(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월12일
(11) 등록번호 10-1502206
(24) 등록일자 2015년03월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) *H05B 33/04* (2006.01)
H05B 33/10 (2006.01) *H05B 33/22* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0131598
(22) 출원일자 2012년11월20일
심사청구일자 2012년11월20일
(65) 공개번호 10-2014-0064349
(43) 공개일자 2014년05월28일
(56) 선행기술조사문헌
JP2011521423 A*
KR1020110080050 A*
KR1020120118306 A*
KR1020110135045 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)
(72) 발명자
송승용
경기 수원시 영통구 태장로82번길 32, 102동 306호 (망포동, 동수원엘지빌리지1차)
(74) 대리인
홍원진

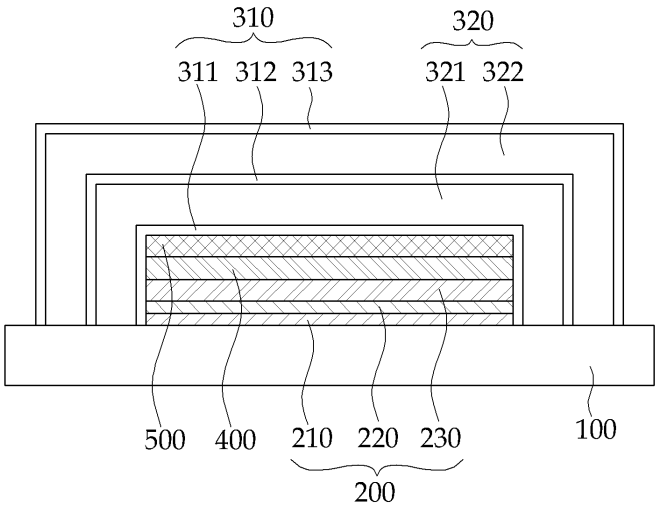
전체 청구항 수 : 총 16 항 심사관 : 이옥우

(54) 발명의 명칭 **발광효율이 향상된 유기발광 표시장치**

(57) 요 약

본 발명의 일례에 따른 유기발광 표시장치에서는 기판상에 배치된 표시부와 상기 표시부를 보호하기 위한 봉지층 사이에 광추출 감소 방지층이 배치되어, 상기 표시부의 발광층에서 발생된 빛이 상기 외부로 추출되는 과정에서 소멸되는 양을 감소시켜 발광효율을 향상시킬 수 있다.

대 표 도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

기판;

상기 기판상에 배치된 표시부;

상기 표시부상에 배치된 캐핑층;

상기 캐핑층상에 배치된 광추출 감소 방지층; 및

상기 광추출 감소 방지층 상에 배치된 봉지층

을 포함하며,

상기 광추출 감소 방지층은 캐핑층보다 굴절률이 작은 유기발광 표시장치.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 봉지층은 복수개의 무기막과 복수개의 유기막이 한층씩 교대로 적층된 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 무기막의 두께보다 상기 유기막의 두께가 더 두꺼운 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 봉지층의 굴절률은 1.5 내지 2.0의 범위인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 캐핑층의 두께는 20nm 내지 200nm 인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 캐핑층은 트리스-8-하이드록시퀴놀린 알루미늄(Alq3), ZnSe, 2,5-bis(6′-(2′,2″-bipyridyl))-1,1-dimethyl-3,4-diphenylsilole, 4′-bis[N-(1-napthyl)-N- phenyl-amion] biphenyl (α-NPD), N,N′-diphenyl-N,N′-bis(3-methylphenyl) -1,1′-biphenyl-4,4′-diamine (TPD), 1,1′-bis(di-4-tolylaminophenyl) cyclohexane (TAPC) 로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 유기발광 표시장치.

청구항 8

제 1항에 있어서, 상기 캐핑층은 굴절률이 1.6 내지 3.0 사이의 범위인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 9

제 1항에 있어서, 상기 광추출 감소 방지층은 굴절률이 1.1 이상 1.5 미만인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 10

제 1항에 있어서, 상기 광추출 감소 방지층은 CaF_2, NaF, Na_3AlF_6, SiOx, AlF_3, LiF, MgF_2, 및 lF_3로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 11

제 1항에 있어서, 상기 광추출 감소 방지층의 두께는 20㎚ 내지 200㎚ 인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 12

제 1항에 있어서, 상기 표시부는,

상기 기판상에 형성된 제 1 전극;

상기 제 1 전극 상에 형성된 발광층; 및

상기 발광층 상에 형성된 제 2 전극;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 13

기판 상에 표시부를 형성하는 단계;

상기 표시부상에 캐핑층을 형성하는 단계;

상기 캐핑층상에 광추출 감소 방지층을 형성하는 단계; 및

상기 광추출 감소 방지층 상에 봉지층을 형성하는 단계

를 포함하며,

상기 광추출 감소 방지층은 캐핑층보다 굴절률이 작은 유기발광 표시장치의 제조방법.

청구항 14

삭제

청구항 15

제 13항에 있어서, 상기 봉지층을 형성하는 단계에서는, 무기층을 적층하는 단계 및 유기층을 적층하는 단계를 적어도 1회 이상 교대로 실시하는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치의 제조방법.

청구항 16

제 13항에 있어서, 상기 캐핑층은 굴절률이 1.6 내지 3.0 사이의 범위인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치의 제조방법.

청구항 17

제 13항에 있어서, 상기 광추출 감소 방지층은 굴절률이 1.1 이상 1.5 미만인 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치의 제조방법.

청구항 18

기판;

상기 기판상에 배치된 제 1 전극;

상기 제 1 전극 상에 배치된 발광층;

상기 발광층 상에 배치된 제 2 전극;

상기 제 2 전극 상에 배치된 캐핑층;

상기 캐핑층 상에 배치된 광추출 감소 방지층; 및

상기 광추출 감소 방지층 상에 배치된 봉지층;을 포함하며,

상기 광추출 감소 방지층의 굴절률은 상기 캐핑층의 굴절률 및 상기 봉지층의 굴절률 보다 낮은 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유기발광 표시장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 발광층에서 발생된 빛이 외부로 방출되는 과정에서 소멸되는 양을 감소시켜 발광효율을 향상시킨 유기발광 표시장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 유기발광 표시장치(organic light emitting display device)는, 빛을 방출하는 유기발광소자(organic light emitting diode)를 가지고 화상을 표시하는 자발광형 표시 장치이다. 이러한 유기발광 표시장치는 낮은 소비전력, 높은 휘도 및 높은 반응속도 등의 특성을 나타내므로 현재 표시 장치로서 주목받고 있다.

[0003] 일반적으로 유기발광 표시장치는 빛을 발생시키는 부분을 표시부라고 하는데, 상기 표시부는 정공주입 전극과, 발광층, 및 전자주입 전극을 갖는다. 이러한 유기발광 표시장치에서는, 상기 정공주입 전극으로부터 공급받은 정공과 전자주입 전극으로부터 공급받은 전자가 발광층 내에서 결합하여 빛이 발생된다. 일반적으로 상기 정공주입 전극은 양극이 되고, 상기 전자주입 전극은 음극이 된다.

