



등록특허 10-2623039



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년01월08일

(11) 등록번호 10-2623039

(24) 등록일자 2024년01월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H10K 50/00 (2023.01) C07C 15/28 (2006.01)

H10K 50/80 (2023.01) H10K 59/00 (2023.01)

H10K 99/00 (2023.01)

(52) CPC특허분류

H10K 50/166 (2023.02)

C07C 15/28 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0055339

(22) 출원일자 2016년05월04일

심사청구일자 2021년04월28일

(65) 공개번호 10-2016-0134501

(43) 공개일자 2016년11월23일

(30) 우선권주장

JP-P-2015-099866 2015년05월15일 일본(JP)

JP-P-2016-049620 2016년03월14일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020060044591 A*

KR1020100110725 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

가부시킴가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼

일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398

(72) 발명자

세오 사토시

일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398

가부시킴가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내

스즈키 츠네히로

일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398

가부시킴가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내

하시모토 나오키

일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398

가부시킴가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내

(74) 대리인

황의만

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 김상걸

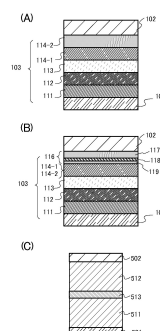
(54) 발명의 명칭 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기 및 조명 장치

(57) 요약

본 발명은 신규 발광 소자를 제공한다. 또는, 수명이 양호한 발광 소자를 제공한다. 또는, 발광 효율이 양호한 발광 소자를 제공한다.

한 쌍의 전극 사이에 EL층을 갖고, EL층에는 적어도, 형광 발광 물질과 호스트 재료를 포함하는 발광층과, 제 1 전자 수송 재료를 포함하는 제 1 전자 수송층과, 제 2 전자 수송 재료를 포함하는 제 2 전자 수송층이 이 순서대로 겹쳐져 제공되고, 호스트 재료와 제 2 전자 수송 재료의 LUMO 준위가 제 1 전자 수송 재료의 LUMO 준위보다 높은 발광 소자를 제공한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H10K 50/11 (2023.02)

H10K 50/12 (2023.02)

H10K 50/17 (2023.02)

H10K 50/841 (2023.02)

H10K 59/00 (2023.02)

H10K 59/12 (2023.02)

H10K 85/111 (2023.02)

H10K 85/615 (2023.02)

H10K 2101/30 (2023.02)

명세서

청구범위

청구항 1

발광 소자에 있어서,

양극;

음극; 및

상기 양극과 상기 음극 사이의 EL층을 포함하고,

상기 EL층은 발광층, 제 1 전자 수송층, 및 제 2 전자 수송층을 포함하고,

상기 제 1 전자 수송층은 상기 발광층과 상기 제 2 전자 수송층 사이에 있고,

상기 발광층은 상기 제 1 전자 수송층과 접촉하는 영역을 갖고,

상기 제 2 전자 수송층은 상기 제 1 전자 수송층과 접촉하는 영역을 갖고,

상기 발광층은 형광 발광 물질과 호스트 재료를 포함하고,

상기 제 1 전자 수송층은 제 1 재료를 포함하고,

상기 제 2 전자 수송층은 제 2 재료를 포함하고,

상기 호스트 재료의 LUMO 준위는 상기 제 1 재료의 LUMO 준위보다 높고,

상기 제 2 재료의 LUMO 준위는 상기 제 1 재료의 LUMO 준위보다 높고,

상기 호스트 재료는 안트라센 골격을 포함하는 물질이고,

상기 제 1 재료는 다이벤조퀴녹살린 골격, 다이벤조퀴나졸린 골격 및 피리미딘 골격 중 어느 하나를 포함하는 물질이고,

상기 제 2 재료는 페난트롤린 골격, 바이피리딘 골격 및 피리딘 골격을 포함하는 물질인

, 발광 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 전자 수송층은 상기 음극과 접촉하는, 발광 소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 EL층은 정공 주입층을 더 포함하고,

상기 정공 주입층은 상기 양극과 접촉하고,

상기 정공 주입층은 유기 엑셉터 재료를 포함하는, 발광 소자.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 유기 엑셉터 재료는 2,3,6,7,10,11-헥사사이아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌인, 발광 소자.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 형광 발광 물질은 청색의 발광을 나타내는, 발광 소자.

청구항 6

발광 장치에 있어서,

제 1 항에 따른 발광 소자; 및

트랜지스터 및 기관 중 적어도 하나를 포함하는, 발광 장치.

청구항 7

전자 기기에 있어서,

제 6 항에 따른 발광 장치; 및

센서, 조작 버튼, 스피커, 및 마이크로폰 중 적어도 하나를 포함하는, 전자 기기.

청구항 8

조명 장치에 있어서,

제 6 항에 따른 발광 장치; 및

하우징을 포함하는, 조명 장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

발명의 설명

기술 분야

본 발명의 일 형태는, 발광 소자, 디스플레이 모듈, 조명 모듈, 표시 장치, 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치에 관한 것이다. 또한, 본 발명의 일 형태는, 상기 기술 분야에 한정되지 않는다. 본 명세서 등에서 개시(開示)하는 발명의 일 형태의 기술 분야는, 물건, 방법, 또는 제작 방법에 관한 것이다. 또는, 본 발명의 일 형태는 공정(process), 기계(machine), 제품(manufacture), 또는 조성물(composition of matter)에 관한 것이다. 그러므로, 더 구체적인 본 명세서에서 개시하는 본 발명의 일 형태의 기술 분야로서는, 반도체 장치, 표시 장치, 액정 표시 장치, 발광 장치, 조명 장치, 축전 장치, 기억 장치, 촬상(撮像) 장치, 이들의 구동 방법, 또는 이들의 제작 방법을 일례로서 들 수 있다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 유기 화합물을 사용한 일렉트로루미네선스(EL: Electroluminescence)를 이용하는 발광 소자(유기 EL 소자)의 실용화가 진행되고 있다. 이들 발광 소자의 기본적인 구성은, 한 쌍의 전극 사이에 발광 물질을 포함하는 유기 화합물층(EL층)을 끼운 것이다. 이 소자에 전압을 인가하는 것에 의하여, 발광 물질로부터의 발광을 얻을 수 있다.
- [0003] 이런 발광 소자는 자기 발광형이므로 디스플레이의 화소로서 사용되면, 액정에 비하여 시인성이 높고 백 라이트가 불필요한 등의 이점이 있고, 플랫 패널 디스플레이 소자로서 적합하다. 또한, 이런 발광 소자를 사용한 디스플레이는, 박형 경량으로 제작될 수 있는 것도 큰 이점이다. 또한 응답 속도가 매우 빠른 것도 특징 중 하나이다.
- [0004] 또한, 이들 발광 소자는 발광층을 이차원으로 연속적으로 형성하는 것이 가능하기 때문에, 면발광을 얻을 수 있다. 이것은, 백열 전구나 LED로 대표되는 점광원, 또는 형광등으로 대표되는 선광원으로는 얻기 어려운 특색이므로, 조명 등에 응용할 수 있는 면광원으로서의 이용 가치도 높다.
- [0005] 이와 같이 발광 소자를 사용한 디스플레이나 조명 장치는 다양한 전자 기기에 적용되기 바람직하지만, 더 양호한 효율, 수명을 갖는 발광 소자를 찾아 연구 개발이 활발히 진행되고 있다.
- [0006] 특허문헌 1에서는 전자 트랩성을 갖는 물질을 첨가한 전자 수송층을 사용함으로써 장수명화를 구현한 발광 소자에 대하여 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 일본국 특개 제2009-177157호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 일 형태에서는, 신규 발광 소자를 제공하는 것을 과제로 한다. 또는, 수명이 양호한 발광 소자를 제공하는 것을 과제로 한다. 또는, 발광 효율이 양호한 발광 소자를 제공하는 것을 과제로 한다.
- [0009] 또는, 본 발명의 다른 일 형태에서는, 신뢰성이 높은 발광 장치, 전자 기기, 및 표시 장치를 각각 제공하는 것을 목적으로 한다. 또는, 본 발명의 다른 일 형태에서는, 소비 전력이 작은 발광 장치, 전자 기기, 및 표시 장치를 각각 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0010] 본 발명은 상술한 과제 중 어느 하나를 해결하면 좋다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 일 형태의 발광 소자는, 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극 사이에 끼워진 EL층을 갖고, 상기 EL층은 발광층과, 제 1 전자 수송층과, 제 2 전자 수송층을 갖고, 상기 제 1 전자 수송층은 상기 발광층과 상기 제 2 전자 수송층 사이에 제공되고, 상기 발광층은 상기 제 1 전자 수송층과 접촉하는 영역을 갖고, 상기 제 2 전자 수송층은 상기 제 1 전자 수송층과 접촉하는 영역을 갖고, 상기 발광층은 형광 발광 물질과 호스트 재료를 갖고, 상기 제 1 전자 수송층은 제 1 재료를 갖고, 상기 제 2 전자 수송층은 제 2 재료를 갖고, 상기 호스트 재료의 LUMO 준위는 상기 제 1 재료의 LUMO 준위보다 높고, 상기 제 2 재료의 LUMO 준위는 상기 제 1 재료의 LUMO 준위보다 높고, 상기 호스트 재료는 3 고리 이상 6 고리 이하의 축합 방향족 고리 골격을 포함하는 물질이고, 상기 제 1 재료는 제 1 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는 물질이고, 상기 제 2 재료는 제 2 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는 물질이고, 상기 제 1 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는 물질과 상기 제 2 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는 물질은 다른 물질인 발광 소자이다.
- [0012] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 상기 제 1 헤테로 방향족 고리 골격을 갖는 물질 및 제 2 헤테로 방향족 고리 골격을 갖는 물질은 합질소 6원 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는 물질

인 발광 소자이다.

- [0013] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 상기 제 1 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는 물질은 축합 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는 물질인 발광 소자이다.
- [0014] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 상기 제 1 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는 물질은 다이아진 골격 또는 트리아진 골격을 갖는 축합 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는 물질인 발광 소자이다.
- [0015] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 상기 제 1 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는 물질은 피라진 골격 또는 피리미딘 골격을 갖는 물질인 발광 소자이다.
- [0016] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 상기 제 1 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는 물질은 다이벤조퀴놀록살린 골격을 갖는 물질인 발광 소자이다.
- [0017] 또는, 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 상기 호스트 재료가 안트라센 골격을 포함하는 물질인 발광 소자이다.
- [0018] 또는, 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 상기 제 2 전자 수송층이 상기 음극과 접촉하는 발광 소자이다.
- [0019] 또는, 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 상기 EL층은, 정공 주입층을 더 갖고, 상기 정공 주입층은 상기 양극과 접촉하고, 상기 정공 주입층이 유기 역셉터 재료를 포함하는 발광 소자이다.
- [0020] 또는, 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 상기 유기 역셉터 재료가 2,3,6,7,10,11-헥사시아아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌인 발광 소자이다.
- [0021] 또는, 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 상기 형광 발광 물질이 청색의 발광을 나타내는 발광 소자이다.
- [0022] 또는, 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성을 갖는 발광 소자와, 트랜지스터, 또는 기판을 갖는 발광 장치이다.
- [0023] 또는, 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성을 갖는 발광 장치와, 센서, 조작 버튼, 스피커, 또는 마이크론을 갖는 전자 기기이다.
- [0024] 또는, 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성을 갖는 발광 장치와, 하우징을 갖는 조명 장치이다.
- [0025] 또한, 본 명세서에서의 발광 장치란, 발광 소자를 사용한 화상 표시 디바이스를 포함한다. 또한, 발광 소자에 커넥터, 예를 들어 이방 도전성 필름 또는 TCP(Tape Carrier Package)가 장착된 모듈, TCP의 끝에 프린트 배선판이 제공된 모듈, 또는 발광 소자에 COG(Chip On Glass) 방식에 의하여 IC(집적 회로)가 직접 실장된 모듈은, 발광 장치를 갖는 경우가 있다. 또한 조명 기구 등은 발광 장치를 갖는 경우가 있다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명의 일 형태에서는, 신규 발광 소자를 제공할 수 있다. 또는, 수명이 양호한 발광 소자를 제공할 수 있다. 또는, 발광 효율이 양호한 발광 소자를 제공할 수 있다.
- [0027] 또는, 본 발명의 다른 일 형태에서는, 신뢰성이 높은 발광 장치, 전자 기기, 및 표시 장치를 각각 제공할 수 있다. 또는, 본 발명의 다른 일 형태에서는, 소비 전력이 작은 발광 장치, 전자 기기, 및 표시 장치를 각각 제공할 수 있다.
- [0028] 또한, 상술한 효과의 기재는 다른 효과의 존재를 방해하는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 일 형태는 상술한 모든 효과를 반드시 가질 필요는 없다. 또한, 상술한 것 외의 효과는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 저절로 명백해지는 것이며 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 상술한 것 외의 효과가 추출될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 발광 소자의 개략도.
- 도 2는 액티브 매트릭스형 발광 장치의 개념도.

- 도 3은 액티브 매트릭스형 발광 장치의 개념도.
- 도 4는 액티브 매트릭스형 발광 장치의 개념도.
- 도 5는 패시브 매트릭스형 발광 장치의 개념도.
- 도 6은 조명 장치를 나타낸 도면.
- 도 7은 전자 기기를 나타낸 도면.
- 도 8은 광원 장치를 나타낸 도면.
- 도 9는 조명 장치를 나타낸 도면.
- 도 10은 조명 장치를 나타낸 도면.
- 도 11은 차량용 표시 장치 및 조명 장치를 나타낸 도면.
- 도 12는 전자 기기를 나타낸 도면.
- 도 13은 전자 기기를 나타낸 도면.
- 도 14는 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1의 휘도-전류 밀도 특성.
- 도 15는 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1의 전류 효율-휘도 특성.
- 도 16은 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1의 휘도-전압 특성.
- 도 17은 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1의 전류-전압 특성.
- 도 18은 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1의 외부 양자 효율-휘도 특성.
- 도 19는 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1의 발광 스펙트럼.
- 도 20은 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1의 정규화 휘도-시간 변화 특성.
- 도 21은 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2의 휘도-전류 밀도 특성.
- 도 22는 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2의 전류 효율-휘도 특성.
- 도 23은 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2의 휘도-전압 특성.
- 도 24는 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2의 전류-전압 특성.
- 도 25는 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2의 외부 양자 효율-휘도 특성.
- 도 26은 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2의 발광 스펙트럼.
- 도 27은 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2의 정규화 휘도-시간 변화 특성.
- 도 28은 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3의 휘도-전류 밀도 특성.
- 도 29는 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3의 전류 효율-휘도 특성.
- 도 30은 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3의 휘도-전압 특성.
- 도 31은 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3의 전류-전압 특성.
- 도 32는 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3의 외부 양자 효율-휘도 특성.
- 도 33은 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3의 발광 스펙트럼.
- 도 34는 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3의 정규화 휘도-시간 변화 특성.
- 도 35는 발광 소자 4 및 비교 발광 소자 4의 휘도-전류 밀도 특성.
- 도 36은 발광 소자 4 및 비교 발광 소자 4의 전류 효율-휘도 특성.
- 도 37은 발광 소자 4 및 비교 발광 소자 4의 휘도-전압 특성.
- 도 38은 발광 소자 4 및 비교 발광 소자 4의 전류-전압 특성.

도 39는 발광 소자 4 및 비교 발광 소자 4의 외부 양자 효율-휘도 특성.

도 40은 발광 소자 4 및 비교 발광 소자 4의 발광 스펙트럼.

도 41은 발광 소자 4 및 비교 발광 소자 4의 정규화 휘도-시간 변화 특성.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하, 본 발명의 실시형태에 대하여 도면을 사용하여 자세히 설명한다. 다만, 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 형태 및 자세한 사항은 본 발명의 취지 및 범위에서 벗어남이 없이 다양하게 변경될 수 있다는 것은 당업자라면 용이하게 이해할 수 있다. 따라서, 본 발명은 이하에서 제시하는 실시형태의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것이 아니다.
- [0031] (실시형태 1)
- [0032] 도 1의 (A)는 본 발명의 일 형태의 발광 소자를 나타낸 도면이다. 본 발명의 일 형태의 발광 소자는, 적어도 양극(101), 음극(102), EL층(103)을 갖는다. 또한, EL층(103)은 적어도 발광층(113)과, 제 1 전자 수송층(114-1) 및 제 2 전자 수송층(114-2)을 갖는다.
- [0033] 발광층(113)은 호스트 재료와 형광 발광 물질을 포함하고, 상기 발광 소자에 전압을 인가하여 전류를 흘림으로써 형광 발광 물질로부터의 광을 얻을 수 있다.
- [0034] 또한, 호스트 재료는 3 고리 이상 6 고리 이하의 축합 방향족 고리 골격을 포함하는 물질이고, 제 1 전자 수송층(114-1)을 구성하는 재료 및 제 2 전자 수송층(114-2)을 구성하는 재료는 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는 물질이다. 또한, 제 1 전자 수송층(114-1)을 구성하는 재료와 제 2 전자 수송층(114-2)을 구성하는 재료는 각각 다른 물질이다.
- [0035] 여기서, 본 발명의 일 형태의 발광 소자의 특징은, 호스트 재료의 LUMO 준위와 제 2 전자 수송층(114-2)을 구성하는 재료의 LUMO 준위가 모두, 제 1 전자 수송층(114-1)을 구성하는 재료의 LUMO 준위보다 높은(얕은) 준위인 것이다. 다만, 호스트 재료와 제 1 전자 수송층(114-1)을 구성하는 재료와의 LUMO 준위의 차이는 0.3eV 이내인 것이 바람직하다. 0.3eV 이내의 경우 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다.
- [0036] 일반적으로, 발광 소자의 설계는, 각 층간의 캐리어의 주입 장벽을 저감시켜, 구동 전압의 저감이나 수명의 향상을 도모하기 위하여, 전자 수송층 측에서는, 음극 측의 층으로부터 순서대로 그 LUMO 준위가 높게(얕게) 되도록 설계된다.
- [0037] 그러나, 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 대하여, 호스트 재료나 전자 수송층을 구성하는 재료의 LUMO 준위를 상술한 바와 같은 관계로 하고, 특징의 골격을 갖는 재료를 각각 사용함으로써, 종래의 구성의 발광 소자보다 양호한 수명을 갖는 발광 소자를 제공할 수 있다.
- [0038] 호스트 재료는, 3 고리 이상 6 고리 이하의 축합 방향족 고리 골격을 갖는 재료인 것이 바람직하다. 이들 축합 방향족 고리는 가시광 영역 부근의 에너지 갭을 유지하면서, 전기 화학적인 안정성을 확보할 수 있기 때문이다. 특히 안트라센 골격은, 청색의 형광 재료를 여기하는 데 충분한 에너지 갭을 얻을 수 있고, 정공 및 전자의 양쪽을 수송할 수 있으므로 바람직하다. 또한, 안트라센 유도체는, 그 LUMO 준위를 -2.7eV 전후로 하는 것이 용이하고, 상술한 LUMO 준위의 관계를 구축하는 데 바람직하다.
- [0039] 한편, 제 1 전자 수송층(114-1)을 구성하는 재료와 제 2 전자 수송층(114-2)을 구성하는 재료는 각각 다른 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는 재료인 것이 바람직하다. 이와 같이, 제 1 전자 수송층(114-1) 및 제 2 전자 수송층(114-2)에 사용하는 재료의 헤테로 방향족 고리 골격을 다르게 함으로써, 제 1 전자 수송층(114-1)을 구성하는 재료의 LUMO 준위를, 호스트 재료 및 제 2 전자 수송층(114-2)을 구성하는 재료의 LUMO 준위보다 낮은(깊은) 위치로 하는 것이 가능하다.
- [0040] 또한 EL층(103)이 정공 주입층(111)을 갖고 상기 정공 주입층(111)을 구성하는 재료로서 유기 엑셉터 재료를 사용한 경우, 종래에 비하여 장수명화될 수 있을 뿐만 아니라, 고휘도 영역의 효율 저하(소위, 롤 오프(roll-off) 현상)를 저감하고, 고휘도이며 고효율의 발광 소자를 구현하는 것이 가능하다. 따라서, 본 발명의 일 형태에는, EL층(103)이 정공 주입층(111)을 더 갖고, 상기 정공 주입층(111)을 구성하는 재료로서 유기 엑셉터 재료를 사용하였다.
- [0041] 이 이유의 하나로서, 상술한 구성이 유기 엑셉터의 정공 주입 능력이 낮은 문제점을 보완할 수 있기 때문이라고

생각된다. 대부분의 유기 엑셉터는, HOMO 준위가 -5.4eV보다 낮은(깊은) HOMO 준위를 갖는 재료에 대하여 엑셉터성이 약해지고, 즉 정공 주입하기 어려워진다. 따라서, 유기 엑셉터를 정공 주입층에 사용하는 경우, HOMO 준위가 -5.4eV 이상인 재료를 정공 수송층에 사용하는 것이 바람직하지만, 한편 그런 정공 수송층으로부터는 발광층으로의 정공 주입이 어렵다. 이 이유로서, 3 고리 이상 6 고리 이하의 축합 방향족 고리 골격을 갖는 재료의 HOMO 준위는 -5.4eV보다 낮은(깊은) 경우가 많기 때문이다. 이와 같이, 유기 엑셉터를 정공 주입층에 사용한 경우, 최종적으로 발광층에 정공을 주입하는 데 장벽이 존재하므로, 정공 주입 능력이 저하된다.

[0042] 이 결과, 예를 들어 제 1 전자 수송층(114-1)을 제공하지 않는 경우 또는 호스트 재료나 제 2 전자 수송층(114-2)을 구성하는 재료와 동등한 LUMO 준위를 갖는 재료를 제 1 전자 수송층(114-1)에 사용하는 경우, 그 전자 주입성 및 수송성에 비하여 유기 엑셉터를 사용한 정공 주입층의 정공 주입성 및 수송성이 저하되므로, 특히 고휘도 측에서는 전자 과다의 소자가 되어 롤 오프 현상이 발생된다. 또한, 이 경우, 캐리어 재결합 영역이 좁게 되어 수명에도 나쁜 영향을 미친다. 그러나, 호스트 재료, 제 1 전자 수송층(114-1)을 구성하는 재료, 및 제 2 전자 수송층(114-2)을 구성하는 재료의 LUMO 준위를 상술한 바와 같이 구축함으로써, 유기 엑셉터를 사용한 정공 주입층을 도입하더라도, 고휘도 영역에서 캐리어 밸런스를 유지할 수 있으므로, 발광 효율을 높일 수 있다. 또한, 캐리어 재결합 영역을 넓게 유지할 수 있으므로 장수명화를 도모할 수 있다. 유기 엑셉터는 승화성이 좋다는 이점을 갖는 한편 정공 주입 능력이 낮은 문제가 있으나, 본원의 일 형태에 의하여 그 문제점을 해결할 수 있다.

[0043] 또한, 구조에 따라, 수명뿐만 아니라, 발광 효율 향상을 구현하는 것도 가능하다. 예를 들어, 상기 정공 주입층(111)에, 엑셉터성을 갖는 재료(예를 들어 엑셉터성을 갖는 전이 금속 산화물, 특히 원소 주기율표에서의 제 4 족~제 8 족에 속하는 금속의 산화물)를 정공 수송성을 갖는 재료에 함유시킨 복합 재료를 사용한 경우, 고휘도 영역뿐만 아니라, 거의 대부분의 휘도 영역에서 효율이 매우 양호한 발광 소자를 얻을 수 있다.

[0044] 이어서, 상술한 발광 소자의 자세한 구조나 재료의 예에 대하여 설명한다. 본 발명의 일 형태의 발광 소자는 상술한 바와 같이 양극(101)과 음극(102)의 한 쌍의 전극 사이에 복수의 층으로 이루어지는 EL층(103)을 갖고, 상기 EL층(103)은 적어도 발광층(113), 제 1 전자 수송층(114-1), 및 제 2 전자 수송층(114-2)을 포함한다. 또한, 이들 발광층(113), 제 1 전자 수송층(114-1), 및 제 2 전자 수송층(114-2)은 이 순서대로 접촉하여 제공되어 있다.

[0045] EL층(103)에 포함되는 상기 이외의 층에 대해서는 특별히 한정되지 않고, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 주입층, 캐리어 블록층, 여기자 블록층, 전하 발생층 등 다양한 층 구조를 적용할 수 있다.

[0046] 양극(101)은 일함수가 큰(구체적으로는 4.0eV 이상) 금속, 합금, 도전성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용하여 형성되는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 예를 들어, 산화 인듐-산화 주석(ITO: Indium Tin Oxide), 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석, 산화 인듐-산화 아연, 산화 텅스텐 및 산화 아연을 함유한 산화 인듐(IWZO) 등을 들 수 있다. 이들 도전성 금속 산화물막은, 통상의 스퍼터링법에 의하여 성막되지만, 졸-겔법 등을 응용하여 제작될 수도 있다. 제작 방법의 예로서는, 산화 인듐-산화 아연을, 산화 인듐에 대하여 1wt%~20wt%의 산화 아연을 첨가한 타깃을 사용하여 스퍼터링법에 의하여 형성하는 방법 등이 있다. 또한, 산화 텅스텐 및 산화 아연을 함유한 산화 인듐(IWZO)은, 산화 인듐에 대하여 산화 텅스텐을 0.5wt%~5wt%, 산화 아연을 0.1wt%~1wt% 함유한 타깃을 사용하여 스퍼터링법에 의하여 형성될 수도 있다. 이 외에, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크로뮴(Cr), 몰리브데넘(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 또는 금속 재료의 질화물(예를 들어, 질화 타이타늄) 등을 들 수 있다. 그래핀을 사용할 수도 있다. 또한, 후술하는 복합 재료를 EL층(103)에서 양극(101)과 접촉하는 층에 사용함으로써 일함수에 상관없이 전극 재료를 선택할 수 있다.

[0047] EL층(103)의 적층 구조에 대해서는, 본 실시형태에서는 도 1의 (A)에 도시된 바와 같이, 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 제 1 전자 수송층(114-1), 제 2 전자 수송층(114-2), 및 전자 주입층(115)을 갖는 구성, 및 도 1의 (B)에 도시된 바와 같이, 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 제 1 전자 수송층(114-1), 제 2 전자 수송층(114-2), 및 전하 발생층(116)을 갖는 구성의 2종류의 구성에 대하여 설명한다. 각 층을 구성하는 재료에 대하여 이하에 구체적으로 제시한다.

[0048] 정공 주입층(111)은, 정공 주입성을 갖는 물질을 포함하는 층이다. 전이 금속 산화물, 특히 원소 주기율표에서의 제 4 족~제 8 족에 속하는 금속의 산화물(예를 들어 산화 몰리브데넘이나 산화 바나듐, 산화 루테튬, 산화 레늄, 산화 텅스텐, 산화 망가니즈) 등을 사용할 수 있다. 또한, 전이 금속의 착체, 특히 원소 주기율표에서의 제 4 족~제 8 족에 속하는 금속의 착체를 사용할 수도 있고, 예를 들어 몰리브데넘트리스[1,2-비스(트라이플루

오로메틸)에테인-1,2-다이싸이오렌](약칭: Mo(tfd)₃) 등의 몰리브데넘 착체를 들 수 있다. 이들 전이 금속 산화물, 특히 원소 주기율표에서의 제 4 족~제 8 족에 속하는 금속의 산화물, 전이 금속의 착체, 특히 원소 주기율표에서의 제 4 족~제 8 족에 속하는 금속의 착체는 액셉터로서 작용한다. 액셉터는, 정공 주입층(111)에 인접하는 정공 수송층(또는 정공 수송 재료)로부터, 적어도 전계의 인가에 의하여 전자를 뽑아낼 수 있다. 또한 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F₄-TCNQ), 3,6-다이플루오로-2,5,7,7,8,8-헥사사이아노퀴노다이메테인, 클로라닐, 2,3,6,7,10,11-헥사사이아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌(약칭: HAT-CN) 등의 전자 흡인기(할로젠기나 사이아노기)를 갖는 화합물을 사용할 수 있다. 상기 전자 흡인기(할로젠기나 사이아노기)를 갖는 화합물은, 유기 액셉터로서 작용한다. 유기 액셉터는, 정공 주입층(111)에 인접하는 정공 수송층(또는 정공 수송 재료)으로부터, 적어도 전계의 인가에 의하여 전자를 뽑아낼 수 있다. 이 외에, 프탈로사이아닌(약칭: H₂Pc)나 구리프탈로사이아닌(CuPc) 등의 프탈로사이아닌계의 화합물, 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB), N,N'-비스{4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐}-N,N'-다이페닐-(1,1'-바이페닐)-4,4'-다이아민(약칭: DNTPD) 등의 방향족 아민 화합물, 또는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)/폴리(스타이렌설폰산)(PEDOT/PSS) 등의 고분자 등에 의해서도 정공 주입층(111)을 형성할 수 있다.

[0049] 또한, 정공 주입층(111)으로서, 정공 수송성의 물질에 액셉터성 물질을 함유시킨 복합 재료를 사용할 수 있다. 또한, 정공 수송성의 물질에 액셉터성 물질을 함유시킨 것을 사용함으로써, 전극의 일함수에 의존하지 않으면서 전극을 형성하는 재료를 선택할 수 있다. 즉, 양극(101)으로서, 일함수가 큰 재료뿐만 아니라, 일함수가 작은 재료도 사용할 수 있다. 액셉터성 물질로서는, F₄-TCNQ, 클로라닐, HAT-CN 등의 전자 흡인기(할로젠기나 사이아노기)를 갖는 화합물이나, 전이 금속 산화물, 특히 원소 주기율표에서의 제 4 족~제 8 족에 속하는 금속의 산화물 등을 들 수 있다. 전이 금속 산화물, 특히 원소 주기율표에서의 제 4 족~제 8 족에 속하는 금속의 산화물은, HOMO가 -5.4eV보다 낮은(깊은) 정공 수송성의 물질에 대해서도 액셉터성을 나타내기 때문에(적어도 전계의 인가에 의하여 전자를 뽑아낼 수 있기 때문에) 바람직하다.

[0050] 상기 전자 흡인기(할로젠기나 사이아노기)를 갖는 화합물로서는 특히, HAT-CN와 같이 헤테로 원자를 복수로 갖는 축합 방향족 고리에 전자 흡인기가 결합되는 화합물이 열적으로 안정적이므로 바람직하다.

