



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0130224
(43) 공개일자 2015년11월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 51/52 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5024 (2013.01)
H01L 51/5016 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0059520
(22) 출원일자 2015년04월28일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2014-099560 2014년05월13일 일본(JP)
JP-P-2014-241575 2014년11월28일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
이시소네 다카히로
일본 2430036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내
세오 사토시
일본 2430036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 박충범

전체 청구항 수 : 총 16 항

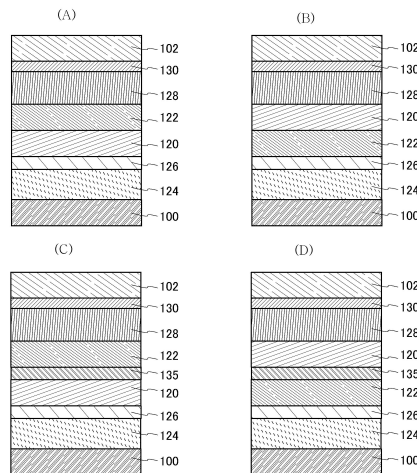
(54) 발명의 명칭 발광 소자, 발광 장치, 표시 장치, 전자 기기, 및 조명 장치

(57) 요약

본 발명은 발광 소자의 발광 효율을 향상시킨다.

제 1 전극과, 상기 제 1 전극 위의 제 2 전극, 및 이들 사이에 제공되는 제 1 발광층과 제 2 발광층을 갖는 발광 소자를 제공한다. 상기 제 1 발광층과 제 2 발광층은 서로 중첩되는 영역을 갖는다. 상기 제 1 발광층은 제 1 호스트 재료와 제 1 발광 재료를 갖고, 상기 제 2 발광층은 제 2 호스트 재료와 제 2 발광 재료를 갖는다. 상기 제 1 발광 재료는 형광 재료이고, 상기 제 2 발광 재료는 인광 재료이다. 상기 제 1 발광 재료의 3중항 여기 상태의 가장 낮은 준위(T_1 준위)는 상기 제 1 호스트 재료의 T_1 준위보다 높다. 또한, 상기 발광 소자를 포함하는 발광 장치, 전자 기기, 및 발광 장치를 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 51/5203 (2013.01)

H01L 2924/12044 (2013.01)

(72) 발명자

노나카 유스케

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

오사와 노부하루

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

명세서

청구범위

청구항 1

발광 소자에 있어서,

제 1 전극;

상기 제 1 전극 위의 제 2 전극; 및

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이의 제 1 발광층 및 제 2 발광층을 포함하고,

상기 제 1 발광층은 제 1 호스트 재료와 제 1 발광 재료를 포함하고,

상기 제 2 발광층은 제 2 호스트 재료와 제 2 발광 재료를 포함하고,

상기 제 1 발광 재료는 형광 재료이고, 상기 제 2 발광 재료는 인광 재료이고,

상기 제 1 발광 재료의 T_1 준위는 상기 제 1 호스트 재료의 T_1 준위보다 높은, 발광 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 발광층과 상기 제 2 발광층은 서로 접하는, 발광 소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 발광층과 상기 제 2 발광층은 서로 이격되어 있는, 발광 소자.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 발광층과 상기 제 2 발광층 사이의 층을 더 포함하고,

상기 층은 정공 수송성 재료와 전자 수송성 재료를 포함하는, 발광 소자.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 발광층은 상기 제 1 발광층 위에 위치하는, 발광 소자.

청구항 6

발광 장치로서,

제 1 항에 따른 상기 발광 소자를 포함하는, 발광 장치.

청구항 7

조명 장치로서,

제 1 항에 따른 상기 발광 소자를 포함하는, 조명 장치.

청구항 8

발광 소자에 있어서,

제 1 전극;

상기 제 1 전극 위의 제 2 전극;

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이의 제 1 발광 유닛 및 제 2 발광 유닛; 및

상기 제 1 발광 유닛과 상기 제 2 발광 유닛 사이의 중간층을 포함하고,

상기 제 1 발광 유닛은 제 1 발광층 및 제 2 발광층을 포함하고,

상기 제 1 발광층은 제 1 호스트 재료와 제 1 발광 재료를 포함하고,

상기 제 2 발광층은 제 2 호스트 재료와 제 2 발광 재료를 포함하고,

상기 제 1 발광 재료는 형광 재료이고, 상기 제 2 발광 재료는 인광 재료이고,

상기 제 1 발광 재료의 T_1 준위는 상기 제 1 호스트 재료의 T_1 준위보다 높은, 발광 소자.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 발광층과 상기 제 2 발광층은 서로 접하는, 발광 소자.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 발광층과 상기 제 2 발광층은 서로 이격되어 있는, 발광 소자.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 발광층과 상기 제 2 발광층 사이의 층을 더 포함하고,

상기 층은 정공 수송성 재료와 전자 수송성 재료를 포함하는, 발광 소자.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 제 2 발광층은 상기 제 1 발광층 위에 위치하는, 발광 소자.

청구항 13

제 8 항에 있어서,

상기 제 2 발광 유닛은 상기 제 1 발광 유닛 위에 위치하는, 발광 소자.

청구항 14

제 8 항에 있어서,

상기 제 2 발광 유닛은, 제 3 호스트 재료와 제 3 발광 재료를 포함하는 제 3 발광층을 포함하는, 발광 소자.

청구항 15

발광 장치로서,

제 8 항에 따른 상기 발광 소자를 포함하는, 발광 장치.

청구항 16

조명 장치로서,

제 8 항에 따른 상기 발광 소자를 포함하는, 조명 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 일 형태는 발광 소자, 발광 소자를 갖는 발광 장치, 표시 장치, 전자 기기, 및 조명 장치에 관한 것이다. 또한, 본 발명의 일 형태에 따른 기술 분야로서 반도체 장치 및 그 제작 방법이 포함된다.

배경 기술

[0002] 한 쌍의 전극 사이에 유기 화합물을 포함하는 층을 제공한 발광 소자, 및 상기 발광 소자를 포함하는 발광 장치는 각각 유기 전계 발광 소자, 유기 전계 발광 장치라고 불린다. 유기 전계 발광 장치는 표시 장치나 조명 장치 등에 응용할 수 있다(예를 들어, 특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 미국 특허 출원 공개 제 2012/0205632호 명세서

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 일 형태에 따른 과제 중 하나는 발광 소자의 발광 효율을 향상시키는 것이다. 또는, 본 발명의 일 형태에 따른 과제 중 하나는 발광 장치나, 상기 발광 장치를 포함하는 반도체 장치 등을 제공하는 것이다. 또한, 이들의 과제에 관한 기재는 다른 과제의 존재를 방해하는 것이 아니다. 또한, 본 발명의 일 형태는 반드시 이들 과제 모두를 해결할 필요는 없다. 또한, 이들 외의 과제는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 저절로 명확해지는 것이며 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 이들 외의 과제가 추출될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 형태는 제 1 전극과, 상기 제 1 전극 위의 제 2 전극, 및 제 1 발광층과 제 2 발광층을 갖는 발광 소자이다. 상기 제 1 발광층과 제 2 발광층은 둘 다 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 제공되고, 또 서로 중첩되는 영역을 갖는다. 상기 제 1 발광층은 제 1 호스트 재료와 제 1 발광 재료를 갖고, 상기 제 2 발광층은 제 2 호스트 재료와 제 2 발광 재료를 갖는다. 상기 제 1 발광 재료는 형광 재료이고, 상기 제 2 발광 재료는 인광 재료이다. 상기 제 1 발광 재료의 3중항 여기 상태의 가장 낮은 준위(T_1 준위)는 상기 제 1 호스트 재료의 T_1 준위보다 높다.

[0006] 본 발명의 다른 일 형태는 제 1 전극과, 상기 제 1 전극 위의 제 2 전극, 및 제 1 발광 유닛과 제 2 발광 유닛을 갖는 발광 소자이다. 상기 제 1 발광 유닛과 제 2 발광 유닛은 둘 다 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 제공되고, 또 서로 중첩되는 영역을 갖는다. 상기 제 1 발광 유닛과 제 2 발광 유닛 사이에는 중간층이 제공된다. 상기 제 1 발광 유닛은 서로 중첩되는 제 1 발광층과 제 2 발광층을 갖고 상기 제 2 발광 유닛은 제 3 발광층을 갖는다. 상기 제 1 발광층은 제 1 호스트 재료와 제 1 발광 재료를 갖고, 상기 제 2 발광층은 제 2 호스트 재료와 제 2 발광 재료를 갖고, 상기 제 3 발광층은 제 3 호스트 재료와 제 3 발광 재료를 갖는다. 상기 제 1 발광 재료는 형광 재료이고, 상기 제 2 발광 재료는 인광 재료이고, 상기 제 3 발광 재료는 형광 재료 및 인광 재료 중 어느 하나이다. 상기 제 1 발광 재료의 T_1 준위는 상기 제 1 호스트 재료의 T_1 준위보다 높다.

[0007] 또한, 본 명세서 및 청구항에 있어서 형광 재료란, 1중항 여기 상태의 가장 낮은 준위(S_1 준위)로부터 기저 상태의 준위로 완화될 때 가시광 영역의 발광을 나타내는 재료이다. 인광 재료란, T_1 준위로부터 기저 상태의 준위로 완화될 때 실온에 있어서 가시광 영역의 발광을 나타내는 재료이다. 바꿔 말하면 인광 재료란, 3중항 여기 에너지를 가시광으로 변환할 수 있는 재료이다.

[0008] 상기 제 1 발광층, 제 2 발광층, 및 제 3 발광층의 각 층에서는, 중량 비율로 상기 제 1 호스트 재료, 제 2 호

스트 재료, 및 제 3 호스트 재료가 가장 많이 존재한다.

[0009] 상기 제 2 호스트 재료는 상기 제 1 호스트 재료보다 T_1 준위가 높은 것이 바람직하다.

[0010] 상기 제 1 발광층과 제 2 발광층은 서로 접하는 영역을 가져도 좋다.

[0011] 상기 제 1 발광층과 제 2 발광층은 서로 이격되어 있어도 좋다. 이 경우, 정공 수송성 재료와 전자 수송성 재료가 혼합된 층, 또는 양극성(bipolar) 재료를 갖는 층이 상기 제 1 발광층과 제 2 발광층 사이에 제공되어 있어도 좋다. 상기 정공 수송성 재료와 전자 수송성 재료 중 하나는 상기 제 2 호스트 재료와 동일하여도 좋다. 상기 양극성 재료는 상기 제 2 호스트 재료와 동일하여도 좋다.

[0012] 상기 제 2 발광층은 제 1 발광층 위에 제공하여도 좋고, 상기 제 1 발광층을 제 2 발광층 위에 제공하여도 좋다.

[0013] 상기 제 2 발광 유닛을 상기 제 1 발광 유닛 위에 제공하여도 좋고, 상기 제 1 발광 유닛을 상기 제 2 발광 유닛 위에 제공하여도 좋다.

[0014] 본 발명의 일 형태는, 상기 각 구성의 발광 소자를 복수로 갖고, 트랜지스터 또는 기판을 갖는 발광 장치이다.

[0015] 본 발명의 일 형태는, 상기 각 구성의 발광 장치를 갖는 전자 기기이다.

[0016] 본 발명의 일 형태는, 상기 각 구성의 발광 장치와 하우징 또는 지지체를 갖는 조명 장치이다.

[0017] 또한, 본 명세서 및 청구항에 있어서 발광 장치란, 화상 표시 디바이스 또는 화상 표시 디바이스에 사용되는 광원을 가리킨다. 또한, 발광 장치에 커넥터, 예를 들면, FPC(Flexible Printed Circuit), TCP(Tape Carrier Package) 등이 장착된 모듈, TCP의 끝에 프린트 배선판이 설치된 모듈, 또는 발광 장치에 COG(Chip On Glass) 방식에 의하여 IC(집적 회로)가 직접 실장된 모듈도 모두 발광 장치에 포함되는 것으로 한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 일 형태에 의하여 효율이 높은 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 또는 조명 장치를 제공할 수 있다. 또한, 이들의 효과의 기재는 다른 효과의 존재를 방해하는 것이 아니다. 또한, 본 발명의 일 형태는 반드시 이들 효과 모두를 가질 필요는 없다. 또한, 상술한 것들 이외의 효과는 명세서, 도면, 및 청구항 등의 기재로부터 저절로 명확해지는 것이며 명세서, 도면, 및 청구항 등의 기재로부터 이들 이외의 효과가 추출될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자의 구성예.

도 2는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자의 발광 기구.

도 3은 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자의 구성예.

도 4는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치의 구성예.

도 5는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치의 구성예.

도 6은 본 발명의 일 형태에 따른 전자 기기의 예.

도 7은 본 발명의 일 형태에 따른 전자 기기의 예.

도 8은 본 발명의 일 형태에 따른 조명 장치의 예.

도 9는 실시예 1 및 2에 있어서의 발광 소자 1 및 발광 소자 2의 모식도.

도 10은 실시예 1에 있어서의 발광 소자 1의 전압-휘도 곡선.

도 11은 실시예 1에 있어서의 발광 소자 1의 휘도-전류 효율 곡선과 휘도-외부 양자 효율 곡선.

도 12는 실시예 1에 있어서의 발광 소자 1의 휘도-파워 효율 곡선.

도 13은 실시예 1에 있어서의 발광 소자 1의 전계 발광 스펙트럼.

도 14는 실시예 2에 있어서의 발광 소자 2의 전압-휘도 곡선.

도 15는 실시예 2에 있어서의 발광 소자 2의 휘도-전류 효율 곡선과 휘도-외부 양자 효율 곡선.

도 16은 실시예 2에 있어서의 발광 소자 2의 휘도-파워 효율 곡선.

도 17은 실시예 2에 있어서의 발광 소자 2의 전계 발광 스펙트럼.

도 18은 참고예 1에 있어서의 발광 소자 3~발광 소자 6의 모식도.

도 19는 참고예 1에 있어서의 발광 소자 3~발광 소자 6의 휘도-전류 효율 곡선.

도 20은 참고예 1에 있어서의 발광 소자 3~발광 소자 6의 전압-휘도 곡선.

도 21은 참고예 1에 있어서의 발광 소자 3~발광 소자 6의 휘도-외부 양자 효율 곡선.

도 22는 참고예 1에 있어서의 발광 소자 3~발광 소자 6의 전계 발광 스펙트럼.

도 23은 참고예 1에 있어서의 발광 소자 3~발광 소자 6의 신뢰성 시험 결과.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 본 발명의 실시형태에 대하여 도면을 사용하여 상세하게 설명한다. 단, 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 일탈하지 않고 그 형태 및 상세를 다양하게 변경할 수 있다. 따라서, 본 발명은 이하에 나타내는 실시형태의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것이 아니다.

[0021] (실시형태 1)

[0022] 1. 발광 소자의 구성예

[0023] 본 발명의 일 형태인 발광 소자의 구성예에 대하여 도 1의 (A)를 사용하여 설명한다. 발광 소자는 제 1 전극(100), 제 2 전극(102), 및 이들 사이에 제공된 제 1 발광층(120) 및 제 2 발광층(122)을 갖는다. 제 1 발광층(120) 및 제 2 발광층(122)은 서로 중첩된다. 이하, 제 1 전극(100)을 양극, 제 2 전극(102)을 음극으로서 설명한다.

[0024] 1-1. 전극

[0025] 제 1 전극(100)은 정공을, 제 2 전극(102)은 전자를 제 1 발광층(120)과 제 2 발광층(122)으로 각각 주입하는 기능을 갖는다. 이들의 전극은 금속, 합금, 도전성 화합물, 및 이들의 혼합물이나 적층체 등을 사용하여 형성할 수 있다. 금속으로서는 알루미늄(Al)이나 은(Ag)이 전형적인 예이며, 그 외에 텅스텐, 크롬, 몰리브데넘, 구리, 티타늄 등의 전이 금속, 리튬(Li)이나 세슘 등의 알칼리 금속, 칼슘, 마그네슘(Mg) 등의 제 2 족 금속을 사용할 수 있다. 전이 금속으로서는 희토류 금속을 사용하여도 좋다. 합금으로서는, 상기 금속을 포함하는 합금을 사용할 수 있고, 예를 들어, MgAg, AlLi 등을 들 수 있다. 도전성 화합물로서는, 산화 인듐-산화 주석(Indium Tin Oxide) 등의 금속 산화물을 들 수 있다. 도전성 화합물로서 그래핀(graphene) 등의 무기 탄소계 재료를 사용하여도 좋다. 상술한 바와 같이, 이들 재료를 복수로 적층함으로써 제 1 전극(100) 또는 제 2 전극(102), 또는 제 1 전극(100)과 제 2 전극(102)을 둘 다 형성하여도 좋다.

[0026] 제 1 발광층(120)과 제 2 발광층(122)으로부터 얻어지는 발광은, 제 1 전극(100), 제 2 전극(102), 또는 제 1 전극(100)과 제 2 전극(102) 둘 다를 통하여 추출된다. 따라서, 이들 중 적어도 하나는 가시광을 투과한다. 광을 추출하는 쪽의 전극에 금속이나 합금 등의 광 투과성이 낮은 재료를 사용하는 경우에는 가시광을 투과할 수 있을 정도의 두께로 제 1 전극(100) 또는 제 2 전극(102), 또는 제 1 전극(100)과 제 2 전극(102)의 일부를 형성하면 좋다. 이 경우, 구체적으로는 1nm 이상 10nm 이하의 두께로 형성한다.

[0027] 1-2. 제 1 발광층

[0028] 제 1 발광층(120)은 제 1 호스트 재료와 제 1 발광 재료를 갖고, 제 1 발광 재료는 형광 재료이다. 제 1 발광층(120) 내에서는 중량 비율로 제 1 호스트 재료가 가장 많이 존재하고, 제 1 발광 재료는 제 1 호스트 재료 내로 분산된다. 제 1 발광 재료의 T_1 준위는 제 1 호스트 재료의 T_1 준위보다 높다. 제 1 호스트 재료의 S_1 준위는 제 1 발광 재료의 S_1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 제 1 발광층(120)의 발광 기구에 대해서는 나중에 기재한다.