[0004] 그런데 상기 표시부는 산소나 수분과 같은 외부 기체에 대하여 매우 취약하여, 상기 산소나 수분의 침투에 의해 표시부가 열화될 수 있다. 따라서, 외부로부터의 산소나 수분이 침투되는 것을 방지하기 위하여 상기 표시부를 밀봉하여 보호해주는 봉지 구조를 필요로 한다.

[0005] 이러한 봉지 구조의 일례로서, 무기막과 유기막이 교대로 적층된 봉지층이 채용되고 있다. 즉, 기판상에 형성된 표시부 위에 무기막과 유기막이 교대로 적층된 봉지층을 형성하여 표시부가 밀봉되도록 함으로써 표시부를 보호한다. 여기서 유기막은 주로 평판 표시 장치에 유연성을 부여하는 기능을 하며, 무기막이 산소나 수분의 침투를 막아주는 역할을 한다.

[0006] 그런데, 상기 발광층에서 발생한 빛이 외부로 방출되는 과정에서, 상기 발광층 상부에 배치된 봉지층과 같은 적층구조를 통과하는 과정에서 많은 양의 빛이 소멸된다. 이러한 빛의 소멸 때문에 유기발광 표시장치는 광추출 효율이 좋지 않다. 따라서, 유기발광 표시장치에서 광추출 효율을 높이기 위해서는 상기와 같은 빛의 소멸을 최소화하는 것이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명에서는 표시부와 봉지층 사이에서의 굴절률이 적절하게 조절하여 공진이 적절히 이루어지도록 함으로써 광추출 효율을 향상시킨 유기발광 표시장치를 제공하고자 한다.

[0008] 이에 본 발명에서는 표시부와 봉지층 사이에 광효율 감소 방지층이 구비된 유기발광 표시장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 이를 위하여 본 발명의 일례에서는, 기판; 상기 기판상에 배치된 표시부; 상기 표시부 상에 배치된 광추출 감소 방지층; 및 상기 광추출 감소 방지층 상에 배치된 봉지층;을 포함하는 유기발광 표시장치를 제공한다.

[0010] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 봉지층은 복수개의 무기막과 복수개의 유기막이 한층씩 교대로 적층된 구조를 가질 수 있다.

[0011] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 무기막의 두께보다 상기 유기막의 두께가 더 두꺼울 수 있다.

[0012] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 봉지층의 굴절률은 1.5 내지 2.0의 범위가 되도록 할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 표시부와 상기 광추출 감소 방지층 사이에는 캐핑층(capping layer)을 배치할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 캐핑층의 두께는 20nm 내지 200nm 의 범위가 되도록 할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 캐핑층은 트리스-8-하이드록시퀴놀린 알루미늄(Alq3), ZnSe, 2,5-bis(6'-(2',2"-bipyridyl))-1,1-dimethyl-3,4-diphenylsilole, 4'-bis[N-(1-napthyl)-N- phenyl-amion] biphenyl (α-NPD), N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl) -1,1'-biphenyl-4,4'-diamine (TPD), 1,1'-bis(di-4-tolylaminophenyl) cyclohexane (TAPC) 로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 캐핑층은 굴절률이 1.6 내지 3.0 사이의 범위가 되도록 할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 광추출 감소 방지층은 굴절률이 1.1 이상 1.5 미만이 되도록 할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 광추출 감소 방지층은 CaF_2, NaF, Na_3AlF_6, SiOx, AlF_3, LiF, MgF_2, 및 lF_3로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0019] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 광추출 감소 방지층의 두께는 20nm 내지 200nm의 범위가 되도록 할 수 있다.

[0020] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 표시부는, 상기 기판상에 형성된 제 1 전극;

[0021] 상기 제 1 전극 상에 형성된 발광층; 및 상기 발광층 상에 형성된 제 2 전극;을 포함할 수 있다.

[0022] 또한, 본 발명의 일례에서는, 기판 상에 표시부를 형성하는 단계; 상기 표시부 상에 광추출 감소 방지층을 형성하는 단계; 및 상기 광추출 감소 방지층 상에 배치된 봉지층을 형성하는 단계;를 포함하는 유기발광 표시장치의 제조방법을 제공한다.

[0023] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 표시부를 형성하는 단계 후 상기 광추출 감소 방지층을 형성하는 단계 전에 캐핑층(capping layer)을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 봉지층을 형성하는 단계에서는, 무기층을 적층하는 단계 및 유기층을 적층하는 단계를 적어도 1회 이상 교대로 실시할 수 있다.

[0025] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 캐핑층은 굴절률이 1.6 내지 3.0 사이의 범위가 되도록 할 수 있다.

[0026] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 광추출 감소 방지층은 굴절률이 1.1 이상 1.5 미만이 되도록 할 수 있다.

[0027] 본 발명의 일례에서는 또한, 기판; 상기 기판상에 배치된 제 1 전극; 상기 제 1 전극 상에 배치된 발광층; 상기 발광층 상에 배치된 제 2 전극; 상기 제 2 전극 상에 배치된 캐핑층; 상기 캐핑층 상에 배치된 광추출 감소 방지층; 및 상기 광추출 감소 방지층 상에 배치된 봉지층;을 포함하며, 상기 광추출 감소 방지층의 굴절률은 상기 캐핑층의 굴절률 및 상기 봉지층의 굴절률 보다 낮은 것이 특징인 유기발광 표시장치를 제공한다.

발명의 효과

[0028] 본 발명의 일례에 따른 유기발광 표시장치에서는 표시부와 봉지층 사이에 광추출 감소 방지층이 배치되어, 발광층에서 발생된 빛이 외부로 방출되는 과정에서 공진이 효율적으로 일어나게 함으로써 유기발광 표시장치의 발광효율을 향상시킬 수 있다. 특히 본 발명에서는, 상기 표시부상에 고굴절률의 캐핑층이 배치되는 경우, 상기 캐핑층과 봉지층 사이에 광추출 감소 방지층을 배치하여 캐핑층과 봉지층 사이에서 적절한 굴절률 차이가 발생되도록 하여 광추출 과정에서 공진이 효율적으로 이루어질 수 있도록 한다. 그 결과 광추출 효율을 향상시켜 발광효율을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 유기발광 표시장치의 일례에 대한 개략도이다.

도 2는 유기발광 표시장치의 적층구조의 일례를 보여주기 위한 개략도이다.

