



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0107076
(43) 공개일자 2022년08월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
H01L 51/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 51/504 (2013.01)
H01L 27/3213 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-7025005(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2015년07월30일
심사청구일자 2022년07월19일
- (62) 원출원 특허 10-2017-7005048
원출원일자(국제) 2015년07월30일
심사청구일자 2020년06월08일
- (85) 번역문제출일자 2022년07월19일
- (86) 국제출원번호 PCT/IB2015/055749
- (87) 국제공개번호 WO 2016/020801
국제공개일자 2016년02월11일
- (30) 우선권주장
JP-P-2014-162532 2014년08월08일 일본(JP)
(뒷면에 계속)

- (71) 출원인
가부시킴가이사 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
- (72) 발명자
세오 사토시
일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
가부시킴가이사 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
사사키 토시나리
일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
가부시킴가이사 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
황의만

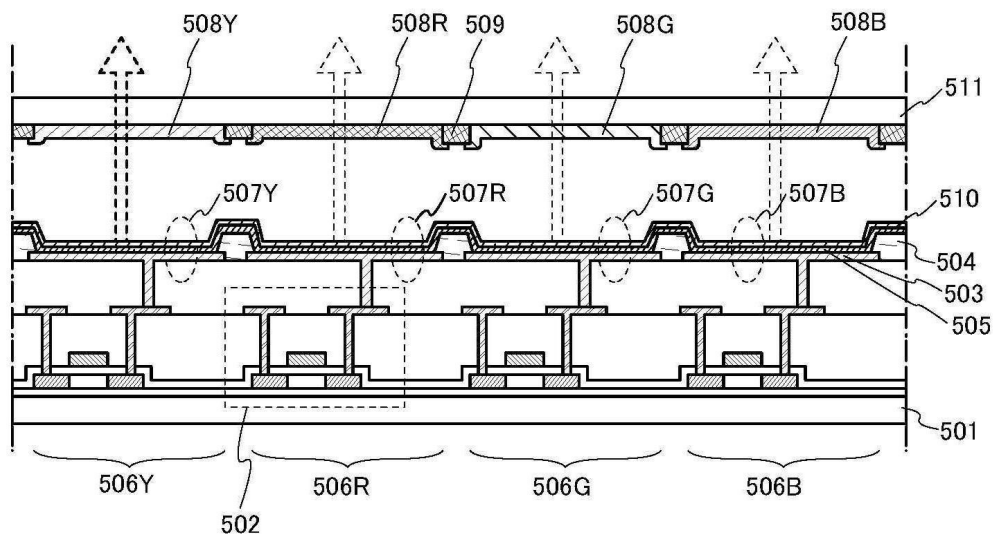
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치**

(57) 요약

소비전력이 낮고 신뢰성이 높은 발광 장치, 전자 기기, 또는 조명 장치를 제공한다. 발광 장치는 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 제 3 발광 소자, 및 제 4 발광 소자를 포함한다. 제 1 내지 제 4 발광 소자는 애노드와 캐소드 사이에, 같은 EL층을 포함한다. EL층은 제 1 발광층 및 제 2 발광층을 포함한다. 제 1 발광층은 형광 물질을 함유한다. 형광 물질의 톨루엔 용액에서의 형광 물질의 발광 스펙트럼의 피크 파장은 440nm 내지 460nm, 바람직하게는 440nm 내지 455nm이다. 제 2 발광층은 인광 물질을 함유한다. 제 1 발광 소자는 청색 발광을 나타낸다. 제 2 발광 소자는 녹색 발광을 나타낸다. 제 3 발광 소자는 적색 발광을 나타낸다. 제 4 발광 소자는 황색 발광을 나타낸다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01L 27/3248 (2013.01)
H01L 51/006 (2013.01)
H01L 51/0072 (2013.01)
H01L 51/0073 (2013.01)
H01L 51/0074 (2013.01)
H01L 51/5016 (2013.01)
H01L 2251/533 (2013.01)

(30) 우선권주장

JP-P-2014-162576	2014년08월08일	일본(JP)
JP-P-2014-241188	2014년11월28일	일본(JP)
JP-P-2015-131156	2015년06월30일	일본(JP)

(72) 발명자

스즈키 츠네히로

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

카와카미 사치코

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

하시모토 나오아키

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

명세서

청구범위

청구항 1

배면 발광 발광 장치에 있어서,
청색의 광을 방출하는 제 1 발광 소자;
녹색의 광을 방출하는 제 2 발광 소자;
적색의 광을 방출하는 제 3 발광 소자; 및
제 4 발광 소자를 포함하고,
상기 제 1 내지 제 4 발광 소자는 전하 발생층을 사이에 둔 동일한 구조의 제 1 EL층 및 제 2 EL층을 포함하고,
상기 제 1 EL층은 청색의 광을 방출하는 형광 물질을 포함하며,
상기 제 2 EL층은 황색의 광을 방출하는 인광 물질을 포함하는, 배면 발광 발광 장치.

청구항 2

배면 발광 발광 장치에 있어서,
청색의 광을 방출하는 제 1 발광 소자;
녹색의 광을 방출하는 제 2 발광 소자;
적색의 광을 방출하는 제 3 발광 소자; 및
제 4 발광 소자를 포함하고,
상기 제 1 발광 소자는 전하 발생층을 사이에 둔 제 1 EL층 및 제 2 EL층을 포함하고,
상기 제 2 내지 제 4 발광 소자는 상기 전하 발생층을 사이에 둔 상기 제 1 EL층 및 상기 제 2 EL층을 포함하고,
상기 제 1 EL층은 청색의 광을 방출하는 제 1 발광층을 포함하며,
상기 제 2 EL층은 황색의 광을 방출하는 제 2 발광층을 포함하는, 배면 발광 발광 장치.

청구항 3

배면 발광 발광 장치에 있어서,
복수의 화소;
상기 복수의 화소 중 하나는,
청색의 광과 황색의 광 중 하나를 방출하는 제 1 EL층;
청색의 광과 황색의 광 중 다른 하나를 방출하는 제 2 EL층; 및
상기 제 1 EL층과 상기 제 2 EL층 사이의 전하 발생층을 포함하고,
상기 제 1 EL층, 상기 전하 발생층 및 상기 제 2 EL층을 포함하는 제 1 발광 소자는 청색의 광을 방출하고,
상기 제 1 EL층, 상기 전하 발생층 및 상기 제 2 EL층을 포함하는 제 2 발광 소자는 녹색의 광을 방출하고,
상기 제 1 EL층, 상기 전하 발생층 및 상기 제 2 EL층을 포함하는 제 3 발광 소자는 적색의 광을 방출하고,

상기 제 1 EL층, 상기 전하 발생층 및 상기 제 2 EL층을 포함하는 제 4 발광 소자는 상기 제 1 내지 제 3 발광 소자와는 다른 색을 방출하는, 배면 발광 발광 장치.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제 1 발광 소자로부터 방출되는 상기 청색의 광의 피크 파장은 400nm 이상 480nm 이하이고,
상기 제 2 발광 소자로부터 방출되는 상기 녹색의 광의 피크 파장은 500nm 이상 560nm 이하이고,
상기 제 3 발광 소자로부터 방출되는 상기 적색의 광의 피크 파장은 580nm 이상 680nm 이하인, 배면 발광 발광 장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제 1 발광 소자는 상기 제 1 발광 소자의 전극에 전기적으로 접속되는 트랜지스터와 증첩되는, 배면 발광 발광 장치.

청구항 6

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제 4 발광 소자는 황색의 광을 방출하고,
상기 황색의 광의 피크 파장은 555nm 이상 590nm 이하인, 배면 발광 발광 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
상기 형광 물질은 2개의 벤조[b]나프토[1,2-d]푸란일아민 골격을 갖는 피렌 골격을 가지는, 배면 발광 발광 장치.

청구항 8

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,
상기 제 1 EL층의 형광 물질은 2개의 벤조[b]나프토[1,2-d]푸란일아민 골격을 갖는 피렌 골격을 가지는, 배면 발광 발광 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,
상기 피렌 골격에서 상기 2개의 벤조[b]나프토[1,2-d]푸란일아민 골격은 1위치 및 6위치에 결합되어 있는, 배면 발광 발광 장치.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 피렌 골격에서 상기 2개의 벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란일아민 골격은 1위치 및 6위치에 결합되어 있는, 배면 발광 발광 장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 형광 물질은 방향족 다이아민 골격 또는 피렌다이아민 골격을 가지는, 배면 발광 발광 장치.

청구항 12

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 제 1 EL 층의 형광 물질은 방향족 다이아민 골격 또는 피렌다이아민 골격을 가지는, 배면 발광 발광 장치.

청구항 13

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 EL 층 및 상기 제 2 EL 층 중 어느 하나의 유기 화합물들은 엑시플렉스를 형성하는, 배면 발광 발광 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 물건, 방법, 또는 제작 방법에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 공정(process), 기계(machine), 제품(manufacture), 또는 조성물(composition of matter)에 관한 것이다. 특히, 본 발명의 일 형태는, 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 조명 장치, 이들의 구동 방법, 또는 이들의 제작 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 박형, 경량, 고속 응답, 및 낮은 전압에서의 DC 구동 등의 특징을 가지는, 유기 화합물을 발광체로서 사용한 발광 소자는 차세대 평판 디스플레이에 적용될 것으로 기대되고 있다. 특히, 발광 소자들이 매트릭스로 배열된 발광 장치는 종래의 액정 표시 장치보다 시야각이 넓고 시인성(visibility)이 우수한 점에서 장점을 가지는 것으로 생각되고 있다.

[0003] 발광 소자의 발광 메커니즘은 다음과 같이 알려져 있다: 발광체를 포함하는 EL층을 개재(介在)한 한 쌍의 전극 사이에 전압이 인가되었을 때, 캐소드로부터 주입된 전자와 애노드로부터 주입된 정공이 EL층의 발광 중심에서 재결합하여 분자 여기자를 형성하고, 분자 여기자가 기저 상태로 되돌아갈 때에 에너지가 방출되어 광이 방출된다. 여기 상태로서는 단일항 여기 및 삼중항 여기가 알려져 있으며, 이들 여기 상태 중 어느 쪽을 통해서도 발광을 얻을 수 있다고 생각되고 있다.

[0004] 이러한 발광 소자를 포함하는 발광 장치의 특징을 향상시키기 위하여, 소자 구조의 개량 및 재료 개발 등이 활발히 행해지고 있다(예를 들어, 특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 공개 특허 출원 제2010-182699호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 발광 소자의 개발에 있어서, 구동 전압의 저감 또는 전류량의 저감은 제품의 저소비전력화를 달성하는 데 중요한 요소 중 하나이다. 발광 소자의 EL층에서의 캐리어 밸런스가 제어 가능하거나 또는 캐리어의 재결합 확률이 항상 가능한 소자 구조에 더하여, EL층에서의 발광층의 발광 특성은 발광 소자의 구동 전압의 저감 또는 전류량의 저감을 위하여 중요한 요소이다. 그러므로, 원하는 구조를 가지는 EL층을 사용함으로써 발광 특성이 향상된 발광층을 가지는 발광 소자의 구동 전압 또는 전류량을 저감하는 것이 중요하다. 발광 소자는 구동 전압이 더 낮은 것에 더하여 신뢰성이 높은 것이 바람직하다.

[0007] 이를 감안하여, 본 발명의 일 형태는 소비전력이 낮은 발광 장치, 전자 기기, 또는 조명 장치를 제공한다. 본 발명의 다른 일 형태는 소비전력이 낮고 신뢰성이 높은 발광 장치, 전자 기기, 또는 조명 장치를 제공한다. 본 발명의 다른 일 형태는 신규 발광 소자 및 신규 발광 장치를 제공한다. 또한, 이들 과제의 기재는 다른 과제의 존재를 방해하지 않는다. 본 발명의 일 형태에서 모든 과제를 해결할 필요는 없다. 다른 과제는 명세서, 도면, 및 청구항 등의 기재로부터 명백해질 것이고 추출될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 형태는 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 제 3 발광 소자, 및 제 4 발광 소자를 포함하는 발광 장치이다. 제 1 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 2 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 3 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 4 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 1 EL층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 제 2 EL층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 전하 발생층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 전하 발생층은 제 1 EL층과 제 2 EL층 사이에 있다. 제 1 EL층은 2개의 벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란일아민 골격이 각각 독립적으로 피렌 골격에 결합된 유기 화합물을 함유한다. 제 2 EL층은 인광을 방출하는 기능을 가진다. 제 1 발광 소자는 청색의 광을 방출하는 기능을 가진다. 제 2 발광 소자는 녹색의 광을 방출하는 기능을 가진다. 제 3 발광 소자는 적색의 광을 방출하는 기능을 가진다.

[0009] 본 발명의 다른 일 형태는 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 제 3 발광 소자, 및 제 4 발광 소자를 포함하는 발광 장치이다. 제 1 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 2 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 3 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 4 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 1 발광 소자는 애노드를 포함한다. 제 1 EL층은 애노드와 전하 발생층 사이에 있다. 제 1 EL층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 제 2 EL층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 전하 발생층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 전하 발생층은 제 1 EL층과 제 2 EL층 사이에 있다. 제 1 EL층은 2개의 벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란일아민 골격이 각각 독립적으로 피렌 골격에 결합된 유기 화합물을 함유한다. 제 2 EL층은 인광을 방출하는 기능을 가진다. 제 1 발광 소자는 청색의 광을 방출하는 기능을 가진다. 제 2 발광 소자는 녹색의 광을 방출하는 기능을 가진다. 제 3 발광 소자는 적색의 광을 방출하는 기능을 가진다.

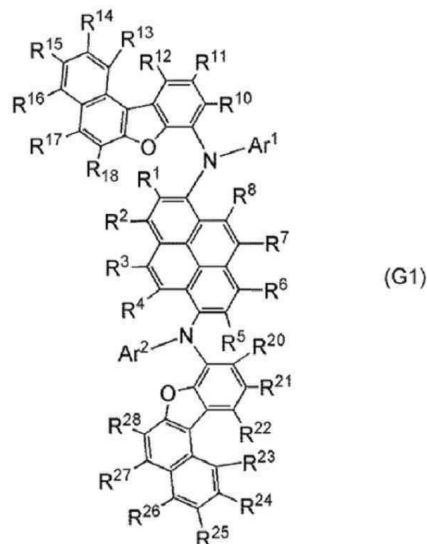
[0010] 본 발명의 다른 일 형태는 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 제 3 발광 소자, 및 제 4 발광 소자를 포함하는 발광 장치이다. 제 1 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 2 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 3 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 4 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 1 발광 소자는 애노드를 포함한다. 제 1 EL층은 애노드와 전하 발생층 사이에 있다. 제 1 EL층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소

자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 제 2 EL층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 전하 발생층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 전하 발생층은 제 1 EL층과 제 2 EL층 사이에 있다. 제 1 EL층은 2개의 벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란 일아민 골격이 각각 독립적으로 피렌 골격에 결합된 유기 화합물을 함유한다. 제 2 EL층은 황색 인광을 방출하는 기능을 가진다. 제 1 발광 소자는 청색의 광을 방출하는 기능을 가진다. 제 2 발광 소자는 녹색의 광을 방출하는 기능을 가진다. 제 3 발광 소자는 적색의 광을 방출하는 기능을 가진다.

[0011] 상술한 어느 구조를 가지는 발광 장치에서, 2개의 벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란일아민 골격은 각각, 피렌 골격의 1 위치 및 6위치에 결합되어 있다.

[0012] 상술한 어느 구조를 가지는 발광 장치에서, 2개의 벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란일아민 골격의 질소 원자는 각각 독립적으로 벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란일기의 6위치 또는 8위치에 결합되어 있다.

[0013] 본 발명의 다른 일 형태는 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 제 3 발광 소자, 및 제 4 발광 소자를 포함하는 발광 장치이다. 제 1 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 2 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 3 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 4 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 1 발광 소자는 애노드를 포함한다. 제 1 EL층은 애노드와 전하 발생층 사이에 있다. 제 1 EL층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 제 2 EL층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 전하 발생층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 전하 발생층은 제 1 EL층과 제 2 EL층 사이에 있다. 제 1 EL층은 일반식(G1)으로 표기되는 제 1 유기 화합물, 및 제 2 유기 화합물을 함유한다. 제 2 EL층은 황색 인광을 방출하는 기능을 가진다. 제 1 발광 소자는 청색의 광을 방출하는 기능을 가진다. 제 2 발광 소자는 녹색의 광을 방출하는 기능을 가진다. 제 3 발광 소자는 적색의 광을 방출하는 기능을 가진다.

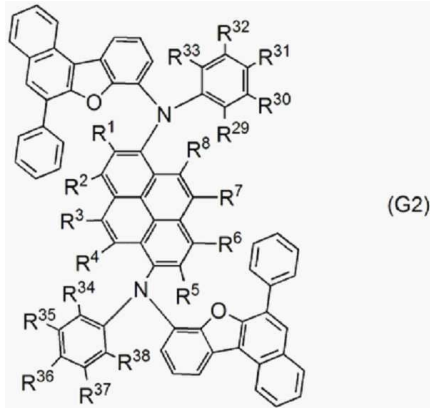


[0014]

[0015] 일반식(G1)에 있어서, Ar¹ 및 Ar²는 각각 독립적으로, 고리를 형성하는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타내고, R¹ 내지 R⁸, R¹⁰ 내지 R¹⁸, 및 R²⁰ 내지 R²⁸은 각각 독립적으로, 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 10의 아릴기를 나타낸다.

[0016] 본 발명의 다른 일 형태는 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 제 3 발광 소자, 및 제 4 발광 소자를 포함하는 발광 장치이다. 제 1 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 2 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 3 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포

함한다. 제 4 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 1 발광 소자는 애노드를 포함한다. 제 1 EL층은 애노드와 전하 발생층 사이에 있다. 제 1 EL층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 제 2 EL층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 전하 발생층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 전하 발생층은 제 1 EL층과 제 2 EL층 사이에 있다. 제 1 EL층은 일반식(G2)으로 표기되는 제 1 유기 화합물, 및 제 2 유기 화합물을 함유한다. 제 2 EL층은 황색 인광을 방출하는 기능을 가진다. 제 1 발광 소자는 청색의 광을 방출하는 기능을 가진다. 제 2 발광 소자는 녹색의 광을 방출하는 기능을 가진다. 제 3 발광 소자는 적색의 광을 방출하는 기능을 가진다.



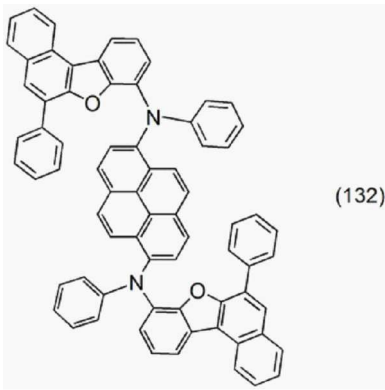
[0017]

[0018]

일반식(G2)에 있어서, R^1 내지 R^8 및 R^{29} 내지 R^{38} 은 각각 독립적으로, 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 10의 아릴기를 나타낸다.

[0019]

본 발명의 다른 일 형태는 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 제 3 발광 소자, 및 제 4 발광 소자를 포함하는 발광 장치이다. 제 1 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 2 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 3 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 4 발광 소자는 제 1 EL층, 제 2 EL층, 및 전하 발생층을 포함한다. 제 1 발광 소자는 애노드를 포함한다. 제 1 EL층은 애노드와 전하 발생층 사이에 있다. 제 1 EL층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 제 2 EL층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 전하 발생층은 제 1 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 2 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 제 3 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역, 및 제 4 발광 소자의 일부로서 기능하는 영역을 포함한다. 전하 발생층은 제 1 EL층과 제 2 EL층 사이에 있다. 제 1 EL층은 구조식(132)으로 표기되는 제 1 유기 화합물, 및 제 2 유기 화합물을 함유한다. 제 2 EL층은 황색 인광을 방출하는 기능을 가진다. 제 1 발광 소자는 청색의 광을 방출하는 기능을 가진다. 제 2 발광 소자는 녹색의 광을 방출하는 기능을 가진다. 제 3 발광 소자는 적색의 광을 방출하는 기능을 가진다.



[0020]

[0021]

본 발명의 다른 일 형태는 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 제 3 발광 소자, 및 제 4 발광 소자를 포함하는 발광 장치이다. 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 제 3 발광 소자, 및 제 4 발광 소자는 애노드와 캐소드 사이에 같은 EL층을 포함한다. EL층은 제 1 발광층 및 제 2 발광층을 포함한다. 제 1 발광층은 형광 물질을 함유한다. 형광 물질의 톨루엔 용액에서의 형광 물질의 발광 스펙트럼의 피크 파장은 440nm 내지 460nm, 바람직하게는 440nm 내지 455nm이다. 제 2 발광층은 인광 물질을 함유한다. 제 1 발광 소자는 청색 발광을 나타낸다. 제 2 발광 소자는 녹색 발광을 나타낸다. 제 3 발광 소자는 적색 발광을 나타낸다. 제 4 발광 소자는 황색 발광을 나타낸다.

[0022]

본 발명의 다른 일 형태는 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 제 3 발광 소자, 및 제 4 발광 소자를 포함하는 발광 장치이다. 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 제 3 발광 소자, 및 제 4 발광 소자는 애노드와 캐소드 사이에, 같은 전하 발생층을 사이에 개재한 같은 제 1 EL층 및 같은 제 2 EL층을 포함한다. 제 1 EL층은 제 1 발광층을 포함한다. 제 2 EL층은 제 2 발광층을 포함한다. 제 1 발광층은 형광 물질을 함유한다. 형광 물질의 톨루엔 용액에서의 형광 물질의 발광 스펙트럼의 피크 파장은 440nm 내지 460nm, 바람직하게는 440nm 내지 455nm이다. 제 2 발광층은 인광 물질을 함유한다. 제 1 발광 소자는 청색 발광을 나타낸다. 제 2 발광 소자는 녹색 발광을 나타낸다. 제 3 발광 소자는 적색 발광을 나타낸다. 제 4 발광 소자는 황색 발광을 나타낸다.

[0023]

본 발명의 다른 일 형태는 발광 스펙트럼의 반치폭이 20nm 이상 50nm 이하인 발광 장치이다.

[0024]

본 발명의 다른 일 형태는 xy 색도도에서 제 1 발광 소자의 x 좌표가 0.13 이상 0.17 이하, y 좌표가 0.03 이상 0.08 이하인 발광 장치이다. 바람직하게는, xy 색도도에서 제 1 발광 소자의 y 좌표가 0.03 이상 0.07 이하이다.

[0025]

본 발명의 다른 일 형태는 제 1 발광 소자로부터의 발광이 청색의 컬러 필터를 통하여 발광 장치 외부로 방출되는 발광 장치이다.

[0026]

본 발명의 다른 일 형태는 xy 색도도에서 x 좌표가 0.313이고 y 좌표가 0.329인 광을 휘도 300cd/m^2 로 얻을 때에, 구동 FET의 소비전력을 제외한 발광 장치의 소비전력(제 1 내지 제 4 발광 소자의 소비전력의 합계)이 1mW/cm^2 이상 7mW/cm^2 이하인 발광 장치이다.

[0027]

본 발명의 다른 일 형태는 xy 색도도에서 x 좌표가 0.313이고 y 좌표가 0.329인 광을 휘도 300cd/m^2 로 얻는 경우에, 구동 FET의 소비전력을 포함한 발광 장치의 소비전력(소비 전류와, 애노드와 캐소드 사이의 전압의 곱으로부터 계산한 소비전력)이 2mW/cm^2 이상 15mW/cm^2 이하인 발광 장치이다.

[0028]

본 발명의 다른 일 형태는 상기 발광 장치와, 접속 단자 또는 조작 키를 포함하는 전자 기기이다.

[0029]

본 발명의 일 형태는, 발광 소자를 포함하는 발광 장치에 더하여, 상기 발광 소자 또는 상기 발광 장치를 포함하는 전자 기기(구체적으로는 상기 발광 소자 또는 상기 발광 장치와, 접속 단자 또는 조작 키를 포함하는 전자 기기) 및 상기 발광 소자 또는 상기 발광 장치를 포함하는 조명 장치(구체적으로는 상기 발광 소자 또는 상기 발광 장치와, 하우징을 포함하는 조명 장치)를 그 범주에 포함한다. 그러므로, 본 명세서에서 발광 장치란, 화상 표시 장치 또는 광원(예를 들어, 조명 장치)을 말한다. 또한 발광 장치는, 발광 장치가 FPC(flexible printed circuit) 또는 TCP(tape carrier package) 등의 커넥터에 접속된 모듈, TCP 끝에 인쇄 배선판이 제공된 모듈, 및 COG(chip on glass) 방식에 의하여 발광 소자에 IC(집적 회로)가 직접 탑재된 모듈을 그 범주에 포

함한다.

발명의 효과

[0030]

본 발명의 일 형태에 따라, 신규 발광 장치, 신규 전자 기기, 및 신규 조명 장치를 각각 제공할 수 있다. 또한, 소비전력이 낮은 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 각각 제공할 수 있다. 또한, 소비전력이 낮고 신뢰성이 높은 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 각각 제공할 수 있다. 또한, 이들 효과의 기제는 다른 효과의 존재를 방해하지 않는다. 본 발명의 일 형태는 상술한 모든 효과를 실현할 필요는 없다. 다른 효과는 명세서, 도면, 및 청구항 등의 기재로부터 명백해질 것이고 추출될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031]

- 도 1의 (A) 및 (B)는 각각 발광 소자를 도시한 것이다.
- 도 2는 발광 소자의 발광 메커니즘을 나타낸 것이다.
- 도 3은 발광 소자의 발광 메커니즘을 나타낸 것이다.
- 도 4는 발광 소자의 발광 메커니즘을 나타낸 것이다.
- 도 5는 발광 장치를 도시한 것이다.
- 도 6의 (A) 및 (B)는 발광 장치를 도시한 것이다.
- 도 7의 (A), (B), (C), (D), (D'-1), 및 (D'-2)는 전자 기기를 도시한 것이다.
- 도 8의 (A) 내지 (C)는 전자 기기를 도시한 것이다.
- 도 9는 조명 장치를 도시한 것이다.
- 도 10은 발광 장치를 도시한 것이다.
- 도 11의 (A) 및 (B)는 실시형태의 터치 패널의 예를 도시한 것이다.
- 도 12의 (A) 및 (B)는 실시형태의 터치 패널의 예를 도시한 것이다.
- 도 13의 (A) 및 (B)는 실시형태의 터치 패널의 예를 도시한 것이다.
- 도 14의 (A) 및 (B)는 터치 센서의 블록도 및 타이밍 차트이다.
- 도 15는 터치 센서의 회로도이다.
- 도 16은 발광 소자 1 내지 3의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.
- 도 17은 발광 소자 1 내지 3의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.
- 도 18은 발광 소자 1 내지 3의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.
- 도 19는 발광 소자 1 내지 3의 전류-전압 특성을 나타낸 것이다.
- 도 20은 발광 소자 1 내지 3의 색도 좌표를 나타낸 것이다.
- 도 21은 비교 발광 소자 1 내지 3의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.
- 도 22는 비교 발광 소자 1 내지 3의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.
- 도 23은 비교 발광 소자 1 내지 3의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.
- 도 24는 비교 발광 소자 1 내지 3의 전류-전압 특성을 나타낸 것이다.
- 도 25는 비교 발광 소자 1 내지 3의 색도 좌표를 나타낸 것이다.
- 도 26은 1,6BnfAPrn-03의 톨루엔 용액에서의 1,6BnfAPrn-03의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.
- 도 27은 발광 소자의 구조를 도시한 것이다.
- 도 28은 발광 소자 4 내지 7의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.

- 도 29는 발광 소자 4 내지 7의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.
- 도 30은 발광 소자 4 내지 7의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.
- 도 31은 발광 소자 4 내지 7의 전류-전압 특성을 나타낸 것이다.
- 도 32는 발광 소자 4 내지 7의 색도 좌표를 나타낸 것이다.
- 도 33은 비교 발광 소자 4 내지 6의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.
- 도 34는 비교 발광 소자 4 내지 6의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.
- 도 35는 비교 발광 소자 4 내지 6의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.
- 도 36은 비교 발광 소자 4 내지 6의 전류-전압 특성을 나타낸 것이다.
- 도 37은 실시예의 발광 장치를 나타낸 것이다.
- 도 38은 소비전력의 비교를 나타낸 것이다.
- 도 39는 발광 소자 8 및 9의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.
- 도 40은 발광 소자 8 및 9의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.
- 도 41은 발광 소자 8 및 9의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.
- 도 42는 발광 소자 8 및 9의 전류-전압 특성을 나타낸 것이다.
- 도 43은 발광 소자 8 및 9의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.
- 도 44는 발광 소자 8 및 9의 정규화 휘도-시간 의존성 특성을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 본 발명의 실시형태에 대하여 도면을 참조하여 이하에서 자세히 설명한다. 다만, 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 범위에서 벗어남이 없이 다양한 변경 및 수정이 가해질 수 있다. 따라서, 본 발명은 이하의 실시형태의 설명에 한정하여 해석되는 것이 아니다.
- [0033] 또한, '막' 및 '층'이라는 용어는 경우 또는 상황에 따라 서로 교체될 수 있다. 예를 들어, '도전층'이라는 용어 대신에 '도전막'이라는 용어를 사용할 수 있고, '절연막'이라는 용어 대신에 '절연층'이라는 용어를 사용할 수 있다.
- [0034] (실시형태 1)
- [0035] 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치에는, 발광층을 포함하는 EL층이 한 쌍의 전극 사이에 제공된 발광 소자를 사용한다. 발광 소자에는 다양한 구조를 채용할 수 있고, 예를 들어 한 쌍의 전극 사이에 하나의 EL층이 제공된 구조(싱글 구조) 또는 전하 발생층을 개재하여 복수의 EL층이 적층된 구조(탠덤 구조)를 채용할 수 있다. 발광 소자의 소자 구조의 일례로서, 2개의 EL층을 포함하는 탠덤 구조의 발광 소자에 대하여 도 1의 (A)를 참조하여 이하에서 설명한다.
- [0036] 도 1의 (A)에 도시된 발광 소자는 발광층을 각각 포함하는 2개의 EL층(103a 및 103b)이 한 쌍의 전극(제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)) 사이에 제공된 구조를 가진다. EL층(103a)에서는, 정공 주입층(104a), 정공 수송층(105a), 발광층(106a), 전자 수송층(107a), 및 전자 주입층(108a) 등이 제 1 전극(101) 위에 순차적으로 적층되어 있다. EL층(103b)에서는, 정공 주입층(104b), 정공 수송층(105b), 발광층(106b), 전자 수송층(107b), 및 전자 주입층(108b) 등이 제 1 전극(101) 위에 순차적으로 적층되어 있다. 전하 발생층(109)이 EL층(103a)과 EL층(103b) 사이에 제공된다.
- [0037] 발광층들(106a 및 106b)은 각각 발광 물질 등의 복수의 물질을 적절한 조합으로 함유하며, 원하는 발광색의 형광 또는 인광을 방출할 수 있다. 또한, 발광층(106a 또는 106b) 상에, 발광층(106a 또는 106b)과는 다른 발광 물질을 함유하는 발광층을 더 제공하여도 좋다.
- [0038] 전하 발생층(109)은, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 전압이 인가되었을 때에, EL층들 중 한쪽(103a 또는 103b)에 전자를 주입하고, EL층들 중 다른 쪽(103b 또는 103a)에 정공을 주입하는 기능을 가진다. 따라서, 도 1의 (A)에서는, 제 1 전극(101)의 전위가 제 2 전극(102)의 전위보다 높아지도록 전압을 인가하면,

전하 발생층(109)이 EL층(103a)에 전자를 주입하고, EL층(103b)에 정공을 주입한다.

- [0039] 또한, 광 추출 효율에 관하여, 전하 발생층(109)은 가시광에 대하여 투광성을 가지는 것이 바람직하다(구체적으로는, 전하 발생층(109)의 가시광 투과율이 40% 이상). 전하 발생층(109)은 제 1 전극(101) 또는 제 2 전극(102)보다 도전율이 낮아도 가능하다.
- [0040] 도 1의 (A)에 도시된 발광 소자에서는, EL층(103a 및 103b)에 포함되는 발광층(106a 및 106b)으로부터 모든 방향으로 방출되는 광이, 미소 광공진기(마이크로캐비티)로서 기능하는 제 1 전극(반사 전극)(101) 및 제 2 전극(반투과·반반사 전극)(102)에 의하여 공진될 수 있다. 광은 제 2 전극(102)을 통하여 방출된다. 제 1 전극(101)은 반사 전극이며, 반사 도전 재료와 투명 도전 재료의 적층 구조를 가진다. 그 광학 조정은 투명 도전막의 두께를 제어함으로써 행한다. 광학 조정은 EL층(103a)에 포함되는 정공 주입층(104a)의 두께를 제어함으로써 행하여도 좋다.
- [0041] 상술한 바와 같이, 제 1 전극(101) 또는 정공 주입층(104a)의 두께를 제어하여 광학 조정을 행함으로써, 발광층(106a 및 106b)으로부터 얻어지는 복수의 단색광선의 스펙트럼을 좁힐 수 있고, 색 순도가 높은 발광을 얻을 수 있다.
- [0042] 도 1의 (A)에 도시된 발광 소자에서, 반투과·반반사 전극으로서 기능하는 제 2 전극(102)과, 제 2 전극(102)에 가장 가까운 EL층(103b)의 발광 영역 사이의 광로 길이는 $\lambda/4$ 보다 작은 것이 바람직하고, 여기서 λ 는 발광 영역으로부터 방출되는 광의 파장이다. 여기서, 발광 영역은 정공과 전자가 재결합되는 영역을 의미한다. 이러한 구조에 의하여, 도 1의 (A)에 도시된 발광 소자의 발광층(106a 및 106b)으로부터의 복수의 단색광선의 조합에 의하여 표준 백색의 광을 얻을 수 있다. 발광층(106a 및 106b)은 예를 들어, 청색의 광(예를 들어, 400nm 내지 480nm의 범위, 바람직하게는 450nm 내지 470nm의 범위에 발광 스펙트럼 피크를 가짐), 녹색의 광(예를 들어, 500nm 내지 560nm의 범위, 바람직하게는 520nm 내지 555nm의 범위에 발광 스펙트럼 피크를 가짐), 적색의 광(예를 들어, 580nm 내지 680nm의 범위, 바람직하게는 600nm 내지 620nm의 범위에 발광 스펙트럼 피크를 가짐), 주황색의 광(예를 들어, 580nm 내지 610nm의 범위, 바람직하게는 600nm 내지 610nm의 범위에 발광 스펙트럼 피크를 가짐), 또는 황색의 광(예를 들어, 555nm 내지 590nm의 범위, 바람직하게는 570nm 내지 580nm의 범위에 발광 스펙트럼 피크를 가짐)을 방출한다. 또한, 발광층(106a 및 106b)의 발광색의 구체적인 조합(106a/106b)으로서 다음에 기재된 것을 들 수 있다: 청색/녹색, 청색/황색, 청색/적색, 녹색/청색, 녹색/황색, 녹색/적색, 적색/청색, 적색/녹색, 및 적색/황색이다.
- [0043] 다음에, 상술한 발광 소자를 제작하는 구체적인 예를 설명한다.
- [0044] 제 1 전극(101)은 반사 전극이기 때문에, 반사성을 가지는 도전 재료를 사용하여 형성되며, 가시광 반사율이 40% 이상 100% 이하, 바람직하게는 70% 이상 100% 이하이고 저항률이 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하인 막을 사용한다. 제 2 전극(102)은 반사성을 가지는 도전 재료 및 투광성을 가지는 도전 재료를 사용하여 형성되며, 가시광 반사율이 20% 이상 80% 이하, 바람직하게는 40% 이상 70% 이하이고 저항률이 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하인 막을 사용한다.
- [0045] 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이의 광로 길이는, 발광층(106a 및 106b)으로부터의 원하는 파장의 광이 공진하여 강화될 수 있도록, 원하는 광의 파장마다 조정된다. 구체적으로는, 제 1 전극(101)의 일부에 사용되는 투명 도전막의 두께를 변경하여, 전극들 사이의 거리가 $m\lambda/2$ (m 은 자연수)(여기서 λ 는 원하는 광의 파장)가 되도록 한다.
- [0046] 또한, 원하는 파장의 광을 강화시키기 위하여, 제 1 전극(101)과, 원하는 파장의 광을 방출하는 발광층(106a 및 106b) 사이의 광로 길이를 조정한다. 구체적으로는, 제 1 전극(101)의 일부에 사용될 수 있는 투명 도전막의 두께 또는 정공 주입층(104a)을 형성하는 유기막의 두께를 변경하여, 광로 길이가 $(2m'+1)\lambda/4$ (m' 은 자연수)(여기서 λ 는 원하는 광의 파장)가 되도록 한다.
- [0047] 이 경우, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이의 광로 길이는, 엄밀하게는 제 1 전극(101)의 반사 영역에서 제 2 전극(102)의 반사 영역까지의 총 두께로 표현된다. 그러나, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)의 반사 영역은 정확하게 알아내기 어렵기 때문에, 반사 영역을 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)의 어디에 설정하여도, 상술한 효과를 충분히 얻을 수 있는 것으로 한다. 또한, 제 1 전극(101)과 원하는 광을 방출하는 발광층 사이의 광로 길이는, 엄밀하게는 제 1 전극(101)의 반사 영역과 원하는 광을 방출하는 발광층의 발광 영역 사이의 광로 길이이다. 그러나, 제 1 전극(101)의 반사 영역과 원하는 광을 방출하는 발광층의 발광 영역은 정확하게 알아내기 어렵기 때문에, 반사 영역 및 발광 영역을 제 1 전극(101) 및 원하는 광을 방출하는 발광층의 어디에

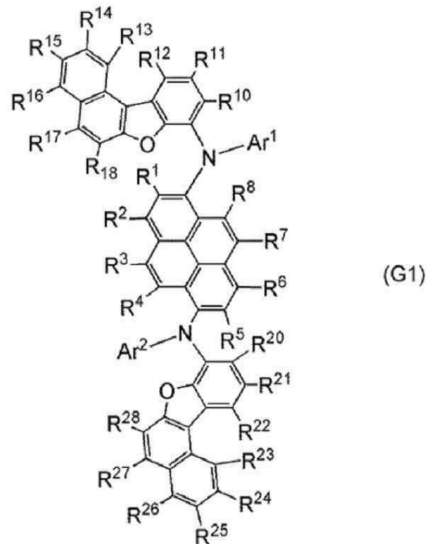
설정하여도, 상승한 효과를 충분히 얻을 수 있는 것으로 한다.

