(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0007908
(43) 공개일자 2021년01월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C07D 209/82 (2006.01) *H01L 51/00* (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C07D 209/82 (2013.01)
H01L 51/0061 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0085353
(22) 출원일자 2020년07월10일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2019-129980 2019년07월12일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
다다 안나
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
가와카미 사치코
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김진희, 김태홍

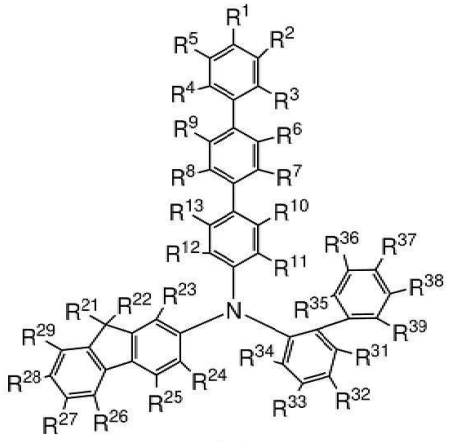
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **유기 화합물, 발광 디바이스, 수광 디바이스, 발광 장치, 발광 모듈, 전자 기기, 및 조명 장치**

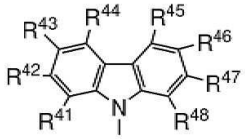
(57) 요 약

내열성이 높은 유기 화합물을 제공한다. 발광 효율 및 신뢰성이 높은 발광 디바이스를 제공한다.

일반식(G0)으로 나타내어지는 유기 화합물. 일반식(G0)에서, R^{1} 내지 R^{13}, R^{21} 내지 R^{29}, R^{31} 내지 R^{39}, 및 R^{41} 내지 R^{48}은, R^{1} 내지 R^{5} 중 어느 하나가 일반식(A)을 나타내고, 나머지는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 사이클로알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타내고, R^{21}과 R^{22}는 서로 결합하여 스파이로 고리를 형성하여도 좋다.



(G0)



(A)

(52) CPC특허분류
H01L 51/0072 (2013.01)
H01L 51/5012 (2013.01)
H01L 51/5056 (2013.01)
(72) 발명자
오쿠야마 다쿠무
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
스즈키 츠네노리
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
세오 사토시
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이

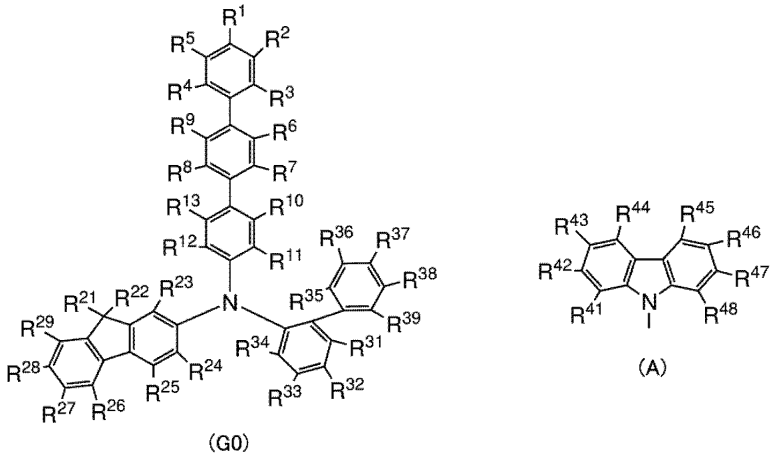
명 세 서

청구범위

청구항 1

식(G0)으로 나타내어지는 유기 화합물:

[화학식 1]



(G0)

(A)

식(G0)에서,

R^1 내지 R^5 중 어느 하나는 식(A)을 나타내고,

R^1 내지 R^5의 나머지는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기 중 어느 하나를 나타내고,

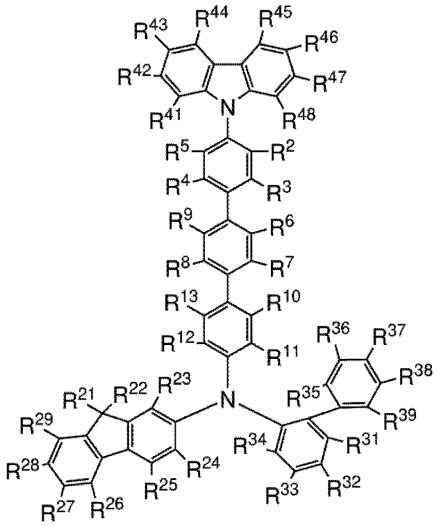
R^6 내지 R^{13}, R^{21} 내지 R^{29}, R^{31} 내지 R^{39}, 및 R^{41} 내지 R^{48}은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 유기 화합물은 식(G1)으로 나타내어지는, 유기 화합물:

[화학식 2]



(G1)

식(G1)에서,

R^2 내지 R^5는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

R^{35} 내지 R^{39} 중 하나는 치환 또는 비치환된 페닐기 및 치환 또는 비치환된 나프틸기 중 어느 하나를 나타내는, 유기 화합물.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

R^{21}과 R^{22}는 동일한 기를 나타내고,

R^{21} 및 R^{22}는 탄소수 1 내지 6의 알킬기 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 하나를 나타내는, 유기 화합물.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

R^{21} 및 R^{22}는 각각 메틸기를 나타내는, 유기 화합물.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

R^{21} 및 R^{22}는 각각 비치환된 페닐기를 나타내는, 유기 화합물.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

R^{21}과 R^{22}는 서로 결합하여 스파이로 고리를 형성하는, 유기 화합물.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

R^{21} 및 R^{22}는 각각 치환 또는 비치환된 페닐기를 나타내고,

R^{21}과 R^{22}는 서로 결합하여 스파이로바이플루오렌 고리를 형성하는, 유기 화합물.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

R^{41} 내지 R^{48}은 각각 독립적으로 수소, 메틸기, tert-뷰틸기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 하나를 나타내는, 유기 화합물.

청구항 10

발광 디바이스로서,

제 1 항에 따른 유기 화합물을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 11

발광 디바이스로서,

한 쌍의 전극; 및

제 1 항에 따른 유기 화합물을 포함하는, 상기 한 쌍의 전극 사이의 층

을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 12

발광 디바이스로서,

제 1 전극;

상기 제 1 전극 위의 정공 수송층;

상기 정공 수송층 위의 발광층; 및

상기 발광층 위의 제 2 전극

을 포함하고,

상기 발광층 및 상기 정공 수송층 중 적어도 하나는 제 1 항에 따른 유기 화합물을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 13

발광 장치로서,

제 10 항에 따른 발광 디바이스; 및

트랜지스터 및 기판 중 적어도 하나

를 포함하는, 발광 장치.

청구항 14

발광 모듈로서,

제 13 항에 따른 발광 장치; 및

커넥터 및 IC 중 적어도 하나

를 포함하는, 발광 모듈.

청구항 15

전자 기기로서,

제 13 항에 따른 발광 장치; 및

안테나, 배터리, 하우징, 카메라, 스피커, 마이크로폰, 및 조작 버튼 중 적어도 하나

를 포함하는, 전자 기기.

청구항 16

조명 장치로서,

제 10 항에 따른 발광 디바이스; 및

하우징, 커버, 및 지지대 중 적어도 하나

를 포함하는, 조명 장치.

청구항 17

수광 디바이스로서,

한 쌍의 전극; 및

제 1 항에 따른 유기 화합물을 포함하는, 상기 한 쌍의 전극 사이의 층

을 포함하는, 수광 디바이스.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 일 형태는 유기 화합물, 발광 디바이스, 발광 장치, 발광 모듈, 전자 기기, 및 조명 장치에 관한 것이다.

[0002] 또한 본 발명의 일 형태는 상술한 기술분야에 한정되지 않는다. 본 발명의 일 형태의 기술분야로서는, 반도체 장치, 표시 장치, 발광 장치, 축전 장치, 기억 장치, 전자 기기, 조명 장치, 입력 장치(예를 들어, 터치 센서 등), 입출력 장치(예를 들어 터치 패널 등), 이들의 구동 방법, 또는 이들의 제조 방법을 일례로서 들 수 있다.

배 경 기 술

[0003] 유기 일렉트로루미네선스(EL: Electro Luminescence) 현상을 이용한 발광 디바이스(유기 EL 디바이스, 유기 EL 소자라고도 함)의 연구 개발이 활발히 행해지고 있다. 유기 EL 디바이스의 기본적인 구성은 한 쌍의 전극 사이에 발광성 유기 화합물을 포함한 층(이후, 발광층이라고도 기재함)을 끼운 것이다. 이 유기 EL 디바이스에 전압을 인가함으로써, 발광성 유기 화합물로부터의 발광을 얻을 수 있다.

[0004] 유기 EL 디바이스는 박형 경량화가 용이하고, 입력 신호에 대한 고속 응답이 가능하고, 직류 저전압 전원을 사용한 구동이 가능하다는 등의 특징을 가지므로 표시 장치에 적합하다.

[0005] 또한 유기 EL 디바이스는 막 형상으로 형성할 수 있기 때문에 면상(面狀)으로 발광을 얻을 수 있다. 따라서, 대면적의 발광 디바이스를 용이하게 형성할 수 있다. 이것은, LED(발광 다이오드)로 대표되는 점 광원 및 형광등으로 대표되는 선 광원에서는 얻기 어려운 특색이기 때문에 유기 EL 디바이스는 조명 장치 등에 응용할 수 있는 면 광원으로서의 이용 가치도 높다.

[0006] 특허문헌 1에는 발광 디바이스에 사용할 수 있는 재료로서 정공 수송성이 높은 방향족 아민 화합물이 개시(開示)되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 특개2009-298779호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 일 형태는 신규 유기 화합물을 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또는 본 발명의 일 형태는 내열성이 높은 유기 화합물을 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또는 본 발명의 일 형태는 승화성이 높은 유기 화합물을 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또는 본 발명의 일 형태는 발광 디바이스에 사용할 수 있는 신규 유기 화합물을 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또는 본 발명의 일 형태는 발광 디바이스에서 정공 수송성 재료로서 사용할 수 있는 신규 유기 화합물을 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또는 본 발명의 일 형태는 발광 디바이스에서 발광 물질을 분산시키는 호스트 재료로서 사용할 수 있는 신규 유기 화합물을 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다.

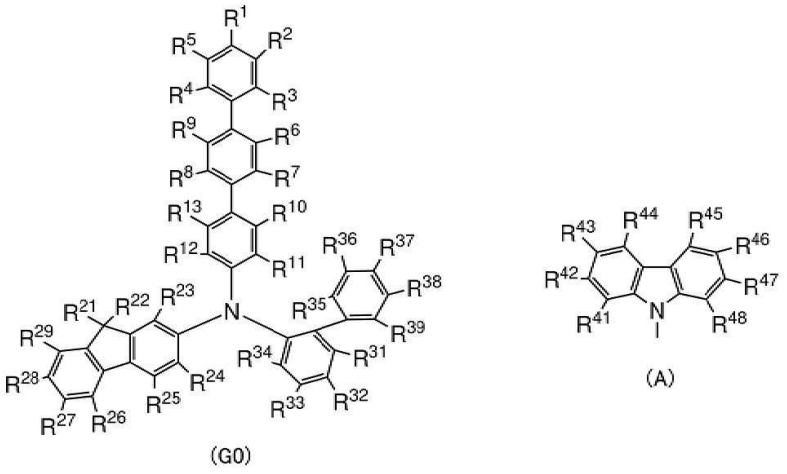
[0009] 또는 본 발명의 일 형태는 발광 효율이 높은 발광 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또는 본 발명의 일 형태는 구동 전압이 낮은 발광 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또는 본 발명의 일 형태는 수명이 긴 발광 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또는 본 발명의 일 형태는 내열성이 높은 발광 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다.

[0010] 또한 이들 과제의 기재는 다른 과제의 존재를 방해하는 것은 아니다. 본 발명의 일 형태는 반드시 이들 과제 모두를 해결할 필요는 없는 것으로 한다. 명세서, 도면, 청구범위의 기재로부터 이들 외의 과제를 추출할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 형태는 일반식(G0)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

[0012] [화학식 1]

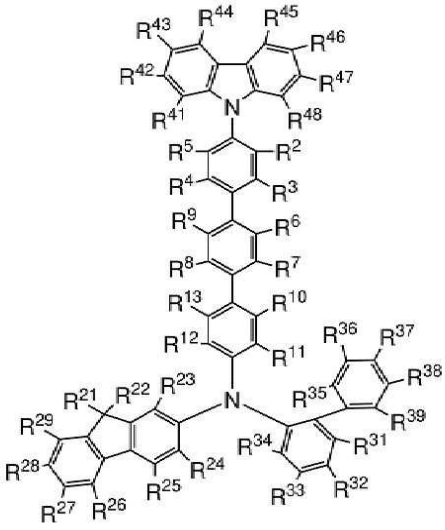


[0013]

[0014] 일반식(G0)에서, R^{1} 내지 R^{5}는 이들 중 하나가 일반식(A)을 나타내고, 나머지는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 사이클로알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타내고, R^{6} 내지 R^{13}, R^{21} 내지 R^{29}, R^{31} 내지 R^{39}, 및 R^{41} 내지 R^{48}은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 사이클로알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다. R^{21}과 R^{22}는 서로 결합하여 스파이로 고리를 형성하여도 좋다.

[0015] 본 발명의 일 형태는 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

[0016] [화학식 2]



(G1)

[0017]

[0018] 일반식(G1)에서, R^{2} 내지 R^{13}, R^{21} 내지 R^{29}, R^{31} 내지 R^{39}, 및 R^{41} 내지 R^{48}은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 사이클로알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다. R^{21}과 R^{22}는 서로 결합하여 스파이로 고리를 형성하여도 좋다.

[0019] 일반식(G0) 및 일반식(G1)에서, R^{35} 내지 R^{39} 중 어느 하나는 치환 또는 비치환된 페닐기 혹은 치환 또는 비치환된 나프틸기를 나타내는 것이 바람직하다.

[0020] 일반식(G0) 및 일반식(G1)에서, R^{21}과 R^{22}는 동일하고, 또한 탄소수 1 내지 6의 알킬기 혹은 치환 또는 비치환된 페닐기를 나타내는 것이 바람직하다.

[0021] 일반식(G0) 및 일반식(G1)에서, R^{21} 및 R^{22}는 모두 메틸기를 나타내는 것이 바람직하다. 또는 R^{21} 및 R^{22}는 모두 비치환된 페닐기를 나타내는 것이 바람직하다. 또는 R^{21}과 R^{22}는 서로 결합하여 스파이로 고리를 형성하는 것이 바람직하다. 예를 들어 R^{21} 및 R^{22}는 모두 치환 또는 비치환된 페닐기이고, 페닐기들이 서로 결합하여 스파이로 바이플루오렌 고리를 형성하는 것이 바람직하다.

[0022] 일반식(G0) 및 일반식(G1)에서, R^{41} 내지 R^{48}은 각각 독립적으로 수소, 메틸기, tert-뷰틸기, 혹은 치환 또는 비치환된 페닐기를 나타내는 것이 바람직하다.

[0023] 본 발명의 일 형태는 상술한 어느 구성의 유기 화합물을 가지는 발광 디바이스, 수광 디바이스, 또는 수광 및 발광 디바이스이다.

[0024] 본 발명의 일 형태는 한 쌍의 전극 사이에 유기 화합물을 포함한 층을 가지고, 유기 화합물을 포함한 층은 상술한 어느 구성을 가지는 유기 화합물을 포함하는 발광 디바이스, 수광 디바이스, 또는 수광 및 발광 디바이스이다.

[0025] 본 발명의 일 형태는 한 쌍의 전극 사이에 유기 화합물을 포함한 층을 가지고, 유기 화합물을 포함한 층은 발광층 및 정공 수송층을 가지고, 발광층 및 정공 수송층 중 적어도 하나는 상술한 어느 구성을 가지는 유기 화합물을 포함하는 발광 디바이스이다.

[0026] 본 발명의 일 형태는 상술한 어느 구성을 가지는 발광 디바이스와, 트랜지스터 및 기판 중 한쪽 또는 양쪽을 포함하는 발광 장치이다.

[0027] 본 발명의 일 형태는 상기 발광 장치를 가지고, 플렉시블 프린트 회로 기판(Flexible Printed Circuit, 이후 FPC라고 기재함) 또는 TCP(Tape Carrier Package) 등의 커넥터가 장착된 발광 모듈, 또는 COG(Chip On Glass) 방식 또는 COF(Chip On Film) 방식 등에 의하여 집적 회로(IC)가 실장된 발광 모듈 등의 발광 모듈이다. 또한

본 발명의 일 형태의 발광 모듈은 커넥터 및 IC 중 한쪽만을 가져도 좋고 양쪽을 가져도 좋다.

[0028] 본 발명의 일 형태는 상기 구성 중 어느 것을 가지는 발광 모듈과, 안테나, 배터리, 하우징, 카메라, 스피커, 마이크로폰, 및 조작 버튼 중 적어도 하나를 가지는 전자 기기이다.

[0029] 본 발명의 일 형태는 상기 발광 디바이스와, 하우징, 커버, 및 지지대 중 적어도 하나를 가지는 조명 장치이다.

발명의 효과

[0030] 본 발명의 일 형태에 의하여 신규 유기 화합물을 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 의하여 내열성이 높은 유기 화합물을 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 의하여 승화성이 높은 유기 화합물을 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 의하여 발광 디바이스에 사용할 수 있는 신규 유기 화합물을 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 의하여 발광 디바이스에서 정공 수송성 재료로서 사용할 수 있는 신규 유기 화합물을 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 의하여 발광 디바이스에서 발광 물질을 분산시키는 호스트 재료로서 사용할 수 있는 신규 유기 화합물을 제공할 수 있다.

[0031] 본 발명의 일 형태는 발광 효율이 높은 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 의하여 구동 전압이 낮은 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 의하여 수명이 긴 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 의하여 내열성이 높은 발광 디바이스를 제공할 수 있다.

[0032] 또한 이들 효과의 기재는 다른 효과의 존재를 방해하는 것은 아니다. 본 발명의 일 형태는 이들 효과 모두를 반드시 가질 필요는 없다. 명세서, 도면, 청구범위의 기재로부터 이들 외의 효과를 추출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1의 (A) 내지 (D)는 발광 디바이스의 일례를 나타낸 단면도이다.

도 2의 (A)는 발광 장치의 일례를 나타낸 상면도이고, 도 2의 (B) 및 (C)는 발광 장치의 일례를 나타낸 단면도이다.

도 3의 (A) 및 (C)는 발광 장치의 일례를 나타낸 단면도이고, 도 3의 (B)는 발광 디바이스의 일례를 나타낸 단면도이다.

도 4의 (A) 및 (B)는 발광 장치의 일례를 나타낸 단면도이다.

도 5의 (A)는 발광 장치의 일례를 나타낸 상면도이고, 도 5의 (B)는 발광 장치의 일례를 나타낸 단면도이고, 도 5의 (C) 및 (D)는 트랜지스터의 일례를 나타낸 단면도이다.

도 6의 (A) 내지 (D)는 전자 기기의 일례를 나타낸 도면이다.

도 7의 (A) 내지 (F)는 전자 기기의 일례를 나타낸 도면이다.

도 8의 (A) 내지 (C)는 전자 기기의 일례를 나타낸 도면이다.

도 9의 (A) 내지 (E)는 전자 기기의 일례를 나타낸 도면이다.

도 10의 (A) 및 (B)는 구조식(100)으로 나타내어지는 유기 화합물의 자외·가시 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼이다.

도 11은 실시예의 발광 디바이스를 나타낸 단면도이다.

도 12는 실시예 2의 발광 디바이스의 휘도-전류 효율 특성을 나타낸 도면이다.

도 13은 실시예 2의 발광 디바이스의 전압-휘도 특성을 나타낸 도면이다.

도 14는 실시예 2의 발광 디바이스의 전압-전류 특성을 나타낸 도면이다.

도 15는 실시예 2의 발광 디바이스의 휘도-외부 양자 효율 특성을 나타낸 도면이다.

도 16은 실시예 2의 발광 디바이스의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면이다.

도 17의 (A) 및 (B)는 실시예 2의 발광 디바이스의 신뢰성 시험의 결과를 나타낸 도면이다.

도 18은 실시예 3의 발광 디바이스의 휘도-전류 효율 특성을 나타낸 도면이다.

도 19는 실시예 3의 발광 디바이스의 전압-휘도 특성을 나타낸 도면이다.

도 20은 실시예 3의 발광 디바이스의 전압-전류 특성을 나타낸 도면이다.

도 21은 실시예 3의 발광 디바이스의 휘도-외부 양자 효율 특성을 나타낸 도면이다.

도 22는 실시예 3의 발광 디바이스의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면이다.

도 23의 (A) 및 (B)는 실시예 3의 발광 디바이스의 신뢰성 시험의 결과를 나타낸 도면이다.

도 24는 실시예 4의 발광 디바이스의 휘도-전류 효율 특성을 나타낸 도면이다.

도 25는 실시예 4의 발광 디바이스의 전압-휘도 특성을 나타낸 도면이다.

도 26은 실시예 4의 발광 디바이스의 전압-전류 특성을 나타낸 도면이다.

도 27은 실시예 4의 발광 디바이스의 휘도-외부 양자 효율 특성을 나타낸 도면이다.

도 28은 실시예 4의 발광 디바이스의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면이다.

도 29의 (A) 및 (B)는 실시예 4의 발광 디바이스의 신뢰성 시험의 결과를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 실시형태에 대하여 도면을 참조하여 자세히 설명한다. 다만, 본 발명은 아래의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 벗어남이 없이 그 형태 및 자세한 사항을 다양하게 변경할 수 있다는 것은 통상의 기술자라면 용이하게 이해할 수 있다. 따라서 본 발명은 이하의 실시형태의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다.

[0035] 또한 아래에서 설명하는 발명의 구성에서, 동일한 부분 또는 같은 기능을 가지는 부분에는 동일한 부호를 다른 도면 간에서 공통적으로 사용하고, 그 반복 설명은 생략한다. 또한 같은 기능을 가지는 부분을 가리키는 경우에는, 같은 해치 패턴으로 하고, 특별히 부호를 붙이지 않는 경우가 있다.

[0036] 또한 도면에 나타낸 각 구성의 위치, 크기, 범위 등은 이해를 쉽게 하기 위하여 실제의 위치, 크기, 범위 등을 나타내지 않는 경우가 있다. 그러므로 개시된 발명은 반드시 도면에 개시된 위치, 크기, 범위 등에 한정되지 않는다.

[0037] 또한 "막"이라는 용어와 "층"이라는 용어는 경우 또는 상황에 따라 서로 바뀔 수 있다. 예를 들어 "도전층"이라는 용어를 "도전막"이라는 용어로 바꿀 수 있다. 또는 예를 들어 "절연막"이라는 용어를 "절연층"이라는 용어로 바꿀 수 있다.

[0038] (실시형태 1)

[0039] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 유기 화합물에 대하여 설명한다.

[0040] [본 발명의 일 형태의 유기 화합물의 구조]

[0041] 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 3급 아민이고, 아민의 질소에는 바이페닐 골격의 오쏘 위치와, 플루오렌 골격과, 터페닐렌 골격이 결합되고, 상기 터페닐렌 골격의 아민의 질소로부터 가장 먼 페닐렌기에는 카바졸 골격이 결합된다.

[0042] 자동차용 등 고온 환경하에서 사용되는 발광 디바이스에는 높은 내열성이 요구된다. 또한 유리 프릿을 사용한 밀봉 공정 등 제품의 제작 공정 중에 고온이 가해지는 경우에도 발광 디바이스에는 높은 내열성이 요구된다. 따라서, 발광 디바이스에 사용되는 재료에는 유리 전이 온도(Tg)가 100℃ 이상, 나아가서는 120℃ 이상인 것이 요구되는 경우가 있다. 본 발명의 일 형태에서는 유기 화합물의 Tg를 100℃ 이상, 나아가서는 120℃ 이상으로 할 수 있으므로 높은 내열성이 요구되는 발광 디바이스에 적합한 재료를 제공할 수 있다. 한편, 발광 디바이스의 제작은 진공 증착에 의하여 수행되는 경우가 많다. 이 경우, 발광 디바이스에 사용되는 재료는 높은 내열성과 높은 승화성의 양쪽 모두를 가질 필요가 있고, 승화 온도는 500℃ 이하인 것이 바람직하고, 더 바람직하게는 400℃ 이하이다. 본 발명의 일 형태에서는 높은 내열성뿐만 아니라 높은 승화성도 가지는 재료를 제공할 수 있기 때문에 디바이스 제작의 관점에서 높은 생산성을 가지는 재료를 제공할 수 있다.

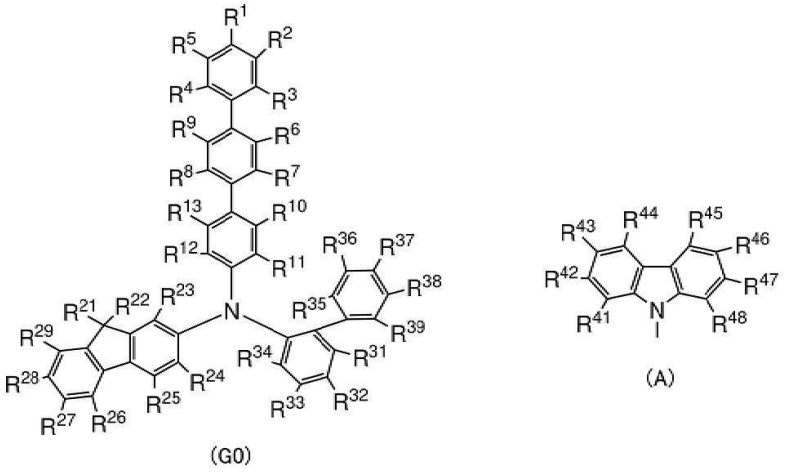
[0043] 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 정공 수송성 및 전자 블로킹성이 높다. 본 발명의 일 형태의 유기 화합물

은 발광 디바이스에서 정공 수송성 재료로서 사용할 수 있다. 또한 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 발광 디바이스에서 발광 물질을 분산시키는 호스트 재료로서 사용할 수 있다. 본 발명의 일 형태의 유기 화합물을 사용함으로써 발광 디바이스의 발광 효율 및 신뢰성을 높일 수 있다.

[0044] 또한 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 유기 포토다이오드 등의 수광 디바이스나, 발광 및 수광의 양쪽의 기능을 가지는 수광 및 발광 디바이스에서도 캐리어 수송성 재료(정공 수송성 재료)로서 사용할 수 있다.

[0045] 구체적으로는 본 발명의 일 형태는 일반식(G0)으로 나타내어지는 유기 화합물이다. 또한 이후의 일반식으로 나타내어지는 구조의 유기 화합물뿐만 아니라 상기 구조의 발광 디바이스용 재료 및 수광 디바이스용 재료도 각각 본 발명의 일 형태이다.

[0046] [화학식 3]

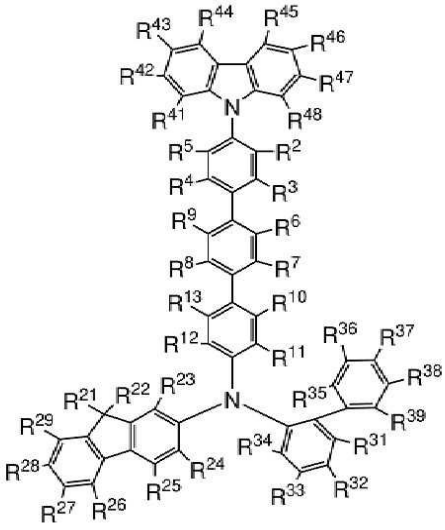


[0047]

[0048] 일반식(G0)에서, R^{1} 내지 R^{5}는 이들 중 하나가 일반식(A)을 나타내고, 나머지는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 사이클로알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타내고, R^{6} 내지 R^{13}, R^{21} 내지 R^{29}, R^{31} 내지 R^{39}, 및 R^{41} 내지 R^{48}은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 사이클로알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타내고, R^{21}과 R^{22}는 서로 결합하여 스파이로 고리를 형성하여도 좋다.

[0049] 일반식(G0)으로 나타내어지는 유기 화합물 중 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물이 더 바람직하다. 터페닐렌 골격의 파라 위치에 카바졸릴기가 결합되는 분자 구조로 함으로써 터페닐렌 골격의 오쏘 위치 또는 메타 위치에 카바졸릴기가 결합되는 분자 구조와 비교하여 유기 화합물의 내열성을 높일 수 있다.

[0050] [화학식 4]



(G1)

[0051]

[0052] 일반식(G1)에서, R^{2} 내지 R^{13}, R^{21} 내지 R^{29}, R^{31} 내지 R^{39}, 및 R^{41} 내지 R^{48}은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 사이클로알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타내고, R^{21}과 R^{22}는 서로 결합하여 스파이로 고리를 형성하여도 좋다.

[0053] R^{35} 내지 R^{39} 중 어느 하나가 치환 또는 비치환된 페닐기 혹은 치환 또는 비치환된 나프틸기를 나타내는 것이 바람직하다. 이에 의하여, 유기 화합물의 내열성을 높일 수 있다.

[0054] 플루오렌일기의 9위치가 수소인 경우, 상기 수소의 산성도가 높아져 발광 디바이스의 신뢰성이 저하될 우려가 있기 때문에 플루오렌일기의 9위치인 R^{21}과 R^{22}는 수소가 아니라 치환기를 나타내는 것이 바람직하다. 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물의 내열성과 승화성을 고려하면, R^{21}과 R^{22}는 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 혹은 치환 또는 비치환된 페닐기를 나타내는 것이 바람직하다. 또는 R^{21}과 R^{22}는 동일하고, 또한 탄소수 1 내지 6의 알킬기 혹은 치환 또는 비치환된 페닐기를 나타내는 것이 바람직하다.

[0055] 또한 합성 비용의 관점에서 R^{21}과 R^{22}는 동일한 것이 바람직하다.

[0056] R^{21} 및 R^{22}는 모두 메틸기를 나타내는 것이 바람직하다. 이에 의하여, 유기 화합물의 승화성을 높일 수 있다. 또는 R^{21} 및 R^{22}는 모두 무치환된 페닐기를 나타내는 것이 바람직하다. 이에 의하여, 유기 화합물의 내열성을 높일 수 있다.

[0057] 또는 R^{21} 및 R^{22}는 높은 내열성 또는 높은 신뢰성을 가지기 때문에 서로 결합하여 스파이로 고리를 형성하는 것이 바람직하다. 예를 들어 R^{21} 및 R^{22}는 모두 치환 또는 비치환된 페닐기이고, 페닐기들이 서로 결합하여 스파이로 바이플루오렌 고리를 형성하는 것이 바람직하다.

[0058] R^{41} 내지 R^{48}은 높은 승화성 또는 높은 신뢰성을 가지기 때문에 각각 독립적으로 수소, 메틸기, tert-뷰틸기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기를 나타내는 것이 바람직하다.

[0059] 일반식(G0) 및 일반식(G1)에서의 탄소수 1 내지 6의 알킬기로서는, 메틸기, 에틸기, 프로필기, 아이소프로필기, 뷰틸기, sec-뷰틸기, 아이소뷰틸기, tert-뷰틸기, 펜틸기, 아이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, 네오펜틸기, 헥실기, 아이소헥실기, 3-메틸펜틸기, 2-메틸펜틸기, 2-에틸뷰틸기, 1,2-다이메틸뷰틸기, 2,3-다이메틸뷰틸기, n-헵틸기 등을 들 수 있다.

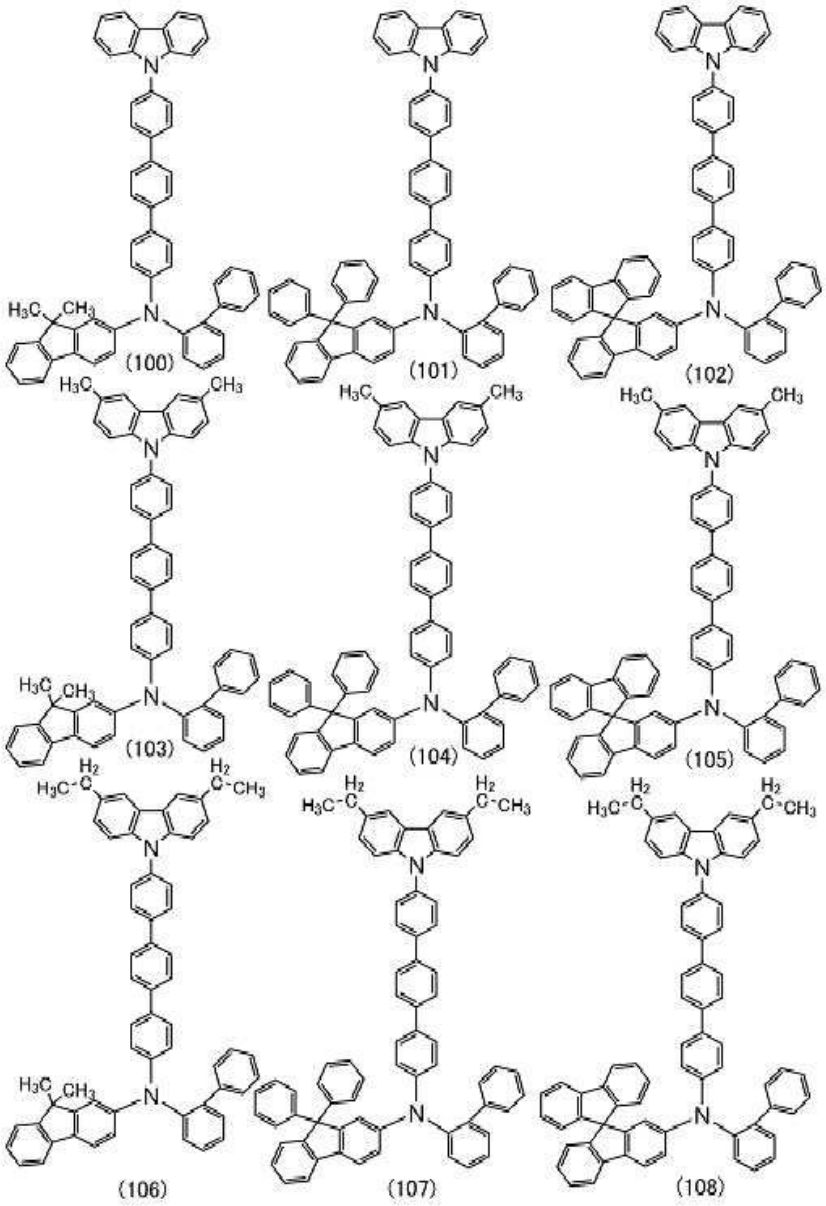
[0060] 일반식(G0) 및 일반식(G1)에서의 탄소수 3 내지 6의 사이클로알킬기로서는, 사이클로프로필기, 사이클로뷰틸기, 사이클로펜틸기, 사이클로헥실기 등을 들 수 있다.

[0061] 일반식(G0) 및 일반식(G1)에서의 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기로서는, 페닐기, o-톨릴기, m-톨릴기, p-톨릴기, 메시틸기, o-바이페닐기, m-바이페닐기, p-바이페닐기, 1-나프틸기, 2-나프틸기, 9H-플루오렌일기, 9,9-다이메틸-9H-플루오렌일기, 9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-일기 등을 들 수 있다.

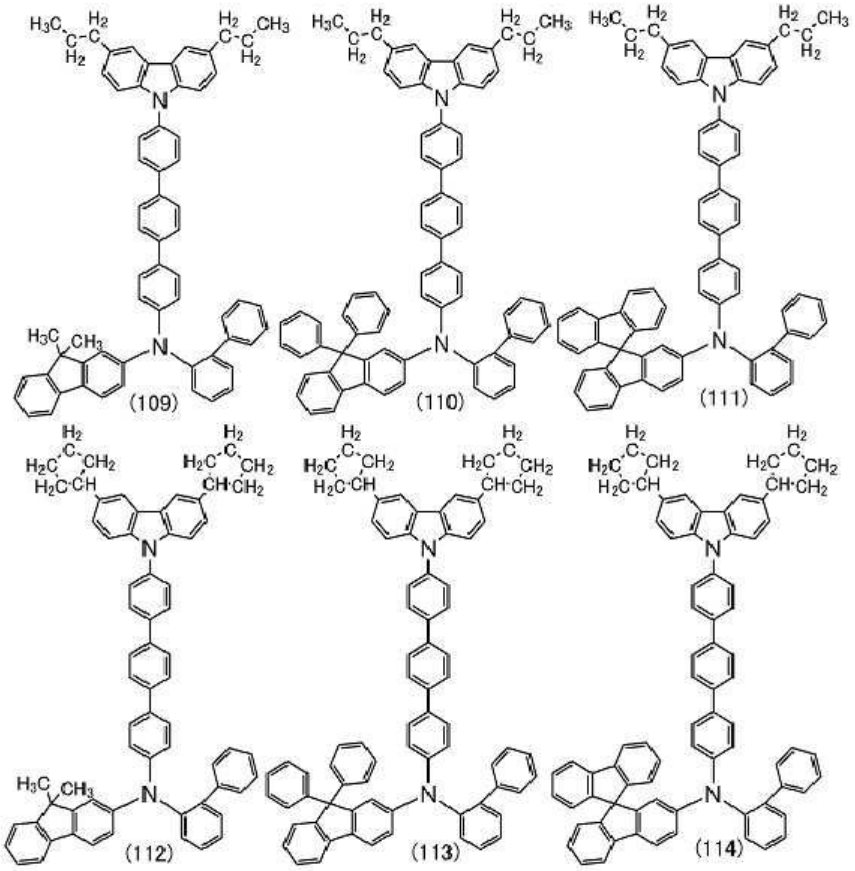
[0062] 일반식(G0) 및 일반식(G1)의 "치환 또는 비치환된 X"(X는 각종 고리, 골격, 기 등)에서, X가 치환기를 가지는 경우, 상기 치환기로서는, 메틸기, 에틸기, 프로필기, 아이소프로필기, 뷰틸기, 아이소뷰틸기, sec-뷰틸기, tert-뷰틸기, 펜틸기, 헥실기 등의 탄소수 1 내지 6의 알킬기와, 사이클로프로필기, 사이클로뷰틸기, 사이클로펜틸기, 사이클로헥실기 등의 탄소수 3 내지 6의 사이클로알킬기와, 페닐기, 나프틸기, 바이페닐기 등의 탄소수 6 내지 13의 아릴기 등을 들 수 있다.

[0063] 본 발명의 일 형태의 유기 화합물의 구체적인 예로서는, 구조식(100) 내지 구조식(246)으로 나타내어지는 유기 화합물을 들 수 있다. 다만 본 발명은 이들에 한정되지 않는다.