도 3은 본 발명의 일례에 따른 유기발광 표시장치의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 다른 일례에 따른 유기발광 표시장치의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 또 다른 일례에 따른 유기발광 표시장치의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일례에 따른 유기발광 표시장치의 구조를 보다 상세하게 설명하는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 구체적인 도면을 참조하여 본 발명의 예들을 보다 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명의 범위가 하기 설명하는 실시예나 도면들로 한정되는 것은 아니다. 이하에서 설명되는 내용과 도면에 도시된 실시예들로부터 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있다.

[0031] 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 실시예를 표현하기 위해 사용된 용어들로써, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0032] 참고로, 상기 도면에서는, 이해를 돕기 위하여 각 구성요소와 그 형상 등이 간략하게 그려지거나 또는 과장되어 그려지기도 하였다. 도면상에서 동일한 부호로 표시된 요소는 동일한 요소를 의미한다.

[0033] 또한, 어떤 층이나 구성요소가 다른 층이나 또는 구성요소의 '상'에 있다 라고 기재되는 경우에는, 상기 어떤 층이나 구성요소가 상기 다른 층이나 구성요소와 직접 접촉하여 배치된 경우뿐만 아니라, 그 사이에 제3의 층이 개재되어 배치된 경우까지 모두 포함하는 의미이다.

[0034] 도 1에서는 유기발광 표시장치의 구조의 일례를 보여준다. 상기 도 1에 개시된 유기발광 표시장치는 기판(100), 상기 기판(100)상에 배치된 표시부(200) 및 상기 표시부(200) 상에 배치된 봉지층(300)을 포함한다. 박형의 유기발광 표시장치 또는 플렉시블 유기발광 표시장치에서는 상기 봉지층(300)을 이용하여 표시부(200)를 보호한다.

[0035] 도 2에서는 상기 유기발광 표시장치의 구조를 보다 상세하게 표현하고 있다.

[0036] 상기 유기발광 표시장치에서 빛을 발생시키는 부분을 표시부(200)라고 하는데, 상기 표시부(200)는 제 1 전극(210), 발광층(220) 및 제 2 전극(230)을 포함한다.

[0037] 상기 제 1 전극(210)은 정공주입 전극이 되고 상기 제 2 전극(220)은 전자주입 전극이 될 수 있다. 상기 제 1 전극을 통하여 공급된 정공과 상기 제 2 전극을 통하여 공급된 전자가 발광층(220)에서 결합하여 빛을 발생한다.

[0038] 반대로 상기 제 1 전극(210)은 전자주입 전극이 되고 상기 제 2 전극(220)은 정공주입 전극이 될 수 있다. 상기 제 1 전극을 통하여 공급된 전자과 상기 제 2 전극을 통하여 공급된 정공이 발광층(220)에서 결합하여 빛을 발생할 수 있다.

[0039] 그런데 상기 표시부(200)는 산소나 수분과 같은 외부 기체에 대하여 매우 취약하다. 따라서, 외부로부터의 산소나 수분이 침투되는 것을 방지하기 위하여 상기 표시부(200)를 밀봉하는 봉지층(300)이 배치된다. 또한, 상기 봉지층(300) 형성 전 상기 표시부(200)를 보호하고, 아울러 상기 봉지층(300) 형성과정에서 상기 표시부가 손상되는 것을 방지하기 위하여, 상기 봉지층(300)을 배치하기 전에 상기 표시부상에는 캐핑층(400)을 배치하기도 한다.

[0040] 도 2에서는 이러한 봉지층(300)으로서 무기막(310)과 유기막(320)이 교대로 적층된 봉지층(300)을 개시하고 있다. 상기 교대로 적층된 무기막(310)과 유기막(320)이 봉지층(300)을 형성한다. 즉, 기판(100)상에 형성된 표시부(200) 위에 복수개의 무기막(311, 312, 313)과 복수개의 유기막(321, 322)을 교대로 적층하여 표시부(200)가 밀봉되도록 한다. 여기서 상기 유기막(320)은 주로 평판 표시 장치에 유연성을 부여하는 기능을 하며, 상기 무기막은 산소나 수분의 침투를 막아주는 역할을 할 수 있다.

[0041] 도 2에서는 각기 3개의 무기막(311, 312, 313)과 2개의 유기막(321, 322)이 서로 교차하여, 상기 기판(100)상에서 발광부(200)를 덮고 있다.

[0042] 상기 무기막(310)은, 예를 들어, 스퍼터링, CVD, IBAD(Ion Beam Assisted Deposition) 등을 통해 금속의 산화물 또는 질화물로 형성될 수 있다.

[0043] 또한 상기 유기막(320)은, 예를 들어, 액상 또는 기화된 모노머를 증착한 후 자외선을 조사하여 상기 증착물을 경화시킴으로써 형성될 수 있다. 상기 유기막(320)의 형성방법이 상기 방법으로 한정되는 것은 아니다.

[0044] 상기 봉지층(300)와 표시부(200) 사이에는 캐핑층(capping layer; 400)이 배치될 수 있다.

[0045] 상기 캐핑층(400)의 일례로서, 표시부(200)악영향을 줄 수 있는 자외선을 차단시킬 수 있는 자외선 차단막으로 이루어질 수도 있다. 예컨대, 상기 봉지층(300) 형성과정에서 유기막(320)을 형성하기 위하여 자외선 조사를 하

는 경우가 있다. 이 경우 상기 자외선에 의하여 상기 표시부(200)가 손상되는 것을 방지하기 위하여 상기 표시부(200) 상에 자외선 차단특성을 갖는 캐핑층(400)을 형성할 수 있다. 상기 캐핑층(400)은 단일층으로 구성되나 2개 이상의 복층으로 형성될 수도 있다. 상기 캐핑층(400)은 수분 또는 산소 차단 특성을 가질 수도 있다.

[0046] 도 3에서는 본 발명의 일례에 따른 유기발광 표시장치의 구조를 개시하고 있다.

[0047] 상기 도 3에 개시된 유기발광 표시장치는, 기판(100), 상기 기판(100)상에 배치된 표시부(200), 상기 표시부(200) 상에 배치된 광추출 감소 방지층(500) 및 상기 광추출 감소 방지층(500)상에 형성된 봉지층(300)을 포함한다. 또한, 상기 도 3에 개시된 유기발광 표시장치에는, 상기 표시부(200)와 상기 광추출 감소 방지층(500) 사이에 캐핑층(400)이 배치되어 있다.

[0048] 구체적으로, 기판(100)상에 표시부(200)가 형성되어 있는데, 상기 상기 표시부는, 상기 기판(100)상에 형성된 제 1 전극(210), 상기 제 1 전극(210) 상에 형성된 발광층(220) 및 상기 발광층(220) 상에 형성된 제 2 전극(230)을 포함한다.

[0049] 도면에 개시되지는 않았지만, 상기 제 1 전극(210)과 상기 발광층(220) 사이에는, 정공주입층 및 정공수송층 중 적어도 하나가 배치될 수도 있다. 마찬가지로 도면에 개시되지는 않았지만, 상기 발광층(220)과 상기 제 2 전극(230) 사이에는, 전자수송층 및 전자주입층 중 적어도 하나가 배치될 수 있다.

