



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0070248
(43) 공개일자 2022년05월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C07D 307/77 (2006.01) C07D 333/50 (2006.01)
H01L 51/00 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C07D 307/77 (2013.01)
C07D 333/50 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7013323
(22) 출원일자(국제) 2020년09월16일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년04월20일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2020/058589
(87) 국제공개번호 WO 2021/059086
국제공개일자 2021년04월01일
(30) 우선권주장
JP-P-2019-177516 2019년09월27일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시킴가이사 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
다다 안나
일본 2430036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시킴가이사 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
가와카미 사치코
일본 2430036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시킴가이사 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장훈

전체 청구항 수 : 총 20 항

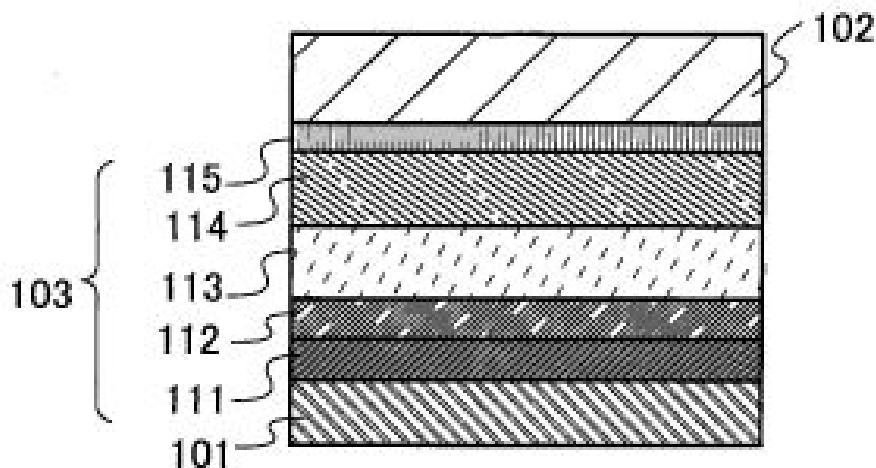
(54) 발명의 명칭 유기 화합물, 광 디바이스, 발광 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치

(57) 요약

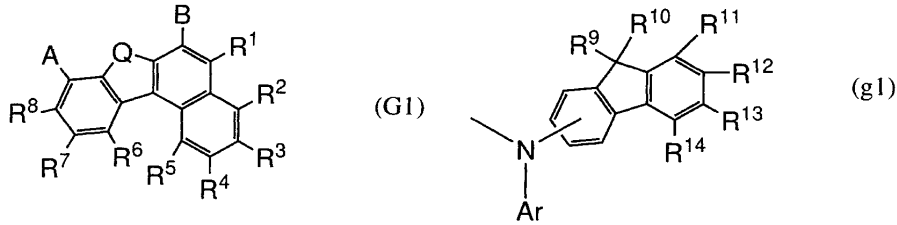
신규 유기 화합물을 제공한다. 하기 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물을 제공한다(다만 일반식(G1)에 있어서, A 및 B 중 한쪽은 하기 일반식(g1)으로 나타내어지는 기이다. 또한 A 및 B 중 다른 쪽, R1 내지 R8, R11 내지 R14는 독립적으로 수소, 및 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1
(뒷면에 계속)

대표도

(A)



내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. R9 및 R10은 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 것을 나타내고, Ar는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다.).



(52) CPC특허분류

H01L 51/0052 (2013.01)

H01L 51/006 (2013.01)

H01L 51/0061 (2013.01)

H01L 51/0073 (2013.01)

H01L 51/0074 (2013.01)

H01L 51/5012 (2013.01)

H01L 51/5072 (2013.01)

(72) 발명자

오쿠야마 다쿠무

일본 2430036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

스즈키 쓰네히로

일본 2430036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

세오 사토시

일본 2430036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

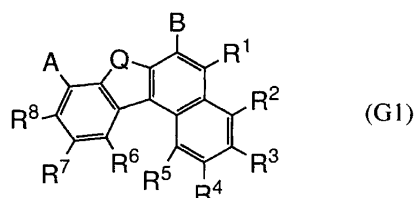
명세서

청구범위

청구항 1

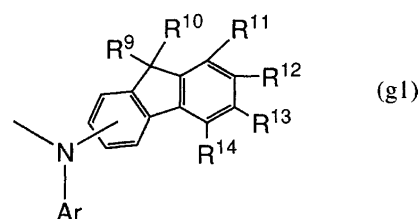
하기 일반식(G1)으로 나타내어지는, 유기 화합물.

[화학식 1]



(다만 상기 일반식(G1)에 있어서, Q는 산소 원자 또는 황 원자이다. 또한 A 및 B 중 한쪽은 하기 일반식(g1)으로 나타내어지는 기이고, 다른 쪽은 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 R¹ 내지 R⁸은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다.)

[화학식 2]



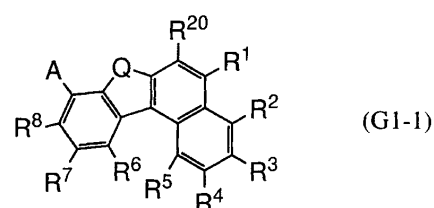
(다만 상기 일반식(g1)에 있어서, R⁹ 및 R¹⁰은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 것을 나타내고, R¹¹ 내지 R¹⁴는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 Ar는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다.)

청구항 2

제 1 항에 있어서,

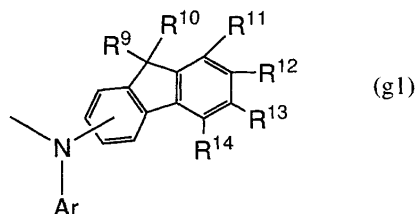
상기 일반식(G1)이 하기 일반식(G1-1)으로 나타내어지는, 유기 화합물.

[화학식 3]



(다만 상기 일반식(G1-1)에 있어서, Q는 산소 원자 또는 황 원자이다. 또한 A는 하기 일반식(g1)으로 나타내어지는 기이고, R^{20} 은 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 R^1 내지 R^8 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기인 알킬기 중 어느 것을 나타낸다.)

[화학식 4]



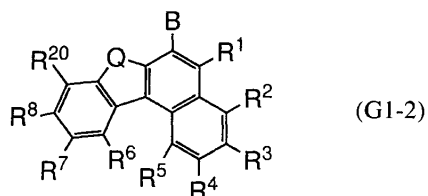
(다만 상기 일반식(g1)에 있어서, R^9 및 R^{10} 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 것을 나타내고, R^{11} 내지 R^{14} 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 Ar는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다.)

청구항 3

제 1 항에 있어서,

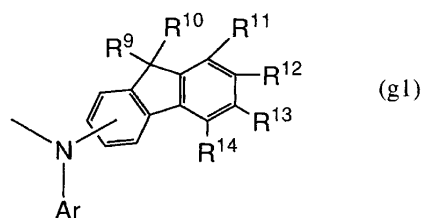
상기 일반식(G1)이 하기 일반식(G1-2)으로 나타내어지는, 유기 화합물.

[화학식 5]



(다만 상기 일반식(G1-2)에 있어서, Q는 산소 원자 또는 황 원자이다. 또한 B는 상기 일반식(g1)으로 나타내어지는 기이고, R^{20} 은 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 R^1 내지 R^8 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기인 알킬기 중 어느 것을 나타낸다.)

[화학식 6]



(다만 상기 일반식(g1)에 있어서, R^9 및 R^{10} 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 것을 나타내고, R^{11} 내지 R^{14} 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 Ar는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다.)

청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

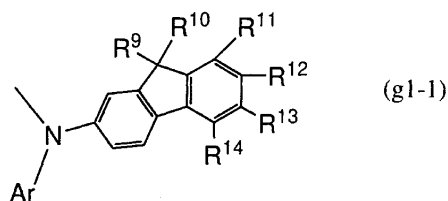
R^{20} 이 수소인, 유기 화합물.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 일반식(g1)으로 나타내어지는 기가 하기 일반식(g1-1)으로 나타내어지는 기인, 유기 화합물.

[화학식 7]



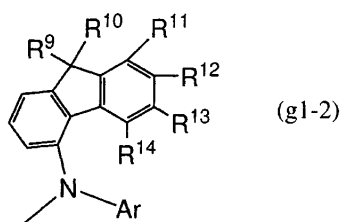
(다만 상기 일반식(g1-1)에 있어서, R^9 및 R^{10} 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 것을 나타내고, R^{11} 내지 R^{14} 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 Ar는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다.)

청구항 6

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 일반식(g1)으로 나타내어지는 기가 하기 일반식(g1-2)으로 나타내어지는 기인, 유기 화합물.

[화학식 8]



(다만 상기 일반식(g1-2)에 있어서, R^9 및 R^{10} 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 것을 나타내고, R^{11} 내지 R^{14} 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한

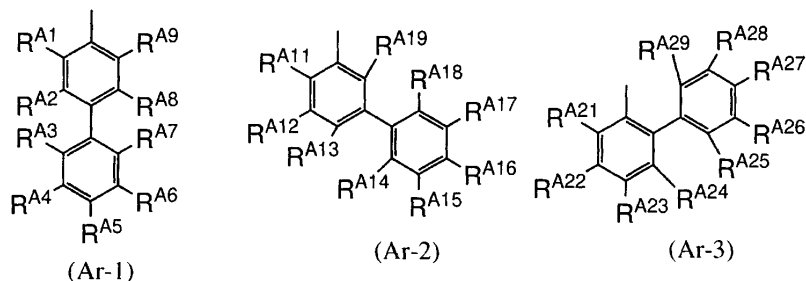
Ar는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다.)

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 Ar가 하기 일반식(Ar-1) 내지 일반식(Ar-3)으로 나타내어지는, 유기 화합물.

[화학식 9]



(다만 상기 일반식(Ar-1) 내지 일반식(Ar-3)에 있어서, R^{A1} 내지 R^{A9}, R^{A11} 내지 R^{A19}, 및 R^{A21} 내지 R^{A29}는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다.)

청구항 8

제 6 항에 있어서, R^{A1} 내지 R^{A9}, R^{A11} 내지 R^{A19}, 및 R^{A21} 내지 R^{A29}가 수소인, 유기 화합물.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

R⁹ 및 R¹⁰이 메틸기인, 유기 화합물.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

R¹ 내지 R⁸이 수소인, 유기 화합물.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

R¹¹ 내지 R¹⁴가 수소인, 유기 화합물.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

Q가 산소 원자인, 유기 화합물.

청구항 13

광 디바이스로서,

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 기재된 유기 화합물을 포함하는, 광 디바이스.

청구항 14

발광 디바이스로서,

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 기재된 유기 화합물을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 15

전자 기기로서,

제 13 항에 기재된 광 디바이스와, 센서, 조작 버튼, 스피커, 또는 마이크를 가지는, 전자 기기.

청구항 16

전자 기기로서,

제 14 항에 기재된 발광 디바이스와, 센서, 조작 버튼, 스피커, 또는 마이크를 가지는, 전자 기기.

청구항 17

발광 장치로서,

제 13 항에 기재된 광 디바이스와, 트랜지스터 또는 기판을 가지는, 발광 장치.

청구항 18

발광 장치로서,

제 14 항에 기재된 발광 디바이스와, 트랜지스터 또는 기판을 가지는, 발광 장치.

청구항 19

조명 장치로서,

제 13 항에 기재된 광 디바이스와, 하우징을 가지는, 조명 장치.

청구항 20

조명 장치로서,

제 14 항에 기재된 발광 디바이스와, 하우징을 가지는, 조명 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 공정(process), 기계(machine), 제품(manufacture), 또는 조성물(composition of matter)에 관한 것이다. 따라서 본 명세서에 개시되는 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 한 쌍의 전극 사이에 발광 재료를 포함하는 유기 화합물층(EL층)을 끼운 것이다. 이 소자에 전압을 인가하여 캐리어를 주입하고, 상기 캐리어의 재결합 에너지를 이용함으로써, 발광 재료로부터의 발광을 얻을 수 있다.

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

[0004] 또한 이들 발광 디바이스는 발광층을 이차원으로 연속하여 형성할 수 있기 때문에, 면 발광을 얻을 수 있다. 이는, 백열 전구나 LED로 대표되는 점광원, 또는 형광등으로 대표되는 선광원으로는 얻기 어려운 특색이기 때문에, 조명 등에 응용할 수 있는 면광원으로서의 이용 가치도 높다.

[0005] 이와 같이 발광 디바이스를 사용한 디스플레이나 조명 장치는 다양한 전자 기기에 적합하게 적용할 수 있고, 특성이 더 양호한 발광 디바이스를 위하여 연구 개발이 진행되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 중국 특허출원 공개 제108689972호 명세서

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 형태에서는 신규 유기 화합물을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 신규 캐리어 수송성 재료를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 신규 정공 수송성 재료를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0008] 또는 본 발명의 다른 일 형태에서는 구동 전압이 낮은 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.

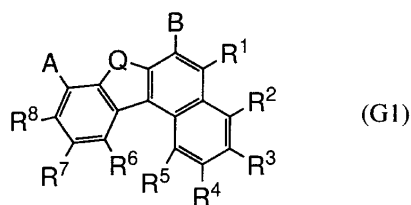
[0009] 또한 이들 과제의 기재는 다른 과제의 존재를 방해하는 것은 아니다. 또한 본 발명의 일 형태는 이들 과제 모두를 반드시 해결할 필요는 없다. 또한 이들 외의 과제는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 저절로 명백해지는 것이며, 명세서, 도면, 청구항 등의 기재에서 이들 외의 과제를 추출할 수 있다.

[0010] 본 발명은 상술한 과제 중 어느 하나를 해결하면 되는 것으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 형태는 하기 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

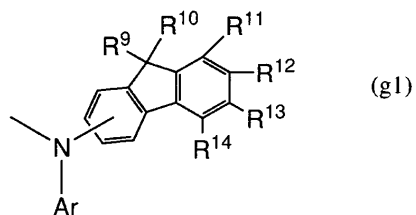
[0012] [화학식 1]



[0013]

[0014] 다만 상기 일반식(G1)에 있어서, Q는 산소 원자 또는 황 원자이다. 또한 A 및 B 중 한쪽은 하기 일반식(g1)으로 나타내어지는 기이고, 다른 쪽은 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 R¹ 내지 R⁸은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다.

[0015] [화학식 2]

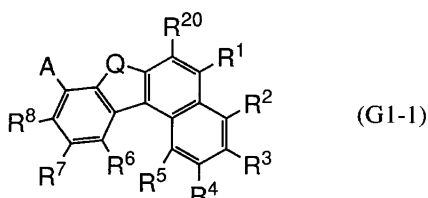


[0016]

[0017] 다만 상기 일반식(g1)에 있어서, R^9 및 R^{10} 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 것을 나타내고, R^{11} 내지 R^{14} 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 Ar는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다.

[0018] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에 있어서, 상기 일반식(G1)이 하기 일반식(G1-1)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

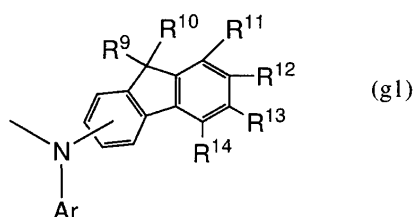
[0019] [화학식 3]



[0020]

[0021] 다만 상기 일반식(G1-1)에 있어서, Q는 산소 원자 또는 황 원자이다. 또한 A는 하기 일반식(g1)으로 나타내어지는 기이고, R^{20} 은 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 R^1 내지 R^8 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기인 알킬기 중 어느 것을 나타낸다.

[0022] [화학식 4]

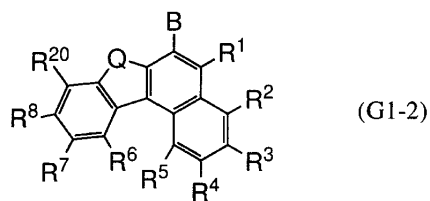


[0023]

[0024] 다만 상기 일반식(g1)에 있어서, R^9 및 R^{10} 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 것을 나타내고, R^{11} 내지 R^{14} 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 Ar는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다.

[0025] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에 있어서, 상기 일반식(G1)이 하기 일반식(G1-2)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

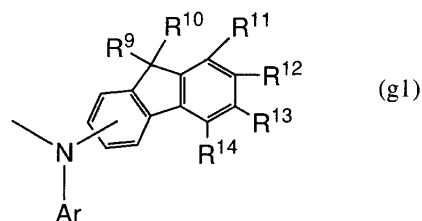
[0026] [화학식 5]



[0027]

[0028] 다만 상기 일반식(G1-2)에 있어서, Q는 산소 원자 또는 황 원자이다. 또한 B는 상기 일반식(g1)으로 나타내어지는 기이고, R²⁰은 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 R¹ 내지 R⁸은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기인 알킬기 중 어느 것을 나타낸다.

[0029] [화학식 6]



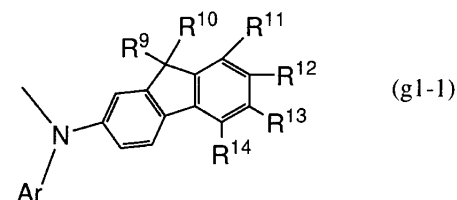
[0030]

[0031] 다만 상기 일반식(g1)에 있어서, R⁹ 및 R¹⁰은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 것을 나타내고, R¹¹ 내지 R¹⁴는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 Ar는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다.

[0032] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에 있어서, R²⁰이 수소인 유기 화합물이다.

[0033] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에 있어서, 상기 일반식(g1)으로 나타내어지는 기가 하기 일반식(g1-1)으로 나타내어지는 기인 유기 화합물이다.

[0034] [화학식 7]



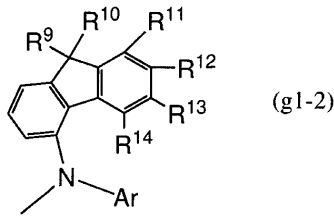
[0035]

[0036] 다만 상기 일반식(g1-1)에 있어서, R⁹ 및 R¹⁰은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 것을 나타내고, R¹¹ 내지 R¹⁴는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 Ar는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다.

[0037] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에 있어서, 상기 일반식(g1)으로 나타내어지는 기가 하기 일반식(g1-

2)으로 나타내어지는 기인 유기 화합물이다.

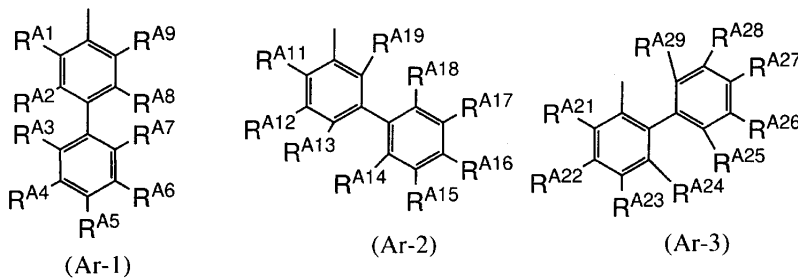
[화학식 8]



다만 상기 일반식(g1-2)에 있어서, R^9 및 R^{10} 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 것을 나타내고, R^{11} 내지 R^{14} 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 Ar는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다.

또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에 있어서, 상기 Ar가 하기 일반식(Ar-1) 내지 일반식(Ar-3)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

[화학식 9]



다만 상기 일반식(Ar-1) 내지 일반식(Ar-3)에 있어서, R^{A1} 내지 R^{A9} , R^{A11} 내지 R^{A19} , 및 R^{A21} 내지 R^{A29} 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다.

또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에 있어서, R^{A1} 내지 R^{A9} , R^{A11} 내지 R^{A19} , 및 R^{A21} 내지 R^{A29} 가 수소인 유기 화합물이다.

또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에 있어서, R^9 및 R^{10} 이 메틸기인 유기 화합물이다.

또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에 있어서, R^1 내지 R^8 이 수소인 유기 화합물이다.

또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에 있어서, R^{11} 내지 R^{14} 가 수소인 유기 화합물이다.

또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 유기 화합물 중 어느 것을 포함하는 광 디바이스이다.

또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 유기 화합물 중 어느 것을 포함하는 발광 디바이스이다.

또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 광 디바이스와, 센서, 조작 버튼, 스피커, 또는 마이크로폰을 가지는 전자 기기이다.

또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 광 디바이스와, 트랜지스터 또는 기판을 가지는 발광 장치이다.

또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 광 디바이스와, 하우징을 가지는 조명 장치이다.

또한 본 명세서에서 발광 장치는 발광 디바이스를 사용한 화상 표시 디바이스를 포함한다. 또한 발광 디바이스

에 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 모듈은 발광 장치를 포함하는 경우가 있다. 또한 조명 기구 등은 발광 장치를 포함하는 경우가 있다.

발명의 효과

- [0055] 본 발명의 일 형태에서는 신규 유기 화합물을 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에서는 신규 전자 수송층용 재료를 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 신규 인광 발광 디바이스용 호스트 재료를 제공할 수 있다.
- [0056] 또는 본 발명의 다른 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.
- [0057] 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 기재로부터 저절로 명백해지는 것이며, 명세서, 도면, 청구항 등의 기재에서 이들 외의 효과를 추출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0058] 도 1의 (A), (B), 및 (C)는 발광 디바이스의 개략도이다.
- 도 2의 (A) 및 (B)는 액티브 매트릭스형 발광 장치의 개념도이다.
- 도 3의 (A) 및 (B)는 액티브 매트릭스형 발광 장치의 개념도이다. 도 4는 액티브 매트릭스형 발광 장치의 개념도이다.
- 도 5의 (A) 및 (B)는 패시브 매트릭스형 발광 장치의 개념도이다.
- 도 6의 (A) 및 (B)는 조명 장치를 나타낸 도면이다.
- 도 7의 (A), (B1), (B2), 및 (C)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.
- 도 8의 (A), (B), 및 (C)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.
- 도 9는 조명 장치를 나타낸 도면이다.
- 도 10은 조명 장치를 나타낸 도면이다.
- 도 11은 차량 탑재 표시 장치 및 조명 장치를 나타낸 도면이다.
- 도 12의 (A) 및 (B)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.
- 도 13의 (A), (B), 및 (C)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.
- 도 14의 (A) 및 (B)는 oFBiBnf(6)의 ^1H NMR 차트이다.
- 도 15는 oFBiBnf(6)의 톨루엔 용액에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼이다.
- 도 16은 oFBiBnf(6)의 박막 상태에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼이다.
- 도 17의 (A) 및 (B)는 oFBi(4)Bnf(6)의 ^1H NMR 차트이다.
- 도 18은 oFBi(4)Bnf(6)의 톨루엔 용액에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼이다.
- 도 19는 oFBi(4)Bnf(6)의 박막 상태에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼이다.
- 도 20의 (A) 및 (B)는 FBi(4)Bnf(6)의 ^1H NMR 차트이다.
- 도 21은 FBi(4)Bnf(6)의 톨루엔 용액에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼이다.
- 도 22는 FBi(4)Bnf(6)의 박막 상태에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼이다.
- 도 23의 (A) 및 (B)는 FBiBnf(6)의 ^1H NMR 차트이다.

- 도 24는 FBiBnf(6)의 톨루엔 용액에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼이다.
- 도 25는 FBiBnf(6)의 박막 상태에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼이다.
- 도 26은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 휘도-전류 밀도 특성이다.
- 도 27은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 전류 효율-휘도 특성이다.
- 도 28은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 휘도-전압 특성이다.
- 도 29는 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 전류-전압 특성이다.
- 도 30은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 외부 양자 효율-휘도 특성이다.
- 도 31은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 발광 스펙트럼이다.
- 도 32는 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 휘도-전류 밀도 특성이다.
- 도 33은 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 전류 효율-휘도 특성이다.
- 도 34는 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 휘도-전압 특성이다.
- 도 35는 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 전류-전압 특성이다.
- 도 36은 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 외부 양자 효율-휘도 특성이다.
- 도 37은 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 발광 스펙트럼이다.
- 도 38은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 정규화 휘도-시간 변화 특성이다.
- 도 39는 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 정규화 휘도-시간 변화 특성이다.
- 도 40은 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 휘도-전류 밀도 특성이다.
- 도 41은 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 전류 효율-휘도 특성이다.
- 도 42는 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 휘도-전압 특성이다.
- 도 43은 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 전류-전압 특성이다.
- 도 44는 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 외부 양자 효율-휘도 특성이다.
- 도 45는 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 발광 스펙트럼이다.
- 도 46은 발광 디바이스 4 및 비교 발광 디바이스 4의 휘도-전류 밀도 특성이다.
- 도 47은 발광 디바이스 4 및 비교 발광 디바이스 4의 전류 효율-휘도 특성이다.
- 도 48은 발광 디바이스 4 및 비교 발광 디바이스 4의 휘도-전압 특성이다.
- 도 49는 발광 디바이스 4 및 비교 발광 디바이스 4의 전류-전압 특성이다.
- 도 50은 발광 디바이스 4 및 비교 발광 디바이스 4의 외부 양자 효율-휘도 특성이다.
- 도 51은 발광 디바이스 4 및 비교 발광 디바이스 4의 발광 스펙트럼이다.
- 도 52는 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 정규화 휘도-시간 변화 특성이다.
- 도 53은 발광 디바이스 4 및 비교 발광 디바이스 4의 정규화 휘도-시간 변화 특성이다.
- 도 54는 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6의 휘도-전류 밀도 특성이다.
- 도 55는 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6의 전류 효율-휘도 특성이다.
- 도 56은 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6의 휘도-전압 특성이다.
- 도 57은 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6의 전류-전압 특성이다.
- 도 58은 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6의 외부 양자 효율-휘도 특성이다.
- 도 59는 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6의 발광 스펙트럼이다.

- 도 60의 (A) 및 (B)는 FBiBnf(8)의 ^1H NMR 차트이다.
- 도 61은 FBiBnf(8)의 톨루엔 용액에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼이다.
- 도 62는 FBiBnf(8)의 박막 상태에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼이다.
- 도 63의 (A) 및 (B)는 oFBiBnf(8)의 ^1H NMR 차트이다.
- 도 64는 oFBiBnf(8)의 톨루엔 용액에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼이다.
- 도 65는 oFBiBnf(8)의 박막 상태에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼이다.
- 도 66의 (A) 및 (B)는 FBi(4)Bnf(8)의 ^1H NMR 차트이다.
- 도 67은 FBi(4)Bnf(8)의 톨루엔 용액에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼이다.
- 도 68은 FBi(4)Bnf(8)의 박막 상태에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼이다.
- 도 69는 oFBi(4)Bnf(8)의 톨루엔 용액에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼이다.
- 도 70은 oFBi(4)Bnf(8)의 박막 상태에서의 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼이다.
- 도 71은 발광 디바이스 7 및 발광 디바이스 8의 휘도-전류 밀도 특성이다.
- 도 72는 발광 디바이스 7 및 발광 디바이스 8의 전류 효율-휘도 특성이다.
- 도 73은 발광 디바이스 7 및 발광 디바이스 8의 휘도-전압 특성이다.
- 도 74는 발광 디바이스 7 및 발광 디바이스 8의 전류-전압 특성이다.
- 도 75는 발광 디바이스 7 및 발광 디바이스 8의 외부 양자 효율-휘도 특성이다.
- 도 76은 발광 디바이스 7 및 발광 디바이스 8의 발광 스펙트럼이다.
- 도 77은 발광 디바이스 7 및 발광 디바이스 8의 정규화 휘도-시간 변화 특성이다.
- 도 78은 발광 디바이스 9 및 비교 발광 디바이스 5의 휘도-전류 밀도 특성이다.
- 도 79는 발광 디바이스 9 및 비교 발광 디바이스 5의 전류 효율-휘도 특성이다.
- 도 80은 발광 디바이스 9 및 비교 발광 디바이스 5의 휘도-전압 특성이다.
- 도 81은 발광 디바이스 9 및 비교 발광 디바이스 5의 전류-전압 특성이다.
- 도 82는 발광 디바이스 9 및 비교 발광 디바이스 5의 외부 양자 효율-휘도 특성이다.
- 도 83은 발광 디바이스 9 및 비교 발광 디바이스 5의 발광 스펙트럼이다.
- 도 84는 발광 디바이스 9 및 비교 발광 디바이스 5의 정규화 휘도-시간 변화 특성이다.
- 도 85는 발광 디바이스 10의 휘도-전류 밀도 특성이다.
- 도 86은 발광 디바이스 10의 전류 효율-휘도 특성이다.
- 도 87은 발광 디바이스 10의 휘도-전압 특성이다.
- 도 88은 발광 디바이스 10의 전류-전압 특성이다.
- 도 89는 발광 디바이스 10의 외부 양자 효율-휘도 특성이다.
- 도 90은 발광 디바이스 10의 발광 스펙트럼이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0059]

이하에서 본 발명의 실시형태에 대하여 도면을 사용하여 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 있는 것은 통상의 기술자라면 용이하게 이해할 수 있다. 따라서 본 발명은 이하에 나타내는 실시형태의 기재 내

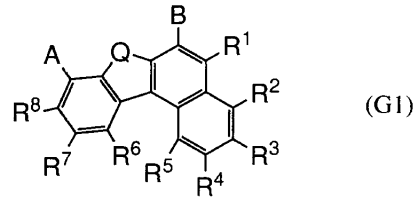
용에 한정하여 해석되는 것은 아니다.

(실시형태 1)

본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 유기 화합물에 대하여 설명한다.

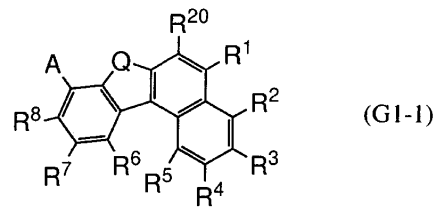
본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 하기 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물이다.

[화학식 10]

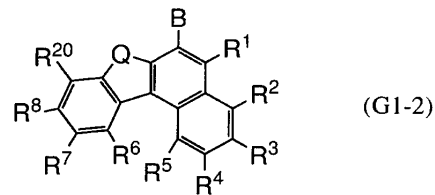


상기 일반식(G1)은 하기 일반식(G1-1) 및 일반식(G1-2)으로서 나타낼 수도 있다.

[화학식 11]



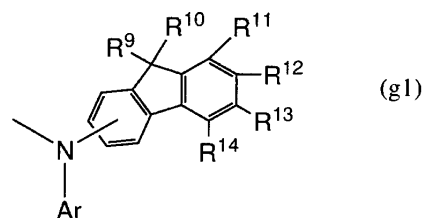
[화학식 12]



또한 상기 일반식(G1), 일반식(G1-1), 및 일반식(G1-2)으로 나타내어지는 유기 화합물에 있어서, Q는 산소 원자 또는 황 원자이다. 또한 Q는 산소 원자이면 황 원자를 가지는 화합물에 비하여 굴절률이 낮게 되는데, 보다 굴절률이 낮은 화합물을 사용한 소자는 광 추출 효율이 높아지는 효과를 얻을 수 있으므로 고효율의 발광 디바이스를 제공할 수 있어 바람직하다.

또한 상기 일반식(G1)에서의 A 및 B 중 한쪽, 상기 일반식(G1-1)에서의 A, 상기 일반식(G1-2)에서의 B는 하기 일반식(g1)으로 나타내어지는 기인 것으로 한다.

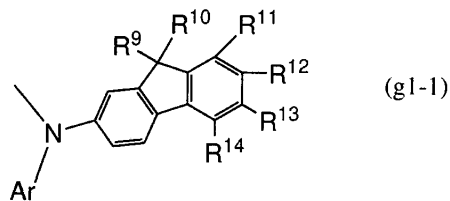
[화학식 13]



상기 일반식(g1)으로 나타내어지는 기에 있어서, 플루오렌일기에 아민의 질소가 결합되는 위치는 2위치 또는 4 위치가 바람직하다. 즉 상기 일반식(g1)으로 나타내어지는 기가, 하기 일반식(g1-1)으로 나타내어지는 기인 경우에는, 플루오렌-2-아민 골격을 가지는 화합물이 되기 때문에, HOMO가 비교적 낮으며 수송성이 높은 화합물을 제공할 수 있고, 그 결과 저소비 전력의 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 또한 하기 일반식(g1-1)으로 나타내어지는 기인 경우에는, 합성이 쉽기 때문에 비용면에서의 이점도 얻어진다. 또는 상기 일반식(g1)으로 나타내

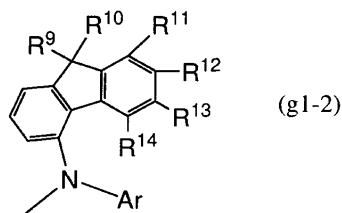
어지는 기가, 하기 일반식(g1-2)으로 나타내어지는 기인 경우에는, 높은 발광 효율을 가지는 디바이스를 제공할 수 있기 때문에 바람직하다.

[0075] [화학식 14]



[0076]

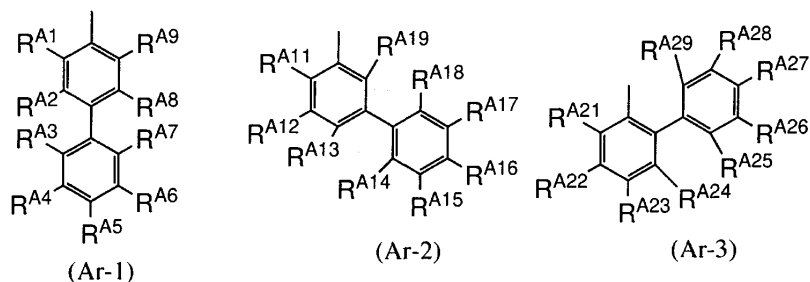
[0077] [화학식 15]



[0078]

[0079] 상기 일반식(g1), 일반식(g1-1), 및 일반식(g1-2)으로 나타내어지는 기에 있어서, Ar는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다. 또한 Ar가 하기 일반식(Ar-1) 내지 일반식(Ar-3)으로 나타내어지는 기인 것이, 고효율, 고신뢰성의 디바이스를 제공하기 위해서는 바람직하다. 또한 일반식(g1-2)의 Ar가 하기 일반식(Ar-1) 내지 일반식(Ar-3)으로 나타내어지는 기인 경우에는, 합성하기 쉽기 때문에 화합물을 제공하는 데 있어 비용면에서의 이점도 얻어진다.

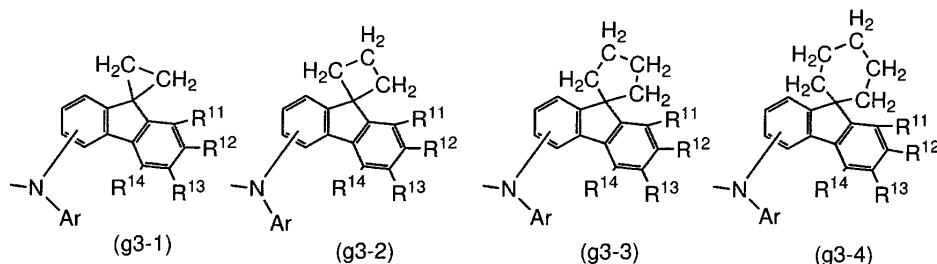
[0080] [화학식 16]



[0081]

[0082] 다만 상기 일반식(Ar-1) 내지 일반식(Ar-3)에 있어서, R^{A1} 내지 R^{A9}, R^{A11} 내지 R^{A19}, 및 R^{A21} 내지 R^{A29}는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 R^{A1} 내지 R^{A9}, R^{A11} 내지 R^{A19}, 및 R^{A21} 내지 R^{A29}는 수소, 페닐기, 바이페닐기, 플루오렌일기인 것이, 합성이 간편하고, 원료를 조달하기 쉽고, 고내열성, 고신뢰성, 저소비 전력의 화합물 및 디바이스를 제공할 수 있기 때문에 바람직하다.

[0083] 또한 상기 일반식(g1), 일반식(g1-1), 및 일반식(g1-2)으로 나타내어지는 기에 있어서, R⁹ 및 R¹⁰은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 R⁹ 및 R¹⁰이 탄소수 1 내지 6의 알킬기인 경우, 하기 일반식(g3-1) 내지 일반식(g3-4)과 같이, R⁹와 R¹⁰은 서로 결합하여 고리를 형성하고 스파이로 구조가 되어 있어도 좋다.

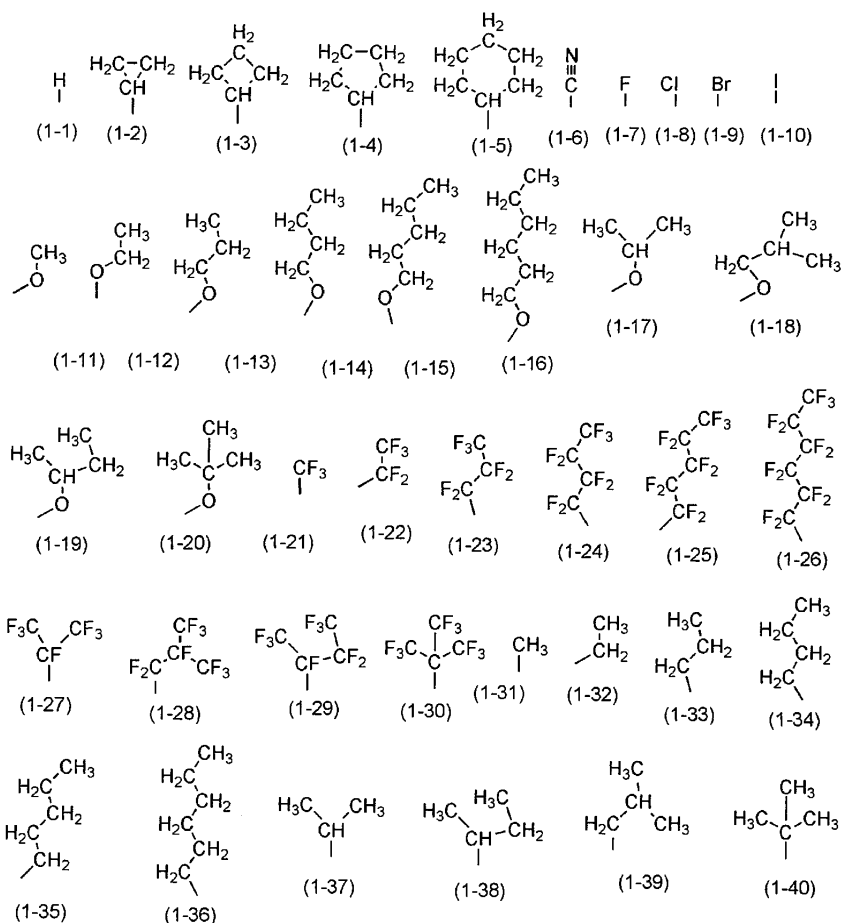


[0085]

[0087] 또한 본 명세서 중에 있어서, "치환 또는 비치환된"이라고 기재된 기가 치환기를 가지는 경우, 이 치환기로서는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 페닐기, 바이페닐기(o-바이페닐기, m-바이페닐기, 및 p-바이페닐기), 나프틸기를 들 수 있다.

[0088] 또한 탄소수 1 내지 6의 탄화수소기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기의 구체적인 예로서는 하기 구조식(1-1) 내지 구조식(1-40) 등을 들 수 있다.

[0089] [화학식 18]

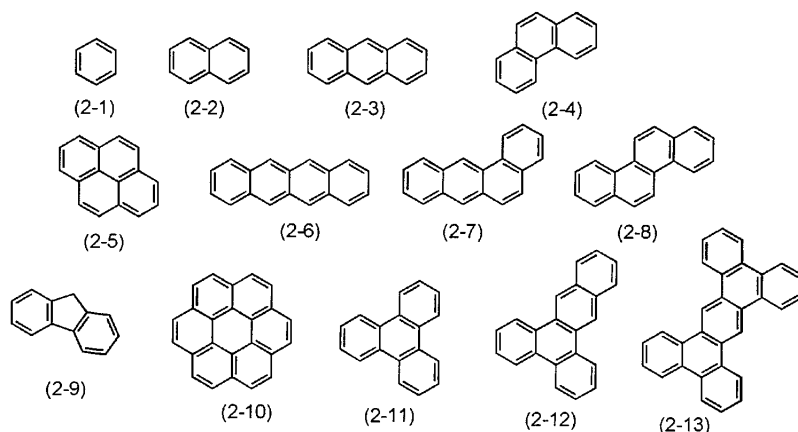


[0090]

- 17 -

이들은 치환기를 가져도 좋다.

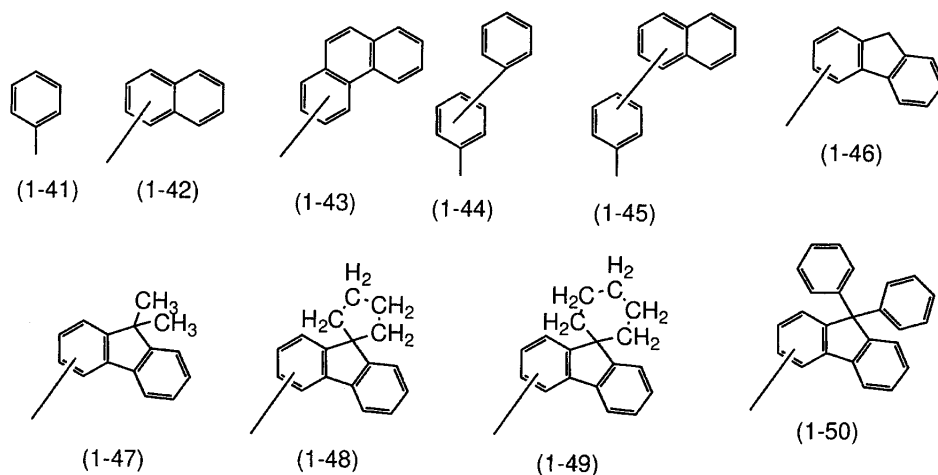
[0092] [화학식 19]



[0093]

[0094] 또한 R^1 내지 R^8 , R^{11} 내지 R^{14} 가 방향족 탄화수소기인 경우에는, 상기 구조식(2-1) 내지 구조식(2-13) 중에서도 구조식(2-1) 내지 구조식(2-3) 및 구조식(2-9)인 것이 바람직하다. 또한 이들 방향족 탄화수소기의 치환 위치는 불문한다. 이러한 방향족 탄화수소기 및 이러한 탄화수소기가 치환기를 가지는 경우의 구체적인 예를 하기 구조식(1-41) 내지 구조식(1-50)에 나타낸다.

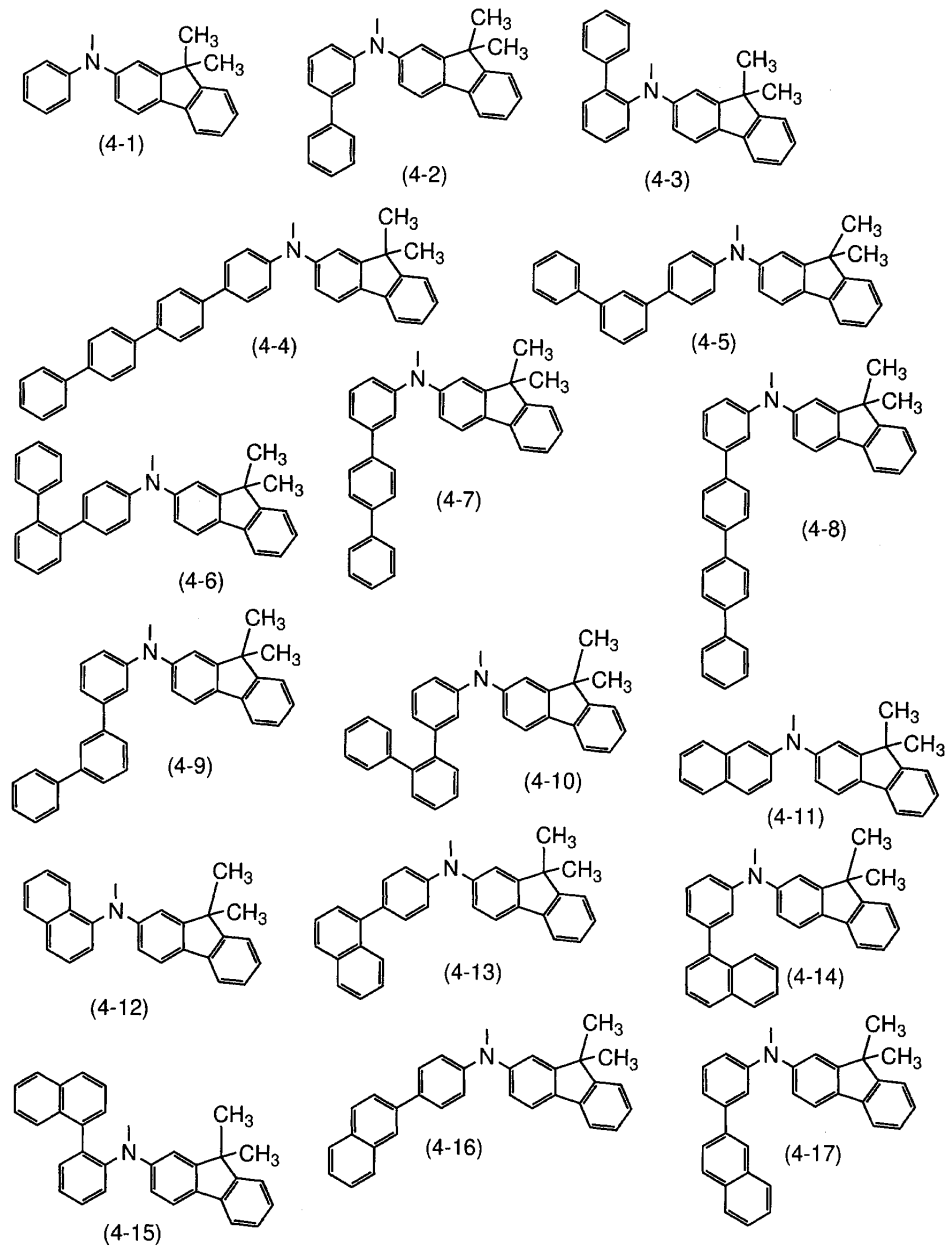
[0095] [화학식 20]



[0096]

[0097] 여기서, 상기 일반식(g1), 일반식(g1-1), 일반식(g1-2), 및 일반식(g3-1) 내지 일반식(g3-4)으로 나타내어지는 기의 구체적인 예를 이하에 나타낸다.

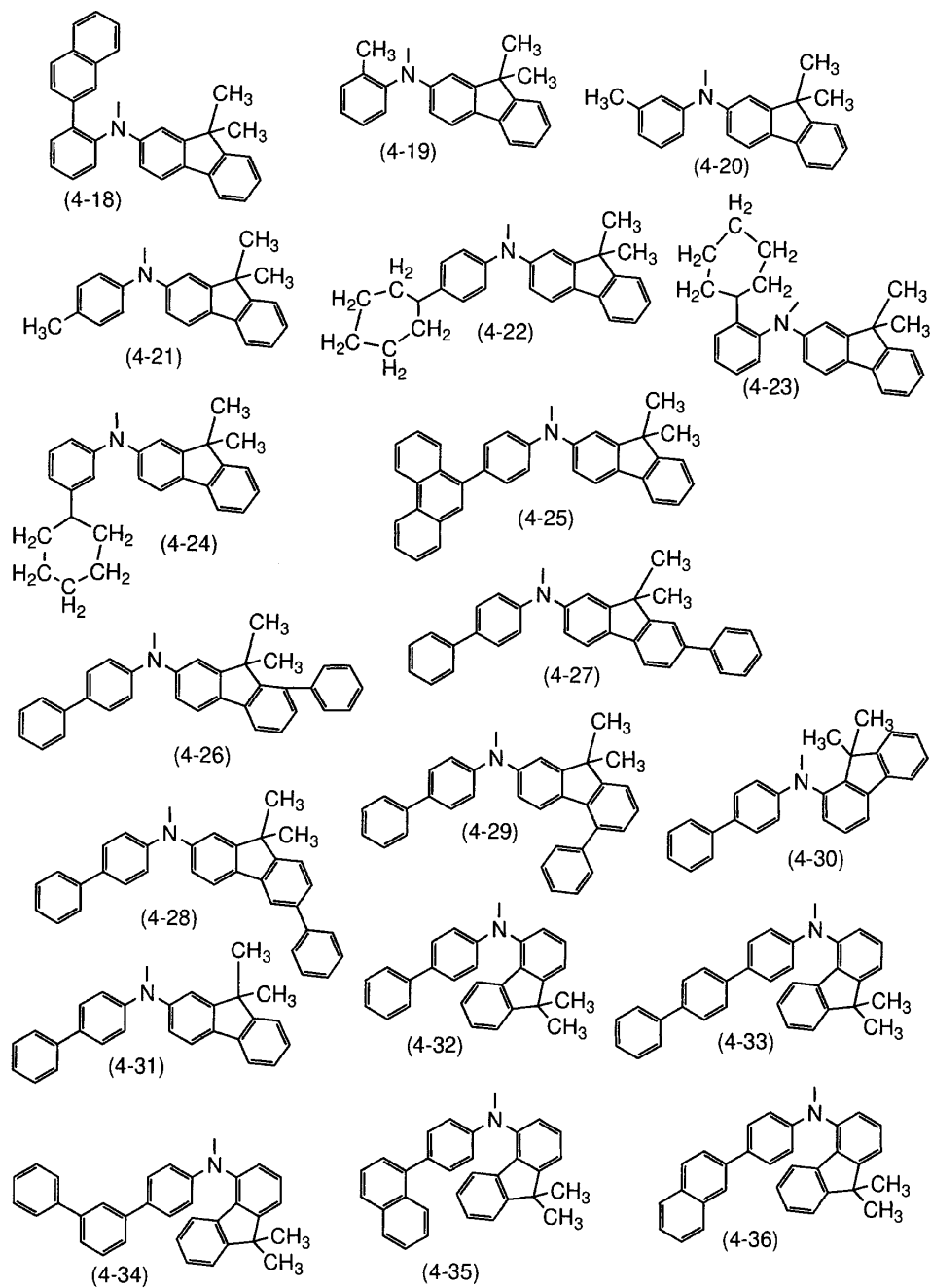
[0098] [화학식 21]



[0099]

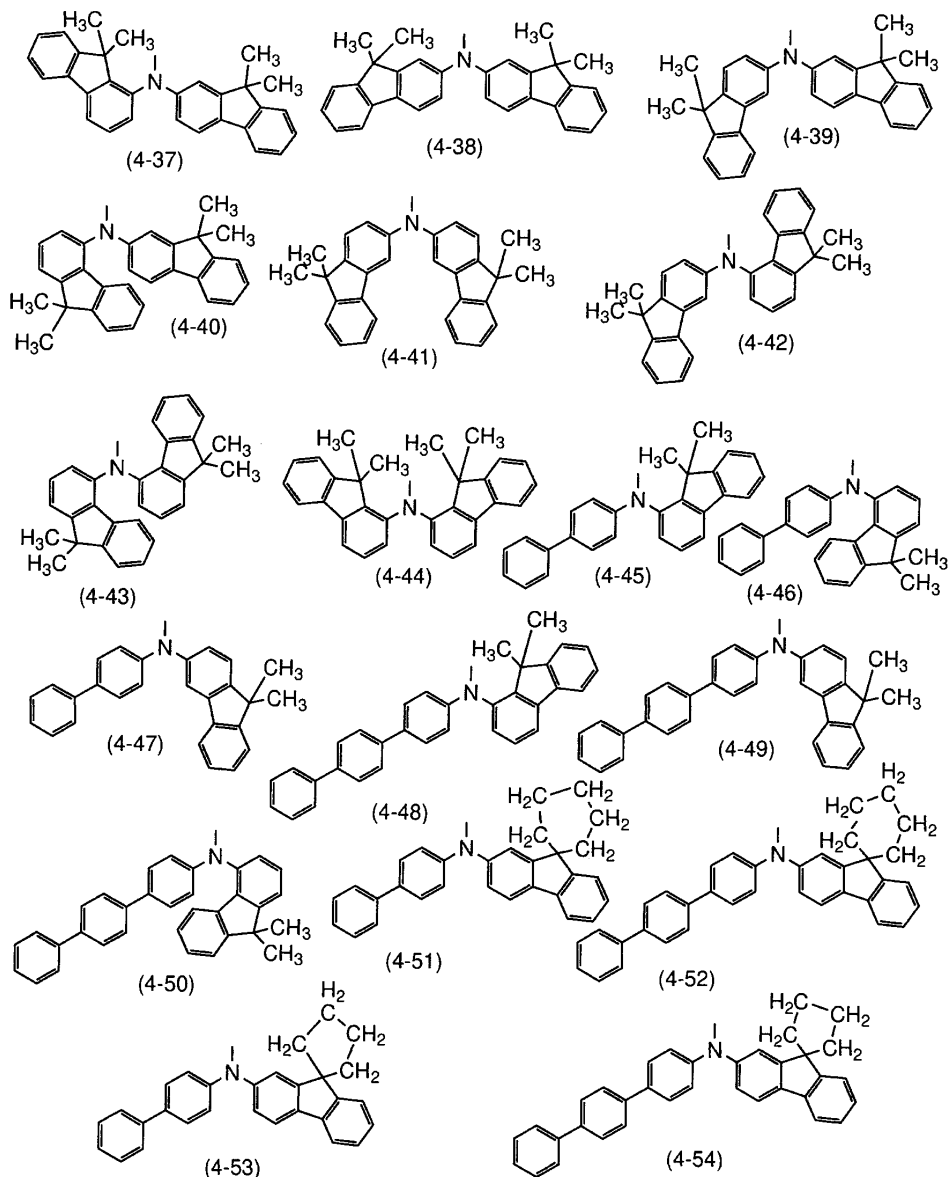
[0100]

[화학식 22]



[0101]

[0102] [화학식 23]



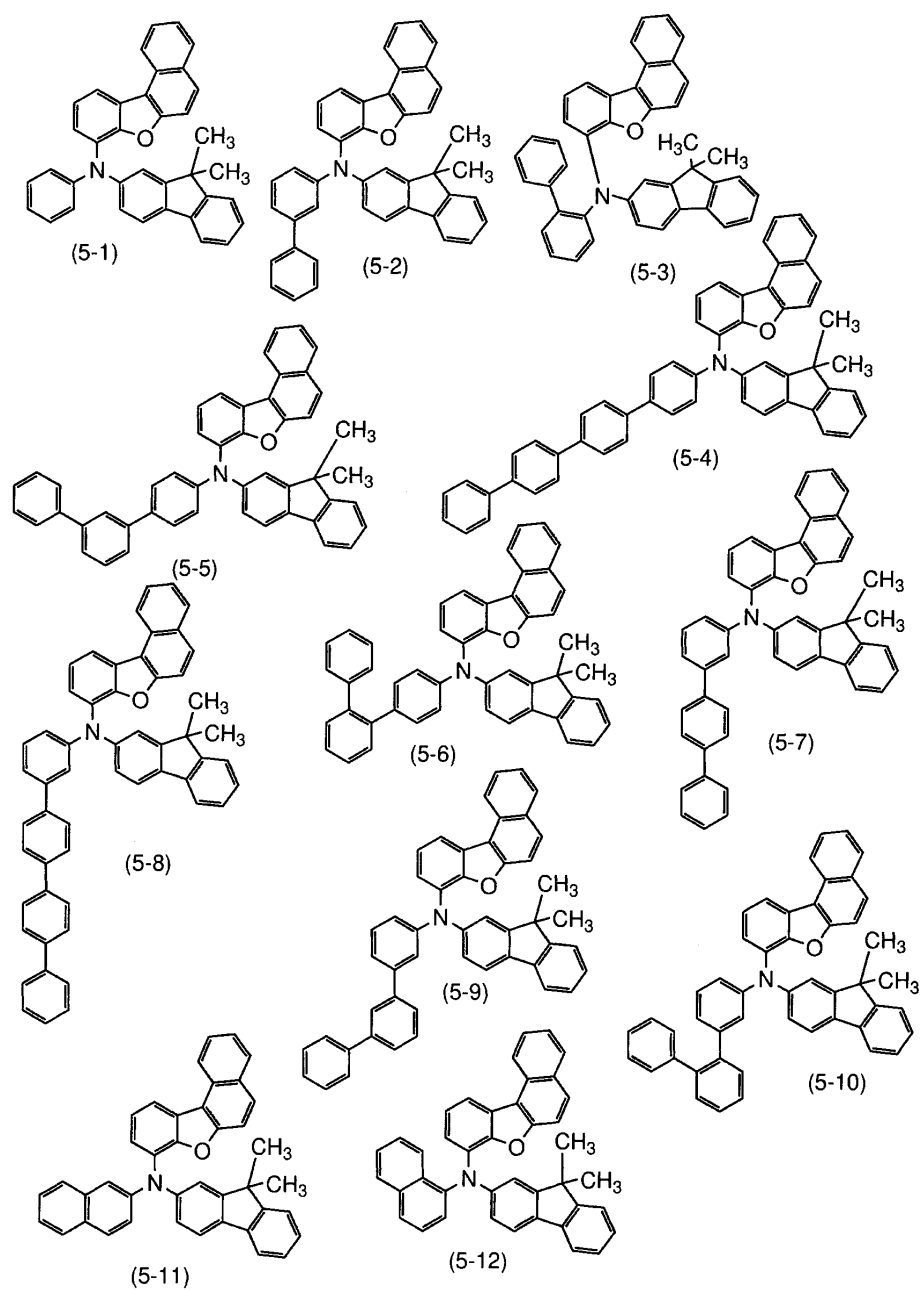
[0103]

[0104] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 캐리어 수송성이 높은 유기 화합물이다. 특히 정공 수송성이 높아, 후막(厚膜)으로서 형성하여도 구동 전압의 상승이 적기 때문에 특성이 양호한 발광 디바이스를 얻을 수 있다. 상기 구성을 가지는 유기 화합물은 발광 디바이스의 정공 주입층 및 정공 수송층으로서 적합하게 사용할 수 있다.

[0105] 상기 구성을 가지는 유기 화합물의 구체적인 예를 이하에 나타낸다.

