(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년07월03일
(11) 등록번호 10-2129266
(24) 등록일자 2020년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*H01L 51/50* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0052598
(22) 출원일자 2014년04월30일
심사청구일자 2019년04월02일
(65) 공개번호 10-2015-0125820
(43) 공개일자 2015년11월10일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020030020034 A*
*(뒷면에 계속)*

(73) 특허권자
**삼성디스플레이 주식회사**
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
(72) 발명자
**송하진**
경기도 화성시 동탄공원로1길 6-59 , 363동 1603호
**김달호**
경기도 성남시 분당구 성남대로 393 두산위브파빌리온 A동 1509호
**이혼승**
경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 삼성디스플레이
(74) 대리인
**특허법인가산**

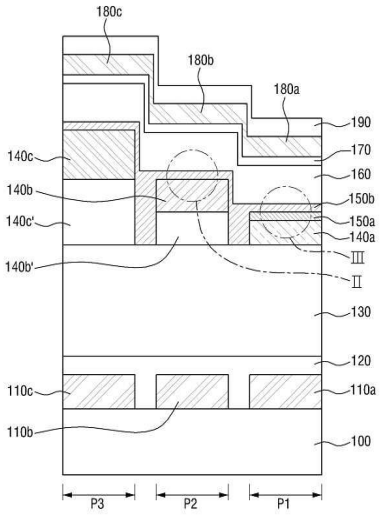
전체 청구항 수 : 총 19 항 심사관 : 정명주

(54) 발명의 명칭 **유기 발광 표시 장치**

## (57) 요 약

유기 발광 표시 장치가 제공된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 제1 색을 발광하는 제1 화소 영역 및 제1 색과 상이한 제2 색을 발광하는 제2 화소 영역을 포함하는 기판, 기판의 제1 화소 영역 및 제2 화소 영역 상에 각각 위치하는 제1 애노드 및 제2 애노드, 제1 애노드 및 제2 애노드 상에 각각 위치하고, 형광 발광 물질을 포함하는 제1 발광층 및 제1 인광 발광 물질을 포함하는 제2 발광층, 제1 발광층 및 제2 발광층 상에 각각 위치하고, 서로 상이한 물질로 이루어진 제1 버퍼층 및 제2 버퍼층, 및 제1 버퍼층 및 제2 버퍼층 상에 각각 위치하는 제1 캐소드 및 제2 캐소드를 포함한다.

*대 표 도* - 도1



(56) 선행기술조사문헌
KR1020140013513 A*
KR1020110027484 A
KR1020100047126 A
KR1020120108897 A
KR1020120004018 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

제1 색을 발광하는 제1 화소 영역 및 상기 제1 색과 상이한 제2 색을 발광하는 제2 화소 영역을 포함하는 기판;

상기 기판의 상기 제1 화소 영역 및 상기 제2 화소 영역 상에 각각 위치하는 제1 애노드 및 제2 애노드;

상기 제1 애노드 및 상기 제2 애노드 상에 각각 위치하고, 형광 발광 물질을 포함하는 제1 발광층 및 제1 인광 발광 물질을 포함하는 제2 발광층;

상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층 상에 각각 위치하고, 서로 상이한 물질로 이루어진 제1 버퍼층 및 제2 버퍼층; 및

상기 제1 버퍼층 및 상기 제2 버퍼층 상에 각각 위치하는 제1 캐소드 및 제2 캐소드를 포함하되,

상기 제1 버퍼층의 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 레벨 및 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 레벨은 각각 상기 제2 버퍼층의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨보다 작은 유기 발광 표시 장치.

### 청구항 2

삭제

### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제1 버퍼층의 HOMO 레벨은 상기 제1 발광층의 HOMO 레벨보다 작고,

상기 제1 버퍼층의 HOMO 레벨 및 상기 제1 발광층의 HOMO 레벨의 차의 절대값은 0.2eV 이상인 유기 발광 표시 장치.

### 청구항 4

제1 색을 발광하는 제1 화소 영역 및 상기 제1 색과 상이한 제2 색을 발광하는 제2 화소 영역을 포함하는 기판;

상기 기판의 상기 제1 화소 영역 및 상기 제2 화소 영역 상에 각각 위치하는 제1 애노드 및 제2 애노드;

상기 제1 애노드 및 상기 제2 애노드 상에 각각 위치하고, 형광 발광 물질을 포함하는 제1 발광층 및 제1 인광 발광 물질을 포함하는 제2 발광층;

상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층 상에 각각 위치하고, 서로 상이한 물질로 이루어진 제1 버퍼층 및 제2 버퍼층; 및

상기 제1 버퍼층 및 상기 제2 버퍼층 상에 각각 위치하는 제1 캐소드 및 제2 캐소드를 포함하되,

상기 제2 버퍼층의 HOMO 레벨은 상기 제2 발광층의 HOMO 레벨보다 작고, 상기 제1 발광층의 HOMO 레벨보다 크거나 같은 유기 발광 표시 장치.

### 청구항 5

제1 색을 발광하는 제1 화소 영역 및 상기 제1 색과 상이한 제2 색을 발광하는 제2 화소 영역을 포함하는 기판;

상기 기판의 상기 제1 화소 영역 및 상기 제2 화소 영역 상에 각각 위치하는 제1 애노드 및 제2 애노드;

상기 제1 애노드 및 상기 제2 애노드 상에 각각 위치하고, 형광 발광 물질을 포함하는 제1 발광층 및 제1 인광

발광 물질을 포함하는 제2 발광층;

상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층 상에 각각 위치하고, 서로 상이한 물질로 이루어진 제1 버퍼층 및 제2 버퍼층; 및

상기 제1 버퍼층 및 상기 제2 버퍼층 상에 각각 위치하는 제1 캐소드 및 제2 캐소드를 포함하되,

상기 제1 발광층의 HOMO 레벨($H_{E1}$), 상기 제2 발광층의 HOMO 레벨($H_{E2}$), 상기 제1 버퍼층의 HOMO 레벨($H_{B1}$), 및 상기 제2 버퍼층의 HOMO 레벨($H_{B2}$)이 $H_{E2} > H_{B2} \geq H_{E1} > H_{B1}$인 관계를 만족하는 유기 발광 표시 장치.

**청구항 6**

제1 색을 발광하는 제1 화소 영역 및 상기 제1 색과 상이한 제2 색을 발광하는 제2 화소 영역을 포함하는 기판;

상기 기판의 상기 제1 화소 영역 및 상기 제2 화소 영역 상에 각각 위치하는 제1 애노드 및 제2 애노드;

상기 제1 애노드 및 상기 제2 애노드 상에 각각 위치하고, 형광 발광 물질을 포함하는 제1 발광층 및 제1 인광 발광 물질을 포함하는 제2 발광층;

상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층 상에 각각 위치하고, 서로 상이한 물질로 이루어진 제1 버퍼층 및 제2 버퍼층; 및

상기 제1 버퍼층 및 상기 제2 버퍼층 상에 각각 위치하는 제1 캐소드 및 제2 캐소드를 포함하되,

상기 제1 버퍼층의 LUMO 레벨은 상기 제2 버퍼층의 LUMO 레벨보다 작고, 상기 제1 발광층의 LUMO 레벨보다 크거나 같은 유기 발광 표시 장치.

**청구항 7**

제1 색을 발광하는 제1 화소 영역 및 상기 제1 색과 상이한 제2 색을 발광하는 제2 화소 영역을 포함하는 기판;

상기 기판의 상기 제1 화소 영역 및 상기 제2 화소 영역 상에 각각 위치하는 제1 애노드 및 제2 애노드;

상기 제1 애노드 및 상기 제2 애노드 상에 각각 위치하고, 형광 발광 물질을 포함하는 제1 발광층 및 제1 인광 발광 물질을 포함하는 제2 발광층;

상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층 상에 각각 위치하고, 서로 상이한 물질로 이루어진 제1 버퍼층 및 제2 버퍼층; 및

상기 제1 버퍼층 및 상기 제2 버퍼층 상에 각각 위치하는 제1 캐소드 및 제2 캐소드를 포함하되,

상기 제2 버퍼층의 LUMO 레벨은 상기 제2 발광층의 LUMO 레벨보다 작고, 상기 제1 발광층의 LUMO 레벨보다 큰 유기 발광 표시 장치.

**청구항 8**

제1 색을 발광하는 제1 화소 영역 및 상기 제1 색과 상이한 제2 색을 발광하는 제2 화소 영역을 포함하는 기판;

상기 기판의 상기 제1 화소 영역 및 상기 제2 화소 영역 상에 각각 위치하는 제1 애노드 및 제2 애노드;

상기 제1 애노드 및 상기 제2 애노드 상에 각각 위치하고, 형광 발광 물질을 포함하는 제1 발광층 및 제1 인광 발광 물질을 포함하는 제2 발광층;

상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층 상에 각각 위치하고, 서로 상이한 물질로 이루어진 제1 버퍼층 및 제2 버퍼층; 및

상기 제1 버퍼층 및 상기 제2 버퍼층 상에 각각 위치하는 제1 캐소드 및 제2 캐소드를 포함하되,

상기 제1 발광층의 LUMO 레벨($L_{E1}$), 상기 제2 발광층의 LUMO 레벨($L_{E2}$), 상기 제1 버퍼층의 LUMO 레벨($L_{B1}$), 및 상기 제2 버퍼층의 LUMO 레벨($L_{B2}$)이 $L_{E2} > L_{B2} > L_{B1} \geq L_{E1}$인 관계를 만족하는 유기 발광 표시 장치.

**청구항 9**

제 1항에 있어서,

상기 기판은 상기 제1 색 및 상기 제2 색과 상이한 제3 색을 발광하는 제3 화소 영역을 더 포함하고,

상기 기판의 상기 제3 화소 영역 상에 위치하는 제3 애노드;

상기 제3 애노드 상에 위치하고, 상기 제1 인광 발광 물질과 상이한 제2 인광 발광 물질을 포함하는 제3 발광층; 및

상기 제3 발광층 상에 위치하는 제3 캐소드를 더 포함하되,

상기 제2 버퍼층은 상기 제3 발광층 및 상기 제3 캐소드 사이까지 연장되어 형성되는 유기 발광 표시 장치.

**청구항 10**

제 9항에 있어서,

상기 제2 버퍼층은 상기 제1 버퍼층 및 상기 제1 캐소드 사이까지 연장되어 형성되는 유기 발광 표시 장치.

**청구항 11**

제 9항에 있어서,

상기 제3 발광층 상에 위치하고, 상기 제2 버퍼층과 동일한 물질로 이루어진 제3 버퍼층을 더 포함하되,

상기 제1 버퍼층은 상기 제2 버퍼층과 상기 제3 버퍼층 및 상기 제2 캐소드와 상기 제3 캐소드 사이의 적어도 일부까지 연장되어 형성되는 유기 발광 표시 장치.

**청구항 12**

제 1항에 있어서,

상기 기판은 상기 제1 색 및 상기 제2 색과 상이한 제3 색을 발광하는 제3 화소 영역을 더 포함하고,

상기 기판의 상기 제3 화소 영역 상에 위치하는 제3 애노드;

상기 제3 애노드 상에 위치하고, 상기 제1 인광 발광 물질과 상이한 제2 인광 발광 물질을 포함하는 제3 발광층;

상기 제3 발광층 상에 위치하고, 상기 제2 버퍼층과 동일한 물질로 이루어진 제3 버퍼층; 및

상기 제3 버퍼층 상에 위치하는 제3 캐소드를 더 포함하는 유기 발광 표시 장치.

**청구항 13**

제 12항에 있어서,

상기 제1 버퍼층은 상기 제2 버퍼층과 상기 제3 버퍼층 및 상기 제2 캐소드와 상기 제3 캐소드 사이까지 연장되어 형성되는 유기 발광 표시 장치.

**청구항 14**

제 12항에 있어서,

상기 제1 버퍼층 및 상기 제1 캐소드 사이에 개재되고, 상기 제2 버퍼층과 동일한 물질로 이루어진 제4 버퍼층을 더 포함하는 유기 발광 표시 장치.

**청구항 15**

제 12항에 있어서,

상기 제2 버퍼층과 상기 제3 버퍼층 및 상기 제2 캐소드과 제3 캐소드 사이의 적어도 일부에 개재되고, 상기 제

1 버퍼층과 동일한 물질로 이루어진 제5 버퍼층을 더 포함하는 유기 발광 표시 장치.

**청구항 16**

기판 상에 위치하고, 제1 색을 발광하는 제1 화소 영역 및 상기 제1 색과 상이한 제2 색을 발광하는 제2 화소 영역을 포함하되,

상기 제1 화소 영역 상에는,

제1 애노드,

상기 제1 애노드와 대향하는 제1 캐소드,

상기 제1 애노드 및 상기 제1 캐소드 사이에 개재되고, 형광 발광 물질을 포함하는 제1 발광층, 및

상기 제1 발광층 및 상기 제1 캐소드 사이에 개재되는 제1 버퍼층이 배치되고,

상기 제2 화소 영역 상에는,

제2 애노드,

상기 제2 애노드와 대향하는 제2 캐소드,

상기 제2 애노드 및 상기 제2 캐소드 사이에 개재되고, 인광 발광 물질을 포함하는 제2 발광층, 및

상기 제2 발광층 및 상기 제2 캐소드 사이에 개재되는 제2 버퍼층이 배치되며,

상기 제1 버퍼층의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 상기 제2 버퍼층의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨보다 작은 유기 발광 표시 장치.

**청구항 17**

제 16항에 있어서,

상기 제1 발광층의 HOMO 레벨($H_{E1}$), 상기 제2 발광층의 HOMO 레벨($H_{E2}$), 상기 제1 버퍼층의 HOMO 레벨($H_{B1}$), 및 상기 제2 버퍼층의 HOMO 레벨($H_{B2}$)이 $H_{E2} > H_{B2} \geq H_{E1} > H_{B1}$인 관계를 만족하는 유기 발광 표시 장치.

**청구항 18**

제 16항에 있어서,

상기 제1 발광층의 LUMO 레벨($L_{E1}$), 상기 제2 발광층의 LUMO 레벨($L_{E2}$), 상기 제1 버퍼층의 LUMO 레벨($L_{B1}$), 및 상기 제2 버퍼층의 LUMO 레벨($L_{B2}$)이 $L_{E2} > L_{B2} > L_{B1} \geq L_{E1}$인 관계를 만족하는 유기 발광 표시 장치.

**청구항 19**

제1 색을 발광하는 제1 화소 영역을 포함하는 기판;

상기 기판의 상기 제1 화소 영역 상에 위치하는 제1 애노드;

상기 제1 애노드 상에 위치하고, 형광 발광 물질을 포함하는 제1 발광층;

상기 제1 발광층 상에 위치하는 제1 버퍼층;

상기 제1 버퍼층 상에 위치하는 제2 버퍼층; 및

상기 제2 버퍼층 상에 위치하는 제1 캐소드를 포함하되,

상기 제1 버퍼층의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 상기 제2 버퍼층의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨보다 작은 유기 발광 표시 장치.

**청구항 20**

제 19항에 있어서,

상기 기판은 상기 제1 색과 상이한 제2 색을 발광하는 제2 화소 영역을 더 포함하고,

상기 기판의 상기 제2 화소 영역 상에 위치하는 제2 애노드;

상기 제2 애노드 상에 위치하고, 인광 발광 물질을 포함하는 제2 발광층; 및

상기 제2 발광층 상에 위치하는 제2 캐소드를 더 포함하되,

상기 제2 버퍼층은 상기 제2 발광층 및 상기 제2 캐소드 사이까지 연장되어 형성되는 유기 발광 표시 장치.

