



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0156222
(43) 공개일자 2023년11월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H10K 59/00 (2023.01) H10K 50/00 (2023.01)
(52) CPC특허분류
H10K 59/124 (2023.02)
H10K 50/11 (2023.02)
(21) 출원번호 10-2022-0055671
(22) 출원일자 2022년05월04일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
이영탁
경기도 수원시 영통구 광고호수공원로 277 (원천
동, 중흥 S-클래스) 108동 303호
박준영
서울시 성북구 안암로 145 고려대학교
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 고려

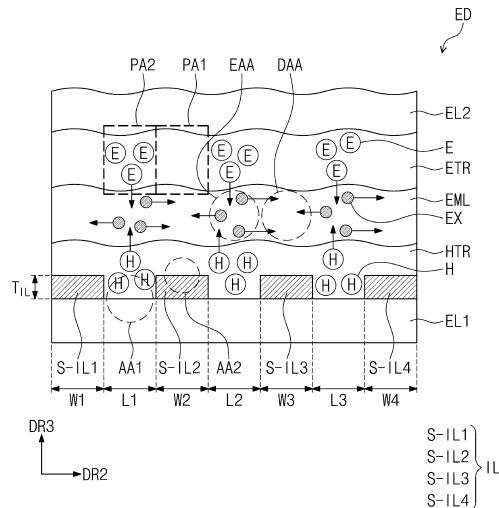
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 발광 소자 및 이를 포함하는 표시 장치

(57) 요약

일 실시예의 발광 소자는 제1 전극, 제1 전극 상에 배치되고, 제1 방향으로 일 간격으로 서로 이격되어 배치되며, 제1 방향과 수직한 제2 방향으로 연장된 바 형상을 갖는 복수 개의 서브 절연층들을 포함하는 절연층, 절연층 상에 배치되며, 제1 전극과 접촉하는 접촉 부분, 및 제1 전극과 비접촉하는 비접촉 부분을 포함하는 정공 수송 영역, 정공 수송 영역 상에 배치되며, 접촉 부분과 중첩하는 발광 부분 및 비접촉 부분과 중첩하는 확산 부분을 포함하는 발광층, 및 발광층 상에 배치된 전자 수송 영역, 및 전자 수송 영역 상에 배치된 제2 전극을 포함함으로써, 우수한 발광 효율을 갖고, 고휘도에서 개선된 물-오프 특성을 나타낼 수 있다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

H10K 50/125 (2023.02)

H10K 50/15 (2023.02)

H10K 50/16 (2023.02)

H10K 59/122 (2023.02)

H10K 2102/351 (2023.02)

(72) 발명자

이승원

서울시 성북구 안암로 145 고려대학교

주병권

서울시 성북구 안암로 145 고려대학교

이재영

경기도 용인시 수지구 상현동 상현마을 현대성우
아파트 103-1102

박재원

서울시 성북구 안암로 145 고려대학교

황영현

서울시 성북구 안암로 145 고려대학교

황하

서울시 성북구 안암로 145 고려대학교

명세서

청구범위

청구항 1

제1 전극;

상기 제1 전극 상에 배치되고, 제1 방향으로 일 간격으로 서로 이격되어 배치되며, 상기 제1 방향과 수직인 제2 방향으로 연장된 바 형상을 갖는 복수 개의 서브 절연층들을 포함하는 절연층;

상기 절연층 상에 배치되며, 상기 제1 전극과 접촉하는 접촉 부분, 및 상기 제1 전극과 비접촉하는 비접촉 부분을 포함하는 정공 수송 영역;

상기 정공 수송 영역 상에 배치되며, 상기 접촉 부분과 중첩하는 발광 부분, 및 상기 비접촉 부분과 중첩하는 확산 부분을 포함하는 발광층;

상기 발광층 상에 배치된 전자 수송 영역; 및

상기 전자 수송 영역 상에 배치된 제2 전극을 포함하는 발광 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 발광층은 450nm 이상 520nm 이하의 광을 방출하는 발광 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 서브 절연층들 각각의 두께는 30nm 이상 60nm 이하인 발광 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 서브 절연층들 각각의 상기 제1 방향으로의 너비는 150nm 이상 200nm 이하인 발광 소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전자 수송 영역은 상기 복수 개의 서브 절연층들과 중첩하는 복수 개의 제1 부분들, 및 상기 서브 절연층들과 비중첩하는 복수 개의 제2 부분들을 포함하고,

상기 제1 부분들은 각각 상기 제2 전극 방향으로 볼록한 형상을 갖고, 상기 제2 부분들은 각각 상기 제1 전극 방향으로 볼록한 형상을 갖는 발광 소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

인접한 상기 서브 절연층들의 이격 간격과 상기 인접한 서브 절연층들중 하나의 상기 제1 방향으로의 너비의 합은 500nm 이상 600nm 이하인 발광 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 서브 절연층은 레이저 간섭 리소그래피용 감광제를 포함하는 발광 소자.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 절연층은 가시광선에 대한 투과도가 85% 이상인 발광 소자.

청구항 9

제1항에 있어서,
상기 발광층은 열활성 지연 형광 발광, 초형광 발광, 또는 인광 발광하는 발광 소자.

청구항 10

제1항에 있어서,
상기 발광층에서 엑시톤이 형성되고,
상기 발광 부분에서의 상기 엑시톤의 밀도는
상기 확산 부분에서의 상기 엑시톤의 밀도보다 큰 발광 소자.

청구항 11

제1 내지 제3 발광 영역으로 구분되는 표시 장치에 있어서,
베이스 기판;
상기 베이스 기판 상에 배치된 회로층; 및
상기 회로층 상에 배치되며 개구부가 정의된 화소 정의막, 및 제1 내지 제3 발광 소자를 포함하는 발광 소자층;
을 포함하고,
상기 제1 내지 제3 발광 소자는 각각
상기 화소 정의막에 의해 노출된 제1 전극;
상기 제1 전극 상에 배치되고, 상기 개구부 내에 제1 방향으로 일 간격으로 서로 이격되어 배치되며, 평면상에서 봤을 때 상기 제1 방향과 수직인 제2 방향으로 연장된 바 형상을 갖는 복수 개의 서브 절연층들을 포함하는 절연층을 포함하는 절연층;
상기 절연층 상에 배치되며, 상기 제1 전극과 접촉하는 접촉 부분, 및 상기 제1 전극과 비접촉하는 비접촉 부분을 포함하는 정공 수송 영역;
상기 정공 수송 영역 상에 배치되며, 상기 화소 정의막에 의해 구분되는 발광층;
상기 발광층 상에 배치된 전자 수송 영역; 및
상기 전자 수송 영역 상에 배치된 제2 전극; 을 포함하는 표시 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,
상기 발광층은 열활성 지연 형광 발광, 초형광 발광, 또는 인광 발광하는 표시 장치.

청구항 13

제11항에 있어서,
상기 발광층은
상기 제1 발광 영역에 대응하여 배치된 제1 발광층, 상기 제2 발광 영역에 대응하여 배치된 제2 발광층, 및 상기 제3 발광 영역에 대응하여 배치된 제3 발광층을 포함하고,
상기 제1 발광층 내지 제3 발광층은 각각 서로 다른 파장 영역의 광을 방출하는 표시 장치.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 전자 수송 영역은 상기 복수 개의 서브 절연층들과 중첩하는 복수 개의 제1 부분들, 및 상기 서브 절연층들과 비중첩하는 복수 개의 제2 부분들을 포함하고,

상기 제1 부분들은 각각 상기 제2 전극 방향으로 볼록한 형상을 갖고, 상기 제2 부분들은 각각 상기 제1 전극 방향으로 볼록한 형상을 갖는 표시 장치.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 제1 내지 제3 발광 소자 중 적어도 하나에서, 상기 서브 절연층들 각각의 두께는 30nm 이상 60nm 이하인 표시 장치.

청구항 16

제11항에 있어서,

인접한 상기 서브 절연층들의 이격 간격과 상기 인접한 서브 절연층들 중 하나의 상기 제1 방향으로의 너비의 합은 500nm 이상 600nm 이하인 표시 장치.

청구항 17

제11항에 있어서,

상기 제1 내지 제3 발광 소자 중 적어도 하나에서, 상기 서브 절연층들 각각의 상기 제1 방향으로의 너비는 150nm 이상 200nm 이하인 표시 장치.

청구항 18

제11항에 있어서,

상기 절연층은 가시광선에 대한 투과도가 85% 이상인 표시 장치.

청구항 19

제11항에 있어서,

상기 서브 절연층은 레이저 간섭 리소그래피용 감광제를 포함하는 표시 장치.

청구항 20

제11항에 있어서,

상기 발광층은 상기 접촉 부분과 중첩하는 발광 부분, 및 상기 비접촉 부분과 중첩하는 확산 부분을 포함하고,

상기 발광층에서 엑시톤이 형성되고,

상기 발광 부분에서의 상기 엑시톤의 밀도는

상기 확산 부분에서의 상기 엑시톤의 밀도보다 큰 표시 장치.

발명의 설명**기술 분야**

본 발명은 발광 소자 및 이를 포함하는 표시 장치에 관한 것이고, 보다 상세하게는 발광층과 정공 수송 영역 사이에 절연층을 포함하는 발광 소자 및 이를 포함하는 표시 장치에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 최근, 영상 표시 장치로서, 유기 전계 발광 표시 장치(Organic Electroluminescence Display)의 개발이 왕성하게 이루어져 왔다. 유기 전계 발광 표시 장치는 액정 표시 장치 등과는 다르고, 제1 전극 및 제2 전극으로부터 주입된 정공 및 전자를 발광층에 있어서 재결합시킴으로써, 발광층에 있어서 유기 화합물을 포함하는 발광 재료를 발광시켜서 표시를 실현하는 소위 자발광형의 표시 장치이다.
- [0003] 발광 소자를 표시 장치에 응용함에 있어서는, 발광 소자의 저 구동 전압화, 고 발광 효율화 및 장수명화가 요구되고 있으며, 이를 안정적으로 구현할 수 있는 발광 소자의 구조의 개발이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 본 발명의 목적은 고 발광 효율을 갖고, 및 고휘도에서의 롤-오프 특성이 개선된 발광 소자, 및 이를 포함하는 표시 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0005] 일 실시예는 제1 전극, 상기 제1 전극 상에 배치되고, 제1 방향으로 일 간격으로 서로 이격되어 배치되며, 상기 제1 방향과 수직한 제2 방향으로 연장된 바 형상을 갖는 복수 개의 서브 절연층들을 포함하는 절연층, 상기 절연층 상에 배치되며, 상기 제1 전극과 접촉하는 접촉 부분, 및 상기 제1 전극과 비접촉하는 비접촉 부분을 포함하는 정공 수송 영역, 상기 정공 수송 영역 상에 배치되며, 상기 접촉 부분과 중첩하는 발광 부분, 및 상기 비접촉 부분과 중첩하는 확산 부분을 포함하는 발광층, 상기 발광층 상에 배치된 전자 수송 영역, 및 상기 전자 수송 영역 상에 배치된 제2 전극을 포함하는 발광 소자를 제공한다.
- [0006] 상기 발광층은 450nm 이상 520nm 이하의 광을 방출하는 것일 수 있다.
- [0007] 상기 서브 절연층들 각각의 두께는 30nm 이상 60nm 이하인 것일 수 있다.
- [0008] 상기 서브 절연층들 각각의 상기 제1 방향으로의 너비는 150nm 이상 200nm 이하인 것일 수 있다.
- [0009] 상기 전자 수송 영역은 상기 복수 개의 서브 절연층들과 중첩하는 복수 개의 제1 부분들, 및 상기 서브 절연층들과 비중첩하는 복수 개의 제2 부분들을 포함하고, 상기 제1 부분들은 각각 상기 제2 전극 방향으로 볼록한 형상을 갖고, 상기 제2 부분들은 각각 상기 제1 전극 방향으로 볼록한 형상을 갖는 것일 수 있다.
- [0010] 인접한 상기 서브 절연층들의 이격 간격과 상기 인접한 서브 절연층들중 하나의 상기 제1 방향으로의 너비의 합은 500nm 이상 600nm 이하인 것일 수 있다.
- [0011] 상기 서브 절연층은 레이저 간섭 리소그래피용 감광제를 포함하는 것일 수 있다.
- [0012] 상기 절연층은 가시광선에 대한 투과도가 85% 이상인 것일 수 있다.
- [0013] 상기 발광층은 열활성 지연 형광 발광, 초형광 발광, 또는 인광 발광하는 것일 수 있다.
- [0014] 상기 발광층에서 엑시톤이 형성되고, 상기 발광 부분에서의 상기 엑시톤의 밀도는 상기 확산 부분에서의 상기 엑시톤의 밀도보다 큰 것일 수 있다.
- [0015] 다른 실시예는 제1 내지 제3 발광 영역으로 구분되고, 베이스 기관, 상기 베이스 기관 상에 배치된 회로층, 및 상기 회로층 상에 배치되며 개구부가 정의된 화소 정의막, 및 제1 내지 제3 발광 소자를 포함하는 발광 소자층을 포함하고, 상기 제1 내지 제3 발광 소자는 각각 상기 화소 정의막에 의해 노출된 제1 전극, 상기 제1 전극 상에 배치되고, 상기 개구부 내에 제1 방향으로 일 간격으로 서로 이격되어 배치되며, 평면상에서 봤을 때 상기 제1 방향과 수직한 제2 방향으로 연장된 바 형상을 갖는 복수 개의 서브 절연층들을 포함하는 절연층을 포함하는 절연층, 상기 절연층 상에 배치되며, 상기 제1 전극과 접촉하는 접촉 부분, 및 상기 제1 전극과 비접촉하는 비접촉 부분을 포함하는 정공 수송 영역, 상기 정공 수송 영역 상에 배치되며, 상기 화소 정의막에 의해 구분되는 발광층, 상기 발광층 상에 배치된 전자 수송 영역, 및 상기 전자 수송 영역 상에 배치된 제2 전극; 을 포함하는 표시 장치를 제공한다.
- [0016] 상기 발광층은 열활성 지연 형광 발광, 초형광 발광, 또는 인광 발광하는 것일 수 있다.

