



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월27일
(11) 등록번호 10-2026218
(24) 등록일자 2019년09월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/06 (2006.01) H01L 51/54 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0132491
(22) 출원일자 2012년11월21일
심사청구일자 2017년11월01일
(65) 공개번호 10-2013-0058620
(43) 공개일자 2013년06월04일
(30) 우선권주장
JP-P-2011-258031 2011년11월25일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2006016384 A*
JP2007099766 A*
W02004094389 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시킴가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
키타노 야스시
일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
가부시킴가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
카도마 히로시
일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
가부시킴가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
황의만

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 송이화

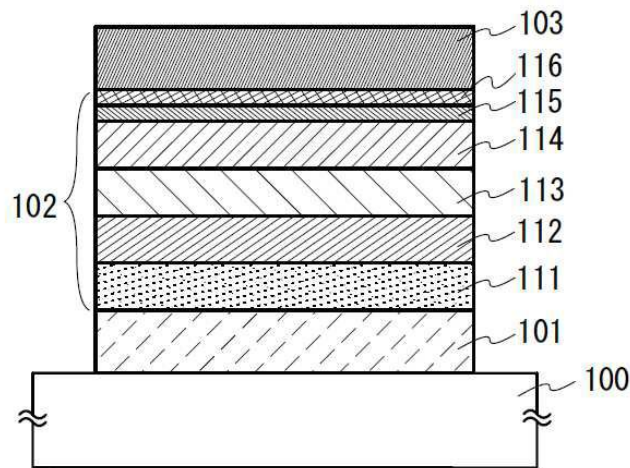
(54) 발명의 명칭 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 조명 장치, 및 유기 화합물

(57) 요약

본 발명은, 인광성 화합물의 호스트 재료로서 이용할 수 있는 새로운 유기 화합물을 제공한다. 또한, 이 유기 화합물을 가진 발광 소자를 제공한다. 또한, 이 발광 소자를 가지는 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 제공한다.

한쌍의 전극 사이에 협지된 발광층을 포함하는 발광 소자에 있어서, 발광층은 적어도 유기 화합물과 인광성 화합물을 포함하고, 유기 화합물은 디벤조[f,h]퀴놀살린 골격과, 치환기를 2개 가진 아민기가 아릴렌기를 통하여 결합하고, 치환기는 각각 독립적으로, 아릴기, 또는 헤테로 아릴기이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

시타가키 사토코

일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

오사와 노부하루

일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

세오 사토시

일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

명세서

청구범위

청구항 1

한쌍의 전극 사이에 협지된 발광층을 포함하는 발광 소자에 있어서,
 상기 발광층은 제 1 유기 화합물과 인광성 화합물을 포함하고,
 상기 제 1 유기 화합물에서는 디벤조[f,h]퀴녹살린 골격과, 치환기를 2개 가진 아민기가 아릴렌기를 통하여 서로 결합하며,
 상기 치환기는 독립적으로, 아릴기, 또는 헤테로 아릴기이고,
 상기 치환기의 한쪽이 카르바졸 골격을 포함하고,
 상기 디벤조[f,h]퀴녹살린 골격의 2위가 아릴렌기를 통하여 상기 아민기와 결합한, 발광 소자.

청구항 2

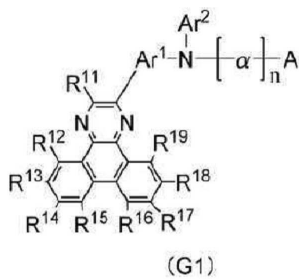
삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

일반식 (G1)로 나타내어지는 유기 화합물.

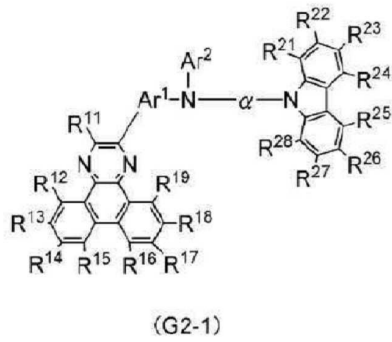


(R¹¹~R¹⁹는 각각 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 및 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기 중 어느 하나를 나타내고, Ar¹은 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴렌기를 나타내며, Ar²는 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타내고, α는 치환 혹은 무치환의 페닐렌기, 또는 치환 혹은 무치환의 비페닐디일기를 나타내며, n은 0 또는 1을 나타내고, A는 치환 혹은 무치환의 9H-카르바졸-9-일기, 또는 치환 혹은 무치환의 9-아릴-9H-카르바졸-3-일기를 나타낸다.)

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 유기 화합물은 일반식 (G2-1)로 나타내어지는, 유기 화합물.



(R²¹~R²⁸은 각각 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 및 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다.)

청구항 6

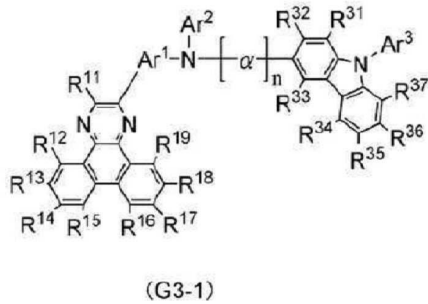
제 5 항에 있어서,

α가 치환 또는 무치환의 파라-페닐렌기인, 유기 화합물.

청구항 7

제 4 항에 있어서,

상기 유기 화합물은 일반식 (G3-1)로 나타내어지는, 유기 화합물.



(R³¹~R³⁷은 각각 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 및 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기 중 어느 하나를 나타내고, Ar³은 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.)

청구항 8

제 7 항에 있어서,

n이 1이고, α가 치환 또는 무치환의 파라-페닐렌기인, 유기 화합물.

청구항 9

제 4 항에 있어서,

Ar¹이 치환 혹은 무치환의 페닐렌기, 또는 치환 혹은 무치환의 비페닐디일기인, 유기 화합물.

청구항 10

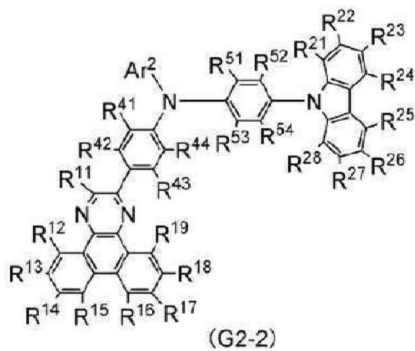
제 4 항에 있어서,

Ar¹이 치환 또는 무치환의 파라-페닐렌기인, 유기 화합물.

청구항 11

제 5 항에 있어서,

상기 유기 화합물은 일반식 (G2-2)로 나타내어지는, 유기 화합물.

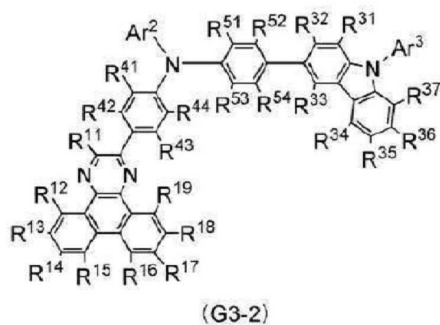


(R⁴¹~R⁴⁴, 및 R⁵¹~R⁵⁴는 각각 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 및 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다.)

청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 유기 화합물은 일반식 (G3-2)로 나타내어지는, 유기 화합물.

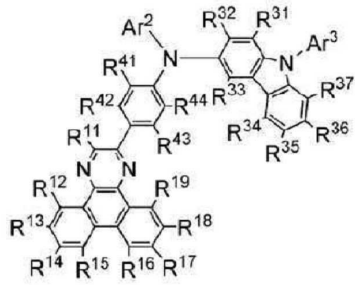


(R⁴¹~R⁴⁴, 및 R⁵¹~R⁵⁴는 각각 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 및 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다.)

청구항 13

제 7 항에 있어서,

상기 유기 화합물은 일반식 (G3-3)으로 나타내어지는, 유기 화합물.



(G3-3)

(R⁴¹~R⁴⁴는 각각 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 및 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다.)

청구항 14

한쌍의 전극 사이에 협지된 발광층을 포함하는 발광 소자에 있어서,

상기 발광층은 제 4 항에 따른 상기 유기 화합물과, 인광성 화합물을 포함하는, 발광 소자.

청구항 15

제 14 항에 기재된 발광 소자를 포함하는, 발광 장치.

청구항 16

제 14 항에 기재된 발광 소자를 포함하는, 전자 기기.

청구항 17

제 14 항에 기재된 발광 소자를 포함하는, 조명 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] [기술 분야]

[0002] 본 발명은 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 조명 장치, 및 유기 화합물에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 근년, 일렉트로 루미네선스(EL : Electro Luminescence)를 이용한 발광 소자의 연구 개발이 활발히 행해지고 있다. 이들 발광 소자의 기본적인 구성은 한쌍의 전극 사이에 발광 물질을 포함하는 층을 끼운 것이다. 이 소자에 전압을 인가함으로써, 발광 물질로부터의 발광을 얻을 수 있다.

[0004] 이와 같은 발광 소자는 자기 발광형이기 때문에, 액정 디스플레이에 비해 화소의 시인성이 높고, 백라이트가 불

필요하다는 등의 이점이 있고, 플랫 패널 디스플레이 소자로서 적합하다고 생각되고 있다. 또한, 이와 같은 발광 소자는 박형 경량으로 제작할 수 있다는 것도 큰 이점이다. 또한 응답 속도가 매우 빠르다는 것도 특징의 하나이다.

- [0005] 그리고, 이들 발광 소자는 막상(膜狀)으로 형성하는 것이 가능하기 때문에, 면상(面狀)으로 발광을 얻을 수 있다. 따라서, 대면적의 소자를 용이하게 형성할 수 있다. 이것은 백열 전구나 LED로 대표되는 점 광원, 혹은 형광등으로 대표되는 선 광원에서는 얻기 어려운 특색이기 때문에, 조명 등에 응용할 수 있는 면 광원으로서의 이용 가치도 높다.
- [0006] 그 일렉트로 루미네선스를 이용한 발광 소자는 발광 물질이 유기 화합물인지, 무기 화합물인지에 따라 크게 구별할 수 있다. 발광 물질에 유기 화합물을 이용하고, 한쌍의 전극 사이에 이 유기 화합물을 포함하는 층을 형성한 유기 EL 소자의 경우, 발광 소자에 전압을 인가함으로써, 음극으로부터 전자, 양극으로부터 정공(홀)이 각각 발광층의 유기 화합물을 포함하는 층에 주입되어, 전류가 흐른다. 그리고, 주입한 전자 및 정공이 유기 화합물을 여기 상태에 이르기 때문에, 여기된 유기 화합물로부터 발광을 얻는 것이다.
- [0007] 유기 화합물이 형성하는 여기 상태의 종류로서는 일중항 여기 상태와 삼중항 여기 상태가 가능하고, 일중항 여기 상태(S^*)로부터의 발광이 형광, 삼중항 여기 상태(T^*)로부터의 발광이 인광이라고 불리고 있다. 또한, 발광 소자에서의 그 통계적인 생성 비율은 $S^* : T^* = 1 : 3$ 이라고 생각되고 있다.
- [0008] 일중항 여기 상태를 발광으로 변환하는 화합물(이하, 형광성 화합물이라고 칭함)에서는 실온에서, 삼중항 여기 상태로부터의 발광(인광)은 관측되지 않고, 일중항 여기 상태로부터의 발광(형광)만이 관측된다. 따라서, 형광성 화합물을 이용한 발광 소자에서의 내부 양자 효율(주입한 캐리어에 대하여 발생하는 포톤의 비율)의 이론적 한계는 $S^* : T^* = 1 : 3$ 인 것을 근거로 25%로 되어 있다.
- [0009] 한편, 삼중항 여기 상태를 발광으로 변환하는 화합물(이하, 인광성 화합물이라고 칭함)을 이용하면, 삼중항 여기 상태로부터의 발광(인광)이 관측된다. 또한, 인광성 화합물은 항간 교차(일중항 여기 상태에서부터 삼중항 여기 상태로 이동하는 것)가 일어나기 쉽기 때문에, 이론상 내부 양자 효율은 100%까지 가능하게 된다. 즉, 형광성 화합물로부터 높은 발광 효율이 가능하게 된다. 이와 같은 이유로부터, 고효율의 발광 소자를 실현하기 위해, 인광성 화합물을 이용한 발광 소자의 개발이近年 활발히 행해지고 있다.
- [0010] 상술한 인광성 화합물을 이용하여 발광 소자의 발광층을 형성하는 경우, 인광성 화합물의 농도 소광이나 삼중항-삼중항 소멸에 의한 소광을 제어하기 위해, 다른 화합물로 이루어지는 매트릭스 중에 이 인광성 화합물이 분산하도록 하여 형성하는 일이 많다. 이때, 매트릭스가 되는 화합물은 호스트 재료, 인광성 화합물과 같이 매트릭스 중으로 분산되는 화합물은 게스트 재료(도펀트)라고 불린다.
- [0011] 인광성 화합물을 게스트 재료로 하는 경우, 호스트 재료에 요구되는 성질은 이 인광성 화합물보다 큰 삼중항 여기 에너지(기저 상태와 삼중항 여기 상태와의 에너지차)를 가지는 것이다. 또한, 정공과 전자의 양쪽을 수취하기 쉽고, 정공과 전자를 수송할 수 있는 성질(즉 바이폴러성)을 가지는 것이다.
- [0012] 호스트 재료에 이용하는 물질이 바이폴러성을 가짐으로써, 효율적으로 정공이나 전자를 수취할 수 있기 때문에, 이와 같은 호스트 재료를 발광층에 이용한 발광 소자는 구동 전압을 낮게 할 수 있다.
- [0013] 또한, 일중항 여기 에너지(기저 상태와 일중항 여기 상태와의 에너지차)는 삼중항 여기 에너지보다도 크기 때문에, 큰 삼중항 여기 에너지를 가지는 물질은 큰 일중항 여기 에너지도 가진다 따라서, 상술한 바와 같은 큰 삼중항 여기 에너지를 가지는 물질은 형광성 화합물을 발광 물질로서 이용한 발광 소자에도 유익하다.
- [0014] 인광성 화합물보다 큰 삼중항 여기 에너지, 및 바이폴러성을 가지는 호스트 재료로서, 전자 수송성을 가지는 헥테로 방향족인 옥사디아졸 골격, 또는 퀴놀살린 골격과, 정공 수송성을 가지는 카르바졸 골격을 동일 분자에 가지는 헥테로 방향족을 가지는 카르바졸 유도체가 개시되어 있다(예를 들면, 특허문헌 1).

선행기술문헌

특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) 일본국 특개 2010-241801호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 특허문헌 1에 있어서, 보고되어 있는 바와 같이 인광성 화합물의 호스트 재료의 개발은 활발히 행해지고 있다. 그러나, 발광 소자로서 본 경우, 발광 효율, 신뢰성, 발광 특성, 합성 효율, 또는 비용과 같은 면에서 개선의 여지가 남겨져 있고, 보다 우수한 발광 소자의 개발이 요구되고 있다.

[0017] 상기 문제를 감안하여, 본 발명의 일 양태는 인광성 화합물의 호스트 재료로서 이용할 수 있는 새로운 유기 화합물을 제공하는 것을 목적의 하나로 한다. 또한, 이 유기 화합물을 가진 발광 소자를 제공하는 것을 목적의 하나로 한다.

[0018] 또한, 본 발명의 일 양태는 상기 발광 소자를 가지는 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 제공하는 것을 목적의 하나로 한다.

과제의 해결 수단

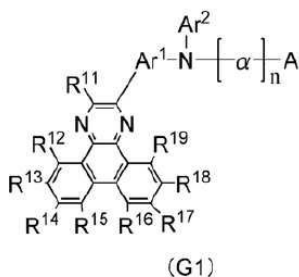
[0019] 본 발명의 일 양태는 한쌍의 전극 사이에 협지된 발광층을 포함하는 발광 소자에 있어서, 발광층은 적어도 유기 화합물과 인광성 화합물을 포함하고, 유기 화합물은 디벤조[f,h]퀴놀살린 골격과, 치환기를 2개 가진 아민기가 아틸렌기를 통하여 결합하고, 치환기는 각각 독립적으로, 아틸기, 또는 헤테로 아틸기인 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.

[0020] 상기 구성에 있어서, 치환기의 적어도 한쪽이 카르바졸 골격을 포함하면 바람직하다. 또한, 디벤조[f,h]퀴놀살린 골격은 2위 치환체이고, 디벤조[f,h]퀴놀살린 골격의 2위가 아틸렌기를 통하여 아민기와 결합하면 바람직하다.

[0021] 전자 수송성이 높은 디벤조[f,h]퀴놀살린 골격과 홀 수송성이 높은 치환기를 2개 가진 아민기가 아틸렌기를 통하여 결합함으로써, 바이폴러성을 가지는 유기 화합물로 할 수 있다. 바이폴러성을 가지는 유기 화합물로 함으로써, 효율적으로 정공이나 전자를 수취할 수 있다. 또한, 이 유기 화합물은 높은 삼중항 여기 에너지의 준위(T1 준위)도 가지고 있다. 따라서, 이와 같은 유기 화합물을 발광층에 이용한 발광 소자는 구동 전압을 낮게 할 수 있다.

[0022] 또한, 본 발명의 다른 일 양태는 한쌍의 전극 사이에 협지된 발광층을 포함하는 발광 소자에 있어서, 발광층은 적어도 유기 화합물과 인광성 화합물을 포함하고, 유기 화합물은 일반식 (G1)로 나타낼 수 있다. 또한, 일반식 (G1)로 나타내어지는 유기 화합물은 유용한 신규 화합물이고, 본 발명의 일 양태이다.

[0023] [일반식 (G1)]



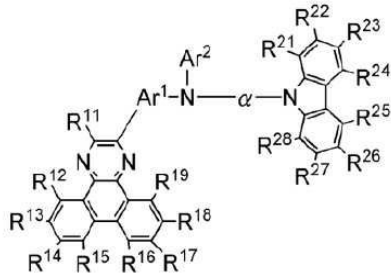
[0024]

[0025] 일반식 (G1) 중, R¹¹~R¹⁹는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아틸기를 나타낸다. 또한, Ar¹은 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아틸렌기를 나타낸다. 또한, Ar²는 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아틸기를 나타낸다. 또한, α는 치환 혹은 무치환의 페닐렌기, 또는 치환 혹은 무치환의 비페닐디일기를 나타내고, n은 0 또는 1을 나타낸다. 또한, A는 치환 혹은 무치환의 9H-카르

바졸-9-일기, 또는 치환 혹은 무치환의 9-아릴-9H-카르바졸-3-일기를 나타낸다.

[0026] 또한, 본 발명의 다른 일 양태는 한쌍의 전극 사이에 협지된 발광층을 포함하는 발광 소자에 있어서, 발광층은 적어도 유기 화합물과 인광성 화합물을 포함하고, 유기 화합물은 일반식 (G2-1)로 나타낼 수 있다. 또한, 일반식 (G2-1)로 나타내어지는 유기 화합물은 유용한 신규 화합물이고, 본 발명의 일 양태이다.

[0027] [일반식 (G2-1)]



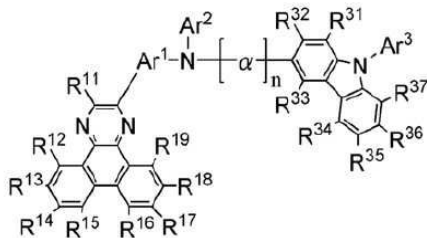
(G2-1)

[0028]

[0029] 일반식 (G2-1) 중, R¹¹~R¹⁹, 및 R²¹~R²⁸은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, Ar¹은 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴렌기를 나타낸다. 또한, Ar²는 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, α는 치환 혹은 무치환의 페닐렌기, 또는 치환 혹은 무치환의 비페닐디일기를 나타낸다.

[0030] 또한, 본 발명의 다른 일 양태는 한쌍의 전극 사이에 협지된 발광층을 포함하는 발광 소자에 있어서, 발광층은 적어도 유기 화합물과 인광성 화합물을 포함하고, 유기 화합물은 일반식 (G3-1)로 나타낼 수 있다. 또한, 일반식 (G3-1)로 나타내어지는 유기 화합물은 유용한 신규 화합물이고, 본 발명의 일 양태이다.

[0031] [일반식 (G3-1)]



(G3-1)

[0032]

[0033] 일반식 (G3-1) 중, R¹¹~R¹⁹, 및 R³¹~R³⁷은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, Ar¹은 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴렌기를 나타낸다. 또한, Ar², 및 Ar³은 각각 독립적으로, 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, α는 치환 혹은 무치환의 페닐렌기, 또는 치환 혹은 무치환의 비페닐디일기를 나타내고, n은 0 또는 1을 나타낸다.

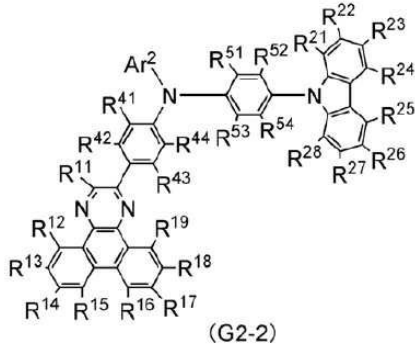
[0034] 또한, 상술한 일반식 (G2-1), 및 (G3-1)로 나타내어지는 유기 화합물에 있어서, Ar¹이 치환 혹은 무치환의 페닐렌기, 또는 치환 혹은 무치환의 비페닐디일기이면 바람직하다.

[0035] 또한, 상술한 일반식 (G2-1)로 나타내어지는 유기 화합물에 있어서, α가 치환 또는 무치환의 파라-페닐렌기이면 바람직하다. 또한, 상술한 일반식 (G3-1)로 나타내어지는 유기 화합물에 있어서, n이 1이고, α가 치환 또는 무치환의 파라-페닐렌기이면 바람직하다. 또한, 상술한 일반식 (G2-1), 및 (G3-1)로 나타내어지는 유기 화

합물에 있어서, Ar¹이 치환 또는 무치환의 파라-페닐렌기이면 바람직하다. 즉, 일반식 (G2-1), 및 (G3-1)로 나타내어지는 유기 화합물은 각각 일반식 (G2-2), 및 일반식 (G3-2)로 나타낼 수 있다.

[0036] 따라서, 본 발명의 다른 일 양태는 한쌍의 전극 사이에 협지된 발광층을 포함하는 발광 소자에 있어서, 발광층은 적어도 유기 화합물과 인광성 화합물을 포함하고, 유기 화합물은 일반식 (G2-2)로 나타낼 수 있다. 또한, 일반식 (G2-2)로 나타내어지는 유기 화합물은 유용한 신규 화합물이고, 본 발명의 일 양태이다.

[0037] [일반식 (G2-2)]

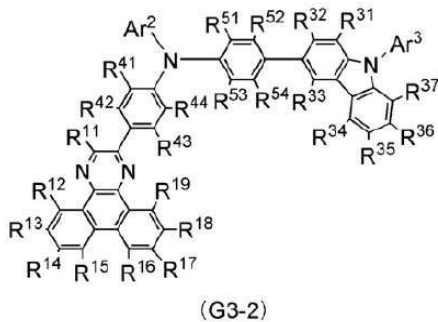


[0038]

[0039] 일반식 (G2-2) 중, R¹¹~R¹⁹, R²¹~R²⁸, R⁴¹~R⁴⁴, 및 R⁵¹~R⁵⁴는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, Ar²는 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

[0040] 또한, 본 발명의 다른 일 양태는 한쌍의 전극 사이에 협지된 발광층을 포함하는 발광 소자에 있어서, 발광층은 적어도 유기 화합물과 인광성 화합물을 포함하고, 유기 화합물은 일반식 (G3-2)로 나타낼 수 있다. 또한, 일반식 (G3-2)로 나타내어지는 유기 화합물은 유용한 신규 화합물이고, 본 발명의 일 양태이다.

[0041] [일반식 (G3-2)]

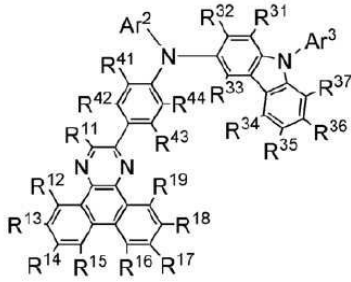


[0042]

[0043] 일반식 (G3-2) 중, R¹¹~R¹⁹, R³¹~R³⁷, R⁴¹~R⁴⁴, 및 R⁵¹~R⁵⁴는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, Ar², 및 Ar³은 각각 독립적으로, 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

[0044] 또한, 본 발명의 다른 일 양태는 한쌍의 전극 사이에 협지된 발광층을 포함하는 발광 소자에 있어서, 발광층은 적어도 유기 화합물과 인광성 화합물을 포함하고, 유기 화합물은 일반식 (G3-3)으로 나타낼 수 있다. 또한, 일반식 (G3-3)으로 나타내어지는 유기 화합물은 유용한 신규 화합물이고, 본 발명의 일 양태이다.

[0045] [일반식 (G3-3)]



(G3-3)

[0046]

[0047] 일반식 (G3-3) 중, R¹¹~R¹⁹, R³¹~R³⁷, 및 R⁴¹~R⁴⁴는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, Ar², 및 Ar³은 각각 독립적으로, 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

[0048] 또한, 상기 발광 소자를 이용한 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치도 본 발명의 범주에 포함되는 것으로 한다. 또한, 본 명세서 중에서의 발광 장치는, 화상 표시 디바이스, 발광 디바이스, 광원을 포함한다. 또한, 패널에 커넥터, 예를 들면 FPC(Flexible Printed Circuit), 혹은 TCP(Tape Carrier Package)가 부착된 모듈, 혹은 TCP의 끝에 프린트 배선판이 설치된 모듈, 또는 발광 소자에 COG(Chip On Glass) 방식에 의해 IC(집적 회로)가 직접 실장된 모듈도 모두 발광 장치에 포함하는 것으로 한다.

발명의 효과

[0049] 본 발명의 일 양태는 인광성 화합물의 호스트 재료로서 이용할 수 있는 새로운 유기 화합물을 제공할 수 있다. 또한, 이 유기 화합물을 가진 발광 소자를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 양태는 구동 전압이 낮고, 전류 효율이 높은 발광 소자를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 양태는 이 발광 소자를 이용함으로써, 소비 전력이 저감된 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0050] 도 1은 본 발명의 일 양태의 발광 소자를 설명하는 도면.
- 도 2는 본 발명의 일 양태의 발광 소자를 설명하는 도면.
- 도 3은 본 발명의 일 양태의 발광 소자를 설명하는 도면.
- 도 4는 본 발명의 일 양태의 발광 소자를 설명하는 도면.
- 도 5는 본 발명의 일 양태의 발광 장치를 설명하는 도면.
- 도 6은 본 발명의 일 양태의 전자 기기를 설명하는 도면.
- 도 7은 본 발명의 일 양태의 전자 기기를 설명하는 도면.
- 도 8은 본 발명의 일 양태의 조명 장치를 설명하는 도면.
- 도 9는 4-(디벤조[f,h]퀴놀살린-2-일)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭 : PCBADBq)의 ¹H NMR 차트를 나타내는 도면.
- 도 10은 4-(디벤조[f,h]퀴놀살린-2-일)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭 : PCBADBq)의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼, 및 발광 스펙트럼을 나타내는 도면.
- 도 11은 4-(디벤조[f,h]퀴놀살린-2-일)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭 : PCBADBq)의 박막의 흡수 스펙트럼, 및 발광 스펙트럼을 나타내는 도면.

- 도 12는 실시예의 발광 소자를 설명하는 도면.
- 도 13은 발광 소자 1의 전류 밀도-휘도 특성을 나타내는 도면.
- 도 14는 발광 소자 1의 전압-휘도 특성을 나타내는 도면.
- 도 15는 발광 소자 1의 휘도-전류 효율을 나타내는 도면.
- 도 16은 발광 소자 1의 전압-전류 특성을 나타내는 도면.
- 도 17은 발광 소자 1의 발광 스펙트럼을 나타내는 도면.
- 도 18은 발광 소자 1의 구동 시간-정규화 휘도 특성을 나타내는 도면.
- 도 19는 발광 소자 2의 전류 밀도-휘도 특성을 나타내는 도면.
- 도 20은 발광 소자 2의 전압-휘도 특성을 나타내는 도면.
- 도 21은 발광 소자 2의 휘도-전류 효율을 나타내는 도면.
- 도 22는 발광 소자 2의 전압-전류 특성을 나타내는 도면.
- 도 23은 발광 소자 2의 발광 스펙트럼을 나타내는 도면.
- 도 24는 발광 소자 2의 구동 시간-정규화 휘도 특성을 나타내는 도면.
- 도 25는 여기 착체의 개념을 설명하는 도면.
- 도 26은 3-(디벤조[f,h]퀴녹살린-2-일)-4'-(9H-카르바졸-9-일)트리페닐아민(약칭 : mYGAPDBq)의 ^1H NMR 차트를 나타내는 도면.
- 도 27은 3-(디벤조[f,h]퀴녹살린-2-일)-4'-(9H-카르바졸-9-일)트리페닐아민(약칭 : mYGAPDBq)의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼, 및 발광 스펙트럼을 나타내는 도면.
- 도 28은 3-(디벤조[f,h]퀴녹살린-2-일)-4'-(9H-카르바졸-9-일)트리페닐아민(약칭 : mYGAPDBq)의 박막의 흡수 스펙트럼, 및 발광 스펙트럼을 나타내는 도면.
- 도 29는 3-(디벤조[f,h]퀴녹살린-2-일)-4'-(9H-카르바졸-9-일)트리페닐아민(약칭 : mYGAPDBq)의 LC/MS 분석 결과를 나타내는 도면.
- 도 30은 발광 소자 3 및 발광 소자 4의 전류 밀도-휘도 특성을 나타내는 도면.
- 도 31은 발광 소자 3 및 발광 소자 4의 전압-휘도 특성을 나타내는 도면.
- 도 32는 발광 소자 3 및 발광 소자 4의 휘도-전류 효율을 나타내는 도면.
- 도 33은 발광 소자 3 및 발광 소자 4의 전압-전류 특성을 나타내는 도면.
- 도 34는 발광 소자 3 및 발광 소자 4의 구동 시간-정규화 휘도 특성을 나타내는 도면.
- 도 35는 발광 소자 5 및 발광 소자 6의 전류 밀도-휘도 특성을 나타내는 도면.
- 도 36은 발광 소자 5 및 발광 소자 6의 전압-휘도 특성을 나타내는 도면.
- 도 37은 발광 소자 5 및 발광 소자 6의 휘도-전류 효율을 나타내는 도면.
- 도 38은 발광 소자 5 및 발광 소자 6의 전압-전류 특성을 나타내는 도면.
- 도 39는 발광 소자 5 및 발광 소자 6의 구동 시간-정규화 휘도 특성을 나타내는 도면.
- 도 40은 발광 소자 7의 전류 밀도-휘도 특성을 나타내는 도면.
- 도 41은 발광 소자 7의 전압-휘도 특성을 나타내는 도면.
- 도 42는 발광 소자 7의 휘도-전류 효율을 나타내는 도면.
- 도 43은 발광 소자 7의 전압-전류 특성을 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0051] 이하, 본 발명의 실시형태에 대하여 도면을 이용하여 상세하게 설명한다. 단, 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위로부터 벗어나지 않고 그 형태 및 상세한 사항을 다양하게 변경할 수 있다는 것은 당업자라면 용이하게 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 이하에 나타내는 실시형태의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다.
- [0052] (실시형태 1)
- [0053] 본 실시형태에서는 한쌍의 전극 사이에 협지된 발광층을 포함하는 발광 소자에 있어서, 발광층에 적어도 유기 화합물과 인광성 화합물을 포함하는 구성에 대하여, 도 1을 이용하여 설명한다.
- [0054] 본 실시형태에 나타내는 발광 소자는 도 1에 나타내는 바와 같이 한쌍의 전극(제 1 전극(101)과 제 2 전극(103)) 사이에 발광층(113)을 포함하는 EL층(102)이 끼워져 있고, EL층(102)은 발광층(113) 외에, 정공 주입층(111)(홀 주입층이라고도 함), 정공 수송층(112)(홀 수송층이라고도 함), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115), 전하 발생층(116) 등을 포함하여 형성된다. 또한, 본 실시형태에서는 제 1 전극(101)을 양극으로서 이용하고, 제 2 전극(103)을 음극으로서 이용한다. 또한, 제 1 전극(101)은 기관(100) 위에 형성되어 있고, 기관(100)은 유리 기관 등을 이용할 수 있다.
- [0055] 이와 같은 발광 소자에 대하여 전압을 인가함으로써, 제 1 전극(101)측으로부터 주입된 정공과 제 2 전극(103)측으로부터 주입된 전자가, 발광층(113)에서 재결합하고, 인광성 화합물을 여기 상태로 한다. 그리고, 여기 상태의 인광성 화합물이 기저 상태로 돌아올 때에 발광한다. 이와 같이, 본 발명의 일 양태에서 인광성 화합물은 발광 소자에서의 발광 물질로서 기능한다.
- [0056] 또한, 발광층(113)에 있어서, 적어도 유기 화합물과 인광성 화합물을 포함하고, 유기 화합물은 디벤조[f,h]퀴녹살린 골격과, 치환기를 2개 가진 아민기가 아릴렌기를 통하여 결합하고, 치환기는 각각 독립적으로, 아틸기, 또는 헤테로 아틸기이다.
- [0057] 전자 수송성이 높은 디벤조[f,h]퀴녹살린 골격과, 홀 수송성이 높은 치환기를 2개 가진 아민기가 아릴렌기를 통하여 결합함으로써, 바이폴러성을 가지는 유기 화합물로 할 수 있다. 또한, 이 유기 화합물은 높은 T1 준위도 가지고 있기 때문에, 효율적으로 정공이나 전자를 수취할 수 있다. 따라서, 이와 같은 유기 화합물을 발광층(113)에 이용한 발광 소자는 구동 전압을 낮게 할 수 있다.
- [0058] 또한, EL층(102)에서의 정공 주입층(111)은 정공 수송성이 높은 물질과 억셉터성 물질을 포함하는 층이고, 억셉터성 물질에 의해 정공 수송성이 높은 물질로부터 전자가 추출되는 것에 의해 정공(홀)이 발생한다. 따라서, 정공 주입층(111)으로부터 정공 수송층(112)을 통하여 발광층(113)에 정공이 주입된다.
- [0059] 또한, 전하 발생층(116)은 정공 수송성이 높은 물질과 억셉터성 물질을 포함하는 층이다. 억셉터성 물질에 의해 정공 수송성이 높은 물질로부터 전자가 추출되기 때문에, 추출된 전자가 전자 주입성을 가지는 전자 주입층(115)으로부터 전자 수송층(114)을 통하여 발광층(113)에 주입된다.
- [0060] 이하에 본 실시형태에 나타내는 발광 소자를 제작함에 있어서의 구체예에 대하여 설명한다.
- [0061] 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(103)에는 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 이용할 수 있다. 구체적으로는 산화 인듐-산화 주석(ITO: Indium Tin Oxide), 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석, 산화 인듐-산화 아연, 산화 텅스텐 및 산화 아연을 함유한 산화 인듐, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 티탄(Ti) 외에, 원소 주기표의 제 1 족 또는 제 2 족에 속하는 원소, 즉 리튬(Li)이나 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 및 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr) 등의 알칼리토류 금속, 및 이것들을 포함하는 합금(MgAg, AlLi), 유로퓸(Eu), 이테르븀(Yb) 등의 희토류 금속 및 이것들을 포함하는 합금, 그 외에, 그라펜 등을 이용할 수 있다. 또한, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(103)은 예를 들면 스퍼터링법이나 증착법(진공 증착법을 포함함) 등에 의해 형성할 수 있다.
- [0062] 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 및 전하 발생층(116)에 이용하는 정공 수송성이 높은 물질로서는 예를 들면, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB 또는 α -NPD)이나 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1, 1'-비페닐]-4,4'-디아민(약칭: TPD), 4,4',4''-트리스(카르바졸-9-일)트리페닐아민(약칭: TCTA),

4,4',4''-트리스(N,N-디페닐아미노)트리페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트리페닐아민(약칭: MTDATA), 4,4'-비스[N-(스피로-9,9'-비플루오렌-2-일)-n-페닐아미노]비페닐(약칭: BSPB) 등의 방향족 아민 화합물, 3-[N-(9-페닐카르바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCA1), 3,6-비스[N-(9-페닐카르바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCA2), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카르바졸-3-일)아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCN1) 등을 들 수 있다. 그 외에, 4,4'-디(N-카르바졸릴)비페닐(약칭: CBP), 1,3,5-트리스[4-(N-카르바졸릴)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(10-페닐-9-안트라세닐)페닐]-9H-카르바졸(약칭: CzPA) 등의 카르바졸 화합물, 4,4',4''-(1,3,5-벤젠트리일)트리(디벤조티오펜)(약칭: DBT3P-II) 등의 디벤조티오펜 화합물, 1,3,5-트리(디벤조푸란-4-일)-벤젠(약칭: DBF3PII) 등의 디벤조푸란 화합물, 9-[3,5-디-(페난트롤린-9-일)-페닐]-페난트롤린(약칭: Pn3P) 등의 축합환 화합물 등을 이용할 수 있다. 여기에 설명한 물질은 주로 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 가지는 물질이다. 단, 전자보다 정공의 수송성이 높은 물질이라면, 이것들 이외의 것을 이용해도 좋다.

[0063] 또한, 본 발명의 일 양태인 유기 화합물은 홀 수송성을 가지는 재료이기 때문에, 정공 수송층(112)에 이용하는 것도 가능하다.

[0064] 또한, 폴리(N-비닐카르바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-(4-(4-디페닐아미노)페닐)페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아미드](약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-부틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등의 고분자 화합물을 이용하는 것도 가능하다.

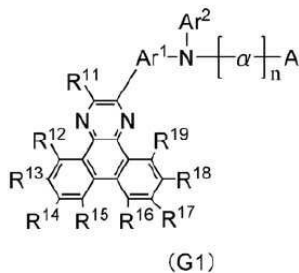
[0065] 또한, 정공 주입층(111) 및 전하 발생층(116)은 상기 정공 수송성이 높은 물질과, 역셉터성을 가지는 물질과의 혼합층을 이용해도 좋다. 이 경우, 캐리어 주입성이 양호하게 되어 바람직하다. 이용하는 역셉터성 물질로서는, 천이 금속 산화물이나 원소 주기표에서의 제 4 족 내지 제 8 족에 속하는 금속의 산화물을 예로 들 수 있다. 구체적으로는 산화 몰리브덴이 특히 바람직하다.

[0066] 발광층(113)은 인광성 화합물을 발광 물질이 되는 게스트 재료로서 포함하고, 이 인광성 화합물보다 삼중항 여기 에너지가 큰 물질을 호스트 재료로서 이용하여 형성되는 층이다.

[0067] 여기서, 상기 호스트 재료로서, 본 발명의 일 양태인 유기 화합물을 이용할 수 있다. 본 발명의 일 양태인 유기 화합물은 디벤조[f,h]퀴녹살린 골격과, 치환기를 2개 가진 아민기가 아릴렌기를 통하여 결합하고, 치환기는 각각 독립적으로, 아릴기, 또는 헤테로 아릴기이다. 또한, 이 치환기의 적어도 한쪽이, 카르바졸 골격을 포함하면 바람직하다. 또한, 이 디벤조[f,h]퀴녹살린 골격은 2위 치환체이고, 디벤조[f,h]퀴녹살린 골격의 2위가 아릴렌기를 통하여 아민기와 결합하면 바람직하다.

[0068] 즉, 일반식 (G1)로 나타내어지는 유기 화합물이다. 또한, 일반식 (G1)로 나타내어지는 유기 화합물은 본 발명의 일 양태이다.

