보하기 위해 얇은 박막으로 형성한다. 즉, 높은 일함수를 확보하기 위해 Al 등을 사용하고, 도전성을 보완하기 위해 ITO를 Al 금속막 상에 형성할 수 있다.
- <23> 유기 발광층(120)에서는 홀과 전자가 결합하여 광이 생성된다. 상기 유기 발광층(120)은 고분자 또는 저분자 물질을 이용하며 형성된다. 유기 발광층(120)의 형성에 이용되는 저분자 물질로는 8-하이드록시퀴놀린 알루미늄(hydroxyquinoline aluminum; Alq<sub>3</sub>) 등이 이용될 수 있으며, 고분자 물질로는 폴리피페닐렌비닐렌(poly(p-phenylenevinylene); PPV), 폴리피페닐렌(poly(p-phenylene); PPP), 폴리플루오렌(poly(fluorene)s)을 이용할 수 있다.
- <24> 또한, 제1 도전층(110)과 유기 발광층(120) 사이에 형성될 수 있는 홀 주입층으로는 카파프타로야닌(copper phthaloyanine; CuPc) 등이 있으며, 홀 전달층으로는 α-NPD 등의 저분자 물질 또는 폴리엔비닐카바졸(poly(n-vinylcarbazole); PVK) 등의 고분자 물질 등이 사용될 수 있다.
- <25> 또한, 유기 발광층(120)과 제2 도전층(130) 사이에는 전자 수송층(미도시) 또는 전자 주입층(미도시)이 더 형성될 수 있으며, 전자 수송층으로는 Alq<sub>3</sub> 등이 이용되며, 전자 주입층으로는 리튬 플루오린(lithium fluoride; LiF) 등이 이용될 수 있다.
- <26> 상기 제2 도전층(130)은 유기 발광층(120)에 전자를 공급하는 캐소드 전극으로 이용되며, 전기 전도성을 가진다. 상기 제2 도전층(130)으로는 유기물과의 접촉시 계면 특성을 유지할 수 있는 Al, Au, Pt 또는 Cu 등이 이용될 수 있다. 또한, 유기 발광층(120)의 계면에 형성되는 장벽(barrier)을 낮추고, 전자의 주입시에 높은 전류 밀도를 획득할 수 있는 낮은 일함수를 가진 금속이 이용됨이 바람직하다. 따라서, 낮은 일함수를 가지고, 화학적으로 안정한 Al이 이용됨이 바람직하다.
- <27> 제1 유기물층(140)은 고분자 물질 또는 저분자 물질로 형성되며, 고분자 물질로는 PVK 또는 폴리스티렌(polystyrene; Ps)이 이용될 수 있으며, 저분자 물질로는 AIDCN, α-NPD 또는 Alq<sub>3</sub>가 이용될 수 있다.

- <28> 나노크리스탈층(150)은 전하가 충전 또는 방전되어 발광 소자의 프로그램 상태 또는 소거 상태를 실현한다. 나노크리스탈층(150)은 나노크리스탈(151)과 배리어층(152)을 가진다. 나노크리스탈(151)은 Al, Mg, Zn, Ni, Fe, Au 및 Ag로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 적어도 어느 하나 또는 이들의 합금으로 형성된다. 또한, 상기 배리어층(152)은 나노크리스탈(151)을 감싸도록 형성되며, 산화물로 형성될 수 있다. 예컨대, 상기 나노크리스탈(151)이 Al로 형성되고, 배리어층(152)이 Al<sub>x</sub>O<sub>y</sub>로 형성될 수 있다.
- <29> 상기 제2 유기물층(160)은 상기 제1 유기물층(140)과 마찬가지로 PVK 또는 Ps 등의 고분자 물질 또는 AIDCN, α-NPD 또는 Alq3 등의 저분자 물질로 형성될 수 있다.
- <30> 상기 제3 도전층(170)은 나노크리스탈층(150)에 전하를 공급하는 캐소드 전극으로 사용된다. 또한, 전기 전도성을 갖는 물질이면, 어느 것이나 사용가능하다.
- <31> 한편, 상기 도 1에 도시된 유기 발광층(120) 및 유기물층들(140, 160)은 고분자 물질 및 저분자 물질을 혼합하여 형성할 수도 있다.
- <32> 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 유기전계발광장치를 도시한 다른 단면도이다.
- <33> 도 2를 참조하면, 유기전계발광장치는 전면 발광(top emission) 동작을 수행한다. 즉, 유기 발광층(120)에서 발생된 광은 제3 도전층(170)을 통과하여 기판(100)의 상부를 향하여 출사된다.
- <34> 상기 도 2에서 제1 도전층(110)은 전자를 공급하는 캐소드 전극이며, 제3 도전층(170)은 홀을 공급하는 애노드 전극이다. 따라서, 도 2에서 개시된 제1 도전층(110)의 전기적 역할과 재질은 상기 도 1에 도시된 제3 도전층(170)과 동일하며, 도 2에 개시된 제3 도전층(170)의 전기적 역할과 재질은 상기 도 1에 도시된 제1 도전층(110)과 동일하다. 또한, 상기 도 2에 도시된 구조가 도 1에 비해 상이한 점은 나노크리스탈층(150)이 유기 발광층(120)의 하부에 구비된다는 것이다.
- <35> 또한, 나노크리스탈층(150)의 형성은 다양한 방법을 통해 구현된다. 즉, 증발 증착 챔버 내에서 금속을 증착하고 산화를 통해 나노크리스탈(151)과 배리어층(152)이 형성될 수 있다. 또한, 상기 나노크리스탈층(150)은 하나의 적층구조 이외에 다수의 나노크리스탈층이 적층된 구조로도 형성될 수 있다.
- <36> **나노크리스탈층의 형성**
- <37> 또한, 나노크리스탈층(150)은 다양한 방법을 통해서 형성될 수 있다. 즉, 2개의 배리어층들 및 배리어층 사이에 개재된 금속막을 형성한 다음, 큐어링을 통해 배리어층에 의해 매몰된 나노크리스탈을 형성할 수도 있다. 이외에도, 나노크리스탈이 분산된 유기 물질을 형성하고, 유기물층 내에 매몰된 나노크리스탈을 형성할 수도 있다.
- <38> 도 3 내지 도 5는 본 발명의 일실시예에 따라 나노크리스탈층을 산화 공정을 통해 형성하는 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.
- <39> 도 3을 참조하면, 기판(100) 상부에 제1 도전층(110)을 형성한다. 상기 제1 도전층(110)은 홀 주입이 용이한 전도성 금속 또는 그 산화물로 형성될 수 있는데, ITO, IZO(Indium Zinc Oxide), Au, Ag 또는 Pt 등이 사용될 수 있다.
- <40> 제1 도전층(110)이 형성된 기판(100) 상에는 홀 주입층, 홀 전달층, 유기 발광층(120) 및 전자 주입층을 순차적으로 형성한다.
- <41> 이어서, 유기 발광층(120) 또는 전자 주입층 상부에 제2 도전층(130)을 형성한다. 만일, 전자 주입층이 개재되지 않은 경우, 상기 제2 도전층(130)은 유기 발광층(120) 상부에 직접 형성되며, 전자 주입층 또는 그 이외의 기능성 박막이 형성되는 경우, 상기 제2 도전층(130)은 전자 주입층 또는 기능성 박막 상에 형성된다.
- <42> 제2 도전층(130) 상부에는 제1 유기물층(140)이 형성된다.
- <43> 도 4를 참조하면, 제1 유기물층(140) 상부에 나노크리스탈층(150)이 형성된다. 먼저, 제1 유기물층(140) 상부에 금속층(150a)이 증착되고, 산소 플라즈마를 이용한 산화 공정이 실시된다. 상기 금속층(150a)은 결정립계(grain boundary)를 가지도록 형성됨이 바람직하다.
- <44> 산소 가스를 주입하여 금속층(150a)에 대한 산화 공정의 수행시, 산소 플라즈마는 금속층(150)의 결정립계를 따라 침투하여 금속층(150)을 산화시킨다. 따라서, 결정립계 내부의 금속은 나노크리스탈(151)로 형성되고, 나노크리스탈(151)의 표면은 산화물로 형성된다. 결국, 나노크리스탈(151)은 산화물 내에 매립된 형상으로 형성된다. 형성된 산화물은 배리어층(152)으로 작용한다.

