



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년06월10일
 (11) 등록번호 10-1405143
 (24) 등록일자 2014년06월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 51/50 (2006.01) H05B 33/04 (2006.01)
 H05B 33/24 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2012-7013255
- (22) 출원일자(국제) 2009년11월05일
 심사청구일자 2012년05월23일
- (85) 번역문제출일자 2012년05월23일
- (65) 공개번호 10-2012-0083496
- (43) 공개일자 2012년07월25일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2009/068930
- (87) 국제공개번호 WO 2011/055440
 국제공개일자 2011년05월12일
- (56) 선행기술조사문헌
 JP2003151761 A*
 JP2002025765 A
 US6660409 B1
 US20030085652 A1
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 캐논 가부시끼가이샤
 일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메 30방 2고
- (72) 발명자
 미즈노 노부타카
 일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메 30방
 2고 캐논 가부시끼가이샤 나이
- (74) 대리인
 권대복

전체 청구항 수 : 총 15 항

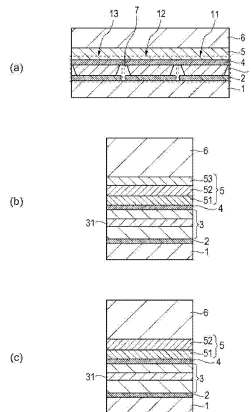
심사관 : 김홍섭

(54) 발명의 명칭 표시장치

(57) 요약

보호층에 의한 밀봉 형태를 채용하는 경우에 있어서, 청색을 발광하는 유기 EL 소자의 발광 효율이 향상되는 유기 EL 소자를 제공한다. 복수의 유기 EL 소자(11,12,13)와, 그 복수의 유기 EL 소자를 덮는 보호층(6)을 갖고, 유기 EL 소자의 제2 전극(4)과 보호층(6) 사이에, 광학 조정층(5)을 갖고, 광학 조정층(5)은 제2 전극(4)에 접하는 제1 광학 조정층과, 제1 광학 조정층과 접하는 제2 광학 조정층을 갖고, 상기 제1 광학 조정층과 상기 제2 광학 조정층은, 서로 다른 굴절률을 갖고, 상기 복수의 유기 EL 소자에 걸쳐 각각 공통의 막두께로 배치되고, 또한, 각각의 막두께는, 상기 청색의 유기 EL 소자의 발광층으로부터 발생하는 빛에 있어서, 상기 제2 전극과 상기 제1 광학 조정층의 계면에서 반사될 때의 위상과, 상기 제1 광학 조정층과 상기 제2 광학 조정층의 계면에서 반사될 때의 위상과, 상기 제2 광학 조정층의 상기 보호층측의 계면에서 반사될 때의 위상이 같아지는 막두께이다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

제1 전극과 발광층을 갖는 유기 화합물층과 제2 전극을 순서대로 갖는 복수의 유기 EL 소자와, 상기 복수의 유기 EL 소자를 덮는 보호층을 갖고, 상기 복수의 유기 EL 소자는, 청색을 발광하는 유기 EL 소자와, 녹색을 발광하는 유기 EL 소자와, 적색을 발광하는 유기 EL 소자를 포함하는 표시장치로서,

상기 제2 전극과 상기 보호층 사이에, 상기 제2 전극에 접하는 제1 광학 조정층과, 상기 제1 광학 조정층과 접하는 제2 광학 조정층을 갖고,

상기 제1 광학 조정층과 상기 제2 광학 조정층은, 서로 다른 굴절률을 갖고, 상기 복수의 유기 EL 소자에 걸쳐 각각 공통의 막두께로 배치되고, 또한, 각각의 막두께는, 상기 청색의 유기 EL 소자의 발광층으로부터 발생하는 빛에 있어서, 상기 제2 전극과 상기 제1 광학 조정층의 계면에서 반사될 때의 위상과, 상기 제1 광학 조정층과 상기 제2 광학 조정층의 계면에서 반사될 때의 위상과, 상기 제2 광학 조정층의 상기 보호층층의 계면에서 반사될 때의 위상이 같아지는 막두께이고,

상기 제1 광학 조정층의 막두께 d_1 은, 상기 청색을 발광하는 유기 EL 소자로부터 추출되는 빛의 스펙트럼의 최대 피크 파장 λ , 상기 최대 피크 파장 λ 에 있어서의 상기 제1 광학 조정층의 굴절률 n_1 , 상기 청색을 발광하는 유기 EL 소자로부터 추출되는 빛이 상기 제1 광학 조정층과 상기 제2 광학 조정층의 계면에서 반사될 때의 위상 시프트 양 ϕ_1 , 자연수 m_1 에 대해,

$$(4m_1 - 2\phi_1 / \pi - 1) \lambda / (8n_1) < d_1 < (4m_1 - 2\phi_1 / \pi + 1) \lambda / (8n_1)$$

을 만족하고, 상기 제2 광학 조정층의 막두께 d_2 는, 상기 최대 피크 파장 λ , 상기 최대 피크 파장 λ 에 있어서의 상기 제2 광학 조정층의 굴절률 n_2 , 자연수 m_2 에 대해,

$$(4m_2 - 1) \lambda / (8n_2) < d_2 < (4m_2 + 1) \lambda / (8n_2)$$

를 만족하는 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제2 전극은, 빛 추출층 전극인 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제2 전극은, 금속막을 구비하는 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 제2 전극은, Ag를 포함하는 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 제1 광학 조정층은 상기 제2 광학 조정층보다도 굴절률이 높은 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 제1 광학 조정층은 상기 제2 광학 조정층보다도 굴절률이 낮은 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 제2 광학 조정층은, 상기 보호층과 접하고, 상기 제2 광학 조정층의 굴절률은, 상기 보호층의 굴절률보다도 큰 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 제2 광학 조정층의 굴절률과 상기 보호층의 굴절률의 차이는 1.0 이상인 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 제1 광학 조정층의 굴절률은 1.5보다 크고, 상기 제2 광학 조정층의 굴절률은 1.5 이하인 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 제2 광학 조정층과 상기 보호층에 접하는 제3 광학 조정층을 갖고, 상기 제3 광학 조정층은, 상기 제2 광학 조정층과는 굴절률이 다르고, 상기 제3 광학 조정층의 막두께 d_3 은, 상기 최대 피크 파장 λ , 상기 최대 피크 파장 λ 에 있어서의 상기 제3 광학 조정층의 굴절률 n_3 , 자연수 m_3 에 대해,

$$(4m_3-1)\lambda/(8n_3) < d_3 < (4m_3+1)\lambda/(8n_3)$$

를 만족하는 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 제3 광학 조정층의 굴절률은, 상기 보호층보다도 큰 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 제3 광학 조정층의 굴절률과 상기 보호층의 굴절률의 차이는 1.0 이상인 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 13

제 10항에 있어서,

상기 제1 광학 조정층의 굴절률은 1.5 이하이고, 상기 제2 광학 조정층의 굴절률은 1.5보다 크고, 상기 제3 광학 조정층의 굴절률은 1.5 이하인 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 14

제 1항 내지 제 13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 광학 조정층의 굴절률과 상기 제2 광학 조정층의 굴절률의 차이는, 0.2 이상인 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 15

제 10항 내지 제 13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 광학 조정층의 굴절률과 상기 제3 광학 조정층의 굴절률의 차이는, 0.2 이상인 것을 특징으로 하는 표시장치.

