



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월24일
(11) 등록번호 10-2255861
(24) 등록일자 2021년05월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5012 (2013.01)
H01L 27/3211 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0122457
(22) 출원일자 2015년08월31일
심사청구일자 2020년07월02일
(65) 공개번호 10-2017-0025674
(43) 공개일자 2017년03월08일
(56) 선행기술조사문헌
US20150008394 A1
KR1020140104248 A
US20070120476 A1
US20080142807 A1

(73) 특허권자
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
윤성지
경기도 파주시 월롱면 엘씨디로 201 정다운마을
E동 726호
이소희
경기도 수원시 장안구 정조로 941(영화동) 동성아
파트 101동 907호
(74) 대리인
특허법인인벤싱크

전체 청구항 수 : 총 13 항

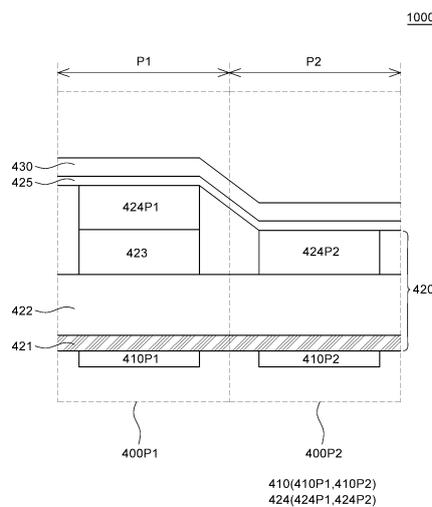
심사관 : 김상걸

(54) 발명의 명칭 유기 발광 표시 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따라, 턴온전압이 서로 상이하게 구성된 두 개의 발광 소자를 포함하는 표시 장치는, 상기 두 개의 발광 소자는 각각, 패턴 전극, 기능층, 공통 정공 수송층, 패턴 발광층 및 공통 전극을 포함한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 기능층은, 1) 상기 턴온전압이 큰 발광 소자의 저 계조 구동 시 턴온전압이 큰 발광 소자로부터 전류가 누설되어 상기 턴온전압이 작은 발광 소자가 함께 발광되는 것을 방지하고, 2) 상기 공통 정공 수송층의 페르미 준위를 높여 정공 주입 능력을 향상시키는 절연 물질로 이루어진다. 이에 따라, 이웃하는 화소 간의 혼색 문제가 개선되어 표시 장치의 표시 품질이 향상되는 동시에 표시 장치의 광 효율이 향상되는 효과가 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

- H01L 27/3246* (2013.01)
 - H01L 27/3248* (2013.01)
 - H01L 27/3258* (2013.01)
 - H01L 51/5004* (2013.01)
 - H01L 51/504* (2013.01)
 - H01L 51/5056* (2013.01)
 - H01L 51/5072* (2013.01)
 - H01L 51/5203* (2013.01)
 - H01L 2227/32* (2013.01)
-

명세서

청구범위

청구항 1

서로 이웃하는 제1 화소 및 제2 화소를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서,
 상기 제1 화소 및 상기 제2 화소 각각에 대응하며, 서로 이격되어 배치된 복수의 패턴 전극;
 상기 복수의 패턴 전극 각각의 상에서 연속하여 배치되고, p형 도펀트가 도핑되지 않은 절연 물질로 이루어진 기능층;
 상기 기능층 상에 공통 정공 수송층;
 상기 제1 화소에 대응하여 상기 공통 정공 수송층 상에 위치하는 제1 패턴 발광층;
 상기 제2 화소에 대응하여 상기 공통 정공 수송층 상에 위치하고, 상기 제1 패턴 발광층보다 HOMO레벨이 작은 값을 갖는 제2 패턴 발광층;
 상기 제1 화소에 대응하여 상기 공통 정공 수송층과 상기 제1 패턴 발광층 사이에 위치하는 패턴 정공 수송층;
 상기 제1 패턴 발광층 및 상기 제2 패턴 발광층 상에서 연속하여 배치된 공통 전자 수송층;
 상기 공통 전자 수송층 상에 위치하는 공통 전극을 포함하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,
 상기 공통 정공 수송층의 페르미 준위(fermi level)는, 상기 기능층이 없는 구조에서의 상기 공통 정공 수송층의 페르미 준위보다 높아지는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 3

제2 항에 있어서,
 상기 공통 정공 수송층의 HOMO레벨은, 상기 기능층이 없는 구조에서의 상기 공통 정공 수송층의 HOMO레벨보다 큰 값을 갖는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 4

제3 항에 있어서,
 상기 공통 정공 수송층의 HOMO레벨이 -5.5eV 이상 -4.5eV 이하의 값을 갖는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 5

제4 항에 있어서,
 상기 기능층의 두께는 1\AA 이상 100\AA 이하인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 6

제3 항에 있어서,
 상기 제1 패턴 발광층은 적색 또는 녹색의 광을 발광하는 층이며,
 상기 제2 패턴 발광층은 청색의 광을 발광하는 층인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 7

제3 항에 있어서,

상기 제1 패턴 발광층은 적색의 빛을 발광하는 층이며,

상기 제2 패턴 발광층은 녹색 또는 청색의 빛을 발광하는 층인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 8

턴온전압이 서로 상이하게 구성된 두 개의 발광 소자를 포함하는 표시 장치에 있어서,

상기 두 개의 발광 소자는 각각, 패턴 전극, 기능층, 공통 정공 수송층, 패턴 발광층 및 공통 전극을 포함하며, 상기 기능층은,

1) 상기 턴온전압이 큰 발광 소자의 저 계조 구동 시 턴온전압이 큰 발광 소자로부터 전류가 누설되어 상기 턴온전압이 작은 발광 소자가 함께 발광되는 것을 방지하고, 2) 상기 공통 정공 수송층의 페르미 준위를 높여 정공 주입 능력을 향상시키는 절연 물질로 이루어진, 표시 장치.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 기능층은, p형 도펀트가 도핑되지 않은 절연 물질로 이루어진, 표시 장치.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 공통 정공 수송층의 HOMO레벨이 -5.5eV 이상 -4.5eV 이하의 값을 갖는, 표시 장치.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 기능층의 두께는 1Å 이상 100Å 이하인, 표시 장치.

청구항 12

제10 항에 있어서,

상기 턴온전압이 작은 발광 소자의 패턴 발광층은, 적색 또는 녹색의 광을 발광하는 층이며,

상기 턴온전압이 큰 발광 소자의 패턴 발광층은, 청색의 광을 발광하는 층인, 표시 장치.

청구항 13

제10 항에 있어서,

상기 턴온전압이 작은 발광 소자의 패턴 발광층은, 적색의 광을 발광하는 층이며,

상기 턴온전압이 큰 발광 소자의 패턴 발광층은, 녹색 또는 청색의 광을 발광하는 층인, 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 복수의 발광 소자에서 공유되는 공통층을 통해 누설된 전류가 이웃하는 발광 소자로 흘러 원하지 않는 발광 소자가 발광되는 문제가 최소화되는 동시에 발광 소자의 정공 주입 능력을 향상시킬 수 있는 기능층을 제공함으로써, 광 효율 및 표시 품질이 개선된 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기 발광 표시 장치(organic light-emitting display apparatus, OLED apparatus)는 자체 발광(self-luminance) 특성을 갖는 차세대 표시 장치이다. 유기 발광 표시 장치는, 액정 표시 장치(liquid crystal