- <45> 상기 금속층(150a)은 열 증착, E-beam 증착, 스퍼터링 증착, CVD, MOCVD, MBE 또는 ALD 등의 알려진 증착 공정을 이용하여 형성될 수 있다.
- <46> 도 5를 참조하면, 나노크리스탈층(150) 상부에 제2 유기물층(160) 및 제3 도전층(170)을 순차적으로 형성한다.
- <47> 도 6 내지 도 8은 본 발명이 실시시에 따라 나노크리스탈층을 형성하기 위한 방법을 설명하기 위한 다른 단면도들이다.
- <48> 먼저, 도 6을 참조하면, 상기 도 1에 도시된 방법을 통하여, 기판(100) 상에 제1 도전층(110), 유기 발광층(120), 제2 도전층(130) 및 제1 유기물층(140)을 형성한다.
- <49> 도 7을 참조하면, 제1 유기물층(140) 상부에 제1 배리어층(180), 금속층(150a), 제2 배리어층(185) 및 제2 유기물층(160)을 순차적으로 형성한다.
- <50> 상기 제1 배리어층(180) 및 제2 배리어층(185)은 후속 공정에서 나노크리스탈층(150)의 나노크리스탈(151)을 감싸는 전자의 터널링 배리어(152)를 형성하기 위해 구비된다. 또한, 상기 배리어층들(180, 185)은 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 또는 TiO<sub>2</sub> 등의 금속 산화물일 수 있다. 또한, 상기 금속층(150a)은 증착 방식을 통해 형성될 수 있다.
- <51> 상기, 제2 유기물층(160)이 형성된 이후, 큐어링 공정이 실시된다. 큐어링 공정을 통해 금속층(150a)의 상하에 배치된 제1 배리어층(180) 및 제2 배리어층(185)은 금속층(150a)의 나노크리스탈 영역을 감싸게 된다.
- <52> 따라서, 상기 도 8에 도시된 바대로 나노크리스탈(151)과 이를 감싸는 배리어층(152)이 일체로 형성된다. 상기 큐어링 공정은 150℃ 내지 300℃의 온도 범위에서 0.5 내지 4시간 동안 진행됨이 바람직하다.
- <53> 또한, 상기 큐어링은 제2 유기물층(160)을 형성하기 이전에 실시될 수도 있다. 즉, 큐어링에 의해 나노크리스탈층(150)이 형성되고, 이후에 제2 유기물층(160)이 나노크리스탈층(150) 상부에 형성될 수도 있다. 이어서, 제2 유기물층(160) 상부에 제3 도전층(170)을 형성하면, 상기 도 8에 개시된 구조물을 얻을 수 있다.
- <54> 도 9 및 도 10은 본 발명의 실시시에 따라 나노크리스탈층의 다른 형성방법을 설명하기 위한 단면도들이다.
- <55> 도 9를 참조하면, 기판(100) 상에 제1 도전층(110), 유기 발광층(120) 및 제2 도전층(130)이 형성된다.
- <56> 나노크리스탈(151)은 쇼트키 배리어층의 역할을 수행하는 유기물층(145) 내에 개별적으로 분산된 양상을 가진다. 또한, 나노크리스탈(151)은 배리어층(153)에 의해 감싸여지는 형상이 된다. 따라서, 상기 도 9에 도시된 나노크리스탈층(150)은 나노크리스탈(151), 배리어층(153) 및 유기물층(145)으로 구성된다.
- <57> 이외에도 유기물층(145) 내에 배리어층(153)이 배제되고, 나노크리스탈(151)이 분산된 형태로 존재할 수도 있다.
- <58> 상기 도 9에 도시된 나노크리스탈층(150)을 형성하기 위하여 나노크리스탈(151)과 유기 고분자가 혼합된 용액을 스펀코팅하고, 자연 건조 또는 소정의 온도로 건조하는 베이킹(baking) 동작을 수행한다. 상술한 동작을 통해 쇼트키 배리어층인 유기물층(145) 내에 균일하게 분산된 나노크리스탈(151) 또는 배리어층(153)으로 감싸진 나노크리스탈(151)을 얻을 수 있다. 이러한 과정을 좀 더 자세히 설명하면 다음과 같다.
- <59> 도 11은 상기 도 9에 도시된 나노크리스탈층을 형성하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- <60> 도 11을 참조하면, 먼저, 금속염으로 HAuCl<sub>4</sub>를 수성 용매중 순수(DI water)에 용해하여 금속염의 수용액을 제조한다. 이 때, 금속염의 수용액 내에서 금속염은 H<sup>+</sup> 및 AuCl<sub>4</sub><sup>-</sup>로 이온화되어 Au 소스로 작용한다. 또한, TOAB(tetraoctylammonium)를 비수성 용매인 톨루엔에 용해시켜 이온화된 TOAB를 포함하는 톨루엔 용액을 제조한다. 상기 이온화된 TOAB는 후속 공정에서 금속을 함유하는 AuCl<sub>4</sub><sup>-</sup>를 톨루엔 용액 내로 이동시키는 상전이 촉매의 기능을 수행한다.
- <61> 이어서, TOAB가 포함된 톨루엔 용액과 금속염의 수용액을 교반시킨다. 교반에 의해 금속을 함유하는 AuCl<sub>4</sub><sup>-</sup>가 톨루엔 용액으로 이동한다. 또한, 상기 톨루엔 용액에 Au로 이루어진 나노크리스탈의 분산을 균일하게 하는 분산 안정제(stabilizer)로서 CB(carbazole terminated thiol)를 첨가하여 교반한다. 상기 교반은 상온에서 5 내지 20분 정도 진행되는 것이 바람직하다.
- <62> 이어서, CB가 첨가된 톨루엔 용액에 AuCl<sub>4</sub><sup>-</sup>를 환원시키기 위한 환원제로서 NaBH<sub>4</sub>(sodium brohydride)를 첨가하여 교반을 진행한다. 이 때, 교반은 500rpm 이상의 속도로 상온에서 3 내지 10시간 동안 진행되는 것이 바람직하다.

- <63> 상술한 과정을 통해, 톨루엔 용액 내에는 Au를 가지는 나노크리스탈과 CB의 결합물질이 형성된다. 이 때, CB는 나노크리스탈을 감싸는 형태로 형성되므로, 분산 안정제의 역할 뿐 아니라, 배리어 물질들과 동일하게 전자의 터널링 배리어로도 작용한다.
- <64> 계속해서, 톨루엔 용액을 증발시켜 나노크리스탈과 CB의 결합 물질을 잔류시킨다.
- <65> 이어서, Au를 가지는 나노크리스탈과 CB의 결합 물질을 클로로포름(chloroform)에 용해시키는데 이는 고분자 물질과의 혼합을 위한 것이다. 상기 결합 물질이 용해된 클로로포름 용액에 고분자 물질로 PVK를 혼합시킨다.
- <66> 최종적으로 CB에 의하여 감싸여진 나노크리스탈과 고분자 물질이 혼합된 최종 용액이 생성된다. 최종 용액은 기판 상에 스핀 코팅되고, 유기물층의 구조가 형성된다. 유기물층 내에는 나노크리스탈이 분산된 상태로 존재하고, 이를 감싸는 CB가 배리어층으로 작용한다.
- <67> 이어서, 도 10을 참조하면, 나노크리스탈층(150) 상에 제3 도전층(170)을 형성한다. 상기 도 10에 개시된 구조물에서는 상기 도 1 및 도 2에 도시된 제1 유기물층 및 제2 유기물층의 개재를 필수적으로 요청하지 않는다. 이는 나노크리스탈층(150)이 유기 고분자로 구성된 유기물층(145)을 포함하기 때문이다.
- <68> **유기전계발광장치의 특성**
- <69> 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 유기전계발광장치의 전류-전압 특성을 도시한 그래프이다.
- <70> 도 12에서 측정된 유기전계발광장치는 제1 도전층으로 150nm의 ITO, 홀 주입층으로 20nm의 CuPc, 홀 전달층으로는 40nm의  $\alpha$ -NPB, 유기 발광층으로는 60nm의 Alq3, 전자 주입층으로는 0.5nm의 LiF, 제2 도전층으로는 80nm의 Al, 제1 유기물층으로는 30nm의 AIDCN, 금속층으로는 20nm의 Al, 제2 유기물층으로는 30nm의 AIDCN 및 제3 도전층으로는 80nm의 Al을 적층한 구조이다. 제1 도전층의 ITO와 금속층의 Al은 산소 플라즈마 처리한다. 제1 도전층의 산소 플라즈마 처리는 클리닝과 일함수를 감소시키기 위해 약 30초 동안 실시하고, 금속층을 구성하는 Al의 산소 플라즈마 처리는 나노크리스탈층을 형성하기 위해 약 300초 동안 실시한다. 이러한 Al로 구성된 금속층의 산소 플라즈마 처리에 의한 나노크리스탈층의 형성은 상기 도 3 내지 도 5에 개시된 방법에 따른 것이다.
- <71> 또한, 제1 및 제2 유기물층은 AIDCN으로 형성되고, 나노크리스탈층을 이용한 발광 소자의 제1 도전층 및 제2 도전층에 소정 전압 범위의 전압을 인가하고, 전류를 측정한다. 즉, 제1 도전층에 양의 전압을 연결하고, 제3 도전층에 음의 전압을 연결하여, 양단간의 전압차에 따른 전류를 측정한다.
- <72> 먼저, 일정 레벨의 전압까지는 전압의 증가에 따라 전류가 증가한다. 계속하여 전압차를 증가시키면, 전압의 증가에 따라 전류가 감소하는 부저항(Negative Differential Resistance; NDR) 영역이 나타난다. 계속해서 전압차를 증가시키면, 전압의 증가에 따라 전류가 증가한다.
- <73> 예컨대, 제1 도전층과 제3 도전층 사이의 전압차가 약 3V 인 경우, 발광 소자를 흐르는 전류는 증가하게 된다. 즉, 문턱전압  $V_{th}$  이상에서, 발광 소자를 흐르는 전류는 갑자기 증가한다. 또한, 약 4.5V의 전압차에서 그 전류값은 최대치가 된다. 전류의 최대치가 발생하는 전압을 피크 전압  $V_p$ 라 명명한다. 또한, 피크전압  $V_p$  이상인 영역, 즉, 약 4.5V부터 6V까지의 전압 증가 범위에서 전류가 감소하는 부저항 영역이 나타난다. 그 후, 약 6V부터 전압이 증가함에 따라 전류는 다시 증가한다. 본 발명에서는 전압의 증가에 따라 전류가 증가하는 높은 전압을 소거 전압  $V_e$ 이라 지칭한다.
- <74> 본 발명에서는 상술한 현상을 이용하여 프로그램 동작, 소거 동작 및 읽기 동작을 수행한다. 예컨대, 프로그램 동작은 부저항 영역에서 설정될 수 있으며, 읽기 동작은 문턱 전압 이하의 영역에서 설정될 수 있다. 또한, 소거 동작은 소거 전압의 영역으로 세팅함이 바람직하다.
- <75> 또한, 본 발명의 유기전계발광장치는 프로그램 전압의 크기에 따라, 읽기 동작시에 크기가 다른 전류가 흐름을 알 수 있다.
- <76> 예컨대, 도 12의 도면부호 I1은 최초 오프 상태에서부터 전압-전류 특성곡선을 도시한 것이다. 또한, 도면부호 I2 내지 I4는 도면부호 I1에서 프로그램 전압을 달리한 특성 그래프이다.
- <77> 즉, I2는 프로그램 전압을 4.5V로 인가한 경우의 특성 그래프이다. 또한, I3은 프로그램 전압을 5.3V로 인가한 경우이며, I4는 프로그램 전압을 6V로 인가한 경우이다.
- <78> 상기 프로그램 전압들은 특성곡선의 부저항 영역에서 설정된 것들이다. 상기 도 12에서 프로그램 전압이 높은 경우, 읽기 전압  $V_r$ 에서 전류는 낮은 값을 가진다.