## 발명의 설명

### 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

### 배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 유기 발광 표시 장치(Organic light emitting display device)는 애노드와 캐소드, 그리고 애노드와 캐소드 사이에 개재된 유기막들을 포함한다. 상기 유기막들은 적어도 발광층(Emitting Layer, EML)을 포함하며, 상기 발광층 외에도 정공주입층(Hole Injecting Layer, HIL), 정공수송층(Hole Transport Layer, HTL), 전자수송층(Electron Transport Layer, ETL), 및 전자주입층(Electron Injecting Layer, EIL)을 더욱 포함할 수 있다. 이러한 유기 발광 표시 장치는 유기막, 특히, 발광층에서 애노드 및 캐소드에 의하여 발생된 정공 및 전자가 결합되고, 정공 및 전자의 결합에 의하여 생성된 엑시톤이 여기 상태로부터 기저 상태로 에너지 준위가 변동될 때 변동된 에너지 준위에 대응되는 색을 가진 광이 방출될 수 있다.

[0003] 상기 발광층에 사용되는 발광 물질에는 형광 발광 물질과 인광 발광 물질이 있다. 대부분의 색의 형광 발광 물질은 수명이 길고 신뢰성이 높다. 그러나 형광 발광 물질은, 1중항 여기자만을 발광으로 변환하므로, 내부 양자 효율의 최대치가 25%로 제한된다. 한편, 1중항 여기자와 3중항 여기자의 양쪽을 발광으로 변환할 수 있는 인광 발광 물질은 100%에 가까운 내부 양자 효율이 기대된다. 그러나, 일부 색의 인광 발광 물질은 수명이 길고 신뢰성이 높지만, 다른 일부 색의 인광 발광 물질은 상대적으로 수명이 짧고 신뢰성이 낮다.

[0004] 발광 효율, 수명, 및 신뢰성을 모두 원하는 수준으로 맞추기 위해서는, 하나의 유기 발광 표시 장치에 포함되는 복수의 발광층 중 일부를 인광 발광 물질로 형성하고, 다른 일부를 형광 발광 물질로 형성할 필요가 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 한편, 유기 발광 표시 장치의 발광 효율을 증가시키기 위하여 복수의 발광층 및 캐소드 사이에 캐소드로부터 복수의 발광층으로의 전자 전달 특성을 향상시키거나, 애노드로부터 전달되는 정공이 복수의 발광층 외부로 빠져나가지 못하도록 막아주는 기능을 수행하는 버퍼층을 개재할 수 있다. 이 경우, 인광 발광 물질 및 형광 발광 물질은 발광 원리가 다르기 때문에, 인광 발광 물질로 이루어진 발광층 및 형광 발광 물질로 이루어진 발광층 각각에 서로 상이한 버퍼층을 적용할 필요가 있다.

[0006] 이에, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 인광 발광 물질로 이루어진 발광층 및 형광 발광 물질로 이루어진 발광층 각각에 서로 상이한 버퍼층을 적용함으로써, 발광 효율이 향상된 유기 발광 표시 장치를 제공하고자 하는 것이다.

[0007] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 제1 색을 발광하는 제1 화소 영역 및 제1 색과 상이한 제2 색을 발광하는 제2 화소 영역을 포함하는 기판, 기판의 제1 화소 영역 및 제2 화소 영역 상에 각각 위치하는 제1 애노드 및 제2 애노드, 제1 애노드 및 제2 애노드 상에 각각 위치하고, 형광 발광

물질을 포함하는 제1 발광층 및 제1 인광 발광 물질을 포함하는 제2 발광층, 제1 발광층 및 제2 발광층 상에 각각 위치하고, 서로 상이한 물질로 이루어진 제1 버퍼층 및 제2 버퍼층, 및 제1 버퍼층 및 제2 버퍼층 상에 각각 위치하는 제1 캐소드 및 제2 캐소드를 포함한다.

[0009] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에 있어서, 제1 버퍼층의 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 레벨 및 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 레벨은 각각 제2 버퍼층의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨보다 작을 수 있다.

[0010] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에 있어서, 제1 버퍼층의 HOMO 레벨은 제1 발광층의 HOMO 레벨보다 작고, 제1 버퍼층의 HOMO 레벨 및 제1 발광층의 HOMO 레벨의 차의 절대값은 약 0.2eV 이상일 수 있다.

[0011] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에 있어서, 제2 버퍼층의 HOMO 레벨은 제2 발광층의 HOMO 레벨보다 작고, 제1 발광층의 HOMO 레벨보다 크거나 같을 수 있다.

[0012] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에 있어서, 제1 발광층의 HOMO 레벨($H_{E1}$), 제2 발광층의 HOMO 레벨($H_{E2}$), 제1 버퍼층의 HOMO 레벨($H_{B1}$), 및 제2 버퍼층의 HOMO 레벨($H_{B2}$)이 $H_{E2} > H_{B2} \geq H_{E1} > H_{B1}$인 관계를 만족할 수 있다.

[0013] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에 있어서, 제1 버퍼층의 LUMO 레벨은 제2 버퍼층의 LUMO 레벨보다 작고, 제1 발광층의 LUMO 레벨보다 크거나 같을 수 있다.

[0014] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에 있어서, 제2 버퍼층의 LUMO 레벨은 제2 발광층의 LUMO 레벨보다 작고, 제1 발광층의 LUMO 레벨보다 클 수 있다.

[0015] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에 있어서, 제1 발광층의 LUMO 레벨($L_{E1}$), 제2 발광층의 LUMO 레벨($L_{E2}$), 제1 버퍼층의 LUMO 레벨($L_{B1}$), 및 제2 버퍼층의 LUMO 레벨($L_{B2}$)이 $L_{E2} > L_{B2} > L_{B1} \geq L_{E1}$인 관계를 만족할 수 있다.

[0016] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에 있어서, 기판은 제1 색 및 제2 색과 상이한 제3 색을 발광하는 제3 화소 영역을 더 포함할 수 있고, 기판의 제3 화소 영역 상에 위치하는 제3 애노드, 제3 애노드 상에 위치하고, 제1 인광 발광 물질과 상이한 제2 인광 발광 물질을 포함하는 제3 발광층, 및 제3 발광층 상에 위치하는 제3 캐소드를 더 포함할 수 있으며, 제2 버퍼층은 제3 발광층 및 제3 캐소드 사이까지 연장되어 형성될 수 있다.

[0017] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에 있어서, 제2 버퍼층은 제1 버퍼층 및 제1 캐소드 사이까지 연장되어 형성될 수 있다.

[0018] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에 있어서, 제1 버퍼층은 제2 버퍼층과 제3 버퍼층 및 제2 캐소드와 제3 캐소드 사이의 적어도 일부까지 연장되어 형성될 수 있다.

[0019] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에 있어서, 기판은 제1 색 및 제2 색과 상이한 제3 색을 발광하는 제3 화소 영역을 더 포함할 수 있고, 기판의 제3 화소 영역 상에 위치하는 제3 애노드, 제3 애노드 상에 위치하고, 제1 인광 발광 물질과 상이한 제2 인광 발광 물질을 포함하는 제3 발광층, 제3 발광층 상에 위치하고, 제2 버퍼층과 동일한 물질로 이루어진 제3 버퍼층, 및 제3 버퍼층 상에 위치하는 제3 캐소드를 더 포함할 수 있다.

[0020] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에 있어서, 제1 버퍼층은 제2 버퍼층과 제3 버퍼층 및 제2 캐소드와 제3 캐소드 사이까지 연장되어 형성될 수 있다.

[0021] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에 있어서, 제1 버퍼층 및 제1 캐소드 사이에 개재되고, 제2 버퍼층과 동일한 물질로 이루어진 제4 버퍼층을 더 포함할 수 있다.

[0022] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에 있어서, 제2 버퍼층과 제3 버퍼층 및 제2 캐소드과 제3 캐소드 사이의 적어도 일부에 개재되고, 제1 버퍼층과 동일한 물질로 이루어진 제5 버퍼층을 더 포함할 수 있다.

[0023] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 기판 상에 위치하고, 제1 색

을 발광하는 제1 화소 영역 및 제1 색과 상이한 제2 색을 발광하는 제2 화소 영역을 포함하되, 제1 화소 영역 상에는, 제1 애노드, 제1 애노드와 대향하는 제1 캐소드, 제1 애노드 및 제1 캐소드 사이에 개재되고, 형광 발광 물질을 포함하는 제1 발광층, 및 제1 발광층 및 제1 캐소드 사이에 개재되는 제1 버퍼층이 배치되고, 제2 화소 영역 상에는, 제2 애노드, 제2 애노드와 대향하는 제2 캐소드, 제2 애노드 및 제2 캐소드 사이에 개재되고, 인광 발광 물질을 포함하는 제2 발광층, 및 제2 발광층 및 제2 캐소드 사이에 개재되는 제2 버퍼층이 배치되며, 제1 버퍼층의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 제2 버퍼층의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨보다 작다.

[0024] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 제1 발광층의 HOMO 레벨($H_{E1}$), 제2 발광층의 HOMO 레벨($H_{E2}$), 제1 버퍼층의 HOMO 레벨($H_{B1}$), 및 제2 버퍼층의 HOMO 레벨($H_{B2}$)이 $H_{E2} > H_{B2} \geq H_{E1} > H_{B1}$인 관계를 만족할 수 있다.

[0025] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 제1 발광층의 LUMO 레벨($L_{E1}$), 제2 발광층의 LUMO 레벨($L_{E2}$), 제1 버퍼층의 LUMO 레벨($L_{B1}$), 및 제2 버퍼층의 LUMO 레벨($L_{B2}$)이 $L_{E2} > L_{B2} > L_{B1} \geq L_{E1}$인 관계를 만족할 수 있다.

[0026] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 제1 색을 발광하는 제1 화소 영역을 포함하는 기판, 기판의 제1 화소 영역 상에 위치하는 제1 애노드, 제1 애노드 상에 위치하고, 형광 발광 물질을 포함하는 제1 발광층, 제1 발광층 상에 위치하는 제1 버퍼층, 제1 버퍼층 상에 위치하는 제2 버퍼층, 및 제2 버퍼층 상에 위치하는 제1 캐소드를 포함하되, 제1 버퍼층의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨은 각각 제2 버퍼층의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨보다 작다.

[0027] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 기판은 제1 색과 상이한 제2 색을 발광하는 제2 화소 영역을 더 포함할 수 있고, 기판의 제2 화소 영역 상에 위치하는 제2 애노드, 제2 애노드 상에 위치하고, 인광 발광 물질을 포함하는 제2 발광층, 및 제2 발광층 상에 위치하는 제2 캐소드를 더 포함할 수 있으며, 제2 버퍼층은 제2 발광층 및 제2 캐소드 사이까지 연장되어 형성될 수 있다.

[0028] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

## *발명의 효과*

[0029] 본 발명의 실시예들에 의하면 적어도 다음과 같은 효과가 있다.

[0030] 즉, 수명이 길고 신뢰성 및 발광 효율이 높은 유기 발광 표시 장치를 제공할 수 있다.

[0031] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

## *도면의 간단한 설명*

[0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 개략적인 단면도이다.

도 2는 도 1의 유기 발광 표시 장치의 Ⅱ 부분에 위치하는 각 층의 HOMO 및 LUMO 레벨을 개략적으로 나타낸 에너지 다이어그램이다.

도 3은 도 1의 유기 발광 표시 장치의 Ⅲ 부분에 위치하는 각 층의 HOMO 및 LUMO 레벨을 개략적으로 나타낸 에너지 다이어그램이다.

도 4는 도 1의 유기 발광 표시 장치의 제1 화소 영역에 위치하는 제2 버퍼층의 저계조 발광 특성 개선 기능을 설명하기 위한 그래프이다.

도 5 내지 도 13은 본 발명의 다른 실시예들에 따른 유기 발광 표시 장치들의 개략적인 단면도들이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0033] 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.

[0034] 소자(elements) 또는 층이 다른 소자 또는 층"위(on)"로 지칭되는 것은 다른 소자 바로 위에 또는 중간에 다른 층 또는 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0035] 비록 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.

[0036] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대하여 설명한다.

[0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 개략적인 단면도이다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 기판(100), 복수의 애노드(110a, 110b, 110c), P-정공수송층(120), 정공수송층(130), 복수의 보조층(140b', 140c'), 복수의 발광층(140a, 140b, 140c), 복수의 버퍼층(150a, 150b), 전자수송층(160), 전자주입층(170), 복수의 캐소드(180a, 180b, 180c), 및 보호층(190)을 포함할 수 있다.

[0038] 기판(100)은 절연 기판을 포함할 수 있다. 상기 절연 기판은 투명한 $SiO_2$를 주성분으로 하는 투명 재질의 글라스재로 형성될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 상기 절연 기판은 불투명 재질로 이루어지거나, 플라스틱 재질로 이루어질 수도 있다. 더 나아가, 상기 절연 기판은 벤딩, 폴딩이나 롤링이 가능한 플렉서블 기판일 수 있다.

[0039] 도 1에는 도시하지 않았지만, 기판(100)은 절연 기판 상에 형성된 다른 구조물들을 더 포함할 수 있다. 상기 다른 구조물들의 예로는 배선 및 절연막 등을 들 수 있다. 본 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치가 능동형 유기 발광 표시 장치일 경우, 기판(100)은 절연 기판 상에 형성된 복수의 박막 트랜지스터를 포함할 수 있다. 상기 박막 트랜지스터는 게이트 전극, 소스 전극, 및 드레인 전극과 채널 영역을 포함하는 반도체층을 포함할 수 있다. 상기 반도체층은 비정질 실리콘, 미세결정 실리콘, 다결정 실리콘, 단결정 실리콘, 또는 산화물 반도체로 형성될 수 있다. 복수의 박막 트랜지스터 중 적어도 일부의 드레인 전극은 복수의 애노드(110a, 110b, 110c)와 전기적으로 연결될 수 있다.

[0040] 기판(100)은 복수의 화소 영역(P1, P2, P3)을 포함할 수 있다. 바꾸어 말하면, 기판(100) 상에는 복수의 화소 영역(P1, P2, P3)이 형성될 수 있다. 복수의 화소 영역(P1, P2, P3)은 기판(100) 상에서 서로 일정 간격 이격되어 형성될 수 있다. 이러한 복수의 화소 영역(P1, P2, P3)은 화소가 위치하는 영역일 수 있다.

[0041] 복수의 화소 영역(P1, P2, P3)은 제1 화소 영역(P1), 제2 화소 영역(P2), 및 제3 화소 영역(P3)을 포함할 수 있다. 제1 화소 영역(P1)은 제1 색을 발광하는 영역일 수 있다. 여기에서, 제1 색은 청색일 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 제2 화소 영역(P2)은 제1 색과 상이한 제2 색을 발광하는 영역일 수 있다. 여기에서, 제2 색은 녹색일 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 제3 화소 영역(P3)은 제1 색 및 제2 색과 상이한 제3 색을 발광하는 영역일 수 있다. 여기에서, 제3 색은 적색일 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 다른 실시예에서, 복수의 화소 영역(P1, P2, P3)은 제4 화소 영역(미도시)을 추가적으로 포함할 수도 있다. 제4 화소 영역은 제1 내지 제3 색과 상이한 제4 색을 발광하는 영역일 수 있다. 여기에서, 제4 색은 백색일 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0042] 복수의 애노드(110a, 110b, 110c)는 기판(100) 상에 형성될 수 있다. 구체적으로, 복수의 애노드(110a, 110b, 110c)는 기판(100) 및 P-정공수송층(120) 사이에 개재될 수 있다. 복수의 애노드(110a, 110b, 110c)는 기판(100) 상의 복수의 화소 영역(P1, P2, P3) 각각에 위치할 수 있다. 즉, 복수의 애노드(110a, 110b, 110c)는 화소별로 상호 분리되도록 형성될 수 있다. 바꾸어 말하면, 복수의 애노드(110a, 110b, 110c) 각각은 독립적으로 구동될 수 있다.