display apparatus)와 달라 별도의 광원이 요구되지 않으므로, 경량, 박형으로 제조가 가능한 장점이 있다. 또한, 유기 발광 표시 장치는 액정 표시 장치에 비해, 시야각, 명암비(contrast ratio), 응답 속도 및 소비 전력 등의 측면에서 우수한 장점이 있어, 차세대 표시 장치로서 연구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0003] 유기 발광 표시 장치(OLED apparatus)는 두 개의 전극으로부터 각각 주입된 정공(hole)과 전자(electron)가 발광층에서 재결합하여 여기자(exciton)를 형성하고, 형성된 여기자의 에너지 방출에 의해 특정 파장의 빛이 발생하는 현상을 이용한 표시 장치이며, 자체 발광 특성을 갖는다.
- [0004] 유기 발광 표시 장치는, 설계에 따라, 패턴 발광층(patterned emission layer) 구조를 가질 수 있다. 패턴 발광층 구조의 유기 발광 표시 장치는, 두 개의 전극 사이에 서로 다른 색을 발광하는 발광층, 예를 들어, 적색, 청색 및 녹색의 발광층이 각각의 화소 별로 분리된 구조를 가질 수 있다. 각각의 발광층들은 화소 별로 개구된 마스크, 예를 들어, FMM(fine metal mask)을 이용하여 패턴 증착될 수 있다.
- [0005] 두 개의 전극 사이에는, 발광층 이외에, 발광 소자의 특성, 예를 들어, 구동 전압이나 발광 효율을 개선하기 위한 주입층(injecting layer), 수송층(transporting layer) 등의 유기층들이 더 배치될 수 있다. 그리고, 화소 별로 패턴된 각각의 발광층들의 특성, 예를 들어, 발광하는 광의 파장이나 물질 등을 고려하여, 화소 별로 발광 소자의 적층 구조가 각각 다르게 구성될 수 있다.
- [0006] 최근에는, 정공의 이동을 더욱 가속시키기 위하여 전극과 발광층 사이에 배치되는 정공 수송층(hole transporting layer)에 p형 도펀트(dopant)를 도핑(doping)하는 기술이 도입되었다. 정공 수송층에 p형 도펀트가 도핑된 경우, 발광층들로 정공이 더욱 원활하게 공급되므로, 유기 발광 표시 장치의 수명 및 효율이 향상될 수 있다.
- [0007] 이와 같은 p형 도펀트가 도핑된 정공 수송층(이하, p형 정공 수송층)은, 패턴 발광층 구조의 유기 발광 표시 장치에서, 공통 구조(common structure)를 가질 수도 있다.
- [0008] 공통 구조를 갖는 층은, 모든 화소가 개구된 공통 마스크(common mask)를 이용하여 형성 가능하며, 화소 별 패턴 없이 모든 화소에 동일한 구조로 적층될 수 있다. 즉, 공통 구조를 갖는 층은 하나의 화소에서 이웃하는 화소까지 끊어진 부분 없이 연결 또는 연장되어 배치되므로, 복수의 화소에서 공유된다. 공통 구조를 갖는 층은, 이하에서, 공통층 또는 공통 구조의 층으로 지칭될 수도 있다.
- [0009] 그러나, p형 정공 수송층이 공통 구조로 형성되어 복수의 화소에서 공유되는 경우, 유기 발광 표시 장치가 구동될 때, 정공의 이동이 원활한 공통 구조의 p형 정공 수송층을 통해 일부 전류가 누설되면서, 구동되는 화소 뿐만 아니라, 이웃하는 화소까지 발광되는 문제가 발생될 수 있다. 즉, 원하지 않는 화소에서 빛이 발광되므로, 화소들 간의 혼색이 유발되어 유기 발광 표시 장치의 표시 품질이 저하되는 문제가 발생될 수 있다.
- [0010] 특히, 본 발명의 발명자들은, 누설 전류에 의한 화소 간 혼색 문제가 저 계조(low gray scale) 구동에서 더욱 문제될 수 있음을 인식하였다. 다시 말하면, 본 발명의 발명자들은, 화소 간 혼색 문제가 두 개의 전극 사이에 걸리는 전압이 턴온전압(turn on voltage)을 넘어가는 초기 시점에서, 이웃하는 화소의 턴온전압의 차이에 따라 더욱 심각하게 발생될 수 있음을 인식하였다. 이에 대해 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0011] 턴온전압(turn on voltage)이란, 하나의 화소에서 광이 발광되는 것으로 정의한 시점에 발광 소자에 인가된 구동 전압을 말한다. 앞서 설명하였듯이, 패턴 발광층 구조의 유기 발광 표시 장치에서는 발광층의 특성에 따라 각 화소별 유기층의 적층 구조가 상이할 수 있다. 화소의 턴온전압은, 발광층의 특성 또는 유기층의 적층 구조에 따라 달라질 수 있다.
- [0012] 이웃하는 화소의 턴온전압이 다른 구조에서 턴온전압이 큰 화소가 구동되는 경우, 이웃하여 배치된 턴온전압이 작은 화소는 크게 영향을 받을 수 있다. 그 이유는, 턴온전압이 큰 화소보다 턴온전압이 작은 화소가 전류가 흐를 수 있는 장벽이 낮기 때문에, p형 정공 수송층을 통해 누설된 전류는 턴온전압이 큰 화소보다 턴온전압이 작은 화소로 보다 쉽게 흐르게 된다. 뿐만 아니라, 턴온전압이 큰 화소에 걸려있는 전압 값이 높기 때문에 공통 구조의 p형 정공 수송층을 통해 흐르는 전류의 양 또한 증가되어, 누설되는 전류의 양이 증가하게 된다.
- [0013] 더욱이, 하나의 화소가 저 계조(low gray scale)로 구동되면, 구동되는 화소의 휘도가 낮은 상태이기 때문에 이웃하는 화소의 빛이 원하지 않게 발광되는 경우 빛의 혼색이 사용자에게 보다 쉽게 인지될 수 있다. 즉, 발광

소자에 걸리는 구동 전압이 턴온전압을 넘어가는 초기 시점에서는, 이웃하는 화소 간의 혼색이 보다 심각하게 인지될 수 있다.

- [0014] 이에 본 발명의 발명자들은, 위에서 언급한 문제점들을 인식하고, p형 도펀트가 도핑된 정공 수송층 없이 광 효율이 향상되는 동시에 이웃하는 화소들 간의 혼색 문제가 개선된 새로운 유기 발광 표시 장치를 발명하였다. 이를 위하여, 유기 발광 표시 장치에는 기능층이 제공된다. 기능층은, 턴온전압이 큰 발광 소자로부터 턴온전압이 작은 발광 소자로 전류가 누설되는 것을 방지하면서 발광 소자의 정공 주입 능력을 향상시킬 수 있도록 구성된다.
- [0015] 이에 본 발명의 일 실시예에 따른 해결 과제는, 턴온전압이 큰 발광 소자로부터 턴온전압이 작은 발광 소자로 전류가 누설되는 것을 방지하는 동시에 이웃하는 유기층의 페르미 준위(fermi level)를 높여 발광 소자의 정공 주입 능력을 향상시킬 수 있는 절연 물질로 이루어진 기능층이 구성됨으로써, 광 효율 및 표시 품질이 개선된 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것이다.
- [0016] 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

- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따라, 서로 이웃하는 제1 화소 및 제2 화소를 포함하는 유기 발광 표시 장치는, 상기 제1 화소 및 상기 제2 화소 각각에 대응하며, 서로 이격되어 배치된 복수의 패턴 전극 및 상기 복수의 패턴 전극 각각의 상에서 연속하여 배치되고, p형 도펀트가 도핑되지 않은 절연 물질로 이루어진 기능층을 포함한다. 또한, 유기 발광 표시 장치는, 상기 기능층 상에 공통 정공 수송층, 상기 제1 화소에 대응하여 상기 공통 정공 수송층 상에 위치하는 제1 패턴 발광층 및 상기 제2 화소에 대응하여 상기 공통 정공 수송층 상에 위치하고, 상기 제1 패턴 발광층보다 HOMO레벨이 작은 값을 갖는 제2 패턴 발광층을 포함한다. 또한, 유기 발광 표시 장치는, 상기 제1 화소에 대응하여 상기 공통 정공 수송층과 상기 제1 패턴 발광층 사이에 위치하는 패턴 정공 수송층, 상기 제1 패턴 발광층 및 상기 제2 패턴 발광층 상에서 연속하여 배치된 공통 전자 수송층 및 상기 공통 전자 수송층 상에 위치하는 공통 전극을 포함한다. 이에 따라, 턴온전압이 큰 화소로부터 턴온전압이 작은 화소로 전류가 누설되는 것이 최소화되는 동시에 유기 발광 표시 장치의 정공 주입 능력이 향상될 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 공통 정공 수송층의 페르미 준위(fermi level)는, 상기 기능층이 없는 구조에서의 상기 공통 정공 수송층의 페르미 준위보다 높아질 수 있다. 또한, 상기 공통 정공 수송층의 HOMO레벨은, 상기 기능층이 없는 구조에서의 상기 공통 정공 수송층의 HOMO레벨보다 큰 값을 가질 수 있다. 또한, 상기 공통 정공 수송층의 HOMO레벨이 -5.5eV 이상 -4.5eV 이하의 값을 가질 수 있다. 이에 따라, 패턴 전극과 공통 정공 수송층 사이의 에너지 레벨 차이가 감소되어 정공의 이동이 원활하게 이루어지므로, 유기 발광 표시 장치의 광 효율이 향상될 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 기능층의 두께는 1Å 이상 100Å 이하일 수 있다. 이에 따라, 유기 발광 표시 장치의 구동 전압이 목표치 대비 크게 상승하는 문제 없이, 정공 주입 능력이 향상될 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 있어서, 상기 제1 패턴 발광층은 적색 또는 녹색의 광을 발광하는 층이며, 상기 제2 패턴 발광층은 청색의 광을 발광하는 층일 수 있다. 또는, 상기 제1 패턴 발광층은 적색의 빛을 발광하는 층이며, 상기 제2 패턴 발광층은 녹색 또는 청색의 빛을 발광하는 층일 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따라, 턴온전압이 서로 상이하게 구성된 두 개의 발광 소자를 포함하는 표시 장치는, 상기 두 개의 발광 소자는 각각, 패턴 전극, 기능층, 공통 정공 수송층, 패턴 발광층 및 공통 전극을 포함한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 기능층은, 1) 상기 턴온전압이 큰 발광 소자의 저 계조 구동 시 턴온전압이 큰 발광 소자로부터 전류가 누설되어 상기 턴온전압이 작은 발광 소자가 함께 발광되는 것을 방지하고, 2) 상기 공통 정공 수송층의 페르미 준위를 높여 정공 주입 능력을 향상시키는 절연 물질로 이루어진다. 이에 따라, 이웃하는 화소 간의 혼색 문제가 개선되어 표시 장치의 표시 품질이 향상되는 동시에 표시 장치의 광 효율이 향상되는 효과가 있다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에 있어서, 상기 기능층은 p형 도펀트가 도핑되지 않은 절연 물질로 이루어질 수 있다. 또한, 상기 공통 정공 수송층의 HOMO레벨이 -5.5eV 이상 -4.5eV 이하의 값을 가질 수 있다. 이에 따라, 패턴 전극과 공통 정공 수송층 사이의 에너지 레벨 차이가 감소되어 정공의 이동이 원활하게 이루어지므로,

로, 표시 장치의 광 효율이 향상될 수 있다.

