



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년08월12일
(11) 등록번호 10-1056679
(24) 등록일자 2011년08월08일

(51) Int. Cl.

H05B 33/20 (2006.01) H05B 33/22 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0016600

(22) 출원일자 2009년02월27일

심사청구일자 2009년02월27일

(65) 공개번호 10-2009-0092731

(43) 공개일자 2009년09월01일

(30) 우선권주장

JP-P-2008-046240 2008년02월27일 일본(JP)

JP-P-2009-035625 2009년02월18일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020060046476 A

KR1020060095494 A

JP2007234581 A

JP08008061 A

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 추장희

(54) 유기 발광 소자 및 표시장치

(57) 요약

넓은 시야각 특성을 지니면서 우수한 색재현이 가능한 유기 발광 소자 및 해당 유기 발광 소자를 포함하는 표시 장치가 제공된다. 상기 유기발광소자에 있어서, 발광층에 대해서 제1전극 쪽에 형성되어 있는 제1반사면과 상기 발광층에 대해서 제2전극 쪽에 형성되어 있는 제2반사면과의 사이의 광학 경로가 상기 발광층에서 발광된 광을 공진시키도록 설정되어 있고, 상대적으로 짧은 광학 경로(L_1)를 지닌 제1영역과 비교적 긴 광학 경로(L_2)를 지닌 제2영역이 구비되어 있고, 이때, (L_1)과 (L_2)는 공진 파장(λ_1), (λ_2), (λ_3), 광이 제1반사면과 제2반사면에 의해 반사될 때의 위상 시프트의 합(Φ_t) 및 시야각(α) 간에 하기 수학식 1을 충족시키도록 설정되어 있다:

[수학식 1]

$$\lambda_1 = 2L_1 / (p - \Phi_t / 2\pi)$$

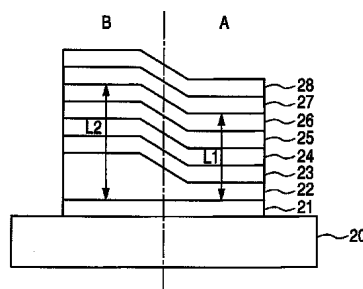
$$\lambda_2 = 2L_2 / (q + 1 - \Phi_t / 2\pi)$$

$$\lambda_3 = 2L_2 \cos \alpha / (q - \Phi_t / 2\pi)$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$$

식 중, p 및 q는 각각 독립적으로 양의 정수를 나타내고, α 는 0° 는 아니다.

대표도 - 도6



특허청구의 범위

청구항 1

기판 위에 배치되어 있는 유기 발광 소자에 있어서,

상기 기판 쪽에서부터 차례로 제1전극, 발광층 및 제2전극을 포함하되,

상기 발광층에 대해서 상기 제1전극 쪽에 위치되어 있는 제1반사면과 상기 발광층에 대해서 상기 제2전극 쪽에 위치되어 있는 제2반사면과의 사이의 광학 경로가 상기 발광층에서 발광된 광을 공진시키도록 설정되어 있고, 상대적으로 짧은 광학 경로(L_1)를 지닌 제1영역과 상대적으로 긴 광학 경로(L_2)를 지닌 제2영역이 구비되어 있으며,

상기 (L_1)과 (L_2)는 공진 파장(λ_1), (λ_2), (λ_3), 광이 상기 제1반사면과 상기 제2반사면에 의해 반사될 때의 위상 시프트의 합(Φt) 및 시야각(α) 간에 하기 수학식 1을 충족시키도록 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자:

[수학식 1]

$$\lambda_1 = 2L_1 / (p - \Phi t / 2\pi)$$

$$\lambda_2 = 2L_2 / (q + 1 - \Phi t / 2\pi)$$

$$\lambda_3 = 2L_2 \cos \alpha / (q - \Phi t / 2\pi)$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$$

(식 중, p 및 q 는 각각 독립적으로 양의 정수를 나타내고, α 는 0° 는 아님).

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 수학식 1에서 p 는 2를 나타내고, q 는 2를 나타내는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 시야각(α)는 $0^\circ < |\alpha| < 60^\circ$ 를 충족시키는 것을 특징으로 하는 유기 발광 소자.

청구항 4

유기 발광 소자로 구성된 복수개의 화소를 포함하는 표시장치에 있어서, 상기 복수개의 화소를 구성하는 상기 유기 발광 소자의 적어도 하나는 제1항에 기재된 유기 발광 소자인 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 5

기판 위에 유기 발광 소자를 각각 포함하는 화소가 복수개 배치되어 있는 표시장치에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 각각, 상기 기판 쪽에서부터 기재된 순서로 형성된 제1전극과, 발광층과, 제2전극을 포함하되, 상기 발광층에 대해서 상기 제1전극 쪽에 위치되어 있는 제1반사면과 상기 발광층에 대해서 상기 제2전극 쪽에 위치되어 있는 제2반사면과의 사이의 광학 경로가 상기 발광층에서 발광된 광을 공진시키도록 설정되어 있고, 상대적으로 짧은 광학 경로(L_1)를 지닌 제1화소와 상대적으로 긴 광학 경로(L_2)를 지닌 제2화소가 구비되어 있으며,

상기 (L_1)과 (L_2)는 공진 파장(λ_1), (λ_2), (λ_3), 광이 상기 제1반사면과 상기 제2반사면에 의해 반사될 때의 위상 시프트의 합(Φt) 및 시야각(α) 간에 하기 수학식 2를 충족시키도록 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 표시장치:

[수학식 2]

$$\lambda_1 = 2L_1 / (p - \Phi t / 2\pi)$$

$$\lambda_2 = 2L_2 / (q + 1 - \Phi t / 2\pi)$$

$$\lambda_3 = 2L_2 \cos \alpha / (q - \Phi t / 2\pi)$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$$

(식 중, p 및 q는 각각 독립적으로 양의 정수를 나타내고, α 는 0° 는 아님).

청구항 6

제5항에 있어서, 발광색이 다른 복수개의 화소를 각각 지닌 복수개의 화소 유닛을 구비하되, 상기 복수개의 화소 유닛은 발광색 중 적어도 하나의 색의 화소가 제1화소인 제1화소 유닛과, 상기 하나의 색의 화소가 제2화소인 제2화소 유닛을 포함하는 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 하나의 색은 청색인 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 제1화소와 상기 제2화소는 인접한 화소 유닛에서 서로 인접한 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 9

제5항에 있어서, 상기 제1화소와 상기 제2화소가 동일한 정면 휘도로 발광될 경우, 상기 제2화소에 공급되는 전류값이 상기 제1화소에 공급되는 전류값보다도 크게 되도록 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 10

제5항에 있어서, 발광색이 다른 복수개의 화소를 각각 지닌 복수개의 화소 유닛을 구비하되, 상기 화소 유닛은 상기 발광색 중 적어도 하나의 색에 대해서 상기 제1화소와 상기 제2화소를 지니는 하나의 화소 유닛을 포함하는 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 하나의 색이 청색인 것을 특징으로 하는 표시장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 화합물을 이용한 발광 소자 및 해당 발광 소자를 이용한 표시장치에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, 유기 화합물을 포함하는 박막에 전계를 인가할 때 광을 방출하는 유기 발광 소자 및 해당 유기 발광 소자를 이용한 표시장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기 발광 소자(organic electroluminescence(EL) 소자; 이하, 단지 "소자"라고 기재할 경우도 있음)가 현재 광범위하게 연구 개발되고 있다. 이러한 유기 발광 소자는 양극 및 음극으로 이루어진 1쌍의 전극과, 이 1쌍의 전극 사이에 형성되어 있는 광-발광층(이하, 간단히 "발광층"이라 칭함)을 포함하는 복수의 유기 화합물층을 포함한다. 이 유기 화합물층은 각각 수 십 nm 정도의 두께를 지니며, 또한, 이들 전극 중 한쪽은 광을 반사한다. 다른 쪽 전극은 광 추출 전극이며, 외부환경과의 계면에서 발광의 일부가 반사된다. 이것에 의해, 유기 발광

소자의 내부에서 특정한 파장의 광이 공진되어 강화될 수 있는 광학 간섭 효과가 현저하게 나타난다.

[0003] 도 1은 통상의 유기 발광 소자의 모식적 단면도이다. 도 1에 있어서, 유기 발광 소자는, 기판(1)과, 이 기판(1) 위에 기재된 순서로 형성된 반사층(2), 투명 도전층(양극)(3), 정공(홀)-수송층(4), 발광층(5), 전자-수송층(6), 전자 주입층(7), 반투과층(8) 및 투명 전극(음극)(9)을 포함한다. 이 EL 소자에 전류를 흘려보냄으로써, 양극으로부터 주입된 정공과 음극으로부터 주입된 전자가 발광층에서 재결합되어, 발광을 일으킨다.

[0004] 이러한 유기 발광 소자에서는, 기판 상의 반사층(2)과 반투과층(8) 사이에 공진기 구조가 구성된다. 여기에서, 반사층(2)과 반투과층(8)의 반사 계면 사이의 광학 경로를 L , 공진 파장을 λ , 소자로부터의 발광이 시각적으로 인식되는 각도를 θ 로 나타낸다(소자의 광 추출 면에 수직방향으로 대면하는 위치에서 발광이 시각적으로 인식되는 각도는 0° 로 정의하는 것으로 가정한다). 또한, 상하 각 전극에 의해 발광광이 반사될 때의 위상 시프트의 합을 $\Phi(\text{rad})$, 광학간섭의 차수를 m 으로 나타낸 경우, 각 파라미터 간에 하기 수식 1을 충족시키는 관계가 있다면, 공진에 의한 발광의 증강을 이용할 수 있다.

[0005] 즉, 발광층의 광여기에 의해 발생된 발광 스펙트럼(PL 스펙트럼)의 피크 파장을 공진 파장과 일치시킴으로써, 발광 스펙트럼의 피크 파장의 강도를 증강시킬 수 있다. 이하, PL 스펙트럼으로부터의 차이로부터, 상기 소자로부터 나온 발광 스펙트럼을 "EL 스펙트럼"이라 칭한다.

[0006] [수식 1]

[0007]
$$\lambda = 2L \cos \theta / (m - \Phi t / 2\pi)$$

[0008] 식 중, m 은 양의 정수이다.

[0009] 또한, 발광된 광이 각 전극에 의해 실제로 반사될 때, 반사 계면을 구성하는 전극재료와 유기재료의 조합에 따라 위상 시프트(ϕt)의 합이 변화된다.

[0010] 수식 1로부터, 증강 피크 파장(공진 파장)(λ)은 광학 경로(L)에 의해 변화된다. 또한, 소자에 대해서 발광이 시각적으로 인식되는 각도(시야각)(θ)가 증가할 경우, $\cos \theta$ 값은 감소하며, 공진 파장(λ)이 단파장 쪽으로 시프트한다. 그 때문에, 광학 경로(L)를 지닌 소자를 관찰할 때 시야각이 증가할 경우에, 공진 파장이 발광층의 발광 스펙트럼(PL 스펙트럼)의 피크 파장으로부터 변위되어, 발광 스펙트럼의 피크 파장이 증강되지 않고, 나아가서는, 약화된다. 그 결과, 시야각이 증가함에 따라, 발광 광이 어둡게 보이게 된다.

[0011] 또, 시야각이 증가할 경우, $\cos \theta$ 값의 감소에 따라 공진 파장(λ)이 단파장쪽으로 시프트(블루 시프트)하므로, 발광 소자로부터 발광된 광의 색이 다르게 보여, 이것도 문제이다.

[0012] 상기 문제들은 또한 발광 소자가 표시장치의 화소로서 이용될 경우에도 적용된다. 구체적으로는, 상기 문제점은 상이한 발광색(예를 들어, 적색, 녹색, 청색)을 가지는 복수개의 화소를 화소 유닛으로서 지닌 표시장치의 경우에도 적용된다. 이러한 표시장치의 경우에는, 비스듬하게 보면 각 화소의 색의 변화로 인해 혼색의 밸런스가 변화되어버릴 수 있다고 하는 다른 문제가 있다. 즉, 정면에서(즉, 상기 소자의 광 추출 면에 수직인 방향에서) 적색을 나타내는 발광 소자를 비스듬하게 보면, 해당 발광 소자는 오렌지색을 나타낸다. 정면에서 녹색을 나타내는 발광소자를 비스듬하게 보면, 해당 발광 소자는 청색을 나타낸다. 정면에서 청색을 나타내는 발광소자를 비스듬하게 보면, 해당 발광소자는 보다 더 어두운 청색을 나타낸다. 따라서, 적색, 녹색 및 청색의 혼색으로 표현되는 백색(화이트 밸런스)이 붕괴된다.

[0013] 일본국 공개 특허 제2006-32327호 공보에서는, 1개의 발광 소자 내부에 광학 경로가 다른 부분을 형성하고, 시야각 특성이 다른 발광을 조합시킴으로써, 시야각에 따른 특성 변화를 평균화해서 완화시킨 발광 소자가 개시되어 있다. 이 특허 공보에는, 발광 소자 내부의 광학 경로를 변경시킨 소자가 개시되어 있고, 예를 들어, 시야각 0° 에 있어서의 공진 파장과 차수를 각각 $510\text{nm}/m=2$, $570\text{nm}/m=1$ 로 설정한 녹색 발광 소자가 개시되어 있다.

[0014] 또한, 일본국 공개 특허 제2007-234581호 공보에서는, 1개의 발광 소자 내부 및 동일한 발광색을 가진 인접한 화소 사이에 광학 경로가 다른 부분을 복수개 형성하여, 시야각 특성을 향상시킨 발광 소자 및 표시장치가 개시되어 있다. 이 경우의 광학 경로는, 각각 다른 광학 경로의 평균치에 대해서 2% 내지 5%의 범위 내에서 변화되도록 설정되고, 광학간섭의 차수는 어느 쪽의 광학 경로의 부분에 있어서도 동일한 값이 되도록 설정되어 있다.

[0015] 그러나, 일본국 공개 특허 제2006-32327호 공보에 개시된 발광 소자에서는, 다른 2개의 피크 파장을 가지는 발광 스펙트럼이 합성되므로, 그 합성 스펙트럼의 절반 최대치에서의 전체 폭은 확대되어, 발광색의 색 순도를 향

상시키는 것이 어렵다고 하는 문제가 있었다.

[0016] 또, 일본국 공개 특허 제2007-234581호 공보에 개시된 발광 소자는, 1개의 발광 소자 내부나, 인접한 화소 사이에 있는 광학 경로의 변화가 평균 광학 경로의 2 내지 5% 정도이기 때문에, 시야각 특성의 개선 효과가 작다고 하는 문제가 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0017] 본 발명은, 상기 문제점에 비추어 이루어진 것이며, 따라서, 본 발명의 목적은, 넓은 시야각 특성을 지니면서, 발광의 색 순도가 높고, 우수한 색재현을 가능하게 하는 유기 발광 소자를 제공하는 데 있다. 또한, 본 발명의 다른 목적은 상기 유기 발광 소자를 지닌 표시장치를 제공하는 데 있다.

과제 해결수단

[0018] 상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명에서는, 1개의 유기 발광 소자 내에, 적어도 하나의 화소 유닛에 또는 1개의 화소 내에 발광층으로부터 발광된 광을 공진시키기 위한 광학 경로가 다른 부분을 형성하고, 또한, 각각의 부분의 공진 파장이 서로 동일하게 되도록 설정된다. 여기서 이용되는 "화소"란 용어는 표시장치에서 화상을 구성하는 최소 유닛을 의미하며 또한 유기발광소자를 포함한다. 또, 여기서 이용되는 "화소 유닛"이란 용어는 복수개의 화소의 조합을 의미한다. 풀 컬러 표시장치의 경우, 예컨대 적색, 청색 및 녹색을 나타내는 화소의 조합인 화소 유닛과 같이, 백색을 표시할 수 있는 상이한 색을 표시하는 화소의 혼합을 설계하는 것이 일반적이다.

[0019] 즉, 본 발명의 유기 발광 소자는, 기판 위에 배치되어 있고, 또한, 상기 기판 쪽에서부터 기재된 순서로 제1전극, 발광층 및 제2전극을 포함하며, 상기 발광층에 대해서 상기 제1전극 쪽에 위치되어 있는 제1반사면과 상기 발광층에 대해서 상기 제2전극 쪽에 위치되어 있는 제2반사면과의 사이의 광학 경로가 상기 발광층에서 발광된 광을 공진시키도록 설정되어 있고, 상대적으로 짧은 광학 경로(L_1)를 지닌 제1영역과 상대적으로 긴 광학 경로(L_2)를 지닌 제2영역이 구비되어 있으며, 상기 (L_1)과 (L_2)는 공진 파장(λ_1), (λ_2), (λ_3), 광이 상기 제1반사면과 상기 제2반사면에 의해 반사될 때의 위상 시프트의 합(Φt) 및 시야각(α) 간에 하기 수학식 1을 충족시키도록 설정되어 있다:

수학식 1

$$\lambda_1 = 2L_1 / (p - \Phi t / 2\pi)$$

$$\lambda_2 = 2L_2 / (q + 1 - \Phi t / 2\pi)$$

$$\lambda_3 = 2L_2 \cos \alpha / (q - \Phi t / 2\pi)$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$$

[0020]

[0021] 식 중, p 및 q 는 각각 독립적으로 양의 정수를 나타내고, α 는 0° 는 아니다.