[0069] [일반식 (G1)]



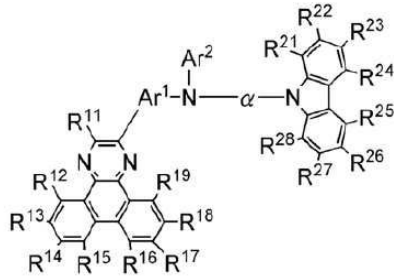
[0070]

[0071] 일반식 (G1) 중, $R^{11} \sim R^{19}$ 는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, Ar^1 은 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴렌기를 나타낸다. 또한, Ar^2 는 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, α 는 치환 혹은 무치환의 페닐렌기, 또는 치환 혹은 무치환의 비페닐디일기를 나타내고, n 은 0 또는 1을 나타낸다. 또한, A는 치환 혹은 무치환의 9H-카르바졸-9-일기, 또는 치환 혹은 무치환의 9-아릴-9H-카르바졸-3-일기를 나타낸다.

[0072] 또한, 상술한 일반식 (G1)로 나타내어지는 유기 화합물로서, 구체적으로는 일반식 (G2-1)로 나타내어지는 구조

가 보다 바람직하다. 또한, 일반식 (G2-1)로 나타내어지는 유기 화합물은 본 발명의 일 양태이다.

[0073] [일반식 (G2-1)]

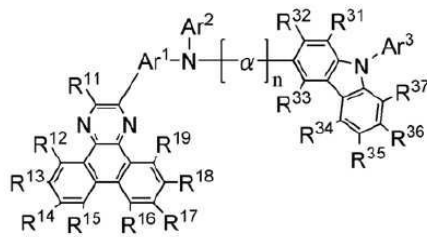


[0074] (G2-1)

[0075] 일반식 (G2-1) 중, R¹¹~R¹⁹, 및 R²¹~R²⁸은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, Ar¹은 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴렌기를 나타낸다. 또한, Ar²는 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, α는 치환 혹은 무치환의 페닐렌기, 또는 치환 혹은 무치환의 비페닐디일기를 나타낸다.

[0076] 또한, 상술한 일반식 (G1)로 나타내어지는 유기 화합물로서, 구체적으로는 일반식 (G3-1)로 나타내어지는 구조가, 보다 바람직하다. 또한, 일반식 (G3-1)로 나타내어지는 유기 화합물은 본 발명의 일 양태이다.

[0077] [일반식 (G3-1)]



(G3-1)

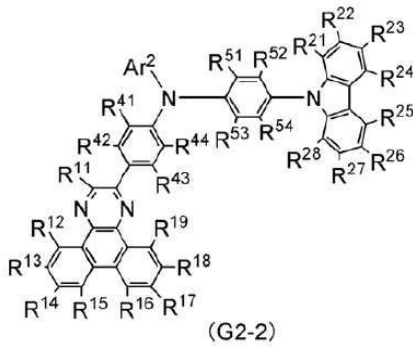
[0078]

[0079] 일반식 (G3-1) 중, R¹¹~R¹⁹, 및 R³¹~R³⁷은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, Ar¹은 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴렌기를 나타낸다. 또한, Ar², 및 Ar³은 각각 독립적으로, 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, α는 치환 혹은 무치환의 페닐렌기, 또는 치환 혹은 무치환의 비페닐디일기를 나타내고, n은 0 또는 1을 나타낸다.

[0080] 또한, 상술한 일반식 (G2-1), 및 (G3-1)로 나타내어지는 유기 화합물에 있어서, Ar¹이 치환 혹은 무치환의 페닐렌기, 또는 치환 혹은 무치환의 비페닐디일기이면 바람직하다.

[0081] 또한, 상술한 일반식 (G2-1)로 나타내어지는 유기 화합물에 있어서, α가 치환 또는 무치환의 파라-페닐렌기이면 바람직하다. 또한, 상술한 일반식 (G3-1)로 나타내어지는 유기 화합물에 있어서, n이 1이고, α가 치환 또는 무치환의 파라-페닐렌기이면 바람직하다. 또한, 상술한 일반식 (G2-1), 및 (G3-1)로 나타내어지는 유기 화합물에 있어서, Ar¹이 치환 또는 무치환의 파라-페닐렌기이면 바람직하다. 즉, 일반식 (G2-1), 및 (G3-1)로 나타내어지는 유기 화합물은 각각 일반식 (G2-2), 및 일반식 (G3-2)로 나타낼 수 있다. 또한, 일반식 (G2-2), 및 (G3-2)로 나타내어지는 유기 화합물은 본 발명의 일 양태이다.

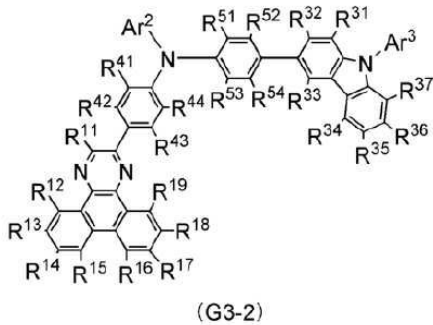
[0082] [일반식 (G2-2)]



[0083]

[0084] 일반식 (G2-2) 중, $R^{11} \sim R^{19}$, $R^{21} \sim R^{28}$, $R^{41} \sim R^{44}$, 및 $R^{51} \sim R^{54}$ 는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, Ar^2 는 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

[0085] [일반식 (G3-2)]

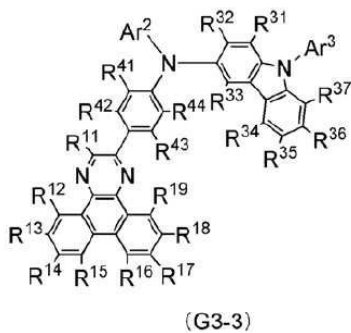


[0086]

[0087] 일반식 (G3-2) 중, $R^{11} \sim R^{19}$, $R^{31} \sim R^{37}$, $R^{41} \sim R^{44}$, 및 $R^{51} \sim R^{54}$ 는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, Ar^2 , 및 Ar^3 은 각각 독립적으로, 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

[0088] 또한, 상술한 일반식 (G1), 및 (G3-1)로 나타내어지는 유기 화합물로서, 구체적으로는 일반식 (G3-3)으로 나타내어지는 구조가 보다 바람직하다. 또한, 일반식 (G3-3)으로 나타내어지는 유기 화합물은 본 발명의 일 양태이다.

[0089] [일반식 (G3-3)]



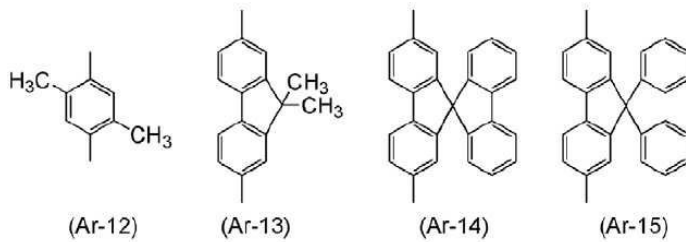
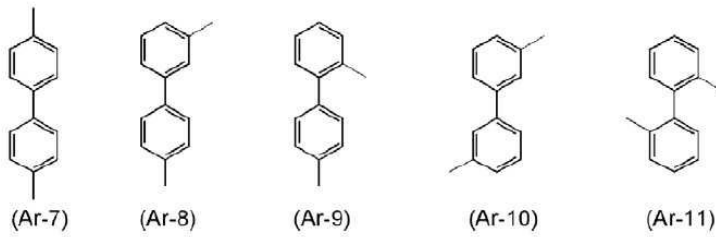
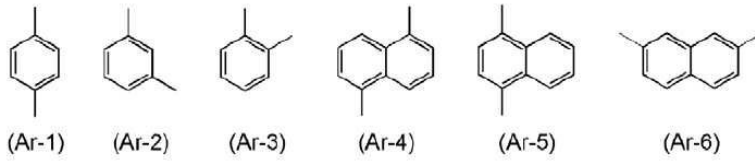
[0090]

[0091] 일반식 (G3-3) 중, $R^{11} \sim R^{19}$, $R^{31} \sim R^{37}$, 및 $R^{41} \sim R^{44}$ 는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, Ar^2 , 및 Ar^3 은 각각 독립적으로, 탄소수 6~13의 치환

또는 무치환의 아릴기를 나타낸다.

[0092] 또한, 일반식 (G1), (G2-1), 및 (G3-1) 중에서의 Ar^1 의 구체적인 구조로서는, 예를 들면, 구조식 (Ar-1)~구조식 (Ar-15)로 나타내는 치환기를 들 수 있다.

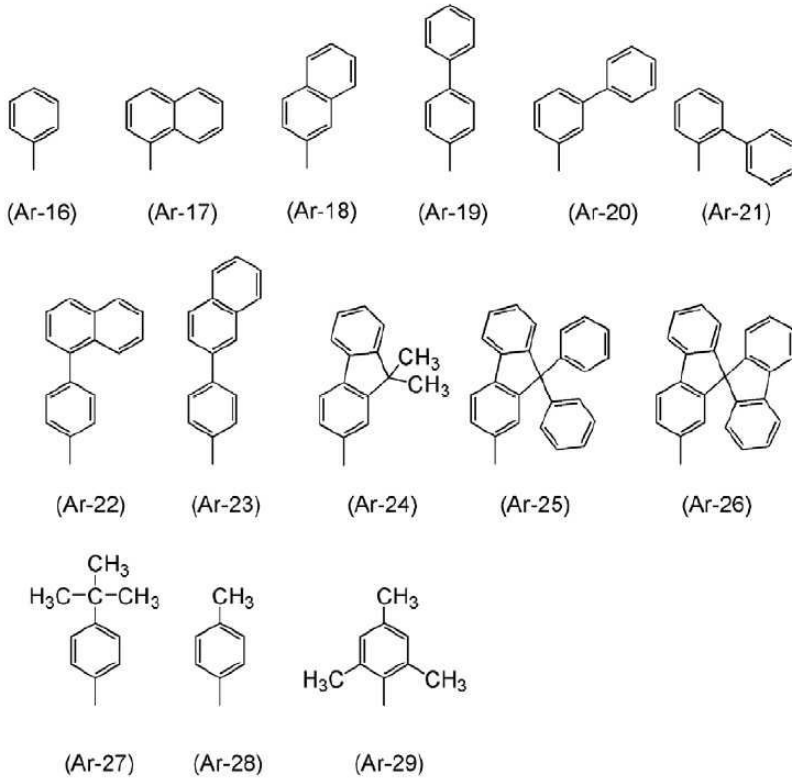
[0093] [구조식 (Ar-1)~구조식 (Ar-15)]



[0094]

[0095] 또한, 일반식 (G1), (G2-1), (G3-1), (G2-2), (G3-2), 및 (G3-3) 중에서의 Ar^2 , 및 일반식 (G3-1), (G3-2), 및 (G3-3) 중에서의 Ar^3 의 구체적인 구조로서는, 예를 들면, 구조식 (Ar-16)~구조식 (Ar-29)으로 나타내는 치환기를 들 수 있다.

[0096] [(Ar-16)~구조식 (Ar-29)]

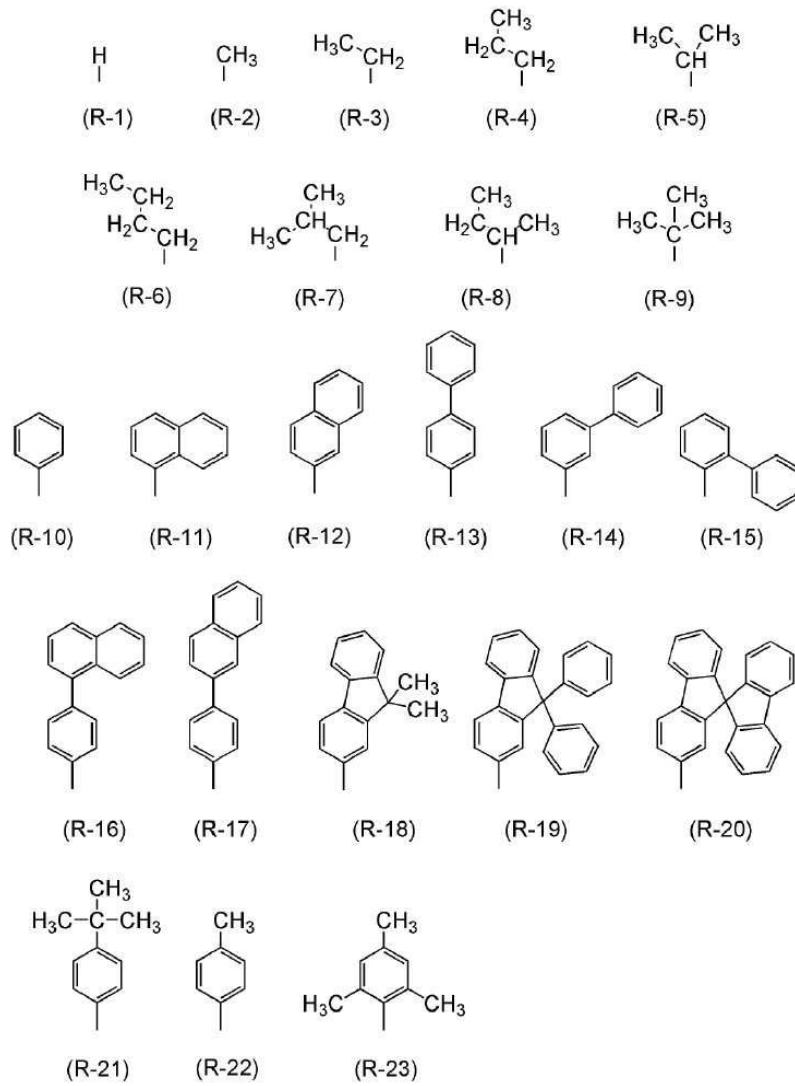


[0097]

[0098] 또한, 일반식 (G1), (G2-1), (G3-1), (G2-2), (G3-2), 및 (G3-3) 중에서의 $R^{11} \sim R^{19}$, 및 일반식 (G2-1), 및 (G2-2) 중에서의 $R^{21} \sim R^{28}$, 및 일반식 (G3-1), (G3-2), 및 (G3-3) 중에서의 $R^{31} \sim R^{37}$, 및 일반식 (G2-2), (G3-2), 및 (G3-3) 중에서의 $R^{41} \sim R^{44}$, 및 일반식 (G2-2), 및 (G3-2) 중에서의 $R^{51} \sim R^{54}$ 의 구체적인 구조로서는 구조식 (R-1)~(R-23)으로 나타내는 치환기를 들 수 있다.

[0099]

[구조식 (R-1)~구조식 (R-23)]

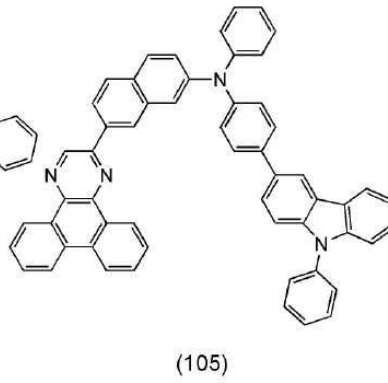
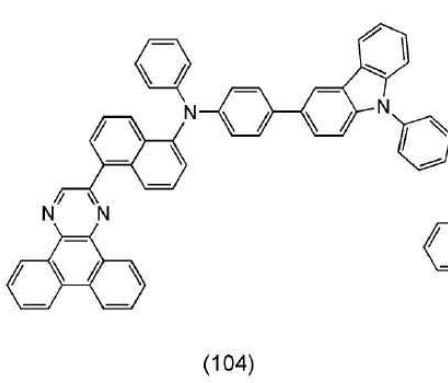
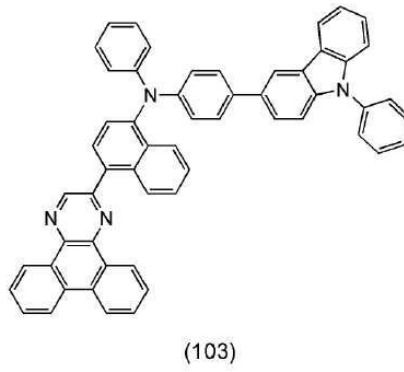
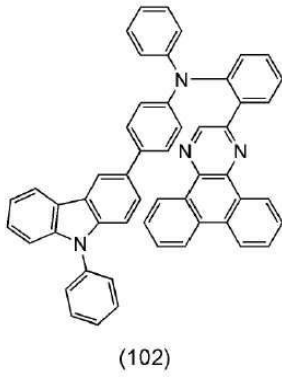
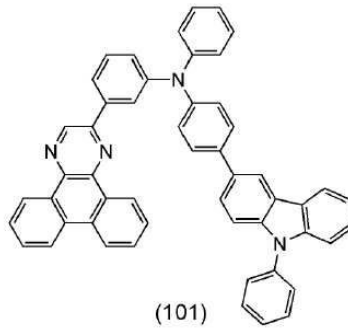
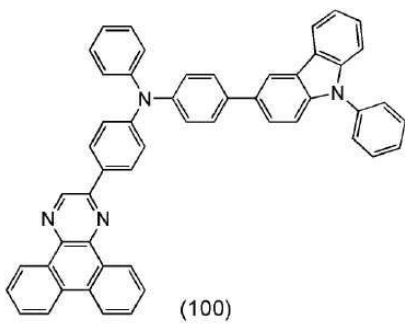


[0100]

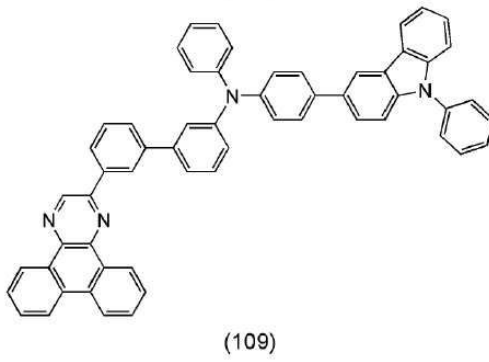
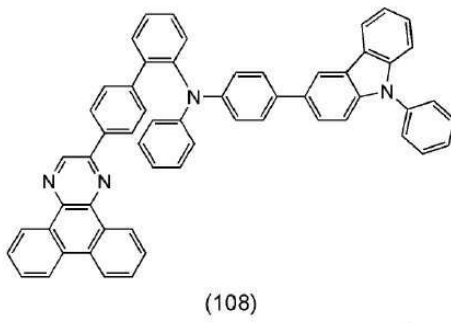
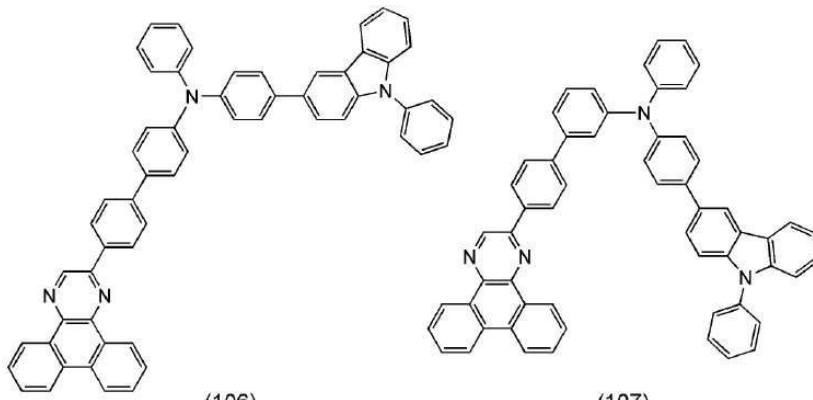
[0101]

또한, 상술한 일반식 (G1), (G2-1), (G3-1), (G2-2), (G3-2), 및 (G3-3)으로 나타내어지는 유기 화합물의 구체 예로서는 구조식 (100)~구조식 (157), 및 구조식 (200)~구조식 (235)로 나타내어지는 유기 화합물을 예로 들 수 있다.

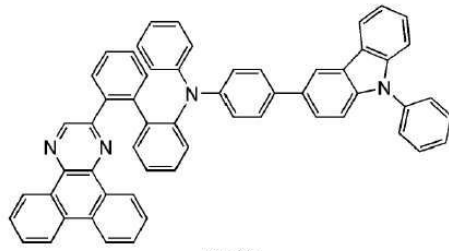
[0102] [구조식 (100)~구조식 (157)]



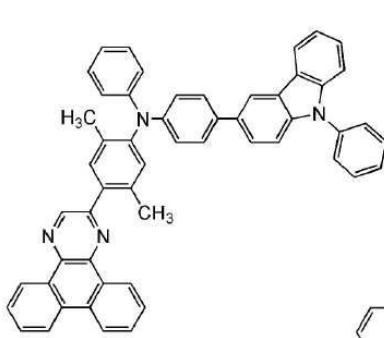
[0103]



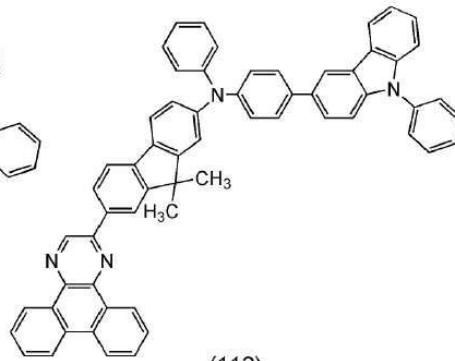
[0104]



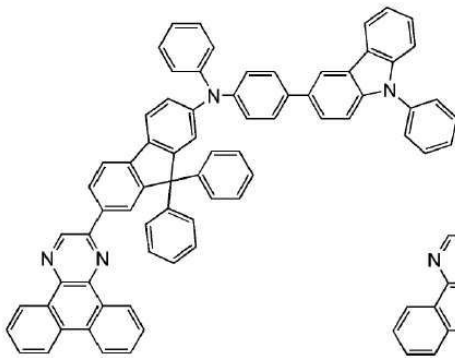
(110)



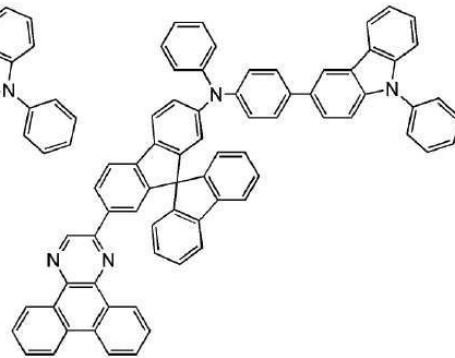
(111)



(112)

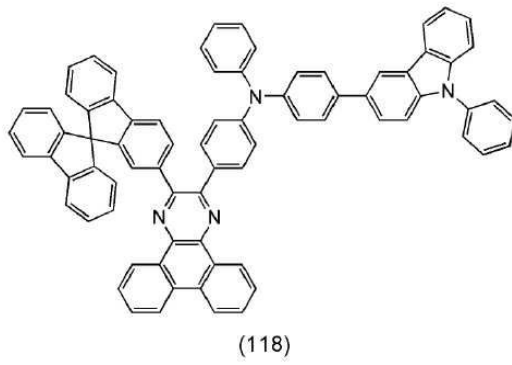
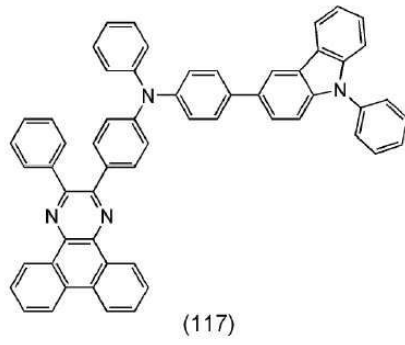
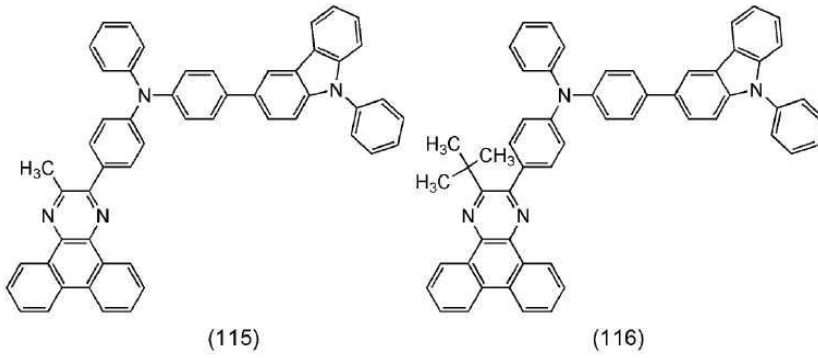


(113)

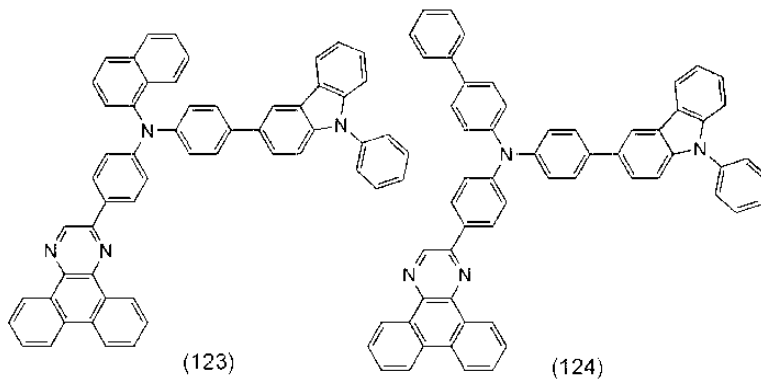
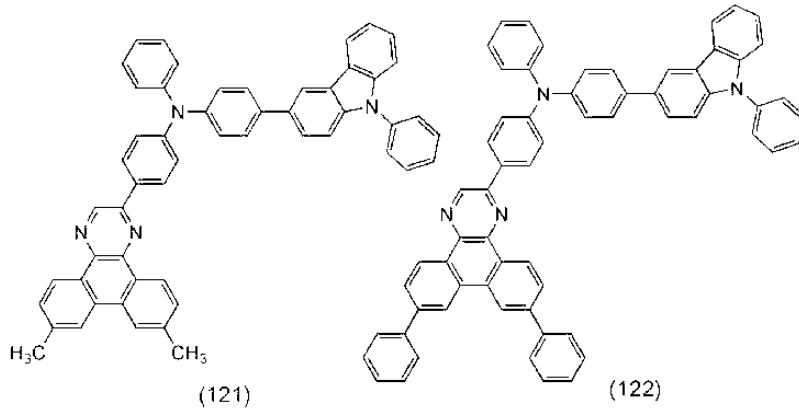
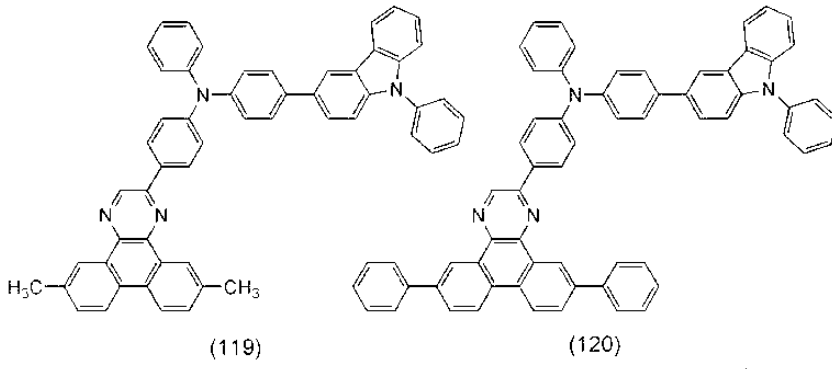


(114)

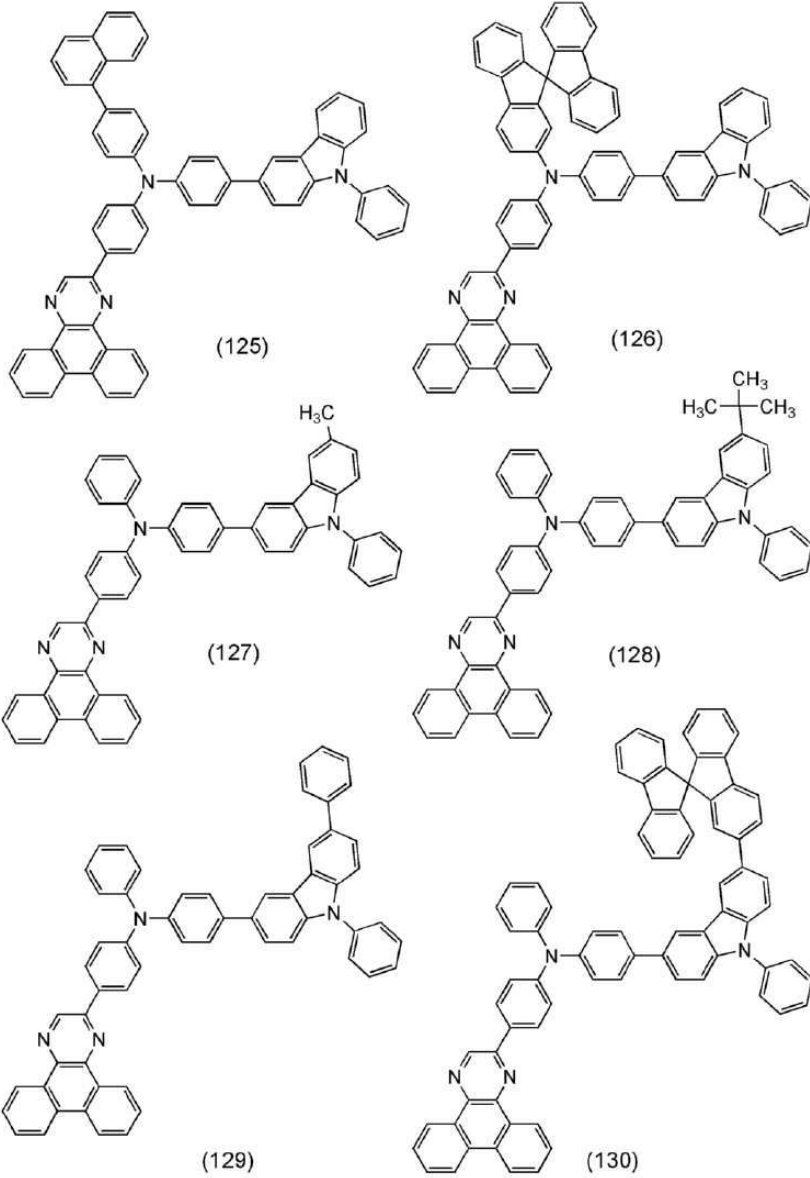
[0105]



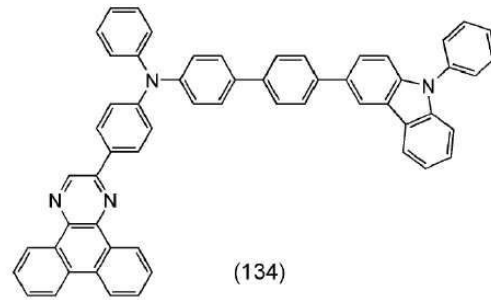
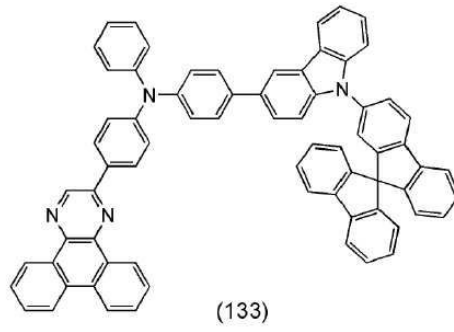
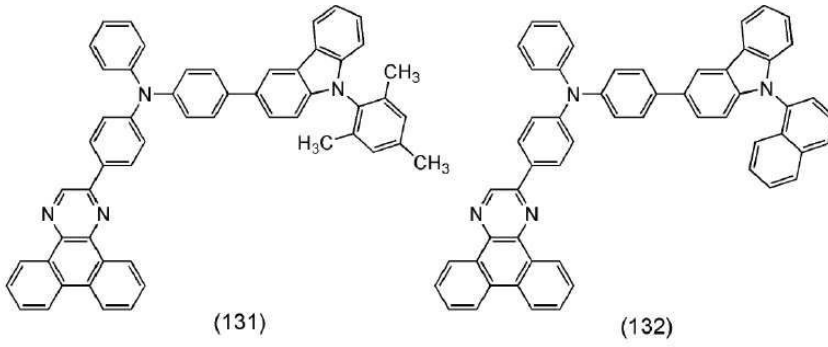
[0106]



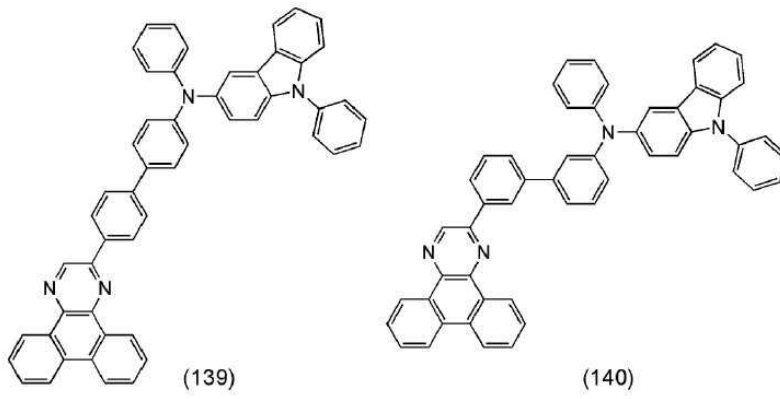
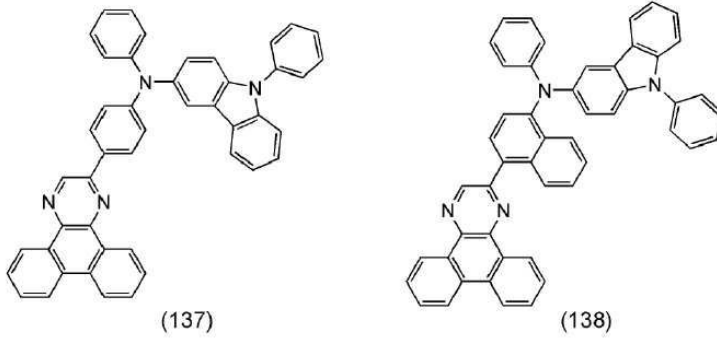
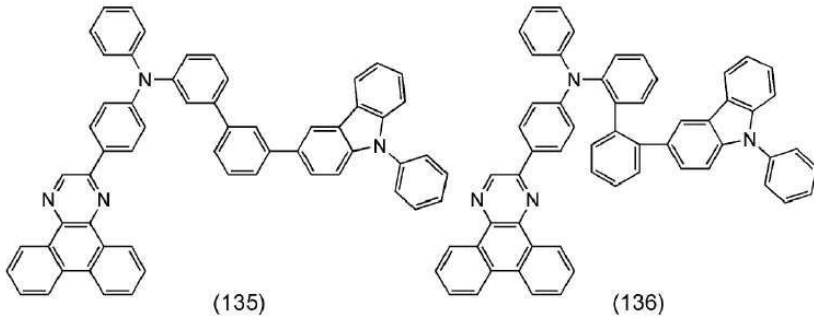
[0107]



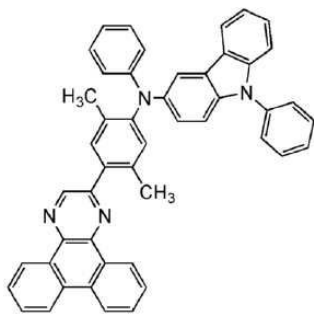
[0108]



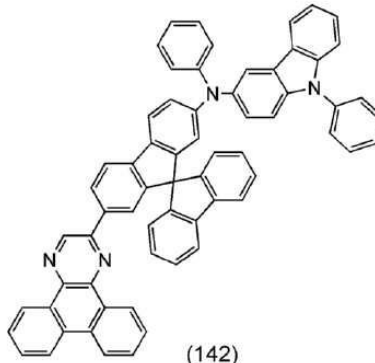
[0109]



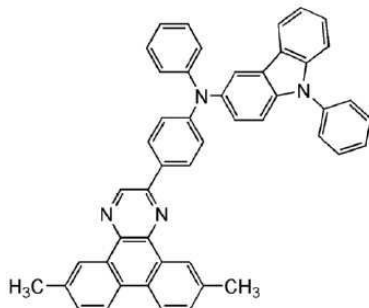
[0110]



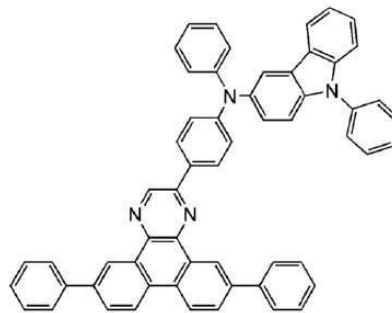
(141)



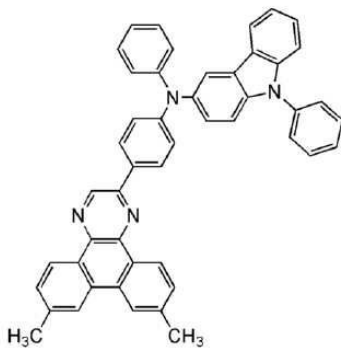
(142)



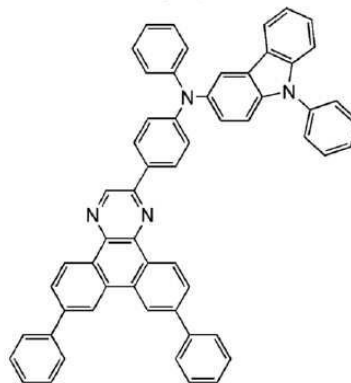
(143)



(144)

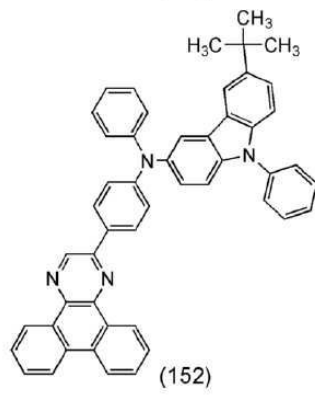
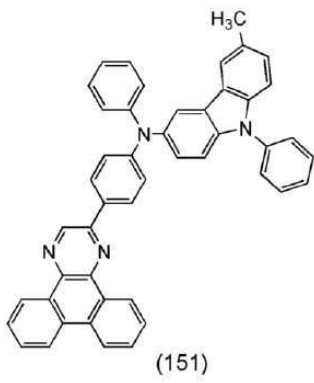
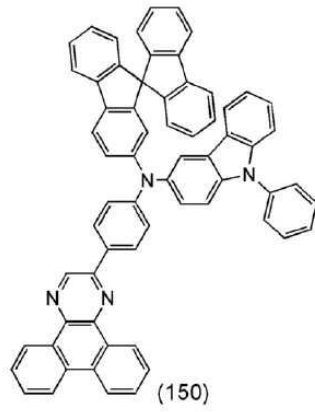
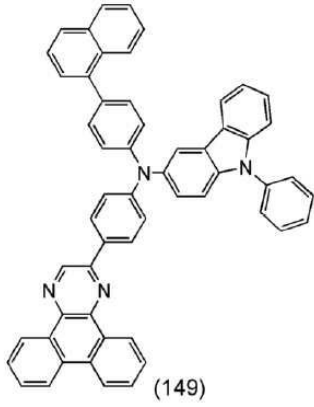
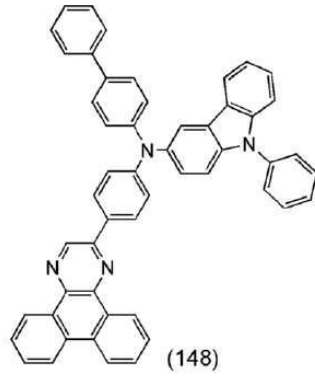
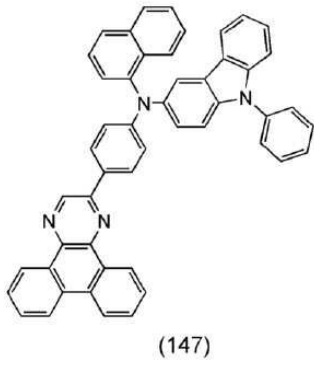