- <79> 소거 동작은 부저항 영역을 상회하는 전압 레벨인 소거 전압  $V_e$ 를 인가하여 구현한다. 즉, 소거 동작이 완료된 후에는 I1의 특성곡선을 따른다.
- <80> 본 발명에서 프로그램 전압의 차이에 따라 동일한 유기전계발광장치를 흐르는 구동 전류는 다르게 설정되며, 소거 동작이 일어나면 특성곡선 I1로 회귀하는 특성을 가진다. 또한, 유기전계발광장치에 인가되는 전원을 제거하더라도, 상술한 전기적 상태는 전원의 재인가에 따라 동일하게 구현된다. 따라서, 유기전계발광장치는 인가된 프로그램 전압에 대한 비휘발성 메모리의 특성을 가진다.
- <81> 또한, 프로그램 전압이 인가되고, 전원이 제거되더라도 이후에 전원이 제공급된 경우, 유기전계발광장치는 프로그램 전압에 상응하는 특성 곡선에 따른다. 즉, 소거 동작이 일어나지 않는 한, 직전에 프로그램된 상태를 전원의 재인가에 따라 추종하는 비휘발성 특성을 가진다.
- <82> 상술한 현상이 발생하는 원인은 다음과 같다. 즉, 문턱 전압  $V_{th}$  이하에서는 나노크리스탈에 전하가 충전되지 않는다. 이는 배리어층에 의해 나노크리스탈로 전하의 이동이 실질적으로 일어나지 않거나, 미미하게 일어나는 것을 의미한다. 따라서, 전압의 증가에 따라 전류의 증가는 미미하게 증가한다. 이는 나노크리스탈층의 저항으로서만 기능하는 것으로 모델링될 수 있다.
- <83> 이어서, 제1 도전층과 제3 도전층에 인가되는 전압이 문턱전압 이상인 경우, 나노크리스탈에 전하의 충전이 일어난다. 이는 배리어층을 통해 전하가 터널링되고, 나노크리스탈에 전하가 트랩되는 현상에 기인한다. 따라서 문턱전압  $V_{th}$  이상에서는 전류가 급격하게 증가하게 된다.
- <84> 이후에, 전압의 지속적인 증가에 따라 전압이 피크 전압  $V_p$ 를 상회하여 부저항 영역에 진입하면, 나노크리스탈에는 전하의 부분적인 방전과 부분적인 충전이 일어난다. 또한, 나노크리스탈에 트랩된 전하의 전계의 영향 및 부분적인 충방전에 의해 인가되는 전압이 증가하더라도 전류의 양은 줄어드는 부저항 현상이 발생한다.
- <85> 계속해서 전압을 증가시키면, 전하는 더 이상 나노크리스탈에 트랩되지 않으며, 나노크리스탈에 트랩된 전하도 배리어층을 터널링하여 유기물층으로 진입되는 소거 현상이 발생한다. 따라서, 소거 전압 부근에서는 나노크리스탈에 트랩된 전하가 제거되고, 전압의 증가에 따라 전류가 증가하게 된다.
- <86> 또한, 상기 도 12에서 높은 프로그램 전압을 인가한 경우, 나노크리스탈층은 높은 저항상태를 가짐을 알 수 있다. 이는 낮은 프로그램 전압을 인가한 경우에 비해 나노크리스탈층의 전류가 감소하기 때문이다. 즉, 저항 관계식인  $R=V/I$ 에서 알 수 있듯이, 부저항 영역에서는 높은 전압에 대해 상대적으로 낮은 전류값을 가지므로, 높은 프로그램 전압의 인가는 나노크리스탈층의 저항의 감소를 가져온다.
- <87> 따라서, 높은 프로그램 전압을 인가한 후 읽기 전압을 인가하면, 나노크리스탈층은 높은 저항 상태로 인해 읽기 전압에서 낮은 전류값을 가진다. 마찬가지로 낮은 프로그램 전압을 인가한 후 읽기 전압을 인가하면, 나노크리스탈층은 상대적으로 낮은 저항 상태로 인해 읽기 전압에서 높은 전류값을 가지게 된다.
- <88> 상술한 바대로 프로그램 전압의 인가에 따라 유기전계발광장치를 흐르는 전류는 다르게 설정된다. 따라서, 발광 동작을 위해 필요한 구동전류를 프로그램 전압의 인가에 따라 설정할 수 있다.
- <89> 또한, 하단의 그래프는 소거동작이 수행된 이후의 유기전계발광장치의 전류특성을 동일 스케일로 나타낸 것으로 특성곡선 I1을 상세하게 나타낸 것이다. 이를 살펴보면 약 4V 이상에서 전압의 증가에 따라 전류가 감소하는 부저항 영역이 명확하게 나타난다.
- <90> 도 13은 제1 및 제2 유기물층을  $\alpha$ -NPD로 구성한 경우의 유기전계발광장치의 전압-전류 특성을 도시한 그래프이다.
- <91> 도 13을 참조하면, 상기 도 12에 도시된 적층구조에서 제1 유기물층과 제2 유기물층이  $\alpha$ -NPD로 구성된 것을 제외하고는 나머지는 동일하다.
- <92> 상기 도 13에서도 전기적 특성 그래프에서 부저항 영역이 나타난다. 즉, 이러한 비휘발성 메모리 특성 및 프로그램된 전압에 따라 구동전류를 달리 설정할 수 있는 특성은 제1 유기물과 제2 유기물의 종류에 크게 영향을 받지 않음을 알 수 있다. 또한, 하단의 그래프는 도 12에 설명된 바와 마찬가지로 소거동작이 수행된 이후의 유기전계발광장치의 전류특성을 동일 스케일로 나타낸 것으로, 부저항 영역을 명확하게 보여준다.
- <93> 도 14 및 도 15는 상기 도 13의 측정을 위해 제작된 유기전계발광장치를 촬영한 이미지들이다.
- <94> 특히, 도 15에서는 나노크리스탈층에 형성된 나노크리스탈과 이를 둘러싸는 배리어층이 형성됨을 보여준다.

**<95> 디스플레이 패널의 구동**

<96> 도 16는 본 발명의 도 1 및 도 2에 도시된 유기전계발광장치를 모델링한 등가 회로도이다.

<97> 도 16를 참조하면, 본 실시예에 따른 유기전계발광장치는 전하트랩소자(200)와 유기전계 발광다이오드(300)로 구성된다.

<98> 상기 전하트랩소자(200)는 상기 도 1 또는 도 2에 도시된 나노크리스탈층(150)으로 구성되며, 상기 나노크리스탈층(150)의 상하부에 구비된 제1 유기물층(140) 및 제2 유기물층(160)을 더 포함할 수 있다.

<99> 또한, 유기전계 발광다이오드(300)는 상기 도 1 또는 도 2에 도시된 바와 같이 제1 도전층(110) 및 제2 도전층(130), 상기 2개의 도전층(110, 130) 사이에 개재된 유기 발광층(120)으로 구성된다. 물론, 유기 발광층(120)과 도전층(110 또는 130) 사이에는 발광 효율을 상승시키기 위한 기능성 유기 박막, 예컨대, 홀 전달층, 홀 주입층, 전자 전달층 또는 전자 주입층이 개재될 수 있다.

<100> 상기 전하트랩소자(200)는 유기전계발광장치의 양단에 인가되는 전압에 따라, 프로그램 상태 또는 소거 상태로 설정된다. 예컨대, 프로그램 전압이 인가되고, 전원이 제거된다 하더라도, 전하트랩소자(200)는 프로그램 상태를 유지한다. 프로그램 상태의 유지는 물리적으로 나노크리스탈에 전하가 트랩된 상태를 지칭한다. 또한, 소거 상태는 소거 전압의 인가에 따라 나노크리스탈에 전하가 제거된 상태를 지칭한다.

<101> 따라서, 유기전계발광장치의 양단자에 프로그램 전압을 공급하여 표현하고자 하는 계조에 상응하는 전하를 전하 트랩소자(200)에 트랩 또는 저장한다. 또한, 발광 동작을 위해 유기전계발광장치의 양단자에 소정의 읽기 전압을 인가하여 구동전류를 발생시킨다. 구동전류는 유기전계 발광다이오드(300)를 흐르고, 유기전계 발광다이오드(300)는 소정의 휘도로 발광동작을 수행한다.