- [0048] 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)에는, 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등 중 어느 것을 적절히 사용할 수 있다. 구체적인 예로서는 산화 인듐-산화 주석(인듐 주석 산화물), 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유하는 산화 인듐-산화 주석, 산화 인듐-산화 아연(인듐 아연 산화물), 산화 텅스텐 및 산화 아연을 함유하는 산화 인듐, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크로뮴(Cr), 몰리브데넘(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 및 타이타늄(Ti)이 있다. 또한, 주기율표의 1족 또는 2족에 속하는 원소, 예를 들어 리튬(Li) 또는 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 칼슘(Ca) 또는 스트론튬(Sr) 등의 알칼리 토금속, 마그네슘(Mg), 이러한 원소를 함유하는 합금(MgAg, AlLi), 유로퓸(Eu) 또는 이터븀(Yb) 등의 희토류 금속, 이러한 원소를 함유하는 합금, 및 그래핀 등을 사용할 수 있다. 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)은, 예를 들어 스퍼터링법 또는 증착법(진공 증착법을 포함함)에 의하여 형성할 수 있다.
- [0049] 정공 주입층(104a 및 104b)은 정공 수송성이 높은 정공 수송층(105a 및 105b)을 통하여 발광층(106a 및 106b)에 정공을 주입하며, 산화 몰리브데넘, 산화 바나듐, 산화 루테튬, 산화 텅스텐, 또는 산화 망가니즈 등의 억셉터 재료를 사용하여 형성할 수 있다. 또는, 정공 주입층(104a 및 104b)은 프탈로사이아닌(약칭: H₂Pc) 또는 구리 프탈로사이아닌(약칭: CuPc) 등의 프탈로사이아닌계 화합물, 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB) 또는 N,N'-비스{4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐}-N,N'-다이페닐-(1,1'-바이페닐)-4,4'-다이아민(약칭: DNTPD) 등의 방향족 아민 화합물, 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메데인(약칭: F₄-TCNQ), 클로라닐, 또는 2,3,6,7,10,11-헥사사이아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌(약칭: HAT-CN) 등의 전자 흡인기(할로젠 또는 사이아노기)를 함유하는 화합물, 또는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)/폴리(스타이렌설폰산)(약칭: PEDOT/PSS) 등의 유기 억셉터 재료를 사용하여 형성할 수 있다.
- [0050] 정공 주입층(104a 및 104b)은 정공 수송 재료 및 억셉터 물질을 함유하여도 좋다. 정공 주입층(104a 및 104b)이 정공 수송 재료 및 억셉터 물질을 함유하면, 억셉터 물질에 의하여 정공 수송 재료로부터 전자가 추출되어 정공이 발생되고, 정공 수송층(105a 및 105b)을 통하여 발광층(106a 및 106b)에 정공이 주입된다. 정공 수송층(105a 및 105b)은 정공 수송 재료를 사용하여 형성한다.
- [0051] 정공 주입층(104a 및 104b) 및 정공 수송층(105a 및 105b)에 사용되는 정공 수송 재료의 구체적인 예에는, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB 또는 α-NPD), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-다이페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이아민(약칭: TPD), 4,4',4' '-트리스(카바졸-9-일)트라이페닐아민(약칭: TCTA), 4,4',4' '-트리스(N,N'-다이페닐아미노)트라이페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4' '-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: MTDATA), 및 4,4'-비스[N-(스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: BSPB) 등의 방향족 아민 화합물; 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); 및 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카바졸-3-일)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCN1)이 포함된다. 다른 예에는 4,4'-다이(N-카바졸일)바이페닐(약칭: CBP), 1,3,5-트리스[4-(N-카바졸일)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 및 9-[4-(10-페닐-9-안트라센일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA) 등의 카바졸 유도체가 포함된다. 여기서 열거한 물질은 주로 정공 이동도가 10⁶ cm²/Vs 이상인 물질이다. 또한, 전자 수송성보다 정공 수송성이 높기만 하면, 여기서 열거한 물질 외의 어떤 물질을 사용하여도 좋다.
- [0052] 다른 예에는, 폴리(N-바닐카바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-바닐트라이페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N-[4-(4-다이페닐아미노)페닐]페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아마이드](약칭: PTPDMA), 및 폴리[N,N'-비스(4-뷰틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등의 고분자 화합물이 포함된다.
- [0053] 정공 주입층(105a 및 105b)에 사용되는 억셉터 물질의 예에는, 상승한 억셉터 재료 및 유기 억셉터 재료가 포함된다. 그 중에서, 주기율표의 4족 내지 8족 중 어느 것에 속하는 금속의 산화물을 사용하는 것이 바람직하고, 특히 산화 몰리브데넘을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0054] 발광층들(106a 및 106b)은 각각 발광 물질을 함유한다. 발광층들(106a 및 106b)은 각각 발광 물질에 더하여, 유기 화합물인 전자 수송 재료 및/또는 정공 수송 재료를 함유하고, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자에서는, 발광층들(106a 및 106b) 중 한쪽이, 형광 물질의 톨루엔 용액에서의 발광 스펙트럼의 피크 파장이 440nm 내지 460nm, 바람직하게는 440nm 내지 455nm인 형광 물질, 또는 2개의 벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란일아민 골격이 피렌 골격에 결합된 유기 화합물을 함유한다. 형광 물질의 발광 스펙트럼의 반치폭은 20nm 이상 50nm

이하인 것이 바람직하다.

[0055] 틀루엔 용액에서의 발광 스펙트럼의 피크 파장이 440nm 내지 460nm인 형광 물질로서는 예를 들어, 방향족 다이아민 골격을 가지는 물질을 사용하는 것이 바람직하다. 더 바람직하게는, 피렌다이아민 골격을 가지는 물질을 사용한다. 피렌다이아민 골격을 가지는 물질로서 더 구체적으로는, 다음 일반식(G1)으로 표기되는, 2개의 벤조[b]나프토[1,2-d]피란일아민 골격이 피렌 골격에 결합된 유기 화합물을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 본 실시형태에서 사용될 수 있는 형광 물질은 이하의 예에 한정되지 않는다.

[0056] 2개의 벤조[b]나프토[1,2-d]피란일아민 골격이 피렌 골격에 결합된 유기 화합물로서는, 다음 일반식(G1)으로 표기되는 유기 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 다음 일반식(G1)으로 표기되는 유기 화합물은 청색 형광을 나타낸다.



[0057]

[0058] 일반식(G1)에 있어서, Ar¹ 및 Ar²는 각각 독립적으로, 고리를 형성하는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타내고; R¹ 내지 R⁸, R¹⁰ 내지 R¹⁸, 및 R²⁰ 내지 R²⁸은 각각 독립적으로, 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 10의 아릴기를 나타낸다.

[0059] 일반식(G1)으로 표기되는 유기 화합물의 구체적인 예에 대해서는 실시형태 2를 참조할 수 있다.

[0060] 발광층들(106a 및 106b) 중 다른 쪽의 발광 물질로서 사용할 수 있는 재료에 특별한 한정 없이, 단일항 여기 에너지를 가시광 영역의 발광으로 변환하는 발광 재료, 또는 삼중항 여기 에너지를 가시광 영역의 발광으로 변환하는 발광 재료를 사용할 수 있다.

[0061] 단일항 여기 에너지를 가시광 영역의 발광으로 변환하는 발광 재료의 예로서, 형광을 방출하는 물질을 들 수 있다. 형광을 방출하는 물질의 예에는, 피렌 유도체, 안트라센 유도체, 트라이페닐렌 유도체, 플루오렌 유도체, 카바졸 유도체, 다이벤조싸이오펜 유도체, 다이벤조퓨란 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 퀴녹살린 유도체, 피리딘 유도체, 피리미딘 유도체, 페난트렌 유도체, 및 나프탈렌 유도체가 포함된다. 피렌 유도체는 발광 양자 수율이 높으므로 특히 바람직하다. 피렌 유도체의 구체적인 예에는, N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]피렌-1,6-다이아민(1,6mMemFLPAPrn), N,N'-비스[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐피렌-1,6-다이아민(1,6FLPAPrn), N,N'-비스(다이벤조퓨란-2-일)-N,N'-다이페닐피렌-1,6-다이아민(1,6FrAPrn), 및 N,N'-비스(다이벤조싸이오펜-2-일)-N,N'-다이페닐피렌-1,6-다이아민(1,6ThAPrn)이 포함된다.

[0062] 삼중항 여기 에너지를 가시광 영역의 발광으로 변환하는 발광 재료의 예에는, 인광을 방출하는 물질 및 열활성화 지연 형광(TADF) 재료가 포함된다. 또한, TADF 재료는, 삼중항 여기 상태를 적은 열 에너지를 사용하여 단일항 여기 상태로 업컨버트(up-convert)할 수 있고(즉, 역항간 교차가 가능), 단일항 여기 상태에서부터 효율적으로 발광(형광)을 나타낸다. TADF는, 삼중항 여기 준위와 단일항 여기 준위의 에너지 차이가 0eV 이상 0.2eV 이하, 바람직하게는 0eV 이상 0.1eV 이하인 조건하에서 효율적으로 얻어진다. 또한, TADF에 의하여 나타내어지는 "지연 형광"은 통상의 형광과 동일한 스펙트럼을 가지며 수명이 매우 긴 발광을 말한다. 그 수명은 10⁻⁶초

이상, 바람직하게는 10^{-3} 초 이상이다.

[0063]

인광을 방출하는 물질로서는, 이리듐계, 로듐계, 또는 백금계의 유기 금속 착체 또는 금속 착체를 사용할 수 있고, 특히 이리듐계 오쏘 메탈 착체 등의 유기 이리듐 착체가 바람직하다. 오쏘메탈화 리간드로서는 4*H*-트리아아졸 리간드, 1*H*-트리아아졸 리간드, 이미다졸 리간드, 피리딘 리간드, 피리미딘 리간드, 피라진 리간드, 및 아이소퀴놀린 리간드 등을 들 수 있다. 금속 착체로서는, 포르피린 리간드를 가지는 백금 착체 등을 들 수 있다. 인광을 방출하는 물질의 예에는, 비스[2-(3',5'-비스트라이플루오로메틸페닐)피리디네이토-*N,C'*]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: Ir(CF₃ppy)₂(pic)), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이토-*N,C'*]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIracac), 트리스(2-페닐피리디네이토)이리듐(III)(약칭: Ir(ppy)₃), 비스(2-페닐피리디네이토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(ppy)₂(acac)), 트리스(아세틸아세토네이토)(모노페난트롤린)터븀(III)(약칭: Tb(acac)₃(Phen)), 비스(벤조[*h*]퀴놀리네이토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(bzq)₂(acac)), 비스(2,4-다이페닐-1,3-옥사졸레이토-*N,C'*)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(dpo)₂(acac)), 비스{2-[4'-(퍼플루오로페닐)페닐]피리디네이토-*N,C'*}이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(p-PF-ph)₂(acac)), 비스(2-페닐벤조싸이아졸레이토-*N,C'*)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(bt)₂(acac)), 비스[2-(2'-벤조[4,5-*a*]싸이엔일)피리디네이토-*N,C'*]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(btp)₂(acac)), 비스(1-페닐아이소퀴놀리네이토-*N,C'*)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(piq)₂(acac)), (아세틸아세토네이토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴놀살리네이토]이리듐(III)(약칭: Ir(Fdpq)₂(acac)), (아세틸아세토네이토)비스(3,5-다이메틸-2-페닐피라지네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-Me)₂(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스(5-아이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-iPr)₂(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이토)이리듐(III)(약칭: Ir(tppr)₂(acac)), 비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이토)(다이피발로일메타네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)₂(dpm)]), (아세틸아세토네이토)비스(6-*tert*-뷰틸-4-페닐피리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)₂(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스(4,6-다이페닐피리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(dppm)₂(acac)]), 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21*H*,23*H*-포르피린 백금(II)(약칭: PtOEP), 트리스(1,3-다이페닐-1,3-프로페인다이오네이토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(DBM)₃(Phen)), 및 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트라이플루오로아세토네이토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(TTA)₃(Phen))이 포함된다.

[0064]

TADF 재료의 구체적인 예에는, 풀러렌, 그 유도체, 프로플라빈 등의 아크리딘 유도체, 및 에오신이 포함된다. 다른 예에는, 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 주석(Sn), 백금(Pt), 인듐(In), 또는 팔라듐(Pd)을 함유하는 포르피린 등의 금속 함유 포르피린이 포함된다. 금속 함유 포르피린의 예에는, 프로토포르피린-플루오린화 주석 착체(SnF₂(Proto IX)), 메소포르피린-플루오린화 주석 착체(SnF₂(Meso IX)), 헤마토포르피린-플루오린화 주석 착체(SnF₂(Hemato IX)), 코프로포르피린 테트라메틸 에스터-플루오린화 주석 착체(SnF₂(Copro III-4Me)), 옥타에틸포르피린-플루오린화 주석 착체(SnF₂(OEP)), 에티오포르피린-플루오린화 주석 착체(SnF₂(Etio I)), 및 옥타에틸포르피린-염화 백금 착체(PtCl₂OEP)가 포함된다. 또는, 2-(바이페닐-4-일)-4,6-비스(12-페닐인돌로[2,3-*a*]카바졸-11-일)-1,3,5-트리아진(PIC-TRZ) 등의 π 전자 과잉 헤테로방향족 고리 및 π 전자 부족 헤테로방향족 고리를 포함하는 헤테로고리 화합물을 사용할 수 있다. 또한, π 전자 과잉 헤테로방향족 고리가 π 전자 부족 헤테로방향족 고리에 직접 결합된 재료는, π 전자 과잉 헤테로방향족 고리의 도너성 및 π 전자 부족 헤테로방향족 고리의 억셉터성의 양쪽이 높아지고 S₁ 준위와 T₁ 준위의 에너지 차이가 작아지기 때문에, 특히 바람직하다.

[0065]

발광층들(106a 및 106b) 중 다른 쪽의 발광 물질로서 사용할 수 있는 재료로서, 삼중항 여기 에너지를 가시광 영역의 발광으로 변환하는 발광 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 더 바람직하게는, 황색 인광을 나타내는 인광 물질을 사용한다. 이러한 구조에 의하여, 소비전력이 낮은 발광 소자를 얻을 수 있다. 발광 장치의 표시

소자로서 이러한 발광 소자를 사용함으로써, 백색 발광을 얻을 때의 소비전력을 효과적으로 저감할 수 있다.

[0066] 발광층(106a 및 106b)의 유기 화합물로서 전자 수송 재료를 사용하는 경우에는, 질소 함유 헤테로방향족 화합물 등의 π 전자 부족 헤테로방향족 화합물이 바람직하고, 그 예에는 2-[3-(다이벤조사이오펜-4-일)페닐]다이벤조 [f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(다이벤조사이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-III), 2-[4-(3,6-다이페닐-9H-카바졸-9-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2CzPDBq-III), 7-[3-(다이벤조사이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 7mDBTPDBq-II), 및 6-[3-(다이벤조사이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 6mDBTPDBq-II) 등의 퀴녹살린 유도체 및 다이벤조퀴녹살린 유도체가 포함된다.

[0067] 발광층(106a 및 106b)의 유기 화합물로서 정공 수송 재료를 사용하는 경우에는, π 전자 과잉 헤테로방향족 화합물(예를 들어, 카바졸 유도체 또는 인돌 유도체) 또는 방향족 아민 화합물이 바람직하고, 그 예에는 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), 4,4'-(1-나프틸)-4''-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBNNB), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카바졸-3-일)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCN1), 4,4',4''-트리스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: 1'-TNATA), 2,7-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]-스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: DPA2SF), N,N'-비스(9-페닐카바졸-3-일)-N,N'-다이페닐벤젠-1,3-다이아민(약칭: PCA2B), N-(9,9-다이메틸-2-다이페닐아미노-9H-플루오렌-7-일)다이페닐아민(약칭: DPNF), N,N',N''-트라이페닐-N,N',N''-트리스(9-페닐카바졸-3-일)벤젠-1,3,5-트리아민(약칭: PCA3B), 2-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: PCASF), 2-[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: DPASF), N,N'-비스[4-(카바졸-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐-9,9-다이메틸플루오렌-2,7-다이아민(약칭: YGA2F), 4,4'-비스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: TPD), 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB), N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-N-(9,9-다이메틸-2-[N'-페닐-N''-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)아미노]-9H-플루오렌-7-일)페닐아민(약칭: DFLADFL), 3-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA1), 3-[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzDPA1), 3,6-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzDPA2), 4,4'-비스[N-(3-메틸페닐)-N'-페닐아미노]페닐]-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DNTPD), 3,6-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-(1-나프틸)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzTPN2), 및 3,6-비스[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA2)이 포함된다.

[0068] 발광층에 사용하는 발광 물질이 인광을 방출하는 물질인 경우, 발광층에 사용하는 유기 화합물의 예에는 아연계 또는 알루미늄계 금속 착체, 옥사다이아졸 유도체, 트리아아졸 유도체, 벤즈이미다졸 유도체, 퀴녹살린 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 다이벤조사이오펜 유도체, 다이벤조퓨란 유도체, 피리미딘 유도체, 트리아아진 유도체, 피리딘 유도체, 바이피리딘 유도체, 및 페난트롤린 유도체에 더하여, 방향족 아민 및 카바졸 유도체가 포함된다.

[0069] 발광층에 사용하는 발광 물질이 형광을 방출하는 물질인 경우, S₁ 준위가 높고 T₁ 준위가 낮은 안트라센 유도체 또는 테트라센 유도체를 사용하는 것이 바람직하다. 구체적인 예에는, 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(PCzPA), 9-[4-(10-페닐-9-안트라센일)페닐]-9H-카바졸(CzPA), 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(cgDBCzPA), 6-[3-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란(2mBnfPPA), 9-페닐-10-{4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)바이페닐-4'-일}안트라센(FLPPA), 5,12-다이페닐테트라센, 및 5,12-비스(바이페닐-2-일)테트라센이 포함된다.

[0070] 전자 수송층(107a 및 107b)은 전자 수송성이 높은 물질을 함유하는 층이다. 전자 수송층(107a 및 107b)에는 Alq₃, 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀레이트)알루미늄(약칭: Almq₃), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리네이트)베릴륨(II)(약칭: BeBq₂), BAlq, Zn(BOX)₂, 또는 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조사이아졸레이트]아연(II)(약칭: Zn(BTZ)₂) 등의 금속 착체를 사용할 수 있다. 또한, 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-tert-뷰틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(p-tert-뷰틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 3-(4-tert-바이페닐릴)-4-페닐-5-(4-뷰틸페닐)-1,2,4-트리아아졸(약칭: TAZ), 3-(4-tert-뷰틸페닐)-4-(4-에틸페닐)-5-(4-바이페닐릴)-1,2,4-트리아아졸(약칭: p-EtTAZ), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 또는 4,4'-비스(5-메틸벤즈옥사졸-2-일)스틸벤(약칭: BzOs) 등의 헤테로방향족 화합물을 사용할 수도 있다. 또는, 폴리(2,5-피리딘다이일)(약칭: PPy), 폴리[(9,9-다이헥실플루오렌-2,7-다이일)-co-(피리딘-3,5-다이일)](약칭: PF-Py), 또는 폴리[(9,9-다이옥틸플루오렌-2,7-다이일)-co-(2,2'-바이피리딘-6,6'-다이일)](약칭: PF-BPy) 등의

고분자 화합물을 사용할 수 있다. 여기서 언급한 물질은 주로 전자 이동도가 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상인 물질이다. 그러나, 정공 수송성보다 전자 수송성이 높기만 하면, 상술한 물질 외의 어떤 물질을 전자 수송층(107a 및 107b)에 사용하여도 좋다.

- [0071] 전자 수송층들(107a 및 107b) 각각은 단층에 한정되지 않고, 상술한 물질 중 어느 것을 함유하는 2개 이상의 층을 포함하는 적층이어도 좋다.
- [0072] 전자 주입층(108a 및 108b)은 전자 주입성이 높은 물질을 함유하는 층이다. 전자 주입층(108a 및 108b)에는, 플루오린화 리튬(LiF), 플루오린화 세슘(CsF), 플루오린화 칼슘(CaF₂), 또는 리튬 산화물(LiO_x) 등의 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 이들의 화합물을 사용할 수 있다. 플루오린화 어븀(ErF₃)과 같은 희토류 금속 화합물을 사용할 수도 있다. 전자화물(electride)을 전자 주입층(108a 및 108b)에 사용하여도 좋다. 전자화물의 예에는 산화 칼슘-산화 알루미늄에 전자가 고농도로 첨가된 물질이 포함된다. 상술한 전자 수송층(107a 및 107b)을 형성하기 위한 물질 중 어느 것을 사용할 수도 있다.
- [0073] 전자 주입층들(108a 및 108b) 각각은 유기 화합물과 전자 공여체가 혼합된 복합 재료를 사용하여 형성되어도 좋다. 전자 공여체에 의하여 유기 화합물에 전자가 발생되기 때문에, 상기 복합 재료는 전자 주입성 및 전자 수송성이 우수하다. 이 경우, 유기 화합물은 발생된 전자의 수송이 우수한 재료인 것이 바람직하다. 구체적으로는 예를 들어 상술한 전자 수송층(107a 및 107b)을 형성하기 위한 물질(예를 들어, 금속 착체 또는 헥테로방향족 화합물)을 사용할 수 있다. 전자 공여체로서는, 유기 화합물에 대한 전자 도너성을 나타내는 물질을 사용하여도 좋다. 구체적으로는, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 및 희토류 금속이 바람직하고, 리튬, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 어븀, 및 이터븀 등을 들 수 있다. 또한, 알칼리 금속 산화물 또는 알칼리 토금속 산화물이 바람직하고, 리튬 산화물, 칼슘 산화물, 및 바륨 산화물을 들 수 있다. 마그네슘 산화물 등의 루이스 염기를 사용할 수도 있다. 테트라싸이아폴발렌(약칭: TTF) 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다.
- [0074] 본 실시형태에 기재된 발광 소자에서, 제 2 전극(102)과, 제 2 전극(102)에 가장 가까운 EL층(103b)의 발광 영역 사이의 광로 길이는 $\lambda/4$ 보다 작은 것이 바람직하고, 여기서 λ 는 발광 영역으로부터 방출되는 광의 파장이다. 이러한 이유로, 전자 수송층(107b)과 전자 주입층(108b)의 총 두께를 적절히 조정하여, 제 2 전극(102)과, 제 2 전극(102)에 가장 가까운 EL층(103b)의 발광 영역 사이의 광로 길이가 $\lambda/4$ 보다 작아지도록 하는 것이 바람직하다.
- [0075] 전하 발생층(109)은 전자 수용체(억셉터)가 정공 수송 재료에 첨가된 구조 및 전자 공여체(도너)가 전자 수송 재료에 첨가된 구조 중 어느 쪽을 가져도 좋다. 또는, 이들 구조 양쪽을 적층하여도 좋다.
- [0076] 전자 수용체가 정공 수송 재료에 첨가된 구조의 경우, 정공 수송 재료로서는, 예를 들어, NPB, TPD, TDATA, MTDATA, 또는 4,4'-비스[N-(스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: BSPB) 등의 방향족 아민 화합물을 사용할 수 있다. 여기서 열거한 물질은 주로 정공 이동도가 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상인 물질이다. 또한, 전자 수송성보다 정공 수송성이 높기만 하면, 상술한 물질 외의 어떤 물질을 사용하여도 좋다.
- [0077] 전자 수용체의 예에는 7,7,8,8-테트라시아아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F₄-TCNQ), 클로라닐, 및 HAT-CN이 포함된다. 주기율표의 4족 내지 8족에 속하는 금속의 산화물을 사용할 수도 있다. 구체적으로는, 전자 억셉터성이 높기 때문에 산화 바나듐, 산화 나이오븀, 산화 탄탈럼, 산화 크로뮴, 산화 몰리브데넘, 산화 텅스텐, 산화 망가니즈, 및 산화 레늄이 바람직하다. 이들 중에서, 산화 몰리브데넘은 대기 중에서 안정적이고, 흡습성이 낮고, 취급하기 쉬우므로 특히 바람직하다.
- [0078] 한편, 전자 공여체가 전자 수송 재료에 첨가된 구조의 경우, 전자 수송 재료로서는, 예를 들어, Alq, Almq₃, BeBq₂, 또는 BA1q 등, 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 가지는 금속 착체를 사용할 수 있다. 또는, Zn(BOX)₂ 또는 Zn(BTZ)₂ 등, 옥사졸계 리간드 또는 싸이아졸계 리간드를 가지는 금속 착체를 사용할 수 있다. 또는, 이러한 금속 착체에 더하여, PBD, OXD-7, TAZ, BPhen, 또는 BCP 등을 사용할 수 있다. 여기서 열거한 물질은 주로 전자 이동도가 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상인 물질이다. 또한, 정공 수송성보다 전자 수송성이 높기만 하면, 여기서 열거한 물질 외의 어떤 물질을 사용하여도 좋다.
- [0079] 전자 공여체로서, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 주기율표의 2족 또는 13족에 속하는 금속, 또는 그 산화물 또는 탄산염을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 리튬(Li), 세슘(Cs), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 이터

븀(Yb), 인듐(In), 산화 리튬, 또는 탄산 세슘 등을 사용하는 것이 바람직하다. 또는, 테트라싸이아나프타센 등의 유기 화합물을 전자 공여체로서 사용하여도 좋다.

- [0080] 또한, 상술한 어느 재료를 사용한 전하 발생층(109)의 형성에 의하여, EL층을 적층하는 것에 의하여 일어나는 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다.
- [0081] 또한, 정공 주입층(104a 및 104b), 정공 수송층(105a 및 105b), 발광층(106a 및 106b), 전자 수송층(107a 및 107b), 전자 주입층(108a 및 108b), 및 전하 발생층(109)은 각각, 증착법(예를 들어, 진공 증착법), 잉크젯법, 또는 코팅법 등의 방법에 의하여 형성될 수 있다.
- [0082] 본 실시형태에서는 2개의 EL층을 가지는 발광 소자에 대하여 설명하지만, 3개 이상의 EL층이 적층된 발광 소자를 사용할 수도 있다.
- [0083] 또한, 본 발명의 발광 소자는 도 1의 (B)에 도시된 바와 같이 하나의 EL층의 싱글 구조를 가져도 좋다. 이 경우, 발광층(106)은 제 1 발광층(106a) 및 제 2 발광층(106b)을 포함한다. 다른 구성 요소의 구조에 대해서는, 상술한 동일한 부호로 표시된 층들의 기재를 참조할 수 있다.
- [0084] 싱글 구조의 경우, 도 27에 도시된 구분 착색 구조에 의하여 발광 효율을 향상시킬 수 있다. 착색을 한 번만 행하는 경우에도, 도 27에 도시된 구조의 발광 소자의 발광 효율을, 발광층들을 구분하여 착색(청색 및 황색의 경우, 착색을 두 번 행함)한 발광 소자와 동등하게 할 수 있다.
- [0085] 구분 착색 구조에서, 기관(1100), 기관(1100) 위에 제공된 제 1 전극(1102B, 1102G, 1102R, 및 1102Y), 제 2 전극(1104), 블랙 매트릭스(1105), 컬러 필터(1106B, 1106G, 1106R, 및 1106Y), 및 밀봉 기관(1101)은 도 1의 (A) 및 (B)의 구성 요소와 비슷하다. EL층에 대해서는, 정공 주입층 및 정공 수송층(1103e), 황색 발광층(1103f), 및 전자 수송층 및 전자 주입층(1103h)을 모든 발광 소자에 사용할 수 있고, 청색 발광층(1103d)만을 구분하여 착색하여 청색 발광 소자가 형성되는 부분에 제공한다.
- [0086] 여기서, 황색 발광층(1103f) 및 청색 발광층(1103d)에서, 구분하여 착색된 발광층(이 경우, 청색 발광층)에 더 가까운 전극 측에 재결합 영역이 형성될 수 있도록, 캐리어 밸런스를 조정한다. 도 27에서는, 청색 발광층(1103d)이 구분하여 착색되어 있으며 황색 발광층보다 제 1 전극(여기서는 애노드)에 가깝기 때문에, 청색 발광층 및 황색 발광층의 호스트 재료 및 발광 재료를, 청색 발광층 및 황색 발광층 각각의 전자 수송성이 정공 수송성보다 높아지도록 선택한다. 이러한 구조에 의하여, 청색 발광층(1103d)을 포함하는 발광 소자로부터 청색 발광만을 얻을 수 있고, 다른 소자로부터 황색 발광만을 얻을 수 있으며, 청색 발광층 및 황색 발광층을 구분하여 착색한 소자와 발광 효율이 동등하게 될 수 있다.
- [0087] 상술한 발광 소자의 발광 메커니즘은 발광층의 구조에 의존하고, 이에 대하여 도 2, 도 3, 및 도 4를 참조하여 이하에서 설명한다.
- [0088] (1) 먼저, 발광층(106a 또는 106b)이 발광 물질(게스트 재료(121)) 및 제 1 유기 화합물(호스트 재료(122))을 함유하고, 발광 물질(게스트 재료(121))이 형광을 방출하는 물질인 경우의 2종류의 발광 메커니즘에 대하여 설명한다.
- [0089] 또한, 발광층(106a 또는 106b)에서, 캐리어의 재결합에 의하여 여기 상태가 형성되고, 호스트 재료(122)가 게스트 재료(121)보다 많은 양으로 존재하기 때문에 여기 상태는 주로 호스트 재료(122)의 여기 상태로서 형성된다. 여기서, 캐리어의 재결합에 의하여 형성되는 삼중항 여기 상태에 대한 단일항 여기 상태의 비(이하, 여기자 생성 확률)는 약 1:3이다.
- [0090] (i) 호스트 재료(122)의 T_1 준위가 게스트 재료(121)의 T_1 준위보다 높을 때
- [0091] 에너지는 삼중항 여기 상태의 호스트 재료(122)에서 게스트 재료(121)로 이동(삼중항 에너지 이동)하지만, 게스트 분자가 형광 물질이기 때문에, 그 삼중항 여기 상태는 발광을 제공하지 않는다. 또한, 발광층에서 게스트 분자가 적은 양으로 존재하기 때문에, 삼중항-삼중항 소멸(TTA)이 일어나기 어려우므로 게스트 분자의 삼중항 여기 상태가 열적으로 불활성화된다. 그러므로, 삼중항 여기자를 발광에 이용할 수 없고, 주입된 캐리어 중 최대로 약 25%를 발광에 이용할 수 있다.
- [0092] (ii) 호스트 재료(122)의 T_1 준위가 게스트 재료(121)의 T_1 준위보다 낮을 때
- [0093] 호스트 재료(122) 및 게스트 재료(121)의 에너지 준위의 상관관계를 도 2에 나타내었다. 도 2의 용어 및 부호

가 무엇을 표시하는지는 다음과 같다:

- [0094] 게스트: 게스트 재료(121)(형광 재료);
- [0095] 호스트: 호스트 재료(122);
- [0096] S_{FH} : 호스트 재료(122)의 가장 낮은 단일항 여기 상태의 준위;
- [0097] T_{FH} : 호스트 재료(122)의 가장 낮은 삼중항 여기 상태의 준위;
- [0098] S_{FG} : 게스트 재료(121)(형광 재료)의 가장 낮은 단일항 여기 상태의 준위; 및
- [0099] T_{FG} : 게스트 재료(121)(형광 재료)의 가장 낮은 삼중항 여기 상태의 준위.
- [0100] 이 경우, 발광층에 호스트 분자가 많은 양으로 존재하여, 삼중항-삼중항 소멸(TTA)이 일어나기 쉽기 때문에, 호스트 재료(122)의 삼중항 여기자의 일부가 호스트 재료(122)의 가장 낮은 단일항 여기 상태의 준위(S_{FH})로 변환된다. 그리고, 에너지가 호스트 재료(122)의 가장 낮은 단일항 여기 상태의 준위(S_{FH})에서 게스트 재료(121)의 가장 낮은 단일항 여기 상태의 준위(S_{FG})로 이동한다(경로 A). 결과적으로, 게스트 재료(121)가 광을 방출한다.
- [0101] 호스트 재료(122)의 T_1 준위(T_{FH})는 게스트 재료(121)의 T_1 준위(T_{FG})보다 낮기 때문에, 게스트 재료(121)에서 캐리어가 직접 재결합되어 삼중항 여기자가 생성된 경우에도, 에너지는 T_1 준위(T_{FG})에서 호스트 재료(122)의 T_1 준위(T_{FH})로 이동(경로 B)하며 TTA에 이용될 수 있다. 그 결과, 상술한 경우 (i)에 비하여 발광 효율이 향상될 수 있다.
- [0102] (2) 다음에, 발광층(106a 또는 106b)이 발광 물질(게스트 재료(131)), 제 1 유기 화합물(132), 및 제 2 유기 화합물(133)을 함유하고, 발광 물질(게스트 재료(131))이 인광을 방출하는 물질인 경우의 발광 메커니즘에 대하여 설명한다. 또한, 제 1 유기 화합물(132)은 호스트 재료로서 작용하고, 발광층에서의 제 1 유기 화합물(132)의 중량비는 발광층에서의 제 2 유기 화합물(133)의 중량비보다 크다.
- [0103] 발광층(106a 또는 106b)에서, 제 1 유기 화합물(132)과 제 2 유기 화합물(133)은 엑시플렉스(들뜬 복합체)(134)를 형성할 수 있지만 하면 그 조합에 특별한 한정은 없지만, 이들 중 하나는 정공 수송성을 가지는 재료이고 다른 하나는 전자 수송성을 가지는 재료인 것이 바람직하다. 그 경우, 도너-억셉터 여기 상태가 쉽게 형성되고, 이에 의하여 엑시플렉스(134)가 효율적으로 형성될 수 있다. 제 1 유기 화합물(132)과 제 2 유기 화합물(133)의 조합이, 정공 수송성을 가지는 재료와 전자 수송성을 가지는 재료의 조합인 경우, 그 혼합비를 조정함으로써 캐리어 밸런스를 용이하게 제어할 수 있다. 구체적으로, 전자 수송성을 가지는 재료에 대한 정공 수송성을 가지는 재료의 비는 1:9 내지 9:1(중량비)인 것이 바람직하다. 상술한 구조에 의하여 캐리어 밸런스를 용이하게 제어할 수 있기 때문에, 재결합 영역도 용이하게 제어할 수 있다.
- [0104] 발광 물질(게스트 재료)(131), 제 1 유기 화합물(132), 및 제 2 유기 화합물(133)의 에너지 준위의 상관관계를 도 3에 나타내었다. 도 3의 용어 및 부호가 무엇을 표시하는지는 다음과 같다:
- [0105] 게스트: 게스트 재료(인광 재료)(131);
- [0106] 제 1 유기 화합물: 제 1 유기 화합물(132);
- [0107] 제 2 유기 화합물: 제 2 유기 화합물(133);
- [0108] 엑시플렉스: 엑시플렉스(들뜬 복합체)(134);
- [0109] S_{FH} : 제 1 유기 화합물(132)의 가장 낮은 단일항 여기 상태의 준위;
- [0110] T_{FH} : 제 1 유기 화합물(132)의 가장 낮은 삼중항 여기 상태의 준위;
- [0111] T_{FG} : 게스트 재료(인광 재료)(131)의 가장 낮은 삼중항 여기 상태의 준위;
- [0112] S_E : 엑시플렉스(134)의 가장 낮은 단일항 여기 상태의 준위; 및
- [0113] T_E : 엑시플렉스(134)의 가장 낮은 삼중항 여기 상태의 준위.