(145)

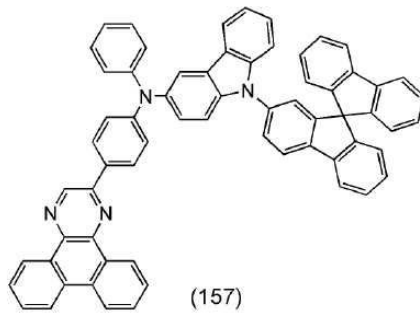
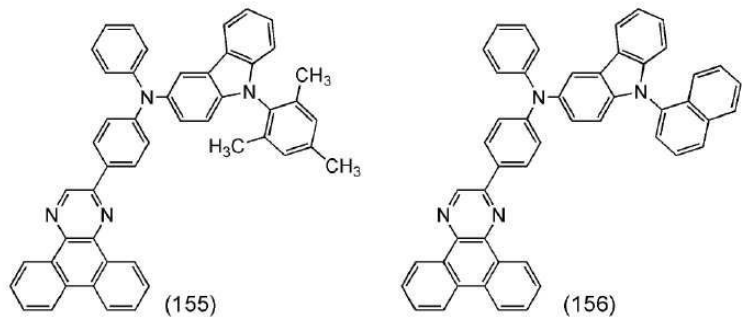
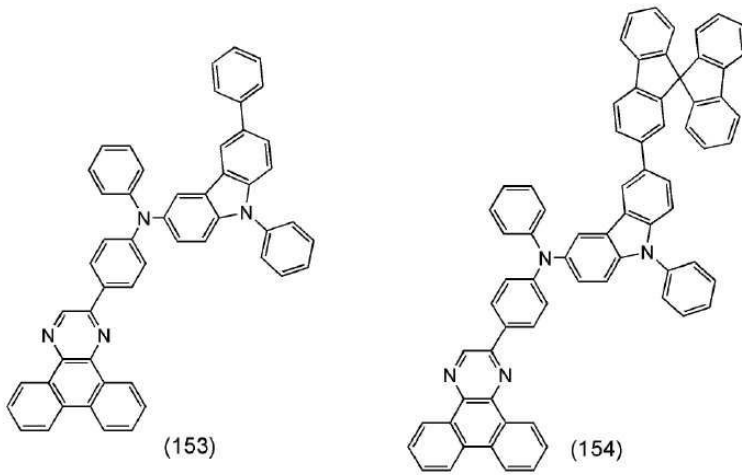


(146)

[0111]

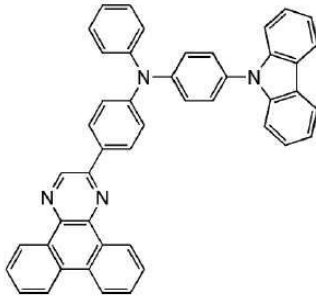


[0112]

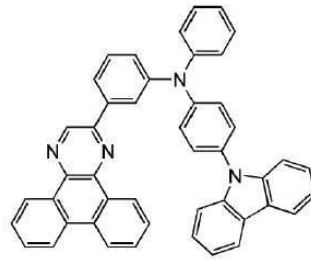


[0113]

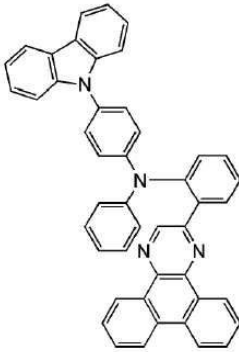
[0114] [구조식 (200)~구조식 (235)]



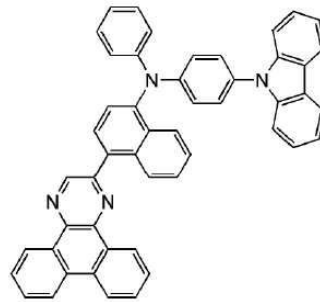
(200)



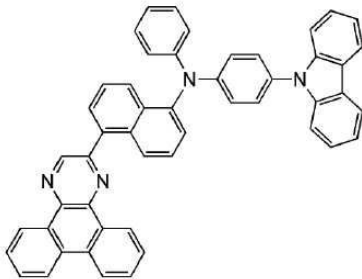
(201)



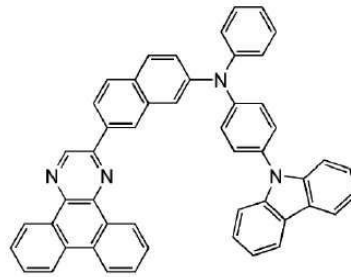
(202)



(203)

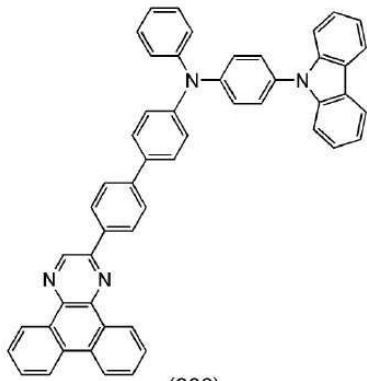


(204)

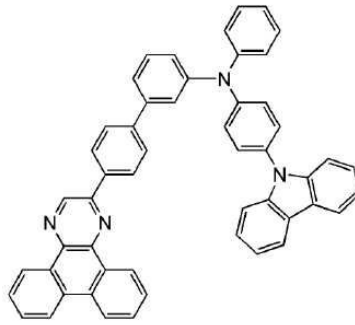


(205)

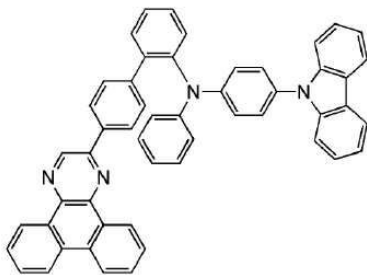
[0115]



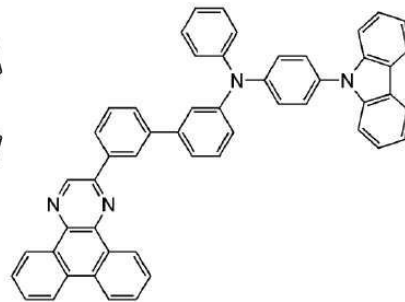
(206)



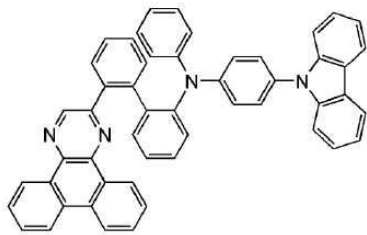
(207)



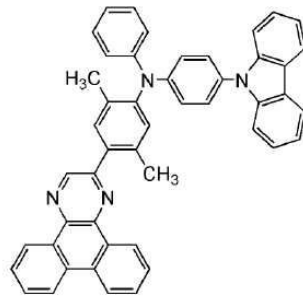
(208)



(209)

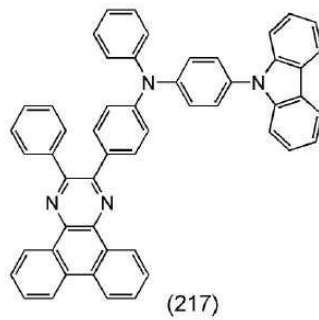
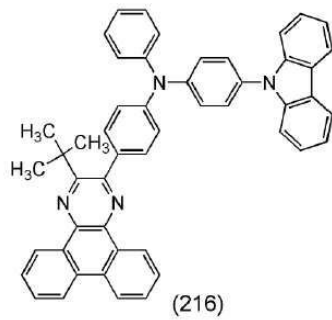
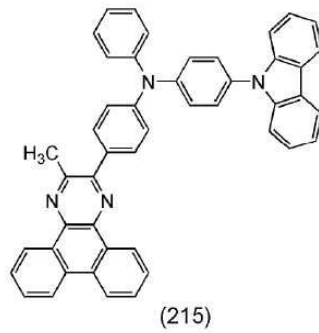
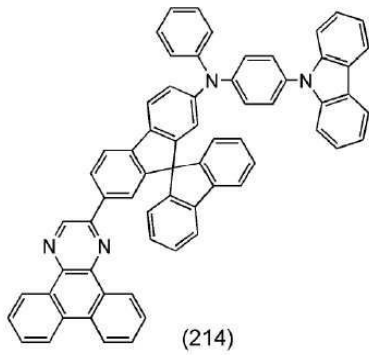
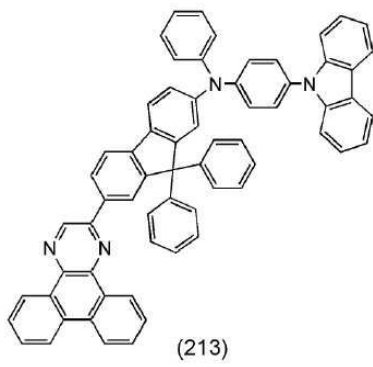
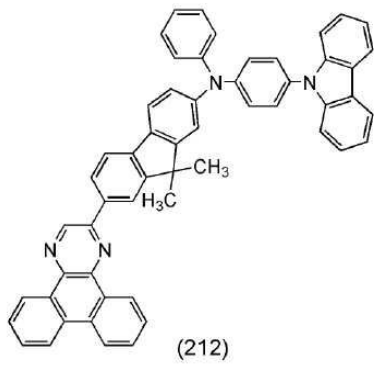


(210)

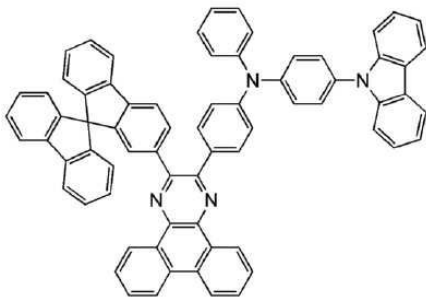


(211)

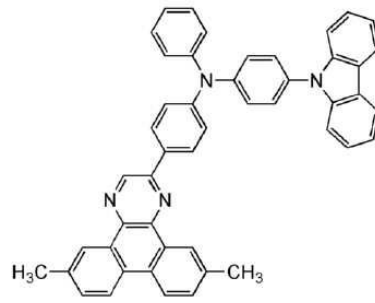
[0116]



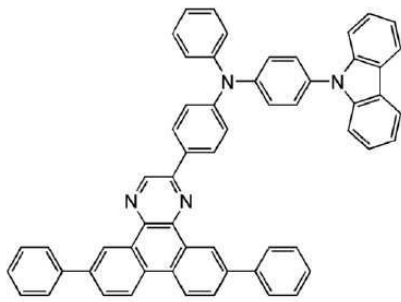
[0117]



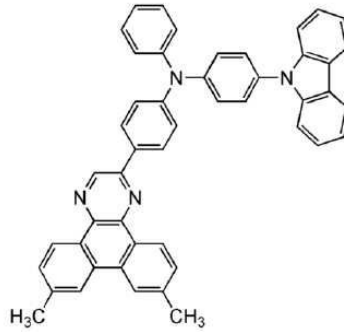
(218)



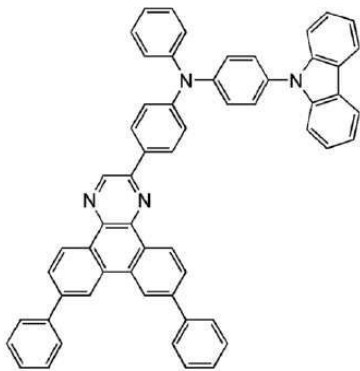
(219)



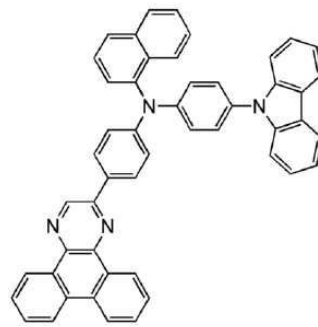
(220)



(221)

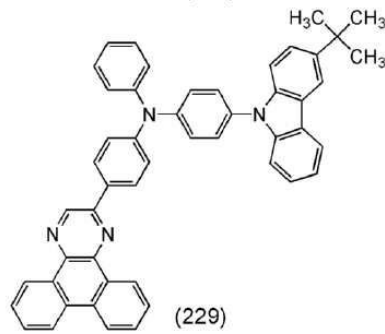
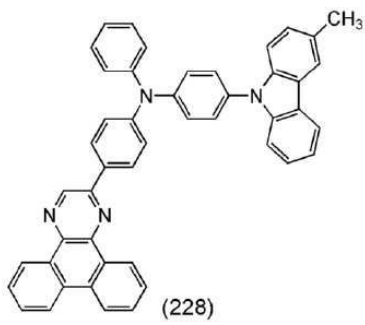
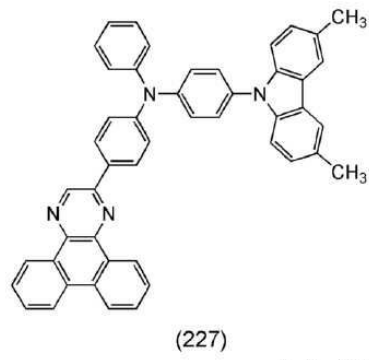
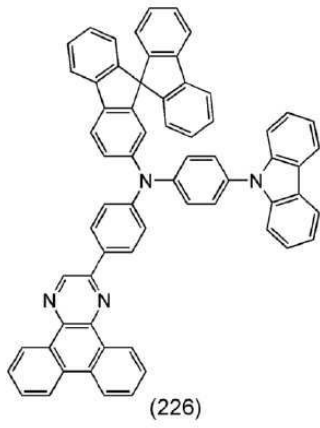
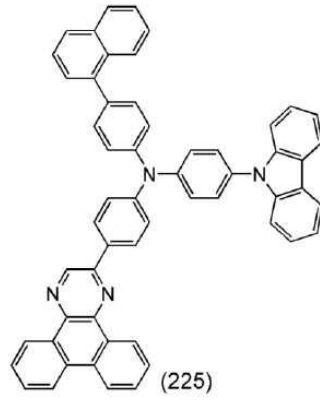
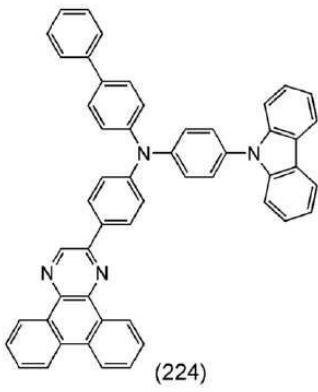


(222)

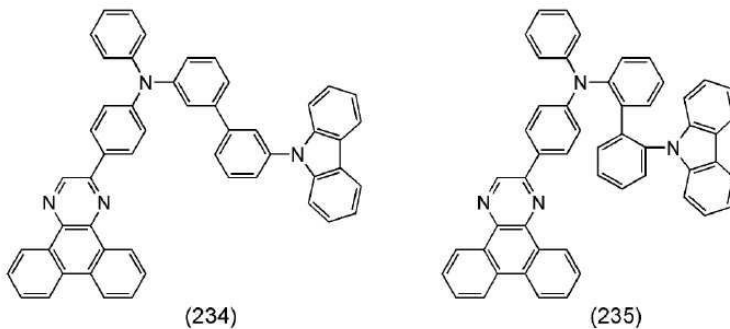
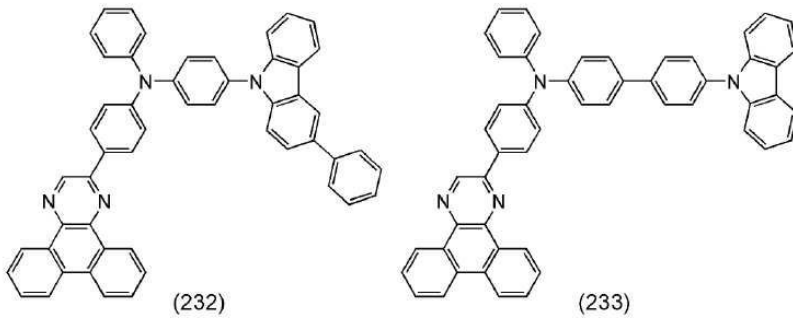
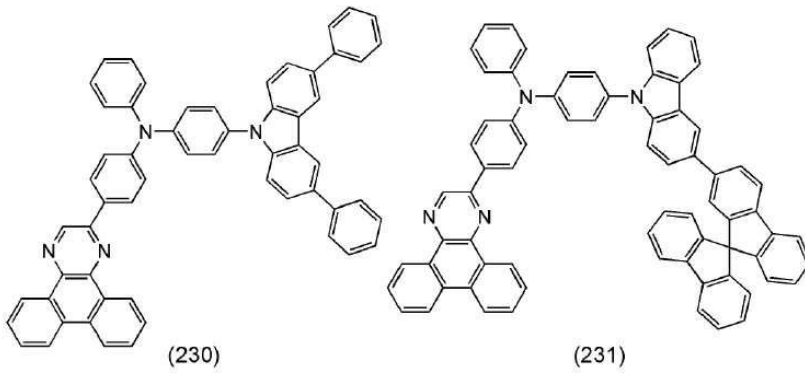


(223)

[0118]



[0119]



[0120]

[0121] 또한, 본 발명의 일 양태인 유기 화합물의 합성 방법으로는 다양한 반응을 적용할 수 있다. 예를 들면, 이하에 나타내는 합성 반응을 행함으로써, 일반식 (G1)로 나타내어지는 유기 화합물을 합성할 수 있다. 또한, 유기 화합물의 합성 방법은 이하의 합성 방법에 한정되지 않는다.

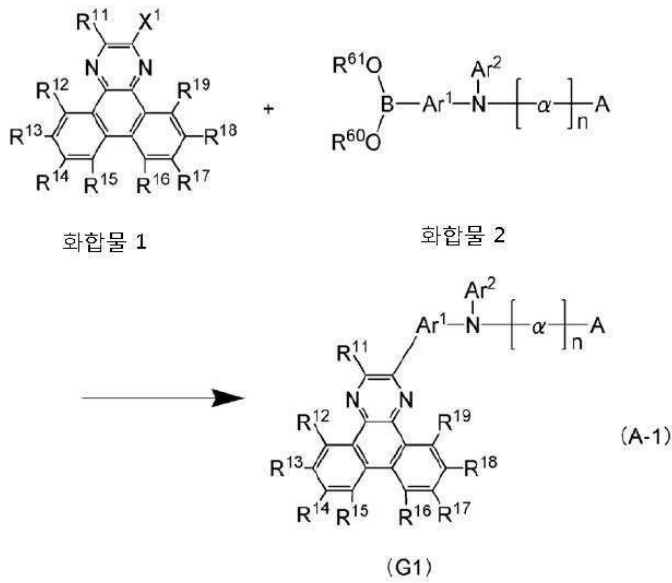
[0122]

《일반식 (G1)로 나타내어지는 유기 화합물의 합성 방법》

[0123]

먼저, 합성 스킴 (A-1)을 이하에 나타낸다. 합성 스킴 (A-1)로 나타내는 바와 같이, 디벤조[f,h]퀴녹살린 유도체의 할로겐화물(화합물 1)와, 아민 유도체의 유기 붕소 화합물, 또는 아민 유도체의 붕소산(화합물 2)을, 스즈키-미야우라 반응에 의해 커플링시킴으로써, 목적 화합물인 일반식 (G1)로 나타내어지는 유기 화합물을 합성할 수 있다.

[0124] [합성 스킴 (A-1)]



[0125]

[0126] 또한, 합성 스킴 (A-1) 중, R¹¹~R¹⁹는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기를 나타내고, R⁶⁰, 및 R⁶¹은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1~6의 알킬기의 어느 것인가를 나타낸다. 합성 스킴 (A-1)에 있어서, R⁶⁰과 R⁶¹은 서로 결합하여 환을 형성해도 좋다. 또한, X¹은 할로젠, 또는 트리플레이트기를 나타낸다. 또한, Ar¹은 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴렌기를 나타낸다. 또한, Ar²는 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, α는 치환 혹은 무치환의 페닐렌기, 또는 치환 혹은 무치환의 비페닐디일기를 나타내고, n은 0 또는 1을 나타낸다. 또한, A는 치환 혹은 무치환의 9H-카르바졸-9-일기, 또는 치환 혹은 무치환의 9-아릴-9H-카르바졸-3-일기를 나타낸다.

[0127] 또한, 합성 스킴 (A-1)에 있어서, 이용할 수 있는 팔라듐 촉매로서는, 초산 팔라듐(II), 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0), 비스(트리페닐포스핀)팔라듐(II)디클로라이드 등을 들 수 있지만, 이용할 수 있는 팔라듐 촉매는 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0128] 또한, 합성 스킴 (A-1)에 있어서, 이용할 수 있는 팔라듐 촉매의 배위자로서는 트리(오르토-톨릴)포스핀이나, 트리페닐포스핀이나, 트리스(클로헥실)포스핀 등을 들 수 있지만, 이용할 수 있는 팔라듐 촉매의 배위자는 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0129] 또한, 합성 스킴 (A-1)에 있어서, 이용할 수 있는 염기로서는 나트륨 tert-부톡시드 등의 유기 염기나, 탄산 칼륨, 탄산 나트륨 등의 무기 염기 등을 들 수 있지만, 이용할 수 있는 염기는 이들에 한정되는 것은 아니다.

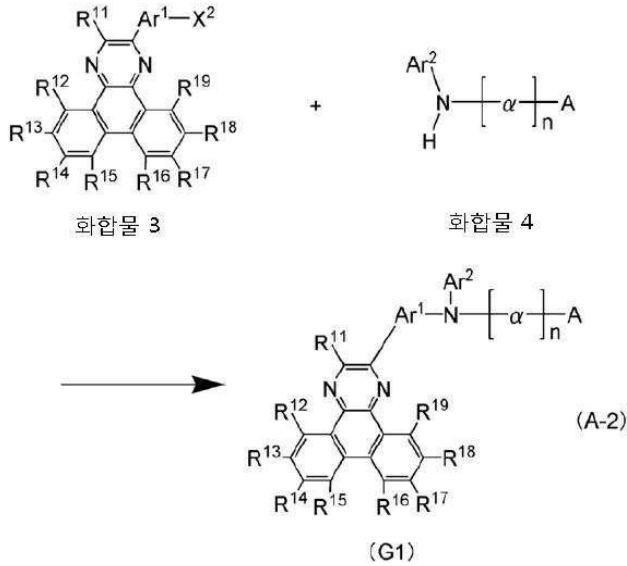
[0130] 또한, 합성 스킴 (A-1)에 있어서, 이용할 수 있는 용매로서는 톨루엔과 물의 혼합 용매, 톨루엔과 에탄올 등의 알코올과 물의 혼합 용매, 크실렌과 물의 혼합 용매, 크실렌과 에탄올 등의 알코올과 물의 혼합 용매, 벤젠과 물의 혼합 용매, 벤젠과 에탄올 등의 알코올과 물의 혼합 용매, 에틸렌글리콜 디메틸에테르 등의 에테르류와 물의 혼합 용매 등을 들 수 있지만, 이용할 수 있는 용매는 이들에 한정되는 것은 아니다. 또한, 톨루엔과 물, 톨루엔과 에탄올과 물의 혼합 용매, 또는 에틸렌글리콜 디메틸에테르 등의 에테르류와 물의 혼합 용매가 보다 바람직하다.

[0131] 또한, 합성 스킴 (A-1)로 나타내는 커플링 반응으로서의 화학물 2로 나타내어지는 유기 붕소 화합물, 또는 붕소산을 이용하는 스즈키-미야우라 반응 대신에, 유기 알루미늄이나, 유기 지르코늄, 유기 아연, 유기 주석 화합물 등을 이용하는 크로스 커플링 반응을 이용해도 좋다. 그러나, 이것들에 한정되는 것은 아니다.

[0132] 또한, 합성 스킴 (A-1)로 나타내는 커플링 반응에 있어서, 디벤조[f,h]퀴녹살린 유도체의 유기 붕소 화합물, 또는 디벤조[f,h]퀴녹살린 유도체의 붕소산과, 아민 유도체의 할로겐화물, 또는 트리플레이트 치환체를, 스즈키-미야우라 반응에 의해 커플링하여도 좋다.

[0133] 또한, 이하의 합성 스킴 (A-2)로 나타내는 바와 같이, 디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체의 할로겐화물(화합물 3)과, 아민 유도체(화합물 4)를, 염기 존재 하에서 금속 촉매, 금속, 또는 금속 화합물에 의해 커플링시킴으로써, 목적 화합물인 일반식 (G1)로 나타내어지는 유기 화합물을 합성할 수도 있다.

[0134] [일반식 (G1)]



- [0135]
- [0136] 또한, 합성 스킴 (A-2) 중, R¹¹~R¹⁹는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 6~13의 치환 혹은 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, X²는 할로젠, 또는 트리플레이트기를 나타내고, 할로젠으로서는 요오드, 또는 브롬이 보다 바람직하다. 또한, Ar¹은 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴렌기를 나타낸다. 또한, Ar²는 탄소수 6~13의 치환 또는 무치환의 아릴기를 나타낸다. 또한, α는 치환 혹은 무치환의 페닐렌기, 또는 치환 혹은 무치환의 비페닐디일기를 나타내고, n은 0 또는 1을 나타낸다. 또한, A는 치환 혹은 무치환의 9H-카르바졸-9-일기, 또는 치환 혹은 무치환의 9-아틸-9H-카르바졸-3-일기를 나타낸다.
- [0137] 또한, 합성 스킴 (A-2)에 있어서, 하트위그-부흐발트 반응(Hartwig-Buchwald reaction)을 행하는 경우, 이용할 수 있는 팔라듐 촉매로서는 비스(디벤질리덴아세톤)팔라듐(0), 초산 팔라듐(II) 등을 들 수 있지만, 이용할 수 있는 팔라듐 촉매는 이들에 한정되는 것은 아니다.
- [0138] 또한, 합성 스킴 (A-2)에 있어서, 이용할 수 있는 팔라듐 촉매의 배위자로서는 트리(tert-부틸)포스핀이나, 트리(N-헥실)포스핀이나, 트리시클로헥실포스핀 등을 들 수 있지만, 이용할 수 있는 팔라듐 촉매의 배위자는 이들에 한정되는 것은 아니다.
- [0139] 또한, 합성 스킴 (A-2)에 있어서, 이용할 수 있는 염기로서는 나트륨 tert-부톡시드 등의 유기 염기나, 탄산 칼륨 등의 무기 염기 등을 들 수 있지만, 이용할 수 있는 염기는 이들에 한정되는 것은 아니다.
- [0140] 또한, 합성 스킴 (A-2)에 있어서, 이용할 수 있는 용매로서는 톨루엔, 크실렌, 벤젠, 테트라하이드로푸란 등을 들 수 있지만, 이용할 수 있는 용매는 이들에 한정되는 것은 아니다.
- [0141] 또한, 하트위그-부흐발트 반응 이외에도, 올만 반응 등을 이용해도 좋고, 이들에 한정되는 것은 아니다.
- [0142] 이상에 의해, 본 발명의 일 양태인 유기 화합물을 합성할 수 있다.
- [0143] 또한, 발광층(113)에 있어서, 상술한 유기 화합물(호스트 재료)과, 인광성 화합물(게스트 재료)을 포함하여 형성함으로써, 발광층(113)으로부터는 발광 효율이 높은 인광 발광을 얻을 수 있다.
- [0144] 또한, 본 실시형태에서는 인광성 화합물을 이용한 발광 소자에 대하여 설명했지만, 이것에 한정되지 않는다. 본 발명의 일 양태인 유기 화합물은 디벤조[f,h]퀴놀살린 골격과, 치환기를 2개 가진 아민기가 아릴렌기를 통하여 결합하고, 치환기는 각각 독립적으로, 아릴기, 또는 헤테로 아릴기이다. 또한, 본 발명의 일 양태인 유기 화합물은 높은 T1 준위를 가지고 있기 때문에, 높은 일중항 여기 에너지의 준위(S1 준위)도 가지고 있다. 따라

서, 본 발명의 일 양태인 유기 화합물은 가시역의 형광 발광 재료의 호스트 재료로서도 이용할 수 있다.

[0145] 또한, 발광 물질(게스트 재료)을 분산시키기 위한 물질(호스트 재료)은 복수종 이용할 수 있다. 따라서, 발광층(113)은 본 발명의 일 양태인 유기 화합물 이외에, 제 2 호스트 재료(어시스트 재료라고도 함)를 포함하고 있어도 좋다. 또한, 본 발명의 일 양태인 유기 화합물을 제 2 호스트 재료(어시스트 재료)로서 이용해도 좋다.

[0146] 제 2 호스트 재료로서는, 예를 들면, 정공 수송층(112)에 이용한 재료를 들 수 있다.

[0147] 전자 수송층(114)은 전자 수송성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 전자 수송층(114)에는 Alq_3 , 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: $Almq_3$), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리나토)베틸륨(약칭: $BeBq_2$), $BAlq$, $Zn(BOX)_2$, 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조티아졸라토]아연(약칭: $Zn(BTZ)_2$) 등의 금속착체를 이용할 수 있다. 또한, 2-(4-비페닐)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD), 1, 3-비스[5-(P-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 3-(4-tert-부틸페닐)-4-페닐-5-(4-비페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 3-(4-tert-부틸페닐)-4-(4-에틸페닐)-5-(4-비페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: P-etTAZ), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 4,4'-비스(5-메틸벤조옥사졸-2-일)스틸벤(약칭: BzOS) 등의 복소 방향족 화합물도 이용할 수 있다. 또한, 폴리(2,5-피리딘-디일)(약칭: PPy), 폴리[(9,9-디헥실플루오렌-2,7-디일)-co-(피리딘-3,5-디일)](약칭: PF-Py), 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-co-(2,2'-비피리딘-6,6'-디일)](약칭: PF-BPy)과 같은 고분자 화합물을 이용하는 것도 가능하다. 여기에 설명한 물질은, 주로 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 전자 이동도를 가지는 물질이다. 또한, 정공보다 전자의 수송성이 높은 물질이라면, 상기 이외의 물질을 전자 수송층으로서 이용해도 좋다.

[0148] 또한, 전자 수송층(114)은 단층의 것뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층한 것으로 해도 좋다. 또한, 본 발명의 일 양태인 유기 화합물은 전자 수송성을 가지는 재료이기 때문에, 전자 수송층(114)에 이용하는 것도 가능하다.

[0149] 전자 주입층(115)은 전자 주입성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 전자 주입층(115)에는 불화 리튬(LiF), 불화 세슘(CsF), 불화 칼슘(CaF_2), 리튬 산화물($LiOx$) 등과 같은 알칼리 금속, 알칼리토류 금속, 또는 그들의 화합물을 이용할 수 있다. 또한, 불화 에르븀(ErF_3)과 같은 희토류 금속 화합물을 이용할 수 있다. 또한, 상술한 전자 수송층(114)을 구성하는 물질을 이용하는 것도 가능하다.

[0150] 혹은 전자 주입층(115)에, 유기 화합물과 전자 공여체(도너)를 혼합하여 이루어지는 복합 재료를 이용해도 좋다. 이와 같은 복합 재료는 전자 공여체에 의해 유기 화합물에 전자가 발생하기 때문에, 전자 주입성 및 전자 수송성이 우수하다. 이 경우, 유기 화합물로서는 발생한 전자의 수송에 우수한 재료인 것이 바람직하고, 구체적으로는 예를 들면 상술한 전자 수송층(114)을 구성하는 물질(금속착체나 복소 방향족 화합물 등)을 이용할 수 있다. 전자 공여체로서는 유기 화합물에 대하여 전자 공여성을 나타내는 물질이라면 좋다. 구체적으로는 알칼리 금속이나 알칼리토류 금속이나 희토류 금속이 바람직하고, 리튬, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 에르븀, 이테르븀 등을 들 수 있다. 또한, 알칼리 금속 산화물이나 알칼리토류 금속 산화물이 바람직하고, 리튬 산화물, 칼슘 산화물, 바륨 산화물 등을 들 수 있다. 또한, 산화 마그네슘과 같은 루이스 염기를 이용하는 것도 가능하다. 또한, 테트라티아폴바렌(약칭: TTF) 등의 유기 화합물을 이용하는 것도 가능하다.

[0151] 또한, 상술한 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115), 전자 발생층(116)은 각각, 증착법(진공 증착법을 포함하는), 잉크젯법, 도포법 등의 방법에서 형성할 수 있다.

[0152] 상술한 발광 소자는 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(103)과의 사이에 생긴 전위차에 의해 전류가 흐르고, EL층(102)에 있어서 정공과 전자가 재결합함으로써 발광한다. 그리고, 이 발광은 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(103)의 어느 한쪽 또는 양쪽을 통하여 외부로 취출된다. 따라서, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(103)의 어느 한쪽, 또는 양쪽이 투광성을 가지는 전극이 된다.

[0153] 이상에 의해 설명한 발광 소자는 인광성 화합물에 기초하여 인광 발광이 얻어지기 때문에, 형광성 화합물을 이용한 발광 소자에 비해, 고효율의 발광 소자를 실현할 수 있다.

[0154] 또한, 본 실시형태에 나타난 발광 소자는 발광 소자의 구조의 일례이지만, 본 발명의 일 양태인 발광 장치에는 다른 실시형태에서 나타내는 다른 구조의 발광 소자를 적용하는 것도 가능하다. 또한, 상기 발광 소자를 구비한 발광 장치의 구성으로서는 패시브 매트릭스형의 발광 장치나 액티브 매트릭스형의 발광 장치 외에, 다른 실시형태에서 설명하는 상기와는 다른 구조를 가지는 발광 소자를 구비한 마이크로 캐비티 구조의 발광 장치 등을

제작할 수 있고, 이들은 모두 본 발명에 포함되는 것으로 한다.

- [0155] 또한, 액티브 매트릭스형의 발광 장치의 경우에 있어서, TFT의 구조는 특별히 한정되지 않는다. 예를 들면, 스테거형이나 역스태거형의 TFT를 적절히 이용할 수 있다. 또한, TFT 기판에 형성되는 구동용 회로에 대해서도, N형 및 P형의 TFT로 이루어지는 것이어도 좋고, N형의 TFT 또는 P형의 TFT의 어느 한쪽만으로 이루어지는 것이어도 좋다. 또한, TFT에 이용되는 반도체막의 결정성에 대해서도 특별히 한정되지 않는다. 예를 들면, 비정질 반도체막, 결정성 반도체막, 그 외에, 산화물 반도체막 등을 이용할 수 있다.
- [0156] 또한, 본 실시형태에 나타내는 구성은 다른 실시형태에 나타내는 구성과 적절히 조합하여 이용할 수 있는 것으로 한다.
- [0157] (실시형태 2)
- [0158] 본 실시형태에서는 인광성 화합물과, 본 발명의 일 양태인 유기 화합물과, 다른 2종류 이상의 유기 화합물을 발광층에 이용한 발광 소자에 대하여 도 2, 및 도 25를 이용하여 설명한다.
- [0159] 본 실시형태에 나타내는 발광 소자는 도 2에 나타내는 바와 같이 한쌍의 전극(제 1 전극(201) 및 제 2 전극(202)) 사이에 EL층(203)을 가지는 구조이다. 또한, EL층(203)에는 적어도 발광층(204)을 가지고, 그 외에, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 전하 발생층 등이 포함되어 있어도 좋다. 또한, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 전하 발생층에는 실시형태 1에 나타낸 물질을 이용할 수 있다. 또한, 본 실시형태에서는 제 1 전극(201)을 양극으로서 이용하고, 제 2 전극(202)을 음극으로서 이용한다.
- [0160] 본 실시형태에 나타내는 발광층(204)에는 인광성 화합물(205)과, 제 1 유기 화합물(206), 및 제 2 유기 화합물(207)이 포함되어 있다. 또한, 인광성 화합물(205)은 발광층(204)에서의 게스트 재료이다. 또한, 제 1 유기 화합물(206), 및 제 2 유기 화합물(207) 중, 적어도 한쪽에 본 발명의 일 양태인 유기 화합물이 포함되어 있고, 발광층(204)에 포함되는 비율이 많은 쪽을 발광층(204)에서의 호스트 재료로 한다.
- [0161] 발광층(204)에 있어서, 상기 게스트 재료를 호스트 재료에 분산시킨 구성으로 함으로써, 발광층의 결정화를 제어할 수 있다. 또한, 게스트 재료의 농도가 높은 것에 의한 농도 소광을 제어하고, 발광 소자의 발광 효율을 높게 할 수 있다.
- [0162] 또한, 제 1 유기 화합물(206), 및 제 2 유기 화합물(207)의 각각의 삼중항 여기 에너지의 준위(T1 준위)는 인광성 화합물(205)의 T1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 제 1 유기 화합물(206)(또는 제 2 유기 화합물(207))의 T1 준위가 인광성 화합물(205)의 T1 준위보다 낮으면, 발광에 기여하는 인광성 화합물(205)의 삼중항 여기 에너지를 제 1 유기 화합물(206)(또는 제 2 유기 화합물(207))이 소광(퀵치)되어, 발광 효율의 저하를 초래하기 때문이다.
- [0163] 여기서, 호스트 재료로부터 게스트 재료로의 에너지 이동 효율을 높이기 위해, 분자 간의 이동 기구로서 알려져 있는 펠스터 기구(쌍극자-쌍극자 상호 작용) 및 텍스터 기구(전자 교환 상호 작용)를 고려하여, 호스트 재료의 발광 스펙트럼(일중항 여기 상태에서부터의 에너지 이동을 논하는 경우는 형광 스펙트럼, 삼중항 여기 상태에서부터의 에너지 이동을 논하는 경우는 인광 스펙트럼)과 게스트 재료의 흡수 스펙트럼(보다 상세하게는 가장 장파장(저에너지)측의 흡수대에서의 스펙트럼)과의 중첩이 커지는 것이 바람직하다. 그러나 통상의 인광성의 게스트 재료의 경우, 호스트 재료의 형광 스펙트럼을, 게스트 재료의 가장 장파장(저에너지)측의 흡수대에서의 흡수 스펙트럼과 중첩하는 것은 곤란하다. 왜냐하면, 그렇게 하게 되면, 호스트 재료의 인광 스펙트럼은 형광 스펙트럼보다도 장파장(저에너지)측에 위치하기 때문에, 호스트 재료의 T1 준위가 인광성 화합물의 T1 준위를 하회하게 되고, 상술한 퀵치의 문제가 생기기 때문이다. 한편, 퀵치의 문제를 회피하기 위해, 호스트 재료의 T1 준위가 인광성 화합물의 T1 준위를 상회하도록 설계하면, 이번에는 호스트 재료의 형광 스펙트럼이 단파장(고에너지)측으로 시프트하기 때문에, 그 형광 스펙트럼은 게스트 재료의 가장 장파장(저에너지)측의 흡수대에서의 흡수 스펙트럼과 중첩되지 않게 된다. 따라서, 호스트 재료의 형광 스펙트럼을 게스트 재료의 가장 장파장(저에너지)측의 흡수대에서의 흡수 스펙트럼과 중첩되고, 호스트 재료의 일중항 여기 상태에서부터의 에너지 이동을 최대한으로 높이는 것은 통상 어렵다.
- [0164] 따라서 본 실시형태에서는 제 1 유기 화합물(206), 및 제 2 유기 화합물(207)은 여기 착체(엑시플렉스(exciplex)라고도 함)를 형성하는 조합인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 발광층(204)에 있어서, 제 1 유기 화합물(206)의 형광 스펙트럼 및 제 2 유기 화합물(207)의 형광 스펙트럼은 보다 장파장측에 위치하는 여기 착체

의 발광 스펙트럼으로서 관측된다. 그리고, 여기 착체의 발광 스펙트럼과 게스트 재료(인광성 화합물(205))의 흡수 스펙트럼과의 중첩이 커지도록, 제 1 유기 화합물(206)과 제 2 유기 화합물(207)을 선택하면, 일중항 여기 상태에서부터의 에너지 이동을 최대한으로 높일 수 있다(도 25 참조). 또한, 삼중항 여기 상태에 관해서도, 호스트 재료가 아니라 여기 착체로부터의 에너지 이동이 생긴다고 생각된다. 또한, 도 25에는 제 1 유기 화합물(206)(또는 제 2 유기 화합물(207))의 형광 스펙트럼(251), 제 1 유기 화합물(206)(또는 제 2 유기 화합물(207))의 인광 스펙트럼(252), 인광성 화합물(205)의 흡수 스펙트럼(253), 여기 착체의 발광 스펙트럼(254), 및 가장 장파장 측에 위치하는 흡수대(255)를 나타낸다.