<102> 상술한 동작에서 프로그램 전압은 읽기 전압의 크기보다 상회하도록 설정됨이 바람직하다. 또한, 발광 동작 이 후나 프로그램 동작 이전에는 유기전계발광장치에 소거 전압이 인가되어 전하트랩소자(200)가 소거 상태에 있는 것이 바람직하다. 상기 소거 전압은 프로그램 전압을 상회하도록 설정됨이 바람직하다.

<103> 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따라 상기 도 16에 도시된 유기전계발광장치를 단위 화소로 구현하고, 이를 디스플레이 패널에 적용한 회로도이다.

<104> 도 17을 참조하면, 디스플레이 패널은 일 방향으로 신장된 다수의 주사 라인들(501, 502), 상기 일 방향과 교차하는 다수의 데이터 라인들(510) 및 주사 라인(501, 502)과 데이터 라인(510)이 교차하는 영역에 구비된 다수의 화소들로 구성된다.

<105> 상기 화소는 도 16에 구비된 회로적 구성을 가진다. 즉, 전하트랩소자(200)와 상기 전하트랩소자(200)에 직렬로 연결된 유기전계 발광다이오드(300)로 구성된다.

<106> 즉, 디스플레이 패널은 동일한 구성을 가진 화소들이 반복적으로 배치되는 구조를 가지되, 각각의 화소들은 주사 라인(501, 502)을 통해 공급되는 주사 신호 S[1], S[2], ..., S[n]에 의해 해당하는 화소들이 선택된다. 선택된 화소들은 데이터 라인(510)을 통해 공급되는 데이터 신호 D[1], D[2], ..., D[m]에 의해 표현하고자 하는 계조가 결정된다.

<107> 도 18은 상기 도 17에 도시된 디스플레이 패널의 동작을 설명하기 위한 타이밍도이다.

<108> 도 18을 참조하면, 각각의 주사 라인(501, 502)에 연결된 화소에 대한 프로그램 또는 소거동작이 수행된다. 상기 프로그램/소거 동작은 주사 라인(501, 502)에 대해 순차적으로 수행됨이 바람직하다. 소거 동작의 경우, 데이터 라인과 주사 라인에 소거 전압  $V_e$ 에 해당하는 전압차를 인가하는 것을 의미한다. 소거 전압을 인가하는 경우, 이후의 읽기 전압에서 낮은 계조를 표현할 수 있다. 또한, 프로그램 동작에 의해 해당하는 화소에는 인가된 프로그램 전압에 상응하는 계조를 표현할 수 있다.

<109> 먼저, 제1 주사 라인(501)을 활성화하고, 제1 주사라인(501)에 연결된 화소들에 대해 프로그램/소거 전압을 인가하여 프로그램/소거 동작을 수행한다. 이어서, 제2 주사 라인(502)을 활성화하고, 제2 주사라인(502)에 연결된 화소들에 대해 프로그램/소거 동작을 수행한다. 이러한 프로그램/소거 동작은 최종 주사 라인인 제n 주사 라인의 활성화 및 프로그램/소거 동작의 수행이 완료될 때까지 진행된다.

<110> 제1 주사 신호 S[1]이 활성화되면 상기 제1 주사 라인(501)에 연결된 화소들은 선택된다. 이는 물리적으로 상기 도 16에 도시된 유기전계발광장치의 일 전극에 전압이 공급됨을 의미한다. 제1 주사 라인(501)에 연결된 화소들

에는 데이터 신호들  $D[1, 2, \dots, m]$ 이 공급된다. 각각의 화소들에 공급되는 데이터 신호들  $D[1, 2, \dots, m]$ 은 본 발명에서 언급된 프로그램 전압또는 소거 전압에 상응한다. 더욱 상세하게 설명하면, 각각의 화소에 인가되는 데이터 신호  $D[1, 2, \dots, m]$ 의 레벨과 제1 주사 신호  $S[1]$ 의 레벨의 차이가 프로그램 전압 또는 소거 전압에 해당한다. 결국, 데이터 신호  $D[1, 2, \dots, m]$ 의 인가에 의해 화소는 소정의 레벨로 프로그램되거나, 소거된다. 프로그램된 상태는 화소에 구비된 전하트랩소자의 전하 트랩 상태를 지칭한다. 또한, 소거된 상태는 화소에 구비된 전하트랩소자의 전하가 제거된 상태를 지칭한다. 또한, 제1 주사 라인  $S[1]$ 이 활성화되고, 데이터 신호  $D[1, 2, \dots, m]$ 이 공급되는 동안, 나머지 주사 라인들은 플로팅됨이 바람직하다.

- <111> 이어서, 제2 주사 신호  $S[2]$ 가 활성화되고, 제2 주사 라인(502)에 연결된 화소들에 데이터 신호  $D[1, 2, \dots, m]$ 가 공급된다. 제2 주사 신호  $S[2]$ 가 활성화되는 동안, 나머지 주사 라인들은 전압의 공급이 차단되는 플로팅 상태가 유지됨이 바람직하다.
- <112> 상술한 과정은 마지막  $n$ 번째 주사 신호가 활성화되고,  $n$ 번째 주사 라인에 연결된 화소들에 데이터 신호  $D[1, 2, \dots, m]$ 가 공급될 때까지 진행된다.
- <113> 이어서, 모든 주사 라인을 활성화하고, 데이터 라인을 통해 읽기 전압에 상응하는 데이터 신호를 공급한다. 상기 읽기 전압에 상응하는 데이터 신호의 공급에 의해 모든 화소는 동시에 발광 동작을 수행한다. 각각의 화소들은 표현하고자하는 계조에 따라 설정된 프로그램 상태 또는 소거 상태로 진입되어 있으므로, 읽기 전압의 인가에 따라 프로그램 상태 또는 소거 상태에 상응하는 휘도로 화소들은 발광동작을 수행한다.
- <114> 상술한 바대로 하나의 영상 프레임의 디스플레이가 종료되면, 새로운 프레임의 영상을 디스플레이하기 위해, 상술한 동작들은 반복된다.
- <115> 도 19는 상기 도 17에 도시된 디스플레이 패널의 동작을 설명하기 위한 다른 타이밍도이다.
- <116> 도 19를 참조하면, 디스플레이 패널에 구비된 모든 화소들은 소거 상태를 유지한다. 소거 상태는 모든 주사라인  $S[1, 2, \dots, n]$ 을 활성화하고, 데이터 신호  $D[1, 2, \dots, m]$ 을 소거 상태에 상응하는 레벨로 모든 화소에 공급함을 통해 달성된다.
- <117> 이어서, 각각의 주사 라인(501, 502)에 연결된 화소에 대한 프로그램 동작이 수행된다. 상기 프로그램 동작은 주사 라인(501, 502)에 대해 순차적으로 수행됨이 바람직하다. 즉, 제1 주사 라인(501)을 활성화하고, 제1 주사 라인(501)에 연결된 화소들에 대해 프로그램 전압  $D[1, 2, \dots, m]$ 을 인가하여 프로그램 동작을 수행한다. 이어서, 제2 주사 라인(502)을 활성화하고, 제2 주사라인(502)에 연결된 화소들에 대해 프로그램 동작을 수행한다. 이러한 프로그램 동작은 최종 주사 라인인 제 $n$  주사 라인의 활성화 및 프로그램 동작의 수행이 완료될 때까지 진행된다.
- <118> 제1 주사 신호  $S[1]$ 이 활성화되면 상기 제1 주사 라인(501)에 연결된 화소들은 선택된다. 이는 물리적으로 상기 도 16에 도시된 유기전계발광장치의 일 전극에 전압이 공급됨을 의미한다. 제1 주사 라인(501)에 연결된 화소들에는 데이터 신호들  $D[1, 2, \dots, m]$ 이 공급된다. 각각의 화소들에 공급되는 데이터 신호들  $D[1, 2, \dots, m]$ 은 본 발명에서 언급된 프로그램 전압에 상응한다. 더욱 상세하게 설명하면, 각각의 화소에 인가되는 데이터 신호  $D[1, 2, \dots, m]$ 의 레벨과 제1 주사 신호  $S[1]$ 의 레벨의 차이가 프로그램 전압에 해당한다. 결국, 데이터 신호  $D[1, 2, \dots, m]$ 의 인가에 의해 화소는 소정의 레벨로 프로그램된다. 제1 주사 라인  $S[1]$ 이 활성화되고, 데이터 신호  $D[1, 2, \dots, m]$ 이 공급되는 동안, 나머지 주사 라인들  $S[2, \dots, n]$ 은 플로팅됨이 바람직하다.
- <119> 이어서, 제2 주사 신호  $S[2]$ 가 활성화되고, 제2 주사 라인(502)에 연결된 화소들에 데이터 신호  $D[1, 2, \dots, m]$ 가 공급된다. 제2 주사 신호  $S[2]$ 가 활성화되는 동안, 나머지 주사 라인들은 전압의 공급이 차단되는 플로팅 상태가 유지됨이 바람직하다.
- <120> 상술한 과정은 마지막  $n$ 번째 주사 신호가 활성화되고,  $n$ 번째 주사 라인에 연결된 화소들에 데이터 신호가 공급될 때까지 진행된다.
- <121> 각각의 화소에 프로그램된 프로그램 전압은 유기전계 발광다이오드를 통해 표현되는 계조에 상응한다.
- <122> 패널 상의 모든 화소들에 대한 프로그램 동작이 수행되면, 모든 주사라인을 활성화하고, 주사라인에 연결된 화소들에 읽기 전압을 인가한다. 읽기 전압의 인가에 따라, 각각의 화소는 프로그램된 전압에 상응하는 휘도로 발광 동작을 수행한다.
- <123> 발광 동작이 완료되면, 패널의 모든 주사라인을 활성화하고, 데이터 라인을 통해 소거 전압에 상응하는 데이터

신호를 인가한다. 따라서, 모든 화소는 소거 상태에 진입한다.