[0106]

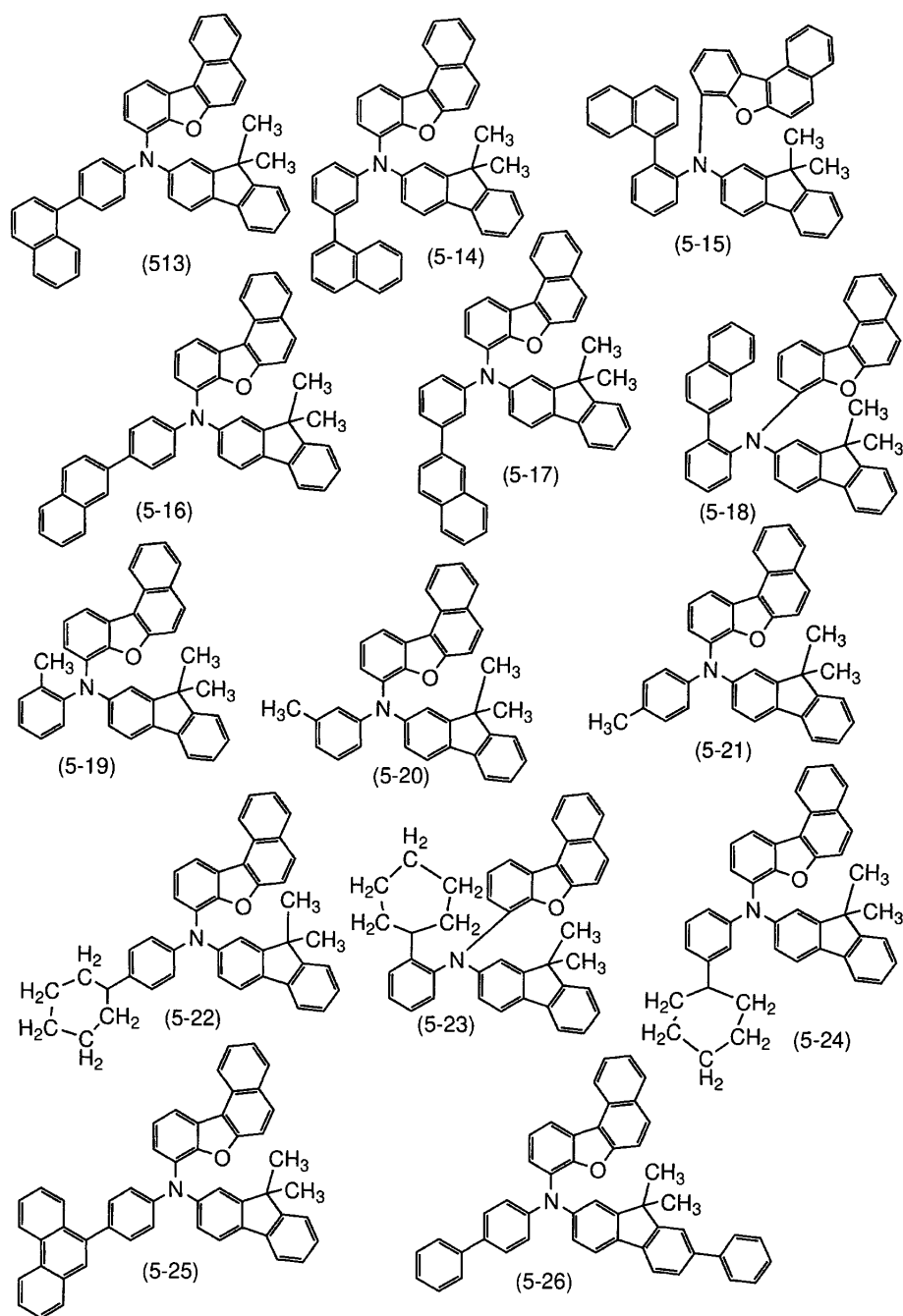
[화학식 24]



[0107]

[0108]

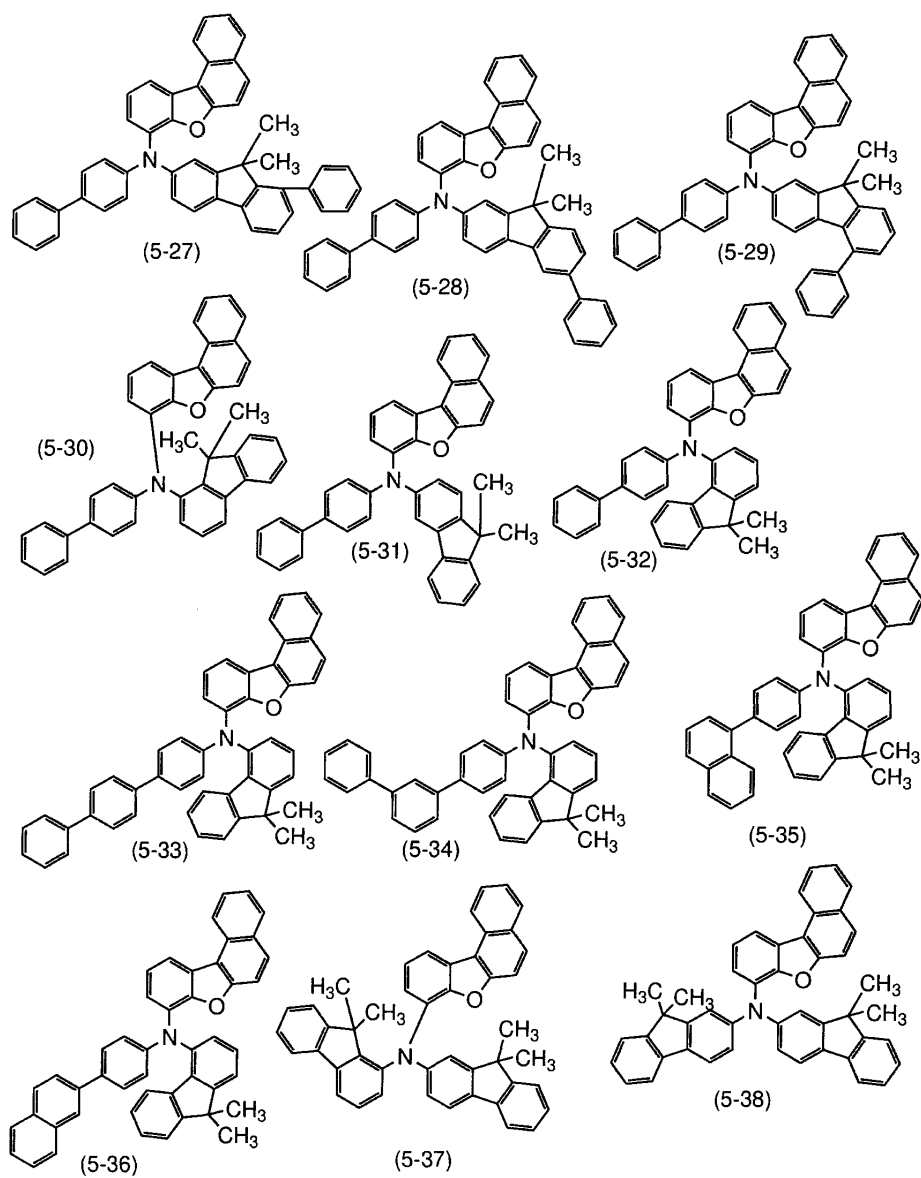
[화학식 25]



[0109]

[0110]

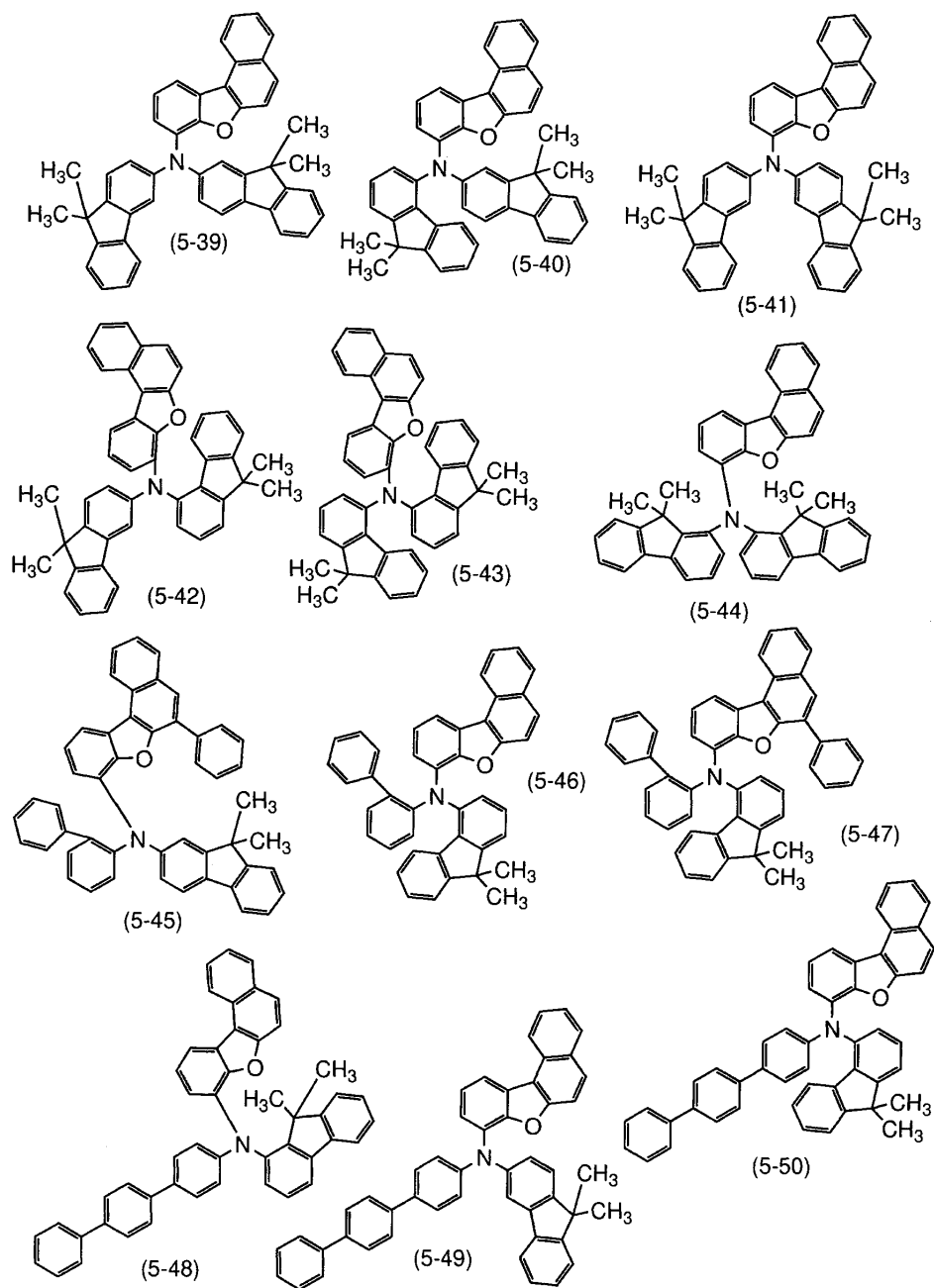
[화학식 26]



[0111]

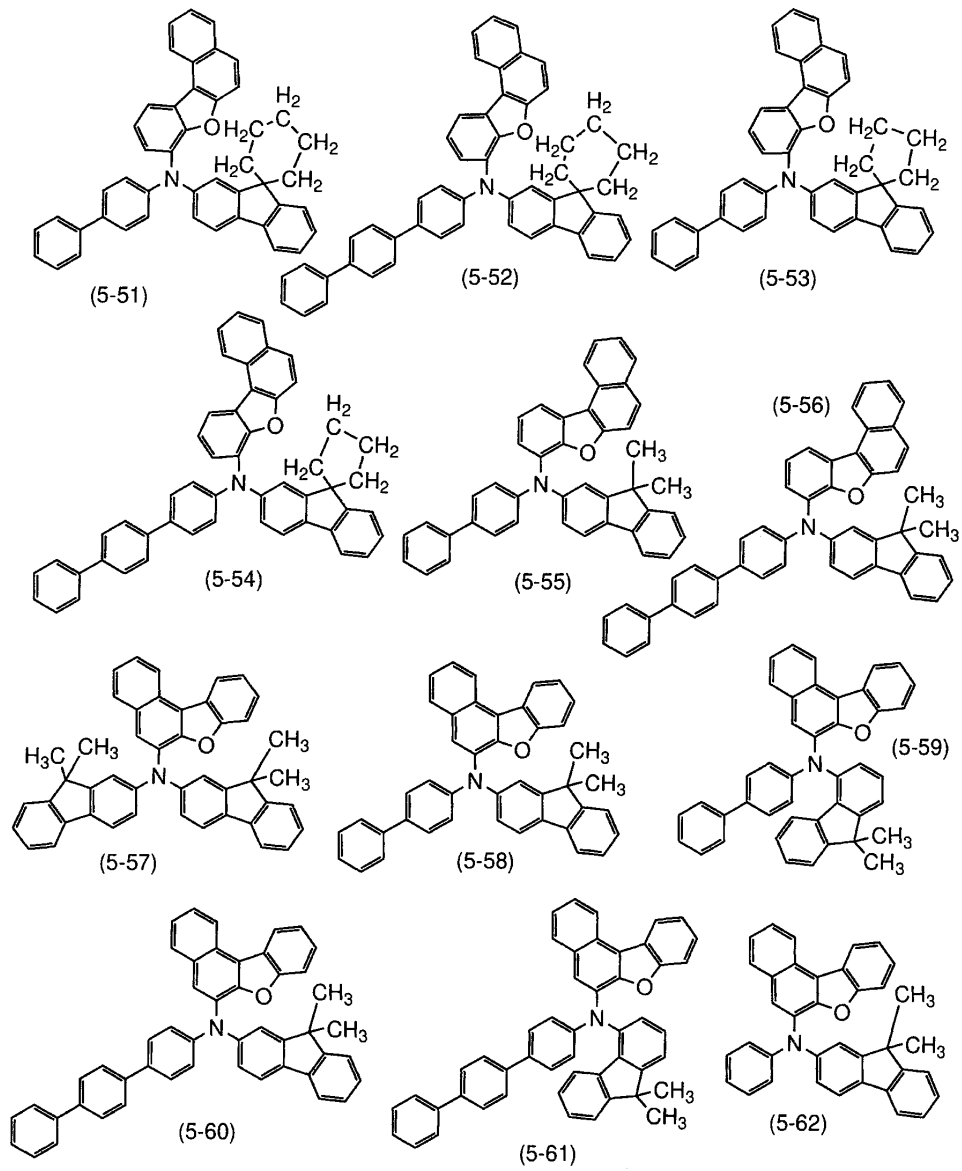
[0112]

[화학식 27]



[0113]

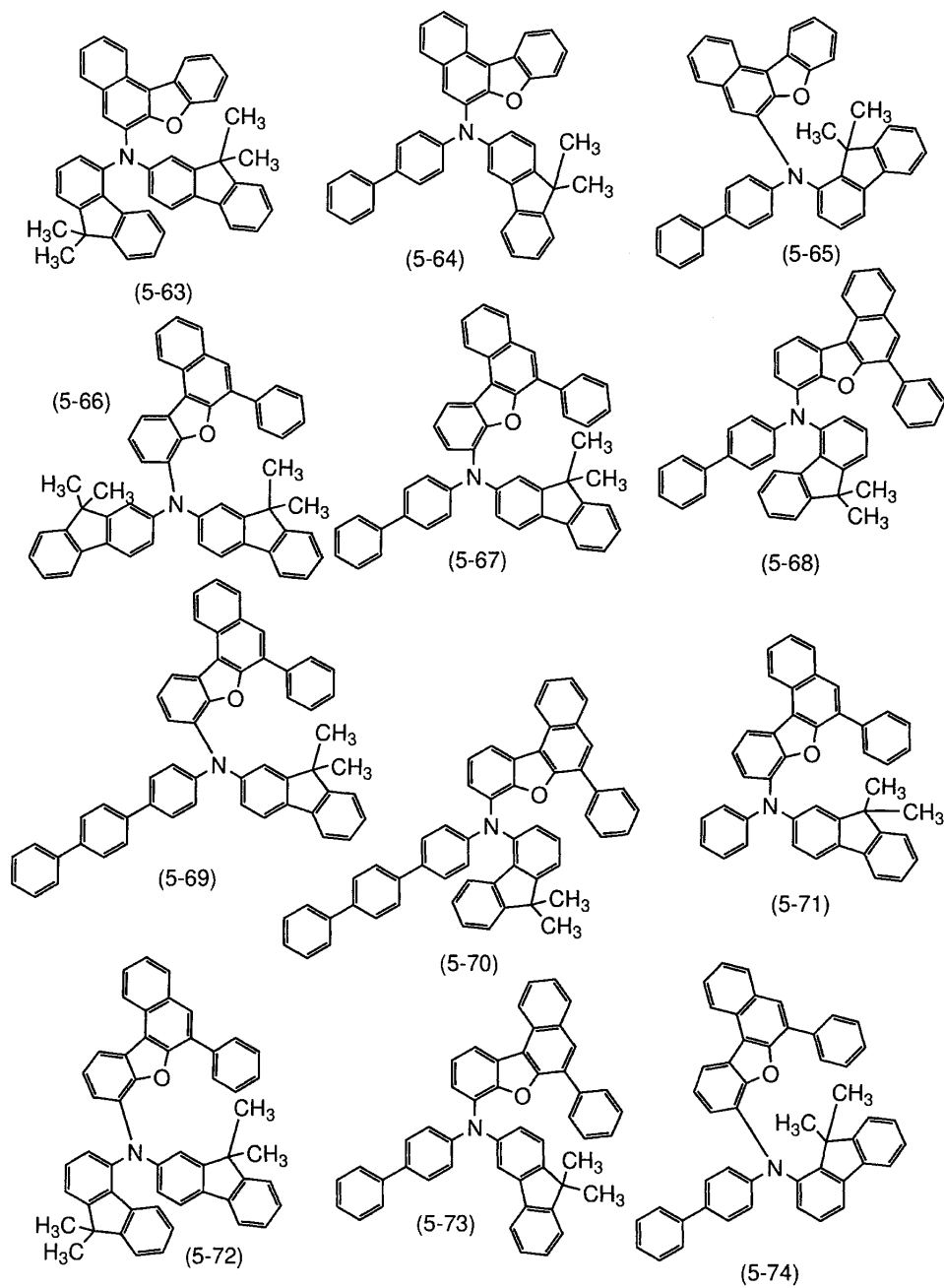
[0114] [화학식 28]



[0115]

[0116]

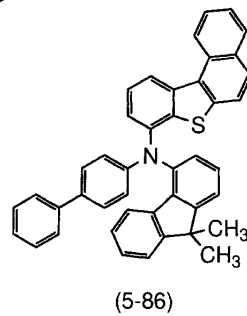
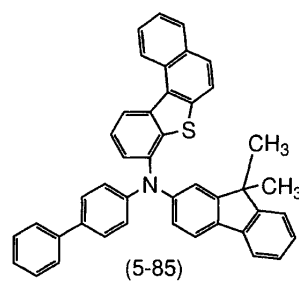
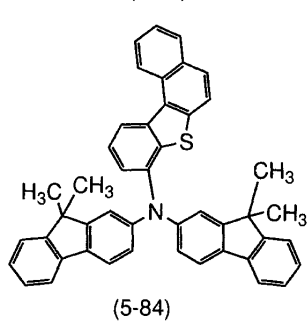
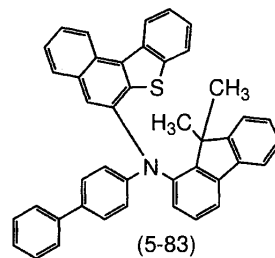
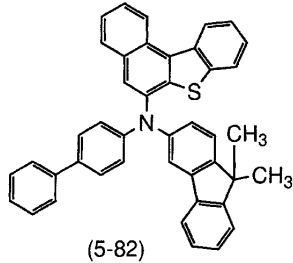
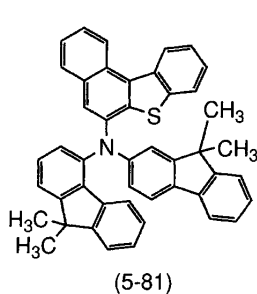
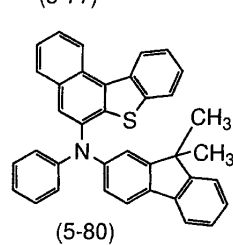
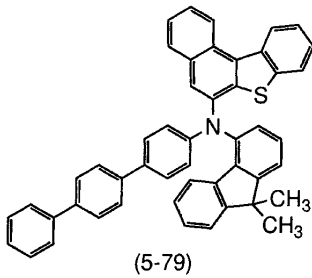
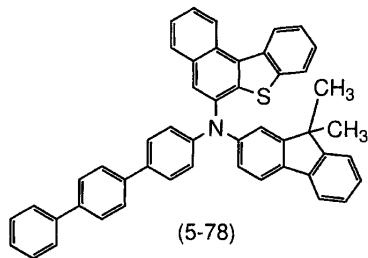
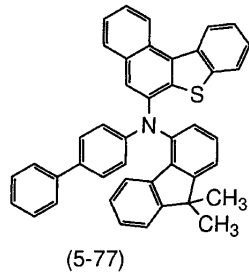
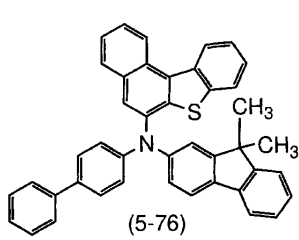
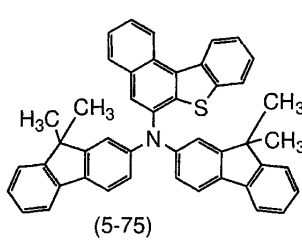
[화학식 29]



[0117]

[0118]

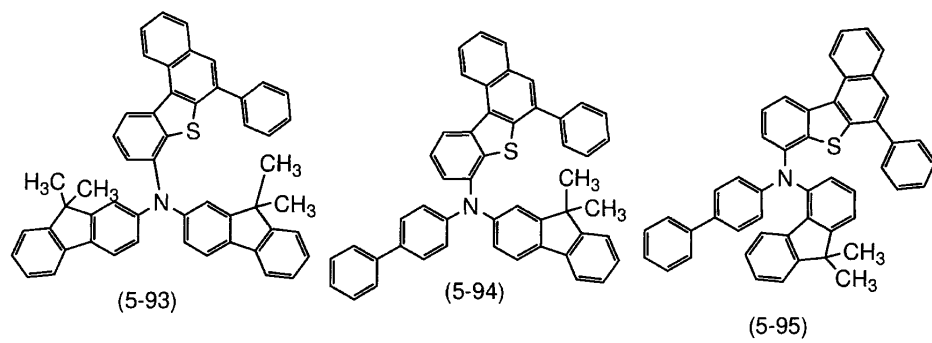
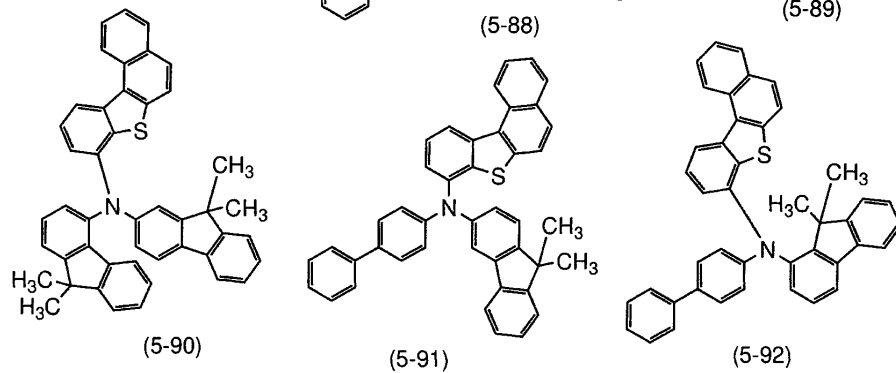
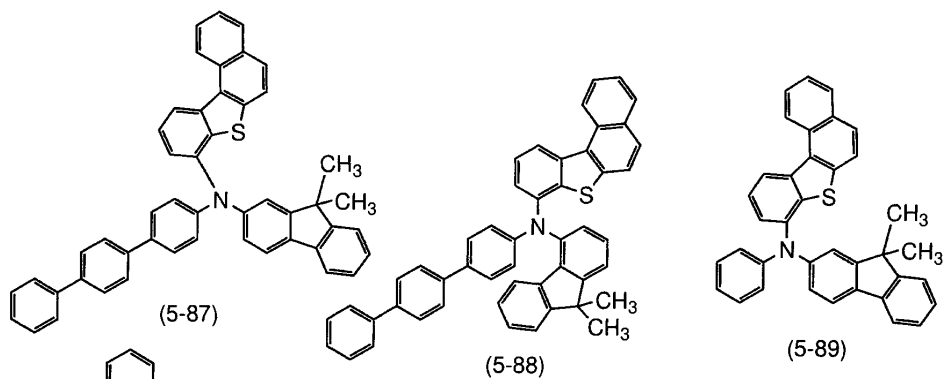
[화학식 30]



[0119]

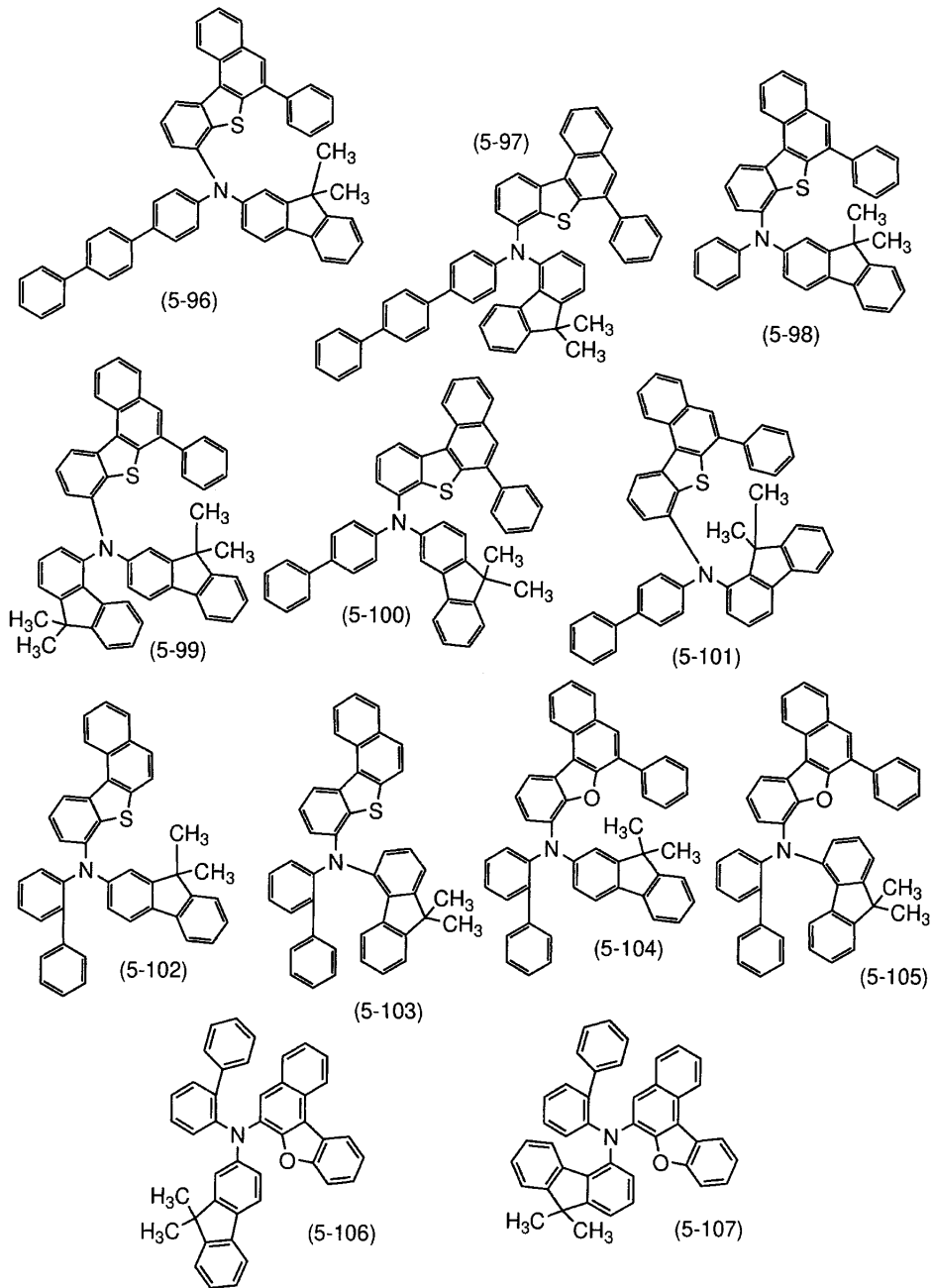
[0120]

[화학식 31]



[0121]

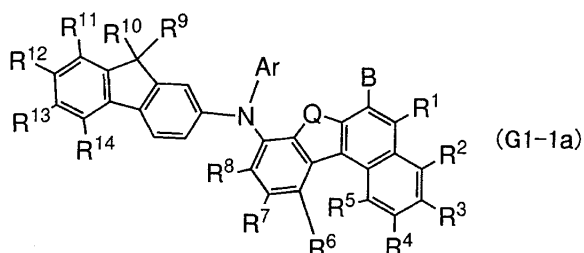
[0122] [화학식 32]



[0123]

[0124] 이어서, 상기와 같은 유기 화합물을 합성하는 방법에 대하여, 하기 일반식(G1-1a)으로 나타내어지는 유기 화합물을 예로 들어 설명한다. 일반식(G1-1a)은, 상기 일반식(G1)에 있어서 A가 일반식(g1)이며, 또한 (g1)의 분자 구조가 플루오렌-2-아민인 경우를 나타낸다.

[0125] [화학식 33]



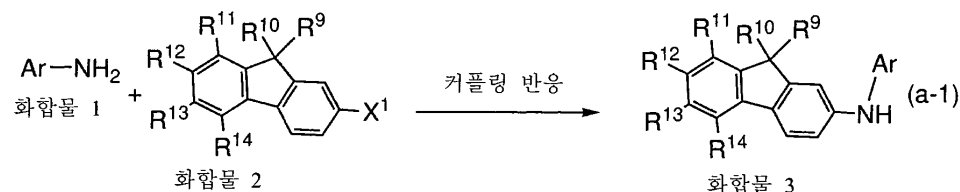
[0126]

[0127] 일반식(G1-1a)으로 나타내어지는 유기 화합물은 하기 합성 스킴(a-1) 및 합성 스킴(a-2)과 같이 합성할 수

있다.

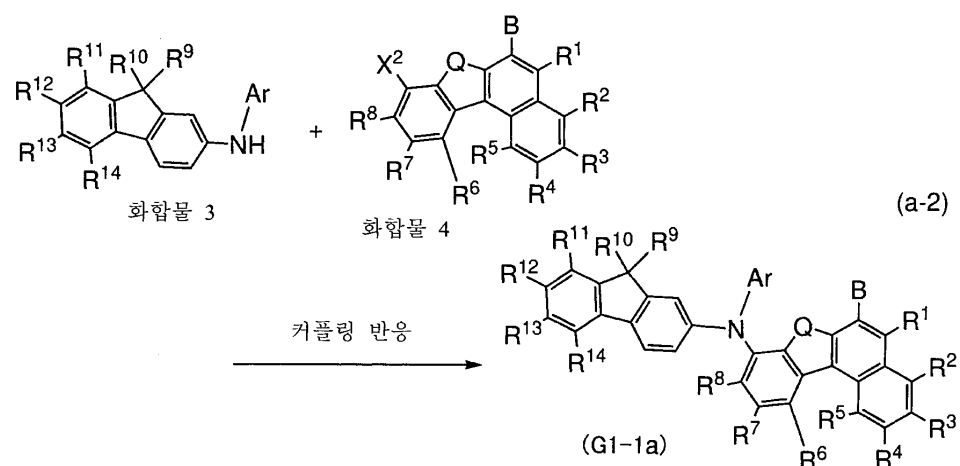
[0128] 우선, 반응식(a-1)에 따라 아릴아민 화합물(화합물 1)과 플루오렌 화합물(화합물 2)을 커플링함으로써 플루오렌 일아민 화합물(화합물 3)을 얻을 수 있다. 다음으로, 반응식(a-2)에 따라 플루오렌일아민 화합물(화합물 3)과 벤조나프토피란 화합물(화합물 4)을 커플링함으로써 목적물인 벤조나프토피란일아민 화합물(G1-1a)을 얻을 수 있다. 이하에 합성 스킴(a-1) 및 합성 스킴(a-2)을 나타낸다.

[0129] [화학식 34]



[0130]

[0131] [화학식 35]



[0132]

[0133] 합성 스킴(a-1) 및 합성 스킴(a-2)에 있어서, Q는 산소 원자 또는 황 원자이다. 또한 B, R¹ 내지 R⁸, 및 R¹¹ 내지 R¹⁴는 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 R⁹ 및 R¹⁰은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 것을 나타내고, Ar는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다.

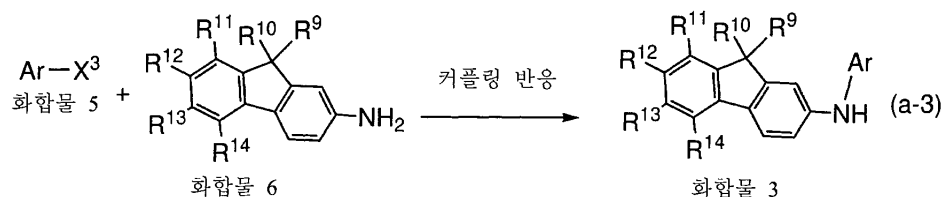
[0134] 또한 합성 스킴(a-1) 및 합성 스킴(a-2)에 있어서, X¹ 내지 X²는 각각 독립적으로 염소, 브로민, 아이오딘, 트라이플레이트기를 나타낸다.

[0135] 합성 스킴(a-1) 및 합성 스킴(a-2)을, 팔라듐 촉매를 사용하는 버크월드 하트위그(Buchwald-Hartwig) 반응으로 수행하는 경우, 비스(다이벤질리덴아세톤)팔라듐(0), 아세트산 팔라듐(II), [1,1-비스(다이페닐포스포노)페로센]팔라듐(II)다이클로라이드, 테트라키스(트라이페닐포스핀)팔라듐(0), 알릴 팔라듐(II)클로라이드(다이머) 등의 팔라듐 화합물과, 트라이(tert-부틸)포스핀, 트라이(n-헥실)포스핀, 트라이사이클로헥실포스핀, 다이(1-아다만틸)-n-부틸포스핀, 2-다이사이클로헥실포스포노-2',6'-다이메톡시바이페닐, 트라이(오쏘-톨릴)포스핀, (S)-(6,6'-다이메톡시바이페닐-2,2'-다이일)비스(다이아이소프로필포스핀)(약칭: cBRIDP) 등의 리간드를 사용할 수 있다. 상기 반응에서는 소듐 tert-부톡사이드 등의 유기 염기나, 탄산 포타슘, 탄산 세슘, 탄산 소듐 등의 무기 염기 등을 사용할 수 있다. 상기 반응에서는 용매로서 톨루엔, 자일렌, 벤젠, 테트라하이드로퓨란, 다이옥세인 등을 사용할 수 있다. 상기 반응에서 사용할 수 있는 시약류는 상기 시약류에 한정되는 것이 아니다. 또한 아미노기에 유기 주석기가 결합된 화합물을 화합물 1 또는 화합물 3 대신에 사용할 수도 있다.

[0136] 또한 합성 스킴(a-1) 및 합성 스킴(a-2)을, 구리 또는 구리 화합물을 사용하는 울만 반응(Ullmann reaction)으로 수행할 수도 있다. 상기 반응에서는 구리 또는 구리 화합물을 사용할 수 있다. 사용하는 염기로서는 탄산포타슘 등의 무기 염기를 들 수 있다. 상기 반응에서 사용할 수 있는 용매는 1,3-다이메틸-3,4,5,6-테트라하이드로-2(1H)피리미딘온(DMPU), 톨루엔, 자일렌, 벤젠 등을 들 수 있다. 울만 반응에서는, 반응 온도가 100℃ 이상일 때 더 단시간이며 고수율로 목적물을 얻을 수 있기 때문에, 끓는점이 높은 DMPU, 자일렌을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 반응 온도는 더 고온인 150℃ 이상인 것이 바람직하기 때문에, DMPU를 사용하는 것이 더 바람직하다. 상기 반응에서 사용할 수 있는 시약류는 상기 시약류에 한정되는 것이 아니다.

[0137] 또한 화합물 3의 합성은 하기 합성 스킴(a-3)과 같이, 아릴 화합물(화합물 5)과 플루오렌일아민 화합물(화합물 6)을 커플링함으로써 수행할 수도 있다.

[0138] [화학식 36]



[0139]

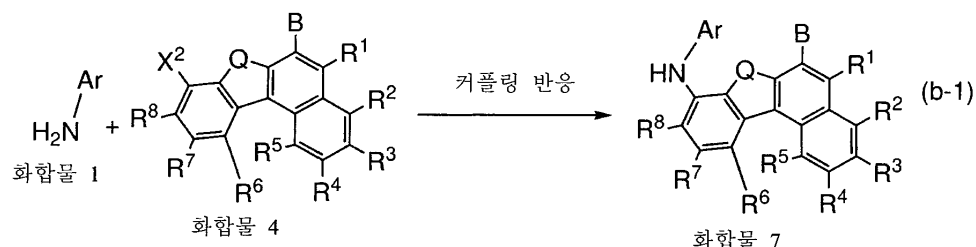
[0140] 합성 스킴(a-3)에 있어서, R¹¹ 내지 R¹⁴는 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 R⁹ 및 R¹⁰은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 것을 나타내고, Ar는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다.

[0141] 합성 스킴(a-3)에 있어서, X³은 각각 독립적으로 염소, 브로민, 아이오딘, 트라이플레이트기를 나타낸다. 합성 스킴(a-3)에서도 합성 스킴(a-1) 및 합성 스킴(a-2)과 같은 반응 조건을 사용할 수 있다.

[0142] 또한 상기 일반식(G1-1a)으로 나타내어지는 유기 화합물은 하기 합성 스킴(b-1) 및 합성 스킴(b-2)과 같이 합성할 수도 있다.

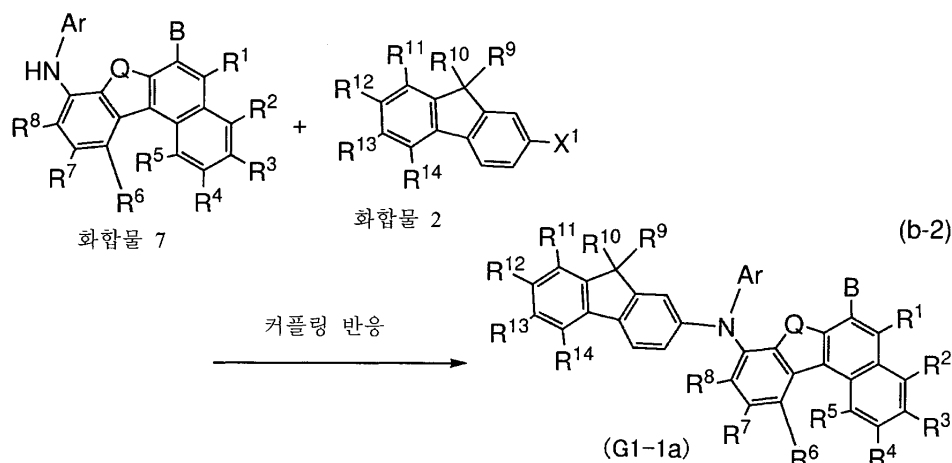
[0143] 우선, 반응식(b-1)에 따라 아릴아민 화합물(화합물 1)과 벤조나프토피란 화합물(화합물 4)을 커플링함으로써 벤조나프토피란일아민 화합물(화합물 7)을 얻을 수 있다. 다음으로, 반응식(b-2)에 따라 벤조나프토피란일아민 화합물(화합물 7)과 플루오렌 화합물(화합물 2)을 커플링함으로써 목적물인 벤조나프토피란일아민 화합물(G1-1a)을 얻을 수 있다. 이하에 합성 스킴(b-1) 및 합성 스킴(b-2)을 나타낸다.

[0144] [화학식 37]



[0145]

[0146] [화학식 38]



[0147]

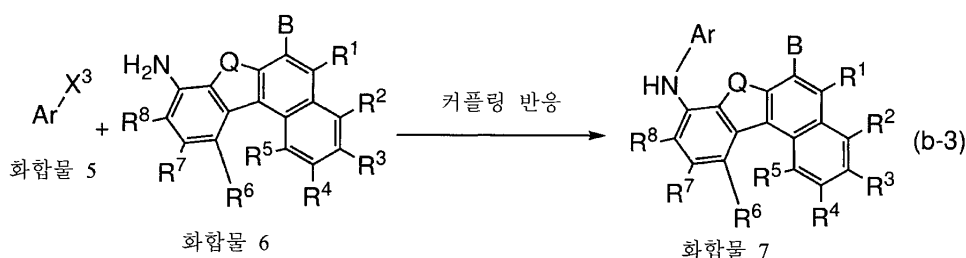
[0148] 합성 스킴(b-1) 및 합성 스킴(b-2)에 있어서, Q는 산소 원자 또는 황 원자이다. 또한 B, R¹ 내지 R⁸, 및 R¹¹ 내지 R¹⁴는 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 R⁹ 및 R¹⁰은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 것을 나타내고, Ar는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다.

[0149] 합성 스킴(b-1) 및 합성 스킴(b-2)에 있어서, X¹ 내지 X²는 각각 독립적으로 염소, 브로민, 아이오딘, 트라이플레이트기를 나타낸다.

[0150] 합성 스킴(b-1) 및 합성 스킴(b-2)을, 팔라듐 촉매를 사용하는 버크월드 하트윅 반응, 구리 또는 구리 화합물을 사용하는 울만 반응으로 수행하는 경우, 합성 스킴(a-1) 및 합성 스킴(a-2)과 같은 반응 조건을 사용할 수 있다.

[0151] 또한 화합물 7의 합성은 하기 합성 스킴(b-3)과 같이, 아릴 화합물(화합물 5)과 벤조나프토피란일아민 화합물(화합물 6)을 커플링함으로써 수행할 수도 있다.

[0152] [화학식 39]



[0153]

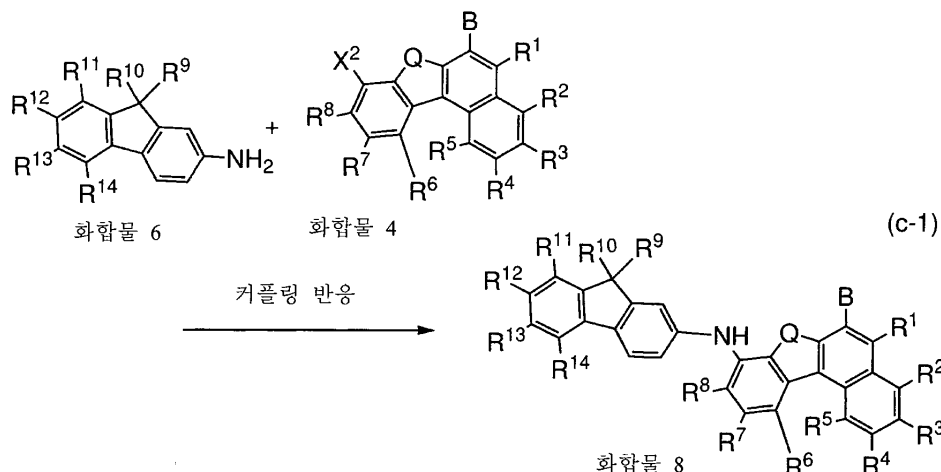
[0154] 합성 스킴(b-3)에 있어서, Q는 산소 원자 또는 황 원자이다. 또한 B 및 R¹ 내지 R⁸은 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 Ar는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다.

[0155] 합성 스킴(b-3)에 있어서, X³는 각각 독립적으로 염소, 브로민, 아이오딘, 트라이플레이트기를 나타낸다. 합성 스킴(b-3)에서도 합성 스킴(a-1) 및 합성 스킴(a-2)과 같은 반응 조건을 사용할 수 있다.

[0156] 또한 상기 일반식(G1-1a)으로 나타내어지는 유기 화합물은 하기 합성 스킴(c-1) 및 합성 스킴(c-2)과 같이 합성할 수도 있다.

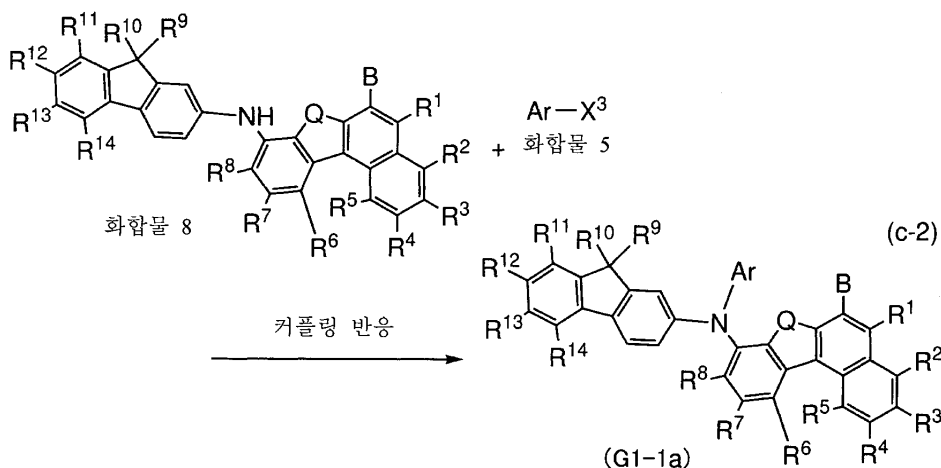
[0157] 우선, 반응식(c-1)에 따라 플루오렌일아민 화합물(화합물 6)과 벤조나프토피란 화합물(화합물 4)을 커플링함으로써 벤조나프토피란일아민 화합물(화합물 8)을 얻을 수 있다. 다음으로, 반응식(c-2)에 따라 벤조나프토피란일아민 화합물(화합물 8)과 아릴 화합물(화합물 5)을 커플링함으로써 목적물인 벤조나프토피란일아민 화합물(G1-1a)을 얻을 수 있다. 이하에 합성 스킴(c-1), 합성 스킴(c-2)을 나타낸다.

[0158] [화학식 40]



[0159]

[0160] [화학식 41]



[0161]

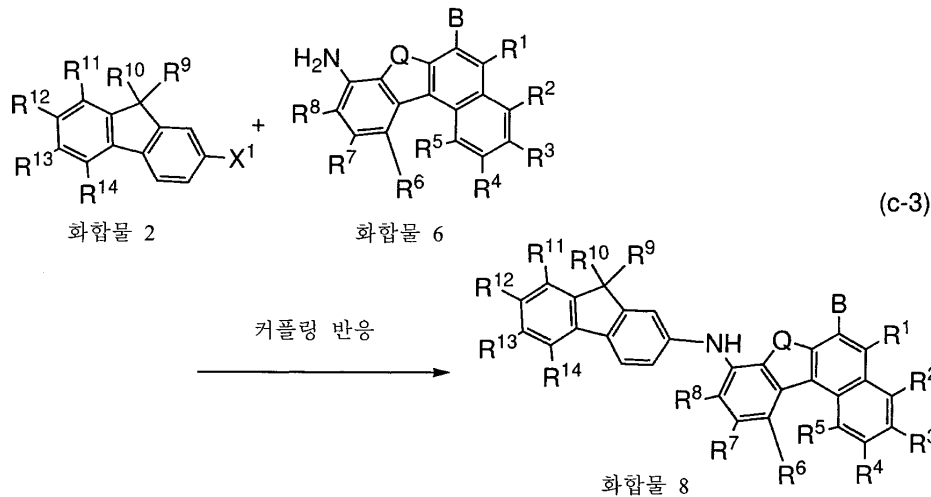
[0162] 합성 스킴(c-1), 합성 스킴(c-2)에 있어서, Q는 산소 원자 또는 황 원자이다. 또한 B, R¹ 내지 R⁸, 및 R¹¹ 내지 R¹⁴는 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 R⁹ 및 R¹⁰은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 것을 나타내고, Ar는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타낸다.

[0163] 합성 스킴(c-1) 및 합성 스킴(c-2)에 있어서, X² 내지 X³는 각각 독립적으로 염소, 브로민, 아이오딘, 트라이플레이트기를 나타낸다.

[0164] 합성 스킴(c-1) 및 합성 스킴(c-2)을, 팔라듐 촉매를 사용하는 버크월드 하트위그 반응, 구리 또는 구리 화합물을 사용하는 울만 반응으로 수행하는 경우, 합성 스킴(a-1) 및 합성 스킴(a-2)과 같은 반응 조건을 사용할 수 있다.

[0165] 또한 화합물 8의 합성은 하기 합성 스킴(c-3)과 같이 수행할 수도 있다.

[0166] [화학식 42]



[0167]

[0168] 합성 스킴(c-3)에 있어서, Q는 산소 원자 또는 황 원자이다. 또한 B, R¹ 내지 R⁸, 및 R¹¹ 내지 R¹⁴는 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 R⁹ 및 R¹⁰은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 환식 탄화수소기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 것을 나타낸다.

[0169] 합성 스킴(c-3)에 있어서, X¹은 각각 독립적으로 염소, 브로민, 아이오딘, 트라이플레이트기를 나타낸다. 합성 스킴(c-3)에서도 합성 스킴(a-1) 및 합성 스킴(a-2)과 같은 반응 조건을 사용할 수 있다.

[0170] 일반식(G1-1a)으로 나타내어지는 유기 화합물의 합성 방법은 상기 합성 스킴(a-1) 및 합성 스킴(a-3), 합성 스킴(b-1) 및 합성 스킴(b-3), 및 합성 스킴(c-1) 및 합성 스킴(c-3)에 한정되는 것이 아니다.

[0171] 이상과, 일반식(G1)에 있어서 A가 일반식(g1)이며, 또한 (g1)의 분자 구조가 플루오렌-2-아민인 경우에 상당하는, 일반식(G1-1a)에 대한 합성 방법의 설명이었다. 일반식(G1)에 있어서 A가 일반식(g1)이며, 또한 (g1)의 분자 구조가 플루오렌-1-아민, 플루오렌-3-아민, 또는 플루오렌-4-아민인 경우의 합성도, 합성 스킴(a-1) 및 합성 스킴(a-3), 합성 스킴(b-1) 및 합성 스킴(b-3), 및 합성 스킴(c-1) 및 합성 스킴(c-3)에 있어서, 플루오렌 화합물의 치환기를 1위치, 3위치, 또는 4위치로 함으로써 수행할 수 있다.

[0172] 또한 일반식(G1)에 있어서 B가 일반식(g1)인 경우에는, 벤조나프토티란의 6위치에 치환기를 가지는 화합물을 원료에 사용함으로써, 본 발명의 벤조나프토티란-6-아민 화합물을 얻을 수 있다.

[0173] (실시형태 2)

[0174] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에 대하여 설명한다.

[0175] 도 1의 (A)는 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스를 나타낸 도면이다. 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스는 제 1 전극(101), 제 2 전극(102), EL층(103)을 가진다. 또한 EL층(103)은 실시형태 1에서 나타낸 유기 화합물을 가진다.

[0176] EL층(103)은 발광층(113)을 가지고, 발광층(113)에는 발광 재료가 포함된다. 발광층(113)과 제 1 전극(101) 사이에는 정공 주입층(111)이나 정공 수송층(112)이 제공된다. 실시형태 1에 기재된 유기 화합물은 캐리어 수송성이 높고, 특히 정공 수송성이 높기 때문에, 정공 주입층(111)이나 정공 수송층(112)에 사용되는 것이 바람직하다.

[0177] 또한 발광층(113)에서, 발광 재료와 함께, 실시형태 1에 기재된 유기 화합물과 전자 수송 재료가 포함되는 구성을 가져도 좋다. 또한 이때 실시형태 1에 기재된 유기 화합물과 전자 수송 재료가 들뜬 복합체를 형성하는 구성이어도 좋다. 적절한 발광 파장을 가지는 들뜬 복합체를 형성함으로써, 발광 재료로의 유효한 에너지 이동을 실현하여, 효율이 높고 수명이 양호한 발광 디바이스를 제공하는 것이 가능해진다.

- [0178] 또한 도 1의 (A)에는, EL층(103)으로서 발광층(113), 정공 주입층(111), 및 정공 수송층(112) 외에, 전자 수송층(114), 전자 주입층(115)이 도시되어 있지만, 발광 디바이스의 구성은 이에 한정되지 않는다. 이들 층 중 어느 것을 형성하지 않아도 되고, 다른 기능을 가지는 층을 가져도 좋다.
- [0179] 이어서 상술한 발광 디바이스의 자세한 구조나 재료의 예에 대하여 설명한다. 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스는 상술한 바와 같이, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)으로 이루어지는 한 쌍의 전극 사이에 복수의 층으로 구성되는 EL층(103)을 가지고, 상기 EL층(103) 중 어느 부분에 실시형태 1에 개시된 유기 화합물이 포함된다.
- [0180] 제 1 전극(101)은 일함수가 큰(구체적으로는 4.0eV 이상) 금속, 합금, 도전성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용하여 형성되는 것이 바람직하다. 구체적으로는 예를 들어, 산화 인듐-산화 주석(ITO: Indium Tin Oxide), 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석, 산화 인듐-산화 아연, 산화 텅스텐 및 산화 아연을 함유한 산화 인듐(IWZO) 등이 있다. 이들 도전성 금속 산화물막은 일반적으로 스퍼터링법에 의하여 성막되지만, 졸겔법 등을 응용하여 제작되어도 좋다. 제작 방법의 예로서는 산화 인듐에 대하여 1wt% 내지 20wt%의 산화 아연이 첨가된 타깃을 사용한 스퍼터링법에 의하여, 산화 인듐-산화 아연을 형성하는 방법 등이 있다. 또한 산화 인듐에 대하여 산화 텅스텐이 0.5wt% 내지 5wt%, 산화 아연이 0.1wt% 내지 1wt% 함유된 타깃을 사용한 스퍼터링법에 의하여, 산화 텅스텐 및 산화 아연이 함유된 산화 인듐(IWZO)을 형성할 수도 있다. 이 외에 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크로뮴(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 또는 금속 재료의 질화물(예를 들어 질화 타이타늄) 등을 들 수 있다. 그래핀을 사용할 수도 있다. 또한 후술하는 복합 재료를 EL층(103)에서 제 1 전극(101)과 접하는 층에 사용함으로써 일함수에 상관없이 전극 재료를 선택할 수 있다.
- [0181] EL층(103)은 적층 구조를 가지는 것이 바람직하지만, 상기 적층 구조는 특별히 한정되지 않고, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층, 전자 주입층, 캐리어 차단층, 여기자 차단층, 전하 발생층 등 다양한 층 구조를 적용할 수 있다. 본 실시형태에서는 도 1의 (A)에 나타낸 바와 같이, 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113)에 더하여, 전자 수송층(114) 및 전자 주입층(115)을 가지는 구성, 그리고 도 1의 (B)에 나타낸 바와 같이, 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113)에 더하여, 전자 수송층(114) 및 전하 발생층(116)을 가지는 구성의 2종류의 구성에 대하여 설명한다. 각 층을 구성하는 재료에 대하여 이하에서 구체적으로 설명한다.
- [0182] 정공 주입층(111)은 엑셉터성을 가지는 물질을 포함한 층이다. 엑셉터성을 가지는 물질로서는 유기 화합물과 무기 화합물 어느 쪽이든 사용 가능하다.
- [0183] 엑셉터성을 가지는 물질로서는 전자 흡인기(할로젠기나 사이아노기)를 가지는 화합물을 사용할 수 있고, 7,7,8,8-테트라시아아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F₄-TCNQ), 클로라닐, 2,3,6,7,10,11-헥사시아아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌(약칭: HAT-CN), 1,3,4,5,7,8-헥사플루오로테트라시아아노-나프토퀴노다이메테인(약칭: F₆-TCNNQ), 2-(7-다이사이아노메틸렌-1,3,4,5,6,8,9,10-옥타플루오로-7H-피렌-2-일리덴)말로노나이트릴 등을 들 수 있다. 특히 HAT-CN과 같이 복수의 헤테로 원자를 가지는 축합 방향족 고리에 전자 흡인기가 결합된 화합물은 열적으로 안정적이므로 바람직하다. 또한 전자 흡인기(특히 플루오로기와 같은 할로젠기나 사이아노기)를 가지는 [3]라디알렌 유도체는 전자 수용성이 매우 높기 때문에 바람직하고, 구체적으로는 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[4-사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로벤젠아세토나이트릴], $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,6-다이클로로-3,5-다이플루오로-4-(트라이플루오로메틸)벤젠아세토나이트릴], $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,3,4,5,6-펜타플루오로벤젠아세토나이트릴] 등을 들 수 있다. 엑셉터성을 가지는 물질로서는 상술한 유기 화합물 외에도 몰리브덴 산화물, 바나듐 산화물, 루테튬 산화물, 텅스텐 산화물, 망가니즈 산화물 등을 사용할 수 있다. 이 외에, 프탈로사이아닌(약칭: H₂Pc)이나 구리 프탈로사이아닌(CuPc) 등의 프탈로사이아닌계의 착체 화합물, 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) 등의 방향족 아민 화합물, 또는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)/폴리(스타이렌설폰산)(PEDOT/PSS) 등의 고분자 등에 의해서도 정공 주입층(111)을 형성할 수 있다. 엑셉터성을 가지는 물질은, 인접한 정공 수송층(또는 정공 수송 재료)으로부터, 전계의 인가에 의하여 전자를 추출할 수 있다.
- [0184] 또한 정공 주입층(111)으로서, 정공 수송성을 가지는 재료에 상기 엑셉터성 물질을 함유시킨 복합 재료를 사용할 수도 있다. 또한 정공 수송성을 가지는 재료에 엑셉터성 물질을 함유시킨 복합 재료를 사용함으로써, 일함

수에 상관없이 전극을 형성하는 재료를 선택할 수 있다. 즉 제 1 전극(101)으로서 일함수가 큰 재료뿐만 아니라, 일함수가 작은 재료도 사용할 수 있게 된다.

[0185] 복합 재료에 사용하는 정공 수송성을 가지는 재료로서는 방향족 아민 화합물, 카바졸 유도체, 방향족 탄화수소, 고분자 화합물(올리고머, 텐드리머, 폴리머 등) 등, 다양한 유기 화합물을 사용할 수 있다. 또한 복합 재료에 사용하는 정공 수송성을 가지는 재료는, $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 가지는 물질인 것이 바람직하다. 이하에서는 복합 재료에서의 정공 수송성을 가지는 재료로서 사용할 수 있는 유기 화합물을 구체적으로 열거한다.

[0186] 복합 재료에 사용할 수 있는 방향족 아민 화합물로서는 N,N'-다이(p-톨릴)-N,N'-다이페닐-p-페닐렌디아민(약칭: DTDPPA), 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) 등을 들 수 있다. 카바졸 유도체로서는 구체적으로, 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), 4,4'-다이(N-카바졸릴)바이페닐(약칭: CBP), 1,3,5-트리스[4-(N-카바졸릴)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(N-카바졸릴)페닐]-10-페닐안트라센(약칭: CzPA), 1,4-비스[4-(N-카바졸릴)페닐]-2,3,5,6-테트라페닐벤젠 등을 사용할 수 있다. 방향족 탄화수소로서는 예를 들어, 2-tert-부틸-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 2-tert-부틸-9,10-다이(1-나프틸)안트라센, 9,10-비스(3,5-다이페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 2-tert-부틸-9,10-비스(4-페닐페닐)안트라센(약칭: t-BuDBA), 9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 9,10-다이페닐안트라센(약칭: DPAnth), 2-tert-부틸안트라센(약칭: t-BuAnth), 9,10-비스(4-메틸-1-나프틸)안트라센(약칭: DMNA), 2-tert-부틸-9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-다이(1-나프틸)안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-다이(2-나프틸)안트라센, 9,9'-바이안트릴, 10,10'-다이페닐-9,9'-바이안트릴, 10,10'-비스(2-페닐페닐)-9,9'-바이안트릴, 10,10'-비스[(2,3,4,5,6-펜타페닐)페닐]-9,9'-바이안트릴, 안트라센, 테트라센, 루브렌, 페릴렌, 2,5,8,11-테트라(tert-부틸)페릴렌 등을 들 수 있다. 또한 이 외에, 펜타센, 코로넨 등도 사용할 수 있다. 바이닐 골격을 가져도 좋다. 바이닐기를 가지는 방향족 탄화수소로서는 예를 들어, 4,4'-비스(2,2-다이페닐바이닐)바이페닐(약칭: DPVBi), 9,10-비스[4-(2,2-다이페닐바이닐)페닐]안트라센(약칭: DPVPA) 등을 들 수 있다.

[0187] 또한 폴리(N-바이닐카바졸)(약칭: PVK)이나 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-부틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.

[0188] 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료로서는 카바졸 골격, 다이벤조퓨란 골격, 다이벤조싸이오펜 골격, 및 안트라센 골격 중 어느 것을 가지는 것이 더 바람직하다. 특히 다이벤조퓨란 고리 또는 다이벤조싸이오펜 고리를 포함하는 치환기를 가지는 방향족 아민, 나프탈렌 고리를 가지는 방향족 모노아민, 또는 9-플루오렌 일기가 아릴렌기를 통하여 아민의 질소와 결합되는 방향족 모노아민이어도 좋다. 또한 이들 제 2 유기 화합물이 N,N-비스(4-바이페닐)아미노기를 가지는 물질이면, 수명이 긴 발광 디바이스를 제작할 수 있기 때문에 바람직하다. 상기 제 2 유기 화합물로서는 구체적으로 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)-4,4'-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: BBAβNB), 4-[4-(2-나프틸)페닐]-4',4'-다이페닐트라이페닐아민(약칭: BBAβNBi), 4,4'-다이페닐-4'-(6;1'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBAαNB), 4,4'-다이페닐-4'-(7;1'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBAαNB-03), 4,4'-다이페닐-4'-(7-페닐)나프틸-2-일트라이페닐아민(약칭: BBAPβNB-03), 4,4'-다이페닐-4'-(6;2'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBA(βN2)B), 4,4'-다이페닐-4'-(7;2'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBA(βN2)B-03), 4,4'-다이페닐-4'-(4;2'-바이나프틸-1-일)트라이페닐아민(약칭: BBAβNαNB), 4,4'-다이페닐-4'-(5;2'-바이나프틸-1-일)트라이페닐아민(약칭: BBAβNαNB-02), 4-(4-바이페닐)-4'-(2-나프틸)-4'-페닐트라이페닐아민(약칭: TPBiAβNB), 4-(3-바이페닐)-4'-[4-(2-나프틸)페닐]-4'-페닐트라이페닐아민(약칭: mTPBiAβNBi), 4-(4-바이페닐)-4'-[4-(2-나프틸)페닐]-4'-페닐트라이페닐아민(약칭: TPBiAβNBi), 4-페닐-4'-(1-나

프틸)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-다이페닐-4'-(2-나프틸)-4'-[9-(4-바이페닐릴)카바졸]}트라이페닐아민(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(4-바이페닐릴)-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-(다이벤조퓨란-4-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: FrBiF), N-[4-(1-나프틸)페닐]-N-[3-(6-페닐다이벤조퓨란-4-일)페닐]-1-나프틸아민(약칭: mPDBfBNBN), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP), 4-페닐-3'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: mBPAFLP), 4-페닐-4'-[4-(9-페닐플루오렌-9-일)페닐]트라이페닐아민(약칭: BPAFLBi), 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), 4,4'-다이페닐-4'-[9-페닐-9H-카바졸-3-일]트라이페닐아민(약칭: PCBBi1BP), 4-(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBANB), 4,4'-다이(1-나프틸)-4'-[9-페닐-9H-카바졸-3-일]트라이페닐아민(약칭: PCBNBB), N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-아민(약칭: PCBASf), N-(1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF), 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.

[0189] 또한 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료는, -5.7eV 이상 -5.4eV 이하의 비교적 깊은 HOMO 준위를 가지는 물질인 것이 더 바람직하다. 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료가 비교적 깊은 HOMO 준위를 가짐으로써 정공 수송층(112)에 정공을 주입하기 쉬워지고, 수명이 양호한 발광 디바이스를 얻기 쉬워진다.

[0190] 실시형태 1에 기재된 유기 화합물은, 상기 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료로서 적합하게 사용될 수 있다.

[0191] 또한 상기 복합 재료에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 플루오린화물을 더 혼합(바람직하게는 상기 층 내의 플루오린 원자의 원자 비율이 20% 이상)함으로써, 상기 층의 굴절률을 저하시킬 수 있다. 이와 같이 함으로써, EL층(103) 내부에 굴절률이 낮은 층을 형성할 수 있어, 발광 디바이스의 외부 양자 효율을 향상시킬 수 있다.

[0192] 정공 주입층(111)을 형성함으로써, 정공 주입성이 양호해져 구동 전압이 작은 발광 디바이스를 얻을 수 있다. 또한 역선택성을 갖는 유기 화합물은 증착에 의한 성막이 쉽기 때문에 취급하기 쉬운 재료이다.

[0193] 정공 수송층(112)은 정공 수송성을 가지는 재료를 포함하여 형성된다. 정공 수송성을 가지는 재료는 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 가지는 것이 바람직하다. 상기 정공 수송성을 가지는 재료로서는 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB), 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), 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), 4,4'-다이페닐-4'-[9-페닐-9H-카바졸-3-일]트라이페닐아민(약칭: PCBBi1BP), 4-(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBANB), 4,4'-다이(1-나프틸)-4'-[9-페닐-9H-카바졸-3-일]트라이페닐아민(약칭: PCBNBB), 9,9-다이메틸-N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]플루오렌-2-아민(약칭: PCBAF), N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-아민(약칭: PCBASf) 등의 방향족 아민 골격을 가지는 화합물이나, 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), 3,3'-비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCCP) 등의 카바졸 골격을 가지는 화합물이나, 4,4',4'-[벤젠-1,3,5-트라이일]트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II), 2,8-다이페닐-4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-III), 4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-6-페닐다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-IV) 등의 싸이오펜 골격을 가지는 화합물이나, 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: mmDBFFLi-II) 등의 퓨란 골격을 가지는 화합물이 있다. 상술한 것

중에서도 방향족 아민 골격을 가지는 화합물이나 카바졸 골격을 가지는 화합물은 신뢰성이 양호하고 정공 수송성이 높아 구동 전압 저감에도 기여하기 때문에 바람직하다. 또한 정공 주입층(111)의 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료로서 든 물질도 정공 수송층(112)을 구성하는 재료로서 적합하게 사용할 수 있다. 실시형태 1에 기재된 유기 화합물은 정공 수송성이 높기 때문에, 정공 수송층(112)을 구성하는 재료로서 매우 적합하게 사용할 수 있다. 또한 실시형태 1에 기재된 유기 화합물은 정공 수송성이 높기 때문에, 정공 수송층(112)을 100nm 이상으로 후막화하여 형성하여도, 구동 전압의 상승이 작고 양호한 소자 특성을 가지는 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 정공 수송층(112)을 후막화함으로써, 전극 간의 광로 길이를 용이하게 조정할 수 있으므로, 마이크로캐비티 구조를 적절하게 구성하는 것이 용이해진다.

[0194] 발광층(113)은 발광 물질과 호스트 재료를 포함한다. 또한 발광층(113)은 그 외의 재료를 동시에 포함하여도 좋다. 또한 조성이 다른 2층의 적층이어도 좋다.

[0195] 발광 물질은 형광 발광 물질이어도 좋고, 인광 발광 물질이어도 좋고, 열 활성화 지연 형광(TADF)을 나타내는 물질이어도 좋고, 그 외의 발광 물질이어도 좋다.

[0196] 발광층(113)에서, 형광 발광 물질로서 사용할 수 있는 재료로서는 예를 들어 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'-다이페닐-N,N'-비스[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6FLPAPrn), 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'-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), 페틸렌, 2,5,8,11-테트라(tert-뷰틸)페틸렌(약칭: TBP), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBAPA), 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), N,N,N',N',N'',N''',N''''-옥타페닐다이벤조[g,p]크리센-2,7,10,15-테트라아민(약칭: DBC1), 쿠마린30, N-(9,10-다이페닐-2-안트릴)-N,9-다이페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), 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), N,N'-(피렌-1,6-다이일)비스[(6,N-다이페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭: 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) 등이 있다. 특히 1,6FLPAPrn, 1,6mMemFLPAPrn, 1,6BnfAPrn-03과 같은 피렌다이아민 화합물로 대표되는 축합 방향족 다이아민 화합물은 정공 트랩성이 높고, 발광 효율이나 신뢰성이 우수하므로 바람직하다. 또한 이들 외의 형광 발광 물질을 사용할 수도 있다.

[0197] 발광층(113)에서, 발광 물질로서 인광 발광 물질을 사용하는 경우, 사용할 수 있는 재료로서는 예를 들어 트리스{2-[5-(2-메틸페닐)-4-(2,6-다이메틸페닐)-4H-1,2,4-트리아졸-3-일-κN2]페닐-κC}이리듐(III)(약칭: [Ir(mptz-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: $[\text{Ir}(\text{iPrptz}-3\text{b})_3]$)과 같은 4H-트리아졸 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스[3-메틸-1-(2-메틸페닐)-5-페닐-1H-1,2,4-트리아졸레이토]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$), 트리스(1-메틸-5-페닐-3-프로필-1H-1,2,4-트리아졸레이토)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{Prptz1-Me})_3]$)과 같은 1H-트리아졸 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, fac-트리스[1-(2,6-다이아이소프로필페닐)-2-페닐-1H-이미다졸]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{iPrpmi})_3]$), 트리스[3-(2,6-다이메틸페닐)-7-메틸이미다조[1,2-f]페난트리디네이트]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{dmpimpt-Me})_3]$)과 같은 이미다졸 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, 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: FIrpic), 비스{2-[3',5'-비스(트라이플루오로메틸)페닐]피리디네이트-N,C^{2'}}이리듐(III)피콜리네이트(약칭: $[\text{Ir}(\text{CF}_3\text{ppy})_2(\text{pic})]$), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이트-N,C^{2'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIracac)와 같은 전자 흡인기를 가지는 페닐피리딘 유도체를 리간드로 하는 유기 금속 이리듐 착체 등이 있다. 이들은 청색 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 440nm 내지 520nm에 발광 파장의 피크를 가지는 화합물이다.