- [0017] 상기 발광층은 상기 제1 발광 영역에 대응하여 배치된 제1 발광층, 상기 제2 발광 영역에 대응하여 배치된 제2 발광층, 및 상기 제3 발광 영역에 대응하여 배치된 제3 발광층을 포함하고, 상기 제1 발광층 내지 제3 발광층은 각각 서로 다른 파장 영역의 광을 방출하는 것일 수 있다.
- [0018] 상기 전자 수송 영역은 상기 복수 개의 서브 절연층들과 중첩하는 복수 개의 제1 부분들, 및 상기 서브 절연층들과 비중첩하는 복수 개의 제2 부분들을 포함하고, 상기 제1 부분들은 각각 상기 제2 전극 방향으로 볼록한 형상을 갖고, 상기 제2 부분들은 각각 상기 제1 전극 방향으로 볼록한 형상을 갖는 것일 수 있다.
- [0019] 상기 제1 내지 제3 발광 소자 중 적어도 하나에서, 상기 서브 절연층들 각각의 두께는 30nm 이상 60nm 이하인 것일 수 있다.
- [0020] 인접한 상기 서브 절연층들의 이격 간격과 상기 인접한 서브 절연층들 중 하나의 상기 제1 방향으로의 너비의 합은 500nm 이상 600nm 이하인 것일 수 있다.
- [0021] 상기 제1 내지 제3 발광 소자 중 적어도 하나에서, 상기 서브 절연층들 각각의 상기 제1 방향으로의 너비는 150nm 이상 200nm 이하인 것일 수 있다.
- [0022] 상기 절연층은 가시광선에 대한 투과도가 85% 이상인 것일 수 있다.
- [0023] 상기 서브 절연층은 레이저 간섭 리소그래피용 감광제를 포함하는 것일 수 있다.
- [0024] 상기 발광층은 상기 접촉 부분과 중첩하는 발광 부분, 및 상기 비접촉 부분과 중첩하는 확산 부분을 포함하고, 상기 발광층에서 엑시톤이 형성되고, 상기 발광 부분에서의 상기 엑시톤의 밀도는 상기 확산 부분에서의 상기 엑시톤의 밀도보다 큰 것일 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 일 실시예의 발광 소자는 발광층과 정공 수송 영역 사이에 서로 이격되어 배치된 바 형태의 서브 절연층들을 포함하는 절연층을 포함함으로써, 고 발광 효율 및 고휘도에서의 롤-오프 현상을 억제할 수 있다.
- [0026] 일 실시예의 표시 장치는 발광층과 정공 수송 영역 사이에 서로 이격되어 배치된 바 형태의 서브 절연층들을 포함하는 절연층을 포함하는 발광 소자를 포함함으로써, 고 발광 효율, 및 고휘도에서 개선된 롤-오프 현상을 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 일 실시예의 표시 장치의 사시도이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 표시 장치의 단면도이다.
- 도 3은 일 실시예에 따른 표시 모듈의 평면을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 표시 모듈의 단면도이다.
- 도 5는 일 실시예에 따른 표시 모듈 일부분의 평면도이다.
- 도 6는 일 실시예의 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.
- 도 7은 일 실시예의 발광 소자의 일부분을 개략적으로 나타낸 사시도이다.
- 도 8은 비교예에 따른 발광 소자의 일부분을 나타낸 사시도이다.
- 도 9는 일 실시예에 따른 발광 소자에서 발광 파장, 광추출 향상 인자, 및 서브 절연층의 주기의 관계를 시뮬레이션 한 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 10a는 실시예에 따른 발광 소자와 비교예에 따른 발광 소자들의 전압에 따른 전류 밀도, 및 휘도 변화를 나타낸 그래프이다.
- 도 10b는 실시예에 따른 발광 소자와 비교예에 따른 발광 소자들의 휘도에 따른 외부 양자 효율의 변화를 나타낸 그래프이다.
- 도 10c는 실시예에 따른 발광 소자의 너비에 따른 광 추출 향상 인자 변화를 나타낸 그래프이다.
- 도 11a는 실시예에 따른 발광 소자와 비교예에 따른 발광 소자들의 전압에 따른 전류 밀도, 및 휘도 변화를 나

타낸 그래프이다.

도 11b는 실시예에 따른 발광 소자와 비교예에 따른 발광 소자들의 휘도에 따른 외부 양자 효율의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 11c는 실시예에 따른 발광 소자의 두께에 따른 광 추출 향상 인자 변화를 나타낸 그래프이다.

도 12a는 실시예에 따른 발광 소자와 비교예에 따른 발광 소자들의 휘도에 따른 외부 양자 효율의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 12b는 실시예에 따른 발광 소자와 비교예에 따른 발광 소자들의 휘도에 따른 외부 양자 효율의 변화를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0029] 본 명세서에서, 어떤 구성요소(또는 영역, 층, 부분 등)가 다른 구성요소 “상에 있다”, “연결된다”, 또는 “결합된다” 고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 배치/연결/결합될 수 있거나 또는 그들 사이에 제3의 구성요소가 배치될 수도 있다는 것을 의미한다.
- [0030] 한편, 본 출원에서 “직접 배치”된다는 것은 층, 막, 영역, 판 등의 부분과 다른 부분 사이에 추가되는 층, 막, 영역, 판 등이 없는 것을 의미하는 것일 수 있다. 예를 들어, “직접 배치”된다는 것은 두 개의 층 또는 두 개의 부재들 사이에 접착 부재 등의 추가 부재를 사용하지 않고 배치하는 것을 의미하는 것일 수 있다.
- [0031] 동일한 도면부호는 동일한 구성요소를 지칭한다. 또한, 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께, 비율, 및 치수는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. “및/또는”은 연관된 구성요소들이 정의할 수 있는 하나 이상의 조합을 모두 포함한다.
- [0032] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0033] 또한, “아래에”, “하측에”, “위에”, “상측에” 등의 용어는 도면에 도시된 구성요소들의 연관관계를 설명하기 위해 사용된다. 상기 용어들은 상대적인 개념으로, 도면에 표시된 방향을 기준으로 설명된다. 본 명세서에서 “상에 배치되는” 것은 어느 하나의 부재의 상부뿐 아니라 하부에 배치되는 경우도 나타내는 것일 수 있다.
- [0034] 포함하다” 또는 “가지다” 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0035] 다르게 정의되지 않는 한, 본 명세서에서 사용된 모든 용어(기술 용어 및 과학 용어 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖는다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에서 정의된 용어와 같은 용어는 관련 기술의 맥락에서 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하고, 여기서 명시적으로 정의되지 않는 한 너무 이상적이거나 지나치게 형식적인 의미로 해석되어서는 안된다.
- [0036] 이하, 도면들을 참조하여 일 실시예에 따른 표시 장치에 대하여 설명한다.
- [0037] 도 1은 일 실시예의 표시 장치의 사시도이다. 도 2는 일 실시예에 따른 표시 장치의 단면도이다. 도 2는 도 1의 I-I'선에 대응하는 단면도이다. 도 3은 일 실시예에 따른 표시 모듈의 평면을 나타낸 도면이다. 도 4는 일 실시예에 따른 표시 모듈의 단면도이다. 도 4는 도 3의 II-II'선에 대응하는 단면을 나타낸 것이다. 도 5는 일 실시예에 따른 표시 모듈 일부분의 평면도이다.
- [0038] 도 1 및 도 2를 참조하면, 일 실시예의 표시 장치(DD)는 전기적 신호에 따라 활성화되는 장치일 수 있다. 예를 들어, 표시 장치(DD)는 휴대폰, 태블릿, 자동차 내비게이션, 게임기, 또는 웨어러블 장치일 수 있으나, 이에 제

한되는 것은 아니다. 도 1에서는 표시 장치(DD)가 휴대폰인 것을 예시적으로 도시하였다.

- [0039] 표시 장치(DD)는 액티브 영역(AA-DD)을 통해 영상(IM)을 표시할 수 있다. 액티브 영역(AA-DD)은 제1 방향축(DR1) 및 제2 방향축(DR2)에 의해 정의된 평면을 포함할 수 있다. 액티브 영역(AA-DD)은 제1 방향축(DR1)과 제2 방향축(DR2)이 정의하는 평면의 적어도 일 측으로부터 벤딩된 곡면을 더 포함할 수 있다. 도 1에 도시된 일 실시예의 표시 장치(DD)는 제1 방향축(DR1)과 제2 방향축(DR2)이 정의하는 평면의 양 측면으로부터 각각 벤딩된 두 개의 곡면을 포함하는 것으로 도시되었다. 하지만, 액티브 영역(AA-DD)의 형상이 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 액티브 영역(AA-DD)은 상기 평면만을 포함할 수도 있고, 액티브 영역(AA-DD)은 상기 평면의 적어도 2개 이상, 예를 들어 4 개의 측면으로부터 각각 벤딩된 4개의 곡면들을 더 포함할 수도 있다.
- [0040] 한편, 도 1 및 이하 도면들에서는 제1 방향축(DR1) 내지 제3 방향축(DR3)을 도시하였으며, 본 명세서에서 설명되는 제1 내지 제3 방향축들(DR1, DR2, DR3)이 지시하는 방향은 상대적인 개념으로서 다른 방향으로 변환될 수 있다. 또한 제1 내지 제3 방향축들(DR1, DR2, DR3)이 지시하는 방향은 제1 내지 제3 방향으로 설명될 수 있으며, 동일한 도면 부호가 사용될 수 있다.
- [0041] 본 명세서에서는 제1 방향축(DR1)과 제2 방향축(DR2)은 서로 직교하고, 제3 방향축(DR3)은 제1 방향축(DR1)과 제2 방향축(DR2)이 정의하는 평면에 대한 법선 방향일 수 있다.
- [0042] 일 실시예의 표시 장치(DD)는 표시 모듈(DM), 및 표시 모듈(DM) 상측에 배치된 윈도우(WM)를 포함하는 것일 수 있다. 표시 모듈(DM)은 베이스층(BS), 베이스층(BS) 상에 배치된 회로층(DP-CL), 회로층(DP-CL) 상에 배치된 발광 소자층(DP-ED)을 포함하는 것일 수 있다.
- [0043] 베이스층(BS)은 발광 소자층(DP-ED)이 배치되는 베이스 면을 제공하는 부재일 수 있다. 베이스층(BS)은 유리기판, 금속기판, 고분자기판 등일 수 있다. 하지만, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며 베이스층(BS)은 무기층, 기능층 또는 복합재료층일 수 있다.
- [0044] 베이스층(BS)은 다층구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 베이스층(BS)은 고분자수지층, 접착층, 및 고분자 수지층의 3층 구조를 가질 수도 있다. 특히, 고분자 수지층은 폴리이미드(polyimide)계 수지를 포함하는 것일 수 있다. 또한, 고분자 수지층은 아크릴(acryl)계 수지, 메타크릴(methacryl)계 수지, 폴리이소프렌(polyisoprene)계 수지, 비닐(vinyl)계 수지, 에폭시(epoxy)계 수지, 우레탄(urethane)계 수지, 셀룰로오스(cellulose)계 수지, 실록산(siloxane)계 수지, 폴리아미드(polyamide)계 수지, 노볼락형 페놀(phenol)계 수지 및 페릴렌(perylene)계 수지 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다. 한편, 본 명세서에서 "~~계" 수지는 "~~"의 작용기를 포함하는 것을 의미한다.
- [0045] 일 실시예에서 회로층(DP-CL)은 베이스층(BS) 상에 배치되고, 회로층(DP-CL)은 복수의 트랜지스터들(미도시)을 포함하는 것일 수 있다. 트랜지스터들(미도시)은 각각 제어 전극, 입력 전극, 및 출력 전극을 포함하는 것일 수 있다. 예를 들어, 회로층(DP-CL)은 발광 소자층(DP-ED)의 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)을 구동하기 위한 스위칭 트랜지스터 및 구동 트랜지스터를 포함하는 것일 수 있다.
- [0046] 발광 소자층(DP-ED)은 회로층(DP-CL) 상에 배치될 수 있다. 발광 소자층(DP-ED)은 화소 정의막(PDL), 화소 정의막(PDL) 사이에 배치된 발광 소자들(ED1, ED2, ED3), 및 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3) 상에 배치된 봉지층(TFE)을 포함할 수 있다. 한편, 발광 소자층(DP-ED)은 발광 소자(ED1, ED2, ED3)로 유기 발광 소자 또는 퀀텀닷 발광 소자 등을 포함하는 것일 수 있다.
- [0047] 일 실시예의 표시 장치(DD)는 발광 소자층(DP-ED)과 윈도우(WM) 사이에 다른 층을 더 포함하는 것일 수 있다. 예를 들어, 일 실시예의 표시 장치(DD)는 발광 소자층(DP-ED)과 윈도우(WM) 사이에 광 경로를 변경시키는 광 경로 제어층, 또는 외부로부터 입사되는 외부광의 반사율을 감소시키는 반사 방지층 등의 광학 기능층들 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0048] 윈도우(WM)는 표시 모듈(DM) 상에 배치될 수 있다. 윈도우(WM)는 표시 장치(DD)의 최상부 층에 해당할 수 있다. 윈도우(WM)는 강화 처리된 강화 유리 기판일 수 있다. 윈도우(WM)는 강화 처리된 표면을 포함하여 외부 충격으로부터 표시 모듈(DM)을 안정적으로 보호할 수 있다. 일 실시예에 따른 윈도우(WM)는 내측 또는 외측의 가장자리에 배치된 인쇄층(미도시)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 인쇄층(미도시)은 주변 영역(NAA-DM)에 대응하여 제공되는 부분일 수 있다. 윈도우(WM)와 표시 모듈(DM) 사이에는 접착부재(미도시)가 더 배치될 수 있다. 접착부재(미도시)는 광학투명접착층(optically clear adhesive layer)을 포함할 수 있다.
- [0049] 표시 모듈(DM)은 액티브 영역(AA-DM) 및 액티브 영역(AA-DM)의 외곽에 이웃하는 주변 영역(NAA-DM)을 포함하는

