



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월26일

(11) 등록번호 10-2244374

(24) 등록일자 2021년04월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/06 (2006.01) *H01L 51/52* (2006.01)
H01L 51/56 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0101017
 (22) 출원일자 2014년08월06일
 심사청구일자 2019년08월02일
 (65) 공개번호 10-2015-0018437
 (43) 공개일자 2015년02월23일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2013-166870 2013년08월09일 일본(JP)
 JP-P-2013-269839 2013년12월26일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2007027587 A
 W02012169069 A1

(73) 특허권자
 가부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼
 일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
 (72) 발명자
 스즈키 츠네히로
 일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
 부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내
 사사키 도시키
 일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
 부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 양영준, 박충범

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 이동욱

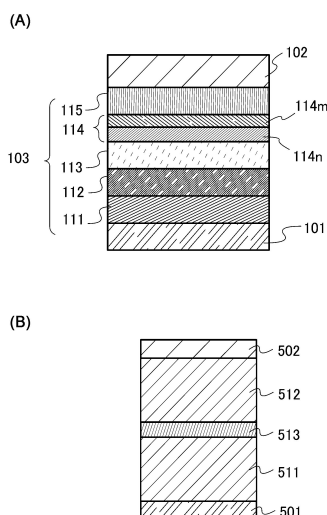
(54) 발명의 명칭 발광 소자, 디스플레이 모듈, 조명 모듈, 발광 장치, 표시 장치, 전자 기기, 및 조명 장치

(57) 요약

본 발명은 박형 경량, 작은 소비 전력 등의 발광 소자의 이점을 손실시키지 않으면서 내열성이 향상된 발광 소자를 제공한다.

제 1 전극과, 제 2 전극과, 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 끼워진 EL층을 갖고, EL층은 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층과, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층에 접촉되는, 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen)을 포함하는 층을 갖는 발광 소자를 제공한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

가타이시 리호

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

세오 사토시

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

명세서

청구범위

청구항 1

발광 장치에 있어서,

제 1 전극과;

제 2 전극과;

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이의 EL층을 포함하고,

상기 EL층은,

축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 제 1 층과;

상기 제 1 층에 접촉되는, 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린을 포함하는 제 2 층을 포함하고,

상기 축합 복소 방향족 화합물은 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린과 상이한, 발광 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 층은 상기 축합 복소 방향족 화합물을 포함하고,

상기 축합 복소 방향족 화합물은 축합 고리 골격을 포함하는, 발광 장치.

청구항 3

발광 장치에 있어서,

제 1 전극과;

제 2 전극과;

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이의 EL층을 포함하고,

상기 EL층은,

축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 제 1 층과;

상기 제 1 층에 접촉되는, 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린을 포함하는 제 2 층을 포함하고,

상기 축합 방향족 화합물 및 상기 축합 복소 방향족 화합물 각각은 3고리 이상의 축합 고리 골격을 포함하고,

상기 축합 복소 방향족 화합물은 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린과 상이한, 발광 장치.

청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 축합 고리 골격은 2개의 질소 원자를 포함하는, 발광 장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발광 장치는 인광을 발할 수 있는, 발광 장치.

청구항 6

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제 1 층은 이리듐 착체를 더 포함하는, 발광 장치.

청구항 7

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제 1 층의 일부는 이리듐 착체를 포함하는, 발광 장치.

청구항 8

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제 2 층은 1.0×10^{-2} g/kg 이하의 염소를 포함하는, 발광 장치.

청구항 9

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제 2 층은 1.7×10^{-1} g/kg 이하의 불순물을 포함하고,
상기 불순물은 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린의 1염소 치환체인, 발광 장치.

청구항 10

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
전류 제어 유닛을 더 포함하는, 발광 장치.

청구항 11

조명 장치에 있어서,
제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 따른 발광 장치와;
상기 발광 장치를 제어하는 유닛을 포함하는, 조명 장치.

청구항 12

전자 기기에 있어서,
제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 따른 발광 장치를 포함하는, 전자 기기.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 물건, 방법, 또는 제조 방법에 관한 것이다. 또는, 본 발명은 프로세스, 기계(machine), 제품(manufacture), 또는 조성물(composition of matter)에 관한 것이다. 특히 본 발명의 일 형태는 반도체 장치, 표시 장치, 발광 장치, 이들의 구동 방법, 또는 이들의 제조 방법에 관한 것이다. 특히, 본 발명의 일 형태는 유기 화합물을 발광 물질로서 사용한 발광 소자, 디스플레이 모듈, 조명 모듈, 표시 장치, 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 근년에 들어, 유기 화합물을 사용한 일렉트로루미네선스(EL: Electroluminescence)를 이용한 발광 소자(유기 EL 소자)의 연구 개발이 활발히 행해지고 있다. 이들 발광 소자의 기본적인 구성은, 한 쌍의 전극 사이에 발광 물질을 포함한 유기 화합물층(EL층)을 끼운 것이다. 이 소자에 전압을 인가함으로써 발광 물질로부터의 발광을 얻을 수 있다.

[0003] 이와 같은 발광 소자는 자기 발광형이기 때문에, 액정 디스플레이에 비하여 화소의 시인성(視認性)이 높고, 백라이트가 불필요한 등의 이점이 있어 플랫 패널 디스플레이 소자로서 바람직하다고 생각되고 있다. 또한, 이와 같은 발광 소자를 사용한 디스플레이는 박형 경량으로 제작할 수 있는 것도 큰 이점이다. 더구나, 응답 속도가 굉장히 빠른 것도 특징 중 하나다.

[0004] 또한, 유기 EL 소자는 면상 발광을 얻을 수 있다. 따라서, 대면적의 소자를 쉽게 형성할 수 있다. 이것은 백열 전구나 LED로 대표되는 점 광원, 또는 형광등으로 대표되는 선 광원에서는 얻기 어려운 특색이기 때문에, 조명 등에 응용할 수 있는 면 광원으로서의 이용 가치도 높다.

[0005] 이와 같은 특징을 갖는 유기 EL 소자를 사용한 디스플레이나 조명 장치는 다양한 전자 기기에 적용될 수 있지만, 사용되는 환경은 각기 다르다. 예를 들어, 차재용 내비게이션 시스템에 제공되는 디스플레이 등은 항상 자동차 안에 설치되지만 여름에 염천하(炎天下)에서 방치된 자동차 안의 대시보드는 80℃ 이상까지 온도가 상승되는 것도 드문 일이 아니다. 상기 발광 소자는 다양한 유기 화합물을 적층하여 형성되기 때문에 고온 환경하에 방치됨으로써 사용할 수 없도록 열화될 수도 있다.

[0006] 이와 같이, 고온 환경하에 방치된 후에도 특성이 열화되기 어려운, 내열성이 높은 발광 소자가 요구된다(예를 들어, 특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 특개평 10-340781호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 그래서, 본 발명의 일 형태에서는 내열성이 향상된 발광 소자를 제공하는 것을 과제로 한다.
- [0009] 또는, 본 발명의 다른 일 형태에서는 박형 경량, 작은 소비 전력 등의 발광 소자의 이점이 손실되지 않으면서 내열성이 향상된 발광 소자를 제공하는 것을 과제로 한다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 신규 발광 소자를 제공하는 것을 과제로 한다.
- [0010] 또는, 본 발명의 다른 일 형태는 상술한 발광 소자를 사용함으로써 내열성이 뛰어난 디스플레이 모듈, 조명 모듈, 발광 장치, 표시 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 각각 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0011] 또는, 본 발명의 다른 일 형태는 상술한 발광 소자를 사용함으로써 박형 경량, 작은 소비 전력 등 발광 소자를 사용한 이점이 손실되지 않으면서 내열성이 뛰어난 디스플레이 모듈, 조명 모듈, 발광 장치, 표시 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 각각 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0012] 본 발명은 상술한 과제 중 어느 하나를 해결하면 좋은 것으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 일 형태는 제 1 전극과, 제 2 전극과, 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 끼워진 EL층을 갖고, EL층은 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층과, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층에 접촉되는, 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen)을 포함하는 층을 갖는 것을 특징으로 하는 발광 소자다.
- [0014] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는 제 1 전극과, 제 2 전극과, 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 끼워진 EL층을 갖고, EL층은 3고리 이상의 축합 고리 골격을 갖는 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층과, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층에 접촉되는, NBPhen을 포함하는 층을 갖는 것을 특징으로 하는 발광 소자다.
- [0015] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는 상술한 구성에서, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층이 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 발광 소자다.
- [0016] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는 상술한 구성에서 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층에 포함되는 축합 복소 방향족 화합물은 한 축합 고리 골격 내에 2개의 질소 원자가 포함되는 것을 특징으로 하는 발광 소자다.
- [0017] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는 상술한 구성에서 발광 소자가 인광 발광을 나타내는 것을 특징으로 하는 발광 소자다.
- [0018] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는 상술한 구성에서 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층에 이리듐이 더 포함되는 것을 특징으로 하는 발광 소자다.
- [0019] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는 상술한 구성에서 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층의 일부에 이리듐이 포함되지만 NBPhen을 포함하는 층에 접촉되는 영역에는 이리듐이 포함되지 않는 것을 특징으로 하는 발광 소자다.
- [0020] 또한, 본 발명의 일 형태는 상술한 어느 것에 기재된 발광 소자를 갖는 디스플레이 모듈이다.
- [0021] 또한, 본 발명의 일 형태는 상술한 어느 것에 기재된 발광 소자를 갖는 조명 모듈이다.
- [0022] 또한, 본 발명의 일 형태는 상술한 어느 것에 기재된 발광 소자와, 발광 소자를 제어하는 유닛을 구비한 발광 장치다.
- [0023] 또한, 본 발명의 일 형태는 상술한 어느 것에 기재된 발광 소자를 표시부에 포함하고, 발광 소자를 제어하는 유닛을 구비한 표시 장치다.
- [0024] 또한, 본 발명의 일 형태는 상술한 어느 것에 기재된 발광 소자를 조명부에 포함하고, 발광 소자를 제어하는 유닛을 구비한 조명 장치다.
- [0025] 또한, 본 발명의 일 형태는 상술한 어느 것에 기재된 발광 소자를 포함하는 전자 기기다.
- [0026] 또한, 본 명세서 중에서의 발광 장치란, 발광 소자를 사용한 화상 표시 디바이스를 포함한다. 또한, 발광 소자에 커넥터, 예컨대 이방 도전성 필름 또는 TCP(Tape Carrier Package)가 장착된 모듈, TCP의 끝에 프린트 배선판이 제공된 모듈, 또는 COG(Chip On Glass) 방식으로 IC(집적 회로)가 발광 소자에 직접 실장된 모듈도 모두

발광 장치에 포함되는 것으로 한다. 또한, 조명 기구 등에 사용되는 발광 장치도 포함되는 것으로 한다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명의 일 형태에서는 내열성이 향상된 발광 소자를 제공할 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명의 다른 일 형태에서는 박형 경량, 작은 소비 전력 등의 발광 소자의 이점이 손실되지 않으면서 내열성이 향상된 발광 소자를 제공할 수 있다.
- [0029] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는 상술한 발광 소자를 사용함으로써 내열성이 뛰어난 디스플레이 모듈, 조명 모듈, 발광 장치, 표시 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 각각 제공할 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는 상술한 발광 소자를 사용함으로써 박형 경량, 작은 소비 전력 등의 발광 소자를 사용한 이점이 손실되지 않으면서 내열성이 뛰어난 디스플레이 모듈, 조명 모듈, 발광 장치, 표시 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 각각 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 발광 소자의 개념도.
- 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 도시한 도면.
- 도 7은 전자 기기를 도시한 도면.
- 도 8은 광원 장치를 도시한 도면.
- 도 9는 조명 장치를 도시한 도면.
- 도 10은 조명 장치를 도시한 도면.
- 도 11은 차재 표시 장치 및 조명 장치를 도시한 도면.
- 도 12는 전자 기기를 도시한 도면.
- 도 13은 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1의 전류 밀도-휘도 특성.
- 도 14는 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1의 휘도-전류 효율 특성.
- 도 15는 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1의 전압-휘도 특성.
- 도 16은 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1의 발광 스펙트럼.
- 도 17은 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2의 전류 밀도-휘도 특성.
- 도 18은 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2의 휘도-전류 효율 특성.
- 도 19는 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2의 전압-휘도 특성.
- 도 20은 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2의 발광 스펙트럼.
- 도 21은 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3의 전류 밀도-휘도 특성.
- 도 22는 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3의 휘도-전류 효율 특성.
- 도 23은 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3의 전압-휘도 특성.
- 도 24는 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3의 발광 스펙트럼.
- 도 25는 발광 소자 1~발광 소자 3 및 비교 발광 소자 1~비교 발광 소자 3의 고온 보존 시험(휘도 변화).

도 26은 발광 소자 1~발광 소자 3 및 비교 발광 소자 1~비교 발광 소자 3의 고온 보존 시험(전압 변화).
 도 27은 발광 소자 4~발광 소자 6의 전류 밀도-휘도 특성.
 도 28은 발광 소자 4~발광 소자 6의 휘도-전류 효율 특성.
 도 29는 발광 소자 4~발광 소자 6의 전압-휘도 특성.
 도 30은 발광 소자 4~발광 소자 6의 발광 스펙트럼.
 도 31은 발광 소자 4~발광 소자 6의 정규화 휘도 시간 변화.
 도 32는 시료 1의 UPLC크로마토그램.
 도 33은 시료 2의 UPLC크로마토그램.
 도 34는 시료 3의 UPLC크로마토그램.
 도 35는 불순물 1의 질량 스펙트럼.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 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 그 범위에서 벗어남이 없이 다양하게 변경될 수 있다는 것은 당업자라면 쉽게 이해할 수 있다. 따라서, 본 발명은 이하에 기재되는 실시형태의 내용에 한정하여 해석되는 것이 아니다.
- [0033] (실시형태 1)
- [0034] 발광 소자의 내열성은, 사용되는 재료의 내열성(Tg나 열분해 온도 등)에 크게 좌우되는 것이 알려져 있지만, 이외의 요인을 검증하는 것은 거의 수행되지 않아 왔다. 이번에 본 발명자들은 발광 소자의 적층 구조에 따라 서로 내열성에 영향이 나타나는 것을 찾았고, 전자 수송층으로서 NBPhen을 포함하는 층과, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층을 적층함으로써 종래보다 내열성을 향상시킨 발광 소자를 얻었다.
- [0035] 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자의 모식도를 도 1의 (A)에 도시하였다. 상기 발광 소자는, 한 쌍의 전극(제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102))과, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n), 및 상기 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)에 접촉되는, NBPhen을 포함하는 층(114m)을 포함하는 EL층(103)을 적어도 갖는다.
- [0036] 도 1의 (A)에서는 EL층(103)으로서 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 및 전자 주입층(115)이 더 도시되어 있지만 이 적층 구조는 일례이고 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자에서의 EL층(103)의 구성은 이에 한정되지 않는다. 또한, 도 1의 (A)에서는 제 1 전극(101)이 양극으로서 기능하고 제 2 전극(102)이 음극으로서 기능하는 것으로서 도시하였다.
- [0037] 본 실시형태에 따른 발광 소자는 NBPhen을 포함하는 층(114m)과, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)이 접촉하여 형성된다. NBPhen을 포함하는 층(114m)은 전자 수송성을 갖기 때문에 발광 영역보다 음극 측에 제공되는 것이 바람직하다. 또한, NBPhen을 포함하는 층(114m)은 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)이 접촉하는 면과 반대 측의 면에서 전자 주입층(115)이나 제 2 전극(102)에 접촉되어도 좋다.
- [0038] 상기 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물로서는 3고리 이상의 축합 고리 골격을 갖는 화합물이 바람직하다. 3고리 이상의 축합 고리 골격을 갖는 화합물과 NBPhen과의 계면이 열적·전기적으로 매우 안정되기 때문이다.
- [0039] 본 구성을 갖는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자는, 고온(예를 들어, 85℃ 이상) 환경하에서 보존되어도 휘도의 저하가 작은 발광 소자이다. 또한, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)이 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층인 경우, 구동 전압의 변화도 억제할 수 있다.
- [0040] 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)이 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 경우, 상기 축합 복소 방향족 화합물이 한 축합 고리 골격 내에 2개의 질소 원자가 포함되는 구성을 가짐으로써 신뢰성이 양호한 발광 소자를 얻을 수 있고, 또한 구동 전압 저감에도 기여하기 때문에 바람직하다.

- [0041] 상기 축합 복소 방향족 화합물은 인광 발광 물질의 호스트 재료나 인광 발광층에 인접되는 전자 수송층의 재료로서 바람직하기 때문에 상기 발광 소자는 인광 발광을 나타내는 발광 소자인 것이 바람직하다. 또한, 상기 구성을 갖는 인광 발광 소자는 내열성이 향상된, 신뢰성이 높은 발광 소자로 할 수 있고 인광 발광을 사용함에 의한, 높은 발광 효율과 높은 신뢰성을 함께 갖는 발광 소자로 할 수 있다.
- [0042] 상기 축합 방향족 화합물, 축합 복소 방향족 화합물로서 바람직하게 사용할 수 있는 화합물로서는 이하와 같은 것을 들 수 있다. 예를 들어, 축합 방향족 화합물로서는 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: PCzPA), 3-[4-(1-나프틸)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPN), 9-[4-(10-페닐-9-안트라센일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA), 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA), 6-[3-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-벤조[b]나프토[1,2-d]푸란(약칭: 2mBnfPPA), 9-페닐-10-{4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)-바이페닐-4'-일}-안트라센(약칭: FLPPA) 등의 안트라센 화합물이나 5,12-비스(2,4-다이페닐페닐)테트라센 등의 테트라센 화합물 등의 3고리 이상의 축합 고리 골격을 갖는 화합물이 바람직하다. 이들 중에서도 안트라센 화합물은 수명이 긴 발광 소자를 얻기 쉽기 때문에 특히 바람직하다. 또한, 축합 복소 방향족 화합물로서는, 2-[3-(다이벤조티오펜-4-일)페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: mDBTBI-m-II) 등의 폴리아졸 골격을 갖는 복소 고리 화합물이나, 2-[3-(다이벤조티오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(다이벤조티오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(9H-카바졸-9-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mCzBPDBq) 등의 다이아진 골격을 갖는 3고리 이상의 축합 복소 고리 화합물이나 2-[3-(다이벤조티오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴놀린(약칭: 2mDBTPDBQu-II), 2-[3-[3-(다이벤조티오펜-4-일)페닐]페닐]다이벤조[f,h]퀴놀린(약칭: 2mDBTPDBQu-II) 등의 피리딘 골격을 갖는 축합 복소 고리 화합물을 들 수 있다. 상술한 중에서도 다이아진 골격을 갖는 복소 고리 화합물이나 피리딘 골격을 갖는 복소 고리 화합물은 신뢰성이 양호하여 바람직하다. 특히, 다이아진(피리미딘이나 피라진) 골격을 갖는 복소 고리 화합물은 전자 수송성이 높고 구동 전압 저감에도 기여하기 때문에 상술한 중에서는 2mDBTPDBq-II, 2mDBTPDBq-II, 2mCzBPDBq와 같은 다이벤조 퀴놀살린 유도체가 바람직하다.
- [0043] (실시형태 2)
- [0044] 본 실시형태에서는, 실시형태 1에서 설명한 발광 소자의 자세한 구조예에 대하여 도 1의 (A)를 사용하여 이하에서 설명한다.
- [0045] 본 실시형태에서의 발광 소자는, 복수의 층으로 이루어진 EL층을 한 쌍의 전극 사이에 갖는다. 본 실시형태에서, 발광 소자는, 제 1 전극(101)과, 제 2 전극(102)과, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 제공된 EL층(103)으로 구성된다. 또한, 본 실시형태에서, 제 1 전극(101)은 양극으로서 기능하고 제 2 전극(102)은 음극으로서 기능하는 것으로 하여 이하에서 설명한다.
- [0046] 제 1 전극(101)은 양극으로서 기능하기 때문에 일함수가 큰(구체적으로는 4.0eV 이상) 금속, 합금, 도전성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용하여 형성하는 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, 일반적으로 스퍼터링법에 의하여 성막되지만, 졸-겔법 등을 응용하여 제작하여도 좋다. 제작 방법의 예로서는 산화 인듐-산화 아연은, 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 형성할 수도 있다. 이 외에, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크로뮴(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 또는 금속 재료의 질화물(예를 들어, 질화 티타늄) 등을 들 수 있다. 그래핀을 사용할 수도 있다. 또한 나중에 기재하는 복합 재료를 EL층(103)에서의 제 1 전극(101)과 접촉되는 층에 사용함으로써 일함수에 상관없이 전극 재료를 선택할 수 있게 된다.
- [0047] EL층(103)의 적층 구조에 대해서는, 실시형태 1에 기재된 구성을 갖는 한 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층, 전자 주입층, 캐리어 블록층, 중간층 등을 적절히 조합하여 구성할 수 있다. 본 실시형태에서, 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 및 전자 주입층(115)이 제 1 전극(101) 위에 이 차례로 적층된 EL층(103)의 구성에 대하여 설명한다. 이들 중 전자 수송층(114)은, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)과 NBPhen을 포함하는 층(114m)이 적층되어 제공되는 구성으로 한다. 각 층을 구성하는 재료에 대하여 이하에 구체적으로 기재한다.