[0050] 상기 표시부(200)를 보호하기 위하여 봉지층(300)이 배치된다. 이러한 봉지층으로서 무기막(310)과 유기막(320)이 교대로 적층된 봉지층(300)이 있다.

[0051] 구체적으로, 상기 표시부(200)를 덮도록 먼저 제 1 무기막(311)이 도포되고, 그 위에 제 1 유기막(321)이 도포되며, 다시 그 위에 제 2 무기막(312)과 제 2 유기층(322)이 도포되며, 최상의 유기막 위에는 최종적으로 무기막(313)이 도포됨으로써 봉지층(300)을 형성할 수 있다.

[0052] 상기 도 3에서는 무기막과 유기막이 각각 3개와 2개 형성되어 있는 것을 개시하고 있지만, 상기 무기막과 유기막을 교차하여 도포하는 것은 2회 이상 반복하여 이루어 질 수 있다. 필요에 따라서는 상기 무기막과 유기막을 교차하여 도포하는 것은 30회 또는 그 이상 실시될 수도 있다. 상기 무기막과 유기막의 적층 횟수에 따라 봉지층의 두께도 달라질 것이다. 상기 봉지층의 두께는 필요에 따라 적절한 두께로 조정할 수 있다.

[0053] 도 3에 따른 봉지층(300)에서는, 상기 표시부(200)를 덮으면서 표시부(200)에 가장 가깝게 배치되는 첫 번째 층과 상기 표시부(200)로부터 가장 멀리 배치되면서 봉지층(300)의 최외곽에 배치되는 마지막 층을 모두 무기막으로 구성되어 있는 것을 예시하고 있다. 상기 표시부(200)에 가장 가깝게 배치되는 첫 번째 층과 상기 표시부(200)로부터 가장 멀리 배치되는 최외곽 층이 모두 무기막으로 구성되어야 하는 것은 아님은 물론이다.

[0054] 상기 무기막(310)은 스퍼터링, CVD, IBAD(Ion Beam Assisted Deposition) 등을 통해 금속의 산화물 또는 질화물로 형성될 수 있다. 상기 무기막은, 예를 들어, 칼슘옥사이드, 알루미나, 실리카, 티타니아, 인듐옥사이드, 틴옥사이드, 실리콘옥사이드, 실리콘나이트라이드, 알루미늄나이트라이드에서 선택된 물질을 사용하여 형성될 수 있으며, 그 재료가 반드시 상기의 예시로 한정되는 것은 아니다.

[0055] 상기 유기막(320)은 액상 또는 기화된 모노머를 증착한 다음 자외선을 조사하여 상기 증착물을 경화시키는 과정을 통하여 형성될 수 있다. 상기 유기막 재료로는, 예를 들어, 아크릴릭, 메타아크릴릭, 폴리에스테르, PET, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌에서 선택된 어느 하나 또는 이들은 혼합물일 있으며, 반드시 상기의 예시로 한정되는 것은 아니다.

[0056] 상기와 같이 형성된 무기막 및 유기막을 포함하는 봉지층(300)의 굴절률은 약 1.5 내지 2.0의 범위의 값을 가질 수 있다. 상기 동일한 재료를 이용하여 봉지층을 형성하더라도 봉지층 형성방법에 따라 굴절률의 값이 달라질 수 있다. 상기 재료를 이용하여 당업계에서 통상적으로 적용되는 방법을 이용하여 봉지층을 형성할 경우 상기 봉지층(300)의 굴절율을 약 1.5 내지 2.0의 범위가 될 것이다.

[0057] 도 3에 개시된 본 실시예에서 상기 봉지부(300)는, 무기막(310)과 유기막(320)의 두께를 달리하여 구성된다. 상기 무기막(310)과 유기막(320)에서 각각의 유기막의 두께는 무기막의 두께보다 두껍게 형성되는 것으로 설정된다. 일례로, 각각의 유기막의 두께는 각각의 무기막의 두께보다 2 내지 5배정도 두꺼울 수 있다. 또한, 도 3에서 보듯이, 상기 각각의 무기막과 유기막의 단부는 기판에 직접 접촉하는 형태를 가지도록 구성될 수 있다.

[0058] 여기서, 상기 각각의 무기막(311, 312, 313)의 두께는 10㎚ 내지 50㎚의 범위가 되도록 하고, 상기 각각의 유기막(321, 322)의 두께는 20 내지 200㎚의 범위가 되도록 할 수 있다. 본 발명의 다른 일례에서는, 무기막의 각

층 두께를 100nm로 하고, 유기막의 각 층(202)의 두께를 500nm가 되도록 하여 봉지층(300)을 형성할 수도 있다.

[0059] 또한, 상기 봉지층(300) 형성과정에서 상기 표시부(200)가 손상되는 것을 방지하기 위하여 상기 봉지층을 배치하기 전에 상기 표시부상(200)에는 캐핑층(400)을 배치하기도 한다.

[0060] 즉, 도 3에서 보는 바와 같이, 상기 봉지층(300)과 표시부(200) 사이에는 캐핑층(400)을 형성할 수 있다.

[0061] 상기 캐핑층(400)의 일례로서, 표시부(200)에 악영향을 줄 수 있는 자외선을 차단시킬 수 있도록 구성된 자외선 차단막으로 상기 캐핑층(400)을 형성할 수 있다. 즉, 상기 봉지층(300) 형성과정에서 유기막(320)을 형성하기 위하여 자외선 조사를 하는 경우가 있는데, 이때 상기 자외선에 의하여 상기 표시부(200)가 손상되는 것을 방지하기 위하여 상기 표시부(200) 상에 자외선 차단 특성을 갖는 캐핑층(400)을 형성할 수 있다. 상기 캐핑층(400)은 단일층으로 구성되거나 2개 이상의 복층으로도 형성될 수도 있다.

[0062] 이를 위하여, 상기 캐핑층(400)은 자외선 차단 특성을 갖는 투명 재료로 형성될 수 있다. 이러한 재료로서 자외선을 반사하거나 또는 흡수하는 재료가 있다. 상기 캐핑층(400)으로서 수분 또는 공기나 산소를 차단하는 재료를 사용할 수도 있음은 물론이다.

[0063] 상기 캐핑층(400)의 두께는 다음 식을 만족하도록 조정할 수 있다.

[0064] $n \cdot d = \lambda/4$

[0065] 여기서 n은 굴절률이고, d는 두께이며, λ는 발광파장대의 중심값이다. 여기서 발광파장의 가시광선의 발광파장이며, 특정한 색을 발광하는 용도로 적용되는 경우 그 용도에 따라 파장 λ가 달라질 수 있다.