[0022]

또, 본 발명의 표시장치는 기판 위에 화소를 구성하는 복수개의 유기 발광 소자를 포함하고, 상기 유기 발광 소자는 각각, 상기 기판 쪽에서부터 차례로 제1전극과, 발광층과, 제2전극을 포함하되, 상기 발광층에 대해서 상기 제1전극 쪽에 위치되어 있는 제1반사면과 상기 발광층에 대해서 상기 제2전극 쪽에 위치되어 있는 제2반사면과의 사이의 광학 경로가 상기 발광층에서 발광된 광을 공진시키도록 설정되어 있고, 상대적으로 짧은 광학 경로(L_1)를 지닌 제1영역과 상대적으로 긴 광학 경로(L_2)를 지닌 제2영역이 구비되어 있으며, 상기 (L_1)과 (L_2)는 공진 파장(λ_1), (λ_2), (λ_3), 광이 상기 제1반사면과 상기 제2반사면에 의해 반사될 때의 위상 시프트의 합(Φt) 및 시야각(α) 간에 하기 수학식 2를 충족시키도록 설정되어 있다:

수학식 2

$$\lambda_1 = 2L_1 / (p - \Phi t / 2\pi)$$

$$\lambda_2 = 2L_2 / (q + 1 - \Phi t / 2\pi)$$

$$\lambda_3 = 2L_2 \cos \alpha / (q - \Phi t / 2\pi)$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$$

[0023]

[0024]

식 중, p 및 q 는 각각 독립적으로 양의 정수를 나타내고, α 는 0° 는 아니다.

효 과

[0025]

본 발명에 따르면, 적어도 1개의 유기 발광 소자 내에, 화소 유닛 간에 또는 1개의 화소 내에, 광학 경로가 다른 부분이 형성되어 있다. 따라서, 상기 각각의 부분의 시야각 특성은 다르고, 상기 소자 혹은 표시장치 전체는, 상기 시야각 특성이 평균화된 발광 특성을 지닌다. 그러므로, 발광 특성의 시야각 의존성의 문제가 해소된다. 또한, 상기 각각의 부분의 발광 증강 파장은 서로 동일하게 되도록 설정되기 때문에, EL 스펙트럼의 절반 최대치에서의 전체 폭이 확대되는 일없이 높은 색 순도를 지닌 발광이 얻어질 수 있다.

[0026]

본 발명의 추가의 특징은 첨부 도면을 참조한 이하의 예시적인 실시형태의 설명으로부터 명백해질 것이다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0027]

(발광 특성의 변화에 대해서)

[0028]

본 발명에 의한 유기 발광 소자를 설명하기 전에, 우선, 도 2에 나타난 일반적인 유기 발광 소자의 예를 이용하여, 공진 효과에 의한 발광 특성의 변화에 관해서 설명한다.

[0029]

도 2는 기관과 반대쪽으로부터 발광을 추출하는 상부 발광형의 발광 소자의 모식적 단면도이다. 도 2에 있어서, 발광소자는 기관(10), 반사층(11), 투명 도전층(12), 정공-수송층(13), 발광층(14), 전자-수송층(15), 전자 주입층(16), 반투과층(17) 및 투명 전극(18)을 포함한다. 이 유기 발광 소자에 전류를 흘려보낼 경우, 반사층(11)으로부터 주입된 정공과 반투과층(17)으로부터 주입된 전자가 발광층(14)에 있어서 재결합됨으로써, 광을 발광한다.

[0030]

이러한 유기 발광 소자에서는, 소자 내부에서 생긴 광이 반사층과 투명 도전층과의 계면과 전자 주입층과 반투과층과의 계면 사이에 형성된 공진기 구조에서 광학간섭에 의한 증강을 받는다. 이 증강을 받은 광의 공진 파장은, 전술한 수식 1로 표시되고, 공진기 구조의 광학 경로(L)나, 반사 계면에서의 위상 시프트의 합(Φt) 등의 유기 발광 소자의 구조 파라미터와, 광학간섭의 차수(m)에 의해 결정된다.

[0031]

이러한 유기 발광 소자의 경우, 공진기 구조의 광학 경로(L)는 반사층과 투명 도전층과의 계면과 전자 주입층과 반투과층과의 계면 사이에 존재하는 층의 광학 경로의 총합이다. 즉, 투명 도전층 및 각 유기 화합물층의 굴절률(n)과 막 두께(d)와의 곱(nd)의 총합($n_1d_1 + n_2d_2 + \dots$)이다.

[0032]

또, 반사 계면에서의 위상 시프트(ϕ)는, 반사 계면을 형성하는 2개의 재료의 중 광이 입사하는 쪽에 있는 재료를 매질 I, 다른 쪽의 재료를 매질 II라 하고, 상기 재료들의 광학 상수를 각각 (n_1, k_1), (n_2, k_2)라 가정하면, 하기 수식 2로 나타낼 수 있다. 또, 이들 광학 상수는, 예를 들어, 분광 엘립소미터(spectroscopic ellipsometer)를 이용해서 측정될 수 있다.

[0033]

[수식 2]

[0034]

$$\Phi = \tan^{-1}(2n_1k_2 / (n_1^2 - n_2^2 - k_1^2)) \quad (\text{식 중, } 0 \leq \Phi < 2\pi)$$

[0035]

예를 들어, 유기 발광 소자에 있어서의 반사층과 투명 도전층과의 계면에 형성되는 반사 계면의 경우, 광 입사 측에 있는 투명 도전층이 매질 I에 상당하고, 반사층이 매질 II에 상당한다. 전자 주입층과 반투과층과의 계면의 경우, 전자 주입층이 매질 I에 상당하고, 반투과층이 매질 II에 상당한다. 수식 1에 있어서의 위상 시프트의 합(Φt)은, 이들 2개의 계면에서의 위상 시프트를 각각 계산하고 이들을 더해서 얻어진 결과이다.

[0036] 수식 1로부터 알 수 있는 바와 같이, 공진 파장(λ)은 공진기 구조의 광학 경로(L)에 비례한다. 따라서, 2개의 반사 계면 사이에 위치한 층의 막 두께를 조절함으로써, 공진기 구조의 광학 경로(L)를 변화시킬 수 있고, 공진 파장(λ)을 조정할 수 있다. 또한, 발광 소자를 시각적으로 인식하는 각도(시야각)(θ)가 변화할 경우에도, 실험적인 광학 경로가 변하여, 시야각(θ)에 있어서의 공진 파장이 변화된다. 하기 표 1에는, 각 유기 화합물층, 반투과층 및 투명 도전층의 막 두께를 표 2에 나타난 바와 같이 설정한 유기 발광 소자에 있어서, 투명 도전층의 막 두께를 69 내지 110nm의 범위 내에서 변경한 경우의 공진 파장의 변화를 일괄적으로 나타낸다. 또, 광학간섭의 차수(m)는 2이다. 표 1로부터, 공진기 구조의 광학 경로를 변화시킴으로써, 공진 파장을 조정할 수 있다는 것을 알 수 있다. 또한, 각 층의 광학 상수는 하기 표 3에 표시되어 있다.

표 1

투명 도전층의 막 두께와 공진 파장과의 관계	
투명 도전막	공진 파장
69 nm	430 nm
74 nm	440 nm
80 nm	450 nm
86 nm	460 nm
92 nm	470 nm
98 nm	480 nm
104 nm	490 nm
110 nm	499 nm

표 2

각 층의 막 두께	
층	두께
투명 전극	34 nm
반투과층	10 nm
전자 주입층	64 nm
전자-수송층	10 nm
발광층	36 nm
정공-수송층	52 nm
투명 도전층	69 내지 110 nm
반사층	100 nm

표 3

각 층의 광학 상수														
파장 (nm)	반사층		투명 도전층		정공-수송층		발광층		전자-수송층		전자 주입층		반투과층	
	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k
430	0.62	3.96	1.95	0	1.97	0	2.03	0	1.84	0	1.84	0.01	0.24	6.38
440	0.65	4.06	1.94	0	1.92	0	1.98	0	1.81	0	1.81	0.01	0.24	6.38
450	0.68	4.15	1.92	0	1.89	0	1.94	0	1.79	0	1.79	0.01	0.25	6.38
460	0.71	4.25	1.91	0	1.87	0	1.91	0	1.77	0	1.77	0.01	0.25	6.38
470	0.73	4.34	1.89	0	1.86	0	1.89	0	1.76	0	1.76	0.01	0.26	6.38
480	0.76	4.43	1.88	0	1.84	0	1.87	0	1.75	0	1.75	0.01	0.26	6.38
490	0.79	4.52	1.87	0	1.84	0	1.86	0	1.74	0	1.74	0.01	0.27	6.38
500	0.82	4.61	1.85	0	1.83	0	1.85	0	1.73	0	1.73	0.01	0.28	6.38

[0040] 다음에, 광학간섭의 차수(m)에 따른 공진 파장의 변화에 대해서, 투명 도전층의 막 두께가 다른 2개의 경우를 연구하였다. 하기 표 4는, 투명 도전층의 막 두께가 74nm와 184nm인 유기 발광 소자에 있어서, 차수(m)를 1 내지 4의 범위 내에서 변화시킨 경우의 해당 유기 발광 소자의 정면에서(즉, 상기 소자의 광 추출 면에 수직인 방향에서) 보았을 때의 공진 파장의 변화를 나타낸다. 투명 도전층 이외의 각 층의 막 두께는 상기 표 2에 나타

넨 바와 같이 설정되었다.

표 4

[0041]

차수와 공진 파장		
차수	공진 파장	
	투명 도전층 74 nm	투명 도전층 184 nm
1	798 nm	1,145 nm
2	440 nm	631 nm
3	303 nm	435 nm
4	232 nm	322 nm

이 공진 파장은, 소자를 시각적으로 인식하는 각도(시야각)(θ)에 의해서도 영향받는다. 그래서, 투명 도전층의 막 두께가 74nm($m=1$ 및 $m=2$)인 경우, 그리고 투명 도전층의 막 두께가 184nm($m=2$ 및 $m=3$)인 경우에 정면에서 보았을 때의 가시광의 파장영역 내에 존재하는 4개의 공진 파장에 주목해서, 그들이 시야각에 의해 어떻게 변화되었는지를 추정하였다. 하기 표 5는, 상기 4개의 공진 파장이 시야각에 의해 어떻게 변화되는지를 나타낸 결과를 일괄적으로 표시한 것으로, 이들 결과는 수식 1을 이용한 계산에 의해 얻어진 것이다.

표 5

[0043]

공진 파장과 시야각				
시야각	투명 도전층 74 nm		투명 도전층 184 nm	
	$m=1$	$m=2$	$m=2$	$m=3$
0°	798 nm	440 nm	631 nm	435 nm
10°	786 nm	433 nm	621 nm	429 nm
20°	750 nm	413 nm	593 nm	409 nm
30°	691 nm	381 nm	546 nm	377 nm
40°	611 nm	337 nm	483 nm	334 nm
45°	564 nm	311 nm	446 nm	308 nm
50°	513 nm	283 nm	406 nm	280 nm
60°	399 nm	220 nm	315 nm	218 nm

상기 표 5에 따르면, 투명 도전막 두께가 74nm이고, 차수(m)가 2인 경우, 유기 발광 소자를 정면에서 관측한 경우의 공진 파장은 440nm이며, 시야각을 변화시켜 관측한 경우, 그 공진 파장은 440nm보다 단파장 쪽으로 시프트된다. 또한, 184nm의 투명 도전층을 지닌 유기 발광 소자를 그의 정면에서 보았을 경우, 가시광 영역에는 2개의 공진 파장 631nm($m=2$) 및 435nm($m=3$)이 관측된다. 이들 공진 파장도 시야각의 변화에 의해 단파장 쪽으로 시프트된다. 특히, 이 공진 파장 631nm($m=2$)의 조건에 주목하면, 시야각 45°에서의 공진 파장은 446nm이다. 이것은, 투명 도전층의 막 두께가 74nm인 유기 발광 소자를 $m=2$ 의 조건 하에 그의 정면에서 관측한 경우의 공진 파장 440nm, 투명 도전층의 막 두께가 184nm인 유기 발광 소자를 $m=3$ 인 조건 하에서 그의 정면에서 관측한 경우의 공진 파장 435nm과 거의 일치하고 있다.

따라서, 631nm($m=2$)의 이 공진 파장은, 그의 정면에서 유기 발광 소자를 인식할 경우에, 투명 도전층의 막 두께가 74nm이고 $m=2$ 인 조건하의 것과 투명 도전층의 막 두께가 184nm이고 $m=3$ 인 조건하의 것과 다르다. 그러나, 전술한 바와 같이, 정면에서 보았을 때의 631nm($m=2$) 조건의 공진 파장은, 시야각이 45°로 변화된 경우에, 2개의 다른 조건 하에 정면에서 보았을 때의 공진 파장과 거의 동일하다. 유기 발광 소자의 광학 경로나, 발광 소자를 시각적으로 인식하는 시야각이나 광학간섭의 차수에 의해 공진 파장이 변화되는 것을 이용해서, 유기 발광 소자의 발광 특성을 조정할 수 있다. 예를 들어, 발광색의 조정에 주목할 경우, 발광층을 구성하는 재료에 고유한 PL 스펙트럼의 피크 파장에 대해서, 공진 파장을 장파장 쪽으로 어긋나도록 설정하면, EL 스펙트럼을 장파장 쪽으로 설정할 수 있다. 또한, 공진 파장을 단파장 쪽으로 어긋나도록 설정하면, EL 스펙트럼을 단파장 쪽

으로 되도록 설정할 수 있다.

[0046] 하기 표 6에는, 각 유기 화합물층, 반투과층 및 투명 전극의 막 두께를 상기 표 2에 나타낸 바와 같이 설정한 유기 발광 소자에 있어서, 투명 도전층의 막 두께를 69 내지 110nm의 범위 내에서 변경한 경우의, 공진 파장, 정면에서 발광 소자를 시각적으로 인식한 경우 발광색도, 상대 휘도의 변화를 일괄적으로 나타낸다. 또한, 이 소자의 발광층은, 도 3에 나타낸 청색의 PL 스펙트럼을 나타낸다. 이 PL 스펙트럼은 범용의 분광 광도계에 의해 측정될 수 있다.

표 6

[0047]

발광특성의 변화				
투명 도전 층의 막 두께	공진 파장	발광색도		상대 휘도
		CIE _x	CIE _y	
69 nm	430 nm	0.139	0.075	0.26
74 nm	440 nm	0.134	0.091	0.35
80 nm	450 nm	0.129	0.115	0.48
86 nm	460 nm	0.125	0.144	0.62
92 nm	470 nm	0.122	0.175	0.76
98 nm	480 nm	0.12	0.208	0.87
104 nm	490 nm	0.119	0.241	0.96
110 nm	499 nm	0.12	0.274	1

[0048] 상기 설명한 바와 같이, 공진기 구조의 광학 경로에 의해 공진 파장을 변화시킴으로써, 유기 발광 소자의 발광 색도나 휘도 등의 발광 특성을 조정하는 것이 가능하다.

[0049] 이어서, 광학간섭의 차수에 주목한 유기 발광 소자의 특성변화에 대해서 설명한다.

[0050] 도 4는, 투명 도전층의 막 두께를 74nm와 184nm로 설정하고, 기타 각 층의 막 두께를 상기 표 2에 나타낸 바와 같이 설정한 유기 발광 소자를 그의 정면에서부터 관측한 경우의 EL 스펙트럼을 나타낸다. 또한, 표 7은 이들 유기 발광 소자의 발광색도를 나타낸다.

표 7

[0051]

발광색도		
투명 도전층의 막 두께	발광색도	
	CIE _x	CIE _y
74 nm	0.134	0.091
184 nm	0.157	0.083

[0052] 상기 표 4로부터 알 수 있는 바와 같이, 투명 도전층의 막 두께가 74nm인 때의 광학간섭의 차수(m)가 2인 경우의 공진 파장과, 투명 도전층의 막 두께가 184nm인 때의 차수(m)가 3인 경우의 공진 파장은, 각각 440nm와 435nm로, 이들은 서로 거의 일치하고 있다. 도 4에 나타낸 바와 같이, 이들 발광 스펙트럼의 피크 강도비는 약 1:0.75이며, 투명 도전층의 막 두께 74nm인 소자로부터 보다 강한 발광이 관측되었다. 그 이유는, 광학간섭의 차수의 영향으로 공진 파장이 거의 일치할 경우더라도, 공진에 의한 증강의 효과에는 차이가 있으므로, 차수가 감소함에 따라 증강의 효과는 증가하기 때문이다. 즉, 이들 유기 발광 소자에서는, 투명 도전층의 막 두께가 74nm인 소자 쪽이 투명 도전층의 막 두께가 184nm인 소자에 비해서, 소자의 정면에서 보았을 때 보다 강한 공진의 효과를 얻을 수 있다.

[0053] 따라서, 표 7에 나타낸 바와 같이 공진 파장이 거의 일치하더라도, 발광색도에 다소의 차이가 있다. 그러나, 특히 청색 발광 소자의 경우, CIE_y의 색도 좌표가 ± 0.01 이고, 0.02의 범위 내에 있으면, 사람의 눈은 시각적인 인식으로의 색차를 느낄 수 없어, 실용상 발광색은 동일한 것으로 간주될 수 있다.

[0054] 또한, 표 4에서, 투명 도전층의 막 두께가 184nm인 소자에서는, 차수(m)가 2인 조건 하에 631nm에 공진 파장을

가진다. 그러나, 도 2에 나타난 바와 같이, 발광층의 PL 스펙트럼은, 600nm 이상의 파장영역에서 거의 0의 강도를 지니기 때문에, 이 공진 파장은 소자의 정면에서 보았을 때 소자의 발광 특성에는 거의 영향을 미치지 않는다.

[0055] 다음에, 시각적으로 인식하기 위한 각도(시야각)와 발광 특성과의 관계에 대해서 설명한다. 표 4에 나타난 바와 같이, 투명 도전층의 막 두께가 74nm인 유기 발광 소자에 있어서, 광학 간섭의 차수(m)가 2인 경우 정면에서 보았을 때 공진 파장은 440nm로 된다. 본 유기 발광 소자의 발광층은, 도 3에 나타난 바와 같은 피크 파장 475nm, 절반 최대치에서의 전체 폭 74nm인 PL 스펙트럼을 지닌다. 그 때문에, 이 발광 소자를 정면에서 보았을 경우(즉, 시야각 0°), 차수(m) 2에서 440nm의 공진 파장은, 발광층의 PL 스펙트럼과 중첩되며, 이것은 발광 특성에 영향을 미친다.