[0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에 있어서, 상기 기능층의 두께는 1Å 이상 100Å 이하일 수 있다. 이에 따라, 표시 장치의 구동 전압이 목표치 대비 크게 상승하는 문제 없이, 정공 주입 능력이 향상될 수 있다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에 있어서, 상기 턴온전압이 작은 발광 소자의 패턴 발광층은, 적색 또는 녹색의 광을 발광하는 층이며, 상기 턴온전압이 큰 발광 소자의 패턴 발광층은, 청색의 광을 발광하는 층일 수 있다. 또는, 상기 턴온전압이 작은 발광 소자의 패턴 발광층은, 적색의 광을 발광하는 층이며, 상기 턴온전압이 큰 발광 소자의 패턴 발광층은, 녹색 또는 청색의 광을 발광하는 층일 수 있다.

발명의 효과

[0025] 패턴 전극과 발광층 사이에, 공통 구조를 갖는 절연 물질의 기능층이 구성됨으로써, 턴온전압이 큰 화소로부터 턴온전압이 작은 화소로 전류가 누설되는 것이 최소화되는 동시에 발광 소자의 정공이 원활하게 공급되는 효과가 있다.

[0026] 이에 따라, p형 도펀트가 도핑된 정공 수송층 없이, 유기 발광 표시 장치의 광 효율 및 수명이 향상될 수 있다. 뿐만 아니라, 이웃하는 화소 간의 혼색 문제가 개선되어 유기 발광 표시 장치의 표시 품질이 향상될 수 있다.

[0027] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[0028] 이상에서 해결하고자 하는 과제, 과제 해결 수단, 효과에 기재한 발명의 내용이 청구항의 필수적인 특징을 특정하는 것은 아니므로, 청구항의 권리 범위는 발명의 내용에 기재된 사항에 의하여 제한되지 않는다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치를 나타낸 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치의 주요 구성 요소를 나타낸 단면도이다.

도 3은 발광 소자의 기능층의 유무에 따른 에너지 레벨을 설명하기 위한 에너지 밴드 다이어그램을 나타낸 도면이다.

도 4는 비교예 및 본 발명의 일 실시예에 따른 구동 전압 및 광 효율을 나타낸 표이다.

도 5는 비교예 및 본 발명의 일 실시예에 따른 수명을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 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 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0031] 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.

[0032] 본 명세서 상에서 언급한 '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.

[0033] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.

[0034] 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.

- [0035] 시간 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~후에', '~에 이어서', '~다음에', '~전에' 등으로 시간 적 선후 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함할 수 있다.
- [0036] 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.
- [0037] 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 도시된 것이며, 본 발명이 도시된 구성의 크기 및 두께에 반드시 한정되는 것은 아니다.
- [0038] 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.
- [0039] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0040] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(1000)를 나타낸 단면도이다.
- [0041] 도 1을 참고하면, 표시 장치(1000)는, 서로 이웃하는 복수의 화소(P1, P2)를 포함한다. 화소(pixel)는, 실제 광이 발광되는 최소 단위의 영역을 말하며, 서브-화소 또는 화소 영역으로 지칭될 수 있다. 또한, 복수의 화소가 모여 백색의 광을 표현할 수 있는 최소의 군(group)이 될 수 있으며, 예를 들어, 세 개의 화소가 하나의 군으로서, 적색 화소(red pixel), 녹색 화소(green pixel) 및 청색 화소(blue pixel)가 하나의 군을 이룰 수 있다. 그러나, 이에 한정된 것은 아니며, 다양한 화소 설계가 가능하다. 도 1에서는 설명의 편의를 위해, 각각 제1 색의 광(L1)과 제2 색의 광(L2)이 발광되는, 이웃하는 두 개의 화소(P1, P2)만을 도시하였다.
- [0042] 또한, 두 개의 화소(P1, P2)가 이웃한다는 것은, 도 1에 도시된 바와 같이, 두 개의 화소(P1, P2)가 바로 접하여 배치된 구조뿐만 아니라, 도면에 도시되진 않았으나, 두 개의 화소가 하나의 군(group) 내에서 일정 거리 이상 이격된 구조도 포함할 수 있다. 예를 들어, 적색 화소, 녹색 화소 및 청색 화소가 차례로 배치되어 백색의 광을 발광하는 하나의 군으로 이루어진 경우, 서로 접하여 배치된 적색 화소와 녹색 화소 또는 녹색 화소와 청색 화소 뿐만 아니라, 녹색 화소를 사이에 두고 일정 간격 이격되어 배치된 적색 화소와 청색 화소 또한 서로 이웃한다고 볼 수 있다.
- [0043] 도 1에 도시된 바와 같이, 표시 장치(1000)는 화소(P1, P2)마다 각각 박막 트랜지스터(300) 및 발광 소자(light-emitting device, 400)를 포함한다. 박막 트랜지스터(300)는 기판(100) 상에 배치되며, 발광 소자(400)로 신호를 공급한다. 도 1에 도시된 박막 트랜지스터(300)는, 발광 소자(400)의 패턴 전극(410)과 연결된 구동 박막 트랜지스터일 수 있다. 도면에 도시되진 않았으나, 각각의 화소(P1, P2)는 발광 소자(400P1, 400P2)를 구동하기 위한 스위칭 박막 트랜지스터나 커패시터 등을 더 포함할 수 있다.
- [0044] 기판(100)은, 절연 물질로 이루어질 수 있으며, 예를 들어, 유리 또는 폴리이미드(polyimide) 계열의 재료로 이루어진 플렉서블 필름으로 이루어질 수 있다.
- [0045] 박막 트랜지스터(300)는 게이트 전극(310), 액티브층(320), 소스 전극(330) 및 드레인 전극(340)을 포함한다. 도 1을 참고하면, 기판(100) 상에 게이트 전극(310)이 배치되고, 게이트 절연층(210)이 게이트 전극(310)을 덮는다. 게이트 절연층(210) 상에는, 게이트 전극(310)과 중첩(overlap)되도록 액티브층(320)이 배치되고, 액티브층(320) 상에는 소스 전극(330)과 드레인 전극(340)이 서로 이격되어 배치된다.
- [0046] 본 발명에서, 두 개의 객체가 중첩(overlap)된다는 것은, 두 개의 객체의 상하 관계에 있어서 그 사이에 다른 객체의 존재 유무를 떠나 적어도 일부분이 겹친다는 의미를 가질 수 있으며, 다른 다양한 명칭으로도 지칭될 수도 있다.
- [0047] 게이트 전극(310), 소스 전극(330) 및 드레인 전극(340)은 도전 물질로 이루어지며, 예를 들어, 몰리브덴(Mo), 알루미늄(Al), 크롬(Cr), 금(Au), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd) 및 구리(Cu) 중 어느 하나 또는 이들의 합금으로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되지 않고, 다양한 물질로 형성될 수 있다.
- [0048] 액티브층(320)은 종류에 따라 비정질 실리콘(amorphous silicon, a-Si), 다결정 실리콘(polycrystalline silicon, poly-Si), 산화물(oxide materials) 및 유기물(organic materials) 중 어느 하나로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0049] 게이트 절연층(210)은 무기 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 층으로 구성될 수 있으며, 실리콘 산화물

(SiO_x), 실리콘 질화물(SiN_x) 등으로 이루어질 수 있다.

