



- (52) CPC특허분류  
H01L 33/38 (2013.01)  
H01L 33/50 (2013.01)

- (72) 발명자  
김민주  
경기도 과천시 월릉면 엘지로 245

**권규오**

경기도 과천시 월릉면 엘지로 245

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

적어도 하나의 오목부가 있는 제1 반도체층;

상기 오목부를 따라 배치된 발광층; 및

상기 발광층상에 있고 상기 오목부를 따라 배치된 제2 반도체층을 포함하고,

상기 발광층 및 상기 제2 반도체층은 상기 제1 반도체층의 상기 오목부 내측에 배치되고,

상기 제2 반도체층 상에서 상기 오목부의 내부에는 컬러필터 또는 색 변환층이 증진되며,

상기 컬러필터 또는 상기 색 변환층의 상면과, 상기 제1 반도체층, 상기 발광층 및 상기 제2 반도체층 각각의 양끝단의 상면은 서로 동일 평면 상에 배치되는 발광소자.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제1 반도체층을 지지하는 웨이퍼기판을 더 포함하는 발광소자.

#### 청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 웨이퍼기판에는 상기 오목부와 대응하는 오목부 유도패턴이 있는 발광소자.

#### 청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 제1 반도체층은 상기 웨이퍼기판의 오목부 유도패턴을 따라 배치된 발광소자.

#### 청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 컬러필터는 레드컬러필터, 그린컬러필터, 블루컬러필터 및 무색컬러필터 중 어느 하나인 발광소자.

#### 청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 발광층은 블루의 빛을 발광하는 발광층인 발광소자.

#### 청구항 7

삭제

#### 청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 색변환층이 상기 오목부를 증진하도록 배치될 경우,

상기 컬러필터는 상기 오목부 상에 배치되는 발광소자.

#### 청구항 9

기판 상에 적어도 하나의 구동소자 및 발광소자가 있는 표시장치에 있어서,

상기 발광소자에는 적어도 하나의 발광부가 있고,

상기 발광부는 제1 반도체층, 상기 제1 반도체층상에 있는 발광층 및 상기 발광층상에 있는 제2 반도체층을 포함하되,

상기 발광부는 오목부를 포함하고,

상기 발광층 및 상기 제2 반도체층은 상기 오목부와 대응되는 상기 제1 반도체층의 오목부의 내측에 배치되고,

상기 제2 반도체층 상에서 상기 오목부의 내부에는 컬러필터 또는 색 변환층이 증진되며,

상기 컬러필터 또는 상기 색 변환층의 상면과, 상기 제1 반도체층, 상기 발광층 및 상기 제2 반도체층 각각의 양끝단의 상면은 서로 동일 평면 상에 배치되는 표시장치.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

제9 항에 있어서,

상기 컬러필터는 레드컬러필터, 그린컬러필터, 블루컬러필터 및 무색컬러필터 중 어느 하나인 표시장치.

**청구항 12**

제9 항에 있어서,

상기 색변환층이 상기 오목부를 증진하도록 배치될 경우,

상기 컬러필터는 상기 오목부 상에 배치되는 표시장치.

**청구항 13**

제9 항에 있어서,

상기 발광소자는 블루의 빛을 발광하는 발광소자인 표시장치.

**청구항 14**

제9 항에 있어서,

상기 발광소자는 상기 제1 반도체층과 연결된 제1 전극 및 상기 제2 반도체층과 연결된 제2 전극을 더 포함하는 표시장치.

**청구항 15**

제14 항에 있어서,

상기 발광소자에는 복수의 발광부가 있고,

상기 제1 전극은 상기 복수의 발광부에 있는 제1 반도체층과 공통으로 연결되는 공통전극이고,

상기 제2 전극은 상기 복수의 발광부에 있는 제2 반도체층 각각과 연결되는 복수의 개별전극인 표시장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 발광소자 및 이를 포함하는 표시장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 발광부 및 발광층을 오목부를 활용하여 배치함으로써 광효율이 향상될 수 있는 발광소자 및 이를 포함하는 표시장치를 제공하는 것이다.

**배경 기술**

[0002] 표시장치는 텔레비전 또는 모니터의 표시장치 이외에도 노트북 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 스마트 폰, 휴대용 표시

기기 및 휴대용 정보 기기 등의 표시 화면으로 널리 사용되고 있다.

- [0003] 표시장치는 반사형 표시장치와 발광형 표시장치로 구분될 수 있는데, 반사형 표시장치는 자연광 또는 표시장치의 외부 조명에서 나오는 빛이 표시장치에 반사되어 정보를 표시하는 방식의 표시장치고 발광형 표시장치는 발광소자 또는 광원을 표시장치에 내장하고, 내장된 발광소자 또는 광원에서 발생하는 빛을 사용하여 정보를 표시하는 방식이다.
- [0004] 내장된 발광소자는 다양한 빛의 파장을 발광할 수 있는 발광소자를 사용하기도 하고 백색 또는 블루의 빛을 발광하는 발광소자와 함께 발광 빛의 파장을 변화시킬 수 있는 컬러필터를 사용하기도 한다.
- [0005] 이와 같이, 표시장치로서 이미지를 구현하기 위하여 복수의 발광소자를 표시장치의 기관상에 배치하되, 각각의 발광소자를 개별적으로 발광하도록 컨트롤 하기 위해 구동 신호 또는 구동 전류를 공급하는 구동소자를 발광소자와 함께 기관상에 배치하여, 기관상에 배치된 복수의 발광소자를 표시 하고자 하는 정보의 배열대로 해석하여 기관상에 표시하도록 한다.
- [0006] 다시 설명하자면, 이와 같은 표시장치는 복수의 화소가 배치되고, 각각의 화소는 구동소자인 스위칭 소자로서 박막 트랜지스터(Thin Film Transistor)를 이용하고, 박막 트랜지스터에 연결되어 구동됨으로써 표시장치는 각각의 화소의 동작에 의해 영상을 표시한다.
- [0007] 박막 트랜지스터가 사용된 대표적인 표시장치로서는 액정 표시장치와 유기 발광 표시장치가 있다. 그 중 액정 표시장치는 자체 발광 방식이 아니기에 액정 표시장치의 하부(후면)에 빛을 발광 하도록 구성된 백라이트 유닛(Backlight unit)이 필요하다. 이러한 부가적인 백라이트 유닛에 의해 액정 표시장치는 두께가 증가하고, 플렉서블하거나 원형과 같은 다양한 형태의 디자인으로 표시장치를 구현하는데 제한이 있으며, 휘도 및 응답 속도가 저하될 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0008] 한편, 자체 발광소자가 있는 표시장치는 광원을 내장하는 표시장치보다 얇게 구현될 수 있고, 플렉서블하고 접을 수 있는 표시장치를 구현할 수 있는 장점이 있다.
- [0009] 이와 같은 자체 발광소자가 있는 표시장치는 발광층으로 유기물을 포함하는 유기 발광 표시장치와 마이크로 엘이디 소자를 발광소자로 사용하는 마이크로 엘이디 표시장치 등이 있을수 있는데, 유기 발광 표시장치 또는 마이크로 엘이디 표시장치와 같은 자체 표시장치는 별도의 광원이 필요 없기에 더욱 얇거나 다양한 형태의 표시장치로 활용될 수 있다.
- [0010] 유기물을 사용하는 유기 발광 표시장치는 별도의 광원이 필요하지 않는 반면, 수분과 산소에 의한 불량화소가 발생되기 쉬우므로 산소와 수분의 침투를 최소화하기 위한 다양한 기술적 구상이 추가적으로 요구된다.
- [0011] 상술한 문제에 대하여, 최근에는, 미세한 크기의 마이크로 엘이디 소자(Micro light emitting diode)를 발광소자로 사용하는 표시장치에 대한 연구 및 개발이 진행되고 있으며, 이러한 발광 표시장치는 고화질과 고신뢰성을 갖기 때문에 차세대 표시장치로서 각광받고 있다.
- [0012] LED소자는 반도체에 전류를 흘려주면 빛을 내는 성질을 이용한 반도체 발광소자로 조명, TV, 각종 표시장치 등에 널리 활용되고 있다. LED소자는 n형 반도체층과 p형 반도체층, 그리고 그 사이에 있는 활성층으로 구성된다. 전류를 흘려주면 n형 반도체층 부분에는 전자가, p형 반도체층 부분에는 정공이 있다가 활성층에서 결합해 빛을 낸다.
- [0013] 단위 화소의 발광소자로 LED소자가 사용된 발광 표시장치를 구현하기 위해서는 몇가지 기술적인 요구사항이 있다. 우선, 사파이어(Sapphire) 또는 실리콘(Si)과 같은 반도체 웨이퍼(wafer) 기관 상에 LED소자를 결정화시키고, 결정화된 복수의 LED 칩을 구동소자가 있는 기관에 이동 시키되 각각의 화소에 대응하는 위치에 LED소자를 위치시키는 정교한 전사 공정이 요구된다.
- [0014] LED소자는 무기재료를 사용하여 형성할 수 있으나, 결정화하여 형성할 필요가 있고, GaN과 같은 무기재료를 결정화하려면, 결정화를 유도할 수 있는 기관상에서 무기재료를 결정화하여야 한다. 이와 같이 무기재료의 결정화를 효율적으로 유도할 수 있는 기관은 반도체 기관이며, 상술한 바와 같이 반도체 기관상에서 무기재료를 결정화시키어야 한다.