[0029] 제 1 호스트 재료로서 안트라센 유도체, 또는 테트라센 유도체가 바람직하다. 이들 유도체는 S_1 준위가 높고, T_1

준위가 낮기 때문이다. 구체적으로는, 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) 등을 들 수 있다. 또는, 5,12-다이페닐테트라센, 5,12-비스(바이페닐-2-일)테트라센 등을 들 수 있다.

[0030]

제 1 발광 재료로서는 피렌 유도체, 안트라센 유도체, 트라이페닐렌 유도체, 플루오렌 유도체, 카바졸 유도체, 다이벤조티오펜 유도체, 다이벤조퓨란 유도체, 다이벤조퀴놀살린 유도체, 퀴놀살린 유도체, 피리딘 유도체, 피리미딘 유도체, 페난트렌 유도체, 나프탈렌 유도체 등을 들 수 있다. 특히 피렌 유도체는 발광 양자 수율이 높아 바람직하다. 피렌 유도체의 구체적인 예로서는, N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrn), N,N'-비스[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6FLPAPrn), N,N'-비스(다이벤조퓨란-2-일)-N,N'-다이페닐피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6FrAPrn), N,N'-비스(다이벤조티오펜-2-일)-N,N'-다이페닐피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6ThAPrn) 등을 들 수 있다.

[0031]

1-3. 제 2 발광층

[0032]

제 2 발광층(122)은 제 2 호스트 재료와 제 2 발광 재료를 갖고, 제 2 발광 재료는 인광 재료이다. 제 2 발광층(122) 내에서는 중량 비율로 제 2 호스트 재료가 가장 많이 존재하고, 제 2 발광 재료는 제 2 호스트 재료 내로 분산된다. 제 2 호스트 재료의 T₁준위는 제 2 발광 재료의 T₁준위보다 높은 것이 바람직하다.

[0033]

제 2 발광 재료로서는 이리듐, 로듐, 또는 백금계 유기 금속 착체, 또는 금속 착체를 들 수 있고, 그 중에서도 유기 이리듐 착체, 예를 들어 이리듐계 오르토 메탈 착체(ortho-metalated complex)가 바람직하다. 오르토 메탈화되는 배위자로서는 4H-트리아아졸 배위자, 1H-트리아아졸 배위자, 이미다졸 배위자, 피리딘 배위자, 피리미딘 배위자, 피라진 배위자, 또는 이소퀴놀린 배위자 등을 들 수 있다. 금속 착체로서는, 포르피린 배위자를 갖는 백금 착체 등을 들 수 있다.

[0034]

제 2 호스트 재료로서는 아연이나 알루미늄계 금속 착체 외에 옥사다리아아졸 유도체, 트리아아졸 유도체, 벤즈이미다졸 유도체, 퀴놀살린 유도체, 다이벤조퀴놀살린 유도체, 다이벤조티오펜 유도체, 디벤조퓨란 유도체, 피리미딘 유도체, 트리아아진 유도체, 피리딘 유도체, 바이피리딘 유도체, 페난트롤린 유도체 등을 들 수 있다. 다른 예로서는 방향족 아민이나 카바졸 유도체 등을 들 수 있다.

[0035]

제 2 발광층(122)에는 제 2 호스트 재료와 엑시플렉스(즉, 헤테로엑시머)를 형성할 수 있는 첨가제가 더 포함되어어도 좋다. 이 경우, 엑시플렉스의 발광 피크가 제 2 발광 재료의 3중항 MLCT(Metal to Ligand Charge Transfer) 전이의 흡수대, 더 구체적으로는 가장 장파장측의 흡수대와 중첩되도록 제 2 호스트 재료, 첨가제, 및 제 2 발광 재료를 선택하는 것이 바람직하다. 이로써 발광 효율이 비약적으로 향상된 발광 소자를 제공할 수 있다.

[0036]

제 1 발광 재료와 제 2 발광 재료의 발광색에 한정은 없고, 동일하여도 좋고, 상이하여도 좋다. 각각으로부터 얻어지는 발광이 혼합되어 소자 밖으로 추출되기 때문에, 예를 들어 양자의 발광색이 서로 보색의 관계에 있는 경우, 발광 소자는 백색의 광을 제공할 수 있다. 발광 소자의 신뢰성을 고려하면, 제 1 발광 재료의 발광 피크 파장은 제 2 발광 재료의 발광 피크 파장보다 짧은 것이 바람직하다. 예를 들어 제 1 발광 재료가 청색으로 발광하고, 제 2 발광 재료가 녹색, 황색, 또는 적색으로 발광하는 것이 바람직하다.

[0037]

제 2 발광층(122)은 복수의 층이 적층된 구조를 가져도 좋다. 이 경우, 복수의 층에 있어서 서로 상이한 구조나 재료를 채용하여도 좋다.

[0038]

또한, 제 1 발광층(120) 및 제 2 발광층(122)은 증착법(진공 증착법을 포함함), 잉크젯법, 도포법, 그라비어 인쇄법 등의 방법으로 형성할 수 있다.

[0039]

1-4. 기타 층

[0040]

도 1의 (A)에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자는 상술한 제 1 발광층(120)과 제 2 발광층(122) 이외의 층을 가져도 좋다. 예를 들어, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 저지층, 정공 저지층, 전자 수송층, 전자 주입층 등을 가져도 좋다. 또한, 이들의 각 층은 복수의 층으로 형성되어도 좋다. 이들의 층은 캐리어 주입 장벽의 저감, 캐리어 수송성의 향상, 또는 전극에 의한 소광 현상의 억제가 가능하고, 발광 효율의

항상이나 구동 전압의 저감에 기여한다. 도 1의 (A)는 제 1 발광층(120)과 제 2 발광층(122) 이외에 정공 주입층(124), 정공 수송층(126), 전자 수송층(128), 전자 주입층(130)을 갖는 발광 소자를 도시한 것이다. 또한, 본 명세서 및 청구항에 있어서 제 1 전극(100)과 제 2 전극(102) 사이에 제공된 복수의 층 전체를 EL층으로 정의한다. 예를 들어, 도 1의 (A)에서는 정공 주입층(124), 정공 수송층(126), 제 1 발광층(120), 제 2 발광층(122), 전자 수송층(128), 및 전자 주입층(130)을 포함하는 적층체가 EL층이다.

[0041] 1-4-1. 정공 주입층

[0042] 정공 주입층(124)은 제 1 전극(100)으로부터의 정공 주입 장벽을 저감시킴으로써 정공 주입을 촉진하는 기능을 갖고, 예를 들어 전이 금속 산화물, 프탈로사이아닌 유도체, 또는 방향족 아민 등에 의하여 형성된다. 전이 금속 산화물로서는, 몰리브데넘 산화물이나 바나듐 산화물, 루테튬 산화물, 텅스텐 산화물, 망가니즈 산화물 등을 들 수 있다. 프탈로사이아닌 유도체로서는 프탈로사이아닌이나 금속 프탈로사이아닌 등을 들 수 있다. 방향족 아민으로서는 벤지딘 유도체나 페닐렌다이아민 유도체 등을 들 수 있다. 폴리티오펜이나 폴리아닐린 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있고, 대표적인 예로서는 도핑된 폴리티오펜인 폴리(에틸렌다이옥시티오펜)/폴리(스티렌설폰산) 등을 들 수 있다.

[0043] 정공 주입층(124)으로서 정공 수송성 재료와, 이에 대하여 전자 수용성을 나타내는 재료의 혼합층을 사용할 수도 있다. 또는 전자 수용성을 나타내는 재료를 포함하는 층과 정공 수송성 재료를 포함하는 층의 적층을 사용하여도 좋다. 이들의 재료간에서는 전계의 존재하, 또는 비존재하에 있어서 전하의 수수가 가능하다. 전자 수용성을 나타내는 재료로서는 퀴노다이메탄 유도체나 클로라닐 유도체, 헥사아자트라이페닐렌 유도체 등의 유기 액셉터를 들 수 있다. 구체적으로는, 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메탄(약칭: F₄-TCNQ), 및 클로라닐, 2,3,6,7,10,11-헥사사이아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌(약칭: HAT-CN) 등의 전자 흡인기(할로젠기, 사이아노기)를 갖는 재료이다. 또한, 전이 금속 산화물, 예를 들어 제 4 족~제 8 족에 속하는 금속의 산화물을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 산화 바나듐, 산화 니오븀, 산화 탄탈, 산화 크롬, 산화 몰리브데넘, 산화 텅스텐, 산화 망가니즈, 산화 레늄 등이 있다. 이들 중에서도 산화 몰리브데넘은 대기 중에서도 안정적이고 흡습성이 낮으며 취급하기 쉽기 때문에 바람직하다.

[0044] 정공 수송성 재료로서는 전자보다 정공의 수송성이 높은 재료를 사용할 수 있고, $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 갖는 재료인 것이 바람직하다. 구체적으로는, 방향족 아민, 카바졸 유도체, 방향족 탄화 수소, 스티벤 유도체 등을 사용할 수 있다. 또한, 정공 수송성 재료는 고분자 화합물이라도 좋다.

[0045] 1-4-2. 정공 수송층

[0046] 정공 수송층(126)은 정공 수송성 재료를 포함하는 층이고, 정공 주입층(124)의 재료로서 예시한 재료를 사용할 수 있다. 정공 수송층(126)은 정공 주입층(124)에 주입된 정공을 제 1 발광층(120)에 수송하는 기능을 갖기 때문에 정공 주입층(124)의 최고 점유 분자 궤도(HOMO: Highest Occupied Molecular Orbital) 준위와 동일한, 또는 가까운 HOMO 준위를 갖는 것이 바람직하다.

[0047] 1-4-3. 전자 주입층

[0048] 전자 주입층(130)은 제 2 전극(102)으로부터의 전자 주입 장벽을 저감함으로써 전자 주입을 촉진하는 기능을 갖고, 예를 들어 제 1 족 금속, 제 2 족 금속, 또는 이들의 산화물, 할로젠화물, 탄산염 등을 사용할 수 있다. 또한, 전자 수송성 재료(나중에 기재함)와, 이들에 대하여 전자 공여성을 나타내는 재료의 혼합층을 사용할 수도 있다. 전자 공여성을 나타내는 재료로서는 제 1 족 금속, 제 2 족 금속, 또는 이들의 산화물 등을 들 수 있다.

[0049] 1-4-4. 전자 수송층

[0050] 전자 수송층(128)은 전자 주입층(130)을 개재하여 제 2 전극(102)으로부터 주입된 전자를 제 2 발광층(122)으로 수송하는 기능을 갖는다. 전자 수송성 재료로서는, 정공보다도 전자의 수송성이 높은 재료를 사용할 수 있고, $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 전자 이동도를 갖는 재료인 것이 바람직하다. 구체적으로는, 퀴놀린 배위자, 벤조퀴놀린 배위자, 옥사졸 배위자, 또는 티아졸 배위자를 갖는 금속 착체, 옥사다리아졸 유도체, 트리아리아졸 유도체, 페난트론 유도체, 피리딘 유도체, 바이피리딘 유도체 등을 들 수 있다.

[0051] 또한, 상술한 정공 주입층(124), 정공 수송층(126), 전자 주입층(130), 및 전자 수송층(128)은 각각 증착법(진공 증착법을 포함함), 잉크젯법, 도포법, 그라비아 인쇄법 등의 방법으로 형성할 수 있다.

- [0052] 또한, 정공 주입층(124), 정공 수송층(126), 전자 주입층(130), 및 전자 수송층(128)에는, 상술한 재료 외에 무기 화합물 또는 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등)을 사용하여도 좋다.
- [0053] 2. 발광 소자의 다른 구성예
- [0054] 도 1의 (A)에 도시된 발광 소자에서는, 제 2 발광층(122)이 제 1 발광층(120) 위에 제공되어 있지만, 본 발명의 일 형태는 이 구조에 한정되지 않고, 도 1의 (B)에 도시된 바와 같이 제 1 발광층(120)이 제 2 발광층(122) 위에 제공되어도 좋다.
- [0055] 3. 제 1 발광층(120)의 발광 기구
- [0056] 제 1 호스트 재료와 제 1 발광 재료의 에너지 준위의 상관에 대하여 도 2에 도시하였다. 도 2에서의 부호는 다음과 같다.
- [0057] $S_{0(h)}$: 제 1 호스트 재료의 기저 상태의 준위
- [0058] $S_{0(g)}$: 제 1 발광 재료의 기저 상태의 준위
- [0059] $S_{1(h)}$: 제 1 호스트 재료의 1중항 여기 상태의 가장 낮은 준위
- [0060] $S_{1(g)}$: 제 1 발광 재료의 1중항 여기 상태의 가장 낮은 준위
- [0061] $T_{1(h)}$: 제 1 호스트 재료의 3중항 여기 상태의 가장 낮은 준위
- [0062] $T_{1(g)}$: 제 1 발광 재료의 3중항 여기 상태의 가장 낮은 준위
- [0063] 상술한 바와 같이, 제 1 발광층(120)은 제 1 호스트 재료와, 이것보다 T_1 준위가 높은 제 1 발광 재료를 갖는다. 따라서, $T_{1(g)}$ 는 $T_{1(h)}$ 보다 높다. 또한, 제 1 발광층(120) 내에는 제 1 발광 재료와 비교하여 제 1 호스트 재료가 대량으로 존재한다. 도 2는 2분자의 제 1 호스트 재료와 1분자의 제 1 발광 재료의 에너지 준위를 도시한 것이다.
- [0064] 캐리어의 재결합에 의하여 제 1 발광층(120)에서 여기 상태가 생성된다. 제 1 발광 재료와 비교하여 제 1 호스트 재료는 대량으로 존재하기 때문에 여기 상태는 거의 제 1 호스트 재료의 여기 상태로서 존재한다. 여기서 캐리어의 재결합에 의하여 생성되는 1중항 여기 상태와 3중항 여기 상태의 비율(이하, 여기자 생성 확률)은 약 1:3이 된다. 즉, $S_{1(h)}$ 를 갖는 1중항 여기 상태가 약 1, $T_{1(h)}$ 를 갖는 3중항 여기 상태가 약 3의 비율로 생성된다.
- [0065] $S_{1(g)}$ 가 $S_{1(h)}$ 보다 낮은 경우, 1중항 여기 상태의 제 1 호스트 재료로부터 제 1 발광 재료로 에너지가 신속하게 이동(1중항 에너지 이동. 과정(a))하여 제 1 발광 재료의 1중항 여기 상태가 생성되고, 이것이 복사(輻射) 과정에 의하여 기저 상태로 완화(과정(b))됨으로써 발광을 얻을 수 있다. 이 때, $T_{1(h)}$ 가 $T_{1(g)}$ 보다 높은 경우, 3중항 여기 상태의 제 1 호스트 재료로부터 제 1 발광 재료로 에너지가 신속하게 이동(3중항 에너지 이동)하여 제 1 발광 재료의 3중항 여기 상태가 생성된다. 그러나, 제 1 발광 재료는 형광 재료이기 때문에 3중항 여기 상태에서 가시광 영역의 발광을 나타내지 않는다. 따라서, 제 1 호스트 재료의 3중항 여기 상태를 발광으로서 이용할 수 없다. 따라서, $T_{1(h)}$ 가 $T_{1(g)}$ 보다 높은 경우에는 결과적으로 과정(a)에 따른 발광만 이용할 수 있게 되고, 주입된 캐리어 중 최대 약 25% 밖에 발광으로 이용할 수 없다.
- [0066] 한편으로, 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자에서는 $T_{1(g)}$ 는 $T_{1(h)}$ 보다 높다. 따라서, 제 1 호스트 재료로부터 제 1 발광 재료로의 3중항 에너지는 이동(과정(c))하지 않거나, 또는 무시할 수 있을 정도이다. 이 경우, 제 1 호스트 재료의 3중항 상태는 비복사(non-radiative) 과정에 의하여 기저 상태로 완화되는 과정(과정(d))과 3중항-3중항 소멸(TTA: Triplet-Triplet Annihilation)에 의하여 제 1 호스트 재료의 1중항 여기 상태를 생성하는 과정이 경쟁한다. TTA에 의하여 생성된 1중항 여기 상태에 있는 제 1 호스트 재료로부터는 그것보다 준위가 낮은 $S_{1(g)}$ 로 에너지가 이동(과정(e))하기 때문에 제 1 발광 재료의 1중항 여기 상태를 생성할 수 있다.
- [0067] 즉, 제 1 발광층(120)에서는 (1)캐리어 재결합에 의하여 직접 생성하는 1중항 여기 상태의 제 1 호스트 재료로부터의 에너지 이동 과정(과정(a)), 및 (2)TTA를 거쳐 생성되는 1중항 여기 상태의 제 1 호스트 재료로부터의

에너지 이동 과정(과정(e))의 2개의 과정을 거쳐 제 1 발광 재료의 1중항 여기 상태가 생성된다. 상술한 바와 같이, $T_{1(g)}$ 가 $T_{1(h)}$ 보다 낮은 경우에는 (1)의 과정만 이용할 수 있기 때문에 발광 소자의 효율은 여기자 생성 확률에 지배된다. 한편, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자와 같이, $T_{1(g)}$ 가 $T_{1(h)}$ 보다 높은 경우에는 (1)과 (2) 양쪽의 과정을 이용할 수 있기 때문에 여기자 생성 확률을 초과하는 발광 효율을 얻을 수 있어 고효율의 발광 소자를 제공할 수 있다.

[0068] 본 실시형태에 나타난 구성은, 다른 실시형태에 나타내는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0069] (실시형태 2)

[0070] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자에 대하여 도 1의 (C)를 사용하여 설명한다. 본 실시형태의 발광 소자는 제 1 발광층(120)과 제 2 발광층(122) 사이에 분리층(135)을 갖는 점이 실시형태 1의 발광 소자와 다르다. 분리층(135)은 제 1 발광층(120)과 제 2 발광층(122)에 접한다. 다른 층의 구조는, 실시형태 1의 구조와 마찬가지로 설명은 생략하기로 한다.