[0064] [화학식 5]

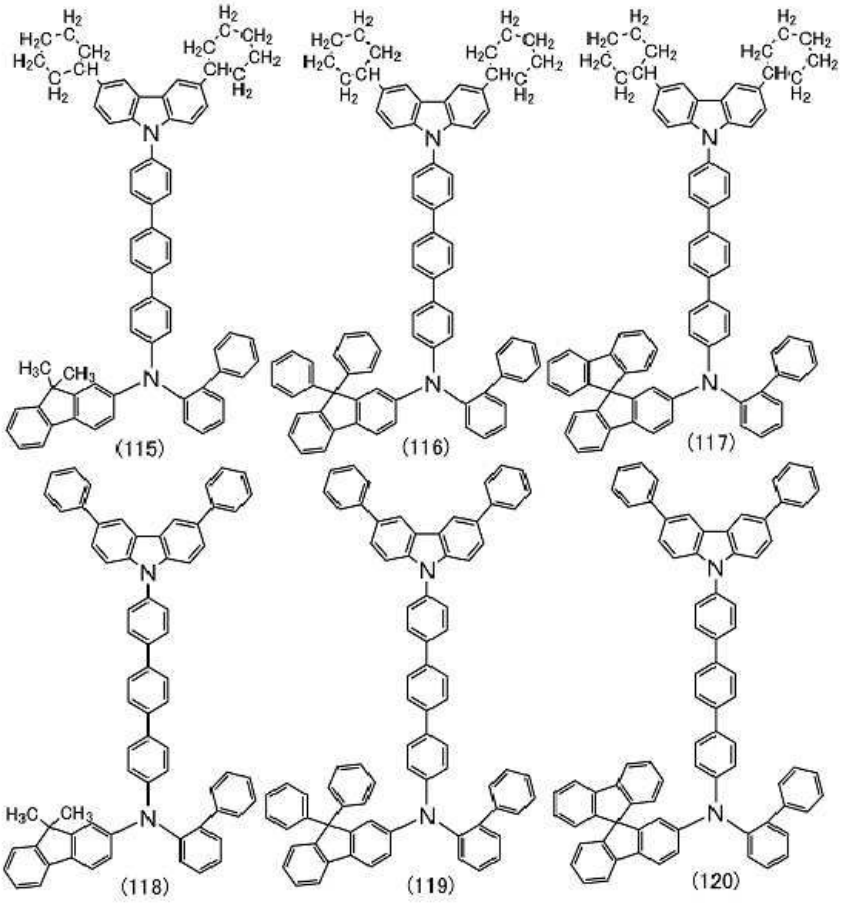
[0065] 

[0066] [화학식 6]



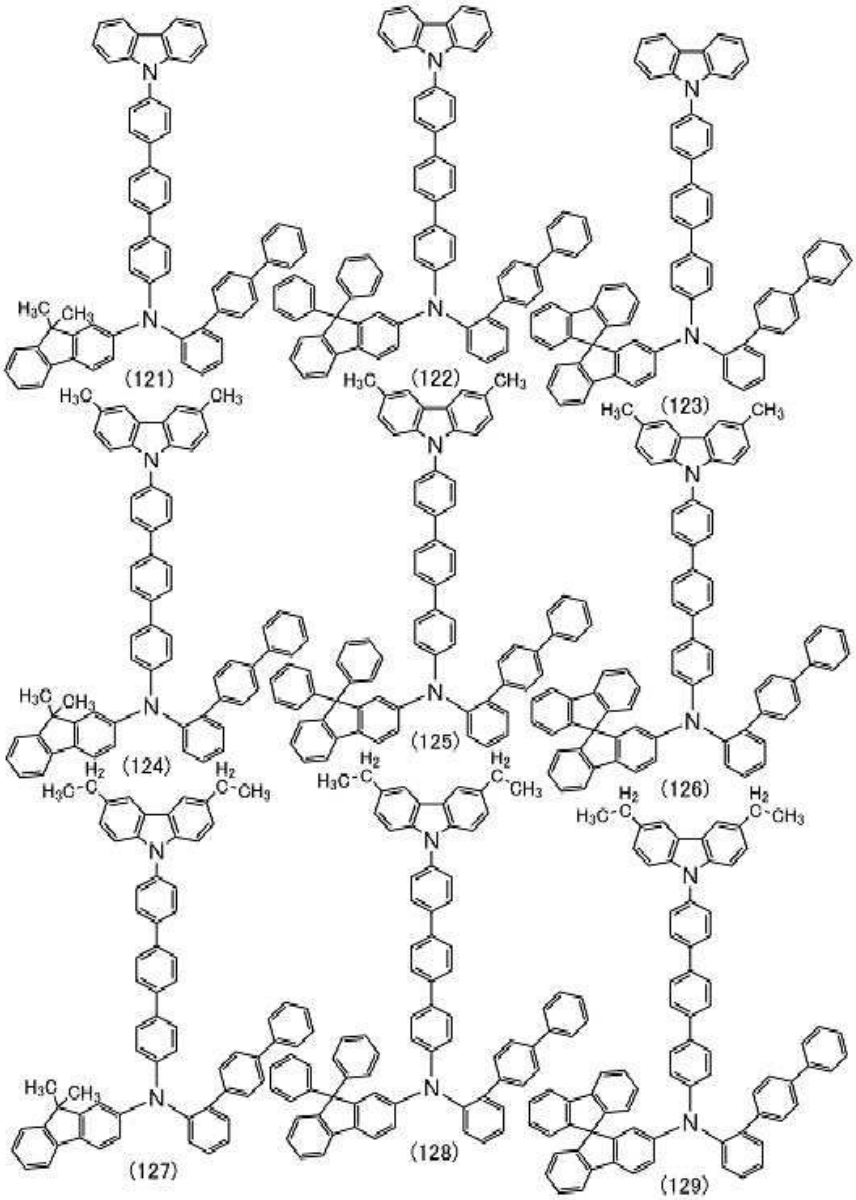
[0067]

[0068] [화학식 7]



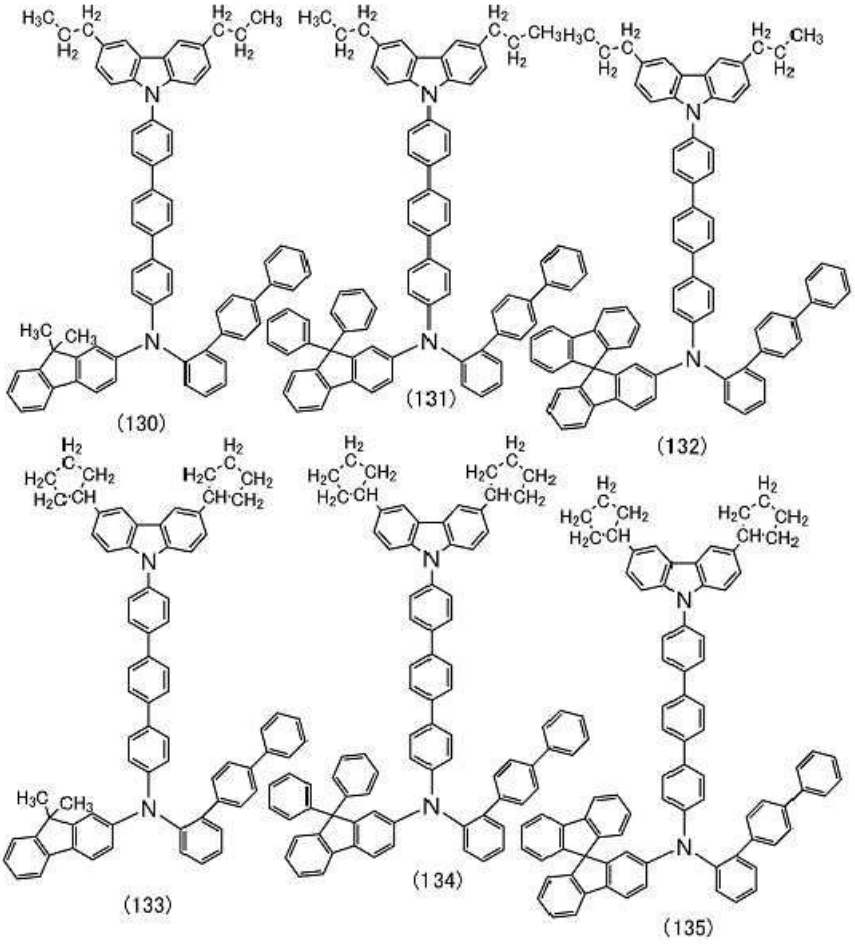
[0069]

[0070] [화학식 8]



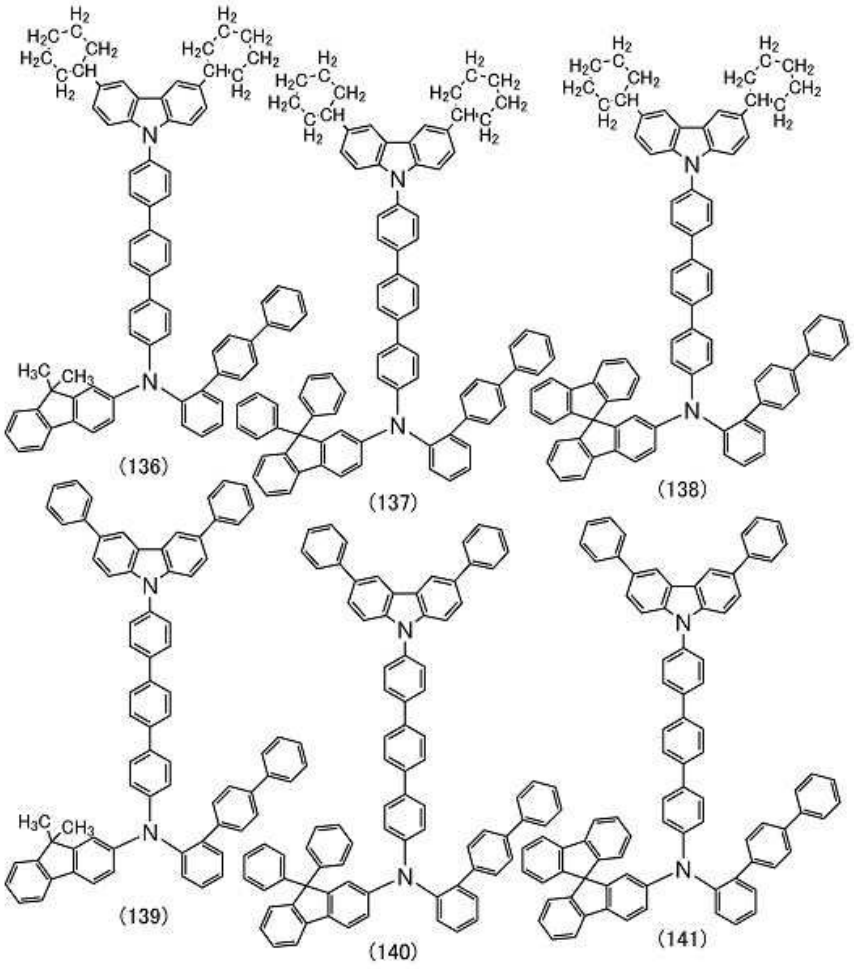
[0071]

[0072] [화학식 9]



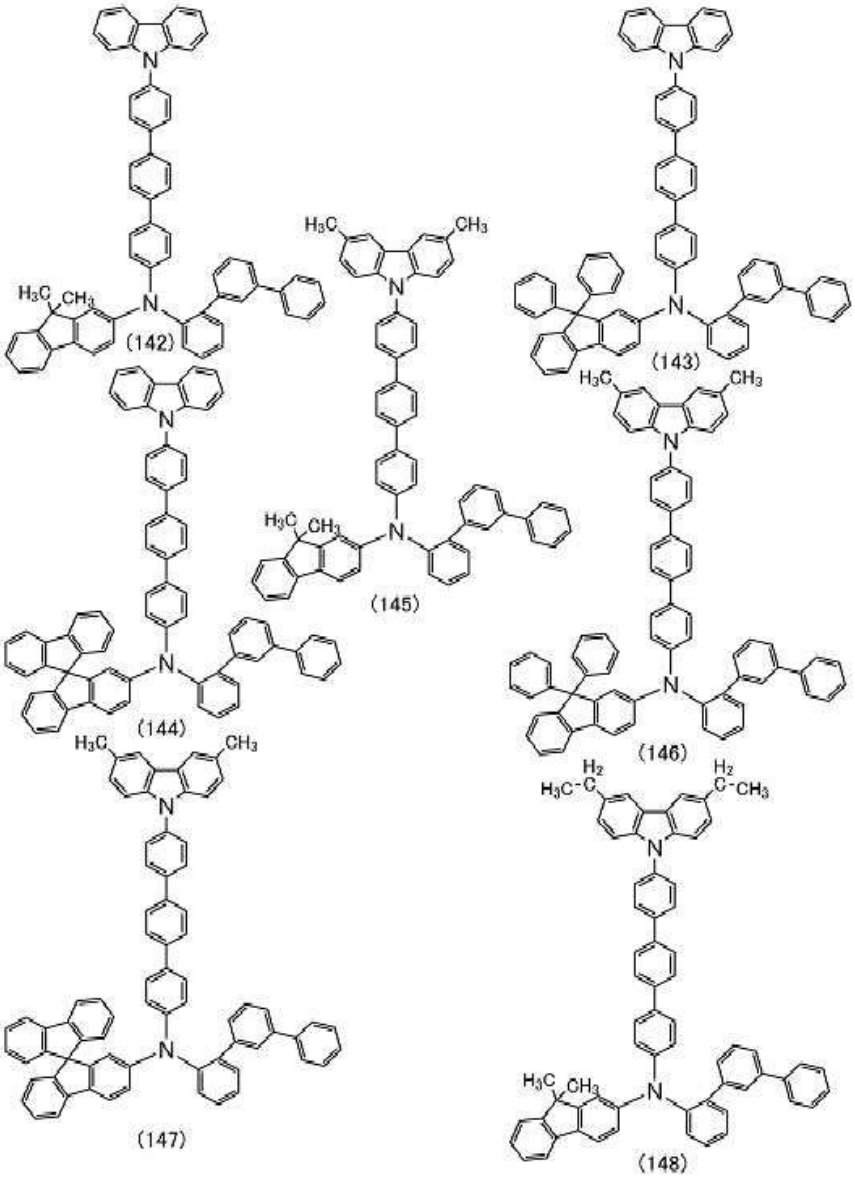
[0073]

[0074] [화학식 10]



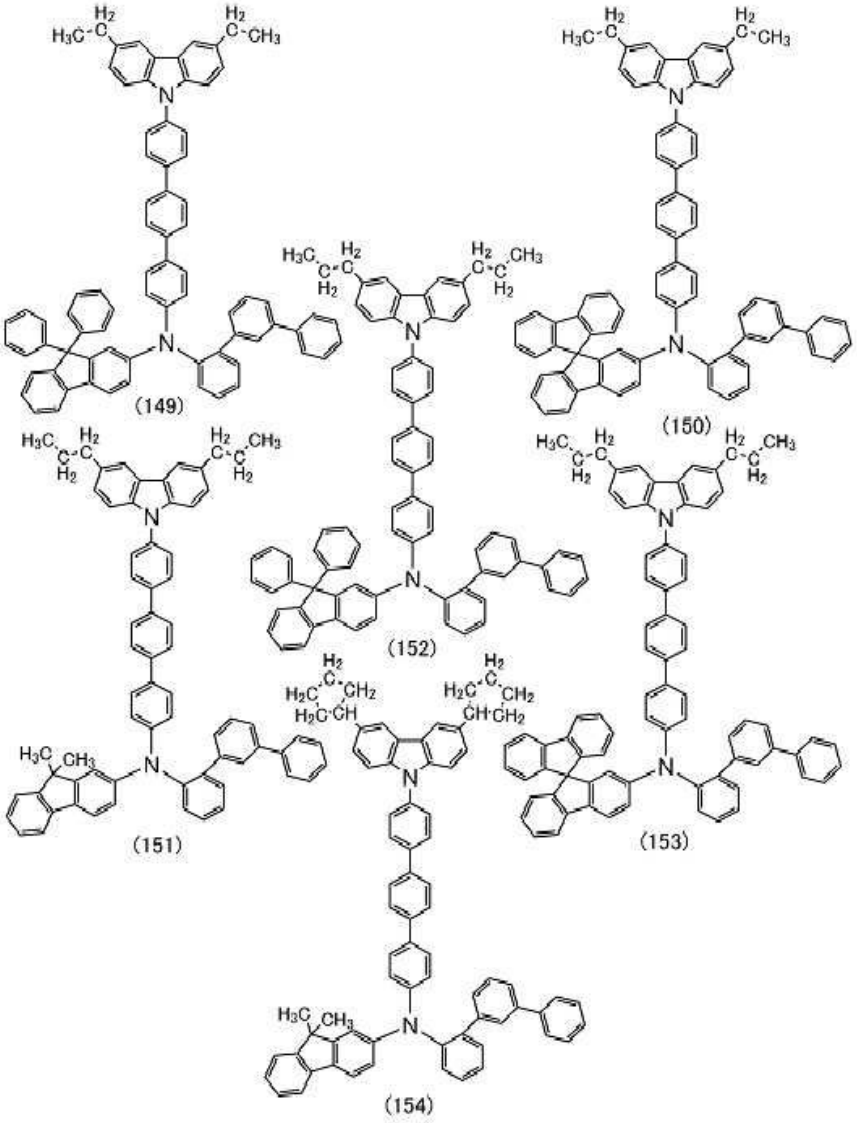
[0075]

[0076] [화학식 11]



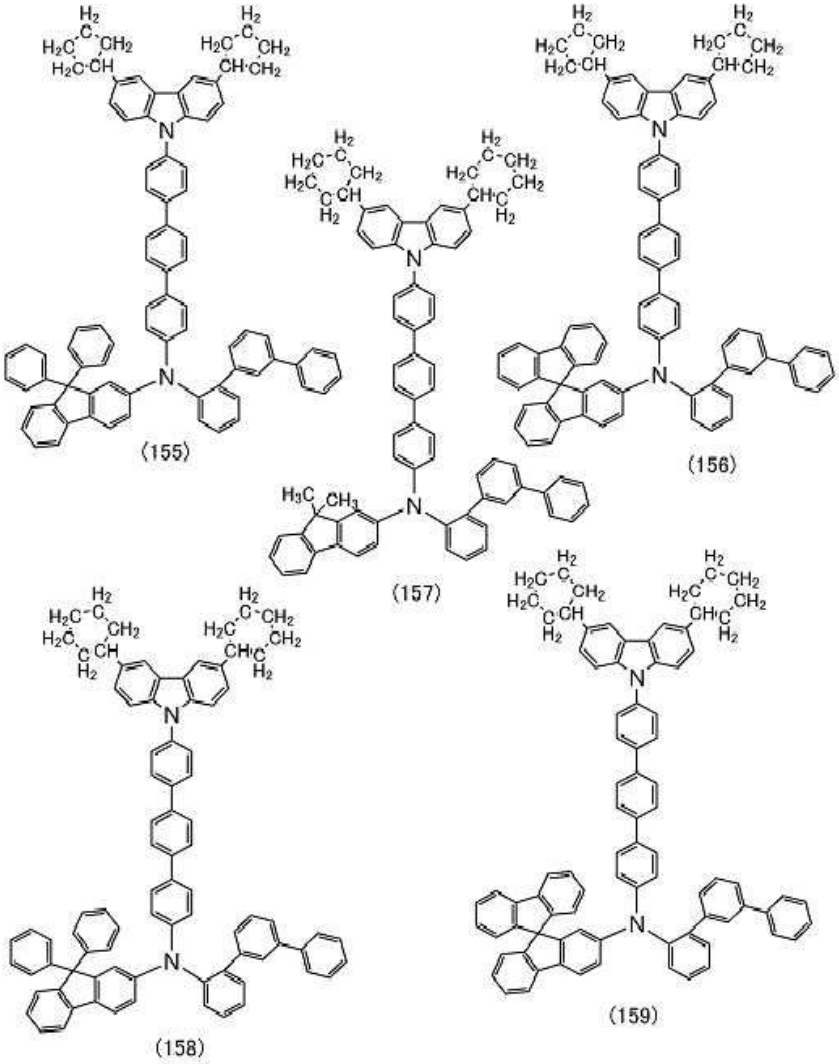
[0077]

[0078] [화학식 12]



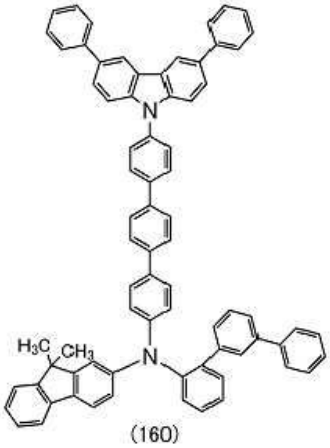
[0079]

[0080] [화학식 13]

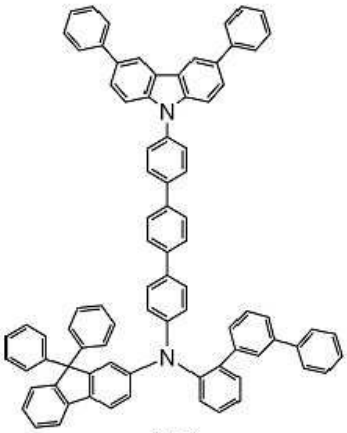


[0081]

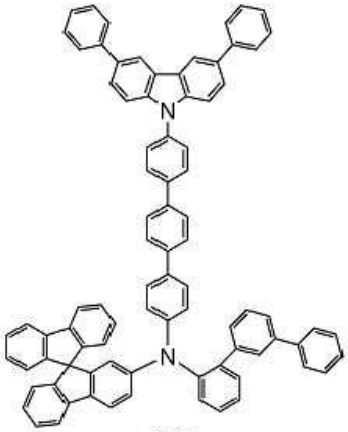
[0082] [화학식 14]



(160)



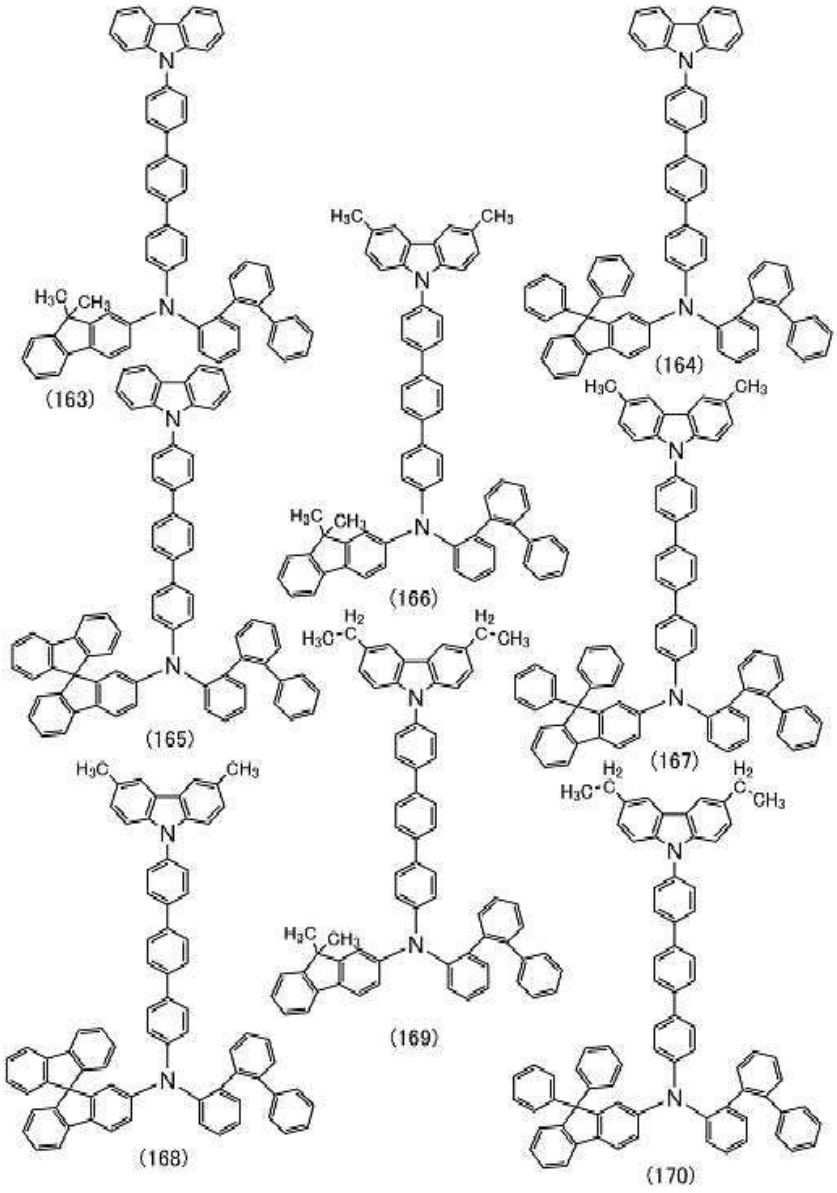
(161)



(162)

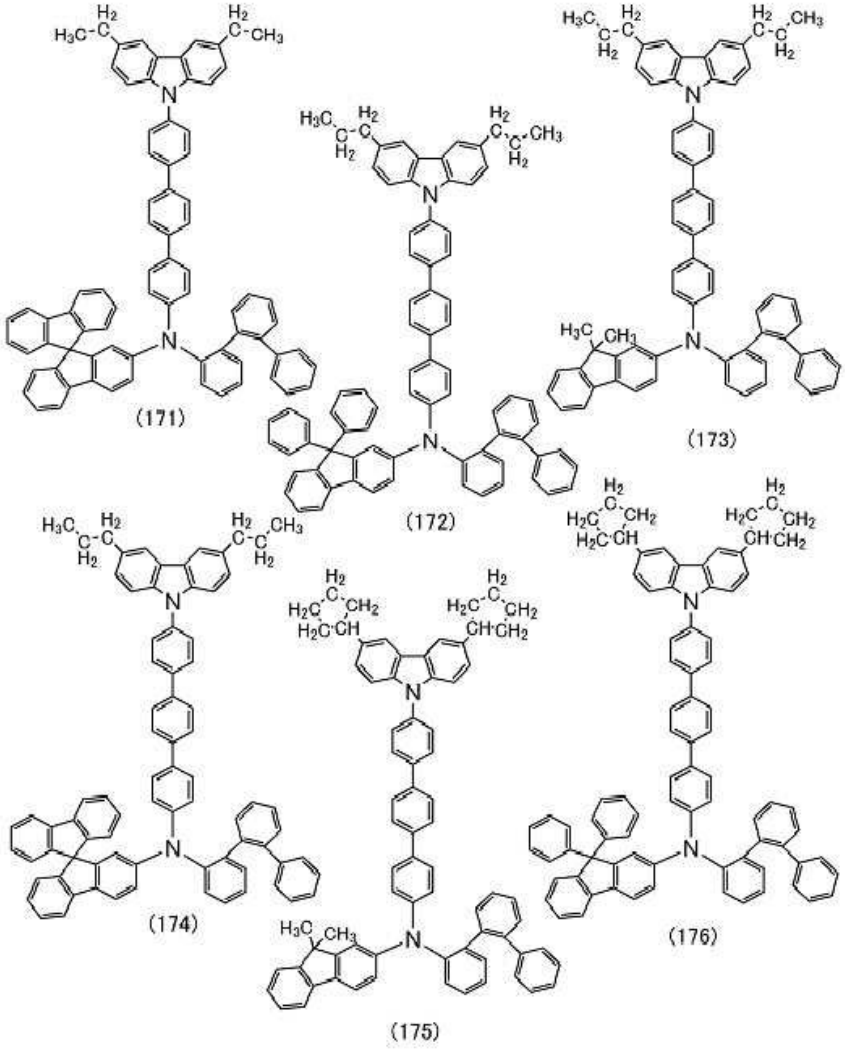
[0083]

[0084] [화학식 15]



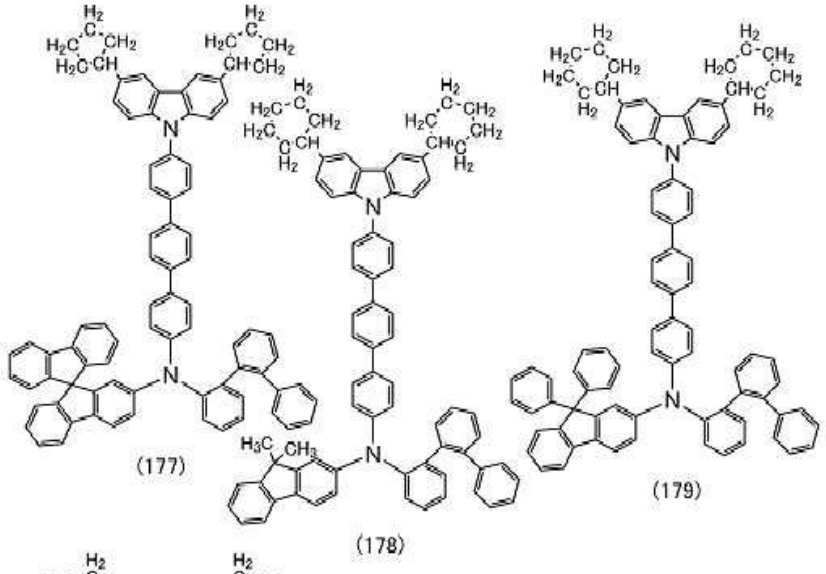
[0085]

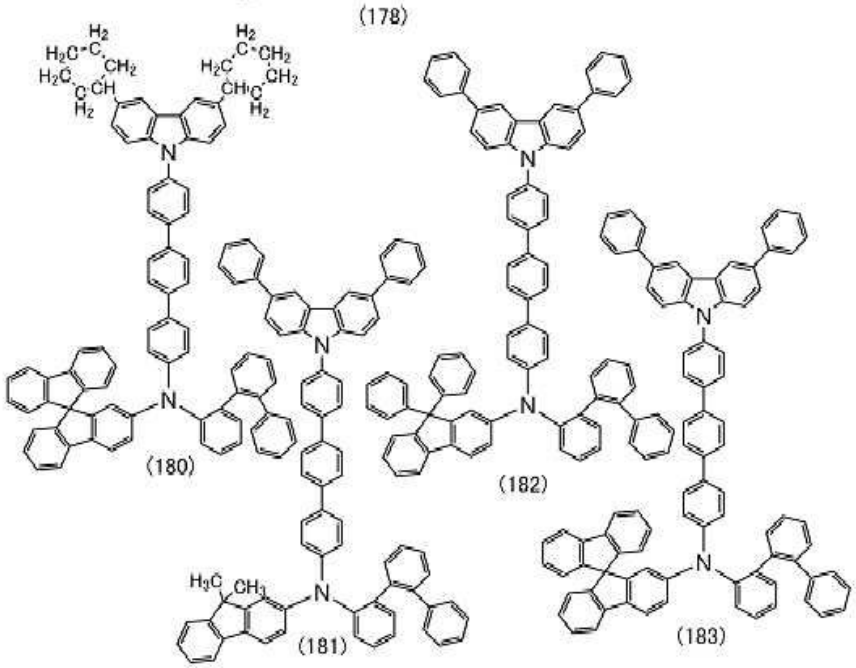
[0086] [화학식 16]



[0087]

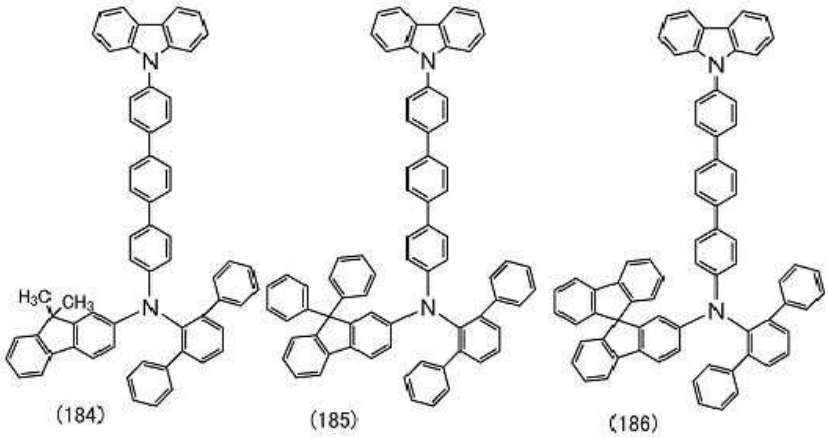
[0088] [화학식 17]

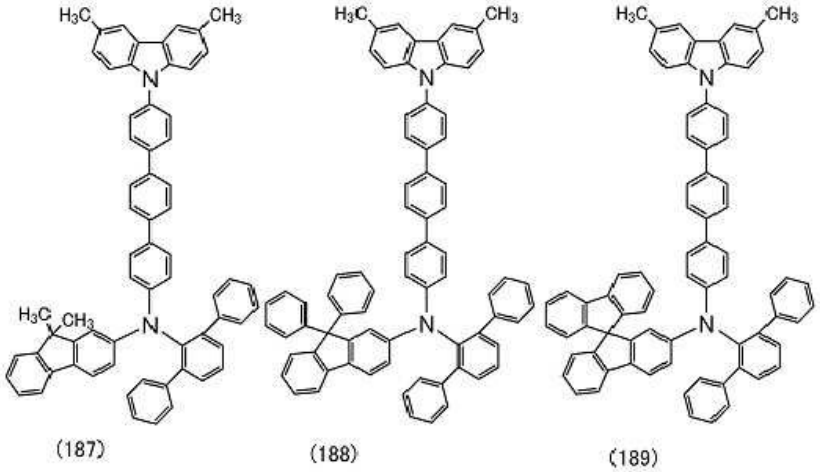




[0089]

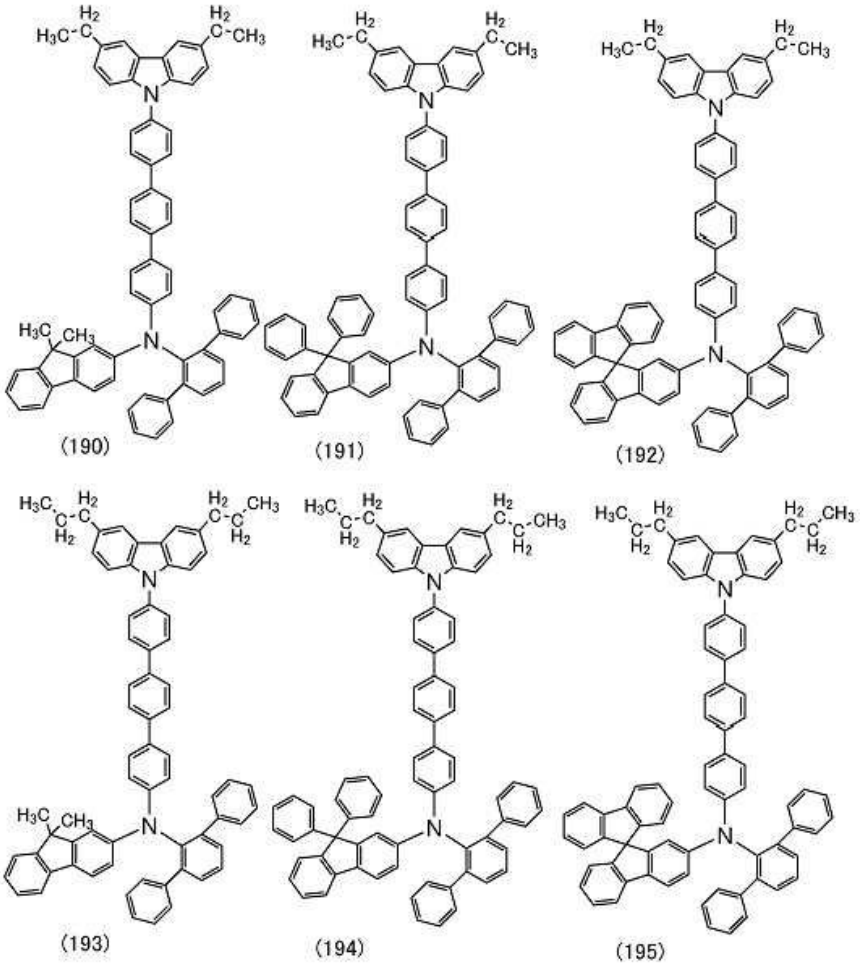
[0090] [화학식 18]





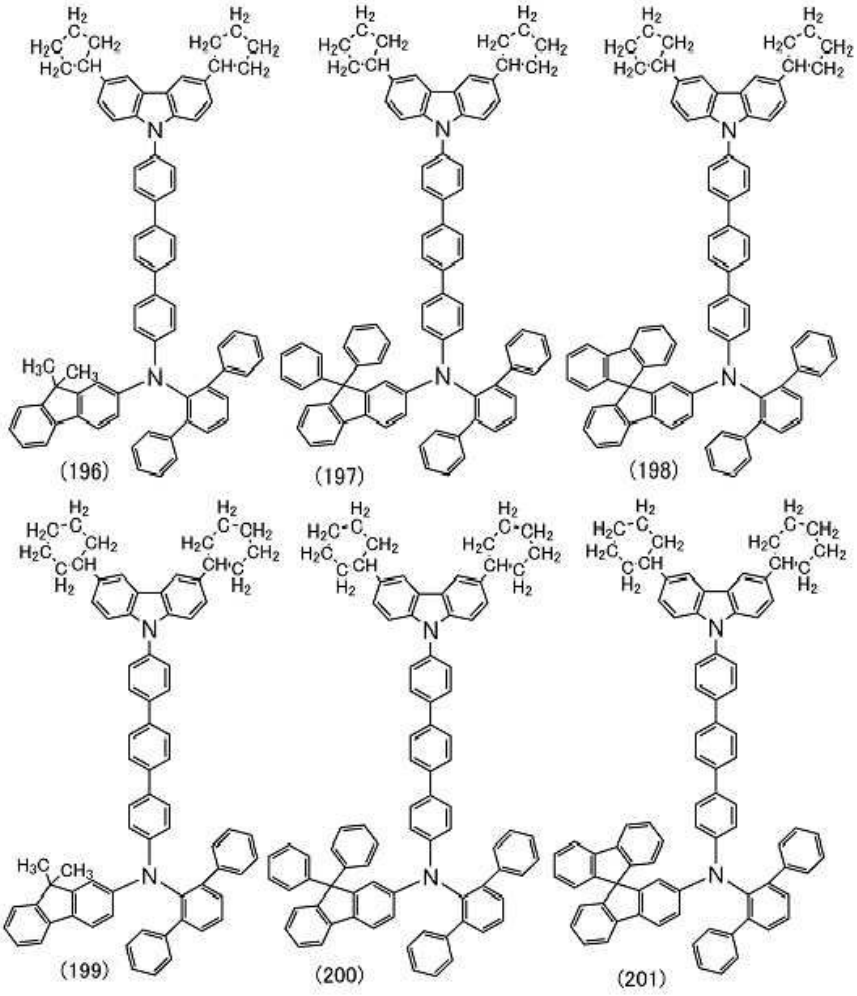
[0091]

[0092] [화학식 19]



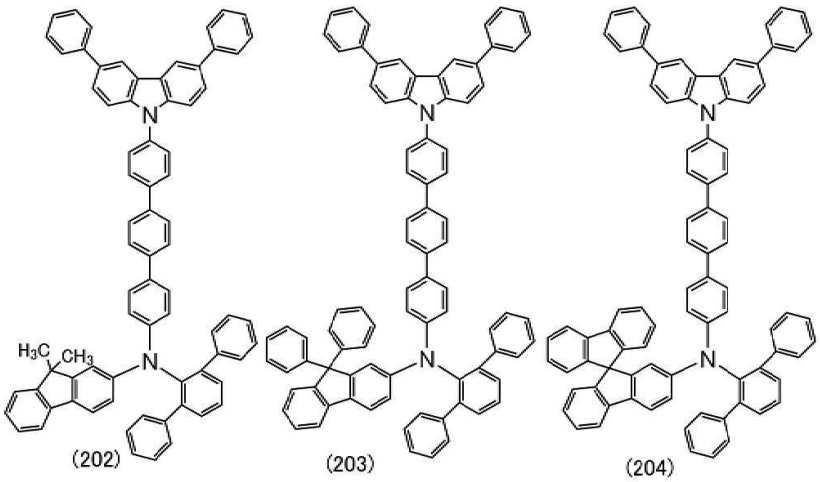
[0093]

[0094] [화학식 20]



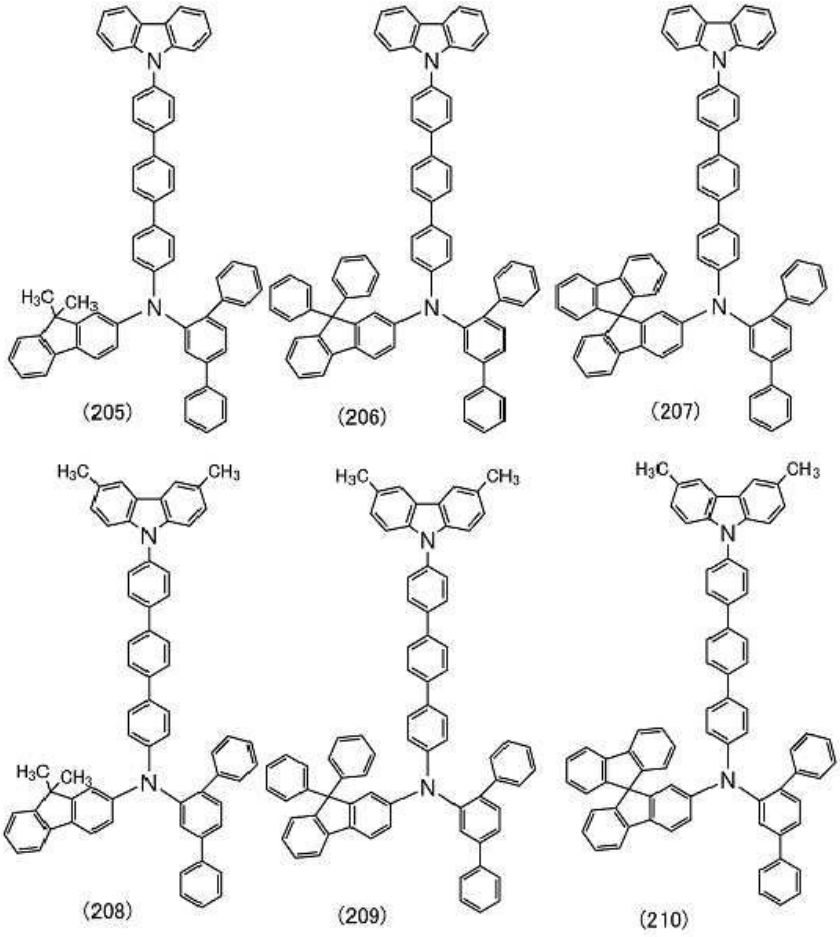
[0095]

[0096] [화학식 21]



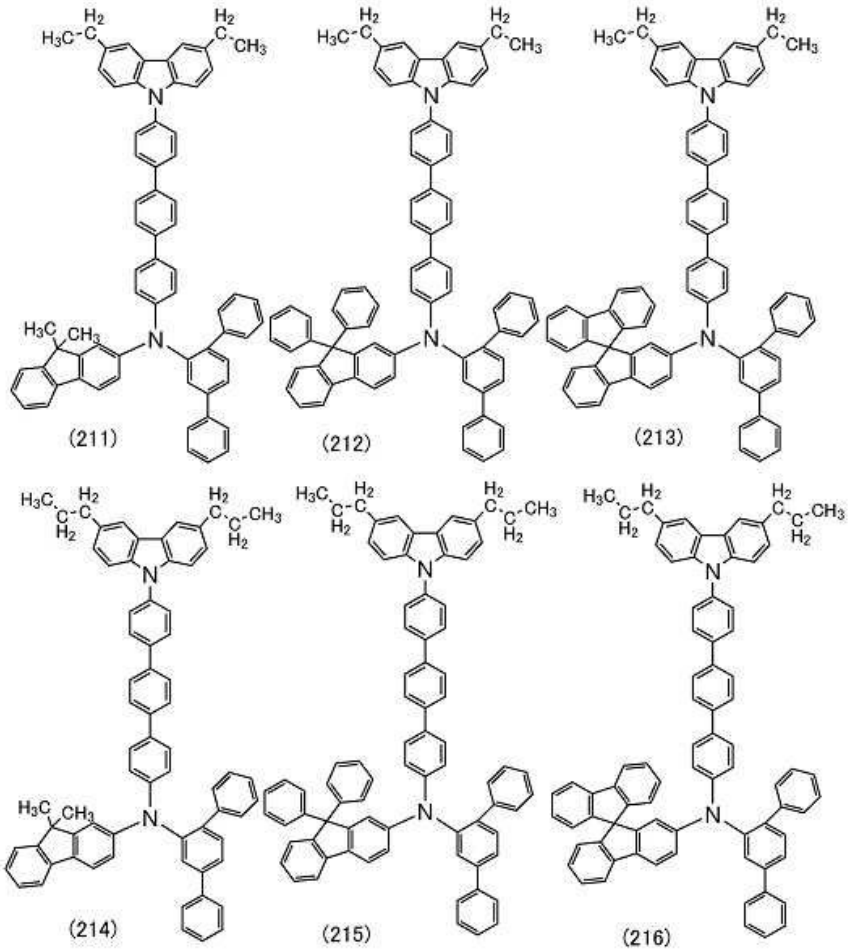
[0097]

[0098] [화학식 22]



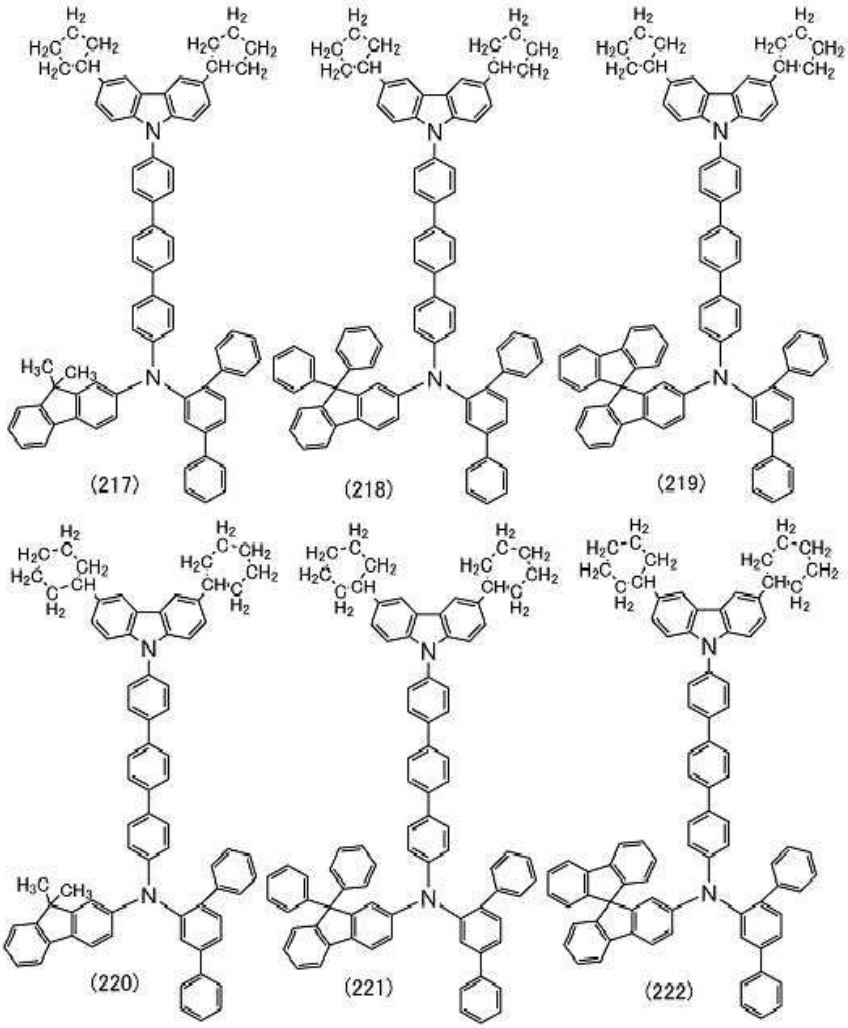
[0099]

[0100] [화학식 23]