것일 수 있다. 액티브 영역(AA-DM)은 전기적 신호에 따라 활성화되는 영역일 수 있다. 주변 영역(NAA-DM)은 액티브 영역(AA-DM)을 에워쌀 수 있다. 주변 영역(NAA-DM)에는 액티브 영역(AA-DM)을 구동하기 위한 구동 회로나 구동 배선, 액티브 영역(AA-DM)에 전기적 신호를 제공하는 각종 신호 라인들이나 패드들, 또는 전자 소자 등이 배치될 수 있다.

- [0050] 도 3 내지 도 5를 참조하면, 일 실시예에 따른 표시 장치(DD)는 복수 개의 발광 영역들(PXA)을 포함하는 표시 모듈(DM)을 포함하는 것일 수 있다..
- [0051] 발광 영역들(PXA)은 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3) 각각에 대응하는 제1 발광 영역(PXA-R), 제2 발광 영역(PXA-G), 및 제3 발광 영역(PXA-B)을 포함하는 것일 수 있다. 제1 내지 제3 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)은 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3) 각각에서 생성된 광이 방출되는 영역일 수 있다. 제1 내지 제3 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)은 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3) 각각에서 화소 개구부(OH)에 대응하는 영역일 수 있다.
- [0052] 제1 내지 제3 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)은 평면 상에서 볼 때 서로 중첩하지 않고 구분된 것일 수 있다. 예를 들어, 이웃하는 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B) 사이에는 비발광 영역(NPXA)이 배치될 수 있다.
- [0053] 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B) 각각은 화소 정의막(PDL)으로 구분되는 영역일 수 있다. 비발광 영역들(NPXA)은 이웃하는 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B) 사이의 영역들로 화소 정의막(PDL)과 대응하는 영역일 수 있다. 한편, 본 명세서에서 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B) 각각은 화소(Pixel)에 대응하는 것일 수 있다. 화소 정의막(PDL)은 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)을 구분하는 것일 수 있다. 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)의 발광층(EML-R, EML-G, EML-B)은 화소 정의막(PDL)에 정의된 개구부(OH)에 배치되어 구분될 수 있다. 한편, 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)의 절연층(IL-1, IL-2, IL-3)은 화소 정의막(PDL)에 정의된 개구부(OH)에 배치되어 구분될 수 있다.
- [0054] 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)은 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)에서 생성되는 광의 컬러에 따라 복수 개의 그룹으로 구분될 수 있다. 도 1 및 도 2에 도시된 일 실시예의 표시 장치(DD)에는 적색광, 녹색광, 및 청색광을 발광하는 3개의 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)을 예시적으로 도시하였다. 예를 들어, 일 실시예의 표시 장치(DD)는 서로 구분되는 적색 발광 영역(PXA-R), 녹색 발광 영역(PXA-G), 및 청색 발광 영역(PXA-B)을 포함할 수 있다.
- [0055] 일 실시예에 따른 표시 장치(DD)에서 복수 개의 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)은 서로 상이한 파장 영역의 광을 방출하는 것일 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서 표시 장치(DD)는 적색광을 방출하는 제1 발광 소자(ED-1), 녹색광을 방출하는 제2 발광 소자(ED-2), 및 청색광을 방출하는 제3 발광 소자(ED-3)를 포함할 수 있다. 즉, 표시 장치(DD)의 적색 발광 영역(PXA-R), 녹색 발광 영역(PXA-G), 및 청색 발광 영역(PXA-B)은 각각 제1 발광 소자(ED-1), 제2 발광 소자(ED-2), 및 제3 발광 소자(ED-3)에 대응할 수 있다.
- [0056] 일 실시예에 따른 표시 장치(DD)에서의 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)은 스트라이프 형태로 배열된 것일 수 있다. 도 3을 참조하면, 복수 개의 적색 발광 영역들(PXA-R), 복수 개의 녹색 발광 영역들(PXA-G), 및 복수 개의 청색 발광 영역들(PXA-B)이 각각 제2 방향축(DR2)을 따라 정렬된 것일 수 있다. 또한, 제1 방향축(DR1)을 따라 적색 발광 영역(PXA-R), 녹색 발광 영역(PXA-G), 및 청색 발광 영역(PXA-B)의 순서로 번갈아 가며 배열된 것일 수 있다.
- [0057] 도 3에서는 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)의 면적이 모두 유사한 것으로 도시하였으나, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)의 면적은 방출하는 광의 파장 영역에 따라 서로 상이할 수 있다. 한편, 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)의 면적은 제1 방향축(DR1)과 제2 방향축(DR2)이 정의하는 평면 상에서 보았을 때의 면적을 의미할 수 있다.
- [0058] 한편, 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)의 배열 형태는 도 1에 도시된 것에 한정되지 않으며, 적색 발광 영역(PXA-R), 녹색 발광 영역(PXA-G), 및 청색 발광 영역(PXA-B)이 배열되는 순서는 표시 장치(DD)에서 요구되는 표시 품질의 특성에 따라 다양하게 조합되어 제공될 수 있다. 예를 들어, 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)의 배열 형태는 펜타일(PENTILE™) 배열 형태이거나, 다이아몬드(Diamond Pixel™) 배열 형태를 갖는 것일 수 있다.
- [0059] 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3) 각각은 후술하는 도 6에 따른 일 실시예의 발광 소자(ED)의 구조를 갖는 것일 수 있다. 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3) 각각은 제1 전극(EL1), 절연층(IL-1, IL-2, IL-3), 정공 수송 영역(HTR), 발광층(EML-R, EML-G, EML-B), 전자 수송 영역(ETR), 및 제2 전극(EL2)을 포함할 수 있다.

- [0060] 도 4에서는 화소 정의막(PDL)에 정의된 개구부(OH) 내에 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)의 절연층(IL-1, IL-2, IL-3) 및 발광층(EML-R, EML-G, EML-B)이 배치되며, 정공 수송 영역(HTR), 전자 수송 영역(ETR) 및 제2 전극(EL2)은 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3) 전체에서 공통층으로 제공되는 실시예를 도시하였다. 하지만, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며, 도 2에 도시된 것과 달리 일 실시예에서 정공 수송 영역(HTR) 및 전자 수송 영역(ETR)은 화소 정의막(PDL)에 정의된 개구부(OH) 내부에 패터닝 되어 제공되는 것일 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서 발광 소자(ED-1, ED-2, ED-3)의 정공 수송 영역(HTR), 발광층(EML-R, EML-G, EML-B), 및 전자 수송 영역(ETR) 등은 잉크젯 프린팅법으로 패터닝되어 제공되는 것일 수 있다.
- [0061] 봉지층(TFE)은 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)을 커버하는 것일 수 있다. 봉지층(TFE)은 발광 소자층(DP-ED)을 밀봉하는 것일 수 있다. 봉지층(TFE)은 박막 봉지층일 수 있다. 봉지층(TFE)은 하나의 층 또는 복수의 층들이 적층된 것일 수 있다. 봉지층(TFE)은 적어도 하나의 절연층을 포함한다. 일 실시예에 따른 봉지층(TFE)은 적어도 하나의 무기막(이하, 봉지 무기막)을 포함할 수 있다. 또한, 일 실시예에 따른 봉지층(TFE)은 적어도 하나의 유기막(이하, 봉지 유기막) 및 적어도 하나의 봉지 무기막을 포함할 수 있다.
- [0062] 봉지 무기막은 수분/산소로부터 발광 소자층(DP-ED)을 보호하고, 봉지 유기막은 먼지 입자와 같은 이물질로부터 발광 소자층(DP-ED)을 보호한다. 봉지 무기막은 실리콘 나이트라이드, 실리콘 옥시 나이트라이드, 실리콘 옥사이드, 티타늄옥사이드, 또는 알루미늄옥사이드 등을 포함할 수 있고, 이에 특별히 제한되지 않는다. 봉지 유기막은 아크릴계 화합물, 에폭시계 화합물 등을 포함하는 것일 수 있다. 봉지 유기막은 광중합 가능한 유기물질을 포함하는 것일 수 있으며 특별히 제한되지 않는다.
- [0063] 봉지층(TFE)은 제2 전극(EL2) 상에 배치되고, 개구부(OH)를 채우고 배치될 수 있다.
- [0064] 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)의 절연층(IL-1, IL-2, IL-3)은 평면상에서 봤을 때, 제2 방향(DR2)으로 서로 이격되어 배치된 복수 개의 서브 절연층들(S-IL1, 썸, S-ILn)을 포함하는 것일 수 있다. 서브 절연층들(S-IL1, 썸, S-ILn)은 화소 정의막(PDL)에 정의된 개구부(OH)에서 제1 전극(EL1) 상에 배치되는 것일 수 있다. 서브 절연층들(S-IL1, 썸, S-ILn)은 각각 제1 방향(DR1)으로 연장되는 형상을 가질 수 있다. 절연층(IL-1, IL-2, IL-3)은 제1 전극(EL1)과 정공 수송 영역(HTR)의 접촉 면적을 조절하는 것일 수 있다. 서브 절연층들(S-IL1, 썸, S-ILn)에 관해서는 도 6 및 도 7을 참조하여 보다 상세히 설명한다.
- [0065] 도 6은 일 실시예의 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다. 도 7은 일 실시예의 발광 소자의 일부분을 개략적으로 나타낸 사시도이다.
- [0066] 도 6 및 도 7을 참조하면, 일 실시예의 발광 소자(ED)는 순차적으로 적층된 제1 전극(EL1), 절연층(IL), 정공 수송 영역(HTR), 발광층(EML), 전자 수송 영역(ETR), 및 제2 전극(EL2)을 포함하는 것일 수 있다.
- [0067] 제1 전극(EL1)은 도전성을 갖는다. 제1 전극(EL1)은 금속재료, 금속합금 또는 도전성 화합물로 형성될 수 있다. 제1 전극(EL1)은 애노드(anode) 또는 캐소드(cathode)일 수 있다. 하지만 실시예가 이에 한정되지 않는다. 또한, 제1 전극(EL1)은 화소 전극일 수 있다. 제1 전극(EL1)은 투과형 전극, 반투과형 전극 또는 반사형 전극일 수 있다. 제1 전극(EL1)은 투과형 전극, 반투과형 전극 또는 반사형 전극일 수 있다. 제1 전극(EL1)은 Ag, Mg, Cu, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, Ca, LiF, Mo, Ti, W, In, Sn, 및 Zn 중 선택되는 적어도 하나, 이들 중 선택되는 2종 이상의 화합물, 이들 중 선택되는 2종 이상의 혼합물, 또는 이들의 산화물을 포함하는 것일 수 있다.
- [0068] 절연층(IL)은 절연성을 가질 수 있다. 절연층(IL)은 제2 방향(DR2)으로 이격되어 배치된 n개의 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, 썸, S-ILn)을 포함하는 것일 수 있다. 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, 썸, S-ILn) 각각은 제1 방향(DR1)으로 연장되는 바 형상일 수 있다. 한편, 도 6에서는 설명의 편의를 위해 4개의 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)을 도시하였으나, 이는 예시적인 것일 뿐 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)의 개수는 이에 제한되지 않는다.
- [0069] 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)은 제2 방향(DR2)으로 일정 간격을 두고 이격되어 배치되는 것일 수 있다. 절연층(IL)은 제1 전극(EL1)의 일부분을 노출시키는 것일 수 있다. 제1 서브 절연층(S-IL1)과 제2 서브 절연층(S-IL2)은 제1 간격(L1)으로 이격되어 배치되고, 제2 서브 절연층(S-IL2)과 제3 서브 절연층(S-IL3)은 제2 간격(L2)으로 이격되어 배치되고, 제3 서브 절연층(S-IL3)과 제4 서브 절연층(S-IL4)은 제3 간격(L3)으로 이격되어 배치되는 것일 수 있다. 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)의 이격 간격(L1, L2, L3)은 모두 동일하거나, 또는 적어도 하나가 나머지와 상이한 것일 수 있다.

