



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년02월27일

(11) 등록번호 10-1496789

(24) 등록일자 2015년02월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/52 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0086105

(22) 출원일자 2012년08월07일

심사청구일자 2013년08월07일

(65) 공개번호 10-2013-0018138

(43) 공개일자 2013년02월20일

(30) 우선권주장

JP-P-2011-176463 2011년08월12일 일본(JP)

JP-P-2012-017447 2012년01월31일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2002367770 A

KR1020040031608 A

전체 청구항 수 : 총 14 항

(73) 특허권자

캐논 가부시끼가이샤

일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고

(72) 발명자

스미다 타카유키

일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방

2고 캐논 가부시끼가이샤 나이

카지모토 노리후미

일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방

2고 캐논 가부시끼가이샤 나이

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

권태복

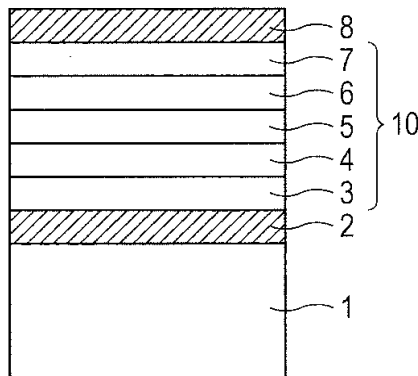
심사관 : 박성웅

(54) 발명의 명칭 유기EL소자, 및 이 유기EL소자를 사용한 발광장치, 화상형성장치, 표시장치 및 촬상장치

(57) 요약

전극표면에서 발생하는 표면 플라즈몬에 의한 여기 에너지의 손실을 억제함으로써 발광 효율이 향상한 유기EL소자를 제공한다. 정공수송층(3)은, 발광층(5)이 사출하는 광의 스펙트럼의 최대 피크 파장에 있어서, 굴절률이 1.20이상 1.65이하의 재료로 구성한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

미즈노 노부타카

일본국 도쿄도 오오타구 시모마루쵸 3쵸메 30방 2
고 캐논 가부시끼가이샤 나이

이토 타카유키

일본국 도쿄도 오오타구 시모마루쵸 3쵸메 30방 2
고 캐논 가부시끼가이샤 나이

특허청구의 범위

청구항 1

광 반사성의 금속으로 이루어진 제1전극;

광 투과성의 금속으로 이루어진 제2전극;

상기 제1전극과 상기 제2전극의 사이에 위치한 적어도 발광층을 갖는 유기 화합물층; 및

상기 제1전극과 상기 발광층의 사이에 배치되는 제1 저굴절률층을 구비하는, 유기 E L 소자로서,

상기 제1전극과 상기 제2전극간의 광학거리 L은, 하기식 (I),

$$(\lambda/4) \times (-1 - (\phi/\pi)) < L < (\lambda/4) \times (1 - (\phi/\pi)) \quad (I)$$

을 충족시키고, 여기서, λ 는 상기 유기 E L 소자가 사출하는 광의 스펙트럼의 최대 피크 파장을 나타내고, ϕ 는 상기 파장 λ 의 광이 상기 제1전극과 상기 제2전극에 의해 반사될 때의 위상쉬프트의 합을 나타내고, $\phi < 0[\text{rad}]$ 를 충족시키고,

상기 제1 저굴절률층의 굴절률은, 상기 유기 E L 소자가 사출하는 광의 스펙트럼의 최대 피크 파장에 있어서, 1.20이상 1.65이하인, 유기 E L 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제2전극과 상기 발광층의 사이에 위치되고, 상기 제2전극과 접촉하고 있는 유기 화합물을 포함하는 제2 저굴절률층을 더 포함하고,

상기 제2 저굴절률층의 굴절률은, 상기 유기 E L 소자가 사출하는 광의 스펙트럼의 최대 피크 파장에 있어서, 1.20이상 1.65이하인, 유기 E L 소자.

청구항 3

광 반사성의 금속으로 이루어진 제1전극;

광 투과성의 금속으로 이루어진 제2전극;

상기 제1전극과 상기 제2전극의 사이에 위치한 적어도 발광층을 갖는 유기 화합물층; 및

상기 제2전극과 상기 발광층의 사이에 위치되고, 상기 제2전극과 접촉하고 있는 유기 화합물을 포함하는 저굴절률층을 구비하는, 유기 E L 소자로서,

상기 제2전극의 반사면과 발광층 사이의 광학거리 L은 하기식(II),

$$(\lambda/8) \times (-1 - (2\phi_s/\pi)) < L_s < (\lambda/8) \times (1 - (2\phi_s/\pi)) \quad (II)$$

를 충족시키고, 여기서, λ 는 상기 유기 E L 소자가 사출하는 광의 스펙트럼의 최대 피크 파장을 나타내고, ϕ_s 는 상기 파장 λ 의 광이 상기 제2전극의 반사면에 의해 반사될 때의 위상쉬프트를 나타내고, $\phi_s < 0[\text{rad}]$ 를 충족시키고;

상기 저굴절률층의 굴절률은 상기 유기 E L 소자가 사출하는 광의 스펙트럼의 최대 피크 파장에 있어서, 1.20이상 1.65이하인, 유기 E L 소자.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제1전극의 반사면과 상기 발광층의 사이의 광학거리 L_r 은, 하기식 (III),

$$(\lambda/8) \times (-1 - (2\phi_r/\pi)) < L_r < (\lambda/8) \times (1 - (2\phi_r/\pi)) \quad (III)$$

를 충족시키고, 여기서, λ 는 상기 유기 E L 소자가 사출하는 광의 스펙트럼의 최대 피크 파장을 나타내고, ϕ_r [r a d]는 상기 반사면에서 파장 λ 의 광이 반사될 때의 위상쉬프트를 나타내는, 유기 E L 소자.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 발광층의 굴절률은 상기 제1 저굴절률층의 상기 굴절률보다 높은, 유기 E L 소자.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

하기식 (IV),

$$n_{EML} - n_{LOW} \geq 0.1 \quad (IV)$$

을 충족시키고, 여기서, n_{EML} 은 상기 발광층의 굴절률을 나타내고, n_{LOW} 는 상기 제1 저굴절률층의 굴절률을 나타내는, 유기 E L 소자.

청구항 7

제 4 항에 있어서,

상기 광학거리 L_r 은, 하기식 (V),

$$57.5 \text{ nm} < L_r < 232.5 \text{ nm} \quad (V)$$

을 충족시키는, 유기 E L 소자.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 저굴절률층의 막두께는, 5 nm 이상 193.75 nm 이하인, 유기 E L 소자.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제1전극이 A l 합금을 포함하는, 유기 E L 소자.

청구항 10

청구항 1 또는 3에 따른 유기 E L 소자; 및

상기 유기 E L 소자의 발광을 제어하는 제어회로를 구비한, 발광장치.

청구항 11

청구항 10에 따른 발광장치; 및

상기 발광장치에 의해 잠상이 형성되는 감광체를 대전하는 대전부를 구비한, 화상형성장치.

청구항 12

다른 방출색을 갖는 복수의 유기 E L 소자; 및

상기 복수의 유기 E L 소자의 발광을 제어하는 제어회로를 구비한 표시장치로서,

상기 복수의 유기 E L 소자가, 청구항 1에 따른 유기 E L 소자를 포함하는, 표시장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제1 저굴절률층은, 다른 방출색을 갖는 상기 복수의 유기 E L 소자 중에서 공통의 막두께를 갖도록 형성되고,

상기 제1 저굴절률층의 막두께는, 5 n m 이상 143.75 n m 이하인, 표시장치.

청구항 14

청구항 12에 따른 표시장치; 및

활상소자를 구비한, 활상장치.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은, 유기 일렉트로루미네스스(E L)소자에 관한 것으로, 한층 더, 그 유기 E L 소자를 사용한 발광장치, 화상형성장치, 표시장치 및 활상장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 수볼트 정도의 저 구동전압으로 자기 발광하는 유기 E L 소자가 주목을 모으고 있다. 유기 E L 소자는, 금속반사층을 갖는 반사 전극과, 발광층과, 투명전극이 적층된 구성이다. 이 유기 E L 소자는, 면발광 특성, 경량 및 시인성 등의 뛰어난 특징으로 인해, 박형 디스플레이, 조명 기구, 헤드 마운트 디스플레이, 또는 전자사진방식 프린터의 프린트 헤드용 광원 발광장치로서 실용화가 진행되고 있다.

[0003] 특히, 유기 E L 표시장치의 저소비 전력화의 요구는 높아지고 있고, 발광 효율의 추가의 개선이 기대되고 있다. 발광 효율을 비약적으로 개선시키는 소자 구조의 하나는, 마이크로캐비티 방식이 있다. 발광 분자는, 광의 "강화하는 간섭"이 일어나는 공간을 향해서 광을 강하게 방사하는 성질이 있다. 구체적으로, 광학간섭을 사용하여서 여기자의 방사 속도를 증가시키고, 그 방사패턴을 제어하는 것이 가능하다. 마이크로캐비티 방식에서는, 발광 분자에서 본 광 추출 방향으로 "강화하는 간섭"이 생기도록, 소자 파라미터(막두께와 굴절률)를 설계한다.

[0004] 특히, 금속반사층의 반사면과 발광층의 발광 위치간의 거리 d가 $d = i \lambda / (4n)$ 의 조건($i=1,3,5 \dots$)을 충족시킬 경우, 간섭 효과에 의한 방사강도증가가 가장 커지는 것이 알려져 있다. i 는 간섭 차수이며, 이후, 이 $i=1$ 의 조건을 $\lambda/4$ 의 간섭 조건이라고 부른다. 여기에서, λ 는 발광 분자의 P L 스펙트럼의 진공중에서의 피크

파장이며, n 은 발광 점과 금속반사층간의 유효굴절률에 해당한다. 마이크로캐비티 방식에 의하면, 마이크로렌즈와 같은 요철의 구조물을 사용할 필요가 없고, 저비용으로 발광 효율의 증대를 기대할 수 있다.

[0005]

마이크로캐비티는, 광추출층의 반사율의 대소에 의거해 약(weak) 캐비티와 강(strong) 캐비티로 분류된다. 보통, 약 캐비티에 있어서는, 유리/투명산화물반도체 등의 투과율이 높은 전극구조를 사용하고, 캐비티의 간섭 효과는 주로 금속반사층과 발광 층간의 간섭 조건으로 결정된다. 한편, 강 캐비티에 있어서는, 광추출층의 투명전극으로서, 반사율이 높은 반투과성의 금속박막을 사용한다. 그 때문에, 강 캐비티는, 금속반사층과 발광 층간에 얻어진 간섭 효과뿐만 아니라, 발광층과 광추출층의 금속박막간에 얻어진 간섭 효과도 포함한다. 이 경우에, 간섭 효과가 최대가 되도록 발광층과 금속박막간의 광학거리가 $\lambda/4$ 의 간섭 조건을 충족시키도록 설계된다. 그러므로, 강 캐비티에서는, 약 캐비티보다 큰 간섭 효과가 이용될 수 있고, 비약적으로 발광 효율이 개선될 수 있다.