- [0048] 정공 주입층(111)은, 정공 주입성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 몰리브데넘 산화물이나, 바나듐 산화물, 루테튬 산화물, 텅스텐 산화물, 망간 산화물 등을 사용할 수 있다. 이들 외, 프탈로사이아닌(약칭: H_2Pc)이나 구리 프탈로사이아닌(약칭: $CuPc$) 등의 프탈로사이아닌계 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-에틸렌다이옥시티오펜)/폴리(스타이렌설펜산)(약칭: PEDOT/PSS) 등의 고분자 등에 의하여 정공 주입층(111)을 형성할 수도 있다.
- [0049] 또한, 정공 주입층(111)으로서, 정공 수송성 물질에 엑셉터성 물질을 함유시킨 복합 재료를 사용할 수 있다. 또한, 정공 수송성 물질에 엑셉터성 물질을 함유시킨 것을 사용함으로써 전극의 일함수에 상관없이 전극을 형성하기 위한 재료를 선택할 수 있다. 즉, 일함수가 큰 재료뿐만 아니라, 일함수가 작은 재료도 제 1 전극(101)으로서 사용할 수 있다. 엑셉터성 물질로서, 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메탄(약칭: F_4 -TCNQ), 클로랄린 등을 들 수 있다. 또한, 전이 금속 산화물을 들 수 있다. 또한, 원소 주기율표에서의 제 4 족~제 8 족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화 바나듐, 산화 니오븀, 산화 탄탈럼, 산화 크로뮴, 산화 몰리브데넘, 산화 텅스텐, 산화 망간, 산화 레늄은 전자 수용성이 높기 때문에 바람직하다. 이들 중에서도 특히 산화 몰리브데넘은 대기 중에서도 안정되고 흡습성이 낮고 취급하기 쉽기 때문에 바람직하다.
- [0050] 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. 이하에서는, 복합 재료에서의 정공 수송성 물질로서 사용할 수 있는 유기 화합물을 구체적으로 열거한다.
- [0051] 방향족 아민 화합물의 예로서는, N,N'-다이(p-톨릴)-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.
- [0052] 복합 재료에 사용할 수 있는 카바졸 유도체의 구체적인 예로서는, 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.
- [0053] 또한, 복합 재료에 사용할 수 있는 카바졸 유도체의 다른 예로서는, 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 들 수 있다.
- [0054] 또한, 복합 재료에 사용할 수 있는 방향족 탄화 수소의 예로서는, 2-tert-부틸-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 2-tert-부틸-9,10-다이(1-나프틸)안트라센, 9,10-비스(3,5-다이페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 2-tert-부틸-9,10-비스(4-페닐페닐)안트라센(약칭: t-BuDBA), 9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 9,10-다이페닐안트라센(약칭: DPAnth), 2-tert-부틸안트라센(약칭: t-BuAnth), 9,10-비스(4-메틸-1-나프틸)안트라센(약칭: DMNA), 2-tert-부틸-9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-다이(1-나프틸)안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-다이(2-나프틸)안트라센, 9,9'-바이안트릴, 10,10'-다이페닐-9,9'-바이안트릴, 10,10'-비스(2-페닐페닐)-9,9'-바이안트릴, 10,10'-비스[(2,3,4,5,6-펜타페닐)페닐]-9,9'-바이안트릴, 안트라센, 테트라센, 루브렌, 페릴렌, 2,5,8,11-테트라(tert-부틸)페릴렌 등을 들 수 있다. 또한, 이들 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.
- [0055] 또한, 복합 재료에 사용할 수 있는 방향족 탄화 수소가 비닐 골격을 가져도 좋다. 비닐기를 갖는 방향족 탄화 수소의 예로서는 4,4'-비스(2,2-다이페닐비닐)바이페닐(약칭: DPVBi), 9,10-비스[4-(2,2-다이페닐비닐)페닐]안트라센(약칭: DPVPA) 등을 들 수 있다.
- [0056] 또한, 폴리(N-비닐카바졸)(약칭: PVK)이나, 폴리(4-비닐트라이페닐아민)(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 정공 주입성이 양호하게 되고 구동 전압이 작은 발광 소자를 얻을 수 있다.
- [0058] 정공 수송층(112)은 정공 수송성 물질을 포함하는 층이다. 정공 수송성 물질의 예로서는, 4,4'-비스[N-(1-나프

틸)-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-(스피로-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 제시한 유기 화합물도 정공 수송층(112)에 사용할 수 있다. 또한, 폴리(N-비닐카바졸)(약칭: PVK)이나, 폴리(4-비닐트라이페닐아민)(약칭: PVTPA) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다. 또한, 정공 수송성 물질을 포함하는 층은 단층뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층된 것으로 하여도 좋다.

[0059] 발광층(113)은 형광 발광을 나타내는 층이라도 좋고 인광 발광을 나타내는 층이나 열활성화 지연 형광(TADF)을 나타내는 층이라도 좋다. 또한, 단층이라도 좋고 상이한 발광 물질이 포함되는 복수의 층으로 이루어져도 좋다.

[0060] 발광층(113)에서 형광 발광 물질로서 사용할 수 있는 재료로서는 예를 들어, 이하와 같은 것을 들 수 있다. 또한, 이 외의 다양한 형광 발광 물질을 사용할 수 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: 1,6MemFLPAPrn), 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), 쿠마린 30, 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: DPhPhA), 쿠마린 545T, 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]에테닐}-6-메틸-4H-피란-4-일리텐)프로판다이 나이트릴(약칭: DCM1), 2-{2-메틸-6-[2-(2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[i,j]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4H-피란-4-일리텐}프로판다이 나이트릴(약칭: DCM2), N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)테트라센-5,11-다이아민(약칭: p-mPhTD), 7,14-다이페닐-N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)아세나프토[1,2-a]플루오란텐-3,10-다이아민(약칭: p-mPhAFD), 2-{2-아이소프로필-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[i,j]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4H-피란-4-일리텐}프로판다이 나이트릴(약칭: DCJTI), 2-{2-tert-부틸-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H, 5H-벤조[i,j]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4H-피란-4-일리텐}프로판다이 나이트릴(약칭: DCJTB), 2-(2,6-비스{2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에테닐}-4H-피란-4-일리텐)프로판다이 나이트릴(약칭: BisDCM), 2-{2,6-비스[2-(8-메톡시-1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[i,j]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4H-피란-4-일리텐}프로판다이 나이트릴(약칭: BisDCJTM) 등을 들 수 있다. 1,6FLPAPrn이나 1,6MemFLPAPrn과 같은 피렌다이아민 화합물로 대표되는 축합 방향족 다이아민 화합물은 정공 트랩성이 높고 발광 효율이나 신뢰성이 뛰어나기 때문에 특히 바람직하다.

[0062] 형광 발광 물질을 분산시키기 위한 호스트 재료로서는 이하와 같은 것이 바람직하다.

[0063] 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: PCzPA), 3-[4-(1-나프틸)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPN), 9-[4-(10-페닐-9-안트라센일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA), 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA), 6-[3-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란(약칭: 2mBnfPPA), 9-페닐-10-{4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)-바이페닐-

4'-일}-안트라센(약칭: FLPPA) 등의 안트라센 화합물을 들 수 있다. 안트라센 골격을 갖는 물질을 호스트 재료로서 사용하면 발광 효율 및 내구성이 양호한 발광층을 구현할 수 있다. CzPA, cgDBCzPA, 2mBnfPPA, PCzPA는 매우 양호한 특성을 나타내기 때문에 사용하는 것이 특히 바람직하다.

[0064] 발광층(113)에서 인광 발광 물질로서 사용할 수 있는 재료로서는 예를 들어, 이하와 같은 것을 들 수 있다.

[0065] 트리스{2-[5-(2-메틸페닐)-4-(2,6-다이메틸페닐)-4H-1,2,4-트리아졸-3-일- κ N2]페닐- κ C}이리듐(III)(약칭: Ir(mpptz-dmp)₃), 트리스(5-메틸-3,4-다이페닐-4H-1,2,4-트리아졸라토)이리듐(III)(약칭: Ir(Mptz)₃), 트리스[4-(3-바이페닐)-5-아이소프로필-3-페닐-4H-1,2,4-트리아졸라토]이리듐(III)(약칭: Ir(iPrptz-3b)₃)과 같은 4H-트리아졸 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스[3-메틸-1-(2-메틸페닐)-5-페닐-1H-1,2,4-트리아졸라토]이리듐(III)(약칭: Ir(Mptz1-mp)₃), 트리스(1-메틸-5-페닐-3-프로필-1H-1,2,4-트리아졸라토)이리듐(III)(약칭: Ir(Prptz1-Me)₃)과 같은 1H-트리아졸 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 청색의 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 440nm~520nm에 발광의 피크를 갖는 화합물이다.

[0066] 또한, 트리스(4-메틸-6-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: Ir(mppm)₃), 트리스(4-t-부틸-6-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: Ir(tBuppm)₃), (아세틸아세토나토)비스(6-메틸-4-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: Ir(mppm)₂(acac)), 비스[2-(6-tert-부틸-4-피리미딘일- κ N3)페닐- κ C](2,4-펜탄다이오나토- κ^2 O,0')이리듐(III)(약칭: Ir(tBuppm)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스[4-(2-노르보르닐)-6-페닐피리미디나토]이리듐(III)(endo-, exo- 혼합물)(약칭: Ir(nbppm)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-페닐피리미디나토]이리듐(III)(약칭: Ir(mpppm)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)테르븀(III)(약칭: Tb(acac)₃(Phen))과 같은 희토류 금속 착체를 들 수 있다. 이들은 주로 녹색의 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 500nm~600nm에 발광의 피크를 갖는다. 또한, 피리미딘 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체는 신뢰성이나 발광 효율도 뛰어나기 때문에 특히 바람직하다.

[0067] 또한, 비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디나토](다이아이소부틸일메타나토)이리듐(III)(약칭: Ir(5mdppm)₂(dibm)), 비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디나토](다이피발로일메타나토)이리듐(III)(약칭: Ir(5mdppm)₂(dpm)), 비스[4,6-다이(나프탈렌-1-일)피리미디나토](다이피발로일메타나토)이리듐(III)(약칭: Ir(d1npm)₂(dpm))과 같은 피리미딘 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, (아세틸아세토나토)비스(2,3,5-트라이페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: Ir(tppr)₂(acac))이나, 비스(2,3,5-트라이페닐피라지나토)(다이피발로일메

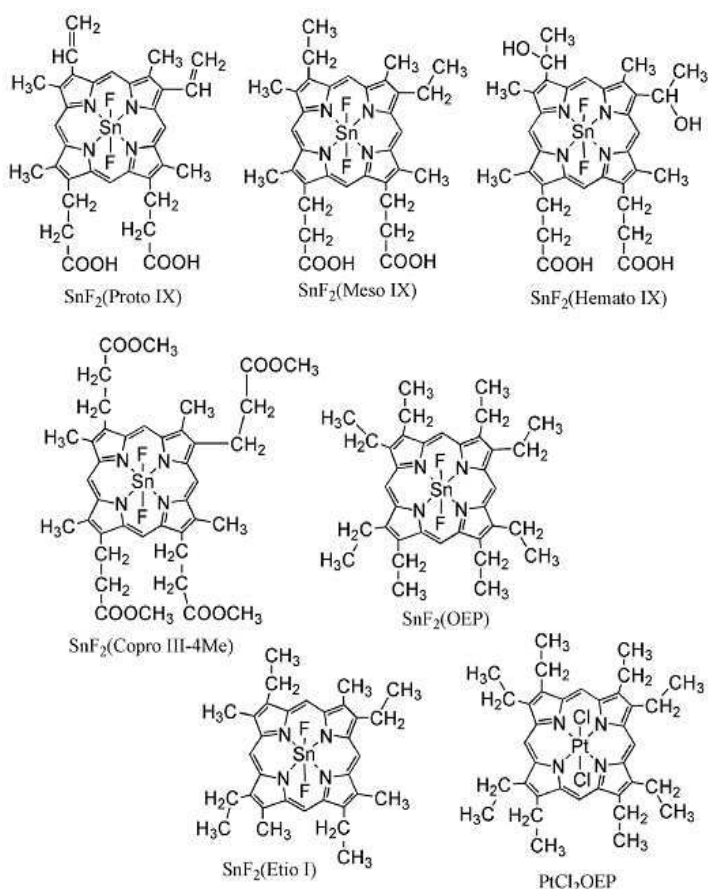
타나토)이리듐(III)(약칭: Ir(tppr)₂(dpm)), (아세틸아세토나토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴놀리나토]이리듐(III)(약칭: Ir(Fdpq)₂(acac))과 같은 피라진 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스(1-페닐아이소퀴놀리나토-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭: Ir(piq)₃), 비스(1-페닐아이소퀴놀리나토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(piq)₂(acac))와 같은 피리딘 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체 외, 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린백금(II)(약칭: PtOEP)과 같은 백금 착체나, 트리스(1,3-다이페닐-1,3-프로판다이오나토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(DBM)₃(Phen)),

트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트라이플루오로아세토나토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(TTA)₃(Phen))과 같은 희토류 금속 착체를 들 수 있다. 이들은, 적색의 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 600nm~700nm에 발광의 피크를 갖는다. 또한, 피라진 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체는 색도가 좋은 적색 발광이 얻어진다.

[0068] 또한, 상술한 인광성 화합물 외, 다양한 인광성 발광 재료를 선택하여 사용하여도 좋다.

[0069] TADF 재료로서는 이하와 같은 것을 사용할 수 있다.

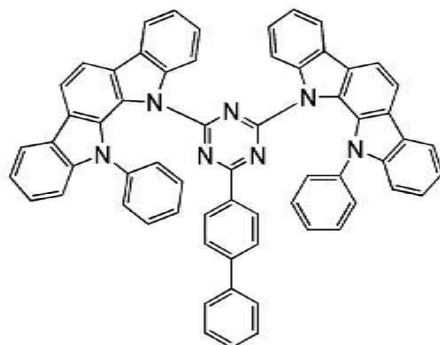
[0070] 풀러렌 및 그 유도체, 프로플라빈 등의 아크리딘 유도체, 예오신 등을 들 수 있다. 또한 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 주석(Sn), 백금(Pt), 인듐(In), 또는 팔라듐(Pd) 등을 포함하는 금속 함유 포르피린을 들 수 있다. 상기 금속 함유 포르피린의 예로서는, 이하의 구조식으로 나타내어지는 프로토포르피린-불화 주석 착체(SnF₂(Proto IX)), 메소포르피린-불화 주석 착체(SnF₂(Meso IX)), 헤마토포르피린-불화 주석 착체(SnF₂(Hemato IX)), 코프로포르피린테트라메틸에스테르-불화 주석 착체(SnF₂(Copro III-4Me)), 옥타에틸포르피린-불화 주석 착체(SnF₂(OEP)), 에티오포르피린-불화 주석 착체(SnF₂(Etio I)), 옥타에틸포르피린-염화 백금 착체(PtCl₂OEP) 등을 들 수도 있다.



[0071]

[0072] 또한, 이하의 구조식으로 나타내어지는 2-(바이페닐-4-일)-4,6-비스(12-페닐인돌로[2,3-a]카바졸-11-일)-1,3,5-트라이아진(PIC-TRZ) 등의 π 전자 과잉형 복소 방향 고리 및 π 전자 부족형 복소 방향 고리를 갖는 복소 고리 화합물을 사용할 수도 있다. 상기 복소 고리 화합물은, π 전자 과잉형 복소 방향 고리 및 π 전자 부족형 복소 방향 고리를 갖기 때문에, 전자 수송성 및 정공 수송성이 높아 바람직하다. 또한, π 전자 과잉형 복소 방향 고

리와 π 전자 부족형 복소 방향 고리가 직접 결합된 물질은, π 전자 과잉형 복소 방향 고리의 도너성과 π 전자 부족형 복소 방향 고리의 억셉터성이 함께 강해져서, S_1 준위와 T_1 준위의 에너지 차이가 작아지기 때문에 특히 바람직하다.



PIC-TRZ

[0073]

[0074]

[0075]

상기 인광 발광 물질 또는 TADF 재료를 분산시키기 위한 호스트 재료로서는 이하와 같은 것을 들 수 있다.

전자 수송성을 갖는 재료로서는 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-벤조티아졸일)페놀라토]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 금속 착체나, 2-(4-바이페닐일)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사다리아졸(약칭: PBD), 3-(4-바이페닐일)-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: C011), 2,2',2''-(1,3,5-벤젠트라이일)트리스(1-페닐-1H-벤즈이미다졸)(약칭: TPBI), 2-[3-(다이벤조티오펜-4-일)페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: mDBTBIIm-II) 등의 폴리아졸 골격을 갖는 복소 고리 화합물이나, 2-[3-(다이벤조티오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(다이벤조티오펜-4-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-다이벤조티에닐)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mDBTP2Pm-II) 등의 다이아진 골격을 갖는 복소 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 복소 고리 화합물을 들 수 있다. 상술한 중에서도 다이아진 골격을 갖는 복소 고리 화합물이나 피리딘 골격을 갖는 복소 고리 화합물은 신뢰성이 양호하여 바람직하다. 특히, 다이아진(피리미딘이나 피라진) 골격을 갖는 복소 고리 화합물은 전자 수송성이 높고 구동 전압 저감에도 기여한다.

[0076]

또한, 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-(스피로-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]-스피로-9,9'-바이플루오렌-2-아민(약칭: PCBASF) 등의 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) 등의 카바졸 골격을 갖는 화합물이나, 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조티오펜)(약칭: DBT3P-II), 2,8-다이페닐-4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]다이벤조티오펜(약칭: DBTFLP-III), 4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-6-페닐다이벤조티오펜(약칭: DBTFLP-IV) 등의 티오펜 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: mmDBFFLi-II) 등의 퓨란 골격을 갖는 화합물을 들 수 있다. 상술한 중에서도 방향족 아민 골격을 갖는 화합물이나 카바졸 골격을 갖는 화합물은 신뢰성이 양호하고 정공 수송성이 높고, 구동 전압 저감에도

기여하기 때문에 바람직하다.

- [0077] 또한 상술한 캐리어 수송 재료에 더하여 다양한 물질 중으로부터 캐리어 수송 재료를 사용하여도 좋다. 또한, 호스트 재료는 복수 종류의 물질을 혼합한 재료이라도 좋고 혼합한 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 함유량비는 정공 수송성을 갖는 재료:전자 수송성을 갖는 재료=1:9~9:1로 하면 좋다. 또한, 이들 혼합된 재료끼리로 여기 착체를 형성하여도 좋다. 상기 여기 착체는 인광 발광 물질 또는 TADF 재료의 가장 저에너지 측의 흡수대의 파장과 중첩되는 바와 같은 발광을 나타내는 여기 착체를 형성하는 조합을 선택하는 것이 바람직하다.
- [0078] 상술한 바와 같은 구성을 갖는 발광층(113)은 진공 증착법에 의한 공증착이나 혼합 용액을 사용한 잉크젯법이나 스핀 코팅법, 딥 코팅법 등을 사용하여 제작할 수 있다.
- [0079] 전자 수송층(114)은 전자 수송성 물질을 포함하는 층이다. 본 실시형태에서 전자 수송층(114)은, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)과 NBPhen을 포함하는 층(114m)의 적층 구조를 갖는다. 이들 층의 자세한 설명에 대해서는 실시형태 1에서 설명하였으므로 반복된 설명은 생략하는 경우도 있다. 또한, 이들 2층은 발광층(113) 측에 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)이 형성되고 제 2 전극(102) 측에 NBPhen을 포함하는 층(114m)이 형성된다. 또한, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)과 발광층(113) 사이에 전자 수송성을 갖는 물질을 포함하는 다른 층을 더 포함하여도 좋다.
- [0080] 또한, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)에 포함되는 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 발광층에서의 호스트 재료 중 하나로서 사용하는 것이 바람직하다. 이와 같은 구성을 가짐으로써 전자 수송층(114)으로부터 발광층(113)으로의 전자의 주입 장벽이 저하되기 때문에 발광 소자의 구동 전압을 저감할 수 있다. 이 경우, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)에 발광 영역이 형성된다고 말할 수도 있고 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)에 인광 발광 물질(대표적으로는 이리듐 착체)이 포함된다고 말할 수도 있다. 즉, 이것은 NBPhen을 포함하는 층이 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층과 접촉하며, 상기 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층이 이리듐을 포함하는 구성이다.
- [0081] 한편, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)에는 이리듐을 포함하지 않는 구성으로 할 수도 있다. 이와 같은 구성을 갖는 경우, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)에는 인광 발광 물질(이리듐 착체)의 캐리어 트랩성이 작동하지 않고 발광층(113)과 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)은 같은 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 것으로 되기 때문에 구동 전압을 저감하는 효과가 가장 현저하다. 하지만 이와 같이, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)을 이리듐을 포함하지 않는 구성으로 하면 종래에는, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n) 위에 적층되는 층과의 계면에서 내열성에 관한 문제가 생기기 쉬웠다. 하지만 본 명세서에 기재된 구성과 같이, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n) 위에 NBPhen을 포함하는 층을 적층함으로써 구동 전압을 더 저감하면서 이 문제점을 극복할 수 있는 것을 알 수 있었다.
- [0082] 또한, 전자 수송층(114)과 발광층(113) 사이에 전자 캐리어의 이동을 제어하는 층을 제공하여도 좋다. 이는 상술한 전자 수송성이 높은 재료에 전자 트랩성이 높은 물질을 소량 첨가한 층이며 전자 캐리어의 이동을 억제함으로써 캐리어 밸런스를 조절할 수 있다. 이와 같은 구성은 전자가 발광층을 통과함으로써 생기는 문제(예를 들어, 소자 수명의 단축)를 억제하는 데에 매우 효과적이다.
- [0083] 또한, 전자 주입층(115)이, 전자 수송층(114)과 제 2 전극(102) 사이에서 제 2 전극(102)과 접촉하도록 제공되어도 좋다. 전자 주입층(115)으로서는, 불화 리튬(LiF), 불화 세슘(CsF), 불화 칼슘(CaF₂) 등의 알칼리 금속이나, 알칼리 토금속, 또는 이들의 화합물을 사용할 수 있다. 예를 들어, 전자 수송성을 갖는 물질로 이루어진 층 중에 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 이들의 화합물을 함유시킨 것을 사용할 수 있다. 또한, 전자 주입층(115)으로서 전자 수송성을 갖는 물질로 이루어지는 층 중에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속을 함유시킨 것을 사용함으로써 제 2 전극(102)으로부터 효율적으로 전자가 주입되기 때문에 더 바람직하다.
- [0084] 제 2 전극(102)을 형성하는 물질로서는 일함수가 작은(구체적으로는 3.8eV 이하) 금속, 합금, 전기 전도성 화합

물, 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 1족 또는 제 2족에 속하는 원소, 및 이들을 포함하는 합금(MgAg, AlLi), 유로퓸(Eu), 이테르븀(Yb) 등의 희토류 금속 및 이들을 포함하는 합금 등을 들 수 있다. 그러나, 제 2 전극(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 제 2 전극(102)으로서 사용할 수 있다. 이들 도전성 재료는 스퍼터링법이나 잉크젯법, 스핀 코팅법 등을 사용하여 성막할 수 있다.

