



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년07월02일

(11) 등록번호 10-2827707

(24) 등록일자 2025년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C07D 493/04 (2006.01) C07D 495/04 (2006.01)

C07D 517/04 (2006.01) G02B 5/02 (2006.01)

G02B 5/20 (2022.01) H10K 50/00 (2023.01)

H10K 50/80 (2023.01) H10K 59/00 (2023.01)

H10K 99/00 (2023.01)

(52) CPC특허분류

C07D 493/04 (2013.01)

C07D 495/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0147709

(22) 출원일자 2021년11월01일

심사청구일자 2022년11월01일

(65) 공개번호 10-2022-0064307

(43) 공개일자 2022년05월18일

(30) 우선권주장

JP-P-2020-187223 2020년11월10일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2001043975 A

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 김상인

(54) 발명의 명칭 유기 화합물 및 유기발광 소자

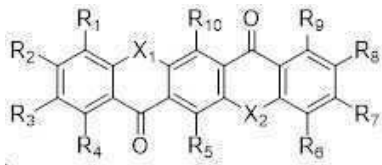
(57) 요약

하기 일반식 [1-1] 또는 [1-2]로 표시된 유기 화합물:

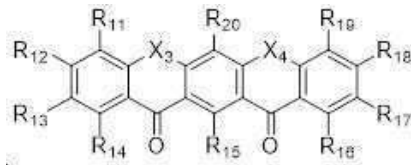
(뒷면에 계속)

대표도 - 도1

화합물	구조	HOMO분포	LUMO분포	S1과 T1의 에너지 차이 (eV)
예시화합물 AA1				0.08
예시화합물 AB1				0.19
예시화합물 AC1				0.16
예시화합물 BA1				0.10
예시화합물 BB1				0.27
예시화합물 BC1				0.15
비교화합물 1-a				0.67
비교화합물 1-b				0.43
비교화합물 2-a				0.57



[1-1]



[1-2]

R₁ 내지 R₂₀은, 수소원자, 할로젠 원자, 알킬기, 알콕시기, 아미노기, 방향족 탄화 수소기, 복소환기, 아릴옥시기, 실릴기 및 시아노기로부터 각각 독립적으로 선택되고, 상기 R₁ 내지 R₄ 및 R₆ 내지 R₉의 적어도 하나, 상기 R₁₁ 내지 R₁₄ 및 R₁₆ 내지 R₁₉의 적어도 하나는 아미노기이고, X₁ 내지 X₄는, 각각 산소, 유황, 셀렌 또는 텔루르이고, 옵션으로 동일하거나 다르다.

(52) CPC특허분류

C07D 517/04 (2013.01)

H10K 50/11 (2023.02)

H10K 50/85 (2023.02)

H10K 59/12 (2023.02)

H10K 59/65 (2023.02)

H10K 85/654 (2023.02)

H10K 85/657 (2023.02)

H10K 85/6572 (2023.02)

H10K 85/6574 (2023.02)

(56) 선행기술조사문헌

JP11087057 A

US03082215 A1

KR1020200014451 A

CN112390811 A

(72) 발명자

야마다 나오키

일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2

고 캐논 가부시끼가이샤 나이

카마타니 준

일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2

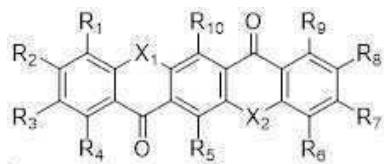
고 캐논 가부시끼가이샤 나이

명세서

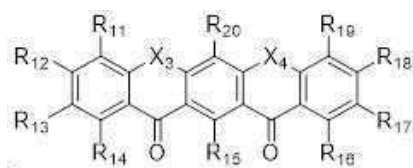
청구범위

청구항 1

하기 일반식 [1-1] 또는 [1-2]로 표시된 유기 화합물:



[1-1]



[1-2]

일반식 [1-1] 또는 [1-2]에 있어서, R₁ 내지 R₂₀은, 수소원자, 할로겐 원자, 치환 혹은 무치환의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 알콕시기, 치환 혹은 무치환의 아미노기, 치환 혹은 무치환의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 복소환기, 치환 혹은 무치환의 아릴옥시기, 실릴기, 시아노기로부터 각각 독립적으로 선택되고,

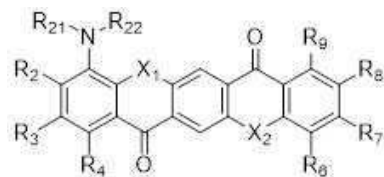
상기 R₁ 내지 R₄ 및 R₆ 내지 R₉의 하나, 상기 R₁₁ 내지 R₁₄ 및 R₁₆ 내지 R₁₉의 하나는, 치환 혹은 무치환의 아미노기이고, 치환 혹은 무치환의 아미노기의 질소원자에 결합하는 기끼리가 옵션으로 결합하여 환구조를 형성하고;

X₁ 내지 X₄는, 각각 산소 또는 유황이고, 옵션으로 동일하거나 다른, 유기 화합물.

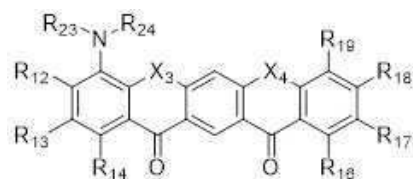
청구항 2

제 1 항에 있어서,

하기 일반식 [2-1] 또는 [2-2]로 표시된 유기 화합물:



[2-1]



[2-2]

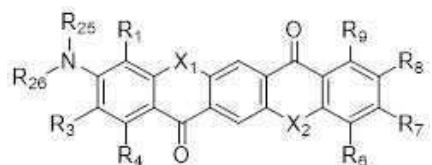
일반식 [2-1] 또는 [2-2]에 있어서, R₂₁ 내지 R₂₄는, 수소원자, 할로겐 원자, 치환 혹은 무치환의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 복소환기로부터 각각 독립적으로 선택되고,

상기 R₂₁과 R₂₂, 또는 상기 R₂₃과 R₂₄가 옵션으로 결합하여 환구조를 형성하는, 유기 화합물.

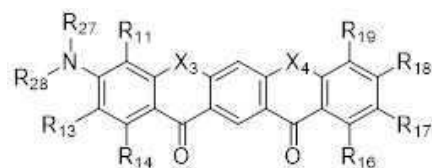
청구항 3

제 1 항에 있어서,

하기 일반식 [3-1] 또는 [3-2]로 표시된 유기 화합물:



[3-1]



[3-2]

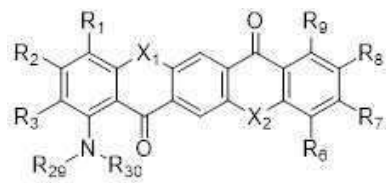
일반식 [3-1] 또는 [3-2]에 있어서, R₂₅ 내지 R₂₈은, 수소원자, 할로젠 원자, 치환 혹은 무치환의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 복소환기로부터 각각 독립적으로 선택되고,

상기 R₂₅와 R₂₆, 또는 상기 R₂₇과 R₂₈이 옵션으로 결합하여 환구조를 형성하는, 유기 화합물.

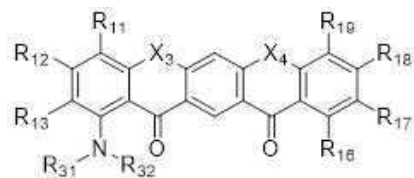
청구항 4

제 1 항에 있어서,

하기 일반식 [4-1] 또는 [4-2]로 표시된 유기 화합물:



[4-1]



[4-2]

일반식 [4-1] 또는 [4-2]에 있어서, R₂₉ 내지 R₃₂는, 수소원자, 할로젠 원자, 치환 혹은 무치환의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 복소환기로부터 각각 독립적으로 선택되고,

상기 R₂₉와 R₃₀, 또는 상기 R₃₁과 R₃₂가 옵션으로 결합하여 환구조를 형성하는, 유기 화합물.

청구항 10

제 8 항에 있어서,
상기 발광층은 발광 재료를 더욱 가지는, 유기발광 소자.

청구항 11

제 10 항에 있어서,
상기 발광 재료는 탄화수소화합물인, 유기발광 소자.

청구항 12

제 7 항에 있어서,
상기 발광층은 녹색발광 또는 적색발광하는, 유기발광 소자.

청구항 13

복수의 화소를 포함하는 표시장치로서,
상기 복수의 화소의 적어도 하나가,
청구항 6 내지 12 중 어느 한 항에 따른 상기 유기발광 소자; 및
상기 유기발광 소자에 접속된 트랜지스터를 구비하는, 표시장치.

청구항 14

복수의 렌즈를 구비하는 광학부;
상기 광학부를 통과하는 광을 수광하는 촬상 소자; 및
상기 촬상 소자가 촬상한 화상을 표시하는 표시부를 포함하는, 광전변환 장치로서,
상기 표시부는 청구항 6 내지 12 중 어느 한 항에 따른 유기발광 소자를 구비하는, 광전변환 장치.

청구항 15

청구항 6 내지 12 중 어느 한 항에 따른 유기발광 소자를 구비한 표시부;
상기 표시부가 구비된 하우징; 및
상기 하우징에 배치되어 외부와 통신하는 통신부를 포함하는, 전자기기.

청구항 16

청구항 6 내지 12 중 어느 한 항에 따른 유기발광 소자를 구비한 광원; 및
상기 광원으로부터 방출된 광을 투과하는 광확산부 또는 광학 필터를 포함하는, 조명 장치.

청구항 17

청구항 6 내지 12 중 어느 한 항에 따른 유기발광 소자를 구비한 등구; 및
상기 등구가 구비된 기체를 포함하는, 이동체.

청구항 18

청구항 6 내지 12 중 어느 한 항에 따른 유기발광 소자를 포함하는, 전자 사진방식의 화상형성 장치를 위한 노광 광원.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시내용은, 유기 화합물 및 이것을 갖는 유기발광 소자에 관한 것이다.

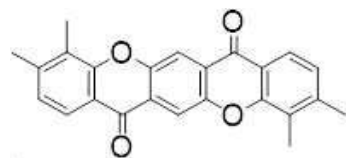
배경 기술

[0002] 유기발광 소자(이하, "유기 일렉트로루미네스cent 소자" 혹은 "유기 EL 소자"라고도 함)는, 한 쌍의 전극과 이것들 전극간에 배치되는 유기 화합물층을 각각 구비하는 전자소자다. 이것들 한 쌍의 전극으로부터 전자 및 정공을 주입함에 의해, 유기 화합물층중의 발광성 유기 화합물의 여기자를 생성하고, 해당 여기자가 기저상태로 되돌아갈 때에, 유기발광 소자는 광을 방출한다.

[0003] 최근, 유기발광 소자는 현저한 진보를 이루고, 저구동 전압, 다양한 발광 파장 및 고속 응답 시간을 달성하였다. 이 유기발광 소자를 사용하는 것에 의해 발광장치를 박형화 및 경량화할 수 있다.

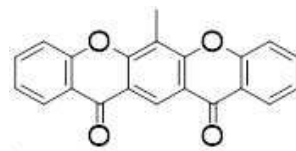
[0004] 발광 소자의 고효율화에 관해서는, 인광발광 재료나 지연 형광재료등의 고효율화 재료를 갖는 소자가 보고되어 있다.

[0005] Journal of the Chemical Society(1953), 2434-9(NPL 1)에는 하기 화합물 1-a가, Journal of Organic Chemistry(1962), 27, 1211-16(NPL 2)에는 하기 화합물 1-b가 기재되어 있다. Justus Liebigs Annalen der Chemie(1934), 513, 156-79(NPL 3)에는 하기 화합물 2-a가 기재되어 있다.



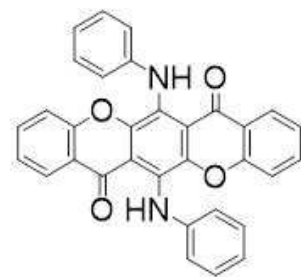
[0006]

1-a



[0007]

1-b



[0008]

[0009]

2-a

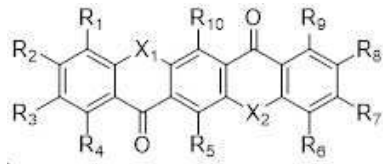
[0010] NPL 1 내지 3에 기재된 화합물 1-a, 1-b 및 2-a를 유기발광 소자중의 발광층에 사용했을 경우, 발광 효율에 과제가 있다.

발명의 내용

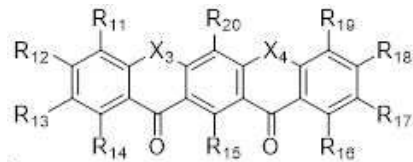
[0011] 본 개시내용은, 상기 과제를 감안하여 이루어진 것이다. 본 개시내용은, 발광 효율이 우수한 유기 화합

물 및 유기발광 소자를 제공한다. 또한, 본 개시내용은, 구동 내구특성이 우수한 유기발광 소자도 제공한다.

본 개시내용의 일 측면에서 제공한 유기 화합물은, 하기 일반식 [1-1] 또는 [1-2]로 표시된다:



[1-1]



[1-2]

일반식 [1-1] 또는 [1-2]에 있어서, R₁ 내지 R₂₀은, 수소원자, 할로젠 원자, 치환 혹은 무치환의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 알콕시기, 치환 혹은 무치환의 아미노기, 치환 혹은 무치환의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 복소환기, 치환 혹은 무치환의 아릴옥시기, 실릴기, 시아노기로부터 각각 독립적으로 선택되고, 단, 상기 R₁ 내지 R₄ 및 R₆ 내지 R₉의 하나, 상기 R₁₁ 내지 R₁₄ 및 R₁₆ 내지 R₁₉의 하나는, 치환 혹은 무치환의 아미노기이고, 치환 혹은 무치환의 아미노기의 질소원자에 결합하는 기끼리가 옵션으로 결합하여, 환구조를 형성하고; X₁ 내지 X₄는, 각각 산소 또는 유황이고, 옵션으로 동일해도 달라도 좋다.

본 개시내용의 추가의 특징들은, 첨부도면을 참조하여 이하의 실시 형태들의 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

도1은 예시 화합물의 HOMO분포와 LUMO분포의 분자 모델과, 그 Si와 Ti 레벨의 사이의 에너지 차이를 나타낸다.

도2는 분자 평면 방향과 그 분자 평면 방향에 수직한 방향으로 보았을 E의 분자 모델을 나타낸다.

도3은 본 개시내용의 일 실시 형태에 따른 유기발광 소자를 구비한 표시장치의 일례의 개략 단면도다.

도4는 본 개시내용의 일 실시 형태에 따른 표시장치의 일례의 모식도다.

도5a는 본 개시내용의 일 실시 형태에 따른 촬상 장치의 일례의 모식도이고, 도5b는 본 개시내용의 일 실시 형태에 따른 전자기기의 일례의 모식도다.

도6a는 본 개시내용의 일 실시 형태에 따른 표시장치의 일례의 모식도이고, 도6b는 절곡 가능한 표시장치의 일례의 모식도다.

도7a는 본 개시내용의 일 실시 형태에 따른 조명 장치의 일례의 모식도이고, 도7b는 본 개시내용의 일 실시 형태에 따른 차량용 등구(lightning unit)를 구비하는 자동차의 일례의 모식도다.

도8은 본 개시내용의 일 실시 형태에 따른 화상형성 장치의 일례의 모식도다.

도9a 및 도9b는 본 개시내용의 일 실시 형태에 따른 화상형성 장치의 노광 광원의 일례의 모식도다.

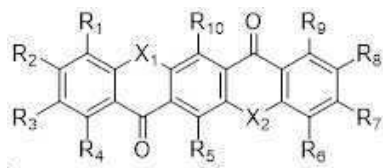
도10a는 본 개시내용의 일 실시 형태에 따른 웨어러블 기기의 일례의 모식도이고, 도10b는 본 개시내용의 일 실시 형태에 따른 촬상 소자를 구비한 웨어러블 기기의 일례의 모식도다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

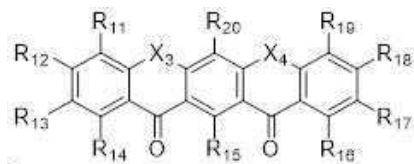
유기 화합물

실시 형태에 따른 유기 화합물에 대해서 설명한다. 본 실시 형태에 따른 유기 화합물은, 하기 일반식

[1-1] 또는 [1-2]로 표시된다.



[1-1]



[1-2]

R₁ 내지 R₂₀

R₁ 내지 R₂₀은, 수소원자, 할로젠 원자, 치환 혹은 무치환의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 알콕시기, 치환 혹은 무치환의 아미노기, 치환 혹은 무치환의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 복소환기, 치환 혹은 무치환의 아릴옥시기, 실릴기 및 시아노기로부터 각각 독립적으로 선택되고, 단, R₁ 내지 R₄ 및 R₆ 내지 R₉의 하나, R₁₁ 내지 R₁₄ 및 R₁₆ 내지 R₁₉의 하나는, 치환 혹은 무치환의 아미노기이고, 치환 혹은 무치환의 아미노기의 질소원자에 결합하는 기끼리가 결합하여, 환구조를 형성한다.

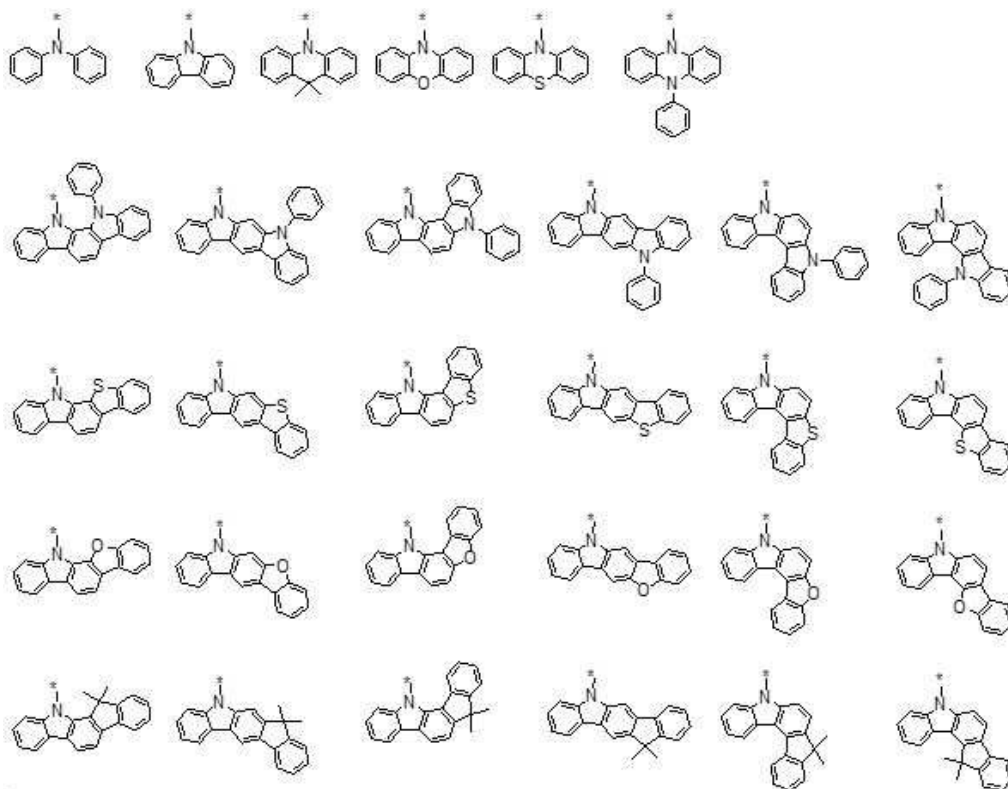
할로젠 원자의 비제한 예로서는, 불소, 염소, 브롬, 옥소가 있다.

알킬기의 비제한 예로서는, 메틸기, 에틸기, 노르말 프로필기, 이소프로필기, 노르말 부틸기, 터셔리 부틸기, 세컨더리 부틸기, 옥틸기, 시클로헥실기, 1-아다만틸기, 2-아다만틸기가 있다. 알킬기로서는, 탄소원자수 1이상 10이하의 알킬기가 사용될 수 있다.

알콕시기의 비제한 예로서는, 메톡시기, 에톡시기, 프로폭시기, 2-에틸-옥틸 옥시기, 벤질 옥시기가 있다. 알콕시기로서는, 탄소원자수 1이상 10이하의 알콕시기가 사용될 수 있다.

아미노기의 비제한 예로서는, N-메틸 아미노기, N-에틸 아미노기, N, N-디메틸 아미노기, N, N-디에틸 아미노기, N-메틸-N-에틸 아미노기, N-벤질 아미노기, N-메틸-N-벤질 아미노기, N, N-디벤질아미노기, 아니리노기, N, N-디페닐 아미노기, N, N-디나프틸아미노기, N, N-디플루오레닐아미노기, N-페닐-N-트릴 아미노기, N, N-디토릴아미노기, N-메틸-N-페닐 아미노기, N, N-디아니소릴아미노기, N-메시틸-N-페닐 아미노기, N, N-디메시틸아미노기, N-페닐-N-(4-터셔리 부틸페닐)아미노기, N-페닐-N-(4-트리플루오로메틸페닐)아미노기, N-피페리딜기, 칼바조틸기, 아크리딜기가 있다.

아미노기의 예로서는, 하기 어느 하나의 구조를 각각 가지는 아미노기가 있다. 하기 구조식중, 각 *는 결합 위치를 의미한다.



[0033]

[0034]

방향족 탄화수소기의 비제한 예로서는, 페닐기, 나프틸기, 인데닐기, 비페닐기, 테르페닐기, 플루오레닐기, 페난트릴기, 트리페니레닐기, 피레닐기, 안트라세닐기, 페리레닐기, 크리세닐기, 플루오란테닐기가 있다. 방향족 탄화수소기로서는, 탄소원자수 6이상 60이하의 방향족 탄화수소기가 사용될 수 있다.

[0035]

복소환기의 비제한 예로서는, 피리딜기, 피리미딜기, 피라지닐기, 트리아지닐기, 벤조프라닐기, 벤조티오펜기, 디벤조후라닐기, 디벤조티오펜기, 옥사조릴기, 옥사디아조릴기, 티아조릴기, 티아디아조릴기, 칼바조릴기, 아크리디닐기, 페난트로닐기가 있다. 복소환기로서는, 탄소원자수 3이상 60이하의 복소환기가 사용될 수 있다.

[0036]

아릴옥시기로서의 비제한 예로서는, 페녹시기가 있다.

[0037]

실릴기의 비제한 예로서는, 트리메틸 실릴기, 트리페닐실릴기가 있다.

[0038]

상기 알킬기, 알콕시기, 아미노기, 방향족 탄화수소기, 복소환기, 아릴옥시기가 더욱 가져도 좋은 치환기의 비제한 예로서는, 메틸기, 에틸기, 노르말 프로필기, 이소프로필기, 노르말 부틸기, 터셔리 부틸기등의 알킬기; 벤질기등의 아릴알킬기; 페닐기, 비페닐기, 나프틸기등의 방향족 탄화수소기, 피리딜기, 피로릴기, 피라지닐기, 트리아지닐기등의 복소환기; 디메틸 아미노기, 디에틸 아미노기, 디벤질아미노기, 디페닐 아미노기, 디토릴아미노기등의 아미노기; 메톡시기, 에톡시기, 프로폭시기등의 알콕시기; 페녹시기등의 아릴옥시기; 불소, 염소, 브롬, 옥소등의 할로젠 원자; 및 시아노기가 있다.