- [0114] 이 경우, 제 1 유기 화합물(132)과 제 2 유기 화합물(133)은 엑시플렉스(134)를 형성한다. 엑시플렉스(134)의 가장 낮은 단일항 여기 상태의 준위(S_E)와 엑시플렉스(134)의 가장 낮은 삼중항 여기 상태의 준위(T_E)는 서로 가 까워진다(경로 C).
- [0115] 또한, 엑시플렉스(134)는 2종류의 물질에 의하여 형성된 여기 상태에 있으며, 광 여기 또는 전기 여기의 어느 쪽에 의하여 형성된다. 광 여기의 경우, 엑시플렉스(134)는 하나의 물질의 여기 상태에 있는 하나의 분자가 다른 물질의 기저 상태에 있는 하나의 분자와 쌍을 이루는 식으로 형성된다. 전기 여기의 경우, 엑시플렉스가 형성되는 소과정에는 2개의 패턴이 있다. 그 중 하나는 광 여기의 경우와 동일하다. 다른 하나는 다음과 같다: 하나의 물질의 양이온 분자(정공)가 다른 물질의 음이온 분자(전자)에 가까워져서 엑시플렉스(134)가 형성된다. 발광 개시 시에는 후자의 소과정이 지배적이기 때문에 2종류의 물질이 여기 상태에 있지 않고도 엑시플렉스(134)가 형성될 수 있다. 그러므로, 발광 개시 전압을 낮출 수 있는 것에 더하여 구동 전압을 줄일 수 있다.
- [0116] 엑시플렉스(134)가 형성되면, 에너지가 엑시플렉스(134)의 가장 낮은 단일항 여기 상태의 준위(S_E) 및 엑시플렉스(134)의 가장 낮은 삼중항 여기 상태의 준위(T_E)에서 게스트 재료(인광 재료)(131)의 가장 낮은 삼중항 여기 상태의 준위(T_{PG})로 이동(경로 D)하고, 이에 따라 게스트 재료(131)가 광을 방출한다. 또한, 엑시플렉스(134)가 형성(경로 C)되고 에너지가 엑시플렉스(134)에서 게스트 재료(인광 재료)(131)로 이동(경로 D)하는 과정을 엑시플렉스-삼중항 에너지 이동(ExTET: exciplex-triplet energy transfer)이라고 한다.
- [0117] 엑시플렉스(134)가 에너지를 잃고 기저 상태로 되돌아갈 때, 엑시플렉스(134)를 형성한 2종류의 물질은 원래의 상이한 물질들로서 작용한다.
- [0118] 엑시플렉스를 형성하는 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물의 조합에 따라서는, 게스트 재료로서 형광 재료를 사용함으로써, 엑시플렉스에서 게스트 재료(형광 재료)로의 에너지 이동에 의하여 게스트 재료(형광 재료)가 광을 방출할 수 있다. 형광 재료는 열활성화 지연 형광 재료를 그 범주에 포함한다.
- [0119] (3) 이어서, 발광층들(106a 및 106b) 중 하나가, 상술한 (1)의 (ii)에 기재된 발광 메커니즘(TTA)의 제 1 발광층과, 상술한 (2)에 기재된 발광 메커니즘(ExTET)의 제 2 발광층이 서로 접촉되는 적층 구조를 가지는 경우의 발광 메커니즘에 대하여 설명한다. 이 경우의 에너지 준위의 상관관계를 도 4에 나타내었다. 도 4의 용어 및 부호가 무엇을 표시하는지는 다음과 같다:
- [0120] 제 1 발광층(형광)(113): 제 1 발광층(113);
- [0121] 제 2 발광층(인광)(114): 제 2 발광층(114);
- [0122] S_{PH} : 호스트 재료(122)의 가장 낮은 단일항 여기 상태의 준위;
- [0123] T_{PH} : 호스트 재료(122)의 가장 낮은 삼중항 여기 상태의 준위;
- [0124] S_{PG} : 게스트 재료(형광 재료)(121)의 가장 낮은 단일항 여기 상태의 준위;
- [0125] T_{PG} : 게스트 재료(형광 재료)(121)의 가장 낮은 삼중항 여기 상태의 준위;
- [0126] S_{PH} : 제 1 유기 화합물(132)의 가장 낮은 단일항 여기 상태의 준위;
- [0127] T_{PH} : 제 1 유기 화합물(132)의 가장 낮은 삼중항 여기 상태의 준위;
- [0128] T_{PG} : 게스트 재료(인광 재료)(131)의 가장 낮은 삼중항 여기 상태의 준위;
- [0129] S_E : 엑시플렉스(134)의 가장 낮은 단일항 여기 상태의 준위; 및
- [0130] T_E : 엑시플렉스(134)의 가장 낮은 삼중항 여기 상태의 준위.
- [0131] 제 2 발광층(114)에서 형성되는 엑시플렉스(134)는 여기 상태로만 존재하기 때문에, 엑시플렉스(134) 간의 여기자 확산이 일어나기 어렵다. 또한, 엑시플렉스(134)의 여기 준위(S_E)는 제 2 발광층(114)에서의 제 1 유기 화합물(132)의 단일항 여기 준위(S_{PH})와 제 2 유기 화합물의 단일항 여기 준위의 모두보다 낮기 때문에, 엑시플렉스(134)에서 제 1 유기 화합물(132) 및 제 2 유기 화합물로 단일항 여기 에너지가 확산되지 않는다. 제 1 발광

층(113)과 제 2 발광층(114)의 계면에서, 에너지(특히 삼중항 에너지)가 제 2 발광층(114)에서 형성된 엑시플렉스(134)(엑시플렉스의 가장 낮은 단일항 여기 상태의 준위(S_E) 또는 엑시플렉스의 가장 낮은 삼중항 여기 상태의 준위(T_E))에서 제 1 발광층(113)에서의 호스트 재료(122)의 여기 준위(S_{FH} , T_{FH})로 이동하는 경우, 제 1 발광층(113)에서 단일항 여기 에너지는 통상의 경로를 통하여 발광으로 변환되고, 삼중항 여기 에너지는 TTA에 의하여 일부가 발광으로 변환된다. 그 결과, 에너지 손실을 저감할 수 있다. 또한, 엑시플렉스 간의 여기자 확산이 일어나지 않기 때문에, 엑시플렉스에서 제 1 발광층(113)으로의 에너지 이동이 계면에서만 일어난다.

[0132] 제 2 발광층(114)에서 대부분의 여기자가 엑시플렉스의 상태로 존재하고, 제 2 발광층(114)에서 엑시플렉스(134) 간의 여기자 확산이 일어나기 어렵다는 것은, 형광층인 제 1 발광층(113)의 호스트 재료(122)의 T_1 준위가 제 2 발광층(114)의 제 1 유기 화합물(132) 및 제 2 유기 화합물(133)의 T_1 준위보다 낮은 경우에도, 제 2 발광층(114)의 발광 효율이 유지될 수 있는 것을 의미한다. 즉, 이 구조에서는, 전기 화학적으로 안정적이고 신뢰성이 높으면서 삼중항 여기 준위가 낮은 안트라센 유도체 등의 축합 방향족 화합물을, 제 1 발광층(113)의 호스트 재료로서 사용함으로써, 제 1 발광층(113)에 인접한 인광층으로부터 효율적으로 발광을 얻을 수 있다. 그러므로, 제 1 발광층(113)에서의 호스트 재료(122)의 T_1 준위가 제 2 발광층(114)에서의 제 1 유기 화합물(132) 및 제 2 유기 화합물(133)의 T_1 준위보다 낮은 것은 이 구조의 특징의 하나이다.

[0133] 제 1 발광층(113)에서, 호스트 재료(122)의 S_1 준위(미도시)는 게스트 재료(121)의 S_1 준위보다 높은 것이 바람직하고, 호스트 재료(122)의 T_1 준위(T_{FH})는 게스트 재료(121)의 T_1 준위(T_{FG})보다 낮은 것이 바람직하다. 이러한 구조에 의하여, 제 1 발광층(113)과 제 2 발광층(114)의 계면에 있어서, 제 2 발광층(114)에서 형성된 엑시플렉스(134)의 가장 낮은 삼중항 여기 상태의 준위(T_E)에서 제 1 발광층(113)에서의 호스트 재료(122)의 가장 낮은 삼중항 여기 상태의 준위(T_{FH})로의 에너지 이동이 일어나도, TTA에 의하여 제 1 발광층(113)에서 에너지를 부분적으로 발광으로 변환할 수 있다. 그 결과, 에너지 손실을 저감할 수 있다.

[0134] 상술한 발광층의 적층 구조를 사용하는 경우, 제 1 발광층(113)으로부터 방출되는 광이 제 2 발광층(114)으로부터 방출되는 광보다 단파장측에 피크를 가지는 것이 바람직하다. 그 이유는 다음과 같다. 단파장의 광을 방출하는 인광 재료를 사용한 발광 소자의 휘도는 빨리 열화될 경향이 있기 때문에, 제 2 발광층(114)으로부터 방출되는 광보다 단파장의 광을 방출하는 형광 재료를 사용함으로써, 휘도의 열화가 더 적은 발광 소자를 제공할 수 있다.

[0135] 상술한 발광층의 적층 구조를 사용하는 경우, 제 1 발광층(113)과 제 2 발광층(114) 사이에 제 3 층을 형성하여, 제 1 발광층(113)과 제 2 발광층(114)이 서로 접촉되지 않도록 하여도 좋다. 이러한 구조에 의하여, 제 2 발광층(114)에서 형성된 제 1 유기 화합물(132) 또는 게스트 재료(인광 재료)(131)의 여기 상태에서 제 1 발광층(113)에서의 호스트 재료(122) 또는 게스트 재료(형광 재료)(121)로의 텍스터 기구에 의한 에너지 이동(특히 삼중항 에너지 이동)을 방지할 수 있다. 또한, 이러한 구조의 제 3 층을 수nm의 두께로 형성하여도 좋다.

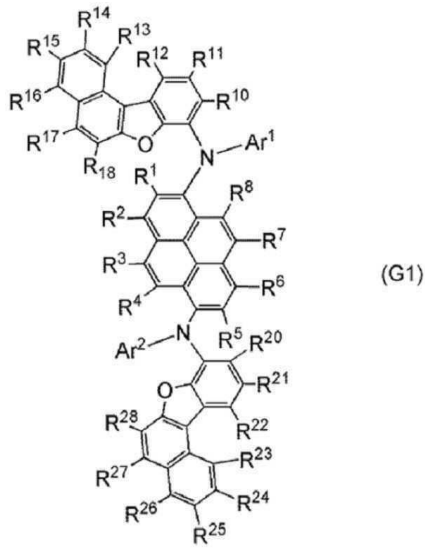
[0136] 제 3 층은 단일의 재료(정공 수송 재료 또는 전자 수송 재료)를 사용하여 형성하여도 좋고, 또는 정공 수송 재료와 전자 수송 재료의 모두를 사용하여 형성하여도 좋다. 단일의 재료의 경우, 바이폴러 재료를 사용하여도 좋다. 여기서 바이폴러 재료란, 전자 이동도와 정공 이동도의 비가 100 이하인 재료를 말한다. 제 3 층은 제 1 발광층 또는 제 2 발광층과 동일한 재료를 사용하여 형성할 수 있다. 이러한 구조에 의하여 발광 소자의 제작이 용이해지고, 구동 전압이 저감된다.

[0137] 본 실시형태에 기재된 발광 소자는 마이크로캐비티 구조를 가지는 것이 바람직하다. 이에 의하여, 동일한 EL층을 채용하여도 상이한 파장의 광(단색광선)을 추출할 수 있다. 구분 착색 구조(예를 들어, R, G, 및 B를 구분하여 착색)와 비교하면, 상술한 구조는 해상도가 더 높은 디스플레이의 실현의 용이성 등 때문에, 풀컬러 디스플레이에 유리하다. 또한, 착색층(컬러 필터)과의 조합도 가능하다. 마이크로캐비티 구조에 의하여, 정면 방향으로의 특정 파장의 광의 강도를 높일 수 있고, 이에 의하여 소비전력을 저감할 수 있다. 상술한 구조는 3개 이상의 색의 화소를 포함하는 컬러 디스플레이(화상 표시 장치)의 백 라이트 또는 프런트 라이트에 사용하는 경우에 특히 효과적이지만, 조명 장치 등에 사용하여도 좋다.

[0138] 상술한 발광 소자를 포함하는 발광 장치로서, 패시브 매트릭스 발광 장치 및 액티브 매트릭스 발광 장치를 제작할 수 있다. 각 발광 장치는 본 발명의 일 형태이다.

- [0139] 또한, 액티브 매트릭스 발광 장치를 제작하는 경우, 트랜지스터(FET)의 구조에 특별한 한정은 없다. 예를 들어, 스테거(staggered) FET 또는 역 스테거(inverted staggered) FET를 적절히 사용할 수 있다. FET 기관 위에 형성되는 구동 회로는, n형 FET 및 p형 FET의 양쪽 모두를 사용하여 형성하여도 좋고, n형 FET 및 p형 FET 중 어느 한쪽만을 사용하여 형성하여도 좋다. 또한, FET에 사용되는 반도체막의 결정성에 특별한 한정은 없다. 예를 들어, 비정질 반도체막 및 결정성 반도체막 중 어느 쪽을 사용하여도 좋다. 반도체 재료의 예에는 13족 반도체(예를 들어, 갈륨), 14족 반도체(예를 들어, 실리콘), 화합물 반도체(산화물 반도체를 포함함), 및 유기 반도체가 포함된다.
- [0140] 또한, 본 실시형태에 기재된 발광 소자는 다양한 기관 위에 형성될 수 있다. 기관의 종류에 특별한 한정은 없다. 기관의 예에는, 반도체 기관(예를 들어, 단결정 기관 또는 실리콘 기관), SOI 기관, 유리 기관, 석영 기관, 플라스틱 기관, 금속 기관, 스테인리스 스틸 기관, 스테인리스 스틸 포일을 포함하는 기관, 텅스텐 기관, 텅스텐 포일을 포함하는 기관, 플렉시블 기관, 접합 필름, 섬유상의 재료를 포함하는 종이, 및 베이스 재료 필름이 포함된다. 유리 기관의 예에는 바륨 붕규산 유리 기관, 알루미늄 붕규산 유리 기관, 및 소다 석회 유리 기관이 포함된다. 플렉시블 기관, 접합 필름, 및 베이스 재료 필름의 예에는, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 및 폴리에터 설펜(PES)으로 대표되는 플라스틱; 아크릴 등의 합성 수지; 폴리프로필렌; 폴리에스터; 폴리플루오린화 바이닐; 폴리 염화 바이닐; 폴리아마이드; 폴리이미드; 아라미드; 에폭시; 무기 증착 필름; 및 종이가 포함된다.
- [0141] 트랜지스터를 이들 중 어느 기관 위에 발광 소자와 함께 형성하는 경우, 반도체 기관, 단결정 기관, 또는 SOI 기관 등을 사용함으로써, 특성, 크기, 또는 형상 등의 편차가 작고, 전류 능력이 높은, 소형의 트랜지스터를 제작할 수 있다. 이러한 트랜지스터를 사용한 회로는, 회로의 저소비전력화 또는 회로의 고집적화를 실현한다.
- [0142] 발광 소자 또는 트랜지스터를 형성하는 기관으로서, 상술한 플렉시블 기관을 사용하는 경우, 플렉시블 기관 위에 발광 소자 또는 트랜지스터를 직접 형성하여도 좋다. 또는, 분리층을 개재하여 베이스 기관 위에 발광 소자 또는 트랜지스터의 일부 또는 전체를 형성한 다음에, 베이스 기관으로부터 발광 소자 또는 트랜지스터를 분리하여 다른 기관에 전치(轉置)하여도 좋다. 상술한 바와 같이 분리층을 사용하여 발광 소자 또는 트랜지스터를 다른 기관에 전치하는 경우, 발광 소자 또는 트랜지스터를, 내열성이 낮은 기관 위에, 또는 발광 소자 또는 트랜지스터를 직접 형성하기 어려운 플렉시블 기관 위에 형성할 수 있다. 상술한 분리층의 예에는, 무기막, 예를 들어 텅스텐막 및 산화 실리콘막을 포함하는 적층, 및 기관 위에 형성된 폴리이미드 등의 유기 수지막이 포함된다. 트랜지스터를 전치하는 기관의 예에는, 트랜지스터를 형성할 수 있는 상술한 기관에 더하여, 종이 기관, 셀로판 기관, 아라미드 필름 기관, 폴리이미드 필름 기관, 석재 기관, 목재 기관, 천 기관(천연 섬유(예를 들어, 견(絹), 면(綿), 또는 마(麻)), 합성 섬유(예를 들어, 나일론, 폴리우레탄, 또는 폴리에스터), 또는 재생 섬유(예를 들어, 아세테이트, 큐프라, 레이온, 또는 재생 폴리에스터) 등을 포함함), 피혁 기관, 및 고무 기관이 포함된다. 이들 중 어느 기관을 사용함으로써, 내구성 또는 내열성의 상승, 그리고 경량화 또는 박형화를 실현할 수 있다.
- [0143] 또한, 본 실시형태에 기재된 구조는 다른 실시형태에 기재된 어느 구조와 적절히 조합하여 사용될 수 있다.
- [0144] (실시형태 2)

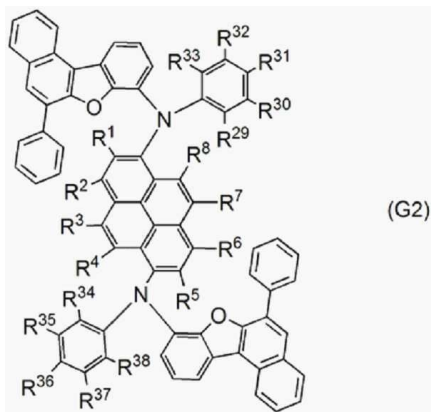
[0145] 본 실시형태에서는 일반식(G1)으로 표기되는 유기 화합물에 대하여 자세히 설명한다.



[0146]

[0147] 일반식(G1)에 있어서, Ar¹ 및 Ar²는 각각 독립적으로, 고리를 형성하는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기를 나타내고; R¹ 내지 R⁸, R¹⁰ 내지 R¹⁸, 및 R²⁰ 내지 R²⁸은 각각 독립적으로, 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 10의 아릴기를 나타낸다. 일반식(G1)으로 표기되는 물질에서, R¹⁸ 및 R²⁸을 각각 치환 또는 비치환된 페닐기로 하면, 물질의 발광 파장을 짧게 할 수 있으므로 바람직하다. 발광 소자에 R¹⁸ 및 R²⁸이 치환 또는 비치환된 페닐기인 물질을 사용하면, 발광 소자의 발광 스펙트럼의 반치폭이 좁아지고, 발광 효율이 높아지고, 신뢰성이 높아지므로 바람직하다. 입체 구조의 변형을 방지하기 위해서는, R¹⁸ 및 R²⁸이 비치환된 페닐기인 것이 더 바람직하다. R¹⁸ 및 R²⁸이 각각 치환기를 가지는 페닐기인 경우, 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기이거나 또는 페닐기인 것이 바람직하다.

[0148] 일반식(G1)으로 표기되는 유기 화합물로서, 일반식(G2)으로 표기되는 유기 화합물을 사용하면 발광 파장을 더 짧게 할 수 있으므로 바람직하다.

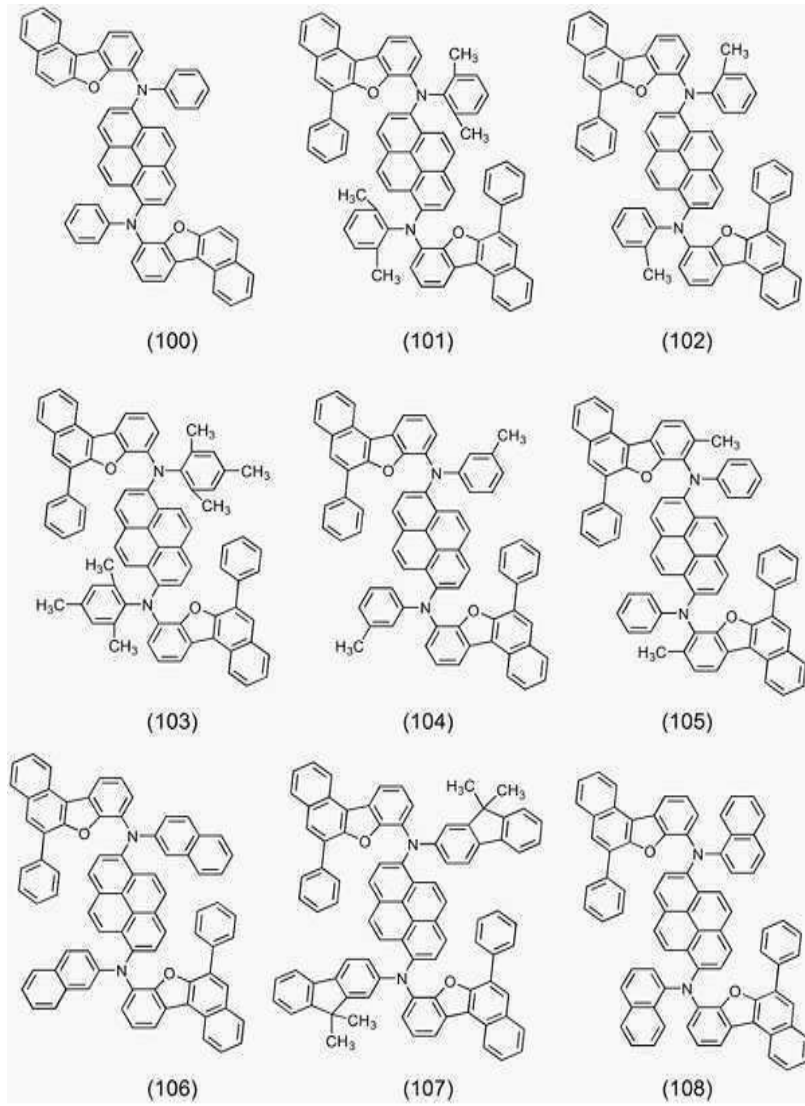


[0149]

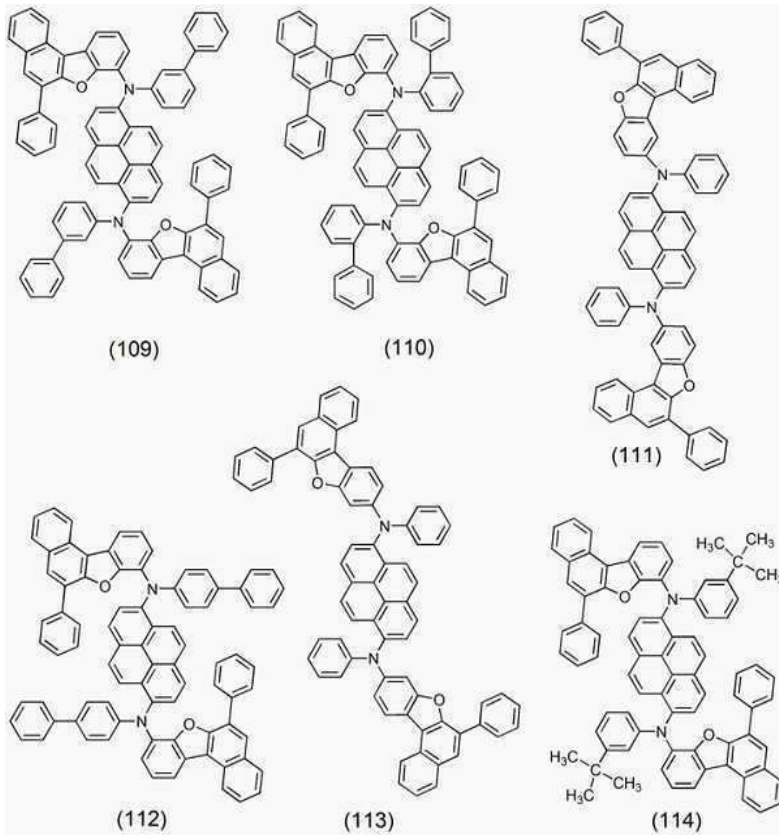
[0150] 일반식(G2)에 있어서, R¹ 내지 R⁸ 및 R²⁹ 내지 R³⁸은 각각 독립적으로, 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 10의 아릴기를 나타낸다.

[0151] 일반식(G1)에서 고리를 형성하는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기 및 일반식(G2)에서 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 10의 아릴기의 구체적인 예에는 페닐기, 1-나프틸기, 2-나프틸기, 오쏘-톨릴기, 메타-톨릴기, 파라-톨릴기, 오쏘-바이페닐기, 메타-바이페닐기, 파라-바이페닐기, 9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일기, 9,9-다이페닐-9H-플루오렌-2-일기, 9H-플루오렌-2-일기, 파라-tert-뷰틸페닐기, 및 메시틸기가 포함된다.

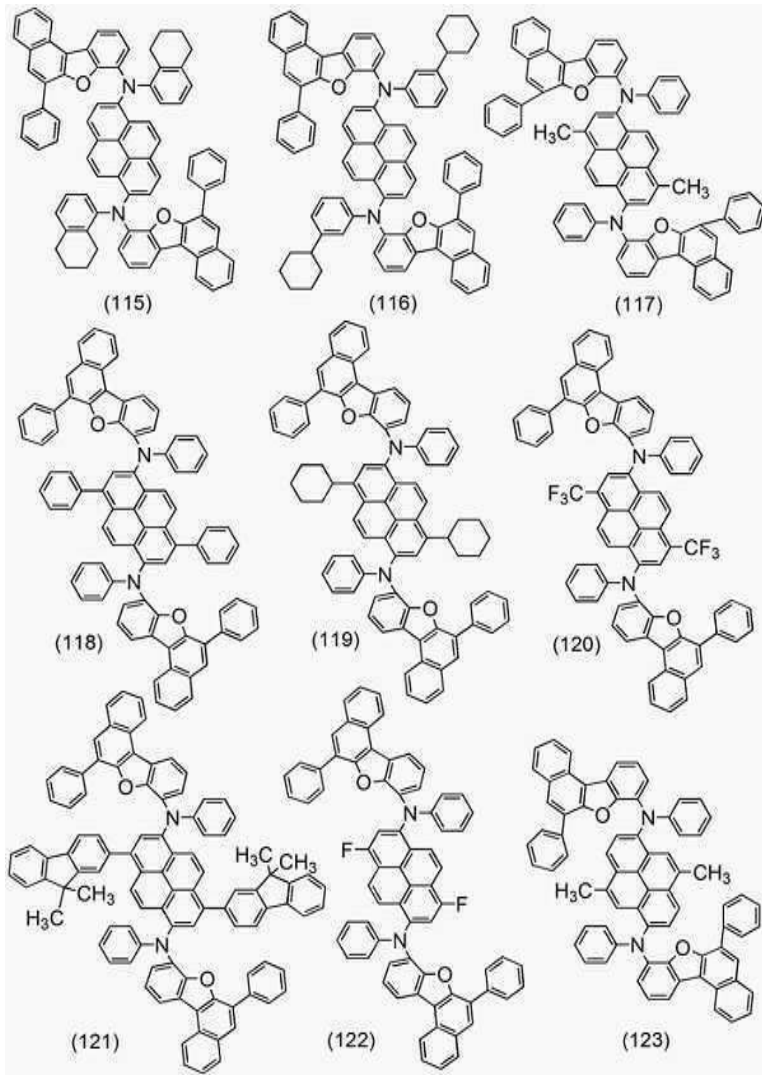
- [0152] 일반식(G1) 및 (G2)에서 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 알킬기의 구체적인 예에는 메틸기, 에틸기, *n*-프로필기, 아이소프로필기, *n*-뷰틸기, *sec*-뷰틸기, 아이소뷰틸기, *tert*-뷰틸기, *n*-펜틸기, 아이소펜틸기, *sec*-펜틸기, *tert*-펜틸기, 네오펜틸기, *n*-헥실기, 아이소헥실기, *sec*-헥실기, *tert*-헥실기, 네오-헥실기, 사이클로헥실기, 3-메틸펜틸기, 2-메틸펜틸기, 2-에틸뷰틸기, 1,2-다이메틸뷰틸기, 및 2,3-다이메틸뷰틸기가 포함된다.
- [0153] 일반식(G1) 및 (G2)에서 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 사이아노기, 할로젠, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 할로알킬기의 구체적인 예에는 메톡시기, 에톡시기, *n*-프로폭시기, 아이소프로폭시기, *n*-뷰톡시기, *sec*-뷰톡시기, 아이소뷰톡시기, *tert*-뷰톡시기, *n*-펜틸옥시기, 아이소펜틸옥시기, *sec*-펜틸옥시기, *tert*-펜틸옥시기, 네오-펜틸옥시기, *n*-헥실옥시기, 아이소헥실옥시기, *sec*-헥실옥시기, *tert*-헥실옥시기, 네오-헥실옥시기, 사이클로헥실옥시기, 3-메틸펜틸옥시기, 2-메틸펜틸옥시기, 2-에틸뷰톡시기, 1,2-다이메틸뷰톡시기, 2,3-다이메틸뷰톡시기, 사이아노기, 플루오린, 염소, 브로민, 아이오딘, 및 트라이플루오로메틸기가 포함된다.
- [0154] 유기 화합물에 있어서, 벤조나프토피란일아민이 피렌 골격의 1위치 및 6위치 각각에 결합되어 있고, 벤조나프토피란일아민의 질소 원자가 각각 독립적으로 벤조[*b*]나프토[1,2-*d*]피란일기의 6위치 또는 8위치에 결합되어 있다. 벤조나프토피란일아민이 피렌 골격의 1위치 및 6위치 각각에 결합된 구조에 의하여, 피렌 골격에서 벤조나프토피란일아민까지의 유효 공액 길이가 확장된다. 결과적으로, 단일 고리 피렌의 경우에 비하여 발광 피크 파장을 장파장측으로 시프트시킬 수 있다. 또한, 이 구조를 사용하면, 벤조나프토피란일기에 의하여 분자 구조가 안정화되기 때문에, 신뢰성이 향상될 것으로 기대된다. 벤조[*b*]나프토[1,2-*d*]피란일기의 6위치 또는 8위치가 아민 골격에 결합되어 있기 때문에, 청색의 색 순도가 더 높아질 수 있다.
- [0155] 벤조[*b*]나프토[1,2-*d*]피란일기의 8위치가 아민 골격에 결합되어 있는 경우, 벤조[*b*]나프토[1,2-*d*]피란일기의 6위치가 아민 골격에 결합되어 있는 경우보다 짧은 파장의 발광을 얻을 수 있다. 이는, 벤조[*b*]나프토[1,2-*d*]피란일기의 8위치가 아민 골격에 결합되어 있는 경우에 유효 공액 길이가 더 짧기 때문이다. 벤조[*b*]나프토[1,2-*d*]피란일기의 6위치가 아릴기를 가지고 벤조[*b*]나프토[1,2-*d*]피란일기의 8위치가 아민 골격에 결합되어 있는 경우, 아릴기의 입체 장애에 의하여 청색의 색 순도가 높아질 수 있다. 또한, 이 구조에서는 분자간 상호 작용이 저감되기 때문에, 유기 화합물의 농도가 높아도 높은 색 순도가 유지될 수 있다.
- [0156] 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자의 발광 물질로서 상술한 유기 화합물을 사용하면, 원하는 휘도를 얻기 위한 구동 전압을 저감할 수 있다. 또한, 신뢰성이 높은 발광 소자를 얻을 수 있다.
- [0157] 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자에 사용할 수 있는 상술한 유기 화합물(일반식(G1) 및 (G2))의 구체적인 예를 나타낸다(구조식(100) 내지 (133)). 또한, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.



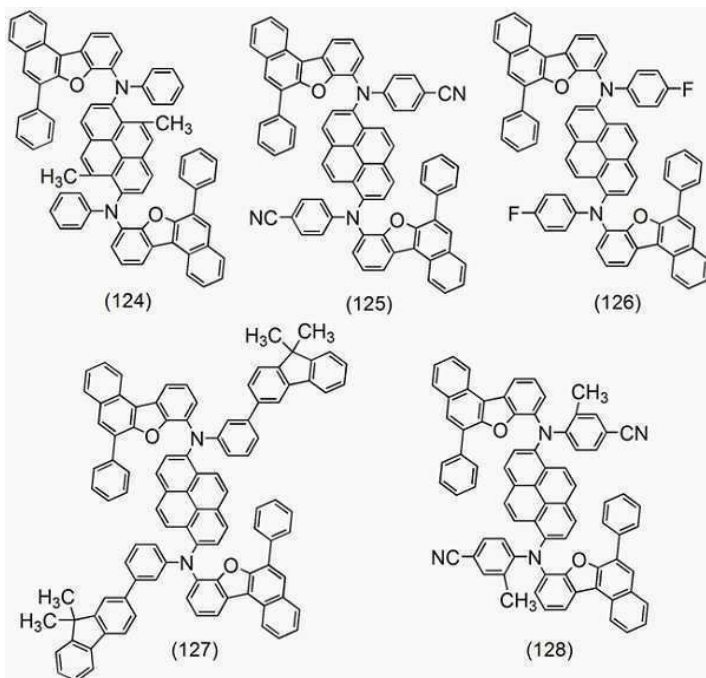
[0158]



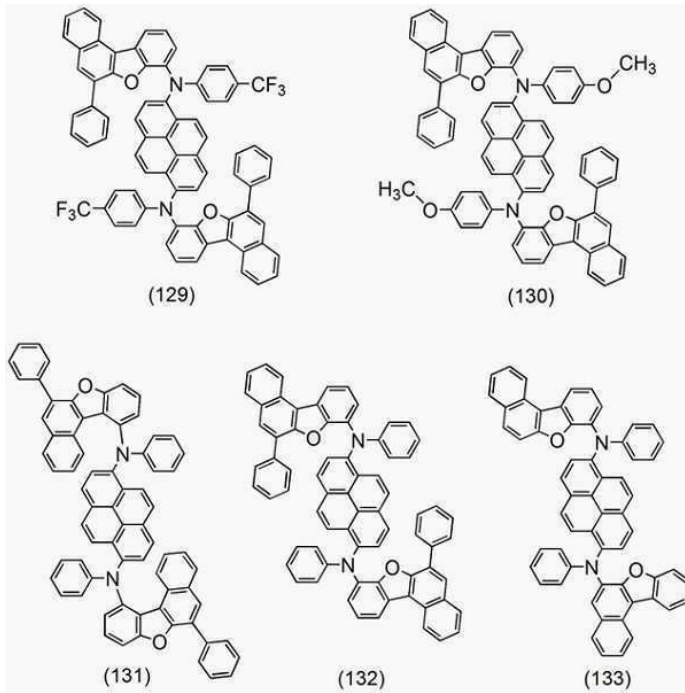
[0159]



[0160]



[0161]



[0162]

[0163] 상술한 유기 화합물은 색 순도가 높은 청색의 광을 방출한다. NTSC(national television standards committee)에 의하여 정해진 색도 좌표를 가지는 청색의 발광, 즉 $(x, y)=(0.14, 0.08)$ 또는 그 근방, 또는 그 보다 깊은 청색의 발광을 얻을 수 있다. 그러므로, 이러한 유기 화합물을 발광 소자에 사용하면, 발광 소자의 구동 전압을 낮게 할 수 있고 그 신뢰성을 높게 할 수 있다. 또한, 이러한 발광 소자를 사용하면, 본 발명의 실시형태의 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치의 소비전력을 저감할 수 있고, 그 수명을 길게 할 수 있다.

[0164] 또한, 본 실시형태에 기재된 구조는 다른 실시형태에 기재된 어느 구조와 적절히 조합하여 사용될 수 있다.

[0165] (실시형태 3)

[0166] 본 실시형태에서는, 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 착색층(컬러 필터 등)과 조합한 발광 장치의 일 형태에 대하여 설명한다. 본 실시형태에서는, 발광 장치의 화소부의 구조에 대하여 도 5를 참조하여 설명한다.

[0167] 도 5에서, 기관(501) 위에 복수의 FET(502)가 형성되어 있다. 각 FET(502)는 발광 소자(507R, 507G, 507B, 또는 507W)에 전기적으로 접속된다. 구체적으로는, 각 FET(502)가 발광 소자의 화소 전극인 제 1 전극(503)에 전기적으로 접속된다. 인접한 제 1 전극들(503)의 단부를 덮도록 칸막이(504)가 제공되어 있다.

[0168] 또한, 본 실시형태에서 제 1 전극(503)은 반사 전극으로서 기능한다. 제 1 전극(503) 위에는 EL층(505)이 형성되고, EL층(505) 위에는 제 2 전극(510)이 형성된다. EL층(505)은, 단색광을 각각 방출하는 복수의 발광층을 포함한다. 제 2 전극(510)은 반투과·반반사 전극으로서 기능한다.