[0051] 전이 금속 산화물, 원소 주기율표에서의 제 4 족~제 8 족에 속하는 금속의 산화물로서는 산화 바나듐, 산화 나이오븀, 산화 탄탈럼, 산화 크로뮴, 산화 몰리브데넘, 산화 텅스텐, 산화 망가니즈, 및 산화 레늄은 액셉터성이 높으므로 바람직하다. 이 중에서도 특히, 산화 몰리브데넘은 대기 중에서도 안정적이고 흡습성이 낮으며 취급하기 쉬워 바람직하다.

[0052] 복합 재료에 사용하는 정공 수송성 물질로서는, 방향족 아민 화합물, 카바졸 유도체, 방향족 탄화 수소, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등) 등, 다양한 유기 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 복합 재료에 사용하는 유기 화합물로서는 정공 수송성이 높은 유기 화합물인 것이 바람직하다. 구체적으로는, 10⁻⁶cm²/Vs 이상의 정공 이동도를 갖는 물질인 것이 바람직하다. 복합 재료에서의 정공 수송성 물질로서 사용될 수 있는 유기 화합물의 예를 이하에서 구체적으로 열거한다.

[0053] 방향족 아민 화합물로서는 N,N'-다이(p-톨일)-N,N'-다이페닐-p-페닐렌다이아민(약칭: DTDPPA), 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB), N,N'-비스{4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐}-N,N'-다이페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이아민(약칭: DNTPD), 1,3,5-트리스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]벤젠(약칭: DPA3B) 등을 들 수 있다.

[0054] 카바졸 유도체로서는, 3-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA1), 3,6-비스[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA2), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카바졸-3-일)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCN1) 등을 들 수 있다. 또한, 이 외에, 4,4'-다이(N-카바졸일)바이페닐(약칭: CBP), 1,3,5-트리스[4-(N-카바졸일)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA), 1,4-비스[4-(N-카바졸일)페닐]-2,3,5,6-테트라페닐벤젠 등을 사용할 수 있다.

[0055] 방향족 탄화 수소로서는, 예를 들어 2-tert-부틸-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 2-tert-부틸-9,10-다이(1-나프틸)안트라센, 9,10-비스(3,5-다이페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 2-tert-부틸-9,10-비스(4-페닐페닐)안트라센(약칭: t-BuDBA), 9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 9,10-다이페닐안트라센(약칭: DPAnth), 2-tert-부틸안트라센(약칭: t-BuAnth), 9,10-비스(4-메틸-1-나프틸)안트라센(약칭: DMNA), 2-tert-부

틸-9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-다이(1-나프틸)안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-다이(2-나프틸)안트라센, 9,9'-바이안트릴, 10,10'-다이페닐-9,9'-바이안트릴, 10,10'-비스(2-페닐페닐)-9,9'-바이안트릴, 10,10'-비스[(2,3,4,5,6-펜타페닐)페닐]-9,9'-바이안트릴, 안트라센, 테트라센, 루브렌, 페틸렌, 2,5,8,11-테트라(tert-부틸)페틸렌 등을 들 수 있다. 또한, 이 외에 펜타센, 코로넨 등도 사용할 수 있다. 이와 같이 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 갖고 탄소수 14~42의 방향족 탄화 수소를 사용하는 것이 더 바람직하다. 또한, 방향족 탄화 수소는 바이닐 골격을 가져도 좋다. 바이닐기를 갖는 방향족 탄화 수소로서는 예를 들어 4,4'-비스(2,2-다이페닐바이닐)바이페닐(약칭: DPVBi), 9,10-비스[4-(2,2-다이페닐바이닐)페닐]안트라센(약칭: DPVPA) 등을 들 수 있다.

[0056] 또한, 폴리(N-바이닐카바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-바이닐트라이페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-(4-(4-다이페닐아미노)페닐)페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아마이드](약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-부틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.

[0057] 정공 주입층을 형성함으로써, 정공의 주입성이 양호하게 되어, 구동 전압이 작은 발광 소자를 얻을 수 있다.

[0058] 정공 수송층(112)은 정공 수송성 물질을 포함하는 층이다. 정공 수송성 물질로서는, 예를 들어 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB)이나 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-다이페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이아민(약칭: TPD), 4,4',4''-트리스(N,N-다이페닐아미노)트라이페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: MTDATA), 4,4'-비스[N-(스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: BSPB), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP) 등의 방향족 아민 화합물 등을 사용할 수 있다. 여기에 기재된 물질은, 정공 수송성이 높고 주로 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 상술한 복합 재료에서의 정공 수송성 물질로서 든 유기 화합물도 정공 수송층(112)에 사용할 수 있다. 또한, 폴리(N-바이닐카바졸)(약칭: PVK)이나 폴리(4-바이닐트라이페닐아민)(약칭: PVTPA) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다. 또한, 정공 수송성 물질을 포함하는 층은 단층뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층된 것이라도 좋다.

[0059] 발광층(113)은 형광 발광 물질을 포함하며 형광 발광을 나타내는 층, 인광 발광 물질을 포함하며 형광 발광을 나타내는 층, 및 열활성화 지연 형광(TADF)을 나타내는 물질을 포함하며 TADF를 나타내는 층 중 어느 것이어도 좋다. 또한, 단층이라도 좋고 상이한 발광 물질을 포함하는 복수의 층으로 이루어져도 좋다. 또한, 본 발명의 일 형태에서는 형광 발광을 나타내는 층, 특히, 청색의 형광 발광을 나타내는 층인 것이 바람직하다.

[0060] 발광층(113)에서 형광 발광 물질로서 사용할 수 있는 재료의 예로서는, 이하와 같은 것을 들 수 있다. 다만, 이 이외의 형광 발광 물질을 사용할 수도 있다.

[0061] 5,6-비스[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-2,2'-바이피리딘(약칭: PAP2BPy), 5,6-비스[4'-(10-페닐-9-안트릴)바이페닐-4-일]-2,2'-바이피리딘(약칭: PAPP2BPy), N,N'-비스[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐-피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6FLPAPrN), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrN), N,N'-비스[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐스티렌-4,4'-다이아민(약칭: YGA2S), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트라이페닐아민(약칭: YGAPA), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(9,10-다이페닐-2-안트릴)트라이페닐아민(약칭: 2YGAPPA), N,9-다이페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCAPA), 페틸렌, 2,5,8,11-테트라-tert-부틸페틸렌(약칭: TBP), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBAPA), N,N'-(2-tert-부틸안트라센-9,10-다이일다이-4,1-페닐렌)비스[N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민](약칭: DPABPA), N,9-다이페닐-N-[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPPA), N-[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPAPPA), N,N,N',N',N'',N''',N''''-옥타페닐다이벤조[g,p]크리센-2,7,10,15-테트라아민(약칭: DBC1), 쿠마린30, N-(9,10-다이페닐-2-안트릴)-N,9-다이페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,9-다이페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCABPhA), N-(9,10-다이페닐-2-안트릴)-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPAPA), N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPABPhA), 9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-N-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N-페닐안트라센-2-아민(약칭: 2YGABPhA), N,N,9-트라이페닐안트라센-9-아민(약칭: DPPhPhA), 쿠마린545T, N,N'-다이페닐퀴나크리돈(약칭: DPQd), 루브렌, 5,12-비스(1,1'-바이페닐-4-일)-6,11-다이페닐테트라센(약칭: BPT), 2-(2-{2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에틸렌}-6-메틸-4H-피란-4-일리덴)프로페인다이아이트릴(약칭: DCM1), 2-{2-메틸-6-[2-(2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에틸렌]-4H-피란-4-일리덴}프로페인다이아이트릴(약칭: DCM2), N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)테트라센-5,11-다이아

민(약칭: p-mPhTD), 7,14-다이페닐-N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)아세나프토[1,2-a]플루오란텐-3,10-다이아민(약칭: p-mPhAFD), 2-{2-아이소프로필-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리텐}프로페인다이아이트릴(약칭: DCJTI), 2-{2-tert-뷰틸-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리텐}프로페인다이아이트릴(약칭: DCJTB), 2-(2,6-비스{2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에텐일}-4H-피란-4-일리텐)프로페인다이아이트릴(약칭: BisDCM), 2-{2,6-비스[2-(8-메톡시-1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리텐}프로페인다이아이트릴(약칭: BisDCJTM) 등을 들 수 있다. 특히, 1,6FLPAPrn이나 1,6mMemFLPAPrn과 같은 피렌다이아민 화합물로 대표되는 축합 방향족 다이아민 화합물은 정공 트랩성(hole-trapping property)이 높으며 발광 효율 및 신뢰성이 우수하므로 바람직하다.

[0062] 발광층(113)에서 인광 발광 물질로서 사용할 수 있는 재료의 예로서는 이하와 같은 재료를 들 수 있다.

[0063] 트리스{2-[5-(2-메틸페닐)-4-(2,6-다이메틸페닐)-4H-1,2,4-트리아아졸-3-일-κN2]페닐-κC}이리듐(III)(약칭: [Ir(mpptz-dmp)₃]), 트리스(5-메틸-3,4-다이페닐-4H-1,2,4-트리아아졸라토)이리듐(III)(약칭: [Ir(Mptz)₃]), 트리스[4-(3-바이페닐)-5-아이소프로필-3-페닐-4H-1,2,4-트리아아졸라토]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPrptz-3b)₃])과 같은 4H-트리아아졸 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스[3-메틸-1-(2-메틸페닐)-5-페닐-1H-1,2,4-트리아아졸라토]이리듐(III)(약칭: [Ir(Mptz1-mp)₃]), 트리스(1-메틸-5-페닐-3-프로필-1H-1,2,4-트리아아졸라토)이리듐(III)(약칭: [Ir(Prptz1-Me)₃])과 같은 1H-트리아아졸 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, fac-트리스[(1-2,6-다이아이소프로필페닐)-2-페닐-1H-이미다졸]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPrpmi)₃]), 트리스[3-(2,6-다이메틸페닐)-7-메틸이미다조[1,2-f]페난트리디나토]이리듐(III)(약칭: [Ir(dmpimpt-Me)₃])과 같은 이미다졸 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디나토-N,C^{2'}]이리듐(III)테트라키스(1-피라졸일)보레이트(약칭: [FIr6]), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디나토-N,C^{2'}]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: [FIrpic]), 비스{2-[3',5'-비스(트라이플루오로메틸)페닐]피리디나토-N,C^{2'}}이리듐(III)피콜리네이트(약칭: [Ir(CF₃ppy)₂(pic)]), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디나토-N,C^{2'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [FIracac])와 같은 전자 흡인기를 갖는 페닐피리딘 유도체를 배위자로 하는 유기 금속 이리듐 착체를 들 수 있다. 이들은 청색 인광을 발광하는 화합물들이며, 440nm~520nm에서 발광 피크를 갖는다.

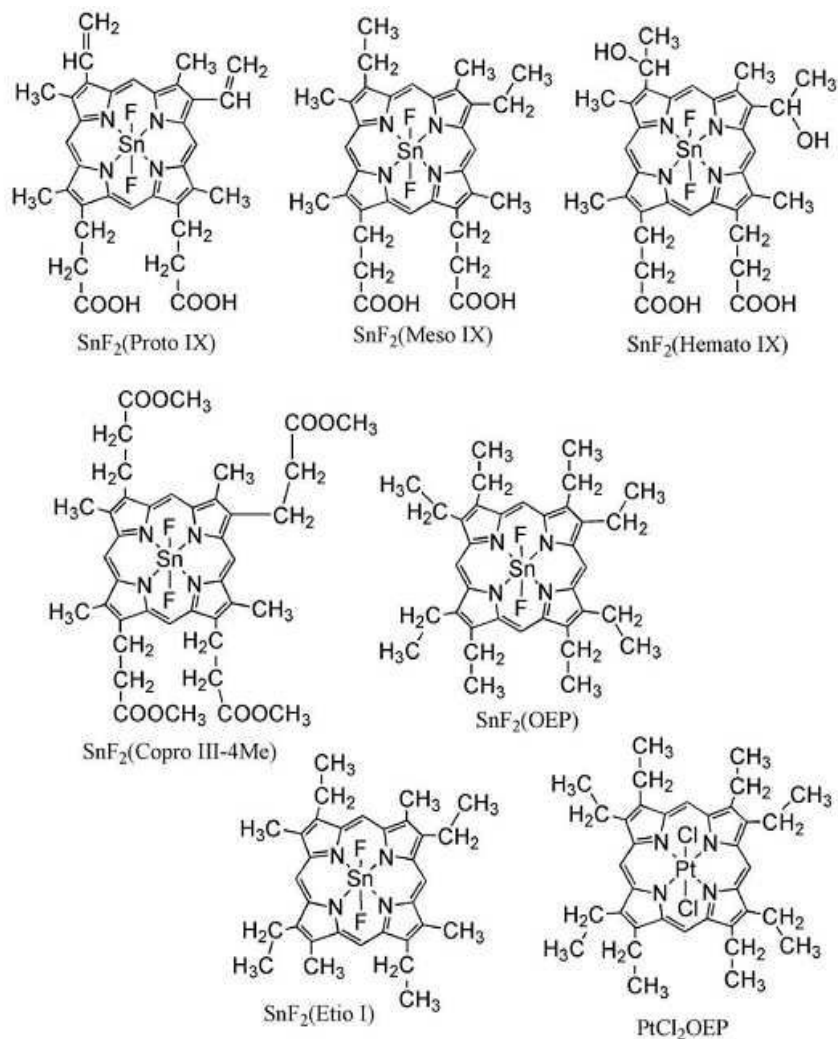
[0064] 또한, 트리스(4-메틸-6-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppm)₃]), 트리스(4-t-뷰틸-6-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)₃]), (아세틸아세토나토)비스(6-메틸-4-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppm)₂(acac)]), (아세틸아세토나토)비스(6-tert-뷰틸-4-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)₂(acac)]), (아세틸아세토나토)비스[6-(2-노보닐)-4-페닐피리미디나토]이리듐(III)(약칭: [Ir(nbppm)₂(acac)]), (아세틸아세토나토)비스[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-페닐피리미디나토]이리듐(III)(약칭: [Ir(mppmpm)₂(acac)]), (아세틸아세토나토)비스(4,6-다이페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(dppm)₂(acac)])과 같은 피리미딘 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, (아세틸아세토나토)비스(3,5-다이메틸-2-페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-Me)₂(acac)]), (아세틸아세토나토)비스(5-아이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-iPr)₂(acac)])과 같은 피라진 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스(2-페닐피리디나토-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭: [Ir(ppy)₃]), 비스(2-페닐피리디나토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(ppy)₂(acac)]), 비스(벤조[h]퀴놀리나토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(bzq)₂(acac)]), 트리스(벤조[h]퀴놀리나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(bzq)₃]), 트리스(2-페닐퀴놀리나토-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭: [Ir(pq)₃]), 비스(2-페닐퀴놀리나토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(pq)₂(acac)])와 같은 피리딘 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체 외, 트리스(아세틸아세토나토)(모노페난트롤린)터븀(III)(약칭: [Tb(acac)₃(Phen)])과 같은 희토류 금속 착체를 들 수 있다. 이들은 주로 녹색 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 500nm~600nm에서 발광 피크를 갖는다. 또한, 피리미딘 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체는, 신뢰성이나 발광 효율도 매우 우수하기 때문에, 특히 바람직하다.

[0065] 또한, (다이아이소뷰틸메타나토)비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디나토]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dibm})]$), 비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디나토](다이피발로일메타나토)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dpm})]$), 비스[4,6-다이(나프탈렌-1-일)피리미디나토](다이피발로일메타나토)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{dlnpm})_2(\text{dpm})]$)과 같은 피리미딘 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, (아세틸아세토나토)비스(2,3,5-트라이페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})]$), 비스(2,3,5-트라이페닐피라지나토)(다이피발로일메타나토)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$), (아세틸아세토나토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴녹살리나토]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})]$)과 같은 피라진 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스(1-페닐아이소퀴놀리나토- $\text{N},\text{C}^{2'}$)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{piq})_3]$), 비스(1-페닐아이소퀴놀리나토- $\text{N},\text{C}^{2'}$)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: $[\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})]$)과 같은 피리딘 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체 외, 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린백금(II)(약칭: PtOEP)와 같은 백금 착체나, 트리스(1,3-다이페닐-1,3-프로페인다이오나토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: $[\text{Eu}(\text{DBM})_3(\text{Phen})]$), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트라이플루오로아세토나토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: $[\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})]$)과 같은 희토류 금속 착체를 들 수 있다. 이들은 적색 인광 발광을 나타내는 화합물이며, 600nm~700nm에서 발광 피크를 갖는다. 또한, 피라진 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체는, 색도가 좋은 적색 발광이 얻어진다.

[0066] 또한, 상술한 인광성 화합물 이외에도, 공지된 인광성 발광 재료를 선택하여 사용하여도 좋다.

[0067] TADF 재료로서는 풀러렌 및 그 유도체, 프로플라빈 등의 아크리딘 유도체, 예오신 등을 사용할 수 있다. 또한, 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 주석(Sn), 백금(Pt), 인듐(In), 또는 팔라듐(Pd) 등을 포함하는 금속 함유 포르피린 등을 사용할 수도 있다. 상기 금속 함유 포르피린으로서, 예를 들어 이하의 구조식으로 나타내어지는 프로토포르피린-불화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Proto IX})$), 메소포르피린-불화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Meso IX})$), 헤마토포르피린-불화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Hemato IX})$), 코프로포르피린테트라메틸에스터-불화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Copro III-4Me})$), 옥타에틸포르피린-불화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{OEP})$), 에티오포르피린-불화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Etio I})$), 옥타에틸포르피린-염화 백금 착체(PtCl_2OEP) 등도 들 수 있다.

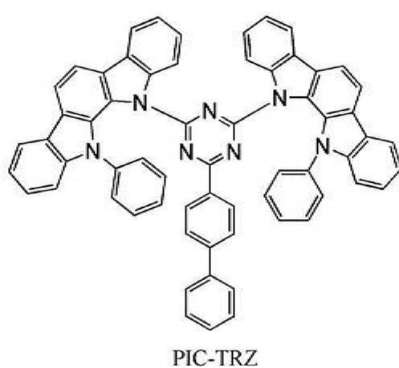
[0068] [화학식 1]



[0069]

[0070] 또한, 이하 구조식으로 나타내어지는 2-바이페닐-4,6-비스(12-페닐인돌로[2,3-a]카바졸-11-일)-1,3,5-트라이아진(약칭: PIC-TRZ) 등의 π 전자 과잉 헤테로 방향족 고리 및 π 전자 부족 헤테로 방향족 고리를 갖는 헤테로 고리 화합물을 사용할 수도 있다. 상기 헤테로 고리 화합물은, π 전자 과잉 헤테로 방향족 고리 및 π 전자 부족 헤테로 방향족 고리를 갖기 때문에, 전자 수송성 및 정공 수송성이 높아 바람직하다. 또한, π 전자 과잉 헤테로 방향족 고리와 π 전자 부족 헤테로 방향족 고리가 직접 결합된 물질은, π 전자 과잉 헤테로 방향족 고리의 도너성(donor property) 및 π 전자 부족 헤테로 방향족 고리의 억셉터성이 둘 다 증가하여 S₁ 준위와 T₁ 준위의 에너지 차이가 작아지기 때문에 특히 바람직하다.

[0071] [화학식 2]



[0072]

[0073] 다음에, 발광층의 호스트 재료로서는 다양한 캐리어 수송 재료를 사용할 수 있다. 상기 캐리어 수송 재료로서

는, 예를 들어 이하에서 기재하는 바와 같은 정공 수송성을 갖는 물질이나, 전자 수송성을 갖는 물질 등을 사용할 수 있다. 물론, 이하에서 드는 물질 이외의 정공 수송성을 갖는 재료나 전자 수송성을 갖는 재료, 바이폴러성을 갖는 재료도 사용할 수 있다.

[0074] 정공 수송성을 갖는 재료로서는, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-다이페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이아민(약칭: TPD), 4,4'-비스[N-(스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: BSPB), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP), 4-페닐-3'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: mBPAFLP), 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), 4,4'-다이페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBBI1BP), 4-(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-트라이페닐아민(약칭: PCBANB), 4,4'-다이(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBNBB), 9,9'-다이메틸-N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-플루오렌-2-아민(약칭: PCBAF), N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-아민(약칭: PCBASF) 등 방향족 아민 골격을 갖는 화합물이나, 1,3-비스(N-카바졸일)벤젠(약칭: mCP), 4,4'-다이(N-카바졸일)바이페닐(약칭: CBP), 3,6-비스(3,5-다이페닐페닐)-9-페닐카바졸(약칭: CzTP), 3,3'-비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCCP) 등 카바졸 골격을 갖는 화합물이나, 4,4',4'-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II), 2,8-다이페닐-4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-III), 4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-6-페닐다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-IV) 등 싸이오펜 골격을 갖는 화합물이나, 4,4',4'-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조퓨란)(약칭: DBF3P-II), 4-{3-[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]페닐}다이벤조퓨란(약칭: mmDBFFLBI-II) 등 퓨란 골격을 갖는 화합물을 들 수 있다. 상술한 것 중에서도 방향족 아민 골격을 갖는 화합물이나 카바졸 골격을 갖는 화합물은 신뢰성이 양호하고 정공 수송성이 높으며 구동 전압 저감에도 기여하기 때문에 바람직하다.

[0075] 전자 수송성을 갖는 재료로서는 예를 들어, 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리나토)베릴륨(II)(약칭: BeBq₂), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(III)(약칭: BA1q), 비스(8-퀴놀리놀라토)아연(II)(약칭: Znq), 비스[2-(2-벤즈옥사졸일)페놀라토]아연(II)(약칭: ZnPB0), 비스[2-(2-벤조싸이아졸일)페놀라토]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 금속 착체나, 2-(4-바이페닐)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사다리아졸(약칭: PBD), 3-(4-바이페닐)-4-페닐-5-(4-tert-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 1,3-비스[5-(p-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사다리아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사다리아졸-2-일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CO11), 2,2',2'-(1,3,5-벤젠트라이일)트리스(1-페닐-1H-벤즈이미다졸)(약칭: TPBI), 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: mDBTBIIm-II) 등의 폴리아졸 골격을 갖는 헤테로 고리 화합물이나, 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(9H-카바졸-9-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mCzBPDBq), 4,6-비스[3-(페난트렌-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mPnP2Pm), 4,6-비스[3-(4-다이벤조싸이엔일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mDBTP2Pm-II) 등의 다이아진 골격을 갖는 헤테로 고리 화합물이나, 3,5-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리딘(약칭: 35DCzPPy), 1,3,5-트라이[3-(3-피리딜)-페닐]벤젠(약칭: TmPyPB) 등의 피리딘 골격을 갖는 헤테로 고리 화합물을 들 수 있다. 상술한 것 중에서, 다이아진 골격을 갖는 헤테로 고리 화합물이나 피리딘 골격을 갖는 헤테로 고리 화합물은 신뢰성이 양호하여 바람직하다. 특히, 다이아진(피리미딘이나 피라진) 골격을 갖는 헤테로 고리 화합물은 전자 수송성이 높고, 구동 전압 저감에도 기여한다.

[0076] 또한, 호스트 재료는 복수 종류의 물질을 혼합한 재료이어도 좋고, 혼합된 호스트 재료를 사용하는 경우에는 전자 수송성을 갖는 재료와 정공 수송성을 갖는 재료를 혼합하는 것이 바람직하다. 전자 수송성을 갖는 재료와 정공 수송성을 갖는 재료를 혼합함으로써, 발광층(113)의 수송성을 쉽게 조정할 수 있어 재결합 영역의 제어도 쉽게 수행할 수 있다. 정공 수송성을 갖는 재료와 전자 수송성을 갖는 재료의 함유량의 비는 정공 수송성을 갖는 재료:전자 수송성을 갖는 재료=1:9~9:1로 하면 좋다.

[0077] 또한, 이들 혼합된 재료끼리로 들뜬 착체를 형성하여도 좋다. 상기 들뜬 착체는 발광 재료의 가장 저에너지 층의 흡수대의 파장과 중첩하게 되는 발광을 나타내는 들뜬 착체를 형성하는 바와 같은 조합을 선택함으로써, 에너지가 원활하게 이동하여 발광을 효율적으로 얻을 수 있어 바람직하다. 또한, 구동 전압도 저하되므로 바람직하다.

[0078] 전자 수송층(114)에 대하여, 전자 수송성을 갖는 물질을 포함하는 층이다. 전자 수송성을 갖는 물질로서는, 상기 호스트 재료에 사용하는 것이 가능한 전자 수송성을 갖는 물질로서 든 것을 사용할 수 있다.

- [0079] 전자 수송층(114)과 음극(102) 사이에, 음극(102)의 일부로서 불화 리튬(LiF), 불화 세슘(CsF), 불화 칼슘(CaF₂) 등의 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 또는 이들의 화합물을 제공하여도 좋다. 전자 수송성을 갖는 물질로 이루어지는 층 중에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 또는 이들의 화합물을 함유시킨 것이나, 일렉트라이드를 사용하여도 좋다. 상기 일렉트라이드로서는, 예를 들어, 칼슘과 알루미늄의 혼합 산화물에 전자를 고농도 첨가한 물질 등을 들 수 있다.
- [0080] 여기서, 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 있어서, 특히 바람직한 구조예에 대하여 설명한다.
- [0081] 본 발명의 일 형태의 발광 소자에서, 호스트 재료는, 3 고리 이상 6 고리 이하의 축합 방향족 고리 골격을 포함하는 물질인 것이 바람직하다. 3 고리 이상 6 고리 이하의 축합 방향족 고리 골격을 포함하는 물질로서는, 예를 들어, CzPA, 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA), 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: PCzPA), 4-[3-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]다이벤조퓨란(약칭: 2mDBFPPA-II), t-BuDNA, 9-(2-나프틸)-10-[4-(1-나프틸)페닐]안트라센(약칭: BH-1)과 같은 안트라센 골격을 갖는 물질이나, 5,12-다이페닐테트라센(약칭: DPT), 루브렌, 2,8-다이-tert-부틸-5,11-비스(4-tert-부틸페닐)-6,12-다이페닐테트라센(약칭: TBRb)과 같은 테트라센 골격을 갖는 물질이나, 1,3,5-트라이(1-피렌일)벤젠(약칭: TPB3), 9,9-비스[4-(1-피렌일)페닐]-9H-플루오렌(약칭: BPPF), 2,7-비스(1-피렌일)-스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: Spyro-pye)과 같은 피렌 골격을 갖는 물질이나, 2,5,8,11-테트라(tert-부틸)페틸렌(약칭: TBP)과 같은 페틸렌 골격을 갖는 물질, 플루오란텐 골격을 갖는 물질, 다이벤조크리센 골격을 갖는 물질 등을 들 수 있다. 이 중에서도 상술한 바와 같이, 안트라센 골격을 갖는 물질이 특히 바람직하다.
- [0082] 이때, 본 발명의 일 형태의 발광 소자에서, 전자 수송층(114)은 제 1 전자 수송층(114-1) 및 제 2 전자 수송층(114-2)의 2층 구조인 것이 바람직하다. 또한, 제 1 전자 수송층(114-1) 및 제 2 전자 수송층(114-2)을 구성하는 재료는 각각 다른 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는 재료인 것이 바람직하다. 이와 같이, 제 1 전자 수송층(114-1) 및 제 2 전자 수송층(114-2)에 사용하는 재료의 헤테로 방향족 고리 골격을 다르게 함으로써 제 1 전자 수송층(114-1)을 구성하는 재료의 LUMO 준위를, 호스트 재료 및 제 2 전자 수송층(114-2)을 구성하는 재료의 LUMO 준위보다 낮은(깊은) 위치에 구축하는 것이 가능하다.
- [0083] 또한, 제 1 전자 수송층(114-1) 및 제 2 전자 수송층(114-2)을 구성하는 헤테로 방향족 고리 골격을 갖는 물질은 합질소 6원 헤테로 방향족 고리 골격을 갖는 물질인 것이 바람직하다. 합질소 6원 헤테로 방향족 고리 골격을 갖는 물질은 5원 고리의 합질소 헤테로 고리 골격(피롤, 인돌, 카바졸, 이미다졸, 벤즈이미다졸, 트리아아졸, 벤조트리아아졸 등)을 갖는 물질보다 전자 수송체로서의 신뢰성이 높으므로, 신뢰성이 양호한 발광 소자를 얻을 수 있다. 또한, 합질소 6원 헤테로 방향족 고리 골격을 갖는 물질은 5원 고리의 합질소 헤테로 고리 골격을 갖는 물질보다 LUMO 준위가 깊어지는 경향이 있으므로, 제 1 전자 수송층(114-1)을 구성하는 재료로서 특히 바람직하다.
- [0084] 따라서, 제 1 전자 수송층(114-1)을 구성하는 헤테로 방향족 고리 골격을 갖는 물질은, 트리아아진 골격이나 다이아진 골격(특히 피라진 골격 또는 피리미딘 골격)을 포함하는 것이 바람직하고, 그 중에서도 축합 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는 물질이 바람직하다. 다이아진 골격을 갖는 축합 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는 물질의 바람직한 예로서는, 신뢰성이 우수한 벤조퀴논살린 골격이나 다이벤조퀴논살린 골격을 포함하는 물질을 들 수 있고, 특히 다이벤조퀴논살린 골격은 LUMO 준위가 깊어지기 쉽기 때문에, 바람직하다. 이와 같은 구성을 갖는 본 발명의 일 형태의 발광 소자에서는, 구동 시간의 축적에 따른 휘도 열화가 작은, 수명이 긴 발광 소자로 할 수 있다.
- [0085] 제 2 전자 수송층(114-2)을 구성하는 헤테로 방향족 고리 골격을 갖는 물질은, 음극에 접촉하는 경우를 고려하면, 피리딘 골격이나 바이피리딘 골격을 갖는 물질이 바람직하다. 또한, 제 1 전자 수송층(114-1)을 구성하는 헤테로 방향족 고리 골격을 갖는 물질이 트리아아진 골격이나 다이아진 골격(특히 피라진 골격 또는 피리미딘 골격)을 포함하는 경우, 피리딘 골격이나 바이피리딘 골격은 그 트리아아진 골격이나 다이아진 골격보다 LUMO 준위가 높기 때문에, 이 조합이 바람직하다. 피리딘 골격이나 바이피리딘 골격은, 축합 고리를 형성하여도 좋고, 예를 들어 페난트롤린 골격을 형성하여도 좋다.
- [0086] 제 1 전자 수송층(114-1) 및 제 2 전자 수송층(114-2)을 구성하는 헤테로 방향족 고리 골격을 갖는 물질로서는, 2mDBTPDBq-II, 2mDBTPDBq-III, 2-{3-[3-(2,8-다이페닐다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]페닐}다이벤조[f,h]퀴논살린(약칭: 2mDBTPDBq-III), 2-{3-[3-(6-페닐다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]페닐}다이벤조[f,h]퀴논살린(약칭: 2mDBTPDBq-IV), 2-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴논살린(약칭: PCPDBq), 2-[3-

(3,6-다이페닐-9H-카바졸-9-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mCzPDBq-III), 2-[3'-(9H-카바졸-9-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mCzBPDBq), 7-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 7mDBTPDBq-II), 7-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 7mDBTPDBq-III)과 같은 다이벤조퀴녹살린 골격을 갖는 물질, 2,2'-(피리딘-2,6-다이일)비스(4-페닐벤조[h]퀴나졸린)(약칭: 2,6(P-Bqn)2Py)과 같은 벤조퀴나졸린 골격을 갖는 물질, 4,6mDBTP2Pm-II, 4,6-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mCzP2Pm), 4-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 4mDBTPBPfpm-II), 4-{3-[3'-(9H-카바졸-9-일)]바이페닐-3-일}벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 4mCzBPBPfpm), 4,6-비스(3,5-다이(피리딘-3-일)페닐)-2-메틸피리미딘(약칭: B3PYMPM), 2,2'-(피리딘-2,6-다이일)비스(4,6-다이페닐피리미딘)(약칭: 2,6(P2Pm)2Py)과 같은 피리미딘 골격을 갖는 물질, 피라지노[2,3-f][1,10]페난트롤린-2,3-다리카보나이트릴(약칭: PPDN), 2,3-다이페닐피리도[2,3-b]피라진(약칭: (2PYPR), 2,3-다이페닐피리도[3,4-b]피라진(약칭: 3PYPR)과 같은 피라진 골격을 갖는 물질, 2,4,6-트리스(2-피리딜)-1,3,5-트라이아진(약칭: 2Py3Tzn), 2,4,6-트리스(3'-(피리딘-3-일)바이페닐-3-일)-1,3,5-트라이아진(약칭: TmPPPyTz), 3-(4-(9H-카바졸-9-일)페닐)-9-(4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진-2-일)-9H-카바졸(약칭: CPCBPTz)과 같은 트라이아진 골격을 갖는 물질, 바소큐프로인(약칭: BCP), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen), 4,4'-다이(1,10-페난트롤린-2-일)바이페닐(약칭: Phen2BP)과 같은 페난트롤린 골격을 갖는 물질, 4,4'-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]-2,2'-바이피리딘(약칭: 4,4'mCzP2BPpy), 4,4'-비스[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-2,2'-바이피리딘(약칭: 4,4'mDBTP2BPpy-II), 4,4'-비스[3-(다이벤조퓨란-4-일)페닐]-2,2'-바이피리딘(약칭: 4,4'DBfP2BPpy-II)과 같은 바이피리딘 골격을 갖는 물질, 트리스[2,4,6-트라이메틸-3-(3-피리딜)페닐]보레인(약칭: 3TPYMB), 1,3,5-트라이[3-(3-피리딜)페닐]벤젠(약칭: TmPyPB), 3,3',5,5'-테트라[(m-피리딜)-펜-3-일]바이페닐(약칭: BP4mPy), 1,3-비스[3,5-다이(피리딘-3-일)페닐]벤젠(약칭: BmPyPhB)과 같은 피리딘 골격을 갖는 물질 등을 들 수 있다. 이 중에서, 몇 상술한 호스트 재료로서 사용할 수 있는 3 고리 이상 6 고리 이하의 축합 방향족 고리 골격을 포함하는 물질로서 든 물질 중에서, 호스트 재료를 구성하는 재료의 LUMO 준위 및 제 2 전자 수송층(114-2)을 구성하는 재료의 LUMO 준위가 제 1 전자 수송층(114-1)을 구성하는 재료의 LUMO 준위보다 높은(얕은) 준위에 위치하도록 재료를 선택하면 좋다.