명세서

기술분야

[0001] 표시장치에 관한 것으로서, 발광 효율의 향상을 목적으로 하는 것이다.

배경기술

[0002] 유기 EL 소자는, 기관층에 배치되는 제1 전극과, 발광층을 포함하는 유기 화합물층과, 제2 전극이 적층되어 구성되어 있다. 유기 EL 소자의 과제로서, 발광 효율의 향상을 들 수 있다. 이 과제에 대해, 특허문헌 1에서는, 유기 EL 소자의 상부에 유기 캡핑층을 적층함으로써, 고효율화를 달성하고 있다.

[0003] 한편, 유기 EL 소자는 공기중의 수분이나 산소와의 반응으로 부식이나 산화를 일으키기 쉽기 때문에 밀봉을 행할 필요가 있다. 이 밀봉의 형태에는 크게 나누어 2종류 있으며, 드라이에어를 충전해서 밀봉 캡으로 봉지하는 형태와, 수분이나 산소를 통하지 않는 보호층으로 유기 EL 소자를 덮는 형태가 있다. 특허문헌 2에서는 보호층으로서 실리콘 질화산화물(SiON)/유기 재료/실리콘 질화산화물(SiON)로 유기 EL 소자를 덮고 있다.

[0004] 그러나, 특허문헌 1과 같이 유기 EL 소자의 상부에 유기 캡핑층을 적층하는 구성에 있어서, 보호층에 의한 밀봉 형태를 채용하면, 유기 캡핑층과 보호층의 계면에서는 큰 굴절률 차이가 생기지 않는다. 그 때문에, 보호층에 의한 밀봉 형태의 경우에는, 특허문헌 1의 효과를 얻는 것이 곤란하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본국 특개 2006-156390호 공보

(특허문헌 0002) 일본국 특개 2002-0325765호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은, 보호층에 의한 밀봉 형태를 채용하는 경우에 있어서, 발광 효율이 향상되는 표시장치를 제공하는 것을 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은, 제1 전극과 발광층을 갖는 유기 화합물층과 제2 전극을 순서대로 갖는 복수의 유기 EL 소자와, 상기 복수의 유기 EL 소자를 덮는 보호층을 갖고, 상기 복수의 유기 EL 소자는, 청색을 발광하는 유기 EL 소자와, 녹색을 발광하는 유기 EL 소자와, 적색을 발광하는 유기 EL 소자를 포함하는 표시장치로서, 상기 제2 전극과 상기 보호층 사이에, 상기 제2 전극에 접하는 제1 광학 조정층과, 상기 제1 광학 조정층과 접하는 제2 광학 조정층을 갖고, 상기 제1 광학 조정층과 상기 제2 광학 조정층은, 서로 다른 굴절률을 갖고, 상기 복수의 유기 EL 소자에 걸쳐 각각 공통의 막두께로 배치되고, 또한, 각각의 막두께는, 상기 청색의 유기 EL 소자의 발광층으로부터 발생하는 빛에 있어서, 상기 제2 전극과 상기 제1 광학 조정층의 계면에서 반사될 때의 위상과, 상기 제1 광학 조정층과 상기 제2 광학 조정층의 계면에서 반사될 때의 위상과, 제2 광학 조정층의 보호층층의 계면에서 반사될 때의 위상이 같아지는 막두께이고, 상기 제1 광학 조정층의 막두께 d_1 은, 상기 청색을 발광하는 유기 EL 소자로부터 추출되는 빛의 스펙트럼의 최대 피크 파장 λ , 상기 최대 피크 파장 λ 에 있어서의 상기 제1 광학 조정층의 굴절률 n_1 , 상기 청색을 발광하는 유기 EL 소자로부터 추출되는 빛이 상기 제1 광학 조정층과 상기 제2 광학 조정층의 계면에서 반사될 때의 위상 시프트 양 ϕ_1 , 자연수 m_1 에 대해,

$$(4m_1 - 2\phi_1 / \pi - 1) \lambda / (8n_1) < d_1 < (4m_1 - 2\phi_1 / \pi + 1) \lambda / (8n_1)$$

을 만족하고, 상기 제2 광학 조정층의 막두께 d_2 은, 상기 최대 피크 파장 λ , 상기 최대 피크 파장 λ 에 있어서의 상기 제2 광학 조정층의 굴절률 n_2 , 자연수 m_2 에 대해,

$$(4m_2 - 1) \lambda / (8n_2) < d_2 < (4m_2 + 1) \lambda / (8n_2)$$

를 만족하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0008] 보호층에 의한 밀봉 형태를 채용하는 경우에 있어서, 발광 효율이 향상되는 표시장치가 얻어진다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 본 발명의 실시형태를 설명하는 개략도.
- 도 2는 2종류의 밀봉 형태에 있어서, 유기 캡핑층의 막두께와 발광 효율의 관계를 도시한 도면.
- 도 3은 박막 은에 있어서 반사율의 파장 분산을 도시한 도면.
- 도 4는 본 발명의 실시형태에 있어서 제1 광학 조정층의 막두께와 발광 효율의 관계를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하, 본 발명에 따른 유기 EL 소자 및 표시장치의 실시형태에 대해 도면을 참조해서 설명한다. 이때, 본 명세서에서 특히 도시 또는 기재되지 않는 부분에 관해서는, 해당 기술분야의 주지 또는 공지기술을 적용한다. 또한 이하에서 설명하는 실시형태는, 발명의 한 개의 실시형태로서, 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0011] 도 1a는, 본 발명의 표시장치의 개략적인 단면도다. 표시장치는, 기판(1) 위에, 청색을 발광하는 유기 EL 소자(11)와, 녹색을 발광하는 유기 EL 소자(12)와, 적색을 발광하는 유기 EL 소자(13)를 갖고 있다. 각 유기

EL 소자는, 제1 전극(2)과, 발광층을 갖는 유기 화합물층(3)과, 제2 전극(4)을 순서대로 갖고 있다. 그리고, 각 유기 EL 소자 위에는 보호층(6)이 배치되어 있다. 또한, 유기 EL 소자가 발생하는 빛은 제2 전극(4)측으로부터 추출된다. 이때, 각 유기 EL 소자의 사이에는 격벽(7)이 배치되어 있다.

[0012] 또한 기판(1)에 수직한 방향으로 적층되는 제2 전극(4)과 보호층(6) 사이에 광학 조정층(5)이 배치되어 있다. 광학 조정층(5)은, 복수의 층으로부터 이루어지고, 인접하는 층끼리는 서로 다른 굴절률을 갖고 있다. 이 구성은, 이하의 밀봉 형태의 비교에 의해 발견한 것이다.