[0169] 발광 소자(507R, 507G, 507B, 및 507W)는, 상이한 색의 광을 방출한다. 구체적으로, 발광 소자(507R)는 광학 조정되어 적색의 광을 방출하고, 506R로 가리킨 영역에서는 착색층(508R)을 통하여 화살표로 가리킨 방향으로 적색의 광이 방출된다. 발광 소자(507G)는 광학 조정되어 녹색의 광을 방출하고, 506G로 가리킨 영역에서는 착색층(508G)을 통하여 화살표로 가리킨 방향으로 녹색의 광이 방출된다. 발광 소자(507B)는 광학 조정되어 청색의 광을 방출하고, 506B로 가리킨 영역에서는 착색층(508B)을 통하여 화살표로 가리킨 방향으로 청색의 광이 방출된다. 발광 소자(507W)는 광학 조정되어 백색의 광을 방출하고, 506W로 가리킨 영역에서는 착색층을 통하지 않고 화살표로 가리킨 방향으로 백색의 광이 방출된다.

[0170] 도 5에 도시된 바와 같이 착색층(508R, 508G, 및 508B)은, 발광 소자(507R, 507G, 507B, 및 507W)가 형성된 기관(501) 위에 제공된 투명 밀봉 기관(511)에 제공된다. 착색층(508R, 508G, 및 508B)은, 상이한 발광색을 나타내는 각 발광 소자(507R, 507G, 및 507B)와 중첩되도록 제공된다.

[0171] 인접한 착색층들(508R, 508G, 및 508B)의 단부를 덮도록 흑색층(블랙 매트릭스)(509)이 제공된다. 또한, 착색층(508R, 508G, 및 508B)과 흑색층(509)은, 투명한 재료를 사용하여 형성된 오버코트층으로 덮여 있어도 좋다.

[0172] 상술한 발광 장치는 밀봉 기관(511) 측으로부터 광이 추출되는 구조(전면 발광 구조)를 가지지만, FET가 형성되

는 기관(501) 측으로부터 광이 추출되는 구조(배면 발광 구조)를 가져도 좋다. 또한, 본 실시형태에 기재된 전면 발광 구조를 가지는 발광 장치에서, 기관(501)으로서 차광성 기관 또는 투광성 기관을 사용할 수 있으나, 배면 발광 구조를 가지는 발광 장치에서는 기관(501)으로서 투광성 기관을 사용할 필요가 있다.

- [0173] 상술한 구조에 더하여, 도 10에 도시된 구조를 채용할 수 있다. 도 10에서는 기관(501) 위의 FET(502)에 전기적으로 접속된 발광 소자(507R, 507G, 507B, 및 507Y)의 구조가 도 5와 부분적으로 상이하다. 실시형태 1의 EL층의 발광층(106a)에 실시형태 1에 기재된 형광 물질을 사용하여 청색 발광을 얻을 수 있다. 또한, 실시형태 1의 EL층의 발광층(106b)으로부터 황색 발광을 얻을 수 있다.
- [0174] 이 경우, 발광 소자(507R, 507G, 507B, 및 507Y)는, 상이한 색의 광을 방출한다. 구체적으로, 발광 소자(507R)는 광학 조정되어 적색의 광을 방출하고, 506R로 가리킨 영역에서는 착색층(508R)을 통하여 화살표로 가리킨 방향으로 적색의 광이 방출된다. 발광 소자(507G)는 광학 조정되어 녹색의 광을 방출하고, 506G로 가리킨 영역에서는 착색층(508G)을 통하여 화살표로 가리킨 방향으로 녹색의 광이 방출된다. 발광 소자(507B)는 광학 조정되어 청색의 광을 방출하고, 506B로 가리킨 영역에서는 착색층(508B)을 통하여 화살표로 가리킨 방향으로 청색의 광이 방출된다. 발광 소자(507Y)는 광학 조정되어 황색의 광을 방출하고, 506Y로 가리킨 영역에서는 착색층(508Y)을 통하여 화살표로 가리킨 방향으로 황색의 광이 방출된다.
- [0175] 도 10에 도시된 바와 같이 착색층(508R, 508G, 508B, 및 508Y)은, 발광 소자(507R, 507G, 507B, 및 507Y)가 형성된 기관(501) 위에 제공된 투명 밀봉 기관(511)에 제공된다. 착색층(508R, 508G, 508B, 및 508Y)은, 상이한 발광색을 나타내는 각 발광 소자(507R, 507G, 507B, 및 507Y)와 중첩되도록 제공된다.
- [0176] 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치에서, 발광 소자(507B)로부터 방출되어 착색층(508B)을 통하여 발광 장치 외부로 추출되는 청색의 광은, xy 색도도에서 색도 좌표가 $(x, y)=(0.13$ 이상 0.17 이하, 0.03 이상 0.08 이하)이면 깊은 청색 발광을 얻을 수 있으므로 바람직하다. 바람직하게는, 발광 소자(507B)로부터 방출되어 착색층(508B)을 통하여 발광 장치 외부로 추출되는 청색의 광의 y 좌표가 0.03 이상 0.07 이하이다.
- [0177] 이러한 색도의 청색 발광을 사용하여, 백색 발광을 얻기 위하여 필요한 청색 발광의 휘도를 저감할 수 있다. 소정의 백색 발광을 얻기 위하여 청색 발광 소자에 의하여 소비되는 전류량은, 다른 색의 발광 소자에 의하여 소비되는 전류량보다 충분히 크기 때문에, 백색 발광을 얻기 위하여 필요한 청색 발광의 휘도의 저감에 의한 전류량의 저감 효과는 상당하다.
- [0178] 전류 효율은 일반적으로, 원하는 청색 발광의 색도 때문에 저하되지만, 백색 발광을 얻기 위하여 필요한 청색 발광의 휘도를 저감하는 효과는 상당하다. 그 결과, 소정의 백색 발광을 얻기 위한, 청색 발광 소자에 흐르는 전류량이 크게 저감되어, 발광 장치 전체의 소비전력이 저감된다.
- [0179] 청색 발광의 색도가 상술한 바와 같이 깊은 청색에 해당하는 경우, 청색 발광과 황색 발광의 합성에 의하여 얻어지는 발광색이 달라지고, 소정의 백색 발광을 얻기 위하여 필요한 제 3 발광색이 달라지는 경우가 있다. 예를 들어, 청색 발광이 NTSC에 의하여 정해진 색도 좌표, 즉 $(x, y)=(0.14, 0.08)$ 또는 그 근방을 가지고, 황색 발광이 $(x, y)=(0.45, 0.54)$ 또는 그 근방의 색도 좌표를 가지는 경우, 색도 약 D65의 백색 발광을 얻기 위해서는, 청색 발광과 황색 발광의 합성에 의하여 얻어지는 발광에 더하여 적색 발광 성분이 더 필요하다. 한편, 청색 발광이 NTSC에 의하여 정해진 색도 좌표 또는 그 근방을 가지고, 황색 발광이 $(x, y)=(0.46, 0.53)$ 의 색도 좌표 또는 더 빨간 발광의 색도 좌표(즉, x 가 0.46 보다 크고 y 가 0.53 보다 작음)를 가지는 경우, 청색 발광과 황색 발광의 합성에 의하여 얻어지는 발광에 녹색 발광 성분을 추가함으로써 색도 약 D65의 백색 발광을 얻을 수 있다. 그러나, 황색 발광이 더 빨간 발광의 색도 좌표(즉, x 가 0.46 보다 크고 y 가 0.53 보다 작음)를 가지는 경우, 시감도의 저하로 인하여 황색 화소의 전류 효율이 저하된다. 즉, 이에 따라 소비전력의 저감 효과가 낮아진다.
- [0180] 이와 같이, 색도 약 D65의 백색 발광을 얻기 위하여 필요한 제 3 발광색은, 청색 발광과 황색 발광의 색에 의존한다. 녹색 발광의 전류 효율은 일반적으로 적색 발광보다 높기 때문에 유리하다. 그러나, 상술한 바와 같이 황색 발광이 더 빨간 발광의 색도 좌표(즉, x 가 0.46 보다 크고 y 가 0.53 보다 작음)를 가지는 경우, 황색 발광의 시감도의 저하로 인하여 황색 화소의 전류 효율이 저하된다. 시감도가 높은 황색 발광의 전류 효율의 저하의 영향은 크기 때문에, 황색 발광의 색도는 적색 발광의 색도에 가깝지 않은 것이 바람직하다.
- [0181] 색도 좌표가 $(x, y)=(0.13$ 이상 0.17 이하, 0.03 이상 0.08 이하)인 깊은 청색 발광을 사용하는 경우, 시감도가 높은 황색의 색도는 유지되고(즉, 적색 발광의 색도에 지나치게 가깝지 않은 색도), 청색 발광과 황색 발광에 더하여 제 3 발광으로서 녹색 발광을 사용하여 색도 약 D65의 백색 발광을 얻을 수 있다. 이러한 구조에 의하

또는 폴리에스터), 또는 재생 섬유(예를 들어, 아세테이트, 큐프라, 레이온, 또는 재생 폴리에스터) 등을 포함함), 피혁 기관, 및 고무 기관이 포함된다. 이러한 기관을 사용하면, 특성이 우수하거나 또는 소비전력이 낮은 트랜지스터를 형성할 수 있고, 내성이 높고 내열성이 높은 장치를 제공할 수 있고, 또는 경량화 또는 박형화를 실현할 수 있다. 또한, 플렉시블 발광 장치를 제작하는 경우, 트랜지스터 또는 발광 소자를 플렉시블 기관 위에 직접 형성하여도 좋다.

- [0190] 또한, 본 실시형태에 기재된 구조는 다른 실시형태에 기재된 어느 구조와 적절히 조합하여 사용될 수 있다.
- [0191] (실시형태 4)
- [0192] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 포함하는 발광 장치에 대하여 설명한다.
- [0193] 발광 장치는 패시브 매트릭스 발광 장치 또는 액티브 매트릭스 발광 장치 중 어느 쪽이어도 좋다. 또한, 본 실시형태에 기재된 발광 장치에, 다른 실시형태에 기재된 어느 발광 소자나 사용할 수 있다.
- [0194] 본 실시형태에서는 도 6의 (A) 및 (B)를 참조하여 액티브 매트릭스 발광 장치에 대하여 설명한다.
- [0195] 또한, 도 6의 (A)는 발광 장치를 도시한 상면도이고, 도 6의 (B)는 도 6의 (A)의 섹션 A-A'를 따라 취한 단면도이다. 본 실시형태의 액티브 매트릭스 발광 장치에서는, 화소부(602), 구동 회로부(소스선 구동 회로)(603), 및 구동 회로부(게이트선 구동 회로)(604a 및 604b)가 소자 기관(601) 위에 제공되어 있다. 화소부(602), 구동 회로부(603), 및 구동 회로부(604a 및 604b)는 소자 기관(601)과 밀봉 기관(606) 사이에 실란트(605)로 밀봉되어 있다.
- [0196] 또한, 외부 입력 단자를 접속하기 위한 리드 배선(607)이 소자 기관(601) 위에 제공되어 있다. 외부 입력 단자를 통하여, 외부로부터 신호(예를 들어, 비디오 신호, 클럭 신호, 스타트 신호, 또는 리셋 신호) 또는 전위가 구동 회로부(603) 및 구동 회로부(604a 및 604b)에 전송된다. 여기서는, 외부 입력 단자의 예로서 FPC(flexible printed circuit)(608)가 제공되어 있다. 여기서는 FPC만을 도시하였지만, FPC에 프린트 배선판(PWB)이 제공되어 있어도 좋다. 본 명세서에서 발광 장치는, 발광 장치 자체뿐만 아니라, FPC 또는 PWB가 제공된 발광 장치도 그 범주에 포함한다.
- [0197] 다음에, 도 6의 (B)를 참조하여 단면 구조에 대하여 설명한다. 소자 기관(601) 위에 구동 회로부 및 화소부가 형성되고, 여기서는 소스선 구동 회로인 구동 회로부(603)와, 화소부(602)를 도시하였다.
- [0198] 구동 회로부(603)의 예로서, FET(609)와 FET(610)를 조합한다. 또한, 구동 회로부(603)는 같은 도전형의 트랜지스터(n채널 트랜지스터 또는 p채널 트랜지스터)를 포함하는 회로로 형성하여도 좋고, n채널 트랜지스터와 p채널 트랜지스터를 포함하는 CMOS 회로로 형성하여도 좋다. 본 실시형태에서, 구동 회로는 기관과 집적화되어 있지만, 구동 회로를 기관 위에 형성할 필요는 없고, 기관 외부에 형성하여도 좋다.
- [0199] 화소부(602)는, 스위칭 FET(611), 전류 제어 FET(612), 및 전류 제어 FET(612)의 배선(소스 전극 또는 드레인 전극)에 전기적으로 접속된 제 1 전극(애노드)(613)을 각각 포함하는 복수의 화소를 포함한다. 본 실시형태에서 화소부(602)는 스위칭 FET(611) 및 전류 제어 FET(612)의 2개의 FET를 포함하지만, 이에 한정되지 않는다. 화소부(602)는 예를 들어, 3개 이상의 FET 및 커패시터를 조합하여 포함하여도 좋다.
- [0200] FET(609, 610, 611, 및 612)로서는, 예를 들어 스테거 트랜지스터 또는 역 스테거 트랜지스터를 사용할 수 있다. FET(609, 610, 611, 및 612)에 사용할 수 있는 반도체 재료의 예에는, 13족 반도체(예를 들어, 갈륨), 14족 반도체(예를 들어, 실리콘), 화합물 반도체, 산화물 반도체, 및 유기 반도체가 포함된다. 또한, 반도체 재료의 결정성에 특별한 한정은 없고, 비정질 반도체 또는 결정성 반도체를 사용할 수 있다. 특히, FET(609, 610, 611, 및 612)에 산화물 반도체를 사용하는 것이 바람직하다. 산화물 반도체의 예에는 In-Ga 산화물 및 In-M-Zn 산화물(M은 Al, Ga, Y, Zr, La, Ce, 또는 Nd)이 포함된다. 예를 들어, 에너지 갭이 2eV 이상, 바람직하게는 2.5eV 이상, 더 바람직하게는 3eV 이상인 산화물 반도체를 FET(609, 610, 611, 및 612)에 사용하면 트랜지스터의 오프 상태 전류를 저감할 수 있다.
- [0201] 제 1 전극(613)의 단부를 덮도록 절연체(614)가 형성되어 있다. 본 실시형태에서, 절연체(614)는 포지티브 감광성 아크릴 수지를 사용하여 형성된다. 본 실시형태에서 제 1 전극(613)은 애노드로서 사용된다.
- [0202] 절연체(614)는 그 상단부 또는 하단부에 곡률을 가지는 곡면을 가지는 것이 바람직하다. 이에 의하여 절연체(614) 위에 형성되는 막의 피복성이 양호해진다. 절연체(614)는 예를 들어, 네거티브 감광성 수지 및 포지티브 감광성 수지 중 어느 쪽을 사용하여 형성할 수 있다. 절연체(614)의 재료는 유기 화합물에 한정되지 않고 산화

실리콘, 산화 질화 실리콘, 또는 질화 실리콘 등의 무기 화합물도 사용할 수 있다.

- [0203] 제 1 전극(애노드)(613) 위에 EL층(615)과 제 2 전극(캐소드)(616)이 형성되어 있다. EL층(615)은 적어도 발광층을 포함한다. EL층(615)에는 발광층에 더하여 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 및 전하 발생층 등을 적절히 제공할 수 있다.
- [0204] 발광 소자(617)는 제 1 전극(애노드)(613), EL층(615), 및 제 2 전극(캐소드)(616)의 적층으로 형성된다. 제 1 전극(애노드)(613), EL층(615), 및 제 2 전극(캐소드)(616)에는 실시형태 1에 기재된 재료를 사용할 수 있다. 도시하지 않았지만, 제 2 전극(캐소드)(616)은 외부 입력 단자인 FPC(608)에 전기적으로 접속되어 있다.
- [0205] 도 6의 (B)의 단면도에는 발광 소자(617)를 하나만 도시하였지만, 화소부(602)에는 복수의 발광 소자가 매트릭스로 배치된다. 화소부(602)에 3종류의 발광(R, G, 및 B)을 제공하는 발광 소자를 선택적으로 형성함으로써 풀 컬러 표시가 가능한 발광 장치를 제작할 수 있다. 3종류의 발광(R, G, 및 B)을 제공하는 발광 소자 외에, 예를 들어 백색(W), 황색(Y), 마젠타(M), 및 시안(C)의 광을 방출하는 발광 소자를 형성하여도 좋다. 3종류의 발광(R, G, 및 B)을 제공하는 발광 소자에 더하여 여러 종류의 발광을 제공하는 상술한 발광 소자를 제공하면, 예를 들어 색 순도를 더 높게 하고, 소비전력을 더 낮게 하는 등을 실현할 수 있다. 또는, 컬러 필터의 조합에 의하여 풀 컬러 표시가 가능한 발광 장치를 제공하여도 좋다. 양자점(quantum dot)과 조합함으로써 발광 효율을 향상시키고 소비전력을 저감시킨 발광 장치로 하여도 좋다.
- [0206] 또한, 밀봉 기관(606)을 실란트(605)로 소자 기관(601)에 접합함으로써, 소자 기관(601), 밀봉 기관(606), 및 실란트(605)로 둘러싸인 공간(618)에 발광 소자(617)를 제공한다. 또한, 공간(618)은 불활성 가스(질소 또는 아르곤 등) 또는 실란트(605)로 충전되어도 좋다.
- [0207] 실란트(605)에는 에폭시계 수지 또는 유리 프릿(glass frit)을 사용하는 것이 바람직하다. 이 재료는 수분 및 산소를 가능한 한 적게 투과시키는 것이 바람직하다. 밀봉 기관(606)으로서는 유리 기관, 석영 기관, 또는 FRP(섬유 강화 플라스틱), PVF(폴리바이닐 플루오라이드), 폴리에스터, 또는 아크릴 등으로 형성된 플라스틱 기관 등, 실시형태 3에 기재된 어느 재료를 사용하여 형성된 기관을 사용할 수 있다. 실란트로서 유리 프릿을 사용하는 경우에는 소자 기관(601) 및 밀봉 기관(606)을 유리 기관으로 하면 접착력이 높아지므로 바람직하다.
- [0208] 상술한 바와 같이 하여, 액티브 매트릭스 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0209] 또한, 본 실시형태에 기재된 구조는, 다른 실시형태에 기재된 어느 구조와 적절히 조합하여 사용될 수 있다.
- [0210] (실시형태 5)
- [0211] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태인 발광 장치를 사용하여 제작되는 다양한 전자 기기의 예에 대하여 도 7의 (A), (B), (C), (D), (D'-1), 및 (D'-2)를 참조하여 설명한다.
- [0212] 발광 장치를 포함하는 전자 기기의 예에는, 텔레비전 장치(TV 또는 텔레비전 수신기라고도 함), 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 카메라 및 디지털 비디오 카메라 등의 카메라, 디지털 액자, 휴대 전화(휴대폰 또는 휴대 전화 장치라고도 함), 휴대 게임기, 휴대 정보 단말, 오디오 재생 장치, 및 파친코기 등의 대형 게임기가 포함된다. 전자 기기의 구체적인 예를 도 7의 (A), (B), (C), (D), (D'-1), 및 (D'-2)에 도시하였다.
- [0213] 도 7의 (A)는 텔레비전 장치의 예를 도시한 것이다. 텔레비전 장치(7100)에서, 표시부(7103)는 하우징(7101)에 제공되어 있다. 표시부(7103)는 화상을 표시할 수 있고, 터치 센서(입력 장치)를 포함하는 터치 패널(입출력 장치)이라도 좋다. 또한, 본 발명의 일 형태인 발광 장치를 표시부(7103)에 사용할 수 있다. 또한, 여기서는 하우징(7101)이 스탠드(7105)로 지지되어 있다.
- [0214] 텔레비전 장치(7100)는 하우징(7101)의 조작 스위치 또는 별체의 리모컨(7110)으로 조작할 수 있다. 리모컨(7110)의 조작 키(7109)로 채널 및 음량을 제어할 수 있고, 표시부(7103)에 표시되는 화상을 제어할 수 있다. 또한, 리모컨(7110)에, 리모컨(7110)으로부터 출력되는 데이터를 표시하기 위한 표시부(7107)가 제공되어도 좋다.
- [0215] 또한, 텔레비전 장치(7100)에 수신기 및 모뎀 등이 제공된다. 수신기를 사용하여 일반 텔레비전 방송을 수신할 수 있다. 또한, 모뎀을 통하여 유선 또는 무선의 통신 네트워크에 텔레비전 장치를 접속하면, 단방향(송신자로부터 수신자) 또는 쌍방향(송신자와 수신자 사이 또는 수신자들 사이)의 정보 통신을 행할 수 있다.
- [0216] 도 7의 (B)는 본체(7201), 하우징(7202), 표시부(7203), 키보드(7204), 외부 접속 포트(7205), 및 포인팅 디바이스(7206) 등을 포함하는 컴퓨터를 도시한 것이다. 또한, 이 컴퓨터는 본 발명의 일 형태인 발광 장치를 표시

부(7203)에 사용하여 제작될 수 있다. 표시부(7203)는 터치 센서(입력 장치)를 포함하는 터치 패널(입출력 장치)이라도 좋다.

- [0217] 도 7의 (C)는, 하우스징(7302), 표시 패널(7304), 조작 버튼(7311 및 7312), 접속 단자(7313), 밴드(7321), 및 클래스프(7322) 등을 포함하는 스마트 위치를 도시한 것이다.
- [0218] 베젤로서 기능하는 하우스징(7302)에 탑재된 표시 패널(7304)은 비(非)직사각형의 표시 영역을 포함한다. 표시 패널(7304)은 시각을 나타내는 아이콘(7305) 및 기타 아이콘(7306) 등을 표시할 수 있다. 표시 패널(7304)은 터치 센서(입력 장치)를 포함하는 터치 패널(입출력 장치)이라도 좋다.
- [0219] 도 7의 (C)에 도시된 스마트 위치는 다양한 기능을 가질 수 있고, 예를 들어 다양한 정보(예를 들어, 정지 화상, 동영상, 및 텍스트 화상)를 표시부에 표시하는 기능, 터치 패널 기능, 달력, 날짜, 및 시각 등을 표시하는 기능, 다양한 소프트웨어(프로그램)에 의하여 처리를 제어하는 기능, 무선 통신 기능, 무선 통신 기능에 의하여 다양한 컴퓨터 네트워크에 접속되는 기능, 무선 통신 기능에 의하여 다양한 데이터를 송신 및 수신하는 기능, 및 기록 매체에 저장된 프로그램 또는 데이터를 판독하고 프로그램 또는 데이터를 표시부에 표시하는 기능을 가질 수 있다.
- [0220] 하우스징(7302)은 스피커, 센서(힘, 변위, 위치, 속도, 가속도, 각속도, 회전 빈도, 거리, 광, 액체, 자기(磁氣), 온도, 화학 물질, 음성, 시간, 경도, 전계, 전류, 전압, 전력, 방사선, 유량, 습도, 경사도, 진동, 냄새, 또는 적외선을 측정하는 기능을 가지는 센서), 및 마이크로폰 등을 포함할 수 있다. 또한, 스마트 위치는 발광 장치를 표시 패널(7304)에 사용하여 제작될 수 있다.
- [0221] 도 7의 (D)는 휴대 전화(예를 들어, 스마트폰)의 예를 도시한 것이다. 휴대 전화(7400)는 표시부(7402), 마이크로폰(7406), 스피커(7405), 카메라(7407), 외부 접속부(7404), 및 조작 버튼(7403) 등이 제공된 하우스징(7401)을 포함한다. 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를, 플렉시블 기판 위에 형성하여 발광 장치를 제작하는 경우, 도 7의 (D)에 도시된 바와 같이 곡면을 가지는 표시부(7402)에 발광 소자를 사용할 수 있다.
- [0222] 도 7의 (D)에 도시된 휴대 전화(7400)의 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치하면, 휴대 전화(7400)에 데이터를 입력할 수 있다. 또한, 전화를 걸거나 이메일을 작성하는 등의 조작은, 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치하여 행할 수 있다.
- [0223] 표시부(7402)에는 주로 3가지 화면 모드가 있다. 제 1 모드는 주로 화상을 표시하기 위한 표시 모드이다. 제 2 모드는 주로 문자 등의 데이터를 입력하기 위한 입력 모드이다. 제 3 모드는 표시 모드 및 입력 모드의 2개의 모드가 조합된 표시 및 입력 모드이다.
- [0224] 예를 들어, 전화를 걸거나 또는 이메일을 작성하는 경우에는 표시부(7402)에 대하여, 주로 문자를 입력하기 위한 문자 입력 모드를 선택하여, 화면에 표시된 문자를 입력할 수 있다. 이 경우, 표시부(7402)의 거의 전체 화면에 키보드 또는 번호 버튼을 표시하는 것이 바람직하다.
- [0225] 휴대 전화(7400) 내부에 자이로 센서 또는 가속도 센서 등의 검출 장치를 제공하면, 휴대 전화(7400)의 방향을 (휴대 전화가 수평으로 놓여 있는지 또는 수직으로 놓여 있는지를) 판단하여 표시부(7402)의 화면 표시를 자동적으로 전환할 수 있다.
- [0226] 화면 모드는 표시부(7402)를 터치하거나 또는 하우스징(7401)의 버튼(7403)을 조작함으로써 전환된다. 화면 모드는 표시부(7402)에 표시되는 화상의 종류에 따라 변화시킬 수 있다. 예를 들어, 표시부에 표시되는 화상의 신호가 동영상 데이터이면 화면 모드를 표시 모드로 변화시킨다. 신호가 텍스트 데이터이면 화면 모드를 입력 모드로 변화시킨다.
- [0227] 또한, 입력 모드에 있어서, 표시부(7402)에서 광 센서에 의하여 검출되는 신호를 검출하면서, 표시부(7402)에 터치에 의한 입력이 일정 기간 행해지지 않으면 입력 모드로부터 표시 모드로 변화시키도록 화면 모드를 제어하여도 좋다.
- [0228] 표시부(7402)는 이미지 센서로서 기능하여도 좋다. 예를 들어, 손바닥 또는 손가락으로 표시부(7402)를 터치하여, 장문 또는 지문 등의 화상을 찍음으로써, 개인 인증을 할 수 있다. 또한, 근적외광을 방출하는 백 라이트 또는 센싱용 광원을 표시부에 제공하면, 손가락 정맥 또는 손바닥 정맥 등의 화상을 찍을 수 있다.
- [0229] 또한 휴대 전화(예를 들어, 스마트폰)의 다른 구조인 도 7의 (D'-1) 또는 (D'-2)에 도시된 구조를 가지는 휴대 전화에 발광 장치를 사용할 수 있다.

- [0230] 또한, 도 7의 (D'-1) 또는 (D'-2)에 도시된 구조의 경우, 텍스트 데이터 또는 화상 데이터 등을 하우징(7500(1) 및 7500(2))의 제 1 화면(7501(1) 및 7501(2))뿐만 아니라 제 2 화면(7502(1) 및 7502(2))에 표시할 수 있다. 이러한 구조에 의하여 사용자는, 사용자의 가슴 포켓에 휴대 전화를 넣은 상태에서 제 2 화면(7502(1) 및 7502(2))에 표시된 텍스트 데이터 또는 화상 데이터 등을 쉽게 볼 수 있다.
- [0231] 도 8의 (A) 내지 (C)는 폴더블 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 도 8의 (A)는 펼친 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 도 8의 (B)는 펼쳐거나 접히고 있는 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 도 8의 (C)는 접은 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 휴대 정보 단말(9310)은 접으면 가반성(可搬性)이 높다. 휴대 정보 단말(9310)을 펼쳤을 때는 이음매가 없고 큰 표시 영역에 의하여 일람성(一覽性)이 높다.
- [0232] 표시 패널(9311)은 힌지(9313)로 서로 연결된 3개의 하우징(9315)에 의하여 지지되어 있다. 또한, 표시 패널(9311)은 터치 센서(입력 장치)를 포함하는 터치 패널(입출력 장치)이라도 좋다. 힌지(9313)를 사용하여 표시 패널(9311)을, 2개의 하우징(9315) 사이의 연결부에서 구부림으로써, 휴대 정보 단말(9310)을 펼친 상태에서부터 접은 상태로 가역적으로 변형할 수 있다. 표시 패널(9311)에는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 사용할 수 있다. 표시 패널(9311)의 표시 영역(9312)은, 접은 휴대 정보 단말(9310)의 측면에 위치하는 표시 영역이다. 표시 영역(9312)에는 정보 아이콘, 사용 빈도가 높은 애플리케이션, 및 프로그램의 바로가기 등을 표시할 수 있고, 정보의 확인 및 애플리케이션의 기동 등을 원활하게 행할 수 있다.
- [0233] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 형태인 발광 장치를 적용함으로써 전자 기기를 얻을 수 있다. 또한, 발광 장치는 본 실시형태에 기재된 전자 기기에 한정되지 않고 다양한 분야의 전자 기기에 사용될 수 있다.
- [0234] (실시형태 6)
- [0235] 본 실시형태에서는, 조명 장치의 예에 대하여 도 9를 참조하여 설명한다. 각 조명 장치는 본 발명의 일 형태인 발광 장치를 사용한 것이다.
- [0236] 도 9는 발광 장치를 실내 조명 장치(8001)로서 사용한 예를 도시한 것이다. 발광 장치는 대면적으로 할 수 있기 때문에 대면적의 조명 장치에 사용될 수 있다. 또한, 곡면을 가지는 하우징을 사용함으로써, 하우징, 커버, 또는 지지부를 포함하며 발광 영역이 곡면을 가지는 조명 장치(8002)를 얻을 수도 있다. 본 실시형태에 기재된 발광 장치에 포함되는 발광 소자는 박막 형태이고, 이에 따라 하우징을 더 자유로이 설계하는 것이 가능하다. 따라서, 조명 장치는 다양한 방법으로 정교하게 설계될 수 있다. 또한, 방의 벽에 대형 조명 장치(8003)를 제공하여도 좋다.
- [0237] 발광 장치를 테이블 표면에 사용하면 테이블로서의 기능을 가지는 조명 장치(8004)를 얻을 수 있다. 다른 가구의 일부에 발광 장치를 사용하면 그 가구로서 기능하는 조명 장치를 얻을 수 있다.
- [0238] 상술한 바와 같이, 발광 장치를 포함하는 다양한 조명 장치를 얻을 수 있다. 또한, 이들 조명 장치도 본 발명의 일 형태이다.
- [0239] 또한, 본 실시형태에 기재된 구조는, 다른 실시형태에 기재된 어느 구조와 적절히 조합하여 사용될 수 있다.
- [0240] (실시형태 7)
- [0241] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자 또는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 포함하는 터치 패널에 대하여 도 11의 (A) 및 (B), 도 12의 (A) 및 (B), 도 13의 (A) 및 (B), 도 14의 (A) 및 (B), 그리고 도 15를 참조하여 설명한다.
- [0242] 도 11의 (A) 및 (B)는 터치 패널(2000)의 사시도이다. 또한, 도 11의 (A) 및 (B)에는 단순화를 위하여 터치 패널(2000)의 대표적인 구성 요소를 도시하였다.
- [0243] 터치 패널(2000)은 표시부(2501) 및 터치 센서(2595)를 포함한다(도 11의 (B) 참조). 또한, 터치 패널(2000)은 기관(2510), 기관(2570), 및 기관(2590)을 포함한다. 또한, 기관(2510), 기관(2570), 및 기관(2590)은 각각 가요성을 가진다.
- [0244] 표시부(2501)는 기관(2510) 위에 복수의 화소, 및 상기 화소에 신호를 공급하는 복수의 배선(2511)을 포함한다. 복수의 배선(2511)은 기관(2510)의 외주부까지 리드되고, 복수의 배선(2511)의 일부가 단자(2519)를 형성한다. 단자(2519)는 FPC(2509(1))에 전기적으로 접속된다.
- [0245] 기관(2590)은 터치 센서(2595), 및 터치 센서(2595)에 전기적으로 접속된 복수의 배선(2598)을 포함한다. 복수

의 배선(2598)은 기관(2590)의 외주부까지 리드되고, 복수의 배선(2598)의 일부가 접속층(2599)을 형성한다. 접속층(2599)은 FPC(2509(2))에 전기적으로 접속된다. 또한, 도 11의 (B)에서는 명료화를 위하여 기관(2590)의 뒷면 측에 제공되는 터치 센서(2595)의 전극 및 배선 등을 실선으로 나타내었다.

- [0246] 터치 센서(2595)로서 예를 들어 정전식 터치 센서를 사용할 수 있다. 정전식 터치 센서의 예에는 표면 정전식 터치 센서 및 투영 정전식 터치 센서가 있다.
- [0247] 투영 정전식 터치 센서의 예에는 주로 구동 방식이 상이한 자기 정전식 터치 센서 및 상호 정전식 터치 센서가 있다. 상호 정전식 터치 센서를 사용하면 복수의 지점을 동시에 검지할 수 있으므로 바람직하다.
- [0248] 먼저, 투영 정전식 터치 센서를 사용하는 예에 대하여 이하에서 도 11의 (B)를 참조하여 설명한다. 또한, 투영 정전식 터치 센서의 경우, 손가락 등의 검지 대상의 근접 또는 접촉을 검지할 수 있는 다양한 센서를 사용할 수 있다.
- [0249] 투영 정전식 터치 센서(2595)는 전극(2591) 및 전극(2592)을 포함한다. 전극(2591)은 복수의 배선(2598) 중 어느 것에 전기적으로 접속되어 있고, 전극(2592)은 복수의 배선(2598) 중 다른 어느 것에 전기적으로 접속되어 있다. 전극들(2592)은 각각 도 11의 (A) 및 (B)에 도시된 바와 같이 복수의 사변형이 한 방향으로 배치된 형상을 가지고, 사변형의 한 모서리는 한 방향으로 배선(2594)에 의하여 다른 사변형의 한 모서리에 접속되어 있다. 마찬가지로, 전극(2591)은 복수의 사변형이 한 방향으로 배치된 형상을 가지고, 사변형의 한 모서리는 다른 사변형의 한 모서리에 접속되어 있지만, 전극들(2591)이 접속되는 방향은 전극들(2592)이 접속되는 방향과 교차되는 방향이다. 또한, 전극들(2591)이 접속되는 방향과 전극들(2592)이 접속되는 방향이 반드시 서로 수직일 필요는 없고, 전극들(2591)을 0° 보다 크고 90° 미만의 각도로 전극들(2592)과 교차하도록 배치하여도 좋다.
- [0250] 배선(2594)과 전극들(2592) 중 하나의 교차 면적은 가능한 한 작은 것이 바람직하다. 이러한 구조에 의하여 전극이 제공되지 않는 영역의 면적을 줄일 수 있어, 투과율의 불균일을 저감할 수 있다. 그 결과, 터치 센서(2595)로부터의 광의 휘도의 편차를 저감할 수 있다.
- [0251] 또한, 전극(2591) 및 전극(2592)의 형상은 상술한 형상에 한정되지 않고 다양한 형상 중 어느 것으로 할 수 있다. 예를 들어, 복수의 전극(2591)을, 전극들(2591) 사이의 공간이 가능한 한 작아지도록 배치하고, 전극(2591)과 전극(2592) 사이에 절연층을 개재하여 복수의 전극(2592)을 제공하여도 좋다. 이 경우, 인접한 2개의 전극(2592) 사이에 이들 전극과는 전기적으로 절연된 더미 전극을 제공하면 투과율이 다른 영역의 면적을 줄일 수 있으므로 바람직하다.
- [0252] 다음에, 터치 패널(2000)에 대하여 도 12의 (A) 및 (B)를 참조하여 자세히 설명한다. 도 12의 (A)는 도 11의 (A)의 일점 쇄선 X1-X2를 따라 취한 단면도이다.
- [0253] 터치 센서(2595)는 기관(2590)에 스택형 태로 제공된 전극(2591) 및 전극(2592), 전극(2591) 및 전극(2592)을 덮는 절연층(2593), 및 인접한 전극들(2591)을 서로 전기적으로 접속하는 배선(2594)을 포함한다.
- [0254] 배선(2594) 아래에는 접촉층(2597)이 제공된다. 기관(2590)이 접촉층(2597)에 의하여 기관(2570)에 접합되어, 터치 센서(2595)가 표시부(2501)와 중첩되어 있다.
- [0255] 전극(2591) 및 전극(2592)은 투광성 도전 재료를 사용하여 형성된다. 투광성 도전 재료로서는 산화 인듐, 인듐 주석 산화물, 인듐 아연 산화물, 산화 아연, 또는 갈륨이 첨가된 산화 아연 등의 도전성 산화물을 사용할 수 있다. 또한, 그래핀을 함유하는 막을 사용하여도 좋다. 그래핀을 포함하는 막은, 예를 들어 산화 그래핀을 함유하는 막을 환원함으로써 형성할 수 있다. 환원 방법으로서, 열을 가하는 방법 등을 채용할 수 있다.
- [0256] 예를 들어, 스퍼터링법에 의하여 투광성 도전 재료를 기관(2590) 상에 퇴적한 다음, 포토리소그래피 등 다양한 패터닝 기술 중 어느 것에 의하여 불필요한 부분을 제거함으로써 전극(2591) 및 전극(2592)을 형성하여도 좋다.
- [0257] 절연층(2593)의 재료의 예에는 아크릴 또는 에폭시 수지 등의 수지, 실록산 결합을 가지는 수지, 및 산화 실리콘, 산화 질화 실리콘, 또는 산화 알루미늄 등의 무기 절연 재료가 있다.
- [0258] 절연층(2593)에 제공된 개구에 배선(2594)을 형성함으로써 인접한 전극들(2591)을 서로 전기적으로 접속한다. 투광성 도전 재료는 터치 패널의 개구율을 높일 수 있기 때문에 배선(2594)에 바람직하게 사용할 수 있다. 또한, 전극(2591) 및 2592)보다 도전성이 높은 재료는 전기 저항을 저감할 수 있기 때문에 배선(2594)에 바람직하게 사용할 수 있다.
- [0259] 한 쌍의 전극(2591)은 배선(2594)을 통하여 서로 전기적으로 접속되어 있다. 한 쌍의 전극(2591) 사이에는 전

극(2592)이 제공되어 있다.

