



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0140425
(43) 공개일자 2022년10월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C07C 311/61 (2006.01) H01L 51/00 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C07C 311/61 (2013.01)
H01L 51/006 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0042720
(22) 출원일자 2022년04월06일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2021-066453 2021년04월09일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
구보파, 도모히로
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내
도스, 다카오
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 윤선근, 박충범

전체 청구항 수 : 총 20 항

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

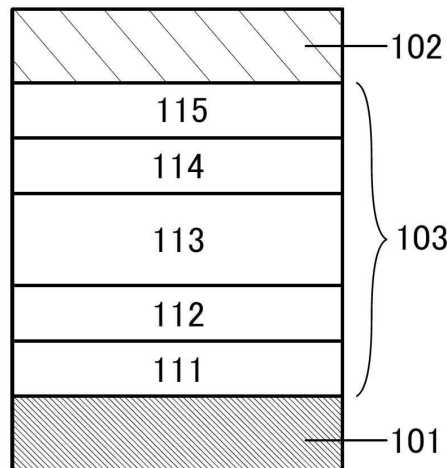
(57) 요약

본 발명은 굴절률이 작으며 정공 수송성을 가지는 유기 화합물을 제공한다.

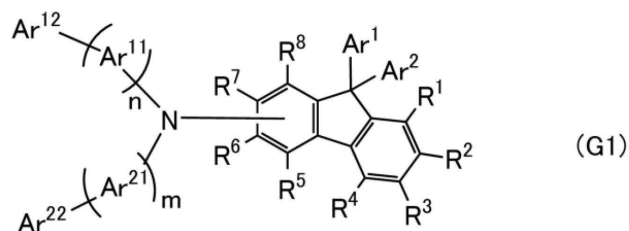
일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물을 제공한다. 식 중, Ar¹²는 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 10의 아릴기를 나타내고, 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 적어도 하나 가진다. Ar¹²가 가지는
(뒷면에 계속)

대표도

(C)



상기 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기의 탄소수의 총합은 6 내지 36이다. 또한 Ar^{11} 및 Ar^{21} 은 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 13의 아릴렌기를 나타낸다. 또한 Ar^{22} 는 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 10의 아릴기를 나타낸다. 또한 n 및 m 은 각각 독립적으로 0 또는 1의 정수(整數)를 나타낸다. 또한 Ar^1 은 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기를 나타낸다. Ar^2 는 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기, 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다.



(52) CPC특허분류

H01L 51/5056 (2013.01)

C07C 2603/18 (2017.05)

(72) 발명자

와타베, 다케요시

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내

우에다, 아이리

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내

가와노, 유타

일본 246-0035 가나가와켄 요코하마시 세야꾸 시모
세야 3-21-14-102

오사와, 노부하루

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내

세오, 사토시

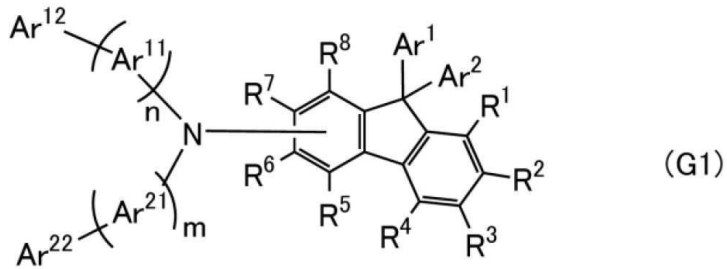
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내

명세서

청구범위

청구항 1

일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물로서,



상기 일반식(G1)에 있어서,

Ar¹²는 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 10의 아릴기를 나타내고, 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 적어도 하나 포함하고,

Ar¹²가 가지는 상기 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기의 탄소수의 총합은 6 내지 36이고,

Ar¹¹은 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 13의 아릴렌기를 나타내고,

n은 0 또는 1의 정수(整數)를 나타내고,

Ar²²는 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 10의 아릴기를 나타내고,

Ar²¹은 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 13의 아릴렌기를 나타내고,

m은 0 또는 1의 정수를 나타내고,

Ar¹은 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 포함하는 페닐기를 나타내고,

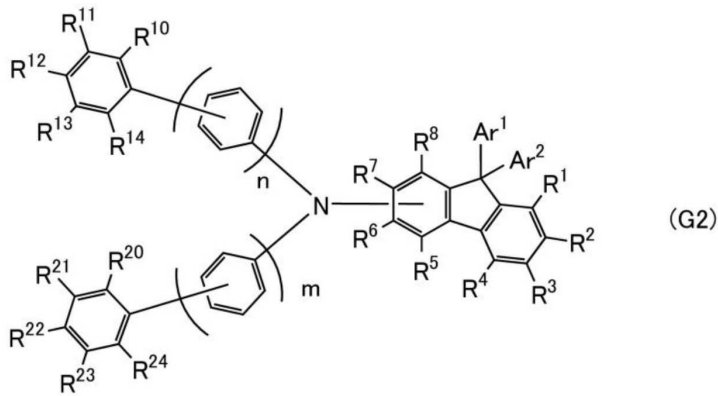
Ar²는 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 포함하는 페닐기, 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타내고,

R¹ 내지 R⁴는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타내고,

R⁵ 내지 R⁸ 중 어느 하나는 질소 원자에 직접 결합되는 결합손(bond)을 나타내고, 나머지는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타내는, 유기 화합물.

청구항 2

일반식(G2)으로 나타내어지는 유기 화합물로서,



상기 일반식(G2)에 있어서,

Ar¹은 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 포함하는 페닐기를 나타내고,

Ar²는 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 포함하는 페닐기, 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타내고,

R¹ 내지 R⁴는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타내고,

R⁵ 내지 R⁸ 중 어느 하나는 질소 원자에 직접 결합되는 결합손을 나타내고, 나머지는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타내고,

R¹⁰ 내지 R¹⁴ 및 R²⁰ 내지 R²⁴는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 나타내고,

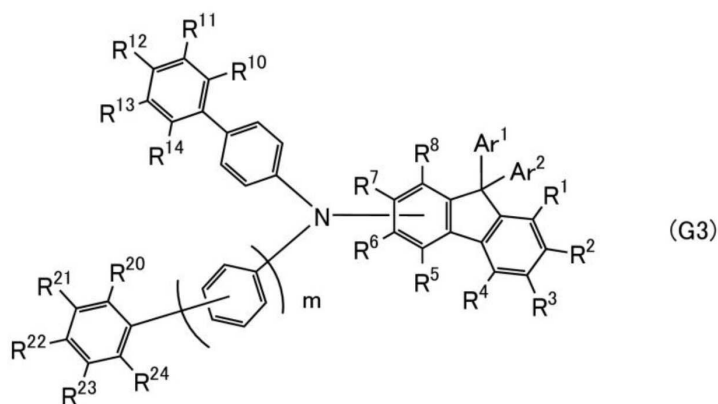
R¹⁰ 내지 R¹⁴의 탄소수의 총합은 6 내지 36이고,

n 및 m은 각각 독립적으로 0 또는 1의 정수를 나타내는, 유기 화합물.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

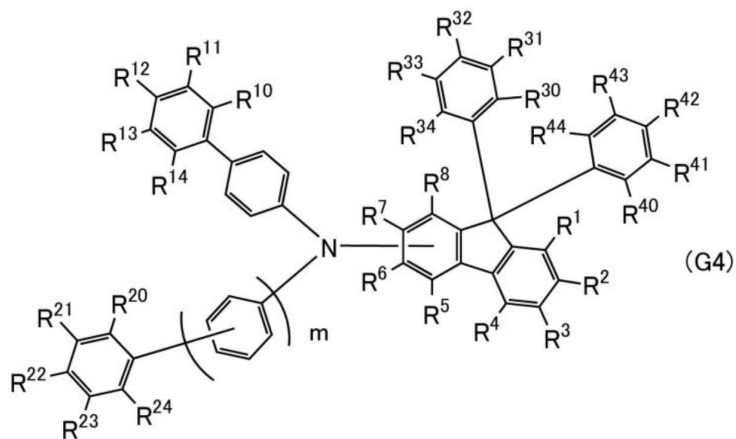
상기 일반식(G2)은 일반식(G3)으로 나타내어지는, 유기 화합물.



청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 일반식(G2)은 일반식(G4)으로 나타내어지는, 유기 화합물:



상기 일반식(G4)에 있어서,

R^{30} 내지 R^{34} 중 적어도 하나는 탄소수 3 내지 6의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 나타내고, 나머지는 각각 수소 원자를 나타내고,

R^{40} 내지 R^{44} 중 적어도 하나는 탄소수 3 내지 6의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 나타내고, 나머지는 각각 수소 원자를 나타낸다.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

R^1 내지 R^4 는 각각 수소 원자를 나타내고,

R^5 내지 R^8 중 나머지는 각각 수소 원자를 나타내는, 유기 화합물.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

R^1 내지 R^4 는 각각 수소 원자를 나타내고,

R^5 내지 R^8 중 나머지는 각각 수소 원자를 나타내는, 유기 화합물.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

R^{10} 내지 R^{14} 중 적어도 하나는 tert-부틸기 또는 사이클로헥실기를 나타내는, 유기 화합물.

청구항 8

제 2 항에 있어서,

R^{10} , R^{12} , 및 R^{14} 는 각각 수소 원자를 나타내고,

R^{11} 및 R^{13} 은 각각 tert-부틸기 또는 사이클로헥실기를 나타내는, 유기 화합물.

청구항 9

제 2 항에 있어서,

R^{10} , R^{11} , R^{13} , 및 R^{14} 는 각각 수소 원자를 나타내고,

R¹²는 tert-부틸기 또는 사이클로헥실기를 나타내는, 유기 화합물.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 유기 화합물을 포함하는 층의 파장 465nm의 광에 대한 정상광 굴절률이 1.50 이상 1.75 이하인, 유기 화합물.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 유기 화합물을 포함하는 층의 파장 520nm의 광에 대한 정상광 굴절률이 1.50 이상 1.70 이하인, 유기 화합물.

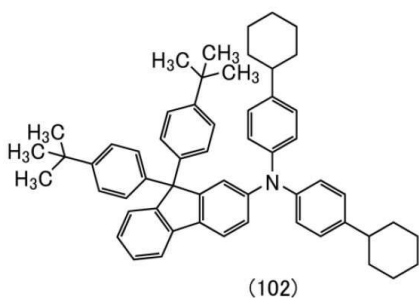
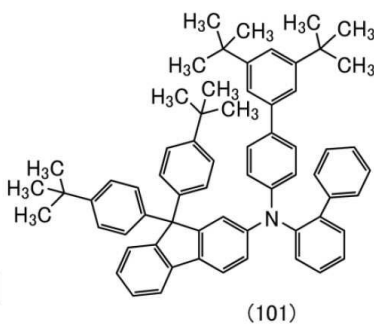
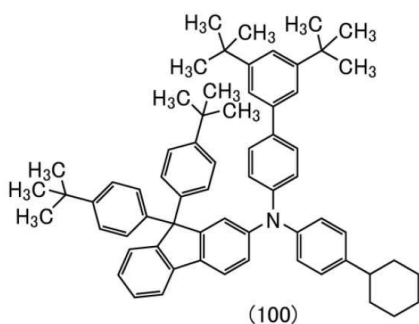
청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 유기 화합물을 포함하는 층의 파장 633nm의 광에 대한 정상광 굴절률이 1.45 이상 1.70 이하인, 유기 화합물.

청구항 13

구조식(100) 내지 구조식(102) 중 어느 하나로 나타내어지는 유기 화합물.



청구항 14

발광 디바이스로서,

제 1 항에 따른 유기 화합물을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 15

전자 기기로서,

제 14 항에 따른 발광 디바이스; 및

검지부, 입력부, 및 통신부 중 적어도 하나를 포함하는, 전자 기기.

청구항 16

발광 장치로서,
제 14 항에 따른 발광 디바이스; 및
트랜지스터 및 기관 중 적어도 하나를 포함하는, 발광 장치.

청구항 17

조명 장치로서,
제 14 항에 따른 발광 디바이스; 및
하우징을 포함하는, 조명 장치.

청구항 18

발광 디바이스로서,
제 2 항에 따른 유기 화합물을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 19

전자 기기로서,
제 18 항에 따른 발광 디바이스; 및
검지부, 입력부, 및 통신부 중 적어도 하나를 포함하는, 전자 기기.

청구항 20

발광 장치로서,
제 18 항에 따른 발광 디바이스; 및
트랜지스터 및 기관 중 적어도 하나를 포함하는, 발광 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 일 형태는 유기 화합물, 발광 소자, 발광 디바이스, 디스플레이 모듈, 조명 모듈, 표시 장치, 발광 장치, 전자 기기, 조명 장치, 및 전자 디바이스에 관한 것이다. 또한 본 발명의 일 형태는 상기 기술분야에 한정되지 않는다. 본 명세서 등에서 개시(開示)하는 발명의 일 형태가 속하는 기술분야는 물건, 방법, 또는 제조 방법에 관한 것이다. 또는 본 발명의 일 형태는 프로세스(process), 기계(machine), 제품(manufacture), 또는 조성물(composition of matter)에 관한 것이다. 따라서 본 명세서에서 개시하는 본 발명의 일 형태가 속하는 기술분야의 더 구체적인 예로서는 반도체 장치, 표시 장치, 액정 표시 장치, 발광 장치, 조명 장치, 축전 장치, 기억 장치, 촬상 장치, 이들의 구동 방법, 또는 이들의 제조 방법을 들 수 있다.

배경 기술

[0002] 유기 화합물을 사용한 일렉트로루미네선스(EL: Electroluminescence)를 이용하는 발광 디바이스(유기 EL 디바이스)의 실용화가 진행되고 있다. 이들 발광 디바이스의 기본적인 구성은 발광 재료를 포함하는 유기 화합물층(EL층)을 한 쌍의 전극 사이에 끼운 것이다. 이 소자에 전압을 인가하여 캐리어(정공 및 전자)를 주입하고, 상기 캐리어의 재결합 에너지를 이용함으로써, 발광 재료로부터의 발광을 얻을 수 있다.

[0003] 이러한 발광 디바이스는 자발광형이기 때문에, 디스플레이의 화소로서 사용하면 액정에 비하여 시인성(視認性)이 높고 백라이트가 불필요하다는 등의 장점이 있어, 플랫 패널 디스플레이 소자로서 적합하다. 또한 이러한 발광 디바이스를 사용한 디스플레이는 얇고 가볍게 제작할 수 있다는 것도 큰 장점이다. 또한 응답 속도가 매우 빠르다는 것도 특징 중 하나이다.

[0004] 또한 이들 발광 디바이스는 발광층을 이차원으로 연속하여 형성할 수 있기 때문에 면발광을 얻을 수 있다. 이

는, 백열전구나 LED로 대표되는 점광원, 또는 형광등으로 대표되는 선광원으로는 얻기 어려운 특색이기 때문에, 유기 EL 디바이스는 조명 등에 응용할 수 있는 면광원으로서의 이용 가치도 높다.

[0005] 이와 같이 발광 디바이스를 사용한 디스플레이 및 조명 장치는 다양한 전자 기기에 적합하고, 더 양호한 특성을 가지는 발광 디바이스를 위하여 연구 개발이 진행되고 있다.

[0006] 광 추출 효율이 낮다는 것이 유기 EL 디바이스의 문제 중 하나로서 자주 제기된다. 특히 인접한 층들의 굴절률의 차이에 기인하는 반사로 인한 감쇠는, 디바이스의 효율을 저하시키는 큰 요인이다. 이 영향을 줄이기 위하여, 저굴절률 재료로 이루어지는 층을 EL층 내부에 형성하는 구성이 제안되고 있다(예를 들어 비특허문헌 1 참조).

[0007] 이 구성을 가지는 발광 디바이스는 종래의 구성을 가지는 발광 디바이스보다 광 추출 효율, 나아가서는 외부 양자 효율을 높일 수 있지만, 발광 디바이스에서의 그 외의 중요한 특성에 악영향을 미치지 않고 EL층 내부에 상술한 바와 같은 저굴절률의 층을 형성하는 것은 용이하지 않다. 이는 낮은 굴절률과, 높은 캐리어 수송성 또는 발광 디바이스에 사용한 경우의 신뢰성이 트레이드오프의 관계에 있기 때문이다. 이 문제는, 유기 화합물의 캐리어 수송성이나 신뢰성이 불포화 결합의 존재에 크게 의존하고, 불포화 결합을 많이 가지는 유기 화합물은 굴절률이 높은 경향이 있는 것에 원인이 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0008] (비특허문헌 0001) Jaeho Lee, 외 12명, "Synergetic electrode architecture for efficient graphene-based flexible organic light-emitting diodes", nature COMMUNICATIONS, 2016년 6월 2일, DOI: 10.1038/ncomms11791

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 일 형태에서는 신규 유기 화합물을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 캐리어 수송성을 가지는 신규 유기 화합물을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 정공 수송성을 가지는 신규 유기 화합물을 제공하는 것을 목적으로 한다. 본 발명의 일 형태에서는 굴절률이 작은 유기 화합물을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 굴절률이 작으며 캐리어 수송성을 가지는 유기 화합물을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 굴절률이 작고 정공 수송성을 가지는 유기 화합물을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 굴절률이 작으며 정공 주입성을 가지는 유기 화합물을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0010] 또는 본 발명의 일 형태에서는 발광 효율이 높은 발광 디바이스를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 소비 전력이 작은 발광 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 표시 장치, 및 전자 디바이스를 각각 제공하는 것을 목적으로 한다.

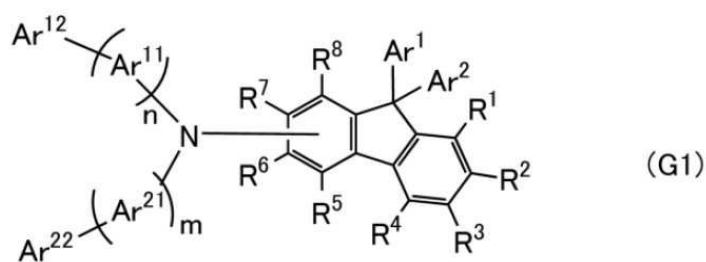
[0011] 또한 이들 과제의 기재는 다른 과제의 존재를 방해하는 것은 아니다. 또한 본 발명의 일 형태는 반드시 이들 과제 모두를 해결할 필요는 없다. 또한 이들 외의 과제는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재에서 저절로 명백해지는 것이며, 명세서, 도면, 청구항 등의 기재에서 이들 외의 과제가 추출될 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 형태에서는, 상술한 과제 중 어느 하나를 해결하면 되는 것으로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 일 형태는 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

[0014] [화학식 1]

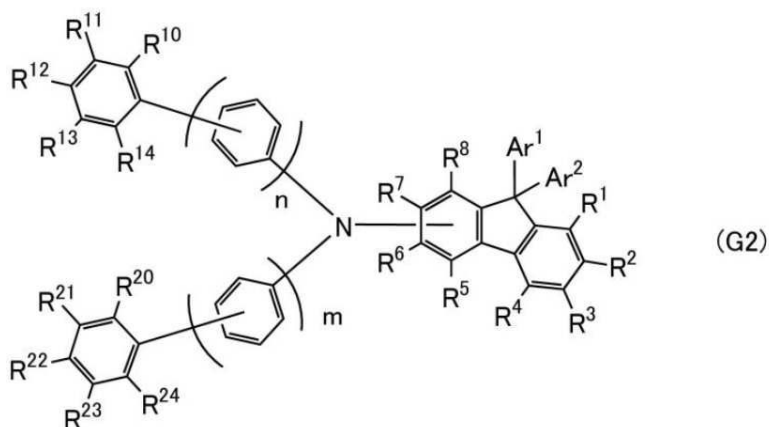


[0015]

[0016] 상기 일반식(G1)에 있어서, Ar¹²는 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 10의 아릴기를 나타내고, 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 적어도 하나 가진다. Ar¹²가 가지는 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기의 탄소수의 총합은 6 내지 36이다. 또한 Ar¹¹은 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 13의 아릴렌기를 나타낸다. 또한 n은 0 또는 1의 정수(整數)를 나타낸다. 또한 Ar²²는 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 10의 아릴기를 나타낸다. 또한 Ar²¹은 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 13의 아릴렌기를 나타낸다. 또한 m은 0 또는 1의 정수를 나타낸다. 또한 Ar¹은 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기를 나타낸다. 또한 Ar²는 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기, 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R¹ 내지 R⁴는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R⁵ 내지 R⁸ 중 어느 하나는 질소 원자에 직접 결합되는 결합손(bond)이고, 나머지는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다.

[0017] 또한 본 발명의 일 형태는 일반식(G2)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

[0018] [화학식 2]

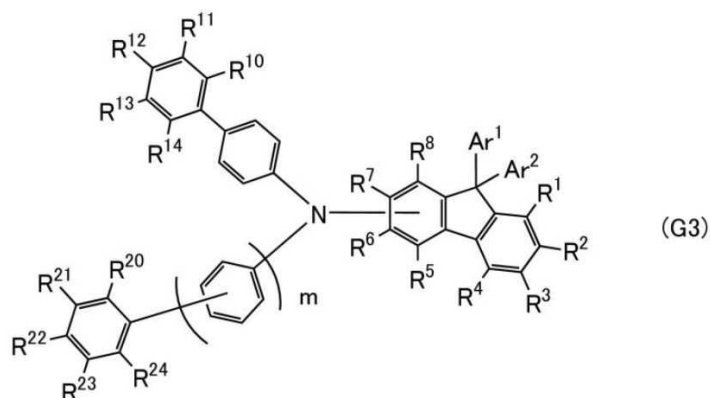


[0019]

[0020] 상기 일반식(G2)에 있어서, Ar¹은 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기를 나타낸다. 또한 Ar²는 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기, 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R¹ 내지 R⁴는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R⁵ 내지 R⁸ 중 어느 하나는 질소 원자에 직접 결합되는 결합손이고, 나머지는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R¹⁰ 내지 R¹⁴ 및 R²⁰ 내지 R²⁴는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 나타낸다. 다만 R¹⁰ 내지 R¹⁴의 탄소수의 총합은 6 내지 36이다. 또한 n 및 m은 각각 독립적으로 0 또는 1의 정수를 나타낸다.

[0021] 또한 본 발명의 일 형태는 일반식(G3)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

[0022] [화학식 3]

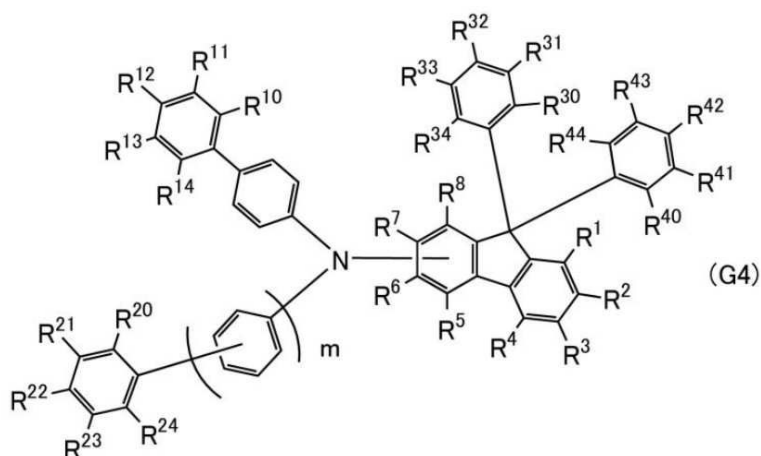


[0023]

[0024] 상기 일반식(G3)에 있어서, Ar^1 은 탄소수 3 내지 6의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기를 나타낸다. 또한 Ar^2 는 탄소수 3 내지 6의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기, 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^1 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^5 내지 R^8 중 어느 하나는 질소 원자에 직접 결합되는 결합손이고, 나머지는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 또는 분지쇄형 또는 고리형의 탄소수 3 내지 12의 알킬기를 나타낸다. 다만 R^{10} 내지 R^{14} 의 탄소수의 총합은 6 내지 36이다. 또한 m 은 0 또는 1의 정수를 나타낸다.

[0025] 또한 본 발명의 일 형태는 일반식(G4)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

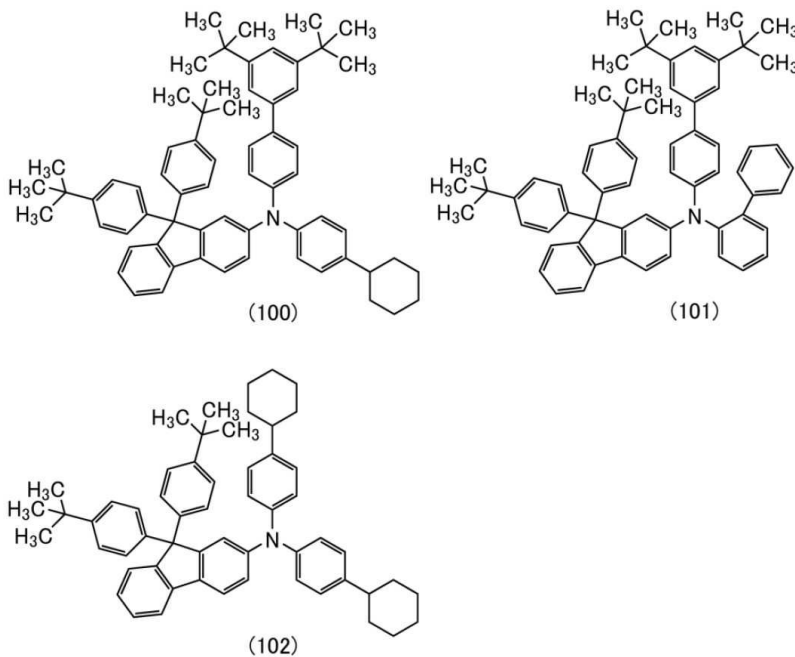
[0026] [화학식 4]



[0027]

[0028] 상기 일반식(G4)에 있어서, R^1 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^5 내지 R^8 중 어느 하나는 질소 원자에 직접 결합되는 결합손이고, 나머지는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 또는 분지쇄형 또는 고리형의 탄소수 3 내지 12의 알킬기를 나타낸다. 다만 R^{10} 내지 R^{14} 의 탄소수의 총합은 6 내지 36이다. 또한 R^{30} 내지 R^{34} 중 적어도 하나는 탄소수 3 내지 6의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 나타내고, 나머지는 수소 원자를 나타낸다. 또한 R^{40} 내지 R^{44} 중 적어도 하나는 탄소수 3 내지 6의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 나타내고, 나머지는 수소 원자를 나타낸다. 또한 m 은 0 또는 1의 정수를 나타낸다.

- [0029] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 각 구성에 있어서, R^1 내지 R^4 는 수소 원자이고, R^5 내지 R^8 중 어느 하나는 질소 원자에 직접 결합되는 결합손이고, 나머지는 수소 원자인 유기 화합물이다.
- [0030] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 각 구성에 있어서, R^{10} 내지 R^{14} 중 적어도 하나가 tert-부틸기 또는 사이클로헥실기인 유기 화합물이다.
- [0031] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 각 구성에 있어서, R^{10} , R^{12} , 및 R^{14} 가 수소 원자이고, R^{11} 및 R^{13} 이 tert-부틸기 또는 사이클로헥실기인 유기 화합물이다.
- [0032] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 각 구성에 있어서, R^{10} , R^{11} , R^{13} , 및 R^{14} 가 수소 원자이고, R^{12} 가 tert-부틸기 또는 사이클로헥실기인 유기 화합물이다.
- [0033] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 각 구성에 있어서, 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 465nm의 광에 대한 정상광 굴절률이 1.50 이상 1.75 이하인 유기 화합물이다.
- [0034] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 각 구성에 있어서, 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 520nm의 광에 대한 정상광 굴절률이 1.50 이상 1.70 이하인 유기 화합물이다.
- [0035] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 각 구성에 있어서, 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에 대한 정상광 굴절률이 1.45 이상 1.70 이하인 유기 화합물이다.
- [0036] 또한 본 발명의 일 형태는 구조식(100) 내지 구조식(102) 중 어느 하나로 나타내어지는 유기 화합물이다.
- [0037] [화학식 5]



- [0038]
- [0039] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 각 구성의 유기 화합물을 사용한 발광 디바이스이다.
- [0040] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 구성의 발광 디바이스와, 검지부, 입력부, 또는 통신부를 가지는 전자 기기이다.
- [0041] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 구성의 발광 디바이스와 트랜지스터 또는 기판을 가지는 발광 장치이다.
- [0042] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 구성의 발광 디바이스와 하우징을 가지는 조명 장치이다.
- [0043] 또한 본 명세서 중에서 발광 장치란 발광 디바이스를 사용한 화상 표시 디바이스를 포함한다. 또한 기판 위의 발광 디바이스에 커넥터, 예를 들어 이방 도전성 필름 또는 TCP(Tape Carrier Package)가 장착된 모듈, TCP 끝에 인쇄 배선판이 제공된 모듈, 또는 발광 디바이스에 COG(Chip On Glass) 방식에 의하여 IC(집적 회로)가 직접

실장된 모듈도 발광 장치에 포함되는 경우가 있다. 또한 조명 기구 등은 발광 장치를 가지는 경우가 있다.

발명의 효과

- [0044] 본 발명의 일 형태에서는 신규 유기 화합물을 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 캐리어 수송성을 가지는 신규 유기 화합물을 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 정공 수송성을 가지는 신규 유기 화합물을 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에서는 굴절률이 작은 유기 화합물을 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 굴절률이 작으며 캐리어 수송성을 가지는 유기 화합물을 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 굴절률이 작고 정공 수송성을 가지는 유기 화합물을 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 굴절률이 작으며 정공 주입성을 가지는 유기 화합물을 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 굴절률이 작으며 증착 시에 큰 자발 분극이 일어나는 유기 화합물을 제공할 수 있다.
- [0045] 또는 본 발명의 일 형태에서는 발광 효율이 높은 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 소비 전력이 작은 발광 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 표시 장치, 및 전자 디바이스를 각각 제공할 수 있다.
- [0046] 또한 이들 효과의 기재는 다른 효과의 존재를 방해하는 것은 아니다. 또한 본 발명의 일 형태는 이들 효과 모두를 반드시 가질 필요는 없다. 또한 이들 외의 효과는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재에서 저절로 명백해지는 것이며, 명세서, 도면, 청구항 등의 기재에서 이들 외의 효과가 추출될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0047] 도 1의 (A) 내지 (E)는 실시형태에 따른 발광 디바이스의 구성을 설명하는 도면이다.
- 도 2의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 3의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 발광 장치의 제조 방법을 설명하는 도면이다.
- 도 4의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 발광 장치의 제조 방법을 설명하는 도면이다.
- 도 5의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 발광 장치의 제조 방법을 설명하는 도면이다.
- 도 6의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 발광 장치의 제조 방법을 설명하는 도면이다.
- 도 7은 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 8의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 9의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 10의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 11의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 12의 (A) 내지 (E)는 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.
- 도 13의 (A) 내지 (E)는 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.
- 도 14의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.
- 도 15의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.
- 도 16은 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.
- 도 17의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 발광 디바이스 및 수광 디바이스를 설명하는 도면이다.
- 도 18은 mmtBuBichPatBu2FLP(2)의 톨루엔 용액에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.
- 도 19는 mmtBuBichPatBu2FLP(2)의 MS 스펙트럼을 나타낸 것이다.
- 도 20은 mmtBuBichPatBu2FLP(2)의 굴절률을 측정한 데이터를 나타낸 것이다.
- 도 21은 mmtBuBioBitBu2FLP(2)의 톨루엔 용액에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.
- 도 22는 mmtBuBioBitBu2FLP(2)의 MS 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 23은 mmtBuBioBitBu2FLP(2)의 굴절률을 측정한 데이터를 나타낸 것이다.

도 24는 dchPAtBu2FLP(2)의 톨루엔 용액에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 25는 dchPAtBu2FLP(2)의 굴절률을 측정한 데이터를 나타낸 것이다.

도 26은 실시예에 따른 발광 디바이스의 구성을 설명하는 도면이다.

도 27은 mmtBuBichPAtBu2FLP(2), FBiFLPB, 및 oFBiSF의 굴절률을 측정한 데이터를 나타낸 것이다.

도 28은 발광 디바이스 1, 비교 발광 디바이스 1-1, 및 비교 발광 디바이스 1-2의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.

도 29는 발광 디바이스 1, 비교 발광 디바이스 1-1, 및 비교 발광 디바이스 1-2의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 30은 발광 디바이스 1, 비교 발광 디바이스 1-1, 및 비교 발광 디바이스 1-2의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 31은 발광 디바이스 1, 비교 발광 디바이스 1-1, 및 비교 발광 디바이스 1-2의 전류-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 32는 발광 디바이스 1, 비교 발광 디바이스 1-1, 및 비교 발광 디바이스 1-2의 외부 양자 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 33은 발광 디바이스 1, 비교 발광 디바이스 1-1, 및 비교 발광 디바이스 1-2의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 34는 발광 디바이스 1, 비교 발광 디바이스 1-1, 및 비교 발광 디바이스 1-2의 구동 시간에 대한 휘도 변화를 나타낸 도면이다.

도 35는 mmtBuBioBitBu2FLP(2), FBiFLPB, 및 oFBiSF의 굴절률을 측정한 데이터를 나타낸 것이다.

도 36은 발광 디바이스 2, 비교 발광 디바이스 2-1, 및 비교 발광 디바이스 2-2의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.

도 37은 발광 디바이스 2, 비교 발광 디바이스 2-1, 및 비교 발광 디바이스 2-2의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 38은 발광 디바이스 2, 비교 발광 디바이스 2-1, 및 비교 발광 디바이스 2-2의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 39는 발광 디바이스 2, 비교 발광 디바이스 2-1, 및 비교 발광 디바이스 2-2의 전류-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 40은 발광 디바이스 2, 비교 발광 디바이스 2-1, 및 비교 발광 디바이스 2-2의 외부 양자 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 41은 발광 디바이스 2, 비교 발광 디바이스 2-1, 및 비교 발광 디바이스 2-2의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 42는 발광 디바이스 2, 비교 발광 디바이스 2-1, 및 비교 발광 디바이스 2-2의 구동 시간에 대한 휘도 변화를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0048] 이하에서, 본 발명의 실시형태에 대하여 도면을 참조하여 자세히 설명한다. 다만 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 벗어남이 없이 그 형태 및 자세한 사항을 다양하게 변경할 수 있다는 것은 통상의 기술자라면 쉽게 이해할 수 있다. 따라서 본 발명은 이하에 기재하는 실시형태의 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다.

[0049] (실시형태 1)

[0050] 유기 EL 디바이스에 사용할 수 있는 캐리어 수송성을 가지는 유기 화합물 중에서도, 굴절률이 작은 재료의 하나

로서 다이-[4-(N,N-다이톨릴-아미노)-페닐]사이클로헥세인(약칭: TAPC)이 알려져 있다. 굴절률이 작은 재료를 EL층에 사용함으로써 높은 외부 양자 효율을 나타내는 발광 디바이스를 얻을 수 있기 때문에, TAPC를 사용함으로써 양호한 외부 양자 효율을 가지는 발광 디바이스를 얻을 수 있다.

[0051] 그러나 일반적으로, 높은 캐리어 수송성과 낮은 굴절률은 트레이드오프의 관계에 있다. 이는, 유기 화합물의 캐리어 수송성은 불포화 결합의 존재에 크게 의존하고, 불포화 결합을 많이 가지는 유기 화합물은 굴절률이 높은 경향이 있기 때문이다. TAPC는 정공 수송성과 낮은 굴절률이 절묘한 균형을 이루는 물질이지만, 한편 TAPC와 같이 사이클로헥세인의 1,1-다이 치환 구조를 가지는 화합물에서는, 사이클로헥세인의 하나의 탄소 상에 부피가 큰 치환기가 2개 삽입되어 있기 때문에 입체 반발이 커져, 분자 자체의 불안정성을 유발하기 때문에, 신뢰성의 관점에서 불리하다는 문제가 있었다. 또한 TAPC는 골격의 구성이 사이클로헥세인과 단순한 벤젠 고리로 이루어지는 것에 기인하여 유리 전이점(Tg)이 낮고, 내열성에도 문제가 있었다.

[0052] 내열성이 높고, 신뢰성이 높은 정공 수송 재료를 얻기 위한 방법 중 하나로서 불포화 탄화수소기, 특히 환식 불포화 탄화수소기를 분자 내에 도입하는 방법을 들 수 있다. 한편, 굴절률이 낮은 재료를 얻기 위해서는, 분자의 굴절률을 낮출 수 있는 치환기를 도입하는 것이 바람직하다. 상기 치환기로서는 포화 탄화수소기 및 환식 포화 탄화수소기 등을 들 수 있다.

[0053] 또한 유기 EL 디바이스의 캐리어 수송 재료로서 사용하는 재료는 캐리어 수송성이 높은 골격을 가지는 것이 바람직하고, 그 중에서도 방향족 아민 골격은 정공 수송성이 높아 바람직한 골격이다. 정공 수송성을 더 향상시키기 위하여, 아민 골격을 2개 도입하는 수단도 생각할 수 있다. 그러나 상술한 TAPC와 같이, 그 주변에 배치된 치환기의 환경에 따라서는, 다이아민 구조는 신뢰성에 대하여 불리하게 작용하는 경우도 있다.

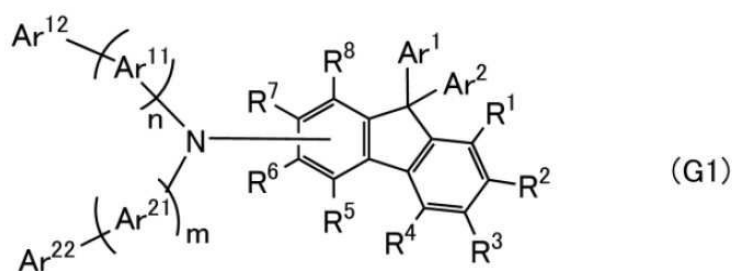
[0054] 트레이드오프를 극복하여, 캐리어 수송성, 캐리어 주입성, 낮은 굴절률, 높은 내열성, 높은 신뢰성을 겸비하는 유기 화합물로서, 본 발명자들은 알킬기를 가지는 페닐기를 9위치에 도입한 플루오렌일기와, 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 치환기로서 가지는 아릴기를 가지는 트라이아릴아민 화합물을 발견하였다. 상기 트라이아릴아민 화합물은 일반적인 굴절률을 가지는 종래의 정공 수송층용 재료와 동등한 수준의 양호한 캐리어 수송성, 캐리어 주입성, 신뢰성을 가지는 재료이다. 또한 상기 트라이아릴아민 화합물의 알킬기의 수 및 치환 위치를 조절함으로써 더 양호한 특성을 가지는 재료로 할 수 있다.

[0055] 또한 트라이아릴아민 화합물은 플루오렌일기를 가지는 경우에 정공 수송성이 높은 경향이 있다. 상기 트라이아릴아민 화합물을 정공 수송층용 재료로서 사용한 발광 디바이스는 구동 전압이 양호한 발광 디바이스로 할 수 있다. 또한 플루오렌일기는 아민의 질소 원자와 직접 결합된다는 것이 분자의 HOMO(최고 점유 분자 오비탈: Highest Occupied Molecular Orbital) 준위를 알게 하는 것에 기여하기 때문에, 이에 의하여 홀을 용이하게 주고받을 수 있게 되므로 바람직하다.

[0056] 일반적으로, 어떤 화합물에 직쇄형의 알킬기를 도입함으로써, 대응하는(예를 들어 탄소수가 같은) 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 도입하는 경우에 비하여, 상기 화합물의 Tg 및 용점 중 한쪽 또는 양쪽이 저하되는 경향이 있다. Tg가 낮아지면 유기 EL 재료의 내열성이 저하되는 경우가 있다. 유기 EL 재료를 사용한 EL 디바이스는 인간의 생활에서의 다양한 환경하에서 안정된 물성을 나타내는 것이 바람직하기 때문에, 동등한 특성을 나타내는 재료이면 Tg가 높은 것이 바람직하다. 본 발명의 일 형태의 트라이아릴아민 화합물은 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 가지는 아릴기를 적어도 하나 가지는 것 및 플루오렌일기의 9위치에 알킬기를 가지는 페닐기를 도입하는 것에 의하여, 직쇄형의 알킬기를 도입하는 경우 및 플루오렌일기의 9위치에 알킬기만을 가지는 경우에 비하여, Tg를 높게 유지하고 내열성이 매우 높은 재료로 할 수 있다.

[0057] 즉 본 발명의 일 형태는 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

[0058] [화학식 6]



[0059]

[0060] 상기 일반식(G1)에 있어서, Ar^{12} 는 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 10의 아릴기를 나타내고, 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 적어도 하나 가진다. Ar^{12} 가 가지는 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기의 탄소수의 총합은 6 내지 36이다. 또한 Ar^{11} 은 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 13의 아릴렌기를 나타낸다. 또한 n 은 0 또는 1의 정수를 나타낸다. 또한 Ar^{22} 는 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 10의 아릴기를 나타낸다. 또한 Ar^{21} 은 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 13의 아릴렌기를 나타낸다. 또한 m 은 0 또는 1의 정수를 나타낸다. 또한 Ar^1 은 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기를 나타낸다. 또한 Ar^2 는 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기, 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^1 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^5 내지 R^8 중 어느 하나는 질소 원자에 직접 결합되는 결합손이고, 나머지는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다.

[0061] 또한 Ar^{12} 및 Ar^{22} 에 사용할 수 있는, 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 10의 아릴기의 구체적인 예로서는 페닐기 및 나프틸기 등을 들 수 있고, 굴절률을 낮게 할 수 있기 때문에 특히 페닐기가 바람직하다.

[0062] 또한 Ar^{11} 및 Ar^{21} 에 사용할 수 있는, 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 13의 아릴렌기의 구체적인 예로서는 페닐렌기, 나프틸렌기, 및 플루오렌다이일기 등을 들 수 있고, 특히 페닐기가 바람직하다. 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 13의 아릴렌기가 치환기를 가지는 경우, 상기 치환기는 탄소수 1 내지 4의 알킬기이다.

[0063] 또한 Ar^{12} 가 가지는 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형의 알킬기로서 구체적으로는, 아이소프로필기, 아이소뷰틸기, sec-뷰틸기, tert-뷰틸기, 아이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, neo-펜틸기, 아이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, 아이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, neo-헵틸기, 아이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, neo-옥틸기, 아이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, neo-노닐기, 아이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 아이소운데실기, sec-운데실기, tert-운데실기, 아이소도데실기, sec-도데실기, tert-도데실기 등을 들 수 있고, 특히 tert-뷰틸기가 바람직하다.

[0064] 또한 Ar^{12} 가 가지는 탄소수 3 내지 12의 고리형의 알킬기로서 구체적으로는, 사이클로프로필기, 메틸사이클로프로필기, 사이클로뷰틸기, 메틸사이클로뷰틸기, 사이클로펜틸기, 메틸사이클로펜틸기, 아이소프로필사이클로펜틸기, tert-뷰틸사이클로프로필기, 사이클로헥실기, 메틸사이클로헥실기, 아이소프로필사이클로헥실기, tert-뷰틸사이클로헥실기, 사이클로헵틸기, 메틸사이클로헵틸기, 아이소프로필사이클로헵틸기, tert-뷰틸사이클로헵틸기, 사이클로옥틸기, 메틸사이클로옥틸기, 아이소프로필사이클로헥실기, tert-뷰틸사이클로옥틸기, 사이클로노닐기, 메틸사이클로노닐기, 아이소프로필사이클로노닐기, 사이클로데실기, 메틸사이클로데실기, 사이클로운데실기, 메틸사이클로운데실기, 사이클로도데실기 등을 사용할 수 있지만, 탄소수 6 이상의 사이클로알킬기가 저굴절률화를 위하여 바람직하고, 특히 사이클로헥실기가 바람직하다.

[0065] 또한 Ar^1 이 가지는 탄소수 1 내지 6의 알킬기로서 탄소수 1 내지 6의 직쇄형, 분지쇄형, 또는 고리형의 알킬기를 사용할 수 있고, 구체적으로는 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 아이소프로필기, 사이클로프로필기, n-뷰틸기, 아이소뷰틸기, sec-뷰틸기, tert-뷰틸기, 사이클로뷰틸기, 메틸사이클로뷰틸기, n-펜틸기, 아이소펜틸기, sec-

펜틸기, tert-펜틸기, neo-펜틸기, 사이클로펜틸기, 메틸사이클로펜틸기, n-헥실기, 아이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, 또는 사이클로헥실기를 들 수 있고, 특히 tert-뷰틸기가 바람직하다.

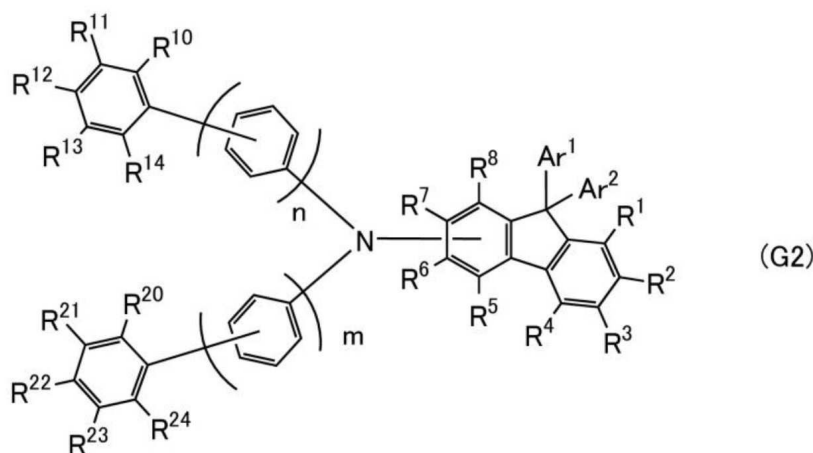
[0066] 또한 본 명세서 등에 있어서, 단순히 알킬기라고 표기한 경우이어도, 직쇄형, 분지쇄형, 및 고리형의 알킬기를 나타내는 경우가 있다.

[0067] 또한 Ar^2 가 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기인 경우, 탄소수 1 내지 6의 알킬기로서, Ar^1 이 가지는 탄소수 1 내지 6의 알킬기의 구체적인 예로서 위에서 든 기를 사용할 수 있다.

[0068] 또한 Ar^1 및 Ar^2 의 양쪽이 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기이면, Tg가 크게 향상되기 때문에 내열성을 더 높일 수 있어 바람직하다.

[0069] 또한 본 발명의 일 형태는 일반식(G2)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

[0070] [화학식 7]



[0071]

[0072] 상기 일반식(G2)에 있어서, Ar^1 은 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기를 나타낸다. 또한 Ar^2 는 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기, 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^1 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^5 내지 R^8 중 어느 하나는 질소 원자에 직접 결합되는 결합손이고, 나머지는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 나타낸다. 다만 R^{10} 내지 R^{14} 의 탄소수의 총합은 6 내지 36이다. 또한 n 및 m은 각각 독립적으로 0 또는 1의 정수를 나타낸다.

[0073] 또한 Ar^1 이 가지는 탄소수 1 내지 6의 알킬기로서 탄소수 1 내지 6의 직쇄형, 분지쇄형, 또는 고리형의 알킬기를 사용할 수 있고, 구체적으로는 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 아이소프로필기, 사이클로프로필기, n-뷰틸기, 아이소뷰틸기, sec-뷰틸기, tert-뷰틸기, 사이클로뷰틸기, 메틸사이클로뷰틸기, n-펜틸기, 아이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, neo-펜틸기, 사이클로펜틸기, 메틸사이클로펜틸기, n-헥실기, 아이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, 또는 사이클로헥실기를 들 수 있고, 특히 tert-뷰틸기가 바람직하다.

[0074] 또한 본 명세서 등에 있어서, 단순히 알킬기라고 표기한 경우이어도, 직쇄형, 분지쇄형, 및 고리형의 알킬기를 나타내는 경우가 있다.

[0075] 또한 Ar^2 가 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기인 경우, 탄소수 1 내지 6의 알킬기로서, Ar^1 이 가지는 탄소수 1 내지 6의 알킬기의 구체적인 예로서 위에서 든 기를 사용할 수 있다.

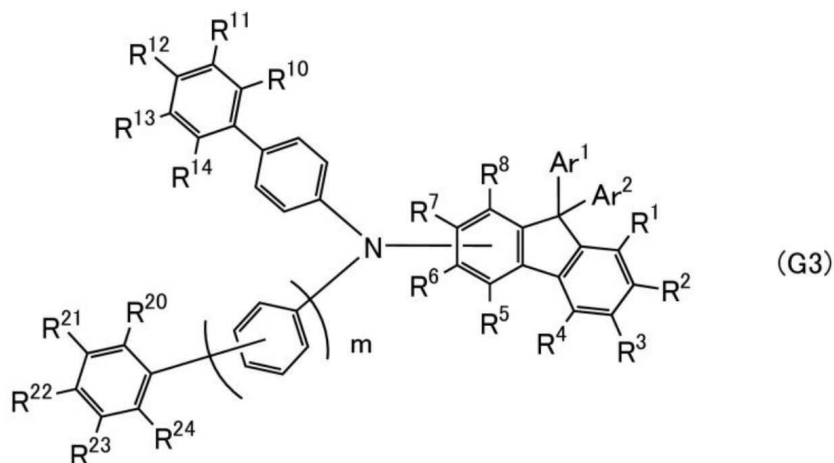
[0076] 또한 Ar^1 및 Ar^2 의 양쪽이 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기이면, Tg가 크게 향상되기 때문에 내열성을 더 높일 수 있어 바람직하다.

[0077] 또한 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 에 사용할 수 있는 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형의 알킬기로서 구체적으로는, 아이소프로필기, 아이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, 아이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, neo-펜틸기, 아이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, 아이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, neo-헵틸기, 아이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, neo-옥틸기, 아이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, neo-노닐기, 아이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 아이소운데실기, sec-운데실기, tert-운데실기, 아이소도데실기, sec-도데실기, tert-도데실기 등을 들 수 있고, 특히 tert-부틸기가 바람직하다.

[0078] 또한 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 에 사용할 수 있는 탄소수 3 내지 12의 고리형의 알킬기로서 구체적으로는, 사이클로프로필기, 메틸사이클로프로필기, 사이클로부틸기, 메틸사이클로부틸기, 사이클로펜틸기, 메틸사이클로펜틸기, 아이소프로필사이클로펜틸기, tert-부틸사이클로프로필기, 사이클로헥실기, 메틸사이클로헥실기, 아이소프로필사이클로헥실기, tert-부틸사이클로헥실기, 사이클로헵틸기, 메틸사이클로헵틸기, 아이소프로필사이클로헵틸기, tert-부틸사이클로헵틸기, 사이클로옥틸기, 메틸사이클로옥틸기, 아이소프로필사이클로헥실기, tert-부틸사이클로옥틸기, 사이클로노닐기, 메틸사이클로노닐기, 아이소프로필사이클로노닐기, 사이클로데실기, 메틸사이클로데실기, 사이클로운데실기, 메틸사이클로운데실기, 사이클로도데실기 등을 사용할 수 있지만, 탄소수 6 이상의 사이클로알킬기가 저굴절률을 위하여 바람직하고, 특히 사이클로헥실기가 바람직하다.

[0079] 또한 본 발명의 일 형태는 일반식(G3)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

[0080] [화학식 8]



[0081]

[0082] 상기 일반식(G3)에 있어서, Ar^1 은 탄소수 3 내지 6의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기를 나타낸다. 또한 Ar^2 는 탄소수 3 내지 6의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기, 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^1 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^5 내지 R^8 중 어느 하나는 질소 원자에 직접 결합되는 결합손이고, 나머지는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 또는 분지쇄형 또는 고리형의 탄소수 3 내지 12의 알킬기를 나타낸다. 다만 R^{10} 내지 R^{14} 의 탄소수의 총합은 6 내지 36이다. 또한 m은 0 또는 1의 정수를 나타낸다.

[0083] 또한 Ar^1 이 가지는 탄소수 3 내지 6의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기로서 구체적으로는, 아이소프로필기, 사이클로프로필기, 아이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, 사이클로부틸기, 메틸사이클로부틸기, 아이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, neo-펜틸기, 사이클로펜틸기, 메틸사이클로펜틸기, 아이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, 또는 사이클로헥실기를 들 수 있고, 특히 tert-부틸기가 바람직하다.

[0084] 또한 Ar^2 가 탄소수 3 내지 6의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기인 경우, 탄소수 3 내지 6의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기로서, Ar^1 이 가지는 탄소수 3 내지 6의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기

의 구체적인 예로서 위에서 든 기를 사용할 수 있다.

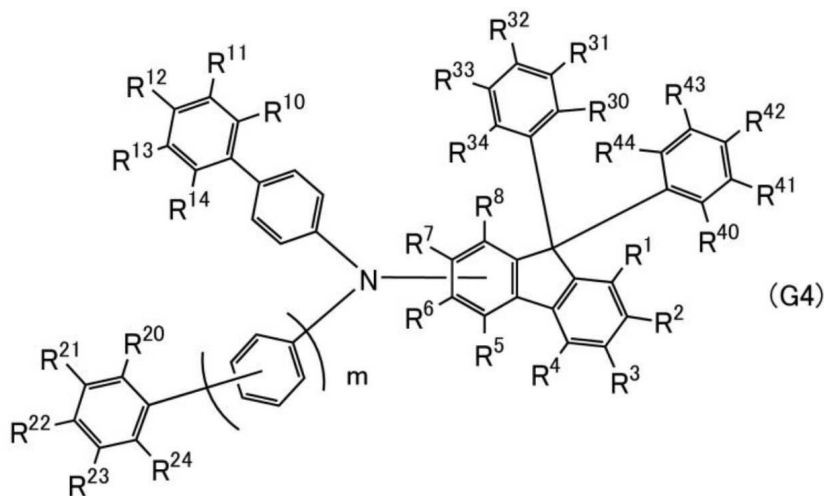
[0085] 또한 Ar^1 및 Ar^2 의 양쪽이 탄소수 3 내지 6의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기이면, 내열성을 더 높일 수 있어 바람직하다.

[0086] 또한 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 에 사용할 수 있는 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형의 알킬기로서 구체적으로는, 아이소프로필기, 아이소뷰틸기, sec-뷰틸기, tert-뷰틸기, 아이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, neo-펜틸기, 아이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, 아이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, neo-헵틸기, 아이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, neo-옥틸기, 아이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, neo-노닐기, 아이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 아이소운데실기, sec-운데실기, tert-운데실기, 아이소도데실기, sec-도데실기, tert-도데실기 등을 들 수 있고, 특히 tert-뷰틸기가 바람직하다.

[0087] 또한 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 에 사용할 수 있는 탄소수 3 내지 12의 고리형의 알킬기로서 구체적으로는, 사이클로프로필기, 메틸아이소프로필기, 사이클로뷰틸기, 메틸사이클로뷰틸기, 사이클로펜틸기, 메틸사이클로펜틸기, 아이소프로필사이클로펜틸기, tert-뷰틸사이클로프로필기, 사이클로헥실기, 메틸사이클로헥실기, 아이소프로필사이클로헥실기, tert-뷰틸사이클로헥실기, 사이클로헵틸기, 메틸사이클로헵틸기, 아이소프로필사이클로헵틸기, tert-뷰틸사이클로헵틸기, 사이클로옥틸기, 메틸사이클로옥틸기, 아이소프로필사이클로헥실기, tert-뷰틸사이클로옥틸기, 사이클로노닐기, 메틸사이클로노닐기, 아이소프로필사이클로노닐기, 사이클로데실기, 메틸사이클로데실기, 사이클로운데실기, 메틸사이클로운데실기, 사이클로도데실기 등을 사용할 수 있지만, 탄소수 6 이상의 사이클로알킬기가 저굴절률화를 위하여 바람직하고, 특히 사이클로헥실기가 바람직하다.

[0088] 또한 본 발명의 일 형태는 일반식(G4)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

[0089] [화학식 9]



[0090]

[0091] 상기 일반식(G4)에 있어서, R^1 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^5 내지 R^8 중 어느 하나는 질소 원자에 직접 결합되는 결합손이고, 나머지는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 또는 분지쇄형 또는 고리형의 탄소수 3 내지 12의 알킬기를 나타낸다. 다만 R^{10} 내지 R^{14} 의 탄소수의 총합은 6 내지 36이다. 또한 R^{30} 내지 R^{34} 중 적어도 하나는 탄소수 3 내지 6의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 나타내고, 나머지는 수소 원자를 나타낸다. 또한 R^{40} 내지 R^{44} 중 적어도 하나는 탄소수 3 내지 6의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 나타내고, 나머지는 수소 원자를 나타낸다. 또한 m 은 0 또는 1의 정수를 나타낸다.

[0092] 또한 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 에 사용할 수 있는 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형의 알킬기로서 구체적으로는, 아이소프로필기, 아이소뷰틸기, sec-뷰틸기, tert-뷰틸기, 아이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, neo-펜틸기, 아이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, 아이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, neo-헵틸기, 아

이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, neo-옥틸기, 아이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, neo-노닐기, 아이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 아이소운데실기, sec-운데실기, tert-운데실기, 아이소도데실기, sec-도데실기, tert-도데실기 등을 들 수 있고, 특히 tert-뷰틸기가 바람직하다.

[0093] 또한 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 에 사용할 수 있는 탄소수 3 내지 12의 고리형의 알킬기로서 구체적으로는, 아이클로프로필기, 메틸아이소프로필기, 사이클로뷰틸기, 메틸사이클로뷰틸기, 사이클로펜틸기, 메틸사이클로펜틸기, 아이소프로필사이클로펜틸기, tert-뷰틸사이클로프로필기, 사이클로헥실기, 메틸사이클로헥실기, 아이소프로필사이클로헥실기, tert-뷰틸사이클로헥실기, 사이클로헥틸기, 메틸사이클로헥틸기, 아이소프로필사이클로헥틸기, tert-뷰틸사이클로헥틸기, 사이클로옥틸기, 메틸사이클로옥틸기, 아이소프로필사이클로헥실기, tert-뷰틸사이클로옥틸기, 사이클로노닐기, 메틸사이클로노닐기, 아이소프로필사이클로노닐기, 사이클로데실기, 메틸사이클로데실기, 사이클로운데실기, 메틸사이클로운데실기, 사이클로도데실기 등을 사용할 수 있지만, 탄소수 6 이상의 사이클로알킬기가 저굴절률을 위하여 바람직하고, 특히 사이클로헥실기가 바람직하다.

[0094] 또한 R^{30} 내지 R^{34} 및 R^{40} 내지 R^{44} 에 사용할 수 있는 탄소수 3 내지 6의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기로서 구체적으로는, 아이소프로필기, 사이클로프로필기, 아이소뷰틸기, sec-뷰틸기, tert-뷰틸기, 사이클로뷰틸기, 메틸사이클로뷰틸기, 아이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, neo-펜틸기, 사이클로펜틸기, 메틸사이클로펜틸기, 아이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, 또는 사이클로헥실기를 들 수 있고, 특히 tert-뷰틸기가 바람직하다.

[0095] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 일반식(G1) 내지 일반식(G4)에 있어서, R^1 내지 R^4 는 수소 원자이고, R^5 내지 R^8 중 어느 하나는 질소 원자에 직접 결합되는 결합손이고, 나머지는 수소 원자인 유기 화합물이다.

[0096] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 일반식(G1) 내지 일반식(G4)에 있어서, R^{10} 내지 R^{14} 중 적어도 하나가 tert-뷰틸기 또는 사이클로헥실기인 유기 화합물이다.

[0097] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 일반식(G1) 내지 일반식(G4)에 있어서, R^{10} , R^{12} , 및 R^{14} 가 수소 원자이고, R^{11} 및 R^{13} 이 tert-뷰틸기 또는 사이클로헥실기인 유기 화합물이다.

[0098] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 일반식(G1) 내지 일반식(G4)에 있어서, R^{10} , R^{11} , R^{13} , 및 R^{14} 가 수소 원자이고, R^{12} 가 tert-뷰틸기 또는 사이클로헥실기인 유기 화합물이다.

[0099] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 일반식(G1) 내지 일반식(G4)에 있어서, 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 465nm의 광에 대한 정상광 굴절률이 1.50 이상 1.75 이하, 파장 520nm의 광에 대한 정상광 굴절률이 1.50 이상 1.70 이하, 파장 633nm의 광에 대한 정상광 굴절률이 1.45 이상 1.70 이하로, 굴절률이 매우 낮은 화합물로 할 수 있다(굴절률에 관한 수치 범위).