[0071] 분리층(135)은 제 2 발광층(122) 내에서 생성되는 여기 상태의 제 2 호스트 재료나 여기 상태의 제 2 발광 재료로부터 제 1 발광층(120) 내의 제 1 호스트 재료나 제 1 발광 재료로 텍스터 기구(Dexter Mechanism)에 의하여 에너지가 이동(특히 3중항 에너지 이동)하는 것을 방지하기 위하여 제공된다. 따라서, 분리층은 수nm 정도의 두께가 있으면 좋다. 구체적으로 그 두께는 0.1nm 이상 20nm 이하, 또는 1nm 이상 10nm 이하, 또는 1nm 이상 5nm 이하이다.

[0072] 분리층(135)은 단일 재료로 구성되어도 좋지만, 정공 수송성 재료와 전자 수송성 재료 양쪽이 포함되어도 좋다. 단일 재료로 구성하는 경우, 양극성 재료를 사용하여도 좋다. 여기서 양극성 재료란, 전자와 정공의 이동도의 비율이 100 이하인 재료를 가리킨다. 분리층(135)에 포함되는 재료는, 실시형태 1에서 예시한 정공 수송성 재료 또는 전자 수송성 재료 등을 사용할 수 있다. 또한, 분리층(135)에 포함되는 재료, 또는 그 중에서 적어도 하나는 상기 제 2 호스트 재료와 동일 재료로 형성하여도 좋다. 따라서, 발광 소자의 제작이 용이해지고, 또한 구동 전압이 저감된다.

[0073] 또는, 분리층(135)에 포함되는 재료, 또는 그 중에서 적어도 하나는 제 2 호스트 재료보다 T_1 준위가 높아도 좋다.

[0074] 정공 수송성 재료와 전자 수송성 재료의 분리층(135) 내의 혼합 비율을 조정함으로써 재결합 영역을 조정할 수 있고, 이에 따라 발광색을 제어할 수 있다. 예를 들어, 제 1 전극(100)과 제 2 전극(102)이 각각 양극과 음극인 경우, 분리층(135)의 정공 수송성 재료의 비율을 증가시킴으로써 재결합 영역을 제 1 전극(100) 측으로부터 제 2 전극(102) 측으로 시프트할 수 있다. 이로써, 제 2 발광층(122)으로부터의 발광의 기여를 증대시킬 수 있다. 한편, 분리층(135)의 전자 수송성 재료의 비율을 증가시킴으로써 재결합 영역을 제 2 전극(102) 측으로부터 제 1 전극(100) 측으로 시프트할 수 있고, 제 1 발광층(120)으로부터의 발광의 기여를 증대시킬 수 있다. 제 1 발광층(120)과 제 2 발광층(122)으로부터의 발광색이 서로 상이한 경우에는 재결합 영역을 조정함으로써 발광 소자 전체의 발광색을 변화시킬 수 있다.

[0075] 상기 정공 수송성 재료와 전자 수송성 재료는 분리층(135) 내에서 엑시플렉스를 형성하여도 좋고, 이로써 여기자의 확산을 효과적으로 방지할 수 있다. 구체적으로는 여기 상태의 제 2 호스트 재료 또는 여기 상태의 제 2 발광 재료로부터 제 1 호스트 재료 또는 제 1 발광 재료로 에너지가 이동하는 것을 방지할 수 있다.

[0076] 실시형태 1에서 나타난 발광 소자와 마찬가지로 도 1의 (D)에 도시된 바와 같이 제 1 발광층(120)이 제 2 발광층(122) 위에 위치하여도 좋다. 이 경우, 정공 수송층(126) 위에 제 2 발광층(122)이 제공되고, 그 위에 분리층(135)을 개재하여 제 1 발광층(120)이 제공된다.

[0077] 본 실시형태에 나타난 구성은, 다른 실시형태에 나타내는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0078] (실시형태 3)

[0079] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자에 대하여 도 3의 (A)를 사용하여 설명한다.

[0080] 1. 발광 소자의 구성예

[0081] 본 실시형태에 나타내는 발광 소자는 도 3의 (A)에 도시된 바와 같이, 제 1 전극(100), 제 2 전극(102), 및 이들 사이에 제공된 제 1 발광 유닛(140-1), 제 2 발광 유닛(140-2)을 갖는다. 제 1 발광 유닛(140-1)과 제 2

발광 유닛(140-2)은 서로 중첩되고, 이들 사이에는 중간층(150)이 제공된다. 이하, 제 1 전극(100)을 양극, 제 2 전극(102)을 음극으로서 설명한다. 제 1 전극(100)이나 제 2 전극(102) 등 실시형태 1 및 실시형태 2와 동일 부호, 또는 명칭을 부여한 구성 요소는 실시형태 1 및 실시형태 2의 것과 마찬가지로 상세한 설명은 생략한다.

[0082]

1-1. 제 1 발광 유닛

[0083]

제 1 발광 유닛(140-1)은 제 1 발광층(120)과 제 2 발광층(122)을 갖는다. 이들 층의 구성이나 재료는 실시형태 1에서 나타난 것과 마찬가지로이다. 따라서, 도 3의 (A)에 도시된 발광 소자에서는 제 2 발광층(122)이 제 1 발광층(120) 위에 설치되지만, 제 1 발광층(120)을 제 2 발광층(122) 위에 제공하여도 좋다. 또한, 도 3의 (A)에 도시된 바와 같이, 정공 주입층(124)이나 정공 수송층(126-1), 전자 수송층(128-1)을 제공하여도 좋다. 이들 층으로서 실시형태 1에서 나타난 정공 주입층(124)이나 정공 수송층(126), 전자 수송층(128)과 마찬가지로의 층을 사용할 수 있다. 또한, 실시형태 2에서 나타난 바와 같이, 제 1 발광층(120)과 제 2 발광층(122) 사이에 분리층(135)(미도시)을 제공하여도 좋다.

[0084]

1-2. 중간층

[0085]

중간층(150)은 제 1 전극(100)과 제 2 전극(102)에 전압을 인가하였을 때 제 1 발광 유닛(140-1)에 전자를 주입하고, 제 2 발광 유닛(140-2)에 정공을 주입하는 기능을 갖는다. 또한, 가시광을 투과할 수 있고, 40% 이상의 투과율을 갖는 것이 바람직하다. 여기서는, 중간층(150)은 제 1 층(150-1)과 제 2 층(150-2)으로 구성된다. 제 1 층(150-1)은 제 1 발광 유닛(140-1) 측에 제공되고, 제 2 층(150-2)은 제 2 발광 유닛(140-2) 측에 제공된다.

[0086]

제 1 층(150-1)은 예를 들어 제 1 족 금속이나 제 2 족 금속, 또는 이들의 화합물(산화물이나 할로젠화물, 탄산염 등)을 사용할 수 있다. 또는 실시형태 1에서 나타난 전자 수송성 재료와 이에 대하여 전자 공여성을 나타내는 재료의 혼합층을 사용할 수도 있다.

[0087]

제 2 층(150-2)은 실시형태 1에서 나타난 전이 금속 산화물을 갖는 층을 사용할 수 있다. 또는 정공 수송성 재료와 이에 대하여 전자 수용성을 나타내는 재료의 혼합층, 또는 전자 수용성을 나타내는 재료를 포함하는 층과 정공 수송성 재료를 포함하는 층의 적층을 사용할 수 있다. 구체적으로는 실시형태 1에서 나타난 정공 주입층(124)으로서 사용할 수 있는 혼합층이나 적층을 사용할 수 있다.

[0088]

또한, 제 1 층(150-1)과 제 2 층(150-2) 사이에 버퍼층(미도시)을 제공하여도 좋다. 이로써 제 1 층(150-1)과 제 2 층(150-2)을 구성하는 재료끼리 계면에서 반응하는 것을 방지할 수 있다. 버퍼층은 전자 수송성 재료를 포함하는 층이고, 전자 수송성 재료로서는 예를 들어 페릴렌 유도체나 질소 함유 축합 방향족 화합물 등을 들 수 있다.

[0089]

또한, 중간층(150)은 증착법(진공 증착법을 포함함), 잉크젯법, 도포법, 그라비아 인쇄법 등의 방법으로 형성할 수 있다.

[0090]

1-3. 제 2 발광 유닛

[0091]

제 2 발광 유닛(140-2)은 제 3 발광층(132)을 갖는다. 제 3 발광층(132)은 제 3 호스트 재료와 제 3 발광 재료를 갖고, 제 3 발광 재료는 형광 재료 또는 인광 재료이다. 제 3 발광층(132) 내에서는 중량 비율로 제 3 호스트 재료가 가장 많이 존재하고, 제 3 발광 재료는 제 3 호스트 재료 내로 분산된다. 제 3 호스트 재료는 실시형태 1에서 나타난 제 1 호스트 재료나 제 2 호스트 재료와 마찬가지로의 재료를 사용할 수 있다. 또한, 제 3 호스트 재료는 제 1 호스트 재료나 제 2 호스트 재료와 동일하여도 좋고, 상이하여도 좋다. 제 3 발광 재료로서 형광 재료를 사용하는 경우에는 제 3 호스트 재료의 S_1 준위는 제 3 발광 재료의 S_1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 한편, 제 3 발광 재료로서 인광 재료를 사용하는 경우에는 제 3 호스트 재료의 T_1 준위는 제 3 발광 재료의 T_1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 제 3 발광 재료로서는 실시형태 1에서 나타난 제 1 발광 재료나 제 2 발광 재료와 마찬가지로의 재료를 사용할 수 있다.

[0092]

제 3 발광 재료는 제 1 발광 재료나 제 2 발광 재료와 동일하여도 좋고, 상이하여도 좋다. 예를 들어, 이들 제 1 발광 재료와 제 2 발광 재료, 및 제 3 발광 재료를 사용하여 적색, 청색, 녹색의 3원색의 발광을 얻음으로써 발광 소자로부터 연색성이 높은 백색광을 추출할 수 있다.

[0093]

도 3의 (A)에 도시된 발광 소자에서는 제 2 발광 유닛(140-2)은 정공 수송층(126-2), 전자 수송층(128-2), 및

전자 주입층(130)을 더 갖는다. 이들 층도 실시형태 1에서 나타난 것과 마찬가지로의 층을 사용할 수 있다.

[0094] 실시형태 1이나 2에서 나타난 발광 소자와 비교하면, 본 실시형태에서 나타내는 발광 소자의 구동 전압은 상승하지만, 같은 정도의 전류 밀도에 있어서 2배 또는 그 이상의 전류 효율을 얻을 수 있고, 효율이 높은 발광 소자를 실현할 수 있다.

[0095] 2. 발광 소자의 다른 구성예

[0096] 도 3의 (A)에 도시된 발광 소자에서는 제 1 발광층(120)과 제 2 발광층(122)을 갖는 발광 유닛(제 1 발광 유닛(140-1))이 제 1 전극(100) 측에 형성되지만, 도 3의 (B)에 도시된 바와 같이 제 2 전극(102) 측에 형성되어도 좋다. 또한, 이 경우, 실시형태 2와 마찬가지로 제 1 발광층(120)과 제 2 발광층(122) 사이에 분리층(135)을 제공하여도 좋다.

[0097] 여기서는, 2개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에 대하여 도 3의 (A) 및 (B)를 사용하여 설명하였지만, 도 3의 (C)에 도시된 바와 같이 n 개(n 은 3 이상의 정수)의 발광 유닛(140-1~140- n)을 적층한 발광 소자도 본 발명의 실시형태에 포함된다. 이 경우, 인접된 발광 유닛들 사이에 중간층(150-(1)~150-($n-1$))이 제공된다. 또한, n 개의 발광 유닛 중 적어도 하나가 상기 제 1 발광 유닛과 마찬가지로의 구성을 갖고, 적어도 다른 하나가 상기 제 2 발광 유닛과 마찬가지로의 구성을 가지면 좋다.

[0098] 본 실시형태에 나타내는 구성은, 다른 실시형태에 나타내는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0099] (실시형태 4)

[0100] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 갖는 발광 장치의 일례로서, 액티브 매트릭스형의 발광 장치에 대하여 도 4를 사용하여 설명한다. 도 4의 (A)는 발광 장치를 도시한 상면도이고, 도 4의 (B)는 도 4의 (A)를 섹션 A-A'에서 자른 단면도이다.

[0101] 도 4의 (A) 및 (B)에 도시된 바와 같이, 발광 장치는 소자 기관(401) 위에 소스측 구동 회로(403), 화소부(402), 게이트측 구동 회로(404a, 404b)를 갖는다. 또한, 406은 밀봉 기관, 405는 실란트이고, 실란트(405)로 둘러싸인 내측은 영역(418)으로 되어 있다. 소자 기관(401)이나 밀봉 기관(406)으로서는 유리 기관이나 석영 기관 외에, FRP(Fiber Reinforced Plastics), PVF(폴리바이닐플루오라이드), 폴리에스터 또는 아크릴 등으로 이루어진 가요성 기관을 사용할 수 있다. 배선(407)은 리드 배선이며, FPC(408)로부터의 각종 신호를 받아 소스측 구동 회로(403) 및 게이트측 구동 회로(404a, 404b)에 전송한다. FPC에는 프린트 배선 기관(PWB)이 설치되어 있어도 좋다.

[0102] 도 4의 (B)는 간략화하기 위하여 소스측 구동 회로(403)의 일부와 화소부(402) 내의 하나의 화소를 도시한 것이다. 도 4의 (B)에 도시된 바와 같이, 소스측 구동 회로(403)에는 n 채널형 트랜지스터(409)와 p 채널형 트랜지스터(410)를 조합한 CMOS 회로가 형성되지만, 예를 들어 PMOS 회로, 또는 NMOS 회로 등 다른 회로가 형성되어도 좋다. 또한, 소스측 구동 회로(403)나 게이트측 구동 회로(404a, 404b)를 모두, 또는 부분적으로 기관 위가 아니라 기관의 외부에 형성할 수도 있다. 상기 트랜지스터는 스테거형이어도 좋고, 역 스테거형이어도 좋다. 트랜지스터를 구성하는 반도체층의 재료로서는 실리콘 및 게르마늄 등의 제 14 족 원소, 갈륨 비소 및 인듐 인 등의 화합물, 또는 산화 아연이나 산화 주석 등의 산화물 등, 반도체 특성을 나타내는 물질이라면 어떠한 재료를 사용하여도 좋다. 반도체 특성을 나타내는 산화물(산화물 반도체)로서는, 인듐, 갈륨, 알루미늄, 아연 및 주석으로부터 선택되는 원소의 복합 산화물 등을 사용할 수 있다. 상기 반도체층은, 결정질 구조, 비정질 구조 중 어느 구조라도 좋다. 또한, 결정질 구조의 반도체의 구체적인 예로서는 단결정 반도체, 다결정 반도체, 또는 미결정 반도체를 들 수 있다.

[0103] 화소부(402)는 스위칭용 트랜지스터(411)와, 전류 제어용 트랜지스터(412), 및 전류 제어용 트랜지스터(412)에 전기적으로 접속된 제 1 전극(413)을 포함하는 복수의 화소에 의하여 형성된다. 제 1 전극(413)의 단부를 덮어 절연물(414)이 형성되어 있다.

[0104] 절연물(414)의 개구부에 실시형태 1, 2, 또는 3에서 나타난 발광 소자의 구성을 적용한 발광 소자(417)가 제공된다. 즉, 발광 소자(417)는 제 1 전극(413), EL층(415), 및 제 2 전극(416)을 갖고, EL층(415)에는 적어도 제 1 발광층과 제 2 발광층이 포함되고, 제 3 발광층이 더 포함되어도 좋다. 또한, 화소부(402)에는 복수의 발광 소자가 형성되지만, 그 일부에 본 실시형태 1, 2, 및 3에서 설명한 발광 소자와 상이한 구성을 갖는 발광 소자가 포함되어도 좋다.

[0105] 밀봉 기관(406)과 소자 기관(401)은 실란트(405)로 접착되고, 영역(418)에 발광 소자(417)가 배치된다. 영역

(418)은 불활성 가스, 또는 수지나 건조제, 또는 그 양쪽 모두로 충전된다. 실란트(405)에는 에폭시계 수지나 유리 프릿(glass frit)을 사용하는 것이 바람직하다.

[0106] 본 실시형태에 나타내는 구성은, 다른 실시형태에 나타내는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0107] (실시형태 5)

[0108] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 갖는 발광 장치의 일례로서 패시브 매트릭스형의 발광 장치에 대하여 도 5를 사용하여 설명한다. 도 5의 (A)는 발광 장치를 도시한 사시도이고, 도 5의 (B)는 도 5의 (A)를 섹션 X-Y에서 자른 단면도이다.

[0109] 발광 장치는 기관(551), 제 1 전극(552), 제 2 전극(556), 및 EL층(555)을 갖고, EL층(555)은 실시형태 1, 2, 또는 3에서 나타난 제 1 발광층(120)과 제 2 발광층(122)을 갖는다. 제 1 전극(552)의 일부는 절연층(553)으로 덮여 있으며, 절연층(553) 위에는 격벽층(554)이 제공되어 있다. 격벽층(554)은 기관(551)으로부터 멀어짐에 따라 그 폭이 커진다. 즉, 격벽층(554)의 짧은 변 방향의 단면은 사다리꼴 형상이고, 절연층(553)에 접하는 밑면이 윗면보다 더 짧다. 이로써 크로스토크(crosstalk)로 인한 발광 소자의 불량을 방지할 수 있다.

[0110] 본 실시형태에 나타내는 구성은, 다른 실시형태에 나타내는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0111] (실시형태 6)

[0112] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 갖는 발광 장치를 포함하는 전자 기기의 일례에 대하여, 도 6 및 도 7을 사용하여 설명한다.

[0113] 전자 기기로서 예를 들어, 텔레비전 장치, 컴퓨터, 카메라(디지털 카메라나 디지털 비디오 카메라), 디지털 포토 프레임, 휴대 전화기, 휴대 정보 단말, 게임기, 음향 재생 장치 등을 들 수 있다. 이들 전자 기기의 구체적인 예를 도 6에 도시하였다.