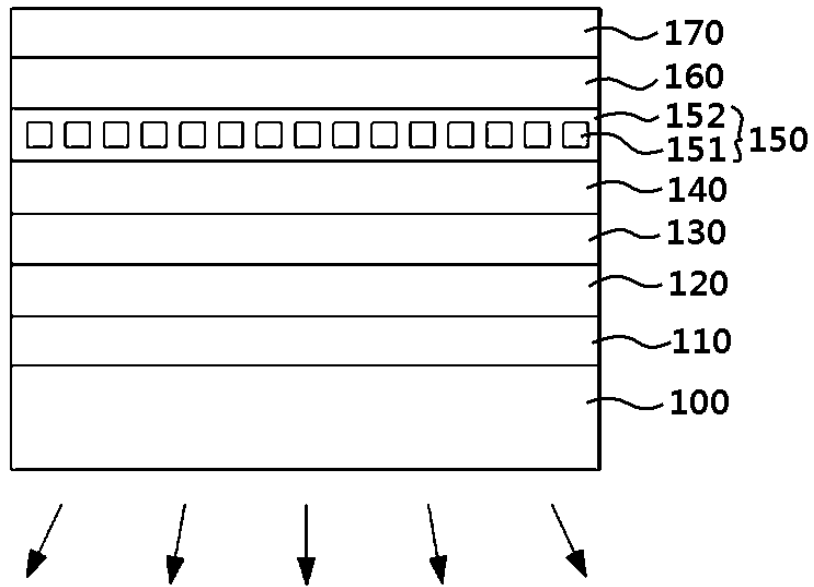
- <124> 상술한 과정은 후행하는 영상 프레임이 디스플레이에도 반복하여 수행된다.
- <125> 또한, 도 18 및 도 19에 도시된 주사 라인의 활성화 방법 이외에도 실시의 형태에 따라서, 홀수번째 주사라인의 순차적인 활성화 이후에 짝수번째 주사라인의 순차적인 활성화가 수행될 수도 있다. 물론, 짝수번째 주사라인들의 활성화 및 홀수번째 주사라인들의 활성화가 수행될 수도 있다.
- <126> 본 발명에서는 먼저, 패널의 모든 화소들에 대한 프로그램 동작 또는 소거 동작을 수행하고, 패널의 모든 화소에 대해 읽기 전압을 인가하여 발광 동작을 수행한다.
- <127> 또한, 해당하는 주사 라인에 연결된 화소들에 대한 프로그램 동작이 완료되면, 프로그램 동작이 완료된 화소들의 주사 라인은 플로팅됨이 바람직하다. 즉, 해당하는 주사라인에는 전압이 인가되지 않는 상태가 됨이 바람직하다. 이러한 플로팅 상태는 읽기 동작이 수행되기 이전까지 유지됨이 바람직하다. 따라서, 읽기 동작시에는 모든 화소의 주사 라인에 소정의 전압이 공급되고, 데이터 라인을 통해 읽기 전압이 인가된다.
- <128> 따라서, 읽기 동작이 수행되면, 패널의 화소는 순차적인 발광동작을 수행하지 아니하고, 모든 화소가 동시에 발광하는 동작을 수행하게 된다.
- <129> 상술한 과정을 통해 한 프레임의 영상이 디스플레이 되면, 다음 프레임의 영상을 디스플레이하기 위해 디스플레이 패널의 모든 화소에 소거 전압을 인가하여 모든 화소를 소거 상태로 진입시킨다. 이를 통하여 전하트랩소자를 가지는 화소에 계조 데이터를 저장하고, 영상을 동시에 디스플레이할 수 있다.
- <130> 본 발명에서 디스플레이 패널의 화소는 전하트랩소자 및 유기전계 발광다이오드를 가진다. 전하트랩소자는 유기전계발광장치의 상/하부에 구비되고, 나노크리스탈층에 트랩되는 전하에 따라 메모리 동작을 수행한다. 또한, 소거 상태에 있는 화소들은 데이터 신호의 공급에 따라 순차적으로 프로그램되고, 패널의 모든 화소는 읽기 전압의 인가에 따라 동시에 발광되는 발광 메커니즘을 가진다.
- <131> 상술한 본 발명에 의해 각각의 화소는 높은 개구율과 넓은 시야각을 확보할 수 있으며, 소거, 프로그램 및 동시에 발광의 발광 메커니즘을 통해 효율적으로 영상을 디스플레이할 수 있다. 특히, 연속되는 프레임을 가지는 영상에서 발생하는 잔상을 제거할 수 있으며, 계조 표현을 보다 명확하게 할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

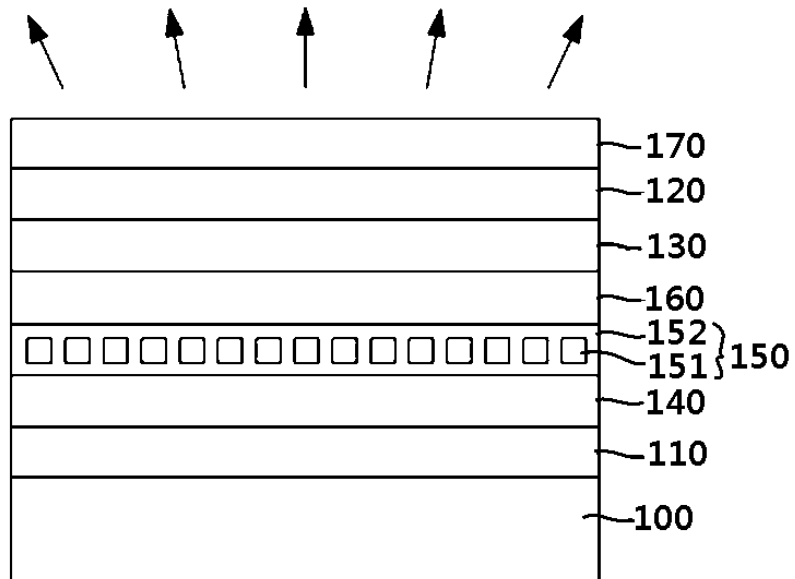
- <132> 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 유기전계발광장치의 단면도이다.
- <133> 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 유기전계발광장치를 도시한 다른 단면도이다.
- <134> 도 3 내지 도 5는 본 발명의 일실시예에 따라 나노크리스탈층을 산화 공정을 통해 형성하는 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.
- <135> 도 6 내지 도 8은 본 발명이 일실시예에 따라 나노크리스탈층을 형성하기 위한 방법을 설명하기 위한 다른 단면도들이다.
- <136> 도 9 및 도 10은 본 발명의 일실시예에 따라 나노크리스탈층의 다른 형성방법을 설명하기 위한 단면도들이다.
- <137> 도 11은 상기 도 9에 도시된 나노크리스탈층을 형성하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- <138> 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 유기전계발광장치의 전류-전압 특성을 도시한 그래프이다.
- <139> 도 13은 제1 및 제2 유기물층을  $\alpha$ -NPD로 구성한 경우의 유기전계발광장치의 전압-전류 특성을 도시한 그래프이다.
- <140> 도 14 및 도 15는 상기 도 13의 측정을 위해 제작된 유기전계발광장치를 촬영한 이미지들이다.
- <141> 도 16는 본 발명의 도 1 및 도 2에 도시된 유기전계발광장치를 모델링한 등가 회로도이다.
- <142> 도 17은 본 발명의 일실시예에 따라 상기 도 16에 도시된 유기전계발광장치를 단위 화소로 구현하고, 이를 디스플레이 패널에 적용한 회로도이다.
- <143> 도 18은 상기 도 17에 도시된 디스플레이 패널의 동작을 설명하기 위한 타이밍도이다.
- <144> 도 19는 상기 도 17에 도시된 디스플레이 패널의 동작을 설명하기 위한 타이밍도이다.