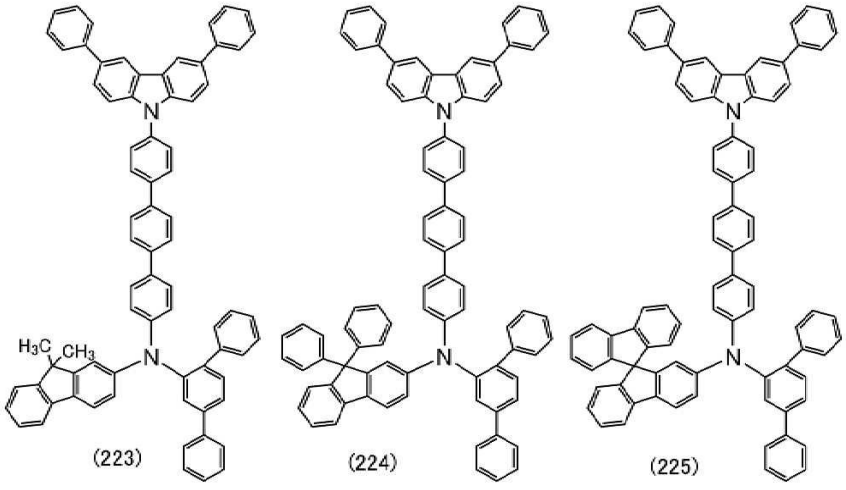
[0101]

[0102] [화학식 24]



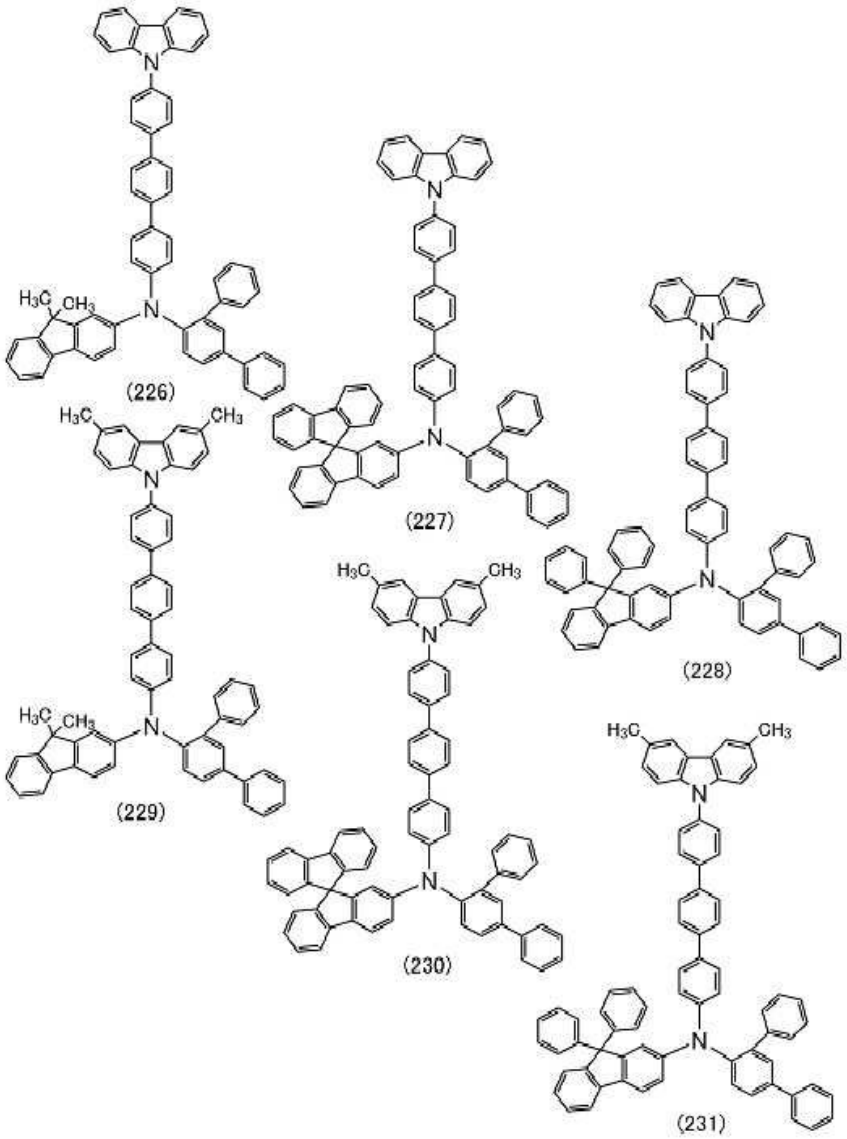
[0103]

[0104] [화학식 25]



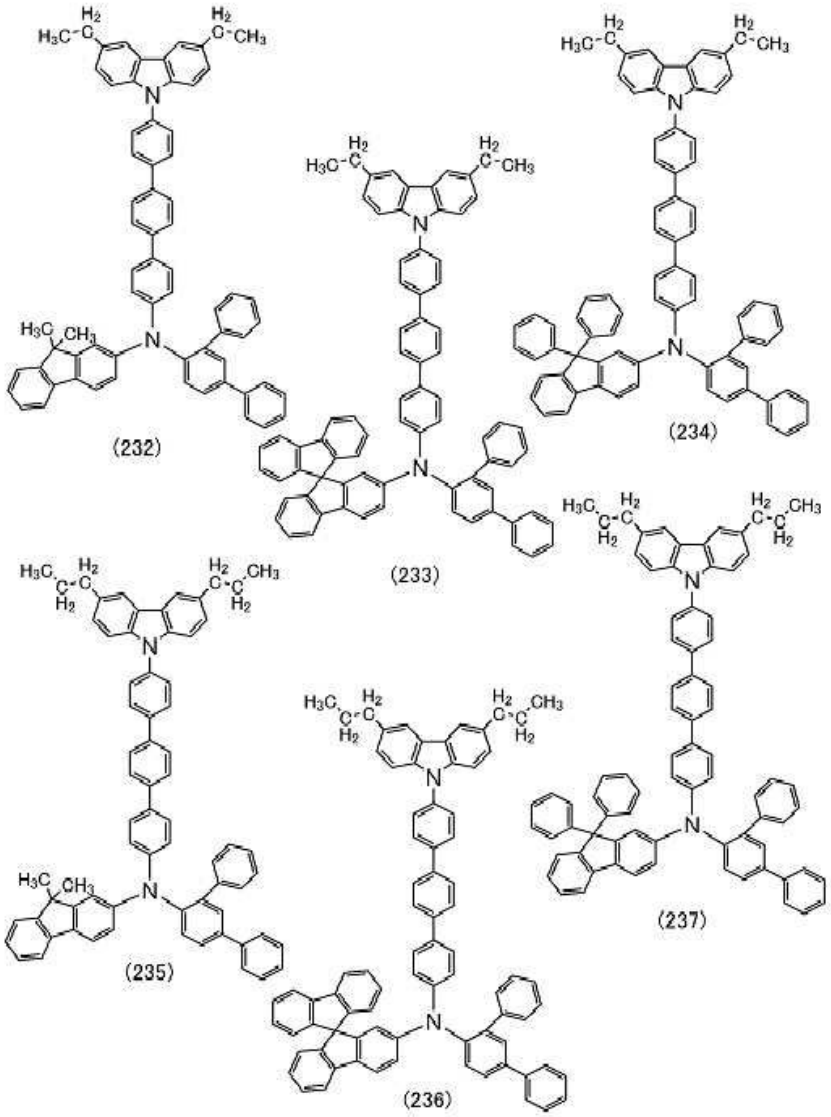
[0105]

[0106] [화학식 26]



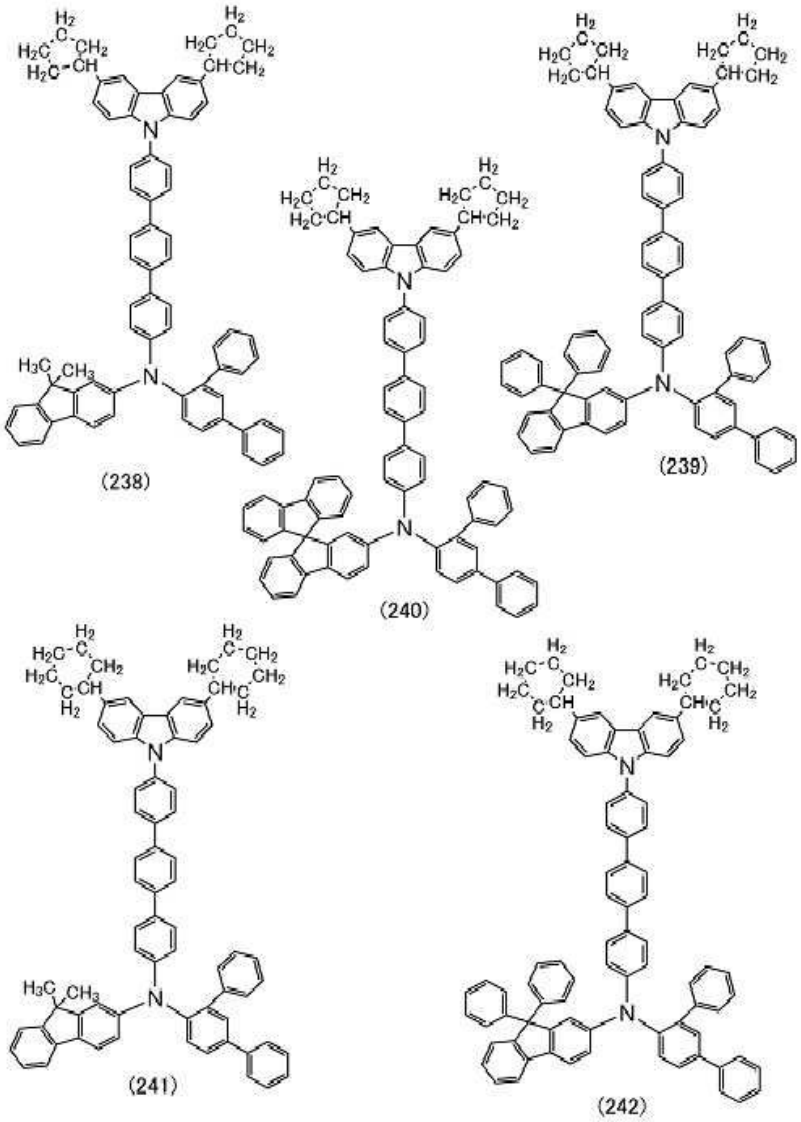
[0107]

[0108] [화학식 27]



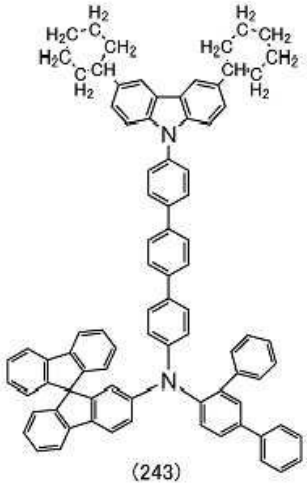
[0109]

[0110] [화학식 28]

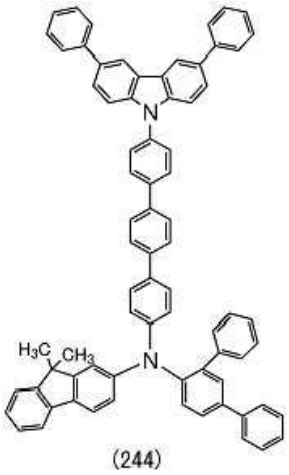


[0111]

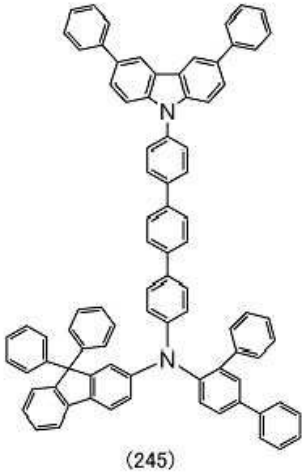
[0112] [화학식 29]



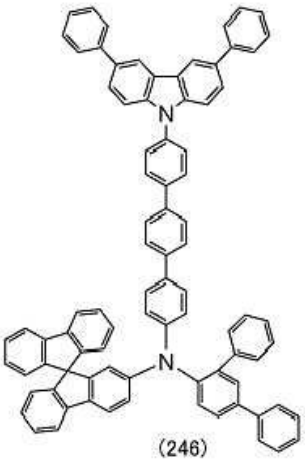
(243)



(244)



(245)



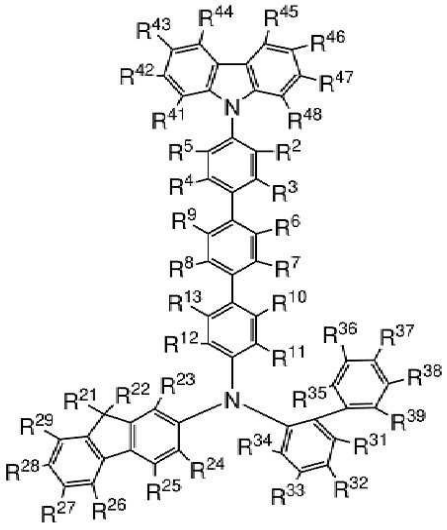
(246)

[0113]

[0114] [본 발명의 일 형태의 유기 화합물의 합성 방법]

[0115] 본 발명의 일 형태의 유기 화합물의 합성 방법에는 다양한 반응을 적용할 수 있다. 일반식(G0)으로 나타내어지는 유기 화합물의 합성 방법을 아래에 예시하였다. 아래에서는, 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물의 합성 방법의 일례에 대하여 설명한다.

[0116] [화학식 30]



(G1)

[0117]

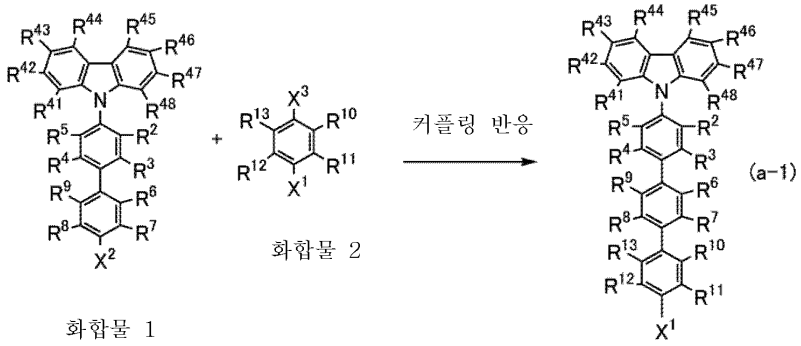
[0118] 일반식(G1) 및 이후의 각 합성 스킴에서 R^{2} 내지 R^{13}, R^{21} 내지 R^{29}, R^{31} 내지 R^{39}, 및 R^{41} 내지 R^{48}은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 사이클로알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다. R^{21}과 R^{22}는 서로 결합하여 스파이로 고리를 형성하여도 좋다.

[0119] <<일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물의 합성 방법 1>>

[0120] 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물은 합성 스킴(a-1) 또는 합성 스킴(a-2)과, 합성 스킴(a-3)을 사용하여 합성할 수 있다.

[0121] 우선, 합성 스킴(a-1)에 나타낸 바와 같이, 9-바이페닐-9H-카바졸 화합물(화합물 1)과 다이할로젠화 벤젠(화합물 2)을 커플링함으로써 할로젠화한 9-터페닐-9H-카바졸 화합물(화합물 3)을 얻는다.

[0122] [화학식 31]



화합물 1 화합물 2 화합물 3

[0123]

[0124] 합성 스킴(a-1)에서, X^{1} 내지 X^{3}은 각각 독립적으로 할로젠, 보론산기, 유기 붕소기, 트라이플레이트기, 유기 주석기, 유기 아연기, 또는 할로젠화 마그네슘기를 나타낸다.

[0125] 합성 스킴 (a-1)에서, 팔라듐 촉매를 사용한 Suzuki-Miyaura 커플링 반응을 수행하는 경우, X^{1}은 할로젠을 나타내고, X^{2} 및 X^{3} 중 한쪽이 보론산기 또는 유기 붕소기를 나타내고, 다른 쪽이 할로젠 또는 트라이플레이트기를 나타낸다. 할로젠으로서는 아이오딘, 브로민, 또는 염소가 바람직하다.

[0126] 상기 반응에서는, 비스(다이벤질리덴아세톤)팔라듐(0), 아세트산 팔라듐(II), [1,1-비스(다이페닐포스피노)페로센]팔라듐(II)다이클로라이드, 테트라키스(트라이페닐포스핀)팔라듐(0) 등의 팔라듐 화합물과, 트라이(tert-뷰틸)포스핀, 트라이(n-헥실)포스핀, 트라이사이클로헥실포스핀, 다이(1-아다만틸)-n-뷰틸포스핀, 2-다이사이클로

헥실포스피노-2',6'-다이메톡시바이페닐, 트라이(오쏘-톨릴)포스핀 등의 배위자를 사용할 수 있다. 상기 반응에서는, 소듐 tert-뷰톡사이드 등의 유기 염기나, 탄산 포타슘, 탄산 세슘, 탄산 소듐 등의 무기 염기 등을 사용할 수 있다.

[0127] 상기 반응에서는 용매로서, 톨루엔, 자일렌, 벤젠, 테트라하이드로퓨란, 다이옥세인, 에탄올, 메탄올, 물, 다이에틸렌글라이콜다이메틸에터, 에틸렌글라이콜모노메틸에터 등을 사용할 수 있다. 상기 반응에서 사용할 수 있는 시약류는 이들에 한정되지 않는다.

[0128] 합성 스킴(a-1)에서는 유기 주석 화합물을 사용한 Migita-Kosugi-Stille 커플링 반응, 그리냐르 시약을 사용한 Kumada-Tamao-Corriu 커플링 반응, 유기 아연 화합물을 사용한 Negishi 커플링 반응, 구리 또는 구리 화합물을 사용한 울만 반응 등을 수행할 수도 있다.

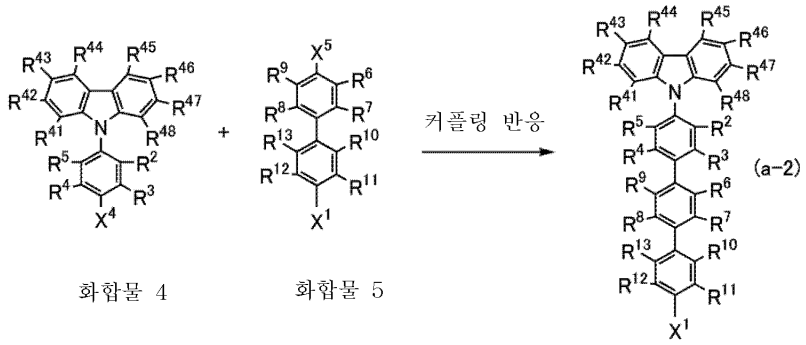
[0129] Migita-Kosugi-Stille 커플링 반응을 사용하는 경우, X^2 및 X^3 중 한쪽이 유기 주석기를 나타내고, 다른 쪽이 할로젠을 나타낸다. 즉 화합물 1 및 화합물 2 중 한쪽이 유기 주석 화합물이고, 다른 쪽이 할로젠화물이다.

[0130] Kumada-Tamao-Corriu 커플링 반응을 사용하는 경우, X^2 및 X^3 중 한쪽이 할로젠화 마그네슘기를 나타내고, 다른 쪽이 할로젠을 나타낸다. 즉 화합물 1 및 화합물 2 중 한쪽이 그리냐르 시약이고, 다른 쪽이 할로젠화물이다.

[0131] Negishi 커플링 반응을 사용하는 경우, X^2 및 X^3 중 한쪽이 유기 아연기를 나타내고, 다른 쪽이 할로젠을 나타낸다. 즉 화합물 1 및 화합물 2 중 한쪽이 유기 아연 화합물이고, 다른 쪽이 할로젠화물이다.

[0132] 또는, 합성 스킴(a-2)에 나타낸 바와 같이, 9-페닐-9H-카바졸 화합물(화합물 4)과 바이페닐 화합물(화합물 5)을 커플링함으로써 할로젠화한 9-터페닐-9H-카바졸 화합물(화합물 3)을 얻는다.

[0133] [화학식 32]



화합물 4 화합물 5 화합물 3

[0134]

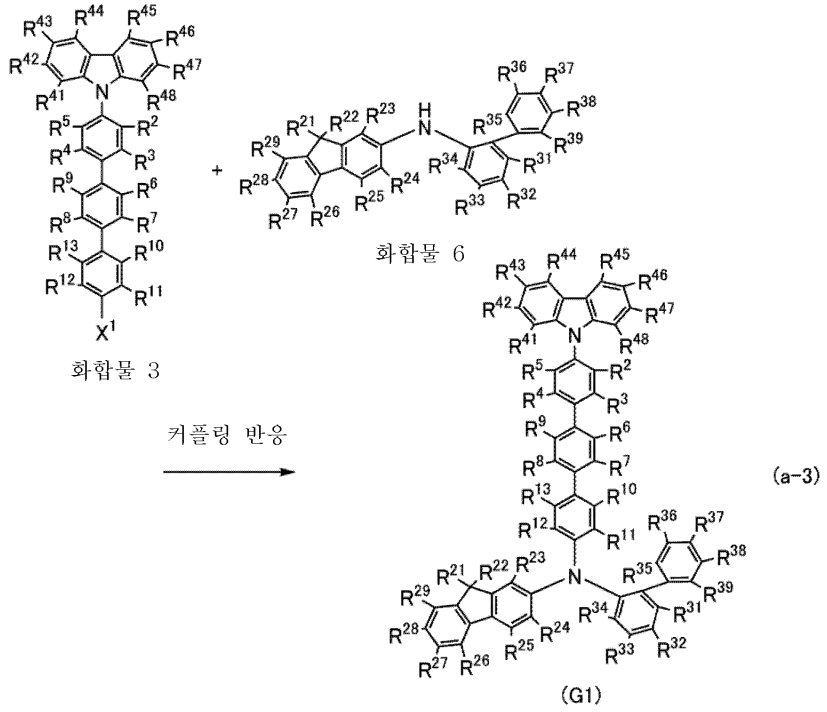
[0135] 합성 스킴(a-2)에서, X^1, X^4, 및 X^5는 각각 독립적으로 할로젠, 보론산기, 유기 붕소기, 트라이플레이트기, 유기 주석기, 유기 아연기, 또는 할로젠화 마그네슘기를 나타낸다. 할로젠으로서는 아이오딘, 브로민, 또는 염소가 바람직하다.

[0136] 합성 스킴 (a-2)에서는, 팔라듐 촉매를 사용한 Suzuki-Miyaura 커플링 반응, 유기 주석 화합물을 사용한 Migita-Kosugi-Stille 커플링 반응, 그리냐르 시약을 사용한 Kumada-Tamao-Corriu 커플링 반응, 유기 아연 화합물을 사용한 Negishi 커플링 반응, 구리 또는 구리 화합물을 사용한 울만 반응 등을 수행할 수 있다. 이들 반응을 사용하는 경우의 상세한 내용에 대해서는 합성 스킴(a-1)에 대한 설명을 참조할 수 있다.

[0137] 화합물 3은 다양한 다이아릴아민 화합물과 조합하여 커플링 반응에 사용할 수 있으므로, 재료 개발의 간편화와 발전에 크게 기여하는 유효한 화합물이라고 할 수 있다. 또한 화합물 3은 할로젠을 가지기 때문에 상기 아미노화 반응뿐만 아니라 Suzuki-Miyaura 커플링 반응, Migita-Kosugi-Stille 커플링 반응, Kumada-Tamao-Corriu 커플링 반응, Negishi 커플링 반응, 울만 반응 등의 원료로서 사용할 수 있고, 탄소-탄소 결합을 형성하기 위한 커플링 반응에도 널리 응용할 수 있으므로, 유효하고 유용한 화합물이라고 할 수 있다.

[0138] 다음으로, 합성 스킴(a-3)에 나타낸 바와 같이, 합성 스킴(a-1) 또는 합성 스킴(a-2)을 통하여 얻어진 화합물 3과 다이아릴아민 화합물(화합물 6)을 커플링함으로써 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물을 얻을 수 있다.

[0139] [화학식 33]



[0140]

[0141] 합성 스킴(a-3)에서, X^1은 할로젠을 나타낸다. 할로젠으로서는 아이오딘, 브로민, 또는 염소가 바람직하다.

[0142] 합성 스킴(a-3)은 팔라듐 촉매를 사용한 Buchwald-Hartwig 아미노화 반응에 의하여 수행할 수 있다. 상기 반응을 수행하는 경우, 팔라듐 촉매로서는 비스(다이벤질리덴아세톤)팔라듐(0), 아세트산 팔라듐(II), [1,1-비스(다이페닐포스피노)페로센]팔라듐(II)다이클로라이드, 테트라키스(트라이페닐포스핀)팔라듐(0), 아릴팔라듐(II)클로라이드(다이머) 등의 팔라듐 화합물을 사용할 수 있다. 또한 배위자로서는 트라이(tert-뷰틸)포스핀, 트라이(n-헥실)포스핀, 트라이사이클로헥실포스핀, 다이(1-아다만틸)-n-뷰틸포스핀, 2-다이사이클로헥실포스피노-2',6'-다이메톡시바이페닐, 트라이(오쏘-톨릴)포스핀, 다이-tert-뷰틸(1-메틸-2,2-다이페닐사이클로프로필)포스핀(약칭: cBRIDP(등록 상표)) 등을 사용할 수 있다. 상기 반응에서는, 소듐 tert-뷰톡사이드 등의 유기 염기나, 탄산 포타슘, 탄산 세슘, 탄산 소듐 등의 무기 염기 등을 사용할 수 있다. 상기 반응에서는, 용매로서 톨루엔, 자일렌, 벤젠, 테트라하이드로퓨란, 다이옥세인 등을 사용할 수 있다. 또한 상기 반응에서 사용할 수 있는 시약류는 이들에 한정되지 않는다.

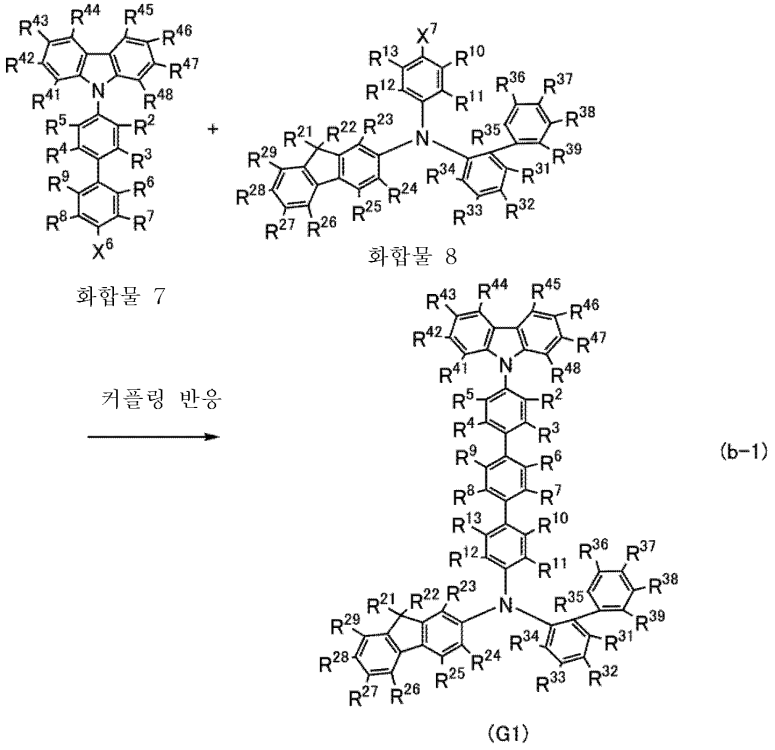
[0143] 또한 합성 스킴(a-3)을 울만 반응에 의하여 수행하는 경우, 사용할 수 있는 시약은 구리 또는 구리 화합물, 염기로서는 탄산 포타슘 등의 무기 염기를 들 수 있다. 상기 반응에서 사용할 수 있는 용매는 1,3-다이메틸-3,4,5,6-테트라하이드로-2(1H)피리미딘온(DMPU), 톨루엔, 자일렌, 벤젠 등을 들 수 있다. 울만 반응에서는, 반응 온도가 100℃ 이상이면 더 짧은 시간에 높은 수율로 목적 물질을 얻을 수 있기 때문에, 비점이 높은 DMPU 또는 자일렌을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 반응 온도는 150℃ 이상의 보다 높은 온도가 더 바람직하기 때문에 DMPU를 사용하는 것이 더 바람직하다. 또한 상기 반응에서 사용할 수 있는 시약류는 이들에 한정되지 않는다.

[0144] <<일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물의 합성 방법 2>>

[0145] 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물은 합성 스킴(b-1)을 사용하여 합성할 수 있다.

[0146] 합성 스킴(b-1)에 나타낸 바와 같이, 9-바이페닐-9H-카바졸 화합물(화합물 7)과 트라이아릴아민 화합물(화합물 8)을 커플링함으로써 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물을 얻을 수 있다.

[0147] [화학식 34]



[0148]

[0149] 합성 스킴(b-1)에서, X^6 및 X^7은 각각 독립적으로 할로젠, 보론산기, 유기 붕소기, 트라이플레이트기, 유기 주석기, 유기 아연기, 또는 할로젠화 마그네슘기를 나타낸다. 할로젠은 염소, 브로민, 또는 아이오딘이 바람직하고, 반응성을 고려하면 브로민 또는 아이오딘이 더 바람직하고, 비용을 고려하면 염소 또는 브로민이 더 바람직하다.

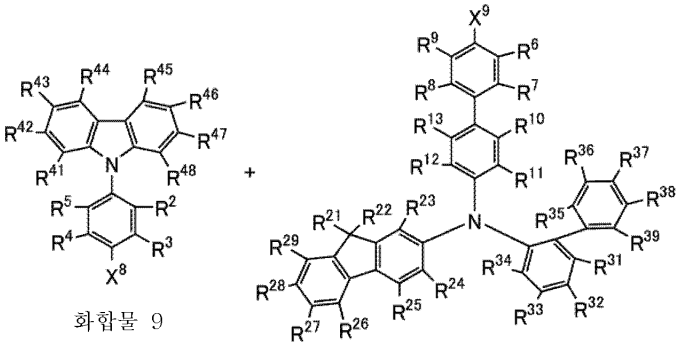
[0150] 합성 스킴(b-1)에서는 팔라듐 촉매를 사용한 Suzuki-Miyaura 커플링 반응, 유기 주석 화합물을 사용한 Migita-Kosugi-Stille 커플링 반응, 그리냐르 시약을 사용한 Kumada-Tamao-Corriu 커플링 반응, 유기 아연 화합물을 사용한 Negishi 커플링 반응, 구리 또는 구리 화합물을 사용한 반응 등을 수행할 수 있다. 이들 반응을 사용하는 경우의 상세한 내용에 대해서는 합성 스킴(a-1)에 대한 설명을 참조할 수 있다.

[0151] <<일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물의 합성 방법 3>>

[0152] 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물은 하기 합성 스킴(c-1)을 사용하여 합성할 수 있다.

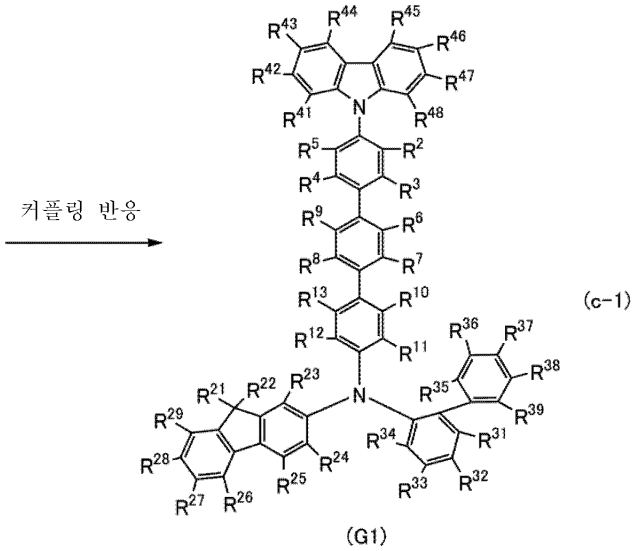
[0153] 합성 스킴(c-1)에 나타낸 바와 같이, 9-페닐-9H-카바졸 화합물(화합물 9)과 트라이아릴아민 화합물(화합물 10)을 커플링함으로써 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물을 얻을 수 있다.

[0154] [화학식 35]



화합물 9

화합물 10



[0155]

[0156] 합성 스킴(c-1)에서, X^8 및 X^9는 각각 독립적으로 할로젠, 보론산기, 유기 붕소기, 트라이플레이트기, 유기 주석기, 유기 아연기, 또는 할로젠화 마그네슘기를 나타낸다. 할로젠은 염소, 브로민, 또는 아이오딘이 바람직하고, 반응성을 고려하면 브로민 또는 아이오딘이 더 바람직하고, 비용을 고려하면 염소 또는 브로민이 더 바람직하다.

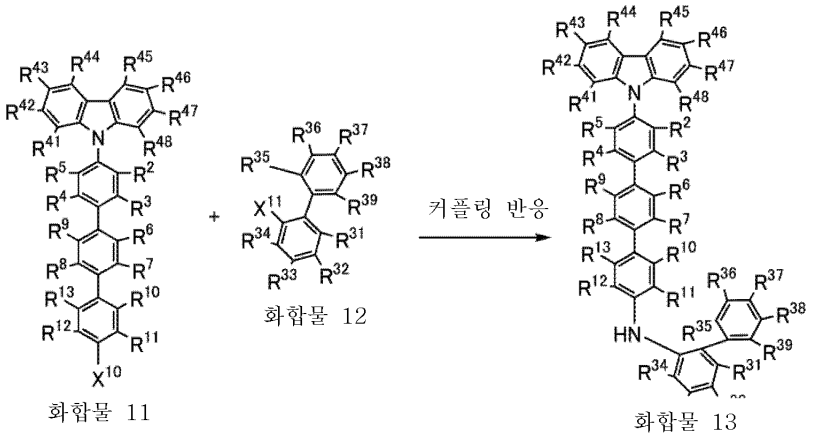
[0157] 합성 스킴(c-1)에서는 팔라듐 촉매를 사용한 Suzuki-Miyaura 커플링 반응, 유기 주석 화합물을 사용한 Migita-Kosugi-Stille 커플링 반응, 그리냐르 시약을 사용한 Kumada-Tamao-Corriu 커플링 반응, 유기 아연 화합물을 사용한 Negishi 커플링 반응, 구리 또는 구리 화합물을 사용한 반응 등을 수행할 수 있다. 이들 반응을 사용하는 경우의 상세한 내용에 대해서는 합성 스킴(a-1)에 대한 설명을 참조할 수 있다.

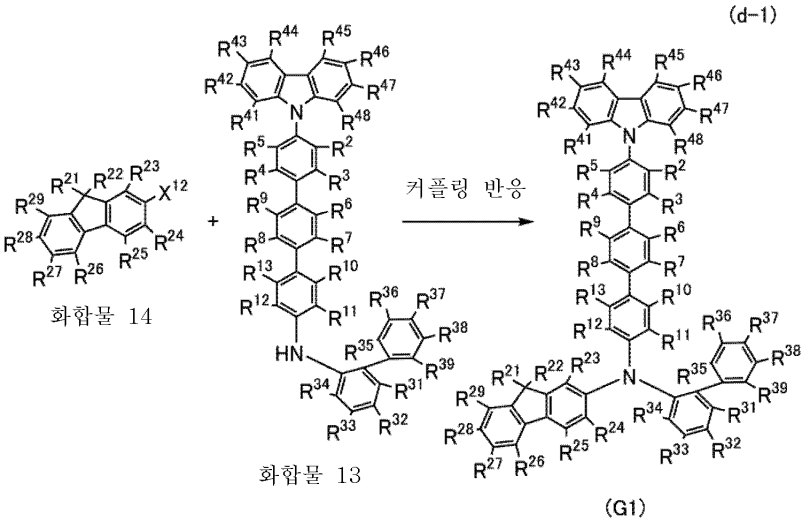
[0158] <<일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물의 합성 방법 4>>

[0159] 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물은 합성 스킴(d-1)을 사용하여 합성할 수 있다.

[0160] 합성 스킴(d-1)에 나타낸 바와 같이, 9-터페닐-9H-카바졸 화합물(화합물 11)과 바이페닐 화합물(화합물 12)을 커플링함으로써 다이아릴아민 화합물(화합물 13)을 얻을 수 있고, 이어서 플루오렌 화합물(화합물 14)과 화합물 13을 커플링함으로써 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물을 얻을 수 있다.

[0161] [화학식 36]





[0162]

[0163] 합성 스킴(d-1)에서, X^{10} 및 X^{11} 중 한쪽은 아미노기를 나타내고, 다른 쪽은 할로젠 또는 트라이플레이트기를 나타낸다. X^{12}는 할로젠 또는 트라이플레이트기를 나타낸다. 할로젠은 염소, 브로민, 또는 아이오딘이 바람직하고, 반응성을 고려하면 브로민 또는 아이오딘이 더 바람직하고, 비용을 고려하면 염소 또는 브로민이 더 바람직하다.

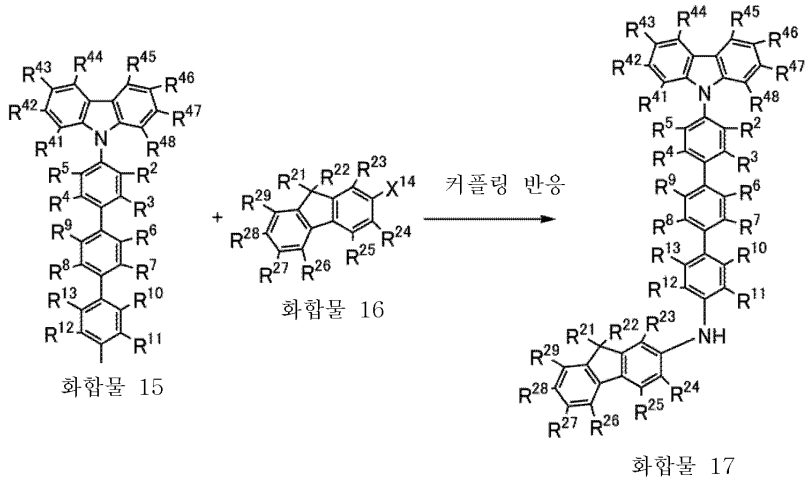
[0164] 합성 스킴(d-1)에서는 팔라듐 촉매를 사용한 Buchwald-Hartwig 아미노화 반응, 구리 또는 구리 화합물을 사용한 울만 반응 등을 수행할 수 있다. 이들 반응을 사용하는 경우의 상세한 내용에 대해서는 합성 스킴(a-3)에 대한 설명을 참조할 수 있다.

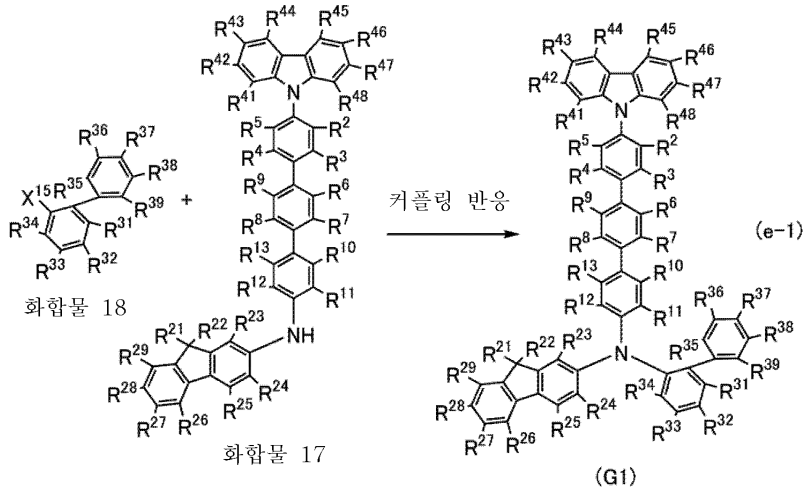
[0165] <<일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물의 합성 방법 5>>

[0166] 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물은 합성 스킴(e-1)을 사용하여 합성할 수 있다.

[0167] 합성 스킴(e-1)에 나타낸 바와 같이, 9-터페닐-9H-카바졸 화합물(화합물 15)과 플루오렌 화합물(화합물 16)을 커플링함으로써 다이아릴아민 화합물(화합물 17)을 얻을 수 있고, 이어서 바이페닐 화합물(화합물 18)과 다이아릴아민 화합물(화합물 17)을 커플링함으로써 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물을 얻을 수 있다.

[0168] [화학식 37]





[0169]

[0170] 합성 스킴(e-1)에서, X^{13} 및 X^{14} 중 한쪽은 아미노기를 나타내고, 다른 쪽은 할로젠 또는 트라이플레이트기를 나타낸다. X^{15}는 할로젠 또는 트라이플레이트기를 나타낸다. 할로젠으로서는 염소, 브로민, 또는 아이오딘이 바람직하고, 반응성을 고려하면 브로민 또는 아이오딘이 더 바람직하고, 비용을 고려하면 염소 또는 브로민이 더 바람직하다.

[0171] 합성 스킴(e-1)에서는 팔라듐 촉매를 사용한 Buchwald-Hartwig 아미노화 반응, 구리 또는 구리 화합물을 사용한 울만 반응 등을 수행할 수 있다. 이들 반응을 사용하는 경우의 상세한 내용에 대해서는 합성 스킴(a-3)에 대한 설명을 참조할 수 있다.

[0172] 여기까지 본 발명의 일 형태의 유기 화합물의 합성 방법에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고, 다른 합성 방법으로 합성되어도 좋다.

[0173] 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 내열성 및 승화성이 높아 발광 디바이스용 재료나 수광 디바이스용 재료로서 적합하다. 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 정공 수송성 및 전자 블로킹성이 높아 발광 디바이스에서의 호스트 재료나 정공 수송성 재료로서 적합하다. 본 발명의 일 형태의 유기 화합물을 사용함으로써 발광 디바이스의 발광 효율을 높일 수 있다. 또한 본 발명의 일 형태의 유기 화합물을 사용함으로써 발광 디바이스의 신뢰성을 높일 수 있다.

[0174] 본 실시형태는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다. 또한 본 명세서에서 하나의 실시형태에 복수의 구성예가 기재된 경우에는 구성예를 적절히 조합할 수 있다.

[0175] (실시형태 2)

[0176] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에 대하여 도 1을 참조하여 설명한다. 본 실시형태에서

는 가시광 또는 근적외광을 발하는 기능을 가지는 발광 디바이스에 대하여 설명한다.

[0177] [발광 디바이스의 구성예]

[0178] <<발광 디바이스의 기본적인 구조>>

[0179] 도 1의 (A) 내지 (D)에, 한 쌍의 전극 사이에 EL층을 가지는 발광 디바이스의 일례를 나타내었다.

[0180] 도 1의 (A)에 나타낸 발광 디바이스는 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 EL층(103)이 끼워진 구조(싱글 구조)를 가진다. EL층(103)은 적어도 발광층을 가진다.

[0181] 도 1의 (B)에 EL층(103)의 적층 구조의 일례를 나타내었다. 본 실시형태에서는 제 1 전극(101)이 양극으로서 기능하고, 제 2 전극(102)이 음극으로서 기능하는 경우를 예로 들어 설명한다. EL층(103)은 제 1 전극(101) 위에 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115)이 순차적으로 적층된 구조를 가진다. 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 및 전자 주입층(115)은 각각 단층 구조이어도 좋고, 적층 구조이어도 좋다. 제 1 전극(101)이 음극이고, 제 2 전극(102)이 양극인 경우, 적층 순서는 반대가 된다.