[0114] 도 6의 (A)는 텔레비전 장치의 일례를 도시한 것이다. 텔레비전 장치(6100)는 하우징(6101)에 표시부(6103)가 내장되어 있다. 표시부(6103)에는 실시형태 1, 2, 또는 3에 나타난 발광 소자를 포함하는 발광 장치가 제공된다.

[0115] 도 6의 (B)는 컴퓨터의 일례를 도시한 것이다. 이 컴퓨터는 본체(6201), 하우징(6202), 표시부(6203), 키보드(6204), 외부 접속 포트(6205), 포인팅 디바이스(6206) 등을 포함한다. 표시부(6203)에는 실시형태 1, 2, 또는 3에 나타난 발광 소자를 포함하는 발광 장치가 제공된다.

[0116] 도 6의 (C)는 스마트 워치의 일례를 도시한 것이다. 스마트 워치는 하우징(6302), 표시 패널(6304), 조작 버튼(6311, 6312), 접속 단자(6313), 밴드(6321), 버클(6322) 등을 갖는다. 표시 패널(6304)에는 실시형태 1, 2, 또는 3에 나타난 발광 소자를 포함하는 발광 장치가 제공된다. 또한, 표시 패널(6304)은 비직사각형의 표시 영역을 갖고, 시각을 나타내는 아이콘(6305), 기타 아이콘(6306) 등을 표시할 수 있다.

[0117] 도 6의 (D)는 휴대 전화기의 일례를 도시한 것이다. 휴대 전화기(6400)는 하우징(6401)에 제공된 표시부(6402) 외에, 조작 버튼(6403), 외부 접속 포트(6404), 스피커(6405), 마이크(6406) 등을 구비한다. 표시부(6402)에는 실시형태 1, 2, 또는 3에 나타난 발광 소자를 포함하는 발광 장치가 제공된다. 또한, 표시부(6402)에는 터치 패널(미도시)이 제공되어 표시부(6402)를 손가락 등으로 터치함으로써 휴대 전화기(6400)를 조작하거나, 또는 정보를 휴대 전화기(6400)에 입력할 수 있다. 또한, 표시부(6402)에 이미지 센서를 탑재하여 촬상 기능을 부여하여도 좋다.

[0118] 도 7은 폴더형 태블릿 단말의 일례를 도시한 것이다. 도 7의 (A)는 펼친 상태를 도시한 것이다. 태블릿 단말은 하우징(730), 표시부(731a), 표시부(731b), 표시 모드 전환 스위치(734), 전원 스위치(735), 절전 모드 전환 스위치(736), 걸쇠(733), 조작 스위치(738) 등을 갖는다. 표시부(731a)와 표시부(731b) 중 한쪽, 또는 양쪽 모두에 실시형태 1, 2, 또는 3에 나타난 발광 소자를 포함하는 발광 장치가 제공된다. 태블릿 단말은 반으로 접힐 수 있는 폴더형이기 때문에 사용하지 않는 동안은 하우징(730)을 접음으로써 표시부(731a)와 표시부(731b)를 보호할 수 있다.

[0119] 표시부(731a)와 표시부(731b)를 부분적으로 또는 전체적으로 터치 패널 영역(732a, 732b)으로 할 수 있고, 표시된 조작 키(737)나 조작 스위치(739)에 터치함으로써 데이터 입력 등의 각종 조작을 행하여도 좋다.

[0120] 표시 모드 전환 스위치(734)에 의하여 세로 표시 또는 가로 표시 등 표시 방향의 전환, 흑백 표시나 컬러 표시

의 전환 등을 선택할 수 있다. 절전 모드 전환 스위치(736)에 의하여 태블릿 단말에 내장되어 있는 광 센서로 검출되는 외광의 광량에 따라 표시의 휘도를 최적화할 수 있다.

[0121] 도 7의 (A)는 표시부(731a)와 표시부(731b)의 표시 면적이 같은 예를 도시한 것이지만, 표시부들의 크기는 서로 상이하여도 좋고, 그 표시 사양이 서로 상이하여도 좋다. 예를 들어, 한쪽 표시부가 다른 쪽 표시부보다 더 고정세(高精細) 표시를 실현하여도 좋다.

[0122] 도 7의 (B)는 태블릿 단말을 닫은 상태를 나타내고, 태양 전지(750), 충방전 제어 회로(752), 배터리(754), DCDC 컨버터(756) 등을 도시한 것이다. 태양 전지(750)에 의하여 전력을 태블릿 단말로 공급할 수 있다. 또한, 태양 전지(750)는 하우징(730)의 한쪽 면에 제공되어도 좋고, 양쪽 면에 제공되어도 좋다.

[0123] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 적용하여 전자 기기를 얻을 수 있다. 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓어, 모든 분야의 전자 기기에 적용할 수 있다.

[0124] 본 실시형태에 나타내는 구성은, 다른 실시형태에 나타내는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0125] (실시형태 7)

[0126] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 갖는 발광 장치를 포함한 조명 장치의 일례에 대하여 도 8을 사용하여 설명한다.

[0127] 도 8은 천장에 설치된 조명 장치(801)와 벽면에 설치된 조명 장치(803), 곡면 위에 설치된 조명 장치(802), 테이블 등의 가구에 설치된 조명 장치(804)를 도시한 것이다. 조명 장치(801)는 하우징(821)과, 하우징(821) 내에 설치된 발광 장치(811)를 갖는다. 또한, 조명 장치(802)는 지지체(822)와, 지지체(822) 위의 발광 장치(812)를 갖는다. 또한, 조명 장치(803)는 벽면에 발광 장치(813)가 설치된다. 또한, 조명 장치(804)는 지지체(824)와, 지지체(824) 위의 발광 장치(814)를 갖는다. 이들 조명 장치가 갖는 발광 장치에 실시형태 1, 2, 또는 3에 나타난 발광 소자를 적용할 수 있다.

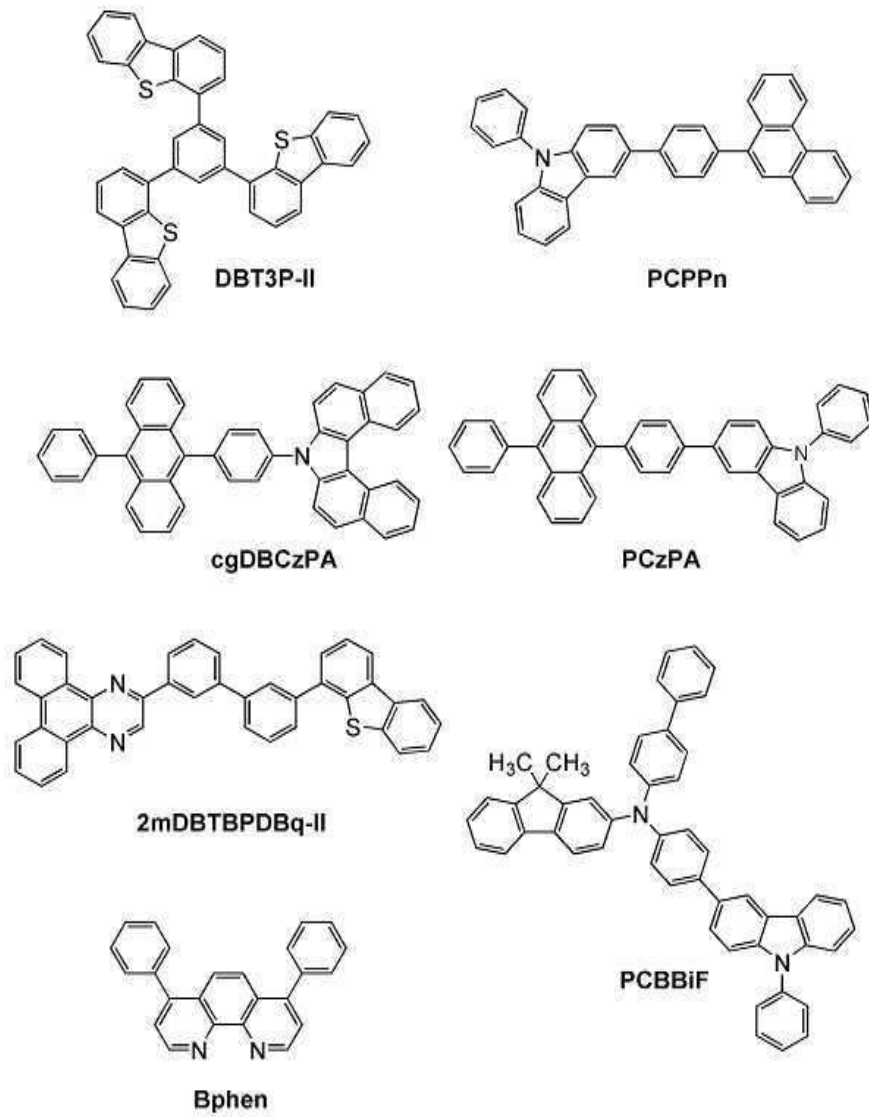
[0128] 본 실시형태에 나타내는 구성은, 다른 실시형태에 나타내는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0129] (실시예 1)

[0130] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자의 제작예를 나타낸다. 도 9의 (A)는 본 실시예에서 제작하는 발광 소자(발광 소자 1)의 모식도를 도시한 것이고, 표 1은 소자 구조의 상세한 사항을 나타낸 것이고, 이하에서는 사용한 화합물의 구조와 약칭을 나타낸다.

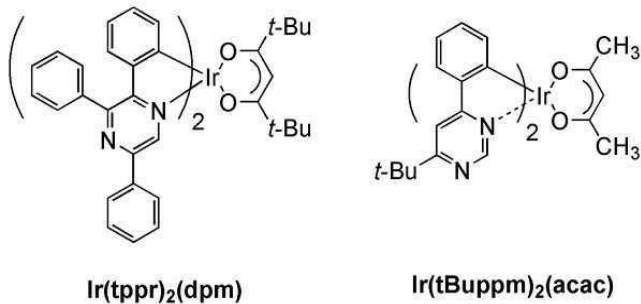
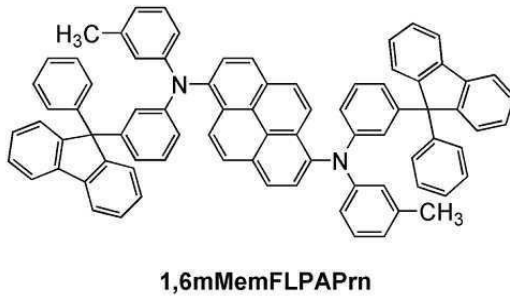
[0131]

[화학식 1]



[0132]

[0133] [화학식 2]



[0134]

표 1

발광 소자 1의 구조

층	부호	막 두께 (nm)	재료	중량비율
제 2 전극	102	200	Al	-
전자 주입층	130	1	LiF	-
전자 수송층	128(2)	15	Bphen	-
	128(1)	10	2mDBTBPDBqII	-
제 2 발광층	122(2)	20	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir(tBuppm) ₂ (acac)	0.7:0.3:0.05
	122(1)	10	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir(tppr) ₂ (dpm)	0.5:0.5:0.05
제 1 발광층	120	20	cgDBCzPA : PCzPA : 1,6mMemFLPAPrn	0.3:0.7:0.05
정공 수송층	126	20	PCPPn	-
정공 주입층	124	30	DBT3P-II : MoO ₃	2:1
제 1 전극	100	110	ITSO	-

[0135]

[0136] 1. 발광 소자 1의 제작

[0137] 유리 기판 위에 형성된 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO(Indium Tin oxide doped with SiO₂), 막 두께 110nm, 면적 4mm²(2mm×2mm))을 제 1 전극(100)으로 하고, 그 위에 1,3,5-트라이(다이벤조티오펜-4-일)-벤젠(약칭: DBT3P-II)과 산화 몰리브데넘을 중량 비율(DBT3P-II: MoO₃)이 2:1, 막 두께가 30nm가 되도록 공증착(co-evaporation)함으로써 정공 주입층(124)을 형성하였다.

[0138] 정공 주입층(124) 위에 3-[4-(9-페난트릴)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPPn)을 막 두께가 20nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(126)을 형성하였다.

[0139] 정공 수송층(126) 위에 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA), 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: PCzPA), 및 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrn)을 중량 비율(cgDBCzPA: PCzPA: 1,6mMemFLPAPrn)이

0.3: 0.7: 0.05, 막 두께가 20nm가 되도록 공증착하여 제 1 발광층(120)을 형성하였다.

[0140] 제 1 발광층(120) 위에 2-[3'-(다이벤조티오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f, h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTBPDQ-II), N-(1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF), 및 비스(2,3,5-트라이페닐피라지나토)(다이피발로일메타나토)이리듐(III)(약칭: Ir(tppr)₂(dpm))를 중량 비율(2mDBTBPDQ-II: PCBBiF: Ir(tppr)₂(dpm))이 0.5: 0.5: 0.05, 막 두께가 10nm가 되도록 공증착하여 제 2 발광층(122)의 첫 번째 층(122(1))을 형성하였다.

[0141] 그 위에 2mDBTBPDQ-II, PCBBiF, 및 비스[2-(6-tert-부틸-4-피리미딘일-κN3)페닐-κC](2,4-펜탄다이오나토-κ²O,O')이리듐(III)(약칭: Ir(tBuppm)₂(acac))를 중량 비율(2mDBTBPDQ-II: PCBBiF: Ir(tBuppm)₂(acac))이 0.7: 0.3: 0.05, 막 두께가 20nm가 되도록 공증착하여 제 2 발광층(122)의 두 번째 층(122(2))을 형성하였다.

[0142] 그 위에 2mDBTBPDQ-II를 막 두께가 10nm, 바소페난트롤린(약칭: Bphen)을 막 두께가 15nm가 되도록 순차적으로 증착하여 전자 수송층(128(1), 128(2))을 형성하였다. 전자 수송층(128(1), 128(2)) 위에 불화 리튬(LiF)을 막 두께가 1nm가 되도록 증착하여 전자 주입층(130)을 형성하고, 또한 알루미늄(Al)을 막 두께가 200nm가 되도록 증착하여 제 2 전극(102)을 형성하였다. 질소 분위기하에서 실란트를 사용하여 대향 유리 기판을 유리 기판 위에 고정함으로써 밀봉하여 발광 소자 1을 얻었다.

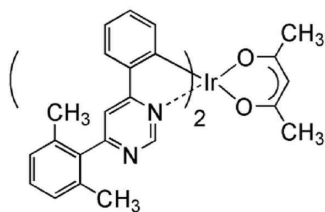
[0143] 2. 발광 소자 1의 특성

[0144] 발광 소자 1의 초기 특성을 도 10~도 13에 도시하였다. 도 10에 도시된 바와 같이, 발광 소자 1은 2.4V 부근으로부터 발광이 시작되고, 5.0V의 전압으로 8000cd/m²를 초과하는 휘도를 나타내는 것으로 저전압으로 구동할 수 있는 것을 알 수 있다. 또한, 1000cd/m²에 있어서 전류 효율, 외부 양자 효율은 각각 20.4cd/A, 10.7%(도 11 참조), 파워 효율은 16.9lm/W(도 12 참조)이며, 이것으로부터 높은 효율을 갖는 것을 확인할 수 있다. 이 발광 소자 1은 청색 발광 형광 재료(1,6mMemFLPAPrn)를 제 1 발광층(120)에 갖고, 적색 발광 인광 재료(Ir(tppr)₂(dpm))를 제 2 발광층(122)의 첫 번째 층(122(1))에 갖고, 녹색 발광 인광 재료(Ir(tBuppm)₂(acac))를 제 2 발광층(122)의 두 번째 층(122(2))에 갖는다. 도 13은 발광 소자의 500cd/m²에 있어서의 전계 발광 스펙트럼을 도시한 것이다. 적색, 청색, 녹색의 각 파장 영역에 피크가 관측됨으로써 이들 3개의 발광 재료로부터 동시에 발광이 얻어지는 것을 알 수 있다. 실제로, 1000cd/m²에 있어서의 발광의 색도는 (x,y)=(0.38, 0.36)이며, 백색 발광이 얻어지는 것을 알 수 있다.

[0145] (실시예 2)

[0146] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자의 제작예를 나타낸다. 도 9의 (B)는 본 실시예에서 제작하는 발광 소자(발광 소자 2)의 모식도를 도시한 것이고, 표 2는 소자 구조의 상세한 사항을 나타낸 것이고, 이하에서는 사용한 화합물의 구조와 약칭을 나타낸다. 또한, 실시예 1에 기재된 발광 소자 1에서 사용한 화합물의 구조 및 명칭은 생략하기로 한다.

[0147] [화합식 3]



Ir(ppm-dmp)₂(acac)

[0148]

표 2

발광 소자 2의 구조

층	부호	막 두께 (nm)	재료	중량비율 *1)
제 2 전극	102	200	Ag	-
		1	Ag : Mg	0.6:0.2
전자 주입층	130	1	LiF	-
전자 수송층	128(2)	15	Bphen	-
	128(1)	10	2mDBTPDBq-II	-
제 2 발광층	122	20	2mDBTPDBq-II : PCBBiF : Ir(ppm-dmp) ₂ (acac)	0.8:0.2:0.05
분리층	135	2	2mDBTPDBq-II : PCBBiF	0.6:0.4
제 1 발광층	120	10	PCzPA : 1,6mMemFLPAPrn	1:0.05
정공 수송층	126	20	PCPPn	-
정공 주입층	124	30	DBT3P-II : MoO ₃	2:1
제 1 전극	100	110	ITO	-

*1) Ag : Mg의 비율만 체적 비율로 기재됨.

1. 발광 소자 2의 제작

발광 소자 1과 마찬가지로 제 1 전극(100) 위에 정공 주입층(124)과 정공 수송층(126)을 형성한 후, PCzPA와 1,6mMemFLPAPrn를 중량 비율(PCzPA: 1,6mMemFLPAPrn)이 1: 0.05, 막 두께가 10nm가 되도록 공증착함으로써 제 1 발광층(120)을 형성하였다.

제 1 발광층(120) 위에 2mDBTPDBq-II와 PCBBiF를 중량 비율(2mDBTPDBq-II: PCBBiF)이 0.6: 0.4, 막 두께가 2nm가 되도록 공증착함으로써 분리층(135)을 형성하였다.