[0066] 한편, 자외선 차단 특성을 고려할 경우, 상기 캐핑층(400)의 두께는 20 내지 200nm의 범위가 되도록 할 수 있다. 상기 캐핑층(400)의 두께가 20nm 미만이면 자외선 차단이 취약해져 표시부(200)가 자외선에 의해 손상을 입을 염려가 있고, 두께가 200nm를 초과하면 유기 발광 표시 장치의 광취출율이나 색순도 특성을 저하시키는 요인으로 작용하게 된다.

[0067] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 캐핑층은 트리스-8-하이드록시퀴놀린 알루미늄(Alq3), ZnSe, 2,5-bis(6'-(2',2"-bipyridyl))-1,1-dimethyl-3,4-diphenylsilole, 4'-bis[N-(1-napthyl)-N-phenyl-amion] biphenyl (α-NPD), N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine (TPD), 1,1'-bis(di-4-tolylaminophenyl) cyclohexane (TAPC) 로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0068] 상기와 같은 재료를 사용하여 캐핑층을 형성하는 경우 캐핑층의 굴절률이 1.6 이상의 범위를 가질 수 있다.

[0069] 상기 캐핑층의 굴절률이 높아질수록 캐핑층을 얇게 형성할 수 있다. 즉, 상기 식, $n \cdot d = \lambda/4$ 의 관계에서, 굴절률 n이 커질수록 두께 d를 작게 할 수 있기 때문에, 상기 n이 커질수록 장치의 박형화에 유리하다. 그러나, 재료의 특성상 상기 캐핑층(400)의 굴절률을 무한정으로 높이는 것이 용이하지 않다. 따라서, 상기 표시부(200)의 굴절률 및 봉지층(400)의 굴절률을 고려할 때, 상기 캐핑층의 굴절률은 1.6 내지 3.0 사이의 범위가 되도록 할 수 있다.

[0070] 봉지층(300)를 비롯한 유기 발광 표시 장치의 다른 구성 요소의 두께 및 유기 발광 표시 장치의 효율 특성을 고려하고, 상기 캐핑층 재료의 굴절률을 고려할 때, 상기 $n \cdot d = \lambda/4$의 조건을 만족하는 범위에서, 상기 캐핑층(400)은 두께가 50 내지 150nm가 되도록 할 수도 있다.

[0071] 상기와 같은 유기발광 표시장치는 다층의 적층구조로 이루어져 있기 때문에, 발광층에서 발생한 빛이 외부로 방출되기 위해서는 상기 발광층 상부에 배치된 적층구조를 통과해야 한다. 그런데 상기 발광층에서 발생된 빛이 상기 발광층 상부에 배치된 적층구조를 통과하는 과정에서 많은 양의 빛이 소멸될 수 있다. 이러한 빛의 소멸 때문에 유기발광 표시장치는 광추출 효율이 좋지 않다.

[0072] 상기 다층구조에서 빛이 소멸되는 원인 중 중요한 원인이 전반사이다. 상기와 같은 전반사에 의한 빛의 소멸을 방지하기 위하여, 빛이 외부로 방출되는 과정에서 다층으로 적층된 적층 구조의 계면에서 적절한 정도의 반사가 이루어지도록 하여 계면에서의 전반사를 막는 방법을 적용할 수 있다. 이와 같이 상기 발광층에서 발생한 빛이 외부로 방출되는 과정에서, 각 층간의 계면에서 반사가 이루어지도록 하여 광추출 효율을 높이는 구조를 공진구조라고 한다. 본 실시예에서는 이와 같이 상기 발광층에서 발생한 빛이 외부로 방출되는 과정에서 소멸되는 양을 줄이기 위하여 공진구조를 채용하고 있다.

[0073] 이러한 공진구조에서의 빛의 추출을 향상시키기 위해서는 적절한 정도의 반사가 이루어져야 한다. 그런데, 상기

와 같이 표시부(200)와 봉지층(300) 사이에서의 굴절률이 크지 않은 경우 계면에서의 반사가 원활하지 않아 공진이 제대로 이루어지지 않는 경우가 발생한다.

[0074] 또한, 상기 표시부(300) 상에 캐핑층(400)이 배치되어 있는 경우, 상기 캐핑층(400)과 봉지층(300) 사이의 굴절률의 차이가 크지 않은 경우 계면에서의 반사가 원활하지 않아 공진이 제대로 이루어지지 않는 경우가 발생한다. 한편, 장치의 박막화를 위해서는 고굴절률 재료로 형성하는 것이 유리한데, 봉지층의 경우에도 1차적인 수분침투 등을 방지하기 위하여 캐핑층에 인접하는 봉지층의 첫번째 막은 고굴절률의 무기막으로 형성되는 경우가 있다. 이 경우 상기 무기막의 굴절률도 높기 때문에, 캐핑층과 무기막 사이의 굴절률 차이가 크지 않아 공진이 원활하지 않게 되는 경우가 발생한다.

[0075] 이에 본 발명의 일례에서는 표시부(200)와 봉지층(300) 사이에 저굴절률의 광추출 감소 방지층(500)을 배치하여 광추출 효율을 향상시킨다. 구체적으로, 상기 광추출 감소 방지층(500)을 상기 표시부(200)와 상기 봉지층(500) 사이에 배치함으로써, 상기 표시부(200)와 상기 봉지층(500) 사이에 저굴절률층이 존재하게 되어 층간의 굴절률 차이가 생기도록 한다.

[0076] 또한 상기 표시부(300) 상에 캐핑층(400)이 배치되어 있는 경우, 상기 캐핑층(400)과 봉지층(300) 사이에 저굴절률의 광추출 감소 방지층(500)을 배치하여 층간 굴절률 차이가 생겨 광추출 효율을 향상시킨다.

[0077] 도 3에서는 상기 표시부(300) 상에 캐핑층(400)이 배치되고, 상기 캐핑층(400)상에는 광추출 감소 방지층(500)이 배치되며, 상기 광추출 감소 방지층(500)상에 봉지층(300)이 배치된 구조를 보여준다. 상기 봉지층(300)에서 상기 캐핑층(400)과 접하는 부분은 무기막(311)으로 형성되어 있다.

[0078] 상기 광추출 감소 방지층(500)은 광투과성 재료로 형성되는 것이 좋은데, 그 굴절률은 상기 캐핑층(400) 및 봉지층(300)의 굴절률과 가능한 차이가 큰 것이 유리하다. 일반적으로 투명한 고체 재료의 굴절률은 1.1 이상이며, 상기 캐핑층(400) 및 봉지층(300)의 굴절률은 1.5 이상임을 고려할 때, 상기 광추출 감소 방지층(500)의 굴절률을 1.1 이상 1.5 미만으로 조정할 수 있다.

[0079] 한편, 저굴절률 투명 고체재료 선택의 용이성 및 상기 캐핑층(400) 및 봉지층(300)의 굴절률 굴절률 차이를 고려할 때, 상기 광추출 감소 방지층은 굴절률(500)을 1.2 내지 1.4 사이의 범위로 조정할 수도 있다.