[0085] 또한, EL층(103)의 형성 방법으로서는 건식법, 습식법에 상관없이 다양한 방법을 사용할 수 있다. 예를 들어, 진공 증착법, 잉크젯법, 또는 스핀 코팅법 등을 사용하여도 좋다. 또한, 각 전극 또는 각 층마다 상이한 성막 방법을 사용하여 형성하여도 좋다.

[0086] 전극에 대해서도, 졸-겔법을 사용하여 습식법으로 형성하여도 좋고, 금속 재료의 페이스트를 사용하여 습식법으로 형성하여도 좋다. 또한, 스퍼터링법이나 진공 증착법 등의 건식법을 사용하여 형성하여도 좋다.

[0087] 상술한 바와 같은 구성을 갖는 발광 소자는, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이의 전위 차이에 의하여 전류가 흐르고, 발광층(113)에서 정공과 전자가 재결합하여 발광하는 것이다.

[0088] 발광은, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102) 중 어느 한쪽 또는 양쪽을 통하여 외부로 추출된다. 따라서, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102) 중 어느 한쪽 또는 양쪽은, 투광성을 갖는 전극으로 이루어진다. 제 1 전극(101)만이 투광성을 갖는 전극인 경우, 발광은 제 1 전극(101)을 통하여 추출된다. 또한 제 2 전극(102)만이 투광성을 갖는 전극인 경우, 발광은 제 2 전극(102)을 통하여 추출된다. 또한, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)이 둘 다 투광성을 갖는 전극인 경우, 발광은 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)을 통하여 양쪽으로부터 추출된다.

[0089] 또한, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 제공되는 층의 구성은, 상술한 구성에 한정되지 않는다. 하지만, 발광 영역과 전극이나 캐리어 주입층에 사용되는 금속이 근접함으로써 생기는 소광이 억제되도록, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)으로부터 떨어진 부위에 정공과 전자가 재결합하는 발광 영역을 제공한 구성이 바람직하다.

[0090] 또한, 발광층(113)에 접촉되는 정공 수송층이나 전자 수송층, 특히 발광층(113)에서의 발광 영역에 가까운 쪽에 접촉되는 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.

[0091] 또한, 본 실시형태는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0092] 이어서 복수의 발광 유닛이 적층된 구성을 갖는 발광 소자(이하, 적층형 소자라고도 함)의 일 형태에 대하여, 도 1의 (B)를 참조하여 설명한다. 이 발광 소자는 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 복수의 발광 유닛을 포함하는 발광 소자다. 한 발광 유닛은, 도 1의 (A)에 도시된 EL층(103)과 마찬가지로의 구성을 갖는다. 즉, 도 1의 (A)에 도시된 발광 소자는, 한 발광 유닛을 갖는 발광 소자이고 본 실시형태에서는, 복수의 발광 유닛을 갖는 발광 소자라고 할 수 있다.

[0093] 도 1의 (B)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 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)에 상당하고, 도 1의 (A)의 설명에서 설명한 것과 같은 것을 적용할 수 있다. 또한, 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512)은 같은 구성이라도 좋고 상이한 구성이라도 좋다.

[0094] 전하 발생층(513)에는 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료가 포함된다. 이 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료는, 도 1의 (A)에 도시된 정공 주입층(111)에 사용할 수 있는 복합 재료를 사용할 수 있다. 또한, 발광 유닛의 양극 측이 전하 발생층에 접촉되고 있는 경우에는, 전하 발생층이 발광 유닛의 정공 주입층으로서의 역할도 갖기 때문에, 발광 유닛은 정공 주입층을 제공하지 않아도 된다.

[0095] 또한, 전하 발생층(513)은, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료를 포함하는 층과 다른 재료에 의하여 구성되는 층을 조합한 적층 구조로 형성하여도 좋다. 예를 들어, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료를 포함하는 층과, 전자 공여성 물질 중에서 선택된 하나의 화합물과 전자 수송성이 높은 화합물을 포함하는 층을 조합하

여 형성하여도 좋다. 또한, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료를 포함하는 층과, 투명 도전막을 조합하여 형성하여도 좋다.

- [0096] 또한, 전하 발생층(513)과 상기 전하 발생층(513)의 양극 측의 발광 유닛 사이에는 전자 주입 버퍼층을 제공하여도 좋다. 전자 주입 버퍼층은 알칼리 금속의 매우 얇은 막과, 전자 수송성 물질을 포함하는 전자 릴레이층과의 적층으로 구성한다. 알칼리 금속의 매우 얇은 막은 전자 주입층(115)에 상당하고 전자의 주입 장벽을 저감시키는 기능을 갖는다. 전자 릴레이층은 알칼리 금속막과 전하 발생층과의 상호 작용을 방지하고 전자를 편하게 수송하는 기능을 갖는다.
- [0097] 상기 전자 주입 버퍼층의 전자 릴레이층에 포함되는 전자 수송성 물질은 상기 전자 주입 버퍼층이 접촉되는 전하 발생층(513)에 포함되는 엑셉터성 물질의 LUMO 준위와, 전자 주입 버퍼층이 접촉되는, NBPhen을 포함하는 층에 포함되는 물질(NBPhen)의 LUMO 준위 사이의 LUMO 준위를 갖는 물질을 선택하는 것이 바람직하다. 구체적으로는 전자 릴레이층에서의 전자 수송성 물질의 LUMO 준위는 -5.0eV 이상, 바람직하게는 -5.0eV 이상 -3.0eV 이하로 하면 좋다. 또한, 전자 주입 버퍼 영역에서의 전자 수송성 물질로서는 프탈로시아닌계 재료 또는 금속-산소 결합과 방향족 배위자를 갖는 금속 착체를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0098] 전자 주입 버퍼층을 형성하는 경우, 전자 주입 버퍼층의 알칼리 금속막이 양극 측의 발광 유닛에서의 전자 주입층의 역할을 갖기 때문에 상기 발광 유닛에는 전자 주입층을 더 형성할 필요는 없다.
- [0099] 여기서 상기 알칼리 금속막이 리튬을 포함하는 막인 경우, 상기 구조를 갖는 발광 소자를 사용한 표시 장치는 인접한 화소 사이에서의 크로스 토크를 억제할 수 있기 때문에 매우 고품질의 화상이나 영상을 제공할 수 있는 표시 장치로 할 수 있다.
- [0100] 도 1의 (B)에서는, 2개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에 대하여 설명하였지만, 3개 이상의 발광 유닛이 적층된 발광 소자도 마찬가지로 적용할 수 있다. 본 실시형태에 따른 발광 소자와 같이, 한 쌍의 전극 사이에 복수의 발광 유닛을 전하 발생층으로 구분하여 배치함으로써, 전류 밀도를 낮게 유지한 채, 고휘도 발광을 가능하게 하고, 수명이 더 긴 소자를 구현할 수 있다. 또한, 저전압 구동이 가능하여 소비 전력이 낮은 발광 장치를 구현할 수 있다.
- [0101] 또한, 각각 발광 유닛의 발광색을 상이한 것으로 함으로써 발광 소자 전체에서 원하는 색의 발광을 얻을 수 있다. 예를 들어, 2개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에서 제 1 발광 유닛에서 적색과 녹색의 발광색을 얻고, 제 2 발광 유닛에서 청색의 발광색을 얻음으로써 발광 소자 전체에서 백색 발광하는 발광 소자를 얻을 수도 있다.
- [0102] 또한, 상기 구성은 다른 실시형태나 본 실시형태 중 다른 구성과 적절히 조합할 수 있다.
- [0103] 상술한 바와 같은 구성을 갖는 본 실시형태에서의 발광 소자는 내열성이 양호한 발광 소자로 할 수 있다. 특히, 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층과 NBPhen을 포함하는 층의 적층 구조를 갖는 발광 소자는 고온 보존 시험 전후의 특성 측정에서 휘도의 저하뿐만 아니라 전압의 저하도 억제할 수 있어 매우 효과적이다.
- [0104] (실시형태 3)
- [0105] 본 실시형태에서는 본 발명의 다른 일 형태에 대하여 설명한다. 실시형태 1 또는 실시형태 2에 기재된 발광 소자는 전자 수송층(114)에서의 음극 측의 층(NBPhen을 포함하는 층(114m))에 NBPhen을 사용한다.
- [0106] 상기 NBPhen 중에는 불순물(특히 NBPhen의 1염소 치환체)이 적은 쪽이 신뢰성이 양호한 발광 소자를 얻을 수 있어 바람직하다.
- [0107] 일반적으로 EL층(103)에 사용되는 재료의 불순물 농도는 발광층(113)으로부터 떨어진 위치에 있는 층에 대해서는 거의 영향을 미치지 않는 경우가 많다. 하지만 NBPhen은 발광층(113)으로부터 떨어진 위치에 있어도 그 불순물(특히 NBPhen의 1염소 치환체)의 농도가 발광 소자의 신뢰성에 영향을 미친다. 그러므로 NBPhen을 사용한 발광 소자에서는 불순물(특히 NBPhen의 1염소 치환체)의 농도가 낮은 쪽이 바람직하다. 구체적으로는 NBPhen 중의 염소량이 100ppm 이하인 재료를 소자에 사용함으로써 소자의 열화를 최소한으로 억제할 수 있고 높은 신뢰성을 갖는 발광 소자를 얻을 수 있다. 또한, 이 불순물 농도는 $100\mu\text{l}$ 의 흡수 용액을 사용하여 연소 이온 크로마토그래프법에 의하여 측정함으로써 산출되는 NBPhen의 고체 1g당 염소량을 가리키고 NBPhen의 고체 중에 존재하는 염소량은 $1.0 \times 10^{-2} \text{g/kg}$, NBPhen의 고체 중에 존재하는 1염소 치환체량은 $1.7 \times 10^{-1} \text{g/kg}$ 로 환산된다.
- [0108] 또한, 신뢰성을 향상시키는 효과를 구현하는 데, 실시형태 1 또는 실시형태 2에 기재된 발광 소자에서의 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)이 어떤 재료로 구성되어도 좋다. 즉, 축합

방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)에 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물이 포함되지 않아도 좋고 임의의 전자 수송 재료를 사용할 수 있다. 이 경우, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)을 제 1 전자 수송층(114n)으로서 설명하는 경우도 있다.

- [0109] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 따른 발광 소자는, 한 쌍의 전극(제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102))과, 발광층(113), 및 NBPhen을 포함하는 전자 수송층(114)을 갖는 EL층(103)을 적어도 포함하는 발광 소자이고, NBPhen을 포함하는 전자 수송층(114)에 포함되는 NBPhen 중의 염소량이 100ppm 이하인 발광 소자다. 한 쌍의 전극(제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102))과, 발광층(113), 및 제 1 전자 수송층(114n) 및 NBPhen을 포함하는 층(114m)을 포함하는 전자 수송층(114)을 갖는 EL층(103)을 적어도 포함하는 발광 소자이고, NBPhen을 포함하는 층(114m)에 포함되는 NBPhen 중의 염소량이 100ppm 이하인 발광 소자다. 또는, 한 쌍의 전극(제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102))과, 발광층(113), 및 발광층(113)으로부터 떨어져 형성된 NBPhen을 포함하는 층(114m)을 포함하는 전자 수송층(114)을 갖는 EL층(103)을 적어도 포함하는 발광 소자이고, NBPhen을 포함하는 층(114m)에 포함되는 NBPhen 중의 염소량이 100ppm 이하인 발광 소자다. 이와 같은 발광 소자는 신뢰성이 양호한 발광 소자로 할 수 있다. 또한, 이 불순물 농도는 상술한 측정법에 의하여 측정하는 경우에서의 값을 가리킨다.
- [0110] 또한, 염소 함유량이 100ppm 이하인 NBPhen도 본 발명의 일 형태다. 특히, NBPhen의 1염소 치환체에서 유래하는 염소 함유량이 100ppm 이하인 NBPhen은 본 발명의 일 형태다. 또한, 이 불순물 농도는 상술한 측정법에 의하여 측정하는 경우에서의 값을 가리킨다.
- [0111] (실시형태 4)
- [0112] 본 실시형태에서는, 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 사용한 발광 장치에 대하여 설명한다.
- [0113] 본 실시형태에서는, 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 사용하여 제작된 발광 장치에 대하여 도 2를 사용하여 설명한다. 또한, 도 2의 (A)는 발광 장치를 도시한 상면도이고, 도 2의 (B)는 도 2의 (A)를 A-B 및 C-D를 따라 자른 단면도다. 상기 발광 장치는, 발광 소자의 발광을 제어하기 위하여, 점선으로 나타낸 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.
- [0114] 또한, 리드 배선(608)은, 입력되는 신호를 소스선 구동 회로(601) 및 게이트선 구동 회로(603)로 전송하기 위한 배선이고, 외부 입력 단자가 되는 FPC(Flexible printed circuit)(609)로부터 비디오 신호, 클럭 신호, 스타트 신호, 리셋 신호 등이 공급된다. 또한, 여기서는 FPC밖에 도시되지 않았지만, 이 FPC에는 프린트 배선 기관(PWB)이 장착되어도 좋다. 본 명세서에서의 발광 장치에는, 발광 장치 본체뿐만 아니라, 이에 FPC 또는 PWB가 장착된 상태도 포함된다.
- [0115] 다음에 단면 구조에 대하여 도 2의 (B)를 사용하여 설명한다. 소자 기관(610) 위에 구동 회로부 및 화소부가 형성되지만 여기서는 구동 회로부인 소스선 구동 회로(601)와, 화소부(602) 중의 한 화소가 도시되었다.
- [0116] 또한, 소스선 구동 회로(601)는 n채널형 FET(623)와 p채널형 FET(624)를 조합한 CMOS 회로가 형성된다. 또한, 구동 회로는, 각종 CMOS 회로, PMOS 회로, 또는 NMOS 회로로 형성하여도 좋다. 또한, 본 실시형태에서는, 기관 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형을 기재하지만, 반드시 그렇게 할 필요는 없고, 구동 회로를 기관 위가 아닌 외부에 형성할 수도 있다.
- [0117] 또한, 화소부(602)는 스위칭용 FET(611)와, 전류 제어용 FET(612)와, 이 드레인에 전기적으로 접속된 제 1 전극(613)을 포함하는 복수의 화소에 의하여 형성된다. 또한, 제 1 전극(613)의 단부를 덮도록 절연물(614)이 형성된다. 여기서는 포지티브형 감광성 아크릴 수지막을 사용함으로써 형성한다.
- [0118] 또한, 피복성을 양호한 것으로 하기 위하여, 절연물(614)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 갖는 곡면이 형성되도록 한다. 예를 들어, 절연물(614)의 재료로서 포지티브형 감광성 아크릴을 사용한 경우, 절연물(614)의 상단부에만 곡률 반경(0.2 μ m~3 μ m)을 갖는 곡면을 갖게 하는 것이 바람직하다. 또한, 절연물(614)로서, 네거티브형 감광성 수지, 또는 포지티브형 감광성 수지 중 어느 쪽도 사용할 수 있다.
- [0119] 제 1 전극(613) 위에는, EL층(616) 및 제 2 전극(617)이 각각 형성된다. 여기서, 양극으로서 기능하는 제 1 전극(613)에 사용하는 재료로서는, 일함수가 큰 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들어, ITO막, 또는 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물막, 2wt%~20wt%의 산화 아연을 포함한 산화 인듐막, 질화 티타늄막, 크로뮴막, 텅스텐막, Zn막, Pt막 등의 단층막 외에, 질화 티타늄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막의 적층, 질화 티타늄막

과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과 질화 티타늄막과의 3층 구조 등을 사용할 수 있다. 또한, 적층 구조로 하면, 배선으로서의 저항도 낮고, 양호한 옴릭 접촉(ohmic contact)이 얻어지고, 또한 양극으로서 기능시킬 수도 있다.

- [0120] 또한, EL층(616)은, 증착 마스크를 사용하는 증착법, 잉크젯법, 스핀 코팅법 등의 각종 방법에 의하여 형성된다. EL층(616)은 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에서 설명한 바와 같은 구성을 포함한다.
- [0121] 더구나 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 발생한 광을 제 2 전극(617)을 투과시켜 추출하는 경우에는, 제 2 전극(617)으로서, 투명 도전막(ITO, 2wt%~20wt%의 산화 아연을 포함하는 산화 인듐, 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물, 산화 아연(ZnO) 등)이나, 막 두께를 얇게 한 금속 박막과 투명 도전막의 적층막을 사용하는 것이 좋다.
- [0122] 또한, 제 1 전극(613), EL층(616), 제 2 전극(617)에 의하여 발광 소자가 형성된다. 상기 발광 소자는 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 구성을 갖는 발광 소자다. 또한, 화소부는 복수의 발광 소자가 형성되지만, 본 실시형태에 따른 발광 장치에서는, 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자와, 이 외의 구성을 갖는 발광 소자의 양쪽이 포함되어도 좋다.
- [0123] 더구나 실재(605)에 의하여 밀봉 기관(604)과 소자 기관(610)을 접합시킴으로써, 소자 기관(610), 밀봉 기관(604) 및 실재(605)로 둘러싸인 공간(607)에 발광 소자(618)가 구비된 구조가 된다. 또한, 공간(607)에는 충전 재가 충전되어 있지만, 불활성 가스(질소나 아르곤 등)가 충전되는 경우에 더하여, 실재(605)로 충전되는 경우도 있다. 밀봉 기관에는 오목부를 형성하고 그곳에 건조재를 제공하면 수분의 영향으로 인한 열화를 억제할 수 있어 바람직한 구성이 된다.
- [0124] 또한, 실재(605)에는 예폭시계 수지나 글라스 프린트를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 이들 재료에는 수분 또는 산소를 가능한 한 투과시키지 않는 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 밀봉 기관(604)에 사용하는 재료로서 유리 기관이나 석영 기관 외에, FRP(Fiber Reinforced Plastics), PVF(폴리비닐플루오라이드), 폴리에스테르 또는 아크릴 등으로 이루어지는 플라스틱 기관을 사용할 수 있다.
- [0125] 상술한 공정을 거쳐 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 사용하여 제작된 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0126] 본 실시형태에서의 발광 장치는 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 사용하므로 양호한 특성을 갖는 발광 장치를 얻을 수 있다. 구체적으로는 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자는 내열성이 높은 발광 소자이기 때문에 내열성이 높은 발광 장치로 할 수 있다. 또는, 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자는 신뢰성이 높은 발광 소자이기 때문에 신뢰성이 높은 발광 장치로 할 수 있다.
- [0127] 도 3에는 백색 발광을 나타내는 발광 소자를 형성하고 착색층(컬러 필터) 등을 제공함으로써 풀컬러화한 발광 장치의 예를 도시하였다. 도 3의 (A)에는, 기관(1001), 하지 절연막(1002), 게이트 절연막(1003), 게이트 전극(1006), 게이트 전극(1007), 게이트 전극(1008), 제 1 층간 절연막(1020), 제 2 층간 절연막(1021), 주변부(1042), 화소부(1040), 구동 회로부(1041), 발광 소자의 제 1 전극(1024W), 발광 소자의 제 1 전극(1024R), 발광 소자의 제 1 전극(1024G), 발광 소자의 제 1 전극(1024B), 격벽(1025), EL층(1028), 발광 소자의 제 2 전극(1029), 밀봉 기관(1031), 실재(1032) 등이 도시되었다.
- [0128] 또한, 도 3의 (A)에서는 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 및 청색 착색층(1034B))은 투명 기재(1033)에 제공된다. 또한, 흑색층(블랙 매트릭스)(1035)을 더 제공하여도 좋다. 착색층 및 흑색층이 제공된 투명 기재(1033)는 위치 맞춤을 수행하고, 기관(1001)에 고정된다. 또한, 착색층 및 흑색층은 오버코팅층(1036)으로 덮인다. 또한, 도 3의 (A)에서는 착색층을 투과하지 않고 광이 외부로 사출되는 발광층과, 각 색의 착색층을 투과하며 광이 외부로 사출되는 발광층이 있고, 착색층을 투과하지 않는 광은 백색이 되고, 착색층을 투과하는 광은 적색, 청색, 녹색이 되므로, 4색의 화소에 의하여 영상을 표현할 수 있다.
- [0129] 도 3의 (B)에서는 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 및 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.
- [0130] 또한, 상술한 발광 장치에서는, FET가 형성되는 기관(1001) 측에 광을 추출하는 구조(보텀 이미션형)의 발광 장치로 하였지만, 밀봉 기관(1031) 측에 광을 추출하는 구조(탑 이미션형)의 발광 장치로 하여도 좋다. 탑 이미

선형 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 공정까지는, 보텀 이미션형 발광 장치와 마찬가지로 형성한다. 그 후, 전극(1022)을 덮도록 제 3 층간 절연막(1037)을 형성한다. 이 절연막은 평탄화의 역할을 가져도 좋다. 제 3 층간 절연막(1037)은 제 2 층간 절연막과 같은 재료 외에, 다양한 기타 재료를 사용하여 형성할 수 있다.

[0131] 발광 소자의 제 1 전극(1024W), 제 1 전극(1024R), 제 1 전극(1024G), 및 제 1 전극(1024B)은 여기서는 각각 양극으로 하지만, 음극으로 하여도 좋다. 또한, 도 4에 도시된 바와 같은 톱 이미션형 발광 장치의 경우, 제 1 전극은 반사 전극으로 하는 것이 바람직하다. EL층(1028)의 구성은 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에서 설명한 EL층(103)과 같은 구성으로 하고, 또한 백색 발광을 얻을 수 있는 소자 구조로 한다.

[0132] 도 4에 도시된 바와 같은 톱 이미션 구조의 경우에는, 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 및 청색 착색층(1034B))이 제공된 밀봉 기관(1031)에 의하여 밀봉할 수 있다. 밀봉 기관(1031)에는 화소와 화소 사이에 위치하도록 흑색층(블랙 매트릭스)(1035)을 제공하여도 좋다. 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))이나 흑색층(블랙 매트릭스)은 오버코팅층에 의하여 덮여 있어도 좋다. 또한 밀봉 기관(1031)은 투광성을 갖는 기관을 사용하는 것으로 한다.