- [0050] 도 1에서는 박막 트랜지스터(300)가 스테거드(staggered) 구조로 도시되었으나, 이에 한정된 것은 아니며, 코플라나(coplanar) 구조로 형성될 수도 있다.
- [0051] 박막 트랜지스터(300) 상에는 소스 전극(330)의 일부를 노출시키는 평탄화층(220)이 배치된다. 평탄화층(220)은 단일층 또는 복수의 층으로 구성될 수 있으며, 유기 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 평탄화층(220)은 아크릴(acryl), 폴리이미드(polyimide) 등으로 이루어질 수 있다.
- [0052] 평탄화층(220)과 박막 트랜지스터(300) 사이에 패시베이션층이 더 형성될 수도 있다. 패시베이션층은 무기 물질로 이루어지고, 박막 트랜지스터(300)를 보호하며, 평탄화층(220)과 마찬가지로 소스 전극(330)의 일부를 노출시킬 수 있다.
- [0053] 발광 소자(400P1, 400P2)는 평탄화층(220) 상에 배치되며, 패턴 전극(410), 발광부(420) 및 공통 전극(430)을 포함한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(1000)는 상부 발광(top emission) 방식으로, 발광부(420)의 광이 공통 전극(430)을 통과하여 상부 방향으로 방출된다. 또한, 도 1에 도시된 바와 같이, 표시 장치(1000)의 제1 발광 소자(400P1)는 제1 화소(P1)에 위치하고, 제2 발광 소자(400P2)는 제2 화소(P2)에 위치한다. 제1 화소(P1)와 제2 화소(P2)는 각각 제1 색의 광(L1)과 제2 색의 광(L2)이 발광되는 화소이며, 제1 색의 광(L1)과 제2 색의 광(L2)은 서로 다른 색을 나타낸다. 이웃하는 두 개의 화소(P1, P2)에 배치된 발광 소자(400)의 구체적인 구조에 대해 설명하기 위해 도 2를 참고하면 다음과 같다.
- [0054] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(1000)의 주요 구성 요소를 나타낸 단면도이다. 구체적으로, 표시 장치(1000)의 이웃하는 두 개의 화소(P1, P2) 각각에 위치하는 두 개의 발광 소자(400P1, 400P2)의 적층 구조를 설명하기 위한 개략적인 단면도이다.
- [0055] 도 2를 참고하면, 제1 화소(P1)에 대응하는 제1 발광 소자(400P1)는, 패턴 전극(410P1), 공통 전극(430) 및 그 사이의 발광부(420)를 포함한다. 제1 발광 소자(400P1)의 발광부(420)는 기능층(421), 공통 정공 수송층(422), 패턴 정공 수송층(423), 제1 패턴 발광층(424P1) 및 공통 전자 수송층(425)을 포함한다. 제2 화소(P2)에 대응하는 제2 발광 소자(400P2)는, 패턴 전극(410P2), 공통 전극(430) 및 그 사이의 발광부(420)를 포함한다. 제2 발광 소자(400P2)의 발광부(420)는 기능층(421), 공통 정공 수송층(422), 제2 패턴 발광층(424P2) 및 공통 전자 수송층(425)을 포함한다. 여기서, 발광부(420)는 각각의 발광 소자(400P1, 400P2)에서 패턴 전극(410)과 공통 전극(430) 사이에 위치하는 모든 유기층들 또는 모든 유기층들의 구조를 지칭한다.
- [0056] 복수의 패턴 전극(410P1, 410P2)은 패턴 구조(patterned structure)를 갖는 전극으로, 제1 화소(P1) 및 제2 화소(P2) 각각에 대응하며 서로 이격되어 배치된다. 복수의 패턴 전극(410P1, 410P2)은 발광부(420)의 패턴 발광층들(424P1, 424P2)로 정공(hole)을 공급하는 전극이며, 각각 박막 트랜지스터(300)의 소스 전극(330)과 연결된다. 복수의 패턴 전극(410P1, 410P2)은 애노드(anode)로 지칭될 수 있다.
- [0057] 박막 트랜지스터(300)의 종류에 따라, 패턴 전극(410)은 드레인 전극(340)과 연결될 수도 있다. 또한, 본 발명의 표시 장치(1000)가 상부 발광 방식이므로, 복수의 패턴 전극(410P1, 410P2)은 각각 반사층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 패턴 전극(410)은, 투명층과 반사층이 차례로 적층된 2층 구조이거나 투명층, 반사층 및 투명층이 차례로 적층된 3층 구조일 수 있다. 투명층은, 예를 들어, ITO(indium tin oxide) 또는 IZO(indium zinc oxide) 등과 같은 TCO(transparent conductive oxide) 물질로 이루어질 수 있다. 반사층은, 예를 들어, 구리(Cu), 은(Ag), 팔라듐(Pd)과 같은 금속 물질로 이루어질 수 있다.
- [0058] बैं크(230)는, 화소(P1, P2)를 구획하고, 복수의 패턴 전극(410P1, 410P2)의 각각의 끝 단을 덮는다. 도 1을 참고하면, बैं크(230)는, 복수의 패턴 전극(410P1, 410P2)의 각각의 상면의 일부를 노출시킨다. बैं크(230)는 유기 물질로 이루어질 수 있으며, 예를 들어, 폴리이미드(polyimide), 포토아크릴(photoacryl) 중 어느 하나로 이루어질 수 있으나, 반드시 이에 한정된 것은 아니다.
- [0059] 공통 전극(430)은 공통 구조(common structure)를 갖는 전극으로, 복수의 화소(P1, P2)에 걸쳐 배치되며, 발광부(420)의 패턴 발광층(424)로 전자(electron)를 공급하는 전극이다. 공통 전극(430)은 발광부(420)의 광이 통과하여야 하므로, 매우 얇은 두께, 예를 들어, 150Å 이상 250Å 이하의 금속 물질로 이루어지거나 투명 물질로 이루어질 수 있다. 공통 전극(430)은 예를 들어, 은(Ag), 마그네슘(Mg), 은-마그네슘(Ag:Mg), IZO(indium zinc oxide), ITO(indium tin oxide) 등으로 이루어질 수 있다. 공통 전극(430)은 캐소드(cathode)로 지칭될 수 있다.

- [0060] 공통 정공 수송층(422)은 패턴 전극(410)과 패턴 발광층(424) 사이에 배치되며, 복수의 화소(P1, P2)에 걸쳐 공유된다. 공통 정공 수송층(422)은 패턴 전극(410)으로부터 주입된 정공을 패턴 발광층(424)으로 원활하게 전달하는 역할을 한다. 공통 정공 수송층(421)은 TPD(N,N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine) 또는 NPB(N,N'-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine) 등으로 이루어질 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다.
- [0061] 공통 정공 수송층(422)은 공통 구조(common structure)를 갖는 층으로, 제1 화소(P1) 및 제2 화소(P2)로 연장된 형태를 가지며, 기능층(421) 상에 접하여 배치된다. 공통 구조를 갖는 공통 정공 수송층(422)은, 모든 화소가 개구된 공통 마스크(common mask)를 이용하여 형성 가능하며, 화소(P1, P2) 별 패턴 없이 모든 화소(P1, P2)에 동일한 구조로 적층될 수 있다. 즉, 공통 정공 수송층(422)은 하나의 화소에서 이웃하는 화소까지 끊어진 부분 없이 연결 또는 연장되어 배치되므로, 복수의 화소를 공유한다..
- [0062] 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(1000)의 두 개의 발광 소자(400P1, 400P2)는 패턴 발광층(patterned emission layer) 구조를 가진다. 구체적으로, 공통 정공 수송층(422)과 공통 전극(430) 사이에 배치된 패턴 발광층(424P1, 424P2)은 각각의 화소(P1, P2) 별로 나뉜 패턴 구조(patterned structure)로 구성된다.
- [0063] 제1 화소(P1)에 대응하는 제1 패턴 발광층(424P1)과 제2 화소(P2)에 대응하는 제2 패턴 발광층(424P2)은 서로 다른 색을 발광하는 발광층이며, 화소(P1, P2) 별로 각각 분리된 패턴 구조(patterned structure)를 가질 수 있다. 패턴 발광층(424P1, 424P2)은 화소(P1, P2) 별로 개구된 마스크, 예를 들어, FMM(fine metal mask)을 이용하여 패턴 증착될 수 있다.
- [0064] 발광 소자(400P1, 400P2)는, 화소(P1, P2) 별로 배치된 패턴 발광층(424P1, 424P2)의 특성, 예를 들어, 발광하는 광의 파장이나 물질 등을 고려하여 화소(P1, P2) 별로 서로 다른 적층 구조의 발광부(420)를 구성할 수 있다. 구체적으로, 제1 발광 소자(400P1)의 발광부(420)는, 제1 패턴 발광층(424P1)이 발광하는 광의 파장에 따라 패턴 전극(410P1)과 공통 전극(430) 사이의 미세-공진(micro-cavity) 거리를 고려한 구조 및 두께를 가질 수 있다. 미세-공진(micro-cavity)이란, 패턴 발광층(424)에서 발광된 광이 두 개의 전극(410, 430) 사이에서 반사 및 재반사를 반복하면서, 특정 파장의 광이 증폭되어 보강 간섭이 일어나 발광 효율이 향상되는 것을 말한다. 또한, 패턴 전극(410)이 ITO, IZO와 같은 투명층 및 금속 물질의 반사층으로 이루어진 경우, 반사층의 상면부터 공통 전극(430)의 하면까지의 거리가 패턴 전극(410)과 공통 전극(430) 사이의 미세-공진 거리가 될 수 있다.
- [0065] 도 2를 참고하면, 제1 패턴 발광층(424P1)이 제2 패턴 발광층(424P2)보다 발광하는 광의 파장이 큰 값을 갖는 구조에서, 제1 발광 소자(400P1)의 발광부(420)는, 제1 패턴 발광층(424P1)과 공통 정공 수송층(422) 사이에 제1 화소(P1)에 대응하는 패턴 정공 수송층(423)을 더 포함함으로써, 두 개의 전극(410P1, 430) 사이의 미세-공진 거리를 최적화할 수 있다.
- [0066] 패턴 정공 수송층(423)은, 제1 발광 소자(400P1)의 미세-공진 거리를 최적화하는 역할뿐만 아니라, 제1 발광 소자(400P1)의 패턴 전극(410P1)으로부터 주입된 정공을 제1 패턴 발광층(424P1)으로 원활하게 전달하는 역할을 한다. 패턴 정공 수송층(423)은, 예를 들어, TPD(N,N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine) 또는 NPB(N,N'-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine) 등으로 이루어질 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다. 또한, 설계에 따라, 패턴 정공 수송층(423)과 공통 정공 수송층(422)은 동일한 물질로 이루어질 수도 있다.
- [0067] 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(1000)에 있어서, 화소(P1, P2) 별 발광부(420)의 적층 구조 또는 패턴 발광층(424P1, 424P2)의 특성에 따라, 두 개의 발광 소자(400P1, 400P2)의 턴온전압(turn on voltage)은 서로 상이하게 구성될 수 있다. 턴온전압(turn on voltage)이란, 하나의 화소에서 광이 발광되는 것으로 정의한 시점에 발광 소자에 인가된 구동 전압을 말한다.
- [0068] 예를 들어, 제1 패턴 발광층(424P1)이 제2 패턴 발광층(424P2)보다 발광하는 광의 파장이 큰 값을 갖는 구조인 경우, 제1 패턴 발광층(424P1)은 제2 패턴 발광층(424P2)보다 HOMO(highest occupied molecular orbitals)레벨이 큰 값을 갖는 물질로 이루어질 수 있다. HOMO레벨이란, 전자가 결합에 참여할 수 있는 영역에서 에너지가 가장 높은 영역에 있는 분자궤도함수를 말하며, 일반적으로 음의 값을 갖는다.
- [0069] 패턴 발광층(424)의 HOMO레벨이 큰 값을 가질수록, 패턴 발광층(424)과 패턴 전극(410) 사이의 에너지 레벨 간격이 작아지므로, 패턴 전극(410)으로부터 패턴 발광층(424)으로의 정공의 이동이 보다 원활하게 이루어질 수 있다. 즉, 제1 패턴 발광층(424P1)의 HOMO레벨이 제2 패턴 발광층(424P2)의 HOMO레벨보다 큰 값을 갖는 경우, 제1 발광 소자(400P1)의 정공의 이동이 제2 발광 소자(400P2) 보다 원활하게 이루어지므로, 제1 발광 소자