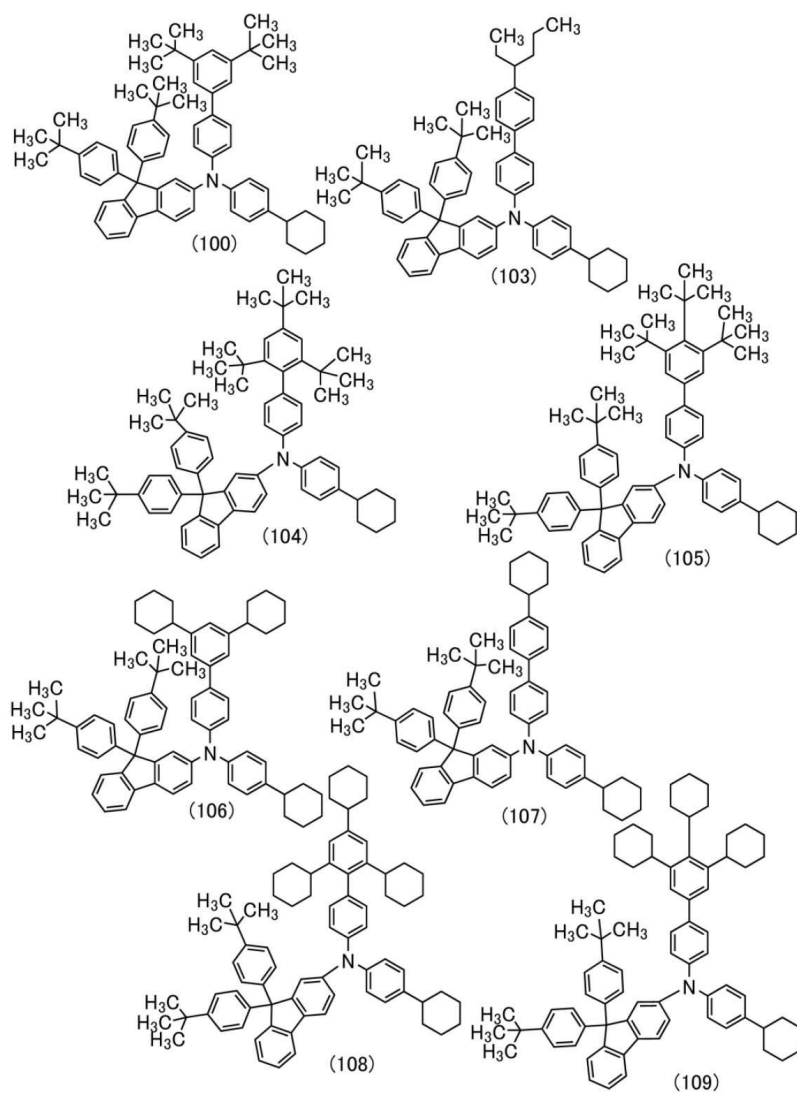
[0100] 또한 재료가 이방성을 가지는 경우, 정상광에 대한 굴절률과 이상광에 대한 굴절률이 상이한 경우가 있다. 측정하는 박막이 이러한 상태에 있는 경우, 이방성 해석을 실시함으로써, 정상광 굴절률과 이상광 굴절률로 분리하여 각 굴절률을 산출할 수 있다. 또한 본 명세서에서는 측정한 재료에 정상광 굴절률과 이상광 굴절률의 양쪽이 존재한 경우, 정상광 굴절률을 지표로서 사용한다.

[0101] 상술한 구성을 가지는 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 양호한 정공 수송성을 가지고 굴절률이 낮은 유기 화합물이기 때문에, 유기 EL 디바이스의 정공 수송층용 재료 또는 정공 주입층용 재료로서 적합하게 사용할 수 있다. 또한 상기 정공 수송층용 재료 또는 정공 주입층용 재료를 사용한 유기 EL 디바이스는 굴절률이 작은 정공 수송층 또는 정공 주입층을 가지기 때문에, 발광 효율, 즉 외부 양자 효율, 전류 효율, 및 블루 인덱스가 높은 발광 디바이스로 할 수 있다.

[0102] 또한 상술한 구성을 가지는 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 HOMO 준위가 비교적 얇은 유기 화합물이다. 일반적으로, 정공 주입층 및 정공 수송층과 같은 발광층과 인접한 층용의 재료의 HOMO 준위가 발광층용 재료의 HOMO 준위와 가까운 값을 나타내고 적절한 범위 내에서 알아짐으로써, 이들 층으로부터 발광층으로의 정공 수송성이 향상된다. 한편, 유기 EL 디바이스에서 발광층에 접하는 정공 수송층용 재료로서 HOMO 준위가 얇은 재료를 사용하면, 정공 수송층용 재료의 HOMO 준위와 발광층용 재료의 LUMO(최저 비점유 분자 오비탈: Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 준위 사이에서 에너지 준위가 낮은 엑시플렉스가 형성되어, 발광 효율이 저하되는 경우가 있다.

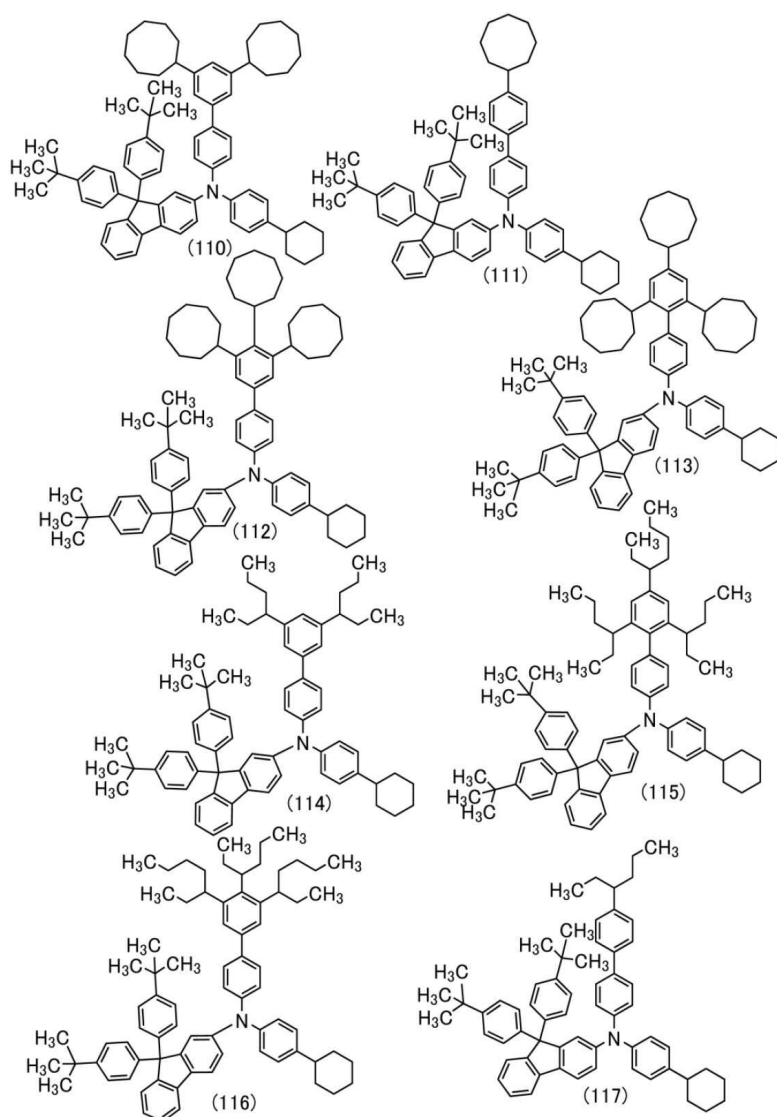
- [0103] 그러나 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 부피가 큰 알킬기를 가지는 유기 화합물이다. 그러므로 유기 EL 디바이스에서 발광층에 접하는 정공 수송층용 재료로서 사용하였을 때, 부피가 큰 알킬기의 입체 효과에 의하여, 일반적인 유기 EL 디바이스와 비교하여, 서로 인접한 발광층용 재료와 정공 수송층용 재료의 상호 작용을 작게 할 수 있기 때문에, 정공 수송층용 재료의 HOMO 준위와 발광층용 재료의 LUMO 준위가 엑시플렉스를 형성하는 것을 억제하여, 엑시플렉스의 형성으로 일어나는 발광 효율의 저하를 방지하는 효과가 있다. 따라서 본 발명의 일 형태의 유기 화합물을 사용함으로써, 구동 전압이 낮으며 효율이 높은 유기 EL 디바이스를 제작할 수 있다.
- [0104] 본 발명의 일 형태의 유기 화합물의 HOMO 준위는 -5.30eV 이하 -5.50eV 이상인 것이 바람직하고, -5.30eV 이하 -5.40eV 이상인 것이 특히 바람직하다(HOMO 준위에 관한 수치 범위). 이에 의하여, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 유기 EL 디바이스에서 발광층에 접하는 정공 수송층용 재료로서 적합하게 사용할 수 있다.
- [0105] 또한 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 상기 유기 화합물로 이루어지는 층의 거대 표면 전위(GSP: Giant Surface Potential)가 20mV/nm 이상으로, GSP가 큰 화합물로 할 수 있다(GSP에 관한 수치 범위).
- [0106] 또한 거대 표면 전위란, 증착막의 표면 전위가 막 두께에 비례하여 증가되는 현상이다. 그 크기를 막 두께에 의존하지 않는 수치로서 취급하기 위해서는, 증착막의 표면 전위를 막 두께로 나눈 값, 즉 증착막의 표면 전위의 전위 구배(기울기)를 사용하면 좋다. 본 명세서 중에서는, 이 증착막의 표면 전위의 전위 구배를 GSP(mV/nm)라고 기재한다.
- [0107] 접하여 적층된 적어도 2개의 층(제 1 정공 수송층, 제 2 정공 수송층)을 가지는 유기 반도체 디바이스에서, 제 1 정공 수송층 측으로부터 제 2 정공 수송층 측으로 홀이 흐르는 경우, 제 1 정공 수송층을 구성하는 유기 화합물의 GSP(GSP1)와 제 2 정공 수송층을 구성하는 유기 화합물의 GSP(GSP2)의 차이 $\Delta\text{GSP}(\text{GSP2}-\text{GSP1})$ 가 양의 값이 되는 구성으로 하면, 홀의 주입이 용이하므로 구동 전압이 낮은 유기 반도체 디바이스로 할 수 있다. 따라서 이러한 경우에 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 제 1 정공 수송층으로서 적합하게 사용할 수 있다.
- [0108] 또한 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 상술한 굴절률에 관한 수치 범위, HOMO 준위에 관한 수치 범위, 및 GSP에 관한 수치 범위 중 적어도 2개를 충족시키는 것이 바람직하고, 3개를 충족시키는 것이 더 바람직하다.
- [0109] 다음으로 상기 각 구성을 가지는 본 발명의 일 형태인 유기 화합물의 구체적인 예를 이하에 나타낸다.

[0110] [화학식 10]



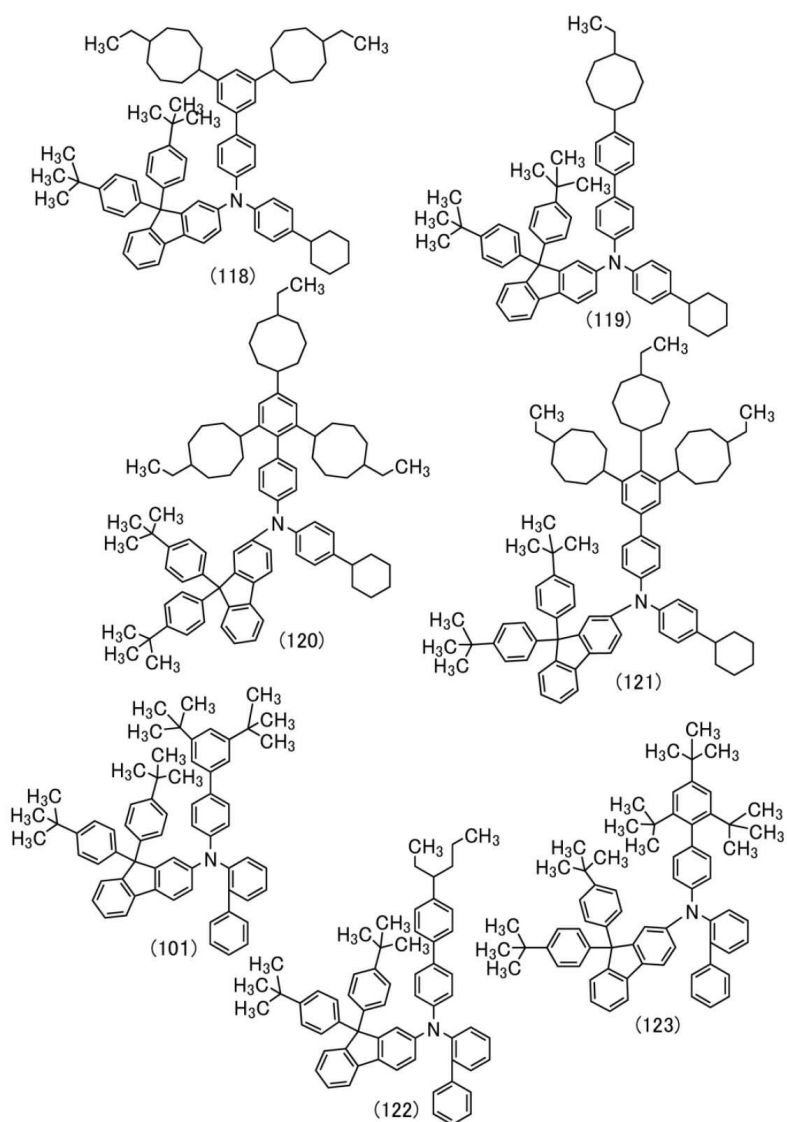
[0111]

[0112] [화학식 11]



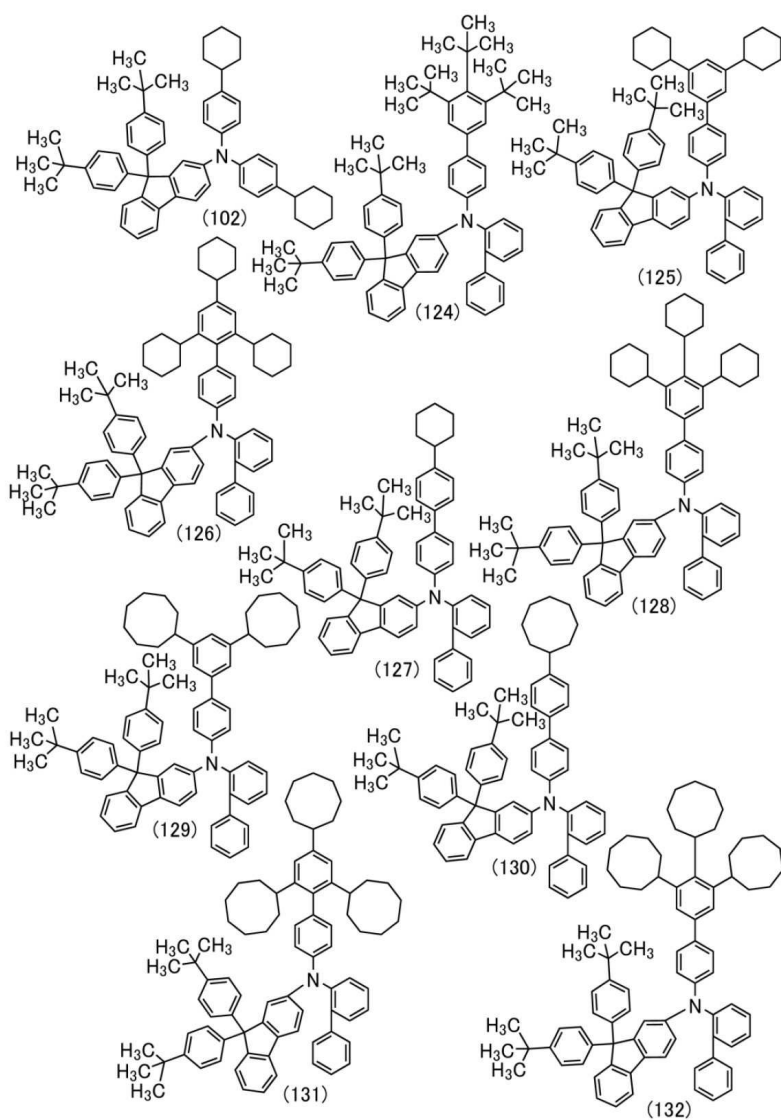
[0113]

[0114] [화학식 12]



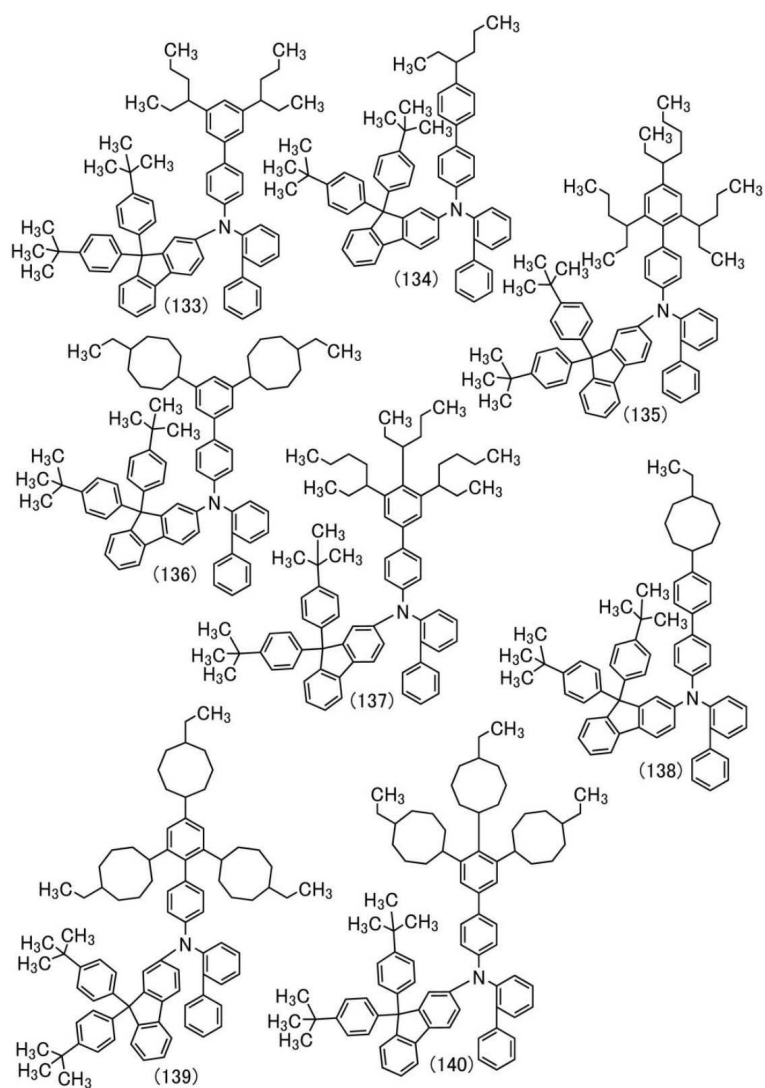
[0115]

[0116] [화학식 13]



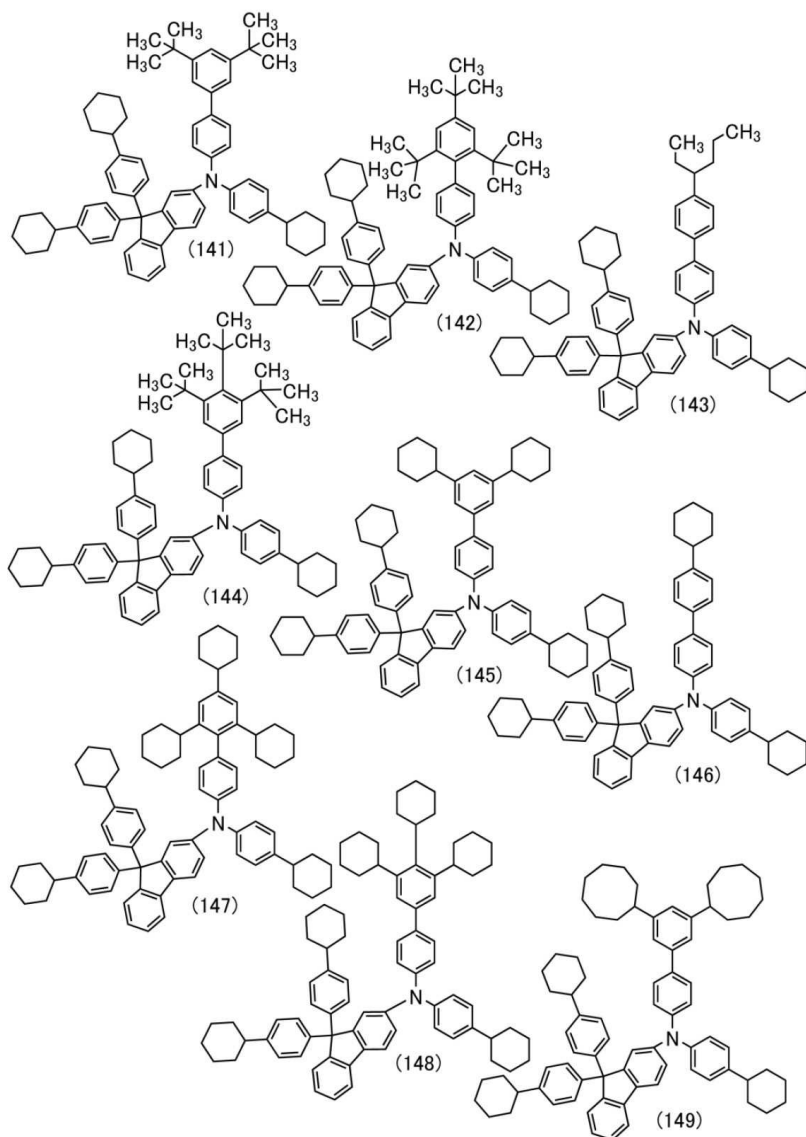
[0117]

[0118] [화학식 14]



[0119]

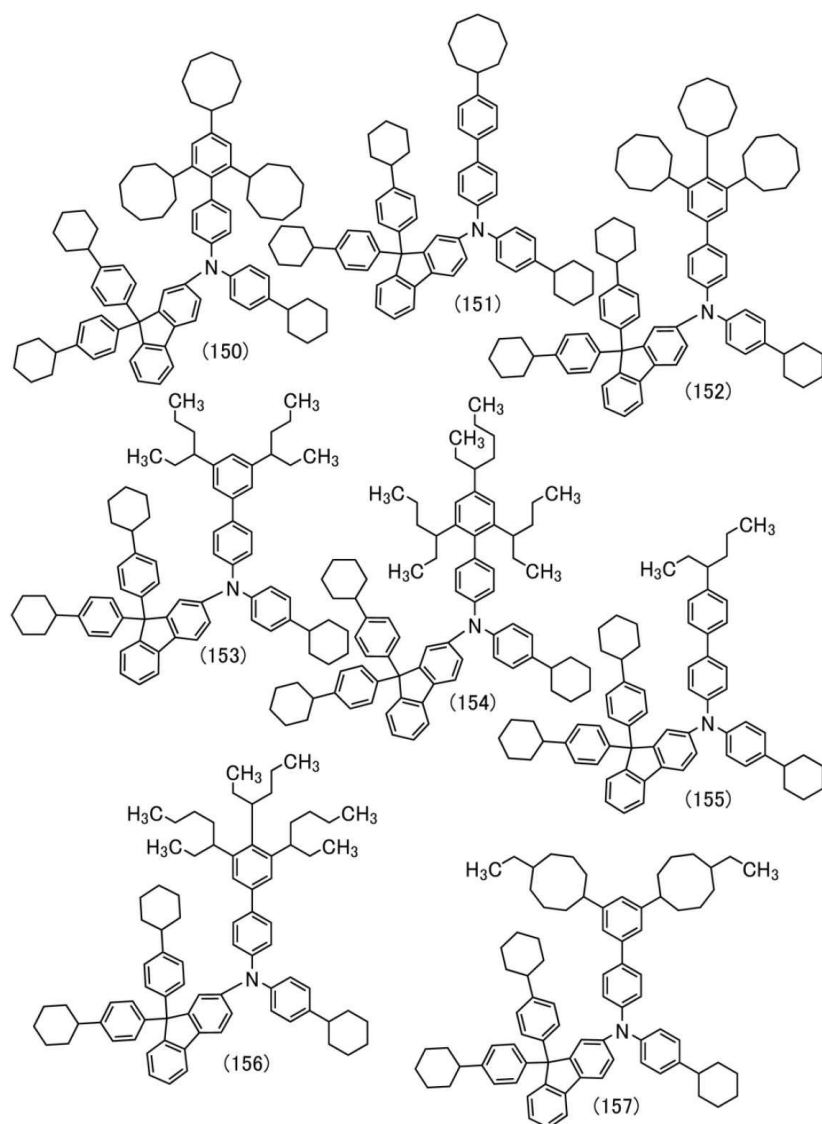
[0120] [화학식 15]



[0121]

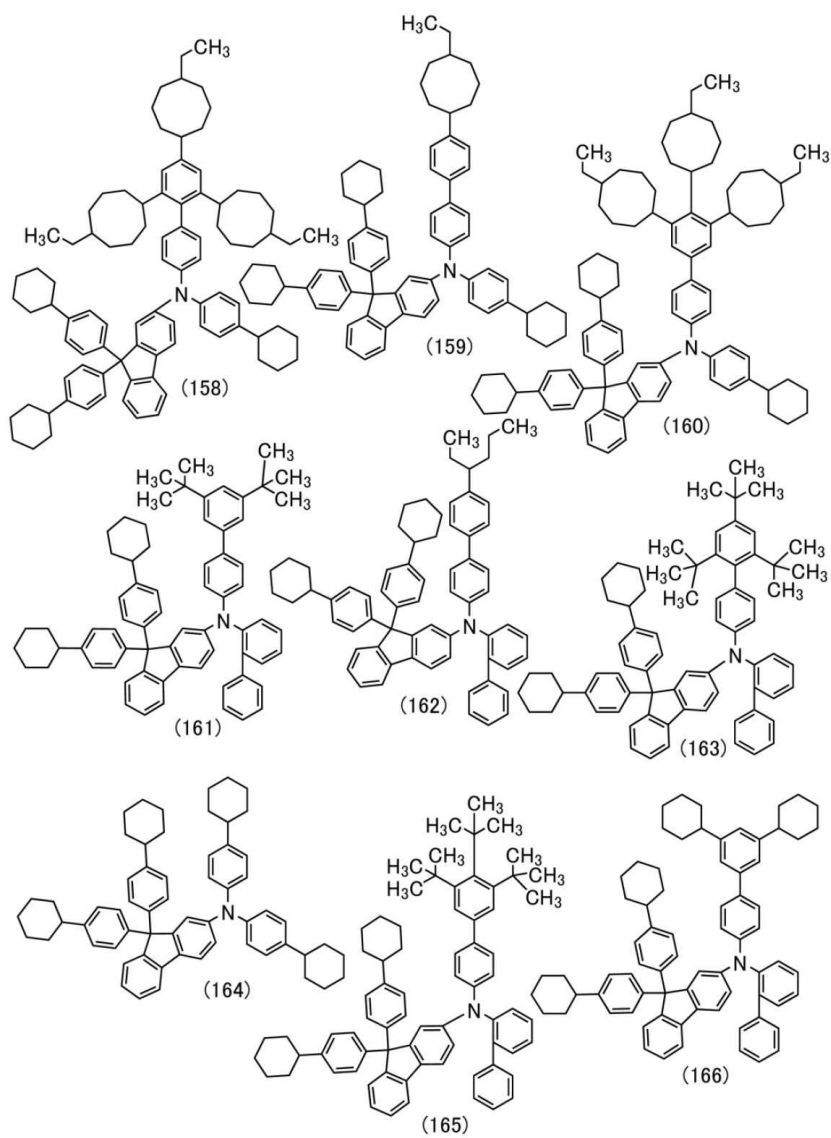
[0122]

[화학식 16]



[0123]

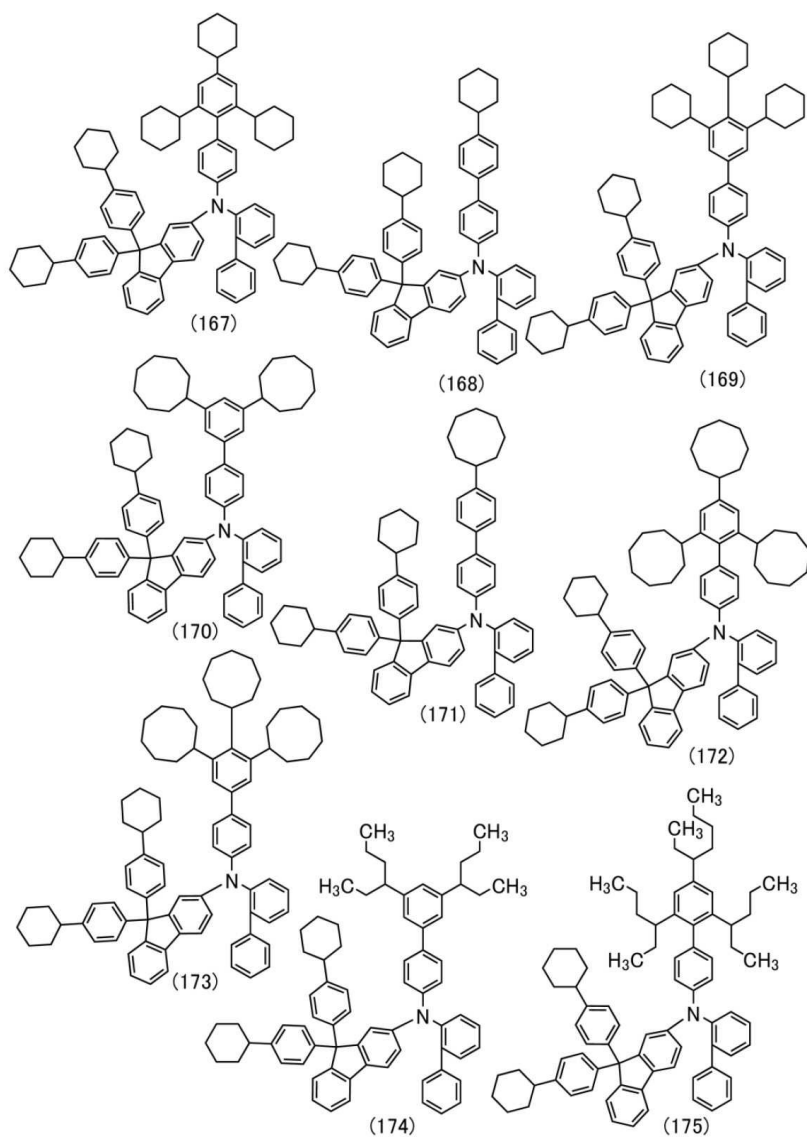
[0124] [화학식 17]



[0125]

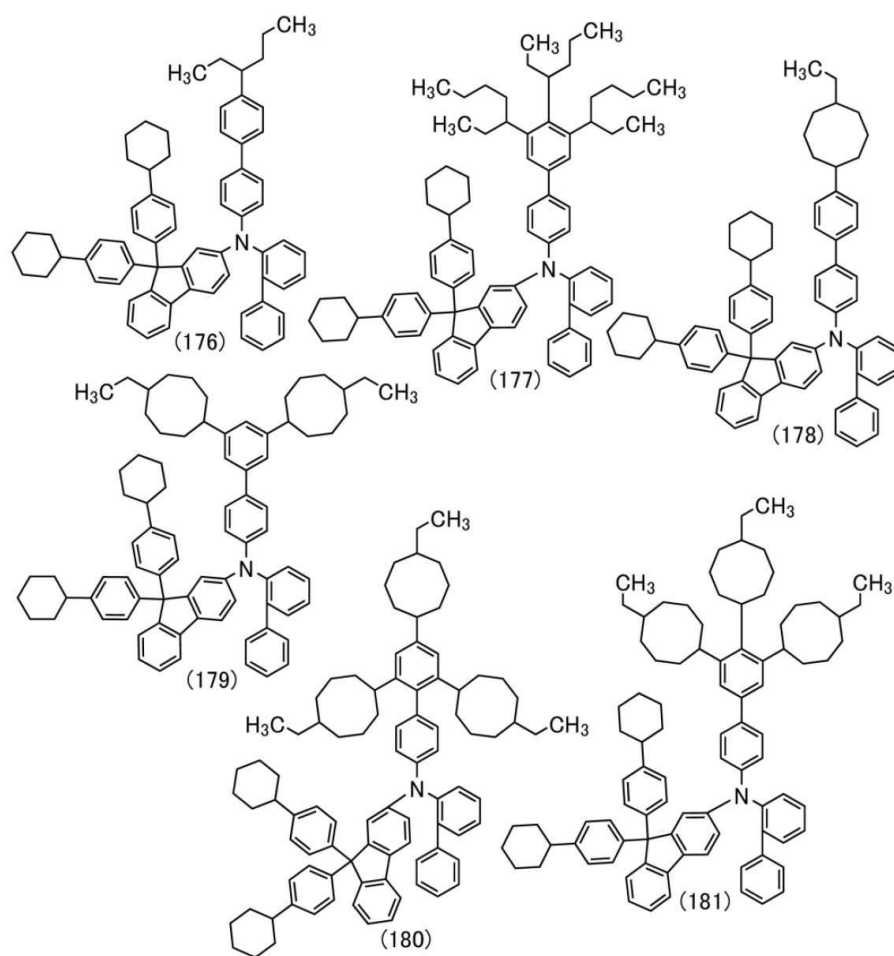
[0126]

[화학식 18]



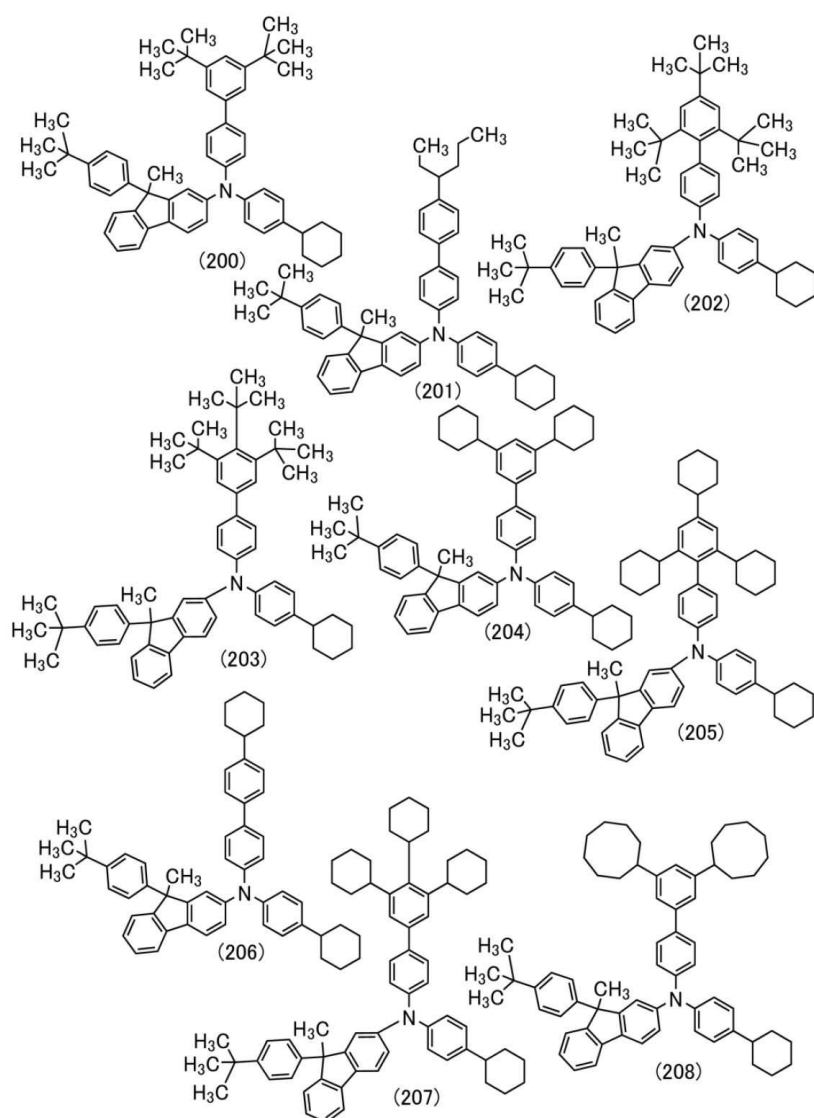
[0127]

[0128] [화학식 19]



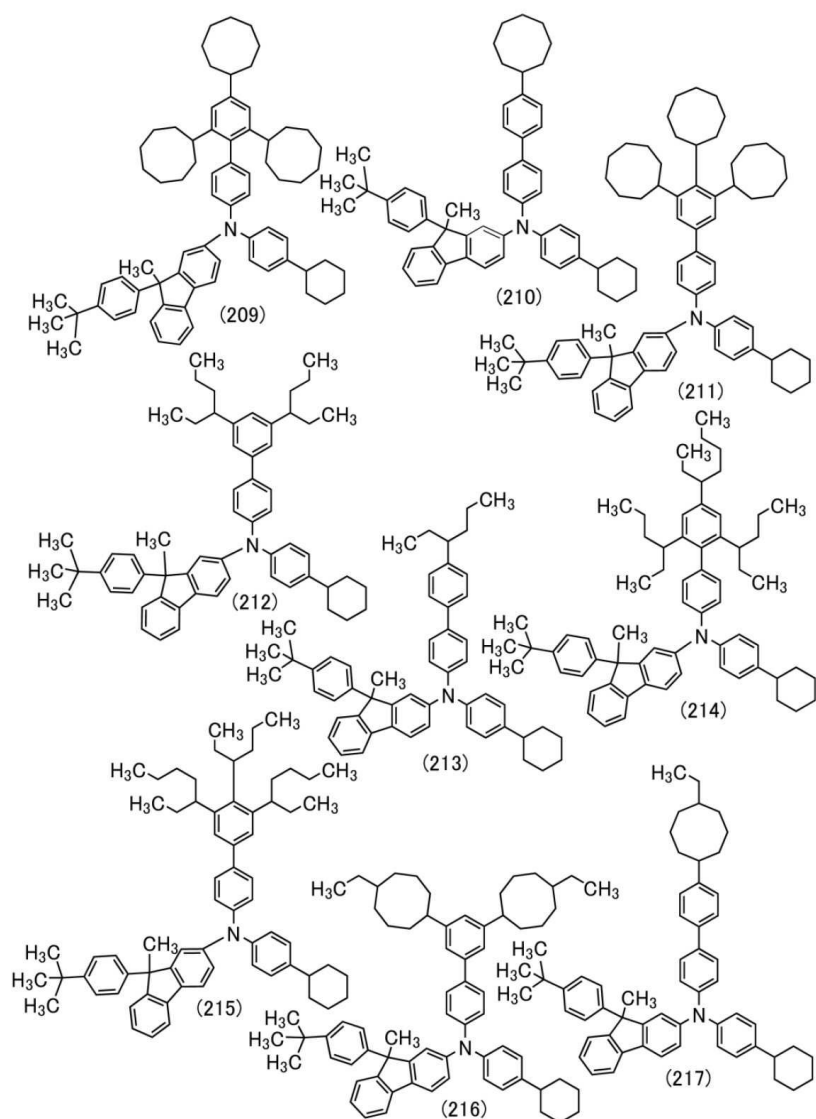
[0129]

[0130] [화학식 20]



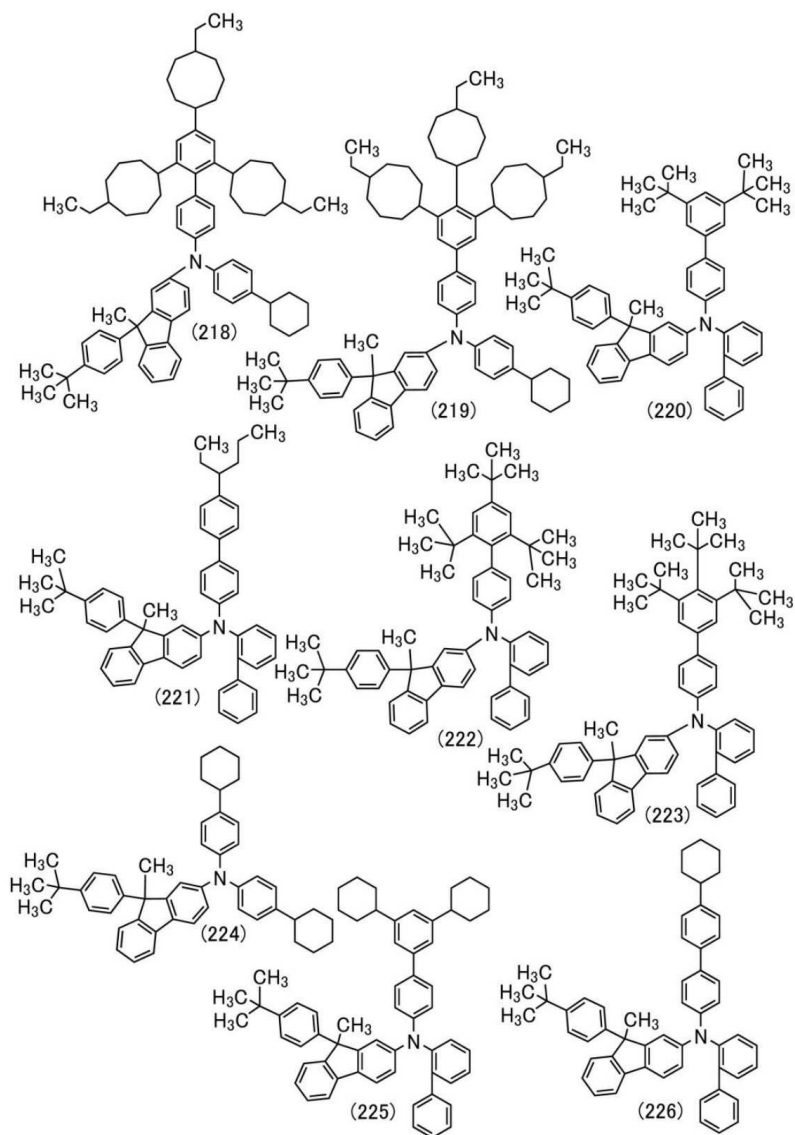
[0131]

[0132] [화학식 21]



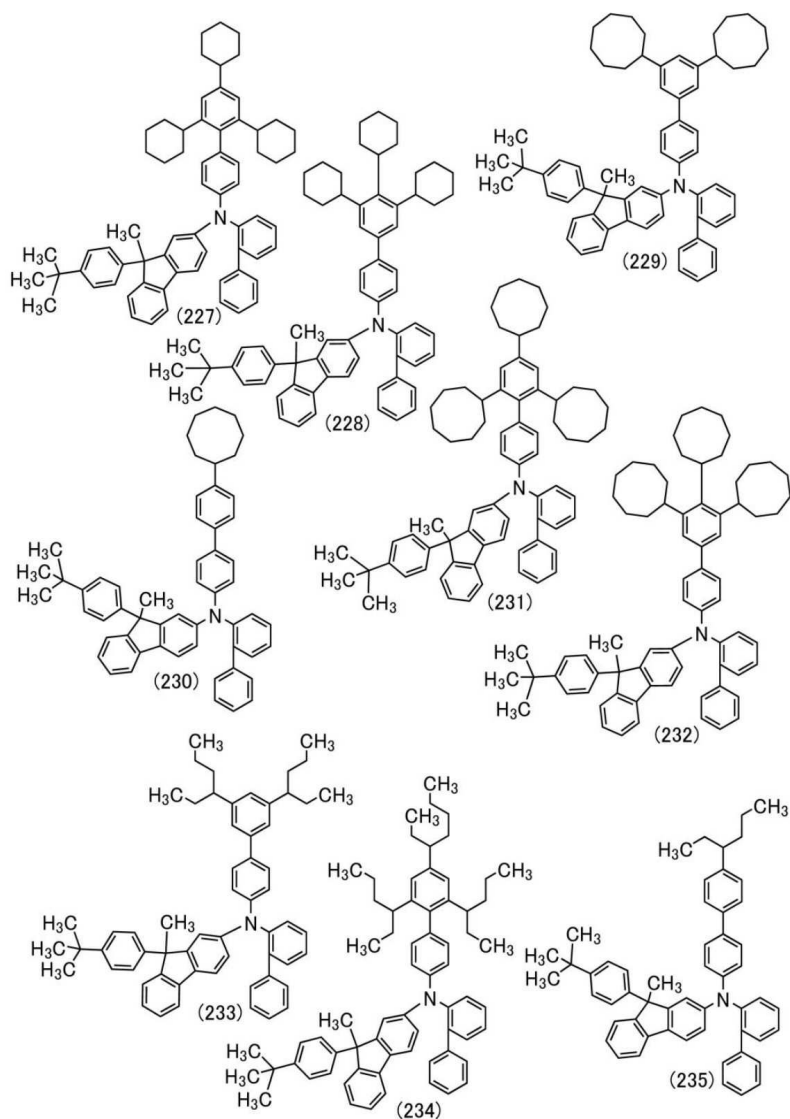
[0133]

[0134] [화학식 22]



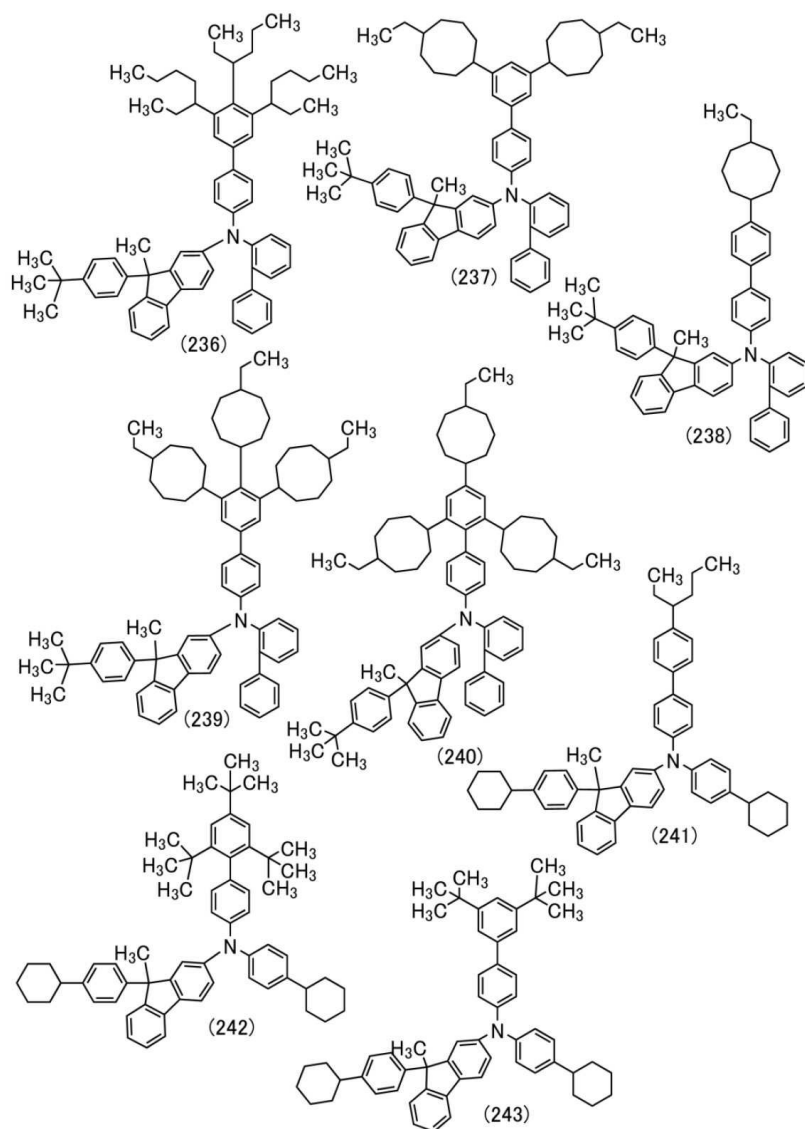
[0135]

[0136] [화학식 23]



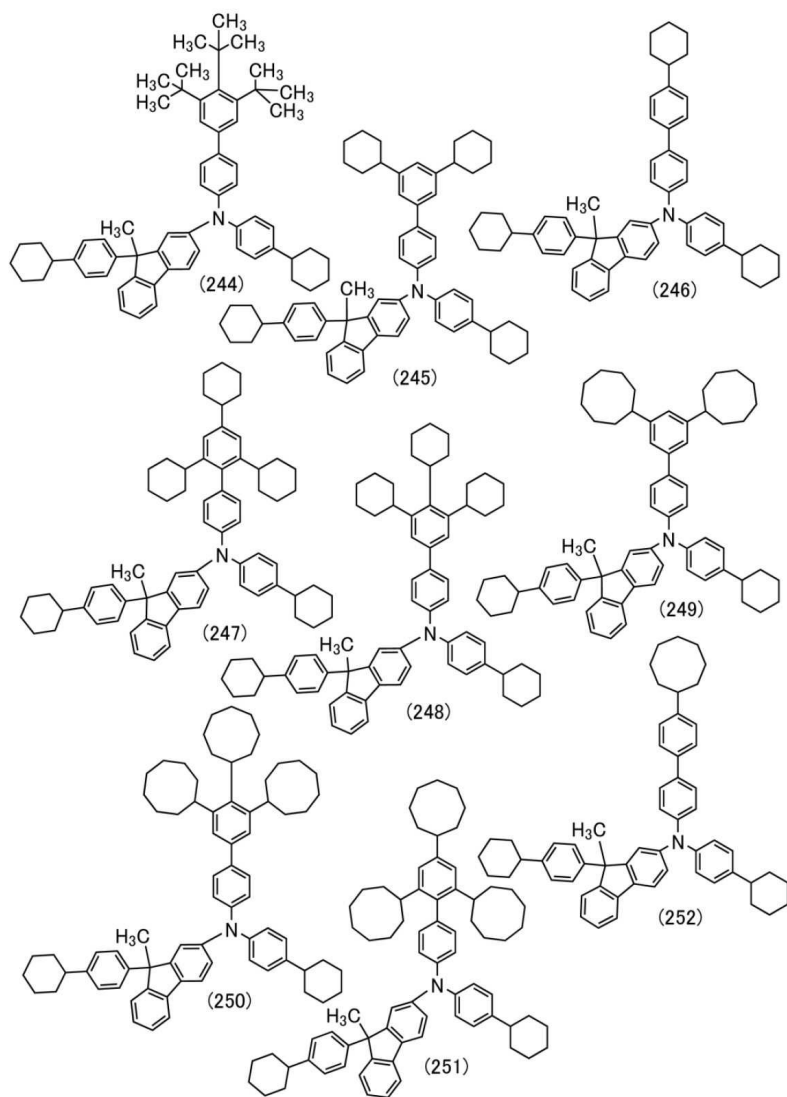
[0137]

[0138] [화학식 24]



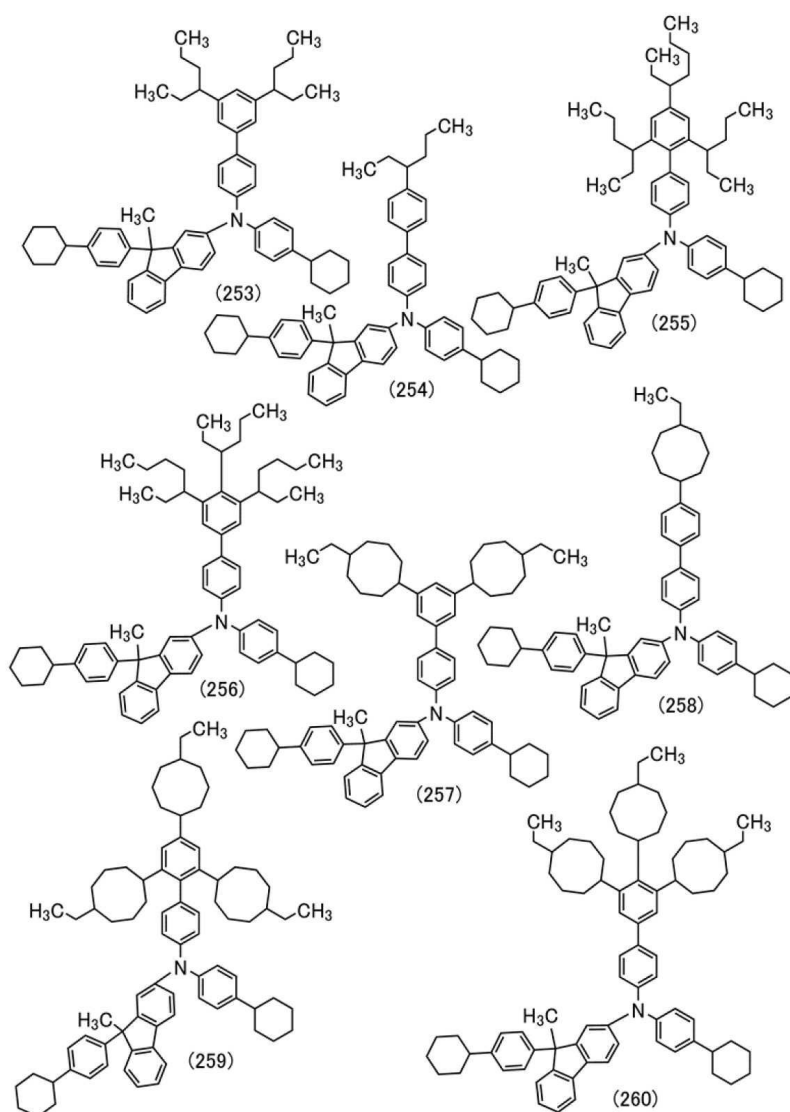
[0139]

[0140] [화학식 25]



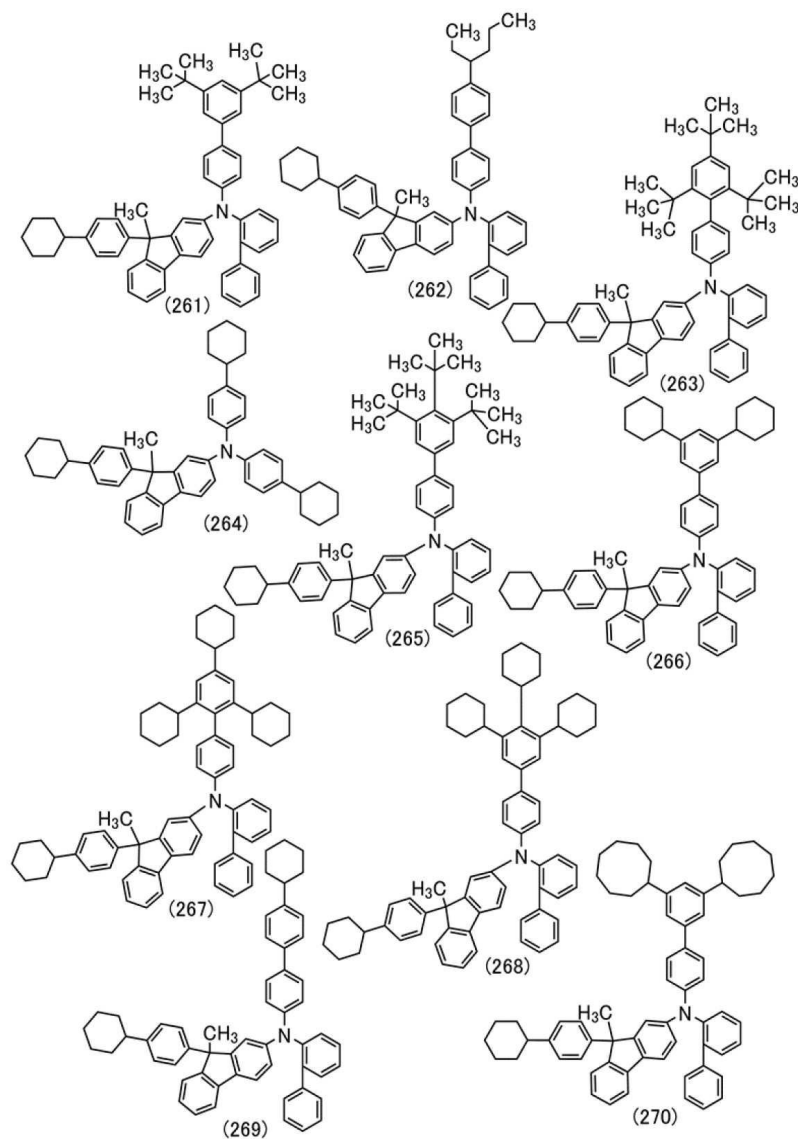
[0141]

[0142] [화학식 26]



[0143]

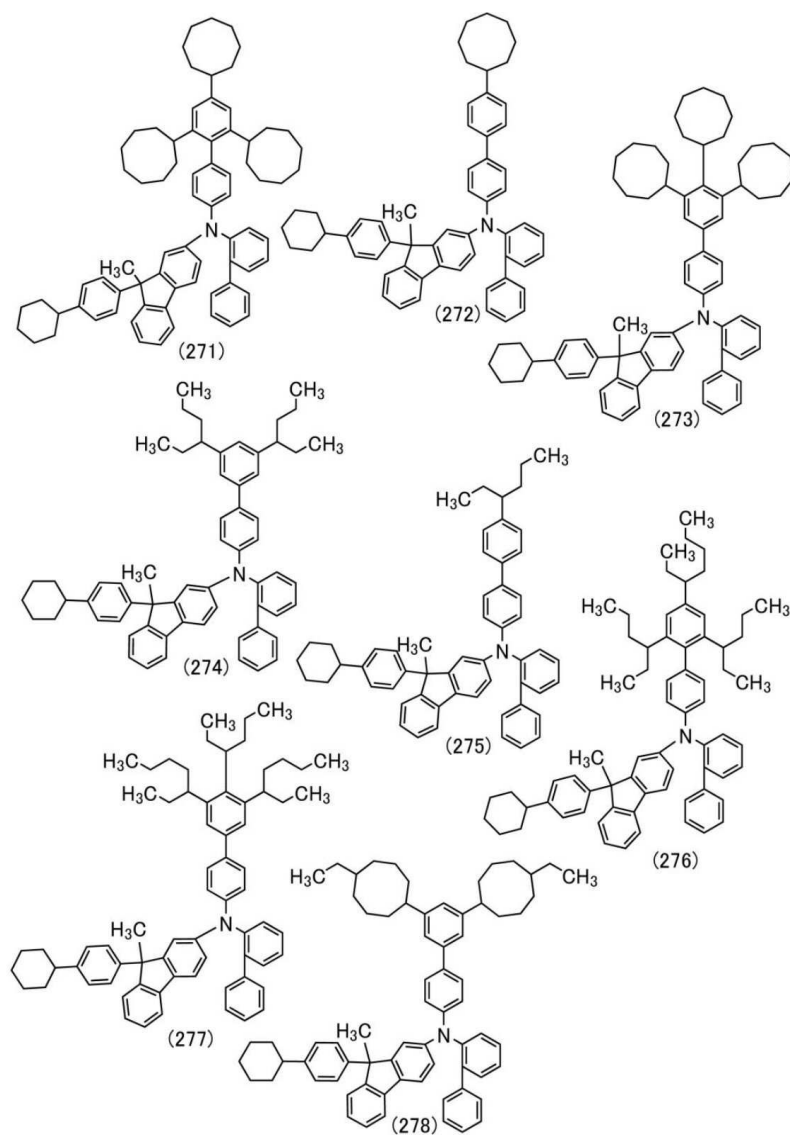
[0144] [화학식 27]



[0145]

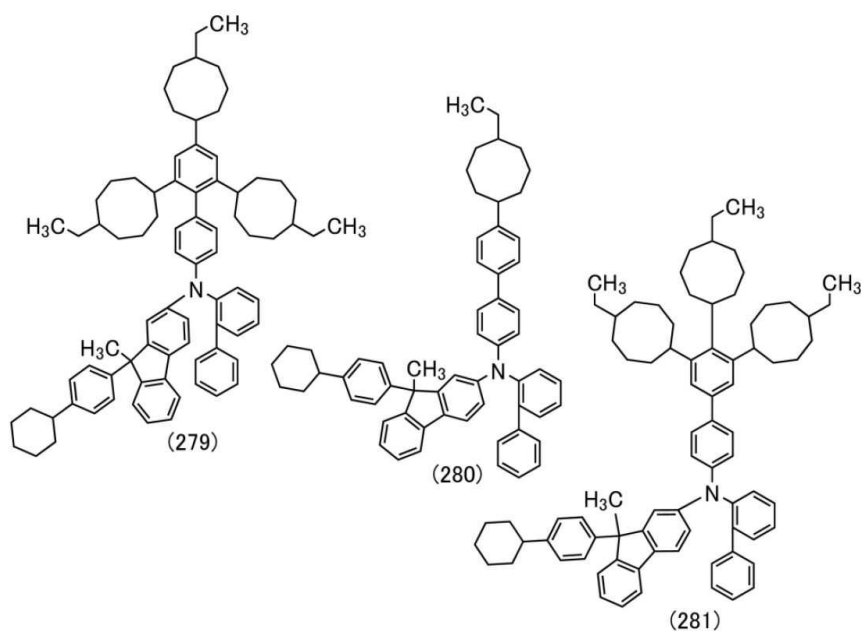
[0146]

[화학식 28]



[0147]

[0148] [화학식 29]

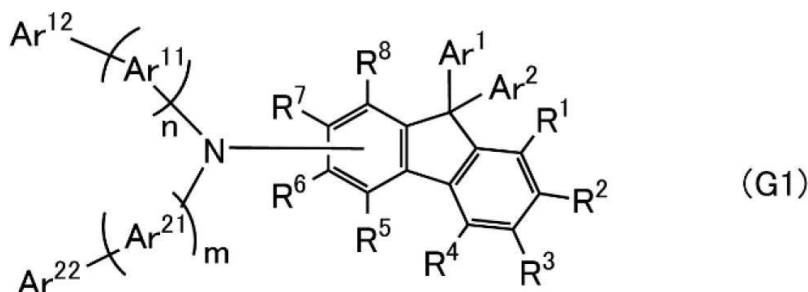


[0149]

[0150] 상기 구조식(100) 내지 구조식(181) 및 구조식(200) 내지 구조식(281)으로 나타내어지는 유기 화합물은 상기 일반식(G1) 내지 일반식(G4)으로 나타내어지는 유기 화합물의 일례이지만, 본 발명의 일 형태인 유기 화합물은 이들에 한정되지 않는다.