[0013] 밀봉 형태의 비교는, 구체적으로는, 제2 전극(4)의 상부에 유기 캡핑층을 설치한 유기 EL 소자의 구성에 있어서, 밀봉 캡으로 봉지하는 형태와 보호층으로 봉지하는 형태의 비교이다. 이 비교를, 청색을 발광하는 유기 EL 소자에 관해, 유기 캡핑층의 막두께와 발광 효율의 관계를 도시한 도 2를 사용하여 설명한다. 밀봉 캡으로 봉지한 경우(도 2의 원)는, 유기 캡핑층과 드라이에어의 굴절률 차이가 크기 때문에, 그 계면에서 큰 반사율이 얻어져, 유기 캡핑층 내부에서의 청색의 빛을 서로 강화하는 광학 간섭 효과에 의해 효율이 변화한다. 그렇지만, 보호층으로 봉지한 경우(도 2의 사각)는, 유기 캡핑층의 막두께가 발광 효율에 미치는 영향은 작다. 왜냐하면, 유기 캡핑층과 보호층의 굴절률 차이가 작기 때문에, 그 계면에 있어서의 반사율이 작아져, 유기 캡핑층 내부에서 청색의 빛을 서로 강화하는 광학 간섭 효과가 충분히 얻어지지 않기 때문이다. 이때, 각 재료의 대략의 굴절률은, 유기 캡핑층(Alq_3)이 1.8, 드라이에어(공기)는 1.0, 보호층(SiN)은 1.8 정도이다. 보호층의 굴절률은 재료, 성막수법, 성막 조건, 성막 분위기에 의해 1.6 내지 2.1 정도까지 변화하지만, 유기 캡핑층과 보호층의 굴절률 차이는, 유기 캡핑층과 드라이에어 사이의 굴절률 차이에는 미치지 못한다.

[0014] 이 때문에, 본 발명에서는, 인접하는 층의 굴절률이 다른, 복수의 층으로 구성되는 광학 조정층을 사용하고 있다. 이 구성에 의해, 광학 조정층 내에서, 복수의 반사면이 형성되고, 그 반사면에서의 반사광과 유기 EL 소자층의 발광층이 발생하는 빛의 광학 간섭을 이용함으로써 발광 효율을 향상시킬 수 있다. 이때, 인접하는 층끼리의 굴절률 차이는 0.2 이상인 것이 바람직하다.

[0015] 또한, 광학 조정층(5)과 보호층(6)은, 복수의 유기 EL 소자(유기 EL 소자 11과 유기 EL 소자 12와 유기 EL 소자 13)에 걸쳐 공통의 막두께로 배치되어 있다. 이 구성에 의해, 유기 EL 소자가 발생하는 색마다 패터닝 형성할 필요가 없어, 프로세스가 간단해진다. 그리고, 광학 조정층(5)을 구성하는 각 층의 막두께는 청색(파장대 역400nm 내지 500nm)의 반사율을 높이도록 설정되어 있다. 구체적으로는, 청색을 발광하는 유기 EL 소자의 발광층 내에서 발광하는 빛이, 광학 조정층(5)을 구성하는 각 층의 계면이나 광학 조정층(5)과 제2 전극(4)의 계면 등에서 반사될 때의 위상을 동일하게 함으로써, 광학 조정층에서의 합계의 반사율이 커진다. 이때, 2개의 위상이 동일하다는 것은, 2개의 위상차가 $\pi/4$ 이하인 것을 말한다.

[0016] 광학 조정층(5)을 청색 파장 대역의 빛의 반사율을 높이도록 설정하는 한가지의 이유로서, 청색을 발광하는 발광 재료로서 다른 색의 발광 재료보다도 개발이 진행되고 있지 않은 현상이 있다. 따라서, 인광 재료의 개발이 진행되고 있는 적색, 녹색에 대해, 청색은 상대적으로 발광 효율이 낮아져 있다. 더구나 청색의 발광 재료의 수명은 다른 색의 것과 비교해서 상대적으로 짧기 때문에, 광학 조정층에 의한 광학 간섭을 이용함으로써 광추출 효율을 향상시키고, 구동전류량을 낮춤으로써 청색의 발광 재료의 수명 향상에도 이어진다.

[0017] 또 한가지 이유로서, 광추출 전극이 되는 제2 전극을 5nm 이상 20nm 이하의 금속 박막으로 구성하는 경우에는, 그 제2 전극의 반사율이 저파장 영역에서 작은 것을 들 수 있다. 도 3은 Ag 박막 10nm에서의 반사율의 파장 분산을 나타낸 도면이다. 이 도면에서 알 수 있는 것과 같이, 단파장측의 반사율이 장파장측에서도 작아져 있다. 이 때문에 청색을 발광하는 유기 EL 소자의 간섭 효과가 작아져, 광추출 효율이, 다른 색보다도 상대적으로 작은 것으로 생각된다. 이것은, Ag을 포함하는 금속 박막을 사용하는 경우에는 현저하지만, 막두께 5nm 이상 20nm 이하의 금속 박막은 대개 단파장측일수록 반사율이 낮기 때문에, Ag 박막 혹은 Ag을 포함하는 금속 박막에 한정되는 것은 아니다.

[0018] 또한, 본 발명의 유기 EL 소자는, 유기 화합물층(3)에 있는 발광층에서 생겨 제1 전극(2)에 있는 반사면에서 반사되는 빛과 발광층에서 생겨 제2 전극(4)의 반사면에서 반사되는 빛이 간섭해서 서로 강화하는 광학 간섭을 이용하는 경우에 있어서도 적용할 수 있다. 이 경우, 제1 전극(2)에 있는 반사면과 제2 전극(4)에 있는 반사면 사이의 광학거리 L이, 이하의 식 1을 만족하도록 설계된다. 여기에서, λ 은, 유기 EL 소자로부터 추출되는 빛의 스펙트럼의 최대 피크 파장, θ 은 제1 전극(2)의 반사면에서의 위상 시프트 양과 제2 전극(4)의 반사면에서의 위상 시프트 양의 합, N은 자연수이다. 이때 광학거리란 막두께와 굴절률의 곱이다.

[0019]
$$2L/\lambda + \theta/2\pi = N \quad \dots \text{식 1}$$

[0020] 그러나, 유기 화합물층(3)의 성막시에는 성막 오차가 생겨 버려, 식 1을 만족시키지 않는 경우가 있다. 그렇지만, 광학거리 L이 식 1을 만족하는 위치에서 $\pm \lambda/8$ 정도 어긋났다고 하더라도, 제1 전극(2)에 있는 반사면과 제2 전극(4)에 있는 반사면 사이의 광학 간섭은, 파장 λ 에 있어서 서로 강화하는 광학 간섭으로 된다. 따라서, 제1 전극(2)에 있는 반사면과 제2 전극(4)에 있는 반사면 사이의 광학거리 L은 이하의 식 1'을 만족시키도록 하면 된다. 이후, 식 1'을 만족하는 유기 EL 소자를, 공진기 구조를 갖는 유기 EL 소자라고 한다. 공진기 구조를 갖는 유기 EL 소자의 경우, 각 발광 스펙트럼에 따라 유기층 막두께를 결정하는 것이 바람직하다.

[0021]
$$(4N-2\theta/\pi-1)\lambda/8 < L < (4N-2\theta/\pi+1)\lambda/8 \quad \dots \text{식 1'}$$

[0022] 더욱 바람직하게는, 광학거리 L이 식 1을 만족하는 값에서 $\pm \lambda/16$ 의 범위를 만족하는 것이 바람직하다.