[0043] 복수의 애노드(110a, 110b, 110c)는 제1 애노드(110a), 제2 애노드(110b), 및 제3 애노드(110c)를 포함할 수 있다. 제1 애노드(110a)는 기판(100)의 제1 화소 영역(P1) 상에 위치할 수 있다. 제2 애노드(110b)는 기판(100)의 제2 화소 영역(P2) 상에 위치할 수 있다. 제3 애노드(110c)는 기판(100)의 제3 화소 영역(P3) 상에 위치할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 복수의 애노드(110a, 110b, 110c)는 기판(100)과 직접적으로 접촉할 수 있다. 다른 예시적인 실시예에서, 복수의 애노드(110a, 110b, 110c)와 기판(100) 사이에 절연막 등의 물질이 개재될 수도 있다.

[0044] 복수의 애노드(110a, 110b, 110c)는 일함수가 높은 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 유기 발광 표시 장치가 배

면 발광형 표시 장치일 경우, 복수의 애노드(110a, 110b, 110c)는 ITO, IZO, ZnO, 또는 $In_2O_3$ 등의 물질이나, 이들의 적층막으로 형성될 수 있다. 유기 발광 표시 장치가 전면 발광형 표시 장치일 경우, 복수의 애노드(110a, 110b, 110c)는 Ag, Mg, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, 또는 Ca 등으로 형성된 반사막을 더 포함할 수 있다. 복수의 애노드(110a, 110b, 110c)는 이들 중 서로 다른 2 이상의 물질을 이용하여 2층 이상의 구조를 가질 수 있는 등의 다양한 변형이 가능하다. 이러한 복수의 애노드(110a, 110b, 110c)는 예를 들어, 파인 메탈 마스크(Fine Metal Mask, FMM)을 이용한 스퍼터링 공정을 통하여 형성될 수 있다.

[0045] 도 1에는 도시하지 않았지만, 복수의 애노드(110a, 110b, 110c) 사이에는 화소 정의막이 개재되어 각 화소를 구분할 수 있다. 화소 정의막은 기판(100) 상에 형성되되, 복수의 애노드(110a, 110b, 110c) 각각이 위치하는 영역을 노출하는 개구부를 포함할 수 있다. 화소 정의막은 벤조사이클로부텐(Benzo Cyclo Butene;BCB), 폴리이미드(polyimide;PI), 폴리아마이드(poly amaide;PA), 아크릴 수지 및 페놀수지 등으로부터 선택된 적어도 하나의 유기 물질을 포함하여 이루어지거나, 실리콘 질화물 등과 같은 무기 물질을 포함하여 이루어질 수도 있다.

[0046] P-정공수송층(120)은 복수의 애노드(110a, 110b, 110c) 상에 위치할 수 있다. 구체적으로, P-정공수송층(120)은 복수의 애노드(110a, 110b, 110c) 및 정공수송층(130) 사이에 개재될 수 있다. 이러한 P-정공 수송층은 복수의 애노드(110a, 110b, 110c) 전극에서 전달된 정공을 정공수송층(130)에 원활하게 전달하는 기능을 수행할 수 있다. P-정공수송층(120)은 각 화소별로 분리될 수도 있지만, 도 1에 도시된 것처럼, 기판(100) 전면에 걸쳐 일체형으로 형성될 수 있다. 즉, P-정공수송층(120)은 화소의 구별과 무관한 공통층으로 형성될 수 있다. 다른 말로, P-정공수송층(120)은 복수의 화소 영역(P1, P2, P3)에 공통적으로 형성될 수 있다.

[0047] P-정공수송층(120)은 공지된 정공 수송 물질에 P 타입 도펀트가 도핑되어 형성될 수 있다. 예시적인 실시예에서, P-정공수송층(120)은 1,3,5-트리카바졸릴벤젠, 4,4'-비스카바졸릴비페닐, 폴리비닐카바졸, m-비스카바졸릴페닐, 4,4'-비스카바졸릴-2,2'-디메틸비페닐, 4,4',4"-트리(N-카바졸릴)트리페닐아민, 1,3,5-트리(2-카바졸릴페닐)벤젠, 1,3,5-트리스(2-카바졸릴-5-메톡시페닐)벤젠, 비스(4-카바졸릴페닐)실란, N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1-비페닐]-4,4'디아민(TPD), N,N'-디(나프탈렌-1-일)-N,N'-디페닐 벤지딘(NPD), N,N'-디페닐-N,N'-비스(1-나프틸)-(1,1'-비페닐)-4,4'-디아민(NPB), 폴리(9,9-디옥틸플루오렌-co-N-(4-부틸페닐)디페닐아민)(poly(9,9-dioctylfluorene-co-N-(4-butylphenyl)diphenylamine)(TFB) 또는 폴리(9,9-디옥틸플루오렌-co-비스-N,N-페닐-1,4-페닐렌디아민(poly(9,9-dioctylfluorene-co-bis-(4-butylphenyl-bis-N,N-phenyl-1,4-phenylenediamin) (PFB) 등에 P 타입 도펀트가 도핑되어 형성될 수 있다. 여기에서, P 타입 도펀트는 당해 분야에서 통상적으로 사용되는 재료일 수 있으며, 예로서 헥사니트릴 헥사아자트리페닐렌, 트리플루오로-테트라시아노퀴노디메탄($F_4$-TCNQ), 및 산화바나듐($V_2O_5$) 등일 수 있다. 다른 실시예에서, 이러한 P-정공수송층(120) 대신에 일반적인 정공주입층이 사용될 수도 있다.

[0048] 정공수송층(130)은 P-정공수송층(120) 상에 위치할 수 있다. 구체적으로, 정공수송층(130)은 P-정공수송층(120) 및 복수의 발광층(140a, 140b, 140c) 사이에 개재될 수 있다. 이러한 정공수송층(130)은 P-정공수송층(120)에서 전달된 정공을 복수의 보조층(140b', 140c') 및 복수의 발광층(140a, 140b, 140c)에 원활하게 전달하는 기능을 수행할 수 있다. 정공수송층(130)은 각 화소별로 분리될 수도 있지만, 도 1에 도시된 것처럼, 기판(100) 전면에 걸쳐 일체형으로 형성될 수 있다. 즉, 정공수송층(130)은 화소의 구별과 무관한 공통층으로 형성될 수 있다. 다른 말로, 정공수송층(130)은 복수의 화소 영역(P1, P2, P3)에 공통적으로 형성될 수 있다.

[0049] 정공수송층(130)은 공지된 정공 수송 물질로 이루어질 수 있다. 예시적인 실시예에서, 정공수송층(130)은 1,3,5-트리카바졸릴벤젠, 4,4'-비스카바졸릴비페닐, 폴리비닐카바졸, m-비스카바졸릴페닐, 4,4'-비스카바졸릴-2,2'-디메틸비페닐, 4,4',4"-트리(N-카바졸릴)트리페닐아민, 1,3,5-트리(2-카바졸릴페닐)벤젠, 1,3,5-트리스(2-카바졸릴-5-메톡시페닐)벤젠, 비스(4-카바졸릴페닐)실란, N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1-비페닐]-4,4'디아민(TPD), N,N'-디(나프탈렌-1-일)-N,N'-디페닐 벤지딘(NPD), N,N'-디페닐-N,N'-비스(1-나프틸)-(1,1'-비페닐)-4,4'-디아민(NPB), 폴리(9,9-디옥틸플루오렌-co-N-(4-부틸페닐)디페닐아민)(poly(9,9-dioctylfluorene-co-N-(4-butylphenyl)diphenylamine)(TFB) 또는 폴리(9,9-디옥틸플루오렌-co-비스-N,N-페닐-1,4-페닐렌디아민(poly(9,9-dioctylfluorene-co-bis-(4-butylphenyl-bis-N,N-phenyl-1,4-phenylenediamin) (PFB) 등을 포함할 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0050] 복수의 보조층(140b', 140c')은 정공수송층(130) 상에 형성될 수 있다. 이러한 복수의 보조층(140b', 140c')은 복수의 발광층(140a, 140b, 140c)에서 방출되는 광의 공진 주기를 조절하는 기능 등을 수행할 수 있다. 바꾸어 말하면, 복수의 보조층(140b', 140c')은 복수의 발광층(140a, 140b, 140c)에서 방출되는 광의 색순도 및 발광

효율 등을 높이는 기능을 수행할 수 있다.

[0051] 복수의 보조층(140b', 140c')은 제1 보조층(140b') 및 제2 보조층(140c')을 포함할 수 있다.

[0052] 제1 보조층(140b')은 제2 화소 영역(P2) 상에 위치할 수 있다. 또한, 제1 보조층(140b')은 제2 발광층(140b) 및 정공수송층(130) 사이에 개재될 수 있다. 제1 보조층(140b')은 제2 발광층(140b)에서 방출되는 광의 공진 주기를 조절하기 위하여 적절한 두께로 형성될 수 있다. 제1 보조층(140b')을 이루는 물질은 P-정공수송층(120) 또는 정공수송층(130)을 이루는 물질과 동일한 물질로 형성될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예시적인 실시예에서, 제1 보조층(140b')은 질화규소(SiNx), 산화규소($SiO_2$) 및 질산화규소($SiO_N$)에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0053] 제2 보조층(140c')은 제3 화소 영역(P3)에 위치할 수 있다. 또한, 제2 보조층(140c')은 제3 발광층(140c) 및 정공수송층(130) 사이에 개재될 수 있다. 제2 보조층(140c')은 제3 발광층(140c)에서 방출되는 광의 공진 주기를 조절하기 위하여 적절한 두께로 형성될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 광의 공진 주기 차이로 인하여 제2 보조층(140c')의 두께는 제1 보조층(140b')의 두께보다 두꺼울 수 있다. 제2 보조층(140c')을 이루는 물질은 P-정공수송층(120) 또는 정공수송층(130)의 물질과 동일한 물질로 형성될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예시적인 실시예에서, 제2 보조층(140c')은 질화규소(SiNx), 산화규소($SiO_2$) 및 질산화규소($SiO_N$)에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다. 다른 예로, 제2 보조층(140c')은 제1 보조층(140b')과 동일한 물질로 이루어질 수 있다.

[0054] 복수의 발광층(140a, 140b, 140c)은 정공수송층(130) 및 복수의 보조층(140b', 140c') 상에 형성될 수 있다. 이러한 복수의 발광층(140a, 140b, 140c) 각각은 특정한 색의 광을 방출할 수 있다. 구체적으로, 복수의 발광층(140a, 140b, 140c)에서 복수의 애노드(110a, 110b, 110c) 및 복수의 캐소드(180a, 180b, 180c)에 의하여 발생된 정공 및 전자가 결합하여 엑시톤이 형성될 수 있고, 이러한 엑시톤이 여기 상태로부터 기저 상태로 에너지 준위가 변동될 때 변동된 에너지 준위에 대응하는 색을 가진 광이 방출될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 복수의 발광층(140a, 140b, 140c)은 청색, 녹색, 및 적색의 광을 방출할 수 있다. 다른 예시적인 실시예에서, 복수의 발광층(140a, 140b, 140c)은 청색, 녹색, 및 적색뿐만 아니라 백색의 광도 방출할 수 있다.

[0055] 복수의 발광층(140a, 140b, 140c)은 제1 발광층(140a), 제2 발광층(140b), 및 제3 발광층(140c)을 포함할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 제1 발광층(140a)은 청색의 광을 방출하고, 제2 발광층(140b)은 녹색의 광을 방출하며, 제3 발광층(140c)은 적색의 광을 방출할 수 있고, 이하에서는 이와 같이 가정하고 설명하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0056] 제1 발광층(140a)은 제1 화소 영역(P1) 상에 위치할 수 있다. 구체적으로, 제1 발광층(140a)은 정공수송층(130)과 제1 버퍼층(150a) 사이에 개재될 수 있다. 제1 발광층(140a)은 형광 발광 물질을 포함할 수 있다. 이하에서는 제1 발광층(140a)이 청색의 형광 발광 물질을 포함하는 것으로 서술하지만, 이에 한정되는 것은 아니고, 다른 색의 형광 발광 물질을 포함할 수도 있다.

[0057] 제1 발광층(140a)은 고유 발광색이 청색인 고분자 물질 또는 저분자 유기물질이나 고분자/저분자 혼합물질로 이루어질 수 있다. 몇몇 실시예에서, 제1 발광층(140a)은 청색 호스트 물질 및 청색 도펀트 물질을 포함할 수 있다.

[0058] 제1 발광층(140a)에서 청색 호스트 물질은 안트라센 유도체, 카바졸계 화합물 중에서 선택된 하나 이상일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 여기에서, 상기 안트라센 유도체로는, 9,10-(2-디나프틸)안트라센(ADN) 등을 사용할 수 있고, 상기 카바졸계 화합물로는 4,4'-(카바졸-9-일) 비페닐(CBP) 등을 사용할 수 있다. 제1 발광층(140a)에서 청색 도펀트 물질은 DPAVBi, DPAVBi 유도체, 디스티릴아릴렌(DSA), 디스티릴아릴렌 유도체, 디스티릴벤젠(DSB), 디스티릴벤젠 유도체, 스피로-DPVBi 및 스피로-6P 등일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0059] 제2 발광층(140b)은 제2 화소 영역(P2) 상에 위치할 수 있다. 구체적으로, 제2 발광층(140b)은 제1 보조층(140b')과 제2 버퍼층(150b) 사이에 개재될 수 있다. 제2 발광층(140b)은 인광 발광 물질을 포함할 수 있다. 이하에서는 제2 발광층(140b)이 녹색의 인광 발광 물질을 포함하는 것으로 서술하지만, 이에 한정되는 것은 아니고, 다른 색의 인광 발광 물질을 포함할 수도 있다.

[0060] 제2 발광층(140b)은 고유 발광색이 녹색인 고분자 물질 또는 저분자 유기물질이나 고분자/저분자 혼합물질로 이루어질 수 있다. 몇몇 실시예에서, 제2 발광층(140b)은 녹색 호스트 물질 및 녹색 도펀트 물질을 포함할 수 있다.

[0061] 제2 발광층(140b)에서 녹색 호스트 물질은 안트라센 유도체, 카바졸계 화합물 중에서 선택된 하나 이상일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 여기에서, 상기 안트라센 유도체로는, 9,10-(2-디나프틸)안트라센(ADN) 등을 사용할 수 있고, 상기 카바졸계 화합물로는 4,4'-(카바졸-9-일) 비페닐(CBP) 등을 사용할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 제2 발광층(140b)의 녹색 호스트 물질은 제1 발광층(140a)의 청색 호스트 물질과 동일할 수 있다. 제2 발광층(140b)에서 녹색 도펀트 물질은 [Coumarin 6], Ir(PPy)3(PPy=2-phenylpyridine) 등일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0062] 제2 발광층(140b)은 제1 보조층(140b')과 동일 챔버 내에서 형성될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 하나의 챔버 내에 제2 발광층(140b)의 녹색 호스트 물질을 포함하는 소스, 제2 발광층(140b)의 녹색 도펀트 물질을 포함하는 소스, 및 제1 보조층(140b')을 이루는 물질을 포함하는 소스를 배치할 수 있다. 그 다음, 제1 보조층(140b')을 이루는 물질을 포함하는 소스만 오픈시켜 제1 보조층(140b')을 형성한 후, 제1 보조층(140b')을 이루는 물질을 포함하는 소스를 닫을 수 있다. 그 후, 제2 발광층(140b)의 녹색 호스트 물질을 포함하는 소스 및 제2 발광층(140b)의 녹색 도펀트 물질을 포함하는 소스를 동시에 오픈시켜 제2 발광층(140b)을 형성할 수 있다.