[0080] 상기 캐핑층(400) 및 봉지층(300)의 굴절률과의 굴절률 차이 및 재료의 투명성 등을 고려할 때, 상기 광추출 감소 방지층(500)은 CaF_2, NaF, Na_3AlF_6, SiOx, AlF_3, LiF, MgF_2, 및 lF_3로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0081] 한편 공진구조를 형성하기 위해서는 상기 광추출 감소 방지층(500) 역시 상기 식, $n \cdot d = \lambda/4$ 의 조건을 만족시킬 수 있는 것이 좋다. 이러한 사항들을 고려할 때, 상기 광추출 감소 방지층(500)의 두께는 20nm 내지 200nm의 범위가 되도록 할 수 있다.

[0082] 도 4는 본 발명의 다른 일례에 따른 유기발광 표시장치의 구조를 보여준다. 도 4에 개시된 유기발광 표시장치에서는, 표시부(200) 형성 후 무기물층(410)이 형성되고, 상기 무기물층(410)상에 광추출 감소 방지층(500)이 배치되고, 그 위에 봉지층(300)이 배치된 예를 보여준다. 여기서 상기 무기물층(410)은 도 3의 캐핑층(400)에 대응될 수 있다. 상기 무기물층(410)은 봉지층(300)의 무기막(310) 형성재료에 의하여, 무기막(310) 형성방법과 동일한 방법으로 형성될 수도 있다. 즉, 상기 무기물층(410)은 봉지층(300)의 무기막(310)에 대응될 수도 있다.

[0083] 도 5는 본 발명의 또 다른 일례에 따른 유기발광 표시장치의 구조를 보여준다. 여기서도 도 3에서와 같이 표시부(300)상에 캐핑층(400) 및 광추출 감소 방지층(500)이 형성된 후 봉지층(300)이 형성되는데, 상기 봉지층(300)을 형성할 때 유기막(320)이 먼저 형성된 구조를 보여준다.

[0084] 본 발명의 일례에서는 또한 유기발광 표시장치의 제조방법을 제공한다.

[0085] 상기 유기발광 표시장치의 제조방법은 기판 상에 표시부를 형성하는 단계, 상기 표시부 상에 광추출 감소 방지층을 형성하는 단계 및 상기 광추출 감소 방지층 상에 배치된 봉지층을 형성하는 단계를 포함한다.

[0086] 여기서, 상기 표시부를 형성하는 단계 후 상기 광추출 감소 방지층을 형성하는 단계 전에 캐핑층(capping layer)을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0087] 상기 봉지층을 형성하는 단계에서는 무기층을 적층하는 단계 및 유기층을 적층하는 단계를 적어도 1회 이상 교대로 실시할 수 있다.

[0088] 이하, 도 6을 참조하여 본 발명의 일례에 따른 유기발광 표시장치의 구조 및 그 제조방법을 보다 상세하게 설명한다.

[0089] 도 6에 개시된 유기발광 표시장치에 있어서, 기판(100)으로는 유기발광 표시장치에서 통상적으로 사용되는 유리 또는 고분자 플라스틱을 사용할 수 있다. 상기 기판(100)은 투명할 수도 있고 투명하지 않을 수도 있다. 상기 기판(100)은 당업자의 필요에 따라 적절한 것을 선택하여 사용할 수 있다.

[0090] 상기 기판(100)상에는 제 1 전극(210)이 배치된다.

[0091] 도 6에 개시된 바와 같이, 상기 기판(100)상에 제 1 전극(210)을 형성하기 전에 복수개의 박막 트랜지스터(120)들을 형성할 수 있다. 상기 박막 트랜지스터(120)는 상기 기판(100)상에 형성된 게이트 전극(121), 드레인 전극(122), 소스전극(123), 반도체층(124)을 포함한다. 상기 박막 트랜지스터(120)에는 게이트 절연막(113) 및 층간 절연막(115)도 구비되어 있다. 상기 박막 트랜지스터(120)의 구조는 도 6에 도시된 형태에 한정되지 않으며, 다른 형태로 구성될 수도 있다. 상기 박막 트랜지스터(120)와 제 1 기판(100) 사이에는 필요에 따라 실리콘 옥사이드 또는 실리콘 나이트라이드 등으로 형성된 버퍼층(111)이 더 구비될 수도 있다.

[0092] 상기 박막 트랜지스터(120)들 상부에는 제 1 전극(210), 발광층(220) 및 제 2 전극(230)이 순차적으로 형성된다. 상기 제 1 전극(210), 발광층(220) 및 제 2 전극(230)이 표시부(200)를 형성한다. 여기서, 상기 제 1 전극(210)은 상기 박막 트랜지스터(120)에 전기적으로 연결된 화소전극으로서 양극이 되며, 제 2 전극(230)은 음극이 된다.

[0093] 상기 제 1 전극(210)은 하부의 박막 트랜지스터(120)와 전기적으로 연결되는데, 이때 상기 박막 트랜지스터(120)를 덮는 평탄화막(117)이 구비될 경우, 제 1 전극(200)은 상기 평탄화막(117) 상에 배치되며, 상기 제 1 전극(210)은 상기 평탄화막(117)에 구비된 컨택홀을 통해 박막 트랜지스터(120)에 전기적으로 연결된다.

[0094] 상기 제 1 전극(210)은 투명전극 또는 반사전극으로 구비될 수 있다. 투명전극으로 구성될 때에는 ITO, IZO, ZnO 또는 In_2O_3로 형성될 수 있고, 반사전극으로 구성될 때에는 Ag, Mg, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr 또는 이들의 화합물 등으로 형성된 반사막과, 그 위에 ITO, IZO, ZnO 또는 In_2O_3로 형성된 막을 구비할 수 있다. 상기 제 1 전극(210)이 양극일 경우, 상기 제 1 전극(210)재료로서 ITO가 널리 사용된다.

[0095] 상기 도 6에서는 제 1 전극(210)이 양극의 기능을 하고, 제 2 전극(230)은 음극의 기능을 하는 것을 예시하였지만, 상기 제 1 전극(210)과 상기 제 2 전극(230)의 극성은 반대로 될 수도 있다.

[0096] 상기 제 1 전극(210)들 사이에는 화소정의막(PDL: pixel defining layer, 240)이 구비된다. 상기 화소정의막(240)은 절연성을 갖는 재료로 형성되는데, 상기 제 1 전극(210)을 화소단위로 구분한다. 구체적으로, 상기 제 1 전극(210)의 모서리(edge)부에 상기 화소정의막(240)이 배치되어 상기 제 1 전극을 화소단위로 구분하여 화소영역을 정의한다.

[0097] 상기 제 1 전극(210)과 제 2 전극(230) 사이에는 발광층(220)이 구비된다. 즉, 상기 화소정의막(240)에 의하여 구분된 제 1 전극(210)상의 개구부에 발광층(220)을 배치된다. 상기 발광층(220)은 레드발광층(221), 그린발광층(222) 및 블루 발광층(223)을 포함한다.