[0133] 또한, 여기서는 적색, 녹색, 청색, 및 백색의 4색을 사용하여 풀컬러 표시를 수행하는 예를 기재하였지만, 특별히 이에 한정되지 않고, 적색, 녹색, 및 청색의 3색이나 적색, 황색, 녹색, 청색의 4색으로 풀컬러 표시를 수행하여도 좋다.

[0134] 본 실시형태에서의 발광 장치는 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 사용하므로 양호한 특성을 갖는 발광 장치를 얻을 수 있다. 구체적으로는 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자는 내열성이 양호한 발광 소자이기 때문에 신뢰성이 양호한 발광 장치로 할 수 있다.

[0135] 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 (B)는 도 5의 (A)를 X-Y를 따라 자른 단면도다. 도 5에서는, 기관(951) 위의, 전극(952)과 전극(956) 사이에 EL층(955)이 제공된다. 전극(952)의 단부는 절연층(953)으로 덮인다. 또한, 절연층(953) 위에 격벽층(954)이 제공된다. 격벽층(954)의 측벽은 기관 면에 가까워짐에 따라 한쪽의 측벽과 다른 쪽의 측벽의 간격이 좁아지도록 경사를 갖는다. 즉, 격벽층(954)의 단면 방향의 단면은 사다리꼴 형상이고, 저변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향으로 향하고 절연층(953)과 접촉되는 변)이 상변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향으로 향하고 절연층(953)과 접촉되지 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 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 내열성을 갖는 발광 소자가 사용되어 신뢰성이 양호한 발광 장치로 할 수 있다.

[0136] 상술한 발광 장치는 매트릭스 형상으로 배치된 다수의 미소한 발광 소자를 각각 제어할 수 있기 때문에, 화상의 표현을 수행하는 표시 장치로서 바람직하게 이용할 수 있는 발광 장치이다.

[0137] 또한, 본 실시형태는 다른 실시형태와 자유롭게 조합할 수 있다.

[0138] (실시형태 5)

[0139] 본 실시형태에서는 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 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)를 e-f를 따라 자른 단면도다.

[0140] 본 실시형태에서의 조명 장치는, 지지체인 투광성을 갖는 기관(400) 위에, 제 1 전극(401)이 형성된다. 제 1 전극(401)은 실시형태 1에서의 제 1 전극(101)에 상당한다. 제 1 전극(401) 측으로부터 발광을 추출하는 경우, 제 1 전극(401)은 투광성을 갖는 재료에 의하여 형성된다.

[0141] 제 2 전극(404)에 전압을 공급하기 위한 패드(412)가 기관(400) 위에 형성된다.

[0142] 제 1 전극(401) 위에는 EL층(403)이 형성된다. EL층(403)은 실시형태 1에서 설명한 EL층(103)의 구성, 또는 발광 유닛(511), 발광 유닛(512), 및 전하 발생층(513)을 조합한 구성 등에 상당한다. 또한, 이들 구성에 대해서는 상기 기재를 참조하기 바란다.

[0143] EL층(403)을 덮고 제 2 전극(404)을 형성한다. 제 2 전극(404)은 실시형태 1에서 설명한 제 2 전극(102)에 상

당한다. 발광을 제 1 전극(401) 측으로부터 추출하는 경우, 제 2 전극(404)은 반사율이 높은 재료를 사용하여 형성된다. 제 2 전극(404)은 패드(412)와 접촉함으로써 전압이 공급된다.

- [0144] 본 실시형태에 기재된 조명 장치는, 상술한 제 1 전극(401), EL층(403), 및 제 2 전극(404)을 갖는 발광 소자를 포함한다. 상기 발광 소자는 발광 효율이 높은 발광 소자이므로 본 실시형태에서의 조명 장치는 소비 전력이 작은 조명 장치로 할 수 있다.
- [0145] 실재(405) 및 실재(406)를 사용하여 밀봉 기관(407)을 고착시켜 상술한 구성을 갖는 발광 소자를 밀봉함으로써 조명 장치가 완성된다. 실재(405) 및 실재(406)는 어느 한쪽만을 사용하여도 좋다. 또한, 내측의 실재(406) (도 6의 (B)에서는 미도시)에는 건조제를 혼합할 수도 있고, 이로써 수분을 흡착할 수 있으므로 신뢰성의 향상에 이어진다.
- [0146] 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 형성하여도 좋다.
- [0147] 본 실시형태에 기재된 조명 장치는, 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된, 내열성을 갖는 발광 소자가 EL 소자에 사용되기 때문에 신뢰성이 양호한 조명 장치로 할 수 있다.
- [0148] (실시형태 6)
- [0149] 본 실시형태에서는 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 그 일부에 포함한 전자 기기의 예에 대하여 설명한다. 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자는 내열성이 양호하고 신뢰성이 양호한 발광 소자다. 결과적으로 본 실시형태에 기재된 전자 기기는 신뢰성이 양호한 표시부를 갖는 전자 기기로서 할 수 있다.
- [0150] 상기 발광 소자를 적용한 전자 기기로서, 예를 들어, 텔레비전 장치(텔레비전, 또는 텔레비전 수신기라고도 함), 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라, 디지털 포토 프레임, 휴대 전화기(휴대 전화, 휴대 전화 장치라고도 함), 휴대형 게임기, 휴대 정보 단말, 음향 재생 장치, 파칭코기 등의 대형 오락기 등을 들 수 있다. 이들 전자 기기의 구체적인 예를 이하에서 기재한다.
- [0151] 도 7의 (A)는 텔레비전 장치의 일례를 도시한 것이다. 텔레비전 장치는 하우징(7101)에 표시부(7103)가 제공되어 있다. 또한, 여기서는 스탠드(7105)에 의하여 하우징(7101)을 지지한 구성을 도시하였다. 표시부(7103)에 의하여 영상을 표시할 수 있고, 표시부(7103)는 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 매트릭스 형상으로 배열하여 구성된다.
- [0152] 텔레비전 장치는 하우징(7101)이 구비한 조작 스위치나, 별체의 리모트 컨트롤러(7110)에 의하여 조작할 수 있다. 리모트 컨트롤러(7110)가 구비하는 조작 키(7109)에 의하여, 채널이나 음량을 조작할 수 있고, 표시부(7103)에 표시되는 영상을 조작할 수 있다. 또한, 리모트 컨트롤러(7110)로부터 출력하는 정보를 표시하는 표시부(7107)를 상기 리모트 컨트롤러(7110)에 제공하는 구성으로 하여도 좋다.
- [0153] 또한, 텔레비전 장치는 수신기나 모뎀 등을 구비한 구성으로 한다. 수신기에 의하여 일반적인 텔레비전 방송을 수신할 수 있고 더구나 모뎀을 통하여 유선 또는 무선으로 통신 네트워크에 접속함으로써, 한 방향(송신자로부터 수신자) 또는 쌍방향(송신자와 수신자간, 또는 수신자들끼리 등)의 정보 통신을 수행할 수도 있다.
- [0154] 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 1~실시형태 3 중 어느 것에서 설명한 발광 소자를 매트릭스 형상으로 배열하고 표시부(7203)에 사용함으로써 제작된다. 도 7의 (B1)에 도시된 컴퓨터는 도 7의 (B2)와 같은 형태를 가져도 좋다. 도 7의 (B2)에 도시된 컴퓨터는 키보드(7204), 포인팅 디바이스(7206) 대신에 제 2 표시부(7210)가 제공된다. 제 2 표시부(7210)는 터치 패널식이고, 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 패널이라도 좋다. 2개의 화면이 힌지로 연결되어 반으로 접을 수 있기 때문에 수납할 때나 운반할 때에 화면이 손상되거나 파손되는 등의 사고가 발생하는 것도 방지할 수 있다.
- [0155] 도 7의 (C)는 휴대형 게임기이며, 하우징(7301)과 하우징(7302)의 2개의 하우징으로 구성되고, 연결부(7303)에 의하여 개폐할 수 있게 연결된다. 하우징(7301)에는, 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에서 설명한 발광 소자를 매트릭스 형상으로 배열하여 제작된 표시부(7304)가 제공되고, 하우징(7302)에는 표시부(7305)가 제공된다. 또한, 도 7의 (C)에 도시된 휴대형 게임기는, 기타 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, 경도(傾度), 진동, 냄새, 또는 적외선을 측정하는 기능을 포함하는 것), 마이크로폰(7312)) 등을 구비한다. 휴대형 게임기의 구성은 상술한 구성에 한정되지 않는 것은 말할 나위 없고, 표시부(7304) 및 표시부(7305) 중 적어도 한쪽 또는 양쪽에 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 매트릭스 형상으로 배열하여 제작된 표시부를 사용하면 좋고, 기타 부속 설비가 적절히 제공된 구성으로 할 수 있다. 도 7의 (C)에 도시된 휴대형 게임기는, 기록 매체에 기록되는 프로그램 또는 데이터를 판독하여 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.

[0156] 도 7의 (D)는 휴대 전화기의 일례를 도시한 것이다. 휴대 전화기는 하우징(7401)에 제공된 표시부(7402) 외 조작 버튼(7403), 외부 접속 포트(7404), 스피커(7405), 마이크로폰(7406) 등을 구비한다. 또한, 휴대 전화기는 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 매트릭스 형상으로 배열하여 제작된 표시부(7402)를 갖는다.

[0157] 도 7의 (D)에 도시된 휴대 전화기는, 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써, 정보를 입력할 수 있는 구성으로 할 수도 있다. 이 경우에는, 전화를 걸거나 또는 메일을 작성하는 등의 조작은 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써 수행할 수 있다.

[0158] 표시부(7402)의 화면은 주로 3가지 모드가 있다. 제 1 모드는 화상의 표시가 주된 표시 모드이며, 제 2 모드는 문자 등의 정보의 입력이 주된 입력 모드다. 제 3 모드는 표시 모드와 입력 모드의 2개의 모드가 혼합한 표시+입력 모드다.

[0159] 예를 들어, 전화를 걸거나 또는 메일을 작성하는 경우에는, 표시부(7402)를 문자의 입력이 주된 문자 입력 모드로 하고 화면에 표시시킨 문자를 입력하면 좋다. 이 경우에는, 표시부(7402)의 화면의 대부분에 키보드 또는 번호 버튼을 표시시키는 것이 바람직하다.

[0160] 또한, 휴대 전화기 내부에 자이로, 가속도 센서 등의 기울기를 검출하는 센서를 갖는 검출 장치를 제공함으로써, 휴대 전화기의 방향(세로인지 가로인지)을 판단하여, 표시부(7402)의 화면 표시를 자동적으로 전환하도록 할 수 있다.

[0161] 또한, 화면 모드는 표시부(7402)를 터치하거나 또는 하우징(7401)의 조작 버튼(7403)을 조작함으로써 전환된다. 또한, 표시부(7402)에 표시되는 화상의 종류에 따라 전환하도록 할 수도 있다. 예를 들어, 표시부에 표시하는 화상 신호가 동영상 데이터이면 표시 모드, 텍스트 데이터이면 입력 모드로 전환한다.

[0162] 또한, 입력 모드에서, 표시부(7402)의 광 센서에서 검출되는 신호를 검지한 결과 표시부(7402)의 터치 조작에 의한 입력이 일정 기간 없는 경우에는, 화면의 모드를 입력 모드로부터 표시 모드로 전환하도록 제어하여도 좋다.

[0163] 표시부(7402)는 이미지 센서로서 기능시킬 수도 있다. 예를 들어, 표시부(7402)에 손바닥이나 손가락으로 터치하여 장문(掌紋)이나 지문 등을 촬상(撮像)함으로써 본인 인증을 수행할 수 있다. 또한, 표시부에 근적외광(近赤外光)을 발광하는 백 라이트 또는 근적외광을 발광하는 센싱용 광원을 사용하면, 손가락 정맥(靜脈), 손바닥 정맥 등을 촬상할 수도 있다.

[0164] 또한, 본 실시형태에 기재된 구성은 실시형태 1~실시형태 5에 기재된 구성을 조합하여 사용할 수 있다.

[0165] 상술한 바와 같이, 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 구비한 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓고 이 발광 장치를 다양한 분야의 전자 기기에 적용할 수 있다. 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 사용함으로써 내열성이 높고 신뢰성이 양호한 전자 기기를 얻을 수 있다.

[0166] 도 8은 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 백 라이트에 적용한 액정 표시 장치의 일례다. 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)와 접속된다. 또한, 백 라이트 유닛(903)에는 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자가 사용되고 단자(906)에 의하여 전류가 공급된다.

[0167] 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 액정 표시 장치의 백 라이트에 적용함으로써, 소비 전력이 저감된 백 라이트를 얻을 수 있다. 또한, 실시형태 2에 기재된 발광 소자를 사용함으로써 면 발광의 조명 장치를 제작할 수 있고 또한 대면적화도 가능하다. 이로써 백 라이트의 대면적화가 가능하여, 액정 표시 장치

의 대면적화도 가능하게 된다. 더구나, 실시형태 2에 기재된 발광 소자를 적용한 발광 장치는 종래에 비하여 두께를 얇게 할 수 있기 때문에, 표시 장치의 박형화도 가능하게 된다.

- [0168] 도 9는, 조명 장치인 전기 스탠드에 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 사용한 예다. 도 9에 도시된 전기 스탠드는 하우징(2001) 및 광원(2002)을 갖고, 광원(2002)으로서 실시형태 5에 기재된 조명 장치가 사용된다.
- [0169] 도 10은 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 실내 조명 장치(3001)로서 사용한 예다. 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자는 내열성이 높은 발광 소자이므로 신뢰성이 양호한 조명 장치로 할 수 있다. 또한 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자는 대면적화가 가능하기 때문에 대면적의 조명 장치로서 사용할 수 있다. 또한, 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자는 박형이기 때문에 박형화된 조명 장치로서 사용할 수 있다.
- [0170] 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자는 자동차의 앞창이나 대시보드에도 탑재할 수 있다. 도 11에 일 형태를 도시하였다.
- [0171] 표시 영역(5000)과 표시 영역(5001)은 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 자동차의 앞창에 탑재한 표시 장치다. 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자는 제 1 전극과 제 2 전극을 투광성을 갖는 전극으로 제작함으로써 반대 측이 들여다 보이는, 소위 시스루 상태의 표시 장치로 할 수 있다. 시스루 상태의 표시라면 자동차의 앞창에 설치하더라도 시야를 방해하지 않고 설치할 수 있다. 또한, 구동시키기 위하여 트랜지스터 등을 제공하는 경우에는, 유기 반도체 재료에 의한 유기 트랜지스터나, 산화물 반도체를 사용한 트랜지스터 등 투광성을 갖는 트랜지스터를 사용하면 좋다.
- [0172] 표시 영역(5002)은 필러(pillar) 부분에 제공된 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 탑재한 표시 장치다. 차체에 제공된 활상 수단으로부터의 영상을 표시 영역(5002)에 표시함으로써 필러로 차단된 시계를 보완시킬 수 있다. 또한, 마찬가지로, 자동차의 외측에 제공된 활상 수단으로부터의 영상을, 대시보드 부분에 제공된 표시 영역(5003)에 표시함으로써 차체로 차단된 시계 또는 사각을 보충하고 안전성을 높일 수 있다. 보이지 않는 부분을 보완하도록 영상을 표시함으로써 더 자연스럽게 위화감을 느끼지 않고 안전을 확인할 수 있다.
- [0173] 표시 영역(5004)이나 표시 영역(5005)은 내비게이션 정보, 스피드미터나 타코미터, 주행 거리, 급유량, 기어 상태, 에어컨디셔너의 설정 등, 기타 다양한 정보를 제공할 수 있다. 표시시키는 내용은 사용자의 기호에 맞춰서 적절히 변경할 수 있다. 또한, 이들 정보는 표시 영역(5000)~표시 영역(5003)에도 제공할 수 있다. 또한, 표시 영역(5000)~표시 영역(5005)은 조명 장치로서 사용할 수도 있다.
- [0174] 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자는 내열성이 높은 발광 소자로 할 수 있다. 따라서 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자는 한여름 등 평창히 기온이 높은 환경하에서의 차체용 발광 장치 또는 조명 장치로서 매우 바람직하게 사용할 수 있다.
- [0175] 도 12의 (A) 및 (B)는 폴더형 태블릿형 단말의 일례다. 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)를 갖는다. 또한, 상기 태블릿형 단말은, 실시형태 1~실시형태 3 중 어느 것에 기재된 발광 소자를 구비한 발광 장치를 표시부(9631a) 및 표시부(9631b)의 한쪽 또는 양쪽에 사용함으로써 제작된다.
- [0176] 표시부(9631a)는 일부를 터치 패널 영역(9632a)으로 할 수 있고, 표시된 조작 키(9637)에 터치함으로써 데이터를 입력할 수 있다. 또한 일례로서 표시부(9631a)에서는 영역의 반이 표시만 하는 기능을 갖는 구성이고 영역의 나머지 반이 터치 패널 기능을 갖는 구성을 도시하였지만, 상기 구성에 한정되지 않는다. 표시부(9631a)의 모든 영역이 터치 패널 기능을 갖는 구성으로 하여도 좋다. 예를 들어, 표시부(9631a)의 전체면에 키보드 버튼을 표시시켜서 터치 패널로 하고, 표시부(9631b)를 표시 화면으로서 사용할 수 있다.
- [0177] 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 위치를 손가락이나 스타일러스 등으로 터치함으로써 표시부(9631b)에 키보드 버튼을 표시시킬 수 있다.
- [0178] 또한, 터치 패널 영역(9632a)과 터치 패널 영역(9632b)에 대하여 동시에 터치 입력할 수도 있다.
- [0179] 또한 표시 모드 전환 스위치(9034)는 세로 표시 또는 가로 표시 등의 표시 방향을 전환하고, 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 표시의 휘도를 최적인 휘도로 할 수 있다. 태블릿형 단말은 광 센서뿐만 아니라, 자이로, 가속도 센서 등 기울기를 검출하는 센서 등의 다른 검출 장치를 내장시켜도 좋다.

[0180] 또한, 도 12의 (A)에서는 표시부(9631b)와 표시부(9631a)의 표시 면적이 같은 예를 도시하였지만 이에 특별히 한정되지 않고 한쪽 사이즈와 다른 쪽 사이즈가 서로 상이하여도 좋고, 표시 품질도 서로 상이하여도 좋다. 예를 들어, 한쪽이 다른 쪽보다 고정세(高精細)하게 표시할 수 있는 표시 패널로 하여도 좋다.

[0181] 도 12의 (B)는 닫은 상태이며, 본 실시형태에서의 태블릿형 단말에서는, 하우징(9630), 태양 전지(9633), 충방전 제어 회로(9634), 배터리(9635), DCDC 컨버터(9636)를 구비하는 예를 도시하였다. 도 12의 (B)에서는 충방전 제어 회로(9634)의 일례로서 배터리(9635) 및 DCDC 컨버터(9636)를 갖는 구성에 대하여 도시하였다.

[0182] 또한, 태블릿형 단말은 반으로 접을 수 있기 때문에, 사용하지 않을 때에는 하우징(9630)을 닫은 상태로 할 수 있다. 따라서, 표시부(9631a) 및 표시부(9631b)를 보호할 수 있기 때문에 내구성이 뛰어나고 장기 사용의 관점에서 봐도 신뢰성이 뛰어난 태블릿형 단말을 제공할 수 있다.

[0183] 또한, 상기 외에도 도 12의 (A) 및 (B)에 도시된 태블릿형 단말은 다양한 정보(정지 화상, 동영상, 텍스트 화상 등)를 표시하는 기능, 달력, 날짜 또는 시각 등을 표시부에 표시시키는 기능, 표시부에 표시시킨 정보를 터치 입력 조작 또는 편집하는 터치 입력 기능, 다양한 소프트웨어(프로그램)에 의하여 처리를 제어하는 기능 등을 가질 수 있다.

[0184] 태블릿형 단말의 표면에 장착된 태양 전지(9633)에 의하여, 전력을 터치 패널, 표시부, 또는 영상 신호 처리부 등에 공급할 수 있다. 또한, 태양 전지(9633)는, 하우징(9630)의 한쪽 면 또는 양쪽 면에 제공되면 배터리(9635)를 효율적으로 충전할 수 있어 바람직하다.

[0185] 또한, 도 12의 (B)에 도시된 충방전 제어 회로(9634)의 구성 및 동작에 대하여 도 12의 (C)에 도시된 블록도를 사용하여 설명한다. 도 12의 (C)에는 태양 전지(9633), 배터리(9635), DCDC 컨버터(9636), 컨버터(9638), 스위치(SW1)~스위치(SW3), 표시부(9631)가 도시되었고, 배터리(9635), DCDC 컨버터(9636), 컨버터(9638), 스위치(SW1)~스위치(SW3)가 도 12의 (B)에 도시된 충방전 제어 회로(9634)에 대응하는 개소다.