[0063] 제3 발광층(140c)은 제3 화소 영역(P3) 상에 위치할 수 있다. 구체적으로, 제3 발광층(140c)은 제2 보조층(140c')과 제2 버퍼층(150b) 사이에 개재될 수 있다. 제3 발광층(140c)은 인광 발광 물질을 포함할 수 있다. 이하에서는 제3 발광층(140c)이 적색의 인광 발광 물질을 포함하는 것으로 서술하지만, 이에 한정되는 것은 아니고, 다른 색의 인광 발광 물질을 포함할 수도 있다.

[0064] 제3 발광층(140c)은 고유 발광색이 적색인 고분자 물질 또는 저분자 유기물질이나 고분자/저분자 혼합물질로 이루어질 수 있다. 몇몇 실시예에서, 제3 발광층(140c)은 적색 호스트 물질 및 적색 도펀트 물질을 포함할 수 있다.

[0065] 제3 발광층(140c)에서 적색 호스트 물질은 안트라센 유도체, 카바졸계 화합물 중에서 선택된 하나 이상일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 여기에서, 상기 안트라센 유도체로는, 9,10-(2-디나프틸)안트라센(ADN) 등을 사용할 수 있고, 상기 카바졸계 화합물로는 4,4'-(카바졸-9-일) 비페닐(CBP) 등을 사용할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 제3 발광층(140c)의 적색 호스트 물질은 제1 발광층(140a)의 청색 호스트 물질과 동일할 수 있다. 제3 발광층(140c)에서 적색 도펀트 물질은 [4-(dicyanomethylene)-2-t-butyl-6-(1,1,7,7-tetramethyljulolidyl-9-enyl)-4H-pyran (4-(dicyanomethylene)-2-t-butyl-6-(1,1,7, 7-tetramethyljulolidyl-9-enyl)- 4H-pyran;DCJTB)] 등일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0066] 제3 발광층(140c)은 제2 보조층(140c')과 동일 챔버 내에서 형성될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 하나의 챔버 내에 제3 발광층(140c)의 적색 호스트 물질을 포함하는 소스, 제3 발광층(140c)의 적색 도펀트 물질을 포함하는 소스, 및 제2 보조층(140c')을 이루는 물질을 포함하는 소스를 배치할 수 있다. 그 다음, 제2 보조층(140c')을 이루는 물질을 포함하는 소스만 오픈시켜 제2 보조층(140c')을 형성한 후, 제2 보조층(140c')을 이루는 물질을 포함하는 소스를 닫을 수 있다. 그 후, 제3 발광층(140c)의 적색 호스트 물질을 포함하는 소스 및 제3 발광층(140c)의 적색 도펀트 물질을 포함하는 소스를 동시에 오픈시켜 제3 발광층(140c)을 형성할 수 있다.

[0067] 제1 버퍼층(150a)은 제1 화소 영역(P1) 상에 위치할 수 있다. 구체적으로, 제1 버퍼층(150a)은 제1 발광층(140a)과 전자수송층(160) 사이에 개재될 수 있다. 이러한 제1 버퍼층(150a)은 제1 애노드(110a)로부터 전달되는 정공이 제1 발광층(140a) 상부로 빠져나가는 것을 방지하는 기능을 수행할 수 있다.

[0068] 제1 버퍼층(150a)은 정공 전달을 방해하되, 전자 전달은 원활하게 도와주는 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 이에 한정되는 것은 아니지만, 제1 버퍼층(150a)은 Firpic을 포함할 수 있다.

[0069] 제1 버퍼층(150a)은 약 30Å 내지 100Å의 두께로 형성될 수 있다. 제1 버퍼층(150a)의 두께가 상기 범위 이내라면, 제1 애노드(110a)로부터 전달되는 정공이 제1 발광층(140a) 상부로 빠져나가는 것을 방지할 수 있다.

[0070] 제1 버퍼층(150a)은 제1 발광층(140a)과 동일 챔버 내에서 형성될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 하나의 챔버 내에 제1 발광층(140a)의 청색 호스트 물질을 포함하는 소스, 제1 발광층(140a)의 청색 도펀트 물질을 포함하는 소스, 및 제1 버퍼층(150a)을 이루는 물질을 포함하는 소스를 배치할 수 있다. 그 다음, 제1 발광층(140a)의 청색 호스트 물질을 포함하는 소스 및 제1 발광층(140a)의 청색 도펀트 물질을 포함하는 소스를 동시에 오픈시켜 제1 발광층(140a)을 형성하고, 제1 발광층(140a)의 청색 호스트 물질을 포함하는 소스, 제1 발광층(140a)의 청색 도펀트 물질을 포함하는 소스를 닫을 수 있다. 그 후, 제1 버퍼층(150a)을 이루는 물질을 포함하는 소스를 오픈시켜 제1 버퍼층(150a)을 형성할 수 있다. 만약, 상기 3개의 소스 세트가 기판(100)의 양단 사이를 2번 왕복 이동, 즉, 4번 편도 이동하며 기판(100) 상에 구조물을 형성할 경우, 먼저, 제1 발광층(140a)의 청색 호스트

물질을 포함하는 소스 및 제1 발광층(140a)의 청색 도펀트 물질을 포함하는 소스를 처음 3번 편도 이동하는 동안 오픈시켜 제1 발광층(140a)을 형성하고, 마지막 1번의 편도 이동하는 동안에는 제1 버퍼층(150a)을 이루는 물질을 포함하는 소스만 오픈시켜 제1 버퍼층(150a)을 형성할 수 있다. 즉, 기존 공정 대비 별도의 챔버 추가 없이 제1 버퍼층(150a)을 형성할 수 있다.

[0071] 제2 버퍼층(150b)은 제1 버퍼층(150a), 제2 발광층(140b), 및 제3 발광층(140c) 상에 위치할 수 있다. 구체적으로, 제2 버퍼층(150b)은 제1 버퍼층(150a), 제2 발광층(140b), 및 제3 발광층(140c)과 전자수송층(160) 사이에 개재될 수 있다. 이러한 제2 버퍼층(150b)은 복수의 캐소드(180a, 180b, 180c)로부터 전달되는 전자가 제2 발광층(140b) 및 제3 발광층(140c)으로 원활하게 공급될 수 있도록 하는 기능을 수행할 수 있다. 제2 버퍼층(150b)은 각 화소별로 분리될 수도 있지만, 도 1에 도시된 것처럼, 기판(100) 전면에 걸쳐 일체형으로 형성될 수 있다. 즉, 제2 버퍼층(150b)은 화소의 구별과 무관한 공통층으로 형성될 수 있다. 다른 말로, 제2 버퍼층(150b)은 복수의 화소 영역(P1, P2, P3)에 공통적으로 형성될 수 있다. 또 다른 말로, 제2 버퍼층(150b)은 제2 발광층(140b) 및 전자수송층(160) 사이에서부터 제3 발광층(140c) 및 전자수송층(160) 사이 및 제1 버퍼층(150a) 및 전자수송층(160) 사이까지 연장되어 형성될 수 있다.

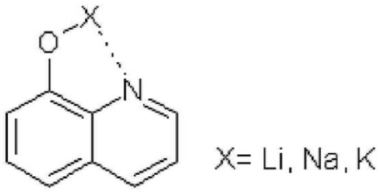
[0072] 제2 버퍼층(150b)은 제1 버퍼층(150a)과 상이한 물질로 이루어질 수 있다. 예시적인 실시예에서, 제2 버퍼층(150b)은 전자 전달 특성이 좋은 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 이에 한정되는 것은 아니지만, 제2 버퍼층(150b)은 CBP 또는 Alq3를 포함할 수 있다.

[0073] 제2 버퍼층(150b)은 약 30Å 내지 100Å의 두께로 형성될 수 있다. 제2 버퍼층(150b)의 두께가 상기 범위 이내라면, 복수의 캐소드(180a, 180b, 180c)로부터 전달되는 전자가 제2 발광층(140b) 및 제3 발광층(140c)으로 원활하게 공급될 수 있도록 할 수 있다.

[0074] 전자수송층(160)은 제2 버퍼층(150b) 상에 위치할 수 있다. 구체적으로, 전자수송층(160)은 제2 버퍼층(150b) 및 전자주입층(170) 사이에 개재될 수 있다. 전자수송층(160)은 각 화소별로 분리될 수도 있지만, 도 1에 도시된 것처럼, 기판(100) 전면에 걸쳐 일체형으로 형성될 수 있다. 즉, 전자수송층(160)은 화소의 구별과 무관한 공통층으로 형성될 수 있다. 다른 말로, 전자수송층(160)은 복수의 화소 영역(P1, P2, P3)에 공통적으로 형성될 수 있다.

[0075] 전자수송층(160)은 제2 발광층(140b) 상에 위치할 수 있다. 전자수송층(160)을 이루는 전자수송층(160) 재료는 복수의 캐소드(180a, 180b, 180c)로부터 주입된 전자를 안정하게 수송하는 기능을 하는 것으로서 퀴놀린 유도체, 특히 트리스(8-퀴놀리노레이트)알루미늄(Alq3), TAZ, Balq 등과 같은 공지의 재료(이하, 전자수송층(160)의 호스트 물질)를 사용할 수도 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 전자수송층(160)은 금속염, 금속산화물, 및 유기금속염 중에서 선택된 1종 이상(이하, 전자수송층(160)의 도펀트 물질)으로 도핑될 수도 있다. 금속염으로는 알칼리금속 또는 알칼리토금속의 할로겐화물, 예컨대 LiF, NaF, KF, RbF, CsF, $MgF_2$, $CaF_2$, $SrF_2$, $BaF_2$, LiCl, NaCl, KCl, RbCl, CsCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$, $SrCl_2$, $BaCl_2$ 등이 사용될 수 있다. 금속산화물로는 알칼리금속 또는 알칼리금속의 산화물, 예컨대 LiO2, $NaO_2$, $BrO_2$, $Cs_2O$, MgO, CaO 등이 사용될 수 있다. 유기금속염으로는 하기 화학식 3의 Liq, Naq, Kq 등이 사용될 수 있다.

[0076] [화학식 1]

[0077] 


[0078] 전자수송층(160)은 제2 버퍼층(150b)과 동일 챔버 내에서 형성될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 하나의 챔버 내에 전자수송층(160)의 호스트 물질을 포함하는 소스, 전자수송층(160)의 도펀트 물질을 포함하는 소스, 및 제2 버퍼층(150b)을 이루는 물질을 포함하는 소스를 배치할 수 있다. 그 다음, 제2 버퍼층(150b)을 이루는 물질을 포함하는 소스를 오픈시켜 제2 버퍼층(150b)을 형성하고, 제2 버퍼층(150b)을 이루는 물질을 포함하는 소스를 닫을 수 있다. 그 후, 전자수송층(160)의 호스트 물질을 포함하는 소스 및 전자수송층(160)의 도펀트 물질을 포함하는 소스를 동시에 오픈시켜 전자수송층(160)을 형성할 수 있다. 만약, 상기 3개의 소스 세트가 기판(100)의 양단 사이를 2번 왕복 이동, 즉, 4번 편도 이동하며 기판(100) 상에 구조물을 형성할 경우, 먼저, 제2 버퍼층

(150b)을 이루는 물질을 포함하는 소스를 처음 1번 편도 이동하는 동안 오픈시켜 제2 버퍼층(150b)을 형성하고, 마지막 3번 편도 이동하는 동안에는 전자수송층(160)의 호스트 물질을 포함하는 소스 및 전자수송층(160)의 도펀트 물질을 포함하는 소스를 오픈시켜 전자수송층(160)을 형성할 수 있다. 즉, 기존 공정 대비 별도의 챔버 추가 없이 제2 버퍼층(150b)을 형성할 수 있다.

[0079] 전자주입층(170)은 전자수송층(160) 상에 위치할 수 있다. 구체적으로, 전자주입층(170)은 전자수송층(160) 및 복수의 캐소드(180a, 180b, 180c) 사이에 개재될 수 있다. 전자주입층(170)은 공지의 전자 주입 재료를 이용하여 형성할 수 있는데, 예를 들면, LiF, NaCl, CsF, $Li_2O$, BaO 등을 이용하여 형성할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0080] 복수의 캐소드(180a, 180b, 180c)는 전자주입층(170) 상에 위치할 수 있다. 구체적으로, 복수의 캐소드(180a, 180b, 180c)는 전자주입층(170) 및 보호층(190) 사이에 개재될 수 있다. 복수의 캐소드(180a, 180b, 180c)는 일함수가 낮은 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 예시적인 실시예에서, 복수의 캐소드(180a, 180b, 180c)는 Ag, Mg, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, 또는 Ca 등으로 형성될 수 있다.

[0081] 복수의 캐소드(180a, 180b, 180c)는 제1 캐소드(180a), 제2 캐소드(180b), 및 제3 캐소드(180c)를 포함할 수 있다. 제1 캐소드(180a)는 제1 화소 영역(P1) 상에 위치하고, 제2 캐소드(180b)는 제2 화소 영역(P2) 상에 위치하며, 제3 캐소드(180c)는 제3 화소 영역(P3) 상에 위치할 수 있다. 제1 캐소드(180a), 제2 캐소드(180b), 제3 캐소드(180c)는 서로 독립적인 전압을 인가받을 수도 있으나, 일체형으로 형성되어 하나의 공통된 전압을 인가받을 수도 있다.

[0082] 보호층(190)은 복수의 캐소드(180a, 180b, 180c) 상부에 배치될 수 있다. 보호층(190)은 보호층(190) 하부의 적층막들을 보호할 수 있다. 보호층(190)은 절연 물질로 이루어질 수 있다. 예시적인 실시예에서, 복수의 캐소드(180a, 180b, 180c)와 보호층(190) 사이에는 스페이서(미도시)가 배치될 수도 있다. 다른 실시예에서, 보호층(190)은 생략될 수도 있다.

[0083] 이하, 도 2를 참조하여, 제2 화소 영역(P2) 상의 제2 발광층(140b), 제2 버퍼층(150b), 및 전자수송층(160)의 에너지 다이어그램을 살펴보도록 한다. 도 2는 도 1의 유기 발광 표시 장치의 Ⅱ 부분에 위치하는 각 층의 HOMO 및 LUMO 레벨을 개략적으로 나타낸 에너지 다이어그램이다. 여기에서, 제3 발광층(140c)의 HOMO 및 LUMO 레벨은 제2 발광층(140b)의 HOMO 및 LUMO 레벨과 실질적으로 동일하기 때문에, 제3 화소 영역(P3) 상의 제3 발광층(140c), 제2 버퍼층(150b), 및 전자수송층(160)의 에너지 다이어그램은 제2 화소 영역(P2) 상의 제2 발광층(140b), 제2 버퍼층(150b), 및 전자수송층(160)의 에너지 다이어그램, 즉, 도 2에 도시된 에너지 다이어그램과 실질적으로 동일하므로 생략하도록 한다.

[0084] 도 2를 참조하면, 제2 버퍼층(150b)의 HOMO 레벨($H_{B2}$)은 제2 발광층(140b)의 HOMO 레벨($H_{E2}$)보다 작고, 전자수송층(160)의 HOMO 레벨($H_{ETL}$)보다 클 수 있다. 예를 들어, 제2 버퍼층(150b)의 HOMO 레벨($H_{B2}$)은 약 -5.6eV이고, 제2 발광층(140b)의 HOMO 레벨($H_{E2}$)은 약 -5.4eV이며, 전자수송층(160)의 HOMO 레벨($H_{ETL}$)은 약 -5.8eV일 수 있다.