[0182] 발광 디바이스는 한 쌍의 전극 사이에 복수의 EL층을 가져도 좋다. 예를 들어 발광 디바이스는 n층(n은 2 이상의 정수임)의 EL층을 가지고, 제 (n-1)층의 EL츠과, 제 n층의 EL층 사이에 전하 발생층(104)을 가지는 것이 바람직하다.

[0183] 도 1의 (C)에, 한 쌍의 전극 사이에 2층의 EL층(EL층(103a, 103b))을 가지는 탠덤 구조의 발광 디바이스를 나타내었다. 또한 도 1의 (D)에, 3층의 EL층(EL층(103a, 103b, 103c))을 가지는 탠덤 구조의 발광 디바이스를 나타내었다.

[0184] EL층(103a, 103b, 103c)은 각각 적어도 발광층을 가진다. 도 1의 (C) 및 (D)에 나타낸 탠덤 구조와 같이, 복수의 EL층을 가지는 경우에도 각 EL층에 도 1의 (B)에 나타낸 EL층(103)과 같은 적층 구조를 적용할 수 있다. EL층(103a, 103b, 103c)은 각각 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 전자 수송층(114), 및 전자 주입층(115) 중 1종류 또는 복수 종류의 층을 가질 수 있다.

[0185] 도 1의 (C)에 나타낸 전하 발생층(104)은 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)에 전압이 인가되었을 때, EL층(103a) 및 EL층(103b) 중 한쪽에 전자를 주입하고, 다른 쪽에 정공(홀)을 주입하는 기능을 가진다. 따라서, 도 1의 (C)에서 제 1 전극(101)의 전위가 제 2 전극(102)의 전위보다 높게 되도록 전압을 인가하면 전하 발생층(104)으로부터 EL층(103a)에 전자가 주입되고, EL층(103b)에 정공이 주입된다.

[0186] 또한 전하 발생층(104)은 광 추출 효율의 관점에서 가시광 또는 근적외광을 투과시키는(구체적으로는, 전하 발생층(104)의 가시광 또는 근적외광 투과율이 40% 이상인) 것이 바람직하다. 또한 전하 발생층(104)은 제 1 전극(101)이나 제 2 전극(102)보다 도전율이 낮아도 기능한다.

[0187] 또한 EL층들이 접촉하여 제공됨으로써 양자 사이에 전하 발생층(104)과 같은 구성이 형성되는 경우에는, 전하 발생층을 개재(介在)하지 않고 EL층들이 접촉하여 제공될 수 있다. 예를 들어 EL층의 한쪽 면에 전하 발생 영역이 형성되는 경우, 그 면과 접촉하여 EL층을 제공할 수 있다.

[0188] 탠덤 구조의 발광 디바이스는 싱글 구조의 디바이스와 비교하여 전류 효율이 높고 동일한 휘도로 발광시킬 때 필요한 전류가 적다. 그래서 발광 디바이스의 수명이 길어, 발광 장치나 전자 기기의 신뢰성을 높일 수 있다.

[0189] 발광층(113)은 발광 물질이나 복수의 물질을 적절히 조합하여 가지므로, 원하는 파장의 형광 발광이나 인광 발광을 얻을 수 있다. 또한 발광층(113)을 발광 파장이 상이한 층의 적층 구조로 하여도 좋다. 또한 이 경우 적층된 각 발광층에 사용되는 발광 물질이나 기타 물질로서 각각 상이한 재료를 사용하면 좋다. 또한 도 1의 (C) 및 (D)에 나타낸 EL층(103a, 103b, 103c)은 서로 상이한 파장의 광을 발하는 구성을 가져도 좋다. 이 경우에도 각 발광층에 사용되는 발광 물질이나 기타 물질로서 상이한 재료를 사용하면 좋다. 예를 들어 도 1의 (C)에서, EL층(103a)이 적색광과 녹색광을 발하는 구성으로 하고, EL층(103b)이 청색광을 발하는 구성으로 함으로써, 발광 디바이스 전체로서 백색 발광하는 발광 디바이스를 얻을 수 있다. 또한 하나의 발광 디바이스는 같은 색깔을 나타내는 발광층 또는 EL층을 복수로 가져도 좋다. 예를 들어 도 1의 (D)에서, EL층(103a)이 제 1 청색광을 발하는 구성으로 하고, EL층(103b)이 황색광, 황록색광, 또는 녹색광과, 적색광을 발하는 구성으로 하고, EL층(103c)이 제 2 청색광을 발하는 구성으로 함으로써, 발광 디바이스 전체로서 백색 발광하는 발광 디바이스를 얻을 수 있다.

[0190] 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에서 EL층에서 얻어진 발광을 한 쌍의 전극 사이에서 공진시킴으로써, 얻어지는 발광을 강화하는 구성으로 하여도 좋다. 예를 들어 도 1의 (B)에서, 제 1 전극(101)을 반사 전극으로 하고 제 2 전극(102)을 반투과·반반사 전극으로 함으로써, 미소광 공진기(마이크로캐비티) 구조를 형성함으로써, EL층(103)으로부터 얻어지는 발광을 강화할 수 있다.

[0191] 발광 디바이스에 마이크로캐비티 구조를 적용함으로써, 같은 EL층을 가져도 파장이 상이한 광(단색광)을 추출할 수 있다. 따라서, 상이한 발광색을 얻기 위하여 화소마다 상이한 기능층을 형성하는 것(즉 구분 형성)이 불필요하게 된다. 따라서, 고정세(高精細)화를 실현하는 것이 용이하다. 또한 착색층(컬러 필터)과 조합할 수도 있다. 또한 특정 파장의 정면 방향의 발광 강도를 높일 수 있기 때문에 저소비전력화를 도모할 수 있다.

[0192] 또한 발광 디바이스의 제 1 전극(101)이 기시광 또는 근적외광에 대하여 반사성을 가지는 도전막과 기시광 또는 근적외광에 대하여 투광성을 가지는 도전막의 적층 구조로 이루어진 반사 전극인 경우, 이 투광성을 가지는 도전막의 막 두께를 제어함으로써 광학 조정을 수행할 수 있다. 구체적으로는, 발광층(113)으로부터 얻어지는 광의 파장 λ에 대하여 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)의 전극 간 거리가 mλ/2(다만, m은 자연수임) 근방이 되도록 조정하는 것이 바람직하다.

[0193] 또한 발광층(113)으로부터 얻어지는 원하는 광(파장 λ)을 증폭시키기 위하여, 제 1 전극(101)으로부터 발광층(113)에서 원하는 광이 얻어지는 영역(발광 영역)까지의 광학 거리와, 제 2 전극(102)으로부터 발광층(113)에서 원하는 광이 얻어지는 영역(발광 영역)까지의 광학 거리를 각각 (2m'+1)λ/4(다만, m'는 자연수임) 근방이 되도록 조절하는 것이 바람직하다. 또한 여기서 발광 영역이란 발광층(113)에서의 정공과 전자의 재결합 영역을 말한다.

[0194] 이와 같은 광학 조정을 수행함으로써 발광층(113)으로부터 얻어지는 광의 스펙트럼을 협선화(狹線化)시켜 색 순도가 좋은 발광을 얻을 수 있다.

[0195] 다만, 상술한 경우에 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이의 광학 거리는 엄밀하게는 제 1 전극(101)에서의 반사 영역으로부터 제 2 전극(102)에서의 반사 영역까지의 총두께라고 할 수 있다. 그러나, 제 1 전극(101)이나 제 2 전극(102)에서의 반사 영역을 엄밀하게 결정하는 것은 어렵기 때문에, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)의 임의의 위치를 반사 영역으로 가정함으로써 상술한 효과를 충분히 얻을 수 있는 것으로 한다. 또한 제 1 전극(101)과, 원하는 광이 얻어지는 발광층 사이의 광학 거리는 엄밀하게는 제 1 전극(101)에서의 반사 영역과, 원하는 광이 얻어지는 발광층에서의 발광 영역 사이의 광학 거리라고 할 수 있다. 그러나, 제 1 전극(101)에서의 반사 영역이나, 원하는 광이 얻어지는 발광층에서의 발광 영역을 엄밀하게 결정하는 것은 어렵기 때문에, 제 1 전극(101)의 임의의 위치를 반사 영역으로, 원하는 광이 얻어지는 발광층의 임의의 위치를 발광 영역으로 가정함으로써 상술한 효과를 충분히 얻을 수 있는 것으로 한다.

[0196] 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102) 중 적어도 하나는 가시광 또는 근적외광에 대하여 투광성을 가지는 전극으로 한다. 가시광 또는 근적외광에 대하여 투광성을 가지는 전극의 가시광 또는 근적외광의 투과율은 40% 이상으로 한다. 또한 가시광 또는 근적외광에 대하여 투광성을 가지는 전극이 상기 반투과·반반사 전극인 경우, 상기 전극의 가시광 또는 근적외광의 반사율은 20% 이상 80% 이하, 바람직하게는 40% 이상 70% 이하로 한다. 또한 이들 전극의 저항률은 1×10^{-2}Ωcm 이하인 것이 바람직하다.

[0197] 제 1 전극(101) 또는 제 2 전극(102)이 가시광 또는 근적외광에 대하여 반사성을 가지는 전극(반사 전극)인 경우, 반사 전극의 가시광 또는 근적외광의 반사율은 40% 이상 100% 이하, 바람직하게는 70% 이상 100% 이하로 한다. 또한 이 전극의 저항률은 1×10^{-2}Ωcm 이하인 것이 바람직하다.

[0198] <<발광 디바이스의 구체적인 구조>>

[0199] 다음으로 발광 디바이스의 구체적인 구조에 대하여 설명한다. 여기서는, 도 1의 (B)에 나타낸 싱글 구조를 가지는 발광 디바이스를 사용하여 설명한다.

[0200] <제 1 전극 및 제 2 전극>

[0201] 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)을 형성하는 재료로서는, 상술한 양쪽 전극의 기능을 만족시킬 수 있다면 아래에 나타내는 재료를 적절히 조합하여 사용할 수 있다. 예를 들어, 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 적절히 사용할 수 있다. 구체적으로는, In-Sn 산화물(ITO라고도 함), In-Si-Sn 산화물(ITSO라고도 함), In-Zn 산화물, In-W-Zn 산화물을 들 수 있다. 그 외에 알루미늄(Al), 타이타늄(Ti), 크로뮴(Cr),

망가니즈(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 구리(Cu), 갈륨(Ga), 아연(Zn), 인듐(In), 주석(Sn), 몰리브데넘(Mo), 탄탈럼(Ta), 텅스텐(W), 팔라듐(Pd), 금(Au), 백금(Pt), 은(Ag), 이트륨(Y), 네오디뮴(Nd) 등의 금속, 및 이들을 적절히 조합하여 포함하는 합금을 사용할 수도 있다. 그 외에, 위에서 예시하지 않은 원소 주기율표의 1족 또는 2족에 속하는 원소(예를 들어, 리튬(Li), 세슘(Cs), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr)), 유로퓸(Eu), 이터븀(Yb) 등의 희토류 금속 및 이들을 적절히 조합하여 포함하는 합금, 그래핀 등을 사용할 수 있다.

[0202] 또한 마이크로캐비티 구조를 가지는 발광 디바이스를 제작하는 경우에는, 제 1 전극(101)을 반사 전극으로서 형성하고, 제 2 전극(102)을 반투과·반반사 전극으로서 형성한다. 따라서, 원하는 도전성 재료를 하나 또는 복수 사용하여 단층으로 또는 적층하여 형성할 수 있다. 또한 제 2 전극(102)은 EL층(103)을 형성한 후에 상술한 바와 같이 재료를 선택하여 형성한다. 또한 이들 전극의 제작에는 스퍼터링법이나 진공 증착법을 사용할 수 있다.

[0203] <정공 주입층 및 정공 수송층>

[0204] 정공 주입층(111)은 양극인 제 1 전극(101)으로부터 EL층(103)에 정공을 주입하는 층이며, 정공 주입성이 높은 재료를 포함하는 층이다.

[0205] 정공 주입성이 높은 재료로서는, 몰리브데넘 산화물, 바나듐 산화물, 루테늄 산화물, 텅스텐 산화물, 망가니즈 산화물 등의 전이 금속 산화물, 프탈로사이아닌(약칭: H_2Pc)이나 구리 프탈로사이아닌(약칭: CuPc) 등의 프탈로사이아닌계 화합물 등을 사용할 수 있다.

[0206] 정공 주입성이 높은 재료로서는 4,4',4''-트리스(N,N-다이페닐아미노)트라이페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: MTDATA), 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB), 4,4'-비스(N-{4-[N'-(3-메틸페닐)-N'-페닐아미노]페닐}-N-페닐아미노)바이페닐(약칭: DNTPD), 1,3,5-트리스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]벤젠(약칭: DPA3B), 3-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA1), 3,6-비스[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA2), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카바졸-3-일)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCN1) 등의 방향족 아민 화합물 등을 사용할 수 있다.

[0207] 정공 주입성이 높은 재료로서는 폴리(N-바이닐카바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-바이닐트라이페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-[4-(4-다이페닐아미노)페닐]페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아마이드](약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-뷰틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등을 사용할 수 있다. 또는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)/폴리(스타이렌설폰산)(약칭: PEDOT/PSS), 폴리아닐린/폴리(스타이렌설폰산)(약칭: PAni/PSS) 등의 산을 첨가한 고분자 화합물 등을 사용할 수도 있다.

[0208] 정공 주입성이 높은 재료로서는 정공 수송성 재료와 억셉터성 재료(전자 수용성 재료)를 포함하는 복합 재료를 사용할 수도 있다. 이 경우 억셉터성 재료에 의하여 정공 수송성 재료로부터 전자가 추출되어 정공 주입층(111)에서 정공이 발생되고, 정공 수송층(112)을 통하여 발광층(113)에 정공이 주입된다. 또한 정공 주입층(111)은 정공 수송성 재료와 억셉터성 재료를 포함한 복합 재료로 이루어진 단층으로 형성하여도 좋고, 정공 수송성 재료로 이루어진 층과 억셉터성 재료로 이루어진 층을 적층하여 형성하여도 좋다.

[0209] 정공 수송층(112)은 정공 주입층(111)에 의하여 제 1 전극(101)으로부터 주입된 정공을 발광층(113)으로 수송하는 층이다. 정공 수송층(112)은 정공 수송성 재료를 포함하는 층이다. 정공 수송층(112)에 사용되는 정공 수송성 재료로서는, 특히 정공 주입층(111)의 최고 피점유 궤도(HOMO) 준위와 같거나, 가까운 HOMO 준위를 가지는 것을 사용하는 것이 바람직하다.

[0210] 정공 주입층(111)에 사용되는 억셉터성 재료로서는, 원소 주기율표의 4족 내지 8족에 속하는 금속의 산화물을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 산화 몰리브데넘, 산화 바나듐, 산화 나이오븀, 산화 탄탈럼, 산화 크로뮴, 산화 텅스텐, 산화 망가니즈, 산화 레늄을 들 수 있다. 이 중에서도, 산화 몰리브데넘은 대기 중에서도 안정적이고 흡습성이 낮으며 취급하기 쉽기 때문에 특히 바람직하다. 그 외에, 퀴노다이메테인 유도체나 클로라닐 유도체, 헥사아자트라이페닐렌 유도체 등의 유기 억셉터를 사용할 수 있다. 전자 흡인기(할로젠기나 사이아노기)를 가지는 화합물로서는, 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F_4-TCNQ), 클로라닐, 2,3,6,7,10,11-헥사사이아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌(약칭: HAT-CN), 1,3,4,5,7,8-헥사플루오로테트라사이아노-나프토퀴노다이메테인(약칭: F6-TCNNQ) 등을 들 수 있다. 특히, HAT-CN과 같이 헤테로 원자를 복수로 가지는 축합 방향족 고리에 전자 흡인기가 결합하는 화합물이 열적으로 안정적이므로 바람직하다.

또한 전자 흡인기(특히 플루오로기와 같은 할로젠기나 사이아노기)를 가지는 [3]라디알렌 유도체는 전자 수용성이 매우 높으므로 바람직하고, 구체적으로는 α,α',α''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[4-사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로벤젠아세토나이트릴], α,α',α''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,6-다이클로로-3,5-다이플루오로-4-(트라이플루오로메틸)벤젠아세토나이트릴], α,α',α''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,3,4,5,6-펜타플루오로벤젠아세토나이트릴] 등을 들 수 있다.

[0211] 정공 주입층(111) 및 정공 수송층(112)에 사용되는 정공 수송성 재료로서는 정공 이동도가 $10^{-6}cm^2/Vs$ 이상인 물질이 바람직하다. 또한 전자 수송성보다 정공 수송성이 높은 물질이면 이들 외의 물질도 사용할 수 있다.

[0212] 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스는 정공 주입층(111) 및 정공 수송층(112) 중 한쪽 또는 양쪽에 사용되는 정공 수송성 재료로서 본 발명의 일 형태의 유기 화합물을 가지는 것이 바람직하다. 또한 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 높은 전자 블로킹성을 가지기 때문에 정공 수송층(112)에 사용함으로써 발광 디바이스의 발광 효율을 높일 수 있다.

[0213] 정공 수송성 재료로서는, π전자 과잉형 헤테로 방향족 화합물(예를 들어 카바졸 유도체, 싸이오펜 유도체, 퓨란 유도체 등)이나 방향족 아민(방향족 아민 골격을 가지는 화합물) 등의 정공 수송성이 높은 재료가 바람직하다.

[0214] 카바졸 유도체(카바졸 골격을 가지는 화합물)로서는 바이카바졸 유도체(예를 들어 3,3'-바이카바졸 유도체), 카바졸릴기를 가지는 방향족 아민 등을 들 수 있다.

[0215] 바이카바졸 유도체(예를 들어 3,3'-바이카바졸 유도체)로서 구체적으로는 3,3'-비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCCP), 9,9'-비스(1,1'-바이페닐-4-일)-3,3'-바이-9H-카바졸, 9,9'-비스(1,1'-바이페닐-3-일)-3,3'-바이-9H-카바졸, 9-(1,1'-바이페닐-3-일)-9'-(1,1'-바이페닐-4-일)-9H,9'-H-3,3'-바이카바졸(약칭: mBPCCBP), 9-(2-나프틸)-9'-페닐-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: βNCCP) 등을 들 수 있다.

[0216] 카바졸릴기를 가지는 방향족 아민으로서 구체적으로는 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), N-(4-바이페닐)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9-페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCBiF), N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF), 4,4'-다이페닐-4''-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBBi1BP), 4-(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBANB), 4,4'-다이(1-나프틸)-4''-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBNBB), 4-페닐다이페닐-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)아민(약칭: PCA1BP), N,N'-비스(9-페닐카바졸-3-일)-N,N'-다이페닐벤젠-1,3-다이아민(약칭: PCA2B), N,N',N''-트라이페닐-N,N',N''-트리스(9-페닐카바졸-3-일)벤젠-1,3,5-트라이아민(약칭: PCA3B), 9,9-다이메틸-N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]플루오렌-2-아민(약칭: PCBAF), N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-아민(약칭: PCBASF), PCzPCA1, PCzPCA2, PCzPCN1, 3-[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzDPA1), 3,6-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzDPA2), 3,6-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-(1-나프틸)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzTPN2), 2-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: PCASF), N-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N-(4-페닐)페닐아닐린(약칭: YGA1BP), N,N'-비스[4-(카바졸-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐-9,9-다이메틸플루오렌-2,7-다이아민(약칭: YGA2F), 4,4',4''-트리스(카바졸-9-일)트라이페닐아민(약칭: TCTA) 등을 들 수 있다.

[0217] 카바졸 유도체로서는 상기에 더하여 3-[4-(9-페난트릴)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPPn), 3-[4-(1-나프틸)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPN), 1,3-비스(N-카바졸릴)벤젠(약칭: mCP), 4,4'-다이(N-카바졸릴)바이페닐(약칭: CBP), 3,6-비스(3,5-다이페닐페닐)-9-페닐카바졸(약칭: CzTP), 1,3,5-트리스[4-(N-카바졸릴)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(10-페닐-9-안트라센일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA) 등을 들 수 있다.

[0218] 싸이오펜 유도체(싸이오펜 골격을 가지는 화합물) 및 퓨란 유도체(퓨란 골격을 가지는 화합물)로서는, 구체적으로는 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II), 2,8-다이페닐-4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-III), 4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-6-페닐다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-IV) 등의 싸이오펜 골격을 가지는 화합물, 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조퓨란)(약칭: DBF3P-II), 4-{3-[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]페닐}다이벤조퓨란(약칭: mmDBFFLBi-II) 등을 들 수 있다.

[0219] 방향족 아민으로서 구체적으로는 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB 또는 α-NPD), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-다이페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이아민(약칭: TPD), 4,4'-비스[N-(스파이로-

9,9'-바이플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: BSPB), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP), 4-페닐-3'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: mBPAFLP), N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-N-{9,9-다이메틸-2-[N'-페닐-N'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)아미노]-9H-플루오렌-7-일}페닐아민(약칭: DFLADFL), N-(9,9-다이메틸-2-다이페닐아미노-9H-플루오렌-7-일)다이페닐아민(약칭: DPNF), 2-[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: DPASF), 2,7-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: DPA2SF), 4,4',4''-트리스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: 1'-TNATA), TDATA, m-MTDATA, N,N'-다이(p-톨릴)-N,N'-다이페닐-p-페닐렌다이아민(약칭: DTDPPA), DPAB, DNTPD, DPA3B 등을 들 수 있다.

[0220] 정공 수송성 재료로서는, PVK, PVTPA, PTPDMA, Poly-TPD 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.

[0221] 정공 수송성 재료는 상술한 예에 한정되지 않고, 공지의 다양한 재료를 1종류 또는 복수 종류 조합하여 정공 주입층(111) 및 정공 수송층(112)에 사용할 수 있다.

[0222] <발광층>

[0223] 발광층(113)은 발광 물질을 포함하는 층이다. 발광층(113)은 1종류 또는 복수 종류의 발광 물질을 가질 수 있다. 발광 물질로서는 청색, 자색, 청자색, 녹색, 황록색, 황색, 주황색, 적색 등의 발광색을 나타내는 물질을 적절히 사용한다. 또한 발광 물질로서 근적외광을 발하는 물질을 사용할 수도 있다. 또한 복수의 발광층에 상이한 발광 물질을 사용함으로써 상이한 발광색을 나타내는 구성(예를 들어, 보색 관계에 있는 발광색을 조합하여 얻어지는 백색 발광)으로 할 수 있다. 또한 하나의 발광층이 상이한 발광 물질을 가져도 좋다.

[0224] 발광층(113)은 발광 물질(게스트 재료)에 더하여 1종류 또는 복수 종류의 유기 화합물(호스트 재료, 어시스트 재료 등)을 가지는 것이 바람직하다. 1종류 또는 복수 종류의 유기 화합물로서 본 실시형태에서 설명하는 정공 수송성 재료 및 전자 수송성 재료 중 한쪽 또는 양쪽을 사용할 수 있다. 또한 1종류 또는 복수 종류의 유기 화합물로서 바이폴러성 재료를 사용하여도 좋다.

[0225] 발광층(113)에 정공 수송성 재료를 사용하는 경우, 상기 정공 수송성 재료로서 본 발명의 일 형태의 유기 화합물을 사용하는 것이 바람직하다.

[0226] 발광층(113)에 사용할 수 있는 발광 물질로서는, 특별한 한정은 없고, 단일항 여기 에너지를 가시광 영역 또는 근적외광 영역의 발광으로 변환하는 발광 물질, 또는 삼중항 여기 에너지를 가시광 영역 또는 근적외광 영역의 발광으로 변환하는 발광 물질을 사용할 수 있다.

[0227] 단일항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질로서는, 형광을 발하는 물질(형광 재료)을 들 수 있고, 예를 들어 피렌 유도체, 안트라센 유도체, 트라이페닐렌 유도체, 플루오렌 유도체, 카바졸 유도체, 다이벤조싸이오펜 유도체, 다이벤조퓨란 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 퀴녹살린 유도체, 피리딘 유도체, 피리미딘 유도체, 페난트렌 유도체, 나프탈렌 유도체 등을 들 수 있다. 특히 피렌 유도체는 발광 양자 수율이 높아 바람직하다. 피렌 유도체의 구체적인 예로서는, N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrn), N,N'-다이페닐-N,N'-비스[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6FLPAPrn), N,N'-비스(다이벤조퓨란-2-일)-N,N'-다이페닐피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6FrAPrn), N,N'-비스(다이벤조싸이오펜-2-일)-N,N'-다이페닐피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6ThAPrn), N,N'-(피렌-1,6-다이일)비스[(N-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-6-아민](약칭: 1,6BnfAPrn), N,N'-(피렌-1,6-다이일)비스[(N-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-02), N,N'-(피렌-1,6-다이일)비스[(6,N-다이페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-03) 등을 들 수 있다.

[0228] 그 외에도, 5,6-비스[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-2,2'-바이피리딘(약칭: PAP2BPy), 5,6-비스[4'-(10-페닐-9-안트릴)바이페닐-4-일]-2,2'-바이피리딘(약칭: PAPP2BPy), N,N'-비스[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐스틸벤-4,4'-다이아민(약칭: YGA2S), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트라이페닐아민(약칭: YGAPA), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(9,10-다이페닐-2-안트릴)트라이페닐아민(약칭: 2YGAPPA), N,9-다이페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCAPA), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBAPA), 4-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBAPBA), 페릴렌, 2,5,8,11-테트라(tert-뷰틸)페릴렌(약칭: TBP), N,N''-(2-tert-뷰틸안트라센-9,10-다이일다이-4,1-페닐렌)비스[N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민](약칭: DPABPA), N,9-다이페닐-N-[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPPA), N-[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPAPPA) 등을 사용할 수 있다.

[0229] 또한 삼중항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질로서는, 예를 들어 인광을 발하는 물질(인광 재료)이나 열 활성화 지연 형광(Thermally Activated Delayed Fluorescence: TADF) 재료가 있다.

[0230] 인광 재료로서는 유기 금속 착체, 금속 착체(백금 착체), 희토류 금속 착체 등을 들 수 있다. 이들은 물질마다 다른 발광색(발광 피크)을 나타내기 때문에 필요에 따라 적절히 선택하여 사용한다.

[0231] 청색 또는 녹색을 나타내고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 450nm 이상 570nm 이하인 인광 재료로서는 다음과 같은 물질을 들 수 있다.

[0232] 예를 들어, 트리스{2-[5-(2-메틸페닐)-4-(2,6-다이메틸페닐)-4H-1,2,4-트라이아졸-3-일-κN^2]페닐-κC}이리듐(III)(약칭: [Ir(mpptz-dmp)$_3$]), 트리스(5-메틸-3,4-다이페닐-4H-1,2,4-트라이아졸레이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(Mptz)$_3$]), 트리스[4-(3-바이페닐)-5-아이소프로필-3-페닐-4H-1,2,4-트라이아졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPrptz-3b)$_3$]), 트리스[3-(5-바이페닐)-5-아이소프로필-4-페닐-4H-1,2,4-트라이아졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPr5btz)$_3$]) 등의 4H-트라이아졸 골격을 가지는 유기 금속 착체, 트리스[3-메틸-1-(2-메틸페닐)-5-페닐-1H-1,2,4-트라이아졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(Mptz1-mp)$_3$]), 트리스(1-메틸-5-페닐-3-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸레이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(Prptz1-Me)$_3$]) 등의 1H-트라이아졸 골격을 가지는 유기 금속 착체, fac-트리스[1-(2,6-다이아이소프로필페닐)-2-페닐-1H-이미다졸]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPrpmi)$_3$]), 트리스[3-(2,6-다이메틸페닐)-7-메틸이미다조[1,2-f]페난트리디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(dmpimpt-Me)$_3$]) 등의 이미다졸 골격을 가지는 유기 금속 착체, 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이토-N,$C^{2'}$]이리듐(III)테트라키스(1-피라졸릴)보레이트(약칭: FIr6), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이토-N,$C^{2'}$]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: FIrpic), 비스{2-[3',5'-비스(트라이플루오로메틸)페닐]피리디네이토-N,$C^{2'}$}이리듐(III)피콜리네이트(약칭: [Ir(CF$_3$ppy)$_2$(pic)]), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이토-N,$C^{2'}$]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIr(acac)) 등의 전자 흡인기를 가지는 페닐피리딘 유도체를 배위자로 하는 유기 금속 착체 등을 들 수 있다.

[0233] 녹색 또는 황색을 나타내고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 495nm 이상 590nm 이하인 인광 재료로서는 다음과 같은 물질을 들 수 있다.

[0234] 예를 들어, 트리스(4-메틸-6-페닐피리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppm)$_3$]), 트리스(4-t-뷰틸-6-페닐피리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)$_3$]), (아세틸아세토네이토)비스(6-메틸-4-페닐피리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppm)$_2$(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스(6-tert-뷰틸-4-페닐피리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)$_2$(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스[6-(2-노보닐)-4-페닐피리미디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(nbppm)$_2$(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-페닐피리미디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(mpmppm)$_2$(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스{4,6-다이메틸-2-[6-(2,6-다이메틸페닐)-4-피리미딘일-κN^3]페닐-κC}이리듐(III)(약칭: [Ir(dmppm-dmp)$_2$(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스(4,6-다이페닐피리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(dppm)$_2$(acac)]) 등의 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체, (아세틸아세토네이토)비스(3,5-다이메틸-2-페닐피라지네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-Me)$_2$(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스(5-아이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-iPr)$_2$(acac)]) 등의 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체, 트리스(2-페닐피리디네이토-N,$C^{2'}$)이리듐(III)(약칭: [Ir(ppy)$_3$]), 비스(2-페닐피리디네이토-N,$C^{2'}$)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(ppy)$_2$(acac)]), 비스(벤조[h]퀴놀리네이토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(bzq)$_2$(acac)]), 트리스(벤조[h]퀴놀리네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(bzq)$_3$]), 트리스(2-페닐퀴놀리네이토-N,$C^{2'}$)이리듐(III)(약칭: [Ir(pq)$_3$]), 비스(2-페닐퀴놀리네이토-N,$C^{2'}$)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(pq)$_2$(acac)]), [2-(4-페

닐-2-피리딘일-κN)페닐-κC]비스[2-(2-피리딘일-κN)페닐-κC]이리듐(III)(약칭: [Ir(ppy)$_2$(4dppy)]), 비스[2-(2-피리딘일-κN)페닐-κC][2-(4-메틸-5-페닐-2-피리딘일-κN)페닐-κC] 등의 피리딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체, 비스(2,4-다이페닐-1,3-옥사졸레이토-N,C$^{2'}$)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(dpo)$_2$(acac)]), 비스{2-[4'-(퍼플루오로페닐)페닐]피리디네이토-N,C$^{2'}$}이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(p-PF-ph)$_2$(acac)]), 비스(2-페닐벤조싸이아졸레이토-N,C$^{2'}$)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(bt)$_2$(acac)]) 등의 유기 금속 착체 외에 트리스(아세틸아세토네이토)(모노페난트롤린)터븀(III)(약칭: [Tb(acac)$_3$(Phen)]) 등의 희토류 금속 착체를 들 수 있다.

[0235] 황색 또는 적색을 나타내고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 570nm 이상 750nm 이하인 인광 재료로서는 다음과 같은 물질을 들 수 있다.

[0236] 예를 들어, (다이아이소뷰티릴메타네이토)비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(5mdppm)$_2$(dibm)]), 비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이토](다이피발로일메타네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(5mdppm)$_2$(dpm)]),
비스[4,6-다이(나프탈렌-1-일)피리미디네이토](다이피발로일메타네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(d1npm)$_2$(dpm)]), 트리스(4-t-뷰틸-6-페닐피리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)$_3$]) 등의 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 착체, (아세틸아세토네이토)비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)$_2$(acac)]), 비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이토)(다이피발로일메타네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)$_2$(dpm)]), 비스{4,6-다이메틸-2-[3-(3,5-다이메틸페닐)-5-페닐-2-피라진일-κN]페닐-κC}(2,6-다이메틸-3,5-헵테인다이오네이토-κ^{2}O,O')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-P)$_2$(dibm)]), 비스{4,6-다이메틸-2-[5-(4-사이아노-2,6-다이메틸페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일-κN]페닐-κC}(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵테인다이오네이토-κ^{2}O,O')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-dmCP)$_2$(dpm)]), (아세틸아세토네이토)비스[2-메틸-3-페닐퀴녹살리네이토-N,C$^{2'}$]이리듐(III)(약칭: [Ir(mpq)$_2$(acac)]),
(아세틸아세토네이토)비스(2,3-다이페닐퀴녹살리네이토-N,C$^{2'}$)이리듐(III)(약칭: [Ir(dpq)$_2$(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴녹살리네이토)]이리듐(III)(약칭: [Ir(Fdpq)$_2$(acac)]), 비스{4,6-다이메틸-2-[5-(5-사이아노-2-메틸페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일-κN]페닐-κC}(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵테인다이오네이토-κ^{2}O,O')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-m5CP)$_2$(dpm)]) 등의 피라진 골격을 가지는 유기 금속 착체, 트리스(1-페닐아이소퀴놀리네이토-N,C$^{2'}$)이리듐(III)(약칭: [Ir(piq)$_3$]), 비스(1-페닐아이소퀴놀리네이토-N,C$^{2'}$)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(piq)$_2$(acac)]), 비스[4,6-다이메틸-2-(2-퀴노린일-κN)페닐-κC](2,4-펜테인다이오네이토-κ^{2}O,O')이리듐(III) 등의 피리딘 골격을 가지는 유기 금속 착체, 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린 백금(II)(약칭: [PtOEP]) 등의 백금 착체, 트리스(1,3-다이페닐-1,3-프로페인다이오네이토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: [Eu(DBM)$_3$(Phen)]), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트라이플루오로아세토네이토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: [Eu(TTA)$_3$(Phen)]) 등의 희토류 금속 착체가 있다.

[0237] 발광층(113)에 사용되는 유기 화합물(호스트 재료, 어시스트 재료 등)로서는 발광 물질의 에너지 갭보다 큰 에너지 갭을 가지는 물질을 1종류 또는 복수 종류 선택하여 사용할 수 있다.

[0238] 발광층(113)에 사용되는 발광 물질이 형광 재료인 경우, 발광 물질과 조합하여 사용되는 유기 화합물로서는 단일항 여기 상태의 에너지 준위가 크고, 삼중항 여기 상태의 에너지 준위가 작은 유기 화합물을 사용하는 것이 바람직하다.

[0239] 위에 나타낸 구체적인 예와 부분적으로 중복되지만, 발광 물질(형광 재료, 인광 재료)과의 조합이 바람직하다는 관점에서 유기 화합물의 구체적인 예를 아래에 나타낸다.

[0240] 발광 물질이 형광 재료인 경우, 발광 물질과 조합하여 사용될 수 있는 유기 화합물로서는 안트라센 유도체, 테트라센 유도체, 페난트렌 유도체, 피렌 유도체, 크리센 유도체, 다이벤조[g,p]크리센 유도체 등의 축합 다환 방향족 화합물을 들 수 있다.

[0241] 형광 재료와 조합하여 사용되는 유기 화합물(호스트 재료)의 구체적인 예로서는, 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: PCzPA), 3,6-다이페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: DPCzPA), PCPN, 9,10-다이페닐안트라센(약칭: DPAnth), N,N-다이페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: CzA1PA), 4-(10-페닐-9-안트릴)트라이페닐아민(약칭: DPhPA), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트라이페닐아민 (약칭: YGAPA), N,9-다이페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCAPA), N,9-다이페닐-N-{4-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]페닐}-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCAPBA), N-(9,10-다이페닐-2-안트릴)-N,9-다이페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), 6,12-다이메톡시-5,11-다이페닐크리센, N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-옥타페닐다이벤조[g,p]크리센-2,7,10,15-테트라아민(약칭: DBC1), CzPA, 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA), 6-[3-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란(약칭: 2mBnfPPA), 9-페닐-10-{4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)바이페닐-4'-일}안트라센(약칭: FLPPA), 9,10-비스(3,5-다이페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 2-tert-뷰틸-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 9,9'-바이안트릴(약칭: BANT), 9,9'-(스틸벤-3,3'-다이일)다이페난트렌(약칭: DPNS), 9,9'-(스틸벤-4,4'-다이일)다이페난트렌(약칭: DPNS2), 1,3,5-트라이(1-피렌일)벤젠(약칭: TPB3), 5,12-다이페닐테트라센, 5,12-비스(바이페닐-2-일)테트라센 등을 들 수 있다.

[0242] 발광 물질이 인광 재료인 경우, 발광 물질과 조합하여 사용되는 유기 화합물로서는, 발광 물질의 삼중항 여기 에너지(기저 상태와 삼중항 여기 상태의 에너지 차이)보다 삼중항 여기 에너지가 큰 유기 화합물을 선택하면 좋다.

[0243] 들뜬 복합체를 형성하기 위하여 복수의 유기 화합물(예를 들어 제 1 호스트 재료 및 제 2 호스트 재료(또는 어시스트 재료) 등)를 발광 물질과 조합하여 사용하는 경우에는, 이들 복수의 유기 화합물을 인광 재료(특히 유기 금속 착체)와 혼합하여 사용하는 것이 바람직하다.

[0244] 이와 같은 구성으로 함으로써, 들뜬 복합체로부터 발광 물질로의 에너지 이동인 ExTET(Exciplex-Triplet Energy Transfer)를 사용한 발광을 효율적으로 얻을 수 있다. 또한 복수의 유기 화합물의 조합으로서는, 들뜬 복합체가 형성되기 쉬운 조합이 좋고, 정공을 받기 쉬운 화합물(정공 수송성 재료)과, 전자를 받기 쉬운 화합물(전자 수송성 재료)를 조합하는 것이 특히 바람직하다. 또한 실시형태 1에 나타낸 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 정공을 받기 쉬운 화합물로서 적합하다. 또한 정공 수송성 재료 및 전자 수송성 재료로서는, 구체적으로 본 실시형태에 나타낸 재료를 사용할 수 있다. 이 구성에 의하여, 발광 디바이스의 고효율, 저전압 구동, 장수명을 동시에 실현할 수 있다.

[0245] 발광 물질이 인광 재료인 경우에 발광 물질과 조합하여 사용될 수 있는 유기 화합물로서는 방향족 아민, 카바졸 유도체, 다이벤조싸이오펜 유도체, 다이벤조퓨란 유도체, 아연이나 알루미늄계 금속 착체, 옥사다이아졸 유도체, 트라이아졸 유도체, 벤즈이미다졸 유도체, 퀴녹살린 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 피리미딘 유도체, 트라이아진 유도체, 피리딘 유도체, 바이피리딘 유도체, 페난트롤린 유도체 등을 들 수 있다.

[0246] 또한 상술한 것 중에서 정공 수송성이 높은 유기 화합물인 방향족 아민(방향족 아민 골격을 가지는 화합물), 카바졸 유도체, 다이벤조싸이오펜 유도체(싸이오펜 유도체), 다이벤조퓨란 유도체(퓨란 유도체)의 구체적인 예로서는, 상술한 정공 수송성 재료의 구체적인 예와 같은 것을 들 수 있다.

[0247] 전자 수송성이 높은 유기 화합물인, 아연이나 알루미늄계 금속 착체의 구체적인 예로서는, 트리스(8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(III)(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(III)(약칭: $Almq_3$), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리네이토)베릴륨(II)(약칭: $BeBq_2$), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이토)(4-페닐페놀레이토)알루미늄(III)(약칭: BAlq), 비스(8-퀴놀리놀레이토)아연(II)(약칭: Znq) 등 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 가지는 금속 착체 등이 있다.

[0248] 그 외에 비스[2-(2-벤즈옥사졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnPBO), 비스[2-(2-벤조싸이아졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 옥사졸계, 싸이아졸계 배위자를 가지는 금속 착체 등을 사용할 수도 있다.

[0249] 전자 수송성이 높은 유기 화합물인, 옥사다이아졸 유도체, 트라이아졸 유도체, 벤즈이미다졸 유도체, 퀴녹살린

유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 페난트롤린 유도체의 구체적인 예로서는, 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-tert-뷰틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(p-tert-뷰틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사다이아졸-2-일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CO11), 3-(4-바이페닐릴)-4-페닐-5-(4-tert-뷰틸페닐)-1,2,4-트라이아졸(약칭: TAZ), 3-(4-tert-뷰틸페닐)-4-(4-에틸페닐)-5-(4-바이페닐릴)-1,2,4-트라이아졸(약칭: p-EtTAZ), 2,2',2''-(1,3,5-벤젠트라이일)트리스(1-페닐-1H-벤즈이미다졸)(약칭: TPBI), 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: mDBTBIm-II), 4,4'-비스(5-메틸벤즈옥사졸-2-일)스틸벤(약칭: BzOs), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen), 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTBPDBq-II), 2-[3'-(9H-카바졸-9-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mCzBPDBq), 2-[4-(3,6-다이페닐-9H-카바졸-9-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2CzPDBq-III), 7-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 7mDBTPDBq-II), 및 6-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 6mDBTPDBq-II) 등을 들 수 있다.

[0250] 전자 수송성이 높은 유기 화합물인, 다이아진 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물, 트라이아진 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물, 피리딘 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물의 구체적인 예로서는, 4,6-비스[3-(페난트렌-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mPnP2Pm), 4,6-비스[3-(4-다이벤조싸이엔일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mDBTP2Pm-II), 4,6-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mCzP2Pm), 2-{4-[3-(N-페닐-9H-카바졸-3-일)-9H-카바졸-9-일]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: PCCzPTzn), 9-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진-2-일)페닐]-9'-페닐-2,3'-바이-9H-카바졸(약칭: mPCCzPTzn-02), 2-[3'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mFBPTzn), 2-[(1,1'-바이페닐)-4-일]-4-페닐-6-[9,9'-스파이로바이(9H-플루오렌)-2-일]-1,3,5-트라이아진(약칭: BP-SFTzn), 2-{3-[3-(벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-일)페닐]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mBnfBPTzn), 2-{3-[3-(벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-일)페닐]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mBnfBPTzn-02), 3,5-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리딘(약칭: 35DCzPPy), 1,3,5-트라이[3-(3-피리딜)페닐]벤젠(약칭: TmPyPB) 등을 들 수 있다.

[0251] 전자 수송성이 높은 유기 화합물로서는, 폴리(2,5-피리딘다이일)(약칭: PPy), 폴리[(9,9-다이헥실플루오렌-2,7-다이일)-co-(피리딘-3,5-다이일)](약칭: PF-Py), 폴리[(9,9-다이옥틸플루오렌-2,7-다이일)-co-(2,2'-바이피리딘-6,6'-다이일)](약칭: PF-BPy) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.

[0252] TADF 재료란 삼중항 여기 상태를 미량의 열 에너지에 의하여 단일항 여기 상태로 업 컨버트(역 항간 교차)할 수 있고, 단일항 여기 상태로부터의 발광(형광)을 효율적으로 나타내는 재료를 말한다. 또한 열 활성화 지연 형광이 효율적으로 얻어지는 조건으로서는 삼중항 여기 준위와 단일항 여기 준위의 에너지 차가 0eV 이상 0.2eV 이하, 바람직하게는 0eV 이상 0.1eV 이하인 것을 들 수 있다. 또한 TADF 재료에서의 지연 형광이란 일반적인 형광과 같은 스펙트럼을 가지면서도 수명이 현저히 긴 발광을 말한다. 그 수명은 10^{-6}초 이상, 바람직하게는 10^{-3}초 이상이다.