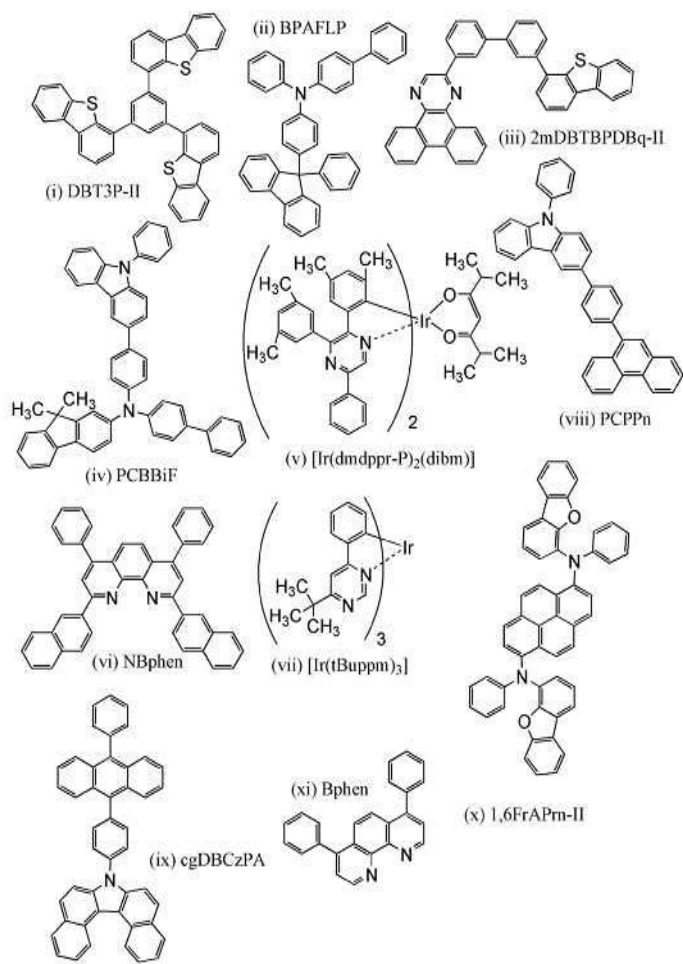
[0186] 먼저, 외광에 의하여 태양 전지(9633)로 발전되는 경우의 동작의 예에 대하여 설명한다. 태양 전지에 의하여 발전된 전력은 배터리(9635)를 충전시키기 위한 전압이 되도록 DCDC 컨버터(9636)로 승압 또는 강압된다. 그리고, 표시부(9631)의 동작에 태양 전지(9633)에 의하여 충전된 전력이 사용될 때에는 스위치(SW1)를 온으로 하고, 컨버터(9638)에 의하여 표시부(9631)에 필요한 전압으로 승압 또는 강압한다. 또한, 표시부(9631)에서 표시를 수행하지 않을 때에는, 스위치(SW1)를 오프로 하고, 스위치(SW2)를 온으로 하여 배터리(9635)를 충전하는 구성으로 하면 좋다.

[0187] 또한, 태양 전지(9633)에 대해서는, 발전 수단의 일례로서 제시하였지만, 발전 수단은 이에 특별히 한정되지 않으며, 압전 소자(피에조 소자(piezoelectric element))나 열전 변환 소자(펠티어 소자(Peltier element)) 등의 다른 발전 수단에 의하여 배터리(9635)를 충전하여도 좋다. 무선(비접촉)으로 전력을 송수신하여 충전하는 무접점 전력 전송 모듈이나, 또한 다른 충전 수단을 조합하여 충전하는 구성으로 하여도 좋고, 발전 수단을 갖지 않아도 좋다.

[0188] 또한, 상술한 표시부(9631)를 구비하면 도 12에 도시된 형상의 태블릿형 단말에 한정되지 않는다.

[0189] (실시예 1)

[0190] 본 실시예에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자(발광 소자 1~발광 소자 3) 및 비교 발광 소자(비교 발광 소자 1~비교 발광 소자 3)에 대하여 설명한다. 발광 소자 1~발광 소자 3, 및 비교 발광 소자 1~비교 발광 소자 3에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.



[0191]

[0192]

이하에, 본 실시예에 따른 발광 소자 1~발광 소자 3, 및 비교예용 발광 소자의 비교 발광 소자 1~비교 발광 소자 3의 제작 방법을 나타낸다.

[0193]

(발광 소자 1의 제작 방법)

[0194]

먼저, 유리 기판 위에 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법으로 성막하여 제 1 전극(101)을 형성하였다. 이 때, 이가 갖는 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다. 여기서 제 1 전극(101)은 발광 소자의 양극으로서 기능하는 전극이다.

[0195]

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

[0196]

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

[0197]

이어서, 제 1 전극(101)이 형성된 면이 아래 쪽이 되도록, 제 1 전극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정하고, 10^{-4} Pa 정도까지 감압한 후, 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조티오펜)(약칭: DBT3P-II)과 산화 몰리브덴(VI)을 제 1 전극(101) 위에 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여 공증착함으로써 정공 주입층(111)을 형성하였다. 이 때, 이가 갖는 막 두께는 30nm로 하고, DBT3P-II와 산화 몰리브덴의 비율은 DBT3P-II:산화 몰리브덴=1:0.5[중량비]가 되도록 조절하였다. 또한, 공증착법이란 하나의 처리실 내에서 복수의 증발원으로부터 동시에 증착하는 증착법이다.

[0198]

다음에, 정공 주입층(111) 위에 상기 구조식(ii)으로 나타내어지는 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP)을 20nm의 막 두께가 되도록 성막하여 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0199]

또한, 정공 수송층(112) 위에 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 2-[3'-(다이벤조티오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTBPDq-II), 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF), 및 상기 구조식(v)으로 나

타내어지는 비스{4,6-다이메틸-2-[3-(3,5-다이메틸페닐)-5-페닐-2-피라지닐- κ N]페닐- κ C}(2,6-다이메틸-3,5-헵타다이오나토- κ^2 O,O')이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{dmdppr-P})_2(\text{dibm})]$)을 2mDBTBPDq-II:PCBBiF: $[\text{Ir}(\text{dmdppr-P})_2(\text{dibm})]$ =0.8:0.2:0.06[중량비]이 되도록, 또한 40nm의 막 두께가 되도록 공증착하고, 발광층(113)을 형성하였다.

[0200] 이 후, 발광층(113) 위에 2mDBTBPDq-II를 20nm의 막 두께가 되도록 성막하고(축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)), 또한, 상기 구조식(vi)으로 나타내어지는 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen)을 20nm의 막 두께가 되도록 성막하여(NBPhen을 포함하는 층) 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0201] 전자 수송층(114)을 형성하고 나서, 불화 리튬(LiF)을 1nm의 막 두께가 되도록 증착하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제 2 전극(102)으로서 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써, 본 실시예에 따른 발광 소자 1을 제작하였다.

[0202] (비교 발광 소자 1의 제작 방법)

[0203] 비교 발광 소자 1은 발광 소자 1에서 사용한 NBPhen을 상기 구조식(xi)으로 나타내어지는 바소페난트롤린(약칭: BPhen)으로 바꾼 이외는 발광 소자 1과 마찬가지로 제작하였다.

[0204] (발광 소자 2의 제작 방법)

[0205] 발광 소자 2는 발광 소자 1에서의 $[\text{Ir}(\text{dmdppr-P})_2(\text{dibm})]$ 을 상술한 구조식(vii)으로 나타내어지는 트리스(4-t-부틸-6-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_3]$)으로 바꾸고 제 1 전극(101)인 ITS0의 막 두께를 70nm로 하고 전자 수송층(114)에서의 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)의 막 두께를 15nm로 한 이외는 발광 소자 1과 마찬가지로 제작하였다.

[0206] (비교 발광 소자 2의 제작 방법)

[0207] 비교 발광 소자 2는 발광 소자 2에서 사용한 NBPhen을 BPhen으로 바꾼 이외는 발광 소자 1과 마찬가지로 제작하였다.

[0208] (발광 소자 3의 제작 방법)

[0209] 발광 소자 3은 발광 소자 1과 기본적인 제작 방법은 마찬가지이지만 제 1 전극(101)의 막 두께를 70nm로 하고, 정공 수송층은 상기 구조식(viii)으로 나타내어지는 3-[4-(9-페난트릴)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPPn)을 20nm의 막 두께가 되도록 성막하여 형성하였다. 또한, 발광층은 상기 구조식(ix)으로 나타내어지는 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA)과, 상기 구조식(x)으로 나타내어지는 N,N'-비스(다이벤조퓨란-4-일)-N,N'-다이페닐-피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6FrAPrn-II)을 cgDBCzPA:1,6FrAPrn-II=1:0.05[중량비]가 되도록, 또한 25nm의 막 두께가 되도록 성막함으로써 형성하였다. 또한, 전자 수송층(114)에서의 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)은 cgDBCzPA를 사용하여 5nm의 막 두께가 되도록 형성하고, NBPhen을 포함하는 층(114m)은 10nm의 막 두께가 되도록 형성하였다.

[0210] (비교 발광 소자 3의 제작 방법)

[0211] 비교 발광 소자 3은 발광 소자 3에서 사용한 NBPhen을 BPhen으로 바꾼 이외는 발광 소자 1과 마찬가지로 제작하였다.

[0212] 또한, 상술한 증착 과정에서, 증착은 모두 저항 가열법을 사용하였다. 또한, 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1은 적색 인광을 발하는 발광 소자, 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2는 녹색 인광을 발하는 발광 소자, 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3은 청색 형광을 발하는 발광 소자다. 또한, 발광 소자 1, 발광 소자 2, 비교 발광 소자 1, 및 비교 발광 소자 2에서의 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)에는 축합 복소 방향족 화합물이 포함되고, 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3에는 축합 방향족 화합물이 포함된다.

[0213] 발광 소자 1~발광 소자 3, 및 비교 발광 소자 1~비교 발광 소자 3을 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 대기에 노출시키지 않도록 유리 기판에 의하여 밀봉하는 작업(실재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리 및 80℃에서 1시간의 가열 처리)을 수행한 후, 이들 발광 소자의 신뢰성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25℃)에서 수행하였다.

[0214] 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 1에 대한, 전류 밀도-휘도 특성을 도 13에, 휘도-전류 효율 특성을 도 14에, 전압-휘도 특성을 도 15에, 발광 스펙트럼을 도 16에 나타내었다. 또한, 발광 소자 2 및 비교 발광 소자 2에 대한, 전류 밀도-휘도 특성을 도 17에, 휘도-전류 효율 특성을 도 18에, 전압-휘도 특성을 도 19에, 발광 스펙트럼을 도 20에 나타내었다. 또한, 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3에 대한, 전류 밀도-휘도 특성을 도 21에, 휘도-전류 효율 특성을 도 22에, 전압-휘도 특성을 도 23에, 발광 스펙트럼을 도 24에 나타내었다.

[0215] 상술한 바와 같이, 상기 발광 소자 및 비교 발광 소자는 모두 굉장히 양호한 초기 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다.

[0216] 이어서, 이들 발광 소자의 내열성 시험을 수행하였다. 먼저, 이들 소자를 $1000\text{cd}/\text{cm}^2$ 로 발광시켰을 때의 전류 값을 측정하였다. 또한, 이 전류 값을 사용하여 휘도와 구동 전압을 측정하였다. 다음에 각 소자를 85°C 의 항온조에서 보존하고 규정 시간이 지난 후에 꺼냈다. 소자를 충분히 식힌 후, 처음에 측정한 전류 값을 사용하여 실온에서 발광시켜 휘도와 구동 전압을 측정하였다. 이 결과를 도 25 및 도 26에 나타내었다.

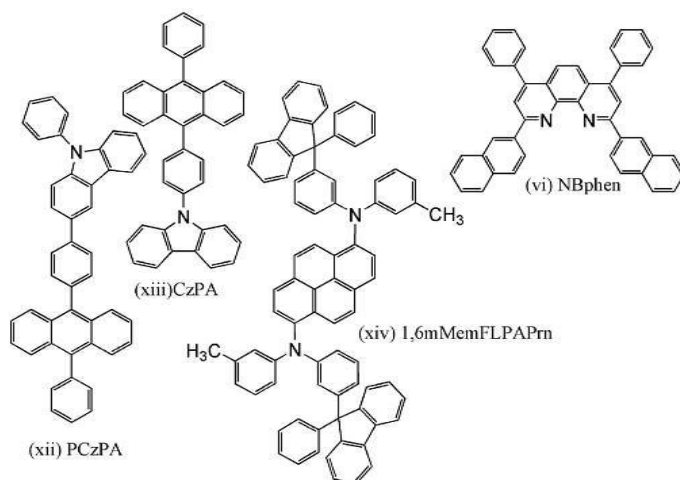
[0217] 도 25는 항온조에서의 보존 시간과 휘도의 변화를 나타낸 그래프이고 도 25의 (A)가 비교 발광 소자 1~비교 발광 소자 3의 결과이고, 도 25의 (B)가 발광 소자 1~발광 소자 3의 결과다. 이 그래프를 보면 비교 발광 소자 1~비교 발광 소자 3에서는 85°C 에서의 보존 시간이 길면 길수록 같은 전류를 흘렸을 때의 발광 강도가 저하되는 것을 알 수 있다. 한편으로 발광 소자 1~발광 소자 3에서는 휘도의 저하는 확인되지 않았다.

[0218] 도 26은 항온조에서의 보존 시간과 전압의 변화를 나타낸 그래프이고 도 26의 (A)가 비교 발광 소자 1~비교 발광 소자 3의 결과이고, 도 26의 (B)가 발광 소자 1~발광 소자 3의 결과다. 도 26의 (A)를 보면, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)이 축합 방향족 화합물인 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 3은 85°C 의 보존 시간에 대한 전압의 변화는 거의 일어나지 않는 것을 알 수 있었다. 한편으로 도 26의 (B)를 보면, 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)이 축합 복소 방향족 화합물인 비교 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 2에서는 고온 보존을 수행하였으므로 현저하게 전압이 변화하는 것을 알 수 있다. 하지만 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)에 접촉하여 NBPhen을 포함하는 층이 제공된 발광 소자 1 및 발광 소자 2는 전압이 거의 변화하지 않는 것을 알 수 있다.

[0219] 이와 같이, 초기 특성은 양쪽 모두 좋은 발광 소자 및 비교 발광 소자이지만 고온 보존을 한 결과, 큰 차이가 나타났다. 여기서 중요한 점은 발광 소자 및 비교 발광 소자의 초기 특성이 서로 좋은 것이다. 본 발명의 일 형태에 의하여 발광 소자로서의 성능을 유지한 채 고온에서의 신뢰성을 향상시킨 발광 소자로 할 수 있다.

[0220] (실시예 2)

[0221] 본 실시예에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자(발광 소자 4~발광 소자 6)에 대하여 설명한다. 발광 소자 4~발광 소자 6에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.



[0222]

[0223] 본 실시예에 따른 발광 소자 4~발광 소자 6의 제작 방법에 대하여 이하에서 설명한다.

[0224] (발광 소자 4~발광 소자 6의 제작 방법)

[0225] 먼저, 유리 기판 위에 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법으로 성막하여 제 1 전극

(101)을 형성하였다. 이 때, 이가 갖는 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다. 여기서 제 1 전극(101)은 발광 소자의 양극으로서 기능하는 전극이다.

[0226] 다음에 기판 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃로 1시간 동안 소성한 후 UV 오존 처리를 370초 수행하였다.

[0227] 그 후, 10^{-4} Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 소성을 수행한 후, 기판을 30분 정도 방랭하였다.

[0228] 다음에, 제 1 전극(101)이 형성된 면이 아래 쪽이 되도록 제 1 전극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정하고 10^{-4} Pa 정도까지 감압하고 나서, 상기 구조식(xii)으로 나타내어지는 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: PCzPA)과 산화 몰리브데넘(VI)을 제 1 전극(101) 위에 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여 공증착함으로써 정공 주입층(111)을 형성하였다. 이 때, 이가 갖는 막 두께는 50nm로 하고, PCzPA:산화 몰리브데넘=4:2[중량비]가 되도록 조절하였다.

[0229] 다음에, 정공 주입층(111) 위에 PCzPA를 10nm의 막 두께가 되도록 성막하여 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0230] 또한, 상기 정공 수송층(112) 위에, 상기 구조식(xiii)으로 나타내어지는 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA) 및 상기 구조식(xiv)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 CzPA:1,6mMemFLPAPrn=1:0.04[중량비]가 되도록, 또한 막 두께가 25nm가 되도록 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0231] 이 후, 발광층(113) 위에 CzPA를 막 두께 10nm가 되도록 성막하고(축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층(114n)), 또한, 상기 구조식(vi)으로 나타내어지는 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen)을 15nm의 막 두께가 되도록 성막하여(NBPhen을 포함하는 층) 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0232] 전자 수송층(114)을 형성하고 나서, 불화 리튬(LiF)을 1nm의 막 두께가 되도록 증착하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제 2 전극(102)으로서 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써, 본 실시예에 따른 발광 소자 4~발광 소자 6을 제작하였다.

[0233] 발광 소자 4~발광 소자 6을 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 대기에 노출시키지 않도록 유리 기판에 의하여 밀봉하는 작업(실재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리 및 80℃에서 1시간의 가열 처리)을 수행한 후, 이들 발광 소자의 신뢰성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25℃)에서 수행하였다.

[0234] 발광 소자 4~발광 소자 6에 대한, 전류 밀도-휘도 특성을 도 27에, 휘도-전류 효율 특성을 도 28에, 전압-휘도 특성을 도 29에, 발광 스펙트럼을 도 30에 나타내었다.

[0235] 상술한 바와 같이, 상기 발광 소자는 모두 매우 양호한 초기 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다.

[0236] 이어서, 전류 밀도를 일정하게 한 조건으로 초기 휘도를 5000cd/m^2 로 하고, 구동 시간에 대한 휘도 변화를 측정 한 결과를 도 31에 나타내었다. 도 31을 보면 어느 소자도 양호한 특성을 나타내었지만, 발광 소자 6보다 발광 소자 5가 더 양호한 특성을 나타내고, 발광 소자 5보다 발광 소자 4가 더 양호한 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다.

[0237] 여기서 발광 소자 4~발광 소자 6은 NBPhen을 포함하는 층에 사용한 NBPhen에 불순물 농도가 상이한 재료(시료 1~시료 3)를 사용하고, 발광 소자 4에는 시료 1을 사용하고, 발광 소자 5에는 시료 2를 사용하고, 발광 소자 6에는 시료 3을 사용하였다.

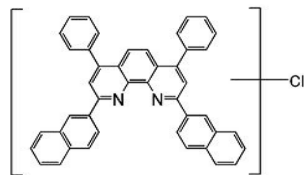
[0238] NBPhen에서의 불순물의 검출에는 Acquity UPLC(Waters사제), Xevo G2 Tof MS(Waters사제), 및 Acquity UPLC PDA eλ 검출기(Waters사제)를 사용하였다.

[0239] 분석에서는 각 시료를 1mg씩 2ml의 클로로폼에 녹인 후, 아세트나이트릴로 10배에 희석하고 얻어진 용액을 측정 시료로서 사용하였다. 컬럼으로는 ACQUITY UPLC BEH C8(Waters사제)(입자 직경 1.7μm, 100×2.1mm)을 사용하고 40℃로 분석하였다. 이동상은, A를 아세트나이트릴로 하고, B를 0.1%포산 수용액으로 하고, 유속 0.5mL/min로 A를 65%로 1분 동안 유지한 10분 후에 95%까지 일정한 비율로 늘리는 경사(gradient) 방식을 수행 하였다. 주입량은 5μL로 하였다.

[0240] 측정에 의하여 얻어진 크로마토그램(검출기: PDA(Photodiode Array)(흡수 파장: 210nm~500nm))을 도 32~도 34에 나타내었다. 또한, 도 32에는 발광 소자 4에 사용한 NBPhen(시료 1)의 측정 결과를 나타내고, 도 33에는 발광 소자 5에 사용한 NBPhen(시료 2)의 측정 결과를 나타내고, 도 34에는 발광 소자 6에 사용한 NBPhen(시료 3)의 측정 결과를 나타내었다. 또한, 도 32, 도 33, 및 도 34에서 가로축은 시간(min)을 가리키고 세로축은 강도(임의 단위)를 가리킨다. 또한, 각 시료 중에 포함되는 불순물의 함유율은 상기 크로마토그램으로부터 피크 면적을 산출함으로써 산출하였다. 이 때, 1분 이내에 검출된 피크는 재료를 녹이기 위하여 사용한 클로로폼이기 때문에 피크 면적의 산출로부터 제외하였다. 또한, 각 피크에 대하여 질량 스펙트럼을 산출하였다.

[0241] MS 분석에서는 일렉트로 스프레이-이온화법(ElectroSpray Ionization, 약칭: ESI)에 의한 이온화를 수행하였다. 이 때의 캐필러리(Capillary) 전압은 3.0kV, 샘플 콘 전압은 30V로 하고, 검출은 포지티브 모드로 수행하였다.

[0242] PDA로 검출된 물질 중 $m/z=585$ 는 NBPhen이라고 생각될 수 있다. 도 35에 나타낸 질량 스펙트럼을 보면, 불순물 1($m/z=619$)의 치환 위치는 불분명하지만 하기 구조식으로 나타내어지는 NBPhen의 1염소 치환체라고 추정된다.



[0243]

[0244] 분석한 결과, 불순물이라고 추정되는 $m/z=619$ 의 피크 비율은 시료 1에서는 0.00%, 시료 2에서는 0.22%, 시료 3에서는 0.29%인 것을 알 수 있었다.

[0245] 또한, 연소 이온 크로마토그래프법에 의하여 염소량을 산출하였다. 자동 시료 연소 장치(AQF-2100H, Mitsubishi Chemical Analytech Co., Ltd제) 및 이온 크로마토그래피 시스템(Dionex ICS-2100, Thermo Fisher Scientific Inc제)을 사용하여 분석하였다.

[0246] 각 시료를 13mg정도 칭량하여 세라믹제 보트에 놓고, 이들을 연소용 시료로 하였다. 연소 장치의 히터 온도는 입구 측이 1000℃, 출구 측이 900℃로 하였다. 가스 유량은 Ar을 200ml/min, O₂를 400ml/min, 가습 Ar을 100ml/min로 하고 일정한 유량으로 계속 흘렸다. 상기 가스를 흡수 액체(이온 크로마토그래프의 내부 표준으로서 인산 30ppm을 첨가한 순수)에 버블링시켜 연소 시에 발생하는 가스를 흡수시켰다.

[0247] 시료는 보트 컨트롤러를 사용하고 일정한 조건으로 상기 보트를 이동시켜 고온하에서 상기 시료를 산소와 반응 시킴으로써 연소하였다. 보트의 이동 조건을 이하에 기재한다. 시료를 세트하는 위치를 0mm로 하고, 130mm의 위치까지 20mm/sec로 이동시키고, 90sec 유지하였다. 다음에 160mm의 위치까지 0.12mm/sec로 이동시키고, 90sec 유지하였다. 마지막으로 연소관의 가장 깊은 위치인 265mm의 위치까지 20mm/sec로 이동시키고, 90sec 유지한 후, 보트를 회수하였다. 상기 연소에 의하여 발생한 가스를 흡수시킨 흡수 액체 100 μl를 이온 크로마토그래피 시스템에 도입하고 염소량을 측정하였다.