[0023] 기관(1)은 TFT 등의 스위칭소자(미도시)가 형성된 절연성의 기관이며, 유리, 플라스틱 등으로 이루어진다.

[0024] 제1 전극(2)은, Al, Cr, Ag 등의 금속 단체나 그들의 합금으로 이루어지는 금속층을 사용할 수 있다. 더구나, 산화 인듐과 산화 주석의 화합물층이나 산화 인듐과 산화 아연의 화합물층 등의 투명 산화물 도전층을 금속층 위에 적층하는 구성을 채용할 수도 있다. 제1 전극(2)이 금속층만으로 이루어진 경우에는, 제1 전극(2)에 있는 반사면은, 금속층(제1 전극(2))과 유기 화합물층(3)의 계면이다. 제1 전극(2)이 금속층과 투명 산화물 도전층의 2층으로 이루어진 경우에는, 제1 전극(2)에 있는 반사면은, 금속층과 투명 산화물 도전층의 계면이다. 제1 전극(2)의 막두께는, 50nm 이상 200nm 이하가 바람직하다. 이때, 투명이탄, 가시광선 영역(파장 400nm 내지 780nm)에 있어서 50% 이상의 광투과율을 갖는 것을 말한다.

[0025] 유기 화합물층(3)은, 적어도 발광층을 갖고, 필요에 따라 정공수송층이나 전자수송층 등의 전하수송층을 가져도 되고, 정공 블록층 등을 더 갖고 있어도 된다. 각 층에는 공지의 재료를 사용할 수 있고, 성막수법도 증착이나 전자 등 공지의 성막수법을 사용할 수 있다. 이때, 유기 화합물층의 막두께를 발광 색마다 최적화함으로써, 각 색의 유기 EL 소자의 발광 효율을 상승시킬 수 있다.

[0026] 제2 전극(4)은, 산화 인듐과 산화 주석의 화합물층이나 산화 인듐과 산화 아연의 화합물층 등의 투명 산화물 도전층이나 Al, Cr, Ag 등의 금속 단체나 그들의 합금으로 이루어진 금속 박막을 사용할 수 있다. 특히 Ag를 포함하는 금속 박막은 흡수율이 낮고, 비저항도 낮기 때문에, 제2 전극(4)으로서 바람직하다. 금속 박막을 제2 전극(4)으로서 사용하는 경우에는, 그것의 막두께가 5nm 이상 20nm 이하인 것이 바람직하다. 또한, 제2 전극(4)이 금속층인 경우에는, 제2 전극(4)에 있는 반사면은, 금속층(제2 전극(4))과 유기 화합물층(3)의 계면이다. 제2 전극(4)이 투명 산화물 도전층인 경우에는, 제1 전극(2)에 있는 반사면은, 투명 산화물 도전층과 광학 조정층(5)의 계면이다.

[0027] 보호층(6)은, 재료나 성막수법은 공지의 것을 사용할 수 있다. 일례로서는, 질화 실리콘(SiN)을 CVD 장치로 성막하는 방법을 들 수 있다. 또한 산화 티탄도 사용할 수 있다. 이때, 보호층(6)의 막두께는 밀봉 성능을 내기 위해 일반적으로 마이크론 오더이며, 광학 간섭 효과가 나타나지 않은 막두께이다.

[0028] 광학 조정층(5)은, 특별히 제한은 없고, 유기 재료, 무기 재료의 어느쪽이라도 된다. 예를 들면, SiO₂, TiO₂, LiF, MgF₂, CF_x, 유기 화합물층(3)을 구성하는 어느 한 개와 동일한 재료를 들 수 있다. 단, 이웃하는 광학 조정층 사이에 있어서 굴절률 차이가 큰 쪽(굴절률 차이가 0.2 이상)이, 반사율이 커지기 때문에, 광학적인 조정을 행하는데 바람직하다. 이때, 굴절률 n_A의 매질로부터 굴절률 n_B의 매질에 빛이 입사할 때의 계면에 있어서의 반사율 R의 식이 식 2로 표시되어 있다.

[0029]
$$R = (n_A - n_B)^2 / (n_A + n_B)^2 \quad \dots \text{식 2}$$

[0030] 또한, 광학 조정층은, 고굴절률층(굴절률이 1.7보다 크다)과 저굴절률층(굴절률이 1.7 이하)이 교대로 적층된 구성인 것이 바람직하다. 또한, 광학 조정층 내의, 보호층(6)과 접하는 층의 굴절률은 보호층(6)의 굴절률보다도 큰 것이 바람직하고, 그 굴절률 차이는 0.5 이상인 것이 바람직하다.

[0031] (실시형태 1)

[0032] 이하, 실시형태 1에 대해, 도 1b를 사용하여 설명한다. 도 1b는, 1개의 유기 EL 소자의 더욱 상세한 단

면도다. 이 유기 EL 소자는, 제1 전극(2)과, 발광층(31)을 포함하는 유기 화합물층(3)과, 제2 전극(4)을 기판(1)으로부터 순서대로 갖고 있다. 그리고, 제2 전극(4) 위에는 광학 조정층(5)과 보호층(6)이 배치되어 있다. 광학 조정층(5)과 보호층(6)은, 복수의 유기 EL 소자에 걸쳐, 각각 공통의 막두께로 배치되어 있다.

[0033] 도 1b에서 알 수 있는 것과 같이, 광학 조정층(5)은, 제2 전극(4)에 접하는 제1 광학 조정층(51)과, 제1 광학 조정층(51)과 접하는 제2 광학 조정층(52)과, 제2 광학 조정층(52)과 보호층(6)에 접하는 제3 광학 조정층(53)을 갖고 있다. 또한, 제1 광학 조정층(51)과 제2 광학 조정층(52)과 제3 광학 조정층(53)은, 각각 공통의 막두께로 복수의 유기 EL 소자에 걸쳐 배치되어 있다. 또한, 제1 광학 조정층(51)과 제2 광학 조정층(52)은 서로 다른 굴절률을 갖고, 제2 광학 조정층(52)과 제3 광학 조정층(53)은 서로 다른 굴절률을 갖고 있다. 제1 광학 조정층(51)과 제2 광학 조정층(52)의 굴절률 차이에 관해 0.2 이상이면 바람직하다. 더구나, 제2 광학 조정층(52)과 제3 광학 조정층(53)의 굴절률 차이는 0.2 이상인 것이 바람직하다. 또한, 제1 광학 조정층(51)과 제3 광학 조정층(53)의 굴절률은 1.5보다 크고, 제2 광학 조정층(52)은 1.5 이하인 것이 바람직하다. 이상과 같은 굴절률의 구성으로 하면, 광학 조정층의 각 층은, 보다 광학 조정층 사이, 혹은 광학 조정층과 보호층 사이에서, 보다 큰 반사율을 갖는 반사면을 구성할 수 있으므로 바람직하다.