[0151] 다음으로 본 발명의 일 형태이고, 하기 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물의 합성 방법에 대하여 설명한다.

[0152] [화학식 30]



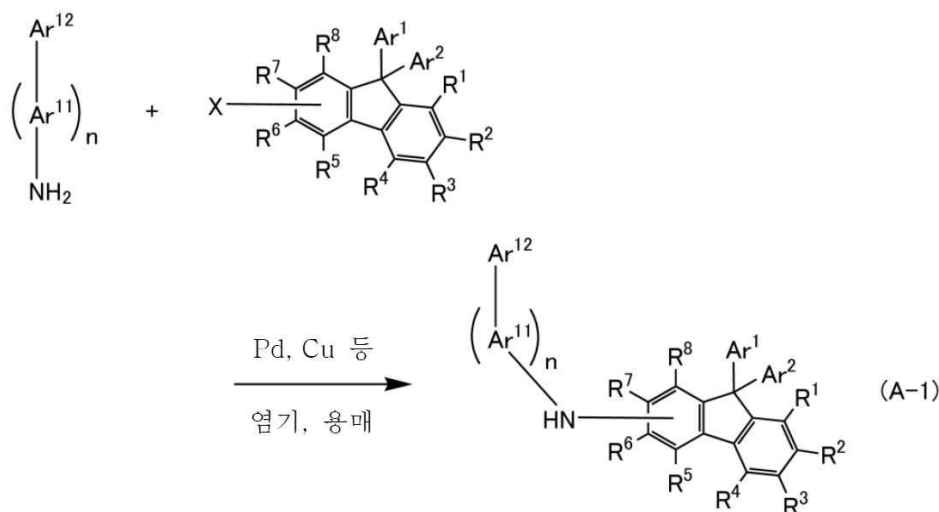
[0153]

[0154] 상기 일반식(G1)에 있어서, Ar^{12} 는 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 10의 아릴기를 나타내고, 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 적어도 하나 가진다. Ar^{12} 가 가지는 상기 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기의 탄소수의 총합은 6 내지 36이다. 또한 Ar^{11} 은 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 13의 아릴렌기를 나타낸다. 또한 n 은 0 또는 1의 정수를 나타낸다. 또한 Ar^{22} 는 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 10의 아릴기를 나타낸다. 또한 Ar^{21} 은 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 13의 아릴렌기를 나타낸다. 또한 m 은 0 또는 1의 정수를 나타낸다. 또한 Ar^1 은 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기를 나타낸다. 또한 Ar^2 는 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기, 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^1 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^5 내지 R^8 중 어느 하나는 질소 원자에 직접 결합되는 결합손이고, 나머지는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다.

[0155] 우선, 하기 합성 스킴(A-1)에 나타낸 바와 같이, 아릴아민과 플루오렌 골격을 가지는 할로젠화물을 염기 존재하

에서 금속 촉매, 금속, 또는 금속 화합물에 의하여 커플링시킴으로써 2급 아민을 얻는다.

[0156] [화학식 31]



[0157]

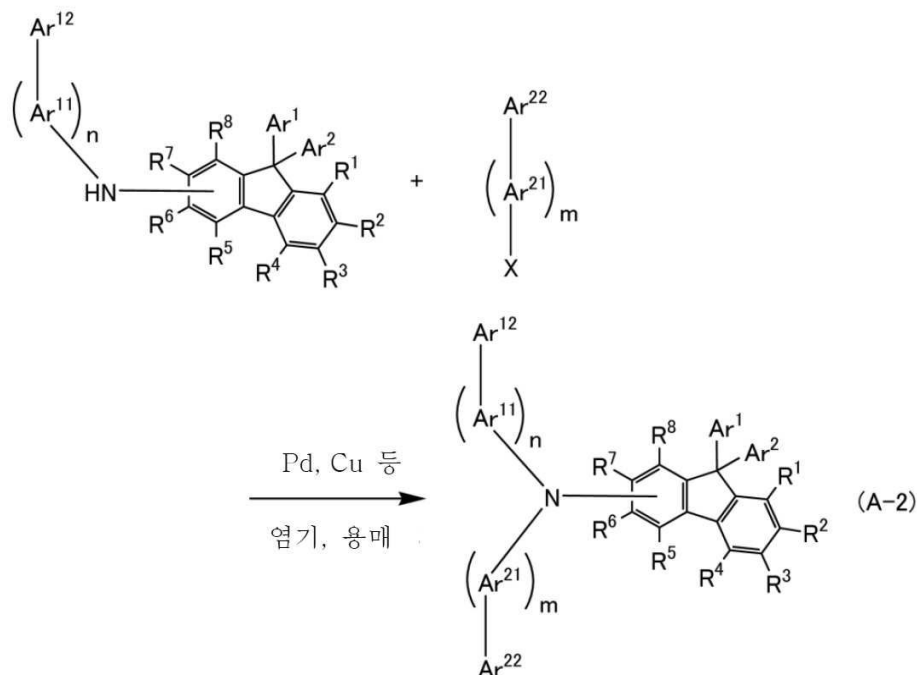
[0158] 상기 합성 스킴(A-1)에 있어서, Ar^{12} 는 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 10의 아릴기를 나타내고, 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 적어도 하나 가진다. Ar^{12} 가 가지는 상기 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기의 탄소수의 총합은 6 내지 36이다. 또한 Ar^{11} 은 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 13의 아릴렌기를 나타낸다. 또한 n 은 0 또는 1의 정수를 나타낸다. 또한 Ar^1 은 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기를 나타낸다. 또한 Ar^2 는 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기, 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^1 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^5 내지 R^8 중 어느 하나는 질소 원자에 직접 결합되는 결합손이고, 나머지는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다.

[0159] 상기 합성 스킴(A-1)을 버크월드 하트위그 반응을 사용하여 수행하는 경우, X는 할로젠 또는 트라이플레이트기를 나타낸다. 할로젠으로서는 아이오딘, 브로민, 또는 염소가 바람직하다. 상기 반응에서는, 비스(다이벤질리덴아세톤)팔라듐(0) 또는 알릴 염화 팔라듐 이량체(II) 등의 팔라듐 착체 또는 화합물과, 이에 배위하는 트라이(tert-부틸)포스핀, 다이-tert-부틸(1-메틸-2,2-다이페닐사이클로프로필)포스핀, 또는 트라이사이클로헥실포스핀 등의 리간드를 사용하는 팔라듐 촉매를 이용할 수 있다. 염기의 구체적인 예로서는 소듐tert-부톡사이드 등의 유기 염기, 또는 탄산 포타슘 등의 무기 염기 등을 들 수 있다. 또한 용매를 사용하는 경우, 톨루엔, 자일렌, 1,3,5-트라이메틸벤젠 등을 사용할 수 있다.

[0160] 또한 상기 합성 스킴(A-1)을 울만 반응을 사용하여 수행하는 경우, X는 할로젠을 나타낸다. 할로젠으로서는 아이오딘, 브로민, 또는 염소가 바람직하다. 촉매로서는 구리 또는 구리 화합물을 사용할 수 있다. 또한 아이오딘화 구리(I) 또는 아세트산 구리(II)를 사용하는 것이 바람직하다. 사용하는 염기로서는 탄산 포타슘 등의 무기 염기를 들 수 있다. 또한 용매에는 1,3-다이메틸-3,4,5,6-테트라하이드로-2(1H)피리미딘(DMPU), N-메틸-2-피롤리돈(NMP), 톨루엔, 자일렌, 또는 1,3,5-트라이메틸벤젠 등을 사용한다. 다만 사용할 수 있는 용매는 이들에 한정되는 것이 아니다. 울만 반응에서는, 반응 온도가 100℃ 이상이면 더 짧은 시간에 고수율로 목적물을 얻을 수 있기 때문에, 끓는점이 높은 DMPU, NMP, 또는 1,3,5-트라이메틸벤젠을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 반응 온도는 150℃ 이상의 더 높은 온도가 더 바람직하기 때문에, DMPU를 사용하는 것이 더 바람직하다.

[0161] 다음으로 상기 합성 스킴(A-1)으로 얻어진 2급 아민과 아릴 할라이드를 염기 존재하에서 금속 촉매, 금속, 또는 금속 화합물에 의하여 커플링시킴으로써 하기 합성 스킴(A-2)으로 나타내는 바와 같이 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물을 얻을 수 있다.

[0162] [화학식 32]



[0163]

[0164] 상기 합성 스킴(A-2)에 있어서, Ar^{12} 는 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 10의 아릴기를 나타내고, 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기를 적어도 하나 가진다. Ar^{12} 가 가지는 상기 탄소수 3 내지 12의 분지쇄형 또는 고리형의 알킬기의 탄소수의 총합은 6 내지 36이다. 또한 Ar^{11} 은 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 13의 아릴렌기를 나타낸다. 또한 n은 0 또는 1의 정수를 나타낸다. 또한 Ar^{22} 는 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 10의 아릴기를 나타낸다. 또한 Ar^{21} 은 치환 또는 비치환된 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 내지 13의 아릴렌기를 나타낸다. 또한 m은 0 또는 1의 정수를 나타낸다. 또한 Ar^1 은 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기를 나타낸다. 또한 Ar^2 는 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기, 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^1 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R^5 내지 R^8 중 어느 하나는 질소 원자에 직접 결합되는 결합손이고, 나머지는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다.

[0165]

상기 합성 스킴(A-2)을 버크월드 하트위그 반응을 사용하여 수행하는 경우, X는 할로젠 또는 트라이플레이트기를 나타낸다. 할로젠으로서는 아이오딘, 브로민, 또는 염소가 바람직하다. 상기 반응에서는, 비스(다이벤질리덴아세톤)팔라듐(0) 또는 알릴 염화 팔라듐 이량체(II) 등의 팔라듐 착체 또는 화합물과, 이에 배위하는 트라이(tert-부틸)포스핀, 다이-tert-부틸(1-메틸-2,2-다이페닐사이클로프로필)포스핀, 또는 트라이사이클로헥실포스핀 등의 리간드를 사용하는 팔라듐 촉매를 이용할 수 있다. 염기의 구체적인 예로서는 소듐tert-부톡사이드 등의 유기 염기, 또는 탄산 포타슘 등의 무기 염기 등을 들 수 있다. 또한 용매를 사용하는 경우, 톨루엔, 자일렌, 1,3,5-트라이메틸벤젠 등을 사용할 수 있다.

[0166]

또한 상기 합성 스킴(A-2)을 울만 반응을 사용하여 수행하는 경우, X는 할로젠을 나타낸다. 할로젠으로서는 아이오딘, 브로민, 또는 염소가 바람직하다. 촉매로서는 구리 또는 구리 화합물을 사용할 수 있다. 또한 아이오딘화 구리(I) 또는 아세트산 구리(II)를 사용하는 것이 바람직하다. 사용하는 염기로서는 탄산 포타슘 등의 무기 염기를 들 수 있다. 또한 용매에는 1,3-다이메틸-3,4,5,6-테트라하이드로-2(1H)피리미딘논(DMPU), N-메틸-2-피롤리돈(NMP), 톨루엔, 자일렌, 또는 1,3,5-트라이메틸벤젠 등을 사용한다. 다만 사용할 수 있는 용매는 이들에 한정되는 것이 아니다. 울만 반응에서는, 반응 온도가 100℃ 이상이면 더 짧은 시간에 고수율로 목적물을 얻을 수 있기 때문에, 끓는점이 높은 DMPU, NMP, 또는 1,3,5-트라이메틸벤젠을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 반응 온도는 150℃ 이상의 더 높은 온도가 더 바람직하기 때문에, DMPU를 사용하는 것이 더 바람직하다.

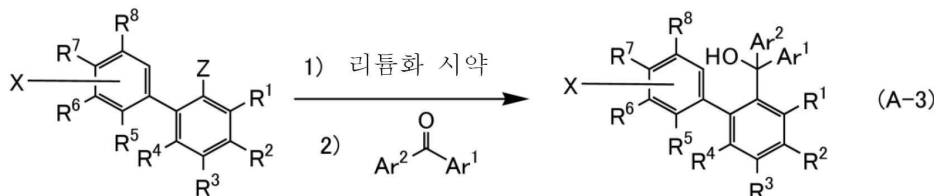
[0167]

또한 상기 합성 스킴(A-1) 및 합성 스킴(A-2)의 반응의 순서는 이에 한정되지 않는다. 경우에 따라, 아릴아민

에 아릴 할라이드를 반응시킴으로써 얻어진 2급 아민에, 플루오렌 골격을 가지는 할로젠화물을 반응시키는 방법을 사용하여도 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물을 얻을 수 있다.

[0168] 또한 상기 합성 스킴(A-1)에서 사용하는 플루오렌 골격을 가지는 할로젠화물은 하기 합성 스킴(A-3) 및 하기 합성 스킴(A-4)에 나타내는 방법으로 합성할 수도 있다. 우선 합성 스킴(A-3)에 나타낸 바와 같이, 바이페닐 할라이드와 비스(알킬아릴) 케톤 또는 알킬(알킬아릴) 케톤을 반응시킨다.

[0169] [화학식 33]



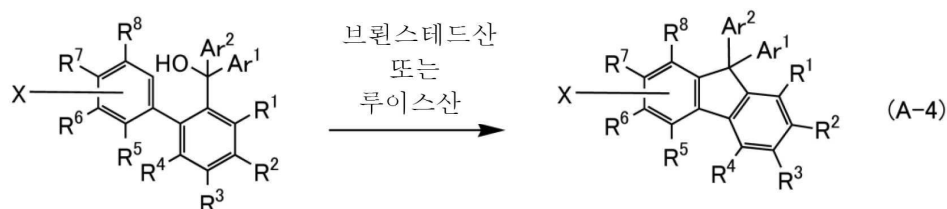
[0170]

[0171] 상기 합성 스킴(A-3)에 있어서, Ar¹은 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기를 나타낸다. 또한 Ar²는 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기, 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R¹ 내지 R⁴는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R⁵ 내지 R⁸ 중 어느 하나는 할로젠 원자에 결합되는 결합손이고, 나머지는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 X 및 Z는 할로젠을 나타낸다. X는 브로민 또는 염소인 것이 바람직하다. 또한 Z는 아이오딘 또는 브로민인 것이 바람직하다. 또한 X가 브로민인 경우에는 반응점의 선택성의 관점에서 Z는 아이오딘인 것이 더 바람직하다.

[0172] 상기 합성 스킴(A-3)에 있어서, 리튬화 시약으로서 n-부틸리튬헥세인 용액, 금속 리튬 등을 사용함으로써 대상인 바이페닐 유도체를 리튬화시키고 케톤과 반응시킬 수 있다. 마그네슘 등의 금속도 마찬가지로 사용할 수 있다.

[0173] 다음으로 합성 스킴(A-4)에 나타낸 바와 같이, 합성 스킴(A-3)으로 얻어진 화합물을 고리화시킴으로써 플루오렌 골격을 가지는 할로젠화물을 합성할 수 있다.

[0174] [화학식 34]



[0175]

[0176] 상기 합성 스킴(A-4)에 있어서, Ar¹은 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기를 나타낸다. 또한 Ar²는 탄소수 1 내지 6의 알킬기를 적어도 하나 가지는 페닐기, 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R¹ 내지 R⁴는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R⁵ 내지 R⁸ 중 어느 하나는 할로젠 원자에 결합되는 결합손이고, 나머지는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 X는 할로젠을 나타낸다. X는 브로민 또는 염소인 것이 바람직하다.

[0177] 상기 합성 스킴(A-4)에 있어서, 브뢴스테드산, 루이스산 등을 사용할 수 있다. 케톤으로서, 알킬기를 카보닐기의 옆에 가지는 케톤을 반응에 이용하는 경우에는, 반응의 선택성의 관점에서 루이스산을 사용하는 것이 바람직하다.

[0178] 또한 상기 합성 스킴에서 사용한 바이페닐 할라이드, 비스(알킬아릴) 케톤, 또는 알킬(알킬아릴) 케톤은 다양한 종류가 시판되고 있거나, 또는 공지의 기술로 용이하게 합성할 수 있기 때문에, 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물은 수많은 종류를 합성할 수 있다. 따라서 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 베리에이션이 풍부하다.

- [0179] 이상, 본 발명의 일 형태인 유기 화합물의 합성 방법의 일례에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니고, 다른 어떠한 합성 방법으로 합성되어도 좋다.
- [0180] 본 실시형태에서 제시한 구성은 다른 실시형태에서 제시하는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0181] (실시형태 2)
- [0182] 본 실시형태에서는 실시형태 1에서 제시한 유기 화합물을 사용한 발광 디바이스에 대하여 도 1의 (A) 내지 (E)를 사용하여 설명한다.
- [0183] <<발광 디바이스의 기본적인 구조>>
- [0184] 발광 디바이스의 기본적인 구조에 대하여 설명한다. 도 1의 (A)에는, 한 쌍의 전극 사이에 발광층을 포함하는 EL층을 가지는 발광 디바이스를 나타내었다. 구체적으로는, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 EL층(103)이 끼워진 구조를 가진다.
- [0185] 또한 도 1의 (B)에는 한 쌍의 전극 사이에 복수(도 1의 (B)에서는 2층)의 EL층(103a, 103b)을 가지고, EL층 사이에 전하 발생층(106)을 가지는 적층 구조(탠덤 구조)의 발광 디바이스를 나타내었다. 탠덤 구조의 발광 디바이스는 저전압 구동이 가능하므로 소비 전력이 낮은 발광 장치를 실현할 수 있다.
- [0186] 전하 발생층(106)은 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 간에 전위차를 발생시켰을 때, 한쪽의 EL층(103a 또는 103b)에 전자를 주입하고, 다른 쪽의 EL층(103b 또는 103a)에 정공을 주입하는 기능을 가진다. 따라서 도 1의 (B)에서, 제 1 전극(101)에 제 2 전극(102)보다 전위가 높아지도록 전압을 인가하면, 전하 발생층(106)으로부터 EL층(103a)으로 전자가 주입되고, EL층(103b)에 정공이 주입된다.
- [0187] 또한 전하 발생층(106)은 광 추출 효율의 관점에서 가시광에 대하여 투광성을 가지는 것(구체적으로는, 전하 발생층(106)의 가시광 투과율이 40% 이상인 것)이 바람직하다. 또한 전하 발생층(106)은 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)보다 도전율이 낮은 경우에도 기능한다.
- [0188] 또한 도 1의 (C)에는 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스의 EL층(103)의 적층 구조를 나타내었다. 다만 이 경우, 제 1 전극(101)은 양극으로서 기능하고, 제 2 전극(102)은 음극으로서 기능하는 것으로 한다. EL층(103)은 제 1 전극(101) 위에 정공(홀) 주입층(111), 정공(홀) 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115)이 이 순서대로 적층된 구조를 가진다. 또한 발광층(113)은 발광색이 다른 복수의 발광층이 적층된 구성을 가져도 좋다. 예를 들어 적색을 발광하는 발광 물질을 포함한 발광층과, 녹색을 발광하는 발광 물질을 포함한 발광층과, 청색을 발광하는 발광 물질을 포함한 발광층이 적층된 구조, 또는 이들이 캐리어 수송성 재료를 가지는 층을 개재(介在)하여 적층된 구조이어도 좋다. 또는 황색을 발광하는 발광 물질을 포함한 발광층과, 청색을 발광하는 발광 물질을 포함한 발광층의 조합이어도 좋다. 다만 발광층(113)의 적층 구조는 상술한 것에 한정되지 않는다. 예를 들어, 발광층(113)은 발광색이 같은 복수의 발광층이 적층된 구성을 가져도 좋다. 예를 들어, 청색을 발광하는 발광 물질을 포함한 제 1 발광층과, 청색을 발광하는 발광 물질을 포함한 제 2 발광층이 적층된 구조, 또는 이들이 캐리어 수송성 재료를 가지는 층을 개재하여 적층된 구조이어도 좋다. 발광색이 같은 복수의 발광층이 적층된 구성의 경우, 단층의 구성보다 신뢰성을 높일 수 있는 경우가 있다. 또한 도 1의 (B)에 나타낸 탠덤 구조와 같이 복수의 EL층을 가지는 경우에도, 각 EL층이 양극 측으로부터 상술한 바와 같이 순차적으로 적층되는 구조로 한다. 또한 제 1 전극(101)이 음극이고, 제 2 전극(102)이 양극인 경우에는 EL층(103)의 층의 적층 순서는 반대가 된다. 구체적으로는, 음극인 제 1 전극(101) 위의 111이 전자 주입층, 112가 전자 수송층, 113이 발광층, 114가 정공(홀) 수송층, 115가 정공(홀) 주입층이 된다.
- [0189] EL층(103, 103a, 103b)에 포함되는 발광층(113)은 각각 발광 물질과 복수의 물질을 적절히 조합하여 가지고, 원하는 발광색을 나타내는 형광 발광 또는 인광 발광을 얻을 수 있는 구성으로 할 수 있다. 또한 발광층(113)을 발광색이 상이한 적층 구조로 하여도 좋다. 또한 이 경우 적층된 각 발광층에 사용되는 발광 물질 및 기타 물질에는 각각 상이한 재료를 사용하면 좋다. 또한 도 1의 (B)에 나타낸 복수의 EL층(103a, 103b)으로부터 각각 상이한 발광색이 얻어지는 구성으로 하여도 좋다. 이 경우에도 각 발광층에 사용되는 발광 물질 및 기타 물질을 상이한 재료로 하면 좋다.
- [0190] 또한 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스에서, 예를 들어 도 1의 (C)에 나타낸 제 1 전극(101)을 반사 전극으로, 제 2 전극(102)을 반투과·반반사 전극으로 한 미소 광공진기(마이크로캐비티) 구조로 함으로써, EL층(103)에 포함되는 발광층(113)으로부터 얻어지는 발광을 양쪽 전극 간에서 공진시켜, 제 2 전극(102)으로부터 얻어지는 발광을 강하게 할 수 있다.

- [0191] 또한 발광 디바이스의 제 1 전극(101)이 반사성을 가지는 도전성 재료와 투광성을 가지는 도전성 재료(투명 도전막)의 적층 구조로 이루어지는 반사 전극인 경우, 투명 도전막의 막 두께를 제어함으로써 광학 조정을 수행할 수 있다. 구체적으로는, 발광층(113)으로부터 얻어지는 광의 파장 λ 에 대하여 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이의 광학 거리(막 두께와 굴절률의 곱)가 $m\lambda/2$ (다만 m 은 자연수임) 또는 그 근방이 되도록 조정하는 것이 바람직하다.
- [0192] 또한 발광층(113)으로부터 얻어지는 원하는 광(파장: λ)을 증폭시키기 위하여, 제 1 전극(101)으로부터 발광층(113)에서 원하는 광이 얻어지는 영역(발광 영역)까지의 광학 거리와 제 2 전극(102)으로부터 발광층(113)에서 원하는 광이 얻어지는 영역(발광 영역)까지의 광학 거리를 각각 $(2m'+1)\lambda/4$ (다만 m' 은 자연수임) 또는 그 근방이 되도록 조절하는 것이 바람직하다. 또한 여기서 발광 영역이란 발광층(113)에서의 정공(홀)과 전자의 재결합 영역을 뜻한다.
- [0193] 이와 같은 광학 조정을 수행함으로써 발광층(113)으로부터 얻어지는 특정의 단색광의 스펙트럼을 좁혀 색 순도가 좋은 발광을 얻을 수 있다.
- [0194] 다만 상술한 경우에서, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이의 광학 거리는, 엄밀하게 말하면, 제 1 전극(101)에서의 반사 영역으로부터 제 2 전극(102)에서의 반사 영역까지의 총 두께이다. 그러나 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)에서의 반사 영역은 엄밀하게 결정하기 어렵기 때문에, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)의 임의의 위치를 반사 영역으로 가정함으로써 상술한 효과를 충분히 얻을 수 있는 것으로 한다. 또한 제 1 전극(101)과, 원하는 광이 얻어지는 발광층 사이의 광학 거리는, 엄밀하게 말하면, 제 1 전극(101)에서의 반사 영역과, 원하는 광이 얻어지는 발광층에서의 발광 영역 사이의 광학 거리이다. 그러나 제 1 전극(101)에서의 반사 영역 및 원하는 광이 얻어지는 발광층에서의 발광 영역은 엄밀하게 결정하기 어렵기 때문에, 제 1 전극(101)의 임의의 위치를 반사 영역으로, 원하는 광이 얻어지는 발광층에서의 임의의 위치를 발광 영역으로 가정함으로써 상술한 효과를 충분히 얻을 수 있는 것으로 한다.
- [0195] 도 1의 (D)에 나타난 발광 디바이스는 탠덤 구조를 가지는 발광 디바이스이고, 마이크로캐비티 구조를 가지기 때문에, 각 EL층(103a, 103b)으로부터 상이한 파장의 광(단색광)을 추출할 수 있다. 따라서 다른 발광색을 얻기 위한 구분 도포(예를 들어 RGB)가 불필요하다. 따라서 고정세(高精細)화를 실현하기 쉽다. 또한 착색층(컬러 필터)과 조합할 수도 있다. 또한 특정 파장의 정면 방향의 발광 강도를 높일 수 있어 저소비 전력화를 도모할 수 있다.
- [0196] 도 1의 (E)에 나타난 발광 디바이스는 도 1의 (B)에 나타난 탠덤 구조의 발광 디바이스의 일례이며, 도면에 나타난 바와 같이, 3개의 EL층(103a, 103b, 103c)이 전하 발생층(106a, 106b)을 개재하여 적층된 구조를 가진다. 또한 3개의 EL층(103a, 103b, 103c)은 각각 발광층(113a, 113b, 113c)을 가지고, 각 발광층의 발광색은 자유로이 조합할 수 있다. 예를 들어, 발광층(113a)을 청색으로, 발광층(113b)을 적색, 녹색, 및 황색 중 어느 색으로, 발광층(113c)을 청색으로 할 수 있지만, 발광층(113a)을 적색으로, 발광층(113b)을 청색, 녹색, 및 황색 중 어느 색으로, 발광층(113c)을 적색으로 할 수도 있다.
- [0197] 또한 상술한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에서, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102) 중 적어도 한쪽을 투광성을 가지는 전극(투명 전극, 반투과·반반사 전극 등)으로 한다. 투광성을 가지는 전극이 투명 전극인 경우, 투명 전극의 가시광 투과율은 40% 이상으로 한다. 또한 반투과·반반사 전극인 경우, 반투과·반반사 전극의 가시광의 반사율은 20% 이상 80% 이하, 바람직하게는 40% 이상 70% 이하로 한다. 또한 이들 전극은 저항률을 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0198] 또한 상술한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에서, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102) 중 한쪽이 반사성을 가지는 전극(반사 전극)인 경우, 반사성을 가지는 전극의 가시광의 반사율은 40% 이상 100% 이하, 바람직하게는 70% 이상 100% 이하로 한다. 또한 이 전극은 저항률을 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0199] <<발광 디바이스의 구체적인 구조>>
- [0200] 다음으로, 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스의 구체적인 구조에 대하여 설명한다. 또한 여기서는 탠덤 구조를 가지는 도 1의 (D)를 사용하여 설명한다. 또한 도 1의 (A) 및 (C)에 나타난 싱글 구조의 발광 디바이스에 대해서도 EL층의 구성은 같은 것으로 한다. 또한 도 1의 (D)에 나타난 발광 디바이스가 마이크로캐비티 구조를 가지는 경우에는 제 1 전극(101)을 반사 전극으로서 형성하고, 제 2 전극(102)을 반투과·반반사 전극으로서 형성한다. 따라서 원하는 전극 재료를 하나 또는 복수 사용하여 단층으로 또는 적층하여 형성할 수 있다. 또한

제 2 전극(102)은 EL층(103b)을 형성한 후에 상술한 바와 같이 재료를 선택하여 형성한다.

[0201] <제 1 전극 및 제 2 전극>

[0202] 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)을 형성하는 재료로서는 상술한 양쪽 전극의 기능을 만족시킬 수 있다면 아래에 나타내는 재료를 적절히 조합하여 사용할 수 있다. 예를 들어 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 적절히 사용할 수 있다. 구체적으로는 In-Sn 산화물(ITO라고도 함), In-Si-Sn 산화물(ITSO라고도 함), In-Zn 산화물, In-W-Zn 산화물을 들 수 있다. 그 외에, 알루미늄(Al), 타이타늄(Ti), 크로뮴(Cr), 망가니즈(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 구리(Cu), 갈륨(Ga), 아연(Zn), 인듐(In), 주석(Sn), 몰리브덴(Mo), 탄탈럼(Ta), 텅스텐(W), 팔라듐(Pd), 금(Au), 백금(Pt), 은(Ag), 이트륨(Y), 네오디뮴(Nd) 등의 금속, 및 이들을 적절히 조합하여 포함하는 합금을 사용할 수도 있다. 그 외에, 위에서 예시하지 않은 원소 주기율표의 1족 또는 2족에 속하는 원소(예를 들어 리튬(Li), 세슘(Cs), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr)), 유퀴뮴(Eu), 이터븀(Yb) 등의 희토류 금속 및 이들을 적절히 조합하여 포함하는 합금, 그리고 그래핀 등을 사용할 수 있다.

[0203] 도 1의 (D)에 나타난 발광 디바이스에서, 제 1 전극(101)이 양극인 경우, 제 1 전극(101) 위에 EL층(103a)의 정공 주입층(111a) 및 정공 수송층(112a)이 진공 증착법으로 순차적으로 적층 형성된다. EL층(103a) 및 전하 발생층(106)이 형성된 후, 전하 발생층(106) 위에 EL층(103b)의 정공 주입층(111b) 및 정공 수송층(112b)이 마찬가지로 순차적으로 적층 형성된다.

[0204] <정공 주입층>

[0205] 정공 주입층(111, 111a, 111b)은 양극인 제 1 전극(101) 또는 전하 발생층(106, 106a, 106b)으로부터 EL층(103, 103a, 103b)에 정공(홀)을 주입하는 층이고, 유기 엑셉터 재료 또는 정공 주입성이 높은 재료를 포함하는 층이다.

[0206] 유기 엑셉터 재료는 이의 LUMO 준위의 값과 HOMO 준위의 값이 가까운, 다른 유기 화합물과의 사이에서 전하 분리시킴으로써, 상기 유기 화합물에 정공(홀)을 발생시킬 수 있는 재료이다. 따라서 유기 엑셉터 재료로서는 퀴노다이메테인 유도체, 클로라닐 유도체, 헥사아자트라이페닐렌 유도체 등 전자 흡인기(할로젠기 또는 사이아노기)를 가지는 화합물을 사용할 수 있다. 예를 들어, 7,7,8,8-테트라시아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F₄-TCNQ), 3,6-다이플루오로-2,5,7,7,8,8-헥사시아노퀴노다이메테인, 클로라닐, 2,3,6,7,10,11-헥사시아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌(약칭: HAT-CN), 1,3,4,5,7,8-헥사플루오로테트라시아노나프토클로다이메테인(약칭: F6-TCNNQ), 2-(7-다이시아노메틸렌-1,3,4,5,6,8,9,10-옥타플루오로-7H-피렌-2-일리덴)말로노나이트릴 등을 사용할 수 있다. 또한 유기 엑셉터 재료 중에서도 특히 HAT-CN과 같이 복수의 헤테로원자를 가지는 축합 방향족 고리에 전자 흡인기가 결합된 화합물은 엑셉터성이 높고, 열에 대하여 막질이 안정적이기 때문에 적합하다. 그 외에도, 전자 흡인기(특히 플루오로기와 같은 할로젠기 또는 사이아노기)를 가지는 [3]라디알렌 유도체는 전자 수용성이 매우 높기 때문에 바람직하고, 구체적으로는 α, α', α''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[4-사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로벤젠아세토나이트릴], α, α', α''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,6-다이클로로-3,5-다이플루오로-4-(트라이플루오로메틸)벤젠아세토나이트릴], α, α', α''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,3,4,5,6-펜타플루오로벤젠아세토나이트릴] 등을 사용할 수 있다.

[0207] 또한 정공 주입성이 높은 재료로서는 원소 주기율표의 4족 내지 8족에 속하는 금속의 산화물(몰리브덴 산화물, 바나듐 산화물, 루테튬 산화물, 텅스텐 산화물, 망가니즈 산화물 등의 전이 금속 산화물 등)을 사용할 수 있다. 구체적으로는 산화 몰리브덴, 산화 바나듐, 산화 나이오븀, 산화 탄탈럼, 산화 크로뮴, 산화 텅스텐, 산화 망가니즈, 산화 레늄을 들 수 있다. 상술한 것 중에서도 산화 몰리브덴은 대기 중에서도 안정적이고, 흡습성이 낮고, 취급하기 쉽기 때문에 바람직하다. 이 외에, 프탈로사이아닌(약칭: H₂Pc), 구리 프탈로사이아닌(약칭: CuPc) 등의 프탈로사이아닌계 화합물 등을 사용할 수 있다.

[0208] 또한 상기 재료 외에, 저분자 화합물인 4,4',4''-트리스(N,N-다이페닐아미노)트라이페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: MTDATA), 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB), N,N'-비스{4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐}-N,N'-다이페닐-(1,1'-바이페닐)-4,4'-다이아민(약칭: DNTPD), 1,3,5-트리스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]벤젠(약칭: DPA3B), 3-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA1), 3,6-비스[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA2), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카바졸-3-일)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCN1) 등의 방향족 아민 화

합물 등을 사용할 수 있다.

- [0209] 또한 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등)인 폴리(N-바이닐카바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-바이닐트라이페닐아민)(약칭: PVTTPA), 폴리[N-(4-{N'-(4-(4-다이페닐아미노)페닐)페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아마이드](약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-뷰틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등을 사용할 수 있다. 또는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)/폴리(스타이렌설포산)(약칭: PEDOT/PSS), 폴리아닐린/폴리(스타이렌설포산)(약칭: PAni/PSS) 등의 산을 첨가한 고분자계 화합물 등을 사용할 수도 있다.
- [0210] 또한 정공 주입성이 높은 재료로서는 정공 수송성 재료와 상술한 유기 역셉터 재료(전자 수용성 재료)를 포함하는 혼합 재료를 사용할 수도 있다. 이 경우, 유기 역셉터 재료에 의하여 정공 수송성 재료로부터 전자가 추출되어 정공 주입층(111)에서 정공이 발생하고, 정공 수송층(112)을 통하여 발광층(113)에 정공이 주입된다. 또한 정공 주입층(111)은 정공 수송성 재료와 유기 역셉터 재료(전자 수용성 재료)를 포함하는 혼합 재료로 이루어지는 단층으로 형성하여도 좋고, 정공 수송성 재료와 유기 역셉터 재료(전자 수용성 재료)를 각각 다른 층으로서 적층하여 형성하여도 좋다.
- [0211] 정공 수송성 재료로서는 실시형태 1에서 나타내는 유기 화합물을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 정공 수송성 재료로서, 전기장 강도[V/cm]의 제곱근이 600인 경우의 정공 이동도가 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상인 물질이 바람직하다. 또한 전자보다 정공의 수송성이 높은 물질이면 이들 외의 물질을 사용할 수 있다.
- [0212] 또한 정공 수송성 재료로서는 π 전자 과잉형 헥세로 방향족 고리를 가지는 화합물(예를 들어 카바졸 유도체, 퓨란 유도체, 또는 싸이오펜 유도체), 방향족 아민(방향족 아민 골격을 가지는 유기 화합물) 등 정공 수송성이 높은 재료가 바람직하다.
- [0213] 또한 상기 카바졸 유도체(카바졸 고리를 가지는 유기 화합물)로서는 바이카바졸 유도체(예를 들어 3,3'-바이카바졸 유도체), 카바졸릴기를 가지는 방향족 아민 등을 들 수 있다.
- [0214] 또한 상기 바이카바졸 유도체(예를 들어 3,3'-바이카바졸 유도체)로서, 구체적으로는 3,3'-비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCCP), 9,9'-비스(바이페닐-4-일)-3,3'-바이-9H-카바졸(약칭: BisBPCz), 9,9'-비스(1,1'-바이페닐-3-일)-3,3'-바이-9H-카바졸(약칭: BisBPCz), 9-(1,1'-바이페닐-3-일)-9'-(1,1'-바이페닐-4-일)-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: mBPCBP), 9-(2-나프틸)-9'-페닐-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: β NCCP) 등을 들 수 있다.
- [0215] 또한 상기 카바졸릴기를 가지는 방향족 아민으로서, 구체적으로는 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), N-(4-바이페닐)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9-페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCBIF), N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBIF), 4,4'-다이페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBIF), 4-(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBANB), 4,4'-다이(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBNBB), 4-페닐다이페닐-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)아민(약칭: PCA1BP), N,N'-비스(9-페닐카바졸-3-일)-N,N'-다이페닐벤젠-1,3-다이아민(약칭: PCA2B), N,N',N'-트라이페닐-N,N',N'-트리스(9-페닐카바졸-3-일)벤젠-1,3,5-트리아민(약칭: PCA3B), 9,9-다이메틸-N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]플루오렌-2-아민(약칭: PCBAF), N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-아민(약칭: PCBAF), 3-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA1), 3,6-비스[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA2), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카바졸-3-일)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCN1), 3-[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzDPA1), 3,6-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzDPA2), 3,6-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-(1-나프틸)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzTPN2), 2-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: PCASF), N-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N-(4-페닐)페닐아닐린(약칭: YGA1BP), N,N'-비스[4-(카바졸-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐-9,9-다이메틸플루오렌-2,7-다이아민(약칭: YGA2F), 4,4',4' '-트리스(카바졸-9-일)트라이페닐아민(약칭: TCTA) 등을 들 수 있다.
- [0216] 또한 카바졸 유도체로서는 상술한 것 외에 3-[4-(9-페난트릴)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPPn), 3-[4-(1-나프틸)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPN), 1,3-비스(N-카바졸릴)벤젠(약칭: mCP), 4,4'-다이(N-카바졸릴)바이페닐(약칭: CBP), 3,6-비스(3,5-다이페닐페닐)-9-페닐카바졸(약칭: CzTP), 1,3,5-트리스[4-(N-카바졸릴)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(10-페닐-9-안트라센일)페닐]-9H-카바졸(약칭:

CzPA) 등을 들 수 있다.

[0217] 또한 상기 퓨란 유도체(퓨란 고리를 가지는 유기 화합물)로서, 구체적으로는 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조퓨란)(약칭: DBF3P-II), 4-{3-[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]페닐}다이벤조퓨란(약칭: mmDBFBLBi-II) 등을 들 수 있다.

[0218] 또한 상기 싸이오펜 유도체(싸이오펜 고리를 가지는 유기 화합물)로서, 구체적으로는 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II), 2,8-다이페닐-4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-III), 4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-6-페닐다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-IV) 등의 싸이오펜 고리를 가지는 유기 화합물 등을 들 수 있다.

[0219] 또한 상기 방향족 아민으로서, 구체적으로는 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB 또는 α -NPD), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-다이페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이아민(약칭: TPD), 4,4'-비스[N-(스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: BSPB), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP), 4-페닐-3'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: mBPAFLP), N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-N-(9,9-다이메틸-2-[N'-페닐-N'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)아미노]-9H-플루오렌-7-일)페닐아민(약칭: DFLADFL), N-(9,9-다이메틸-2-다이페닐아미노-9H-플루오렌-7-일)다이페닐아민(약칭: DPNF), 2-[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: DPASF), 2,7-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]-스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: DPA2SF), 4,4',4''-트리스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: 1'-TNATA), 4,4',4''-트리스(N,N-다이페닐아미노)트라이페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: m-MTDATA), N,N'-다이(p-톨릴)-N,N'-다이페닐-p-페닐렌다이아민(약칭: DTDPPA), 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB), DNTPD, 1,3,5-트리스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]벤젠(약칭: DPA3B), N-(4-바이페닐)-6,N-다이페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BnfABP), N,N-비스(4-바이페닐)-6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BBABnf), 4,4'-비스(6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-일)-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: BnfBB1BP), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: BBABnf(6)), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BBABnf(8)), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토[2,3-d]퓨란-4-아민(약칭: BBABnf(II)(4)), N,N-비스[4-(다이벤조퓨란-4-일)페닐]-4-아미노-p-터페닐(약칭: DBfBB1TP), N-[4-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-N-페닐-4-바이페닐아민(약칭: ThBA1BP), 4-(2-나프틸)-4',4''-다이페닐트라이페닐아민(약칭: BBA β NB), 4-[4-(2-나프틸)페닐]-4',4''-다이페닐트라이페닐아민(약칭: BBA β NBi), 4,4'-다이페닐-4''-(6;1'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBA α N β NB), 4,4'-다이페닐-4''-(7;1'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBA α N β NB-03), 4,4'-다이페닐-4''-(7-페닐)나프틸-2-일트라이페닐아민(약칭: BBAP β NB-03), 4,4'-다이페닐-4''-(6;2'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBA(β N2)B), 4,4'-다이페닐-4''-(7;2'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBA(β N2)B-03), 4,4'-다이페닐-4''-(4;2'-바이나프틸-1-일)트라이페닐아민(약칭: BBA β N α NB), 4,4'-다이페닐-4''-(5;2'-바이나프틸-1-일)트라이페닐아민(약칭: BBA β N α NB-02), 4-(4-바이페닐릴)-4''-(2-나프틸)-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: TPBiA β NB), 4-(3-바이페닐릴)-4''-[4-(2-나프틸)페닐]-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: mTPBiA β NBi), 4-(4-바이페닐릴)-4''-[4-(2-나프틸)페닐]-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: TPBiA β NBi), 4-페닐-4''-(1-나프틸)트라이페닐아민(약칭: α NBA1BP), 4,4'-비스(1-나프틸)트라이페닐아민(약칭: α NBB1BP), 4,4'-다이페닐-4''-[4''-(카바졸-9-일)바이페닐-4-일]트라이페닐아민(약칭: YGTBi1BP), 4''-[4-(3-페닐-9H-카바졸-9-일)페닐]트리스(1,1'-바이페닐-4-일)아민(약칭: YGTBi1BP-02), 4-[4''-(카바졸-9-일)바이페닐-4-일]-4''-(2-나프틸)-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: YGTBi β NB), N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-N-[4-(1-나프틸)페닐]-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-2-아민(약칭: PCBNBSF), N,N-비스([1,1'-바이페닐]-4-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-2-아민(약칭: BBASF), N,N-비스([1,1'-바이페닐]-4-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-4-아민(약칭: BBASF(4)), N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-4-아민(약칭: oFBiSF), N-(4-바이페닐)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)다이벤조퓨란-4-아민(약칭: FrBiF), N-[4-(1-나프틸)페닐]-N-[3-(6-페닐다이벤조퓨란-4-일)페닐]-1-나프틸아민(약칭: mPDBfBNBN), 4-페닐-4''-[4-(9-페닐플루오렌-9-일)페닐]트라이페닐아민(약칭: BPAFLBi), N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-4-아민, N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-3-아민, N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-2-아민, N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-1-아민 등을 들 수 있다.

- [0220] 그 외에도, 정공 수송성 재료로서, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등)인 폴리(N-바이닐카바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-바이닐트라이페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-[4-(4-다이페닐아미노)페닐]페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아마이드](약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-뷰틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등을 사용할 수 있다. 또는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)/폴리(스타이렌설폰산)(약칭: PEDOT/PSS), 폴리아닐린/폴리(스타이렌설폰산)(약칭: PAni/PSS) 등의 산을 첨가한 고분자계 화합물 등을 사용할 수도 있다.
- [0221] 다만 정공 수송성 재료는 상술한 것에 한정되지 않고, 공지의 다양한 재료 중 1종류 또는 복수 종류의 조합을 정공 수송성 재료로서 사용하여도 좋다.
- [0222] 또한 정공 주입층(111, 111a, 111b)은 공지의 다양한 성막 방법을 사용하여 형성할 수 있고, 예를 들어 진공 증착법을 사용하여 형성할 수 있다.
- [0223] <정공 수송층>
- [0224] 정공 수송층(112, 112a, 112b)은 정공 주입층(111, 111a, 111b)에 의하여 제 1 전극(101)으로부터 주입된 정공을 발광층(113, 113a, 113b)으로 수송하는 층이다. 또한 정공 수송층(112, 112a, 112b)은 정공 수송성 재료를 포함한 층이다. 따라서 정공 수송층(112, 112a, 112b)에는 정공 주입층(111, 111a, 111b)에 사용할 수 있는 정공 수송성 재료를 사용할 수 있다.
- [0225] 또한 본 실시형태에서 제시하는 발광 디바이스에서, 정공 수송층(112, 112a, 112b)과 같은 유기 화합물을 발광층(113, 113a, 113b)에 사용할 수 있다. 정공 수송층(112, 112a, 112b)과 발광층(113, 113a, 113b)에 같은 유기 화합물을 사용하면, 정공 수송층(112, 112a, 112b)으로부터 발광층(113, 113a, 113b)으로 holes 효율적으로 수송할 수 있으므로 더 바람직하다.
- [0226] <발광층>
- [0227] 발광층(113, 113a, 113b)은 발광 물질을 포함한 층이다. 또한 발광층(113, 113a, 113b)에 사용할 수 있는 발광 물질로서는 청색, 자색, 청자색, 녹색, 황록색, 황색, 주황색, 적색 등의 발광색을 나타내는 물질을 적절히 사용할 수 있다. 또한 복수의 발광층을 가지는 경우에는 각 발광층에 상이한 발광 물질을 사용함으로써 상이한 발광색을 나타내는 구성(예를 들어 보색 관계에 있는 발광색을 조합하여 얻어지는 백색 발광)으로 할 수 있다. 또한 하나의 발광층이 상이한 발광 물질을 가지는 적층 구조로 하여도 좋다.
- [0228] 또한 발광층(113, 113a, 113b)은 발광 물질(게스트 재료)에 더하여 1종류 또는 복수 종류의 유기 화합물(호스트 재료 등)을 가져도 좋다.
- [0229] 또한 발광층(113, 113a, 113b)에 복수의 호스트 재료를 사용하는 경우, 새로 추가하는 제 2 호스트 재료로서 기존의 게스트 재료 및 제 1 호스트 재료의 에너지 갭보다 큰 에너지 갭을 가지는 물질을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 제 2 호스트 재료의 최저 단일항 여기 에너지 준위(S1 준위)는 제 1 호스트 재료의 S1 준위보다 높고, 제 2 호스트 재료의 최저 삼중항 여기 에너지 준위(T1 준위)는 게스트 재료의 T1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 또한 제 2 호스트 재료의 최저 삼중항 여기 에너지 준위(T1 준위)는 제 1 호스트 재료의 T1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 이와 같은 구성으로 함으로써 2종류의 호스트 재료로 들뜬 복합체를 형성할 수 있다. 또한 들뜬 복합체를 효율적으로 형성하기 위해서는 정공을 받기 쉬운 화합물(정공 수송성 재료)과 전자를 받기 쉬운 화합물(전자 수송성 재료)을 조합하는 것이 특히 바람직하다. 또한 이 구성에 의하여, 고효율, 저전압, 장수명을 동시에 실현할 수 있다.
- [0230] 또한 상기 호스트 재료(제 1 호스트 재료 및 제 2 호스트 재료를 포함함)로서 사용하는 유기 화합물로서는 발광층에 사용하는 호스트 재료로서의 조건을 충족시키면, 상술한 정공 수송층(112, 112a, 112b)에 사용할 수 있는 정공 수송성 재료, 후술하는 전자 수송층(114, 114a, 114b)에 사용할 수 있는 전자 수송성 재료 등의 유기 화합물을 들 수 있으며, 복수 종류의 유기 화합물(상기 제 1 호스트 재료 및 제 2 호스트 재료)로 이루어지는 들뜬 복합체이어도 좋다. 또한 복수 종류의 유기 화합물로 들뜬 상태를 형성하는 들뜬 복합체(엑사이플렉스, 엑시플렉스, 또는 Exciplex라고도 함)는 S1 준위와 T1 준위의 차이가 매우 작고, 삼중항 여기 에너지를 단일항 여기 에너지로 변환할 수 있는 TADF 재료로서의 기능을 가진다. 또한 들뜬 복합체를 형성하는 복수 종류의 유기 화합물의 조합으로서의 예를 들어 한쪽이 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리를 가지고, 다른 쪽이 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리를 가지는 것이 바람직하다. 또한 들뜬 복합체를 형성하는 조합으로서, 한쪽에 이리듐, 로듐, 또는 백금계의 유기 금속 착체 혹은 금속 착체 등의 인광 발광 물질을 사용하여도 좋다.

- [0231] 발광층(113, 113a, 113b)에 사용할 수 있는 발광 물질로서는 특별한 한정은 없고, 단일항 여기 에너지를 가시광 영역의 발광으로 변환하는 발광 물질, 또는 삼중항 여기 에너지를 가시광 영역의 발광으로 변환하는 발광 물질을 사용할 수 있다.
- [0232] <<단일항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질>>
- [0233] 발광층(113)에 사용할 수 있는 단일항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질로서는 이하에 나타내는 형광을 발하는 물질(형광 발광 물질)을 들 수 있다. 예를 들어 피렌 유도체, 안트라센 유도체, 트라이페닐렌 유도체, 플루오렌 유도체, 카바졸 유도체, 다이벤조싸이오펜 유도체, 다이벤조퓨란 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 퀴녹살린 유도체, 피리딘 유도체, 피리미딘 유도체, 페난트렌 유도체, 나프탈렌 유도체 등이 있다. 특히 피렌 유도체는 발광 양자 수율이 높아 바람직하다. 피렌 유도체의 구체적인 예로서는 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrn), (N,N'-다이페닐-N,N'-비스[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]피렌-1,6-다이아민)(약칭: 1,6FLPAPrn), N,N'-비스(다이벤조퓨란-2-일)-N,N'-다이페닐피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6FrAPrn), N,N'-비스(다이벤조싸이오펜-2-일)-N,N'-다이페닐피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6ThAPrn), N,N'-(피렌-1,6-다이일)비스[(N-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-6-아민](약칭: 1,6BnfAPrn), N,N'-(피렌-1,6-다이일)비스[(N-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-02), N,N'-(피렌-1,6-다이일)비스[(6,N-다이페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-03) 등을 들 수 있다.
- [0234] 또한 5,6-비스[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-2,2'-바이피리딘(약칭: PAP2BPy), 5,6-비스[4'-(10-페닐-9-안트릴)바이페닐-4-일]-2,2'-바이피리딘(약칭: PAPP2BPy), N,N'-비스[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐스티렌-4,4'-다이아민(약칭: YGA2S), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트라이페닐아민(약칭: YGAPA), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(9,10-다이페닐-2-안트릴)트라이페닐아민(약칭: 2YGAPPA), N,9-다이페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCAPA), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBAPA), 4-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBAPBA), 페틸렌, 2,5,8,11-테트라-tert-뷰틸페틸렌(약칭: TBP), N,N'-(2-tert-뷰틸안트라센-9,10-다이일다이-4,1-페닐렌)비스[N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민](약칭: DPABPA), N,9-다이페닐-N-[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPPA), N-[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPAPPA) 등을 사용할 수 있다.
- [0235] 또한 N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,9-다이페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCABPhA), N-(9,10-다이페닐-2-안트릴)-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPAPA), N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPABPhA), 9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-N-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N-페닐안트라센-2-아민(약칭: 2YGABPhA), N,N,9-트라이페닐안트라센-9-아민(약칭: DPhAPhA), 쿠마린545T, N,N'-다이페닐퀴나크리돈(약칭: DPQd), 루브렌, 5,12-비스(1,1'-바이페닐-4-일)-6,11-다이페닐테트라센(약칭: BPT), 2-(2-{2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에텐일}-6-메틸-4H-피란-4-일리텐)프로페인다이아이트릴(약칭: DCM1), 2-(2-메틸-6-[2-(2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리텐)프로페인다이아이트릴(약칭: DCM2), N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)테트라센-5,11-다이아민(약칭: p-mPhTD), 7,14-다이페닐-N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)아세나프토[1,2-a]플루오란텐-3,10-다이아민(약칭: p-mPhAFD), 2-{2-아이소프로필-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리텐}프로페인다이아이트릴(약칭: DCJTI), 2-{2-tert-뷰틸-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리텐}프로페인다이아이트릴(약칭: DCJTB), 2-(2,6-비스{2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에텐일}-4H-피란-4-일리텐)프로페인다이아이트릴(약칭: BisDCM), 2-{2,6-비스[2-(8-메톡시-1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리텐}프로페인다이아이트릴(약칭: BisDCJTM), 1,6BnfAPrn-03, 3,10-비스[N-(9-페닐-9H-카바졸-2-일)-N-페닐아미노]나프토[2,3-b;6,7-b']비스벤조퓨란(약칭: 3,10PCA2Nbf(IV)-02), 3,10-비스[N-(다이벤조퓨란-3-일)-N-페닐아미노]나프토[2,3-b;6,7-b']비스벤조퓨란(약칭: 3,10FrA2Nbf(IV)-02) 등을 들 수 있다. 특히 1,6FLPAPrn, 1,6mMemFLPAPrn, 1,6BnfAPrn-03과 같은 피렌다이아민 화합물 등을 사용할 수 있다.
- [0236] <<삼중항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질>>
- [0237] 다음으로, 발광층(113)에 사용할 수 있는 삼중항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질로서는 예를 들어

인광을 발하는 물질(인광 발광 물질) 또는 열 활성화 지연 형광을 나타내는 열 활성화 지연 형광(Thermally activated delayed fluorescence: TADF) 재료가 있다.

[0238] 인광 발광 물질이란, 저온(예를 들어 77K) 이상 실온 이하의 온도 범위(즉 77K 이상 313K 이하)의 어느 온도에서 인광을 나타내고, 형광을 나타내지 않는 화합물을 가리킨다. 상기 인광 발광 물질로서는 스핀 궤도 상호 작용이 큰 금속 원소를 가지는 것이 바람직하고, 유기 금속 착체, 금속 착체(백금 착체), 희토류 금속 착체 등을 들 수 있다. 구체적으로는 전이 금속 원소가 바람직하고, 특히 백금족 원소(루테튬(Ru), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 오스뮴(Os), 이리듐(Ir), 또는 백금(Pt))를 가지는 것이 바람직하고, 이 중에서도 이리듐을 가짐으로써 단일항 바닥 상태와 삼중항 여기 상태 사이의 직접 전이에 관련되는 전이 확률을 높일 수 있어 바람직하다.

[0239] <<인광 발광 물질(450nm 이상 570nm 이하: 청색 또는 녹색)>>

[0240] 청색 또는 녹색을 나타내고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 450nm 이상 570nm 이하인 인광 발광 물질로서는 다음과 같은 물질을 들 수 있다.

[0241] 예를 들어 트리스{2-[5-(2-메틸페닐)-4-(2,6-다이메틸페닐)-4H-1,2,4-트리아졸-3-일- κN^2]페닐- κC }이리듐(III)(약칭: [Ir(mpptz-dmp)₃]), 트리스(5-메틸-3,4-다이페닐-4H-1,2,4-트리아졸레이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(Mptz)₃]), 트리스[4-(3-바이페닐)-5-아이소프로필-3-페닐-4H-1,2,4-트리아졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPrptz-3b)₃]), 트리스[3-(5-바이페닐)-5-아이소프로필-4-페닐-4H-1,2,4-트리아졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPr5btz)₃])과 같은 4H-트리아졸 고리를 가지는 유기 금속 착체, 트리스[3-메틸-1-(2-메틸페닐)-5-페닐-1H-1,2,4-트리아졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(Mptz1-mp)₃]), 트리스(1-메틸-5-페닐-3-프로필-1H-1,2,4-트리아졸레이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(Prptz1-Me)₃])과 같은 1H-트리아졸 고리를 가지는 유기 금속 착체, fac-트리스[1-(2,6-다이아이소프로필페닐)-2-페닐-1H-이미다졸]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPrpmi)₃]), 트리스[3-(2,6-다이메틸페닐)-7-메틸이미다조[1,2-f]페난트리딘에이트]이리듐(III)(약칭: [Ir(dmpimpt-Me)₃])과 같은 이미다졸 고리를 가지는 유기 금속 착체, 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이트-N, $C^{2'}$]이리듐(III)테트라키스(1-피라졸릴)보레이트(약칭: FIr6), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이트-N, $C^{2'}$]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: FIrpil), 비스[2-[3',5'-비스(트라이플루오로메틸)페닐]피리디네이트-N, $C^{2'}$]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: [Ir(CF₃ppy)₂(pic)]), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이트-N, $C^{2'}$]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIr(acac))와 같이 전자 흡인기를 가지는 페닐피리딘 유도체를 리간드로 하는 유기 금속 착체 등을 들 수 있다.

[0242] <<인광 발광 물질(495nm 이상 590nm 이하: 녹색 또는 황색)>>

[0243] 녹색 또는 황색을 나타내고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 495nm 이상 590nm 이하인 인광 발광 물질로서는 다음과 같은 물질을 들 수 있다.

[0244] 예를 들어 트리스(4-메틸-6-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppm)₃]), 트리스(4-tert-부틸-6-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)₃]), (아세틸아세토네이트)비스(6-메틸-4-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppm)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스(6-tert-부틸-4-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스[6-(2-노보닐)-4-페닐피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: [Ir(nbppm)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-페닐피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: [Ir(mppmpm)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스{4,6-다이메틸-2-[6-(2,6-다이메틸페닐)-4-피리미딘일- $\kappa N3$]페닐- κC }이리듐(III)(약칭: [Ir(dmppm-dmp)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스(4,6-다이페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(dppm)₂(acac)]과 같은 피리미딘 고리를 가지는 유기 금속 이리듐 착체, (아세틸아세토네이트)비스(3,5-다이메틸-2-페닐피라지네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-Me)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스(5-아이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-iPr)₂(acac)]과 같은 피라진 고리를 가지는 유기 금속 이리듐 착체, 트리스(2-페닐피리디네이트-N, $C^{2'}$)이리듐(III)(약칭: [Ir(ppy)₃]), 비스

(2-페닐피리디네이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(ppy)₂(acac)]), 비스(벤조[h]퀴놀리네이토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(bzq)₂(acac)]), 트리스(벤조[h]퀴놀리네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(bzq)₃]), 트리스(2-페닐퀴놀리네이토-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭: [Ir(pq)₃]), 비스(2-페닐퀴놀리네이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(pq)₂(acac)]), 비스[2-(2-피리딘일-κN)페닐-κC][2-(4-페닐-2-피리딘일-κN)페닐-κC]이리듐(III)(약칭: [Ir(ppy)₂(4dppy)]), 비스[2-(2-피리딘일-κN)페닐-κC][2-(4-메틸-5-페닐-2-피리딘일-κN)페닐-κC], [2-d3-메틸-8-(2-피리딘일-κN)벤조퓨로[2,3-b]피리딘-κC]비스[2-(5-d3-메틸-2-피리딘일-κN)페닐-κC]이리듐(III)(약칭: Ir(5mppy-d₃)₂(mbfpypy-d₃)), [2-(메틸-d₃)-8-[4-(1-메틸에틸-1-d)-2-피리딘일-κN]벤조퓨로[2,3-b]피리딘-7-일-κC]비스[5-(메틸-d₃)-2-[5-(메틸-d₃)-2-피리딘일-κN]페닐-κC]이리듐(III)(약칭: Ir(5mtpy-d₆)₂(mbfpypy-iPr-d₄)), [2-d₃-메틸-(2-피리딘일-κN)벤조퓨로[2,3-b]피리딘-κC]비스[2-(2-피리딘일-κN)페닐-κC]이리듐(III)(약칭: Ir(ppy)₂(mbfpypy-d₃)), [2-(4-메틸-5-페닐-2-피리딘일-κN)페닐-κC]비스[2-(2-피리딘일-κN)페닐-κC]이리듐(III)(약칭: Ir(ppy)₂(mdppy))과 같은 피리딘 고리를 가지는 유기 금속 이리듐 착체, 비스(2,4-다이페닐-1,3-옥사졸레이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(dpo)₂(acac)]), 비스{2-[4'-(피롤루오로페닐)페닐]피리디네이토-N,C^{2'}}이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(p-PF-ph)₂(acac)]), 비스(2-페닐벤조싸이아졸레이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(bt)₂(acac)]) 등의 유기 금속 착체 외에, 트리스(아세틸아세토네이토)(모노페난트롤린)터븀(III)(약칭: [Tb(acac)₃(Phen)])과 같은 희토류 금속 착체를 들 수 있다.