[0248] 이온 크로마토그래프 분석은 Dionex IonPac AG20(4×50mm), Dionex IonPac AS20(4×250mm)의 컬럼을 사용하여 35℃로 수행하였다. 용리액은 KOH로 하고 유량은 1.0ml/min로 하였다. KOH의 농도는 10mmol/L로부터 시작하고 7min에 15mmol/L, 18min에 40mmol/L가 되도록 경사 측정을 수행하였다.

[0249] 검출기는 전기 전도도 검출기를 사용하였다. 검량선의 제작에는 음이온 혼합 표준액(KANTO CHEMICAL CO., INC.제)을 사용하였다.

[0250] 분석한 결과, 시료 1의 염소량은 13.5ppm, 시료 2의 염소량은 114.5ppm, 시료 3의 염소량은 159.2ppm인 것을 알 수 있었다. 이들과 UPLC를 사용한 불순물의 함유율의 결과를 표 1에 정리한다.

표 1

NBPhen	F	Cl	Br	S	UPLC
로트 No.	ppm(mg/L)	ppm	ppm	ppm	+ Cl 의 비율
시료 1	0.4	13.5	ND	3.2	0.00%
시료 2	0.5	114.5	ND	1.7	0.22%
시료 3	0.4	159.2	0.8	1.4	0.29%

ND: Not Detected

[0251]

[0252]

또한, 상술한 발광 소자 4~발광 소자 6의 데이터를 보면, NBPhen의 1염소 치환체가 적은 쪽이 소자의 신뢰성이 양호한 것을 알 수 있다. 이들 결과로부터 NBPhen 중의 염소량이 100ppm 이하인 재료를 소자로서 사용함으로써 소자의 열화율을 최소한으로 억제할 수 있어 높은 신뢰성을 갖는 발광 소자를 얻을 수 있는 것을 알 수 있다. 또한, 이 불순물 농도는 NBPhen의 고체 중에 존재하는 염소 농도로서 1.0×10^{-2} g/kg, NBPhen 중에 존재하는 1염소 치환체 농도로서 1.7×10^{-1} g/kg로 환산된다.

부호의 설명

[0253]

- 101: 제 1 전극
- 102: 제 2 전극
- 103: EL층
- 111: 정공 주입층
- 112: 정공 수송층
- 113: 발광층
- 114: 전자 수송층
- 114n: 축합 방향족 화합물 또는 축합 복소 방향족 화합물을 포함하는 층
- 114m: NBPhen을 포함하는 층
- 115: 전자 주입층
- 400: 기판
- 401: 제 1 전극
- 403: EL층
- 404: 제 2 전극
- 405: 실재
- 406: 실재
- 407: 밀봉 기판
- 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(Flexible printed circuit)
 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
 623: n채널형 FET
 624: p채널형 FET
 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: 발광 소자의 제 1 전극
 1024R: 발광 소자의 제 1 전극
 1024G: 발광 소자의 제 1 전극
 1024B: 발광 소자의 제 1 전극
 1025: 격벽
 1028: EL층
 1029: 발광 소자의 제 2 전극
 1031: 밀봉 기판
 1032: 실재
 1033: 투명 기재
 1034R: 적색 착색층
 1034G: 녹색 착색층
 1034B: 청색 착색층
 1035: 흑색층(블랙 매트릭스)
 1036: 오버코팅층
 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

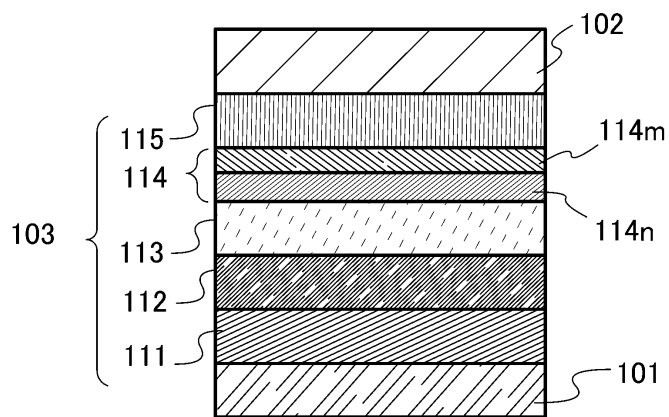
7107: 표시부
7109: 조작 키
7110: 리모트 컨트롤러
7201: 본체
7202: 하우징
7203: 표시부
7204: 키보드
7205: 외부 접속 포트
7206: 포인팅 디바이스
7210: 제 2 표시부
7301: 하우징
7302: 하우징
7303: 연결부
7304: 표시부
7305: 표시부
7306: 스피커부
7307: 기록 매체 삽입부
7308: LED 램프
7309: 조작 키
7310: 접속 단자
7311: 센서
7401: 하우징
7402: 표시부
7403: 조작 버튼
7404: 외부 접속 포트
7405: 스피커
7406: 마이크로폰
9033: 후크
9034: 스위치
9035: 전원 스위치
9036: 스위치
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

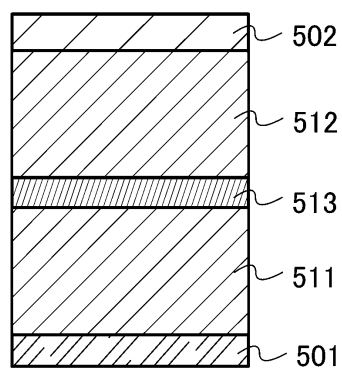
도면

도면1

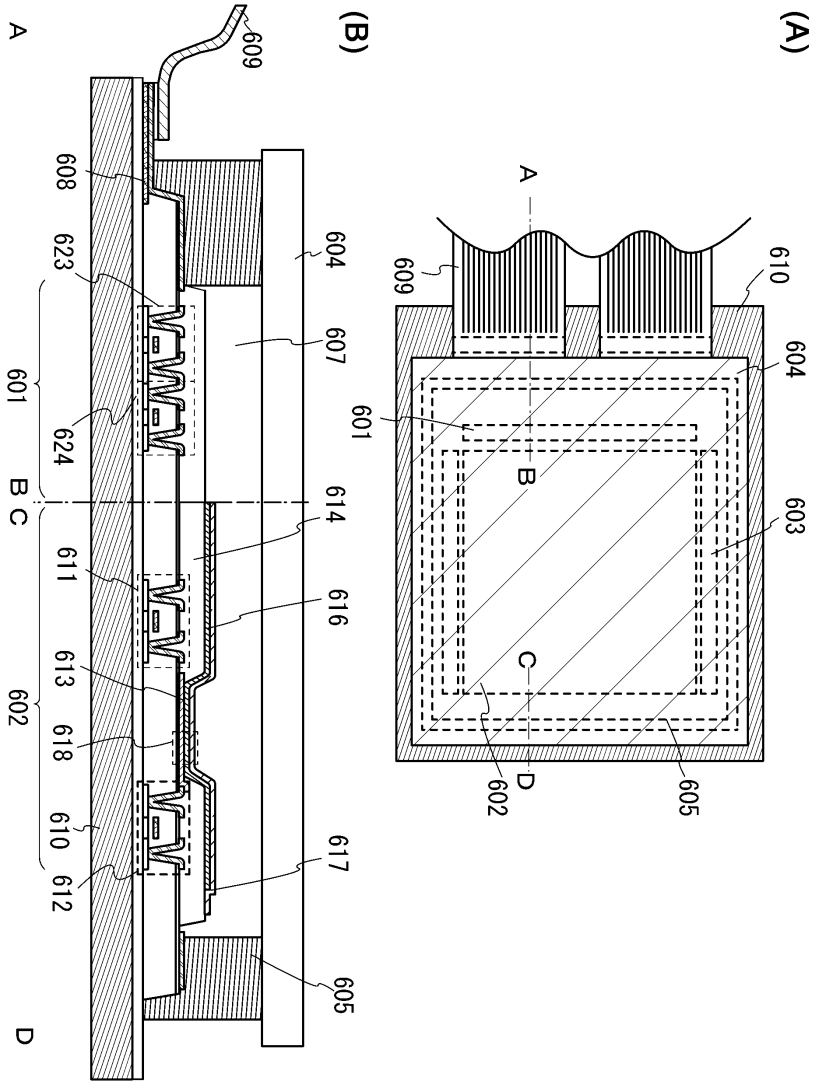
(A)



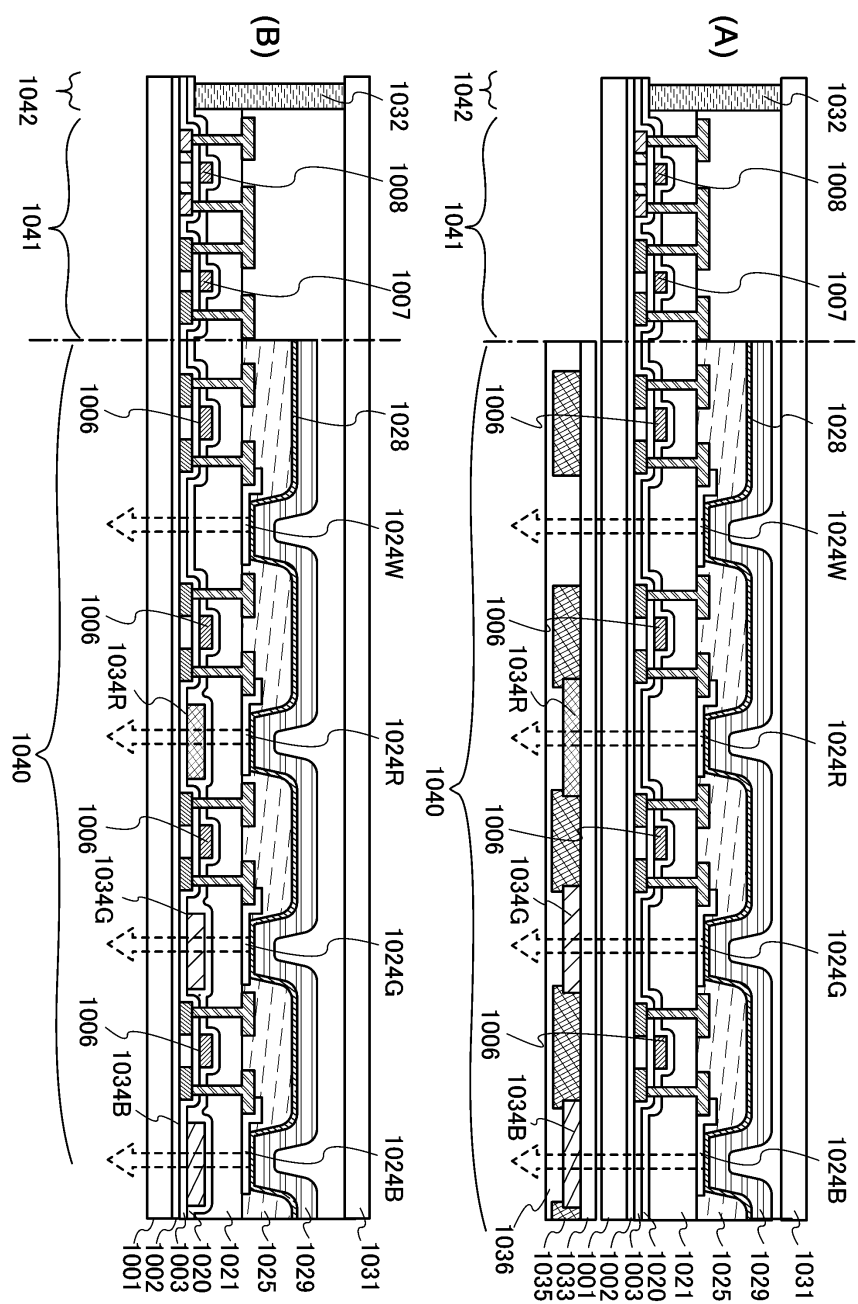
(B)



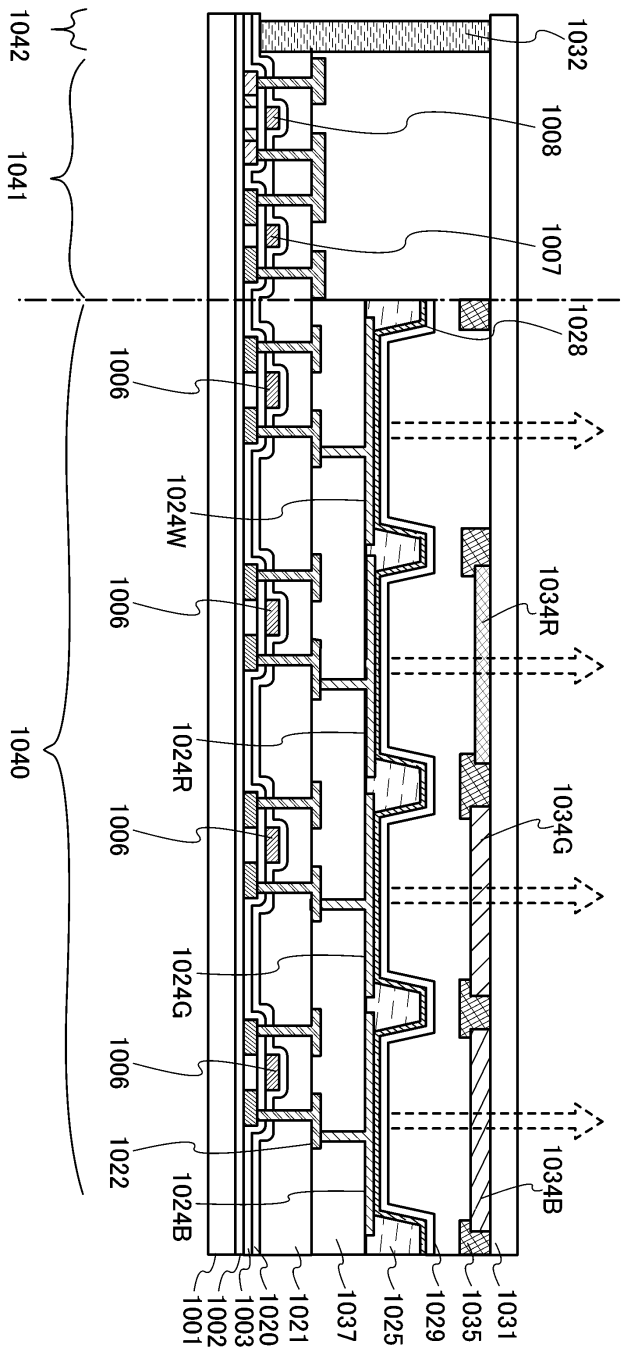
도면2



도면3

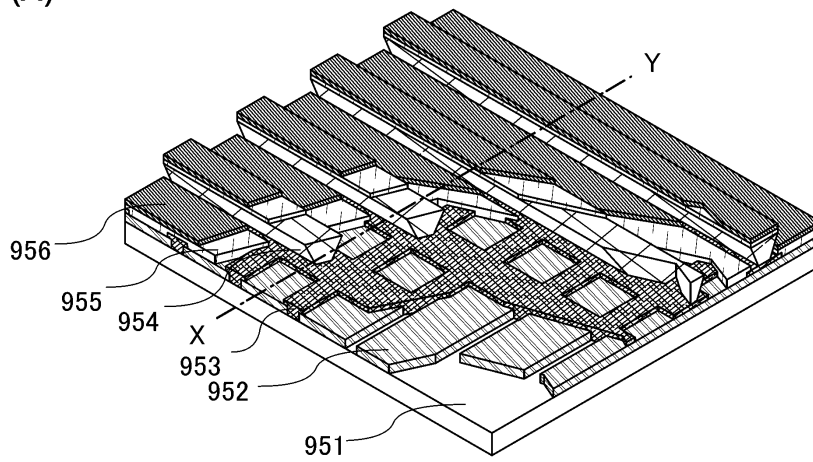


도면4

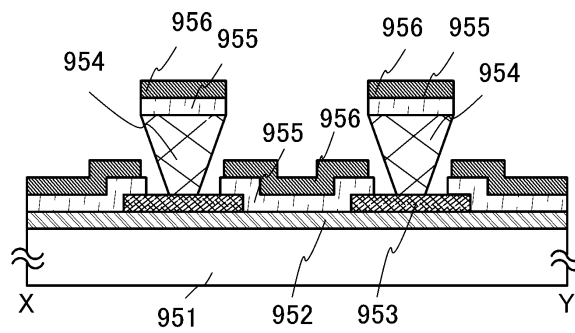


도면5

(A)

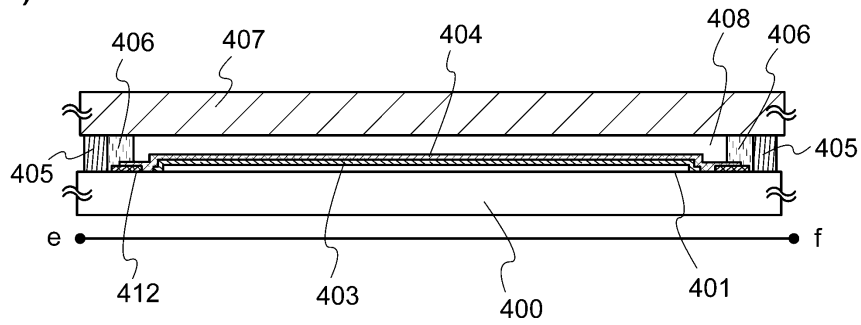


(B)

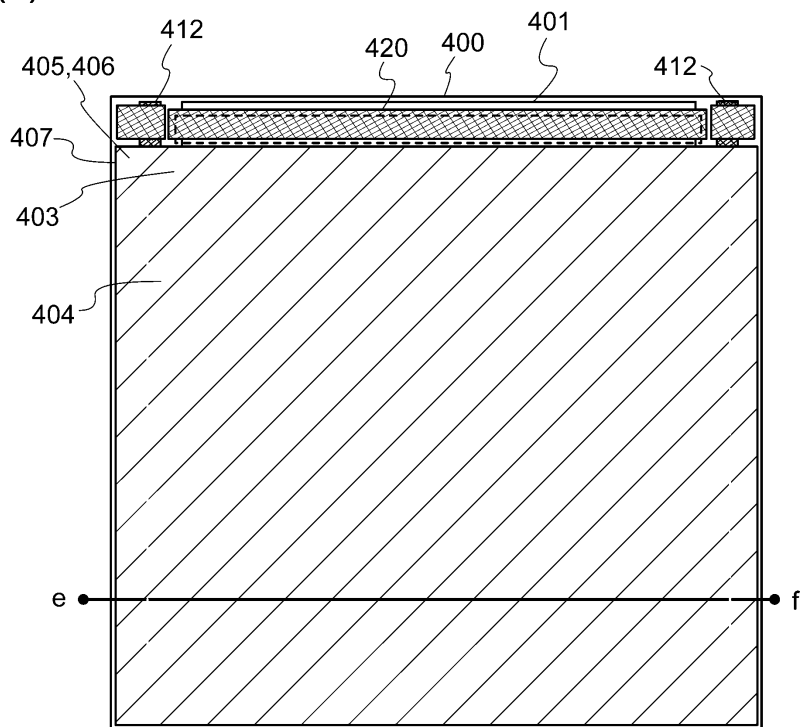


도면6

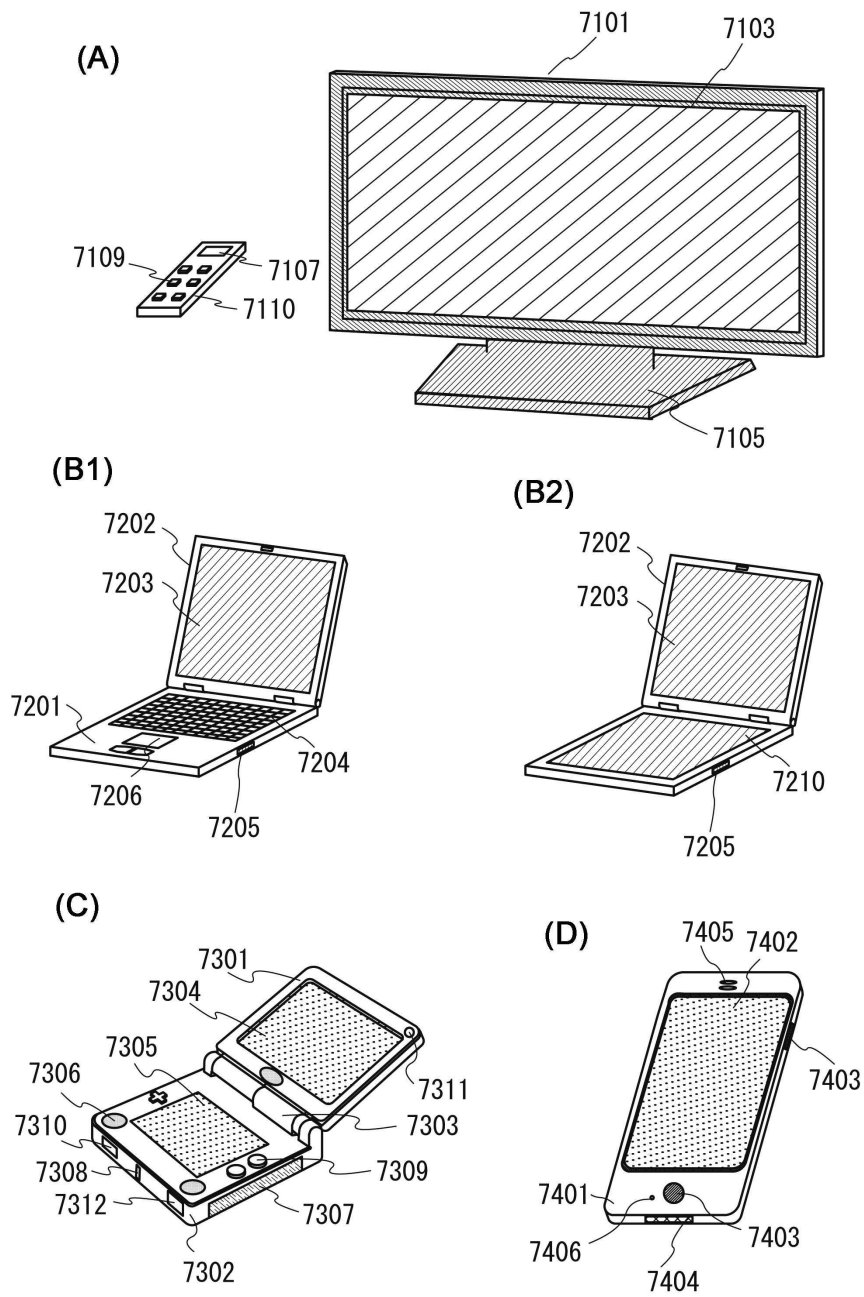
(A)