- [0260] 하나의 배선(2598)이 전극들(2591 및 2592) 중 어느 것에 전기적으로 접속된다. 배선(2598)의 일부는 단자로서 기능한다. 배선(2598)에는 알루미늄, 금, 백금, 은, 니켈, 타이타늄, 텅스텐, 크로뮴, 몰리브데넘, 철, 코발트, 구리, 또는 팔라듐 등의 금속 재료, 또는 이들 금속 재료 중 어느 것을 함유하는 합금 재료를 사용할 수 있다.
- [0261] 접속층(2599)을 통하여 배선(2598)과 FPC(2509(2))가 서로 전기적으로 접속되어 있다. 접속층(2599)은 다양한 종류의 이방성 도전 필름(ACF: anisotropic conductive film) 및 이방성 도전 페이스트(ACP: anisotropic conductive paste) 등 중 어느 것을 사용하여 형성될 수 있다.
- [0262] 접착층(2597)은 투광성을 가진다. 예를 들어, 열 경화성 수지 또는 자외선 경화 수지를 사용할 수 있고, 구체적으로는 아크릴계 수지, 우레탄계 수지, 에폭시계 수지, 또는 실록산계 수지를 사용할 수 있다.
- [0263] 표시부(2501)는 매트릭스로 배치된 복수의 화소를 포함한다. 화소들은 각각 표시 소자, 및 표시 소자를 구동시키기 위한 화소 회로를 포함한다.
- [0264] 기관(2510) 및 기관(2570)에는 예를 들어, 수증기의 투과율이 $10^{-5} \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$ 이하, 바람직하게는 $10^{-6} \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$ 이하인 플렉시블 재료를 바람직하게 사용할 수 있다. 또한, 기관(2510) 및 기관(2570)에는 각각 열팽창률이 실질적으로 같은 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 재료의 선팽창률은 바람직하게는 $1 \times 10^{-3} / \text{K}$ 이하, 더 바람직하게는 $5 \times 10^{-5} / \text{K}$ 이하, 더욱 바람직하게는 $1 \times 10^{-5} / \text{K}$ 이하이다.
- [0265] 밀봉층(2560)은 공기보다 큰 굴절률을 가지는 것이 바람직하다.
- [0266] 표시부(2501)는 화소(2502R)를 포함한다. 화소(2502R)는 발광 모듈(2580R)을 포함한다.
- [0267] 화소(2502R)는 발광 소자(2550R), 및 발광 소자(2550R)에 전력을 공급할 수 있는 트랜지스터(2502t)를 포함한다. 또한, 트랜지스터(2502t)는 화소 회로의 일부로서 기능한다. 발광 모듈(2580R)은 발광 소자(2550R) 및 착색층(2567R)을 포함한다.
- [0268] 발광 소자(2550R)는 하부 전극, 상부 전극, 및 하부 전극과 상부 전극 사이의 EL층을 포함한다.
- [0269] 광 추출 측에 밀봉층(2560)이 제공되는 경우, 밀봉층(2560)은 발광 소자(2550R) 및 착색층(2567R)과 접촉된다.
- [0270] 착색층(2567R)은 발광 소자(2550R)와 중첩된다. 따라서, 발광 소자(2550R)로부터 방출되는 광의 일부는 착색층(2567R)을 투과하여, 도 12의 (A)에 화살표로 가리킨 바와 같이 발광 모듈(2580R) 외부로 방출된다.
- [0271] 표시부(2501)는 광 추출 측에 차광층(2567BM)을 포함한다. 차광층(2567BM)은 착색층(2567R)을 둘러싸도록 제공된다.
- [0272] 표시부(2501)는 화소와 중첩되는 영역에 반사 방지층(2567p)을 포함한다. 반사 방지층(2567p)으로서 예를 들어 원편광판을 사용할 수 있다.
- [0273] 표시부(2501)에는 절연층(2521)이 제공된다. 절연층(2521)은 트랜지스터(2502t)를 덮는다. 절연층(2521)에 의하여, 화소 회로에 기인하는 요철이 평탄화된다. 절연층(2521)은 불순물의 확산을 방지하기 위한 층으로서 기능하여도 좋다. 이에 의하여 불순물의 확산으로 인한 트랜지스터(2502t) 등의 신뢰성의 저하를 방지할 수 있다.
- [0274] 발광 소자(2550R)는 절연층(2521) 위에 형성된다. 발광 소자(2550R)의 하부 전극의 단부를 덮도록 칸막이(2528)가 제공된다. 또한, 기관(2510)과 기관(2570) 사이의 거리를 제어하기 위한 스페이서를 칸막이(2528) 위에 제공하여도 좋다.
- [0275] 주사선 구동 회로(2503g(1))는 트랜지스터(2503t) 및 커패시터(2503c)를 포함한다. 또한, 구동 회로 및 화소 회로를 같은 공정에서 같은 기관 위에 형성할 수 있다.
- [0276] 기관(2510) 위에는 신호를 공급할 수 있는 배선(2511)이 제공된다. 배선(2511) 위에는 단자(2519)가 제공된다. FPC(2509(1))는 단자(2519)에 전기적으로 접속된다. FPC(2509(1))는 화소 신호 및 동기 신호 등의 신호를 공급하는 기능을 가진다. 또한, FPC(2509(1))에 프린트 배선판(PWB, printed wiring board)이 장착되어 있어도 좋다.

- [0277] 표시부(2501)에는 다양한 구조의 트랜지스터를 사용할 수 있다. 도 12의 (A)의 예에서는 보텀 게이트 트랜지스터를 사용하고 있다. 도 12의 (A)에 도시된 트랜지스터(2502t) 및 트랜지스터(2503t) 각각에서, 산화물 반도체를 포함하는 반도체층을 채널 영역에 사용할 수 있다. 또는, 트랜지스터(2502t) 및 트랜지스터(2503t) 각각에서, 비정질 실리콘을 포함하는 반도체층을 채널 영역에 사용할 수 있다. 또는, 트랜지스터(2502t) 및 트랜지스터(2503t) 각각에서, 레이저 어닐링 등의 결정화 처리에 의하여 얻어진 다결정 실리콘을 포함하는 반도체층을 채널 영역에 사용할 수 있다.
- [0278] 도 12의 (B)는 톱 게이트 트랜지스터를 사용한 표시부(2501)의 구조를 도시한 것이다.
- [0279] 톱 게이트 트랜지스터의 경우, 보텀 게이트 트랜지스터에 사용할 수 있는 상술한 반도체층뿐만 아니라, 다결정 실리콘 또는 단결정 실리콘 기판 등으로부터 전치된 단결정 실리콘막 등을 포함하는 반도체층을 채널 영역에 사용하여도 좋다.
- [0280] 다음에, 도 12의 (A) 및 (B)에 도시된 구조와는 다른 구조의 터치 패널에 대하여 도 13의 (A) 및 (B)를 참조하여 설명한다.
- [0281] 도 13의 (A) 및 (B)는 터치 패널(2001)의 단면도이다. 도 13의 (A) 및 (B)에 도시된 터치 패널(2001)에서는, 표시부(2501)에 대한 터치 센서(2595)의 상대적인 위치가 도 12의 (A) 및 (B)에 도시된 터치 패널(2000)과 다르다. 이하에서는 상이한 구조에 대하여 자세히 설명하고, 다른 비슷한 구조에 대해서는 상술한 터치 패널(2000)의 설명을 참조할 수 있다.
- [0282] 착색층(2567R)은 발광 소자(2550R)와 중첩된다. 또한, 도 13의 (A)에 도시된 발광 소자(2550R)는 트랜지스터(2502t)가 제공되어 있는 측으로 광을 방출한다. 따라서, 발광 소자(2550R)로부터 방출되는 광의 일부는 착색층(2567R)을 투과하여, 도 13의 (A)에 화살표로 가리킨 바와 같이 발광 모듈(2580R) 외부로 방출된다.
- [0283] 표시부(2501)는 광 추출 측에 차광층(2567BM)을 포함한다. 차광층(2567BM)은 착색층(2567R)을 둘러싸도록 제공된다.
- [0284] 터치 센서(2595)는 표시부(2501)의 기판(2510) 측에 제공된다(도 13의 (A) 참조).
- [0285] 표시부(2501)와 터치 센서(2595)는 기판(2510)과 기판(2590) 사이에 제공된 접착층(2597)으로 서로 접합된다.
- [0286] 표시부(2501)에는 다양한 구조의 트랜지스터를 사용할 수 있다. 도 13의 (A)의 예에서는 보텀 게이트 트랜지스터를 사용하고 있다. 도 13의 (B)의 예에서는 톱 게이트 트랜지스터를 사용하고 있다.
- [0287] 다음에, 터치 패널의 구동 방법의 예에 대하여 도 14의 (A) 및 (B)를 참조하여 설명한다.
- [0288] 도 14의 (A)는 상호 정전식 터치 센서의 구조를 도시한 블록도이다. 도 14의 (A)는 펄스 전압 출력 회로(2601) 및 전류 검지 회로(2602)를 도시하고 있다. 또한, 도 14의 (A)의 예에서 6개의 배선(X1-X6)은 펄스 전압이 공급되는 전극(2621)을 나타내고, 6개의 배선(Y1-Y6)은 전류의 변화를 검지하는 전극(2622)을 나타낸다. 도 14의 (A)는 전극들(2621 및 2622)이 서로 중첩되는 영역에 형성되는 커패시터(2603)도 도시하고 있다. 또한, 전극들(2621 및 2622) 간의 기능 치환이 가능하다.
- [0289] 펄스 전압 출력 회로(2601)는 배선(X1 내지 X6)에 순차적으로 펄스 전압을 인가하기 위한 회로이다. 배선(X1 내지 X6)에 펄스 전압이 인가됨으로써 커패시터(2603)의 전극들(2621 및 2622) 사이에 전계가 발생된다. 예를 들어 전극들 사이의 전계가 차폐되면, 커패시터(2603)에서 변화가 일어난다(상호 용량). 이 변화를 이용하여 검지 대상의 근접 또는 접촉을 검지할 수 있다.
- [0290] 전류 검지 회로(2602)는 커패시터(2603)에서의 상호 용량의 변화에 기인하는 배선(Y1 내지 Y6)을 흐르는 전류의 변화를 검출하기 위한 회로이다. 검지 대상의 근접 또는 접촉이 없으면 배선(Y1 내지 Y6)에서 전류값의 변화가 검출되지 않지만, 검지 대상의 근접 또는 접촉에 의하여 상호 용량이 감소되면 전류값의 감소가 검출된다. 또한, 전류값의 검출에는 적분 회로 등을 사용한다.
- [0291] 도 14의 (B)는 도 14의 (A)에 도시된 상호 정전식 터치 센서의 입출력 파형을 나타낸 타이밍 차트이다. 도 14의 (B)에서는, 하나의 프레임 기간에 모든 행렬에서 검지 대상의 검지가 행해진다. 도 14의 (B)는 검지 대상이 검지되지 않는 기간(비(非)터치)과 검지 대상이 검지되는 기간(터치)을 나타내고 있다. 검지된 배선(Y1 내지 Y6)의 전류값을 전압값의 파형으로 나타내었다.
- [0292] 배선(X1 내지 X6)에는 순차적으로 펄스 전압이 인가되고, 이 펄스 전압에 따라 배선(Y1 내지 Y6)의 파형이 변화

된다. 검지 대상의 근접 또는 접촉이 없는 경우에는 배선(X1 내지 X6)의 전압의 변화에 따라 배선(Y1 내지 Y6)의 파형이 변화한다. 검지 대상이 근접 또는 접촉된 지점에서는 전류값이 감소되기 때문에 이에 따라 전압값의 파형이 변화된다. 이와 같이 상호 용량의 변화를 검출함으로써 검지 대상의 근접 또는 접촉을 검지할 수 있다.

[0293] 도 14의 (A)는 터치 센서로서 배선들의 교차부에 커패시터(2603)만을 제공한 패시브 터치 센서이지만, 트랜지스터 및 커패시터를 포함하는 액티브 터치 센서를 사용하여도 좋다. 도 15는 액티브 터치 센서에 포함되는 센서 회로이다.

[0294] 도 15에 도시된 센서 회로는 커패시터(2603), 트랜지스터(2611), 트랜지스터(2612), 및 트랜지스터(2613)를 포함한다.

[0295] 트랜지스터(2613)의 게이트에는 신호(G2)가 입력된다. 트랜지스터(2613)의 소스 및 드레인 중 한쪽에는 전압(VRES)이 인가되고, 커패시터(2603)의 한쪽 전극 및 트랜지스터(2611)의 게이트는 트랜지스터(2613)의 소스 및 드레인 중 다른 쪽에 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(2611)의 소스 및 드레인 중 한쪽은 트랜지스터(2612)의 소스 및 드레인 중 한쪽에 전기적으로 접속되고, 트랜지스터(2611)의 소스 및 드레인 중 다른 쪽에는 전압(VSS)이 인가된다. 트랜지스터(2612)의 게이트에는 신호(G1)가 입력되고, 트랜지스터(2612)의 소스 및 드레인 중 다른 쪽에는 배선(ML)이 전기적으로 접속된다. 커패시터(2603)의 다른 쪽 전극에는 전압(VSS)이 인가된다.

[0296] 다음에, 도 15에 도시된 센서 회로의 동작에 대하여 설명한다. 먼저, 신호(G2)로서 트랜지스터(2613)를 온으로 하기 위한 전위가 공급되어, 트랜지스터(2611)의 게이트에 접속된 노드(n)에 전압(VRES)에 대응하는 전위가 인가된다. 그리고, 신호(G2)로서 트랜지스터(2613)를 오프로 하기 위한 전위가 인가되어, 노드(n)의 전위가 유지된다. 이어서 손가락 등 검지 대상의 근접 또는 접촉으로 커패시터(2603)의 상호 용량이 변화됨에 따라 노드(n)의 전위가 VRES에서 변화된다.

[0297] 관독 동작에서는 신호(G1)로서 트랜지스터(2612)를 온으로 하기 위한 전위를 공급한다. 노드(n)의 전위에 따라 트랜지스터(2611)를 흐르는 전류, 즉 배선(ML)을 흐르는 전류가 변화된다. 이 전류를 검지함으로써 검지 대상의 근접 또는 접촉을 검지할 수 있다.

[0298] 트랜지스터(2611, 2612, 및 2613) 각각에서, 채널 영역이 형성되는 반도체층으로서 산화물 반도체층을 사용하는 것이 바람직하다. 특히 트랜지스터(2613)로서 이러한 트랜지스터를 사용하면, 노드(n)의 전위가 장기간 유지될 수 있고 노드(n)에 VRES를 다시 공급하는 동작(리프레시 동작)의 빈도를 줄일 수 있으므로 바람직하다.

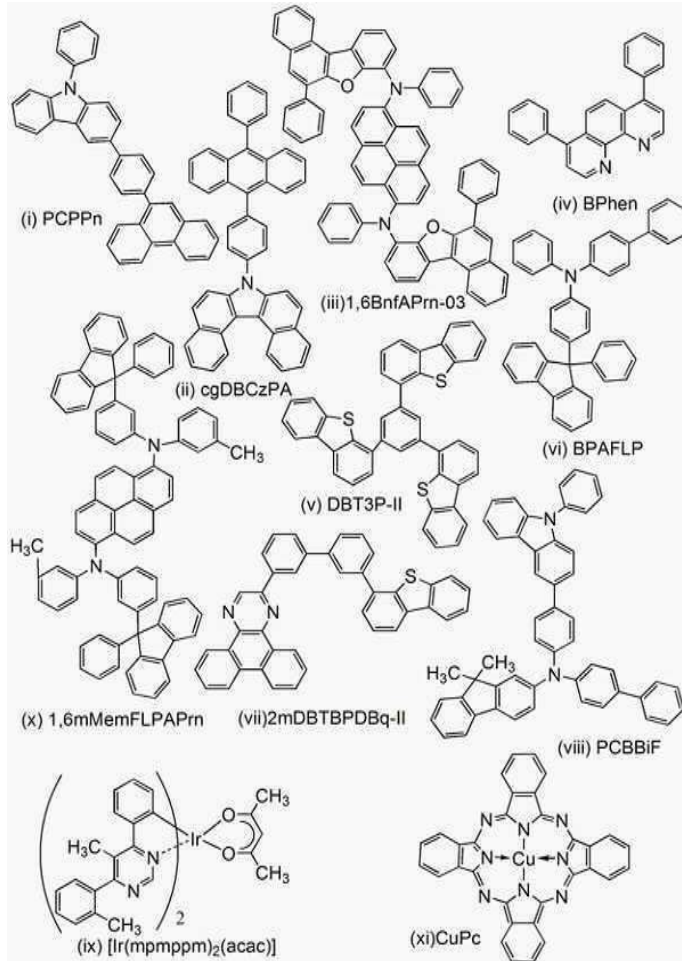
[0299] 본 실시형태의 적어도 일부는 본 명세서에 기재된 어느 실시형태와 적절히 조합하여 실시될 수 있다.

[0300] (실시예 1)

[0301] 본 실시예에서, 백색 표시를 행하는 발광 장치의 소비전력의 계산 결과에 대하여 설명한다. 본 발명의 발광 장치에는, 발광 소자(황색 발광 소자: 발광 소자 1, 청색 발광 소자: 발광 소자 2, 및 녹색 발광 소자: 발광 소자 3)를 사용하였다. 비교예의 발광 장치에는, 발광 소자(황색 발광 소자: 비교 발광 소자 1, 청색 발광 소자: 비교 발광 소자 2, 및 적색 발광 소자: 비교 발광 소자 3)를 사용하였다.

[0302] 발광 소자 1 내지 3이 각각 황색의 광, 청색의 광, 및 녹색의 광을 방출하는 발광 소자이고 비교 발광 소자 1 내지 3이 각각 황색의 광, 청색의 광, 및 적색의 광을 방출하는 발광 소자인 이유는, 색도 약 D65의 백색의 광(xy 색도도에서 색도 좌표가 (x, y)=(0.313, 0.329)인 광)을 얻기 위해서는 이러한 색의 광이 필요하기 때문이다. 또한, 본 실시예의 발광 장치에서는 백색의 광을 얻기 위하여 적색의 광이 필요하지 않고, 비교예의 발광 장치에서는 백색의 광을 얻기 위하여 녹색의 광이 필요하지 않기 때문에, 그 설명을 생략한다.

[0303] 발광 소자 1 내지 3 및 비교 발광 소자 1 내지 3에 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타내었다.



[0304] (발광 소자 1 내지 3 및 비교 발광 소자 1 내지 3의 제작 방법)

[0305] 먼저, 유리 기판 위에 은(Ag), 팔라듐(Pd), 및 구리(Cu)의 합금막(이하에서 이 합금막을 APC라고 함)을 스퍼터링법에 의하여 형성하여 제 1 전극(반사 전극)을 형성하였다. 제 1 전극의 두께는 100nm이고 전극 면적은 2mm × 2mm였다.

[0306] 다음에, 투명 도전막으로서, 제 1 전극 위에 산화 실리콘을 함유하는 인듐 주석 산화물의 막을 스퍼터링법에 의하여 형성하였다. 발광 소자 1의 투명 도전막의 두께는 30nm이고, 발광 소자 2의 투명 도전막의 두께는 80nm이고, 발광 소자 3의 투명 도전막의 두께는 30nm였다. 비교 발광 소자 1의 투명 도전막의 두께는 30nm이고, 비교 발광 소자 2의 투명 도전막의 두께는 60nm이고, 비교 발광 소자 3의 투명 도전막의 두께는 60nm였다.

[0307] 그리고, 유기 화합물층의 증착의 전처리로서, 반사 전극 및 투명 도전막이 제공된 기판의 표면을 물로 세정하고, 200°C에서 1시간 베이킹을 행한 다음, 370초 동안 UV 오존 처리를 행하였다.

[0308] 그 후, 압력이 약 10^{-4} Pa로 감압된 진공 증착 장치로 기판을 옮겨서 진공 증착 장치의 가열 챔버에서 170°C에서 30분 동안 진공 베이킹을 행한 다음, 기판을 30분 동안 냉각시켰다.

[0309] 그리고, 투명 도전막이 형성된 면이 아래쪽을 향하도록, 기판을 진공 증착 장치에 제공된 기판 홀더에 고정시켰다. 진공 증착 장치의 압력을 약 10^{-4} Pa로 감압하였다. 그 후, 투명 도전막 상에, 저항 가열을 사용한 공증착(co-evaporation)에 의하여, 구조식(i)으로 표기되는 3-[4-(9-페난트릴)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPPn) 및 산화 몰리브데넘(VI)을 퇴적함으로써 제 1 정공 주입층을 형성하였다. 발광 소자 1의 제 1 정공 주입층의 두께는 60nm이고, 발광 소자 2의 제 1 정공 주입층의 두께는 47.5nm이고, 발광 소자 3의 제 1 정공 주입층의 두께는 40nm였다. 비교 발광 소자 1의 제 1 정공 주입층의 두께는 55nm이고, 비교 발광 소자 2의 제 1 정공 주입층의 두께는 70nm이고, 비교 발광 소자 3의 제 1 정공 주입층의 두께는 45nm였다. 산화 몰리브데넘에 대한 PCPPn의 중량비는 1:0.5로 조정하였다.

- [0311] 다음에, 제 1 정공 주입층 상에 PCPPn을 10nm의 두께로 퇴적하여 제 1 정공 수송층을 형성하였다.
- [0312] 발광 소자 1 내지 3 각각에 대해서는, 제 1 정공 수송층 상에, 구조식(ii)으로 표기되는 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[*c,g*]카바졸(약칭: cgDBCzPA) 및 구조식(iii)으로 표기되는 *N,N'*-(피렌-1,6-다이일)비스[(6,*N*-다이페닐벤조[*b*]나프토[1,2-*d*]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-03)을, 1,6BnfAPrn-03에 대한 cgDBCzPA의 중량비가 1:0.05가 되도록 두께 25nm로 퇴적함으로써 제 1 발광층을 형성하였다.
- [0313] 비교 발광 소자 1 내지 3 각각에 대해서는, 제 1 정공 수송층 상에, cgDBCzPA 및 구조식(x)으로 표기되는 *N,N'*-비스(3-메틸페닐)-*N,N'*-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrn)을, 1,6mMemFLPAPrn에 대한 cgDBCzPA의 중량비가 1:0.05가 되도록 두께 25nm로 퇴적함으로써 제 1 발광층을 형성하였다.
- [0314] 그리고, cgDBCzPA를 두께 5nm로 퇴적하고, 구조식(iv)으로 표기되는 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 두께 15nm로 퇴적하는 식으로, 제 1 발광층 위에 제 1 전자 수송층을 형성하였다.
- [0315] 제 1 전자 수송층을 형성한 후, 산화 리튬(Li₂O)을 두께 0.1nm로 증착하였다. 그리고, 구조식(xi)으로 표기되는 구리 프탈로시아닌(약칭: CuPc)을 두께 2nm로 증착하였다. 그 후, 구조식(v)으로 표기되는 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II) 및 산화 몰리브데넘(VI)을, 산화 몰리브데넘에 대한 DBT3P-II의 중량비가 1:0.5가 되도록 공증착하였다. 이와 같이 하여 중간층을 형성하였다. 중간층의 두께는 12.5nm였다.
- [0316] 다음에, 중간층 상에, 구조식(vi)으로 표기되는 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP)을 두께 20nm로 증착함으로써 제 2 정공 수송층을 형성하였다.
- [0317] 제 2 정공 수송층을 형성한 후, 구조식(vii)으로 표기되는 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[*f,h*]퀴놀살린(약칭: 2mDBTBPDq-II), 구조식(viii)으로 표기되는 *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 구조식(ix)으로 표기되는 비스{2-[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-피리미딘일-κ₃]페닐-κ₁}(2,4-펜테인다이오네이트-κ²*O,O'*)이리듐(III)(약칭: [Ir(mpmpm)₂(acac)]₂)을, PCBBiF 및 [Ir(mpmpm)₂(acac)]에 대한 2mDBTBPDq-II의 중량비가 0.8:0.2:0.06이 되도록 공증착하였다. 이와 같이 하여 제 2 발광층을 형성하였다. 제 2 발광층의 두께는 40nm였다.
- [0318] 그리고, 제 2 발광층 상에, 2mDBTBPDq-II를 두께 15nm로 증착하였다. 발광 소자 1 내지 3 각각에 대해서는, BPhen을 두께 20nm로 더 증착하였다. 비교 발광 소자 1 내지 3 각각에 대해서는, BPhen을 두께 15nm로 더 증착하였다. 이와 같이 하여 제 2 전자 수송층을 형성하였다.
- [0319] 그 후, 플루오린화 리튬을 두께 1nm로 증착하여 전자 주입층을 형성하였다. 그리고, 은과 마그네슘을 두께 15nm, 체적비 1:0.1(=은:마그네슘)로 공증착하였다. 다음에, 스퍼터링법에 의하여 ITO를 두께 70nm로 퇴적하였다. 이와 같이 하여 제 2 전극(반투과·반반사 전극)을 형성하였다. 상술한 단계를 거쳐, 발광 소자 1 내지 3 및 비교 발광 소자 1 내지 3을 제작하였다. 또한, 상술한 모든 증착 단계에서, 증착은 저항 가열법에 의하여 행하였다.
- [0320] 발광 소자 1 내지 3 및 비교 발광 소자 1 내지 3의 소자 구조를 이하에 열거하였다.

[0321] [표 1]

반사 전극	정공 주입층	제 1 정공 수송층	제 1 발광층	제 1 전자 수송층
APC	ITSO	PCPPn:MoOx	FCPPn	cgDBCzPA:*1
	1:0.5		1:0.05	cgDBCzPA BPhen
100nm	*3	*4	10nm	25nm
				5nm 15nm
*6으로 계속				
중간층	제 2 정공 수송층	제 2 발광층	제 2 전자 수송층	
Li ₂ O	CuPC	DBT3P-II:MoOx	BPAFLP	2mDBTBFDBq-II
		1:0.5		:PCBBiF
0.1nm	2nm	12.5nm	20nm	40nm
				15nm *5
*6 *7로 계속				
전자 주입층	반투과·반반사 전극	필터 필터		
LiF	Ag:Mg ITO			
	1:0.1	*2		
1nm	15nm 70nm			
*7				

[0322]

[0323] *1 발광 소자 1 내지 3: 1,6BnfAPrn-03

[0324] 비교 발광 소자 1 내지 3: 1,6mMemFLPAPrn

[0325] *2 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1: 0.8 μm

[0326] 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2: 청색 0.8 μm

[0327] 발광 소자 3: 녹색 1.3 μm, 비교 발광 소자 3: 적색 2.4 μm

[0328] *3 발광 소자 1: 30nm, 발광 소자 2: 80nm, 발광 소자 3: 30nm

[0329] 비교 발광 소자 1: 30nm, 비교 발광 소자 2: 60nm, 비교 발광 소자 3: 60nm

[0330] *4 발광 소자 1: 60nm, 발광 소자 2: 47.5nm, 발광 소자 3: 40nm

[0331] 비교 발광 소자 1: 55nm, 비교 발광 소자 2: 70nm, 비교 발광 소자 3: 45nm

[0332] *5 발광 소자 1 내지 3: 20nm

[0333] 비교 발광 소자 1 내지 3: 15nm

[0334] 발광 소자 1 내지 3 및 비교 발광 소자 1 내지 3은 각각, 대기에 노출되지 않도록, 질소 분위기를 함유하는 글로브 박스에서 유리 기판을 사용하여 밀봉하였다(구체적으로는, 소자를 둘러싸도록 밀봉 재료를 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리(자외광 365nm, 6J/cm²)를 행하고 80℃에서 1시간 가열 처리를 행하였다). 그리고, 이들 발광 소자의 초기 특성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 행하였다.

[0335] 도 16은 발광 소자 1 내지 3의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이고, 도 17은 그 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이고, 도 18은 그 휘도-전압 특성을 나타낸 것이고, 도 19는 그 전류-전압 특성을 나타낸 것이고, 도 20은 그 색도 좌표를 나타낸 것이다.

[0336] 도 21은 비교 발광 소자 1 내지 3의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이고, 도 22는 그 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이고, 도 23은 그 휘도-전압 특성을 나타낸 것이고, 도 24는 그 전류-전압 특성을 나타낸 것이고, 도 25는 그 색도 좌표를 나타낸 것이다.

[0337] 도 20 및 도 25에서와 같이, 1,6BnfAPrn-03을 포함하는 발광 소자 2는 1000cd/m² 부근에서 색도 좌표가 (x, y)=(0.152, 0.037)이고, 1,6mMemFLPAPrn을 포함하는 비교 발광 소자 2는 색도 좌표가 (x, y)=(0.160, 0.087)이다. 이는 발광 소자 2가 비교 발광 소자 2보다 더 깊은 청색 발광을 나타내는 것을 나타낸다.

[0338] 도 26은 1,6BnfAPrn-03의 틀루엔 용액에서의 1,6BnfAPrn-03의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다. 도 26으로부터 볼 수 있듯이, 틀루엔 용액에서의 1,6BnfAPrn-03의 발광 스펙트럼의 피크 파장은 450nm였다. 발광 스펙트럼의 반치폭은 40nm였다. 한편, 비교 발광 소자에 사용한 틀루엔 용액에서의 1,6mMemFLPAPrn의 피크 파장은 461nm였다.

[0339] 다음에, 색도 약 D65의 백색의 광을 얻을 때의, 발광 소자를 포함하는 발광 장치의 소비전력을 계산하였다. 발광 장치의 소비전력은 다음 조건하에서 계산하였다.

[0340] [표 2]

패널 크기	4.3(인치) (중형비 16:9)
패널 면적	51.0(cm ²)
개구율	35%
전면 백색(실효 휘도)	300(cd/m ²)

[0341]

[0342] 표 3은 본 실시예의 발광 장치의 계산 결과를 나타낸 것이고, 표 4는 비교예의 발광 장치의 계산 결과를 나타낸 것이다.

[0343] [표 3]

발광 소자	색도 x	색도 y	실효 휘도 (cd/m ²)	진성 휘도 (cd/m ²)	전류 효율 (cd/A)
1(황색)	0.449	0.545	253	2895	142.6
2(청색)	0.152	0.038	15	175	2.3
3(녹색)	0.336	0.653	31	358	38.7
전면 백색	0.313	0.329	300	-	-

*8로 계속

전류 밀도 (mA/cm ²)	전류량 (mA)	전압 (V)	소비전력 (mW)
2.0	9.1	5.92	53.6
7.7	34.4	6.38	219.2
0.9	4.1	5.50	22.7
-	47.5	-	295.6

*8

[0344]

[0345] [표 4]

비교 발광 소자	색도 x	색도 y	실효 휘도 (cd/m ²)	진성 휘도 (cd/m ²)	전류 효율 (cd/A)
1(황색)	0.414	0.582	237	2705	126.7
2(청색)	0.160	0.088	38	435	5.2
3(적색)	0.656	0.344	25	289	19.1
전면 백색	0.313	0.329	300	-	-

*9로 계속

전류 밀도 (mA/cm ²)	전류량 (mA)	전압 (V)	소비전력 (mW)
2.1	9.5	5.96	56.8
8.4	37.5	7.05	264.3
1.5	6.7	5.82	39.1
-	53.7	-	360.2

*9

[0346]

[0347]

상술한 계산 결과에서, 실효 휘도는 진성 휘도×개구율×1/4(각 부화소의 면적비(발광 장치에서 하나의 화소가 적색, 녹색, 청색, 및 황색의 4개의 부화소를 포함한다고 가정))의 계산으로부터 얻었고; 전류량은 전류 밀도×패널 면적×개구율×1/4(각 부화소의 면적비)의 계산으로부터 얻었고; 표시부의 소비전력은 전류량×전압의 계산으로부터 얻었다.

[0348]

표 3 및 표 4로부터 볼 수 있듯이, 본 실시예의 발광 장치의 색도 약 D65의 백색의 광을 얻기 위하여 필요한 청색 발광의 휘도(발광 소자 2의 발광)는 15cd/m²로 낮지만, 비교예의 발광 장치의 색도 약 D65의 백색의 광을 얻기 위하여 필요한 청색 발광의 휘도(비교 발광 소자 2의 발광)는 38cd/m²였다. 이는 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 바와 같은 형광 물질인 1,6BnfAPrn-03을 청색 발광 재료로서 사용함으로써 청색 발광의 색도가 향상되어, 백색의 광에 필요한 청색 발광의 실효 휘도가 저감되었기 때문이다. 따라서, 백색의 광을 얻기 위하여 필요한 발광 소자 2의 소비전력이 현저히 저감되었다.

[0349]

색도 약 D65의 백색의 광을 얻기 위하여 필요한 발광 소자 3의 소비전력은 22.7mW로 낮지만, 색도 약 D65의 백색의 광을 얻기 위하여 필요한 비교 발광 소자 3의 소비전력은 39.1mW였다. 이 또한 본 실시예의 발광 장치의 소비전력이 더 낮은 것을 나타낸다.

[0350]

이 이유는 다음과 같다: 발광 소자 2로부터 깊은 청색 발광이 얻어지기 때문에 발광 소자 1의 청색 발광과 황색 발광의 합성에 의하여 얻어지는 발광색이 달라지고, 색도 약 D65의 백색의 광을 얻기 위하여 필요한 제 3 발광색이 달라졌다. 본 실시예의 발광 장치에서, 제 3 발광으로서 녹색 발광이 필요하였다. 한편, 비교예의 발광 장치에서는 제 3 발광으로서 적색 발광이 필요하였다. 본 실시예의 발광 장치의 백색의 광을 얻기 위하여 필요한 녹색 발광의 휘도의 비율은 비교예의 발광 장치의 백색의 광을 얻기 위하여 필요한 적색 발광의 휘도의 비율보다 높다.

[0351]

그러나, 녹색 발광의 시감도는 적색 발광보다 높기 때문에, 녹색 발광을 나타내는 발광 소자 3의 전류 효율은 적색 발광을 나타내는 비교 발광 소자 3의 약 2배 높다. 그러므로, 본 실시예의 발광 장치에서는 백색의 광을 얻기 위하여 필요한 제 3 발광(발광 소자 3의 발광)의 휘도의 비율이 높아진 경우에도, 발광 소자 3의 소비전력을 비교 발광 소자 3보다 낮게 할 수 있다.

[0352]

본 실시예의 발광 소자에서, 색도 약 D65의 백색의 광을 휘도 300cd/m²로 얻기 위하여 필요한 발광 소자 2(청색)의 실효 휘도 및 발광 소자 3(녹색)의 실효 휘도는 각각, 비교예의 발광 소자에서 색도 약 D65의 백색의

광을 휘도 300cd/m^2 로 얻기 위하여 필요한 비교 발광 소자 2(청색)의 실효 휘도 및 비교 발광 소자 3(적색)의 실효 휘도보다 낮지만, 이 부족분은 발광 소자 1의 황색 발광의 높은 휘도에 의하여 보완될 수 있다. 황색 발광을 나타내는 발광 소자 1의 전류 효율은 현저히 높기 때문에, 필요한 휘도의 증가로 인한 소비전력의 증대는 발광 소자 2 및 발광 소자 3에 필요한 휘도의 저하에 의하여 상쇄될 수 있다. 결과적으로, 본 실시예의 발광 장치의 소비전력의 저감이 실현될 수 있다.