[0039]

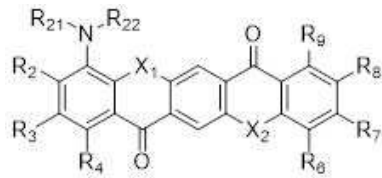
X_1 내지 X_4

[0040]

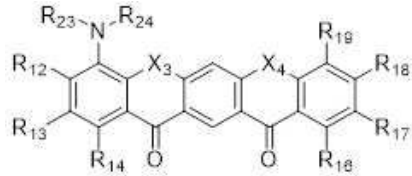
X_1 내지 X_4 는, 각각 산소 또는 유황이고, 동일해도 달라도 좋다. 본 실시 형태에 따른 유기 화합물에 있어서, 기본골격내의 칼코젠 원자는 비공유 전자쌍을 가지고 있고, 축환한 기본골격의 안정성을 향상시키는 효과가 있다. 따라서, 본 실시 형태에 따른 유기 화합물을 유기발광 소자에 사용했을 경우, 양호한 내구특성을 제공할 수 있다. 본 실시 형태에 따른 기본골격은, 일반식 [1-1] 또는 [1-2]로 표시된 화합물의 R_1 내지 R_{20} 이 모두 수소원자인 골격이다.

[0041]

본 실시 형태에 따른 유기 화합물의 예로서는, 하기 일반식 [2-1] 또는 [2-2]로 표시된 유기 화합물, 하기 일반식 [3-1] 또는 [3-2]로 표시된 유기 화합물, 하기 일반식 [4-1] 또는 [4-2]로 표시된 유기 화합물, 하기 일반식 [5-1] 또는 [5-2]로 표시된 유기 화합물이 있다.

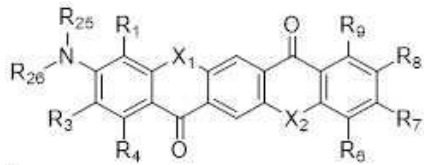


[2-1]

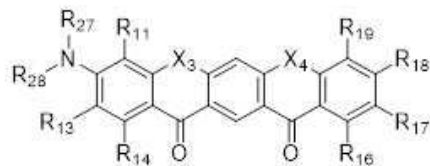


[2-2]

일반식 [2-1] 또는 [2-2]에 있어서, R₂₁ 내지 R₂₄는, 수소원자, 할로젠 원자, 치환 혹은 무치환의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 복소환기로부터 각각 독립적으로 선택된다. R₂₁과 R₂₂ 또는 R₂₃과 R₂₄가 결합하여, 환구조를 형성해도 좋다.

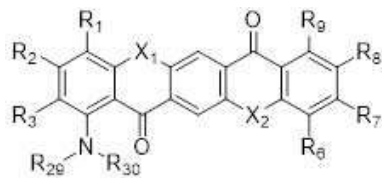


[3-1]

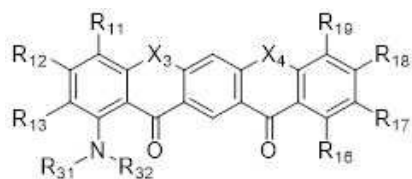


[3-2]

일반식 [3-1] 또는 [3-2]에 있어서, R₂₅ 내지 R₂₈은, 수소원자, 할로젠 원자, 치환 혹은 무치환의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 복소환기로부터 각각 독립적으로 선택된다. R₂₅와 R₂₆ 또는 R₂₇과 R₂₈이 결합하여, 환구조를 형성해도 좋다.



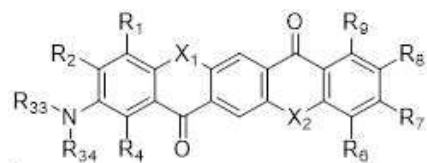
[4-1]



[4-2]

[0056]

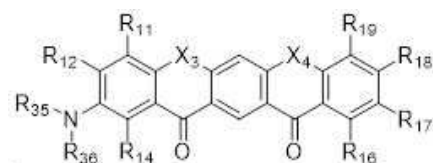
일반식 [4-1] 또는 [4-2]에 있어서, R_{29} 내지 R_{32} 는, 수소원자, 할로젠 원자, 치환 혹은 무치환의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 복소환기로부터 각각 독립적으로 선택된다. R_{29} 와 R_{30} 또는 R_{31} 과 R_{32} 가 결합하여, 환구조를 형성해도 좋다.



[0057]

[0058]

[5-1]



[0059]

[0060]

[5-2]

[0061]

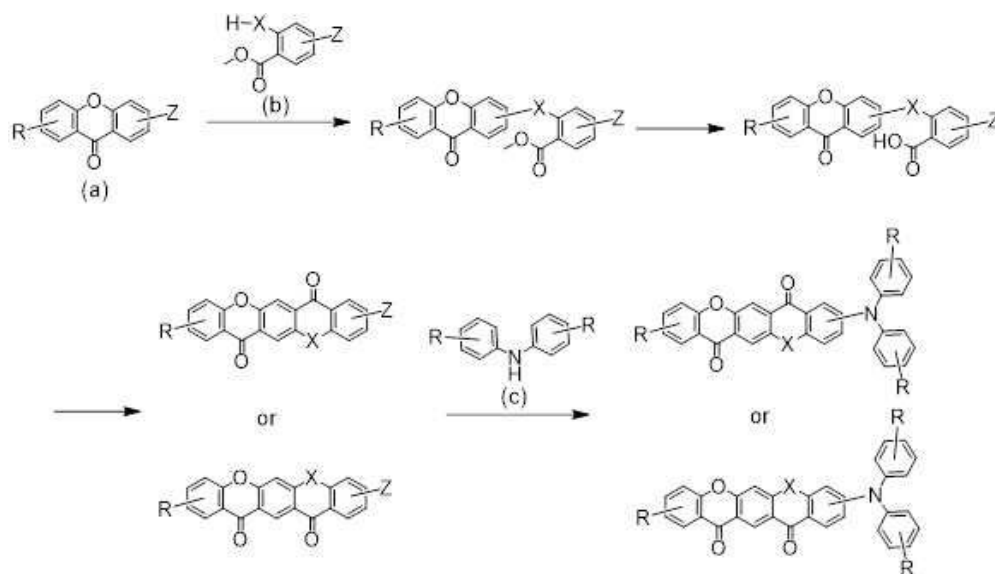
일반식 [5-1] 또는 [5-2]에 있어서, R_{33} 내지 R_{36} 은, 수소원자, 할로젠 원자, 치환 혹은 무치환의 알킬기, 치환 혹은 무치환의 방향족 탄화수소기, 치환 혹은 무치환의 복소환기로부터 각각 독립적으로 선택된다. R_{33} 과 R_{34} 또는 R_{35} 와 R_{36} 이 결합하여, 환구조를 형성해도 좋다.

[0062]

R_{21} 내지 R_{36} 으로 표시되는 할로젠 원자, 알킬기, 방향족 탄화수소기 및 복소환기의 구체 예로서는, R_1 내지 R_{20} 에 대해 설명한 것들과 같은 것이지만, 이것들에 한정되는 것이 아니다. 알킬기로서는, 탄소원자수 1이상 10이하의 알킬기가 사용될 수 있다. 방향족 탄화수소기로서는, 탄소원자수 6이상 60이하의 방향족 탄화수소기가 사용될 수 있다. 복소환기로서는, 탄소원자수 3이상 60이하의 복소환기가 사용될 수 있다. 또한, 알킬기, 방향족 탄화수소기, 복소환기가 더욱 가져도 좋은 치환기의 구체 예로서는, R_1 내지 R_{20} 에 대해 설명한 것들과 같은 것이지만, 이것들에 한정되는 것이 아니다.

[0063]

다음에, 본 개시내용의 실시 형태에 따른 유기 화합물의 합성 방법을 설명한다. 본 개시내용의 실시 형태에 따른 유기 화합물은, 예를 들면, 하기에 나타난 반응 스킴에 의해서 합성된다.



[0064]

[0065]

여기서, 화합물 (a) 내지 (c)를 적절하게 변경함으로써, 일반식 [1-1] 및 [1-2]로 표시된 각 화합물을 합성할 수 있다. 합성법은 이것들에 한정되는 것이 아니다.

[0066]

본 실시 형태에 따른 유기 화합물은, 이하에 설명된 특징을 가진다. 유기발광 소자에 대한 본 실시 형

태에 따른 유기 화합물의 사용은, 유기발광 소자가 고효율 발광과 우수한 구동 내구특성을 갖게 한다. 이하, 본 실시 형태의 예시 화합물 AA1, AB1, AC1, AD1, BA1, BB1, BC1, BD1을 사용하여, 비특허문헌 1에 기재된 비교 화합물 1-a, 비특허문헌 2에 기재된 비교 화합물 1-b, 비특허문헌 3에 기재된 비교 화합물 2-a와 비교하면서 본 실시 형태의 특징에 대해서 설명한다.

[0067] (1) 기본골격으로서, 6원환 5개로 이루어지는 축환골격에 전자흡인성인 카르보닐기가 2개 함유되어, 전자공여성의 아미노기를 적어도 1개 가지는 것으로 S1과 T1의 에너지 차이가 작다.

[0068] 여기 일중항 상태 S1과 여기 삼중항 상태 T1의 에너지 차이가 작은 것으로 인해 일중항 여기자와 삼중항 여기자가 1:3의 비율로 이루어진 여기자에 대해서, 통상, 열실활하고 있었던 삼중항 여기자를, 여기된 일중항 상태에서부터 지연 형광 발광에 사용할 수 있다. 삼중항 여기자를 일중항 여기 상태로 변환하는 역항간 교차에는, S1과 T1의 에너지 차이가 작은 쪽이 에너지 장벽이 작아지기 때문에, 유리하다. 본 실시 형태에 따른 화합물은 그 조건에 유리하다. 따라서, 고효율 발광의 소자를 제공할 수 있다.

[0069] 본 발명자들은, 일반식 [1-1] 또는 [1-2]로 표시된 유기 화합물을 창출할 때, 이 유기 화합물의 최고 점유 궤도(HOMO)와 최저 공궤도(LUMO)의 전자분포에 주목했다.

[0070] 도1에 나타낸 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 각 예시 화합물 AA1, AB1, AC1, BA1, BB1, BC1은, HOMO의 전자궤도분포를 차지하는 부분과, LUMO의 전자궤도분포를 차지하는 부분이 분리된다. HOMO와 LUMO가 중첩하는 적은 부분만이 있는 것을 알 수 있다. 이것은, 겹치기 적분이 작고, S1과 T1의 에너지 차이가 작은 것에 연결된다.

[0071] 상기 특징은, 기본골격이 6원환 5개로 이루어지는 축환골격에 전자흡인성인 카르보닐기가 2개 함유되는 사실과, 더욱 전자공여성의 아미노기를 적어도 1개 가지는 사실로 인한 효과다. 기본골격은 카르보닐기 2개가 존재하기 때문에 강한 전자흡인성 및 6원환 5개로 이루어지는 축환구조를 갖는다. 따라서, 아미노치환기상의 HOMO와 기본골격상의 LUMO가 공간적으로 분리된다. 또한, LUMO가 축환구조 전체에 퍼지는 것에 의해, 여기 상태에서 여기자가 안정화하는 효과도 있다. 이에 따라, 유기발광 소자의 발광층을 위해 그 유기 화합물의 사용은, 내구특성을 향상시킨다.

[0072] 한편, 비교 화합물 1-a, 1-b와 같은 아미노기가 치환되지 않고 있는 구조는, HOMO와 LUMO가 분리되지 않는다. 이 때문에, S1과 T1의 에너지 차이가 커진다.

[0073] 또한, 비교 화합물 2-a와 같은, 2개의 카르보닐기의 사이의 아미노기로 치환된 구조에 있어서, HOMO와 LUMO가 서로 가까워, 분리도가 낮아지게 된다. 이 때문에, S1과 T1의 에너지 차이가 커진다. 즉, 일반식 [1-1] 또는 [1-2]의 R₅, R₁₀, R₁₅ 또는 R₂₀에 아미노기를 도입하면 효율이 저하한다.

[0074] 상기한 효과는, 예(표 8)에 나타낸 유기발광 소자의 E. Q. E. 의 비교에 있어서도, 본 실시 형태에 따른 예시 화합물 BA1, BB1, BC1쪽이, 비교 화합물 1-a, 1-b, 2-a보다도 고효율인 것을 나타내고 있다.

[0075] 상술한 것처럼, 일반식 [1-1] 및 [1-2]로 표시된 화합물은, S1과 T1의 에너지 차이가 작은 것을 특징으로 하기 때문에, 비교 화합물 1-a, 1-b, 2-a가 발광 소자에 사용되는 경우와 비교하여, 고효율의 발광 소자를 제공할 수 있다.

[0076] 상기 HOMO와 LUMO의 전자궤도분포, 및 S1과 T1의 에너지는, 분자궤도 계산을 사용해서 가시화했다. 분자궤도 계산법으로서, 현재 널리 사용되고 있는 밀도범함수법(DFT)은, 범함수는 B3LYP, 기저함수는 6-31G*을 사용했다. 그 분자궤도 계산법은, 현재 널리 이용되고 있는 Gaussian 09(Gaussian 09, Revision C.01, M. J. Frisch, G. W. Trucks, H. B. Schlegel, G. E. Scuseria, M. A. Robb, J. R. Cheeseman, G. Scalmani, V. Barone, B. Mennucci, G. A. Petersson, H. Nakatsuji, M. Caricato, X. Li, H. P. Hratchian, A. F. Izmaylov, J. Bloino, G. Zheng, J. L. Sonnenberg, M. Hada, M. Ehara, K. Toyota, R. Fukuda, J. Hasegawa, M. Ishida, T. Nakajima, Y. Honda, O. Kitao, H. Nakai, T. Vreven, J. A. Montgomery, Jr., J. E. Peralta, F. Ogliaro, M. Bearpark, J. J. Heyd, E. Brothers, K. N. Kudin, V. N. Staroverov, T. Keith, R. Kobayashi, J. Normand, K. Raghavachari, A. Rendell, J. C. Burant, S. S. Iyengar, J. Tomasi, M. Cossi, N. Rega, J. M. Millam, M. Klene, J. E. Knox, J. B. Cross, V. Bakken, C. Adamo, J. Jaramillo, R. Gomperts, R. E. Stratmann, O. Yazyev, A. J. Austin, R. Cammi, C. Pomelli, J. W. Ochterski, R. L. Martin, K. Morokuma, V. G. Zakrzewski, G. A. Voth, P. Salvador, J. J. Dannenberg, S. Dapprich, A. D. Daniels, O. Farkas, J. B. Foresman, J. V. Ortiz, J. Cioslowski, and D. J. Fox, Gaussian, Inc.,

Wallingford CT, 2010)에 의해 실시하였다. 이후, 본 명세서에 있어서의 분자궤도 계산은 같은 수법을 이용한다.

[0077] (2) 아미노기의 존재에 의해, 분자 에스펙트비가 작아지고, 분자회합이 저감된다.

[0078] 평면성의 정도가 높은 것에 의해 분자 스택킹(stackings)이 생기기 쉽다. 바꿔 말하면, 분자회합이 쉽게 생길 수도 있다. 유기발광 소자에 있어서, 분자회합은 농도 소광에 의한 효율 저하에 연결된다. 또한, 역항간 교차에도 불리하다. 왜냐하면, 분자간에 삼중항 여기자의 에너지 이동에 의한 삼중항-삼중항 여기자 소멸(T T A)이 발생하기 쉬워져, 일중항 여기자에의 역항간 교차가 발생하기 어려워지기 때문이다.

[0079] 발명자들은, 일반식 [1-1] 또는 [1-2]로 표시된 유기 화합물을 창출할 때, 화합물의 평면성에 주목했다. 본 실시 형태에 따른 화합물의 기본골격은, 5원환에 전자흡인성 카르보닐기가 축합한 구조를 가지기 때문에, 그 구조는 평면성의 정도가 높다. 본 발명자들은, 치환기로서 예를 들면 아미노기를 도입하는 것을 찾아냈다. 아미노기를 도입하는 것에 의해, 분자 에스펙트비와 분자회합을 저감할 수 있다.

[0080] 본 실시 형태에서 사용된 분자 에스펙트비는, 기본골격을 갖는 x y 평면의 최대의 분자길이(분자지름)와, 이 기본골격을 갖는 상기 x y 평면에 직교한 z 축방향의 분자길이(분자두께)와의 비율, 즉 분자 에스펙트비=(분자지름)/(분자두께)로서 정의된다. 다시 말해, 분자 에스펙트비가 클수록, 평면성의 정도가 높아진다. 분자 에스펙트비가 작을수록, 평면성의 정도가 낮아지고, 분자회합을 저감할 수 있다. 구체적으로는, 분자 에스펙트비는 5.0이하가 바람직하고, 더욱 바람직하게는 3.0이하이다. 분자지름과 분자두께의 분자길이는, 최적화 구조계산으로부터 결정된 분자구조를 사용하여, 볼 앤 본드 표시에 있어서의 분자길로부터 산출되었다.

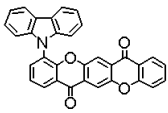
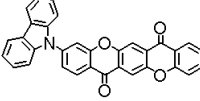
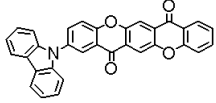
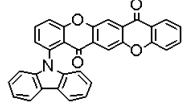
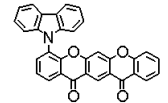
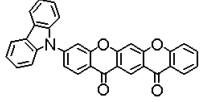
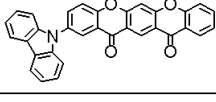
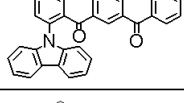
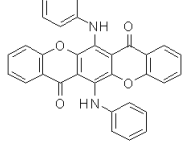
[0081] 분자 에스펙트비의 비교 결과를 도 2에 나타낸다. 도 2는, 본 실시 형태에 따른 예시 화합물인 AA1, AB1, BC1의 분자 에스펙트비가 각각 1.7, 2.7, 2.4인 것을 나타내는 한편, 비교 화합물 1-a, 1-b의 분자 에스펙트비는 각각 7.2, 6.2로 크다. 이것은, 각 예시 화합물 AA1, AB1, BC1이, 아미노기를 가지기 때문이다. 상술한 것처럼, 본 실시 형태에 따른 화합물은, 분자 에스펙트비가 낮고, 분자 스택킹이 생기기 어렵기 때문에, 분자회합이 생기기 어렵다.

[0082] 또한, 상기 특징은, 유기 화합물의 아모르포스성 향상에도 효과가 있다. 본 실시 형태에 따른 화합물을 유기발광 소자의 유기층에 사용했을 경우, 결정화하기 어려운 안정한 아모르포스 막을 형성하고, 유기발광 소자는 장기 구동시켜도 결정화하지 않고 고내구성을 가진다.

[0083] 또한, 상기 특징은 승화성을 향상하는 효과도 있다. 승화성의 향상은, 승화에 의한 재료의 정제와, 증착에 의한 유기발광 소자의 제작을 가능하게 한다. 이것은, 유기발광 소자중에 포함된 불순물의 양을 감소할 수 있고, 불순물에 의한 발광 효율의 저하, 구동 내구성의 저하를 막을 수 있다.

[0084] 이하, 본 실시 형태에 따른 유기 화합물의 아미노기의 위치의 특징에 대해서, 비교 화합물 2-a와 비교하면서, 표 1을 참조하여 설명한다. 표 1은, 예시 화합물 AA1, AB1, AC1, AD1, BA1, BB1, BC1, BD1, 및 비교 화합물 2-a의 분자궤도 계산에 의해 산출한, S1 및 T1 에너지 준위, S1과 T1의 에너지 차이, 및 LUMO 준위를 나타낸다.

[0085] 표 1

화합물	구조	S1 calc. (eV)	T1 calc. (eV)	S1과 T1의 에너지 차이(eV)	LUMO calc. (eV)
예시화합물 AA1		2.45	2.37	0.08	-2.59
예시화합물 AB1		2.71	2.52	0.19	-2.56
예시화합물 AC1		2.44	2.28	0.16	-2.62
예시화합물 AD1		2.24	2.15	0.09	-2.57
예시화합물 BA1		2.83	2.73	0.10	-2.28
예시화합물 BB1		3.01	2.74	0.27	-2.25
예시화합물 BC1		2.72	2.57	0.15	-2.30
예시화합물 BD1		2.47	2.35	0.12	-2.26
비교화합물 2-a		2.00	1.43	0.57	-2.42

[0086]

[0087]

비교 화합물 2-a는, S1 에너지 준위가 2.00 eV이며, 발광 파장이 크게 장파장화하기 때문에, 적색보다 단파장으로 발광하는 발광 재료, 예를 들면, 녹색발광 재료로서, 사용될 수 없다. 비교 화합물 2-a를 발광 소자의 호스트나 어시스트로서 사용하는 경우에도, 낮은 S1 에너지 준위가 적색발광 재료에의 에너지 이동도 제한한다. 달리 말하면, 그 효율이 저감된다. N-H기가 프로톤을 쉽게 방출하기 때문에, 발광 소자의 특히 발광층에 비교 화합물 2-a를 사용했을 경우에, 그 화합물은 쉽게 퀸처(quencher)로서 작용한다. 이에 반해서, 예시 화합물 AA1, AB1, AC1, AD1, BA1, BB1, BC1 및 BD1은 분자내에 N-H기를 갖지 않기 때문에, 그 발광 소자가 내구특성을 우수하게 한다. 상술한 것처럼, R₅, R₁₀, R₁₅ 또는 R₂₀의 위치에서 일반식 [1-1] 또는 [1-2]로 표시된 화합물에 아미노기를 도입하면, 효율과 소자 내구성 모두를 저하시킨다.

[0088]

(3) 발명자들은, 일반식 [2-1] 또는 [2-2]로 표시되는 화합물, 즉, R₁, R₆, R₁₁ 또는 R₁₉가 아미노기인 화합물이, 표 1에 나타난 것처럼, 보다 작은 S1과 T1의 에너지 차이를 가지는 것을 찾아냈다. R₁, R₆, R₁₁ 또는 R₁₉가 아미노기이면, S1과 T1의 보다 작은 에너지 차이가 얻어진다. 따라서, 본 실시 형태에 따른 유기 화합물

중에서도, 유기발광 소자에 이 화합물을 사용함으로써, 발광 효율이 높아질 수 있다.

[0089] (4) 발명자들은, 일반식 [3-1] 또는 [3-2]로 표시된 화합물, 즉, R_2 , R_7 , R_{12} 또는 R_{18} 이 아미노기인 화합물이, 표 1에 나타난 것처럼, 보다 큰 S1 준위를 가지는 것을 찾아냈다. 따라서, 이 화합물은, 청색으로부터 녹색의 유기발광 소자에 적합하게 사용될 수 있다.