도면

도면1



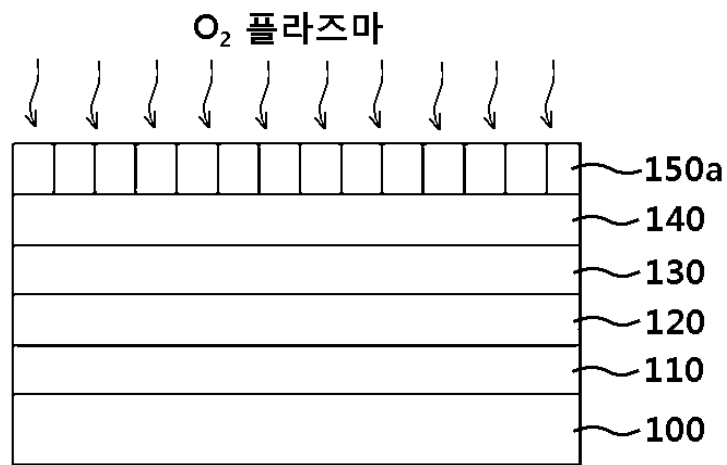
도면2



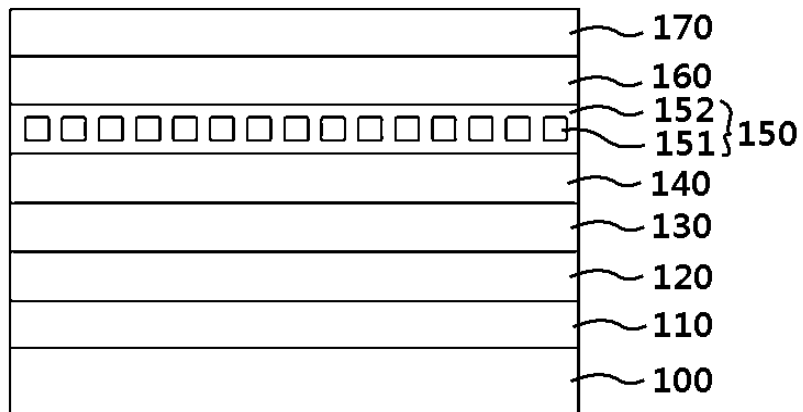
도면3



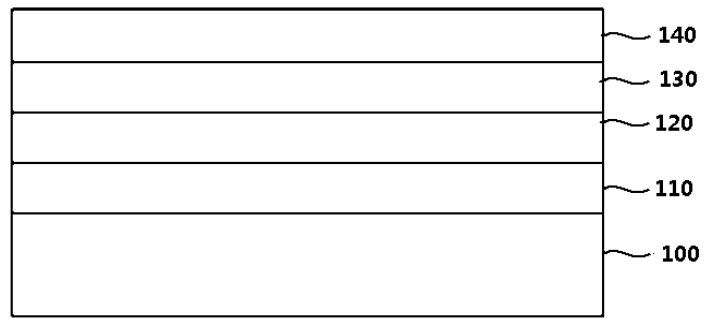
도면4



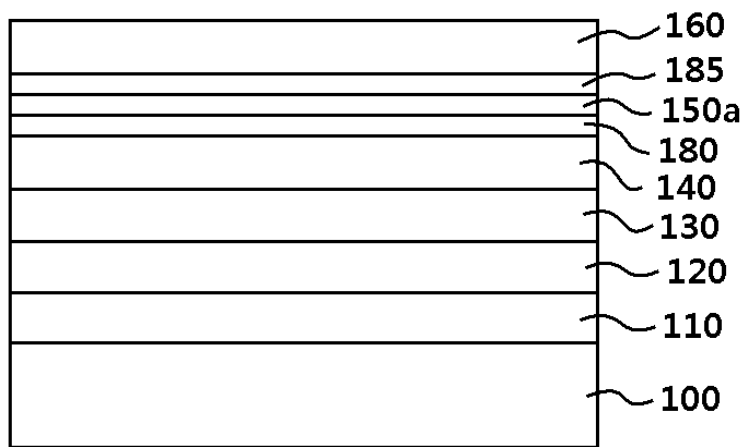
도면5



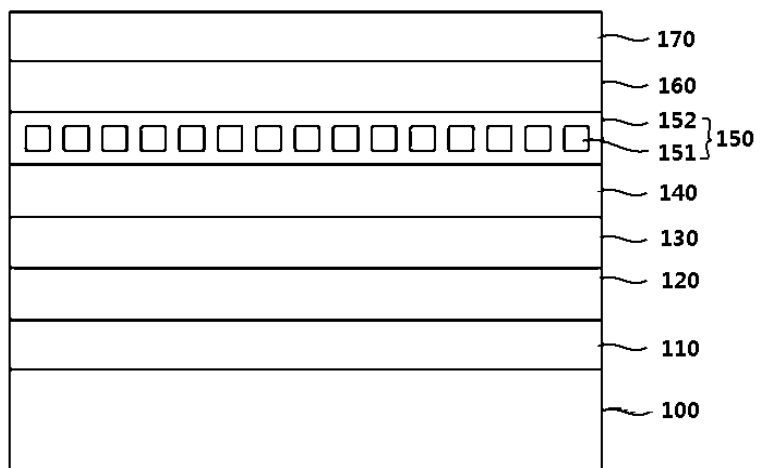
도면6



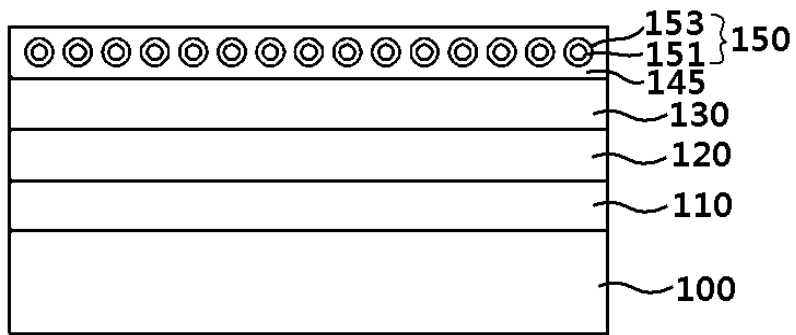