[0245] <<인광 발광 물질(570nm 이상 750nm 이하: 황색 또는 적색)>>

[0246] 황색 또는 적색을 나타내고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 570nm 이상 750nm 이하인 인광 발광 물질로서는 다음과 같은 물질을 들 수 있다.

[0247] 예를 들어 (다이아이소뷰티릴메타네이토)비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(5mdppm)₂(dibm)]), 비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이토](다이피발로일메타네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(5mdppm)₂(dpm)]), (다이피발로일메타네이토)비스[4,6-다이(나프탈렌-1-일)피리미디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(dlnpm)₂(dpm)])과 같은 피리미딘 고리를 가지는 유기 금속 착체, (아세틸아세토네이토)비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)₂(acac)]), 비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이토)(다이피발로일메타네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)₂(dpm)]), 비스{4,6-다이메틸-2-[3-(3,5-다이메틸페닐)-5-페닐-2-피라진일-κN]페닐-κC}(2,6-다이메틸-3,5-헵테인다이오네이토-κ²O,0')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-P)₂(dibm)]), 비스{4,6-다이메틸-2-[5-(4-사이아노-2,6-다이메틸페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일-κN]페닐-κC}(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵테인다이오네이토-κ²O,0')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-dmCP)₂(dpm)]), 비스[2-(5-(2,6-다이메틸페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일-κN)-4,6-다이메틸페닐-κC](2,2',6,6'-테트라메틸-3,5-헵테인다이오네이토-κ²O,0')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-dmp)₂(dpm)]), (아세틸아세토네이토)비스[2-메틸-3-페닐퀴녹살리네이토-N,C^{2'}]이리듐(III)(약칭: [Ir(mpq)₂(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스(2,3-다이페닐퀴녹살리네이토-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭: [Ir(dpq)₂(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴녹살리네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(Fdpq)₂(acac)])과 같은 피라진 고리를 가지는 유기 금속 착체, 트리스(1-페닐아이소퀴놀리네이토-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭: [Ir(piq)₃]), 비스(1-페닐아이소퀴놀리네이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(piq)₂(acac)]), 비스[4,6-다이메틸-2-(2-퀴놀린일-κN)페닐-κC](2,4-헵테인다이오네이토-κ²O,0')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmpqn)₂(acac)])과 같은 피리딘 고리를 가지는 유기 금속 착체, 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린백금(II)(약칭: [PtOEP])과 같은 백금 착체, 트리스(1,3-다이페닐-1,3-프로페인다이오

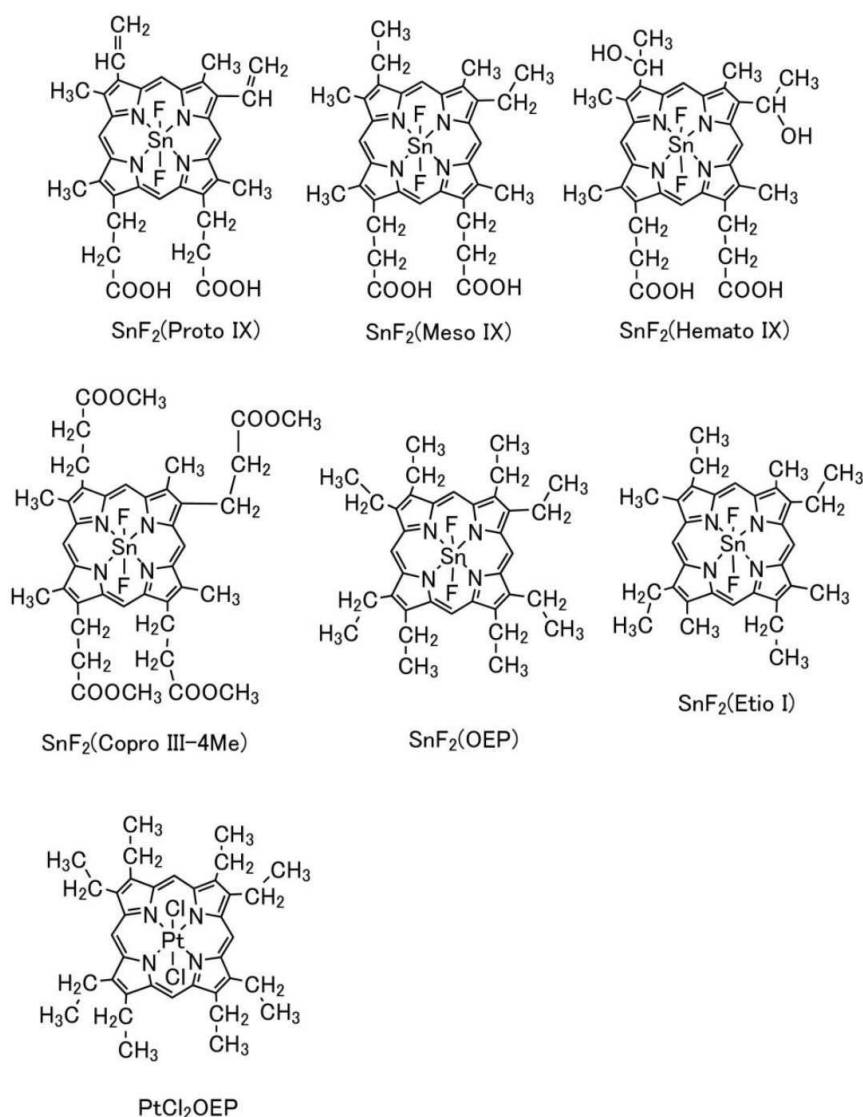
네이트)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: [Eu(DBM)₃(Phen)]), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트라이플루오로아세토네이트](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: [Eu(TTA)₃(Phen)])과 같은 희토류 금속 착체를 들 수 있다.

[0248] <<TADF 재료>>

[0249] 또한 TADF 재료로서는 아래에 나타내는 재료를 사용할 수 있다. TADF 재료란, S1 준위와 T1 준위의 차이가 작고(바람직하게는 0.2eV 이하), 삼중항 여기 상태를 매우 작은 열 에너지에 의하여 단일항 여기 상태로 업컨버트(역항간 교차)할 수 있고, 단일항 여기 상태로부터의 발광(형광)을 효율적으로 나타내는 재료를 가리킨다. 또한 열 활성화 지연 형광이 효율적으로 얻어지는 조건으로서 삼중항 여기 에너지 준위와 단일항 여기 에너지 준위의 에너지 차이가 0eV 이상 0.2eV 이하, 바람직하게는 0eV 이상 0.1eV 이하인 것을 들 수 있다. 또한 TADF 재료에서의 지연 형광이란, 일반적인 형광과 같은 스펙트럼을 가지면서도 수명이 현저히 긴 발광을 말한다. 그 수명은 1×10^{-6} 초 이상, 바람직하게는 1×10^{-3} 초 이상이다.

[0250] TADF 재료로서는 예를 들어 풀러렌 및 그 유도체, 프로플라빈 등의 아크리딘 유도체, 예오신 등이 있다. 또한 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 주석(Sn), 백금(Pt), 인듐(In), 또는 팔라듐(Pd) 등을 포함하는 금속 함유 포르피린을 들 수 있다. 금속 함유 포르피린으로서 예를 들어 프로토포르피린-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF₂(Proto IX)), 메소포르피린-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF₂(Meso IX)), 헤마토포르피린-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF₂(Hemato IX)), 코프로포르피린테트라메틸에스터-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF₂(Copro III-4Me)), 옥타에틸포르피린-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF₂(OEP)), 에티오포르피린-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF₂(Etio I)), 옥타에틸포르피린-염화 백금 착체(약칭: PtCl₂OEP) 등이 있다.

[0251] [화학식 35]



[0252]

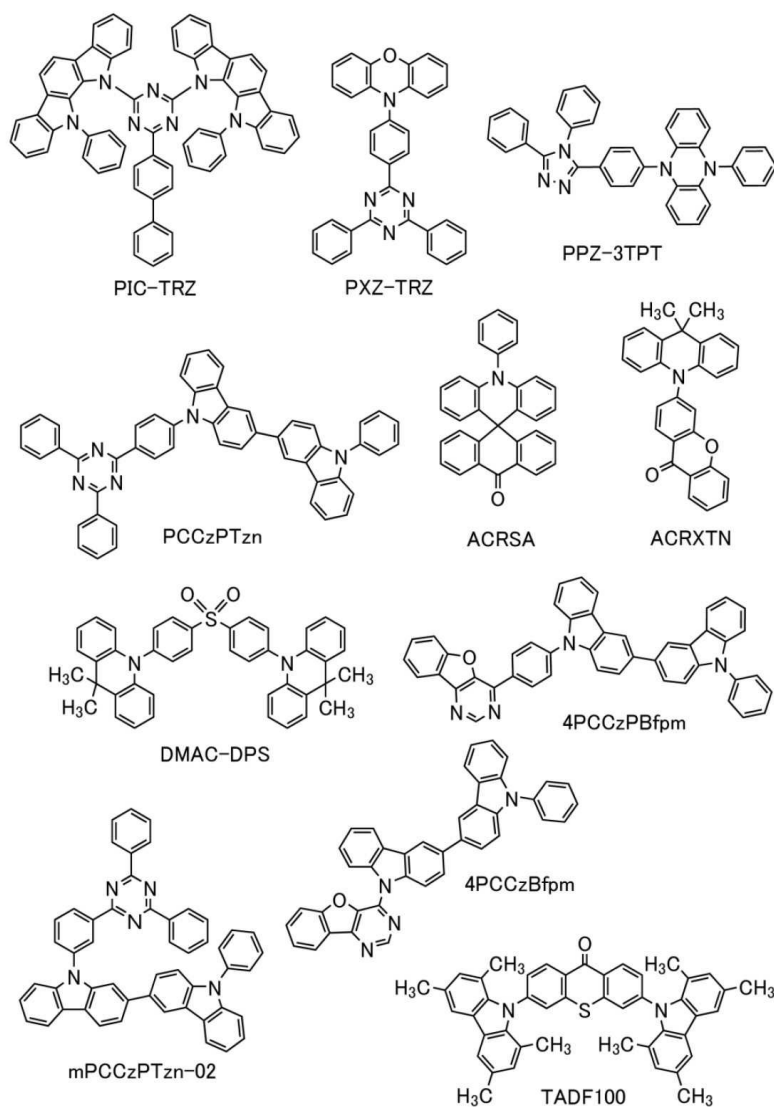
[0253]

그 외에도, 2-(바이페닐-4-일)-4,6-비스(12-페닐인돌로[2,3-a]카바졸-11-일)-1,3,5-트리아진(약칭: PIC-TRZ), 2-{4-[3-(N-페닐-9H-카바졸-3-일)-9H-카바졸-9-일]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: PCCzPTzn), 2-[4-(10H-페녹사진-10-일)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: PXZ-TRZ), 3-[4-(5-페닐-5,10-다이하이드로페나진-10-일)페닐]-4,5-다이페닐-1,2,4-트리아진(약칭: PPZ-3TPT), 3-(9,9-다이메틸-9H-아크리딘-10-일)-9H-크산텐-9-온(약칭: ACRXTN), 비스[4-(9,9-다이메틸-9,10-다이하이드로아크리딘)페닐]설펜(약칭: DMAC-DPS), 10-페닐-10H,10'H-스파이로[아크리딘-9,9'-안트라센]-10'-온(약칭: ACRSA), 4-(9'-페닐-3,3'-바이-9H-카바졸-9-일)벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 4PCCzBfpm), 4-[4-(9'-페닐-3,3'-바이-9H-카바졸-9-일)페닐]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 4PCCzPBfpm), 9-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진-2-일)페닐]-9'-페닐-2,3'-바이-9H-카바졸(약칭: mPCCzPTzn-02) 등의 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 화합물 및 π 전자 부족형 헤테로 방향족 화합물을 가지는 헤테로 방향족 화합물을 사용하여도 좋다.

[0254]

또한 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 화합물과 π 전자 부족형 헤테로 방향족 화합물이 직접 결합된 물질은 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 화합물의 도너성과 π 전자 부족형 헤테로 방향족 화합물의 억셉터성이 모두 강해지므로, 단일항 여기 상태와 삼중항 여기 상태의 에너지 차이가 작아지기 때문에 특히 바람직하다. 또한 TADF 재료로서, 단일항 여기 상태와 삼중항 여기 상태 사이가 열평형 상태에 있는 TADF 재료(TADF100)를 사용하여도 좋다. 이와 같은 TADF 재료는 발광 수명(여기 수명)이 짧아지기 때문에, 발광 소자의 고휘도 영역에서의 효율 저하를 억제할 수 있다.

[0255] [화학식 36]



[0256]

[0257] 또한 상술한 것 외에, 삼중항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 기능을 가지는 재료로서는 페로브스카이트 구조를 가지는 전이 금속 화합물의 나노 구조체를 들 수 있다. 특히 금속 할로젠 페로브스카이트류의 나노 구조체가 바람직하다. 상기 나노 구조체로서는 나노 입자, 나노 막대가 바람직하다.

[0258] 발광층(113, 113a, 113b, 113c)에서 상술한 발광 물질(게스트 재료)와 조합하여 사용하는 유기 화합물(호스트 재료 등)로서는 발광 물질(게스트 재료)의 에너지 갭보다 큰 에너지 갭을 가지는 물질을 1종류 또는 복수 종류 선택하여 사용하면 좋다.

[0259] <<형광 발광용 호스트 재료>>

[0260] 발광층(113, 113a, 113b, 113c)에 사용하는 발광 물질이 형광 발광 물질인 경우, 조합하는 유기 화합물(호스트 재료)로서, 단일항 여기 상태의 에너지 준위가 크고, 삼중항 여기 상태의 에너지 준위가 작은 유기 화합물, 또는 형광 양자 수율이 높은 유기 화합물을 사용하는 것이 바람직하다. 따라서 이와 같은 조건을 만족시키는 유기 화합물이면 본 실시형태에서 제시하는 정공 수송성 재료(상술하였음) 및 전자 수송성 재료(후술함) 등을 사용할 수 있다.

[0261] 상술한 구체적인 예와 일부 중복되지만, 발광 물질(형광 발광 물질)과의 바람직한 조합이라는 관점에서, 유기 화합물(호스트 재료)로서는 안트라센 유도체, 테트라센 유도체, 페난트렌 유도체, 피렌 유도체, 크리센 유도체, 다이벤조[g,p]크리센 유도체 등의 축합 다환 방향족 화합물을 들 수 있다.

[0262] 또한 형광 발광 물질과 조합하여 사용하는 것이 바람직한 유기 화합물(호스트 재료)의 구체적인 예로서는 9-페

닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: PCzPA), 3,6-다이페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: DPCzPA), 3-[4-(1-나프틸)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPN), 9,10-다이페닐안트라센(약칭: DPAnth), N,N-다이페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: CzA1PA), 4-(10-페닐-9-안트릴)트라이페닐아민(약칭: DPhPA), YGAPA, PCAPA, N,9-다이페닐-N-[4-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCAPBA), N-(9,10-다이페닐-2-안트릴)-N,9-다이페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), 6,12-다이메톡시-5,11-다이페닐크리센, N,N,N',N',N'',N'',N''',N''''-옥타페닐다이벤조[g,p]크리센-2,7,10,15-테트라아민(약칭: DBC1), 9-[4-(10-페닐-9-안트라센일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA), 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA), 6-[3-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란(약칭: 2mBnfPPA), 9-페닐-10-{4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)-바이페닐-4'-일}-안트라센(약칭: FLPPA), 9,10-비스(3,5-다이페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 2-tert-뷰틸-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 9-(1-나프틸)-10-(2-나프틸)안트라센(약칭: α , β ADN), 2-(10-페닐안트라센-9-일)다이벤조퓨란, 2-(10-페닐-9-안트라센일)-벤조[b]나프토[2,3-d]퓨란(약칭: Bnf(II)PhA), 9-(1-나프틸)-10-[4-(2-나프틸)페닐]안트라센(약칭: α N- β NPAAnth), 9-(2-나프틸)-10-[3-(2-나프틸)페닐]안트라센(약칭: β N-m β NPAAnth), 1-[4-(10-[1,1'-바이페닐]-4-일-9-안트라센일)페닐]-2-에틸-1H-벤즈이미다졸(약칭: EtBImPBPhA), 9,9'-바이안트릴(약칭: BANT), 9,9'-(스틸벤-3,3'-다이일)다이페난트렌(약칭: DPNS), 9,9'-(스틸벤-4,4'-다이일)다이페난트렌(약칭: DPNS2), 1,3,5-트라이(1-피렌일)벤젠(약칭: TPB3), 5,12-다이페닐테트라센, 5,12-비스(바이페닐-2-일)테트라센 등을 들 수 있다.

[0263] <<인광 발광용 호스트 재료>>

[0264] 또한 발광층(113, 113a, 113b, 113c)에 사용하는 발광 물질이 인광 발광 물질인 경우, 조합하는 유기 화합물(호스트 재료)로서, 발광 물질의 삼중항 여기 에너지(바닥 상태와 삼중항 여기 상태의 에너지 차이)보다 삼중항 여기 에너지가 큰 유기 화합물을 선택하면 좋다. 또한 들뜬 복합체를 형성하기 위하여 복수의 유기 화합물(예를 들어 제 1 호스트 재료 및 제 2 호스트 재료(또는 어시스트 재료) 등)을 발광 물질과 조합하여 사용하는 경우에는 이들 복수의 유기 화합물을 인광 발광 물질과 혼합하여 사용하는 것이 바람직하다.

[0265] 이와 같은 구성으로 함으로써, 들뜬 복합체로부터 발광 물질로의 에너지 이동인 ExTET(Exciplex-Triplet Energy Transfer)를 사용한 발광을 효율적으로 얻을 수 있다. 또한 복수의 유기 화합물의 조합함으로써는 들뜬 복합체가 형성되기 쉬운 것이 좋고, 정공을 받기 쉬운 화합물(정공 수송성 재료)과 전자를 받기 쉬운 화합물(전자 수송성 재료)을 조합하는 것이 특히 바람직하다.

[0266] 또한 상술한 구체적인 예와 일부 중복되지만, 발광 물질(인광 발광 물질)과의 바람직한 조합이라는 관점에서, 유기 화합물(호스트 재료, 어시스트 재료)로서는 방향족 아민(방향족 아민 골격을 가지는 유기 화합물), 카바졸 유도체(카바졸 고리를 가지는 유기 화합물), 다이벤조싸이오펜 유도체(다이벤조싸이오펜 고리를 가지는 유기 화합물), 다이벤조퓨란 유도체(다이벤조퓨란 고리를 가지는 유기 화합물), 옥사다리아졸 유도체(옥사다리아졸 고리를 가지는 유기 화합물), 트리아아졸 유도체(트리아아졸 고리를 가지는 유기 화합물), 벤즈이미다졸 유도체(벤즈이미다졸 고리를 가지는 유기 화합물), 퀴녹살린 유도체(퀴녹살린 고리를 가지는 유기 화합물), 다이벤조퀴녹살린 유도체(다이벤조퀴녹살린 고리를 가지는 유기 화합물), 피리미딘 유도체(피리미딘 고리를 가지는 유기 화합물), 트리아아진 유도체(트리아아진 고리를 가지는 유기 화합물), 피리딘 유도체(피리딘 고리를 가지는 유기 화합물), 바이피리딘 유도체(바이피리딘 고리를 가지는 유기 화합물), 페난트론린 유도체(페난트론린 고리를 가지는 유기 화합물), 퓨로다리아진 유도체(퓨로다리아진 고리를 가지는 유기 화합물), 아연계 또는 알루미늄계의 금속 착체 등을 들 수 있다.

[0267] 또한 상기 유기 화합물 중에서, 정공 수송성이 높은 유기 화합물인 방향족 아민 및 카바졸 유도체의 구체적인 예로서는 상술한 정공 수송성 재료의 구체적인 예와 같은 것을 들 수 있고, 이들은 모두 호스트 재료로서 바람직하다.

[0268] 또한 상기 유기 화합물 중에서, 정공 수송성이 높은 유기 화합물인 다이벤조싸이오펜 유도체 및 다이벤조퓨란 유도체의 구체적인 예로서는 4-{3-[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]페닐}다이벤조퓨란(약칭: mmDBFFLBi-II), 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조퓨란)(약칭: DBF3P-II), DBT3P-II, 2,8-다이페닐-4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-III), 4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-6-페닐다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-IV), 4-[3-(트라이페닐렌-2-일)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: mDBTPTp-II) 등을 들 수 있으며, 이들은 모두 호스트 재료로서 바람직하다.

[0269] 그 외에, 비스[2-(2-벤즈옥사졸릴)페놀레이트]아연(II)(약칭: ZnPBO), 비스[2-(2-벤조싸이아졸릴)페놀레이트]아

연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 옥사졸계, 싸이아졸계 리간드를 가지는 금속 착체 등도 바람직한 호스트 재료로서 들 수 있다.

[0270] 또한 상기 유기 화합물 중 전자 수송성이 높은 유기 화합물인 옥사다이하졸 유도체, 트리아아졸 유도체, 벤즈이미다졸 유도체, 퀴녹살린 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 퀴나졸린 유도체, 페난트롤린 유도체 등의 구체적인 예로서는 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-tert-뷰틸페닐)-1,3,4-옥사다이하졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(p-tert-뷰틸페닐)-1,3,4-옥사다이하졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사다이하졸-2-일)페닐]-9H-카바졸(약칭: C011), 3-(4-바이페닐릴)-4-페닐-5-(4-tert-뷰틸페닐)-1,2,4-트리아아졸(약칭: TAZ), 2,2',2''-(1,3,5-벤젠트라이일)트리스(1-페닐-1H-벤즈이미다졸)(약칭: TPBI), 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: mDBTBI-m-II), 4,4'-비스(5-메틸벤즈옥사졸-2-일)스틸벤(약칭: BzOs) 등의 폴리아졸 고리를 가지는 헥테로 방향족 고리를 포함하는 유기 화합물, 바소페난트롤린(약칭: Bphen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 2,9-다이(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBphen), 2,2-(1,3-페닐렌)비스[9-페닐-1,10-페난트롤린](약칭: mPPhen2P) 등의 피리딘 고리를 가지는 헥테로 방향족 고리를 포함하는 유기 화합물, 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(9H-카바졸-9-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mCzBPDBq), 2-[4-(3,6-다이페닐-9H-카바졸-9-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2CzPDBq-III), 7-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 7mDBTPDBq-II), 6-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 6mDBTPDBq-II), 2-{4-[9,10-다이(2-나프틸)-2-안트릴]페닐}-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: ZADN), 2-[4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-3,1'-바이페닐-1-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mpPCBPDBq) 등을 들 수 있으며, 이들은 모두 호스트 재료로서 바람직하다.

[0271] 또한 상기 유기 화합물 중에서 전자 수송성이 높은 유기 화합물인 피리딘 유도체, 다이아진 유도체(피리미딘 유도체, 피라진 유도체, 피리다진 유도체를 포함함), 트리아아진 유도체, 퓨로다이아진 유도체의 구체적인 예로서, 4,6-비스[3-(페난트렌-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mPnP2Pm), 4,6-비스[3-(4-다이벤조싸이엔일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mDBTP2Pm-II), 4,6-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mCzP2Pm), 2-{4-[3-(N-페닐-9H-카바졸-3-일)-9H-카바졸-9-일]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진(약칭: PCCzPTzn), 9-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진-2-일)페닐]-9'-페닐-2,3'-바이-9H-카바졸(약칭: mPCCzPTzn-02), 3,5-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리딘(약칭: 35DCzPPy), 1,3,5-트라이[3-(3-피리딜)페닐]벤젠(약칭: TmPyPB), 9,9'-[피리미딘-4,6-다이일비스(바이페닐-3,3'-다이일)]비스(9H-카바졸)(약칭: 4,6mCzBP2Pm), 2-[3'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진(약칭: mFBPTzn), 8-(1,1'-바이페닐-4-일)-4-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-[1]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 8BP-4mDBtPBfpm), 9-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]나프토[1',2':4,5]퓨로[2,3-b]피라진(약칭: 9mDBtBPNfpr), 9-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-4-일]나프토[1',2':4,5]퓨로[2,3-b]피라진(약칭: 9pmDBtBPNfpr), 5-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진-2-일)페닐]-7,7-다이메틸-5H,7H-인데노[2,1-b]카바졸(약칭: mINc(II)PTzn), 2-[3'-(트라이페닐렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진(약칭: mTpBPTzn), 2-[(1,1'-바이페닐)-4-일]-4-페닐-6-[9,9'-스파이로바이(9H-플루오렌)-2-일]-1,3,5-트리아아진(약칭: BP-SFTzn), 2,6-비스(4-나프탈렌-1-일)페닐-4-[4-(3-피리딜)페닐]피리미딘(약칭: 2,4NP-6PyPPm), 9-[4-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진-2-일)-2-다이벤조싸이오페닐]-2-페닐-9H-카바졸(약칭: PCDBfTzn), 2-[1,1'-바이페닐]-3-일-4-페닐-6-(8-[1,1':4,1''-터페닐]-4-일-1-다이벤조퓨란일)-1,3,5-트리아아진(약칭: mBP-TPDBfTzn), 6-(1,1'-바이페닐-3-일)-4-[3,5-비스(9H-카바졸-9-일)페닐]-2-페닐피리미딘(약칭: 6mBP-4Cz2PPm), 4-[3,5-비스(9H-카바졸-9-일)페닐]-2-페닐-6-(1,1'-바이페닐-4-일)피리미딘(약칭: 6BP-4Cz2PPm) 등의 다이아진 고리를 가지는 헥테로 방향족 고리를 포함하는 유기 화합물 등을 들 수 있으며, 이들은 모두 호스트 재료로서 바람직하다.

[0272] 또한 상기 유기 화합물 중 전자 수송성이 높은 유기 화합물인 금속 착체의 구체적인 예로서는 아연계 또는 알루미늄계의 금속 착체인 트리스(8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(III)(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(III)(약칭: Almq₃), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리네이트)베릴륨(II)(약칭: BeBq₂), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이토)(4-페닐페놀레이토)알루미늄(III)(약칭: BA1q), 비스(8-퀴놀리놀레이토)아연(II)(약칭: Znq) 외에, 퀴놀린 고리 또는 벤조퀴놀린 고리를 가지는 금속 착체 등을 들 수 있으며, 이들은 모두 호스트 재료로서 바람직하다.

[0273] 그 외에, 폴리(2,5-피리딘다이일)(약칭: PPy), 폴리[(9,9-다이헥실플루오렌-2,7-다이일)-co-(피리딘-3,5-다이일)](약칭: PF-Py), 폴리[(9,9-다이옥틸플루오렌-2,7-다이일)-co-(2,2'-바이피리딘-6,6'-다이일)](약칭: PF-BPy) 등의 고분자 화합물 등도 호스트 재료로서 바람

직하다.

[0274] 또한 정공 수송성이 높은 유기 화합물이며 전자 수송성이 높은 유기 화합물인 바이폴러성의 9-페닐-9'-(4-페닐-2-퀴나졸린일)-3,3'-바이-9H-카바졸(약칭: PCCzQz), 2-[4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-3,1'-바이페닐-1-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mpPCBPDBq), 5-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진-2일)페닐]-7,7-다이메틸-5H,7H-인덴노[2,1-b]카바졸(약칭: mINc(II)PTzn), 11-(4-[1,1'-바이페닐]-4-일-6-페닐-1,3,5-트리아진-2-일)-11,12-다이하이드로-12-페닐-인돌로[2,3-a]카바졸(약칭: BP-Icz(II)Tzn), 7-[4-(9-페닐-9H-카바졸-2-일)퀴나졸린-2-일]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: PC-cgDBCzQz) 등의 다이아진 고리를 가지는 유기 화합물 등을 호스트 재료로서 사용할 수도 있다.

[0275] <전자 수송층>

[0276] 전자 수송층(114, 114a, 114b)은 후술하는 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 의하여 제 2 전극(102) 또는 전하 발생층(106, 106a, 106b)으로부터 주입된 전자를 발광층(113, 113a, 113b, 113c)으로 수송하는 층이다. 전자 수송층(114, 114a, 114b)에 사용하는 전자 수송성 재료로서는 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 600인 경우의 전자 이동도가 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상인 물질이 바람직하다. 또한 정공 보다 전자의 수송성이 높은 물질이면 이들 외의 물질을 사용할 수 있다. 또한 전자 수송층(114, 114a, 114b)은 단층으로도 기능하지만, 2층 이상의 적층 구조로 하여도 좋다. 또한 상기 혼합 재료는 내열성을 가지기 때문에, 이를 사용한 전자 수송층 위에서 포토리소그래피 공정을 수행함으로써, 열 공정으로 인한 디바이스 특성에 대한 영향을 억제할 수 있다.

[0277] <<전자 수송성 재료>>

[0278] 전자 수송층(114, 114a, 114b)에 사용할 수 있는 전자 수송성 재료로서는 전자 수송성이 높은 유기 화합물을 사용할 수 있고, 예를 들어 헥테로 방향족 화합물을 사용할 수 있다. 또한 헥테로 방향족 화합물이란, 고리 내에 상이한 원소를 적어도 2종류 포함하는 환식 화합물이다. 또한 고리 구조로서는 3원자 고리, 4원자 고리, 5원자 고리, 6원자 고리 등이 포함되지만, 특히 5원자 고리 또는 6원자 고리가 바람직하고, 포함되는 원소로서는 탄소 외에 질소, 산소, 및 황 등 중 어느 하나 또는 복수를 포함하는 헥테로 방향족 화합물이 바람직하다. 특히 질소를 포함하는 헥테로 방향족 화합물(질소 함유 헥테로 방향족 화합물)이 바람직하고, 질소 함유 헥테로 방향족 화합물, 또는 이를 포함하는 π 전자 부족형 헥테로 방향족 화합물 등의 전자 수송성이 높은 재료(전자 수송성 재료)를 사용하는 것이 바람직하다.

[0279] 헥테로 방향족 화합물은 적어도 하나의 헥테로 방향족 고리를 가지는 유기 화합물이다.

[0280] 또한 헥테로 방향족 고리는 피리딘 고리, 다이아진 고리, 트리아진 고리, 폴리아졸 고리, 옥사졸 고리, 및 싸이아졸 고리 등 중 어느 하나를 가진다. 또한 다이아진 고리를 가지는 헥테로 방향족 고리에는 피리미딘 고리, 피라진 고리, 또는 피리다진 고리 등을 가지는 헥테로 방향족 고리가 포함된다. 또한 폴리아졸 고리를 가지는 헥테로 방향족 고리에는 이미다졸 고리, 트리아아졸 고리, 옥사다이아졸 고리를 가지는 헥테로 방향족 고리가 포함된다.

[0281] 또한 헥테로 방향족 고리는, 축환 구조를 가지는 축합 헥테로 방향족 고리를 포함한다. 또한 축합 헥테로 방향족 고리로서는 퀴놀린 고리, 벤조퀴놀린 고리, 퀴녹살린 고리, 다이벤조퀴녹살린 고리, 퀴나졸린 고리, 벤조퀴나졸린 고리, 다이벤조퀴나졸린 고리, 페난트롤린 고리, 퓨로다이아진 고리, 벤즈이미다졸 고리 등을 들 수 있다.

[0282] 또한 예를 들어 탄소 외에 질소, 산소, 및 황 등 중 어느 하나 또는 복수를 포함하는 헥테로 방향족 화합물 중, 5원자 고리 구조를 가지는 헥테로 방향족 화합물로서는 이미다졸 고리를 가지는 헥테로 방향족 화합물, 트리아아졸 고리를 가지는 헥테로 방향족 화합물, 옥사졸 고리를 가지는 헥테로 방향족 화합물, 옥사다이아졸 고리를 가지는 헥테로 방향족 화합물, 싸이아졸 고리를 가지는 헥테로 방향족 화합물, 벤즈이미다졸 고리를 가지는 헥테로 방향족 화합물 등이 있다.

[0283] 또한 예를 들어 탄소 외에 질소, 산소, 및 황 등 중 어느 하나 또는 복수를 포함하는 헥테로 방향족 화합물 중, 6원자 고리 구조를 가지는 헥테로 방향족 화합물로서는 피리딘 고리, 다이아진 고리(피리미딘 고리, 피라진 고리, 피리다진 고리 등을 포함함), 트리아아진 고리, 폴리아졸 고리 등의 헥테로 방향족 고리를 가지는 헥테로 방향족 화합물 등이 있다. 또한 피리딘 고리가 연결된 구조인 헥테로 방향족 화합물에 포함되지만, 바이피리딘 구조를 가지는 헥테로 방향족 화합물, 터피리딘 구조를 가지는 헥테로 방향족 화합물 등을 들 수 있다.

[0284] 또한 상기 6원자 고리 구조를 일부에 포함하는 축환 구조를 가지는 헥테로 방향족 화합물로서는 퀴놀린 고리,

벤조퀴놀린 고리, 퀴녹살린 고리, 다이벤조퀴녹살린 고리, 페난트롤린 고리, 퓨로다이하진 고리(퓨로다이하진 고리의 퓨란 고리에 방향족 고리가 축합된 구조를 포함함), 벤즈이미다졸 고리 등의 축합 헤테로 방향족 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물 등을 들 수 있다.

[0285]

상기 5원자 고리 구조(폴리아졸 고리(이미다졸 고리, 트리아아졸 고리, 옥사다이하졸 고리를 포함함), 옥사졸 고리, 싸이아졸 고리, 벤즈이미다졸 고리 등)를 가지는 헤테로 방향족 화합물의 구체적인 예로서는 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사다이하졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(p-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사다이하졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사다이하졸-2-일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CO11), 3-(4-바이페닐릴)-4-페닐-5-(4-tert-부틸페닐)-1,2,4-트리아아졸(약칭: TAZ), 3-(4-tert-부틸페닐)-4-(4-에틸페닐)-5-(4-바이페닐릴)-1,2,4-트리아아졸(약칭: p-EtTAZ), 2,2',2''-(1,3,5-벤젠트라이일)트리스(1-페닐-1H-벤즈이미다졸)(약칭: TPBI), 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: mDBTBIm-II), 4,4'-비스(5-메틸벤조옥사졸-2-일)스틸벤(약칭: BzOs) 등을 들 수 있다.

[0286]

상기 6원자 고리 구조(피리딘 고리, 다이아진 고리, 트리아진 고리 등을 가지는 헤테로 방향족 고리를 포함함)를 가지는 헤테로 방향족 화합물의 구체적인 예로서는 3,5-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리딘(약칭: 35DCzPPy), 1,3,5-트라이[3-(3-피리딜)페닐]벤젠(약칭: TmPyPB) 등의 피리딘 고리를 가지는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물, 2-{4-[3-(N-페닐-9H-카바졸-3-일)-9H-카바졸-9-일]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진(약칭: PCCzPTzn), 9-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진-2-일)페닐]-9'-페닐-2,3'-바이-9H-카바졸(약칭: mPCCzPTzn-02), 5-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진-2-일)페닐]-7,7-다이메틸-5H,7H-인테노[2,1-b]카바졸(약칭: mINc(II)PTzn), 2-[3'-(트라이페닐렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진(약칭: mTpBPTzn), 2-[(1,1'-바이페닐)-4-일]-4-페닐-6-[9,9'-스파이로바이(9H-플루오렌)-2-일]-1,3,5-트리아아진(약칭: BP-SFTzn), 2,6-비스(4-나프탈렌-1-일페닐)-4-[4-(3-피리딜)페닐]피리미딘(약칭: 2,4NP-6PyPPm), 9-[4-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진-2-일)-2-다이벤조싸이오페닐]-2-페닐-9H-카바졸(약칭: PCDBfTzn), 2-[1,1'-바이페닐]-3-일-4-페닐-6-(8-[1,1':4',1''-터페닐]-4-일-1-다이벤조퓨란일)-1,3,5-트리아아진(약칭: mBP-TPDBfTzn), 2-{3-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진(약칭: mDBtBPTzn), mFBPTzn 등의 트리아아진 고리를 가지는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물, 4,6-비스[3-(페난트렌-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mPnP2Pm), 4,6-비스[3-(4-다이벤조싸이엔일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mDBTP2Pm-II), 4,6-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mCzP2Pm), 4,6mCzBP2Pm, 6-(1,1'-바이페닐-3-일)-4-[3,5-비스(9H-카바졸-9-일)페닐]-2-페닐피리미딘(약칭: 6mBP-4Cz2PPm), 4-[3,5-비스(9H-카바졸-9-일)페닐]-2-페닐-6-(1,1'-바이페닐-4-일)피리미딘(약칭: 6BP-4Cz2PPm), 4-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-8-(나프탈렌-2-일)-[1]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 8βN-4mDBtPBfpm), 8BP-4mDBtPBfpm, 9mDBtBPNfpr, 9pmDBtBPNfpr, 3,8-비스[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]벤조퓨로[2,3-b]피라진(약칭: 3,8mDBtP2Bfpr), 4,8-비스[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-[1]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 4,8mDBtP2Bfpm), 8-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)(1,1'-바이페닐-3-일)]나프토[1',2':4,5]퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 8mDBtBPNfpm), 8-[(2,2'-바이나프탈렌)-6-일]-4-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-[1]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 8(βN2)-4mDBtPBfpm) 등의 다이아진(피리미딘) 고리를 가지는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물 등을 들 수 있다. 또한 상기 헤테로 방향족 고리를 포함하는 방향족 화합물에는, 축합 헤테로 방향족 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물을 포함한다.

[0287]

그 외에도, 2,2'-(피리딘-2,6-다이일)비스(4-페닐벤조[h]퀴나졸린)(약칭: 2,6(P-Bqn)2Py), 2,2'-(2,2'-바이피리딘-6,6'-다이일)비스(4-페닐벤조[h]퀴나졸린)(약칭: 6,6'(P-Bqn)2BPy), 2,2'-(피리딘-2,6-다이일)비스{4-[4-(2-나프틸)페닐]-6-페닐피리미딘}(약칭: 2,6(NP-PPm)2Py), 6-(1,1'-바이페닐-3-일)-4-[3,5-비스(9H-카바졸-9-일)페닐]-2-페닐피리미딘(약칭: 6mBP-4Cz2PPm) 등의 다이아진(피리미딘) 고리를 가지는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물, 2,4,6-트리스(3'-(피리딘-3-일)바이페닐-3-일)-1,3,5-트리아아진(약칭: TmPPPyTz), 2,4,6-트리스(2-피리딜)-1,3,5-트리아아진(약칭: 2Py3Tz), 2-[3-(2,6-다이메틸-3-피리딜)-5-(9-페난트릴)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진(약칭: mPn-mDMePyPTzn) 등의 트리아아진 고리를 가지는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물 등을 들 수 있다.

[0288]

상술한 6원자 고리 구조를 일부에 포함하는 축환 구조를 가지는 헤테로 방향족 화합물(축환 구조를 가지는 헤테로 방향족 화합물)의 구체적인 예로서는 바소페난트롤린(약칭: Bphen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 2,9-다이(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBphen), 2,2-(1,3-페닐렌)비스[9-페닐-1,10-페난트롤린](약칭: mPPhen2P), 2,2'-(피리딘-2,6-다이일)비스(4-페닐벤조[h]퀴나졸린)(약칭: 2,6(P-Bqn)2Py), 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-

3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(9H-카바졸-9-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mCzBPDBq), 2-[4-(3,6-다이페닐-9H-카바졸-9-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2CzPDBq-III), 7-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 7mDBTPDBq-II), 및 6-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 6mDBTPDBq-II), 2mpPCBPDBq 등의 퀴녹살린 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물 등을 들 수 있다.

[0289] 전자 수송층(114, 114a, 114b)에는 상술한 헤테로 방향족 화합물 외에도 이하에서 나타내는 금속 착체를 사용할 수 있다. 트리스(8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(III)(약칭: Alq₃), Alm_{q3}, 8-퀴놀리놀레이토 리튬(I)(약칭: Liq), BeBq₂, 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이토)(4-페닐페놀레이토)알루미늄(III)(약칭: BA1q), 비스(8-퀴놀리놀레이토)아연(II)(약칭: Znq) 등의 퀴놀린 고리 또는 벤조퀴놀린 고리를 가지는 금속 착체, 비스[2-(2-벤즈옥사졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnPB0), 비스[2-(2-벤조싸이아졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 옥사졸 고리 또는 싸이아졸 고리를 가지는 금속 착체 등을 들 수 있다.

[0290] 또한 폴리(2,5-피리딘다이일)(약칭: PPy), 폴리[(9,9-다이헥실플루오렌-2,7-다이일)-co-(피리딘-3,5-다이일)](약칭: PF-Py), 폴리[(9,9-다이옥틸플루오렌-2,7-다이일)-co-(2,2'-바이피리딘-6,6'-다이일)](약칭: PF-BPy) 등의 고분자 화합물을 전자 수송성 재료로서 사용할 수도 있다.

[0291] 또한 전자 수송층(114, 114a, 114b)은 단층뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층된 구조를 가져도 좋다.

[0292] <전자 주입층>

[0293] 전자 주입층(115, 115a, 115b)은 전자 주입성이 높은 물질을 포함한 층이다. 또한 전자 주입층(115, 115a, 115b)은 제 2 전극(102)으로부터의 전자의 주입 효율을 높이기 위한 층이고, 제 2 전극(102)에 사용하는 재료의 일함수의 값과, 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 사용하는 재료의 LUMO 준위의 값을 비교하였을 때, 그 차이가 작은(0.5eV 이하) 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 따라서 전자 주입층(115)에는, 리튬, 세슘, 플루오린화 리튬(LiF), 플루오린화 세슘(CsF), 플루오린화 칼슘(CaF₂), 8-(퀴놀리놀레이토) 리튬(약칭: Liq), 2-(2-피리딜)페놀레이토 리튬(약칭: LiPP), 2-(2-피리딜)-3-피리디놀레이토 리튬(약칭: LiPPy), 4-페닐-2-(2-피리딜)페놀레이토 리튬(약칭: LiPPP), 리튬 산화물(LiO_x), 탄산 세슘 등과 같은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 이들의 화합물을 사용할 수 있다. 또한 플루오린화 어븀(ErF₃), 이터븀(Yb)과 같은 희토류 금속 화합물을 사용할 수 있다. 또한 전자 주입층(115, 115a, 115b)에는 상기 재료를 복수 종류 혼합하여 사용하여도 좋고, 상기 재료 중 복수 종류를 적층하여 사용하여도 좋다. 또한 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 전자화물을 사용하여도 좋다. 전자화물로서는 예를 들어 칼슘과 알루미늄의 혼합 산화물에 전자를 고농도로 첨가한 물질 등이 있다. 또한 상술한 전자 수송층(114, 114a, 114b)을 구성하는 물질을 사용할 수도 있다.

[0294] 또한 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 유기 화합물과 전자 공여체(도너)를 혼합한 혼합 재료를 사용하여도 좋다. 이와 같은 혼합 재료는 전자 공여체에 의하여 유기 화합물에 전자가 발생하기 때문에, 전자 주입성 및 전자 수송성이 우수하다. 이 경우, 유기 화합물로서는 발생한 전자의 수송이 우수한 재료인 것이 바람직하고, 구체적으로는, 예를 들어 상술한 전자 수송층(114, 114a, 114b)에 사용하는 전자 수송성 재료(금속 착체 또는 헤테로 방향족 화합물 등)를 사용할 수 있다. 전자 공여체로서는 유기 화합물에 대하여 전자 공여성을 나타내는 물질이면 좋다. 구체적으로는 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 및 희토류 금속이 바람직하고, 리튬, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 어븀, 이터븀 등을 들 수 있다. 또한 알칼리 금속 산화물 및 알칼리 토금속 산화물이 바람직하고, 리튬 산화물, 칼슘 산화물, 바륨 산화물 등을 들 수 있다. 또한 산화 마그네슘 등의 루이스 염기를 사용할 수도 있다. 또한 테트라싸이아폴발렌(약칭: TTF) 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다. 또한 이들 재료를 복수 적층하여 사용하여도 좋다.

[0295] 이 외에도, 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 유기 화합물과 금속을 혼합한 혼합 재료를 사용하여도 좋다. 또한 여기서 사용하는 유기 화합물로서는 LUMO 준위가 -3.6eV 이상 -2.3eV 이하인 것이 바람직하다. 또한 비공유 전자쌍을 가지는 재료가 바람직하다.

[0296] 따라서, 상기 혼합 재료에 사용하는 유기 화합물로서는 전자 수송층에 사용할 수 있는 재료로서 상술한 헤테로 방향족 화합물을 금속과 혼합한 혼합 재료를 사용하여도 좋다. 헤테로 방향족 화합물로서는 5원자 고리 구조(이미다졸 고리, 트리아졸 고리, 옥사졸 고리, 옥사다리아졸 고리, 싸이아졸 고리, 벤즈이미다졸 고리 등)를 가지는 헤테로 방향족 화합물, 6원자 고리 구조(피리딘 고리, 다이아진 고리(피리미딘 고리, 피라진 고리, 피리

다진 고리 등을 포함함), 트리아진 고리, 바이피리딘 고리, 터피리딘 고리 등)를 가지는 헤테로 방향족 화합물, 6원자 고리 구조를 일부에 포함하는 축환 구조(퀴놀린 고리, 벤조퀴놀린 고리, 퀴녹살린 고리, 다이벤조퀴녹살린 고리, 페난트롤린 고리 등)를 가지는 헤테로 방향족 화합물 등의 비공유 전자쌍을 가지는 재료가 바람직하다. 구체적인 재료에 대해서는 상술한 바와 같기 때문에, 여기서의 설명은 생략한다.

[0297] 또한 상기 혼합 재료에 사용하는 금속으로서는 원소 주기율표에서의 5족, 7족, 9족, 또는 11족에 속하는 전이 금속 또는 13족에 속하는 재료를 사용하는 것이 바람직하고, 예를 들어 Ag, Cu, Al, 또는 In 등이 있다. 또한 이때 유기 화합물은 전이 금속과의 사이에 SOMO(Singly Occupied Molecular Orbital)를 형성한다.

[0298] 또한 예를 들어, 발광층(113b)으로부터 얻어지는 광을 증폭시키는 경우에는 제 2 전극(102)과 발광층(113b) 사이의 광학 거리가, 발광층(113b)이 나타내는 광의 파장 λ 의 1/4 미만이 되도록 형성하는 것이 바람직하다. 이 경우 전자 수송층(114b) 또는 전자 주입층(115b)의 막 두께를 바꿈으로써 조정할 수 있다.

[0299] 또한 도 1의 (D)에 나타난 발광 디바이스와 같이, 2개의 EL층(103a, 103b) 사이에 전하 발생층(106)을 제공함으로써, 복수의 EL층이 한 쌍의 전극 사이에 적층된 구조(탠덤 구조라고도 함)로 할 수도 있다.

[0300] <전하 발생층>

[0301] 전하 발생층(106)은, 제 1 전극(양극)(101)과 제 2 전극(음극)(102) 사이에 전압을 인가하였을 때, EL층(103a)에 전자를 주입하고, EL층(103b)에 정공을 주입하는 기능을 가진다. 또한 전하 발생층(106)은 정공 수송성 재료에 전자 수용체(억셉터)가 첨가된 구성(P형층이라고도 함)이어도 좋고, 전자 수송성 재료에 전자 공여체(도너)가 첨가된 구성(전자 주입 버퍼층이라고도 함)이어도 좋다. 또한 이들 양쪽 구성이 적층되어도 좋다. 또한 P형층과 전자 주입 버퍼층 사이에 전자 릴레이층이 제공되어도 좋다. 또한 상술한 재료를 사용하여 전하 발생층(106)을 형성함으로써, EL층이 적층된 경우의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다.

[0302] 전하 발생층(106)에서, 유기 화합물인 정공 수송성 재료에 전자 수용체가 첨가된 구성(P형층)으로 하는 경우, 정공 수송성 재료로서는 본 실시형태에서 설명한 재료를 사용할 수 있다. 또한 전자 수용체로서는 7,7,8,8-테트라시아아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다임에테인(약칭: F₄-TCNQ), 클로라닐 등을 들 수 있다. 또한 원소 주기율표의 4족 내지 8족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는 산화 바나듐, 산화 나이오븀, 산화 탄탈럼, 산화 크로뮴, 산화 몰리브데넘, 산화 텅스텐, 산화 망가니즈, 산화 레늄 등을 들 수 있다. 또한 상술한 억셉터 재료를 사용하여도 좋다. 또한 P형층을 구성하는 재료를 혼합한 혼합막으로서 사용하여도 좋고, 각 재료를 포함하는 단막을 적층하여도 좋다.

[0303] 또한 전하 발생층(106)에서, 전자 수송성 재료에 전자 공여체가 첨가된 구성(전자 주입 버퍼층)으로 하는 경우, 전자 수송성 재료로서는 본 실시형태에서 설명한 재료를 사용할 수 있다. 또한 전자 공여체로서는 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 원소 주기율표의 2족, 13족에 속하는 금속, 또는 이들의 산화물, 탄산염을 사용할 수 있다. 구체적으로는 리튬(Li), 세슘(Cs), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 이터븀(Yb), 인듐(In), 산화 리튬(Li₂O), 탄산 세슘 등을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 테트라싸이아나프타센 등의 유기 화합물을 전자 공여체로서 사용하여도 좋다.

[0304] 전하 발생층(106)에서, P형층과 전자 주입 버퍼층 사이에 전자 릴레이층을 제공하는 경우, 전자 릴레이층은 적어도 전자 수송성을 가지는 물질을 포함하고, 전자 주입 버퍼층과 P형층의 상호 작용을 방지하여 전자를 원활하게 전달하는 기능을 가진다. 전자 릴레이층에 포함되는 전자 수송성을 가지는 물질의 LUMO 준위는 P형층에서의 억셉터성 물질의 LUMO 준위와 전하 발생층(106)에 접하는 전자 수송층에 포함되는 전자 수송성을 가지는 물질의 LUMO 준위 사이인 것이 바람직하다. 전자 릴레이층에 사용되는 전자 수송성을 가지는 물질에서의 LUMO 준위의 구체적인 에너지 준위는 -5.0eV 이상, 바람직하게는 -5.0eV 이상 -3.0eV 이하인 것이 좋다. 또한 전자 릴레이층에 사용되는 전자 수송성을 가지는 물질로서는 프탈로시아닌계 재료 또는 금속-산소 결합과 방향족 리간드를 가지는 금속 착체를 사용하는 것이 바람직하다.

[0305] 또한 도 1의 (D)에는 EL층(103)이 2층 적층된 구성을 나타내었지만, 상이한 EL층 사이에 전하 발생층을 제공하여 3층 이상의 EL층의 적층 구조로 하여도 좋다.

[0306] <기관>

[0307] 본 실시형태에서 설명한 발광 디바이스는 다양한 기관 위에 형성할 수 있다. 또한 기관의 종류는 특정한 것에 한정되지 않는다. 기관의 일례로서는 반도체 기관(예를 들어 단결정 기관 또는 실리콘 기관), SOI 기관, 유리 기관, 석영 기관, 플라스틱 기관, 금속 기관, 스테인리스강 기관, 스테인리스강 포일을 가지는 기관, 텅스텐 기

판, 텅스텐 포일을 가지는 기관, 가요성 기관, 접합 필름, 섬유상의 재료를 포함하는 종이, 또는 기재 필름 등을 들 수 있다.

[0308] 또한 유리 기관의 일례로서는 바륨보로실리케이트 유리, 알루미늄보로실리케이트 유리, 또는 소다석회 유리 등을 들 수 있다. 또한 가요성 기관, 접합 필름, 기재 필름 등의 일례로서는 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리에테르설폰(PES)으로 대표되는 플라스틱, 아크릴 등의 합성 수지, 폴리프로필렌, 폴리에스터, 폴리플루오린화바이닐, 또는 폴리염화바이닐, 폴리아마이드, 폴리이미드, 아라미드, 에폭시 수지, 무기 증착 필름, 또는 종이류 등을 들 수 있다.

[0309] 또한 본 실시형태에서 제시하는 발광 디바이스의 제작에는 증착법 등의 기상법 혹은 스핀 코팅법 또는 잉크젯법 등의 액상법을 사용할 수 있다. 증착법을 사용하는 경우에는 스퍼터링법, 이온 플레이팅법, 이온 빔 증착법, 분자선 증착법, 또는 진공 증착법 등의 물리 증착법(PVD법) 혹은 화학 증착법(CVD법) 등을 사용할 수 있다. 특히 발광 디바이스의 EL층에 포함되는 다양한 기능을 가지는 층(정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115))에 대해서는, 증착법(진공 증착법 등), 도포법(딥 코팅법, 다이 코팅법, 바 코팅법, 스핀 코팅법, 스프레이 코팅법 등), 인쇄법(잉크젯법, 스크린(공판 인쇄)법, 오프셋(평판 인쇄)법, 플렉소(절판 인쇄)법, 그라비아법, 마이크로 콘택트법 등) 등의 방법으로 형성할 수 있다.

[0310] 또한 상기 도포법, 인쇄법 등의 성막 방법을 적용하는 경우, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등), 중분자 화합물(저분자와 고분자의 중간 영역의 화합물: 분자량 400 이상 4000 이하), 무기 화합물(퀀텀닷(quantum dot) 재료 등) 등을 사용할 수 있다. 또한 퀀텀닷 재료로서는 콜로이드상 퀀텀닷 재료, 합금형 퀀텀닷 재료, 코어·셀형 퀀텀닷 재료, 코어형 퀀텀닷 재료 등을 사용할 수 있다.

[0311] 본 실시형태에서 제시하는 발광 디바이스의 EL층(103)을 구성하는 각층(정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115))은 본 실시형태에서 제시한 재료에 한정되지 않고, 이 외의 재료이어도 각층의 기능을 충족시킬 수 있으면 조합하여 사용할 수 있다.

[0312] 또한 본 명세서 등에 있어서, "층"이라는 용어와 "막"이라는 용어는 적절히 바꿔 사용할 수 있다.

[0313] 본 실시형태에서 제시한 구성은 다른 실시형태에서 제시하는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있는 것으로 한다.

[0314] (실시형태 3)

[0315] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 발광 장치(표시 패널이라고도 함)의 구체적인 구성에 및 제조 방법에 대하여 설명한다.

[0316] <발광 장치(700)의 구성에 1>

[0317] 도 2의 (A)에 나타난 발광 장치(700)는 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R), 및 격벽(528)을 가진다. 또한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R), 및 격벽(528)은 제 1 기관(510) 위에 제공된 기능층(520) 위에 형성된다. 기능층(520)에는 복수의 트랜지스터로 구성된 구동 회로(GD), 구동 회로(SD) 등 외에, 이들을 전기적으로 접속하는 배선 등이 포함된다. 또한 이들 구동 회로는, 일례로서 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R) 각각에 전기적으로 접속되고, 이들을 구동할 수 있다. 또한 발광 장치(700)는 기능층(520), 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R), 및 격벽(528) 위에 절연층(705)을 가지고, 절연층(705)은 제 2 기관(770)과 기능층(520)을 접합하는 기능을 가진다. 또한 구동 회로(GD), 구동 회로(SD)에 대해서는 실시형태 4에서 후술한다.

[0318] 또한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R)는 실시형태 2에서 제시한 디바이스 구조를 가진다. 즉 도 1의 (A)에 나타난 구조에서의 EL층(103)이 각 발광 디바이스에서 상이한 경우를 나타낸다.

[0319] 또한 본 명세서 등에서 각색의 발광 디바이스(예를 들어 청색(B), 녹색(G), 및 적색(R))에서 발광층을 구분 형성하는 구조, 또는 발광층을 구분 도포하는 구조를 SBS(Side By Side) 구조라고 부르는 경우가 있다. 또한 도 2의 (A)에 나타난 발광 장치(700)에서는 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R)가 이 순서대로 배치되어 있지만 본 발명의 일 형태는 이 구성에 한정되지 않는다. 예를 들어 발광 장치(700)에서 이들 발광 디바이스가 발광 디바이스(550R), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550B)의 순서로 배치되어 있어도 좋다.

- [0320] 도 2의 (A)에 나타낸 바와 같이, 발광 디바이스(550B)는 전극(551B), 전극(552), 및 EL층(103B)을 가진다. 또한 각층의 구체적인 구성은 실시형태 2에서 제시한 바와 같다. 또한 EL층(103B)은, 발광층을 포함한, 기능이 상이한 복수의 층으로 이루어지는 적층 구조를 가진다. 도 2의 (A)에서는, 발광층을 포함하는 EL층(103B)에 포함되는 층 중, 홀 주입·수송층(104B), 전자 수송층(108B), 및 전자 주입층(109)만을 도시하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 또한 홀 주입·수송층(104B)은 실시형태 2에서 제시한 홀 주입층 및 정공 수송층의 기능을 가지는 층을 나타낸 것이고, 적층 구조를 가져도 좋다. 또한 본 명세서에서는, 모든 발광 디바이스에서, 홀 주입·수송층을 이와 같이 바꿔 읽을 수 있는 것으로 한다.
- [0321] 또한 전자 수송층(108B)은 양극 측으로부터 발광층을 통과하여 음극 측으로 이동하는 홀을 블록하기 위한 기능을 가져도 좋다. 또한 전자 주입층(109)에 대해서도, 일부 또는 전부가 상이한 재료를 사용하여 형성되는 적층 구조를 가져도 좋은 것으로 한다.
- [0322] 또한 도 2의 (A)에 나타낸 바와 같이 발광층을 포함하는 EL층(103B)에 포함되는 층 중, 홀 주입·수송층(104B), 발광층, 전자 수송층(108B)의 측면(또는 단부)에 절연층(107B)이 형성되어 있어도 좋다. 절연층(107B)은 EL층(103B)의 측면(또는 단부)에 접하여 형성된다. 이에 의하여, EL층(103B)의 측면으로부터 내부로 산소, 수분, 또는 이들의 구성 원소가 들어가는 것을 억제할 수 있다. 또한 절연층(107B)에는 예를 들어, 산화 알루미늄, 산화 마그네슘, 산화 하프늄, 산화 갈륨, 인듐 갈륨 아연 산화물, 질화 실리콘, 또는 질화산화 실리콘 등을 사용할 수 있다. 또한 절연층(107B)은 상술한 재료를 사용하여 적층하여 형성되어 있어도 좋다. 또한 절연층(107B)의 형성에는 스퍼터링법, CVD법, MBE법, PLD법, ALD법 등을 사용할 수 있고, 피복성이 양호한 ALD법이 더 바람직하다.
- [0323] 또한 EL층(103B)의 일부(발광층, 홀 주입·수송층(104B) 및 전자 수송층(108B)을 포함함) 및 절연층(107B)을 덮어, 전자 주입층(109)이 형성된다. 또한 전자 주입층(109)은 층 내의 전기 저항이 상이한 2층 이상의 적층 구조로 하여도 좋다.
- [0324] 또한 전극(552)은 전자 주입층(109) 위에 형성된다. 또한 전극(551B)과 전극(552)은 서로 중첩된 영역을 가진다. 또한 전극(551B)과 전극(552) 사이에 EL층(103B)을 가진다.
- [0325] 또한 도 2의 (A)에 나타낸 EL층(103B)은 실시형태 2에서 제시한 EL층(103)과 같은 구성을 가진다. 또한 EL층(103B)은 예를 들어 청색광을 사출할 수 있다.
- [0326] 도 2의 (A)에 나타낸 바와 같이, 발광 디바이스(550G)는 전극(551G), 전극(552), 및 EL층(103G)을 가진다. 또한 각층의 구체적인 구성은 실시형태 2에서 제시한 바와 같다. 또한 EL층(103G)은, 발광층을 포함한, 기능이 상이한 복수의 층으로 이루어지는 적층 구조를 가진다. 도 2의 (A)에서는, 발광층을 포함하는 EL층(103G)에 포함되는 층 중, 홀 주입·수송층(104G), 전자 수송층(108G), 및 전자 주입층(109)만을 도시하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 또한 홀 주입·수송층(104G)은 실시형태 2에서 제시한 홀 주입층 및 정공 수송층의 기능을 가지는 층을 나타낸 것이고, 적층 구조를 가져도 좋다.
- [0327] 또한 전자 수송층(108G)은 양극 측으로부터 발광층을 통과하여 음극 측으로 이동하는 홀을 블록하기 위한 기능을 가져도 좋다. 또한 전자 주입층(109)에 대해서도, 일부 또는 전부가 상이한 재료를 사용하여 형성되는 적층 구조를 가져도 좋은 것으로 한다.
- [0328] 또한 도 2의 (A)에 나타낸 바와 같이 발광층을 포함하는 EL층(103G)에 포함되는 층 중, 홀 주입·수송층(104G), 발광층, 전자 수송층(108G)의 측면(또는 단부)에 절연층(107G)이 형성되어 있어도 좋다. 절연층(107G)은 EL층(103G)의 측면(또는 단부)에 접하여 형성된다. 이에 의하여, EL층(103G)의 측면으로부터 내부로 산소, 수분, 또는 이들의 구성 원소가 들어가는 것을 억제할 수 있다. 또한 절연층(107G)에는 예를 들어, 산화 알루미늄, 산화 마그네슘, 산화 하프늄, 산화 갈륨, 인듐 갈륨 아연 산화물, 질화 실리콘, 또는 질화산화 실리콘 등을 사용할 수 있다. 또한 절연층(107G)은 상술한 재료를 사용하여 적층하여 형성되어 있어도 좋다. 또한 절연층(107G)의 형성에는 스퍼터링법, CVD법, MBE법, PLD법, ALD법 등을 사용할 수 있고, 피복성이 양호한 ALD법이 더 바람직하다.
- [0329] 또한 EL층(103G)의 일부(발광층, 홀 주입·수송층(104G) 및 전자 수송층(108G)을 포함함) 및 절연층(107G)을 덮어, 전자 주입층(109)이 형성된다. 또한 전자 주입층(109)은 층 내의 전기 저항이 상이한 2층 이상의 적층 구조로 하여도 좋다.
- [0330] 또한 전극(552)은 전자 주입층(109) 위에 형성된다. 또한 전극(551G)과 전극(552)은 서로 중첩된 영역을 가진

다. 또한 전극(551G)과 전극(552) 사이에 EL층(103G)을 가진다.

