



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0127956
(43) 공개일자 2017년11월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/52 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5265 (2013.01)
H01L 27/322 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0058893
(22) 출원일자 2016년05월13일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
조정식
경기도 파주시 한빛로 67, 202동 2302호 (야당동,
한빛마을2단지휴먼빌레이크팰리스)
(74) 대리인
특허법인 대아

전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 유기전계발광소자 및 이를 구비한 표시소자

(57) 요약

본 발명의 유기전계발광소자는 양극과 음극 사이에 배치되어 황색광 및 녹색광을 발광하는 제1스택과, 청색광을 발광하는 제2스택을 구비하며, 제1스택과 제2스택 사이에 반투명층을 구비한다. 제2스택의 외부에는 반사판이 구비되어, 제2스택에서 발광된 청색광의 일부는 반투명층을 투과해 외부로 출력된다. 반투명층에서 반사된 광은 반투명층과 반사판 사이에서 미세공동현상에 의해 보강간섭되어 효율이 증가된다. 제1스택에서 발광되는 황색광 또는 녹색광은 반투명층과 유기전계발광소자의 외부 구조물 사이에서 미세공동현상에 의해 보강간섭되어 효율이 증가된다.

대표도 - 도2

반사판	106
Cathode	104
Stack2	130
반투명층	140
CGL	120
Stack1	110
Anode	102

(52) CPC특허분류

H01L 27/3262 (2013.01)
H01L 51/504 (2013.01)
H01L 51/5212 (2013.01)
H01L 51/5215 (2013.01)
H01L 51/5271 (2013.01)
H01L 51/5278 (2013.01)
H01L 51/5281 (2013.01)
H01L 2227/32 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

양극 및 음극;

양극과 음극 사이에 배치되어 각각 단색광을 발광하는 제1스택 및 제2스택;

상기 제1스택 및 제2스택에서 출력되는 광을 반사시키는 반사판; 및

상기 양극 및 음극 사이에 배치되어 입력되는 광의 일부를 출력하고 나머지는 반사시키는 반투명층으로 구성되며,

상기 반투명층과 반사판은 미세공동(micro-cavity)현상을 일으켜 특정 파장의 광을 증폭시키는 유기전계발광소자.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1스택은 황색광 및 녹색광을 발광하고 제2스택은 청색광을 발광하는 유기전계발광소자.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제1스택은,

정공을 주입하는 양극 위에 배치된 정공주입층;

상기 정공주입층 위에 배치되어 주입된 정공을 수송하는 제1정공수송층;

상기 제1정공수송층 위에 배치되어 황색광 및 녹색광을 발광하는 제1유기발광층; 및

상기 제1유기발광층위에 배치된 제1전자수송층을 포함하는 유기전계발광 소자.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 제2스택은,

제2정공수송층;

상기 제2정공수송층 위에 배치되어 청색광을 발광하는 제2유기발광층; 및

상기 제2유기발광층 위에 배치된 제2전자수송층을 포함하는 유기전계발광 소자.

청구항 5

제3항 또는 제4항에 있어서, 상기 제1유기발광층에는 황색-녹색 형광물질 또는 황색-녹색 인광물질로 이루어진 황색-녹색 도펀트가 도핑되고 제2유기발광층에는 청색형광물질 또는 청색인광물질로 이루어진 청색도펀트가 도핑된 유기전계발광소자.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 반투명층은 제1스택 및 제2스택 사이에 배치되고 반사판은 제2스택 외부에 배치되어 청색광이 반투명층과 반사판 사이에서 공명되는 유기전계발광소자.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 반투명층 및 반사판은 제2스택 외부에 배치되어 청색광이 반투명층과 반사판 사이에서 공명되는 유기전계발광소자.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 반투명층은 10-70%의 투과율을 가진 유기전계발광소자.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 반투명층은 Au, Ag, Al, Mg와 Al이 혼합된 금속으로 구성된 유기전계발광소자.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 제1스택 및 제2스택 사이에 배치되고 정공 및 전자를 생성하여 상기 제1스택 및 제2스택으로 공급하는 전하생성층을 추가로 포함하는 유기전계발광소자.

청구항 11

화소전극과 공통전극을 포함하는 유기전계발광 표시패널; 및

상기 유기전계발광 표시패널 내부에 배치된 유기발광부로 구성되며,

상기 유기발광부는 단색광을 발광하는 제1스택 및 제2스택, 상기 제1스택 및 제2스택에서 출력되는 광을 반사시키는 반사판, 상기 화소전극 및 공통전극 사이에 배치되어 입력되는 광의 일부를 출력하고 나머지는 반사시키는 반투명층으로 구성되며, 상기 반투명층과 반사판은 미세공동(micro-cavity)현상을 일으켜 특정 파장의 광을 증폭시키는 유기전계발광 표시소자.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 화소전극은 ITO(Indium Tin Oxide) 또는 IZO(Indium Zinc Oxide)로 이루어진 유기전계발광 표시소자.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 공통전극은 Ca, Ba, Mg, Al, Ag으로 이루어진 일군으로부터 선택된 물질인 유기전계발광 표시소자.

청구항 14

제11항에 있어서, 상기 유기전계발광 표시패널은,

제1기판 및 제2기판;

상기 제1기판의 각 화소에 배치된 박막트랜지스터; 및

각 화소에 배치된 컬러필터층을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광 표시소자.

청구항 15

제11항에 있어서, 상기 제1스택은 황색광 및 녹색광을 발광하고 제2스택은 청색광을 발광하는 유기전계발광 표시소자.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 반투명층은 제1스택 및 제2스택 사이에 배치되고 반사판은 제2스택 외부에 배치되어 청색광이 반투명층과 반사판 사이에서 공명되는 유기전계발광 표시소자.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 반투명층 및 반사판은 제2스택 외부에 배치되어 청색광이 반투명층과 반사판 사이에서 공명되는 유기전계발광 표시소자.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 유기전계발광소자에 관한 것으로, 특히 효율이 향상되고 소비전력을 절감할 수 있는 유기전계발광소

[0001]

자 및 이를 구비한 표시소자에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 유기전계발광소자는 유기재료에 전계를 인가하여 전기에너지를 광으로 바꾸어 주는 소자로서 자체 발광, 고속응답, 광시야각, 초박형, 고화질 등 표시소자로서 모든 요소를 갖추고 있는 이상적인 표시소자로 부각되고 있다. 이러한 유기전계발광소자에 대한 연구는 주로 청색, 녹색, 적색 등의 표시장치의 구현을 위한 기술을 중심으로 진행되어 왔으며 단일 파장의 우수한 색순도를 가지는 고효율 및 긴 수명을 가진 소재를 개발하여 표시장치에 적용하였다.
- [0003] 그러나, 현재에는 다양한 컬러와 광범위한 가시영역을 포함하는 유기재료의 특징을 살린 백색 유기전계발광소자의 가능성을 인식하여 이에 대한 연구가 진행되고 있다. 이러한 백색 유기전계발광소자는 조명, 백라이트, 표시장치 등과 같이 그 응용분야가 광범위함으로 주요한 소자로 인식되고 있다.
- [0004] 이러한 백색 유기전계발광소자의 개발은 주로 고효율, 수명연장, 색순도 향상, 전류 및 전압의 변화에 따른 색안정성, 제조의 용이성 등에 집중되고 있는데, 각각의 방식에 따라 연구개발이 진행중에 있다. 백색 유기전계발광소자의 구조는 크게 단일층 발광구조, 다층구조, 하방변환(down conversion)구조로 나눌 수 있다.
- [0005] 단일층 발광 구조는 R,G,B 또는 보색관계를 이용하여 단일층 내에서 혼합 발광하는 구조로, 구조가 간단하여 제조가 용이하고 저가제작이 가능하다는 장점은 있지만, 수명이 짧은 단점이 있다. 하방변환구조는 청색발광을 이용하고 적색 형광체를 통하여 색변환을 이용하여 백색을 구현하는 방식으로, 구조는 간단하나 효율이 낮다는 단점이 있었다.
- [0006] 다층 발광층 구조는 청색 형광발광층과 황색-녹색 인광발광층을 구비한 텐덤(tandem)구조로서, 이러한 종래 텐덤구조의 유기전계발광소자의 구조를 도 1을 참조하여 설명한다.
- [0007] 도 1에 도시된 바와 같이, 종래 텐덤구조의 유기전계발광소자는 양극(2) 및 음극(4)와, 상기 양극(2) 및 음극(4) 사이에 배치되는 제1스택(stack;10) 및 제2스택(30), 상기 음극(4) 상부에 배치된 반사판(6)으로 구성된다.
- [0008] 제1스택(10) 및 제2스택(30)은 각각 유기발광층을 포함하는 복수의 층으로 이루어지며, 이때 제1스택(10)은 황색(Yellow) 및 녹색(Green)을 발광하는 황색-녹색 유기발광층을 포함하며 제2스택은 청색(Blue)을 발광하는 청색 유기발광층을 포함한다.
- [0009] 이러한 구조의 유기전계발광소자는 하부발광식 발광소자로서, 제1스택(10) 및 제2스택(30)에서 발광된 광이 하부방향을 통해 출력시키며, 반사판(6)은 제1스택(10) 및 제2스택(30)에서 발광되어 상부방향을 통해 출력되는 광을 하부방향을 반사함으로써 광효율을 향상시킨다. 상기 양극(2) 및 음극(4)에 신호가 인가됨에 따라 제1스택(10)에서 황색광 및 녹색광이 발광하고 제2스택(30)에서 청색광이 발광하며, 상기 청색광, 황색광, 녹색광이 혼합되어 백색광으로 출력된다.
- [0010] 이와 같이, 종래의 텐덤구조의 유기전계발광소자에서는 황색광 및 녹색광을 발광하는 제1스택(10)과 청색광을 발광하는 제2스택(30)을 구비하는 적층구조로 구성함으로써, 유기전계발광소자의 발광효율을 향상시킬 수 있고 구동전압을 저하할 수 있게 된다.
- [0011] 그러나, 상기 구조의 유기전계발광소자에서는 다음과 같은 문제가 발생한다. 즉, 종래 유기전계발광소자에서는 제2스택(30)에서 발광되는 청색광의 효율이 제1스택(10)에서 발광되는 황색광 및 녹색광의 효율보다 낮다. 따라서, 청색광과 황색광 및 녹색광을 혼합하여 백색광을 출력할 때, 낮은 청색광이 효율로 인해 백색광이 휘도가 저하된다. 이러한 청색광의 효율저하 문제를 해결하기 하기 위해, 청색광에 인가되는 전압을 증가시켜 발광되는 청색광의 휘도를 향상시킬 수 있지만, 이 경우 유기전계발광소자의 소비전력이 증가하게 된다.
- [0012] 또한, 청색광의 효율저하 문제를 해결하기 위해 청색광을 발광하는 제3스택을 추가로 배치할 수 있다. 그러나, 이 경우 제3스택의 추가로 인해, 제조비용이 증가할 뿐만 아니라 제조공정도 복잡해진다. 또한, 3개의 스택을 구동하기 위한 구동전압도 증가하게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 상기한 점을 감안하여 이루어진 것으로, 반투명층을 구비하여 미세공동현상에 의해 특정 파장의 광을