- [0070] 이격되어 배치된 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)은 절연층(IL) 상부에 배치된 정공 수송 영역(HTR), 발광층(EML), 전자 수송 영역(ETR), 및 제2 전극(EL2)의 표면 단차 발생에 영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 단면상에서 봤을 때 전자 수송 영역(ETR)은 각각 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)과 중첩하는 복수 개의 제1 부분들(PA1)과 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)과 비중첩하는 복수 개의 제2 부분(PA2)들을 포함할 수 있다. 제1 부분들(PA1)과 제2 부분들(PA2)은 두께 방향으로 높이차가 있을 수 있다. 제1 부분들(PA1)은 제2 전극(EL2) 방향으로 볼록한 형상을 갖고, 제2 부분들(PA2)은 제1 전극(EL1) 방향으로 볼록한 형상을 가질 수 있다. 이에 따라, 전자 수송 영역(ETR)은 굴곡진 형상을 나타낼 수 있다. 전자 수송 영역(ETR)의 제1 부분들(PA1) 및 제2 부분들(PA2)에 대한 설명은 정공 수송 영역(HTR)의 확산 부분(AA1) 및 접촉 부분(AA2), 발광층(EML)의 발광 부분(EAA)과 확산 부분(DAA)에 동일하게 적용될 수 있다. 또한, 제1 부분들(PA1) 및 제2 부분들(PA2)에 대한 설명은 제2 전극(EL2)이 제1 부분들(PA1)에 중첩하는 부분 및 제2 부분들(PA2)에 중첩하는 부분에 각각 동일하게 적용될 수 있다.
- [0071] 일반적으로 유기층과 금속층의 계면에서는 표면 플라즈몬 폴라리톤(surface plasmon-polaritons, SPP)으로 인해 에너지 손실이 커지는 문제가 있다. 한편, 일 실시예의 발광 소자(ED)는 복수 개의 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)을 포함하고, 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)에 의해 형성된 단차에 의해 전자 수송 영역(ETR)의 표면이 굴곡진 형상을 가져, 유기층인 전자 수송 영역(ETR)과 금속층인 제2 전극(EL2)의 계면에서 회절격자가 형성될 수 있다. 이에 따라, 유기층인 전자 수송 영역(ETR)과 금속층인 제2 전극(EL2)의 계면에서 표면 플라즈몬 폴라리톤 현상이 감소하여, 발광 소자(ED)의 효율이 향상될 수 있다. 인접한 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)의 이격 간격(L1, L2, L3)을 조절할 경우, 발광 소자(ED)에서 방출되는 특정 파장 영역의 광의 발광 효율이 증가할 수 있다. 예를 들어, 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)의 이격 간격(L1, L2, L3)을 300nm 이상 400nm 이하로 조절할 경우, 파장 영역이 450nm 이상 520nm 이하인 광을 방출하는 발광 소자(ED)는 우수한 발광 효율을 나타낼 수 있다.
- [0072] 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)은 제1 방향(DR1)으로의 너비(W1, W2, W3, W4)가 150nm 이상 200nm 이하일 수 있다. 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)의 제1 방향(DR1)으로의 너비(W1, W2, W3, W4)는 모두 동일하거나, 적어도 하나가 나머지와 상이한 것일 수 있다. 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)의 제1 방향(DR1)으로의 너비(W1, W2, W3, W4)의 너비가 150nm 미만이거나, 200nm를 초과할 경우 발광 소자(ED)의 발광 효율이 저하될 수 있다.
- [0073] 인접한 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)의 이격 간격(L1, L2, L3)과 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)의 제1 방향(DR1)으로의 너비(W1, W2, W3, W4)의 합은 500nm 이상 600nm 이하일 수 있다. 인접한 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)의 이격 간격(L1, L2, L3)과 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)의 제1 방향(DR1)으로의 너비(W1, W2, W3, W4)의 합은 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)의 주기라 정의한다. 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)의 주기는 발광 소자(ED)에서 방출되는 광의 발광 효율에 영향을 줄 수 있다. 발광 소자(ED)에서 방출되는 광의 파장 영역이 450nm 이상 520nm 이하인 청색광일 경우, 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)의 주기는 500nm 이상 600nm 이하로 조절하면 발광 소자(ED)는 우수한 발광 효율을 가질 수 있다.
- [0074] 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)의 두께(T_{IL})는 30nm 이상 60nm 이하일 수 있다. 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)의 두께(T_{IL})가 30nm 미만일 경우, 서브 절연층들에 의해 구현되는 굴곡진 형상에서 단차가 크지 않아 전자 수송 영역(ETR)과 제2 전극(EL2)의 계면에서의 회절격자가 형성되지 않으며, 이에 따라 표면 플라즈몬 폴라리톤을 현상을 감소시키기 어렵다. 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)의 두께(T_{IL})가 60nm를 초과할 경우, 절연층(IL) 상에 배치된 정공 수송 영역(HTR)의 표면의 단차가 과도하게 발생하여 누설 전류가 발생하는 문제가 있다.
- [0075] 절연층(IL)은 절연성 재료를 포함하는 것일 수 있다. 예를 들어, 절연층(IL)은 레이저 간섭 리소그래피용 감광제를 포함하는 것일 수 있다. 레이저 간섭 리소그래피란 두 개의 레이저광을 활용하여, 두 개의 레이저광에 의한 간섭 무늬를 감광제를 포함하는 부재에 조사하여 패터닝하는 방법이다. 레이저 간섭 리소그래피용 감광제는 포토레지스트(photoresist)일 수 있다. 포토레지스트가 네거티브 타입인 경우 빛이 조사되는 부분이 남게되며, 포토레지스트가 포지티브 타입인 경우 빛이 조사되는 부분이 제거되는 것일 수 있다. 절연층(IL)이 레이저 간섭 리소그래피용 감광제를 포함하는 경우, 절연층(IL)은 아르곤 레이저를 광원으로 한 레이저 간섭 리소그래피 공정을 통해 형성되는 것일 수 있다. 다만 이는 예시적인 것일 뿐, 절연층(IL)의 재료는 절연성을 가지는 재료라

면 제한 없이 사용될 수 있다. 한편, 절연층(IL)은 가시광선에 대한 투과도가 85% 이상일 수 있다.

- [0076] 정공 수송 영역(HTR)은 제1 전극(EL1) 상에 제공된다. 정공 수송 영역(HTR)은 정공 주입층(미도시), 정공 수송층(미도시), 버퍼층 또는 발광보조층(미도시), 및 전자 저지층(미도시) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 정공 수송 영역(HTR)의 두께는 예를 들어, 약 50Å 내지 약 15,000Å인 것일 수 있다.
- [0077] 정공 수송 영역(HTR)은 단일 물질로 이루어진 단일층, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층, 또는 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0078] 예를 들어, 정공 수송 영역(HTR)은 정공 주입층(미도시) 또는 정공 수송층(미도시)의 단일층의 구조를 가질 수도 있고, 정공 주입 물질 및 정공 수송 물질로 이루어진 단일층 구조를 가질 수도 있다. 또한, 정공 수송 영역(HTR)은 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층의 구조를 갖거나, 제1 전극(EL1)으로부터 차례로 적층된 정공 주입층(미도시)/정공 수송층(미도시), 정공 주입층(미도시)/정공 수송층(미도시)/버퍼층(미도시), 정공 주입층(미도시)/버퍼층(미도시), 정공 수송층(미도시)/버퍼층(미도시), 또는 정공 주입층(미도시)/정공 수송층(미도시)/전자 저지층(미도시)의 구조를 가질 수 있으나, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0079] 정공 수송 영역(HTR)은, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0080] 정공 수송 영역(HTR)은 제1 전극(EL1)과 접촉하는 접촉 부분(AA1), 제1 전극(EL1)과 비접촉하는 비접촉 부분(AA2)을 포함하는 것일 수 있다. 접촉 부분(AA1)은 제1 전극(EL1) 방향으로 볼록하고, 비접촉 부분(AA2)은 제2 전극(EL2) 방향으로 볼록한 것일 수 있다.
- [0081] 접촉 부분(AA1)이 발광층(EML)에 전달하는 정공(H)의 개수가 비접촉 부분(AA2)이 발광층(EML)에 전달하는 정공(H)의 개수보다 더 많은 것일 수 있다. 이에 따라, 발광층(EML)은 위치에 따라 정공(H)과 전자(e)가 결합하여 형성하는 엑시톤(EX)의 개수가 달라질 수 있고, 발광층(EML)은 위치에 따라 발광 유무가 달라질 수 있다. 즉, 발광층(EML)은 절연층(IL)과의 중첩 유무에 따라 발광 유무가 달라질 수 있다.
- [0082] 발광층(EML)은 정공 수송 영역(HTR) 상에 배치된다. 발광층(EML)은 단일 물질로 이루어진 단일층, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0083] 발광층(EML)은 열활성 지연 형광(Thermally Activated Delayed Fluorescence), 초형광 발광(Hyper Fluorescence), 또는 인광 발광(Phosphorescence)하는 것일 수 있다. 발광층(EML)은 삼중항 엑시톤(EX)이 발광에 활용되는 열활성 지연 형광 발광, 초형광 발광, 또는 인광 발광하는 물질을 포함할 수 있다. 열활성 지연 형광, 초형광 발광, 또는 인광 발광하는 발광 소자는 삼중항 엑시톤(EX)들 간의 간섭으로 소멸하는 삼중항-삼중항 소멸(Triplet-Triplet -Annihilation, TTA) 또는 삼중항 엑시톤(EX)과 정공(H) 또는 전자(e) 간의 간섭으로 소멸하는 삼중항-폴라론 소멸(Triplet-Polaron-Quenching, TPQ) 현상으로 발광 효율이 감소할 수 있다. 일 부분에서의 삼중항의 밀도가 증가할수록, 삼중항-삼중항 소멸 및 삼중항-폴라론 소멸이 증가하는 문제가 있다.
- [0084] 발광층(EML)은 발광 부분(EAA) 및 확산 부분(DAA)을 포함하는 것일 수 있다. 발광 부분(EAA)은 제1 전극(EL1) 방향으로 볼록하고, 확산 부분(DAA)은 제2 전극(EL2) 방향으로 볼록한 것일 수 있다. 발광 부분(EAA)은 정공 수송 영역(HTR)의 접촉 부분(AA1)과 중첩하여, 정공(H)이 전달되는 부분일 수 있다. 확산 부분(DAA)은 정공 수송 영역(HTR)의 비접촉 부분(AA2)과 중첩하여, 정공(H)이 전달되지 않는 부분일 수 있다.
- [0085] 발광 부분(EAA)의 엑시톤(EX) 밀도는 확산 부분(DAA)의 엑시톤(EX) 밀도에 비해 큰 것일 수 있다. 엑시톤 발광 부분(EAA)에서 형성된 엑시톤(EX)은 확산 부분(DAA)으로 확산될 수 있다. 발광 부분(EAA)에서 생성된 엑시톤(EX)의 일부는 확산 부분(DAA)로 확산되어, 발광 부분(EAA)에서의 엑시톤(EX)의 밀도가 감소할 수 있다. 이에 따라, 발광 부분(EAA)에서의 삼중항-삼중항 소멸, 또는 삼중항-폴라론 소멸 현상이 감소할 수 있다. 즉, 일 실시예의 발광 소자(ED)는 발광층(EML)이 발광 부분(EAA)과 확산 부분(DAA)을 포함함으로써, 삼중항-삼중항 소멸 현상 및 삼중항-폴라론 소멸 현상이 감소하고, 이에 따라 고휘도에서 롤-오프(roll-off) 현상이 감소되는 효과가 있다. 롤-오프 현상이란 발광 소자(ED)의 휘도가 올라갈수록 발광 효율이 감소하는 현상을 말한다. 이하, 본 명세서에서 발광 소자가 개선된 롤-오프 특성을 갖는다는 것은, 롤-오프 현상이 감소한 것과 동일한 의미일 수 있다.
- [0086] 전자 수송 영역(ETR)은 단일 물질로 이루어진 단일층, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의