[0085] 또한, 제2 버퍼층(150b)의 LUMO 레벨($L_{B2}$)은 제2 발광층(140b)의 LUMO 레벨($L_{E2}$)보다 작고, 전자수송층(160)의 LUMO 레벨($L_{HTL}$)보다 클 수 있다. 예를 들어, 제2 버퍼층(150b)의 LUMO 레벨($L_{B2}$)은 약 -2.5eV이고, 제2 발광층(140b)의 LUMO 레벨($L_{E2}$)은 약 -2.4eV이며, 전자수송층(160)의 LUMO 레벨($L_{HTL}$)은 약 -2.8eV일 수 있다.

[0086] 인광 발광 물질을 포함하는 제2 발광층(140b)에서는 발광 영역이 정공수송층(130) 근처이기 때문에, 제2 발광층(140b)과 전자수송층(160) 사이의 계면에서 정공 블로킹(hole blocking)을 하는 것보다는 전자수송층(160)으로부터의 전자 수송 특성을 향상시키는 것이 필요하다. 이에, HOMO 레벨이 너무 작지 않으면서, LUMO 레벨이 제2 발광층(140b)의 LUMO 레벨($L_{E2}$)과 전자수송층(160)의 LUMO 레벨($L_{ETL}$) 사이에 오는 제2 버퍼층(150b)을 제2 발광층(140b) 및 전자수송층(160) 사이에 개재할 필요가 있다.

[0087] 이하, 도 3을 참조하여, 제1 화소 영역(P1) 상의 제1 발광층(140a), 제1 버퍼층(150a), 제2 버퍼층(150b), 및 전자수송층(160)의 에너지 다이어그램을 살펴보도록 한다. 도 3은 도 1의 유기 발광 표시 장치의 Ⅲ 부분에 위치하는 각 층의 HOMO 및 LUMO 레벨을 개략적으로 나타낸 에너지 다이어그램이다.

[0088] 도 3을 참조하면, 형광 발광 물질을 포함하는 제1 발광층(140a)의 HOMO 레벨($H_{E1}$) 및 LUMO 레벨($L_{E1}$) 각각은 인

광 발광 물질을 포함하는 제2 발광층(140b)의 HOMO 레벨($H_{E2}$) 및 LUMO 레벨($L_{E2}$)보다 작을 수 있다. 예를 들어, 제1 발광층(140a)의 HOMO 레벨($H_{E1}$) 및 LUMO 레벨($L_{E1}$)은 각각 약 -5.6eV 및 약 -2.6eV이고, 제2 발광층(140b)의 HOMO 레벨($H_{E2}$) 및 LUMO 레벨($L_{E2}$)은 상술하였듯이 각각 약 -5.4eV 및 약 -2.4eV일 수 있다. 또한, 제1 발광층(140a)에서 발광 영역은 전자수송층(160) 근처로, 정공수송층(130) 근처에서 발광 영역을 가지는 제2 발광층(140b)과 상이하다. 이와 같이, 형광 발광 물질을 포함하는 제1 발광층(140a)과 인광 발광 물질을 포함하는 제2 발광층(140b)은 HOMO 레벨, LUMO 레벨, 및 발광 영역이 서로 상이하기 때문에, 하나의 버퍼층, 즉, 제2 버퍼층(150b)만으로는 복수의 발광층(140a, 140b, 140c) 모두의 발광 효율을 향상시킬 수 없다. 이에, 제2 버퍼층(150b)뿐만 아니라 제1 버퍼층(150a)을 추가하여, 복수의 발광층(140a, 140b, 140c) 모두의 발광 효율을 향상시킬 수 있다.

[0089] 제1 버퍼층(150a)의 HOMO 레벨($H_{B1}$)은 제1 발광층(140a)의 HOMO 레벨($H_{E1}$)보다 작을 수 있다. 여기에서, 제1 버퍼층(150a)의 HOMO 레벨($H_{B1}$) 및 제1 발광층(140a)의 HOMO 레벨($H_{E1}$)의 차의 절대값은 약 0.2eV 이상일 수 있다. 예시적인 실시예에서, 제1 버퍼층(150a)의 HOMO 레벨($H_{B1}$)은 약 -5.9eV이고, 제1 발광층(140a)의 HOMO 레벨($H_{E1}$)은 상술하였듯이 약 -5.6eV일 수 있다. 이 경우, 제1 버퍼층(150a)의 HOMO 레벨($H_{B1}$) 및 제1 발광층(140a)의 HOMO 레벨($H_{E1}$)의 차의 절대값은 약 0.3eV일 수 있다.

[0090] 형광 발광 물질을 포함하는 제1 발광층(140a)에서는 발광 영역이 전자수송층(160) 근처이기 때문에, 제1 발광층(140a)과 전자수송층(160) 사이의 계면에서 정공 블로킹을 하는 것이 필요하다. 이에, 제1 버퍼층(150a)의 HOMO 레벨($H_{B1}$)보다 일정 크기만큼 작은 HOMO 레벨을 가지는 제1 버퍼층(150a)을 제1 발광층(140a) 및 제2 버퍼층(150b) 사이에 개재할 필요가 있다.

[0091] 한편, 제1 버퍼층(150a)의 LUMO 레벨($L_{B1}$)은 제2 버퍼층(150b)의 LUMO 레벨($L_{B2}$)보다 작고, 제1 발광층(140a)의 LUMO 레벨($L_{E1}$)보다 크거나 같을 수 있다. 예를 들어, 제1 버퍼층(150a)의 LUMO 레벨($L_{B1}$)은 약 -2.6eV이고, 제2 버퍼층(150b)의 LUMO 레벨($L_{B2}$)은 상술하였듯이 약 -2.5eV이며, 제1 발광층(140a)의 LUMO 레벨($L_{E1}$)은 상술하였듯이 약 -2.6eV일 수 있다. 따라서, 제2 버퍼층(150b)에 전달된 전자는 별도의 전압 인가 없이도 자연적으로 제1 발광층(140a)에 전달될 수 있다.

[0092] 제1 버퍼층(150a)의 HOMO 레벨($H_{B1}$) 및 LUMO 레벨($L_{B1}$) 각각은 제2 버퍼층(150b)의 HOMO 레벨($H_{B2}$) 및 LUMO 레벨($L_{B2}$)보다 작을 수 있다. 예를 들어, 상술하였듯이, 제1 버퍼층(150a)의 HOMO 레벨($H_{B1}$) 및 LUMO 레벨($L_{B1}$)은 각각 약 -5.9eV 및 약 -2.6eV일 수 있고, 제2 버퍼층(150b)의 HOMO 레벨($H_{B2}$) 및 LUMO 레벨($L_{B2}$)은 각각 약 -5.6eV 및 약 -2.5eV일 수 있다. 또한, 제1 버퍼층(150a)의 밴드갭(Bandgap)은 제2 버퍼층(150b)의 밴드갭보다 클 수 있다. 예를 들어, 제1 버퍼층(150a)의 밴드갭은 약 3.3eV일 수 있고, 제2 버퍼층(150b)의 밴드갭은 약 3.1eV일 수 있다. 이로 인하여, 제1 발광층(140a) 상에서 제1 버퍼층(150a)이 정공 블로킹 기능을 수행할 수 있고, 제2 발광층(140b) 및 제3 발광층(140c) 상에서 제2 버퍼층(150b)이 전자 전달을 원활하게 할 수 있다.

[0093] 제2 버퍼층(150b)의 HOMO 레벨($H_{B2}$)은 제1 발광층(140a)의 HOMO 레벨($H_{E1}$)보다 크거나 같을 수 있다. 예를 들어, 상술하였듯이, 제2 버퍼층(150b)의 HOMO 레벨($H_{B2}$)은 약 -5.6eV이고, 제1 발광층(140a)의 HOMO 레벨($H_{E1}$)도 약 -5.6eV일 수 있다. 또한, 제2 버퍼층(150b)의 LUMO 레벨($L_{B2}$)은 제1 버퍼층(150a)의 LUMO 레벨($L_{B1}$)보다 클 수 있다. 예를 들어, 상술하였듯이, 제2 버퍼층(150b)의 LUMO 레벨($L_{B2}$)은 약 -2.5eV이고, 제1 버퍼층(150a)의 LUMO 레벨($L_{B1}$) 약 -2.6eV일 수 있다.

[0094] 한편, 전자수송층(160)의 HOMO 레벨($H_{ETL}$)은 제1 발광층(140a)의 HOMO 레벨($H_{E1}$)보다 작고, 제1 버퍼층(150a)의 HOMO 레벨($H_{B1}$)보다는 클 수 있다. 예를 들어, 상술하였듯이, 전자수송층(160)의 HOMO 레벨($H_{ETL}$)은 약 -5.8eV이고, 제1 발광층(140a)의 HOMO 레벨($H_{E1}$)은 약 -5.6eV이며, 제1 버퍼층(150a)의 HOMO 레벨($H_{B1}$)은 약 -5.9eV일 수 있다. 또한, 전자수송층(160)의 LUMO 레벨($L_{ETL}$)은 제1 발광층(140a)의 LUMO 레벨($L_{E1}$)보다 작을 수 있다. 예를 들어, 상술하였듯이, 전자수송층(160)의 LUMO 레벨($L_{ETL}$)은 약 -2.8eV일 수 있고, 제1 발광층(140a)의 LUMO 레벨($L_{E1}$)은 약 -2.6eV일 수 있다.

[0095] 이와 같이, 제2 버퍼층(150b)이 제1 버퍼층(150a) 및 전자수송층(160) 사이에 개재됨으로써, 저계조에서 제1 발광층(140a)의 발광 특성이 향상될 수 있다. 이를 설명하기 위하여 도 4를 참조하도록 한다. 도 4는 도 1의 유기 발광 표시 장치의 제1 화소 영역(P1)에 위치하는 제2 버퍼층(150b)의 저계조 발광 특성 개선 기능을 설명하기 위한 예시적인 그래프이다. 도 4에서 가로축은 전류값를 의미하고, 세로축은 전류값에 따른 휘도값, 즉, 발광 효율을 의미한다.

[0096] 도 4를 참조하면, 유기 발광 표시 장치를 안정적으로 구동하기 위해서는 제1 발광층(140a)에 인가되는 전류값에 상관 없이 발광 효율이 일정해야 한다. 그러나, 형광 발광 물질을 포함하는 제1 발광층(140a)은 저계조에서 불안정한 발광 특성을 보일 수 있다. 제2 버퍼층(150b)이 존재하지 않을 경우, 저계조(낮은 전류값) 부분에서의 제1 발광층(140a)의 발광 효율(도 4의 점선 부분)은 일정한 값(Ef)을 가지는 것이 아니라 불안정하게 증가하는 형태를 띄고 있다. 그러나, 제2 버퍼층(150b)이 존재할 경우, 저계조 부분에서 제1 발광층(140a)의 발광 효율(도 4의 실선 부분)은 일정한 값(Ef)을 가진다. 이는, 제1 캐소드(180a)에서 제1 발광층(140a)으로 전자가 전달되는 경로에 상대적으로 큰 LUMO 레벨을 가지는 제2 버퍼층(150b)의 존재로 제1 발광층(140a)이 발광하기 시작하는 전류값, 즉, 문턱 전류값이 증가하기 때문이다. 예를 들어, 도 3에서 전자수송층(160)의 LUMO 레벨($L_{ETL}$)과 제2 버퍼층(150b)의 LUMO 레벨($L_{B2}$)의 차의 절대값(예를 들어, 0.3eV)이 전자수송층(160)의 LUMO 레벨($L_{ETL}$)과 제1 버퍼층(150a)의 LUMO 레벨($L_{B1}$)의 차의 절대값(예를 들어, 0.2eV)보다 크기 때문에, 전자가 전자수송층(160)에서 제2 버퍼층(150b)으로 전달되는 것이 상대적으로 어려울 수 있다. 즉, 도 4에서 문턱 전류값이 a1에서 a2로 증가함으로써, 점선 부분이 제1 발광층(140a) 구동에 영향을 주기 못하게 되어, 제1 발광층(140a)이 저계조에서 안정적으로 구동될 수 있다.

[0097] 다시, 도 2 및 도 3을 참조하여, 각 층들의 HOMO 레벨 및 LUMO 레벨을 대소 관계를 정리하면 하기와 같다. 먼저, 제1 발광층(140a)의 HOMO 레벨($H_{E1}$), 제2 발광층(140b)의 HOMO 레벨($H_{E2}$), 제1 버퍼층(150a)의 HOMO 레벨($H_{B1}$), 및 제2 버퍼층(150b)의 HOMO 레벨($H_{B2}$)이 $H_{E2} > H_{B2} \geq H_{E1} > H_{B1}$인 관계를 만족할 수 있다. 또한, 제1 발광층(140a)의 LUMO 레벨($L_{E1}$), 제2 발광층(140b)의 LUMO 레벨($L_{E2}$), 제1 버퍼층(150a)의 LUMO 레벨($L_{B1}$), 및 제2 버퍼층(150b)의 LUMO 레벨($L_{B2}$)이 $L_{E2} > L_{B2} > L_{B1} \geq L_{E1}$인 관계를 만족할 수 있다.

[0098] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 개략적인 단면도이다. 설명의 편의 상, 도 1에 도시된 도면에 나타낸 각 엘리먼트와 실질적으로 동일한 엘리먼트는 동일 부호로 나타내고, 중복 설명을 생략한다.

[0099] 도 5를 참조하면, 제1 버퍼층(151a)은 상술한 제1 버퍼층(150a)과 실질적으로 동일할 수 있다. 그러나, 제2 버퍼층(151b)은 상술한 제2 버퍼층(150b)과 형성 위치가 상이할 수 있다. 구체적으로, 제2 버퍼층(151b)은 제2 화소 영역(P2) 및 제3 화소 영역(P3) 상에만 위치할 수 있다. 다른 말로, 제2 버퍼층(151b)은 제2 화소 영역(P2) 및 제3 화소 영역(P3) 상에서만 공통적으로 형성될 수 있다. 또 다른 말로, 제2 버퍼층(151b)은 제2 발광층(140b) 및 전자수송층(160) 사이에서부터 제3 발광층(140c) 및 전자수송층(160) 사이까지만 연장되어 형성될 수 있다. 이 경우, 제2 버퍼층(151b)은 별도의 챔버에서 독립적으로 형성될 수 있다.

[0100] 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 개략적인 단면도이다. 설명의 편의 상, 도 1에 도시된 도면에 나타낸 각 엘리먼트와 실질적으로 동일한 엘리먼트는 동일 부호로 나타내고, 중복 설명을 생략한다.

[0101] 도 6을 참조하면, 제2 버퍼층(152b)은 상술한 제2 버퍼층(151b)과 실질적으로 동일할 수 있다. 그러나, 제1 버퍼층(152a)은 상술한 제1 버퍼층(150a)과 형성 위치가 상이할 수 있다. 구체적으로, 제1 버퍼층(152a)은 기판(100) 전면에 걸쳐 일체형으로 형성될 수 있다. 즉, 제1 버퍼층(152a)은 화소의 구별과 무관한 공통층으로 형성될 수 있다. 다른 말로, 제1 버퍼층(152a)은 복수의 화소 영역(P1, P2, P3)에 공통적으로 형성될 수 있다. 또 다른 말로, 제1 버퍼층(152a)은 제1 발광층(140a) 및 전자수송층(160) 사이에서부터 제2 버퍼층(152b) 및 전자수송층(160) 사이까지 연장되어 형성될 수 있다. 즉, 제2 화소 영역(P2) 및 제3 화소 영역(P3) 상에서 제1 버퍼층(152a)은 제2 버퍼층(152b) 및 전자수송층(160) 사이에 개재될 수 있다. 이 경우, 제2 버퍼층(152b)은 별도의 챔버에서 독립적으로 형성되지만, 제1 버퍼층(152a)은 전자수송층(160)과 동일한 챔버에서 형성될 수 있다.