그 위에 2mDBTPDBq-II, PCBBiF, 및 비스{2-[6-(2,6-다이메틸페닐)-4-피리미딘일-κN3]페닐-κC}(2,4-펜탄다이오나토-κO,0')이리듐(III)(약칭: Ir(ppm-dmp)₂(acac))를 중량 비율(2mDBTPDBq-II: PCBBiF: Ir(ppm-dmp)₂(acac))이 0.8: 0.2: 0.05, 막 두께가 20nm가 되도록 공증착하여 제 2 발광층(122)을 형성하였다.

그 위에 2mDBTPDBq-II, Bphen을 각각 막 두께가 10nm, 15nm가 되도록 순차적으로 증착함으로써 전자 수송층(128(1), 128(2))을 형성하였다. 전자 수송층(128(1), 128(2)) 위에 불화 리튬을 막 두께가 1nm가 되도록 증착함으로써 전자 주입층(130)을 형성하였다. 또한, 은과 마그네슘의 합금을 체적 비율(Ag: Mg)이 0.6: 0.2, 막 두께가 1nm가 되도록 공증착하고, 그 위에 은을 막 두께가 200nm가 되도록 증착함으로써 제 2 전극(102)을 형성하였다. 마지막으로 발광 소자 1과 마찬가지로 밀봉함으로써 발광 소자 2를 얻었다.

2. 발광 소자 2의 특성

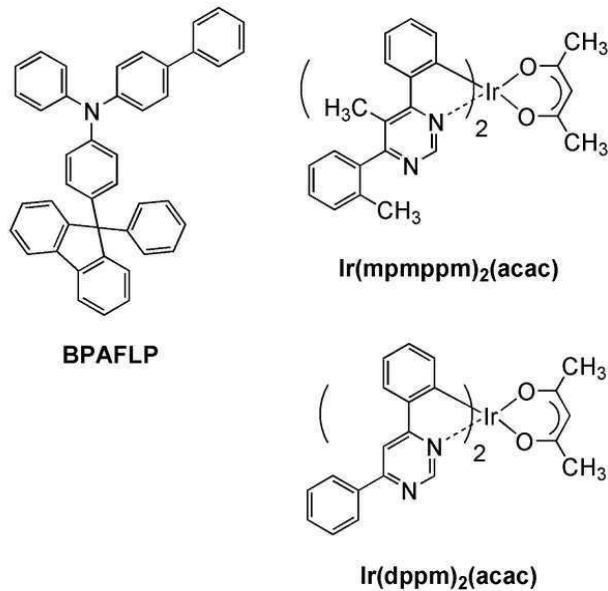
발광 소자 2의 초기 특성을 도 14~도 17에 도시하였다. 도 14에 도시된 바와 같이, 발광 소자 2는 2.6V 부근으로부터 발광이 시작되고, 4.3V의 전압으로 10000cd/m²를 초과하는 휘도를 나타내는 것으로 저전압으로 구동할 수 있는 것을 알 수 있다. 또한, 1000cd/m²에서 전류 효율, 외부 양자 효율은 각각 55.3cd/A, 17.2%(도 15 참조), 파워 효율은 52.6lm/W(도 16 참조)이며, 높은 효율을 갖는 것을 확인할 수 있다. 이 발광 소자 2는 제 1 발광층(120)에 청색 발광 형광 재료(1,6mMemFLPAPrn)를 갖고, 제 2 발광층(122)에 황색 발광 인광 재료(Ir(ppm-dmp)₂(acac))를 갖는다. 도 17에 1000cd/m²에서의 발광 소자 2의 전계 발광 스펙트럼을 나타낸다. 청색 및 황색의 파장 영역에서 각각 피크가 관측됨으로써 이들의 2개의 발광 재료로부터 동시에 발광이 얻어지는 것을 알 수 있다. 1000cd/m²에서의 발광의 색도는 (x, y)=(0.41, 0.49)이었다.

상술한 바와 같이, 본 실시예의 발광 소자는 높은 전류 효율을 나타내고, 낮은 구동 전압으로 구동할 수 있다. 본 실시예에 나타내는 구성은 다른 실시예 및 실시형태와 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0159] (참고예 1)

[0160] 실시형태 1에서 나타낸 바와 같이, 제 2 발광층(122)에 첨가제를 가하여 엑시플렉스를 형성함으로써 발광 효율을 대폭으로 증대시킬 수 있다. 이와 같은 예를 이하의 발광 소자 3~발광 소자 6으로 나타낸다. 소자 구조의 상세한 사항은 표 3에 나타낸다. 또한, 이하에서는 사용한 화합물의 구조와 약칭을 나타낸다. 도 18의 (A)는 발광 소자 3 및 발광 소자 5의 단면 모식도를 도시한 것이고, 도 18의 (B)는 발광 소자 4 및 발광 소자 6의 단면 모식도를 도시한 것이다.

[0161] [화학식 4]



[0162]

표 3

[0163]

	층	부호	막 두께 (nm)	재료	중량 비율
발광 소자 3	제 2 전극	1102	200	Al	-
	전자 주입층	1130	1	LiF	-
	전자 수송층	1128(2)	10	Bphen	-
		1128(1)	20	2mDBTBPDBq-II	-
	발광층	1122(2)	20	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir(tBuppm) ₂ (acac)	0.8:0.2:0.05
		1122(1)	20	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir(tBuppm) ₂ (acac)	0.7:0.3:0.05
	정공 수송층	1126	20	BPAFLP	-
	정공 주입층	1124	50	DBT3P-II:MoO ₃	1:0.5
	제 1 전극	1100	110	ITSO	-
발광 소자 4	제 2 전극	1102	130	Al	-
	전자 주입층	1130	1	LiF	-
	전자 수송층	1128(2)	20	Bphen	-
		1128(1)	15	2mDBTBPDBq-II	-
	발광층	1122	40	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir(mpmpm) ₂ (acac)	0.8:0.2:0.06
	정공 수송층	1126	20	BPAFLP	-
	정공 주입층	1124	10	DBT3P-II:MoO ₃	1:0.5
	제 1 전극	1100	110	ITSO	-

발광 소자 5	제 2 전극	1102	200	Al	-
	전자 주입층	1130	1	LiF	-
	전자 수송층	1128(2)	20	Bphen	-
		1128(1)	20	2mDBTPDBq-II	-
	발광층	1122(2)	20	2mDBTPDBq-II : PCBBiF : Ir(dppm) ₂ (acac)	0.8:0.2:0.05
		1122(1)	20	2mDBTPDBq-II : PCBBiF : Ir(dppm) ₂ (acac)	0.7:0.3:0.05
	정공 수송층	1126	20	BPAFLP	-
	정공 주입층	1124	20	DBT3P-II:MoO ₃	1:0.5
발광 소자 6	제 1 전극	1100	110	ITSO	-
	제 2 전극	1102	200	Al	-
	전자 주입층	1130	1	LiF	-
	전자 수송층	1128(2)	15	Bphen	-
		1128(1)	20	2mDBTPDBq-II	-
	발광층	1122	40	2mDBTPDBq-II : PCBBiF : Ir(tppr) ₂ (dpm)	0.8:0.2:0.05
	정공 수송층	1126	20	BPAFLP	-
	정공 주입층	1124	60	BPAFLP:MoO ₃	1:0.5
	제 1 전극	1100	70	ITSO	-

[0165] 1. 발광 소자 3의 제작

[0166] 제 1 전극(1100)으로서 유리 기판 위에 ITSO막을 막 두께가 110nm가 되도록 형성하였다. 또한, 제 1 전극(1100)의 전극 면적은 4mm²(2mm×2mm)로 하였다.

[0167] 다음에, 제 1 전극(1100) 위에 정공 주입층(1124)으로서 DBT3P-II와 MoO₃을 중량 비율(DBT3P-II: MoO₃)이 1:0.5, 막 두께가 50nm가 되도록 공증착하였다.

[0168] 다음에, 정공 주입층(1124) 위에 정공 수송층(1126)으로서 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP)을 막 두께가 20nm가 되도록 증착하였다.

[0169] 다음에, 정공 수송층(1126) 위에 발광층(1122(1), 1122(2))으로서 2mDBTPDBq-II와 PCBBiF와 Ir(tBuppm)₂(acac)를 중량 비율(2mDBTPDBq-II: PCBBiF: Ir(tBuppm)₂(acac))이 0.7: 0.3: 0.05, 막 두께가 20nm가 되도록 공증착한 다음에, 중량 비율(2mDBTPDBq-II: PCBBiF: Ir(tBuppm)₂(acac))이 0.8: 0.2: 0.05, 막 두께가 20nm가 되도록 공증착하였다. 또한, 발광층(1122)에 있어서 2mDBTPDBq-II가 호스트 재료이고, PCBBiF가 호스트 재료와 엑시플렉스를 형성할 수 있는 첨가제이고, Ir(tBuppm)₂(acac)가 발광 재료이다.

[0170] 다음에, 발광층(1122(2)) 위에 전자 수송층(1128(1), 1128(2)), 및 전자 주입층(1130)으로서 2mDBTPDBq-II와 Bphen와 LiF를 각각 막 두께가 20nm, 10nm, 1nm가 되도록 순차적으로 증착하였다.

[0171] 다음에, 전자 주입층(1130) 위에 제 2 전극(1102)으로서 알루미늄(Al)을 막 두께가 200nm가 되도록 형성하였다.

[0172] 상술한 공정에 의하여 유리 기판 위에 형성되는 발광 소자 3을 제작하였다. 또한, 상술한 성막 과정에 있어서 증착은 모두 저항 가열법을 사용하였다.

[0173] 다음에, 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 유기 EL용의 실란트를 사용하여 밀봉 기판을 유리 기판 위에 고정함으로써 발광 소자 3을 밀봉하였다. 구체적으로는, 실란트를 발광 소자 주위에 도포하여 유리 기판과 밀봉 기판을 접합하고, 365nm의 자외광을 6J/cm² 조사하고, 80℃에서 1시간 동안 가열 처리하였다. 이상의 공정에 의하여 발광 소자 3을 얻었다.

[0174] 2. 발광 소자 4의 제작

[0175] 발광 소자 4는 상술한 발광 소자 3의 제작 방법과 많은 부분이 마찬가지로 나타내는 공정만이 다르

다.

[0176] 다음에, 제 1 전극(1100) 위의 정공 주입층(1124)으로서 DBT3P-II와 MoO₃을 중량 비율(DBT3P-II: MoO₃)이 1: 0.5, 막 두께가 10nm가 되도록 공증착하였다.

[0177] 정공 수송층(1126) 위에 발광층(1122)으로서 2mDBTBPDBq-II와 PCBBiF와 비스{2-[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-피리미딘일-κN3]페닐-κC}(2,4-펜탄다이오나토-κO,O')이리듐(III)(약칭: Ir(mpmpm)₂(acac))를 중량 비율(2mDBTBPDBq-II: PCBBiF: Ir(mpmpm)₂(acac))이 0.8: 0.2: 0.06, 막 두께가 40nm가 되도록 공증착하였다. 또한, 발광층(1122)에 있어서 2mDBTBPDBq-II가 호스트 재료이고, PCBBiF가 호스트 재료와 엑시플렉스를 형성할 수 있는 첨가제이고, Ir(mpmpm)₂(acac)가 발광 재료이다.

[0178] 다음에, 발광층(1122) 위에 전자 수송층(1128(1), 1128(2))으로서 2mDBTBPDBq-II와 Bphen을 각각 막 두께가 15nm, 20nm가 되도록 순차적으로 증착하였다.

[0179] 3. 발광 소자 5의 제작

[0180] 발광 소자 5는 상술한 발광 소자 3의 제작 방법과 많은 부분이 마찬가지이지만, 이하에 나타내는 공정만이 다르다.

[0181] 제 1 전극(1100) 위의 정공 주입층(1124)으로서 DBT3P-II와 MoO₃을 중량 비율(DBT3P-II: MoO₃)이 1: 0.5, 막 두께가 20nm가 되도록 공증착하였다.

[0182] 정공 수송층(1126) 위에 발광층(1122(1), 1122(2))으로서 2mDBTBPDBq-II와 PCBBiF와 (아세틸아세토나토)비스(4,6-다이페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: Ir(dppm)₂(acac))를 중량 비율(2mDBTBPDBq-II: PCBBiF: Ir(dppm)₂(acac))이 0.7: 0.3: 0.05, 막 두께가 20nm가 되도록 공증착한 다음에, 중량 비율(2mDBTBPDBq-II: PCBBiF: Ir(dppm)₂(acac))이 0.8: 0.2: 0.05, 막 두께가 20nm가 되도록 공증착하였다. 또한, 발광층(1122)에 있어서 2mDBTBPDBq-II가 호스트 재료이고, PCBBiF가 호스트 재료와 엑시플렉스를 형성할 수 있는 첨가제이고, Ir(dppm)₂(acac)가 발광 재료이다.

[0183] 다음에, 발광층(1122(2)) 위에 전자 수송층(1128(1), 1128(2))으로서 2mDBTBPDBq-II와 Bphen을 각각 막 두께가 20nm가 되도록 순차적으로 증착하였다.

[0184] 4. 발광 소자 6의 제작

[0185] 발광 소자 6은 상술한 발광 소자 3의 제작 방법과 많은 부분이 마찬가지이지만, 이하에 나타내는 공정만이 다르다.

[0186] 제 1 전극(1100)으로서 유리 기판 위에 ITS0막을 막 두께가 70nm가 되도록 형성하였다.

[0187] 다음에, 제 1 전극(1100) 위의 정공 주입층(1124)으로서 BPAFLP와 MoO₃을 중량 비율(BPAFLP: MoO₃)이 1: 0.5, 막 두께가 60nm가 되도록 공증착하였다.

[0188] 정공 수송층(1126) 위에 발광층(1122)으로서 2mDBTBPDBq-II와 PCBBiF와 Ir(tppr)₂(dpm)를 중량 비율(2mDBTBPDBq-II: PCBBiF: Ir(tppr)₂(dpm))이 0.8: 0.2: 0.05, 막 두께가 40nm가 되도록 공증착하였다. 또한, 발광층(1122)에 있어서, 2mDBTBPDBq-II가 호스트재료이고, PCBBiF가 호스트 재료와 엑시플렉스를 형성할 수 있는 첨가제이고, Ir(tppr)₂(dpm)가 발광 재료이다.

[0189] 다음에, 발광층(1122) 위에 전자 수송층(1128(1), 1128(2))으로서 2mDBTBPDBq-II와 Bphen을 각각 막 두께가 20nm, 15nm가 되도록 순차적으로 증착하였다.

[0190] 5. 발광 소자 3~발광 소자 6의 특성

[0191] 다음에 상기 제작한 발광 소자 3~발광 소자 6의 휘도-전류 효율 곡선을 도 19에 도시하였다. 또한, 전압-휘도 곡선을 도 20에 도시하였다. 또한, 휘도-외부 양자 효율 곡선을 도 21에 도시하였다. 또한, 각 발광 소자는 실온(23℃로 유지된 분위기)에서 측정되었다.

[0192] 또한, 표 4는 1000cd/m² 부근에 있어서의 발광 소자 3~발광 소자 6의 소자 특성에 대하여 나타낸 것이다.

또한, 도 21 및 표 4에서의 외부 양자 효율은 발광의 배광 특성을 고려하여 산출한 값이다.

표 4

	전압 (V)	전류밀도 (mA/cm ²)	CIE색도 (x, y)	휘도 (cd/m ²)	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율(%)
발광 소자 3	2.9	0.76	(0.41, 0.58)	920	120	31
발광 소자 4	2.8	0.88	(0.49, 0.50)	1000	120	32
발광 소자 5	2.8	1.1	(0.56, 0.44)	960	85	29
발광 소자 6	3.4	2.2	(0.66, 0.34)	800	36	24

또한, 발광 소자 3~발광 소자 6에 2.5mA/cm²의 전류 밀도로 전류를 흘렸을 때의 전계 발광 스펙트럼을 도 22에 나타내었다. 발광 소자 3은 녹색 발광을 나타내고, 발광 소자 4는 황색 발광을 나타내고, 발광 소자 5는 주황색 발광을 나타내고, 발광 소자 6은 적색 발광을 나타낸다.

또한, 도 19~22, 및 표 4에 나타난 바와 같이, 발광 소자 3~발광 소자 6으로부터는 높은 전류 효율, 및 높은 외부 양자 효율로, 또 낮은 구동 전압으로 발광을 얻을 수 있었다. 또한, 발광 소자 3~발광 소자 6은 높은 휘도 영역에 있어서도 효율의 저하가 적고, 높은 발광 효율을 유지하였다.

다음에 발광 소자 3~발광 소자 6의 신뢰성 시험의 측정 결과를 도 23에 도시하였다. 또한, 신뢰성 시험은 발광 소자의 초기 휘도를 5000cd/m²로 설정하고, 일정한 전류 밀도의 조건에서 발광 소자 3~발광 소자 6을 구동시켰다.

그 결과, 발광 소자 3~발광 소자 6이 초기 휘도의 대략 90%로 열화된 시간(LT90)은 각각 발광 소자 3이 1000시간, 발광 소자 4가 1300시간, 발광 소자 5가 2800시간, 발광 소자 6이 560시간으로 추정되어 우수한 신뢰성을 나타내는 결과가 되었다.