- [0331] 또한 도 2의 (A)에 나타난 EL층(103G)은 실시형태 2에서 제시한 EL층(103)과 같은 구성을 가진다. 또한 EL층(103G)은 예를 들어 녹색광을 사출할 수 있다.
- [0332] 도 2의 (A)에 나타난 바와 같이, 발광 디바이스(550R)는 전극(551R), 전극(552), 및 EL층(103R)을 가진다. 또한 각층의 구체적인 구성은 실시형태 2에서 제시한 바와 같다. 또한 EL층(103R)은, 발광층을 포함한, 기능이 상이한 복수의 층으로 이루어지는 적층 구조를 가진다. 도 2의 (A)에서는, 발광층을 포함하는 EL층(103R)에 포함되는 층 중, 홀 주입·수송층(104R), 전자 수송층(108R), 및 전자 주입층(109)만을 도시하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 또한 홀 주입·수송층(104R)은 실시형태 2에서 제시한 홀 주입층 및 정공 수송층의 기능을 가지는 층을 나타낸 것이고, 적층 구조를 가져도 좋다.
- [0333] 또한 전자 수송층(108R)은 양극 측으로부터 발광층을 통과하여 음극 측으로 이동하는 홀을 블록하기 위한 기능을 가져도 좋다. 또한 전자 주입층(109)에 대해서도, 일부 또는 전부가 상이한 재료를 사용하여 형성되는 적층 구조를 가져도 좋은 것으로 한다.
- [0334] 또한 도 2의 (A)에 나타난 바와 같이 발광층을 포함하는 EL층(103R)에 포함되는 층 중, 홀 주입·수송층(104R), 발광층, 전자 수송층(108R)의 측면(또는 단부)에 절연층(107R)이 형성되어 있어도 좋다. 절연층(107R)은 EL층(103R)의 측면(또는 단부)에 접하여 형성된다. 이에 의하여, EL층(103R)의 측면으로부터 내부로 산소, 수분, 또는 이들의 구성 원소가 들어가는 것을 억제할 수 있다. 또한 절연층(107R)에는 예를 들어, 산화 알루미늄, 산화 마그네슘, 산화 하프늄, 산화 갈륨, 인듐 갈륨 아연 산화물, 질화 실리콘, 또는 질화산화 실리콘 등을 사용할 수 있다. 또한 절연층(107R)은 상술한 재료를 사용하여 적층하여 형성되어 있어도 좋다. 또한 절연층(107R)의 형성에는 스퍼터링법, CVD법, MBE법, PLD법, ALD법 등을 사용할 수 있고, 피복성이 양호한 ALD법이 더 바람직하다.
- [0335] 또한 EL층(103R)의 일부(발광층, 홀 주입·수송층(104R) 및 전자 수송층(108R)을 포함함) 및 절연층(107R)을 덮어, 전자 주입층(109)이 형성된다. 또한 전자 주입층(109)은 층 내의 전기 저항이 상이한 2층 이상의 적층 구조로 하여도 좋다.
- [0336] 또한 전극(552)은 전자 주입층(109) 위에 형성된다. 또한 전극(551R)과 전극(552)은 서로 중첩된 영역을 가진다. 또한 전극(551R)과 전극(552) 사이에 EL층(103R)을 가진다.
- [0337] 또한 도 2의 (A)에 나타난 EL층(103R)은 실시형태 2에서 제시한 EL층(103)과 같은 구성을 가진다. 또한 EL층(103R)은 예를 들어 적색광을 사출할 수 있다.
- [0338] EL층(103B), EL층(103G), 및 EL층(103R) 사이에는 각각 격벽(528)을 가진다. 또한 도 2의 (A)에 나타난 바와 같이, 각 발광 디바이스의 EL층(EL층(103B), EL층(103G), EL층(103R))과 격벽(528)은 절연층(107B, 107G, 107R)을 개재하여 측면(또는 단부)에서 접한다.
- [0339] 각 EL층에서, 특히 양극과 발광층 사이에 위치하는 정공 수송 영역에 포함되는 정공 주입층은 도전율이 높은 경우가 많으므로, 서로 인접한 발광 디바이스에 의하여 공유되는 층으로서 형성되면 크로스토크의 원인이 될 수 있다. 따라서 본 구성예에서 나타난 바와 같이, 각 EL층 사이에 절연 재료로 이루어지는 격벽(528)을 제공함으로써 서로 인접한 발광 디바이스 사이에서의 크로스토크의 발생을 억제할 수 있다.
- [0340] 또한 본 실시형태에서 설명하는 제조 방법에서는, 패터닝 공정에 의하여 EL층의 측면(또는 단부)이 공정 도중에 노출된다. 그러므로 EL층의 측면(또는 단부)으로부터의 산소 및 물 등의 침입으로 인하여 EL층의 열화가 진행되기 쉬워진다. 따라서 격벽(528)을 제공함으로써 제조 프로세스에서의 EL층의 열화를 억제할 수 있게 된다.
- [0341] 또한 격벽(528)을 제공함으로써, 서로 인접한 발광 디바이스 사이에 형성된 오목부를 평탄화하는 것도 가능하다. 또한 오목부가 평탄화됨으로써 각 EL층 위에 형성되는 전극(552)의 단선을 억제할 수 있다. 또한 격벽(528)의 형성에 사용하는 절연 재료로서는 예를 들어 아크릴 수지, 폴리이미드 수지, 에폭시 수지, 이미드 수지, 폴리아마이드 수지, 폴리아미드아마이드 수지, 실리콘(silicone) 수지, 실록산 수지, 벤조사이클로뷰텐계 수지, 페놀 수지, 및 이들 수지의 전구체 등의 유기 재료가 있다. 또한 폴리바이닐 알코올(PVA), 폴리바이닐부티랄, 폴리바이닐피롤리돈, 폴리에틸렌글라이콜, 폴리글리세린, 폴루란, 수용성 셀룰로스, 또는 알코올 가용성 폴리아마이드 수지 등의 유기 재료를 사용하여도 좋다. 또한 포토레지스트 등의 감광성 수지를 사용할 수 있다. 또한 감광성 수지로서는 포지티브형 재료 또는 네거티브형 재료를 사용할 수 있다.
- [0342] 또한 격벽(528)의 상면의 높이와 EL층(103B), EL층(103G), 및 EL층(103R) 중 어느 것의 상면의 높이의 차이가,

예를 들어 격벽(528)의 두께의 0.5배 이하인 것이 바람직하고, 0.3배 이하인 것이 더 바람직하다. 또한 예를 들어 EL층(103B), EL층(103G), 및 EL층(103R) 중 어느 것의 상면이 격벽(528)의 상면보다 높아지도록 격벽(528)을 제공하여도 좋다. 또한 예를 들어 격벽(528)의 상면이 EL층(103B), EL층(103G), 및 EL층(103R)이 가지는 발광층의 상면보다 높아지도록 격벽(528)을 제공하여도 좋다.

[0343] 1000ppi를 넘는 고정세의 발광 장치(표시 패널)에서, EL층(103B), EL층(103G), 및 EL층(103R) 사이가 전기적으로 도통되면, 크로스토크 현상이 발생하여 발광 장치가 표시 가능한 색역이 좁아진다. 1000ppi를 넘는 고정세의 표시 패널, 바람직하게는 2000ppi를 넘는 고정세의 표시 패널, 더 바람직하게는 5000ppi를 넘는 초고정세의 표시 패널에 격벽(528)을 제공함으로써, 선명한 색채를 표시할 수 있는 표시 패널을 제공할 수 있다.

[0344] 또한 도 2의 (B)는 도 2의 (A)의 단면도 중의 일점쇄선 Ya-Yb에 대응하는 발광 장치(700)의 상면 개략도를 나타낸 것이다. 또한 도 2의 (B)는 Y방향으로 동일한 색의 발광 디바이스가 배열되는, 소위 스트라이프 배열을 나타낸 것이다. 또한 Y방향과 교차되는 X방향에는 같은 색의 발광 디바이스가 배열되어 있다. 즉 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R)는 각각 매트릭스상으로 배열되어 있다. 또한 발광 디바이스의 배열 방법은 이에 한정되지 않고, 델타 배열, 지그재그 배열 등의 배열 방법을 적용하여도 좋고, 펜타일 배열, 다이아몬드 배열 등을 사용할 수도 있다.

[0345] 또한 각 EL층(EL층(103B), EL층(103G), 및 EL층(103R))의 분리 가공에서, 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성을 수행하기 때문에, 고정세의 발광 장치(표시 패널)를 제작할 수 있다. 또한 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성에 의하여 가공된 EL층의 단부(측면)는 실질적으로 동일한 표면을 가지는(또는 실질적으로 동일 평면 상에 위치하는) 형상이 된다. 또한 이때 각 EL층 사이의 간격(580)의 폭(SE)은 5 μ m 이하인 것이 바람직하고, 1 μ m 이하인 것이 더 바람직하다.

[0346] EL층에서, 특히 양극과 발광층 사이에 위치하는 정공 수송 영역에 포함되는 정공 주입층은 도전율이 높은 경우가 많으므로, 서로 인접한 발광 디바이스에 의하여 공유되는 층으로서 형성되면 크로스토크의 원인이 될 수 있다. 따라서 본 구성예에서 나타낸 바와 같이, 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성에 의하여 EL층을 분리 가공함으로써 서로 인접한 발광 디바이스 사이에서의 크로스토크의 발생을 억제할 수 있다.

[0347] 또한 도 2의 (C)는 도 2의 (B) 중의 일점쇄선 C1-C2에 대응하는 단면 개략도이다. 도 2의 (C)에는 접속 전극(551C)과 전극(552)이 전기적으로 접속되는 접속부(130)를 나타내었다. 접속부(130)에서는 접속 전극(551C) 위에 전극(552)이 접하여 제공되어 있다. 또한 접속 전극(551C)의 단부를 덮어 격벽(528)이 제공되어 있다.

[0348] <발광 장치의 제조 방법의 예 1>

[0349] 도 3의 (A)에 나타낸 바와 같이, 전극(551B), 전극(551G), 및 전극(551R)을 형성한다. 예를 들어 제 1 기판(510) 위에 형성된 기능층(520) 위에 도전막을 형성하고, 포토리소그래피법을 사용하여 소정의 형상으로 가공한다.

[0350] 또한 도전막의 형성에는, 스퍼터링법, 화학 기상 퇴적(CVD: Chemical Vapor Deposition)법, 분자선 에피택시(MBE: Molecular Beam Epitaxy)법, 진공 증착법, 펄스 레이저 퇴적(PLD: Pulsed Laser Deposition)법, 원자층 퇴적(ALD: Atomic Layer Deposition)법 등을 사용하여 형성할 수 있다. CVD법으로서는 플라즈마 화학 기상 퇴적(PECVD: Plasma Enhanced CVD)법 또는 열 CVD법 등이 있다. 또한 열 CVD법 중 하나에 유기 금속 화학 기상 퇴적(MOCVD: Metal Organic CVD)법이 있다.

[0351] 또한 도전막의 가공에서는, 상술한 포토리소그래피법 이외에, 나노 임프린트법, 샌드블라스트법(sandblasting method), 리프트 오프법 등으로 박막을 가공하여도 좋다. 또한 메탈 마스크 등의 차폐 마스크를 사용한 성막 방법으로 섬 형상의 박막을 직접 형성하여도 좋다.

[0352] 포토리소그래피법을 사용한 가공 방법으로서 대표적으로 다음 2가지가 있다. 하나는 가공하고자 하는 박막 위에 레지스트 마스크를 형성하고, 에칭 등에 의하여 상기 박막을 가공하고, 레지스트 마스크를 제거하는 방법이다. 다른 하나는 감광성을 가지는 박막을 성막한 후에, 노광, 현상을 수행하여 상기 박막을 원하는 형상으로 가공하는 방법이다. 또한 전자의 방법을 사용하는 경우, 레지스트 도포 후의 가열(PAB: Pre Applied Bake) 및 노광 후의 가열(PEB: Post Exposure Bake) 등의 열처리 공정이 있다. 본 발명의 일 형태에서는 도전막의 가공뿐만 아니라, EL층의 형성에 사용하는 박막(유기 화합물로 이루어지는 막 또는 유기 화합물을 일부에 포함하는 막)의 가공에도 리소그래피법을 사용한다.

[0353] 포토리소그래피법에서 노광에 사용하는 광으로서는 예를 들어 i선(파장 365nm), g선(파장 436nm), h선(파장

405nm), 또는 이들을 혼합한 광을 사용할 수 있다. 그 외에, 자외선, KrF 레이저 광, 또는 ArF 레이저 광 등을 사용할 수도 있다. 또한 액침 노광 기술에 의하여 노광을 수행하여도 좋다. 또한 노광에 사용하는 광으로서는 극단 자외(EUV: Extreme Ultra-violet)광 또는 X선을 사용하여도 좋다. 또한 노광에 사용하는 광 대신에 전자 빔을 사용할 수도 있다. 극단 자외광, X선, 또는 전자 빔을 사용하면, 매우 미세한 가공을 수행할 수 있기 때문에 바람직하다. 또한 전자 빔 등의 빔을 주사하여 노광을 수행하는 경우에는 포토마스크가 불필요하다.

[0354] 레지스트 마스크를 사용한 박막의 에칭에는 드라이 에칭법, 웨트 에칭법, 샌드블라스트법 등을 사용할 수 있다.

[0355] 다음으로, 도 3의 (B)에 나타낸 바와 같이, 전극(551B), 전극(551G), 및 전극(551R) 위에 EL층(103B)을 형성한다. 또한 도 3의 (B)에서, EL층(103B)에 포함되는 홀 주입·수송층(104B), 발광층, 및 전자 수송층(108B)까지가 형성되어 있다. 예를 들어, 진공 증착법을 사용하여, 전극(551B), 전극(551G), 및 전극(551R) 위에 이들을 덮도록 EL층(103B)을 형성한다. 또한 EL층(103B) 위에 희생층(110B)을 형성한다.

[0356] 희생층(110B)으로서는 EL층(103B)의 에칭 처리에 대한 내성이 높은 막, 즉 에칭 선택비가 큰 막을 사용할 수 있다. 또한 희생층(110B)은, 각각 에칭 선택비가 다른 제 1 희생층과 제 2 희생층의 적층 구조인 것이 바람직하다. 또한 희생층(110B)으로서는, EL층(103B)에 대한 대미지가 적은 웨트 에칭법에 의하여 제거할 수 있는 막을 사용할 수 있다. 웨트 에칭에 사용하는 에칭 재료로서는 옥살산 등을 사용할 수 있다. 또한 본 명세서 등에 있어서, 희생층을 마스크층이라고 호칭하여도 좋다.

[0357] 희생층(110B)으로서는 예를 들어 금속막, 합금막, 금속 산화물막, 반도체막, 무기 절연막 등의 무기막을 사용할 수 있다. 또한 희생층(110B)은 스퍼터링법, 증착법, CVD법, ALD법 등의 각종 성막 방법으로 형성할 수 있다.

[0358] 희생층(110B)으로서는 예를 들어 금, 은, 백금, 마그네슘, 니켈, 텅스텐, 크로뮴, 몰리브데넘, 철, 코발트, 구리, 팔라듐, 타이타늄, 알루미늄, 이트륨, 지르코늄, 및 탄탈럼 등의 금속 재료, 또는 상기 금속 재료를 포함하는 합금 재료를 사용할 수 있다. 특히 알루미늄 또는 은 등의 저융점 재료를 사용하는 것이 바람직하다.

[0359] 또한 희생층(110B)으로서는 인듐 갈륨 아연 산화물(In-Ga-Zn 산화물, IGZO라고도 표기함) 등의 금속 산화물을 사용할 수 있다. 또한 산화 인듐, 인듐 아연 산화물(In-Zn 산화물), 인듐 주석 산화물(In-Sn 산화물), 인듐 타이타늄 산화물(In-Ti 산화물), 인듐 주석 아연 산화물(In-Sn-Zn 산화물), 인듐 타이타늄 아연 산화물(In-Ti-Zn 산화물), 인듐 갈륨 주석 아연 산화물(In-Ga-Sn-Zn 산화물) 등을 사용할 수 있다. 또는 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물 등을 사용할 수도 있다.

[0360] 또한 상기 갈륨 대신에 원소 M(M은 알루미늄, 실리콘, 붕소, 이트륨, 구리, 바나듐, 베릴륨, 타이타늄, 철, 니켈, 저마늄, 지르코늄, 몰리브데넘, 란타넘, 세륨, 네오디뮴, 하프늄, 탄탈럼, 텅스텐, 또는 마그네슘에서 선택된 1종류 또는 복수 종류)을 사용할 수도 있다. 특히 M은 갈륨, 알루미늄, 또는 이트륨에서 선택된 1종류 또는 복수 종류로 하는 것이 바람직하다.

[0361] 또한 희생층(110B)으로서는 산화 알루미늄, 산화 하프늄, 산화 실리콘 등의 무기 절연 재료를 사용할 수 있다.

[0362] 또한 희생층(110B)으로서는, 적어도 EL층(103B)의 최상부에 위치하는 막(전자 수송층(108B))에 대하여 화학적으로 영향을 미치기 어려운 용매에 용해될 수 있는 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 특히 물 또는 알코올에 용해되는 재료를 희생층(110B)에 적합하게 사용할 수 있다. 희생층(110B)을 성막할 때는, 물 또는 알코올 등의 용매에 용해시킨 상태로, 습식의 성막 방법으로 도포한 후에, 용매를 증발시키기 위한 가열 처리를 수행하는 것이 바람직하다. 이때 감압 분위기에서 가열 처리를 하면, 저온 및 단시간으로 용매를 제거할 수 있기 때문에, EL층(103B)에 대한 열적인 대미지를 저감할 수 있어 바람직하다.

[0363] 또한 희생층(110B)을 적층 구조로 하는 경우에는, 상술한 재료로 형성되는 층을 제 1 희생층으로 하고 그 위에 제 2 희생층을 형성하는 적층 구조로 할 수 있다.

[0364] 이 경우의 제 2 희생층은 제 1 희생층을 에칭할 때의 하드 마스크로서 사용하는 막이다. 또한 제 2 희생층의 가공 시에는 제 1 희생층이 노출된다. 따라서 제 1 희생층과 제 2 희생층으로서는 에칭 선택비가 큰 막의 조합을 선택한다. 그러므로 제 1 희생층의 에칭 조건 및 제 2 희생층의 에칭 조건에 따라, 제 2 희생층에 사용할 수 있는 막을 선택할 수 있다.

[0365] 예를 들어 제 2 희생층의 에칭에 플루오린을 포함하는 가스(플루오린계 가스라고도 함)를 사용한 드라이 에칭을 사용하는 경우에는 제 2 희생층에 실리콘, 질화 실리콘, 산화 실리콘, 텅스텐, 타이타늄, 몰리브데넘, 탄탈럼, 질화 탄탈럼, 몰리브데넘과 나이오븀을 포함하는 합금, 또는 몰리브데넘과 텅스텐을 포함하는 합금 등을 사용할 수 있다. 여기서 상기 플루오린계 가스를 사용한 드라이 에칭에서 에칭 선택비를 크게 할 수 있는(즉 에칭 속

도를 느리게 할 수 있는) 막으로서 IGZO, ITO 등의 금속 산화물막 등이 있으며 이를 제 1 회생층에 사용할 수 있다.

[0366] 또한 이에 한정되지 않고, 제 2 회생층으로서는 다양한 재료 중에서, 제 1 회생층의 에칭 조건 및 제 2 회생층의 에칭 조건에 따라 선택할 수 있다. 예를 들어 상기 제 1 회생층에 사용할 수 있는 막에서 선택할 수도 있다.

[0367] 또한 제 2 회생층으로서는 예를 들어 질화물막을 사용할 수도 있다. 구체적으로는 질화 실리콘, 질화 알루미늄, 질화 하프늄, 질화 타이타늄, 질화 탄탈럼, 질화 텅스텐, 질화 갈륨, 질화 저마늄 등의 질화물을 사용할 수 있다.

[0368] 또는 제 2 회생층으로서 산화물막을 사용할 수도 있다. 대표적으로는 산화 실리콘, 산화질화 실리콘, 산화 알루미늄, 산화질화 알루미늄, 산화 하프늄, 산화질화 하프늄 등의 산화물막 또는 산질화물막을 사용할 수 있다.

[0369] 다음으로, 도 3의 (C)에 나타난 바와 같이 회생층(110B) 위에 레지스트를 도포하고, 포토리소그래피법을 사용하여 레지스트를 원하는 형상(레지스트 마스크: REG)으로 형성한다. 또한 이와 같은 방법을 수행하는 경우, 레지스트 도포 후의 가열(PAB: Pre Applied Bake) 및 노광 후의 가열(PEB: Post Exposure Bake) 등의 열처리 공정이 있다. 예를 들어, PAB 온도는 100℃ 안팎이 되고, PEB 온도는 120℃ 안팎이 된다. 그러므로 이들 처리 온도에 견딜 수 있는 발광 디바이스일 필요가 있다.

[0370] 다음으로, 얻어진 레지스트 마스크(REG)를 사용하고, 레지스트 마스크(REG)로 덮이지 않은 회생층(110B)의 일부를 에칭에 의하여 제거하고, 레지스트 마스크(REG)를 제거한 후, 회생층(110B)으로 덮이지 않은 EL층(103B)의 일부를 에칭에 의하여 제거하고, 전극(551G) 위의 EL층(103B) 및 전극(551R) 위의 EL층(103B)을 에칭에 의하여 제거함으로써, 측면을 가지는(또는 측면이 노출되는) 형상 또는 종이면과 교차되는 방향으로 연장되는 띠 형상으로 가공한다. 구체적으로는, 전극(551B)과 중첩되는 EL층(103B) 위에 패턴 형성된 회생층(110B)을 사용하고, 드라이 에칭을 수행한다. 또한 회생층(110B)이 상기 제 1 회생층 및 제 2 회생층의 적층 구조를 가지는 경우에는 레지스트 마스크(REG)에 의하여 제 2 회생층의 일부를 에칭한 후, 레지스트 마스크(REG)를 제거하고, 제 2 회생층을 마스크로서 사용하여 제 1 회생층의 일부를 에칭하여, EL층(103B)을 소정의 형상으로 가공하여도 좋다. 이들 에칭 처리에 의하여 도 4의 (A)의 형상을 얻는다.

[0371] 다음으로, 도 4의 (B)에 나타난 바와 같이, 회생층(110B), 전극(551G), 및 전극(551R) 위에 EL층(103G)을 형성한다. 또한 도 4의 (B)에서, EL층(103G)에 포함되는 홀 주입·수송층(104G), 발광층, 및 전자 수송층(108G)까지가 형성되어 있다. 예를 들어, 진공 증착법을 사용하여, 회생층(110B), 전극(551G), 및 전극(551R) 위에 이들을 덮도록 EL층(103G)을 형성한다.

[0372] 다음으로, 도 4의 (C)에 나타난 바와 같이, EL층(103G) 위에 회생층(110G)을 형성하고, 회생층(110G) 위에 레지스트를 도포하고, 포토리소그래피법을 사용하여 레지스트를 원하는 형상(레지스트 마스크: REG)으로 형성하고, 얻어진 레지스트 마스크로 덮이지 않은 회생층(110G)의 일부를 에칭에 의하여 제거하고, 레지스트 마스크를 제거한 후, 회생층(110G)으로 덮이지 않은 EL층(103G)의 일부를 에칭에 의하여 제거하고, 전극(551B) 위의 EL층(103G) 및 전극(551R) 위의 EL층(103G)을 에칭에 의하여 제거함으로써, 도 5의 (A)에 나타난 바와 같은, 측면을 가지는(또는 측면이 노출되는) 형상 또는 종이면과 교차되는 방향으로 연장되는 띠 형상으로 가공한다. 또한 회생층(110G)이 상기 제 1 회생층 및 제 2 회생층의 적층 구조를 가지는 경우에는 레지스트 마스크에 의하여 제 2 회생층의 일부를 에칭한 후, 레지스트 마스크를 제거하고, 제 2 회생층을 마스크로서 사용하여 제 1 회생층의 일부를 에칭하여, EL층(103G)을 소정의 형상으로 가공하여도 좋다.

[0373] 다음으로, 도 5의 (B)에 나타난 바와 같이, 회생층(110B), 회생층(110G), 및 전극(551R) 위에 EL층(103R)을 형성한다. 또한 도 5의 (B)에서, EL층(103R)에 포함되는 홀 주입·수송층(104R), 발광층, 및 전자 수송층(108R)까지가 형성되어 있다. 예를 들어, 진공 증착법을 사용하여 회생층(110B), 회생층(110G), 및 전극(551R) 위에 이들을 덮도록 EL층(103R)을 형성한다.

[0374] 다음으로, 도 5의 (C)에 나타난 바와 같이, EL층(103R) 위에 회생층(110R)을 형성하고, 회생층(110R) 위에 레지스트를 도포하고, 포토리소그래피법을 사용하여 레지스트를 원하는 형상(레지스트 마스크: REG)으로 형성하고, 얻어진 레지스트 마스크로 덮이지 않은 회생층(110R)의 일부를 에칭에 의하여 제거하고, 레지스트 마스크를 제거한 후, 회생층(110R)으로 덮이지 않은 EL층(103R)의 일부를 에칭에 의하여 제거하고, 전극(551B) 위의 EL층(103R) 및 전극(551G) 위의 EL층(103R)을 에칭에 의하여 제거함으로써, 측면을 가지는(또는 측면이 노출되는) 형상 또는 종이면과 교차되는 방향으로 연장되는 띠 형상으로 가공한다. 또한 회생층(110R)이 상기 제 1 회생

층 및 제 2 회생층의 적층 구조를 가지는 경우에는 레지스트 마스크에 의하여 제 2 회생층의 일부를 에칭한 후, 레지스트 마스크를 제거하고, 제 2 회생층을 마스크로서 사용하여 제 1 회생층의 일부를 에칭하여, EL층(103R)을 소정의 형상으로 가공하여도 좋다. 그리고 EL층(103B, 103G, 103R) 위의 회생층(110B, 110G, 110R)을 남긴 채, 회생층(110B, 110G, 110R) 위에 절연층(107)을 형성하여, 도 6의 (A)의 형상을 얻는다.

[0375] 또한 절연층(107)의 형성에는, 예를 들어 ALD법을 사용할 수 있다. 이 경우, 절연층(107)은 도 6의 (A)에 나타낸 바와 같이, 각 EL층(103B, 103G, 103R)의 측면에 접하여 형성된다. 이로써 각 EL층(103B, 103G, 103R)의 측면으로부터 내부로의 산소, 수분, 또는 이들의 구성 원소의 침입을 억제할 수 있다. 또한 절연층(107)에 사용하는 재료로서는 예를 들어 산화 알루미늄, 산화 마그네슘, 산화 하프늄, 산화 갈륨, 인듐 갈륨 아연 산화물, 질화 실리콘, 또는 질화산화 실리콘 등이 있다.

[0376] 다음으로, 도 6의 (B)에 나타낸 바와 같이, 회생층(110B, 110G, 110R)을 제거한 후, 절연층(107)의 일부를 제거함으로써 절연층(107B, 107G, 107R)을 형성한 후, EL층(103B, 103G, 103R) 위에 전자 주입층(109)을 형성한다. 전자 주입층(109)은 예를 들어 진공 증착법을 사용하여 형성한다. 또한 전자 주입층(109)은 전자 수송층(108B, 108G, 108R) 위에 형성된다. 또한 전자 주입층(109)은 각 EL층(103B, 103G, 103R)에서의 기타 층(홀 주입·수송층(104R, 104G, 104B), 발광층, 및 전자 수송층(108B, 108G, 108R))의 측면(또는 단부)과 절연층(107B, 107G, 107R)을 개재하여 접하는 구조를 가진다.

[0377] 다음으로, 도 6의 (C)에 나타낸 바와 같이, 전극(552)을 형성한다. 전극(552)은 예를 들어 진공 증착법을 사용하여 형성한다. 또한 전극(552)은 전자 주입층(109) 위에 형성된다. 또한 전극(552)은 전자 주입층(109) 및 절연층(107B, 107G, 107R)을 개재하여 각 EL층(103B, 103G, 103R)(다만 도 6의 (C)에 나타낸 EL층(103B, 103G, 103R)은 홀 주입·수송층(104R, 104G, 104B), 발광층, 및 전자 수송층(108B, 108G, 108R)을 포함함)의 측면(또는 단부)과 접하는 구조를 가진다. 이에 의하여, 각 EL층(103B, 103G, 103R)과 전극(552), 더 구체적으로는, 각 EL층(103B, 103G, 103R)이 각각 가지는 홀 주입·수송층(104B, 104G, 104R)과 전극(552)이 전기적으로 단락되는 것을 방지할 수 있다.

[0378] 상술한 공정에 의하여, 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R)에서의 EL층(103B), EL층(103G), 및 EL층(103R)을 각각 분리 가공할 수 있다.

[0379] 또한 이들 EL층(EL층(103B), EL층(103G), 및 EL층(103R))의 분리 가공에서, 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성을 수행하기 때문에 고정세의 발광 장치(표시 패널)를 제작할 수 있다. 또한 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성에 의하여 가공된 EL층의 단부(측면)는 실질적으로 동일한 표면을 가지는(또는 실질적으로 동일 평면 상에 위치하는) 형상이 된다.

[0380] EL층에서, 특히 양극과 발광층 사이에 위치하는 정공 수송 영역에 포함되는 정공 주입층은 도전율이 높은 경우가 많으므로, 서로 인접한 발광 디바이스에 의하여 공유되는 층으로서 형성되면 크로스토크의 원인이 될 수 있다. 따라서 본 구성예에서 나타낸 바와 같이, 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성에 의하여 EL층을 분리 가공함으로써 서로 인접한 발광 디바이스 사이에서의 크로스토크의 발생을 억제할 수 있다.

[0381] <발광 장치(700)의 구성예 2>

[0382] 도 7에 나타낸 발광 장치(700)는 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R), 및 절연층(529)을 가진다. 또한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R), 및 절연층(529)은 제 1 기판(510) 위에 제공된 기능층(520) 위에 형성된다. 기능층(520)에는 복수의 트랜지스터로 구성된 구동 회로(GD), 구동 회로(SD) 등 외에, 이들을 전기적으로 접속하는 배선 등이 포함된다. 또한 이들 구동 회로는, 일례로서 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R) 각각에 전기적으로 접속되고, 이들을 구동할 수 있다.

[0383] 또한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R)는 실시형태 2에서 제시한 디바이스 구조를 가진다. 특히 도 1의 (A)에 나타낸 구조에서의 EL층(103)이 각 발광 디바이스에서 상이한 경우를 나타낸다.

[0384] 또한 도 7에 나타낸 각 발광 디바이스의 구체적인 구성은 도 2에서 설명한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R)와 같다.

[0385] 도 7에 나타낸 바와 같이, 각 발광 디바이스(550B, 550G, 550R)의 EL층(103B, 103G, 103R)은 각각, 홀 주입·수송층(104B, 104G, 104R), 전자 수송층(108B, 108G, 108R), 및 전자 주입층(109)을 가진다.

- [0386] 또한 본 구성의 각 EL층, EL층(103B), EL층(103G), 및 EL층(103R)의 분리 가공에서, 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성을 수행하기 때문에, 가공된 EL층의 단부(측면)가 실질적으로 동일한 표면을 가지는(또는 실질적으로 동일 평면 상에 위치하는) 형상이 된다.
- [0387] 각 발광 디바이스가 가지는 EL층(103B), EL층(103G), 및 EL층(103R)은 서로 인접한 발광 디바이스 사이에, 각각 간격(580)을 가진다. 또한 여기서 간격(580)을 서로 인접한 발광 디바이스의 EL층 사이의 거리 SE로 나타내는 경우, 거리 SE가 작을수록 개구율을 높일 수 있고, 정세도를 높일 수 있다. 한편, 거리 SE가 클수록 인접한 발광 디바이스와의 제작 공정 편차의 영향을 허용할 수 있기 때문에, 제조 수율을 높일 수 있다. 본 명세서에 따라 제작되는 발광 디바이스는 미세화 프로세스에 적합하기 때문에, 서로 인접한 발광 디바이스의 EL층 사이의 거리 SE는 $0.5\mu\text{m}$ 이상 $5\mu\text{m}$ 이하, 바람직하게는 $1\mu\text{m}$ 이상 $3\mu\text{m}$ 이하, 더 바람직하게는 $1\mu\text{m}$ 이상 $2.5\mu\text{m}$ 이하, 더 바람직하게는 $1\mu\text{m}$ 이상 $2\mu\text{m}$ 이하로 할 수 있다. 또한 대표적으로는 거리 SE는 $1\mu\text{m}$ 이상 $2\mu\text{m}$ 이하(예를 들어 $1.5\mu\text{m}$ 또는 그 근방)인 것이 바람직하다.
- [0388] EL층에서, 특히 양극과 발광층 사이에 위치하는 정공 수송 영역에 포함되는 정공 주입층은 도전율이 높은 경우가 많으므로, 서로 인접한 발광 디바이스에 의하여 공유되는 층으로서 형성되면 크로스토크의 원인이 될 수 있다. 따라서 본 구성예에서 나타낸 바와 같이, 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성에 의하여 EL층을 분리 가공함으로써 서로 인접한 발광 디바이스 사이에서의 크로스토크의 발생을 억제할 수 있다.
- [0389] 또한 본 명세서 등에서 메탈 마스크 또는 FMM(파인 메탈 마스크, 고정세 메탈 마스크)를 사용하여 제작된 디바이스를 MM(메탈 마스크) 구조의 디바이스라고 부르는 경우가 있다. 또한 본 명세서 등에서 메탈 마스크 또는 FMM을 사용하지 않고 제작된 디바이스를 MML(메탈 마스크 리스) 구조의 디바이스라고 부르는 경우가 있다.
- [0390] 본 실시형태에서 제시한 구성은 다른 실시형태에서 제시하는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있는 것으로 한다.
- [0391] (실시형태 4)
- [0392] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태인 발광 장치에 대하여 도 8의 (A) 내지 도 10의 (B)를 사용하여 설명한다. 또한 도 8의 (A) 내지 도 10의 (B)에 나타난 발광 장치(700)는 실시형태 2에서 제시한 발광 디바이스를 가진다. 또한 본 실시형태에서 설명하는 발광 장치(700)는 전자 기기 등의 표시부에 적용할 수 있으므로 표시 패널이라고 부를 수도 있다.
- [0393] 본 실시형태에서 설명하는 발광 장치(700)는 도 8의 (A)에 나타난 바와 같이, 표시 영역(231)을 가지고, 표시 영역(231)은 한 그룹의 화소(703(i, j))를 가진다. 또한 도 8의 (B)에 나타난 바와 같이, 한 그룹의 화소(703(i, j))에 인접한 한 그룹의 화소(703(i+1, j))를 가진다.
- [0394] 또한 화소(703(i, j))에는 복수의 화소를 사용할 수 있다. 예를 들어 색상이 서로 다른 색을 표시하는 복수의 화소를 사용할 수 있다. 또한 복수의 화소 각각을 부화소로 바꿔 말할 수 있다. 또는 복수의 부화소를 한 그룹으로 하여, 화소로 바꿔 말할 수 있다.
- [0395] 이 경우 상기 복수의 화소가 표시하는 색을 가산 혼합 또는 감산 혼합할 수 있다. 또는 각각의 화소로는 표시할 수 없는 색상의 색을 표시할 수 있다.
- [0396] 구체적으로는 청색을 표시하는 화소(702B(i, j)), 녹색을 표시하는 화소(702G(i, j)), 및 적색을 표시하는 화소(702R(i, j))를 화소(703(i, j))에 사용할 수 있다. 또한 화소(702B(i, j)), 화소(702G(i, j)), 및 화소(702R(i, j)) 각각을 부화소로 바꿔 말할 수 있다.
- [0397] 또한 상기 한 그룹에 더하여 백색 등을 표시하는 화소를 화소(703(i, j))에 사용하여도 좋다. 또한 시안을 표시하는 화소, 마젠타를 표시하는 화소, 및 황색을 표시하는 화소 각각을 부화소로서 화소(703(i, j))에 사용하여도 좋다.
- [0398] 또한 상기 한 그룹에 더하여 적외선을 사출하는 화소를 화소(703(i, j))에 사용하여도 좋다. 구체적으로는 650nm 이상 1000nm 이하의 파장을 가지는 광을 포함한 광을 사출하는 화소를 화소(703(i, j))에 사용할 수 있다.
- [0399] 도 8의 (A)에 나타난 표시 영역(231)의 주변에는 구동 회로(GD)와 구동 회로(SD)를 가진다. 또한 구동 회로(GD), 구동 회로(SD) 등에 전기적으로 접속된 단자(519)를 가진다. 단자(519)는, 예를 들어 플렉시블 인쇄 회로(FPC1)에 전기적으로 접속될 수 있다.

- [0400] 또한 구동 회로(GD)는 제 1 선택 신호 및 제 2 선택 신호를 공급하는 기능을 가진다. 예를 들어 구동 회로(GD)는 후술하는 도전막(G1(i))에 전기적으로 접속되고 제 1 선택 신호를 공급하고, 후술하는 도전막(G2(i))에 전기적으로 접속되고 제 2 선택 신호를 공급한다. 또한 구동 회로(SD)는 화상 신호 및 제어 신호를 공급하는 기능을 가지고, 제어 신호는 제 1 레벨 및 제 2 레벨을 포함한다. 예를 들어 구동 회로(SD)는 후술하는 도전막(S1g(j))에 전기적으로 접속되고 화상 신호를 공급하고, 후술하는 도전막(S2g(j))에 전기적으로 접속되고 제어 신호를 공급한다.
- [0401] 도 10의 (A)에는 도 8의 (A)에 나타난 일점쇄선 X1-X2와 일점쇄선 X3-X4의 각각에서의 발광 장치의 단면도를 나타내었다. 도 10의 (A)에 나타난 바와 같이, 발광 장치(700)는 제 1 기판(510)과 제 2 기판(770) 사이에 기능층(520)을 가진다. 기능층(520)에는 상술한 구동 회로(GD), 구동 회로(SD) 등 외에, 이들을 전기적으로 접속하는 배선 등이 포함된다. 도 10의 (A)에는 기능층(520)이 화소 회로(530B(i, j)), 화소 회로(530G(i, j)), 및 구동 회로(GD)를 포함하는 구성을 나타내었지만, 이에 한정되지 않는다.
- [0402] 또한 기능층(520)이 가지는 각 화소 회로(예를 들어 도 10의 (A)에 나타난 화소 회로(530B(i, j)), 화소 회로(530G(i, j)))는 기능층(520) 위에 형성되는 각 발광 디바이스(예를 들어 도 10의 (A)에 나타난 발광 디바이스(550B(i, j)), 발광 디바이스(550G(i, j)))에 전기적으로 접속된다. 구체적으로는 발광 디바이스(550B(i, j))는 개구부(591B)를 통하여 화소 회로(530B(i, j))에 전기적으로 접속되고, 발광 디바이스(550G(i, j))는 개구부(591G)를 통하여 화소 회로(530G(i, j))에 전기적으로 접속된다. 또한 기능층(520) 및 각 발광 디바이스 위에 절연층(705)이 제공되어 있고, 절연층(705)은 제 2 기판(770)과 기능층(520)을 접합하는 기능을 가진다.
- [0403] 또한 제 2 기판(770)으로서 매트릭스상으로 배치된 터치 센서를 가지는 기판을 사용할 수 있다. 예를 들어 정전 용량 방식의 터치 센서 또는 광학식 터치 센서를 가지는 기판을 제 2 기판(770)에 사용할 수 있다. 이에 의하여, 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 터치 패널로서 사용할 수 있다.
- [0404] 또한 화소 회로(530G(i, j))의 구체적인 구성을 도 9의 (A)에 나타내었다.
- [0405] 도 9의 (A)에 나타난 바와 같이, 화소 회로(530G(i, j))는 스위치(SW21), 스위치(SW22), 트랜지스터(M21), 용량 소자(C21), 및 노드(N21)를 가진다. 또한 화소 회로(530G(i, j))는 노드(N22), 용량 소자(C22), 및 스위치(SW23)를 가진다.
- [0406] 트랜지스터(M21)는 노드(N21)에 전기적으로 접속되는 게이트 전극과, 발광 디바이스(550G(i, j))에 전기적으로 접속되는 제 1 전극과, 도전막(ANO)에 전기적으로 접속되는 제 2 전극을 가진다.
- [0407] 스위치(SW21)는 노드(N21)에 전기적으로 접속되는 제 1 단자와, 도전막(S1g(j))에 전기적으로 접속되는 제 2 단자를 가진다. 또한 스위치(SW21)는 도전막(G1(i))의 전위에 기초하여 도통 상태 또는 비도통 상태를 제어하는 기능을 가진다.
- [0408] 스위치(SW22)는 도전막(S2g(j))에 전기적으로 접속되는 제 1 단자와, 도전막(G2(i))의 전위에 기초하여 도통 상태 또는 비도통 상태를 제어하는 기능을 가진다.
- [0409] 용량 소자(C21)는 노드(N21)에 전기적으로 접속되는 도전막과, 스위치(SW22)의 제 2 전극에 전기적으로 접속되는 도전막을 가진다.
- [0410] 이에 의하여, 화상 신호를 노드(N21)에 저장할 수 있다. 또는 스위치(SW22)를 사용하여 노드(N21)의 전위를 변경할 수 있다. 또는 발광 디바이스(550G(i, j))가 사출하는 광의 강도를 노드(N21)의 전위를 사용하여 제어할 수 있다.
- [0411] 다음으로, 도 9의 (A)에서 설명한 트랜지스터(M21)의 구체적인 구조의 일례를 도 9의 (B)에 나타내었다. 또한 트랜지스터(M21)로서는 보텀 게이트형 트랜지스터 또는 탑 게이트형 트랜지스터 등을 적절히 사용할 수 있다.
- [0412] 도 9의 (B)에 나타난 트랜지스터는 반도체막(508), 도전막(504), 절연막(506), 도전막(512A), 및 도전막(512B)을 가진다. 트랜지스터는 예를 들어 절연막(501C) 위에 형성된다. 또한 상기 트랜지스터는 절연막(516)(절연막(516A) 및 절연막(516B)) 및 절연막(518)을 가진다.
- [0413] 반도체막(508)은 도전막(512A)에 전기적으로 접속되는 영역(508A), 도전막(512B)에 전기적으로 접속되는 영역(508B)을 가진다. 반도체막(508)은 영역(508A)과 영역(508B) 사이에 영역(508C)을 가진다.
- [0414] 도전막(504)은 영역(508C)과 중첩된 영역을 가지고, 도전막(504)은 게이트 전극의 기능을 가진다.

- [0415] 절연막(506)은 반도체막(508)과 도전막(504) 사이에 끼워진 영역을 가진다. 절연막(506)은 제 1 게이트 절연막의 기능을 가진다.
- [0416] 도전막(512A)은 소스 전극의 기능 및 드레인 전극의 기능 중 한쪽을 가지고, 도전막(512B)은 소스 전극의 기능 및 드레인 전극의 기능 중 다른 쪽을 가진다.
- [0417] 또한 도전막(524)을 트랜지스터에 사용할 수 있다. 도전막(524)은 도전막(504)과의 사이에 반도체막(508)을 끼우는 영역을 가진다. 도전막(524)은 제 2 게이트 전극의 기능을 가진다. 절연막(501D)은 반도체막(508)과 도전막(524) 사이에 끼워지고, 제 2 게이트 절연막의 기능을 가진다.
- [0418] 절연막(516)은 예를 들어 반도체막(508)을 덮는 보호막으로서 기능한다. 절연막(516)으로서 구체적으로는, 산화 실리콘막, 산화질화 실리콘막, 질화산화 실리콘막, 질화 실리콘막, 산화 알루미늄막, 산화 하프늄막, 산화 이트륨막, 산화 지르코늄막, 산화 갈륨막, 산화 탄탈럼막, 산화 마그네슘막, 산화 란타넘막, 산화 세륨막, 또는 산화 네오디뮴막을 포함하는 막을 사용할 수 있다.
- [0419] 절연막(518)에는 예를 들어, 산소, 수소, 물, 알칼리 금속, 알칼리 토금속 등의 확산을 억제하는 기능을 가지는 재료를 적용하는 것이 바람직하다. 구체적으로 절연막(518)으로서는 질화 실리콘, 산화질화 실리콘, 질화 알루미늄, 산화질화 알루미늄 등을 사용할 수 있다. 또한 산화질화 실리콘 및 산화질화 알루미늄의 각각에 포함되는 산소의 원자수와 질소의 원자수로서는 질소의 원자수가 더 많은 것이 바람직하다.
- [0420] 또한 화소 회로의 트랜지스터에 사용하는 반도체막을 형성하는 공정에서, 구동 회로의 트랜지스터에 사용하는 반도체막을 형성할 수 있다. 예를 들어 화소 회로의 트랜지스터에 사용하는 반도체막과 조성이 같은 반도체막을 구동 회로에 사용할 수 있다.
- [0421] 또한 반도체막(508)에는 14족 원소를 포함한 반도체를 사용할 수 있다. 구체적으로는 실리콘을 포함한 반도체를 반도체막(508)에 사용할 수 있다.
- [0422] 또한 반도체막(508)에는 수소화 비정질 실리콘을 사용할 수 있다. 또는 미결정 실리콘 등을 반도체막(508)에 사용할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 폴리실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 발광 장치(또는 표시 패널)보다 표시 불균일이 적은 발광 장치를 제공할 수 있다. 또는 발광 장치의 대형화가 용이하다.
- [0423] 또한 반도체막(508)에는 폴리실리콘을 사용할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 수소화 비정질 실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 트랜지스터보다 트랜지스터의 전계 효과 이동도를 높일 수 있다. 또는 예를 들어 수소화 비정질 실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 트랜지스터보다 구동 능력을 높일 수 있다. 또는 예를 들어 수소화 비정질 실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 트랜지스터보다 화소의 개구율을 향상시킬 수 있다.
- [0424] 또는 예를 들어 수소화 비정질 실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 트랜지스터보다 트랜지스터의 신뢰성을 높일 수 있다.
- [0425] 또는 트랜지스터의 제작에 요구되는 온도를, 예를 들어 단결정 실리콘을 사용하는 트랜지스터의 제작에 요구되는 온도보다 낮게 할 수 있다.
- [0426] 또는 구동 회로의 트랜지스터에 사용하는 반도체막을, 화소 회로의 트랜지스터에 사용하는 반도체막과 동일한 공정으로 형성할 수 있다. 또는 화소 회로를 형성하는 기판과 동일한 기판 위에 구동 회로를 형성할 수 있다. 또는 전자 기기를 구성하는 부품 수를 저감할 수 있다.
- [0427] 또한 반도체막(508)에는 단결정 실리콘을 사용할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 수소화 비정질 실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 발광 장치(또는 표시 패널)보다 정세도(精細度)를 높일 수 있다. 또는 예를 들어 폴리실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 발광 장치보다 표시 불균일이 적은 발광 장치를 제공할 수 있다. 또는 예를 들어 스마트 글라스 또는 헤드 마운트 디스플레이를 제공할 수 있다.
- [0428] 또한 반도체막(508)에는 금속 산화물을 사용할 수 있다. 이에 의하여, 비정질 실리콘을 반도체막에 사용한 트랜지스터를 이용하는 화소 회로와 비교하여, 화소 회로가 화상 신호를 유지할 수 있는 시간을 길게 할 수 있다. 구체적으로는 플리커의 발생을 억제하면서, 선택 신호를 30Hz 미만, 바람직하게는 1Hz 미만, 더 바람직하게는 1분에 한 번 미만의 빈도로 공급할 수 있다. 그 결과, 전자 기기의 사용자에게 축적되는 피로를 저감할 수 있다. 또한 구동에 따른 소비 전력을 저감할 수 있다.
- [0429] 또한 반도체막(508)에는 산화물 반도체를 사용할 수 있다. 구체적으로는 인듐을 포함한 산화물 반도체, 인듐과 갈륨과 아연을 포함한 산화물 반도체, 또는 인듐과 갈륨과 아연과 주석을 포함한 산화물 반도체를 반도체막

(508)에 사용할 수 있다.

- [0430] 또한 산화물 반도체를 반도체막에 사용함으로써, 반도체막에 비정질 실리콘을 사용한 트랜지스터보다 오프 상태에서의 누설 전류가 작은 트랜지스터를 얻을 수 있다. 따라서 산화물 반도체를 반도체막에 사용한 트랜지스터를 스위치 등에 이용하는 것이 바람직하다. 또한 산화물 반도체를 반도체막에 사용한 트랜지스터를 스위치로 이용하는 회로는 비정질 실리콘을 반도체막에 사용한 트랜지스터를 스위치로 이용하는 회로보다 플로팅 노드의 전위를 오랫동안 유지할 수 있다.
- [0431] 도 10의 (A)에서는 제 2 기관(770) 측으로 발광을 추출하는 구조(톱 이미션형)의 발광 장치를 나타내었지만, 도 10의 (B)에 나타난 바와 같이 제 1 기관(510) 측으로 광을 추출하는 구조(보텀 이미션형)의 발광 장치로 하여도 좋다. 또한 보텀 이미션형 발광 장치의 경우에는 제 1 전극(401)이 반투과·반반사 전극으로서 기능하도록 형성되고, 제 2 전극(404)이 반사 전극으로서 기능하도록 형성된다.
- [0432] 또한 도 10의 (A) 및 (B)에서는, 액티브 매트릭스형 발광 장치에 대하여 설명하였지만, 실시형태 2에서 제시한 발광 디바이스의 구성은 도 11의 (A) 및 (B)에 나타난 패시브 매트릭스형 발광 장치에 적용하여도 좋다.
- [0433] 또한 도 11의 (A)는 패시브 매트릭스형 발광 장치를 나타낸 사시도이고, 도 11의 (B)는 도 11의 (A)를 X-Y를 따라 절단한 단면도이다. 도 11의 (A) 및 (B)에서, 기관(951) 위에는 전극(952) 및 전극(956)이 제공되고, 전극(952)과 전극(956) 사이에는 EL층(955)이 제공되어 있다. 전극(952)의 단부는 절연층(953)으로 덮여 있다. 그리고 절연층(953) 위에는 격벽층(954)이 제공된다. 격벽층(954)의 측벽은, 기관 면에 가까워질수록, 한쪽 측벽과 다른 쪽 측벽 사이의 간격이 좁아지는 경사를 가진다. 즉 격벽층(954)의 짧은 변 방향의 단면은 사다리꼴 형상이고, 저변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향을 향하고 절연층(953)과 접하는 변)이 상변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향을 향하고 절연층(953)과 접하지 않는 변)보다 짧다. 이와 같이 격벽층(954)을 제공함으로써, 정전기 등에 기인한 발광 디바이스의 불량을 방지할 수 있다.
- [0434] 본 실시형태에서 제시한 구성은 다른 실시형태에서 제시하는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있는 것으로 한다.
- [0435] (실시형태 5)
- [0436] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 전자 기기의 구성에 대하여 도 12의 (A) 내지 도 14의 (B)를 사용하여 설명한다.
- [0437] 도 12의 (A) 내지 도 14의 (B)는 본 발명의 일 형태의 전자 기기의 구성을 설명하는 도면이다. 도 12의 (A)는 전자 기기의 블록도이고, 도 12의 (B) 내지 (E)는 전자 기기의 구성을 설명하는 사시도이다. 또한 도 13의 (A) 내지 (E)는 전자 기기의 구성을 설명하는 사시도이다. 또한 도 14의 (A) 및 (B)는 전자 기기의 구성을 설명하는 사시도이다.
- [0438] 본 실시형태에서 설명하는 전자 기기(5200B)는 연산 장치(5210)와 입출력 장치(5220)를 가진다(도 12의 (A) 참조).
- [0439] 연산 장치(5210)는 조작 정보를 공급받는 기능을 가지고, 조작 정보에 기초하여 화상 정보를 공급하는 기능을 가진다.
- [0440] 입출력 장치(5220)는 표시부(5230), 입력부(5240), 검지부(5250), 통신부(5290)를 가지고, 조작 정보를 공급하는 기능 및 화상 정보를 공급받는 기능을 가진다. 또한 입출력 장치(5220)는 검지 정보를 공급하는 기능, 통신 정보를 공급하는 기능, 및 통신 정보를 공급받는 기능을 가진다.
- [0441] 입력부(5240)는 조작 정보를 공급하는 기능을 가진다. 예를 들어 입력부(5240)는 전자 기기(5200B)의 사용자의 조작에 기초하여 조작 정보를 공급한다.
- [0442] 구체적으로는 키보드, 하드웨어 버튼, 포인팅 디바이스, 터치 센서, 조도 센서, 활상 장치, 음성 입력 장치, 시선 입력 장치, 자세 검출 장치 등을 입력부(5240)로서 사용할 수 있다.
- [0443] 표시부(5230)는 표시 패널을 가지고, 화상 정보를 표시하는 기능을 가진다. 예를 들어 실시형태 2에서 제시한 표시 패널을 표시부(5230)에 사용할 수 있다.
- [0444] 검지부(5250)는 검지 정보를 공급하는 기능을 가진다. 예를 들어 전자 기기가 사용되는 주변의 환경을 검지하고, 검지 정보로서 공급하는 기능을 가진다.

- [0445] 구체적으로는 조도 센서, 활상 장치, 자세 검출 장치, 압력 센서, 인체 감지 센서 등을 검지부(5250)로서 사용할 수 있다.
- [0446] 통신부(5290)는 통신 정보를 공급받는 기능 및 공급하는 기능을 가진다. 예를 들어 무선 통신 또는 유선 통신에 의하여, 다른 전자 기기 또는 통신망에 접속되는 기능을 가진다. 구체적으로는 무선 구내 통신, 전화 통신, 근거리 무선 통신 등의 기능을 가진다.
- [0447] 도 12의 (B)는 원통 형상의 기둥 등을 따르는 외형을 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 디지털 사이니지 등을 들 수 있다. 본 발명의 일 형태의 표시 패널은 표시부(5230)에 적용할 수 있다. 또한 사용 환경의 조도에 따라 표시 방법을 변경하는 기능을 가져도 좋다. 또한 사람의 존재를 감지하여 표시 내용을 변경하는 기능을 가진다. 이로써 예를 들어 건물의 기둥에 설치할 수 있다. 또는 광고 또는 안내 등을 표시할 수 있다. 또는 디지털 사이니지 등에 사용할 수 있다.
- [0448] 도 12의 (C)는 사용자가 사용하는 포인터의 궤적에 기초하여 화상 정보를 생성하는 기능을 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 전자 칠판, 전자 게시판, 전자 간판 등을 들 수 있다. 구체적으로는 대각선의 길이가 20인치 이상, 바람직하게는 40인치 이상, 더 바람직하게는 55인치 이상인 표시 패널을 사용할 수 있다. 또는 복수의 표시 패널을 배치하여 하나의 표시 영역으로서 사용할 수 있다. 또는 복수의 표시 패널을 배치하여 멀티스크린으로서 사용할 수 있다.
- [0449] 도 12의 (D)는 다른 장치로부터 정보를 수신하여 표시부(5230)에 표시할 수 있는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 웨어러블형 전자 기기 등을 들 수 있다. 구체적으로는 몇 가지 선택지를 표시할 수 있거나, 또는 사용자가 선택지 중에서 몇 가지를 선택하고, 이 정보의 송신자에게 답장을 보낼 수 있다. 또는 예를 들어 사용 환경의 조도에 따라 표시 방법을 변경하는 기능을 가진다. 이에 의하여, 예를 들어 웨어러블형 전자 기기의 소비 전력을 저감할 수 있다. 또는 예를 들어 맑은 날씨의 옥외 등 외광이 강한 환경에서도 적합하게 사용할 수 있도록, 웨어러블형 전자 기기에 화상을 표시할 수 있다.
- [0450] 도 12의 (E)는 하우징의 측면을 따라 완만하게 구부러진 곡면을 가지는 표시부(5230)를 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 휴대 전화 등을 들 수 있다. 또한 표시부(5230)는 표시 패널을 가지고, 표시 패널은 예를 들어 앞면, 측면, 상면, 및 뒷면에 표시를 하는 기능을 가진다. 이에 의하여, 예를 들어 휴대 전화의 앞면뿐만 아니라 측면, 상면, 및 뒷면에도 정보를 표시할 수 있다.
- [0451] 도 13의 (A)는 인터넷으로부터 정보를 수신하여 표시부(5230)에 표시할 수 있는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 스마트폰 등을 들 수 있다. 예를 들어 작성한 메시지를 표시부(5230)에서 확인할 수 있다. 또는 작성한 메시지를 다른 장치에 송신할 수 있다. 또는 예를 들어 사용 환경의 조도에 따라 표시 방법을 변경하는 기능을 가진다. 이에 의하여, 스마트폰의 소비 전력을 저감할 수 있다. 또는 예를 들어 맑은 날씨의 옥외 등 외광이 강한 환경에서도 적합하게 사용할 수 있도록, 스마트폰에 화상을 표시할 수 있다.
- [0452] 도 13의 (B)는 리모트 컨트롤러를 입력부(5240)로 할 수 있는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 텔레비전 시스템 등을 들 수 있다. 또는 예를 들어 방송국 또는 인터넷으로부터 정보를 수신하여 표시부(5230)에 표시할 수 있다. 또는 검지부(5250)를 사용하여 사용자를 촬영할 수 있다. 또는 사용자의 영상을 송신할 수 있다. 또는 사용자의 시청 이력을 취득하여 클라우드 서비스에 제공할 수 있다. 또는 클라우드 서비스로부터 추천 정보를 취득하여 표시부(5230)에 표시할 수 있다. 또는 추천 정보에 기초하여 프로그램 또는 동영상 표시할 수 있다. 또는 예를 들어 사용 환경의 조도에 따라 표시 방법을 변경하는 기능을 가진다. 이에 의하여, 날씨가 맑은 날에 옥내에 비치는, 강한 외광이 조사되어도 적합하게 사용할 수 있도록, 텔레비전 시스템에 영상을 표시할 수 있다.
- [0453] 도 13의 (C)는 인터넷으로부터 교재를 수신하여, 표시부(5230)에 표시할 수 있는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 태블릿 컴퓨터 등을 들 수 있다. 또는 입력부(5240)를 사용하여 리포트를 입력하여 인터넷에 송신할 수 있다. 또는 클라우드 서비스로부터 리포트의 침착 결과 또는 평가를 취득하여 표시부(5230)에 표시할 수 있다. 또는 평가에 기초하여 적합한 교재를 선택하여 표시할 수 있다.
- [0454] 예를 들어 다른 전자 기기로부터 화상 신호를 수신하여 표시부(5230)에 표시할 수 있다. 또는 스탠드 등에 기대어 세우고 표시부(5230)를 서브 디스플레이로서 사용할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 맑은 날씨의 옥외 등 외광이 강한 환경에서도 적합하게 사용할 수 있도록, 태블릿 컴퓨터에 화상을 표시할 수 있다.
- [0455] 도 13의 (D)는 복수의 표시부(5230)를 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 디지털 카메라 등을 들

수 있다. 예를 들어 검지부(5250)로 촬영하면서 표시부(5230)에 표시할 수 있다. 또는 촬영한 영상을 검지부에 표시할 수 있다. 또는 입력부(5240)를 사용하여 촬영한 영상을 장식할 수 있다. 또는 촬영한 영상에 메시지를 첨부할 수 있다. 또는 인터넷에 송신할 수 있다. 또는 사용 환경의 조도에 따라 촬영 조건을 변경하는 기능을 가진다. 이에 의하여, 예를 들어 맑은 날씨의 옥외 등 외광이 강한 환경에서도 적합하게 열람할 수 있도록, 디지털 카메라에 피사체를 표시할 수 있다.