- [0015] LED소자를 결정화하는 공정은 에피택시(epitaxy), 에피택셜 성장(epitaxial growth) 또는 에피공정이라고도 지칭한다. 에피공정은 어떤 결정의 표면에서 특정한 방위 관계를 취해 성장하는 공정을 의미하는데, LED소자의 소자 구조를 형성하기 위해서는 기판위에 GaN계 화합물 반도체를 pn접합 다이오드 형태로 쌓아 올려야 하는데 이때 각각의 층은 밑의 층의 결정성을 이어받아 성장하게 된다.
- [0016] 이때, 결정 내부의 결함은 전자와 정공의 재결합과정(Electron-hole recombination process)에서 비발광 센터(nonradiative center)로 작용하기 때문에 광자(photon)를 이용하는 LED소자에서는 각 층을 형성하는 결정들의 결정성이 소자효율에 결정적인 영향을 미치게 된다.
- [0017] 현재 주로 사용되는 기판으로는 상술한 사파이어(Sapphire)기판이 주로 사용되며, 근래에는 GaN를 베이스로하는 기판등에 대한 연구활동이 활발히 이루어지고 있다.
- [0018] 이와 같이 LED소자를 구성하는 GaN과 같은 무기재료를 반도체 기판상에 결정화 함에 있어 소요되는 반도체 기판의 높은 가격으로 인해 단순한 조명 또는 백라이트에 사용되는 광원으로서의 LED가 아닌 표시장치의 발광 화소로서 다량의 LED를 사용하게 되는 경우 제조 비용이 높아지는 문제점이 있다.
- [0019] 또한, 상술한 바와 같이 반도체 기판상에 형성된 LED소자는 표시장치를 구성하는 기판으로 전사(Transfer)하는 단계가 필요하게 되는데, 이 과정에서 반도체 기판에 형성된 LED소자를 분리하는데에 어려움이 있고, 분리된 LED소자를 원하는 지점에 바르게 전사(transplant)할때에도 많은 어려움과 문제점이 있다.
- [0020] 반도체 기판상에 형성된 LED소자를 표시장치를 구현하는 기판으로 전사하는데 있어 PDMS와 같은 고분자물질을 사용한 전사용 기판을 사용하는 방법, 전자기나 정전기를 이용한 전사 방법 또는 물리적으로 한 개의 소자씩 집어서 옮기는 방법 등 다양한 전사 방법이 사용될 수 있으며 다양한 전사 방법에 대한 연구활동이 이루어지고 있다.
- [0021] 이와 같은, 전사공정은 표시장치를 구현하는 공정의 생산성과 연관이 있으며, 대량 생산을 위하여서는 LED소자를 한 개씩 옮기는 방법은 비 효율적이라 할 수 있겠다.
- [0022] 이에 고분자 물질을 사용한 전사용 기판을 사용하여 복수개의 LED소자를 반도체 기판에서 분리하여 표시장치를 구성하는 기판, 특히 박막트랜지스터에 배치된 구동소자 및 전원전극과 연결된 패드전극상에 올바르게 위치하는데 있어 정교한 전사 공정 또는 공법이 필요하게 되었다.
- [0023] 상술한 전사공정 중에 또는 전사공정 이후에 이어 지는 후속 공정중에 LED소자는 진동 또는 열등의 조건에 따라 움직이거나 전사되는 과정에서 LED소자가 뒤집히어 전사되는등 불량률이 발생할 수 있으며, 이러한 불량을 발견하고 복구하는데 많은 어려움이 있었다.
- [0024] 일반적인 LED소자의 전사공정에 대하여 예를 들어 설명하자면, 다음과 같다. 반도체 기판상에 LED소자를 형성하고 반도체층에 전극을 형성하여 개별 LED소자로서 완성시킨다. 이후, 반도체 기판과 PDMS기판(이후에는 전사기판이라 한다)을 접촉시키어 전사기판으로 LED소자를 이동시킨다. 전사기판은 반도체 기판상에 형성된 LED소자를 화소의 픽셀 피치만큼의 거리를 고려하여 반도체 기판에서 LED소자를 전사기판으로 전사시키어야 하기에 전사기판상에는 표시장치의 픽셀피치를 고려하여 LED소자를 받기위한 돌기형상등이 돌출되어 배치되게 된다.
- [0025] 반도체 기판의 배면을 통해 LED소자로 레이저를 조사하여 LED소자를 반도체 기판에서 떼어내게 되는데, 이를 1차 전사라 한다. 이때 레이저를 조사하는 과정에서 LED소자는 반도체 기판에서 분리될 때 반도체 기판의 GaN물질이 레이저의 높은 에너지에 의해 에너지의 집중으로 물리적으로 급격한 확장이 일어날 수 있고, 이로 인해 충격이 발생 할 수 있다.
- [0026] 이후, 전사기판에 전사된 LED소자를 표시장치를 구성하는 기판상에 전사하게 되는데, 박막트랜지스터가 있는 기판상에 상기 박막 트랜지스터를 절연/보호하는 보호층을 배치한 뒤 보호층상에 접착층을 배치한다.
- [0027] 전사기판과 표시장치의 기판을 접촉시키어 압력을 가하게 되면, 전사기판에 전사된 LED소자는 상술한 보호층상에 있는 접착층에 의해 표시장치의 기판측으로 전사 된다.
- [0028] 이때, 전사기판과 LED소자의 접착력을 표시장치를 구성하는 기판과 LED소자의 접착력보다 작게되도록 하여 전사기판상의 LED소자가 표시장치의 기판으로 원활히 전사되도록 하는데, 이를 2차 전사라 한다.
- [0029] 반도체 기판과 표시장치를 구성하는 기판은 기본적으로 그 크기가 상이하며 통상적으로 표시장치를 구성하는 기판이 크다. 이러한 면적, 크기의 차이로 인해 상술한 1차 및 2차 전사를 반복하여 표시장치의 기판의 구역별로

복수로 수행하면, 표시장치를 구성하는 각각의 화소에 대응하는 LED소자를 전사할 수 있게 된다.

- [0030] 반도체 기판에 형성된 LED소자는 그 종류에 따라 레드, 블루 및 그린의 LED소자일 수 있으며, 또는 백색 LED소자일 수 있다. 서로 다른 파장의 빛을 발광하는 LED소자를 사용하여 표시장치의 화소를 구현하는 방식에서 상술한 1차 및 2차 전사의 횟수는 더욱 증가할 수 있다.
- [0031] 한편, 표시장치의 사용분야에 따라 상술한 LED소자를 사용하되, 전사기판등을 사용한 전사공정이 필요없는 표시장치가 제공될 수 있다.
- [0032] 전사공정이 필요없는 표시장치는 VR(가상현실, virtual reality)또는 AR(증강현실, Augmented reality)을 위한 표시장치일 수 있는데 이러한 표시장치는 일반 표시장치와는 다르게 표시장치의 크기가 매우 작고 발광소자의 집적도가 높아야 하기에, 반도체 기판상에 형성된 LED소자를 전사공정으로 다른 기판으로 옮기지 않고 그대로 사용할 수 있다.
- [0033] 이에 대해 더 설명하자면, 반도체 기판상에 LED소자를 성장시키되 발광소자가 위치하는 발광소자 영역과 구동회로가 위치하는 회로영역을 구분하여 LED소자를 형성하고 회로영역에 상기 발광영역을 구동하기 위한 박막회로 또는 구동회로를 배치하여 표시장치를 구현할 수 있다.
- [0034] LED 소자는 GaN과 같은 화합물 반도체로 구성되어 무기 재료 특성상 고 전류를 주입할 수 있어 고휘도를 구현할 수 있고, 열, 수분, 산소 등 환경 영향성이 낮아 고신뢰성을 갖는다.
- [0035] 또한, LED소자는 내부 양자 효율이 90% 수준으로 유기 발광 표시장치 보다 높으므로 고휘도의 영상을 표시할 수 있으면서, 소모 전력이 낮은 표시장치를 구현할 수 있는 장점이 있다.
- [0036] 또한, 유기 발광 표시장치와는 달리 무기물을 사용하기에 산소와 수분의 영향이 미미한 수준으로 산소와 수분의 침투를 최소화 하기 위한 별도의 봉지막 또는 봉지기판이 필요가 없으므로, 봉지막 또는 봉지기판을 배치함으로써 발생할 수 있는 마진영역인 표시장치의 비표시 영역을 최소화 할 수 있는 장점이 있다.
- [0037] 그러나, LED소자는 그 자체로 발광되는 빛의 광 경로를 제어하기 어려운 구조이므로, LED소자의 광 효율을 효율적으로 높이기 위한 구성이 추가적으로 필요할 수 있다.
- [0038] 또한, 상술한 LED소자를 표시장치를 구성하는 다른 기판으로 전사하는 경우 LED소자의 크기가 작아질수록 LED소자를 배치하는 단계에서 의도한 위치에 전사되지 못하는 등 전사공정단계에서 불량 발생될 수 있다.
- [0039] 근래에는 이러한 문제에 대해, 광 효율이 향상되고 제조 단계의 불량을 최소화 할 수 있는 발광소자 및 이를 이용한 표시장치에 대한 대한 많은 연구 활동들이 이루어 지고 있다.
- [0040] 상술한 바와 같이 LED소자는 발광층에서 발광하는 빛의 광경로를 조절하기 어려운 문제점이 있었고, 이로 인해 광효율이 낮아지는 문제점이 있었다. 또한, 표시장치에 전사되는 발광소자로서의 LED소자는 전사하는 과정에서 뒤집어지는 등의 문제점이 있었다. 이에 본 발명의 발명자들은 전사단계의 불량율을 최소화하며, 발광부의 형상을 조절하여 광효율을 증가시킬 수 있는 발광소자 및 이를 이용한 표시장치를 발명하였다.
- [0041] 본 발명의 일 실시예에 따른 해결 과제는 발광부를 오목형태로 배치하여 광효율이 향상된 발광소자 및 이를 이용한 표시장치를 제공하는 것이다.
- [0042] 본 발명의 일 실시예에 따른 해결 과제는 발광소자를 전사하는 과정에서 공정 안전성을 높이고, 생산성을 높일 수 있는 발광소자 및 이를 이용한 표시장치를 제공하는 것이다.
- [0043] 본 발명의 일 실시예에 따른 해결 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0044] 본 발명의 일 실시예에 따른 광효율이 증대된 발광소자가 제공된다. 적어도 하나의 오목부가 제1 반도체층에 배치되고, 상기 오목부를 따라 발광층은 제1 반도체층 상에 배치된다. 또한 제2 반도체층은 상기 발광층상에 상기 오목부의 오목한 형상을 따라 배치되어 제1 반도체층으로부터 발광층 및 제2 반도체층까지 상기 오목부의 오목한 형상을 따라 배치되고, 이로 인해 발광소자의 광효율은 증대된다.
- [0045] 본 발명의 일 실시예에 따른 광효율이 증대된 표시장치가 제공된다. 기판상에 적어도 하나의 구동소자가 배치되고 상기 구동소자에 의해 발광이 제어되는 발광소자가 배치된다. 발광소자는 적어도 하나의 발광부를 포함하고,



발광부는 제1 반도체층, 상기 제1 반도체층 상에 배치된 발광층 및 제2 반도체층으로 구성된다. 상기 발광부는 오목부를 포함하여 상기 발광층에서 발광되는 빛의 광경로를 조절하여 광 효율을 증대 시킬 수 있고, 상기 발광 소자는 복수의 발광부를 포함할 수 있으며 각각의 발광부는 화소에 대응한다. 이와 같이 전사하여야 하는 소자의 개수를 줄이어서 전사 공정의 불량율을 줄일 수 있어 생산성을 향상 시킬 수 있다. 이와 같이 적어도 하나의 발광부가 배치된 발광소자를 사용함으로써 광효율이 향상되고 생산성이 향상된 표시장치를 제공할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0046] 본 발명의 실시예에 따라 발광소자 상에 오목부를 구비함으로써 발광소자의 광효율을 증대 시킬 수 있는 효과가 있다 또한, 상기 오목부가 있는 발광소자를 이용함으로써, 표시장치의 광효율을 증대 시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0047] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따라 복수의 오목부가 있는 발광소자를 구비함으로써 제조공정을 단순화하여 공정안정성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0048] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.
- [0049] 이상에서 해결하고자 하는 과제, 과제 해결 수단, 효과에 기재된 발명의 내용이 청구항의 필수적인 특징을 특정하는 것은 아니므로, 청구항의 권리범위는 발명의 내용에 기재된 사항에 의하여 제한되지 않는다.