[0034] 또한, 광학 조정층(5)은 저굴절률층(굴절률이 1.5 이하)과 고굴절률층(굴절률이 1.7 이상)을 교대로 적층시키면 반사율이 오르기 쉽기 때문에 바람직하다. 이 경우, 계면에 있어서의 반사, 투과의 위상 시프트 양을 고려하면, 제2 광학 조정층(52)과 제3 광학 조정층(53)의 막두께 d_2 , d_3 은 각각 식 3, 식 4를 만족시키고 있다. 여기에서, λ 은 청색을 발광하는 유기 EL 소자에서 추출되는 빛의 스펙트럼의 최대 피크 파장이고, n_2 , n_3 은 최대 피크 파장 λ 에 있어서의 제2 광학 조정층의 굴절률, 제3 광학 조정층의 굴절률이다. 또한, m_2 , m_3 은 자연수이다. 이때, 청색의 유기 EL 소자에서 추출되는 빛의 최대 피크 파장은, 발광 재료에 따르지만, 430nm 내지 480nm 정도이다.

[0035]
$$d_2 = (2m_2 - 1) \lambda / 4n_2 \quad \dots \text{식 3}$$

[0036]
$$d_3 = (2m_3 - 1) \lambda / 4n_3 \quad \dots \text{식 4}$$

[0037] 이때, 본 발명에서는, 막두께 d_2 , d_3 가 식 3, 식 4를 만족하는 값으로부터 $\pm \lambda / 8$ 정도 벗어난 경우에도, 광학 조정층의 반사율의 향상에 이어지므로, 제2 광학 조정층(52)과 제3 광학 조정층(53)의 막두께 d_2 , d_3 은 각각 식 3', 식 4'를 만족시키도록 하면 된다.

[0038]
$$(4m_2 - 3) \lambda / (8n_2) < d_2 < (4m_2 - 1) \lambda / (8n_2) \quad \dots \text{식 3'}$$

[0039]
$$(4m_3 - 3) \lambda / (8n_3) < d_3 < (4m_3 - 1) \lambda / (8n_3) \quad \dots \text{식 4'}$$

[0040] 더욱 바람직하게는, 막두께 d_2 , d_3 이 식 3, 식 4를 만족하는 값으로부터 $\pm \lambda / 16$ 정도 벗어난 범위 내에 있는 것이 바람직하다.

[0041] 또한, 제1 광학 조정층(51)의 막두께는, 제1 광학 조정층(51)과 제2 광학 조정층(52)의 계면에 있어서의 반사가 적절하게 기능하는 막두께로 하면 된다. 더욱 구체적으로는 청색을 발광하는 유기 EL 소자에서 추출되는 빛의 스펙트럼의 최대 피크 파장 λ , 제1 광학 조정층(51)과 제2 광학 조정층(52)의 계면으로부터 발광층(31) 내부의 발광점까지의 광학거리 t_1 이 식 5를 만족시키면 된다. 여기에서, ϕ_1 은 청색을 발광하는 유기 EL 소자가 발생하는 빛이 제1 광학 조정층(51)과 제2 광학 조정층(52)의 계면에서 반사될 때의 위상 시프트 양이고, m_1 은 자연수이다. 이때, 유기 EL 소자의 발광이 분포를 갖고 있는 경우, 발광점이란 본 발명에 있어서는 발광 분포에 있어서의 극대점으로 한다.

[0042]
$$2t_1 / \lambda + \phi_1 / 2\pi = m_1 \quad \dots \text{식 5}$$

[0043] 이때, 본 발명에서는, 식 5로부터 $\pm \lambda / 8$ 정도 어긋난 경우에도, 광학 조정층의 반사율의 향상에 이어지므로, 광학거리 t_1 은 각각 식 5'을 만족시키도록 하면 된다.

[0044]
$$(4m_1 - 2\phi_1 / \pi - 1) \lambda / 8 < t_1 < (4m_1 - 2\phi_1 / \pi + 1) \lambda / 8 \quad \dots \text{식 5'}$$

[0045] 또한, 공진기 구조를 갖는 유기 EL 소자에 있어서는, 제2 전극이 금속 박막으로 구성되는 경우에는, 유

기 EL 소자와 제1 광학 조정층(51)을 각각의 광학 간섭으로 분리시키는 것이 가능해진다. 따라서, 공진기 구조를 갖는 유기 EL 소자에서는, 제1 광학 조정층의 막두께 d_1 은, 이하의 식 6을 만족시키고 있다. 여기에서, λ 은 청색을 발광하는 유기 EL 소자에서 추출되는 빛의 스펙트럼의 최대 피크 파장이며, n_1 은 그 최대 피크 파장 λ 에 있어서의 제1 광학 조정층(51)의 굴절률이다.

[0046]
$$2n_1d_1/\lambda + \phi_1/2\pi = m_1 \quad \dots \text{식 6}$$

[0047] 이때, 식 6으로부터 $\pm \lambda/8$ 정도 어긋난 경우에도, 광학 조정층의 반사율의 향상에 이어지므로, 제1 광학 조정층(51)의 막두께 d_1 은 각각 식 6'을 만족시키도록 하면 된다.

[0048]
$$(4m_1 - 2\phi_1/\pi - 1)\lambda / (8n_1) < d_1 < (4m_1 - 2\phi_1/\pi + 1)\lambda / (8n_1) \dots \text{식 6'}$$

[0049] 더욱 바람직하게는, 막두께 d_1 이 식 6을 만족하는 값으로부터 $\pm \lambda/16$ 정도 벗어난 범위에 들어가는 것이 좋다.

[0050] 그리고, 제1 광학 조정층(51)의 막두께 d_1 과 제2 광학 조정층(52)의 막두께 d_2 가, 각각 식 6'과 식 3'을 만족시키면 다음과 같이 말할 수 있다. 즉, 청색의 유기 EL 소자의 발광층에서 생긴 빛이, 제2 전극(4)과 제1 광학 조정층(51)의 계면에서 반사될 때의 위상과, 제1 광학 조정층(51)과 제2 광학 조정층(52)의 계면에서 반사될 때의 위상이 일치한다. 더구나, 이 위상과 청색의 유기 EL 소자의 발광층에서 생긴 빛이, 제2 광학 조정층(52)과 제3 광학 조정층(53)의 계면(제2 광학 조정층(52)의 보호층측의 계면)에서 반사될 때의 위상과도 일치한다. 따라서, 청색의 유기 EL 소자의 발광층(31)에서 생긴 빛의, 광학 조정층에서의 합계의 반사율이 커져, 발광 효율이 향상된다. 특히, 식 6'과 식 3'을 만족시키는 경우에는, 파장 λ 에 관한 광학 조정층의 반사율이 향상되어, 발광 효율이 향상된다. 더구나, 제3 광학 조정층(53)의 막두께 d_3 이 식 4'을 만족하면, 청색의 유기 EL 소자의 발광층에서 생겨 보호층측을 향하는 빛이, 상기한 각 계면에서 반사될 때의 위상과 제3 광학 조정층(53)과 보호층(6)의 계면에서 반사될 때의 위상이 일치한다. 이 때문에, 청색의 유기 EL 소자의 발광 효율이 한층 더 향상된다.

[0051] 위상 시프트 양 ϕ_1 은, 제1 광학 조정층(51)과 제2 광학 조정층(52)의 굴절률의 대소로 결정된다. 즉, 제1 광학 조정층(51)이 제2 광학 조정층(52)보다도 굴절률이 큰 경우에는, 위상 시프트 양 ϕ_1 은 π 이고, 그 반대이면, 위상 시프트 양 ϕ_1 은 제로이다.