증폭시킴으로써 해당 파장의 광효율을 향상시킬 수 있는 유기전계발광소자 및 이를 구비한 유기전계발광 표시소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 유기전계발광소자는 양극과 음극 사이에 배치되어 황색광 및 녹색광을 발광하는 제1스택과, 청색광을 발광하는 제2스택을 구비하며, 제1스택과 제2스택 사이에 반투명층을 구비한다.
- [0015] 제2스택의 외부에는 반사판이 구비되어, 제2스택에서 발광된 청색광의 일부는 반투명층을 투과해 외부로 출력되며, 반투명층에서 반사된 광은 반투명층과 반사판 사이에서 미세공동현상에 의해 보강간섭되어 효율이 증가된다. 또한, 제1스택에서 발광되는 황색광 또는 녹색광은 반투명층과 유기전계발광소자의 외부 구조물 사이에서 미세공동현상에 의해 보강간섭되어 효율이 증가된다.
- [0016] 제1스택은 정공을 주입하는 양극 위에 배치된 정공주입층과, 상기 정공주입층 위에 배치되어 주입된 정공을 수송하는 제1정공수송층과, 상기 제1정공수송층 위에 배치되어 황색광 및 녹색광을 발광하는 제1유기발광층과, 상기 제1유기발광층위에 배치된 제1전자수송층을 포함하며, 제2스택은 제2정공수송층과, 상기 제2정공수송층 위에 배치되어 청색광을 발광하는 제2유기발광층과, 상기 제2유기발광층 위에 배치된 제2전자수송층을 포함한다.
- [0017] 상기 반투명층은 Au, Ag, Al, Mg와 Al이 혼합된 금속으로 구성되어 10~70%의 투과율을 가진다.
- [0018] 또한, 본 발명에 따른 유기전계발광 표시소자는 화소전극과 공통전극을 포함하는 유기전계발광 표시패널과 상기 유기전계발광 표시패널 내부에 배치된 유기발광부로 구성된다.
- [0019] 상기 유기발광부는 단색광을 발광하는 제1스택 및 제2스택, 상기 제1스택 및 제2스택에서 출력되는 광을 반사시키는 반사판, 상기 화소전극 및 공통전극 사이에 배치되어 입력되는 광의 일부를 출력하고 나머지는 반사시키는 반투명층으로 구성되며, 상기 반투명층과 반사판은 미세공동(micro-cavity)현상을 일으켜 특정 파장의 광을 증폭시킨다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명의 유기전계발광소자에서는 반투명층을 구비하여 반투명층과 반사판 사이의 미세공동현상에 의해 특정 파장의 광을 증폭시킴으로써 해당 파장의 광의 효율을 향상시킨다. 따라서, 유기전계발광소자에서 출력되는 백색광의 휘도가 향상되므로, 상기 유기전계발광소자를 유기전계발광 표시소자에 적용했을 때 표시소자의 화질이 향상된다.
- [0021] 또한, 본 발명에서는 스택의 추가없이 백색광의 휘도를 향상시키므로, 제조비용이 증가하고 제조공정이 추가되는 것을 방지할 수 있을 뿐만 아니라 구동전압이 증가하여 소비전력이 증가하는 것 역시 효과적으로 방지할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 종래 유기전계발광소자의 구조를 간략적으로 나타내는 단면도.
- 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 유기전계발광소자의 구조를 간략적으로 나타내는 단면도.
- 도 3a 및 도 3b는 각각 청색광의 미세공동현상을 나타내는 도면 및 황색광과 녹색광의 미세공동현상을 나타내는 도면.
- 도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 유기전계발광소자의 구체적인 구조를 나타내는 단면도.
- 도 5a 및 도 5b는 각각 종래 유기전계발광소자 및 본 발명에 따른 유기전계발광소자에 출력된 백색광의 스펙트럼을 나타내는 그래프.
- 도 6은 본 발명에 따른 유기전계발광 표시소자의 구조를 나타내는 단면도.
- 도 7은 본 발명의 제2실시예에 따른 유기전계발광소자의 구조를 간략적으로 나타내는 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 대해 상세히 설명한다.

- [0024] 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 유기전계발광소자를 간략하게 나타내는 도면이다.
- [0025] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 유기전계발광소자는 양극(102)과 음극(104)을 포함하며, 상기 양극(102)과 음극(104) 사이에는 제1스택(110) 및 제2스택(130)이 적층되고, 상기 제1스택(110)과 제2스택(130) 사이에는 전하생성층(Charge Generation Layer; 120)이 배치된다. 이후, 설명되지만, 각각의 스택(110, 130)은 유기발광층을 포함하는 복수의 층으로 이루어지며, 이때 제1스택(110)은 황색 및 녹색을 발광하는 황색-녹색 유기발광층을 포함하며 제2스택(130)은 청색을 발광하는 청색 유기발광층을 포함한다.
- [0026] 상기 제1스택(110)의 황색-녹색 유기발광층에는 황색-녹색 인광물질이 도핑되어 황색광 및 녹색광을 발광하며, 제2스택(130)의 청색유기발광층에는 청색형광물질이 도핑되어 청색광을 발광한다.
- [0027] 이와 같이, 본 발명에서 유기전계발광소자를 복수의 적층구조로 형성하는 것은 다음과 같은 이유 때문이다.
- [0028] 첫째, 유기전계발광소자를 복수의 적층구조로 형성함에 따라 유기전계발광소자의 발광효율을 향상시킬 수 있다. 적층구조의 유기전계발광소자에서는 정공과 전자의 재결합 영역이 형광층과 인광층에 모두 형성될 수 있도록 조절하여 형광과 인광으로부터 모두 발광을 얻어낼 수 있다. 따라서, 단층 구조에 비해 발광효율이 향상된다.
- [0029] 둘째, 유기전계발광소자를 복수의 적층구조로 형성함에 따라 유기전계발광소자의 수명을 연장할 수 있다. 적층구조의 유기전계발광소자에서 단층 구조와 동일한 휘도의 백색광을 발광할 때 적층구조의 각 층에서 발광하는 백색광의 휘도를 적층된 층의 수만큼 감소할 수 있으므로, 적층된 수에 비례하여 수명을 연장시킬 수 있게 된다.
- [0030] 셋째, 유기전계발광소자를 복수의 적층구조로 형성함에 따라 유기전계발광소자의 구동전압을 저하할 수 있게 된다. 적층구조의 유기전계발광소자에서는 각 스택 사이에 전하발생층이 구비되므로, 동일 휘도의 백색광을 발광하는 유기전계발광소자에 비해 구동전력을 절감할 수 있게 된다.
- [0031] 상기 전하생성층(120)은 서로 인접하는 스택(110, 130) 사이의 전하균형 조절역할을 하기 때문에, 중간연결층(Intermediate Connector Layer)이라고도 한다. 또한, 상기 전하생성층(CGL; 120)은 정공 및 전자를 생성하여 제1스택(110) 및 제2스택(130)으로 주입한다. 도면에는 도시하지 않았지만, 상기 전하생성층(CGL; 120)은 전자를 주입하는 전자생성층 및 정공생성층으로 이루어져 제1스택(11) 및 제2스택(130)에 각각 전자 및 정공을 주입한다.
- [0032] 상기 전자생성층은 전자주입(Electron Injection) 특성이 좋은 알칼리 금속재질이 도핑된 유기물층으로 이루어질 수 있고 정공생성층은 P형(P-Type) 유기물을 포함한 유기물 반도체층으로 이루어질 수 있지만, 상기 전자생성층과 정공생성층이 이러한 특정 물질에 한정되는 것은 아니다.
- [0033] 제1스택(110)과 제2스택(130)의 사이에는 반투명층(140)이 배치된다. 상기 반투명층(140)은 다른 반사판과 미세공동현상(micro-cavity phenomenon)을 일으켜 광이 반투명층(140)과 반사층 사이에서 반사를 반복하여 공명되도록 한다. 이하에서는 반사판과 함께 미세공동현상을 발생시키는 층을 반투명층(140)으로 칭하지만, 광이 공명을 발생시키는 공명층이라고 할 수도 있을 것이다.
- [0034] 미세공동현상이란 광이 반사막과 반투과막 사이에서 반사를 반복하면서 공명에 의해 증폭되어 방출되는 현상을 의미한다. 이와 같이, 미세한 공동(반투과막과 반사막 사이)에서 빛의 간섭효과를 이용하여 발광스펙트럼을 변화시키므로, 미세공동효과라고 한다. 이러한 미세공동현상에 의해, 광을 증폭시킬 뿐만 아니라 광을 정면으로 모을 수도 있게 된다. 또한, 특정 파장에 대한 미세공동현상을 실현할 수가 있으므로, 유기전계발광소자의 효율 및 색감을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0035] 본 발명에서는 제1스택(110)과 제2스택(130)의 사이에 반투명층(140)을 구비하여 미세공동현상에 의해 유기전계발광소자의 효율을 향상시킨다. 이때, 상기 반투명층(140)은 반사율이 좋은 금속으로 이루어져 일부의 광은 투과시키고 나머지 광은 반사시켜, 상기 반투명층(140)과 반사판(106) 사이에서 광이 공명되어 광이 증폭되어 출력된다. 또한, 미세공동현상은 반투명층(140)과 양극(102)의 외부 구조물, 예를 들면 컬러필터층이나 각종 전극층과 같이 유기전계발광소자가 표시소자에 적용되었을 때 양극(102) 외부에 배치되는 각종 층 사이에서 발생할 수 있다. 물론, 상기 외부 구조물은 입사되는 광을 완전하게 반사시킬 수 없지만, 입사되는 광중에서 반사되는 일부의 광이 반투명층(140)과 외부구조물 사이에서 공명되어 출력된다.
- [0036] 미세공동현상에 의한 광의 증폭을 도 3a 및 도 3b에 의해 좀더 자세히 설명한다. 이때, 도 3a는 청색광의 미세공동현상을 나타내는 도면이고 도 3b는 황색광과 녹색광의 미세공동현상을 나타내는 도면이다.