[0102] 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 개략적인 단면도이다. 설명의 편의 상, 도 1에 도시된 도면에 나타낸 각 엘리먼트와 실질적으로 동일한 엘리먼트는 동일 부호로 나타내고, 중복 설명을 생략한다.

[0103] 도 7을 참조하면, 제2 버퍼층(153b)은 상술한 제2 버퍼층(151b)과 실질적으로 동일할 수 있다. 그러나, 제1 버퍼층(153a)은 상술한 제1 버퍼층(150a)과 형성 위치가 상이할 수 있다. 구체적으로, 제1 버퍼층(153a)은 제1 화소 영역(P1) 및 제2 화소 영역(P2) 상에만 위치할 수 있다. 다른 말로, 제1 버퍼층(153a)은 제1 화소 영역(P1) 및 제2 화소 영역(P2) 상에서만 공통적으로 형성될 수 있다. 또 다른 말로, 제1 버퍼층(153a)은 제1 발광층(140a) 및 전자수송층(160) 사이에서부터 제2 화소 영역(P2) 상에 위치하는 제2 발광층(140b) 및 전자수송층(160) 사이까지만 연장되어 형성될 수 있다. 이 경우, 제1 버퍼층(153a) 및 제2 버퍼층(153b)은 각각 별도의 챔버에서 독립적으로 형성될 수 있다.

[0104] 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 개략적인 단면도이다. 설명의 편의 상, 도 1에 도시된 도면에 나타낸 각 엘리먼트와 실질적으로 동일한 엘리먼트는 동일 부호로 나타내고, 중복 설명을 생략한다.

[0105] 도 8을 참조하면, 제1 버퍼층(154a)은 상술한 제1 버퍼층(150a)과 실질적으로 동일할 수 있다. 그러나, 제2 버퍼층(154b)은 상술한 제2 버퍼층(150b)과 형성 위치가 상이할 수 있다. 구체적으로, 제2 버퍼층(154b)은 제2 화소 영역(P2) 상의 제2 발광층(140b) 및 전자수송층(160) 사이에만 형성될 수 있다. 이 경우, 제2 버퍼층(154b)은 제2 발광층(140b) 및 제1 보조층(140b')과 동일한 챔버에서 형성될 수 있다.

[0106] 또한, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 제3 버퍼층(154c)은 더 포함할 수 있다. 제3 버퍼층(154c)은 제2 버퍼층(154b)과 동일한 물질로 이루어질 수 있다. 제3 버퍼층(154c)은 제3 화소 영역(P3) 상의 제3 발광층(140c) 및 전자수송층(160) 사이에만 형성될 수 있다. 이 경우, 제3 버퍼층(154c)은 제3 발광층(140c) 및 제2 보조층(140c')과 동일한 챔버에서 형성될 수 있다.

[0107] 도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 개략적인 단면도이다. 설명의 편의 상, 도 1에 도시된 도면에 나타낸 각 엘리먼트와 실질적으로 동일한 엘리먼트는 동일 부호로 나타내고, 중복 설명을 생략한다.

[0108] 도 9를 참조하면, 제2 버퍼층(155b) 및 제3 버퍼층(155c) 각각은 상술한 제2 버퍼층(154b) 및 제3 버퍼층(154c)과 실질적으로 동일할 수 있다. 그러나, 제1 버퍼층(155a)은 상술한 제1 버퍼층(150a)과 형성 위치가 상이할 수 있다. 구체적으로, 제1 버퍼층(155a)은 기판(100) 전면에 걸쳐 일체형으로 형성될 수 있다. 즉, 제1 버퍼층(155a)은 화소의 구별과 무관한 공통층으로 형성될 수 있다. 다른 말로, 제1 버퍼층(155a)은 복수의 화소 영역(P1, P2, P3)에 공통적으로 형성될 수 있다. 또 다른 말로, 제1 버퍼층(155a)은 제1 발광층(140a) 및 전자수송층(160) 사이에서부터 제2 버퍼층(155b) 및 전자수송층(160) 사이 및 제3 버퍼층(155c) 및 전자수송층(160) 사이까지 연장되어 형성될 수 있다. 이 경우, 제1 버퍼층(155a)은 전자수송층(160)과 동일 챔버에서 형성될 수 있다.

[0109] 도 10은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 개략적인 단면도이다. 설명의 편의 상, 도 1에 도시된 도면에 나타낸 각 엘리먼트와 실질적으로 동일한 엘리먼트는 동일 부호로 나타내고, 중복 설명을 생략한다.

[0110] 도 10을 참조하면, 제1 버퍼층(156a), 제2 버퍼층(156b), 및 제3 버퍼층(156c)은 상술한 제1 버퍼층(150a), 제2 버퍼층(154b), 및 제3 버퍼층(154c)과 실질적으로 동일할 수 있다. 다만, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 제4 버퍼층(156d)을 더 포함할 수 있다. 제4 버퍼층(156d)은 제1 버퍼층(156a) 및 전자수송층(160) 사이에 개재될 수 있다. 제4 버퍼층(156d)은 제2 버퍼층(156b) 및 제3 버퍼층(156c)과 동일한 물질로 이루어질 수 있다. 제4 버퍼층(156d)은 제1 버퍼층(156a) 및 제1 발광층(140a)과 동일한 챔버에서 형성될 수 있다.

[0111] 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 개략적인 단면도이다. 설명의 편의 상, 도 1에 도시된 도면에 나타낸 각 엘리먼트와 실질적으로 동일한 엘리먼트는 동일 부호로 나타내고, 중복 설명을 생략한다.

[0112] 도 11을 참조하면, 제1 버퍼층(157a), 제2 버퍼층(157b), 및 제3 버퍼층(157c)은 상술한 제1 버퍼층(150a), 제2 버퍼층(154b), 및 제3 버퍼층(154c)과 실질적으로 동일할 수 있다. 다만, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 제5 버퍼층(157e)을 더 포함할 수 있다. 제5 버퍼층(157e)은 제1 버퍼층(157a)과 동일한 물질로 이루어질 수 있다. 제5 버퍼층(157e)은 복수일 수 있다. 복수의 제5 버퍼층(157e) 중 일부는 제2 버퍼층(157b) 및 전자수송층(160) 사이에 개재되고, 복수의 제5 버퍼층(157e) 중 다른 일부는 제3 버퍼층(157c) 및 전자수송층(160) 사이에 개재될 수 있다. 이 경우, 제2 버퍼층(157b) 및 전자수송층(160) 사이에 개재된 제5 버퍼

층(157e)은 제2 버퍼층(157b)과 동일 챔버에서 형성될 수 있고, 제3 버퍼층(157c)과 전자수송층(160) 사이에 개재된 제5 버퍼층(157e)은 제3 버퍼층(157c)과 동일 챔버에서 형성될 수 있다.

[0113] 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 개략적인 단면도이다. 설명의 편의 상, 도 1에 도시된 도면에 나타낸 각 엘리먼트와 실질적으로 동일한 엘리먼트는 동일 부호로 나타내고, 중복 설명을 생략한다.

[0114] 도 12를 참조하면, 제1 버퍼층(158a), 제2 버퍼층(158b), 및 제3 버퍼층(158c)은 상술한 제1 버퍼층(150a), 제2 버퍼층(154b), 및 제3 버퍼층(154c)과 실질적으로 동일할 수 있다. 그러나, 제5 버퍼층(158e)은 상술한 제5 버퍼층(157e)과 형성 위치가 상이할 수 있다. 구체적으로, 제5 버퍼층(158e)은 제2 화소 영역(P2) 상의 제2 버퍼층(158b) 및 전자수송층(160) 사이에만 개재될 수 있다. 이 경우, 제5 버퍼층(158e)은 제2 버퍼층(158b)과 동일 챔버에서 형성될 수 있다.

[0115] 도 13은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 개략적인 단면도이다. 설명의 편의 상, 도 1에 도시된 도면에 나타낸 각 엘리먼트와 실질적으로 동일한 엘리먼트는 동일 부호로 나타내고, 중복 설명을 생략한다.

[0116] 도 13을 참조하면, 제1 버퍼층(159a), 제2 버퍼층(159b), 및 제3 버퍼층(159c)은 상술한 제1 버퍼층(150a), 제2 버퍼층(154b), 및 제3 버퍼층(154c)과 실질적으로 동일할 수 있다. 그러나, 제5 버퍼층(159e)은 상술한 제5 버퍼층(157e)과 형성 위치가 상이할 수 있다. 구체적으로, 제5 버퍼층(159e)은 제3 화소 영역(P3) 상의 제3 버퍼층(159c) 및 전자수송층(160) 사이에만 개재될 수 있다. 이 경우, 제5 버퍼층(159e)은 제3 버퍼층(159c)과 동일 챔버에서 형성될 수 있다.

[0117] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조예 및 비교예들을 서술하고, 이들을 서로 비교해 보도록 한다.

[0118] [제조예]

[0119] $SiO_2$를 주성분으로 하는 기판(100) 상에 스퍼터링 방법으로 ITO를 증착하여 제1 화소 영역(P1), 제2 화소 영역(P2), 및 제3 화소 영역(P3) 상에 각각 제1 애노드(110a), 제2 애노드(110b), 및 제3 애노드(110c)를 1000Å로 형성하였다.

[0120] 상기 제1 애노드(110a), 제2 애노드(110b), 및 제3 애노드(110c) 상에 NPB를 증착하고, 헥사니트릴 헥사아자트리페닐렌을 도핑하여 P-정공수송층(120)을 100Å로 형성하였다.

[0121] 상기 P-정공수송층(120) 상에 NPB를 증착하여 정공수송층(130)을 1200Å로 형성하였다.

[0122] 상기 정공수송층(130)의 제1 화소 영역(P1) 상에 ADN 및 DPAVBi를 증착하여 제1 발광층(140a)을 200Å로 형성하였다. 이 후, 제1 발광층(140a)을 형성하는 챔버와 동일한 챔버에서 Firpic를 증착하여 제1 버퍼층(150a)을 50Å로 형성하였다.

[0123] 상기 정공수송층(130)의 제2 화소 영역(P2) 상에 NPB를 증착하여 제1 보조층(140b')을 300Å로 형성하였다. 이 후, 제1 보조층(140b')을 형성하는 챔버와 동일한 챔버에서 ADN 및 Ir(PPy)3(PPy=2-phenylpyridine)을 증착하여 제2 발광층(140b)을 400Å로 형성하였다.

[0124] 상기 정공수송층(130)의 제3 화소 영역(P3) 상에 NPB를 증착하여 제2 보조층(140c')을 800Å로 형성하였다. 이 후, 제2 보조층(140c')을 형성하는 챔버와 동일한 챔버에서 ADN 및 [4-(dicyanomethylene)-2-t-butyl-6-(1,1,7,7-tetramethyljulolidyl-9-enyl)-4H-pyran (4-(dicyanomethylene)-2-t-butyl-6-(1,1,7, 7-tetramethyljulolidyl-9-enyl)- 4H-pyran;DCJTB)]을 증착하여 제3 발광층(140c)을 400Å로 형성하였다.

[0125] 상기 제1 버퍼층(150a), 제2 발광층(140b), 및 제3 발광층(140c) 상에 CBP를 공통적으로 증착하여 제2 버퍼층(150b)을 50Å로 형성하였다.

[0126] 상기 제2 버퍼층(150b) 상에 Alq3와 Liq를 증착하여 전자수송층(160)을 310Å로 형성하였다.

[0127] 상기 전자수송층(160) 상에 LiF를 증착하여 전자주입층(170)을 15Å로 형성하였다.

[0128] 상기 전자주입층(170) 상에 Mg 및 Ag를 증착하여 제1 캐소드(180a), 제2 캐소드(180b), 및 제3 캐소드(180c)를 140Å로 형성하였다.

[0129] 상기 제1 캐소드(180a), 제2 캐소드(180b), 및 제3 캐소드(180c) 상에 SiNx를 증착하여 보호층(190)을 600Å로 형성하였다.

[0130] [비교예 1]

[0131] 상술한 제조예와 동일하되, 제1 버퍼층(150a) 및 제2 버퍼층(150b)을 생략하였다.

[0132] [비교예 2]

[0133] 상술한 제조예와 동일하되, 제2 버퍼층(150b)을 생략하였다.

[0134] [비교예 3]

[0135] 상술한 제조예와 동일하되, 제1 버퍼층(150a)을 제2 버퍼층(150b) 형성 후에 바로 형성하였다. 즉, 제1 버퍼층(150a)을 제1 화소 영역(P1) 상의 제2 버퍼층(150b) 및 전자수송층(160) 사이에 위치하도록 하였다. 다시 말하면, 제1 화소 영역(P1) 상에서 제1 버퍼층(150a) 및 제2 버퍼층(150b)의 적층 순서가 바뀌었다.

[0136] 상기 제조예 및 비교예들의 발광 효율을 비교하면 하기와 같다.

[0137] [표 1]

[0138]

| | 비교예 1 | 비교예 2 | 비교예 3 | 제조예 |
|---|---|---|---|---|
| 제1 발광층의 발광 효율(cd/A) | 4.85 | 4.85 | 4.475 | 5.785 |
| 제2 발광층의 발광 효율(cd/A) | 89.8 | 107.4 | 107.4 | 107.4 |
| 제3 발광층의 발광 효율(cd/A) | 51.6 | 54.2 | 54.2 | 54.2 |

[0139] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 제1 발광층(140a), 제2 발광층(140b), 및 제3 발광층(140c)의 발광 효율을 모두 일정 수준 이상으로 향상시킬 수 있다.