[0087] 또한, 상기 바람직한 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 금속 산화물과 정공 수송성 물질로 이루어지는 복합 재료를 정공 주입층(111)에 사용한 발광 소자가, 특히 발광 효율(외부 양자 효율, 전류 효율 등)이 양호한 발광 소자가 될 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 있어서, 정공 주입층으로서 유기 엑셉터, 특히 HAT-CN을 사용한 발광 소자에 있어서는 본원 구성을 사용함으로써, 고휘도 영역에서의 효율의 롤 오프를 저감하여, 고휘도 및 고효율의 발광 소자를 구현할 수 있다.

[0088] 또한, 전자 주입층(115) 대신에 전하 발생층(116)을 제공하여도 좋다(도 1의 (B) 참조). 전하 발생층(116)은, 전위 공급에 의하여 이 층의 음극 측에 접촉하는 층에 정공을, 양극 측에 접촉하는 층에 전자를 주입할 수 있는 층이다. 전하 발생층(116)에는, 적어도 P형층(117)이 포함된다. P형층(117)은, 상술한 정공 주입층(111)을 구성할 수 있는 재료로서 든 복합 재료를 사용하여 형성되는 것이 바람직하다. 또한, P형층(117)을, 복합 재료를 구성하는 재료로서 상술한 엑셉터 재료를 포함하는 막과 정공 수송 재료를 포함하는 막을 적층하여 구성하여도 좋다. P형층(117)에 전위를 공급함으로써, 전자 수송층(114)에는 전자가, 음극(102)에는 정공이 주입되어, 발광 소자가 동작한다.

[0089] 또한, 전하 발생층(116)에, P형층(117) 외에 전자 릴레이층(118) 및 전자 주입 버퍼층(119)의 어느 하나 또는 양쪽 모두가 제공되는 것이 바람직하다.

[0090] 전자 릴레이층(118)은 적어도 전자 수송성을 갖는 물질을 포함하고, 전자 주입 버퍼층(119)과 P형층(117)의 상호작용을 방지하여 전자를 원활하게 이송하는 기능을 갖는다. 전자 릴레이층(118)에 포함되는 전자 수송성을 갖는 물질의 LUMO 준위는, P형층(117)에서의 엑셉터성 물질의 LUMO 준위와 전자 수송층(114)에서 전하 발생층(116)과 접촉하는 층에 포함되는 물질의 LUMO 준위 사이인 것이 바람직하다. 전자 릴레이층(118)에 사용되는 전자 수송성을 갖는 물질에서의 LUMO 준위의 구체적인 에너지 준위는 -5.0eV 이상, 바람직하게는 -5.0eV 이상 -3.0eV 이하로 하여도 좋다. 또한, 전자 릴레이층(118)에 사용되는 전자 수송성을 갖는 물질로서는 프탈로사이아닌계 재료 또는 금속-산소 결합과 방향족 배위자를 갖는 금속 착체를 사용하는 것이 바람직하다.

[0091] 전자 주입 버퍼층(119)에는 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화 리튬 등의 산화물, 할로젠화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함), 또는 희토류 금속 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함)) 등

의 전자 주입성이 높은 물질을 사용할 수 있다.

- [0092] 또한, 전자 주입 버퍼층(119)이 전자 수송성을 갖는 물질과 도너성 물질을 포함하여 형성되는 경우에는, 도너성 물질로서 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화 리튬 등의 산화물, 할로젠화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함), 또는 희토류 금속 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함)) 외에, 테트라싸이아나프타센(약칭: TTN), 니켈로센, 데카메틸니켈로센 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다. 또한, 전자 수송성을 갖는 물질로서 상술한 전자 수송층(114)을 구성하는 재료와 같은 재료를 사용하여, 형성할 수 있다.
- [0093] 음극(102)을 형성하는 물질로서는, 일함수가 작은(구체적으로는 3.8eV 이하) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용할 수 있다. 이와 같은 음극 재료의 구체적인 예로서는, 리튬(Li)이나 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 및 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr) 등의 원소 주기율표의 제 1 족 또는 제 2 족에 속하는 원소, 및 이들을 포함하는 합금(MgAg, AlLi), 유토포뮴(Eu), 이터븀(Yb) 등의 희토류 금속 및 이들을 포함하는 합금 등을 들 수 있다. 그러나, 음극(102)과 전자 수송층 사이에 전자 주입층을 제공함으로써 일함수의 대소에 상관없이 Al, Ag, ITO, 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석 등 다양한 도전성 재료를 음극(102)으로서 사용할 수 있다. 이들 도전성 재료는 진공 증착법이나 스퍼터링법 등의 건식법, 잉크젯법, 스핀 코팅법 등에 의하여 성막될 수 있다. 또한, 졸-겔법을 이용하여 습식법으로 형성하여도 좋고, 금속 재료의 페이스트를 사용하여 습식법으로 형성하여도 좋다.
- [0094] 또한, EL층(103) 형성 방법으로서, 건식법이든지 습식법이든지 상관없이 다양한 방법을 이용할 수 있다. 예를 들어, 진공 증착법, 그라비어 인쇄법, 오프셋 인쇄법, 스크린 인쇄법, 잉크젯법, 또는 스핀 코팅법 등을 이용하여도 좋다.
- [0095] 또한, 상술한 각 전극 또는 각 층을 상이한 성막 방법을 이용하여 형성하여도 좋다.
- [0096] 또한, 양극(101)과 음극(102) 사이에 제공되는 층의 구성은, 상술한 구성에 한정되지 않는다. 그러나, 발광 영역과 전극이나 캐리어 주입층에 사용되는 금속이 근접함으로써 일어나는 소광이 억제되도록, 양극(101)과 음극(102)으로부터 떨어진 부위에 정공과 전자가 재결합하는 발광 영역이 제공된 구성이 바람직하다.
- [0097] 또한, 발광층(113)과 접촉하는 정공 수송층이나 전자 수송층, 특히 발광층(113)에서의 재결합 영역에 가까운 캐리어 수송층은, 발광층에서 생긴 여기자로부터의 에너지 이동을 억제하기 위하여, 그 밴드갭이 발광층을 구성하는 발광 물질 또는 발광층에 포함되는 발광 중심 물질이 갖는 밴드갭보다 큰 밴드갭을 갖는 물질로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0098] 다음에, 복수의 발광 유닛이 적층된 구성을 갖는 발광 소자(적층형 소자, 탠덤형 소자라고도 함)의 형태에 대하여 도 1의 (C)를 참조하여 설명한다. 이 발광 소자는, 양극과 음극 사이에, 복수의 발광 유닛을 갖는 발광 소자이다. 하나의 발광 유닛은, 도 1의 (A)에 도시된 EL층(103)과 거의 마찬가지로의 구성을 갖는다. 즉, 도 1의 (C)에 도시된 발광 소자는 복수 발광 유닛을 갖는 발광 소자이고, 도 1의 (A) 또는 (B)에 도시된 발광 소자는 하나의 발광 유닛을 갖는 발광 소자이라고 할 수 있다.
- [0099] 도 1의 (C)에서, 제 1 전극(501)과 제 2 전극(502) 사이에는 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512)이 적층되고, 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512) 사이에는 전하 발생층(513)이 제공된다. 제 1 전극(501)과 제 2 전극(502)은 각각 도 1의 (A)에서의 양극(101)과 음극(102)에 상당하고, 도 1의 (A)의 설명에서 기재한 것과 같은 것이 적용될 수 있다. 또한, 제 1 발광 유닛(511) 및 제 2 발광 유닛(512)의 구조는 같아도 좋고 상이하여도 좋다.
- [0100] 전하 발생층(513)은 제 1 전극(501)과 제 2 전극(502)에 전압을 인가하였을 때, 한쪽의 발광 유닛에 전자를 주입하고, 다른 쪽의 발광 유닛에 정공을 주입하는 기능을 갖는다. 즉, 도 1의 (C)에서, 제 1 전극의 전위가 제 2 전극의 전위보다 높게 되도록 전압을 인가한 경우, 전하 발생층(513)은 제 1 발광 유닛(511)에 전자를 주입하고, 제 2 발광 유닛(512)에 정공을 주입하는 것이면 좋다.
- [0101] 전하 발생층(513)은 도 1의 (B)에서 설명한 전하 발생층(116)과 같은 구성을 가져 형성되는 것이 바람직하다. 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료는 캐리어 주입성 및 캐리어 수송성이 우수하기 때문에, 저전압 구동, 저전류 구동을 구현할 수 있다. 또한, 발광 유닛의 양극 측의 면이 전하 발생층(513)과 접촉하는 경우에는, 전하 발생층(513)은 발광 유닛의 정공 주입층의 역할도 가질 수 있기 때문에, 발광 유닛에 정공 수송층이 제공되지 않아도 된다.

- [0102] 또한, 전자 주입 버퍼층(119)을 제공하는 경우, 이 전자 주입 버퍼층(119)이 양극 측의 발광 유닛에서의 전자 주입층의 역할을 갖기 때문에, 양극 측의 발광 유닛에는 전자 주입층을 반드시 형성할 필요는 없다.
- [0103] 도 1의 (C)에서는 2개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에 대하여 설명하였지만, 3개 이상의 발광 유닛이 적층된 발광 소자에도 마찬가지로 적용될 수 있다. 본 실시형태에 따른 발광 소자와 같이, 복수의 발광 유닛을 한 쌍의 전극 사이에서 전하 발생층(513)으로 칸막이하하여 배치함으로써, 전류 밀도를 낮게 유지한 채, 고휘도 발광을 가능하게 하고, 또한 수명이 긴 소자를 구현할 수 있다. 또한, 저전압 구동이 가능하여 소비 전력이 낮은 발광 장치를 구현할 수 있다.
- [0104] 또한, 각 발광 유닛의 발광색을 다르게 함으로써, 발광 소자 전체적으로 원하는 색의 발광을 얻을 수 있다. 예를 들어, 2개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에서, 제 1 발광 유닛에서 적색 및 녹색의 발광색, 제 2 발광 유닛에서 청색의 발광을 얻음으로써, 발광 소자 전체적으로 백색 발광하는 발광 소자를 얻을 수도 있다.
- [0105] 또한, 상기 구성은 다른 실시형태나 본 실시형태 중 다른 구성과 적절히 조합될 수 있다.
- [0106] (실시형태 2)
- [0107] 본 실시형태에서는 실시형태 1에서 기재한 유기 화합물을 포함하는 발광 소자를 사용한 발광 장치에 대하여 설명한다.
- [0108] 본 실시형태에서는 실시형태 1에서 기재한 유기 화합물을 포함하는 발광 소자를 사용하여 제작된 발광 장치에 대하여 도 2를 사용하여 설명한다. 또한, 도 2의 (A)는 발광 장치를 도시한 상면도, 도 2의 (B)는 도 2의 (A)를 A-B 및 C-D로 절단한 단면도이다. 이 발광 장치는 발광 소자의 발광을 제어하는 것으로, 점선으로 나타내어진 구동 회로부(소스선 구동 회로)(601), 화소부(602), 및 구동 회로부(게이트선 구동 회로)(603)를 포함한다. 또한, 부호 604는 밀봉 기관, 부호 605는 실재이고, 실재(605)로 둘러싸인 내측은 공간(607)이다.
- [0109] 또한, 리드 배선(608)은 소스선 구동 회로(601) 및 게이트선 구동 회로(603)에 입력되는 신호를 전송하기 위한 배선이고, 외부 입력 단자가 되는 FPC(플렉시블 프린트 서킷)(609)로부터 비디오 신호, 클럭 신호, 스타트 신호, 리셋 신호 등을 공급받는다. 또한, 여기서는 FPC밖에 도시되어 있지 않지만, 이 FPC에는 프린트 배선 기관(PWB)이 붙여져도 좋다. 본 명세서에서의 발광 장치에는, 발광 장치 본체뿐만 아니라, 이에 FPC 또는 PWB가 붙여진 상태를 포함하는 것으로 한다.
- [0110] 다음에, 단면 구조에 대하여 도 2의 (B)를 사용하여 설명한다. 구동 회로부 및 화소부가 소자 기관(610) 위에 형성되지만, 여기서는 구동 회로부인 소스선 구동 회로(601), 및 화소부(602) 중 하나의 화소가 도시되어 있다.
- [0111] 소자 기관(610)은 유리, 석영, 유기 수지, 금속, 합금, 반도체 등으로 이루어지는 기관 외에, FRP(Fiber Reinforced Plastics), PVF(폴리바이닐플루오라이드), 폴리에스터, 또는 아크릴 등으로 이루어진 플라스틱 기관을 사용하여 제작되면 좋다.
- [0112] 화소나 구동 회로에 사용되는 트랜지스터의 구조는 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어, 역 스택거형 트랜지스터로 하여도 좋고, 스택거형 트랜지스터로 하여도 좋다. 또한, 톱 게이트형 트랜지스터이어도 좋고, 보텀 게이트형 트랜지스터이어도 좋다. 트랜지스터에 사용하는 반도체 재료는 특별히 한정되지 않고, 예를 들어 실리콘, 저마늄, 탄소화 실리콘, 질화 갈륨 등을 사용할 수 있다. 또는, In-Ga-Zn계 금속 산화물 등 인듐, 갈륨, 및 아연 중 적어도 하나를 포함한 산화물 반도체를 사용하여도 좋다.
- [0113] 트랜지스터에 사용하는 반도체 재료의 결정성에 대해서도 특별히 한정되지 않고, 비정질 반도체, 결정성을 갖는 반도체(미결정 반도체, 다결정 반도체, 단결정 반도체, 또는 일부에 결정 영역을 갖는 반도체) 중 어느 것을 사용하여도 좋다. 결정성을 갖는 반도체를 사용하면, 트랜지스터 특성의 열화를 억제할 수 있으므로 바람직하다.
- [0114] 여기서, 상기 화소나 구동 회로에 제공되는 트랜지스터 외에, 후술하는 터치 센서 등에 사용되는 트랜지스터 등의 반도체 장치에는 산화물 반도체를 적용하는 것이 바람직하다. 특히 실리콘보다 밴드갭이 넓은 산화물 반도체를 적용하는 것이 바람직하다. 실리콘보다 밴드갭이 넓은 산화물 반도체를 사용함으로써, 트랜지스터의 오프 상태에서의 전류를 저감할 수 있다.
- [0115] 상기 산화물 반도체는 적어도 인듐(In) 또는 아연(Zn)을 포함하는 것이 바람직하다. 또한, In-M-Zn계 산화물(M은 Al, Ti, Ga, Ge, Y, Zr, Sn, La, Ce 또는 Hf 등의 금속)로 표기되는 산화물을 포함하는 산화물 반도체인 것이 더 바람직하다.

- [0116] 특히, 반도체층으로서, 복수의 결정부를 갖고, 상기 결정부는 c축이 반도체층의 피형성면 또는 반도체층의 상면에 대하여 수직으로 배향하고, 또한 인접하는 결정부간에 입계를 갖지 않는 산화물 반도체막을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0117] 반도체층으로서 이와 같은 재료를 사용함으로써, 전기 특성의 변동이 억제되고, 신뢰성이 높은 트랜지스터를 구현할 수 있다.
- [0118] 또한, 상술한 반도체층을 갖는 트랜지스터는 오프 전류가 낮기 때문에, 트랜지스터를 통하여 용량 소자에 축적된 전하가 장기간에 걸쳐 유지될 수 있다. 이와 같은 트랜지스터를 화소에 적용함으로써, 각 표시 영역에 표시된 화상의 계조를 유지하면서 구동 회로를 정지하는 것도 가능하다. 이 결과 소비 전력이 저감된 전자 기기를 구현할 수 있다.
- [0119] 트랜지스터의 특성 안정화 등을 위하여, 하지막을 제공하는 것이 바람직하다. 하지막으로서, 산화 실리콘막, 질화 실리콘막, 산화질화 실리콘막, 질화산화 실리콘막 등의 무기 절연막을 사용하고, 단층으로 또는 적층하여 제작될 수 있다. 하지막은 스퍼터링법, CVD(Chemical Vapor Deposition)법(플라즈마 CVD법, 열 CVD법, MOCVD(Metal Organic CVD)법 등), ALD(Atomic Layer Deposition)법, 도포법, 인쇄법 등을 이용하여 형성될 수 있다. 또한, 하지막은, 필요 없으면 제공하지 않아도 된다.
- [0120] 또한, FET(623)는 구동 회로부(601)에 형성되는 트랜지스터 중 하나를 나타내는 것이다. 또한, 구동 회로는 다양한 CMOS 회로, PMOS 회로, 또는 NMOS 회로로 형성되면 좋다. 또한, 본 실시형태에서는 구동 회로가 기판 위에 형성된 드라이버 일체형이 예시되었지만, 반드시 그럴 필요는 없고, 구동 회로가 기판 위가 아니라 외부에 형성될 수도 있다.
- [0121] 또한, 화소부(602)는 스위칭용 FET(611)와, 전류 제어용 FET(612), 그 드레인에 전기적으로 접속된 제 1 전극(613)을 포함하는 복수의 화소로 형성되어 있지만, 이에 한정되지 않고, 3개 이상의 FET와, 용량 소자를 조합한 화소부로 하여도 좋다.
- [0122] 또한, 제 1 전극(613)의 단부를 덮어 절연물(614)이 형성된다. 여기서는, 포지티브형 감광성 아크릴 수지막을 사용하여 형성할 수 있다.
- [0123] 또한, 나중에 형성하는 EL층 등의 피복성을 양호하게 하기 위하여, 절연물(614)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 갖는 곡면이 형성되도록 한다. 예를 들어, 절연물(614)의 재료로서 포지티브형 감광성 아크릴을 사용한 경우에는, 절연물(614)의 상단부에만 곡률 반경($0.2\mu\text{m}$ ~ $3\mu\text{m}$)을 갖는 곡면을 갖게 하는 것이 바람직하다. 또한, 절연물(614)로서, 네거티브형 감광성 수지 및 포지티브형 감광성 수지 중 어느 것을 사용할 수도 있다.
- [0124] 제 1 전극(613) 위에는 EL층(616) 및 제 2 전극(617)이 각각 형성된다. 여기서, 양극으로서 기능하는 제 1 전극(613)에 사용되는 재료로서, 일함수가 큰 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들어, ITO막, 또는 실리콘을 함유한 인듐 주석 산화물막, 2wt%~20wt%의 산화 아연을 포함한 산화 인듐막, 질화 타이타늄막, 크로뮴막, 텅스텐막, Zn막, Pt막 등의 단층막 외에, 질화 타이타늄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막의 적층, 질화 타이타늄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과 질화 타이타늄막의 3층 구조 등을 사용할 수 있다. 또한, 적층 구조로 하면, 배선으로서 낮은 저항을 갖고, 양호한 옴 접촉(ohmic contact)을 얻으며, 양극으로서 기능시킬 수 있다.
- [0125] 또한, EL층(616)은 증착 마스크를 사용하는 증착법, 잉크젯법, 스핀 코팅법 등 다양한 방법으로 형성된다. EL층(616)은 실시형태 1에서 설명한 바와 같은 구성을 포함한다. 또한, EL층(616)을 구성하는 다른 재료로서 저분자 화합물 또는 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머를 포함함)이어도 좋다.
- [0126] 또한, EL층(616) 위에 형성되고 음극으로서 기능하는 제 2 전극(617)에 사용하는 재료로서는, 일함수가 작은 재료(Al, Mg, Li, Ca, 또는 이들의 합금이나 화합물(MgAg, MgIn, AlLi 등) 등)를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, EL층(616)에서 생긴 빛이 제 2 전극(617)을 투과하는 경우에는, 제 2 전극(617)으로서, 막 두께가 얇은 금속 박막과, 투명 도전막(ITO, 2wt%~20wt%의 산화 아연을 포함하는 산화 인듐, 실리콘을 함유하는 인듐 주석 산화물, 산화 아연(ZnO) 등)의 적층을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0127] 또한, 제 1 전극(613), EL층(616), 및 제 2 전극(617)으로 발광 소자가 형성된다. 이 발광 소자는 실시형태 1에 기재된 발광 소자이다. 또한, 화소부는 복수의 발광 소자가 형성되어 있지만, 본 실시형태에 따른 발광 장치에서는, 실시형태 1에 기재된 발광 소자와, 이 외의 구성을 갖는 발광 소자의 양쪽이 포함되어도 좋다.
- [0128] 또한 실재(605)로 밀봉 기판(604)과 소자 기판(610)을 접합함으로써, 소자 기판(610), 밀봉 기판(604), 및 실재

(605)로 둘러싸인 공간(607)에 발광 소자(618)가 제공된 구조이다. 또한, 공간(607)에는 충전재가 충전되고, 불활성 가스(질소나 아르곤 등)가 충전되는 경우 외에, 실제로 충전되는 경우도 있다. 밀봉 기관에 오목부를 형성하고 거기에 건조제를 제공함으로써 수분의 영향으로 인한 열화를 억제할 수 있어 바람직하다.

[0129] 또한, 실재(605)에는 에폭시계 수지나 유리 프릿(glass frit)을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 이들 재료는 가능한 한 수분이나 산소를 투과시키지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한, 밀봉 기관(604)에 사용하는 재료로서 유리 기관이나 석영 기관 외에, FRP, PVF, 폴리에스터 또는 아크릴 등으로 이루어지는 플라스틱 기관을 사용할 수 있다.

[0130] 도 2에는 도시되지 않았지만, 제 2 전극 위에 보호막을 제공하여도 좋다. 보호막은 유기 수지막이나 무기 절연막으로 형성되면 좋다. 또한, 실재(605)의 노출된 부분을 덮도록 보호막이 형성되어도 좋다. 또한, 보호막은 한 쌍의 기관의 표면 및 측면, 밀봉층, 절연층 등의 노출된 측면을 덮도록 제공될 수 있다.

[0131] 보호막에는, 물 등의 불순물을 투과시키기 어려운 재료를 사용할 수 있다. 따라서, 물 등의 불순물이 외부로부터 내부로 확산되는 것을 효과적으로 억제할 수 있다.

[0132] 보호막을 구성하는 재료로서는 산화물, 질화물, 불화물, 황화물, 삼원화합물, 금속 또는 폴리머 등을 사용할 수 있고, 예를 들어, 산화 알루미늄, 산화 하프늄, 하프늄실리케이트, 산화 란타넘, 산화 실리콘, 타이타늄산 스트론튬, 산화 탄탈럼, 산화 타이타늄, 산화 아연, 산화 나이오븀, 산화 지르코늄, 산화 주석, 산화 이트륨, 산화 세륨, 산화 스칸듐, 산화 어븀, 산화 바나듐, 또는 산화 인듐 등을 포함하는 재료나, 질화 알루미늄, 질화 하프늄, 질화 실리콘, 질화 탄탈럼, 질화 타이타늄, 질화 나이오븀, 질화 폴리브데늄, 질화 지르코늄, 또는 질화 갈륨 등을 포함하는 재료, 타이타늄 및 알루미늄을 포함하는 질화물, 타이타늄 및 알루미늄을 포함하는 산화물, 알루미늄 및 아연을 포함하는 산화물, 망가니즈 및 아연을 포함하는 황화물, 세륨 및 스트론튬을 포함하는 황화물, 어븀 및 알루미늄을 포함하는 산화물, 이트륨 및 지르코늄을 포함하는 산화물 등을 포함하는 재료를 사용할 수 있다.

[0133] 보호막은 단차 피복성(step coverage)이 양호한 성막 방법을 이용하여 형성되는 것이 바람직하다. 이런 방법 중 하나에, 원자층 퇴적(ALD: Atomic Layer Deposition)법이 있다. ALD법을 이용하여 형성할 수 있는 재료를 보호막에 사용하는 것이 바람직하다. ALD법을 이용함으로써, 크랙이나 핀홀 등의 결함이 저감되거나 또는 균일한 두께를 갖는, 치밀한 보호막을 형성할 수 있다. 또한, 보호막을 형성할 때에 가공 부재에 가해지는 대미지를 저감할 수 있다.

[0134] 예를 들어 ALD법을 이용하여 보호막을 형성함으로써, 복잡한 요철 형상을 갖는 표면이나, 터치 패널의 상면, 측면, 및 이면까지 균일하며 결함이 적은 보호막을 형성할 수 있다.

[0135] 상술한 바와 같이 하여 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 사용하여 제작된 발광 장치를 얻을 수 있다.

[0136] 본 실시형태에서의 발광 장치에는 실시형태 1에 기재된 발광 소자가 사용되기 때문에, 양호한 특성을 갖는 발광 장치를 얻을 수 있다. 구체적으로는, 실시형태 1에 기재된 발광 소자는 수명이 긴 발광 소자이기 때문에, 신뢰성이 양호한 발광 장치로 할 수 있다. 또한, 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 사용한 발광 장치는 발광 효율이 양호하기 때문에, 소비 전력이 작은 발광 장치로 할 수 있다.

[0137] 도 3에는 백색 발광을 나타내는 발광 소자를 형성하고, 착색층(컬러 필터) 등을 제공함으로써 풀 컬러화시킨 발광 장치의 예를 도시한 것이다. 도 3의 (A)에는 기관(1001), 하지 절연막(1002), 게이트 절연막(1003), 게이트 전극(1006, 1007, 1008), 제 1 층간 절연막(1020), 제 2 층간 절연막(1021), 주변부(1042), 화소부(1040), 구동 회로부(1041), 발광 소자의 제 1 전극(1024W, 1024R, 1024G, 1024B), 격벽(1025), EL층(1028), 발광 소자의 제 2 전극(1029), 밀봉 기관(1031), 실재(1032) 등이 도시되어 있다.