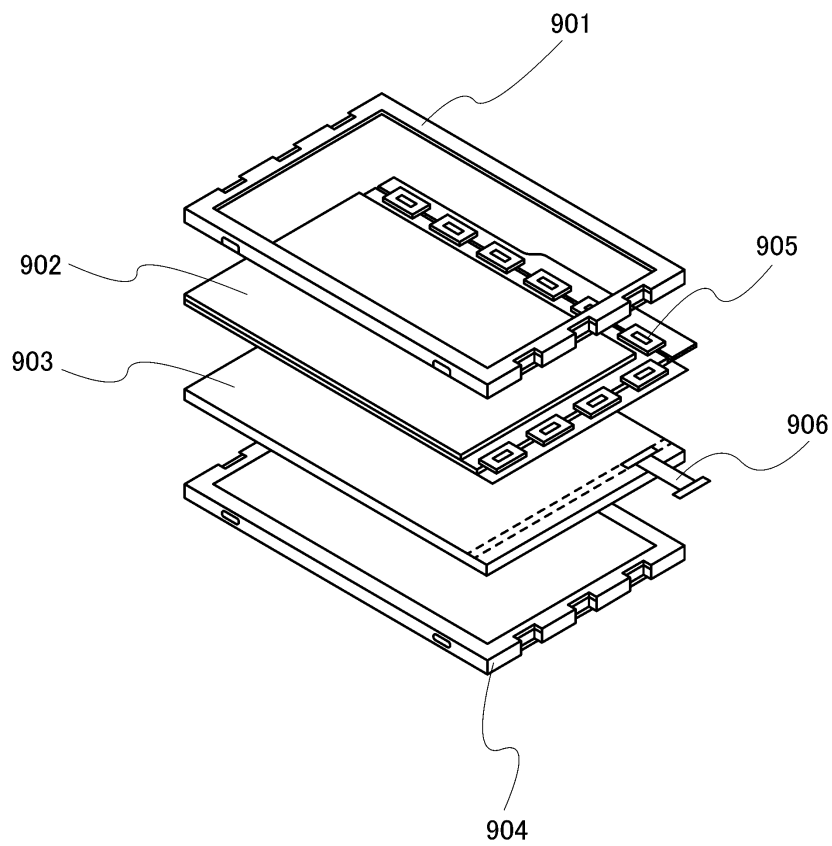
(B)



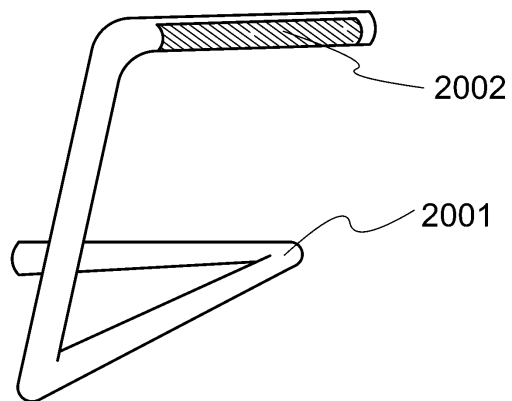
도면7



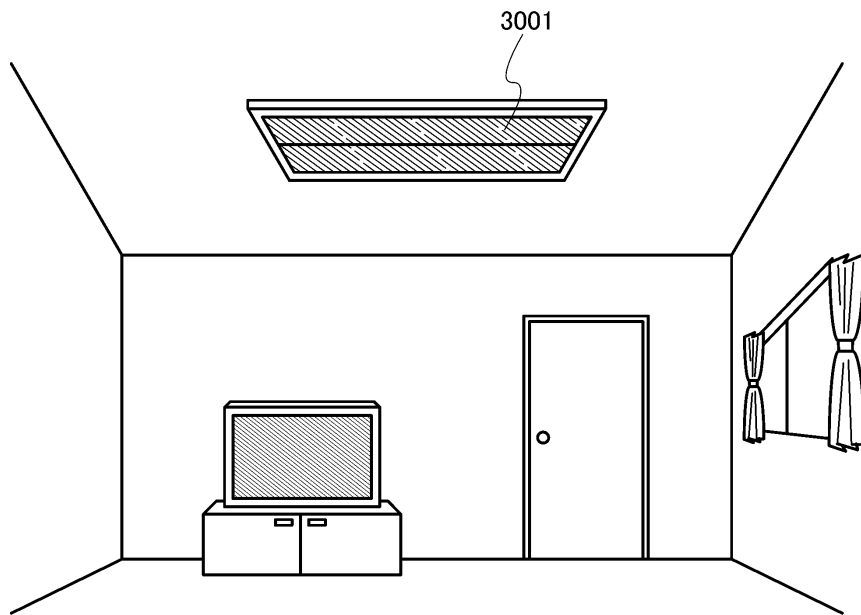
도면8



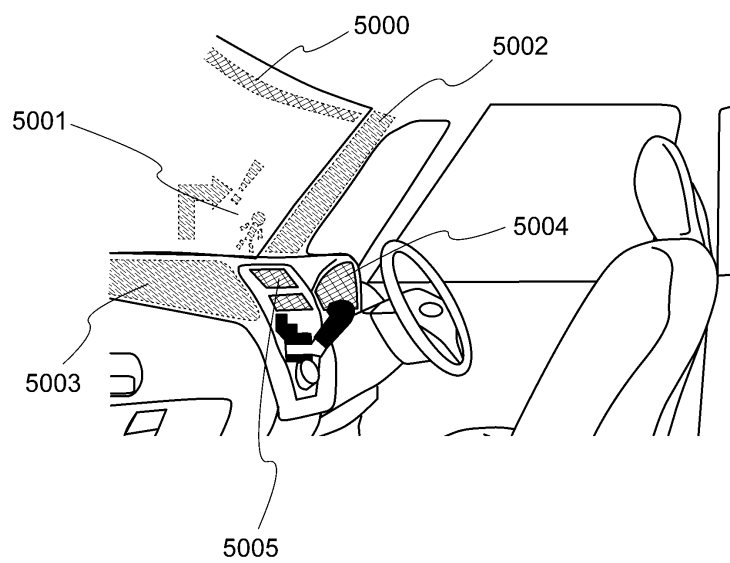
도면9



도면10

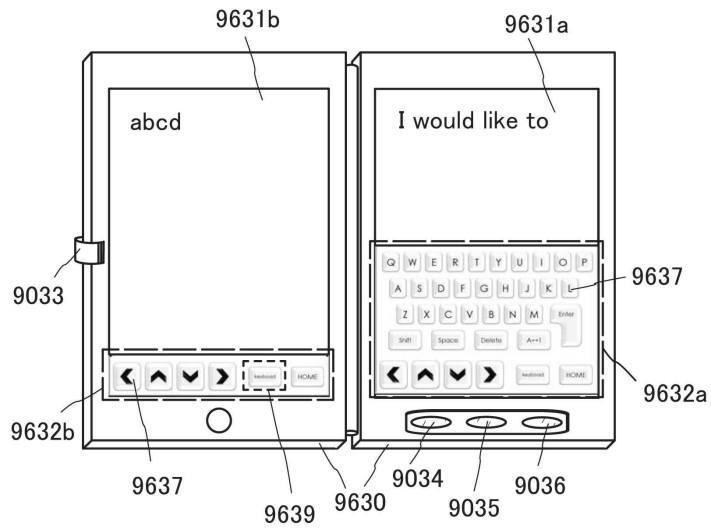


도면11

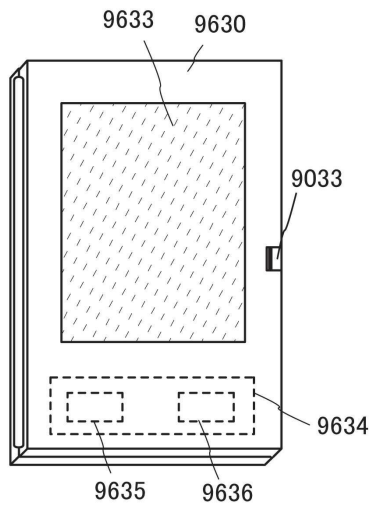


도면12

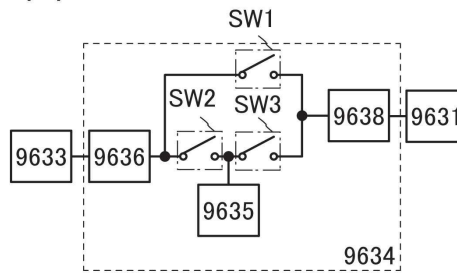
(A)



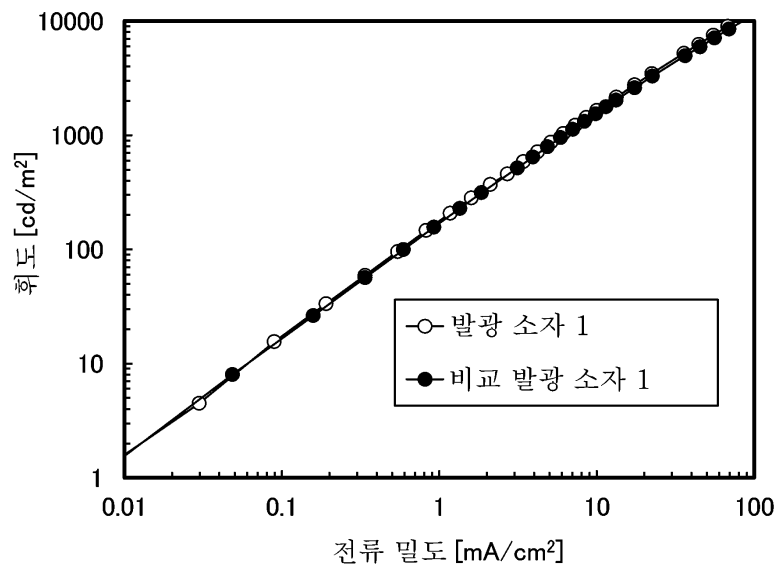
(B)



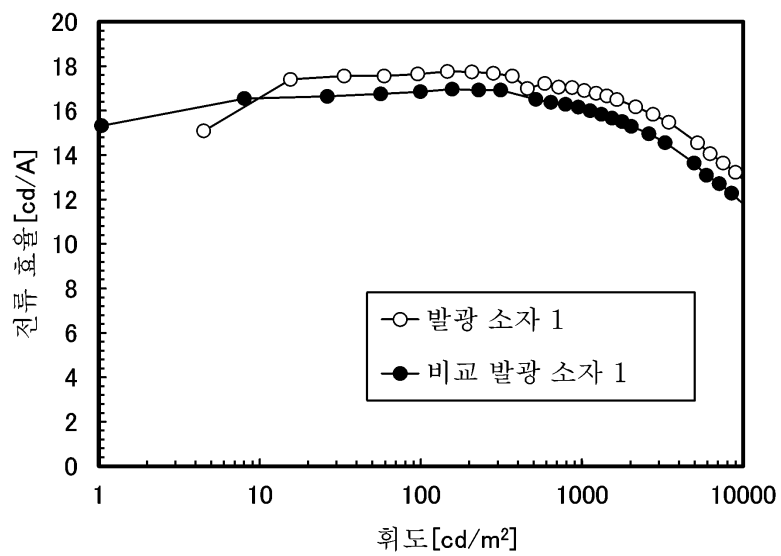
(C)