[0090] (5) 발명자들은, 일반식 [4-1] 또는 [4-2]로 표시된 화합물, 즉, R_4 , R_9 , R_{14} 또는 R_{16} 이 아미노기인 화합물이, 표 1에 나타난 것처럼, 훨씬 큰 S1준위를 가지는 것을 찾아냈다. 따라서, 이 화합물은, 녹색으로부터 적색의 유기발광 소자에 적합하게 사용될 수 있다.

[0091] (6) 일반식 [5-1] 또는 [5-2]로 표시된 화합물, 즉, R_3 , R_8 , R_{13} 또는 R_{17} 이 아미노기인 화합물은, 표 1에 나타난 것처럼, 보다 낮은 LUMO준위를 가질 수 있다. 예를 들면, 이 화합물을 유기발광 소자의 발광 재료로서 사용했을 경우에, 이 화합물이 낮은 LUMO준위(진공 준위로부터 멀다)를 가지는 것에 의해, 보다 많은 전자를 트랩하여 발광층내에 전하를 가둘 수 있으므로, 발광 효율 및 소자 내구 수명이 향상한다. 이것은, 전자공여성의 아미노기의 위치에 대하여 전자흡인기의 카르보닐기의 위치는 메타 위치에 있어, LUMO에 책임이 있는 카르보닐기가 전자공여성의 아미노기의 영향을 받기 어렵기 때문이다.

[0092] 게다가, 본 실시 형태에 따른 화합물은, 유기발광 소자의 발광층에 사용될 수 있다. 이 경우, 이 화합물은 이하의 특징을 가진다.

[0093] (7) 본 실시 형태에 따른 화합물을 발광층중에서 호스트 재료와 혼합하여 본 실시 형태에 따른 화합물이 여기자 재결합을 일으키기 쉬워져서, 고효율의 발광 소자를 제공한다.

[0094] (8) 본 실시 형태에 따른 화합물과 발광층중에서 호스트 재료와의 혼합과, 발광 재료의 존재는, 고효율 및 고색순도의 발광 소자를 제공한다.

[0095] (9) 발광 재료로서 탄화수소화합물의 사용은, 고효율 및 양호한 내구특성의 발광 소자를 제공한다.

[0096] 이하, 상기 (7) 내지 (9)의 특징에 대해서 설명한다.

[0097] (7) 본 실시 형태에 따른 화합물을 발광층중에서 호스트 재료와 혼합 하여 본 실시 형태에 따른 화합물이 여기자 재결합을 일으키기 쉬워져서, 고효율의 발광 소자를 제공한다.

[0098] 본 실시 형태에 따른 화합물은 전자흡인성의 카르보닐기와, 전자공여성의 아미노기를 가지는 화합물이다. 본 실시 형태에 따른 화합물을 유기발광 소자의 발광층중에서 호스트 재료와 혼합하는 경우, 그 발광층은, 전자흡인성의 기여로 인한 전자 트랩성의 발광층, 혹은, 전자공여성의 기여로 인한 홀 트랩성의 발광층이다.

[0099] 따라서, 발광층중에서, 수송층으로부터 공급된 전자 또는 홀은 본 실시 형태에 따른 화합물에서 트랩되어, 여기자 재결합이 일어난다. 본 실시 형태에 따른 화합물은, 상기 특징(1)에서 서술한 것 같이, S1과 T1의 에너지 차이가 작고, 발광층중에서 효율적으로 지연된 형광 발광을 생기게 할 수 있고, 삼중항 여기자를 보다 많은 발광에 사용할 수 있다.

[0100] 특히, 호스트 재료가 탄화수소화합물인 경우, 본 실시 형태에 따른 화합물의 LUMO준위는 호스트 재료보다 낮게(진공 준위로부터 멀다) 되거나, 또는 본 실시 형태에 따른 화합물의 HOMO준위는 호스트 재료보다 높게(진공 준위에 가깝다) 된다. 이 때문에, 보다 전자나 홀을 트랩하기 쉬워져, 효율이 보다 높아지게 된다. 탄화수소화합물은, 분자중에 탄소와 수소만으로 구성되는 화합물이다.

[0101] 본 실시 형태에 따른 화합물은, 상기 특징(2)에서 서술한 것 같이, 분자회합이 생기기 어렵기 때문에, 호스트 재료중에서 농도 소광이 생기기 어렵다. 이 효과는 본 실시 형태에 따른 화합물이 여기 상태에 있을 때, 여기자끼리의 상호작용에 의한 소광을 막는 것에 연결되고, 발광층중에서 효율적으로 지연된 형광 발광을 생기게 하는 데에 유효하다.

[0102] (8) 본 실시 형태에 따른 화합물과 상기 발광층중에서 호스트 재료와의 혼합과, 발광 재료의 존재는, 고효율 및 고색순도의 발광 소자를 제공한다.

[0103] 본 실시 형태에 따른 화합물을 갖고, 또 발광 양자 수율이 높은 발광 재료를 도프하거나 발광 스펙트럼이 고색순도를 나타내는 데 알맞은 스펙트럼을 가지는 발광 재료를 도프한 상기 발광층의 사용은, 훨씬 높은 효율성과 고색순도의 발광 소자를 제공한다. 이 경우, 본 실시 형태에 따른 화합물은, 여기자 재결합을 쉽게 하기 위해서, 그 발광층중에 전자나 정공을 우선적으로 트랩하기에 충분한 농도로 포함될 필요가 있다. 본 실시 형태

에 따른 유기 화합물의 그 발광층에서의 농도는, 발광층 전체에 대하여, 0.1%이상 45%이하인 것이 바람직하고, 1%이상 30%이하인 것이 보다 바람직하다.

[0104] 한편, 발광 재료로서 도프 농도는 적은 쪽이 분자끼리의 상호작용으로 인한 농도 소광이나 발광 스펙트럼의 변화의 영향을 받지 않는다. 따라서, 그 발광층은, 본 실시 형태에 따른 화합물 이외의 발광 재료로 도프될 수 있다. 그 발광 재료의 농도는, 발광층 전체에 대하여 0.01%이상 20%이하인 것이 바람직하고, 1%이상 15%이하인 것이 보다 바람직하다. 이에 따라, 고효율 및 고색순도의 발광 소자를 제공할 수 있다.

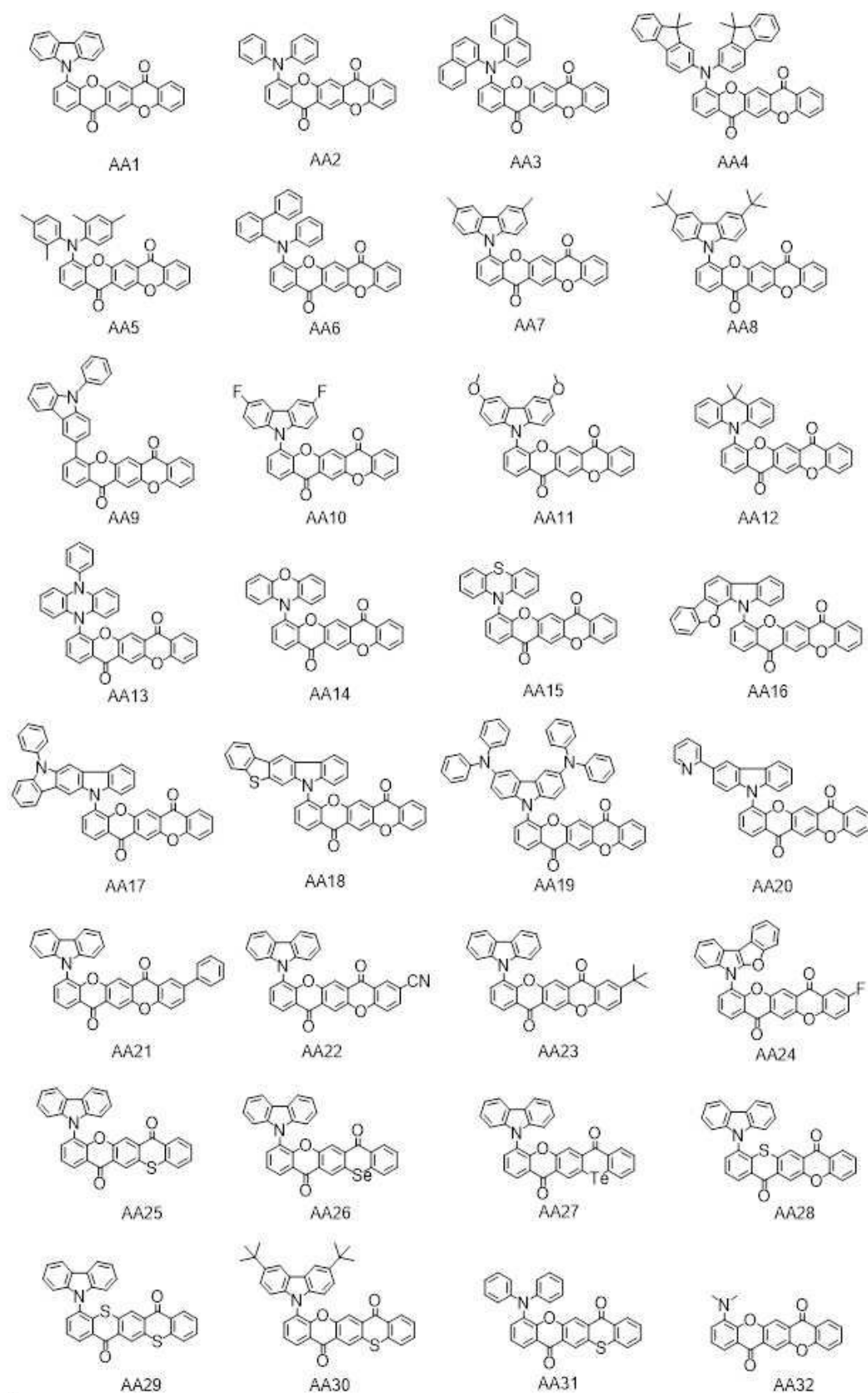
[0105] (9) 상기 발광 재료로서 탄화수소화합물의 사용은, 고효율 및 양호한 내구 특성의 발광 소자를 제공한다.

[0106] 본 실시 형태에 따른 화합물은 강한 전자흡인성의 카르보닐기를 가진다. 이 때문에, 상기 특징(8)에 기재한 도펀트인 발광 재료로서는, 전자공여성의 아미노기를 가지지 않는 발광 재료가 사용될 수 있고, 또 탄화수소화합물이 사용될 수 있다. 그 이유는, 아미노기를 가지는 발광 재료가, 발광층중에서 본 실시 형태에 따른 화합물의 카르보닐기와 상호작용하여, 엑시플렉스(exciplex) 형성으로 인한 발광 효율 저하와 발광 재료의 발광 스펙트럼의 변화를 야기하는 것에 의해, 발광 소자의 색순도가 악화할 가능성이 있기 때문이다.

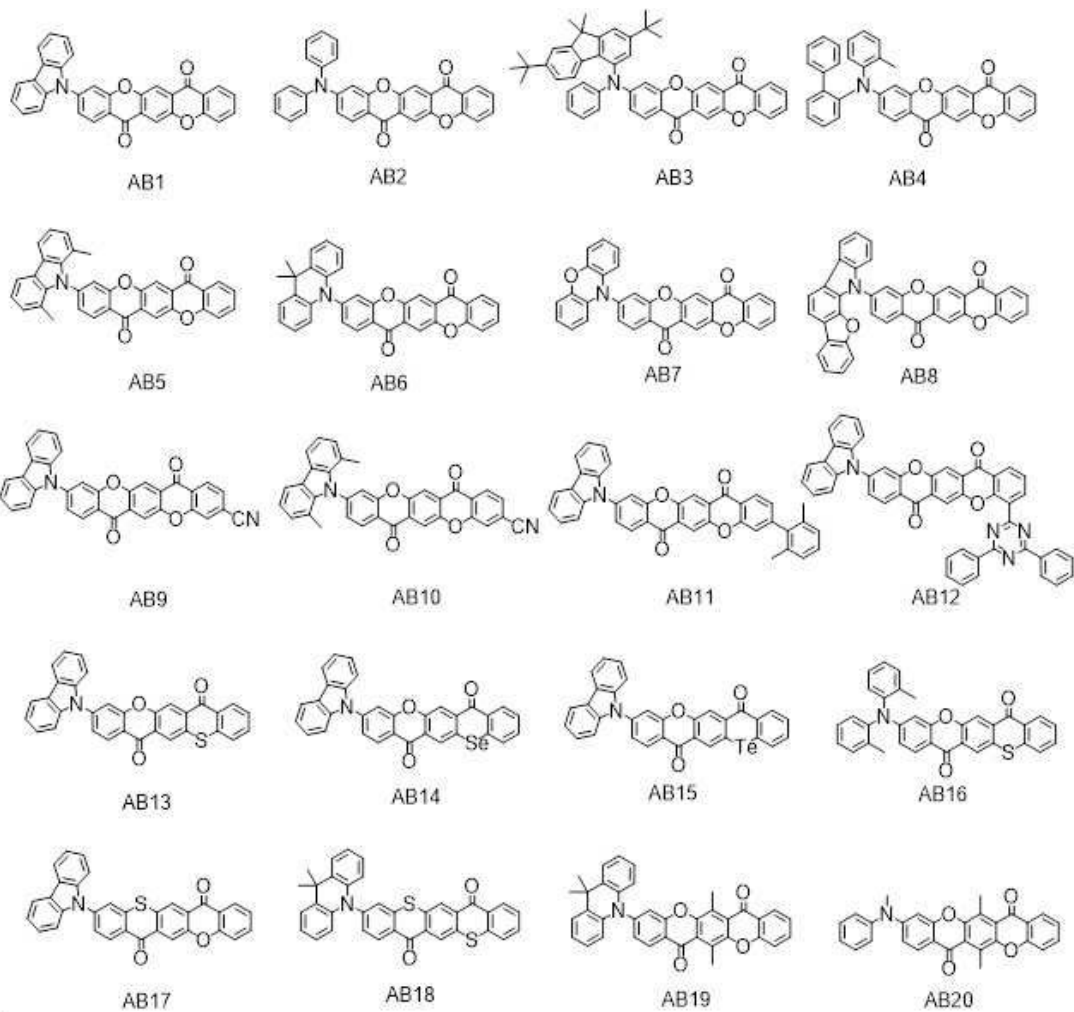
[0107] 아미노기를 가지는 발광 재료는 이온화 포텐셜이 낮은 것으로 인해 산화되기 쉬워서 소자 내구성이 나쁘다. 이 때문에, 발광 재료로서는 탄화수소화합물이 사용될 수 있고, 5원환을 가지는 축합 다환화합물이 사용될 수 있다. 이것은, 이온화 포텐셜이 보다 높은 것으로 인해 산화되기 어려운 구조이기 때문이다. 탄화수소화합물은, 분자중에 탄소와 수소만으로 구성되는 화합물이다.

[0108] 상술한 것처럼, 본 실시 형태에 따른 화합물을 발광층중에서 호스트 재료와 혼합함으로써 고효율의 유기발광 소자를 제공할 수 있다. 여기서, 발광 재료는, 본 실시 형태에 따른 화합물이어도 좋다. 추가로, 발광 재료를 혼합하고, 본 실시 형태에 따른 화합물을 어시스트 재료로서 기능시켜도 좋다. 색순도가 좋은 발광 재료를 사용하는 것으로 고효율 및 고색순도의 유기발광 소자를 제공할 수 있다. 호스트 재료가 탄화수소화합물일 경우, 본 실시 형태에 따른 화합물은, 전자나 정공을 트랩하기 쉬워서 보다 높은 효율에 기여할 수 있다.

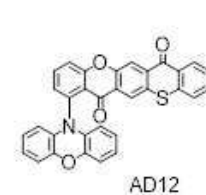
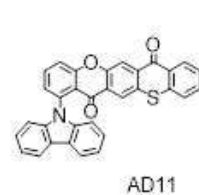
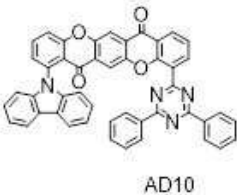
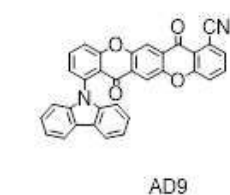
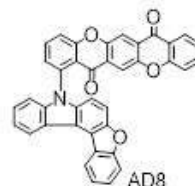
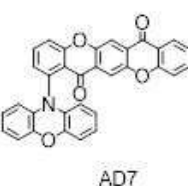
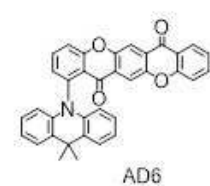
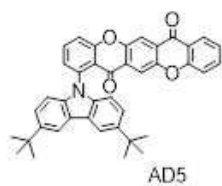
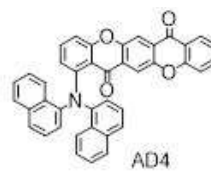
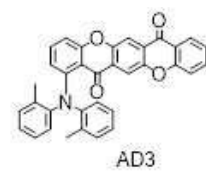
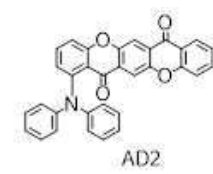
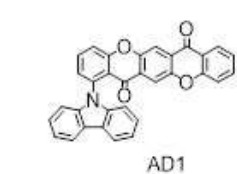
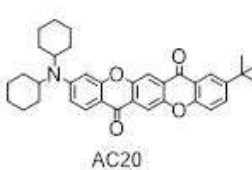
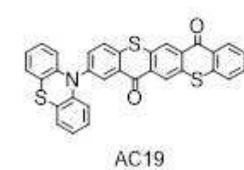
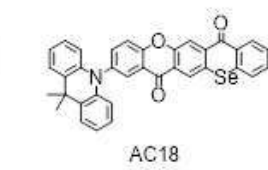
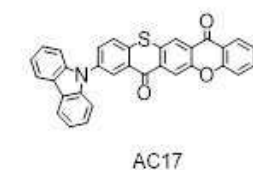
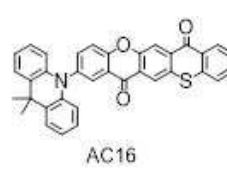
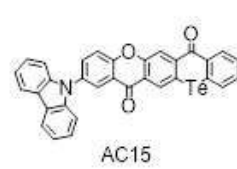
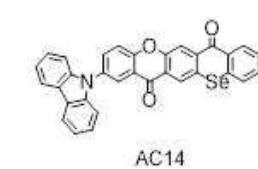
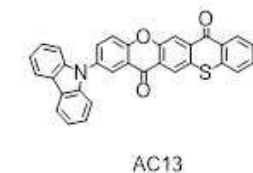
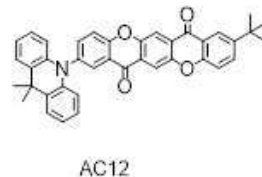
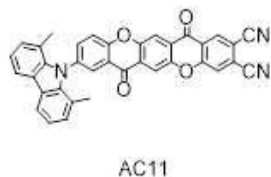
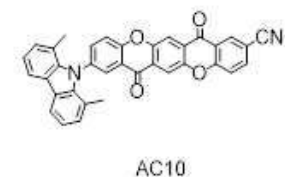
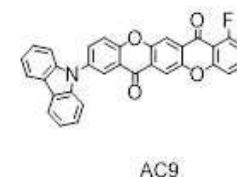
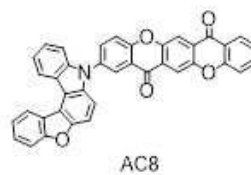
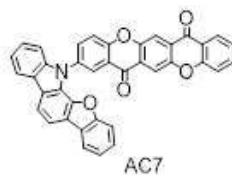
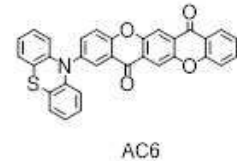
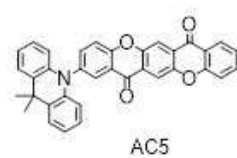
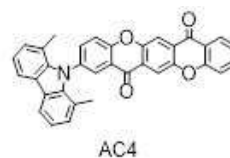
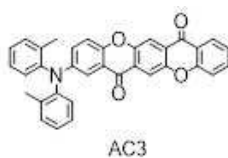
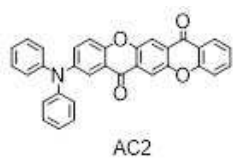
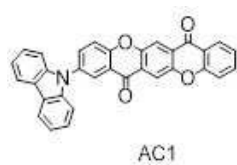
[0109] 본 실시 형태에 따른 유기 화합물의 구체예를 이하에 나타낸다. 그러나, 본 개시내용은 이것들에 한정되는 것이 아니다.