**도면의 간단한 설명**

- [0050] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광소자 및 이를 이용한 표시장치를 설명하기 위한 개략적인 도면이다.
- 도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시장치에 사용된 발광소자를 설명하기 위한 개략적인 도면이다.
- 도 2b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 표시장치를 설명하기 위한 개략적인 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시장치를 설명하기 위한 도 2a의 A-A'에 따른 개략적인 단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 표시장치를 설명하기 위한 도 2b의 B-B'에 따른 개략적인 단면도이다.
- 도 5a는 본 발명의 일 실시예에 따른 발광소자를 설명하기 위한 개략적인 도면이다.
- 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 발광소자를 설명하기 위한 도 5a의 C-C'에 따른 개략적인 단면도이다.
- 도 6a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 발광소자를 설명하기 위한 개략적인 도면이다.
- 도 6b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 발광소자를 설명하기 위한 도 6a의 D-D'에 따른 개략적인 단면도이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광소자가 있는 표시장치를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8a 내지 도 8f는 본 발명의 실시예들에 따른 다양한 색상을 구현하기 위한 다양한 구성을 설명하기 위한 개략적인 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0051] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0052] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급된 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우 '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.



- [0053] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0054] 위치 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~상에', '~상부에', '~하부에', '~옆에' 등으로 두 부분의 위치 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 두 부분 사이에 하나 이상의 다른 부분이 위치할 수도 있다.
- [0055] 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.
- [0056] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.
- [0057] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시예들을 상세히 설명한다.
- [0058] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광소자 및 이를 이용한 표시장치를 설명하기 위한 개략적인 도면이다.
- [0059] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 표시장치(100)는 복수의 단위화소(UP)가 있는 표시영역(AA)과 비표시영역(IA)이 정의된 기판(110)을 포함한다.
- [0060] 단위화소(UP)는 기판(110)의 일측면에 있는 복수의 화소(SP1, SP2, SP3)로 구성될 수 있으며 통상적으로 레드(Red), 블루(Blue) 및 그린(Green)의 빛을 발광하는 화소(SP1, SP2, SP3)를 포함할 수 있으나 이에 한정되지 않고, 화이트(White)등의 빛을 발하는 화소를 포함할 수 있다.
- [0061] 상기 기판(110)은 박막 트랜지스터 어레이 기판으로서, 유리 또는 플라스틱 재질로 이루어 질 수 있으며, 두장 이상의 기판의 합착 또는 두층 이상의 층으로 구분되는 기판(110)일 수 있다. 비표시영역(IA)은 표시영역(AA)을 제외한 기판(110)상의 영역으로 정의될 수 있는데, 상대적으로 매우 좁은 폭을 갖을 수 있으며, 베젤(Bezel)영역으로 정의될 수 있다.
- [0062] 복수의 단위화소(UP) 각각은 표시영역(AA)에 배치된다. 이때, 복수의 단위화소(UP) 각각은 X축 방향을 따라 미리 설정된 제1 기준 화소 거리를 가지게 되고 Y축 방향을 따라 미리 설정된 제2 기준 화소 거리를 가지도록 표시영역(AA)에 배치된다. 제1 기준 화소 거리는 인접한 단위화소(UP) 각각의 정 중앙부간의 거리로 정의될 수 있으며, 제2 기준 화소 거리는 제1 기준 화소 거리와 유사하게 기준 방향으로 인접한 단위화소(UP) 각각의 정 중앙부간의 거리로 정의될 수 있다.
- [0063] 한편, 단위화소(UP)를 이루는 화소(SP1, SP2, SP3)간의 거리 또한 제1 기준 화소 거리 및 제2 기준 화소 거리와 유사하게 제1 기준 서브 화소 거리 및 제2 기준 서브 화소 거리로 정의될 수 있다.
- [0064] 발광소자로 LED소자를 포함하는 표시장치(100)는 비표시영역(IA)의 폭이 상술한 화소 거리 혹은 서브 화소 거리보다 작을 수 있으며, 화소 거리 혹은 서브 화소 거리보다 같거나 작은 길이의 비표시영역(IA)을 갖는 표시장치(100)로 멀티 스크린 표시장치를 구성하는 경우, 비표시영역(IA)이 화소 거리 또는 서브 화소 거리보다 작으므로 베젤영역이 실질적으로 없는 멀티 스크린 표시장치를 구현할 수 있게 된다.
- [0065] 상술한 바와 같은, 베젤영역이 실질적으로 없거나 최소화된, 멀티 스크린 방식의 표시장치를 구현하기 위해 표시장치(100)는 표시영역(AA)내에서 제1 기준 화소 거리, 제2 기준 화소 거리, 제1 기준 서브 화소 거리 및 제2 기준 서브 화소 거리를 일정하게 유지할 수도 있으나, 표시영역(AA)을 복수의 구역으로 정의하고 각각의 구역내에서 상술한 간격을 서로 다르게 하되, 비표시영역(IA)과 인접한 구역의 화소 거리를 다른 구역보다 넓게 함으로서 더욱 베젤영역의 크기를 상대적으로 화소 거리보다 작도록 할 수 있다.
- [0066] 이와같이, 서로 다른 화소 거리를 갖는 표시장치(100)는 화상에 대한 왜곡 현상이 발생 할 수 있으므로 설정된 화소 거리를 고려하여 인접한 구역과 비교하여 이미지 데이터를 샘플링하는 방식으로 이미지 프로세싱을 하여 화상에 대한 왜곡 현상을 최소화 하면서 베젤영역을 최소화 할 수 있다.
- [0067] 도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시장치에 사용된 발광소자를 설명하기 위한 개략적인 도면이다. 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시장치를 설명하기 위한 도 2a의 A-A'에 따른 개략적인 단면도이다.
- [0068] 도 2a를 참조하여 설명하되 편의를 위해 도 3을 함께 참조하여 설명하도록 한다. 단위화소에 있는 화소(SP)는 제1 반도체층(131), 발광층(132) 및 제2 반도체층(133)이 있는 발광소자(130)를 포함한다. 발광소자(130)에 전

류를 공급하기 위해 발광소자(130)는 제1 전극(E1) 및 제2 전극(E2)이 배치되며 각각의 전극과 연결되는 제1 연결전극(CE1) 및 제2 연결전극(CE2)은 제1 컨택홀(CH1) 및 제2 컨택홀(CH2)로 연장된다.

- [0069] 제1 전극(E1)은 제2 반도체층(133)과 전기적으로 연결되고, 제2 전극(E2)는 제1반도체층(131)과 전기적으로 연결된다. 제1 전극(E1)은 제2 반도체층(133)과 전기적으로 연결되며, 발광층(132) 및 제1 반도체층(131)과는 전기적으로 절연되며 이를 위해 발광소자(130)는 절연층(미도시)을 더 포함할 수 있다.
- [0070] 상술한 구성은 발광소자(130)가 기판(110)상에 전사된 구조를 본 발명을 설명하기 위한 예로서 설명한 것이고, 후술되는 실시예와 같이 반도체 기판상에 반도체층등을 성장하여 발광소자로 사용되는 실시예또한 가능하다.
- [0071] 도 2b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 표시장치를 설명하기 위한 개략적인 도면이다. 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 표시장치를 설명하기 위한 도 2b의 B-B'에 따른 개략적인 단면도이다.
- [0072] 상술한 전사되는 발광소자(130)에 대한 실시예와는 달리 반도체 기판상에 성장된 발광소자(130)를 사용한 또 다른 실시예에 대하여 설명하되 도 4를 함께 참조하여 설명하도록 한다.
- [0073] 기판(110)은 제1 반도체층(131), 발광층(132) 및 제2 반도체층(133)과 같은 반도체층을 성장시킬 수 있는 반도체기판으로 사파이어 기판 또는 실리콘 기판일 수 있다. 반도체 기판상에 상기 제1 반도체층(131)을 선택성장시키고 선택성장된 제1 반도체층(131)상에 발광층(132)과 제2 반도체층(133)을 연속하여 성장시키어 배치한다.
- [0074] 제1 반도체층(131)은 제2 연결전극(CE2)와 전기적으로 연결되고, 제2 반도체층(133)은 제1 연결전극(CE1)과 전기적으로 연결된다. 제1 연결전극(CE1)은 제2 반도체층(133)과 전기적으로 연결되며, 제1 반도체층(131) 및 발광층(132)와 절연되며 이를 위해 제1 연결전극(CE1)하부에 절연층(134)를 더 포함할 수 있다.
- [0075] 기판(110)은 반도체 물질로 이루어진 기판이기에 부분적으로 도핑처리하여 전도도를 변화시킬 수 있고, 이에 따라 소스전극(SE) 및 드레인전극(DE)와 같은 전기 전도도가 높은 전극을 기판(110)상에 배치할 수 있다.
- [0076] 한편 소스전극(SE) 및 드레인전극(DE)과 연결된 반도체채널(SCL)상에 게이트절연층(111)을 배치하고 게이트절연층(111)상에 게이트전극(GE)을 배치하여 기판(110)상에 박막트랜지스터(TFT)를 배치할 수 있다.
- [0077] 반도체채널(SCL)은 게이트전극(GE)에 인가되는 전기적 신호에 의해 전하가 두 전극 사이에 이동할 수 있는 채널이 형성되어 소스전극(SE)과 드레인전극(DE)간에 전류가 흐를 수 있도록 구성된 층으로 이를 위한 도핑(doping)처리가 이루어 질 수 있다.
- [0078] 도핑처리는 전하가 흐를 수 있는 문턱전압을 조절하기 위해 다양한 불순물을 주입하는 과정으로 이때 사용되는 불순물은 요구되는 문턱전압등에 따라 변경될 수 있다.
- [0079] 이하, 오목부를 포함하는 발광소자 및 이를 이용한 표시장치의 다양한 구성에 대해 설명하도록 하되 이전 도면을 함께 참조하여 설명하도록 한다.
- [0080] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시장치를 설명하기 위한 도 2a의 A-A'에 따른 개략적인 단면도이다.
- [0081] 먼저, 도 3에서는 기판(110)의 두께를 상대적으로 얇게 도시하였지만, 실질적으로 기판(110)의 두께는 기판(110) 상에 마련된 층 구조의 전체 두께보다 상대적으로 매우 두꺼운 두께를 갖을 수 있으며, 복수의 층으로 구성되거나 복수의 기판이 합착된 기판일 수 있다.
- [0082] 박막 트랜지스터(TFT)는 게이트 전극(GE), 반도체채널(SCL), 소스 전극(SE), 및 드레인 전극(DE)을 포함한다.
- [0083] 게이트 전극(GE)은 기판(110) 상에 공통전극(CL)과 함께 배치될 수 있다. 게이트 전극(GE)은 게이트 절연층(111)에 의해 덮인다. 상기 게이트 절연층(111)은 무기 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 층으로 구성될 수 있으며, 실리콘 산화물(SiO<sub>x</sub>), 실리콘 질화물(SiN<sub>x</sub>) 등으로 이루어질 수 있다.
- [0084] 반도체채널(SCL)은 게이트 전극(GE)과 중첩(overlap)되도록 게이트 절연층(111) 상에 미리 설정된 패턴(또는 섬) 형태로 마련된다. 이러한 반도체채널(SCL)은 비정질 실리콘(amorphous silicon), 다결정 실리콘(polycrystalline silicon), 산화물(oxide) 및 유기물(organic material) 중 어느 하나로 이루어진 반도체 물질로 구성될 수 있지만, 이에 제한되지 않는다.
- [0085] 소스 전극(SE)은 반도체채널(SCL)의 일측과 중첩되도록 배치된다. 드레인 전극(DE)은 반도체채널(SCL)의 타측과 중첩되면서 소스 전극(SE)과 이격되도록 배치된다. 상기 드레인 전극(DE)은 소스 전극(SE)과 함께 배치될 수 있으며, 이러한 소스 전극(SE) 및 드레인 전극(DE)는 전원 라인 또는 신호라인과 전기적으로 연결되거나 분기될

수 있다.