[0138] 또한, 도 3의 (A)에서는 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))이 투명한 기재(1033)에 제공된다. 또한, 블랙 매트릭스(1035)를 더 제공하여도 좋다. 착색층 및 블랙 매트릭스가 제공된 투명한 기재(1033)는, 위치를 맞추어, 기관(1001)에 고정된다. 또한, 착색층 및 블랙 매트릭스(1035)는 오버 코트층(1036)으로 덮인다. 또한, 도 3의 (A)에서 광이 착색층을 투과하지 않고 외부로 추출되는 발광층과, 광이 각 색의 착색층을 투과하여 외부로 추출되는 발광층이 있고, 착색층을 투과하지 않는 광은 백색, 착색층을 투과하는 광은 적색, 녹색, 청색이 되므로, 4색의 화소로 영상을 표현할 수 있다.

[0139] 도 3의 (B)에서는 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))을 게이트 절연막(1003)과 제 1 층간 절연막(1020) 사이에 형성하는 예를 도시하였다. 이와 같이, 착색층은 기관(1001)과 밀봉

기관(1031) 사이에 제공되어도 좋다.

- [0140] 또한, 상술한 발광 장치는, FET가 형성된 기관(1001) 측에 광이 추출되는 구조(보통 이미션형)의 발광 장치이지만, 밀봉 기관(1031) 측에 광이 추출되는 구조(흡 이미션형)의 발광 장치로 하여도 좋다. 흡 이미션형 발광 장치의 단면도를 도 4에 도시하였다. 이 경우, 기관(1001)에는, 광을 투과시키지 않는 기관을 사용할 수 있다. FET와 발광 소자의 양극을 접속시키는 접속 전극을 제작할 때까지는 보통 이미션형 발광 장치와 마찬가지로 형성한다. 그 후, 제 3 층간 절연막(1037)을, 전극(1022)을 덮도록 형성한다. 이 절연막은 평탄화의 역할을 가져도 좋다. 제 3 층간 절연막(1037)은 제 2 층간 절연막과 같은 재료 외에, 다른 공지의 재료를 사용하여 형성될 수 있다.
- [0141] 발광 소자의 제 1 전극(1024W, 1024R, 1024G, 1024B)은 여기서는 양극이지만, 음극이어도 좋다. 또한, 도 4와 같은 흡 이미션형의 발광 장치인 경우, 제 1 전극을 반사 전극으로 하는 것이 바람직하다. EL층(1028)의 구성은 실시형태 1에서 EL층(103)으로서 설명한 바와 같은 구성으로 하고, 또한 백색 발광이 얻어지는 소자 구조로 한다.
- [0142] 도 4와 같은 흡 이미션형 구조에서는 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))을 제공한 밀봉 기관(1031)으로 밀봉할 수 있다. 밀봉 기관(1031)에는 화소와 화소 사이에 위치하도록 블랙 매트릭스(1035)를 제공하여도 좋다. 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))이나 블랙 매트릭스는 오버 코트층으로 덮여도 좋다. 또한 밀봉 기관(1031)에는 투광성을 갖는 기관을 사용한다. 또한, 여기서는 적색, 녹색, 청색, 및 백색의 4색을 사용하여 풀 컬러 표시를 수행하는 예를 제시하였지만, 이에 특별히 한정되지 않고, 적색, 황색, 녹색, 청색의 4색이나, 적색, 녹색, 청색의 3색을 사용하여 풀 컬러 표시를 수행하여도 좋다.
- [0143] 흡 이미션형 발광 장치에서는 마이크로 캐비티 구조를 바람직하게 적용할 수 있다. 마이크로 캐비티 구조를 갖는 발광 소자는, 제 1 전극을 반사 전극, 제 2 전극을 반투과·반반사 전극으로 함으로써 얻을 수 있다. 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이에는 적어도 EL층을 갖고, 적어도 발광 영역이 되는 발광층을 갖는다.
- [0144] 또한, 반사 전극은, 가시광의 반사율이 40%~100%, 바람직하게는 70%~100%이고, 또한 저항률이 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하인 막이다. 또한, 반투과·반반사 전극은, 가시광의 반사율이 20%~80%, 바람직하게는 40%~70%이고, 또한 저항률이 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하인 막이다.
- [0145] EL층에 포함되는 발광층으로부터 사출되는 발광은 반사 전극과 반투과·반반사 전극에 의하여 반사되어 공진된다.
- [0146] 상기 발광 소자는, 투명 도전막이나 상술한 복합 재료, 캐리어 수송 재료 등의 두께를 바꿈으로써 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이의 광학적 거리를 변화시킬 수 있다. 이로써, 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이에서 공진하는 파장의 광을 강화시키고, 공진하지 않는 파장의 광을 감쇠시킬 수 있다.
- [0147] 또한, 반사 전극에 의하여 반사되어 되돌아온 광(제 1 반사광)은 발광층으로부터 반투과·반반사 전극에 직접 입사하는 광(제 1 입사광)과 강하게 간섭하기 때문에, 반사 전극과 발광층의 광학적 거리를 $(2n-1)\lambda/4$ (다만, n 은 1 이상의 자연수이고, λ 는 증폭하려는 발광의 파장임)로 조절하는 것이 바람직하다. 상기 광학적 거리를 조절함으로써, 제 1 반사광과 제 1 입사광의 위상을 맞추어 발광층으로부터의 발광을 더 증폭시킬 수 있다.
- [0148] 또한, 상술한 구성은 EL층에 복수의 발광층을 갖는 구조이어도 좋고, 하나의 발광층을 갖는 구조이어도 좋고, 예를 들어, 상술한 텐덤형 발광 소자의 구성과 조합하여, 하나의 발광 소자에, 전하 발생층이 개재(介在)된 복수의 EL층이 제공되고, 각 EL층에 하나 또는 복수의 발광층이 형성되는 구성이라도 좋다.
- [0149] 마이크로 캐비티 구조를 가짐으로써 정면 방향에서의 특정 파장의 발광 강도를 높일 수 있기 때문에, 저소비 전력화를 도모할 수 있다. 또한, 적색, 황색, 녹색, 청색의 4색의 부화소로 영상을 표시하는 발광 장치의 경우, 황색 발광에 의한 휘도 향상 효과에 더하여, 부화소 모두에서 각 색의 파장에 맞는 마이크로 캐비티 구조의 적용이 가능하므로, 양호한 특성의 발광 장치로 할 수 있다.
- [0150] 본 실시형태에서의 발광 장치에는 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 사용하기 때문에, 양호한 특성을 갖는 발광 장치를 얻을 수 있다. 구체적으로는, 실시형태 1에 기재된 발광 소자는 수명이 긴 발광 소자이기 때문에, 신뢰성이 양호한 발광 장치로 할 수 있다. 또한, 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 사용한 발광 장치는 발광 효율이 양호하기 때문에, 소비 전력이 작은 발광 장치로 할 수 있다.

- [0151] 여기까지는, 액티브 매트릭스형 발광 장치에 대하여 설명하였지만, 이하에서는 패시브 매트릭스형 발광 장치에 대하여 설명한다. 도 5에는 본 발명을 적용하여 제작한 패시브 매트릭스형 발광 장치를 도시하였다. 또한, 도 5의 (A)는 발광 장치를 도시한 사시도, 도 5의 (B)는 도 5의 (A)를 X-Y로 절단한 단면도이다. 도 5에서, 기판(951) 위에는, 전극(952)과 전극(956) 사이에 EL층(955)이 제공된다. 전극(952)의 단부는 절연층(953)으로 덮인다. 그리고, 절연층(953) 위에는 격벽층(954)이 제공된다. 격벽층(954)의 측벽은, 기판면에 가까워짐에 따라, 한쪽 측벽과 다른 쪽의 측벽 사이의 간격이 좁아지는 것과 같은 경사를 갖는다. 즉, 격벽층(954)의 짧은 변 방향의 단면은 사다리꼴이고, 저변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향을 향하고 절연층(953)과 접촉하는 변)이 상변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향을 향하고 절연층(953)과 접촉하지 않는 변)보다 짧다. 이와 같이 격벽층(954)을 제공함으로써, 정전기 등에 기인한 발광 소자의 불량을 방지할 수 있다. 또한, 패시브 매트릭스형 발광 장치에서도, 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 사용하기 때문에, 신뢰성이 양호한 발광 장치 또는 소비 전력이 작은 발광 장치로 할 수 있다.
- [0152] 상술한 발광 장치는 매트릭스 형상으로 배치된 다수의 미소한 발광 소자를 각각 제어하는 것이 가능하기 때문에, 화상의 표현을 수행하는 표시 장치로서 바람직하게 이용할 수 있는 발광 장치이다.
- [0153] 또한, 본 실시형태는 다른 실시형태와 자유롭게 조합될 수 있다.
- [0154] (실시형태 3)
- [0155] 본 실시형태에서는, 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 조명 장치로서 사용하는 예를 도 6을 참조하면서 설명한다. 도 6의 (B)는 조명 장치의 상면도이고, 도 6의 (A)는 도 6의 (B)의 e-f부분의 단면도이다.
- [0156] 본 실시형태의 조명 장치에서는, 지지체이고 투광성을 갖는 기판(400) 위에 제 1 전극(401)이 형성된다. 제 1 전극(401)은 실시형태 1의 양극(101)에 상당한다. 제 1 전극(401) 측으로부터 발광을 추출하는 경우, 제 1 전극(401)은 투광성을 갖는 재료에 의하여 형성된다.
- [0157] 제 2 전극(404)에 전압을 인가하기 위한 패드(412)가 기판(400) 위에 형성된다.
- [0158] 제 1 전극(401) 위에는 EL층(403)이 형성된다. EL층(403)의 구성은, 실시형태 1의 EL층(103)의 구성, 또는 발광 유닛(511, 512)과 전하 발생층(513)이 조합된 구성 등에 상당한다. 또한, 이들 구성에 대해서는 상기 기재된 것을 참조하기 바란다.
- [0159] 제 2 전극(404)은 EL층(403)을 덮도록 형성된다. 제 2 전극(404)은 실시형태 1에서의 음극(102)에 상당한다. 발광을 제 1 전극(401) 측으로부터 추출하는 경우, 제 2 전극(404)은 반사율이 높은 재료에 의하여 형성된다. 제 2 전극(404)은 패드(412)와 접촉됨으로써 전압이 인가된다.
- [0160] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 기재된 조명 장치는 제 1 전극(401), EL층(403), 및 제 2 전극(404)을 갖는 발광 소자를 갖는다. 이 발광 소자는 발광 효율이 높으므로, 본 실시형태의 조명 장치는 소비 전력이 작은 조명 장치로 할 수 있다.
- [0161] 상기 구성을 갖는 발광 소자가 형성된 기판(400)과, 밀봉 기판(407)을, 실재(405) 및 실재(406)로 고착하여 밀봉함으로써, 조명 장치가 완성된다. 실재(405) 및 실재(406) 중 어느 것을 사용하여도 좋다. 또한, 안쪽의 실재(406)(도 6의 (B)에는 도시되지 않았음)에는 건조제를 혼합시킬 수도 있고, 이로써 수분을 흡착시킬 수 있어 신뢰성의 향상으로 이어진다.
- [0162] 또한, 패드(412)와 제 1 전극(401)의 일부를 실재(405) 및 실재(406) 밖으로 연장시켜 제공함으로써 외부 입력 단자로 할 수 있다. 또한, 그 위에 컨버터 등을 탑재한 IC칩(420) 등을 제공하여도 좋다.
- [0163] 본 실시형태에 기재된 조명 장치에서는 EL 소자에 실시형태 1에 기재된 발광 소자가 사용되고, 신뢰성이 양호한 발광 장치로 할 수 있다. 또한, 내열성이 양호한 발광 장치로 할 수 있다.
- [0164] (실시형태 4)
- [0165] 본 실시형태에서는, 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 그 일부에 포함하는 전자 기기의 예에 대하여 설명한다. 실시형태 1에 기재된 발광 소자는 수명이 양호하고 신뢰성이 양호한 발광 소자이다. 이 결과, 본 실시형태에 기재되는 전자 기기는 신뢰성이 양호한 발광부를 갖는 전자 기기로서 할 수 있다.
- [0166] 상기 발광 소자를 적용한 전자 기기로서 예를 들어, 텔레비전 장치(텔레비전, 또는 텔레비전 수신기라고도 함), 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라, 디지털 액자, 휴대 전화기(휴대 전화, 휴대 전화

장치라고도 함), 휴대형 게임기, 휴대 정보 단말, 음향 재생 장치, 파칭코기 등의 대형 게임기 등을 들 수 있다. 이들 전자 기기의 구체적인 예를 이하에 기재한다.

- [0167] 도 7의 (A)는 텔레비전 장치의 일례이며, 텔레비전 장치는, 하우징(7101)에 표시부(7103)가 제공된다. 또한, 여기서는, 스탠드(7105)에 의하여 하우징(7101)을 지지한 구성을 도시하였다. 표시부(7103)에 의하여 영상을 표시할 수 있고, 표시부(7103)는 실시형태 1에 기재된 발광 소자가 매트릭스 형상으로 배열되어 구성된다.
- [0168] 텔레비전 장치의 조작은 하우징(7101)에 구비된 조작 스위치나 별도의 리모트 컨트롤러(7110)로 수행할 수 있다. 리모트 컨트롤러(7110)가 구비하는 조작 키(7109)에 의하여, 채널이나 음량을 조작할 수 있어, 표시부(7103)에 표시되는 영상을 조작할 수 있다. 또한, 리모트 컨트롤러(7110)의 구성을, 상기 리모트 컨트롤러(7110)에서 출력하는 정보를 표시하는 표시부(7107)가 제공되는 것으로 하여도 좋다.
- [0169] 또한, 텔레비전 장치를, 수신기나 모뎀 등을 구비한 구성으로 한다. 수신기를 이용하여, 일반 텔레비전 방송을 수신할 수 있고, 또한 상기 모뎀을 통해 유선 또는 무선으로 통신 네트워크에 접속될 때, 일방향(송신자에서 수신자로) 또는 양방향(송신자와 수신자 사이 또는 수신자들 사이) 정보 통신을 수행할 수 있다.
- [0170] 도 7의 (B1)은 컴퓨터이며, 본체(7201), 하우징(7202), 표시부(7203), 키보드(7204), 외부 접속 포트(7205), 포인팅 디바이스(7206) 등을 포함한다. 또한, 이 컴퓨터는, 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 매트릭스 형상으로 배열하여 표시부(7203)에 사용함으로써 제작된다. 도 7의 (B1)의 컴퓨터는, 도 7의 (B2)와 같은 형태이어도 좋다. 도 7의 (B2)의 컴퓨터는, 키보드(7204), 포인팅 디바이스(7206) 대신 제 2 표시부(7210)가 제공된다. 제 2 표시부(7210)는 터치 패널식이므로, 제 2 표시부(7210)에 표시된 입력용 표시를 손가락이나 전용 펜으로 조작함으로써 입력할 수 있다. 또한, 제 2 표시부(7210)는 입력용 표시뿐만 아니라 기타 화상을 표시할 수도 있다. 또한, 표시부(7203)도 터치 패널이어도 좋다. 2개의 화면이 힌지로 연결되어 있으므로 수납 시나 운반 시에 화면이 손상되거나 파손되는 등의 사고의 발생도 방지할 수 있다.
- [0171] 도 7의 (C)는 휴대형 게임기이며, 하우징(7301)과 하우징(7302)의 2개의 하우징으로 구성되어 있고, 연결부(7303)에 의하여 개폐 가능하게 연결되어 있다. 하우징(7301)에는, 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 매트릭스 형상으로 배열하여 제작한 표시부(7304)가 제공되고, 하우징(7302)에는 표시부(7305)가 제공된다. 또한, 도 7의 (C)에 도시된 휴대형 게임기는, 이 외에, 스피커부(7306), 기록 매체 삽입부(7307), LED 램프(7308), 입력 수단(조작 키(7309), 접속 단자(7310), 센서(7311)(힘, 변위, 위치, 속도, 가속도, 각속도, 회전수, 거리, 광, 액체, 자기, 온도, 화학 물질, 음성, 시간, 경도(硬度), 전기장, 전류, 전압, 전력, 방사선, 유량, 습도, 경사도, 진동, 냄새 또는 적외선을 측정하는 기능을 포함하는 것), 마이크로폰(7312)) 등을 갖는다. 휴대형 게임기의 구성이 상술한 구성에 한정되지 않는 것은 말할 나위 없고, 표시부(7304) 및 표시부(7305) 중 한쪽 또는 양쪽에 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 매트릭스 형상으로 배열하여 제작한 표시부를 적어도 사용하면 좋고, 기타 부속 설비가 적절히 제공된 구성으로 할 수 있다. 도 7의 (C)에 도시된 휴대형 게임기는, 기록 매체에 기록되어 있는 프로그램 또는 데이터를 관독하여 표시부에 표시하는 기능이나, 다른 휴대형 게임기와 무선 통신을 수행하여 정보를 공유하는 기능을 갖는다. 또한, 도 7의 (C)에 도시된 휴대형 게임기가 갖는 기능은 이에 한정되지 않고, 다양한 기능을 가질 수 있다.
- [0172] 도 7의 (D)는 휴대 단말의 일례이다. 휴대 전화기는 하우징(7401)에 제공된 표시부(7402) 외에, 조작 버튼(7403), 외부 접속 포트(7404), 스피커(7405), 마이크로폰(7406) 등을 갖는다. 또한, 휴대 전화기(7400)는 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 매트릭스 형상으로 배열하여 제작한 표시부(7402)를 갖는다.
- [0173] 도 7의 (D)에 도시된 휴대 단말을, 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써 정보를 입력할 수 있는 구성으로 할 수도 있다. 이 경우, 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써, 전화를 걸거나 메일을 작성하는 등의 조작을 수행할 수 있다.
- [0174] 표시부(7402)의 화면은 주로 3가지 모드가 있다. 제 1 모드는 화상의 표시를 주로 하는 표시 모드, 제 2 모드는 문자 등의 정보의 입력을 주로 하는 입력 모드, 제 3 모드는 표시 모드와 입력 모드의 2개의 모드가 혼합된 표시+입력 모드이다.
- [0175] 예를 들어, 전화를 걸거나 메일을 작성하는 경우에는, 표시부(7402)의 모드를 문자의 입력을 주로 하는 문자 입력 모드로 하여, 화면에 표시시킨 문자의 입력 조작을 수행하면 좋다. 이 경우, 표시부(7402)의 화면의 대부분에 키보드 또는 번호 버튼을 표시시키는 것이 바람직하다.
- [0176] 또한, 휴대 단말 내부에 자이로스코프(gyroscope)나 가속도 센서 등 기울기를 검출하는 센서를 갖는 검출 장치를 제공함으로써, 휴대 단말의 방향(세로인지 가로인지)을 판단하여 표시부(7402)의 화면 표시를 자동적으로 전

환할 수 있다.

- [0177] 또한, 화면 모드의 전환은, 표시부(7402)를 터치하거나 하우징(7401)의 조작 버튼(7403)을 조작함으로써 수행된다. 또한, 표시부(7402)에 표시되는 화상의 종류에 따라 전환하도록 할 수도 있다. 예를 들어, 표시부에 표시하는 화상 신호가 동영상의 데이터이면 표시 모드, 텍스트 데이터이면 입력 모드로 전환한다.
- [0178] 또한, 입력 모드에 있어서, 표시부(7402)의 광 센서에서 검출되는 신호를 검지하고, 표시부(7402)의 터치 조작에 의한 입력이 일정 기간 없는 경우에는, 화면 모드를 입력 모드로부터 표시 모드로 전환하도록 제어하여도 좋다.
- [0179] 표시부(7402)는, 이미지 센서로서 기능시킬 수도 있다. 예를 들어, 표시부(7402)에 손바닥이나 손가락으로 터치하여 손바닥 무늬나 지문 등을 촬상함으로써, 본인 인증을 수행할 수 있다. 또한, 표시부에 근적외광을 발광하는 백 라이트 또는 근적외광을 발광하는 센싱용 광원을 사용하면, 손가락 정맥, 손바닥 정맥 등을 촬상할 수도 있다.
- [0180] 또한, 본 실시형태에 기재되는 구성은, 실시형태 1~실시형태 4에 기재된 구성을 적절히 조합하여 사용될 수 있다.
- [0181] 상술한 바와 같이 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 구비한 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓으며, 이 발광 장치를 모든 분야의 전자 기기에 적용할 수 있다. 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 사용함으로써 신뢰성이 높은 전자 기기를 얻을 수 있다.
- [0182] 도 8은 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 백 라이트에 적용한 액정 표시 장치의 일례를 도시한 것이다. 도 8에 도시된 액정 표시 장치는 하우징(901), 액정층(902), 백 라이트 유닛(903), 및 하우징(904)을 갖고, 액정층(902)은 드라이버 IC(905)에 접속된다. 또한, 백 라이트 유닛(903)에는 실시형태 1에 기재된 발광 소자가 사용되고, 단자(906)에 의하여 전류가 공급된다.
- [0183] 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 액정 표시 장치의 백 라이트에 적용함으로써, 소비 전력이 저감된 백 라이트가 얻어진다. 또한, 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 사용함으로써, 면발광의 조명 장치를 제작할 수 있고, 또한 대면적화도 가능하다. 이로써, 백 라이트의 대면적화가 가능하고, 액정 표시 장치의 대면적화도 가능하다. 또한 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 적용한 발광 장치는 종래와 비교하여 두께를 얇게 할 수 있기 때문에, 표시 장치의 박형화도 가능하다.
- [0184] 도 9는 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 조명 장치인 전기 스탠드에 사용한 예를 도시한 것이다. 도 9에 도시된 전기 스탠드는 하우징(2001)과 광원(2002)을 갖고, 광원(2002)으로서 실시형태 3에 기재된 조명 장치가 사용되어도 좋다.
- [0185] 도 10은 실시형태 1에 기재된 유기 화합물을 포함하는 발광 소자를 실내의 조명 장치(3001)로서 사용한 예이다. 실시형태 1에 기재된 유기 화합물을 포함한 발광 소자는 내열성이 높은 발광 소자이므로, 내열성이 양호한 조명 장치로 할 수 있다. 또한, 실시형태 1에 기재된 유기 화합물을 포함하는 발광 소자는 대면적화가 가능하므로, 대면적 조명 장치에 사용될 수 있다. 또한, 실시형태 1에 기재된 유기 화합물을 포함하는 발광 소자는 얇기 때문에, 박형 조명 장치에 사용될 수 있다.
- [0186] 실시형태 1에 기재된 발광 소자는, 자동차의 앞유리나 대시보드(dashboard)에도 탑재될 수 있다. 도 11은, 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 자동차의 앞유리나 대시보드에 사용하는 일 형태를 도시한 것이다. 표시 영역(5000)~표시 영역(5005)은 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 사용하여 제공된 것이다.
- [0187] 표시 영역(5000)과 표시 영역(5001)은 자동차의 앞유리에 제공된 실시형태 1에 기재된 발광 소자가 탑재된 표시 장치이다. 실시형태 1에 기재된 발광 소자에서 제 1 전극과 제 2 전극이 투광성을 갖는 전극으로 제작됨으로써, 반대 측이 비쳐 보이는, 소위 시스루 상태의 표시 장치로 할 수 있다. 시스루 상태의 표시라면, 시계(視界)의 방해 없이 자동차 앞유리에 제공할 수 있다. 또한, 구동을 위하여 트랜지스터를 제공하는 경우, 유기 반도체 재료를 사용하는 유기 트랜지스터나 산화물 반도체를 사용하는 트랜지스터 등, 투광성을 갖는 트랜지스터를 사용하면 좋다.
- [0188] 표시 영역(5002)은, 필러(pillar) 부분에 제공된 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 탑재한 표시 장치이다. 표시 영역(5002)에는 차체에 제공된 촬상 수단으로부터의 영상을 비추는 것에 의하여 필러로 차단된 시계를 보완할 수 있다. 또한, 마찬가지로 대시보드 부분에 제공된 표시 영역(5003)은 차체에 의하여 차단된 시계를, 자동차의 외측에 제공된 촬상 수단으로부터 영상을 비추는 것에 의하여 사각(死角)을 보완하여, 안전성을 높일 수

있다. 보이지 않는 부분을 보완하도록 영상을 비춤으로써 더 자연스럽게 불편함 없이 안전성을 확인할 수 있다.

- [0189] 표시 영역(5004)이나 표시 영역(5005)은 내비게이션 정보, 속도계나 회전계, 주행 거리, 연료, 기어 상태, 에어 컨디셔너의 설정 등, 기타 다양한 정보를 제공할 수 있다. 표시에 대해서는, 사용자의 취향에 따라, 그 표시 항목이나 레이아웃을 적절히 변경할 수 있다. 또한, 이들 정보는 표시 영역(5000~5003)에 제공할 수 있다. 또한, 표시 영역(5000~5005)은 조명 장치로서도 사용될 수 있다.
- [0190] 도 12의 (A) 및 (B)는 반으로 접을 수 있는 태블릿형 단말의 일례이다. 도 12의 (A)는 펼친 상태이며, 태블릿형 단말은 하우징(9630), 표시부(9631a), 표시부(9631b), 표시 모드 전환 스위치(9034), 전원 스위치(9035), 전력 절약 모드 전환 스위치(9036), 후크(9033), 조작 스위치를 갖는다. 또한, 상기 태블릿형 단말은, 실시형태 1에 기재된 발광 소자를 구비한 발광 장치를 표시부(9631a) 및 표시부(9631b)의 한쪽 또는 양쪽에 사용함으로써 제작된다.
- [0191] 표시부(9631a)의 일부를 터치 패널 영역(9632a)으로 할 수 있고, 표시된 조작 키(9637)를 터치함으로써 데이터를 입력할 수 있다. 또한, 표시부(9631a)에 대해서는 일례로서 절반의 영역을 표시 기능만 갖는 구성, 나머지 절반의 영역을 터치 패널의 기능을 갖는 구성으로 하여 제시하였지만, 이 구성에 한정되지 않는다. 표시부(9631a)의 모든 영역을 터치 패널의 기능을 갖는 구성으로 하여도 좋다. 예를 들어 표시부(9631a)의 전체 면에 키보드 버튼을 표시시켜 터치 패널로 하고, 표시부(9631b)를 표시 화면으로서 사용할 수 있다.
- [0192] 또한, 표시부(9631b)에서도 표시부(9631a)와 마찬가지로, 표시부(9631b)의 일부를 터치 패널 영역(9632b)으로 할 수 있다. 또한, 터치 패널의 키보드 표시 전환 버튼(9639)이 표시되어 있는 위치에 손가락이나 스타일러스 등으로 터치하여 표시부(9631b)에 키보드 버튼을 표시시킬 수 있다.
- [0193] 또한, 터치 패널 영역(9632a)과 터치 패널 영역(9632b)에 대하여 동시에 터치 입력할 수도 있다.
- [0194] 또한, 표시 모드 전환 스위치(9034)는 세로 표시 또는 가로 표시 등 표시 방향의 전환, 흑백 표시나 컬러 표시의 전환 등을 선택할 수 있다. 전력 절약 모드 전환 스위치(9036)는 태블릿형 단말에 내장된 광 센서로 검출되는, 사용 시의 외광의 광량에 따라, 표시 휘도를 최적한 것으로 할 수 있다. 태블릿형 단말은 광 센서뿐만 아니라 자이로스코프나 가속도 센서 등 기울기를 검출하는 센서 등 다른 검출 장치를 내장시켜도 좋다.
- [0195] 또한, 도 12의 (A)에서는 표시부(9631b)와 표시부(9631a)의 표시 면적이 같은 예를 도시하였으나, 특별히 한정되지 않고, 한쪽의 사이즈와 다른 한쪽의 사이즈가 상이하여도 좋고, 표시의 품질이 상이하여도 좋다. 예를 들어 한쪽 표시부를 다른 쪽 표시부보다 고정세(高精細)한 표시를 수행할 수 있는 표시 패널로 하여도 좋다.
- [0196] 도 12의 (B)는 닫힌 상태이며, 본 실시형태에서의 태블릿형 단말에서는, 하우징(9630), 태양 전지(9633), 충방전 제어 회로(9634), 배터리(9635), DCDC 컨버터(9636)를 구비하는 예를 도시한 것이다. 또한, 도 12의 (B)에서는 충방전 제어 회로(9634)의 일례로서 배터리(9635), DCDC 컨버터(9636)를 갖는 구성에 대하여 도시하였다.
- [0197] 또한, 태블릿형 단말은 반으로 접을 수 있기 때문에 사용하지 않을 때는 하우징(9630)을 닫은 상태로 할 수 있다. 따라서, 표시부(9631a) 및 표시부(9631b)를 보호할 수 있기 때문에 내구성이 우수하며 장기 사용의 관점에서 봐도 신뢰성이 우수한 태블릿형 단말을 제공할 수 있다.
- [0198] 또한, 이 외에도 도 12의 (A) 및 (B)에 도시된 태블릿형 단말은 다양한 정보(정지화면, 동영상, 텍스트 화상 등)를 표시하는 기능, 달력, 날짜 또는 시각 등을 표시부에 표시하는 기능, 표시부에 표시한 정보를 터치 입력 조작 또는 편집하는 터치 입력 기능, 다양한 소프트웨어(프로그램)에 의하여 처리를 제어하는 기능 등을 가질 수 있다.
- [0199] 태블릿형 단말의 표면에 장착된 태양 전지(9633)에 의하여, 전력을 터치 패널, 표시부, 또는 영상 신호 처리부에 공급할 수 있다. 또한, 태양 전지(9633)는 하우징(9630)의 1면 또는 2면에 제공되어 있으면 배터리(9635)의 충전을 효율적으로 수행하는 구성으로 할 수 있기 때문에 바람직하다.
- [0200] 또한, 도 12의 (B)에 도시된 충방전 제어 회로(9634)의 구성 및 동작에 대하여 도 12의 (C)에 블록도를 도시하여 설명한다. 도 12의 (C)에는 태양 전지(9633), 배터리(9635), DCDC 컨버터(9636), 컨버터(9638), 스위치(SW1)~스위치(SW3), 및 표시부(9631)를 도시하였고, 배터리(9635), DCDC 컨버터(9636), 컨버터(9638), 스위치(SW1)~스위치(SW3)가 도 12의 (B)에 도시된 충방전 제어 회로(9634)에 대응하는 부분이다.
- [0201] 우선, 외광을 이용하여 태양 전지(9633)로 발전되는 경우의 동작예에 대하여 설명한다. 태양 전지로 발생된 전

력은, 배터리(9635)를 충전하기 위한 전압이 되도록 DCDC 컨버터(9636)에 의하여 승압 또는 강압된다. 그리고, 표시부(9631)의 동작에 태양 전지(9633)로 충전된 전력이 사용될 때에는 스위치(SW1)를 온으로 하여, 컨버터(9638)에 의하여 표시부(9631)에 필요한 전압으로 승압 또는 강압된다. 또한, 표시부(9631)에서 표시하지 않을 때는 스위치(SW1)를 오프로 하고 스위치(SW2)를 온으로 함으로써 배터리(9635)를 충전하는 구성으로 하면 좋다.