[0198]

또한 트리스(4-메틸-6-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{mppm})_3]$), 트리스(4-t-뷰틸-6-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_3]$), (아세틸아세토네이트)비스(6-메틸-4-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{mppm})_2(\text{acac})]$), (아세틸아세토네이트)비스(6-tert-뷰틸-4-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$), (아세틸아세토네이트)비스[6-(2-노보닐)-4-페닐피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{nbppm})_2(\text{acac})]$), (아세틸아세토네이트)비스[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-페닐피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{mpmppm})_2(\text{acac})]$), (아세틸아세토네이트)비스(4,6-다이페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$)과 같은 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, (아세틸아세토네이트)비스(3,5-다이메틸-2-페닐피라지네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})]$), (아세틸아세토네이트)비스(5-아이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2(\text{acac})]$)과 같은 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스(2-페닐피리디네이트-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{ppy})_3]$), 비스(2-페닐피리디네이트-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})]$), 비스(벤조[h]퀴놀리네이트)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: $[\text{Ir}(\text{bzq})_2(\text{acac})]$), 트리스(벤조[h]퀴놀리네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{bzq})_3]$), 트리스(2-페닐퀴놀리네이트-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{pq})_3]$), 비스(2-페닐퀴놀리네이트-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: $[\text{Ir}(\text{pq})_2(\text{acac})]$), [2-d3-메틸-(2-피리딘일-κN)벤조퓨로[2,3-b]피리딘-κC]비스[2-(5-d3-메틸-2-피리딘-κN2)페닐-κ]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{5mpppy-d3})(\text{mbfpypy-d3})]$), [2-d3-메틸-(2-피리딘일-κN)벤조퓨로[2,3-b]피리딘-κC]비스[2-(2-피리딘일-κN)페닐-κC]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{mbfpypy-d3})]$) 등의 피리딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체 외에, 트리스(아세틸아세토네이트)(모노페난트롤린)터븀(III)(약칭: $[\text{Tb}(\text{acac})_3(\text{Phen})]$)과 같은 희토류 금속 착체 등을 들 수 있다. 이들은 주로 녹색 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 500nm 내지 600nm에 발광 파장의 피크를 가진다. 또한 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체는, 신뢰성이나 발광 효율도 매우 우수하기 때문에, 특히 바람직하다.

[0199]

또한 (다이아이소뷰티릴메타네이트)비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dibm})]$), 비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이트](다이피발로일메타네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dpm})]$), 비스[4,6-다이(나프탈렌-1-일)피리미디네이트](다이피발로일메타네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{d1nppm})_2(\text{dpm})]$)과 같은 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, (아세틸아세토네이트)비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})]$), 비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이트)(다이피발로일메타네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$), (아세틸아세토네이트)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴놀살리네이트]이

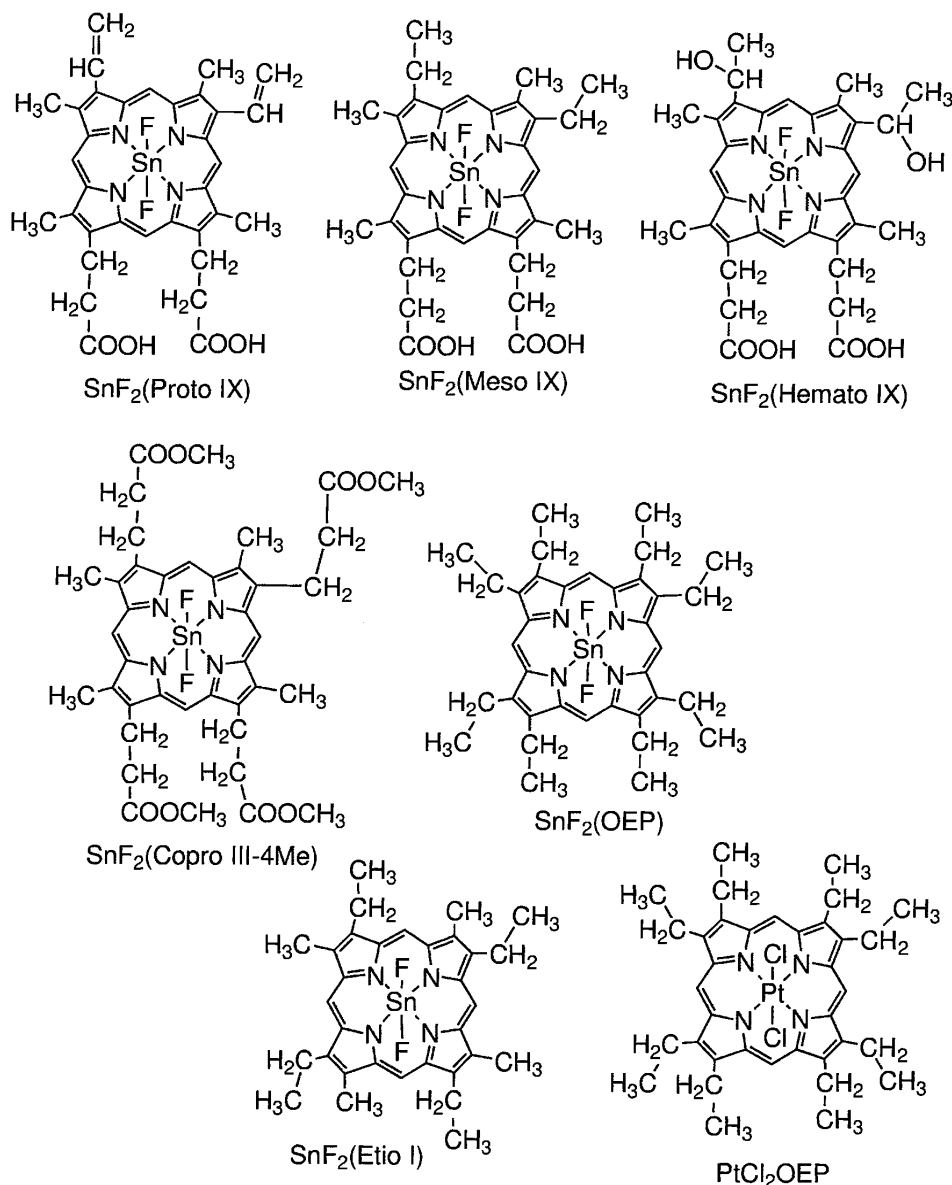
리튬(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})]$)과 같은 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스(1-페닐아이소퀴놀리네이트- $\text{N}, \text{C}^{2'}$)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{piq})_3]$), 비스(1-페닐아이소퀴놀리네이트- $\text{N}, \text{C}^{2'}$)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: $[\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})]$)와 같은 피리딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체 외에, 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린백금(II)(약칭: PtOEP)과 같은 백금 착체나, 트리스(1,3-다이페닐-1,3-프로페인다이오네이트)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: $[\text{Eu}(\text{DBM})_3(\text{Phen})]$), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트라이플루오로아세토네이트](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: $[\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})]$)과 같은 희토류 금속 착체 등을 들 수 있다. 이들은 적색 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 600nm 내지 700nm에 발광의 피크를 가진다. 또한 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체는 색도가 좋은 적색 발광이 얻어진다.

[0200] 또한 상술한 인광성 화합물 외에, 공지의 인광성 발광 물질을 선택하여 사용하여도 좋다.

[0201] TADF 재료로서는 풀러렌 및 그 유도체, 아크리딘 및 그 유도체, 에오신 유도체 등을 사용할 수 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. 상기 금속 함유 포르피린으로서 예를 들어 이하의 구조식으로 나타내어지는 프로토포르피린-플루오린화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Proto IX})$), 메소포르피린-플루오린화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Meso IX})$), 헤마토포르피린-플루오린화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Hemato IX})$), 코프로포르피린테트라메틸에스터-플루오린화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Copro III-4Me})$), 옥타에틸포르피린-플루오린화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{OEP})$), 에티오포르피린-플루오린화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Etio I})$), 옥타에틸포르피린-염화 백금 착체(PtCl_2OEP) 등도 들 수 있다.

[0202]

[화학식 43]



[0203]

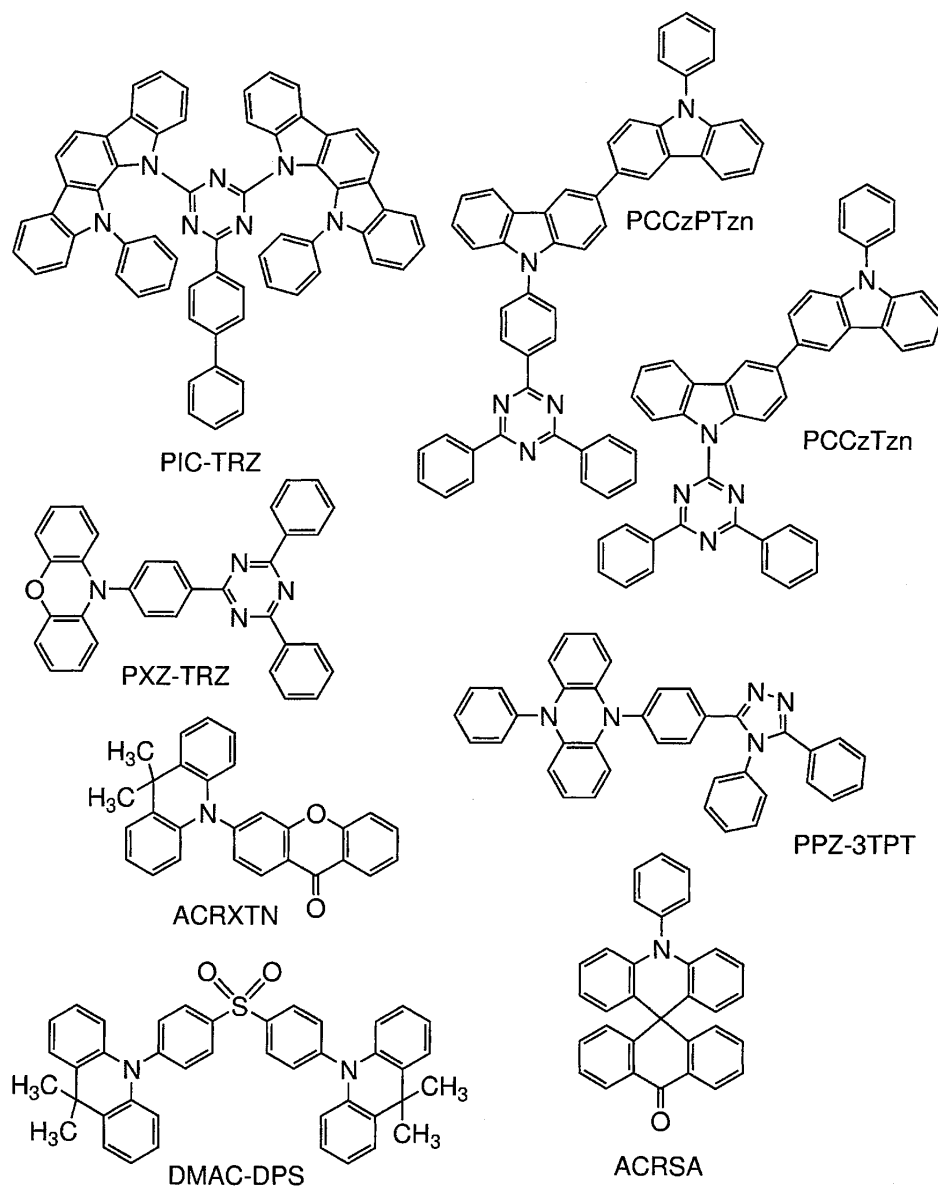
[0204]

또한 이하의 구조식으로 나타내어지는 2-(바이페닐-4-일)-4,6-비스(12-페닐인돌로[2,3-a]카바졸-11-일)-1,3,5-트리아진(약칭: PIC-TRZ)이나, 9-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진-2-일)-9'-페닐-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: PCCzTzn), 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-트리아졸(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]셀폰(약칭: DMAC-DPS), 10-페닐-10H,10'H-스파이로[아크리딘-9,9'-안트라센]-10'-온(약칭: ACRSA) 등의 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리와 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리 중 한쪽 또는 양쪽을 가지는 헤테로 고리 화합물도 사용할 수 있다. 상기 헤테로 고리 화합물은 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리 및 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리를 가지기 때문에, 전자 수송성 및 정공 수송성이 모두 높아 바람직하다. 이들 중에서도, π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리를 가지는 골격 중, 피리딘 골격, 다이아진 골격(피리미딘 골격, 피라진 골격, 피리다진 골격), 및 트리아진 골격은 안정적이고 신뢰성이 양호하므로 바람직하다. 특히 벤조퓨로피리미딘 골격, 벤조티에노피리미딘 골격, 벤조퓨로피라진 골격, 벤조티에노피라진 골격은 역셉터성이 높고 신뢰성이 양호하므로 바람직하다. 또한 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리를 가지는 골격 중에서도, 아크리딘 골격, 페녹사진 골격, 페노싸이아진 골격, 퓨란 골격, 싸이오펜 골격, 및 피롤 골격은 안정적이고 신뢰성이 양호하므로, 상기 골격 중 적어도 하나를 가지는 것이 바람직하다. 또한 퓨란 골격으로서는 다이벤조퓨란 골격이 바람직하고, 싸이오펜 골격으로서는 다이벤조싸이오펜 골격이 바람직하다. 또한 피롤 골격으로서는 인돌 골격, 카바졸 골격, 인

둘로 카바졸 골격, 바이카바졸 골격, 3-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-9H-카바졸 골격이 특히 바람직하다. 또한 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리와 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리가 직접 결합된 물질은 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리의 전자 공여성과 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리의 전자 수용성이 모두 강해지고, S1 준위와 T1 준위의 에너지 차이가 작아지기 때문에, 열 활성화 지연 형광을 효율적으로 얻을 수 있어 특히 바람직하다. 또한 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리 대신에, 사이아노기와 같은 전자 흡인기가 결합된 방향족 고리를 사용하여도 좋다. 또한 π 전자 과잉형 골격으로서 방향족 아민 골격, 페나진 골격 등을 사용할 수 있다. 또한 π 전자 부족형 골격으로서 크산텐 골격, 싸이오크산텐다이옥사이드 골격, 옥사다리아졸 골격, 트리아아졸 골격, 이미다졸 골격, 안트라퀴논 골격, 페닐보레인이나 보레인트렌 등의 붕소 함유 골격, 벤조나이트릴 또는 사이아노벤젠 등의 나이트릴기 또는 사이아노기를 가지는 방향족 고리나 헤테로 방향족 고리, 벤조페논 등의 카보닐 골격, 포스핀옥사이드 골격, 설펜 골격 등을 사용할 수 있다. 이와 같이, π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리 및 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리의 적어도 한쪽 대신에 π 전자 부족형 골격 및 π 전자 과잉형 골격을 사용할 수 있다.

[0205]

[화학식 44]



[0206]

[0207]

또한 TADF 재료는, S1 준위와 T1 준위의 차이가 작고, 역 공간 교차에 의하여 에너지를 삼중항 여기 에너지로부터 단일항 여기 에너지로 변환하는 기능을 가지는 재료이다. 그러므로 삼중항 여기 에너지를 미량의 열 에너지에 의하여 단일항 여기 에너지로 업컨버트(역 공간 교차)할 수 있어, 단일항 여기 상태를 효율적으로 생성할 수 있다. 또한 삼중항 여기 에너지를 발광으로 변환할 수 있다.

- [0208] 또한 2종류의 물질로 여기 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.
- [0209] 또한 T1 준위의 지표로서는 저온(예를 들어 77K 내지 10K)에서 관측되는 인광 스펙트럼을 사용하면 좋다. TADF 재료는, 그 형광 스펙트럼의 단파장 측의 꼬리(tail)에서 접선을 긋고, 그 외삽선의 파장의 에너지를 S1 준위로 하고, 인광 스펙트럼의 단파장 측의 꼬리에서 접선을 긋고, 그 외삽선의 파장의 에너지를 T1 준위로 한 경우에 그 S1과 T1의 차이가 0.3eV 이하인 것이 바람직하고, 0.2eV 이하인 것이 더 바람직하다.
- [0210] 또한 TADF 재료를 발광 물질로서 사용하는 경우, 호스트 재료의 S1 준위는 TADF 재료의 S1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 또한 호스트 재료의 T1 준위는 TADF 재료의 T1 준위보다 높은 것이 바람직하다.
- [0211] 발광층의 호스트 재료로서는 전자 수송성을 가지는 재료나 정공 수송성을 가지는 재료, 상기 TADF 재료 등 다양한 캐리어 수송 재료를 사용할 수 있다.
- [0212] 정공 수송성을 가지는 재료로서는 아민 골격이나 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물이 바람직하다. 예를 들어 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB), 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), 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), 4,4'-다이페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBBi1BP), 4-(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBANB), 4,4'-다이(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBNBB), 9,9-다이메틸-N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]플루오렌-2-아민(약칭: PCBAF), N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-아민(약칭: PCBASF) 등의 방향족 아민 골격을 가지는 화합물이나, 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), 3,3'-비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCCP) 등의 카바졸 골격을 가지는 화합물이나, 4,4',4'-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II), 2,8-다이페닐-4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-III), 4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-6-페닐다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-IV) 등의 싸이오펜 골격을 가지는 화합물이나, 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: mmDBFFLi-II) 등의 퓨란 골격을 가지는 화합물이 있다. 상술한 것 중에서도 방향족 아민 골격을 가지는 화합물이나 카바졸 골격을 가지는 화합물은 신뢰성이 양호하고 정공 수송성이 높아 구동 전압 저감에도 기여하기 때문에 바람직하다. 또한 실시형태 1에서 설명한 유기 화합물도 사용할 수 있다.
- [0213] 전자 수송성을 가지는 재료로서는 예를 들어 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리네이트)베릴륨(II)(약칭: BeBq₂), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이트)(4-페닐페놀레이트)알루미늄(III)(약칭: BA1q), 비스(8-퀴놀리놀레이트)아연(II)(약칭: Znq), 비스[2-(2-벤즈옥사졸릴)페놀레이트]아연(II)(약칭: ZnPBO), 비스[2-(2-벤조싸이아졸릴)페놀레이트]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 금속 착체나 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물이 바람직하다. π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물로서는 예를 들어, 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-tert-뷰틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸(약칭: PBD), 3-(4-바이페닐릴)-4-페닐-5-(4-tert-뷰틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 1,3-비스[5-(p-tert-뷰틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사다이아졸-2-일)페닐]-9H-카바졸(약칭: C011), 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) 등의 폴리아졸 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물이나, 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(9H-카바졸-9-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mCzBPDBq), 4,6-비스[3-(페난트렌-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mPnP2Pm), 4,6-비스[3-(4-다이벤조싸이엔일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mDBTP2Pm-II), 4,8-비스[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]벤조[h]퀴나졸린(약칭: 4,8mDBTP2Bqn) 등의 다이아진 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물이나, 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 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물이 있다. 상술한 것 중에서도 다이아진 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물이나, 피리딘 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물은 신뢰성이 양호하므로 바람직하다. 특히 다이아진(피리미딘이나 피라진) 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물은 전

자 수송성이 높아, 구동 전압 저감에도 기여한다.

- [0214] 호스트 재료로서 사용할 수 있는 TADF 재료로서는 상술한 TADF 재료를 마찬가지로 사용할 수 있다. TADF 재료를 호스트 재료로서 사용하면, TADF 재료에서 생성된 삼중항 여기 에너지가 역 공간 교차에 의하여 단일항 여기 에너지로 변환되고, 또한 발광 물질로 에너지 이동함으로써, 발광 디바이스의 발광 효율을 높일 수 있다. 이때 TADF 재료가 에너지 도너로서 기능하고, 발광 물질이 에너지 엑셉터로서 기능한다.
- [0215] 이는 상기 발광 물질이 형광 발광 물질인 경우에 매우 유효하다. 또한 이때 높은 발광 효율을 얻기 위해서는, TADF 재료의 S1 준위가 형광 발광 물질의 S1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 또한 TADF 재료의 T1 준위가 형광 발광 물질의 S1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 따라서 TADF 재료의 T1 준위는 형광 발광 물질의 T1 준위보다 높은 것이 바람직하다.
- [0216] 또한 형광 발광 물질의 가장 낮은 에너지 측의 흡수대의 파장과 중첩되는 발광을 나타내는 TADF 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 이로써 TADF 재료로부터 형광 발광 물질로 여기 에너지가 원활하게 이동하여, 발광을 효율적으로 얻을 수 있기 때문에 바람직하다.
- [0217] 또한 역 공간 교차에 의하여 삼중항 여기 에너지로부터 단일항 여기 에너지가 효율적으로 생성되기 위해서는, TADF 재료에서 캐리어 재결합이 일어나는 것이 바람직하다. 또한 TADF 재료에서 생성된 삼중항 여기 에너지가 형광 발광 물질의 삼중항 여기 에너지로 이동하지 않는 것이 바람직하다. 그러기 위하여, 형광 발광 물질은 형광 발광 물질에 포함되는 발광단(발광의 원인이 되는 골격)의 주위에 보호기를 가지는 것이 바람직하다. 상기 보호기로서는 π 결합을 가지지 않는 치환기 및 포화 탄화수소가 바람직하고, 구체적으로는 탄소수 3 이상 10 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 이상 10 이하의 치환 또는 비치환된 사이클로알킬기, 탄소수 3 이상 10 이하의 트라이알킬실릴기를 들 수 있고, 복수의 보호기를 가지는 것이 더 바람직하다. π 결합을 가지지 않는 치환기는 캐리어를 수송하는 기능이 부족하기 때문에, 캐리어 수송이나 캐리어 재결합에 영향을 거의 미치지 않고 TADF 재료와 형광 발광 물질의 발광단의 거리를 떨어지게 할 수 있다. 여기서 발광단이란 형광 발광 물질에서 발광의 원인이 되는 원자단(골격)을 말한다. 발광단은 π 결합을 가지는 골격인 것이 바람직하고, 방향족 고리를 포함하는 것이 바람직하고, 축합 방향족 고리 또는 축합 헥테로 방향족 고리를 가지는 것이 바람직하다. 축합 방향족 고리 또는 축합 헥테로 방향족 고리로서는 페난트렌 골격, 스틸벤 골격, 아크리돈 골격, 페녹사진 골격, 페노싸이아진 골격 등을 들 수 있다. 특히 나프탈렌 골격, 안트라센 골격, 플루오렌 골격, 크리센 골격, 트라이페닐렌 골격, 테트라센 골격, 피렌 골격, 페릴렌 골격, 쿠마린 골격, 퀴나크리돈 골격, 나프토비스벤조퓨란 골격을 가지는 형광 발광 물질은 형광 양자 수율이 높기 때문에 바람직하다.
- [0218] 형광 발광 물질을 발광 물질로서 사용하는 경우, 호스트 재료로서는 안트라센 골격을 가지는 재료가 적합하다. 안트라센 골격을 가지는 물질을 형광 발광 물질의 호스트 재료로서 사용하면, 발광 효율 및 내구성 모두가 양호한 발광층을 실현할 수 있다. 호스트 재료로서 사용하는 안트라센 골격을 가지는 물질로서는 다이페닐안트라센 골격, 특히 9,10-다이페닐안트라센 골격을 가지는 물질이 화학적으로 안정적이기 때문에 바람직하다. 또한 호스트 재료가 카바졸 골격을 가지는 경우, 정공의 주입성·수송성이 높아지기 때문에 바람직하고, 카바졸에 벤젠 고리가 더 축합된 벤조카바졸 골격을 가지는 경우에는 카바졸보다 HOMO가 0.1eV 정도 낮아져 정공이 들어가기 쉬워지기 때문에 더 바람직하다. 특히 호스트 재료가 다이벤조카바졸 골격을 포함하는 경우, 카바졸보다 HOMO가 0.1eV 정도 낮아져 정공이 들어가기 쉬워질 뿐만 아니라, 정공 수송성도 우수하고 내열성도 높아지므로 바람직하다. 따라서 호스트 재료로서 더 바람직한 것은, 9,10-다이페닐안트라센 골격 및 카바졸 골격(또는 벤조카바졸 골격이나 다이벤조카바졸 골격)을 동시에 가지는 물질이다. 또한 상기 정공 주입성·수송성의 관점에서, 카바졸 골격 대신에 벤조플루오렌 골격이나 다이벤조플루오렌 골격을 사용하여도 좋다. 이러한 물질의 예로서는 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: PCzPA), 3-[4-(1-나프틸)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPN), 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-(1-나프틸)-10-[4-(2-나프틸)페닐]안트라센(약칭: α N- β NPAnth) 등을 들 수 있다. 특히 CzPA, cgDBCzPA, 2mBnfPPA, PCzPA는 매우 양호한 특성을 나타내기 때문에 바람직하다.
- [0219] 또한 호스트 재료는 복수 종류의 물질이 혼합된 재료이어도 좋고, 혼합된 호스트 재료를 사용하는 경우에는 전자 수송성을 가지는 재료와 정공 수송성을 가지는 재료를 혼합하는 것이 바람직하다. 전자 수송성을 가지는 재료와 정공 수송성을 가지는 재료를 혼합함으로써, 발광층(113)의 수송성을 쉽게 조절할 수 있어 재결합 영역을 쉽게 제어할 수도 있다. 정공 수송성을 가지는 재료와 전자 수송성을 가지는 재료의 함유량의 중량비는 정공

수송성을 가지는 재료: 전자 수송성을 가지는 재료=1:19 내지 19:1로 하면 좋다. 또한 혼합된 호스트 재료에서의 전자 수송성을 가지는 재료로서, 실시형태 1에 기재된 유기 화합물을 적합하게 사용할 수 있다.

[0220] 또한 상기 혼합된 재료의 일부로서는 인광 발광 물질을 사용할 수 있다. 인광 발광 물질은, 발광 물질로서 형광 발광 물질을 사용하는 경우에 형광 발광 물질에 여기 에너지를 공여하는 에너지 도너로서 사용할 수 있다.

[0221] 또한 이 혼합된 재료들로 들뜬 복합체를 형성하여도 좋다. 상기 들뜬 복합체로서는 발광 물질의 가장 낮은 에너지 층의 흡수대의 파장과 겹치는 발광을 나타내는 들뜬 복합체를 형성하는 조합을 선택함으로써, 에너지 이동이 원활하게 수행되어 발광을 효율적으로 얻을 수 있기 때문에 바람직하다. 또한 상기 구성을 사용함으로써, 구동 전압도 저하되기 때문에 바람직하다.

[0222] 또한 들뜬 복합체를 형성하는 재료의 적어도 하나는 인광 발광 물질이어도 좋다. 이 경우 역 항간 교차에 의하여 삼중항 여기 에너지를 단일항 여기 에너지로 효율적으로 변환할 수 있다.

[0223] 들뜬 복합체를 효율적으로 형성하는 재료의 조합으로서는 정공 수송성을 가지는 재료의 HOMO 준위가 전자 수송성을 가지는 재료의 HOMO 준위 이상인 것이 바람직하다. 또한 정공 수송성을 가지는 재료의 LUMO 준위가 전자 수송성을 가지는 재료의 LUMO 준위 이상인 것이 바람직하다. 또한 재료의 LUMO 준위 및 HOMO 준위는 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정에 의하여 측정되는 재료의 전기 화학 특성(환원 전위 및 산화 전위)에서 도출할 수 있다.

[0224] 또한 들뜬 복합체의 형성은, 예를 들어 정공 수송성을 가지는 재료의 발광 스펙트럼, 전자 수송성을 가지는 재료의 발광 스펙트럼, 및 이들 재료를 혼합한 혼합막의 발광 스펙트럼을 비교하여, 혼합막의 발광 스펙트럼이 각 재료의 발광 스펙트럼보다 장파장 측으로 시프트하는(또는 장파장 측에 새로운 피크를 가지는) 현상을 관측함으로써 확인할 수 있다. 또는 정공 수송성을 가지는 재료의 과도 포토루미네선스(PL), 전자 수송성을 가지는 재료의 과도 PL, 및 이들 재료를 혼합한 혼합막의 과도 PL을 비교하여, 혼합막의 과도 PL 수명이 각 재료의 과도 PL 수명보다 장수명 성분을 가지거나 지연 성분의 비율이 커지는 등의 과도 응답의 차이를 관측함으로써 확인할 수 있다. 또한 상술한 과도 PL을 과도 일렉트로루미네선스(EL)로 바꿔 읽어도 된다. 즉 정공 수송성을 가지는 재료의 과도 EL, 전자 수송성을 가지는 재료의 과도 EL, 및 이들의 혼합막의 과도 EL을 비교하여 과도 응답의 차이를 관측하는 것에 의해서도 들뜬 복합체의 형성을 확인할 수 있다.

[0225] 전자 수송층(114)은 전자 수송성을 가지는 물질을 포함하는 층이다. 전자 수송성을 가지는 물질로서는 상기 호스트 재료에 사용할 수 있는 전자 수송성을 가지는 물질로서 든 것을 사용할 수 있다.

[0226] 또한 전자 수송층(114)은 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 600일 때의 전자 이동도가 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상 $5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이하인 것이 바람직하다. 전자 수송층(114)에서의 전자의 수송성을 저하시킴으로써 발광층에 대한 전자의 주입량을 제어할 수 있어, 발광층이 전자 과다 상태가 되는 것을 방지할 수 있다. 또한 전자 수송층은 전자 수송성을 가지는 재료와, 알칼리 금속 또는 알칼리 금속의 단체(單體), 화합물, 혹은 착체를 포함하는 것이 바람직하다. 이들 구성은, 특히 정공 주입층을 복합 재료로 형성하고, 상기 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료의 HOMO 준위가 -5.7eV 이상 -5.4eV 이하로 비교적 깊은 경우에, 수명이 양호해지기 때문에 특히 바람직하다. 또한 이때 전자 수송성을 가지는 재료는 HOMO 준위가 -6.0eV 이상인 것이 바람직하다. 또한 상기 전자 수송성을 가지는 재료는 안트라센 골격을 가지는 유기 화합물인 것이 바람직하고, 안트라센 골격과 헥테로 고리 골격의 양쪽을 포함하는 유기 화합물인 것이 더 바람직하다. 상기 헥테로 고리 골격으로서는 질소 함유 오원자 고리 골격 또는 질소 함유 육원자 고리 골격이 바람직하고, 이들 헥테로 고리 골격으로서는 피라졸 고리, 이미다졸 고리, 옥사졸 고리, 싸이아졸 고리, 피라진 고리, 피리미딘 고리, 피리다진 고리 등과 같이, 2개의 헥테로 원자를 고리에 포함하는 질소 함유 오원자 고리 골격 또는 질소 함유 육원자 고리 골격을 가지는 것이 특히 바람직하다. 또한 알칼리 금속 또는 알칼리 금속의 단체, 화합물, 혹은 착체로서는 8-하이드록시퀴놀리네이트 구조를 포함하는 것이 바람직하다. 구체적으로는 예를 들어 8-하이드록시퀴놀리네이트-리튬(약칭: Liq), 8-하이드록시퀴놀리네이트-소듐(약칭: Naq) 등이 있다. 특히 1가의 금속 이온의 착체, 그 중에서도 리튬의 착체가 바람직하고, Liq가 더 바람직하다. 또한 8-하이드록시퀴놀리네이트 구조를 포함하는 경우, 그 메틸 치환체(예를 들어 2-메틸 치환체나 5-메틸 치환체) 등을 사용할 수도 있다. 또한 전자 수송층 내에서 알칼리 금속 또는 알칼리 금속의 단체, 화합물, 혹은 착체는, 두께 방향에서 농도차(0인 경우도 포함함)가 존재하는 것이 바람직하다.

[0227] 전자 수송층(114)과 제 2 전극(102) 사이에는 전자 주입층(115)으로서 플루오린화 리튬(LiF), 플루오린화 세슘(CsF), 플루오린화 칼슘(CaF₂), 8-하이드록시퀴놀리네이트-리튬(약칭: Liq) 등과 같은 알칼리 금속 또는 알칼리

토금속, 혹은 이들의 화합물을 포함한 층을 제공하여도 좋다. 전자 주입층(115)으로서는 전자 수송성을 가지는 물질로 이루어지는 층 내에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속, 혹은 이들의 화합물을 포함시킨 것이나, 전자화물을 사용하여도 좋다. 전자화물로서는 예를 들어 칼슘과 알루미늄의 혼합 산화물에 전자를 고농도로 첨가한 물질 등이 있다.

[0228] 또한 전자 주입층(115)으로서는, 전자 수송성을 가지는 물질(바람직하게는 바이피리딘 골격을 가지는 유기 화합물)에, 상기 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 플루오린화물을 미결정 상태가 되는 농도 이상(50wt% 이상) 포함시킨 층을 사용할 수도 있다. 상기 층은 굴절률이 낮은 층이기 때문에, 외부 양자 효율이 더 양호한 발광 디바이스를 제공할 수 있다.

[0229] 또한 전자 주입층(115) 대신에 전하 발생층(116)을 제공하여도 좋다(도 1의 (B) 참조). 전하 발생층(116)은 전위를 인가함으로써 상기 층의 음극 측과 접하는 층에 정공을, 양극 측과 접하는 층에 전자를 주입할 수 있는 층을 말한다. 전하 발생층(116)에는 적어도 P형층(117)이 포함된다. P형층(117)은 상술한 정공 주입층(111)을 구성할 수 있는 재료로서 열거한 복합 재료를 사용하여 형성하는 것이 바람직하다. 또한 P형층(117)은 복합 재료를 구성하는 재료로서 상술한 엑셉터 재료를 포함하는 막과 정공 수송 재료를 포함하는 막을 적층하여 구성하여도 좋다. P형층(117)에 전위를 인가함으로써, 전자 수송층(114)에 전자가, 음극인 제 2 전극(102)에 정공이 주입되어, 발광 디바이스가 동작한다. 또한 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 굴절률이 낮은 유기 화합물이기 때문에, P형층(117)에 사용하면 외부 양자 효율이 양호한 발광 디바이스를 얻을 수 있다.

[0230] 또한 전하 발생층(116)에는 P형층(117) 외에, 전자 릴레이층(118) 및 전자 주입 버퍼층(119) 중 어느 한쪽 또는 양쪽 모두가 제공되는 것이 바람직하다.

[0231] 전자 릴레이층(118)은 적어도 전자 수송성을 가지는 물질을 포함하고, 전자 주입 버퍼층(119)과 P형층(117)의 상호 작용을 방지하여 전자를 원활하게 수송하는 기능을 가진다. 전자 릴레이층(118)에 포함되는 전자 수송성을 가지는 물질의 LUMO 준위는 P형층(117)에서의 엑셉터성 물질의 LUMO 준위와, 전자 수송층(114)에서의 전하 발생층(116)과 접하는 층에 포함되는 물질의 LUMO 준위 사이인 것이 바람직하다. 전자 릴레이층(118)에 사용되는 전자 수송성을 가지는 물질에서의 LUMO 준위의 구체적인 에너지 준위는 -5.0eV 이상, 바람직하게는 -5.0eV 이상 -3.0eV 이하인 것이 좋다. 또한 전자 릴레이층(118)에 사용되는 전자 수송성을 가지는 물질로서는 프탈로사이아닌계 재료 또는 금속-산소 결합과 방향족 리간드를 가지는 금속 착체를 사용하는 것이 바람직하다.

[0232] 전자 주입 버퍼층(119)에는 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화 리튬 등의 산화물, 할로젠화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함), 또는 희토류 금속의 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함)) 등 전자 주입성이 높은 물질을 사용할 수 있다.

[0233] 또한 전자 주입 버퍼층(119)이 전자 수송성을 가지는 물질과 도너성 물질을 포함하여 형성되는 경우에는 도너성 물질로서 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화 리튬 등의 산화물, 할로젠화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함), 또는 희토류 금속의 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함))을 사용할 수 있고, 이 외에도 테트라싸이아나프타센(약칭: TTN), 니켈로센, 테카메틸니켈로센 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다. 또한 전자 수송성을 가지는 물질은 상술한 전자 수송층(114)을 구성하는 재료와 같은 재료를 사용하여 형성될 수 있다.

[0234] 제 2 전극(102)을 형성하는 물질로서는 일함수가 작음(구체적으로는 3.8eV 이하) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용할 수 있다. 이와 같은 음극 재료의 구체적인 예로서는 리튬(Li)이나 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 및 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr) 등의 주기율표의 1족 또는 2족에 속하는 원소, 및 이들을 포함하는 합금(MgAg, AlLi), 유로퓸(Eu), 이터븀(Yb) 등의 희토류 금속, 및 이들을 포함하는 합금 등을 들 수 있다. 다만 제 2 전극(102)과 전자 수송층 사이에 전자 주입층을 제공함으로써, 일함수의 크기에 상관없이 Al, Ag, ITO, 실리콘, 또는 산화 실리콘을 함유하는 산화 인듐-산화 주석 등 다양한 도전성 재료를 제 2 전극(102)에 사용할 수 있다. 이들 도전성 재료는 진공 증착법이나 스퍼터링법 등의 건식법, 잉크젯법, 스핀 코팅법 등을 사용하여 성막할 수 있다. 또한 졸겔법을 사용하여 습식법으로 형성하여도 좋고, 금속 재료의 페이스트를 사용하여 습식법으로 형성하여도 좋다.

[0235] 또한 EL층(103)의 형성 방법으로서의 건식법, 습식법을 불문하고 다양한 방법을 사용할 수 있다. 예를 들어 진공 증착법, 그라비아 인쇄법, 오프셋 인쇄법, 스크린 인쇄법, 잉크젯법, 또는 스핀 코팅법 등을 사용하여도 좋

다.

- [0236] 또한 상술한 각 전극 또는 각 층을 상이한 성막 방법을 사용하여 형성하여도 좋다.
- [0237] 또한 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 제공되는 층의 구성은 상술한 것에 한정되지 않는다. 다만 발광 영역과 전극이나 캐리어 주입층에 사용되는 금속이 근접하여 일어나는 소광이 억제되도록, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)으로부터 떨어진 곳에 정공과 전자가 재결합되는 발광 영역을 제공하는 구성이 바람직하다.
- [0238] 또한 발광층(113)과 접하는 정공 수송층이나 전자 수송층, 특히 발광층(113)에서의 재결합 영역에 가까운 캐리어 수송층은, 발광층에서 생성된 여기자로부터의 에너지 이동을 억제하기 위하여 발광층을 구성하는 발광 재료 또는 발광층에 포함되는 발광 재료가 가지는 밴드 갭보다 큰 밴드 갭을 가지는 물질로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0239] 이어서 복수의 발광 유닛이 적층된 구성을 가지는 발광 디바이스(적층형 소자, 탠덤형 소자라고도 함)의 형태에 대하여 도 1의 (C)를 참조하여 설명한다. 이 발광 디바이스는 양극과 음극 사이에 복수의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스이다. 하나의 발광 유닛은 도 1의 (A)에 나타낸 EL층(103)과 거의 같은 구성을 가진다. 즉 도 1의 (C)에 나타낸 발광 디바이스는 복수의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스이고, 도 1의 (A) 또는 (B)에 나타낸 발광 디바이스는 하나의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스라고 할 수 있다.
- [0240] 도 1의 (C)에서, 양극(501)과 음극(502) 사이에는 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512)이 적층되어 있고, 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512) 사이에는 전하 발생층(513)이 제공되어 있다. 양극(501)과 음극(502)은 각각 도 1의 (A)에서의 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)에 상당하고, 도 1의 (A)의 설명에서 기재한 것과 같은 것을 적용할 수 있다. 또한 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512)의 구성은 같아도 좋고 상이하여도 좋다.
- [0241] 전하 발생층(513)은, 양극(501)과 음극(502)에 전압이 인가되었을 때 한쪽 발광 유닛에 전자를 주입하고 다른 쪽 발광 유닛에 정공을 주입하는 기능을 가진다. 즉 도 1의 (C)에서, 양극의 전위가 음극의 전위보다 높아지도록 전압이 인가된 경우, 전하 발생층(513)은 제 1 발광 유닛(511)에 전자를 주입하고 제 2 발광 유닛(512)에 정공을 주입하는 것이면 좋다.
- [0242] 전하 발생층(513)은 도 1의 (B)에서 설명한 전하 발생층(116)과 같은 구성으로 형성되는 것이 바람직하다. 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료는 캐리어 주입성, 캐리어 수송성이 우수하기 때문에, 저전압 구동, 저전류 구동을 실현할 수 있다. 또한 발광 유닛의 양극 측의 면이 전하 발생층(513)과 접하는 경우에는 전하 발생층(513)이 발광 유닛의 정공 주입층으로서의 역할도 할 수 있기 때문에, 이 발광 유닛에는 정공 주입층을 제공하지 않아도 된다.
- [0243] 또한 전하 발생층(513)에 전자 주입 버퍼층(119)을 제공하는 경우에는 이 전자 주입 버퍼층(119)이 양극 측의 발광 유닛에서의 전자 주입층으로서의 역할을 하기 때문에, 양극 측의 발광 유닛에는 전자 주입층을 반드시 형성할 필요는 없다.
- [0244] 도 1의 (C)에서는 2개의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스에 대하여 설명하였지만, 3개 이상의 발광 유닛을 적층한 발광 디바이스에 대해서도 마찬가지로 적용할 수 있다. 본 실시형태에 따른 발광 디바이스와 같이, 한 쌍의 전극 사이에 복수의 발광 유닛을 전하 발생층(513)으로 칸막이하여 배치함으로써, 전류 밀도를 낮게 유지하면서 고휘도 발광을 가능하게 하고 수명이 더 긴 소자를 실현할 수 있다. 또한 저전압 구동이 가능하고 소비 전력이 낮은 발광 장치를 실현할 수 있다.
- [0245] 또한 각 발광 유닛의 발광색을 다르게 함으로써, 발광 디바이스 전체로 원하는 색의 발광을 얻을 수 있다. 예를 들어 2개의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스에서, 제 1 발광 유닛으로 적색과 녹색의 발광색을, 제 2 발광 유닛으로 청색의 발광색을 얻음으로써, 발광 디바이스 전체로 백색 발광하는 발광 디바이스를 얻을 수도 있다.
- [0246] 또한 상술한 EL층(103)이나 제 1 발광 유닛(511), 제 2 발광 유닛(512), 및 전하 발생층 등의 각 층이나 전극은 예를 들어 증착법(진공 증착법을 포함함), 액적 토출법(잉크젯법이라고도 함), 도포법, 그라비아 인쇄법 등의 방법을 사용하여 형성할 수 있다. 또한 이들은 저분자 재료, 중분자 재료(올리고머, 덴드리머를 포함함), 또는 고분자 재료를 포함하여도 좋다.
- [0247] (실시형태 3)
- [0248] 본 실시형태에서는 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용한 발광 장치에 대하여 설명한다.

- [0249] 본 실시형태에서는 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용하여 제작한 발광 장치에 대하여 도 2를 사용하여 설명한다. 또한 도 2의 (A)는 발광 장치를 나타낸 상면도이고, 도 2의 (B)는 도 2의 (A)에서의 A-B 및 C-D를 따라 취한 단면도이다. 이 발광 장치는 발광 디바이스의 발광을 제어하는 것으로서, 점선으로 나타낸 구동 회로부(소스선 구동 회로)(601), 화소부(602), 구동 회로부(게이트선 구동 회로)(603)를 포함한다. 또한 604는 밀봉 기판을, 605는 실재를 나타내고, 실재(605)로 둘러싸인 내측은 공간(607)이다.
- [0250] 또한 리드 배선(608)은 소스선 구동 회로(601) 및 게이트선 구동 회로(603)에 입력되는 신호를 전송(傳送)하기 위한 배선이고, 외부 입력 단자가 되는 FPC(flexible printed circuit)(609)로부터 비디오 신호, 클럭 신호, 스타트 신호, 리셋 신호 등을 받는다. 또한 여기서는 FPC만을 도시하였지만, 이 FPC에 인쇄 배선판(PWB)이 장착되어도 좋다. 본 명세서에서는, 발광 장치 본체뿐만 아니라, 이에 FPC 또는 PWB가 장착된 것도 발광 장치의 범주에 포함하는 것으로 한다.
- [0251] 다음으로 단면 구조에 대하여 도 2의 (B)를 사용하여 설명한다. 소자 기판(610) 위에는 구동 회로부 및 화소부가 형성되어 있지만, 여기서는 구동 회로부인 소스선 구동 회로(601)와, 화소부(602) 내의 하나의 화소를 나타내었다.
- [0252] 소자 기판(610)은 유리, 석영, 유기 수지, 금속, 합금, 반도체 등으로 이루어지는 기판 외에, FRP(Fiber Reinforced Plastics), PVF(폴리바이닐플루오라이드), 폴리에스터, 또는 아크릴 수지 등으로 이루어지는 플라스틱 기판을 사용하여 제작하면 좋다.
- [0253] 화소나 구동 회로에 사용되는 트랜지스터의 구조는 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어 역 스택거형 트랜지스터로 하여도 좋고, 스택거형 트랜지스터로 하여도 좋다. 또한 톱 게이트형 트랜지스터로 하여도 좋고, 보텀 게이트형 트랜지스터로 하여도 좋다. 트랜지스터에 사용되는 반도체 재료는 특별히 한정되지 않고, 예를 들어 실리콘, 저마늄, 탄소화 실리콘, 질화 갈륨 등을 사용할 수 있다. 또는 In-Ga-Zn계 금속 산화물 등 인듐, 갈륨, 및 아연 중 적어도 하나를 포함한 산화물 반도체를 사용하여도 좋다.
- [0254] 트랜지스터에 사용하는 반도체 재료의 결정성에 대해서도 특별히 한정되지 않고, 비정질 반도체, 결정성을 가지는 반도체(미결정 반도체, 다결정 반도체, 단결정 반도체, 또는 일부에 결정 영역을 가지는 반도체) 중 어느 것을 사용하여도 좋다. 결정성을 가지는 반도체를 사용하면, 트랜지스터 특성의 열화를 억제할 수 있으므로 바람직하다.
- [0255] 여기서 상기 화소나 구동 회로에 제공되는 트랜지스터 외에, 후술하는 터치 센서 등에 사용되는 트랜지스터 등의 반도체 장치에는 산화물 반도체를 적용하는 것이 바람직하다. 특히 실리콘보다 밴드 갭이 넓은 산화물 반도체를 적용하는 것이 바람직하다. 실리콘보다 밴드 갭이 넓은 산화물 반도체를 사용함으로써, 트랜지스터의 오프 상태에서의 전류를 저감할 수 있다.
- [0256] 상기 산화물 반도체는 적어도 인듐(In) 또는 아연(Zn)을 포함하는 것이 바람직하다. 또한 In-M-Zn계 산화물(M은 Al, Ti, Ga, Ge, Y, Zr, Sn, La, Ce, 또는 Hf 등의 금속)로 표기되는 산화물을 포함하는 산화물 반도체인 것이 더 바람직하다.
- [0257] 특히 반도체층으로서의 복수의 결정부를 가지고, 상기 결정부는 c축이 반도체층의 피형성면 또는 반도체층의 상면에 대하여 수직으로 배향되고, 또한 인접한 결정부들 사이에 입계를 가지지 않는 산화물 반도체막을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0258] 반도체층으로서 이와 같은 재료를 사용함으로써, 전기 특성의 변동이 억제되어 신뢰성이 높은 트랜지스터를 실현할 수 있다.
- [0259] 또한 상술한 반도체층을 가지는 트랜지스터는 오프 전류가 낮기 때문에, 트랜지스터를 통하여 용량 소자에 축적된 전하가 장기간에 걸쳐 유지될 수 있다. 이와 같은 트랜지스터를 화소에 적용함으로써, 각 표시 영역에 표시된 화상의 계조를 유지하면서 구동 회로를 정지할 수도 있다. 이 결과, 소비 전력이 매우 저감된 전자 기기를 실현할 수 있다.
- [0260] 트랜지스터의 특성 안정화 등을 위하여 하지막을 제공하는 것이 바람직하다. 하지막으로서의 산화 실리콘막, 질화 실리콘막, 산화질화 실리콘막, 질화산화 실리콘막 등의 무기 절연막을 사용하고, 단층으로 또는 적층하여 제작할 수 있다. 하지막은 스퍼터링법, CVD(Chemical Vapor Deposition)법(플라즈마 CVD법, 열 CVD법, MOCVD(Metal Organic CVD)법 등), ALD(Atomic Layer Deposition)법, 도포법, 인쇄법 등을 사용하여 형성할 수 있다. 또한 하지막은 필요에 따라 제공하면 된다.

- [0261] 또한 FET(623)는 구동 회로부(601)에 형성되는 트랜지스터 중 하나를 나타낸 것이다. 또한 구동 회로는 다양한 CMOS 회로, PMOS 회로, 또는 NMOS 회로로 형성되면 좋다. 또한 본 실시형태에서는 기관 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형에 대하여 설명하지만, 반드시 그럴 필요는 없고 구동 회로를 기관 위가 아니라 외부에 형성할 수도 있다.
- [0262] 또한 화소부(602)는 스위칭용 FET(611), 전류 제어용 FET(612), 및 전류 제어용 FET(612)의 드레인에 전기적으로 접속된 제 1 전극(613)을 포함하는 복수의 화소로 형성되어 있지만, 이에 한정되지 않고 3개 이상의 FET와, 용량 소자를 조합한 화소부로 하여도 좋다.
- [0263] 또한 제 1 전극(613)의 단부를 덮어 절연물(614)이 형성되어 있다. 여기서는, 포지티브형 감광성 아크릴 수지막을 사용함으로써 형성할 수 있다.
- [0264] 또한 나중에 형성하는 EL층 등의 피복성을 양호하게 하기 위하여 절연물(614)의 상단부 또는 하단부에 곡물을 가지는 곡면이 형성되도록 한다. 예를 들어 절연물(614)의 재료로서 포지티브형 감광성 아크릴 수지를 사용한 경우에는 절연물(614)의 상단부에만 곡물 반경(0.2 μm 내지 3 μm)을 가지는 곡면을 가지도록 하는 것이 바람직하다. 또한 절연물(614)로서는 네거티브형 감광성 수지 및 포지티브형 감광성 수지 중 어느 쪽이든 사용할 수 있다.
- [0265] 제 1 전극(613) 위에는 EL층(616) 및 제 2 전극(617)이 각각 형성되어 있다. 여기서 양극으로서 기능하는 제 1 전극(613)에 사용되는 재료로서는 일함수가 큰 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들어 ITO막, 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물막, 2wt% 내지 20wt%의 산화 아연을 포함한 산화 인듐막, 질화 타이타늄막, 크로뮴막, 텅스텐막, Zn막, Pt막 등의 단층막 외에, 질화 타이타늄막과 알루미늄을 주성분으로서 포함하는 막의 적층, 질화 타이타늄막과 알루미늄을 주성분으로서 포함하는 막과 질화 타이타늄막의 3층 구조 등을 사용할 수 있다. 또한 적층 구조로 하면, 배선으로서의 저항도 낮고, 양호한 옴 접촉(ohmic contact)이 얻어지며, 양극으로서 기능시킬 수 있다.
- [0266] 또한 EL층(616)은 증착 마스크를 사용한 증착법, 잉크젯법, 스핀 코팅법 등의 다양한 방법으로 형성된다. EL층(616)은 실시형태 2에서 설명한 바와 같은 구성을 포함한다. 또한 EL층(616)을 구성하는 다른 재료로서는 저분자 화합물 또는 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머를 포함함)을 사용하여도 좋다.
- [0267] 또한 EL층(616) 위에 형성되고 음극으로서 기능하는 제 2 전극(617)에 사용하는 재료로서는 일함수가 작은 재료(Al, Mg, Li, Ca, 또는 이들의 합금이나 화합물(MgAg, MgIn, AlLi 등) 등)를 사용하는 것이 바람직하다. 또한 EL층(616)에서 생긴 광이 제 2 전극(617)을 투과하는 경우에는 제 2 전극(617)으로서 막 두께가 얇은 금속 박막과, 투명 도전막(ITO, 2wt% 내지 20wt%의 산화 아연을 포함한 산화 인듐, 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물, 산화 아연(ZnO) 등)의 적층을 사용하는 것이 좋다.
- [0268] 또한 제 1 전극(613), EL층(616), 및 제 2 전극(617)으로 발광 디바이스가 형성되어 있다. 이 발광 디바이스는 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스이다. 또한 화소부에는 복수의 발광 디바이스가 형성되어 있지만, 본 실시형태의 발광 장치에는, 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스와, 이 외의 구성을 가지는 발광 디바이스의 양쪽이 혼재되어 있어도 좋다.
- [0269] 또한 실재(605)로 밀봉 기관(604)과 소자 기관(610)을 접합함으로써, 소자 기관(610), 밀봉 기관(604), 및 실재(605)로 둘러싸인 공간(607)에 발광 디바이스(618)가 제공된 구조가 된다. 또한 공간(607)에는 충전재가 충전되어 있고, 불활성 기체(질소나 아르곤 등)가 충전되는 경우 외에, 실제로 충전되는 경우도 있다. 밀봉 기관에 오목부를 형성하고 거기에 건조제를 제공함으로써, 수분의 영향으로 인한 열화를 억제할 수 있어 바람직하다.
- [0270] 또한 실재(605)에는 에폭시계 수지나 유리 프릿(glass frit)을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 이들 재료는 수분이나 산소를 가능한 한 투과시키지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한 밀봉 기관(604)에 사용하는 재료로서는 유리 기관이나 석영 기관 외에, FRP(Fiber Reinforced Plastics), PVF(폴리바이닐플루오라이드), 폴리에스터, 또는 아크릴 수지 등으로 이루어지는 플라스틱 기관을 사용할 수 있다.
- [0271] 도 2에는 나타나지 않았지만, 제 2 전극 위에 보호막을 제공하여도 좋다. 보호막은 유기 수지막이나 무기 절연막으로 형성하면 좋다. 또한 실재(605)의 노출된 부분을 덮도록 보호막이 형성되어도 좋다. 또한 보호막은 한 쌍의 기관의 표면 및 측면, 밀봉층, 절연층 등의 노출된 측면을 덮어 제공할 수 있다.
- [0272] 보호막에는 물 등의 불순물을 투과시키기 어려운 재료를 사용할 수 있다. 따라서 물 등의 불순물이 외부로부터 내부로 확산되는 것을 효과적으로 억제할 수 있다.

- [0273] 보호막을 구성하는 재료로서는 산화물, 질화물, 플루오린화물, 황화물, 삼원 화합물, 금속, 또는 폴리머 등을 사용할 수 있고, 예를 들어 산화 알루미늄, 산화 하프늄, 하프늄실리케이트, 산화 란타넘, 산화 실리콘, 타이타늄산 스트론튬, 산화 탄탈럼, 산화 타이타늄, 산화 아연, 산화 나이오븀, 산화 지르코늄, 산화 주석, 산화 이트륨, 산화 세륨, 산화 스칸듐, 산화 어븀, 산화 바나듐, 또는 산화 인듐 등을 포함하는 재료나, 질화 알루미늄, 질화 하프늄, 질화 실리콘, 질화 탄탈럼, 질화 타이타늄, 질화 나이오븀, 질화 몰리브데넘, 질화 지르코늄, 또는 질화 갈륨 등을 포함하는 재료, 타이타늄 및 알루미늄을 포함하는 질화물, 타이타늄 및 알루미늄을 포함하는 산화물, 알루미늄 및 아연을 포함하는 산화물, 망가니즈 및 아연을 포함하는 황화물, 세륨 및 스트론튬을 포함하는 황화물, 어븀 및 알루미늄을 포함하는 산화물, 이트륨 및 지르코늄을 포함하는 산화물 등을 포함하는 재료를 사용할 수 있다.
- [0274] 보호막은 단차 피복성(step coverage)이 양호한 성막 방법을 사용하여 형성되는 것이 바람직하다. 이러한 방법 중 하나에 원자층 퇴적(ALD: Atomic Layer Deposition)법이 있다. ALD법을 사용하여 형성할 수 있는 재료를 보호막에 사용하는 것이 바람직하다. ALD법을 사용함으로써, 크랙이나 핀홀 등의 결함이 저감되거나 두께가 균일한, 치밀한 보호막을 형성할 수 있다. 또한 보호막의 형성 시에 가공 부재에 가해지는 손상을 저감할 수 있다.
- [0275] 예를 들어 ALD법을 사용함으로써, 복잡한 요철 형상을 가지는 표면이나, 터치 패널의 상면, 측면, 및 뒷면에도 균일하고 결함이 적은 보호막을 형성할 수 있다.
- [0276] 상술한 바와 같이 하여, 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용하여 제작된 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0277] 본 실시형태에서의 발광 장치에는 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용하기 때문에, 특성이 양호한 발광 장치를 얻을 수 있다. 구체적으로는 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스는 발광 효율이 양호하기 때문에, 소비 전력이 작은 발광 장치로 할 수 있다.
- [0278] 도 3에는, 백색 발광을 나타내는 발광 디바이스를 형성하고 착색층(컬러 필터) 등을 제공함으로써 풀 컬러 표시를 실현한 발광 장치의 예를 나타내었다. 도 3의 (A)에는 기관(1001), 하지 절연막(1002), 게이트 절연막(1003), 게이트 전극(1006, 1007, 1008), 제 1 층간 절연막(1020), 제 2 층간 절연막(1021), 주변부(1042), 화소부(1040), 구동 회로부(1041), 발광 디바이스의 제 1 전극(1024W, 1024R, 1024G, 1024B), 격벽(1025), EL층(1028), 발광 디바이스의 제 2 전극(1029), 밀봉 기관(1031), 실재(1032) 등을 도시하였다.
- [0279] 또한 도 3의 (A)에서는 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))이 투명한 기재(1033)에 제공되어 있다. 또한 블랙 매트릭스(1035)를 더 제공하여도 좋다. 착색층 및 블랙 매트릭스가 제공된 투명한 기재(1033)는, 위치를 맞추어 기관(1001)에 고정된다. 또한 착색층 및 블랙 매트릭스(1035)는 오버코트층(1036)으로 덮여 있다. 또한 도 3의 (A)에서는 광이 착색층을 투과하지 않고 외부로 방출되는 발광층과, 광이 각 색의 착색층을 투과하여 외부로 방출되는 발광층이 있고, 착색층을 투과하지 않는 광은 백색이 되고, 착색층을 투과하는 광은 적색, 녹색, 청색이 되기 때문에, 4색의 화소로 영상을 표현할 수 있다.
- [0280] 도 3의 (B)에는 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))을 게이트 절연막(1003)과 제 1 층간 절연막(1020) 사이에 형성하는 예를 나타내었다. 이와 같이, 착색층은 기관(1001)과 밀봉 기관(1031) 사이에 제공되어도 좋다.
- [0281] 또한 상술한 발광 장치는 FET가 형성된 기관(1001) 측으로 광이 추출되는 구조(보텀 이미션형)의 발광 장치이지만, 밀봉 기관(1031) 측으로 발광을 추출하는 구조(탑 이미션형)의 발광 장치이어도 좋다. 탑 이미션형 발광 장치의 단면도를 도 4에 나타내었다. 이 경우 기관(1001)으로서는 광을 통과시키지 않는 기관을 사용할 수 있다. FET와 발광 디바이스의 양극을 접속하는 접속 전극을 제작하는 단계까지는 보텀 이미션형 발광 장치와 같은 식으로 형성한다. 그 후, 전극(1022)을 덮어 제 3 층간 절연막(1037)을 형성한다. 이 절연막은 평탄화의 역할을 가져도 좋다. 제 3 층간 절연막(1037)은 제 2 층간 절연막과 같은 재료를 사용하여 형성할 수 있고, 다른 공지의 재료를 사용하여 형성할 수도 있다.
- [0282] 여기서는 발광 디바이스의 제 1 전극(1024W, 1024R, 1024G, 1024B)을 양극으로 하지만, 음극이어도 좋다. 또한 도 4와 같은 탑 이미션형 발광 장치의 경우, 제 1 전극을 반사 전극으로 하는 것이 바람직하다. EL층(1028)의 구성은 실시형태 2에서 설명한 EL층(103)과 같은 구성으로 하고, 또한 백색 발광이 얻어지는 소자 구조로 한다.
- [0283] 도 4와 같은 탑 이미션 구조의 경우, 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))을 제공한 밀봉 기관(1031)으로 밀봉을 할 수 있다. 밀봉 기관(1031)에는, 화소들 간에 위치하는 블랙 매트릭스

(1035)를 제공하여도 좋다. 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))이나 블랙 매트릭스는 오버코트층(1036)으로 덮여 있어도 좋다. 또한 밀봉 기관(1031)에는 투광성을 가지는 기관을 사용한다. 또한 여기서는 적색, 녹색, 청색, 백색의 4색을 사용하여 풀 컬러 표시를 수행하는 예를 제시하였지만, 이에 특별히 한정되지 않고, 적색, 황색, 녹색, 청색의 4색이나, 적색, 녹색, 청색의 3색을 사용하여 풀 컬러 표시를 수행하여도 좋다.

- [0284] 톱 이미션형 발광 장치에서는 마이크로캐비티 구조를 바람직하게 적용할 수 있다. 마이크로캐비티 구조를 가지는 발광 디바이스는 제 1 전극을 반사 전극으로 하고, 제 2 전극을 반투과·반반사 전극으로 함으로써 얻을 수 있다. 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이에는 적어도 EL층을 가지고, 적어도 발광 영역이 되는 발광층을 가진다.
- [0285] 또한 반사 전극은 가시광의 반사율이 40% 내지 100%, 바람직하게는 70% 내지 100%이고, 또한 저항률이 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하인 막이다. 또한 반투과·반반사 전극은 가시광의 반사율이 20% 내지 80%, 바람직하게는 40% 내지 70%이고, 또한 저항률이 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하인 막이다.
- [0286] EL층에 포함되는 발광층으로부터 사출되는 발광은 반사 전극과 반투과·반반사 전극에 의하여 반사되어 공진된다.
- [0287] 상기 발광 디바이스에서는, 투명 도전막이나 상술한 복합 재료, 캐리어 수송 재료 등의 두께를 바꿈으로써 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이의 광학적 거리를 변경할 수 있다. 이에 의하여, 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이에서, 공진하는 파장의 광을 강하게 하고, 공진하지 않는 파장의 광을 감쇠시킬 수 있다.
- [0288] 또한 반사 전극에 의하여 반사되어 되돌아온 광(제 1 반사광)은 발광층으로부터 반투과·반반사 전극에 직접 입사하는 광(제 1 입사광)과의 큰 간섭을 일으키기 때문에, 반사 전극과 발광층의 광학적 거리를 $(2n-1)\lambda/4$ (다만 n 은 1 이상의 자연수이고, λ 는 증폭하고자 하는 발광의 파장임)로 조절하는 것이 바람직하다. 상기 광학적 거리를 조절함으로써, 제 1 반사광과 제 1 입사광의 위상을 맞추어 발광층으로부터의 발광을 더 증폭시킬 수 있다.
- [0289] 또한 상기 구성에서, EL층은 복수의 발광층을 가지는 구조이어도 좋고, 하나의 발광층을 가지는 구조이어도 좋고, 예를 들어, 상술한 텐덤형 발광 디바이스의 구성과 조합하여, 하나의 발광 디바이스에 전하 발생층을 끼우는 복수의 EL층을 제공하고, 각 EL층이 하나 또는 복수의 발광층으로 형성되는 구성으로 하여도 좋다.
- [0290] 마이크로캐비티 구조를 가짐으로써 정면 방향에서의 특정 파장의 발광 강도를 높일 수 있기 때문에, 저소비 전력화를 도모할 수 있다. 또한 적색, 황색, 녹색, 청색의 4색의 부화소로 영상을 표시하는 발광 장치의 경우, 황색 발광에 의하여 휘도를 높이고, 모든 부화소에서 각색의 파장에 맞춘 마이크로캐비티 구조를 적용할 수 있기 때문에, 특성이 양호한 발광 장치로 할 수 있다.
- [0291] 본 실시형태에서의 발광 장치에는 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용하기 때문에, 특성이 양호한 발광 장치를 얻을 수 있다. 구체적으로는 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스는 발광 효율이 양호하기 때문에, 소비 전력이 작은 발광 장치로 할 수 있다.
- [0292] 여기까지는, 액티브 매트릭스형 발광 장치에 대하여 설명하였지만, 이하에서는 패시브 매트릭스형 발광 장치에 대하여 설명한다. 도 5에는 본 발명을 적용하여 제작한 패시브 매트릭스형 발광 장치를 나타내었다. 또한 도 5의 (A)는 발광 장치를 나타낸 사시도이고, 도 5의 (B)는 도 5의 (A)에서의 X-Y를 따라 취한 단면도이다. 도 5에서, 기관(951) 위에는, 전극(952)과 전극(956) 사이에 EL층(955)이 제공된다. 전극(952)의 단부는 절연층(953)으로 덮여 있다. 그리고 절연층(953) 위에는 격벽층(954)이 제공되어 있다. 격벽층(954)의 측벽은, 기관면에 가까워짐에 따라, 한쪽 측벽과 다른 쪽의 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. 또한 패시브 매트릭스형 발광 장치에서도 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용하기 때문에, 신뢰성이 양호한 발광 장치 또는 소비 전력이 작은 발광 장치로 할 수 있다.
- [0293] 상술한 발광 장치는 매트릭스상으로 배치된 다수의 미소한 발광 디바이스를 각각 제어할 수 있기 때문에, 화상을 표현하는 표시 장치로서 적합하게 이용할 수 있다.