[0006]

그렇지만, $3\lambda/4$ 의 간섭 조건($i=3$ 의 조건)에 비교하여, $\lambda/4$ 의 간섭 조건에 있어서는, 발광층과 금속반사층간의 거리가 약 60 nm이하가 되기 때문에, 표면 플라즈몬(S P)손실이 특히 커지는 것이 알려져 있다. S P손실은, 발광 분자의 여기에너지에 의해 금속의 S P가 여기되는 결과, 그 여기에너지가 줄(Joule) 열로 전환되는 현상이다. 그 때문에, $\lambda/4$ 간섭 구조를 이용한 마이크로캐비티는, 큰 광학간섭 효과에 대해 발광 효율이 개선되지 않는다고 하는 과제가 있다. 구체적으로, $\lambda/4$ 간섭 조건하에서 마이크로캐비티의 발광 효율을 한층 더 개선하기 위해서는, S P손실을 제어하는 방법이 필수가 된다.

[0007]

지금까지, S P손실을 억제하는 방법으로서, 일본국 특표 2008-543074호에 개시된 금속반사층과 발광 층간의 거리를 증대시키는 간섭 효과를 희생시키는 방법이 제안되어 왔다. 또한, J o r g F r i s c h e i s e n e t . a l . , O r g a n i c E l e c t r o n i c s 12,809-817(2011)에 표시된 것처럼, 발광 분자의 천이 다이폴(dipole) 모멘트를 수평 배향시켜, $\lambda/4$ 의 간섭 효과와 S P손실억제 양쪽을 충족시키는 방법이 제안되기 시작하고 있다. 이러한 S P손실등의 유기 E L 소자내에서의 광의 거동은 광학 시뮬레이션으로 계산 가능해서, S. Nowy e t . a l . , J o u r n a l o f A p p l i e d P h y s i c s 104,123109(2008)에 상세하다.

[0008]

그렇지만, 상기의 S P손실억제법은, 금속과 유전체 계면이 1개밖에 없는 약 캐비티로 검토되고 있다. 구체적으로, $\lambda/4$ 의 간섭 조건을 충족시키는 강 캐비티에 있어서의 표면 플라즈몬 억제는, 제안되지 않고 있다.

발명의 내용

[0009]

본 발명의 목적은, 전극표면에 발생된 표면 플라즈몬에 의한 여기자 에너지의 손실(S P손실)을 억제함으로써 발광 효율이 향상한 유기 E L 소자, 및 상기 유기 E L 소자를 사용한 각종 장치를 제공하는데 있다. 본 발명의 제1 국면에서는, 금속으로 이루어진 광반사성의 제1전극; 금속으로 이루어진 광 투과성의 제2전극; 상기 제1전극과 상기 제2전극의 사이에 위치된 적어도 발광층을 갖는 유기 화합물층; 및 상기 제1전극과 상기 발광층 사이에 위치되는 저굴절률층을 구비한 유기 E L 소자로서, 상기 저굴절률층의 굴절률은, 상기 유기 E L 소자가 사출한 광의 스펙트럼의 최대 피크 파장에 있어서 1.20이상 1.65이하인, 유기 E L 소자를 제공한다.

[0010]

본 발명의 제2 국면에서는, 광반사성의 제1전극; 광 투과성의 제2전극; 상기 제1전극과 상기 제2전극의 사이에 위치된 적어도 발광층을 갖는 유기 화합물층; 상기 제2전극에 접촉하고 있는 유기 화합물을 포함하고, 상기 제2전극과 상기 발광층의 사이에 위치되는, 저굴절률층을 구비한 유기 E L 소자로서, 상기 저굴절률층의 굴절률은, 상기 유기 E L 소자가 사출하는 광의 스펙트럼의 최대 피크 파장에 있어서 1.20이상 1.65이하인, 유기 E L 소자를 제공한다. 상기 제1전극과 상기 제2 전극간의 광학거리L은, 하기식 (I),

[0011]

$$(\lambda/4) \times (-1 - (\phi/\pi)) < L < (\lambda/4) \times (1 - (\phi/\pi)) \quad (I)$$

[0012]

을 충족시키고, 여기서, λ 는 상기 유기 E L 소자가 사출하는 광의 스펙트럼의 최대 피크 파장을 나타내고, ϕ 는 상기 파장 λ 의 광이 상기 제1전극과 상기 제2전극에 의해 각각 반사될 때의 위상위프트의 합을 나타내고, $\phi < 0[rad]$ 를 충족시킨다.

[0013]

본 발명의 제3 국면에서는, 상기 본 발명에 따른 상기 유기 E L 소자; 및 상기 유기 E L 소자의 발광을 제어하는 제어회로를 구비한, 발광장치를 제공한다.

[0014]

본 발명의 제4 국면에서는, 상기 본 발명에 따른 발광장치; 상기 발광장치에 의해 잠상이 형성되는 감광체; 및 상기 감광체를 대전하는 대전부를 구비한, 화상형성장치를 제공한다.

[0015] 본 발명의 제5 국면에서는, 다른 방출색을 갖는 복수의 유기 E L 소자; 및 상기 복수의 유기 E L 소자의 발광을 제어하는 제어회로를 구비한 표시장치로서, 상기 복수의 유기 E L 소자가, 상기 본 발명에 따른 상기 유기 E L 소자인, 표시장치를 제공한다.

[0016] 본 발명의 제6 국면에서는, 상기 본 발명에 따른 상기 표시장치; 및 환상소자를 구비한, 환상장치를 제공한다.

[0017] 본 발명에 의하면, 반사율이 높은 금속전극을 사용하는 경우도, S P 손실을 억제할 수 있어, 발광 효율이 향상한 유기 E L 소자를 제공할 수 있다. 따라서, 유기 E L 소자를 사용해서 구성된, 발광장치, 화상형성장치, 표시장치, 및 환상장치의 특성은 개선될 수 있다.

[0018] 본 발명의 또 다른 특징들은 첨부도면을 참조하여 이하의 예시적 실시예들의 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 E L 소자의 구성을 모식적으로 나타내는 단면도다.

도 2는 청색발광의 유기 E L 소자의 $\lambda/4$ 구성에 있어서의 발광 효율에 대한 정공수송층의 굴절률 의존성을 도시한 그래프다.

도 3a, 3b 및 3c는, 애노드가 A g, M g로 제조된 경우의 발광 효율에 대한 정공수송층의 굴절률 의존성, 및 C I E y = 0.06에 있어서의 정공수송층의 굴절률 의존성을 도시한 그래프다.

도 4a, 4b는 애노드에 접하는 2층 구성의 정공수송층의 굴절률 또는 상기 굴절률과 막두께를 변화시켰을 경우의 발광 효율의 시뮬레이션 결과를 도시한 그래프다.

도 5는 $3\lambda/4$ 구성에서의 발광 효율의 색도마다의 정공수송층의 굴절률 의존성을 도시한 그래프다.

도 6은 청색발광의 유기 E L 소자의 $\lambda/4$ 구성에 있어서의 발광 효율에 대한 전자수송층의 굴절률 의존성을 도시한 그래프다.

도 7은 구성의 차이에 의해 생긴 여기에너지의 분배 비율의 차이를 나타내는 광학모드 분배도다.

도 8은 본 발명의 예시에 있어서의 유기 E L 소자의 실험에 의한 색도-발광 효율곡선을 도시한 그래프다.

도 9는 본 발명의 예시에 있어서의 유기 E L 소자의 시뮬레이션에 의한 색도-발광 효율곡선을 도시한 그래프다.

도 10은 증착막과 도포막간의 굴절률의 차이를 도시한 그래프다.

도 11은 증착막과 도포막을 정공수송층에 사용했을 경우의 유기 E L 소자의 시뮬레이션에 의한 색도-발광 효율곡선을 도시한 그래프다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본 발명은, 전극표면에서 발생하는 S P 손실이 전극의 금속종뿐만 아니라 상기 금속전극부근의 유기 화합물층의 굴절률에 의해서도 변화된다는 사실에 의거하여 달성되었다. 구체적으로, 본 발명의 유기 E L 소자는, 광반사성 금속으로 이루어진 제1전극과, 광 투과성 금속으로 이루어진 제2전극과, 상기 제1전극과 제2전극 사이에 위치된 발광층을 구비한다. 본 발명은, 다음의 구성을 갖는다.

[0021] (1) 제1전극과 제2전극 사이의 광학거리 L은 하기식(I),

$$(\lambda/4) \times (-1 - (\phi/\pi)) < L < (\lambda/4) \times (1 - (\phi/\pi)) \quad (I)$$

[0023] 을 충족시키고, 여기서, λ 는 상기 유기 E L 소자가 사출하는 광의 스펙트럼의 최대 피크 파장을 나타내고, ϕ 는 상기 파장 λ 의 광이 상기 제1전극과 상기 제2전극에 의해 반사될 때의 위상쉬프트의 합을 나타내고, $\phi < 0$ [rad]를 충족시키고; 제1 저굴절률층은 상기 제1전극과 상기 발광층 사이에 배치되고, 상기 제1 저굴절률층의 굴절률은 상기 유기 E L 소자가 사출하는 광의 스펙트럼의 최대 피크 파장에 있어서 1.20 이상 1.65 이하다.

[0024] (2) 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 위치한 적어도 발광층을 갖는 유기 화합물층; 상기 제2전극의 반사면과 발광층 사이의 광학거리 L 은 하기식(II),

$$[(\lambda/8) \times (-1 - (2\phi_s/\pi))] < L_s < [(\lambda/8) \times (1 - (2\phi_s/\pi))] \quad (II)$$

[0026] 를 충족시키고, 여기서, λ 는 상기 유기 E L 소자가 사출하는 광의 스펙트럼의 최대 피크 파장을 나타내고, ϕ_s 는 상기 파장 λ 의 광이 상기 제2전극의 반사면에 의해 반사될 때의 위상쉬프트를 나타내고, $\phi_s < 0[\text{rad}]$ 를 충족시키고; 유기 화합물을 포함하는 저굴절률층은 상기 제2전극과 접촉하고 있도록 상기 제2전극과 상기 발광층 사이에 배치되고, 상기 저굴절률층의 굴절률은 상기 유기 E L 소자가 사출하는 광의 스펙트럼의 최대 피크 파장에 있어서 1.20이상 1.65이하가 되도록 설정된다.

[0027] (3) 상기 (1)에 기재된 유기 E L 소자에서는, 제1전극과 발광층과의 사이에, 유기 화합물을 포함하는 저굴절률층 1을 배치하고, 상기 제2전극과 발광층과의 사이에, 상기 제2전극과 접촉하도록 유기 화합물을 포함하는 저굴절률층 2를 배치한다. 상기 저굴절률층 1 및 저굴절률층 2의 굴절률은, 유기 E L 소자가 사출하는 광의 스펙트럼의 최대 피크 파장에 있어서, 1.20이상 1.65이하가 되도록 설정된다.

[0028] 이하, 본 발명의 유기 E L 소자에 대해서, 실시예를 들어서 설명한다. 도 1은, 본 발명의 유기 E L 소자의 일 실시예의 구성을 모식적으로 나타내는 단면도다. 도 1의 실시예는, 지지 기판(1) 위에 광반사성의 제1전극인 반사 전극(2)이 배치되고, 발광층(5)에 대해 상기 반사 전극(2)과는 반대측에 광 투과성의 제2전극인 투명 전극(8)이 배치되고, 상기 투명전극(8)측으로부터 광을 추출하는 톱 이미선포의 소자다. 여기에서, 반사 전극(2)은, 발광 파장에서의 반사율이 80%이상인 금속전극이다. 또한, 투명전극(8)은 광을 외부에 추출하는 측에 설치된 전극이며, 발광 파장에서의 투과율이 40%이상인 전극이다. 발광 파장은 유기 E L 소자로부터 발광된 광의 스펙트럼의 최대 피크 파장이다. 이것들 한 쌍의 전극사이에 발광층(5)을 포함하는 몇 개의 유기 화합물로 이루어진 기능층을 갖고, 발광 효율, 수명, 광학간섭 등의 관점에서 많은 적층구성이 연구되고 있다. 반사 전극(2)과 투명전극(8) 사이에 끼워진 유기 화합물로 이루어지는 적층체를 통상, 유기 화합물층(10)이라고 한다.