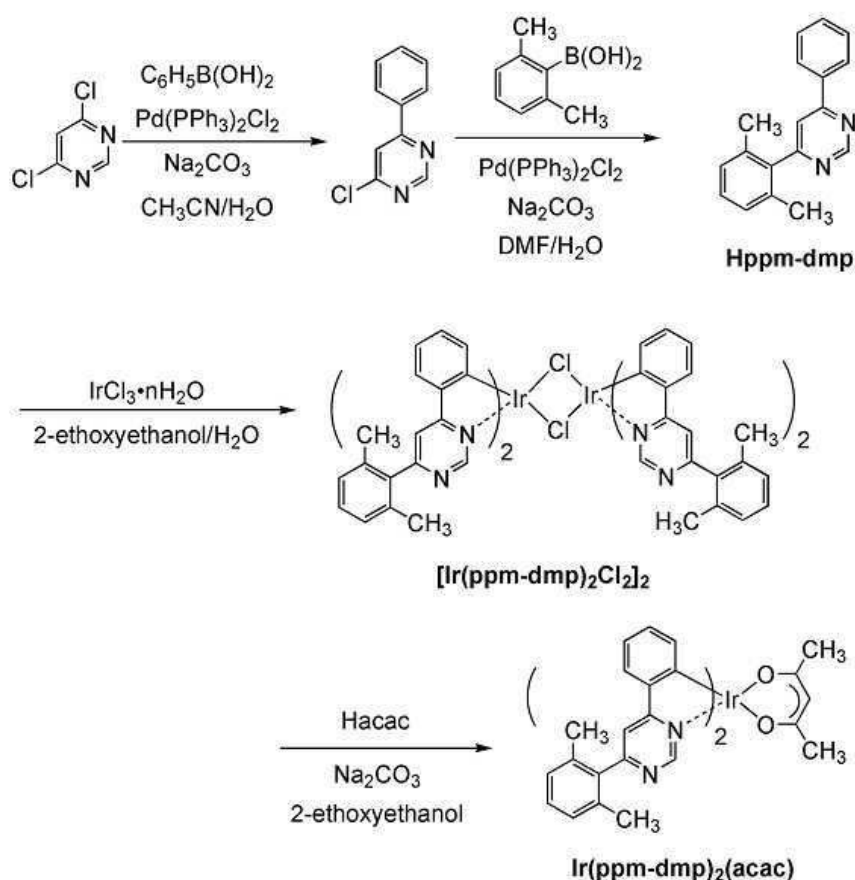
따라서, 호스트 재료와 엑시플렉스를 형성할 수 있는 첨가제가 발광층(1122)에 포함되고, 상기 엑시플렉스를 에너지 이동 매체로서 이용함으로써 녹색으로부터 적색에 이르기까지 발광색에 관계없이, 높은 전류 효율 및 높은 외부 양자 효율, 또한 낮은 구동 전압으로 발광하는 발광 소자를 얻을 수 있다. 또한, 우수한 신뢰성을 나타내는 발광 소자를 얻을 수 있다.

(참고예 2)

실시에 2에서 사용한 Ir(ppm-dmp)₂(acac)의 합성 방법을 나타낸다. 합성 스킴은 이하와 같다.

[0202]

[화학식 5]



[0203]

[0204]

[0205]

1. 4-클로로-6-페닐피리미딘의 합성

4,6-다이클로로피리미딘 5.0g, 페닐보론산 4.9g, 탄산 나트륨 7.1g, 비스(트라이페닐포스핀)팔라듐(II)다이클로라이드(약칭: PdCl₂(PPh₃)₂) 0.34g, 아세트나이트릴 20mL, 물 20mL의 혼합물에 대하여 마이크로파(2.45GHz, 100W)를 아르곤 기류 하에서 1시간 조사하여 가열 환류하였다. 얻어진 혼합물을 다이클로로메탄으로 추출하고, 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피(전개 용매: 다이클로로메탄)에 의하여 정제함으로써, 4-클로로-6-페닐피리미딘을 1.6g(수율: 23%, 연한 황색 고체)으로 얻었다. 또한, 본 참고예에서의 마이크로파의 조사는 마이크로파 합성 장치(CEM사제 Discover)를 사용하였다.

[0206]

[0207]

2. 4-페닐-6-(2,6-다이메틸페닐)피리미딘(약칭: Hppm-dmp)의 합성

4-클로로-6-페닐피리미딘 1.6g, 2,6-다이메틸페닐보론산 1.5g, 탄산 나트륨 1.8g, PdCl₂(PPh₃)₂ 59mg, N,N-다이메틸폼아마이드 20mL, 물 20mL의 혼합물에 대하여 마이크로파(2.45GHz, 100W)를 아르곤 기류 하에서 2시간 조사하여 가열 환류하였다. 얻어진 혼합물을 다이클로로메탄으로 추출하고, 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피(전개 용매: 아세트산 에틸:헥산=1:5)에 의하여 정제함으로써, Hppm-dmp를 0.50g(수율: 23%, 연한 황색 유상물(油狀物))으로 얻었다.

[0208]

[0209]

[0210]

3. 다이-μ-클로로-테트라키스{2-[6-(2,6-다이메틸페닐)-4-피리미딘일-κN3]페닐-κC}다이리듐(III)(약칭: [Ir(ppm-dmp)₂Cl]₂)의 합성

Hppm-dmp 1.0g, 염화 이리듐(III) 수화물 0.57g, 2-에톡시에탄올 20mL, 물 20mL의 혼합물에 대하여 마이크로파(2.45GHz, 100W)를 아르곤 기류 하에서 3시간 조사하여 가열 환류하였다. 얻어진 혼합물을 여과하고 고체를 메탄올을 사용하여 세정함으로써, [Ir(ppm-dmp)₂Cl]₂를 1.1g으로 얻었다(수율: 74%, 주황색 고체).

4. Ir(ppm-dmp)₂(acac)의 합성

[0211] $[\text{Ir}(\text{ppm-dmp})_2\text{Cl}]_2$ 1.1g, 탄산 나트륨 0.77g, 아세틸아세톤(약칭: Hacac) 0.23g, 2-에톡시에탄올 30mL의 혼합물에 대하여 마이크로파(2.45GHz, 120W)를 아르곤 기류 하에서 2시간 조사하여 가열 환류하였다. 얻어진 혼합물을 여과하고 불용(不溶) 부분을 메탄올을 사용하여 세정하였다. 얻어진 여과액을 농축하여 잔류물(residue)을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피(전개 용매: 아세트산 에틸:헥산= 1: 5)에 의하여 정제하고, 얻어진 고체를 헥산으로 재결정함으로써 $\text{Ir}(\text{ppm-dmp})_2(\text{acac})$ (수율: 59%, 주황색 분말 고체)를 얻었다. 얻어진 주황색 분말 고체 0.21g를 트레인 승화법(train sublimation method)에 의하여 승화 정제하고, 목적물인 주황색 고체를 수율 48%로 회수하였다. 승화 정제는 압력 2.7Pa, 아르곤 가스 유량 5.0mL/min, 가열 온도 240℃라는 조건 하에서 행하였다. 얻어진 $\text{Ir}(\text{ppm-dmp})_2(\text{acac})$ 의 $^1\text{H-NMR}$ (헥자기 공명) 스펙트럼 데이터를 이하에 나타낸다.

[0212] $^1\text{H-NMR}$, δ (CDCl_3): 1.85(s, 6H), 2.26(s, 12H), 5.35(s, 1H), 6.46-6.48(dd, 2H), 6.83-6.90(dm, 4H), 7.20-7.22(d, 4H), 7.29-7.32(t, 2H), 7.63-7.65(dd, 2H), 7.72(ds, 2H), 9.24(ds, 2H).

부호의 설명

[0213] 100: 제 1 전극
102: 제 2 전극
120: 제 1 발광층
122: 제 2 발광층
122(1): 제 2 발광층(122)의 첫 번째 층
122(2): 제 2 발광층(122)의 두 번째 층
124: 정공 주입층
126: 정공 수송층
126-1: 정공 수송층
126-2: 정공 수송층
128: 전자 수송층
128-1: 전자 수송층
128-2: 전자 수송층
128(1): 전자 수송층
128(2): 전자 수송층
130: 전자 주입층
132: 발광층
135: 분리층
140-1: 제 1 발광 유닛
140-2: 제 2 발광 유닛
150: 중간층
401: 소자 기판
402: 화소부
403: 소스측 구동 회로
404a: 게이트측 구동 회로

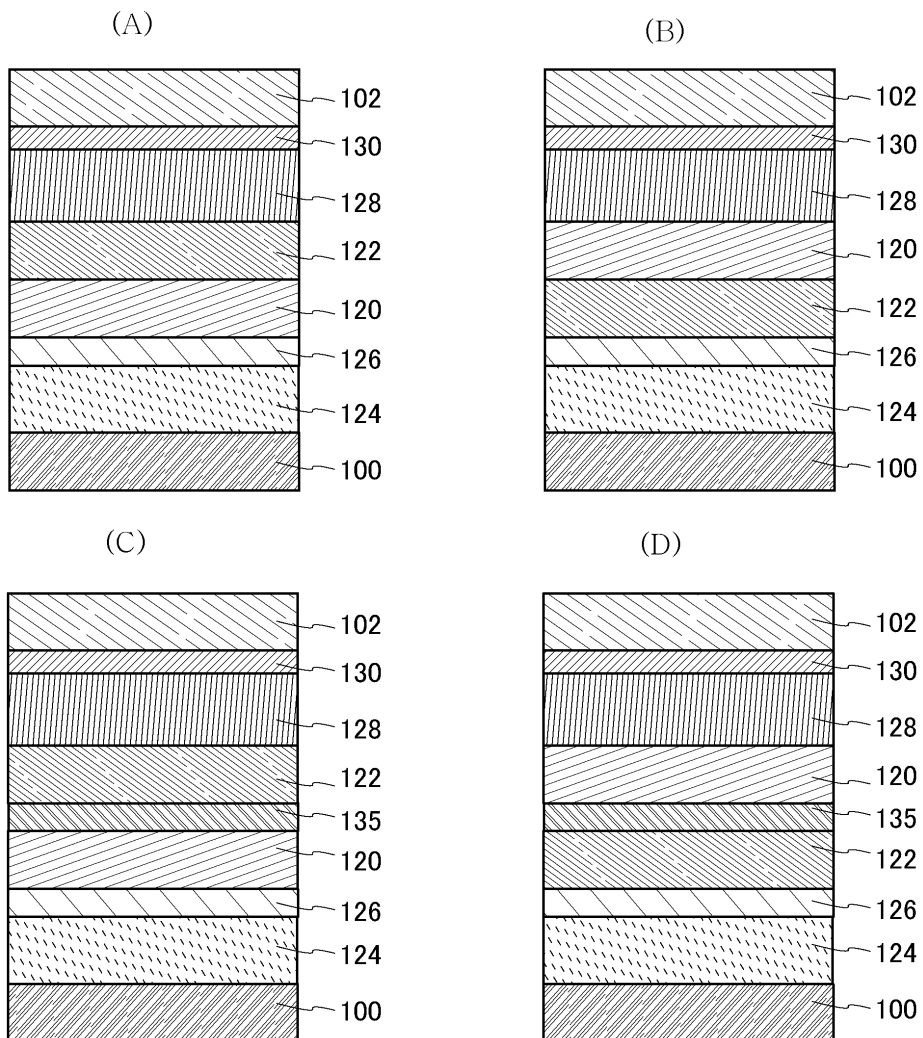
404b: 게이트측 구동 회로
405: 실란트
406: 밀봉 기관
407: 배선
408: FPC
409: n채널형 트랜지스터
410: p채널형 트랜지스터
411: 스위칭용 트랜지스터
412: 전류 제어용 트랜지스터
413: 제 1 전극
414: 절연물
415: EL층
416: 제 2 전극
417: 발광 소자
418: 영역
551: 기관
552: 제 1 전극
553: 절연층
554: 격벽층
555: EL층
556: 제 2 전극
730: 하우스징
731a: 표시부
731b: 표시부
732a: 터치 패널 영역
732b: 터치 패널 영역
733: 결쇠
734: 표시 모드 전환 스위치
735: 전원 스위치
736: 절전 모드 전환 스위치
737: 조작 키
738: 조작 스위치
739: 조작 스위치
750: 태양 전지
752: 충방전 제어 회로
754: 배터리

756: DCDC 컨버터
801: 조명 장치
802: 조명 장치
803: 조명 장치
804: 조명 장치
811: 발광 장치
812: 발광 장치
813: 발광 장치
814: 발광 장치
821: 하우징
822: 지지체
824: 지지체
1100: 제 1 전극
1102: 제 2 전극
1122: 발광층
1122(1): 발광층
1122(2): 발광층
1124: 정공 주입층
1126: 정공 수송층
1128(1): 전자 수송층
1128(2): 전자 수송층
1130: 전자 주입층
6100: 텔레비전 장치
6101: 하우징
6103: 표시부
6201: 본체
6202: 하우징
6203: 표시부
6204: 키보드
6205: 외부 접속 포트
6206: 포인팅 디바이스
6302: 하우징
6304: 표시 패널
6305: 아이콘
6306: 아이콘
6311: 조작 버튼

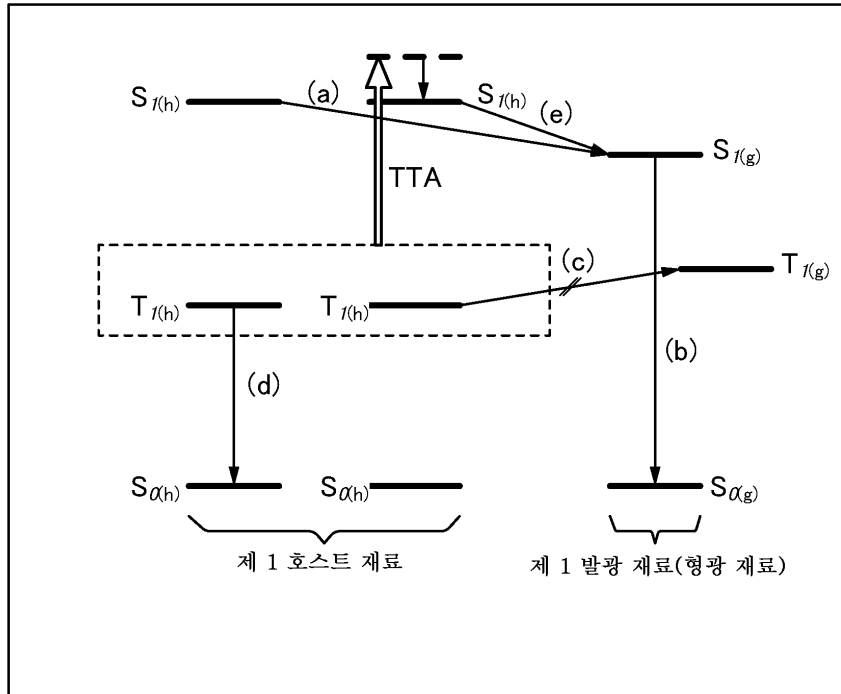
- 6312: 조작 버튼
- 6313: 접속 단자
- 6321: 밴드
- 6322: 버클
- 6400: 휴대 전화기
- 6401: 하우징
- 6402: 표시부
- 6403: 조작 버튼
- 6404: 외부 접속 포트
- 6405: 스피커
- 6406: 마이크론