[0098] 상기 발광층(220)은 다양한 방법으로 형성될 수 있는데, 예를 들면, 증착 또는 전사용 도너필름을 이용하는 전사법에 의하여 형성될 수 있다.

[0099] 상기 제 1 전극(210)과 제 2 전극(230) 사이에는 상기 발광층(220) 외에, 정공주입층, 정공수송층, 전자수송층 및 전자주입층 중 적어도 하나 이상이 더 구비될 수 있다. 상기 발광층(220), 정공주입층, 정공수송층, 전자수송층 및 전자주입층을 유기층이라고도 한다. 상기 유기층은 저분자 유기물 또는 고분자 유기물로 형성될 수 있다.

[0100] 저분자 유기물은, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층, 전자 주입층에 모두 적용될 수 있다. 상기 저분자 유기물은 단일 혹은 복합의 구조로 적층될 수 있는데, 적용 가능한 유기 재료로는 구리 프탈로시아닌(CuPc: copper phthalocyanine), N,N-디(나프탈렌-1-일)-N,N'-디페닐-벤지딘(N,N'-Di (naphthalene-1-yl)-N,N'-diphenyl-benzidine: NPB), 트리스-8-하이드록시퀴놀린 알루미늄(tris-8-hydroxyquinoline aluminum)(Alq3) 등이 있다. 이들 마스크를 이용하여 진공증착 등을 실시함으로써, 저분자 유기물을 이용하여 발광층(220), 정공주입층, 정공수송층, 전자수송층 또는 전자주입층 등을 형성할 수 있다.

[0101] 고분자 유기물은 홀 수송층(HTL) 및 발광층(EML)에 적용될 수 있다. 이 때, 상기 홀 수송층으로 PEDOT를 사용하

고, 발광층으로 PPV(Poly-Phenylenevinylene)계 및 폴리플루오렌 (Polyfluorene)계 고분자 유기물질을 사용할 수 있다.

[0102] 상기 발광층(220)과 화소정의막(240)상에는 제 2 전극(230)이 배치된다. 상기 제 2 전극(230)은 당업계에서 일반적으로 사용하는 재료에 의하여 형성될 수 있다. 제 2 전극(230)도 투명전극 또는 반사전극으로 구비될 수 있다. 상기 제 2 전극(230)이 투명전극으로 구비될 때는 Li, Ca, LiF/Ca, LiF/Al, Al, Mg 또는 이들의 화합물로 된 막과, 그 위에 ITO, IZO, ZnO 또는 In_2O_3 등의 투명전극 형성용 물질로 형성된 막을 구비할 수 있다. 상기 제 2 전극(230)이 반사전극으로 구비될 때에는 Li, Ca, LiF/Ca, LiF/Al, Al, Mg 또는 이들의 화합물을 증착함으로써 구비될 수 있다. 상기 도 6에 개시된 일례에서는 전면발광형 유기발광 표시장치를 설명하고 있는 바, 상기 제 2 전극(230)은 투명전극으로 제조된다. 예컨대, LiF/Al을 사용하여 상기 제 2 전극(230)을 형성할 수 있다.

[0103] 상기 제 2 전극(230) 상에는 캐핑층(400)이 형성된다. 상기 캐핑층은 자외선 차단 특성을 갖는 투명한 재료로 형성되어, 상기 제 1 전극(210), 발광층(220) 및 제 2 전극(230)를 포함하는 표시부(200)를 보호한다.

[0104] 상기 캐핑층(400) 상에는 광추출 감소 방지층(500)이 형성된다. 상기 광추출 감소 방지층(500)은 저굴절률 재료로 형성되어, 발광층(220)에 발생된 빛이 외부로 방출되는 과정에서 소멸되는 것을 억제하여 발광효율을 향상시킨다.

[0105] 상기 광추출 감소 방지층(500)상에는 봉지층(300)이 형성된다.

[0106] 상기 캐핑층(400), 광추출 감소 방지층(500) 및 봉지층(300)에 대해서는 상기에서 이미 상세히 설명하였는 바, 그에 대한 상세한 설명을 생략한다.

[0107] 이와 같이, 본 발명에서는 또한, 기판, 상기 기판상에 배치된 제 1 전극, 상기 제 1 전극 상에 배치된 발광층, 상기 발광층 상에 배치된 제 2 전극, 상기 제 2 전극 상에 배치된 캐핑층, 상기 캐핑층 상에 배치된 광추출 감소 방지층 및 상기 광추출 감소 방지층 상에 배치된 봉지층을 포함하며, 상기 광추출 감소 방지층의 굴절률은 상기 캐핑층의 굴절률 및 상기 봉지층의 굴절률 보다 낮은 것이 특징인 유기발광 표시장치를 제공한다.

[0108] 상기 본 발명의 일례들에 대한 설명은 본 발명의 이해를 돕기 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위를 한정하는 것으로 해석되지 않는다.

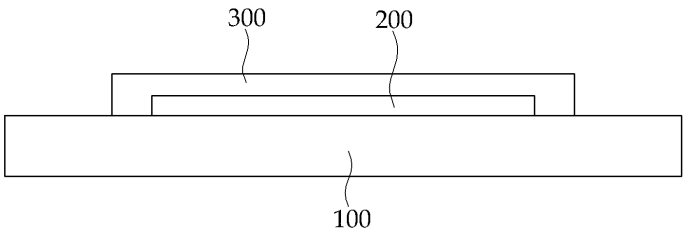
부호의 설명

[0109]

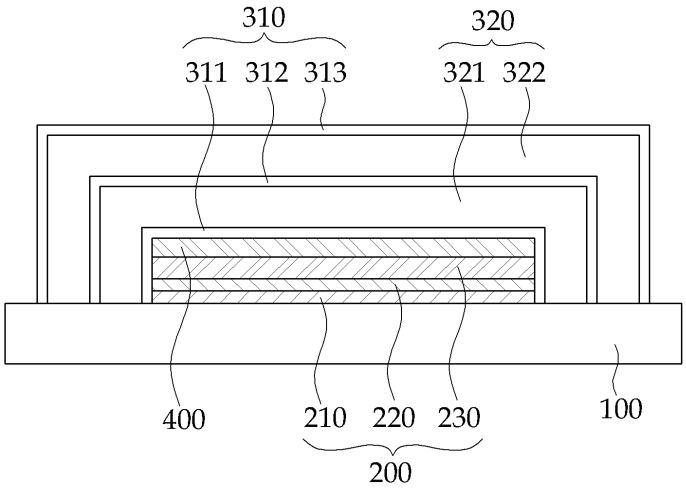
100: 기판	200: 표시부
210: 제 1 전극	220: 발광층
230: 제 2 전극	300: 봉지층
310: 무기막	320: 유기막
400: 캐핑층	500: 광추출 감소 방지층