도면7



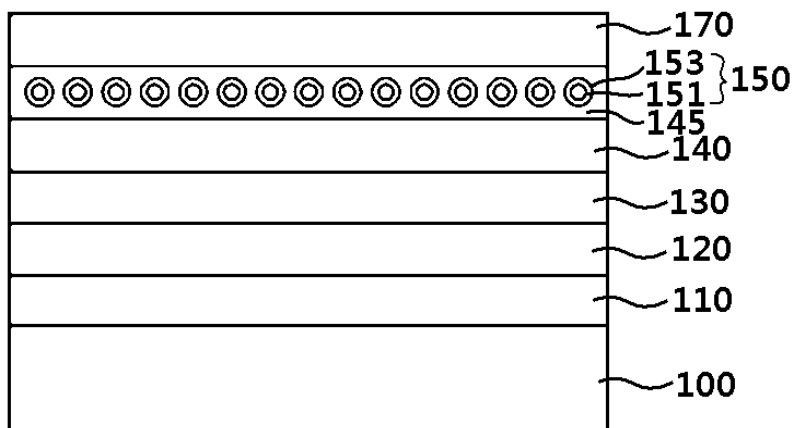
도면8



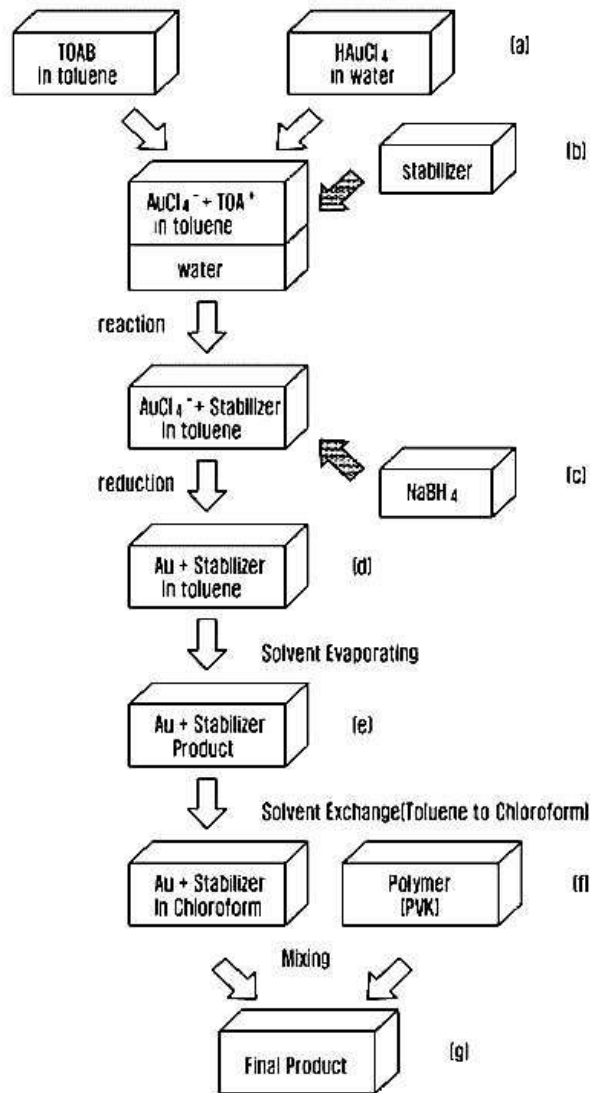
도면9



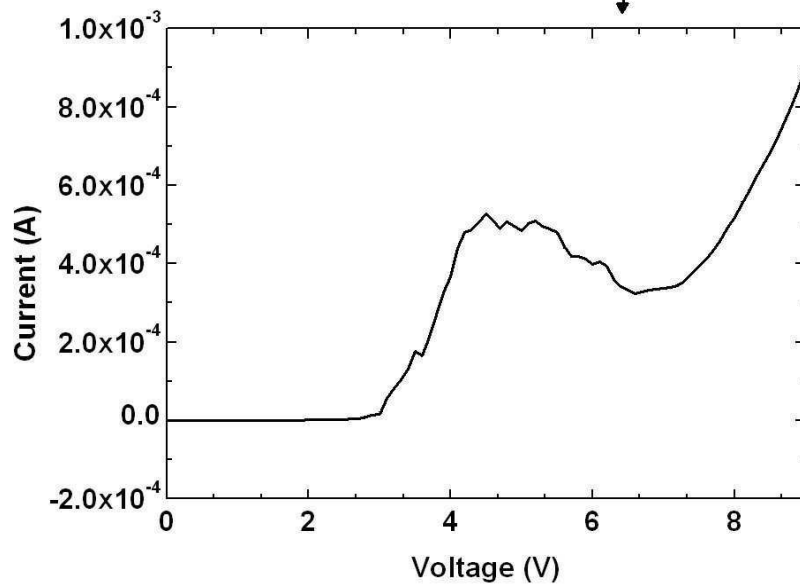
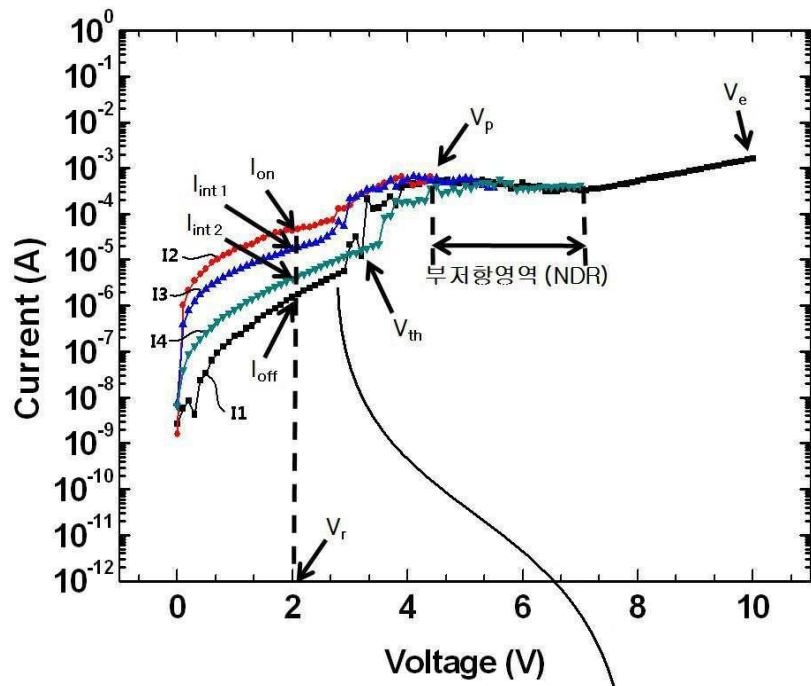
도면10



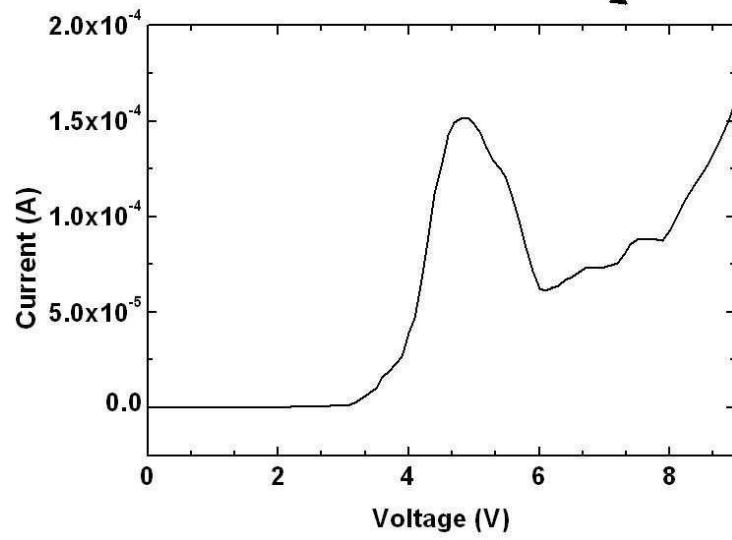
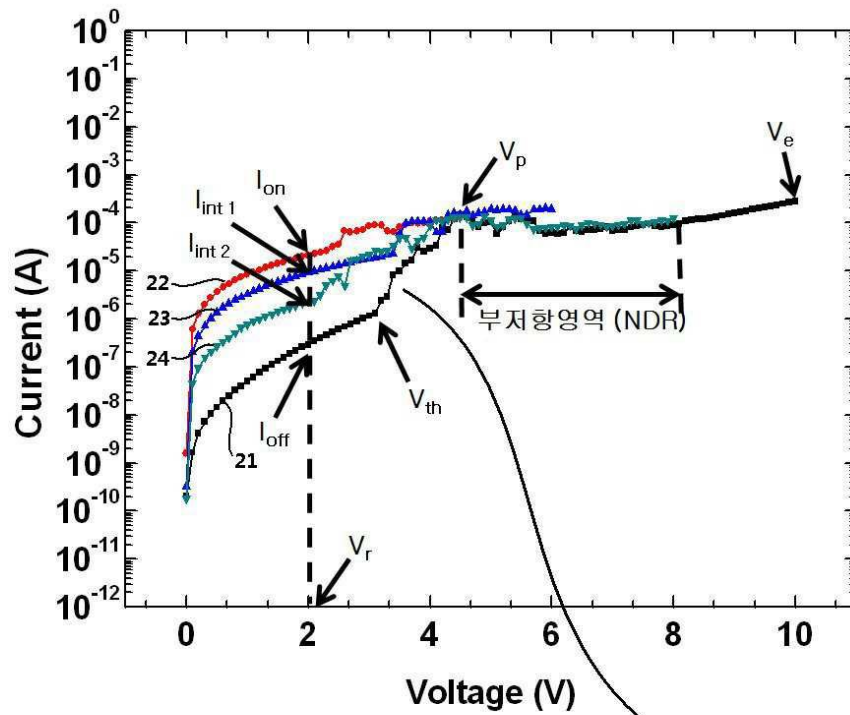
도면11