[0056] 이 유기 발광 소자를 시각적으로 보는 각도를 변화시키면, 표 5에 나타난 바와 같이, 공진 파장은 단파장 쪽으로 시프트된다. 그 때문에, 정면에서 보았을 때의 차수(m) 2에서 440nm의 공진 파장은, 시야각의 변화와 함께, PL 스펙트럼과의 중첩은 작아져, 발광 특성에의 영향이 작아진다.

[0057] 또한, 투명 도전층의 막 두께가 184nm인 유기 발광 소자에서는, 광학간섭의 차수(m)가 2 및 3인 경우에 공진 파장은 각각 631nm 및 435nm이다. 이 소자를 그의 정면에서 시각적으로 보았을 경우, 차수(m) 3에서 435nm의 공진 파장은 발광층의 PL 스펙트럼의 파장 영역에 포함되며, 이것은 발광 특성에 영향을 미친다. 또한, 전술한 바와 같이, 차수(m) 2에서 631nm의 공진 파장은 발광층의 PL 스펙트럼의 파장 영역에 포함되지 않고, 이 공진 파장은 유기 발광 소자를 정면에서 시각적으로 보았을 경우의 발광 특성에는 거의 영향을 미치지 않는다.

[0058] 그러나, 시야각이 증가하면, 표 5에 나타난 바와 같이, 모든 공진 파장은 단파장 쪽으로 시프트된다. 그 때문에, 차수(m) 3에서의 공진 파장이 시야각의 증대와 함께 PL 스펙트럼의 피크 파장으로부터 벗어나므로, 발광 특성에의 영향이 작아진다. 한편, 차수(m) 2에서의 공진 파장은, 시야각이 증가함에 따라, PL 스펙트럼의 파장 영역에 포함되기 시작한다. 표 5에는 기재되어 있지 않지만, 정면에서 보았을 때의 631nm의 공진 파장은, 41.2°의 시야각에서 475nm로 되며, 이것은 PL 스펙트럼의 발광 강도가 가장 높은 파장과 일치한다. 이와 같이 해서, 정면에서 보았을 때의 차수(m) 2에서의 631nm의 공진 파장의 발광 특성에의 영향은 증가한다. 따라서, 투명 도전층의 막 두께가 184nm인 유기 발광 소자의 차수(m) 2에서의 공진 파장은 시야각이 증가함에 따라 발광 파장에 대해 더욱 영향을 미친다.

[0059] 도 5는, 투명 도전층의 막 두께가 74nm 및 184nm인 유기 발광 소자의 정면 발광 휘도(즉, 소자의 광 추출 면에 수직인 방향에서 관찰했을 때의 발광 휘도)를 1로 정의하고 유기 발광 소자를 시야각 0 내지 90°에서 관찰한 경우의, 시야각에 의한 상대 휘도의 변화를 나타낸다. 또, 도 5는 투명 도전층의 막 두께 74nm 및 투명 도전층의 막 두께 184nm인 경우 발광을 1:1의 비로 합성해서 얻어진 발광의 시야각에 의한 상대 휘도의 변화를 나타낸다. 또한, 도 5는, 어느 각도에서 발광 소자를 시각적으로 보아도 동일한 휘도가 얻어지는 균등확산 광원(Lambertian light source)의 휘도 프로파일도 나타낸다.

[0060] 도 5에 나타난 바와 같이, 투명 도전층의 막 두께에 따라 시야각 대 상대 휘도의 프로파일은 다르다. 투명 도전층의 막 두께가 74nm인 유기 발광 소자에서는, 시야각이 증가함에 따라서 휘도가 저하한다. 그러나, 투명 도전층의 막 두께가 184nm인 유기 발광 소자에서는, 시야각이 증가함에 따라서 강도가 시야각 50°에서 혹은 그 근방에서 최고(즉, 정면 방향에서(즉, 상기 소자의 광 추출 면에 수직인 방향에서) 1.3의 휘도비)로 되도록 증가한다.

[0061] 이들 변화는, 시야각의 증대에 의해 실효적인 광학 경로가 변하고, 공진 파장이 단파장 쪽으로 시프트된 것에 기인한다. 투명 도전층의 막 두께가 74nm인 발광 소자에서는, 차수(m) 2에서의 공진 파장이 시야각의 증대와 함께 단파장으로 시프트되고, 발광층의 PL 스펙트럼에 있어서 발광 강도가 낮은 파장범위로 되어, 휘도가 저하한다. 시야각 50°의 시야각에서 혹은 그 근방에서 시작하는 시야각의 증대와 관련된 휘도 저하의 구배 감소는, 차수(m) 1에서의 공진 파장의 영향이 더욱 작용하는 것에 기인한다.

[0062] 한편, 투명 도전층의 막 두께가 184nm인 발광 소자에서는, 시야각에 따라 차수(m) 3에서의 공진 파장의 영향은 작아지지만, 차수(m) 2에서의 공진 파장이 시야각의 증대에 따라 단파장 쪽으로 시프트되며, 이것은 발광 특성에 영향을 미친다. 시야각 40 내지 50°에서 혹은 그 근방에서 공진 파장이 483 내지 406nm로 되고, PL 스펙트럼에 있어서 발광 강도가 높은 파장 영역에 포함된다. 따라서, 공진의 효과가 강하게 작용하여, 이들 각도에서의 휘도가 최대로 된다.

[0063] 전술한 바와 같이, 시야각(α)에서의 공진 파장과 광학 간섭의 차수와와의 관계를 고려해서 공진기 구조의 광학

경로를 설정하면, 시야각의 변화와 관련된 발광 특성의 변화를 제어하는 것이 가능해진다. 이때, 시야각(α)이 $0^\circ < \alpha < 60^\circ$ 의 범위 내로 설정하면, 넓은 범위에서 시야각 특성을 보상할 수 있기 때문에 바람직하다.

[0064] 또한, 도 5는 막 두께 74nm의 투명 도전층 및 막 두께 184nm의 투명 도전층의 경우의 발광을 1:1의 비로 합성해서 얻어진 발광의 시야각 대 상대 휘도 변화 프로파일을 나타내고 있다. 도 5에 나타낸 바와 같이, 합성광의 프로파일은, 균등 확산 광원의 것과 실질적으로 동일하다. 그 때문에, 2개의 소자로부터 발광된 광을 합성해서 얻어진 광은, 어느 각도에서 시각적으로 보더라도 균등 확산 광원과 실질적으로 동일한 발광을 제공할 수 있다.

[0065] (본 발명에 의한 유기 발광 소자의 구성에 대해서)

[0066] 본 발명자들은, 광학 경로, 시야각 및 광학간섭의 차수에 의해 공진 파장이나 증강 효과가 변화하고, 따라서 소자를 해당 소자의 정면에서 시각적으로 보았을 때의 발광 특성을 조정하는 것이 가능한 것에 주목하였다. 또한, 다른 휘도 프로파일을 가지는 발광을 합성함으로써, 시야각의 변화에 관련된 발광 특성의 변화를 조정할 수 있는 것에 주목하였다.

[0067] 본 발명에 있어서, 정면에서(즉, 상기 소자의 광 추출 면에 수직인 방향에서) 우수한 색 순도로 발광하는 동시에 넓은 범위의 시야각에 대해서도 우수한 표시 특성을 가지는 유기 발광 소자를 얻기 위해서, 발광 소자 내에 광학 경로가 상대적으로 짧은 제1영역과, 광학 경로가 상대적으로 긴 제2영역을 형성하였다. 그리고, 소자를 정면에서 시각적으로 보았을 경우의 제1영역에 있어서의 광학 경로(L_1)와 제2영역에 있어서의 광학 경로(L_2)를, 공진 파장(λ_1), (λ_2), (λ_3), 위상 시프트의 합(Φ) 및 시야각(α) 간에 하기 수식을 충족시키도록 설정하였다:

[0068] [수식 3]

$$\lambda_1 = 2L_1 / (p - \Phi / 2\pi) \cdots (1)$$

$$\lambda_2 = 2L_2 / (q + 1 - \Phi / 2\pi) \cdots (2)$$

$$\lambda_3 = 2L_2 \cos \alpha / (q - \Phi / 2\pi) \cdots (3)$$

[0069] $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 \cdots (4)$

[0070] 식 중, p 및 q 는 각각 독립적으로 양의 정수를 나타내고, α 는 0° 는 아니다.

[0071] 또, 상기 유기 발광 소자에서는, 소자 내부에 형성된 2개의 영역에 있어서의 공진 파장이 서로 동일하지만, 그 광학 경로는 서로 다르다. 정면방향에서 제1영역은 저차 광학간섭조건을 가지며, 제2영역은 고차 광학간섭조건을 가진다. 따라서, 제1영역에서는 제2영역에 비해서 보다 강한 공진의 효과를 얻을 수 있고, 소자의 정면에서 보다 높은 휘도를 얻을 수 있다. 즉, 제1영역에서는 소자의 정면에서의 특성에 우선권을 부여하여 발광 특성을 조정한다.

[0072] 한편, 제2영역에서는, 시야각의 변화에 관련된 발광 특성의 변화를 조정한다. 이것을 달성하기 위해서, 제2영역은 적어도 2개의 다른 공진조건을 갖도록 설정된다. 제1공진조건은, 발광광이 정면에서(즉, 상기 소자의 광 추출 면에 수직인 방향에서) (L_1)과 동일한 공진 파장에 대해서, 제1영역보다 높은 차수($q+1$)에서 간섭해서 서로 증강하도록 되어 있다. 제2공진조건은, 발광광이 시야각(α)에서 (L_1)의 정면 방향에서의 것과 동일한 공진 파장에 대해서 정면 방향에서의 것보다 낮은 차수(q)에서 간섭해서 서로 증강하도록 되어 있다. 이때, 제2영역의 정면 방향에서의 차수(q)의 공진 파장(λ_4)은 이하의 수식 4를 충족시키고 또한 발광광의 PL 스펙트럼의 파장 영역에 포함되지 않는 파장 영역에 있다.

[0073] [수식 4]

$$\lambda_4 = 2L_2 / (q - \Phi t / 2\pi)$$

[0074]

[0075] 식 중, q 는 양의 정수이다.

[0076] 이와 같이 해서, (L_1)의 정면 방향에서의 공진 파장(λ_1)과 대략 동일하게 되는 (L_2)의 정면 방향에서의 공진 파장(λ_2)은, (L_1)에 비해서 높은 차수의 간섭 조건을 가지므로, 발광 특성을 조정하는 효과는 제1영역보다 낮다.

그러나, 공진 파장(λ_1)과 (λ_2)은 동일하기 때문에, 소자를 정면에서 시각적으로 보았을 경우, 제1영역과 제2영역의 발광색은 동일하게 되도록 설정될 수 있다. 또한, 시야각이 변화되었을 경우, 이들 공진 파장은 단파장 쪽으로 시프트되고, 공진 파장(λ_1), (λ_2)이, 시야각 변화와 함께, 발광층의 PL 스펙트럼에 있어서 강도가 작은 파장영역으로 되어, 발광 특성에의 영향은 작아진다. 한편, (L_2)의 정면에서의 공진 파장(λ_2)에 비해서 높은 차수의 간섭 조건을 충족시키는 공진 파장(λ_4)은, 시야각의 변화와 함께, 발광층의 EL 스펙트럼의 발광 강도가 높은 파장영역으로 변화되며, 이어서, 시야각(α)에서, 공진 파장(λ_1), (λ_2)과 대략 동일한 공진 파장(λ_3)에 관한 공진조건을 충족시킨다. 즉, 공진 파장(λ_2)에 비해서 높은 차수의 간섭 조건을 충족시키는 공진 파장은, 정면 방향에서는 발광 특성에의 영향이 없지만, 시야각 변화에 의해 발광 특성에 영향을 미친다. 그러므로, 이들 특성을 이용해서, 발광 소자의 시야각 특성을 조정할 수 있다.

[0077] 따라서, 제2영역에서는, 발광 소자를 정면에서부터 시각적으로 보았을 경우 제1영역과 동등한 발광색을 나타내고, 그 시야각에 따른 발광 특성은, 제1영역의 발광 특성과는 다른 특성으로 조정될 수 있다.

[0078] 이때, 소자 전체로서의 발광 특성은, 제1영역과 제2영역의 특성을 합성해서 얻어진 것으로 된다. 본 발명의 유기 발광 소자에서는, 각 부분에 있어서의 정면에서의 공진 파장이 동일하게 되도록 설정되어 있다. 따라서, 발광 소자를 정면에서 시각적으로 보았을 경우의 발광색은 소자 전체와 동일하기 때문에, 광학 간섭 조건의 차이에 의한 소자 내부의 색 불균일을 일으키지 않는다.

[0079] 마찬가지로, 시야각에 따른 발광 특성도 각 영역의 특성을 합성해서 얻어진 것이다. 그 때문에, 합성 광의 시야각 특성이 소망의 시야각 발광 특성이 되도록, 제1영역의 시야각 특성을 고려해서, 제2영역의 시야각 특성을 설정하면 된다. 즉, 제2영역의 시야각 특성으로 소자 전체의 시야각 특성을 보상한다. 특히, 합성 광의 시야각 대 상대 휘도 프로파일이, 균등확산 광원의 것과 동일하게 되도록 설정하면, 비스듬한 방향에서 시각적으로 소자를 보더라도 휘도 열화의 저하가 적기 때문에, 바람직하다.

[0080] 복수의 상이한 발광광을 혼합해서 그 합성 광을 얻을 경우, 합성 광의 색도 좌표(x_t , y_t) 및 휘도(Y_t)는 다음과 같이 산출할 수 있다. 구체적으로는, 발광의 색도 좌표를 (x_i , y_i), 휘도를 $Y_i(i=1,2,\dots)$ 라고 가정해서, 하기 수식 5를 이용해서 산출할 수 있다.

[0081] [수식 5]

$$x_t = (x_1S_1 + x_2S_2 + \dots + x_iS_i) / (S_1 + S_2 + \dots + S_i)$$

$$y_t = (y_1S_1 + y_2S_2 + \dots + y_iS_i) / (S_1 + S_2 + \dots + S_i)$$

$$= (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_i) / (S_1 + S_2 + \dots + S_i)$$

$$S_i = Y_i / y_i$$

[0082] $Y_t = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_i$

[0083] 본 발명의 유기 발광 소자는, 소자 내부의 광학 경로와 공진 파장과 사이에 수식 3의 관계를 충족하도록 설정하였다. 이와 같이 해서, 정면에서의 우수한 발광 효율과 넓은 시야각 특성을 겸비한 발광 소자를 실현할 수 있다.

[0084] 또, 본 명세서에서 이용된 등호 "="는 엄밀하게 동등함을 의미하는 것이 아니라 개념 상 실질적인 동등함을 의미한다. 예를 들어, 수학적 식 3의 (3)에서는, 2개의 공진 파장이 엄밀하게 서로 일치하지 않을 경우에도, 유기 발광 소자의 발광색도가 실용상 서로 동일한 것으로 간주되는 범위 내에 있으면 되고, 구체적으로는 $\pm 10\text{nm}$ 의 범위 내에 있으면 된다.

[0085] 또한, 상기 설명에서는, 주로 정면에서, 투명 도전층의 막 두께가 74nm 이며 차수(m)가 2인 경우의 공진 파장과, 투명 도전층의 막 두께가 184nm 이며 차수(m)가 3인 경우의 공진 파장을 일치시키는 사례를 취해서 행하였다. 이 경우, 수식 3에 있어서 $p=2$ 및 $q=2$ 의 관계가 충족된다.

[0086] 그러나, 본 발명에서는, p 나 q 에 대해서는 특히 제한은 없고, p 가 3 이상, q 가 3 이상인 경우에도 유사한 효과를 기대할 수 있다. 하기 표 8은, 투명 도전층의 막 두께가 74nm 및 300nm 인 유기 발광 소자의 각 차수에 있어

서의 공진 파장의 시야각 변화의 일례를 나타낸다.

표 8

[0087]

공진 파장과 시야각			
시야각	투명 도전층 74 nm	투명 도전층 300 nm	
	수학식 5 차수 $m=2$	수학식 5 차수 $m=3$	수학식 1 차수 $m=4$
0°	440 nm	575 nm	439 nm
10°	433 nm	566 nm	432 nm
20°	413 nm	540 nm	412 nm
30°	381 nm	498 nm	380 nm
40°	337 nm	440 nm	336 nm
50°	283 nm	369 nm	282 nm
60°	220 nm	287 nm	219 nm

[0088]

표 8에 나타난 바와 같이, 투명 도전층의 막 두께를 변화시키고, 발광 소자의 광학 경로를 조정함으로써, 수식 1에 있어서의 $m=2$ 와 $m=4$ 에서의 정면에 있어서의 공진 파장을 서로 일치시킬 수 있다. 또한, 시야각을 변화시키면, 보다 저차(즉, $m=3$)에서의 공진 파장이, 발광층의 PL 스펙트럼과 중첩될 수 있는 파장영역으로 시프트되는 상태를 알 수 있다. 이 수식 1에서의 $m=2$ 와 $m=4$ 의 조합 조건은, 수식 3에 있어서 $p=2$ 및 $q=3$ 의 조건에 상당한다. 따라서, $q=3$ 이상인 조건이더라도, 유기 발광 소자에 적용가능하다.

[0089]

그러나, 투명 도전층이 300nm인 경우, 하기 표 9에 나타난 바와 같이, 발광색도는 투명 도전층이 74nm로 되도록 설정된 것과는 크게 다르다. 특히, CIEy의 색도 좌표는 0.1 정도로 변화되고 있기 때문에, 사람의 눈으로 시각적으로 보았을 때에 약간의 색차가 인식된다.

표 9

[0090]

발광색도		
투명 도전층의 막 두께	발광색도	
	CIEx	CIEy
74 nm	0.134	0.091
300 nm	0.164	0.192

[0091]

따라서, 될 수 있는 한 낮은 차수에서 공진 파장을 서로 일치시키는 것이 바람직하다. 또한, 전술한 바와 같이, 공진 증진의 효과는 차수가 낮을수록 커진다. 그 때문에, 발광 특성 조정의 자유도를 고려한 경우에도, p 및 q 는 될 수 있는 한 작은 것이 바람직하다.