[0253] TADF 재료로서는, 예를 들어, 풀러렌이나 그 유도체, 프로플라빈 등의 아크리딘 유도체, 에오신 등이 있다. 또한 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 주석(Sn), 백금(Pt), 인듐(In), 또는 팔라듐(Pd) 등을 포함하는 금속 함유 포르피린이 있다. 금속 함유 포르피린으로서는, 예를 들어, 프로토포르피린-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF_2(Proto IX)), 메소포르피린-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF_2(Meso IX)), 헤마토포르피린-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF_2(Hemato IX)), 코프로포르피린테트라메틸에스터-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF_2(Copro III-4Me)), 옥타에틸포르피린-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF_2(OEP)), 에티오포르피린-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF_2(Etio I)), 옥타에틸포르피린-염화 백금 착체(약칭: $PtCl_2$OEP) 등이 있다.

[0254] 그 외에도, 2-(바이페닐-4-일)-4,6-비스(12-페닐인돌로[2,3-a]카바졸-11-일)-1,3,5-트라이아진(약칭: PIC-TRZ), PCCzPTzn, 2-[4-(10H-페녹사진-10-일)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: PXZ-TRZ), 3-[4-(5-페닐-5,10-다이하이드로페나진-10-일)페닐]-4,5-다이페닐-1,2,4-트라이아졸(약칭: PPZ-3TPT), 3-(9,9-다이메틸-9H-아크리딘-10-일)-9H-크산텐-9-온(약칭: ACRXTN), 비스[4-(9,9-다이메틸-9,10-다이하이드로아크리딘)페닐]설폰(약칭: DMAC-DPS), 10-페닐-10H,10'H-스파이로[아크리딘-9,9'-안트라센]-10'-온(약칭: ACRSA) 등의 π전자 과잉형 헤테로 방향 고리 및 π전자 부족형 헤테로 방향 고리를 가지는 헤테로 고리 화합물을 사용할 수 있다. 또한 π전자 과잉형 헤테로 방향 고리와 π전자 부족형 헤테로 방향 고리가 직접 결합된 물질은 π전자 과잉형

헤테로 방향 고리의 도너성과 π전자 부족형 헤테로 방향 고리의 억셉터성이 모두 강해져, 단일항 여기 상태와 삼중항 여기 상태의 에너지 차가 작아지기 때문에 특히 바람직하다.

[0255] 또한 TADF 재료를 사용하는 경우, 다른 유기 화합물과 조합하여 사용할 수도 있다. 특히 상술한 호스트 재료, 정공 수송 재료, 전자 수송 재료와 조합할 수 있다.

[0256] 또한 상기 재료는 저분자 재료나 고분자 재료와 조합됨으로써 발광층(113)의 형성에 사용될 수 있다. 또한 성막에는 공지의 방법(증착법, 도포법, 인쇄법 등)을 적절히 사용할 수 있다.

[0257] <전자 수송층>

[0258] 전자 수송층(114)은 전자 주입층(115)에 의하여 제 2 전극(102)으로부터 주입된 전자를 발광층(113)에 수송하는 층이다. 또한 전자 수송층(114)은 전자 수송성 재료를 포함하는 층이다. 전자 수송층(114)에 사용되는 전자 수송성 재료는 $1\times10^{-6}cm^2/Vs$ 이상의 전자 이동도를 가지는 물질이 바람직하다. 또한 정공 수송성보다 전자 수송성이 높은 물질이면, 이들 외의 물질도 사용할 수 있다.

[0259] 전자 수송성 재료로서는, 퀴놀린 골격을 가지는 금속 착체, 벤조퀴놀린 골격을 가지는 금속 착체, 옥사졸 골격을 가지는 금속 착체, 싸이아졸 골격을 가지는 금속 착체 등 외에, 옥사다이아졸 유도체, 트라이아졸 유도체, 이미다졸 유도체, 옥사졸 유도체, 싸이아졸 유도체, 페난트롤린 유도체, 퀴놀린 배위자를 가지는 퀴놀린 유도체, 벤조퀴놀린 유도체, 퀴녹살린 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 피리딘 유도체, 바이피리딘 유도체, 피리미딘 유도체, 그리고 질소 함유 헤테로 방향족 화합물을 포함한 π전자 부족형 헤테로 방향족 화합물 등 전자 수송성이 높은 재료를 사용할 수 있다.

[0260] 전자 수송성 재료의 구체적인 예로서는 상술한 재료를 사용할 수 있다.

[0261] <전자 주입층>

[0262] 전자 주입층(115)은 전자 주입성이 높은 재료를 포함하는 층이다. 전자 주입층(115)에는 플루오린화 리튬(LiF), 플루오린화 세슘(CsF), 플루오린화 칼슘(CaF_2), 리튬 산화물(LiO_x) 등의 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 이들의 화합물을 사용할 수 있다. 또한 플루오린화 어븀(ErF_3) 등의 희토류 금속 화합물을 사용할 수 있다. 또한 전자 주입층(115)에 전자화물(electride)을 사용하여도 좋다. 전자화물로서는, 예를 들어, 칼슘과 알루미늄의 혼합 산화물에 전자를 고농도로 첨가한 물질 등이 있다. 또한 상술한 전자 수송층(114)을 구성하는 물질을 사용할 수도 있다.

[0263] 또한 전자 주입층(115)에, 전자 수송성 재료와 도너성 재료(전자 공여성 재료)를 포함하는 복합 재료를 사용하여도 좋다. 이와 같은 복합 재료는, 전자 공여체에 의하여 유기 화합물에 전자가 발생하기 때문에, 전자 주입성 및 전자 수송성이 우수하다. 이 경우, 유기 화합물로서는 발생한 전자의 수송이 우수한 재료인 것이 바람직하고, 구체적으로는 예를 들어 상술한 전자 수송층(114)에 사용되는 전자 수송성 재료(금속 착체나 헤테로 방향족 화합물 등)를 사용할 수 있다. 전자 공여체로서는, 유기 화합물에 대하여 전자 공여성을 나타내는 물질이면 좋다. 구체적으로는, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 및 희토류 금속이 바람직하고, 리튬, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 어븀, 이터븀 등을 들 수 있다. 또한 알칼리 금속 산화물이나 알칼리 토금속 산화물이 바람직하고, 리튬 산화물, 칼슘 산화물, 바륨 산화물 등을 들 수 있다. 또한 산화 마그네슘 등의 루이스 염기를 사용할 수도 있다. 또한 테트라싸이아풀발렌(약칭: TTF) 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다.

[0264] <전하 발생층>

[0265] 도 1의 (C)에 나타낸 발광 디바이스에서, 제 1 전극(101)(양극)과 제 2 전극(102)(음극) 사이에 전압을 인가하였을 때, 전하 발생층(104)은 EL층(103a)에 전자를 주입하고 EL층(103b)에 정공을 주입하는 기능을 가진다.

[0266] 전하 발생층(104)은 정공 수송성 재료와 억셉터성 재료(전자 수용성 재료)를 포함하는 구성이어도 좋고, 전자 수송성 재료와 도너성 재료를 포함하는 구성이어도 좋다. 이와 같은 구성의 전하 발생층(104)을 형성함으로써, EL층이 적층된 경우에 구동 전압이 상승되는 것을 억제할 수 있다.

[0267] 정공 수송성 재료, 억셉터성 재료, 전자 수송성 재료, 및 도너성 재료로서 각각 상술한 재료를 사용할 수 있다.

[0268] 또한 본 실시형태에 나타낸 발광 디바이스의 제작에는 증착법 등의 진공 프로세스나, 스핀 코팅법, 잉크젯법 등의 용액 프로세스를 사용할 수 있다. 증착법을 사용하는 경우에는, 스퍼터링법, 이온 플레이팅법, 이온 빔 증착법, 분자선 증착법, 진공 증착법 등의 물리 증착법(PVD법)이나, 화학 증착법(CVD법) 등을 사용할 수 있다.

특히, EL층에 포함되는 기능층(정공 주입층, 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층, 전자 주입층), 및 전하 발생층에 대해서는 증착법(진공 증착법 등), 코팅법(딥 코팅법, 다이 코팅법, 바 코팅법, 스핀 코팅법, 스프레이 코팅법 등), 인쇄법(잉크젯법, 스크린(공판 인쇄)법, 오프셋(평판 인쇄)법, 플렉소 인쇄(철판 인쇄)법, 그라비어법, 마이크로 콘택트 인쇄법 등) 등의 방법으로 형성할 수 있다.

[0269] EL층(103)을 구성하는 기능층 및 전하 발생층의 재료는 각각 상술한 재료에 한정되지 않는다. 예를 들어, 기능층의 재료로서는, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등), 중분자 화합물(저분자와 고분자의 중간 영역의 화합물: 분자량 400 내지 4000), 무기 화합물(퀀텀닷(quantum dot) 재료 등) 등을 사용하여도 좋다. 또한 퀀텀닷 재료로서는, 콜로이드상 퀀텀닷 재료, 합금형 퀀텀닷 재료, 코어·셸형 퀀텀닷 재료, 코어형 퀀텀닷 재료 등을 사용할 수 있다.

[0270] 본 실시형태는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0271] (실시형태 3)

[0272] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 발광 장치에 대하여 도 2 내지 도 5를 사용하여 설명한다.

[0273] [발광 장치의 구성예 1]

[0274] 도 2의 (A)는 발광 장치의 상면도이고, 도 2의 (B) 및 (C)는 도 2의 (A)의 일점쇄선 X1-Y1간 및 X2-Y2간의 단면도이다. 도 2의 (A) 내지 (C)에 나타낸 발광 장치는 예를 들어 조명 장치에 사용할 수 있다. 발광 장치는 보텀 이미션형, 톱 이미션형, 듀얼 이미션형 중 어느 것이어도 좋다.

[0275] 도 2의 (B)에 나타낸 발광 장치는 기판(490a), 기판(490b), 도전층(406), 도전층(416), 절연층(405), 유기 EL 디바이스(450)(제 1 전극(401), EL층(402), 및 제 2 전극(403)), 및 접착층(407)을 가진다. 유기 EL 디바이스(450)는 발광 소자, 유기 EL 소자, 발광 디바이스 등이라고 할 수도 있다. EL층(402)은 실시형태 1에 나타낸 본 발명의 일 형태의 유기 화합물을 가지는 것이 바람직하다. 예를 들어 정공 주입층의 재료, 정공 수송층의 재료, 및 발광층의 호스트 재료 중 적어도 하나로서, 상기 유기 화합물을 가지는 것이 바람직하다.

[0276] 유기 EL 디바이스(450)는 기판(490a) 위의 제 1 전극(401)과, 제 1 전극(401) 위의 EL층(402)과, EL층(402) 위의 제 2 전극(403)을 가진다. 기판(490a), 접착층(407), 및 기판(490b)에 의하여 유기 EL 디바이스(450)는 밀봉되어 있다.

[0277] 제 1 전극(401), 도전층(406), 도전층(416)의 단부는 절연층(405)으로 덮여 있다. 도전층(406)은 제 1 전극(401)과 전기적으로 접속되고, 도전층(416)은 제 2 전극(403)과 전기적으로 접속된다. 제 1 전극(401)을 개재하여 절연층(405)으로 덮인 도전층(406)은 보조 배선으로서 기능하고, 제 1 전극(401)과 전기적으로 접속된다. 유기 EL 디바이스(450)의 전극과 전기적으로 접속되는 보조 배선을 가지면, 전극의 저항에 기인하는 전압 강하를 억제할 수 있어 바람직하다. 도전층(406)은 제 1 전극(401) 위에 제공되어도 좋다. 또한 절연층(405) 위 등에 제 2 전극(403)과 전기적으로 접속되는 보조 배선을 가져도 좋다.

[0278] 기판(490a) 및 기판(490b)에는 각각 유리, 석영, 세라믹, 사파이어, 유기 수지 등을 사용할 수 있다. 기판(490a) 및 기판(490b)에 가요성을 가지는 재료를 사용하면, 표시 장치의 가요성을 높일 수 있다.

[0279] 발광 장치의 발광면에는 광 추출 효율을 높이기 위한 광 추출 구조, 먼지의 부착을 방지하는 대전 방지막, 얼룩의 부착을 억제하는 발수성막, 사용에 따른 흠의 발생을 억제하는 하드 코트막, 충격 흡수층 등을 배치하여도 좋다.

[0280] 절연층(405)에 사용할 수 있는 절연 재료로서는, 예를 들어 아크릴 수지, 에폭시 수지 등의 수지, 산화 실리콘, 산화질화 실리콘, 질화산화 실리콘, 질화 실리콘, 산화 알루미늄 등의 무기 절연 재료가 있다.

[0281] 접착층(407)으로서는, 자외선 경화형 등의 광 경화형 접착제, 반응 경화형 접착제, 열 경화형 접착제, 혐기형 접착제 등 각종 경화형 접착제를 사용할 수 있다. 이들 접착제로서는, 에폭시 수지, 아크릴 수지, 실리콘(silicone) 수지, 페놀 수지, 폴리이미드 수지, 이미드 수지, PVC(폴리바이닐클로라이드) 수지, PVB(폴리바이닐뷰티랄) 수지, 및 EVA(에틸렌바이닐아세테이트) 수지 등을 들 수 있다. 특히, 에폭시 수지 등의 투습성이 낮은 재료가 바람직하다. 또한 2액 혼합형 수지를 사용하여도 좋다. 또한 접착 시트 등을 사용하여도 좋다.

[0282] 도 2의 (C)에 나타낸 발광 장치는 배리어층(490c), 도전층(406), 도전층(416), 절연층(405), 유기 EL 디바이스(450), 접착층(407), 배리어층(423), 및 기판(490b)을 가진다.

[0283] 도 2의 (C)에 나타낸 배리어층(490c)은 기판(420), 접착층(422), 및 배리어성이 높은 절연층(424)을 가진다.

[0284] 도 2의 (C)에 나타낸 발광 장치에서는 배리어성이 높은 절연층(424)과 배리어층(423) 사이에 유기 EL 디바이스(450)가 배치된다. 따라서 기판(420) 및 기판(490b)에 방수성이 비교적 낮은 수지 필름 등을 사용한 경우에도, 유기 EL 디바이스에 물 등의 불순물이 들어가 수명이 짧아지는 것을 억제할 수 있다.

[0285] 기판(420) 및 기판(490b)에는 각각 예를 들어 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN) 등의 폴리에스터 수지, 폴리아크릴로나이트릴 수지, 아크릴 수지, 폴리이미드 수지, 폴리메틸메타크릴레이트 수지, 폴리카보네이트(PC) 수지, 폴리에터설폰(PES) 수지, 폴리아마이드 수지(나일론, 아라미드 등), 폴리실록산 수지, 사이클로올레핀 수지, 폴리스타이렌 수지, 폴리아마이드이미드 수지, 폴리우레탄 수지, 폴리염화바이닐 수지, 폴리염화바이닐리덴 수지, 폴리프로필렌 수지, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 수지, ABS 수지, 셀룰로스 나노 섬유 등을 사용할 수 있다. 기판(420) 및 기판(490b)에는 가요성을 가질 정도의 두께의 유리를 사용하여도 좋다.

[0286] 배리어성이 높은 절연층(424)으로서는, 무기 절연막을 사용하는 것이 바람직하다. 무기 절연막으로서는 예를 들어, 질화 실리콘막, 산화질화 실리콘막, 산화 실리콘막, 질화산화 실리콘막, 산화 알루미늄막, 질화 알루미늄막 등을 사용할 수 있다. 또한 산화 하프늄막, 산화 이트륨막, 산화 지르코늄막, 산화 갈륨막, 산화 탄탈럼막, 산화 마그네슘막, 산화 란타넘막, 산화 세륨막, 및 산화 네오디뮴막 등을 사용하여도 좋다. 또한 상술한 절연막을 2개 이상 적층하여 사용하여도 좋다.

[0287] 배리어층(423)에는 적어도 1층의 무기막을 가지는 것이 바람직하다. 예를 들어 배리어층(423)에는 무기막의 단층 구조나 무기막과 유기막의 적층 구조를 적용할 수 있다. 무기막으로서는 상기 무기 절연막이 적합하다. 상기 적층 구조로서는 예를 들어 산화질화 실리콘막, 산화 실리콘막, 유기막, 산화 실리콘막, 질화 실리콘막을 순차적으로 형성하는 구성 등이 있다. 배리어층을 무기막과 유기막의 적층 구조로 함으로써, 유기 EL 디바이스(450)에 들어갈 수 있는 불순물(대표적으로는 수소, 물 등)을 적합하게 억제할 수 있다.

[0288] 배리어성이 높은 절연층(424) 및 유기 EL 디바이스(450)는 가요성을 가지는 기판(420) 위에 직접 형성할 수 있다. 이 경우, 접착층(422)은 불필요하다. 또한 절연층(424) 및 유기 EL 디바이스(450)는 경질(硬質) 기판 위에 박리층을 개재하여 형성된 후, 기판(420)으로 전치(轉置)될 수 있다. 예를 들어 박리층에 열이나 힘을 가하거나 레이저 광을 조사함으로써, 경질 기판으로부터 절연층(424) 및 유기 EL 디바이스(450)를 박리한 후, 접착층(422)을 사용하여 기판(420)을 접합함으로써 기판(420)으로 전치하여도 좋다. 박리층으로서는 예를 들어 텅스텐막과 산화 실리콘막을 포함한 무기막의 적층 구조나, 폴리이미드 등의 유기 수지막 등을 사용할 수 있다. 경질 기판을 사용하는 경우, 수지 기판 등과 비교하여 고온에서 절연층(424)을 형성할 수 있기 때문에 절연층(424)을 치밀하고 배리어성이 매우 높은 절연막으로 할 수 있다.

[0289] [발광 장치의 구성예 2]

[0290] 도 3의 (A)에 발광 장치의 단면도를 나타내었다. 도 3의 (A)에 나타낸 발광 장치는 트랜지스터와 발광 디바이스가 전기적으로 접속되어 이루어지는 액티브 매트릭스형 발광 장치이다.

[0291] 도 3의 (A)에 나타낸 발광 장치는 기판(201), 트랜지스터(210), 발광 디바이스(203R), 발광 디바이스(203G), 발광 디바이스(203B), 컬러 필터(206R), 컬러 필터(206G), 컬러 필터(206B), 기판(205) 등을 가진다.

[0292] 도 3의 (A)에서는 기판(201) 위에 트랜지스터(210)가 제공되고, 트랜지스터(210) 위에 절연층(202)이 제공되고, 절연층(202) 위에 발광 디바이스(203R, 203G, 203B)가 제공된다.

[0293] 트랜지스터(210) 및 발광 디바이스(203R, 203G, 203B)는 기판(201), 기판(205), 및 접착층(208)으로 둘러싸인 공간(207) 내에 밀봉되어 있다. 공간(207)에는, 예를 들어 감압 분위기, 불활성 분위기, 또는 수지로 충전된 구성을 적용할 수 있다.

[0294] 도 3의 (A)에 나타낸 발광 장치는 하나의 화소가 적색의 부화소(R), 녹색의 부화소(G), 및 청색의 부화소(B)를 가지는 구성이다.

[0295] 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 매트릭스로 배치된 복수의 화소를 가진다. 하나의 화소는 하나 이상의 부화소를 가진다. 하나의 부화소는 하나의 발광 디바이스를 가진다. 예를 들어, 화소에는, 부화소를 3개 가지는 구성(R, G, B의 3색 또는 황색(Y), 시안(C), 및 마젠타(M)의 3색 등) 또는 부화소를 4개 가지는 구성(R, G, B, 백색(W)의 4색 또는 R, G, B, Y의 4색 등)을 적용할 수 있다.

[0296] 도 3의 (B)에 발광 디바이스(203R), 발광 디바이스(203G), 및 발광 디바이스(203B)의 상세한 구성을 나타내었다. 발광 디바이스(203R, 203G, 203B)는 공통의 EL층(213)을 가지고, 또한 각 발광 디바이스의 발광색에 따라 각 발광 디바이스의 전극 사이의 광학 거리가 조정된 마이크로캐비티 구조를 가진다. EL층(213)은 실시형태 1에 나타낸 본 발명의 일 형태의 유기 화합물을 가지는 것이 바람직하다. 예를 들어 정공 주입층의 재료, 정공 수송층의 재료, 및 발광층의 호스트 재료 중 적어도 하나로서 상기 유기 화합물을 가지는 것이 바람직하다.

[0297] 제 1 전극(211)은 반사 전극으로서 기능하고, 제 2 전극(215)은 반투과·반반사 전극으로서 기능한다.

[0298] 발광 디바이스(203R)는 적색광의 강도가 높아지도록 제 1 전극(211)과 제 2 전극(215) 사이가 광학 거리(220R)가 되도록 조정된다. 마찬가지로 발광 디바이스(203G)는 녹색광의 강도가 높아지도록 제 1 전극(211)과 제 2 전극(215) 사이가 광학 거리(220G)가 되도록 조정되고, 발광 디바이스(203B)는 청색광의 강도가 높아지도록 제 1 전극(211)과 제 2 전극(215) 사이가 광학 거리(220B)가 되도록 조정된다.

[0299] 도 3의 (B)에 나타낸 바와 같이, 발광 디바이스(203R)에서 도전층(212R)을 제 1 전극(211) 위에 형성하고, 발광 디바이스(203G)에서 도전층(212G)을 제 1 전극(211) 위에 형성함으로써 광학 조정을 수행할 수 있다. 또한 발광 디바이스(203B)에서 도전층(212R) 및 도전층(212G)과는 두께가 다른 도전층을 제 1 전극(211) 위에 형성하고, 광학 거리(220B)를 조정하여도 좋다. 또한 도 3의 (A)에 나타낸 바와 같이, 제 1 전극(211), 도전층(212R), 및 도전층(212G)의 단부는 절연층(204)으로 덮인다.

[0300] 도 3의 (A)에 나타낸 발광 장치는 발광 디바이스로부터 얻어진 발광이 기판(205)에 형성된 각 색의 컬러 필터를 통하여 사출되는 톱 이미션형 발광 장치이다. 컬러 필터는 특정의 파장 대역의 과시광을 투과시키고, 특정의 파장 대역의 가시광을 차단할 수 있다.

[0301] 적색의 부화소(R)에서는, 발광 디바이스(203R)로부터의 발광이 적색의 컬러 필터(206R)를 통하여 사출된다. 도 3의 (A)에 나타낸 바와 같이, 발광 디바이스(203R)와 중첩되는 위치에 적색 파장 대역의 광만을 통과시키는 컬러 필터(206R)를 제공함으로써, 발광 디바이스(203R)로부터 적색 발광을 얻을 수 있다.

[0302] 마찬가지로 녹색의 부화소(G)에서는 발광 디바이스(203G)로부터의 발광이 녹색의 컬러 필터(206G)를 통하여 사출되고, 청색의 부화소(B)에서는 발광 디바이스(203B)로부터의 발광이 청색의 컬러 필터(206B)를 통하여 사출된다.

[0303] 또한 기판(205)에는 블랙 매트릭스(209)(흑색층이라고도 할 수 있음)가 제공되어도 좋다. 이때, 컬러 필터의 단부는 블랙 매트릭스(209)와 중첩되는 것이 바람직하다. 또한 각 색의 컬러 필터 및 블랙 매트릭스(209)는 가시광을 투과시키는 오버코트층으로 덮여도 좋다.

[0304] 도 3의 (C)에 나타낸 발광 장치는 하나의 화소가 적색의 부화소(R), 녹색의 부화소(G), 청색의 부화소(B), 및 백색의 부화소(W)를 가지는 구성이다. 도 3의 (C)에서 백색의 부화소(W)가 가지는 발광 디바이스(203W)로부터의 광은 컬러 필터를 통하지 않고 발광 장치 외부로 사출된다.

[0305] 또한 발광 디바이스(203W)에서의 제 1 전극(211)과 제 2 전극(215) 사이의 광학 거리는 발광 디바이스(203R, 203G, 203B) 중 어느 것과 같아도 좋고, 어느 것과도 상이하여도 좋다.

[0306] 예를 들어 발광 디바이스(203W)로부터 발해지는 광이 색 온도가 낮은 백색광일 때 등 청색의 광의 강도를 높이고자 하는 경우에는, 도 3의 (C)에 나타낸 바와 같이, 발광 디바이스(203W)에서의 광학 거리를 발광 디바이스(203B)에서의 광학 거리(220B)와 같게 하는 것이 바람직하다. 이에 의하여, 발광 디바이스(203W)로부터 얻어지는 광을 원하는 색 온도의 백색광과 가깝게 할 수 있다.

[0307] 도 3의 (A)에서는 각 색의 부화소가 가지는 발광 디바이스에 공통의 EL층(213)을 사용하는 예를 나타내었지만, 도 4의 (A)에 나타낸 바와 같이, 각 색의 부화소가 가지는 발광 디바이스에 각각 상이한 EL층을 사용하여도 좋다. 도 4의 (A)에도 상술한 마이크로캐비티 구조를 마찬가지로 적용할 수 있다.

[0308] 도 4의 (A)에는, 발광 디바이스(203R)가 EL층(213R)을 가지고, 발광 디바이스(203G)가 EL층(213G)을 가지고, 발광 디바이스(203B)가 EL층(213B)을 가지는 예를 나타내었다. EL층(213R, 213G, 213B)은 공통의 층을 가져도 좋다. 예를 들어 EL층(213R, 213G, 213B)은 서로 발광층의 구성이 다르고, 다른 층은 공통의 층이어도 좋다. 도 4의 (A)에서는 발광 디바이스(203R, 203G, 203B)가 발하는 광은 컬러 필터를 통하여 추출되어도 좋고, 컬러 필터를 통하지 않고 추출되어도 좋다.

[0309] 도 3의 (A)에는 톱 이미션형 발광 장치를 나타내었지만, 도 4의 (B)에 나타낸 바와 같이, 트랜지스터(210)가 형성된 기판(201) 측으로 광을 추출하는 구조(보텀 이미션형)의 발광 장치도 본 발명의 일 형태이다.

[0310] 보텀 이미션형 발광 장치에서는 각 색의 컬러 필터를 기판(201)과 발광 디바이스 사이에 제공하는 것이 바람직하다. 도 4의 (B)에는, 기판(201) 위에 트랜지스터(210)를 형성하고, 트랜지스터(210) 위에 절연층(202a)을 형성하고, 절연층(202a) 위에 컬러 필터(206R, 206G, 206B)를 형성하고, 컬러 필터(206R, 206G, 206B) 위에 절연층(202b)을 형성하고, 절연층(202b) 위에 발광 디바이스(203R, 203G, 203B)를 형성하는 예를 나타내었다.

[0311] 톱 이미션형 발광 장치의 경우에는 기판(201)으로서 차광성의 기판 및 투광성의 기판을 사용할 수 있고, 기판(205)으로서 투광성의 기판을 사용할 수 있다.

[0312] 보텀 이미션형 발광 장치의 경우에는 기판(205)으로서 차광성의 기판 및 투광성의 기판을 사용할 수 있고, 기판(201)으로서 투광성의 기판을 사용할 수 있다.

[0313] [발광 장치의 구성예 3]

[0314] 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 패시브 매트릭스형 또는 액티브 매트릭스형으로 할 수 있다. 액티브 매트릭스형 발광 장치에 대하여 도 5를 사용하여 설명한다.

[0315] 도 5의 (A)에 발광 장치의 상면도를 나타내었다. 도 5의 (B)에 도 5의 (A)에 나타낸 일점쇄선 A-A'간의 단면도를 나타내었다.

[0316] 도 5의 (A) 및 (B)에 나타낸 액티브 매트릭스형 발광 장치는 화소부(302), 회로부(303), 회로부(304a), 및 회로부(304b)를 가진다.

[0317] 회로부(303), 회로부(304a), 및 회로부(304b)는 각각 주사선 구동 회로(게이트 드라이버) 또는 신호선 구동 회로(소스 드라이버)로서 기능할 수 있다. 또는 외장형 게이트 드라이버 또는 소스 드라이버와, 화소부(302)를 전기적으로 접속시키는 회로이어도 좋다.

[0318] 제 1 기판(301) 위에는 리드 배선(307)이 제공된다. 리드 배선(307)은 외부 입력 단자인 FPC(308)와 전기적으로 접속된다. FPC(308)는 회로부(303), 회로부(304a), 및 회로부(304b)에 외부로부터의 신호(예를 들어, 비디오 신호, 클록 신호, 스타트 신호, 리셋 신호 등)나 전위를 전달한다. 또한 FPC(308)에는 인쇄 배선 기판(PWB)이 제공되어도 좋다. 도 5의 (A) 및 (B)에 나타낸 구성은 발광 디바이스(또는 발광 장치) 및 FPC를 가지는 발광 모듈이라고 할 수도 있다.

[0319] 화소부(302)는 유기 EL 디바이스(317), 트랜지스터(311), 및 트랜지스터(312)를 가지는 화소를 복수로 가진다. 트랜지스터(312)는 유기 EL 디바이스(317)가 가지는 제 1 전극(313)과 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(311)는 스위칭 트랜지스터로서 기능한다. 트랜지스터(312)는 전류 제어용 트랜지스터로서 기능한다. 또한 각 화소가 가지는 트랜지스터의 개수는 특별히 한정되지 않고, 필요에 따라 적절히 제공할 수 있다.

[0320] 회로부(303)는 트랜지스터(309), 트랜지스터(310) 등을 포함하는 복수의 트랜지스터를 가진다. 회로부(303)는 단극성(N형 및 P형 중 어느 한쪽만) 트랜지스터를 포함하는 회로로 형성되어도 좋고, N형 트랜지스터 및 P형 트랜지스터를 포함하는 CMOS 회로로 형성되어도 좋다. 또한 외부에 구동 회로를 가지는 구성으로 하여도 좋다.

[0321] 본 실시형태의 발광 장치가 가지는 트랜지스터의 구조는 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어 플레이너(planar)형 트랜지스터, 스태거형 트랜지스터, 역스태거형 트랜지스터 등을 사용할 수 있다. 또한 톱 게이트형 및 보텀 게이트형 중 어느 구조를 가지는 트랜지스터로 하여도 좋다. 또는, 채널이 형성되는 반도체층 위아래에 게이트가 제공되어도 좋다.

[0322] 트랜지스터에 사용되는 반도체 재료의 결정성에 대해서도 특별히 한정되지 않고, 비정질 반도체, 및 결정성을 가지는 반도체(미결정 반도체, 다결정 반도체, 단결정 반도체, 또는 일부에 결정 영역을 가지는 반도체) 중 어느 것을 사용하여도 좋다. 결정성을 가지는 반도체를 사용하면 트랜지스터 특성의 열화를 억제할 수 있어 바람직하다.

[0323] 트랜지스터의 반도체층은 금속 산화물(산화물 반도체라고도 함)을 가지는 것이 바람직하다. 또는 트랜지스터의 반도체층은 실리콘을 가져도 좋다. 실리콘으로서는 비정질 실리콘, 결정성 실리콘(저온 폴리 실리콘, 단결정 실리콘 등) 등을 들 수 있다.

[0324] 반도체층은 예를 들어 인듐과, M(M은 갈륨, 알루미늄, 실리콘, 붕소, 이트륨, 주석, 구리, 바나듐, 베릴륨, 타

이타늄, 철, 니켈, 저마늄, 지르코늄, 몰리브데넘, 란타넘, 세륨, 네오디뮴, 하프늄, 탄탈럼, 텅스텐, 및 마그네슘 중에서 선택되는 1종류 또는 복수 종류)과, 아연을 가지는 것이 바람직하다. 특히 M은 알루미늄, 갈륨, 이트륨, 및 주석 중에서 선택되는 1종류 또는 복수 종류인 것이 바람직하다.

[0325] 특히 반도체층으로서 인듐(In), 갈륨(Ga), 및 아연(Zn)을 포함한 산화물(IGZO라고도 표기함)을 사용하는 것이 바람직하다.

[0326] 반도체층이 In-M-Zn 산화물인 경우, In-M-Zn 산화물을 성막하기 위하여 사용하는 스퍼터링 타깃은 In의 원자수비가 M의 원자수비 이상인 것이 바람직하다. 이와 같은 스퍼터링 타깃의 금속 원소의 원자수비로서, In:M:Zn=1:1:1, In:M:Zn=1:1:1.2, In:M:Zn=2:1:3, In:M:Zn=3:1:2, In:M:Zn=4:2:3, In:M:Zn=4:2:4.1, In:M:Zn=5:1:6, In:M:Zn=5:1:7, In:M:Zn=5:1:8, In:M:Zn=6:1:6, In:M:Zn=5:2:5 등을 들 수 있다.

[0327] 회로부(303), 회로부(304a), 회로부(304b)가 가지는 트랜지스터와, 화소부(302)가 가지는 트랜지스터는 같은 구조이어도 좋고, 상이한 구조이어도 좋다. 회로부(303), 회로부(304a), 회로부(304b)가 가지는 복수의 트랜지스터의 구조는 모두 같아도 좋고, 2종류 이상 있어도 좋다. 마찬가지로, 화소부(302)가 가지는 복수의 트랜지스터의 구조는 모두 같아도 좋고, 2종류 이상 있어도 좋다.

[0328] 제 1 전극(313)의 단부는 절연층(314)으로 덮여 있다. 또한 절연층(314)에는 네거티브형 감광성 수지 또는 포지티브형 감광성 수지(아크릴 수지) 등의 유기 화합물이나, 산화 실리콘, 산화 질화 실리콘, 질화 실리콘 등의 무기 화합물을 사용할 수 있다. 절연층(314)의 상단부 또는 하단부에는, 곡률을 가지는 곡면이 형성되는 것이 바람직하다. 이 경우, 절연층(314) 위에 형성되는 막의 피복성을 양호한 것으로 할 수 있다.

[0329] 제 1 전극(313) 위에는 EL층(315)이 제공되고, EL층(315) 위에는 제 2 전극(316)이 제공된다. EL층(315)은 발광층, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 전하 발생층 등을 가진다. EL층(315)은 실시형태 1에 나타낸 본 발명의 일 형태의 유기 화합물을 가지는 것이 바람직하다. 예를 들어 정공 주입층의 재료, 정공 수송층의 재료, 및 발광층의 호스트 재료 중 적어도 하나로서 상기 유기 화합물을 가지는 것이 바람직하다.

[0330] 복수의 트랜지스터 및 복수의 유기 EL 디바이스(317)는 제 1 기판(301), 제 2 기판(306), 및 실재(305)에 의하여 밀봉되어 있다. 제 1 기판(301), 제 2 기판(306), 및 실재(305)로 둘러싸인 공간(318)에는 불활성 기체(질소나 아르곤 등)나 유기물(실재(305)를 포함함)이 충전되어도 좋다.

[0331] 실재(305)에는 에폭시 수지나 유리 프릿을 사용할 수 있다. 또한 실재(305)에는, 수분이나 산소를 가능한 한 투과시키지 않는 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 실재로서 유리 프릿을 사용하는 경우에는, 접착성의 면에서 제 1 기판(301) 및 제 2 기판(306)은 유리 기판인 것이 바람직하다.

[0332] 도 5의 (C) 및 (D)에 발광 장치에 사용할 수 있는 트랜지스터의 예를 나타내었다.

[0333] 도 5의 (C)에 나타낸 트랜지스터(320)는 게이트로서 기능하는 도전층(321), 게이트 절연층으로서 기능하는 절연층(328), 채널 형성 영역(327i) 및 한 쌍의 저저항 영역(327n)을 가지는 반도체층(327), 한 쌍의 저저항 영역(327n) 중 한쪽과 접속되는 도전층(322a), 한 쌍의 저저항 영역(327n) 중 다른 쪽과 접속되는 도전층(322b), 게이트 절연층으로서 기능하는 절연층(325), 게이트로서 기능하는 도전층(323), 및 도전층(323)을 덮는 절연층(324)을 가진다. 절연층(328)은 도전층(321)과 채널 형성 영역(327i) 사이에 위치한다. 절연층(325)은 도전층(323)과 채널 형성 영역(327i) 사이에 위치한다. 트랜지스터(320)는 절연층(326)으로 덮이는 것이 바람직하다. 절연층(326)은 트랜지스터(320)의 구성요소에 포함되어도 좋다.

[0334] 도전층(322a) 및 도전층(322b)은 각각 절연층(324)에 제공된 개구를 통하여 저저항 영역(327n)과 접속된다. 도전층(322a) 및 도전층(322b) 중 한쪽은 소스로서 기능하고, 다른 쪽은 드레인으로서 기능한다.

[0335] 절연층(325)은 적어도 반도체층(327)의 채널 형성 영역(327i)과 중첩하여 제공된다. 절연층(325)은 한 쌍의 저저항 영역(327n)의 상면과 측면을 덮어도 좋다.

[0336] 도 5의 (D)에 나타낸 트랜지스터(330)는 게이트로서 기능하는 도전층(331), 게이트 절연층으로서 기능하는 절연층(338), 소스 및 드레인으로서 기능하는 도전층(332a) 및 도전층(332b), 반도체층(337), 게이트 절연층으로서 기능하는 절연층(335), 및 게이트로서 기능하는 도전층(333)을 가진다. 절연층(338)은 도전층(331)과 반도체층(337) 사이에 위치한다. 절연층(335)은 도전층(333)과 반도체층(337) 사이에 위치한다. 트랜지스터(330)는 절연층(334)으로 덮이는 것이 바람직하다. 절연층(334)은 트랜지스터(330)의 구성요소에 포함되어도 좋다.

[0337] 트랜지스터(320) 및 트랜지스터(330)에는 채널이 형성되는 반도체층이 2개의 게이트 사이에 끼워진 구성이 적용

되어 있다. 2개의 게이트를 접속시키고 이들에 동일한 신호를 공급함으로써, 트랜지스터를 구동시켜도 좋다. 또는, 2개의 게이트 중 한쪽에 문턱 전압을 제어하기 위한 전위를 공급하고, 다른 쪽에 구동시키기 위한 전위를 공급함으로써, 트랜지스터의 문턱 전압을 제어하여도 좋다.

[0338] 트랜지스터를 덮는 절연층 중 적어도 하나에는, 물이나 수소 등의 불순물이 확산되기 어려운 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 이에 의하여 절연층은 배리어층으로서 기능할 수 있다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 외부로부터 트랜지스터에 불순물이 확산되는 것을 효과적으로 억제할 수 있어 발광 장치의 신뢰성을 높일 수 있다.

[0339] 절연층(325, 326, 328, 334, 335, 및 338)으로서는 각각 무기 절연막을 사용하는 것이 바람직하다. 무기 절연막으로서는 예를 들어 질화 실리콘막, 산화질화 실리콘막, 산화 실리콘막, 질화산화 실리콘막, 산화 알루미늄막, 질화 알루미늄막 등을 사용할 수 있다. 또한 산화 하프늄막, 산화 이트륨막, 산화 지르코늄막, 산화 갈륨막, 산화 탄탈럼막, 산화 마그네슘막, 산화 란타넘막, 산화 세륨막, 및 산화 네오디뮴막 등을 사용하여도 좋다. 또한 상술한 절연막을 2개 이상 적층하여 사용하여도 좋다.

[0340] 또한 발광 장치를 구성하는 각종 도전층에 사용할 수 있는 재료로서는, 알루미늄, 타이타늄, 크로뮴, 니켈, 구리, 이트륨, 지르코늄, 몰리브데넘, 은, 탄탈럼, 또는 텅스텐 등의 금속, 또는 이를 주성분으로 하는 합금 등을 들 수 있다. 또한 이들 재료를 포함한 막을 포함하는 단층 구조 또는 적층 구조를 사용할 수 있다. 예를 들어, 실리콘을 포함한 알루미늄막의 단층 구조, 타이타늄막 위에 알루미늄막을 적층하는 2층 구조, 텅스텐막 위에 알루미늄막을 적층하는 2층 구조, 구리-마그네슘-알루미늄 합금막 위에 구리막을 적층하는 2층 구조, 타이타늄막 위에 구리막을 적층하는 2층 구조, 텅스텐막 위에 구리막을 적층하는 2층 구조, 타이타늄막 또는 질화 타이타늄막 위에 알루미늄막 또는 구리막을 적층하고, 그 위에 타이타늄막 또는 질화 타이타늄막을 형성하는 3층 구조, 몰리브데넘막 또는 질화 몰리브데넘막 위에 알루미늄막 또는 구리막을 적층하고, 그 위에 몰리브데넘막 또는 질화 몰리브데넘막을 형성하는 3층 구조 등이 있다. 또한 산화 인듐, 산화 주석, 또는 산화 아연 등의 산화물을 사용하여도 좋다. 또한 망가니즈를 포함하는 구리를 사용하면, 에칭에 의한 형상 제어성이 높아지므로 바람직하다.

[0341] 본 실시형태는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0342] (실시형태 4)

[0343] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 전자 기기에 대하여 도면을 사용하여 설명한다.

[0344] 전자 기기로서는, 예를 들어, 텔레비전 장치, 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라, 디지털 액자, 휴대 전화기(휴대 전화, 휴대 전화 장치라고도 함), 휴대용 게임기, 휴대 정보 단말기, 음향 재생 장치, 파칭코기 등의 대형 게임기, 생체 인증 기기, 검사 기기 등이 있다.

[0345] 본 발명의 일 형태의 전자 기기는 표시부에 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 가지기 때문에 발광 효율이 높고 신뢰성이 높다.

[0346] 본 실시형태의 전자 기기의 표시부에는 예를 들어 풀 하이비전, 4K2K, 8K4K, 16K8K, 또는 그 이상의 해상도를 가지는 영상을 표시할 수 있다. 또한 표시부의 화면 크기로서는 대각선 20인치 이상, 대각선 30인치 이상, 대각선 50인치 이상, 대각선 60인치 이상, 또는 대각선 70인치 이상으로 할 수 있다.

[0347] 본 발명의 일 형태의 전자 기기는 가요성을 가지기 때문에, 가옥 또는 빌딩의 내벽 또는 외벽, 또는 자동차의 내장 또는 외장의 곡면을 따라 제공할 수도 있다.

[0348] 또한 본 발명의 일 형태의 전자 기기는 이차 전지를 가져도 좋고, 비접촉 전력 전송(傳送)을 사용하여 이차 전지를 충전할 수 있는 것이 바람직하다.

[0349] 이차 전지로서는 예를 들어 겔 형상의 전해질을 사용하는 리튬 폴리머 전지(리튬 이온 폴리머 전지) 등의 리튬 이온 이차 전지, 니켈 수소 전지, 니켈 카드뮴 전지, 유기 라디칼 전지, 납 축전지, 공기 이차 전지, 니켈 아연 전지, 은 아연 전지 등이 있다.

[0350] 본 발명의 일 형태의 전자 기기는 안테나를 가져도 좋다. 안테나로 신호를 수신함으로써, 표시부에 영상 또는 정보 등을 표시할 수 있다. 또한 전자 기기가 안테나 및 이차 전지를 가지는 경우, 안테나를 비접촉 전력 전송에 사용하여도 좋다.

[0351] 본 실시형태의 전자 기기는 센서(힘, 변위, 위치, 속도, 가속도, 각속도, 회전수, 거리, 광, 액체, 자기, 온도, 화학 물질, 음성, 시간, 경도(硬度), 전기장, 전류, 전압, 전력, 방사선, 유량, 습도, 경사도, 진동, 냄새, 또

는 적외선을 측정하는 기능을 포함하는 것)를 가져도 좋다.

[0352] 본 실시형태의 전자 기기는 다양한 기능을 가질 수 있다. 예를 들어, 다양한 정보(정지 화상, 동영상, 텍스트 화상 등)를 표시부에 표시하는 기능, 터치 패널 기능, 달력, 날짜 또는 시각 등을 표시하는 기능, 다양한 소프트웨어(프로그램)를 실행하는 기능, 무선 통신 기능, 기록 매체에 기록되는 프로그램 또는 데이터를 판독하는 기능 등을 가질 수 있다.