도면

도면1

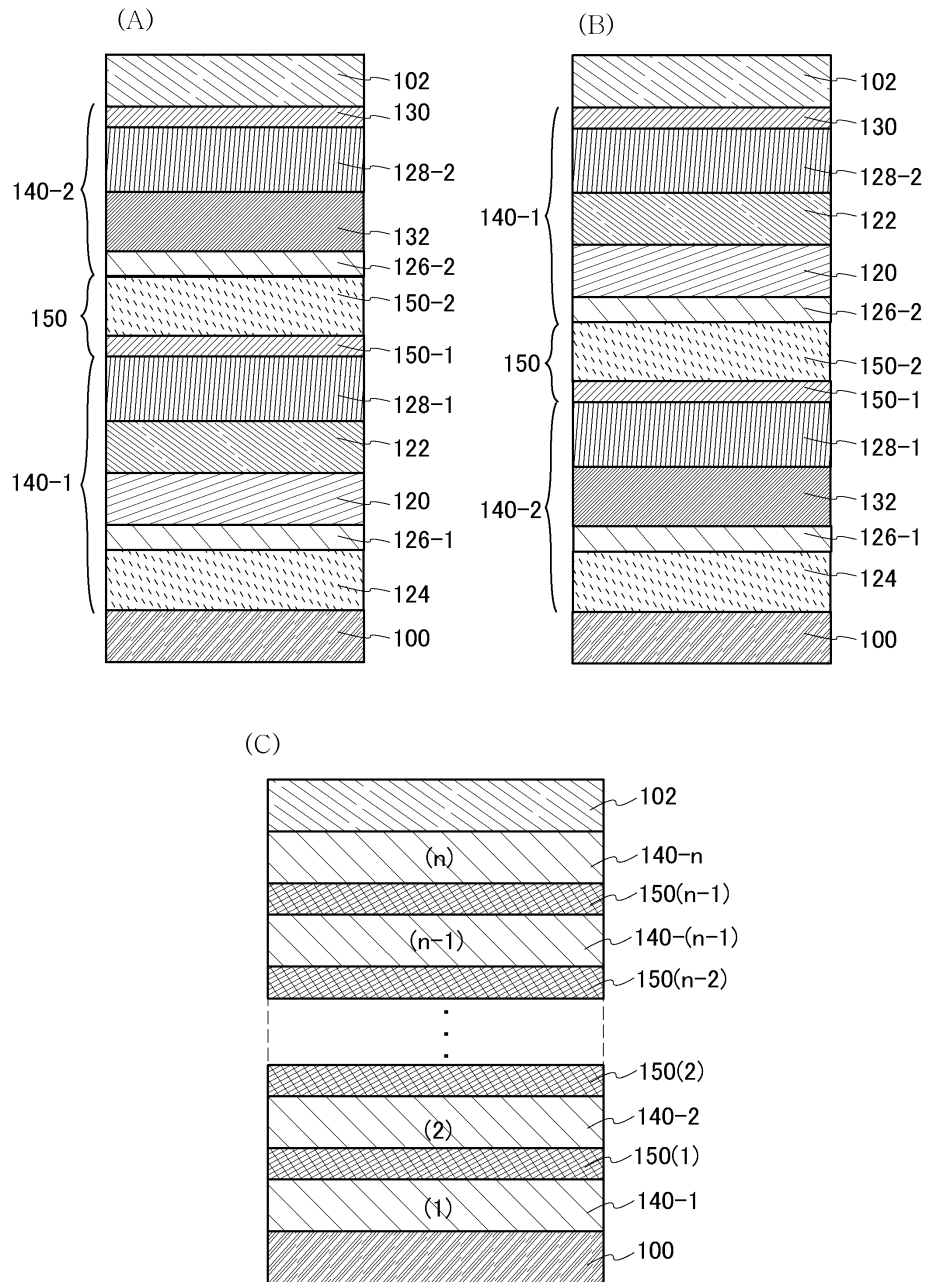


도면2

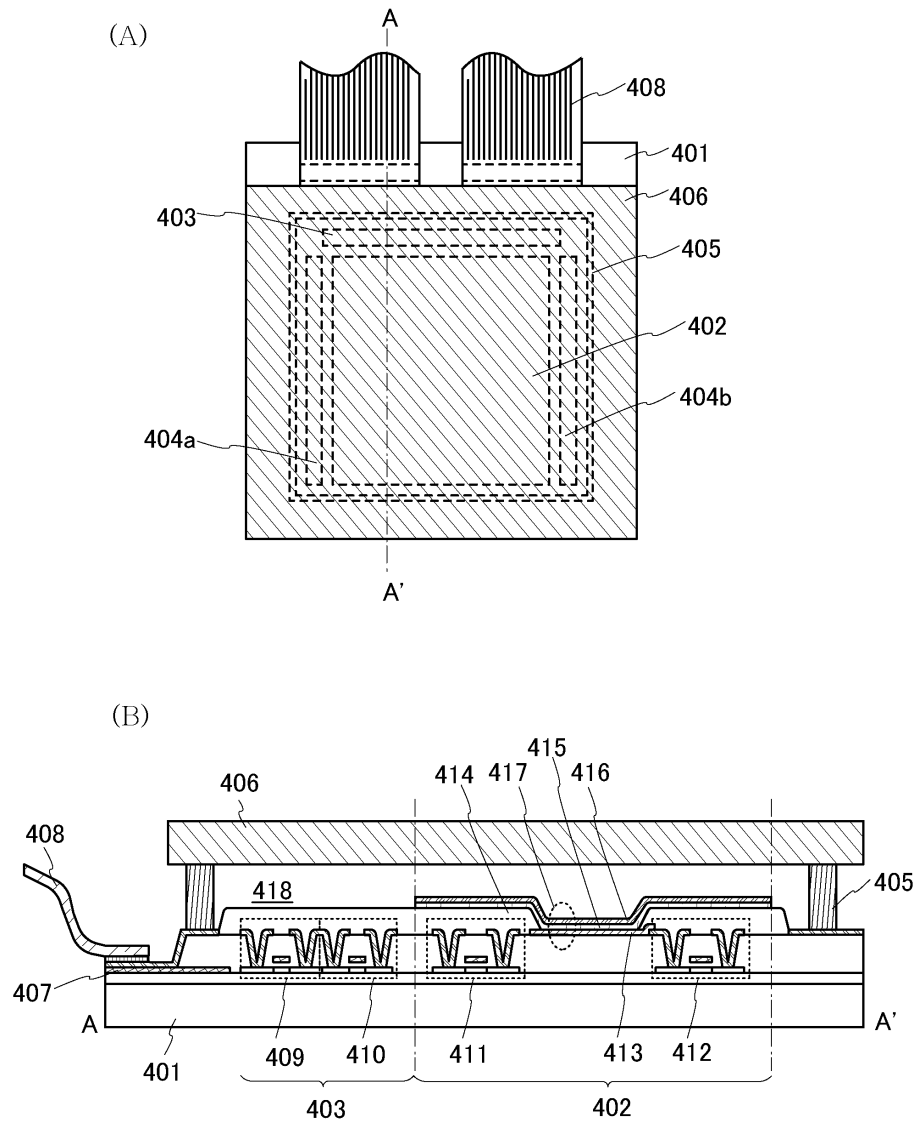


제 1 발광층(120)

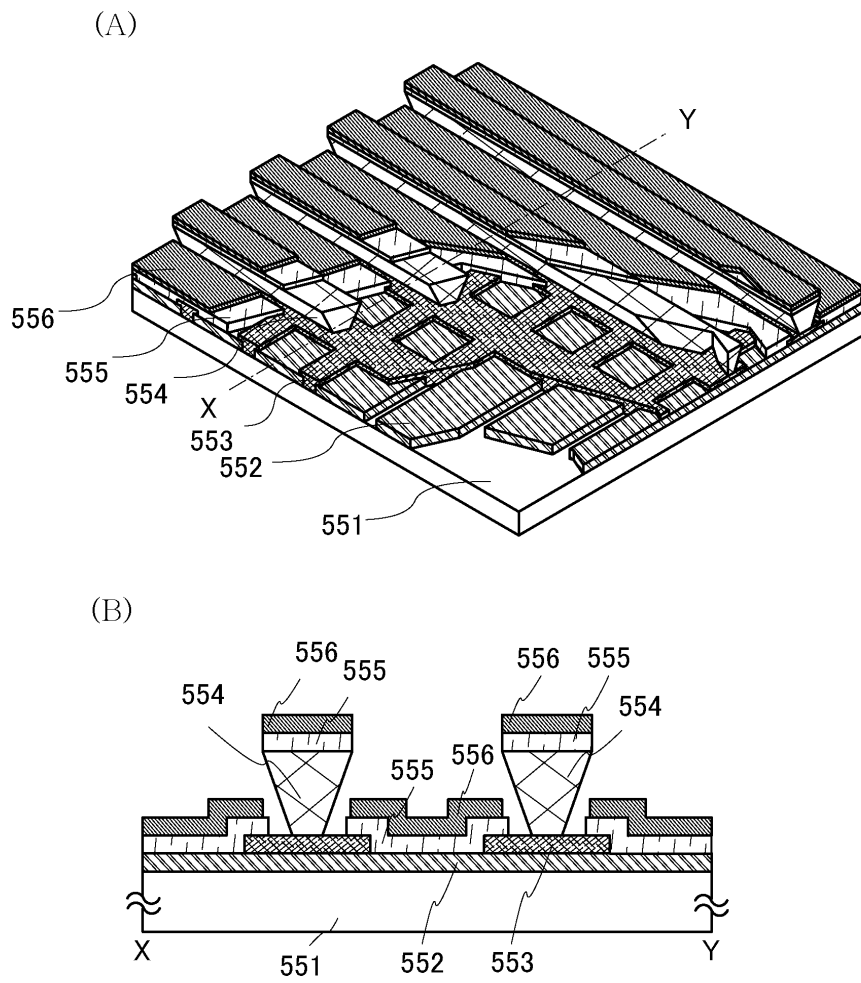
도면3



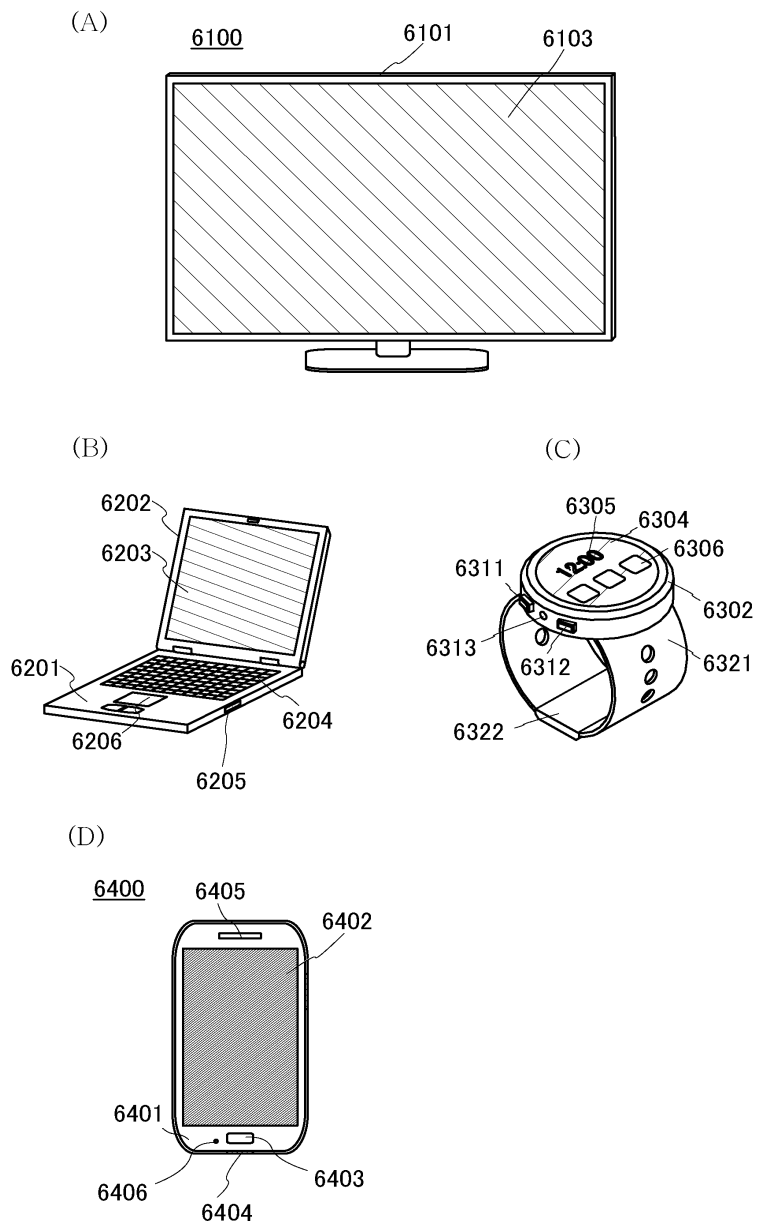
도면4



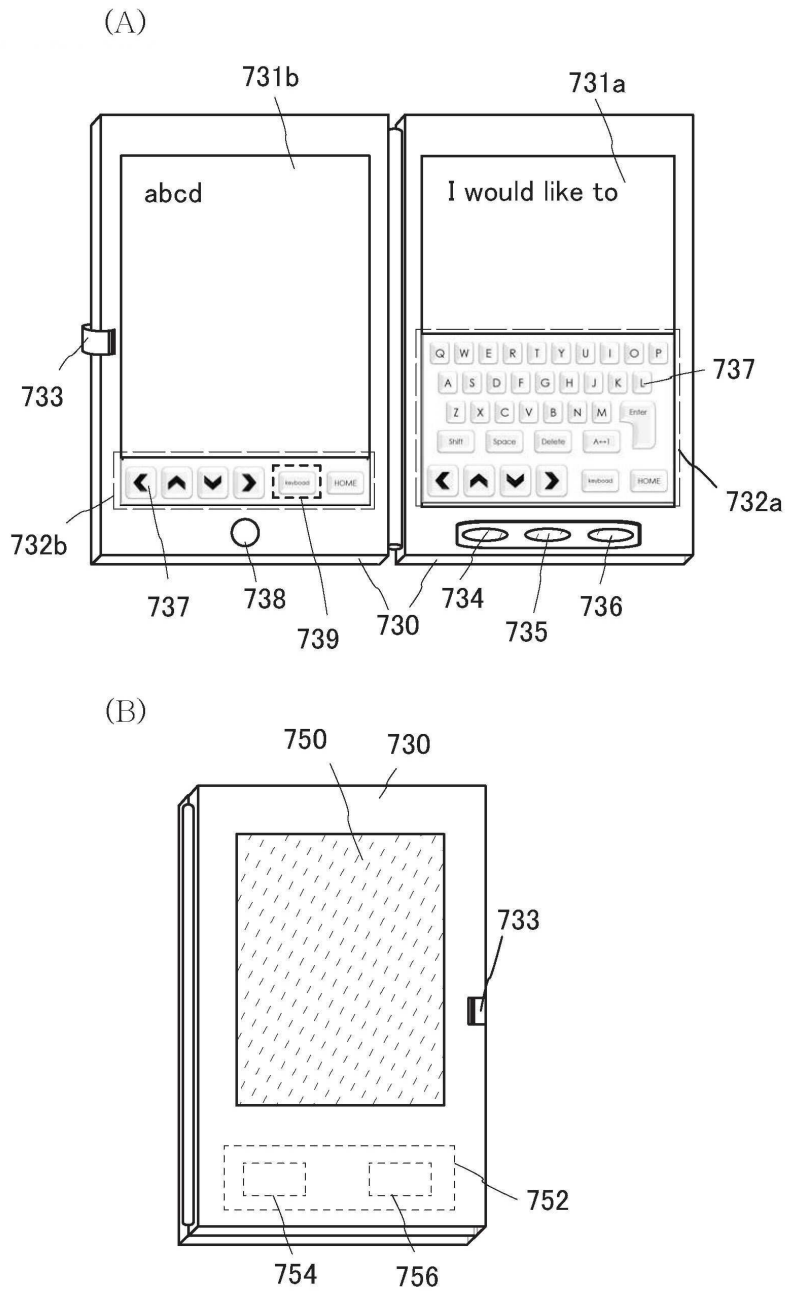
도면5



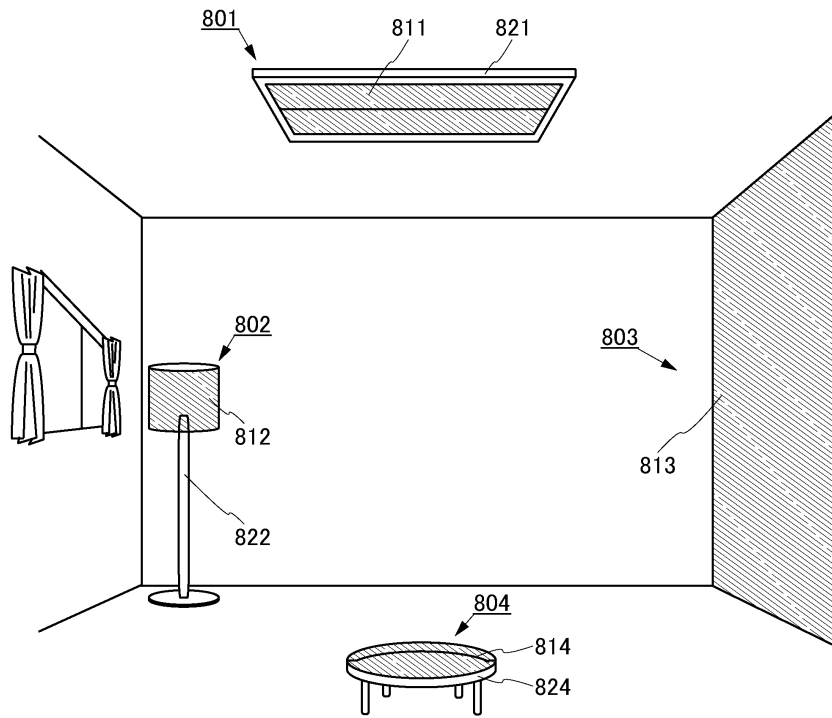
도면6



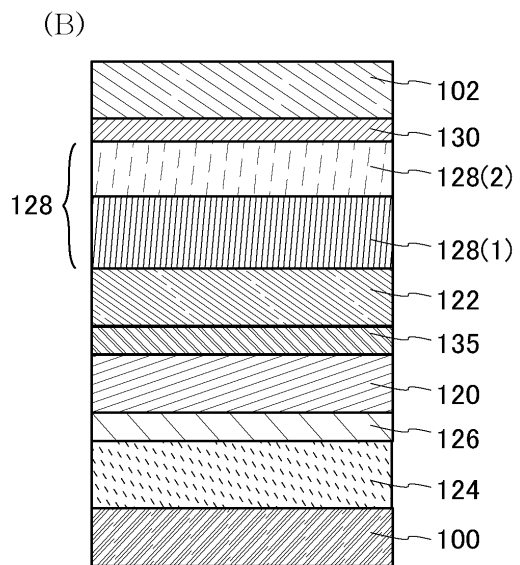
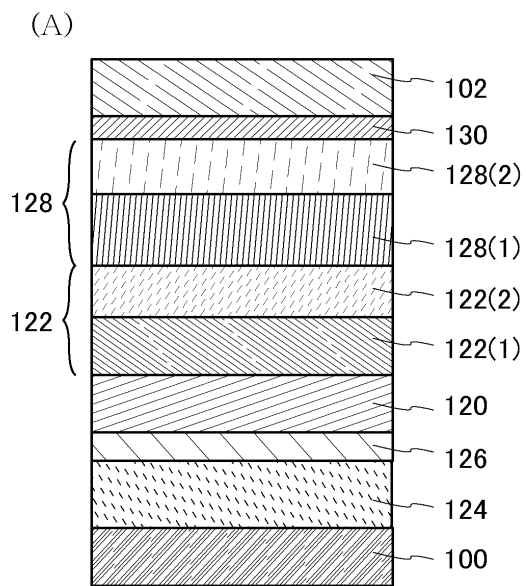
도면7