- [0294] 또한 본 실시형태는 다른 실시형태와 자유로이 조합될 수 있다.
- [0295] (실시형태 4)
- [0296] 본 실시형태에서는 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 조명 장치로서 사용하는 예를 도 6을 참조하여 설명한다. 도 6의 (B)는 조명 장치의 상면도이고, 도 6의 (A)는 도 6의 (B)에서의 e-f를 따라 취한 단면도이다.
- [0297] 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.
- [0298] 제 2 전극(404)에 전압을 공급하기 위한 패드(412)가 기관(400) 위에 형성된다.
- [0299] 제 1 전극(401) 위에는 EL층(403)이 형성되어 있다. EL층(403)은, 실시형태 2에서의 EL층(103)의 구성, 또는 발광 유닛(511, 512)과 전하 발생층(513)을 조합시킨 구성 등에 상당한다. 또한 이들 구성에 대해서는 앞의 기재를 참조하기 바란다.
- [0300] EL층(403)을 덮어 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.
- [0301] 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 높기 때문에, 본 실시형태의 조명 장치를 소비 전력이 작은 조명 장치로 할 수 있다.
- [0302] 상기 구성을 가지는 발광 디바이스가 형성된 기관(400)을 실재(405, 406)를 사용하여 밀봉 기관(407)에 고착하여 밀봉함으로써, 조명 장치가 완성된다. 실재(405, 406) 중 어느 한쪽만을 사용하여도 된다. 또한 내측의 실재(406)에는 건조제를 섞을 수도 있고, 이로써 수분을 흡착시킬 수 있기 때문에 신뢰성이 향상된다.
- [0303] 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.
- [0304] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 기재된 조명 장치에서는 EL 소자에 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스가 사용되기 때문에, 소비 전력이 작은 발광 장치로 할 수 있다.
- [0305] (실시형태 5)
- [0306] 본 실시형태에서는 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 그 일부에 포함하는 전자 기기의 예에 대하여 설명한다. 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스는 발광 효율이 양호하고 소비 전력이 작은 발광 디바이스이다. 따라서 본 실시형태에 기재되는 전자 기기를 소비 전력이 작은 발광부를 가지는 전자 기기로 할 수 있다.
- [0307] 상기 발광 디바이스를 적용한 전자 기기로서는 예를 들어 텔레비전 장치(텔레비전 또는 텔레비전 수신기라고도 함), 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라, 디지털 액자, 휴대 전화기(휴대 전화, 휴대 전화 장치라고도 함), 휴대용 게임기, 휴대 정보 단말기, 음향 재생 장치, 파친코기 등의 대형 게임기 등을 들 수 있다. 이들 전자 기기의 구체적인 예를 이하에서 설명한다.
- [0308] 도 7의 (A)는 텔레비전 장치의 일례를 나타낸 것이다. 텔레비전 장치는 하우징(7101)에 표시부(7103)가 제공되어 있다. 또한 여기서는 스탠드(7105)에 의하여 하우징(7101)을 지지한 구성을 나타내었다. 표시부(7103)에 영상을 표시할 수 있고, 표시부(7103)는 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 매트릭스상으로 배열하여 구성되어 있다.
- [0309] 텔레비전 장치는 하우징(7101)이 가지는 조작 스위치나 별개의 리모트 컨트롤러(7110)로 조작할 수 있다. 리모트 컨트롤러(7110)의 조작 키(7109)에 의하여, 채널이나 음량을 조작할 수 있고, 표시부(7103)에 표시되는 영상을 조작할 수 있다. 또한 리모트 컨트롤러(7110)로부터 출력되는 정보를 표시하는 표시부(7107)를 상기 리모트 컨트롤러(7110)에 제공하는 구성으로 하여도 좋다.
- [0310] 또한 텔레비전 장치는 수신기나 모뎀 등을 가지는 구성으로 한다. 수신기에 의하여 일반 텔레비전 방송을 수신할 수 있고, 모뎀을 통하여 유선 또는 무선 통신 네트워크에 접속함으로써, 단방향(송신자로부터 수신자로) 또는 쌍방향(송신자와 수신자 간, 또는 수신자들끼리 등)의 정보 통신을 할 수도 있다.

- [0311] 도 7의 (B1)에 나타난 컴퓨터는 본체(7201), 하우징(7202), 표시부(7203), 키보드(7204), 외부 접속 포트(7205), 포인팅 디바이스(7206) 등을 포함한다. 또한 이 컴퓨터는 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 매트릭스상으로 배열하여 표시부(7203)에 사용함으로써 제작된다. 도 7의 (B1)의 컴퓨터는 도 7의 (B2)에 나타난 구조를 가져도 좋다. 도 7의 (B2)의 컴퓨터에는 키보드(7204) 및 포인팅 디바이스(7206) 대신에 제 2 표시부(7210)가 제공되어 있다. 제 2 표시부(7210)는 터치 패널식이므로, 제 2 표시부(7210)에 표시된 입력용 표시를 손가락이나 전용 펜으로 조작함으로써 입력을 할 수 있다. 또한 제 2 표시부(7210)는 입력용 표시뿐만 아니라 기타 화상을 표시할 수도 있다. 또한 표시부(7203)도 터치 패널이어도 좋다. 2개의 화면이 힌지로 연결되어 있으면, 수납하거나 운반할 때에 화면을 손상시키거나 파손시키는 등의 문제 발생도 방지할 수 있다.
- [0312] 도 7의 (C)는 휴대 단말기의 일례를 나타낸 것이다. 휴대 전화기는 하우징(7401)에 제공된 표시부(7402) 외에 조작 버튼(7403), 외부 접속 포트(7404), 스피커(7405), 마이크로폰(7406) 등을 가진다. 또한 휴대 전화기(7400)는 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 매트릭스상으로 배열하여 제작한 표시부(7402)를 가진다.
- [0313] 도 7의 (C)에 나타난 휴대 단말기는, 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써 정보를 입력할 수 있는 구성으로 할 수도 있다. 이 경우 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써, 전화를 걸거나 메일을 작성하는 등의 조작을 할 수 있다.
- [0314] 표시부(7402)의 화면에는 주로 3가지 모드가 있다. 하나는 화상 표시를 주로 하는 표시 모드이고, 또 하나는 문자 등의 정보 입력을 주로 하는 입력 모드이다. 마지막 하나는 표시 모드와 입력 모드의 2가지 모드가 조합된 표시+입력 모드이다.
- [0315] 예를 들어 전화를 걸거나 메일을 작성하는 경우에는 표시부(7402)의 모드를 문자의 입력을 주로 하는 문자 입력 모드로 하여, 화면에 표시된 문자를 입력하면 좋다. 이 경우 표시부(7402)의 화면에 키보드 또는 번호 버튼이 표시되는 것이 바람직하다.
- [0316] 또한 자이로스코프, 가속도 센서 등 기울기를 검출하는 센서를 가지는 검출 장치를 휴대 단말기 내부에 제공함으로써, 휴대 단말기의 방향(세로인지 가로인지)을 판단하여, 표시부(7402)의 화면 표시가 자동적으로 전환되도록 할 수 있다.
- [0317] 또한 화면 모드는 표시부(7402)를 터치하거나 하우징(7401)의 조작 버튼(7403)을 조작함으로써 전환된다. 또한 표시부(7402)에 표시되는 화상의 종류에 따라 전환되도록 할 수도 있다. 예를 들어 표시부에 표시되는 화상 신호가 동영상의 데이터이면 표시 모드로, 텍스트 데이터이면 입력 모드로 전환된다.
- [0318] 또한 입력 모드에서 표시부(7402)의 광 센서로 검출되는 신호를 검지하고, 표시부(7402)의 터치 조작에 의한 입력이 일정 기간 없는 경우에는 화면의 모드를 입력 모드로부터 표시 모드로 전환하도록 제어하여도 좋다.
- [0319] 표시부(7402)는 이미지 센서로서 기능할 수도 있다. 예를 들어 표시부(7402)를 손바닥이나 손가락으로 터치하여 장문, 지문 등을 촬상함으로써, 본인 인증을 할 수 있다. 또한 표시부에 근적외광을 발광하는 백라이트 또는 근적외광을 발광하는 센싱용 광원을 사용하면, 손가락 정맥, 손바닥 정맥 등을 촬상할 수도 있다.
- [0320] 도 8의 (A)는 로봇 청소기의 일례를 나타낸 모식도이다.
- [0321] 로봇 청소기(5100)는 상면에 배치된 디스플레이(5101), 측면에 배치된 복수의 카메라(5102), 브러시(5103), 조작 버튼(5104)을 가진다. 또한 도시되지 않았지만, 로봇 청소기(5100)의 하면에는 바퀴, 흡입구 등이 제공되어 있다. 로봇 청소기(5100)는 그 외에 적외선 센서, 초음파 센서, 가속도 센서, 피에조 센서, 광 센서, 자이로 센서 등의 각종 센서를 가진다. 또한 로봇 청소기(5100)는 무선 통신 수단을 가진다.
- [0322] 로봇 청소기(5100)는 자주(自走)식이고, 먼지(5120)를 검지하고, 하면에 제공된 흡입구로부터 먼지를 흡인할 수 있다.
- [0323] 또한 로봇 청소기(5100)는 카메라(5102)가 촬영한 화상을 해석하여 벽, 가구, 또는 단차 등의 장애물의 유무를 판단할 수 있다. 또한 화상을 해석함으로써 배선 등 브러시(5103)에 얹히기 쉬운 물체를 검지한 경우에는 브러시(5103)의 회전을 멈출 수 있다.
- [0324] 디스플레이(5101)에는 배터리 잔량이나 흡인한 먼지의 양 등을 표시할 수 있다. 로봇 청소기(5100)가 주행한 경로를 디스플레이(5101)에 표시하여도 좋다. 또한 디스플레이(5101)를 터치 패널로 하고, 조작 버튼(5104)을 디스플레이(5101)에 제공하여도 좋다.
- [0325] 로봇 청소기(5100)는 스마트폰 등의 휴대 전자 기기(5140)와 통신할 수 있다. 카메라(5102)가 촬영한 화상을

휴대 전자 기기(5140)에 표시할 수 있다. 그러므로 로봇 청소기(5100)의 소유자는 밖에 있어도 방의 상황을 알 수 있다. 또한 디스플레이(5101)의 표시를 스마트폰 등의 휴대 전자 기기로 확인할 수도 있다.

- [0326] 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 디스플레이(5101)에 사용할 수 있다.
- [0327] 도 8의 (B)에 나타난 로봇(2100)은 연산 장치(2110), 조도 센서(2101), 마이크로폰(2102), 상부 카메라(2103), 스피커(2104), 디스플레이(2105), 하부 카메라(2106), 장애물 센서(2107), 및 이동 기구(2108)를 가진다.
- [0328] 마이크로폰(2102)은 사용자의 목소리 및 환경음 등을 검지하는 기능을 가진다. 또한 스피커(2104)는 음성을 발하는 기능을 가진다. 로봇(2100)은 마이크로폰(2102) 및 스피커(2104)를 사용하여 사용자와 의사소통을 할 수 있다.
- [0329] 디스플레이(2105)는 각종 정보를 표시하는 기능을 가진다. 로봇(2100)은 사용자가 원하는 정보를 디스플레이(2105)에 표시할 수 있다. 디스플레이(2105)에는 터치 패널을 탑재하여도 좋다. 또한 디스플레이(2105)는 탈착 가능한 정보 단말기이어도 좋고, 로봇(2100)의 정위치에 설치되면 충전 및 데이터의 수수를 할 수 있다.
- [0330] 상부 카메라(2103) 및 하부 카메라(2106)는 로봇(2100)의 주위를 촬상하는 기능을 가진다. 또한 장애물 센서(2107)는, 이동 기구(2108)를 사용하여 로봇(2100)이 전진(前進)할 때의 진행 방향에서의 장애물의 유무를 감지할 수 있다. 로봇(2100)은 상부 카메라(2103), 하부 카메라(2106), 및 장애물 센서(2107)를 사용하여 주위의 환경을 인식함으로써 안전하게 이동할 수 있다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 디스플레이(2105)에 사용할 수 있다.
- [0331] 도 8의 (C)는 고글형 디스플레이의 일례를 나타낸 도면이다. 고글형 디스플레이는 예를 들어 하우스(5000), 표시부(5001), 스피커(5003), LED 램프(5004), 조작 키(5005)(전원 스위치, 또는 조작 스위치를 포함함), 접속 단자(5006), 센서(5007)(힘, 변위, 위치, 속도, 가속도, 각속도, 회전수, 거리, 광, 액체, 자기, 온도, 화학 물질, 음성, 시간, 경도(硬度), 전기장, 전류, 전압, 전력, 방사선, 유량, 습도, 경사도, 진동, 냄새, 또는 적외선을 측정하는 기능을 포함하는 것), 마이크로폰(5008), 표시부(5002), 지지부(5012), 이어폰(5013) 등을 가진다.
- [0332] 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 표시부(5001) 및 표시부(5002)에 사용할 수 있다.
- [0333] 도 9는 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 조명 장치인 전기 스탠드에 사용한 예를 나타낸 것이다. 도 9에 나타난 전기 스탠드는 하우스(2001)와 광원(2002)을 가지고, 광원(2002)에는 실시형태 3에 기재된 조명 장치를 사용하여도 좋다.
- [0334] 도 10은 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 실내의 조명 장치(3001)로서 사용한 예를 나타낸 것이다. 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스는 발광 효율이 높기 때문에, 소비 전력이 작은 조명 장치로 할 수 있다. 또한 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스는 대면적화가 가능하므로, 대면적의 조명 장치로서 사용할 수 있다. 또한 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스는 얇기 때문에, 박형화된 조명 장치로서 사용할 수 있다.
- [0335] 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스는 자동차의 앞유리나 대시 보드에 탑재될 수 있다. 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 자동차의 앞유리나 대시 보드에 사용하는 일 형태를 도 11에 나타내었다. 표시 영역(5200) 내지 표시 영역(5203)은 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용하여 제공된 표시이다.
- [0336] 표시 영역(5200)과 표시 영역(5201)은 자동차의 앞유리에 제공되고, 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스가 탑재된 표시 장치이다. 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스는 제 1 전극과 제 2 전극을 투광성을 가지는 전극으로 제작함으로써, 반대편이 비쳐 보이는 소위 시스루 상태의 표시 장치로 할 수 있다. 시스루 상태의 표시이면, 자동차의 앞유리에 설치하여도 시야를 가리지 않고 설치할 수 있다. 또한 구동을 위한 트랜지스터 등을 제공하는 경우에는 유기 반도체 재료를 사용한 유기 트랜지스터나, 산화물 반도체를 사용한 트랜지스터 등 투광성을 가지는 트랜지스터를 사용하면 좋다.
- [0337] 표시 영역(5202)은 필러 부분에 제공되고, 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스가 탑재된 표시 장치이다. 표시 영역(5202)은, 차체에 제공된 촬상 수단으로부터의 영상을 표시함으로써, 필러로 가려진 시야를 보완할 수 있다. 또한 마찬가지로, 대시 보드 부분에 제공된 표시 영역(5203)은 차체로 가려진 시야를, 자동차의 외측에 제공된 촬상 수단으로부터의 영상을 표시함으로써, 사각을 보완하여 안전성을 높일 수 있다. 보이지 않는 부분을 보완하도록 영상을 표시함으로써, 더 자연스럽게 위화감 없이 안전을 확인할 수 있다.
- [0338] 표시 영역(5203)은 내비게이션 정보, 속도계나 회전계, 주행 거리, 연료계, 기어 상태, 에어컨디셔너의 설정 등

을 표시함으로써, 다양한 정보를 제공할 수 있다. 표시 항목이나 레이아웃은 사용자의 취향에 맞추어 적절히 변경할 수 있다. 또한 이들 정보는 표시 영역(5200) 내지 표시 영역(5202)에도 표시할 수 있다. 또한 표시 영역(5200) 내지 표시 영역(5203)을 조명 장치로서 사용할 수도 있다.

[0339] 또한 도 12의 (A), (B)에 접을 수 있는 휴대 정보 단말기(5150)를 나타내었다. 접을 수 있는 휴대 정보 단말기(5150)는 하우징(5151), 표시 영역(5152), 및 굴곡부(5153)를 가진다. 도 12의 (A)는 펼친 상태의 휴대 정보 단말기(5150)를 나타낸 것이다. 도 12의 (B)는 접은 상태의 휴대 정보 단말기를 나타낸 것이다. 휴대 정보 단말기(5150)는 큰 표시 영역(5152)을 가짐에도 불구하고, 접으면 작고 가반성(可搬性)이 우수하다.

[0340] 표시 영역(5152)은 굴곡부(5153)에 의하여 반으로 접을 수 있다. 굴곡부(5153)는 신축 가능한 부재와 복수의 지지 부재로 구성되어 있고, 접을 때는 신축 가능한 부재가 신장된다. 굴곡부(5153)는 2mm 이상, 바람직하게는 3mm 이상의 곡률 반경을 가지도록 접힌다.

[0341] 또한 표시 영역(5152)은 터치 센서(입력 장치)가 탑재된 터치 패널(입출력 장치)이어도 좋다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 표시 영역(5152)에 사용할 수 있다.

[0342] 또한 도 13의 (A) 내지 (C)에 접을 수 있는 휴대 정보 단말기(9310)를 나타내었다. 도 13의 (A)는 펼친 상태의 휴대 정보 단말기(9310)를 나타낸 것이다. 도 13의 (B)는 펼친 상태에서 접은 상태로, 또는 접은 상태에서 펼친 상태로 변화하는 도중의 휴대 정보 단말기(9310)를 나타낸 것이다. 도 13의 (C)는 접은 상태의 휴대 정보 단말기(9310)를 나타낸 것이다. 휴대 정보 단말기(9310)는, 접은 상태에서는 가반성이 우수하고, 펼친 상태에서는 이음매가 없는 넓은 표시 영역을 가지므로 표시의 일람성이 높다.

[0343] 표시 패널(9311)은 힌지(9313)로 연결된 3개의 하우징(9315)에 의하여 지지되어 있다. 또한 표시 패널(9311)은 터치 센서(입력 장치)가 탑재된 터치 패널(입출력 장치)이어도 좋다. 또한 표시 패널(9311)은, 힌지(9313)를 이용하여 2개의 하우징(9315) 사이를 굴곡시킴으로써, 휴대 정보 단말기(9310)를 펼친 상태에서부터 접은 상태로 가역적으로 변형시킬 수 있다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 표시 패널(9311)에 사용할 수 있다.

[0344] 또한 본 실시형태에 기재되는 구성은, 실시형태 1 내지 실시형태 4에 기재된 구성을 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

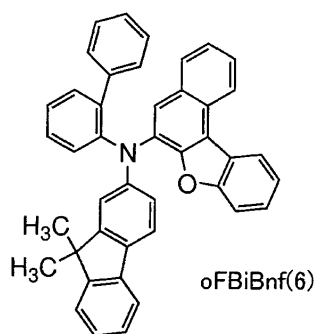
[0345] 상술한 바와 같이, 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 구비한 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓고, 이 발광 장치를 다양한 분야의 전자 기기에 적용할 수 있다. 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용함으로써, 소비 전력이 작은 전자 기기를 얻을 수 있다.

[0346] (실시예 1)

[0347] <<합성에 1>>

[0348] 본 합성예에서는 실시형태 1에서 구조식(5-106)으로서 나타낸 N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: oFBiBnf(6))의 합성 방법에 대하여 설명한다. oFBiBnf(6)의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0349] [화학식 45]



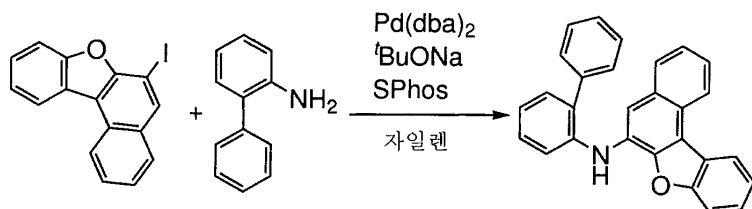
[0350]

[0351] <단계 1: N-(1,1'-바이페닐-2-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민의 합성>

[0352] 5.2g(15mmol)의 6-아이오도-벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란과, 2.5g(15mmol)의 2-바이페닐아민과, 0.12g(0.30mmol)의 2-다이사이클로헥실포스포노-2',6'-다이메톡시바이페닐을, 환류관이 장착된 200mL 3구 플라스크에 넣고 플라

스크 내를 질소 치환하였다. 플라스크 내에 2.9g(30mmol)의 소듐 tert-부톡사이드와 110mL의 자일렌을 첨가하고, 감압 탈기와 질소 치환을 3번씩 수행하였다. 플라스크 내에 86mg(0.15mmol)의 비스(비스(다이벤질리덴아세톤)팔라듐(0))을 첨가하고, 110℃에서 3시간 교반하였다. 교반 후, 흡인 여과에 의하여, 얻어진 혼합물에서 불용물을 제거하였다. 얻어진 여과액에 물을 첨가하고, 수성층에 대하여 톨루엔으로 추출을 수행하였다. 얻어진 유기층을 물로 2번 세정하고, 이어서 포화 식염수로 세정한 후, 무수 황산 마그네슘으로 건조하였다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하여, 무수 황산 마그네슘을 제거하였다. 얻어진 여과액을 농축한 결과, 목적물인 갈색 고체를 5.5g, 수율 95%로 얻었다. 단계 1의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0353] [화학식 46]



[0354]

[0355] 상기 단계 1에서 얻어진 갈색 고체의 핵자기 공명 분광법($^1\text{H-NMR}$)에 의한 분석 결과를 이하에 나타낸다. 이로써, 단계 1에 의하여 N-(1,1'-바이페닐-2-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민이 얻어진 것을 알 수 있었다.

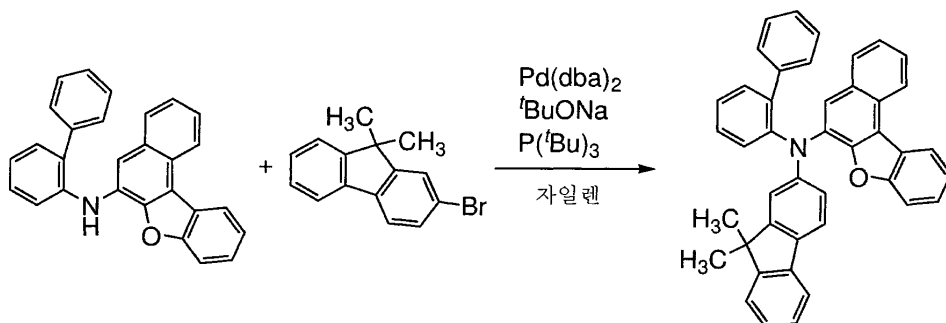
[0356] ^1H NMR(다이클로로메테인- d_2 , 300MHz): δ =8.52(d, J=7.8Hz, 1H), 7.91(d, J=8.7Hz, 1H), 7.84(d, J=8.4Hz, 1H), 7.68-7.32(m, 14H), 7.19(t, J=4.2Hz, 1H), 6.39(s, 1H)

[0357] <단계 2: N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: oFBiBnf(6))의 합성>

[0358] 2.0g(5.2mmol)의 단계 1에서 얻어진 N-(1,1'-바이페닐-2-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민과, 1.4g(5.2mmol)의 2-브로모-9,9-다이메틸플루오렌을, 환류관이 장착된 200mL 3구 플라스크에 넣고 플라스크 내를 질소 치환하였다. 플라스크 내에 1.0g(10mmol)의 소듐 tert-부톡사이드와, 0.30mL의 트라이-tert-부틸포스핀(10wt% 헥세인 용액)과, 50mL의 자일렌을 첨가하고, 감압 탈기와 질소 치환을 3번씩 수행하였다. 플라스크 내에 30mg(0.51mmol)의 비스(비스(다이벤질리덴아세톤)팔라듐(0))을 첨가하고, 90℃에서 6시간 교반하였다. 교반 후, 반응물에 물을 첨가하고, 수성층에 대하여 톨루엔으로 추출을 수행하였다. 얻어진 유기층을 물로 2번 세정하고, 이어서 포화 식염수로 세정한 후, 무수 황산 마그네슘으로 건조하였다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하여, 무수 황산 마그네슘을 제거하였다. 얻어진 여과액을 농축한 결과, 목적물이 포함되는 황색 고체를 2.9g, 수율 96%로 얻었다.

[0359] 얻어진 황색 고체 중 2.4g을 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는, 아르곤을 15mL/min으로 흘리면서, 압력 3.6Pa, 200℃에서 고체를 16시간 가열하여 수행하였다. 승화 정제 후에 목적물인 담황색 고체를 1.6g, 회수율 66%로 얻었다. 단계 2의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0360] [화학식 47]



[0361]

[0362] 얻어진 고체의 $^1\text{H-NMR}$ 의 수치 데이터를 이하에 나타낸다. 또한 $^1\text{H-NMR}$ 차트를 도 14의 (A) 및 (B)에 나타내었다. 이로써, 본 합성예에 의하여 oFBiBnf(6)이 얻어진 것을 알 수 있었다.

- [0363] ^1H NMR(다이클로로메테인- d_2 , 300MHz): δ =8.53(d, J=8.4Hz, 1H), 8.38-8.34(m, 1H), 7.73(d, J=8.4Hz, 1H), 7.58(t, J=6.6Hz, 2H), 7.48-7.20(m, 15H), 6.91-6.85(m, 4H), 6.77(t, J=7.5Hz, 1H), 1.24(s, 6H)
- [0364] 다음으로 oFBiBnf(6)의 톨루엔 용액 및 고체 박막의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하 단순히 "흡수 스펙트럼"이라고 함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 고체 박막은 석영 기판 위에 진공 증착법으로 제작하였다. 흡수 스펙트럼의 측정에는 자외 가시 분광 광도계(용액: JASCO Corporation 제조, V-550, 박막: Hitachi High-Technologies Corporation 제조, U-4100)를 사용하였다. 또한 용액의 흡수 스펙트럼은 석영 셀에 톨루엔만을 넣고 측정한 흡수 스펙트럼을 뺀으로써 산출하고, 박막의 흡수 스펙트럼은 기판을 포함한 투과율과 반사율에서 구한 흡광도($-\log_{10} [\%T/(100-\%R)]$)에서 산출하였다. 또한 $\%T$ 는 투과율을, $\%R$ 는 반사율을 나타낸다. 또한 발광 스펙트럼의 측정에는 형광 광도계(Hamamatsu Photonics K.K. 제조, FS920)를 사용하였다.
- [0365] 얻어진 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 15에 나타내었다. 또한 고체 박막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 16에 나타내었다. 도 15의 결과에서, oFBiBnf(6)의 톨루엔 용액에서는, 382nm, 337nm, 311nm 부근에 솔더 피크를 포함하는 흡수 피크가 확인되고, 429nm(여기 파장 377nm)에 발광 파장의 피크가 확인되었다. 또한 도 16의 결과에서, oFBiBnf(6)의 고체 박막에서는, 385nm, 339nm, 315nm, 248nm 부근에 솔더 피크를 포함하는 흡수 피크가 확인되고, 445nm 부근(여기 파장 370nm)에 발광 파장의 피크가 확인되었다.
- [0366] oFBiBnf(6)의 HOMO 준위 및 LUMO 준위를 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정을 바탕으로 산출하였다. 산출 방법은 아래와 같다.
- [0367] 측정 장치로서는 전기 화학 애널라이저(BAS Inc. 제조, 형식 번호: ALS 모델 600A 또는 600C)를 사용하였다. CV 측정에서의 용액은, 용매로서 탈수 다이메틸포아마이드(DMF)(Sigma-Aldrich Inc. 제조, 99.8%, 카탈로그 번호; 22705-6)를 사용하여, 지지 전해질인 과염소산 테트라-n-부틸암모늄($n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$)(Tokyo Chemical Industry Co., Ltd. 제조, 카탈로그 번호; T0836)을 100mmol/L의 농도가 되도록 용해시키고, 또한 측정 대상을 2mmol/L의 농도가 되도록 용해시켜 조제하였다.
- [0368] 또한 작용 전극으로서 백금 전극(BAS Inc. 제조, PTE 백금 전극)을, 보조 전극으로서 백금 전극(BAS Inc. 제조, VC-3용 Pt카운터 전극(5cm))을, 참조 전극으로서 Ag/Ag^+ 전극(BAS Inc. 제조, RE7 비수 용매계 참조 전극)을 각각 사용하였다. 또한 측정은 실온(20℃ 이상 25℃ 이하)에서 수행하였다.
- [0369] 또한 CV 측정 시의 스캔 속도는 0.1V/sec로 통일하고, 참조 전극에 대한 산화 전위 $E_a[\text{V}]$ 및 환원 전위 $E_c[\text{V}]$ 를 측정하였다. E_a 는 산화-환원파의 중간 전위로 하고, E_c 는 환원-산화파의 중간 전위로 하였다. 여기서 본 실시예에서 사용하는 참조 전극의 진공 준위에 대한 퍼텐셜 에너지는 -4.94[eV]인 것으로 파악되기 때문에, HOMO 준위[eV]=-4.94- E_a , LUMO 준위[eV]=-4.94- E_c 라는 식으로부터 HOMO 준위 및 LUMO 준위를 각각 산출할 수 있다.
- [0370] 또한 CV 측정을 100번 반복적으로 수행하고, 100번째 사이클의 측정에서의 산화-환원파와, 첫 번째 사이클의 측정에서의 산화-환원파를 비교하여, 화합물의 전기적 안정성을 조사하였다.
- [0371] 이 결과, oFBiBnf(6)의 산화 전위 $E_a[\text{V}]$ 의 측정 결과에서, HOMO 준위는 -5.49eV인 것을 알 수 있었다. 한편 환원 전위 $E_c[\text{V}]$ 의 측정 결과에서, LUMO 준위는 -2.36eV인 것을 알 수 있었다. 또한 산화-환원파의 반복 측정에서 첫 번째 사이클과 100번째 사이클 후의 파형을 비교한 결과, E_a 측정에서는 92%, E_c 측정에서는 95%의 피크 강도를 유지하였으므로, oFBiBnf(6)는 산화 및 환원에 대한 내성이 매우 양호한 것이 확인되었다.
- [0372] 또한 oFBiBnf(6)의 시차 주사 열량 측정(DSC 측정)을, PerkinElmer 제조, Pyris1DSC를 사용하여 수행하였다. 시차 주사 열량 측정은, 승온 속도 40℃/min에서 -10℃부터 270℃까지 승온한 후, 같은 온도에서 1분간 유지하고, 이어서 강온(降溫) 속도 100℃/min에서 -10℃까지 냉각하는 조작을, 2번 연속으로 수행하였다. 두 번째 사이클의 DSC 측정 결과에서, oFBiBnf(6)의 유리 전이점은 119℃인 것이 밝혀졌고, 매우 높은 내열성을 가지는 물질인 것으로 시사되었다.
- [0373] [0314]
- [0374] 또한 oFBiBnf(6)의 시차 열 분석(Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis)을 수행하였다. 측정에는 고진공 차동형 시차열 천칭(Bruker AXS, Inc. 제조, TG-DTA2410SA)을 사용하였다. 측정은 대기압에서, 승온 속도 10℃/min, 질소 기류하(유속 200mL/min)의 조건에서 수행하였다. 열중량 측정-시차 열 분석에 있어서, 열중

량 측정에서 구한 중량이 측정 개시 시의 -5%가 되는 온도(분해 온도)는 366℃인 것이 밝혀졌고, 양호한 승화성을 가지는 물질인 것으로 시사되었다.

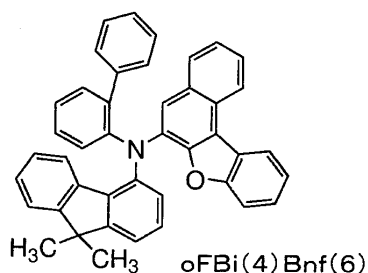
[0375] 이상의 결과에서, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 높은 내열성과 양호한 승화성을 모두 가지고, 내열성이 높은 유기 광 디바이스(발광 디바이스 및 수광 디바이스)를 제공할 수 있고, 또한 디바이스 제작의 생산성을 높일 수 있는 것이 확인되었다.

[0376] (실시예 2)

[0377] <<합성예 2>>

[0378] 본 합성예에서는 실시형태 1에서 구조식(5-107)으로서 나타낸 N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: oFBi(4)Bnf(6))의 합성 방법에 대하여 설명한다. oFBi(4)Bnf(6)의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0379] [화학식 48]



[0380]

[0381] <단계 1: N-(1,1'-바이페닐-2-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민의 합성>

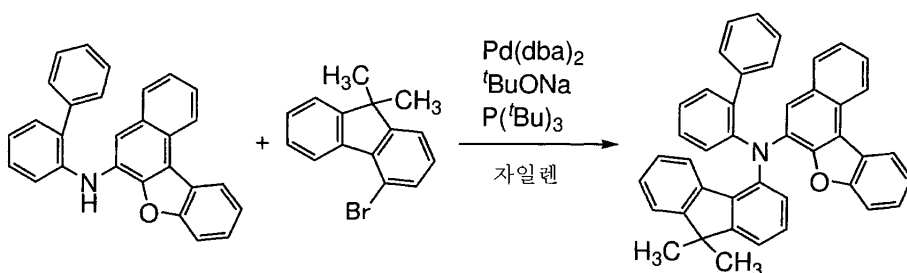
[0382] 실시예 1의 합성예 1에서의 단계 1과 같은 식으로 합성하였다.

[0383] <단계 2: N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: oFBi(4)Bnf(6))의 합성>

[0384] 2.0g(5.2mmol)의 단계 1에서 얻어진 N-(1,1'-바이페닐-2-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민과, 1.4g(5.2mmol)의 4-브로모-9-다이메틸플루오렌을, 환류관이 장착된 200mL 3구 플라스크에 넣고 플라스크 내를 질소 치환하였다. 플라스크 내에 1.0g(10mmol)의 소듐 tert-부톡사이드와, 0.30mL의 트라이-tert-부틸포스핀 (10wt% 헥세인 용액)과, 50mL의 자일렌을 첨가하고, 감압 탈기와 질소 치환을 3번씩 수행하였다. 플라스크 내에 30mg(0.51mmol)의 비스(비스(다이벤질리덴아세톤)팔라듐(0))을 첨가하고, 80℃에서 16시간 교반하였다. 교반 후, 반응물에 물을 첨가하고, 수성층에 대하여 톨루엔으로 추출을 수행하였다. 얻어진 유기층을 물로 2번 세정하고, 이어서 포화 식염수로 세정한 후, 무수 황산 마그네슘으로 건조하였다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하여, 무수 황산 마그네슘을 제거하였다. 얻어진 여과액을 농축한 결과, 목적물이 포함되는 황색 고체를 2.9g 얻었다. 이 황색 고체를 재결정(톨루엔/헥세인)으로 정제하여, 목적물인 백색 고체를 1.4g, 수율 47%로 얻었다.

[0385] 얻어진 1.4g의 백색 고체를 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는, 아르곤을 15mL/min으로 흘리면서, 압력 3.6Pa, 205℃에서 백색 고체를 15시간 가열하여 수행하였다. 승화 정제 후에 목적물인 백색 고체를 1.1g, 회수율 78%로 얻었다. 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

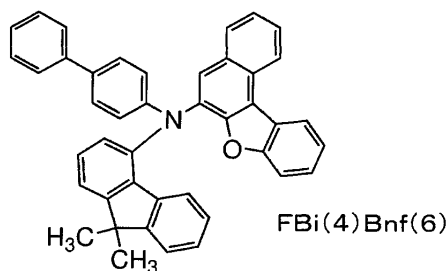
[0386] [화학식 49]



[0387]

- [0388] 얻어진 고체의 ^1H -NMR의 수치 데이터를 이하에 나타낸다. 또한 ^1H -NMR 차트를 도 17의 (A) 및 (B)에 나타내었다. 이로써, 본 합성예에 의하여, oFbi(4)Bnf(6)이 얻어진 것을 알 수 있었다.
- [0389] ^1H NMR(다이클로로메테인- d_2 , 300MHz): δ =8.57(d, J=7.8Hz, 1H), 8.50-8.44(m, 1H), 7.66-7.50(m, 5H), 7.42-7.03(m, 12H), 6.97(t, J=7.5Hz, 1H), 6.83(d, J=7.5Hz, 1H), 6.65-6.55(m, 4H), 1.29(s, 6H)
- [0390] 다음으로 oFbi(4)Bnf(6)의 톨루엔 용액 및 고체 박막의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하 단순히 "흡수 스펙트럼"이라고 함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 측정 방법 및 측정 장치는 실시예 1과 같기 때문에 반복되는 기재는 생략한다.
- [0391] 얻어진 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 18에 나타내었다. 또한 고체 박막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 19에 나타내었다. 도 18의 결과에서, oFbi(4)Bnf(6)의 톨루엔 용액에서는, 357nm, 328nm, 301nm 부근에 솔더 피크를 포함하는 흡수 피크가 확인되고, 405nm(여기 과장 353nm)에 발광 파장의 피크가 확인되었다. 또한 도 19의 결과에서, oFbi(4)Bnf(6)의 고체 박막에서는, 360nm, 332nm, 304nm, 282nm 부근에 솔더 피크를 포함하는 흡수 피크가 확인되고, 423nm 부근(여기 과장 360nm)에 발광 파장의 피크가 확인되었다.
- [0392] oFbi(4)Bnf(6)의 HOMO 준위 및 LUMO 준위를 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정을 바탕으로 산출하였다. 산출 방법, 측정 방법, 및 측정 장치는 실시예 1과 같기 때문에 반복되는 기재는 생략한다.
- [0393] 이 결과, oFbi(4)Bnf(6)의 HOMO 준위는 -5.64eV, LUMO 준위는 -2.32eV인 것을 알 수 있었다. 또한 산화-환원 파의 반복 측정에서 첫 번째 사이클과 100번째 사이클 후의 파형을 비교한 결과, E_a 측정에서는 79%, E_c 측정에서는 97%의 피크 강도를 유지하였으므로, oFbi(4)Bnf(6)는 산화 및 환원에 대한 내성이 매우 양호한 것이 확인되었다.
- [0394] 또한 oFbi(4)Bnf(6)의 시차 주사 열량 측정(DSC 측정)을, PerkinElmer 제조, Pyris1DSC를 사용하여 수행하였다. 시차 주사 열량 측정은, 승온 속도 40°C/min에서 -10°C부터 253°C까지 승온한 후, 같은 온도에서 1분간 유지하고, 이어서 강온 속도 100°C/min에서 -10°C까지 냉각하는 조작을, 2번 연속으로 수행하였다. 두 번째 사이클의 DSC 측정 결과에서, oFbi(4)Bnf(6)의 유리 전이점은 114°C인 것이 밝혀졌고, 매우 높은 내열성을 가지는 물질인 것으로 시사되었다.
- [0395] 또한 oFbi(4)Bnf(6)의 시차 열 분석(Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis)을 수행하였다. 측정에는 고진공 차동형 시차열 천칭(Bruker AXS, Inc. 제조, TG-DTA2410SA)을 사용하였다. 측정은 대기압에서, 승온 속도 10°C/min, 질소 기류하(유속 200mL/min)의 조건에서 수행하였다. 열중량 측정-시차 열 분석에 있어서, 열중량 측정에서 구한 중량이 측정 개시 시의 -5%가 되는 온도(분해 온도)는 343°C인 것이 밝혀졌고, 양호한 승화성을 가지는 물질인 것으로 시사되었다.
- [0396] 이상의 결과에서, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 높은 내열성과 양호한 승화성을 모두 가지고, 내열성이 높은 유기 광 디바이스(발광 디바이스 및 수광 디바이스)를 제공할 수 있고, 또한 디바이스 제작의 생산성을 높일 수 있는 것이 확인되었다.
- [0397] (실시예 3)
- [0398] <<합성예 3>>
- [0399] 본 합성예에서는 실시형태 1에서 구조식(5-59)으로서 나타낸 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: Fbi(4)Bnf(6))의 합성 방법에 대하여 설명한다. Fbi(4)Bnf(6)의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0400] [화학식 50]

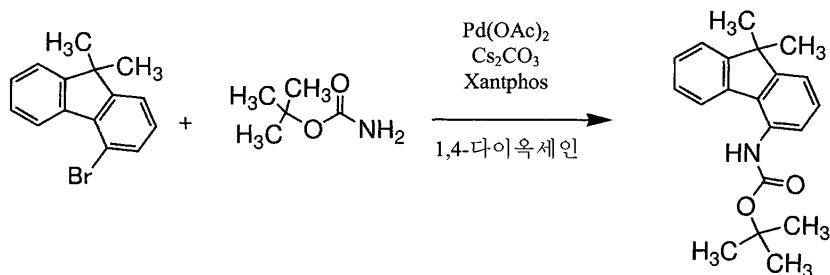


[0401]

[0402] <단계 1: N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-일)t-부톡시카보닐아민의 합성>

[0403] 5.4g(20mmol)의 4-브로모-9,9-다이메틸-9H-플루오렌과, 2.3g(20mmol)의 카르바산 tert-부틸과, 0.23g(0.40mmol)의 4,5-비스(다이페닐포스포노)-9,9-다이메틸산텐(약칭: 잔트포스(Xantphos))과, 13g(40mmol)의 탄산 세슘을, 환류관이 장착된 200mL 3구 플라스크에 넣고 플라스크 내를 질소 치환하였다. 플라스크 내에 100mL의 무수 1,4-다이옥세인을 첨가한 후, 이 혼합물을 감압 탈기하였다. 플라스크 내를 질소 기류하로 하여, 이 혼합물을 60℃에서 교반한 후, 55mg 0.20mmol의 아세트산 팔라듐(II)을 첨가하여, 80℃에서 3시간 교반하였다. 교반 후, 석출물을 흡인 여과로 제거한 후에, 이 혼합물을, 500mL의 분액 깔때기를 사용하여 약 100mL의 물로 3번 세정하였다. 세정에 의하여 얻어진 수성층에 대하여 약 200mL의 톨루엔으로 3번 추출을 수행하고, 얻어진 추출액과 유기층을 합하여, 약 300mL의 포화 식염수로 1번 세정하였다. 얻어진 유기층에 무수 황산 마그네슘을 첨가하고 1시간 방치한 후에 자연 여과하였다. 얻어진 여과액을 농축하여 얻은 화합물을 실리카 겔 칼럼크로마토그래피(전개 용매: 톨루엔:아세트산 에틸=9:1)로 정제한 결과, 목적물인 백색 고체를 5.5g, 수율 88%로 얻었다. 단계 1의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0404] [화학식 51]

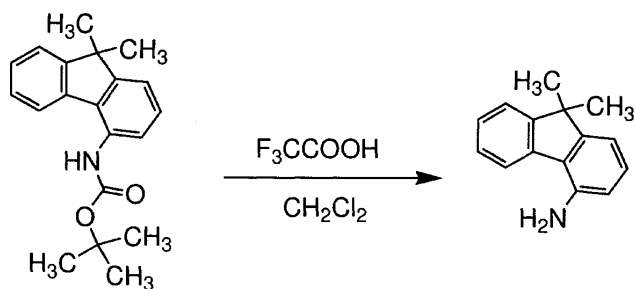


[0405]

[0406] <단계 2: 9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-아민의 합성>

[0407] 5.5g(18mmol)의 단계 1에서 얻어진 N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-일)t-부톡시카보닐아민과, 100mL의 다이클로로메테인을, 1000mL의 가지형 플라스크에 넣고 플라스크 내를 질소 기류하로 하였다. 이 용액에, 5.2mL(8.1g, 71mmol)의 트라이플루오로 아세트산을 적하 깔때기에 의하여 5분 동안 적하한 후에, 실온에서 약 16시간 교반하였다. 교반 후, 가지형 플라스크를 얼음 중탕(ice bath) 안에 넣은 후에, 100mL의 수산화 포타슘 용액(0.7mmol)을 첨가하여 중화시켰다. 얻어진 혼합물을, 500mL의 분액 깔때기를 사용하여 유기상(有機相)과 수상(水相)으로 분리하고, 유기상을 약 100mL의 물로 3번 세정하였다. 세정에 사용한 물에 대하여 200mL의 톨루엔으로 3번 추출을 수행하고, 얻어진 추출액과 유기상을 합하여, 약 200mL의 포화 식염수로 세정하였다. 세정 후 얻어진 유기상에 무수 황산 마그네슘을 첨가하고 1시간 방치한 후에 자연 여과하고, 얻어진 여과액을 농축하였다. 얻어진 화합물을 진공 건조한 결과, 목적물인 백색 고체를 3.2g, 수율 86%로 얻었다. 단계 2의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0408] [화합식 52]

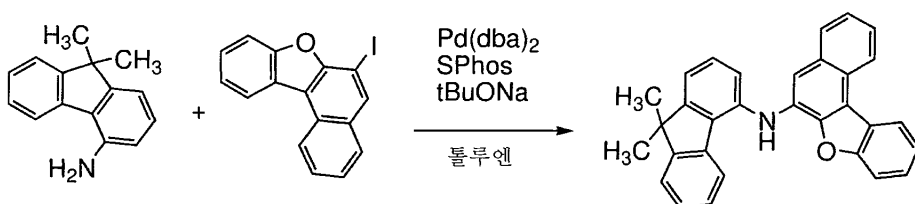


[0409]

[0410] <단계 3: N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민의 합성>

[0411] 1.5g(7.2mmol)의 단계 2에서 얻어진 9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-아민과, 2.5g(7.2mmol)의 6-아이오도벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란과, 0.18g(0.4mmol)의 2-다이사이클로헥실포스포노-2',6'-다이메톡시바이페닐(sphos)과, 1.5g(15mmol)의 t-부톡시소듐을, 환류관이 장착된 200mL 3구 플라스크에 넣고 플라스크 내를 질소 치환하였다. 플라스크 내에 40mL의 톨루엔을 첨가하고, 감압 탈기를 수행한 후, 플라스크 내를 질소 기류하로 하였다. 이 혼합물을 60℃에서 교반하고, 같은 온도에서 플라스크 내에 0.11g(0.20mmol)의 비스(비스(다이벤질리덴아세톤)팔라듐(0))을 첨가한 후, 80℃에서 3시간 교반하였다. 교반 후, 얻어진 혼합물을, 1L의 분액 깔때기를 사용하여 약 100mL의 물로 3번 세정하였다. 세정에 사용한 물에 대하여 약 100mL의 톨루엔으로 3번 추출을 수행하고, 얻어진 추출액과 유기상을 합하여, 약 200mL의 포화 식염수로 세정하였다. 얻어진 유기상에 무수 황산 마그네슘을 첨가하고 1시간 방치한 후에 이 혼합물을 자연 여과하고, 얻어진 여과액을 농축함으로써, 농갈색의 화합물을 3.5g 얻었다. 얻어진 화합물을 실리카 겔 칼럼크로마토그래피(전개 용매: 헥세인:톨루엔=2:1)로 정제한 결과, 목적물을 1.8g, 수율 59%로 얻었다. 단계 3의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0412] [화합식 53]



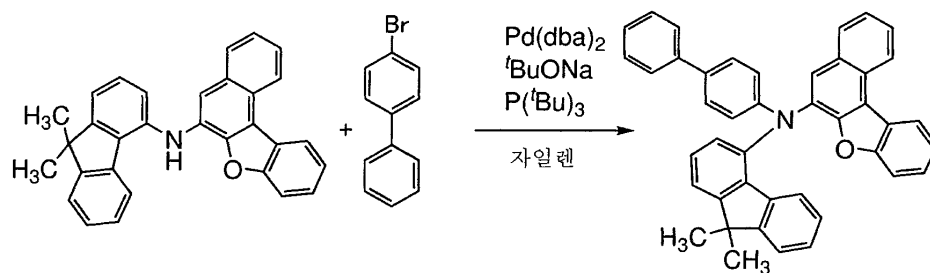
[0413]

[0414] <단계 4: N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: FBi(4)Bnf(6))의 합성>

[0415] 1.8g(4.1mmol)의 단계 3에서 얻어진 N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민과, 0.96g(4.1mmol)의 4-브로모바이페닐을, 환류관이 장착된 200mL 3구 플라스크에 넣고 플라스크 내를 질소 치환하였다. 플라스크 내에 0.80g(8.3mmol)의 소듐 tert-부톡사이드와, 0.30mL의 트라이-tert-부틸포스핀(10wt% 헥세인 용액)과, 25mL의 자일렌을 첨가하고, 감압 탈기와 질소 치환을 3번씩 수행하였다. 플라스크 내에 24mg(0.41mmol)의 비스(비스(다이벤질리덴아세톤)팔라듐(0))을 첨가하고, 80℃에서 4시간 교반하였다. 교반 후, 반응물에 물을 첨가하고, 수성층에 대하여 톨루엔으로 추출을 수행하였다. 얻어진 유기층을 물로 2번 세정하고, 이어서 포화 식염수로 세정한 후, 무수 황산 마그네슘으로 건조하였다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하여, 무수 황산 마그네슘을 제거하였다. 얻어진 여과액을 농축한 결과, 담황색 고체를 3.4g 얻었다. 얻어진 담황색 고체를 고속 액체 크로마토그래피(HPLC)(이동상: 클로로폼)로 정제한 결과, 목적물인 백색 고체를 2.2g, 수율 93%로 얻었다.

[0416] 얻어진 백색 고체 중 1.8g을 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는, 아르곤을 15mL/min으로 흘리면서, 압력 3.1Pa, 230℃에서 고체를 16시간 가열하여 수행하였다. 승화 정제 후에 목적물인 백색 고체를 1.2g, 회수율 66%로 얻었다. 단계 4의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0417] [화학식 54]



[0418]

[0419] 얻어진 고체의 $^1\text{H-NMR}$ 의 수치 데이터를 이하에 나타낸다. 또한 $^1\text{H-NMR}$ 차트를 도 20의 (A) 및 (B)에 나타내었다. 이로써, 본 합성예에 의하여 FBi(4)Bnf(6)이 얻어진 것을 알 수 있었다.

[0420] ^1H NMR(다이클로로메테인- d_2 , 300MHz): δ =8.61(d, J =8.4Hz, 1H), 8.45-8.42(m, 1H), 7.84(d, J =7.8Hz, 1H), 7.78(d, J =8.1Hz, 1H), 7.66-7.18(m, 18H), 7.03-6.96(m, 3H), 1.57(s, 6H)

[0421] 다음으로 FBi(4)Bnf(6)의 톨루엔 용액 및 고체 박막의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하 단순히 "흡수 스펙트럼"이라고 함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 측정 방법 및 측정 장치는 실시예 1과 같기 때문에 반복되는 기재는 생략한다.

[0422] 얻어진 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 21에 나타내었다. 또한 고체 박막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 22에 나타내었다. 도 21의 결과에서, FBi(4)Bnf(6)의 톨루엔 용액에서는, 371nm, 336nm, 307nm, 283nm 부근에 솔더 피크를 포함하는 흡수 피크가 확인되고, 428nm(여기 파장 370nm)에 발광 파장의 피크가 확인되었다. 또한 도 22의 결과에서, FBi(4)Bnf(6)의 고체 박막에서는, 374nm, 337nm, 309nm, 285nm 부근에 솔더 피크를 포함하는 흡수 피크가 확인되고, 428nm 부근(여기 파장 350nm)에 발광 파장의 피크가 확인되었다.

[0423] FBi(4)Bnf(6)의 HOMO 준위 및 LUMO 준위를 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정을 바탕으로 산출하였다. 산출 방법은 아래와 같다. 산출 방법, 측정 방법, 및 측정 장치는 실시예 1과 같기 때문에 반복되는 기재는 생략한다.

[0424] 이 결과, FBi(4)Bnf(6)의 HOMO 준위는 -5.64eV, LUMO 준위는 -2.40eV인 것을 알 수 있었다. 또한 산화-환원과 반복 측정에서 첫 번째 사이클과 100번째 사이클 후의 파형을 비교한 결과, Ea 측정에서는 79%, Ec 측정에서는 93%의 피크 강도를 유지하였으므로, FBi(4)Bnf(6)는 산화 및 환원에 대한 내성이 양호한 것이 확인되었다.

[0425] 또한 FBi(4)Bnf(6)의 시차 주사 열량 측정(DSC 측정)을, PerkinElmer 제조, Pyris1DSC를 사용하여 수행하였다. 시차 주사 열량 측정은, 승온 속도 40°C/min에서 -10°C부터 280°C까지 승온한 후, 같은 온도에서 1분간 유지하고, 이어서 강온 속도 100°C/min에서 -10°C까지 냉각하는 조작을, 2번 연속으로 수행하였다. 두 번째 사이클의 DSC 측정 결과에서, FBi(4)Bnf(6)의 유리 전이점은 134°C인 것이 밝혀졌고, 매우 높은 내열성을 가지는 물질인 것으로 시사되었다.

[0426] 또한 FBi(4)Bnf(6)의 시차 열 분석(Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis)을 수행하였다. 측정에는 고진공 차동형 시차열 천칭(Bruker AXS, Inc. 제조, TG-DTA2410SA)을 사용하였다. 측정은 대기압에서, 승온 속도 10°C/min, 질소 기류하(유속 200mL/min)의 조건에서 수행하였다. 열중량 측정-시차 열 분석에 있어서, 열중량 측정에서 구한 중량이 측정 개시 시의 -5%가 되는 온도(분해 온도)는 390°C인 것이 밝혀졌고, 양호한 승화성을 가지는 물질인 것으로 시사되었다.

[0427] 이상의 결과에서, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 높은 내열성과 양호한 승화성을 모두 가지고, 내열성이 높은 유기 광 디바이스(발광 디바이스 및 수광 디바이스)를 제공할 수 있고, 또한 디바이스 제작의 생산성을 높일 수 있는 것이 확인되었다.

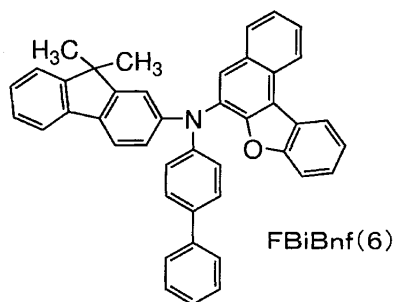
[0428] (실시예 4)

[0429] <<합성예 4>>

[0430] 본 합성예에서는 실시형태 1에서 구조식(5-58)으로서 나타낸 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: FBiBnf(6))의 합성 방법에 대하여 설명한다. FBiBnf(6)의

구조식을 이하에 나타낸다.

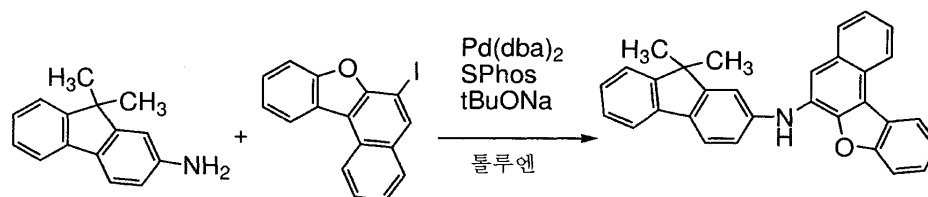
[화학식 55]



<단계 1: N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민의 합성>

2.1g(10mmol)의 9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민과, 3.4g(10mmol)의 6-아이오도벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란과, 0.84mg(0.2mmol)의 2-다이사이클로헥실포스포노-2',6'-다이메톡시바이페닐(sphos)과, 2.0g(20mmol)의 t-부톡시소듐을, 환류관이 장착된 200mL 3구 플라스크에 넣고 플라스크 내를 질소 치환하였다. 플라스크 내에 50mL의 톨루엔을 첨가하고, 감압 탈기를 수행한 후, 플라스크 내를 질소 기류하로 하였다. 이 혼합물을 60℃에서 교반하고, 같은 온도에서 플라스크 내에 60mg(0.11mmol)의 비스(비스(다이벤질리텐아세톤)팔라듐(0))을 첨가한 후, 80℃에서 7시간 교반하였다. 교반 후, 얻어진 혼합물에 600mL의 톨루엔을 첨가하고 100℃에서 가열 교반을 하였다. 이 혼합물을 같은 온도에서, 알루미늄, 플로리실(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., 카탈로그 번호: 066-05265), 셀라이트(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., 카탈로그 번호: 537-02305)를 통하여 여과하였다. 얻어진 여과액을 농축하여 얻은 고체를, 에탄올 300mL를 사용하여 재결정한 결과, 목적물인 백색 고체를 2.5g, 수율 58%로 얻었다. 단계 1의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[화학식 56]

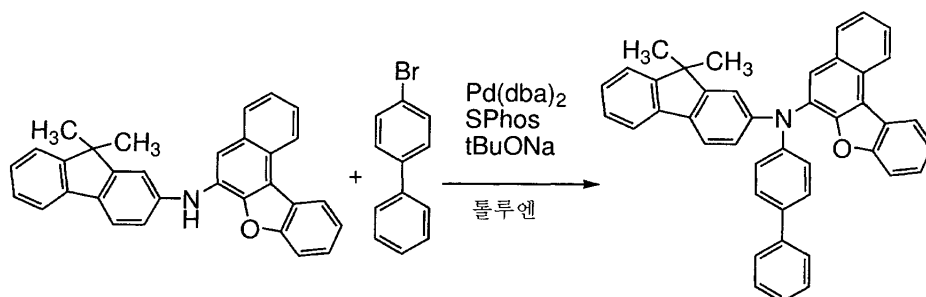


<단계 2: N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: FBiBnf(6))의 합성>

1.1g(2.5mmol)의 단계 1에서 얻은 N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민과, 0.58g(2.5mmol)의 4-브로모바이페닐과, 0.86mg(0.2mmol)의 2-다이-tert-부틸포스포노-2',4',6'-트리아이소프로필바이페닐(tBuxphos)과, 0.52g(5.0mmol)의 t-부톡시소듐을, 환류관이 장착된 200mL 3구 플라스크에 넣고 플라스크 내를 질소 치환하였다. 플라스크 내에 25mL의 자일렌을 첨가하고, 감압 탈기를 수행한 후, 플라스크 내를 질소 기류하로 하였다. 이 혼합물을 80℃에서 교반하고, 같은 온도에서 플라스크 내에 62mg(0.11mmol)의 비스(비스(다이벤질리텐아세톤)팔라듐(0))을 첨가한 후, 110℃에서 5시간 교반하였다. 교반 후, 얻어진 혼합물에 600mL의 톨루엔을 첨가하고 100℃에서 가열 교반을 하였다. 이 혼합물을 같은 온도에서, 알루미늄, 플로리실(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., 카탈로그 번호: 066-05265), 셀라이트(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., 카탈로그 번호: 537-02305)를 통하여 여과하였다. 얻어진 여과액을 농축하여 얻은 고체를 실리카 겔 칼럼크로마토그래피(전개 용매: 헥세인:톨루엔=1:1)로 정제한 후, 고속 액체 크로마토그래피(전개 용매: 클로로폼)로 정제한 결과, 목적물인 담황색 고체를 0.96g, 수율 66%로 얻었다.

얻어진 0.96g의 담황색 고체를 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는, 아르곤을 15mL/min으로 흘리면서, 압력 2.5Pa, 270℃에서 담황색 고체를 16시간 가열하여 수행하였다. 승화 정제 후에 목적물인 백색 고체를 0.80g, 회수율 84%로 얻었다. 단계 2의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0440] [화학적식 57]



[0441]

[0442] 얻어진 고체의 $^1\text{H-NMR}$ 의 수치 데이터를 이하에 나타낸다. 또한 $^1\text{H-NMR}$ 차트를 도 23의 (A) 및 (B)에 나타내었다. 이로써, 본 합성예에 의하여 FBiBnf(6)이 얻어진 것을 알 수 있었다.

[0443] ^1H NMR(다이클로로메테인- d_2 , 300MHz): δ =8.63(d, J=8.0Hz, 1H), 8.43(dd, J1=6.8Hz, J2=1.5Hz, 1H), 7.86(d, J=8.0Hz, 1H), 7.71(s, 1H), 7.69-7.59(m, 5H), 7.53(d, J=8.5Hz, 2H), 7.52-7.38(m, 7H), 7.32-7.24(m, 4H), 7.21(d, J=9.0Hz, 2H), 7.13(dd, J1=8.3Hz, J2=1.5Hz, 1H) 1.37(s, 6H)

[0444] 다음으로 FBiBnf(6)의 톨루엔 용액 및 고체 박막의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하 단순히 "흡수 스펙트럼"이라고 함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 측정 방법 및 측정 장치는 실시예 1과 같기 때문에 반복되는 기재는 생략한다.

[0445] 얻어진 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 24에 나타내었다. 또한 고체 박막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 25에 나타내었다. 도 24의 결과에서, FBiBnf(6)의 톨루엔 용액에서는, 389nm, 352nm, 340nm, 313nm 부근에 솔더 피크를 포함하는 흡수 피크가 확인되고, 438nm(여기 파장 360nm)에 발광 파장의 피크가 확인되었다. 또한 도 25의 결과에서, FBiBnf(6)의 고체 박막에서는, 396nm, 358nm, 341nm, 316nm 부근에 솔더 피크를 포함하는 흡수 피크가 확인되고, 452nm 부근(여기 파장 365nm)에 발광 파장의 피크가 확인되었다.

[0446] FBiBnf(6)의 HOMO 준위 및 LUMO 준위를 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정을 바탕으로 산출하였다. 산출 방법은 아래와 같다. 산출 방법, 측정 방법, 및 측정 장치는 실시예 1과 같기 때문에 반복되는 기재는 생략한다.

[0447] 이 결과, FBiBnf(6)의 HOMO 준위는 -5.48eV, LUMO 준위는 -2.41eV인 것을 알 수 있었다. 또한 산화-환원과환의 반복 측정에서 첫 번째 사이클과 100번째 사이클 후의 파형을 비교한 결과, Ea 측정에서는 87%, Ec 측정에서는 97%의 피크 강도를 유지하였으므로, FBiBnf(6)는 산화 및 환원에 대한 내성이 양호한 것이 확인되었다.

[0448] 또한 FBiBnf(6)의 시차 주사 열량 측정(DSC 측정)을, PerkinElmer 제조, Pyris1DSC를 사용하여 수행하였다. 시차 주사 열량 측정은, 승온 속도 40°C/min에서 -10°C부터 300°C까지 승온한 후, 같은 온도에서 1분간 유지하고, 이어서 강온 속도 100°C/min에서 -10°C까지 냉각하는 조작을, 2번 연속으로 수행하였다. 두 번째 사이클의 DSC 측정 결과에서, FBiBnf(6)의 유리 전이점은 128°C인 것이 밝혀졌고, 매우 높은 내열성을 가지는 물질인 것으로 시사되었다.