[0165] 인광성 화합물(205)로서는 예를 들면, 인광성 이리듐 금속착체 등을 이용할 수 있다. 예를 들면, 청색계의 발광 재료로서, 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디나토-N,C^{2'}]이리듐(III)테트라키스(1-피라졸릴)보레이트(약칭 : FIr6), 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디나토-N,C^{2'}]이리듐(III)피콜리네이트(약칭 : FIrpic), 비스{2-[3',5'-비스(트리플루오로메틸)페닐]피리디나토-N,C^{2'}}이리듐(III)피콜리네이트(약칭 : Ir(CF₃ppy)₂(pic)), 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디나토-N,C^{2'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭 : FIR(acac)) 등을 들 수 있다. 또한, 녹색계의 발광 재료로서, 트리스(2-페닐피리디나토-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭 : Ir(ppy)₃), 비스(2-페닐피리디나토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭 : Ir(ppy)₂(acac)), 비스(1,2-디페닐-1H-벤조이미다졸라토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭 : Ir(pbi)₂(acac)), 비스(벤조[h]퀴놀리나토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭 : Ir(bzq)₂(acac)), 트리스(벤조[h]퀴놀리나토)이리듐(III)(약칭 : Ir(bzq)₃) 등을 들 수 있다. 또한, 황색계의 발광 재료로서, 비스(2,4-디페닐-1,3-옥사졸라토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭 : Ir(dpo)₂(acac)), 비스[2-(4'-퍼플루오로페닐페닐)피리디나토]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭 : Ir(p-PF-ph)₂(acac)), 비스(2-페닐벤조티아졸라토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭 : Ir(bt)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)-5-메틸피라지나토]이리듐(III)(약칭 : Ir(Fdppr-Me)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스{2-(4-메톡시페닐)-3,5-디메틸피라지나토}이리듐(III)(약칭 : Ir(dmmoppr)₂(acac)) 등을 들 수 있다. 또한, 오렌지색계의 발광 재료로서, 트리스(2-페닐퀴놀리나토-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭 : Ir(pq)₃), 비스(2-페닐퀴놀리나토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭 : Ir(pq)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스(3,5-디메틸-2-페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭 : Ir(mppr-Me)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스(5-이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭 : Ir(mppr-iPr)₂(acac)) 등을 들 수 있다. 또한, 적색계의 발광 재료로서, 비스[2-(2'-벤조[4,5-a]티에닐)피리디나토-N,C^{3'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭 : Ir(btp)₂(acac)), 비스(1-페닐이소퀴놀리나토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭 : Ir(piq)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴놀살리나토]이리듐(III)(약칭 : Ir(Fdpq)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스(2,3,5-트리페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭 : Ir(tppr)₂(acac)), (디피발로일메타나토)비스(2,3,5-트리페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭 : Ir(tppr)₂(dpm)), 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린 백금(II)(약칭 : PtOEP) 등의 유기 금속착체를 들 수 있다. 또한, 트리스(아세틸아세토나토)(모노페난트롤린)테르븀(III)(약칭 : Tb(acac)₃(Phen)), 트리스(1,3-디페닐-1,3-프로판디오나토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭 : Eu(DBM)₃(Phen)), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트리플루오로아세토나토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭 : Eu(TTA)₃(Phen)) 등의 희토류 금속착체는 희토류 금속 이온으로부터의 발광(다른 다중도 간의 전자 천이)이기 때문에, 인광성 화합물로서 이용할 수 있다. 또한, 제 1 유기 화합물(206), 및 제 2 유기 화합물(207)로서는 전자를 수취하기 쉬운 화합물(전자 트랩성 화합물)와, 홀을 수취하기 쉬운 화합물(정공 트랩성 화합물)을 조합시키는 것이 바람직하다. 또한, 본 발명의 일 양태인 유기 화합물은 홀을 수취하기 쉬운 화합물로서 이용할 수 있다.

[0166] 전자를 수취하기 쉬운 화합물로서는 예를 들면, 2-[3-(디벤조티오펜-4-일)페닐]디벤조[f,h]퀴놀살린(약칭 : 2mDBTPDBq-II), 2-[4-(3,6-디페닐-9H-카르바졸-9-일)페닐]디벤조[f,h]퀴놀살린(약칭 : 2CzPDBq-III), 7-[3-(디

벤조티오펜-4-일)페닐]디벤조[f,h]퀴녹살린(약칭 : 7mDBTPDBq-II), 및 , 6-[3-(디벤조티오펜-4-일)페닐]디벤조[f,h]퀴녹살린(약칭 : 6mDBTPDBq-II)을 들 수 있다.

- [0167] 상술한 제 1 유기 화합물(206), 및 제 2 유기 화합물(207)은 여기 착체를 형성할 수 있는 조합의 일례이고, 여기 착체의 발광 스펙트럼이 인광성 화합물(205)의 흡수 스펙트럼과 중첩되고, 여기 착체의 발광 스펙트럼의 피크가 인광성 화합물(205)의 흡수 스펙트럼의 피크보다 장파장이라면 좋다.
- [0168] 또한, 전자를 수취하기 쉬운 화합물과 holes 수취하기 쉬운 화합물로 제 1 유기 화합물(206)과 제 2 유기 화합물(207)을 구성하는 경우, 그 혼합비에 따라 캐리어 밸런스를 제어할 수 있다. 구체적으로는 제 1 유기 화합물 : 제 2 유기 화합물 = 1 : 9~9 : 1의 범위가 바람직하다.
- [0169] 본 실시형태에 나타낸 발광 소자는 여기 착체의 발광 스펙트럼과 인광성 화합물의 흡수 스펙트럼과의 중첩을 이용한 에너지 이동에 의해, 에너지 이동 효율을 높일 수 있기 때문에, 외부 양자 효율이 높은 발광 소자를 실현할 수 있다.
- [0170] 또한, 본 발명에 포함되는 다른 구성으로서, 인광성 화합물(205)(게스트 재료)의 다른 2종류의 유기 화합물로서, 정공 트랩성의 호스트 분자, 및 전자 트랩성의 호스트 분자를 이용하여 발광층(204)을 형성하고, 2종류의 호스트 분자 중에 존재하는 게스트 분자에 정공과 전자를 인도하여, 게스트 분자를 여기 상태로 하는 현상(즉, Guest Coupled with Complementary Hosts : GCCH)가 얻어지도록 발광층(204)을 형성하는 구성도 가능하다.
- [0171] 이때, 정공 트랩성의 호스트 분자, 및 전자 트랩성의 호스트 분자로서는 각각, 상술한 정공을 수취하기 쉬운 화합물, 및 전자를 수취하기 쉬운 화합물을 이용할 수 있다.
- [0172] 또한, 본 실시형태에 나타낸 발광 소자는 발광 소자의 구조의 일례이지만, 본 발명의 일 양태인 발광 장치에는 다른 실시형태에 나타내는 다른 구조의 발광 소자를 적용할 수도 있다. 또한, 상기 발광 소자를 구비한 발광 장치의 구성으로서는 패시브 매트릭스형의 발광 장치나 액티브 매트릭스형의 발광 장치 외에, 다른 실시형태에서 설명하는 상기와는 다른 구조를 가지는 발광 소자를 구비한 마이크로 캐비티 구조의 발광 장치 등을 제작할 수 있고, 이들은 모두 본 발명에 포함되는 것으로 한다.
- [0173] 또한, 액티브 매트릭스형의 발광 장치의 경우에, TFT의 구조는 특별히 한정되지 않는다. 예를 들면, 스테거형이나 역스태거형의 TFT를 적절히 이용할 수 있다. 또한, TFT 기판에 형성되는 구동용 회로에 대해서도, N형 및 P형의 TFT로 이루어지는 것이어도 좋고, N형의 TFT 또는 P형의 TFT의 어느 한쪽만으로 이루어지는 것이어도 좋다. 또한, TFT에 이용되는 반도체막의 결정성에 대해서도 특별히 한정되지 않는다. 예를 들면, 비정질 반도체막, 결정성 반도체막, 그 외에, 산화물 반도체막 등을 이용할 수 있다.
- [0174] 또한, 본 실시형태에 나타내는 구성은 다른 실시형태에 나타내는 구성과 적절히 조합하여 이용할 수 있는 것으로 한다.
- [0175] (실시형태 3)
- [0176] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 양태로서, 전하 발생층을 끼우고 EL층을 복수 가지는 구조의 발광 소자(이하, 탠덤형 발광 소자라고 함)에 대하여 설명한다.
- [0177] 본 실시형태에 나타내는 발광 소자는 도 3(A)에 나타내는 바와 같이 한쌍의 전극(제 1 전극(301) 및 제 2 전극(304)) 사이에, 복수의 EL층(제 1 EL층(302(1)), 제 2 EL층(302(2)))을 가지는 탠덤형 발광 소자이다.
- [0178] 본 실시형태에 있어서, 제 1 전극(301)은 양극으로서 기능하는 전극이고, 제 2 전극(304)은 음극으로서 기능하는 전극이다. 또한, 제 1 전극(301) 및 제 2 전극(304)은 실시형태 1과 마찬가지로의 구성을 이용할 수 있다. 또한, 복수의 EL층(제 1 EL층(302(1)), 제 2 EL층(302(2)))은 실시형태 1 또는 실시형태 2에 나타낸 EL층과 마찬가지로의 구성이어도 좋지만, 어느 것인가가 마찬가지로의 구성이어도 좋다. 즉, 제 1 EL층(302(1))과 제 2 EL층(302(2))은 같은 구성이어도 다른 구성이어도 좋고, 그 구성은 실시형태 1 또는 실시형태 2와 마찬가지로의 것을 적용할 수 있다.
- [0179] 또한, 복수의 EL층(제 1 EL층(302(1)), 제 2 EL층(302(2)))의 사이에는 전하 발생층(305)이 형성되어 있다. 전하 발생층(305)은 제 1 전극(301)과 제 2 전극(304)에 전압을 인가했을 때에, 한쪽의 EL층에 전자를 주입하고, 다른 한쪽의 EL층에 정공을 주입하는 기능을 가진다. 본 실시형태의 경우에는 제 1 전극(301)에 제

2 전극(304)보다 전위가 높아지도록 전압을 인가하면, 전하 발생층(305)으로부터 제 1 EL층(302(1))에 전자가 주입되고, 제 2 EL층(302(2))에 정공이 주입된다.

- [0180] 또한, 전하 발생층(305)은 광의 추출 효율의 점에서, 가시광에 대하여 투광성을 가지는(구체적으로는 전하 발생층(305)에 대한 가시광의 투과율이, 40% 이상) 것이 바람직하다. 또한, 전하 발생층(305)은 제 1 전극(301)이나 제 2 전극(304)보다 낮은 도전율이어도 가능하다.
- [0181] 전하 발생층(305)은 정공 수송성이 높은 유기 화합물에 전자 수용체(억셉터)가 첨가된 구성이어도, 전자 수송성이 높은 유기 화합물에 전자 공여체(도너)가 첨가된 구성이어도 좋다. 또한, 이들 양쪽의 구성이 적층되어 있어도 좋다.
- [0182] 정공 수송성이 높은 유기 화합물에 전자 수용체가 첨가된 구성으로 하는 경우에, 정공 수송성이 높은 유기 화합물로서는 예를 들면, NPB나 TPD, TDATA, MTDATA, 4,4'-비스[N-(스피로-9,9'-비플루오렌-2-일)-n-페닐아미노]비페닐(약칭 : BSPB) 등의 방향족 아민 화합물 등을 이용할 수 있다. 여기에 설명한 물질은 주로 10^{-6} cm²/Vs 이상의 정공 이동도를 가지는 물질이다. 단, 전자보다 정공의 수송성이 높은 유기 화합물이라면, 상기 이외의 물질을 이용해도 상관없다.
- [0183] 또한, 전자 수용체로서는 7,7,8,8-테트라시아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노디메탄(약칭 : F4-TCNQ), 클로라닐 등을 예로 들 수 있다. 또한, 천이 금속 산화물을 예로 들 수 있다. 또한 원소 주기표에서의 제 4 족 내지 제 8 족에 속하는 금속의 산화물을 예로 들 수 있다. 구체적으로는, 산화 바나듐, 산화 니오브, 산화 탄탈, 산화 크롬, 산화 몰리브덴, 산화 텅스텐, 산화 망간, 산화 레늄은 전자 수용성이 높기 때문에 바람직하다. 그 중에서도 특히, 산화 몰리브덴은 대기 중에서도 안정적이고, 흡습성이 낮고, 취급하기 쉬워 바람직하다.
- [0184] 한편, 전자 수송성이 높은 유기 화합물에 전자 공여체가 첨가된 구성으로 하는 경우에, 전자 수송성이 높은 유기 화합물로서는 예를 들면, Alq, Almq₃, BeBq₂, BAlq 등, 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 가지는 금속착체 등을 이용할 수 있다. 또한, 이 외에, Zn(BOX)₂, Zn(BTZ)₂ 등의 옥사졸계, 티아졸계 배위자를 가지는 금속착체 등도 이용할 수 있다. 또한, 금속착체 이외에도, PBD나 OXD-7, TAZ, BPhen, BCP 등도 이용할 수 있다. 여기에 설명한 물질은 주로 10^{-6} cm²/Vs 이상의 전자 이동도를 가지는 물질이다. 또한, 피리미딘 골격을 포함하는 유기 화합물을 이용해도 좋다. 또한, 정공보다 전자의 수송성이 높은 유기 화합물이라면, 상기 이외의 물질을 이용해도 상관없다.
- [0185] 또한, 전자 공여체로서는 알칼리 금속 또는 알칼리토류 금속 또는 희토류 금속 또는 원소 주기표에서의 제 2, 13 족에 속하는 금속 및 그 산화물, 탄산염을 이용할 수 있다. 구체적으로는, 리튬(Li), 세슘(Cs), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 이테르븀(Yb), 인듐(In), 산화 리튬, 탄산 세슘 등을 이용하는 것이 바람직하다. 또한, 테트라티아나프타센과 같은 유기 화합물을 전자 공여체로서 이용해도 좋다.
- [0186] 또한, 상술한 재료를 이용하여 전하 발생층(305)을 형성함으로써, EL층이 적층된 경우의 구동 전압의 상승을 제어할 수 있다.
- [0187] 도 3(A)에 나타내는 발광 소자에서는 EL층을 2층 가지는 발광 소자에 대하여 설명했지만, 도 3(B)에 나타내는 바와 같이, n층(단, n은 3 이상)의 EL층을 적층한 발광 소자에 대해서도, 마찬가지로 적용하는 것이 가능하다. 본 실시형태에 관한 발광 소자와 같이, 한쌍의 전극 사이에 복수의 EL층을 가지는 경우, EL층과 EL층과의 사이에 전하 발생층을 배치함으로써, 전류 밀도를 낮게 유지한 채, 고휘도 영역에서의 발광이 가능하다. 전류 밀도를 낮게 유지할 수 있기 때문에, 장수명 소자를 실현할 수 있다. 또한, 조명을 응용으로 한 경우는 전극 재료의 저항에 의한 전압 강하를 작게 할 수 있으므로, 대면적에서의 균일 발광이 가능하게 된다. 또한, 저전압 구동이 가능하고 소비 전력이 낮은 발광 장치를 실현할 수 있다.
- [0188] 또한, 각각의 EL층의 발광색을 다른 것으로 함으로써, 발광 소자 전체로서, 소망의 색의 발광을 얻을 수 있다. 예를 들면, 2개의 EL층을 가지는 발광 소자에 있어서, 제 1 EL층의 발광색과 제 2 EL층의 발광색을 보색의 관계가 되도록 함으로써, 발광 소자 전체로서 백색 발광하는 발광 소자를 얻는 것도 가능하다. 또한, 보색이란, 혼합하면 무채색이 되는 색들의 관계를 말한다. 즉, 보색의 관계에 있는 색을 발광하는 물질로부터 얻어진 광과 혼합하면, 백색 발광을 얻을 수 있다.
- [0189] 또한, 세 개의 EL층을 가지는 발광 소자의 경우에도 마찬가지로이고, 예를 들면, 제 1 EL층의 발광색이 적색이고, 제 2 EL층의 발광색이 녹색이고, 제 3 EL층의 발광색이 청색인 경우, 발광 소자 전체로서는 백색 발광을 얻을

수 있다.

- [0190] 또한, 본 실시형태에 나타내는 구성은 다른 실시형태에 나타낸 구성과 적절히 조합하여 이용할 수 있다.
- [0191] (실시형태 4)
- [0192] 본 실시형태에서는 인광성 화합물과, 본 발명의 일 양태인 유기 화합물을 발광층에 포함하는 발광 소자를 이용한 발광 장치에 대하여, 도 4를 이용하여 설명한다.
- [0193] 본 실시형태에 나타내는 발광 장치는 한쌍의 전극 사이에서의 광의 공진 효과를 이용한 미소 광공진기(마이크로 캐비티) 구조를 가지고 있고, 도 4에 나타내는 바와 같이 한쌍의 전극(반사 전극(451) 및 반투과·반반사 전극(452)) 사이에 적어도 EL층(455)을 가지는 구조인 발광 소자를 복수 가지고 있다. 또한, EL층(455)은 적어도 발광 영역이 되는 제 1 발광층(454R), 제 2 발광층(454G), 및 제 3 발광층(454B)을 가지고, 그 외에, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 전하 발생층 등이 포함되어 있어도 좋다. 또한, 제 1 발광층(454R), 제 2 발광층(454G), 및 제 3 발광층(454B)의 적어도 하나의 층에는 인광성 화합물과, 본 발명의 일 양태인 유기 화합물이 포함되어 있다.
- [0194] 본 실시형태에서는 도 4에 나타내는 바와 같이 구조가 다른 발광 소자(제 1 발광 소자(450R), 제 2 발광 소자(450G), 제 3 발광 소자(450B))를 가진 발광 장치에 대하여 설명한다.
- [0195] 제 1 발광 소자(450R)는 반사 전극(451) 위에 제 1 투명 도전층(453a)과, EL층(455)과, 반투과·반반사 전극(452)이 순차 적층된 구조를 가진다. 또한, 제 2 발광 소자(450G)는 반사 전극(451) 위에 제 2 투명 도전층(453b)과, EL층(455)과, 반투과·반반사 전극(452)이 순차 적층된 구조를 가진다. 또한, 제 3 발광 소자(450B)는 반사 전극(451) 위에 EL층(455)과, 반투과·반반사 전극(452)이 순차 적층된 구조를 가진다.
- [0196] 또한, 상기 발광 소자(제 1 발광 소자(450R), 제 2 발광 소자(450G), 및 제 3 발광 소자(450B))에 있어서, 반사 전극(451), EL층(455), 반투과·반반사 전극(452)은 공통이다.
- [0197] 또한, EL층(455)은 제 1 발광층(454R)과, 제 2 발광층(454G)과, 제 3 발광층(454B)을 포함한 구조이다. 또한, 제 1 발광층(454R)은 600 nm 이상 760 nm 이하의 파장 영역에 피크를 가지는 광(λ_R)을 발광하고, 제 2 발광층(454G)은 500 nm 이상 550 nm 이하의 파장 영역에 피크를 가지는 광(λ_G)을 발광하고, 제 3 발광층(454B)은 420 nm 이상 480 nm 이하의 파장 영역에 피크를 가지는 광(λ_B)을 발광한다. 이것에 의해, 어느 발광 소자(제 1 발광 소자(450R), 제 2 발광 소자(450G), 제 3 발광 소자(450B))에서도, 제 1 발광층(454R), 제 2 발광층(454G), 및 제 3 발광층(454B)으로부터의 발광이 중첩된, 즉 가시광 영역에 걸친 브로드한 광을 발광시킬 수 있다. 또한, 상기로부터, 파장의 길이는 $\lambda_B < \lambda_G < \lambda_R$ 이 되는 관계인 것으로 한다.
- [0198] 본 실시형태에 나타내는 각 발광 소자는, 각각 반사 전극(451)과 반투과·반반사 전극(452)과의 사이에 EL층(455)을 끼워 이루어지는 구조를 가지고 있고, EL층(455)에 포함되는 각 발광층으로부터 모든 방향으로 사출되는 발광은 미소 광공진기(마이크로 캐비티)로서의 기능을 가지는 반사 전극(451)과 반투과·반반사 전극(452)에 의해 공진된다. 또한, 반사 전극(451)은 반사성을 가지는 도전성 재료로 형성되고, 또한 그 막에 대한 가시광의 반사율이 40%~100%, 바람직하게는 70%~100%이고, 또한 그 저항율이 $1 \times 10^{-2} \Omega\text{cm}$ 이하의 막인 것으로 한다. 또한, 반투과·반반사 전극(452)은 반사성을 가지는 도전성 재료와 광투과성을 가지는 도전성 재료에 의해 형성되고, 그 막에 대한 가시광의 반사율이 20%~80%, 바람직하게는 40%~70%이고, 또한 그 저항율이 $1 \times 10^{-2} \Omega\text{cm}$ 이하의 막인 것으로 한다.
- [0199] 또한, 본 실시형태에서는 각 발광 소자에서, 제 1 발광 소자(450R)와 제 2 발광 소자(450G)에 각각 형성된 투명 도전층(제 1 투명 도전층(453a), 제 2 투명 도전층(453b))의 두께를 바꿈으로써, 발광 소자마다 반사 전극(451)과 반투과·반반사 전극(452)의 사이의 광학적 거리를 바꾸고 있다. 즉, 각 발광 소자의 각 발광층으로부터 발광하는 브로드한 광은 반사 전극(451)과 반투과·반반사 전극(452)과의 사이에서, 공진하는 파장의 광을 강화하고, 공진하지 않는 파장의 광을 감쇠시킬 수 있기 때문에, 소자마다 반사 전극(451)과 반투과·반반사 전극(452)의 사이의 광학적 거리를 바꿈으로써, 다른 파장의 광을 취출할 수 있다.
- [0200] 또한, 광학적 거리(광로 길이이라고도 함)는 실제 거리에 굴절율을 곱한 것이고, 본 실시형태에서는 실제 막 두께에 n (굴절율)을 곱한 것을 나타낸다. 즉, 「광학적 거리 = 실제막 두께 $\times n$ 」이다.

- [0201] 또한, 제 1 발광 소자(450R)에서는 반사 전극(451)으로부터 반투과·반반사 전극(452)까지의 광학적 거리를 $m\lambda_R/2$ (단, m 은 1 이상의 자연수), 제 2 발광 소자(450G)에서는 반사 전극(451)으로부터 반투과·반반사 전극(452)까지의 광학적 거리를 $m\lambda_G/2$ (단, m 은 1 이상의 자연수), 제 3 발광 소자(450B)에서는 반사 전극(451)으로부터 반투과·반반사 전극(452)까지의 광학적 거리를 $m\lambda_B/2$ (단, m 은 1 이상의 자연수)로 하고 있다.
- [0202] 이상으로부터, 제 1 발광 소자(450R)로부터는 주로 EL층(455)에 포함되는 제 1 발광층(454R)에서 발광한 광(λ_R)이 추출되고, 제 2 발광 소자(450G)로부터는 주로 EL층(455)에 포함되는 제 2 발광층(454G)에서 발광한 광(λ_G)이 추출되고, 제 3 발광 소자(450B)로부터는 주로 EL층(455)에 포함되는 제 3 발광층(454B)에서 발광한 광(λ_B)이 추출된다. 또한, 각 발광 소자로부터 추출되는 광은 반투과·반반사 전극(452)측으로부터 각각 사출된다.
- [0203] 또한, 상기 구성에 있어서, 반사 전극(451)으로부터 반투과·반반사 전극(452)까지의 광학적 거리는 엄밀하게는 반사 전극(451)에서의 반사 영역으로부터 반투과·반반사 전극(452)에서의 반사 영역까지의 거리이다. 그러나, 반사 전극(451)이나 반투과·반반사 전극(452)에서의 반사 영역의 위치를 엄밀하게 결정하는 것은 곤란하기 때문에, 반사 전극(451)과 반투과·반반사 전극(452)의 임의의 위치를 반사 영역이라고 가정함으로써 충분히 상술한 효과를 얻을 수 있는 것으로 한다.
- [0204] 다음에, 제 1 발광 소자(450R)에 있어서, 제 1 발광층(454R)로부터의 발광 중, 반사 전극(451)에 의해 반사되어 돌아온 광(제 1 반사광)은 제 1 발광층(454R)으로부터 반투과·반반사 전극(452)에 직접 입사하는 광(제 1 입사광)과 간섭을 일으키기 때문에, 반사 전극(451)과 제 1 발광층(454R)의 광학적 거리를 $(2n_R-1)\lambda_R/4$ (단, n_R 은 1 이상의 자연수)로 조절한다. 광학적 거리를 조절함으로써, 제 1 반사광과 제 1 입사광과의 위상을 합하여, 제 1 발광층(454R)으로부터의 발광을 증폭시킬 수 있다.
- [0205] 또한, 반사 전극(451)과 제 1 발광층(454R)과의 광학적 거리는 엄밀하게는 반사 전극(451)에서의 반사 영역과 제 1 발광층(454R)에서의 발광 영역과의 광학적 거리라고 할 수 있다. 그러나, 반사 전극(451)에서의 반사 영역이나 제 1 발광층(454R)에서의 발광 영역의 위치를 엄밀하게 결정하는 것은 곤란하기 때문에, 반사 전극(451)과 제 1 발광층(454R)의 임의의 위치를 각각 반사 영역, 발광 영역이라고 가정함으로써 충분히 상술한 효과를 얻을 수 있는 것으로 한다.
- [0206] 다음에, 제 2 발광 소자(450G)에 있어서, 제 2 발광층(454G)으로부터의 발광 중, 반사 전극(451)에 의해 반사되어 돌아온 광(제 2 반사광)은 제 2 발광층(454G)으로부터 반투과·반반사 전극(452)에 직접 입사하는 광(제 2 입사광)과 간섭을 일으키기 때문에, 반사 전극(451)과 제 2 발광층(454G)의 광학적 거리를 $(2n_G-1)\lambda_G/4$ (단, n_G 는 1 이상의 자연수)로 조절한다. 광학적 거리를 조절함으로써, 제 2 반사광과 제 2 입사광과의 위상을 합하여, 제 2 발광층(454G)으로부터의 발광을 증폭시킬 수 있다.
- [0207] 또한, 반사 전극(451)과 제 2 발광층(454G)과의 광학적 거리는 엄밀하게는 반사 전극(451)에서의 반사 영역과 제 2 발광층(454G)에서의 발광 영역과의 광학적 거리라고 할 수 있다. 그러나, 반사 전극(451)에서의 반사 영역이나 제 2 발광층(454G)에서의 발광 영역의 위치를 엄밀하게 결정하는 것은 곤란하기 때문에, 반사 전극(451)과 제 2 발광층(454G)의 임의의 위치를, 각각 반사 영역, 발광 영역이라고 가정함으로써 충분히 상술한 효과를 얻을 수 있는 것으로 한다.
- [0208] 다음에, 제 3 발광 소자(450B)에 있어서, 제 3 발광층(454B)으로부터의 발광 중, 반사 전극(451)에 의해 반사되어 돌아온 광(제 3 반사광)은 제 3 발광층(454B)으로부터 반투과·반반사 전극(452)에 직접 입사하는 광(제 3 입사광)과 간섭을 일으키기 때문에, 반사 전극(451)과 제 3 발광층(454B)의 광학적 거리를 $(2n_B-1)\lambda_B/4$ (단, n_B 는 1 이상의 자연수)로 조절한다. 광학적 거리를 조절함으로써, 제 3 반사광과 제 3 입사광과의 위상을 합하여, 제 3 발광층(454B)으로부터의 발광을 증폭시킬 수 있다.
- [0209] 또한, 반사 전극(451)과 제 3 발광층(454B)과의 광학적 거리는 엄밀하게는 반사 전극(451)에서의 반사 영역과 제 3 발광층(454B)에서의 발광 영역과의 광학적 거리라고 할 수 있다. 그러나, 반사 전극(451)에서의 반사 영역이나 제 3 발광층(454B)에서의 발광 영역의 위치를 엄밀하게 결정하는 것은 곤란하기 때문에, 반사 전극(451)과 제 3 발광층(454B)의 임의의 위치를, 각각 반사 영역, 발광 영역이라고 가정함으로써 충분히 상술한 효과를 얻을 수 있는 것이다.
- [0210] 또한, 상기 구성에 있어서, 어느 발광 소자도 EL층에 복수의 발광층을 가지는 구조를 가지고 있지만, 본 발명은

이것에 한정되는 것은 아니고, 예를 들면, 실시형태 3에 설명한 텐덤형(적층형) 발광 소자의 구성과 조합하여, 하나의 발광 소자에 전하 발생층을 끼우고 복수의 E층을 형성하고, 각각의 E층에 단수 또는 복수의 발광층을 형성하는 구성으로 해도 좋다.

[0211] 본 실시형태에 나타낸 발광 장치는 마이크로 캐비티 구조를 가지고 있고, 같은 E층을 가지고 있어도 발광 소자마다 다른 파장의 광을 추출할 수 있기 때문에 RGB로 나누어 도포할 필요가 없어진다. 따라서, 고정세화를 실현하는 것이 용이하다는 등의 이유로부터 풀컬러화를 실현하는 데 있어 유리하다. 또한, 특정 파장의 정면 방향의 발광 강도를 강화시키는 것이 가능하게 되기 때문에, 저소비 전력화를 도모할 수 있다. 이 구성은 3색 이상의 화소를 이용한 컬러 디스플레이(화상 표시 장치)에 적용하는 경우에, 특히 유용하지만, 조명 등의 용도에 이용해도 좋다.

[0212] 또한, 본 실시형태에 나타내는 구성은 다른 실시형태에 나타내는 구성과 적절히 조합하여 이용할 수 있는 것으로 한다.

[0213] (실시형태 5)

[0214] 본 실시형태에서는 인광성 화합물과, 본 발명의 일 양태인 유기 화합물을 가진 발광 소자를 가지는 발광 장치에 대하여 도 5를 이용하여 설명한다.

[0215] 또한, 본 발명의 일 양태인 발광 소자를 이용한 발광 장치는 패시브 매트릭스형의 발광 장치이어도 액티브 매트릭스형의 발광 장치이어도 좋다. 또한, 본 실시형태에 나타내는 발광 장치에는 다른 실시형태에서 설명한 발광 소자를 적용하는 것이 가능하다.

[0216] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 양태인 발광 소자를 이용한 발광 장치로서, 액티브 매트릭스형의 발광 장치에 대하여 도 5를 이용하여 설명한다.

[0217] 또한, 도 5(A)는 발광 장치를 나타내는 상면도이고, 도 5(B)는 도 5(A)에 나타내는 A-A'로 절단한 단면도에 상당한다. 본 실시형태에 관한 액티브 매트릭스형의 발광 장치는 소자 기관(501) 위에 형성된 화소부(502)와, 구동 회로부(소스선 구동 회로)(503)와, 구동 회로부(게이트선 구동 회로)(504)를 가진다. 화소부(502), 구동 회로부(503), 및 구동 회로부(504)는 시일재(505)에 의해, 소자 기관(501)과 봉지 기관(506) 사이에 봉지되어 있다.

[0218] 또한, 소자 기관(501) 위에는 구동 회로부(503), 및 구동 회로부(504)에 외부로부터의 신호(예를 들면, 비디오 신호, 클럭 신호, 스타트 신호, 또는 리셋 신호 등)이나 전위를 전달하는 외부 입력 단자를 접속하기 위한 리드 배선(507)이 형성된다. 여기서는 외부 입력 단자로서 FPC(508)를 제공하는 예를 나타내고 있다. 또한, 여기서는 FPC(508)밖에 도시되어 있지 않지만, 이 FPC(508)에는 프린트 배선 기관(PWB)이 부착되어 있어도 좋다. 본 명세서에서의 발광 장치에는 발광 장치 본체뿐만 아니라, 그것에 FPC 혹은 PWB가 부착된 상태도 포함하는 것으로 한다.

[0219] 다음에, 단면 구조에 대하여 도 5(B)를 이용하여 설명한다. 소자 기관(501) 위에는 구동 회로부 및 화소부가 형성되어 있지만, 여기서는 소스선 구동 회로인 구동 회로부(503)와, 화소부(502)가 도시되어 있다.

[0220] 구동 회로부(503)는 n 채널형 TFT(509)와 p 채널형 TFT(510)를 조합시킨 CMOS 회로가 형성되는 예를 나타낸다. 또한, 구동 회로부를 형성하는 회로는 다양한 CMOS 회로, PMOS 회로 혹은 NMOS 회로에서 형성해도 좋다. 또한, 본 실시형태에서는 기관 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형을 나타내지만, 반드시 그럴 필요는 없고, 기관 위가 아니라 외부에 구동 회로를 형성할 수도 있다.

[0221] 또한, 화소부(502)는 스위칭용 TFT(511)와, 전류 제어용 TFT(512)와 전류 제어용 TFT(512)의 배선(소스 전극 또는 드레인 전극)에 전기적으로 접속된 제 1 전극(513)을 포함하는 복수의 화소에 의해 형성된다. 또한, 제 1 전극(513)의 단부를 덮어 절연물(514)이 형성되어 있다. 여기서는 포지티브형의 감광성 아크릴 수지를 이용함으로써 형성한다. 또한, 본 실시형태에서는 제 1 전극(513)을 양극으로서 이용하고, 제 2 전극(516)을 음극으로서 이용한다.

[0222] 또한, 상층에 적층 형성되는 막의 피복성을 양호한 것으로 하기 위해, 절연물(514)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 가지는 곡면이 형성되도록 하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 절연물(514)의 재료로서 포지티브형의 감광성 아크릴 수지를 이용한 경우, 절연물(514)의 상단부에 곡률 반경(0.2 μm~3 μm)을 가지는 곡면을 가지게 하

는 것이 바람직하다. 또한, 절연물(514)로서, 네가티브형의 감광성 수지, 또는 포지티브형의 감광성 수지 중 어느 것도 사용할 수 있고, 유기 화합물에 한정되지 않고 무기 화합물, 예를 들면, 산화 실리콘, 산화 질화 실리콘 등의 양자를 사용할 수 있다.

[0223] 제 1 전극(513) 위에는 EL층(515) 및 제 2 전극(516)이 적층 형성되어 있다. EL층(515)은 적어도 발광층이 형성되어 있고, 발광층에는 인광성 화합물과, 본 발명의 일 양태인 유기 화합물이 포함되어 있다. 또한, EL층(515)에는 발광층 외에 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 전하 발생층 등을 적절히 형성할 수 있다.

[0224] 또한, 제 1 전극(513), EL층(515) 및 제 2 전극(516)과의 적층 구조에서, 발광 소자(517)가 형성되어 있다. 제 1 전극(513), EL층(515) 및 제 2 전극(516)이 이용하는 재료로서는 실시형태 1에 나타내는 재료를 이용할 수 있다. 또한, 여기서는 도시하지 않았지만, 제 2 전극(516)은 외부 입력 단자인 FPC(508)에 전기적으로 접속되어 있다.

[0225] 또한, 도 5(B)에 나타내는 단면도에서는 발광 소자(517)를 하나만 도시하고 있지만, 화소부(502)에서, 복수의 발광 소자가 매트릭스 형상으로 배치되어 있는 것으로 한다. 화소부(502)에는 3종류(R, G, B)의 발광이 얻어지는 발광 소자를 각각 선택적으로 형성하고, 풀컬러 표시 가능한 발광 장치를 형성할 수 있다. 또한, 컬러 필터와 조합시킴으로써 풀컬러 표시 가능한 발광 장치로 해도 좋다.

[0226] 또한, 시일재(505)로 봉지 기관(506)을 소자 기관(501)과 부착시킴으로써, 소자 기관(501), 봉지 기관(506), 및 시일재(505)로 둘러싸인 공간(518)에 발광 소자(517)가 구비된 구조로 되어 있다. 또한, 공간(518)에는 불활성 기체(질소나 아르곤 등)가 충전되는 경우 외에, 시일재(505)로 충전되는 구성도 포함하는 것으로 한다.

[0227] 또한, 시일재(505)에는 에폭시계 수지를 이용하는 것이 바람직하다. 또한, 이들 재료는 가능한 한 수분이나 산소를 투과하지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한, 봉지 기관(506)에 이용하는 재료로서 유리 기관이나 석영 기관 외에, FRP(Fiberglass-Reinforced Plastics), PVF(폴리비닐 플로라이드), 폴리에스테르 또는 아크릴 등으로 이루어지는 플라스틱 기관을 이용할 수 있다.

[0228] 이상과 같이 하여, 액티브 매트릭스형의 인광 발광에 기초한 발광 장치를 얻을 수 있다.

[0229] 또한, 본 실시형태에 나타내는 구성은 다른 실시형태에 나타낸 구성을 적절히 조합하여 이용할 수 있다.

[0230] (실시형태 6)

[0231] 본 실시형태에서는 상기 실시형태에 나타내는 본 발명의 일 양태의 발광 장치를 그 일부에 포함하는 전자 기기에 대하여 설명한다. 전자 기기로서는, 비디오 카메라, 디지털 카메라 등의 카메라, 고글형 디스플레이, 네비게이션 시스템, 음향 재생 장치(카오디오, 오디오 콤포넌트 등), 컴퓨터, 게임기기, 휴대 정보 단말(모바일 컴퓨터, 휴대전화, 스마트폰, 휴대형 게임기, 전자 서적, 또는 태블릿형 단말 등), 기록매체를 구비한 화상 재생 장치(구체적으로는 Digital Versatile Disc(DVD) 등의 기록매체를 재생하고, 그 화상을 표시할 수 있는 표시 장치를 구비한 장치) 등을 들 수 있다. 이들 전자 기기의 구체예에 대하여, 도 6, 및 도 7을 이용하여 설명한다.

[0232] 도 6(A)은 본 발명의 일 양태에 관한 텔레비전 장치이고, 케이스(611), 지지대(612), 표시부(613), 스피커부(614), 비디오 입력 단자(615) 등을 포함한다. 이 텔레비전 장치에 있어서, 표시부(613)에는 본 발명의 일 양태의 발광 장치를 적용할 수 있다. 본 발명의 일 양태의 발광 장치는 저구동 전압에서 높은 전류 효율이 얻어지기 때문에, 본 발명의 일 양태의 발광 장치를 적용함으로써, 소비 전력이 저감된 텔레비전 장치를 얻을 수 있다.

[0233] 도 6(B)은 본 발명의 일 양태에 관한 컴퓨터이고, 본체(621), 케이스(622), 표시부(623), 키보드(624), 외부 접속 포트(625), 포인팅 디바이스(626) 등을 포함한다. 이 컴퓨터에 있어서, 표시부(623)에는 본 발명의 일 양태의 발광 장치를 적용할 수 있다. 본 발명의 일 양태의 발광 장치는 저구동 전압에서 높은 전류 효율이 얻어지기 때문에, 본 발명의 일 양태의 발광 장치를 적용함으로써, 소비 전력이 저감된 컴퓨터를 얻을 수 있다.

[0234] 도 6(C)는 본 발명의 일 양태에 관한 휴대전화이고, 본체(631), 케이스(632), 표시부(633), 음성 입력부(634), 음성 출력부(635), 조작키(636), 외부 접속 포트(637), 안테나(638) 등을 포함한다. 이 휴대전화에 있어서, 표시부(633)에는 본 발명의 일 양태의 발광 장치를 적용할 수 있다. 본 발명의 일 양태의 발광 장치는 저구동 전

압에서 높은 전류 효율이 얻어지기 때문에, 본 발명의 일 양태의 발광 장치를 적용함으로써, 소비 전력이 저감된 휴대전화를 얻을 수 있다.