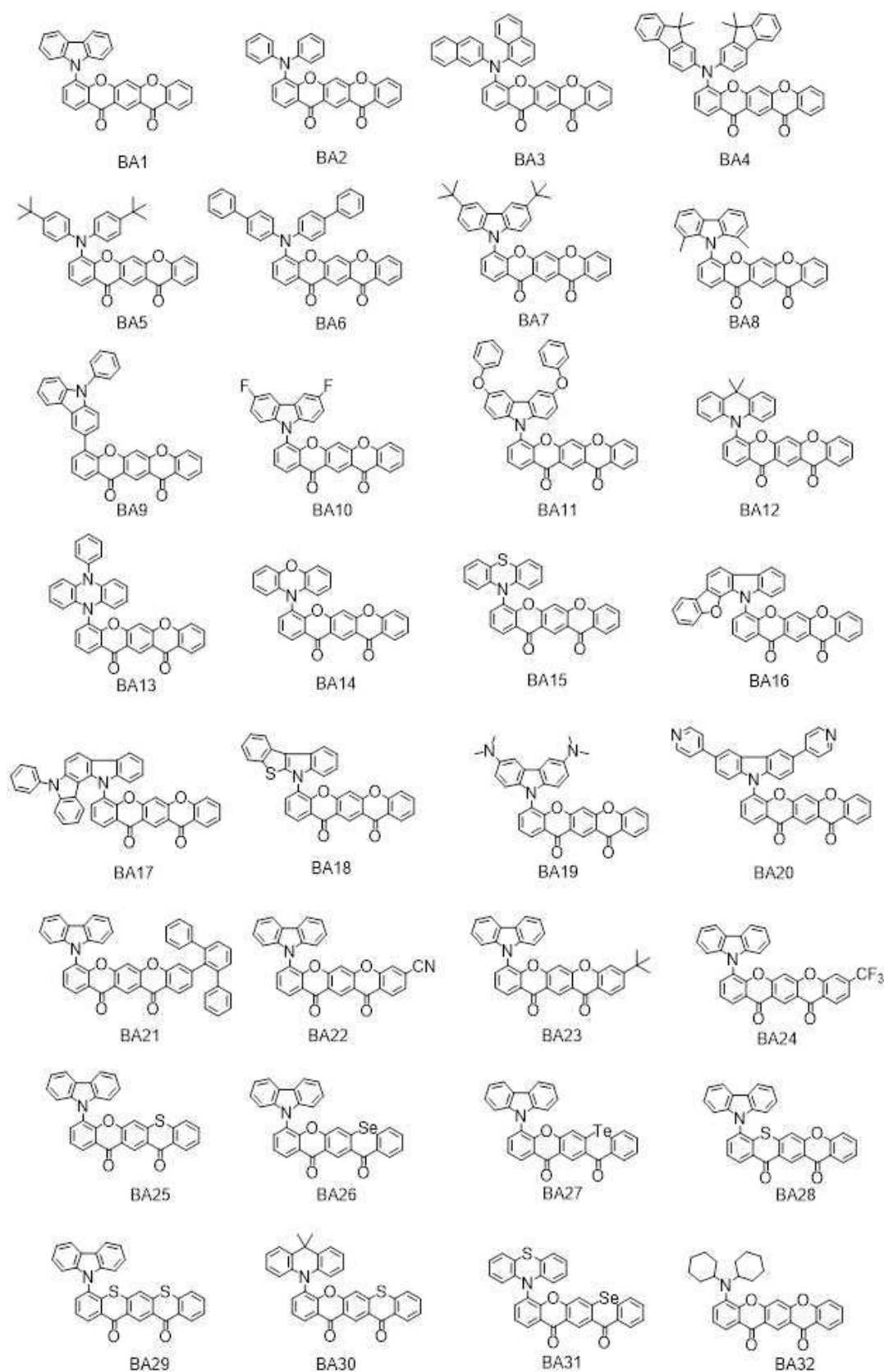


[0110]

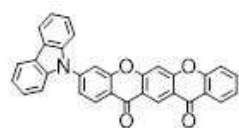


[0111]

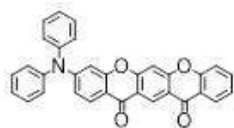




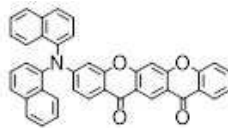
[0114]



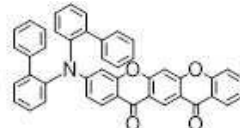
BB1



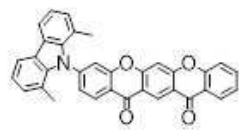
BB2



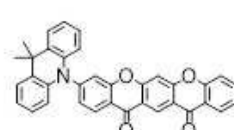
BB3



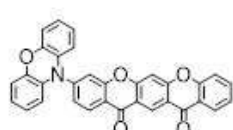
BB4



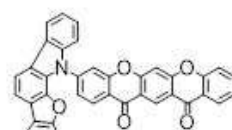
BB5



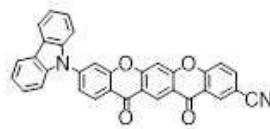
BB6



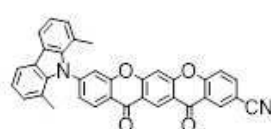
BB7



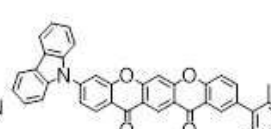
BB8



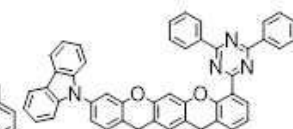
BB9



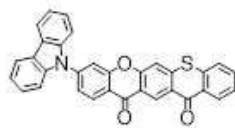
BB10



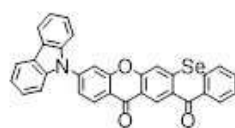
BB11



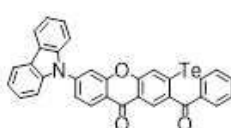
BB12



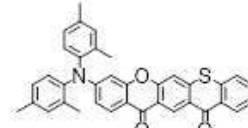
BB13



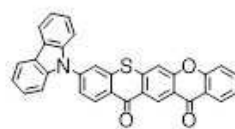
BB14



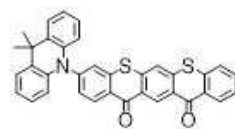
BB15



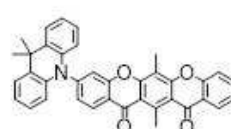
BB16



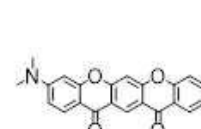
BB17



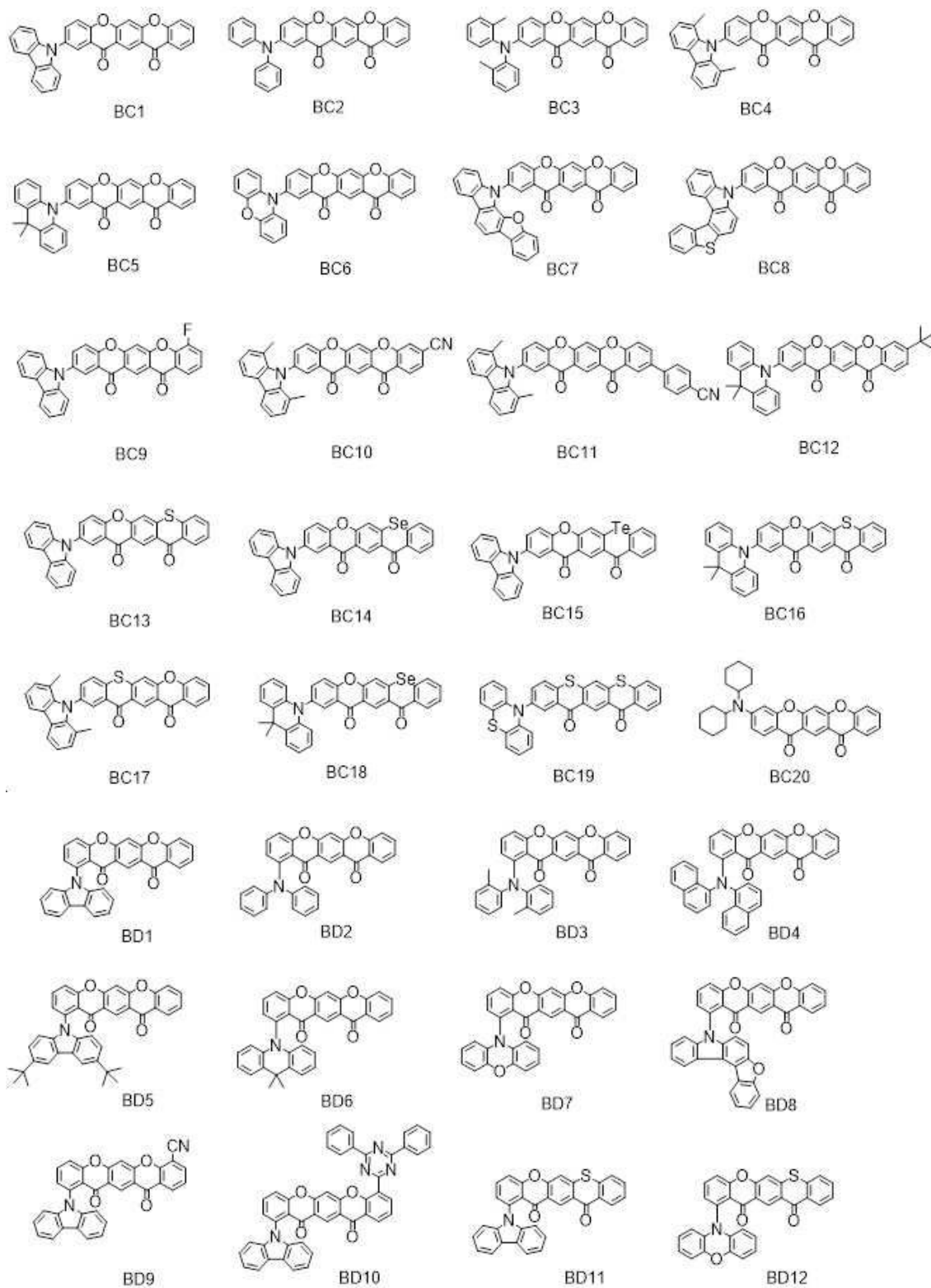
BB18



BB19

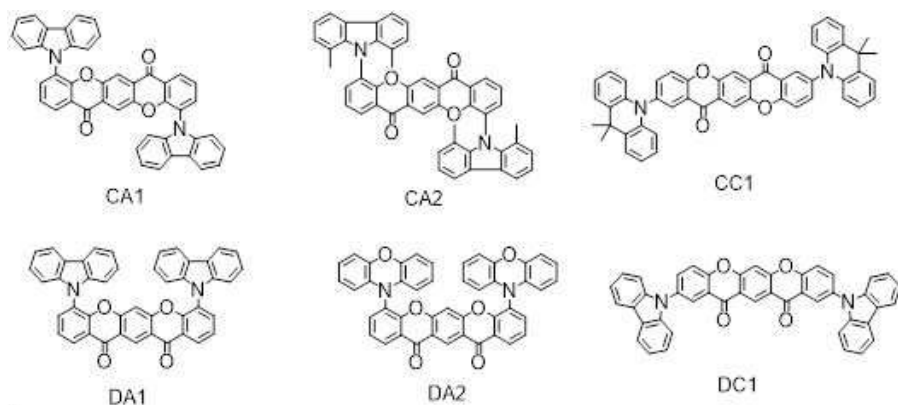


BB20



[0116]

[0117]



[0118]

[0119]

AA군에 속하는 화합물 및 CA1, CA2은, 각각, 일반식 [2-1]로 표시된 화합물이다. BA군에 속하는 화합물 및 DA1, DA2는, 각각 일반식 [2-2]로 표시된 화합물이다. 상술한 것 같이, 이 화합물들은, 본 실시 형태에 따른 화합물들중에서도 S1과 T1의 에너지 차이가 작다. 따라서, 예를 들면, 이 화합물들을 유기발광 소자에 사용했을 경우, 이 소자들은 각각 높은 발광 효율을 가질 수 있다.

[0120]

AB군에 속하는 화합물(AB19 또는 AB21을 제외한다)은, 일반식 [3-1]로 표시된 화합물이다. BB군에 속하는 화합물(BB19를 제외한다)은, 일반식 [3-2]로 표시된 화합물이다. 상술한 것 같이, 이 화합물들은, 본 실시 형태에 따른 화합물들중에서 S1 에너지 준위가 높다. 따라서, 예를 들면, 이 화합물들을 유기발광 소자에 사용했을 경우, 이 소자들은 청색으로부터 녹색을 발광할 수 있다.

[0121]

AD군에 속하는 화합물은, 각각, 일반식 [4-1]로 표시된 화합물이다. BD군에 속하는 화합물은, 각각 일반식 [4-2]로 표시된 화합물이다. 상술한 것 같이, 이 화합물들은, 본 실시 형태에 따른 화합물들중에서 S1 에너지 준위가 낮다. 따라서, 예를 들면, 이 화합물들을 유기발광 소자에 사용했을 경우, 이 소자들은 녹색으로부터 적색을 발광할 수 있다.

[0122]

AC군에 속하는 화합물 및 CC1은, 각각, 일반식 [5-1]로 표시된 화합물이다. BC군에 속하는 화합물 및 DC1은, 각각, 일반식 [5-2]로 표시된 화합물이다. 상술한 것 같이, 이 화합물들은, 본 실시 형태에 따른 화합물들중에서 LUMO준위가 낮다. 따라서, 예를 들면, 이 화합물들을 유기발광 소자에 사용했을 경우, 이 소자들은 양호한 내구특성을 제공할 수 있다.

[0123]

AA1 내지 AA8, AA10 내지 AA24, AA32, AB1 내지 AB12, AB19, AB20, AC1 내지 AC12, AC20, AD1 내지 AD10, BA1 내지 BA8, BA10 내지 BA24, BA32, BB1 내지 BB12, BB19, BB20, BC1 내지 BC12, 및 BD1 내지 BD10은, 각각, 일반식 [1-1] 또는 [1-2]에 있어서 X가 산소인 화합물이다. X가 산소이므로, 산화 등의 화학반응이 생기기 어려워져, 화학적으로 안정한 화합물을 제공한다.

[0124]

AA25, AA28 내지 AA31, AB13, AB16 내지 AB18, AC13, AC16, AC17, AC19, AD11, AD12, BA25, BA28 내지 BA30, BB13, BB16 내지 BB18, BC13, BC16, BC17, BC19, BD11 및 BD12는, 각각, 일반식 [1-1] 또는 [1-2]에 있어서 X중 적어도 하나가 유황인 화합물이다. 적어도 하나의 X가 유황이므로, 산소보다, 원소의 유황 반경이 크기 때문에, 형성된 6원환이 왜곡된 구조가 되어, 분자의 평탄성의 정도가 낮아지게 된다. 그 때문에, 농도 소광이 훨씬 생기기 어렵다.

[0125]

AA26, AA27, AB14, AB15, AC14, AC15, AC18, BA26, BA27, BB14, BB15, BC14, BC15, 및 BC18은, 각각, 일반식 [1-1] 또는 [1-2]에 있어서 X중 적어도 하나가 셀렌 또는 텔루르인 화합물이다. X가 셀렌 또는 텔루르일 경우, 각 원소는 d궤도를 가지고, 금속성을 가진다. 이 때문에, 이 화합물들은, 전자의 이동도가 높다.

[0126]

유기발광 소자

[0127]

이하에, 본 실시 형태에 따른 유기발광 소자에 대해서 설명한다.

[0128]

본 실시 형태에 따른 유기발광 소자는, 한 쌍의 전극인 양극 및 음극과, 이것들 전극간에 배치된 유기 화합물층을, 적어도 구비한다. 본 실시 형태에 따른 유기발광 소자에 있어서, 유기 화합물층은 발광층을 구비하고 있으면, 단층으로 형성되어도 좋거나 또는 복수층을 구비하는 다층 적층체로 형성되어도 좋다. 유기 화합물층이 복수층을 구비하는 다층 적층체인 경우에, 유기 화합물층은, 발광층의 이외에, 홀 주입층, 홀 수송층, 전

자 블록킹층, 홀/엑시톤 블록킹층, 전자수송층, 전자주입층 등을 구비하여도 좋다. 그 발광층은, 단층으로, 또는 복수층을 구비하는 다층 적층체로 형성되어도 좋다.

[0129] 본 실시 형태에 따른 유기발광 소자에 있어서, 적어도 하나의 유기 화합물층은, 본 실시 형태에 따른 유기 화합물이 포함되어 있다. 구체적으로는, 본 실시 형태에 따른 유기 화합물은, 상술한 발광층, 홀 주입층, 홀 수송층, 전자 블록킹층, 발광층, 홀/엑시톤 블록킹층, 전자수송층, 전자주입층 등 중 어느 하나에 포함되어 있다. 본 실시 형태에 따른 유기 화합물은, 상기 발광층에 포함될 수 있다. 이 발광층은, 녹색발광 또는 적색발광 할 수 있다. 발광 색은 이것들에 한정되지 않는다.

[0130] 본 실시 형태에 따른 유기발광 소자에 있어서, 본 실시 형태에 따른 유기 화합물이 발광층에 포함될 경우, 발광층은, 본 실시 형태에 따른 유기 화합물만으로 이루어지는 층이여도 좋거나, 본 실시 형태에 따른 유기 화합물과 다른 화합물로 이루어지는 층이여도 좋다. 발광층이 본 실시 형태에 따른 유기 화합물과 다른 화합물로 이루어지는 층일 경우, 본 실시 형태에 따른 유기 화합물은, 발광층에서 호스트 또는 게스트로서 사용되어도 좋다. 상기 유기 화합물은, 그 발광층에 포함될 수 있는 어시스트 재료로서 사용되어도 좋다. 여기서 사용된 "호스트"란, 발광층을 구성하는 화합물에서 질량비가 가장 큰 화합물이다. "게스트"란, 발광층을 구성하는 화합물에서 질량비가 호스트보다도 낮은 화합물이며, 주된 발광을 담당하는 화합물이다. "어시스트 재료"란, 발광층을 구성하는 화합물에서 질량비가 호스트보다도 낮고, 게스트의 발광을 보조하는 화합물이다.

[0131] 본 실시 형태에 따른 유기 화합물을 발광층에서 게스트로서 사용하는 경우에, 게스트의 농도는, 발광층 전체에 대하여 0.01%이상 20%이하인 것이 바람직하고, 1%이상 15%이하인 것이 보다 바람직하다. 본 실시 형태에 따른 유기 화합물을 발광층의 어시스트 재료로서 사용할 경우, 어시스트 재료의 농도는, 발광층 전체에 대하여 0.1%이상 45%이하인 것이 바람직하고, 1%이상 30%이하인 것이 보다 바람직하다.

[0132] 본 실시 형태에 따른 유기 화합물을 발광층의 게스트로서 사용하는 경우에, 본 실시 형태에 따른 유기 화합물보다도 LUMO가 높은 재료(LUMO준위가 진공 준위에 보다 가까운 재료)를 호스트로서 사용할 수 있다. 그 이유는 다음과 같기 때문이다: 본 실시 형태에 따른 유기 화합물은 LUMO준위가 낮은 경향에 있다. 따라서, 본 실시 형태에 따른 유기 화합물보다도 LUMO준위가 높은 재료를 호스트로서 사용하면, 발광층의 호스트에 공급된 보다 많은 전자를 본 실시 형태에 따른 유기 화합물이 수령할 수 있다.

[0133] 본 실시 형태에 따른 유기 화합물을 발광층에서 어시스트 재료로서 사용하는 경우에, 본 실시 형태에 따른 유기 화합물보다도 LUMO준위가 높은 재료(LUMO준위가 진공 준위에 보다 가까운 재료)를 게스트로서 사용할 수 있다. 그 이유는 다음과 같기 때문이다: 본 실시 형태에 따른 유기 화합물은 LUMO준위가 낮은 경향에 있다. 그 때문에, 본 실시 형태에 따른 유기 화합물보다도 LUMO준위가 높은 재료를 발광 재료(게스트)로서 사용하면, 발광층의 호스트에 공급된 보다 많은 전자를 본 실시 형태에 따른 유기 화합물이 수령하고, 여기자 재결합을 어시스트 재료가 담당한다. 이에 따라, 효율적으로 발광 재료(게스트)에 에너지 이동을 일으키는 것이 가능하게 된다.

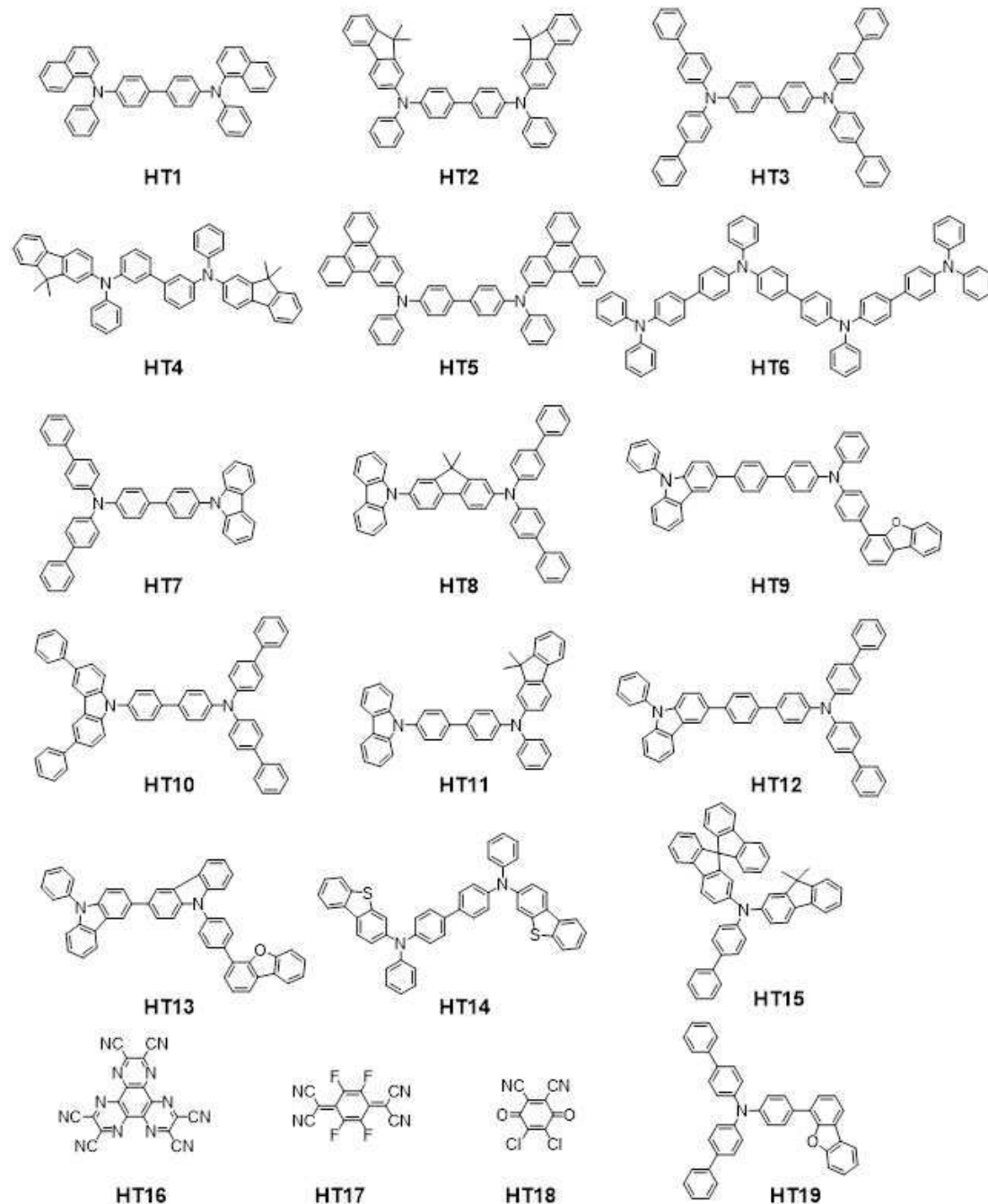
[0134] 본 발명자들은, 여러 가지의 검토를 행하고, 본 실시 형태에 따른 유기 화합물을 발광층의 호스트, 게스트 또는 어시스트 재료로서, 특히, 발광층의 게스트로서 사용하면, 고효율 및 고휘도로 발광하고 또 매우 내구성이 높은 소자가 제공될 수 있다는 것을 찾아냈다. 본 발명자들은, 본 실시 형태에 따른 유기 화합물을 발광층의 어시스트 재료로서 사용하면, 고효율 및 고휘도로 발광하고 또 매우 내구성이 높은 소자가 제공될 수 있다는 것을 한층 더 찾아냈다. 이 발광층은 단층 또는 복수층으로 형성되어도 좋고, 복수의 발광 재료를 포함할 수 있다. "복수층"이란, 발광층과 다른 발광층이 적층하고 있는 상태, 또는 복수의 발광층의 사이에 중간층을 적층한 상태를, 구비하여도 좋다. 형광발광 및 인광발광이 사용되어도 좋다. 또한, 탠덤 소자나 스택 소자도 용인된다. 이 경우들에 있어서, 유기발광 소자의 발광 색은 단색에 한정되지 않는다. 보다 구체적으로는, 발광 색은, 백색 또는 중간색이여도 좋다. 성막 방법은, 증착 혹은 코팅이다. 상세내용은 아래에 예시에서 설명한다.