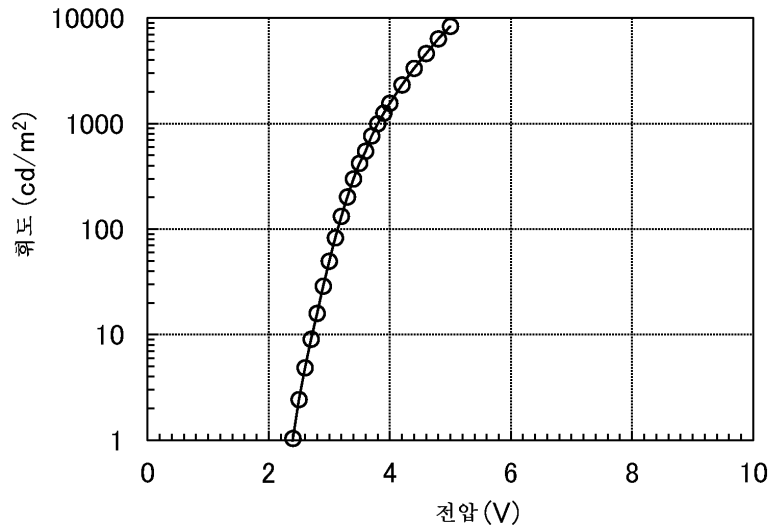
도면8



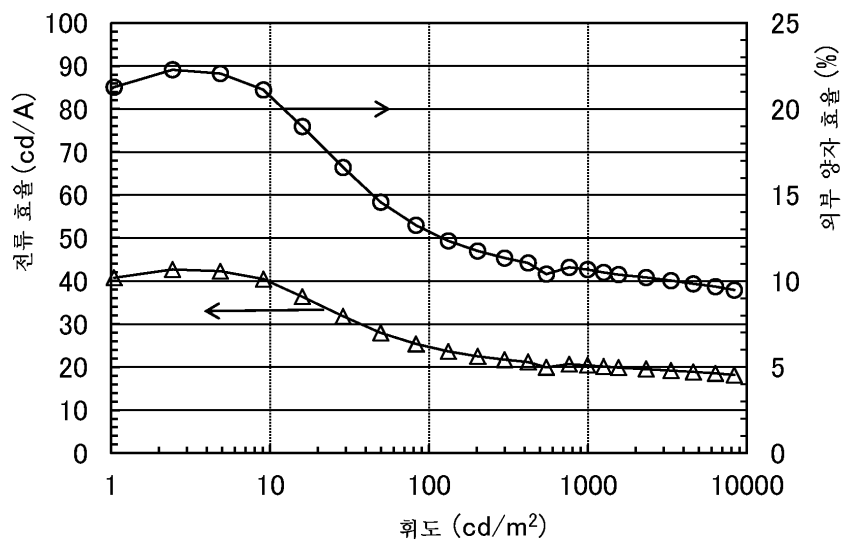
도면9



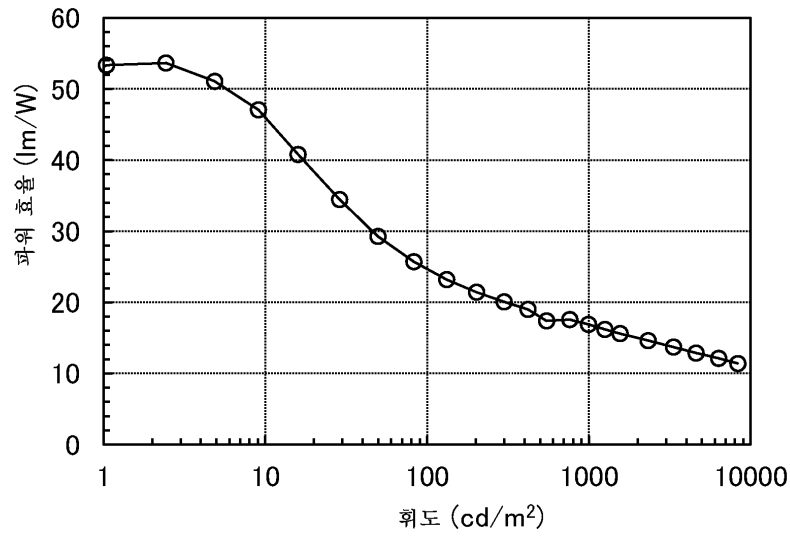
도면10



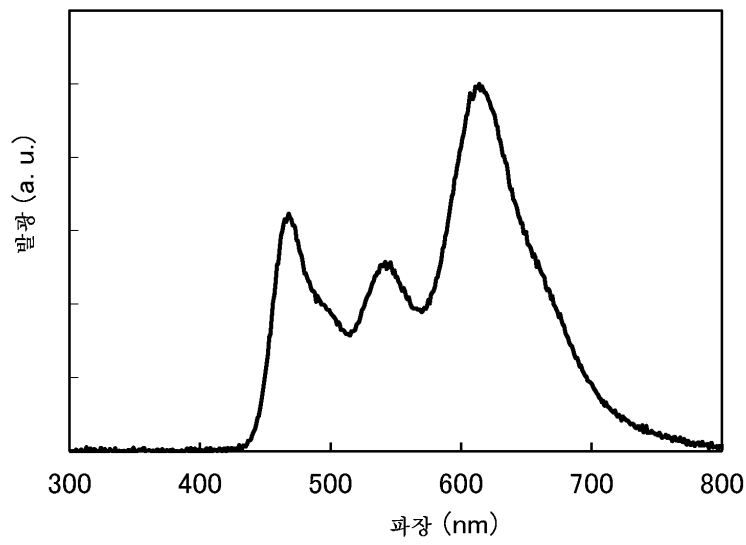
도면11



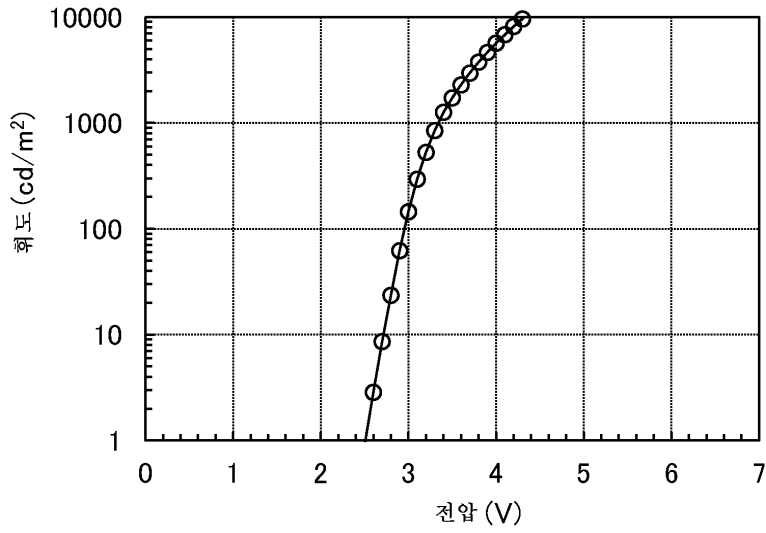
도면12



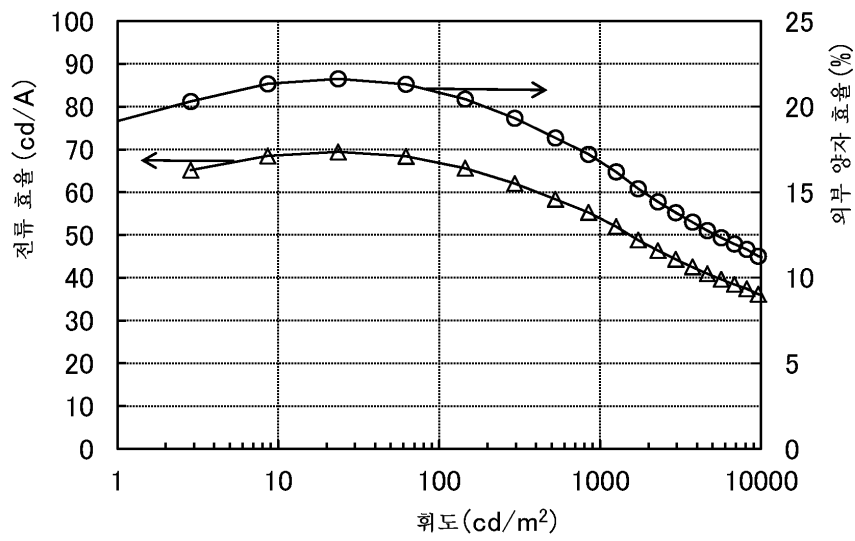
도면13



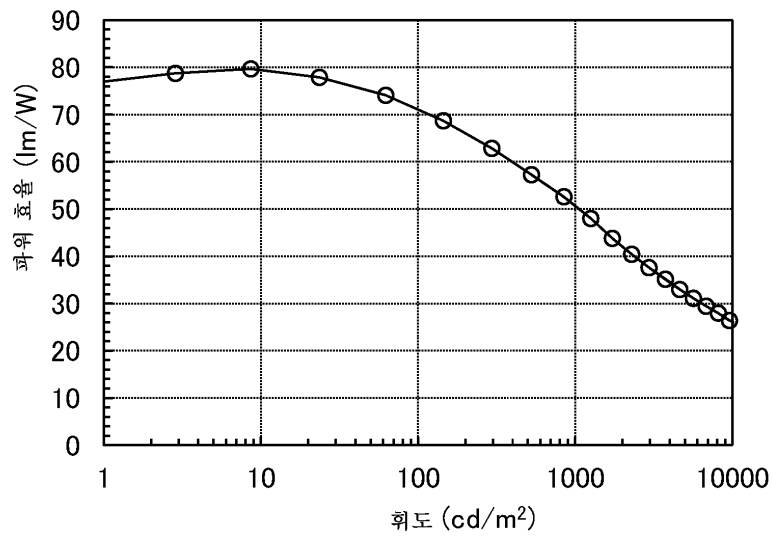
도면14



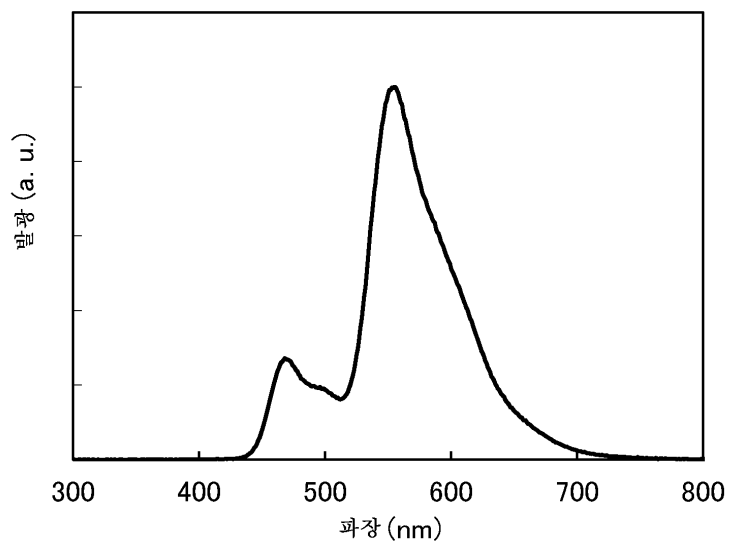
도면15



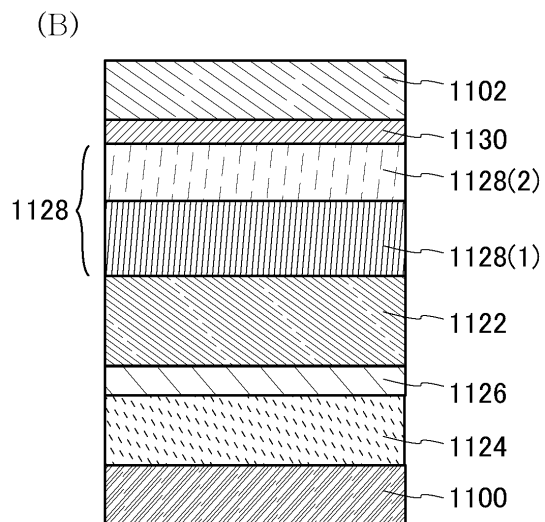
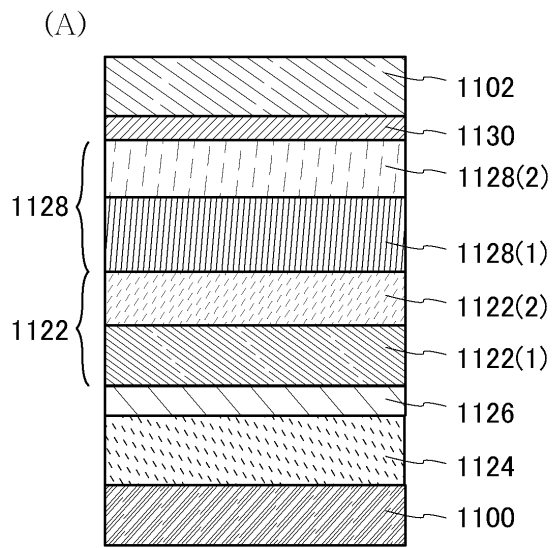
도면16



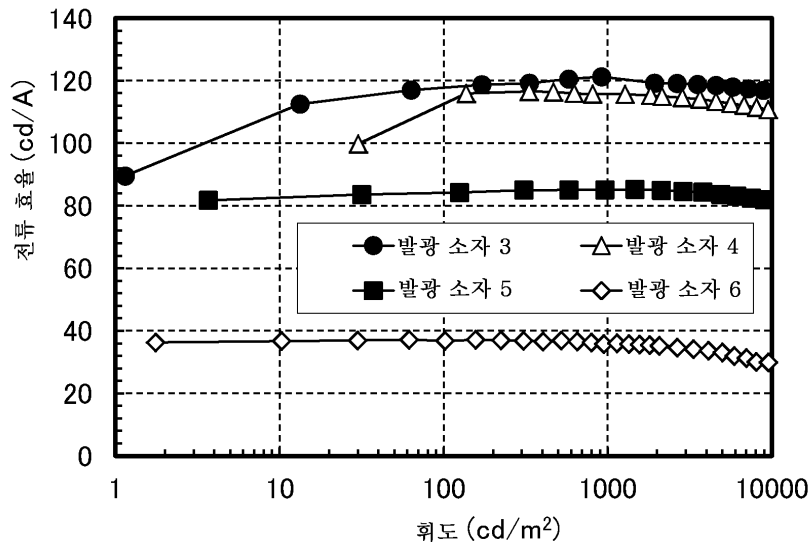
도면17



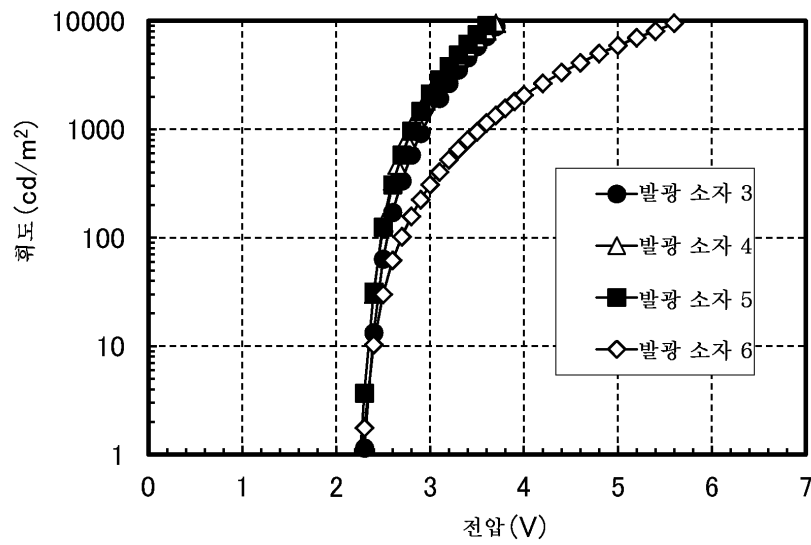
도면18



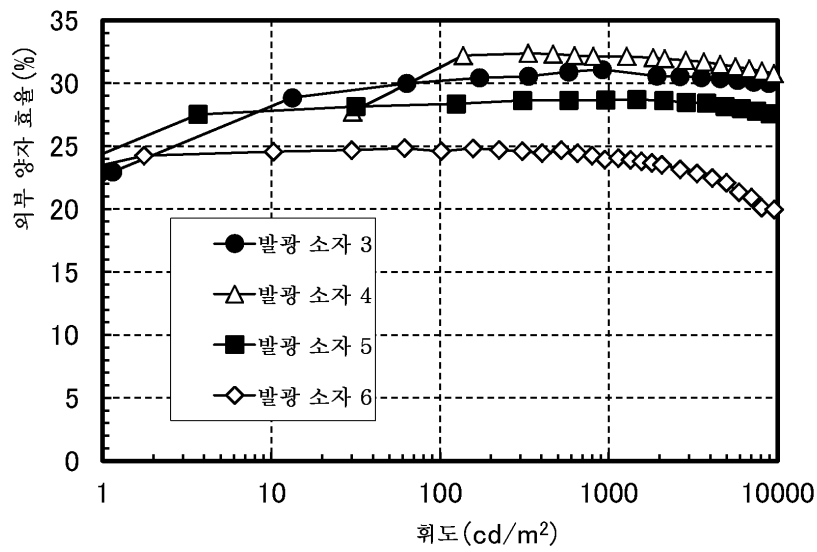
도면19



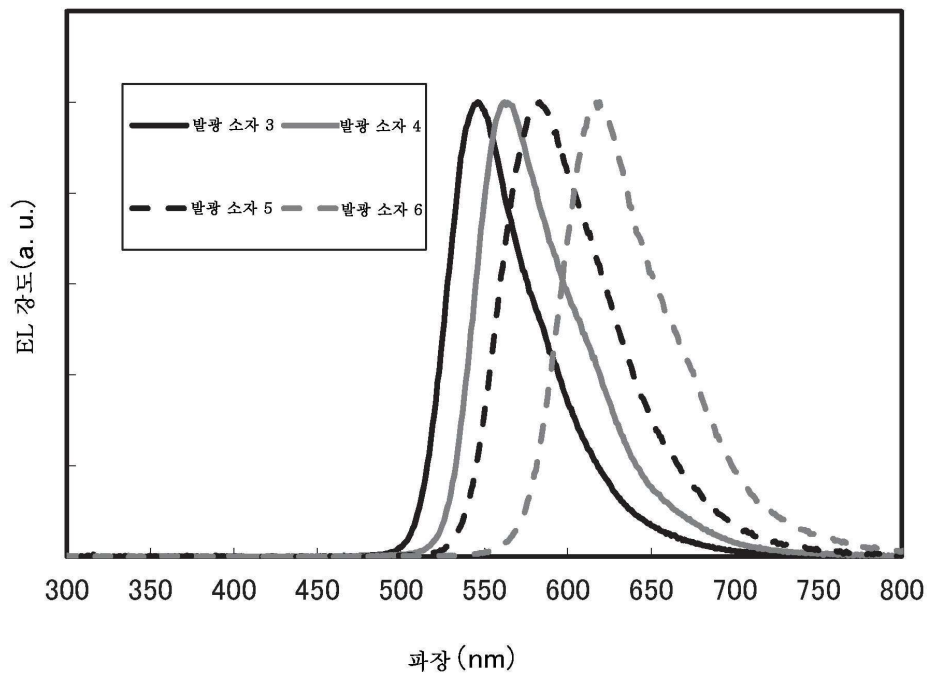
도면20



도면21



도면22



도면23