[0202] 또한, 태양 전지(9633)에 대해서는, 발전 수단의 일례로서 제시하였지만, 발전 수단은 특별히 한정되지 않고, 압전 소자(피에조 소자)나 열전 변환 소자(페르티에 소자) 등 다른 발전 수단에 의하여 배터리(9635)를 충전하는 구성이어도 좋다. 무선(비접촉)으로 전력을 송수신하여 충전하는 무접점 전력 전송 모듈이나, 또한 다른 충전 수단을 조합하여 수행하는 구성으로 하여도 좋고, 발전 수단을 갖지 않아도 된다.

[0203] 또한, 상술한 표시부(9631)를 구비하면 도 12에 도시된 형상의 태블릿형 단말에 한정되지 않는다.

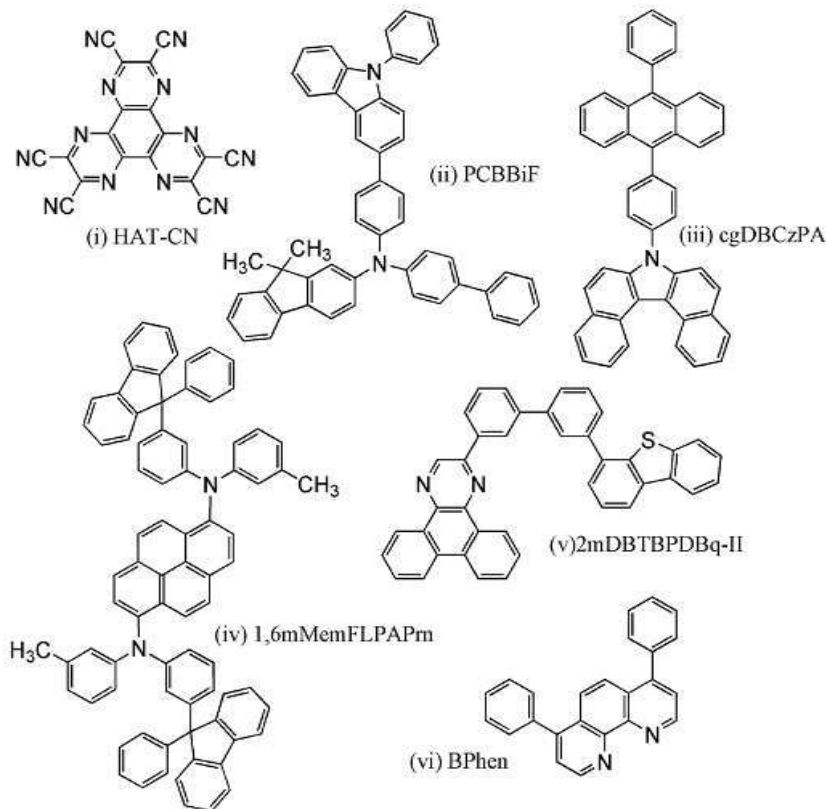
[0204] 또한, 도 13의 (A)~(C)에, 접을 수 있는 휴대 정보 단말(9310)을 도시하였다. 도 13의 (A)는 펼친 상태의 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 도 13의 (B)는 펼치는 도중의 상태 또는 접는 도중의 상태의 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 도 13의 (C)는 접어진 상태의 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 휴대 정보 단말(9310)은 접어진 상태에서 가반성이 우수하고, 펼친 상태에서 이음매가 없고 넓은 표시 영역을 갖기 때문에 표시의 일람성이 우수하다.

[0205] 표시 패널(9311)은 힌지(9313)로 연결된 3개의 하우징(9315)에 의하여 지지되어 있다. 또한, 표시 패널(9311)은 터치 센서(입력 장치)가 탑재된 터치 패널(입출력 장치)이라도 좋다. 또한, 힌지(9313)를 이용하여 2개의 하우징(9315) 사이에서 표시 패널(9311)을 구부림으로써 휴대 정보 단말(9310)을 펼친 상태에서부터 접은 상태로 가역적으로 변형시킬 수 있다. 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 표시 패널(9311)에 사용할 수 있다. 표시 패널(9311)에서의 표시 영역(9312)은 접은 상태의 휴대 정보 단말(9310)의 측면에 위치하는 표시 영역이다. 표시 영역(9312)에는 정보 아이콘이나, 사용 빈도가 높은 애플리케이션이나 프로그램의 단축키 등을 표시할 수 있고, 정보의 확인이나 애플리케이션의 기동을 원활하게 수행할 수 있다.

[0206] (실시에 1)

[0207] 본 실시예에서는, 실시형태 1에서 설명한 본 발명의 일 형태의 발광 소자 1에 대하여, 본 발명의 일 형태의 발광 소자와 다른 구성을 갖는 비교 발광 소자 1과 비교한 결과를 나타내었다. 발광 소자 1과 비교 발광 소자 1은 제 1 전자 수송층의 재료만 다른 구성이다. 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1에 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0208] [화학식 3]



[0209]

[0210] (발광 소자 1의 제작 방법)

[0211] 우선, 유리 기판 위에, 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법으로 성막하여, 양극(101)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

[0212] 다음에 기판 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃로 1시간 동안 소성한 후 UV 오존 처리를 370초 수행하였다.

[0213] 그 후, 10^{-4} Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃로 30분 동안 진공 소성을 수행한 후, 기판을 30분 정도 방랭(放冷)하였다.

[0214] 다음에, 양극(101)이 형성된 면이 아래를 향하도록, 양극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고 10^{-4} Pa 정도까지 감압하고 나서, 양극(101) 위에, 저항 가열을 이용한 증착법에 의하여 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 2,3,6,7,10,11-헥사사이아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌(약칭: HAT-CN)을 10nm 증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0215] 다음에, 정공 주입층(111) 위에, 상기 구조식(ii)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF)을 10nm의 막 두께가 되도록 성막하여, 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0216] 또한 정공 수송층(112) 위에, 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA)과 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrn)을 중량비 1:0.05(=cgDBCzPA:1,6mMemFLPAPrn)가 되도록 25nm 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0217] 그 후, 발광층(113) 위에 제 1 전자 수송층(114-1)으로서 상기 구조식(v)으로 나타내어지는 2-[3'-(다이벤조피오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTBPDq-II)을 10nm 성막하고 나서, 제 2 전자 수송층(114-2)으로서 상기 구조식(vi)으로 나타내어지는 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 막 두께 15nm가 되도록 성막하였다.

[0218] 제 1 전자 수송층(114-1) 및 제 2 전자 수송층(114-2)을 형성한 후, 불화 리튬(LiF)을 1nm의 막 두께가 되도록 증착하고, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써 음극(102)을 형성하여, 본 실시예의 발광 소자 1을 제작하였다.

[0219] (비교 발광 소자 1의 제작 방법)

[0220] 비교 발광 소자 1에 대해서는, 발광 소자 1의 제 1 전자 수송층에서의 2mDBTBPDq-II를 cgDBCzPA로 바꾼 것을 제외하면 발광 소자 1과 마찬가지로 제작하였다.

[0221] 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1의 소자 구조에 대하여 이하의 표에 나타낸다.

[0222] [표 1]

	정공 주입층	정공 수송층	발광층	제 1 전자 수송층	제 2 전자 수송층
	10nm	10nm	25nm	10nm	15nm
발광 소자 1	HAT-CN	PCBBiF	cgDBCzPA : 1,6MemFLPAPrn (1:0.05)	2mDBTBPDq-II	BPhen
비교 발광 소자 1				cgDBCzPA	

[0223]

[0224] 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1을 대기에 노출시키지 않도록 유리 기판에 의하여 밀봉하는 작업(실재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리 및 80℃로 1시간 동안의 가열 처리)을 수행한 후, 이들 발광 소자의 초기 특성 및 신뢰성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 수행하였다.

[0225] 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1의 휘도-전류 밀도 특성을 도 14에, 전류 효율-휘도 특성을 도 15에, 휘도-전압 특성을 도 16에, 전류-전압 특성을 도 17에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 18에, 발광 스펙트럼을 도 19에 나타내었다. 또한, 각 발광 소자의 1000cd/m² 부근에서의 주요 특성을 표 2에 나타낸다.

[0226] [표 2]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도 _x	색도 _y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 1	3.0	0.31	8	0.14	0.18	10.8	8.3
비교 발광 소자 1	2.9	0.34	9	0.14	0.18	10.9	8.4

[0227]

[0228] 도 14~도 19 및 표 2로부터, 이들 발광 소자는 양쪽 모두 양호한 특성의 청색 발광 소자인 것을 알았다.

[0229] 또한, 초기 휘도 5000cd/m²로 하고, 전류 밀도가 일정한 조건에서의 구동 시간에 대한 발광 소자의 휘도의 변화의 그래프를 도 20에 나타내었다. 도 20에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 일 형태의 발광 소자인 발광 소자 1은 비교 발광 소자 1보다 구동 시간의 축적에 따른 휘도 저하가 작고, 수명이 양호한 발광 소자인 것을 알았다.

[0230] 또한, 발광 소자 1에서는, 정공 주입층에 유기 역셉터인 HAT-CN을 사용하지만, 도 15나 도 18에 나타낸 바와 같이, 고휘도 영역에서의 휘도 저하가 작은 것을 알았다. 즉, 본 실시예의 발광 소자인 발광 소자 1의 구성은, 고휘도 측의 효율의 롤 오프를 저감시킬 수 있고, 높은 휘도로 발광시킨 경우에도 높은 효율을 유지할 수 있는 구성이라고 할 수 있다.

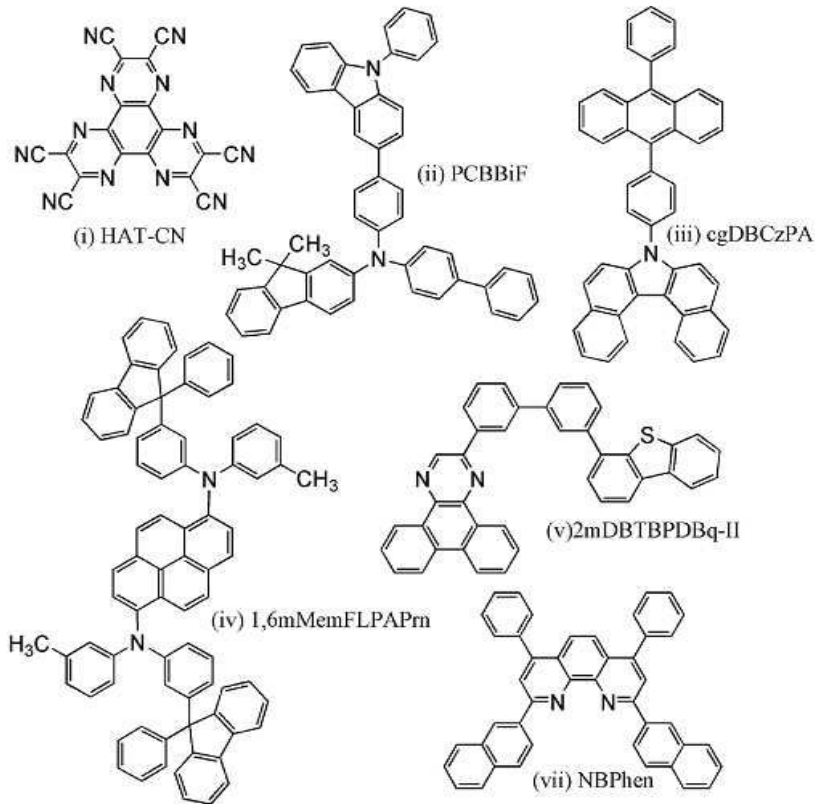
[0231] 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정의 결과로부터, cgDBCzPA, 2mDBTBPDq-II, 및 BPhen의 LUMO 준위는 각각 -2.74eV, -2.94eV, -2.63eV로 어렵잡게 되었다. 따라서, 발광 소자 1은 본 발명의 일 형태이다.

[0232] 여기서, PCBBiF의 HOMO 준위는 CV 측정의 결과로부터 -5.36eV로 어렵잡게 되어 비교적 HOMO 준위가 높기(-5.4eV 이상이기) 때문에, HAT-CN에 의한 전자의 뽑아내기는 효과적으로 수행된다. 그러나, 발광층에 사용하는 안트라센 유도체인 cgDBCzPA의 HOMO 준위는 같은 CV 측정으로부터 -5.69eV로 어렵잡게 되므로, 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1의 양쪽 모두의 정공 수송층으로부터 발광층의 호스트 재료로의 주입 장벽은 0.33eV로 크다. 그러므로, 비교 발광 소자 1은 전자 과다의 소자가 되어, 롤 오프가 크게 되며 수명이 저하된다. 한편, 발광 소자 1에서는 이 유기 역셉터에 의한 정공 주입 능력이 낮은 것을 본 발명의 일 형태에 의하여 보완할 수 있으므로, 롤 오프가 작으며 수명이 긴 소자를 달성할 수 있다.

[0233] (실시예 2)

[0234] 본 실시예에서는, 실시형태 1에서 설명한 본 발명의 일 형태의 발광 소자 2에 대하여, 본 발명의 일 형태의 발광 소자와 다른 구성을 갖는 비교 발광 소자 2와 비교한 결과를 나타낸다. 발광 소자 2와 비교 발광 소자 2는 제 1 전자 수송층의 재료만 다른 구성이다. 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0235] [화학식 4]



[0236]

[0237] (발광 소자 2의 제작 방법)

[0238] 우선, 유리 기판 위에, 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법으로 성막하여, 양극(101)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

[0239] 다음에 기판 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃로 1시간 동안 소성한 후 UV 오존 처리를 370초 수행하였다.

[0240] 그 후, 10⁻⁴ Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃로 30분 동안 진공 소성을 수행한 후, 기판을 30분 정도 방랭하였다.

[0241] 다음에, 양극(101)이 형성된 면이 아래를 향하도록, 양극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고 10⁻⁴ Pa 정도까지 감압하고 나서, 양극(101) 위에, 저항 가열을 이용한 증착법에 의하여 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 2,3,6,7,10,11-헥사사이아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌(약칭: HAT-CN)을 10nm 증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0242] 다음에, 정공 주입층(111) 위에, 상기 구조식(ii)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF)을 10nm의 막 두께가 되도록 성막하여, 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0243] 또한 정공 수송층(112) 위에, 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA)과 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrn)을 중량비

1:0.05(=cgDBCzPA:1,6mMemFLPAPrn)가 되도록 25nm 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0244] 그 후, 발광층(113) 위에 제 1 전자 수송층(114-1)으로서 상기 구조식(v)으로 나타내어지는 2-[3'-(다이벤조사이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTBPDq-II)을 10nm 성막하고 나서, 제 2 전자 수송층(114-2)으로서 상기 구조식(vii)으로 나타내어지는 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen)을 막 두께 15nm가 되도록 성막하였다.

[0245] 제 1 전자 수송층(114-1) 및 제 2 전자 수송층(114-2)을 형성한 후, 불화 리튬(LiF)을 1nm의 막 두께가 되도록 증착하고, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써 음극(102)을 형성하여, 본 실시예의 발광 소자 2를 제작하였다.

[0246] (비교 발광 소자 2의 제작 방법)

[0247] 비교 발광 소자 2에 대해서는, 발광 소자 2의 제 1 전자 수송층에서의 2mDBTBPDq-II를 cgDBCzPA로 바꾼 것을 제외하면 발광 소자 2와 마찬가지로 제작하였다.

[0248] 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2의 소자 구조를 이하의 표에 나타낸다.

[0249] [표 3]

	정공 주입층	정공 수송층	발광층	제 1 전자 수송층	제 2 전자 수송층
	10nm	10nm	25nm	10nm	15nm
발광 소자 2	HAT-CN	PCBBiF	cgDBCzPA : 1,6mMemFLPAPrn (1:0.05)	2mDBTBPDq-II	NBPhen
비교 발광 소자 2				cgDBCzPA	

[0250]

[0251] 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2를 대기에 노출시키지 않도록 유리 기판에 의하여 밀봉하는 작업(실재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리 및 80℃로 1시간 동안의 가열 처리)을 수행한 후, 이들 발광 소자의 초기 특성 및 신뢰성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 수행하였다.

[0252] 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2의 휘도-전류 밀도 특성을 도 21에, 전류 효율-휘도 특성을 도 22에, 휘도-전압 특성을 도 23에, 전류-전압 특성을 도 24에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 25에, 발광 스펙트럼을 도 26에 나타내었다. 또한, 각 발광 소자의 1000cd/m² 부근에서의 주요 특성을 표 4에 나타낸다.

[0253] [표 4]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도x	색도y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 2	3.2	0.48	12	0.14	0.18	10.9	8.4
비교 발광 소자 2	3.0	0.40	10	0.14	0.18	11.2	8.6

[0254]

[0255] 도 21~도 26 및 표 4로부터, 이들 발광 소자는 양쪽 모두 양호한 특성의 청색 발광 소자인 것을 알았다.

[0256] 또한, 초기 휘도 5000cd/m²로 하고, 전류 밀도가 일정한 조건에서의 구동 시간에 대한 발광 소자의 휘도의 변화의 그래프를 도 27에 나타내었다. 도 27에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 일 형태인 발광 소자 2는 비교 발광 소자 2보다 구동 시간의 축적에 따른 휘도 저하가 작고, 수명이 양호한 발광 소자인 것을 알았다.

[0257] 또한, 발광 소자 2에서는, 정공 주입층에 유기 엑셉터인 HAT-CN을 사용하지만, 도 22나 도 25에 나타낸 바와 같이, 고휘도 영역에서의 휘도 저하가 작은 것을 알았다. 즉, 본 실시예의 발광 소자인 발광 소자 2의 구성은, 고휘도 측의 효율의 롤 오프를 저감시킬 수 있고, 높은 휘도로 발광시킨 경우에도 높은 효율을 유지할 수 있는 구성이라고 할 수 있다.

[0258] 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정의 결과로부터, cgDBCzPA, 2mDBTBPDq-II, 및 NBPhen의 LUMO 준위는 각각 -2.74eV, -2.94eV, -2.83eV로 어렵잡게 되었다. 따라서, 발광 소자 2는 본 발명의 일 형태이다.

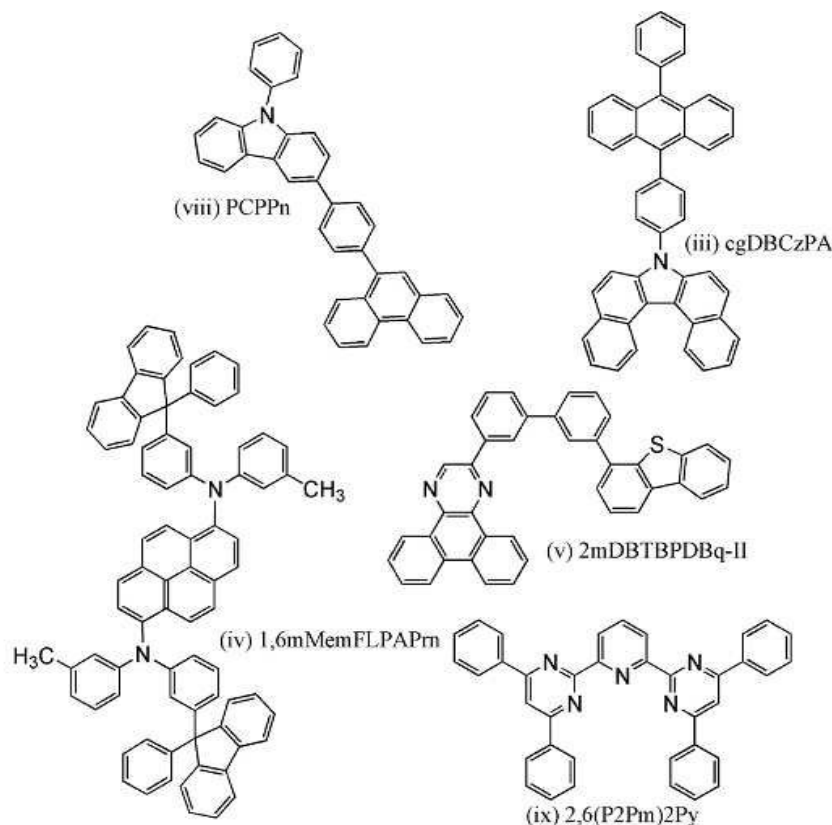
[0259] 여기서, PCBBiF의 HOMO 준위는 CV 측정의 결과로부터 -5.36eV로 어렵잡게 되어 비교적 HOMO 준위가 높기(-5.4eV 이상이기) 때문에, HAT-CN에 의한 전자의 뽑아내기는 효과적으로 수행된다. 그러나, 발광층에 사용하는 안트라센 유도체인 cgDBCzPA의 HOMO 준위는 같은 CV 측정으로부터 -5.69eV로 어렵잡게 되므로, 발광 소자 2 및 비교

발광 소자 2의 양쪽 모두의 정공 수송층으로부터 발광층의 호스트 재료로의 주입 장벽은 0.33eV로 크다. 그러므로, 비교 발광 소자 2는 전자 과다의 소자가 되어, 롤 오프가 크게 되며 수명이 저하된다. 한편, 발광 소자 2에서는 이 유기 엑셉터에 의한 정공 주입 능력이 낮은 것을 본 발명의 일 형태에 의하여 보완할 수 있으므로, 롤 오프가 작고, 수명이 긴 소자를 달성할 수 있다.

[실시예 3]

본 실시예에서는 실시형태 1에서 설명한 본 발명의 일 형태의 발광 소자 3에 대하여, 본 발명의 일 형태의 발광 소자와 다른 구성을 갖는 비교 발광 소자 3과 비교한 결과를 나타낸다. 발광 소자 3과 비교 발광 소자 3은 제 1 전자 수송층의 재료만 다른 구성이다. 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[화학식 5]



(발광 소자 3의 제작 방법)

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

다음에 기판 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃로 1시간 동안 소성한 후 UV 오존 처리를 370초 수행하였다.

그 후, 10⁻⁴Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃로 30분 동안 진공 소성을 수행한 후, 기판을 30분 정도 방랭하였다.

다음에, 양극(101)이 형성된 면이 아래를 향하도록, 양극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고 10⁻⁴Pa 정도까지 감압하고 나서, 양극(101) 위에, 저항 가열을 이용한 증착법에 의하여 상기 구조식(viii)으로 나타내어지는 3-[4-(9-페난트릴)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPPn) 및 산화 몰리브데넘(VI)을 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다. 그 막 두께는 10nm이고, PCPPn과 산화 몰리브데넘의 비율은, 중량비 4:2(=PCPPn:산화 몰리브데넘)가 되도록 조절하였다.

다음에, 정공 주입층(111) 위에, PCPPn을 20nm의 막 두께가 되도록 성막하여, 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0270] 또한 정공 수송층(112) 위에, 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA)과 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6mMemFLAPrN)을 중량비 1:0.03(=cgDBCzPA:1,6mMemFLAPrN)이 되도록 25nm 공중착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0271] 그 후, 발광층(113) 위에 제 1 전자 수송층(114-1)으로서 상기 구조식(v)으로 나타내어지는 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTBPDBq-II)을 10nm 성막하고 나서, 제 2 전자 수송층(114-2)으로서 상기 구조식(ix)으로 나타내어지는 2,2'-(피리딘-2,6-다이일)비스(4,6-다이페닐피리미딘)(약칭: 2,6(P2Pm)2Py)을 막 두께 15nm가 되도록 성막하였다.

[0272] 제 1 전자 수송층(114-1) 및 제 2 전자 수송층(114-2)을 형성한 후, 불화 리튬(LiF)을 1nm의 막 두께가 되도록 증착하고, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써 음극(102)을 형성하여, 본 실시예의 발광 소자 3을 제작하였다.

[0273] (비교 발광 소자 3의 제작 방법)

[0274] 비교 발광 소자 3에 대해서는, 발광 소자 3의 제 1 전자 수송층에서의 2mDBTBPDBq-II를 cgDBCzPA로 바꾼 것을 제외하면 발광 소자 3과 마찬가지로 제작하였다.

[0275] 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3의 소자 구조를 이하의 표에 나타낸다.

[0276] [표 5]

	정공 주입층	정공 수송층	발광층	제 1 전자 수송층	제 2 전자 수송층
	10nm	20nm	25nm	10nm	15nm
발광 소자 3	PCPPn:		cgDBCzPA :	2mDBTBPDBq-II	
비교 발광 소자 3	MoOx (4:2)	PCPPn	1,6mMemFLAPrN (1:0.03)	cgDBCzPA	2,6(P2Pm)2Py

[0277]

[0278] 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3을 대기에 노출시키지 않도록 유리 기판에 의하여 밀봉하는 작업(실재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리 및 80℃로 1시간 동안의 가열 처리)을 수행한 후, 이들 발광 소자의 초기 특성 및 신뢰성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 수행하였다.

[0279] 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3의 휘도-전류 밀도 특성을 도 28에, 전류 효율-휘도 특성을 도 29에, 휘도-전압 특성을 도 30에, 전류-전압 특성을 도 31에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 32에, 발광 스펙트럼을 도 33에 나타내었다. 또한, 각 발광 소자의 1000cd/m² 부근에서의 주요 특성을 표 6에 나타낸다.

[0280] [표 6]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도x	색도y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 3	3.2	0.38	10	0.14	0.15	13.7	11.8
비교 발광 소자 3	3.0	0.29	7	0.14	0.15	13.1	11.2

[0281]

[0282] 도 28~도 33 및 표 6으로부터, 어느 발광 소자도 양호한 특성의 청색 발광 소자이었으나, 특히 발광 소자 3은 외부 양자 효율 12%(다만 램버시안 배광을 가정함)를 초과하는, 효율이 매우 높은 발광 소자인 것을 알았다.

[0283] 또한, 초기 휘도 5000cd/m²로 하고, 전류 밀도가 일정한 조건에서의 구동 시간에 대한 발광 소자의 휘도의 변화의 그래프를 도 34에 나타내었다. 도 34에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 일 형태의 발광 소자인 발광 소자 3은 비교 발광 소자 3보다 구동 시간의 축적에 따른 휘도 저하가 작고, 수명이 양호한 발광 소자인 것을 알았다.

[0284] 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정의 결과로부터, cgDBCzPA, 2mDBTBPDBq-II, 및 2,6(P2Pm)2Py의 LUMO 준위는 각각 -2.74eV, -2.94eV, -2.78eV로 어렵잡게 되었다. 따라서, 발광 소자 3은 본 발명의 일 형태이다.

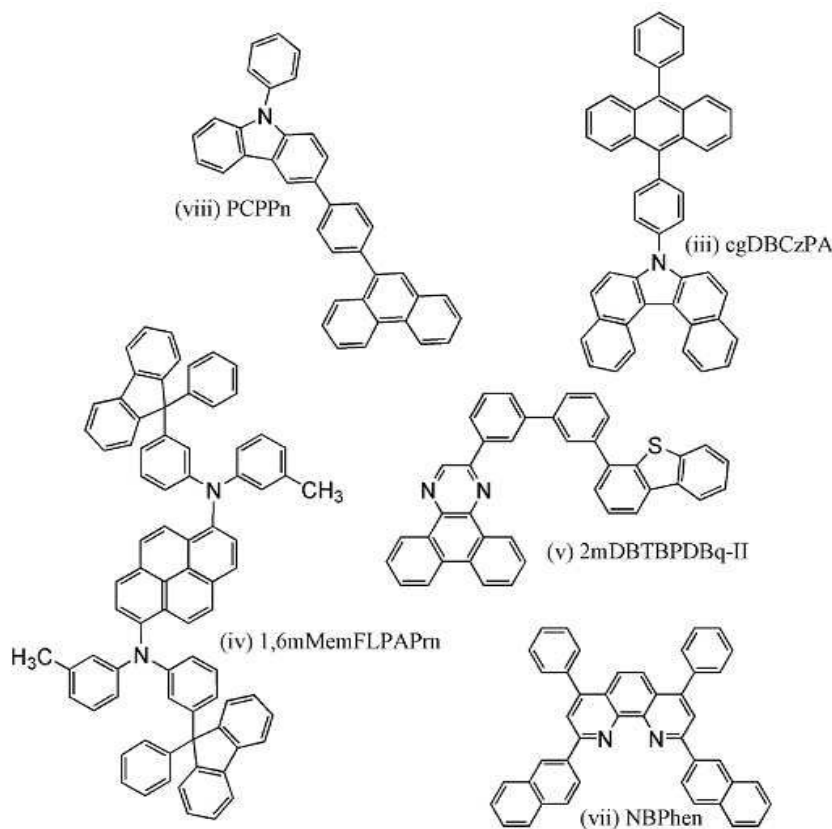
[0285] 여기서, 본 발광 소자 3에 있어서는, 정공 주입층으로서 정공 수송성의 물질에 엑셉터성 물질을 함유시킨 복합 재료를 사용한다. 이 정공 주입층에서 사용되는 정공 수송성의 물질은 정공 수송층에도 사용되는 PCPPn이지만, 이 물질의 HOMO 준위는 CV 측정에 따르면 -5.80eV로 깊다. 따라서, PCPPn은 발광층의 호스트 재료인

cgDBCzPA(HOMO는 -5.69eV)에 대한 정공 주입성이 좋지만, 양극으로부터의 정공 주입은 일반적으로 어렵다고 할 수 있다. 그러나 발광 소자 3에 있어서는, 엑셉터성 물질로서 전이 금속 산화물이 사용되므로 HOMO 준위가 -5.4eV 보다 낮은(깊은) 정공 수송성의 물질에 대해서도 엑셉터성을 나타낸다(적어도 전계의 인가에 의하여 전자를 뽑아낼 수 있다). 그 결과, 양극으로부터, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층에 대한 정공 주입·수송은 원활하게 수행된다. 이 정공 주입층과 본 발명의 일 형태를 조합함으로써, 발광 소자 3은 저구동 전압뿐만 아니라, 예상을 뛰어넘는 매우 높은 외부 양자 효율, 및 긴 수명을 달성할 수 있고, 이것은 큰 특징 중 하나이다.