[0052] 이와 같이 광학 조정층의 각 층의 막두께가 상기한 식을 만족함으로써, 각 층의 계면이나 광학 조정층과 제2 전극의 계면, 광학 조정층과 보호층의 계면 등에서 반사될 때의 위상을 동일하게 할 수 있다.

[0053] 이하에서는, 본 실시형태의 일례로서, 최대 피크 파장 460nm의 발광 스펙트럼을 갖는 청색 유기 EL 소자를 사용하여, 그것의 발광 효율을 높이도록, 제1 광학 조정층(51)의 막두께를 조정하는 예를 든다. 제1 광학 조정층(51), 제2 광학 조정층(52), 제3 광학 조정층(53)의 재료로서, 각각 Alq_3 , SiO_2 , 산화 인듐 아연을 사용하고, 보호층(6)에는 SiN 을 사용한다. 이때, 파장 460nm에서의 광학 조정층, 보호층의 굴절률은 표 1에 표시되어 있다. 굴절률의 산출에 관해서는 분광 에립소메트리 등의 광학기기를 사용하면 된다. 또한, 표 1에 나타난 것과 같이, 제2 광학 조정층(52) 막두께는, $m_2=1$ 로 식 3'을 만족시키고, 제3 광학 조정층(53)의 막두께는, $m_3=2$ 로 식 4'를 만족하도록 설정하였다.

[0054] 제1 광학 조정층(51)과 제2 광학 조정층(52)의 굴절률의 관계로부터 $\phi_1=0$ 이기 때문에, 자연수 $m_1=1$ 로 식 5를 만족하는, 발광점으로부터 제1 광학 조정층(51)과 제2 광학 조정층(52)의 계면까지의 광학거리 t_1 은 약 230nm이면 된다. 본 실시형태에서는, 광학 간섭을 고려하여, 발광점(여기에서는, 발광층(31)의 제1 전극(2)측의 계면이다)으로부터 제2 전극(4)과 제1 광학 조정층(51)과의 계면까지의 광학거리를 약 122nm로 하고 있기 때문에, 제1 광학 조정층(51)의 광학거리는 약 108nm가 바람직하게 된다. 본 실시형태에 있어서의 제1 광학 조정층의 굴절률은 1.8이기 때문에, 광학거리를 약 108nm로 하기 위해서는, 막두께는 약 60nm이 된다. 이 막두께는, 식 6'을 만족하는 막두께이다.

표 1

	재료	굴절률	막두께[nm]
보호층	SiN	1.8	10000
제3 광학 조정층	IZO	2.2	180
제2 광학 조정층	SiO ₂	1.5	77
제1 광학 조정층	Alq ₃	1.8	x
제2 전극	Ag		12

[0055]

이때, 제1 광학 조정층(51)의 막두께와 발광 효율의 관계를 도 4a에 나타내는데, 제1 광학 조정층(51)의 막두께가 60nm에서 발광 효율의 극대값으로서 4.10cd/A가 나오는 것을 알 수 있다. 이것은, 유기 캡핑층 1층의 경우에 있어서의 발광 효율의 1.24배이다. 표 2는 유기 캡핑층 1층의 경우를 비교예 1로 하여, 적색, 녹색, 청색의 유기 EL 소자의 효율, 및 각 색을 발광시켜 백색을 표시할 때의 전류량을 본 실시형태와 비교한 것이다. 본 실시형태는 비교예 1보다도 단파장측에서의 간섭이 강하기 때문에, 청색의 유기 EL 소자의 효율이 상승하고, 백색을 표시할 때의 각 색의 유기 EL 소자의 합계의 전류량은 작아져, 저소비 전력을 기대할 수 있다.

[0056]

표 2

		Red	Green	Blue
실시형태 1	효율([cd/A])	15.3	32.8	4.1
	전류비	0.72	0.74	1.00
비교예 1	효율([cd/A])	17.1	37.2	3.3
	전류비	0.66	0.65	1.24

[0057]

(실시형태 2)

[0058]

도 1c에, 본 실시형태에 사용하는 표시장치의 1개의 유기 EL 소자에 대한 단면도가 도시되어 있다. 실시형태 1과는, 광학 조정층(5)의 구성이 다르고, 다른 구성은 동일하다. 본 실시형태의 광학 조정층(5)은, 제2 전극(4)에 접하는 제1 광학 조정층(51)과, 제1 광학 조정층(51)과 접하는 제2 광학 조정층(52)으로 구성되고, 제2 광학 조정층(52)은 보호층(6)과 접하고 있다. 또한, 제1 광학 조정층(51)과 제2 광학 조정층(52)은, 각각 공통의 막두께로 복수의 유기 EL 소자에 걸쳐 배치되어 있다. 또한, 제1 광학 조정층(51)과 제2 광학 조정층(52)은 서로 다른 굴절률을 갖고 있다. 또한, 제1 광학 조정층(51)과 제2 광학 조정층(52)의 굴절률 차이에 관해 0.2 이상이면 바람직하다. 또한, 제1 광학 조정층(51)의 굴절률은 1.5 이하이고, 제2 광학 조정층(52)은 1.5 보다 큰 것이 바람직하다. 이들 구성에 의해, 광학 조정층 사이, 혹은 광학 조정층과 보호층 사이에서, 보다 큰 반사율을 갖는 반사면을 구성하도록 할 수 있다.

[0059]

또한, 본 실시형태에서도 제1 광학 조정층(51)과 제2 광학 조정층(52)의 막두께는 각각, 식 6 혹은 식 6', 식 3 혹은 식 3'을 만족하도록 선택하는 것이 좋다. 그렇게 하면, 청색의 유기 EL 소자의 발광층에서 생겨 보호층측을 향하는 빛이, 제2 전극(4)과 제1 광학 조정층(51)의 계면에서 반사될 때의 위상과, 제1 광학 조정층(51)과 제2 광학 조정층(52)의 계면에서 반사될 때의 위상이 일치한다. 더구나, 이 위상과 청색의 유기 EL 소자의 발광층에서 생겨 보호층측을 향하는 빛이, 제2 광학 조정층(52)과 보호층(6)과의 계면(제2 광학 조정층(52)의 보호층측의 계면)에서 반사될 때의 위상도 일치한다. 이 결과, 실시형태 1에서도 서술한 것과 같이, 광학 조정층 전체의 반사율이 향상되어, 청색을 발광하는 유기 EL 소자의 발광 효율이 향상된다.

[0060]

본 실시형태에 있어서도, 최대 피크 파장 460nm의 발광 스펙트럼을 갖는 청색 유기 EL 소자를 사용하여, 그것의 발광 효율을 높이도록, 제1 광학 조정층(51)의 막두께를 조정하는 예를 든다. 표 3에 나타낸 것과 같이, 제2 광학 조정층(52)의 막두께는, m₂=2로 식 3'을 만족시키고 있다.

[0061]

제1 광학 조정층(51), 제2 광학 조정층(52)의 재료로서, 각각 MgF₂, TiO₂을 사용하고, 보호층(6)에는 SiN을 사용한다. 이때, 파장 460nm에서의 광학 조정층, 보호층의 굴절률은 표 3에 표시되어 있다.