서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.

[0087] 예를 들어, 전자 수송 영역(ETR)은 전자 주입층(미도시) 또는 전자 수송층(미도시)의 단일층의 구조를 가질 수도 있고, 전자 주입 물질과 전자 수송 물질로 이루어진 단일층 구조를 가질 수도 있다. 또한, 전자 수송 영역(ETR)은, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층의 구조를 갖거나, 발광층(EML)으로부터 차례로 적층된 전자 수송층(미도시)/전자 주입층(미도시), 정공 저지층(미도시)/전자 수송층(미도시)/전자 주입층(미도시) 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 전자 수송 영역(ETR)의 두께는 예를 들어, 약 1000Å 내지 약 1500Å인 것일 수 있다.

[0088] 전자 수송 영역(ETR)은, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.

[0089] 전자 수송 영역(ETR)은 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)과 중첩하는 제1 부분들(PA1)과 서브 절연층들(S-IL1, S-IL2, S-IL3, S-IL4)과 비중첩하는 제2 부분들(PA2)이 두께 방향으로 높이차가 있을 수 있다. 이에 따라, 전자 수송 영역(ETR)의 표면은 굴곡진 형상을 가질 수 있다. 일 실시예의 발광 소자(ED)는 전자 수송 영역(ETR)과 제2 전극(EL2)의 계면에서 표면 플라즈몬 폴라리톤이 감소하여 개선된 발광 효율을 가질 수 있다.

[0090] 도 8은 비교예에 따른 발광 소자의 일부분을 나타낸 사시도이다. 도 8을 참조하면, 비교예에 따른 발광 소자는 실시예에 따른 발광 소자와 달리 제1 전극(EL1) 상에 배치된 절연층(IL-a)에 복수 개의 개구부들(H-IL)이 정의된 점에서 차이가 있다. 실시예에 따른 발광 소자(ED, 도 6)에 포함된 절연층(IL, 도 7)의 개구율이 비교예의 발광 소자에 포함된 절연층(IL-a)의 개구율보다 큰 것일 수 있다. 예를 들어, 실시예에 따른 발광 소자(ED, 도 6)는 절연층(IL, 도 7)의 개구율이 60% 이상 70% 이하이고, 비교예의 발광 소자는 절연층(IL-a)의 개구율이 30% 이상 40% 이하일 수 있다. 이에 따라, 실시예에 따른 발광 소자(ED, 도 6)는 비교예의 발광 소자에 비해 절연층(IL, 도 7)에 의해 노출되는 제1 전극(EL1, 도 7)의 면적이 상대적으로 넓어 제1 전극(EL1, 도 7)과 정공 수송 영역(HTR, 도 6)의 접촉 면적이 더 넓을 수 있다. 이에 따라, 실시예의 발광 소자(ED, 도 6)는 비교예의 발광 소자에 비해 더 큰 전류 밀도를 가질 수 있다. 또한, 실시예의 발광 소자(ED, 도 6)는 비교예의 발광 소자에 비해 발광 면적이 넓어, 고휘도에서의 소자의 열화 현상으로 인한 roll-off 현상이 감소될 수 있다.

[0091] 도 9는 일 실시예에 따른 발광 소자에서 발광 파장, 광추출 향상 인자, 및 서브 절연층의 주기의 관계를 시뮬레이션 한 결과를 나타낸 도면이다. 도 9에서 우측에 표시된 광 추출 향상 인자는 발광층과 정공 수송 영역 사이에 절연층이 배치되지 않은 발광 소자의 발광 효율에 대한, 도 1 내지 도 7을 참조하여 설명한 일 실시예의 발광 소자의 발광 효율의 상대 값을 나타낸다. 즉, 광 추출 향상 인자가 클수록 일 실시예의 발광 소자가 우수한 발광 효율을 갖는 것을 의미한다. 도 9를 참조하면, 파장이 450nm 이상 520nm 이하인 광을 방출하는 발광 소자는, 서브 절연층의 주기가 500nm 이상 600nm 일 때 광 추출 향상 인자가 큰 것을 알 수 있다. 이를 통해, 일 실시예의 발광 소자가 파장이 450nm 이상 520nm 이하인 광을 방출하는 경우, 발광층과 정공 수송 영역 사이에 이격되어 배치된 바 형태의 서브 절연층들의 주기를 500nm 이상 600nm 이하로 조절하면, 일 실시예의 발광 소자가 우수한 광 효율을 갖는 것을 알 수 있다.

[0092] 도 10a는 실시예에 따른 발광 소자와 비교예에 따른 발광 소자들의 전압에 따른 전류 밀도, 및 휘도 변화를 나타낸 그래프이다. 도 10b는 실시예에 따른 발광 소자와 비교예에 따른 발광 소자들의 휘도에 따른 외부 양자 효율의 변화를 나타낸 그래프이다. 도 10c는 실시예에 따른 발광 소자의 너비에 따른 광 추출 향상 인자 변화를 나타낸 그래프이다. 도 10a에서 실선은 휘도에 관한 그래프이고, 도 10b에서 점선은 전류 밀도에 관한 그래프이다. 도 10a 및 도 10b에서 비교예 1은 제1 전극과 발광층 사이에 절연층을 포함하지 않는 발광 소자, 비교예 2는 서브 절연층들 각각의 너비가 125nm인 절연층을 포함하는 발광 소자, 비교예 3은 서브 절연층들 각각의 너비가 400nm인 절연층을 포함하는 발광 소자, 실시예는 서브 절연층들 각각의 너비가 175nm인 절연층을 포함하는 발광 소자이다. 도 10c는 480nm의 청색광을 방출하는 발광 소자의 서브 절연층들 각각의 너비에 따른 광 추출 향상 인자 변화를 나타낸 그래프이다.

[0093] 도 10a를 참조하면, 실시예 1의 발광 소자는 비교예 1 및 비교예 3의 발광 소자에 비해 동일 전압일 때 낮은 전류 밀도 조건에서 고휘도를 나타낸다. 이를 통해, 실시예 1의 발광 소자는 비교예 1 및 비교예 3의 발광 소자에 비해 높은 발광 효율을 나타내는 것을 확인할 수 있다. 실시예 1의 발광 소자는 비교예 2의 발광 소자와 비교하여, 동일 전압일 때, 유사한 전류 밀도 조건에서 유사한 휘도를 나타낸다. 이를 통해 실시예 1의 발광 소자는 비교예 2의 발광 소자와 유사한 발광 효율을 나타내는 것을 확인할 수 있다.

- [0094] 도 10b를 참조하면, 실시예 1의 발광 소자는 저휘도에서의 발광 효율의 감소 정도가 고휘도에서의 발광 효율 감소 정도와 유사하게 나타난다. 반면, 비교예 2의 발광 소자는 100cd/m^2 이상의 고휘도에서 발광 효율의 감소 정도가 증가한다. 이를 통해, 실시예 1의 발광 소자는 비교예 2의 발광 소자에 비해 고휘도에서 롤-오프 특성이 개선된 것을 확인할 수 있다.
- [0095] 한편, 실시예 1의 발광 소자, 및 비교예 1 및 비교예 3의 발광 소자는 저휘도에서의 발광 효율 감소 정도와 고휘도에서의 발광 효율 감소 정도가 유사하게 나타난다. 이를 통해, 실시예의 발광 소자는 비교예 1 및 비교예 3의 발광 소자와 고휘도에서 유사한 수준의 롤-오프 특성을 갖는 것을 확인할 수 있다.
- [0096] 또한, 실시예 1의 발광 소자는 비교예 1 내지 비교예 3의 발광 소자에 비해 외부 양자 효율이 높은 것을 확인할 수 있다.
- [0097] 도 10a 및 도 10b의 결과를 종합하면, 실시예의 발광 소자는 비교예 1 내지 비교예 3의 발광 소자에 비해 우수한 발광 효율을 가지고, 고휘도에서 유사한 수준의 롤-오프 특성을 갖는다. 실시예의 발광 소자는 비교예 2의 발광 소자와 비교하여 동등한 수준의 발광 효율을 가지고, 고휘도에서 개선된 롤-오프 특성을 갖는다. 이를 통해 발광 소자에 포함된 서브 절연층들의 각각의 제1 방향으로의 너비를 150nm 이상 200nm 이하 수준으로 조절하면, 발광 소자가 우수한 발광 효율을 갖고, 고휘도에서 개선된 롤-오프 특성을 갖는 것을 알 수 있다.
- [0098] 도 10c를 참조하면, 실시예의 발광 소자는 발광 소자에 포함된 서브 절연층 각각의 제1 방향으로의 너비가 약 150nm 이상 200nm 이하일 때 광 추출 향상 인자가 가장 큰 것을 알 수 있다. 즉, 파장이 480nm 인 청색광을 방출하는 실시예의 발광 소자는 발광 소자에 포함된 서브 절연층들 각각의 제1 방향으로의 너비가 약 150nm 이상 200nm 일 때, 발광 효율이 가장 우수한 것을 알 수 있다. 도 11a는 실시예에 따른 발광 소자와 비교예에 따른 발광 소자들의 전압에 따른 전류 밀도, 및 휘도 변화를 나타낸 그래프이다. 도 11b는 실시예에 따른 발광 소자와 비교예에 따른 발광 소자들의 휘도에 따른 외부 양자 효율의 변화를 나타낸 그래프이다. 도 11c는 실시예에 따른 발광 소자의 너비에 따른 광 추출 향상 인자 변화를 나타낸 그래프이다. 도 11a에서 실선은 휘도를 나타내고, 점선은 전류 밀도를 나타낸다. 도 11a 및 도 11b에서 비교예 1은 제1 전극과 발광층 사이에 절연층을 포함하지 않는 발광 소자, 비교예 4는 서브 절연층들 각각의 두께가 30nm 인 절연층을 포함하는 발광 소자, 비교예 5는 서브 절연층들 각각의 두께가 75nm 인 절연층을 포함하는 발광 소자, 실시예 2는 서브 절연층들 각각의 두께가 45nm 인 절연층을 포함하는 발광 소자이다. 도 11c는 480nm 의 청색광을 방출하는 발광 소자에 포함된 서브 절연층들의 두께에 따른 광 추출 향상 인자 변화를 나타낸 그래프이다.
- [0099] 도 11a를 참조하면, 실시예 2의 발광 소자는 비교예 1 및 비교예 4의 발광 소자보다 발광 효율이 높고, 비교예 5의 발광 소자는 정상적으로 구동하지 않는 것을 알 수 있다. 비교예 5의 발광 소자가 정상적으로 구동하지 않는 것은 서브 절연층들의 두께가 75nm 인 경우, 서브 절연층들 상부에 배치된 정공 수송 영역을 포함한 유기층들의 표면이 과도한 단차를 가져 전류 누설이 발생하기 때문이다. 이를 통해, 서브 절연층들의 두께를 약 45nm 수준으로 조절해야 함을 알 수 있다.
- [0100] 도 11b를 참조하면, 실시예 2의 발광 소자가 비교예 1 및 비교예 4의 발광 소자에 비해 500cd/m^2 이상의 고휘도에서 발광 효율의 감소 정도가 적은 것을 확인할 수 있다. 이를 통해 실시예 2의 발광 소자가 비교예 1 및 비교예 4의 발광 소자에 비해 롤-오프 특성이 개선됨을 확인할 수 있다. 한편, 비교예 5의 발광 소자는 발광 효율의 절대치가 매우 낮으며, 휘도가 상승함에 따라 발광 효율이 증가하는 경향을 보여, 정상적으로 구동하지 않는 것을 확인할 수 있다.
- [0101] 또한, 실시예 2의 발광 소자는 비교예 1, 및 비교예 4에 비해 높은 외부양자효율을 갖는 것을 확인할 수 있다.
- [0102] 도 11a 및 도 11b의 결과를 종합하면, 실시예의 발광 소자는 비교예 1 및 비교예 4의 발광 소자에 비해 우수한 발광 효율을 갖고, 고휘도에서 개선된 롤-오프 특성을 갖는다. 또한, 비교예 5의 발광 소자는 정상적으로 구동하지 않는다. 이를 통해 발광 소자에 포함된 서브 절연층들의 각각의 두께를 30nm 이상 60nm 이하 수준으로 조절하면, 발광 소자가 우수한 발광 효율을 갖고, 고휘도에서 개선된 롤-오프 특성을 갖는 것을 알 수 있다.
- [0103] 도 11c를 참조하면, 실시예의 발광 소자는 발광 소자에 포함된 서브 절연층들 각각의 두께가 약 40nm 이상 60nm 일 때, 광 추출 향상 인자가 가장 큰 것을 확인할 수 있다. 즉, 파장이 480nm 인 청색광을 방출하는 실시예의 발광 소자는 발광 소자에 포함된 서브 절연층 각각의 두께가 약 40nm 이상 60nm 일 때, 발광 효율이 가장 우수한 것을 알 수 있다. 도 12a는 실시예에 따른 발광 소자와 비교예에 따른 발광 소자들의 휘도에 따른 외부 양자 효율의 변화를 나타낸 그래프이다. 도 12b는 실시예에 따른 발광 소자와 비교예에 따른 발광 소자들의 휘도에 따