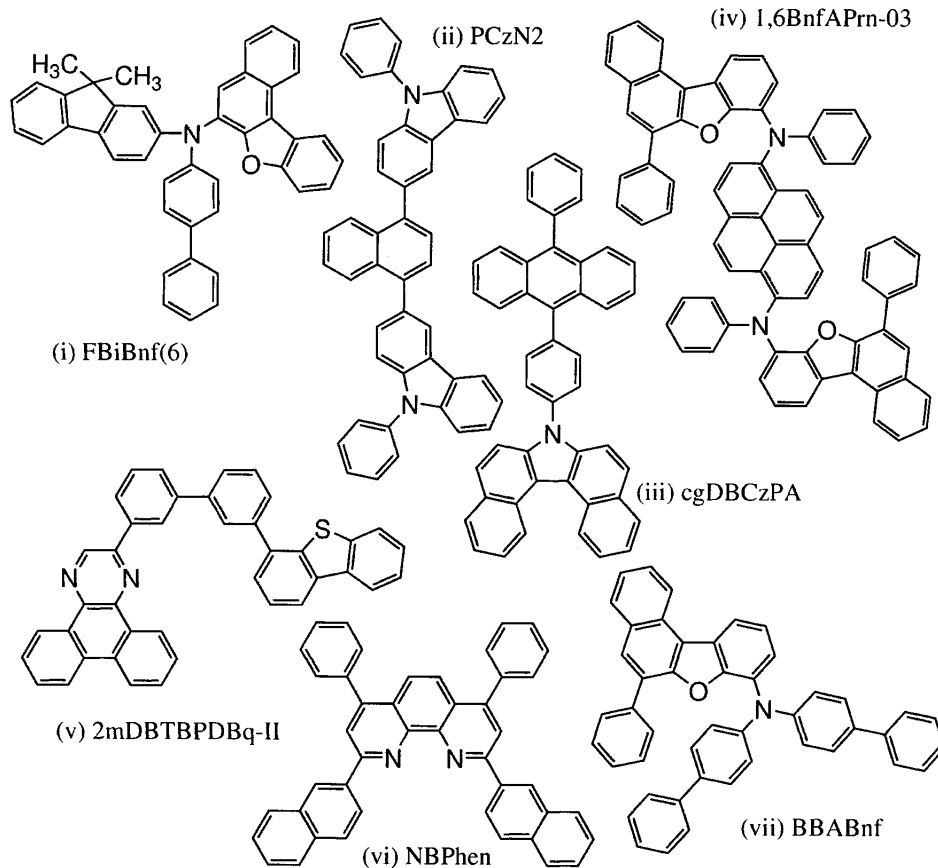
[0449] 또한 FBiBnf(6)의 시차 열 분석(Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis)을 수행하였다. 측정에는 고진공 차동형 시차열 천칭(Bruker AXS, Inc. 제조, TG-DTA2410SA)을 사용하였다. 측정은 대기압에서, 승온 속도 10°C/min, 질소 기류하(유속 200mL/min)의 조건에서 수행하였다. 열중량 측정-시차 열 분석에 있어서, 열중량 측정에서 구한 중량이 측정 개시 시의 -5%가 되는 온도(분해 온도)는 352°C인 것이 밝혀졌고, 양호한 승화성을 가지는 물질인 것으로 시사되었다.

[0450] 이상의 결과에서, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 높은 내열성과 양호한 승화성을 모두 가지고, 내열성이 높은 유기 광 디바이스(발광 디바이스 및 수광 디바이스)를 제공할 수 있고, 또한 디바이스 제작의 생산성을 높일 수 있는 것이 확인되었다.

[0451] (실시예 5)

[0452] 본 실시예에서는 실시형태에서 설명한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에 대하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0453] [화학식 58]



[0454]

[0455] (발광 디바이스 1의 제작 방법)

[0456] 우선, 유리 기판 위에 산화 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 성막하여 제 1 전극(101)을 형성하였다. 또한 그 막 두께는 70nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

[0457] 다음으로 기판 위에 발광 디바이스를 형성하기 위한 전처리로서, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

[0458] 그 후, 내부가 약 10^{-4} Pa까지 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서, 170℃에서 30분 진공 소성을 수행한 후, 기판을 약 30분 방랭하였다.

[0459] 다음으로 제 1 전극(101)이 형성된 면이 아래쪽이 되도록, 제 1 전극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 제 1 전극(101) 위에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: FBiBnf(6))과 ALD-MP001Q(Analysis Atelier Corporation, 재료 일련번호: 1S20180314)를 중량비 1:0.1(=FBiBnf(6):ALD-MP001Q)이 되도록 10nm 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0460] 다음으로 정공 주입층(111) 위에 FBiBnf(6)을 막 두께 20nm가 되도록 증착한 후, 상기 구조식(ii)으로 나타내어지는 3,3'-(나프탈렌-1,4-다이일)비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCzN2)을 10nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0461] 이어서, 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA)과, 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 N,N'-(피렌-1,6-다이일)비스[(6,N-다이페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-03)을 중량비 1:0.03(=cgDBCzPA:1,6BnfAPrn-03)이 되도록 25nm 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0462] 그 후, 발광층(113) 위에 상기 구조식(v)으로 나타내어지는 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTBPDQ-II)을 15nm 형성하고, 상기 구조식(vi)으로 나타내어지는 2,9-다이(2-나프틸)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen)을 막 두께 10nm가 되도록 증착함으로써, 전자 수송층(114)을

형성하였다.

[0463] 전자 수송층(114)을 형성한 후, 플루오린화 리튬(LiF)을 1nm 증착하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 이어서 알루미늄을 막 두께 200nm가 되도록 증착하여 제 2 전극(102)을 형성함으로써, 본 실시예의 발광 디바이스 1을 제작하였다.

[0464] (비교 발광 디바이스 1의 제작 방법)

[0465] 비교 발광 디바이스 1은 발광 디바이스 1에서의 FBiBnf(6)을, 상기 구조식(vii)으로 나타내어지는 N,N-비스(4-바이페닐)-6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]푸란-8-아민(약칭: BBABnf)으로 변경한 것 외에는 발광 디바이스 1과 같은 식으로 제작하였다.

[0466] (발광 디바이스 2의 제작 방법)

[0467] 발광 디바이스 2는 발광 디바이스 1의 정공 수송층에서의 FBiBnf(6)의 막 두께를 20nm에서 120nm로 한 것 외에는 발광 디바이스 1과 같은 식으로 제작하였다.

[0468] (비교 발광 디바이스 2의 제작 방법)

[0469] 비교 발광 디바이스 2는 발광 디바이스 2에서의 FBiBnf(6)을, BBABnf로 변경한 것 외에는 발광 디바이스 2와 같은 식으로 제작하였다.

[0470] 상기 발광 디바이스의 소자 구조를 이하의 표에 정리하였다.

[0471] [표 1]

	정공 주입층	정공 수송층		발광층	전자 수송층	
		1	2		1	2
	10nm	20nm	10nm	25nm	15nm	10nm
발광 디바이스 1	FBiBnf(6): ALD-MP001Q (1:0.1)	FBiBnf(6)	PCzN2	cgDBCzPA: 1,6BnfAPm-03 (1:0.03)	2mDBTBP DBq-II	NBPhen
비교 발광 디바이스 1	BBABnf: ALD-MP001Q (1:0.1)	BBABnf				

[0472]

[0473] [표 2]

	정공 주입층	정공 수송층		발광층	전자 수송층	
		1	2		1	2
	10nm	120nm	10nm	25nm	15nm	10nm
발광 디바이스 2	FBiBnf(6): ALD-MP001Q (1:0.1)	FBiBnf(6)	PCzN2	cgDBCzPA: 1,6BnfAPm-03 (1:0.03)	2mDBTBP DBq-II	NBPhen
비교 발광 디바이스 2	BBABnf: ALD-MP001Q (1:0.1)	BBABnf				

[0474]

[0475] 상기 발광 디바이스를, 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 발광 디바이스가 대기에 노출되지 않도록 유리 기관으로 밀봉하는 작업(실재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리, 80℃에서 1시간의 열처리)을 수행한 후, 초기 특성에 대하여 측정을 수행하였다.

[0476] 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 휘도-전류 밀도 특성을 도 26에, 전류 효율-휘도 특성을 도 27에, 휘도-전압 특성을 도 28에, 전류-전압 특성을 도 29에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 30에, 발광 스펙트럼을 도 31에 나타내고, 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 휘도-전류 밀도 특성을 도 32에, 전류 효율-휘도 특성을 도 33에, 휘도-전압 특성을 도 34에, 전류-전압 특성을 도 35에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 36

에, 발광 스펙트럼을 도 37에 나타내었다. 또한 각 발광 디바이스의 1000cd/m^2 부근에서의 주요한 특성을 이하에 나타낸다.

[표 3]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율(%)
발광 디바이스 1	3.2	0.38	9.4	0.14	0.12	11.2	11.5
비교 발광 디바이스 1	3.3	0.38	9.4	0.14	0.12	10.4	11.0

[표 4]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율(%)
발광 디바이스 2	3.5	0.58	14.5	0.14	0.09	7.4	9.2
비교 발광 디바이스 2	4.4	0.56	14.1	0.14	0.09	7.1	8.7

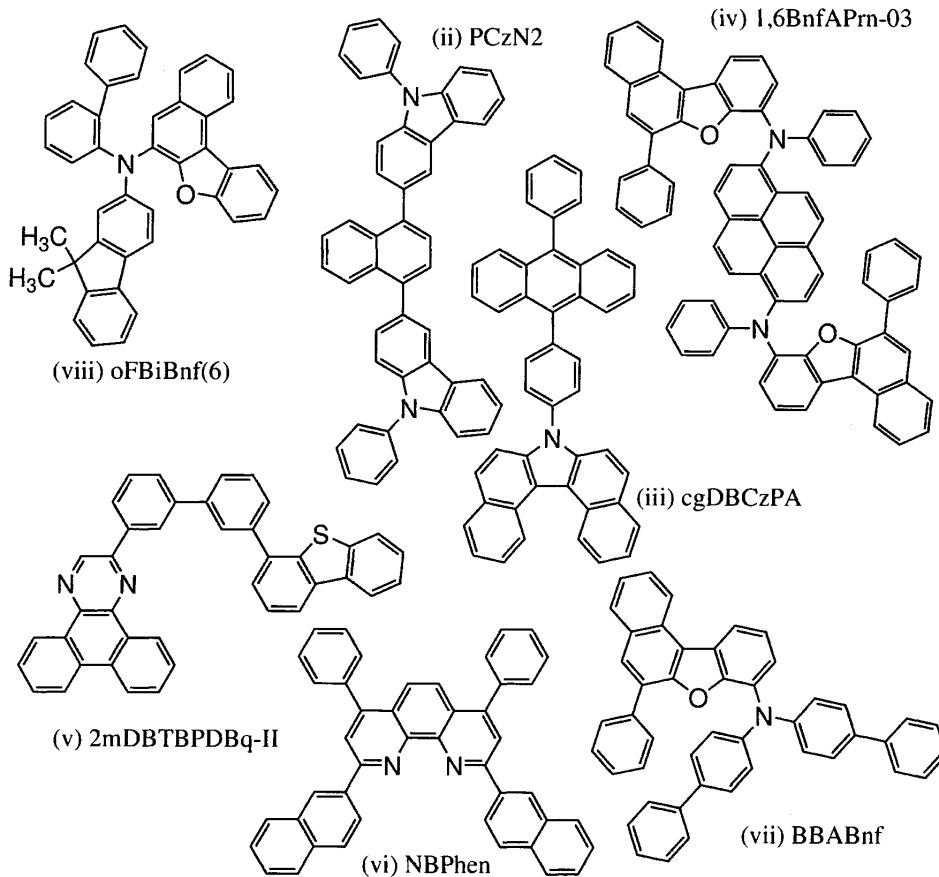
도 26 내지 도 31에서, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스 1은 발광 효율이 양호한 EL 디바이스인 것을 알 수 있다. 또한 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2는 정공 수송층에서의 FBiBnf(6) 및 BBABnf를 120nm로 후막화한 소자이지만, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스 2는 후막화되어도 전압 상승이 작은 소자인 것을 알 수 있다. 이로부터, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물인 FBiBnf(6)는 캐리어 수송성, 특히 정공 수송성이 양호한 유기 화합물인 것을 알 수 있다.

또한 전류 밀도 50mA/cm^2 에서의 구동 시간에 따른 휘도 변화를 나타내는 그래프를 도 38 및 도 39에 나타내었다. 도 38 및 도 39에 나타난 바와 같이, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스인 발광 디바이스 1 및 발광 디바이스 2는 비교 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 2와 마찬가지로 수명이 양호한 발광 디바이스인 것을 알 수 있다.

(실시예 6)

본 실시예에서는 실시형태에서 설명한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에 대하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0485] [화학식 59]



[0486]

[0487] (발광 디바이스 3의 제작 방법)

[0488] 우선, 유리 기판 위에 산화 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 성막하여 제 1 전극(101)을 형성하였다. 또한 그 막 두께는 70nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

[0489] 다음으로 기판 위에 발광 디바이스를 형성하기 위한 전처리로서, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

[0490] 그 후, 내부가 약 10^{-4} Pa까지 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서, 170℃에서 30분 진공 소성을 수행한 후, 기판을 약 30분 방랭하였다.

[0491] 다음으로 제 1 전극(101)이 형성된 면이 아래쪽이 되도록, 제 1 전극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 제 1 전극(101) 위에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여 상기 구조식(viii)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: oFBiBnf(6))과 ALD-MP001Q(Analysis Atelier Corporation, 재료 일련번호: 1S20180314)를 중량비 1:0.1(=oFBiBnf(6):ALD-MP001Q)이 되도록 10nm 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0492] 다음으로 정공 주입층(111) 위에 oFBiBnf(6)을 막 두께 20nm가 되도록 증착한 후, 상기 구조식(ii)으로 나타내어지는 3,3'-(나프탈렌-1,4-다이일)비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCzN2)을 10nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0493] 이어서, 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA)과, 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 N,N'-(피렌-1,6-다이일)비스[(6,N-다이페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-03)을 중량비 1:0.03(=cgDBCzPA:1,6BnfAPrn-03)이 되도록 25nm 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0494] 그 후, 발광층(113) 위에 상기 구조식(v)으로 나타내어지는 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTBPDq-II)을 15nm 형성하고, 상기 구조식(vi)으로 나타내어지는 2,9-다이(2-나프

틸)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen)을 막 두께 10nm가 되도록 증착함으로써, 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0495] 전자 수송층(114)을 형성한 후, 폴루오린화 리튬(LiF)을 1nm 증착하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 이어서 알루미늄을 막 두께 200nm가 되도록 증착하여 제 2 전극(102)을 형성함으로써, 본 실시예의 발광 디바이스 3을 제작하였다.

[0496] (비교 발광 디바이스 3의 제작 방법)

[0497] 비교 발광 디바이스 3은 발광 디바이스 3에서의 oFBiBnf(6)을, 상기 구조식(vii)으로 나타내어지는 N,N-비스(4-바이페닐)-6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BBABnf)으로 변경한 것 외에는 발광 디바이스 3과 같은 식으로 제작하였다.

[0498] (발광 디바이스 4의 제작 방법)

[0499] 발광 디바이스 4는 발광 디바이스 3의 정공 수송층에서의 oFBiBnf(6)의 막 두께를 20nm에서 120nm로 한 것 외에는 발광 디바이스 3과 같은 식으로 제작하였다.

[0500] (비교 발광 디바이스 4의 제작 방법)

[0501] 비교 발광 디바이스 4는 발광 디바이스 4에서의 oFBiBnf(6)을, BBABnf로 변경한 것 외에는 발광 디바이스 4와 같은 식으로 제작하였다.

[0502] 상기 발광 디바이스의 소자 구조를 이하의 표에 정리하였다.

[0503] [표 5]

	정공 주입층	정공 수송층		발광층	전자 수송층	
		1	2		1	2
	10nm	20nm	10nm	25nm	15nm	10nm
발광 디바이스 3	oFBiBnf(6): ALD-MP001Q (1:0.1)	oFBiBnf(6)	PCzN2	cgDBCzPA: 1,6BnfAPm-03 (1:0.03)	2mDBTBP DBq-II	NBPhen
비교 발광 디바이스 3	BBABnf: ALD-MP001Q (1:0.1)	BBABnf				

[0504]

[0505] [표 6]

	정공 주입층	정공 수송층		발광층	전자 수송층	
		1	2		1	2
	10nm	120nm	10nm	25nm	15nm	10nm
발광 디바이스 4	oFBiBnf(6): ALD-MP001Q (1:0.1)	oFBiBnf(6)	PCzN2	cgDBCzPA: 1,6BnfAPm-03 (1:0.03)	2mDBTBP DBq-II	NBPhen
비교 발광 디바이스 4	BBABnf: ALD-MP001Q (1:0.1)	BBABnf				

[0506]

[0507] 상기 발광 디바이스를, 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 발광 디바이스가 대기에 노출되지 않도록 유리 기판으로 밀봉하는 작업(실제를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리, 80℃에서 1시간의 열처리)을 수행한 후, 초기 특성에 대하여 측정을 수행하였다.

[0508] 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 휘도-전류 밀도 특성을 도 40에, 전류 효율-휘도 특성을 도 41에, 휘도-전압 특성을 도 42에, 전류-전압 특성을 도 43에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 44에, 발광 스펙트럼을 도 45에 나타내고, 발광 디바이스 4 및 비교 발광 디바이스 4의 휘도-전류 밀도 특성을 도 46에, 전류 효율-휘도 특성을 도 47에, 휘도-전압 특성을 도 48에, 전류-전압 특성을 도 49에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 50

에, 발광 스펙트럼을 도 51에 나타내었다. 또한 각 발광 디바이스의 1000cd/m^2 부근에서의 주요한 특성을 이하에 나타낸다.

[표 7]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율(%)
발광 디바이스 3	3.2	0.41	10.2	0.14	0.12	11.1	11.3
비교 발광 디바이스 3	3.2	0.35	8.8	0.14	0.11	10.2	10.9

[표 8]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율(%)
발광 디바이스 4	3.7	0.54	13.4	0.14	0.09	7.4	9.2
비교 발광 디바이스 4	4.2	0.65	16.2	0.14	0.09	6.8	8.3

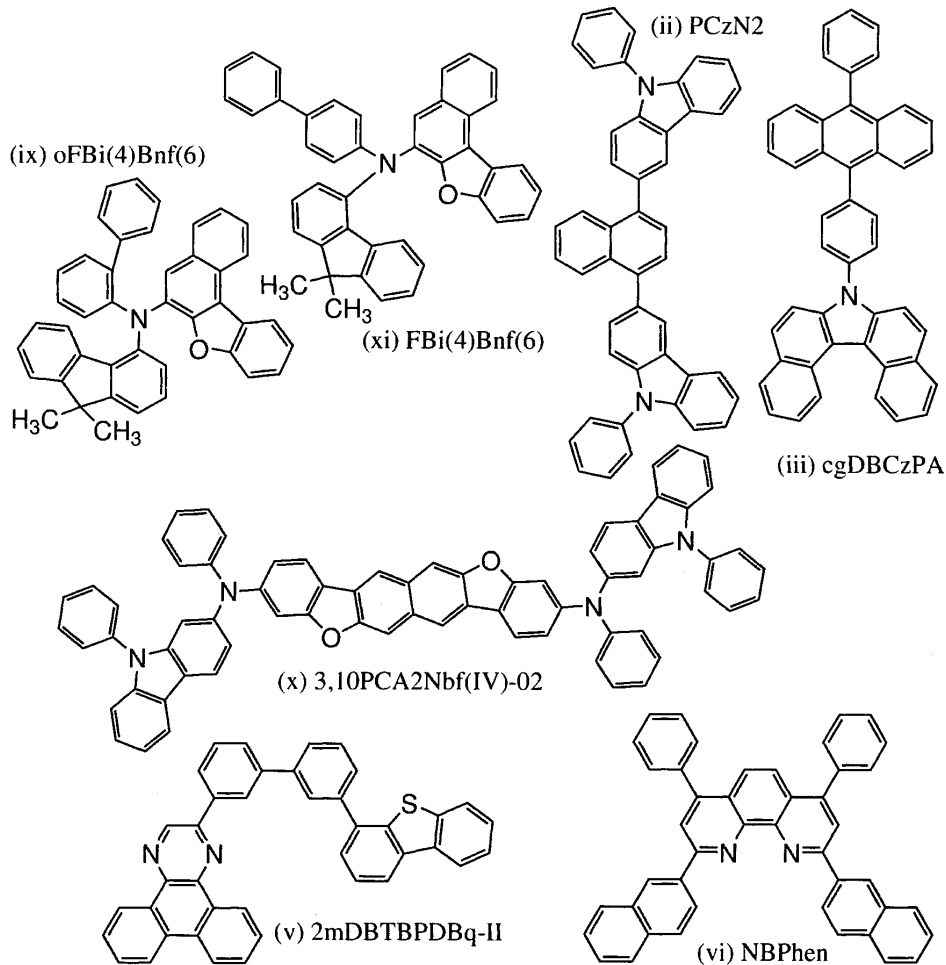
도 40 내지 도 45에서, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스 3은 발광 효율이 양호한 EL 디바이스인 것을 알 수 있다. 또한 도 48, 도 49에서, 발광 디바이스 4 및 비교 발광 디바이스 4는 정공 수송층에서의 oFBiBnf(6) 및 BBABnf를 120nm로 후막화한 소자이지만, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스 4는 후막화되어도 전압 상승이 작은 소자인 것을 알 수 있다. 이로부터, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물인 oFBiBnf(6)는 캐리어 수송성, 특히 정공 수송성이 양호한 유기 화합물인 것을 알 수 있다.

또한 전류 밀도 50mA/cm^2 에서의 구동 시간에 따른 휘도 변화를 나타내는 그래프를 도 52 및 도 53에 나타내었다. 도 52 및 도 53에 나타난 바와 같이, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스인 발광 디바이스 3 및 발광 디바이스 4는 비교 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 4와 마찬가지로 수명이 양호한 발광 디바이스인 것을 알 수 있다.

(실시예 7)

본 실시예에서는 실시형태에서 설명한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에 대하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0517] [화학식 60]



[0518]

[0519] (발광 디바이스 5의 제작 방법)

[0520] 우선, 유리 기판 위에 산화 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 성막하여 제 1 전극(101)을 형성하였다. 또한 그 막 두께는 70nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

[0521] 다음으로 기판 위에 발광 디바이스를 형성하기 위한 전처리로서, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

[0522] 그 후, 내부가 약 10^{-4} Pa까지 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서, 170℃에서 30분 진공 소성을 수행한 후, 기판을 약 30분 방랭하였다.

[0523] 다음으로 제 1 전극(101)이 형성된 면이 아래쪽이 되도록, 제 1 전극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 제 1 전극(101) 위에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여 상기 구조식(ix)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: oFBI(4)Bnf(6))과 ALD-MP001Q(Analysis Atelier Corporation, 재료 일련번호: 1S20180314)를 중량비 1:0.1(=oFBI(4)Bnf(6):ALD-MP001Q)이 되도록 10nm 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0524] 다음으로 정공 주입층(111) 위에 oFBI(4)Bnf(6)을 막 두께 20nm가 되도록 증착한 후, 상기 구조식(ii)으로 나타내어지는 3,3'-(나프탈렌-1,4-다이일)비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCzN2)을 10nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0525] 이어서, 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA)과, 상기 구조식(x)으로 나타내어지는 3,10-비스[N-(9-페닐-9H-카바졸-2-일)-N-페닐아미노]나프토[2,3-b;6,7-b']비스벤조퓨란(약칭: 3,10PCA2Nbf(IV)-02)을 중량비 1:0.015(=cgDBCzPA:3,10PCA2Nbf(IV)-02)가 되도록 25nm 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0526] 그 후, 발광층(113) 위에 상기 구조식(v)으로 나타내어지는 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTBPD Bq-II)을 15nm 형성하고, 상기 구조식(vi)으로 나타내어지는 2,9-다이(2-나프틸)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen)을 막 두께 10nm가 되도록 증착함으로써, 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0527] 전자 수송층(114)을 형성한 후, 플루오린화 리튬(LiF)을 1nm 증착하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 이어서 알루미늄을 막 두께 200nm가 되도록 증착하여 제 2 전극(102)을 형성함으로써, 본 실시예의 발광 디바이스 5를 제작하였다.

[0528] (발광 디바이스 6의 제작 방법)

[0529] 발광 디바이스 6은 발광 디바이스 5에서의 oFBi(4)Bnf(6)을, 상기 구조식(xi)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: FBi(4)Bnf(6))으로 변경한 것 외에는 발광 디바이스 5와 같은 식으로 제작하였다.

[0530] 상기 발광 디바이스의 소자 구조를 이하의 표에 정리하였다.

[0531] [표 9]

	정공 주입층	정공 수송층		발광층	전자 수송층	
		1	2		1	2
		10nm	20nm		15nm	10nm
발광 디바이스 5	oFBi(4)Bnf(6): ALD-MP001Q (1:0.1)	oFBi(4)Bnf(6)	PCzN2	cgDBCzPA: 3,10PCA2Nbf(IV)-O2 (1:0.015)	2mDBTBPD Bq-II	NBPhen
발광 디바이스 6	FBi(4)Bnf(6): ALD-MP001Q (1:0.1)	FBi(4)Bnf(6)				

[0532]

[0533] 상기 발광 디바이스를, 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 발광 디바이스가 대기에 노출되지 않도록 유리 기판으로 밀봉하는 작업(실재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리, 80℃에서 1시간의 열처리)을 수행한 후, 초기 특성에 대하여 측정을 수행하였다.

[0534] 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6의 휘도-전류 밀도 특성을 도 54에, 전류 효율-휘도 특성을 도 55에, 휘도-전압 특성을 도 56에, 전류-전압 특성을 도 57에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 58에, 발광 스펙트럼을 도 59에 나타내었다. 또한 각 발광 디바이스의 1000cd/m² 부근에서의 주요한 특성을 이하에 나타낸다.

[0535] [표 10]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율(%)
발광 디바이스 5	3.3	0.30	7.5	0.14	0.11	12.9	13.8
발광 디바이스 6	3.2	0.28	7.0	0.14	0.11	12.4	13.3

[0536]

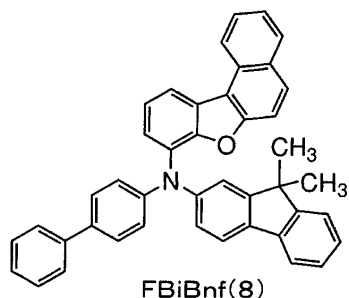
[0537] 도 54 내지 도 59에서, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6은 발광 효율이 양호한 EL 디바이스인 것을 알 수 있다.

[0538] (실시예 8)

[0539] <<합성에 5>>

[0540] 본 합성예에서는 실시형태 1에서 구조식(5-55)으로서 나타낸 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: FBiBnf(8))의 합성 방법에 대하여 설명한다. FBiBnf(8)의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0541] [화학식 61]



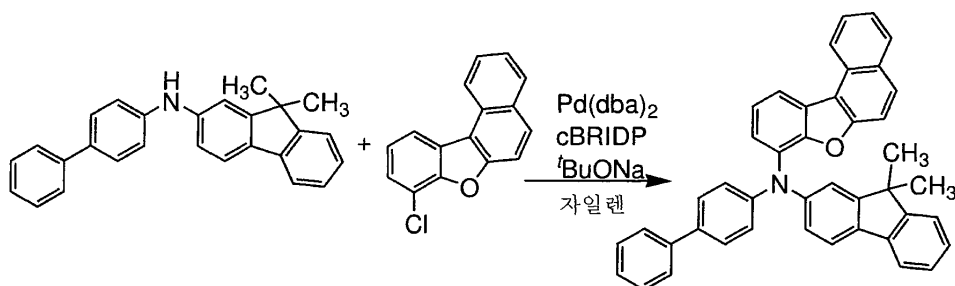
[0542]

[0543] <단계 1: FBiBnf(8)의 합성>

[0544] 1.6g(6.3mmol)의 8-클로로-벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란과, 2.3g(6.3mmol)의 2-(4-바이페닐)아미노-9,9-다이메틸플루오렌과, 1.2g(13mmol)의 소듐 tert-부톡사이드와, 44mg(0.13mmol)의 다이-tert-부틸(1-메틸-2,2-다이페닐 사이클로프로필)포스핀(통칭: cBRIDP(regR))과, 30mL의 자일렌을, 환류관이 장착된 500mL 3구 플라스크에 넣고 플라스크 내를 질소 치환하였다. 플라스크 내에 36mg(63 μmol)의 비스(다이벤질리튬아세톤)팔라듐(0)을 첨가하고, 이 혼합물을 160℃에서 6시간 가열하였다.

[0545] 얻어진 혼합물에 톨루엔과 물을 첨가하여, 유기층과 수성층을 분리시켰다. 얻어진 유기층을 물로 2번 세정하고, 이어서 포화 식염수로 세정하였다. 유기층을 황산 마그네슘으로 건조하였다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하여, 황산 마그네슘을 제거하였다. 얻어진 여과액을 농축하고 건조한 결과, 흑갈색 고체를 4.3g 얻었다. 얻어진 고체를 실리카 겔 크로마토그래피(헥세인:톨루엔=3:1)로 정제하여, 백색 고체를 2.2g, 수율 60%로 얻었다. 단계 1의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0546] [화학식 62]



[0547]

[0548] 얻어진 백색 고체 중 2.0g을 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는, 아르곤을 10mL/min으로 흘리면서, 압력 5.6Pa, 260℃에서 고체를 16시간 가열하여 수행하였다. 승화 정제 후에 목적물인 백색 고체를 1.6g, 회수율 80%로 얻었다.

[0549] 얻어진 고체의 ¹H-NMR의 수치 데이터를 이하에 나타낸다. 또한 ¹H-NMR 차트를 도 60에 나타내었다. 또한 도 60의 (B)는 도 60의 (A)에서의 7.0ppm부터 9.0ppm의 범위를 확대하여 나타낸 그래프이다. 이로써, FBiBnf(8)이 얻어진 것을 알 수 있었다.

[0550] ¹H NMR(클로로폼-d, 300MHz): δ=8.65(d, J=8.7Hz, 1H), 8.23(d, J=6.9Hz, 1H), 8.00(d, J=8.1Hz, 1H), 7.84(d, J=9.3Hz, 1H), 7.74(t, J=8.4Hz, 1H), 7.65(d, J=6.9Hz, 1H), 7.63-7.28(m, 16H), 7.21(d, J=8.7Hz, 2H), 7.14(dd, J=4.2, 2.1Hz, 1H), 1.39(s, 6H)

[0551] 다음으로 FBiBnf(8)의 톨루엔 용액 및 고체 박막의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하 단순히 "흡수 스펙트럼"이라고 함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 고체 박막은 석영 기판 위에 진공 증착법으로 제작하였다.

[0552] 흡수 스펙트럼의 측정에는 자외 가시 분광 광도계(용액: JASCO Corporation 제조, V-550, 박막: Hitachi High-Technologies Corporation 제조, U-4100)를 사용하였다. 또한 용액의 흡수 스펙트럼은 석영 셀에 톨루엔만을 넣고 측정한 흡수 스펙트럼을 뺀으로써 산출하고, 박막의 흡수 스펙트럼은 기판을 포함한 투과율과 반사율에서 구한 흡광도(-log₁₀ [%T/(100-%R)])에서 산출하였다. 또한 %T는 투과율을, %R는 반사율을 나타낸다. 또한 발

광 스펙트럼의 측정에는 형광 광도계(JASCO Corporation, FP-8600)를 사용하였다.

[0553] 얻어진 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 61에 나타내었다. 가로축은 파장을 나타내고, 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다. 또한 고체 박막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 62에 나타내었다. 가로축은 파장을 나타내고, 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다. 도 61의 결과에서, FBiBnf(8)의 톨루엔 용액에서는, 357nm, 339nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 421nm 부근(여기 파장 350nm)에 발광 파장의 피크가 확인되었다. 또한 도 62의 결과에서, FBiBnf(8)의 고체 박막에서는, 360nm, 341nm, 315nm, 250nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 431nm 부근(여기 파장 340nm)에 발광 파장의 피크가 확인되었다.

[0554] FBiBnf(8)의 HOMO 준위 및 LUMO 준위를 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정을 바탕으로 산출하였다. 산출 방법, 측정 방법, 및 측정 장치는 실시예 1과 같기 때문에 반복되는 기재는 생략한다.

[0555] 이 결과, FBiBnf(8)의 산화 전위 $E_a[V]$ 의 측정에서, HOMO 준위는 -5.48eV인 것을 알 수 있었다. 한편 환원 전위 $E_c[V]$ 의 측정에서, LUMO 준위는 -2.37eV인 것을 알 수 있었다. 또한 산화-환원과의 반복 측정에서 첫 번째 사이클과 100번째 사이클 후의 파형을 비교한 결과, E_a 측정에서는 85%, E_c 측정에서는 94%의 피크 강도를 유지하였으므로, FBiBnf(8)은 산화 및 환원에 대한 내성이 매우 양호한 것이 확인되었다.

[0556] 또한 FBiBnf(8)의 시차 주사 열량 측정(DSC 측정)을, Rigaku Corporation 제조, DSC8231-SL을 사용하여 수행하였다. 시차 주사 열량 측정은, 승온 속도 10°C/min에서 0°C부터 290°C까지 승온한 후, 같은 온도에서 1분간 유지하고, 이어서 강온 속도 10°C/min에서 0°C까지 냉각하는 조작을, 3번 연속으로 수행하였다. 두 번째 사이클의 DSC 측정 결과에서, FBiBnf(8)의 유리 전이점은 118°C인 것이 밝혀졌고, 매우 높은 내열성을 가지는 물질인 것으로 시사되었다.

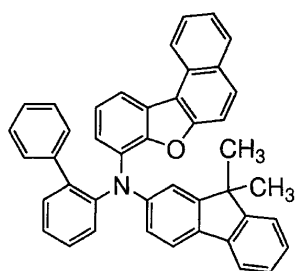
[0557] 또한 FBiBnf(8)의 시차 열 분석(Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis)을 수행하였다. 측정에는 고진공 차동형 시차열 천칭(Bruker AXS, Inc. 제조, TG-DTA2410SA)을 사용하였다. 측정은 대기압에서, 승온 속도 10°C/min, 질소 기류하(유속 200mL/min)의 조건에서 수행하였다. 열중량 측정-시차 열 분석에 있어서, 열중량 측정에서 구한 중량이 측정 개시 시의 -5%가 되는 온도(분해 온도)는 422°C인 것이 밝혀졌고, 양호한 승화성을 가지는 물질인 것으로 시사되었다.

[0558] (실시예 9)

[0559] <<합성에 6>>

[0560] 본 합성예에서는 실시형태 1에서 구조식(5-3)으로서 나타낸 N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: oFBiBnf(8))의 합성 방법에 대하여 설명한다. oFBiBnf(8)의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0561] [화학식 63]



oFBiBnf(8)

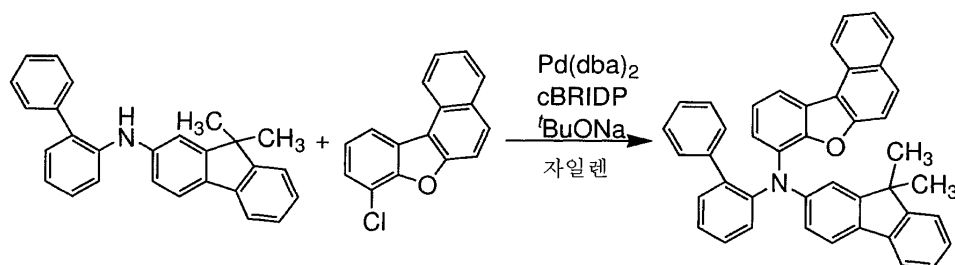
[0562]

[0563] <단계 1: N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: oFBiBnf(8))의 합성>

[0564] 1.6g(6.3mmol)의 8-클로로-벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란과, 2.3g(6.3mmol)의 2-(2-바이페닐)아미노-9,9-다이메틸플루오렌과, 1.2g(13mmol)의 소듐 tert-부톡사이드와, 44mg(0.13mmol)의 다이-tert-부틸(1-메틸-2,2-다이페닐 사이클로프로필)포스핀(통칭: cBRIDP(regR))과, 30mL의 자일렌을, 환류관이 장착된 500mL 3구 플라스크에 넣고 플라스크 내를 질소 치환하였다. 플라스크 내에 36mg(63 μmol)의 비스(다이벤질리덴아세톤)팔라듐(0)을 첨가하고, 이 혼합물을 160°C에서 12시간 가열하였다.

[0565] 얻어진 혼합물에 톨루엔과 물을 첨가하여, 유기층과 수성층을 분리시켰다. 얻어진 유기층을 물로 2번 세정하고, 이어서 포화 식염수로 세정하였다. 유기층을 황산 마그네슘으로 건조하였다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하여, 황산 마그네슘을 제거하였다. 얻어진 여과액을 농축하고 건조한 결과, 흑갈색 고체를 4.1g 얻었다. 얻어진 고체를 실리카 겔 크로마토그래피(헥세인:톨루엔=4:1)로 정제하여, 백색 고체를 1.2g, 수율 33%로 얻었다. 본 합성예의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0566] [화학적식 64]



[0567]

[0568] 얻어진 1.2g의 백색 고체를 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는, 아르곤을 15mL/min으로 흘리면서, 압력 4.0Pa, 225℃에서 고체를 16시간 가열하여 수행하였다. 승화 정제 후에 목적물인 백색 고체를 1.1g, 회수율 92%로 얻었다.

[0569] 얻어진 고체의 $^1\text{H-NMR}$ 의 수치 데이터를 이하에 나타낸다. 또한 $^1\text{H-NMR}$ 차트를 도 63에 나타내었다. 또한 도 63의 (B)는 도 63의 (A)에서의 6.6ppm부터 9.0ppm의 범위를 확대하여 나타낸 그래프이다. 이로써, oFBiBnf(8)이 얻어진 것을 알 수 있었다.

[0570] $^1\text{H NMR}$ (클로로폼-d, 300MHz): δ =8.57(d, J=7.8Hz, 1H), 8.00-7.96(m, 2H), 7.80(d, J=8.7Hz, 1H), 7.70(t, J=6.6Hz, 1H), 7.59(d, J=6.6Hz, 1H), 7.53(t, J=7.5Hz, 1H), 7.49-7.18(m, 12H), 7.01(d, J=7.2Hz, 1H), 6.94-6.79(m, 4H), 6.75(t, J=7.2Hz, 1H), 1.25(s, 6H)

[0571] 다음으로 oFBiBnf(8)의 톨루엔 용액 및 고체 박막의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하 단순히 "흡수 스펙트럼"이라고 함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 측정 방법 및 장치는 실시예 7과 같기 때문에 반복되는 기재는 생략한다.

[0572] 얻어진 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 64에 나타내었다. 가로축은 파장을 나타내고, 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다. 또한 고체 박막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 65에 나타내었다. 가로축은 파장을 나타내고, 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다.

[0573] 도 64의 결과에서, oFBiBnf(8)의 톨루엔 용액에서는, 377nm, 357nm, 339nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 414nm 부근(여기 파장 335nm)에 발광 파장의 피크가 확인되었다.

[0574] 또한 도 65의 결과에서, oFBiBnf(8)의 고체 박막에서는, 390nm, 385nm, 360nm, 340nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 423nm 부근(여기 파장 340nm)에 발광 파장의 피크가 확인되었다.

[0575] oFBiBnf(8)의 HOMO 준위 및 LUMO 준위를 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정을 바탕으로 산출하였다. 산출 방법, 측정 방법, 및 측정 장치는 실시예 1과 같기 때문에 반복되는 기재는 생략한다.

[0576] 이 결과, oFBiBnf(8)의 산화 전위 $E_a[V]$ 의 측정에서, HOMO 준위는 -5.48eV인 것을 알 수 있었다. 한편 환원 전위 $E_c[V]$ 의 측정에서, LUMO 준위는 -2.34eV인 것을 알 수 있었다. 또한 산화-환원과의 반복 측정에서 첫 번째 사이클과 100번째 사이클 후의 파형을 비교한 결과, E_a 측정에서는 92%, E_c 측정에서는 94%의 피크 강도를 유지하였으므로, oFBiBnf(8)은 산화 및 환원에 대한 내성이 매우 양호한 것이 확인되었다.

[0577] 또한 oFBiBnf(8)의 시차 주사 열량 측정(DSC 측정)을, Rigaku Corporation 제조, DSC8231-SL을 사용하여 수행하였다. 시차 주사 열량 측정은, 승온 속도 10℃/min에서 0℃부터 220℃까지 승온한 후, 같은 온도에서 1분간 유지하고, 이어서 강온 속도 10℃/min에서 0℃까지 냉각하는 조작을, 3번 연속으로 수행하였다. 두 번째 사이클의 DSC 측정 결과에서, oFBiBnf(8)의 유리 전이점은 114℃인 것이 밝혀졌고, 매우 높은 내열성을 가지는 물질인 것으로 시사되었다.

[0578] 또한 oFBiBnf(8)의 시차 열 분석(Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis)을 수행하였다. 측정에는

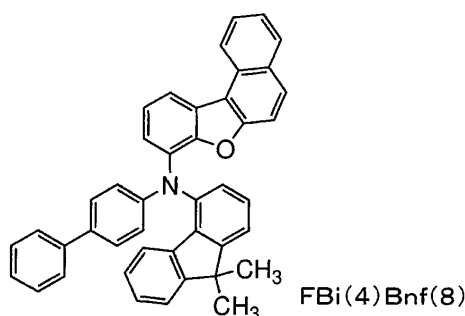
고진공 차동형 시차열 천칭(Bruker AXS, Inc. 제조, TG-DTA2410SA)을 사용하였다. 측정은 대기압에서, 승온 속도 10℃/min, 질소 기류하(유속 200mL/min)의 조건에서 수행하였다. 열중량 측정-시차 열 분석에 있어서, 열중량 측정에서 구한 중량이 측정 개시 시의 -5%가 되는 온도(분해 온도)는 364℃인 것이 밝혀졌고, 양호한 승화성을 가지는 물질인 것으로 시사되었다.

[0579] (실시예 10)

[0580] <<합성예 7>>

[0581] 본 합성예에서는 실시형태 1에서 구조식(5-32)으로서 나타낸 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-일)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: FBi(4)Bnf(8))의 합성 방법에 대하여 설명한다. FBi(4)Bnf(8)의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0582] [화학식 65]



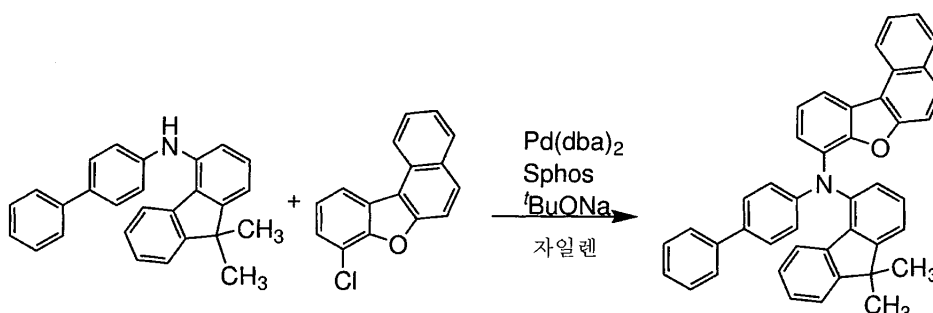
[0583]

[0584] <단계 1: FBi(4)Bnf(8)의 합성>

[0585] 1.5g(5.8mmol)의 8-클로로-벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란과, 2.0g(5.8mmol)의 4-(4-바이페닐릴)아미노-9,9-다이메틸플루오렌과, 1.1g(12mmol)의 소듐 tert-부톡사이드와, 60mg(0.15mmol)의 2-다이사이클로헥실포스피노-2',6'-다이메톡시바이페닐(통칭: Sphos)과, 30mL의 자일렌을, 환류관이 장착된 500mL 3구 플라스크에 넣고 플라스크 내를 질소 치환하였다. 플라스크 내에 33mg(58 μmol)의 비스(다이벤질리덴아세톤)팔라듐(0)을 첨가하고, 이 혼합물을 160℃에서 7시간 가열하였다.

[0586] 얻어진 혼합물에 톨루엔과 물을 첨가하여, 유기층과 수성층을 분리시켰다. 얻어진 유기층을 물로 2번 세정하고, 이어서 포화 식염수로 세정하였다. 유기층을 황산 마그네슘으로 건조하였다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하여, 황산 마그네슘을 제거하였다. 얻어진 여과액을 농축하고 건조한 결과, 흑갈색 고체를 3.6g 얻었다. 3.6g의 흑갈색 고체를 고속 액체 크로마토그래피(사용 용매: 클로로폼)로 정제하였다. 얻어진 프랙션 용액을 농축하고, 얻어진 고체를 헥세인으로 세정하였다. 얻어진 고체를 건조한 결과, 백색 고체를 1.7g, 수율 51%로 얻었다. 본 합성예의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0587] [화학식 66]



[0588]

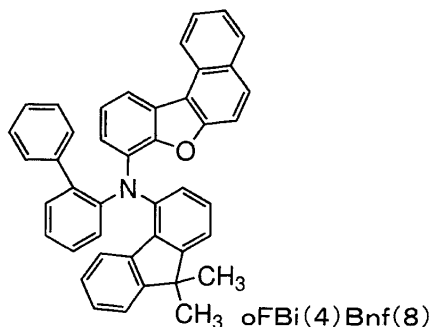
[0589] 얻어진 1.7g의 백색 고체를 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는, 아르곤을 15mL/min으로 흘리면서, 압력 3.8Pa, 245℃에서 고체를 19시간 가열하여 수행하였다. 승화 정제 후에 목적물인 백색 고체를 1.4g, 회수율 82%로 얻었다.

[0590] 얻어진 고체의 ¹H-NMR의 수치 데이터를 이하에 나타낸다. 또한 ¹H-NMR 차트를 도 66에 나타내었다. 또한 도 66의 (B)는 도 66의 (A)에서의 6.8ppm부터 8.8ppm의 범위를 확대하여 나타낸 그래프이다. 이로써, FBi(4)Bnf

(8)이 얻어진 것을 알 수 있었다.

- [0591] ^1H NMR(다이클로로메테인- d_2 , 300MHz): δ =8.64(d, J=8.1Hz, 1H), 8.20(dd, J=3.9, 1.2Hz, 1H), 8.04(d, J=7.5Hz, 1H), 7.91(d, J=8.7Hz, 1H), 7.80(d, J=7.5Hz, 1H), 7.75(t, J=6.9Hz, 1H), 7.63-7.52(m, 4H), 7.50-7.32(m, 8H), 7.31-7.16(m, 4H), 7.02(t, J=7.5Hz, 1H), 6.93(d, J=9.0Hz, 2H), 1.50(s, 6H)
- [0592] 다음으로 FBi(4)Bnf(8)의 톨루엔 용액 및 고체 박막의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하 단순히 "흡수 스펙트럼"이라고 함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 측정 방법 및 측정 장치는 실시예 7과 같기 때문에 반복되는 기재는 생략한다.
- [0593] 얻어진 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 67에 나타내었다. 가로축은 파장을 나타내고, 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다. 또한 고체 박막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 68에 나타내었다. 가로축은 파장을 나타내고, 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다.
- [0594] 도 67의 결과에서, FBi(4)Bnf(8)의 톨루엔 용액에서는, 331nm, 310nm, 298nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 404nm 부근(여기 파장 330nm)에 발광 파장의 피크가 확인되었다.
- [0595] 또한 도 68의 결과에서, FBi(4)Bnf(8)의 고체 박막에서는, 370nm, 335nm, 316nm, 302nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 414nm 부근(여기 파장 335nm)에 발광 파장의 피크가 확인되었다.
- [0596] FBi(4)Bnf(8)의 HOMO 준위 및 LUMO 준위를 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정을 바탕으로 산출하였다. 산출 방법, 측정 방법, 및 측정 장치는 실시예 1과 같기 때문에 반복되는 기재는 생략한다.
- [0597] 이 결과, FBi(4)Bnf(8)의 산화 전위 $E_a[\text{V}]$ 의 측정에서, HOMO 준위는 -5.58eV인 것을 알 수 있었다. 한편 환원 전위 $E_c[\text{V}]$ 의 측정에서, LUMO 준위는 -2.37eV인 것을 알 수 있었다. 또한 산화-환원과의 반복 측정에서 첫 번째 사이클과 100번째 사이클 후의 파형을 비교한 결과, E_a 측정에서는 80%, E_c 측정에서는 95%의 피크 강도를 유지하였으므로, FBi(4)Bnf(8)은 산화 및 환원에 대한 내성이 매우 양호한 것이 확인되었다.
- [0598] 또한 FBi(4)Bnf(8)의 시차 주사 열량 측정(DSC 측정)을, Rigaku Corporation 제조, DSC8231-SL을 사용하여 수행하였다. 시차 주사 열량 측정은, 승온 속도 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 에서 0°C 부터 290°C 까지 승온한 후, 같은 온도에서 1분간 유지하고, 이어서 강온 속도 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 에서 0°C 까지 냉각하는 조작을, 3번 연속으로 수행하였다. 두 번째 사이클의 DSC 측정 결과에서, FBi(4)Bnf(8)의 유리 전이점은 118°C 인 것이 밝혀졌고, 매우 높은 내열성을 가지는 물질인 것으로 시사되었다.
- [0599] 또한 FBi(4)Bnf(8)의 시차 열 분석(Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis)을 수행하였다. 측정에는 고진공 차동형 시차열 천칭(Bruker AXS, Inc. 제조, TG-DTA2410SA)을 사용하였다. 측정은 대기압에서, 승온 속도 $10^\circ\text{C}/\text{min}$, 질소 기류하(유속 $200\text{mL}/\text{min}$)의 조건에서 수행하였다. 열중량 측정-시차 열 분석에 있어서, 열중량 측정에서 구한 중량이 측정 개시 시의 -5%가 되는 온도(분해 온도)는 394°C 인 것이 밝혀졌고, 양호한 승화성을 가지는 물질인 것으로 시사되었다.
- [0600] (실시예 11)
- [0601] <<합성예 8>>
- [0602] 본 합성예에서는 실시형태에서 구조식(5-46)으로서 나타낸 N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-일)벤조[b]나프토[1,2-d]푸란-8-아민(약칭: oFBi(4)Bnf(8))의 합성 방법에 대하여 설명한다. oFBi(4)Bnf(8)의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0603] [화학식 67]



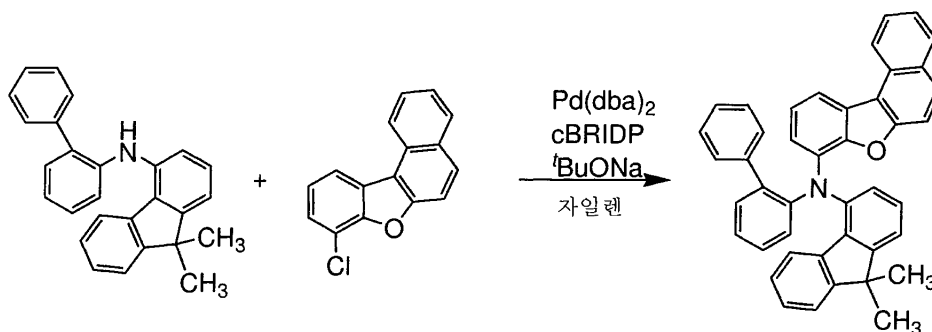
[0604]

[0605] <단계 1: oFBi(4)Bnf(8)의 합성>

[0606] 1.6g(6.3mmol)의 8-클로로-벤조[b]나프토[1,2-d]푸란과, 2.3g(6.3mmol)의 4-(2-바이페닐)아미노-9,9-다이메틸플루오렌과, 1.2g(13mmol)의 소듐 tert-부톡사이드와, 44mg(0.13mmol)의 다이-tert-부틸(1-메틸-2,2-다이페닐 사이클로프로필)포스핀(통칭: cBRIDP(regR))과, 30mL의 자일렌을, 환류관이 장착된 500mL 3구 플라스크에 넣고 플라스크 내를 질소 치환하였다. 플라스크 내에 36mg(63 μmol)의 비스(다이벤질리텐아세톤)팔라듐(0)을 첨가하고, 이 혼합물을 160℃에서 10시간 가열하였다.

[0607] 얻어진 혼합물에 톨루엔과 물을 첨가하여, 유기층과 수성층을 분리시켰다. 얻어진 유기층을 물로 2번 세정하고, 이어서 포화 식염수로 세정하였다. 유기층을 황산 마그네슘으로 건조하였다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하여, 황산 마그네슘을 제거하였다. 얻어진 여과액을 농축하고 건조한 결과, 흑갈색 고체를 4.4g 얻었다. 얻어진 고체를 실리카 겔 크로마토그래피(헥세인:톨루엔=3:1)로 정제하여, 백색 고체를 1.8g 얻었다. 얻어진 1.8g의 고체를 고속 액체 크로마토그래피(사용 용매: 클로로폼)로 정제하였다. 얻어진 프랙션 용액을 농축하고, 얻어진 고체를 헥세인으로 세정하였다. 얻어진 고체를 건조한 결과, 백색 고체를 1.1g, 수율 30%로 얻었다. 또한 얻어진 백색 고체는, LC/MS 분석을 수행한 결과 m/z가 578이었고, 목적물인 것을 알 수 있었다. 본 합성예의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0608] [화학식 68]



[0609]

[0610] 얻어진 1.1g의 백색 고체를 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는, 아르곤을 10mL/min으로 흘리면서, 압력 5.2Pa, 220℃에서 고체를 16시간 가열하여 수행하였다. 승화 정제 후에 목적물인 백색 고체를 0.78g, 회수율 71%로 얻었다.

[0611] 다음으로 oFBi(4)Bnf(8)의 톨루엔 용액 및 고체 박막의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하 단순히 "흡수 스펙트럼"이라고 함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 측정 방법 및 측정 장치는 실시예 7과 같기 때문에 반복되는 기재는 생략한다.

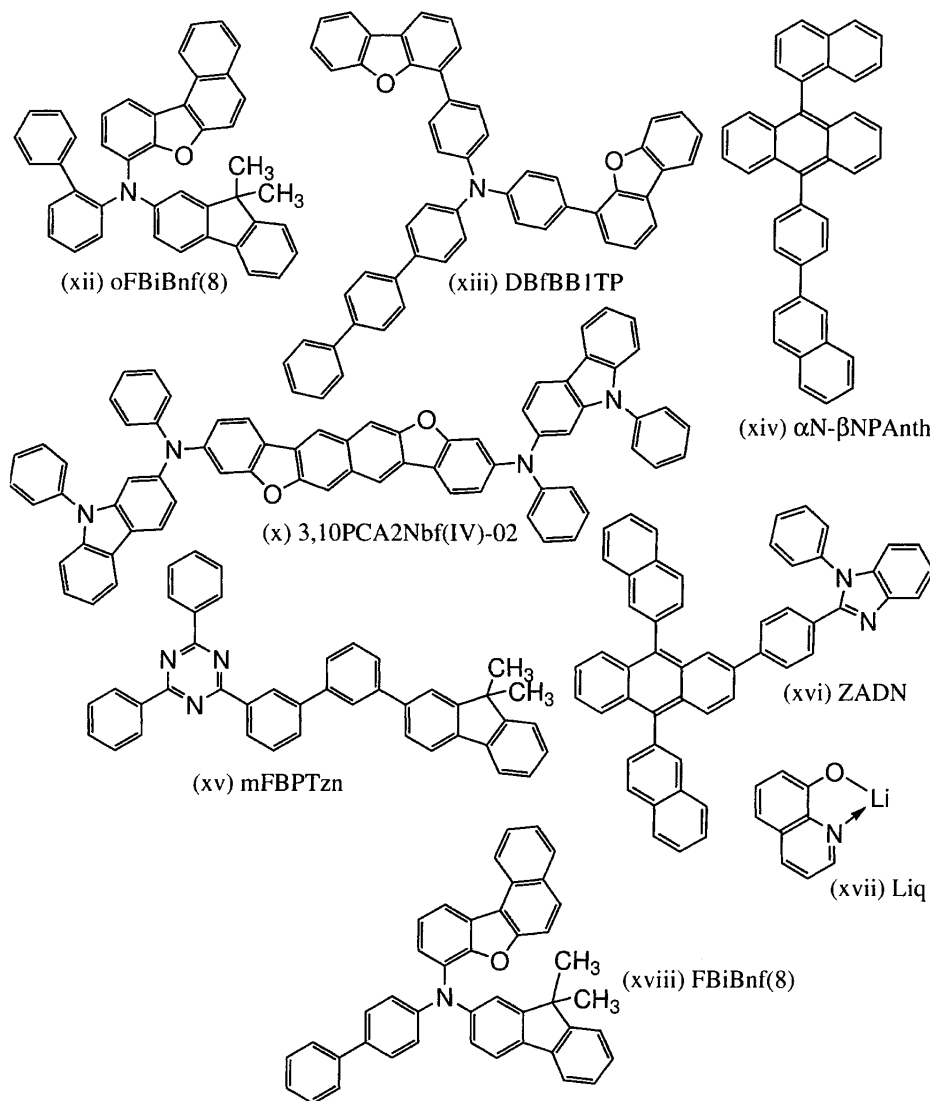
[0612] 얻어진 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 69에 나타내었다. 가로축은 파장을 나타내고, 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다. 또한 고체 박막의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 70에 나타내었다. 가로축은 파장을 나타내고, 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다.

[0613] 도 69의 결과에서, oFBi(4)Bnf(8)의 톨루엔 용액에서는, 341nm, 327nm, 314nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 412nm 부근(여기 파장 330nm)에 발광 파장의 피크가 확인되었다. 또한 도 70의 결과에서, oFBi(4)Bnf(8)의 고체 박막에서는, 342nm, 318nm 부근에 흡수 피크가 확인되고, 428nm 부근(여기 파장 340nm)에 발광 파장의 피크

가 확인되었다.

- [0614] oFBi(4)Bnf(8)의 HOMO 준위 및 LUMO 준위를 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정을 바탕으로 산출하였다. 산출 방법, 측정 방법, 및 측정 장치는 실시예 1과 같기 때문에 반복되는 기재는 생략한다.
- [0615] 이 결과, oFBi(4)Bnf(8)의 산화 전위 E_a [V]의 측정에서, HOMO 준위는 -5.41eV인 것을 알 수 있었다. 한편 환원 전위 E_c [V]의 측정에서, LUMO 준위는 -2.35eV인 것을 알 수 있었다. 또한 산화-환원파의 반복 측정에서 첫 번째 사이클과 100번째 사이클 후의 파형을 비교한 결과, E_a 측정에서는 85%, E_c 측정에서는 88%의 피크 강도를 유지하였으므로, oFBi(4)Bnf(8)은 산화 및 환원에 대한 내성이 매우 양호한 것이 확인되었다.
- [0616] 또한 oFBi(4)Bnf(8)의 시차 주사 열량 측정(DSC 측정)을, Rigaku Corporation 제조, DSC8231-SL을 사용하여 수행하였다. 시차 주사 열량 측정은, 승온 속도 10℃/min에서 0℃부터 250℃까지 승온한 후, 같은 온도에서 1분간 유지하고, 이어서 강은 속도 10℃/min에서 0℃까지 냉각하는 조작을, 3번 연속으로 수행하였다. 두 번째 사이클의 DSC 측정 결과에서, oFBi(4)Bnf(8)의 유리 전이점은 101℃인 것이 밝혀졌고, 매우 높은 내열성을 가지는 물질인 것으로 시사되었다.
- [0617] 또한 oFBi(4)Bnf(8)의 시차 열 분석(Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis)을 수행하였다. 측정은 고진공 차동형 시차열 천칭(Bruker AXS, Inc. 제조, TG-DTA2410SA)을 사용하였다. 측정은 대기압에서, 승온 속도 10℃/min, 질소 기류하(유속 200mL/min)의 조건에서 수행하였다. 열중량 측정-시차 열 분석에 있어서, 열중량 측정에서 구한 중량이 측정 개시 시의 -5%가 되는 온도(분해 온도)는 343℃인 것이 밝혀졌고, 양호한 승화성을 가지는 물질인 것으로 시사되었다.
- [0618] 이상의 결과에서, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 높은 내열성과 양호한 승화성을 모두 가지고, 내열성이 높은 유기 광 디바이스(발광 디바이스 및 수광 디바이스)를 제공할 수 있고, 또한 디바이스 제작의 생산성을 높일 수 있는 것이 확인되었다.
- [0619] (실시예 12)
- [0620] 본 실시예에서는 실시형태에서 설명한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에 대하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0621] [화학식 69]



[0622]

[0623] (발광 디바이스 7의 제작 방법)

[0624] 우선, 유리 기판 위에 산화 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 성막하여 제 1 전극(101)을 형성하였다. 또한 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

[0625] 다음으로 기판 위에 발광 디바이스를 형성하기 위한 전처리로서, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

[0626] 그 후, 내부가 약 10^{-4} Pa까지 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서, 170℃에서 30분 진공 소성을 수행한 후, 기판을 약 30분 방랭하였다.

[0627] 다음으로 제 1 전극(101)이 형성된 면이 아래쪽이 되도록, 제 1 전극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 제 1 전극(101) 위에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여 상기 구조식(xi i)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: oFBiBnf(8))과 ALD-MP001Q(Analysis Atelier Corporation, 재료 일련번호: 1S20180314)를 중량비 1:0.1(=oFBiBnf(8):ALD-MP001Q)이 되도록 10nm 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0628] 다음으로 정공 주입층(111) 위에 oFBiBnf(8)을 막 두께 20nm가 되도록 증착한 후, 상기 구조식(xiii)으로 나타내어지는 N,N-비스[4-(다이벤조퓨란-4-일)페닐]-4-아미노-p-터페닐(약칭: DBfBB1TP)을 10nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0629] 이어서, 상기 구조식(xiv)으로 나타내어지는 9-(1-나프틸)-10-[4-(2-나프틸)페닐]안트라센(약칭: αN-βNPAnt

h)과, 상기 구조식(x)으로 나타내어지는 3,10-비스[N-(9-페닐-9H-카바졸-2-일)-N-페닐아미노]나프토[2,3-b;6,7-b']비스벤조퓨란(약칭: 3,10PCA2Nbf(IV)-02)을 중량비 1:0.015(= α N- β NPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02)가 되도록 25nm 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0630] 그 후, 발광층(113) 위에 상기 구조식(xv)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 10nm 형성하고, 상기 구조식(xvi)으로 나타내어지는 2-{4-[9,10-다이(나프탈렌-2-일)-2-안트릴]페닐}-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: ZADN)과 상기 구조식(xvii)으로 나타내어지는 8-퀴놀리놀레이트 리튬(약칭: Liq)을 중량비 1:1, 막 두께 15nm가 되도록 공증착함으로써, 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0631] 전자 수송층(114)을 형성한 후, 알루미늄을 막 두께 200nm가 되도록 증착하여 제 2 전극(102)을 형성함으로써, 본 실시예의 발광 디바이스 7을 제작하였다.

[0632] (발광 디바이스 8의 제작 방법)

[0633] 발광 디바이스 8은 발광 디바이스 7에서의 oFBiBnf(8)을, 상기 구조식(xvii)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: FBiBnf(8))으로 변경한 것 외에는 발광 디바이스 7과 같은 식으로 제작하였다.

[0634] 상기 발광 디바이스의 소자 구조를 이하의 표에 정리하였다.

[0635] [표 11]

	정공 주입층	정공 수송층		발광층	전자 수송층	
		1 10nm	2 20nm		1 10nm	2 15nm
발광 디바이스 7	oFBiBnf(8): ALD-MP001Q (1:0.1)	oFBiBnf(8)	DBfBB1TP	α N- β NPAnth: 3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015)	mFBPTzn	ZADN: Liq (1:1)
발광 디바이스 8	FBiBnf(8): ALD-MP001Q (1:0.1)	FBiBnf(8)				

[0636]

[0637] 상기 발광 디바이스를, 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 발광 디바이스가 대기에 노출되지 않도록 유리 기판으로 밀봉하는 작업(실재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리, 80℃에서 1시간의 열처리)을 수행한 후, 초기 특성에 대하여 측정을 수행하였다.

[0638] 발광 디바이스 7 및 발광 디바이스 8의 휘도-전류 밀도 특성을 도 71에, 전류 효율-휘도 특성을 도 72에, 휘도-전압 특성을 도 73에, 전류-전압 특성을 도 74에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 75에, 발광 스펙트럼을 도 76에 나타내었다. 또한 각 발광 디바이스의 1000cd/m² 부근에서의 주요한 특성을 이하에 나타낸다.