[0062]

[0063] 본 실시형태에 있어서는, $\phi_1 = \pi$ 이기 때문에, 식 5를 만족하는, 발광점으로부터 제1 광학 조정층(51)과 제2 광학 조정층(52)의 계면까지의 광학거리 t_1 은, 약 115nm, 약 345nm이면 된다. 본 실시형태에서는, 실시형태 1과 마찬가지로, 발광점으로부터 제2 전극(4)과 제1 광학 조정층(51)의 계면까지의 광학거리를 약 122nm으로 하고 있기 때문에, 제1 광학 조정층(51)의 광학거리는 약 -7nm, 약 223nm가 바람직하게 된다. 본 실시형태에 있어서 제1 광학 조정층(51)의 굴절률은 1.4이기 때문에, 막두께는 약 -5nm, 약 178nm가 된다. 이때, 제1 광학 조정층(51)의 막두께와 발광 효율의 관계를 도 4b에 나타냈지만, 제1 광학 조정층(51)의 막두께가 약 170nm에서 발광 효율의 극대값으로서 4.05cd/A가 나오는 것을 알 수 있다. 본 실시형태도 비교예 1보다도, 청색의 유기 EL 소자의 효율이 상승하고, 백색을 표시할 때의 각 색의 유기 EL 소자의 합계의 전류량은 작아져, 저소비 전력을 기대할 수 있다.

[0064] 이때, 식 5에서 구한 제1 광학 조정층(51)의 최적 막두께가 178nm이었던 것에 대해, 도 4b에 있어서 170nm에서 발광 효율이 극대값을 갖는 것은, 발광에 분포가 있기 때문이라고 생각된다. 또한, 제1 광학 조정층(51)이 30nm 이하인 얇은 경우라도 큰 발광 효율이 나오고 있다. 제1 광학 조정층(51)이 30nm 이하인 얇은 경우에 발광 효율이 큰 것은, 제1 광학 조정층(51)이 -5nm 근방에서 극대값을 갖고 있기 때문으로 생각된다. 그러나, 광학 조정층 내에서의 반사면의 수를 많게 하게 위해, 제1 광학 조정층(51)은 설치한 쪽이 좋으며, 그것의 막두께는 10nm 이상 30nm 이하인 것이 바람직하다. 10nm 이하의 막두께에서 제1 광학 조정층(51)을 설치하는 경우에는, 그 층은 균일한 층으로 되지 않아, 막두께에 불균일이 생겨 버린다. 즉, 같은 색의 소자 사이에서 광학 조정층에 의한 발광 효율 향상의 기능에 차이가 생겨 버린다.

표 3

	재료	굴절률	막두께[nm]
보호층	SiN	1.8	10000
제2 광학 조정층	TiO ₂	2.7	120
제1 광학 조정층	MgF ₂	1.4	x
제2 전극	Ag		12

[0066] 여기에서, 본 발명의 청색을 발광하는 유기 EL 소자에 대해, 발광 효율의 비교를 행한 것이 표 4에 표시되어 있다. 비교예 1은 보호층과 유기 EL 소자 사이에 유기 캡핑층을 넣은 경우이며, 표 5에 표시되는 구성이다. 비교예 2는 유기 EL 소자의 제2 전극의 직상부에 보호층이 있는 경우이며, 표 6에 표시되는 구성이다. 본 발명으로 의해, 청색의 발광 효율이 상승하는 것은 명확하다. 이때, 단위는 [cd/A]이다.

표 4

실시형태 1	실시형태 2	비교예 1	비교예 2
4.1	4.05	3.3	2.81

표 5

비교예 1	재료	굴절률	막두께[nm]
보호층	SiN	1.8	10000
유기 캡핑층	Alq ₃	1.8	60
제2 전극	Ag		12

표 6

비교예 2	재료	굴절률	막두께[nm]
보호층	SiN	1.8	10000
제2 전극	Ag		12

[0070] 실시형태 1, 2에서는 톱 이미션에 관해 기술하였지만, 보텀 이미션에서도 본 발명은 유효하다. 이때, 보텀 이미션에서는 광추출층에 배치되는 유리 기판이 본 발명에 있어서의 보호층에 해당한다. 이때, 실시형태 1, 2에서는 보호층을 SiN으로서 기술하였지만, SiN에 한정되는 것은 아니고 공지의 보호층 재료를 사용할 수 있다.

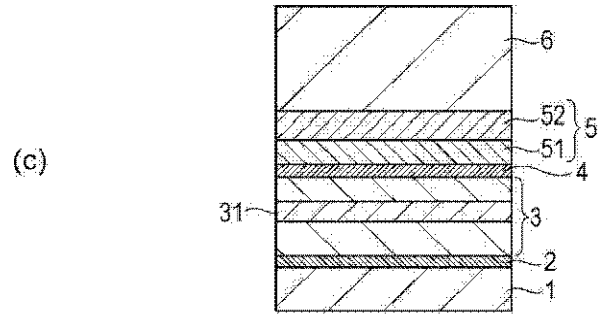
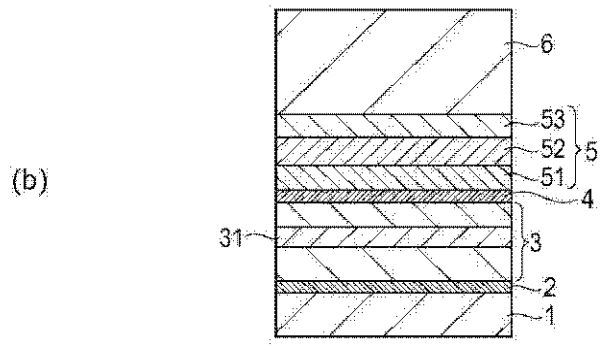
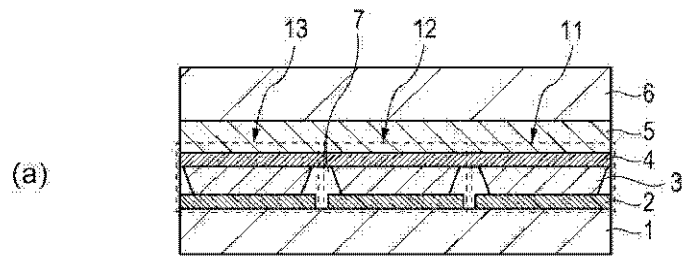
[0071] 복수층으로 이루어진 보호층의 일부를 광학 조정층으로서 이용하는 것도 본 발명에서는 유효하다.