(400P1)는 제2 발광 소자(400P2) 대비 상대적으로 작은 전압으로 구동이 가능할 수 있다. 다시 말하면, 제1 발광 소자(400P1)의 턴온전압이 제2 발광 소자(400P2)의 턴온전압보다 상대적으로 작아지게 된다.

- [0070] 패턴 발광층(424)의 물질에 따라, 턴온 전압이 작은 발광 소자인 제1 발광 소자(400P1)의 제1 패턴 발광층(424P1)은, 적색 또는 녹색의 광을 발광하는 층일 수 있고, 턴온 전압이 큰 발광 소자인 제2 발광 소자(400P2)의 제2 패턴 발광층(424P2)은, 청색의 광을 발광하는 층일 수 있다. 또는, 턴온 전압이 작은 발광 소자인 제1 발광 소자(400P1)의 제1 패턴 발광층(424P1)은, 적색의 광을 발광하는 층일 수 있고, 턴온 전압이 큰 발광 소자인 제2 발광 소자(400P2)의 제2 패턴 발광층(424P2)은, 녹색 또는 청색의 광을 발광하는 층일 수 있다.
- [0071] 공통 전자 수송층(425)은, 공통 전극(430)으로부터 주입된 또는 공통 전극(430)을 통해 주입된 전자를 패턴 발광층(424)으로 원활하게 전달하는 역할을 한다. 공통 전자 수송층(425)은 공통 구조를 갖는 층으로, 제1 패턴 발광층(424P1) 및 제2 패턴 발광층(424P2) 상에서 연속하여 배치된다.
- [0072] 앞서 언급하였듯이, 정공의 이동을 더욱 가속시키기 위하여 패턴 전극(410)과 패턴 발광층(424) 사이에 공통 구조를 갖는 p형 도펀트가 도핑된 정공 수송층(이하, p형 정공 수송층)이 추가 배치되는 경우, p형 정공 수송층에 의해 이웃하는 화소로 전류가 누설되는 문제가 발생할 수 있다. 특히, 이웃하는 두 개의 화소의 턴온전압이 서로 다르게 구성된 구조에서, 두 개의 화소 중 턴온전압이 상대적으로 큰 화소가 구동되는 경우, 이웃하여 배치된 다른 화소, 즉, 턴온전압이 상대적으로 작은 화소에서는 원하지 않는 광이 발광하는 문제가 더욱 심각하게 발생할 수 있다. 구체적으로, 턴온전압이 큰 화소보다 턴온전압이 작은 화소가 전류가 흐를 수 있는 장벽이 낮기 때문에, p형 정공 수송층을 통해 누설된 전류는 턴온전압이 큰 화소보다 턴온전압이 작은 화소로 보다 쉽게 흐르게 된다. 뿐만 아니라, 턴온전압이 큰 화소에 걸려있는 전압 값이 높기 때문에 공통 구조의 p형 정공 수송층을 통해 흐르는 전류의 양 또한 증가되어, 누설되는 전류의 양이 증가하게 된다. 이로 인해 원하지 않는 화소가 발광되어 이웃하는 화소 간의 혼색 문제가 발생할 수 있다.
- [0073] 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(1000)는, 패턴 전극(410)과 공통 정공 수송층(422) 사이에, 공통 구조를 갖는 기능층(421)을 포함한다. 기능층(421)은, 턴온전압이 큰 발광 소자인 제2 발광 소자(400P2)의 저 계조(low gray level) 구동 시, 제2 발광 소자(400P2)로부터 턴온전압이 작은 발광 소자인 제1 발광 소자(400P1)로 전류가 누설되어, 원하지 않게 제1 발광 소자(400P1)가 함께 발광되는 것을 방지하는 역할 및 상부에 접하여 배치된 공통 정공 수송층(422)의 페르미 준위(fermi level)를 높여 발광 소자(400)의 정공 주입 능력을 향상시키는 역할을 하는 절연 물질로 이루어진다.
- [0074] 즉, 복수의 패턴 전극(410P1, 410P2) 각각의 상에서 연속하여 배치되고, 공통 구조로 배치된 기능층(421)은, p형 도펀트가 도핑(doping)되지 않은 절연 물질로 이루어지므로, 인접한 화소로 전류가 누설되는 것이 최소화되는 동시에, p형 정공 수송층이 없음에도 정공 주입 능력이 향상되어 표시 장치(1000)의 광 효율이 향상될 수 있다.
- [0075] 여기서, 계조(gray scale)란, 발광 소자가 표현할 수 있는 최소 휘도 단위의 개수 또는 그 개별 단계의 레벨(level)을 말하며, 턴온전압이 걸리는 시점부터 구동 전압이 커질수록 점점 레벨은 증가하게 된다. 또한, 본 명세서에서는 발광 소자의 전체 계조에서 하위 약 30%에 해당되는 레벨을 저 계조(low gray scale)이라 하며, 상위 약 30%에 해당되는 레벨을 고 계조(high gray scale)라고 한다.
- [0076] 기능층(421)은, 예를 들어, 플루오린화리튬(lithium fluoride, LiF)으로 이루어질 수 있으며, 1Å 이상 100Å 이하의 두께를 가질 수 있다. 기능층(421)의 두께가 너무 두꺼워지게 되면, 예를 들어, 두께가 100Å 보다 큰 값을 갖게 되면, 기능층(421)의 절연 특성이 높아져 정공의 흐름이 지나치게 제한되므로, 발광 소자(400)의 구동 전압이 목표치 대비 크게 상승되는 또 다른 문제로 이어질 수 있다.
- [0077] 또한, 턴온전압이 큰 발광 소자인 제2 발광 소자(400P2)는 상대적으로 턴온전압이 작은 발광 소자인 제1 발광 소자(400P1) 대비 정공 주입 능력이 떨어지는 구조이므로, 정공의 이동을 가속하는 p형 정공 수송층이 없는 구조에서 제2 발광 소자(400P2)의 구동 전압은 더욱 증가되는 문제로 이어질 수 있다.
- [0078] 본 발명의 일 실시예에 따른 기능층(421)은, 공통 정공 수송층(422)의 페르미 준위(fermi level)를 높아지게 하는 물질로 이루어짐으로써, 기능층(421)에 p형 도펀트가 도핑되지 없음에도, 발광 소자(400)의 정공 주입 능력이 향상될 수 있다. 이에 대해 도 3에서 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0079] 도 3은 발광 소자(400)의 기능층(421)의 유무에 따른 에너지 레벨을 설명하기 위한 에너지 밴드 다이어그램을 나타낸 도면이다. 구체적으로, 기능층(421)의 유무에 따른 제2 발광 소자(400P2)의 페르미 준위(fermi level)

및 HOMO레벨을 설명하기 위한 에너지 밴드 다이어그램이다.