른 외부 양자 효율의 변화를 나타낸 그래프이다. 도 12a에서 실선은 휘도에 관련된 그래프이고, 점선은 전류밀도에 관련된 그래프이다. 도 12a 및 도 12b에서 비교예 1은 제1 전극과 발광층 사이에 절연층을 포함하지 않는 발광 소자, 비교예 6은 도 7에 도시된 복수 개의 홀이 정의된 절연층을 포함하는 발광 소자, 실시예 3은 도 6에 도시된 복수 개의 서브 절연층들을 포함하는 절연층을 포함하는 발광 소자이다.

[0104] 도 12a를 참조하면, 실시예 3의 발광 소자는 비교예 1의 발광 소자에 비해 동일 전압 조건에서, 낮은 전류 밀도에서 유사한 휘도를 나타내는 것을 알 수 있다. 이를 통해, 실시예 3의 발광 소자는 비교예 1의 발광 소자에 비해 높은 발광 효율을 갖는 것을 확인할 수 있다. 한편, 실시예 3의 발광 소자는 비교예 6의 발광 소자에 비해 동일 전압 조건에서, 높은 전류 밀도에서 상대적으로 높은 휘도를 나타내는 것을 알 수 있다. 즉, 실시예 3의 발광 소자는 비교예 6의 발광 소자와 동등한 수준의 발광 효율을 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0105] 도 12b를 참조하면, 실시예 3의 발광 소자는 저휘도에서의 휘도 변화에 따른 외부 양자 효율의 변화율과 고휘도에서의 휘도 변화에 따른 외부 양자 효율의 변화율이 유사하게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 반면, 비교예 1 및 비교예 6의 발광 소자는 고휘도로 갈수록 휘도 변화에 따른 외부 양자 효율의 변화율이 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이를 통해, 실시예 3의 발광 소자가 비교예 1 및 비교예 6의 발광 소자에 비해 고휘도에서의 롤-오프 현상이 감소하는 것을 알 수 있다. 즉, 발광층과 정공 수송 영역 사이에 절연층을 미포함하는 경우, 및 발광층과 정공 수송 영역 사이에 복수 개의 홀들이 정의된 절연층들을 포함하는 경우에 비해 발광층과 정공 수송 영역 사이에 서로 이격되어 배치된 복수 개의 서브 절연층들을 포함하는 경우 고휘도에서의 롤-오프 현상이 감소하는 것을 알 수 있다.

[0106] 도 12a 및 도 12b를 통해, 실시예 3의 발광 소자는 비교예 1의 발광 소자에 비해 우수한 발광 효율을 갖고, 고휘도에서 개선된 롤-오프 특성을 갖는 것을 알 수 있다. 또한 실시예 3의 발광 소자는 비교예 6의 발광 소자에 비해 동등한 수준의 발광 효율을 가지며, 고휘도에서 개선된 롤-오프 특성을 갖는 것을 알 수 있다.

[0107] 일 실시예의 발광 소자는 발광층과 정공 수송 영역 사이에 배치된 제1 방향으로 연장되며, 제1 방향과 수직한 제2 방향으로 연장된 바 형상을 갖는 복수 개의 서브 절연층들을 포함하는 절연층을 포함하여, 정공 수송 영역과 제1 전극의 접촉 면적을 조절하고, 절연층 상부에 배치된 전자 수송 영역 표면에 회절 격자를 형성할 수 있다. 이에 따라 일 실시예의 발광 소자는 고휘도에서 개선된 롤-오프 특성을 갖고, 우수한 발광 효율을 가질 수 있다. 또한 일 실시예의 발광 소자를 포함하는 표시 장치는 우수한 발광 효율을 가질 수 있다.

[0108] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자 또는 해당 기술 분야에 통상의 지식을 갖는 자라면, 후술될 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 기술 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

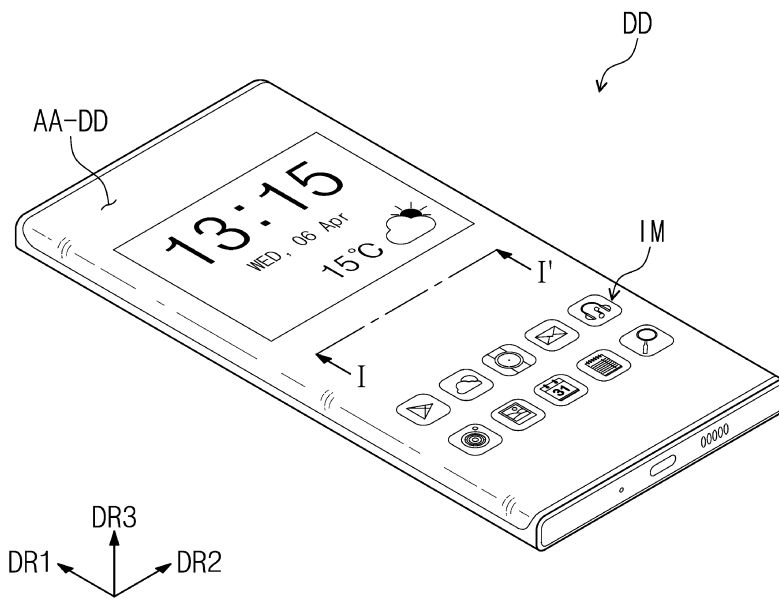
[0109] 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 명세서의 상세한 설명에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허청구범위에 의해 정하여져야만 할 것이다.

부호의 설명

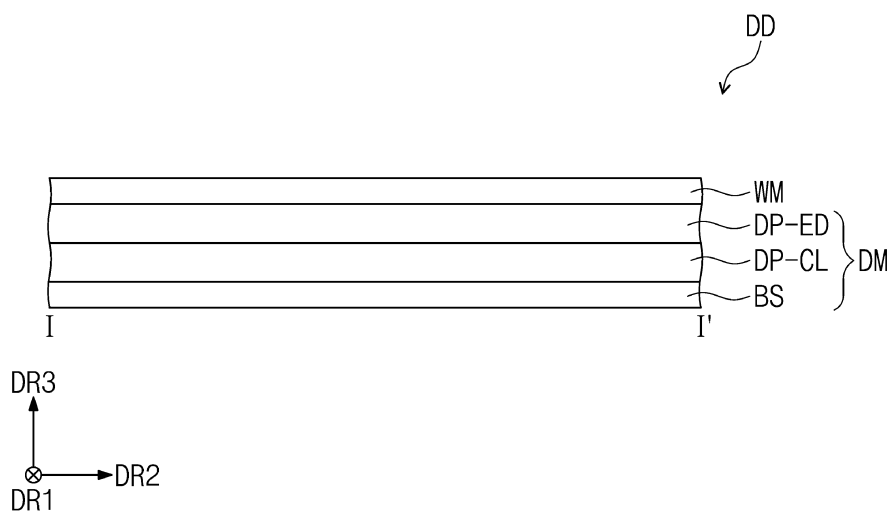
[0110] DD: 표시 장치 ED: 발광 소자
EL1: 제1 전극 EL2: 제2 전극
HTR: 정공 수송 영역 EML: 발광층
ETR: 전자 수송 영역 IL: 절연층
S-IL1, S-IL2, 썸, S-ILn: 서브 절연층들