[0639] [표 12]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율(%)
발광 디바이스 7	4.0	0.51	12.6	0.14	0.11	7.9	8.4
발광 디바이스 8	4.2	0.54	13.4	0.14	0.11	8.2	8.6

[0640]

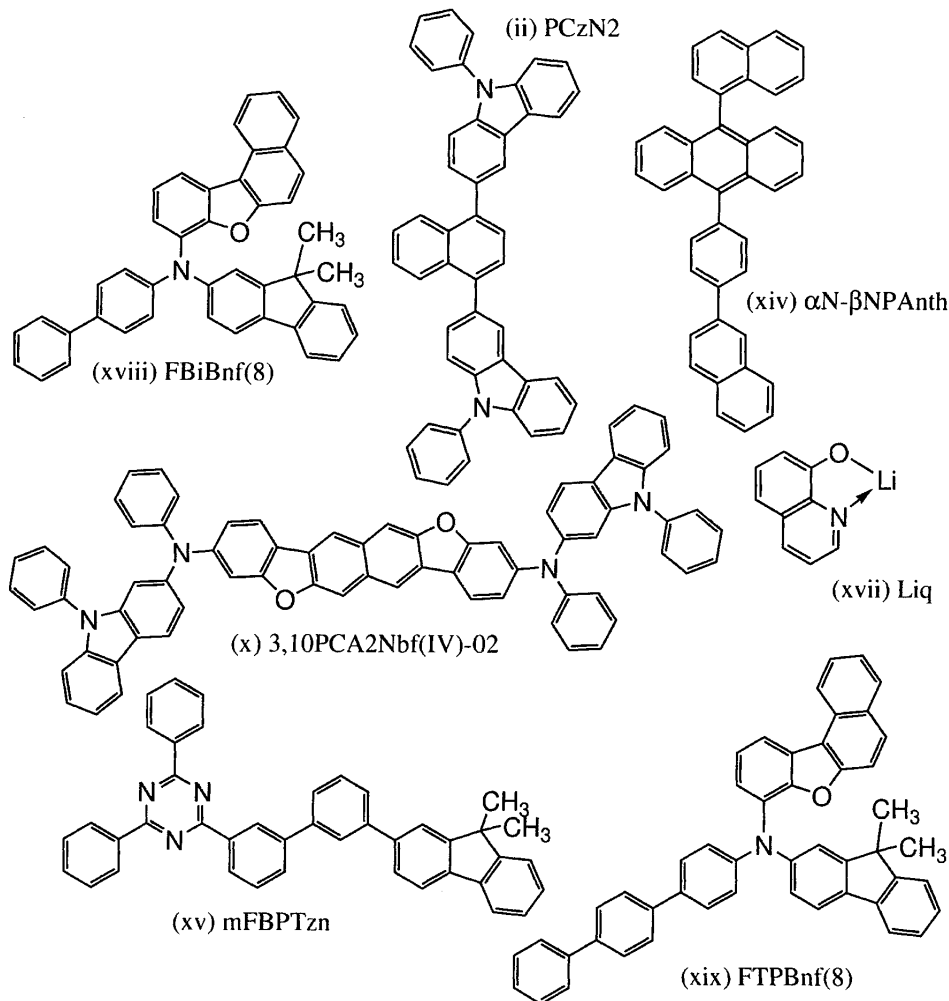
[0641] 도 71 내지 도 76에서, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스 7 및 발광 디바이스 8은 발광 효율이 양호한 EL 디바이스인 것을 알 수 있다.

[0642] 또한 전류 밀도 50mA/cm²에서의 구동 시간에 따른 휘도 변화를 나타내는 그래프를 도 77에 나타내었다. 도 77에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스인 발광 디바이스 7 및 발광 디바이스 8은 모두 수명이 양호한 발광 디바이스인 것을 알 수 있다.

[0643] (실시예 13)

[0644] 본 실시예에서는 실시형태에서 설명한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에 대하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0645] [화학식 70]



[0646]

[0647] (발광 디바이스 9의 제작 방법)

[0648] 우선, 유리 기판 위에 산화 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 성막하여 제 1 전극(101)을 형성하였다. 또한 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

[0649] 다음으로 기판 위에 발광 디바이스를 형성하기 위한 전처리로서, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

[0650] 그 후, 내부가 약 10^{-4} Pa까지 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서, 170℃에서 30분 진공 소성을 수행한 후, 기판을 약 30분 방랭하였다.

[0651] 다음으로 제 1 전극(101)이 형성된 면이 아래쪽이 되도록, 제 1 전극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 제 1 전극(101) 위에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여 상기 구조식 (xvii)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-벤조[b]나프토[1,2-d]푸란-8-아민(약칭: FBiBnf(8))과 ALD-MP001Q(Analysis Atelier Corporation, 재료 일련번호: 1S20180314)를 중량 비 1:0.1(=FBiBnf(8):ALD-MP001Q)이 되도록 10nm 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0652] 다음으로 정공 주입층(111) 위에 FBiBnf(8)을 막 두께 90nm가 되도록 증착한 후, 상기 구조식(ii)으로 나타내어지는 3,3'-(나프탈렌-1,4-다이일)비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCzN2)을 10nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0653] 이어서, 상기 구조식(xiv)으로 나타내어지는 9-(1-나프틸)-10-[4-(2-나프틸)페닐]안트라센(약칭: α N- β NPAnth)과, 상기 구조식(x)으로 나타내어지는 3,10-비스[N-(9-페닐-9H-카바졸-2-일)-N-페닐아미노]나프토[2,3-b;6,7-b']비스벤조퓨란(약칭: 3,10PCA2Nbf(IV)-02)을 중량비 1:0.015(= α N- β NPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02)가 되도록 25nm 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0654] 그 후, 발광층(113) 위에 상기 구조식(xv)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 10nm 형성하고, ALD-MC057Q(Analysis Atelier Corporation, 재료 일련번호: 1S20190330)과 상기 구조식(xvii)으로 나타내어지는 8-퀴놀리놀레이트 리튬(약칭: Liq)을 중량비 1:1, 막 두께 15nm가 되도록 공증착함으로써, 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0655] 전자 수송층(114)을 형성한 후, Liq를 1nm가 되도록 증착하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 알루미늄을 막 두께 200nm가 되도록 증착하여 제 2 전극(102)을 형성함으로써, 본 실시예의 발광 디바이스 9를 제작하였다.

[0656] (비교 발광 디바이스 5의 제작 방법)

[0657] 비교 발광 디바이스 5는 발광 디바이스 9에서의 FBiBnf(8)을, 상기 구조식(xix)으로 나타내어지는 N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-N-(1,1':4',1''-터페닐-4-일)-벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: FTPBnf(8))으로 변경한 것 외에는 발광 디바이스 9와 같은 식으로 제작하였다.

[0658] 상기 발광 디바이스의 소자 구조를 이하의 표에 정리하였다.

[0659] [표 13]

	정공 주입층	정공 수송층		발광층	전자 수송층	
		1	2		1	2
	10nm	90nm	10nm	25nm	10nm	15nm
발광 디바이스 9	FBiBnf(8): ALD-MP001Q (1:0.1)	FBiBnf(8)	PCzN2	α N- β NPAnth: 3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015)	mFBPTzn	ALD-MC057Q: Liq (1:1)
비교 발광 디바이스 5	FTPBNf(8): ALD-MP001Q (1:0.1)	FTPBNf(8)				

[0660]

[0661] 상기 발광 디바이스를, 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 발광 디바이스가 대기에 노출되지 않도록 유리 기판으로 밀봉하는 작업(실재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리, 80℃에서 1시간의 열처리)을 수행한 후, 초기 특성에 대하여 측정을 수행하였다.

[0662] 발광 디바이스 9 및 비교 발광 디바이스 5의 휘도-전류 밀도 특성을 도 78에, 전류 효율-휘도 특성을 도 79에, 휘도-전압 특성을 도 80에, 전류-전압 특성을 도 81에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 82에, 발광 스펙트럼을 도 83에 나타내었다. 또한 각 발광 디바이스의 1000cd/m² 부근에서의 주요한 특성을 이하에 나타낸다.

[0663] [표 14]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율(%)
발광 디바이스 9	4.0	0.43	10.8	0.14	0.11	9.9	10.6
비교 발광 디바이스 5	4.0	0.45	11.3	0.14	0.11	9.3	10.1

[0664]

[0665] 도 78 내지 도 83에서, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스 9는 발광 효율이 양호하고, 또한 저휘도 영역에서도 양호한 발광 효율을 나타내는 EL 디바이스인 것을 알 수 있다.

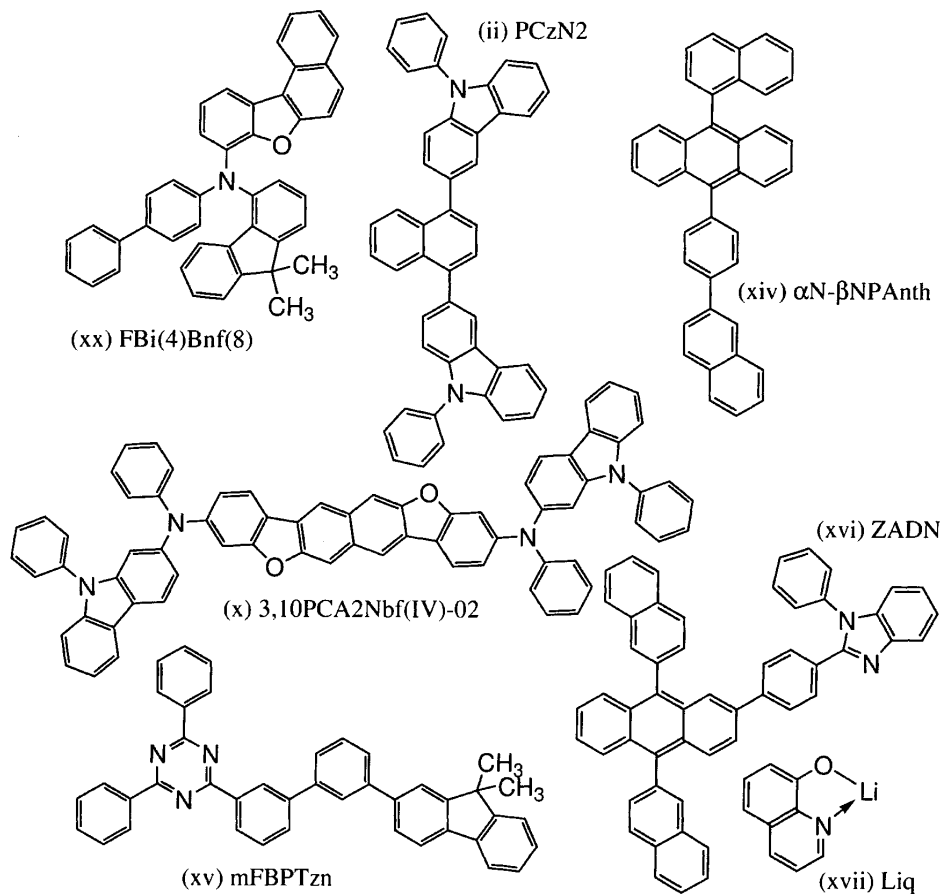
[0666] 또한 전류 밀도 50mA/cm²에서의 구동 시간에 따른 휘도 변화를 나타내는 그래프를 도 84에 나타내었다. 도 84에 나타낸 바와 같이, 발광 디바이스 9 및 비교 발광 디바이스 5는 모두 수명이 양호한 발광 디바이스인 것을 알 수 있다.

[0667] (실시예 14)

[0668] 본 실시예에서는 실시형태에서 설명한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에 대하여 설명한다. 본 실시예에서

사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[화학식 71]



(발광 디바이스 10의 제작 방법)

우선, 유리 기판 위에 산화 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 성막하여 제 1 전극(101)을 형성하였다. 또한 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

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

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

다음으로 제 1 전극(101)이 형성된 면이 아래쪽이 되도록, 제 1 전극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 제 1 전극(101) 위에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여 상기 구조식(xx)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-일)-벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: FBi(4)Bnf(8))과 ALD-MP001Q(Analysis Atelier Corporation, 재료 일련번호: 1S20180314)를 중량비 1:0.1(=FBi(4)Bnf(8):ALD-MP001Q)이 되도록 10nm 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

다음으로 정공 주입층(111) 위에 FBi(4)Bnf(8)을 막 두께 90nm가 되도록 증착한 후, 상기 구조식(ii)으로 나타내어지는 3,3'-(나프탈렌-1,4-다이일)비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCzN2)을 10nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(112)을 형성하였다.

이어서, 상기 구조식(xiv)으로 나타내어지는 9-(1-나프틸)-10-[4-(2-나프틸)페닐]안트라센(약칭: αN-βNPAnth)과, 상기 구조식(x)으로 나타내어지는 3,10-비스[N-(9-페닐-9H-카바졸-2-일)-N-페닐아미노]나프토[2,3-b;6,7-b']비스벤조퓨란(약칭: 3,10PCA2Nbf(IV)-02)을 중량비 1:0.015(=αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02)가 되도록 25nm 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

그 후, 발광층(113) 위에 상기 구조식(xv)으로 나타내어지는 2-[3'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-1,1'-바이

페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: mFBPTzn)을 10nm 형성하고, 상기 구조식(xvi)으로 나타내어지는 2-{4-[9,10-다이(나프탈렌-2-일)-2-안트릴]페닐}-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: ZADN)과 상기 구조식(xvii)으로 나타내어지는 8-퀴놀리놀레이토 리튬(약칭: Liq)을 중량비 1:1, 막 두께 15nm가 되도록 공증착함으로써, 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0679] 전자 수송층(114)을 형성한 후, Liq를 1nm가 되도록 증착하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 알루미늄을 막 두께 200nm가 되도록 증착하여 제 2 전극(102)을 형성함으로써, 본 실시예의 발광 디바이스 10을 제작하였다.

[0680] 발광 디바이스 10의 소자 구조를 이하의 표에 정리하였다.

[0681] [표 15]

	정공 주입층	정공 수송층		발광층	전자 수송층	
		1	2		1	2
		10nm	90nm		10nm	15nm
발광 디바이스 10	FBI(4)Bnf(8): ALD-MP001Q (1:0.1)	FBI(4)Bnf(8)	PCzN2	aN-βNPAnth: 3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015)	mFBPTzn	ZADN :Liq (1:1)

[0682] 상기 발광 디바이스를, 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 발광 디바이스가 대기에 노출되지 않도록 유리 기판으로 밀봉하는 작업(실재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리, 80℃에서 1시간의 열처리)을 수행한 후, 초기 특성에 대하여 측정을 수행하였다.

[0684] 발광 디바이스 10의 휘도-전류 밀도 특성을 도 85에, 전류 효율-휘도 특성을 도 86에, 휘도-전압 특성을 도 87에, 전류-전압 특성을 도 88에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 89에, 발광 스펙트럼을 도 90에 나타내었다. 또한 발광 디바이스 10의 1000cd/m² 부근에서의 주요한 특성을 이하에 나타낸다.

[0685] [표 16]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율(%)
발광 디바이스 10	5.2	0.36	9.0	0.14	0.12	10.6	10.8

[0686] 도 85 내지 도 90에서, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스인 발광 디바이스 10은 발광 효율이 양호한 EL 디바이스인 것을 알 수 있다.

부호의 설명

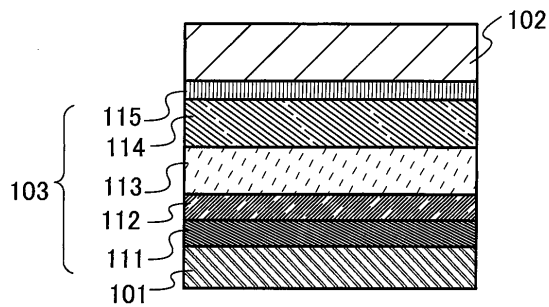
[0688] 101: 제 1 전극, 102: 제 2 전극, 103: EL층, 111: 정공 주입층, 112: 정공 수송층, 113: 발광층, 114: 전자 수송층, 115: 전자 주입층, 116: 전하 발생층, 117: P형층, 118: 전자 릴레이층, 119: 전자 주입 버퍼층, 400: 기판, 401: 제 1 전극, 403: EL층, 404: 제 2 전극, 405: 실재, 406: 실재, 407: 밀봉 기판, 412: 패드, 420: IC칩, 501: 양극, 502: 음극, 511: 제 1 발광 유닛, 512: 제 2 발광 유닛, 513: 전하 발생층, 601: 구동 회로부(소스선 구동 회로), 602: 화소부, 603: 구동 회로부(게이트선 구동 회로), 604: 밀봉 기판, 605: 실재, 607: 공간, 608: 배선, 609: FPC(flexible printed circuit), 610: 소자 기판, 611: 스위칭용 FET, 612: 전류 제어용 FET, 613: 제 1 전극, 614: 절연물, 616: EL층, 617: 제 2 전극, 618: 발광 디바이스, 951: 기판, 952: 전극, 953: 절연층, 954: 격벽층, 955: EL층, 956: 전극, 1001: 기판, 1002: 하지 절연막, 1003: 게이트 절연막, 1006: 게이트 전극, 1007: 게이트 전극, 1008: 게이트 전극, 1020: 제 1 층간 절연막, 1021: 제 2 층간 절연막, 1022: 전극, 1024W: 제 1 전극, 1024R: 제 1 전극, 1024G: 제 1 전극, 1024B: 제 1 전극, 1025: 격벽, 1028: EL층, 1029: 제 2 전극, 1031: 밀봉 기판, 1032: 실재, 1033: 투명한 기재, 1034R: 적색 착색층, 1034G: 녹색 착색층, 1034B: 청색 착색층, 1035: 블랙 매트릭스, 1036: 오버코트층, 1037: 제 3 층간 절연막, 1040: 화소부, 1041: 구동 회로부, 1042: 주변부, 2001: 하우징, 2002: 광원, 2100: 로봇, 2110: 연산 장치, 2101: 조도 센서, 2102: 마이크로폰, 2103: 상부 카메라, 2104: 스피커, 2105: 디스플레이, 2106: 하부 카메라, 2107: 장애물 센서, 2108: 이동 기구, 3001: 조명 장치, 5000: 하우징, 5001: 표시부, 5002: 표시부, 5003: 스피커, 5004: LED 램프, 5005: 조작 키, 5006: 접촉 단자, 5007: 센서, 5008: 마이크로폰, 5012: 지지부, 5013: 이어폰, 5100: 로봇 청소기, 5101: 디스플레이, 5102: 카메라, 5103: 브러시, 5104: 조작 버튼, 5150: 휴대 정

보 단말기, 5151: 하우징, 5152: 표시 영역, 5153: 굴곡부, 5120: 먼지, 5200: 표시 영역, 5201: 표시 영역, 5202: 표시 영역, 5203: 표시 영역, 7101: 하우징, 7103: 표시부, 7105: 스탠드, 7107: 표시부, 7109: 조작 키, 7110: 리모트 컨트롤러, 7201: 본체, 7202: 하우징, 7203: 표시부, 7204: 키보드, 7205: 외부 접속 포트, 7206: 포인팅 디바이스, 7210: 제 2 표시부, 7401: 하우징, 7402: 표시부, 7403: 조작 버튼, 7404: 외부 접속 포트, 7405: 스피커, 7406: 마이크로폰, 7400: 휴대 전화기, 9310: 휴대 정보 단말기, 9311: 표시 패널, 9313: 힌지, 9315: 하우징

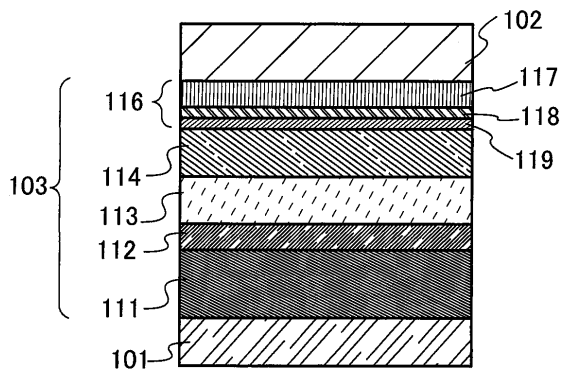
도면

도면1

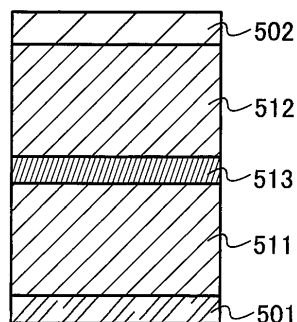
(A)



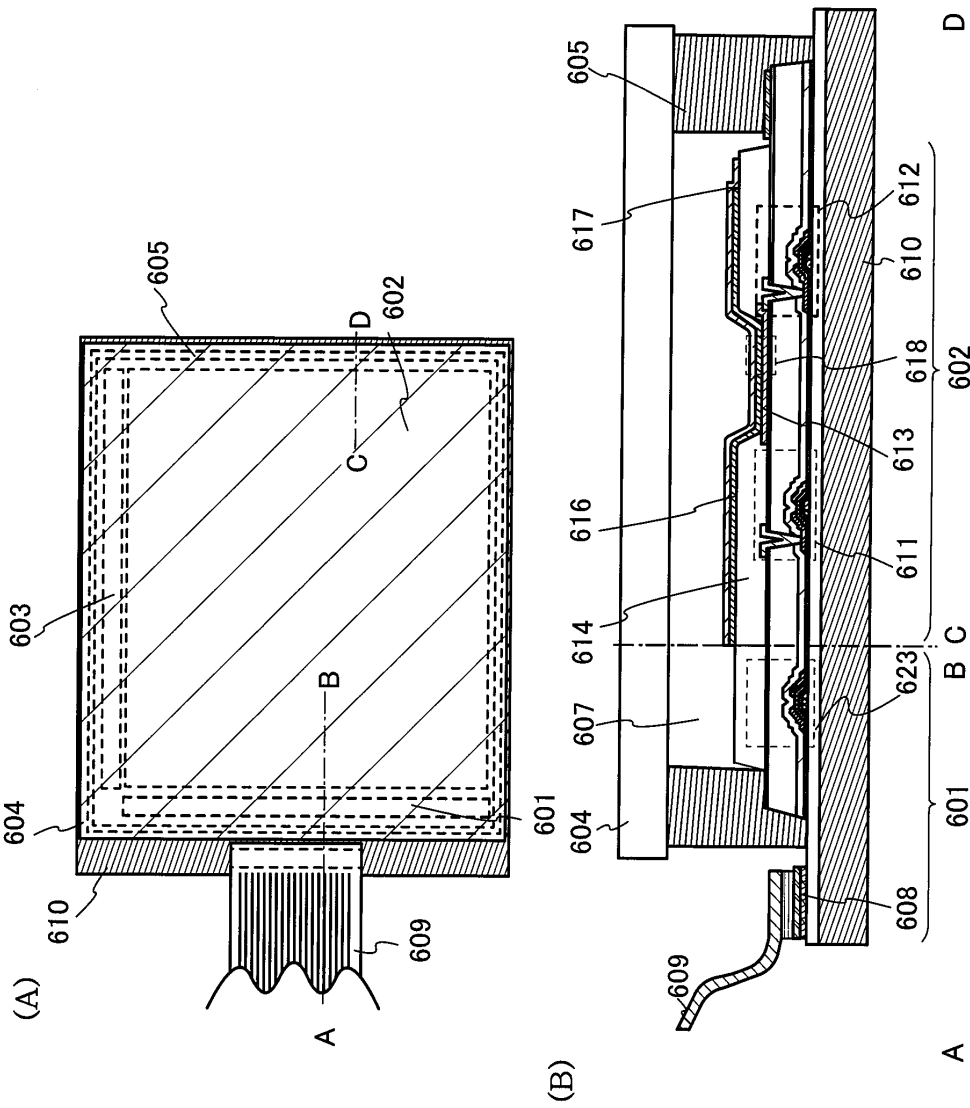
(B)



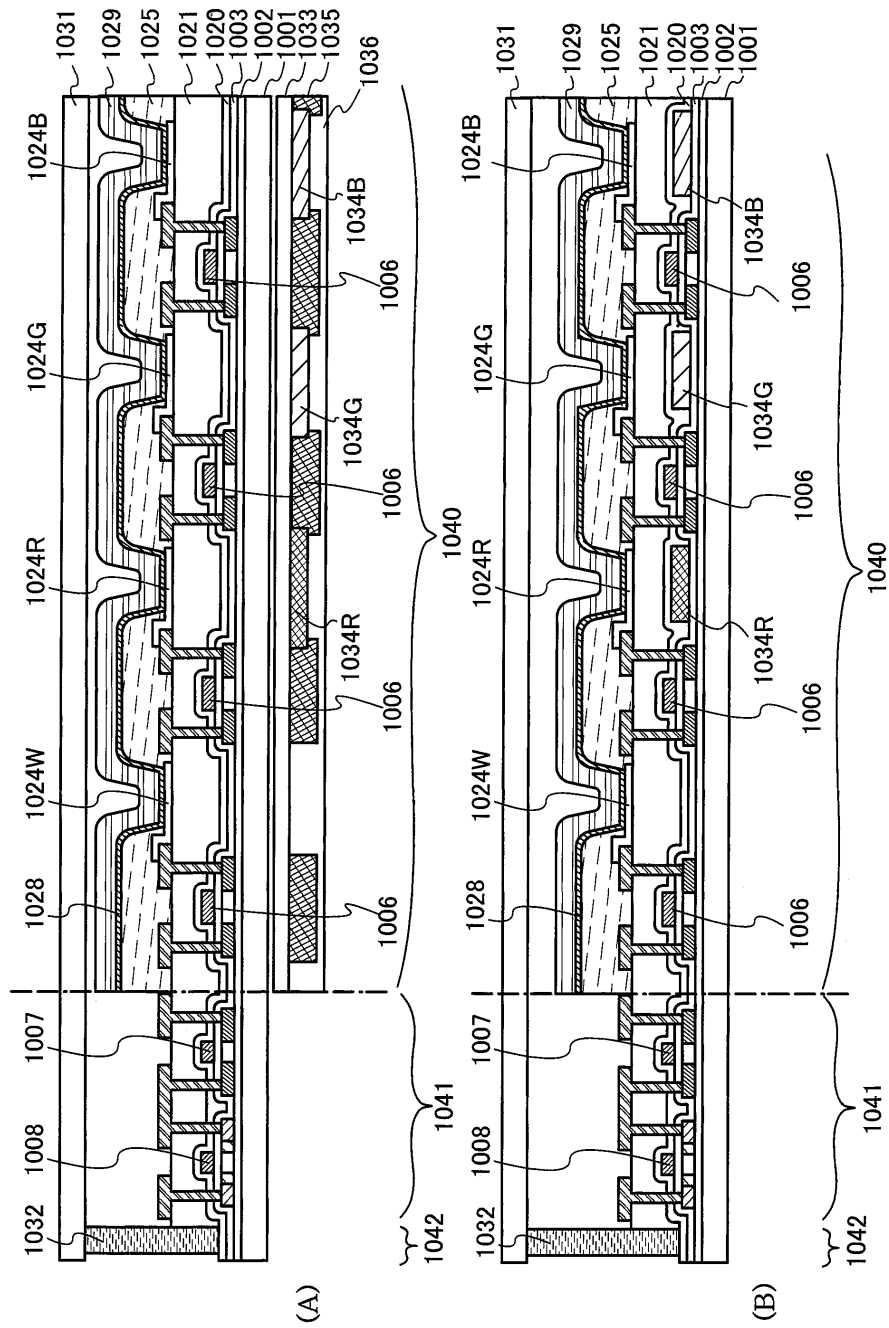
(C)



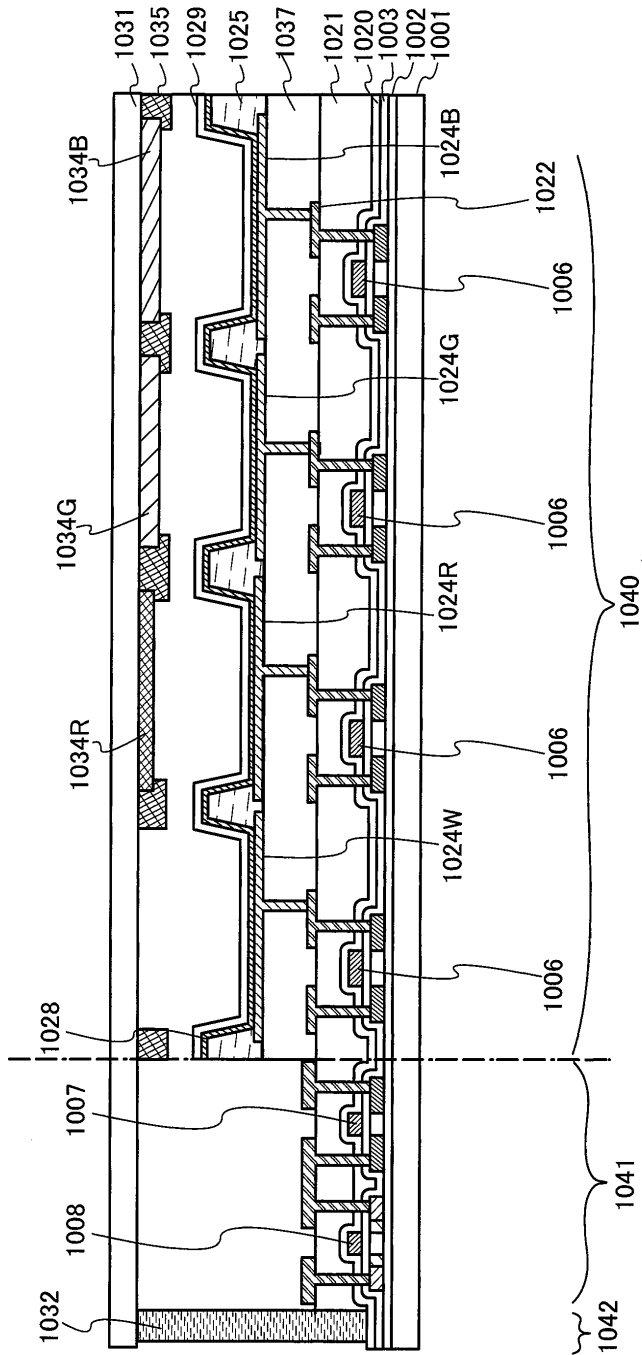
도면2



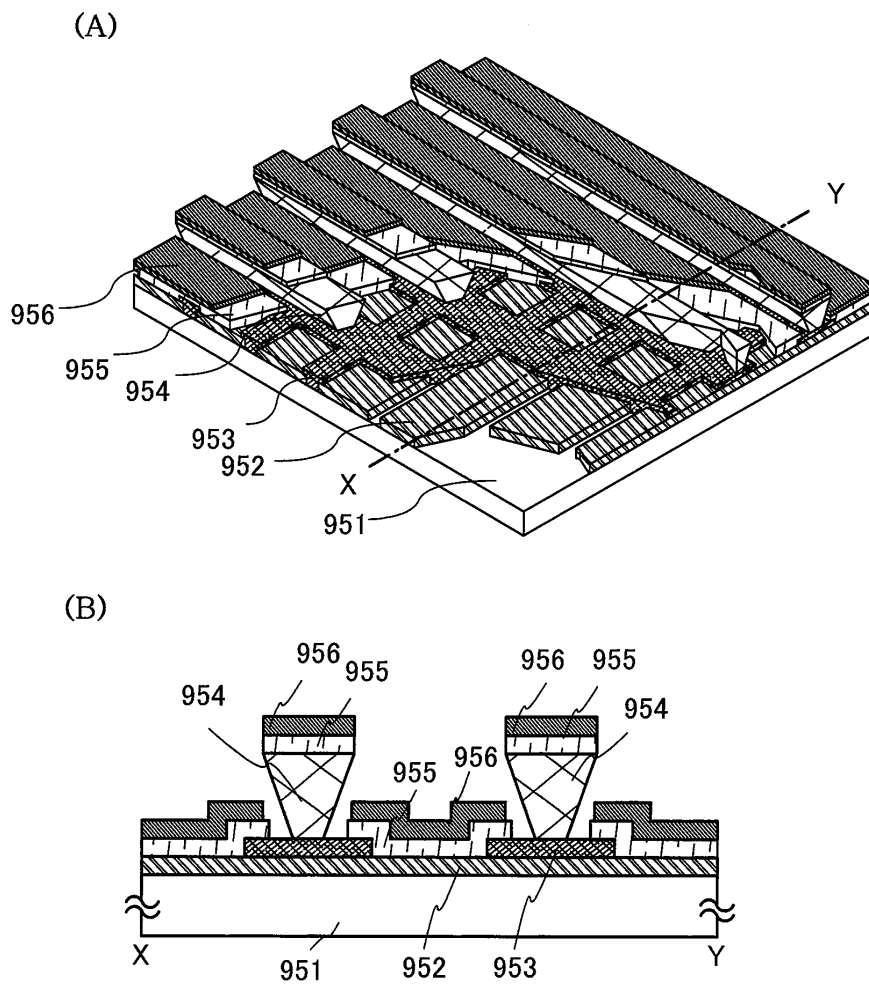
도면3



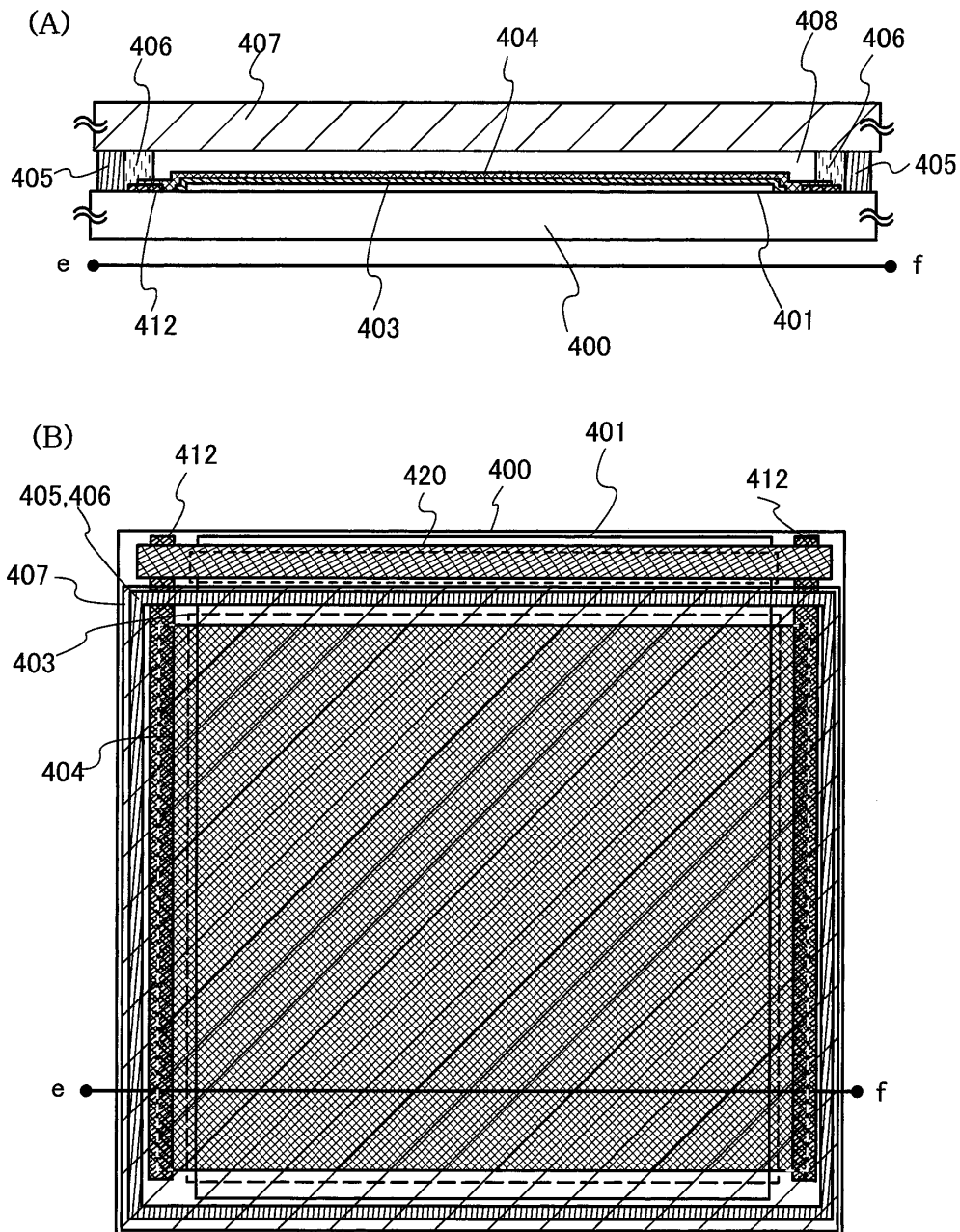
도면4



도면5

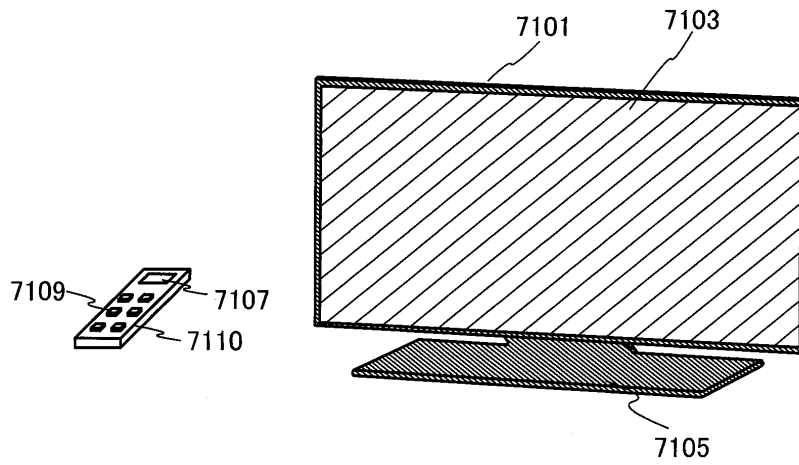


도면6

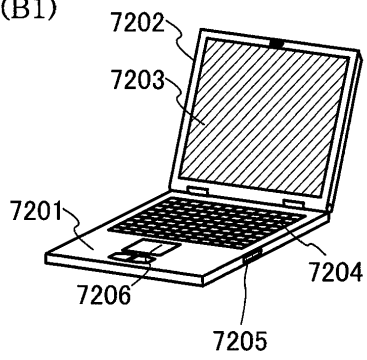


도면7

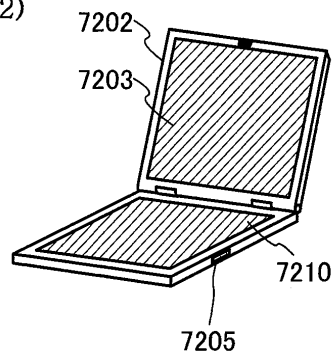
(A)



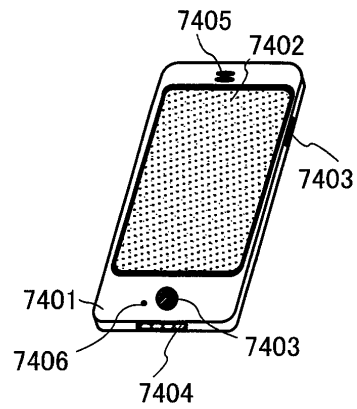
(B1)



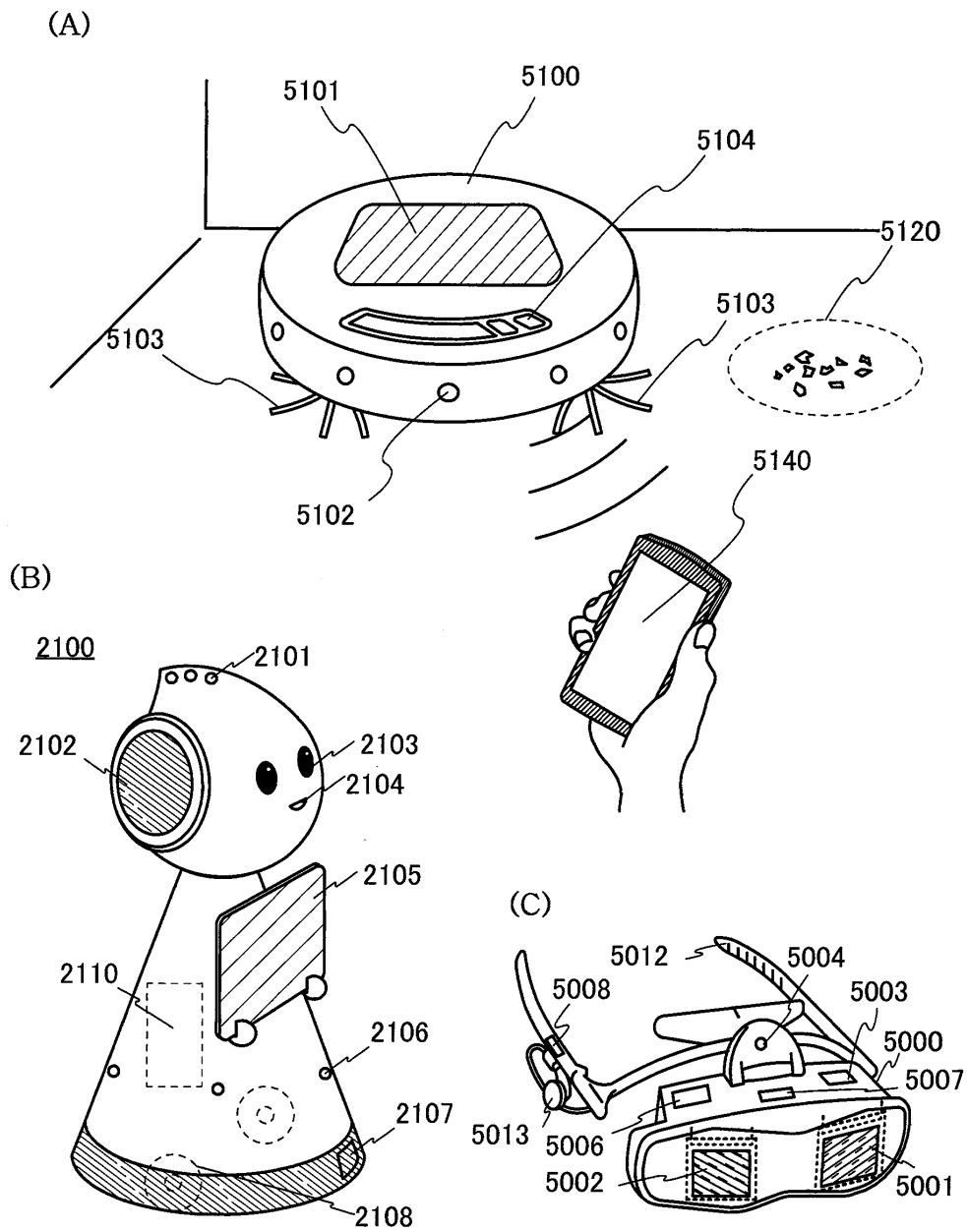
(B2)



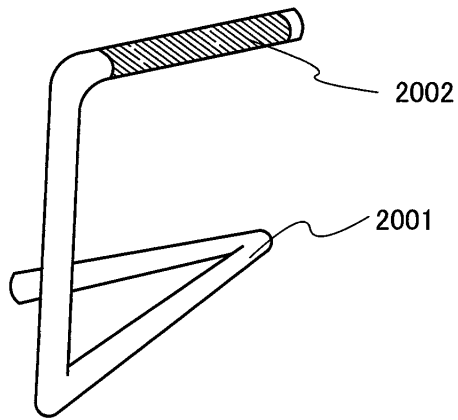
(C)



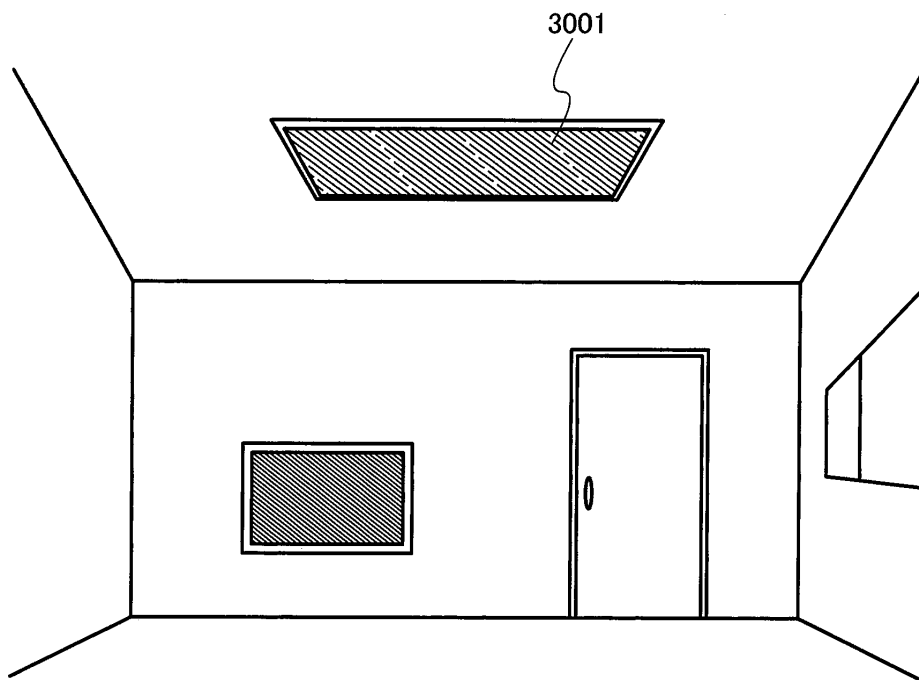
도면8



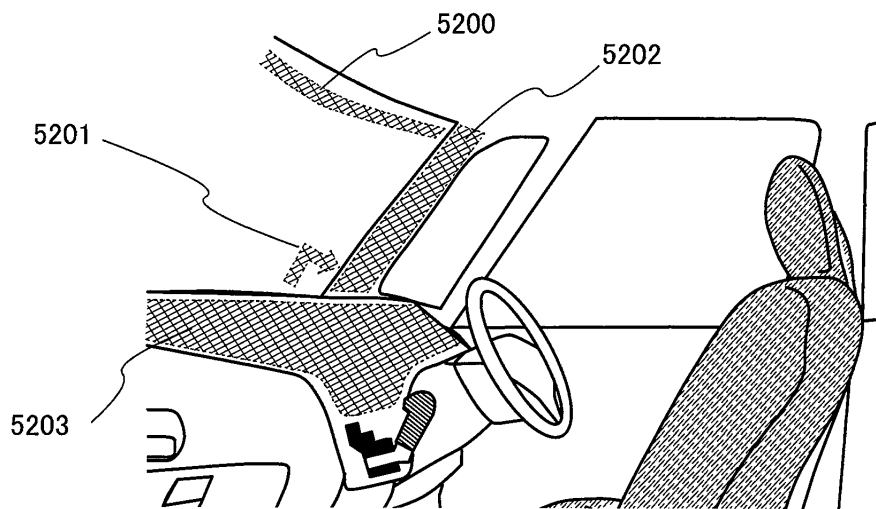
도면9



도면10

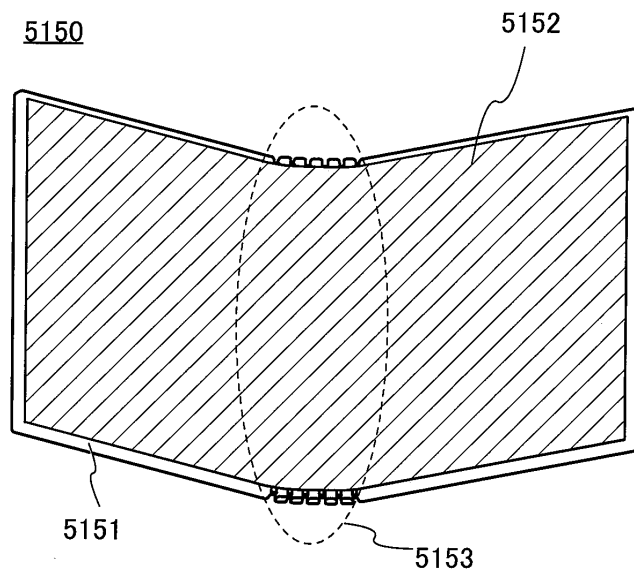


도면11

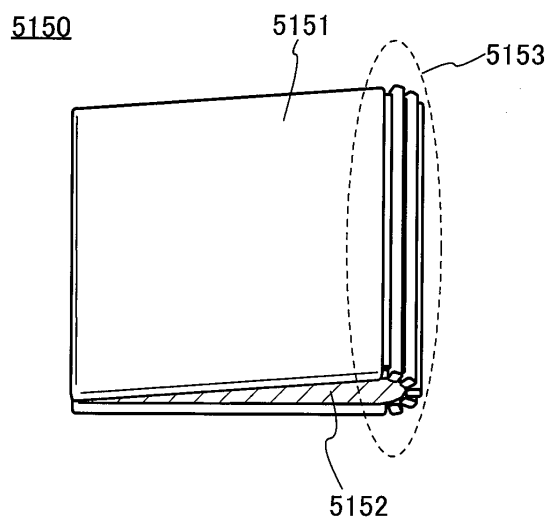


도면12

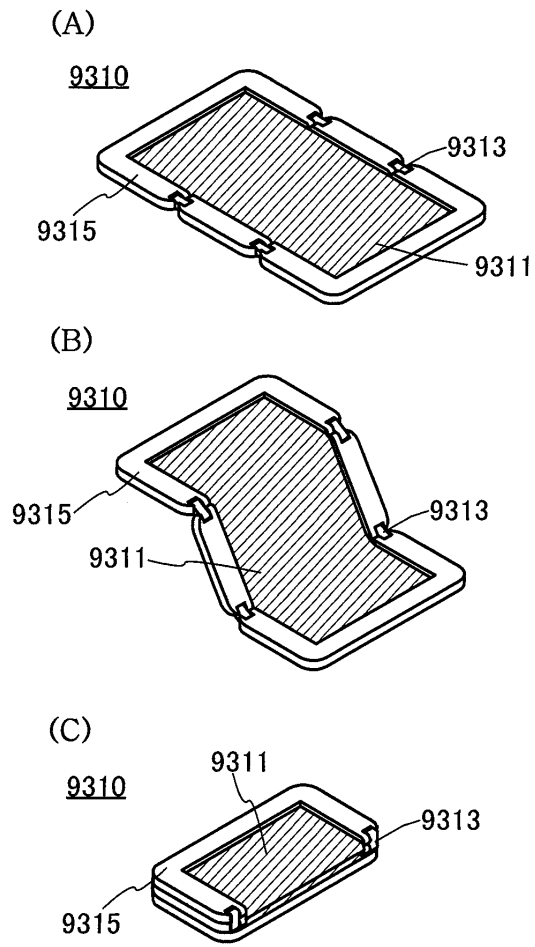
(A)



(B)

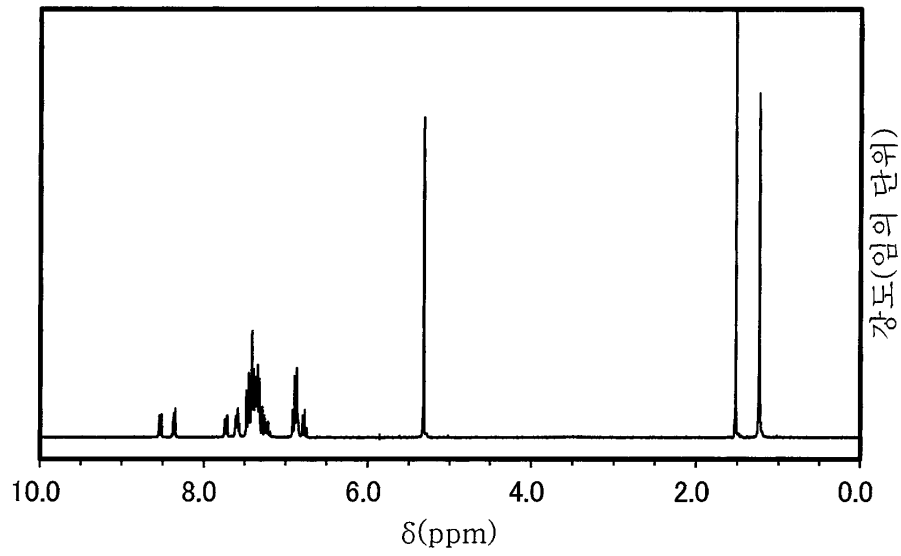


도면13

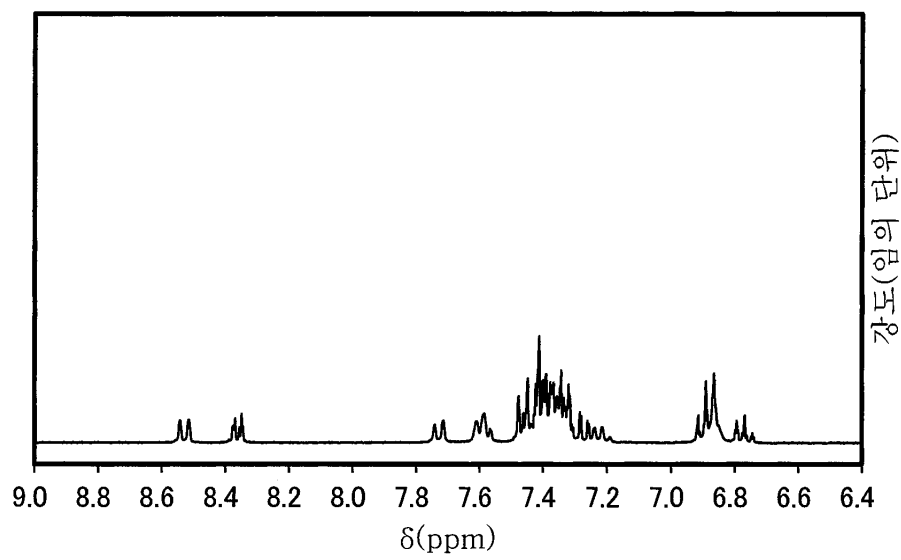


도면14

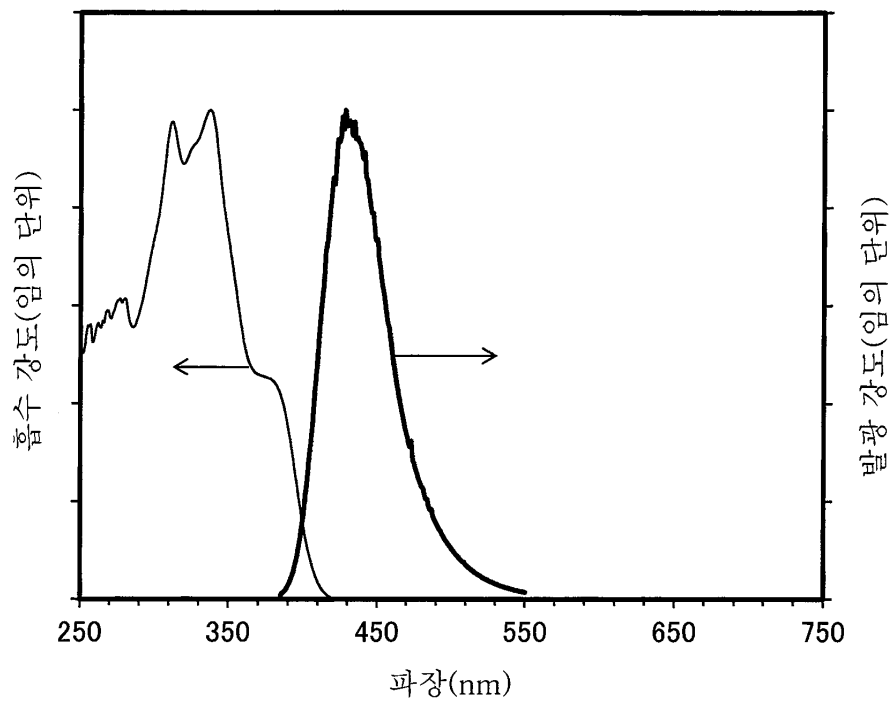
(A)



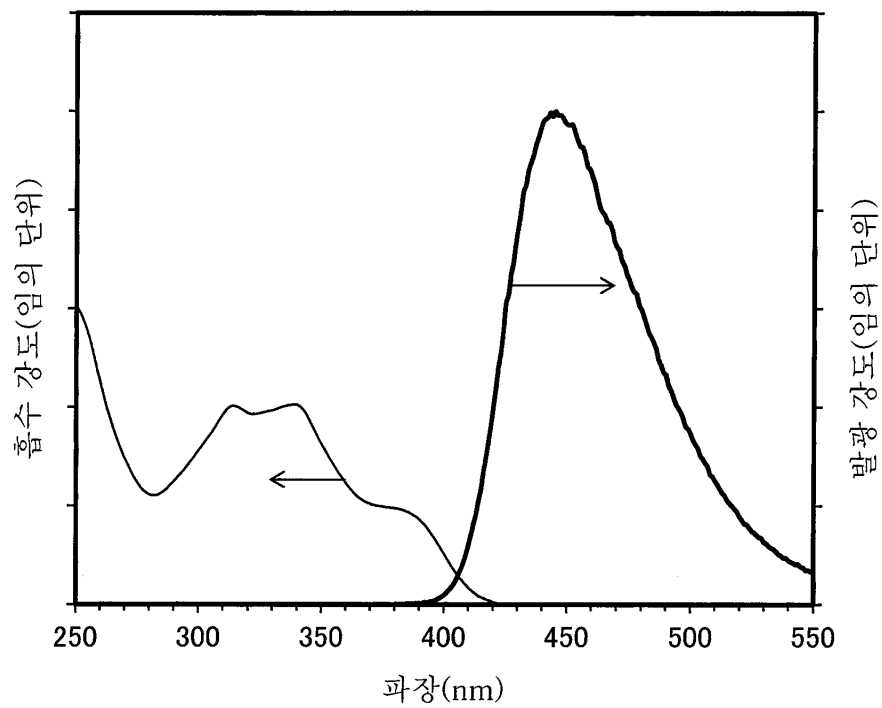
(B)