- [0080] 도 3을 참고하면, 표시 장치(1000)에 기능층(421)이 포함되지 않은 구조에서, 표시 장치(1000)의 제2 발광 소자(400P2)에 구동 전압이 인가된 경우, 제2 발광 소자(400P2)의 페르미 준위(fermi level)는 E_{f1} 과 같다. 페르미 준위(fermi level)는, 전자의 존재 확률이 1/2로 되는 에너지 준위를 나타낸다.
- [0081] 제2 발광 소자(400P2)에 구동 전압이 인가되면, 패턴 전극(410P2)으로부터 공통 정공 수송층(422a)을 통해 제2 패턴 발광층(424P2a)으로 정공(hole)이 공급된다. 이때, 패턴 전극(410P2)의 에너지 레벨과 공통 정공 수송층(422a)의 에너지 레벨 차이, 구체적으로, 패턴 전극(410P2)의 페르미 준위(E_{f1})와 공통 정공 수송층(422a)의 HOMO레벨 간의 차이(E_3)에 의해 정공의 흐름이 조절된다. 즉, 패턴 전극(410P2)과 공통 정공 수송층(422a)의 에너지 레벨 차이(E_3)가 클수록 정공의 이동이 어렵기 때문에, 그 차이(E_3)를 줄이기 위해, 패턴 전극(410P2)과 공통 정공 수송층(422a) 사이에 p형 정공 수송층이 추가로 배치될 수 있다. P형 정공 수송층의 HOMO레벨이 패턴 전극(410P2)의 페르미 준위(E_{f1})와 공통 정공 수송층(422a)의 HOMO레벨 사이에 배치되는 경우, 패턴 전극(410P2)으로부터 p형 정공 수송층을 통해 공통 정공 수송층(422a)으로 정공이 원활하게 이동될 수 있다. 그러나, 앞서 언급하였듯이, p형 정공 수송층을 통해 이웃하는 화소로 전류가 누설되어 원하지 않는 화소가 발광되는 문제가 발생될 수 있다.
- [0082] 이와 비교하여, 표시 장치(1000)에 기능층(421)이 포함된 구조에서, 표시 장치(1000)의 제2 발광 소자(400P2)에 구동 전압이 인가된 경우, 제2 발광 소자(400P2)의 두 개의 전극(410P2, 430) 사이의 유기층들의 페르미 준위가 E_{f2} 로 높아지게 된다. 즉, 제2 화소(P2)의 제2 발광 소자(400P2)에 구동 전압이 인가된 경우, 기능층(421)에 의해, 공통 정공 수송층(422b)의 및 제2 패턴 발광층(424P2b) 뿐만 아니라, 도면에 도시되진 않았으나, 공통 전자 수송층(425)의 페르미 준위가 모두 E_{f2} 로 높아지게 된다.
- [0083] 구체적으로, 기능층(421)에 의해 기능층(421)과 접하는 공통 정공 수송층(422b)의 페르미 준위가 E_{f1} 에서 E_{f2} 로 높아지게 된다. 또한, 제2 패턴 발광층(424P2b) 및 공통 전자 수송층의 페르미 준위도 공통 정공 수송층(422b)의 페르미 준위가 높아진 만큼 함께 높아지게 된다. 이때, 공통 정공 수송층(422b)의 에너지 레벨, 구체적으로 공통 정공 수송층(422b)의 HOMO레벨도, 공통 정공 수송층(422b)의 페르미 준위가 높아진 만큼 함께 높아지게 된다. 도 3을 참고하면, 공통 정공 수송층(422b)의 페르미 준위가 E_1 만큼 증가되는 경우, 공통 정공 수송층(422b)의 HOMO레벨도 E_1 만큼 증가된다. 이에 따라, 패턴 전극(410P2)의 에너지 레벨과 공통 정공 수송층(422b)의 에너지 레벨의 차이가 작아지게 된다. 다시 말하면, 패턴 전극(410P2)의 페르미 준위(E_{f1})와 공통 정공 수송층(422b)의 HOMO레벨 간의 차이(E_2)는, 기능층(421)이 없는 구조에서의 패턴 전극(410P2)의 페르미 준위(E_{f1})와 공통 정공 수송층(422a)의 HOMO레벨 간의 차이(E_3)보다 작은 값을 갖는다. 즉, p형 정공 수송층 없이도, 패턴 전극(410P2)과 공통 정공 수송층(422b) 사이의 에너지 레벨의 차이가 줄어들게 되어 정공의 이동이 보다 원활해지므로, 정공 주입 능력이 향상된다고 볼 수 있다.
- [0084] 공통 정공 수송층(422b)의 페르미 준위(fermi level)는, 공통 정공 수송층(422b)의 HOMO레벨이 -5.5eV 이상 -4.5eV 이하의 값을 갖는 수준까지 높아질 수 있다. 보다 바람직하게는, 공통 정공 수송층(422b)의 페르미 준위가, 공통 정공 수송층(422b)의 HOMO레벨이 -5.0eV 이상 -4.5eV 이하의 값을 갖는 수준까지 높아지게 되면, 패턴 전극(410P2)과의 에너지 레벨 차이가 감소되어 정공 주입 능력이 보다 향상될 수 있다. 그러나, 공통 정공 수송층(422b)의 페르미 준위가 -4.5eV 보다 큰 값을 갖는 수준까지 높아지게 되면, 그만큼 공통 정공 수송층(422b) 및 패턴 발광층(424P2b)의 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbitals)레벨 또한 크게 증가되어 공통 전극(430)으로부터 공통 전자 수송층(425)을 통해 제2 패턴 발광층(424P2b)로의 전자(electron)의 이동이 오히려 어려워질 수 있다. 이로 인해, 제2 발광 소자(400P2)의 구동 전압이 증가하는 문제가 발생될 수 있다.
- [0085] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(1000)는, 패턴 전극(410)과 공통 정공 수송층(422) 사이에 p형 도펀트가 도핑되지 않은 절연 물질로 이루어진 기능층(421)이 배치된다. 기능층(421)은, 서로 이웃하는 두 개의 발광 소자 중 턴온전압이 큰 발광 소자(400P2)의 저 계조 구동 시, 턴온전압이 큰 발광 소자(400P2)로부터 전류가 누설되어 턴온전압이 작은 발광 소자(400P1)가 함께 발광되는 것을 방지한다. 뿐만 아니라, 기능층(421)에 의해 공통 정공 수송층(422)의 페르미 준위가, 기능층(421)이 없는 구조에서의 공통 정공 수송층의 페르미 준위보다 높아지게 되어 공통 정공 수송층(422)의 HOMO레벨 또한, 기능층(421)이 없는 구조에서의 공통 정공 수송층의 HOMO레벨보다 큰 값을 갖게 된다. 이에 따라, 패턴 전극(410)과 공통 정공 수송층(422)

사이의 에너지 레벨 차이가 감소되어 발광 소자(400)의 정공 주입 능력이 향상될 수 있다. 즉, 표시 장치(100)가, p형 도펀트가 도핑되지 않은 절연 물질로 이루어진 기능층(421)을 포함하도록 구성됨으로써, 표시 장치(1000)의 화소 간의 혼색에 의한 표시 품질이 저하되는 문제가 해결될 수 있고, 표시 장치(1000)의 광 효율이 향상되는 효과가 있다.