부호의 설명

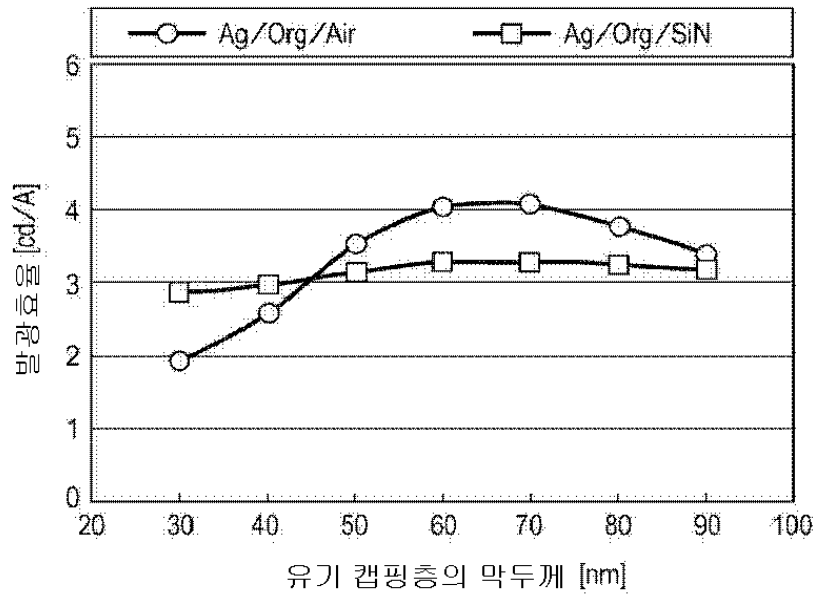
- [0072] 2 제1 전극
- 3 유기 화합물층
- 4 제2 전극
- 6 보호층
- 51 제1 광학 조정층
- 52 제2 광학 조정층

도면

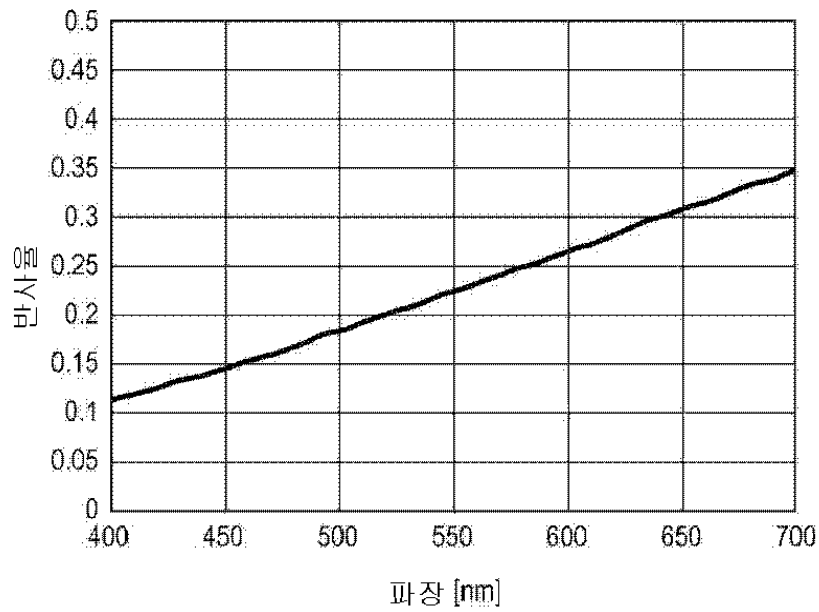
도면1



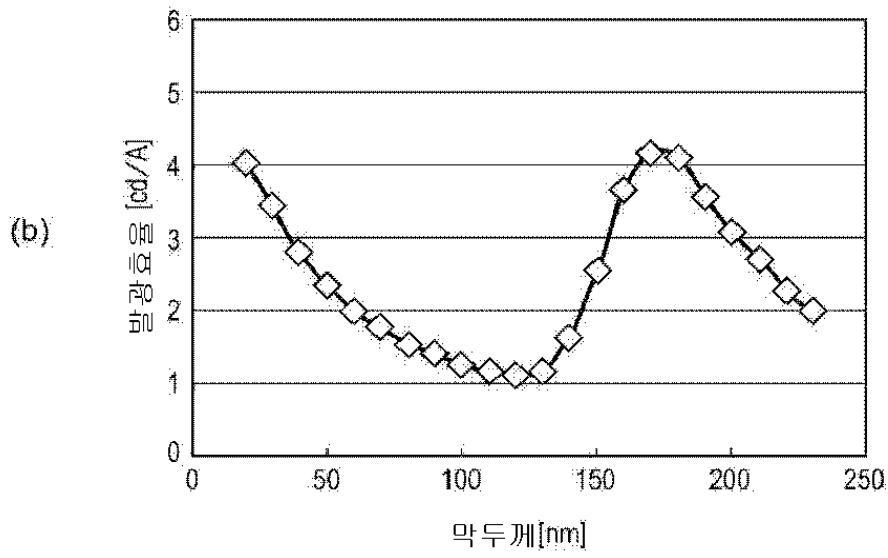
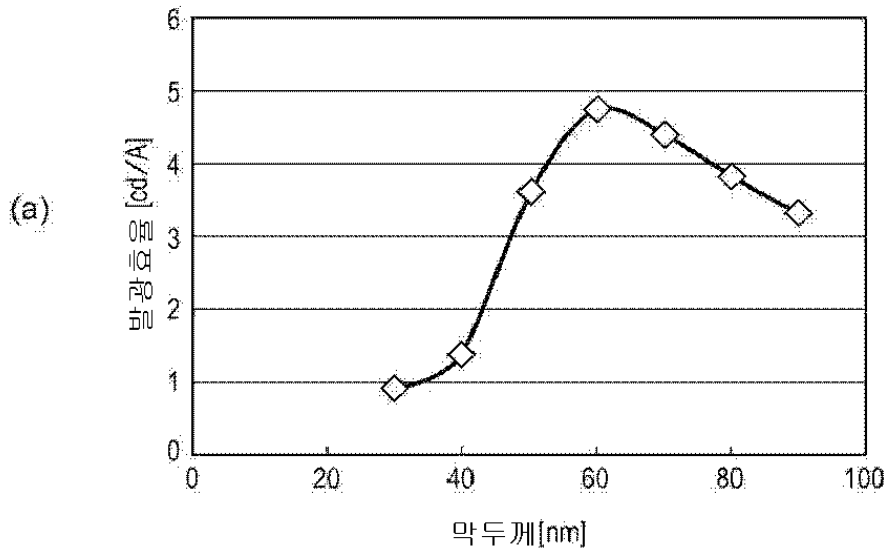
도면2



도면3



도면4



专利名称(译)	显示装置的标题		
公开(公告)号	KR101405143B1	公开(公告)日	2014-06-10
申请号	KR1020127013255	申请日	2009-11-05
[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	MIZUNO NOBUTAKA 미즈노노부타카		
发明人	미즈노노부타카		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/24 H05B33/04		
CPC分类号	H01L51/5237 H01L51/5262 H01L27/3211 H01L2251/558 H05B33/04 H01L51/5253		
代理人(译)	권태복		
其他公开文献	KR1020120083496A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种有机EL元件，其中，当采用通过保护层的密封形式时，发射蓝光的有机EL元件的发光效率得到改善。在第二电极4和有机EL元件的保护层6之间设置多个有机EL元件11和12以及覆盖多个有机EL元件的保护层6，并且光学调整层5具有与第二电极4接触的第一光学调整层和与第一光学调整层接触的第二光学调整层，层和所述第二光学调整层，每个都具有不同的折射率，被布置在每一个在所述多个的有机EL装置中的常见的膜厚度，并且每个膜的厚度，从蓝色的有机EL元件的发光层从第二电极和第一光学调整层之间的界面反射的光的相位和在第一光学调整层和第二光学调整层之间的界面处反射时的相位，是在保护层侧的界面处反射时第二光学调整层的相位变得相等的膜厚度。