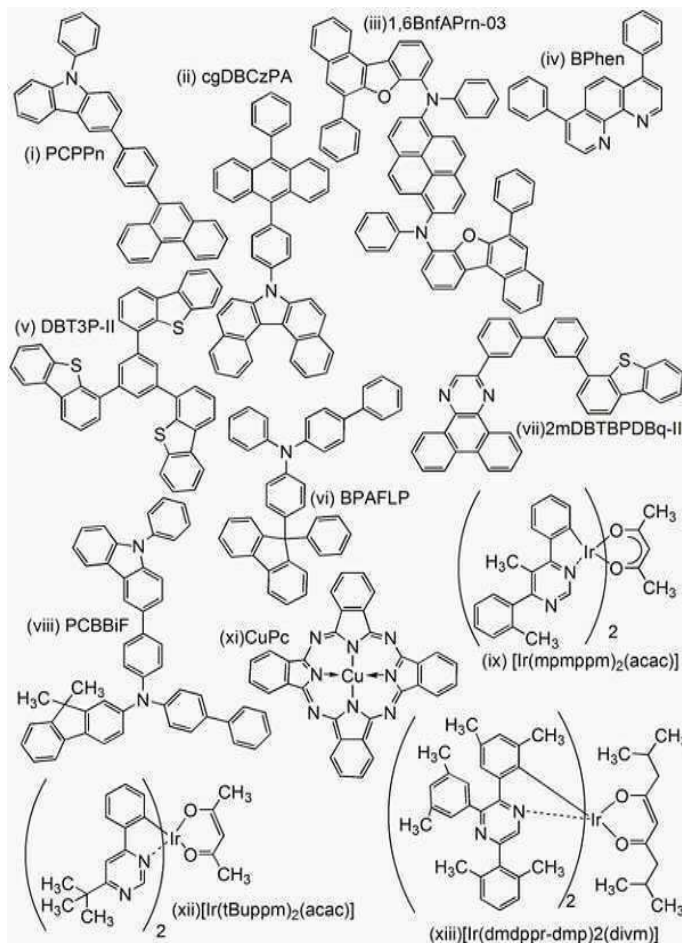
[0353] 그 결과, 백색 표시를 행하는 본 실시예의 발광 장치의, 구동 FET의 소비전력을 제외한 소비전력은 5.8mW/cm^2 이고, 구동 FET의 소비전력을 포함한 소비전력은 14mW/cm^2 였다. 백색 표시를 행하는 비교예의 발광 장치의, 구동 FET의 소비전력을 제외한 소비전력은 7.1mW/cm^2 이고, 구동 FET의 소비전력을 포함한 소비전력은 16mW/cm^2 였기 때문에, 본 실시예의 발광 장치의 소비전력은 비교예의 소비전력보다 약 10% 내지 20% 낮게 할 수 있다. 또한, 구동 FET를 포함한 발광 장치의 소비전력은 애노드와 캐소드 간의 전압(발광 소자 및 구동 FET 부분들의 전압의 합)이 15V인 것으로 하여 추산하였다.

[0354] 청색 발광 소자는 다른 색의 발광 소자보다 훨씬 높은 전력을 소비하기 때문에 색도의 변화에 의한 소비전력의 저감 효과가 상당하다. 또한, 색도 약 D65의 백색의 광을 얻기 위한 발광색과 휘도의 비율에 관한 밸런스의 변화에 의하여 소비전력의 저감이 실현될 수 있다. 그 결과, 실시형태 1에 기재된 바와 같은 형광 물질을 포함하는 본 실시예의 발광 장치의 소비전력을 낮게 할 수 있다.

[0355] (실시예 2)

[0356] 본 실시예에서는 백색 표시를 행하는 발광 장치의 소비전력을 계산한 결과에 대하여 설명한다. 본 발명의 발광 장치에는, 발광 소자(적색 발광 소자: 발광 소자 4, 황색 발광 소자: 발광 소자 5, 녹색 발광 소자: 발광 소자 6, 및 청색 발광 소자: 발광 소자 7)를 사용한다. 비교예의 발광 장치에는, 발광 소자(적색 발광 소자: 비교 발광 소자 4, 녹색 발광 소자: 비교 발광 소자 5, 및 청색 발광 소자: 비교 발광 소자 6)를 사용한다.

[0357] 발광 소자 4 내지 7 및 비교 발광 소자 4 내지 6에 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타내었다.



[0358]

- [0359] (발광 소자 4 내지 7 및 비교 발광 소자 4 내지 6의 제작 방법)
- [0360] 먼저, 유리 기판 위에 은(Ag), 팔라듐(Pd), 및 구리(Cu)의 합금막(이하에서 이 합금막을 APC라고 함)을 스퍼터링법에 의하여 형성하여 제 1 전극(반사 전극)을 형성하였다. 제 1 전극의 두께는 100nm이고 전극 면적은 2mm × 2mm였다.
- [0361] 다음에, 투명 도전막으로서, 제 1 전극 위에 산화 실리콘을 함유하는 인듐 주석 산화물의 막을 스퍼터링법에 의하여 형성하였다. 발광 소자 4(적색)의 투명 도전막의 두께는 80nm이고, 발광 소자 5(황색)의 투명 도전막의 두께는 45nm이고, 발광 소자 6(녹색)의 투명 도전막의 두께는 45nm이고, 발광 소자 7(청색)의 투명 도전막의 두께는 80nm였다. 비교 발광 소자 4(적색)의 투명 도전막의 두께는 85nm이고, 비교 발광 소자 5(녹색)의 투명 도전막의 두께는 45nm이고, 비교 발광 소자 6(청색)의 투명 도전막의 두께는 110nm였다.
- [0362] 그리고, 유기 화합물층의 증착의 전처리로서, 반사 전극 및 투명 도전막이 제공된 기판의 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 베이킹을 행한 다음, 370초 동안 UV 오존 처리를 행하였다.
- [0363] 그 후, 압력이 약 10^{-4} Pa로 감압된 진공 증착 장치로 기판을 옮겨서 진공 증착 장치의 가열 체임버에서 170℃에서 30분 동안 진공 베이킹을 행한 다음, 기판을 30분 동안 냉각시켰다.
- [0364] 그리고, 투명 도전막이 형성된 면이 아래쪽을 향하도록, 기판을 진공 증착 장치에 제공된 기판 홀더에 고정시켰다. 진공 증착 장치의 압력을 약 10^{-4} Pa로 감압하였다. 그 후, 투명 도전막 상에, 저항 가열을 사용한 공증착에 의하여, 구조식(i)으로 표기되는 3-[4-(9-페난트릴)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPPn) 및 산화 몰리브데넘(VI)을 퇴적함으로써 제 1 정공 주입층을 형성하였다. 발광 소자 4(적색)의 제 1 정공 주입층의 두께는 30nm이고, 발광 소자 5(황색)의 제 1 정공 주입층의 두께는 40nm이고, 발광 소자 6(녹색)의 제 1 정공 주입층의 두께는 22.5nm이고, 발광 소자 7(청색)의 제 1 정공 주입층의 두께는 50nm였다. 비교 발광 소자 4(적색)의 제 1 정공 주입층의 두께는 10nm이고, 비교 발광 소자 5(녹색)의 제 1 정공 주입층의 두께는 10nm이고, 비교 발광 소자 6(청색)의 제 1 정공 주입층의 두께는 15nm였다. 산화 몰리브데넘에 대한 PCPPn의 중량비는 1:0.5로 조정하였다.
- [0365] 다음에, 제 1 정공 주입층 상에 PCPPn을 퇴적하여 제 1 정공 수송층을 형성하였다. 발광 소자 4 내지 7 각각의 제 1 정공 수송층의 두께는 10nm이고, 비교 발광 소자 4 내지 6 각각의 제 1 정공 수송층의 두께는 15nm였다.
- [0366] 제 1 정공 수송층 상에, 구조식(ii)으로 표기되는 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA) 및 구조식(iii)으로 표기되는 N,N'-(피렌-1,6-다이일)비스[(6,N-다이페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-03)을, 1,6BnfAPrn-03에 대한 cgDBCzPA의 중량비가 1:0.05가 되도록 두께 25nm로 퇴적함으로써 제 1 발광층을 형성하였다.
- [0367] 그리고, cgDBCzPA를 두께 5nm로 퇴적하고, 구조식(iv)으로 표기되는 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 두께 15nm로 퇴적하는 식으로, 제 1 발광층 위에 제 1 전자 수송층을 형성하였다.
- [0368] 제 1 전자 수송층을 형성한 후, 산화 리튬(Li₂O)을 두께 0.1nm로 증착하였다. 그리고, 구조식(xi)으로 표기되는 구리 프탈로사이아닌(약칭: CuPc)을 두께 2nm로 증착하였다. 그 후, 구조식(v)으로 표기되는 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II) 및 산화 몰리브데넘, 산화 몰리브데넘에 대한 DBT3P-II의 중량비가 1:0.5가 되도록 공증착하였다. 이와 같이 하여 중간층을 형성하였다. 중간층의 두께는 12.5nm였다.
- [0369] 다음에, 중간층 상에, 구조식(vi)으로 표기되는 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP)을 두께 20nm로 증착함으로써 제 2 정공 수송층을 형성하였다.
- [0370] 발광 소자 4 내지 7 각각에 대해서는, 제 2 정공 수송층을 형성한 후, 구조식(vii)으로 표기되는 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTBPDq-II), 구조식(viii)으로 표기되는 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 구조식(ix)으로 표기되는 비스{2-[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-피리미딘일-κN]페닐-κC}(2,4-펜테인다이오네이토-κ²O,O')이리듐(III)(약칭: [Ir(mpmpm)₂(acac)]), PCBBiF 및 [Ir(mpmpm)₂(acac)]에 대한 2mDBTBPDq-II의 중량비가 0.8:0.2:0.06이 되도록 공증착하였다. 이와 같이 하여 제 2 발광층을 형성하였다. 제 2 발광층의 두께는 40nm였다.

[0371] 비교 발광 소자 4 내지 6 각각에 대해서는, 제 2 정공 수송층을 형성한 후, 2mDBTBPDBq-II, PCBBiF, 및 구조식 (xii)으로 표기되는 비스[2-(6-tert-부틸-4-피리미딘일-κN)페닐-κC](2,4-펜테인다이오네이토-κ²O,O')이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)₂(acac)])을 두께 20nm로 공증착하였다. 그 후, 2mDBTBPDBq-II 및 비스[4,6-다이메틸-2-[5-(2,6-다이메틸페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일-κM]페닐-κC](2,8-다이메틸-4,6-노네인다이오네이토-κ²O,O')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-dmp)₂(divm)])을, [Ir(dmdppr-dmp)₂(divm)]에 대한 2mDBTBPDBq-II의 중량비가 1:0.06이 되도록 두께 20nm로 공증착하였다. 이와 같이 하여 제 2 발광층을 형성하였다.

[0372] 발광 소자 4 내지 7 각각에 대해서는, 제 2 발광층 상에, 2mDBTBPDBq-II를 두께 15nm로 증착하였다. 비교 발광 소자 4 내지 6 각각에 대해서는, 제 2 발광층 상에, 2mDBTBPDBq-II를 두께 30nm로 증착하였다. 발광 소자 4 내지 7 각각에 대해서는, 2mDBTBPDBq-II 상에 BPhen을 두께 20nm로 더 증착하였다. 비교 발광 소자 4 내지 6 각각에 대해서는, 2mDBTBPDBq-II 상에 BPhen을 두께 15nm로 더 증착하였다. 이와 같이 하여 제 2 전자 수송층을 형성하였다.

[0373] 그 후, 플루오린화 리튬을 두께 1nm로 증착하여 전자 주입층을 형성하였다. 그리고, 은과 마그네슘을 두께 15nm, 체적비 1:0.1(=은:마그네슘)로 공증착하였다. 다음에, 스퍼터링법에 의하여 ITO를 두께 70nm로 퇴적하였다. 이와 같이 하여 제 2 전극(반투과·반반사 전극)을 형성하였다. 상술한 단계를 거쳐, 발광 소자 4 내지 7 및 비교 발광 소자 4 내지 6을 제작하였다. 또한, 상술한 모든 증착 단계에서, 증착은 저항 가열법에 의하여 행하였다.

[0374] 발광 소자 4 내지 7 및 비교 발광 소자 4 내지 6의 소자 구조를 이하에 열거하였다.

[0375] [표 5]

반사 전극		정공 주입층	제 1 정공 수송층	제 1 발광층	제 1 전자 수송층	
APC	ITSO	PCPPn :MoO _x 01:00.5	PCPPn	cgDBCzPA: 1,6BnfAPm-03 01:00.0	cgDBCzPA	BPhen
100nm	*10	*11	*12	25nm	5nm	15nm

*17로 계속

중간층			제 2 정공 수송층	제 2 발광층	제 2 전자 수송층	
Li ₂ O	CuPC	DBT3P-II :MoO _x 01:00.5	BPAFLP	*13	2mDBTBPDBq-II	BPhen
0.1nm	2nm	12.5nm	20nm		*14	*15

*17

*18로 계속

전자 주입층	반투과·반반사 전극		컬러 필터
LiF	Ag:Mg	ITO	*16
1nm	01:00.1 15nm	70nm	

*18

[0376] *10 발광 소자 4: 80nm, 발광 소자 5: 45nm, 발광 소자 6: 45nm, 발광 소자 7: 80nm

[0378] 비교 발광 소자 4: 85nm, 비교 발광 소자 5: 45nm, 비교 발광 소자 6: 110nm

[0379] *11 발광 소자 4: 30nm, 발광 소자 5: 40nm, 발광 소자 6: 22.5nm, 발광 소자 7: 50nm

[0380] 비교 발광 소자 4 : 10nm, 비교 발광 소자 5: 10nm, 비교 발광 소자 6: 15nm

[0381] *12 발광 소자 4 내지 7: 10nm, 비교 발광 소자 4 내지 6: 15nm

[0382] *13 발광 소자 4 내지 7

[0383] 2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(mpmpm)₂(acac)]=0.8:0.2:0.06, 40nm

[0384] 비교 발광 소자 4 내지 6

[0385] 2mDBTBPDq-II:PCBBiF:[Ir(tBuppm)₂(acac)]=0.7:0.3:0.06, 20nm

[0386] +2mDBTBPDq-II:[Ir(dmdppr-dmp)₂(divm)]=1:0.06, 20nm

[0387] * 14 발광 소자 4 내지 7: 15nm, 비교 발광 소자 4 내지 6: 30nm

[0388] * 15 발광 소자 4 내지 7: 20nm, 비교 발광 소자 4 내지 6: 15nm

[0389] * 16 발광 소자 4 및 비교 발광 소자 4: 적색 2.4 μm

[0390] 발광 소자 5: 황색 0.8 μm

[0391] 발광 소자 6 및 비교 발광 소자 5: 녹색 1.3 μm

[0392] 발광 소자 7 및 비교 발광 소자 6: 청색 0.8 μm

[0393] 발광 소자 4 내지 7 및 비교 발광 소자 4 내지 6은 각각, 대기에 노출되지 않도록, 질소 분위기를 함유하는 글로브 박스에서 유리 기판을 사용하여 밀봉하였다(구체적으로는, 소자를 둘러싸도록 밀봉 재료를 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리(자외광 365nm, 6J/cm²)를 행하고 80℃에서 1시간 가열 처리를 행하였다). 그리고, 이들 발광 소자의 초기 특성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 행하였다.

[0394] 도 28은 발광 소자 4 내지 7의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이고, 도 29는 그 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이고, 도 30은 그 휘도-전압 특성을 나타낸 것이고, 도 31은 그 전류-전압 특성을 나타낸 것이고, 도 32는 그 색도 좌표를 나타낸 것이다.

[0395] 도 33은 비교 발광 소자 4 내지 6의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이고, 도 34는 그 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이고, 도 35는 그 휘도-전압 특성을 나타낸 것이고, 도 36은 그 전류-전압 특성을 나타낸 것이다.

[0396] 다음에, 발광 소자를 포함하는 발광 장치의, 색도 약 D65의 백색의 광을 얻기 위한 소비전력을 계산하였다. 발광 장치의 소비전력은 다음 조건하에서 계산하였다.

[0397] [표 6]

패널 크기	4.3(인치) (종횡비 16:9)
패널 면적	51.0(cm ²)
개구율	35%
전면 백색(실효 휘도)	300(cd/m ²)

[0398]

[0399] 표 7은 본 실시예의 발광 장치의 계산 결과를 나타낸 것이고, 표 8은 비교예의 발광 장치의 계산 결과를 나타낸 것이다.

[0400] [표 7]

발광 소자	전압 (V)	전류 밀도 (mA/cm ²)	CIE 색도 (x, y)	휘도 (cd/m ²)	전류 효율 (cd/A)	소비전력 (mW)
4(적색)	—	—	(0.67, 0.33)	—	22.1	0
5(황색)	5.9	2.2	(0.44, 0.55)	2956	137	57.2
6(녹색)	5.3	0.23	(0.33, 0.66)	139	61.1	5.3
7(청색)	6.4	7.2	(0.17, 0.07)	334	4.66	203.7

[0401]

[0402] [표 8]

비교 발광 소자	전압 (V)	전류 밀도 (mA/cm ²)	CIE 색도 (x, y)	진성 휘도 (cd/m ²)	전류 효율 (cd/A)	소비전력 (mW)
4(적색)	6.0	2.1	(0.67, 0.33)	572	27.8	73.7
5(녹색)	6.3	2.7	(0.29, 0.70)	1792	67.2	99.2
6(청색)	6.6	5.6	(0.16, 0.06)	208	3.72	221.1

[0403]

[0404]

상술한 계산 결과에서, 실효 휘도는 진성 휘도×개구율×1/4(각 부화소의 면적비(발광 장치에서 하나의 화소가 적색, 녹색, 청색, 및 황색의 4개의 부화소를 포함한다고 가정))의 계산으로부터 얻었고; 전류량은 전류 밀도×패널 면적×개구율×1/4(각 부화소의 면적비)의 계산으로부터 얻었고; 표시부의 소비전력은 전류량×전압의 계산으로부터 얻었다.

[0405]

표 7 및 표 8로부터 볼 수 있듯이, 본 실시예의 발광 장치의 백색의 광을 얻기 위한 소비전력은 266mW이고, 비교예의 발광 장치의 백색의 광을 얻기 위한 소비전력은 394mW였기 때문에, 본 실시예의 발광 장치는 비교예보다 전력을 적게 소비한다. 비교예의 발광 장치에서는, 백색의 광을 방출할 때에 비교 발광 소자 4(적색)와 비교 발광 소자 5(녹색)의 양쪽이 일정한 비율의 진성 휘도를 필요로 한다. 한편, 본 실시예의 발광 장치에서는, 백색의 광을 방출할 때에 발광 소자 4(적색)가 광을 방출하지 않고 발광 소자 6(녹색)의 발광 휘도가 139cd/m²로 낮기 때문에, 이들이 실질적으로 소비전력에 영향을 미치지 않는다. 즉, 본 실시예의 발광 장치에서는, 백색 발광을 나타낼 때에 실질적으로 발광 소자 7(청색) 및 발광 소자 5(황색)만이 광을 방출한다. 본 실시예와 비교예의 발광 장치들의 청색 발광 소자의 소비전력은 실질적으로 동일하지만, 발광 소자 5(황색)의 전류 효율이 137cd/A로 높기 때문에, 본 실시예의 발광 장치의 소비전력은 비교예의 발광 장치보다 현저히 낮았다.

[0406]

(실시예 3)

[0407]

본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치가 색도 약 D65의 백색 표시를 휘도 300cd/m²로 행하는 경우의 휘도 열화의 추정 결과를 나타낸다. 본 실시예에서는, 전류 밀도가 일정한 조건하에서, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치의 발광 소자와 동일한 구조를 가지는 발광 소자 8(청색)과 발광 소자 9(황색)의 구동 테스트를 행하였다. 발광 소자 8의 초기 휘도는 300cd/m²로 설정하고, 발광 소자 9의 초기 휘도는 3000cd/m²로 설정하였다. 이들 값은 다음 조건으로 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치에서 색도 약 D65의 백색 표시를 행하기 위하여 필요한 휘도값에 가깝다. 백색 표시를 행하는 것으로 가정하여 구동 테스트를 행한 이유는, 백색 표시를 위해서는 연속적으로 발광을 행할 필요가 있고, 이에 따라 소자는 백색 표시를 행할 때에 가장 빨리 열화되기 때문이다.

[0408]

[표 9]

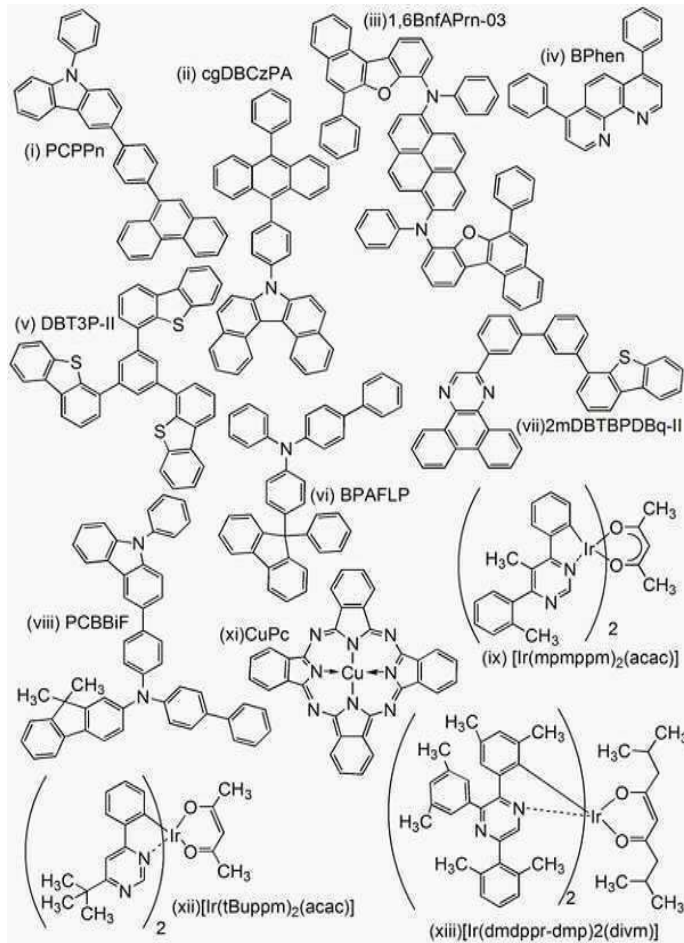
패널 크기	4.3(인치) (중형비 16:9)
패널 면적	51.0(cm ²)
개구율	35%
전면 백색(실효 휘도)	300(cd/m ²)

[0409]

[0410]

또한, 광은 황색 발광층으로부터 추출되기 때문에 적색 발광 소자 또는 녹색 발광 소자는 황색 발광 소자와 비슷한 열화 거동을 나타낼 것으로 생각되고, 또한 색도 약 D65의 백색 표시를 행할 때에 필요한 적색 발광 소자 및 녹색 발광 소자의 휘도는 실시예 2에 기재된 바와 같이 낮아, 이들은 신뢰성에 영향을 미치지 않기 때문에, 적색 발광 소자 또는 녹색 발광 소자에는 구동 테스트를 행하지 않았다.

[0411] 발광 소자 8 및 9에 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타내었다.



[0412]

[0413] (발광 소자 8 및 9의 제작 방법)

[0414] 먼저, 유리 기판 위에 은(Ag), 팔라듐(Pd), 및 구리(Cu)의 합금막(이하에서 이 합금막을 APC라고 함)을 스퍼터링법에 의하여 형성하여 제 1 전극(반사 전극)을 형성하였다. 제 1 전극의 두께는 100nm이고 전극 면적은 2mm × 2mm였다.

[0415] 다음에, 투명 도전막으로서, 제 1 전극 위에 산화 실리콘을 함유하는 인듐 주석 산화물의 막을 스퍼터링법에 의하여 형성하였다. 발광 소자 8(청색)의 투명 도전막의 두께는 85nm이고, 발광 소자 9(황색)의 투명 도전막의 두께는 65nm였다.

[0416] 그리고, 유기 화합물층의 증착의 전처리로서, 반사 전극 및 투명 도전막이 제공된 기판의 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 베이킹을 행한 다음, 370초 동안 UV 오존 처리를 행하였다.

[0417] 그 후, 압력이 약 10⁻⁴ Pa로 감압된 진공 증착 장치로 기판을 옮겨서 진공 증착 장치의 가열 챔버에서 170℃에서 30분 동안 진공 베이킹을 행한 다음, 기판을 30분 동안 냉각시켰다.

[0418] 그리고, 투명 도전막이 형성된 면이 아래쪽을 향하도록, 기판을 진공 증착 장치에 제공된 기판 홀더에 고정시켰다. 그 후, 투명 도전막 상에, 저항 가열을 사용한 공증착에 의하여, 구조식(xiv)으로 표기되는 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: PCzPA) 및 산화 몰리브데넘(VI)을 퇴적함으로써 제 1 정공 주입층을 형성하였다. 발광 소자 8(청색)의 제 1 정공 주입층의 두께는 40nm이고, 발광 소자 9(황색)의 제 1 정공 주입층의 두께는 45nm였다. 산화 몰리브데넘에 대한 PCzPA의 중량비는 1:0.5로 조정하였다.

[0419] 다음에, 제 1 정공 주입층 상에 PCzPA를 퇴적하여 제 1 정공 수송층을 형성하였다. 제 1 정공 수송층의 두께는 20nm였다.

[0420] 제 1 정공 수송층 상에, 구조식(ii)으로 표기되는 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[*c, g*]카바졸(약칭: cgDBCzPA) 및 구조식(iii)으로 표기되는 *N, N'*-(피렌-1,6-다이일)비스[(6, *N'*-다이페닐벤조[*b*]나프토[1,2-*d*]퓨

란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-03)을, 1,6BnfAPrn-03에 대한 cgDBCzPA의 중량비가 1:0.03이 되도록 두께 25nm로 퇴적함으로써 제 1 발광층을 형성하였다.

[0421] 그리고, cgDBCzPA를 두께 10nm로 퇴적하고, 구조식(vi)으로 표기되는 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 두께 10nm로 퇴적하는 식으로, 제 1 발광층 위에 제 1 전자 수송층을 형성하였다.

[0422] 제 1 전자 수송층을 형성한 후, 산화 리튬(Li₂O)을 두께 0.1nm로 증착하였다. 그리고, 구조식(xi)으로 표기되는 구리 프탈로시아닌(약칭: CuPc)을 두께 2nm로 증착하였다. 그 후, PCzPA 및 산화 몰리브데넘을, 산화 몰리브데넘에 대한 PCzPA의 중량비가 1:0.5가 되도록 공증착하였다. 이와 같이 하여 중간층을 형성하였다. 중간층의 두께는 12.5nm였다.

[0423] 다음에, 중간층 상에, PCzPA를 두께 20nm로 증착함으로써 제 2 정공 수송층을 형성하였다.

[0424] 제 2 정공 수송층을 형성한 후, 구조식(vii)으로 표기되는 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTBPDBq-II), 구조식(viii)으로 표기되는 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 구조식(ix)으로 표기되는 비스(2-[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-피리미딘일-κM]페닐-κC)(2,4-벤테인다이오네이트-κ²O,O')이리듐(III)(약칭: [Ir(mpppm)₂(acac)]₂)을, PCBBiF 및 [Ir(mpppm)₂(acac)]에 대한 2mDBTBPDBq-II의 중량비가 0.8:0.2:0.06이 되도록 공증착하였다. 이와 같이 하여 제 2 발광층을 형성하였다. 제 2 발광층의 두께는 40nm였다.

[0425] 제 2 발광층 상에, 2mDBTBPDBq-II를 두께 15nm로 증착하였다. 2mDBTBPDBq-II 상에, BPhen을 두께 20nm로 증착하였다. 이와 같이 하여 제 2 전자 수송층을 형성하였다.

[0426] 그 후, 플루오린화 리튬을 두께 1nm로 증착하여 전자 주입층을 형성하였다. 그리고, 은과 마그네슘을 두께 15nm, 체적비 1:0.1(=은:마그네슘)로 공증착하였다. 다음에, 스퍼터링법에 의하여 ITO를 두께 70nm로 퇴적하였다. 이와 같이 하여 제 2 전극(반투과·반반사 전극)을 형성하였다. 상술한 단계를 거쳐, 발광 소자 8(청색) 및 발광 소자 9(황색)를 제작하였다. 또한, 상술한 모든 증착 단계에서, 증착은 저항 가열법에 의하여 행하였다.

[0427] 발광 소자 8 및 9의 소자 구조를 이하에 열거하였다.

[표 10]

반사 전극		정공 주입층	제 1 정공 수송층	제 1 발광층	제 1 전자 수송층	
APC	ITSO	PCzPA:MoO _x 1:0.5	PCzPA	cgDBCzPA:1,6BnfAPrn-03 1:0.03	cgDBCzPA	BPhen
100nm	*19	*20	20nm	25nm	10nm	10nm

*22로 계속

중간층			제 2 정공 수송층	제 2 발광층	제 2 전자 수송층	
Li ₂ O	CuPc	PCzPA:MoO _x 1:0.5	PCzPA	2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(mpppm) ₂ (acac)] 0.8:0.2:0.06	2mDBTBPDBq-II	BPhen
0.1nm	2nm	12.5nm	20nm	40nm	15nm	20nm

*22

*23으로 계속

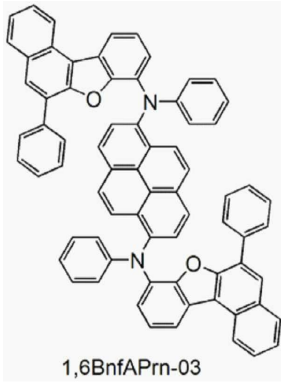
전자 주입층	반투과·반반사 전극		컬러 필터
LiF	Ag:Mg	ITO	*21
1nm	1:0.1 15nm	70nm	

*23

[0429]

[0430] * 19 발광 소자 8: 85nm, 발광 소자 9: 65nm

- [0431] *20 발광 소자 8: 40nm, 발광 소자 9: 45nm
- [0432] *21 발광 소자 8: 청색 0.8 μm, 발광 소자 9: 황색 0.8 μm
- [0433] 발광 소자 8(청색) 및 발광 소자 9(황색)는 각각, 대기에 노출되지 않도록, 질소 분위기를 함유하는 글로브 박스에서 유리 기판을 사용하여 밀봉하였다(구체적으로는, 소자를 둘러싸도록 밀봉 재료를 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리(자외광 365nm, 6J/cm²)를 행하고 80℃에서 1시간 가열 처리를 행하였다). 그리고, 이들 발광 소자의 초기 특성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 행하였다. 발광 소자 8에 대해서는, 청색 컬러 필터를 통과하는 광에 대하여 측정을 행하였다. 발광 소자 9에 대해서는, 황색 컬러 필터를 통과하는 광에 대하여 측정을 행하였다.
- [0434] 도 39는 발광 소자 8(청색) 및 발광 소자 9(황색)의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이고, 도 40은 그 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이고, 도 41은 그 휘도-전압 특성을 나타낸 것이고, 도 42는 그 전류-전압 특성을 나타낸 것이고, 도 43은 그 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다. 이들 그래프에 나타낸 바와 같이 발광 소자 8 및 발광 소자 9는 양호한 특성을 가진다.
- [0435] 다음에, 발광 소자 8의 초기 휘도가 300cd/m²이고, 발광 소자 9의 초기 휘도가 3000cd/m²이고, 전류 밀도가 일정한 조건하에서 발광 소자 8(청색) 및 발광 소자 9(황색)의 구동 테스트를 행하였다. 도 44는 초기 휘도를 100%로 하였을 때의 구동 시간에 따른 휘도의 변화를 나타낸 것이다.
- [0436] 도 44에 나타낸 바와 같이, 발광 소자 8의 휘도는 초기 휘도의 90%까지 저하되는 데 약 2300시간이 걸렸고, 발광 소자 9의 휘도는 초기 휘도의 90%까지 저하되는 데 약 6000시간이 걸렸다. 이들 결과는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치는 전력을 현저히 적게 소비하고, 휘도 열화가 적으며 실용에 충분한 높은 신뢰성을 가지는 것을 나타낸다.
- [0437] (실시예 4)
- [0438] 본 실시예에서는 컬러 필터 방식을 사용한 254ppi의 발광 장치를 실제로 제작하였다. 도 37은 제작한 발광 장치의 사진이다. 각 화소에는, 각각 50 μm×50 μm의 적색, 황색, 녹색, 및 청색의 부화소가 2×2의 매트릭스로 배치되어 있다. 도 38은 정지 화상을 표시할 때의 본 실시예의 발광 장치의 소비전력과, 적색, 녹색, 및 청색의 부화소를 사용한 백색 컬러 필터 방식을 사용한 비교예의 발광 장치의 소비전력의 비교를 나타낸 것이다. 정지 화상을 표시하는 패널부의 소비전력을 피크 휘도 300cd/m²에서 계산하였다.
- [0439] 도 38로부터 본 실시예의 발광 장치의 소비전력이 비교예의 발광 장치보다 낮은 것이 분명하다. 본 발명의 소비전력의 저하는, 백색 표시 영역이 큰 면적을 차지하는 화상을 표시할 때에 특히 현저하다. 백색 표시 영역이 큰 면적을 차지하는 화상을 표시할 때의 소비전력은 가장 높고, 흑색 표시 영역의 비율이 높을수록 각 패널에서 단위 면적당 소비전력이 낮아진다. 이는 액정 디스플레이에서는 백 라이트가 온으로 유지될 필요가 있는 한편, OLED는 흑색을 표시할 때에 광을 방출하지 않기 때문이다.
- [0440] (참고예)
- [0441] 본 참고예에서는 실시예에서 사용한 유기 화합물인 *N,N'*-(피렌-1,6-다이일)비스[(6,*N*-다이페닐벤조[*b*]나프토[1,2-*d*]푸란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-03)의 합성 방법에 대하여 설명한다. 또한, 1,6BnfAPrn-03의 구조를 아래에 나타낸다.



[0442]

[0443]

<단계 1: 6-아이오도벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란의 합성>

[0444]

500mL 3구 플라스크에 8.5g(39mmol)의 벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란을 넣고, 플라스크 내의 공기를 질소로 치환하였다. 그리고, 거기에 195mL의 테트라하이드로퓨란을 첨가하였다. 이 용액을 -75℃까지 냉각하였다. 그리고, 이 용액에 25mL(40mmol)의 *n*-부틸리튬(1.59mol/L *n*-헥세인 용액)을 적하하였다. 적하 후, 결과적으로 생긴 용액을 실온에서 1시간 동안 교반하였다.

[0445]

소정 시간 후, 결과적으로 생긴 용액을 -75℃까지 냉각하였다. 그리고, 10g(40mmol)의 아이오딘을 40mL의 THF에 용해한 용액을 이 용액에 적하하였다. 적하 후, 결과적으로 생긴 용액의 온도를 실온으로 되돌리면서 이 용액을 17시간 동안 교반하였다. 소정 시간 후, 싸이오황산소듐의 수용액을 혼합물에 첨가하고, 결과적으로 생긴 혼합물을 1시간 동안 교반하였다. 그리고, 혼합물의 유기층을 물로 세정하고 황산 마그네슘을 사용하여 건조하였다. 건조 후, 이 혼합물을 중력 여과하여 용액을 얻었다. 결과적으로 생긴 용액을 셀라이트(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., 제 카탈로그 번호: 531-16855) 및 플로리실(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., 제 카탈로그 번호: 540-00135)을 통하여 흡인 여과하여 여과액을 얻었다. 결과적으로 생긴 여과액을 농축하여 고체를 얻었다. 결과적으로 생긴 고체를 톨루엔으로 재결정화하여 목적 물질인 백색 분말 6.0g(18mmol)을 수율 45%로 얻었다. 단계 1의 합성 스킴을 아래에 나타낸다.

[0446]

[0447]

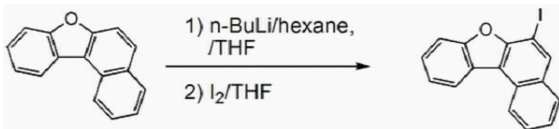
<단계 2: 6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란의 합성>

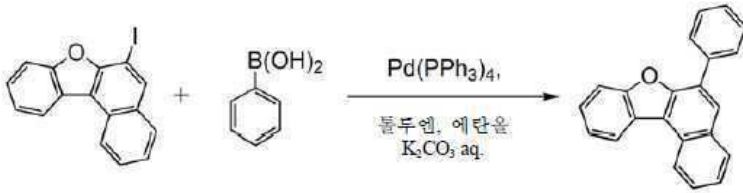
[0448]

200mL 3구 플라스크에 6.0g(18mmol)의 6-아이오도벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란, 2.4g(19mmol)의 페닐보론산, 70mL의 톨루엔, 20mL의 에탄올, 및 22mL의 탄산 포타슘의 수용액(2.0mol/L)을 넣었다. 압력을 낮추면서 교반함으로써 이 혼합물을 탈기하였다. 탈기 후, 플라스크 내의 공기를 질소로 치환한 다음, 혼합물에 480mg(0.42mmol)의 테트라키스(트라이페닐포스핀)팔라듐(0)을 첨가하였다. 결과적으로 생긴 혼합물을 질소 기류 하에서 12시간 동안 90℃에서 교반하였다.

[0449]

소정 시간 후, 이 혼합물에 물을 첨가하고, 수성층에 톨루엔을 사용한 추출을 행하였다. 추출된 용액과 유기층을 혼합하고, 이 혼합물을 물로 세정한 다음, 황산마그네슘을 사용하여 건조하였다. 이 혼합물을 중력 여과하여 여과액을 얻었다. 결과적으로 생긴 여과액을 농축하여 고체를 얻었고, 결과적으로 생긴 고체를 톨루엔에 용해하였다. 결과적으로 생긴 용액을 셀라이트(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., 제 카탈로그 번호: 531-16855), 플로리실(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., 제 카탈로그 번호: 540-00135), 및 알루미늄을 통하여 흡인 여과하여 여과액을 얻었다. 결과적으로 생긴 여과액을 농축하여 고체를 얻었다. 결과적으로 생긴 고체를 톨루엔으로 재결정화하여 목적 물질인 백색 고체 4.9g(17mmol)을 수율 93%로 얻었다. 단계 2의 합성 스킴을 아래에 나타낸다.