[0029] 유기 화합물층(10)에는, 반사 전극(2) 위에 정공수송층(3), 전자 블록층(4), 발광층(5), 정공 블록층(6) 및 전자수송층(7)과 아울러, 적당하게, 전자주입층(미도시됨)이나 정공주입층(미도시됨) 등을 사용한다. 본 발명은 각 층에 포함된 재료에 한정되지 않는다. 예를 들면, 발광층(5)을 구성하는 발광 재료로서는 형광재료와 인광재료 중 어느 하나를 사용할 수 있거나, 도핑된 호스트 재료를 사용하여도 된다. 또한, 발광 재료의 이외에 적어도 1종류이상의 화합물이 소자성능 향상을 위해 함유되어도 된다. 또한, 정공수송층(3)이 전자 블록층이나 정공주입층으로서 기능해도 되고, 전자수송층(7)은 정공 블록층이나 전자주입층으로서 기능해도 된다.

[0030] 또한, 지지 기판(1)으로서, 각종의 유리 기판, P o l y - S i 나 a - S i (아모퍼스(amorphous) 실리콘)등의 반도체로 형성된 박막트랜지스터(T F T)등의 구동회로를 형성한 유리 기판을 사용한다. 또한, 실리콘 웨이퍼 위에 구동회로를 형성한 유리 기판, 실리콘 웨이퍼 위에 구동회로를 설치한 것도 사용할 수 있다.

[0031] 광추출층의 전극으로서 투명전극(8)을 사용함으로써 소자내의 E L 광이 외부에 사출된다. 또한, 투명전극(8)으로서, 금속박막으로 이루어진 투명전극을 사용한다. 이 경우에는, 투명전극(8)의 반사율이 상승하기 때문에, 미소 광학공진기(마이크로캐비티)로서의 특성이 발현된다. 따라서, 유기 화합물층(10) 중, 발광층(5)과 반사 전극(2)의 사이의 막두께를 조정함으로써, 발광층(5)내부의 광방사 분포를 제어할 수 있다. 표시장치에서는, 특히 정면방향의 휘도가 높아지도록 각 유기 화합물층의 막두께를 설정함으로써, 광학간섭에 의해 방출색도 제어되어, 보다 효율적으로 정면방향으로 광이 방사되게 된다. 구체적으로는, 발광층(5)의 발광 위치부터 투명 전극(8)과 반사 전극(2)의 각각의 반사면까지의 거리 d_0 을 $d_0 = i \lambda / 4n_0 (i=1,3,5,\dots)$ 로 조정하는 간섭 차수 i 를 설정함으로써, 발광층(5)으로부터의 방사 분포에 정면방향의 성분의 양이 많아지고, 정면휘도가 향상한다. 이때, n_0 은 발광 위치부터 반사면까지의 층의 유효굴절률이다.

[0032] 반사면에서의 파장 λ 의 광이 반사할 때의 위상쉬프트를 정밀하게 고려하는 경우에, 발광 위치부터 반사 전극(2)의 반사면까지의 광학거리 L_r 은, 반사면에서의 파장 λ 의 광이 반사할 때의 위상쉬프트를 $\phi_r[\text{rad}]$ 이라고 하면, 이하의 식(1)로 표시된다. 한편, 광학거리 L_r 은, 유기 화합물층의 각층의 굴절률 n_j 와 각층의 두께 d_j 의 적(product)의 총 합계다. 구체적으로, L_r 은, $\sum n_j \times d_j$ 라고 나타낼 수 있고, 또한 $n_0 \times d_0$ 라고도 표시된다. 여기서, ϕ_r 은 부의 값이다.

$$L_r = (2m - (\phi_r/\pi)) \times (\lambda/4) \quad (1)$$

[0034] 여기서, m 은 0이상의 정수다. $\phi_r = -\pi$ 및 $m=0$ 일 때 $L_r = \lambda/4$ 가 되고, $\phi_r = -\pi$ 및 $m=1$ 일 때 $L_r = 3\lambda/4$ 가 된다. 그 조건들은, 상기 간섭 차수 $i=1$ 의 $\lambda/4$ 간섭 조건의 구성과, $i=3$ 의 $3\lambda/4$ 간섭 조건의 구성에 각각 대응한다.

[0035] 이 때, 실제의 유기 E L 소자에서는, 정면의 추출 효율과 트레이드오프의 관계에 있는 시야각 특성도 고려하면, 반드시 상기 막두께를 엄밀하게 일치시킬 필요는 없다. 구체적으로는, 광학거리 L 이 식(1)을 충족시키는 값으로부터 $\pm \lambda/8$ 의 값의 범위내의 오차가 있어도 된다. 따라서, 본 발명의 유기 E L 소자에 있어서, 하기식 (2)를 충족시키는 것이 바람직하다. 더 바람직하게는, L 이 식(1)을 충족시키는 값으로부터 $\pm \lambda/16$ 의 값의 범위 내이면 되고, 하기식 (2')를 충족시키는 것이 바람직하다.

$$[0036] (\lambda/8) \times (4m - (2\phi_r/\pi) - 1) < L_r < (\lambda/8) \times (4m - (2\phi_r/\pi) + 1) \quad (2)$$

$$[0037] (\lambda/16) \times (8m - (4\phi_r/\pi) - 1) < L_r < (\lambda/16) \times (8m - (4\phi_r/\pi) + 1) \quad (2')$$

[0038] 한층 더, 상기 식(2), (2')에 있어서, 후술하는 바와 같이 본 발명에서는 $m=0$ 이 바람직하다. 따라서, 하기식 (3)과 아울러 하기식 (3')을 충족시키는 것이 바람직하다.

$$[0039] (\lambda/8) \times (-1 - (2\phi_r/\pi)) < L_r < (\lambda/8) \times (1 - (2\phi_r/\pi)) \quad (3)$$

$$[0040] (\lambda/16) \times (-1 - (4\phi_r/\pi)) < L_r < (\lambda/16) \times (1 - (4\phi_r/\pi)) \quad (3')$$

[0041] 본 발명의 유기 E L 소자를 복수 사용한 풀컬러 표시장치를 구성하는 경우에, 유기 E L 소자의 방출색을 빨강(620 nm), 초록(520 nm), 파랑(460 nm)이라고 했을 경우, λ 는 460 nm 내지 620 nm가 된다. 이러한 파장조건에 있어서는, 상기 식 (3), (3')으로부터, 바람직한 광학거리 L 은 하기 식 (4)와 아울러 하기 식 (4')를 충족시킨다. 금속층의 반사면에서의 위상쉬프트는 대략 $-\pi$ 이기 때문에, $\phi_r = -\pi$ 의 조건으로 계산했다.

$$[0042] 57.5 \text{ nm} < L_r < 232.5 \text{ nm} \quad (4)$$

$$[0043] 86.25 \text{ nm} < L_r < 193.75 \text{ nm} \quad (4')$$

[0044] 상기 식 (2) 내지 (4')는, 강 캐비티에 의한 간섭 효과를 얻기 위한, 발광층(5)의 발광 위치부터 투명 전극(8)의 반사면까지의 광학거리 L 에 관해서도 마찬가지로 적용될 수 있다. 즉, 발광 위치부터 투명 전극(8)의 반사면까지의 광학거리 L_s 는 하기식 (5), (5')를 충족시킨다.

$$[0045] (\lambda/8) \times (-1 - (2\phi_s/\pi)) < L_s < (\lambda/8) \times (1 - (2\phi_s/\pi)) \quad (5)$$

$$[0046] (\lambda/16) \times (-1 - (4\phi_s/\pi)) < L_s < (\lambda/16) \times (1 - (4\phi_s/\pi)) \quad (5')$$

[0047] 여기서, ϕ_s [rad]는 반사면에서 파장 λ 의 광이 반사할 때의 위상쉬프트를 나타낸다. 즉, 식(3), (5)로부터, 본 발명에 따라 반사전극(2)과 투명전극(8) 사이의 광학거리 L 은 식(I)를 충족시키는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 식(3'), (5')로부터, 광학거리 L 은 식(I')를 충족시키는 것이 바람직하다. 이때, ϕ 는, 상기 제1전극과 제2전극에서 파장 λ 의 광이 반사할 때의 위상쉬프트의 합이고, $\phi = \phi_r + \phi_s$ 를 충족한다.

$$[0048] (\lambda/4) \times (-1 - (\phi/\pi)) < L < (\lambda/4) \times (1 - (\phi/\pi)) \quad (I)$$

$$[0049] (\lambda/8) \times (-1 - (2\phi/\pi)) < L < (\lambda/8) \times (1 - (2\phi/\pi)) \quad (I')$$

[0050] 본 발명에 있어서, 더욱 발광 효율을 향상시키기 위해서는, 일반적으로 반사 전극(2)의 반사율이 높아질수록, 예를 들면 Al 전극보다도 반사율이 높은 Ag 전극의 쪽이 사용된다는 것이 바람직하다고 여겨지고 있다. 그렇지만, 반사율만 착안하는 경우, 발광 효율의 개선에 향상되지 않는 경우가 있다. 왜냐하면, 금속층에 따라서는 S P 손실이 현저해져 발광 효율이 저감되기도 하기 때문이다. 한층 더, 이 S P 손실은 금속종뿐만 아니라, 반사 전극(2)과 접하는 유기 화합물층의 굴절률에 의해서도 변화되는 것이 발견되었다.

[0051] 이하, 발광 효율과 반사 전극(2)의 금속종 및 반사 전극(2)과 접한 유기 화합물층의 굴절률간의 관계에 대해서 해석한 결과를 설명한다. 본 발명의 일례로서 해석 대상으로 삼은 소자구성은, 반사 전극(2)을 애노드로서 사용하고, 애노드와 접촉하고 있는 정공수송층(3)의 굴절률을 변화시킨 계다. 그러나, 반사 전극(2)을 캐소드로서 사용하고, 투명전극(8)을 애노드로서 사용하여도 좋다. 애노드 및 캐소드에 사용되는 전극재료로서는, Ag, Al, Mg, Ti, Ni, Cr, W, Mo, Au, Cs 등의 반사성의 금속을 적절하게 사용할 수 있다.

[0052] 이하의 시뮬레이션에서는, 달리 기술하지 않는 한, 애노드는 A l, 캐소드는 막두께 24 n m의 A g 박막을 사용한 하기 적층체의 강 캐비티 소자구성을 생각한다.

[0053] 지지 기판/A l 애노드/정공수송층/전자블록층(10 n m)/발광층(20 n m)/정공블록층(10 n m)/전자수송층(10 n m)/전자주입층(10 n m)/A g 캐소드. 한편, 팔호내의 수치는, 각 층의 두께다. 정공수송층(3)의 막두께는, $\lambda/4$ 간섭 조건과 일치한다. 또한, 발광층(5)으로부터의 발광의 피크 파장은 460 n m이다. 또한, 시뮬레이션은 S. Nowy et al., Journal of Applied Physics 104,123109(2008)와 같은 수법으로 실시했다.