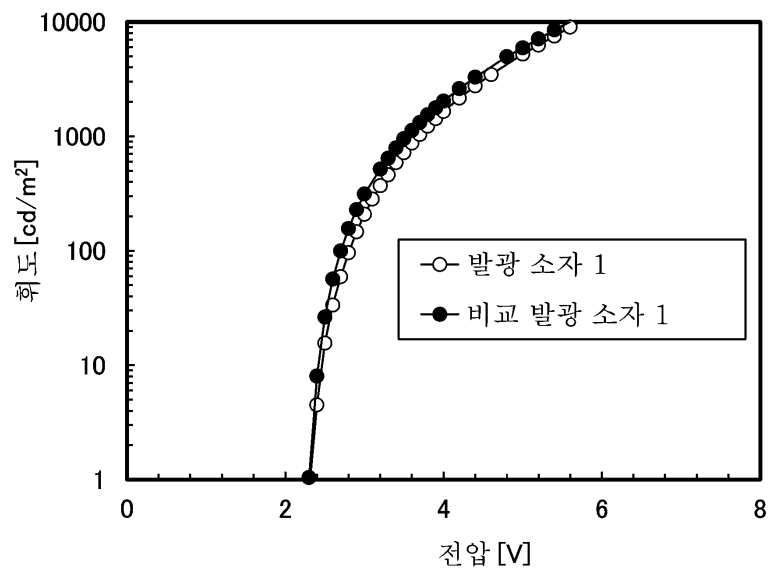
도면13



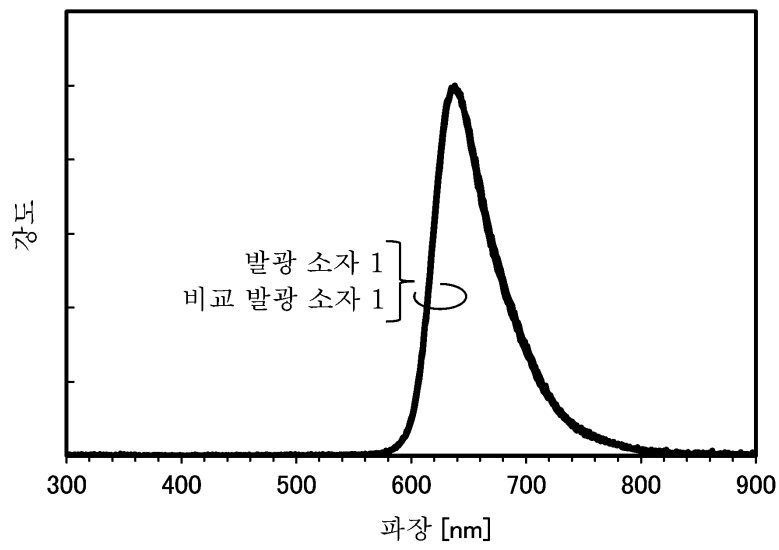
도면14



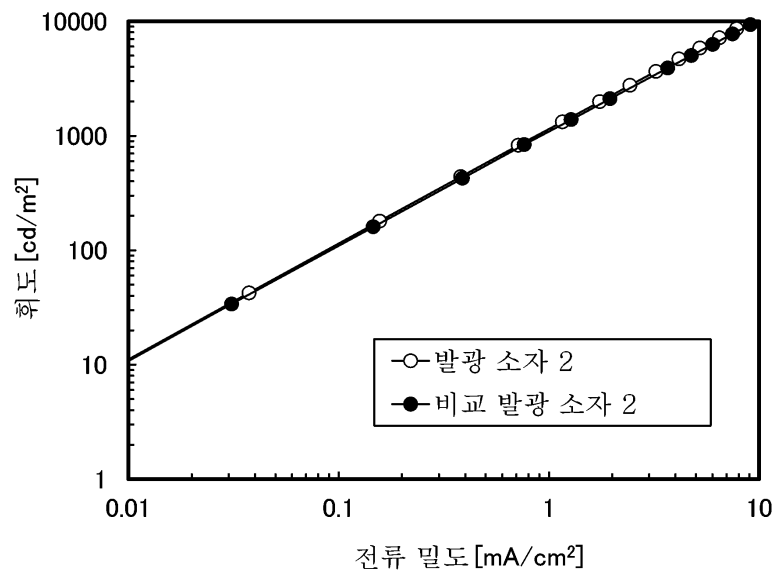
도면15



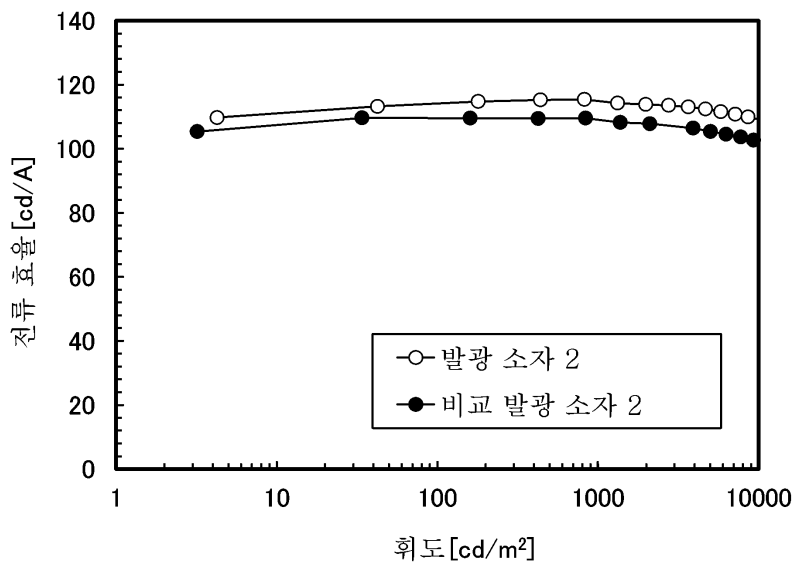
도면16



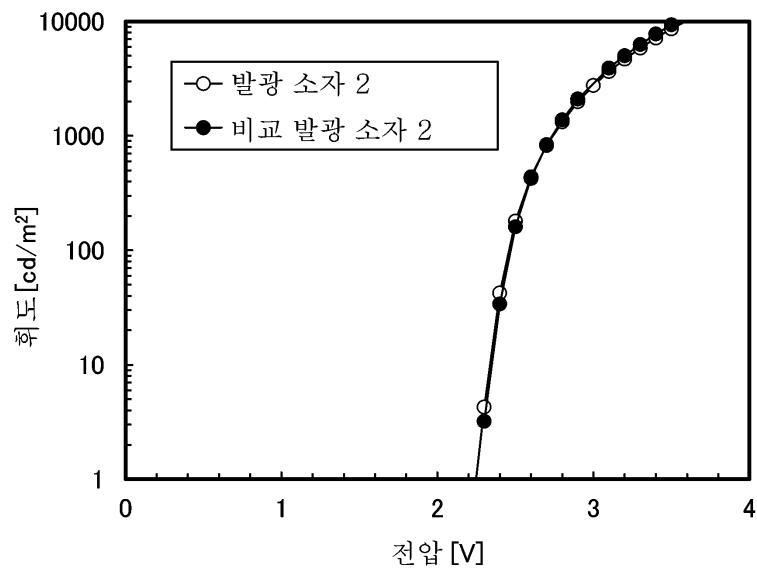
도면17



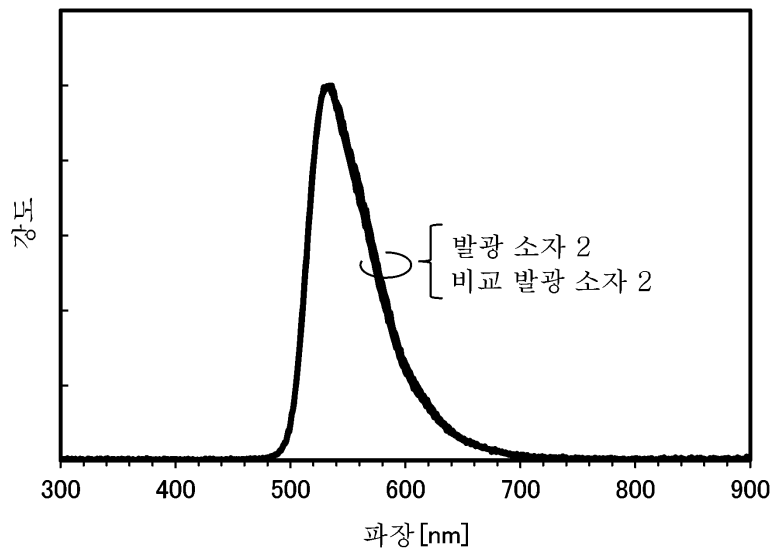
도면18



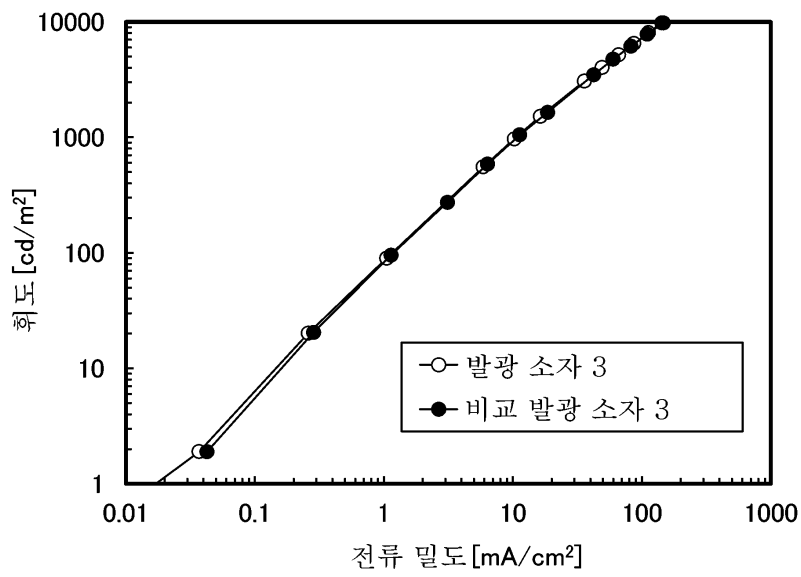
도면19



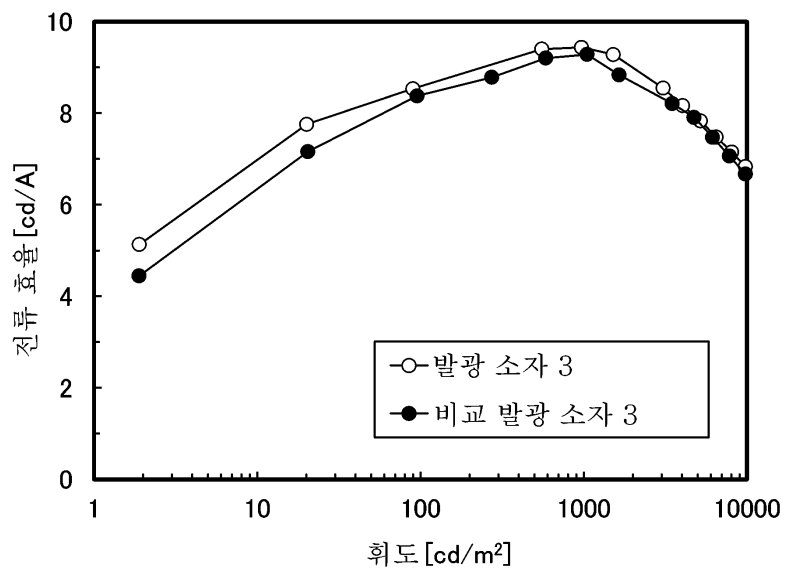
도면20



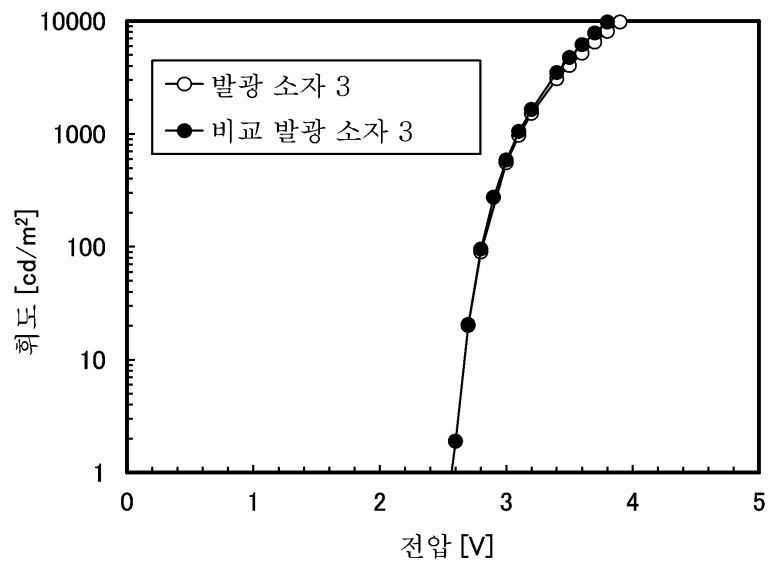
도면21



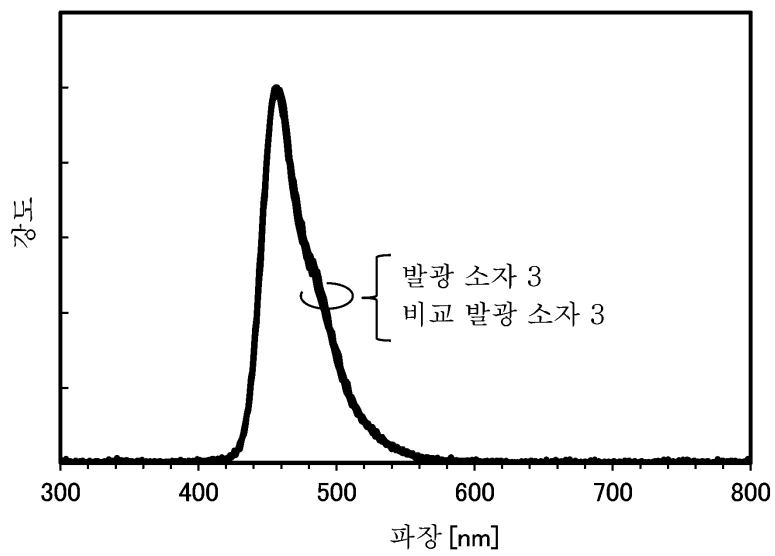
도면22



도면23

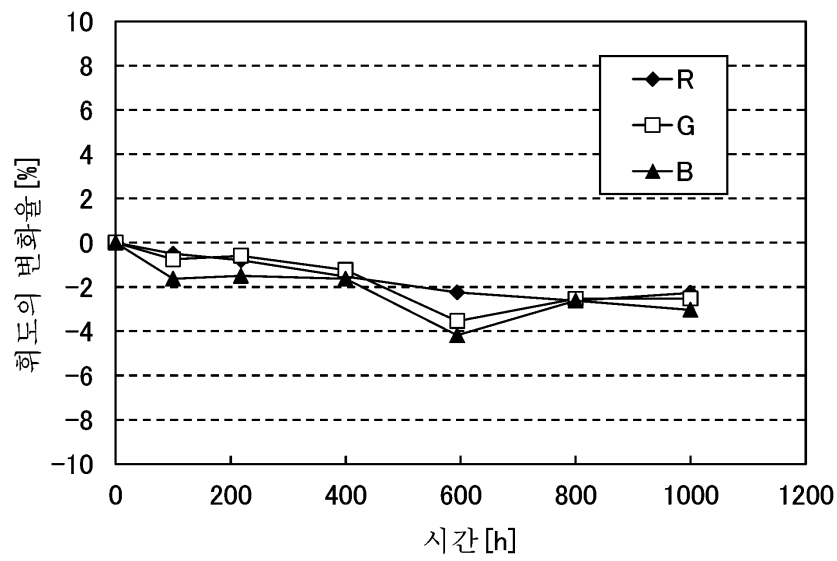


도면24

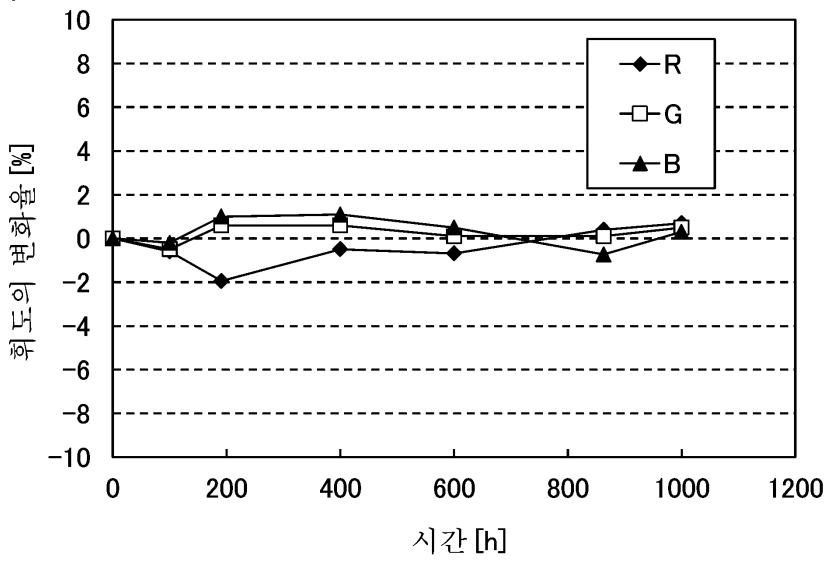


도면25

(A)

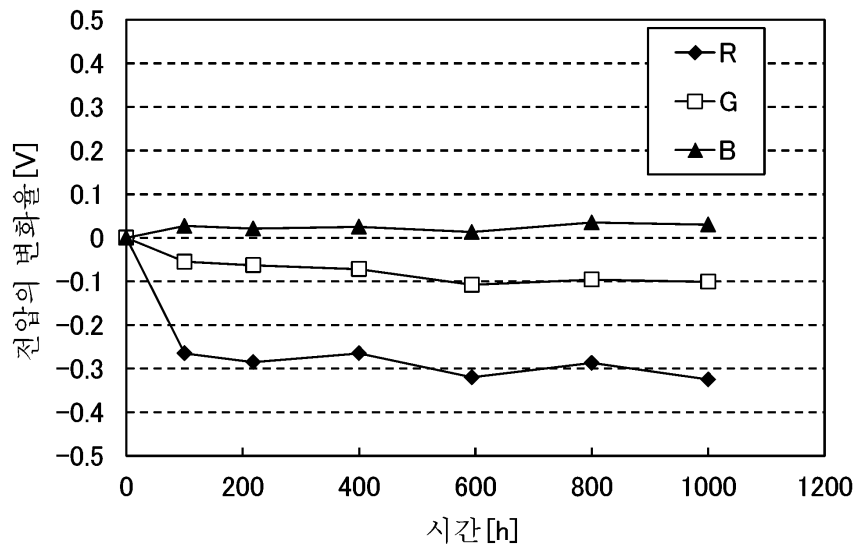


(B)

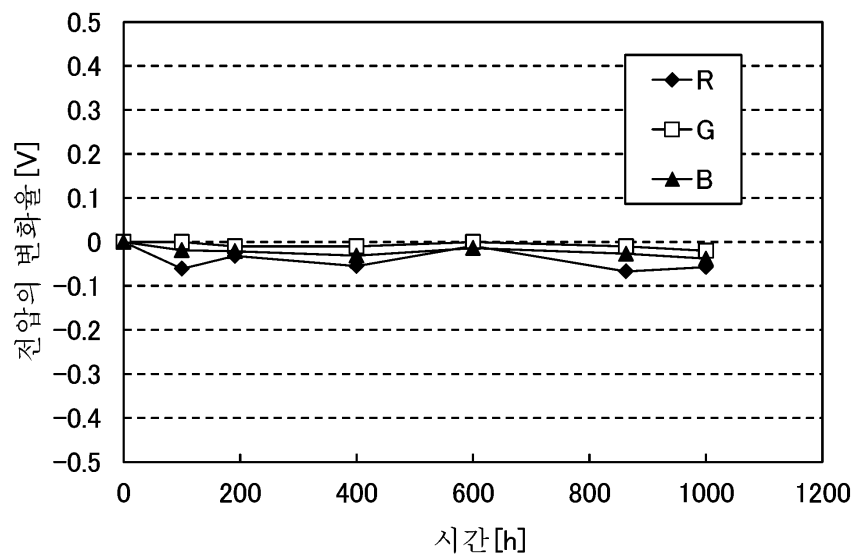


도면26

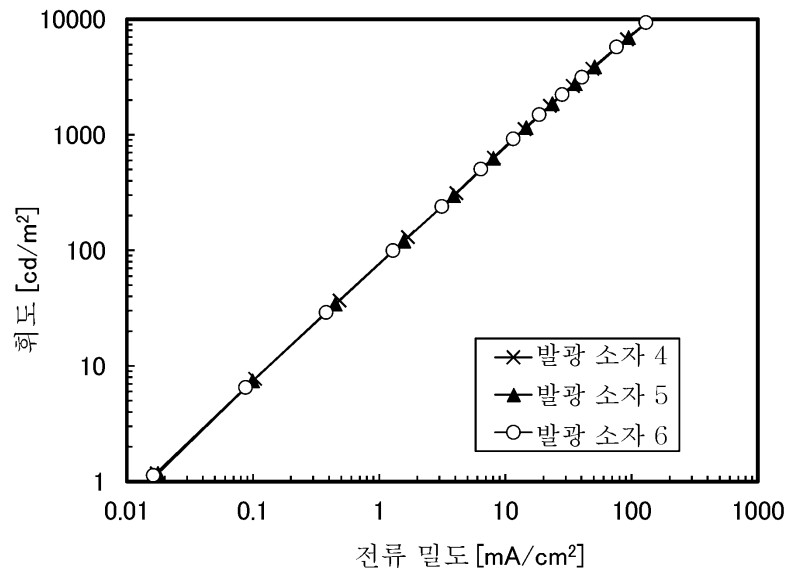
(A)



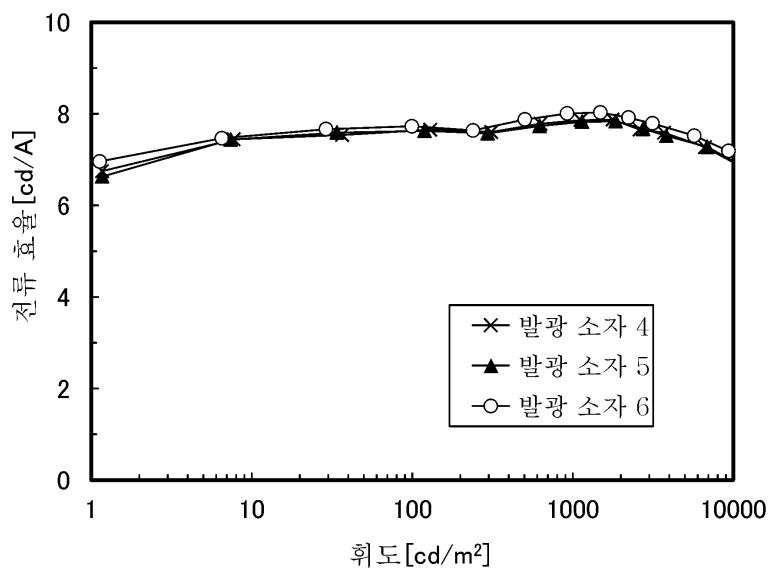
(B)



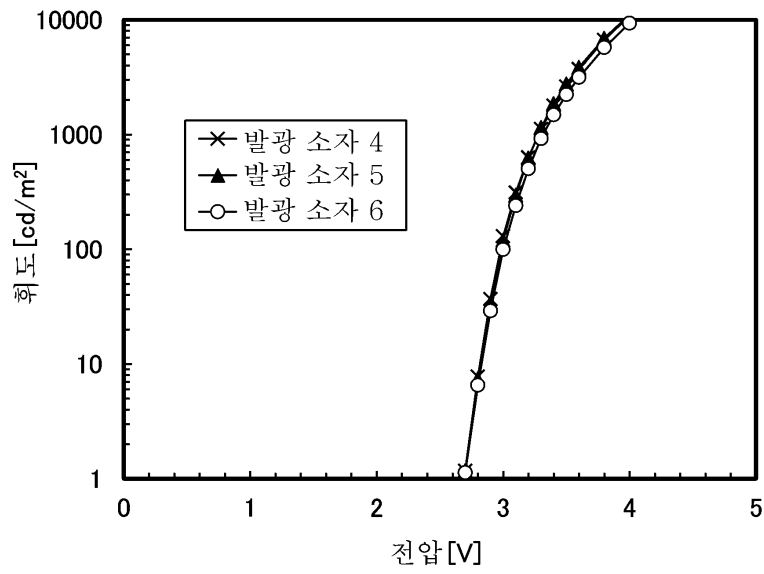
도면27



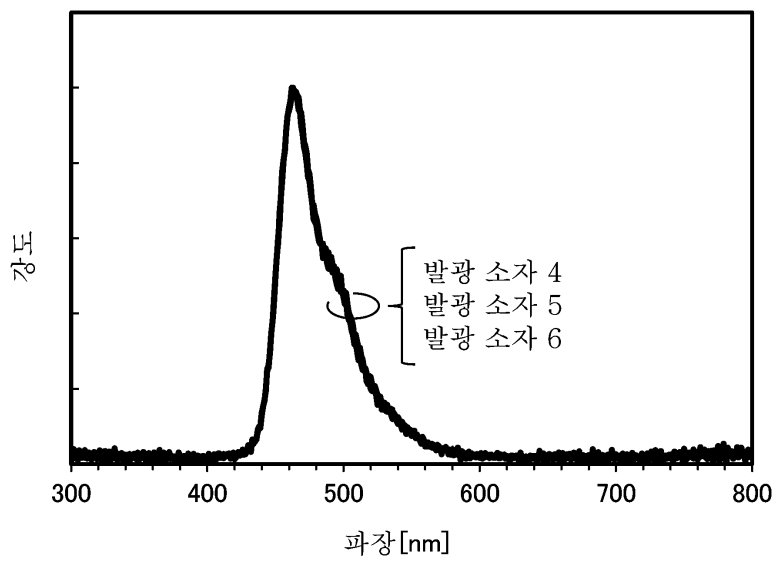
도면28



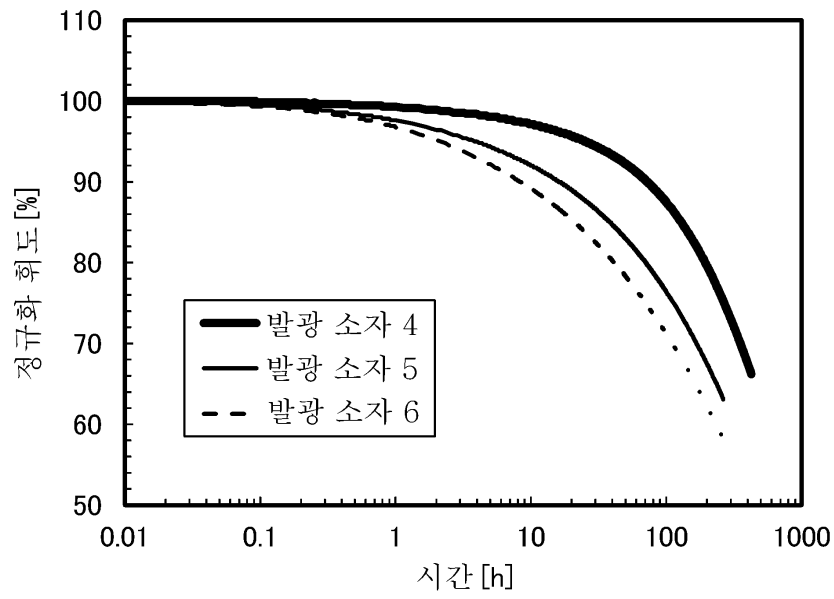
도면29



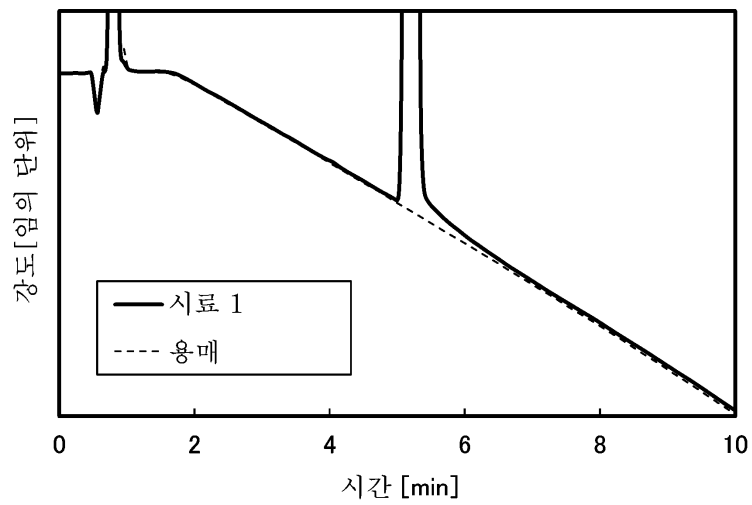
도면30



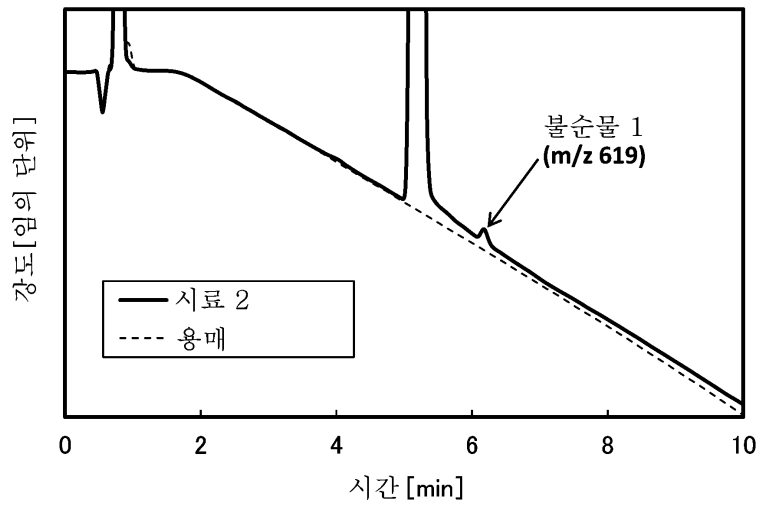
도면31



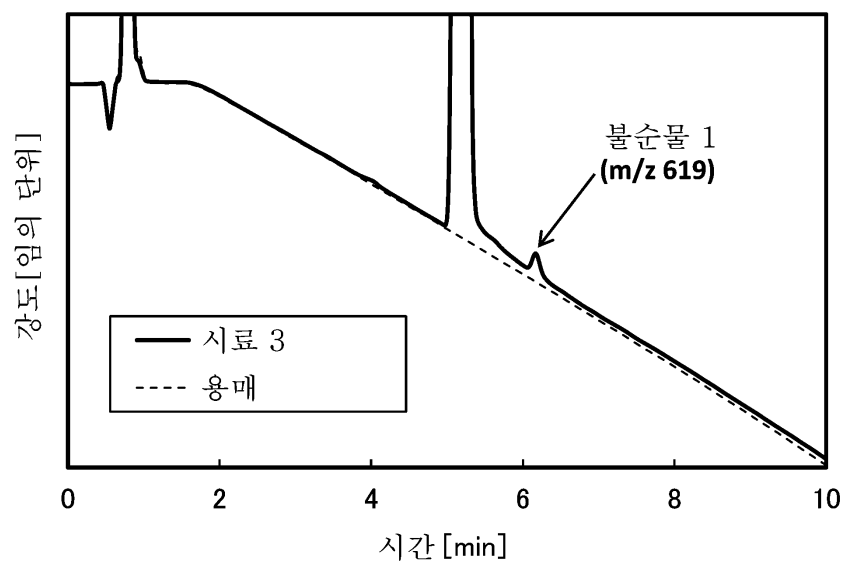
도면32



도면33



도면34



도면35