[0456] 도 13의 (E)는 다른 전자 기기를 슬레이브로서 사용하고, 본 실시형태의 전자 기기를 마스터로서 사용하여, 다른 전자 기기를 제어할 수 있는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 휴대 가능한 퍼스널 컴퓨터 등을 들 수 있다. 예를 들어 화상 정보의 일부를 표시부(5230)에 표시하고, 화상 정보의 다른 일부를 다른 전자 기기의 표시부에 표시할 수 있다. 또는 화상 신호를 공급할 수 있다. 또는 통신부(5290)를 사용하여, 다른 전자 기기의 입력부로부터 기록되는 정보를 취득할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 휴대 가능한 퍼스널 컴퓨터를 사용하여, 넓은 표시 영역을 이용할 수 있다.

[0457] 도 14의 (A)는 가속도 또는 방위를 검지하는 검지부(5250)를 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 고글형 전자 기기 등을 들 수 있다. 또는 검지부(5250)는 사용자의 위치 또는 사용자가 향하는 방향에 관한 정보를 공급할 수 있다. 또는 전자 기기는 사용자의 위치 또는 사용자가 향하는 방향에 기초하여 오른쪽 눈용 화상 정보 및 왼쪽 눈용 화상 정보를 생성할 수 있다. 또는 표시부(5230)는 오른쪽 눈용 표시 영역 및 왼쪽 눈용 표시 영역을 가진다. 이에 의하여, 예를 들어 몰입감을 얻을 수 있는 가상 현실 공간의 영상을 고글형 전자 기기에 표시할 수 있다.

[0458] 도 14의 (B)는 촬상 장치와, 가속도 또는 방위를 검지하는 검지부(5250)를 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 안경형 전자 기기 등을 들 수 있다. 또는 검지부(5250)는 사용자의 위치 또는 사용자가 향하는 방향에 관한 정보를 공급할 수 있다. 또는 전자 기기는 사용자의 위치 또는 사용자가 향하는 방향에 기초하여 화상 정보를 생성할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 현실의 풍경에 정보를 첨부하여 표시할 수 있다. 또는 증강 현실 공간의 영상을 안경형 전자 기기에 표시할 수 있다.

[0459] 또한 본 실시형태는 본 명세서에서 설명하는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0460] (실시형태 6)

[0461] 본 실시형태에서는 실시형태 2에서 제시한 발광 디바이스를 조명 장치로서 사용하는 구성에 대하여 도 15를 사용하여 설명한다. 또한 도 15의 (A)는 도 15의 (B)에 나타난 조명 장치의 상면도에서의 선분 e-f의 단면도이다.

[0462] 본 실시형태의 조명 장치는, 지지체인 투광성을 가지는 기관(400) 위에 제 1 전극(401)이 형성되어 있다. 제 1 전극(401)은 실시형태 2에서의 제 1 전극(101)에 상당한다. 제 1 전극(401) 측으로부터 발광을 추출하는 경우, 제 1 전극(401)을 투광성을 가지는 재료로 형성한다.

[0463] 제 2 전극(404)에 전압을 공급하기 위한 패드(412)가 기관(400) 위에 형성된다.

[0464] 제 1 전극(401) 위에는 EL층(403)이 형성되어 있다. EL층(403)의 구성은 실시형태 2에서의 EL층(103)의 구성에 상당한다. 또한 이들 구성에 대해서는 상당하는 설명을 참조하기 바란다.

[0465] EL층(403)을 덮도록 제 2 전극(404)을 형성한다. 제 2 전극(404)은 실시형태 2에서의 제 2 전극(102)에 상당한다. 발광을 제 1 전극(401) 측으로부터 추출하는 경우, 제 2 전극(404)은 반사율이 높은 재료로 형성된다. 제 2 전극(404)은 패드(412)와 접속됨으로써 전압이 공급된다.

[0466] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 기재된 조명 장치는 제 1 전극(401), EL층(403), 및 제 2 전극(404)을 가지는 발광 디바이스를 가진다. 상기 발광 디바이스는 발광 효율이 높은 발광 디바이스이므로, 본 실시형태의 조명 장치를 소비 전력이 작은 조명 장치로 할 수 있다.

[0467] 상기 구성을 가지는 발광 디바이스가 형성된 기관(400)과, 밀봉 기관(407)을, 실재(405, 406)를 사용하여 고착하여 밀봉함으로써 조명 장치가 완성된다. 실재(405, 406)는 어느 한쪽만을 사용하여도 된다. 또한 내측의 실재(406)(도 15의 (B)에서는 도시하지 않았음)에는 건조제를 혼합할 수도 있고, 이와 같이 함으로써 수분을 흡착할 수 있으므로 신뢰성 향상으로 이어진다.

[0468] 또한 패드(412)와 제 1 전극(401)의 일부를 실재(405, 406) 밖으로 연장시켜 제공함으로써 외부 입력 단자로 할 수 있다. 또한 그 위에 컨버터 등을 탑재한 IC칩(420) 등을 제공하여도 좋다.

- [0469] (실시형태 7)
- [0470] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태인 발광 장치 또는 이의 일부인 발광 디바이스를 적용하여 제작되는 조명 장치의 응용 예에 대하여 도 16을 사용하여 설명한다.
- [0471] 실내의 조명 장치로서는 천장등(8001)으로서 응용할 수 있다. 천장등(8001)에는 천장 직부형 및 천장 매립형이 있다. 또한 이와 같은 조명 장치는 발광 장치를 하우징 또는 커버와 조합함으로써 구성된다. 그 외에도, 코드 펜던트형 조명(천장에서 코드로 매다는 방식)으로도 응용할 수 있다.
- [0472] 또한 풋라이트(8002)는 바닥에 빛을 조사하여 발밑을 비추어 안전성을 높일 수 있다. 예를 들어, 침실, 계단, 또는 통로 등에 사용하는 것이 유효하다. 그 경우, 방의 크기 및 구조에 따라 크기 및 형상을 적절히 변경할 수 있다. 또한 발광 장치와 지지대를 조합하여 구성되는 거치형 조명 장치로 할 수도 있다.
- [0473] 또한 시트형 조명(8003)은 얇은 시트형 조명 장치이다. 벽면에 붙여 사용하기 때문에, 장소를 크게 차지하지 않고 폭넓은 용도로 사용할 수 있다. 또한 대면적화도 용이하다. 또한 곡면을 가지는 벽면 또는 하우징에 사용할 수도 있다.
- [0474] 또한 광원으로부터의 광의 방향이 원하는 방향만이 되도록 제어된 조명 장치(8004)를 사용할 수도 있다.
- [0475] 또한 전기 스탠드(8005)는 광원(8006)을 가지고, 광원(8006)에는 본 발명의 일 형태의 발광 장치 또는 그 일부인 발광 디바이스를 적용할 수 있다.
- [0476] 또한 상기 외에도 실내에 설치된 가구의 일부에 본 발명의 일 형태의 발광 장치 또는 그 일부인 발광 디바이스를 적용함으로써, 가구로서의 기능을 가지는 조명 장치로 할 수 있다.
- [0477] 상술한 바와 같이, 발광 장치를 적용한 다양한 조명 장치를 얻을 수 있다. 또한 이들 조명 장치는 본 발명의 일 형태에 포함되는 것으로 한다.
- [0478] 또한 본 실시형태에서 제시한 구성은 다른 실시형태에서 제시하는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0479] (실시형태 8)
- [0480] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태인 표시 장치에 적용할 수 있는 발광 디바이스 및 수광 디바이스에 대하여 도 17을 사용하여 설명한다.
- [0481] 본 발명의 일 형태의 표시 장치(810)가 가지는 발광 디바이스(805a) 및 수광 디바이스(805b)의 단면 개략도로서 도 17의 (A)에 나타내었다.
- [0482] 발광 디바이스(805a)는 광을 발하는 기능(이하 발광 기능이라고도 기재함)을 가진다. 발광 디바이스(805a)는 전극(801a), EL층(803a), 및 전극(802)을 가진다. 발광 디바이스(805a)는 실시형태 2에서 제시한 유기 EL을 이용하는 발광 디바이스(유기 EL 디바이스)인 것이 바람직하다. 따라서 전극(801a)과 전극(802) 사이에 끼워지는 EL층(803a)은 적어도 발광층을 가진다. 발광층은 발광 물질을 가진다. 전극(801a)과 전극(802) 사이에 전압을 인가함으로써, EL층(803a)으로부터 광이 사출된다. EL층(803a)은 발광층에 더하여, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 캐리어(정공 또는 전자) 블록층, 전하 발생층 등 다양한 층을 가져도 좋다. 또한 발광 디바이스(805a)의 EL층(803a)에는 본 발명의 일 형태인 유기 화합물을 사용할 수 있다.
- [0483] 수광 디바이스(805b)는 광을 검출하는 기능(이하 수광 기능이라고도 기재함)을 가진다. 수광 디바이스(805b)에는, 예를 들어 pn형 또는 pin형 포토다이오드를 사용할 수 있다. 수광 디바이스(805b)는 전극(801b), 수광층(803b), 및 전극(802)을 가진다. 전극(801b)과 전극(802) 사이에 끼워지는 수광층(803b)은 적어도 활성층을 가진다. 수광 디바이스(805b)는 광전 변환 디바이스로서 기능하고, 수광층(803b)에 입사하는 광에 의하여 전하를 발생시켜, 전류로서 추출할 수 있다. 이때 전극(801b)과 전극(802) 사이에 전압을 인가하여도 좋다. 수광층(803b)에 입사하는 광량에 기초하여, 발생하는 전하량이 결정된다.
- [0484] 수광 디바이스(805b)는 가시광을 검출하는 기능을 가진다. 수광 디바이스(805b)는 가시광에 감도를 가진다. 수광 디바이스(805b)는 가시광 및 적외광을 검출하는 기능을 가지면 더 바람직하다. 수광 디바이스(805b)는 가시광 및 적외광에 감도를 가지는 것이 바람직하다.
- [0485] 또한 본 명세서 등에서의 청색(B)의 파장 영역은 400nm 이상 490nm 미만이고, 청색(B)의 광은 상기 파장 영역에 적어도 하나의 발광 스펙트럼의 피크를 가지는 것으로 한다. 또한 녹색(G)의 파장 영역은 490nm 이상 580nm 미만이고, 녹색(G)의 광은 상기 파장 영역에 적어도 하나의 발광 스펙트럼의 피크를 가지는 것으로 한다. 또한

적색(R)의 파장 영역은 580nm 이상 700nm 미만이고, 적색(R)의 광은 상기 파장 영역에 적어도 하나의 발광 스펙트럼의 피크를 가지는 것으로 한다. 또한 본 명세서 등에서 가시광의 파장 영역은 400nm 이상 700nm 미만이고, 가시광은 상기 파장 영역에 적어도 하나의 발광 스펙트럼의 피크를 가지는 것으로 한다. 또한 적외(IR)의 파장 영역은 700nm 이상 900nm 미만이고, 적외(IR)광은 상기 파장 영역에 적어도 하나의 발광 스펙트럼의 피크를 가지는 것으로 한다.

[0486] 수광 디바이스(805b)의 활성층은 반도체를 포함한다. 상기 반도체로서는 실리콘 등의 무기 반도체 및 유기 화합물을 포함하는 유기 반도체 등을 들 수 있다. 수광 디바이스(805b)로서는 활성층에 유기 반도체를 포함하는 유기 반도체 디바이스(또는 유기 포토다이오드)를 사용하는 것이 바람직하다. 유기 포토다이오드는 박형화, 경량화, 및 대면적화가 용이하고, 형상 및 디자인의 자유도가 높으므로 다양한 표시 장치에 적용할 수 있다. 또한 유기 반도체를 사용함으로써, 발광 디바이스(805a)가 가지는 EL층(803a)과 수광 디바이스(805b)가 가지는 수광층(803b)을 같은 방법(예를 들어 진공 증착법)으로 형성할 수 있어, 공통의 제조 장치를 사용할 수 있기 때문에 바람직하다. 또한 수광 디바이스(805b)의 수광층(803b)에는 본 발명의 일 형태인 유기 화합물을 사용할 수 있다.

[0487] 본 발명의 일 형태의 표시 장치에서는, 발광 디바이스(805a)로서 유기 EL 디바이스를, 수광 디바이스(805b)로서 유기 포토다이오드를 적합하게 사용할 수 있다. 유기 EL 디바이스 및 유기 포토다이오드는 동일 기판 위에 형성할 수 있다. 따라서 유기 EL 디바이스를 사용한 표시 장치에 유기 포토다이오드를 내장할 수 있다. 본 발명의 일 형태인 표시 장치는 화상을 표시하는 기능에 더하여, 촬상 기능 및 센싱 기능 중 한쪽 또는 양쪽을 가진다.

[0488] 전극(801a) 및 전극(801b)은 동일면 상에 제공된다. 도 17의 (A)는 전극(801a) 및 전극(801b)이 기판(800) 위에 제공되는 구성을 나타낸 것이다. 또한 전극(801a) 및 전극(801b)은, 예를 들어 기판(800) 위에 형성된 도전막을 섬 형상으로 가공함으로써 형성할 수 있다. 즉 전극(801a) 및 전극(801b)은 같은 공정을 거쳐 형성할 수 있다.

[0489] 기판(800)으로서 발광 디바이스(805a) 및 수광 디바이스(805b)의 형성에 견딜 수 있는 내열성을 가지는 기판을 사용할 수 있다. 기판(800)으로서, 절연성 기판을 사용하는 경우에는 유리 기판, 석영 기판, 사파이어 기판, 세라믹 기판, 유기 수지 기판 등을 사용할 수 있다. 또한 실리콘 또는 탄소화 실리콘 등을 재료로 한 단결정 반도체 기판, 다결정 반도체 기판, 실리콘 저마늄 등으로 이루어지는 화합물 반도체 기판, SOI 기판 등의 반도체 기판을 사용할 수 있다.

[0490] 특히 기판(800)으로서 상술한 절연성 기판 또는 반도체 기판 위에 트랜지스터 등의 반도체 소자를 포함하는 반도체 회로가 형성된 기판을 사용하는 것이 바람직하다. 상기 반도체 회로는, 예를 들어 화소 회로, 게이트선 구동 회로(게이트 드라이버), 소스선 구동 회로(소스 드라이버) 등을 구성하는 것이 바람직하다. 또한 상기에 더하여 연산 회로, 기억 회로 등이 구성되어 있어도 좋다.

[0491] 또한 전극(802)은 발광 디바이스(805a) 및 수광 디바이스(805b)에서 공통되는 층으로 이루어지는 전극이다. 이들 전극 중, 광을 사출시키거나, 또는 광을 입사시키는 층의 전극에는 가시광 및 적외광을 투과시키는 도전막을 사용한다. 광을 사출시키지 않거나, 또는 광을 입사시키지 않는 층의 전극에는 가시광 및 적외광을 반사하는 도전막을 사용하는 것이 바람직하다.

[0492] 본 발명의 일 형태인 표시 장치에서의 전극(802)은 발광 디바이스(805a) 및 수광 디바이스(805b) 각각의 한쪽 전극으로서 기능한다.

[0493] 도 17의 (B)는 발광 디바이스(805a)의 전극(801a)이 전극(802)보다 높은 전위를 가지는 경우를 나타낸 것이다. 이때 전극(801a)은 발광 디바이스(805a)의 양극으로서 기능하고, 전극(802)은 음극으로서 기능한다. 또한 수광 디바이스(805b)의 전극(801b)은 전극(802)보다 낮은 전위를 가진다. 또한 도 17의 (B)에서는 전류가 흐르는 방향을 알기 쉽게 하기 위하여, 발광 디바이스(805a)의 왼쪽에 발광 다이오드의 회로 기호를 나타내고, 수광 디바이스(805b)의 오른쪽에 포토다이오드의 회로 기호를 나타내었다. 또한 캐리어(전자 및 홀)가 흐르는 방향을 각 디바이스 내에 모식적으로 화살표로 나타내었다.

[0494] 도 17의 (B)에 나타낸 구성의 경우, 발광 디바이스(805a)에서 제 1 배선을 통하여 전극(801a)에 제 1 전위가 공급되고, 제 2 배선을 통하여 전극(802)에 제 2 전위가 공급되고, 제 3 배선을 통하여 전극(801a)에 제 3 전위가 공급될 때, 각 전위의 대소 관계는 제 1 전위>제 2 전위>제 3 전위가 된다.

[0495] 또한 도 17의 (C)는 발광 디바이스(805a)의 전극(801a)이 전극(802)보다 낮은 전위를 가지는 경우를 나타낸 것

이다. 이때 전극(801a)은 발광 디바이스(805a)의 음극으로서 기능하고, 전극(802)은 양극으로서 기능한다. 또한 수광 디바이스(805b)의 전극(801b)은 전극(802)보다 낮은 전위를 가지며, 전극(801a)보다 높은 전위를 가진다. 또한 도 17의 (C)에서는 전류가 흐르는 방향을 알기 쉽게 하기 위하여, 발광 디바이스(805a)의 왼쪽에 발광 다이오드의 회로 기호를 나타내고, 수광 디바이스(805b)의 오른쪽에 포토다이오드의 회로 기호를 나타내었다. 또한 캐리어(전자 및 홀)가 흐르는 방향을 각 디바이스 내에 모식적으로 화살표로 나타내었다.

[0496] 도 17의 (C)에 나타낸 구성의 경우, 발광 디바이스(805a)에서 제 1 배선을 통하여 전극(801a)에 제 1 전위가 공급되고, 제 2 배선을 통하여 전극(802)에 제 2 전위가 공급되고, 제 3 배선을 통하여 전극(801a)에 제 3 전위가 공급될 때, 각 전위의 대소 관계는 제 2 전위>제 3 전위>제 1 전위가 된다.

[0497] 또한 본 실시형태에서 제시한 수광 디바이스(805b)의 정세도로서는 100ppi 이상, 바람직하게는 200ppi 이상, 더 바람직하게는 300ppi 이상, 더욱 바람직하게는 400ppi 이상, 더욱더 바람직하게는 500ppi 이상이며, 2000ppi 이하, 1000ppi 이하, 또는 600ppi 이하 등으로 할 수 있다. 특히 200ppi 이상 600ppi 이하, 바람직하게는 300ppi 이상 600ppi 이하의 정세도로 수광 디바이스(805b)를 배치함으로써, 지문의 촬상에 적합하게 사용할 수 있다. 본 발명의 일 형태의 표시 장치를 사용하여 지문 인증을 수행하는 경우, 수광 디바이스(805b)의 정세도를 높임으로써, 예를 들어 지문의 특징점(Minutia)을 높은 정밀도로 추출할 수 있고, 지문 인증의 정밀도를 높일 수 있다. 또한 정세도가 500ppi 이상이면, 미국 국립 표준 기술 연구소(NIST: National Institute of Standards and Technology) 등의 규격에 의거할 수 있기 때문에 적합하다. 또한 수광 디바이스의 정세도를 500ppi로 가정한 경우, 1화소당 크기는 50.8 μ m가 되고, 지문의 폭(대표적으로는 300 μ m 이상 500 μ m 이하)을 촬상하기에 충분한 정세도인 것을 알 수 있었다.

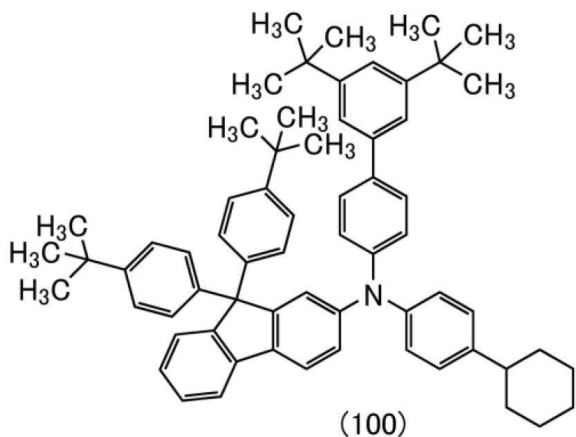
[0498] 또한 본 실시형태에서 제시한 구성은 다른 실시형태에서 제시하는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0499] (실시예 1)

[0500] <<합성예 1>>

[0501] 본 실시예에서는 실시형태 1에서 구조식(100)으로서 나타낸 유기 화합물, N-[(3',5'-다이-tert-부틸)-1,1'-바이페닐-4-일]-N-(4-사이클로헥실페닐)-9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBuBichPatBu2FLP(2))의 합성 방법에 대하여 설명한다. mmtBuBichPatBu2FLP(2)의 구조를 이하에 나타낸다.

[0502] [화학식 37]



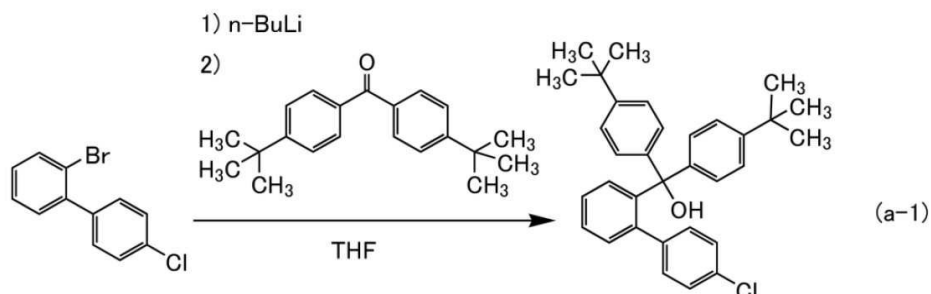
[0503]

[0504] <단계 1: 비스(4-tert-부틸페닐)-(3-클로로-6-페닐페닐)메탄올의 합성>

[0505] 3구 플라스크에 4,4'-다이-tert-부틸벤조페논 9.98g(33.9mmol)을 넣고 질소 치환하였다. 이 플라스크에 테트라하이드로퓨란(THF) 34.0mL를 첨가하고 교반하여, 4,4'-다이-tert-부틸벤조페논 THF 용액을 얻었다. 다른 3구 플라스크에 2-브로모-4'-클로로-1,1'-바이페닐 8.26g(30.9mmol)을 넣고 질소 치환하였다. 이 플라스크에 THF 152mL를 첨가하고 약 -80℃까지 냉각 교반하고, n-부틸리튬(1.6mol/L 헥세인 용액) 23.5mL(37.6mmol)를 주사기로 적하하여 첨가하였다. 적하 종료 후, 1시간 교반하였다. 교반 후, 이 용액에 앞서 조정된 4,4'-다이-tert-부틸벤조페논 THF 용액 34.0mL를 주사기로 적하하여 첨가하였다. 적하 종료 후, 실온으로 되돌리고 1시간 교반하였다. 교반 후, 이 용액에 약 25mL의 희염산(2.0mol/L)을 첨가하고 1시간 교반하였다. 교반 후, 이 혼합물의 수성층에 대하여 아세트산 에틸로 추출을 수행하고, 추출 용액과 유기층을 합하고 포화 탄산 수소 소듐 수용

액 및 포화 식염수로 세정하였다. 유기층을 황산 마그네슘에 의하여 건조하고, 건조 후, 이 혼합물을 자연 여과하였다. 얻어진 용액을 농축하여 건고시켰다. 그 후, 톨루엔을 첨가하여, 짙은 톨루엔 용액을 얻었다. 이 톨루엔 용액을 에탄올에 적하하여 재침전시켰다. 약 10℃에서 석출물을 여과하고, 얻어진 고체를 약 40℃에서 감압 건조시킴으로써, 목적물인 담갈색 고체를 12.2g, 수율 82%로 얻었다. 합성 스킴을 이하의 식(a-1)에 나타낸다.

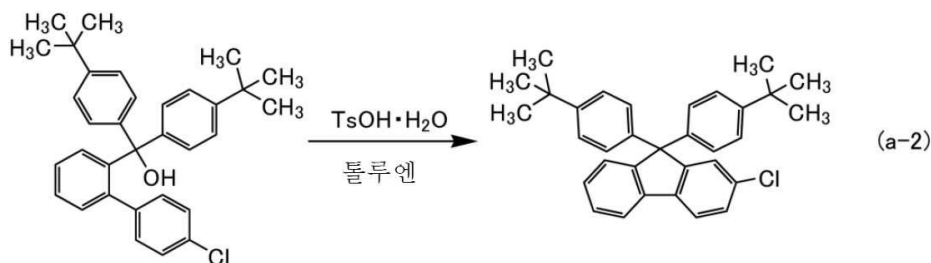
[화학식 38]



<단계 2: 2-클로로-9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-9H-플루오렌의 합성>

3구 플라스크에 비스(4-tert-부틸페닐)-(3-클로로-6-페닐페닐)메탄올 12.2g(25.3mmol), 파라톨루엔설폰산 일수화물 211mg(1.23mmol), 및 톨루엔 126mL를 넣었다. 이 혼합물을 약 120℃에서 약 5시간 가열 교반하였다. 그 후, 실온으로 되돌리고 이 혼합물에 포화 탄산 수소 소듐 수용액 21.5mL를 첨가하고 약 1시간 교반하였다. 교반 후, 유기층과 수성층으로 분액하고, 유기층을 포화 식염수로 세정하였다. 유기층을 농축하고, 얻어진 용액을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하였다. 얻어진 용액을 농축하여, 짙은 톨루엔 용액을 얻었다. 이 톨루엔 용액을 에탄올에 적하하여 재침전시켰다. 약 10℃에서 석출물을 여과하고, 얻어진 고체를 약 100℃에서 감압 건조시킴으로써, 목적물인 백색 고체를 11.3g, 수율 97%로 얻었다. 합성 스킴을 이하의 식(a-2)에 나타낸다.

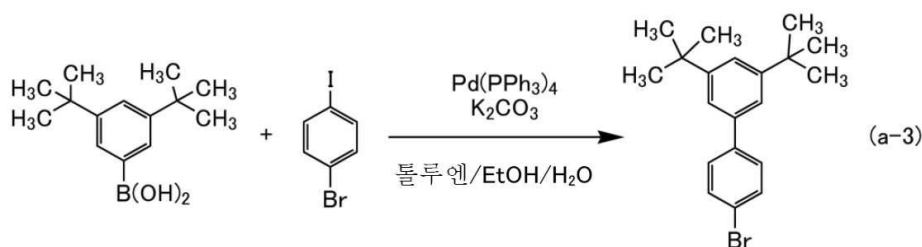
[화학식 39]



<단계 3: 3',5'-다이-tert-부틸-4-브로모-1,1'-바이페닐의 합성>

3구 플라스크에 3,5-다이-tert-부틸-벤젠보론산 30.0g(150mmol), 4-브로모오도벤젠 50.9g(180mmol), 탄산 포타슘 62.2g(450mmol), 톨루엔 500mL, 에탄올 125mL, 및 물 225mL를 넣고, 감압하에서 탈기 처리를 한 후, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 이 혼합물에 테트라키스트라이페닐포스핀 팔라듐 3.5g(3.0mmol)을 첨가하고 약 80℃에서 약 5시간 가열 환류시켰다. 그 후, 실온으로 되돌리고 유기층과 수성층으로 분액하였다. 이 유기층에 황산 마그네슘을 첨가하여 수분을 건조시키고, 여과하여 분리시킨 후에 농축함으로써 갈색 고체를 얻었다. 얻어진 고체를 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하였다. 얻어진 용액을 농축하여 건고시켰다. 그 후, 헥세인을 첨가하여 재결정하였다. 석출한 백색 고체의 혼합 용액을 얼음으로 냉각한 후, 여과하였다. 얻어진 고체를 약 100℃에서 진공 건조시킴으로써, 목적물인 백색 고체를 44.3g, 수율 86%로 얻었다. 합성 스킴을 이하의 식(a-3)에 나타낸다.

[0514] [화학식 40]

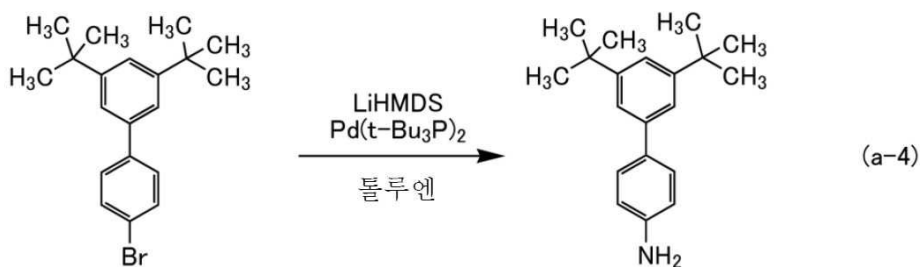


[0515]

[0516] <단계 4: 3',5'-다이-tert-뷰틸-1,1'-바이페닐-4-아민의 합성>

[0517] 3구 플라스크에 3',5'-다이-tert-뷰틸-4-브로모-1,1'-바이페닐 36.9g(107mmol), 톨루엔 530mL를 넣고, 감압하에서 탈기 처리를 한 후, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 이 혼합물에 비스(트라이-tert-뷰틸포스핀)팔라듐 2.76g(5.40mmol)을 첨가하고 약 -15℃까지 냉각 교반하였다. 여기서 비스(트라이메틸실릴)아마이드리튬(약칭: LiHMDS)(1.0mol/L 톨루엔 용액) 120mL(120mmol)를 주사기로 적하하여 첨가하였다. 그 후, 120℃에서 약 3시간 가열 교반하였다. 그 후, 실온으로 되돌리고 이 혼합물에 물 100mL를 첨가하고 약 1시간 교반하였다. 교반 후, 유기층과 수성층으로 분액하고, 유기층을 포화 탄산 수소 소듐 수용액과 포화 식염수로 세정하였다. 유기층을 농축하고, 얻어진 용액을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하였다. 얻어진 용액을 농축하여, 목적물인 담갈색 고체를 29.0g, 수율 99%로 얻었다. 합성 스킴을 이하의 식(a-4)에 나타낸다.

[0518] [화학식 41]

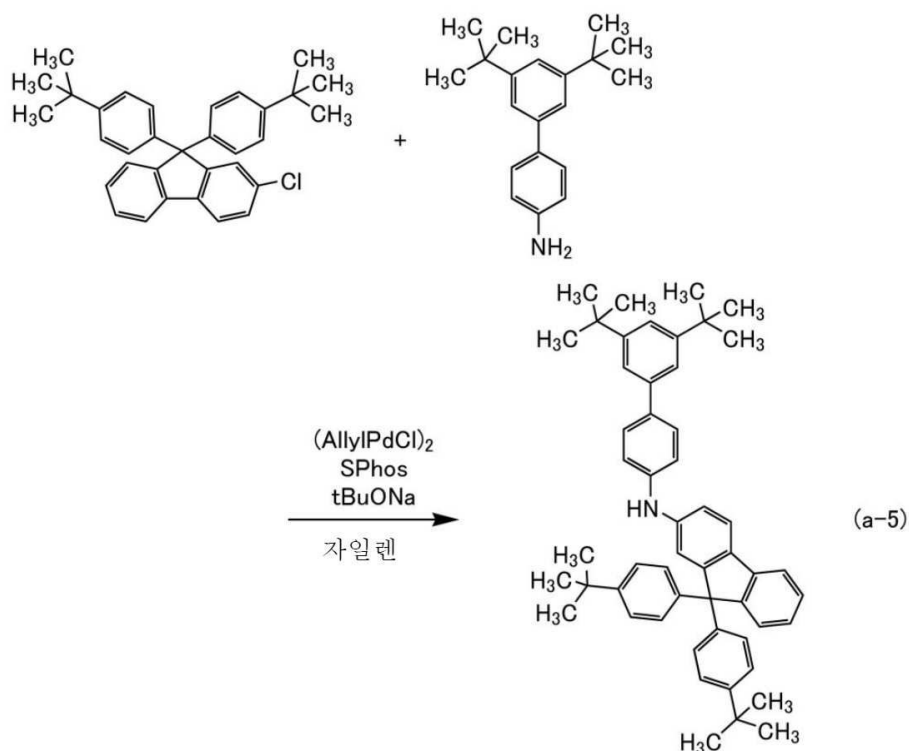


[0519]

[0520] <단계 5: N-[3',5'-다이-tert-뷰틸-1,1'-바이페닐-3-일]-9,9-비스(4-tert-뷰틸페닐)-9H-플루오렌-2-아민의 합성>

[0521] 3구 플라스크에 3',5'-다이-tert-뷰틸-1,1'-바이페닐-4-아민 3.64g(12.9mmol), 2-클로로-9,9-비스(4-tert-뷰틸페닐)-9H-플루오렌 5.95g(12.8mmol), 소듐-tert-뷰톡사이드 3.62g(37.7mmol), 자일렌 64.0mL를 넣고, 감압하에서 탈기 처리를 한 후, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 이 혼합물을 약 60℃까지 가열 교반하였다. 여기서 알릴 염화 팔라듐 이량체(II)(약칭: (AllylPdCl)₂) 56.2mg(0.154mmol), 2-다이사이클로헥실포스피노-2',6'-다이메톡시바이페닐(약칭: SPhos) 216mg(0.526mmol)을 첨가하고, 이 혼합물을 90℃에서 약 6시간 가열 교반하였다. 그 후, 플라스크의 온도를 약 60℃로 되돌리고, 물 약 1mL를 첨가하여 고체를 석출시켰다. 석출한 고체를 여과하여 분리시킴으로써 용액을 얻었다. 여과액을 농축하고, 얻어진 용액을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하였다. 얻어진 용액을 농축하여, 목적물인 담갈색 고체를 7.75g, 수율 85%로 얻었다. 합성 스킴을 이하의 식(a-5)에 나타낸다.

[0522] [화학식 42]

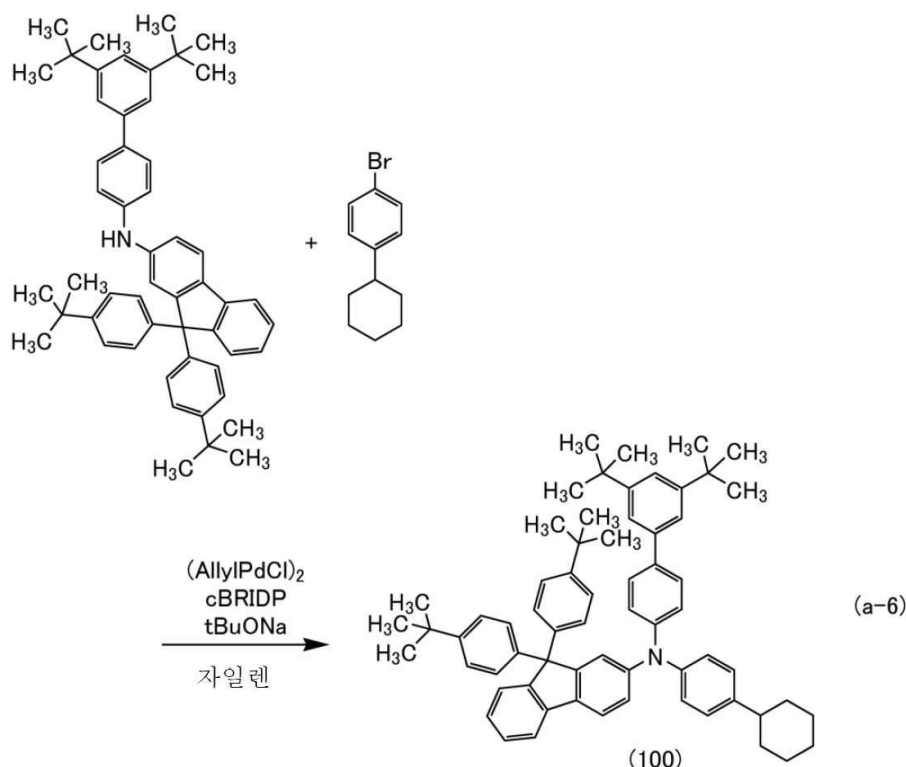


[0523]

[0524] <단계 6: mmtBuBichPATBu2FLP(2)의 합성>

[0525] 3구 플라스크에 N-[3',5'-다이-tert-부틸-1,1'-바이페닐-3-일]-9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-9H-플루오렌-2-아민 3.05g(4.30mmol), 4-사이클로헥실-1-브로모벤젠 1.04g(4.35mmol), 소듐-tert-부톡사이드 1.26g(13.1mmol), 자일렌 24.5mL를 넣고, 감압하에서 탈기 처리를 한 후, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 이 혼합물을 약 60℃까지 가열 교반하였다. 여기서 알릴 염화 팔라듐 이량체(II)(약칭: (AllylPdCl)₂) 18.5mg(0.051mmol), 다이-tert-부틸(1-메틸-2,2-다이페닐사이클로프로필)포스핀(약칭: cBRIDP(등록 상표)) 66.3mg(0.204mmol)을 첨가하고, 이 혼합물을 100℃에서 약 5시간 가열하였다. 그 후, 플라스크의 온도를 약 60℃로 되돌리고, 물 약 1mL를 첨가하여 고체를 석출시켰다. 석출한 고체를 여과하여 분리시킴으로써 용액을 얻었다. 여과액을 농축하고, 얻어진 용액을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하였다. 얻어진 용액을 농축하여, 짙은 톨루엔 용액을 얻었다. 이 톨루엔 용액을 에탄올에 적하하여 재침전시켰다. 약 10℃에서 석출물을 여과하고, 얻어진 고체를 약 100℃에서 감압 건조시킴으로써, 목적물인 백색 고체를 2.18g, 수율 88%로 얻었다. 합성 스킴을 이하의 식(a-6)에 나타낸다.

[0526] [화학식 43]



[0527]

[0528] 상기 단계 6에서 얻어진 백색 고체의 핵자기 공명 분광법($^1\text{H-NMR}$)에 의한 분석 결과를 이하에 나타낸다. 이 결과에서, 본 합성예에서 N-[(3',5'-다이-tert-부틸)-1,1'-바이페닐-4-일]-N-(4-사이클로헥실페닐)-9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBuBichPatBu2FLP(2))이 합성된 것을 알 수 있었다.

[0529] $^1\text{H-NMR}$ (500MHz DMSO- d_6): δ =7.82-7.79(m, 2H), 7.49(d, 2H, J=8.0Hz), 7.42-7.36(m, 5H), 7.27-7.23(m, 5H), 7.15(d, 2H, J=8.0Hz), 7.01-6.96(m, 10H), 2.47(br, 2H), 1.80(br, 4H), 1.70(brm, 1H), 1.36(br, 22H), 1.22(s, 18H).

[0530] 다음으로 얻어진 고체 2.18g을 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는 압력 2.60Pa, 아르곤 유량 10.0mL/min의 조건으로, 290℃에서 가열하여 수행하였다. 승화 정제 후, 미황백색 고체를 1.87g, 회수율 86%로 얻었다.

[0531] 다음으로 mmtBuBichPatBu2FLP(2)의 톨루엔 용액의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하 단순히 "흡수 스펙트럼"이라고 기재함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 흡수 스펙트럼의 측정에는 자외 가시 분광 광도계(JASCO Corporation 제조, V550형)를 사용하고, 발광 스펙트럼의 측정에는 형광 광도계(Hamamatsu Photonics K.K. 제조, FS920)를 사용하고, 둘 다 실온에서 측정하였다. 또한 측정용 셀로서는 석영 셀을 사용하였다. 얻어진 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 18에 나타내었다. 가로축은 파장, 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다. 도 18에 나타낸 흡수 강도는 톨루엔 용액을 석영 셀에 넣고 측정한 흡수 스펙트럼에서, 톨루엔만을 석영 셀에 넣고 측정한 흡수 스펙트럼을 뺀 결과를 나타낸 것이다.

[0532] 도 18에 나타낸 바와 같이, mmtBuBichPatBu2FLP(2)는 396nm에 발광 피크를 가지고 있다.

[0533] 다음으로 mmtBuBichPatBu2FLP(2)를 액체 크로마토그래피 질량 분석(Liquid Chromatography Mass Spectrometry (약칭: LC/MS 분석))에 의하여 질량(MS) 분석하였다.

[0534] LC/MS 분석에서는, Thermo Fisher Scientific Inc. 제조의 Ultimate3000에 의하여 LC(액체 크로마토그래피) 분리를 수행하고, Thermo Fisher Scientific Inc. 제조의 Q Exactive에 의하여 MS 분석(질량 분석)을 수행하였다.

[0535] LC 분리에서는, 임의의 칼럼을 사용하고 칼럼 온도는 40℃로 하고, 송액 조건은 용매를 적절히 선택하고, 시료

는 임의의 농도의 mmtBuBichPatBu2FLP(2)를 유기 용매에 용해시켜 조제하고, 주입량은 5.0 μ L로 하였다.

- [0536] PRM법에 의하여, mmtBuBichPatBu2FLP(2)의 Exact Mass인 $m/z=867.57$ 의 MS/MS 측정을 수행하였다. PRM의 설정은 타깃 이온의 질량 범위를 $m/z=867.57 \pm 2.0$ (isolation window=4)으로 하고, 검출은 포지티브 모드로 수행하였다. 충돌셀 내에서 타깃 이온을 가속하는 에너지 NCE(Normalized Collision Energy)를 50으로 하여 측정하였다. MS/MS 측정에서 얻어진 MS 스펙트럼을 도 19에 나타내었다.
- [0537] 도 19의 결과에서, mmtBuBichPatBu2FLP(2)는 수소 이온의 유무 및 동위체의 존재에 기인하여, 주로 $m/z=869$ 부근에 프리커서 이온이 검출되고, $m/z=709$ 부근, 603 부근, 439 부근에 프로덕트 이온이 검출되는 것을 알 수 있었다.
- [0538] 또한 $m/z=709$ 부근의 프로덕트 이온은 mmtBuBichPatBu2FLP(2)에서의 사이클로헥실페닐기가 1개 이탈된 상태인 것으로 추정되고, mmtBuBichPatBu2FLP(2)가 N-[3',5'-다이-tert-부틸-1,1'-바이페닐-3-일]-9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-9H-플루오렌-2-아민을 포함하는 것을 시사하는 것이다.
- [0539] 또한 $m/z=603$ 부근의 프로덕트 이온은 mmtBuBichPatBu2FLP(2)에서의 3,5-다이-tert-부틸-1,1'-바이페닐기가 1개 이탈된 상태인 것으로 추정되고, mmtBuBichPatBu2FLP(2)가 N-(4-사이클로헥실페닐)-9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-9H-플루오렌-2-아민을 포함하는 것을 시사하는 것이다.
- [0540] 또한 $m/z=439$ 부근의 프로덕트 이온은 mmtBuBichPatBu2FLP(2)에서의 9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-플루오렌일기가 1개 이탈된 상태인 것으로 추정되고, mmtBuBichPatBu2FLP(2)가 9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-플루오렌일기를 포함하는 것을 시사하는 것이다.
- [0541] 또한 도 20에 mmtBuBichPatBu2FLP(2)의 굴절률을 분광 엘립소미터(J.A. Woollam JAPAN Corp. 제조, M-2000U)를 사용하여 측정한 결과를 나타내었다. 측정에는 석영 기관 위에 각층의 재료를 진공 증착법에 의하여 약 50nm 성막한 막을 사용하였다. 또한 도면에는 정상광선의 굴절률인 n , Ordinary와 이상광선의 굴절률인 n , Extraordinary를 기재하였다.
- [0542] 도 20에서, mmtBuBichPatBu2FLP(2)는 465nm에서의 정상광 굴절률이 1.69이고, 520nm에서의 정상광 굴절률이 1.66이고, 633nm에서의 정상광 굴절률이 1.63이었으므로, 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다.
- [0543] 다음으로 mmtBuBichPatBu2FLP(2)의 Tg를 측정하였다. Tg는 시차 주사 열량 측정 장치(PerkinElmer Japan Co., Ltd. 제조, PYRIS1DSC)를 사용하고, 알루미늄 셀에 분말을 배치하여 측정하였다. 이 결과, mmtBuBichPatBu2FLP(2)의 Tg는 153℃이었다.
- [0544] 다음으로 mmtBuBichPatBu2FLP(2)의 HOMO 준위를 측정하였다. 또한 HOMO 준위는 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정에 의하여 조사하였다. 측정에는 전기 화학 애널라이저(BAS Inc. 제조, 형식 번호: ALS 모델 600A 또는 600C)를 사용하였다. 이 결과, mmtBuBichPatBu2FLP(2)의 HOMO 준위는 -5.41eV이었다.
- [0545] 또한 mmtBuBichPatBu2FLP(2)의 GSP를 구하였다. 여기서 유기 화합물의 GSP를 구하는 방법에 대하여 설명한다.
- [0546] 증착막의 표면 전위가 막 두께에 비례하여 증가하는 현상은, 상술한 바와 같이 거대 표면 전위라고 불린다. 일반적으로는 켈빈 프로브 측정에 의한 증착막의 표면 전위를 막 두께 방향으로 플롯하였을 때의 기울기가, 거대 표면 전위의 크기, 즉 GSP(mV/nm)인 것으로 논의되고 있지만, 2개의 상이한 층이 적층되어 있는 경우, 그 계면에 축적되는 분극 전하 밀도(mC/m^2)가 GSP와 연관되어 변화되는 것을 이용하여 GSP를 추산할 수 있다.
- [0547] H. Noguchi 외 2명, "극성 분자의 배향 분극 현상과 유기 박막 소자의 계면 특성"(Journal of the Vacuum Society of Japan, 2015년, Vol.58, No.3)에는, 상이한 자발 분극을 가지는 유기 박막(박막 1 및 박막 2. 다만 박막 1이 양극 측에, 박막 2가 음극 측에 위치함)을 적층시켜 전류를 흘린 경우, 다음 식이 성립된다는 것이 제시되어 있다.

[0548] [수학식 1]

$$\sigma_{if} = \frac{Q_{if}}{S} = (V_i - V_{bi}) \frac{\epsilon_2}{d_2} \cdots (1)$$

[0549]

[0550] [수학식 2]

$$\sigma_{if} = P_1 - P_2 = \frac{\epsilon_1 V_1}{d_1} - \frac{\epsilon_2 V_2}{d_2} \dots (2)$$

[0551]

[0552] 식(1)에서, σ_{if} 는 분극 전하 밀도, V_i 는 홀 주입 전압, V_{bi} 는 문턱 전압, d_2 는 박막 2의 막 두께, ϵ_2 는 박막 2의 유전율이다. V_i , V_{bi} 는 디바이스의 용량-전압 특성으로부터 추산할 수 있다. 또한 유전율은 정상광 굴절률 $n_0(633\text{nm})$ 의 제곱을 사용할 수 있다. 이와 같이, 용량-전압 특성으로부터 추산한 V_i , V_{bi} 와, 굴절률로부터 산출한 박막 2의 유전율 ϵ_2 , 및 박막 2의 막 두께 d_2 를 사용하여, 식(1)으로 분극 전하 밀도 σ_{if} 를 구할 수 있다.

[0553] 이어서, 식(2)에서, σ_{if} 는 분극 전하 밀도, P_n 은 박막 n의 GSP, ϵ_n 은 박막 n의 유전율이다. 여기서 상기 식(1)으로부터 분극 전하 밀도 σ_{if} 를 구할 수 있기 때문에, GSP가 이미 알려져 있는 물질을 박막 2에 사용함으로써, 박막 1의 GSP를 추산할 수 있다.

[0554] 본 명세서에서는, GSP가 이미 48(mV/nm)로 알려진 AlQ_3 을 박막 2로서 사용하고, 각 박막의 GSP를 구하였다.

[0555] 또한 박막 1 또는 박막 2에 복수의 유기 화합물이 포함되는 경우, 주로 포함되는(예를 들어 가장 많이 포함되는) 유기 화합물의 GSP를 '층을 구성하는 유기 화합물의 GSP'로 간주할 수 있다. 또는 박막 1 또는 박막 2에 복수의 유기 화합물이 포함되는 경우, 각각의 유기 화합물의 GSP와 함유율을 산출하고, 이의 가중 평균(GSP_{ave})을 '층을 구성하는 유기 화합물의 GSP'로 정의하여도 좋다.

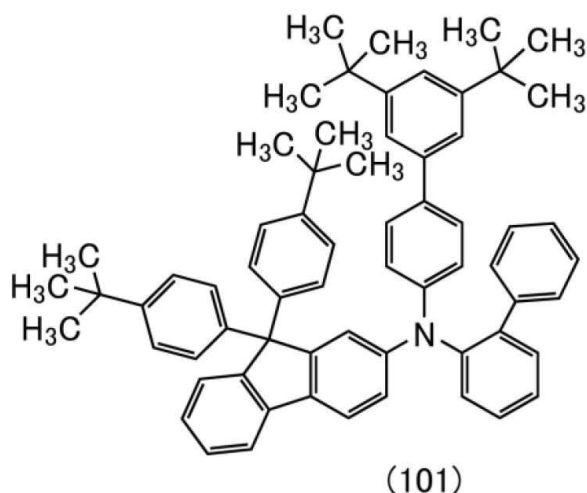
[0556] 상기 방법으로 구한 결과, mmtBuBichPatBu2FLP(2)의 GSP는 42.9mV/nm인 것을 알 수 있었다.

[0557] (실시예 2)

[0558] <<합성예 2>>

[0559] 본 실시예에서는 실시형태 1에서 구조식(101)으로서 나타낸 유기 화합물, N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-[(3',5'-다이-tert-뷰틸)-1,1'-바이페닐-4-일]-9,9-비스(4-tert-뷰틸페닐)-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBuBioBitBu2FLP(2))의 합성 방법에 대하여 설명한다. mmtBuBioBitBu2FLP(2)의 구조를 이하에 나타낸다.

[0560] [화학식 44]



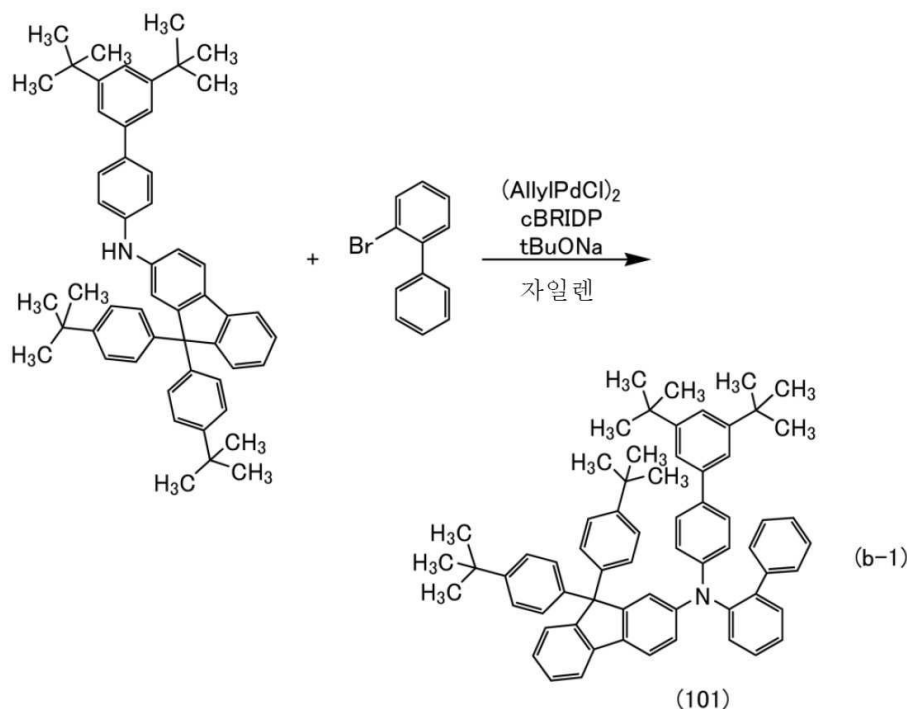
[0561]

[0562] <단계 1: mmtBuBioBitBu2FLP(2)의 합성>

[0563] 3구 플라스크에 N-[3',5'-다이-tert-뷰틸-1,1'-바이페닐-3-일]-9,9-비스(4-tert-뷰틸페닐)-9H-플루오렌-2-아민 3.50g(150mmol), 2-브로모-1,1'-바이페닐 1.17g(180mmol), 소듐-tert-뷰톡사이드 1.41g(37.7mmol), 메시틸렌 24.5mL를 넣고, 감압하에서 탈기 처리를 한 후, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 이 혼합물을 약 60℃까지 가

열 교반하였다. 여기서 알릴 염화 팔라듐 이량체(II)(약칭: $(\text{AllylPdCl})_2$) 20.1mg(0.154mmol), 다이-tert-부틸 (1-메틸-2,2-다이페닐사이클로프로필)포스핀(약칭: cBRIDP(등록 상표)) 64.7mg(0.204mmol)을 첨가하고, 이 혼합 물을 140℃에서 약 6시간 가열 교반하였다. 그 후, 플라스크의 온도를 약 60℃로 되돌리고, 물 약 1mL를 첨가 하여 고체를 석출시켰다. 석출한 고체를 여과하여 분리시킴으로써 용액을 얻었다. 여과액을 농축하고, 얻어진 용액을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하였다. 얻어진 용액을 농축하여, 목적물인 담갈색 고체를 2.91g, 수율 69%로 얻었다. 합성 스킴을 이하의 식(b-1)에 나타낸다.

[0564] [화합식 45]



[0565]

[0566] 상기 단계 1에서 얻어진 백색 고체의 핵자기 공명 분광법($^1\text{H-NMR}$)에 의한 분석 결과를 이하에 나타낸다. 이 결과에서, 본 합성예에서 N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-[(3',5'-다이-tert-부틸)-1,1'-바이페닐-4-일]-9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBuBioBitBu2FLP(2))이 합성된 것을 알 수 있었다.

[0567] $^1\text{H-NMR}$ (500MHz DMSO- d_6): δ =7.68(d, 1H, J=7.5Hz), 7.49(d, 1H, J=8.0Hz), 7.45(dt, 1H, J=7.5Hz, 1.0Hz), 7.40-7.34(m, 7H), 7.32-7.25(m, 7H), 7.19(t, 1H, J=7.5Hz), 7.10-7.03(m, 3H), 6.95(d, 2H, J=7.5Hz), 6.90(d, 2H, J=8.5Hz), 6.82(d, 4H, J=8.0Hz), 6.70(d, 1H, J=2.0Hz), 6.54(dd, 1H, J=8.5Hz, 1.5Hz), 1.33(s, 18H), 1.26(s, 18H).

[0568] 다음으로 얻어진 고체 2.89g을 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는 압력 2.39Pa, 아르곤 유량 10.0mL/min의 조건으로, 272℃에서 가열하여 수행하였다. 승화 정제 후, 미황백색 고체를 2.37g, 회수율 82%로 얻었다.

[0569] 다음으로 mmtBuBioBitBu2FLP(2)의 톨루엔 용액의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하 단순히 "흡수 스펙트럼"이라고 기재함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 흡수 스펙트럼의 측정에는 자외 가시 분광 광도계(JASCO Corporation 제조, V550형)를 사용하고, 발광 스펙트럼의 측정에는 형광 광도계(Hamamatsu Photonics K.K. 제조, FS920)를 사용하고, 둘 다 실온에서 측정하였다. 또한 측정용 셀로서는 석영 셀을 사용하였다. 얻어진 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 21에 나타내었다. 가로축은 파장, 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다. 도 21에 나타난 흡수 강도는 톨루엔 용액을 석영 셀에 넣고 측정한 흡수 스펙트럼에서, 톨루엔만을 석영 셀에 넣고 측정한 흡수 스펙트럼을 뺀 결과를 나타낸 것이다.

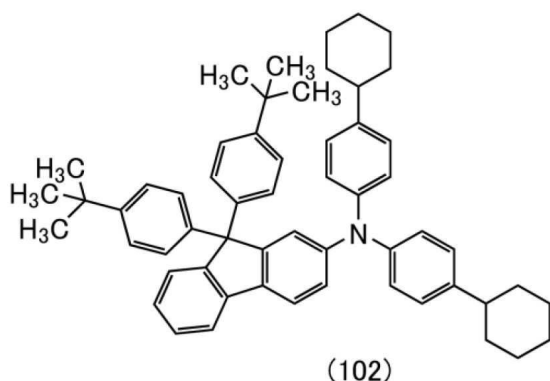
[0570] 도 21에 나타난 바와 같이, 유기 화합물, mmtBuBioBitBu2FLP(2)는 396nm에 발광 피크를 가지고 있다.

[0571] 다음으로 유기 화합물, mmtBuBioBitBu2FLP(2)를 액체 크로마토그래피 질량 분석(Liquid Chromatography Mass

Spectrometry(약칭: LC/MS 분석))에 의하여 질량(MS) 분석하였다.

- [0572] LC/MS 분석에서는, Thermo Fisher Scientific Inc. 제조의 Ultimate3000에 의하여 LC(액체 크로마토그래피) 분리를 수행하고, Thermo Fisher Scientific Inc. 제조의 Q Exactive에 의하여 MS 분석(질량 분석)을 수행하였다.
- [0573] LC 분리에서는, 임의의 칼럼을 사용하고 칼럼 온도는 40℃로 하고, 송액 조건은 용매를 적절히 선택하고, 시료는 임의의 농도의 mmtBuBioBitBu2FLP(2)를 유기 용매에 용해시켜 조제하고, 주입량은 5.0 μL로 하였다.
- [0574] PRM법에 의하여, mmtBuBioBitBu2FLP(2)의 Exact Mass인 $m/z=861.53$ 의 MS/MS 측정을 수행하였다. PRM의 설정은 타깃 이온의 질량 범위를 $m/z=861.53 \pm 2.0$ (isolation window=4)으로 하고, 검출은 포지티브 모드로 수행하였다. 충돌셀 내에서 타깃 이온을 가속하는 에너지 NCE(Normalized Collision Energy)를 50으로 하여 측정하였다. MS/MS 측정에서 얻어진 MS 스펙트럼을 도 22에 나타내었다.
- [0575] 도 22의 결과에서, mmtBuBioBitBu2FLP(2)는 수소 이온의 유무 및 동위체의 존재에 기인하여, 주로 $m/z=861$ 부근에 프리커서 이온이 검출되고, $m/z=728$ 부근, 429 부근에 프로덕트 이온이 검출되는 것을 알 수 있었다.
- [0576] 또한 $m/z=728$ 부근의 프로덕트 이온은 mmtBuBioBitBu2FLP(2)에서의 tert-부틸페닐기가 1개 이탈된 상태인 것으로 추정되고, mmtBuBioBitBu2FLP(2)가 N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-[(3',5'-다이-tert-부틸)-1,1'-바이페닐-4-일]-9-(4-tert-부틸페닐)-9H-플루오렌-2-아민을 포함하는 것을 시사하는 것이다.
- [0577] 또한 $m/z=429$ 부근의 프로덕트 이온은 mmtBuBioBitBu2FLP(2)로부터 이탈된 9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-플루오렌으로 추정되고, mmtBuBioBitBu2FLP(2)가 9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-플루오렌일기를 포함하는 것을 시사하는 것이다.
- [0578] 또한 도 23에 mmtBuBioBitBu2FLP(2)의 굴절률을 분광 엘립소미터(J.A. Woollam JAPAN Corp. 제조, M-2000U)를 사용하여 측정한 결과를 나타내었다. 측정에는 석영 기관 위에 각층의 재료를 진공 증착법에 의하여 약 50nm 성막한 막을 사용하였다. 또한 도면에는 정상광선의 굴절률인 n , Ordinary와 이상광선의 굴절률인 n , Extraordinary를 기재하였다.
- [0579] 이 도면에서, mmtBuBioBitBu2FLP(2)는 465nm에서의 정상광 굴절률이 1.71이고, 520nm에서의 정상광 굴절률이 1.68이고, 633nm에서의 정상광 굴절률이 1.65이었으므로, 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다.
- [0580] 다음으로 mmtBuBioBitBu2FLP(2)의 Tg를 측정하였다. Tg는 시차 주사 열량 측정 장치(PerkinElmer Japan Co., Ltd. 제조, PYRIS1DSC)를 사용하고, 알루미늄 셀에 분말을 배치하여 측정하였다. 이 결과, mmtBuBioBitBu2FLP(2)의 Tg는 153℃이었다.
- [0581] 다음으로 mmtBuBioBitBu2FLP(2)의 HOMO 준위를 측정하였다. 또한 HOMO 준위는 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정에 의하여 조사하였다. 측정에는 전기 화학 애널라이저(BAS Inc. 제조, 형식 번호: ALS 모델 600A 또는 600C)를 사용하였다. 이 결과, mmtBuBioBitBu2FLP(2)의 HOMO 준위는 -5.46eV이었다.
- [0582] 또한 실시예 1에서 설명한 방법에 의하여 mmtBuBioBitBu2FLP(2)의 GSP를 구하였다. 이 결과, mmtBuBioBitBu2FLP(2)의 GSP는 37.0mV/nm인 것을 알 수 있었다.
- [0583] (실시예 3)
- [0584] <<합성예 3>>
- [0585] 본 실시예에서는 실시형태 1에서 구조식(102)으로서 나타난 유기 화합물, N,N-비스(4-사이클로헥실페닐)-9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-9H-플루오렌-2-아민(약칭: dchPAtBu2FLP(2))의 합성 방법에 대하여 설명한다. dchPAtBu2FLP(2)의 구조를 이하에 나타낸다.