[0092]

수식 3에서 $p=1$ 및/또는 $q=1$ 의 조건을 충족시키기 위해서는, 투명 도전층 및 유기 화합물층의 막 두께를 작게 설정할 필요가 있다. 이 유기 발광 소자에서 차수(m) 1 및 공진 파장 440nm를 실현시키기 위해서는, 투명 도전층과 정공-수송층의 막 두께를 현저하게 변경할 필요가 있다. 이러한 막 두께에는 몇몇 조합이 있지만, 일례로서, 투명 도전층을 8nm, 정공-수송층을 10nm로 설정할 필요가 있다. 투명 도전층과 정공-수송층의 막 두께를 그렇게 작게 설정할 경우, 소자 작성 시 도입되는 이물이나 분진에 의한 단락 등이 발생하여, 문제로 된다. 그 때문에, $p=2$ 와 $q=2$ 의 조합이 특히 바람직하다.

[0093]

또한, 이러한 공진 파장의 설정은, 각종 발광색을 나타내는 유기 발광 소자에 적용될 수 있다. 일반적으로, 청색의 유기 발광 소자는, 발광 효율이 다른 발광색 소자에 비해서 낮다. 따라서, 청색의 유기 발광 소자의 정면에 높은 발광 효율을 얻기 위해서는, 예를 들어, 마이크로공동 등을 이용해서 발광의 방사 특성을 소자의 정면에 집중시켜, 겉보기 발광 효율을 증강시키는 수단을 이용할 수 있다. 이때, 정면 이외의 영역에서의 발광 방사 강도는 약해지기 때문에, 소정의 시야각에서 관찰했을 경우, 소자로부터 발광된 광은 어렵게 시각적으로 인식된다.

- [0094] 본 발명은 이러한 발광 재료로부터 기인하는 발광 효율이 비교적 낮은 소자, 특히 청색 발광 소자에 적용하면, 소자의 정면에서의 높은 발광 효율과, 양호한 시야각 특성을 양립시킬 수 있으므로, 특히 바람직하다. 또, 유기 발광 소자를 구성하는 각 층의 재료는 굴절률의 파장 분산 특성을 지니며, 특히, 굴절률의 변화는 단파장 쪽에서 보다 크다. 따라서, 시야각에 따른 EL 스펙트럼의 변화는 특히 청색 발광 소자에서 보다 크다. 또, 이러한 관점에서, 본 발명은 청색 바로강 소자에 적용하는 것이 바람직하다. 여기서 이용되는 "청색 발광"이란 용어는 400 내지 500nm의 피크 파장을 가진 파장 영역에 있는 발광을 의미한다.
- [0095] 또한, 본 발명의 상이한 광학 경로를 지닌 부분을 설치하는 구성은, 발광색도의 요구에 기인해서 유기 발광 소자의 공진 파장을, 발광층의 PL 스펙트럼의 피크 파장보다도 단파장 쪽으로 설정할 필요가 있는 유기 발광 소자에 적용하면 바람직하다. 공진 파장을 발광층의 PL 스펙트럼의 피크 파장보다도 장파장 쪽으로 설정하면, 시야각이 증가함에 따라서 공진 파장이 PL 스펙트럼의 피크 파장에 가깝게 된다. 따라서, 시야각 대 상대 휘도변화 프로파일은 단조 감소를 나타내는 곡선 형상을 갖지 않는다. 결과적으로, 다른 발광 특성을 지니는 부분(A부분과 B부분)의 광을 합성해서, 균등 확산 광원의 프로파일에 가깝게 하는 것은 어렵게 된다.
- [0096] **(제1실시형태)**
- [0097] 이하에 도면을 참조해서, 본 발명의 유기 발광 소자를 상세히 설명한다.
- [0098] 도 6은 본 발명의 유기 발광 소자의 일례로서 상부 발광형 발광 소자의 모식적 단면도이다. 도 6에 있어서, 유기 발광 소자는 기판(20), 반사층(21), 투명 도전층(양극)(22), 정공-수송층(23), 발광층(24), 전자-수송층(25), 전자 주입층(26), 반투과층(27) 및 투명 전극(음극)(28)을 포함한다. 이 유기 발광 소자에 투명 도전층을 양극, 투명 전극을 음극으로 이용해서 전류를 흘려보낼 경우, 투명 도전층(22)으로부터 주입된 정공과 반투과층(27)으로부터 유기 화합물층에 주입된 전자가 발광층(24)에서 재결합됨으로써, 발광을 일으킨다.
- [0099] 또한, 본 실시형태에서는, 기판(20) 위에 양극을 형성한 구성의 일례를 예시했지만, 기판 쪽에서부터 음극, 유기 화합물층 및 양극의 순서로 형성되어 있어도 되며, 따라서, 전극의 적층 순서에 특별히 제한은 없다.
- [0100] 본 발명에서 이용되는 기판(20)에는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 금속, 세라믹, 유리, 석영 등이 이용된다. 또, 플라스틱 시트 등의 가요성 시트를 이용한 가요성 기판도 이용될 수 있다. 이 기판(20) 위에, 반사층(21)과 투명 도전층(22)(제1전극)이 형성되어 있다. 반사층(21)으로서는, 투명 도전층과의 계면에 있어서의 반사율이 적어도 50% 이상, 바람직하게는, 80% 이상인 것이 바람직하다. 이 반사층(21)과 그 발광층 쪽에 형성되는 투명 도전층(23)과의 계면이 본 실시형태의 유기 발광 소자에 있어서의 공진기 구조를 형성하는 제1전극 쪽에 위치된 제1반사면이다.
- [0101] 또한, 본 실시형태에서는, 표현의 편의상, 반사층(21)이 투명 도전층(22)과 접하고 있어, 도전성 부재(전극)로서도 기능을 겸하는 일례를 나타내고 있지만, 반사층(21)은 오로지 발광을 반사하는 특성을 가진 부재로 형성되어 있을 필요가 있다. 반사층(21)은, 상기 도전성 부재(전극)로서의 기능을 지니고 있어도 되고, 또는, 반사층(21)과 별도로 전극을 구비하고 있어도 된다. 따라서, 반사층(21)과 별도로 전극을 구비할 경우에는, 예를 들어, 유전체 다층막 미러와 같은 절연성 부재를 반사층으로서 이용할 수 있다.
- [0102] 반사층(21)을 구성하는 재료에는 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 은이나 알루미늄, 크롬 등의 금속이나, 그들의 합금 등을 이용할 수 있다.
- [0103] 투명 도전층(22)으로서, 금속산화물 도전막, 구체적으로는, 산화인듐과 산화주석의 화합물막(ITO), 산화인듐과 산화아연의 화합물막(IZO) 등을 이용할 수 있다. 또한, 여기에서 이용되는 "투명"이란 용어는, 가시광에 대해서 70 내지 100% 투과율을 가지는 것을 의미하며, 보다 구체적으로는, 소손계수(κ)가 0.05 이하, 바람직하게는, 0.01 이하인 것이 투명 도전층에서의 발광의 소손을 억제하는 관점에서 바람직하다.
- [0104] 정공-수송층(23), 발광층(24), 전자-수송층(25), 전자 주입층(26) 등의 유기 화합물층에 이용되는 유기 화합물로서는, 저분자 재료, 고분자 재료 또는 이들 양쪽 모두로 구성되어 있어도 된다. 또, 형광발광 재료, 인광발광 재료 등을 적용하는 것도 가능하며, 이것은 특별히 한정되는 것은 아니다. 또한, 필요에 따라서 주지의 재료를 사용할 수도 있다.
- [0105] 또한, 전자 주입층(26)으로서, 예를 들어, 불화 리튬, 알칼리 금속, 알칼리 토금속 등과 같은 널리 일반적으로 이용되는 전자 주입 재료를 이용할 수 있다. 또한, 전자-수송성의 유기 화합물 재료에, 알칼리 금속이나 알칼리 토금속, 혹은 이들의 화합물을 0.1% 내지 수십% 함유시켜, 전자 주입층을 얻는 것도 가능하다. 그때, 전자 주입층의 막 두께를 10 내지 100nm 정도로 설정하면, 그 후에 형성하는 반투과층(27)이나 투명 전극(28)의 막형

성 손상을 완화시킬 수 있으므로 바람직하다.

- [0106] 본 발명의 유기 화합물층은, 일반적으로는 진공증착법, 이온화 증착법, 스퍼터링법, 플라즈마 CVD법에 의해, 또는, 상기 유기 화합물을 적당한 용매에 용해시켜 공지의 도포법(예를 들어, 스핀 코팅법, 침지법, 캐스트법, 잉크젯법 등)에 의해 박막을 형성함으로써 얻어진다.
- [0107] 반투과층(27)으로서, 알루미늄, 은, 마그네슘, 칼슘 등의 금속 단체나 이들의 합금을 이용할 수 있다. 특히, 은과 마그네슘의 합금(은 마그네슘)은, 전자의 주입성과, 발광의 반사율의 관점에서 바람직하다. 또한, 반투과층의 막 두께는, 예를 들어, 2nm 이상 50nm 이하의 영역으로부터 선택하면, 발광의 일부가 해당 반투과층을 투과하기 때문에, 발광의 추출 효율의 관점에서 바람직하다. 이러한 소자 구성의 경우에, 발광광은 상기 반투과층(27)과 그 위에 설치되는 투명 전극(28)과의 계면에 의해서도 반사되지만, 전자 주입층(26)과 반투과층(27)과의 계면은 보다 큰 반사를 제공한다. 따라서, 본 실시형태에 의한 유기 발광 소자에 있어서 공진기 구조를 형성하는 동시에 발광층에 대해서 제2전극 쪽에 위치된 제2반사면은 전자 주입층(26)과 반투과층(27)과의 계면이 된다. 이 제2반사면은 반투과층을 설치함으로써 형성해도 되지만, 반투과층을 설치하지 않고 형성해도 된다. 예를 들어, 투명 전극(28)의 광 추출 쪽이 공기 등의 기체층일 경우에는, 투명 전극과 기체층과의 사이에 큰 굴절률차가 생긴다. 이 경우에는 투명 전극과 기체층과의 계면을 제2반사면으로 이용해서 공진기를 구성할 수 있다.
- [0108] 투명 전극(28)은 음극으로서의 기능과 발광의 추출 전극으로서의 기능을 모두 지니고 있다. 투명 전극(28)으로서, 투명 도전층(22)의 경우와 같이 금속산화물 도전막을 이용할 수 있다. 투명 전극(28)의 막 두께는, 바람직하게는 10 내지 1000nm, 보다 바람직하게는 30 내지 300nm이다. 이것은 전극의 시트 저항의 저감과 높은 광학 투과율을 양립시킬 수 있기 때문에 바람직하다. 또한, 투명 전극(28)은 어떠한 방법에 의해 형성되어도 되며, 예를 들어, 스퍼터링에 의해 형성될 수 있다.
- [0109] 본 실시형태의 유기 발광 소자에서는, 도 6에 나타낸 바와 같이, 동일한 발광 소자 내에서, 공진기 구조의 광학 경로가 상대적으로 짧은 제1영역(A부분)과, 상대적으로 긴 제2영역(B부분)이 형성되도록, 투명 도전층(22)의 막 두께가 1개의 유기 발광 소자에서 다르게 설정되어 있다. 그 이외의 각 유기 화합물층, 반투과층 및 투명 전극의 막 두께는 1개의 소자에서 동일하다.
- [0110] 도 6에 나타낸 바와 같이, 투명 도전층의 막 두께는 어떠한 방법에 의해 하나의 소자에서 부분적으로 다르게 해도 된다. 예를 들어, 범용의 리소그래피 기술을 이용할 수 있다. 그 경우, 우선, 소자 전체에 투명 도전층을 보다 두꺼운 두께(B부분의 두께)를 지니도록 한번에 형성한다. 그 후, 레지스트 패턴을 형성하고, 이 레지스트 패턴을 마스크로서 이용해서 습식 에칭을 행하고, A부분에 있는 투명 도전층을 소망의 막 두께를 지니도록 선택적으로 제거함으로써, 하나의 발광 소자에서 투명 도전층의 막 두께를 다르게 할 수 있다. 또한, 스퍼터링에 의해 투명 도전층을 형성하기 위해 범용의 웨도우 마스크를 이용할 경우, 우선, 소자 전체에 투명 도전층을 보다 적은 두께(A부분)를 지니도록 한번에 형성한다. 이어서, 웨도우 마스크로 투명 도전층의 막 두께를 작게 유지하고자 하는 부분(A부분)을 덮고 나서, 재차 스퍼터링에 의해 투명 도전층을 형성한다. 이와 같이 해서, 하나의 소자에 있어서의 투명 도전층의 막 두께를 부분적으로 다르게 할 수 있다.
- [0111] 또, 이러한 투명 도전층의 막 두께에 의해 광학 경로를 조정할 경우, 투명 도전층의 유무에 의해 광학 경로를 조정하는 것도 가능하다. 이 경우, 종래의 유기 발광 소자를 형성하는 데도 필요로 되는 투명 도전층을 패터닝할 때의 마스크 치수를 설계함으로써, 하나의 소자 내부에서 투명 도전층을 지닌 부분과 투명 도전층을 지니지 않은 부분을 형성할 수 있다. 이 경우, 반사층으로부터 유기 화합물층에 정공을 주입할 필요가 있다. 따라서, 반사층의 일 함수가 낮아 주입 장벽이 생길 경우에는, 반사층과 정공-수송층 사이에 투명 도전층의 막 두께보다도 얇은 정공 주입층을 설치하면 된다.
- [0112] 이러한 수법에 의해, 투명 도전층의 막 두께에 차이를 형성한 후, 각 유기 화합물층, 반투과층 및 투명 전극을 한번에 형성함으로써, 본 실시형태의 유기 발광 소자를 얻을 수 있다.
- [0113] 본 실시형태에서 설명한 바와 같이, 광학 경로의 조정을 투명 도전층에 막 두께차를 형성함으로써 행하면, 각 유기 화합물층의 막 두께를 A부분과 B부분에서 동일하게 할 수 있기 때문에, 그 결과, 구동 특성이 소자 전체 내에서 균일하게 되어 바람직하다.
- [0114] 또, 투명 도전층 대신에, 각 유기 화합물층의 막 두께에 의해 광학 경로를 조정할 경우에는, 캐리어 이동도가 비교적 큰 층, 예를 들어, 정공-수송층, 전자-수송층 등의 막 두께를 부분적으로 변경시켜 광로 경로를 조정하면, 유기 발광 소자의 구동 특성에의 영향이 적기 때문에 바람직하다.

- [0115] 또한, 투명 도전층과 유기 화합물층(들)의 양쪽 모두의 막 두께를 변경해서 광학 경로를 조정하는 것도 가능하다.
- [0116] 또, 소자의 내부에서 유기 화합물층의 막 두께의 변경은, 범용의 증착 마스크 등을 이용해서 부분적으로 막 두께를 조정함으로써 수행될 수 있다.
- [0117] 또한, 본 실시형태에서는, 유기 발광 소자 내부에 다른 광학 경로를 2개 구비한 경우에 대해서 설명해왔지만, 본 발명은, 소자 내부의 광학 경로를 2개로 한정하는 것은 아니다. 동일한 발광 소자 내에 3개 이상의 상이한 광학 경로가 있을 경우에도 본 발명은 적용될 수 있다.
- [0118] **(제2실시형태)**
- [0119] 도 7A 및 도 7B는 제2실시형태에 의한 유기 발광 소자의 모식도이다. 기관(20) 위에, 반사층(제1전극)(21), 투명 도전층(양극)(22), 정공-수송층(23), 발광층(24), 전자-수송층(25), 전자 주입층(26), 반투과층(27) 및 투명 전극(제2전극)(28)을 순차 형성하여 유기 발광 소자를 형성한다. 그리고, 소자의 주변부에 소자분리층(29)을 형성하고, 해당 소자분리층(29) 위에 형성되어 있는 투명 전극(28) 위에 보조 전극(30)을 설치하고 있다. 도 7B는 본 실시형태의 유기 발광 소자를 위에서 보았을 때의 모식도이며, 도 7A는 도 7B의 선(7A-7A)을 따른 모식적 단면도이다.
- [0120] 본 발명의 유기 발광 소자에 있어서, 투명 도전층 및/또는 유기 화합물층(들)의 막 두께(들)를 변경해서, 광학 경로가 상대적으로 짧은 제1영역과, 광학 경로가 상대적으로 긴 제2영역이 형성되어 있다. 본 실시형태의 유기 발광 소자에 있어서는, 소자 내에 광학 경로가 다른 부분을 형성하기 위해서, 예를 들어, 투명 도전층이나 유기 화합물층의 막 두께에 차이를 형성할 필요가 있다. 이 경우의 막 두께 차이는 발광 특성의 조정의 방법에도 따르지만, 예를 들어, 표 4에 나타낸 공진조건을 적용할 경우, 투명 도전층의 막 두께차는 110nm이다. 이러한 소자의 내부에 이러한 큰 막 두께차가 생기면, 유기 화합물층이나 투명 전극(28)에 단 끊김(steped cut)이 일어날 수 있다. 특히, 상부의 투명 전극(28)이 소자 내에서 전기적으로 단선되면, 예를 들어 제1영역과 제2영역 중 한쪽을 구동할 수 없게 되는 등의 문제를 초래할 수도 있다.
- [0121] 따라서, 본 실시형태에서는, 제1영역과 제2영역을 전기적으로 접속시키는 보조 전극이 형성되어 있다. 이것에 의해, 투명 전극(28)에서 단 끊김이 생겨 전기적인 접속이 불가능해질 경우에 있어서도, 보조 전극(30)을 통해서 제1영역과 제2영역 중 어느 하나에 전기적인 접속이 가능하게 된다. 소자분리층(29)으로서는, 절연성 수지 재료나 무기 절연 재료를 이용할 수 있다. 예를 들어, 아크릴 수지, 폴리이미드 수지, 질화규소 등을 이용할 수 있다. 보조 전극(30)으로서는, 저항률이 비교적 낮은 재료를 이용하는 것이 바람직하고, 예를 들어, 알루미늄, 은, 아연 등의 금속이나 그들의 합금을 이용할 수 있다.
- [0122] **(제3실시형태)**
- [0123] 본 실시형태의 표시장치는, 유기 발광 소자로 각각 이루어진 복수개의 화소와, 이들 각 화소의 발광을 제어하는 구동 회로를 포함하고 있고, 그중 적어도 1개의 화소가 본 발명의 유기 발광 소자로 구성되어 있다. 게다가, 적어도 하나의 색을 발광하는 화소(들) 내에 광학 경로가 다른 부분이 설치되어 있고, 그들의 광학 경로와 공진 파장이 수식 3의 관계를 충족시키도록 설정되어 있다.
- [0124] 도 8은 본 실시형태의 예시적인 표시장치를 위에서 본 모식도로서, 여기에서는, 적색, 녹색 및 청색 발광 화소 중 청색 발광 화소 내에만 광학 경로가 다른 부분이 형성되어 있다. 표시 영역(31) 내에 복수개의 화소 유닛(32)이 매트릭스 형상으로 배열되고 있고, 각 화소 유닛은 적색 발광 화소(R), 녹색 발광 화소(G) 및 청색 발광 화소(B)로 구성되어 있다. 청색 발광 화소(B)에는, 발광층으로부터의 발광을 공진시키기 위한 광학 경로가 상대적으로 짧은 영역(B_A)과 해당 광학 경로가 상대적으로 긴 영역(B_B)이 형성되어 있다.
- [0125] 또, 본 명세서에서 이용되는 "화소"란 용어는, 독립적으로 발광의 제어가 가능한 최소의 단위를 의미한다. 그리고, 본 명세서에서 이용되는 "화소 유닛"이란 용어는, 발광색이 다른 복수개의 화소로 구성되어, 각 화소의 색을 혼합함으로써 소망의 색의 발광을 가능하게 하는 최소의 단위를 의미한다.
- [0126] 본 실시형태에 있어서, 모든 화소가 본 발명의 유기 발광 소자이어도 되고, 일부의 화소만이 본 발명의 유기 발광 소자이어도 된다. 즉, 표시장치는 본 발명의 유기 발광 소자와 종래의 유기 발광 소자를 양쪽 모두 포함하고 있어도 된다. 이 경우, 두 유형의 소자의 조합 비율을 조정함으로써, 표시장치의 발광 특성을 조정할 수 있다.