- [0037] 도 3a에 도시된 바와 같이, 제2스택(130)에서 출력된 청색광은 반투명층(140)을 통해 일부가 투과하지만(BLUE1), 나머지는 반사되어 반사판으로 조사된다. 이때, 상기 반투명층(140)의 투과율은 약 10-70%이므로, 10-70%의 광이 반투명층(140)을 통해 투과되고 30-90%의 광이 상기 반투명층(140)에서 반사되어 반사판(106)으로 입력된다.
- [0038] 반사판(106)에서는 반투명층(140)에서 반사되어 입사되는 광을 다시 반사하며, 상기 반사판(106)에서 반사된 광 중 일부(10-70%)가 반투명층(140)을 투과하고 나머지 광(30-90%)이 다시 반투명층(140)에서 반사판(106)으로 반사된다. 이와 같이, 제2스택(130)에서 출력된 청색광은 반투명층(140)과 반사판(106) 사이에서 반사를 반복하면서 미세공동현상에 의해 증폭되어 외부로 출력된다(BLUE2). 청색광의 경우, 반사막과 반투명막 사이의 간격이 약 1400-1500Å의 간격일 때 미세공동현상이 발생하게 된다. 따라서, 본 발명에서는 서로 마주하는 반투명층(140)과 반사판(106) 사이의 간격(ℓ 1)을 약 1400-1500Å로 설정하는 것이 바람직하며, 이를 위해 반투명층(140)과 반사판(106) 사이에 배치된 층들, 즉 제2스택(130) 및 음극(104)의 두께의 합이 약 1400-1500Å이 되도록 제2스택(130) 및 음극(104)의 두께를 조절해야만 한다.
- [0039] 도 3b에 도시된 바와 같이, 제1스택(100)에서 출력된 황색광 또는 녹색광은 그대로 외부로 출력되지만(YELLOW1, GREEN1), 일부의 광이 외부 구조물, 예를 들어 유기전계발광소자가 표시소자에 적용될 때 구비되는 컬러필터층이나 각종 금속층에서 반사되어 반투명층으로 입사된다. 반투명층(140)에서는 표시소자의 외부 구조물에서 반사되어 입사되는 광의 일부만이 반사하여 광이 반투명층(140)과 표시소자의 구조물 사이에서 공명되어 증폭된 후 외부로 출력된다(YELLOW2, GREEN2). 이때, 반투명층(140)의 투과율은 약 10-70%이므로, 표시소자의 외부 구조물에서 반사되어 입사되는 반투명층으로 입사되는 광의 약 30-90%가 광이 반투명층에서 반사되어 증폭된 후 출력된다.
- [0040] 제1스택에서 출력된 황색광 및 녹색광은 표시소자의 외부 구조물과 반투명층(140) 사이에서 반사를 반복하면서 증폭되어 외부로 출력된다. 녹색광의 경우, 반사막과 반투명막 사이의 간격이 약 1900-2100Å의 간격일 때 미세공동현상이 발생하게 된다. 따라서, 본 발명에서는 서로 마주하는 반투명층(140)과 표시소자의 외부구조물 사이의 간격(ℓ 2)을 약 1900-2100Å로 설정하는 것이 바람직하며, 이를 위해 반투명층과 상면의 층들, 즉 반투명층(140)과 표시소자의 외부 구조물 사이의 층, 즉 전하생성층(120), 제1스택(110), 양극(102)의 두께의 합이 약 1900-2100Å이 되도록 전하생성층(120), 제1스택(110), 양극(102)의 두께를 조절해야만 한다.
- [0041] 또한, 황색광의 경우, 반사막과 반투명막 사이의 간격이 약 2400-2600Å의 간격일 때 미세공동현상이 발생하게 된다. 따라서, 본 발명에서는 서로 마주하는 반투명층(140)의 표면과 표시소자의 외부구조물 사이의 간격(ℓ 2)을 약 2400-2600Å로 설정하는 것이 바람직하며, 이를 위해 반투명층(140)과 상면의 층들, 즉 반투명층과 표시소자의 외부 구조물 사이의 층, 즉 전하생성층(120), 제1스택(110), 양극(102)의 두께의 합이 약 2400-2600Å이 되도록 전하생성층(120), 제1스택(110), 양극(102)의 두께를 조절해야만 한다.
- [0042] 유기전계발광소자의 외부구조물에서의 광의 반사는 반사판(106)에 의한 반사에 비하면 매우 미미하다. 따라서, 반투명층(140)과 반사판(106) 사이의 공명에 의한 광의 증폭에 비해, 반투명층(140)과 유기전계발광소자의 외부 구조물 사이에서의 공명에 의한 광의 증폭이 매우 작으므로, 반투명층(140)에 의한 황색광 및 녹색광의 효율향상은 청색광의 효율향상이 비해 매우 낮게 된다.
- [0043] 물론, 황색광 및 녹색광이 반투명층(140)과 반사판(106) 사이에서 미세공동현상에 의해 증폭될 수 있다. 그러나, 이 경우 반투명층(140)과 반사판(106)의 간격을 황색광 또는 녹색광이 공명할 수 있는 간격으로 배치해야만 하는데, 이 경우 청색광이 반투명층(140)과 반사판(106) 사이에서 공명될 수 없다.
- [0044] 일반적으로 유기전계발광소자에서 황색광이나 녹색광에 비해 청색광이 효율이 낮으므로, 유기전계발광소자에서 출력되는 백색광의 휘도를 향상시키기 위해서는 황색광이나 녹색광의 효율을 향상시키는 것에 비해 청색광의 효율을 향상시키는 것이 더욱 능률적이다.
- [0045] 따라서, 본 발명에서는 청색광을 반투명층(140)과 반사판(106)에서 공명시키고 황색광 또는 녹색광을 반투명층(140)과 유기전계발광소자의 외부구조물 사이에서 공명시킴으로서 광효율 향상을 최대화할 수 있게 된다.
- [0046] 도 4는 제1스택(110) 및 제2스택(130)의 구조가 구체적으로 도시된 유기전계발광소자의 일구조를 나타내는 도면이다.
- [0047] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 유기전계발광소자의 제1스택(110)은 양극(102)과 전하생성층(120) 사이에 배치된다. 상기 제1스택(110)은 양극(102) 위에 형성된 정공주입층(Hole Injecting

Layer;112), 상기 정공주입층(112) 위에 형성되어 주입된 정공을 수송하는 제1정공수송층(Hole Transporting Layer;114), 상기 제1정공수송층(114) 위에 배치된 제1유기발광층(Emitting Layer;116), 상기 제1유기발광층(116) 위에 배치된 제1전자수송층(Electron Transporting Layer;118)으로 이루어진다.