- [0235] 도 6(D)는 본 발명의 일 양태에 관한 카메라이고, 본체(641), 표시부(642), 케이스(643), 외부 접속 포트(644), 리모콘 수신부(645), 수상부(646), 배터리(647), 음성 입력부(648), 조작용(649), 접안부(650) 등을 포함한다. 이 카메라에서, 표시부(642)에는 본 발명의 일 양태의 발광 장치를 적용할 수 있다. 본 발명의 일 양태의 발광 장치는 저구동 전압에서 높은 전류 효율이 얻어지기 때문에, 본 발명의 일 양태의 발광 장치를 적용함으로써, 소비 전력이 저감된 카메라를 얻을 수 있다.
- [0236] 도 7은 본 발명의 일 양태에 관한 태블릿형 단말의 일례이고, 도 7(A-1), 도 7(A-2), 및 도 7(A-3)은 태블릿 PC(5000)를 나타내고, 도 7(B)은 태블릿 PC(6000)를 나타낸다.
- [0237] 도 7(A-1), 도 7(A-2), 및 도 7(A-3)에 나타내는 태블릿 PC(5000)에 있어서, 도 7(A-1)은 정면도를, 도 7(A-2)은 측면도를, 도 7(A-3)은 배면도를 각각 나타낸다. 또한, 도 7(B)에 나타내는 태블릿 PC(6000)에서는 정면도를 나타내고 있다.
- [0238] 태블릿 PC(5000)는 하우징(5001), 표시부(5003), 전원 버튼(5005), 전면 카메라(5007), 배면 카메라(5009), 제 1 외부 접속 단자(5011), 및 제 2 외부 접속 단자(5013) 등에 의해 구성되어 있다.
- [0239] 또한, 표시부(5003)는 하우징(5001)에 조립되어 있고, 터치 패널로서도 이용할 수 있다. 예를 들면, 표시부(5003) 위에 아이콘(5015) 등을 표시시켜, 메일이나, 스케줄 관리와 같은 작업을 행할 수 있다. 또한, 하우징(5001)에는 정면측에 전면 카메라(5007)가 조립되어 있고, 사용자측의 영상을 촬영할 수 있다. 또한, 하우징(5001)에는 배면측에 배면 카메라(5009)가 조립되어 있고, 사용자와 반대측의 영상을 촬영할 수 있다. 또한, 하우징(5001)에는 제 1 외부 접속 단자(5011), 및 제 2 외부 접속 단자(5013)를 구비하고 있고, 예를 들면, 제 1 외부 접속 단자(5011)에 의해, 이어폰 등에 음성을 출력하고, 제 2 외부 접속 단자(5013)에 의해, 데이터의 이동 등을 행할 수 있다.
- [0240] 다음에, 도 7(B)에 나타내는 태블릿 PC(6000)는 제 1 하우징(6001), 제 2 하우징(6003), 힌지부(6005), 제 1 표시부(6007), 제 2 표시부(6009), 전원 버튼(6011), 제 1 카메라(6013), 제 2 카메라(6015) 등에 의해 구성되어 있다.
- [0241] 또한, 제 1 표시부(6007)는 제 1 하우징(6001)에 조립되어 있고, 제 2 표시부(6009)는 제 2 하우징(6003)에 조립되어 있다. 제 1 표시부(6007), 및 제 2 표시부(6009)는 예를 들면, 제 1 표시부(6007)를 표시용 패널로서 사용하고, 제 2 표시부(6009)를 터치 패널로 한다. 제 1 표시부(6007)에 표시된 텍스트 아이콘(6017)을 확인하고, 제 2 표시부(6009)에 표시시킨 아이콘(6019), 또는 키보드(6021)(제 2 표시부(6009)에 표시된 키보드 화상)를 이용하여, 화상의 선택, 또는 문자의 입력 등을 행할 수 있다. 물론, 제 1 표시부(6007)가 터치 패널이고, 제 2 표시부(6009)가 표시용 패널과 같은 구성이나, 제 1 표시부(6007), 및 제 2 표시부(6009) 모두 터치 패널과 같은 구성으로 해도 좋다.
- [0242] 또한, 제 1 하우징(6001)과 제 2 하우징(6003)은 힌지부(6005)에 의해 접속되어 있고, 제 1 하우징(6001)과 제 2 하우징(6003)을 개폐할 수 있다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 태블릿 PC(6000)를 들고 운반할 때에, 제 1 하우징(6001)에 조립된 제 1 표시부(6007)와, 제 2 하우징(6003)에 조립된 제 2 표시부(6009)를 함함으로써, 제 1 표시부(6007), 및 제 2 표시부(6009)의 표면(예를 들면, 플라스틱 기판 등)을 보호할 수 있으므로 적합하다.
- [0243] 또한, 제 1 하우징(6001)과 제 2 하우징(6003)은 힌지부(6005)에 의해, 분리할 수 있는 구성으로 해도 좋다(소위 컨버터블형). 이와 같은 구성으로 함으로써, 예를 들면, 제 1 하우징(6001)을 종으로 놓고, 제 2 하우징(6003)을 횡으로 놓고 사용하는 것과 같이, 사용 범위가 넓어지므로 적합하다.
- [0244] 또한, 제 1 카메라(6013), 및 제 2 카메라(6015)에 의해, 3D 화상의 촬영을 행할 수도 있다.
- [0245] 또한, 태블릿 PC(5000), 및 태블릿 PC(6000)는 무선으로 정보를 송수신할 수 있는 구성으로 해도 좋다. 예를 들면, 무선에 의해, 인터넷 등에 접속하고, 소망의 정보를 구입하여 다운로드하는 구성하는 것도 가능하다.
- [0246] 또한, 태블릿 PC(5000), 및 태블릿 PC(6000)은 다양한 정보(정지 화상, 동영상, 텍스트 화상 등)를 표시하는 기능, 캘린더, 날짜 또는 시각 등을 표시부에 표시하는 기능, 표시부에 표시한 정보를 터치 입력 조작 또는 편집하는 터치 입력 기능, 다양한 소프트웨어(프로그램)에 의해 처리를 제어하는 기능, 등을 가질 수 있다. 또한, 외광의 광량에 따라 표시의 휘도를 최적으로 할 수 있는 광 센서나, 자이로스코프, 가속도 센서의 기술기를 겸

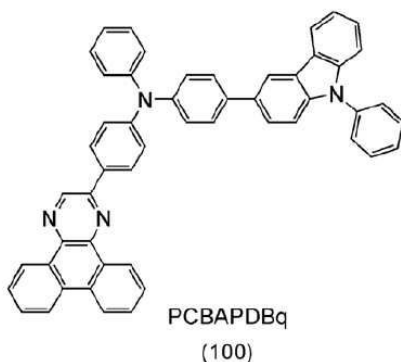
출하는 센서 등과 같은 검출 장치를 내장되어 있어도 좋다.

- [0247] 태블릿 PC(5000)의 표시부(5003), 및 태블릿 PC(6000)의 제 1 표시부(6007), 또는/및 제 2 표시부(6009)에 있어서, 본 발명의 일 양태의 발광 장치를 적용할 수 있다. 본 발명의 일 양태의 발광 장치는 저구동 전압으로 높은 전류 효율이 얻어지기 때문에, 본 발명의 일 양태의 발광 장치를 적용함으로써, 소비 전력이 저감된 태블릿형 단말을 얻을 수 있다.
- [0248] 이상과 같이, 본 발명의 일 양태의 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓고, 이 발광 장치를 모든 분야의 전자 기기에 적용하는 것이 가능하다. 본 발명의 일 양태의 발광 장치를 이용되기 때문에, 소비 전력이 저감된 전자 기기를 얻을 수 있다.
- [0249] 또한, 본 발명의 일 양태의 발광 장치는 조명 장치로서 이용하는 것도 가능하다. 조명 장치의 구체예에 대하여, 도 8을 이용하여 설명한다.
- [0250] 도 8(A)은 본 발명의 일 양태의 발광 장치를 백라이트로서 이용한 액정 표시 장치의 일례이다. 도 8(A)에 나타낸 액정 표시 장치는 케이스(701), 액정층(702), 백라이트(703), 케이스(704)를 가지고, 액정층(702)은 드라이버 IC(705)와 접속되어 있다. 또한, 백라이트(703)는 본 발명의 일 양태의 발광 장치가 이용되고 있고, 단자(706)에 의해, 전류가 공급되고 있다. 이와 같이 본 발명의 일 양태의 발광 장치를 액정 표시 장치의 백라이트로서 이용되기 때문에, 저소비 전력의 백라이트가 얻어진다. 또한, 본 발명의 일 양태의 발광 장치는 면 발광의 조명 장치이고 대면적화도 가능하기 때문에, 백라이트의 대면적화도 가능하다. 따라서, 저소비 전력이고, 대면적화된 액정 표시 장치를 얻을 수 있다.
- [0251] 도 8(B)은 본 발명의 일 양태의 발광 장치를, 조명 장치인 전기 스탠드로서 이용한 예이다. 도 8(B)에 나타내는 전기 스탠드는 케이스(801)와, 광원(802)을 가지고, 광원(802)으로서, 본 발명의 일 양태의 발광 장치가 이용되고 있다. 저구동 전압에서 높은 전류 효율이 얻어지기 때문에, 본 발명의 일 양태의 발광 장치를 적용함으로써, 저소비 전력의 전기 스탠드를 얻을 수 있게 된다.
- [0252] 도 8(C)은 본 발명의 일 양태의 발광 장치를, 실내의 조명 장치(901)로서 이용한 예이다. 본 발명의 일 양태의 발광 장치는 대면적화도 가능하기 때문에, 대면적의 조명 장치로서 이용할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 양태의 발광 장치는 저구동 전압에서 높은 전류 효율이 얻어지기 때문에, 본 발명의 일 양태의 발광 장치를 적용함으로써, 저소비 전력의 조명 장치를 얻을 수 있게 된다. 이와 같이, 본 발명의 일 양태의 발광 장치를, 실내의 조명 장치(901)로서 이용한 방에, 도 6(A)에 설명한 바와 같은 본 발명의 일 양태의 텔레비전 장치(902)를 설치하여 공연 방송이나 영화를 감상할 수 있다.
- [0253] 또한, 본 실시형태는 다른 실시형태와 적절히 조합시킬 수 있다.

[0254] [실시예 1]

[0255] 본 실시예에서는 본 발명의 일 양태인 유기 화합물로서, 실시형태 1의 구조식 (100)으로 나타내어지는 4-(디벤조[f,h]퀴놀살린-2-일)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭 : PCBADBq)의 합성 방법에 대하여 설명한다.

[0256] [PCBADBq]

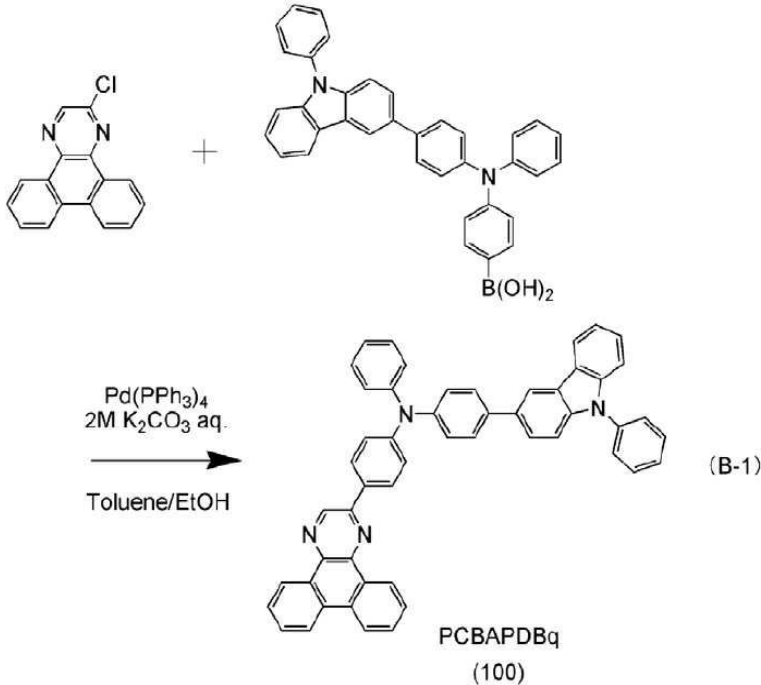


[0257]

[0258] <<4-(디벤조[f,h]퀴놀살린-2-일)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭 : PCBADBq)의 합성 >>

[0259] 4-(디벤조[f,h]퀴놀살린-2-일)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭 : PCBADBq)의 합성 스킴을 (B-1)에 나타낸다.

[0260] [합성 스킴 (B-1)]



[0261]

[0262] 50mL의 3구 플라스크에, 2-클로로디벤조[f,h]퀴놀살린 0.23 g(0.87 mmol), 4-{N-[4-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)페닐]-N-페닐아미노}페닐붕소산 0.50 g(0.94 mmol), 톨루엔 5 mL, 에탄올 1mL, 2M의 탄산 칼륨 수용액 1.5 mL를 더했다. 이 혼합물을, 감압 하에서 교반함으로써 탈기하고, 플라스크 내를 질소 치환했다. 이 혼합물에, 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0) 20 mg(17 μmol)을 더했다. 이 혼합물을 질소 기류 하, 80℃에서 20시간 교반했다. 소정 시간 경과 후, 이 혼합물에 물과 톨루엔을 더하고, 얻어진 수층을 톨루엔으로 추출했다. 얻어진 추출 용액과 유기층을 합하여, 포화 탄산 수소 나트륨 수용액과 포화 식염수로 세정하고, 유기층을 황산 마그네슘으로 건조했다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하여, 여과액을 농축하여 고체를 얻었다. 얻어진 고체를 실리카겔 칼럼 크로마토그래피(톨루엔 : 헥산 = 1 : 1)에 의해 정제하고, 또한, 톨루엔/메탄올에 의해 재결정한 결과, 목적물인 황색 분말을 수량 0.53 g, 수율 85%로 얻었다.

[0263] 얻어진 4-(디벤조[f,h]퀴놀살린-2-일)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민의 분말 0.52 g을 트레인 서블리메이션법에 의해 승화 정제했다. 승화 정제는 압력 4.2 Pa, 아르곤 유량 5.0 mL/min의 조건에서, 4-(디벤조[f,h]퀴놀살린-2-일)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민을 320℃에서 가열하여 행하였다. 승화 정제 후 4-(디벤조[f,h]퀴놀살린-2-일)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민의 황색 분말을 0.43 g, 회수율 83%로 얻었다.

[0264] 핵자기 공명법(¹H NMR)에 의해, 이 화합물이 목적물인 4-(디벤조[f,h]퀴놀살린-2-일)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭 : PCBADBq)인 것을 확인했다.

[0265] 얻어진 물질의 ¹H NMR 데이터를 이하에 나타낸다.

[0266] ¹H NMR(CDC₁₃, 300 MHz) : δ = 7.14(t, J = 7.2Hz, 1H), 7.29-7.83(m, 24H), 8.20(d, J = 7.8Hz, 1H), 8.27(d, J = 8.7Hz, 2H), 8.37(s, 1H), 8.66(d, J = 8.1Hz, 2H), 9.20-9.24(m, 1H), 9.36(s, 1H), 9.40(d, J = 7.2Hz, 1H).

[0267] 또한, ¹H NMR 차트를 도 9에 나타낸다. 또한, 도 9(B)는 도 9(A)에서의 7.0 ppm~9.5 ppm의 범위를 확대하여

나타낸 차트이다.

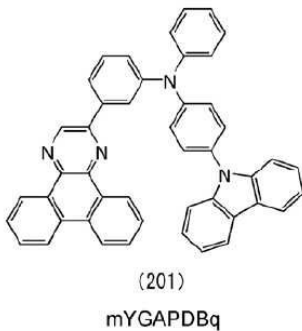
[0268] 또한, PCBADBq(약칭)의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼을 도 10(A)에, 발광 스펙트럼을 도 10(B)에 각각 나타낸다. 또한, PCBADBq(약칭)의 박막의 흡수 스펙트럼을 도 11(A)에, 발광 스펙트럼을 도 11(B)에 각각 나타낸다. 흡수 스펙트럼의 측정에는 자외 가시 분광 광도계(일본 분광 주식회사(JASCO Corporation), V550형)를 이용했다. 용액은 석영 셀에 넣고, 박막은 석영 기판에 증착하여 샘플을 제조하여 측정을 행하였다. 또한, 흡수 스펙트럼에 관하여, 용액에 대해서는 석영 셀에 톨루엔만을 넣어 측정한 흡수 스펙트럼을 뺀 흡수 스펙트럼을 나타내고, 박막에 대해서는 석영 기판의 흡수 스펙트럼을 뺀 흡수 스펙트럼을 나타냈다.

[0269] 또한, 도 10, 및 도 11에 있어서, 횡축은 파장(nm), 종축은 강도(임의 단위)를 나타낸다. 톨루엔 용액의 경우에는 282 nm, 325 nm, 및 416 nm 부근에 흡수 피크가 관찰되고, 발광 파장의 피크는 483 nm 부근이었다. 또한, 박막의 경우에는 254 nm, 333 nm, 및 425 nm 부근에 흡수 피크가 관찰되고, 발광 파장의 피크는 522 nm 부근이었다.

[0270] [실시예 2]

[0271] 본 실시예에서는 본 발명의 일 양태인 유기 화합물로서, 실시형태 1의 구조식 (201)으로 나타내어지는 3-(디벤조[f,h]퀴놀살린-2-일)-4'-(9H-카르바졸-9-일)트리페닐아민(약칭 : mYGAPDBq)의 합성 방법에 대하여 설명한다.

[0272] [mYGAPDBq]

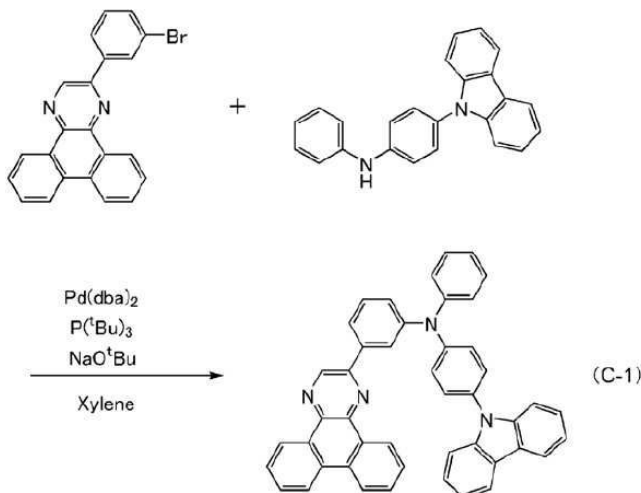


[0273]

[0274] <<3-(디벤조[f,h]퀴놀살린-2-일)-4'-(9H-카르바졸-9-일)트리페닐아민(약칭 : mYGAPDBq)의 합성>>

[0275] 3-(디벤조[f,h]퀴놀살린-2-일)-4'-(9H-카르바졸-9-일)트리페닐아민(약칭 : mYGAPDBq)의 합성 스킴을 (C-1)에 나타낸다.

[0276] [합성 스킴 (C-1)]



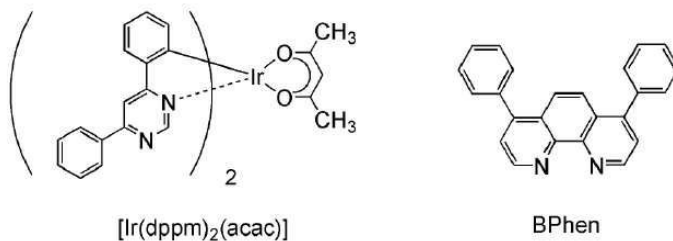
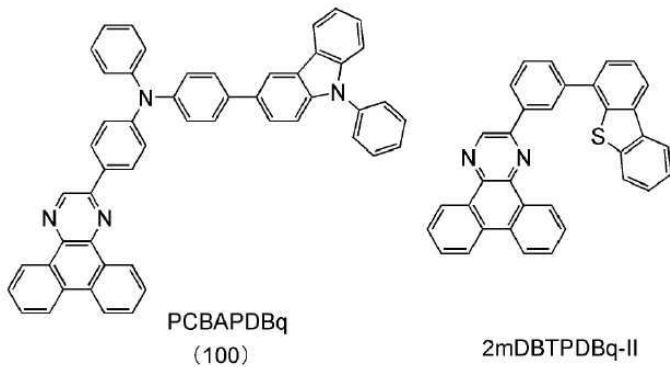
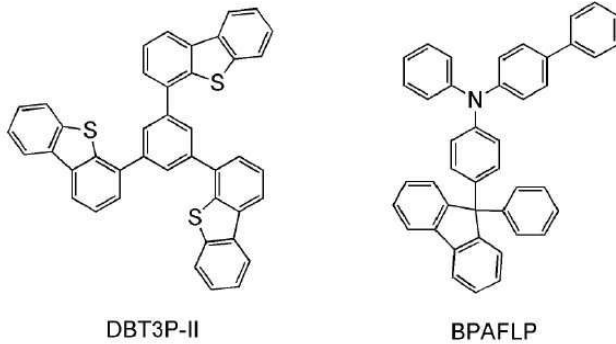
[0277]

- [0278] 200mL의 3구 플라스크에 2-(3-브로모페닐)디벤조[f,h]퀴놀살린 1.1 g(2.9 mmol), 9-[4-(N-페닐아미노)페닐]-9H-카르바졸1.0 g(3.0 mmol), 나트륨 tert 부톡시드 0.60 g(6.2 mmol)를 더했다. 이 플라스크 내를 감압 하에서 질소 치환했다. 이 혼합물에 크실렌 30mL를 더하고, 감압 하에서 교반함으로써 탈기했다. 이 혼합물에, 트리(tert-부틸)포스핀(10wt% 헥산 용액)0.2 mL, 비스(디벤질리덴아세톤)팔라듐(0) 55 mg(96 μmol)을 더했다. 이 혼합물을 질소 기류 하 140℃에서 7시간 환류했다. 소정 시간 경과 후, 얻어진 혼합물에 물을 더하고, 수층을 톨루엔으로 추출했다. 얻어진 추출 용액과 유기층을 합하여, 포화 탄산 수소나트륨 수용액, 포화 식염수로 세정하고, 유기층을 황산 마그네슘에서 건조했다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하여, 여과액을 농축하여 여상물을 얻었다. 얻어진 여상물을 실리카겔 칼럼 크로마토그래피(톨루엔 : 헥산 = 1 : 2로 정제하여 여상물을 얻었다. 얻어진 여상물에 메탄올을 더하고, 초음파를 조사하여, 석출한 고체를 흡인 여과에 의해 회수한 결과, 목적물의 황색 분말을 수량 0.57 g, 수율 30%로 얻었다.
- [0279] 얻어진 2-(3-{N-[4-(9H-카르바졸-9-일)페닐]-N-페닐아미노}페닐)디벤조[f,h]퀴놀살린의 황색 분말 0.55g을 트레인 서블리메이션법에 의해 승화 정제했다. 승화 정제는 압력 3.0 Pa, 아르곤 유량 5.0 mL/min의 조건에서, 2-(3-{N-[4-(9H-카르바졸-9-일)페닐]-N-페닐아미노}페닐)디벤조[f,h]퀴놀살린을 300℃에서 16시간 가열하여 행하였다. 승화 정제 후 2-(3-{N-[4-(9H-카르바졸-9-일)페닐]-N-페닐아미노}페닐)디벤조[f,h]퀴놀살린의 황색 유리상 물질을 0.45 g, 회수율 82%로 얻었다.
- [0280] 핵자기 공명법(¹H NMR)에 의해, 이 화합물이 목적물인 3-(디벤조[f,h]퀴놀살린-2-일)-4'-(9H-카르바졸-9-일)트리페닐아민(약칭 : mYGAPDBq)인 것을 확인했다.
- [0281] 얻어진 물질의 ¹H NMR 데이터를 이하에 나타낸다.
- [0282] ¹H NMR(DMSO-d₆, 300 MHz) : δ = 7.21-7.51(m, 14H), 7.60-7.73(m, 4H), 7.81-7.92(m, 3H), 8.18(d, J = 7.8Hz, 1H), 8.25-8.30(m, 3H), 8.88(d, J = 8.4Hz, 2H), 9.08(d, J = 7.8Hz, 1h), 9.15(d, J = 7.8Hz, 1H), 9.65(s, 1H).
- [0283] 또한, ¹H NMR 차트를 도 26에 나타낸다. 또한, 도 26(B)은 도 26(A)에서의 7.0 ppm~10.0 ppm의 범위를 확대하여 나타낸 차트이다.
- [0284] 또한, mYGAPDBq(약칭)의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼을 도 27(A)에, 발광 스펙트럼을 도 27(B)에 각각 나타낸다. 또한, mYGAPDBq(약칭)의 박막의 흡수 스펙트럼을 도 28(A)에, 발광 스펙트럼을 도 28(B)에 각각 나타낸다. 흡수 스펙트럼의 측정에는 자외 가시 분광 광도계(일본 분광 주식회사제, V550형)를 이용했다. 용액은 석영 셀에 넣고, 박막은 석영 기판에 증착하여 샘플을 제조하여 측정을 행하였다. 또한, 흡수 스펙트럼에 관하여, 용액에 대해서는 석영 셀에 톨루엔만을 넣어 측정한 흡수 스펙트럼을 뺀 흡수 스펙트럼을 나타내고, 박막에 대해서는 석영 기판의 흡수 스펙트럼을 뺀 흡수 스펙트럼을 나타냈다.
- [0285] 또한, 도 27, 및 도 28에 있어서, 횡축은 파장(nm), 종축은 강도(임의 단위)를 나타낸다. 톨루엔 용액의 경우에는 215 nm, 280 nm, 293 nm, 및 372 nm 부근에 흡수 피크가 관찰되고, 발광파장의 피크는 502 nm 부근이었다. 또한, 박막의 경우에는 244 nm, 261 nm, 288 nm, 313 nm, 및 377 nm 부근에 흡수 피크가 관찰되고, 발광파장의 피크는 500 nm 부근이었다.
- [0286] 다음에, 본 실시예에서 얻어진 mYGAPDBq(약칭)를 액체 크로마토그래피 질량 분석(Liquid Chromatography Mass Spectrometry, 약칭 : LC/MS 분석)에 의해 분석했다.
- [0287] LC/MS 분석은 워터스사(Waters Corporation) 제조 Acquity UPLC 및 워터스사 제조 Xevo G2 Tof MS를 이용하여 행하였다.
- [0288] MS 분석에서는 일렉트로스프레이 이온화법(ElectroSpray Ionization, 약칭 : ESI)에 의한 이온화를 행하였다. 이때의 캐필러리 전압은 3.0 kV, 샘플 콘(sample cone) 전압은 30 V로 하고, 검출은 포지티브 모드에서 행하였다. 또한, 이상의 조건으로 이온화된 성분을 충돌실(collison cell) 내에서 아르곤 가스와 충돌시켜 프로덕트 이온으로 해리시켰다. 아르곤을 충돌시킬 때의 에너지(collison energy)는 70 eV로 했다. 또한, 측정하는 질량 범위는 m/z = 100~1200으로 했다.
- [0289] MS 분석한 측정 결과를 도 29에 나타낸다. 도 29의 결과로부터, 본 발명의 일 양태인 mYGAPDBq(약칭)는 주로 m/z = 167 부근, m/z = 243 부근, m/z = 394 부근, m/z = 445 부근, 및 m/z = 472 부근에 프로덕트 이온

의 피크가, $m/z = 639$ 부근에 프리커서 이온에 유래하는 피크가 각각 검출되는 것을 알 수 있었다. 여기서, 부근이란 LC/MS 분석에서, 수소 이온의 존재의 유무나 동위체의 존재로부터 프로덕트 이온이나 프리커서 이온의 수치의 변화를 나타내고, 이 수치의 변화를 허용 범위로 하는 것을 의미하는 것으로 한다. 또한, 도 29에 나타내는 결과는 mYGAPDBq(약칭)에 유래하는 특징적인 결과를 나타내기 때문에, 혼합물 중에 포함되는 mYGAPDBq(약칭)를 동정(同定)하는 데 있어서 중요한 데이터라고 할 수 있다.

[0290] [실시예 3]

[0291] 본 실시예에서는 인광성 화합물과, 실시형태 1, 및 실시예 1에 나타낸 구조식 (100)으로 나타내어지는 유기 화합물을 발광층에 이용한 발광 소자 1에 대하여 평가를 행하였다. 본 실시예에서 이용한 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.



[0292]

[0293] 발광 소자 1에 대하여, 도 12를 이용하여 설명한다. 이하에, 본 실시예의 발광 소자 1의 제작 방법을 나타낸다.

[0294] (발광 소자 1)

[0295] 먼저, 기판(1100) 위에, 실리콘, 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석 화합물(ITO-SiO₂, 이하 ITS0라고 약기함)을 스퍼터링 방법으로 성막하여, 제 1 전극(1101)을 형성했다. 또한, 이용한 타겟의 조성은 In₂O₃

: SnO₂ : SiO₂ = 85 : 10 : 5[중량%]로 했다. 또한, 제 1 전극(1101)의 막 두께는 110 nm로 하고, 전극 면적은 2 mm×2 mm로 했다. 여기서, 제 1 전극(1101)은 발광 소자의 양극으로서 기능하는 전극이다.

[0296] 다음에, 기관(1100) 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서, 기관 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 행하였다.

[0297] 그 후, 10⁻⁴ Pa 정도까지 내부가 저감된 진공 증착 장치에 기관을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서, 170℃에서 30분간의 진공 소성을 행한 후, 기관(1100)을 30분 정도 방랭했다.

[0298] 다음에, 제 1 전극(1101)이 형성된 면이 하방이 되도록, 제 1 전극(1101)이 형성된 기관(1100)을 진공 증착 장치 내에 설치된 기관 홀더에 고정하고, 10⁻⁴ Pa 정도까지 감압한 후, 제 1 전극(1101) 위에, 4,4',4''-(1,3,5-벤젠트리일)트리(디벤조티오펜)(약칭 : DBT3P-II)과 산화 몰리브덴을 공증착함으로써, 정공 주입층(1111)을 형성했다. 그 막 두께는 40 nm로 하고, DBT3P-II(약칭)과 산화 몰리브덴의 비율은 중량비로 4 : 2(= DBT3P-II : 산화 몰리브덴)가 되도록 조절했다. 또한, 공증착법이란, 하나의 처리실 내에서, 복수의 증착원으로부터 동시에 증착을 행하는 증착법이다.

[0299] 다음에, 정공 주입층(1111) 위에, 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트리페닐아민(약칭 : BPAFLP)을 20 nm의 막 두께가 되도록 성막하여, 정공 수송층(1112)을 형성했다.

[0300] 또한, 실시예 1에서 합성한 4-(디벤조[f,h]퀴놀살린-2-일)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭 : PCBADBq)와, (아세틸아세토나토)비스(4,6-디페닐피리미디나토)이리듐(III)(다른 이름 : 비스[2-(6-페닐-4-피리미디닐-κN3)페닐-κC](2,4-퀸탄디오나토-κ²O, O'))이리듐(III)(약칭 : [Ir(dppm)₂(acac)])을 공증착하여, 정공 수송층(1112) 위에 발광층(1113)을 형성했다. 여기서, PCBADBq(약칭), 및 [Ir(dppm)₂(acac)](약칭)의 중량비는 1 : 0.05(= PCBADBq : [Ir(dppm)₂(acac)])가 되도록 조절했다. 또한, 발광층(1113)의 막 두께는 40 nm로 했다.

[0301] 또한, [Ir(dppm)₂(acac)](약칭)는 인광성 화합물이고, 발광층(1113)에서의 게스트 재료(도펀트)이다. 또한, PCBADBq(약칭)은 발광층(1113)에서의 호스트 재료이다.

[0302] 다음에, 발광층(1113) 위에 2-[3-(디벤조티오펜-4-일)페닐]디벤조[f,h]퀴놀살린(약칭 : 2mDBTPDBq-II)을 막 두께 10 nm가 되도록 성막하여, 제 1 전자 수송층(1114a)을 형성했다.

[0303] 다음에, 제 1 전자 수송층(1114a) 위에 바소페난트롤린(약칭 : BPhen)을 막 두께 20 nm가 되도록 성막하여, 제 2 전자 수송층(1114b)을 형성했다.

[0304] 또한, 제 2 전자 수송층(1114b) 위에, 불화 리튬(LiF)을 1 nm의 막 두께로 증착하여, 전자 주입층(1115)을 형성했다.

[0305] 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제 2 전극(1103)으로서, 알루미늄을 200 nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써, 본 실시예의 발광 소자 1을 제조했다.

[0306] 이상에 의해 얻어진 발광 소자 1의 소자 구조를 표 1에 나타낸다.

표 1

	제1전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	제1전자 수송층	제2전자 수송층	전자 주입층	제2전극
발광 소자1	ITSO 110nm	DBT3P-II: MoO _x (=4.2) 40nm	BPAFLP 20nm	PCBAPDBq:Ir(dppm) ₂ acac (=1:0.05) 40nm	2mDBTPDBq-II 10nm	BPhen 20nm	LiF 1nm	Al 200nm

[0307]

[0308] 다음에, 질소 분위기의 글로브 박스 내에서, 발광 소자 1이 대기에 노출되지 않도록 봉지하는 작업(시일재를 소자의 주위에 도포하고, 봉지 시에 80℃에서 1시간 열처리)을 행한 후, 이 발광 소자 1의 동작 특성에 대하여 측정을 행하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 보유된 분위기)에서 행하였다.

[0309] 발광 소자 1의 전류 밀도-휘도 특성을 도 13에 나타낸다. 도 13에 있어서, 횡축은 전류 밀도(mA/cm²)를, 종축

은 휘도(cd/m²)를 나타낸다. 또한, 발광 소자 1의 전압-휘도 특성을 도 14에 나타낸다. 도 14에서, 횡축은 전압(V)을, 종축은 휘도(cd/m²)를 나타낸다. 또한, 발광 소자 1의 휘도-전류 효율 특성을 도 15에 나타낸다. 도 15에서, 횡축은 휘도(cd/m²)를, 종축은 전류 효율(cd/A)을 나타낸다. 또한, 발광 소자 1의 전압-전류 특성을 도 16에 나타낸다. 도 16에서, 횡축은 전압(V)을, 종축은 전류(mA)를 나타낸다.

[0310] 도 13, 및 도 15로부터, 발광 소자 1은 고효율의 발광 소자인 것을 알 수 있었다. 또한, 도 13, 도 14, 및 도 16으로부터, 발광 소자 1은 저구동 전압, 저소비 전력의 발광 소자인 것을 알 수 있었다.

[0311] 다음에, 발광 소자 1의 휘도 770 cd/m²일 때의 전압(V), 전류 밀도(mA/cm²), CIE 색도 좌표 (x, y), 휘도(cd/m²), 전류 효율(cd/A), 외부 양자 효율(%)을 표 2에 나타낸다.

표 2

	전압 (V)	전류 밀도 (mA/cm ²)	CIE 색도 좌표		휘도 (cd/m ²)	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
			x	y			
발광소자1	2.6	1.5	0.56	0.43	770	53	20

[0312]

[0313] 또한, 발광 소자 1의 전류 밀도를, 2.5 mA/cm²로 했을 때의 발광 스펙트럼을 도 17에 나타낸다. 도 17에 나타난 바와 같이, 발광 소자 1의 발광 스펙트럼은 583 nm에 피크를 가지고 있다.

[0314] 또한, 표 2에 나타난 바와 같이, 발광 소자 1의 휘도가, 770 cd/m²일 때의 CIE 색도 좌표는 (x, y) = (0.56, 0.43)이었다. 이러한 것으로부터, 도펀트에 유래한 발광이 얻어지는 것을 알 수 있었다.

[0315] 이상과 같이, 인광성 화합물과, 본 발명의 일 양태의 유기 화합물인 PCBADBq(약칭)을 발광층으로서 이용한 발광 소자 1은 오렌지색의 파장 영역의 광을 효율적으로 발광시킬 수 있다고 나타났다. 따라서, PCBADBq(약칭)은 오렌지색을 포함하는 오렌지색보다 장파장으로 발광하는 발광 재료의 호스트 재료로서 적합하다는 것을 알 수 있었다.

[0316] 다음에, 상기 발광 소자 1에 대하여, 신뢰성 시험의 평가를 행하였다. 신뢰성 시험의 결과를 도 18에 나타낸다.

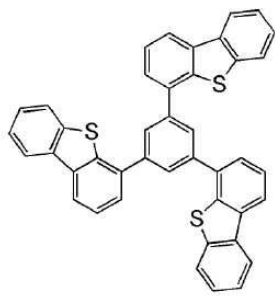
[0317] 도 18에서, 신뢰성 시험의 측정 방법은 초기 휘도를 5000 cd/m²로 설정하고, 전류 밀도가 일정한 조건에서 발광 소자 1을 구동했다. 횡축은 소자의 구동 시간(h)을, 종축은 초기 휘도를 100%로 했을 때의 정규화 휘도(%)를 나타낸다. 도 18로부터, 발광 소자 1의 정규화 휘도가 57%까지 열화하는 구동 시간은 약 510시간이었다.

[0318] 이와 같이 도 18로부터, 발광 소자 1은 장수명의 발광 소자인 것을 알 수 있었다.

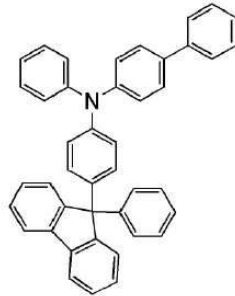
[0319] 이상의 결과로부터, 인광성 화합물과, 본 발명의 일 양태의 유기 화합물인 PCBADBq(약칭)을 발광층으로서 이용한 발광 소자 1은 고효율, 저구동 전압, 저소비 전력, 및 장수명의 발광 소자인 것을 알 수 있었다.

[0320] [실시예 4]

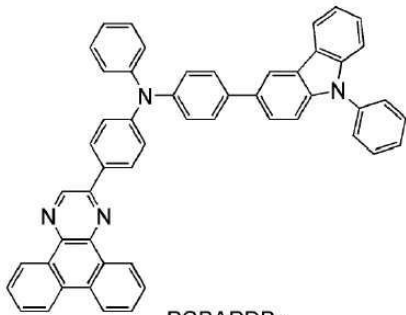
[0321] 본 실시예에서는 인광성 화합물과, 실시형태 1, 및 실시예 1에 나타난 구조식 (100)으로 나타내어지는 유기 화합물을 발광층에 이용한 발광 소자 2에 대하여 평가를 행하였다. 또한, 본 실시예에서 나타내는 발광 소자 2는 앞의 실시예 3에 나타난 발광 소자 1과 발광층의 구성이 다르다. 본 실시예에서 이용한 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.



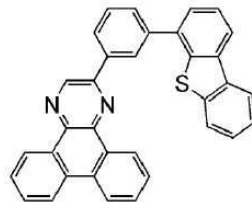
DBT3P-II



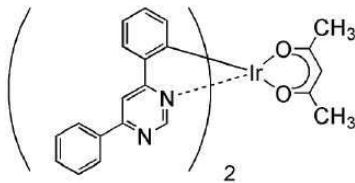
BPAFLP



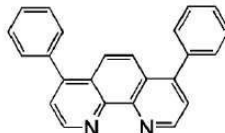
PCBAPDBq
(100)



2mDBTPDBq-II



[Ir(dppm)₂(acac)]



BPhen

[0322]

[0323] 발광 소자 2에 대하여, 도 12를 이용하여 설명한다. 이하에, 본 실시예의 발광 소자 2의 제작 방법을 나타낸다.

[0324] (발광 소자 2)

[0325] 먼저, 기판(1100) 위에, 실리콘, 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석 화합물(ITO-SiO₂, 이하 ITSO라고 약기함)을 스퍼터링 방법으로 성막하여, 제 1 전극(1101)을 형성했다. 또한, 이용한 타겟의 조성은 In₂O₃ : SnO₂ : SiO₂ = 85 : 10 : 5[중량%]로 했다. 또한, 제 1 전극(1101)의 막 두께는 110 nm로 하고, 전극 면적은 2 mm×2 mm로 했다. 여기서, 제 1 전극(1101)은 발광 소자의 양극으로서 기능하는 전극이다.