[0135] 본 실시 형태에 따른 유기 화합물은, 본 실시 형태에 따른 유기발광 소자에 구비된 발광층 이외의 유기 화합물층의 구성 재료로서 사용될 수 있다. 구체적으로는, 유기 화합물은, 전자수송층, 전자주입층, 홀 수송층, 홀 주입층, 홀 블록킹층 등의 구성 재료로서 사용되어도 좋다.

[0136] 예를 들면, 본 실시 형태에 따른 유기 화합물이외에도, 필요에 따라서 공지의 저분자계 및 고분자계의 홀 주입성 화합물, 홀 수송성 화합물, 호스트로서 사용되는 화합물, 발광성 화합물, 전자주입성 화합물, 혹은 전자수송성 화합물을 함께 사용할 수 있다. 이하에 이것들의 화합물의 예에 대해서 설명한다.

[0137] 홀 주입 수송성 재료로서는, 양극으로부터의 홀의 주입을 쉽게 하고, 또한 주입된 홀을 발광층에 수송

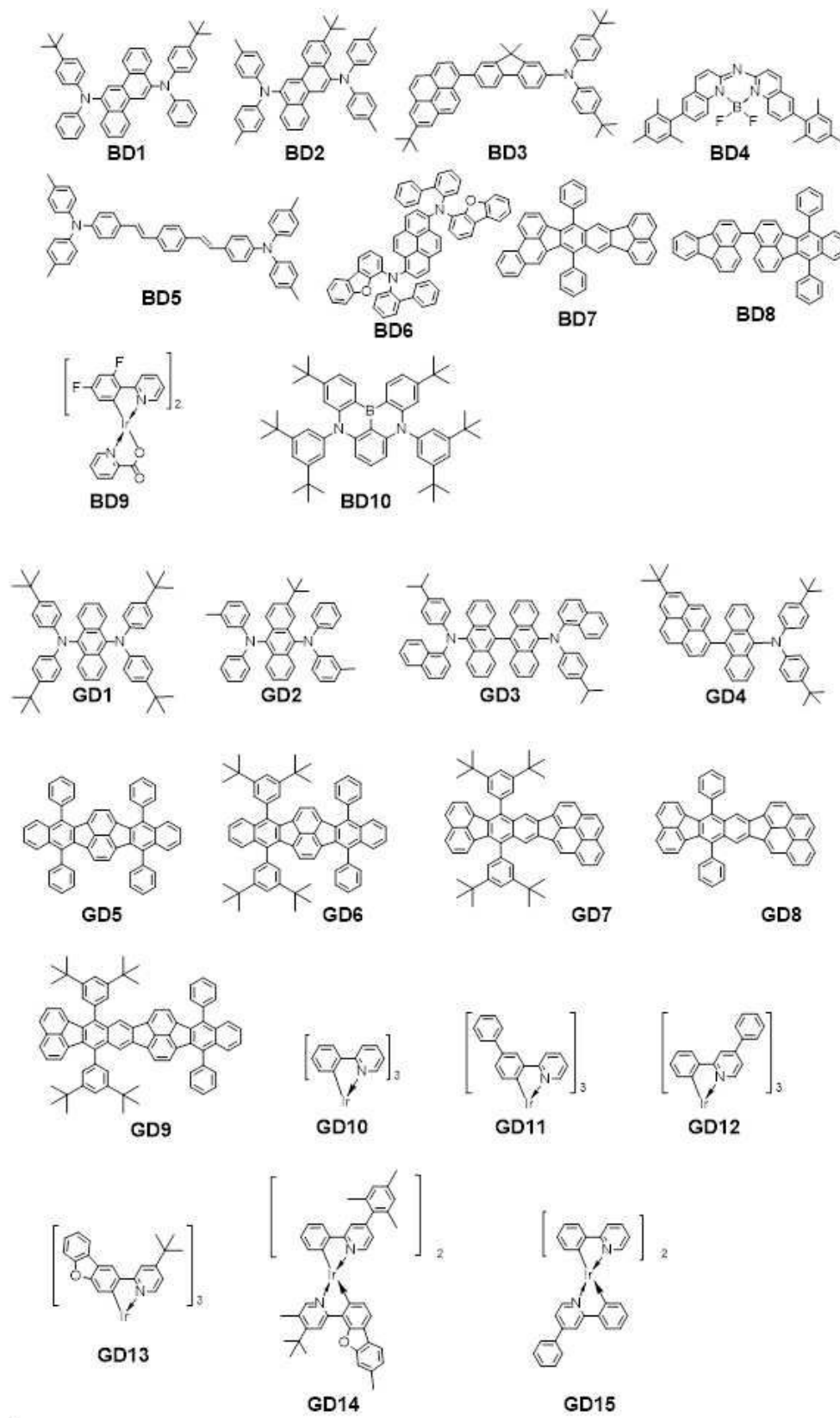
할 수 있게 홀 이동도가 높은 재료가 사용될 수 있다. 유기발광 소자중에 있어서 결정화 등의 막질의 열화를 저감하기 위해서, 유리 전이점 온도가 높은 재료가 사용될 수 있다. 홀 주입 수송 성능을 가지는 저분자계 또는 고분자계 재료의 예로서는, 트리아릴아민 유도체, 아릴 칼바졸 유도체, 페닐렌디아민 유도체, 스티벤 유도체, 프탈로시아닌 유도체, 포르피린 유도체, 폴리(비닐 칼바졸), 폴리티오펜, 기타 도전성 고분자가 있다. 게다가, 상기한 홀 주입 수송성 재료는, 전자 블록킹층에 사용될 수 있다. 이하에, 홀 주입 수송성 재료로서 사용된 화합물의 비제한 구체 예를 설명할 것이다.



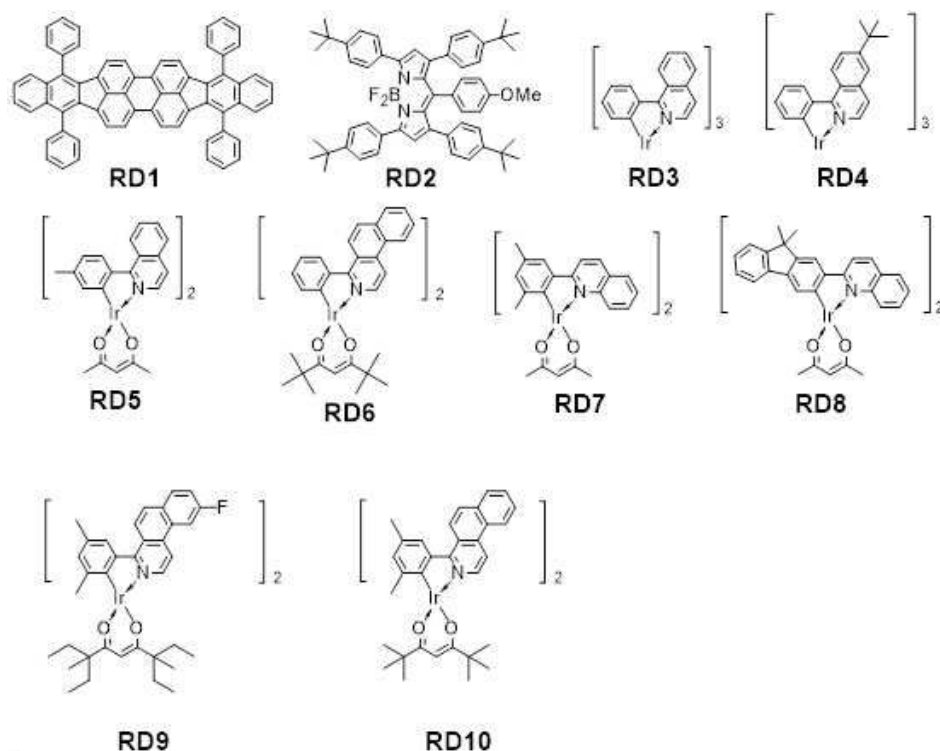
상술한 홀 수송 재료 중에서, HT16 내지 HT18은, 양극에 접하는 층에 사용되어 구동전압을 저감할 수 있다. HT16은 널리 유기발광 소자에 사용된다. HT16에 인접하는 유기 화합물층에, HT2, HT3, HT4, HT5, HT6, HT10 및 HT12를 사용해도 좋다. 하나의 유기 화합물층에 복수의 재료를 사용해도 좋다.

주로 발광 기능에 관계되는 발광 재료의 예로서는, 일반식 [1], [2]로 나타낸 유기 화합물의 이외에, 축환화합물, 이를테면 플루오렌 유도체, 나프탈렌 유도체, 피렌 유도체, 페릴렌 유도체, 테트라센 유도체, 안트라센 유도체, 루브렌 등, 퀴나크리돈 유도체, 쿠마린 유도체, 스티벤 유도체, 트리스(8-퀴노리노라토) 알루미늄 등의 유기 알루미늄 착체, 이리듐 착체, 백금착체, 레늄 착체, 구리 착체, 유로퓸 착체, 루테튬 착체, 및 폴리

(페닐렌 비닐렌)유도체, 폴리플루오렌 유도체, 폴리페닐렌 유도체등의 고분자 유도체가 있다. 이하에, 발광 재료로서 사용된 화합물의 비제한 구체 예를 설명한다.



[0141]



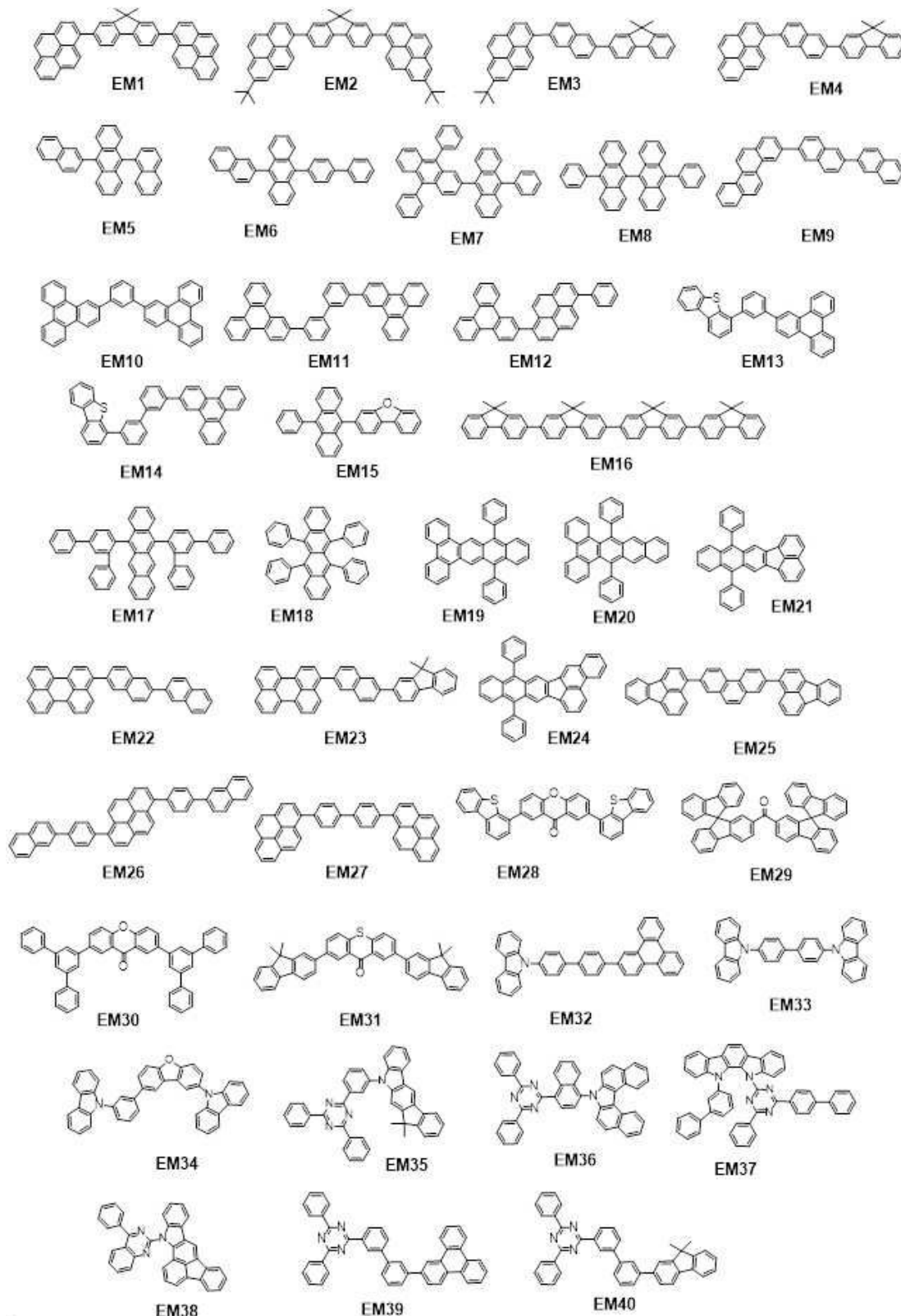
[0142]

[0143]

발광 재료는, 탄화수소화합물일 경우, 엑시플렉스 형성으로 인한 발광 효율 저하와 발광 재료의 발광 스펙트럼 변화로 인한 색순도 악화를 막을 수 있다. "탄화수소화합물"이란, 탄소와 수소만으로 구성되는 화합물이며, BD7, BD8, GD5 내지 GD9, RD1이 탄화수소화합물이다. 발광 재료는, 5원환을 가지는 축합 다환 화합물일 경우, 이온화 포텐셜이 높고, 산화하기 어렵다. 이것은, 긴 수명의 고내구성 소자를 제공할 수 있다. BD7, BD8, GD5 내지 GD9, RD1이 5원환을 가지는 축합 다환화합물이다.

[0144]

발광층에서의 호스트 혹은 어시스트 재료의 예로서는, 방향족탄화수소화합물과 그 유도체, 칼바졸 유도체, 디벤조푸란 유도체, 디벤조티오펜 유도체, 트리스(8-퀴노리노라토)알루미늄 등의 유기알루미늄 착체, 유기 베릴륨 착체가 있다. 이하에, 발광층에서의 호스트 혹은 어시스트 재료로서 사용된 화합물의 비제한 구체 예를 설명할 것이다.



[0145]

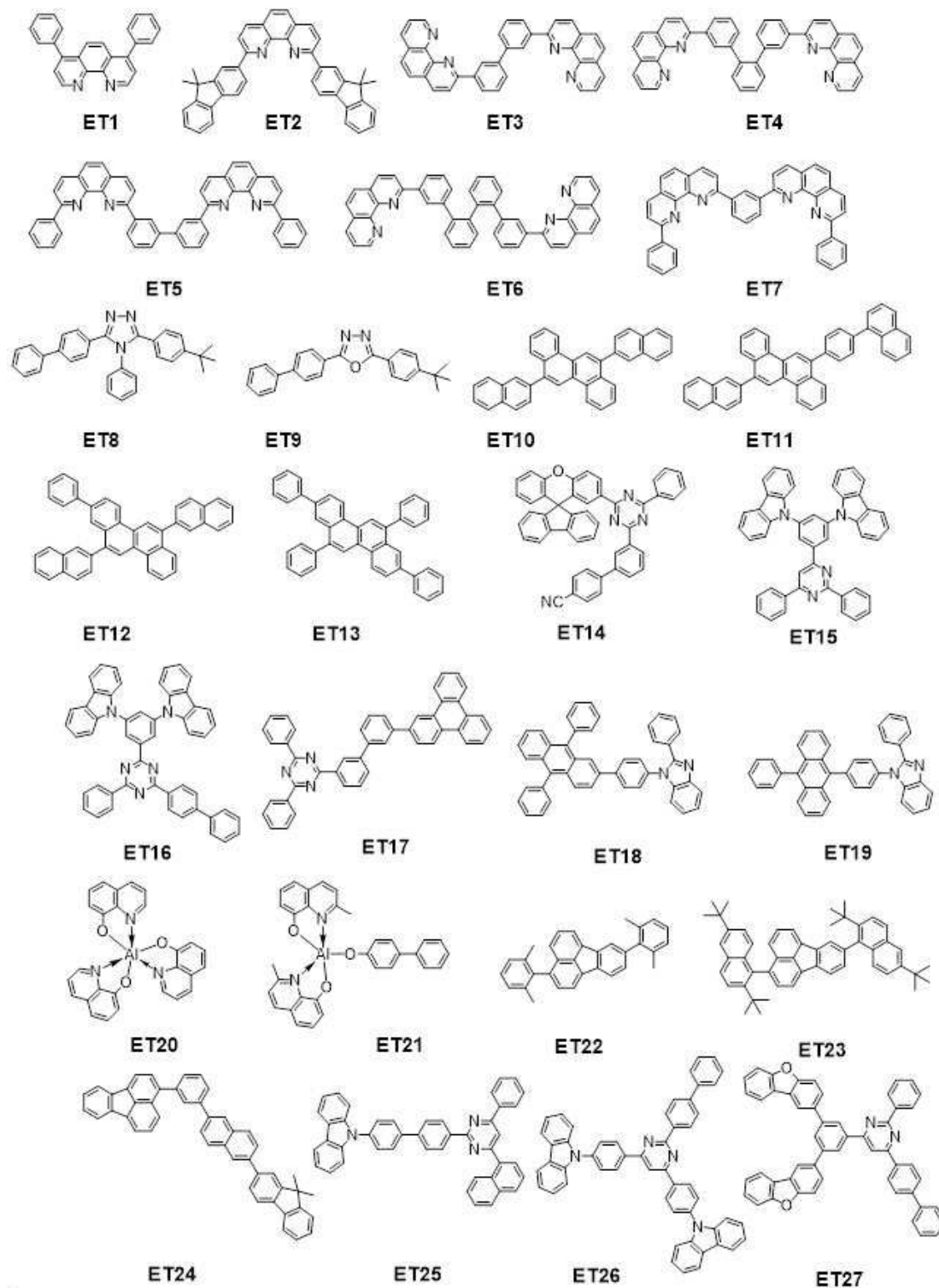
[0146]

호스트 재료가 탄화수소화합물일 경우, 본 실시 형태에 따른 화합물은 전자와 홀을 트랩하기 쉬워서 고 효율에 기여할 수 있다. "탄화수소화합물"이란, 탄소와 수소만으로 구성되는 화합물이며, EM1 내지 EM12 및 EM16 내지 EM27이 탄화수소화합물이다.

[0147]

전자 수송성 재료는, 음극으로부터 주입된 전자를 발광층에 수송 가능한 재료로부터 자유롭게 선택될 수 있고, 홀 수송성 재료의 홀 이동도와의 밸런스 등을 고려하여 선택된다. 전자 수송 성능을 가지는 재료의 예로서는, 옥사디아졸 유도체, 옥사졸 유도체, 피라진 유도체, 트리아졸 유도체, 트리아진 유도체, 퀴놀린 유도체, 퀴녹사린 유도체, 페난트롤린 유도체, 유기 알루미늄 착체, 축환화합물, 이를테면 플루오렌 유도체, 나

프탈렌 유도체, 크리센 유도체 및 안트라센 유도체가 있다. 상기 전자 수송성 재료는, 홀 블록킹층에 사용될 수 있다. 이하에, 전자 수송성 재료로서 사용된 화합물의 비제한 구체 예를 설명할 것이다.



전자 주입성 재료는, 음극으로부터의 전자주입이 용이하게 가능한 것으로부터 자유롭게 선택될 수 있고, 정공 주입성과의 밸런스 등을 고려하여 선택된다. 유기 화합물로서 n형 도펀트 및 환원성 도펀트도 포함된다. 그의 예로서는, 플루오르화 리튬 등의 알칼리 금속을 가지는 화합물, 리튬 퀴노리노레이트 등의 리튬 착체, 벤즈이미다졸리텐 유도체, 이미다졸리텐 유도체, 풀발렌 유도체, 및 아크리딘 유도체가 있다.

유기발광 소자의 구성

유기발광 소자는, 기판 위에, 양극, 상기 유기 화합물층 및 음극을 배치해서 설치되어 있다. 음극 위에는, 보호층, 칼라 필터 등이 배치되어도 좋다. 칼라 필터를 배치하는 경우에, 보호층과 칼라 필터와의 사이에

평탄화층을 배치하여도 좋다. 그 평탄화층은 아크릴 수지등으로 구성될 수 있다.

[0152] 기관

[0153] 기관의 예로서는, 실리콘 웨이퍼, 석영 기관, 유리 기관, 수지 기관 및 금속 기관이 있다. 그 기관은, 트랜지스터등의 스위칭 소자, 배선, 및 그 위에 절연층을 구비해도 좋다. 절연층으로서는, 양극과 배선의 도통을 확보하기 위해서 콘택트 홀을 형성 가능하고, 또한 접속하지 않는 배선과의 절연을 확보할 수 있으면, 어떠한 재료도 사용할 수 있다. 예를 들면, 폴리이미드 등의 수지, 산화 실리콘 또는 질화 실리콘을 사용할 수 있다.

[0154] 전극

[0155] 한 쌍의 전극이 사용될 수 있다. 한 쌍의 전극은, 양극과 음극이어도 좋다. 유기발광 소자가 발광하는 방향으로 전계를 인가하는 경우에, 전위가 높은 전극이 양극이며, 다른 쪽이 음극이다. 또한, 발광층에 홀을 공급하는 전극이 양극이며, 전자를 공급하는 전극이 음극이라고 말할 수도 있다.

[0156] 양극의 구성 재료로서는 일 함수가 될 수 있는 한 높은 재료가 사용될 수 있다. 사용될 수 있는 재료의 예로서는, 금, 백금, 은, 구리, 니켈, 팔라듐, 코발트, 셀렌, 바나듐, 텅스텐 등의 금속단체나, 이것들의 혼합물, 이것들을 조합한 합금, 산화 주석, 산화 아연, 산화 인듐, 산화 인듐 주석(ITO), 산화 아연 인듐 등의 금속산화물이 있다. 추가로, 폴리아닐린, 폴리피롤, 폴리티오펜 등의 도전성 폴리머가 사용되어도 좋다.

[0157] 이것들의 전극물질은 단독으로 또는, 2이상의 조합으로 사용되어도 좋다. 양극은 일층 또는 복수의 층으로 형성되어도 좋다.

[0158] 그 양극을 반사 전극으로서 사용할 경우에는, 예를 들면 크롬, 알루미늄, 은, 티타늄, 텅스텐, 몰리브덴, 이것들의 합금, 또는 이것들의 적층체가 사용되어도 좋다. 그 양극을 투명전극으로서 사용할 경우에는, 산화 인듐 주석(ITO) 또는 산화 인듐 아연등으로 이루어진 산화물 투명도전층등을 사용할 수도 있지만, 그 양극은 이것들에 한정되는 것이 아니다. 전극은, 포토리소그래피 기술에 형성되어도 좋다.