- [0048] 상기 정공주입층(112), 제1정공수송층(114), 제1전자수송층(118)은 제1유기발광층(116)의 발광효율을 향상시키기 위해 구비된다. 상기 정공주입층(112), 제1정공수송층(114), 제1전자수송층(118) 중 적어도 하나는 소자의 구조나 특성에 따라 생략할 수 있으며 또는 다른 층을 더 구성할 수도 있으며, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0049] 일반적으로 유기물내에서의 전하의 이동도(carrier mobility)는 이온화포텐셜(ionization potential) 및 전자친화력(electron affinity) 등의 이유로 인해 일반적으로 정공이 전자보다 높다고 알려져 있다. 즉, 전자가 유기물내에서 쉽게 이동하지 못하기 때문에 여기자가 전극 근처에서 생성되지만, 전극 근처에서는 비발광소멸이 크기 때문에 유기발광소자의 양자효율이 저하된다. 따라서, 소자의 효율을 향상시키기 위해서는 유기발광층내로의 전자 및 정공의 주입이 충분히 이루어져야 하며 주입되는 전자 및 정공이 균형을 이루어야만 한다. 이상적인 발광소자는 전극금속의 페르미준위(Fermi level)와 발광물질의 HOMO 및 LUMO준위가 일치해야만 한다.
- [0050] 전극금속의 페르미준위(Fermi level)와 발광물질의 HOMO 및 LUMO준위를 일치시키기 위해, 발광소자의 구조를 밴드갭이 다른 두 개 이상의 유기물질을 써서 이종접합구조(heterostructure)로 형성하는데, 본 발명에서는 이종접합구조를 형성하기 위해, 전하주입층인 제1정공주입층(112)과 전하수송층인 제1정공수송층(114) 및 제1전자수송층(118)을 구비한다.
- [0051] 제1정공수송층(114)은 유기물로 이루어지고 양극(102)은 무기물인 ITO로 이루어지기 때문에, 무기물과 유기물의 차이로 인하여 제1정공수송층(114)과 양극(102)의 계면특성이 나빠며, 그 결과 양극(102)으로부터 제1정공수송층(114)으로의 정공이 주입이 원활하게 이루어지지 않는다. 제1정공주입층(112)은 제1정공수송층(114)과 양극(102) 사이의 표면에너지 차이를 감소시켜 계면특성을 향상시키며, 제1정공주입층(112)의 일함수 준위를 양극(102)의 일함수 준위와 제1정공수송층(114)의 HOMO 준위의 중간으로 설정하여 양극(102)의 일함수 준위와 제1정공수송층(114)의 HOMO 준위 사이의 에너지차이를 감소시킨다. 이와 같이, 제1정공수송층(114)과 양극(102) 사이의 계면특성의 향상과 양극(102)의 일함수 준위와 제1정공수송층(114)의 HOMO 준위 사이의 에너지 차이의 감소에 의해, 양극(102)에서 제1정공수송층(114)으로의 정공이 주입이 원활하게 된다.
- [0052] 제1정공수송층(114) 및 제1전자수송층(118)은 정공 및 전자의 이동도를 조절하여 정공과 전자의 결합영역을 조절한다. 유기물내에서 전자의 이동도가 정공의 이동도보다 작기 때문에, 제1정공수송층(114) 및 제1전자수송층(118)은 전자의 이동이 정공의 이동보다 크게 되도록 정공 및 전자의 이동을 제어함으로써, 정공과 재결합할 수 있는 충돌반경내로 전자를 빨리 들어오게 함으로써 발광효율을 높인다.
- [0053] 도면에는 도시하지 않았지만, 제1정공수송층(114)과 제1유기발광층(116) 사이에는 전자저지층이 배치될 수 있으며, 제1유기발광층(116)과 제1전자수송층(118) 사이에는 정공저지층이 배치될 수 있다. 상기 전자저지층은 제1유기발광층(116)에서 제1정공수송층(114)으로 전자가 유입되지 않고 제1유기발광층(116) 내에 가두어 두어 제1유기발광층(116)의 발광효율을 향상시킬 수 있다.
- [0054] 제1스택(110)의 제1유기발광층(116)은 황색 및 녹색발광층으로서, 하나의 호스트에 황색 인광물질 및 녹색인광물질의 도펀트(dopant)가 포함되어 황색광 및 녹색광을 발광한다.
- [0055] 제2스택(130)은 반투명층(140) 위에 배치된 제2정공수송층(HLT2;132), 상기 제2정공수송층(132) 위에 배치된 제2유기발광층(EML2;134), 상기 제2유기발광층(134) 위에 배치된 제2전자수송층(ETL2;136)으로 이루어진다.
- [0056] 앞서 설명한 바와 같이, 상기 제2정공수송층(132), 제2전자수송층(134)은 제2유기발광층(134)의 발광효율을 향상시키기 위해 구비된다. 상기 제2정공수송층(132), 제2전자수송층(134) 중 적어도 하나는 소자의 구조나 특성에 따라 생략할 수 있으며, 또는 다른 층을 더 구성할 수도 있으며, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0057] 한편, 상기 제2정공수송층(132)은 제2유기발광층(134)의 삼중항(triplet) 여기자(exciton)의 여기상태의 에너지 준위보다 높은 에너지 준위를 갖는다. 이때, 제2정공수송층(132)의 에너지준위는 제2유기발광층(134)의 삼중항 여기자의 여기상태의 에너지준위보다 약 0.01~0.4eV 정도 높게 형성되므로, 제2유기발광층(134)의 삼중항 여기자가 제2정공수송층(132)으로 이동하여 발광효율이 떨어지는 것을 방지할 수 있게 된다.
- [0058] 상기 제2스택(130)의 제2유기발광층(134)은 하나의 호스트와, 상기 호스트에 함께 도핑된 청색 형광물질로 구성되어, 청색광을 발광한다.