[0140] 이상에서 본 발명의 실시예를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 본 발명의 실시예에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

## *부호의 설명*

[0141] 100: 기판

110a: 제1 애노드

110b: 제2 애노드

110c: 제3 애노드

120: P-정공수송층

130: 정공수송층

140a: 제1 발광층

140b: 제2 발광층

140b': 제1 보조층

140c: 제3 발광층

140c': 제2 보조층

150a-159a: 제1 버퍼층

150b-159b: 제2 버퍼층

154c-159c: 제3 버퍼층

156d: 제4 버퍼층

157e-159e: 제5 버퍼층

160: 전자수송층

170: 전자주입층

180a: 제1 캐소드

180b: 제2 캐소드

180c: 제3 캐소드

190: 보호층

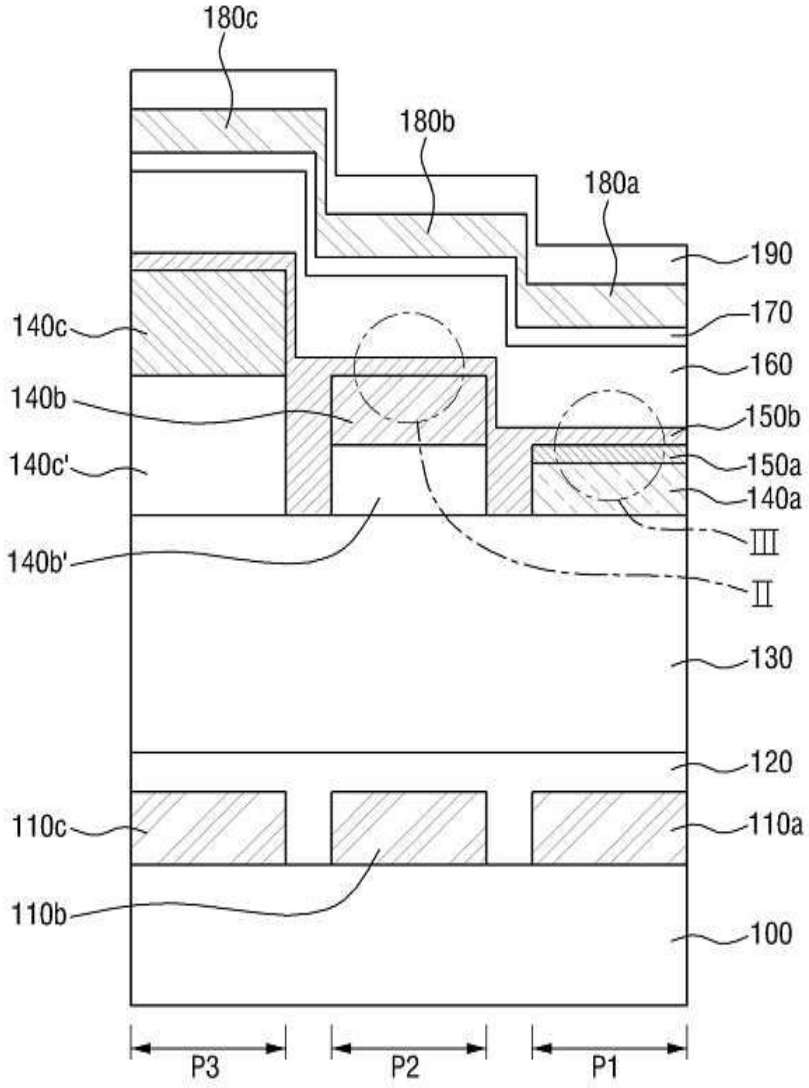
P1: 제1 화소 영역

P2: 제2 화소 영역

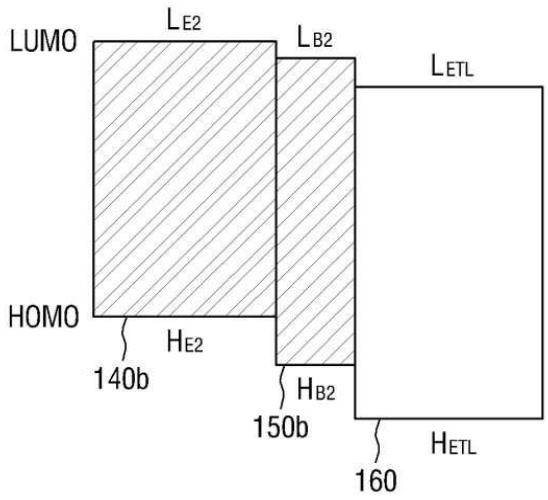
P3: 제3 화소 영역

## 도면

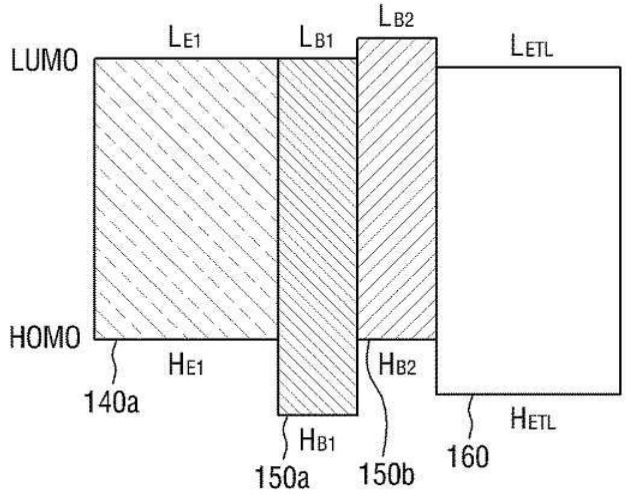
### 도면1


180c
180b
180a
190
170
160
150b
150a
140a
140c
140b
140c'
140b'
III
II
130
120
110c
110a
110b
100
P3
P2
P1

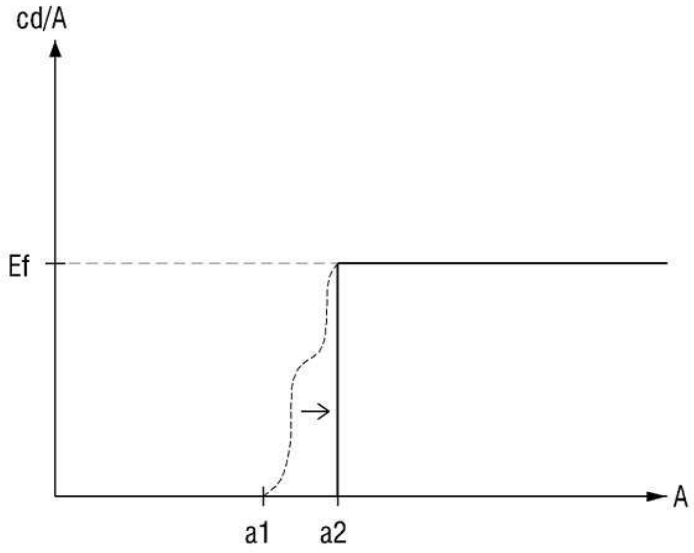
도면2


LUMO
LE2
LB2
LETL
HOMO
HE2
140b
HB2
150b
HETL
160

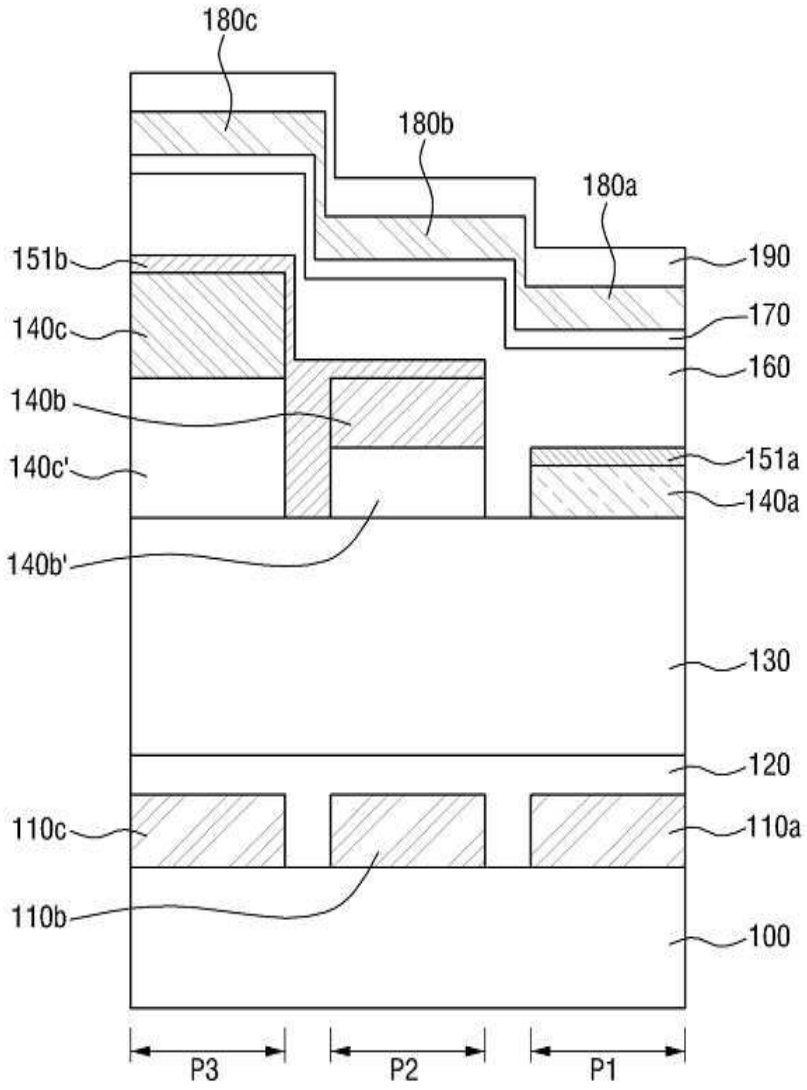
도면3


LUMO
LE1
LB1
LB2
LETL
HOMO
HE1
140a
HB1
150a
HB2
150b
HETL
160

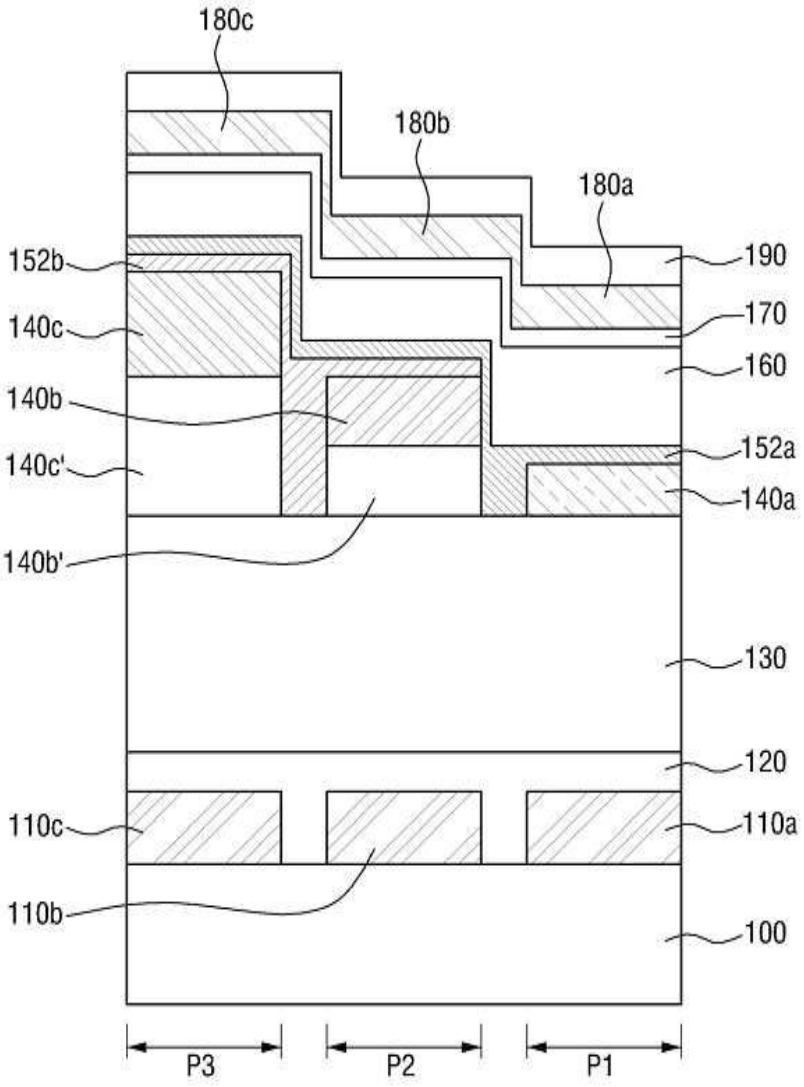
도면4



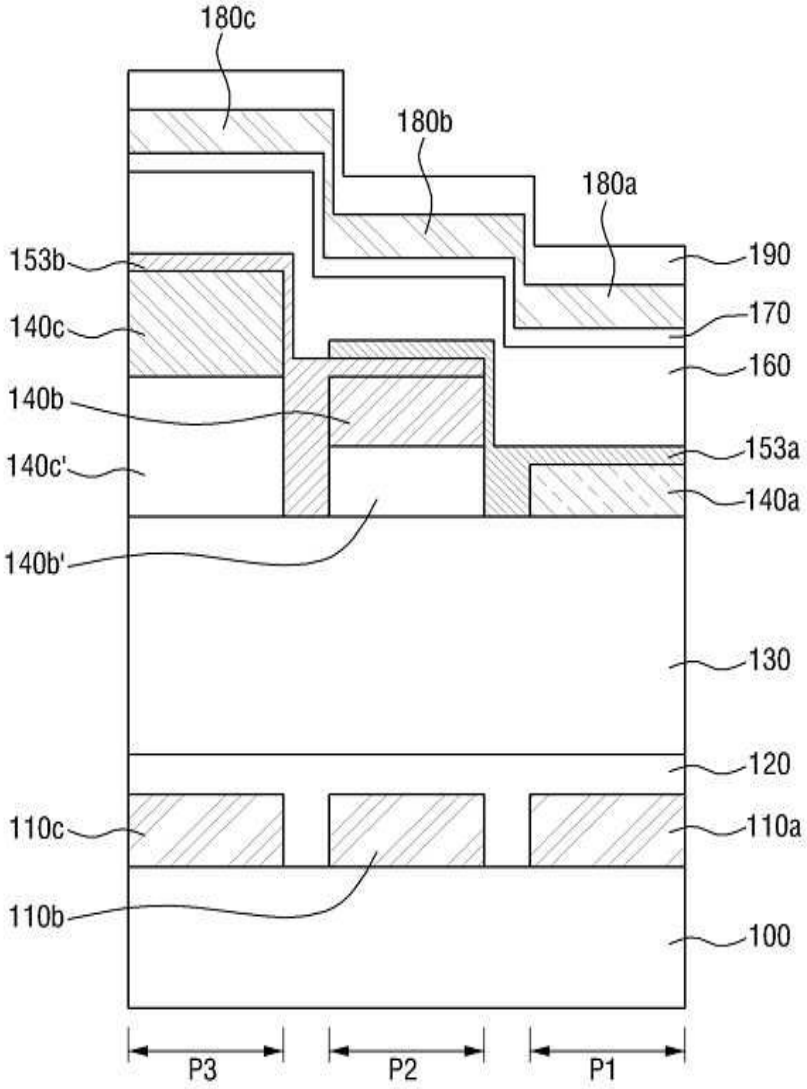
도면5


180c
180b
180a
151b
190
140c
170
160
140b
151a
140c'
140a
140b'
130
120
110c
110a
110b
100
P3
P2
P1

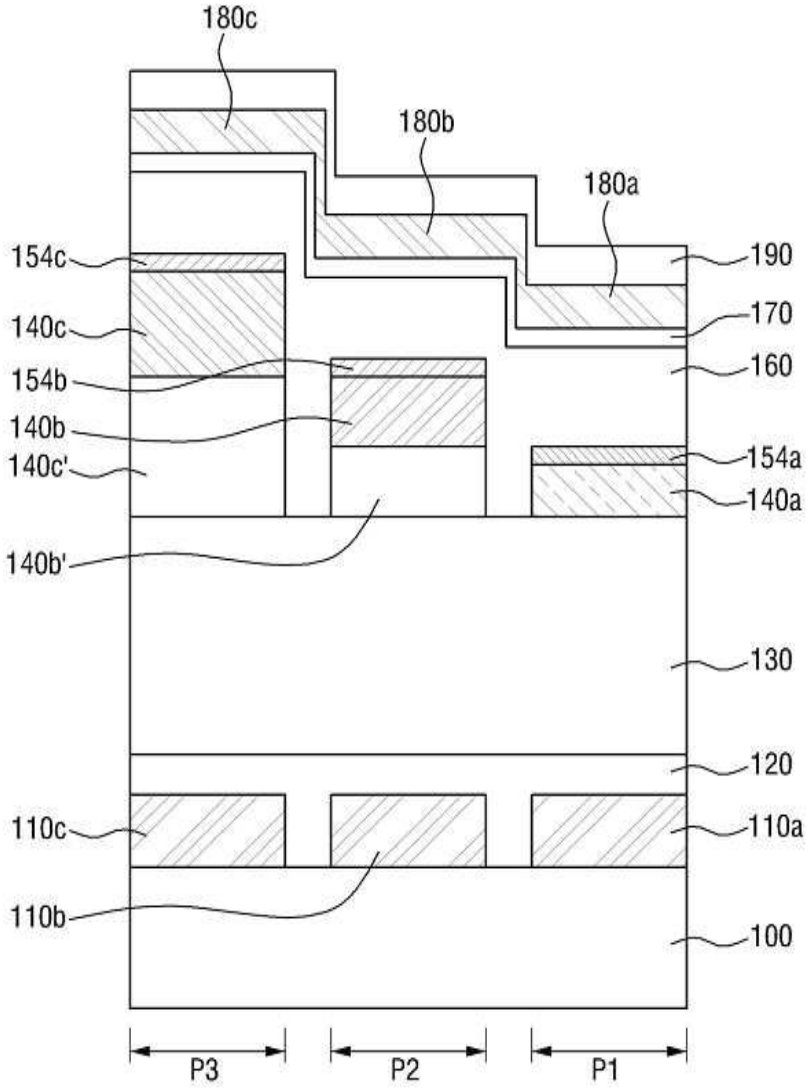
도면6


180c
180b
180a
152b
140c
140b
140c'
140b'
190
170
160
152a
140a
130
120
110c
110a
110b
100
P3
P2
P1