[0159] 음극의 구성 재료로서는 일 함수가 낮은 것이 사용될 수 있다. 그 재료의 예로서는, 예를 들면 리튬 등의 알칼리 금속, 칼슘 등의 알칼리 토류 금속, 알루미늄, 티타늄, 망간, 은, 납 및 크롬 등의 금속단체, 및 이것들의 혼합물이 있다. 이 금속단체들을 조합한 합금도 사용할 수도 있다. 예를 들면, 마그네슘-은, 알루미늄-리튬, 알루미늄-마그네슘, 은-구리 및 아연-은을 사용할 수도 있다. 산화 인듐 주석(ITO)등의 금속산화물도 사용할 수도 있다. 이것들의 전극물질은 단독으로 또는 2이상의 조합으로 사용되어도 좋다. 상기 음극은 단층 구조 또는 다층 구조를 가져도 좋다. 특히, 은을 사용할 수 있다. 은의 응집을 저감하기 위해서, 은 합금을 사용할 수 있다. 은의 응집을 저감할 수 있으면, 어떠한 합금 비율도 사용하여도 된다. 예를 들면, 1:1이 사용되어도 된다.

[0160] 음극은, ITO등으로 이루어진 산화물 도전층을 사용해서 탑 에미션 소자로 하여도 좋고, 알루미늄(Al)등으로 구성된 반사 전극을 사용해서 보텀 에미션 소자로 하여도 좋다. 이 음극은 특별히 한정되지 않는다. 음극을 형성하는 어떠한 방법도 사용되어도 된다. 예를 들면, 직류 또는 교류 스퍼터링법은, 양호한 막 커버리지가 얻어져 저항이 쉽게 감소되기 때문에 이용될 수도 있다.

[0161] 보호층

[0162] 음극 위에, 보호층을 배치해도 좋다. 예를 들면, 흡습제를 구비한 유리 부재를 접착하여, 유기 화합물층에 대한 물등의 침입을 저감시킴으로써, 표시 불량등의 발생을 억제할 수 있다. 다른 실시 형태에 있어서, 음극 위에 질화 규소등으로 구성된 패시베이션막을 배치하여, 유기 화합물층에 대한 물등의 침입을 저감시켜도 좋다. 예를 들면, 음극 형성후에, 진공을 깨지 않고 상기 기관을 다른 챔버에 반송하고, 보호층을 제공하기 위해 화학 기상증착(CVD)법으로 두께 2 μ m의 질화 규소막을 형성할 수도 있다. 그 CVD법의 성막 후에, 원자층 퇴적(ALD)법으로 보호층을 형성할 수도 있다.

[0163] 칼라 필터

[0164] 상기 보호층 위에 칼라 필터를 배치해도 좋다. 예를 들면, 유기발광 소자의 사이즈를 고려하여 칼라 필터를 다른 기관 위에 배치하고, 그 유기발광 소자를 구비한 상기 기관에 칼라 필터를 접착해도 좋다. 상기 보호층 위에 포토리소그래피 기술을 사용하여, 칼라 필터를 패터닝해서 형성하여도 좋다. 이 칼라 필터는, 고분자로 구성되어도 좋다.

- [0165] 평탄화층
- [0166] 상기 칼라 필터와 보호층과의 사이에 평탄화층을 배치해도 좋다. 평탄화층은 유기 화합물로 구성되어도 좋다. 저분자계 또는 고분자계 유기 화합물이 사용되어도 좋다. 고분자계 유기 화합물이 사용될 수 있다.
- [0167] 평탄화층은, 칼라 필터의 상하에(또는 칼라 필터 위에) 배치되어도 좋고, 동일 또는 상이한 재료로 구성되어도 좋다. 이 재료의 구체 예로서는, 폴리(비닐 칼바졸)수지, 폴리카보네이트 수지, 폴리에스테르 수지, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS)수지, 아크릴 수지, 폴리이미드 수지, 페놀 수지, 에폭시 수지, 실리콘 수지 및 요소 수지가 있다.
- [0168] 대향기관
- [0169] 평탄화층 위에는, 대향기관을 배치해도 좋다. 대향기관은, 전술의 기관에 대응한 위치에 배치되므로, 대향기관이라고 불린다. 대향기관의 구성 재료는, 전술의 기관과 동일하여도 좋다.
- [0170] 유기층
- [0171] 본 개시내용의 일 실시 형태에 따른 유기발광 소자에 구비된, 유기 화합물층, 이를테면 홀 주입층, 홀 수송층, 전자 블록킹층, 발광층, 홀 블록킹층, 전자수송층, 전자주입층은, 이하에 나타낸 방법에 의해 형성된다.
- [0172] 본 개시내용의 일 실시 형태에 따른 유기발광 소자에 구비된 유기 화합물층은, 진공증착법, 이온화 증착법, 스퍼터링 또는 플라즈마 등의 드라이 프로세스를 이용할 수도 있다. 또는, 이 드라이 프로세스 대신에, 적당한 용매에 재료를 용해시키고 나서 공지의 도포법, 이를테면, 스핀 코팅, 디핑, 캐스트법, 랑뮤어 블라젯(LB)법 또는 잉크젯법에 의해 막을 형성하는 웨트 프로세스를 이용하는 것도 가능하다.
- [0173] 진공증착법이나 용액도포법 등에 의해서 막을 형성하는 경우에, 결정화 등이 발생하기 어려워, 양호한 경시 안정성이 얻어진다. 상기 도포법으로 성막하는 경우에, 적합한 바인더 수지와 조합해서 상기 막을 형성할 수도 있다.
- [0174] 상기 바인더 수지의 비제한 예로서는, 폴리(비닐 칼바졸)수지, 폴리카보네이트 수지, 폴리에스테르 수지, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS)수지, 아크릴수지, 폴리이미드 수지, 페놀 수지, 에폭시 수지, 실리콘 수지 및 요소수지가 있다.
- [0175] 이것들 바인더 수지는, 호모폴리머 또는 공중합체로서 단독으로, 또는 2이상의 혼합물로서 조합으로 사용되어도 좋다. 게다가, 필요에 따라서, 공지의 가소제, 산화 방지제, 자외선 흡수제등의 첨가제를 사용해도 좋다.
- [0176] 본 개시내용의 실시 형태에 따른 유기발광 소자의 용도
- [0177] 본 개시내용의 일 실시 형태에 따른 유기발광 소자는, 표시장치나 조명 장치의 구성 부재로서 사용될 수 있다. 다른 용도로서는, 전자사진방식의 화상형성 장치의 노광 광원, 액정표시장치의 백라이트, 백색광원과 칼라 필터를 구비한 발광 장치가 있다.
- [0178] 표시장치는, 지역 또는 리니어 CCD, 메모리 카드 또는 임의의 다른 소스로부터 화상정보를 수신하는 화상입력부와, 입력된 정보를 처리하는 정보처리부와, 입력된 화상을 표시하는 표시부를 가지는, 화상정보 처리 유닛이여도 좋다. 표시장치는 복수의 화소를 구비하고, 복수의 화소의 적어도 하나는 본 실시 형태에 따른 유기 발광 소자와, 이 유기발광 소자에 결합된 트랜지스터를 구비하여도 좋다.
- [0179] 촬상 장치나 잉크젯 프린터의 표시부는, 터치패널 기능을 가지고 있어도 좋다. 이 터치패널 기능의 구동방식은, 적외선 방식이여도, 정전용량방식이여도, 저항막 방식이여도, 전자 유도방식이여도 좋지만, 이에 한정되지 않는다. 또한, 표시장치는 멀티핑션 프린터의 표시부에 사용되어도 좋다.
- [0180] 다음에, 첨부도면을 참조하여 본 실시 형태에 따른 표시장치에 대해서 설명한다. 도3은, 유기발광 소자와 이 유기발광 소자에 결합된 박막 트랜지스터(TFT) 소자를 구비한, 표시장치의 예의 단면 모식도다. 각 TFT소자는, 능동소자의 일례다.
- [0181] 도3에 나타낸 표시장치 10은, 유리 등으로 구성된 기관 11과, 그 상부에 상기 TFT소자 또는 상기 유기 화합물층을 보호하기 위해 배치된 방습막 12를 구비한다. 참조부호 13은 금속으로 구성된 게이트 전극이다. 참조부호 14는 게이트 절연막이다. 참조부호 15는 반도체층이다.

- [0182] T F T 소자 18은, 반도체층 15와, 드레인 전극 16과, 소스 전극 17을 각각 구비한다. T F T 소자 18의 상부에는 절연막 19가 배치된다. 콘택트 홀 20을 통해 유기발광 소자 26에 구비된 양극 21과 소스 전극 17이 결합되어 있다.
- [0183] 각 유기발광 소자 26에 구비된 전극들(양극 21, 음극 23)과 대응한 하나의 T F T 소자 18에 구비된 전극들(소스 전극 17, 드레인 전극 16)과의 전기 결합 방식은, 도3에 나타난 구성에 한정되는 것이 아니다. 양극 21 또는 음극 23이 T F T 소자 18의 소스 전극 17 또는 드레인 전극 16에 전기적으로 결합되어 있으면 좋다.
- [0184] 도3에 나타난 표시장치(10)에서는, 각 유기 화합물층 22를 단층으로서 나타내고 있지만, 유기 화합물층 22는, 복수층으로 형성되어도 좋다. 음극 23 위에는 유기발광 소자 26의 열화를 저감하기 위해서 제1 보호층 24와 제2 보호층 25가 배치된다.
- [0185] 도3에 나타난 표시장치(10)에서는, 스위칭 소자로서 상기 트랜지스터를 사용하고 있지만, 금속-절연체-금속(M I M) 소자를 스위칭 소자로서 사용해도 좋다.
- [0186] 도3에 나타난 표시장치(10)에 사용된 트랜지스터는, 단결정 실리콘 웨이퍼를 사용하여 형성된 트랜지스터에 한정하지 않고, 기판의 절연성 표면에 활성층을 각각 가지는 박막 트랜지스터여도 좋다. 그 활성층의 재료의 예로서는, 단결정 실리콘, 아모퍼스 실리콘, 미결정 실리콘등의 비단결정 실리콘, 인듐 아연 산화물, 인듐 갈륨 아연 산화물등의 비단결정 산화물 반도체가 있다. 또한, 박막 트랜지스터는 T F T 소자라고도 불린다.
- [0187] 도3에 나타난 표시장치(10)에서의 트랜지스터는, Si 기판등의 기판내에 형성되어 있어도 좋다. "기판내에 형성되어"란, Si 기판등의 기판을 가공해서 트랜지스터를 제작하는 것을 의미한다. 기판내에 트랜지스터가 형성되는 경우에, 상기 기판과 상기 트랜지스터는, 일체로 형성되어 있다고 생각될 수도 있다.
- [0188] 본 실시 형태에 따른 유기발광 소자는 스위칭 소자의 일레인 상기 T F T 소자에 의해 발광 회도가 제어되어, 유기발광 소자를 복수면내에 배열함으로써 각각의 회도 레벨로 화상을 표시할 수 있다. 본 실시 형태에 따른 스위칭 소자는, T F T 소자에 한정되지 않고, 저온 폴리실리콘 트랜지스터 또는, Si 기판등의 기판 위에 형성된 액티브 매트릭스 드라이버여도 좋다. "기판 위에"는, "그 기판내"라고도 말할 수 있다. 기판내에 트랜지스터를 설치하는지, T F T 소자를 사용하는지는, 표시부의 크기에 따라 선택된다. 예를 들면, 표시부가 0.5인 치 정도의 크기인 경우에, Si 기판 위에 유기발광 소자를 배치할 수 있다.
- [0189] 도4는, 본 실시 형태에 따른 표시장치의 일례를 나타내는 모식도다. 표시장치 1000은, 상부 커버 1001과 하부 커버 1009와의 사이에 배치된, 터치 패널 1003, 표시 패널 1005, 프레임 1006, 회로 기판 1007 및 배터리 1008을 구비하여도 좋다. 터치패널 1003 및 표시 패널 1005는, 플렉시블 프린트 회로 F P C 1002, 1004에 결합되어 있다. 회로 기판 1007에는, 트랜지스터가 프린트되어 있다. 배터리 1008은, 표시장치가 휴대 기기가 아니면, 설치될 필요가 없다. 그 배터리 1008은, 표시장치가 휴대 기기인 경우에도, 다른 위치에 배치되어도 좋다.
- [0190] 본 실시 형태에 따른 표시장치는, 복수의 렌즈를 가지는 광학부와, 해당 광학부를 통과하는 광을 수광하는 촬상 소자와를 구비하는 촬상 장치등의 광전변환 장치의 표시부에 사용되어도 좋다. 촬상 장치는, 촬상 소자가 취득한 정보를 표시하는 표시부를 구비하여도 좋다. 표시부는, 촬상 장치의 외부에 노출한 표시부여도, 화인더내에 배치된 표시부여도 좋다. 촬상 장치는, 디지털 카메라 또는 디지털 비디오카메라여도 좋다.
- [0191] 도5a는, 본 실시 형태에 따른 촬상 장치의 일례를 나타내는 모식도다. 촬상 장치 1100은, 뷰 화인더 1101, 배면 디스플레이 1102, 조작부 1103 및 하우징 1104를 구비하여도 좋다. 뷰 화인더 1101은, 본 실시 형태에 따른 표시장치를 구비하여도 좋다. 이 경우, 표시장치는, 촬상하는 화상과 아울러, 환경정보, 촬상 지시 등을 표시하여도 좋다. 환경정보에는, 외광의 강도, 외광의 방향, 피사체가 움직이는 속도, 피사체가 차폐물에 의해 차폐될 가능성등이 포함되어도 좋다.
- [0192] 촬상에 적합한 타이밍은 단지 짧은 시간 동안이므로, 가능한 빨리 상기 정보가 표시되어도 좋다. 따라서, 본 실시 형태에 따른 유기발광 소자를 구비하는 표시장치는, 그것의 짧은 응답시간 때문에 사용될 수 있다. 유기발광 소자를 구비하는 표시장치는, 높은 표시속도를 갖는데 필요한 이 부들에 대한 액정표시장치보다도 더 적합하게 사용될 수 있다.
- [0193] 촬상 장치 1100은, (도시되지 않은) 광학부를 구비한다. 광학부는 복수의 렌즈를 구비하고, 하우징 1104내에 촬상 소자에 결상한다. 복수의 렌즈의 상대위치를 조정하여 초점을 조정할 수 있다. 또한, 이 조작을 자동으로 행할 수 있다.

- [0194] 본 실시 형태에 따른 표시장치는, 적색, 녹색 및 청색 부분을 가지는 칼라 필터를 구비하여도 좋다. 칼라 필터에서, 해당 적색, 녹색 및 청색의 부분이 델타 배열로 배치되어도 좋다.
- [0195] 본 실시 형태에 따른 표시장치는, 휴대 단말등의 전자기기의 표시부에 사용되어도 좋다. 그 경우에, 표시장치는, 표시 기능과 조작 기능과의 양쪽을 가져도 좋다. 휴대 단말의 예로서는, 스마트 폰 등의 휴대전화, 태블릿, 헤드 마운트 디스플레이가 있다.
- [0196] 도5b는, 본 실시 형태에 따른 전자기기의 일례를 나타내는 모식도다. 전자기기 1200은, 표시부 1201과, 조작부 1202와, 하우징 1203을 구비한다. 하우징 1203에는, 회로, 해당 회로를 구비한 인쇄 회로 기판, 배터리, 및 통신부를 수용하여도 좋다. 조작부 1202는, 버튼이어도 좋거나, 터치패널 방식의 반응부이어도 좋다. 조작부는, 지문을 인식해서 록의 해제 등을 행하는, 생체인식부이어도 좋다. 통신부를 가지는 전자기기는 통신 기기라고도 할 수 있다.
- [0197] 도6a 및 6b는, 본 실시 형태에 따른 표시장치의 예들을 나타내는 모식도다. 도6a는, 텔레비전 모니터나 퍼스널 컴퓨터 모니터 등의 표시장치다. 표시장치 1300은, 액자 1301과 표시부 1302를 구비한다. 표시부 1302는, 본 실시 형태에 따른 유기 일렉트로루미네스نت 소자를 구비하여도 좋다. 표시장치 1300은, 상기 액자 1301과 상기 표시부 1302를 지지하는, 토대 1303도 구비한다. 토대 1303은, 도6a에 나타난 형태에 한정되지 않는다. 액자 1301의 하변이 토대를 겹쳐도 좋다. 액자 1301 및 표시부 1302는, 만곡되어도 좋고, 5000mm이상 6000mm이하의 곡률반경을 가져도 좋다.
- [0198] 도6b는 본 실시 형태에 따른 표시장치의 다른 예를 나타내는 모식도다. 도6b에 나타난 표시장치 1310은, 구부러질 수 있고, 소위 폴더블 표시장치다. 표시장치 1310은, 제1표시부 1311, 제2표시부 1312, 하우징 1313 및 굴곡점 1314를 구비한다. 제1표시부 1311과 제2표시부 1312는, 본 실시 형태에 따른 발광 장치를 구비하여도 좋다. 제1표시부 1311과 제2표시부 1312는, 이음매 없는 1매의 표시장치이어도 좋다. 제1표시부 1311과 제2표시부 1312는, 굴곡점에서 서로 분할될 수 있다. 제1표시부 1311과 제2표시부 1312는, 서로 상이한 화상을 표시해도 좋다. 또는, 이 제1 및 제2표시부에 하나의 화상을 표시해도 좋다.
- [0199] 도7a는, 본 실시 형태에 따른 조명 장치의 일례를 나타내는 모식도다. 조명 장치 1400은, 하우징 1401과, 광원 1402와, 회로 기판 1403과, 광원 1402가 방출한 광을 투과하는 광학 필터 1404와, 광확산부 1405를 구비하여도 좋다. 광원 1402는, 본 실시 형태에 따른 유기발광 소자를 구비하여도 좋다. 광학 필터 1404는 광원의 연색성을 향상시키는 필터이어도 좋다. 광확산부 1405는, 조명 등에 사용될 때, 광원의 광을 효과적으로 확산하여, 넓은 범위에 광을 전달할 수 있다. 광학 필터 1404 및 광확산부 1405는, 조명 장치의 광출사측에 배치되어도 좋다. 필요에 따라서, 최외부에 커버를 배치해도 좋다.
- [0200] 상기 조명 장치는, 예를 들면 실내를 조명하는 장치다. 조명 장치는 백색, 주백색, 또는 청색으로부터 적색으로의 임의의 색을 발광하여도 좋다. 그 광을 조절하는 조광 회로가 설치되어도 좋다. 조명 장치는, 본 실시 형태에 따른 유기발광 소자와 그것에 결합된 전원회로를 구비하여도 좋다. 전원회로는, 교류 전압을 직류 전압으로 변환하는 회로다. 백색의 색온도가 4200K이고, 주백색의 색온도가 5000K이다. 조명 장치는 칼라 필터를 구비하여도 좋다.
- [0201] 본 실시 형태에 따른 조명 장치는, 방열부를 구비하여도 좋다. 방열부는, 이 장치내의 열을 장치외에 방출하도록 구성되며, 비열이 높은 금속, 액체 실리콘 등으로 구성된다.
- [0202] 도7b는, 이동체의 일례인 자동차를 나타내는 모식도다. 이 자동차는, 등구의 일례인 테일 램프를 구비한다. 자동차 1500은, 테일 램프 1501을 구비하고, 브레이크 조작 등을 행했을 때에, 그 테일 램프를 점등하도록 구성되어도 좋다.
- [0203] 테일 램프 1501은, 본 실시 형태에 따른 유기발광 소자를 구비하여도 좋다. 테일 램프 1501은, 그 유기발광 소자를 보호하는 보호 부재를 구비하여도 좋다. 보호 부재는 어느 정도 높은 강도를 갖는 임의의 투명한 재료로 구성되어도 좋고, 폴리카보네이트 등으로 구성될 수 있다. 폴리카보네이트에는, 푸란디카보복실산 유도체 또는 아크릴로니트릴 유도체 등이 혼합되어도 좋다.
- [0204] 자동차 1500은, 차체 1503, 이 차체에 부착된 창문 1502를 구비하여도 좋다. 창문 1502는, 자동차의 전후를 확인하는데 창문이 사용되지 않으면 투명한 디스플레이이어도 좋다. 해당 투명한 디스플레이는, 본 실시 형태에 따른 유기발광 소자를 구비하여도 좋다. 이 경우, 유기발광 소자의 전극 등의 구성 요소는 투명한 부재로 형성된다.