- [0059] 도면에는 도시하지 않았지만, 제2정공수송층(132)과 제2유기발광층(134) 사이에는 전자저지층이 배치될 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 제2정공수송층(132)의 에너지준위가 제2유기발광층(134)의 삼중항 여기자의 여기 상태의 에너지준위보다 높기 때문에 제2유기발광층(134)의 삼중항 여기자가 제2정공수송층(132)으로 유입되는 가능성은 적지만, 본 발명에서는 정공저지층을 구성함으로써 제2유기발광층(134)에서 전자와 정공이 결합되지 않고 제2정공수송층(132)으로 유입되는 것을 방지함으로써 발광효율이 저하되는 것을 방지할 수 있게 된다. 마찬가지로, 제2유기발광층(134)과 제2전자수송층(136) 사이에는 정공저지층이 구성될 수 있다.
- [0060] 상기와 같이, 본 발명의 유기전계발광소자는 제1스택(110)에서는 황색-녹색광을 발광하고 제2스택(130)에서는 청색광을 발광하며, 이들 광이 혼합되어 하부방향을 통해 백색광으로 출력된다.
- [0061] 상기 제1스택(110)의 제1유기발광층(116)에는 하나의 호스트에 황색 및 녹색 인광물질의 도펀트가 포함되어 황색-녹색광을 발광시키는데 반해, 제2스택(130)의 제2유기발광층(134)에는 하나의 호스트에 청색형광물질의 도펀트(dopant)가 포함되어 청색광을 발광시키는데, 이와 같이 청색발광층에는 형광물질을 도핑하고 황색-녹색 발광층에는 인광물질을 도핑하는 이유는 다음과 같다.
- [0062] 형광물질은 소자안정성은 우수하지만, 고효율을 얻는 데에는 한계가 있다. 반면에, 인광물질은 고효율을 얻을 수는 있지만, 안정적인 청색광을 발광할 수 있는 물질이 존재하지 않는다. 이러한 형광물질과 인광물질의 장점과 단점을 상호보완하고자 본 발명에서는 형광발광층과 인광발광층을 구비한 하이브리드구조를 사용하며, 특히 청색발광층에 형광물질을 도핑하고 황색-녹색 발광층에 인광물질을 도핑함으로써, 안정적인 청색광을 발광함과 동시에 발광효율을 최대화할 수 있게 된다.
- [0063] 그러나, 본 발명이 청색발광층에 형광물질을 황색-녹색 발광층에 인광물질을 도핑하는 구조에만 한정되는 것이 아니라, 청색발광층에 인광물질을 도핑하고 황색-녹색 발광층에 형광물질을 도핑할 수도 있을 것이다.
- [0064] 반투명층(140)은 청색광을 공명시킬 뿐만 아니라 황색광 또는 녹색광을 공명시킬 수 있다. 즉, 반투명층(140)은 전하생성층(120)과 제2스택(130) 사이에 배치되어, 제2스택(130)의 제2유기발광층(134)으로부터 발광된 청색광이 반투명막인 반투명층(140)과 반사판(106) 사이에서 반사를 반복하여 공명된 후 외부로 출력된다.
- [0065] 이때, 청색광은 약 1400-1600Å 두께의 미세공동에서 공명이 이루어지므로, 반투명층(140)과 반사판(106) 사이의 두께가 약 1400-1600Å가 되어야 한다. 다시 말해서, 본 발명에서는 반투명층(140)과 반사판(106) 사이에 배치되는 제2정공수송층(HLT2;132), 제2유기발광층(EML2;134), 제2전자수송층(ETL2;136), 음극(104)의 두께의 합이 약 1400-1600Å가 되어야 한다.
- [0066] 또한, 제1스택(110)의 제1유기발광층(116)에서 발광된 황색광 또는 녹색광은 반투명층(140)과 양극(102) 외부의 표시소자 외부구조물 사이에서 반사를 반복하여 공명되어 증폭된 후 출력된다.
- [0067] 이때, 녹색광은 약 1900-2100Å 두께의 미세공동에서 공명이 이루어지므로, 반투명층(140)과 표시소자 외부구조물 사이의 두께가 약 1900-2100Å가 되어야 한다. 다시 말해서, 본 발명에서는 반투명층(140)과 표시소자 외부구조물 사이에 배치되는 양극(102), 정공주입층(HIL1;112), 제1정공수송층(HTL1;114), 제1유기발광층(EML1;116), 제1전자수송층(ETL1;118), 전하생성층(CCL;120)의 두께가 약 1900-2100Å가 되어야 한다.
- [0068] 또한, 황색광은 약 2400-2600Å 두께의 미세공동에서 공명이 이루어지므로, 반투명층(140)과 표시소자 외부구조물 사이의 두께가 약 2400-2600Å가 되어야 한다. 다시 말해서, 본 발명에서는 반투명층(140)과 표시소자 외부구조물 사이에 배치되는 양극(102), 정공주입층(HIL1;112), 제1정공수송층(HTL1;114), 제1유기발광층(EML1;116), 제1전자수송층(ETL1;118), 전하생성층(CCL;120)의 두께가 약 2400-2600Å가 되어야 한다.
- [0069] 도 5a는 2개의 스택을 구비한 종래 유기전계발광소자에서 출력되는 백색광의 스펙트럼이고 도 5b는 본 발명의 제1실시예에 따른 유기전계발광소자에서 출력된 백색광의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다. 이때, 스펙트럼은 청색광 및 녹색광의 피크를 가진 백색광의 스펙트럼이다.
- [0070] 도 5a에 도시된 바와 같이, 종래 유기전계발광소자에서 출력되는 백색광은 약 450nm의 파장 및 약 560nm의 파장에서 피크를 가진다. 이때, 종래 유기전계발광소자에서는 백색광의 450nm의 파장의 피크의 세기는 약 0.2이고 560nm의 파장에서는 약 0.1이다.
- [0071] 5b에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 유기전계발광소자에서 출력되는 백색광 역시 약 450nm의 파장 및 약 560nm의 파장에서 피크를 가진다. 즉, 이 그래프는 미세공동현상에 의해 청색광 및 녹색광의 효율이 향상된 구조의 유기전계발광소자에 관한 것이다. 이때, 종래 유기전계발광소자에서는 백색광의 450nm의 파장의

피크의 세기는 약 0.3이고 560nm의 파장에서는 약 0.15가 된다.

- [0072] 다시 말해서, 종래 유기전계발광소자에 비해, 본 발명에 따른 유기전계발광소자의 청색광 및 녹색광의 효율이 약 1.5배 증가하였음을 알 수 있으며, 이러한 청색광 및 녹색광의 효율 증가에 따라 백색광의 휘도가 52cd/A에서 78cd/A로 1.5배 증가하였다.
- [0073] 또한, 도 5a 및 도 5b에 도시된 바와 같이, 종래 유기전계발광소자의 스펙트럼의 피크의 폭에 비해, 본 발명에 따른 유기전계발광소자의 스펙트럼의 피크의 폭이 상대적으로 좁다. 이것은 본 발명의 유기전계발광소자가 종래 유기전계발광 표시소자에 비해 고순도의 광을 얻을 있다는 것을 의미한다.
- [0074] 이와 같이, 본 발명에 따른 유기전계발광소자에서는 반투명층을 구비하여 미세공동현상에 의해 반사되는 광이 서로 간섭하여 특정 파장의 광이 증폭하게 되어 해당 파장의 광의 효율을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 순도 높은 광을 발광할 수 있게 된다.
- [0075] 한편, 상술한 설명에서는 반투명층을 구비하여 청색광과 녹색광 또는 황색광을 미세공동현상에 의해 효율을 향상시키지만, 본 발명이 이러한 구조에만 한정되는 것은 아니다. 필요에 따라 유기전계발광소자의 스택은 다양한 컬러의 유기발광층을 구비할 수 있다. 예를 들어, 유기전계발광소자의 스택은 청색광, 녹색광, 적색광을 발광하여 백색광을 출력할 수 있으며, 옐로우(황색), 마젠타, 시안을 발광하여 백색광을 출력할 수 있다. 따라서, 유기전계발광소자에서 출력하는 다양한 컬러의 광을 반투명층에 의한 미세공동현상에 의해 증폭시켜 효율을 향상시킬 있을 것이다.
- [0076] 도 6은 상기와 같은 구조의 유기전계발광소자가 채용된 유기전계발광 표시소자의 구조를 나타내는 단면도로서, 이 도면을 참조하여 본 발명에 따른 유기전계발광 표시소자에 대해 설명한다.
- [0077] 도 6에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 유기전계발광 표시소자는 백색광을 출력하는 W화소, 적색광을 출력하는 R화소, 녹색광을 출력하는 G화소, 청색광을 출력하는 B화소로 이루어진다. 각각의 R,G,B화소에는 컬러필터층이 형성되어 유기발광부로부터 출력되는 백색광을 특정 컬러의 광으로 출력하지만, W화소가 배치된 경우 상기 W화소에는 이러한 컬러필터층의 필요없이 발광된 백색광이 그대로 출력된다.
- [0078] 이와 같이, 본 발명에서는 W화소를 포함하여 백색광을 출력함으로써 유기전계발광 표시소자의 전체 휘도를 향상시킬 수 있게 된다. 그러나, 본 발명에서는 W화소가 구비되지 않고 단지 R,G,B화소로만 이루어질 수도 있다.
- [0079] 도 6에 도시된 바와 같이, 유리나 플라스틱과 같은 투명한 물질로 이루어진 제1기판(201)은 R,G,B 화소로 분할되며, 각각의 R,G,B화소에는 구동박막트랜지스터가 형성된다.
- [0080] 상기 구동박막트랜지스터는 제1기판(201) 위의 W,R,G,B화소에 각각 형성된 게이트전극(281W,281R,281G,281B)과, 상기 게이트전극(281W,281R,281G,281B)이 형성된 제1기판(201) 전체에 걸쳐 형성된 게이트절연층(272), 상기 게이트절연층(272) 위에 배치된 반도체층(282W,282R,282G,282B)과, 상기 반도체층(282W,282R,282G,282B) 위에 형성된 소스전극(284W,284R,284G,284B) 및 드레인전극(285W,285R,285G,285B)으로 이루어진다. 도면에는 도시하지 않았지만, 상기 반도체층(282W,282R,282G,282B)의 상면 일부에는 에칭스토퍼가 형성되어 소스전극(284W,284R,284G,284B) 및 드레인전극(285W,285R,285G,285B)의 식각공정중 상기 반도체층(282W,282R,282G,282B)이 식각되는 것을 방지할 수도 있다.
- [0081] 도면에는 도시하지 않았지만, 상기 제1기판(201)에는 게이트전극(281W,281R,281G,281B)의 형성과 동시에 게이트라인이 형성된다.
- [0082] 상기 게이트전극(281W,281R,281G,281B)은 Cr, Mo, Ta, Cu, Ti, Al 또는 Al합금 등의 금속으로 형성될 수 있으며, 상기 게이트절연층(272)은 SiO₂나 SiNx와 같은 무기절연물질로 이루어진 단일층 또는 SiO₂ 및 SiNx으로 이루어진 이중의 층일 수도 있다. 반도체층(282W,282R,282G,282B)은 비정질실리콘과 같은 비정질반도체물질이나 다결정반도체물질로 형성된다. 또한, 상기 반도체층(282W,282R,282G,282B)은 IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide)와 같은 산화물반도체로 형성될 수도 있다. 상기 소스전극(284W,284R,284G,284B) 및 드레인전극(285W,285R,285G,285B)은 Cr, Mo, Ta, Cu, Ti, Al, Al합금 또는 이들의 합금으로 형성할 수 있다.
- [0083] 도면에는 도시하지 않았지만, 상기 게이트절연층(272)에는 소스전극(284W,284R,284G,284B) 및 드레인전극(285W,285R,285G,285B)의 형성과 동시에 데이터라인이 형성되어, 상기 게이트라인과 함께 W,R,G,B화소를 정의한다.
- [0084] 상기 구동박막트랜지스터가 형성된 제1기판(201)에는 제1절연층(274)이 형성된다. 상기 제1절연층(274)은 SiO₂

와 같은 무기절연물질로 형성될 수 있다. 상기 제1절연층(274)의 R,G,B화소에는 각각 R-컬러필터층(290R), G-컬러필터층(290G), B-컬러필터층(290B)이 형성된다. 이때, W화소에는 컬러필터층이 형성되지 않는다.