[0326] 다음에, 기판(1100) 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 행하였다.

[0327] 그 후, 10⁻⁴ Pa 정도까지 내부가 저감된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서, 170℃에서 30분간의 진공 소성을 행한 후, 기판(1100)을 30분 정도 방랭했다.

[0328] 다음에, 제 1 전극(1101)이 형성된 면이 하방이 되도록, 제 1 전극(1101)이 형성된 기판(1100)을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정하고, 10⁻⁴ Pa 정도까지 감압한 후, 제 1 전극(1101) 위에, 4,4',4''-(1,3,5-벤젠트리일)트리(디벤조티오펜)(약칭 : DBT3P-II)과 산화 몰리브덴을 공증착함으로써, 정공 주입층(111)을 형성했다. 그 막 두께는 40 nm로 하고, DBT3P-II(약칭)와 산화 몰리브덴의 비율은 중량비로 4 : 2(=

DBT3P-II : 산화 몰리브덴)가 되도록 조절했다.

- [0329] 다음에, 정공 주입층(1111) 위에, 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트리페닐아민(약칭 : BPAFLP)을 20 nm의 막 두께가 되도록 성막하여, 정공 수송층(1112)을 형성했다.
- [0330] 또한, 2-[3-(디벤조티오펜-4-일)페닐]디벤조[f,h]퀴놀살린(약칭 : 2mDBTPDBq-II)와, 실시예 1에서 합성한 4-(디벤조[f,h]퀴놀살린-2-일)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭 : PCBADBq)과, (아세틸아세토나토)비스(4,6-디페닐피리미디나토)이리듐(III)(다른 이름 : 비스[2-(6-페닐-4-피리미디닐-κN3)페닐-κC](2,4-펜탄디오나토-κ²O,0')이리듐(III))(약칭 : [Ir(dppm)₂(acac)])을 공증착하여, 정공 수송층(1112) 위에 발광층(1113)을 형성했다. 여기서, 2mDBTPDBq-II(약칭), PCBADBq(약칭), 및 [Ir(dppm)₂(acac)](약칭)의 증량비는 0.6 : 0.4 : 0.05(= 2mDBTPDBq-II : PCBADBq : [Ir(dppm)₂(acac)])가 되도록 조절했다. 또한, 발광층(1113)의 막 두께는 40 nm로 했다.
- [0331] 또한, [Ir(dppm)₂(acac)](약칭)은 인광성 화합물이고, 발광층(1113)에서의 게스트 재료(도펀트)이다. 또한, 2mDBTPDBq-II(약칭)은 발광층(1113)에서의 호스트 재료이다. 또한, PCBADBq(약칭)은 발광층(1113)에서의 어시스트 재료이다.
- [0332] 다음에, 발광층(1113) 위에 2mDBTPDBq-II(약칭)를 막 두께 10 nm가 되도록 성막하여, 제 1 전자 수송층(1114a)을 형성했다.
- [0333] 다음에, 제 1 전자 수송층(1114a) 위에 바소페난트롤린(약칭 : BPhen)을 막 두께 20 nm가 되도록 성막하여, 제 2 전자 수송층(1114b)을 형성했다.
- [0334] 또한, 제 2 전자 수송층(1114b) 위에, 불화 리튬(LiF)을 1 nm의 막 두께로 증착하여, 전자 주입층(1115)을 형성했다.
- [0335] 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제 2 전극(1103)으로서, 알루미늄을 200 nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써, 본 실시예의 발광 소자 2를 제조했다.
- [0336] 이상에 의해 얻어진 발광 소자 2의 소자 구조를 표 3에 나타낸다.

표 3

	제1전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	제1전자 수송층	제2전자 수송층	전자 주입층	제2전극
발광 소자2	ITSO 110nm	DBT3P-II : MoOx (=4:2) 40nm	BPAFLP 20nm	2mDBTPDBq-II : PCBAPDBq:Ir(dppm) ₂ acac (=0.6:0.4:0.05) 40nm	2mDBTPDBq-II 10nm	BPhen 20nm	LiF 1nm	Al 200nm

- [0337] 다음에, 질소 분위기의 글로브 박스 내에서, 발광 소자 2가 대기에 노출되지 않도록 봉지하는 작업(시일재를 소자의 주위에 도포하고, 봉지 시에 80℃에서 1시간 열처리)을 행한 후, 이 발광 소자 2의 동작 특성에 대하여 측정을 행하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 보유된 분위기)에서 행하였다.
- [0339] 발광 소자 2의 전류 밀도-휘도 특성을 도 19에 나타낸다. 도 19에서, 횡축은 전류 밀도(mA/cm²)를, 종축은 휘도(cd/m²)를 나타낸다. 또한, 발광 소자 2의 전압-휘도 특성을 도 20에 나타낸다. 도 20에서, 횡축은 전압(V)을, 종축은 휘도(cd/m²)를 나타낸다. 또한, 발광 소자 2의 휘도-전류 효율 특성을 도 21에 나타낸다. 도 21에서, 횡축은 휘도(cd/m²)를, 종축은 전류 효율(cd/A)을 나타낸다. 또한, 발광 소자 2의 전압-전류 특성을 도 22에 나타낸다. 도 22에 있어서, 횡축은 전압(V)을, 종축은 전류(mA)를 나타낸다.
- [0340] 도 19, 및 도 21로부터, 발광 소자 2는 고효율의 발광 소자인 것을 알 수 있었다. 또한, 도 19, 도 20, 및 도 22로부터, 발광 소자 2는 저구동 전압, 저소비 전력의 발광 소자인 것을 알 수 있었다.
- [0341] 다음에, 발광 소자 2의 휘도 1097 cd/m²일 때의 전압(V), 전류 밀도(mA/cm²), CIE 색도 좌표 (x, y), 휘도

(cd/m²), 전류 효율(cd/A), 외부 양자 효율(%)을 표 4에 나타낸다.

표 4

	전압 (V)	전류밀도 (mA/cm ²)	CIE색도좌표		휘도 (cd/m ²)	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
			x	y			
발광 소자2	2.7	1.5	0.56	0.44	1097	71	27

[0342]

[0343]

또한, 발광 소자 2의 전류 밀도를, 2.5 mA/cm²로 했을 때의 발광 스펙트럼을 도 23에 나타낸다. 도 23에 나타낸 바와 같이, 발광 소자 2의 발광 스펙트럼은 584 nm에 피크를 가지고 있다.

[0344]

또한, 표 4에 나타낸 바와 같이, 발광 소자 2의 휘도가, 1097 cd/m²일 때의 CIE 색도 좌표는 (x, y) = (0.56, 0.44)였다. 이러한 것으로부터, 도펀트에 유래한 발광이 얻어지는 것을 알 수 있었다.

[0345]

이상과 같이, 인광성 화합물과, 본 발명의 일 양태의 유기 화합물인 PCBADBq(약칭)를 발광층으로서 이용한 발광 소자 2는 오렌지색의 파장 영역의 광을, 효율적으로 발광시킬 수 있다고 나타났다. 따라서, PCBADBq(약칭)은 오렌지색을 포함하는 오렌지색보다 장파장으로 발광하는 발광 재료의 어시스트 재료로서 적합하다는 것을 알 수 있었다.

[0346]

다음에, 상기 발광 소자 2에 대하여, 신뢰성 시험의 평가를 행하였다. 신뢰성 시험의 결과를 도 24에 나타낸다.

[0347]

도 24에서, 신뢰성 시험의 측정 방법은 초기 휘도를 5000 cd/m²로 설정하여, 전류 밀도 일정 조건에서 발광 소자 2를 구동했다. 횡축은 소자의 구동 시간(h)을, 종축은 초기 휘도를 100%로 했을 때의 정규화 휘도(%)를 나타낸다. 도 24로부터, 발광 소자 2의 정규화 휘도가 72%까지 열화하는 구동 시간은 약 1000시간이었다.

[0348]

이와 같이 도 24로부터, 발광 소자 2는 장수명의 발광 소자인 것을 알 수 있었다.

[0349]

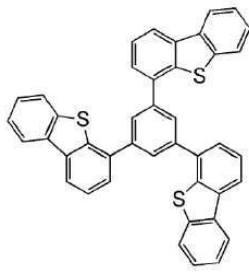
이상의 결과로부터, 인광성 화합물과, 본 발명의 일 양태의 유기 화합물인 PCBADBq(약칭)를 발광층으로서 이용한 발광 소자 2는 고효율, 저구동 전압, 저소비 전력, 및 장수명의 발광 소자인 것을 알 수 있었다.

[0350]

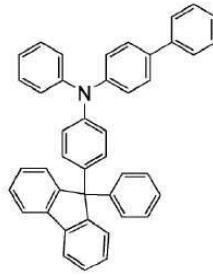
[실시예 5]

[0351]

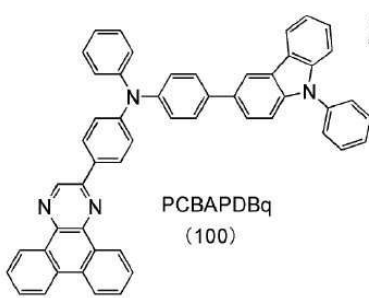
본 실시예에서는 인광성 화합물과, 실시형태 1, 및 실시예 1에 나타낸 구조식 (100)으로 나타내어지는 유기 화합물을 발광층에 이용한 발광 소자 3, 및 비교용의 비교 발광 소자 4에 대하여 평가를 행하였다. 본 실시예에서 이용한 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.



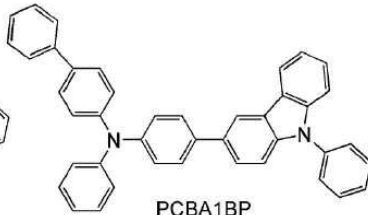
DBT3P-II



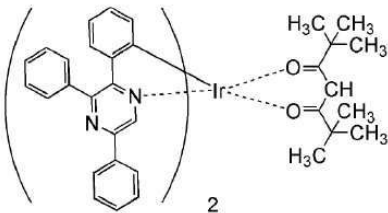
BPAFLP



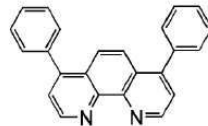
PCBAPDBq
(100)



PCBA1BP



[Ir(tppr)₂(dpm)]



BPhen

[0352]

[0353]

먼저, 발광 소자 3에 대하여, 도 12를 이용하여 설명한다. 이하에, 본 실시예의 발광 소자 3의 제작 방법을 나타낸다.

[0354]

(발광 소자 3)

[0355]

먼저, 기판(1100) 위에, 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석 화합물(ITSO)을 스퍼터링 방법으로 성막하여, 제 1 전극(1101)을 형성했다. 또한, 이용한 타겟의 조성은 $In_2O_3 : SnO_2 : SiO_2 = 85 : 10 : 5$ [중량%]로 했다. 또한, 제 1 전극(1101)의 막 두께는 110 nm로 하고, 전극 면적은 2 mm×2 mm로 했다. 여기서, 제 1 전극(1101)은 발광 소자의 양극으로서 기능하는 전극이다.

[0356]

다음에, 기판(1100) 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 행하였다.

[0357]

그 후, 10^{-4} Pa 정도까지 내부가 저감된 진공 증착 장치에 기판을 도입하여, 진공 증착 장치 내의 가열실에서, 170℃에서 30분간의 진공 소성을 행한 후, 기판(1100)을 30분 정도 방랭했다.

[0358]

다음에, 제 1 전극(1101)이 형성된 면이 하방이 되도록, 제 1 전극(1101)이 형성된 기판(1100)을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정하고, 10^{-4} Pa 정도까지 감압한 후, 제 1 전극(1101) 위에, DBT3P-II(약칭)과 산화 몰리브덴을 공증착함으로써, 정공 주입층(1111)을 형성했다. 그 막 두께는 30 nm로 하고, DBT3P-II(약칭)와 산화 몰리브덴의 비율은 중량비로 4 : 2 (= DBT3PII : 산화 몰리브덴)가 되도록 조절했다.

[0359]

다음에, 정공 주입층(1111) 위에, BPAFLP(약칭)를 20 nm의 막 두께가 되도록 성막하여, 정공 수송층(1112)을 형성했다.

- [0360] 다음에, 실시예 1에서 합성한 PCBADBq(약칭)와, (디피발로일메타나토)비스(2,3,5-트리페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭 : Ir(tppr)₂(dpm))을 공증착하여, 정공 수송층(1112) 위에 발광층(1113)을 형성했다. 여기서, PCBADBq(약칭), 및 Ir(tppr)₂(dpm)(약칭)의 중량비는 1 : 0.05(= PCBADBq : Ir(tppr)₂(dpm))가 되도록 조절했다. 또한, 발광층(1113)의 막 두께는 40 nm로 했다.
- [0361] 또한, Ir(tppr)₂(dpm)(약칭)은 인광성 화합물이고, 발광층(1113)에서의 게스트 재료(도펀트)이다. 또한, PCBADBq(약칭)은 발광층(1113)에서의 호스트 재료이다.
- [0362] 다음에, 발광층(1113) 위에 PCBADBq(약칭)를 막 두께 20 nm가 되도록 성막하여, 제 1 전자 수송층(1114a)을 형성했다.
- [0363] 다음에, 제 1 전자 수송층(1114a) 위에 BPhen(약칭)을 막 두께 20 nm가 되도록 성막하여, 제 2 전자 수송층(1114b)을 형성했다.
- [0364] 다음에, 제 2 전자 수송층(1114b) 위에, 불화 리튬(LiF)을 1 nm의 막 두께로 증착하여, 전자 주입층(1115)을 형성했다.
- [0365] 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제 2 전극(1103)으로서, 알루미늄을 200 nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써, 본 실시예의 발광 소자 3을 제조했다.
- [0366] (비교 발광 소자 4)
- [0367] 비교 발광 소자 4의 발광층(1113)은 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭 : PCBA1BP)와, Ir(tppr)₂(dpm)(약칭)을 공증착하여, 정공 수송층(1112) 위에 발광층(1113)을 형성했다. 여기서, PCBA1BP(약칭), 및 Ir(tppr)₂(dpm)(약칭)의 중량비는 1 : 0.05(= PCBA1BP : Ir(tppr)₂(dpm))가 되도록 조절했다. 또한, 발광층(1113)의 막 두께는 40 nm로 했다.
- [0368] 또한, 비교 발광 소자 4는 발광층(1113) 이외 발광 소자 3과 마찬가지로 제조했다.
- [0369] 이상에 의해 얻어진 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 4의 소자 구조를 표 5에 나타낸다.

표 5

	제1전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	제1전자 수송층	제2전자 수송층	전자 주입층	제2전극
발광소자3	ITO 110nm	DBT3P-II: MoOx (=4.2) 30nm	BPAFLP 20nm	PCBAPDBq:Ir(tppr) ₂ (dpm) (=1:0.05) 40nm	PCBAPDBq 20nm	BPhen 20nm	LiF 1nm	Al 200nm
비교발광 소자4	ITO 110nm	DBT3P-II: MoOx (=4.2) 30nm	BPAFLP 20nm	PCBA1BP:Ir(tppr) ₂ (dpm) (=1:0.05) 40nm	PCBAPDBq 20nm	BPhen 20nm	LiF 1nm	Al 200nm

- [0370]
- [0371] 다음에, 질소 분위기의 글로브 박스 내에서, 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 4가 대기에 노출되지 않도록 봉지하는 작업(시일재를 소자의 주위에 도포하고, 봉지 시에 80℃에서 1시간 열처리)을 행한 후, 이 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 4의 동작 특성에 대하여 측정을 행하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 보유된 분위기)에서 행하였다.
- [0372] 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 4의 전류 밀도-휘도 특성을 도 30에 나타낸다. 도 30에서, 횡축은 전류 밀도(mA/cm²)를, 종축은 휘도(cd/m²)를 나타낸다. 또한, 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 4의 전압-휘도 특성을 도 31에 나타낸다. 도 31에서, 횡축은 전압(V)을, 종축은 휘도(cd/m²)를 나타낸다. 또한, 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 4의 휘도-전류 효율 특성을 도 32에 나타낸다. 도 32에서, 횡축은 휘도(cd/m²)를, 종축은 전류 효율(cd/A)을 나타낸다. 또한, 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 4의 전압-전류 특성을 도 33에 나타낸다. 도 33에 있어서, 횡축은 전압(V)을, 종축은 전류(mA)를 나타낸다.
- [0373] 도 30, 및 도 32로부터, 발광 소자 3은 비교 발광 소자 4에 비해 고효율의 발광 소자인 것을 알 수 있었다. 또

한, 도 30, 도 31, 및 도 33으로부터, 발광 소자 3은 비교 발광 소자 4에 비해 저구동 전압, 저소비 전력의 발광 소자인 것을 알 수 있었다.

[0374] 다음에, 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 4의 휘도 1000 cd/m^2 부근일 때의 전압(V), 전류 밀도(mA/cm^2), CIE 색도 좌표 (x, y), 휘도(cd/m^2), 전류 효율(cd/A), 외부 양자 효율(%)을 표 6에 나타낸다.

표 6

	전압(V)	전류밀도(mA/cm^2)	CIE색도좌표		휘도(cd/m^2)	전류효율	외부 양자 효율(%)
			x	y			
발광소자3	2.9	4.6	0.65	0.34	1152	25	21
비교발광소자4	3.9	8.8	0.44	0.46	1029	12	5

[0375]

[0376] 또한, 표 6에 나타낸 바와 같이, 발광 소자 3의 휘도가, 1152 cd/m^2 일 때의 CIE 색도 좌표는 (x, y) = (0.65, 0.34)였다. 또한, 비교 발광 소자 4의 휘도가, 1029 cd/m^2 일 때의 CIE 색도 좌표는 (x, y) = (0.44, 0.46)이었다. 이러한 것으로부터, 본 발명의 일 양태의 발광 소자 3은 도펀트에 유래한 발광이 얻어지는 것을 알 수 있었다.

[0377] 이상과 같이, 인광성 화합물과, 본 발명의 일 양태의 유기 화합물인 PCBADBq(약칭)를 발광층으로서 이용한 발광 소자 3은 적색의 파장 영역의 광을 효율적으로 발광시킬 수 있다고 나타났다. 따라서, PCBADBq(약칭)은 오렌지색을 포함하는 오렌지색보다 장파장으로 발광하는 발광 재료의 호스트 재료로서 적합하다는 것을 알 수 있었다.

[0378] 다음에, 상기 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 4에 대하여, 신뢰성 시험의 평가를 행하였다. 신뢰성 시험의 결과를 도 34에 나타낸다.

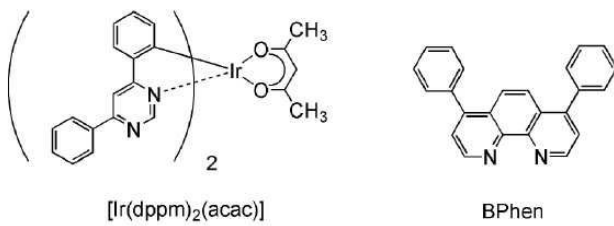
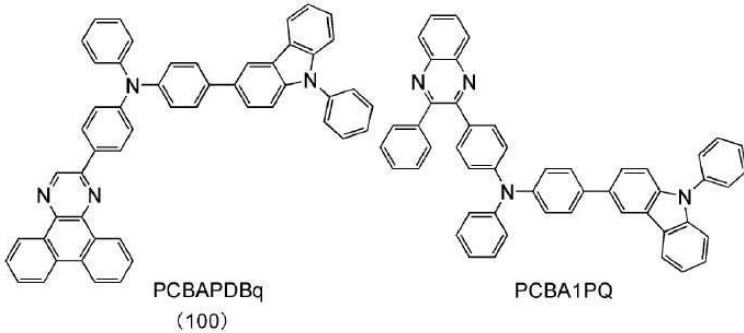
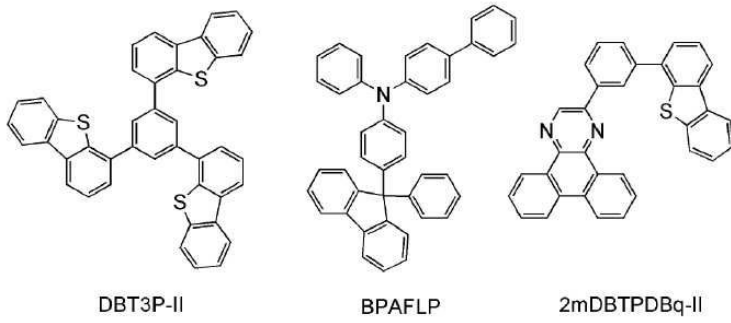
[0379] 도 34에서, 신뢰성 시험의 측정 방법은 초기 휘도를 5000 cd/m^2 로 설정하고, 전류 밀도 일정 조건에서 발광 소자 3 및 발광 소자 4를 구동했다. 횡축은 소자의 구동 시간(h)을, 종축은 초기 휘도를 100%로 했을 때의 정규화 휘도(%)를 나타낸다. 도 34로부터, 발광 소자 3의 정규화 휘도가 80%까지 열화하는 구동 시간은 97시간이었다. 또한, 비교 발광 소자 4의 정규화 휘도가 50%까지 열화하는 구동 시간은 95시간이었다.

[0380] 이와 같이, 도 34로부터 발광 소자 3은 비교 발광 소자 4에 비해, 장수명의 발광 소자인 것이 확인되었다.

[0381] 이상의 결과로부터, 인광성 화합물과, 본 발명의 일 양태의 유기 화합물인 PCBADBq(약칭)를 발광층으로서 이용한 발광 소자 3은 고효율, 저구동 전압, 저소비 전력, 및 장수명의 발광 소자인 것을 알 수 있었다.

[0382] [실시예 6]

[0383] 본 실시예에서는 인광성 화합물과, 실시형태 1, 및 실시예 1에 나타낸 구조식 (100)로 나타내어지는 유기 화합물을 발광층에 이용한 발광 소자 5, 및 비교용의 비교 발광 소자 6에 대하여 평가를 행하였다. 본 실시예에서 이용한 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.



- [0384]
- [0385] 먼저, 발광 소자 5에 대하여, 도 12를 이용하여 설명한다. 이하에, 본 실시예의 발광 소자 5의 제작 방법을 나타낸다.
- [0386] (발광 소자 5)
- [0387] 먼저, 기판(1100) 위에, 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석 화합물(ITSO)을 스퍼터링 방법으로 성막하여, 제 1 전극(1101)을 형성했다. 또한, 이용한 타겟의 조성은 $\text{In}_2\text{O}_3 : \text{SnO}_2 : \text{SiO}_2 = 85 : 10 : 5$ [중량%]로 했다. 또한, 제 1 전극(1101)의 막 두께는 110 nm로 하고, 전극 면적은 2 mm×2 mm로 했다. 여기서, 제 1 전극(1101)은 발광 소자의 양극으로서 기능하는 전극이다.
- [0388] 다음에, 기판(1100) 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 행하였다.
- [0389] 그 후, 10^{-4} Pa 정도까지 내부가 저감된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에 있어서, 170℃에서 30분간의 진공 소성을 행한 후, 기판(1100)을 30분 정도 방랭했다.
- [0390] 다음에, 제 1 전극(1101)이 형성된 면이 하방이 되도록, 제 1 전극(1101)이 형성된 기판(1100)을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정하고, 10^{-4} Pa 정도까지 감압한 후, 제 1 전극(1101) 위에, DBT3P-II(약칭)와 산화 몰리브덴을 공증착함으로써, 정공 주입층(1111)을 형성했다. 그 막 두께는 40 nm로 하고, DBT3P-II(약칭)과 산화 몰리브덴의 비율은 중량비로 4 : 2(= DBT3PII : 산화 몰리브덴)가 되도록 조절했다.
- [0391] 다음에, 정공 주입층(1111) 위에, BPAFLP(약칭)를 20 nm의 막 두께가 되도록 성막하여, 정공 수송층(1112)을 형성했다.
- [0392] 다음에, 2mDBTPDBq-II(약칭)와, 실시예 1에서 합성한 PCBADBq(약칭)와, $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ (약칭)를 공증착하여,

정공 수송층(1112) 위에 발광층(1113)을 형성했다. 여기서, 2mDBTPDBq-II(약칭), PCBADBq(약칭), 및 [Ir(dppm)₂(acac)](약칭)의 중량비는 0.8 : 0.2 : 0.05(= 2mDBTPDBq-II : PCBADBq : [Ir(dppm)₂(acac)])가 되도록 조절했다. 또한, 발광층(1113)의 막 두께는 40 nm로 했다.

[0393] 또한, [Ir(dppm)₂(acac)](약칭)는 인광성 화합물이고, 발광층(1113)에서의 게스트 재료(도펀트)이다. 또한, 2mDBTPDBq-II(약칭)은 발광층(1113)에서의 호스트 재료이다. 또한, PCBADBq(약칭)은 발광층(1113)에서의 어시스트 재료이다.

[0394] 다음에, 발광층(1113) 위에 2mDBTPDBq-II(약칭)를 막 두께 10 nm가 되도록 성막하여, 제 1 전자 수송층(1114a)을 형성했다.

[0395] 다음에, 제 1 전자 수송층(1114a) 위에 BPhen(약칭)을 막 두께 20 nm가 되도록 성막하여, 제 2 전자 수송층(1114b)을 형성했다.

[0396] 다음에, 제 2 전자 수송층(1114b) 위에, 불화 리튬(LiF)을 1 nm의 막 두께로 증착하고, 전자 주입층(1115)을 형성했다.

[0397] 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제 2 전극(1103)으로서, 알루미늄을 200 nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써, 본 실시예의 발광 소자 5를 제조했다.

[0398] (비교 발광 소자 6)

[0399] 비교 발광 소자 6의 발광층(1113)은 2mDBTPDBq-II(약칭)와, 4-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)-4'-(3-페닐퀴놀살린-2-일)트리페닐아민(약칭 : PCBA1pq)과, [Ir(dppm)₂(acac)](약칭)를 공증착하여, 정공 수송층(1112) 위에 발광층(1113)을 형성했다. 여기서, 2mDBTPDBq-II(약칭), PCBA1pq(약칭), 및 [Ir(dppm)₂(acac)](약칭)의 중량비는 0.8 : 0.2 : 0.05(= 2mDBTPDBq-II : PCBA1pq : [Ir(dppm)₂(acac)])가 되도록 조절했다. 또한, 발광층(1113)의 막 두께는 40 nm로 했다.

[0400] 또한, 비교 발광 소자 6은 발광층(1113) 이외 발광 소자 5와 마찬가지로 제조했다.

[0401] 이상에 의해 얻어진 발광 소자 5 및 비교 발광 소자 6의 소자 구조를 표 7에 나타낸다.

표 7

	제1전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	제1전자 수송층	제2전자 수송층	전자 주입층	제2전극
발광소자5	ITO 110nm	DBT3P-II : MoOx (=4:2) 40nm	BPAFLP 20nm	2mDBTPDBq-II:PCBAPDBq: Ir(dppm) ₂ acac (=0.8:0.2:0.05) 40nm	2mDBTPDBq-II 10nm	BPhen 20nm	LiF 1nm	Al 200nm
비교발광 소자6	ITO 110nm	DBT3P-II : MoOx (=4:2) 30nm	BPAFLP 20nm	2mDBTPDBq-II:PCBA1PQ: Ir(dppm) ₂ acac (=0.8:0.2:0.05) 40nm	2mDBTPDBq-II 10nm	BPhen 20nm	LiF 1nm	Al 200nm

[0402] 다음에, 질소 분위기의 글로브 박스 내에서, 발광 소자 5 및 비교 발광 소자 6이 대기에 노출되지 않도록 봉지하는 작업(시일재를 소자의 주위에 도포하고, 봉지 시에 80℃에서 1시간 열처리)을 행한 후, 이 발광 소자 5 및 비교 발광 소자 6의 동작 특성에 대하여 측정을 행하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 보유된 분위기)에서 행하였다.

[0404] 발광 소자 5 및 비교 발광 소자 6의 전류 밀도-휘도 특성을 도 35에 나타낸다. 도 35에 있어서, 횡축은 전류 밀도(mA/cm²)를, 종축은 휘도(cd/m²)를 나타낸다. 또한, 발광 소자 5 및 비교 발광 소자 6의 전압-휘도 특성을 도 36에 나타낸다. 도 36에서, 횡축은 전압(V)을, 종축은 휘도(cd/m²)를 나타낸다. 또한, 발광 소자 5 및 비교 발광 소자 6의 휘도-전류 효율 특성을 도 37에 나타낸다. 도 37에서, 횡축은 휘도(cd/m²)를, 종축은 전류 효율(cd/A)을 나타낸다. 또한, 발광 소자 5 및 비교 발광 소자 6의 전압-전류 특성을 도 38에 나타낸다. 도 38에서, 횡축은 전압(V)을, 종축은 전류(mA)를 나타낸다.

[0405] 도 37로부터, 발광 소자 5는 비교 발광 소자 6에 비해 전류 효율이 높은 발광 소자인 것을 알 수 있었다.

[0406] 다음에, 발광 소자 5 및 비교 발광 소자 6의 휘도 1000 cd/m² 부근일 때의 전압(V), 전류 밀도(mA/cm²), CIE 색도 좌표 (x, y), 휘도(cd/m²), 전류 효율(cd/A), 외부 양자 효율(%)을 표 8에 나타낸다.

표 8

	전압(V)	전류 밀도(mA/cm ²)	CIE색도좌표		휘도(cd/m ²)	전류 효율(cd/A)	외부 양자 효율(%)
			x	y			
발광소자5	2.8	1.5	0.56	0.43	1101	72	28
비교발광소자6	2.8	1.5	0.56	0.43	1008	69	28

[0407]

[0408] 또한, 표 8에 나타낸 바와 같이, 발광 소자 5의 휘도가, 1101 cd/m²일 때의 CIE 색도 좌표는 (x, y) = (0.56, 0.43)였다. 또한, 비교 발광 소자 6의 휘도가, 1008 cd/m²일 때의 CIE 색도 좌표는 (x, y) = (0.56, 0.43)였다. 이러한 것으로부터, 도펀트에 유래한 발광이 얻어지는 것을 알 수 있었다.

[0409] 이상과 같이, 인광성 화합물과, 본 발명의 일 양태의 유기 화합물인 PCBADBq(약칭)를 발광층으로서 이용한 발광 소자 5는 오렌지색의 파장 영역의 광을 효율적으로 발광시킬 수 있다고 나타났다. 따라서, PCBADBq(약칭)은 오렌지색을 포함하는 오렌지색보다 장파장으로 발광하는 발광 재료의 어시스트 재료로서 적합하다는 것을 알 수 있었다.

[0410] 다음에, 상기 발광 소자 5 및 발광 소자 6에 대하여, 신뢰성 시험의 평가를 행하였다. 신뢰성 시험의 결과로도 39에 나타낸다.

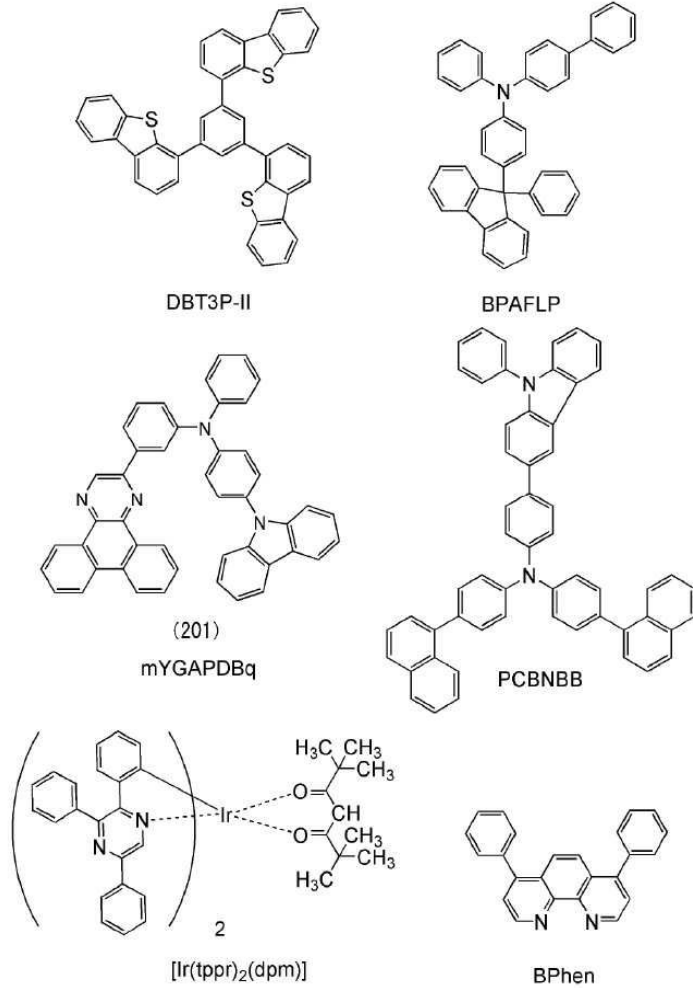
[0411] 도 39에서, 신뢰성 시험의 측정 방법은 초기 휘도를 5000 cd/m²로 설정하고, 전류 밀도 일정 조건에서 발광 소자 5 및 비교 발광 소자 6을 구동했다. 횡축은 소자의 구동 시간(h)을, 종축은 초기 휘도를 100%로 했을 때의 정규화 휘도(%)를 나타낸다. 도 39로부터, 발광 소자 5의 정규화 휘도가 73%까지 열화하는 구동 시간은 790시간이었다. 또한, 비교 발광 소자 6의 정규화 휘도가 70%까지 열화하는 구동 시간은 510시간이었다.

[0412] 이와 같이, 도 39로부터 발광 소자 5는 비교 발광 소자 6에 비해, 장수명의 발광 소자인 것이 확인되었다.

[0413] 이상의 결과로부터, 인광성 화합물과, 본 발명의 일 양태의 유기 화합물인 PCBADBq(약칭)을 발광층으로서 이용한 발광 소자 5는 고효율, 및 장수명의 발광 소자인 것을 알 수 있었다.

[0414] [실시에 7]

[0415] 본 실시예에서는 인광성 화합물과, 실시형태 1, 및 실시예 2에 나타낸 구조식 (201)로 나타내어지는 유기 화합물을 발광층에 이용한 발광 소자 7에 대하여 평가를 행하였다. 본 실시예에서 이용한 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.



[0416]

[0417] 발광 소자 7에 대하여, 도 12를 이용하여 설명한다. 이하에, 본 실시예의 발광 소자 7의 제작 방법을 나타낸다.

[0418] (발광 소자 7)

[0419] 먼저, 기판(1100) 위에, 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석 화합물(ITSO)을 스퍼터링 방법으로 성막하여, 제 1 전극(1101)을 형성했다. 또한, 이용한 타겟의 조성은 In₂O₃ : SnO₂ : SiO₂ = 85 : 10 : 5[중량%]로 했다. 또한, 제 1 전극(1101)의 막 두께는 110 nm로 하고, 전극 면적은 2 mm×2 mm로 했다. 여기서, 제 1 전극(1101)은 발광 소자의 양극으로서 기능하는 전극이다.

[0420] 다음에, 기판(1100) 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로써, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 행하였다.

[0421] 그 후, 10⁻⁴ Pa 정도까지 내부가 저감된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서, 170℃에서 30분간의 진공 소성을 행한 후, 기판(1100)을 30분 정도 방랭했다.

[0422] 다음에, 제 1 전극(1101)이 형성된 면이 하방이 되도록, 제 1 전극(1101)이 형성된 기판(1100)을 진공 증착 장치 내에 형성된 기판 홀더에 고정하고, 10⁻⁴ Pa 정도까지 감압한 후, 제 1 전극(1101) 위에, DBT3P-II(약칭)와 산화 폴리브텐을 공증착함으로써, 정공 주입층(1111)을 형성했다. 그 막 두께는 20 nm로 하고, DBT3P-II(약칭)와 산화 폴리브텐의 비율은 중량비로 4 : 2(= DBT3PII : 산화 폴리브텐)가 되도록 조절했다.

[0423] 다음에, 정공 주입층(1111) 위에, BPAFLP(약칭)를 20 nm의 막 두께가 되도록 성막하여, 정공 수송층(1112)을 형성했다.

- [0424] 다음에, 실시예 2에서 합성한 mYGAPDBq(약칭)와, PCBNBB(약칭)와, Ir(tppr)₂(dpm)(약칭)을 공증착하여, 정공 수송층(1112) 위에 발광층(1113)을 형성했다. 여기서, mYGAPDBq(약칭), PCBNBB(약칭), 및 Ir(tppr)₂(dpm)(약칭)의 중량비는 0.8 : 0.2 : 0.05(= mYGAPDBq : PCBNBB : Ir(tppr)₂(dpm))가 되도록 조절했다. 또한, 발광층(1113)의 막 두께는 30 nm로 했다.
- [0425] 또한, Ir(tppr)₂(dpm)(약칭)은 인광성 화합물이고, 발광층(1113)에서의 게스트 재료(도펀트)이다. 또한, mYGAPDBq(약칭)은 발광층(1113)에서의 호스트 재료이다. 또한, PCBNBB(약칭)은 발광층(1113)에서의 어시스트 재료이다.
- [0426] 다음에, 발광층(1113) 위에 mYGAPDBq(약칭)를 막 두께 25 nm가 되도록 성막하여, 제 1 전자 수송층(1114a)을 형성했다.
- [0427] 다음에, 제 1 전자 수송층(1114a) 위에 BPhen(약칭)을 막 두께 25 nm가 되도록 성막하여, 제 2 전자 수송층(1114b)을 형성했다.
- [0428] 다음에, 제 2 전자 수송층(1114b) 위에, 불화 리튬(LiF)을 1 nm의 막 두께로 증착하고, 전자 주입층(1115)을 형성했다.
- [0429] 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제 2 전극(1103)으로서, 알루미늄을 200 nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써, 본 실시예의 발광 소자 7을 제조했다.
- [0430] 이상에 의해 얻어진 발광 소자 7의 소자 구조를 표 9에 나타낸다.

표 9

	제1전극	정공주입층	정공수송층	발광층	제1전자 수송층	제2전자 수송층	전자 주입층	제2전극
발광 소자7	ITO 110nm	DBT3P-II: MoO _x (=4.2) 20nm	BPAFLP 20nm	mYGAPDBq:PCBNBB: Ir(tppr) ₂ (dpm) (=0.8:0.2:0.05) 30nm	mYGAPDBq 25nm	BPhen 25nm	LiF 1nm	Al 200nm

- [0431]
- [0432] 다음에, 질소 분위기의 글로브 박스 내에서, 발광 소자 7이 대기에 노출되지 않도록 봉지하는 작업(시일재를 소자의 주위에 도포하고, 봉지 시에 80℃에서 1시간 열처리)을 행한 후, 이 발광 소자 7의 동작 특성에 대하여 측정을 행하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 보유된 분위기)에서 행하였다.
- [0433] 발광 소자 7의 전류 밀도-휘도 특성을 도 40에 나타낸다. 도 40에서, 횡축은 전류 밀도(mA/cm²)를, 종축은 휘도(cd/m²)를 나타낸다. 또한, 발광 소자 7의 전압-휘도 특성을 도 41에 나타낸다. 도 41에서, 횡축은 전압(V)을, 종축은 휘도(cd/m²)를 나타낸다. 또한, 발광 소자 7의 휘도-전류 효율 특성을 도 42에 나타낸다. 도 42에서, 횡축은 휘도(cd/m²)를, 종축은 전류 효율(cd/A)을 나타낸다. 또한, 발광 소자 7의 전압-전류 특성을 도 43에 나타낸다. 도 43에서, 횡축은 전압(V)을, 종축은 전류(mA)를 나타낸다.
- [0434] 도 40, 및 도 42로부터, 발광 소자 7은 고효율의 발광 소자인 것을 알 수 있었다. 또한, 도 40, 도 41, 및 도 43으로부터, 발광 소자 7은 저구동 전압, 저소비 전력의 발광 소자인 것을 알 수 있었다.
- [0435] 다음에, 발광 소자 7의 휘도 672 cd/m²일 때의 전압(V), 전류 밀도(mA/cm²), CIE 색도 좌표 (x, y), 휘도(cd/m²), 전류 효율(cd/A), 외부 양자 효율(%)을 표 10에 나타낸다.