[0450]

[0451]

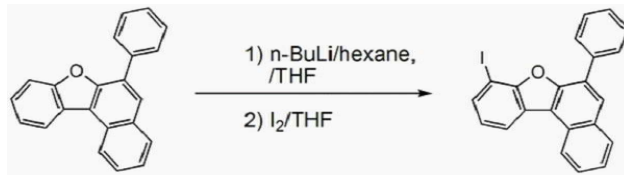
<단계 3: 8-아이오도-6-페닐벤조[b]나프토[1,2,d]퓨란의 합성>

[0452]

300mL 3구 플라스크에 4.9g(17mmol)의 6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란을 넣고, 플라스크 내의 공기를 질소로 치환하였다. 그리고, 거기에 87mL의 THF를 첨가하였다. 결과적으로 생긴 용액을 -75°C 까지 냉각하였다. 그리고, 이 용액에 11mL(18mmol)의 *n*-부틸 리튬(1.59mol/L *n*-헥세인 용액)을 적하하였다. 적하 후, 결과적으로 생긴 용액을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 소정 시간 후, 결과적으로 생긴 용액을 -75°C 까지 냉각하였다. 그리고, 결과적으로 생긴 용액에, 4.6g(18mmol)의 아이오딘을 18mL의 THF에 용해한 용액을 적하하였다.

[0453]

결과적으로 생긴 용액의 온도를 실온으로 되돌리면서 이 용액을 17시간 동안 교반하였다. 소정 시간 후, 싸이오황산소듐의 수용액을 혼합물에 첨가하고, 결과적으로 생긴 혼합물을 1시간 동안 교반하였다. 그리고, 혼합물의 유기층을 물로 세정하고 황산 마그네슘을 사용하여 건조하였다. 이 혼합물을 자연 여과하여 용과액을 얻었다. 결과적으로 생긴 용과액을 셀라이트(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., 제 카탈로그 번호: 531-16855), 플로리실(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., 제 카탈로그 번호: 540-00135), 및 알루미늄을 통하여 흡인 여과하여 여과액을 얻었다. 결과적으로 생긴 여과액을 농축하여 고체를 얻었다. 결과적으로 생긴 고체를 톨루엔으로 재결정화하여 목적 물질인 백색 고체 3.7g(8.8mmol)을 수율 53%로 얻었다. 단계 3의 합성 스킴을 아래에 나타낸다.



[0454]

[0455]

<단계 4: 1,6BnfAPrn-03의 합성>

[0456]

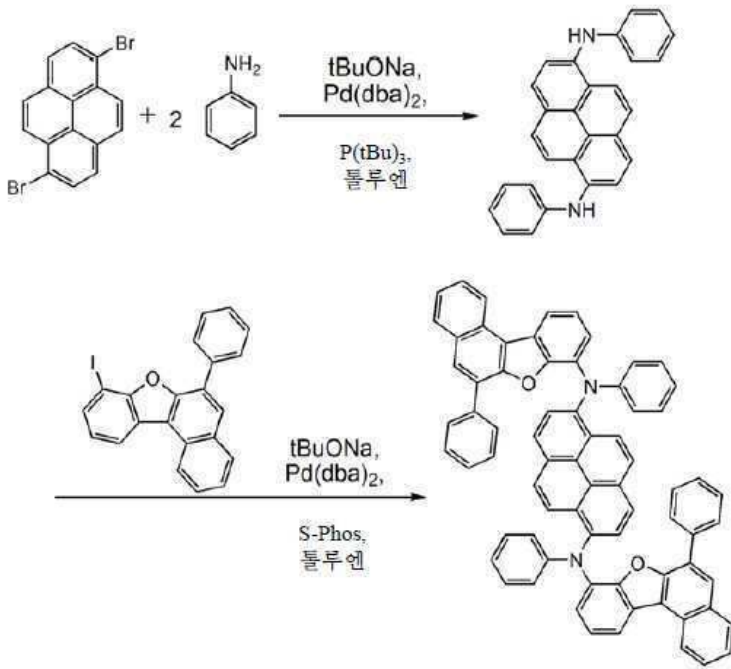
100mL 3구 플라스크에 0.71g(2.0mmol)의 1,6-다이브로모피렌, 1.0g(10.4mmol)의 소듐-*tert*-부톡사이드, 10mL의 톨루엔, 0.36mL(4.0mmol)의 아닐린, 및 0.3mL의 *tert*-부틸포스핀(10wt% 헥세인 용액)을 넣고, 플라스크 내의 공기를 질소로 치환하였다. 이 혼합물에 50mg(85 μmol)의 비스(다이벤질리덴아세톤)팔라듐(0)을 첨가하고, 결과적으로 생긴 혼합물을 80°C 에서 2시간 동안 교반하였다.

[0457]

소정 시간 후, 결과적으로 생긴 혼합물에 1.7g(4.0mmol)의 8-아이오도-6-페닐벤조[b]나프토[1,2,d]퓨란, 180mg(0.44mmol)의 2-다이사이클로헥실포스피노-2',6'-다이메톡시바이페닐(약칭: S-Phos), 및 50mg(85 μmol)의 비스(다이벤질리덴아세톤)팔라듐(0)을 첨가하고, 결과적으로 생긴 혼합물을 100°C 에서 15시간 동안 교반하였다. 소정 시간 후, 결과적으로 생긴 혼합물을 셀라이트(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., 제 카탈로그 번호: 531-16855)를 통하여 여과하여 여과액을 얻었다. 결과적으로 생긴 여과액을 농축하여 고체를 얻었다. 결과적으로 생긴 고체를 에탄올을 사용하여 세정하고, 톨루엔으로 재결정화하여 목적 물질인 황색 고체 1.38g(1.4mmol)을 수율 71%로 얻었다.

[0458]

트레인 서블리메이션법에 의하여, 결과적으로 생긴 황색 고체 1.37mg(1.4mmol)을 승화에 의하여 정제하였다. 서블리메이션에 의한 정제는 아르곤 유량 10mL/min, 2.3Pa의 압력하에서 황색 고체를 370°C 에서 가열하여 행하였다. 서블리메이션에 의한 정제의 결과, 황색 고체 0.68g(0.70mmol)을 수율 50%로 얻었다. 단계 4의 합성 스킴을 아래에 나타낸다.



[0459]

[0460] 단계 4에서 얻어진 황색 고체의 핵자기 공명 분광법(¹H-NMR)에 의한 분석 결과를 아래에 기재한다. 이 결과는 1,6BnfAPrn-03이 얻어진 것을 나타낸다.

[0461] ¹H NMR (다이클로로메테인-d₂, 500MHz): δ=6.88(t, J=7.7Hz, 4H), 7.03-7.06(m, 6H), 7.11(t, J=7.5Hz, 2H), 7.13(d, J=8.0Hz, 2H), 7.28-7.32(m, 8H), 7.37(t, J=8.0Hz, 2H), 7.59(t, J=7.2Hz, 2H), 7.75(t, J=7.7Hz, 2H), 7.84(d, J=9.0Hz, 2H), 7.88(d, J=8.0Hz, 2H), 8.01(s, 2H), 8.07(d, J=8.0Hz, 4H), 8.14(d, J=9.0Hz, 2H), 8.21(d, J=8.0Hz, 2H), 8.69(d, J=8.5Hz, 2H).

부호의 설명

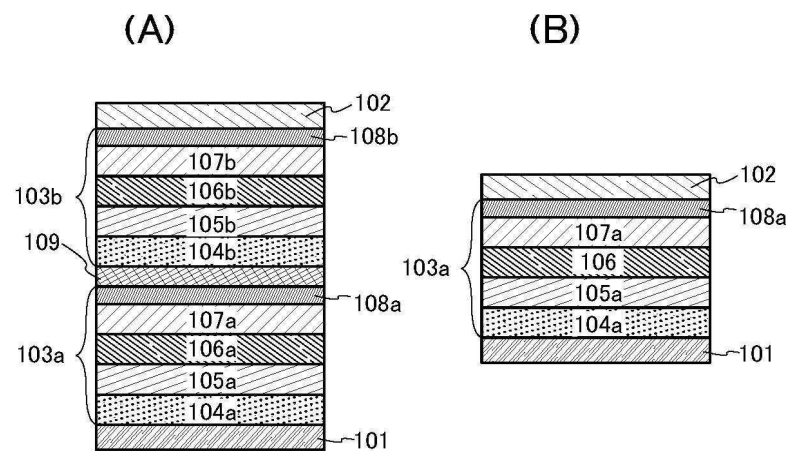
[0462] 101: 제 1 전극, 102: 제 2 전극, 103a: EL층, 103b: EL층, 104a: 정공 주입층, 104b: 정공 주입층, 105a: 정공 수송층, 105b: 정공 수송층, 106: 발광층, 106a: 발광층, 106b: 발광층, 107a: 전자 수송층, 107b: 전자 수송층, 108a: 전자 주입층, 108b: 전자 주입층, 109: 전하 발생층, 113: 제 1 발광층, 114: 제 2 발광층, 121: 게스트 재료(형광 재료), 122: 호스트 재료, 131: 게스트 재료(인광 재료), 132: 제 1 유기 화합물, 133: 제 2 유기 화합물, 134: 엑시플렉스, 501: 기관, 502: FET, 503: 제 1 전극, 504: 칸막이, 505: EL층, 506R: 발광 영역, 506G: 발광 영역, 506B: 발광 영역, 506W: 발광 영역, 506Y: 발광 영역, 507R: 발광 소자, 507G: 발광 소자, 507B: 발광 소자, 507W: 발광 소자, 507Y: 발광 소자, 508R: 착색층, 508G: 착색층, 508B: 착색층, 508Y: 착색층, 509: 흑색층(블랙 매트릭스), 510: 제 2 전극, 511: 밀봉 기관, 601: 소자 기관, 602: 화소부, 603: 구동 회로부(소스선 구동 회로), 604a: 구동 회로부(게이트선 구동 회로), 604b: 구동 회로부(게이트선 구동 회로), 605: 실란트, 606: 밀봉 기관, 607: 배선, 608: FPC(flexible printed circuit), 609: FET, 610: FET, 611: 스위칭 FET, 612: 전류 제어 FET, 613: 제 1 전극(애노드), 614: 절연체, 615: EL층, 616: 제 2 전극(캐소드), 617: 발광 소자, 618: 공간, 1100: 기관, 1102B: 제 1 전극, 1102G: 제 1 전극, 1102Y: 제 1 전극, 1102R: 제 1 전극, 1103d: 청색 발광층, 1103e: 정공 주입층 및 정공 수송층, 1103f: 황색 발광층, 1103h: 전자 수송층 및 전자 주입층, 1104: 제 2 전극, 1105: 블랙 매트릭스, 1106B: 컬러 필터, 1106G: 컬러 필터, 1106Y: 컬러 필터, 1106R: 컬러 필터, 1101: 밀봉 기관, 2000: 터치 패널, 2001: 터치 패널, 2501: 표시부, 2502R: 화소, 2502t: 트랜지스터, 2503c: 커패시터, 2503g: 주사선 구동 회로, 2503t: 트랜지스터, 2509: FPC, 2510: 기관, 2511: 배선, 2519: 단자, 2521: 절연층, 2528: 칸막이, 2550R: 발광 소자, 2560: 밀봉층, 2567BM: 차광층, 2567p: 반사 방지층, 2567R: 착색층, 2570: 기관, 2580R: 발광 모듈, 2590: 기관, 2591: 전극, 2592: 전극, 2593: 절연층, 2594: 배선, 2595: 터치 센서, 2597: 접착층, 2598: 배선, 2599: 접착층, 2601: 펄스 전압 출력 회로, 2602: 전류 검지 회로, 2603: 커패시터, 2611: 트랜지스터, 2612: 트랜지스터, 2613: 트랜지스터, 2621: 전극, 2622: 전극, 7100: 텔레비전 장치, 7101: 하우징, 7103: 표시부, 7105: 스탠드, 7107: 표시부, 7109: 조작 키, 7110: 리모컨, 7201: 본체, 7202: 하우징, 7203: 표시부, 7204:

키보드, 7205: 외부 접속 포트, 7206: 포인팅 디바이스, 7302: 하우징, 7304: 표시 패널, 7305: 시각을 나타내는 아이콘, 7306: 기타 아이콘, 7311: 조작 버튼, 7312: 조작 버튼, 7313: 접속 단자, 7321: 밴드, 7322: 클래스 스프, 7400: 휴대 전화, 7401: 하우징, 7402: 표시부, 7403: 조작 버튼, 7404: 외부 접속부, 7405: 스피커, 7406: 마이크론, 7407: 카메라, 7500(1): 하우징, 7500(2): 하우징, 7501(1): 표시부, 7501(2): 표시부, 7502(1): 표시부, 7502(2): 표시부, 8001: 조명 장치, 8002: 조명 장치, 8003: 조명 장치, 8004: 조명 장치, 9310: 휴대 정보 단말, 9311: 표시 패널, 9312: 표시 영역, 9313: 힌지, 및 9315: 하우징

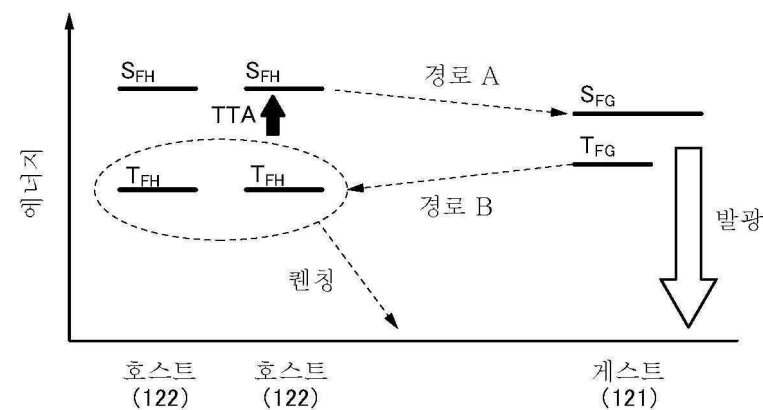
본 출원은 2014년 8월 8일에 일본 특허청에 출원된 일련 번호 2014-162532의 일본 특허 출원, 2014년 8월 8일에 일본 특허청에 출원된 일련 번호 2014-162576의 일본 특허 출원, 2014년 11월 28일에 일본 특허청에 출원된 일련 번호 2014-241188의 일본 특허 출원, 및 2015년 6월 30일에 일본 특허청에 출원된 일련 번호 2015-131156의 일본 특허 출원에 기초하고, 본 명세서에 그 전문이 참조로 통합된다.

도면

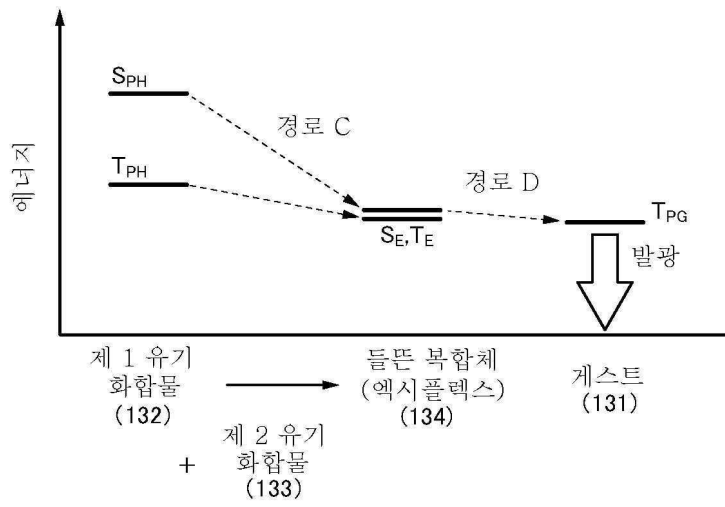
도면1



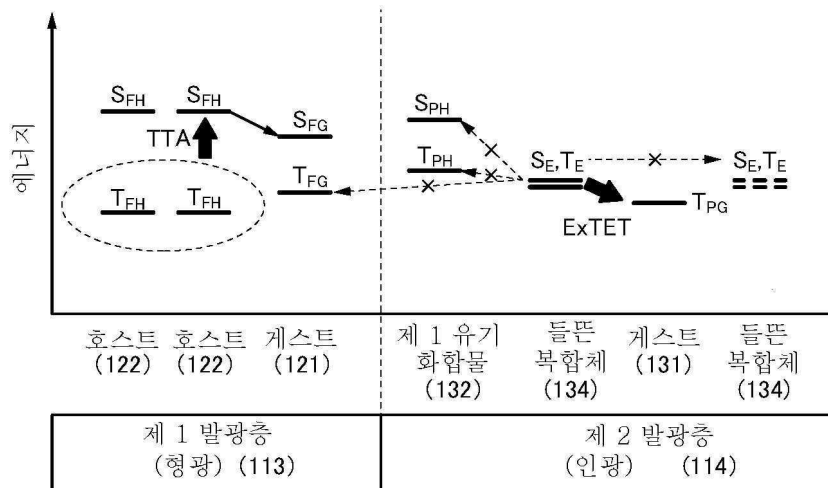
도면2



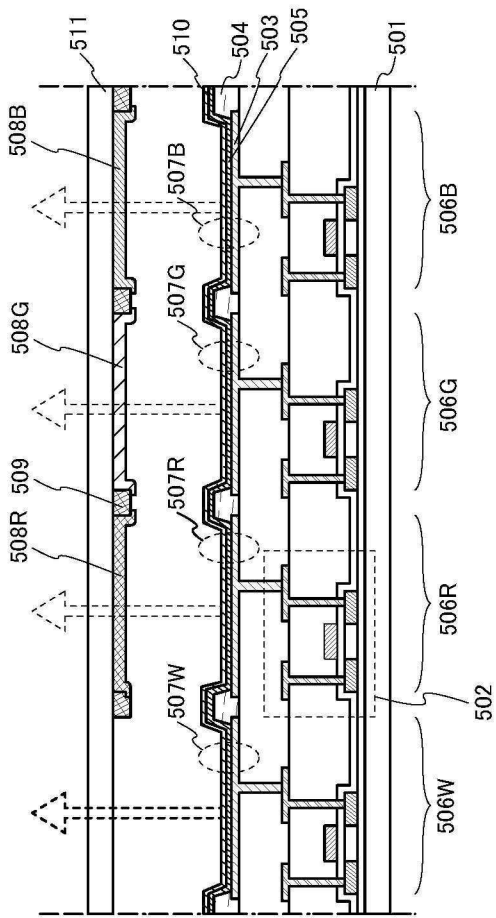
도면3



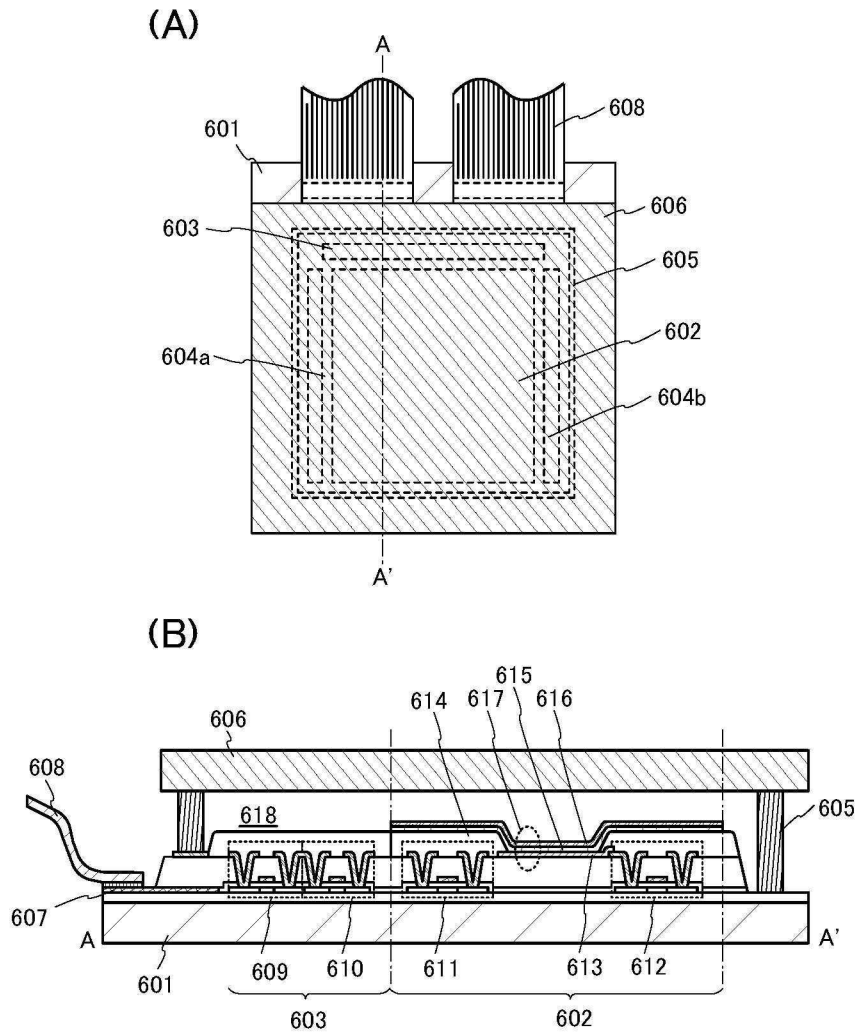
도면4



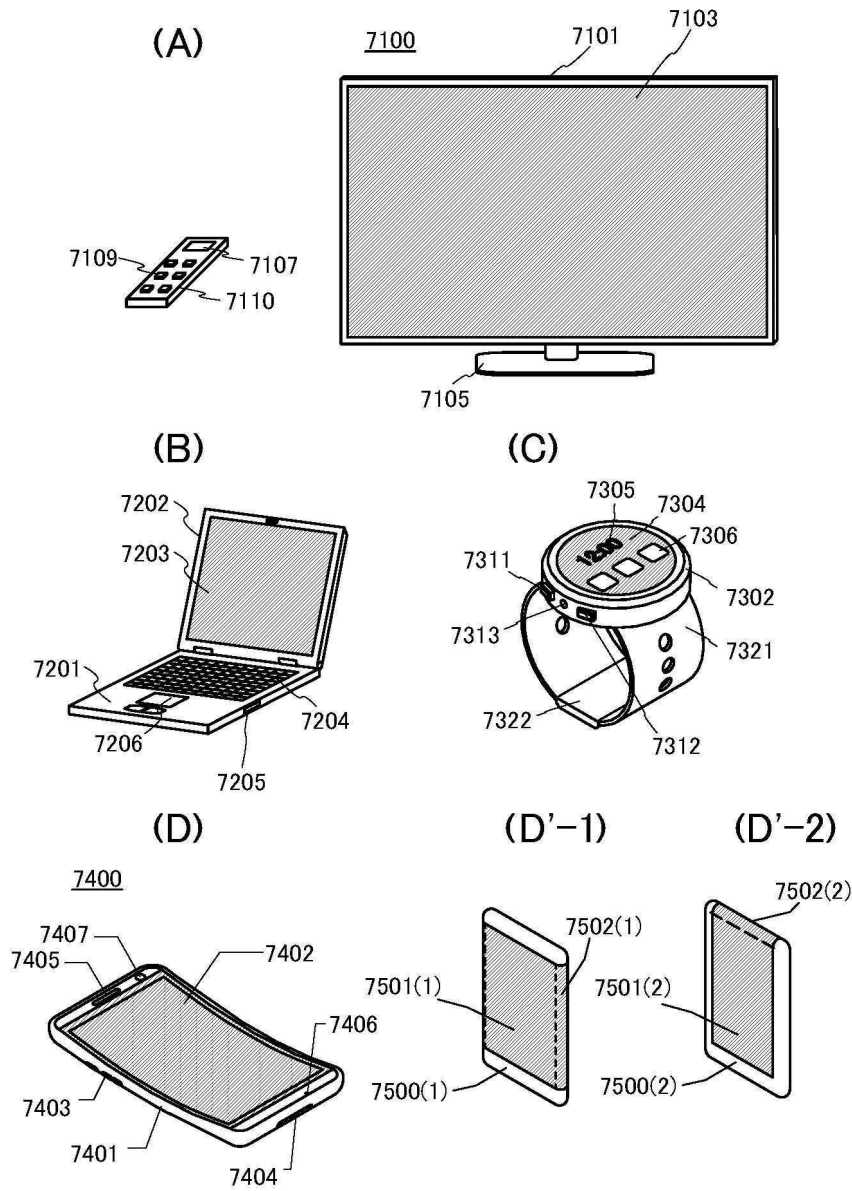
도면5



도면6

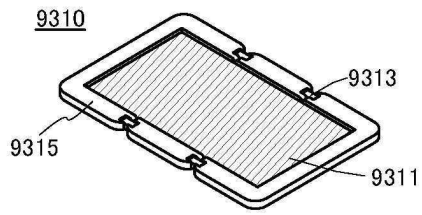


도면7

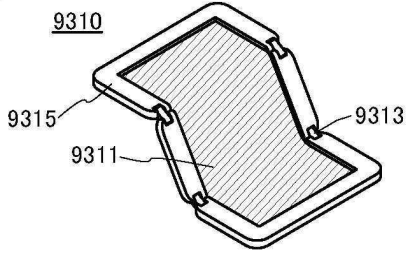


도면8

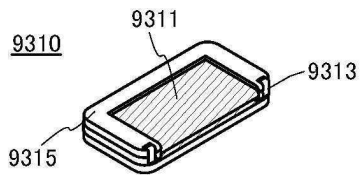
(A)



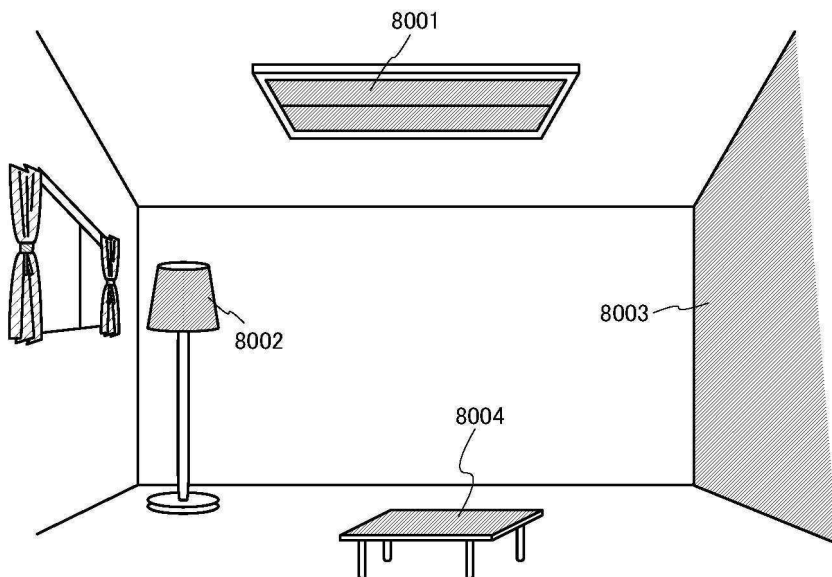
(B)



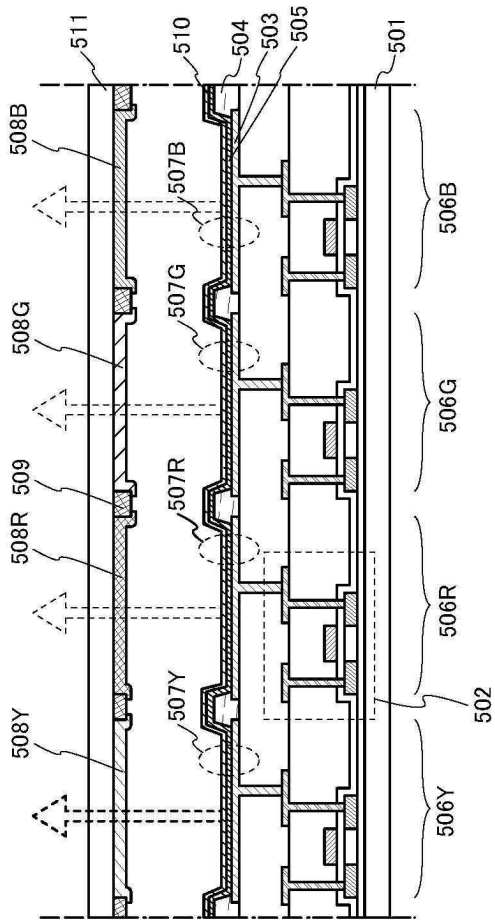
(C)



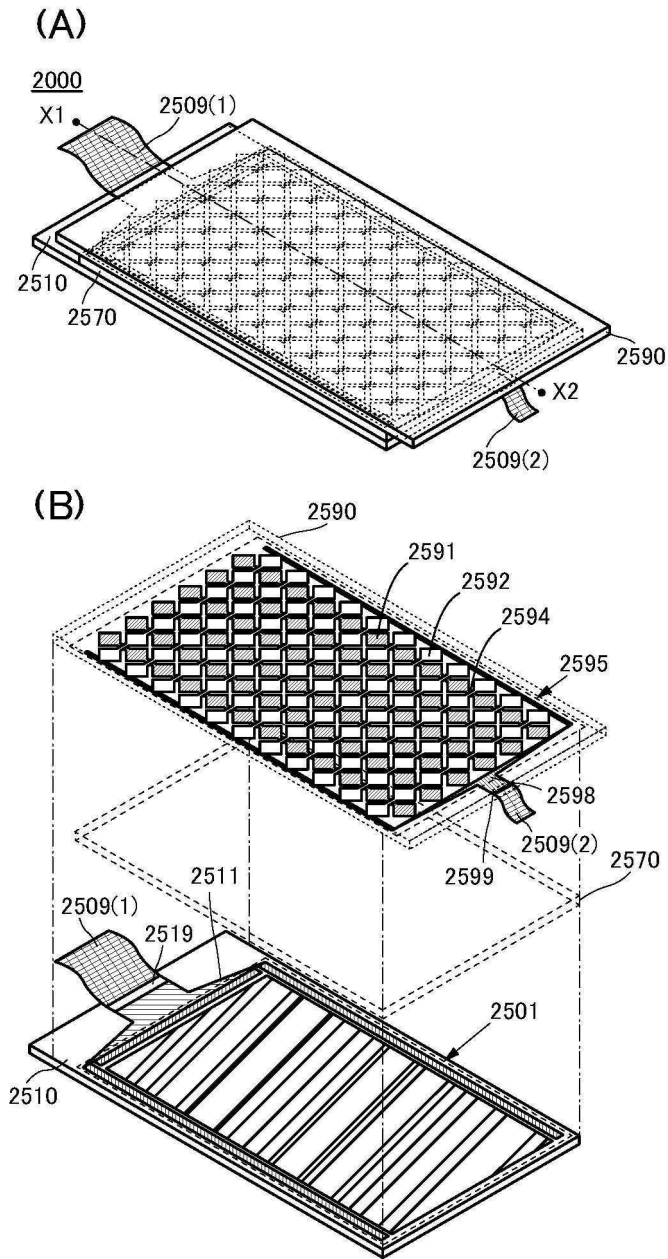
도면9



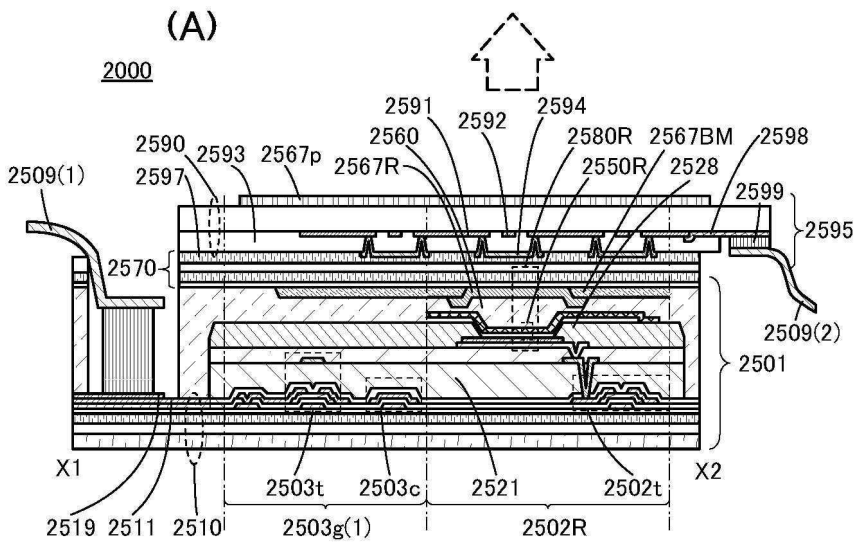
도면10



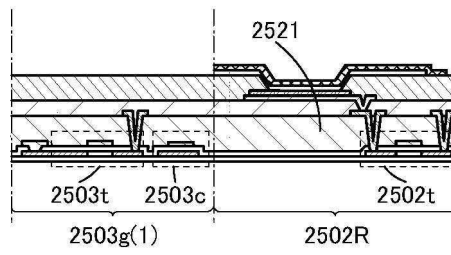
도면11



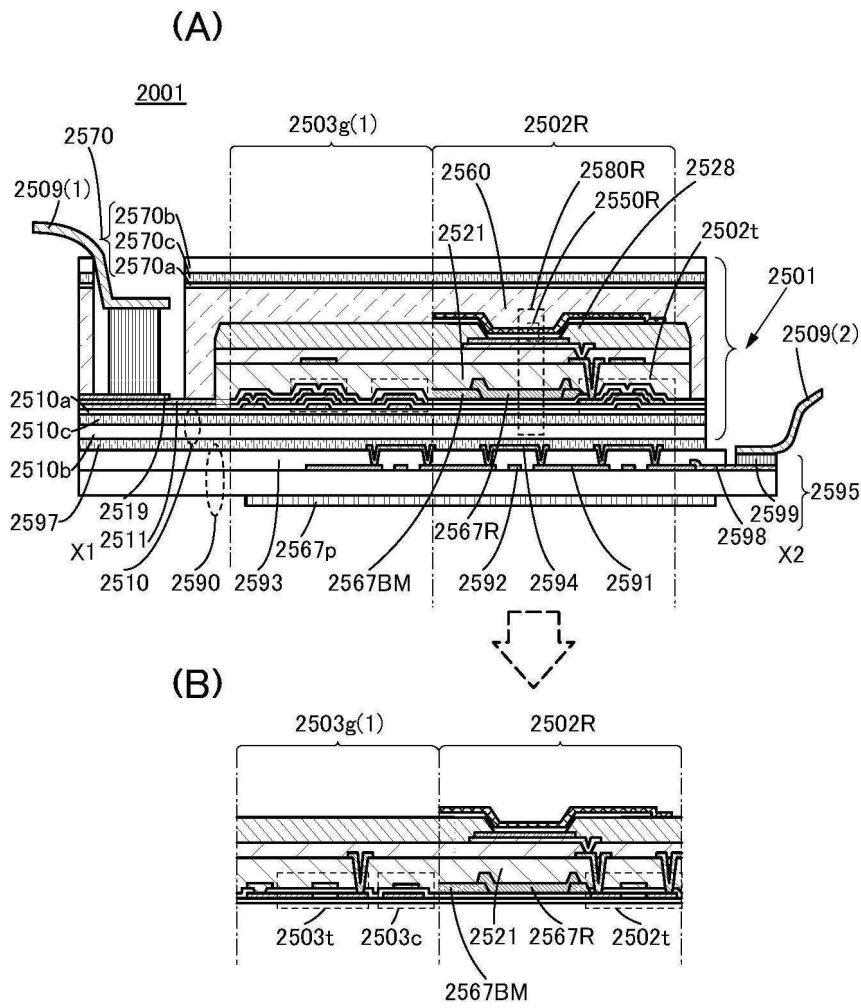
도면12



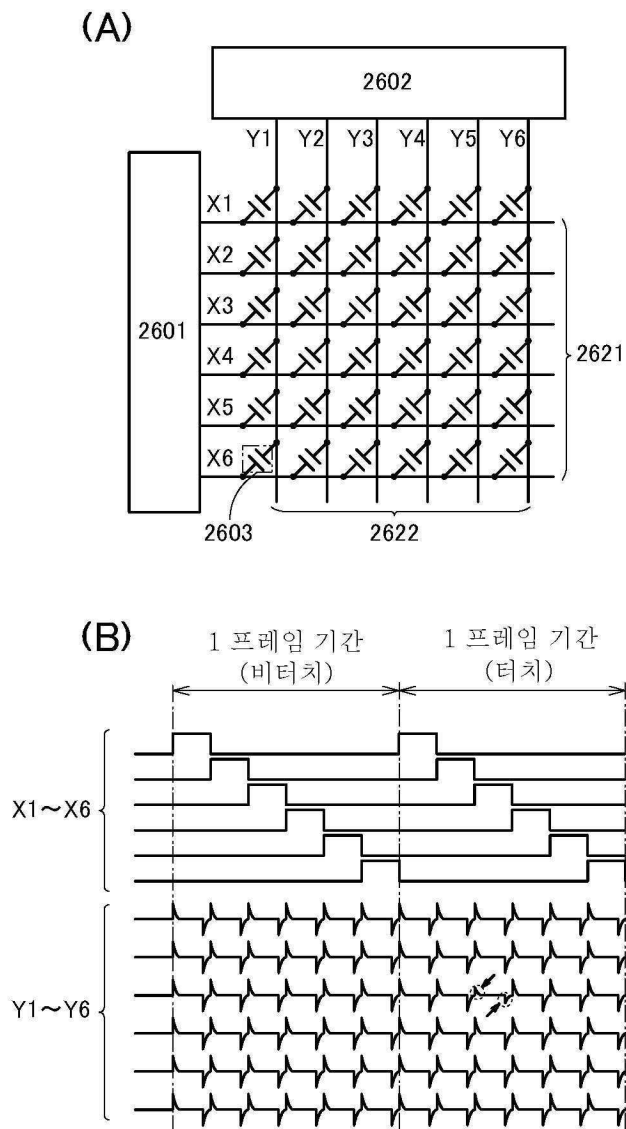
(B)