- [0085] 게이트전극(281W, 281R, 281G, 281B)에 신호가 인가됨에 따라 반도체층(282W, 282R, 282G, 282B)이 활성화(activation)되어 소스전극(284W, 284R, 284G, 284B) 및 드레인전극(285W, 285R, 285G, 285B) 사이의 반도체층(282W, 282R, 282G, 282B)에 채널층이 형성된다.
- [0086] 한편, 상술한 상세한 설명에서는 게이트전극(281W, 281R, 281G, 281B)이 제1기관(201)에 형성되고 반도체층(282W, 282R, 282G, 282B)이 게이트전극(281W, 281R, 281G, 281B) 위에 형성되는 바텀게이트(bottom gate)방식 박막 트랜지스터가 예시되어 있지만, 본 발명이 이러한 특정 구조의 박막트랜지스터에만 한정되는 것은 아니다.
- [0087] 예를 들어, 제1기관(201) 위에 반도체층(282W, 282R, 282G, 282B)이 형성되고 그 위에 게이트전극(281W, 281R, 281G, 281B)이 형성되는 탑게이트(top gate)방식 박막트랜지스터도 적용 가능할 것이다.
- [0088] R-컬러필터층(290R), G-컬러필터층(290G), B-컬러필터층(290B) 위에는 제2절연층(276)이 형성된다. 상기 제2절연층(276)은 제1기관(201)을 평탄화시키기 위한 오버코트층(overcoat layer)으로서, 포토아크릴(photo-acryl)과 같은 유기절연물질로 적층할 수 있다.
- [0089] 상기 제1절연층(276) 위의 W,R,G,B화소에는 각각 화소전극(202W, 202R, 202G, 202B)이 형성된다. 이때, W,R,G,B화소에 각각 형성되는 구동박막트랜지스터의 드레인전극(285W, 285R, 285G, 285B)의 상부 제1절연층(274)과 제2절연층(276)에는 컨택홀이 형성되어, 화소전극(202W, 202R, 202G, 202B)이 상기 컨택홀에 형성되며, 각각 노출된 구동 박막트랜지스터의 드레인전극(285W, 285R, 285G, 285B)과 전기적으로 접속된다. 상기 화소전극(202W, 202R, 202G, 202B)은 전도성이 좋은 ITO나 IZO와 같은 투명한 금속산화물질로 이루어진다.
- [0090] 상기 제2절연층(276) 및 화소전극(202W, 202R, 202G, 202B) 위의 각 화소 경계 영역에는 뱅크층(bank layer; 294)이 형성된다. 상기 뱅크층(294)은 일종의 격벽으로서, 각 화소를 구획하여 인접하는 화소에서 출력되는 특정 컬러의 광이 혼합되어 출력되는 것을 방지하기 위한 것이다. 또한, 상기 뱅크층(294)은 컨택홀의 일부를 채우기 때문에 단차를 감소시키며, 그 결과 제1스택(210) 및 제2스택(230)을 포함하는 유기발광부의 형성시 단차에 전하가 집중되어 유기발광부의 수명이 저하되는 것을 방지할 수 있게 된다.
- [0091] 상기 화소전극(202W, 202R, 202G, 202B) 및 뱅크층(294) 위에는 제1기관(201) 전체에 걸쳐서 제1스택(210) 및 제2스택(230)으로 이루어진 유기발광부가 형성된다. 상기 유기발광부는 백색광을 발광하는 백색 유기발광부를 포함한다.
- [0092] 상기 제1스택(210) 및 제2스택(230)은 도 3에 도시된 구조와 동일한 구조로 이루어질 수 있다. 즉, 제1스택(210)은 정공이 주입되는 정공주입층(HIL), 상기 정공주입층(HIL) 위에 배치되어 주입된 정공을 수송하는 제1정공수송층(HTL1), 상기 제1정공수송층(HTL1) 위에 배치되어 황색광 및 녹색광을 발광하는 제1유기발광층(EML1), 상기 제1유기발광층(EML1) 위에 배치되어 전자를 수송하는 제1전자수송층(ETL1)으로 이루어진다.
- [0093] 또한, 제2스택(230)은 정공을 수송하는 제2정공수송층(HTL2), 상기 제2정공수송층(HTL2) 위에 배치되어 청색광을 발광하는 제2유기발광층(EML2), 상기 제2유기발광층(134) 위에 배치되어 상기 제2유기발광층(EML2)으로 전자를 수송하는 제2전자수송층(ETL2)으로 이루어진다.
- [0094] 상기 제1스택(210) 및 제2스택(230) 사이에는 반투명층(240)이 배치된다. 상기 반투명층(240)은 금(Au)이나 은(Ag) 또는 알루미늄(Al)과 같이 반사율이 좋은 금속으로 이루어진 금속층이나 Mg 및 Ag가 혼합된 금속층으로 구성된다. 이때, 반투명층(240)은 일부의 광이 상기 반투명층(240)을 투과하고 나머지 광이 상기 반투명층(240)에서 반사될 수 있는 두께로 구성된다. 상기 반투명층(240)의 투과율은 10-70%인 것이 바람직하며, 이때 반투명층(240)의 두께는 약 50-150Å의 두께로 이루어진다.
- [0095] 상기 제2스택(230) 위에는 제1기관(201) 전체에 걸쳐 공통전극(204)이 형성된다. 상기 공통전극(204)은 Ca, Ba, Mg, Al, Ag 등으로 이루어질 수 있다.
- [0096] 상기 제1스택(210) 및 제2스택(230)을 포함하는 유기발광부와 공통전극(204) 및 화소전극(202W, 202R, 202G, 202B)은 유기전계발광소자를 형성한다. 이때, 상기 공통전극(204)이 유기전계발광소자의 음극(cathode)이고 화소전극(202W, 202R, 202G, 202B)이 양극(anode)으로서, 공통전극(204)과 화소전극(202W, 202R, 202G, 202B)에 전압이 인가되면, 상기 공통전극(204)으로부터 전자가 유기발광부로 주입되고 화소전극(202W, 202R, 202G, 202B)으로부터 정공이 유기발광부로 주입되어, 유기발광층내에는 여기자(exciton)가 생성되며, 이 여기자가 소멸(decay)함에 따라 발광층의 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital)와 HOMO(Highest

Occupied Molecular Orbital)의 에너지 차이에 해당하는 광이 발생하게 되어 외부(도면에서 제1기관(201)쪽으로)로 발산하게 된다. 이때, 유기발광층으로부터 백색광이 발광되며 이 백색광이 R,G,B-컬러필터층(290R,290G,290B)을 투과하면서 해당 화소에 대응하는 컬러의 광만을 출력하게 된다.