[0353] 도 6의 (A)에 텔레비전 장치의 일례를 나타내었다. 텔레비전 장치(7100)는 하우징(7101)에 표시부(7000)가 포함된다. 여기서는 스탠드(7103)에 의하여 하우징(7101)을 지탱한 구성을 나타내었다.

[0354] 표시부(7000)에 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 적용할 수 있다.

[0355] 도 6의 (A)에 나타낸 텔레비전 장치(7100)는 하우징(7101)이 가지는 조작 스위치나, 별체의 리모트 컨트롤러(7111)에 의하여 조작할 수 있다. 또한 표시부(7000)에 터치 센서를 가져도 좋고, 손가락 등으로 표시부(7000)를 터치함으로써 조작하여도 좋다. 리모트 컨트롤러(7111)는 상기 리모트 컨트롤러(7111)로부터 출력되는 정보를 표시하는 표시부를 가져도 좋다. 리모트 컨트롤러(7111)의 조작 키 또는 터치 패널에 의하여 채널 및 음량을 조작할 수 있기 때문에, 표시부(7000)에 표시되는 영상을 조작할 수 있다.

[0356] 또한 텔레비전 장치(7100)는 수신기 및 모뎀 등을 가지는 구성으로 한다. 수신기에 의하여 일반적인 텔레비전 방송을 수신할 수 있다. 또한 모뎀을 통하여 유선 또는 무선에 의하여 통신 네트워크에 접속함으로써, 한 방향(송신자로부터 수신자) 또는 쌍방향(송신자와 수신자 사이, 또는 수신자들 사이 등)의 정보 통신을 수행할 수도 있다.

[0357] 도 6의 (B)에 노트북형 퍼스널 컴퓨터의 일례를 나타내었다. 노트북형 퍼스널 컴퓨터(7200)는 하우징(7211), 키보드(7212), 포인팅 디바이스(7213), 외부 접속 포트(7214) 등을 가진다. 하우징(7211)에 표시부(7000)가 포함된다.

[0358] 표시부(7000)에 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 적용할 수 있다.

[0359] 도 6의 (C) 및 (D)에 디지털 사이니지(Digital Signage: 전자간판)의 일례를 나타내었다.

[0360] 도 6의 (C)에 나타낸 디지털 사이니지(7300)는 하우징(7301), 표시부(7000), 및 스피커(7303) 등을 가진다. 또한 LED 램프, 조작 키(전원 스위치 또는 조작 스위치를 포함함), 접속 단자, 각종 센서, 마이크로폰 등을 가질 수 있다.

[0361] 도 6의 (D)는 원기둥 형상의 기둥(7401)에 제공된 디지털 사이니지(7400)이다. 디지털 사이니지(7400)는 기둥(7401)의 곡면을 따라 제공된 표시부(7000)를 가진다.

[0362] 도 6의 (C) 및 (D)에서, 표시부(7000)에 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 적용할 수 있다.

[0363] 표시부(7000)가 넓을수록 한번에 제공할 수 있는 정보량을 늘릴 수 있다. 또한 표시부(7000)가 넓을수록 사람의 눈에 띄기 쉽고, 예를 들어, 광고의 선전(宣傳) 효과를 높일 수 있다.

[0364] 표시부(7000)에 터치 패널을 적용함으로써, 표시부(7000)에 화상 또는 동영상을 표시할 뿐만 아니라, 사용자가 직관적으로 조작할 수 있어 바람직하다. 또한 노선 정보 또는 교통 정보 등의 정보를 제공하기 위한 용도로 사용하는 경우에는, 직관적인 조작에 의하여 사용성을 높일 수 있다.

[0365] 또한 도 6의 (C) 및 (D)에 나타낸 바와 같이, 디지털 사이니지(7300) 또는 디지털 사이니지(7400)는 사용자가 가지는 스마트폰 등의 정보 단말기(7311) 또는 정보 단말기(7411)와 무선 통신에 의하여 연결 가능한 것이 바람직하다. 예를 들어, 표시부(7000)에 표시되는 광고의 정보를, 정보 단말기(7311) 또는 정보 단말기(7411)의 화면에 표시시킬 수 있다. 또한 정보 단말기(7311) 또는 정보 단말기(7411)를 조작함으로써, 표시부(7000)의 표시를 전환할 수 있다.

[0366] 또한 디지털 사이니지(7300) 또는 디지털 사이니지(7400)에 정보 단말기(7311) 또는 정보 단말기(7411)의 화면을 조작 수단(컨트롤러)으로 한 게임을 실행시킬 수도 있다. 이에 의하여, 불특정 다수의 사용자가 동시에 게임에 참가하여 즐길 수 있다.

[0367] 도 7의 (A) 내지 (F)에 가요성을 가지는 표시부(7001)를 가지는 휴대 정보 단말기의 일례를 나타내었다.

[0368] 표시부(7001)는 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 사용하여 제작된다. 예를 들어, 곡률 반경 0.01㎜ 이상 150㎜ 이하로 구부릴 수 있는 발광 장치를 적용할 수 있다. 또한 표시부(7001)는 터치 센서를 가져도 좋고, 손

가락 등으로 표시부(7001)를 터치함으로써 휴대 정보 단말기를 조작할 수 있다.

[0369] 도 7의 (A) 내지 (C)에 폴더블 휴대 정보 단말기의 일례를 나타내었다. 도 7의 (A)에는 펼쳐진 상태, 도 7의 (B)에는 펼쳐진 상태 및 접은 상태 중 한쪽으로부터 다른 쪽으로 변화하는 도중의 상태, 도 7의 (C)에는 접은 상태의 휴대 정보 단말기(7600)를 나타내었다. 휴대 정보 단말기(7600)는 접은 상태에서는 가반성이 우수하고, 펼쳐진 상태에서는 이음매가 없고 넓은 표시 영역에 의하여 일람성이 우수하다.

[0370] 표시부(7001)는 힌지(7602)에 의하여 연결된 3개의 하우징(7601)으로 지지된다. 힌지(7602)를 사용하여 2개의 하우징(7601) 사이를 휨으로써, 휴대 정보 단말기(7600)를 펼쳐진 상태로부터 접은 상태로 가역적으로 변형시킬 수 있다.

[0371] 도 7의 (D) 및 (E)에 폴더블 휴대 정보 단말기의 일례를 나타내었다. 도 7의 (D)에는 표시부(7001)가 내측이 되도록 접은 상태를 나타내고, 도 7의 (E)에는 표시부(7001)가 외측이 되도록 접은 상태의 휴대 정보 단말기(7650)를 나타내었다. 휴대 정보 단말기(7650)는 표시부(7001) 및 비표시부(7651)를 가진다. 휴대 정보 단말기(7650)를 사용하지 않을 때 표시부(7001)가 내측이 되도록 접으면 표시부(7001)가 더러워지거나 손상되는 것을 억제할 수 있다.

[0372] 도 7의 (F)에 손목시계형 휴대 정보 단말기의 일례를 나타내었다. 휴대 정보 단말기(7800)는 밴드(7801), 표시부(7001), 입출력 단자(7802), 조작 버튼(7803) 등을 가진다. 밴드(7801)는 하우징으로서의 기능을 가진다. 또한 휴대 정보 단말기(7800)는 가요성을 가지는 배터리(7805)를 탑재할 수 있다. 배터리(7805)는 예를 들어 표시부(7001) 또는 밴드(7801)와 중첩되어도 좋다.

[0373] 밴드(7801), 표시부(7001), 및 배터리(7805)는 가요성을 가진다. 그러므로, 휴대 정보 단말기(7800)를 원하는 형상으로 용이하게 만곡시킬 수 있다.

[0374] 조작 버튼(7803)은 시각 설정 이외에, 전원의 ON/OFF 동작, 무선 통신의 ON/OFF 동작, 매너 모드의 실행 및 해제, 전력 절약 모드의 실행 및 해제 등 다양한 기능을 가지게 할 수 있다. 예를 들어, 휴대 정보 단말기(7800)에 내장된 운영 체계에 의하여, 조작 버튼(7803)의 기능을 자유로이 설정할 수도 있다.

[0375] 또한 표시부(7001)에 표시된 아이콘(7804)을 손가락 등으로 터치함으로써 애플리케이션을 기동할 수 있다.

[0376] 또한 휴대 정보 단말기(7800)는 통신 규격에 따른 근거리 무선 통신을 실행할 수 있다. 예를 들어, 무선 통신이 가능한 헤드세트와의 상호 통신에 의하여 핸즈프리로 통화를 할 수도 있다.

[0377] 또한 휴대 정보 단말기(7800)는 입출력 단자(7802)를 가져도 좋다. 입출력 단자(7802)를 가지는 경우, 다른 정보 단말기와 커넥터를 통하여 직접 데이터를 주고받을 수 있다. 또한 입출력 단자(7802)를 통하여 충전을 수행할 수도 있다. 또한 본 실시형태에서 예시되는 휴대 정보 단말기의 충전 동작은 입출력 단자를 통하지 않고 비접촉 전력 전송에 의하여 수행하여도 좋다.

[0378] 도 8의 (A)에 자동차(9700)의 외관을 나타내었다. 도 8의 (B)는 자동차(9700)의 운전석을 나타낸 것이다. 자동차(9700)는 차체(9701), 차륜(9702), 앞유리(9703), 라이트(9704), 포그 램프(9705) 등을 가진다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 자동차(9700)의 표시부 등에 사용할 수 있다. 예를 들어, 도 8의 (B)에 나타낸 표시부(9710) 내지 표시부(9715)에 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 설치할 수 있다. 또는 라이트(9704) 또는 포그 램프(9705)에 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 사용하여도 좋다.

[0379] 표시부(9710)와 표시부(9711)는 자동차의 앞유리에 제공된 표시 장치이다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 전극 및 배선을 투광성을 가지는 도전성 재료로 제작함으로써, 반대 측이 들여다 보이는, 소위 시스루 상태로 할 수 있다. 표시부(9710) 또는 표시부(9711)가 시스루 상태이면, 자동차(9700)를 운전할 때 시계(視界)가 차단되지 않는다. 따라서, 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 자동차(9700)의 앞유리에 설치할 수 있다. 또한 발광 장치를 구동하기 위한 트랜지스터 등을 설치하는 경우에는, 유기 반도체 재료를 사용한 유기 트랜지스터 또는 산화물 반도체를 사용한 트랜지스터 등 투광성을 가지는 트랜지스터를 사용하면 좋다.

[0380] 표시부(9712)는 필러 부분에 제공된 표시 장치이다. 예를 들어, 차체에 제공된 촬상 수단으로부터의 영상을 표시부(9712)에 표시함으로써, 필러에 가려진 시계를 보완할 수 있다. 표시부(9713)는 대시보드 부분에 제공된 표시 장치이다. 예를 들어, 차체에 제공된 촬상 수단으로부터의 영상을 표시부(9713)에 표시함으로써, 대시보드에 가려진 시계를 보완할 수 있다. 즉, 자동차의 외측에 제공된 촬상 수단으로부터의 영상을 표시함으로써, 사각을 보완하여, 안전성을 높일 수 있다. 또한 보이지 않는 부분을 보완하는 영상을 표시함으로써, 더 자연스

럽게 위화감 없이 안전을 확인할 수 있다.

[0381] 또한 도 8의 (C)는 운전석과 조수석에 벤치 시트를 채용한 자동차 내를 나타낸 것이다. 표시부(9721)는 도어부에 제공된 표시 장치이다. 예를 들어, 차체에 제공된 촬상 수단으로부터의 영상을 표시부(9721)에 표시함으로써, 도어에 가려진 시계를 보완할 수 있다. 또한 표시부(9722)는 핸들에 제공된 표시 장치이다. 표시부(9723)는 벤치 시트의 시트면의 중앙부에 제공된 표시 장치이다. 또한 표시 장치를 시트면 또는 등받이 부분 등에 제공하고, 이 표시 장치를 그 발열을 열원으로 사용하는 시트 히터로서 이용할 수도 있다.

[0382] 표시부(9714), 표시부(9715), 또는 표시부(9722)는 내비게이션 정보, 속도계, 태코미터(tachometer), 주행거리, 연료계, 기어 상태, 에어컨디셔너의 설정 등을 표시함으로써 다양한 정보를 제공할 수 있다. 또한 표시부에 표시되는 표시 항목 및 레이아웃 등은 사용자의 취향에 따라 적절히 변경할 수 있다. 또한 상기 정보는 표시부(9710) 내지 표시부(9713), 표시부(9721) 및 표시부(9723)에도 표시될 수 있다. 또한 표시부(9710) 내지 표시부(9715), 표시부(9721) 내지 표시부(9723)는 조명 장치로서 사용될 수도 있다. 또한 표시부(9710) 내지 표시부(9715), 표시부(9721) 내지 표시부(9723)는 가열 장치로서 사용될 수도 있다.

[0383] 또한 본 발명의 일 형태의 전자 기기는 광원에 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 가지기 때문에 발광 효율이 높고 신뢰성이 높다. 예를 들어 가시광 또는 근적외광을 발하는 광원에 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 사용할 수 있다. 또한 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 조명 장치의 광원에 사용될 수도 있다.

[0384] 도 9의 (A)는 손가락 정맥을 대상으로 한 생체 인증 기기이고, 하우징(911), 광원(912), 검지 스테이지(913) 등을 가진다. 검지 스테이지(913)에 손가락을 올려 놓으면 정맥의 형상을 촬상할 수 있다. 검지 스테이지(913) 위에는 근적외광을 발하는 광원(912)이 설치되고, 아래에는 촬상 장치(914)가 설치된다. 검지 스테이지(913)는 근적외광을 투과시키는 재료로 구성되고, 광원(912)으로부터 조사되고 손가락을 투과한 근적외광을 촬상 장치(914)로 촬상할 수 있다. 또한 검지 스테이지(913)와 촬상 장치(914) 사이에 광학계가 설치되어도 좋다. 상기 기기의 구성은 손바닥 정맥을 대상으로 한 생체 인증 기기에 이용될 수도 있다.

[0385] 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 광원(912)에 사용할 수 있다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 만곡된 형상으로 설치할 수 있어, 대상물에 대하여 균일적으로 광을 조사할 수 있다. 특히 700nm 이상 1200nm 이하의 파장에 가장 강한 피크 강도를 가지는 근적외광을 발하는 발광 장치인 것이 바람직하다. 손가락이나 손바닥 등을 투과한 광을 수광하여 화상화함으로써 정맥의 위치를 검출할 수 있다. 상기 작용은 생체 인증에 이용될 수 있다. 또한 글로벌 셔터 방식과 조합함으로써 피사체가 움직여도 고정밀도 센싱이 가능하다.

[0386] 또한 광원(912)은 도 9의 (B)에 나타낸 발광부(915, 916, 917)와 같이, 복수의 발광부를 가질 수 있다. 발광부(915, 916, 917) 각각이 발광하는 파장은 상이하여도 좋다. 또한 각각을 상이한 타이밍에 조사할 수도 있다. 따라서 조사하는 광의 파장이나 각도를 변경함으로써 상이한 화상을 연속적으로 촬상할 수 있으므로, 복수의 화상을 인증에 이용하여 높은 보안성을 실현할 수 있다.

[0387] 도 9의 (C)는 손바닥 정맥을 대상으로 한 생체 인증 기기이고, 하우징(921), 조작 버튼(922), 검지부(923), 근적외광을 발하는 광원(924) 등을 가진다. 검지부(923) 위에 손을 댐으로써 손바닥 정맥의 형상을 인식할 수 있다. 또한 조작 버튼을 사용하여 비밀 번호 등을 입력할 수도 있다. 검지부(923)의 주위에는 광원(924)이 배치되고 대상물(손)을 조사한다. 그리고 대상물로부터의 반사광이 검지부(923)에 입사한다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 광원(924)에 사용할 수 있다. 검지부(923) 직하에는 촬상 장치(925)가 배치되고, 대상물의 이미지(손 전체의 이미지)를 취득할 수 있다. 또한 검지부(923)와 촬상 장치(925) 사이에 광학계가 설치되어도 좋다. 상기 기기의 구성은 손가락 정맥을 대상으로 한 생체 인증 기기에 이용할 수도 있다.

[0388] 도 9의 (D)는 비파괴 검사 기기이고, 하우징(931), 조작 패널(932), 반송 기구(933), 모니터(934), 검지 유닛(935), 근적외광을 발하는 광원(938) 등을 가진다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 광원(938)에 사용할 수 있다. 피검사 부재(936)는 반송 기구(933)에 의하여 검지 유닛(935) 직하로 운반된다. 피검사 부재(936)에는 광원(938)으로부터 근적외광이 조사되고, 그 투과광을 검지 유닛(935) 내에 제공된 촬상 장치(937)로 촬상한다. 촬상된 화상은 모니터(934)에 표시된다. 그 후, 하우징(931)의 출구까지 운반되고, 불량품이 분별 회수된다. 근적외광을 사용한 촬상에 의하여, 비검사 부재를 파괴하지 않고, 그 내부의 결함이나 이물 등의 불량 요소를 고속으로 검출할 수 있다.

[0389] 도 9의 (E)는 휴대 전화기이며, 하우징(981), 표시부(982), 조작 버튼(983), 외부 접속 포트(984), 스피커(985), 마이크로폰(986), 제 1 카메라(987), 및 제 2 카메라(988) 등을 가진다. 상기 휴대 전화기는 표시부(982)에 터치 센서를 가진다. 하우징(981) 및 표시부(982)는 가요성을 가진다. 전화를 걸거나 또는 문자를 입

력하는 등의 다양한 조작은 손가락이나 스타일러스 등으로 표시부(982)를 터치함으로써 수행할 수 있다. 제 1 카메라(987)로 가시광 화상을 취득할 수 있고, 제 2 카메라(988)로 적외광 화상(근적외광 화상)을 취득할 수 있다. 도 9의 (E)에 나타낸 휴대 전화기 또는 표시부(982)는 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 가져도 좋다.

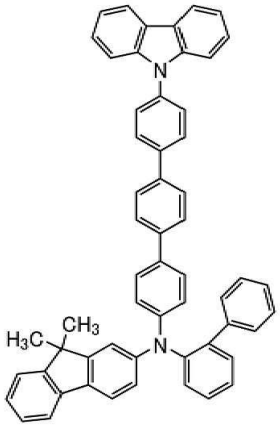
[0390] 본 실시형태는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0391] (실시예 1)

[0392] (합성예 1)

[0393] 본 실시예에서는 본 발명의 일 형태의 유기 화합물의 합성 방법에 대하여 설명한다. 본 실시예에서는, 실시형태 1의 구조식(100)으로 나타내어지는 N-[4''-(9H-카바졸-9-일)-1,1':4',1''-터페닐-4-일]-N-(1,1'-바이페닐-2-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: oYGTBiF(2))의 합성 방법에 대하여 설명한다.

[0394] [화학식 38]

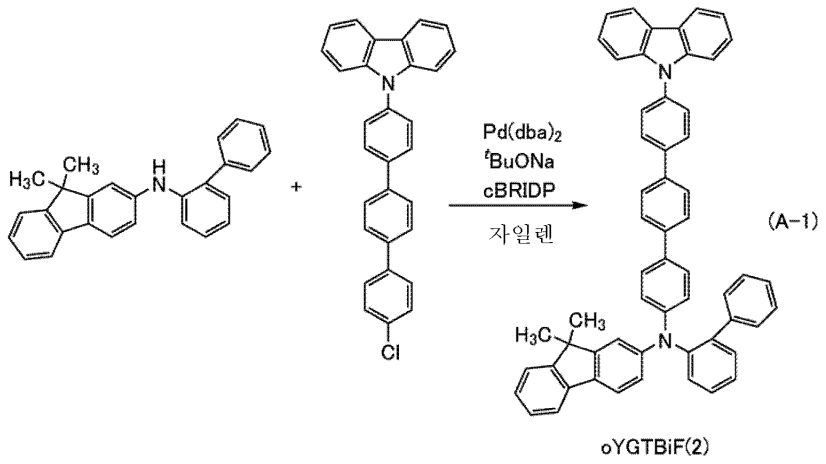
[0395] 

oYGTBiF(2)

[0396] 우선, 1.3g(3.7mmol)의 N-[1,1'-바이페닐]-2-일-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민과, 1.6g(3.7mmol)의 9-(4''-클로로[1,1':4',1''-터페닐]-4-일)-9H-카바졸과, 26mg(74μmol)의 다이-tert-뷰틸(1-메틸-2,2-다이페닐사이클로프로필)포스핀(약칭: cBRIDP(등록 상표))을 환류관을 붙인 200mL 3구 플라스크에 넣고, 시스템 내를 질소 치환하였다. 시스템 내에 0.71g(7.4mmol)의 소듐 tert-뷰톡사이드와, 30mL의 자일렌을 첨가하고, 감압 탈기와 질소 치환을 3회씩 수행하였다. 시스템 내에 21mg(37μmol)의 비스(다이벤질리덴아세톤)팔라듐(0)을 첨가하고, 150℃에서 10시간 교반하였다. 교반 후, 흡인 여과에 의하여 혼합물에서 불용물을 제거하였다. 얻어진 여과액에 물을 첨가하고, 수성층에 대하여 톨루엔으로 추출을 수행하였다. 얻어진 유기층을 물로 2회 세정하고, 이어서 포화 식염수로 세정하였다. 유기층을 황산 마그네슘으로 건조하였다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하여 황산 마그네슘을 제거하였다. 얻어진 여과액을 농축하여 황색 점성 고체 2.6g을 얻었다. 얻어진 고체를 실리카 겔 크로마토그래피(전개 용매는 톨루엔:헥세인=1:2)로 정제하고, 그리고 얻어진 담황색 고체를 톨루엔을 사용하여 재결정한 결과, 담황색 고체를 0.83g, 수율 30%로 얻었다.

[0397] 얻어진 0.83g의 고체를 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는 아르곤을 15mL/min으로 흘리면서 압력 3.8Pa, 320℃에서 고체를 16시간 동안 가열하여 수행하였다. 승화 정제 후에 목적 물질인 담황색 고체를 0.55g, 회수율 66%로 얻었다. 승화 정제에서, 320℃의 가열에 의하여 재료가 승화하고, 회수율도 66%로 높기 때문에, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 승화성이 좋고, 증착 프로세스에 문제가 없는 것이 확인되었다. 합성 스킴을 (A-1)에 나타내었다.

[0398] [화학식 39]



[0399]

[0400] 얻어진 담황색 고체의 핵자기 공명 분광법(^{1}H-NMR)에 의한 분석 결과를 아래에 나타낸다. 이 결과에서 알 수 있듯이, 본 실시예에서, 구조식(100)으로 나타내어지는 oYGTBiF(2)가 얻어졌다.

[0401] ^{1}H NMR(다이클로로메테인-d_2,300MHz): δ=8.17(d,J=7.8Hz, 2H), 7.91(d,J=8.7Hz, 2H), 7.78(d,J=8.7Hz, 2H), 7.71(d,J=8.7Hz, 2H), 7.67(d,J=8.7Hz, 2H), 7.57(d,J=7.2Hz, 1H), 7.52-7.19(m, 18H), 7.14-7.06(m, 5H), 6.92(d,J=1.8Hz, 1H), 6.79(dd,J1=6.0Hz, J2=2.1Hz, 1H), 1.30(s, 6H).

[0402] 다음으로 oYGTBiF(2)의 톨루엔 용액 및 고체 박막의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이후, 단순히 "흡수 스펙트럼"이라고 함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 고체 박막은 진공 증착법에 의하여 석영 기판 위에 제작하였다.

[0403] 흡수 스펙트럼의 측정에는 자외 가시 분광 광도계(용액: JASCO Corporation 제조, V-550, 박막: Hitachi High-Technologies Corporation 제조, U-4100)를 사용하였다. 톨루엔 용액 중의 oYGTBiF(2)의 흡수 스펙트럼은, oYGTBiF(2)의 톨루엔 용액을 석영 셀에 넣고 측정하여 얻어진 흡수 스펙트럼에서, 톨루엔을 석영 셀에 넣고 측정하여 얻어진 흡수 스펙트럼을 뺌으로써 산출하였다. 박막의 흡수 스펙트럼은 기판을 포함한 투과율과 반사율로부터 구한 흡광도($-\log_{10}$ [%T/(100-%R)]로부터 산출하였다. 또한 %T는 투과율을, %R는 반사율을 나타낸다. 또한 발광 스펙트럼의 측정에는 형광 광도계(Hamamatsu Photonics K.K. 제조, FS920)를 사용하였다. 또한 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼은 모두 실온에서 측정하였다.

[0404] 얻어진 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 10의 (A)에 나타내었다. 가로축은 파장을 나타내고, 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다.

[0405] 도 10의 (A)에 나타낸 바와 같이, oYGTBiF(2)의 톨루엔 용액에서는 366nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 421nm 부근(여기 파장: 366nm)에 발광 피크가 확인되었다.

[0406] 얻어진 고체 박막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 10의 (B)에 나타내었다. 가로축은 파장을 나타내고, 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다.

[0407] 도 10의 (B)에 나타낸 바와 같이, oYGTBiF(2)의 고체 박막에서는 294nm 부근, 350nm 부근, 및 367nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 440nm 부근(여기 파장: 365nm)에 발광 피크가 확인되었다.

[0408] 본 발명의 일 형태의 유기 화합물인 oYGTBiF(2)는 청색 및 청색보다 장파장 측의 에너지로 발광하는 형광 재료, 그리고 녹색 및 녹색보다 장파장 측의 에너지로 발광하는 인광 재료에 적합한 호스트 재료인 것을 알 수 있었다. oYGTBiF(2)는 가시 대역 또는 근적외 대역의 발광 물질(형광 재료, 지연 형광 재료, 또는 인광 재료 등)과 함께 사용되는 호스트 재료나 발광 물질로서도 이용할 수 있다.

[0409] 다음으로, 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정에 의하여 oYGTBiF(2)의 HOMO 준위 및 LUMO 준위를 산출하였다. 산출 방법은 다음과 같다.

[0410] 측정 장치에는 전기 화학 애널라이저(BAS Inc. 제조, 형식 번호: ALS 모델 600A 또는 600C)를 사용하였다. CV 측정에 사용되는 용액은, 용매로서 탈수 다이메틸폼아마이드(DMF)(Sigma-Aldrich Inc. 제조, 99.8%, 카탈로그

번호; 22705-6)를 사용하고, 지지 전해질인 과염소산 테트라-n-뷰틸암모늄(n-Bu_4NClO_4)((주)도쿄카세이 제조, 카탈로그 번호; T0836)을 100mmol/L의 농도가 되도록 용해시키고, 그리고 측정 대상을 2mmol/L의 농도가 되도록 용해시킴으로써 조제(調製)하였다.

[0411] 또한 작용 전극으로서는 백금 전극(BAS Inc. 제조, PTE 백금 전극)을, 보조 전극으로서는 백금 전극(BAS Inc. 제조, VC-3용 Pt카운터 전극(5cm))을, 참조 전극으로서는 Ag/Ag^+전극(BAS Inc. 제조, RE7 비수 용매계 참조 전극)을 각각 사용하였다. 또한 측정은 실온(20℃ 이상 25℃ 이하)에서 수행하였다.

[0412] 또한 CV 측정 시의 스캔 속도는 0.1V/sec로 통일하고, 참조 전극에 대한 산화 전위 Ea[V] 및 환원 전위 Ec[V]를 측정하였다. Ea는 산화-환원파의 중간 전위로 하고, Ec는 환원-산화파의 중간 전위로 하였다. 여기서, 본 실시예에서 사용하는 참조 전극의 진공 준위에 대한 퍼텐셜 에너지는 -4.94[eV]인 것이 알려져 있기 때문에, HOMO 준위[eV]=-4.94-Ea, LUMO 준위[eV]=-4.94-Ec라는 식으로부터 HOMO 준위 및 LUMO 준위를 각각 산출할 수 있다.

[0413] 또한 CV 측정을 100회 반복하고, 100번째 사이클의 측정에서의 산화-환원파와, 첫 번째 사이클의 산화-환원파를 비교하여 화합물의 전기적 안정성을 조사하였다.

[0414] 이 결과, oYGTBiF(2)의 산화 전위 Ea[V]의 측정에서 HOMO 준위는 -5.42eV인 것을 알 수 있었다. 한편, 환원 전위 Ec[V]의 측정에서 LUMO 준위는 -2.31eV이고, 높은 전자 블로킹성을 가지는 것이 밝혀졌다. 또한 산화-환원파를 반복적으로 측정하였을 때, 첫 번째 사이클과 100사이클 후의 파형을 비교한 결과, Ea 측정에서는 88%, Ec 측정에서는 99%의 피크 강도를 유지하므로, oYGTBiF(2)는 산화 및 환원에 대한 내성이 매우 양호하다는 것이 확인되었다.

[0415] 또한 oYGTBiF(2)의 시차 주사 열량 측정(DSC 측정)을 Pyris1DSC(PerkinElmer, Inc. 제조)를 사용하여 수행하였다. 시차 주사 열량 측정에서는, 승온 속도 40℃/min으로 -10℃로부터 320℃까지 승온한 후, 같은 온도에서 1분 동안 유지한 다음에, 강온(降溫) 속도 100℃/min으로 -10℃까지 냉각하는 조작을 2회 연속으로 수행하였다. 두 번째 사이클의 DSC 측정 결과에 의하여, oYGTBiF(2)의 유리 전이점은 137℃이고, oYGTBiF(2)가 매우 높은 내열성을 가지는 물질인 것이 밝혀졌다.

[0416] 또한 oYGTBiF(2)의 열 중량 측정-시차 열 분석(Thermogavimetry-Differential Thermal Analysis)을 수행하였다. 측정에는 고진공 차동형 시차 열 천칭(Bruker AXS K.K. 제조, TG-DTA2410SA)을 사용하였다. 측정은 대기압, 승온 속도 10℃/min, 질소 기류하(유속 200mL/min)의 조건으로 수행하였다. 열 중량 측정-시차 열 분석에서, 열 중량 측정에 의하여 산출된 중량이 측정을 시작하였을 때의 -5%가 되는 온도(분해 온도)는 484℃이므로, oYGTBiF(2)가 높은 내열성을 가지는 물질인 것이 밝혀졌다.

[0417] 상술한 결과에 의하여, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 높은 내열성과 높은 승화성의 양쪽 모두를 가지고, 내열성이 높은 유기 광 디바이스(발광 디바이스 및 수광 디바이스)를 제공할 수 있고, 또한 디바이스 제작의 생산성을 높일 수 있는 것이 확인되었다.

[0418] (실시예 2)

[0419] 본 실시예에서는 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스를 제작하고, 그것을 평가한 결과에 대하여 설명한다.

[0420] 본 실시예에서는 발광 디바이스로서 실시예 1에서 설명한 oYGTBiF(2)(구조식(100))를 사용한 디바이스 1과, 비교용의 비교 디바이스 2, 비교 디바이스 3, 비교 디바이스 4를 제작하고, 그것을 평가한 결과에 대하여 설명한다.

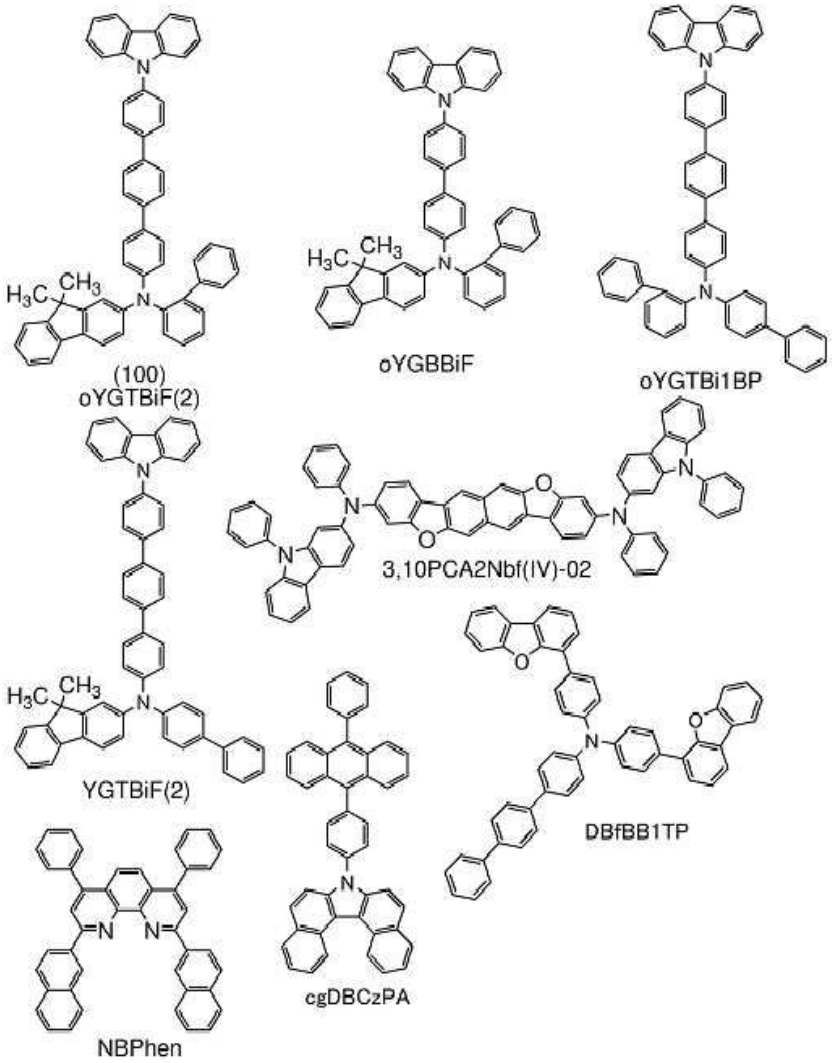
[0421] 본 실시예에서 사용하는 4개의 발광 디바이스의 구조를 도 11에 나타내었고, 구체적인 구성을 표 1에 나타내었다. 또한 본 실시예에서 사용하는 재료의 화학식을 아래에 나타낸다.

표 1

[0422]

	제 1 전극	정공 주입층	정공 수송층		발광층	전자 수송층		전자 주입층	제 2 전극
	801	811	812		813	814		815	803
디바이스 1	ITSO (70 nm)	oYGTBiF(2): ALD-MP001Q (1:0.1 10 nm)	oYGTBiF(2) (20 nm)	DBfBB1TP (10 nm)	cgDBCzPA: 3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015 25 nm)	cgDBCzPA (15 nm)	NBPhen (10 nm)	LiF (1 nm)	Al (200 nm)
비교 디바이스 2		oYGBBiF: ALD-MP001Q (1:0.1 10 nm)	oYGBBiF (20 nm)						
비교 디바이스 3		oYGTBi1BP: ALD-MP001Q (1:0.1 10 nm)	oYGTBi1BP (20 nm)						
비교 디바이스 4		YGTBiF(2): ALD-MP001Q (1:0.1 10 nm)	YGTBiF(2) (20 nm)						

[0423] [화학식 40]



[0424]

[0425] <<발광 디바이스의 제작>>

[0426] 도 11에 나타낸 바와 같이, 본 실시예에 나타내는 발광 디바이스는 기판(800) 위에 제 1 전극(801)이 형성되고,

제 1 전극(801) 위에 EL층(802)으로서, 정공 주입층(811), 정공 수송층(812), 발광층(813), 전자 수송층(814), 및 전자 주입층(815)이 순차적으로 적층되고, 전자 주입층(815) 위에 제 2 전극(803)이 적층된 구조를 가진다.

[0427] 우선, 기판(800) 위에 제 1 전극(801)을 형성하였다. 전극 면적은 4mm^2(2mm X 2mm)로 하였다. 기판(800)에는 유리 기판을 사용하였다. 제 1 전극(801)은 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 70nm의 두께로 성막하여 형성하였다. 또한 본 실시예에서 제 1 전극(801)은 양극으로서 기능한다.

[0428] 여기서, 전(前) 처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다. 그 후, 내부 압력이 약 10^{-4}Pa까지 감소된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 소성을 수행한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭하였다.

[0429] 다음으로, 제 1 전극(801) 위에 정공 주입층(811)을 형성하였다. 정공 주입층(811)은 진공 증착 장치 내를 10^{-4}Pa로 감압한 후, 재료 X와, ALD-MP001Q(Analysis Atelier Corporation 제조, 재료 일련번호: 1S20180314)를 재료 X:ALD-MP001Q=1:0.1(중량비)로 하고, 막 두께가 10nm가 되도록 동시 증착하여 형성하였다. 또한 ALD-MP001Q는 억셉터성 재료이다.

[0430] 다음으로, 정공 주입층(811) 위에 정공 수송층(812)을 형성하였다. 정공 수송층(812)은 재료 X를 막 두께가 20nm가 되도록 증착하고, N,N-비스[4-(다이벤조퓨란-4-일)페닐]-4-아미노-p-터페닐(약칭: DBfBB1TP)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 형성하였다.

[0431] 정공 주입층(811) 및 정공 수송층(812)에서의 재료 X로서, 디바이스 1에서는 N-[4''-(9H-카바졸-9-일)-1,1':4',1''-터페닐-4-일]-N-(1,1'-바이페닐-2-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: oYGTBiF(2))을 사용하고, 비교 디바이스 2에서는 N-[4'-(9H-카바졸-9-일)-1,1'-바이페닐-4-일]-N-(1,1'-바이페닐-2-일)-9,9'-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: oYGBBiF)을 사용하고, 비교 디바이스 3에서는 2,4'-다이페닐-4''-[4'-(9H-카바졸-9-일)-1,1'-바이페닐-4-일]트라이페닐아민(약칭: oYGTBi1BP)을 사용하고, 비교 디바이스 4에서는 N-[4''-(9H-카바졸-9-일)-1,1':4',1''-터페닐-4-일]-N-(1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: YGTBiF(2))을 사용하였다.

[0432] 다음으로, 정공 수송층(812) 위에 발광층(813)을 형성하였다. 호스트 재료로서 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA)을 사용하고, 게스트 재료(형광 재료)로서 3,10-비스[N-(9-페닐-9H-카바졸-2-일)-N-페닐아미노]나프토[2,3-b;6,7-b']비스벤조퓨란(약칭: 3,10PCA2Nbf(IV)-02)을 사용하여, 중량비가 cgDBCzPA:3,10PCA2Nbf(IV)-02=1:0.015가 되도록 동시 증착하였다. 또한 막 두께는 25nm로 하였다.

[0433] 다음으로, 발광층(813) 위에 전자 수송층(814)을 형성하였다. 전자 수송층(814)은 cgDBCzPA의 막 두께가 15nm가 되도록 증착하고, 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 형성하였다.

[0434] 다음으로, 전자 수송층(814) 위에 전자 주입층(815)을 형성하였다. 전자 주입층(815)은 막 두께가 1nm가 되도록 플루오린화 리튬(LiF)을 증착하여 형성하였다.

[0435] 다음으로, 전자 주입층(815) 위에 제 2 전극(803)을 형성하였다. 제 2 전극(803)은 두께가 200nm가 되도록 알루미늄을 증착하여 형성하였다. 또한 본 실시예에서 제 2 전극(803)은 음극으로서 기능한다.

[0436] 여기까지의 공정에 의하여, 한 쌍의 전극 사이에 EL층(802)을 끼워 이루어지는 발광 디바이스를 기판(800) 위에 형성하였다. 또한 상기 공정에서 설명한 정공 주입층(811), 정공 수송층(812), 발광층(813), 전자 수송층(814), 전자 주입층(815)은 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에서의 EL층을 구성하는 기능층이다. 또한 상술한 제작 방법에서의 증착 공정에서는, 모두 저항 가열법에 의한 증착법을 사용하였다.

[0437] 또한 상술한 바와 같이 제작한 발광 디바이스는 다른 기판(미도시)에 의하여 밀봉된다. 또한 다른 기판(미도시)을 사용하여 밀봉할 때는, 질소 분위기의 글러브 박스 내에서 자외광에 의하여 고체화하는 접착제가 도포된 다른 기판(미도시)을 기판(800) 위에 고정하고, 기판(800) 위에 형성된 발광 디바이스의 주위에 접착제가 부착되도록 기판들을 접착시켰다. 밀봉 시에는 365nm의 자외광을 6J/cm^2 조사하여 접착제를 고체화시키고, 80℃에서 1시간 동안 열처리함으로써 접착제를 안정화시켰다.

[0438] <<발광 디바이스의 동작 특성>>

[0439] 본 실시예에서 제작한 발광 디바이스의 동작 특성에 대하여 측정하였다. 또한 측정은 실온에서 수행하였다.

[0440] 도 12에 발광 디바이스의 휘도-전류 효율 특성을 나타내었다. 도 13에 발광 디바이스의 전압-휘도 특성을 나타내었다. 도 14에 발광 디바이스의 전압-전류 특성을 나타내었다. 도 15에 발광 디바이스의 휘도-외부 양자 효율 특성을 나타내었다.

[0441] 표 2에 1000cd/m^2 부근에서의 발광 디바이스의 주된 초기 특성값을 나타내었다.

표 2

[0442]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm^2)	색도(x,y)	휘도 (cd/m^2)	전류 효율 (cd/A)	파워 효율 (lm/W)	외부 양자 효율(%)	에너지 효율(%)
디바이스 1	3.0	0.40	10.0	(0.14, 0.14)	1110	11.2	11.7	10.6	9.1
비교 디바이스 2	3.2	0.43	10.7	(0.14, 0.13)	1160	10.9	10.7	10.8	8.8
비교 디바이스 3	3.0	0.54	13.5	(0.14, 0.11)	1150	8.5	8.9	9.1	7.9
비교 디바이스 4	3.1	0.33	8.2	(0.14, 0.13)	940	11.4	11.5	11.0	9.2

[0443] 도 12 내지 도 15 및 표 2에서 알 수 있듯이, 디바이스 1, 비교 디바이스 2, 비교 디바이스 4는 발광 효율이 높다. 또한 디바이스 1은 비교 디바이스 3과 비교하여 발광 효율이 높은 것을 알았다.

[0444] 또한 발광 디바이스에 12.5mA/cm^2의 전류 밀도로 전류를 흘렸을 때의 발광 스펙트럼을 도 16에 나타내었다. 도 16에 나타낸 바와 같이, 디바이스 1은 발광층(813)에 포함되는 3,10PCA2Nbf(IV)-02의 발광에서 유래하여 459nm 부근에 최대 피크를 가지는 발광 스펙트럼을 나타내었다. 마찬가지로 비교 디바이스 2는 458nm 부근, 비교 디바이스 3은 457nm 부근, 비교 디바이스 4는 459nm 부근에 최대 피크를 가지는 발광 스펙트럼을 각각 나타내었다.

[0445] 다음으로, 발광 디바이스에 대하여 신뢰성 시험을 수행하였다. 신뢰성 시험의 결과를 도 17에 나타내었다. 도 17의 (A)에서, 세로축은 초기 휘도를 100%로 하였을 때의 정규화 휘도(%)를 나타내고, 가로축은 구동 시간(h)을 나타낸다. 도 17의 (B)에서, 세로축은 초기(구동 시간 0시간일 때)의 전압으로부터의 전압 변화(ΔV)를 나타내고, 가로축은 구동 시간(h)을 나타낸다. 또한 신뢰성 시험에서는 전류 밀도 50mA/cm^2로 발광 디바이스를 구동시켰다.

[0446] 330시간 후의 휘도를 비교하면, 디바이스 1에서는 초기 휘도의 85%, 비교 디바이스 2에서는 초기 휘도의 80%, 비교 디바이스 3에서는 초기 휘도의 87%, 비교 디바이스 4에서는 초기 휘도의 82%를 유지하였다.

[0447] 이 결과에서 알 수 있듯이, 디바이스 1은 비교 디바이스 2, 비교 디바이스 4와 발광 효율이 동등하고, 또한 비교 디바이스 2, 비교 디바이스 4보다 신뢰성이 높다. 또한 디바이스 1은 비교 디바이스 3보다 발광 효율이 높고, 또한 비교 디바이스 3과 신뢰성이 동등한 것을 알 수 있었다.