- [0086] 도 4는 비교예 및 본 발명의 일 실시예에 따른 구동 전압 및 광 효율을 나타낸 표이다.
- [0087] 도 4의 비교예 1 구조는, 기능층(421)을 포함하지 않는 구조로, 구체적으로 도 1 내지 도 3에서 설명한 제2 발광 소자(400P2)의 패턴 전극(410P2)과 공통 정공 수송층(422) 사이에 기능층(421) 및 p형 도펀트가 도핑된 정공 수송층(이하, p형 정공 수송층)이 배치되지 않은 구조이다. 도 4를 참고하면, 비교예 1 구조의 구동 전압은 5.1V 이다. 일반적으로, 표시 장치(1000)의 구동 전압의 목표 전압(target voltage)은 5V 이하로, 발광 소자의 구동 전압이 5V를 초과하게 되면 제품의 수명이 급격하게 감소되어 표시 장치(1000)의 제품화가 어려울 수 있다.
- [0088] 도 4의 비교예 2 구조는, p형 정공 수송층을 포함하는 구조로, 구체적으로, 도 1 내지 도 3에서 설명한 제2 발광 소자(400P2)에서, 기능층(421)과 동일한 위치에 기능층(421) 대신 p형 정공 수송층이 배치된 구조이다. 도 4를 참고하면, 비교예 2 구조의 구동 전압은 4.3V 이고, 광 효율은 5.6cd/A 이다. .
- [0089] 도 4에 도시된 바와 같이, 비교예 2 구조는, 비교예 1 구조와 비교했을 때, 구동 전압이 0.8V 감소되었음을 확인할 수 있다. 즉, p형 정공 수송층에 의해 패턴 전극(410P2)과 공통 정공 수송층(422) 사이의 에너지 레벨 차이가 감소되어 제2 발광 소자(400P2)의 정공 주입 능력이 향상되었음을 알 수 있다. 그러나, 앞서 언급하였듯이, 비교예 2 구조에서는, p형 정공 수송층을 통해 인접한 화소로 전류가 누설되어 원하지 않는 화소의 발광으로 인한 화소 간의 혼색 문제가 발생할 수 있다. 이로 인해 표시 장치의 표시 품질이 저하되는 문제가 발생할 수 있다.
- [0090] 도 4의 실시예 구조는, 도 1 내지 도 3에서 설명한 제2 발광 소자(400P2)이며, 구체적으로, 패턴 전극(410P2)과 공통 정공 수송층(422) 사이에 기능층(421)이 배치된 구조이다. 도 4를 참고하면, 실시예 구조의 구동 전압은 4.6V 이고, 광 효율이 5.6cd/A 이다. 실시예 구조는, 기능층(421) 및 p형 정공 수송층을 포함하지 않는 비교예 1 구조 대비 구동 전압이 0.5V 감소하였고, p형 정공 수송층을 포함하는 비교예 2 구조 대비 구동 전압이 0.3V 상승하였다. 그러나, 기능층(421)을 포함하는 실시예 구조는, p형 정공 수송층을 포함하는 비교예 2 구조 대비 광 효율이 0.3cd/A 증가하였음을 알 수 있다.
- [0091] 즉, p형 도펀트가 도핑되지 않은 절연 물질로 이루어진 기능층(421)을 포함하는 실시예 구조는, p형 정공 수송층을 포함하는 비교예 2 구조 대비 구동 전압은 상승하였으나, 누설 전류에 의한 화소 간의 혼색 문제 및 표시 품질 저하 문제가 최소화되는 장점이 있다. 뿐만 아니라, 실시예 구조의 구동 전압 값이 상승하긴 하였으나, 그 값이 표시 장치(1000)의 구동 전압의 목표 전압(target voltage)보다는 낮은 값이므로, 표시 장치(1000)의 제품화는 가능할 수 있다. 또한, 실시예 구조는, 기능층(421)에 의해 공통 정공 수송층(422)의 페르미 준위가 높아짐으로써, 패턴 전극(410P2)과 공통 정공 수송층(422) 사이의 에너지 레벨 차이가 감소되어, 제2 발광 소자(400P2)의 정공 주입 능력이 향상되고, 이에 따라 광 효율이 증가되었음을 알 수 있다.
- [0092] 도 5는 비교예 및 본 발명의 일 실시예에 따른 수명을 나타낸 그래프이다. 구체적으로, 도 5의 비교예 구조는, 도 4의 비교예 2 구조와 동일한 구조로서, 도 1 내지 도 3에서 설명한 제2 발광 소자(400P2)에서, 기능층(421)과 동일한 위치에 기능층(421) 대신 p형 정공 수송층이 배치된 구조이다. 도 5의 실시예 구조는, 도 4의 실시예 구조로, 도 1 내지 도 3에서 설명한 제2 발광 소자(400P2)이며, 패턴 전극(410P2)과 공통 정공 수송층(422) 사이에 기능층(421)이 배치된 구조이다.
- [0093] 도 5를 참고하면, 비교예 구조는, 초기 휘도를 100%로 봤을 때, 휘도가 95%로 감소될 때까지 걸리는 시간은 약 50시간임을 알 수 있다. 이와 비교하여, 실시예 구조는, 휘도가 95%로 감소될 때까지 걸리는 시간이 약 88시간 정도로, 비교예 구조 대비, 수명이 약 70% 정도 상승되었음을 확인할 수 있다. 즉, 기능층(421)에 의해, 이웃하는 유기층의 페르미 준위가 높아짐에 따라, 발광 소자의 정공 주입 능력이 향상되고, 이에 따라 표시 장치의 광 효율이 향상되면서 표시 장치의 수명 또한 개선되었음을 알 수 있다.
- [0094] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치는 p형 도펀트가 도핑되지 않은 기능층을 포함함으로써, 서로 이웃하는 두 개의 발광 소자 중 상대적으로 턴온전압이 큰 발광 소자로부터 턴온전압이 작은 발광 소자로 전류가 누설되는 것이 감소되는 동시에 발광 소자의 정공 주입 능력이 향상될 수 있다. 이에 따라, 표시 장치의 광 효율 및 수명이 향상되는 효과가 있다.

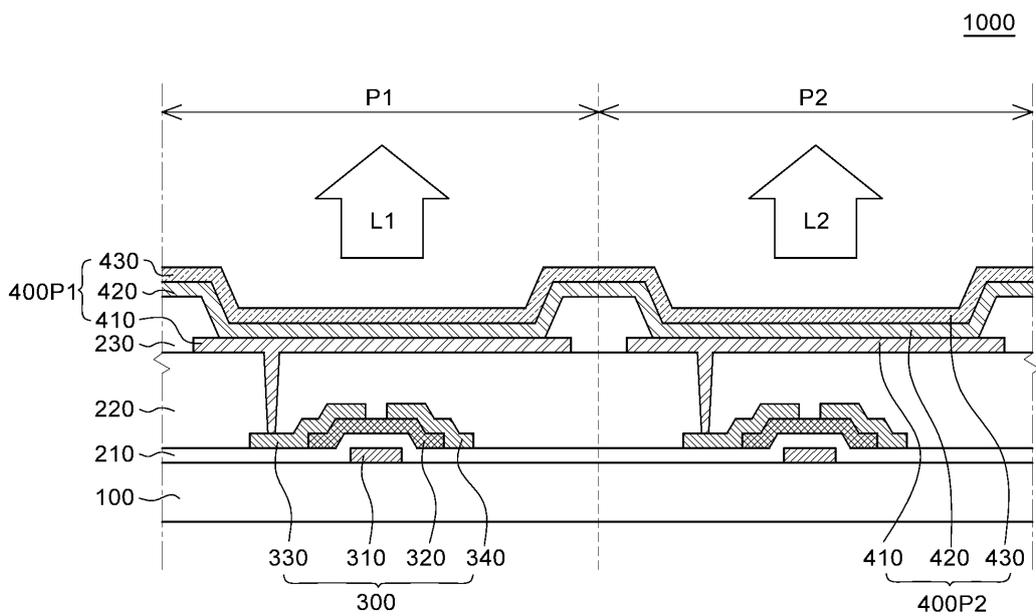
[0095] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 청구 범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

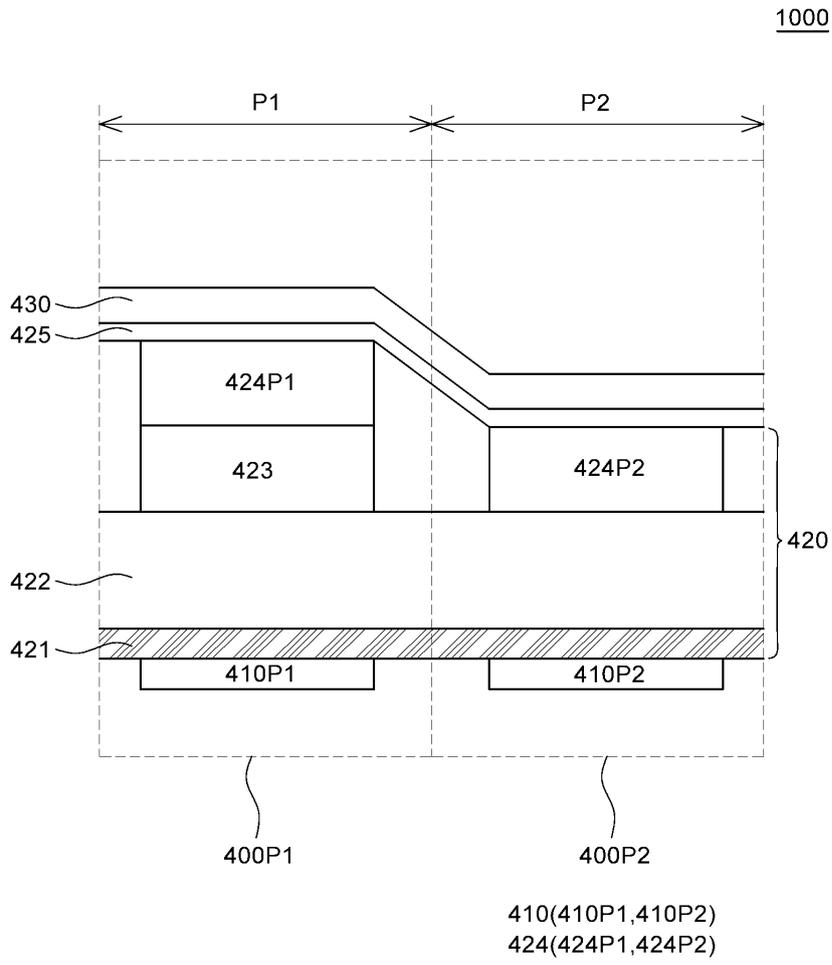
- [0096] 1000: 표시 장치
- 100: 기판
- 300: 박막 트랜지스터
- 400: 발광 소자
- 410: 패턴 전극
- 421: 기능층
- 422: 공통 정공 수송층
- 423: 패턴 정공 수송층
- 424: 패턴 발광층
- 425: 공통 전자 수송층
- 430: 공통 전극