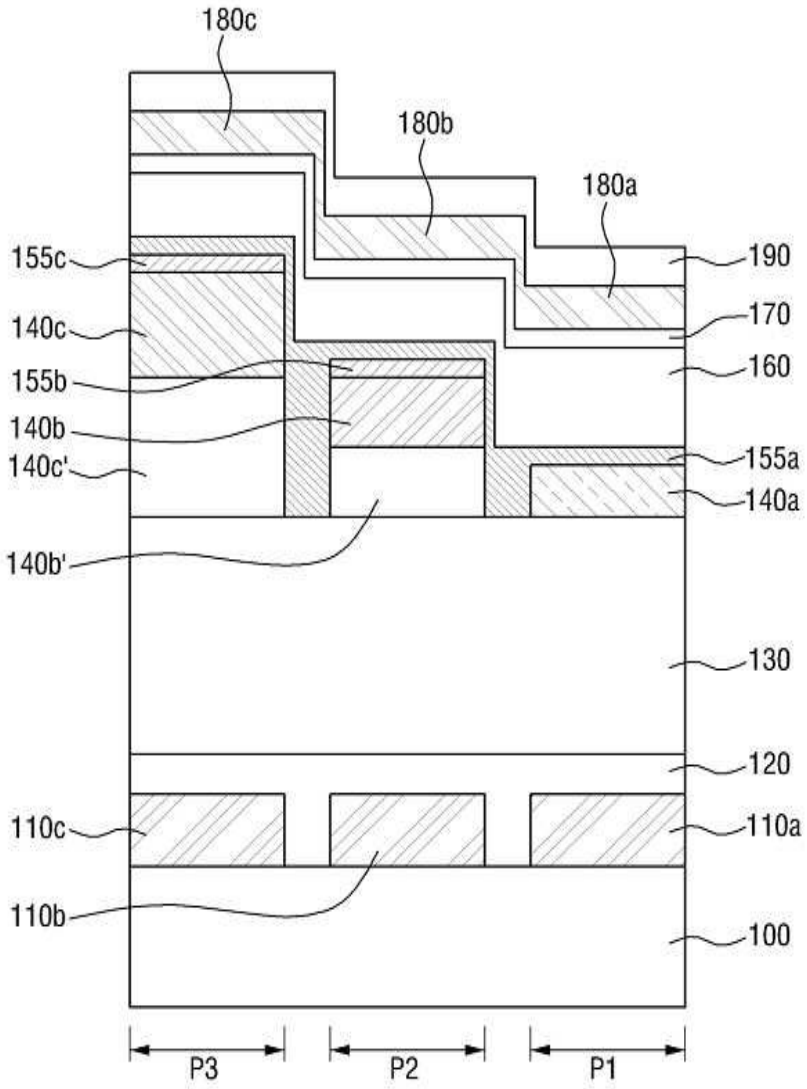
도면7


180c
180b
180a
153b
140c
140b
140c'
140b'
190
170
160
153a
140a
130
120
110c
110a
110b
100
P3
P2
P1

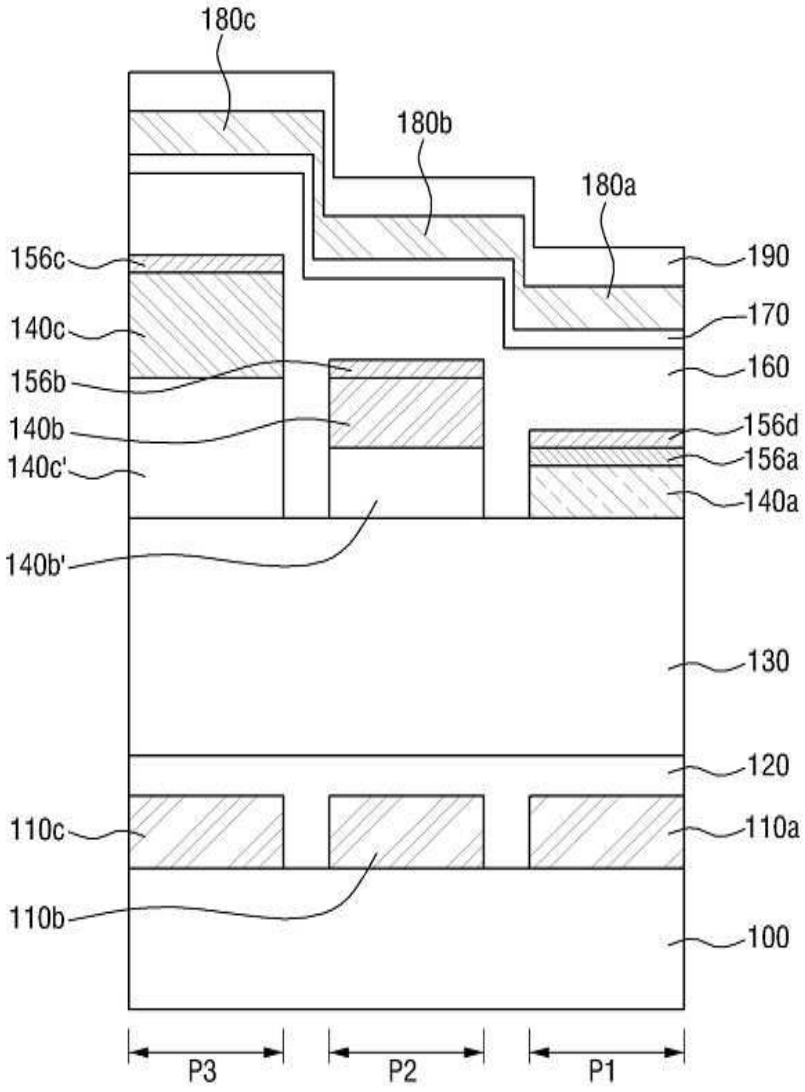
도면8


180c
180b
180a
154c
190
140c
170
154b
160
140b
140c'
154a
140a
140b'
130
120
110c
110a
110b
100
P3
P2
P1

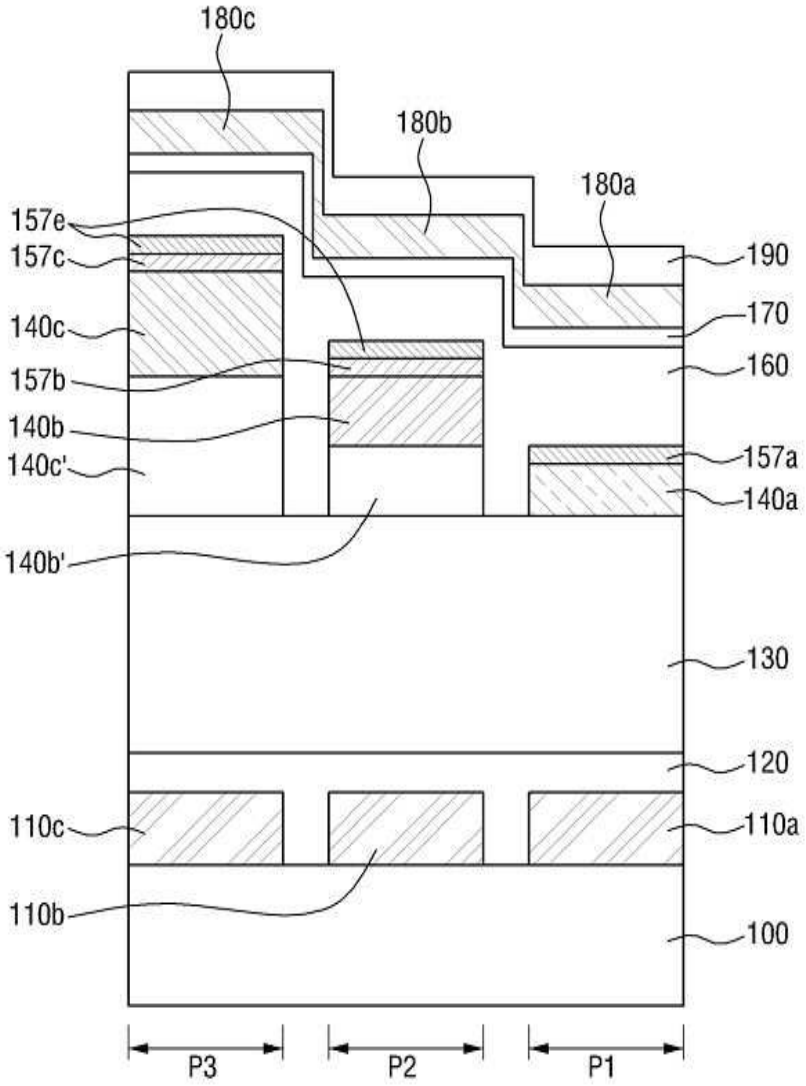
도면9


180c
180b
180a
155c
190
140c
170
155b
160
140b
140c'
155a
140a
140b'
130
120
110c
110a
110b
100
P3
P2
P1

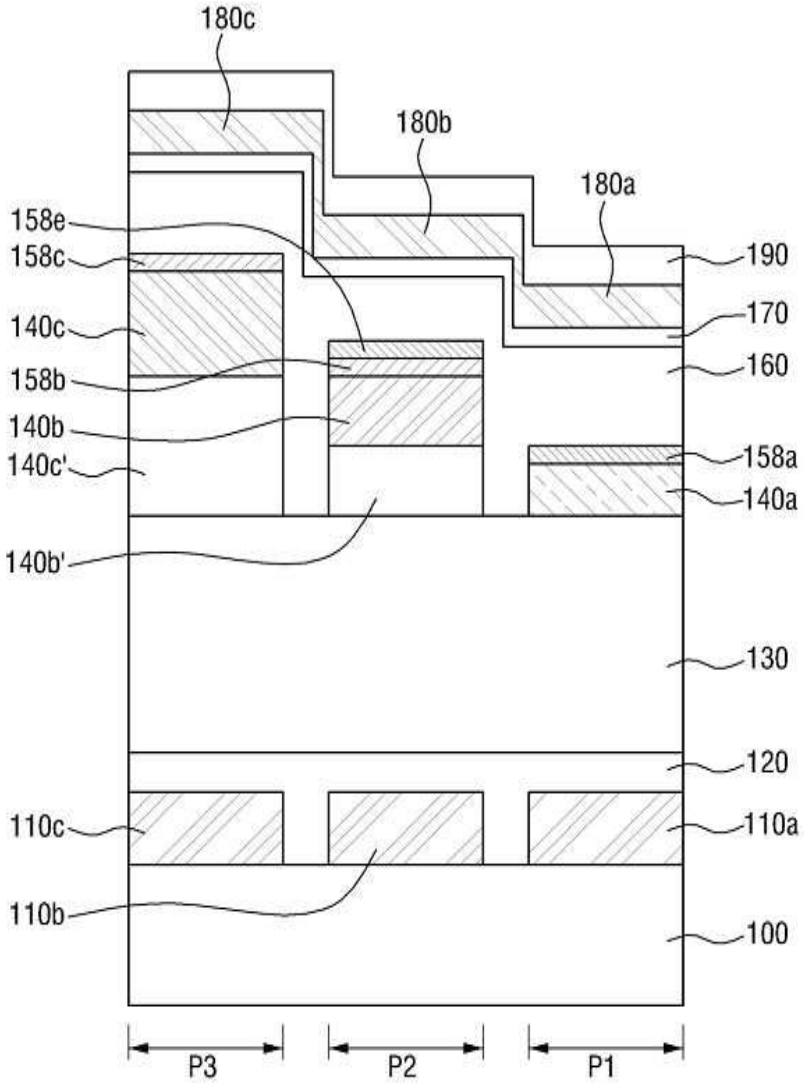
도면10


180c
180b
180a
156c
190
140c
170
156b
160
140b
156d
140c'
156a
140a
140b'
130
120
110c
110a
110b
100
P3
P2
P1

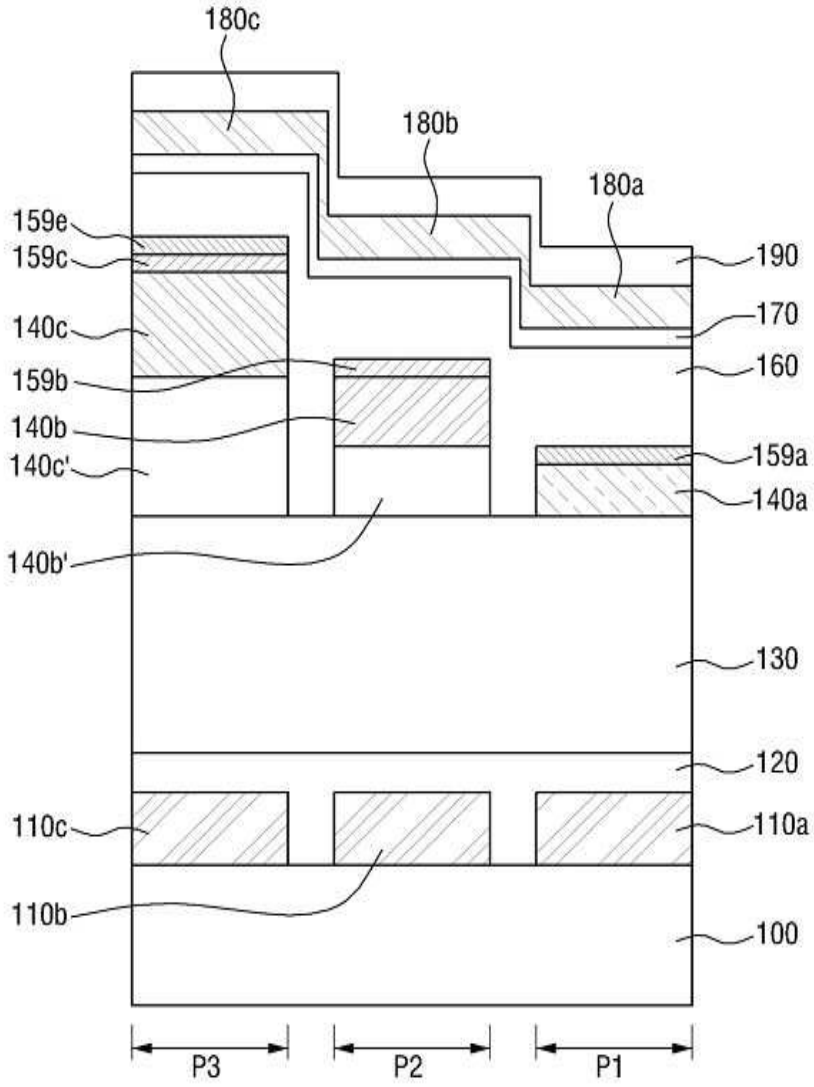
도면11


180c
180b
180a
157e
157c
140c
157b
140b
140c'
140b'
190
170
160
157a
140a
130
120
110c
110a
110b
100
P3
P2
P1

도면12


180c
180b
180a
158e
158c
140c
158b
140b
140c'
140b'
190
170
160
158a
140a
130
120
110c
110a
110b
100
P3
P2
P1

도면13


180c
180b
180a
159e
159c
140c
159b
140b
140c'
140b'
190
170
160
159a
140a
130
120
110c
110a
110b
100
P3
P2
P1