- [0205] 본 실시 형태에 따른 이동체는, 선박, 항공기 또는 드론 등이어도 좋다. 이동체는, 기체와 해당 기체에 부착된 등구를 구비하여도 좋다. 등구는, 기체의 위치를 나타내기 위해 발광해도 좋다. 등구는 본 실시 형태에 따른 유기발광 소자를 구비한다.
- [0206] 도8은, 화상형성 장치의 일례의 모식도다. 화상형성 장치 40은 전자 사진방식의 화상형성 장치이며, 감광체 27, 노광 광원 28, 대전부 30, 현상부 31, 전사기 32, 반송 롤러 33 및 정착기 35를 구비한다. 노광 광원 28로부터 광 29가 발생해, 감광체 27의 표면에 정전 잠상이 형성된다. 이 노광 광원 28은, 본 실시 형태에 따른 유기발광 소자를 구비한다. 현상부 31은 토너 등을 가진다. 대전부 30은 감광체 27을 대전시킨다. 전사기 32는 현상된 화상을 기록 매체 34에 전사한다. 반송 롤러 33은 기록 매체 34를 반송한다. 기록 매체 34는 예를 들면, 종이다. 정착기 35는 기록 매체 34에 형성된 화상을 정착시킨다.
- [0207] 도9a 및 도9b는, 노광 광원 28을 각각 나타내고, 발광부 36이 긴 기관에 복수 배열된 모양을 나타내는 각각의 모식도다. 화살표 37은 유기발광 소자가 배열되어 있는 열방향을 각각 의미한다. 이 열방향은, 감광체 27이 회전하는 축의 방향과 같다. 이 방향은 감광체 27의 장축방향이라고도 할 수 있다. 도9a는 발광부 36을 감광체 27의 장축방향으로 배열한 구성을 나타낸다. 도9b는, 제1 열과 제2 열에 있어서 발광부 36이 열방향으로 교대로 배열되어 있다는 점에서 도9a와는 상이하다. 제1 열과 제2 열은 행방향으로 상이한 위치에 위치되어 있다. 제1 열에서, 복수의 발광부 36이 이격되어 있다. 제2 열은, 제1 열의 발광부 36 사이의 위치에 대응한 위치에 발광부 36을 가진다. 다시 말해, 행방향으로도, 복수의 발광부 36이 이격되어 있다. 도9b의 배치는, 예를 들면 격자 배치, 지그재그 배치, 혹은 체크 무늬로서 바꿔 말할 수 있다.
- [0208] 도10a 및 10b를 참조하여, 상기 실시 형태의 표시장치의 적용 예에 대해서 설명한다. 표시장치는, 예를 들면 스마트 글래스, 헤드 마운트 디스플레이(HMD), 스마트 콘택트와 같은 웨어러블 디바이스로서 착용가능한 시스템에 사용될 수 있다. 이러한 적용 예에 사용된 촬상 및 표시장치는, 가시 광을 광전변환가능한 촬상 장치와, 가시 광을 발광가능한 표시장치를, 가진다.
- [0209] 도10a는, 1개의 적용 예에 따른 안경 1600(스마트 글래스)을 설명한다. 안경 1600의 렌즈 1601의 표면 측에, 상보적 금속산화물(CMOS) 센서나 단일광자 애벌랜치 다이오드(SPAD)와 같은 촬상 장치 1602가 설치된다. 렌즈 1601의 이면측에는, 상술한 각 실시 형태에 따른 표시장치가 설치된다.
- [0210] 안경 1600은, 제어장치 1603을 더욱 구비한다. 제어장치 1603은, 촬상 장치 1602와 각 실시 형태에 따른 표시장치에 전력을 공급하는 전원으로서 기능한다. 제어장치 1603은, 촬상 장치 1602와 상기 표시장치의 동작을 제어한다. 렌즈 1601은, 촬상 장치 1602에 광을 집광하기 위한 광학계를 가진다.
- [0211] 도10b는, 1개의 적용 예에 따른 안경 1610(스마트 글래스)을 설명한다. 안경 1610은, 제어장치 1612를 구비한다. 제어장치 1612는, 촬상 장치 1602에 상당하는 촬상 장치와, 표시장치를 구비한다. 렌즈 1611에는, 제어장치 1612내의 상기 촬상 장치와, 표시장치로부터의 발광을 투영하기 위한 광학계가 설치되어 있다. 렌즈 1611에는 화상이 투영된다. 제어장치 1612는, 촬상 장치 및 표시장치에 전력을 공급하는 전원으로서 기능함과 아울러, 그 촬상 장치 및 표시장치의 동작을 제어한다. 제어장치는, 착용자의 시선을 검지하는 시선검지부를 구비하여도 좋다. 시선의 검지를 위해 적외선을 사용해도 좋다. 적외발광부는, 표시 화상을 주시하고 있는 유저의 안구에 대하여, 적외광을 방출한다. 안구로부터의 반사된 적외광을, 수광소자를 가지는 촬상부가 검출함으로써 안구의 촬상이 얻어진다. 평면에서 보았을 때 적외발광부로부터 상기 표시부예의 광을 저장하는 저장부를 제공함으로써, 화상품위의 저하를 저감한다.
- [0212] 적외광으로 촬상된 안구의 화상으로부터 표시 화상에서의 유저의 시선을 검지한다. 안구의 촬상 화상을 사용한 시선검출에는 임의의 공지의 수법을 이용할 수 있다. 일례로서, 각막에서의 조사 광의 반사에 의한 푸르키니에(Purkinje) 화상에 근거하는 시선검지 방법을 이용할 수 있다.
- [0213] 보다 구체적으로는, 시선검지 처리는, 동공각막 반사법에 근거한다. 동공각막 반사법을 사용하여, 안구의 촬상 화상에 포함된 동공의 화상과 푸르키니에 화상에 근거해서, 안구의 방향(회전 각도)을 의미하는 시선 벡터가 산출되는 것에 의해, 유저의 시선이 검지된다.
- [0214] 본 개시내용의 일 실시 형태에 따른 표시장치는, 수광소자를 가지는 촬상 장치를 구비하고, 촬상 장치로부터의 유저의 시선정보에 근거해서 상기 표시장치에 표시된 화상을 제어하여도 좋다.
- [0215] 구체적으로는, 표시장치에서는, 시선정보에 근거하여, 유저가 주시하는 제1 시야영역과, 제1 시야영역 이외의 제2 시야영역이 결정된다. 제1 시야영역 및 제2 시야영역은, 표시장치의 제어장치에 의해 결정되어도 좋

거나, 외부의 제어장치가 결정된 것들을 수신하여서 결정되어도 좋다. 표시장치의 표시 영역에 있어서, 제1 시야영역의 표시 해상도를 제2 시야영역의 표시 해상도보다도 높게 제어해도 좋다. 즉, 제2 시야영역의 해상도를 제1 시야영역보다도 낮게 해도 좋다.

[0216] 상기 표시 영역은, 제1 표시 영역과, 이 제1 표시 영역과는 상이한 제2 표시 영역을 구비한다. 시선정보에 근거하여, 제1 표시 영역 및 제2 표시 영역으로부터 우선도가 높은 영역이 결정된다. 제1 표시영역 및 제2 표시영역은, 표시장치의 제어장치에 의해 결정되어도 좋거나, 외부의 제어장치에 의해 결정된 것들을 수신하여서 결정되어도 좋다. 우선도가 높은 영역의 해상도를, 우선도가 높은 영역이외의 영역의 해상도보다도 높게 제어해도 좋다. 달리 말하면, 우선도가 상대적으로 낮은 영역의 해상도를 낮게 해도 좋다.

[0217] 또한, 제1 시야영역이나 우선도가 높은 영역을 결정하는데, 인공지능(AI)을 사용해도 좋다. AI는, 안구의 화상과 해당 화상의 안구가 실제로 보고 있었던 방향과를 교사 데이터로서 사용하여, 안구의 화상으로부터 시선의 각도와, 시선 방향으로 위치된 목적물까지의 거리를 추정하도록 구성된 모델이여도 좋다. AI 프로그램은, 상기 표시장치, 상기 촬상 장치, 또는 외부장치에 격납되어도 좋다. 그 AI 프로그램이 외부장치에 격납되는 경우, AI 프로그램은, 통신을 통하여 상기 표시장치에 송신된다.

[0218] 시인 검지에 근거해서 표시를 제어하는 경우에, 외부를 촬상하는 촬상 장치를 더 구비하는 스마트 글래스를 사용하여도 좋다. 스마트 글래스는, 촬상한 외부정보를 실시간으로 표시할 수 있다.

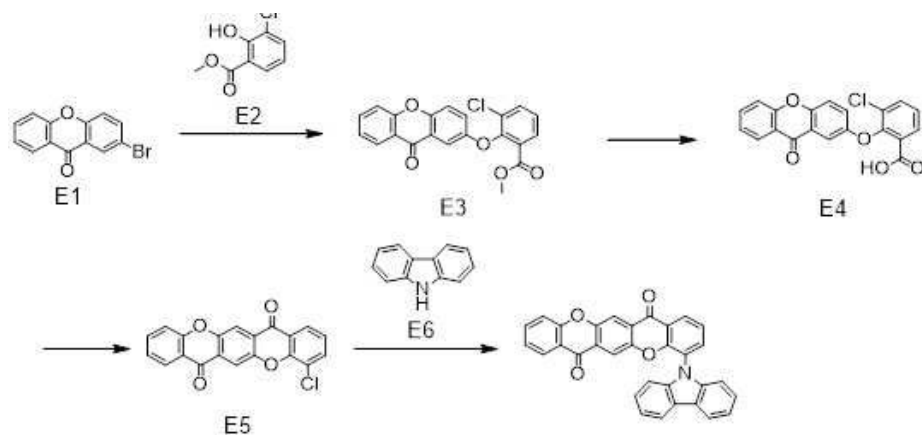
[0219] 이상 설명한 대로, 본 실시 형태에 따른 유기발광 소자를 구비한 장치를 사용하는 것에 의해, 양호한 화질로, 장시간 안정하게 표시할 수 있다.

[0220] 예

[0221] 이하, 예들에 의해 본 개시내용을 설명하지만, 본 개시내용은 이 예들에 한정되는 것이 아니다.

[0222] 예 1: 예시 화합물 AA1의 합성

[0223] 이하의 스킴에 따라 예시 화합물 AA1을 합성했다.



[0224] 예시 화합물 AA1

[0225] (1) 화합물E3의 합성

[0226] 500ml의 나스 플라스크에, 이하에 나타내는 시약, 용매를 투입했다.

[0227] 화합물E1:5.0g(18.2mmol)

[0228] 화합물E2:3.4g(18.2mmol)

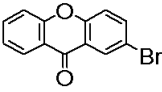
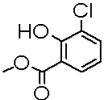
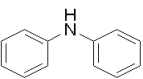
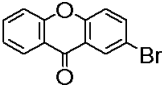
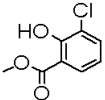
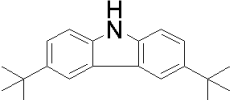
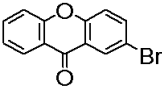
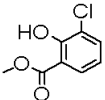
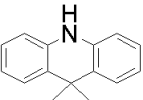
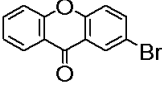
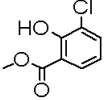
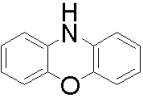
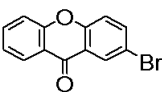
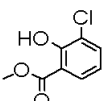
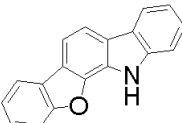
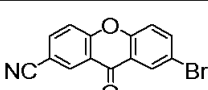
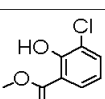
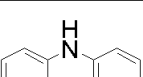
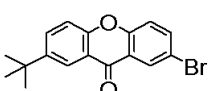
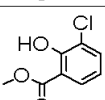
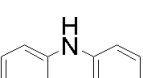
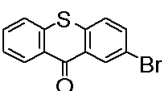
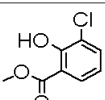
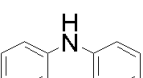
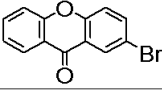
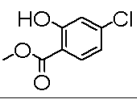
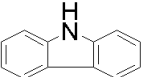
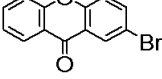
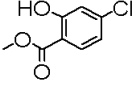
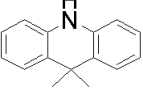
[0229] 탄산 칼륨:5.0g(36.4mmol)

[0230] 디메틸 황산화물(DMSO):200ml

[0231] 다음에, 반응 용액을, 질소기류하, 120℃에서 12시간 가열 교반하였다. 아세트산 에틸로 추출하였다. 유기층을 농축건고하여 고체를 얻었다. 얻어진 고체를 실리카겔 칼럼 크로마토그래피(톨루엔-아세트산 에틸 혼합)로 정제하여, E3을 3.1g(수율:45%) 얻었다.

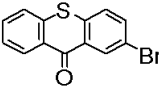
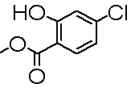
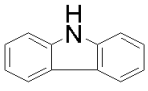
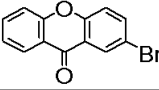
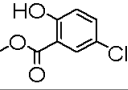
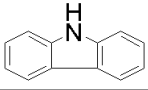
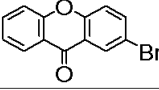
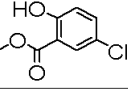
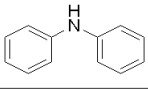
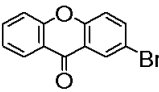
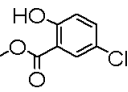
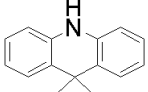
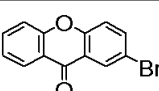
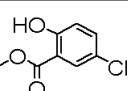
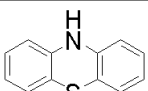
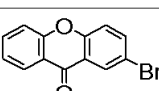
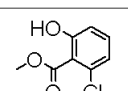
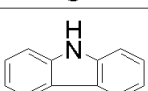
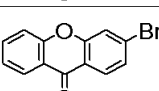
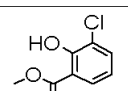
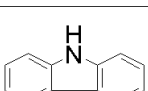
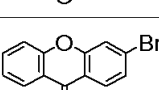
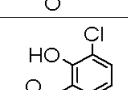
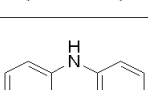
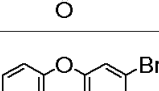
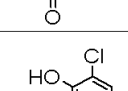
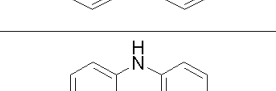
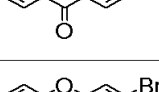
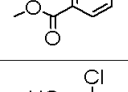
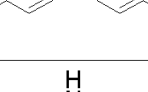
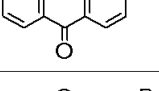
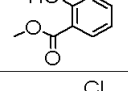
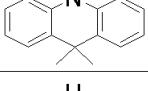
- [0233] (2) 화합물E4의 합성
- [0234] 300ml의 나스 플라스크에, 이하에 나타내는 시약, 용매를 투입했다.
- [0235] 화합물E3:3.0g(7.9mmol)
- [0236] 염화 메틸렌:150ml
- [0237] 반응 용액을, 질소기류하, 0℃에서 3브롬화 붕소(1M, 디클로로메탄 용액)를 15ml 적하했다. 적하후, 반응액을 실온하, 8시간 교반했다. 반응액을 얼음 물에 쏟아 붓고, 톨루엔으로 추출하였다. 유기층을 농축건고하여, 고체를 얻었다. 얻어진 고체를 실리카겔 칼럼 크로마토그래피(톨루엔-아세트산 에틸 혼합)로 정제하여, E4을 2.4g(수율:82%) 얻었다.
- [0238] (3) 화합물E5의 합성
- [0239] 100ml의 나스 플라스크에, 이하에 나타내는 시약, 용매를 투입했다.
- [0240] 화합물E4:2.3g(6.30mmol)
- [0241] 황산:30ml
- [0242] 반응 용액을, 질소기류하, 100℃에서 7시간 교반했다. 반응 종료후, 반응액을 얼음 물에 쏟아 붓고나서 여과했다. 얻어진 고체를 실리카겔 칼럼 크로마토그래피(클로로벤젠-아세트산 에틸 혼합)로 정제하여, E5를 0.8g(수율:38%) 얻었다.
- [0243] (4) 예시 화합물 A A1의 합성
- [0244] 500ml의 나스 플라스크에, 이하에 나타내는 시약, 용매를 투입했다.
- [0245] 화합물E5:0.8g(2.29mmol)
- [0246] 화합물E6:0.5g(2.75mmol)
- [0247] 나트륨 터셔리부톡시드:0.4g(4.58mmol)
- [0248] Pd(dba)₂:132mg(0.23mmol)
- [0249] Xphos:329mg(0.69mmol)
- [0250] 오르토 크실렌:40ml
- [0251] 반응 용액을, 질소기류하, 140℃에서 5시간 가열 교반했다. 반응 종료후, 셀라이트 여과를 행하고 나서, 농축건고 했다. 얻어진 고체를 실리카겔 칼럼 크로마토그래피(클로로벤젠-아세트산 에틸 혼합)로 정제하여, 담황고체 A A1을 0.78g(수율:71%) 얻었다.
- [0252] 예시 화합물 A A1에 대해서, MALDI-TOF-MS(Bruker 사제 Autoflex LRF)을 사용하여 질량 분석을 했다.
- [0253] MALDI-TOF-MS
- [0254] 실험 값:m/z=479
- [0255] 계산 값:C₃₂H₁₇N O₄=479
- [0256] 예 2 내지 31: 예시 화합물의 합성
- [0257] 표 2 내지 4에 나타낸 것처럼, 예 2 내지 31의 예시 화합물에 대해서, 예 1의 원료E1을 원료 1, 원료E2를 원료 2, 원료E6을 원료 3으로 변하게 한 것 외는 예 1과 같이 해서 예시 화합물을 합성했다. 얻어진 예시 화합물에 대해서, 예 1과 같이 해서 질량 분석을 했다. 이하, 얻어진 측정 값(m/z)에 대해서 설명하였다.

[0258] 표 2

예	예시화합물	원료 1	원료 2	원료 3	m/z
2	AA2				482
3	AA8				592
4	AA12				522
5	AA14				495
6	AA16				570
7	AA22				505
8	AA23				536
9	AA25				496
10	AB1				479
11	AB6				522

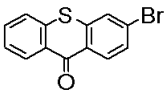
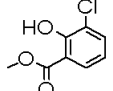
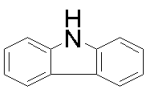
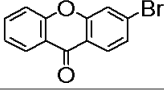
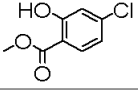
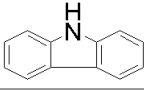
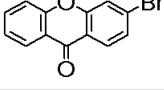
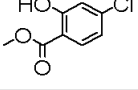
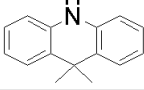
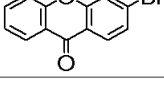
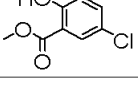
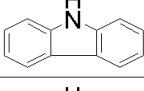
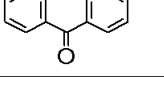
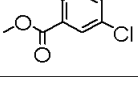
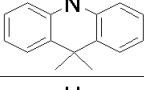
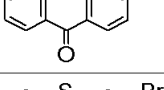
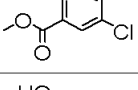
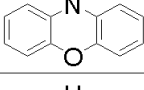
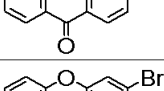
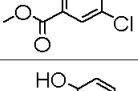
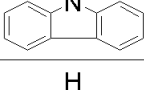
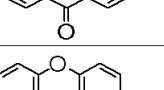
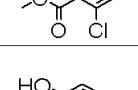
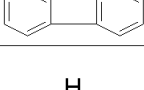
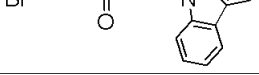
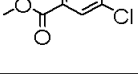
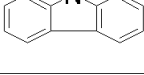
[0259]

[0260] 표 3

예	예시 화합물	원료 1	원료 2	원료 3	m/z
12	AB13				496
13	AC1				479
14	AC2				482
15	AC5				522
16	AC6				512
17	AD1				479
18	BA1				479
19	BA2				482
20	BA6				634
21	BA12				522
22	BA14				495

[0261]

[0262] 표 4

예	예시화합물	원료 1	원료 2	원료 3	m/z
23	BA25				496
24	BB1				479
25	BB6				522
26	BC1				479
27	BC5				522
28	BC6				495
29	BC13				496
30	BD1				479
31	DC1				645

[0263]

[0264] 예 32

[0265] 본 예에서는, 기판 위에, 양극, 홀 주입층, 홀 수송층, 전자 블록킹층, 발광층, 홀 블록킹층, 전자수송층, 전자주입층, 음극이 순차로 형성된 보텀 에미션형 구조의 유기발광 소자를 제작했다.

[0266] 유리 기판 위에 ITO를 성막하고, 원하는 패턴링을 실시하여 ITO전극(양극)을 형성했다. ITO전극의 두께는 100nm이었다. 이렇게 ITO전극이 형성되었던 기판을 ITO기판으로서, 이하의 공정에서 사용했다. 다음에, 진공 챔버내에 있어서의 저항 가열에 의한 진공증착을 행하여, 상기 ITO기판 위에, 표7에 나타난 유기 화합물층 및 전극층을 연속적으로 형성했다. 여기서, 대향하는 전극(금속전극층, 음극)의 전극면적이 3mm²이었다.

[0267] 표 5

	재료		두께(nm)
음극	Al		100
전자주입층(EIL)	LiF		1
전자수송층(ETL)	ET2		15
홀 블록킹층(HBL)	ET11		15
발광층(EML)	호스트	발광재료	20
	EM14	AA1	
발광층 비율	88	12	
전자 블록킹층(EBL)	HT12		15
홀 수송층(HTL)	HT3		30
홀 주입층(HIL)	HT16		5

[0268]

[0269] 얻어진 소자의 특성에 대해서 측정 및 평가했다. 발광에 관한 초기 특성으로서 최대 외부 양자효율(E . Q. E.)이 6.1%인 녹색발광을 얻어졌다. 측정 장치는, 구체적으로는 전류전압특성을 휴렛 팩커드사제 4140B 미소 전류계로 측정하고, 발광 휘도는, 탐콘사제 BM7로 측정했다. 상기 소자에 대해서, 전류밀도 50mA/ c m²에서의 연속 구동시험을 행하였다. 휘도열화율이 5%에 도달했을 때의 시간(L T95)을 측정한 바, 96시간이었다.

[0270] 예 33 내지 37

[0271] 예 32에 있어서, 표 6에 열거된 화합물이 적절하게 사용된 것이외는, 예 32에서와 같은 방식으로 유기 발광 소자를 제작했다. 얻어진 소자의 특성을 예 32와 같이 측정 및 평가했다. 측정의 결과를 표 6에 나타낸다.

[0272] 표 6

	HTL	EBL	EML		HBL	ETL	E.Q.E [%]	LT95 [h]	발광색
			호스트	발광재료					
예 33	HT3	HT12	EM14	AA2	ET10	ET2	6.3	95	황
예 34	HT3	HT9	EM11	AB6	ET12	ET2	4.8	92	녹
예 35	HT3	HT12	EM9	AC5	ET12	ET2	4.9	110	황
예 36	HT2	HT11	EM6	AD1	ET22	ET2	5.0	82	적
예 37	HT2	HT10	EM10	BA6	ET12	ET5	6.4	99	녹

[0273]

[0274] 예 38

[0275] 표 7에 열거된 유기 화합물층 및 전극층을 연속적으로 퇴적한 것이외는, 예 32에서와 같은 방식으로 유기발광 소자를 제작했다.

[0276] 표 7

	재료			두께(nm)
음극	Al			100
전자주입층(EIL)	LiF			1
전자수송층(ETL)	ET2			15
홀 블록킹층(HBL)	ET11			15
발광층(EML)	호스트	어시스트 재료	발광재료	20
	EM11	AA8	RD1	
발광층 비율	82	15	3	
전자 블록킹층(EBL)	HT12			15
홀 수송층(HTL)	HT3			30
홀 주입층(HIL)	HT16			5

[0277]

[0278] 얻어진 소자의 특성을 예 32와 같이 측정 및 평가했다. 발광에 관한 초기 특성으로서, 최대 외부 양자 효율(E. Q. E.)은 7.5%의 적색발광이 얻어졌다. 이 소자에 대해서 전류밀도 $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 에서의 연속 구동시험을 행하였다. 휘도 열화율이 5%에 도달했을 때의 시간(L T95)을 측정한 바, 168시간이었다.

[0279] 예 39 내지 53, 비교 예 1 내지 3

[0280] 예 38에 있어서, 표 8에 열거된 화합물이 적절하게 사용된 것이외는, 예 38에서와 같은 방식에 의해 유기발광 소자를 제작했다. 얻어진 소자의 특성을 예 38과 같이 측정 및 평가했다. 측정의 결과를 표 8에 나타낸다.