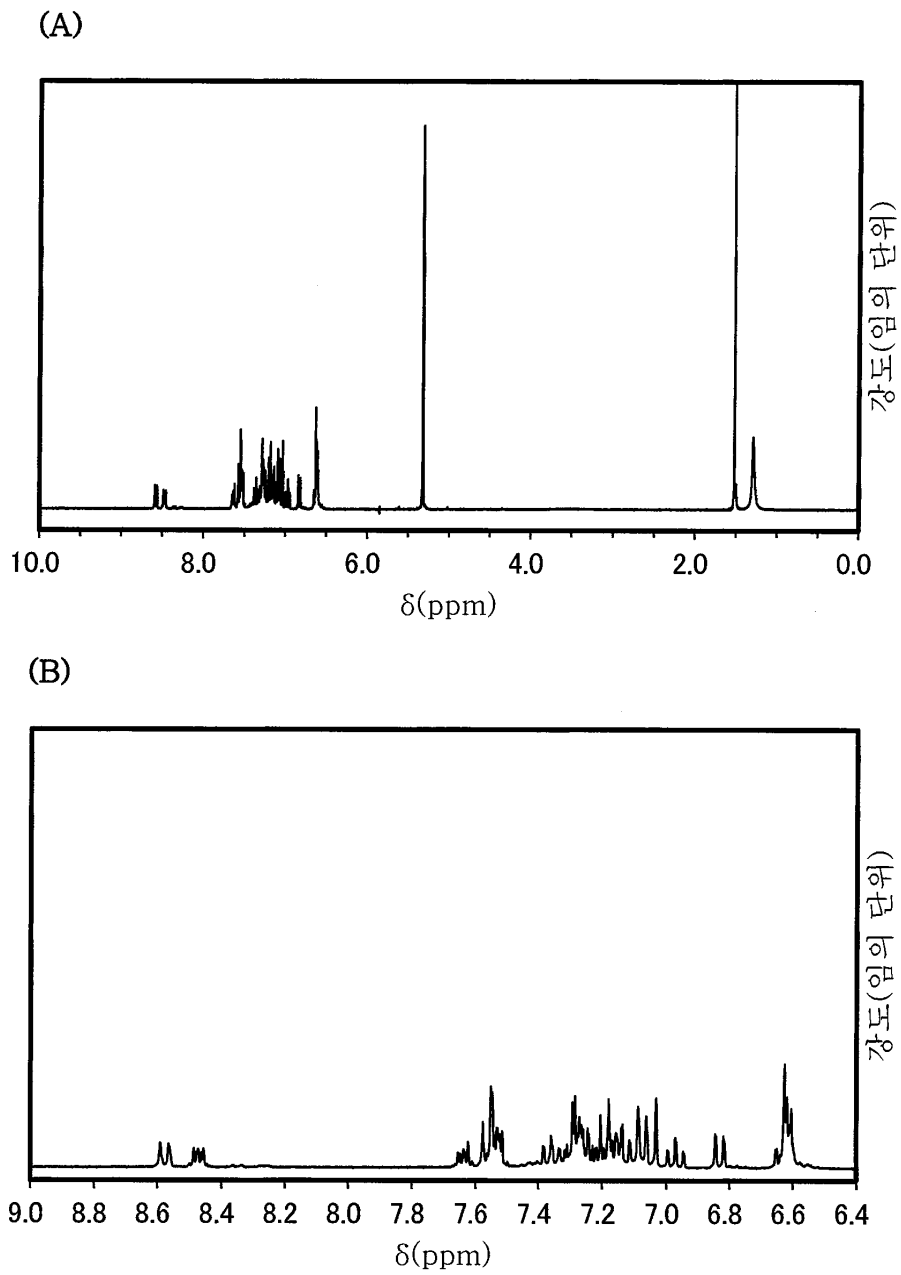
도면15



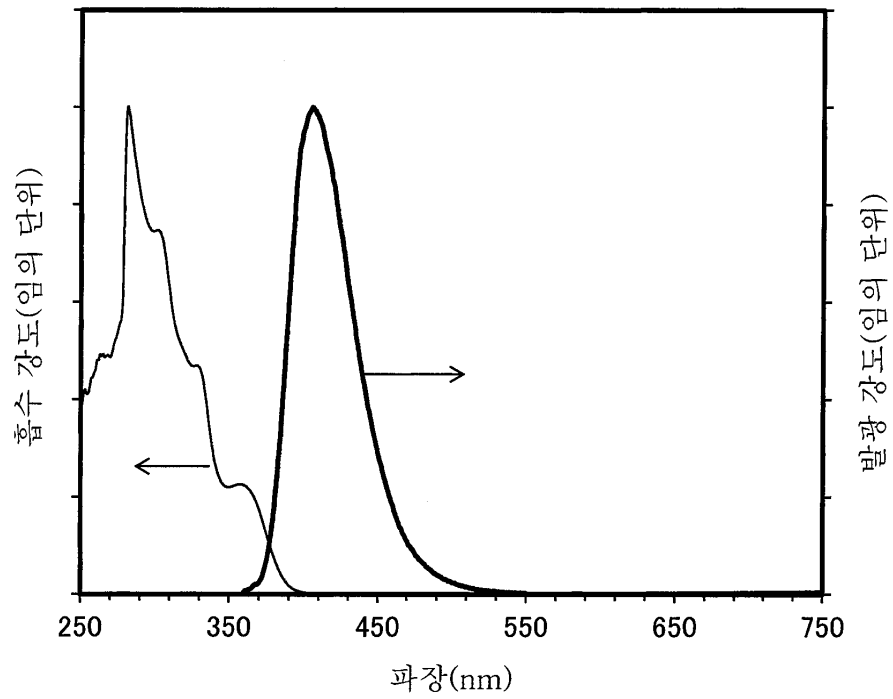
도면16



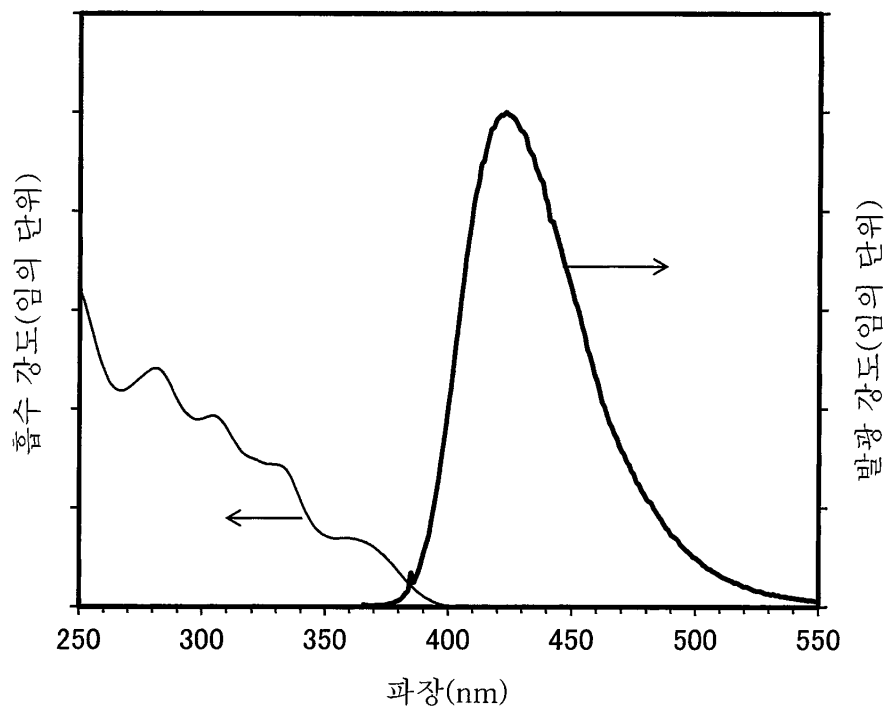
도면17



도면18

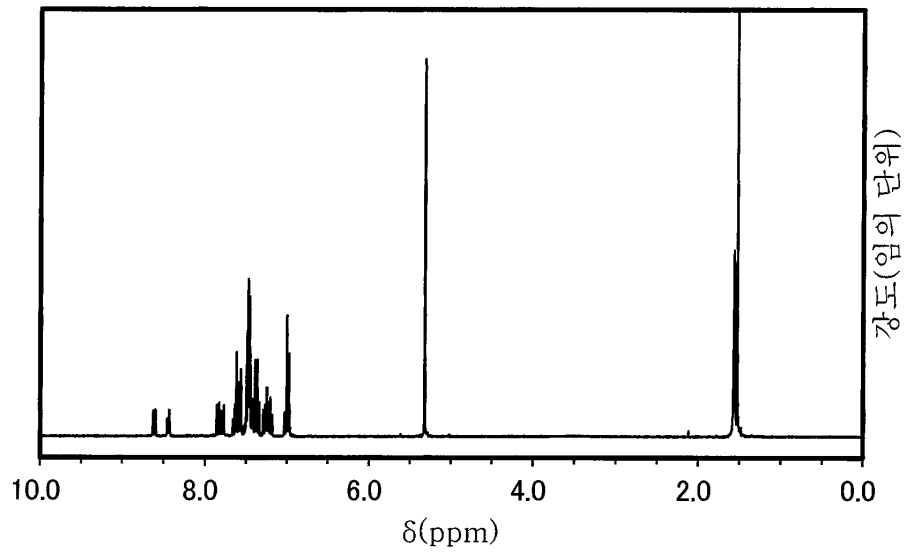


도면19

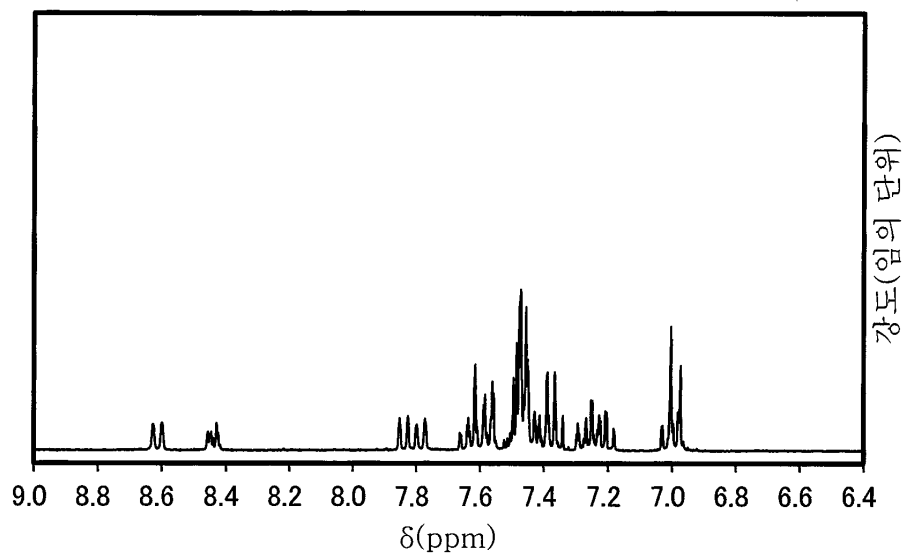


도면20

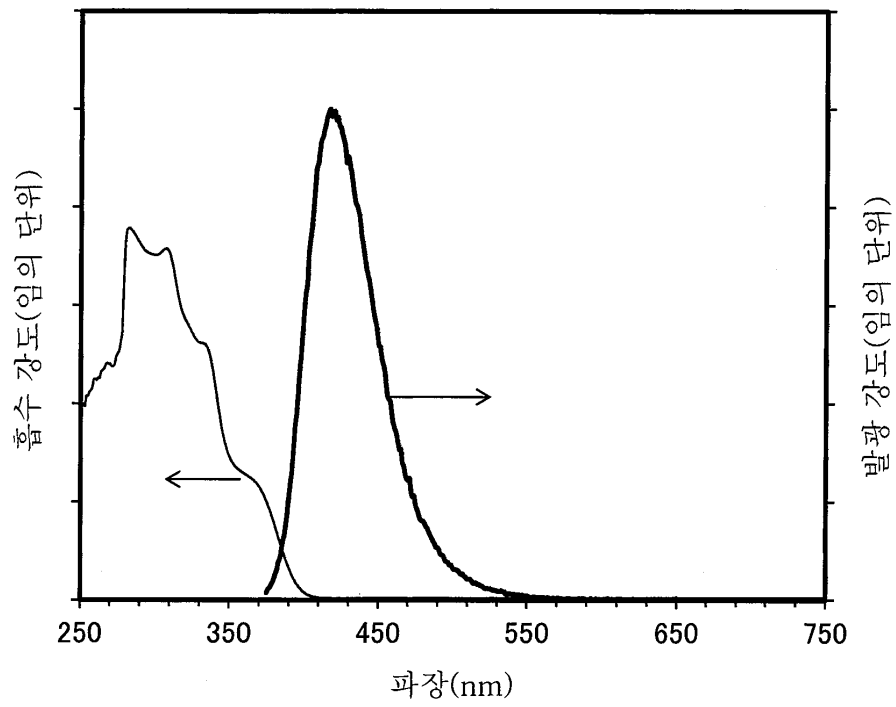
(A)



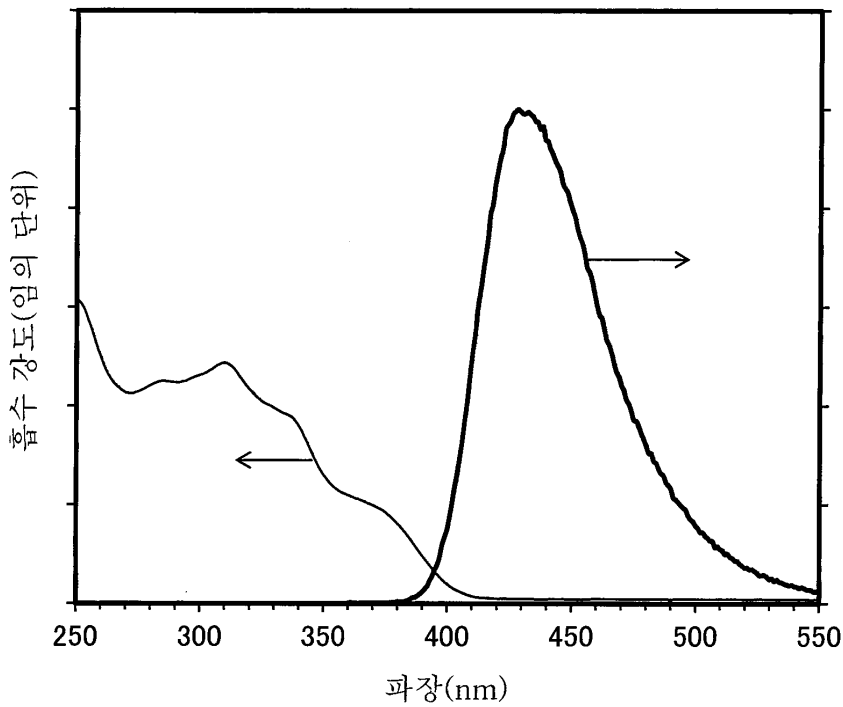
(B)