(실시예 4)

본 실시예에서는 실시형태 1에서 설명한 본 발명의 일 형태의 발광 소자 4에 대하여, 본 발명의 일 형태의 발광 소자와 다른 구성을 갖는 비교 발광 소자 4와 비교한 결과를 나타낸다. 발광 소자 4와 비교 발광 소자 4는 제 1 전자 수송층의 재료만 다른 구성이다. 발광 소자 4와 비교 발광 소자 4에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[화학적식 6]



(발광 소자 4의 제작 방법)

우선, 유리 기판 위에, 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법으로 성막하여, 양극(101)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm 로 하고, 전극 면적은 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 로 하였다.

다음에 기판 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200°C 로 1시간 동안 소성한 후 UV 오존 처리를 370초 수행하였다.

그 후, 10^{-4}Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170°C 로 30분 동안 진공 소성을 수행한 후, 기판을 30분 정도 방랭하였다.

다음에, 양극(101)이 형성된 면이 아래를 향하도록, 양극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고 10^{-4}Pa 정도까지 감압하고 나서, 양극(101) 위에, 저항 가열을 이용한 증착법에 의하여 상기 구조식(viii)으로 나타내어지는 3-[4-(9-페난트릴)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPPn) 및 산화 몰리브덴(VI)을 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다. 그 막 두께는 10nm 이고, PCPPn과 산화 몰리브덴(VI)의 비율

은, 중량비 4:2(=PCPPn:산화 몰리브데넘)가 되도록 조절하였다.

[0295] 다음에, 정공 주입층(111) 위에, PCPPn을 막 두께 30nm가 되도록 성막하여, 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0296] 또한, 정공 수송층(112) 위에, 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA)과 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-피렌-1,6-다리아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrn)을 중량비 1:0.03(=cgDBCzPA:1,6mMemFLPAPrn)이 되도록 25nm 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0297] 그 후, 발광층(113) 위에 제 1 전자 수송층(114-1)으로서 상기 구조식(v)으로 나타내어지는 2-[3'-(다이벤조사이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTBPDq-II)을 10nm 성막하고 나서, 제 2 전자 수송층(114-2)으로서 상기 구조식(vii)으로 나타내어지는 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen)을 막 두께 15nm가 되도록 성막하였다.

[0298] 제 1 전자 수송층(114-1) 및 제 2 전자 수송층(114-2)을 형성한 후, 불화 리튬(LiF)을 1nm의 막 두께가 되도록 증착하고, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써 음극(102)을 형성하여, 본 실시예의 발광 소자 4를 제작하였다.

[0299] (비교 발광 소자 4의 제작 방법)

[0300] 비교 발광 소자 4는 발광 소자 4의 제 1 전자 수송층에서의 2mDBTBPDq-II를 cgDBCzPA로 바꾼 것을 제외하면 발광 소자 4와 마찬가지로 제작하였다.

[0301] 발광 소자 4 및 비교 발광 소자 4의 소자 구조를 이하의 표에 나타낸다.

[0302] [표 7]

	정공 주입층	정공 수송층	발광층	제 1 전자 수송층	제 2 전자 수송층
	10nm	30nm	25nm	10nm	15nm
발광 소자 4	PCPPn:		cgDBCzPA :	2mDBTBPDq-II	
비교 발광 소자 4	MoOx (4:2)	PCPPn	1,6mMemFLPAPrn (1:0.03)	cgDBCzPA	NBPhen

[0303]

[0304] 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 발광 소자 4 및 비교 발광 소자 4를 대기에 노출시키지 않도록 유리 기판에 의하여 밀봉하는 작업(실재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리 및 80℃로 1시간 동안의 가열 처리)을 수행한 후, 이들 발광 소자의 초기 특성 및 신뢰성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 수행하였다.

[0305] 발광 소자 4 및 비교 발광 소자 4의 휘도-전류 밀도 특성을 도 35에, 전류 효율-휘도 특성을 도 36에, 휘도-전압 특성을 도 37에, 전류-전압 특성을 도 38에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 39에, 발광 스펙트럼을 도 40에 나타내었다. 또한, 각 발광 소자의 1000cd/m² 부근에서의 주요 특성을 표 8에 나타낸다.

[0306] [표 8]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도 _x	색도 _y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 4	3.3	0.27	7	0.14	0.18	16.9	13.7
비교 발광 소자 4	3.2	0.23	6	0.14	0.18	16.2	13.1

[0307]

[0308] 도 35~도 40 및 표 8로부터, 어느 발광 소자도 양호한 특성의 청색 발광 소자이었으나, 특히 발광 소자 4는 외부 양자 효율 13.7%(다만 램버시안 배광을 가정함)를 초과하는, 효율이 매우 높은 발광 소자인 것을 알았다.

[0309] 또한, 초기 휘도 5000cd/m²로 하고, 전류 밀도가 일정한 조건에서의 구동 시간에 대한 발광 소자의 휘도의 변화의 그래프를 도 41에 나타내었다. 도 41에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 일 형태의 발광 소자인 발광 소자 4는 비교 발광 소자 4보다 구동 시간의 축적에 따른 휘도 저하가 작고, 수명이 양호한 발광 소자인 것을 알았다.

[0310] 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정의 결과로부터, cgDBCzPA, 2mDBTBPDq-II, 및 NBPhen의 LUMO 준위는 각각 -2.74eV, -2.94eV, -2.83eV로 어렵잡게 되었다. 따라서, 발광 소자 4는 본 발명의 일 형태이다.

[0311] 여기서, 본 발광 소자 4에 있어서는, 정공 주입층에, 정공 수송성의 물질에 엑셉터성 물질을 함유시킨 복합 재료를 사용한다. 이 정공 주입층에서 사용되는 정공 수송성의 물질은 정공 수송층에도 사용되는 PCPPn이지만, 이 물질의 HOMO 준위는 CV 측정에 따르면 -5.80eV로 깊다. 따라서, PCPPn은 발광층의 호스트 재료인 cgDBCzPA(HOMO는 -5.69eV)에 대한 정공 주입성이 좋지만, 양극으로부터의 정공 주입은 일반적으로 어렵다고 할 수 있다. 그러나 발광 소자 4에 있어서는, 엑셉터성 물질로서 전이 금속 산화물이 사용되므로 HOMO 준위가 -5.4eV보다 낮은(깊은) 정공 수송성의 물질에 대해서도 엑셉터성을 나타낸다(적어도 전계의 인가에 의하여 전자를 뽑아낼 수 있다). 그 결과, 양극으로부터, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층에 대한 정공 주입·수송은 원활하게 수행된다. 이 정공 주입층과 본 발명의 일 형태를 조합함으로써, 발광 소자 4는 저구동 전압뿐만 아니라, 예상을 뛰어넘는 매우 높은 외부 양자 효율, 및 긴 수명을 달성할 수 있고, 이것은 큰 특징 중 하나이다.

[0312] (실시예 5)

[0313] 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 바람직하게 사용할 수 있는 화합물을 표에 나타낸다. 발광층의 호스트 재료에 바람직한 3 고리 이상 6 고리 이하의 축합 방향족 고리 골격을 갖는 화합물을 표 9 중 No.1~No.13에 열거하였다. 또한, 제 1 전자 수송층에 바람직한 LUMO 준위가 낮은 화합물군을 표 10 중의 No.14~No.35에, 제 2 전자 수송층에 바람직한 화합물군(제 1 전자 수송층에 바람직한 화합물군에 비하면, 비교적 LUMO 준위가 높은 경향에 있는 화합물군)을 표 11 중의 No.36~No.46에 열거하였다. 각 화합물의 분자 구조도 이하에 나타낸다. 각 표 중에서, EmL은 발광층, ETL1은 제 1 전자 수송층, ETL2는 제 2 전자 수송층을 나타낸다. 또한, 후술하는 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정에 의하여 LUMO 준위를 산출하였다.

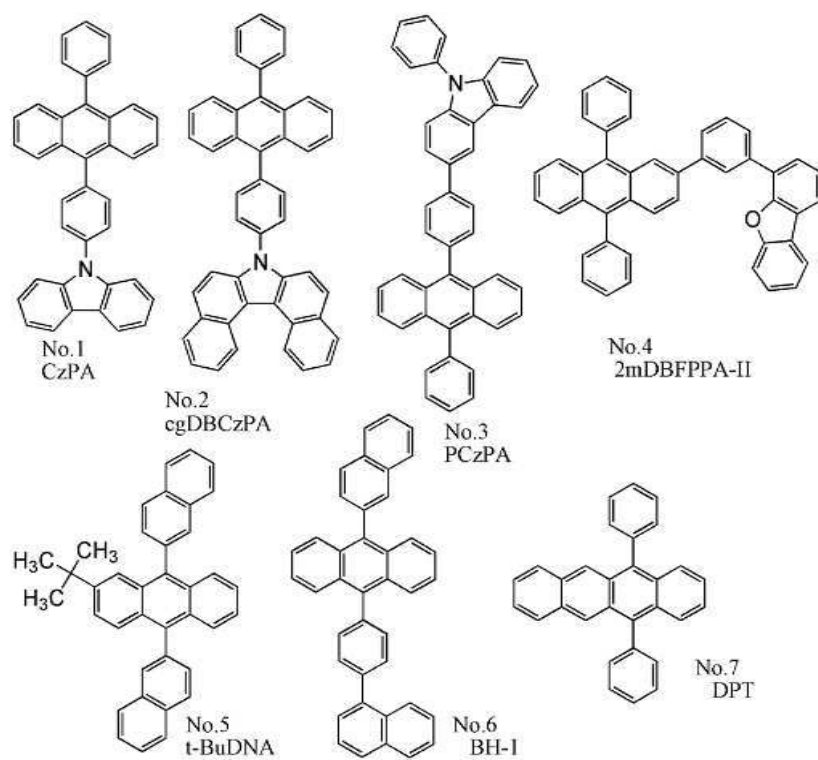
[0314] [표 9]

No.	약칭	바람직한 사용 장소	골격군	LUMO(eV) CV로 측정
1	CzPA	EmL	안트라센	-2.73
2	cgDBCzPA	EmL	안트라센	-2.74
3	PCzPA	EmL	안트라센	-2.70
4	2mDBFPPA-II	EmL	안트라센	-2.78
5	t-BuDNA	EmL	안트라센	-2.68
6	BH-1	EmL	안트라센	-2.73
7	DPT	EmL	테트라센	-3.05
8	루브렌	EmL	테트라센	-3.11
9	TBRb	EmL	테트라센	-2.99
10	TPB3	EmL	피렌	-2.64
11	BPPF	EmL	피렌	-2.58
12	spiro-pye	EmL	피렌	-2.62
13	TBP	EmL	페릴렌	-2.77

[0315]

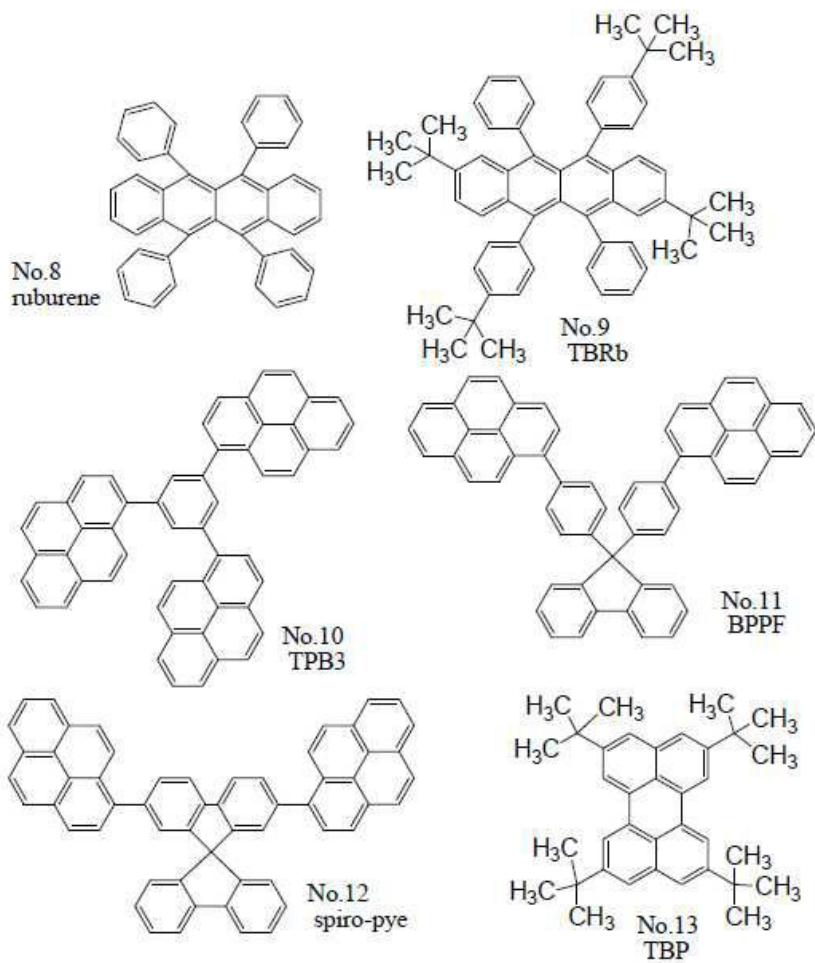
[0316]

[화학식 7]



[0317]

[0318] [화학식 8]



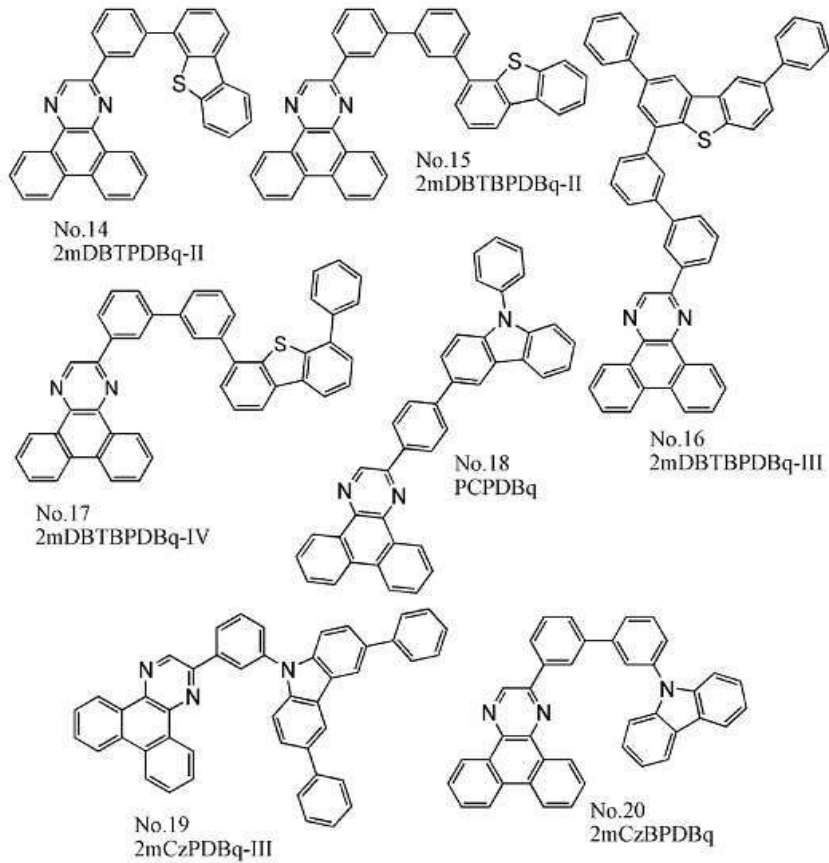
[0319]

[0320] [표 10]

No.	약칭	바람직한 사용 장소	골격군	LUMO(eV) CV로 측정
14	2mDBTPDBq-II	ETL1	다이벤조퀴녹살린	-2.95
15	2mDBTBPDq-II	ETL1	다이벤조퀴녹살린	-2.94
16	2mDBTBPDq-III	ETL1	다이벤조퀴녹살린	-2.94
17	2mDBTBPDq-IV	ETL1	다이벤조퀴녹살린	-2.94
18	PCPDBq	ETL1	다이벤조퀴녹살린	-2.93
19	2mCzPDBq-III	ETL1	다이벤조퀴녹살린	-2.99
20	2mCzBPDBq	ETL1	다이벤조퀴녹살린	-2.95
21	7mDBTPDBq-II	ETL1	다이벤조퀴녹살린	-2.86
22	7mDBTBPDq-II	ETL1	다이벤조퀴녹살린	-2.86
23	2,6(F-Bpn)2Py	ETL1	다이벤조퀴나올린	-2.92
24	4mDBTBPFpm-II	ETL1	피리미딘 (축환)	-2.96
25	4mCzBPBfpm	ETL1	피리미딘 (축환)	-2.97
26	4,6mDBTF2Pm-II	ETL1	피리미딘	-2.83
27	4,6mCzF2Pm	ETL1	피리미딘	-2.88
28	B3PYMPM	ETL1	피리미딘	-2.84
29	2,6(P2Pm)2Py	ETL1	피리미딘	-2.78
30	PPDN	ETL1	피라진 (축환)	-3.83
31	2PYPR	ETL1	피라진 (축환)	-3.22
32	3PYPR	ETL1	피라진 (축환)	-3.26
33	2Py3Tm	ETL1	트리아진	-3.15
34	TmPPPyTz	ETL1	트리아진	-3.00
35	CPCBPTz	ETL1	트리아진	-2.99

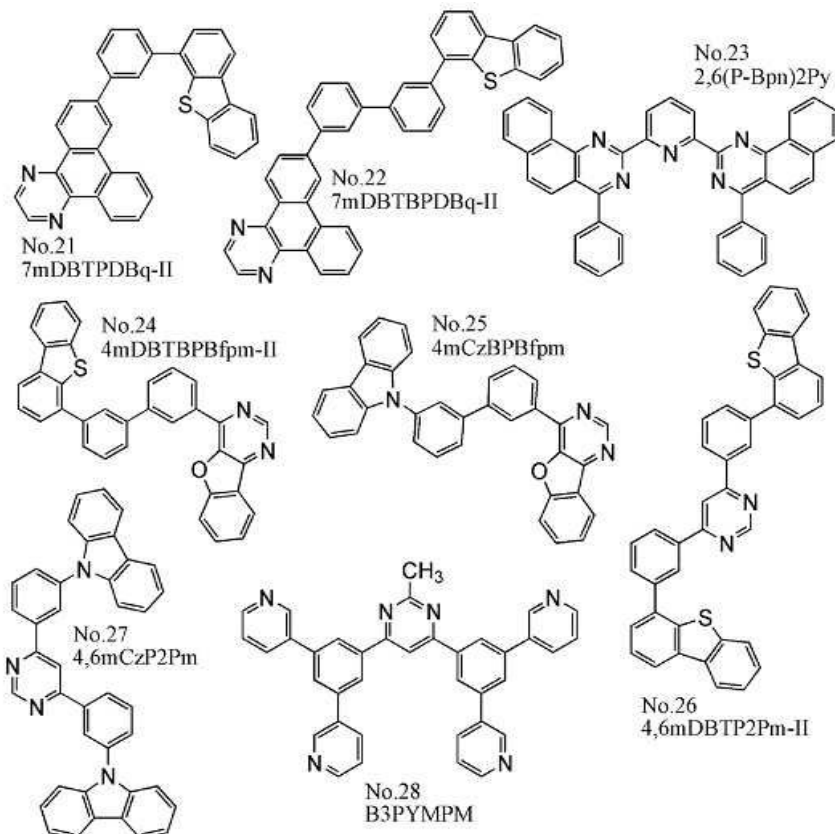
[0321]

[0322] [화학식 9]



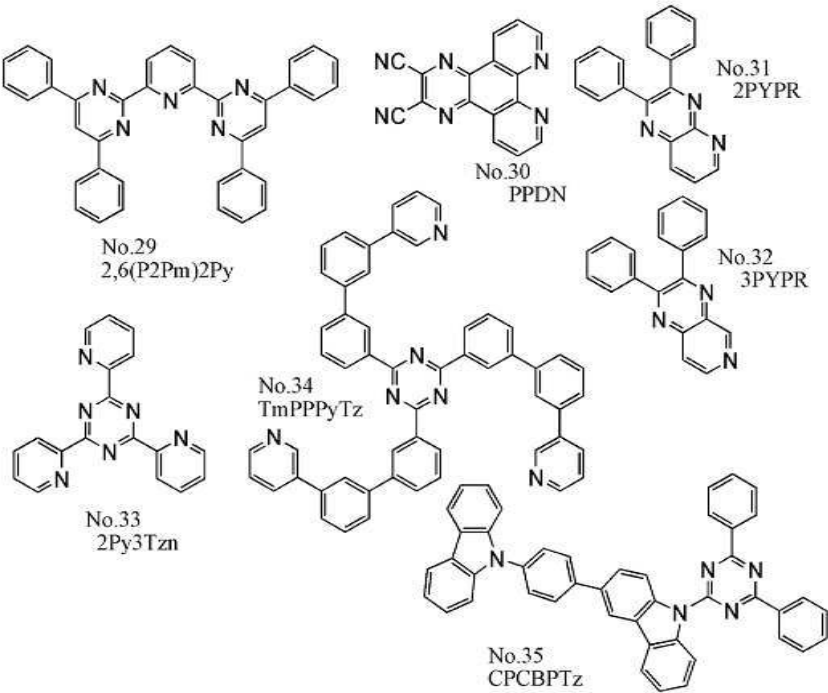
[0323]

[0324] [화학식 10]



[0325]

[0326] [화학식 11]



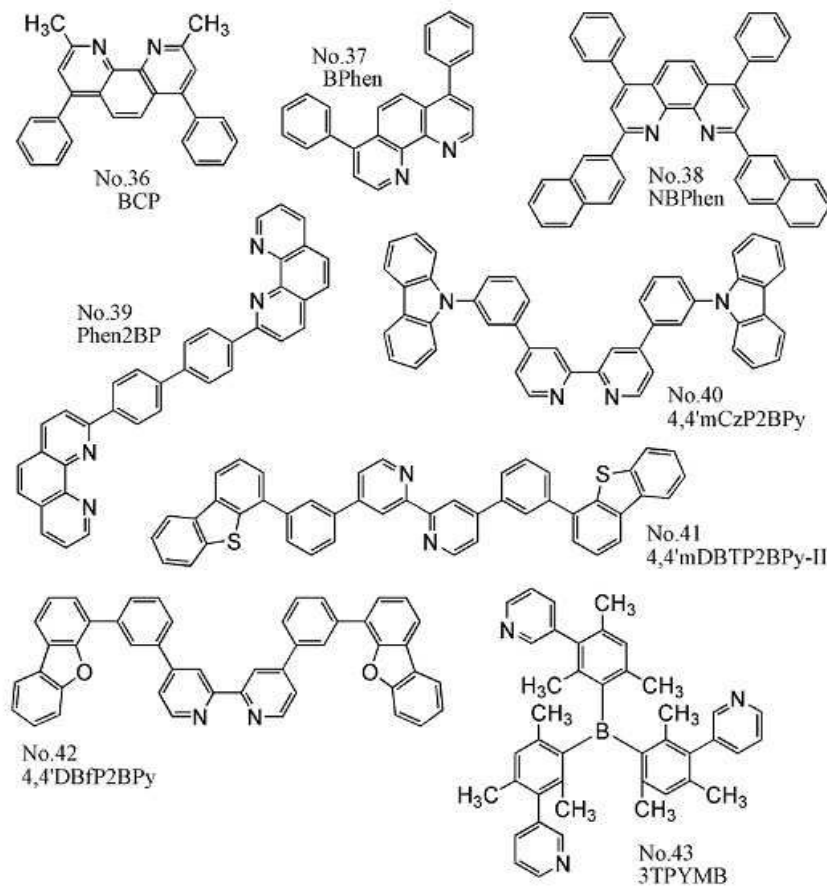
[0327]

[0328] [표 11]

No.	약칭	바람직한 사용 장소	공격군	LUMO(eV) CV로 측정
36	BCP	ETL2	페난트롤린	-2.55
37	BPhen	ETL2	페난트롤린	-2.63
38	NBPhen	ETL2	페난트롤린	-2.83
39	Phen2BP	ETL2	페난트롤린	-2.79
40	4,4'-mCzP2BPy	ETL2	바이페리딘	-2.66
41	4,4'-mDBTP2BPy-II	ETL2	바이페리딘	-2.63
42	4,4'-DBfP2BPy	ETL2	바이페리딘	-2.60
43	3TPYMB	ETL2	페리딘	-2.63
44	TmPyPB	ETL2	페리딘	-2.23
45	BP4mPy	ETL2	페리딘	-2.26
46	BmPyPhB	ETL2	페리딘	-2.29

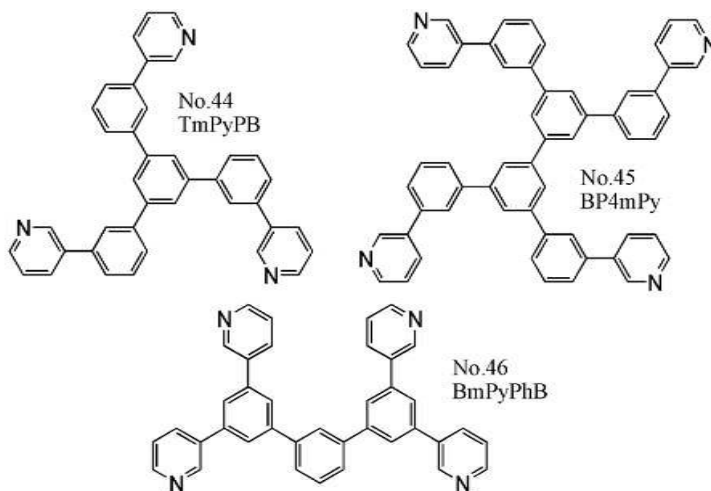
[0329]

[0330] [화학식 12]



[0331]

[0332] [화학식 13]



[0333]

[0334] 이 표로부터, 예를 들어 안트라센 골격을 갖는 화합물의 LUMO 준위는 -2.7eV 전후인 것을 알 수 있다. 따라서, 발광층의 호스트 재료로서 안트라센 골격을 갖는 화합물을 사용하는 경우, 그 LUMO 준위보다 낮은 LUMO 준위를 갖는 화합물군을 제 1 전자 수송층으로서 사용하면 좋고, No.14~No.35 중 어느 것을 사용할 수 있다. 다만, LUMO 준위의 에너지 차이가 0.3eV 이내인 것이 바람직하기 때문에, LUMO로서 -2.8~-2.9eV대가 많은 다이벤조퀴 노살린 골격, 다이벤조퀴나졸린 골격, 피리미딘 골격을 갖는 화합물이 특히 바람직하다. 또한, 이 경우, 제 2 전자 수송층으로서 No.36~No.46의 화합물을 사용하면 본 발명의 일 형태의 발광 소자를 제작할 수 있다.

[0335] 발광층의 호스트 재료로서 다른 골격을 갖는 화합물을 사용하는 경우도, 마찬가지로 본 발명의 일 형태의 발광 소자를 제작할 수 있다. 예를 들어, 발광층의 호스트 재료로서 테트라센 골격을 갖는 화합물을 사용하는 경우,

테트라센 골격을 갖는 화합물은 비교적으로 LUMO가 낮기 때문에 No.14~No.36 모두가 제 1 전자 수송층으로서 바람직한 것은 아니다. 그러나 예를 들어, 축환계의 피라진 화합물이나, 축환계의 트리아진 화합물을 제 1 전자 수송층으로서 사용하면 본 발명의 일 형태의 발광 소자를 제작할 수 있는 것을 알 수 있다.

[0336] 또한, 표에서 알 수 있는 듯이, 페난트롤린 골격, 바이피리딘 골격, 피리딘 골격을 갖는 화합물은 전자 수송성의 화합물 중에서는 비교적으로 LUMO 준위가 높으므로, 제 2 전자 수송층으로서 바람직하다. 또한, 이들 화합물은, 음극에 접촉하여 사용된 경우 음극으로부터의 전자 주입성이 우수하기 때문에, 그런 의미에서도 제 2 전자 수송층으로서 바람직하다.

[0337] 여기서, 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정의 방법에 대하여 설명한다. CV 측정에는, 전기 화학 애널라이저(BAS Inc.제, 모델 번호: ALS 모델 600A 또는 600C)를 사용하였다.

[0338] 또한, CV 측정에서의 용액에는, 용매로서 탈수 다이메틸폼아마이드(DMF)(Sigma-Aldrich Inc.제, 99.8%, 카탈로그 번호: 227056-12)를 사용하고, 지지 전해질인 과염소산테트라-n-뷰틸암모늄(electrochemical grade, Wako Pure Chemical Industries, Ltd.제, 제조원 코드: 043999, CAS.NO:1923-70-2)을 100mmol/L의 농도가 되도록 용해시키고, 또한 측정 대상을 2mmol/L의 농도가 되도록 용해시켜 조정하고, 전기 화학용 셀에 넣고, 각 전극을 세트한 후, 아르곤 버블링으로 약 30분 동안 탈기하였다. 또한, 사용한 전극에 대해서는, 작용 전극으로서는 백금 전극(BAS Inc.제, PTE 백금 전극)을, 보조 전극으로서는 백금 전극(BAS Inc.제, Pt카운터 전극)을, 참조 전극으로서는 비수용매계 참조 전극(BAS Inc.제, RE-7 비수용매계 참조 전극(Ag/Ag^+))을 각각 사용하였다. 또한, 측정은 실온(20℃~25℃)으로 하고, 측정 시의 스캔 속도는 0.1V/sec로 통일하였다. 또한, 본 실시예에서는 참조 전극의 진공 준위에 대한 퍼텐셜 에너지를 -4.94eV로 하였다.