[0054] 발광 효율에 대한 정공수송층(3)의 굴절률 의존성

[0055] 도 2에 청색발광의 유기 E L 소자의 $\lambda/4$ 구성에 있어서의 발광 효율의 색도(C I E y)마다의 시뮬레이션 재료A로 이루어진 정공수송층(3)의 굴절률 의존성을 나타낸다. 본 도면에서, n 은 굴절률이다.

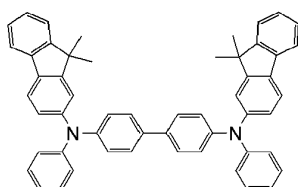
[0056] A l 애노드 2에 접하는 시뮬레이션 재료A의 굴절률n을 변화시킨 결과에 의하면, 2.50의 굴절률 n에 있어서, 발광 효율이 가장 낮다. 한편, 정공수송층(3)의 굴절률n이 1.90, 1.60, 1.40, 1.20으로 낮아짐에 따라, 0.06의 색도C I E y에 있어서 발광 효율이 4.7 c d/A, 6.1 c d/A, 7.0 c d/A, 7.8 c d/A가 된다. 구체적으로, 굴절률 1.90의 재료에 대하여 발광 효율이 각각 1.3배, 1.5배, 1.6배가 되었다. 이 결과로, 정공수송층(3)의 굴절률n이 낮아지는 만큼, 발광 효율이 개선하게 되는 것을 발견하였다. 즉, 반사 전극(2)인 A l 애노드와 접촉하고 있는 정공수송층(3)의 굴절률n을 저하시킴으로써 발광 효율이 개선되는 것이 명확하였다.

[0057] 일반적인 유기 E L 소자에 사용되는 유기재료의 굴절률은 1.70 내지 1.90정도다. 저굴절률화에 의한 발광 효율 개선의 효과를 얻기 위해서는, 상기의 시뮬레이션에서와 같이 굴절률을 최소화하는 것이 바람직하다. 그렇지만, 굴절률을 바람직하게는 1.65이하로 낮춤으로써, 한층 더 본 발명의 발광 효율 개선의 효과를 얻을 수 있다.

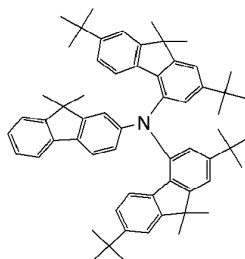
[0058] 한편, 보다 저굴절률의 정공수송층(3)으로서는, 예를 들면 하기의 구조를 갖는 화합물 2와 같이 정공수송성을 갖는 트리아릴아민계 골격의 말단에 부피가 큰 관능기인 tert-부틸기를 도입한다. 이 경우에, 유기막 밀도가 낮아져 굴절률을 감소시킨다. 그 밖에도, 예를 들면 말단에 장쇄 알킬기를 도입함으로써도 동일한 저굴절률화의 효과를 기대할 수 있다. 또는, 재료에 불소를 포함하는 관능기를 도입함으로써도 저굴절률화의 효과를 기대할 수 있다.

[0059] 또한, 저굴절률의 유기 화합물층은, 저굴절률 재료를 일반적인 정공수송성 재료에 도핑하여서 혼합함으로써도 얻을 수 있다. 여기에서, 저굴절률 재료는 유기물 또는 무기물이어도 된다. 일례로서, 하기의 구조를 갖는 화합물 1과 화합물 2를 혼합한 막 및 화합물 1과 불화 리튬을 혼합한 막에 대해서 굴절률을 표 1 및 표 2에 나타낸다. 저굴절률 재료의 혼합비가 커질 수록 굴절률은 저하되어 가기 때문에, 저굴절률 재료는 저굴절률의 유기 화합물층에 사용될 수 있다. 혼합은 재료를 증착할 수 있는 것이면 일반적인 공증착법으로 실시될 수 있다. 또는, 그 재료가 용액에 용해가능하면, 이것들 재료를 소정의 비율로 용액에 용해하고, 도포법에 의해 혼합막으로 형성되어도 된다.

화합물 1



화합물 2



[0060]

표 1

	혼합비율(질량%)					
화합물 1	100	80	60	40	20	0
화합물 2	0	20	40	60	80	100
굴절률	1.90	1.85	1.80	1.75	1.70	1.65

[0061]

표 2

	혼합비율(질량%)					
화합물 1	100	80	60	40	20	0
LiF	0	20	40	60	80	100
굴절률	1.90	1.81	1.72	1.62	1.51	1.40

[0062]

[0063]

예를 들면, 폴리테트라플루오르에틸렌등의 불소계 폴리머는 도포법에 의해 굴절률 1.30정도의 저굴절률 유기막을 얻을 수 있다. 굴절률은, 저굴절률 유기막에 가열에 의해 소실하는 휘발성 물질과 미립자의 첨가를 미리 행하고, 성막 후 가열하여서 공극을 갖는 유기 화합물막을 얻도록 더욱 저해된다. 이에 따라, 굴절률을 한층 더 저하할 수 있다. 예를 들면, 상기의 공극을 47%정도로 하면, 굴절률이 1.20정도까지 저하될 수 있다. 그러나, 저굴절률화로 인해 공극률이 50%를 초과하는 경우, 막이 부서지기 쉬워져 실용을 견디어낼 수 없어, 기술상 곤란하다고 할 수 있다. 또는, 특별한 휘발성물질을 혼합하지 않고, 간단히 도포법인 스핀 코팅법을 사용해서 성막 함으로써도 저굴절률화가 가능하다. 예를 들면, 정공수송 재료로서 사용할 수 있는 (후술하는) 화합물 7을 예로서 설명한다.

[0064]

우선, 화합물 7의 굴절률을 조사하기 위해서, 실리콘 기판 위에 화합물 7로 이루어진 박막을 스핀 코팅에 의해 형성했다. 여기서 사용한 도포액은, 화합물 7의 0.5질량%를 함유한 톨루엔 용액이며, 스핀 코팅 조건은 1,000 r p m으로 60초다. 그 후, 기판을 진공 오븐에서 80℃로 10분간 가열하고, 도포막을 아닐(anneal)하고, 막두께 18 nm의 박막으로 형성했다. 또한, 화합물 7은, 진공증착법으로 실리콘 기판 위에 도포막과 같은 막두께를 갖도록 성막되었다. 그 얻어진 도포막과 증착막의 굴절률을 측정해서 엘립소메트리에 의해 서로 비교했다.

[0065]

도 10은 엘립소메트리로 얻어진 굴절률을 나타낸다. 도 10에 도시된 것처럼, 예를 들면 파장 460 nm의 경우, 증착막의 굴절률은 1.99인 한편, 도포막의 굴절률은 1.85로 증착막의 굴절률보다 0.14 낮다. 이 굴절률의 저하는, 가시광선영역파장 400 nm 내지 750 nm에 걸쳐 관측되었다. 구체적으로, 같은 화합물 7을 사용하는 경우에도, 성막 프로세스가 증착법인가 스핀 도포법인가에 따라서 굴절률은 다르다.

[0066]

이 굴절률 저하의 한가지 원인은 막밀도 변화다. 도포막은, 톨루엔 용액으로부터 형성되기 때문에, 성막 후에도 화합물 7의 박막중에 톨루엔 분자가 존재하고 있다. 도포막을 진공 오븐에서 아닐 함으로써 톨루엔 분자가 휘발하고, 도포막의 막밀도가 증착막보다 낮아진다고 생각된다. 구체적으로, 특별한 휘발성 물질을 첨가할 필요는 없고, 사용하는 용매와 가열 등의 프로세스 조건에 의해 저굴절률화 할 수 있다.

[0067]

이렇게, 도포액을 사용하는 방법에서는, 형성된 박막을 저굴절률화 할 수 있기 때문에, 이 증착법과 도포법으로 얻어진 각 굴절률을 사용해서 시뮬레이션을 실시했다. 도 11은 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 시뮬레이션에서 사용한 소자구성은, 지지 기판/A 1 애노드/정공수송층(18 nm)/전자 블록층(10 nm)/발광층(20 nm)/전자수송층(30 nm)/A g 캐소드(24 nm)이다. 또한, 시뮬레이션에서 사용한 정공수송층 이외의 재료는 후술한 예시와 동일하다.

[0068]

도 11로부터 알 수 있는 바와 같이, 굴절률이 낮아지는 도포막은 발광 효율이 높다. 예를 들면, 도포막의 발광 효율은, 0.06의 C I E y에서 4.5 c d/A이어서, 그 도포막의 발광 효율은 상기 증착막의 발광 효율 4.0 c d/A와 비교해서 개선된다. 이 결과로부터, 같은 재료를 사용하여도 증착법보다도 도포법의 쪽이 막굴절률을 낮게 할 수 있는 경우에, 발광 효율이 증가하게 되는 것을 안다. 구체적으로, S P손실을 반사 전극과 접한 정공수송층의 저굴절률화로 억제하여, 발광 효율을 개선하는 경우에는, 도포법도 효과적이다.

[0069]

다른 예로서, 이 정공수송층(3)의 저굴절률화에 의한 발광 효율의 변화에 대해서 애노드 금속층을 A 1 이외의 A g와 M g로 변화게 했을 경우에도 해석을 하였다. 도 3a 내지 3c는 결과를 나타낸다. 도 3a의 A g

및 도 3b의 Mg로부터 알 수 있는 바와 같이, 각 금속에 있어서, 정공수송층(3)의 굴절률 n 이 2.50으로부터 1.20까지 저굴절률화함에 따라서, 발광 효율이 개선된다. 도 3c는, Al, Ag, Mg를 애노드에 사용했을 경우의 0.06의 색도 CIEy에서의 발광 효율을 나타낸다. 가로축은 정공수송층(3)의 굴절률 n 이다. 굴절률이 작아질수록 발광 효율이 커지는 것이 명확하고, 정공수송층(3)의 저굴절률화는 금속중에 상관없이 발광 효율 개선에 효과가 있는 것이 확인되었다. 또한, 이렇게 저굴절률화에 의해 얻어진 고효율 유기 EL 소자를 복수개 배열해서 발광장치나 표시장치를 제작하는 것도 가능하다.

[0070] 2층 HTL 구성

[0071] 반사 전극(2)인 Al 애노드와 접촉하고 있는 정공수송층(3)의 굴절률을 저하시킴으로써 발광 효율이 개선되었다는 것을 알았다. 그렇지만, $\lambda/4$ 구성의 간섭 조건을 유지하기 위해서 정공수송층(3)의 저굴절률화와 함께 그 막두께도 증가시킨다. 그러므로, 굴절률 대신에 발광층(5)과 애노드 2간의 거리가 커지는 것에 의한 SP 손실 억제 가능성도 제거될 수 없다.

[0072] 여기에서는, 정공수송층(3)(HTL)을 2층 구성(HTL1과 HTL2)으로 했을 경우에 대해서 시뮬레이션을 행했다. 우선, 간섭 설계를 이용하지 않는다, 즉 정공수송층(3)의 2층의 합계 막두께를 일정하게 하고, 애노드2와 접하는 HTL1의 막두께를 5nm로 하여 굴절률(x)만을 변경한 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 한편, HTL2의 굴절률은 1.90으로 고정하고, 막두께는 26.6nm로 고정했다. 이하의 구성을 시뮬레이션 하였다.