- [0127] 또한, 표시장치가 본 발명의 유기 발광 소자와 종래의 유기 발광 소자를 양쪽 모두 포함할 경우에는, 본 발명의 유기 발광 소자와 종래의 유기 발광 소자가 규칙적으로 배열되어 있어도 되거나, 또는 본 발명의 유기 발광 소자가 불규칙적으로 배치되어 있어도 된다.
- [0128] 또, 본 실시형태에 있어서, 본 발명의 유기 발광 소자를 포함하는 화소로서는, 어느 발광색을 나타내는 화소에도 적용가능하다. 표시장치의 청색의 발광을 나타내는 화소를 구성하는 유기 발광 소자가 본 발명의 유기 발광 소자인 것은, 색 순도가 높고 만족스러운 시야각 특성을 구비한 발광이 얻어지므로 바람직하다.
- [0129] **(제4실시형태)**
- [0130] 본 실시형태의 표시장치는 유기 발광 소자로 각각 이루어진 화소를 복수개 포함한다. 각 유기 발광 소자는, 도 2에 나타난 바와 같 일반적인 소자 구성을 지닌다. 또, 발광층에 의해 발광된 광을 공진시키기 위한 광학 경로가 상대적으로 짧은 제1화소와 해당 광학 경로가 상대적으로 긴 제2화소가 설치되어 있다. 즉, 본 실시형태의 표시장치에서는, 발광 특성이 다른 화소가 서로 독립적으로 구동될 수 있다.
- [0131] 또, 제1화소에 있어서의 공진기 구조의 광학 경로는 수식 3의 (1)을 충족시키도록 설정되고, 제2화소에 있어서의 공진기 구조의 광학 경로는 수식 3의 (2) 및 수식 3의 (3)을 충족시키도록 설정되어 있다.
- [0132] 화소 유닛을 구성하는 화소의 발광색 중 적어도 1종류의 발광색에 대해서, 광학 경로와 공진 파장과의 관계가 수식 3의 (1)을 충족시키는 제1화소를 각각 포함하는 화소 유닛과, 광학 경로와 공진 파장과의 관계가 수식 3의 (2) 및 수식 3의 (3)을 충족시키는 제2화소를 각각 포함하는 화소 유닛이 구비되어 있다. 그 결과, 정면에서의 우수한 발광 특성과, 넓은 시야각 특성을 겸비한 표시장치가 실현될 수 있다.
- [0133] 도 9는 본 실시형태의 예시적인 표시장치를 위에서 본 모식도이며, 이때, 적색, 녹색, 청색 발광 화소 중 청색 발광 화소에만 광학 경로가 다른 제1화소와 제2화소가 설치되어 있다. 표시 영역(31) 내에 복수개의 화소 유닛(32)이 매트릭스 형상으로 배열되어 있고, 각 화소 유닛은 적색 발광 화소(R), 녹색 발광 화소(G) 및 청색 발광 화소(B)로 구성되어 있다. 화소 유닛(32)은, 발광층에 의해 발광된 광을 공진시키기 위한 광학 경로가 상대적으로 짧은 화소(B₁)를 각각 포함하는 화소 유닛과, 상기 광학 경로가 상대적으로 긴 화소(B₂)를 각각 포함하는 화소 유닛을 포함한다. 그리고, 적색 발광 화소(R), 녹색 발광 화소(G) 및 청색 발광 화소(B₁), (B₂)의 발광은 각 화소의 구동 회로에 의해 제어된다.
- [0134] 또한, 인접한 화소 유닛에 화소(B₁)와 화소(B₂)가 각각 배치된 경우, 인접한 화소 유닛 간에 시야각 특성이 보상되고, 또한, 정면에서의 발광색이 동일하므로, 만족스러운 표시 성능을 가진 장치가 실현될 수 있다. 특히, 이러한 구성을 인접한 화소 유닛 간의 거리가 좁은 고해상도의 표시장치에 적용하면, 인접한 화소 유닛 간의 차이가 인식되기 어려워지기 때문에 바람직하다. 게다가, 화소(B₁)를 지닌 화소 유닛과 화소(B₂)를 지닌 화소 유닛이 상하 좌우 방향으로 교대로 배치되어 있으면, 표시 영역 전체에 걸쳐서 시야각 특성이 보상되기 때문에 바람직하다.
- [0135] 또, 본 실시형태의 제1화소 및 제2화소와 같이 상이한 화소 내에서 광학 경로를 변경할 경우, 한쪽의 화소에 투명 도전층을 설치하고 다른 쪽의 화소에 투명 도전층을 설치하지 않음으로써, 광학 경로를 변경하는 것도 가능하다.
- [0136] 또한, 본 실시형태에 있어서, 발광층에 의해 발광된 광을 공진시키기 위한 광학 경로가 상대적으로 짧은 제1화소와 해당 광학 경로가 상대적으로 긴 제2화소는, 어느 발광색을 나타내는 화소에도 적용가능하여, 모든 발광색의 화소에 적용해도 된다. 특히, 제1화소와 제2화소는 발광색도의 요구로 인해 공진 파장을 발광층의 PL 스펙트럼의 피크 파장보다도 단파장 쪽으로 설정할 필요가 있는 유기 발광 소자로 구성되는 화소에 적용하는 것이 바람직하다. 표시장치의 청색의 발광을 나타내는 화소를 구성하는 유기 발광 소자가 본 발명의 유기 발광 소자인 것이, 색 순도가 높고 만족스러운 시야각 특성을 구비한 발광을 얻을 수 있으므로 더욱 바람직하다.
- [0137] 여기에서, 제1화소와 제2화소를 동일한 전류값으로 구동한 경우, 본 표시장치를 정면에서 시각적으로 볼 때, 그들의 공진 파장은 동일하지만 광학 간섭의 차수가 다르기 때문에, 제1화소쪽이 제2화소보다도 정면휘도가 높아지며, 이것은 표시면의 휘도 불균일이나 깜빡거림으로서 인식되므로 바람직하지 못하다. 따라서, 본 실시형태에서는, 제1화소와 제2화소를 동일한 정면 휘도에서 발광시킬 경우에는, 제2화소에 공급되는 전류값이 제1화소에 공급되는 전류값보다도 커지도록 설정되어 있는 것이 바람직하다.
- [0138] 제1화소에 공급되는 전류값을 제2화소에 공급되는 전류값과는 다르게 하기 위해서는, 각 화소에 입력하는 영상

신호를 변환하는 방법이 있다. 대안적으로는, 미리 각 화소나 화소 유닛마다 구동 회로를 다르게 함으로써, 회로부터 유기 발광 소자에 공급되는 출력 전류값을 변경하는 방법이 있다.

[0139] 영상신호를 변환하여, 각 화소 간의 휘도차를 보상하는 방법에는 특히 제한은 없고, 어떠한 방법이라도 이용가능하다. 예를 들어, 제1화소와 제2화소의 배치나 발광 특성의 정보를 기억하는 기억수단과, 각각의 화소의 발광 특성차에 따라, 영상신호를 보정하는 보정수단을 조합시키는 방법을 이용하는 것이 가능하다. 도 10은 상기 기억 수단과 보정 수단의 조합에 의해, 영상신호를 변환하는 예시적인 방법을 나타낸 블록도이다. 도 10에 있어서, (40)은 영상신호; (41)은 기억 수단; (42)는 보정 수단; (43)은 보정 영상신호를 각각 나타낸다. 제1화소의 발광을 제어하는 스위칭 소자에 공급되는 영상신호(40) 혹은 제2화소의 발광을 제어하는 스위칭 소자에 공급되는 영상신호(40)를 기억 수단(41)에 기억된 정보에 의거해서 보정 수단(42)에 의해 보정하고, 보정 영상신호(43)로서 출력한다.

[0140] 또, 구동 회로를 변화시켜 각각의 화소의 휘도차를 보상하는 방법은 특히 제한되지 않고, 어떠한 방법이라도 이용가능하다. 예를 들어, 구동 회로에서 이용되는 TFT의 채널폭과 채널길이의 비를 조정하여, 제1화소에 비해서 제2화소에 보다 큰 구동 전류가 공급되도록 해도 된다. 또한, 커런트 미러형의 화소 회로의 경우에는, 제1화소와 제2화소 사이에 회로의 미러비를 변경하여, 화소에 공급되는 구동 전류값을 조정하는 것도 가능하다.

[0141] 또한, 각 화소 간의 휘도차를 보상하는 다른 수법으로서, 화소의 면적을 조정해도 된다. 이 경우, 보다 높은 휘도를 기대할 수 있는 제1화소의 면적을 제2화소의 면적보다 작게 해서, 제1화소의 발광 강도가 제2화소의 발광 강도와 동일하게 되도록 조정할 수 있다.

[0142] (제5실시형태)

[0143] 본 실시형태의 표시장치는 유기 발광 소자로 각각 이루어진 화소를 복수개 포함한다. 각 유기 발광 소자는, 도 2에 도시한 것과 같은 일반적인 소자 구성을 지닌다. 또, 상기 표시장치는 발광색이 다른 복수개의 상기 화소를 각각 지닌 화소 유닛을 복수개 지니고 있어, 발광색 중 적어도 하나의 색에 대해서, 발광층에 의해 발광을 공진시키기 위한 광학 경로가 상대적으로 짧은 제1화소와 해당 광학 경로가 상대적으로 긴 제2화소를 구비하고 있다.

[0144] 또한, 제1화소에 있어서의 공진기 구조의 광학 경로가 수식 3의 (1)을 충족시키고, 제2화소에 있어서의 공진기 구조의 광학 경로가 수식 3의 (2) 및 수식 3의 (3)을 충족시키도록 설정되어 있다.

[0145] 화소 유닛을 구성하는 화소의 발광색 중 적어도 1종류의 발광색에 대해서, 각 화소 유닛은, 광학 경로와 공진 파장과의 관계가 수식 3의 (1)을 충족시키는 제1화소와, 광학 경로와 공진 파장과의 관계가 수식 3의 (2) 및 수식 3의 (3)을 충족시키는 제2화소를 지니고 있다. 그 결과, 정면에서의 우수한 발광 특성과 넓은 시야각 특성을 겸비한 표시장치가 실현될 수 있다.

[0146] 본 실시형태에서는, 각 화소 유닛에 우수한 발광 특성과 넓은 시야각 특성을 얻을 수 있기 때문에, 제4실시형태의 것과 비교해서 보다 미세한 표시를 수행할 수 있다.

[0147] 도 11은 본 실시형태의 예시적인 표시장치를 위에서 본 모식도이고, 이때, 적색, 녹색 및 청색 발광 화소 중 녹색 발광 화소에만 광학 경로가 다른 제1화소와 제2화소가 설치되어 있다. 표시 영역(31) 안에 복수의 화소 유닛(32)이 매트릭스 형상으로 배열되어 있다. 또, 각 화소 유닛은 적색 발광 화소(R), 청색 발광 화소(B) 및 발광층에 의해 발광된 광을 공진시키기 위한 광학 경로가 상대적으로 짧은 녹색 발광 화소(G_1), 상기 광학 경로가 상대적으로 긴 녹색 발광 화소(G_2)로 구성되어 있다. 적색 발광 화소(R), 청색 발광 화소(B) 및 녹색 발광 화소(G_1), (G_2)의 발광은 각 화소의 구동 회로에 의해 제어된다.

[0148] 도 11에 나타난 바와 같이, 적색, 녹색 및 청색 발광 화소 중 휘도 효율이 가장 높은 녹색 발광 화소에, 발광층으로부터 발광된 광을 공진시키기 위한 광학 경로가 다른 2개의 화소를 설치함으로써, 보다 효과적으로 시야각 특성을 증강시킬 수 있다.

[0149] 녹색 발광 화소(G_1)와 녹색 발광 화소(G_2)는, 도 11에 나타난 바와 같이 서로 이간해서 배치되어 있어도 되고, 또는, 서로 인접하게 배치되어 있어도 된다. 녹색 발광 화소(G_1), (G_2)는 서로 이간해서 배치되는 것이 바람직한 데, 그 이유는 공간주파수가 증가하고, 따라서, 해상도가 인간의 눈에 보다 높게 보이기 때문이다. 녹색 발광 화소(G_1), (G_2)가 서로 인접하게 배치될 경우에는, 소자분리층 등의 부재를 사이에 두고 이간해서 배치되어

있어도 되고, 또는, 서로 인접해서 배치되어 있어도 된다.

[0150] 녹색 발광 화소(G_1), (G_2)는 동일한 정면 휘도로 발광시키지 않아도 된다. 그러나, 녹색 발광 화소(G_1), (G_2)를 동일한 정면 휘도로 발광시킬 경우, 정면에서 보다 양호한 발광 특성과, 보다 넓은 시야각 특성을 얻을 수 있다. 녹색 발광 화소(G_1), (G_2)는 정면 휘도차를 보상하는 방법으로서는, 제4실시형태에 기재된 바와 같은 방법을 이용할 수 있다.

[0151] 이상, 본 발명의 표시장치를 실시형태에 의해서 설명했지만, 본 발명의 표시장치는, 조명, 전자기기의 디스플레이 및 표시장치용의 백라이트 등의 각종 용도에 적용될 수 있다. 전자기기의 디스플레이의 예로는, 텔레비전 수상기나 퍼스널 컴퓨터의 디스플레이, 촬상 장치의 배면표시부, 휴대전화의 표시부, 휴대 게임기의 표시부 등을 들 수 있다. 그밖의 예로는, 휴대 음악재생장치의 표시부, PDA(personal digital assistant)의 표시부, 차량 네비게이션 시스템의 표시부 등이 있다.

[0152] (실시예)

[0153] 이하, 본 발명을 도면을 참조하여 실시예들을 통해 상세히 설명하지만, 본 발명은 이들로 제한되는 것은 아니다.

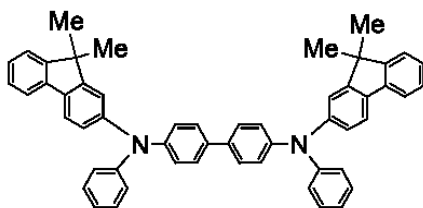
[0154] (실시예 1)

[0155] 본 실시예는, 제1실시형태에 의한 표시장치에 대응하는 것이다. 도 12에 예시된 유기 발광 소자를 이하에 나타낸 방법에 의해 작성하였다.

[0156] 기판(50) 위에, 반사층(51)으로서 알루미늄 합금(AlNd) 막을 약 100nm의 두께로 스퍼터링법에 의해 형성하고, 그 위에 투명 도전층(양극)(52)으로서 ITO 막을 184nm의 두께로 스퍼터링법에 의해 형성하였다. 그 후, 투명 도전층(52) 위에 레지스트 패턴을 형성하였다. 이때, 레지스트 패턴은, 유기 발광 소자의 개구 면적의 50%를 점유하도록 형성하였다. 이어서, 이 레지스트 패턴을 마스크로 이용해서, 레지스트 패턴이 형성되어 있지 않은 부분의 투명 도전층(52)을 74nm의 두께를 지니도록 건식 에칭에 의해 선택적으로 제거했다. 이와 같이 해서, 본 발명의 유기 발광 소자에서는, 동일한 발광 소자의 내부에 투명 도전층의 막 두께가 74nm인 부분과 투명 도전층의 막 두께가 184nm인 부분이 존재하였다. 또, 아크릴 수지에 의해 소자분리층(53)을 형성함으로써, 기판을 작성하였다. 이와 같이 해서 얻어진 것을 아이소프로필 알코올(IPA)을 이용해서 초음파 세정하고 나서, 끓는 물로 세정 후 건조시켰다. 또한, 이것을 UV/오존으로 세정하고 나서 유기 화합물을 진공증착에 의해 막으로 형성하였다.