도면

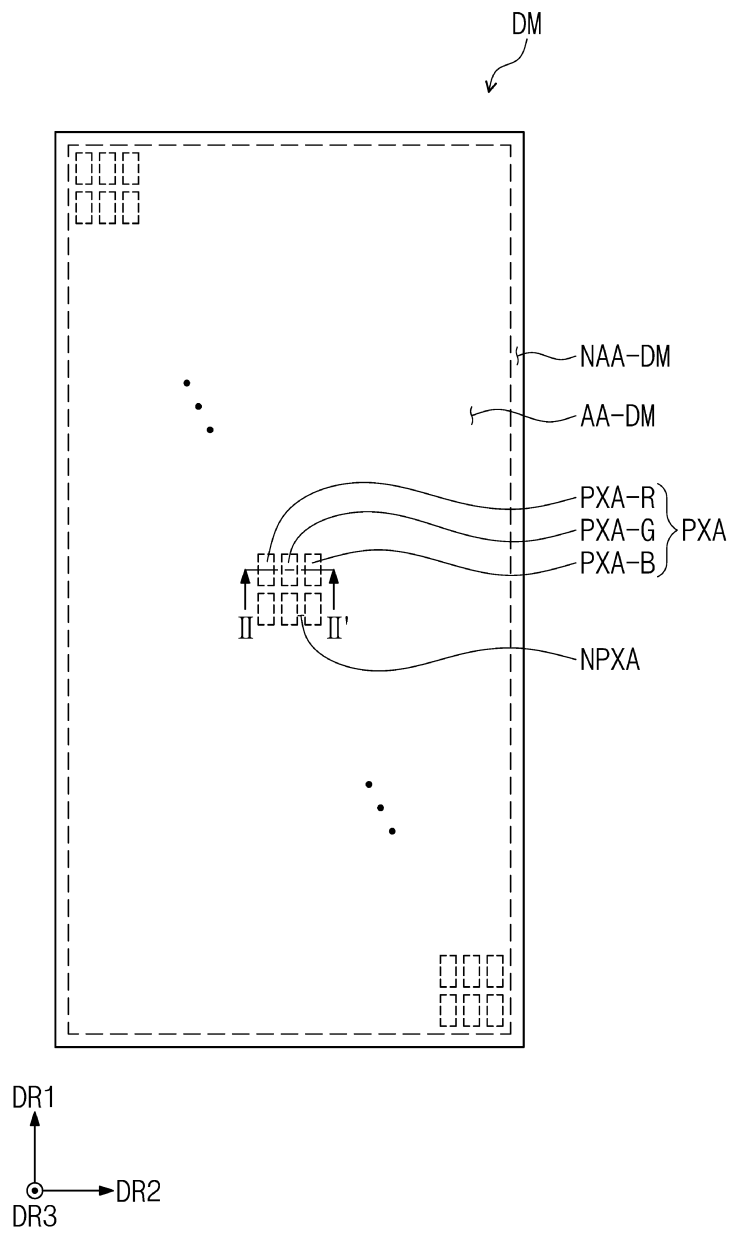
도면1



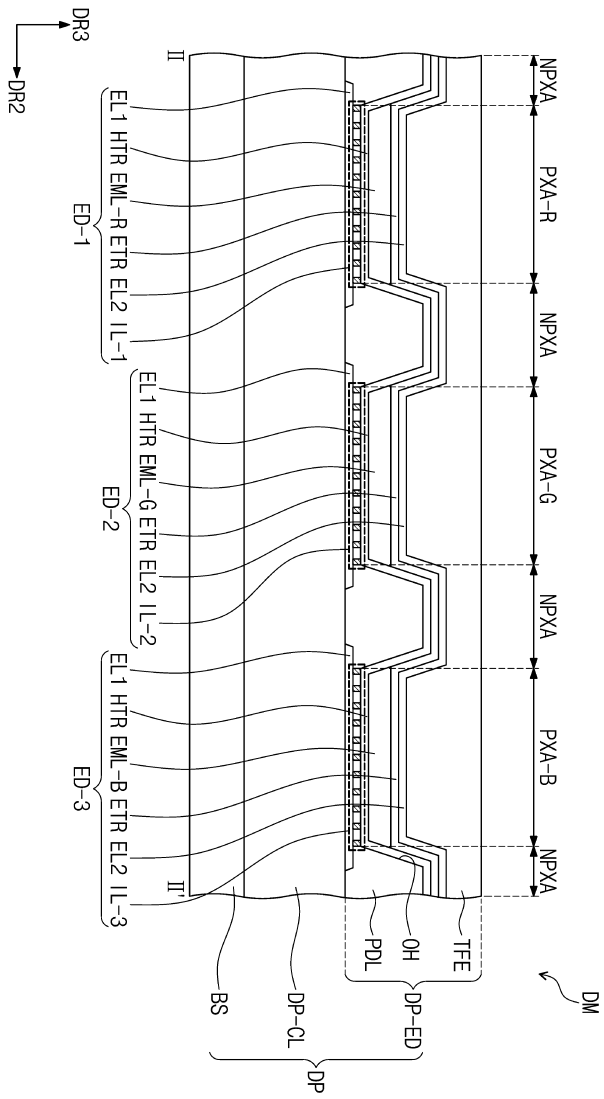
도면2



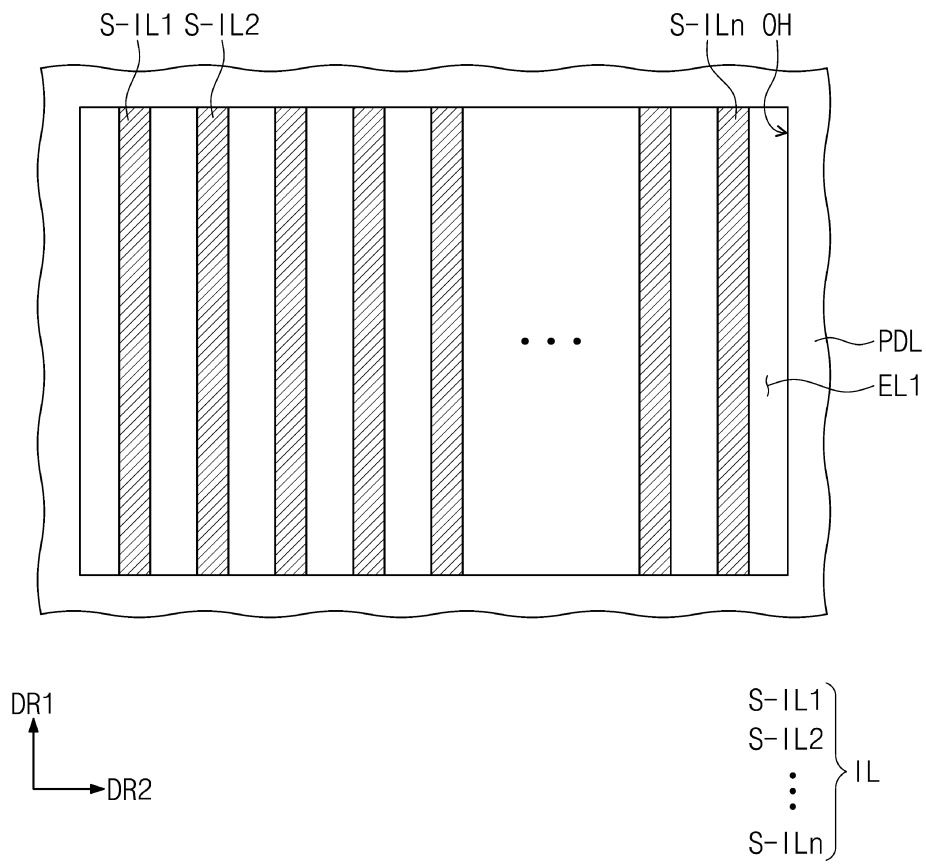
도면3



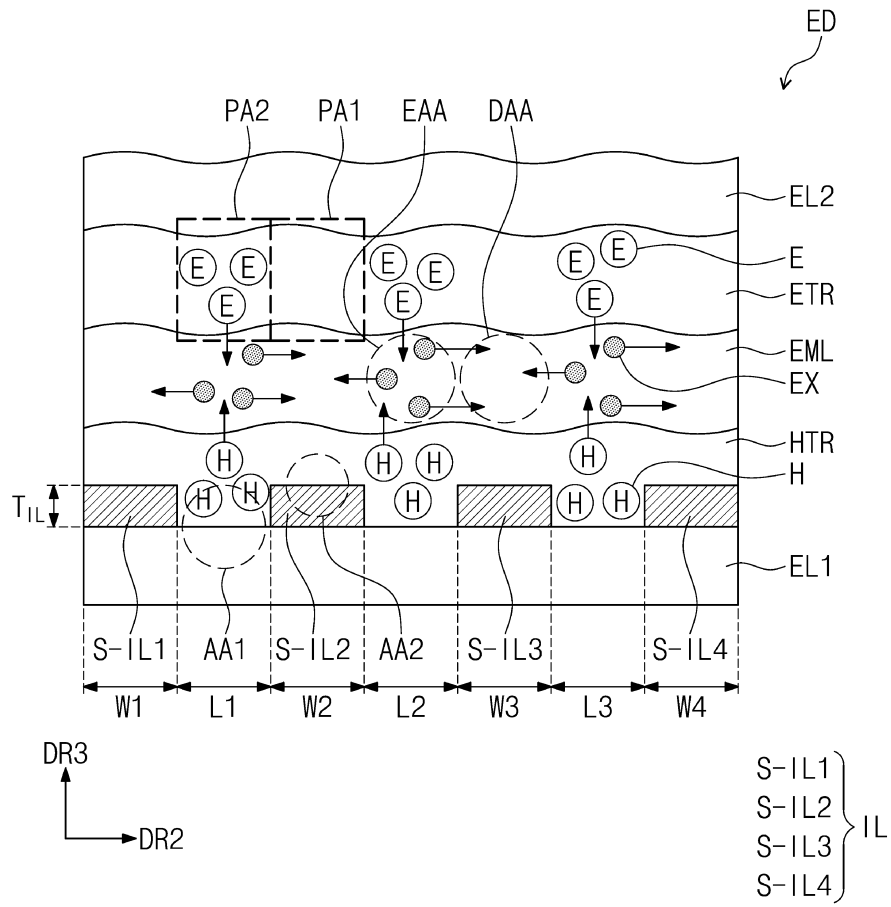
도면4



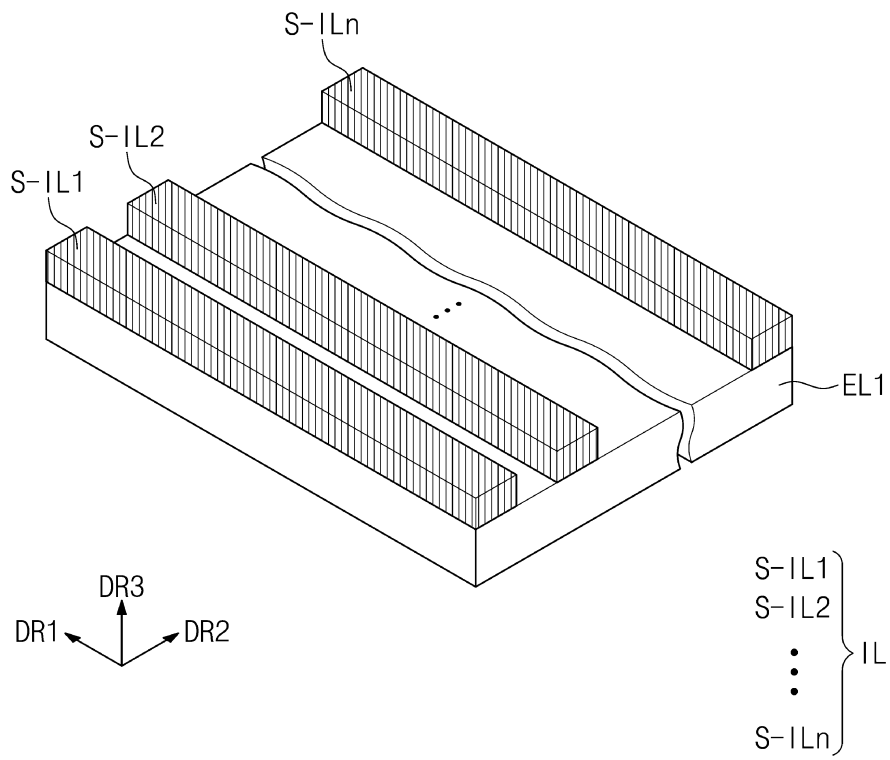
도면5



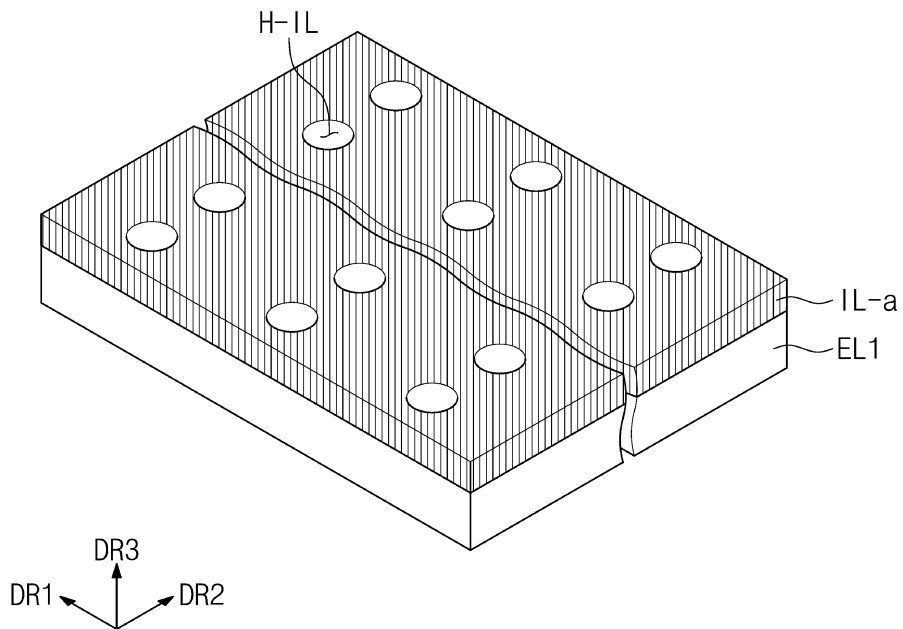
도면6



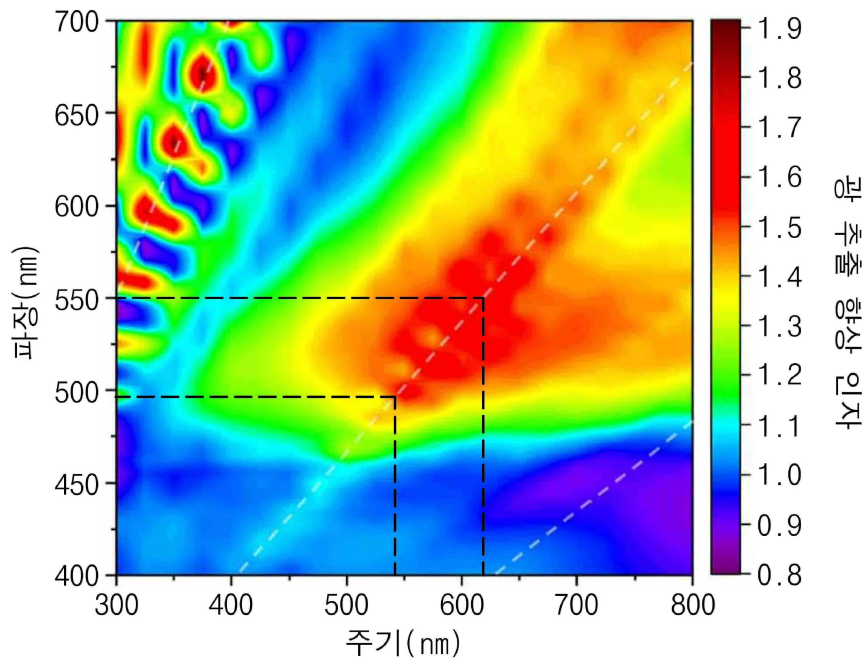
도면7