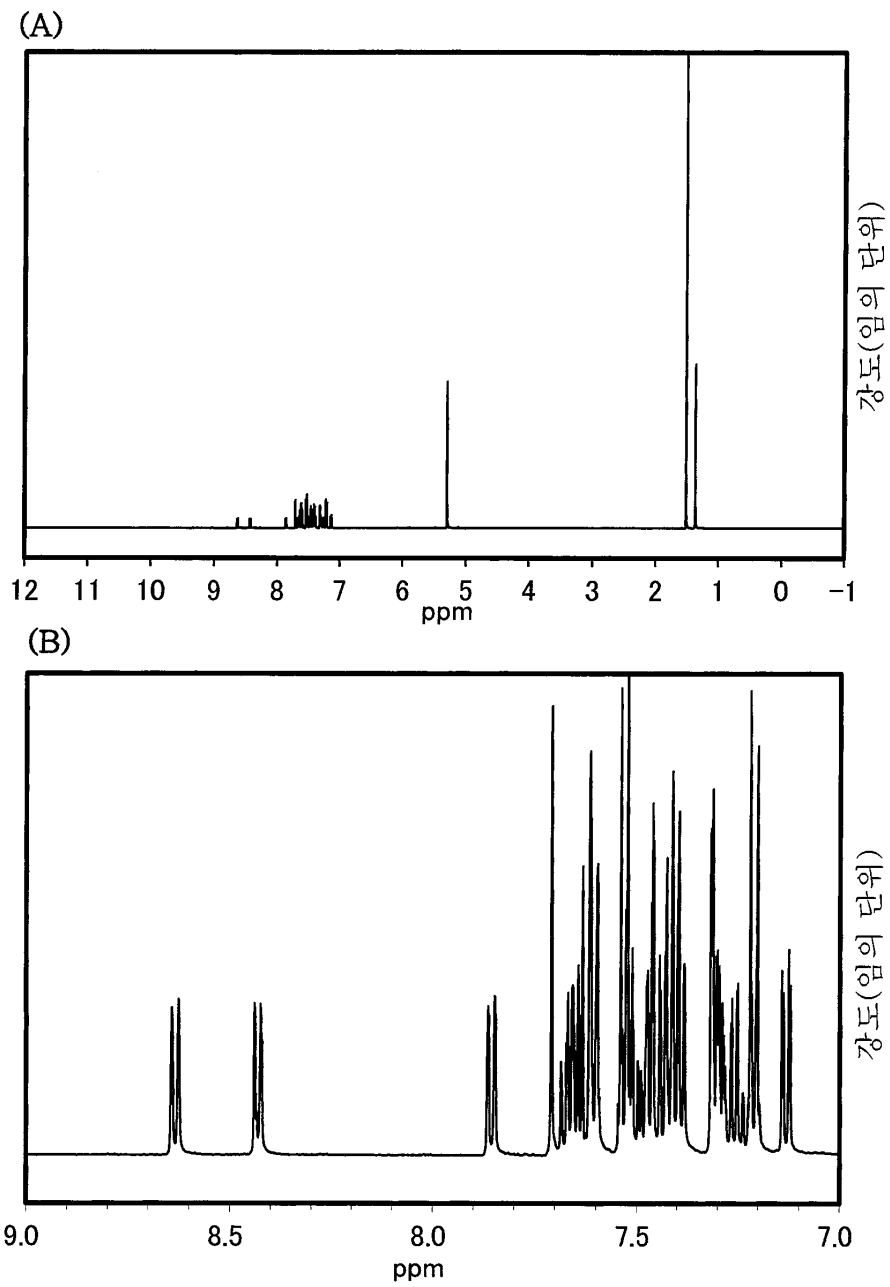
도면21



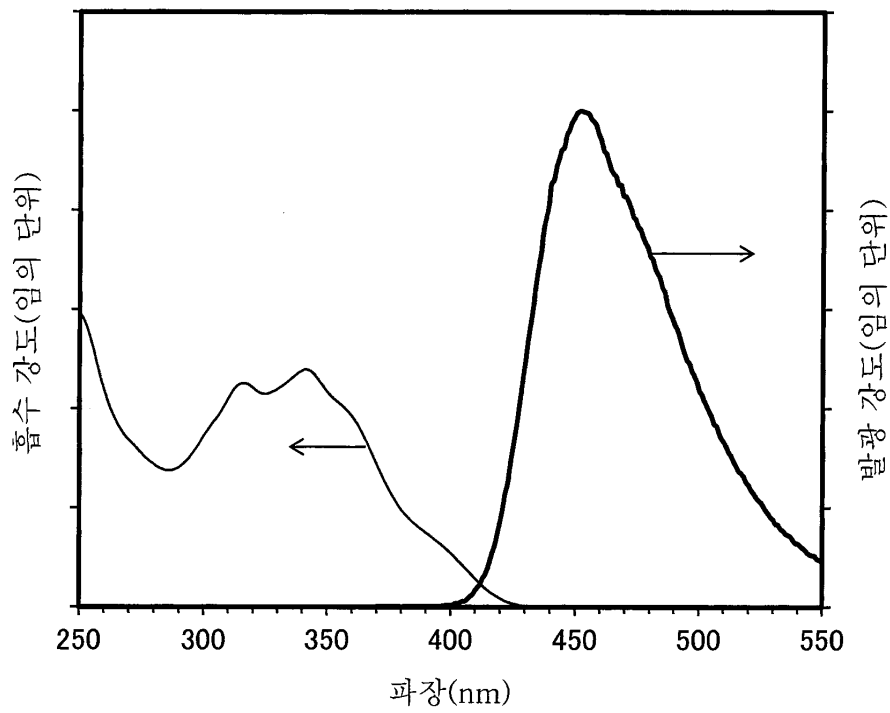
도면22



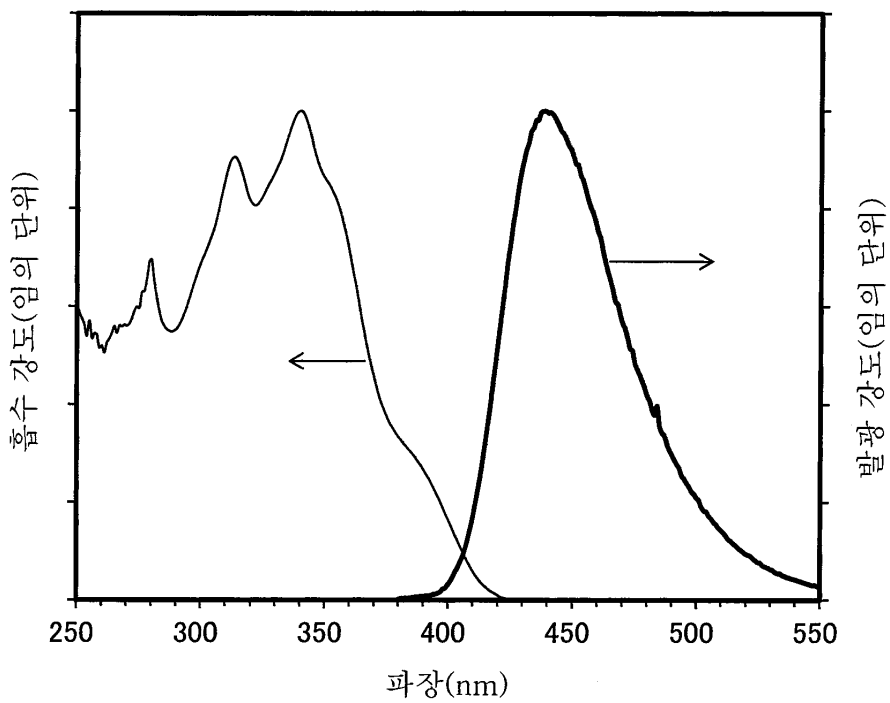
도면23



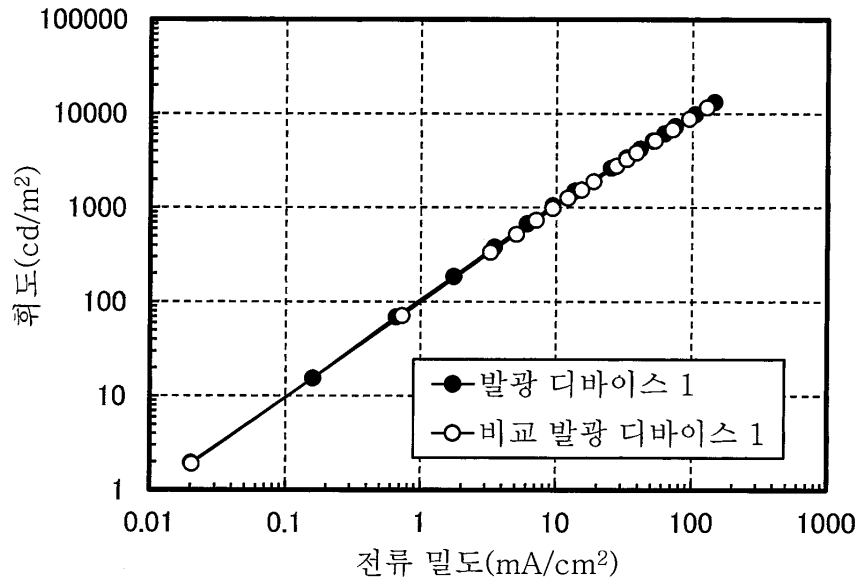
도면24



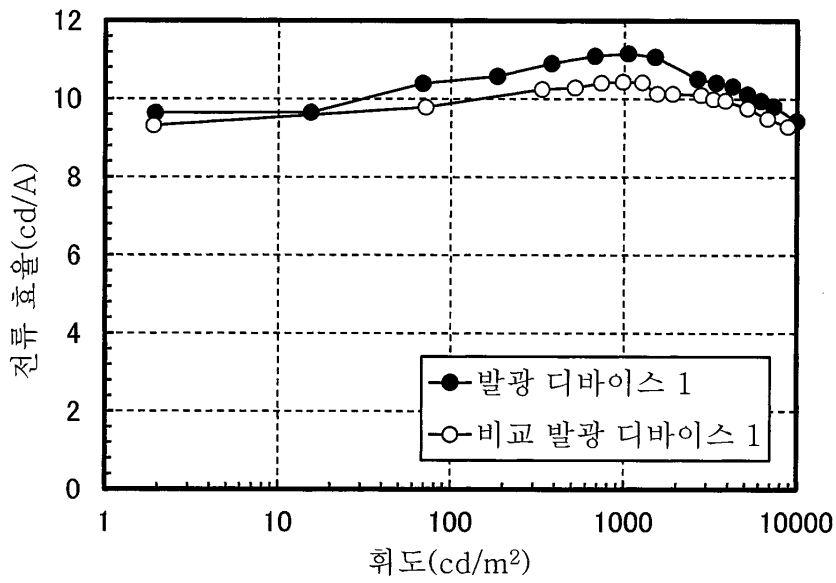
도면25



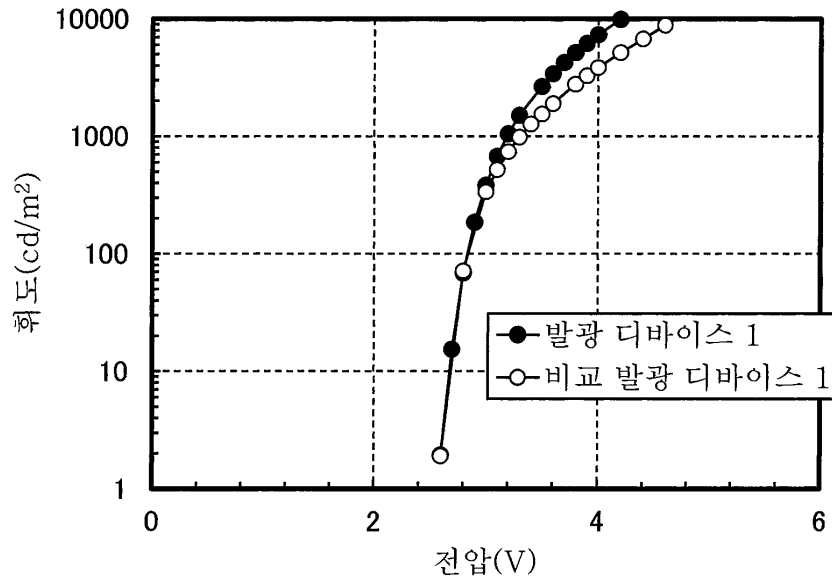
도면26



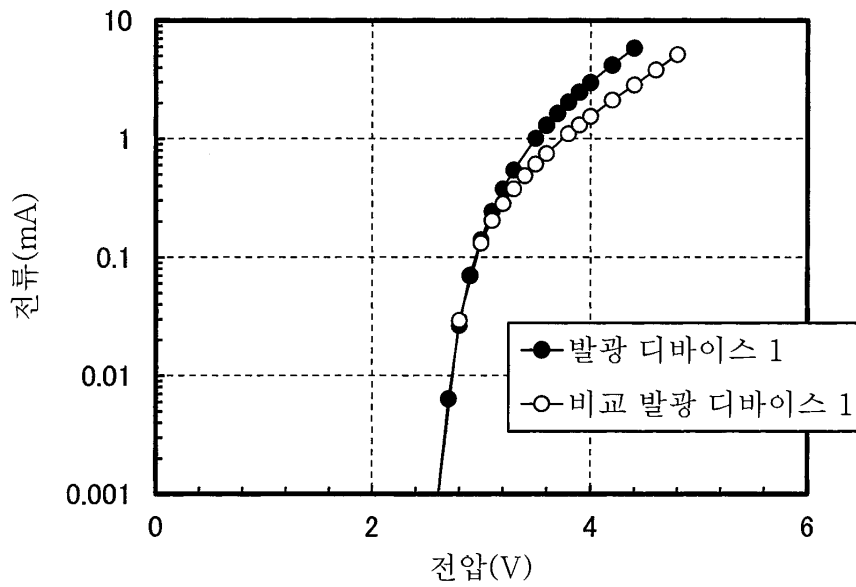
도면27



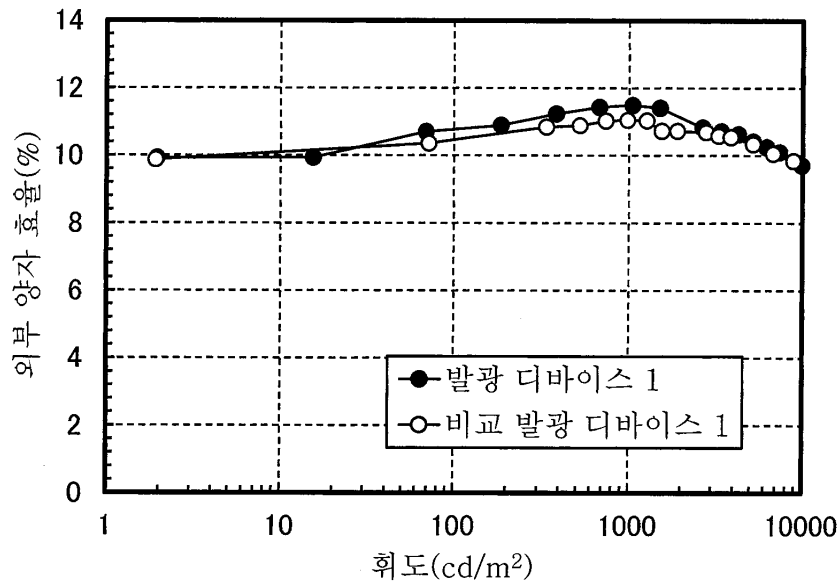
도면28



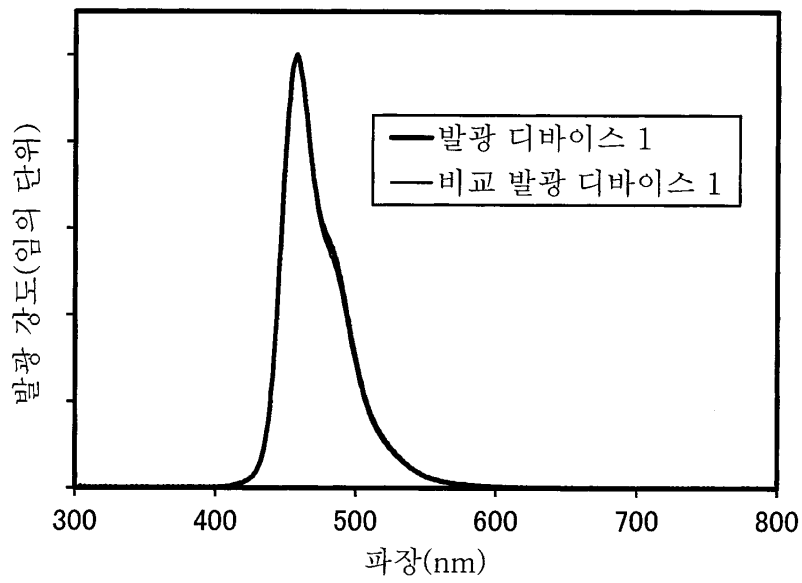
도면29



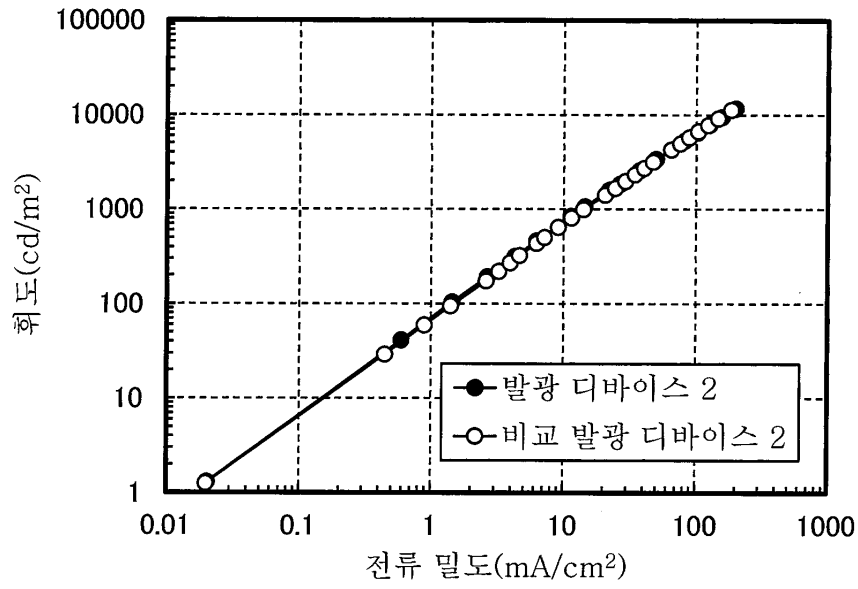
도면30



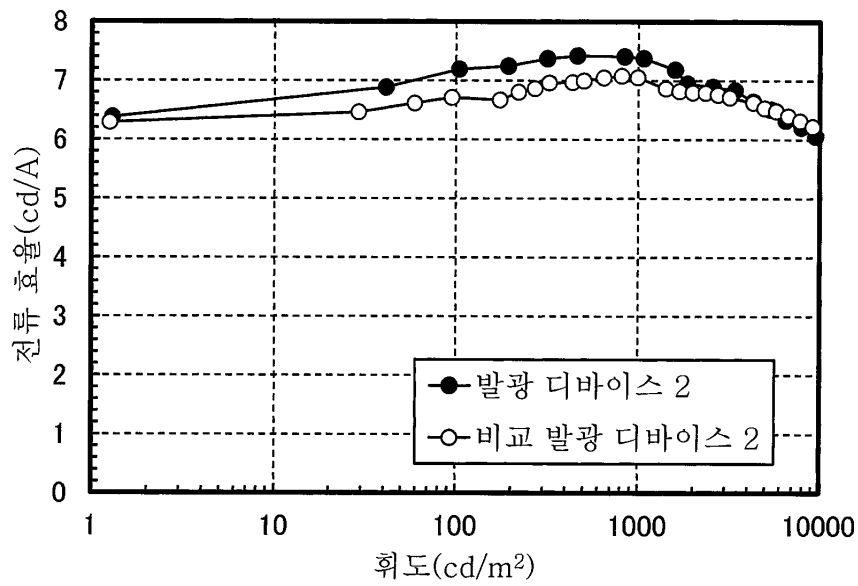
도면31



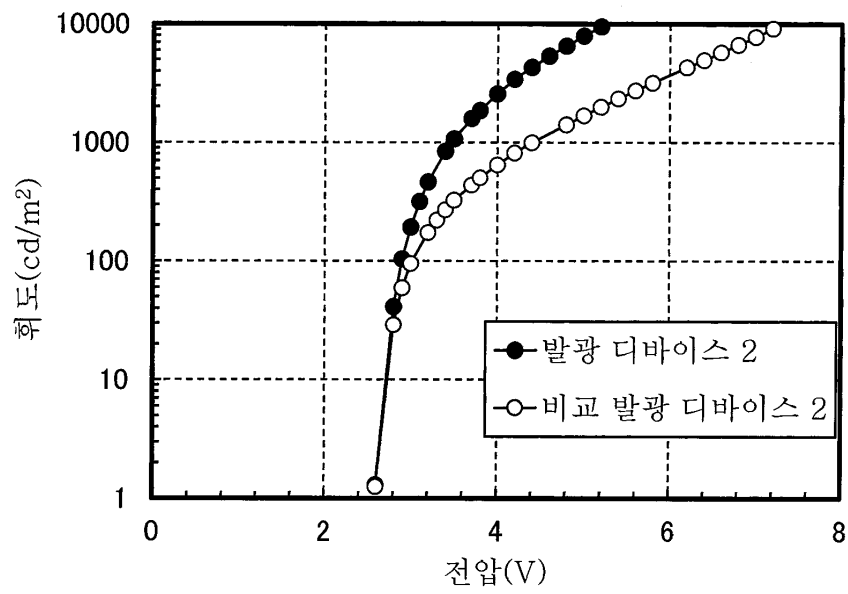
도면32



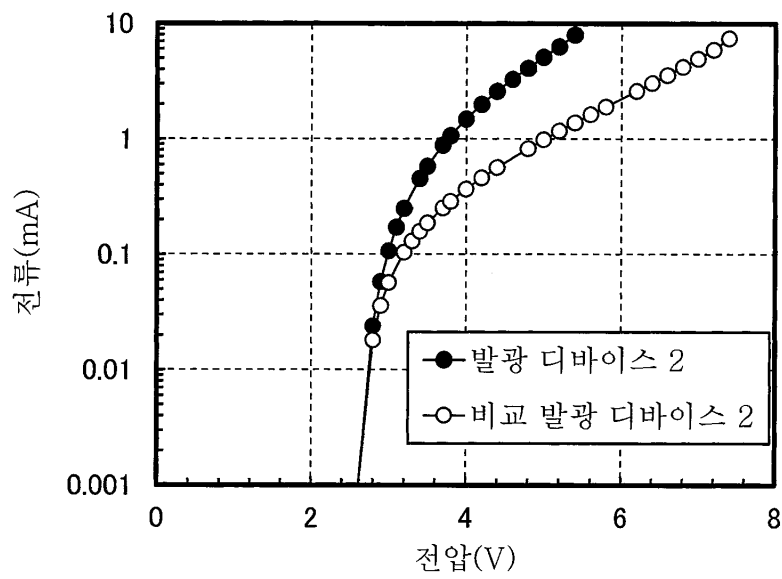
도면33



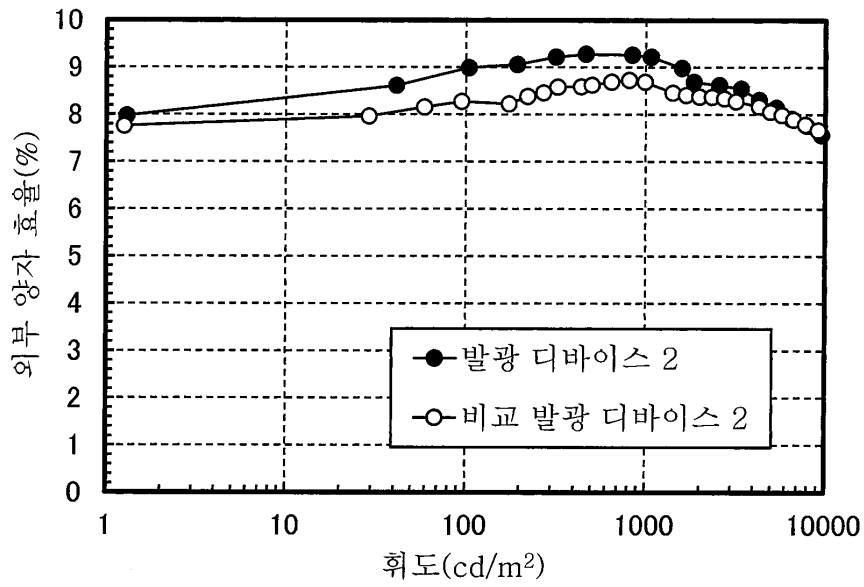
도면34



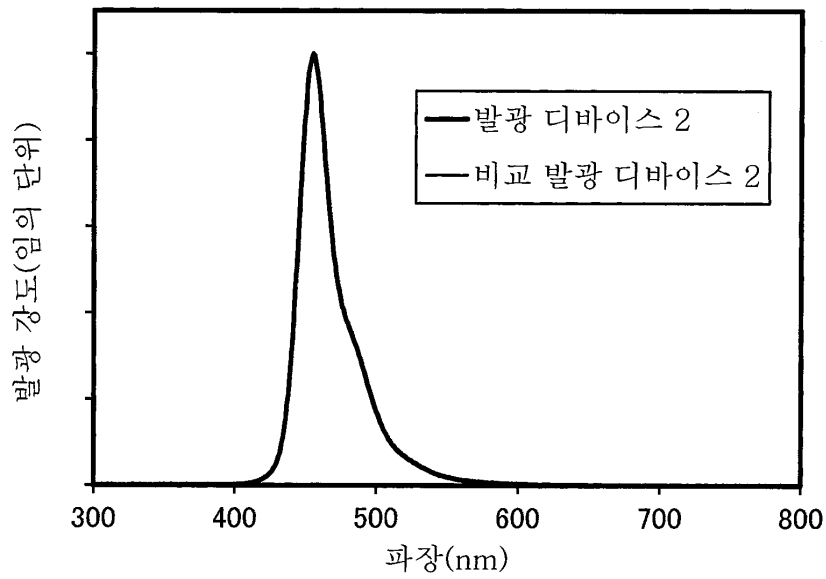
도면35



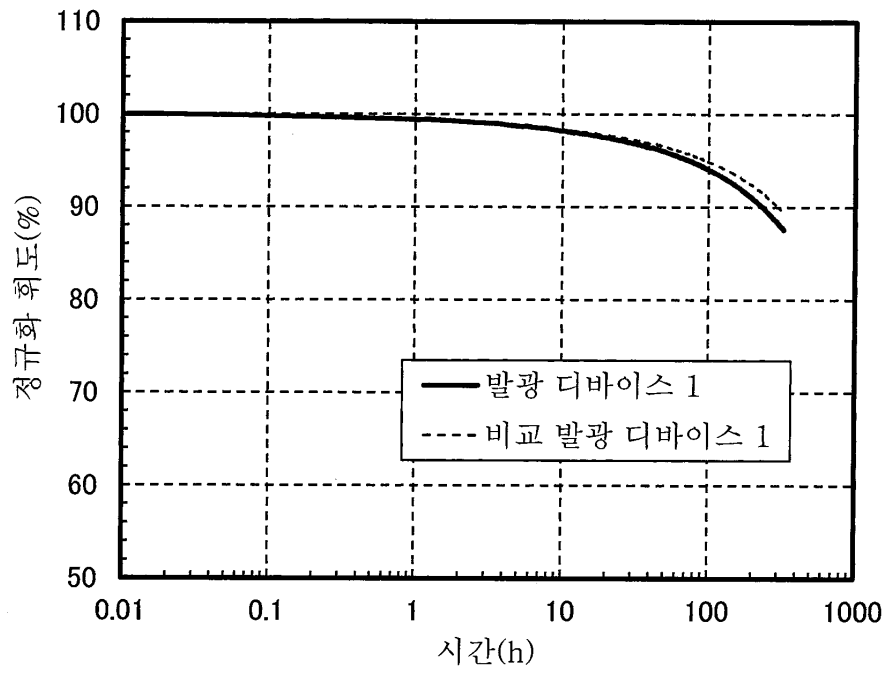
도면36



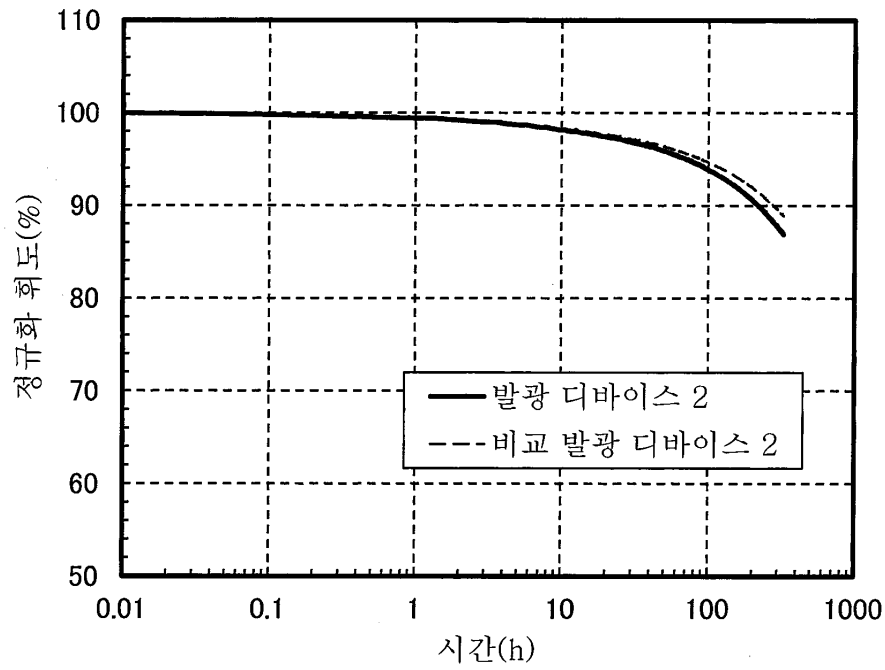
도면37



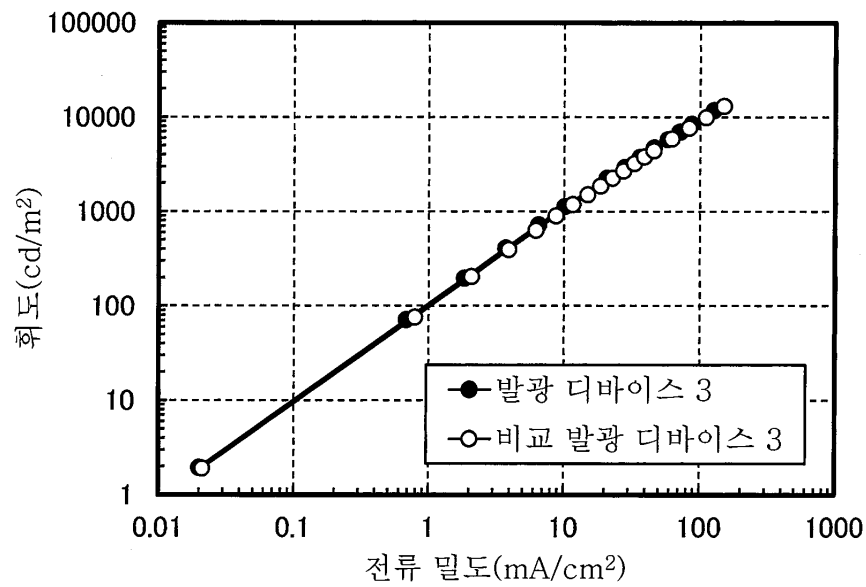
도면38



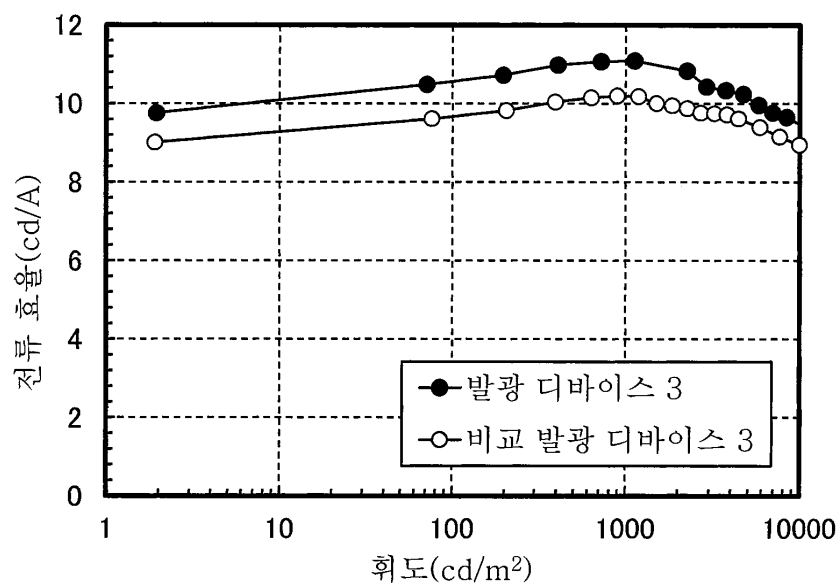
도면39



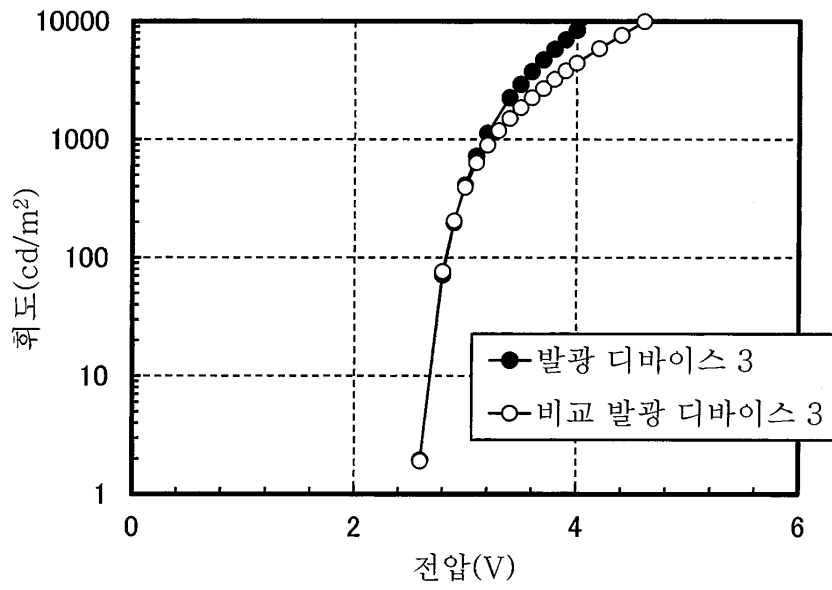
도면40



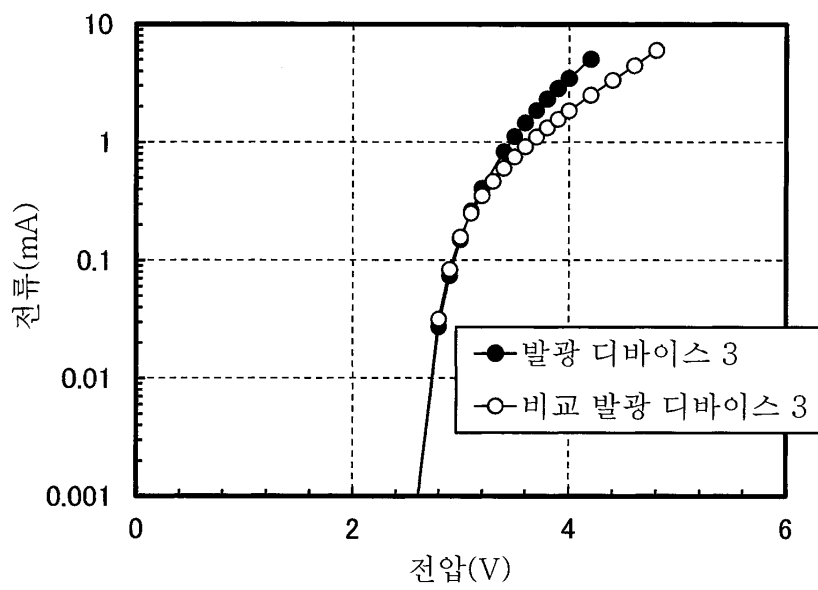
도면41



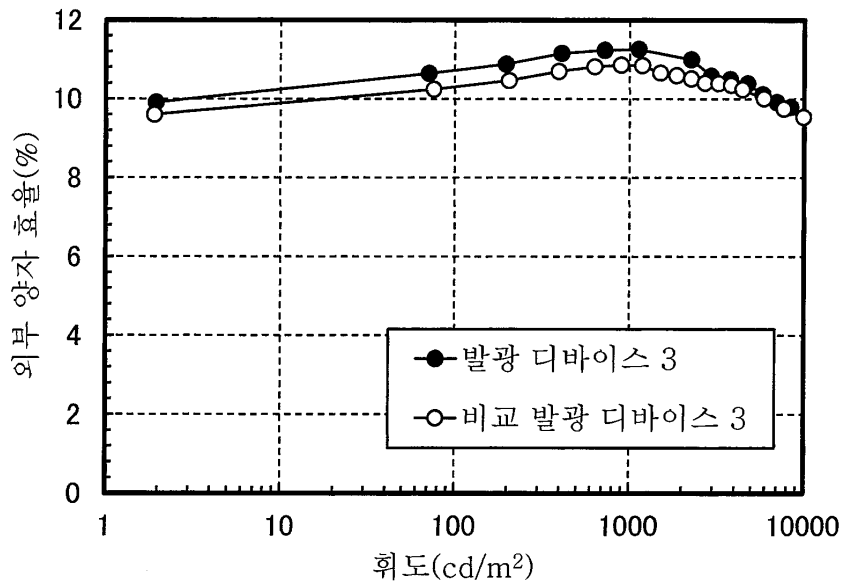
도면42



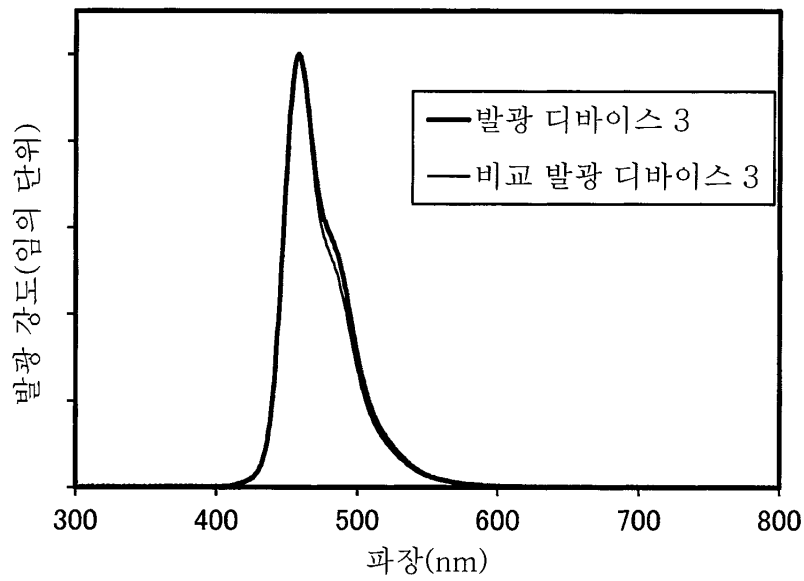
도면43



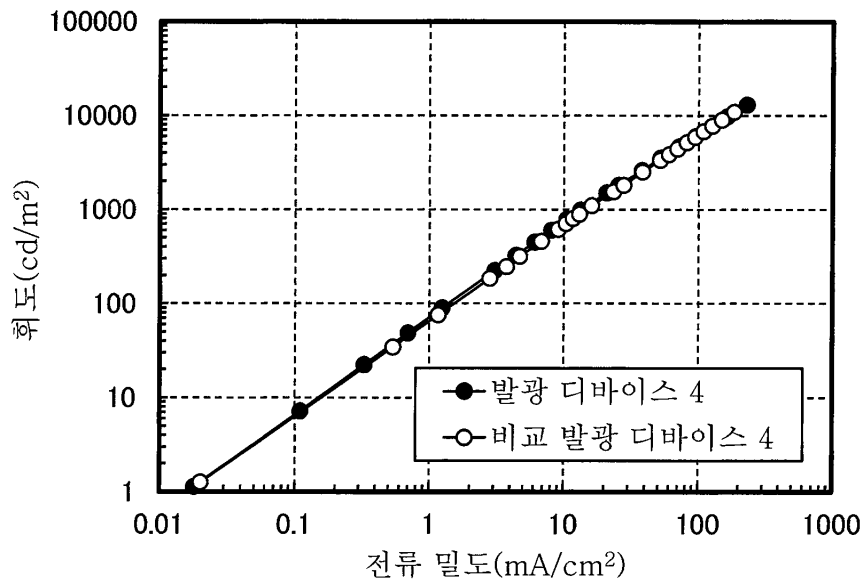
도면44



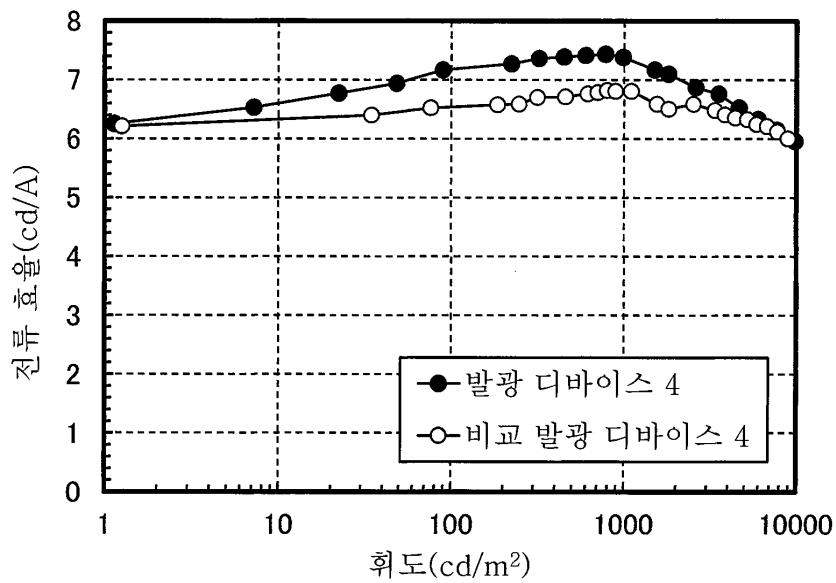
도면45



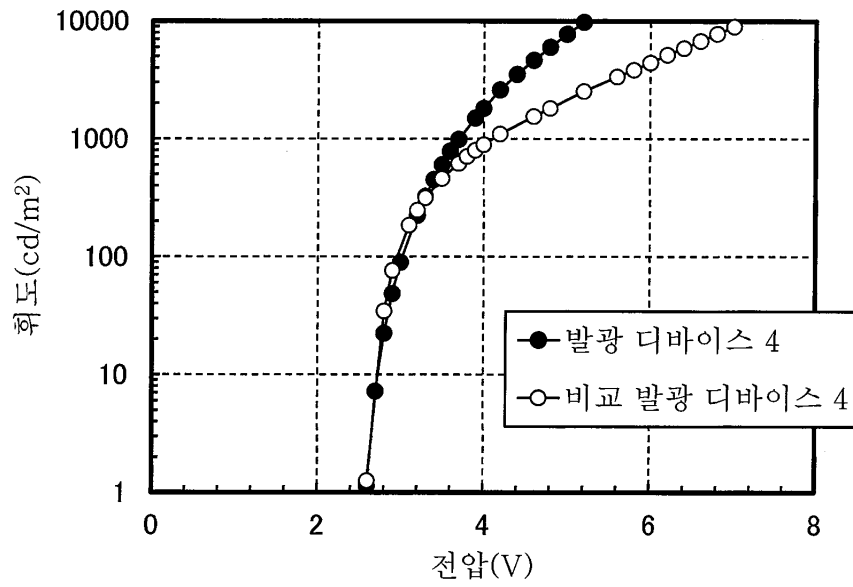
도면46



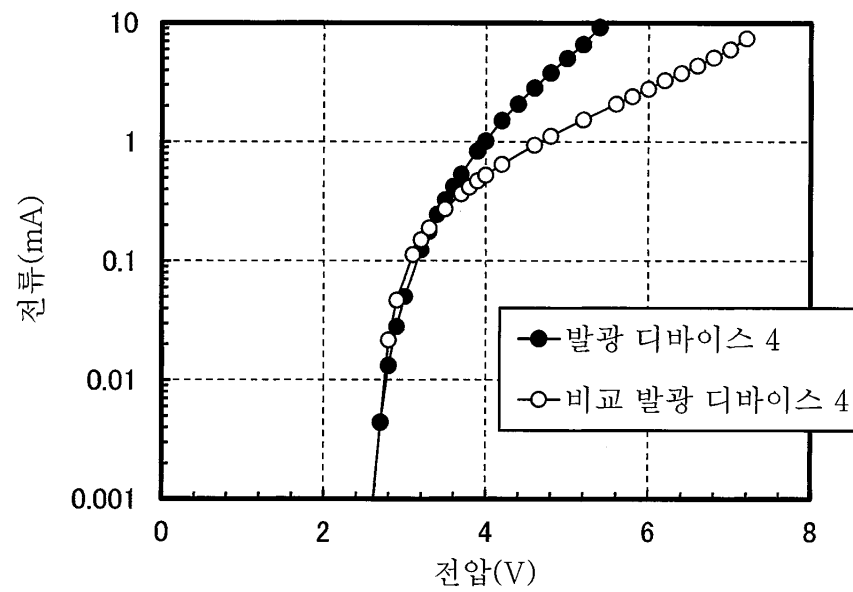
도면47



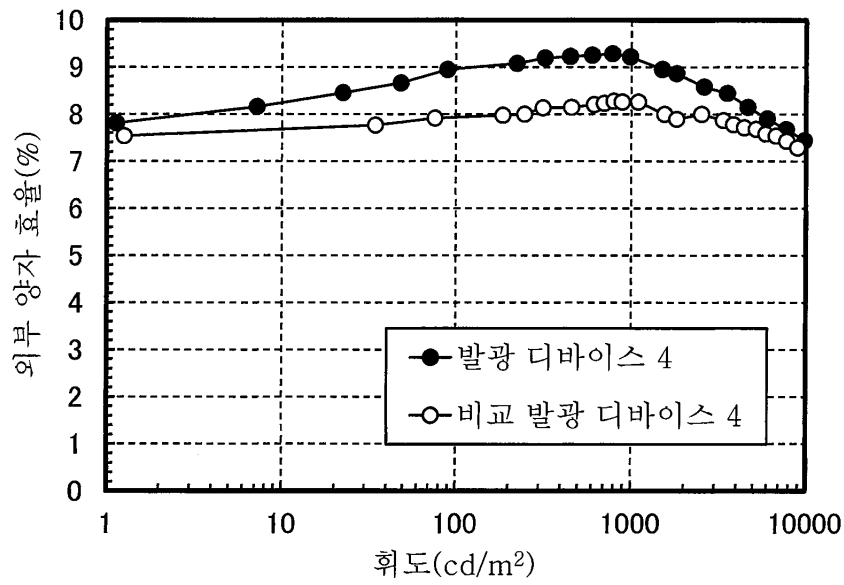
도면48



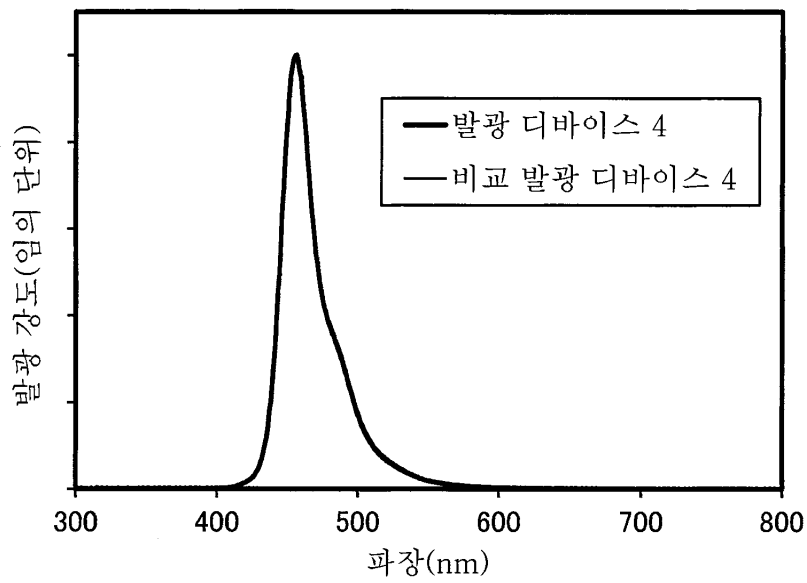
도면49



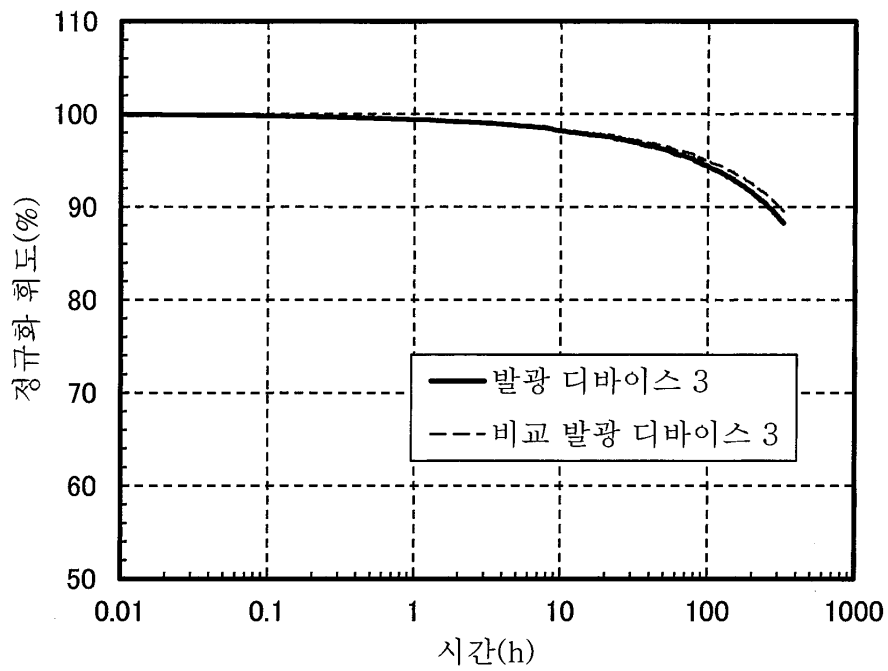
도면50



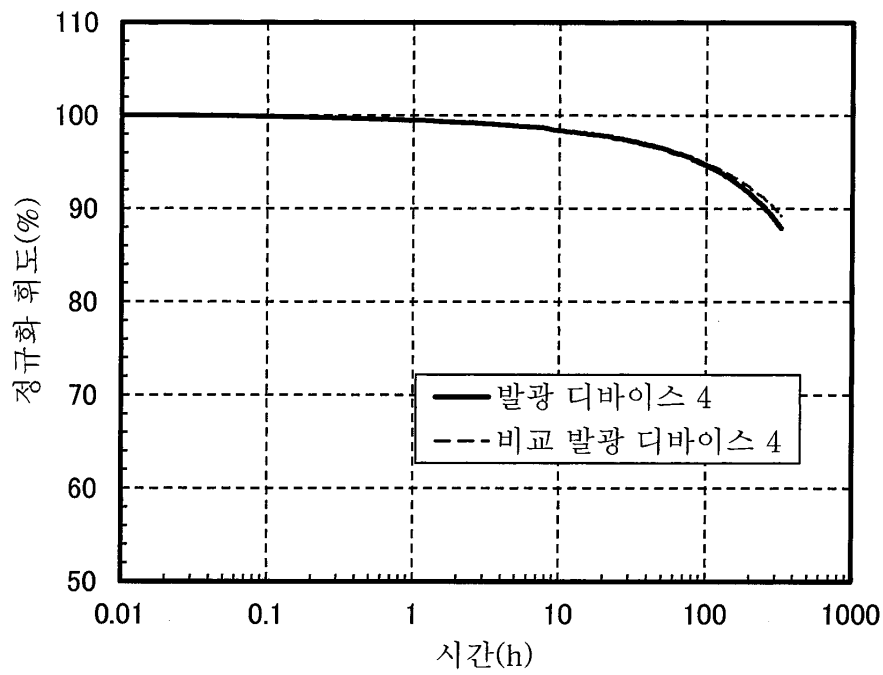
도면51



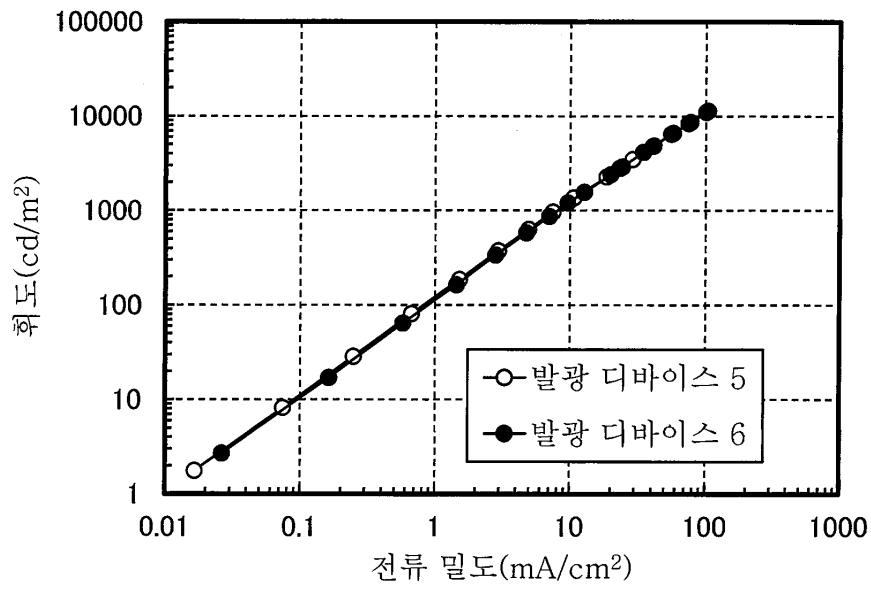
도면52



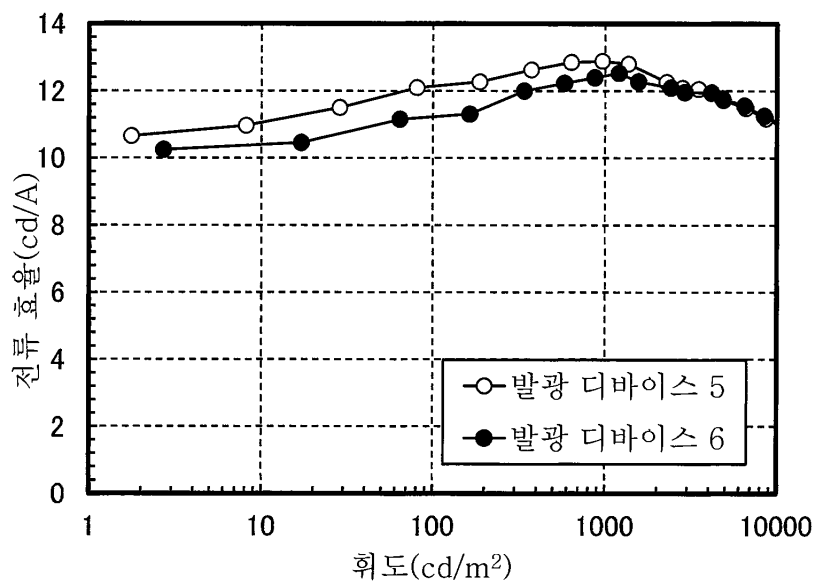
도면53



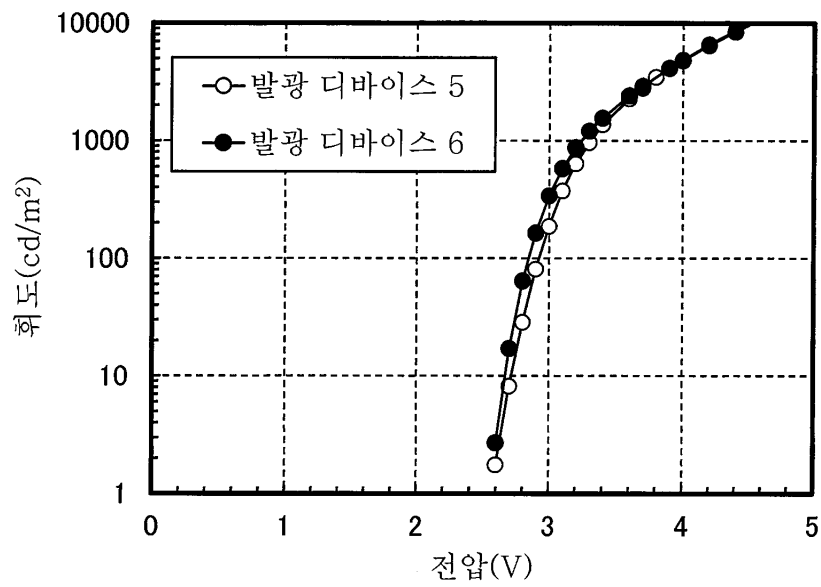
도면54



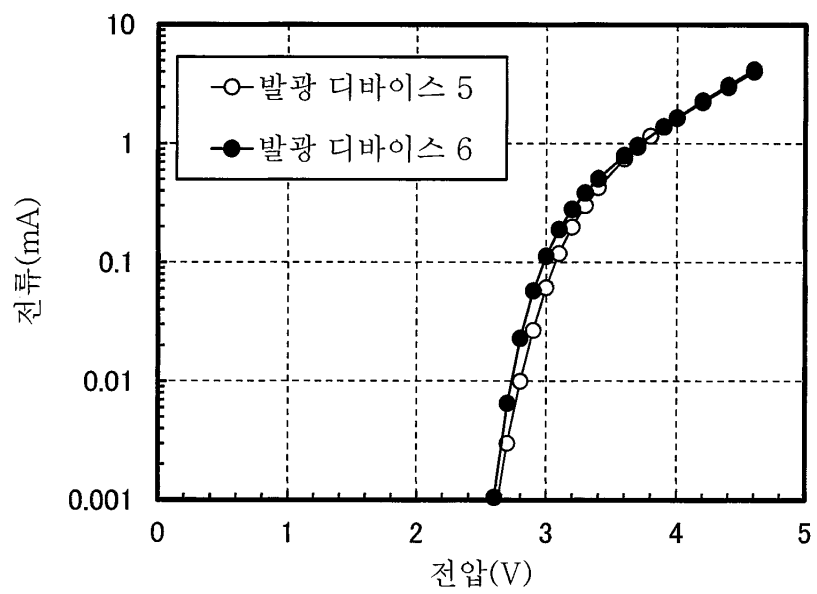
도면55



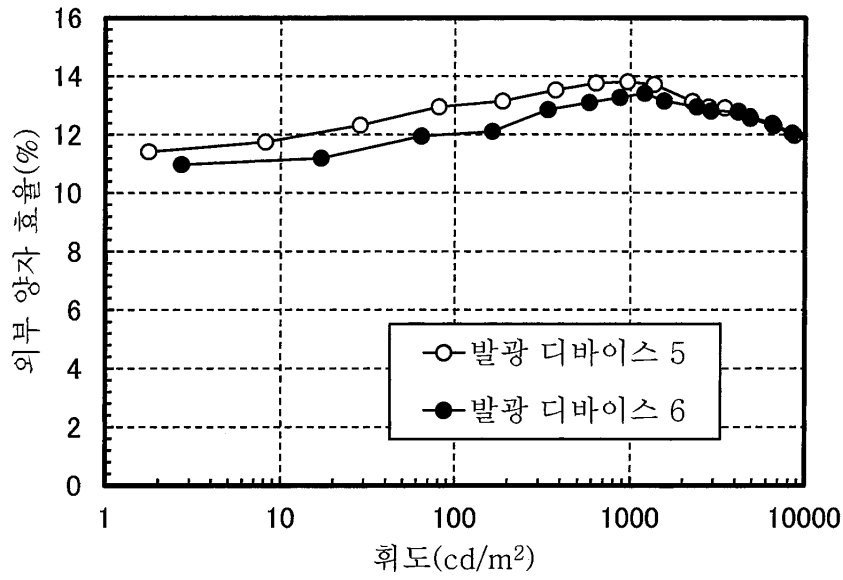
도면56



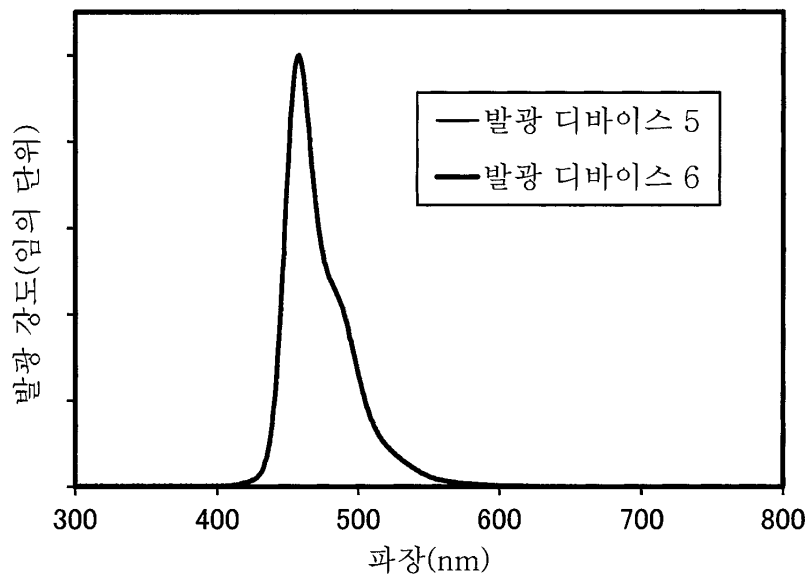
도면57



도면58

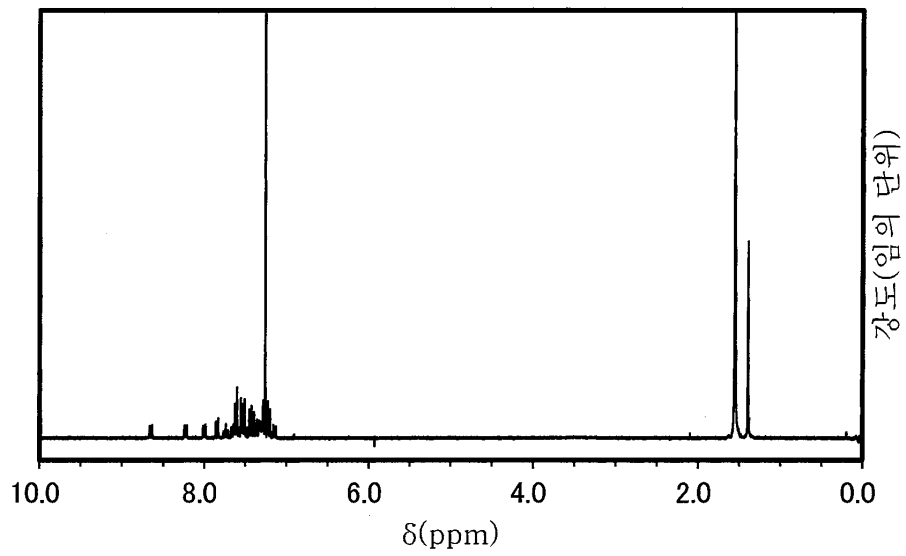


도면59

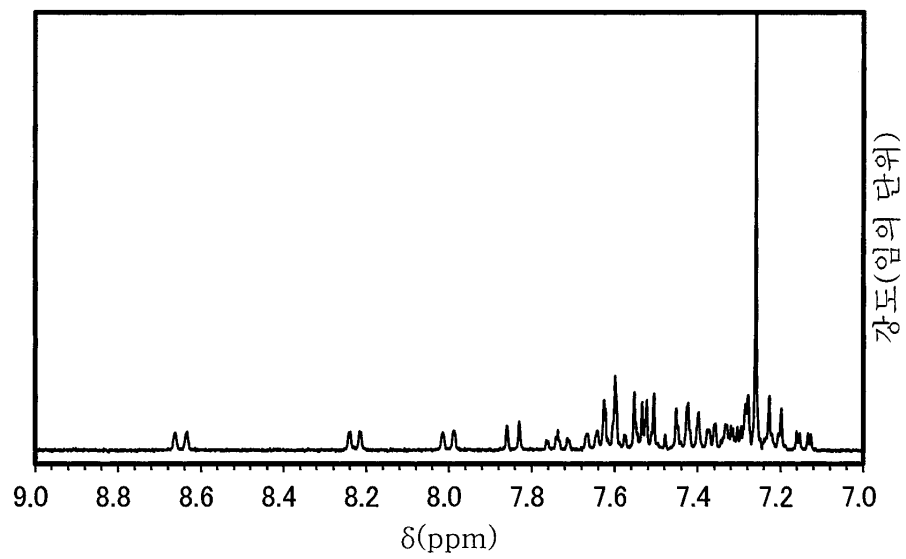


도면60

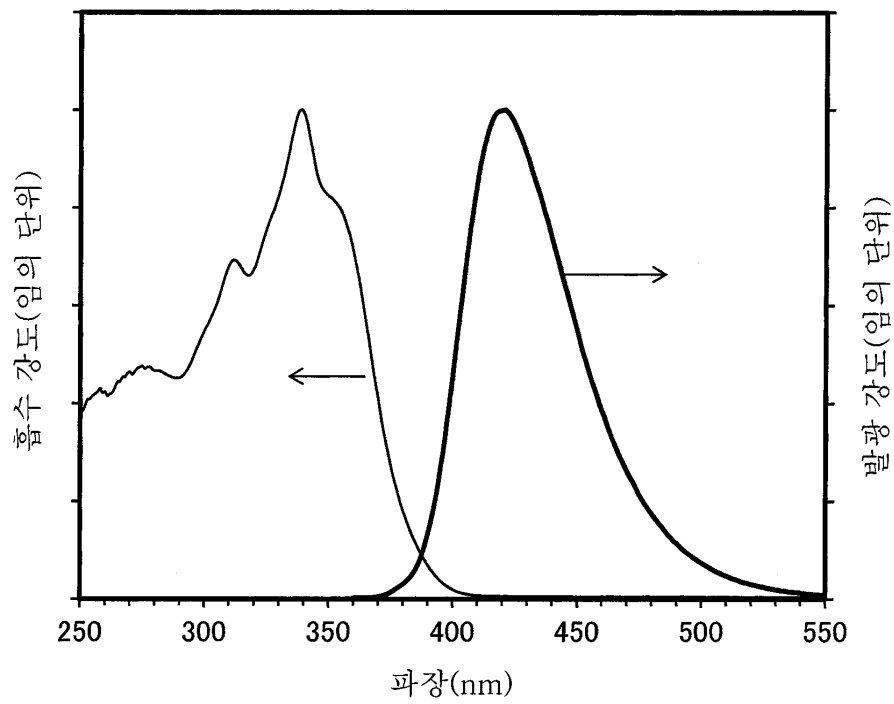
(A)



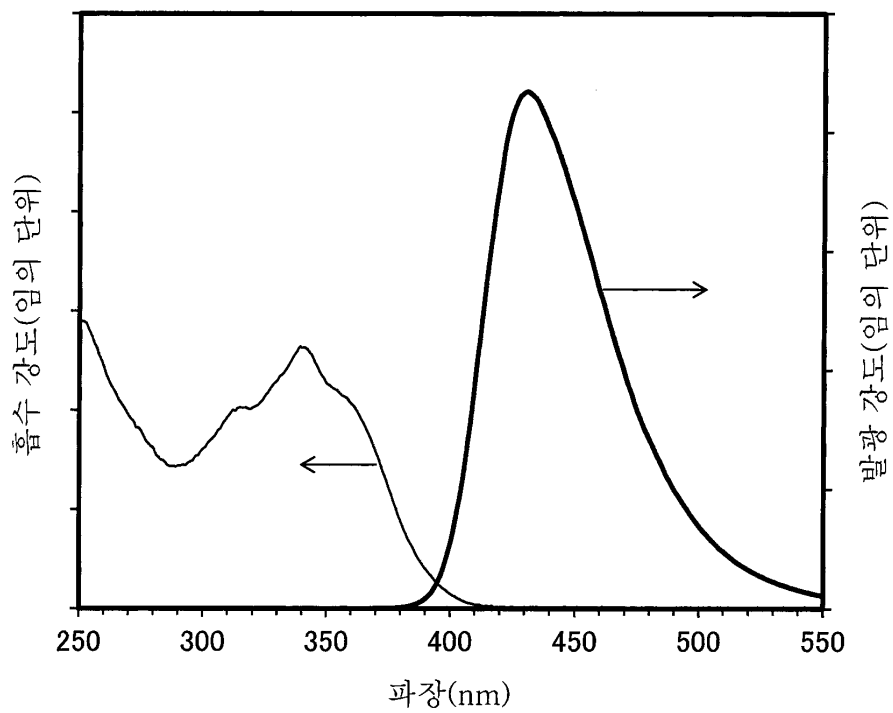
(B)



도면61

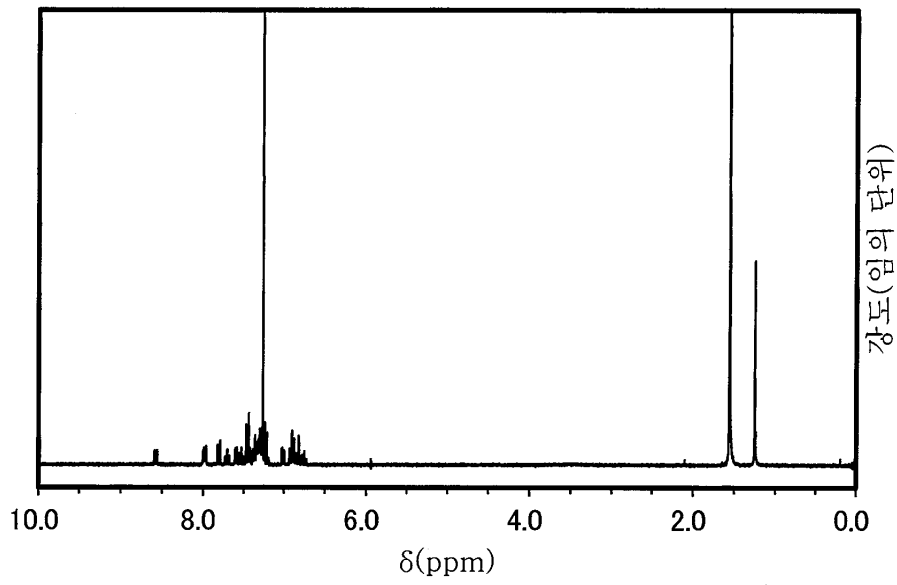


도면62

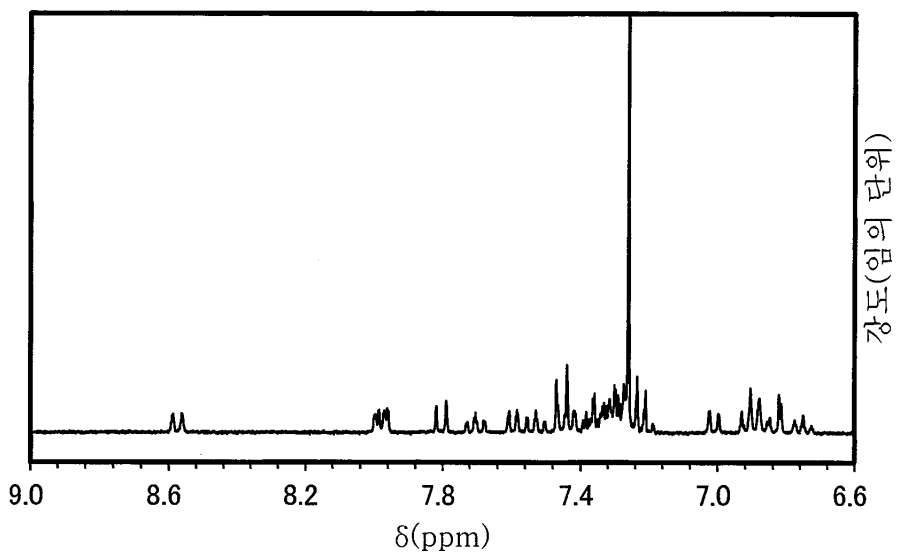


도면63

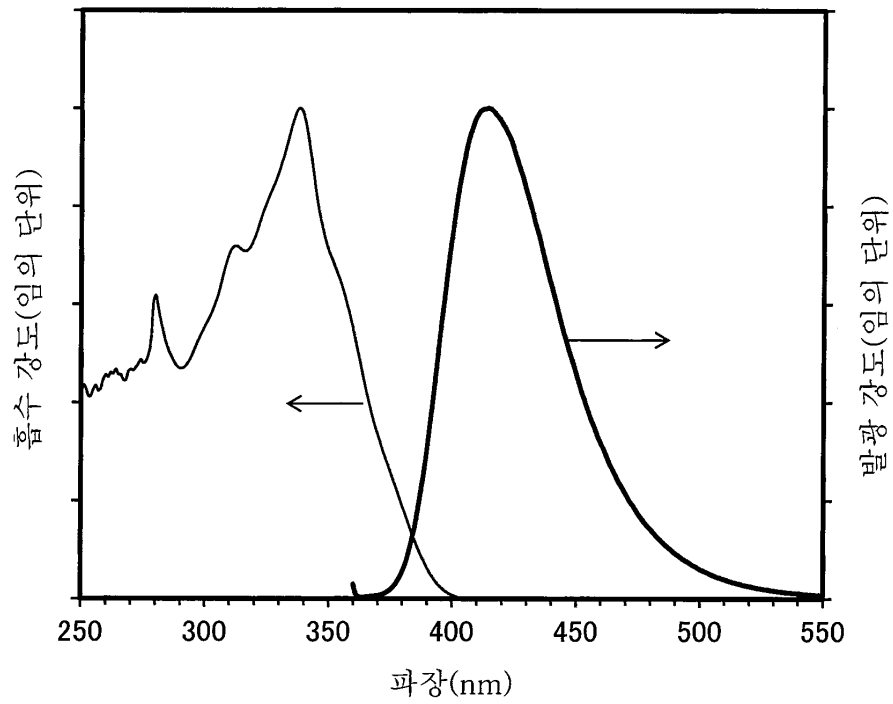
(A)



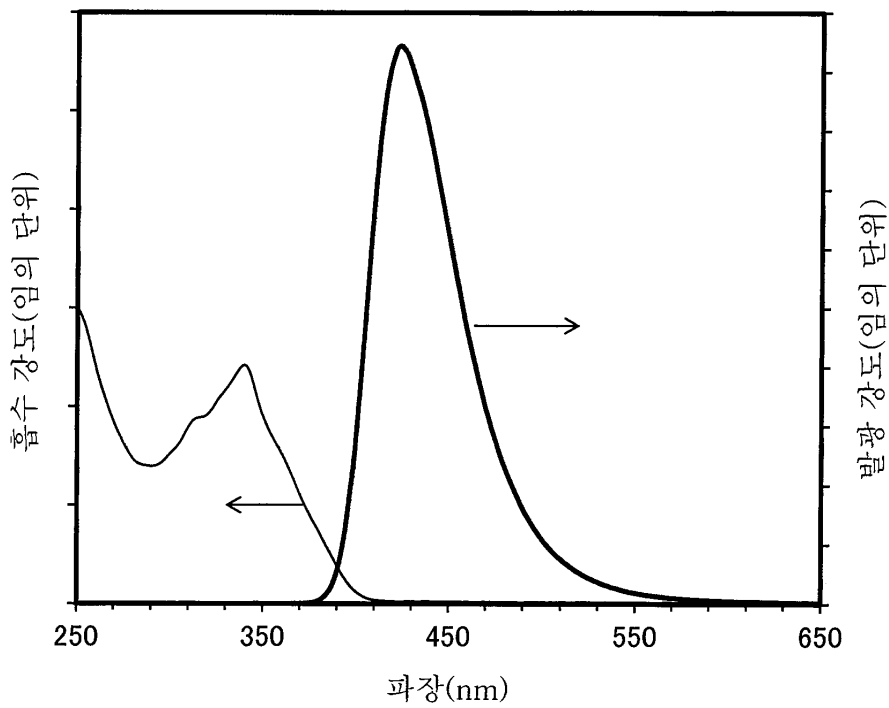
(B)



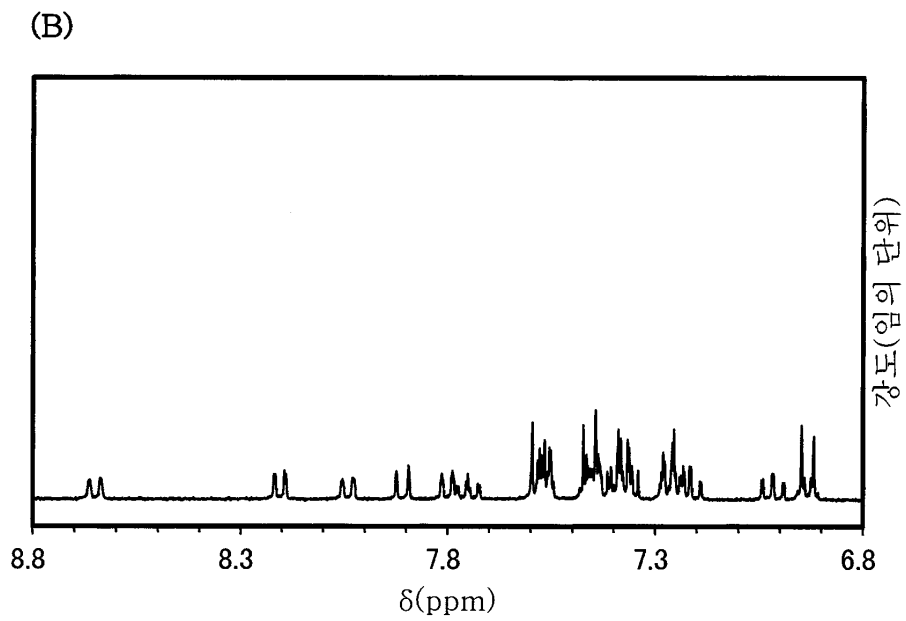
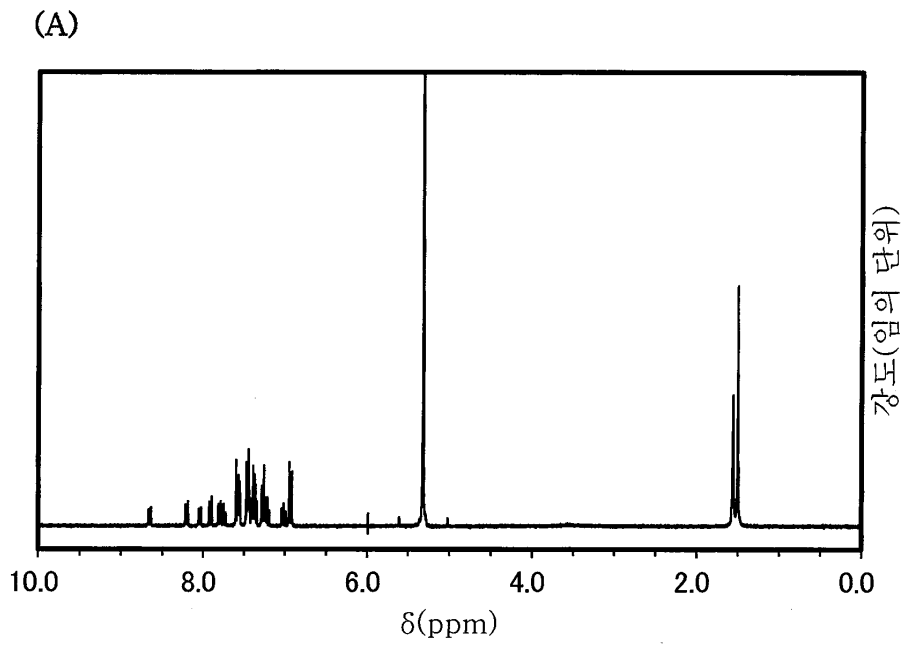
도면64



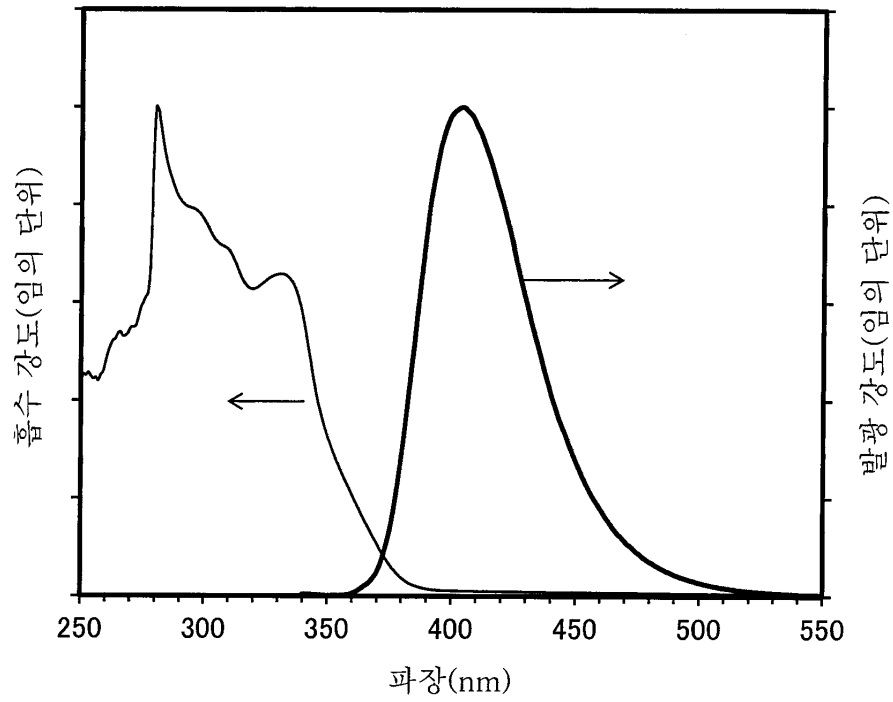
도면65



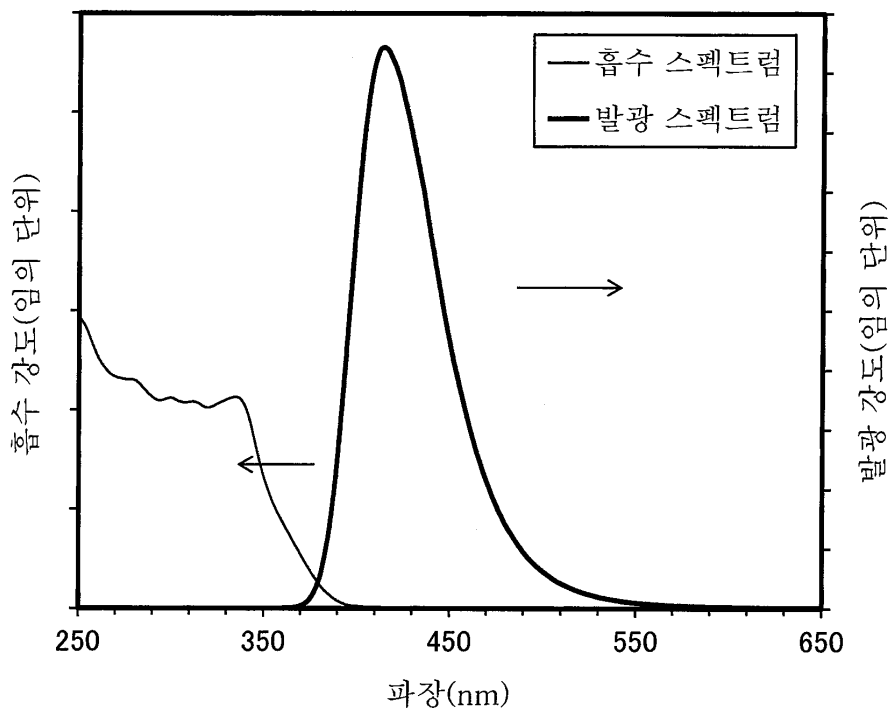
도면66



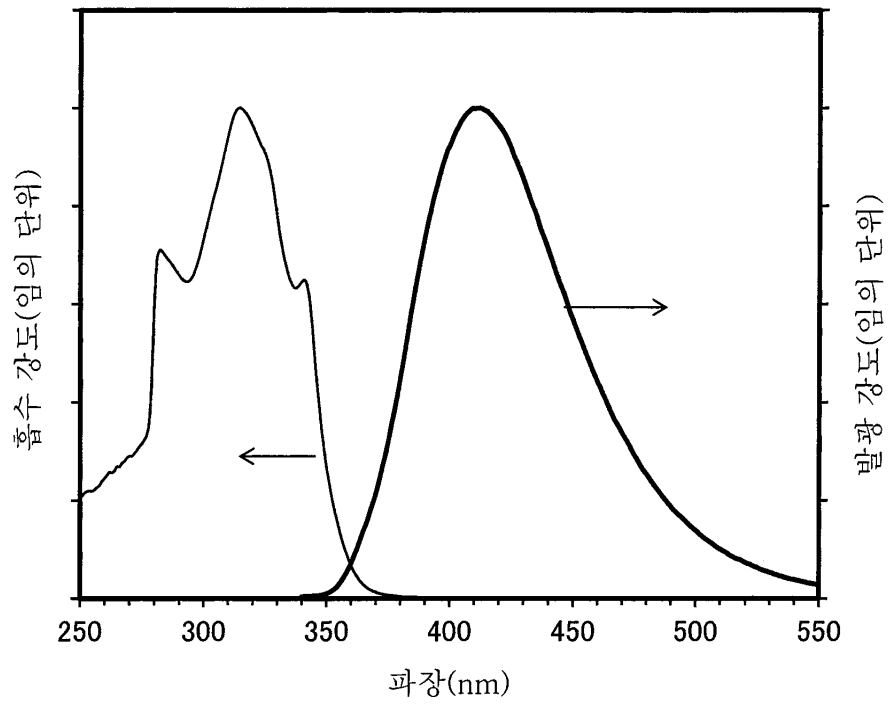
도면67



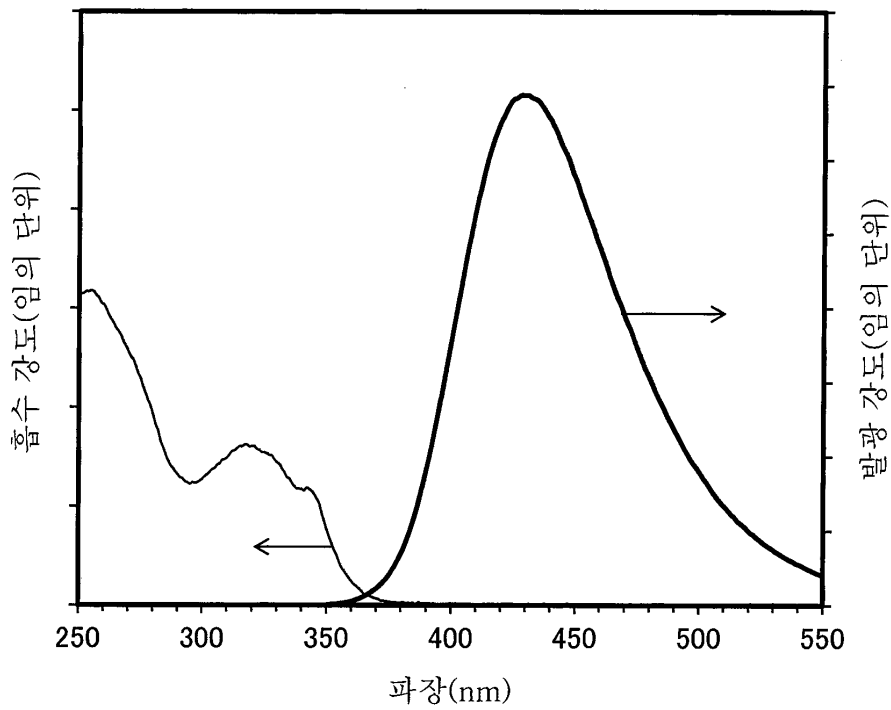
도면68



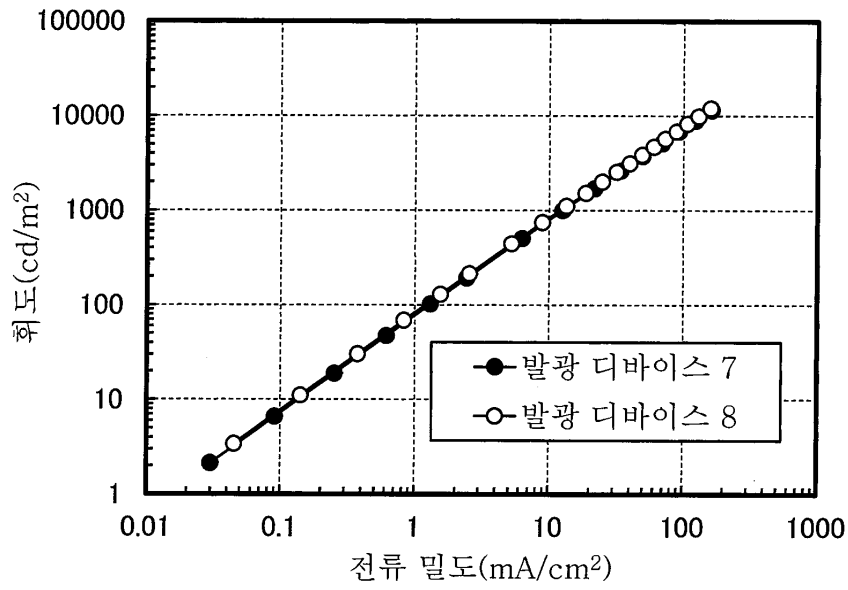
도면69



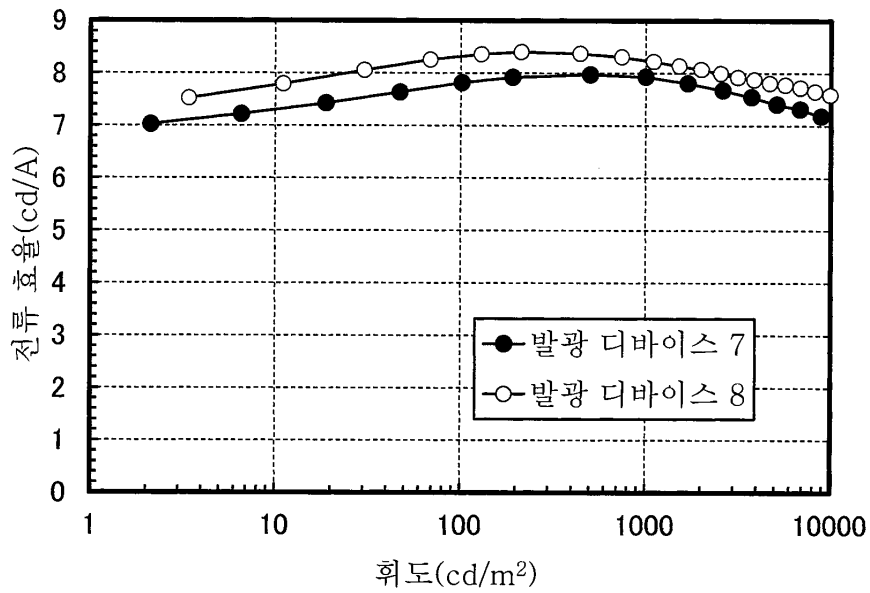
도면70



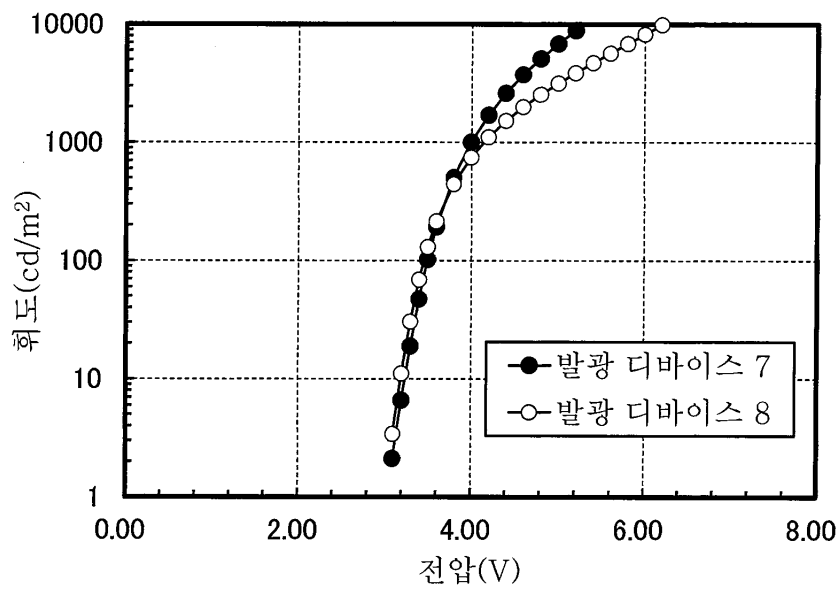
도면71



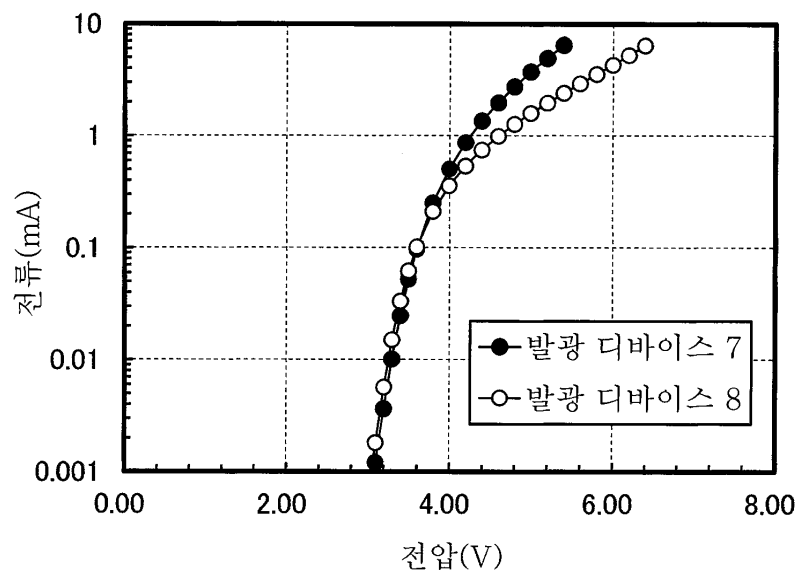
도면72



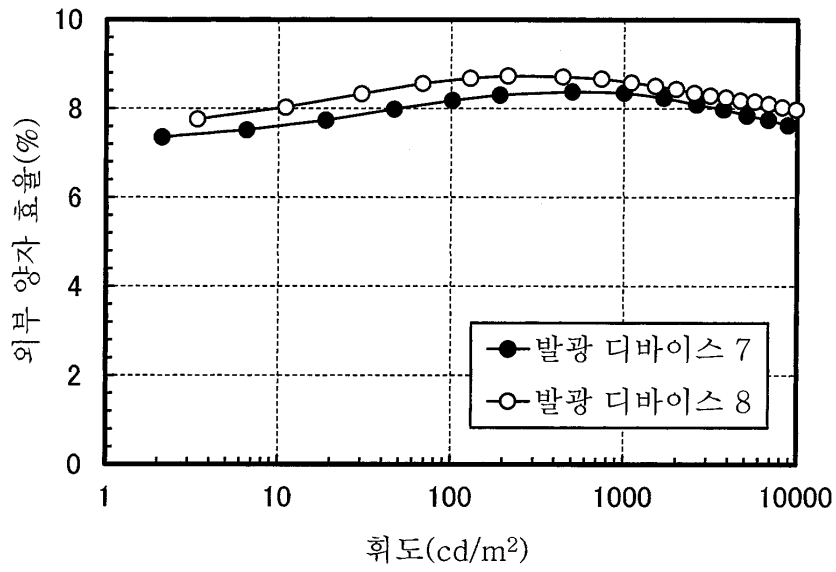
도면73



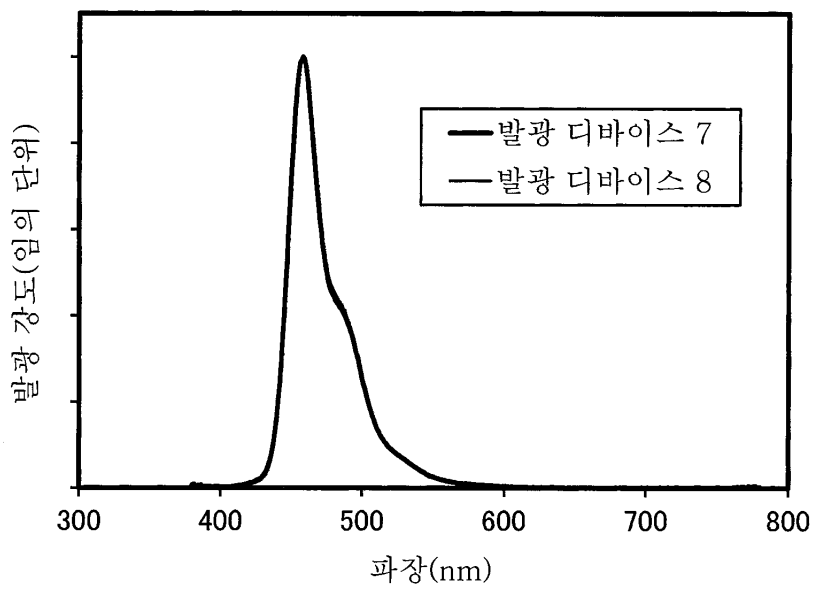
도면74



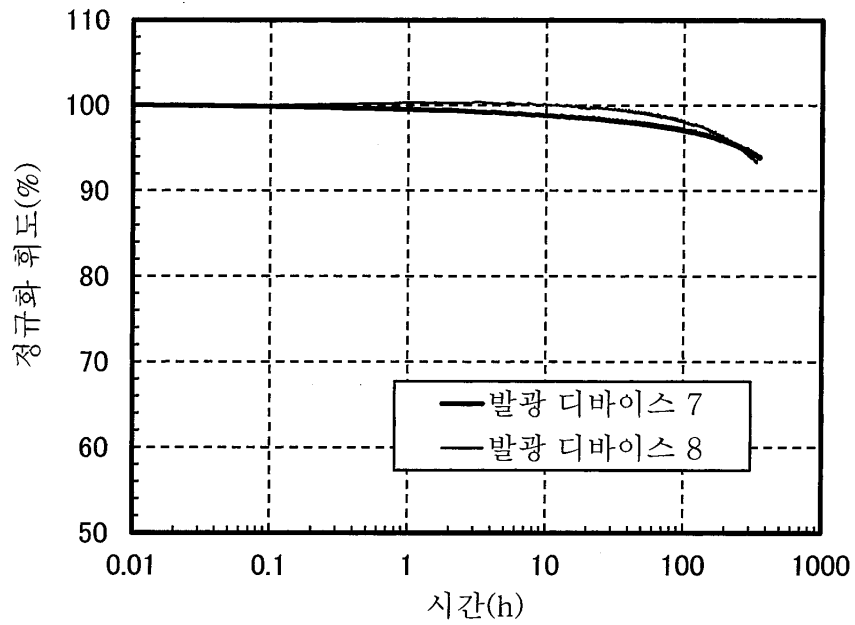
도면75



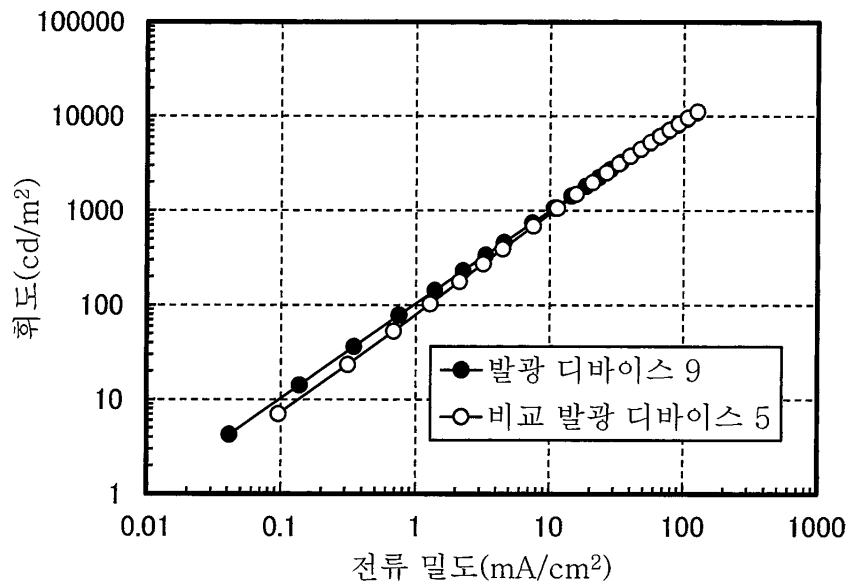
도면76



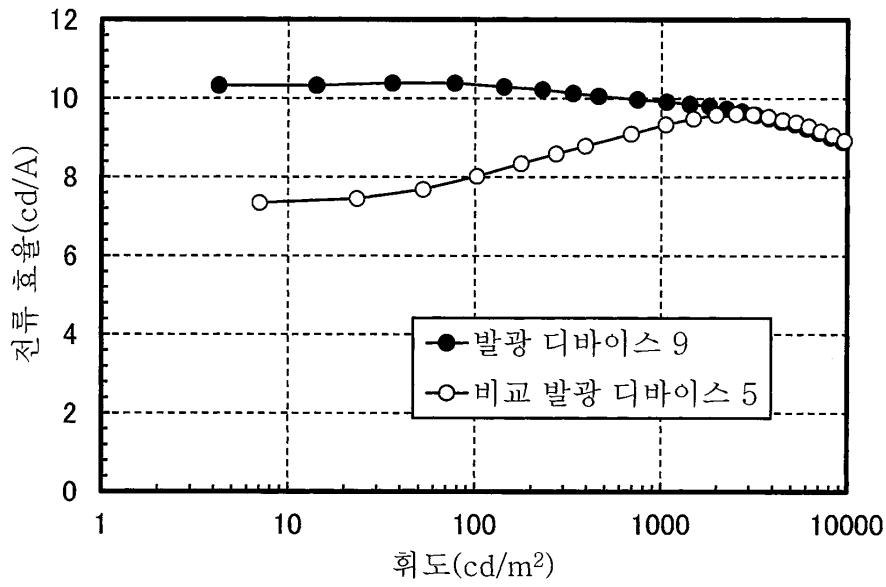
도면77



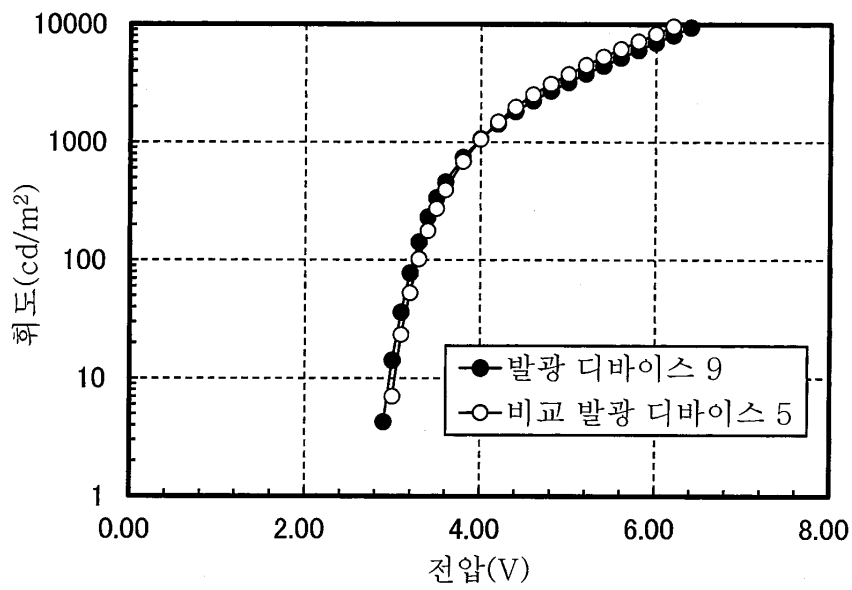
도면78



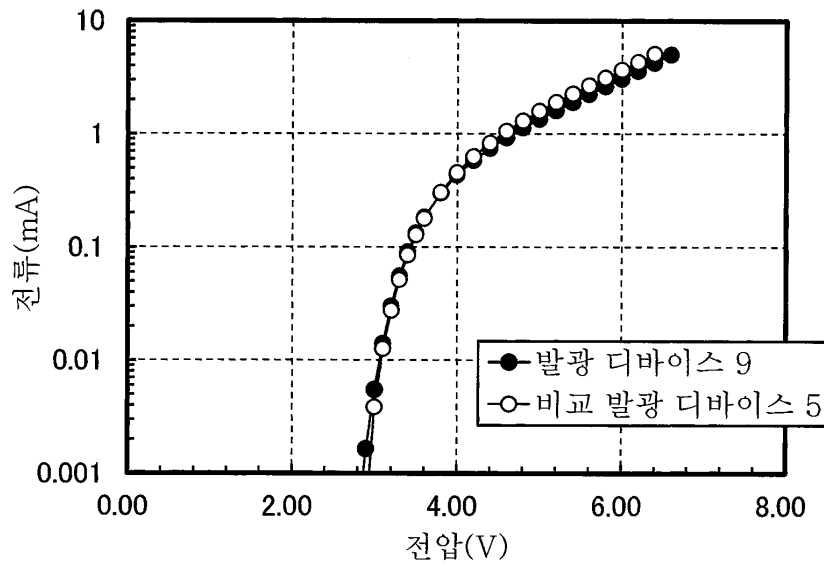
도면79



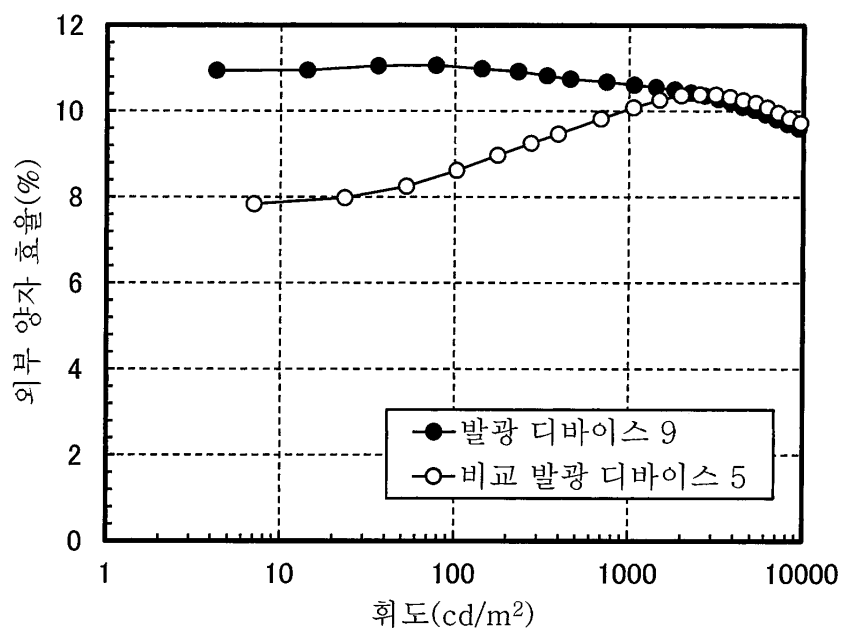
도면80



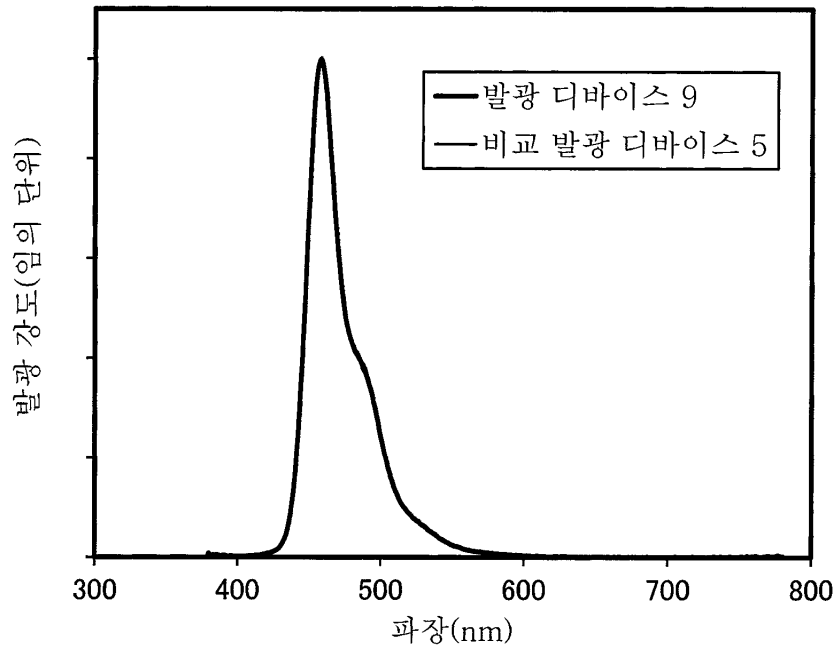
도면81



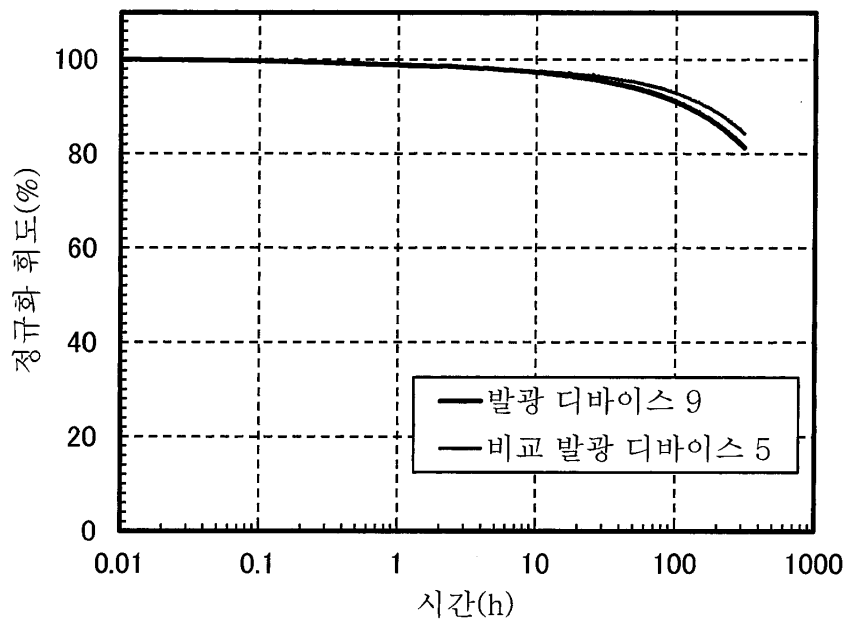
도면82



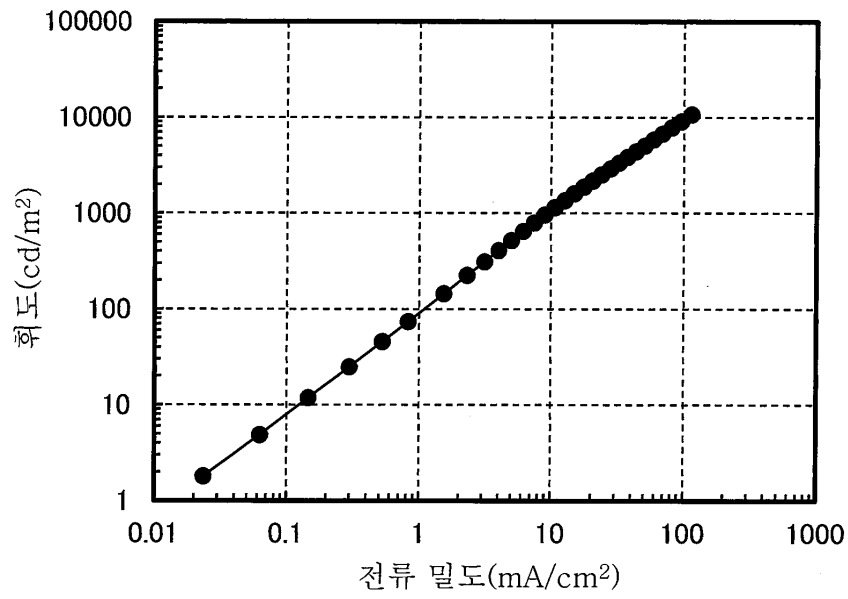
도면83



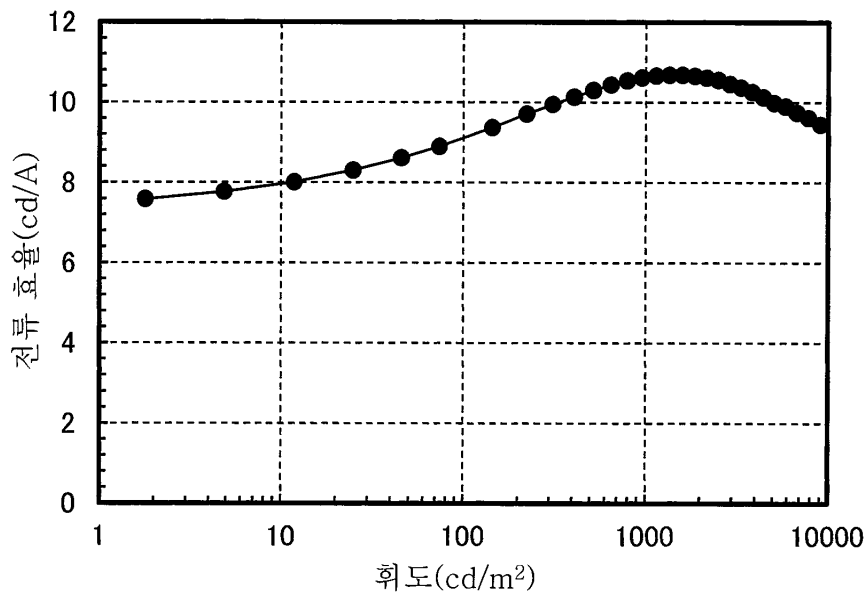
도면84



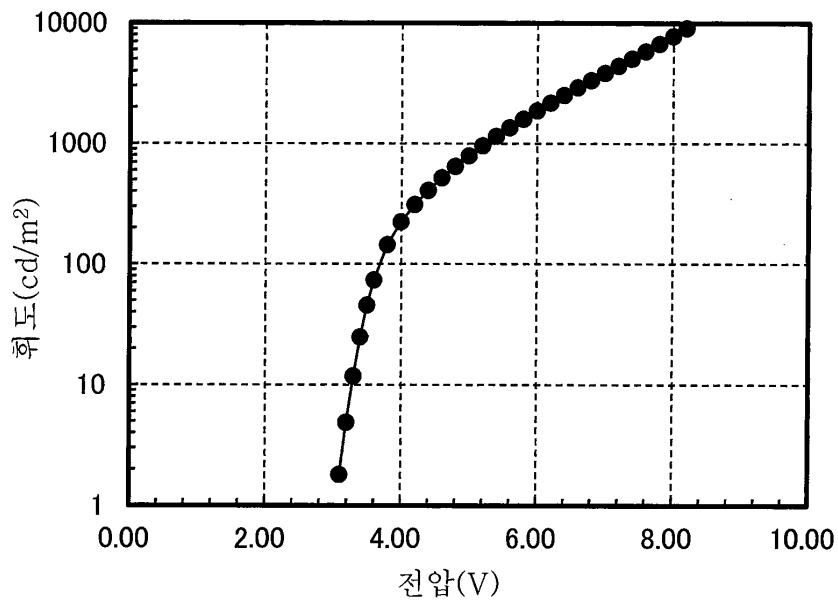
도면85



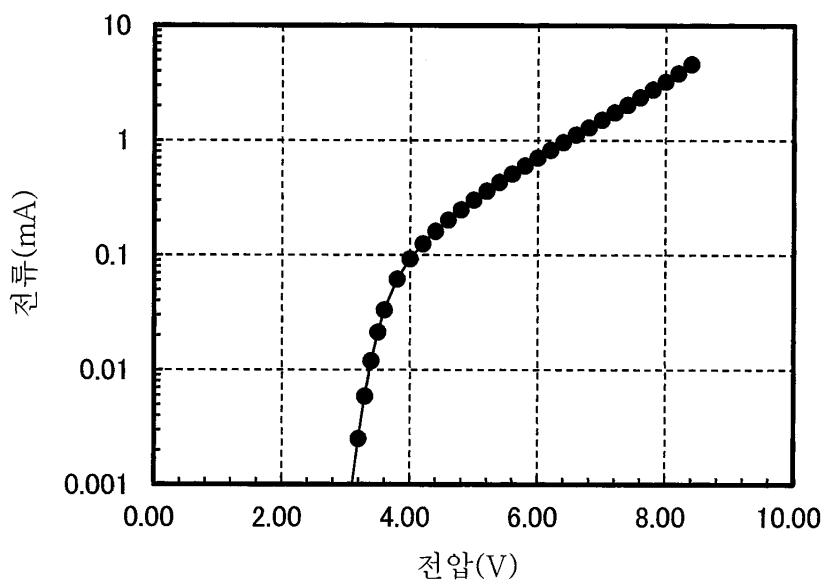
도면86



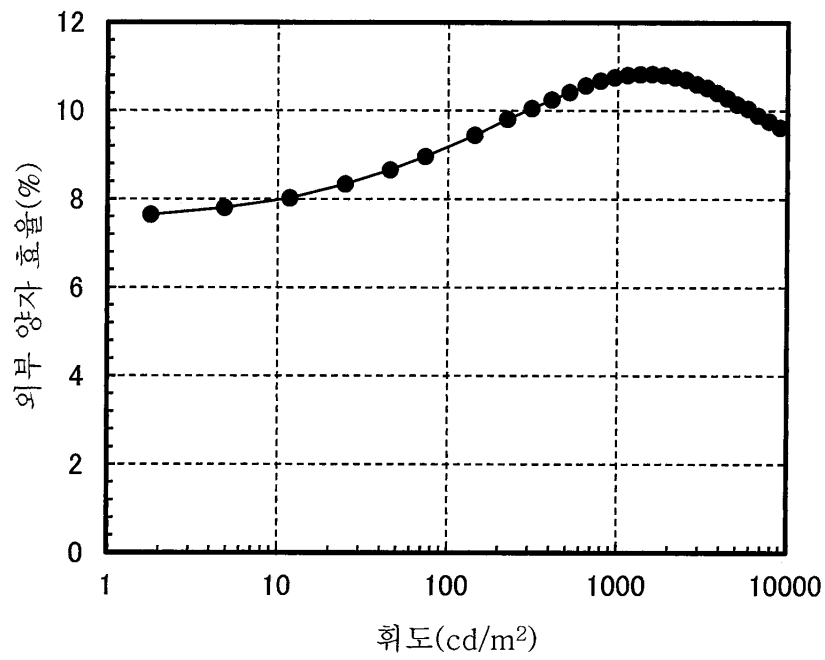
도면87



도면88



도면89



도면90