- [0086] 보호층(112)은 화소(SP)를 구성하는 구동 트랜지스터(TFT)등을 덮도록 기판(110)의 전면(全面) 전체에 마련된다. 이러한 보호층(112)은 구동 트랜지스터(TFT) 및 다양한 전극등을 보호하면서 평탄면을 제공한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 보호층(112)은 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene) 또는 포토 아크릴(photo acryl)과 같은 유기 물질로 이루어질 수 있으나, 공정의 편의를 위해 포토 아크릴 물질로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0087] 본 발명의 일 실시예에 따른 발광소자(130)는 보호층(112)상에 접착부재(113)가 사용되어 배치될 수 있다. 또는, 보호층(112)은 상기 발광소자(130)으로부터 발광되는 빛을 반사하도록 반사층(미도시)를 더 포함할 수 있으며 상기 발광소자(130)을 수납하도록 다양한 굴곡형상이 있을 수 있다.
- [0088] 발광소자(150)는 박막 트랜지스터(TFT)로부터 공통전극(CL)으로 흐르는 전류에 의해 발광한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 발광소자(130)는 발광층(EL), 제1 전극(또는 애노드 단자)(E1), 및 제2 전극(또는 캐소드 단자)(E2)을 더 포함한다. 제2 전극(E2)은 빛을 반사하는 반사전극일 수 있다.
- [0089] 상술한 구성에서 제1 전극(E1)과 제2 전극(E2)은 제1 반도체층(131) 및 제2 반도체층(133)의 전기적 연결을 위한 구성으로 제1 연결전극(CE1) 및 제2 연결전극(CE2)과 상기 제1 반도체층(131) 및 제2 반도체층(133)은 직접적으로 연결될 수 있으므로 생략될 수 있다.
- [0090] 평탄화층(114)은 발광소자(130)를 덮도록 보호층(112) 상에 배치된다. 평탄화층(114)은 보호층(112)의 전면, 발광소자(130)가 배치된 곳과 나머지 전면(前面)을 모두 덮을 수 있을 정도의 두께를 가지도록 보호층(112) 상에 배치된 하나의 층으로 이루어 질 수 있으며 또는 다층구조 일 수 있다.
- [0091] 이와 같은, 평탄화층(114)은 보호층(112) 상에 평탄면을 제공한다. 또한, 평탄화층(114)은 발광소자(130)의 위치를 고정하는 역할을 한다.
- [0092] 제1 연결전극(CE1)은 발광소자(130)의 제1 전극(E1)을 박막 트랜지스터(TFT)의 드레인 전극(DE)에 연결하는 것으로 박막 트랜지스터(TFT)의 구성에 따라 소스 전극(SE)에 연결하는 구성도 가능하며, 애노드 전극으로 정의될 수 있다.
- [0093] 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 연결전극(CE1)은 보호층(112) 및 평탄화층(114)을 관통하여 마련된 제1 컨택홀(CH1)을 통해서 박막 트랜지스터(TFT)의 드레인 전극(DE) 또는 소스 전극(SE)에 전기적으로 연결되고 제1 전극(E1)으로 연장되어 전기적으로 연결된다.
- [0094] 이와 같이, 발광소자(130)의 제1 전극(E1)은 제1 연결전극(CE1)을 통해서 박막 트랜지스터(TFT)의 드레인 전극(DE) 또는 소스 전극(SE)과 전기적으로 연결된다.
- [0095] 소스 전극(SE) 및 드레인 전극(DE)의 연결관계에서, 드레인 전극(DE)이 제1 연결전극(CE1)과 연결되는 것으로 도시하였으나 제1 연결전극(CE1)과 소스 전극(SE)이 연결되는 구성도 가능하며 이는 당업자의 선택사항이라 할 수 있겠다.
- [0096] 이러한 제1 연결전극(CE1)은 표시장치가 전면 발광(top emission) 방식일 경우, 투명 도전 물질로 이루어지고, 표시장치가 후면 발광(bottom emission) 방식일 경우, 광 반사 도전 물질로 이루어질 수 있다. 여기서, 투명 도전 물질은 ITO(Indium Tin Oxide) 또는 IZO(Indium Zinc Oxide) 등이 될 수 있지만, 이에 한정되지 않는다. 광 반사 도전 물질은 Al, Ag, Au, Pt, 또는 Cu 등이 될 수 있지만, 이에 한정되지 않는다. 광 반사 도전 물질로 이루어진 제1 연결전극(CE1)은 광 반사 도전 물질을 포함하는 단일층 또는 상기 단일층을 포함하는 다중층으로 이루어질 수 있다.
- [0097] 공통 전극(CL)은 발광소자(130)의 제2 전극(E2)과 연결되는 전극으로 캐소드 전극으로 정의될 수 있다. 제2 연결전극(CE2)은 공통 전극(CL)과 제2 전극(E2)을 전기적으로 연결하되 보호층(112)상에 있는 제2 컨택홀(CH2)을 통해 공통 전극(CL)과 제2 전극(E2)을 전기적으로 연결한다.
- [0098] 본 발명의 일 실시예에 따른 표시장치에서, 각 화소(SP)에 실장되는 발광소자(130)는 접착 부재(113)에 의해 고정될 수 있다.
- [0099] 접착 부재(113)는 각 화소(SP)의 발광소자(130)를 1차적으로 고정한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 접착 부재(113)는 발광소자(130)의 하부와 접촉되며 발광소자(130)의 실장 공정 시 배치되는 위치가 틀어지는 것을 최소화함과 동시에 전사하기 위해 사용되는 중간 기판으로부터 발광소자(130)가 원황이 떨어지도록 하여 발광소자(130)의 전사 공정불량을 최소화 할 수 있다.

- [0100] 본 발명의 일 실시예에 따른 접착 부재(113)는 각 화소(SP)에 도팅(dotting)되어 발광소자의 실장 공정 시 가해지는 가압력에 의해 퍼짐으로써 발광소자(130)의 하부에 접촉될 수 있다. 이에 따라, 발광소자(130)는 접착 부재(113)에 의해 1차적으로 위치가 고정될 수 있다. 따라서, 본 실시예에 따르면, 발광소자의 실장 공정은 발광소자(130)를 면에 단순 접촉하는 방식으로 수행됨으로써 발광소자의 실장 공정 시간이 크게 단축될 수 있다.
- [0101] 또한, 접착 부재(113)는 보호층(112)과 평탄화층(114) 사이에 개재되고, 발광소자(130)와 보호층(112) 사이에 개재된다. 이러한 다른 예에 따른 접착 부재(113)는 보호층(112)의 전면 전체에 일정한 두께로 코팅되되, 컨택홀들이 마련될 보호층(112)의 전면에서 코팅된 접착 부재(113)의 일부는 컨택홀들의 배치시 제거된다. 이에 따라, 본 발명의 일 실시예는 발광소자의 실장 공정 직전에, 접착 부재(113)를 보호층(112)의 전면 전체에 일정한 두께로 코팅함으로써 접착 부재(113)를 배치하는 공정 시간을 단축시킬 수 있다.
- [0102] 발광소자(130)는 제1 반도체층(131) 발광층(132) 및 제2 반도체층(133)을 포함한다. 제1 반도체층(131)은 제2 전극(E2)과 전기적으로 연결되고 제2 반도체층(133)은 제1 전극(E1)과 전기적으로 연결된다.
- [0103] 또한, 발광소자는 오목부(120)가 정의되어 있는데, 오목부(120)의 오목한 형상에 따라 제1반도체층(131), 발광층(132) 및 제2 반도체층(133)간의 경계는 실질적으로 동일한 오목한 형상을 갖게된다.
- [0104] 오목부(120)의 오목한 형상은 단면을 기준으로 정사각형, 오픈된 상단부의 지름이 더 넓은 역사다리꼴 또는 반원형태일 수 있다. 오목부(120)의 오목한 형상을 따라 배치된 발광층(132)은 제1 반도체층(131) 및 제2 반도체층(133)으로부터 주입되는 전자와 정공에 의해 발광하되 상기 오목부(120)의 오목한 형상에 따라 광 경로가 조절될 수 있다.
- [0105] 이와 같이 오목부(120)의 오목한 형상에 따라 광 경로가 조절됨으로써 발광소자(130)의 광효율을 증대시킬 수 있고, 이를 더 효율적으로 증대시키기 위해 제1 반도체층(131)하부에 빛을 반사하는 반사층을 더 배치할 수 있다.
- [0106] 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 표시장치를 설명하기 위한 도 2b의 B-B'에 따른 개략적인 단면도이다.
- [0107] 본 발명을 설명하기 위한 표시장치의 일 실시예에서 발광소자(130)는 웨이퍼상에서 성장된 발광소자로서 형성된 후 표시장치의 기판으로 전사되는 과정이 필요하다. 도 4는 전사공정이 필요없는 표시장치의 일 예로서의 본 발명의 일 실시예에 대하여 설명하도록 하겠다.
- [0108] 우선 기판(110)은 결정질 실리콘 또는 사파이어 기반의 반도체 웨이퍼로서 제1 반도체층(131), 발광층(132) 및 제2 반도체층(133)과 같은 단방향의 단결정을 성장시킬 수 있는 기판이다. 또한 그 자체로 반도체 성질을 띄우고 표면에 불순물등을 적절히 도핑시킴으로 전류가 흐를 수 있는 문턱전압등을 조절하여 반도체층 또는 전극과 같은 전도성층을 배치할 수 있다.
- [0109] 이하에서는, 도 4를 참조하여 본 발명의 또 다른 실시예에 대하여 설명하되 이전 도면들을 참조하여 설명하도록 한다.
- [0110] 상술한 바와 같이 기판(110)은 반도체 웨이퍼로서 박막트랜지스터(TFT)가 상기 기판(110)상에 배치된다. 박막트랜지스터(TFT)를 구성하는 소스전극(SE) 및 드레인 전극(DE)은 기판(110)의 표면을 도체화 처리함으로써 배치할 수 있다. 반도체채널(SCL)또한 박막트랜지스터(TFT)의 구동 스페에 맞추어 적절히 불순물을 도핑처리하고 반도체채널(SCL)상에 게이트절연층(111) 및 게이트전극(GE)을 배치하여 박막트랜지스터(TFT)를 배치한다.
- [0111] 한편, 발광소자(130)는 기판(110)이 단방향의 단결정을 성장시킬 수 있는 기판이므로, 이를 이용하여 제1 반도체층(131), 발광층(132) 및 제2 반도체층(133)을 에피성장시켜 배치한다. 상기 제1 반도체층(131), 발광층(132) 및 제2 반도체층(133)을 성장시킬 때 기판(110)의 표면의 격자 방향에 따라 제1 반도체층(131), 발광층(132) 및 제2 반도체층(133)의 격자 방향이 결정되며 이를 조절할 수 있는 버퍼층을 더 포함할 수 있다.
- [0112] 기판(110)상에 배치된 박막트랜지스터(TFT)의 드레인전극(DE)은 발광소자(130)의 제2 반도체층(133)과 제1 연결전극(CE1)을 통해서 전기적으로 연결되며, 이때 제1 연결전극(CE1)과 제1 반도체층(133) 및 발광층(132)과는 절연층(134)에 의해 절연될 수 있다.
- [0113] 상술한 구성에 의한 표시장치는 반도체 기판을 표시장치의 기판으로 활용하면서, 구동을 위한 박막트랜지스터와 구동소자를 기판상에서 직접 형성 및 배치할 수 있으므로 별도의 발광소자에 대한 전사공정이 필요없으며, 반도체 공정을 활용하여 현재의 표시장치보다 더욱 정교하고 미세한 크기의 화소를 구현할 수 있으므로 VR또는 AR에 적용 가능한 초 고화질의 표시장치를 구현할 수 있다.