[0339] CV 측정의 결과로부터, LUMO 준위(환원 전위) 및 HOMO 준위(산화 전위)를 산출하였다. LUMO 준위는 산화 피크 전위(환원 측으로부터 중성의 사이) $E_{pc}[V]$ 와 환원 피크 전위(중성 측으로부터 환원의 사이) $E_{pa}[V]$ 로부터 반파 전위(E_{pa} 와 E_{pc} 의 중간의 전위)를 $(E_{pa}+E_{pc})/2[V]$ 로 산출하고, 참조 전극의 진공 준위에 대한 퍼텐셜 에너지(-4.94eV)로부터 이 반파 전위를 뺀으로써 산출하였다. HOMO 준위는 산화 피크 전위(중성 측으로부터 산화의 사이) $E_{pa}[V]$ 와 환원 피크 전위(산화 측으로부터 중성의 사이) $E_{pc}[V]$ 로부터 반파 전위(E_{pa} 와 E_{pc} 의 중간의 전위)를 $(E_{pa}+E_{pc})/2[V]$ 로 산출하고, 참조 전극의 진공 준위에 대한 퍼텐셜 에너지(-4.94eV)로부터 이 반파 전위를 뺀으로써 산출하였다.

부호의 설명

- [0340]
- 101: 양극
 - 102: 음극
 - 103: EL층
 - 111: 정공 주입층
 - 112: 정공 수송층
 - 113: 발광층
 - 114: 전자 수송층
 - 114-1: 제 1 전자 수송층
 - 114-2: 제 2 전자 수송층
 - 115: 전자 주입층
 - 116: 전하 발생층
 - 117: P형층
 - 118: 전자 릴레이층
 - 119: 전자 주입 버퍼층

400: 기관
 401: 제 1 전극
 403: EL층
 404: 제 2 전극
 405: 실재
 406: 실재
 407: 밀봉 기관
 412: 패드
 420: IC칩
 501: 제 1 전극
 502: 제 2 전극
 511: 제 1 발광 유닛
 512: 제 2 발광 유닛
 513: 전하 발생층
 601: 구동 회로부(소스선 구동 회로)
 602: 화소부
 603: 구동 회로부(게이트선 구동 회로)
 604: 밀봉 기관
 605: 실재
 607: 공간
 608: 배선
 609: FPC(플렉시블 프린트 서킷)
 610: 소자 기관
 611: 스위칭용 FET
 612: 전류 제어용 FET
 613: 제 1 전극
 614: 절연물
 616: EL층
 617: 제 2 전극
 618: 발광 소자
 901: 하우징
 902: 액정층
 903: 백 라이트 유닛
 904: 하우징
 905: 드라이버 IC
 906: 단자

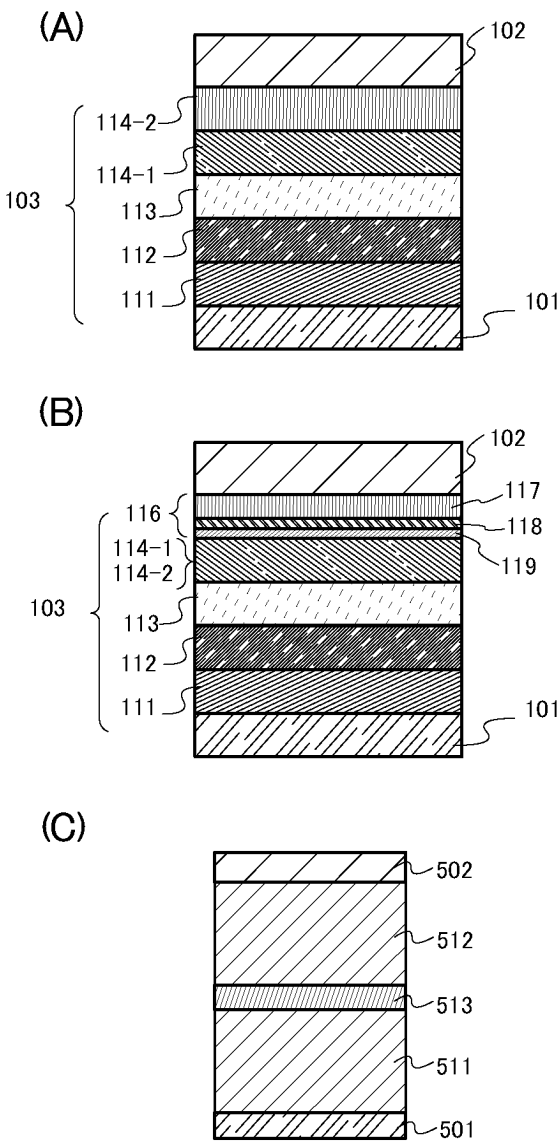
951: 기관
 952: 전극
 953: 절연층
 954: 격벽층
 955: EL층
 956: 전극
 1001: 기관
 1002: 하지 절연막
 1003: 게이트 절연막
 1006: 게이트 전극
 1007: 게이트 전극
 1008: 게이트 전극
 1020: 제 1 층간 절연막
 1021: 제 2 층간 절연막
 1022: 전극
 1024W: 제 1 전극
 1024R: 제 1 전극
 1024G: 제 1 전극
 1024B: 제 1 전극
 1025: 격벽
 1028: EL층
 1029: 제 2 전극
 1031: 밀봉 기관
 1032: 실재
 1033: 투명한 기재
 1034R: 적색 착색층
 1034G: 녹색 착색층
 1034B: 청색 착색층
 1035: 블랙 매트릭스
 1036: 오버 코트층
 1037: 제 3 층간 절연막
 1040: 화소부
 1041: 구동 회로부
 1042: 주변부
 2001: 하우징
 2002: 광원

3001: 조명 장치
 5000: 표시 영역
 5001: 표시 영역
 5002: 표시 영역
 5003: 표시 영역
 5004: 표시 영역
 5005: 표시 영역
 7101: 하우징
 7103: 표시부
 7105: 스탠드
 7107: 표시부
 7109: 조작 키
 7110: 리모트 컨트롤러
 7201: 본체
 7202: 하우징
 7203: 표시부
 7204: 키보드
 7205: 외부 접속 포트
 7206: 포인팅 디바이스
 7210: 제 2 표시부
 7301: 하우징
 7302: 하우징
 7303: 연결부
 7304: 표시부
 7305: 표시부
 7306: 스피커부
 7307: 기록 매체 삽입부
 7308: LED 램프
 7309: 조작 키
 7310: 접속 단자
 7311: 센서
 7401: 하우징
 7402: 표시부
 7403: 조작 버튼
 7404: 외부 접속 포트
 7405: 스피커

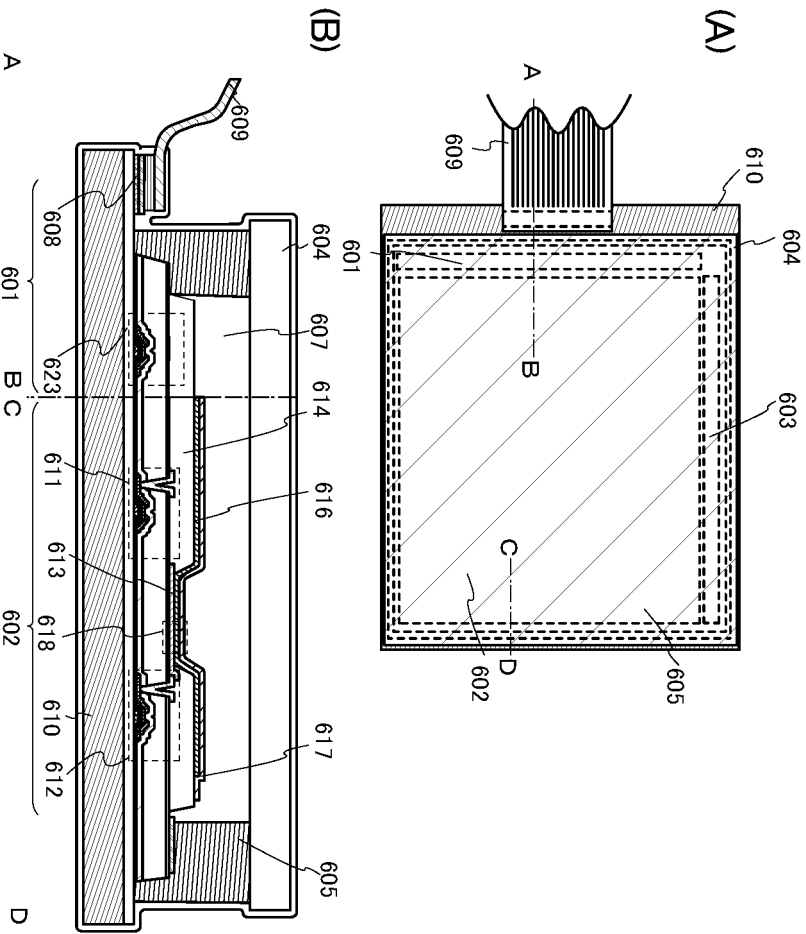
7406: 마이크론
7400: 휴대 전화기
9033: 후크
9034: 스위치
9035: 전원 스위치
9036: 스위치
9310: 휴대 정보 단말
9311: 표시 패널
9312: 표시 영역
9313: 힌지
9315: 하우징
9630: 하우징
9631: 표시부
9631a: 표시부
9631b: 표시부
9632a: 터치 패널 영역
9632b: 터치 패널 영역
9633: 태양 전지
9634: 충방전 제어 회로
9635: 배터리
9636: DCDC 컨버터
9637: 조작 키
9638: 컨버터
9639: 버튼

도면

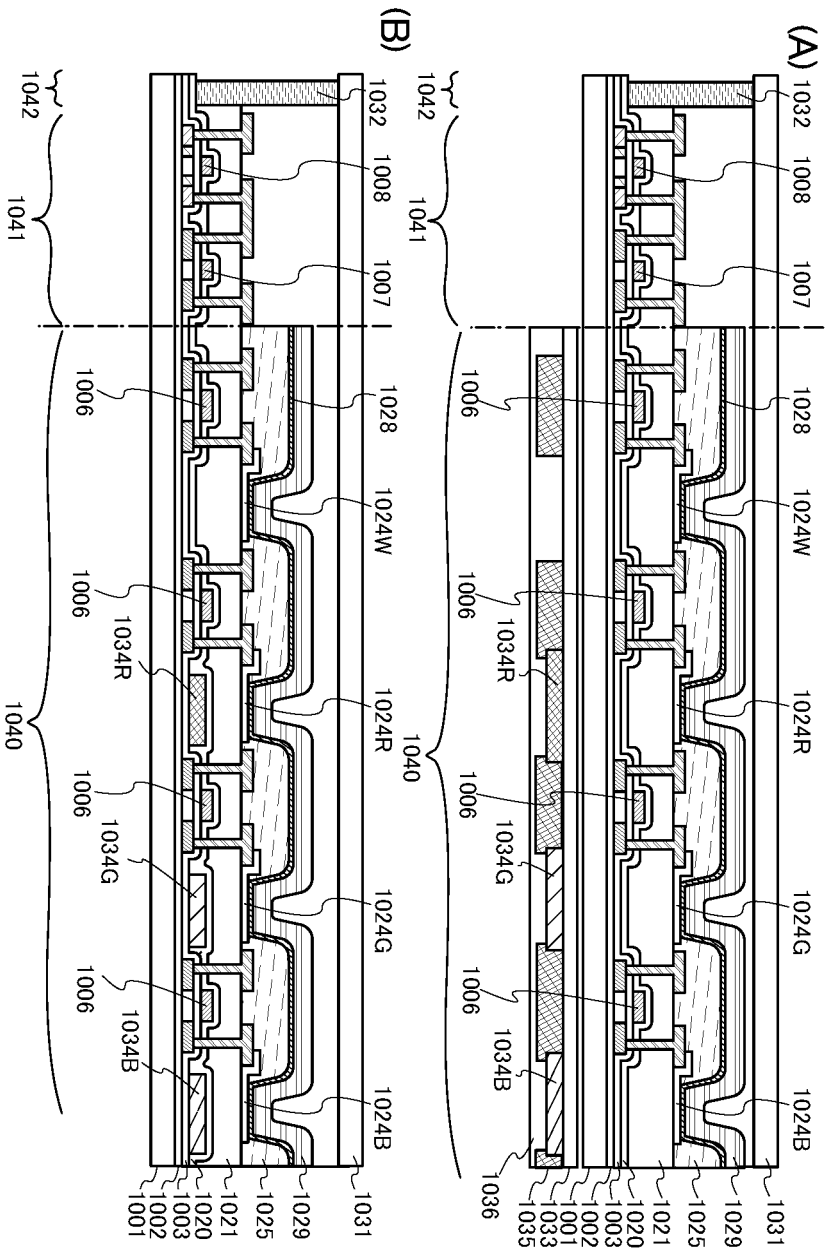
도면1



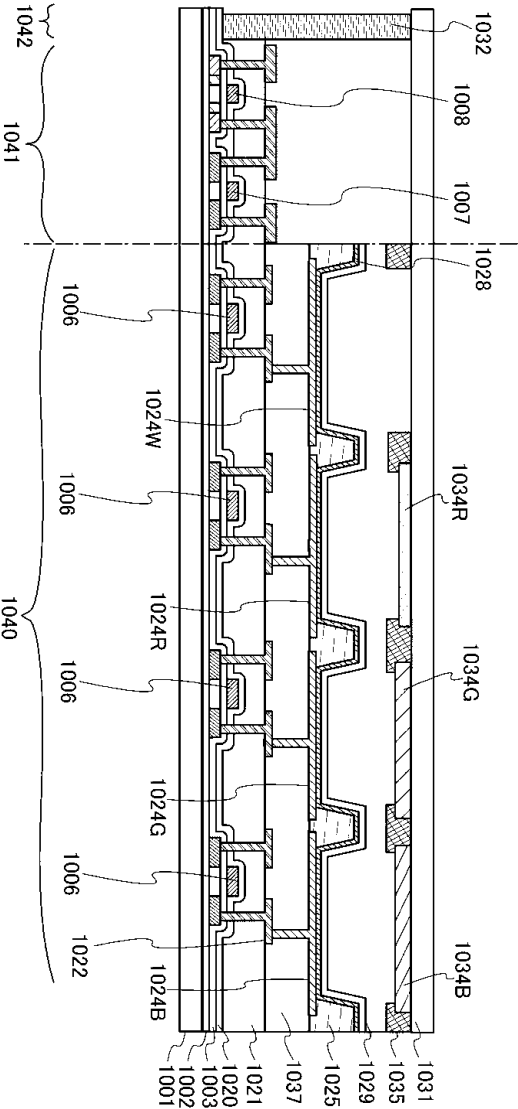
도면2



도면3

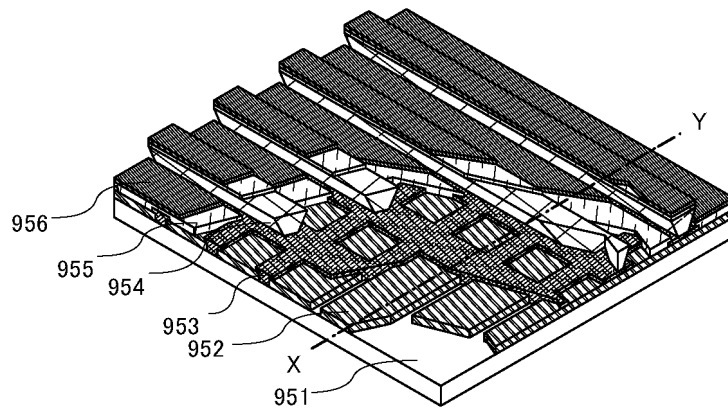


도면4

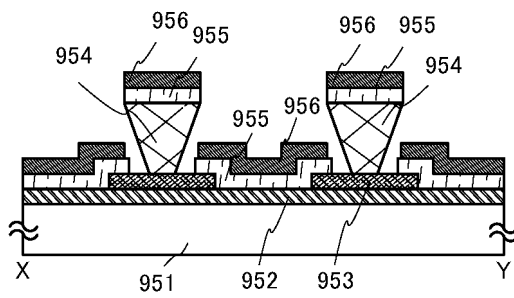


도면5

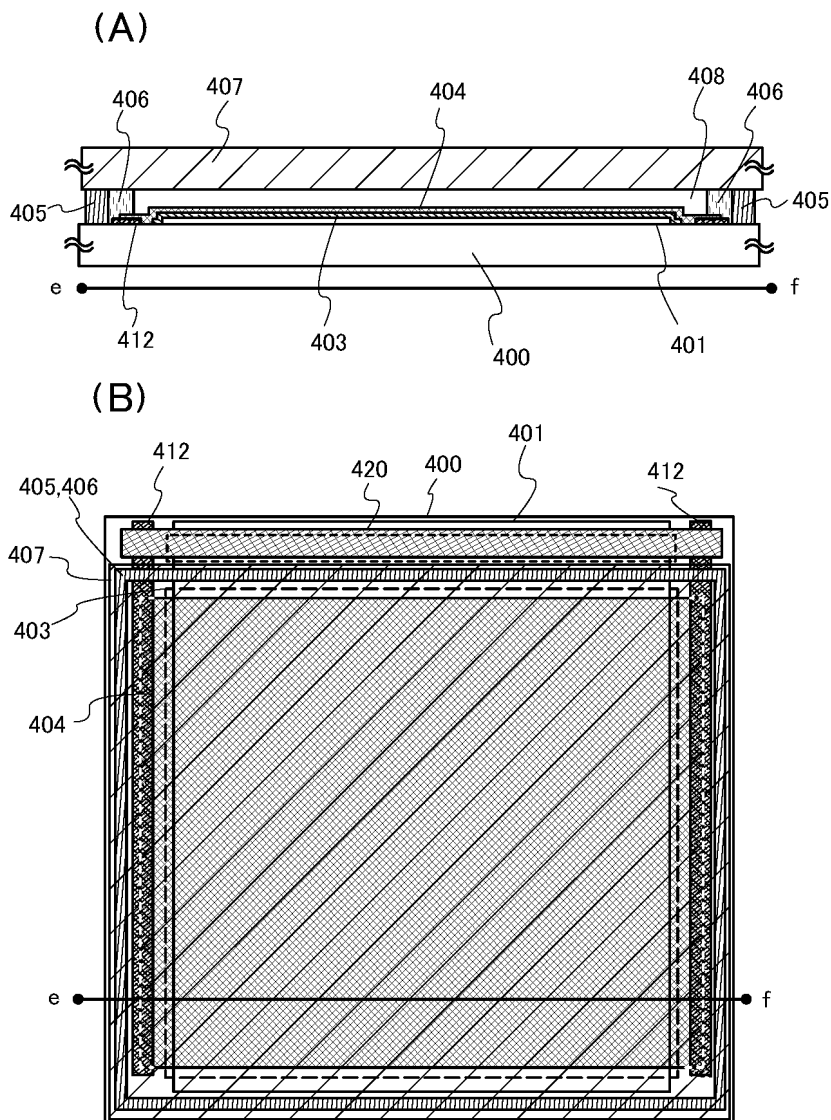
(A)



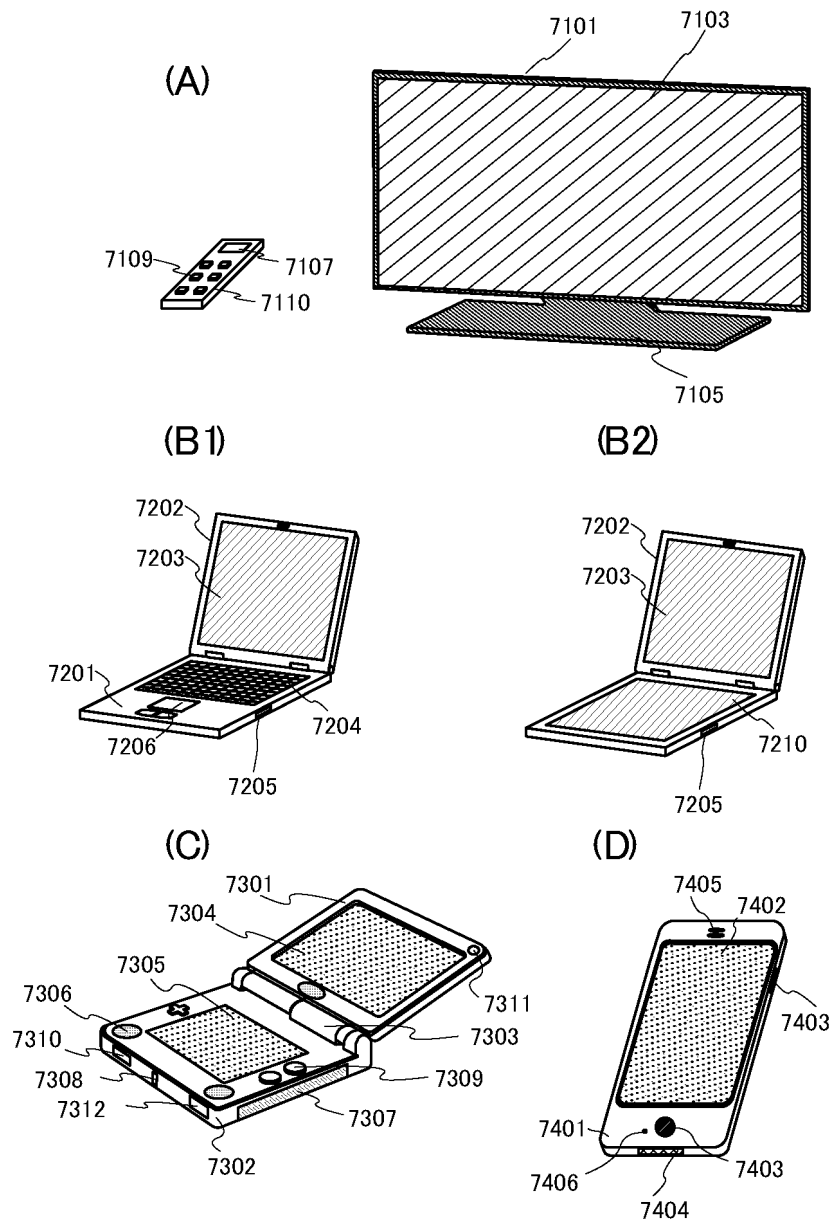
(B)