[0157] 우선, 정공-수송층(54)으로서 하기 구조식으로 표시되는 화합물 I을, 52nm의 두께로 형성하였다. 이때, 진공도는 1×10^{-4} Pa이었고, 증착 속도는 0.2nm/sec였다.

[0158] [화합물 I]



[0159]

[0160] 이어서, 도 2에 나타낸 PL 스펙트럼을 나타내는 청색의 발광층(55)을 진공증착법에 의해 36nm의 두께를 지닌 막으로 형성하였다. 증착시의 진공도는 1×10^{-4} Pa이었고, 증착 속도는 0.2nm/sec였다.

[0161] 또, 전자-수송층(56)으로서, 바소페난트롤린(Bphen)을 진공증착법에 의해 10nm의 막 두께로 형성하였다. 증착시의 진공도는 1×10^{-4} Pa이었고, 막 형성 속도는 0.2nm/sec였다.

[0162] 그 다음에, Bphen과 Cs_2CO_3 를 공증착(증량비 90:10)해서 64nm의 두께를 지닌 전자 주입층(57)을 형성하였다. 증착시의 진공도는 3×10^{-4} Pa이었고, 막 형성 속도는 0.2nm/sec였다.

[0163] 계속해서, 반투과층(58)으로서 은을 진공증착법에 의해 10nm의 두께를 지닌 막으로 형성하였다. 증착시의 진공

도는 1×10^{-4} Pa이었고, 막 형성 속도는 0.2nm/sec였다.

[0164] 그 다음에, 이 전자 주입층의 형성 후의 기판을, 진공을 파괴시키는 일 없이 스퍼터링 장치로 옮겨, 투명 전극(59)으로서 ITO를 34nm의 두께를 지닌 막으로 형성함으로써, 유기 발광 소자를 얻었다.

[0165] 하기 표 10은 이와 같이 해서 얻어진 유기 발광 소자에서 투명 도전층의 막 두께가 다른 각각의 부위와, 그것들을 합성한 소자 전체로서의 발광 효율, 색도 좌표 및 발광 스펙트럼의 절반 최대치에서의 전체 폭을 일괄적으로 나타낸다. 또한, 도 5는 상기 각각의 부위와 소자 전체의 시야각에 따른 상대 휘도의 변화를 나타낸다.

표 10

	발광 효율, 색도 좌표 및 발광 스펙트럼의 절반 최대치에서의 전체 폭			
	발광 효율(cd/A)	색도 좌표		발광 스펙트럼의 절반 최대치에서의 전체 폭
		CIE _x	CIE _y	
투명 도전층 74 nm	2.3	0.134	0.091	50 nm
투명 도전층 184 nm	1.4	0.157	0.083	35 nm
합성 발광	3.7	0.143	0.088	50 nm

[0167] 전술한 바와 같이, 본 발명의 유기 발광 소자에서는, 1개의 발광 소자의 내부에서 투명 도전층의 막 두께를 변화시키고 있지만, 정면에서의 공진에 의한 증강 효과가 서로 일치되어 있기 때문에, 각각의 부위에서 제시되는 발광색도의 차이는 작고, 따라서, 실용상 발광색이 서로 동일하다고 말할 수 있다. 또한, 도 5로부터 알 수 있는 바와 같이, 시야각 특성은 투명 도전층의 막 두께에 따라 국부적으로 다른 프로파일을 표시하고 있지만; 각각의 부위의 합성으로서의 소자 전체의 시야각 특성은, 균등확산 광원의 그것과 거의 동일하다. 따라서, 휘도는 어느 각도에서 볼 때에도 동일한 것으로 시각적으로 인식될 수 있다. 즉, 유기 발광 소자는 넓은 시야각 특성을 지닌다고 말할 수 있다.

[0168] (비교예 1)

[0169] 본 비교예 1에서, 소자 내부의 투명 도전층의 막 두께가 두께차가 형성되는 일 없이 균일하게 설정된 유기 발광 소자에 있어서, 시야각에 의한 상대 휘도의 변화를, 균등확산 광원의 것과 가깝게 하고 있다.

[0170] 이 유기 발광 소자는, 투명 도전층이 74nm의 균일한 두께로 형성되고, 정공-수송층의 막 두께가 98nm로 설정된 것 이외에는 실시예 1과 동일한 절차에 따라 작성하였다. 표 11은 비교예 1의 발광 소자의 광학 경로와 공진 파장을 나타내고, 표 12는 비교예 1의 발광소자의 발광 효율, 색도 좌표 및 발광 스펙트럼의 절반 최대치에서의 전체 폭을 나타낸다. 또한, 도 13은 이 소자의 시야각에 의한 상대 휘도 프로파일의 변화를 나타낸다.

표 11

광학 경로와 공진 파장		
		투명 도전층의 막 두께
		74 nm
광학 경로		590 nm
공진 파장	차수 m=1	961 nm
	차수 m=2	529 nm
	차수 m=3	365 nm

표 12

발광 효율, 색도 좌표 및 발광 스펙트럼의 절반 최대치에서의 전체 폭				
	발광 효율(cd/A)	색도 좌표		발광 스펙트럼의 절반 최대치에서의 전체 폭
		CIE _x	CIE _y	
투명 도전층 74 nm	6.5	0.124	0.327	60 nm

[0173] 도 13으로부터, 본 비교예 1의 유기 발광 소자의 시야각 대 상대 휘도변화는, 균등확산 광원의 것과 거의 유사한 특성을 보이고, 따라서, 어느 각도에서 볼 때에도 유기 발광 소자의 휘도변화가 적은 것을 알 수 있다. 그러나, 그 발광 특성, 특히, 발광색도 CIEy 좌표는 0.3 이상이고, 이것은 청백색(스카이 블루) 발광을 보인다. 또, 발광 스펙트럼의 절반 최대치에서의 전체 폭은 실시예 1의 소자에 비교해서 크고, 본 비교예 1의 발광 소자의 색순도는 낮았다.

[0174] 또한, 본 비교예의 유기 발광 소자의 발광 효율은 6.5cd/A로, 이것은 실시예 1의 발광 소자의 발광 효율의 약 2배이다. 그 이유는, 색도 CIEy 좌표값이 큰 것으로부터도 알 수 있는 바와 같이, 본 비교예 1의 소자의 EL 스펙트럼의 피크 파장이 보다 장파장으로 시프트됨으로써, 시감 효율이 증가했기 때문이다. 실시예 1에 기재된 본 발명의 유기 발광 소자에서도, 시감 효율이 높은 파장 영역에 EL 스펙트럼의 피크 파장을 설정함으로써, 마찬가지로 효과를 이용해서 발광 효율을 향상시킬 수 있다.

[0175] **(비교예 2)**

[0176] 1개의 소자의 내부에서 투명 도전층의 막 두께를 74nm와 100nm로 한 이외에는, 실시예 1과 같은 절차에 따라 유기 발광 소자를 제작하였다. 표 13은 이 비교예 2의 유기 발광 소자의 광학 경로와 공진 파장을 나타낸다.

표 13

[0177]

광학 경로와 공진 파장			
		투명 도전층의 막 두께	
		74 nm	100 nm
광학 경로		489 nm	540 nm
공진 파장	차수 m=1	798 nm	880 nm
	차수 m=2	440 nm	485 nm
	차수 m=3	303 nm	335 nm

[0178] 이 비교예 2에 있어서, 투명 도전층의 2종류의 막 두께를 전술한 바와 같이 설정하면, 그의 광학 경로는 각각 489nm와 540nm로 되며, 이것은 광학 경로의 평균치 515nm와 비교할 때, 약 5%만큼 광학 경로를 짧거나 길게 설정하는 것을 의미한다. 공진 파장에 대해서 보면, 모든 차수에서 차이가 있고, 실시예 1의 것과 같은 차수(m) 2의 경우, 45nm의 차이가 있다.

[0179] 표 14는, 이와 같이 해서 얻어진 유기 발광 소자의 투명 도전층의 막 두께가 다른 각각의 부위와, 그들을 합성한 소자 전체로서의 발광 효율, 색도 좌표 및 발광 스펙트럼의 절반 최대치에서의 전체 폭을 일괄적으로 나타낸다. 또한, 도 14는 각각의 부위와 소자 전체로서의 시야각에 의한 상대 휘도의 변화를 나타낸다.

표 14

[0180]

발광 효율, 색도 좌표 및 발광 스펙트럼의 절반 최대치에서의 전체 폭				
	발광 효율(cd/A)	색도 좌표		발광 스펙트럼의 절반 최대치에서의 전체 폭
		CIEx	CIEy	
투명 도전층 74 nm	2.3	0.134	0.091	50 nm
투명 도전층 100 nm	5.9	0.112	0.219	60 nm
합성 발광	8.2	0.123	0.157	60 nm

[0181] 이 비교예 2의 유기 발광 소자는, 차수(m) 2에서 공진 파장에 45nm의 차이가 있어, 동일한 발광 소자의 내부에서도 색도가 현저하게 바뀐다. 특히, 색도 좌표의 CIEy값에 대해서 보면, 0.128의 차이가 있고, 색도 어긋남이 커서, 이것은 동일한 발광색으로서 허용가능하지 않으므로, 실용상 색 불균일의 문제가 제기된다.

[0182] 또, 도 14로부터, 시야각 특성은, 어느 막 두께의 투명 도전층에서도, 시야각의 증가와 함께, 휘도가 단조감소하는 프로파일을 나타내는 것을 알 수 있다. 이것은 또한 이들을 합성한 발광의 것에도 적용되며, 특히, 소정의 각도에서 유기 발광 소자를 시각적으로 볼 때 어렵게 되는 것으로 볼 수 있다.

[0183] 또한, 본 비교예 2의 발광 소자에 있어서도, 합성 발광의 발광 효율이 커진다. 이것은, 상기 비교예 1의 경우와 같이, 발광색도 변화에 관련된 시감 효율의 영향에 기인된다. 실시예 1의 발광 소자에서도, 이러한 발광색도 좌표의 설정에 의해서 발광 효율을 향상시킬 수 있다.

[0184] **(실시예 2)**

[0185] 본 실시예는, 제5실시형태에 의한 표시장치에 대응하는 것이다. 이 표시장치는, 적색광, 녹색광 및 청색광을 발광하는 유기 발광 소자를 화소로서 복수 포함하고 있고, 1개의 발광 화소 유닛 내에, 청색의 발광 화소를 2개 구비하고 있다. 즉, 1개의 화소 유닛은, 적색 발광 화소, 녹색 발광 화소, 제1청색 발광 화소 및 제2청색 발광 화소의 3색 합계 4화소로 구성되어 있다. 2개의 청색 발광 화소는 서로 다른 광학 경로를 지니도록 설정되어 있다.

[0186] 도 15는 이하의 절차에 의해 제작된 본 발명의 표시장치의 1개의 화소 유닛을 나타내는 모식적 단면도이다.

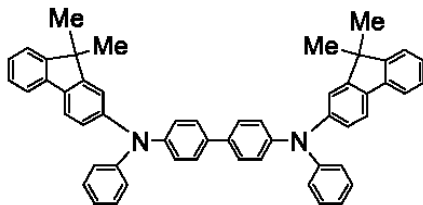
[0187] 지지체로서의 유리 기판(60) 위에, 저온 폴리실리콘으로 이루어진 TFT 구동 회로(61)를 형성하고, 그 위에 아크릴수지로 이루어진 평탄화층(62)을 형성함으로써 기판을 얻었다. 그 위에 반사층(63)으로서 알루미늄 합금(AlNd)을 약 100nm의 두께로 스퍼터링법으로 형성하고 나서 패터닝하였다.

[0188] 이어서, 투명 도전층(64)으로서의 ITO 막을 스퍼터링법에 의해 모든 발광 화소에 대해서 74nm의 균일한 두께로 형성하였다. 그 후, 웨도우 마스크를 이용해서, 제2청색 발광 화소에 해당하는 영역에, 투명 도전층으로서 ITO를 110nm의 두께로 추가로 형성하였다. 계속해서, 투명 도전막을 각각의 화소마다 패터닝하여, 양극을 형성하였다.

[0189] 또, 아크릴수지에 의해 소자분리층(65)을 형성함으로써 기판을 작성하였다. 이것을 아이소프로필 알코올(IPA)을 이용해서 초음파세정하고, 이어서, 끓는 물로 세정 후 건조시켰다. 그 후, 이것을 UV/오존 세정하고 나서 유기 화합물을 진공증착에 의해 막으로 형성하였다.

[0190] 처음에, 모든 화소에 공통인 정공-수송층(66)으로서, 하기 구조식으로 표시되는 화합물 I을 모든 화소에 막으로 형성하였다. 이때, 진공도는 1×10^{-4} Pa이었고, 증착 속도는 0.2nm/sec였다.

[0191] (화합물 I)



[0192]

[0193] 그 다음에, 웨도우 마스크를 이용해서, 발광층으로서, 적색, 녹색, 청색의 각각에 대한 발광층을 형성하였다. 적색의 발광층으로서, 도 16에 나타낸 PL 스펙트럼을 나타내는 발광층(67)을 형성하였다. 녹색의 발광층으로서, 도 17에 나타낸 PL 스펙트럼을 나타내는 발광층(68)을 형성하였다. 청색의 발광층으로서, 도 3에 나타낸 PL 스펙트럼을 나타내는 발광층(69)을 형성하였다.

[0194] 또한, 모든 화소에 공통인 전자-수송층(70)으로서 바소페난트롤린(Bphen)을 진공증착법에 의해 막으로 형성하였다. 증착시의 진공도는 진공도는 1×10^{-4} Pa이었고, 증착 속도는 0.2nm/sec였다.

[0195] 이어서, 모든 화소에 공통인 전자 주입층(71)으로서, Bphen과 Cs_2CO_3 를 공증착(증량비 90:10)하였다. 증착시의 진공도는 3×10^{-4} Pa이었고, 증착 속도는 0.2nm/sec였다.

[0196] 계속해서, 모든 화소에 공통인 반투과층(72)으로서 은 막을 진공증착법에 의해 형성하였다. 증착시의 진공도는 진공도는 1×10^{-4} Pa이었고, 증착 속도는 0.2nm/sec였다.

[0197] 그 다음에, 반투과층의 형성 후의 기판을 진공을 파괴하는 일없이 스퍼터링 장치에 옮겼다. 모든 화소에 공통인 투명 전극(73)으로서 ITO막을 형성하여, 표시장치를 얻었다.

[0198] 표 15는 이와 같이 해서 얻어진 표시장치의 각 화소의 투명 도전층, 유기 화합물층, 반투과층 및 투명 전극의

막 두께를 일괄적으로 나타낸다.

표 15

각 층의 막 두께				
	적색 발광 화소	녹색 발광 화소	제1청색 발광 화소	제2청색 발광 화소
투명 전극	34 nm			
반투과층	10 nm			
전자 주입층	64 nm			
전자-수송층	10 nm			
발광층	50 nm	50 nm	36 nm	
정공-수송층	114 nm	110 nm	50 nm	
투명 도전층	74 nm			184 nm
반사층	100 nm			

표 18은 이와 같이 해서 얻어진 표시장치의 색재현 범위(NTSC비)와 시야각 색 어긋남량을 나타낸다. 또한, 도 18은 이 표시장치로 백색(색도 좌표: 0.32, 0.33, 휘도: 300cd/m²)을 표시했을 경우, 시야각에 의한 상대 휘도의 변화를 나타낸다. 여기서 이용되는 "시야각 색 어긋남량(δ)"이란 용어는, 정면에서 시각적으로 인식할 때의 시야각을 0°로 해서, 시야각이 0° 내지 50° 범위에서 정면에서의 색 어긋남이 가장 클 때의 색 어긋남량이다. 또한, 시야각이 θ 일 때의 색 어긋남량(δ_θ)은 하기 수식 6을 이용해서 산출된다. 이 시야각 색 어긋남량(δ)이 적을수록, 시야각에 의한 색변화가 적다고 말할 수 있다.

[수식 6]

$$\delta_\theta=\sqrt{(x_\theta-x_0)^2+(y_\theta-y_0)^2}$$

식 중, x_θ 및 y_θ 는 θ 의 시야각에서의 CIE 색도 좌표를 나타내고, x_0 및 y_0 는 0°의 시야각에서(정면에서)의 CIE 색도 좌표를 각각 나타낸다.

(실시예 3)

본 실시예는 제4실시형태에 의한 표시장치에 대응하는 것이다. 본 실시예에서는, 1개의 발광 화소 유닛이 적색광 화소, 녹색광 화소 및 청색광 화소를 포함하는 3화소로 구성되고 있다. 인접 화소 유닛 간에 청색 발광 화소의 광학 경로가 다르다. 따라서, 본 표시장치에서는, 하나의 발광 화소 유닛(화소 유닛 1)에서 적색광 화소, 녹색광 화소 및 청색광 화소의 투명 도전층의 막 두께를 0nm가 되도록 설정하고, 상기 하나의 발광 화소 유닛에 인접한 발광 화소 유닛(화소 유닛 2)에서는 적색광 화소 및 녹색광 화소의 투명 도전층의 막 두께를 0nm, 청색광 화소의 투명 도전층의 막 두께를 110nm가 되도록 설정하고 있다. 즉, 투명 도전층의 유무에 의해 광학 경로를 조정하였다. 투명 도전층은, 스퍼터링법에 의해 모든 발광 화소에 대하여 균일하게 110nm의 두께로 형성한 후, 레지스트 패터를 형성하고, 화소 유닛 2의 청색광 화소의 영역을 마스크로 씌우고, 나머지 영역의 투명 도전층을 습식 에칭에 의해 제거하였다. 이어서, 정공-수송층을, 모든 발광 화소 유닛에 공통으로 적색광 화소에서는 196nm의 두께로, 녹색광 화소에서는 185nm의 두께로, 청색광 화소에서는 127nm의 두께로 형성하였다. 이상의 것 이외에는, 실시예 2와 마찬가지로 절차에 의해 표시장치를 작성하였다. 이하의 표 16은 본 실시예에 있어서, 설정한 각 층의 막 두께를 일괄적으로 나타낸다.