- [0114] 이하에서는, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 광효율이 증대된 발광소자 및 그 구성에 대해 첨부된 도면을 예시로 더욱 자세히 설명하도록 한다.
- [0115] 도 5a는 본 발명의 일 실시예에 따른 발광소자를 설명하기 위한 개략적인 도면이고, 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 발광소자를 설명하기 위한 도 5a의 C-C'에 따른 개략적인 단면도이다.
- [0116] 본 발명의 일 실시예에 따른 발광소자(130)는 제1 반도체층(131), 발광층(132), 제2 반도체층(133), 제1 전극(E1), 제2 전극(E2) 및 절연막(134)를 포함한다. 발광소자(130)는 제1 전극(E1)과 제2 전극(E2) 사이에 흐르는 전류에 따른 전자와 정공의 재결합에 따라 발광한다.
- [0117] 제1 반도체층(131)은 n형 반도체층이고 제2 반도체층(133)은 p형 반도체층 일 수 있으나 편의상 제1 반도체층(131) 및 제2 반도체층(133)으로 설명하도록 한다. 또한 제1 전극(E1) 및 제2 전극(E2) 또는 전기적인 연결 관계에 따라, 즉 전기적인 연결을 이루는 반도체 층에 따라 p형 전극 또는 n형 전극으로 호칭 될 수 있으나 마찬가지로 편의상 제1 또는 제2 전극으로 설명하도록 하겠다. 또한, 본 명세서에서는 제1 반도체층(131) 및 제2 반도체층(133)을 각각 n형 반도체층 및 p형 반도체층으로 설명하겠으나 제1 반도체층(131) 및 제2 반도체층(133)은 각각 반대인 n형 반도체층 및 p형 반도체층 일 수 있다.
- [0118] 제2 반도체층(133)은 발광층(132) 상에 마련되어, 발광층(132)에 정공을 제공한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 반도체층(133)은 p-GaN계 반도체 물질로 이루어질 수 있으며, p-GaN계 반도체 물질로는 GaN, AlGa<sub>N</sub>, InGa<sub>N</sub>, 또는 AlInGa<sub>N</sub> 등이 될 수 있다. 여기서, 제2 반도체층(133)의 도핑에 사용되는 불순물로는 Mg, Zn, 또는 Be 등이 이용될 수 있다.
- [0119] 제1 반도체층(131)은 발광층(132)에 전자를 제공한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 반도체층(131)은 n-GaN계 반도체 물질로 이루어질 수 있으며, n-GaN계 반도체 물질로는 GaN, AlGa<sub>N</sub>, InGa<sub>N</sub>, 또는 AlInGa<sub>N</sub> 등이 될 수 있다. 여기서, 제1 반도체층(131)의 도핑에 사용되는 불순물로는 Si, Ge, Se, Te, 또는 C 등이 사용될 수 있다.
- [0120] 발광층(132)은 제1 반도체층(131) 상에 마련된다. 이러한 발광층(132)은 우물층과 우물층보다 밴드 갭이 높은 장벽층을 갖는 다중 양자 우물(MQW; Multi Quantum Well) 구조를 갖는다. 본 발명의 일 실시예에 따른 발광층(132)은 InGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> 등의 다중 양자 우물 구조를 가질 수 있다.
- [0121] 제1 전극(E1)은 제2 반도체층(133)과 전기적으로 연결되며 구동 박막화소인 구동 트랜지스터(TFT)의 드레인 전극(DE) 또는 소스 전극(SE)과 연결되고, 제2 전극(E2)은 공통 전원 (CL)과 연결된다.
- [0122] 상술한 제1 전극(E1)은 p형 전극일 수 있으며 제2 전극(E2)은 n형 전극일 수 있다. 이는 전자를 공급하는지 또는 정공을 공급하는지에 따라, 즉 p형 반도체층과 전기적으로 연결되는지 또는 n형 반도체층과 연결되는지에 따라 구분할 수 있으나 본 명세서에서는 제1 전극(E1)과 제2 전극(E2)으로 설명하기로 한다.
- [0123] 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 및 제2 전극(E1, E2) 각각은 Au, W, Pt, Si, Ir, Ag, Cu, Ni, Ti, 또는 Cr 등의 금속 물질 및 그 합금 중 하나 이상을 포함한 물질로 이루어질 수 있다. 다른 실시예에 따른 제1 및 제2 전극(E1, E2) 각각은 투명 도전성 재질로 이루어질 수 있으며, 상기 투명 도전성 재질은 ITO(Indium Tin Oxide) 또는 IZO(Indium Zinc Oxide) 등이 될 수 있지만, 이에 한정되지 않는다.
- [0124] 절연막(134)는 발광소자(130)의 외부를 커버하도록 배치되며 제1 전극(E1) 및 제2 전극(E2)의 적어도 일부를 오픈한다. 절연막(134)은 Si<sub>N</sub>x 또는 Si<sub>O</sub>x와 같은 물질로 배치될 수 있으며 발광층(132)을 커버하도록 배치된다.
- [0125] 절연막(134)은 발광소자(130)에 있는 제1 전극(E1) 및 제2 전극(E2)이 전기적으로 연결되도록 연결전극등이 배치될 때 의도하지 않은 요소간의 전기적 연결이 발생되지 않도록 한다. 또한, 발광소자(130)의 광효율을 증대시키고 혼색을 방지하기 위해 빛을 반사할 수 있도록 표면처리될 수 있으며, 또는 흑화 처리될 수 있다.
- [0126] 본 발명의 일 실시예에 의한 발광소자(130)는 오목부(120)를 더 포함한다. 오목부(120)에 따라 배치된 발광층(132)은 오목부(120)의 오목한 형상에 따라 광경로가 조절되고 이에 따라 발광소자(130)의 광효율은 증대될 수 있다.
- [0127] 오목부(120)는 발광소자(130)의 제1 반도체층(131)을 에피성장(epitaxial growth)시킨 후 일부분을 식각등의 처리를 통해 오목부(120)를 형성하기 위한 기본 형태를 만든 후 발광층(132)과 제2 반도체층(133)을 상기 오목부(120)의 내측에 선택적 에피성장의 공정방법등을 사용하여 배치할 수 있다.
- [0128] 이와 같이 오목부(120)의 오목한 형상을 따라 발광층(132) 및 제2 반도체층(133)을 배치할 수 있는데, 오목부

(120)의 오목한 형상은 상부의 넓이가 더 넓은 마름모형태, 사각형태, 삼각형태 및 반원형태일 수 있다.