도면

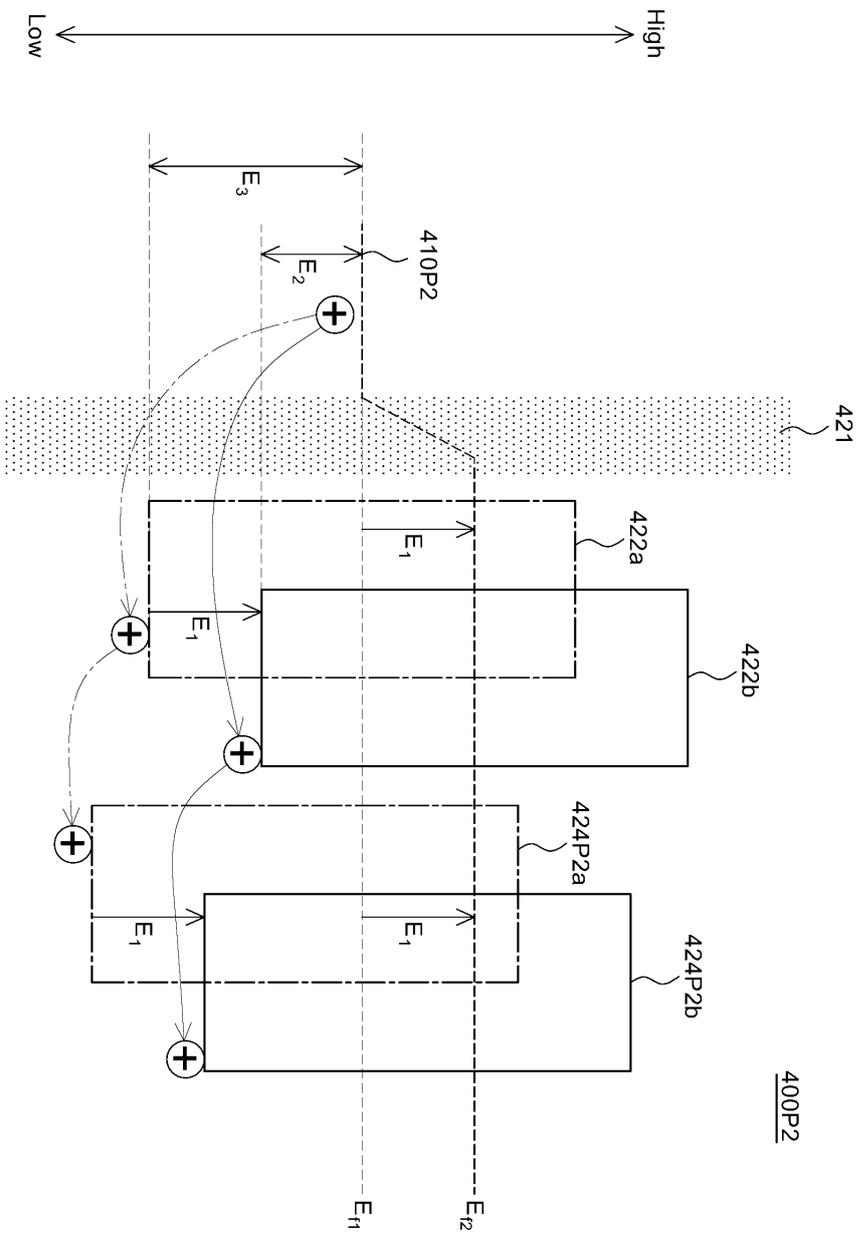
도면1



도면2



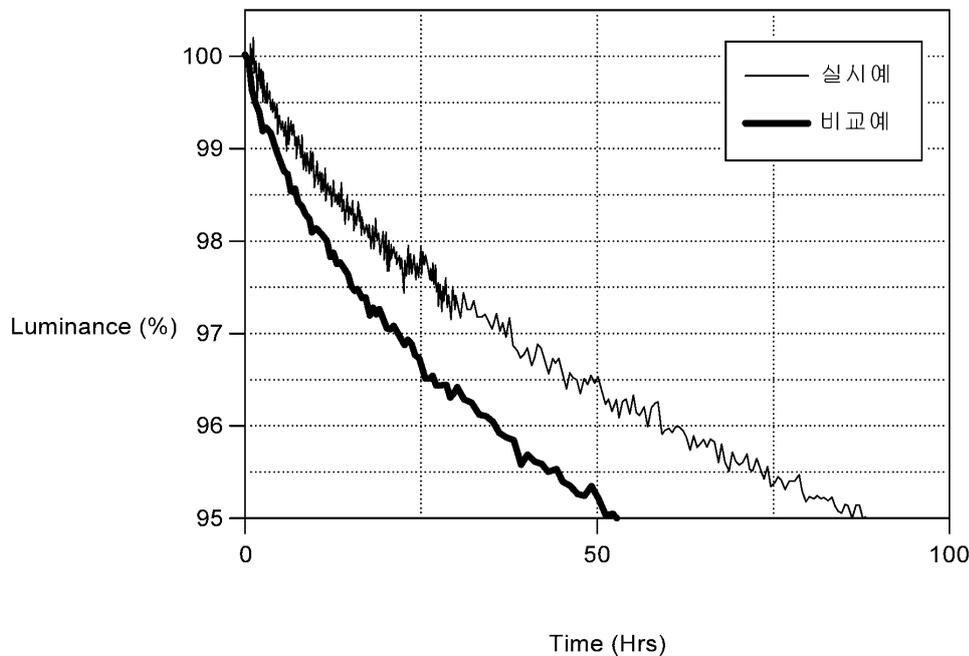
도면3



도면4

Structure	400P2	
	구동 전압(V)	광 효율(cd/A)
비교예1	5.1	-
비교예2	4.3	5.6
실시예	4.6	5.9

도면5



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 발명(고안)의 설명

【보정세부항목】 식별번호 0070

【변경전】

패턴 발광층(424)의 물질에 따라, 턴은 전압이 작은 발광 소자인 제1 발광 소자(400P1)의 제1 패턴 발광층(424P1)은, 적색 또는 녹색의 광을 발광하는 층일 수 있고, 턴은 전압이 작은 발광 소자인 제2 발광 소자(400P2)의 제2 패턴 발광층(424P2)은, 청색의 광을 발광하는 층일 수 있다. 또는, 턴은 전압이 작은 발광 소자인 제1 발광 소자(400P1)의 제1 패턴 발광층(424P1)은, 적색의 광을 발광하는 층일 수 있고, 턴은 전압이 작은 발광 소자인 제2 발광 소자(400P2)의 제2 패턴 발광층(424P2)은, 녹색 또는 청색의 광을 발광하는 층일 수 있다.

【변경후】

패턴 발광층(424)의 물질에 따라, 턴은 전압이 작은 발광 소자인 제1 발광 소자(400P1)의 제1 패턴 발광층(424P1)은, 적색 또는 녹색의 광을 발광하는 층일 수 있고, 턴은 전압이 큰 발광 소자인 제2 발광 소자(400P2)의 제2 패턴 발광층(424P2)은, 청색의 광을 발광하는 층일 수 있다. 또는, 턴은 전압이 작은 발광 소자인 제1 발광 소자(400P1)의 제1 패턴 발광층(424P1)은, 적색의 광을 발광하는 층일 수 있고, 턴은 전압이 큰 발광 소자인 제2 발광 소자(400P2)의 제2 패턴 발광층(424P2)은, 녹색 또는 청색의 광을 발

광하는 증일 수 있다.