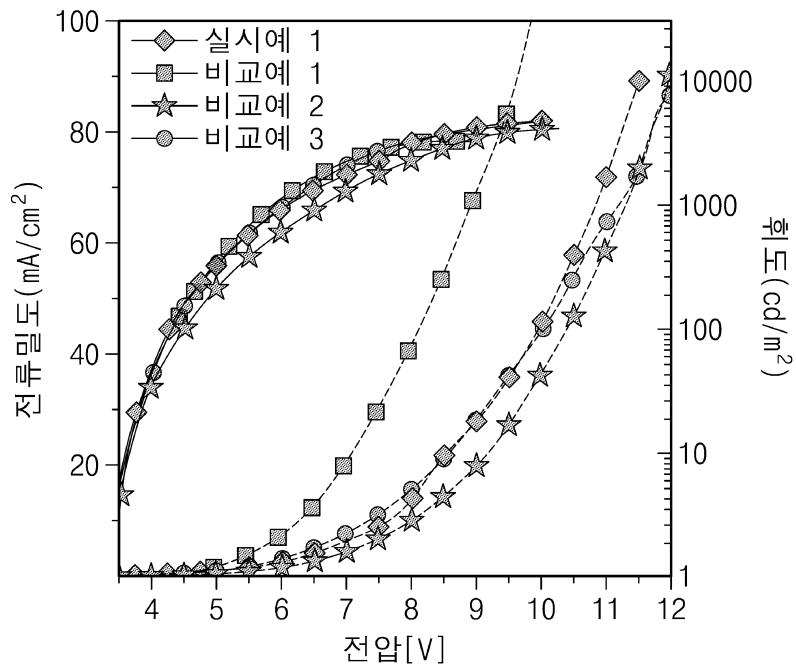
도면8



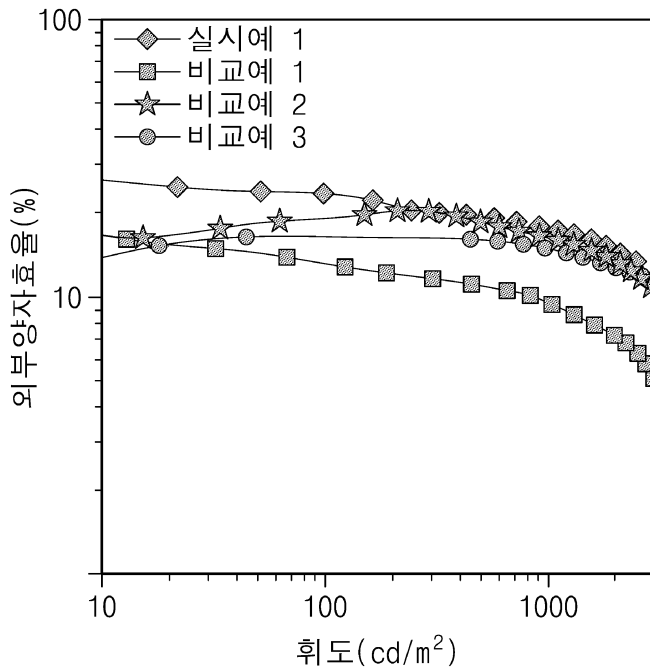
도면9



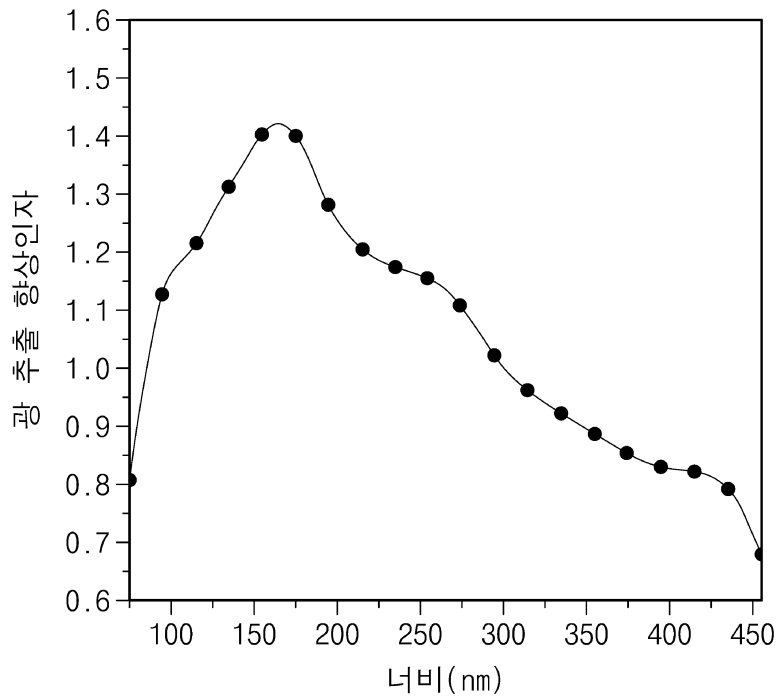
도면10a



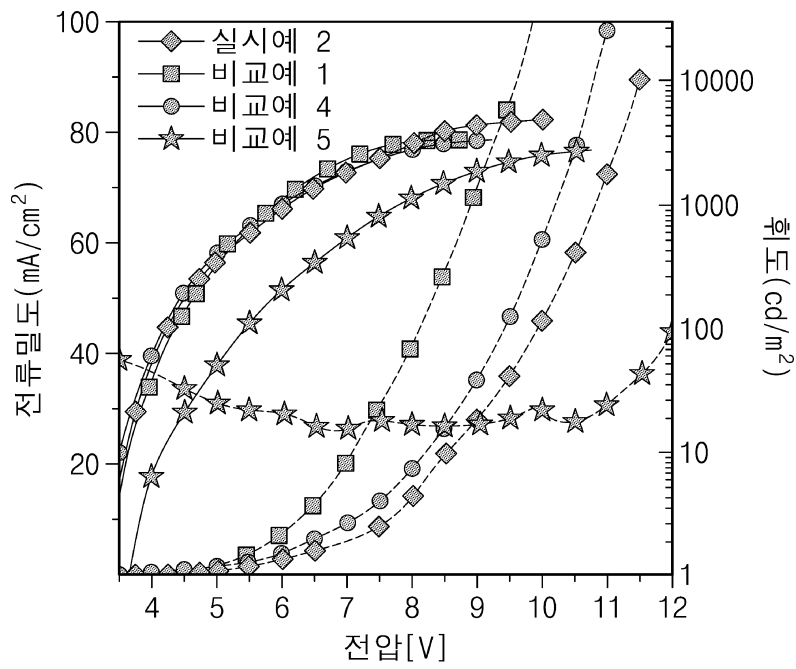
도면10b



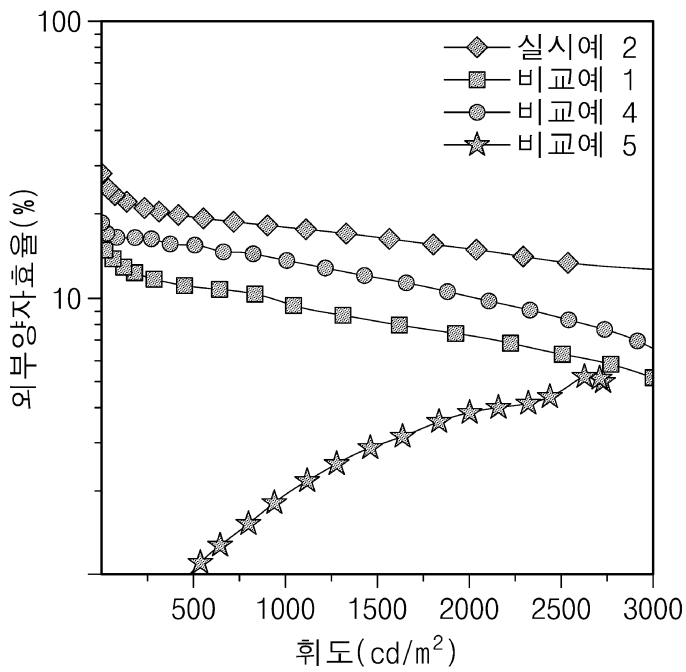
도면10c



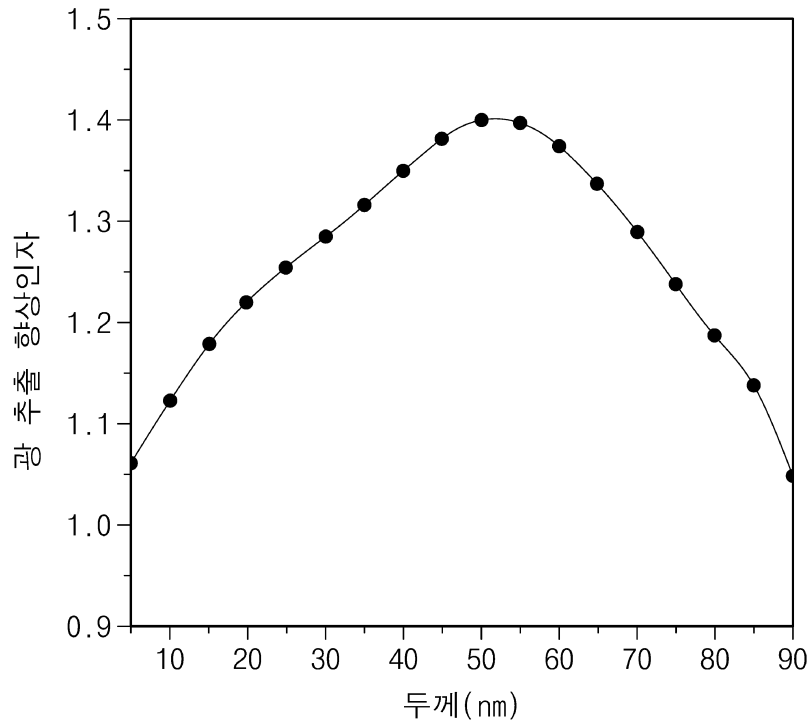
도면11a



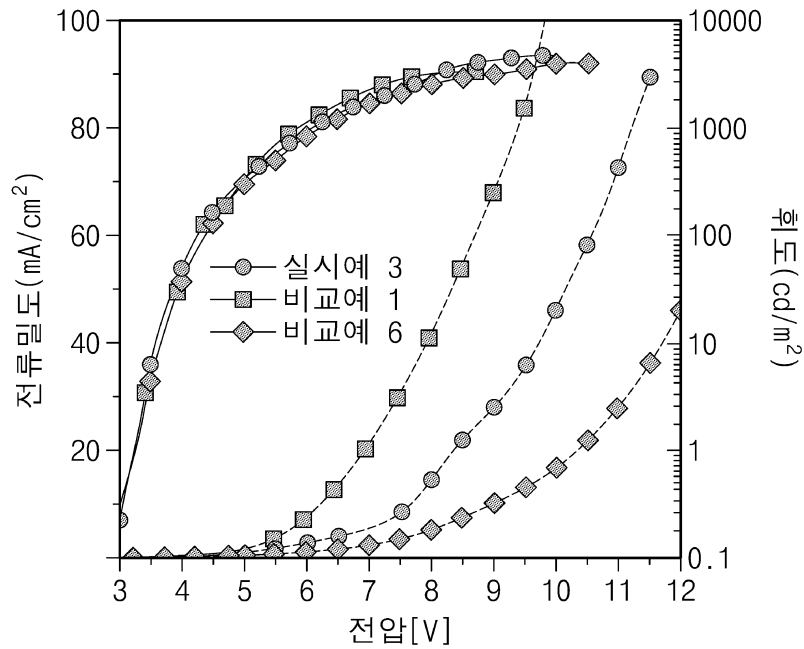
도면11b



도면11c



도면12a



도면 12b