표 16

각 층의 막 두께						
	화소 유닛 1			화소 유닛 2		
	적색 광 화소	녹색광 화소	청색광 화소	적색광 화소	녹색광 화소	청색광 화소
투명 전극	34 nm			34 nm		
반투과층	10 nm			10 nm		
전자 주입층	64 nm			64 nm		

전자-수송층	10 nm			10 nm		
발광층	50 nm	50 nm	36 nm	50 nm	50 nm	36 nm
정공-수송층	196 nm	185 nm	127 nm	196 nm	185 nm	127 nm
투명 도전층	0 nm			없음		110 nm
반사층	100 nm			100 nm		

[0207] 이하의 표 17은 화소 유닛 1과 화소 유닛 2 내의 청색 발광 화소의 정면에서의 발광 특성을 나타낸다. 표 17로부터, 본 표시장치의 청색광 화소의 발광 효율은 각 화소 유닛에 대해 다른 것을 알 수 있다. 그 때문에, 화소 유닛 1과 화소유닛 2에 동일 수준의 신호 데이터를 전송하면, 밝기에 차이가 생긴다. 따라서, 본 실시예의 표시장치에서는, 미리 이 발광 효율의 차이를 예측해서, 각 화소 유닛에 입력될 영상신호를 보정함으로써, 본 표시장치를 그의 정면으로부터 시각적으로 보았을 경우의 휘도차를 해소하고 있다.

[0208] 또한, 화소 유닛을 구성하는 화소 수의 관계에 의거해서, 본 실시예의 표시장치에서의 각 화소의 면적을 실시예 2의 것의 4/3배로 확대시켰다.

표 17

[0209]

발광 효율, 색도 좌표 및 발광 스펙트럼의 절반 최대치에서의 전체 폭				
	발광 효율(cd/A)	색도 좌표		발광 스펙트럼의 절반 최대치에서의 전체 폭
		CIE _x	CIE _y	
화소 유닛 1	2.4	0.135	0.092	50 nm
화소 유닛 2	1.4	0.157	0.078	30 nm
합성 발광	3.7	0.144	0.086	50 nm

[0210] 표 18은 이와 같이 해서 얻어진 표시장치의 색재현 범위(NTSC비)와 시야각 색 어긋남량(δ)을 나타낸다. 또한, 도 19는 이 표시장치로 백색(색도 좌표: 0.32, 0.33, 휘도: 300cd/m²)을 표시했을 경우, 시야각에 의한 상대 휘도의 변화를 나타낸다.

[0211] (비교예 3)

[0212] 본 비교예 3은, 1개의 발광 화소 유닛을 적색광 화소, 녹색광 화소 및 청색광 화소의 3화소로 구성하고, 각 발광 화소에 종래의 유기 발광 소자를 적용시킨 표시장치이다. 화소 유닛을 구성하는 화소 수의 관계에 의거해서, 각 화소의 개구 면적을 실시예 2의 것의 4/3배로 확대시켰다. 그리고, 청색 발광 화소에는, 상기 비교예 2에서 언급된 종래의 청색 발광 소자를 적용하였다. 상기 이외에는, 실시예 2과 같은 절차에 따라 표시장치를 작성하였다.

[0213] 표 18은 이와 같이 해서 얻어진 표시장치의 색재현 범위(NTSC비)와 시야각 색 어긋남량을 나타낸다. 또한, 도 20은 이 표시장치로 백색(색도 좌표: 0.32, 0.33, 휘도: 300cd/m²)을 표시했을 경우, 시야각에 의한 상대 휘도의 변화를 나타낸다.

표 18

[0214]

색 재현 범위와 시야각 색 어긋남량		
	색 재현 범위 (NTSC 비)	시야각 색 어긋남량
실시예 2	72%	0.044
실시예 3	72%	0.05
비교예 3	48%	0.076

[0215] 도 18, 도 19 및 도 20으로부터, 이들 실시예 2, 실시예 3 및 비교예 3의 표시장치의 시야각에 따른 상대 휘도 변화의 프로파일은, 균등화한 광원의 그것과 거의 동일한 것을 알 수 있다. 따라서, 소정의 시야각에서 표시장치를 시각적으로 보았을 경우에도, 정면에서 시각적으로 인식했을 때와 거의 같은 휘도로 되는 것으로 볼 수

있다. 그러므로, 어느 쪽의 표시장치도 넓은 시야각을 지닌 것이라고 말할 수 있다.

한편, 표시장치의 색재현성에 관해서는, 표 18로부터, 실시예 2와 실시예 3의 표시장치에서는, NTSC비의 색재현 범위가 72%, 비교예 3의 표시장치에서는 NTSC비의 색재현 범위가 48%인 것을 이해할 수 있다. 따라서, 본 발명의 표시장치가, 종래의 표시장치에 비해서 보다 넓은 색재현 범위를 가지고 있는 것을 알 수 있다.

또, 시야각에 의한 색 어긋남에 관해서는, 실시예 2 및 실시예 3에 나타난 본 발명의 표시장치에서 시야각의 색 어긋남량(δ)이 0.05 이하이며, 이것은 종래의 표시장치(비교예 3)보다 작다. 본 발명의 표시장치의 시야각에 따른 색의 변화가 적다고 말할 수 있다.

따라서, 본 발명의 표시장치는 시야각에 의한 휘도의 변화와 색의 변화가 적고, 또한 만족스러운 색재현성을 겸비하고 있다. 즉, 본 발명의 표시장치는 넓은 시야각을 지니면서 우수한 색재현을 가능하게 한다.

이상, 본 발명을 예시적인 실시예를 참조해서 설명하였지만, 본 발명은 이러한 예시적인 실시예로 한정되지 않는 것은 말할 필요도 없다. 후술하는 특허청구범위의 범주는 이러한 변형과 등가의 구성 및 기능을 모두 망라하도록 최광의로 해석되어야 할 필요가 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 유기 발광 소자의 모식적 단면도;

도 2는 일반적인 유기 발광 소자의 모식적 단면도;

도 3은 청색 발광층의 PL 스펙트럼을 나타낸 그래프;

도 4는 유기 발광 소자의 발광 스펙트럼을 나타낸 그래프;

도 5는 유기 발광 소자의 시야각 대 상대 휘도 프로파일을 나타낸 그래프;

도 6은 제1실시형태에 의한 유기 발광 소자의 모식적 단면도;

도 7A 및 도 7B는 각각 제2실시형태에 의한 유기 발광 소자의 모식적 단면도 및 모식적 평면도;

도 8은 제3실시형태에 의한 표시장치의 모식적 평면도;

도 9는 제4실시형태에 의한 표시장치의 모식적 평면도;

도 10은 영상신호의 변환 방법을 나타낸 블록도;

도 11은 제5실시형태에 의한 표시장치의 모식적 평면도;

도 12는 실시예 1에 의한 유기 발광 소자의 모식적 단면도;

도 13은 비교예 1에 의한 유기 발광 소자의 시야각 대 상대 휘도 프로파일을 나타낸 그래프:

도 14는 비교예 2에 의한 유기 발광 소자의 시야각 대 상대 휘도 프로파일을 나타낸 그래프:

도 15는 실시예 2에 의한 표시장치의 모식적 단면도;

도 16은 실시예 2에 의한 표시장치에 이용된 적색 발광층의 PL 스펙트럼을 나타낸 그래프;

도 17은 실시예 2에 의한 표시장치에 이용된 녹색 발광층의 PL 스펙트럼을 나타낸 그래프;

도 18은 실시예 2에 의한 표시장치의 시야각 대 상대 휘도 프로파일을 나타낸 그래프;

도 19는 실시예 3에 의한 표시장치의 시야각 대 상대 휘도 프로파일을 나타낸 그래프:

도 20은 비교예 3에 의한 표시장치의 시야각 대 상대 휘도 프로파일을 나타낸 그래프.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