[0073] 지지 기판/Al 애노드/HTL1/HTL2/전자블록층(10nm)/발광층(20nm)/정공블록층(10nm)/전자수송층(10nm)/전자주입층(10nm)/Ag 캐소드(24nm). 한편, 팔호내의 수치는 각 층의 두께다.

[0074] 도 4a는 상기 결과를 정리한 것이다. 0.06의 CIEy 부근의 색도에서의 발광 효율에 착안하면, 애노드와 접촉하고 있는 HTL1의 굴절률이 낮아질수록, 그 발광 효율이 개선되는 것을 안다. 구체적으로, 정공수송층(3)의 합계 막두께는 일정하기 때문에, 애노드2와 발광층(5) 사이의 거리는 변화되지 않고 있는 사실에도 불구하고, 애노드2와 접촉하고 있는 HTL1의 굴절률이 저하하면, 발광 효율이 개선되는 것이 명확하다.

[0075] 다음에, 정공수송층(3)(HTL)을 2층 구성(HTL1과 HTL2)으로 하고 간섭 설계를 이용한다, 즉 HTL1의 막두께를 일정(5nm)하게 해서 그 굴절률을 변화시켰다. 그래프는, $\lambda/4$ 구성의 간섭 조건에 일치하도록 HTL2의 막두께를 Y(nm)로서 정의하고 변화시켰을 경우의 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 이하의 구성을 시뮬레이션 하였다.

[0076] 지지 기판/Al 애노드/HTL1/HTL2/전자블록층(10nm)/발광층(20nm)/정공블록층(10nm)/전자수송층(10nm)/전자주입층(10nm)/Ag 캐소드(24nm). 한편, 팔호내의 수치는, 각 층의 두께다.

[0077] 도 4b는 상기 결과를 정리한 것이다. HTL1과 HTL2의 합계 막두께가 일정했던 도 4a와 달리, HTL2의 막두께를 변화시키고 있으므로, 각 색도의 발광 효율이 얻어진다. 그리고, Al 애노드와 접촉하고 있는 HTL1의 굴절률이 저하할수록 각 색도에 관계없이 발광 효율이 개선하게 되는 것을 마찬가지로 확인하였다.

[0078] 표 3 및 표 4에는, 도 4a 및 4b로부터, 0.06의 CIEy 부근의 색도를 갖는 계산 결과가 얻어진 소자구성을 발췌한 결과를 정리했다. 표 3 및 표 4로부터 분명하게 나타나 있는 바와 같이, HTL의 합계 막두께가 일정한 소자A-1 내지 A-6과, HTL2의 막두께를 소자의 $\lambda/4$ 구성에 일치하도록 변화시킨 소자B-1 내지 B-6 중 어느 하나에 있어서도, HTL1이 저굴절률쪽이 발광 효율은 높아지는 것을 안다. 일반적으로, SP 손실을 억제하기 위해서 애노드와 발광층간의 거리를 증대시키는 방법을 사용하는 경우에는, $3\lambda/4$ 구성까지 HTL 막두께를 증가시키는 것이 필요하다. 그렇지만, 본 발명에서는, 저굴절률의 유기 화합물층을 애노드2와 접해서 설치함으로써, 고발광 효율의 $\lambda/4$ 구성을 유지한 채 발광 효율이 개선 가능한 것이 입증되었다.

표 3

	HTL1 굴절률	HTL1 막두께 (nm)	HTL2 굴절률	HTL2 막두께 (nm)	HTL 합계 막두께(nm)	CIEx	CIEy	발광 효율[cd/A]
소자 A-1	2.50	5.00	1.90	26.60	31.60	0.1390	0.0632	4.48
소자 A-2	1.90	5.00	1.90	26.60	31.60	0.1388	0.0605	4.70
소자 A-3	1.65	5.00	1.90	26.60	31.60	0.1386	0.0597	4.84
소자 A-4	1.60	5.00	1.90	26.60	31.60	0.1385	0.0595	4.87
소자 A-5	1.40	5.00	1.90	26.60	31.60	0.1382	0.0590	5.03
소자 A-6	1.20	5.00	1.90	26.60	31.60	0.1371	0.0585	5.23

[0079]

표 4

	HTL1 굴절률	HTL1 막두께 (nm)	HTL2 굴절률	HTL2 막두께 (nm)	HTL 합계 막두께(nm)	CIE _x	CIE _y	발광 효율(cd/A)
소자 B-1	2.50	5.00	1.90	26.00	31.00	0.1384	0.0602	4.36
소자 B-2	1.90	5.00	1.90	31.67	36.67	0.1380	0.0603	4.69
소자 B-3	1.65	5.00	1.90	26.80	31.80	0.1383	0.0602	4.87
소자 B-4	1.60	5.00	1.90	26.67	31.67	0.1386	0.0595	4.87
소자 B-5	1.40	5.00	1.90	27.00	32.00	0.1382	0.0604	5.09
소자 B-6	1.20	5.00	1.90	27.00	32.00	0.1384	0.0599	5.30

[0080]

[0081]

[0082]

발광 효율에 대한 간접 차수의 효과

정공수송층(3)의 저굴절률화에 의해 발광 효율은 개선되었지만, $\lambda/4$ 구성에 대한 해석이 기재되었다. 여기에서, 청색발광의 유기 EL 소자의 $3\lambda/4$ 구성에 관해서도 해석을 실시하고, 그 해석 결과는 $\lambda/4$ 구성의 결과와 비교했다. 소자구성은, 지지 기판/A1 애노드/정공수송층(150 nm 내지 250 nm)/전자블록층(10 nm)/발광층(20 nm)/정공블록층(10 nm)/전자수송층(10 nm)/전자주입층(10 nm)/Ag 캐소드(24 nm)이다. 괄호내의 수치는 각 층의 두께다. 도 5는, 발광 효율의 색도(CIE_y)마다의 정공수송층(3)의 굴절률 의존성을 간접 차수마다 정리한 것을 나타낸다.

[0083]

우선, 도 5에 도시된 $3\lambda/4$ 구성에 착안한 경우에, 정공수송층(3)이 시뮬레이션 재료A($\lambda=460$ nm에 있어서 굴절률 $n=1.90$)일 때, 발광 효율은 가장 낮고, 시뮬레이션 재료A의 굴절률 n 을 저하시키면 발광 효율이 크게 개선된다. 구체적으로, 정공수송층(3)의 저굴절률화에 의한 발광 효율 개선 효과는 $3\lambda/4$ 구성에 대하여도 유효한 것이 표시되어 있다.

[0084]

한편, $3\lambda/4$ 구성의 시뮬레이션으로 최대의 효율을 얻은 정공수송층(3)의 굴절률 n 이 1.20인 경우에도, 그 발광 효율은, 도 2에 도시된 $\lambda/4$ 구성의 정공수송층(3)의 굴절률 n 이 1.65이하인 경우에 얻어진 발광 효율에 도달하지 못하였다. 특히, $\lambda/4$ 구성에서는 SP 손실이 크기 때문에, 저굴절률화에 의해 표면 플라즈몬이 억제되었을 경우, 큰 발광 효율을 얻을 수 있다. 구체적으로, 큰 발광 효율을 얻기 위해서는, $3\lambda/4$ 구성 대신에 $\lambda/4$ 구성을 사용하고, 한층 더 정공수송층(3)의 굴절률을 저하시키는 것이 바람직한 것을 안다. 구체적으로는, 상기한 식(2), (2')에 있어서, $m=0$ 이 가장 바람직한 구성이라고 하는 것을 안다. 또한, 상기 저굴절률층은, 상기 발광층과 제1전극 사이에 위치되면 좋고, 항상 제1전극과 접하여 있을 필요가 없다. 이것은, 식(1)를 만족시키는 디바이스 구성에서의 제1전극에 일어나는 SP는 제2전극에서 일어나는 장거리 표면 플라즈몬(LRSP)이라고 불린 SP모드와 혼합되는 상태에 있기 때문이다. 여기에서는, 그 혼합모드를 SP1이라고 한다. 추가로, 저굴절률층의 흡광계수가 사용되는 파장영역에서 0.02이하인 것이 바람직하다. 이것은, 강 캐비티 구성이 복수의 간섭 정도가 커서 대량의 광이 상기 디바이스에 흡수되기 쉽기 때문이다.

[0085]

저굴절률층의 삽입 위치 효과에 대해서

[0086]

다음에, 저굴절률의 유기 화합물층을 삽입하는 위치에 의해 발광 효율이 어떻게 변화될지를 조사했다. 구체적으로는, 도 2에 나타낸 반사 전극(2)인 애노드와 접하는 정공수송층(3)을 저굴절률화했을 경우와, 광추출층의 투명전극(8)의 캐소드와 접한 전자수송층(7)을 저굴절률화했을 경우를 비교하였다.

[0087]

한편, 애노드와 접하는 정공수송층(3)의 굴절률 변화의 시뮬레이션에 사용하는 소자구성은 전술한 바와 같지만, 캐소드와 접한 전자수송층(7)의 굴절률 변화의 시뮬레이션은 다음 구성으로 실시했다.

[0088]

지지 기판/A1 애노드/정공수송층/전자블록층(10 nm)/발광층(20 nm)/정공블록층(10 nm)/전자수송층(26 nm)/Ag 캐소드(24 nm). 괄호내의 수치는 각 층의 두께다. 정공수송층(3)의 막두께는, $\lambda/4$ 간섭 조건과 일치하되, n 이 1.90로 된 경우에 32 nm이다. 또한, 발광층(5)으로부터의 발광의 피크 파장은 460 nm(청색발광)이다.

[0089]

도 6에, 전자수송층(ETL)을 저굴절률화한 결과를 정리했다. 전자수송층(7)(ETL)으로서, 시뮬레이션 재료B를 사용하고, 그 굴절률 n 을 460 nm의 λ 에 있어서 1.84로부터 1.20까지 저하시켰다. 그 결과, 굴절률 n 의 저하에 의해 발광 효율의 개선이 관측되었다. 구체적으로, 전자수송층을 저굴절률화 함으로써 발광 효율의 개선 효과를 얻는다. 다음에, 굴절률이 작은 전자수송층이 금속으로 이루어진 제2전극과 접하여 있기를 원하는 이유를 기술한다.

[0090]

표 5는, 청색발광의 유기 E L 소자의 $\lambda/4$ 구성에 있어서의 저굴절률을 갖는 전자수송층의 구성 의존성을 나타내고, 금속으로 이루어진 Ag 캐소드와 투명도전막으로 이루어진 IZO 캐소드간의 비교를 나타낸다. 다음의 구성에서 표 5의 시뮬레이션을 실시하였다. 지지 기판/A l 애노드/정공수송층/발광층(20 nm)/제1전자수송층/제2 전자수송층/제3 전자수송층/A g 캐소드(26 nm) 또는 IZO(73nm). 광호내의 수치는 각 층의 두께다. 식(I)을 충족 시키도록 정공수송층의 두께를 설정하였다. 제2 전자수송층의 굴절률은 1.6으로 설정하고, 그 밖의 유기 화합물 층의 굴절률은 1.9로 설정하였다. 소자 C(및 소자 D)의 상대 발광 효율과 상대 SP 결합 효율은, 소자 C-1(및 소자 D-1) 각각에 의해 정규화되어 있다. 소자 C와 소자 D를 비교하여 안 것은, 상기 Ag 캐소드와 제2 전자수송층 을 서로 결합시키는 소자 C-2의 SP 결합 효율이 가장 감소됨에 따라서, 최고의 발광 효율을 갖는다는 것이다. 즉, 금속 캐소드의 경우에, 저굴절률층과 상기 캐소드를 서로 결합시키는데 효과적이다. 이것은, 상기 SP1뿐만 아니라 막막 금속 캐소드에 국소적으로 존재하는 표면 플라즈몬 모드도 감소시킬 수 있기 때문이다. 상기에서 밝혀진 것은, 제2전극과 접하는 전자수송층의 굴절률을 저하시킴으로써 상기 발광층과 상기 제2전극간의 광학거리가 $\lambda/4$ 의 간섭조건을 충족시키는 구성에서는, 표면 플라즈몬의 결합효율을 저하시켜 발광 효율을 향상시키는 것이 가능하다는 것이다.