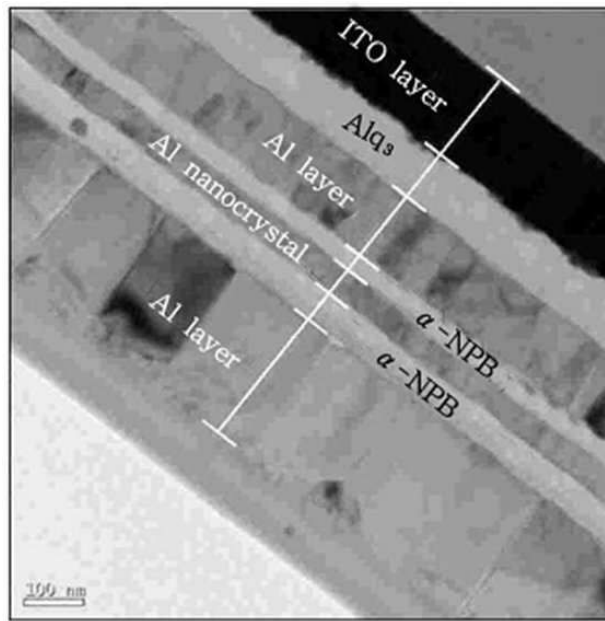
도면12



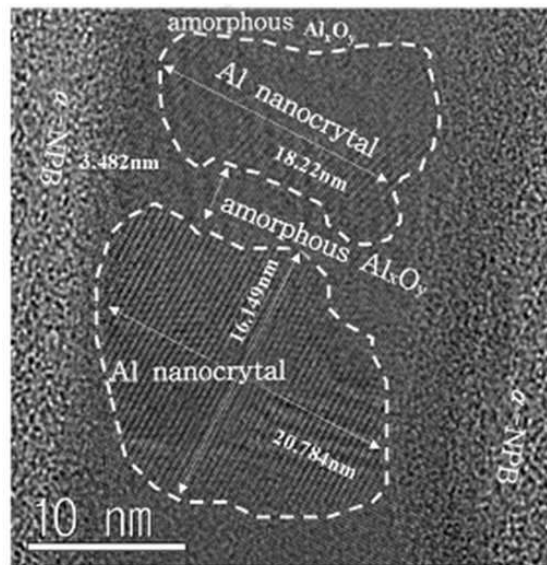
도면13



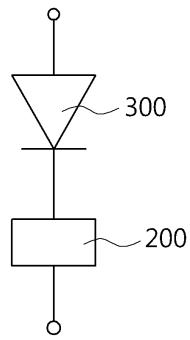
도면14



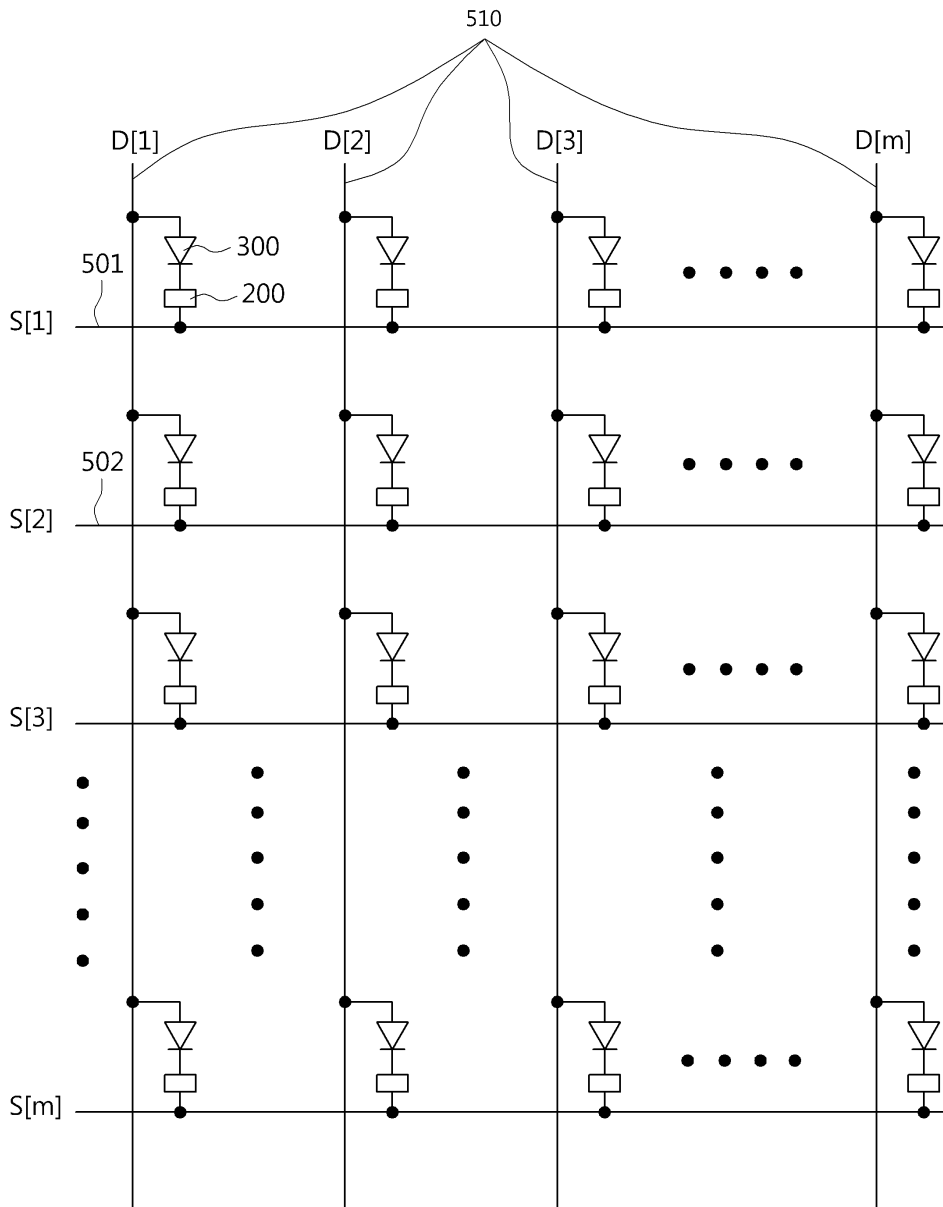
도면15



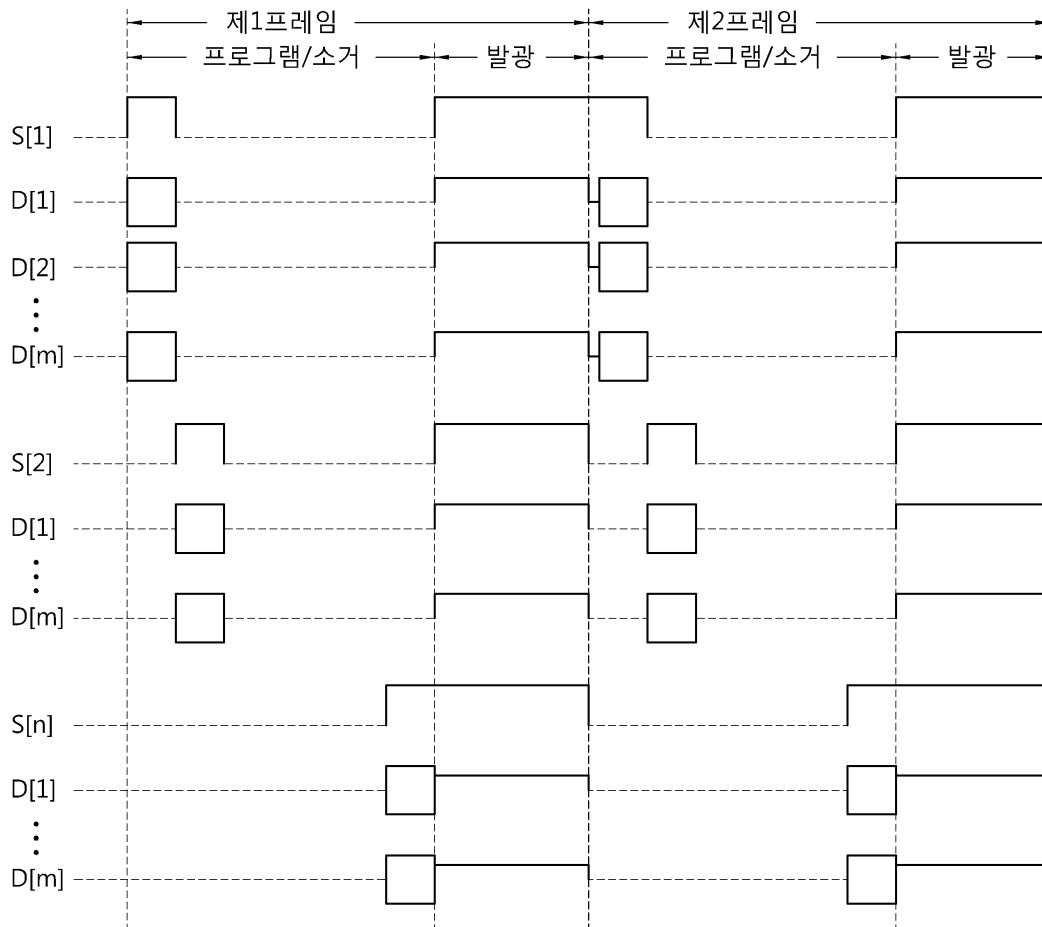
도면16



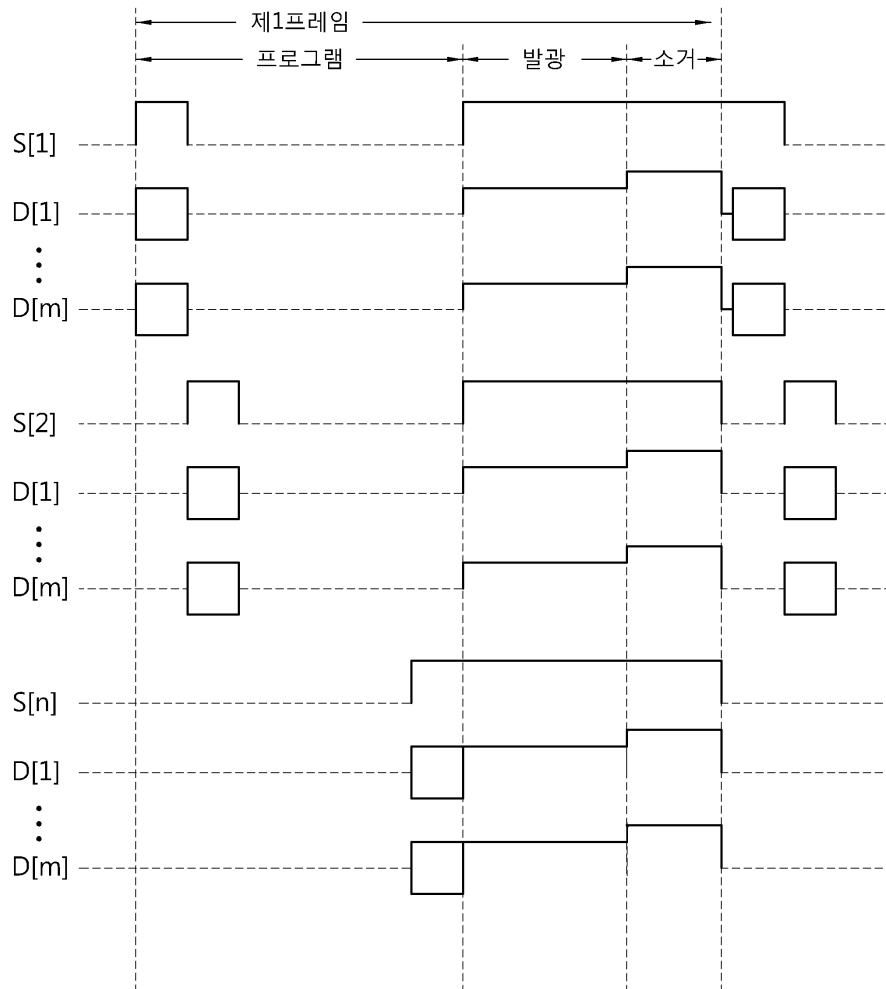
도면17



도면18



도면19



专利名称(译)	如何驱动显示面板		
公开(公告)号	<a href="#">KR100926687B1</a>	公开(公告)日	2009-11-17
申请号	KR1020080038071	申请日	2008-04-24
[标]申请(专利权)人(译)	汉阳大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	汉阳大学产学合作基金会		
当前申请(专利权)人(译)	汉阳大学产学合作基金会		
[标]发明人	PARK JAE GUN 박재근 LEE GON SUB 이곤섭 LEE SU HWAN 이수환 SHIN DONG WON 신동원 KIM DAL HO 김달호 SEO SUNG HO 서성호 NAM WOO SIK 남우식 SEUNG HYUN MIN 송현민 LEE JONG DAE 이종대		
发明人	박재근 이곤섭 이수환 신동원 김달호 서성호 남우식 송현민 이종대		
IPC分类号	G09G3/30 G09G3/32 G09G3/20 H01L51/50		
CPC分类号	G09G2310/061 H01L2251/5338 H01L27/26 H05B33/22 H01L27/3244 G09G3/2011 G09G3/3216 H01L51/52 H01L51/0591 B82Y30/00 B82Y20/00 H01L2251/5369 H01L21/31058		
优先权	1020070039844 2007-04-24 KR		
其他公开文献	KR1020080095799A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

公开了一种驱动具有电荷捕获装置和有机发光二极管的显示面板的方法。电荷捕获装置具有纳米晶体层。纳米晶体层由结晶的分散的纳米晶体和填充它的阻挡层形成。当施加编程电压时，纳米晶体捕获电荷，并且有机发光二极管根据读取电压的施加以预定亮度发光。提供用于表示灰度的数据信号被顺序提供给面板的所有像素。面板的像素具有用于同时发光的机构，其中提供读取电压。