- [0097] 이때, W화소에서는 백색광이 출력되는데, 이 백색광은 컬러필터층을 투과하지 않으므로, 컬러필터층(290R,290G,290B)을 투과한 광에 비해 휘도가 높으므로, 상기 W화소를 구비함에 따라 표시되는 영상의 휘도를 향상시킬 수 있게 된다.
- [0098] 상기 공통전극(204)의 상부에는 반사층(206)이 배치된다. 상기 반사층(206)은 제1스택(210) 및 제2스택(230)에서 각각 발광되어 상부로 입사되는 청색광, 황색광 및 녹색광을 하부로 반사하여 유기전계발광 표시소자의 외부로 출력시킴으로써 유기전계발광 표시소자의 효율을 향상시킨다. 또한, 상기 반사층(206)은 반투명층(240)과 함께 제2스택(230)에서 발광되는 청색광을 미세공동현상에 의해 공명시켜 청색광의 발광효율을 향상시킨다.
- [0099] 상기 반사층(206)은 알루미늄과 같은 반사율이 좋은 금속으로 구성될 수 있으며, 반투명층(240)과는 달리 입사되는 모든 광이 반사되도록 반투명층(240) 보다 훨씬 두껍게 형성되는 것이 바람직하다.
- [0100] 한편, 제1스택(210)에서 발광하는 황색광과 녹색광은 상기 반투명층(240)과 컬러필터층(290R,290B,290G). 박막 트랜지스터, 게이트라인, 데이터라인 등의 구조물 사이에서 미세공동현상에 의해 증폭된 후 출력되어 황색광 및 녹색광의 발광효율이 향상된다.
- [0101] 이와 같이, 본 발명에서는 반투명층(240)을 구비함으로써 청색광의 효율을 향상시킴으로써 백색광의 휘도가 향상되며, 그 결과 유기전계발광 표시소자의 화질이 향상된다. 더욱이, 본 발명에서는 청색광 뿐만 아니라 황색광 또는 녹색광의 효율을 향상시킬 수 있게 되므로, 백색광이 휘도를 더욱 향상시킬 수 있게 된다.
- [0102] 반사판(206)의 상면에는 접착제가 도포되어 접착층(242)이 형성되며, 그 위에 제2기관(250)이 배치되어, 상기 접착층(242)에 의해 제2기관(250)과 제1기관(201)이 서로 합착된다.
- [0103] 상기 접착제로는 부착력이 좋고 내열성 및 내수성이 좋은 물질이라면 어떠한 물질을 사용할 수 있지만, 본 발명에서는 주로 에폭시계(epoxy) 화합물, 아크릴레이트계(acrylate) 화합물 또는 아크릴계 러버(acryl rubber)와 같은 열경화성 수지를 사용한다. 이때, 상기 접착층(242)은 약 5-100 μ m의 두께로 도포되며, 약 80-170도의 온도에서 경화된다. 상기 접착층(242)은 제1기관(201) 및 제2기관(250)을 합착할 뿐만 아니라 상기 유기전계발광 표시소자 내부로 수분이 침투하는 것을 방지하기 위한 봉지제의 역할도 한다. 따라서, 본 발명의 상세한 설명에서 도면부호 242의 용어를 접착제라고 표현하고 있지만, 이는 편의를 위한 것이며, 이 접착층을 봉지제라고 표현할 수도 있을 것이다.
- [0104] 상기 제2기관(250)은 유리나 플라스틱을 사용할 수 있다. 또한, 상기 제(250)으로는 PS(Polystyrene)필름, PE(Polyethylene)필름, PEN(Polyethylene Naphthalate)필름 또는 PI(Polyimide)필름 등과 같은 보호필름으로 이루어질 수도 있다. 상기 제2기관(250)은 상기 제1기관(201)에 형성된 구성물을 보호할 수 있다면 어떠한 물질도 가능할 것이다.
- [0105] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 유기전계발광 표시소자에서는 2층의 스택을 구비함과 동시에 반투명층을 구비함으로써, 미세공동현상에 의해 청색광, 황색광 및 녹색광의 효율을 향상시킬 수 있게 된다. 그 결과, 유기전계발광소자로부터 출력되는 백색광의 휘도가 향상되므로, 상기 유기전계발광소자를 구비한 유기전계발광 표시소자의 휘도를 대폭 향상시킬 수 있게 된다.
- [0106] 또한, 백색광 휘도를 향상시키기 위해 3층의 스택을 사용하는 종래에 비해, 2층의 스택만을 사용하므로 제조비용을 절감할 수 있을 뿐만 아니라 소비전력을 절감할 수 있게 된다.
- [0107] 도 7은 본 발명의 제2실시예에 따른 유기전계발광소자의 구조를 나타내는 도면이다.
- [0108] 도 7에 도시된 바와 같이, 이 실시예의 유기전계발광소자에서는 양극(302)과 음극(304)을 포함한다. 상기 양극(302)과 음극(304) 사이에는 제1스택(310) 및 제2스택(330)이 적층되고, 상기 제1스택(310)과 제2스택(330) 사이에는 전하생성층(320)이 배치된다. 상기 제1스택(310) 및 제2스택(330)은 제1실시예인 도 4와 동일한 구조로 구성될 수 있다. 즉, 상기 제1스택(310)은 정공이 주입되는 정공주입층(HIL), 상기 정공주입층(HIL) 위에 배치되어 주입된 정공을 수송하는 제1정공수송층(HTL1), 상기 제1정공수송층(HTL1) 위에 배치되어 황색광 및 녹색광을 발광하는 제1유기발광층(EML1), 상기 제1유기발광층(EML1) 위에 배치되어 전자를 수송하는 제1전자수송층(ETL1)으로 이루어진다.

- [0109] 또한, 제2스택(330)은 정공을 수송하는 제2정공수송층(HTL2), 상기 제2정공수송층(HTL2) 위에 배치되어 청색광을 발광하는 제2유기발광층(EML2), 상기 제2유기발광층(134) 위에 배치되어 상기 제2유기발광층(EML2)으로 전자를 수송하는 제2전자수송층(ETL2)으로 이루어진다.
- [0110] 상기 제1스택(310)은 황색 및 녹색을 발광하는 황색-녹색 유기발광층을 포함하며 제2스택(330)은 청색을 발광하는 청색 유기발광층을 포함한다. 이때, 상기 제1스택(310)의 황색-녹색 유기발광층에는 황색-녹색 인광물질이 도핑되어 황색광 및 녹색광을 발광하며, 제2스택(330)의 청색유기발광층에는 청색형광물질이 도핑되어 청색광을 발광한다.
- [0111] 제2스택(330)과 음극(304) 사이에는 반투명층(340)이 배치되며, 음극(304) 위에 반사판(306)이 배치된다. 상기 반투명층(340)은 반사율이 좋은 금속으로 이루어져, 입사되는 광의 일부(약 10-70%)가 투과되고 나머지 광은 반사한다.
- [0112] 제2스택(330)에서 출력된 청색광은 양극(302)측으로 출력되어 외부로 발광됨과 동시에 반사판(306) 측으로도 출력되어 상기 반사판(306)에 의해 양극(302)측으로 반사되어 외부로 출력된다. 이때, 반사판(306)에서 반사된 광이 상기 반사판(306)과 상기 반투명층(340) 사이에서 반사를 반복하여 미세공동현상에 의해 공명된다. 따라서, 반사판(306)에서 반사된 광은 간섭에 의해 증폭되어 외부로 출력된다.
- [0113] 이때, 청색광은 반사막과 반투명막 사이의 간격이 약 1400-1500Å의 간격일 때 미세공동현상이 발생하므로, 상기 반사판(306)과 반투명층(240) 사이의 간격을 1400-1500Å으로 설정함으로써 청색광을 효율을 향상시킬 수 있게 된다. 다시 말해서, 이 실시예에서는 음극(304)의 두께를 1400-1500Å로 형성함으로써 미세공동현상에 의한 청색광의 광을 증폭시킬 수 있게 된다.
- [0114] 한편, 반사판(306)과 반투명층(240)의 간격을 황색광 또는 녹색광이 미세공동현상이 발생하는 간격으로 배치하여 제1스택(310)에서 출력된 황색광 또는 녹색광을 공명시킬 수도 있다. 그러나, 이 경우 반사판(306)과 반투명층(240) 사이에서 청색광의 공명이 불가능하게 된다. 일반적으로 유기전계발광소자에서 황색광이나 녹색광에 비해 청색광이 효율이 낮으므로, 유기전계발광소자에서 출력되는 백색광의 휘도를 향상시키기 위해서는 황색광이나 녹색광의 효율을 향상시키는 것에 비해 청색광의 효율을 향상시키는 것이 더욱 능률적이다. 따라서, 본 발명에서는 반사판(306)과 반투명층(240)의 간격을 청색광이 공명되는 1400-1500Å로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0115] 대신에, 이 실시예에서는 유기전계발광소자가 표시소자에 구비될 때 양극(303)의 외부에 배치되는 컬러필터층과 같은 외부구조물과 반투명층(240) 사이의 간격을 황색광이나 녹색광이 미세공동현상이 발생할 수 있는 거리로 설정하여 제1스택(310)에서 발광되는 황색광 또는 녹색광을 미세공동현상에 의해 공명시킴으로써 황색광 또는 녹색광의 효율을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0116] 상술한 바와 같이, 이 실시예에서도 미세공동현상을 발생시키는 반투명층을 음극(304)과 제2스택(330) 사이에 배치함으로써, 청색광과 황색광 또는 녹색광의 효율을 향상시킴으로써 유기전계발광소자의 백색광을 휘도를 향상시킬 수 있게 된다. 따라서, 이러한 구조의 유기전계발광소자를 도 6에 도시된 구조의 유기전계발광 표시소자에 적용했을 때 표시소자의 화질을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0117] 상술한 상세한 설명에서는 본 발명의 구성을 특정 구성으로 설명하고 있지만, 본 발명이 이러한 특정 구조에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 상술한 설명에서는 제1스택의 유기발광층에 황색-녹색인광물질이 도핑되고 제2스택의 유기발광층에 청색형광물질이 도핑된다고 기재되어 있지만, 제1스택의 유기발광층에 황색-녹색형광물질이 도핑될 수도 있고 제2스택의 유기발광층에 청색인광물질이 도핑될 수도 있다.
- [0118] 또한, 상술한 설명에서는 황색광 및 녹색광을 발광하는 제1스택이 청색광을 발광하는 제2스택의 하부, 즉 광이 출력되는 측에 배치되지만, 본 발명의 제1스택 및 제2스택의 배치가 이러한 순서에 한정되는 것이 아니고 제2스택이 하부에 배치되고 제1스택이 상부에 배치될 수 있을 것이다.
- [0119] 본 발명의 가장 중요한 특징은 반투명막인 반투명층을 구비하여 반사판 또는 외부구조물과 미세공동현상을 발생시켜 청색광 또는 황색광/녹색광을 효율을 향상시키는 것이므로, 본 발명이 상기 반투명층을 포함하여 미세공동현상을 발생시키는 모든 구조의 유기전계발광소자 및 이를 구비한 유기전계발광 표시소자에 적용될 수 있을 것이다.