표 5

	ETL1		ETL2		ETL3		캐소드	상대 발광효율	상대 SP모드
	굴절률	두께 [nm]	굴절률	두께 [nm]	굴절률	두께 [nm]			
소자 C-1	1.9	0	1.6	0	1.9	30	Ag(26nm)	100%	100%
소자 C-1	1.9	20	1.6	10	1.9	0	Ag(26nm)	111%	92%
소자 C-2	1.9	10	1.6	10	1.9	10	Ag(26nm)	107%	95%
소자 C-3	1.9	0	1.6	10	1.9	20	Ag(26nm)	106%	96%
소자 D-1	1.9	0	1.6	0	1.9	30	IZO(73nm)	100%	100%
소자 D-1	1.9	20	1.6	10	1.9	0	IZO(73nm)	102%	99%
소자 D-2	1.9	10	1.6	10	1.9	10	IZO(73nm)	105%	98%
소자 D-3	1.9	0	1.6	10	1.9	20	IZO(73nm)	106%	97%

[0091]

[0092]

EML의 상대 굴절률 관계에 대해서

[0093]

도 3c에 나타난 바와 같이, 정공수송층의 굴절률을 저하시킴으로써 발광 효율을 개선한다. 그렇지만, 발광층의 굴절률(n_{EML})이 정공수송층의 굴절률(n_{HTL})보다 큰($n_{HTL} \leq n_{EML}$) 것이 바람직하다. 표 6은 청색발광의 유기 E L 소자의 $\lambda/4$ 구성에 있어서 발광 효율의 상대값에 대한 상기 전자수송층과 정공수송층의 굴절률 의존성을 나타낸다. 발광 효율은, 0.06의 CIEy에서 발광 효율에 해당한다. 다음의 구성에서 표 6의 시뮬레이션을 실시하였다. 지지 기판/A l 애노드/정공수송층/발광층(20 nm)/전자수송층(30 nm)/A g 캐소드(26 nm). 광호내의 수치는 각 층의 두께다. 식(I)을 충족시키도록 정공수송층의 두께를 최적화하였다. $n_{HTL} \leq n_{EML}$ 의 조건을 충족시키는 소자 C의 발광 효율이 소자 D보다 높은 것을 안다. 상기 소자 C에 착안하여 안 것은, EML과 HTL간의 굴절률 차이 δn 이 보다 큰 소자의 발광 효율이 더 크다는 것이다. 이로부터, 상기 발광 효율을 개선하기 위해서는 정공수송층의 굴절률을 저하시킴으로써 $n_{HTL} \leq n_{EML}$ 을 충족시키는 것이 바람직하다. 특히, 보다 바람직한 것은, 저굴절률 층의 보다 강력한 효과를 얻을 수 있기 때문에 $n_{EML} - n_{HTL} \geq 0.1$ 을 충족시키는 것이다. 마찬가지로, 전자수송층의 굴절률을 n_{ETL} 로 나타낼 때 $n_{ETL} \leq n_{EML}$ 를 충족시키는 것이 바람직하다.

표 6

	EML 굴절률 n_{EML}	HTL 굴절률 n_{HTL}	$\delta n = n_{EML} - n_{HTL}$	발광 효율 [cd/A]
소자 E-1	1.9	1.9	0	4.95
소자 E-2	1.9	1.5	0.4	6.58
소자 E-3	1.65	1.65	0	5.21
소자 E-4	1.65	1.6	0.05	5.44
소자 E-5	1.65	1.5	0.15	5.79
소자 E-6	1.6	1.6	0	5.21
소자 E-7	1.6	1.5	0.1	5.62
소자 E-8	1.5	1.5	0	5.2
소자 F-1	1.5	1.9	-0.4	3.79
소자 F-2	1.6	1.65	-0.05	5.02
소자 F-3	1.5	1.65	-0.15	4.62
소자 F-4	1.5	1.6	-0.1	4.84

[0094]

[0095]

전자수송층(7)과 정공수송층(3)의 각 굴절률을 저하시킴으로써 발광 효율의 개선을 관측함에 따라서, 전자수송층(7)과 정공수송층(3)의 굴절률을 동시에 저하시키는 경우를 검토한 것을 알았다. 구체적으로는, 정공수송층(3)의 굴절률을 1.9로부터 1.6으로 변화시키는 경우에 대해서, 발광 효율의 변화를 시뮬레이션 했다. 표 7은 청색발광의 유기 E L 소자의 $\lambda/4$ 구성에 있어서의 발광 효율에 대한 전자수송층(7)과 정공수송층(3)의 굴절률 의존성을 나타낸다.

[0096]

다음의 구성에서 표 7의 시뮬레이션을 실시하였다. 지지 기판/A 1 애노드/정공수송층(20 nm)/전자블록층/발광층(20 nm)/정공블록층(10 nm)/전자수송층/A g 캐소드(26 nm). 팔호내의 수치는 각 층의 두께다. 전자수송층의 막두께는 $\lambda/4$ 간섭조건과 일치하고, $n=1.9$ 에 대해 30nm 정도이고, $n=1.6$ 에 대해 35nm 정도다. 또한, 정공수송층의 두께는 20nm로 고정하고, 전자블록층의 두께는 $\lambda/4$ 간섭조건과 일치되도록 최적화된다. 이 시뮬레이션에서 사용된 전자블록층의 굴절률은 $n=2.0$ 이다.

[0097]

표 7로부터 알 수 있듯이, 정공수송층과 전자수송층 양쪽의 굴절률이 1.9인 소자 G-1의 효율이 가장 낮다. 상기와 같이, 정공수송층과 전자수송층 중 한쪽의 굴절률이 낮은 소자 G-2와 G-3의 효율은, 상기 소자 G-1과 비교하여 개선된다. 또한, 정공수송층과 전자수송층 양쪽의 굴절률이 저하되는 소자 G-4의 효율이 가장 크게 개선된다. 상기 소자 G-4의 상대적 휘도에 관한 팔호내의 수치는, (소자 G-4의 상대 효율)에 대해서 (소자 G-2 및 G-3의 상대 효율의 합계)의 차이에 해당한다, 즉 정공수송층과 전자수송층 양쪽의 굴절률을 저하시킴으로써 보여진 개선된 발광효율 성분에 해당한다. 그 결과로 안 것은, 정공수송층과 전자수송층 양쪽의 굴절률을 저하시키는 경우에도, 정공수송층과 전자수송층 중 한쪽의 굴절률을 저하시키는 경우보다 그 효율을 개선시키는 보다 바람직한 효과를 얻을 수 있다는 것이다.

표 7

	HTL 굴절률	ETL 굴절률	발광 효율 [cd/A]	상대 발광 효율
소자 G-1	1.9	1.9	5.05	100%
소자 G-2	1.6	1.9	6	121%
소자 G-3	1.9	1.6	6.12	119%
소자 G-4	1.6	1.6	7.49	148% (+8.6%)

[0098]

[0099]

도 7에는, 각 구성에서 여기에너지가 어떻게 분배되는지를 보이고 있다. 본 도면에서의 각 수치는, 캐비티내에서 발생한 전체 단일향 여기자의 파워(투입 전력의 25%)에 대한 비율로, 400 nm 내지 580 nm의 λ 의 범위내의 평균치다.

[0100]

각 모드의 정의를 설명한다. OC는 아웃 커플링을 나타내는 것으로, 광으로서 상기 소자로부터 추출된 성분이다. 광의 이동 방향을 법선방향에서의 경사각을 θ 라고 하면, θ 는 $0 < \theta < \theta_c$ (θ_c : 전반사 임계각)의 범위내에 있다. ABS는 흡수 손실이며, $\theta < \theta_c$ 의 조건을 충족시키고, 그 소자내에서 흡수되는 성분이다. Wg는

도파모드(Waveguide)이며, 소자내를 광이 전파하는 성분이며, 그 이동 방향은 $\theta_c < \theta < 90^\circ$ 이다. SP는 상기한 바와 같이 표면 플라즈몬이며, 표면 플라즈몬으로 인해 여기 에너지손실을 일으킨 후, 그 에너지를 줄 열로 변환시키는 성분이다. 이 모드가 본 발명에서 착안하는 억제하고 싶은 성분이다. NR은 발광 분자내에서의 무복사 실활성분(non-radiative loss)이며, 여기된 발광 분자로부터 기저상태로 발광을 수반하지 않고 실활하는 성분이다.

[0101] 도 7에 나타나 있는 바와 같이 정공수송층(3)(HTL)의 시뮬레이션 재료A의 굴절률n을 1.90, 전자수송층(7)(ETL)의 굴절률n을 1.84라고 했을 경우로부터, 전자수송층(7)의 굴절률을 1.60과 1.40으로 저하시켜, 도 7에 있어서는, A, B, C로 표시된다. 그 후, SP에 분배되었던 에너지가 47.9%로부터 43.0%, 38.0%로 저하되었다. 한편, 소자로부터 추출되어 발광 효율의 개선에 기여하는 OC모드에서는, 그 에너지가 19.3%로부터 23.0%, 25.1%로 증가하였다. 구체적으로, 전자수송층(7)의 굴절률을 저하시킴으로써 SP손실이 억제되어, 소자로부터 광을 추출하는 효율이 향상되는 것을 안다.

[0102] 다음에, 전자수송층(7)(ETL)의 굴절률n을 1.84에 고정하고, 정공수송층(3)(HTL)의 굴절률n을 1.90으로부터 1.60에 저하시키면, SP에 분배되었던 에너지가 47.9%로부터 39.1%, 30.7%로 저하되었고, 도 7에 있어서는, D, E로 표시된다. 한편, 소자로부터 추출되어 발광 효율의 개선에 기여하는 OC모드에서, 그 에너지는 19.3%로부터 24.6%, 26.4%로 증가하였다. 구체적으로, 정공수송층(3)의 굴절률을 저하시킴으로써 SP손실이 억제되어, 소자로부터 광을 추출하는 효율이 향상되는 것을 안다.

[0103] 이상의 결과를 고려하여, 본 발명에 있어서는, 반사 전극(2)에 접하는 유기 화합물층을 저굴절률화 한다. 또한, 상기 저굴절률층의 굴절률은, 1.20이상 1.65이하다. 광학적 관점에서, 상기 저굴절률층의 두께는, 가능한 한 두꺼운 것이 바람직하다. 그렇지만, 저굴절률층의 저항에 따라 전압이 증가하기도 한다. 그래서, 광학적 및 전기적 관점에서 최적의 두께를 결정하는 것이 바람직하다. 그러므로, 저굴절률층의 막두께는, 바람직하게는 5nm이상 193.75nm이하다. 본 발명의 효과를 얻을 수 없기 때문에, 막두께가 5nm미만인 것은 바람직하지 못하다. 또한, 적색발광의 유기EL소자에 있어서, 굴절률이 1.20이고 L이 232.5nm일 경우에, 저굴절률층의 막두께는 193.75nm가 되고, 본 발명에 있어서, 상기 193.75nm의 막두께가 저굴절률층의 막두께의 상한으로서 바람직하다. 한층 더, 저굴절률층의 막두께는, 바람직하게는 5nm이상 161.46nm이하다. 161.46nm의 막두께는, 굴절률이 1.20이고 L이 193.75nm일 경우에 해당한다.