표 10

	전압(V)	전류 밀도 (mA/cm ²)	CIE색도좌표		휘도 (cd/m ²)	전류효율 (cd/A)	외부 양자 효율(%)
			x	y			
발광소자7	2.8	1.9	0.65	0.35	672	36	26

[0436]

[0437] 또한, 표 10에 나타낸 바와 같이, 발광 소자 7의 휘도가, 672 cd/m²일 때의 CIE 색도 좌표는 (x, y) = (0.65, 0.35)였다. 이러한 것으로부터, 도펀트에 유래한 발광이 얻어지는 것을 알 수 있었다.

[0438] 이상과 같이, 인광성 화합물과, 본 발명의 일 양태의 유기 화합물인 mYGAPDBq(약칭)를 발광층으로서 이용한 발광 소자 7은 적색의 과장 영역의 광을 효율적으로 발광시킬 수 있다고 나타났다. 따라서, mYGAPDBq(약칭)은 발광 재료의 호스트 재료로서 적합하다는 것을 알 수 있었다.

부호의 설명

- [0439] 100 : 기판
- 101 : 제 1 전극
- 102 : EL층
- 103 : 제 2 전극
- 111 : 정공 주입층
- 112 : 정공 수송층
- 113 : 발광층
- 114 : 전자 수송층
- 115 : 전자 주입층
- 116 : 전하 발생층
- 201 : 제 1 전극
- 202 : 제 2 전극
- 203 : EL층
- 204 : 발광층
- 205 : 인광성 화합물
- 206 : 제 1 유기 화합물
- 207 : 제 2 유기 화합물
- 301 : 제 1 전극
- 302 : EL층
- 304 : 제 2 전극
- 305 : 전하 발생층
- 450R : 제 1 발광 소자
- 450G : 제 2 발광 소자
- 450B : 제 3 발광 소자
- 451 : 반사 전극
- 452 : 반투과·반반사 전극
- 453A : 제 1 투명 도전층
- 453B : 제 2 투명 도전층
- 454R : 제 1 발광층
- 454G : 제 2 발광층
- 454B : 제 3 발광층
- 455 : EL층
- 501 : 소자 기판
- 502 : 화소부
- 503 : 구동 회로부
- 504 : 구동 회로부
- 505 : 시일재
- 506 : 봉지 기판
- 507 : 배선
- 508 : FPC
- 509 : n 채널형 TFT
- 510 : p 채널형 TFT
- 511 : 스위칭용 TFT
- 512 : 전류 제어용 TFT

- 513 : 제 1 전극
- 515 : EL층
- 517 : 발광 소자
- 611 : 케이스
- 613 : 표시부
- 615 : 비디오 입력 단자
- 622 : 케이스
- 624 : 키보드
- 626 : 포인팅 디바이스
- 632 : 케이스
- 634 : 음성 입력부
- 636 : 조작키
- 638 : 안테나
- 642 : 표시부
- 644 : 외부 접속 포트
- 646 : 수상부
- 648 : 음성 입력부
- 650 : 접안부
- 702 : 액정층
- 704 : 케이스
- 706 : 단자
- 802 : 광원
- 902 : 텔레비전 장치
- 1101 : 제 1 전극
- 1111 : 정공 주입층
- 1113 : 발광층
- 1114b : 제 2 전자 수송층
- 5000 : 태블릿 PC
- 5003 : 표시부
- 5007 : 전면 카메라
- 5011 : 제 1 외부 접속 단자
- 5015 : 아이콘
- 6001 : 제 1 케이스
- 6005 : 힌지부
- 6009 : 제 2 표시부
- 6013 : 제 1 카메라
- 514 : 절연물
- 516 : 제 2 전극
- 518 : 공간
- 612 : 지지대
- 614 : 스피커부
- 621 : 본체
- 623 : 표시부
- 625 : 외부 접속 포트
- 631 : 본체
- 633 : 표시부
- 635 : 음성 출력부
- 637 : 외부 접속 포트
- 641 : 본체
- 643 : 케이스
- 645 : 리모콘 수신부
- 647 : 배터리
- 649 : 조작키
- 701 : 케이스
- 703 : 백라이트
- 705 : 드라이버 IC
- 801 : 케이스
- 901 : 조명 장치
- 1100 : 기판
- 1103 : 제 2 전극
- 1112 : 정공 수송층
- 1114a : 제 1 전자 수송층
- 1115 : 전자 주입층
- 5001 : 케이스
- 5005 : 전원 버튼
- 5009 : 배면 카메라
- 5013 : 제 2 외부 접속 단자
- 6000 : 태블릿 PC
- 6003 : 제 2 케이스
- 6007 : 제 1 표시부
- 6011 : 전원 버튼
- 6015 : 제 2 카메라

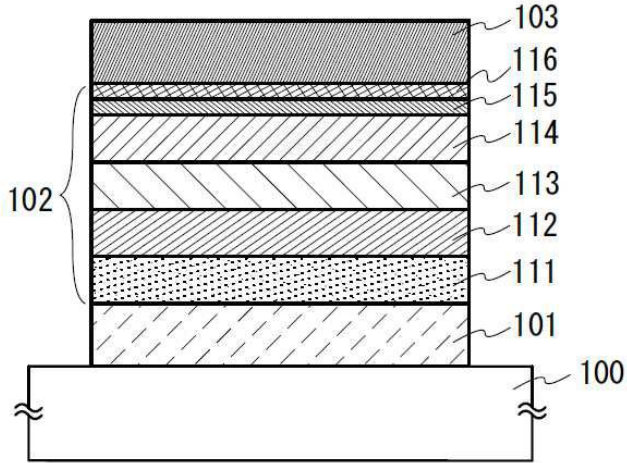
6017 : 텍스트 아이콘

6019 : 아이콘

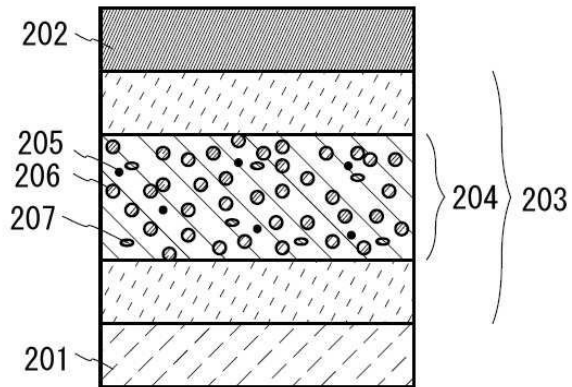
6021 : 키보드

도면

도면1

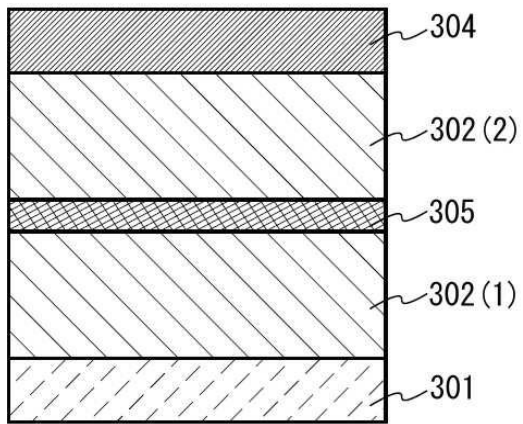


도면2

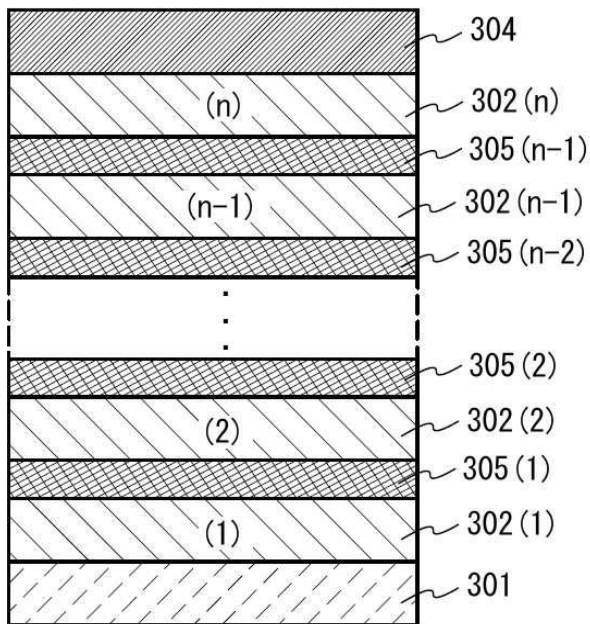


도면3

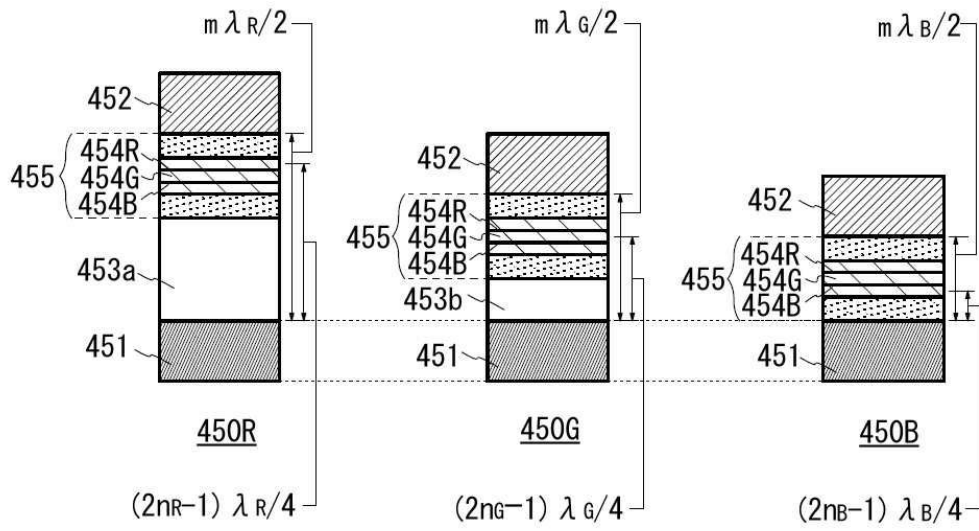
(A)



(B)

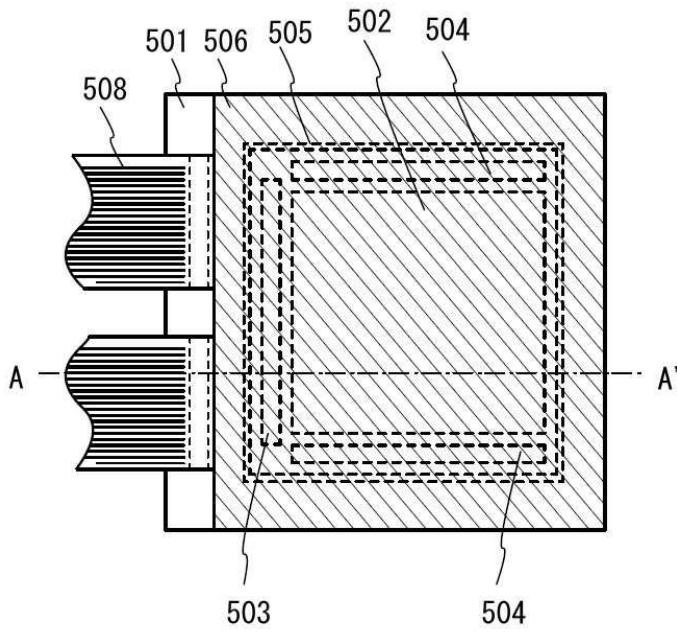


도면4

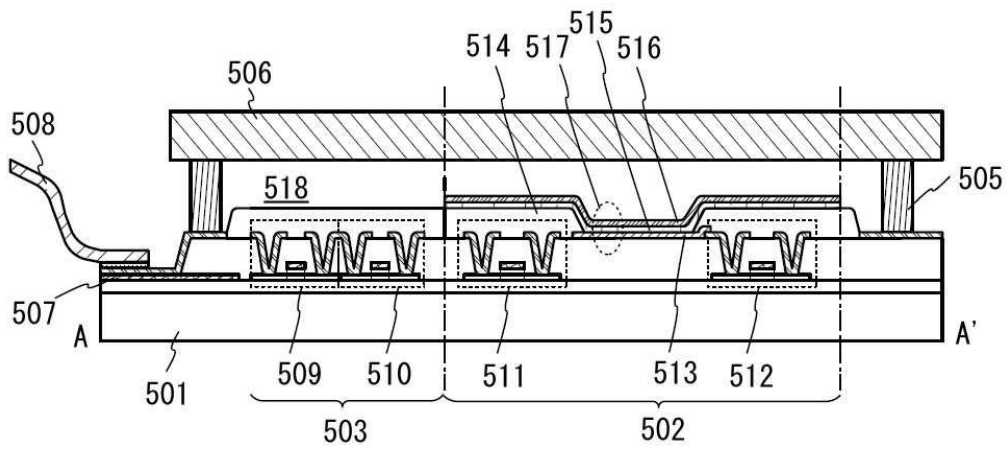


도면5

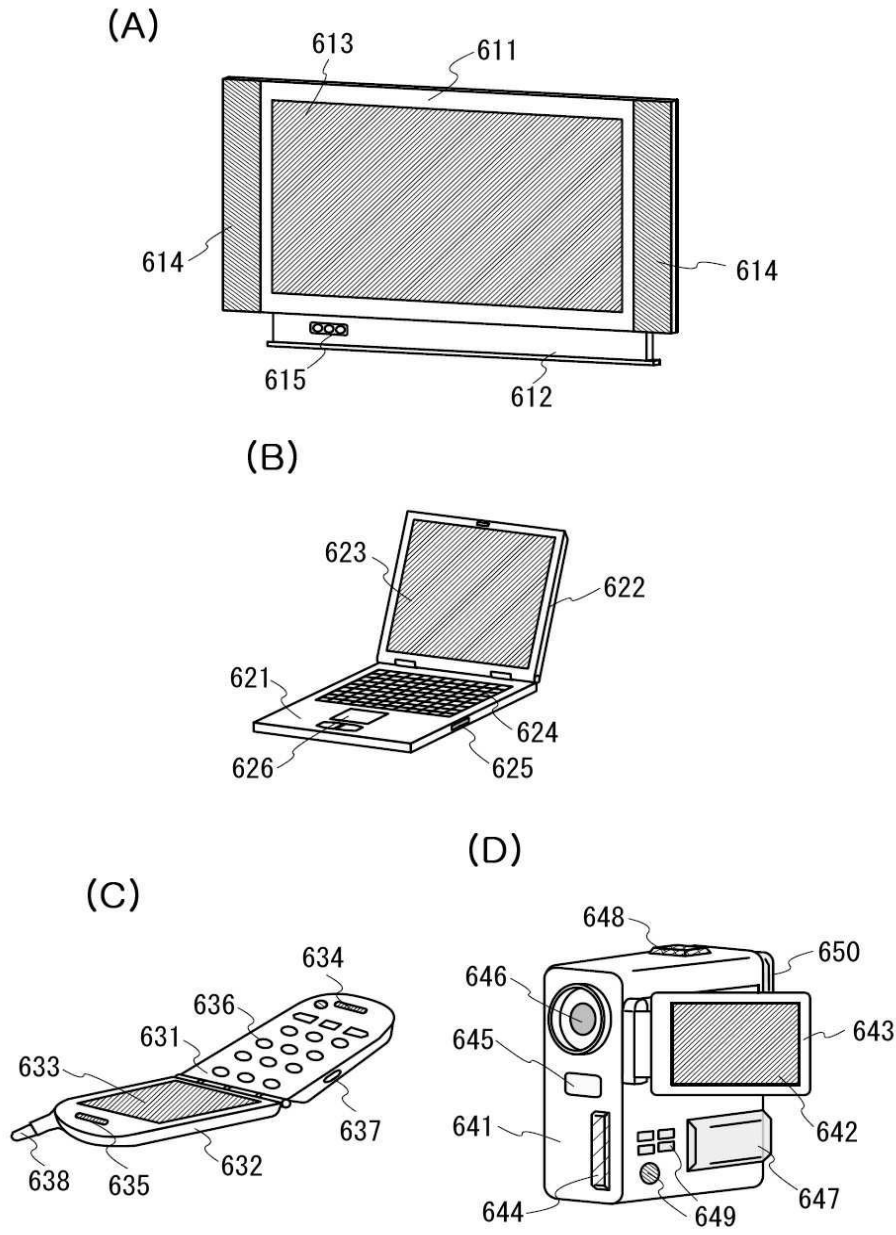
(A)



(B)



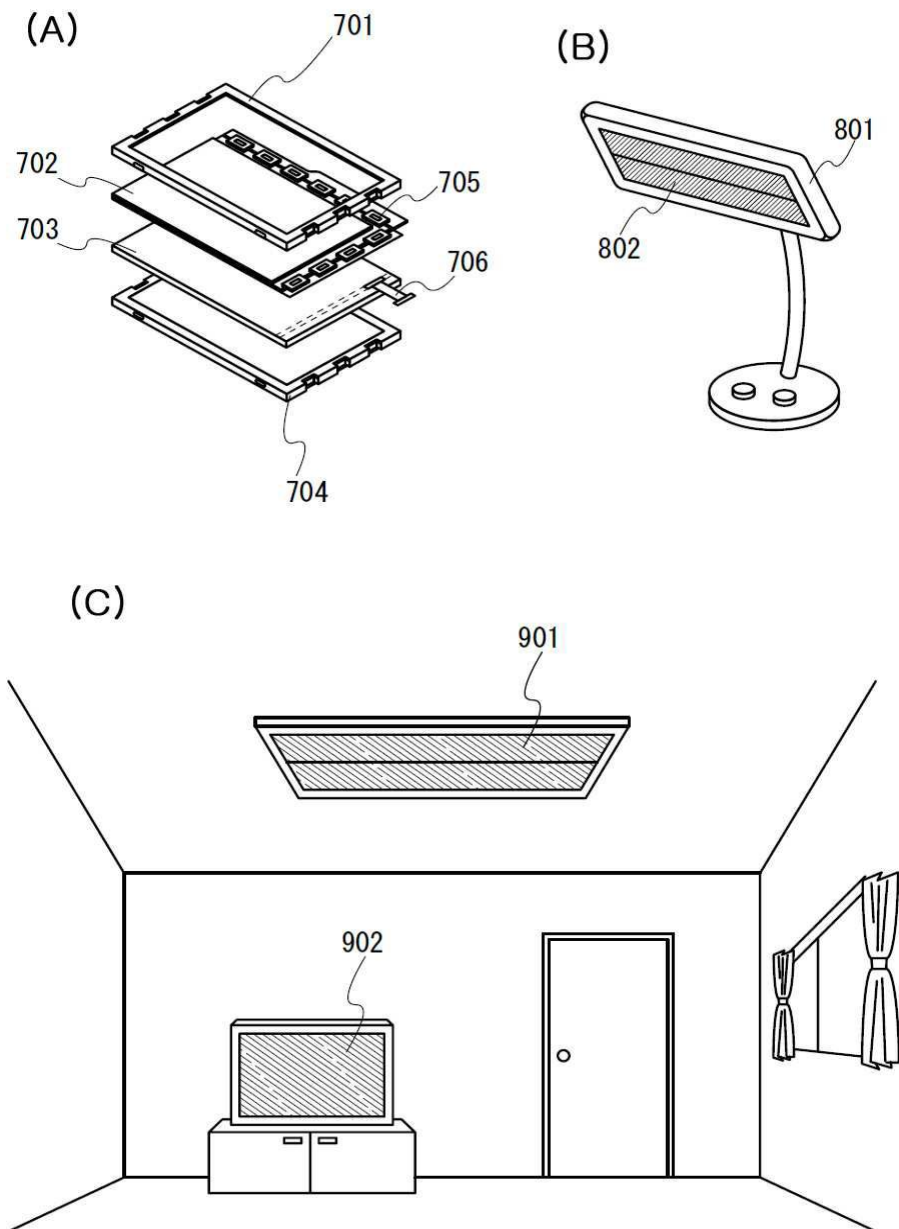
도면6



도면7

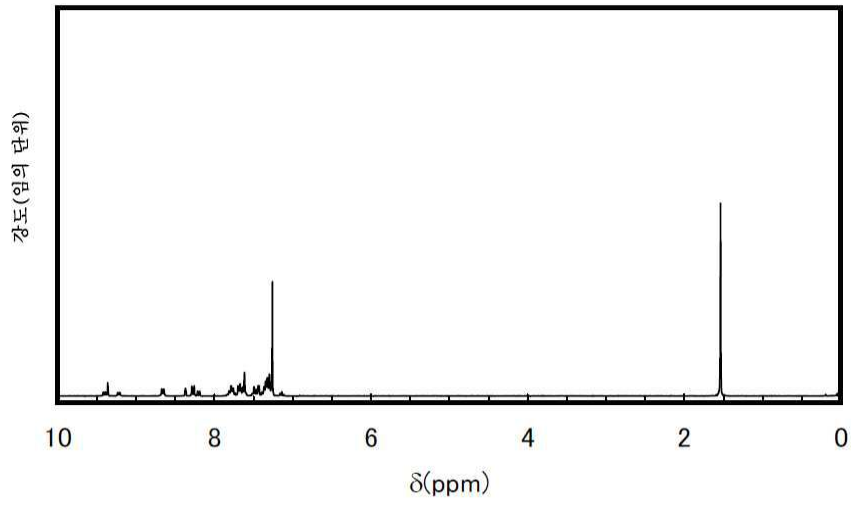


도면8

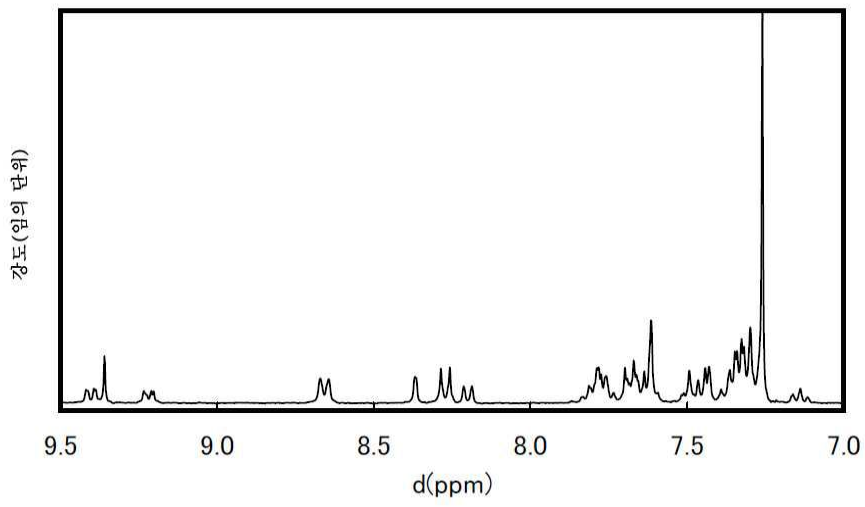


도면9

(A)

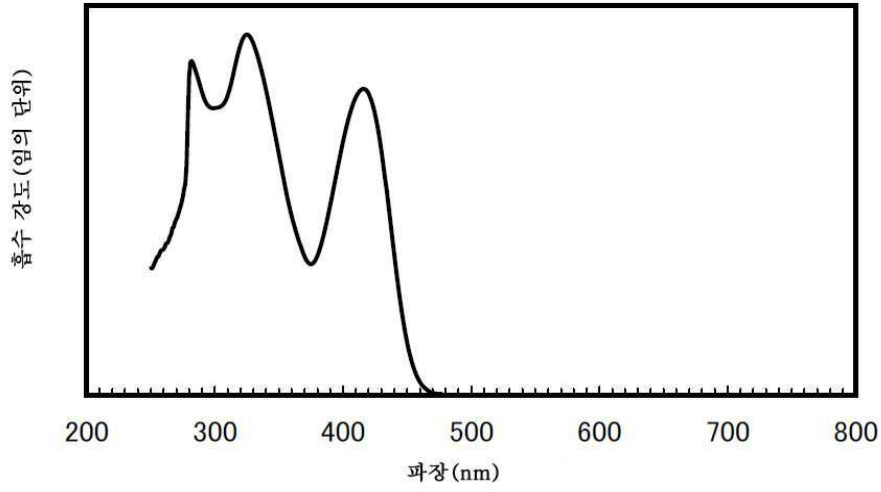


(B)

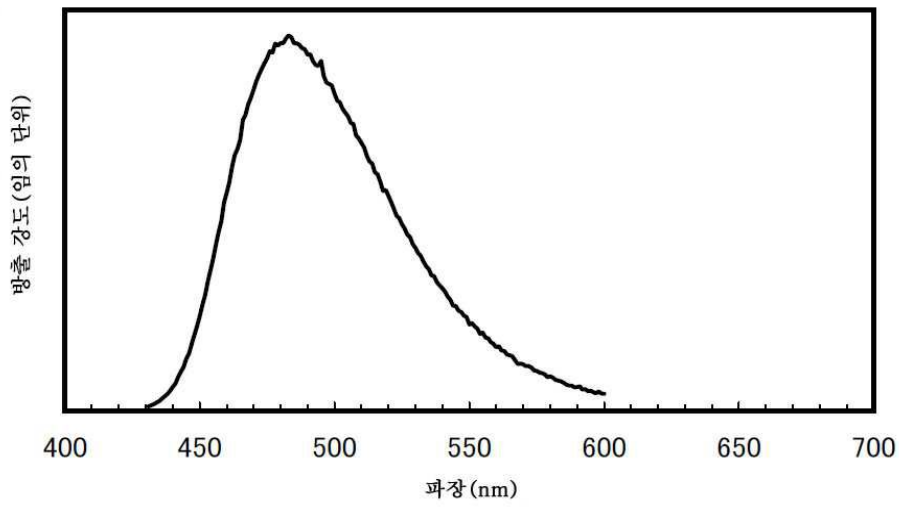


도면10

(A)

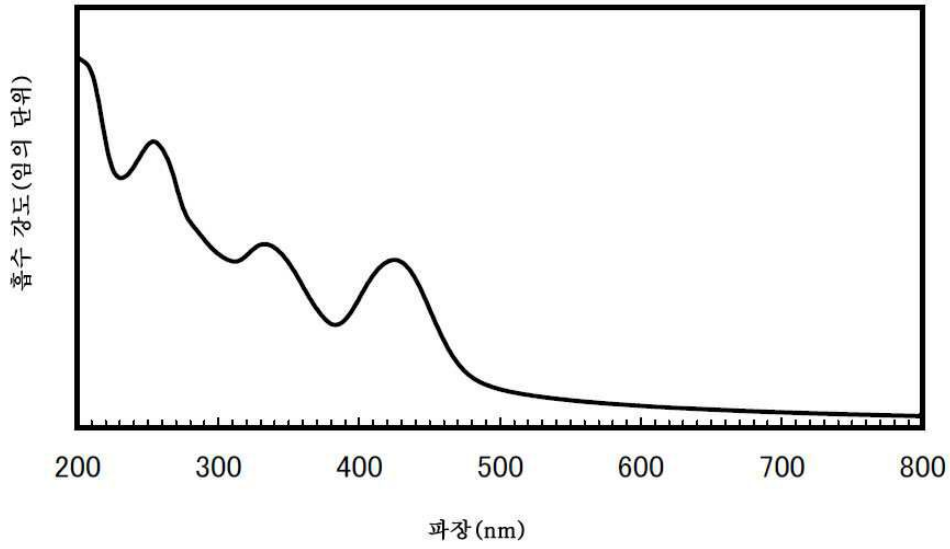


(B)

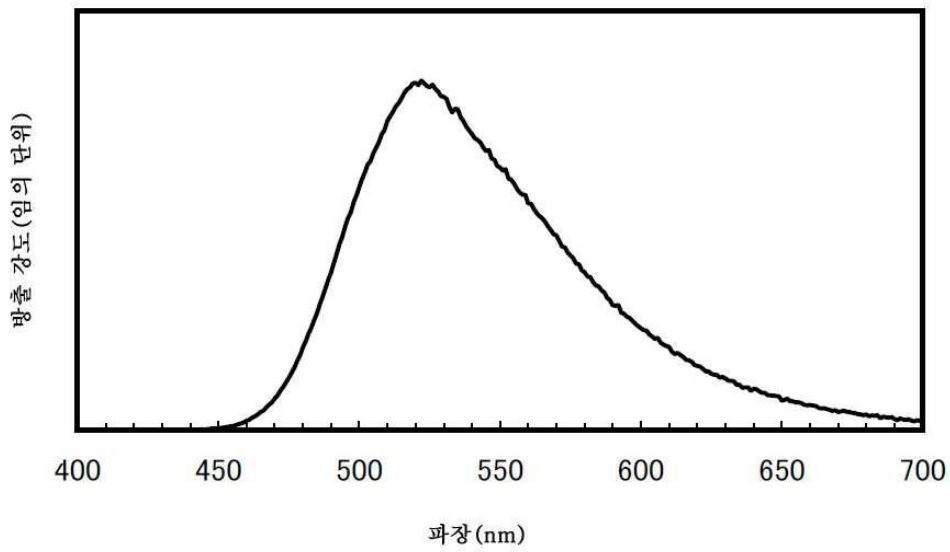


도면11

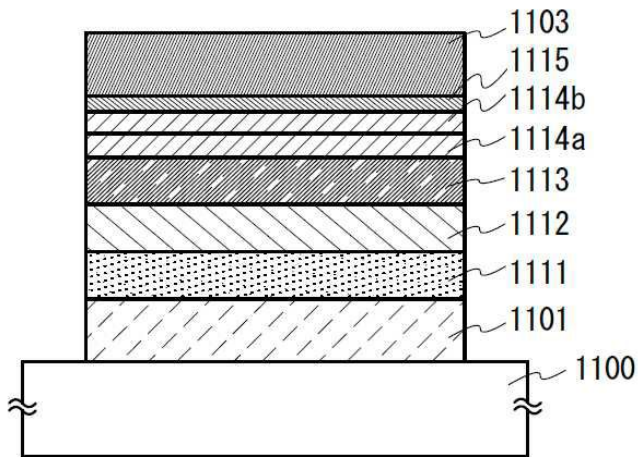
(A)



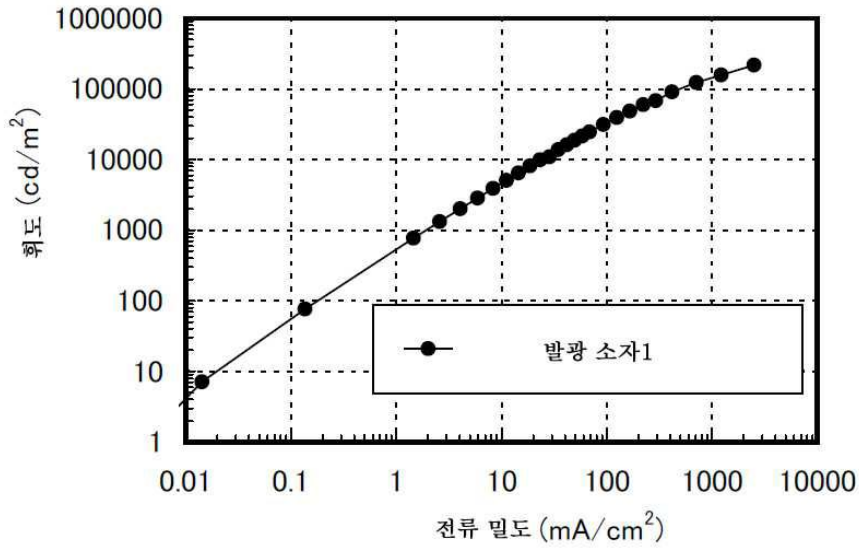
(B)