20: 기판 21: 반사층

22: 투명 도전층 23: 정공-수송층

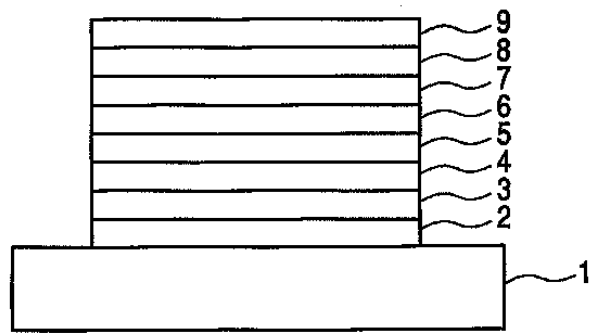
24: 발광층 25: 전자-수송층

[0244] 26: 전자 주입층
[0245] 28: 투명 전극

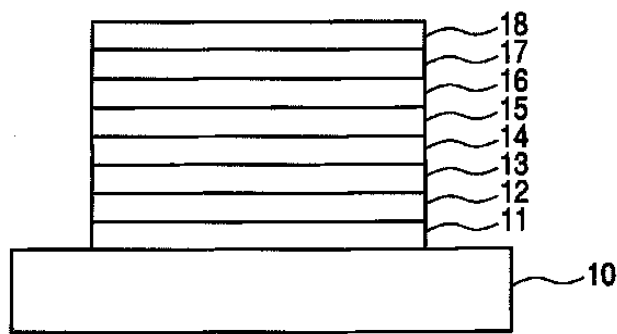
27: 반투과층

도면

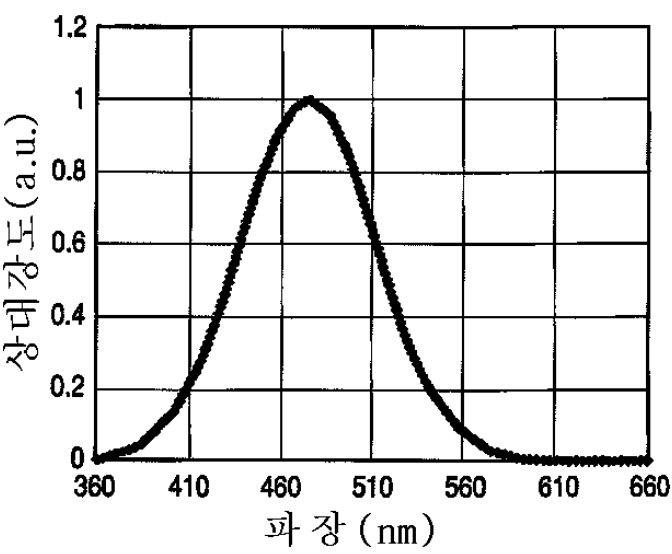
도면1



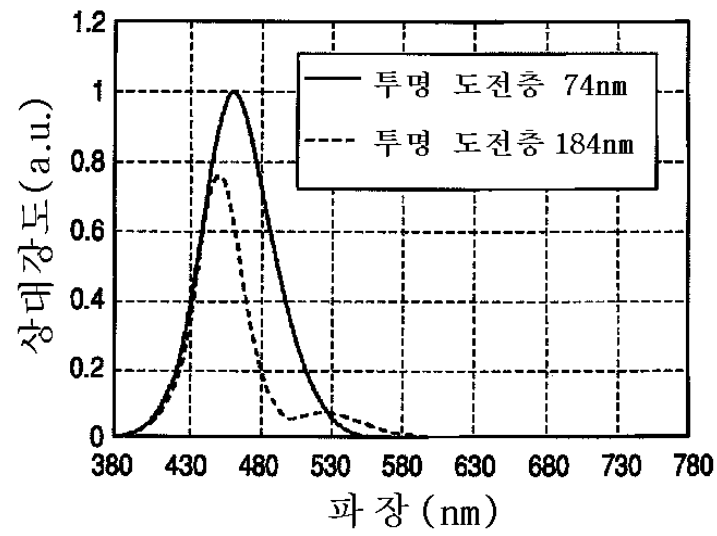
도면2



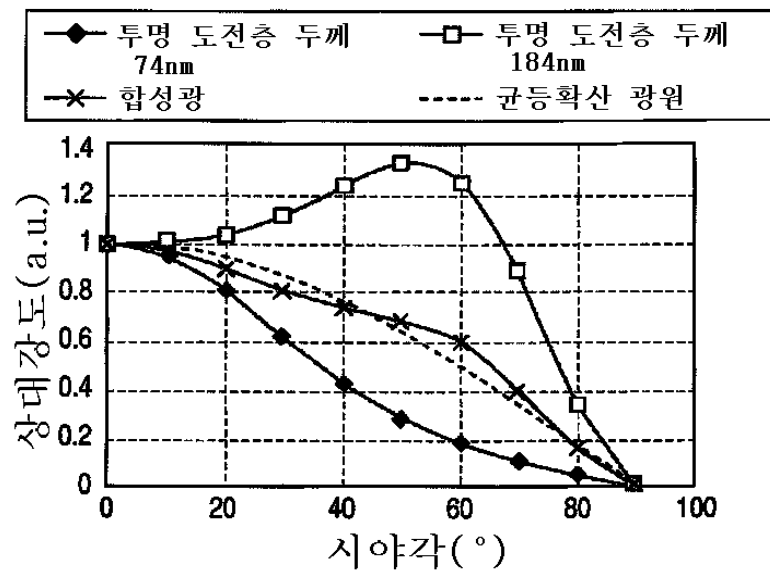
도면3



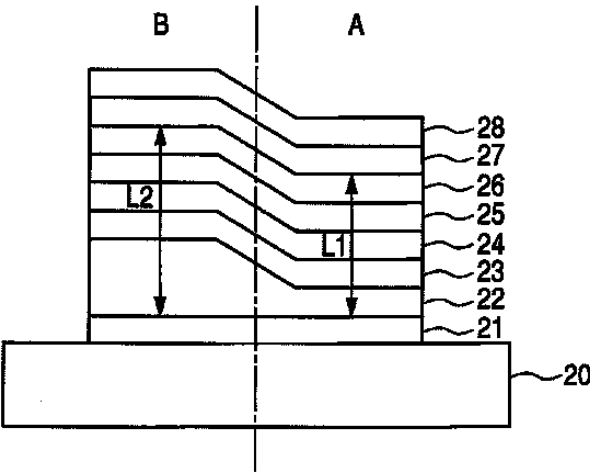
도면4



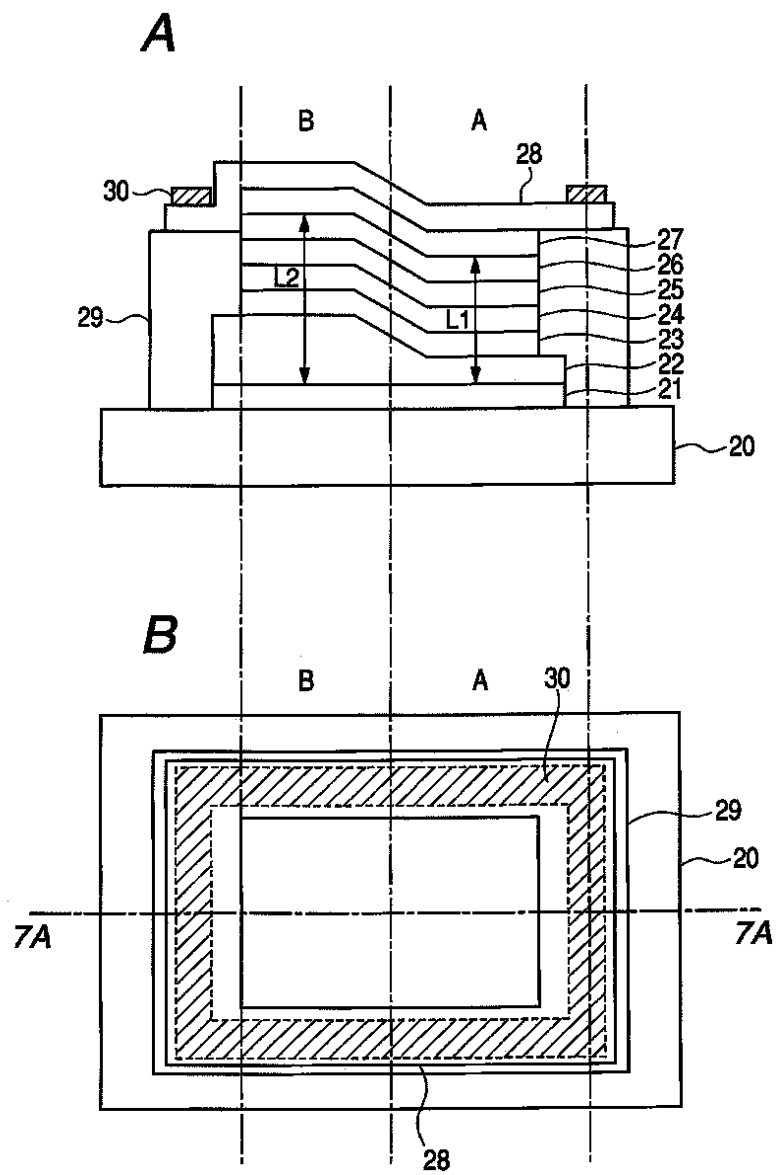
도면5



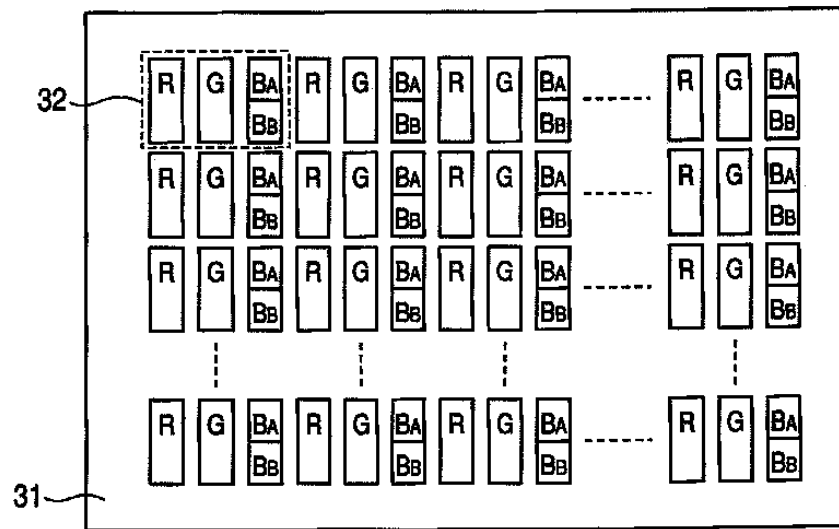
도면6



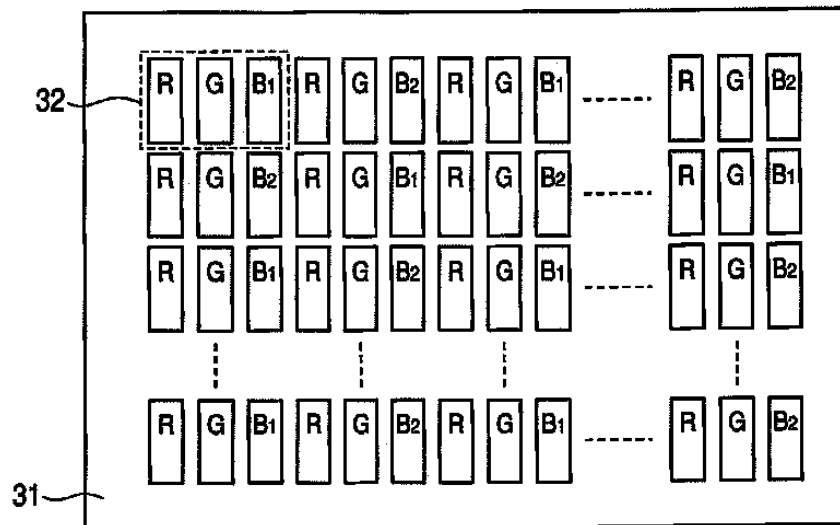
도면7



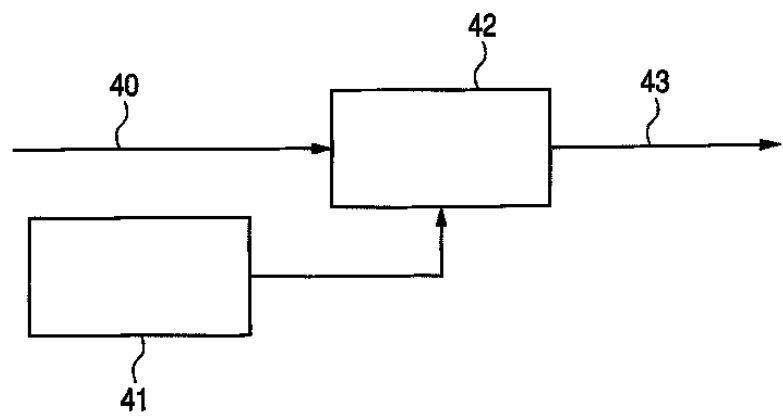
도면8



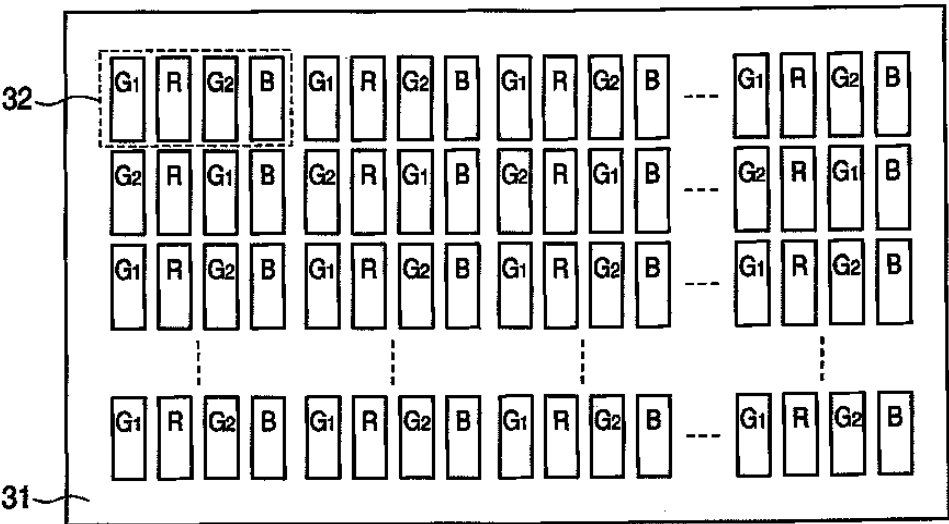
도면9



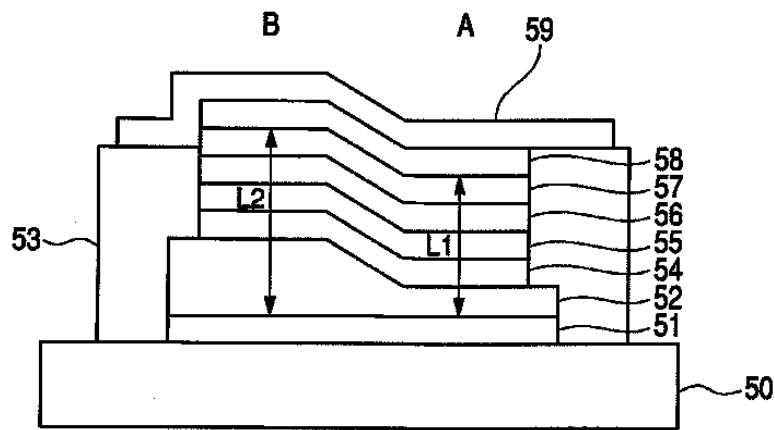
도면10



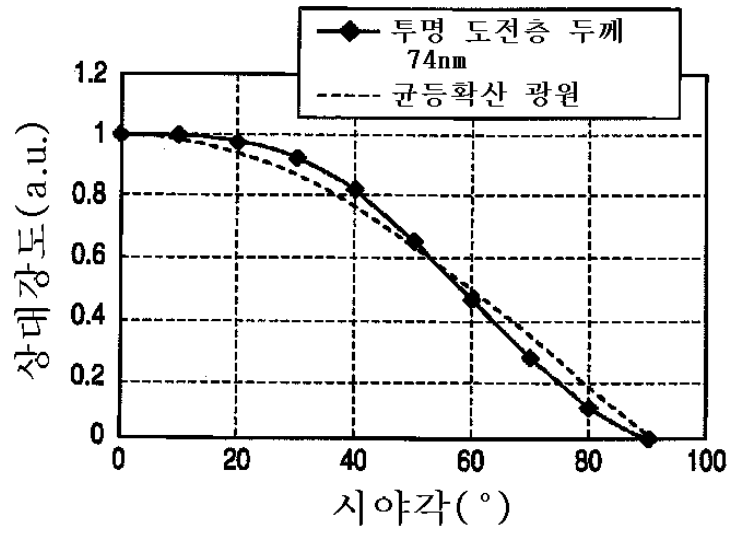
도면11



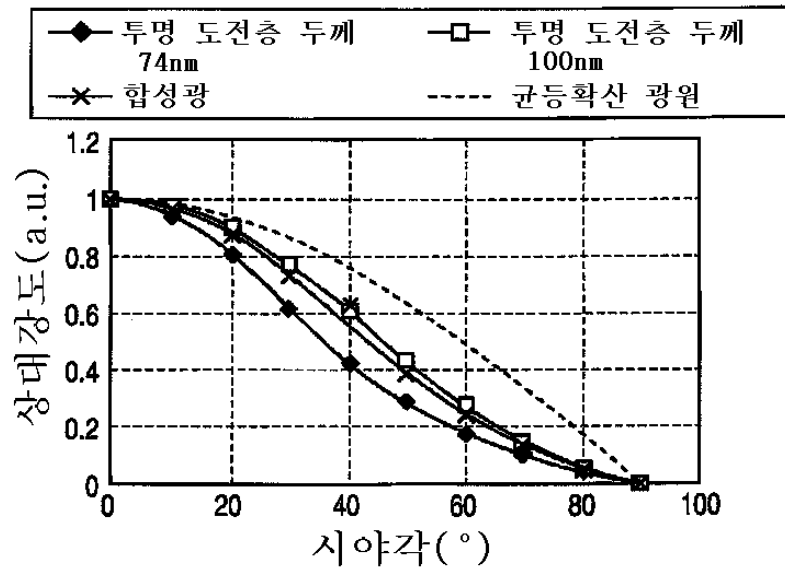
도면12



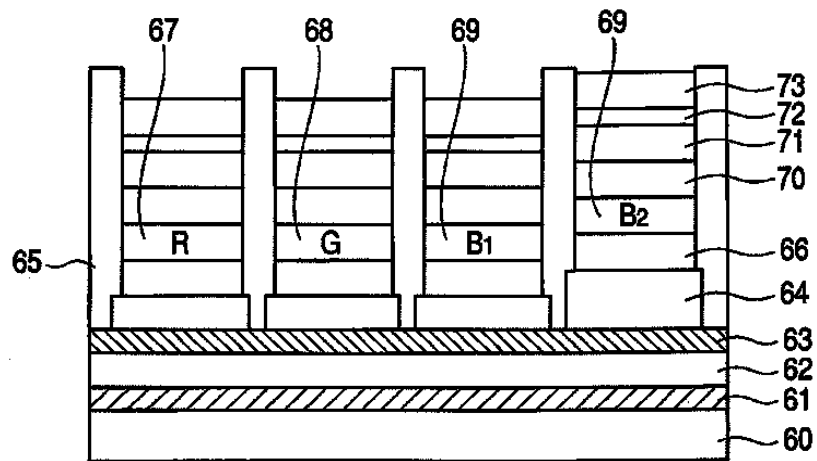
도면13



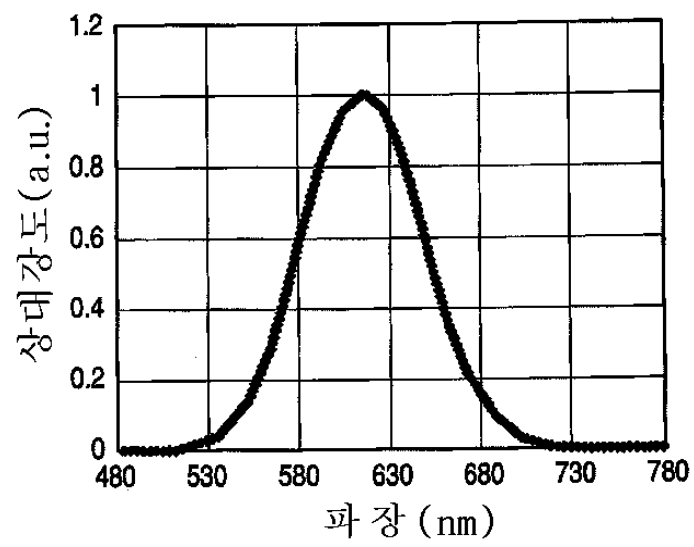
도면14



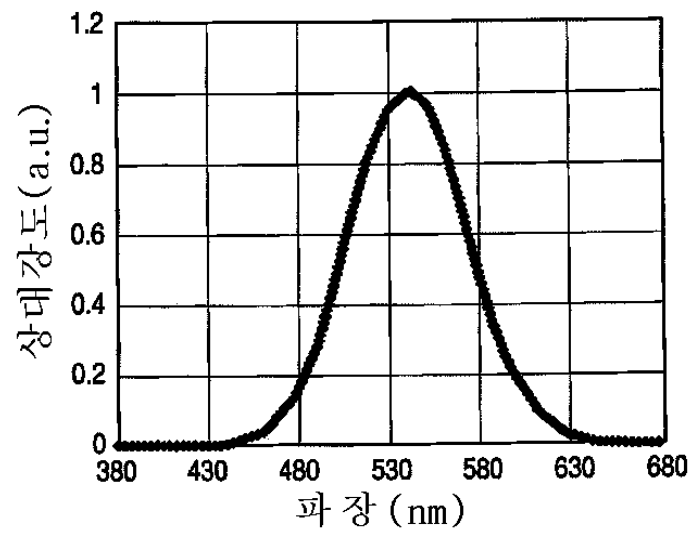
도면15



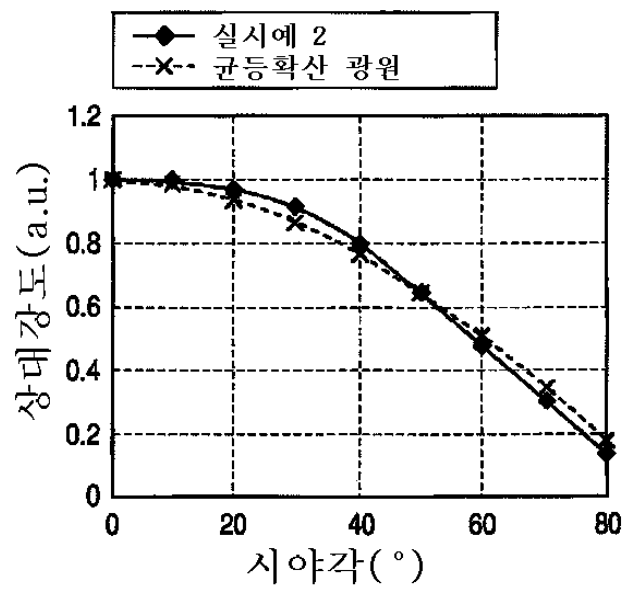
도면16



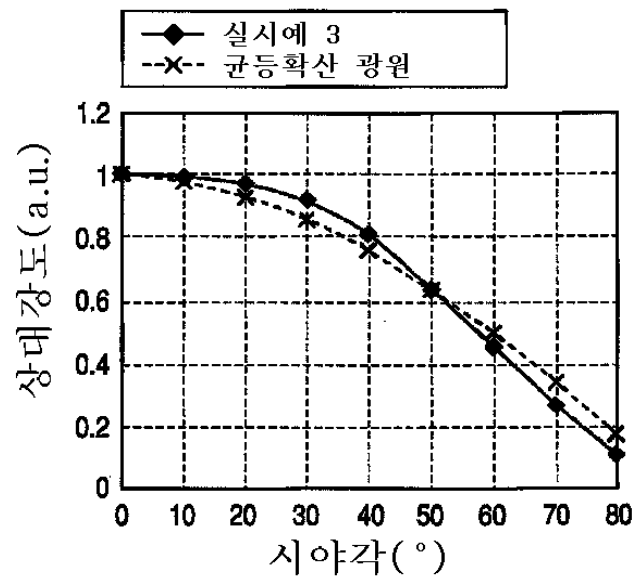
도면17



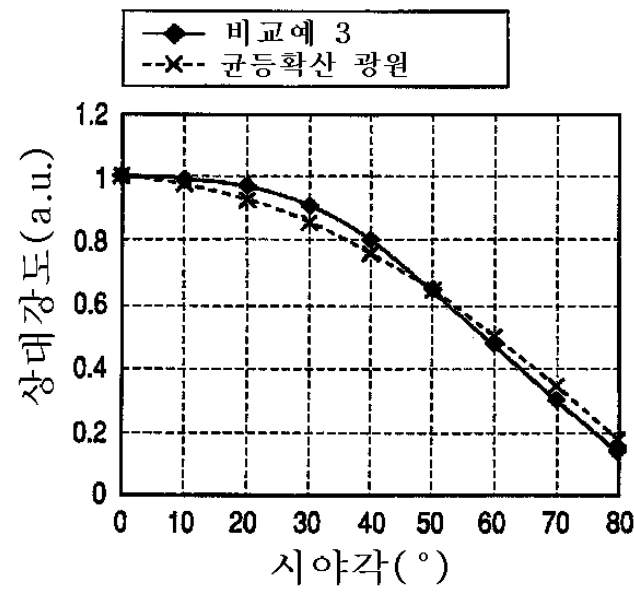
도면18



도면19



도면20



专利名称(译)	由以下结构式表示的化合物I形成为52nm的厚度。		
公开(公告)号	KR101056679B1	公开(公告)日	2011-08-12
申请号	KR1020090016600	申请日	2009-02-27
[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	HASEGAWA TOSHINORI		
发明人	HASEGAWA, TOSHINORI		
IPC分类号	H05B33/22 H05B H05B33/20		
CPC分类号	H01L51/006 H01L51/5265 H01L51/5206 H05B33/14 H01L51/5209 H01L2251/558		
代理人(译)	权泰BOK		
优先权	2009035625 2009-02-18 JP 2008046240 2008-02-27 JP		
其他公开文献	KR1020090092731A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了优异的色彩再现是包括可能的有机发光装置和相应的有机发光装置的显示装置，其具有宽视角特性。具有光路 $(L(SB)1(/SB))$ 的第一区域被设置用于使光路从发光层发光并且在第一区域之间相对较短的光谐振在第一电极上围绕发光层形成的反射器，关于发光层形成在第二电极上的第二反射表面和相对承载长光路的第二部分 $(L(SB)2(/SB))$ 配备。此时，设定为 $(L(SB)1(/SB))$ 和 $(L(SB)2(/SB))$ 在总和 (Φt) 和视角 (α) 之间满足下面的等式1当共振波长 $(\lambda(SB)1(/SB))$ ， $(\lambda(SB)2(/SB))$ ， $(\lambda(SB)3(/SB))$ ，光与第一次反射时的相移反射器和第二反射表面：[等式1]类型中的p，q分别表示正整数。它不是 $\alpha 0^\circ$ 。