[0104] 상기와 같이, 본 발명의 유기EL소자에서는, 금속전극에 있어서의 SP손실이 저감되어, 발광 효율이 높다. 따라서, 유기EL소자를 사용한 각종의 장치에 본 발명을 적용함으로써, 보다 높은 특성을 얻는다. 구체적인 예로서는, 본 발명의 유기EL소자와, 그 유기EL소자의 발광을 제어하는 제어회로를 구비한, 발광장치가 있다. 발광장치의 예들은, 조명 장치와 전자사진방식의 화상형성장치의 노광 광원, 액정표시장치의 백라이트를 포함한다. 화상형성장치는, 노광 광원과, 노광 광원에 의해 잠상이 형성되는 감광체와, 그 감광체를 대전하는 대전부를 구비한다.

[0105] 또한, 다른 방출색을 갖는 복수의 유기EL소자와, 상기 유기EL소자의 발광을 제어하는 제어회로를 구비한 표시장치에 있어서, 본 발명의 유기EL소자를 사용할 수 있다. 표시장치는, 텔레비전 수상기나 퍼스널 컴퓨터의 표시부, 휴대전화의 표시부, 휴대 게임기의 표시부, 휴대 음악재생장치의 표시부, 휴대 정보단말(PDA)의 표시부, 및 카 네비게이션 시스템의 표시부에 사용된다. 추가로, 본 실시예의 표시장치는, 디지털 카메라와 디지털 비디오 카메라등의 촬상장치의 표시부나 전자 뷰파인더에 배치되어 있어도 된다. 촬상장치는, 촬상하기 위한 촬상광학계나 CMOS센서등의 촬상소자를 한층 더 구비한다. 이러한 표시장치에 있어서, 저굴절률층이 다른 방출색을 갖는 복수의 유기EL소자로 형성되고, 저굴절률층의 막두께가 5nm이상 143.75nm이하인 것이 바람직하다. 본 발명의 효과가 얻어지지 못하기 때문에, 상기 막두께는 5nm미만인 것이 바람직하지 못하다. 또한, 청색발광의 유기EL소자에 있어서, 굴절률이 1.20, L이 172.5nm(식(I)에서 $\lambda=460\text{nm}$, $\phi=-\pi$ 에 있어서의 상한치에 상당)일 경우에, 저굴절률층의 막두께는 143.75nm이 되기 때문에, 저굴절률층의 막두께의 상한은 143.75nm가 바람직하다. 한층 더, 저굴절률층의 막두께는, 바람직하게는 5nm이상 119.79nm이하다. 119.79nm의 막두께는, 굴절률이 1.20이고 L이 143.75nm(식(I')에서 $\lambda=460\text{nm}$, $\phi=-\pi$ 에 있어서의 상한치에 상당)일 경우에 해당한다.

[0106] (예시)

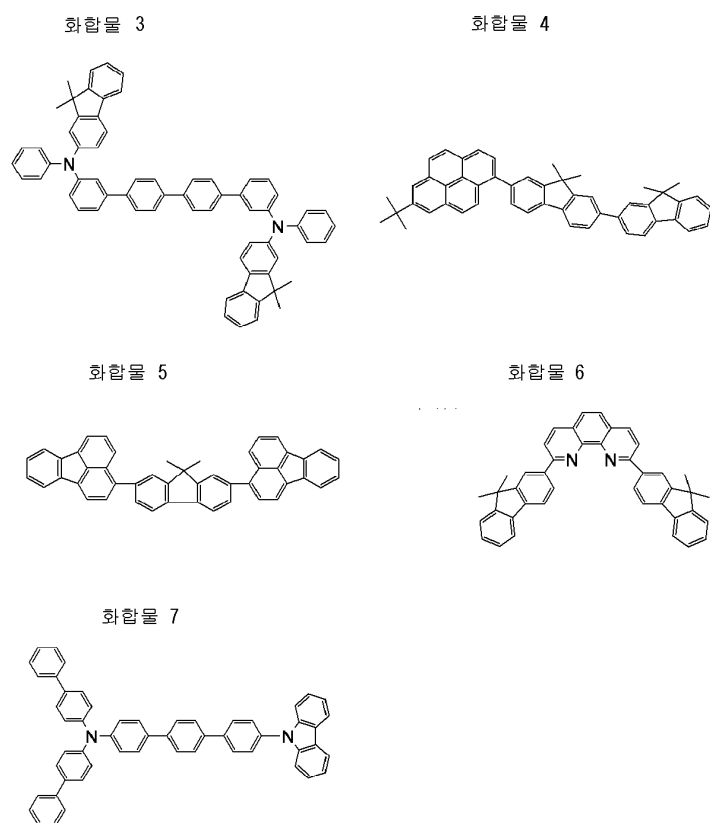
[0107] 이하, 본 발명의 구체적인 예시에 관하여 설명한다. 이하의 예시들에서는, 상술한 시뮬레이션 결과에서 높은 발광 효율을 얻은 애노드에 접한 정공수송층을 저굴절률화했을 경우의 효과를 확인했다.

[0108] 본 예시에서는, 굴절률이 다른 2개의 정공수송층을 사용했다. 정공수송층의 한쪽은 상기 화합물 1($\lambda=460\text{ nm}$ 에 있어서 굴절률 $n=1.90$)이며, 또 한쪽은 상기 화합물 1보다 저굴절률의 화합물 2($\lambda=460\text{ nm}$ 에 있어서 굴절률 $n=1.65$)이다.

[0109] 본 예시의 일례는 다음과 같이 제작되었다. 우선, 유리 기판 위에, 알루미늄합금(AlNd)의 막을 100 nm의 막두께로 스퍼터링법으로 형성하여, 애노드를 형성했다. 이 애노드 위에 연속적으로, 진공증착법으로 유기 화합물층을 형성했다. 정공수송층으로서, 상기의 화합물 1의 막은 막두께를 18 nm로 또는 화합물 2의 막은 막두께를 21 nm로 형성하며, 전자 블록층으로서, 하기의 구조의 화합물 3의 막은 막두께를 10 nm로 형성했다. 다음에, 발광층으로서, 아래의 구조를 갖는 화합물 4와 화합물 5를 각각 성막 속도 0.98Å/s, 0.02Å/s로 공증착하고, 막두께 20 nm의 발광층을 형성했다. 그 후, 전자수송층으로서 하기의 구조의 화합물 6의 막을 30 nm의 막두께로 형성했다. 그리고, 캐소드로서는, AgCs(6 nm)/Ag(20 nm)의 광 투과성의 적층 금속박막을 형성했다. 여기에서, 캐소드의 전자수송층과 접하는 측에는 Ag와 Cs로 이루어진 Ag합금을 배치함으로써, 전자수송층에의 전자주입을 용이하게 한다. 괄호내의 수치는, 대응한 금속의 각 막두께다.

[0110] 최후에, 질소분위기중의 글로브박스에서, 건조제를 함유하는 밀봉 유리(미도시됨)와 유리 기판의 성막면을 UV경화 수지를 사용해서 봉지했다.

[0111] 이때, 본 예시에서 제작한 유기EL소자는 모두 $\lambda/4$ 구성이며, 상기 식 (II)를 충족시키고 있다.



[0113]

[0114] 도 8은 실험으로 얻어진 유기EL소자의 색도-발광 효율 곡선이며, 도 9는 각 유기EL소자에 대응하는 층 구성을 시뮬레이션한 결과다. 도 8개방 원 플롯으로 나타낸 정공수송층에 화합물 1을 사용한 유기EL소자는, 0.065의 CIEy에서 4.1cd/A정도의 발광 효율을 갖는다. 한편, 도 8의 검은 도트 및 곡선으로 나타낸, 굴절률이 낮은 화합물 2를 사용한 유기EL소자는 0.065의 CIEy에서 5.3cd/A정도의 높은 발광 효율을 나타낸다. 이에 따라, 저굴절률화에 의한 화합물 2를 사용한 유기EL소자의 발광 효율의 증가율은, 화합물 1을 사용한 유기EL소자의 발광 효율의 1.3배다. 또한, 도 9에서, 실선은 화합물 2를 사용한 소자를 나타내고, 파선은 화합물 1을 사용한 소자를 나타낸다. 시뮬레이션으로 얻어진 증가율도, 화합물 2는 화합물 1의 약 1.3배가 되고, 시뮬레이션 결과는 실험 결과와 일치되는 것도 확인되었다.

[0115] 구체적으로, 본 예시에서는, 시뮬레이션 결과가 실험 결과와 일치된다는 것이 확인되고, 애노드와 접촉

하고 있는 정공수송층(3)의 굴절률을 저하시킴으로써 발광 효율이 개선되는 것이 표시되었다.

[0116]

본 발명을 예시적 실시예들을 참조하여 기재하였지만, 본 발명은 상기 개시된 예시적 실시예들에 한정되지 않는다는 것을 알 것이다. 아래의 청구항의 범위는, 모든 변형, 동등한 구조 및 기능을 포함하도록 아주 넓게 해석해야 한다.

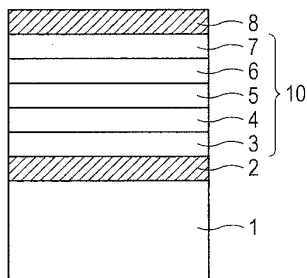
부호의 설명

[0117]

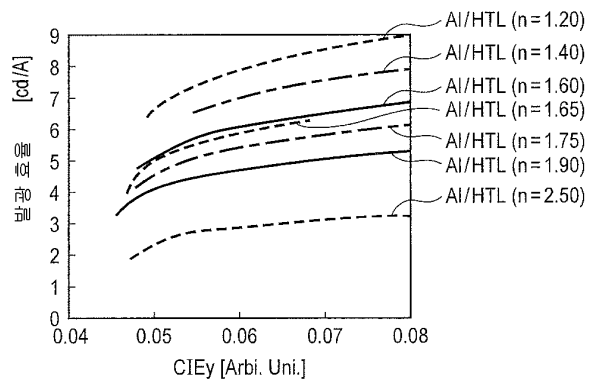
1: 지지 기판, 2: 제1전극(반사 전극), 3: 정공수송층, 4: 전자블록층, 5:발광층, 6: 정공블록층, 7: 전자수송층, 8: 제2전극(투명전극), 10: 유기 화합물층