[0281] 표 8

	HTL	EBL	EML			HBL	ETL	E.Q.E [%]	LT95 [h]	발광색
			호스트	어시스트	발광재료					
예 39	HT3	HT12	EM11	AA12	RD1	ET12	ET2	7.4	160	적
예 40	HT3	HT11	EM11	AA14	RD1	ET12	ET2	7.1	165	적
예 41	HT3	HT12	EM10	AA25	RD2	ET12	ET2	7.0	159	적
예 42	HT2	HT11	EM9	AB6	GD6	ET12	ET2	5.5	143	녹
예 43	HT2	HT10	EM10	AC5	RD1	ET16	ET5	6.2	189	적
예 44	HT3	HT11	EM14	AC6	RD1	ET12	ET2	6.0	192	적
예 45	HT3	HT12	EM11	AD1	RD1	ET11	ET2	6.3	150	적
예 46	HT3	HT11	EM14	BA1	GD1	ET12	ET2	7.9	162	녹
예 47	HT3	HT12	EM14	BA6	GD6	ET11	ET2	8.0	170	녹
예 48	HT2	HT11	EM11	BA12	GD9	ET16	ET7	7.9	169	녹
예 49	HT2	HT12	EM11	BB1	GD6	ET12	ET2	5.4	145	녹
예 50	HT3	HT10	EM9	BB6	GD6	ET12	ET2	5.6	141	녹
예 51	HT2	HT12	EM14	BC1	GD6	ET11	ET5	6.4	188	녹
예 52	HT3	HT10	EM9	BC6	GD1	ET12	ET2	6.2	180	녹
예 53	HT2	HT12	EM14	BD1	GD6	ET11	ET5	6.1	151	녹
비교예 1	HT3	HT11	EM14	비교화합물 1-a	GD9	ET12	ET2	1.9	30	녹
비교예 2	HT3	HT11	EM14	비교화합물 1-b	GD9	ET12	ET2	2.1	35	녹
비교예 3	HT3	HT11	EM14	비교화합물 2-a	RD2	ET12	ET2	2.3	15	적

[0282]

[0283] 표 8에 설명된 대로, 비교 예 1 및 2의 최대 외부 양자효율(E. Q. E.)은 1.9% 및 2.1%로 낮았다. 비교 예 1 및 2의 5% 열화 수명(L T95)은 30시간 및 35시간이며, 내구특성이 나빴다. 효율이 낮은 요인은, S1과 T1 준위의 차이가 큰 것에 의해, 지연 형광 발광에 근거한 발광 성분이 없게 된다. 추가로, 분자 엑스펙트비가 크기 때문에, 분자회합에 의해 생긴 농도소광으로 인한 것이라고 추측된다. 내구 약화의 요인은, 분자 엑스펙트비가 크기 때문에, 분자회합이 생기기 쉽고, 막 특성이 나쁘고, 결정화하기 쉬운 화합물이기 때문이라고 생각된다.

[0284]

비교 예 3의 최대 외부 양자효율(E. Q. E.)은 2.3%로 낮았다. 5% 열화 수명(L T95)은 15시간이며, 내구특성이 나빴다. 효율이 낮은 요인은, S1과 T1 준위의 차이가 큰 것에 의해, 지연 형광 발광에

근거한 발광 성분이 없게 된다.

[0285] 이에 반해서, 본 실시 형태에 따른 화합물을 포함하는 상기 소자는, 고효율이고 양호한 내구특성을 나타냈다. 본 실시 형태에 따른 각 화합물은, 기본골격으로서 카르보닐기를 2개 가지는 축합환을 가지고, 이것에 부착된 아미노기를 가져서, S1과 T1 사이의 에너지 갭이 작고, 분자 에스펙트비가 낮게 된다. 이에 따라, 농도 소광을 저감할 수 있어, 지연 형광 발광에 근거하여 발광 효율이 높게 될 수 있다고 생각한다. 또한, 평면성의 정도가 높은 기본골격에, 분자 평면성의 정도를 저감시키는 아미노기의 존재는, 분자 에스펙트비가 낮고 아모르포스성의 정도가 높은 막이 되는 것으로, 양호한 내구특성을 나타냈다고 생각된다.

[0286] 본 개시내용의 실시 형태에 따른 유기 화합물은, 분자의 구조에 의해 여기 상태의 준위를 제어할 수 있고, 분자회합을 저감할 수 있다. 이 때문에, 유기발광 소자에 대한 본 개시내용의 실시 형태에 따른 유기 화합물의 사용은, 발광 효율 및 구동 내구특성이 우수한 유기발광 소자를 제공한다.

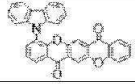
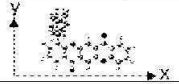
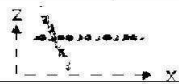
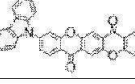
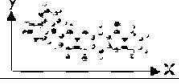
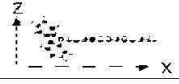
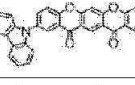
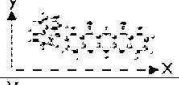
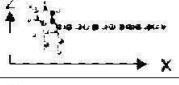
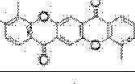
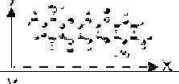

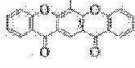
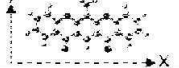
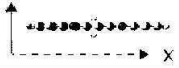
[0287] 본 개시내용을 실시 형태들을 참조하여 기재하였지만, 본 발명은 상기 개시된 실시 형태들에 한정되지 않는다는 것을 알 것이다. 아래의 청구항의 범위는, 모든 수정 및, 동등한 구조 및 기능을 포함하도록 폭 넓게 해석해야 한다.

도면

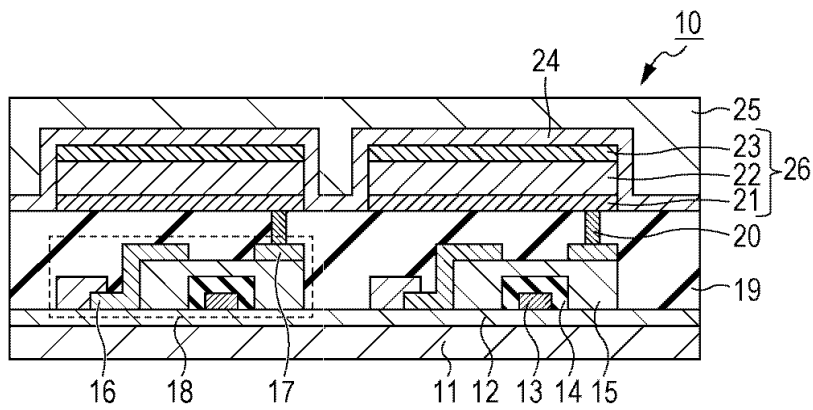
도면1

화합물	구조	HOMO분포	LUMO분포	S1과 T1의 에너지 차이 (eV)
예시화합물 AA1				0.08
예시화합물 AB1				0.19
예시화합물 AC1				0.16
예시화합물 BA1				0.10
예시화합물 BB1				0.27
예시화합물 BC1				0.15
비교화합물 1-a				0.67
비교화합물 1-b				0.43
비교화합물 2-a				0.57

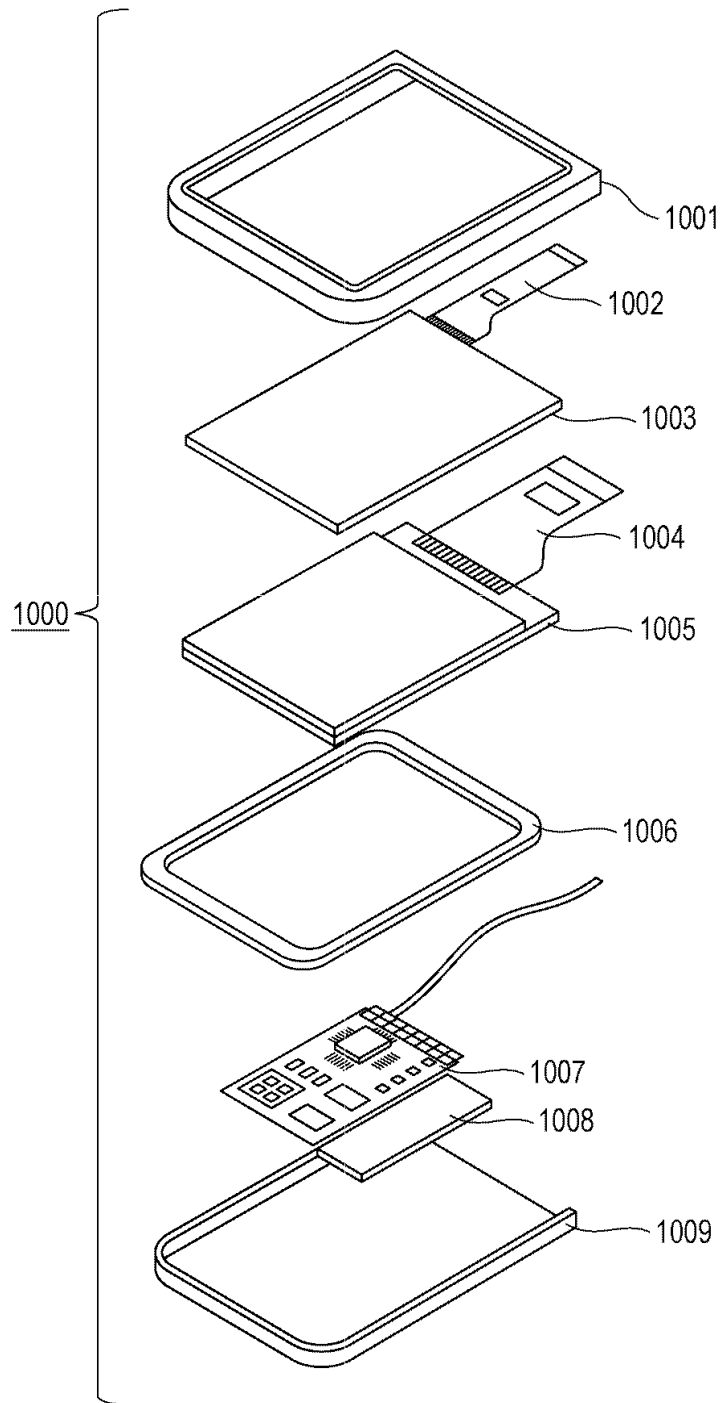
도면2

화합물	구조	분자평면에 수직방향	분자평면 방향	분자 에스펙트비
예시화합물 AA1				1.7
예시화합물 AB1				2.7
예시화합물 BC1				2.4
비교화합물 1-a				7.2
비교화합물 1-b				6.2

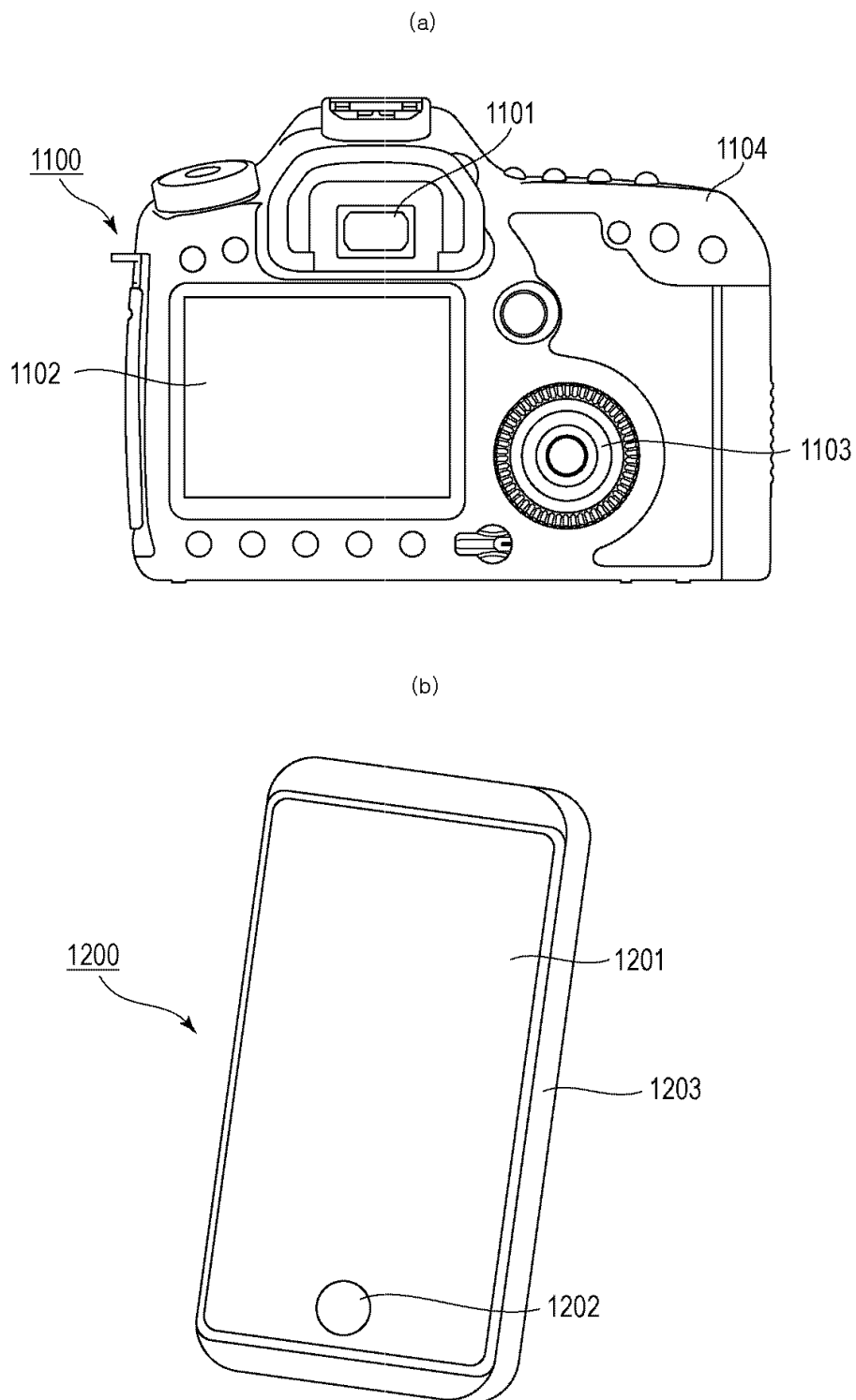
도면3



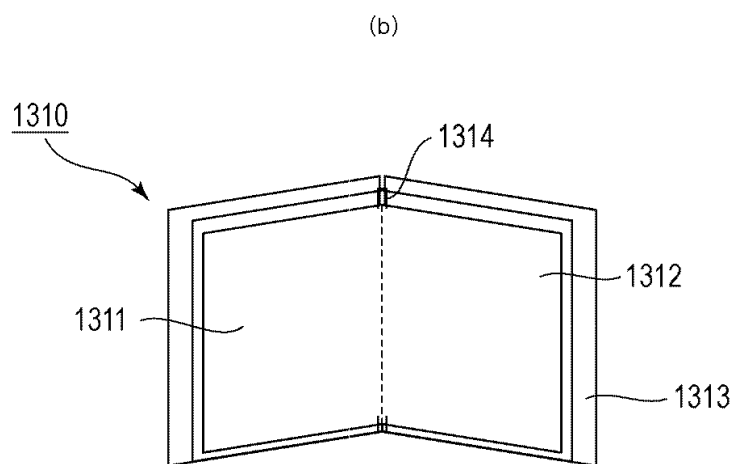
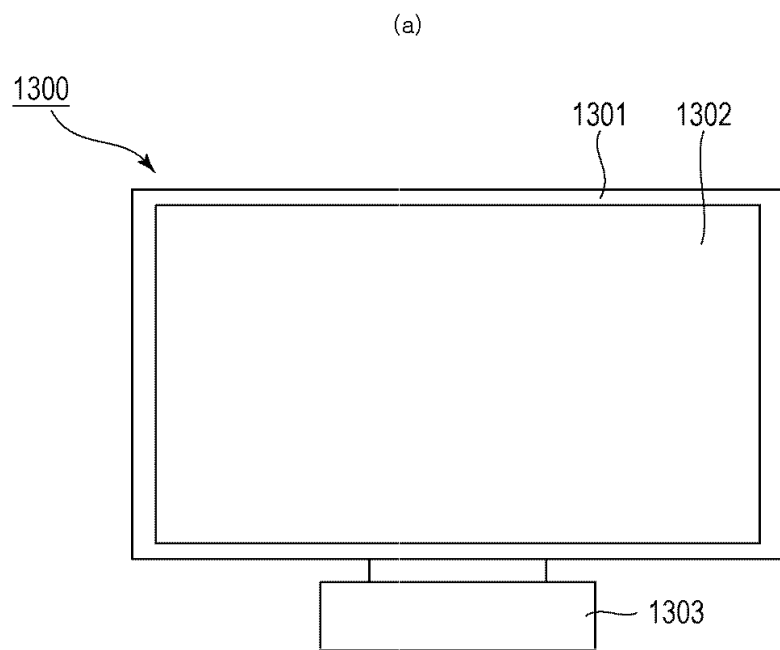
도면4



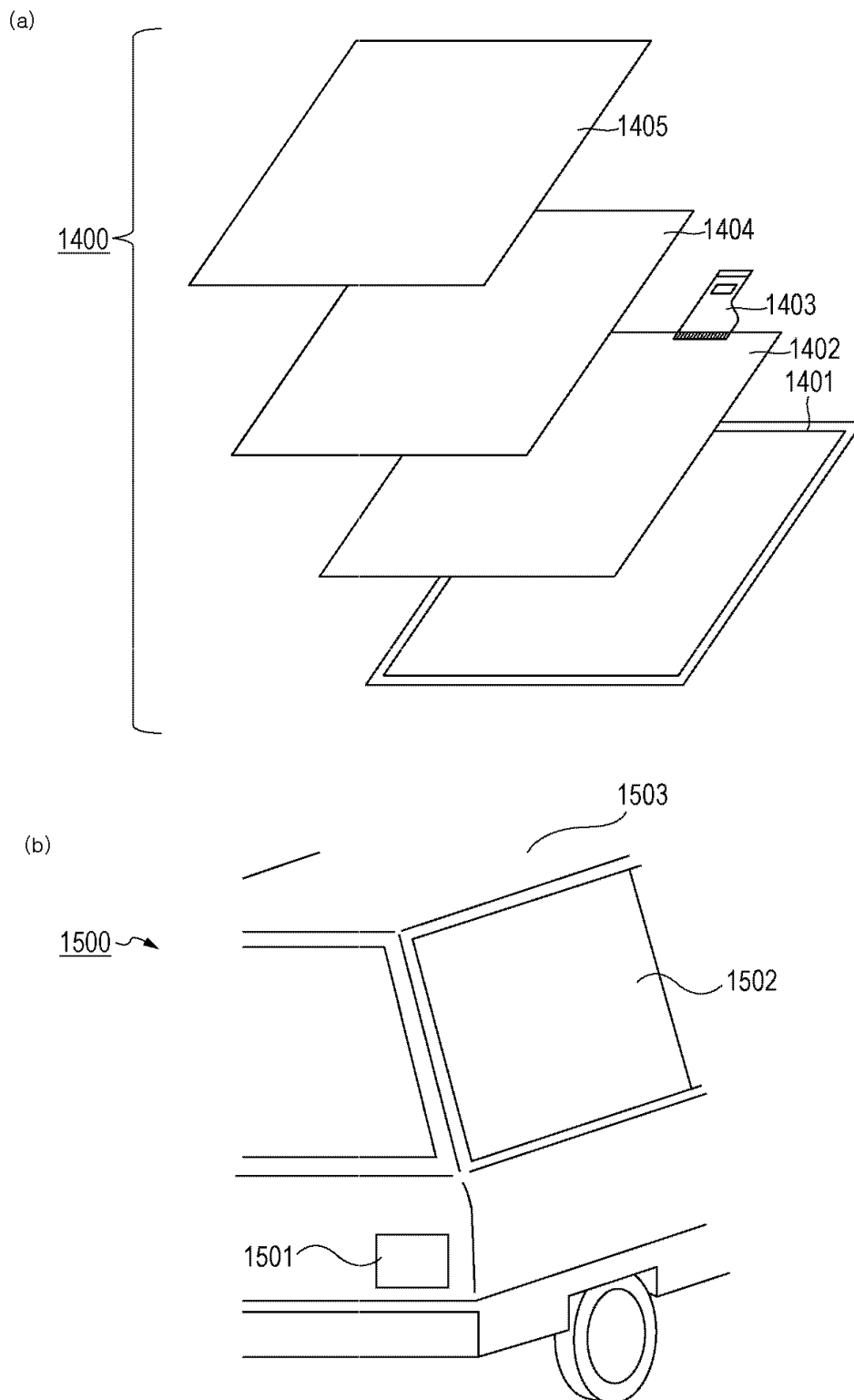
도면5



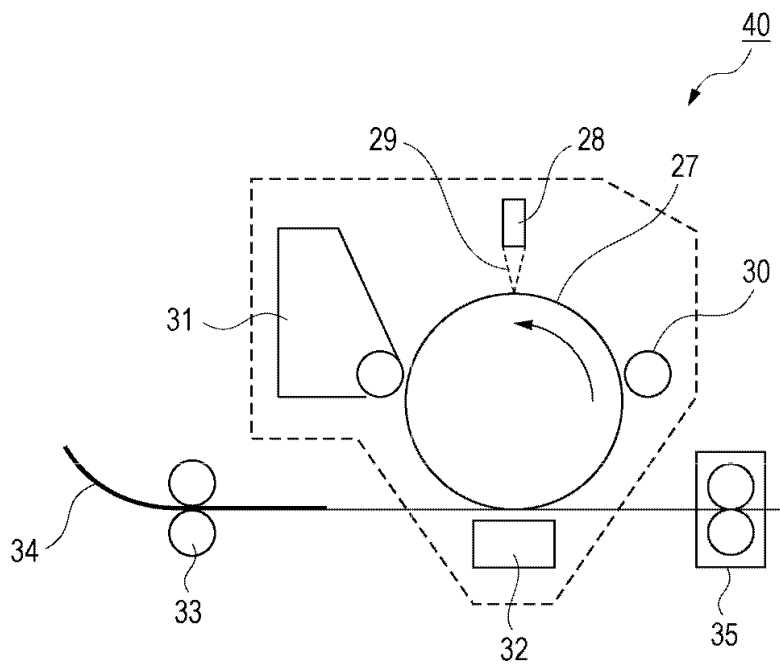
도면6



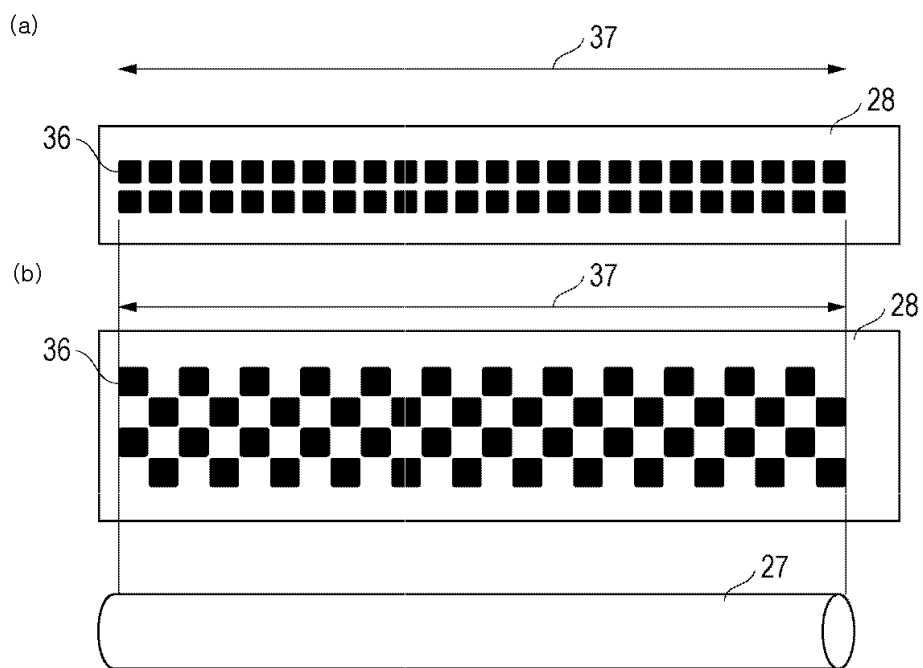
도면7



도면8



도면9



도면10