- [0129] 오목부(120)의 깊이(h1)에 따라 상기 발광소자(130)를 사용한 표시장치의 시야각은 변화될 수 있으며, 시야각의 조절효과를 더욱 극대화 하기 위해 발광층(132)과 제2 반도체층(133)을 오목부(120)의 내측에 배치하되, 부분적으로 배치하는 방법을 사용하여 (예를들어 오목부의 최저부의 일부에만 배치) 표시장치의 시야각을 조절할 수 있다.
- [0130] 오목부(120)의 깊이(h1)와 더불어 오목부(120)의 일 측면의 기울기( $\theta$ )에 따른 시야각 조절 및 광효율증대 또한 가능하다. 가장 효율이 좋은 기울기( $\theta$ )는 30~60도로써 이는 오목부(120)의 깊이(h1)와 연관되어 조절될 수 있으며, 상호간의 상관관계에 따라 최적 각도는 변경될 수 있다.
- [0131] 한편, 상술한 바와 같이 발광소자(130)는 제1 전극(E1)과 제2 전극(E2) 사이에 흐르는 전류에 따른 전자와 정공의 재결합에 따라 발광한다라고 설명하였는데, 이를 발광소자(130)의 오목부(120)의 오목한 형상을 따라 발광층(132)에서 빛이 발광되는 메카니즘에 대하여 보충 설명하도록 한다.
- [0132] 제1 반도체층(131)과 제2 반도체층(133)은 단결정 막으로 성장시키는 표면상에서 성장되기에 성장되는 표면을 따라 결정의 방향이 일정하게 배치된다. 이에 따라 제1 전극(E1)과 제2 전극(E2)의 전하의 흐름은 먼저 횡방향(d1, d3)으로 전자와 정공의 흐름이 발생하고 종방향(d2, d4)으로 흐르게 된다.
- [0133] 이는 에피성장된 제1 반도체층(131)과 제2 반도체층(133)의 결정의 방향에 따라 전하가 퍼지게 되는데 상기 제1 반도체층(131)과 제2 반도체층(133)의 분자구조의 격자의 방향은 식각면과 평행을 이루고, 이에 따라 전하가 흐르게 된다. 즉, 오목부의 전체 영역에서 골고루 발광할 수 있게 된다.
- [0134] 상술한 전하의 흐름에 따라, 발광층(132)에 전달되는 전자와 정공의 결합에 따라 발광하게 되는데, 오목부(120)의 오목한 형상을 따라 배치된 발광층(132)에 비교적 골고루 전하가 인가되게 되고 이에 따라 오목부(120)의 형상을 따라 발광하고, 종국에는 발광소자(120)의 광효율이 증대될 수 있다.
- [0135] 광효율이 증대되는 이유로서는 상술한 오목한 형상을 따라 발광층(132)이 배치됨으로써 발광층(132)은 평면상 배치된 종래의 배치형태보다 더욱 넓은 발광면적을 갖을 수 있게 되고, 이에 따라 발광되는 빛의 광량이 달라지게 되어 광효율이 증대될 수 있다.
- [0136] 도 6a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 발광소자를 설명하기 위한 개략적인 도면이고, 도 6b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 발광소자를 설명하기 위한 도 6a의 D-D'에 따른 개략적인 단면도이다.
- [0137] 이전 도면들을 설명하면서, 발광소자(130)의 전사단계가 필요없는 표시장치 및 이에 이용되는 발광소자에 대하여 설명하였는데, 도 6a 및 도 6b에서는 이에 대한 더욱 자세한 설명을 하도록 한다.
- [0138] 웨이퍼로된 기관(110)에 오목부 유도패턴(120')을 배치한다. 오목부 유도패턴(120')의 형태는 사각형태, 마름모 형태, 반원 형태등 다양한 형태일 수 있고 이는 오목부(120)의 형태와 동일한 형태일 수 있다.
- [0139] 오목부 유도패턴(120')상에 버퍼층(135)이 배치된다. 상술한 버퍼층(135)은 반도체 기관상의 격자상수 및 열팽창 계수의 차이에서 발생하는 응력(strain)의 완화를 위한 층으로, 버퍼층(135)은 금속성 버퍼층(135)일 수 있다. 예를 들어, 상기 버퍼층(135)은 금속, 금속들의 합금, 금속 산화물, 또는 금속 질화물과 같은 금속성 물질이 이용될 수 있다.
- [0140] 버퍼층(135)은 제1 반도체층(131)로부터 제2 반도체층(133)까지의 각 층의 성장과 밀접하게 연관되어 있고 오목부 유도패턴(120')의 오목한 형상에 따라 성장하게 되어 종국에는 오목부(120)가 배치되게 된다.
- [0141] 이전 도면에서 설명한 바와 같이 제1 전극(E1) 및 제2 전극(E2)에서 공급되는 전류의 흐름은 각 반도체층의 분자구조 및 결정의 방향에 따라 횡방향(d1, d3)방향으로 먼저 전류의 흐름이 발생한 후 종방향(d2, d4)으로 전자와 정공이 확산되어 전류의 흐름이 발생한다.
- [0142] 이와 같이 발광층(132)에 전자와 정공이 골고루 전달되고 발광층(132)의 전체 영역에서 발광할 수 있게 된다.
- [0143] 상술한 구성에서 발광소자(130)는 기관(110)상에서 형성된 소사이므로 별도의 전사공정이 필요가 없고, 미세한 발광소자를 배치할 수 있으므로 고해상도를 갖는 의 고 집적도의 표시장치를 구현할 수 있다.
- [0144] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광소자가 있는 표시장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [0145] 단위화소(UP)의 관점에서 단일한 제1 반도체층(131)상에 복수의 발광층(132) 및 제2 반도체층(133)으로 구성되는 복수의 발광부를 배치할 수 있다. 발광부 각각은 독립된 화소(SP)로 구동되도록 복수의 제1 전극(E1)이 배치



될 수 있다.

- [0146] 한편 제2 전극(E2 미도시) 및 상기 제2 전극(E2)과 연결되는 제2 연결전극(CE2)는 제1 반도체층(131)과 연결되는데, 제1 반도체층(131)은 복수의 발광부에 이어진 공통의 제1 반도체층(131)이므로 화소(SP)별로 별도의 제2 전극(E2) 및 제2 연결전극(CE2)을 배치할 필요가 없다.
- [0147] 단위화소(UP)에 배치되는 발광소자는 상술한 바와 같이 단위화소(UP)에 있는 복수의 화소(SP)각각에 배치할 필요 없이 복수의 발광부가 있는 하나의 발광소자만 배치하면 되므로 발광소자를 전사하는 전사공정을 줄일 수 있어 생산성을 향상시킬 수 있다.
- [0148] 도 8a 내지 도 8f는 본 발명의 실시예들에 따른 다양한 색상을 구현하기 위한 다양한 구성을 설명하기 위한 개략적인 도면이다.
- [0149] 본 발명의 다양한 실시예 중에서 전사공정이 필요한 발광소자 및 표시장치에 대한 실시예에 관하여 도 8a 내지 도 8c를 통해 설명하고, 전사 공정이 필요없는 발광소자 및 표시장치에 대한 실시예에 관하여 도 8d 내지 도 8f를 통해 설명하도록 하겠다. 그러나, 본 발명의 다양한 실시예 중에서 두가지 예를 들어 설명한 것일고 더 다양한 실시예도 가능하다.
- [0150] 통상적인 표시장치는 화소에서 하는 적색, 녹색, 파란색 및 흰색의 빛을 발광하도록 구성하는 것이 일반적이며 이에 준하여 설명하도록 하겠다.
- [0151] 도 8a 내지 도 8f를 참조하면, 발광소자(130)는 적어도 하나의 오목부(120)가 배치될 수 있으며 레드컬러필터(CFR), 그린컬러필터(CFG), 블루컬러필터(CFB), 무색컬러필터(CFW) 및 색변환층(CCLW)을 더 포함할 수 있다.
- [0152] 도 8a를 참조하면, 발광소자(130)는 블루빛을 발광하는 블루LED소자일 수 있다. 블루LED소자에 복수의 오목부를 배치하고 레드컬러필터(CFR), 그린컬러필터(CFG) 및 무색컬러필터(CFW)를 각각의 오목부(130)에 충전하여 기본 3색의 화소를 배치할 수 있다.
- [0153] 도 8b를 참조하면, 발광소자(130)의 발광층은 블루 빛을 발하는 퀴텀웰을 포함하는 블루LED일 수 있다. 발광소자(130)에 복수의 오목부(120)를 배치하고, 각각의 오목부(120)의 내부에 색변환층(CCLW)을 충전하여 발광소자(130)에서 발광되는 빛을 백색의 파장으로 변환시킨다. 한편, 각각의 오목부(120)상에 레드컬러필터(CFR), 그린컬러필터(CFG) 및 블루컬러필터(CFB)를 각각 배치하면, 기본 3색의 화소를 배치할 수 있다.
- [0154] 도 8c를 참조하면, 발광소자(130)는 레드컬러필터(CFR)와 그린컬러필터(CFG)가 충전된 오목부(120)를 포함한다. 발광소자(130)는 기본 블루빛을 내는 LED소자일 수 있으며 블루빛을 내는 화소영역은 오목부(120)을 배치하지 않고 평면상에 발광층등을 배치하여 기본 3색의 화소를 배치할 수 있다. 이와 같이 오목부(120)를 포함하는 화소와 오목부(120)를 포함하지 않는 화소를 함께 사용할 수 있다.
- [0155] 도 8d를 참조하면, 발광소자(130)는 기판(110)상에 복수의 오목부(120)가 배치되고 각각의 오목부는 블루빛을 발광하도록 구성될 수 있다. 각각의 오목부(120)중 두개의 오목부(120)은 각각 레드컬러필터(CFR)와 그린컬러필터(CFG)를 충전하는 구조이고 하나의 오목부(120)은 무색컬러필터(CFW)가 충전된 구조일 수 있다.
- [0156] 도 8e를 참조하면, 발광소자(130)는 복수의 오목부(130)이 기판(110)에 배치되고, 각각의 오목부(130)은 색변환층(CCLW)을 포함할 수 있다. 각각의 오목부에서 발광되는 빛은 블루의 빛을 발광하도록 구성될 수 있으며 색변환층(CCLW)은 오목부(120)에서 발광되는 빛을 백색의 파장으로 변환시키는 색변환층일 수 있다. 한편, 각각의 오목부(120)상에 레드컬러필터(CFR), 그린컬러필터(CFG) 및 블루컬러필터(CFB)가 배치될 수 있고, 이에 따라 기본 3색의 화소를 배치할 수 있다.
- [0157] 도 8f를 참조하면, 적어도 하나의 오목부(120)와 오목부(120)을 충전하는 레드컬러필터(CFR), 그린컬러필터(CFG) 또는 블루컬러필터(CFB)를 포함할 수 있다. 상술한 오목부(120)를 포함하지 않는 화소를 더 포함할 수 있으며, 기본 3색의 화소를 상기 컬러필터등을 사용하여 다양한 방법으로 구현할 수 있다.
- [0158] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함

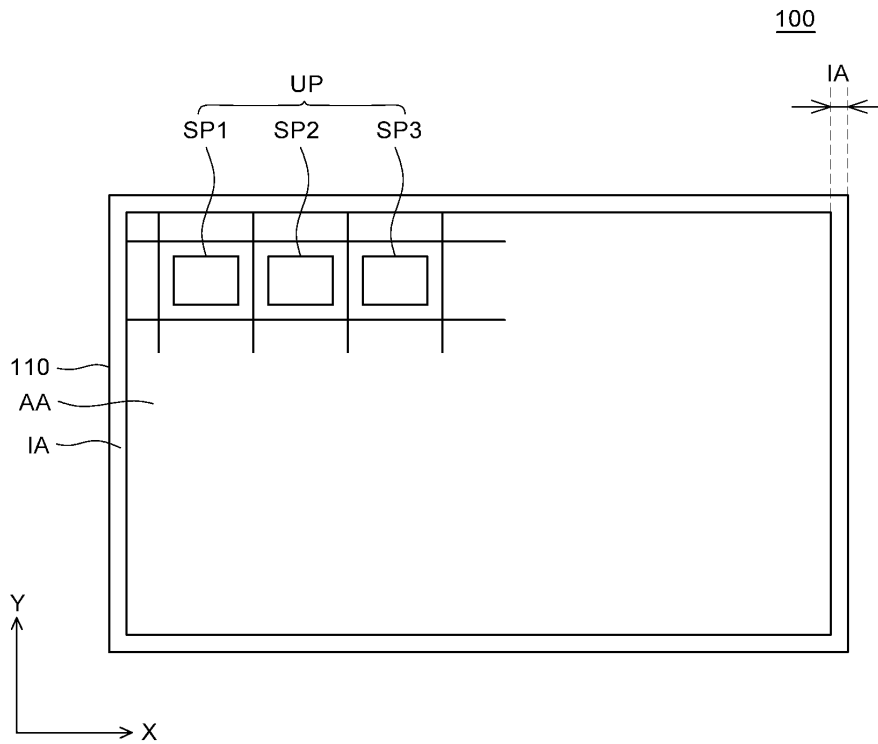
되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