도면

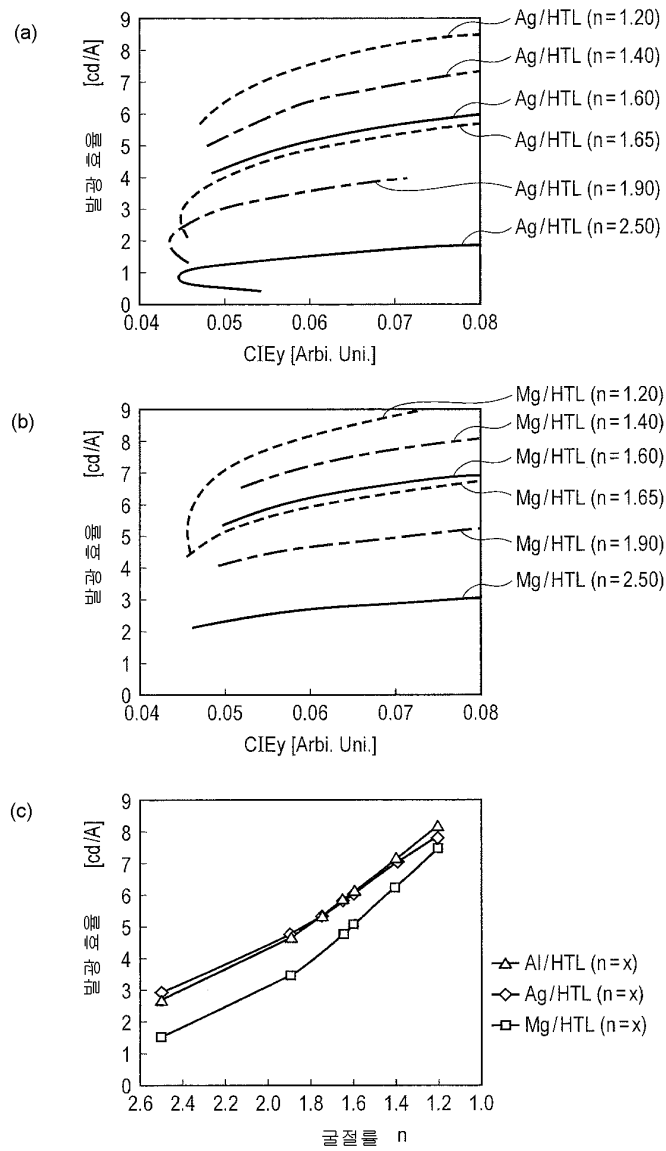
도면1



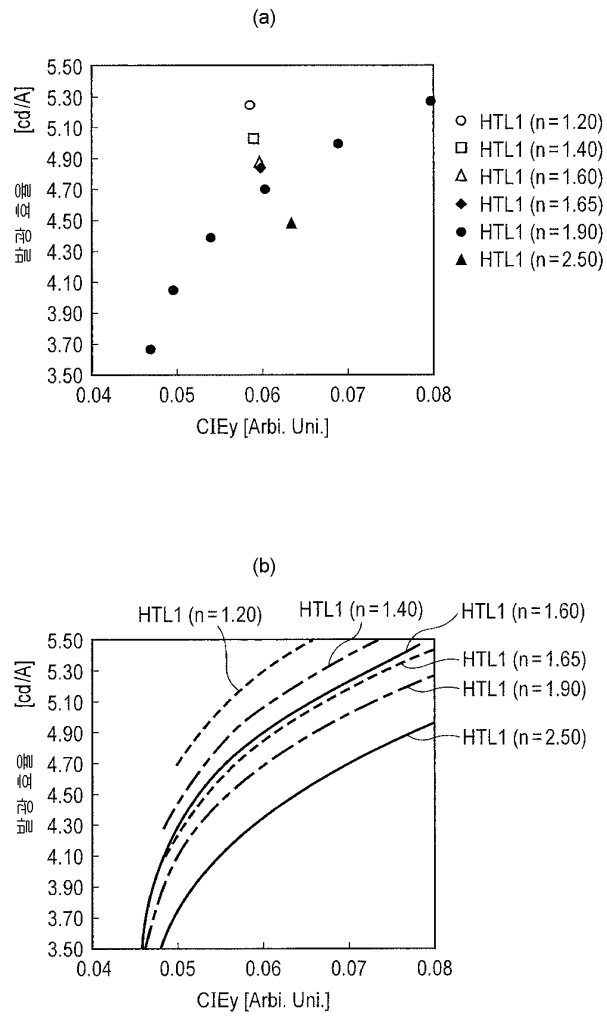
도면2



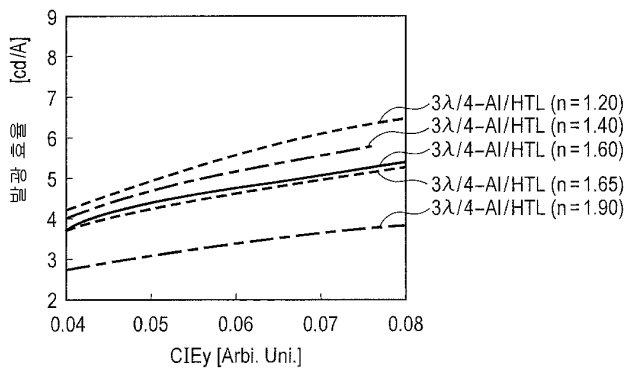
도면3



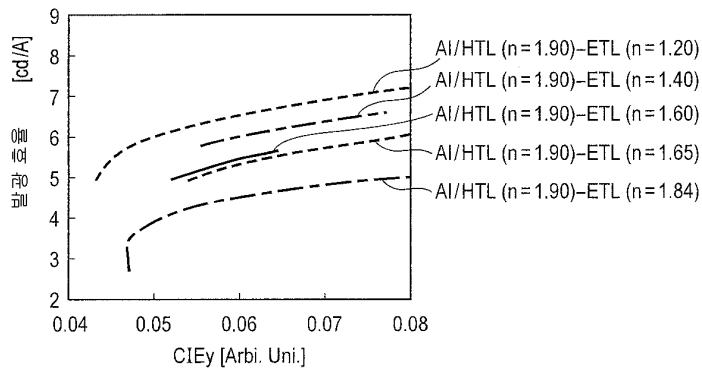
도면4



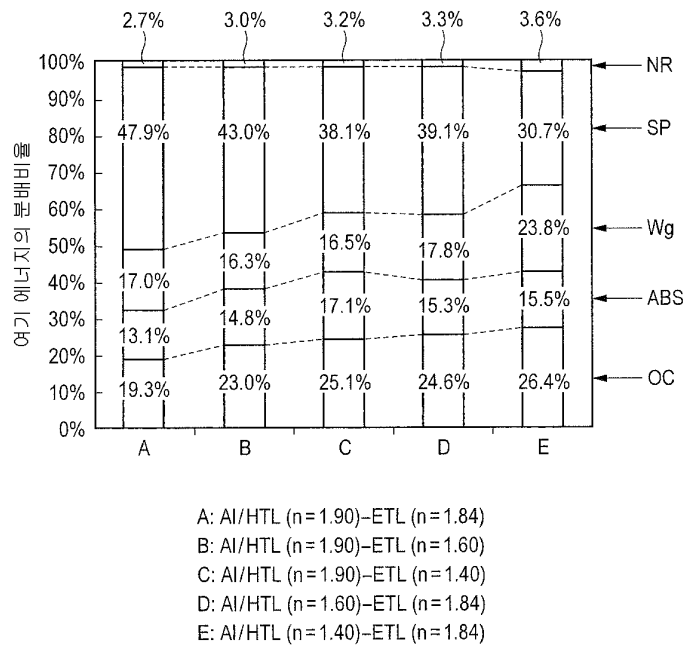
도면5



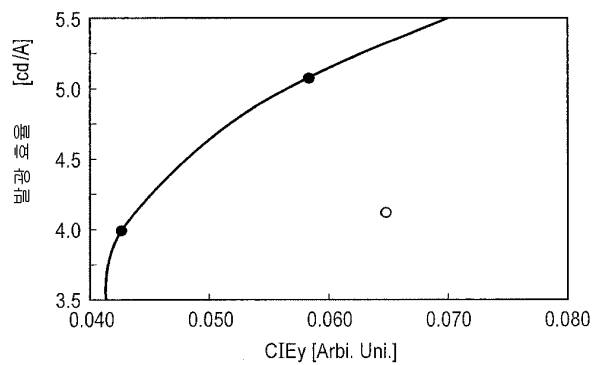
도면6



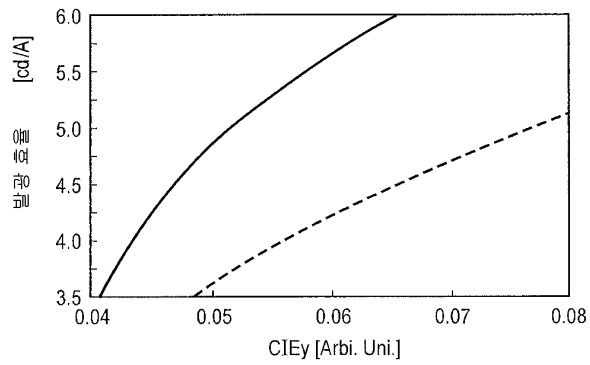
도면7



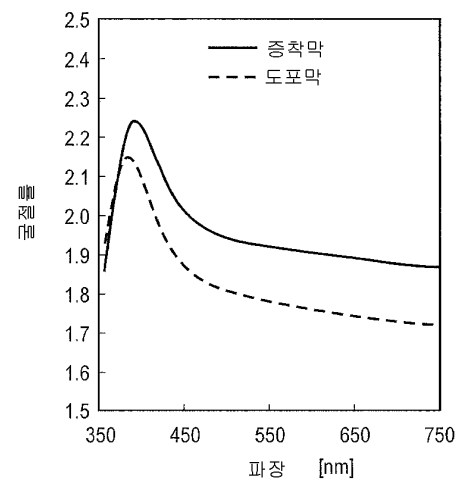
도면8



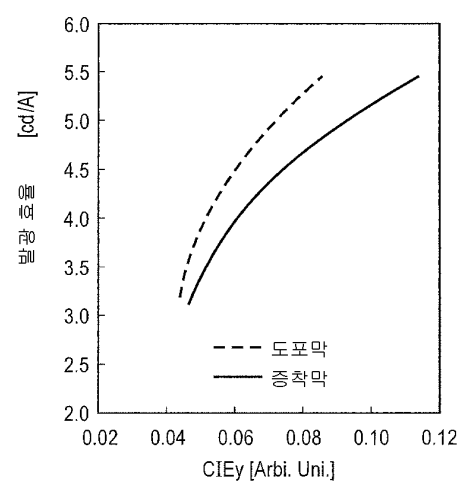
도면9



도면10



도면11



专利名称(译)	标题：有机EL器件和使用其的发光器件，图像形成装置，显示装置和图像捕获装置		
公开(公告)号	KR101496789B1	公开(公告)日	2015-02-27
申请号	KR1020120086105	申请日	2012-08-07
[标]申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
申请(专利权)人(译)	佳能sikki有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	佳能sikki有限公司		
[标]发明人	SUMIDA TAKAYUKI 스미다타카유키 KAJIMOTO NORIFUMI 카지모토노리후미 MIZUNO NOBUTAKA 미즈노노부타카 ITO TAKAYUKI 이토타카유키		
发明人	스미다타카유키 카지모토노리후미 미즈노노부타카 이토타카유키		
IPC分类号	H01L51/52		
CPC分类号	H01L51/006 H01L51/5275 H01L2251/558 H01L51/5265		
代理人(译)	权泰BOK		
优先权	2011176463 2011-08-12 JP 2012017447 2012-01-31 JP		
其他公开文献	KR1020130018138A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种有机EL元件，其中通过抑制由电极表面上产生的表面等离子体激发的激发能量的损失来提高发光效率。空穴传输层由在由发光层发射的光谱的最大峰值波长处具有1.20或更大且1.65或更小的折射率的材料形成。