[0586] [화학식 46]

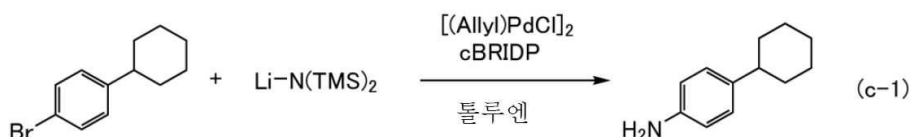


[0587]

[0588] <단계 1: 4-사이클로헥실아닐린의 합성>

[0589] 3구 플라스크에 4-사이클로헥실-1-브로모벤젠 21.5g(90mmol), 톨루엔 450mL를 넣고, 감압하에서 탈기 처리를 한 후, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 이 용액을 약 -20℃까지 냉각 교반하였다. 여기서 알릴 염화 팔라듐 이량체(II)(약칭: (Allyl)PdCl)₂) 823mg(2.25mmol), 다이-tert-부틸(1-메틸-2,2-다이페닐사이클로프로필)포스핀(약칭: cBRIDP(등록 상표)) 3690mg(9.0mmol)을 첨가하였다. 이 용액에 1.0mol/L의 리튬비스(헥사메틸다이실라자이드)(약칭: Li-N(TMS)₂)의 톨루엔 용액 100mL(100mmol)를 적하하였다. 그 후, 플라스크의 온도를 약 120℃로 가열하고, 이 혼합물을 약 2시간 반응시켰다. 냉각 후, 물 약 200mL를 첨가하고, 정지(靜置)하여 유기층과 수성층으로 분액하였다. 얻어진 수성층에 톨루엔 약 100mL를 첨가하고 반응 성적체를 추출하였다. 얻어진 유기층과 앞서 분액한 유기층을 혼합하고 포화 식염수로 세정하였다. 이 용액에 황산 마그네슘을 첨가하여 수분을 건조시키고 여과하였다. 얻어진 톨루엔 용액을 농축하고, 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하였다. 얻어진 용액을 농축하여, 질은 톨루엔 용액을 얻었다. 이 톨루엔 용액을 진공하에 있어서 약 60℃에서 건조시킴으로써, 목적물인 다갈색의 유상 물질을 14.5g, 수율 92%로 얻었다. 합성 스킴을 이하의 식(c-1)에 나타낸다.

[0590] [화학식 47]

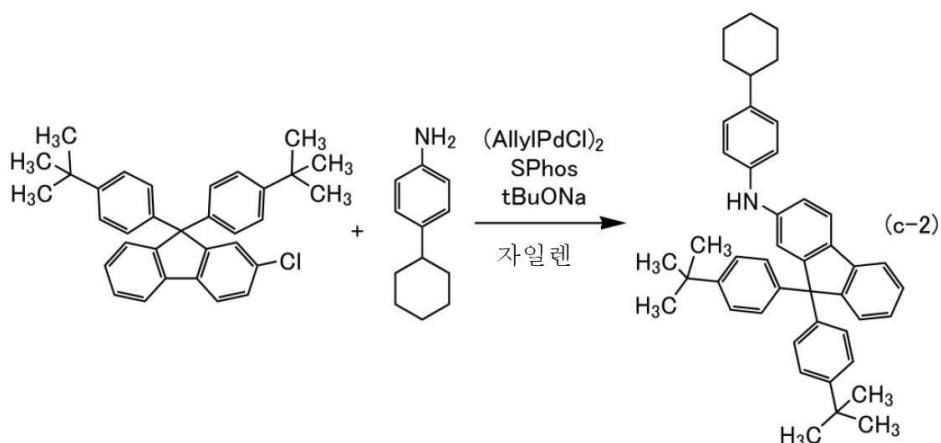


[0591]

[0592] <단계 2: N-(4-사이클로헥실페닐)-9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-9H-플루오렌-2-아민의 합성>

[0593] 3구 플라스크에 4-사이클로헥실아닐린 876mg(5.00mmol), 2-클로로-9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-9H-플루오렌 2.32g(4.99mmol), 소듐-tert-부톡사이드 1.45g(15.1mmol), 자일렌 25.0mL를 넣고, 감압하에서 탈기 처리를 한 후, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 이 혼합물을 약 60℃까지 가열 교반하였다. 여기서 알릴 염화 팔라듐 이량체(II)(약칭: (Allyl)PdCl)₂) 19.3mg(0.052mmol), 2-다이사이클로헥실포스포노-2',6'-다이메톡시바이페닐(약칭: SPhos) 86.0mg(0.209mmol)을 첨가하고, 이 혼합물을 90℃에서 약 5시간 가열 교반하였다. 그 후, 플라스크의 온도를 약 60℃로 되돌리고, 물 약 1mL를 첨가하여 고체를 석출시켰다. 석출한 고체를 여과하여 분리시킴으로써 용액을 얻었다. 여과액을 농축하고, 얻어진 용액을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하였다. 얻어진 용액을 농축하여, 목적물인 담갈색 고체를 2.10g, 수율 70%로 얻었다. 합성 스킴을 이하의 식(c-2)에 나타낸다.

[0594] [화학식 48]

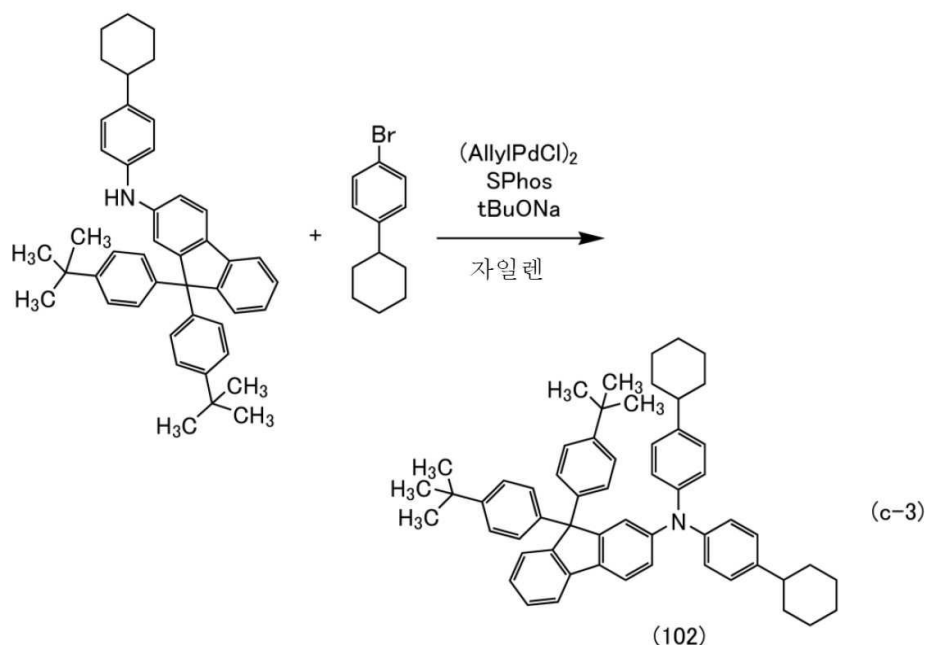


[0595]

[0596] <단계 3: N,N-비스(4-사이클로헥실페닐)-9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-9H-플루오렌-2-아민(약칭: dchPA_tBu2FLP(2))의 합성>

[0597] 3구 플라스크에 N-(4-사이클로헥실페닐)-9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-9H-플루오렌-2-아민 2.10g(3.48mmol), 4-사이클로헥실-1-브로모벤젠 841mg(3.52mmol), 소듐-tert-부톡사이드 984mg(10.2mmol), 자일렌 18.0mL를 넣고, 감압하에서 탈기 처리를 한 후, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 이 혼합물을 약 50℃까지 가열 교반하였다. 여기서 알릴 염화 팔라듐 이량체(II)(약칭: (AllylPdCl)₂) 11.6mg(0.032mmol), 2-다이사이클로헥실포스피노-2',6'-다이메톡시바이페닐(약칭: SPhos) 53.9mg(0.131mmol)을 첨가하고, 이 혼합물을 110℃에서 약 3시간 가열 하였다. 그 후, 플라스크의 온도를 약 60℃로 되돌리고, 물 약 1mL를 첨가하여 고체를 석출시켰다. 석출한 고체를 여과하여 분리시킴으로써 용액을 얻었다. 여과액을 농축하고, 얻어진 용액을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하였다. 얻어진 용액을 농축하여, 짙은 톨루엔 용액을 얻었다. 이 톨루엔 용액을 에탄올에 적하하여 재침전시켰다. 약 10℃에서 석출물을 여과하고, 얻어진 고체를 약 100℃에서 감압 건조시킴으로써, 목적물인 백색 고체를 2.24g, 수율 84%로 얻었다. 합성 스킴을 이하의 식(c-3)에 나타낸다.

[0598] [화학식 49]

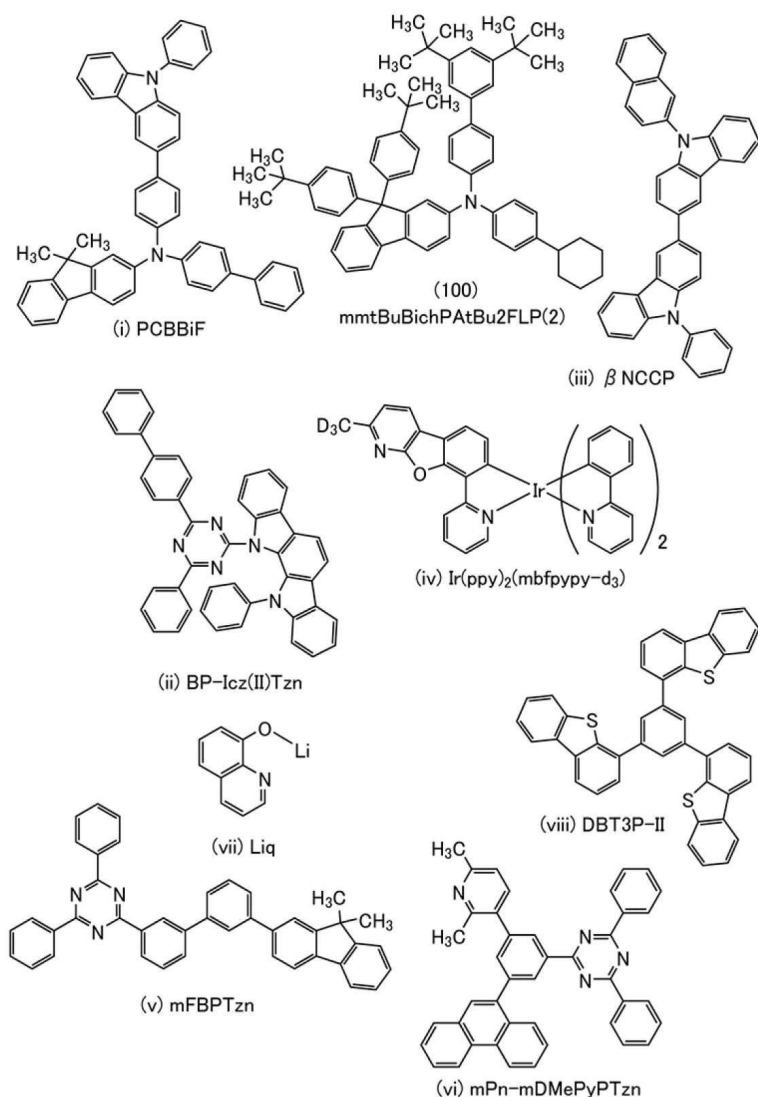


[0599]

[0600] 상기 단계 3에서 얻어진 백색 고체의 핵자기 공명 분광법(¹H-NMR)에 의한 분석 결과를 이하에 나타낸다. 이 결과에서, 본 합성예에 있어서 N,N-비스(4-사이클로헥실페닐)-9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-9H-플루오렌-2-아민(약칭: dchPA_tBu2FLP(2))이 합성된 것을 알 수 있었다.

- [0601] $^1\text{H-NMR}$ (500MHz DMSO- d_6): δ =7.78-7.74(m, 2H), 7.39(d, 1H, J =7.5Hz), 7.35(t, 1H, J =7.5Hz), 7.23(d, 5H, J =8.5Hz), 7.08(d, 4H, J =8.0Hz), 6.92(d, 5H, J =8.5Hz), 6.87(d, 5H, J =8.0Hz), 1.78(brm, 8H), 1.69(brm, 2H), 1.34(brm, 8H), 1.23(s, 22H).
- [0602] 다음으로 얻어진 고체 2.22g을 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는 압력 2.54Pa, 아르곤 유량 10.0mL/min의 조건으로, 270℃에서 가열하여 수행하였다. 승화 정제 후, 미황백색 고체를 1.83g, 회수율 82%로 얻었다.
- [0603] 다음으로 dchPAtBu2FLP(2)의 톨루엔 용액의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하 단순히 "흡수 스펙트럼"이라고 기재함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 흡수 스펙트럼의 측정에는 자외 가시 분광 광도계(JASCO Corporation 제조, V550형)를 사용하고, 발광 스펙트럼의 측정에는 형광 광도계(Hamamatsu Photonics K.K. 제조, FS920)를 사용하고, 둘 다 실온에서 측정하였다. 또한 측정용 셀로서는 석영 셀을 사용하였다. 얻어진 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 24에 나타내었다. 가로축은 파장, 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다. 도 24에 나타난 흡수 강도는 톨루엔 용액을 석영 셀에 넣고 측정한 흡수 스펙트럼에서, 톨루엔만을 석영 셀에 넣고 측정한 흡수 스펙트럼을 뺀 결과를 나타낸 것이다.
- [0604] 도 24에 나타난 바와 같이, 유기 화합물, dchPAtBu2FLP(2)는 394nm에 발광 피크를 가지고 있다.
- [0605] 또한 도 25에 dchPAtBu2FLP(2)의 굴절률을 분광 엘립소미터(J.A. Woollam JAPAN Corp. 제조, M-2000U)를 사용하여 측정한 결과를 나타내었다. 측정에는 석영 기판 위에 각층의 재료를 진공 증착법에 의하여 약 50nm 성막한 막을 사용하였다. 또한 도면에는 정상광선의 굴절률인 n , Ordinary와 이상광선의 굴절률인 n , Extraordinary를 기재하였다.
- [0606] 이 도면에서, dchPAtBu2FLP(2)는 465nm에서의 정상광 굴절률이 1.69이고, 520nm에서의 정상광 굴절률이 1.66이고, 633nm에서의 정상광 굴절률이 1.64이었으므로, 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다.
- [0607] 다음으로 dchPAtBu2FLP(2)의 T_g 를 측정하였다. T_g 는 시차 주사 열량 측정 장치(PerkinElmer Japan Co., Ltd. 제조, PYRIS1DSC)를 사용하고, 알루미늄 셀에 분말을 배치하여 측정하였다. 이 결과, dchPAtBu2FLP(2)의 T_g 는 137℃이었다.
- [0608] 다음으로 dchPAtBu2FLP(2)의 HOMO 준위를 측정하였다. 또한 HOMO 준위는 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정에 의하여 조사하였다. 측정에는 전기 화학 애널라이저(BAS Inc. 제조, 형식 번호: ALS 모델 600A 또는 600C)를 사용하였다. 이 결과, dchPAtBu2FLP(2)의 HOMO 준위는 -5.40eV이었다.
- [0609] 또한 실시예 1에서 설명한 방법에 의하여 dchPAtBu2FLP(2)의 GSP를 구하였다. 이 결과, dchPAtBu2FLP(2)의 GSP는 48.7mV/nm인 것을 알 수 있었다.
- [0610] (실시예 4)
- [0611] 본 실시예에서는 실시형태에서 설명한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스 및 비교 발광 디바이스에 대하여 설명한다. 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0612] [화학식 50]



[0613]

[0614] (발광 디바이스 1의 제작 방법)

[0615] 본 실시예에 나타내는 발광 디바이스 1은 도 26에 나타낸 바와 같이 유리 기판(900) 위에 형성된 제 1 전극(901) 위에 정공 주입층(911), 정공 수송층(912), 발광층(913), 전자 수송층(914), 및 전자 주입층(915)이 이 순서대로 적층되고, 전자 주입층(915) 위에 제 2 전극(903)이 적층된 구조를 가진다.

[0616] 우선, 유리 기판(900) 위에 은(Ag)을 100nm 성막하여 반사 전극을 형성하였다. 그 후, 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법으로 성막하여 제 1 전극(901)을 형성하였다. 또한 그 막 두께는 10nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

[0617] 다음으로 기판 위에 발광 디바이스를 형성하기 위한 전처리로서, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

[0618] 그 후, 약 10^{-4} Pa까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서, 170℃에서 30분 동안 진공 소성한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭하였다.

[0619] 다음으로, 제 1 전극(901)이 형성된 면이 아래쪽을 향하도록, 제 1 전극(901)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 제 1 전극(901) 위에 저항 가열을 사용한 증착법으로 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF)과, 분자량 672이며 플루오린을 포함하는 전자 엑셉터 재료(OCHD-003)를 중량비

1:0.04(=PCBBiF:OCHD-003)가 되도록 10nm 공증착하여 정공 주입층(911)을 형성하였다.

[0620] 다음으로, 정공 주입층(911) 위에 PCBBiF를 막 두께 120nm가 되도록 증착한 후, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물, N-[(3',5'-다이-tert-부틸)-1,1'-바이페닐-4-일]-N-(4-사이클로헥실페닐)-9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBuBichPATBu2FLP(2))(구조식(100))을 막 두께 40nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(912)을 형성하였다.

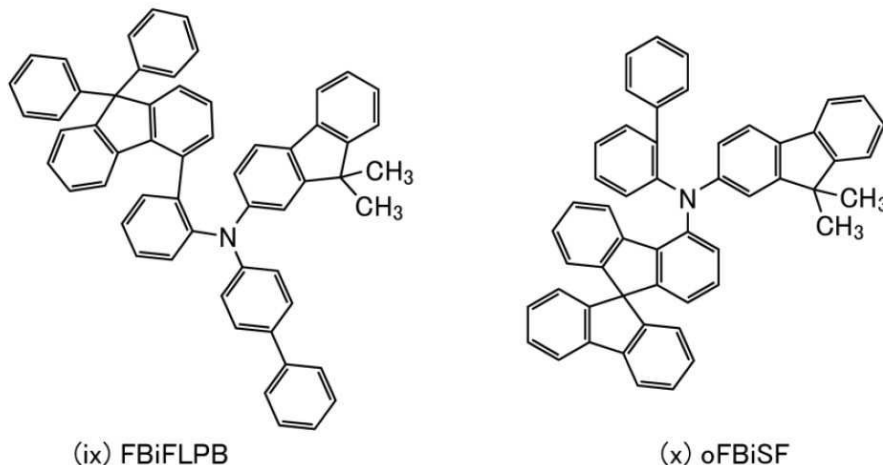
[0621] 이어서, 상기 구조식(ii)으로 나타내어지는 11-(4-[1,1'-바이페닐]-4-일-6-페닐-1,3,5-트리아진-2-일)-11,12-다이하이드로-12-페닐-인돌로[2,3-a]카바졸(약칭: BP-Icz(II)Tzn)과, 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 9-(2-나프틸)-9'-페닐-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: β NCCP)과, 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 [2-d₃-메틸-(2-피리딘일- κ N)벤조퓨로[2,3-b]피리딘- κ C]비스[2-(2-피리딘일- κ N)페닐- κ C]이리듐(III)(약칭: Ir(ppy)₂(mbfpypy-d₃))을 중량비 0.5:0.5:0.10(=BP-Icz(II)Tzn: β NCCP:Ir(ppy)₂(mbfpypy-d₃))이 되도록 40nm 공증착하여 발광층(913)을 형성하였다.

[0622] 그 후, 발광층(913) 위에 상기 구조식(v)으로 나타내어지는 2-[3'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: mFBPTzn)을 막 두께 10nm가 되도록 증착한 후, 상기 구조식(vi)으로 나타내어지는 2-[3-(2,6-다이메틸-3-피리딘일)-5-(9-페난트렌일)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: mPn-mDMePyPTzn)과, 상기 구조식(vii)으로 나타내어지는 8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Liq)을 중량비 0.5:0.5(=mPn-mDMePyPTzn:Liq)가 되도록 25nm 공증착하여 전자 수송층(914)을 형성하였다.

[0623] 전자 수송층(914)을 형성한 후, 플루오린화 리튬(LiF)을 1nm 증착하여 전자 주입층(915)을 형성하고, 이어서 은(Ag)과 마그네슘(Mg)을 체적비 10:1(=Ag:Mg)이 되도록 15nm 공증착하여 제 2 전극(903)을 형성함으로써 본 실시예의 발광 디바이스 1을 제작하였다. 또한 제 2 전극(903)은 광을 반사하는 기능과 광을 투과시키는 기능을 가지는 반투과·반반사 전극이고, 본 실시예의 발광 디바이스는 제 2 전극(903)으로부터 광을 추출하는 톱 이미션형 소자이다. 또한 제 2 전극(903) 위에는 구조식(viii)으로 나타내어지는 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II)을 70nm 증착하여, 추출 효율을 향상시켰다.

[0624] 다음으로 비교 발광 디바이스의 제작 방법에 대하여 설명한다. 비교 발광 디바이스에 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0625] [화학식 51]



[0626]

[0627] (비교 발광 디바이스 1-1의 제작 방법)

[0628] 비교 발광 디바이스 1-1은 정공 주입층(911) 위에 PCBBiF를 막 두께 110nm가 되도록 증착한 후, OCHD-003을 막 두께 1nm가 되도록 증착하였다. 또한 상기 구조식(ix)으로 나타내어지는 N-[2-(9,9-다이페닐-9H-플루오렌-4-일)페닐]-N-(1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: FBiFLPB)을 막 두께 40nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(912)을 형성한 점 이외에는 발광 디바이스 1과 같은 식으로 제작하였다.

[0629] (비교 발광 디바이스 1-2의 제작 방법)

[0630] 비교 발광 디바이스 1-2는 정공 주입층(911) 위에 PCBBiF를 막 두께 115nm가 되도록 증착한 후, OCHD-003을 막 두께 1nm가 되도록 증착하였다. 또한 상기 구조식(x)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-4-아민(약칭: oFBiSF)을 막 두께 40nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(912)을 형성한 점 이외에는 발광 디바이스 1과 같은 식으로 제작하였다.

[0631] 상기 발광 디바이스 및 비교 발광 디바이스의 소자 구조를 이하의 표에 정리하였다.

[0632] [표 1]

	막 두께	발광 디바이스 1	비교 발광 디바이스 1-1	비교 발광 디바이스 1-2
전자 주입층	1nm	LiF		
전자 수송층	25nm	mPn-mDMePyPTzn:Liq (0.5:0.5)		
	10nm	mFBPTzn		
발광층	40nm	BP-Icz(III)Tzn:βNCCP:Ir(ppy) ₃ (mbfpypy-d ₃) (0.5:0.5:0.10)		
정공 수송층	40nm	mmtBuBichPATBu2FLP(2)	FBiFLPB	oFBiSF
	-	PCBBiF (120nm)	OCHD-003 (1nm)	
			PCBBiF (110nm)	PCBBiF (115nm)
정공 주입층	10nm	PCBBiF:OCHD-003 (1:0.04)		

[0633]

[0634] 또한 정공 수송층의 일부에 사용한 저굴절률 재료 mmtBuBichPATBu2FLP(2)와 레퍼런스인 FBiFLPB 및 oFBiSF의 굴절률의 파장 의존성을 도 27에, 520nm에서의 정상광 굴절률을 이하의 표에 나타낸다.

[0635] [표 2]

	정상광 굴절률(n, Ordinary) @ 520nm
mmtBuBichPATBu2FLP(2)	1.66
FBiFLPB	1.76
oFBiSF	1.76

[0636]

[0637] 또한 정공 수송층에 사용한 재료의 GSP를 이하의 표에 나타낸다.

[표 3]

	GSP (mV/nm)
mmtBuBichPatBu2FLP(2)	42.9
FBiFLPB	18.6
oFBiSF	11.3
PCBBiF	17.3

상기 발광 디바이스 및 비교 발광 디바이스를, 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 발광 디바이스가 대기에 노출되지 않도록 유리 기판으로 밀봉하는 작업(실재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리 및 80℃에서 1시간의 열처리를 실시하였음)을 수행한 후, 이들 발광 디바이스의 초기 특성을 측정하였다.

발광 디바이스 1, 비교 발광 디바이스 1-1, 및 비교 발광 디바이스 1-2의 휘도-전류 밀도 특성을 도 28에, 전류 효율-휘도 특성을 도 29에, 휘도-전압 특성을 도 30에, 전류-전압 특성을 도 31에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 32에, 발광 스펙트럼을 도 33에 나타내었다. 또한 각 발광 디바이스의 1000cd/m² 부근에서의 주요 특성을 표 4에 나타낸다. 또한 휘도, CIE 색도, 발광 스펙트럼의 측정에는 분광 방사계(Topcon Technohouse Corporation 제조, SR-UL1R)를 사용하였다. 또한 외부 양자 효율은 분광 방사계를 사용하여 측정한 휘도와 발광 스펙트럼을 사용하고, 배광 특성이 램버시안(Lambertian)형인 것으로 가정하여 산출하였다.

[표 4]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 디바이스 1	2.8	0.023	0.58	0.25	0.71	193	45.3
비교 발광 디바이스 1-1	2.7	0.023	0.57	0.23	0.73	170	40.5
비교 발광 디바이스 1-2	2.8	0.027	0.68	0.24	0.72	172	40.9

도 28 내지 도 33에서, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스인 발광 디바이스 1은 비교 발광 디바이스 1-1, 비교 발광 디바이스 1-2와 비교하여 발광 효율이 향상되어 있는 것을 알 수 있었다.

또한 비교 발광 디바이스 1-1 및 비교 발광 디바이스 1-2에서는 정공 수송층(912)에 OCHD-003을 사용하였지만, 발광 디바이스 1에서는 정공 수송층(912)에 OCHD-003을 사용하지 않아도 비교 발광 디바이스 1-1 및 비교 발광 디바이스 1-2와 비교하여 양호한 특성이 얻어졌다. 이는 mmtBuBichPatBu2FLP(2)의 GSP가 FBiFLPB 및 oFBiSF의 GSP보다 높은 것에 기인한다. 즉 GSP가 높은 mmtBuBichPatBu2FLP(2)를, 적층 구조를 가지는 정공 수송층(912) 중의 발광층(913)에 접하는 층에 사용함으로써, 정공 수송층(912) 내부의 적층 계면에서의 홀의 주입이 용이해지기 때문에, 발광 디바이스 1에서는 정공 수송층(912)에 OCHD-003을 사용하지 않아도 양호한 특성을 유지하는 것이 가능하게 되었다.

따라서, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물을 사용함으로써, 정공 수송층(912) 중의 층을 하나 줄일 수 있기 때문에, 생산성이 높은 디바이스를 제작할 수 있는 것을 알 수 있었다.

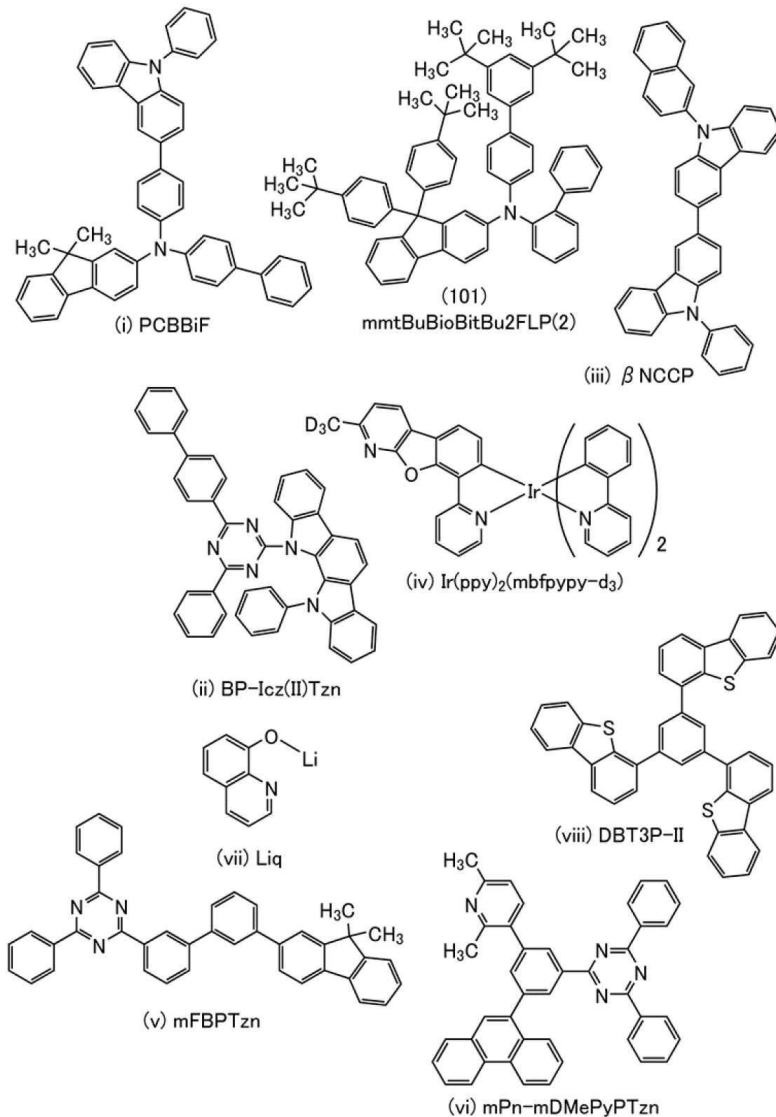
또한 도 34에, 발광 디바이스 1, 비교 발광 디바이스 1-1, 및 비교 발광 디바이스 1-2에 대하여 2mA(50mA/cm²)의 전류를 흘린 정전류 구동을 수행하였을 때의 구동 시간에 대한 휘도 변화를 나타내었다. 도 34에서, 발광 디바이스 1은 비교 발광 디바이스 1-1 및 비교 발광 디바이스 1-2와 비교하여 같은 수준의 수명인 것을 알 수 있었다.

(실시예 5)

본 실시예에서는 실시형태에서 설명한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스 및 비교 발광 디바이스에 대하여 설

명한다. 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[화학식 52]



(발광 디바이스 2의 제작 방법)

본 실시예에 나타내는 발광 디바이스 2는 도 26에 나타낸 바와 같이 유리 기판(900) 위에 형성된 제 1 전극(901) 위에 정공 주입층(911), 정공 수송층(912), 발광층(913), 전자 수송층(914), 및 전자 주입층(915)이 이 순서대로 적층되고, 전자 주입층(915) 위에 제 2 전극(903)이 적층된 구조를 가진다.

우선, 유리 기판(900) 위에 은(Ag)을 100nm 성막하여 반사 전극을 형성하였다. 그 후, 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법으로 성막하여 제 1 전극(901)을 형성하였다. 또한 그 막 두께는 10nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

다음으로 기판 위에 발광 디바이스를 형성하기 위한 전처리로서, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

그 후, 약 10^{-4} Pa까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서, 170℃에서 30분 동안 진공 소성한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭하였다.

다음으로, 제 1 전극(901)이 형성된 면이 아래쪽을 향하도록, 제 1 전극(901)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 제 1 전극(901) 위에 저항 가열을 사용한 증착법으로 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약

칭: PCBBiF)과, 분자량 672이며 플루오린을 포함하는 전자 억셉터 재료(OCHD-003)를 중량비 1:0.04(=PCBBiF:OCHD-003)가 되도록 10nm 공증착하여 정공 주입층(911)을 형성하였다.

[0658] 다음으로, 정공 주입층(911) 위에 PCBBiF를 막 두께 115nm가 되도록 증착한 후, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물, N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-[(3',5'-다이-tert-부틸)-1,1'-바이페닐-4-일]-9,9-비스(4-tert-부틸페닐)-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBuBioBitBu2FLP(2))(구조식(101))을 막 두께 40nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(912)을 형성하였다.

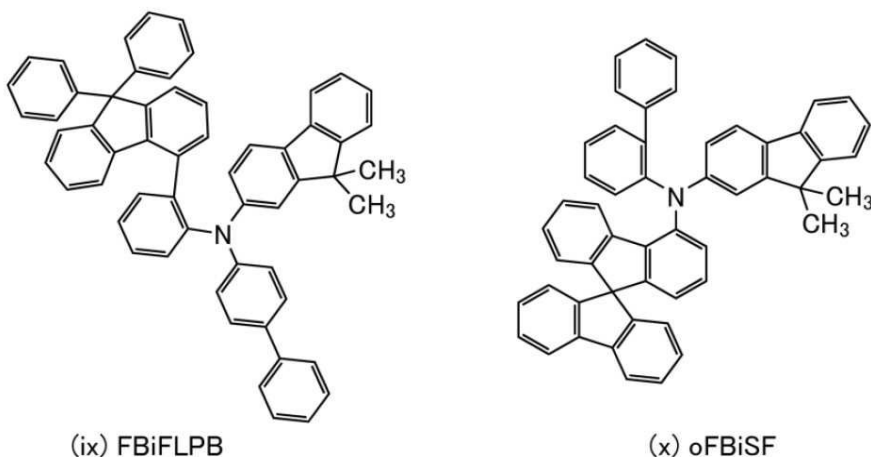
[0659] 이어서, 상기 구조식(ii)으로 나타내어지는 11-(4-[1,1'-바이페닐]-4-일-6-페닐-1,3,5-트리아진-2-일)-11,12-다이하이드로-12-페닐-인돌로[2,3-a]카바졸(약칭: BP-Icz(II)Tzn)과, 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 9-(2-나프틸)-9'-페닐-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: β NCCP)과, 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 [2-d₃-메틸-(2-피리딘일- κ N)벤조퓨로[2,3-b]피리딘- κ C]비스[2-(2-피리딘일- κ N)페닐- κ C]이리듐(III)(약칭: Ir(ppy)₂(mbfpypy-d₃))을 중량비 0.5:0.5:0.10(=BP-Icz(II)Tzn: β NCCP:Ir(ppy)₂(mbfpypy-d₃))이 되도록 40nm 공증착하여 발광층(913)을 형성하였다.

[0660] 그 후, 발광층(913) 위에 상기 구조식(v)으로 나타내어지는 2-[3'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: mFBPTzn)을 막 두께 10nm가 되도록 증착한 후, 상기 구조식(vi)으로 나타내어지는 2-[3-(2,6-다이메틸-3-피리딘일)-5-(9-페난트렌일)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: mPn-mDMePyPTzn)과, 상기 구조식(vii)으로 나타내어지는 8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Liq)을 중량비 0.5:0.5(=mPn-mDMePyPTzn:Liq)가 되도록 25nm 공증착하여 전자 수송층(914)을 형성하였다.

[0661] 전자 수송층(914)을 형성한 후, 플루오린화 리튬(LiF)을 1nm 증착하여 전자 주입층(915)을 형성하고, 이어서 은(Ag)과 마그네슘(Mg)을 체적비 10:1(=Ag:Mg)이 되도록 15nm 공증착하여 제 2 전극(903)을 형성함으로써 본 실시예의 발광 디바이스 2를 제작하였다. 또한 제 2 전극(903)은 광을 반사하는 기능과 광을 투과시키는 기능을 가지는 반투과·반반사 전극이고, 본 실시예의 발광 디바이스는 제 2 전극(903)으로부터 광을 추출하는 톱 이미지선형 소자이다. 또한 제 2 전극(903) 위에는 구조식(viii)으로 나타내어지는 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II)을 70nm 증착하여, 추출 효율을 향상시켰다.

[0662] 다음으로 비교 발광 디바이스의 제작 방법에 대하여 설명한다. 비교 발광 디바이스에 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0663] [화학식 53]



[0664]

[0665] (비교 발광 디바이스 2-1의 제작 방법)

[0666] 비교 발광 디바이스 2-1은 정공 주입층(911) 위에 PCBBiF를 막 두께 115nm가 되도록 증착한 후, OCHD-003을 막 두께 1nm가 되도록 증착하였다. 또한 상기 구조식(ix)으로 나타내어지는 N-[2-(9,9-다이페닐-9H-플루오렌-4-일)페닐]-N-(1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: FBiFLPB)을 막 두께 40nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(912)을 형성한 점 이외에는 발광 디바이스 2와 같은 식으로 제작하였다.

[0667] (비교 발광 디바이스 2-2의 제작 방법)

[0668] 비교 발광 디바이스 2-2는 정공 주입층(911) 위에 PCBBiF를 막 두께 115nm가 되도록 증착한 후, OCHD-003을 막 두께 1nm가 되도록 증착하였다. 또한 상기 구조식(x)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-4-아민(약칭: oFBiSF)을 막 두께 40nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(912)을 형성한 점 이외에는 발광 디바이스 2와 같은 식으로 제작하였다.

[0669] 상기 발광 디바이스 및 비교 발광 디바이스의 소자 구조를 이하의 표에 정리하였다.

[0670] [표 5]

	막 두께	발광 디바이스 2	비교 발광 디바이스 2-1	비교 발광 디바이스 2-2
전자 주입층	1nm	LiF		
전자 수송층	25nm	mPn-mDMePyPTzn:Liq (0.5:0.5)		
	10nm	mFBPTzn		
발광층	40nm	BP-Icz(II)Tzn:βNCCP:Ir(ppy) ₂ (mbfppy-py-d ₃) (0.5:0.5:0.10)		
정공 수송층	40nm	mmtBuBioBitBu2FLP(2)	FBiFLPB	oFBiSF
	-	PCBBiF (115nm)	OCHD-003 (1nm)	
			PCBBiF (115nm)	PCBBiF (115nm)
정공 주입층	10nm	PCBBiF:OCHD-003 (1:0.04)		

[0671]

[0672] 또한 정공 수송층의 일부에 사용한 저굴절률 재료 mmtBuBioBitBu2FLP(2)와 레퍼런스인 FBiFLPB 및 oFBiSF의 굴절률의 파장 의존성을 도 35에, 520nm에서의 정상광 굴절률을 이하의 표에 나타낸다.

[0673] [표 6]

	정상광 굴절률(n, Ordinary) @ 520nm
mmtBuBioBitBu2FLP(2)	1.68
FBiFLPB	1.76
oFBiSF	1.76

[0674]

[0675] 또한 정공 수송층에 사용한 재료의 GSP를 이하의 표에 나타낸다.

[0676] [표 7]

	GSP (mV/nm)
mmtBuBioBitBu2FLP(2)	37.0
FBiFLPB	18.6
oFBiSF	11.3
PCBBiF	17.3

[0677]

[0678] 상기 발광 디바이스 및 비교 발광 디바이스를, 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 발광 디바이스가 대기에 노출되지 않도록 유리 기판으로 밀봉하는 작업(실재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리 및 80℃에서 1시

간의 열처리를 실시하였음)을 수행한 후, 이들 발광 디바이스의 초기 특성을 측정하였다.

[0679] 발광 디바이스 2, 비교 발광 디바이스 2-1, 및 비교 발광 디바이스 2-2의 휘도-전류 밀도 특성을 도 36에, 전류 효율-휘도 특성을 도 37에, 휘도-전압 특성을 도 38에, 전류-전압 특성을 도 39에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 40에, 발광 스펙트럼을 도 41에 나타내었다. 또한 각 발광 디바이스의 1000cd/m^2 부근에서의 주요 특성을 표 8에 나타낸다. 또한 휘도, CIE 색도, 발광 스펙트럼의 측정에는 분광 방사계(Topcon Technohouse Corporation 제조, SR-UL1R)를 사용하였다. 또한 외부 양자 효율은 분광 방사계를 사용하여 측정한 휘도와 발광 스펙트럼을 사용하고, 배광 특성이 램버시안형인 것으로 가정하여 산출하였다.

[0680] [표 8]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm^2)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 디바이스 2	2.6	0.017	0.41	0.24	0.72	186	44.9
비교 발광 디바이스 2-1	2.6	0.026	0.65	0.25	0.71	173	41.3
비교 발광 디바이스 2-2	2.6	0.025	0.61	0.25	0.71	170	40.9

[0681]

[0682] 도 36 내지 도 41에서, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스인 발광 디바이스 2는 비교 발광 디바이스 2-1, 비교 발광 디바이스 2-2와 비교하여 발광 효율이 향상되어 있는 것을 알 수 있었다.

[0683] 또한 비교 발광 디바이스 2-1 및 비교 발광 디바이스 2-2에서는 정공 수송층(912)에 OCHD-003을 사용하였지만, 발광 디바이스 2에서는 정공 수송층(912)에 OCHD-003을 사용하지 않아도 비교 발광 디바이스 2-1 및 비교 발광 디바이스 2-2와 비교하여 양호한 특성이 얻어졌다. 이는 mmtBuBioBitBu2FLP(2)의 GSP가 FBiFLPB 및 oFBiSF의 GSP보다 높은 것에 기인한다. 즉 GSP가 높은 mmtBuBioBitBu2FLP(2)를, 적층 구조를 가지는 정공 수송층(912) 중의 발광층(913)에 접하는 층에 사용함으로써, 정공 수송층(912) 내부의 적층 계면에서의 홀의 주입이 용이해지기 때문에, 발광 디바이스 2에서는 정공 수송층(912)에 OCHD-003을 사용하지 않아도 양호한 특성을 유지하는 것이 가능하게 되었다.

[0684] 따라서, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물을 사용함으로써, 정공 수송층(912) 중의 층을 하나 줄일 수 있기 때문에, 생산성이 높은 디바이스를 제작할 수 있는 것을 알 수 있었다.

[0685] 또한 도 42에, 발광 디바이스 2, 비교 발광 디바이스 2-1, 및 비교 발광 디바이스 2-2에 대하여 $2\text{mA}(50\text{mA/cm}^2)$ 의 전류를 흘린 정전류 구동을 수행하였을 때의 구동 시간에 대한 휘도 변화를 나타내었다. 도 42에서, 발광 디바이스 2는 비교 발광 디바이스 2-1 및 비교 발광 디바이스 2-2와 비교하여 같은 수준의 수명인 것을 알 수 있었다.

부호의 설명

[0686] 101: 제 1 전극

102: 제 2 전극

103: EL층

103a: EL층

103b: EL층

103B: EL층

103G: EL층

103R: EL층

104B: 홀 주입 · 수송층

104G: 홀 주입 · 수송층

104R: 홀 주입 · 수송층

107: 절연층
107B: 절연층
107G: 절연층
107R: 절연층
108B: 전자 수송층
108G: 전자 수송층
108R: 전자 수송층
109: 전자 주입층
111: 정공 주입층
111a: 정공 주입층
111b: 정공 주입층
112: 정공 수송층
112a: 정공 수송층
112b: 정공 수송층
113: 발광층
113a: 발광층
113b: 발광층
113c: 발광층
114: 전자 수송층
114a: 전자 수송층
114b: 전자 수송층
115: 전자 주입층
115a: 전자 주입층
115b: 전자 주입층
231: 표시 영역
400: 기관
401: 제 1 전극
403: EL층
404: 제 2 전극
405: 실재
406: 실재
407: 밀봉 기관
412: 패드
420: IC칩
501C: 절연막
501D: 절연막

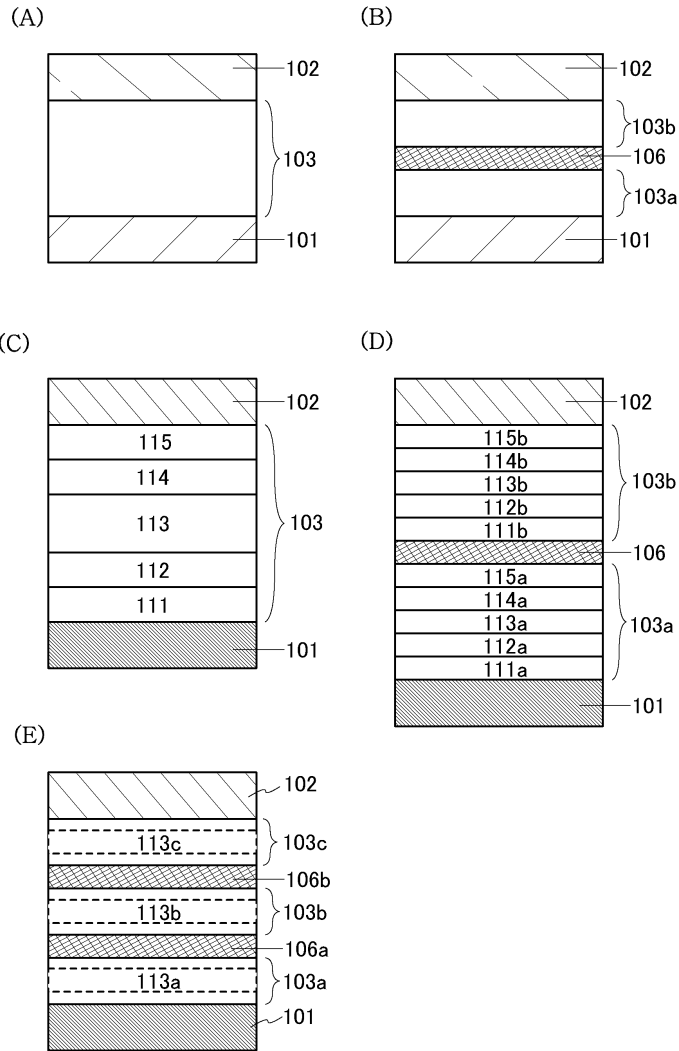
504: 도전막
506: 절연막
508: 반도체막
508A: 영역
508B: 영역
508C: 영역
510: 제 1 기관
512A: 도전막
512B: 도전막
519: 단자
516: 절연막
516A: 절연막
516B: 절연막
518: 절연막
520: 기능층
524: 도전막
528: 격벽
529: 절연층
530B: 화소 회로
530G: 화소 회로
550B: 발광 디바이스
550G: 발광 디바이스
550R: 발광 디바이스
551B: 전극
551G: 전극
551R: 전극
552: 전극
580: 간격
591G: 개구부
591B: 개구부
700: 발광 장치
702B: 화소
702G: 화소
702R: 화소
703: 화소
705: 절연층

770: 기관
800: 기관
801a: 전극
801b: 전극
802: 전극
803a: EL층
803b: 수광층
805a: 발광 디바이스
805b: 수광 디바이스
810: 표시 장치
900: 유리 기관
901: 제 1 전극
903: 제 2 전극
911: 정공 주입층
912: 정공 수송층
913: 발광층
914: 전자 수송층
915: 전자 주입층
951: 기관
952: 전극
953: 절연층
954: 격벽층
955: EL층
956: 전극
5200B: 전자 기기
5210: 연산 장치
5220: 입출력 장치
5230: 표시부
5240: 입력부
5250: 검지부
5290: 통신부
8001: 천장등
8002: 플라이트
8003: 시트형 조명
8004: 조명 장치
8005: 전기 스탠드

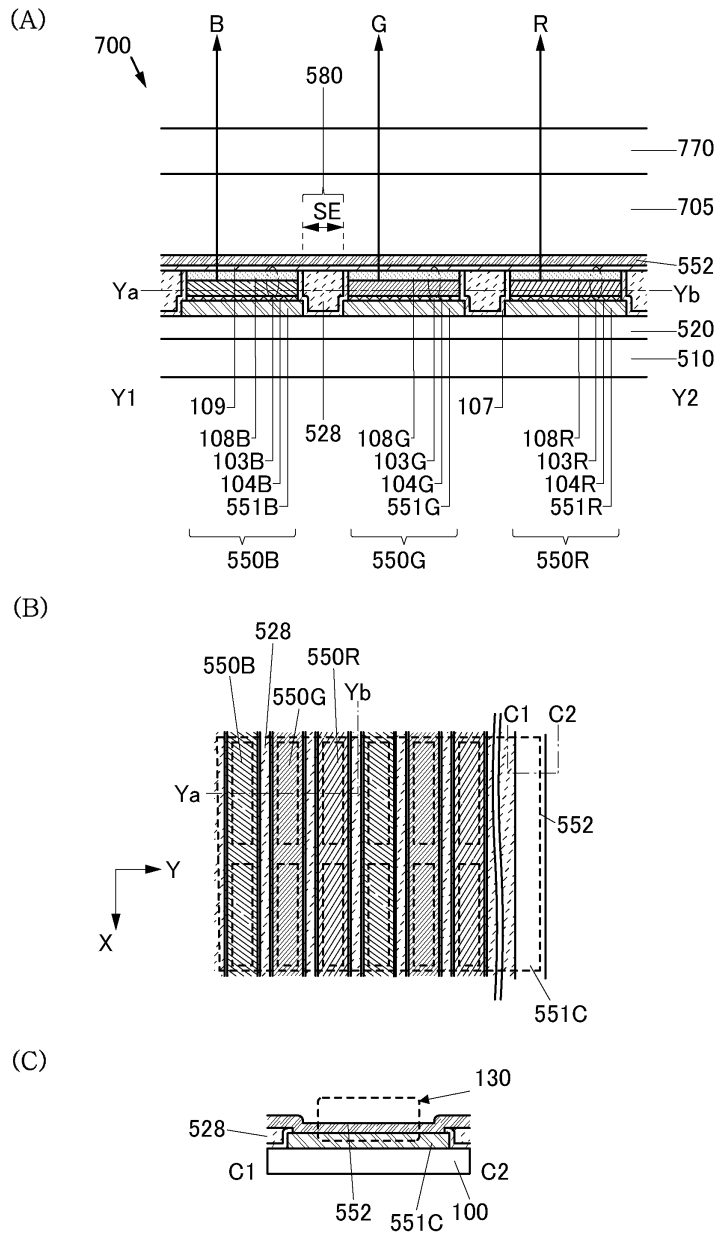
8006: 광원

도면

도면1

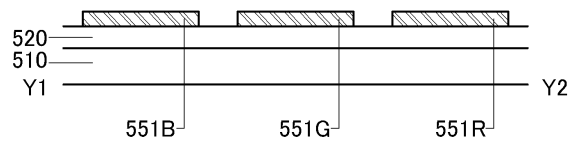


도면2

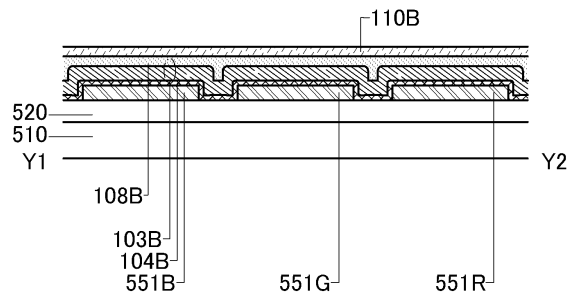


도면3

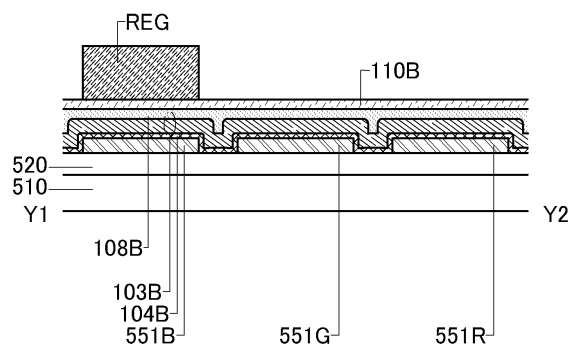
(A)



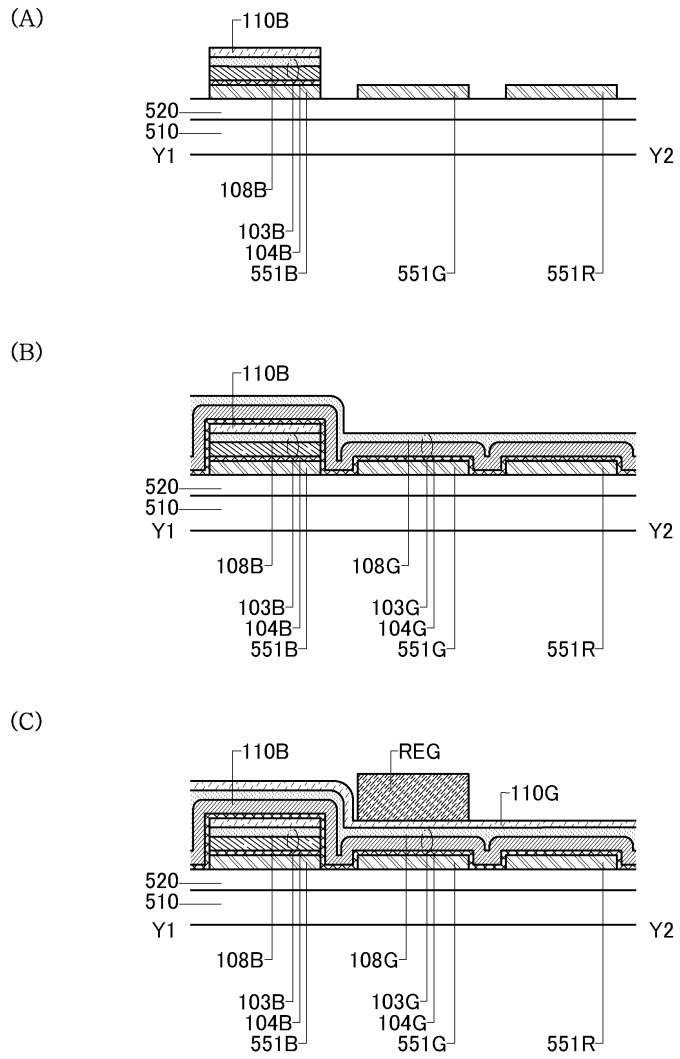
(B)



(C)

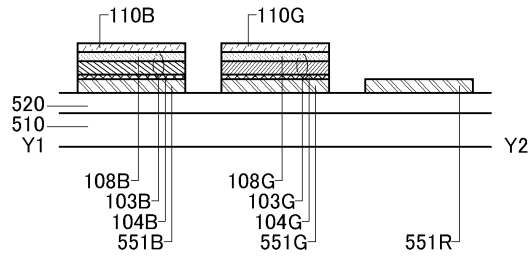


도면4

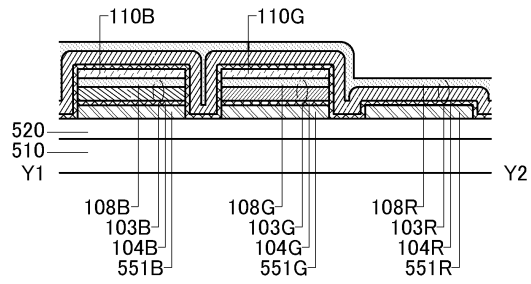


도면5

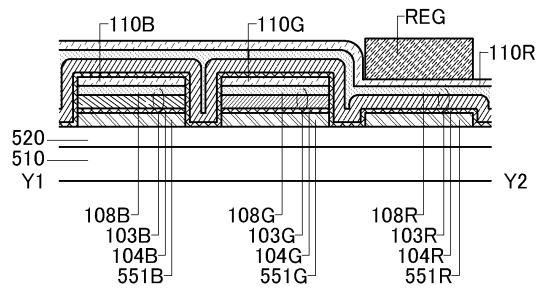
(A)



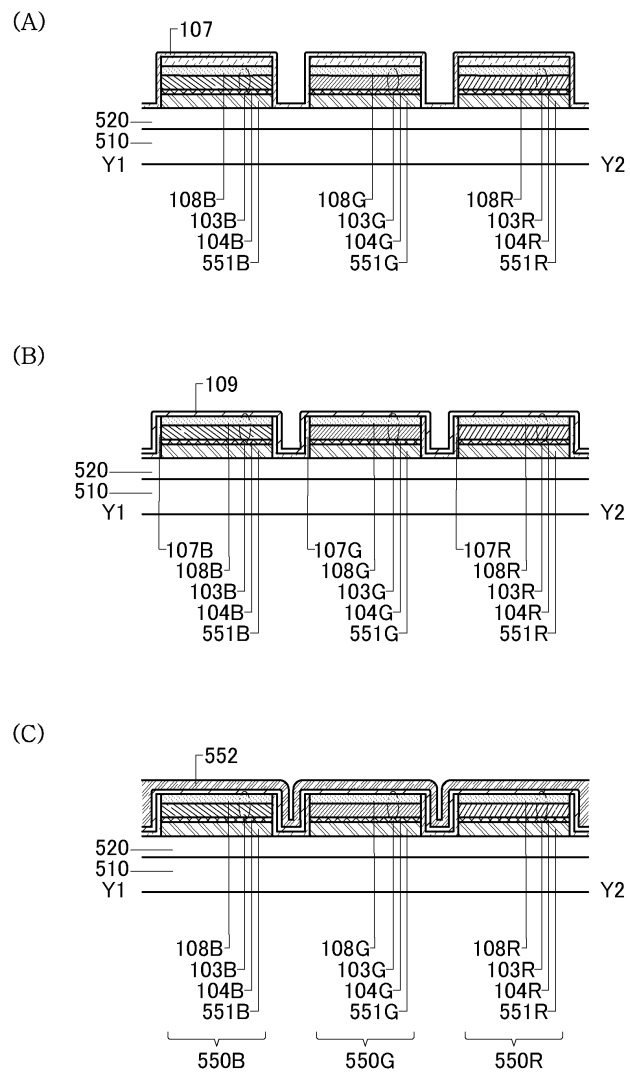
(B)



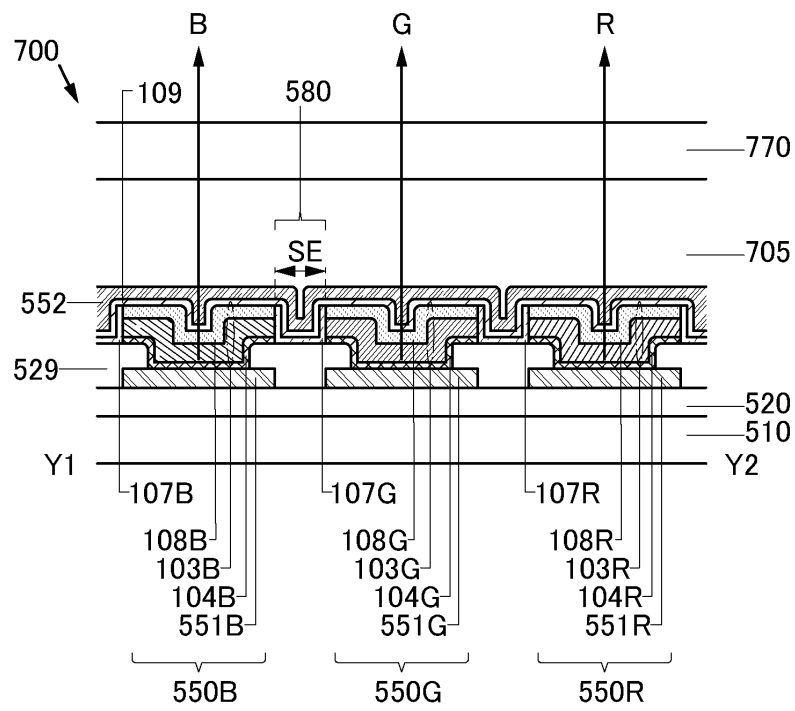
(C)