**부호의 설명**

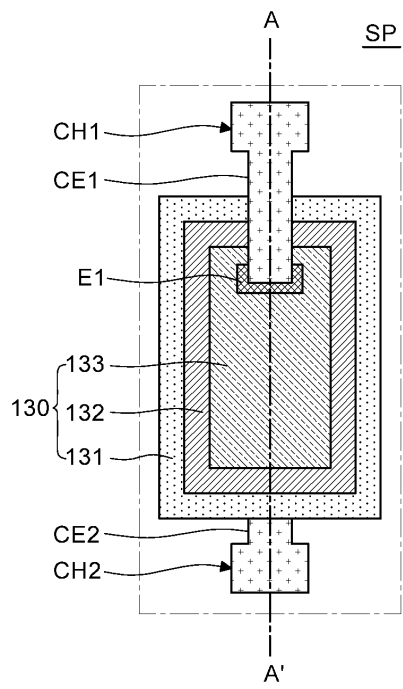
- [0159] 100: 표시장치
- 110: 기관
- 120: 오목부
- 130: 발광소자

**도면**

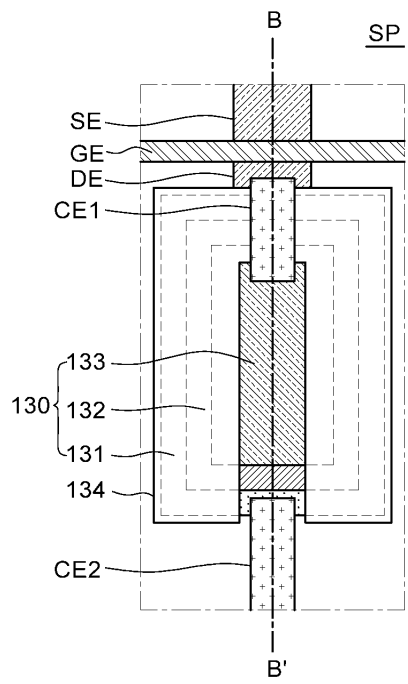
**도면1**



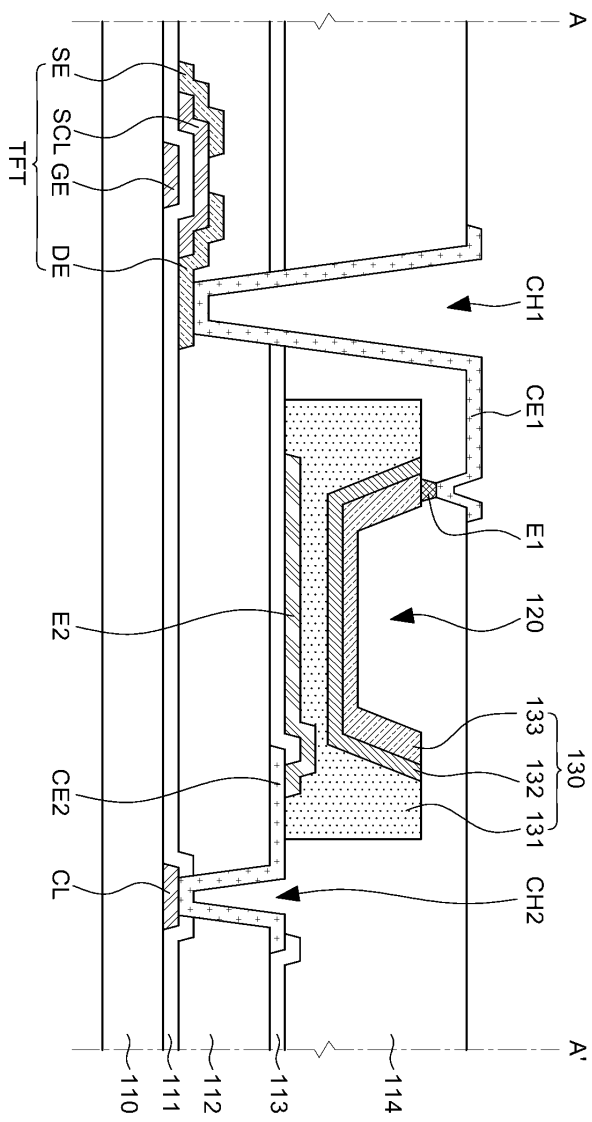
도면2a



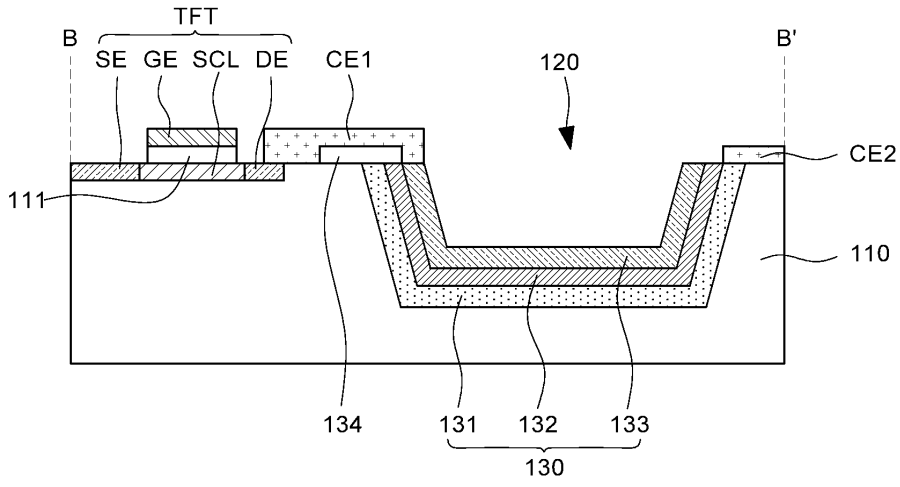
도면2b



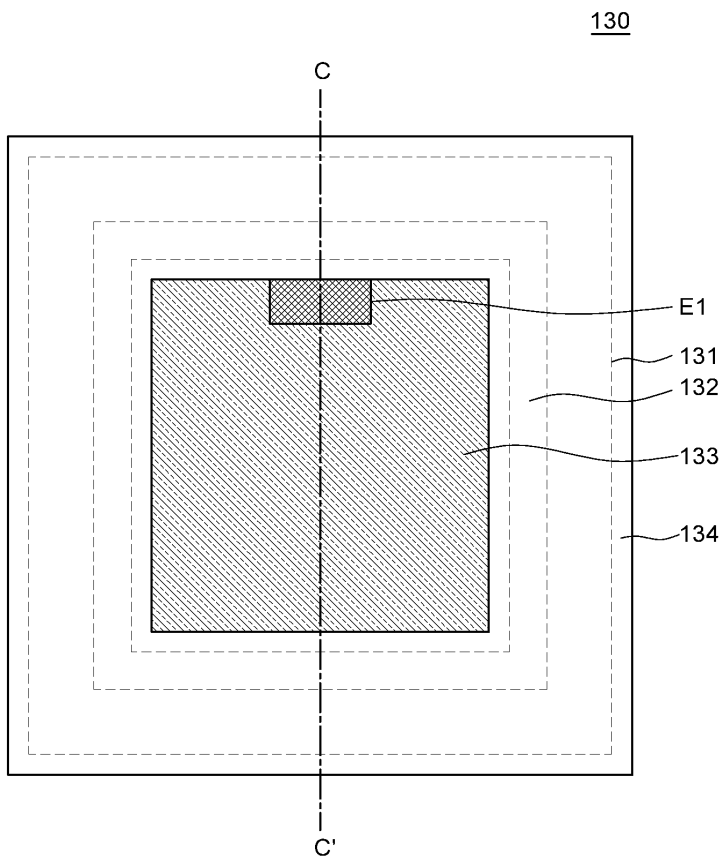
도면3



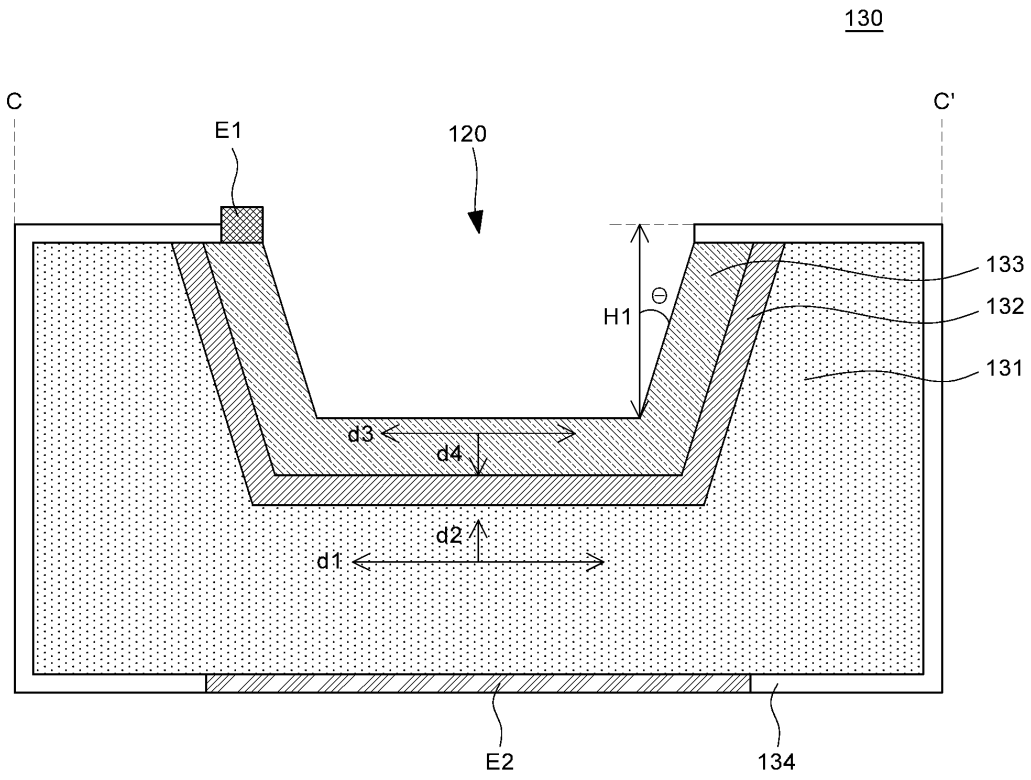