[0448] 디바이스 1에 사용한 oYGTBiF(2)는 3급 아민이고, 아민의 질소에는 바이페닐 골격의 오쏘 위치와, 플루오렌 골격과, 터페닐렌 골격이 결합되고, 상기 터페닐렌 골격의 아민의 질소로부터 가장 먼 페닐렌기에는 카바졸 골격이 결합된다. 즉 터페닐 골격을 통하여 아민의 질소와 카바졸의 질소가 결합된다. 한편, 비교 디바이스 2에 사용한 oYGBBiF는 터페닐렌 골격이 아니라 바이페닐렌 골격을 통하여 카바졸의 질소와 아민의 질소가 결합된 점에서 디바이스 1에 사용한 oYGTBiF(2)와 상이하다. 또한 비교 디바이스 3에 사용한 oYGTBi1BP는 플루오렌 골격이 아니라 바이페닐 골격의 파라 위치가 아민의 질소에 결합된 점에서 oYGTBiF(2)와 상이하다. 비교 디바이스

4에 사용한 YGTBiF(2)는 바이페닐 골격의 오쏘 위치가 아니라 바이페닐 골격의 파라 위치가 아민의 질소에 결합된 점에서 oYGTBiF(2)와 상이하다. 따라서 3급 아민이고, 아민의 질소에는 바이페닐 골격의 오쏘 위치와, 플루오렌 골격과, 터페닐렌 골격이 결합되고, 상기 터페닐렌 골격의, 아민의 질소로부터 가장 먼 페닐렌기에는 카바졸 골격이 결합된 유기 화합물을 사용함으로써 발광 디바이스의 발광 효율 및 신뢰성의 양쪽 모두가 향상되었다고 할 수 있다.

[0449] (실시예 3)

[0450] 본 실시예에서는 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스를 제작하고, 그것을 평가한 결과에 대하여 설명한다.

[0451] 본 실시예에서는 발광 디바이스로서 실시예 1에서 설명한 oYGTBiF(2)(구조식(100))를 사용한 디바이스 5 및 디바이스 6을 제작하고, 그것을 평가한 결과에 대하여 설명한다.

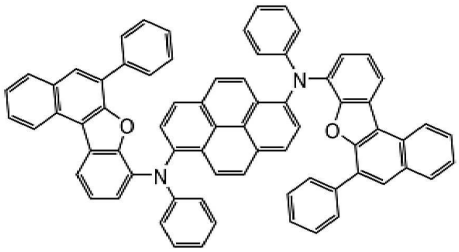
[0452] 본 실시예에서 사용하는 2개의 발광 디바이스의 구체적인 구성을 표 3에 나타내었다. 또한 디바이스 5의 구조는 발광층(813)의 발광 재료를 변경한 점 이외는 디바이스 1(도 11)과 같고, 디바이스 6의 구조는 정공 수송층(812)의 막 두께를 두껍게 한 점 이외는 디바이스 5와 같다. 그래서 디바이스 5 및 디바이스 6의 제작 방법에서 디바이스 1과 같은 부분에 대해서는 실시예 2를 참조할 수 있다. 또한 본 실시예에서 사용하는 재료의 화학식을 아래에 나타낸다.

표 3

[0453]

	제 1 전극	정공 주입층	정공 수송층		발광층	전자 수송층		전자 주입층	제 2 전극
	801	811	812		813	814		815	803
디바이스 5	ITSO (70 nm)	oYGTBiF(2): ALD-MP001Q (1:0.1 10 nm)	oYGTBiF(2) (20 nm)	DBfBB1TP (10 nm)	cgDBCzPA: 1,6BnfAPrn-03 (1:0.03 25 nm)	cgDBCzPA (15 nm)	NBPhen (10 nm)	LiF (1 nm)	Al (200 nm)
디바이스 6			oYGTBiF(2) (120 nm)						

[0454] [화학식 41]



1,6BnfAPrn-03

[0455]

[0456] 표 3에 나타낸 바와 같이, 본 실시예의 발광 디바이스에서는 발광층(813)에 호스트 재료로서 cgDBCzPA를 사용하고, 발광 재료로서 N,N'-(피렌-1,6-다이일)비스[(6,N-다이페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-03)을 사용하였다.

[0457] 또한 표 3에 나타낸 바와 같이, 디바이스 5와 디바이스 6은 정공 수송층(812)에 사용되는 oYGTBiF(2)의 막 두께가 서로 상이하다.

[0458] <<발광 디바이스의 동작 특성>>

[0459] 본 실시예에서 제작한 발광 디바이스의 동작 특성에 대하여 측정하였다. 또한 측정은 실온에서 수행하였다.

[0460] 도 18에 발광 디바이스의 휘도-전류 효율 특성을 나타내었다. 도 19에 발광 디바이스의 전압-휘도 특성을 나타내었다. 도 20에 발광 디바이스의 전압-전류 특성을 나타내었다. 도 21에 발광 디바이스의 휘도-외부 양자 효율 특성을 나타내었다.

[0461] 표 4에 1000cd/m^2 부근에서의 발광 디바이스의 주된 초기 특성값을 나타내었다.

표 4

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm^2)	색도(x,y)	휘도 (cd/m^2)	전류 효율 (cd/A)	파워 효율 (lm/W)	외부 양자 효율(%)	에너지 효율(%)
디바이스 5	3.0	0.40	10.1	(0.14, 0.14)	1040	10.3	10.8	9.5	8.2
디바이스 6	3.6	0.52	13.1	(0.14, 0.09)	990	7.5	6.6	8.9	6.5

[0462]

[0463] 도 18 내지 도 21 및 표 4에서 알 수 있듯이, 디바이스 5 및 디바이스 6은 발광 효율이 높다. 또한 디바이스 6은 디바이스 5보다 정공 수송층(812)의 막 두께를 100nm 두껍게 하였지만, 1000cd/m^2에서의 구동 전압은 0.6V밖에 증가하지 않았다. 이것은 oYGTBiF(2)의 정공 수송성이 우수한 것을 뜻한다.

[0464] 또한 발광 디바이스에 12.5mA/cm^2의 전류 밀도로 전류를 흘렸을 때의 발광 스펙트럼을 도 22에 나타내었다. 도 22에 나타낸 바와 같이, 디바이스 5는 발광층(813)에 포함되는 1,6BnfAPrn-03의 발광에서 유래하여 458nm 부근에 최대 피크를 가지는 발광 스펙트럼을 나타내었다. 마찬가지로 비교 디바이스 6은 456nm 부근에 최대 피크를 가지는 발광 스펙트럼을 나타내었다. 또한 디바이스 5와 디바이스 6은 발광에 관한 광학 거리가 약간 어긋나고 발광 색도도 어긋나지만, 이것은 oYGTBiF(2)의 막 두께만을 변화시키고 이 재료의 수송성을 평가하였기 때문이다.

[0465] 다음으로, 발광 디바이스에 대하여 신뢰성 시험을 수행하였다. 신뢰성 시험의 결과를 도 23에 나타내었다. 도 23의 (A)에서, 세로축은 초기 휘도를 100%로 하였을 때의 정규화 휘도(%)를 나타내고, 가로축은 구동 시간(h)을 나타낸다. 도 23의 (B)에서, 세로축은 초기(구동 시간 0시간일 때)의 전압으로부터의 전압 변화(ΔV)를 나타내고, 가로축은 구동 시간(h)을 나타낸다. 또한 신뢰성 시험에서는 전류 밀도 50mA/cm^2로 발광 디바이스를 구동시켰다.

[0466] 신뢰성 시험의 결과에서 알 수 있듯이, 디바이스 5 및 디바이스 6은 모두 높은 신뢰성을 나타내었다.

[0467] 일반적으로 정공 주입층에서의 전자 억셉터성 재료의 농도를 높이고, HOMO 준위가 깊은 정공 수송성 재료를 사용하는 경우에, 정공 수송층을 두껍게 함으로써, 발광 디바이스의 구동 전압이 높게 되는 경우가 있다. 도 23의 (B)에서 알 수 있듯이, 디바이스 5 및 디바이스 6에서, 310시간 후의 전압과 초기 전압의 차이는 모두 0.15V 이내에 있고, 전압 상승이 작다. 따라서, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물을 사용한 정공 수송층의 두께를 두껍게 하여도 발광 디바이스의 구동 전압은 상승하기 어려운 것을 알 수 있었다.

[0468] (실시예 4)

[0469] 본 실시예에서는 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스를 제작하고, 그것을 평가한 결과에 대하여 설명한다.

[0470] 본 실시예에서는 발광 디바이스로서 실시예 1에서 설명한 oYGTBiF(2)(구조식(100))를 사용한 디바이스 7 및 디바이스 8을 제작하고, 그것을 평가한 결과에 대하여 설명한다.

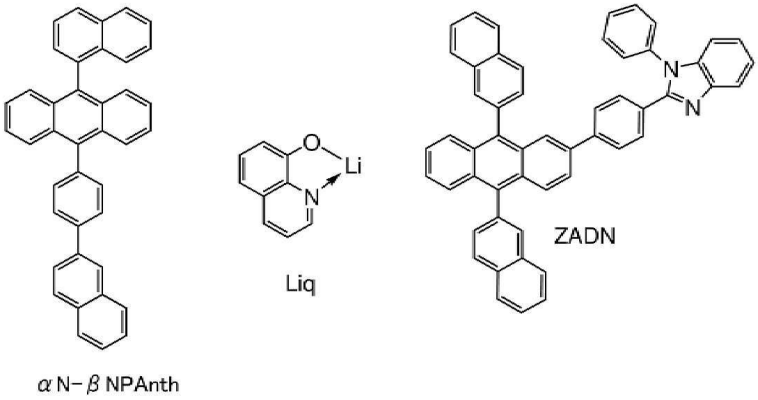
[0471] 본 실시예에서 사용하는 2개의 발광 디바이스의 구체적인 구성을 표 5에 나타내었다. 또한 디바이스 7의 구조는 발광층(813) 및 전자 수송층(814)의 재료를 변경한 점 이외는 디바이스 1(도 11)과 같고, 디바이스 8의 구조는 정공 수송층(812)의 막 두께를 두껍게 한 점 이외는 디바이스 7과 같다. 그래서 디바이스 7 및 디바이스 8의 제작 방법에 대하여 디바이스 1과 같은 부분에 대해서는 실시예 2를 참조할 수 있다. 또한 디바이스 7 및 디바이스 8의 구조는 디바이스 1(도 11)과 같고, 제작 방법에 대해서는 실시예 2를 참조할 수 있다. 또한 본 실시예에서 사용하는 재료의 화학식을 아래에 나타낸다.

표 5

	제 1 전극	정공 주입층	정공 수송층		발광층	전자 수송층	전자 주입층	제 2 전극
	801	811	812		813	814	815	803
디바이스 7	ITSO (70 nm)	oYGTBiF(2): ALD-MP001Q (1:0.1 10 nm)	oYGTBiF(2) (20 nm)	DBfBB1TP (10 nm)	αN-βNPAnth: 1,6BnfAPrn-03 (1:0.03 25 nm)	ZADN:Liq (1:1 25 nm)	Liq (1 nm)	Al (200 nm)
디바이스 8			oYGTBiF(2) (120 nm)					

[0472]

[0473] [화학식 42]



αN-βNPAnth Liq ZADN

[0474]

[0475] 표 5에 나타낸 바와 같이, 본 실시예의 발광 디바이스에서는, 발광층(813)에 호스트 재료로서 9-(1-나프틸)-10-[4-(2-나프틸)페닐]안트라센(약칭: αN-βNPAnth)을 사용하고, 발광 재료로서, 1,6BnfAPrn-03을 사용하였다. 또한 전자 수송층(814)은 2-{4-[9,10-다이(나프탈렌-2-일)-2-안트릴]페닐}-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: ZADN)과, 8-하이드록시퀴놀리네이토-리튬(약칭: Liq)을 중량비가 1:1(=ZADN: Liq), 막 두께가 25nm가 되도록 동시 증착하여 형성하였다.

[0476] 또한 표 5에 나타낸 바와 같이, 디바이스 7과 디바이스 8은 정공 수송층(812)에 사용되는 oYGTBiF(2)의 막 두께가 서로 상이하다.

[0477] <<발광 디바이스의 동작 특성>>

[0478] 본 실시예에서 제작한 발광 디바이스의 동작 특성에 대하여 측정하였다. 또한 측정은 실온에서 수행하였다.

[0479] 도 24에 발광 디바이스의 휘도-전류 효율 특성을 나타내었다. 도 25에 발광 디바이스의 전압-휘도 특성을 나타내었다. 도 26에 발광 디바이스의 전압-전류 특성을 나타내었다. 도 27에 발광 디바이스의 휘도-외부 양자 효율 특성을 나타내었다.

[0480] 표 6에 1000cd/m^2 부근에서의 발광 디바이스의 주된 초기 특성값을 나타내었다.

표 6

[0481]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm^2)	색도(x,y)	휘도 (cd/m^2)	전류 효율 (cd/A)	파워 효율 (lm/W)	외부 양자 효율(%)	에너지 효율(%)
디바이스 7	4.0	0.40	9.9	(0.14, 0.14)	990	9.9	7.8	9.1	5.9
디바이스 8	4.6	0.48	12.1	(0.14, 0.09)	880	7.3	5.0	8.6	4.9

[0482] 도 24 내지 도 27 및 표 6에서 알 수 있듯이, 디바이스 7 및 디바이스 8은 발광 효율이 높다. 또한 디바이스 8은 디바이스 7보다 정공 수송층(812)의 막 두께를 100nm 두껍게 하였지만, 1000cd/m^{2}에서의 구동 전압은 0.6V밖에 증가하지 않았다. 이것은 oYGTBiF(2)의 정공 수송성이 우수한 것을 뜻한다.

[0483] 또한 발광 디바이스에 12.5mA/cm^{2}의 전류 밀도로 전류를 흘렸을 때의 발광 스펙트럼을 도 28에 나타내었다. 도 28에 나타낸 바와 같이, 디바이스 7은 발광층(813)에 포함되는 1,6BnfAPrn-03의 발광에서 유래하여 458nm 부근에 최대 피크를 가지는 발광 스펙트럼을 나타내었다. 마찬가지로 디바이스 8은 456nm 부근에 최대 피크를 가지는 발광 스펙트럼을 나타내었다. 또한 디바이스 7과 디바이스 8은 발광에 관한 광학 거리가 약간 어긋나고 발광 색도도 어긋나지만, 이것은 oYGTBiF(2)의 막 두께만을 변화시키고 이 재료의 수송성을 평가하였기 때문이다.

[0484] 다음으로, 발광 디바이스에 대하여 신뢰성 시험을 수행하였다. 신뢰성 시험의 결과를 도 29에 나타내었다. 도 29의 (A)에서, 세로축은 초기 휘도를 100%로 하였을 때의 정규화 휘도(%)를 나타내고, 가로축은 구동 시간(h)을 나타낸다. 도 29의 (B)에서, 세로축은 초기(구동 시간 0시간일 때)의 전압으로부터의 전압 변화(ΔV)를 나타내고, 가로축은 구동 시간(h)을 나타낸다. 또한 신뢰성 시험에서는 전류 밀도 50mA/cm^{2}로 발광 디바이스를 구동시켰다.

[0485] 신뢰성 시험의 결과에서 알 수 있듯이, 디바이스 7 및 디바이스 8은 모두 높은 신뢰성을 나타내었다.

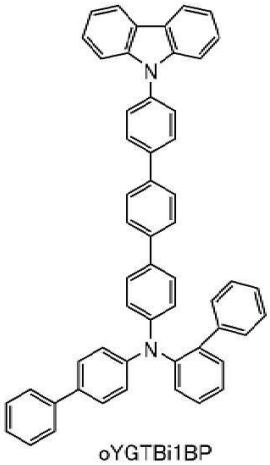
[0486] 도 29의 (B)에서 알 수 있듯이, 디바이스 7 및 디바이스 8에서, 380시간 후의 전압과 초기 전압의 차이는 모두 0.20V 이내에 있고, 전압 상승이 작다. 따라서, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물을 사용한 정공 수송층의 두께를 두껍게 하여도 발광 디바이스의 구동 전압은 상승하기 어려운 것을 알 수 있었다.

[0487] 또한 실시예 3과 실시예 4에서는 발광 디바이스의 발광층 및 전자 수송층에 사용한 재료가 상이하다. 이들 실시예에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물을 다양한 재료와 조합하여 발광 효율 및 신뢰성이 높은 발광 디바이스를 제작할 수 있다.

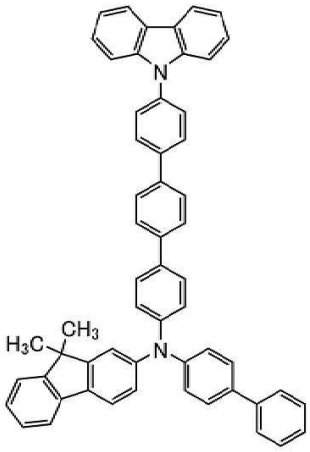
[0488] (참고예)

[0489] 아래에서는, 실시예 2의 비교 디바이스에 사용한, 2,4'-다이페닐-4''-[4'-(9H-카바졸-9-일)-1,1'-바이페닐-4-일]트라이페닐아민(약칭: oYGTBi1BP)과, N-[4''-(9H-카바졸-9-일)-1,1':4',1''-터페닐-4-일]-N-(1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: YGTBiF(2))의 합성 방법에 대하여 설명한다.

[0490] [화학식 43]



oYGTBi1BP



YGTBiF(2)

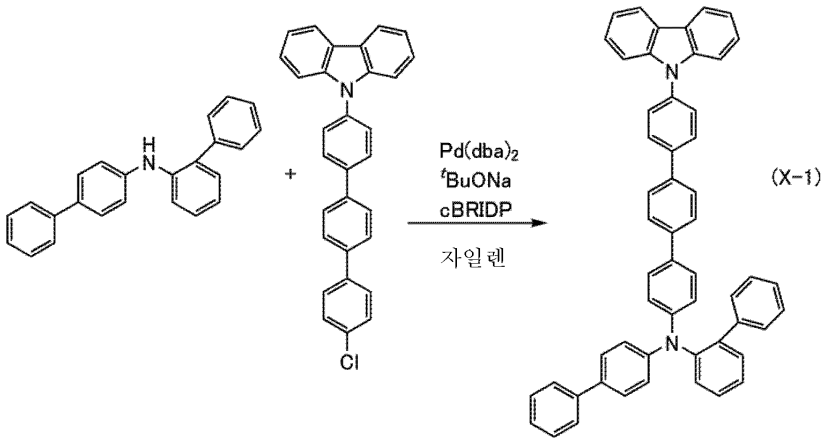
[0491]

[0492] <oYGTBi1BP의 합성>

[0493] 1.4g(4.2mmol)의 N-(4-바이페닐릴)-2-바이페닐아민과, 1.8g(4.2mmol)의 9-(4''-클로로[1,1':4',1''-터페닐]-4-일)-9H-카바졸과, 30mg(84μmol)의 다이-tert-뷰틸(1-메틸-2,2-다이페닐사이클로프로필)포스핀(약칭: cBRIDP(등록 상표))을 환류관을 붙인 200mL 3구 플라스크에 넣고, 시스템 내를 질소 치환하였다. 시스템 내에 0.81g(8.4mmol)의 소듐 tert-뷰톡사이드와, 100mL의 자일렌을 첨가하고, 감압 탈기와 질소 치환을 3회씩 수행하였다. 시스템 내에 24mg(42μmol)의 비스(다이벤질리덴아세톤)팔라듐(0)을 첨가하고, 150℃에서 11시간 교반하였다. 교반 후, 흡인 여과에 의하여 혼합물에서 불용물을 제거하였다. 얻어진 여과액에 물을 첨가하고, 수성층에 대하여 톨루엔으로 추출을 수행하였다. 얻어진 유기층을 물로 2회 세정하고, 이어서 포화 식염수로 세정하였다. 유기층을 황산 마그네슘으로 건조하였다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하여 황산 마그네슘을 제거하였다. 얻어진 여과액을 알루미나·셀라이트(Wako Pure Chemical Industries, Ltd.,제조, 카탈로그 번호: 531-16855) 여과를 통하여 정제하고, 얻어진 여과액을 농축한 결과, 담황색 고체 2.3g을 얻었다. 얻어진 고체를 재결정(사용 용매: 톨루엔과 헥세인의 혼합 용매)에 의하여 정제함으로써 목적 물질인 담황색 고체를 1.5g, 수율 50%로 얻었다.

[0494] 얻어진 1.5g의 고체를 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는 아르곤을 15mL/min으로 흘리면서 압력 3.8Pa, 345℃에서 고체를 16시간 동안 가열하여 수행하였다. 승화 정제 후에 목적 물질인 담황색 고체를 1.0g, 회수율 66%로 얻었다. 합성 스킴을 (X-1)에 나타내었다.

[0495] [화학식 44]



oYGTBi1BP

[0496]

[0497] 얻어진 담황색 고체의 ^{1}H-NMR에 의한 분석 결과를 아래에 나타낸다. 이 결과에서 알 수 있듯이 oYGTBi1BP가 얻어졌다.

[0498] ^{1}H NMR(다이클로로메테인-d_2,300MHz): Δ=8.16(d,J=8.1Hz, 2H), 7.90(dd,J1=4.5Hz, J2=1.8Hz,2H), 7.77(dd,J1=4.2Hz, J2=2.1Hz,2H), 7.70-7.66(m, 4H), 7.55-7.14(m, 24H), 6.99(d,J=5.7Hz, 2H), 6.96(d,J=5.7Hz, 2H).

[0499] 다음으로, oYGTBi1BP의 톨루엔 용액 및 고체 박막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 측정 조건에 대해서는 실시예 1과 같기 때문에 생략한다.

[0500] 측정의 결과, oYGTBi1BP의 톨루엔 용액에서는 365nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 411nm(여기 파장: 346nm)에 발광 피크가 확인되었다. 또한 oYGTBi1BP의 고체 박막에서는 296nm 부근, 347nm 부근, 362nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 426nm 부근(여기 파장: 360nm)에 발광 피크가 확인되었다.

[0501] 다음으로, oYGTBi1BP의 HOMO 준위 및 LUMO 준위를 CV 측정에 의하여 산출하였다. 산출 방법에 대해서는 실시예 1과 같기 때문에 생략한다.

[0502] 또한 CV 측정을 100회 반복하고, 100번째 사이클의 측정에서의 산화-환원파와, 첫 번째 사이클의 산화-환원파를 비교하여 화합물의 전기적 안정성을 조사하였다.

[0503] 이 결과, oYGTBi1BP의 산화 전위 Ea[V]의 측정에서 HOMO 준위는 -5.50eV인 것을 알 수 있었다. 한편, 환원 전위 Ec[V]의 측정에서 LUMO 준위는 -2.32eV인 것을 알 수 있었다. 또한 산화-환원파를 반복적으로 측정하였을 때, 첫 번째 사이클과 100사이클 후의 파형을 비교한 결과, Ea 측정에서는 85%, Ec 측정에서는 94%의 피크 강도를 유지하므로, oYGTBi1BP는 산화 및 환원에 대한 내성이 매우 양호하다는 것이 확인되었다.

[0504] 또한 oYGTBi1BP의 시차 주사 열량 측정(DSC 측정)을 Pyris1DSC(PerkinElmer, Inc. 제조)를 사용하여 수행하였다. 시차 주사 열량 측정에서는, 승온 속도 40℃/min으로 -10℃로부터 380℃까지 승온한 후, 같은 온도에서 1분 동안 유지한 다음에 강온 속도 100℃/min으로 -10℃까지 냉각하는 조작을 2회 연속으로 수행하였다. 두 번째 사이클의 DSC 측정 결과에 의하여, oYGTBi1BP의 유리 전이점은 122℃이고, oYGTBi1BP가 매우 높은 내열성을 가지는 물질인 것이 밝혀졌다.

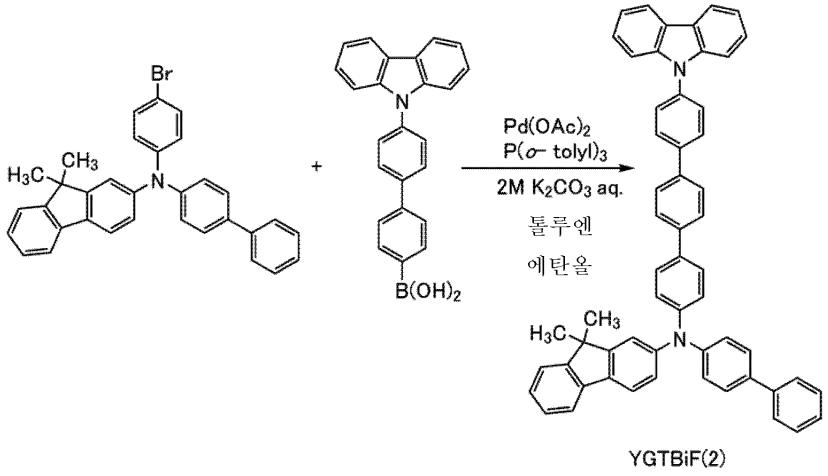
[0505] 또한 oYGTBi1BP의 시차열 분석을 수행하였다. 측정 방법에 대해서는 실시예 1과 같기 때문에 생략한다. 열 중량 측정-시차 열 분석에서, 열 중량 측정에 의하여 산출된 중량이 측정을 시작하였을 때의 -5%가 되는 온도(분해 온도)는 486℃이므로, oYGTBi1BP가 높은 내열성을 가지는 물질인 것이 밝혀졌다.

[0506] <YGTBiF(2)의 합성>

[0507] 2.0g(4.0mmol)의 2-아미노-N-[(1,1'-바이페닐)-4-일]-N-(4-브로모페닐)-9,9-다이메틸플루오렌과, 1.4g(4.0mmol)의 [4'-(카바졸-9-일)-4-바이페닐릴]보론산과, 24mg(76μmol)의 트라이(오쏘-톨릴)포스핀과, 5mL의 2M 탄산 포타슘 수용액과, 30mL의 톨루엔과, 10mL의 에탄올을 환류관을 붙인 200mL 3구 플라스크에 넣고, 혼합물을 감압하에서 탈기한 후 시스템 내를 질소 치환하였다. 이 혼합물을 60℃에서 가열하고, 이 혼합물에 8.9mg(40μmol)의 아세트산 팔라듐(II)을 첨가하였다. 이 혼합물을 10시간 환류하였다. 얻어진 혼합물을 흡인 여과하였다. 얻어진 여과액에 물을 첨가하고, 수성층에 대하여 톨루엔으로 추출을 수행하였다. 얻어진 추출액과 유기층을 합쳐서 물과 포화 식염수로 세정하고, 황산 마그네슘으로 건조시켰다. 이 혼합물을 자연 여과하여 얻어진 여과액을 농축함으로써 담갈색 고체를 얻었다. 이 고체를 고속 액체 크로마토그래피(HPLC)(이동상: 클로로폼)에 의하여 정제한 결과, 목적 물질인 담황색 고체를 1.3g, 수율 43%로 얻었다.

[0508] 얻어진 1.3g의 고체를 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는 아르곤을 15mL/min으로 흘리면서 압력 3.1Pa, 350℃에서 고체를 15시간 동안 가열하여 수행하였다. 승화 정제 후에 목적 물질인 담황색 고체를 1.1g, 회수율 85%로 얻었다. 합성 스킴을 (Y-1)에 나타내었다.

[0509] [화학식 45]



YGTBiF(2)

[0510]

[0511] 얻어진 담황색 고체의 ^{1}H-NMR에 의한 분석 결과를 아래에 나타낸다. 이 결과에서 알 수 있듯이 YGTBiF(2)가 얻어졌다.

[0512] ^{1}H NMR(다이클로로메테인-d_2,300MHz): Δ=8.17(d,J=7.8Hz, 2H), 7.92(d,J=8.7Hz, 2H), 7.75(dd,J1=27.6Hz, J2=9.0Hz,4H), 7.70-7.61(m,8H), 7.56(d,J=9.0Hz, 2H), 7.52-7.42(m, 7H), 7.36-7.24(m,10H), 7.14(dd,J1=6.0Hz, J2=2.1Hz,1H), 1.45(s,6H).

[0513] 다음으로, YGTBiF(2)의 톨루엔 용액 및 고체 박막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 측정 조건에 대해서는 실시예 1과 같기 때문에 생략한다.

[0514] 측정의 결과에서, YGTBiF(2)의 톨루엔 용액에서는 363nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 425nm(여기 파장: 363nm)에 발광 피크가 확인되었다. 또한 YGTBiF(2)의 고체 박막에서는 294nm 부근, 350nm 부근, 365nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 442nm 부근(여기 파장: 380nm)에 발광 피크가 확인되었다.

[0515] 다음으로, YGTBiF(2)의 HOMO 준위 및 LUMO 준위를 CV 측정에 의하여 산출하였다. 산출 방법에 대해서는 실시예 1과 같기 때문에 생략한다.

[0516] 또한 CV 측정을 100회 반복하고, 100번째 사이클의 측정에서의 산화-환원파와, 첫 번째 사이클의 산화-환원파를 비교하여 화합물의 전기적 안정성을 조사하였다.

[0517] 이 결과, YGTBiF(2)의 산화 전위 Ea[V]의 측정에서 HOMO 준위는 -5.41eV인 것을 알 수 있었다. 한편, 환원 전위 Ec[V]의 측정에서 LUMO 준위는 -2.34eV인 것을 알 수 있었다. 또한 산화-환원파를 반복적으로 측정하였을 때, 첫 번째 사이클과 100사이클 후의 파형을 비교한 결과, Ea 측정에서는 90%, Ec 측정에서는 96%의 피크 강도를 유지하므로, YGTBiF(2)는 산화 및 환원에 대한 내성이 매우 양호하다는 것이 확인되었다.

[0518] 또한 YGTBiF(2)의 시차 주사 열량 측정(DSC 측정)을 Pyris1DSC(PerkinElmer, Inc. 제조)를 사용하여 수행하였다. 시차 주사 열량 측정에서는, 승온 속도 40℃/min으로 -10℃로부터 330℃까지 승온한 후, 같은 온도에서 1분 동안 유지한 다음에 강온 속도 100℃/min으로 -10℃까지 냉각하는 조작을 2회 연속으로 수행하였다. 두 번째 사이클의 DSC 측정 결과에 의하여, YGTBiF(2)의 유리 전이점은 145℃이고, YGTBiF(2)가 매우 높은 내열성을 가지는 물질인 것이 밝혀졌다.

[0519] 또한 YGTBiF(2)의 시차열 분석을 수행하였다. 측정 방법에 대해서는 실시예 1과 같기 때문에 생략한다. 열 중량 측정-시차 열 분석에서, 열 중량 측정에 의하여 산출된 중량이 측정을 시작하였을 때의 -5%가 되는 온도(분해 온도)는 499℃이므로, YGTBiF(2)가 높은 내열성을 가지는 물질인 것이 밝혀졌다.

부호의 설명

[0520] 101: 제 1 전극

102: 제 2 전극

103: EL층

103a: EL층

103b: EL층

103c: EL층

104: 전하 발생층

111: 정공 주입층

112: 정공 수송층

113: 발광층

114: 전자 수송층

115: 전자 주입층

201: 기판

202: 절연층

202a: 절연층

202b: 절연층

203B: 발광 디바이스

203G: 발광 디바이스

203R: 발광 디바이스

203W: 발광 디바이스

204: 절연층

205: 기판

206B: 컬러 필터

206G: 컬러 필터

206R: 컬러 필터

207: 공간

208: 접착층

209: 블랙 매트릭스

210: 트랜지스터

211: 제 1 전극

212G: 도전층

212R: 도전층

213: EL층

213B: EL층

213G: EL층

213R: EL층

215: 제 2 전극

220B: 광학 거리

220G: 광학 거리

220R: 광학 거리

301: 제 1 기판

302: 화소부

303: 회로부

304a: 회로부

304b: 회로부

305: 실재

306: 제 2 기판

307: 배선

308: FPC

309: 트랜지스터

310: 트랜지스터

311: 트랜지스터

312: 트랜지스터

313: 제 1 전극

314: 절연층

315: EL층

316: 제 2 전극

317: 유기 EL 디바이스

318: 공간

320: 트랜지스터

321: 도전층

322a: 도전층

322b: 도전층

323: 도전층

324: 절연층

325: 절연층

326: 절연층

327: 반도체층

327i: 채널 형성 영역

327n: 저저항 영역

328: 절연층

330: 트랜지스터

331: 도전층

332a: 도전층

332b: 도전층

333: 도전층

334: 절연층

335: 절연층

337: 반도체층

338: 절연층

401: 제 1 전극

402: EL층

403: 제 2 전극

405: 절연층

406: 도전층

407: 접착층

416: 도전층

420: 기판

422: 접착층

423: 배리어층

424: 절연층

450: 유기 EL 디바이스

490a: 기판

490b: 기판

490c: 배리어층

800: 기판

801: 제 1 전극

802: EL층

803: 제 2 전극

811: 정공 주입층

812: 정공 수송층

813: 발광층

814: 전자 수송층

815: 전자 주입층

911: 하우징

912: 광원

913: 검지 스테이지

914: 촬상 장치

915: 발광부

916: 발광부

917: 발광부

921: 하우징

922: 조작 버튼

923: 검지부

924: 광원

925: 촬상 장치

931: 하우징

932: 조작 패널

933: 반송 기구

934: 모니터

935: 검지 유닛

936: 피검사 부재

937: 촬상 장치

938: 광원

981: 하우징

982: 표시부

983: 조작 버튼

984: 외부 접속 포트

985: 스피커

986: 마이크로폰

987: 제 1 카메라

988: 제 2 카메라

7000: 표시부

7001: 표시부

7100: 텔레비전 장치

7101: 하우징

7103: 스탠드

7111: 리모트 컨트롤러

7200: 노트북형 퍼스널 컴퓨터

7211: 하우징

7212: 키보드

7213: 포인팅 디바이스

7214: 외부 접속 포트

7300: 디지털 사이니지

7301: 하우징

7303: 스피커

7311: 정보 단말기

7400: 디지털 사이니지

7401: 기둥

7411: 정보 단말기

7600: 휴대 정보 단말기

7601: 하우징

7602: 힌지

7650: 휴대 정보 단말기

7651: 비표시부

7800: 휴대 정보 단말기

7801: 밴드

7802: 입출력 단자

7803: 조작 버튼

7804: 아이콘

7805: 배터리

9700: 자동차

9701: 차체

9702: 차륜

9703: 앞유리

9704: 라이트

9705: 포그 램프

9710: 표시부

9711: 표시부

9712: 표시부

9713: 표시부

9714: 표시부

9715: 표시부

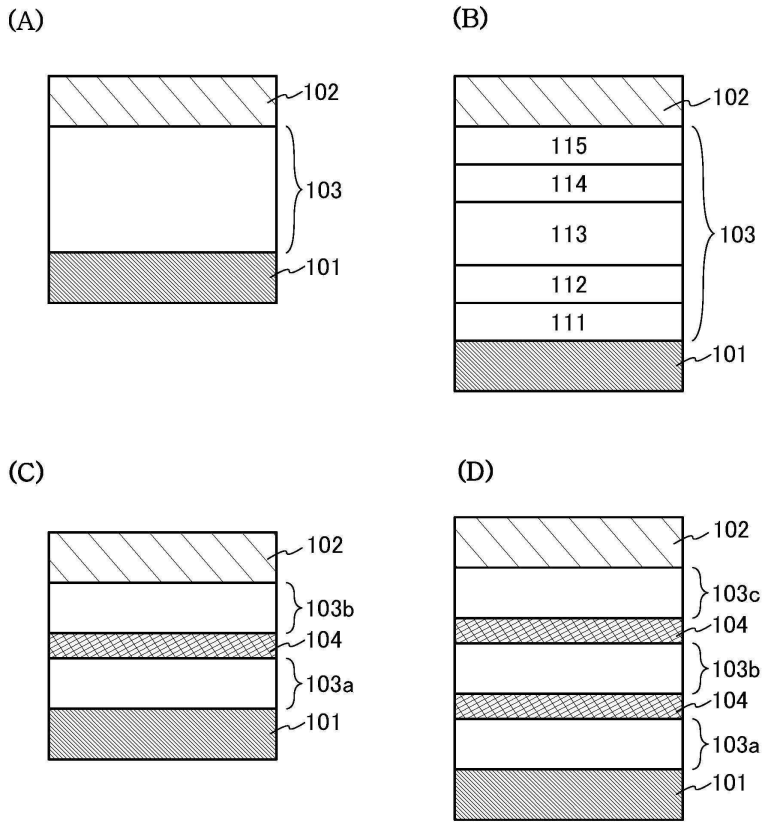
9721: 표시부

9722: 표시부

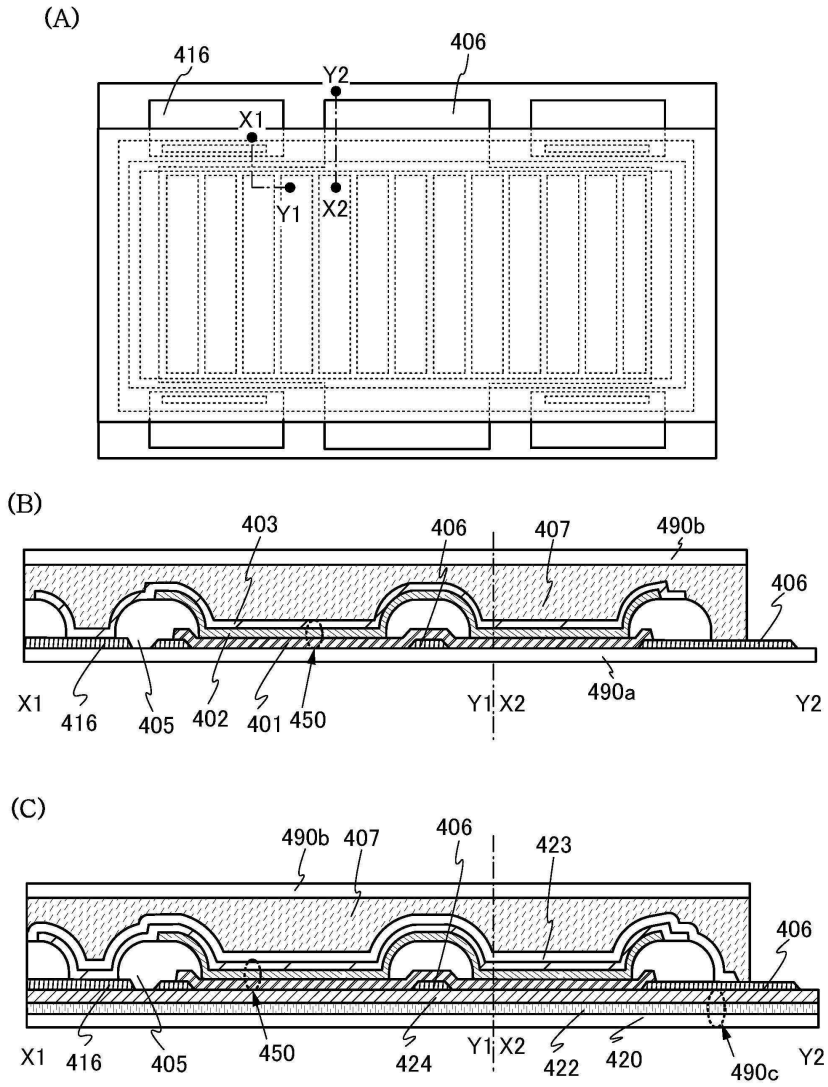
9723: 표시부

도면

도면1

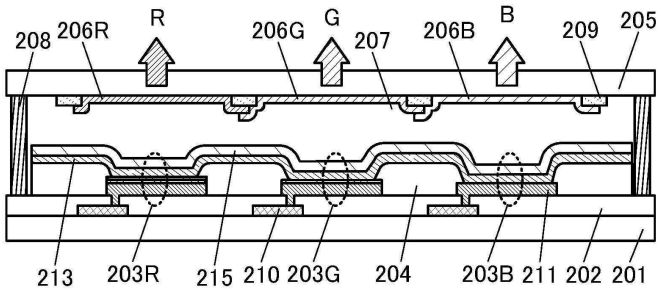

(A)
102
103
101
(B)
102
115
114
113
112
111
103
101
(C)
102
103b
104
103a
101
(D)
102
103c
104
103b
104
103a
101

도면2

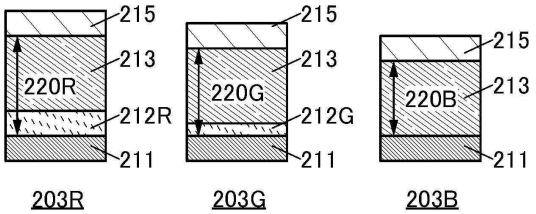

(A)
416
406
Y2
X1
Y1
X2
(B)
403
406
407
490b
406
X1
416
405
402
401
450
Y1
X2
490a
Y2
(C)
490b
407
406
423
406
X1
416
405
450
424
Y1
X2
422
420
490c
Y2

도면3

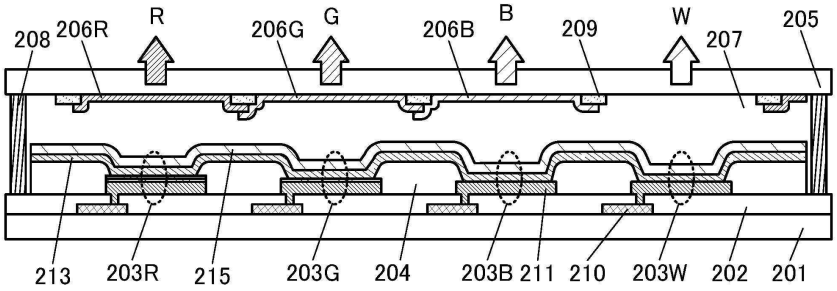
(A)


208
206R
R
206G
G
207
206B
B
209
205
213
203R
215
210
203G
204
203B
211
202
201

(B)

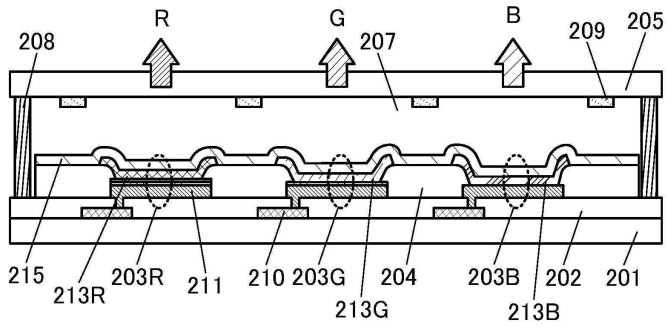

215
213
220R
212R
211
203R
215
213
220G
212G
211
203G
215
213
220B
211
203B

(C)