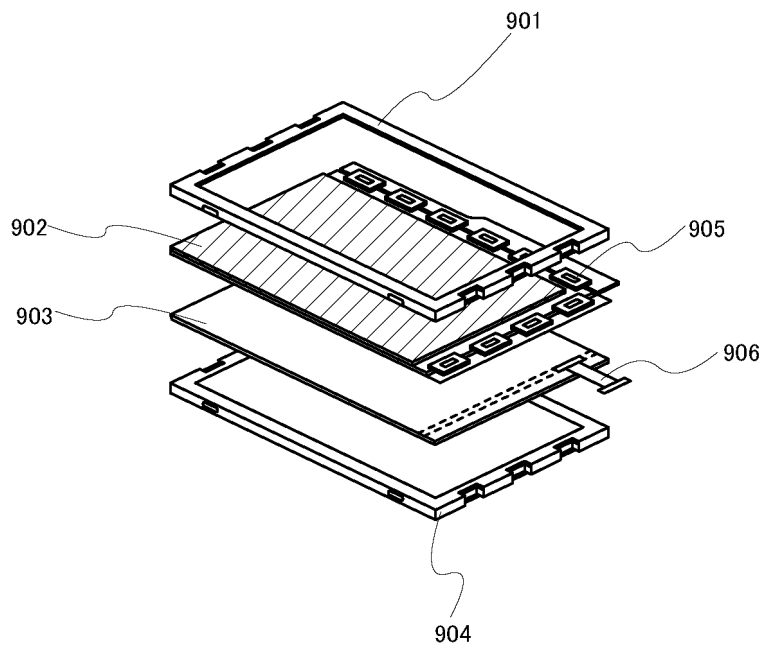
도면6



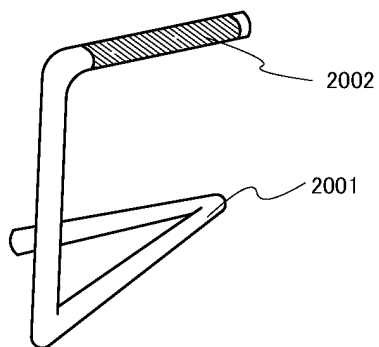
도면7



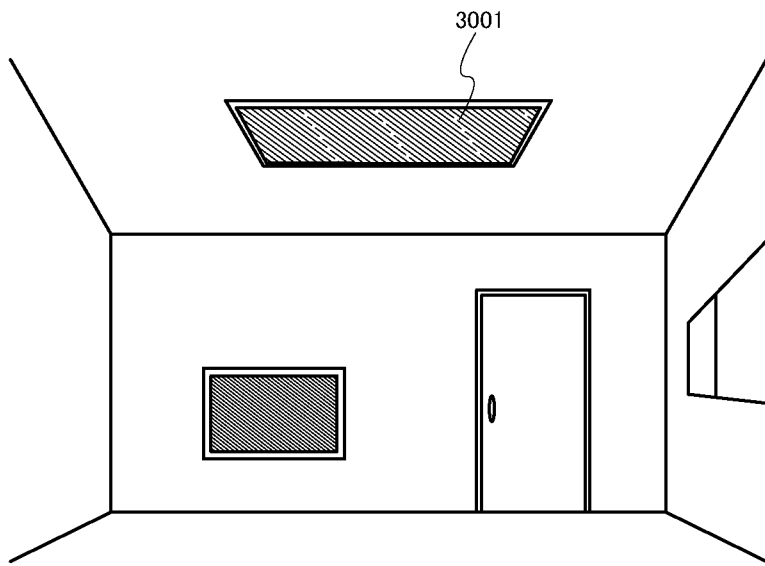
도면8



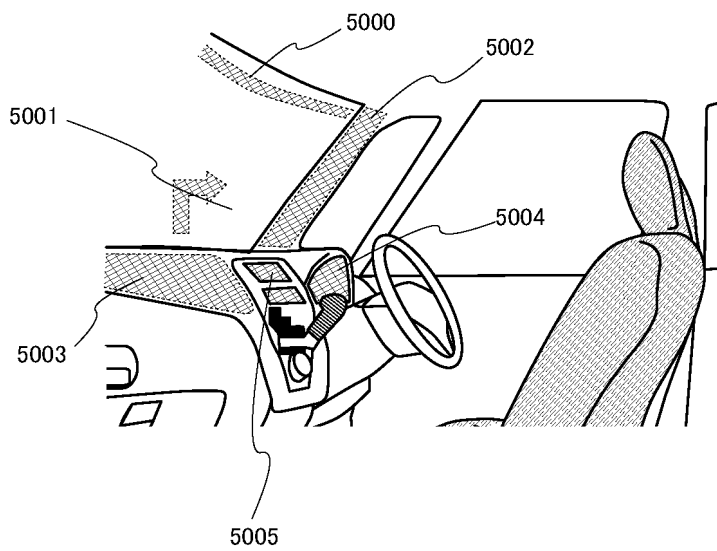
도면9



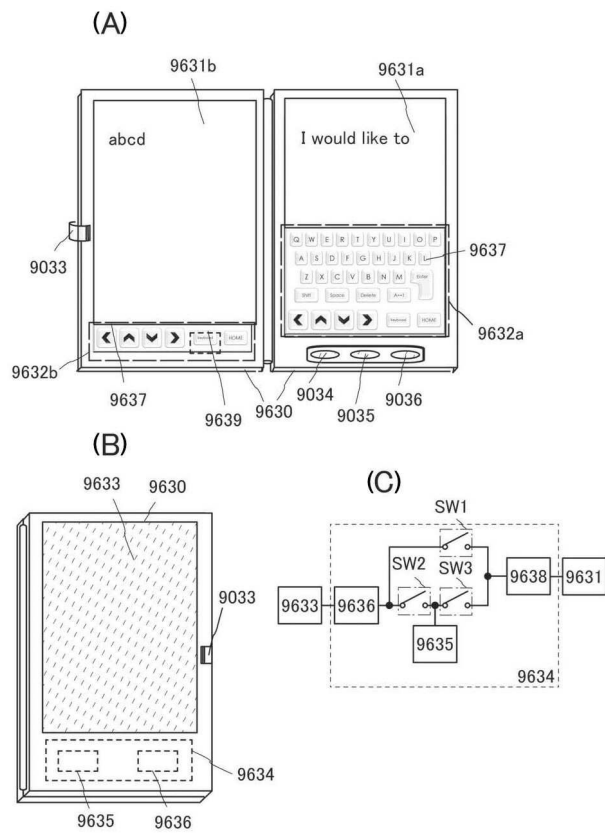
도면10



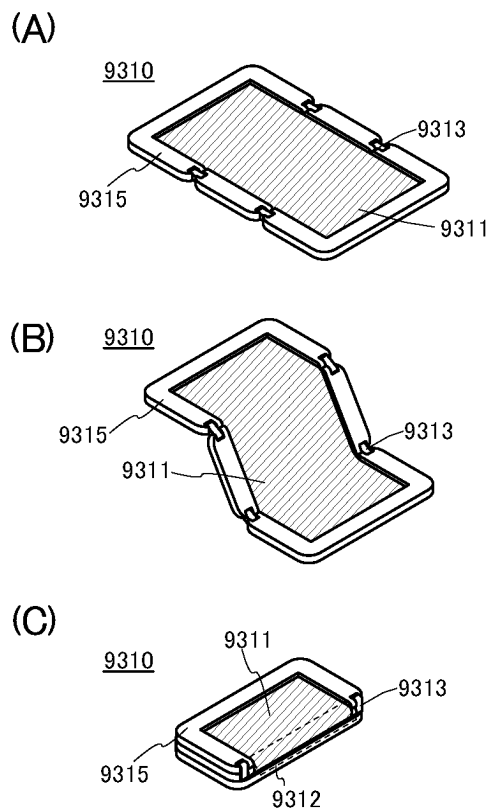
도면11



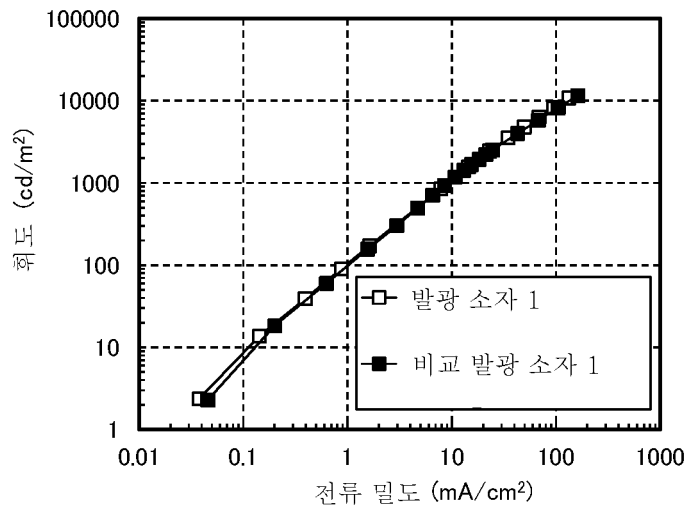
도면12



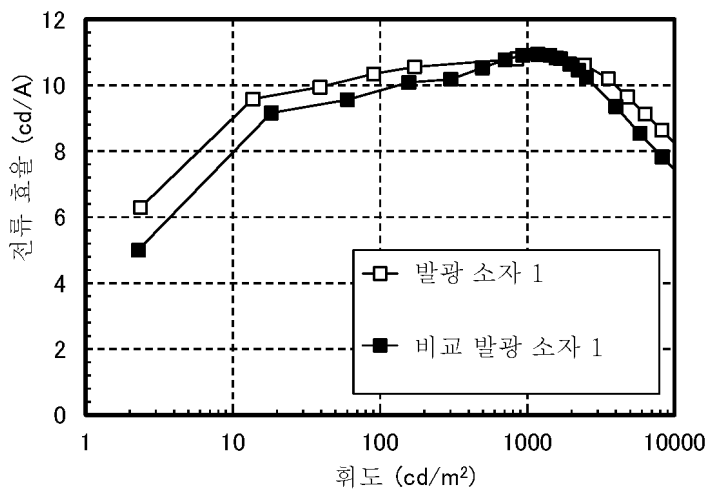
도면13



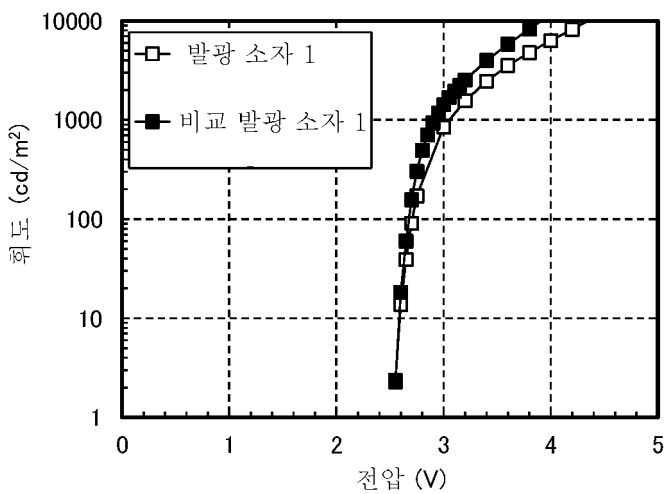
도면14



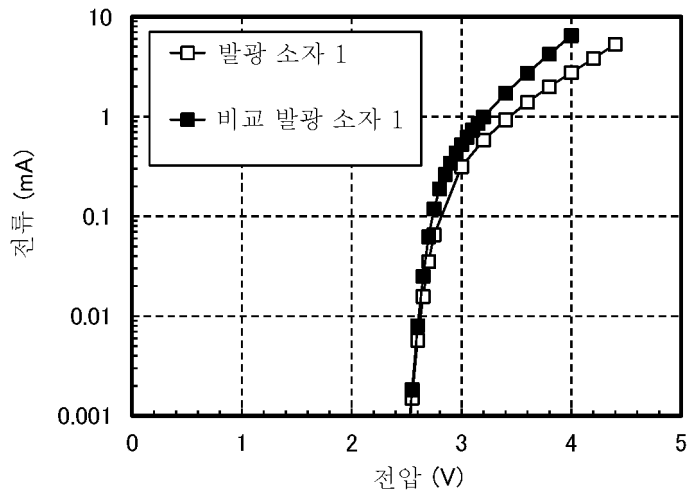
도면15



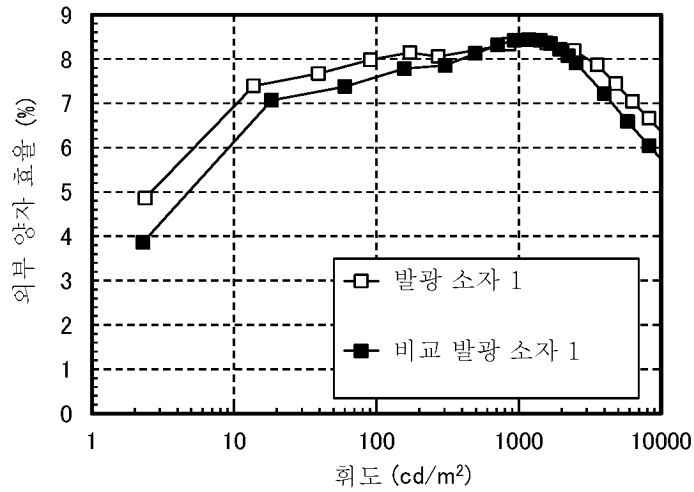
도면16



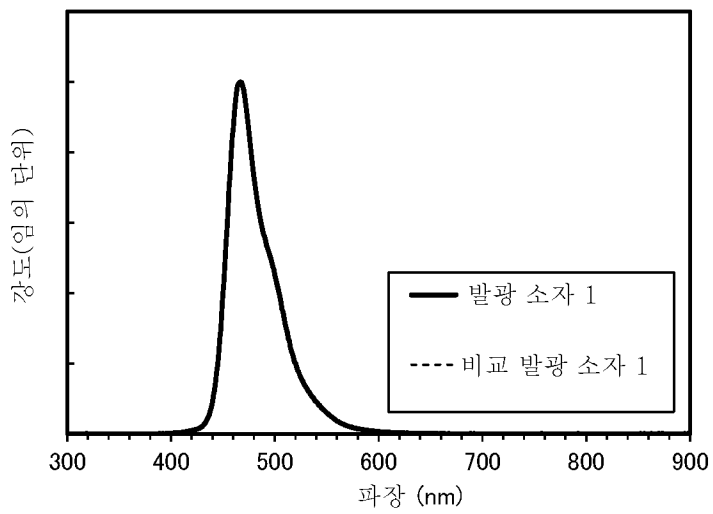
도면17



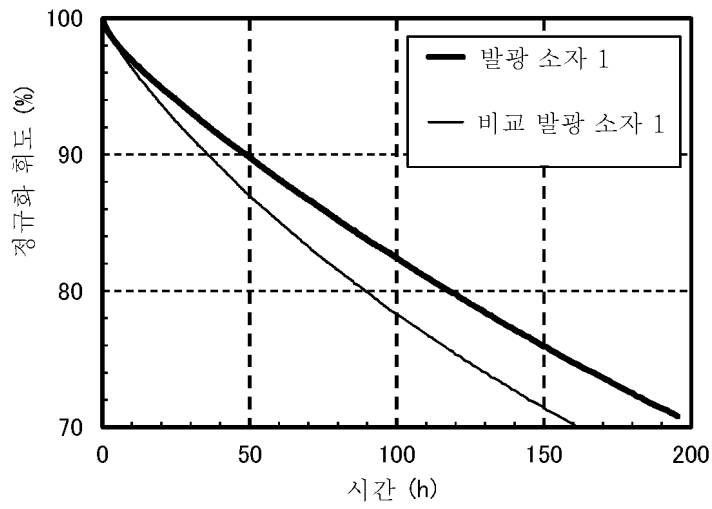
도면18



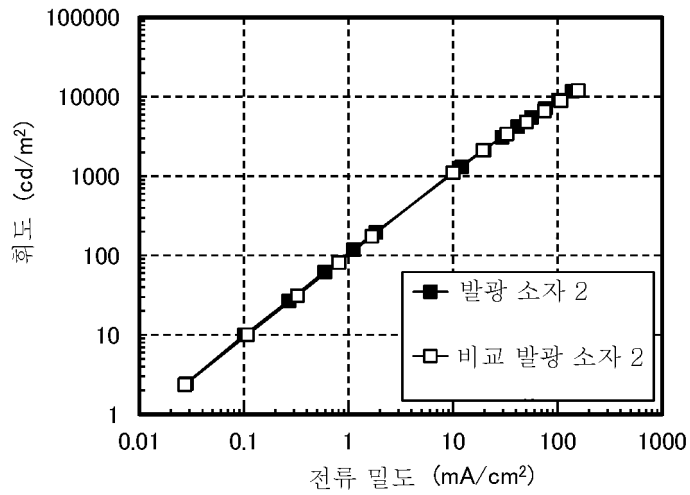
도면19



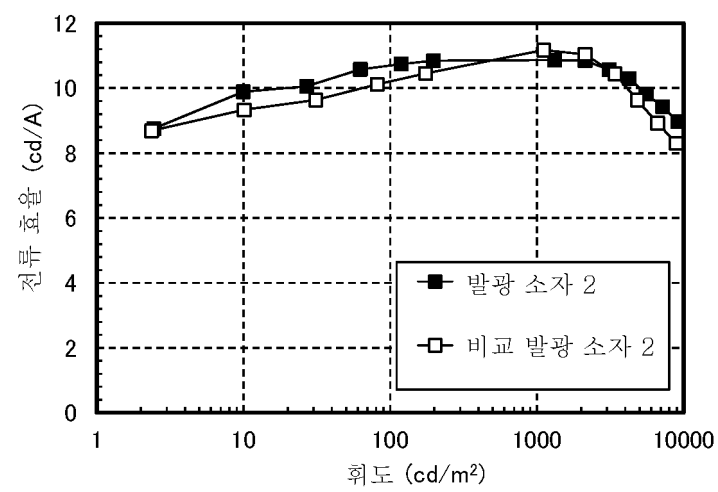
도면20



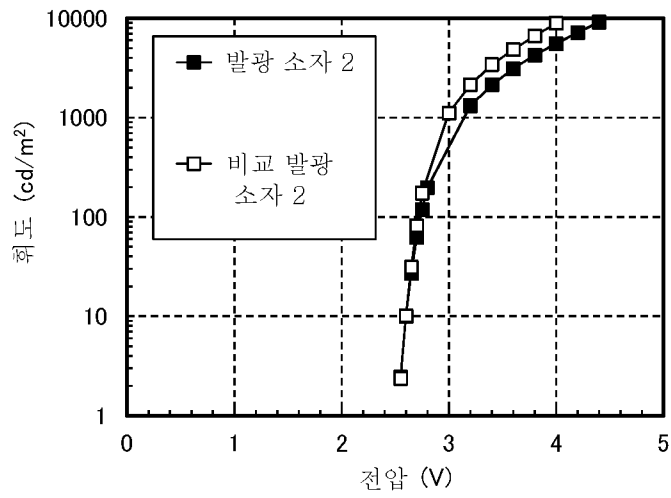
도면21



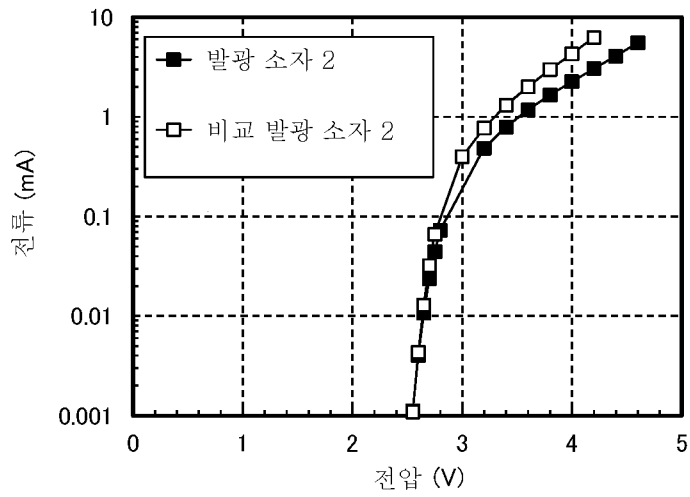
도면22



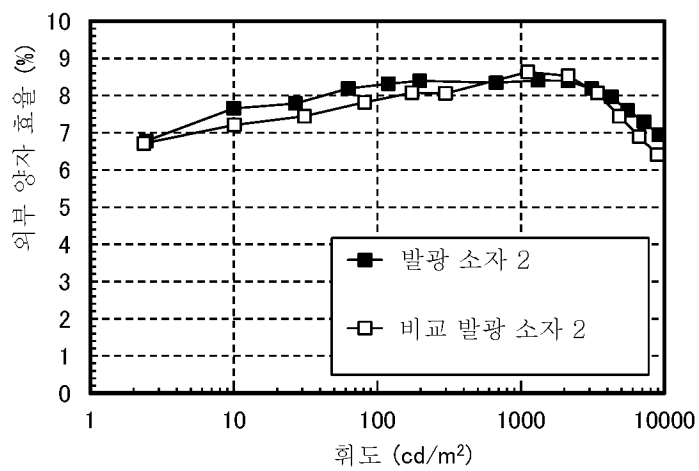
도면23



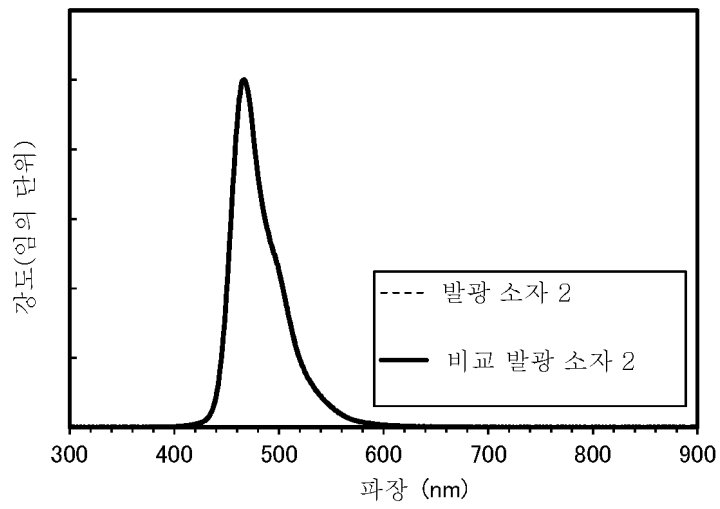
도면24



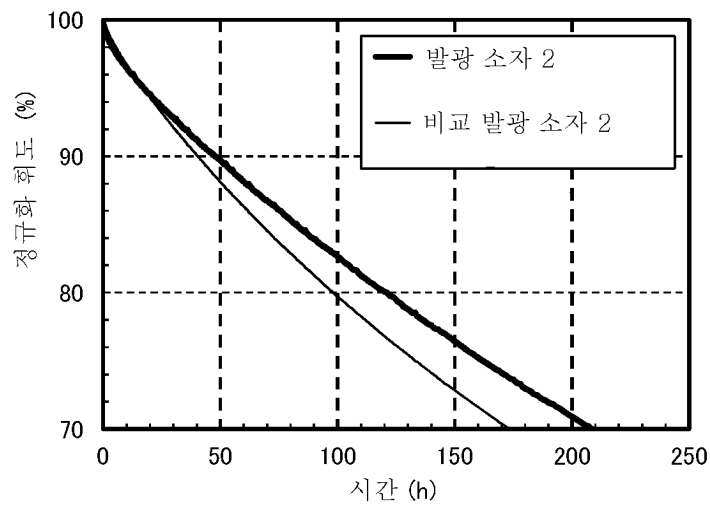
도면25



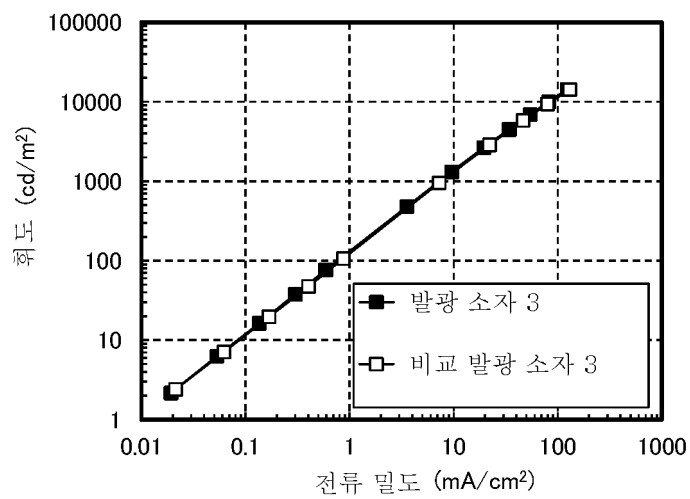
도면26



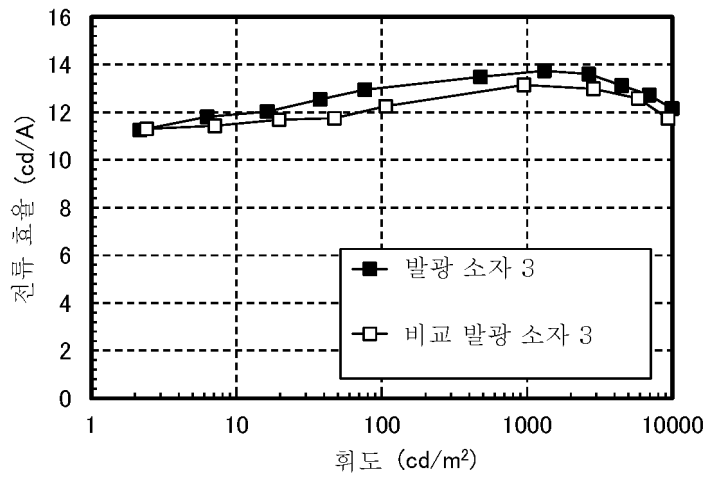
도면27



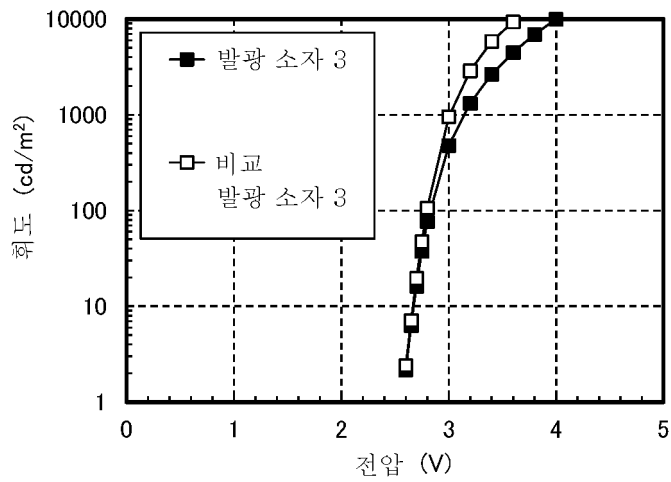
도면28



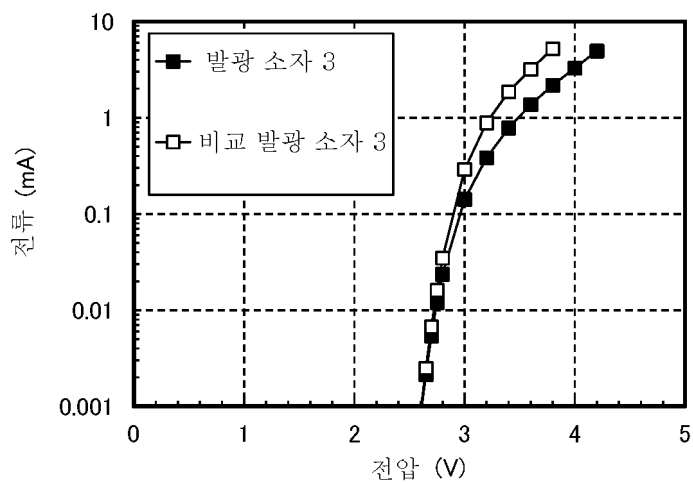
도면29



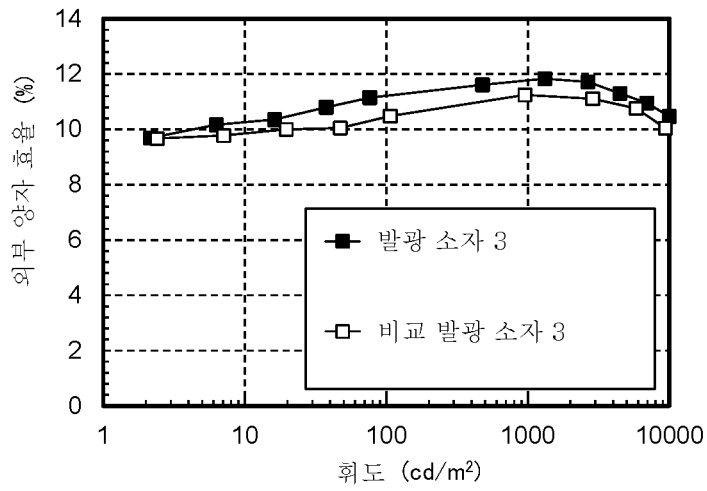
도면30



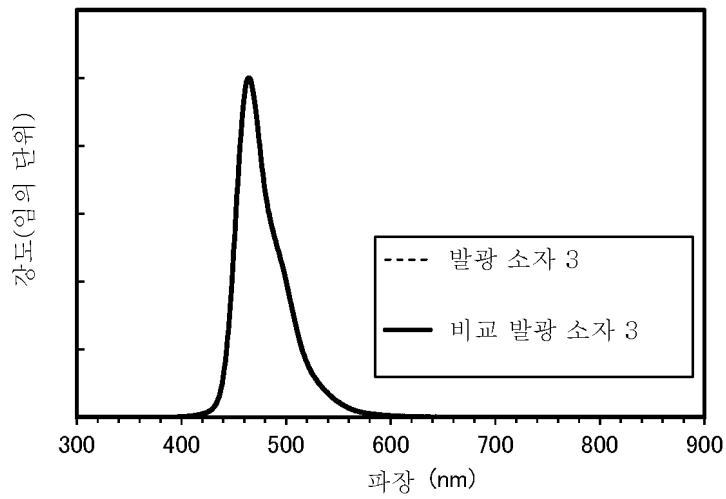
도면31



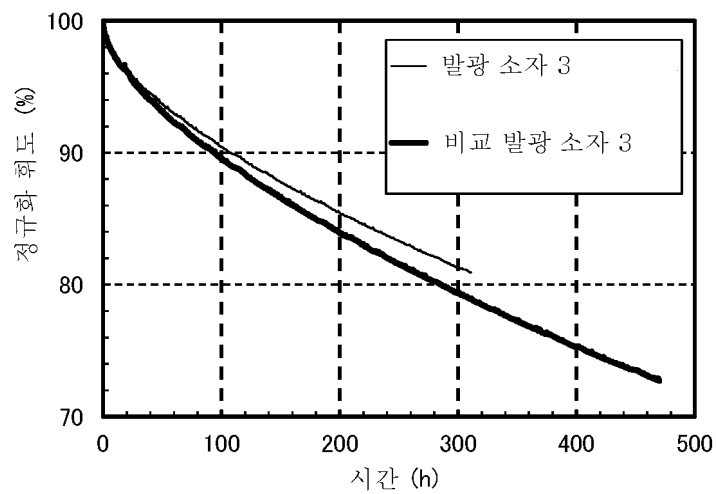
도면32



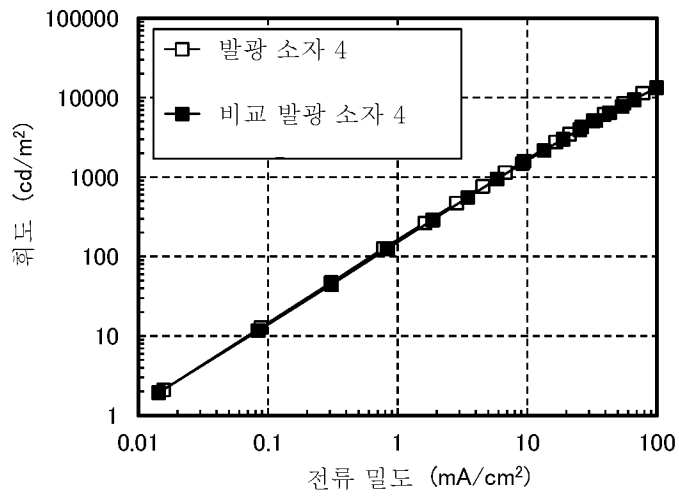
도면33



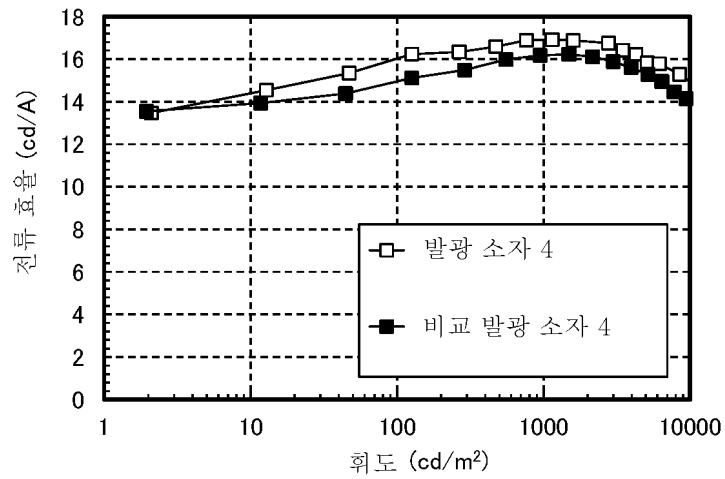
도면34



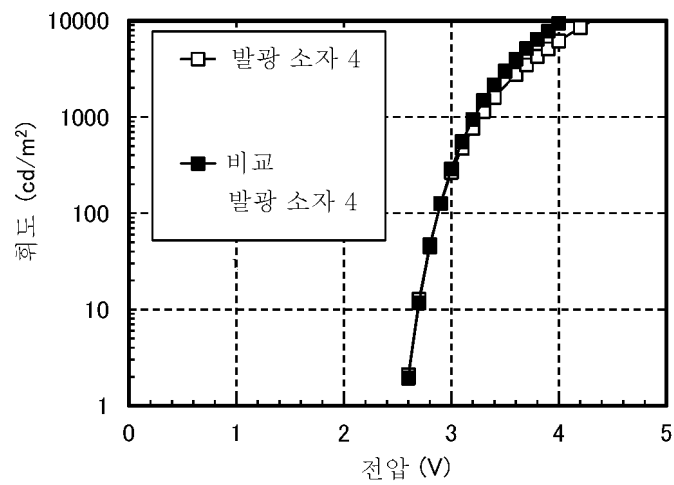
도면35



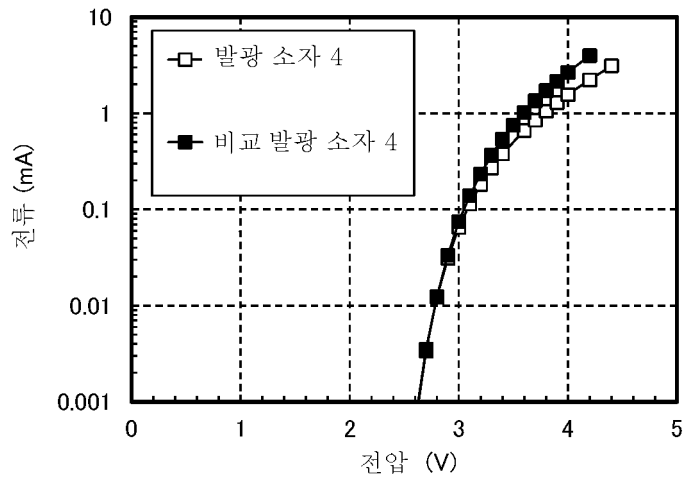
도면36



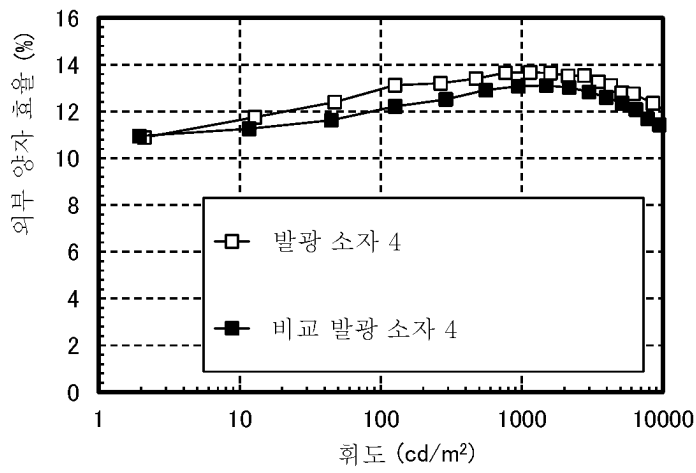
도면37



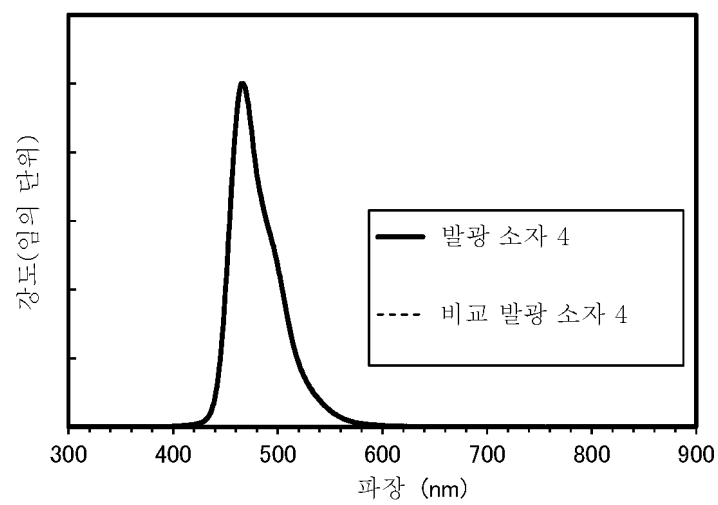
도면38



도면39



도면40



도면41