도면4



도면5a

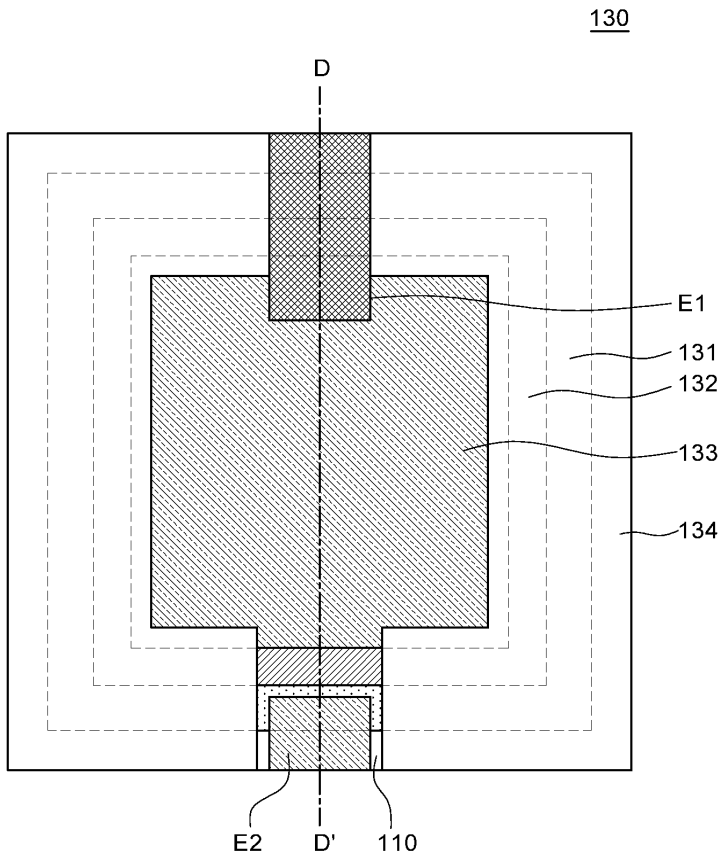


도면5b

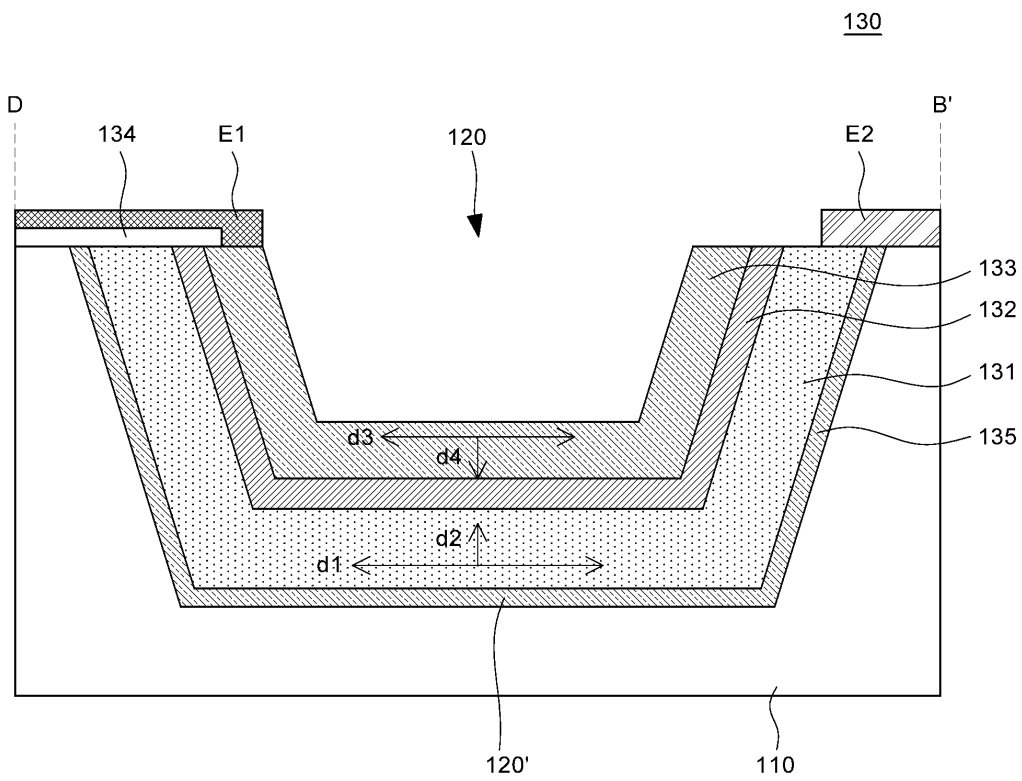




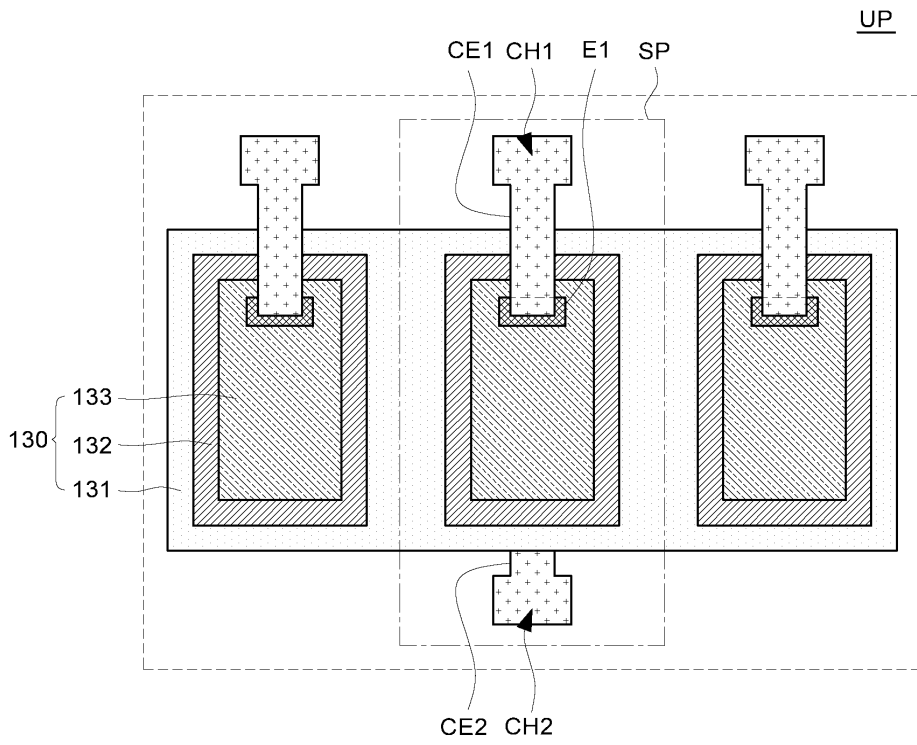
도면6a



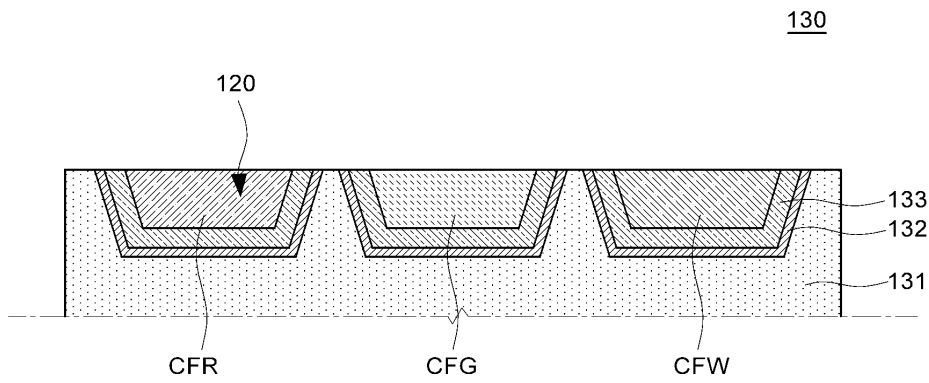
도면6b



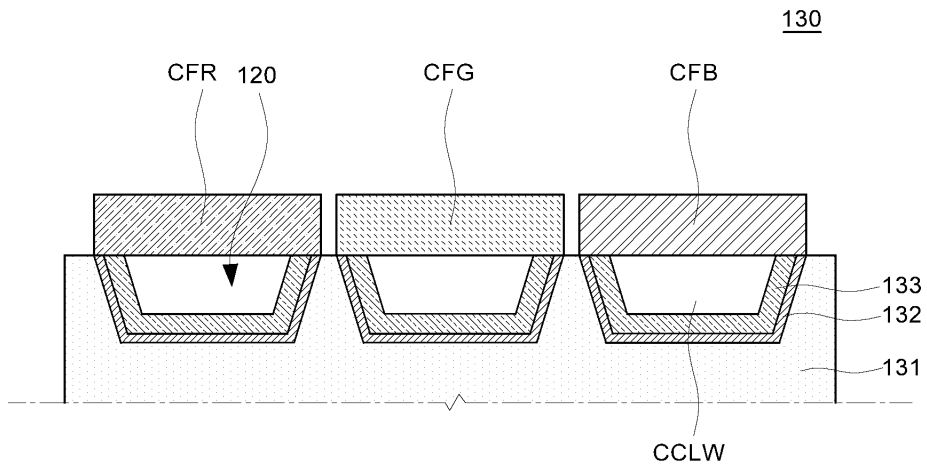
도면7



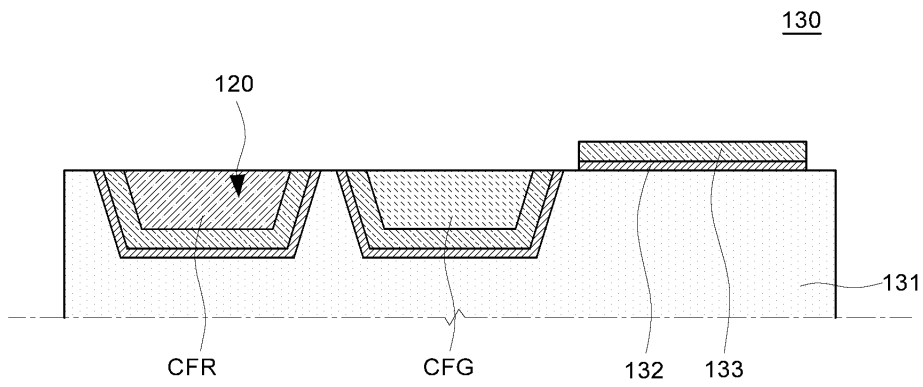
도면8a



도면8b



도면8c



도면8d