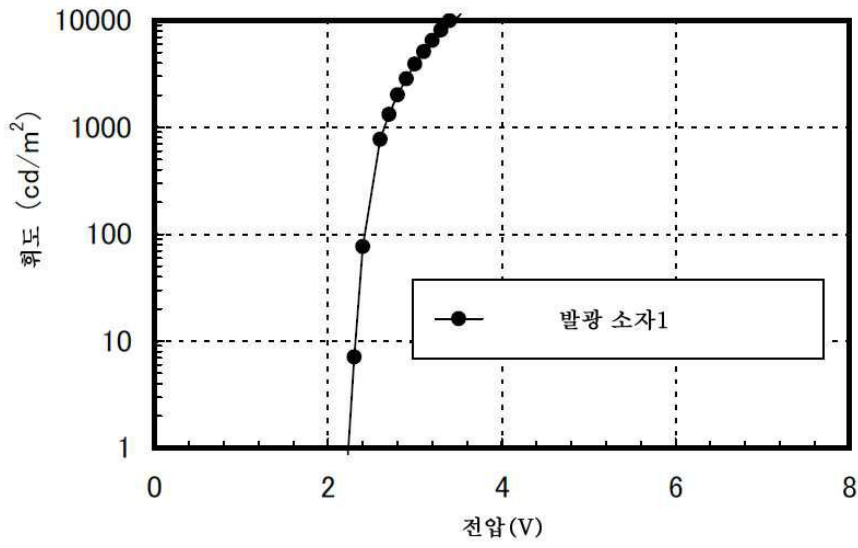
도면12



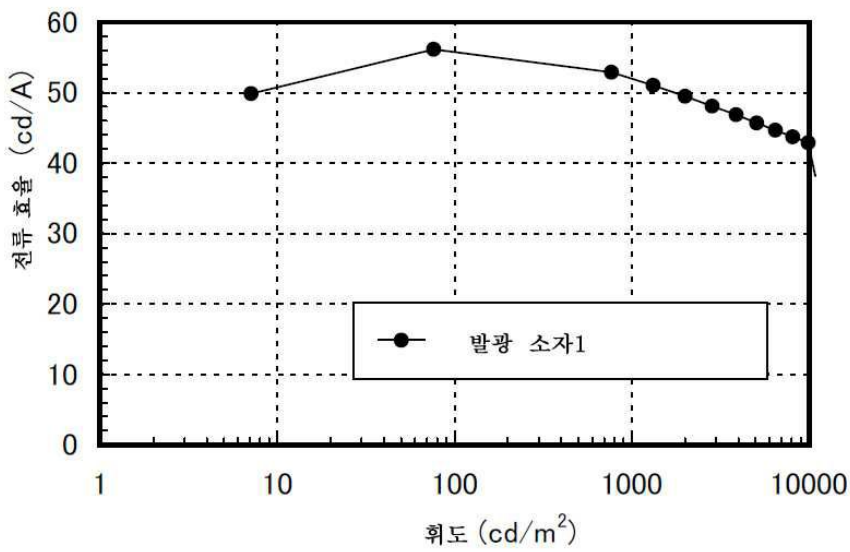
도면13



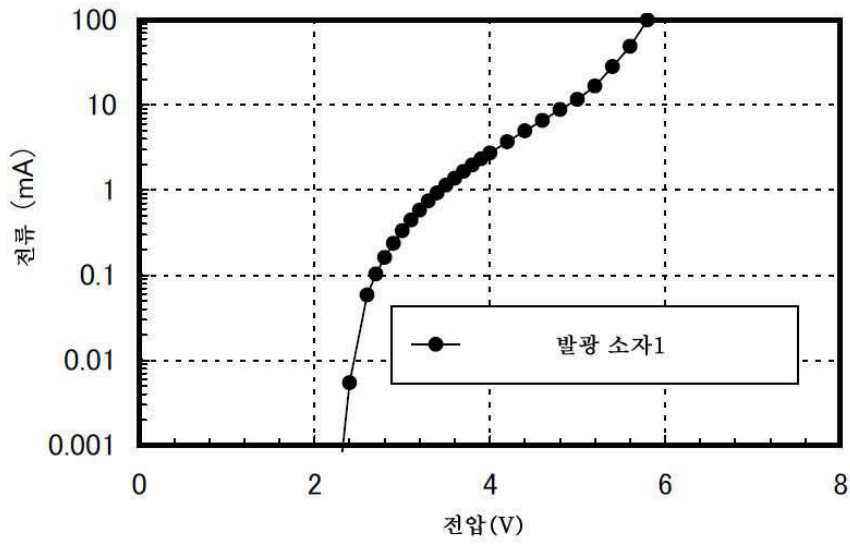
도면14



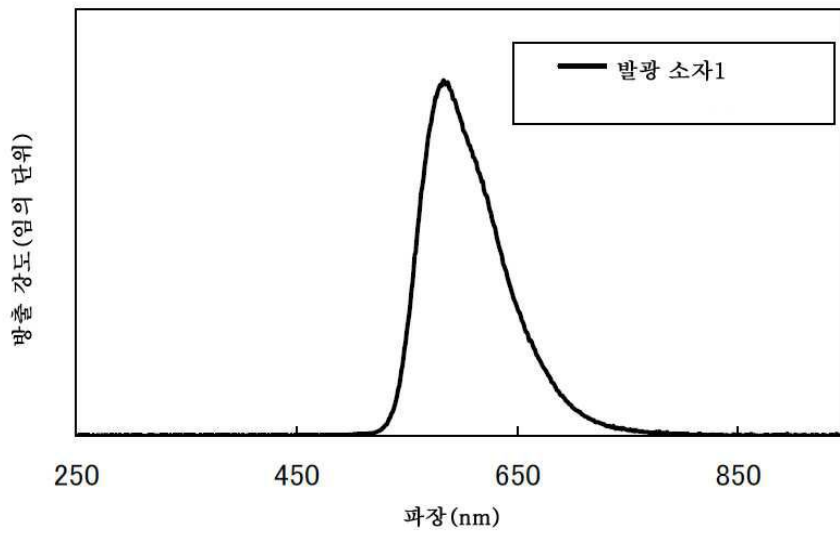
도면15



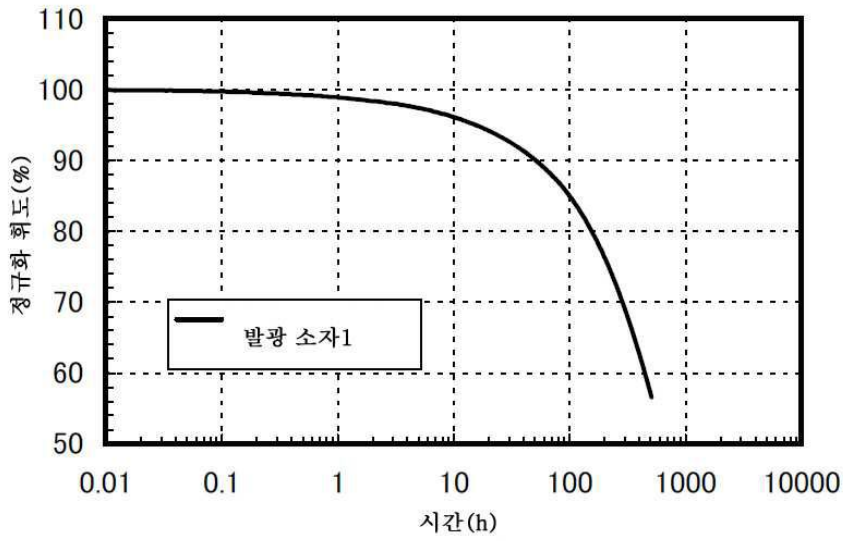
도면16



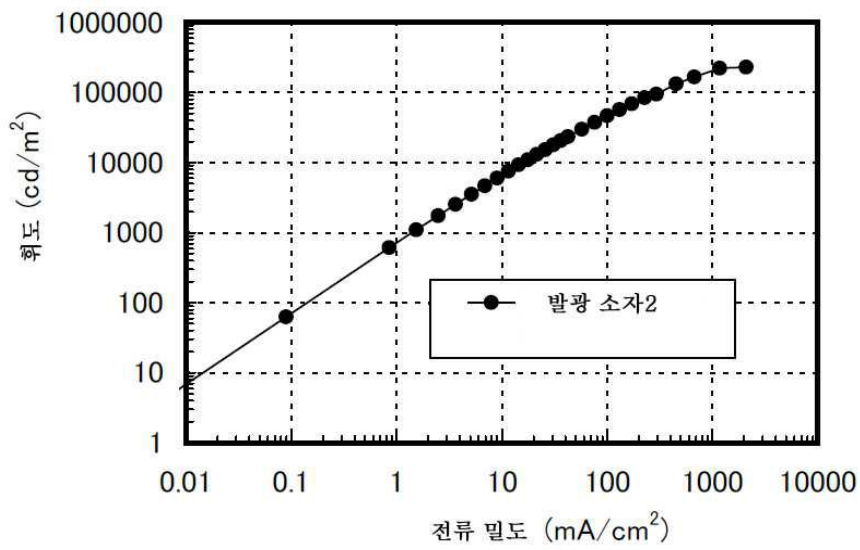
도면17



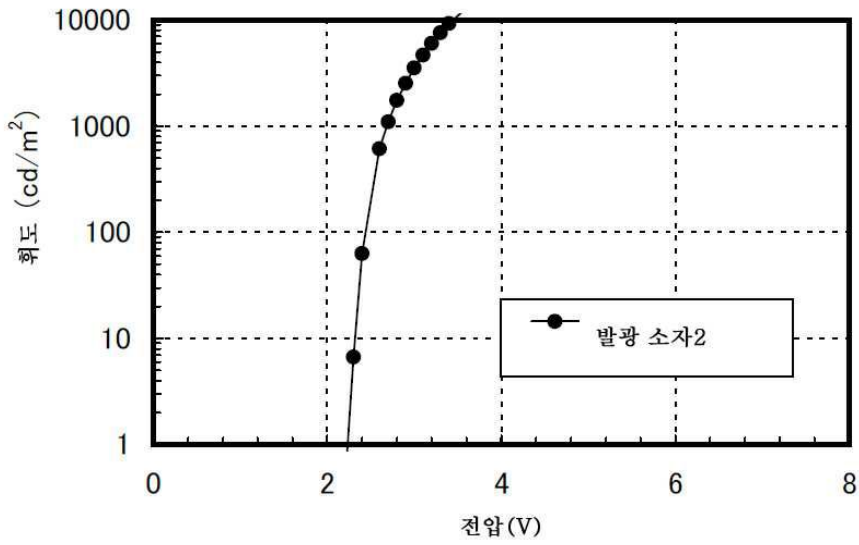
도면18



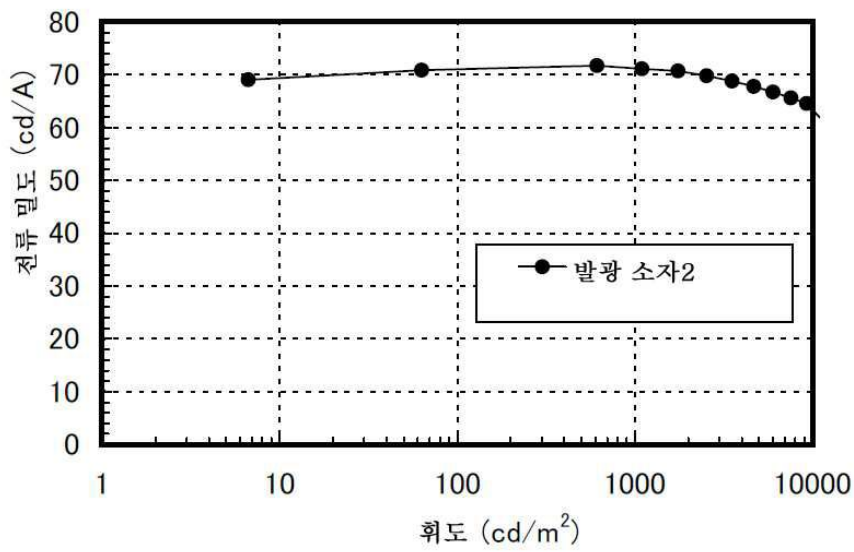
도면19



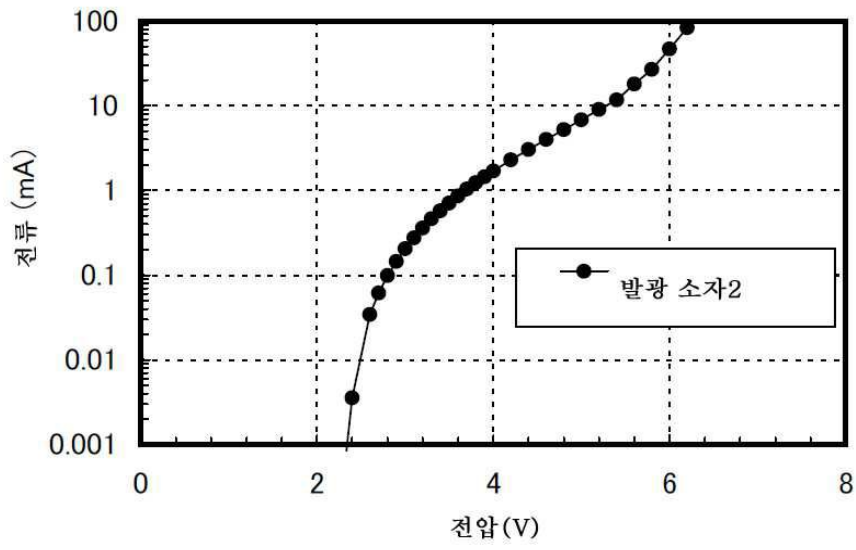
도면20



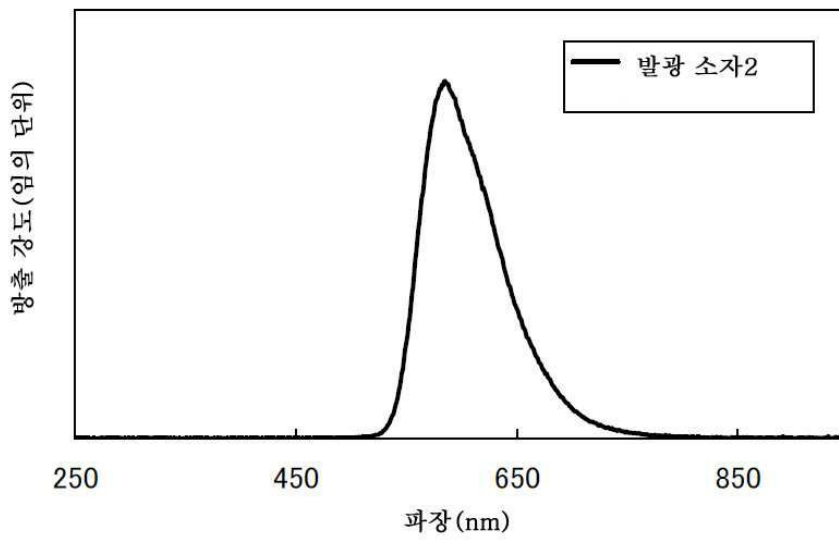
도면21



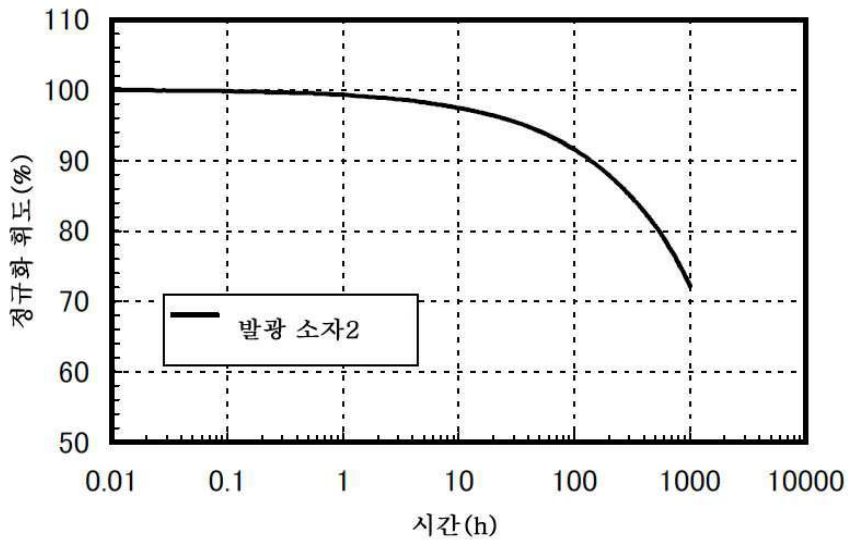
도면22



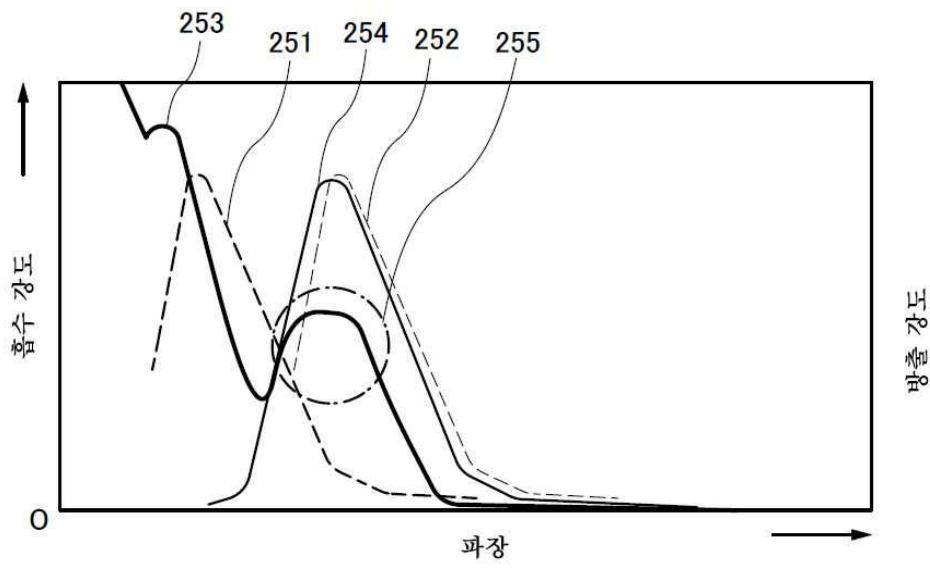
도면23



도면24

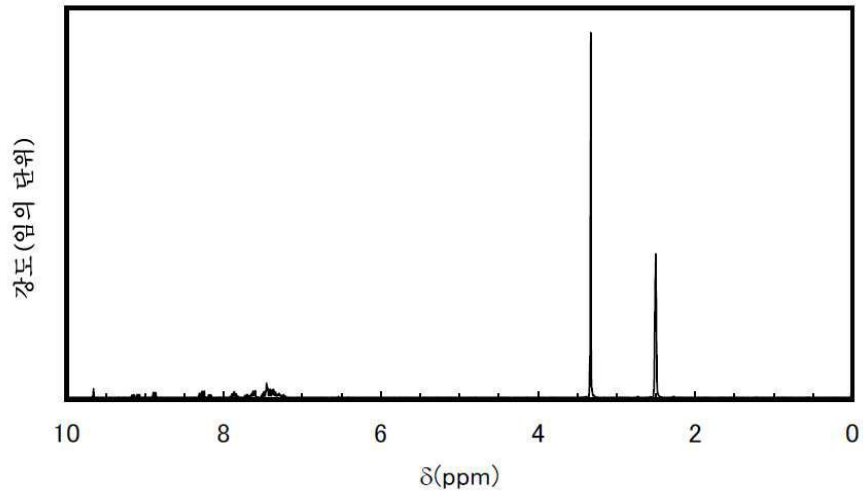


도면25

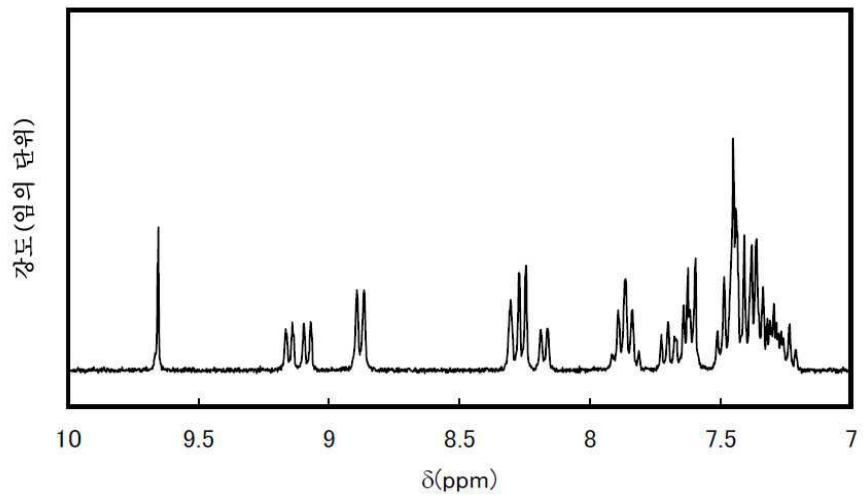


도면26

(A)

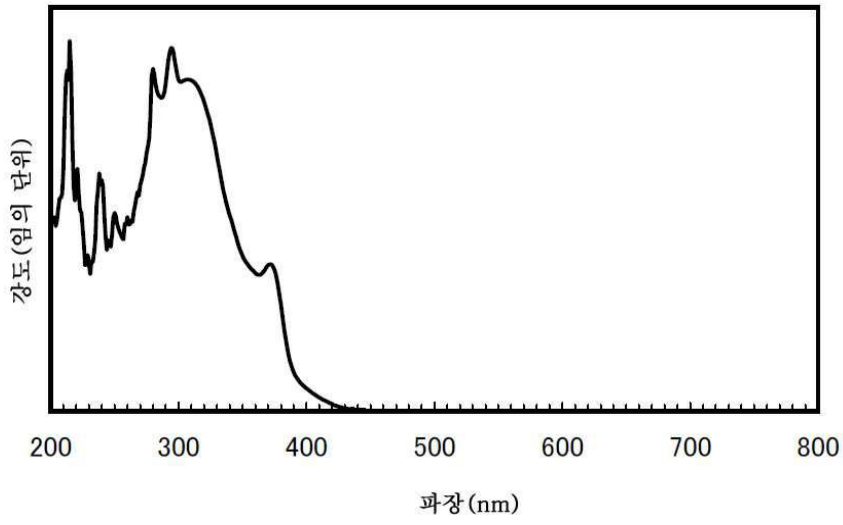


(B)

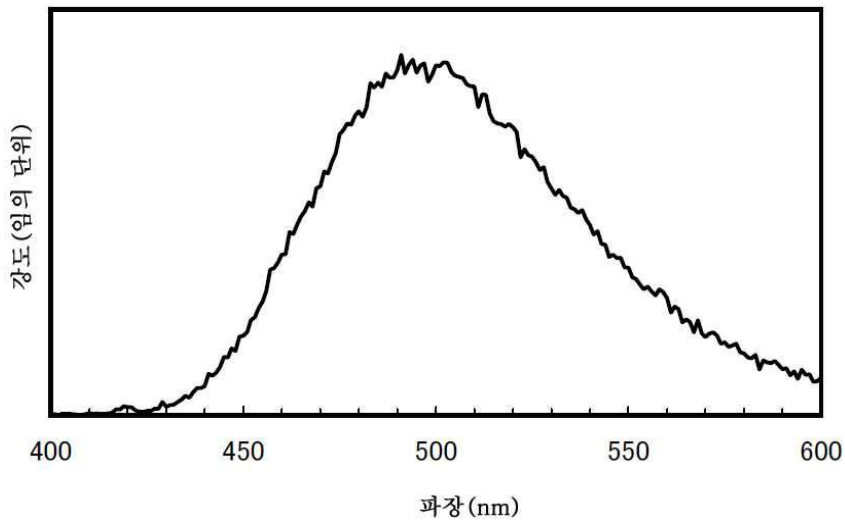


도면27

(A)

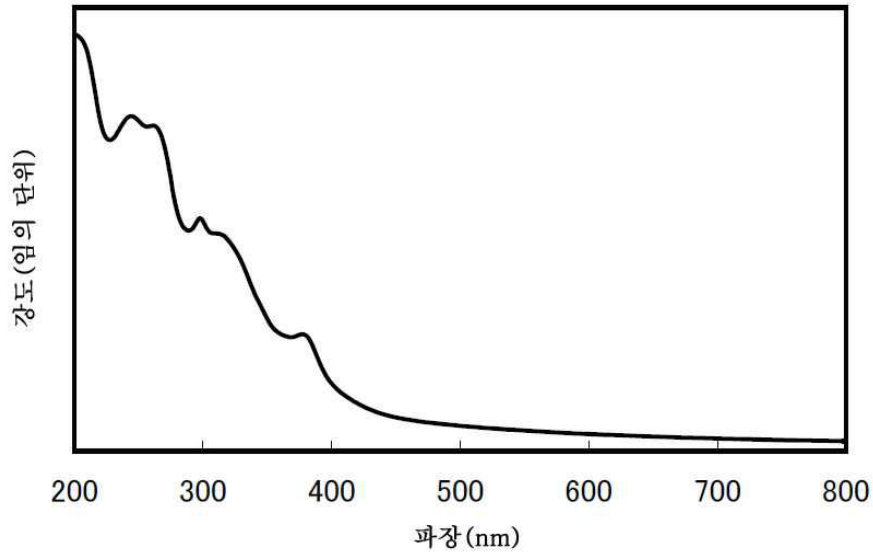


(B)

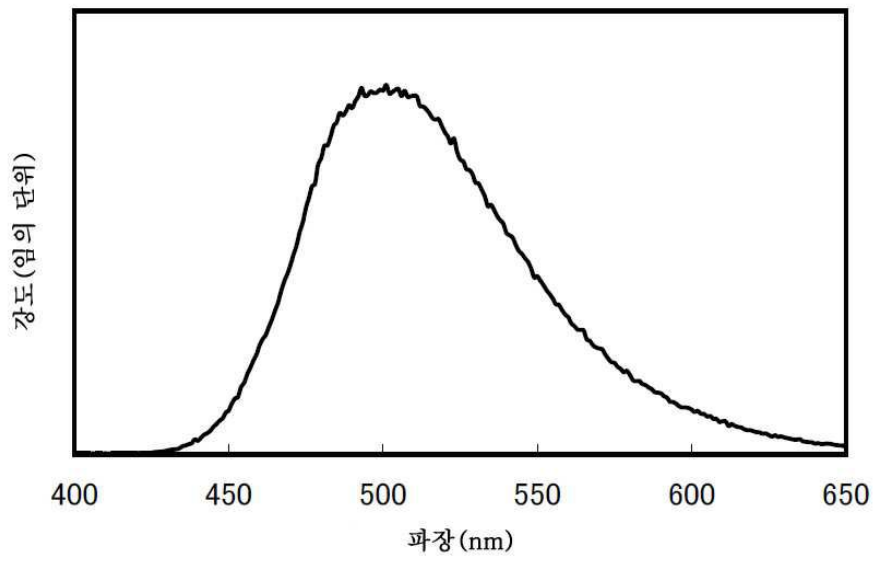


도면28

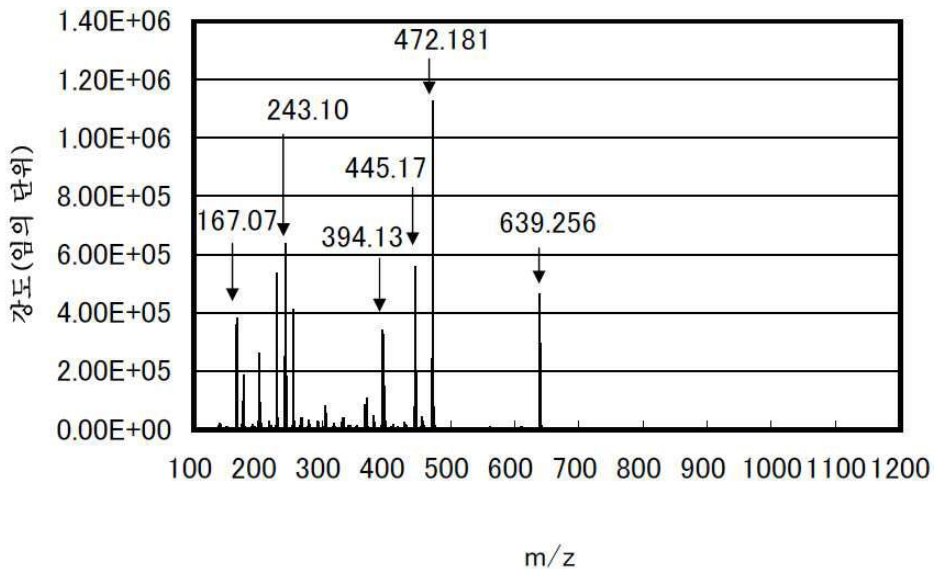
(A)



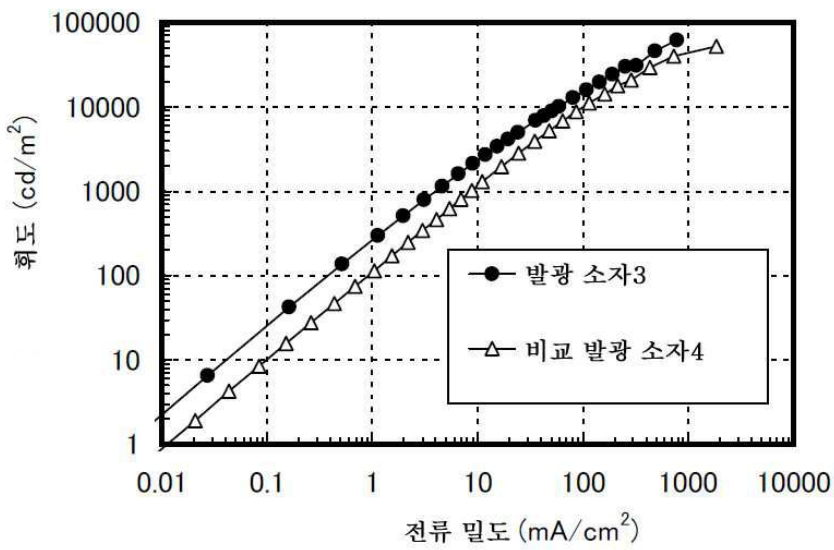
(B)



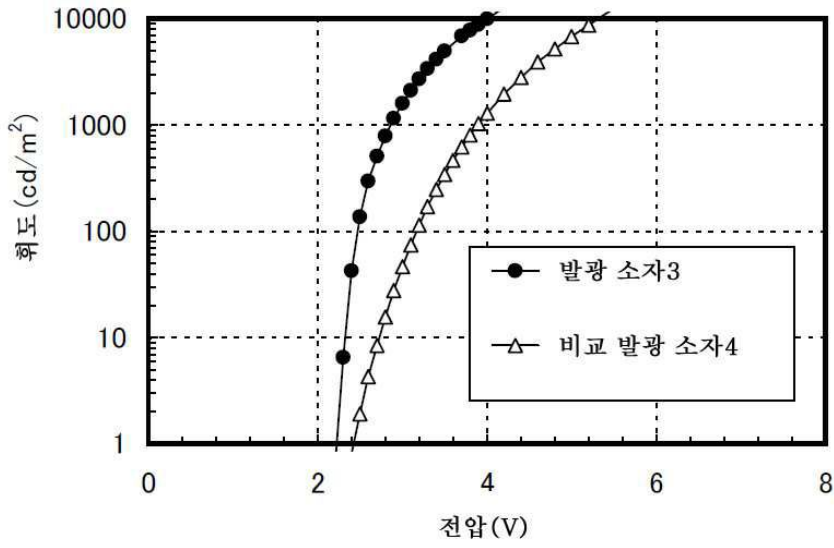
도면29



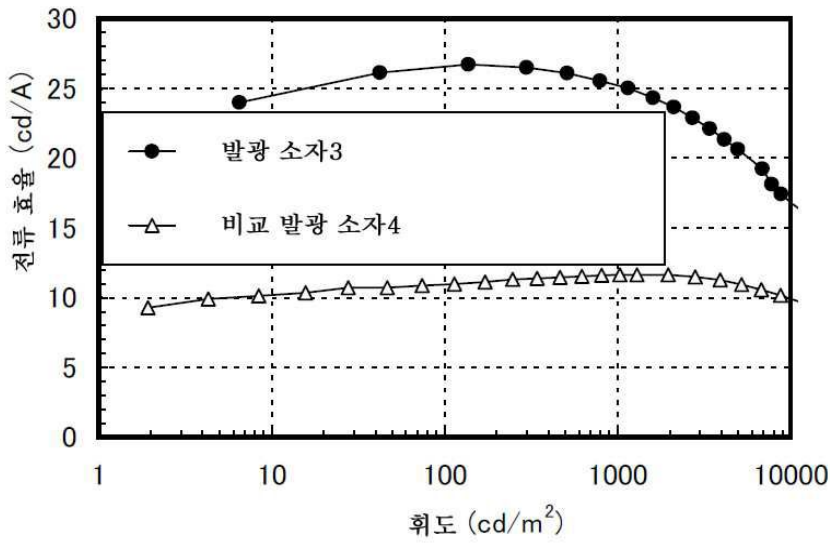
도면30



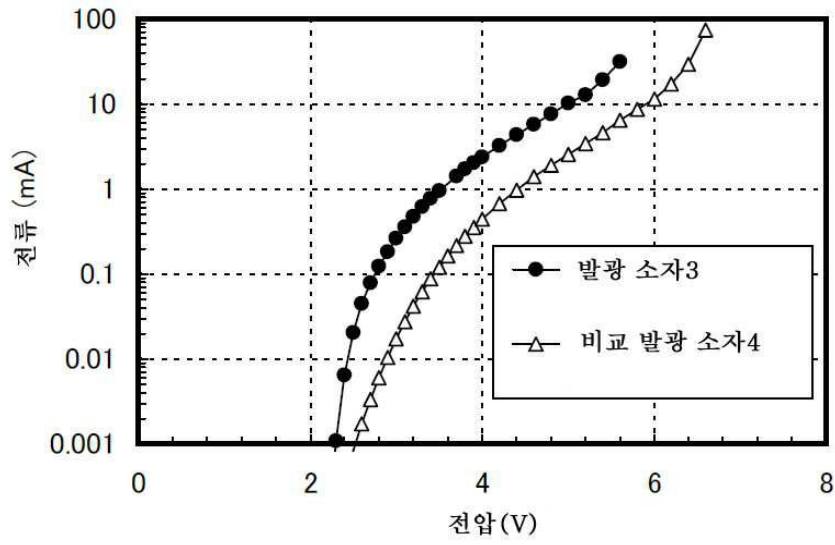
도면31



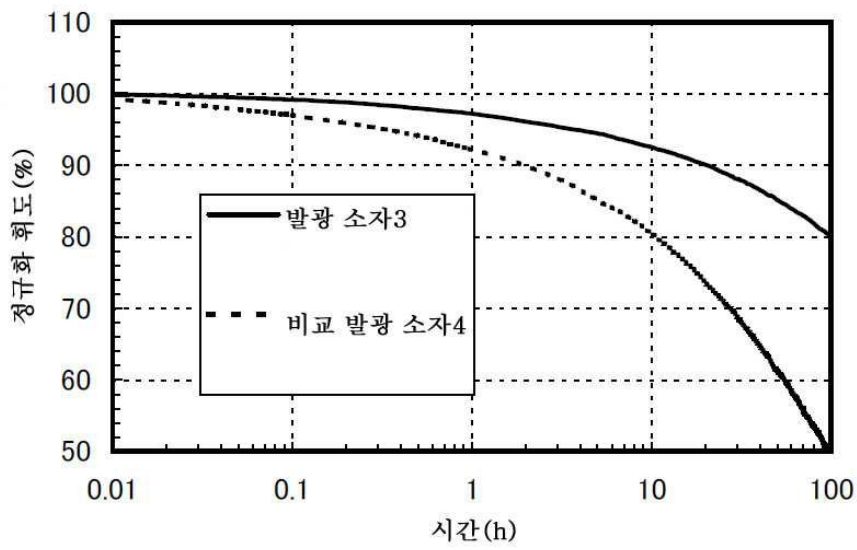
도면32



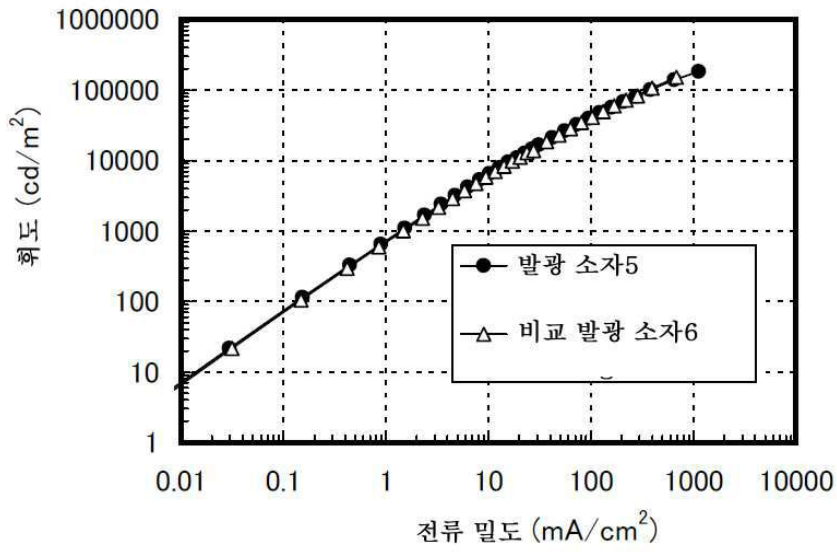
도면33



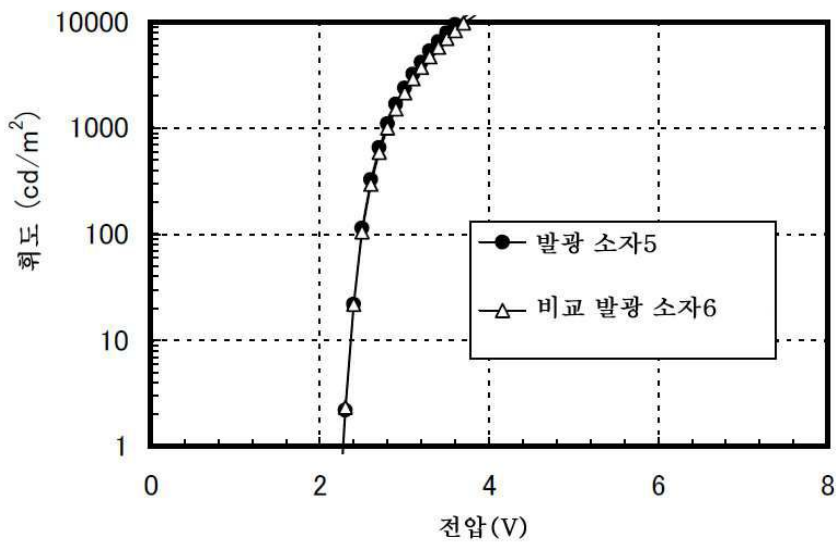
도면34



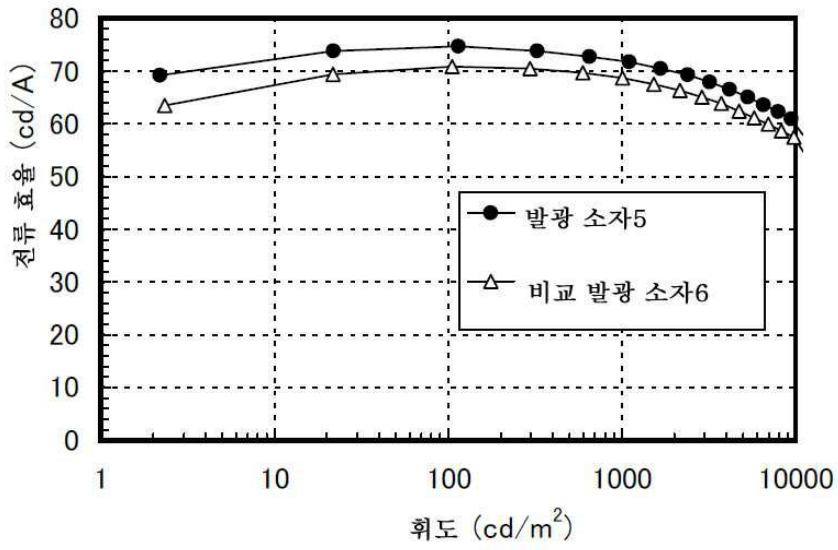
도면35



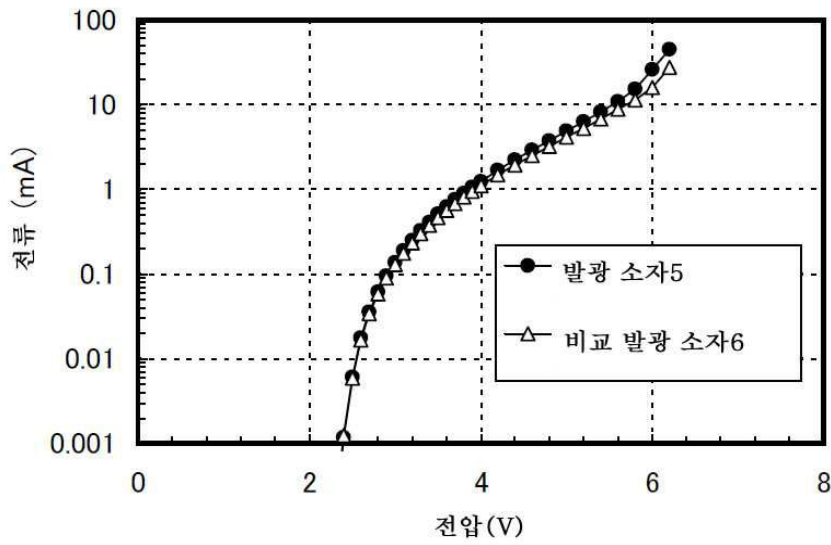
도면36



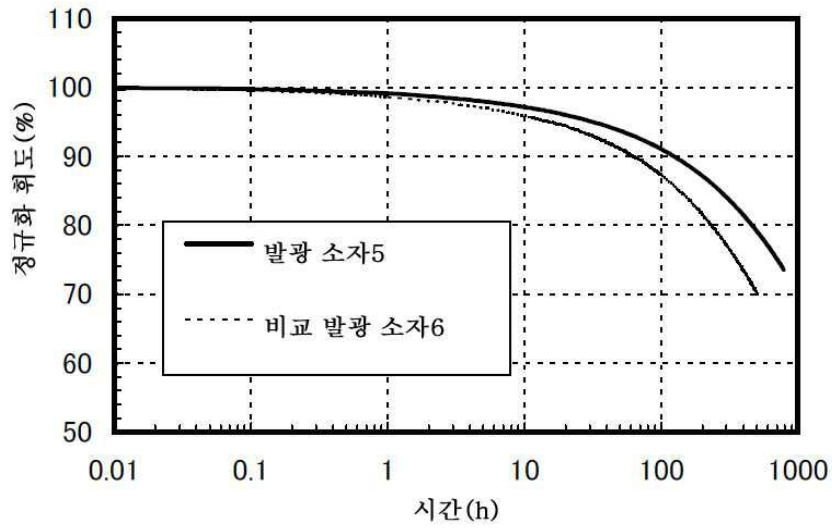
도면37



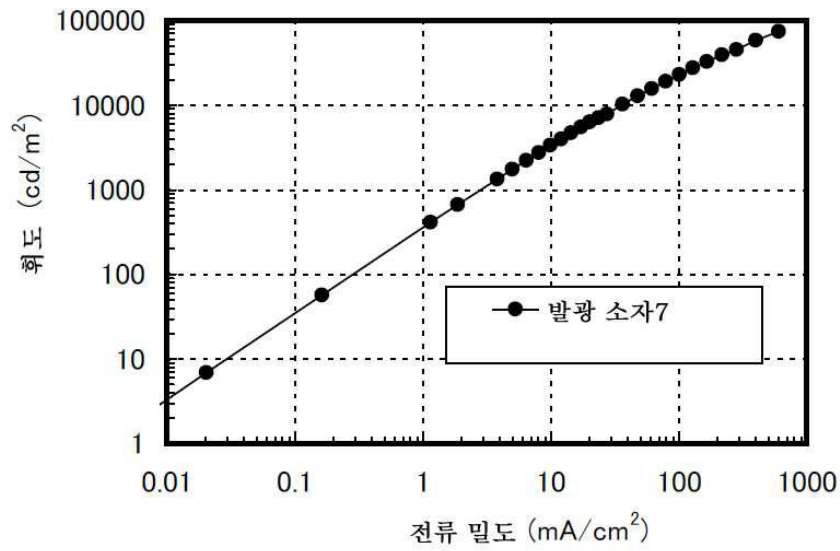
도면38



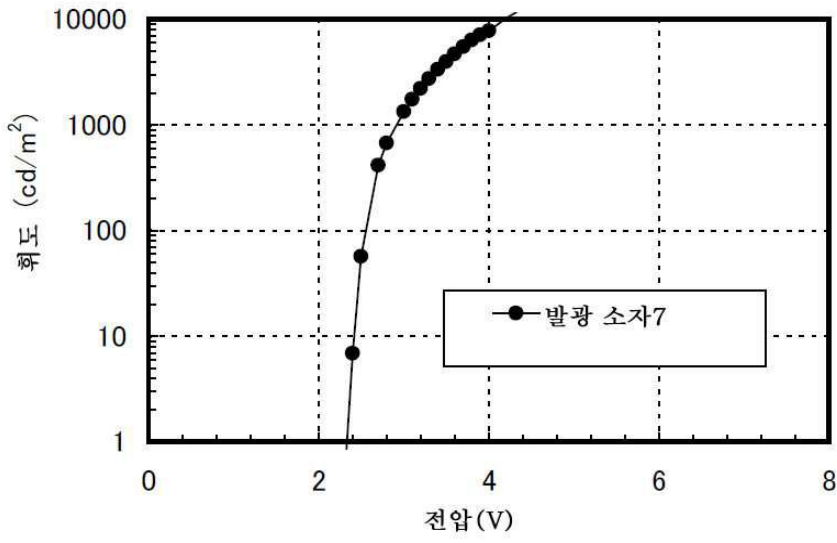
도면39



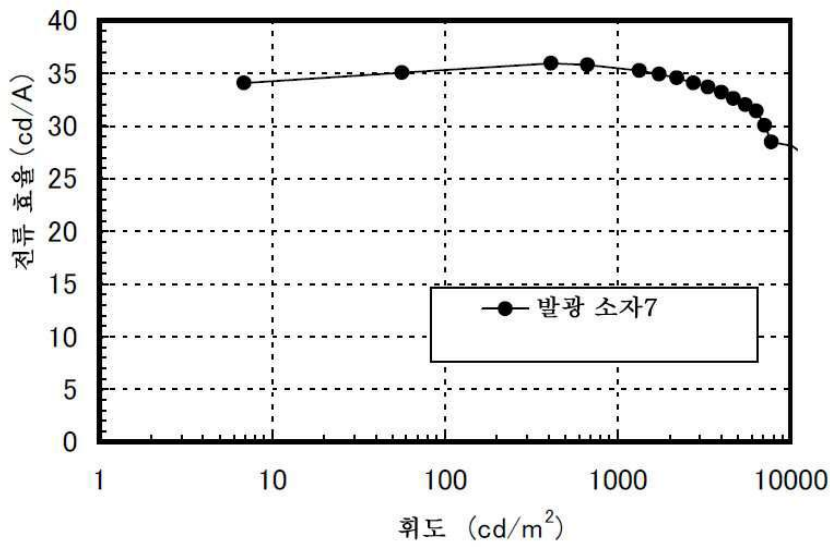
도면40



도면41



도면42



도면43