도면

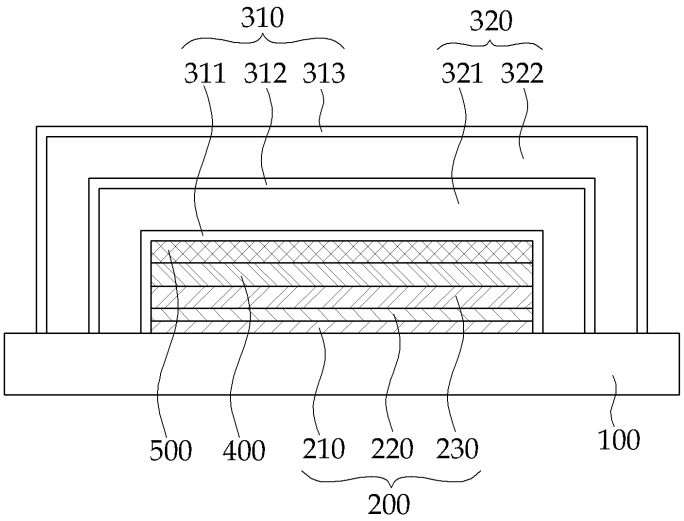
도면1



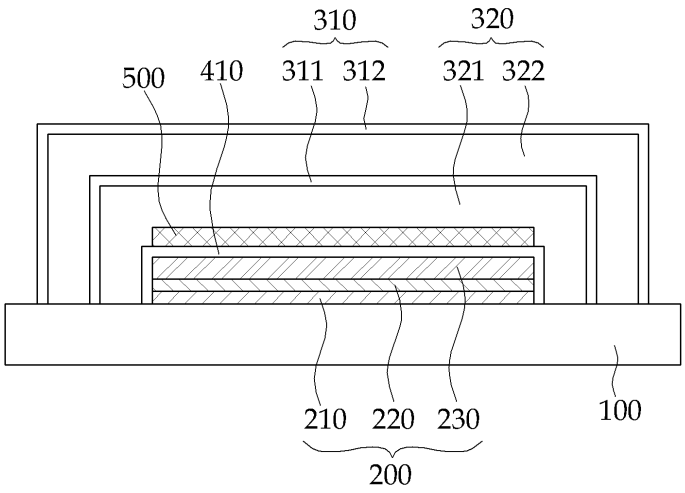
도면2


310
320
311 312 313
321 322
400
210 220 230
100
200

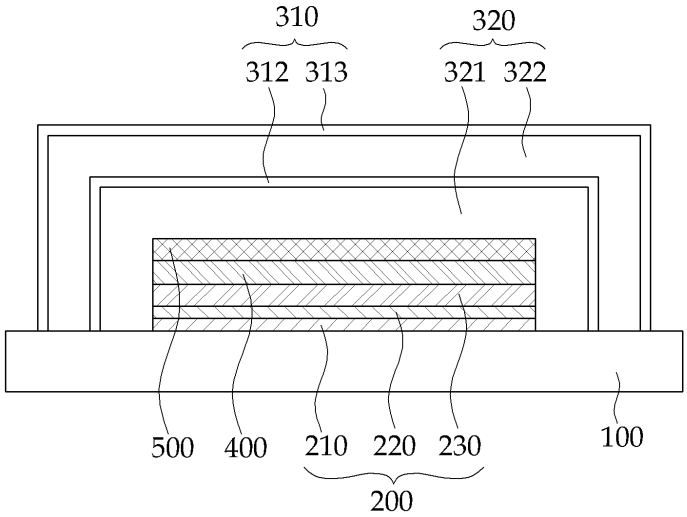
도면3


310
320
311 312 313
321 322
500 400
210 220 230
100
200

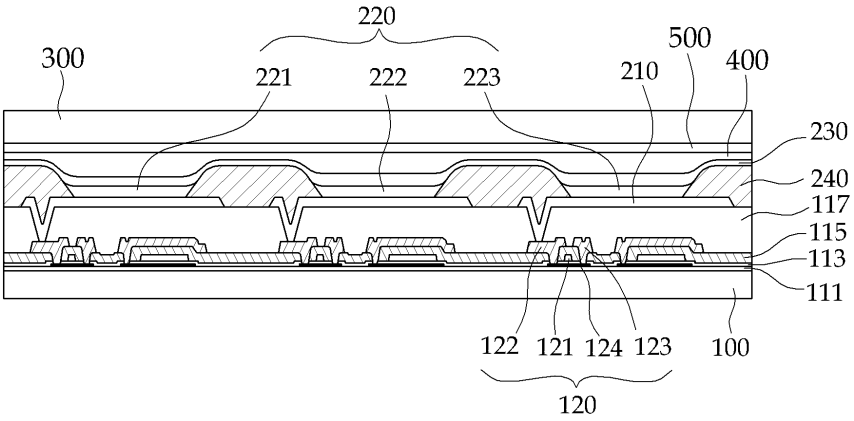
도면4


310
320
500
410
311
312
321
322
210
220
230
100
200

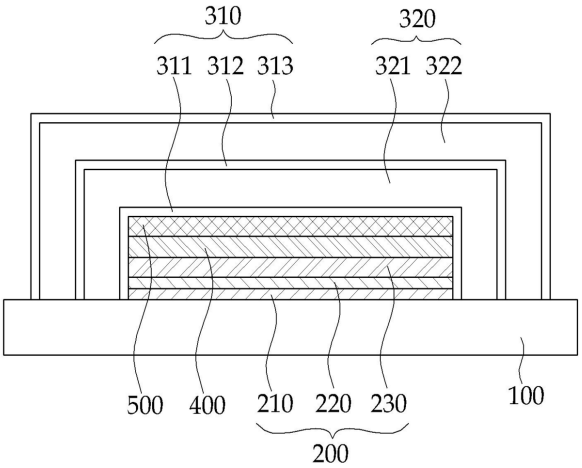
도면5


310
320
312
313
321
322
500
400
210
220
230
100
200

도면6


220
300
221
222
223
210
500
400
230
240
117
115
113
111
122
121
124
123
100
120

专利名称(译)	一种具有改善的发光效率的有机发光显示装置		
公开(公告)号	KR101502206B1	公开(公告)日	2015-03-12
申请号	KR1020120131598	申请日	2012-11-20
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
[标]发明人	SONG SEUNG YONG		
发明人	SONG, SEUNG YONG		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/04 H05B33/10 H05B33/22		
CPC分类号	H01L51/5275 H01L51/5246 H01L51/5253 H01L51/5262 H01L51/56		
其他公开文献	KR1020140064349A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在根据本公开实施例的有机发光显示装置中，光提取减少防止层设置在设置在基板上的显示单元和用于保护显示单元的封装层之间，结果，发光效率当从显示单元的发光层产生的光被提取到外部时，可以通过减少光消散量来改善。