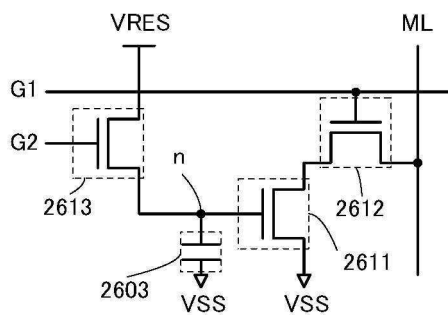
도면13



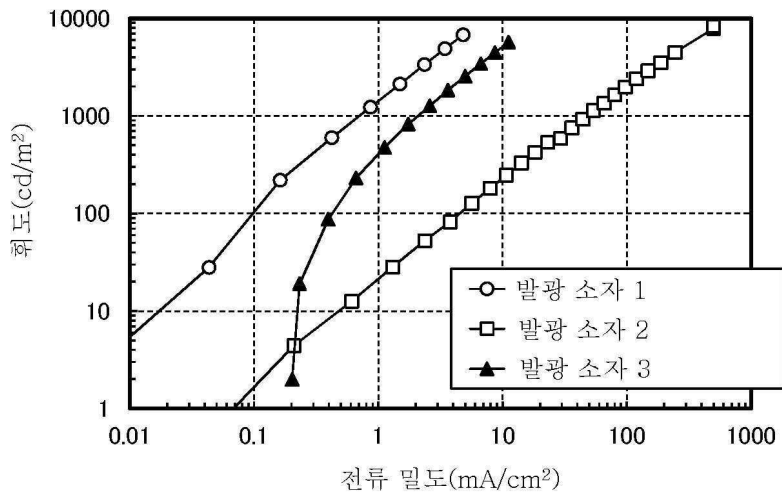
도면14



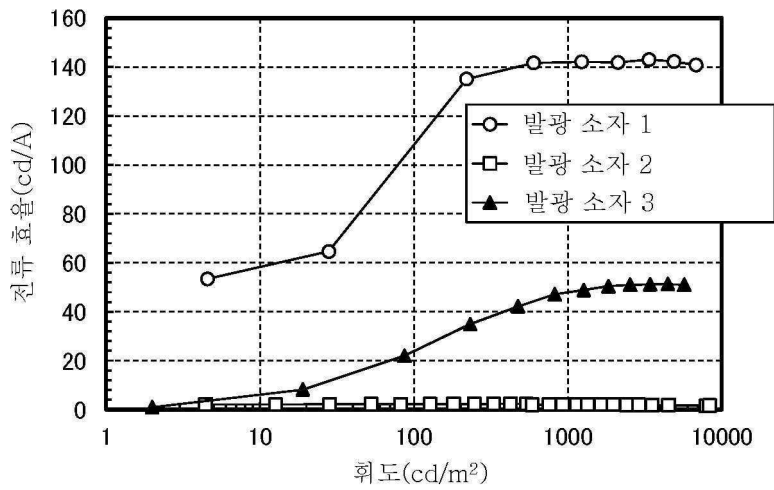
도면15



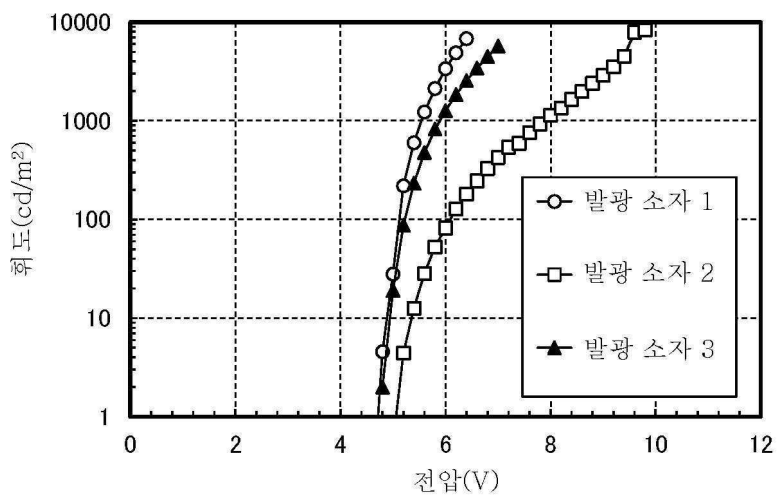
도면16



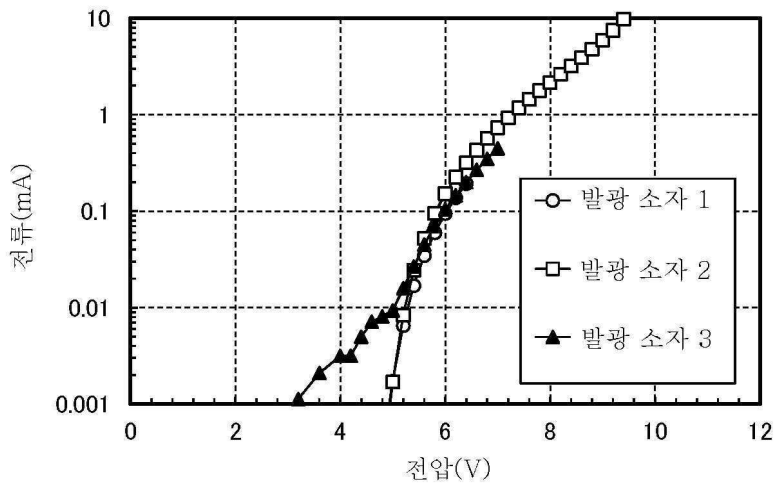
도면17



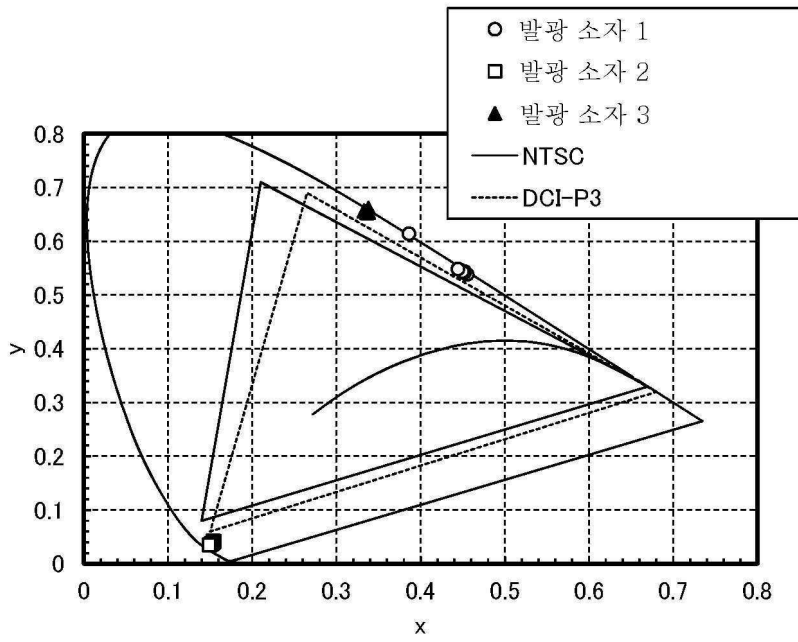
도면18



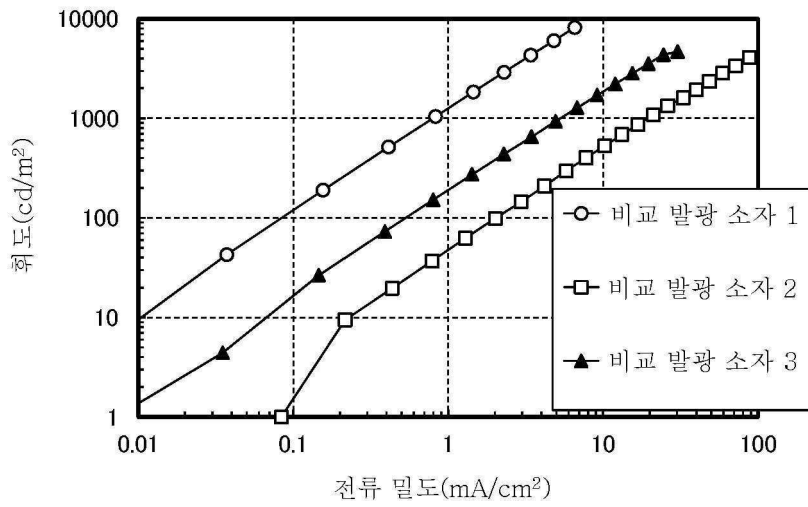
도면19



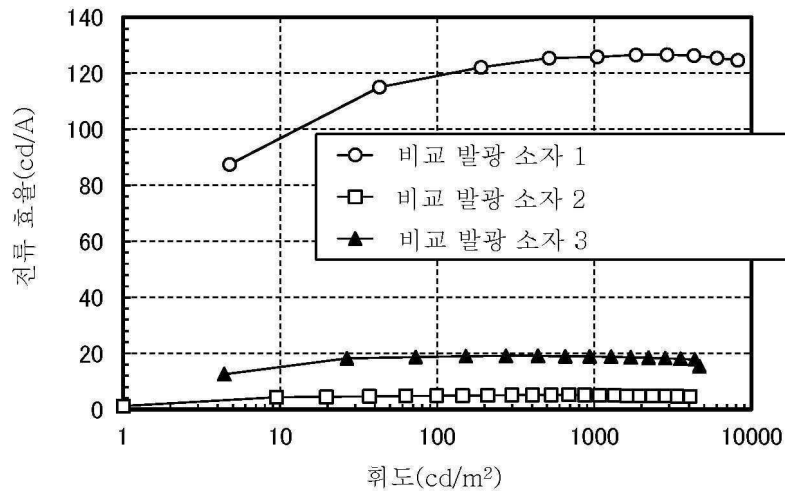
도면20



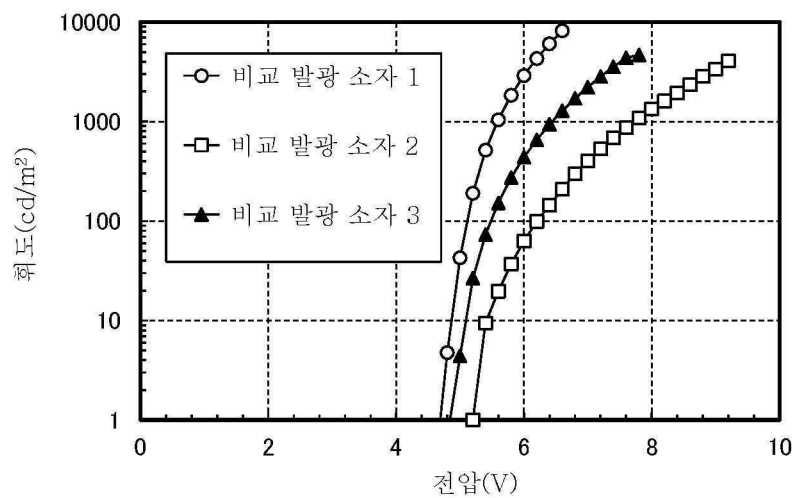
도면21



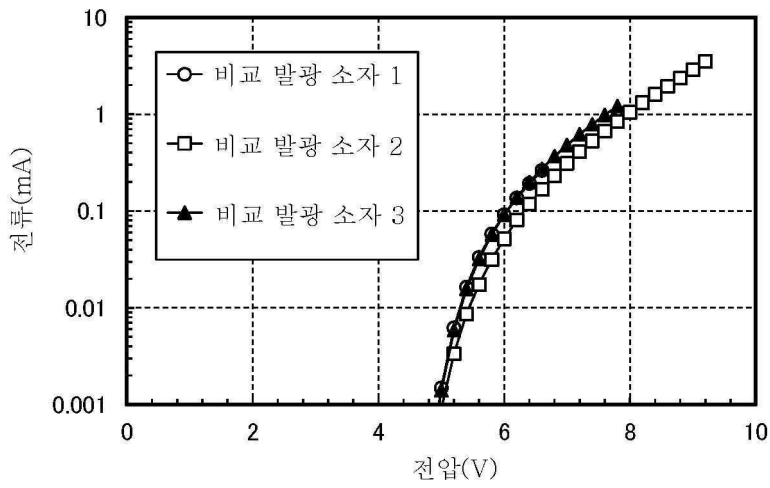
도면22



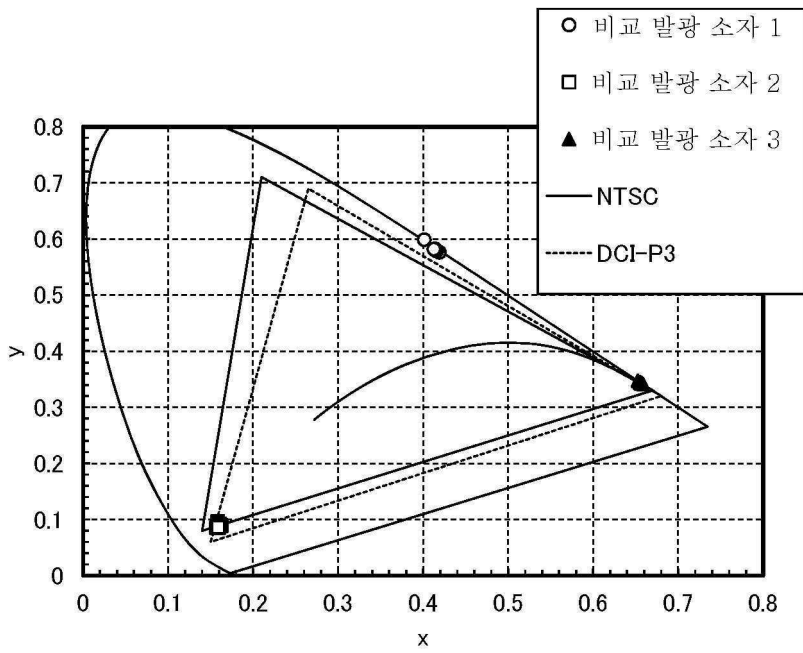
도면23



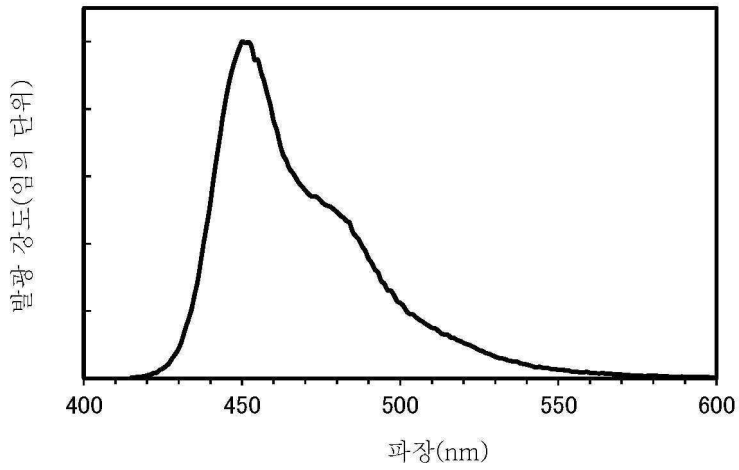
도면24



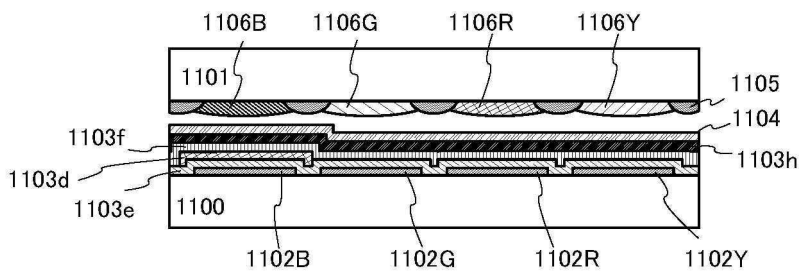
도면25



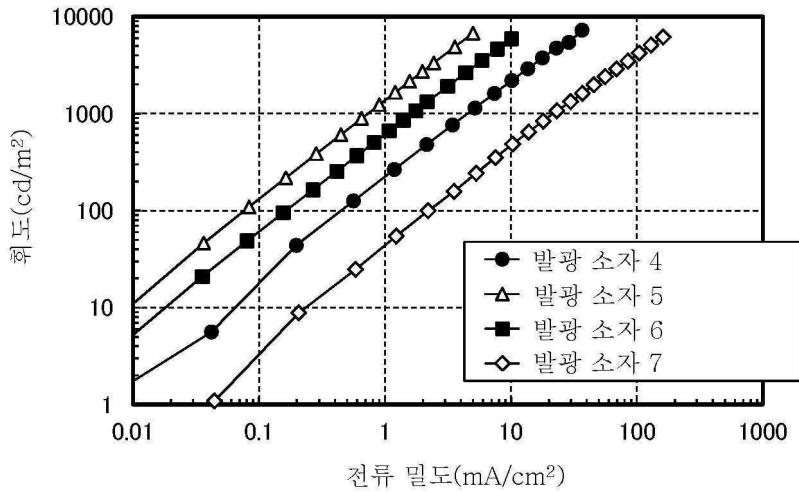
도면26



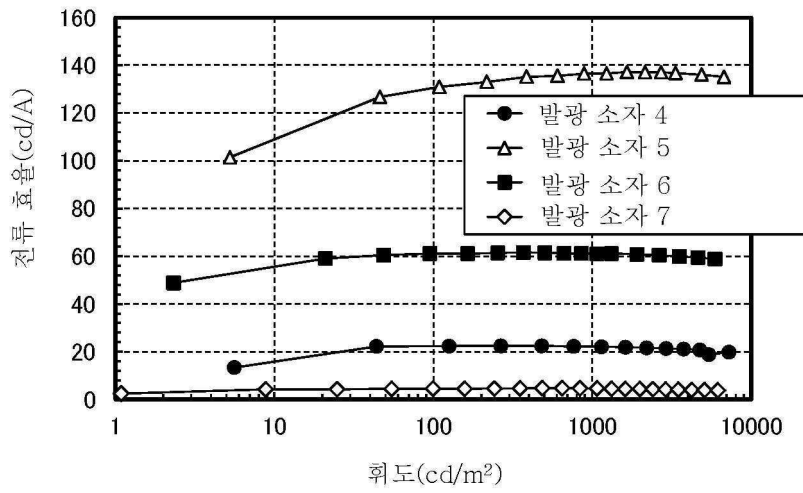
도면27



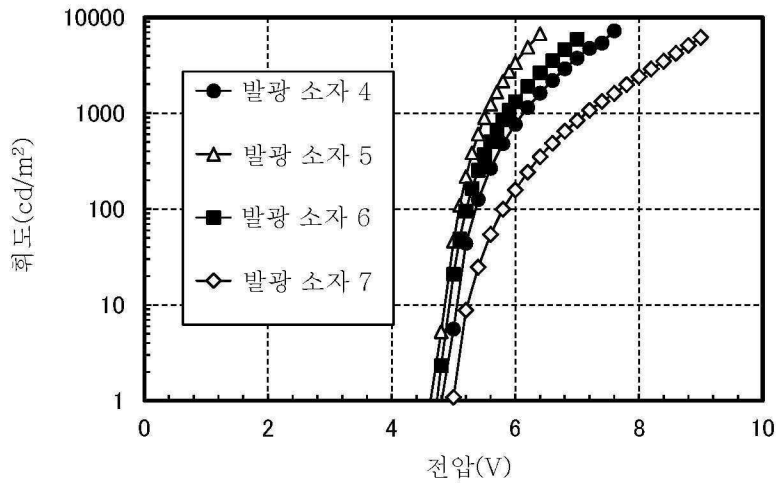
도면28



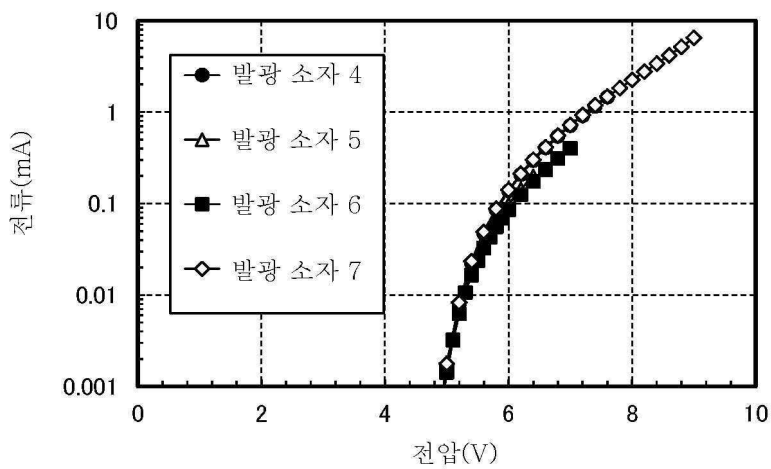
도면29



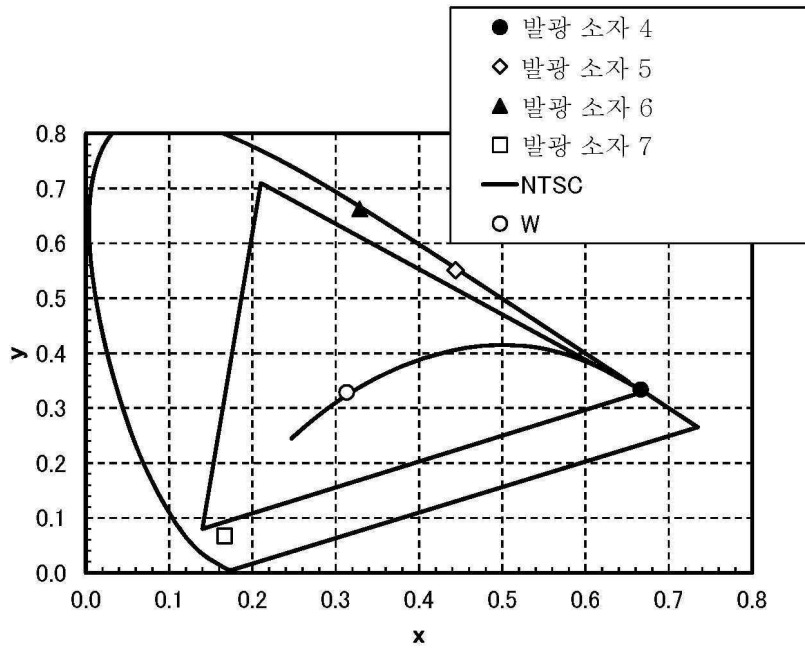
도면30



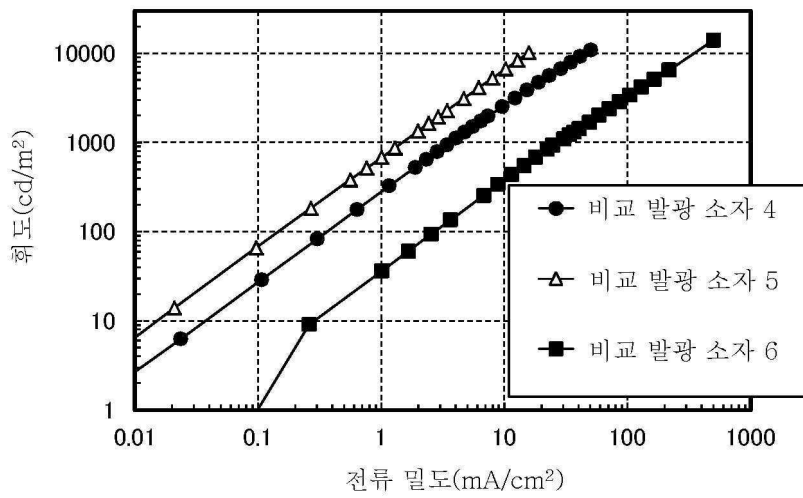
도면31



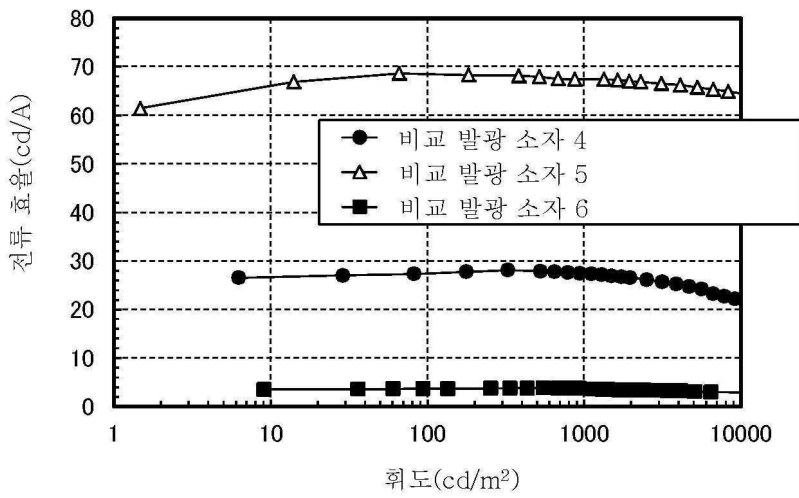
도면32



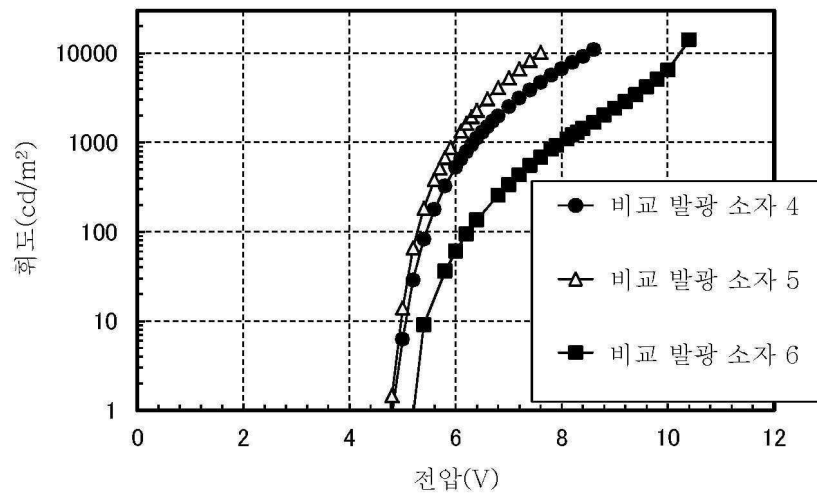
도면33



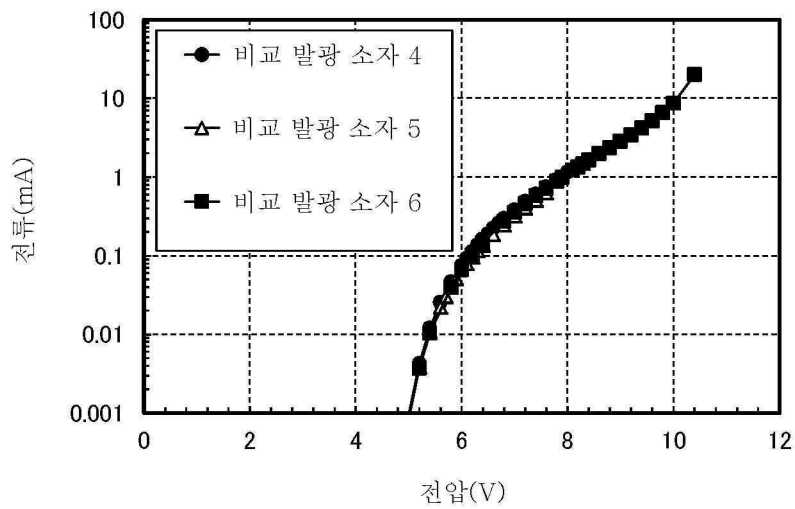
도면34



도면35



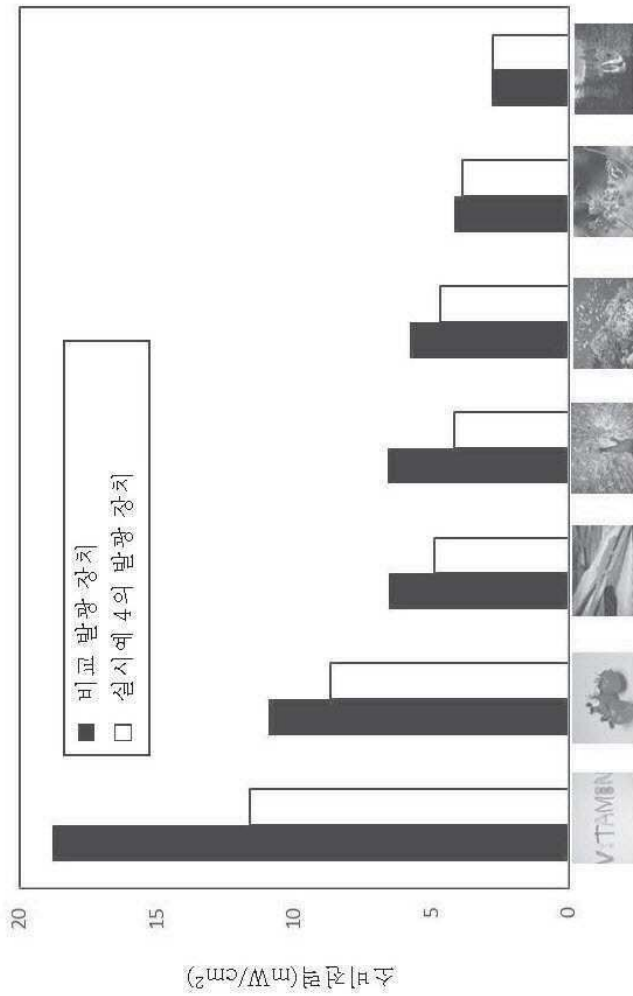
도면36



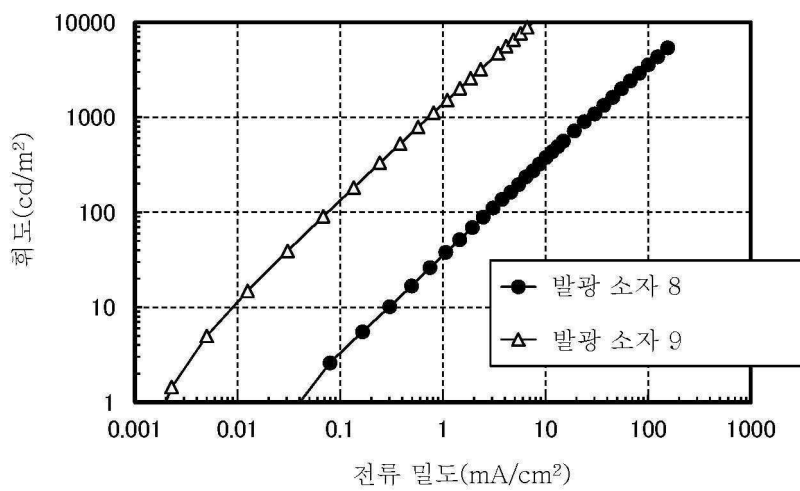
도면37



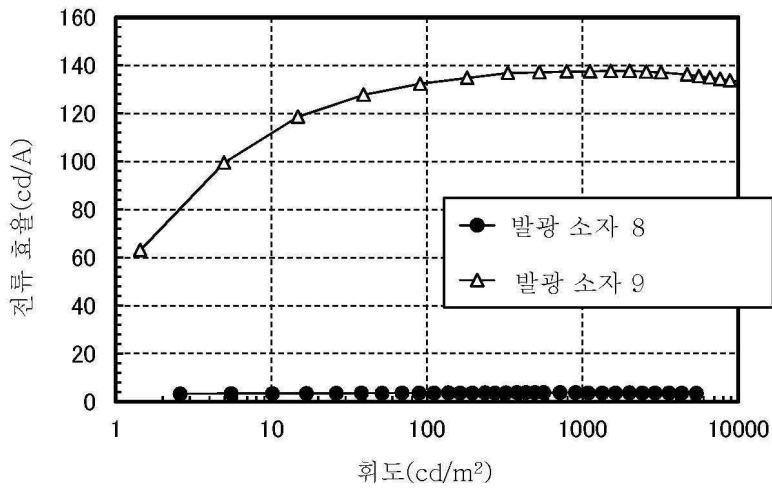
도면38



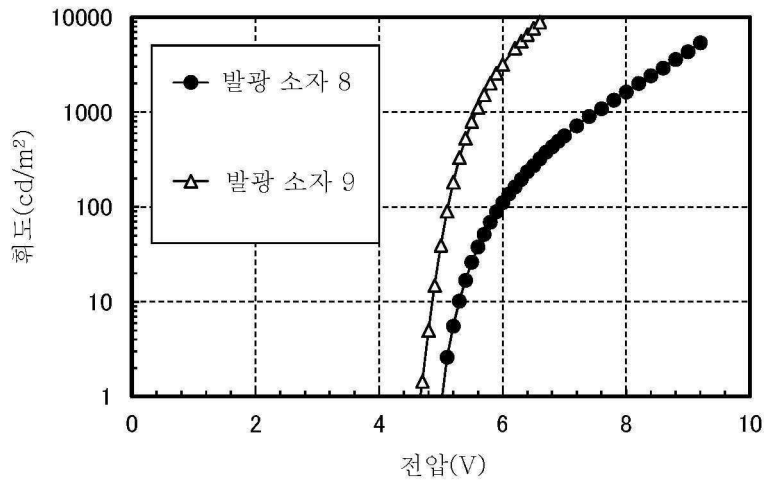
도면39



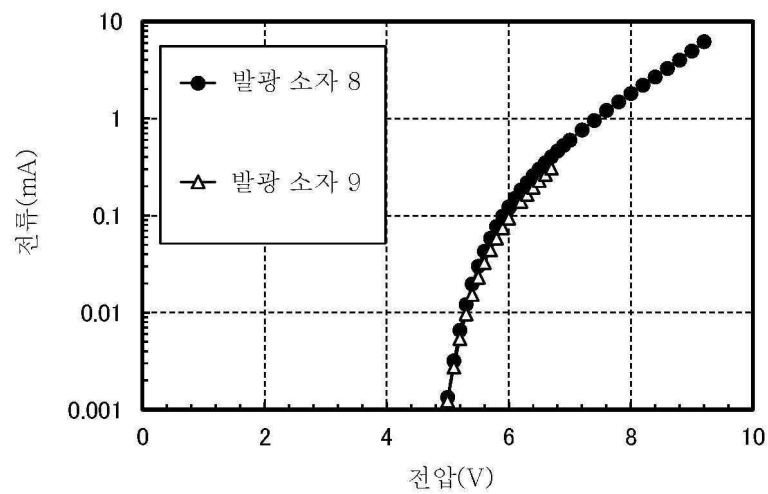
도면40



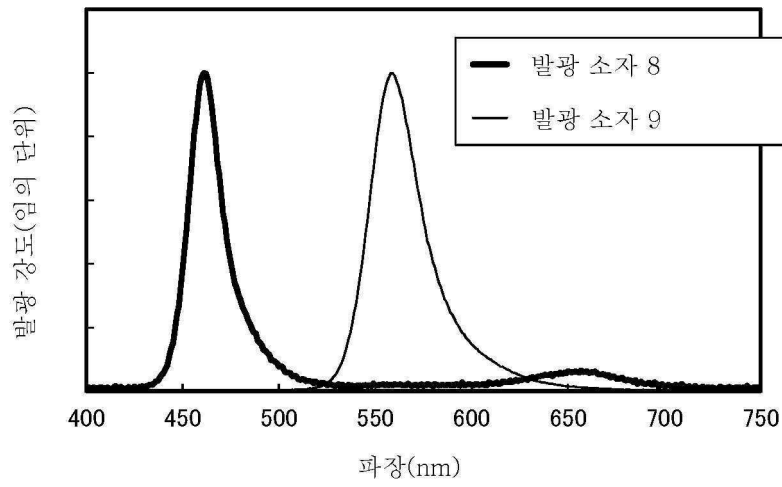
도면41



도면42



도면43



도면44