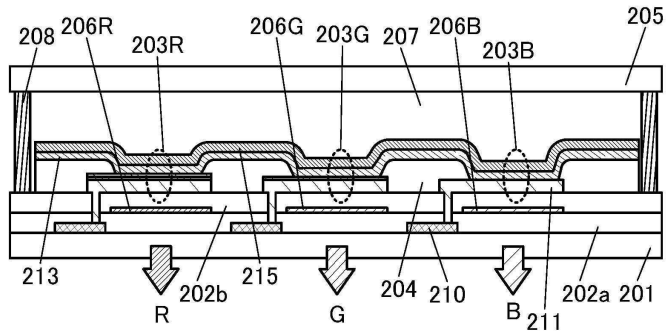

208
206R
R
206G
G
206B
B
209
W
207
205
213
203R
215
203G
204
203B
211
210
203W
202
201

도면4

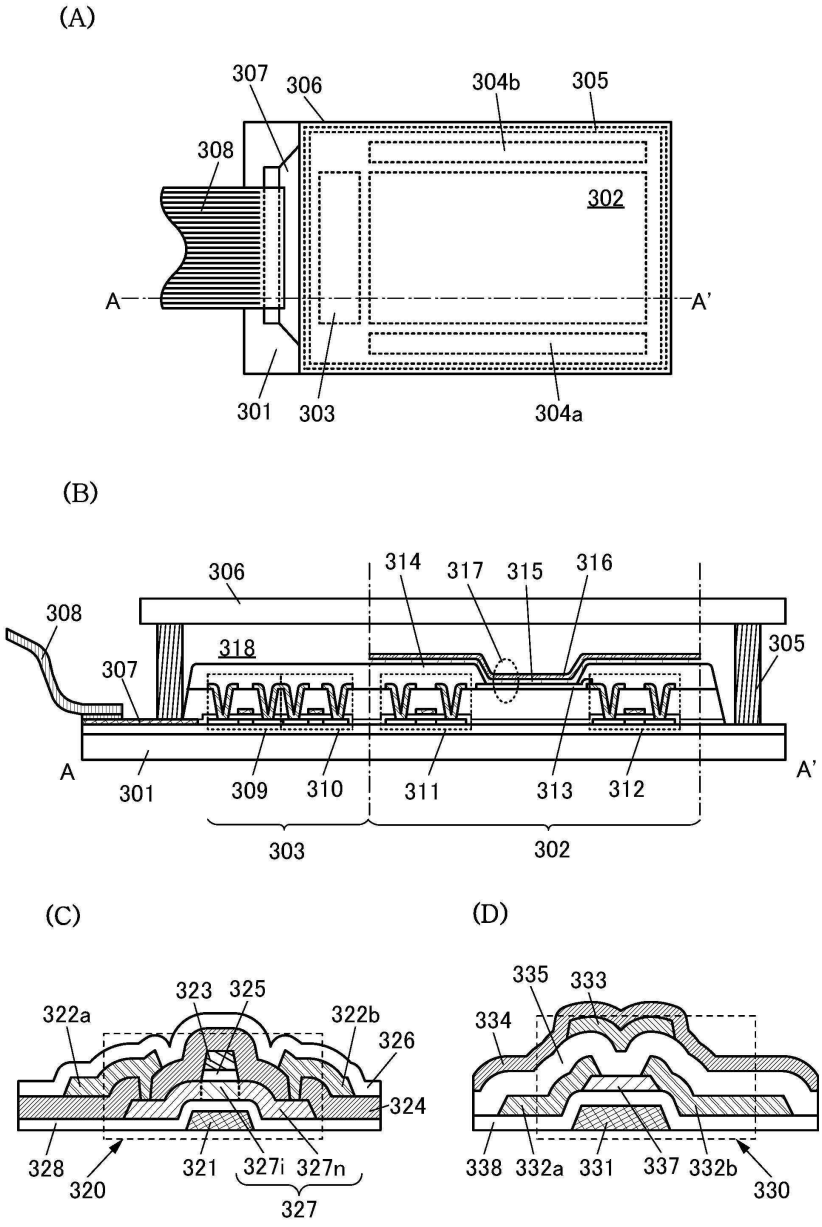
(A)


R
G
B
208
207
209
205
215
213R
203R
211
210
203G
213G
204
203B
213B
202
201

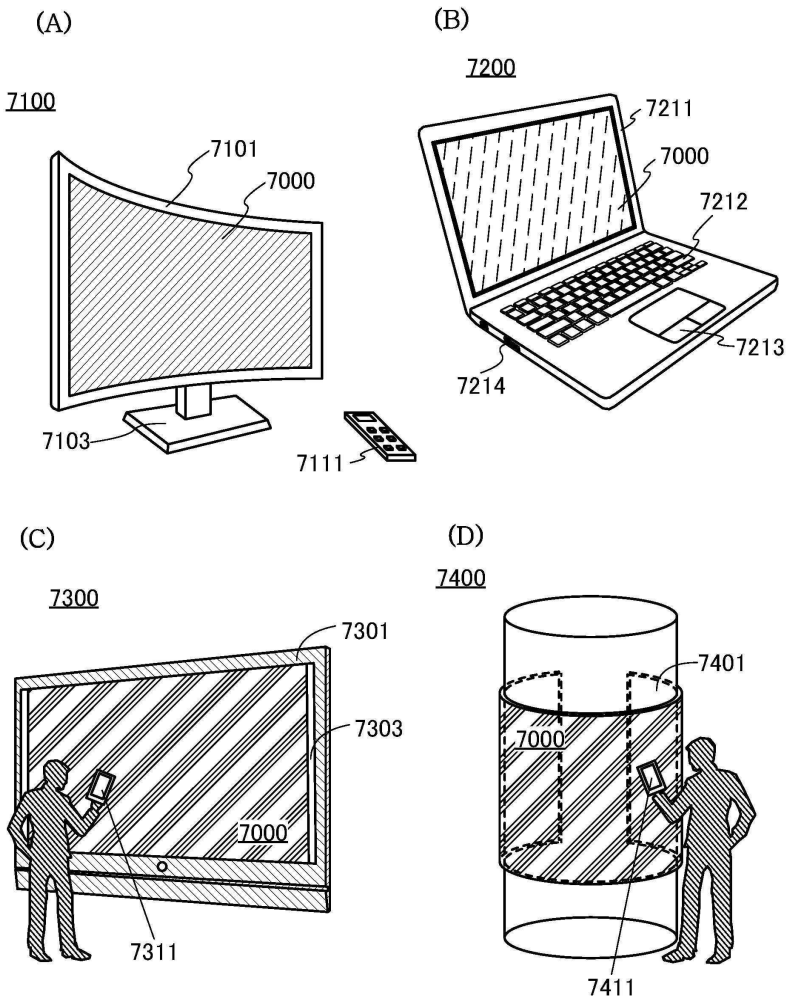
(B)


208
206R
203R
206G
203G
207
206B
203B
205
213
R
202b
215
G
204
210
B
211
202a
201

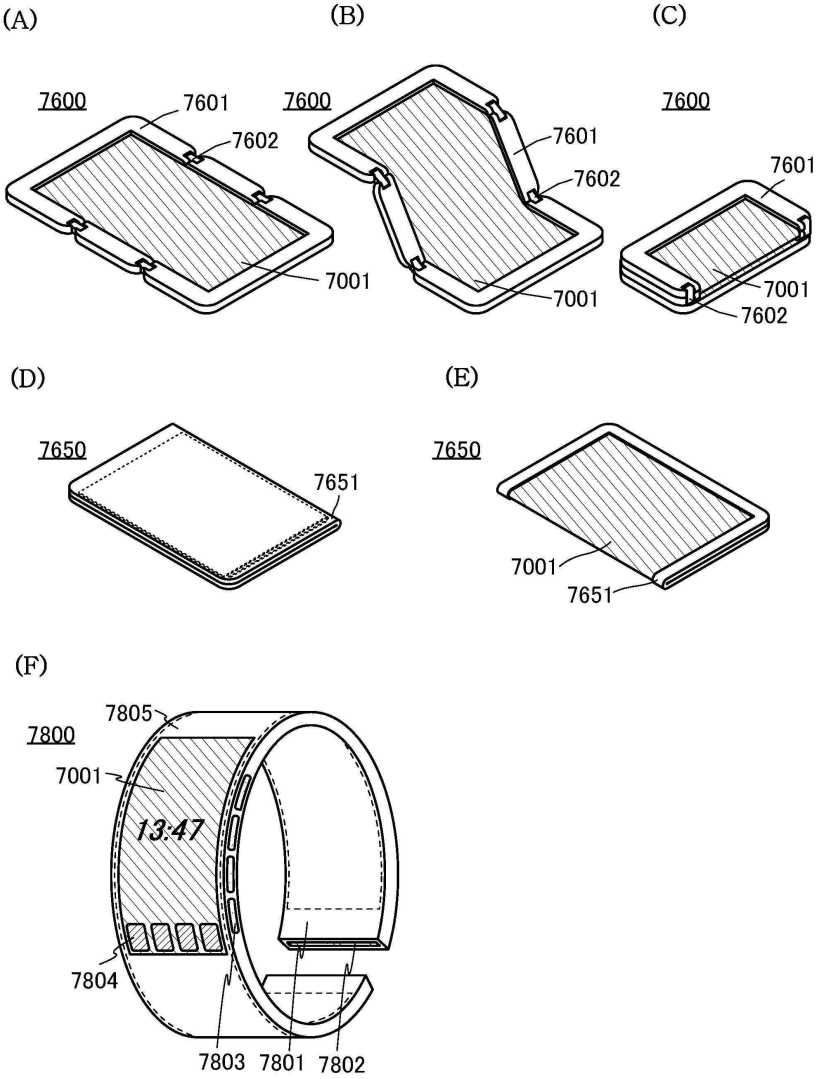
도면5


(A)
307
306
304b
305
308
302
A
A'
301
303
304a
(B)
306
314
317
315
316
308
318
305
307
A
A'
301
309
310
311
313
312
303
302
(C)
(D)
323
325
322a
322b
326
324
328
320
321
327i
327n
327
335
333
334
338
332a
331
337
332b
330

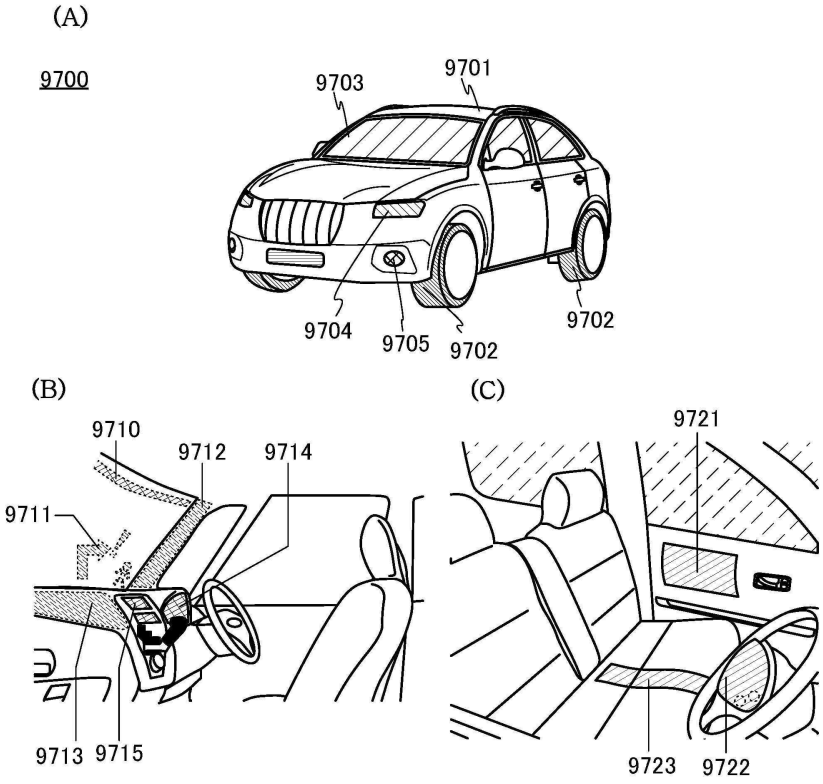
도면6


(A)
7100
7101
7000
7103
7111
(B)
7200
7211
7000
7212
7213
7214
(C)
7300
7301
7303
7000
7311
(D)
7400
7401
7000
7411

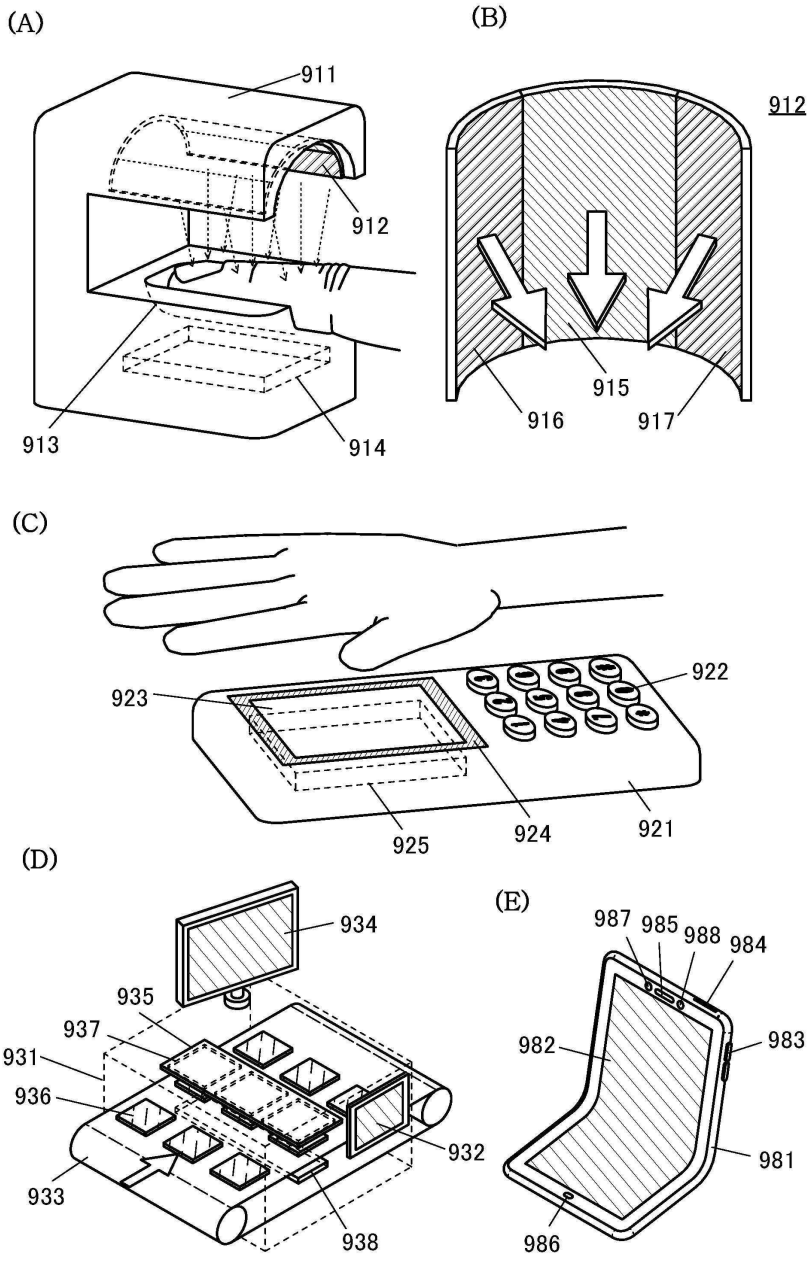
도면7


(A)
(B)
(C)
7600
7601
7602
7001
7600
7601
7602
7001
7600
7601
7001
7602
(D)
(E)
7650
7651
7650
7001
7651
(F)
7805
7800
7001
13:47
7804
7803
7801
7802

도면8

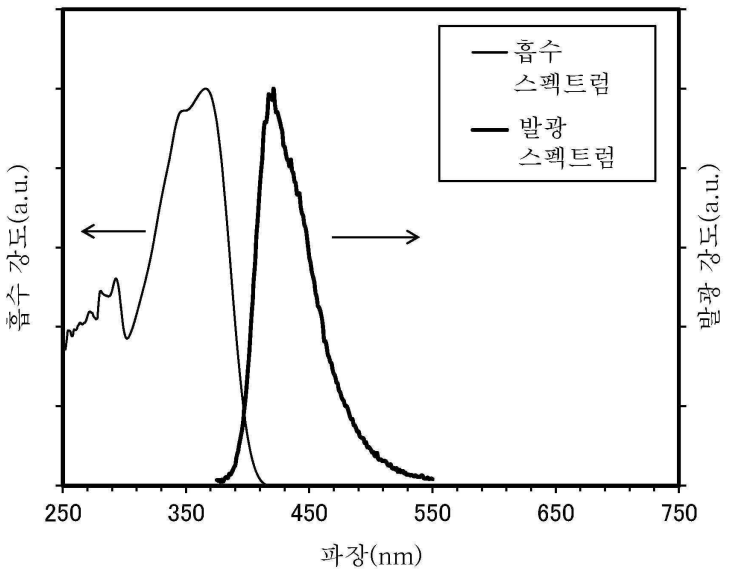

(A)
9700
9703
9701
9704
9705
9702
9702
(B)
(C)
9710
9712
9714
9711
9713
9715
9721
9723
9722

도면9

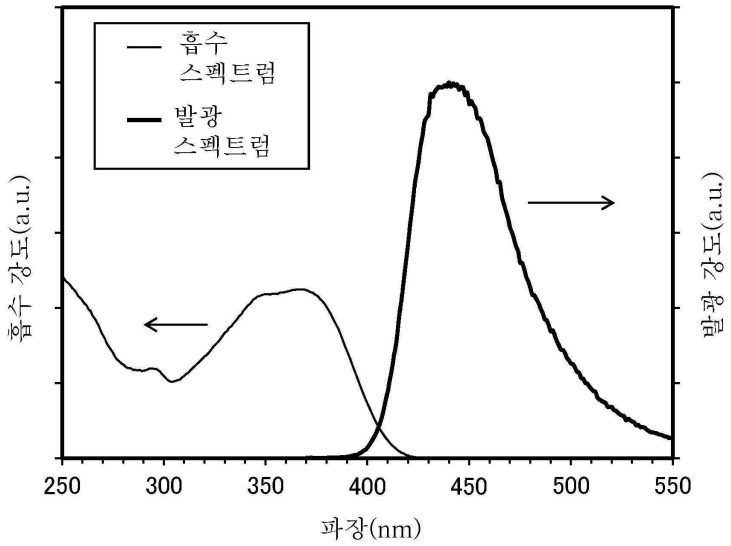

(A)
911
912
913
914
(B)
912
915
916
917
(C)
922
923
925
924
921
(D)
934
935
937
931
936
932
933
938
(E)
987
985
988
984
982
983
981
986

도면10

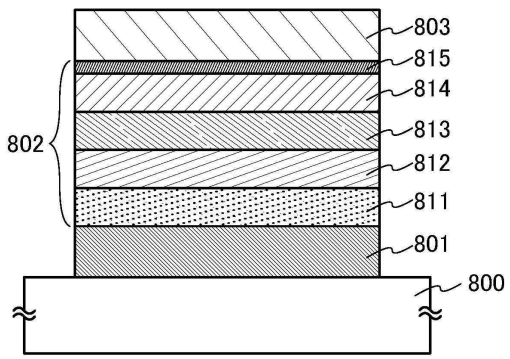
(A)


흡수
스펙트럼
발광
스펙트럼
흡수 강도(a.u.)
발광 강도(a.u.)
250
350
450
550
650
750
파장(nm)

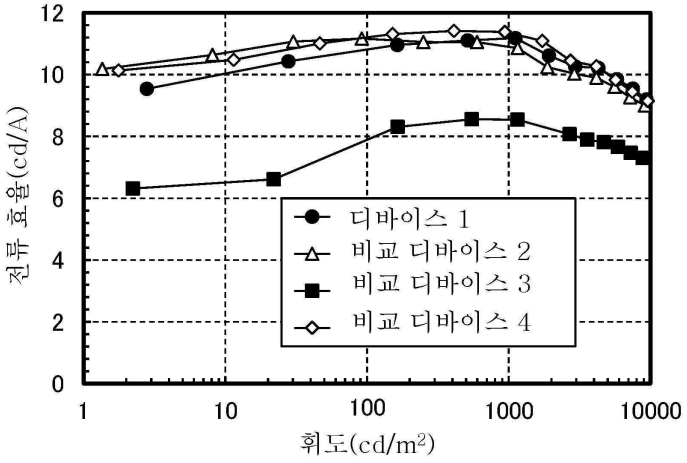
(B)


흡수
스펙트럼
발광
스펙트럼
흡수 강도(a.u.)
발광 강도(a.u.)
250
300
350
400
450
500
550
파장(nm)

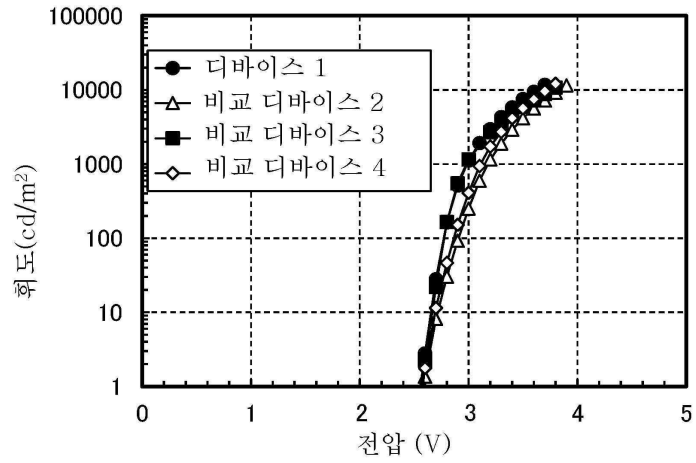
도면11


803
815
814
813
812
811
801
800
802

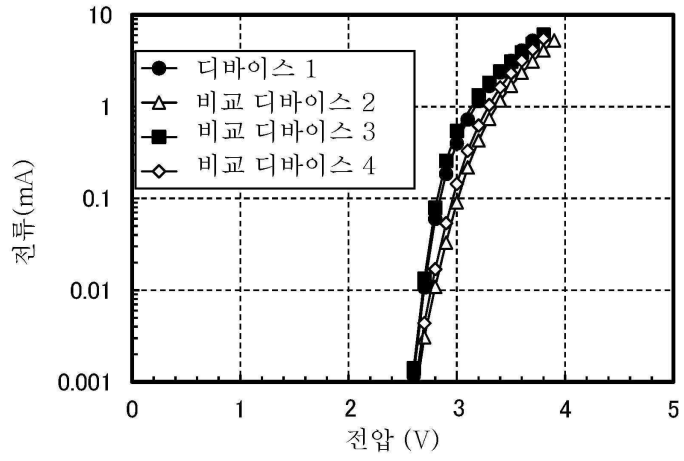
도면12



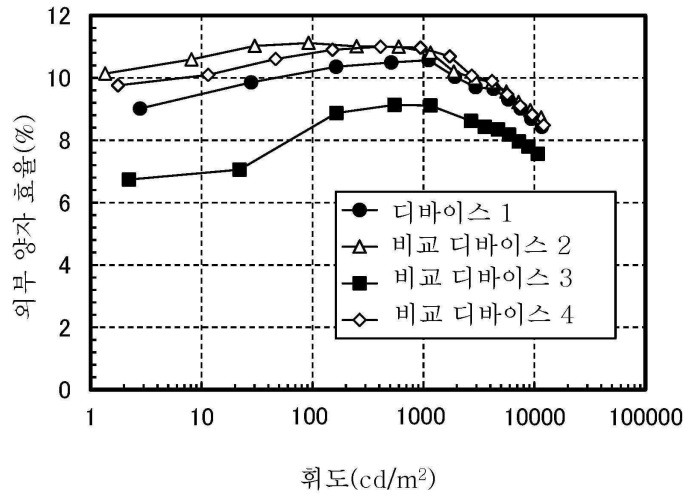
도면13



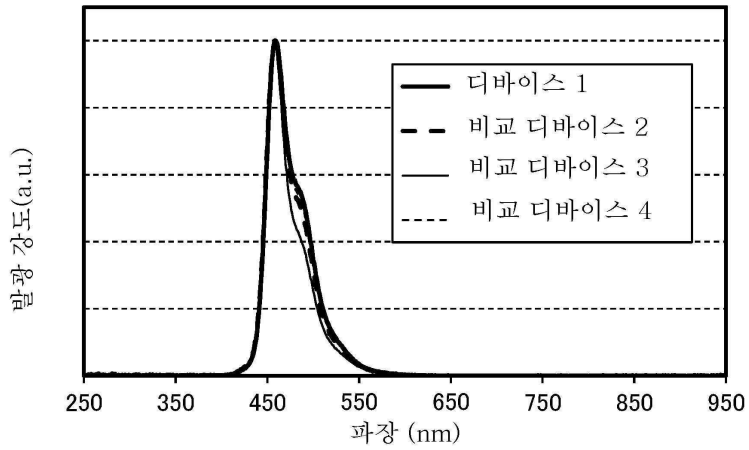
도면14



도면15

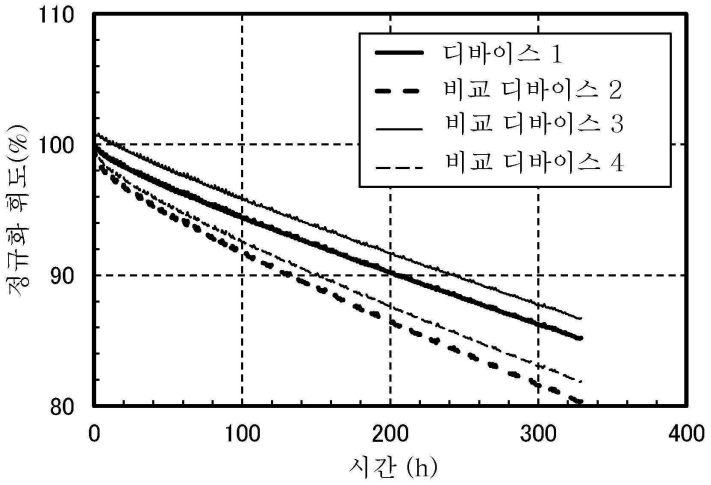

12
10
8
6
4
2
0
외부 양자 효율(%)
1
10
100
1000
10000
100000
휘도(cd/m²)
디바이스 1
비교 디바이스 2
비교 디바이스 3
비교 디바이스 4

도면16

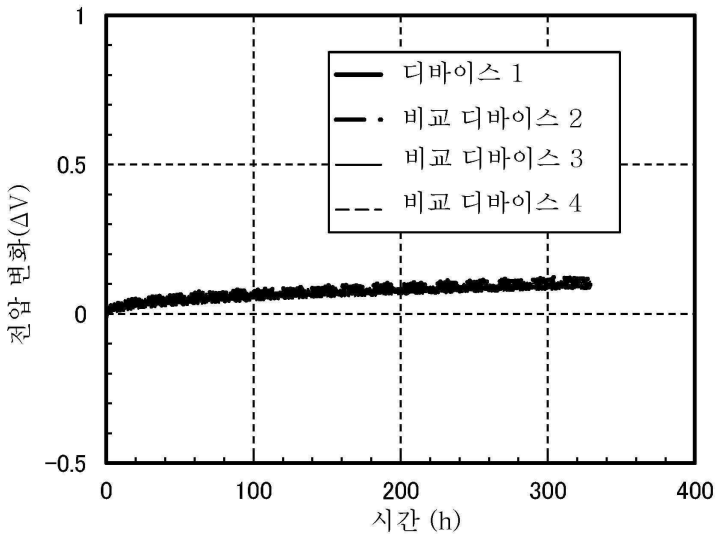

발광 강도(a.u.)
250
350
450
550
650
750
850
950
파장 (nm)
디바이스 1
비교 디바이스 2
비교 디바이스 3
비교 디바이스 4

도면17

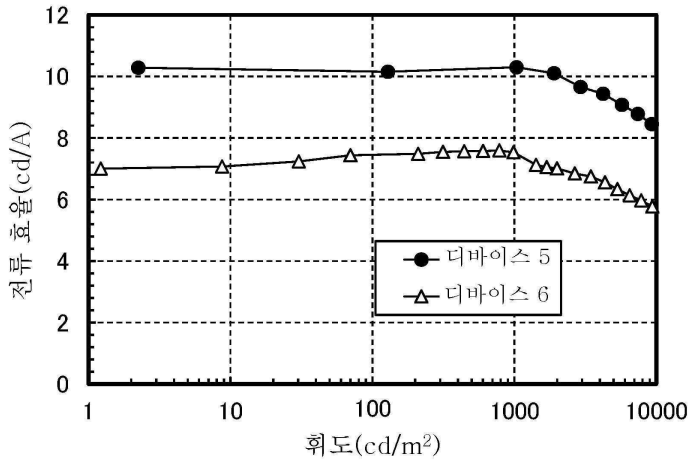
(A)


110
100
90
80
정규화 휘도(%)
0
100
200
300
400
시간 (h)
디바이스 1
비교 디바이스 2
비교 디바이스 3
비교 디바이스 4

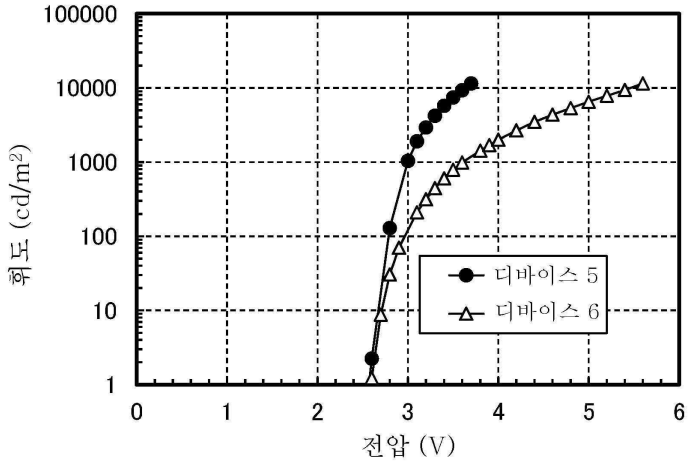
(B)


1
0.5
0
-0.5
전압 변화(ΔV)
0
100
200
300
400
시간 (h)
디바이스 1
비교 디바이스 2
비교 디바이스 3
비교 디바이스 4

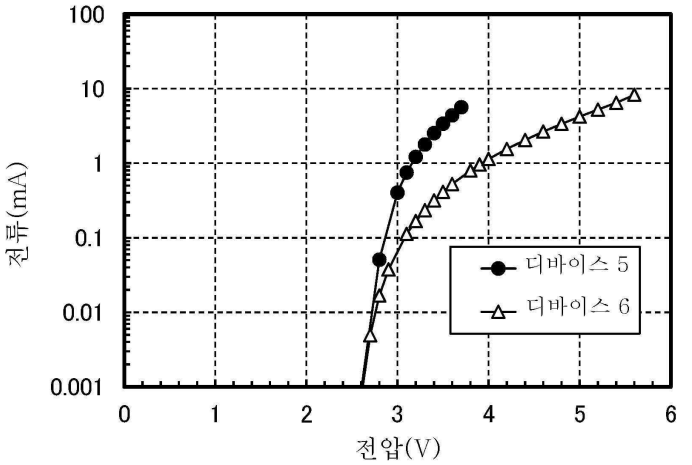
도면18



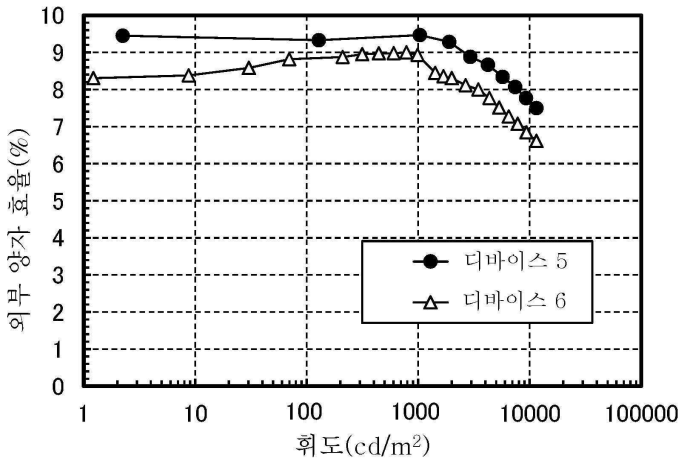
도면19



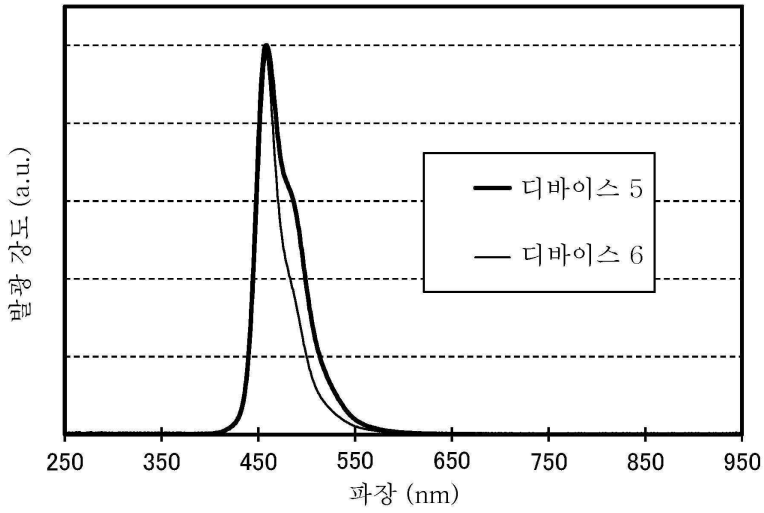
도면20



도면21

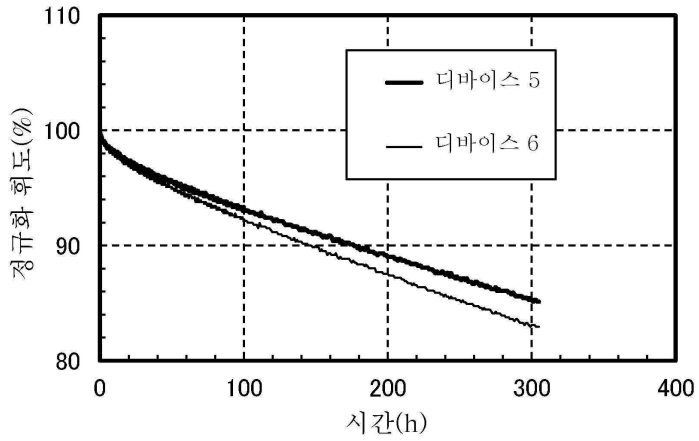


도면22

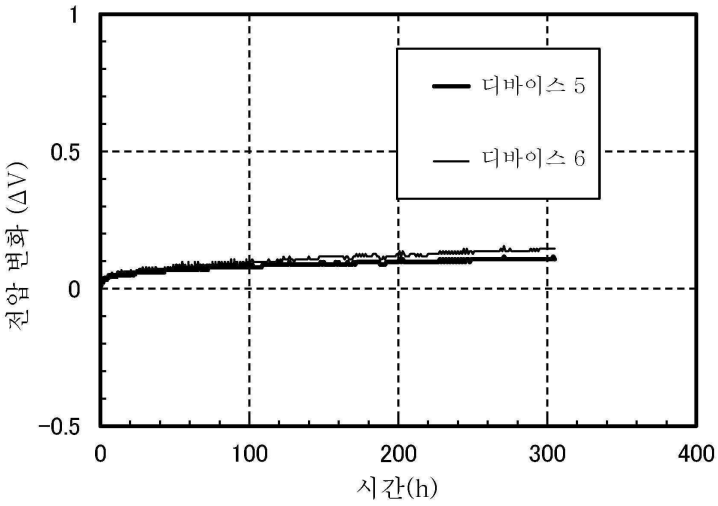


도면23

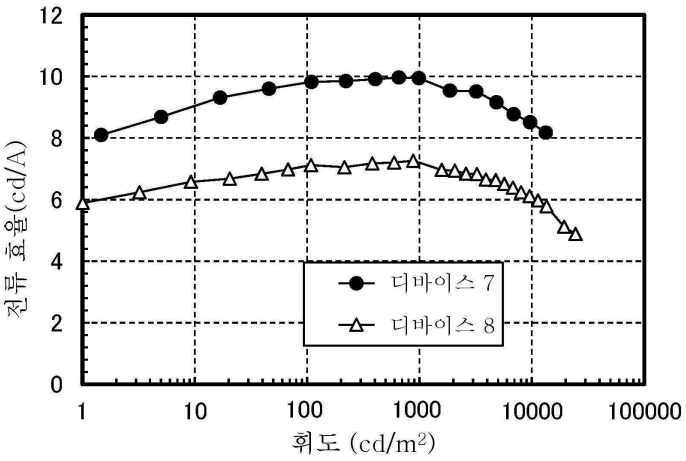
(A)


110
100
90
80
정규화 휘도(%)
0
100
200
300
400
시간(h)
디바이스 5
디바이스 6

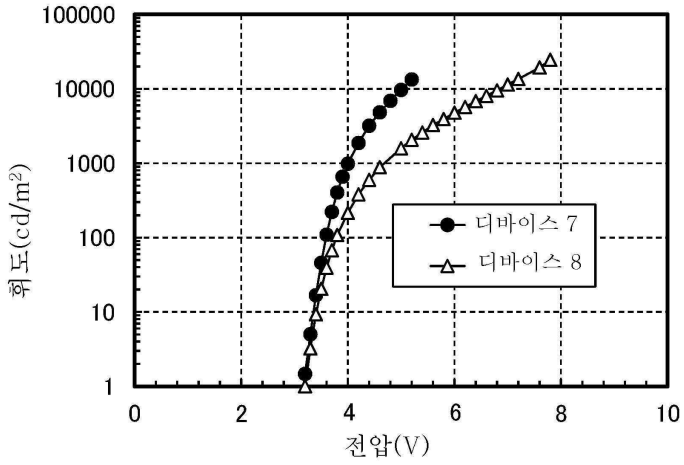
(B)


1
0.5
0
-0.5
전압 변화 (ΔV)
0
100
200
300
400
시간(h)
디바이스 5
디바이스 6

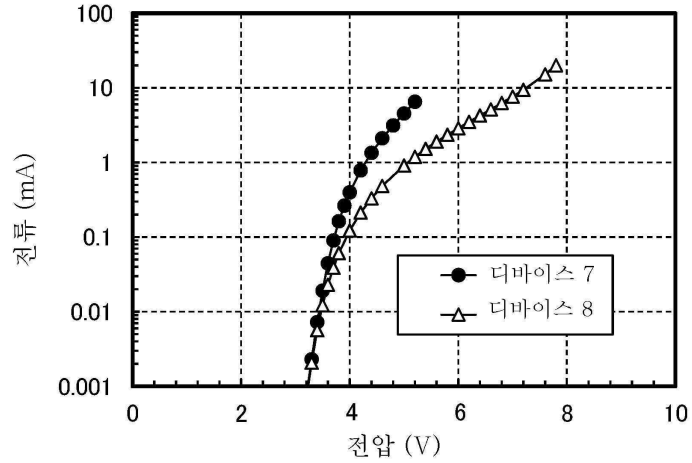
도면24


12
10
8
6
4
2
0
전류 효율(cd/A)
1
10
100
1000
10000
100000
휘도 (cd/m²)
디바이스 7
디바이스 8

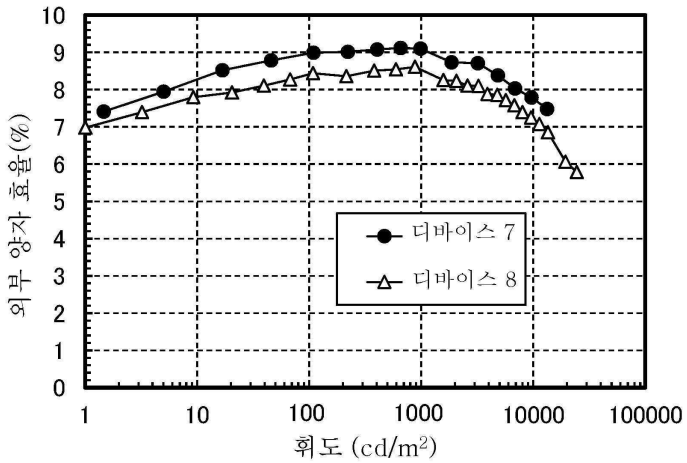
도면25



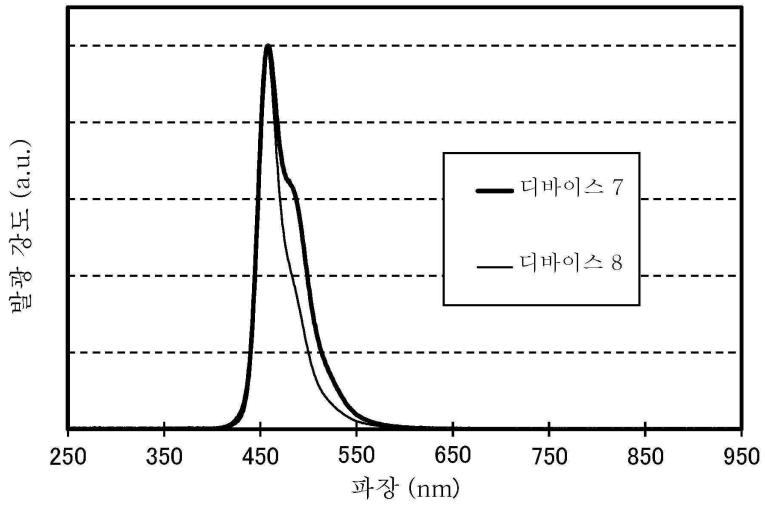
도면26



도면27

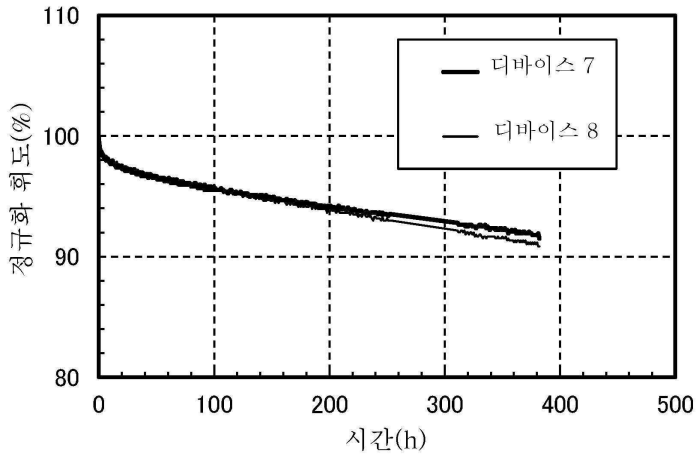


도면28

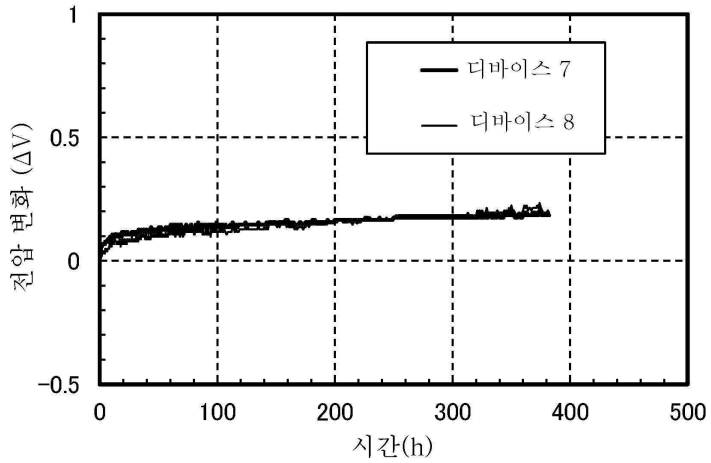

발광 강도 (a.u.)
디바이스 7
디바이스 8
250
350
450
550
650
750
850
950
파장 (nm)

도면29

(A)


정규화 휘도(%)
110
100
90
80
디바이스 7
디바이스 8
0
100
200
300
400
500
시간(h)

(B)


전압 변화 (ΔV)
1
0.5
0
-0.5
디바이스 7
디바이스 8
0
100
200
300
400
500
시간(h)