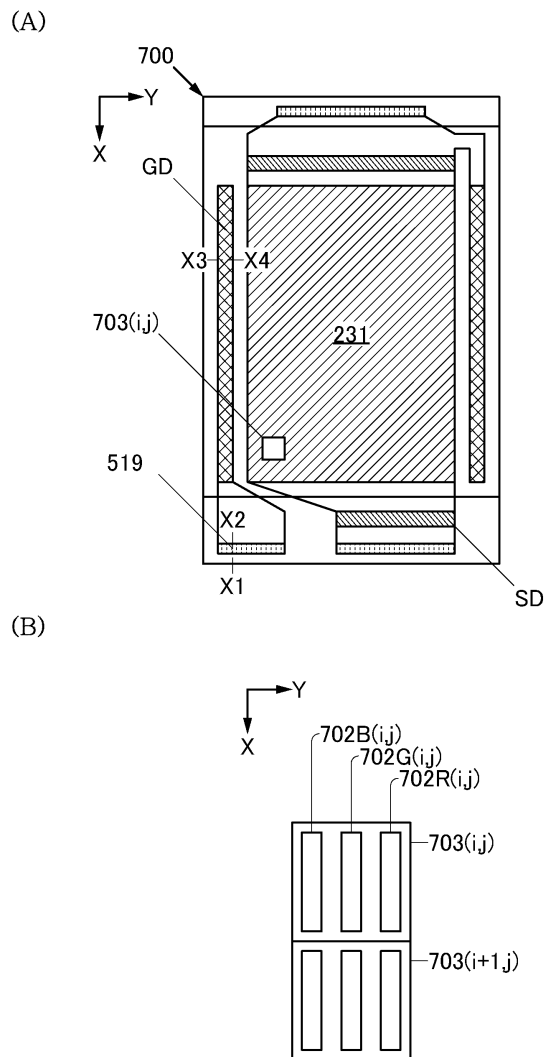
도면6



도면7

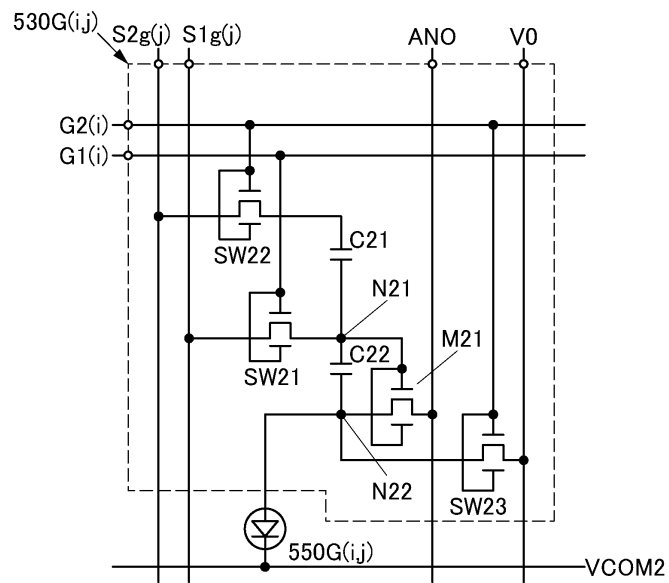


도면8

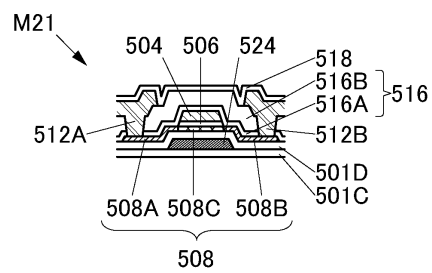


도면9

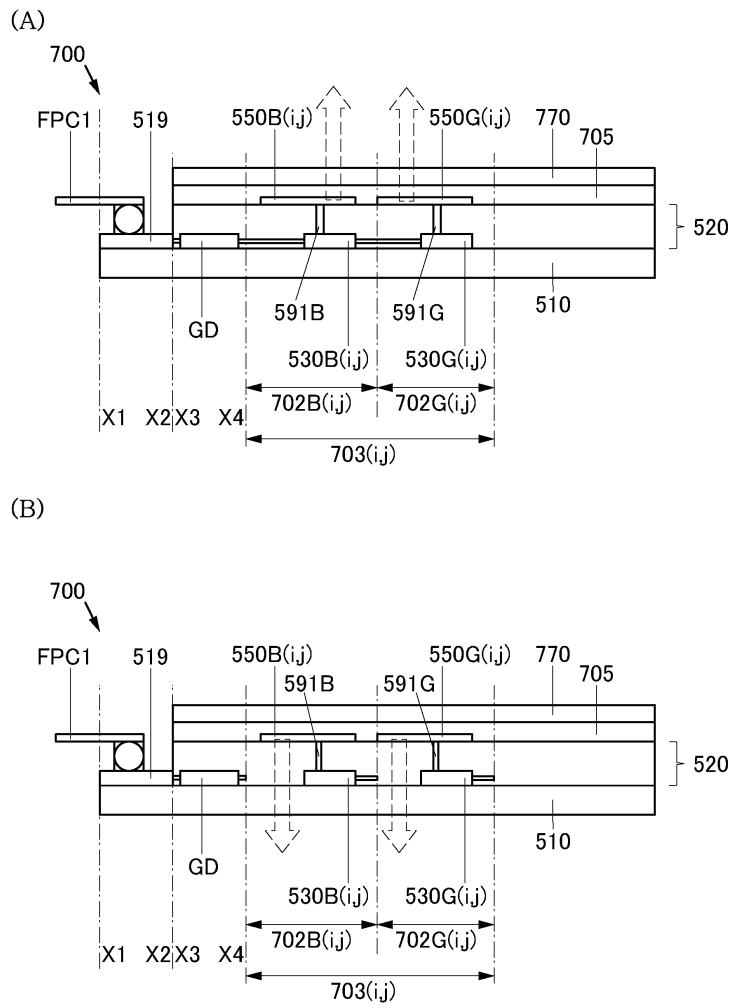
(A)



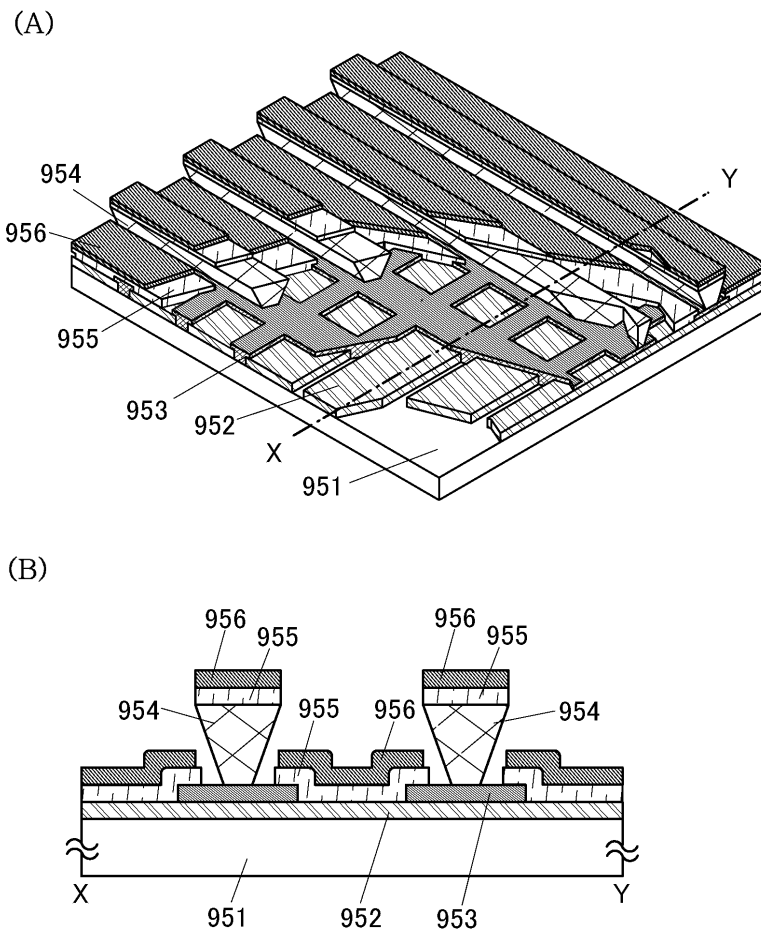
(B)



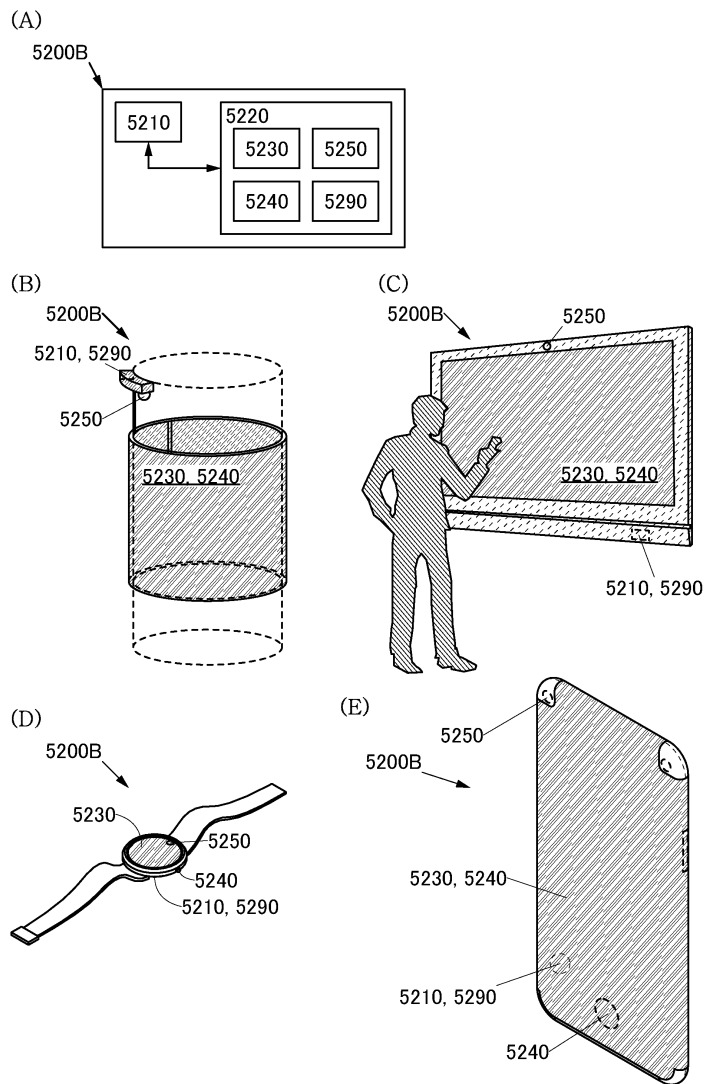
도면 10



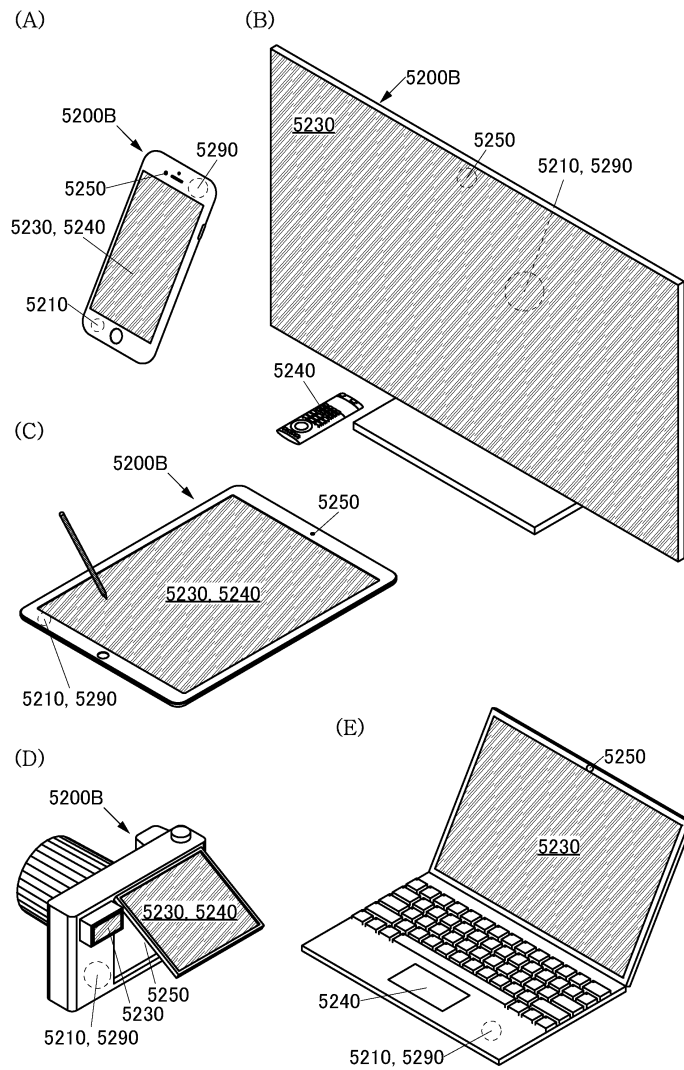
도면11



도면12

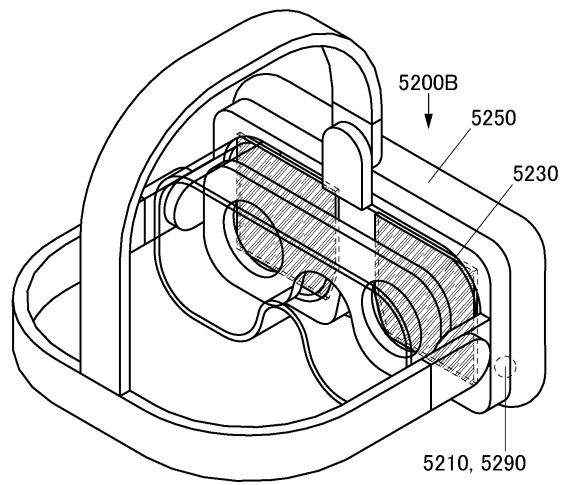


도면13

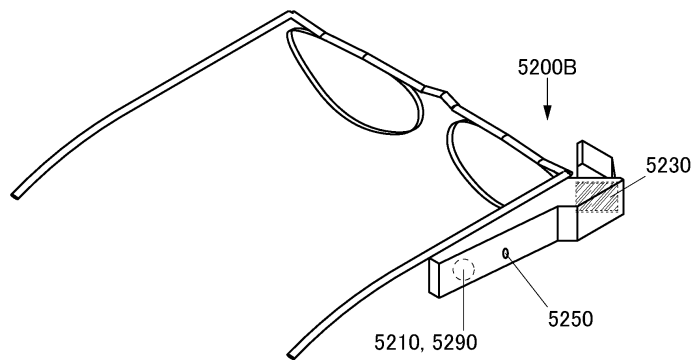


도면14

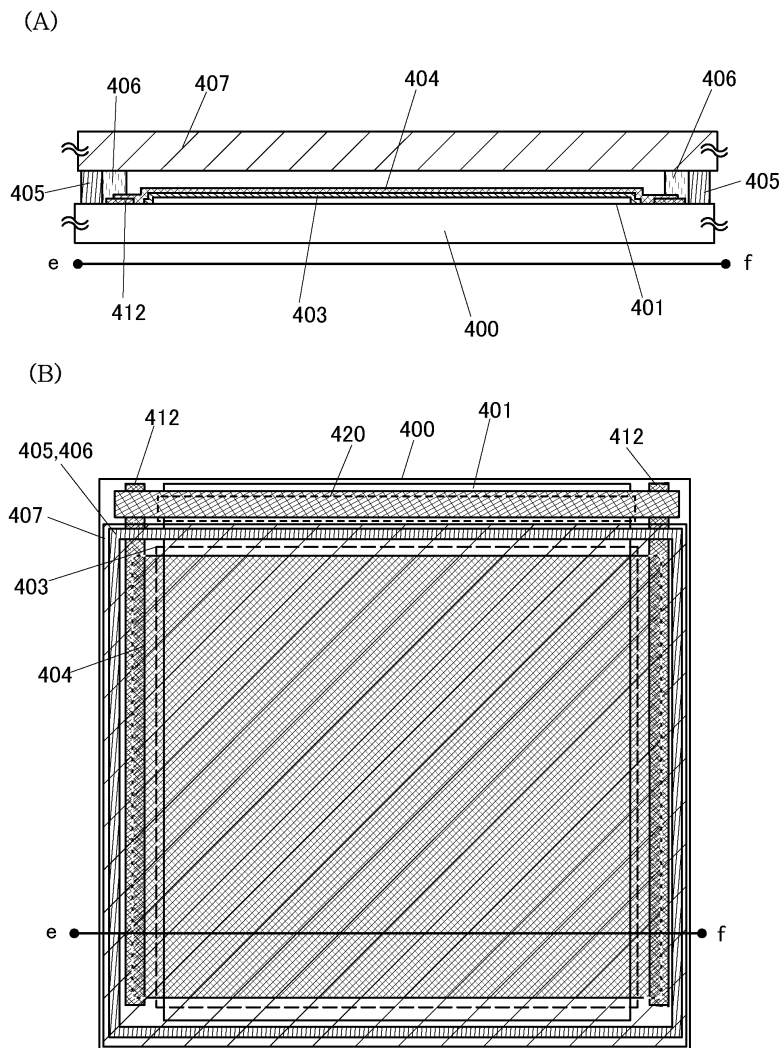
(A)



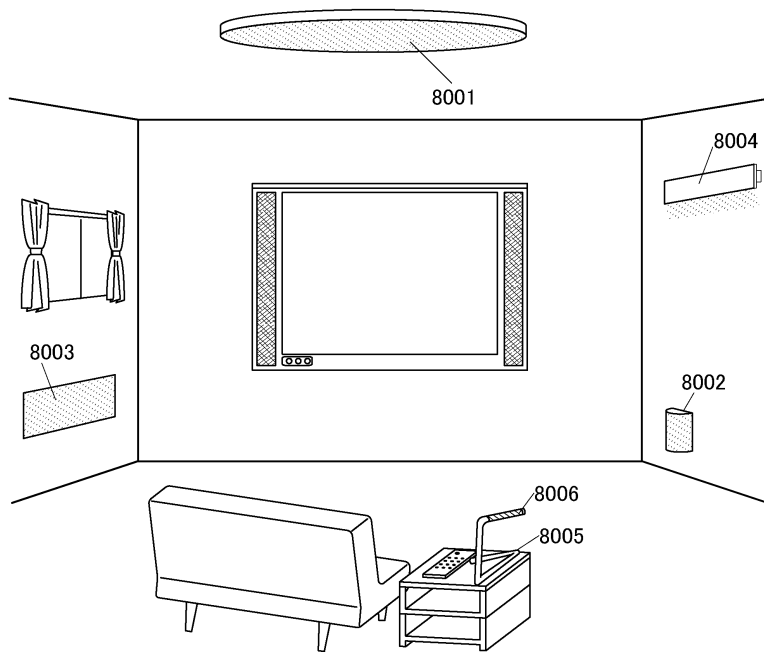
(B)



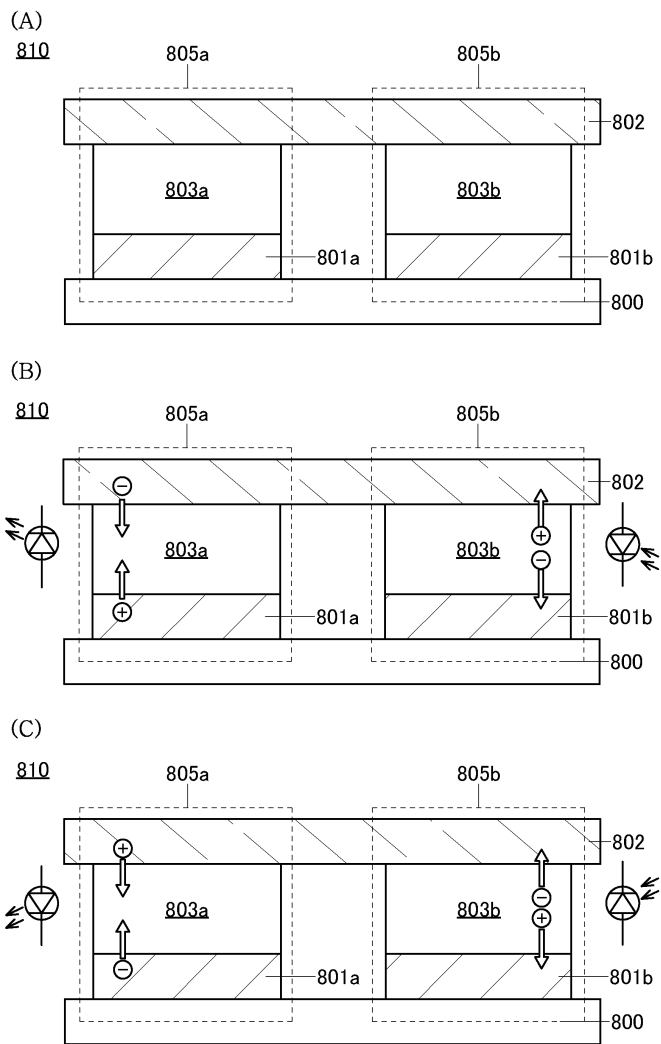
도면15



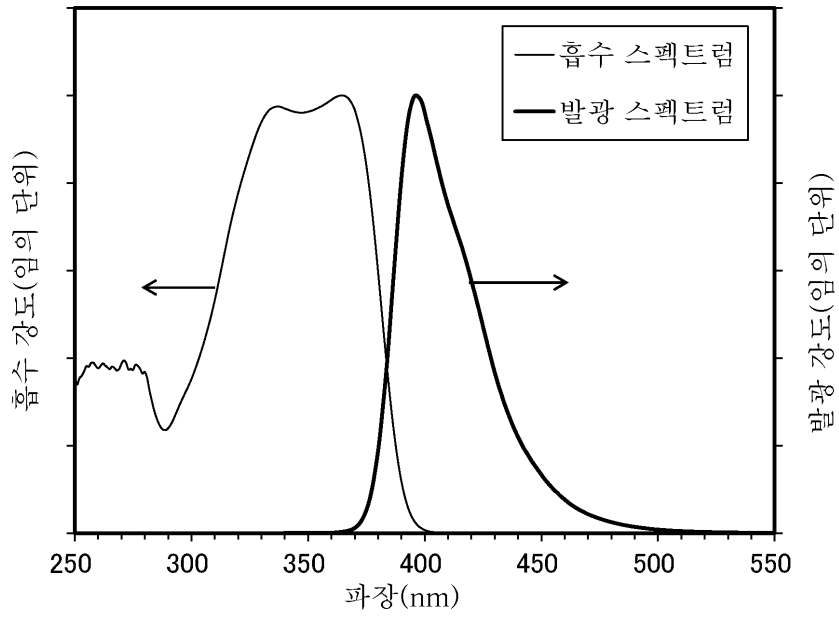
도면16



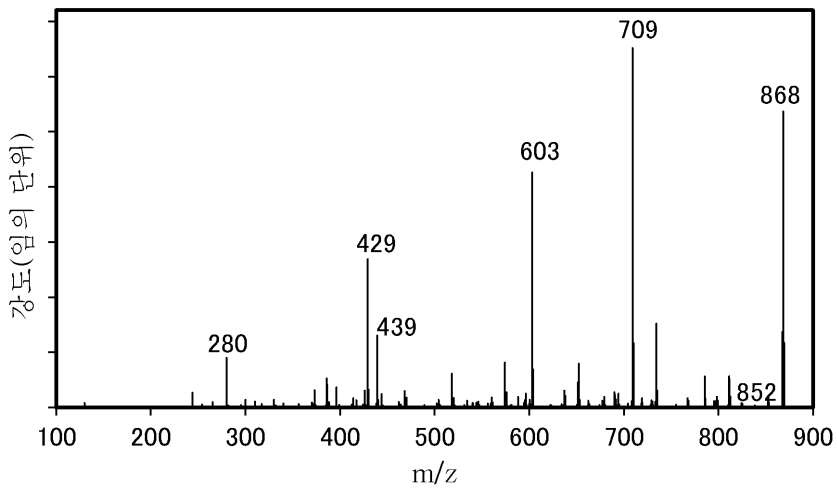
도면17



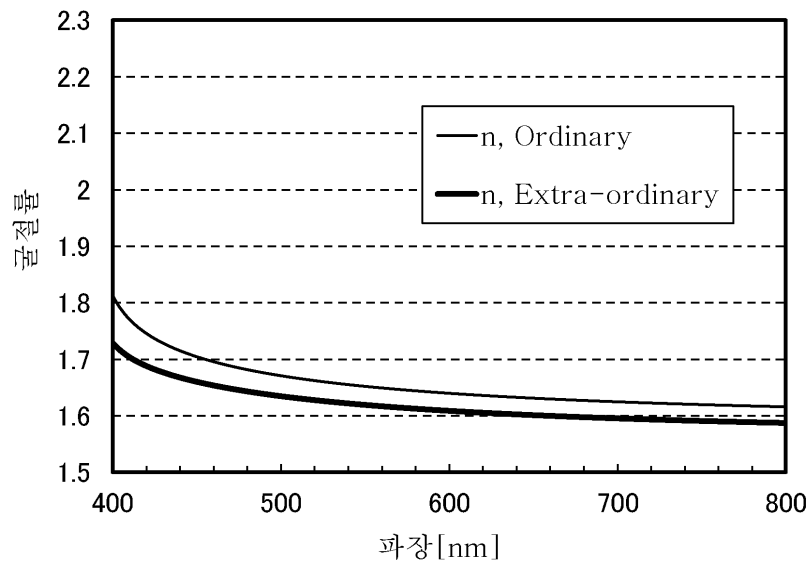
도면18



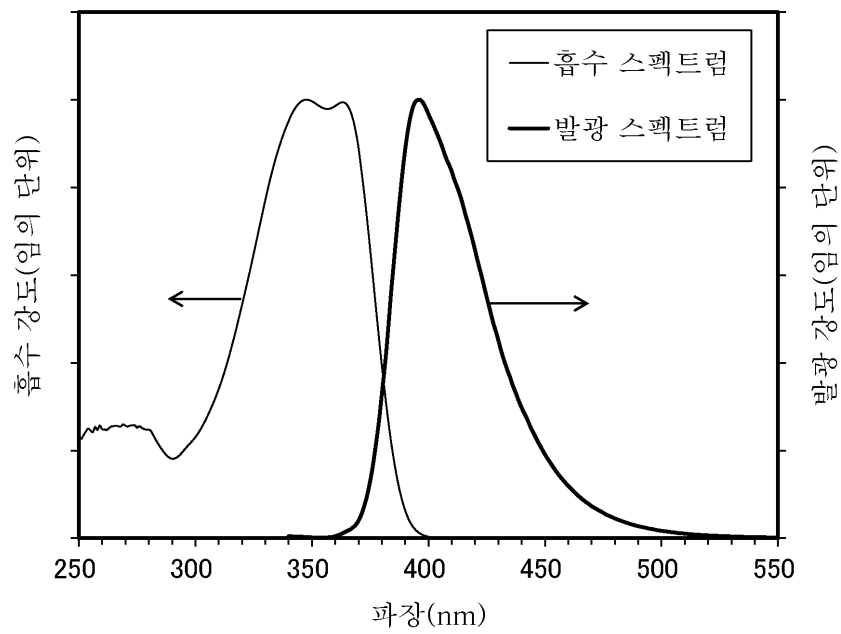
도면19



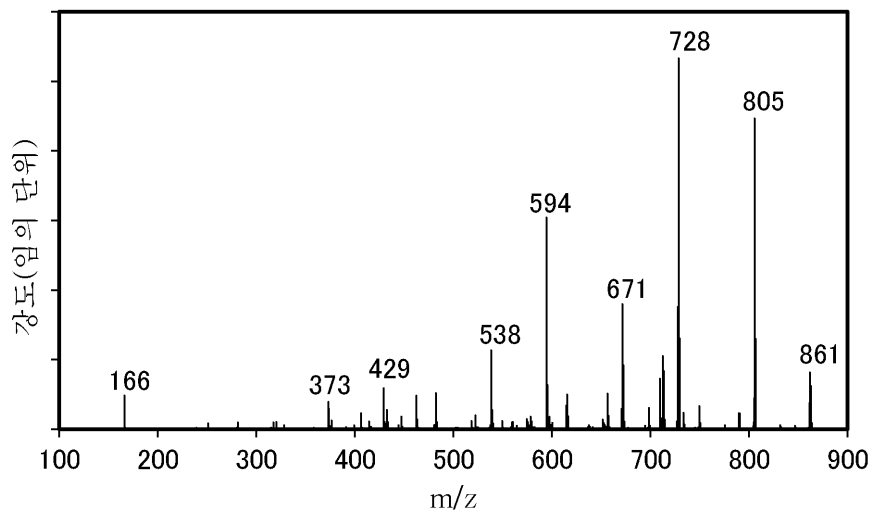
도면20



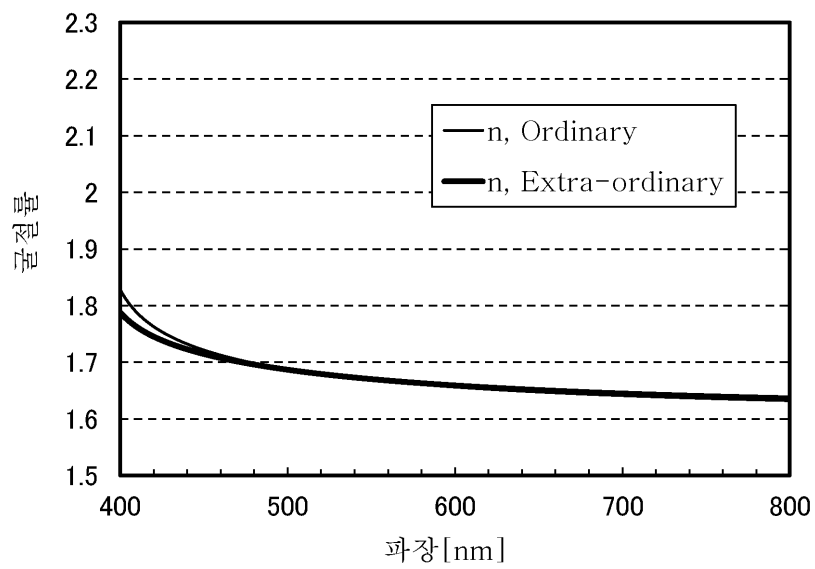
도면21



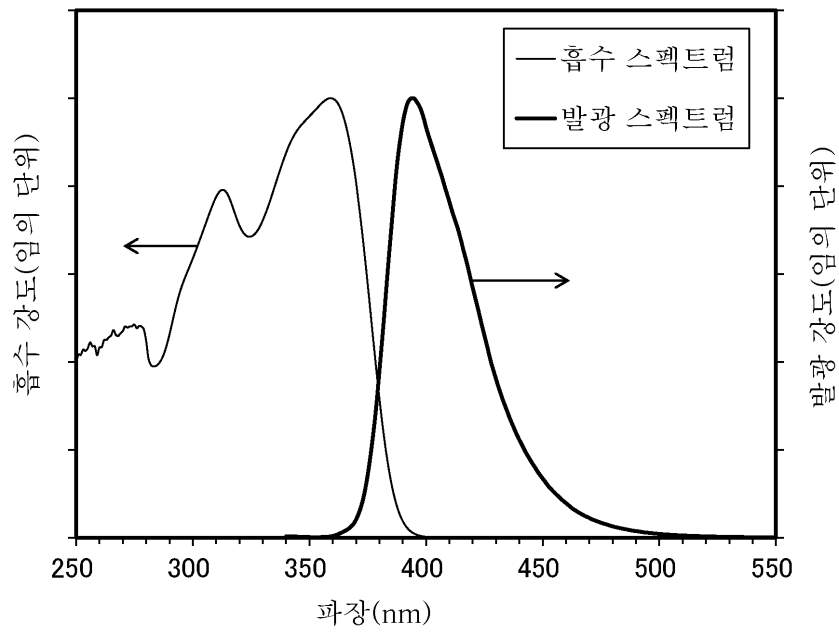
도면22



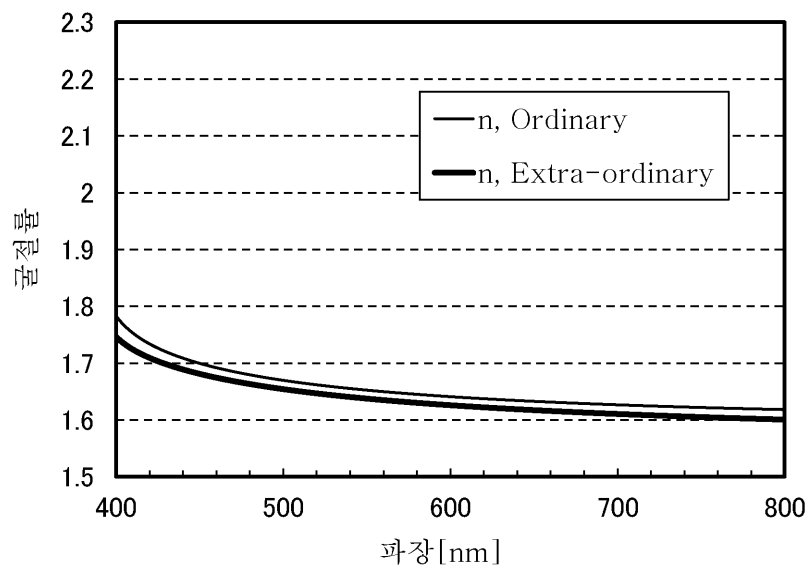
도면23



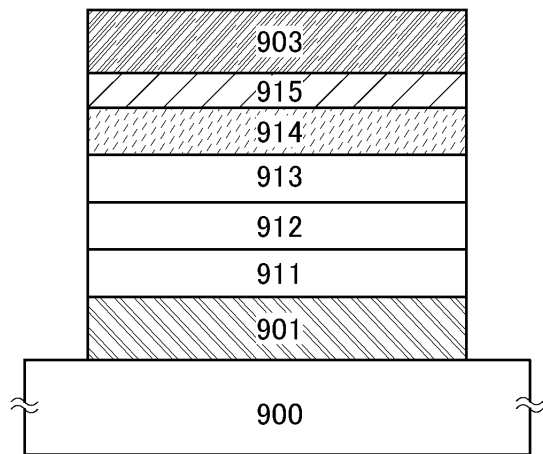
도면24



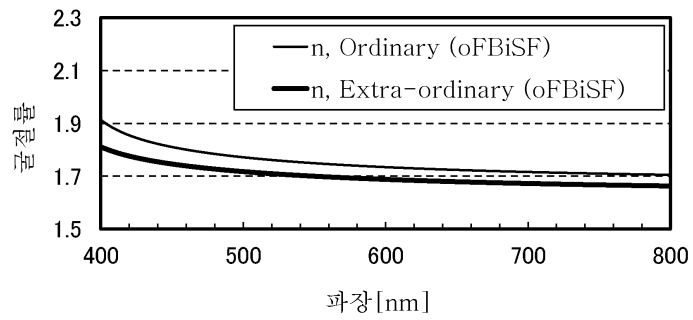
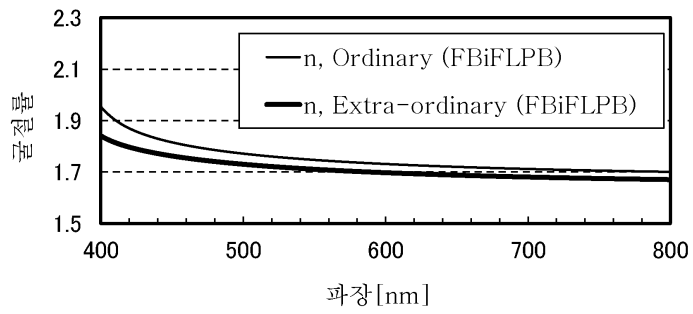
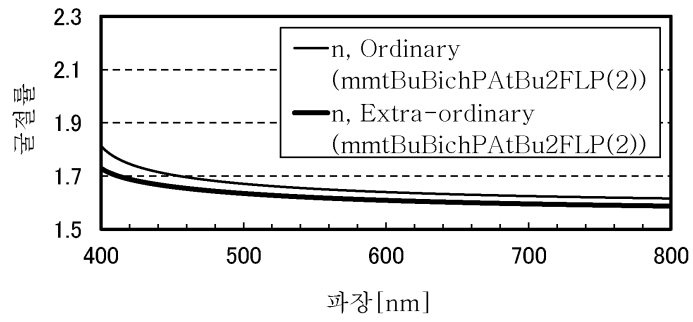
도면25



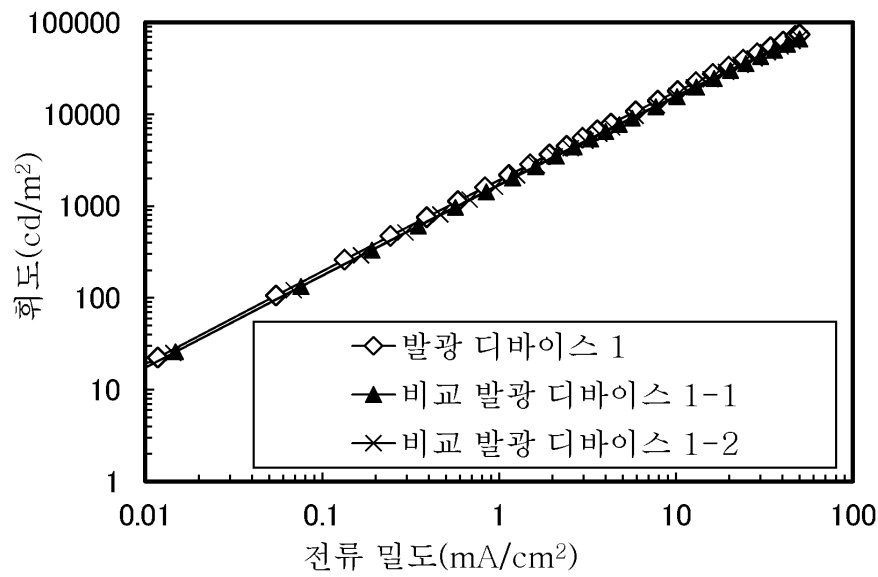
도면26



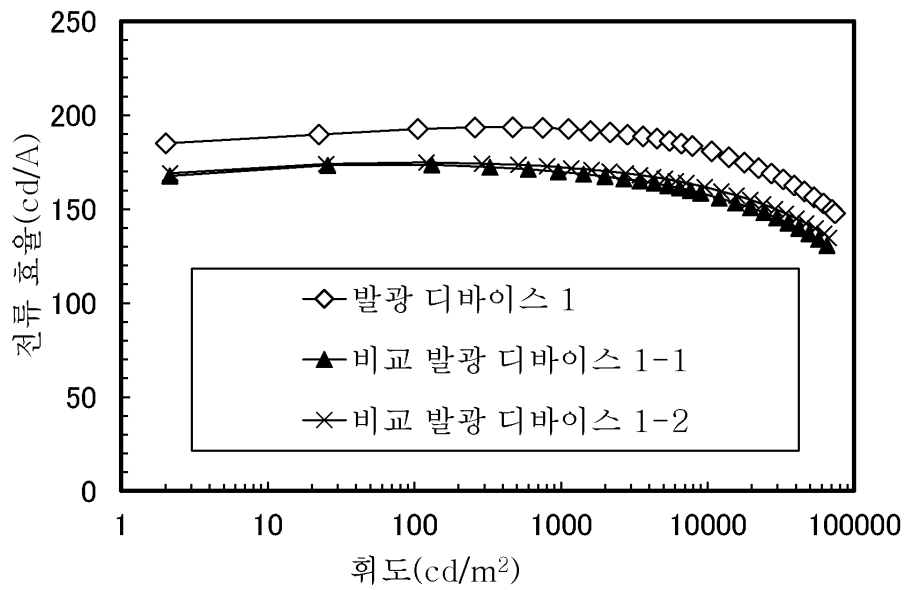
도면27



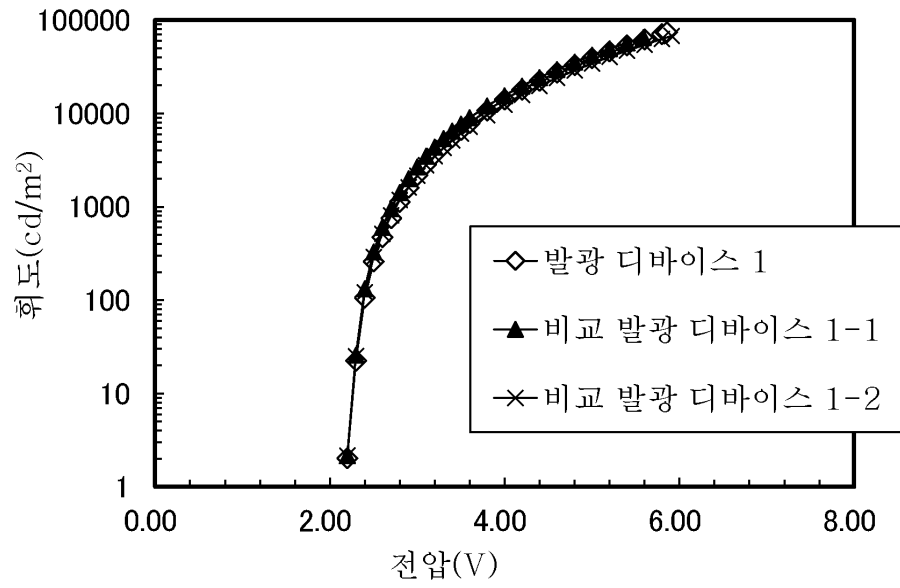
도면28



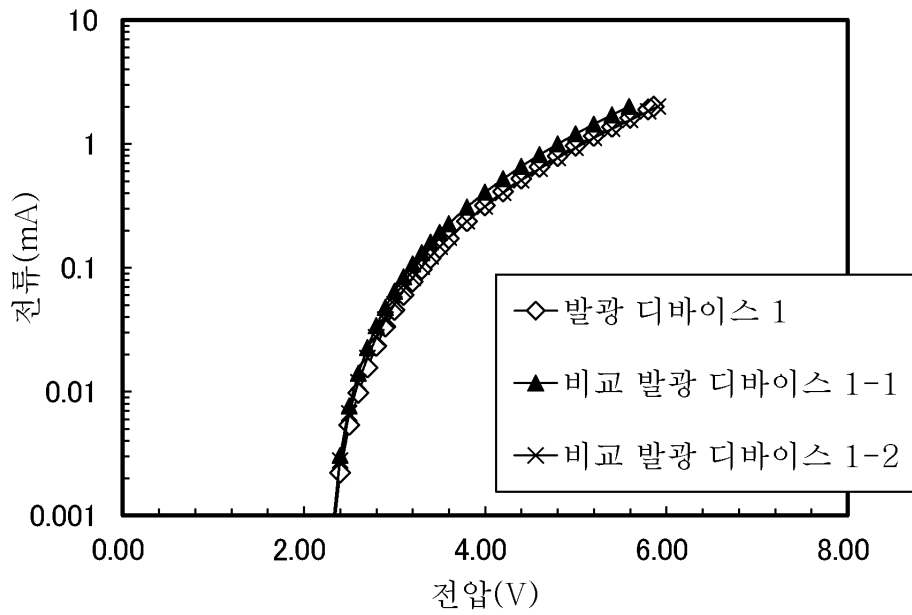
도면29



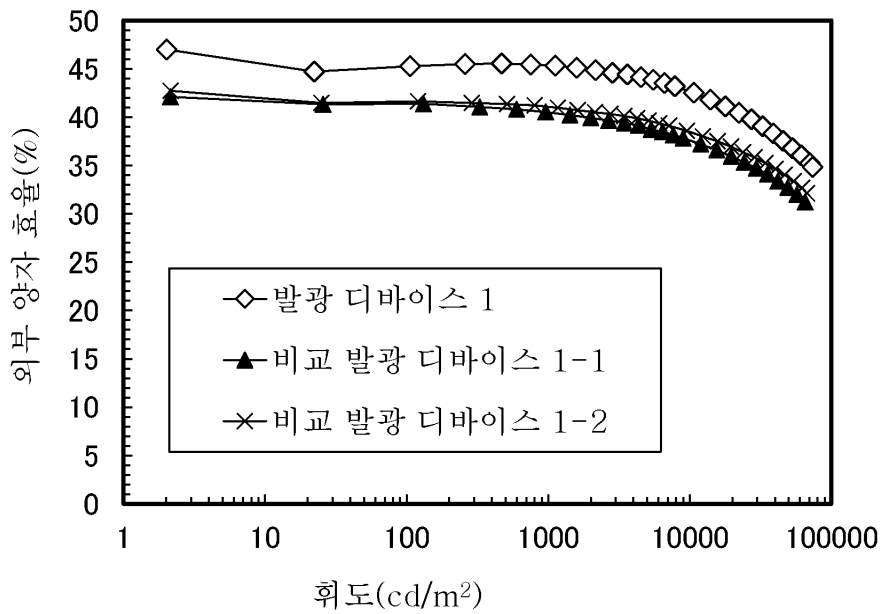
도면30



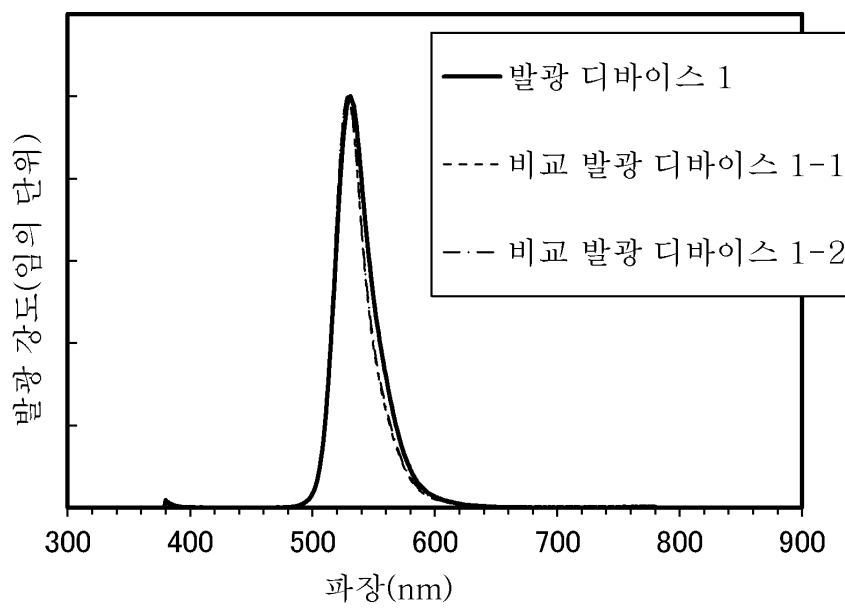
도면31



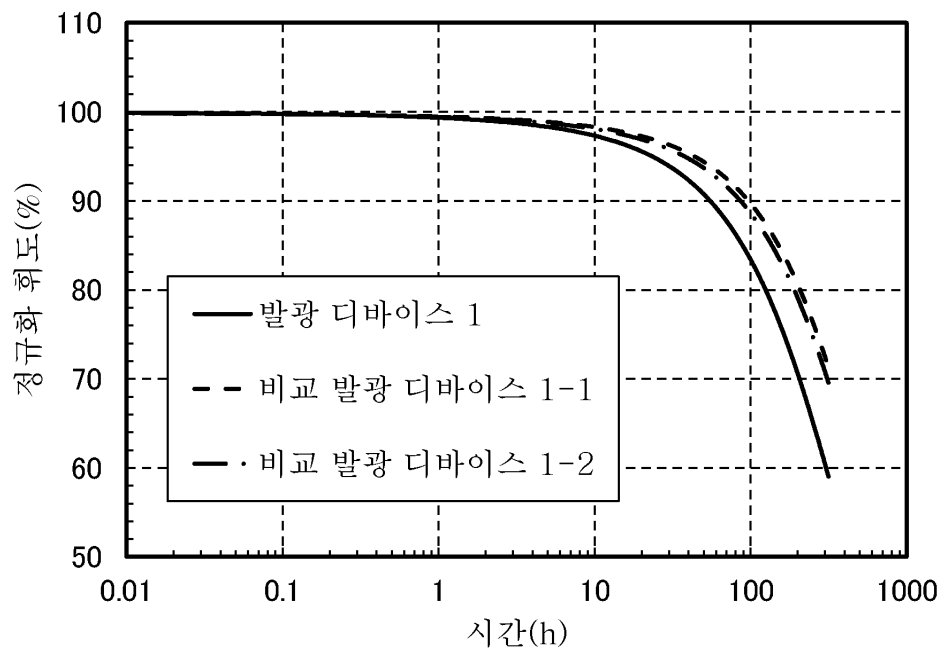
도면32



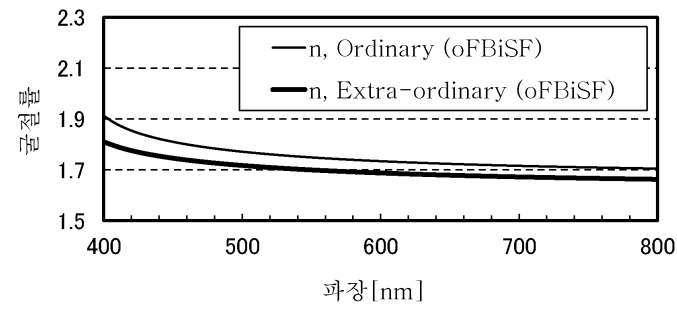
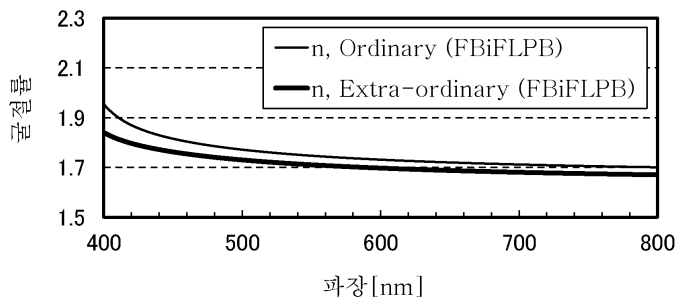
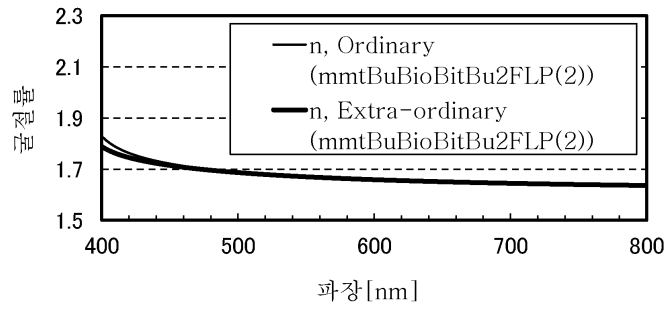
도면33



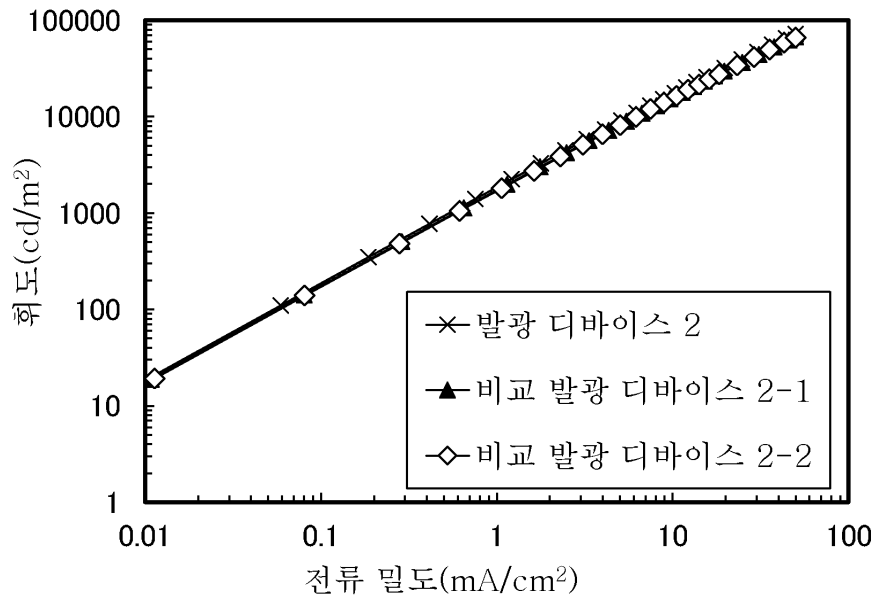
도면34



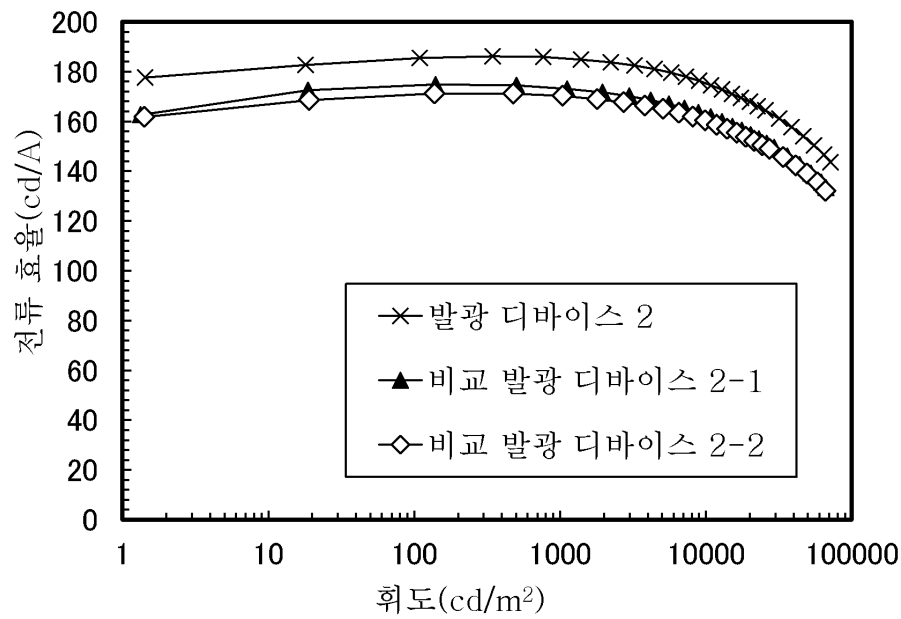
도면35



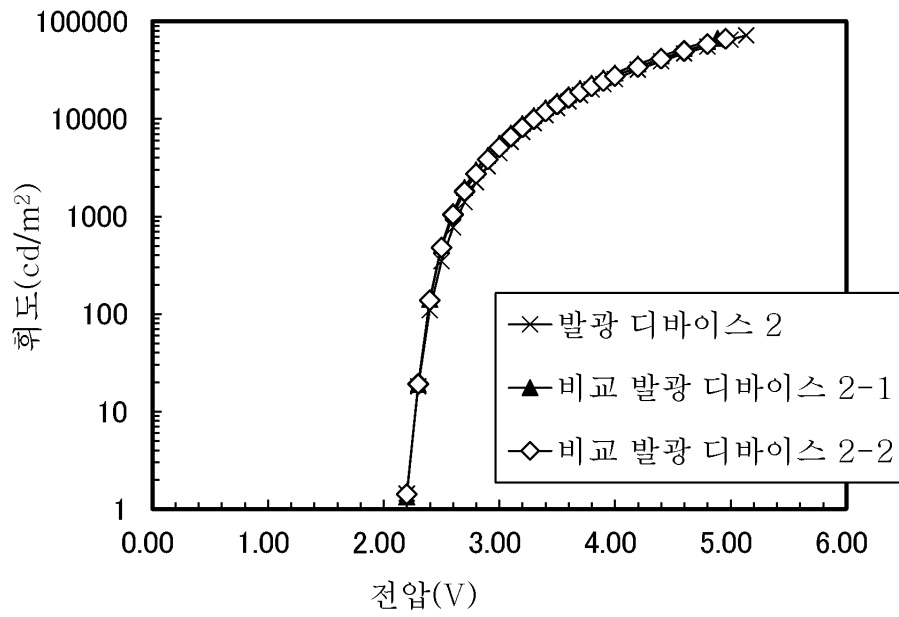
도면36



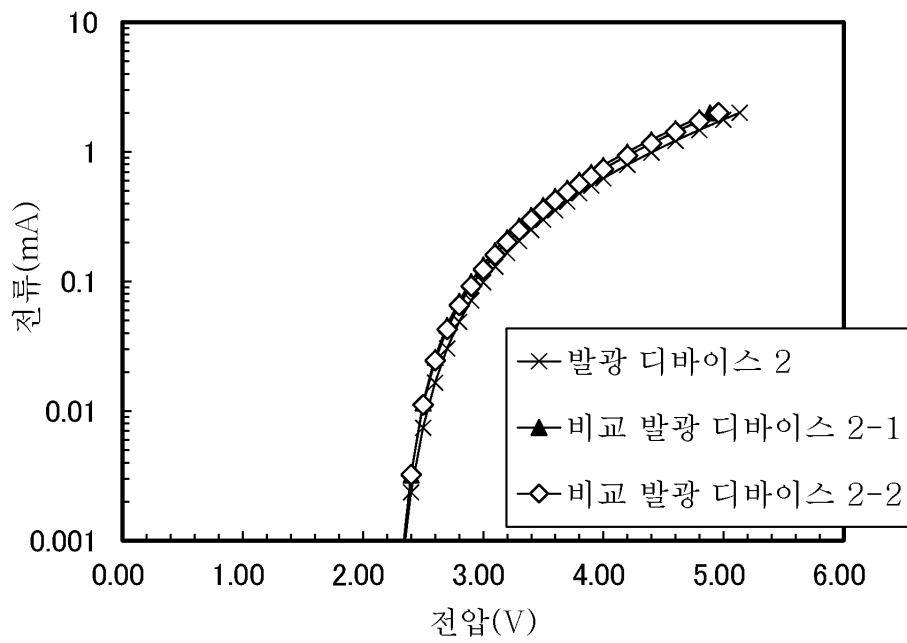
도면37



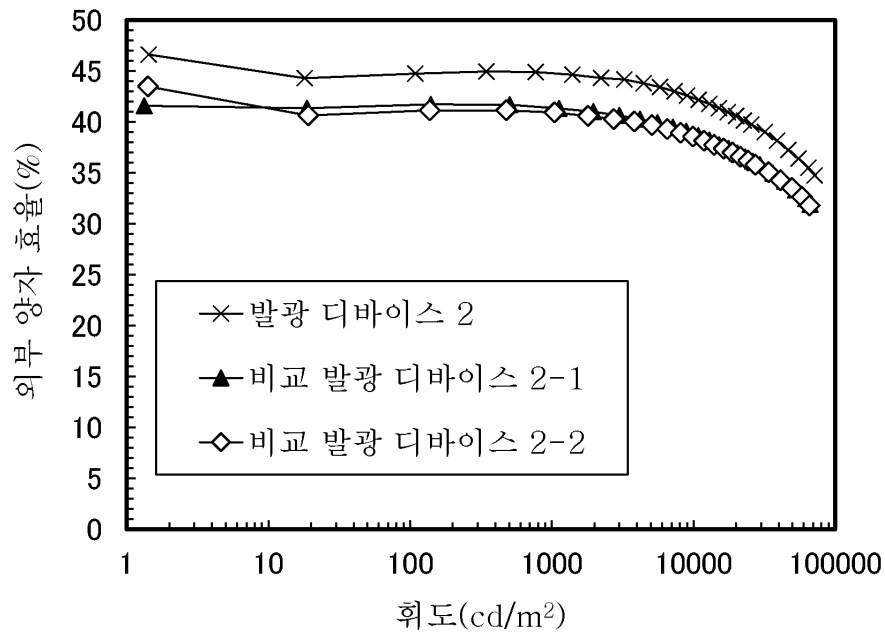
도면38



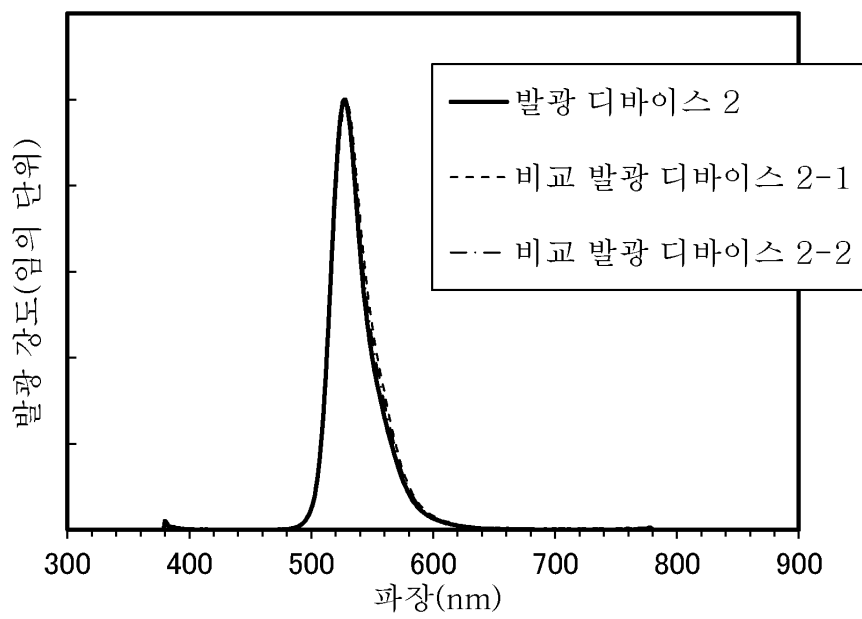
도면39



도면40



도면41



도면42