부호의 설명

- [0120] 202W, 202R, 202G, 202B: 화소전극 204: 공통전극

206: 반사층 210, 230; 스택

217W, 217R, 217G, 217B: 컬러필터층 211W, 211R, 211G, 211B: 게이트전극

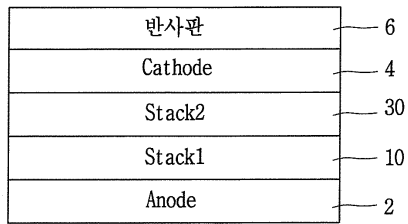
214W, 214R, 214G, 214B: 소스전극 215W, 215R, 215G, 215B: 드레인전극

224, 226: 절연층 228: 뱅크층

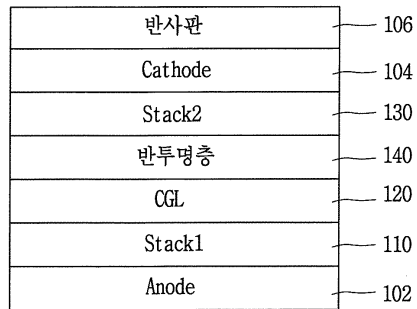
240: 반투명층

도면

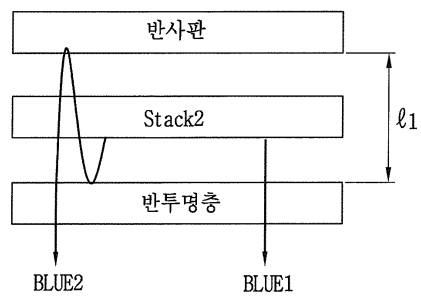
도면1



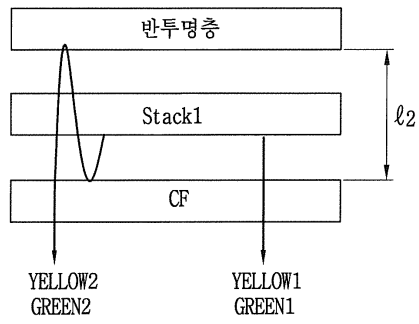
도면2



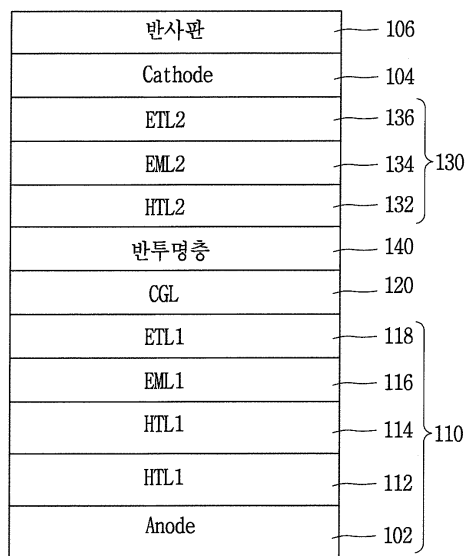
도면3a



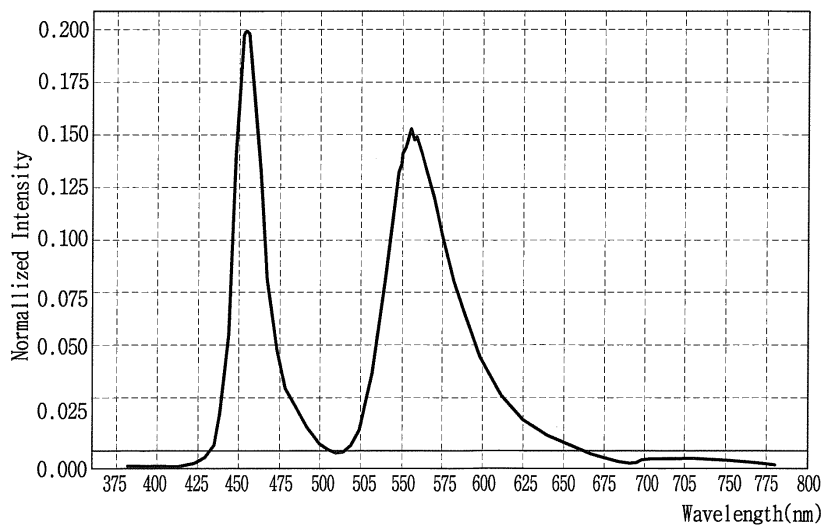
도면3b



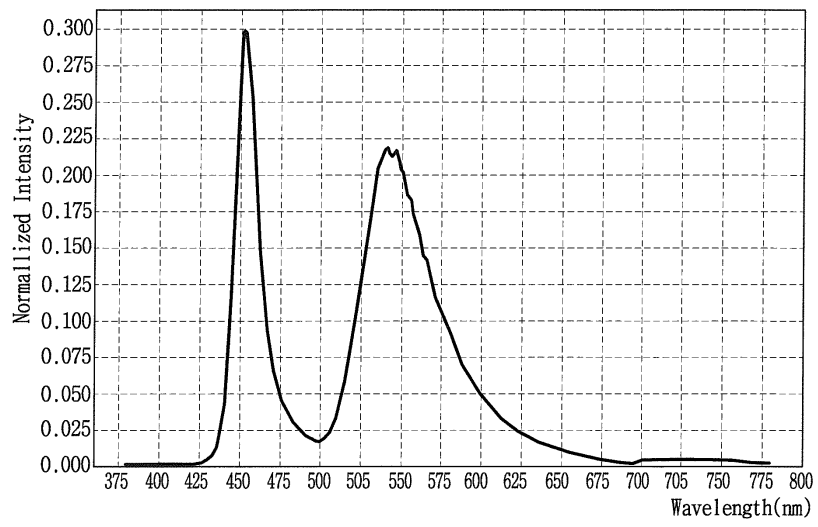
도면4



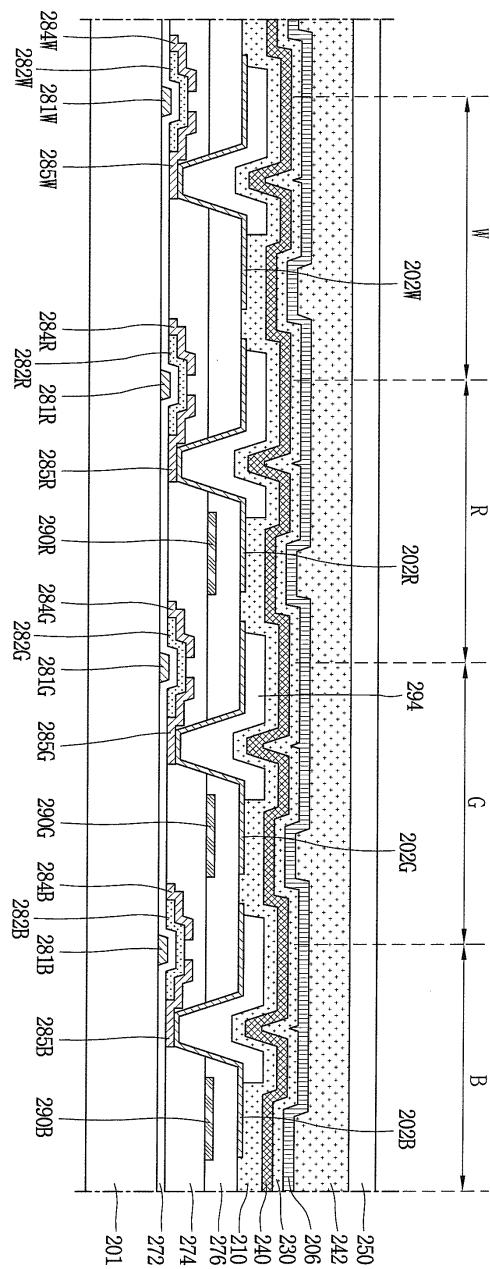
도면5a



도면5b



도면6



도면7

반사판	306
Cathode	304
반투명층	340
Stack2	330
CGL	320
Stack1	310
Anode	302

专利名称(译)	标题：有机电致发光器件和具有该器件的显示器件		
公开(公告)号	KR1020170127956A	公开(公告)日	2017-11-22
申请号	KR1020160058893	申请日	2016-05-13
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	조정식		
发明人	조정식		
IPC分类号	H01L51/52 H01L27/32 H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/5265 H01L51/5271 H01L51/504 H01L51/5278 H01L51/5281 H01L51/5215 H01L51/5212 H01L27/3262 H01L27/322 H01L2227/32		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的有机电致发光器件包括第一叠层，其布置在阳极和阴极之间并辐射黄光和绿光，第一叠层包括辐射蓝光的第二叠层，第二叠层包括第二叠层。叠加。在第二叠层的外侧，配备反射器，并且从第二叠层发射的发射的蓝光的一部分穿透半透明层并且输出到外部。在半透明层中反射的光在半透明层和反射器之间被加强和干涉，具有微腔现象，并且效率提高。从第一叠层发出的黄光或绿光在有机电致发光器件的外部结构和具有微腔现象的半透明层之间被加强和干涉，并且效率增加。

반사판	106
Cathode	104
Stack2	130
반투명층	140
CGL	120
Stack1	110
Anode	102