



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년04월21일
(11) 등록번호 10-2384658
(24) 등록일자 2022년04월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 33/42 (2010.01)

(52) CPC특허분류
H01L 33/42 (2013.01)
H01L 2924/12041 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0125571

(22) 출원일자 2015년09월04일
심사청구일자 2020년08월26일

(65) 공개번호 10-2017-0028667

(43) 공개일자 2017년03월14일

(56) 선행기술조사문헌
US20140175452 A1
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 17 항

(73) 특허권자

서울바이오시스 주식회사

경기도 안산시 단원구 산단로163번길 65-16, 1블
럭 36호 (원시동)

(72) 발명자

신찬섭

경기도 안산시 단원구 산단로 163번길 65-16

양명학

경기도 안산시 단원구 산단로 163번길 65-16

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인에이아이피

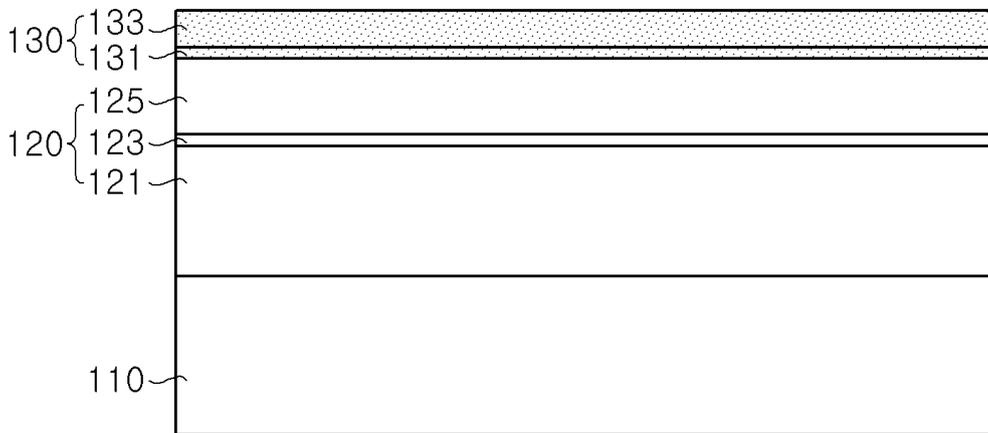
심사관 : 배성주

(54) 발명의 명칭 ZnO 투명 전극을 포함하는 발광 소자

(57) 요약

발광 소자가 개시된다. 발광 소자는 제1 도전형 반도체층, 활성층, 및 제2 도전형 반도체층을 포함하는 발광 구조체; 및 제2 도전형 반도체층 상에 위치하며, 제2 도전형 반도체층과 오믹 컨택하며, 단결정 ZnO를 포함하는 ZnO 투명 전극을 포함하고, XRD(X-Ray Diffraction) $\omega 2\theta$ (omega 2theta) 스캔에 의한 ZnO 투명 전극의 피크의 회절 각도는, XRD $\omega 2\theta$ 스캔에 의한 제2 도전형 반도체층의 피크의 회절 각도에 대해 $\pm 1\%$ 범위 내에 있으며, XRD ω (omega) 스캔에 의한 ZnO 투명 전극의 주 피크의 반치폭(FWHM)은 900 arcsec 이하이다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

이진웅

경기도 안산시 단원구 산단로 163번길 65-16

이섭근

경기도 안산시 단원구 산단로 163번길 65-16

리차드슨, 제이콥 제이.

미국 93117 캘리포니아주 콜레타시 스위트 201, 로
빈힐로드 75

오'하라, 에반 씨.

미국 93117 캘리포니아주 콜레타시 스위트 201, 로
빈힐로드 75

(56) 선행기술조사문헌

KR1020070097619 A*

JP2009295868 A

US20110148284 A1*

US20080210973 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

제1 도전형 반도체층, 상기 제1 도전형 반도체층 상에 위치하는 활성층, 및 상기 활성층 상에 위치하는 제2 도전형 반도체층을 포함하는 발광 구조체; 및

상기 제2 도전형 반도체층 상에 위치하며, 상기 제2 도전형 반도체층과 오믹 컨택하며, 단결정 ZnO를 포함하는 ZnO 투명 전극을 포함하고,

상기 ZnO 투명 전극은 ZnO 시드층, 및 상기 ZnO 시드층 상에 위치하는 ZnO 벌크층을 포함하고,

상기 ZnO 벌크층의 두께는 상기 ZnO 시드층의 두께보다 두꺼운 발광 소자.

청구항 2

제1 도전형 반도체층, 상기 제1 도전형 반도체층 상에 위치하는 활성층, 및 상기 활성층 상에 위치하는 제2 도전형 반도체층을 포함하는 발광 구조체; 및

상기 제2 도전형 반도체층 상에 위치하며, 상기 제2 도전형 반도체층과 오믹 컨택하며, 단결정 ZnO를 포함하는 ZnO 투명 전극을 포함하고,

상기 ZnO 투명 전극은 다수의 보이드를 포함하는 발광 소자.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

XRD(X-Ray Diffraction) $\omega 2\theta$ (omega 2theta) 스캔에 의한 상기 ZnO 투명 전극의 피크의 회절 각도는, XRD $\omega 2\theta$ 스캔에 의한 상기 제2 도전형 반도체층의 피크의 회절 각도에 대해 $\pm 1\%$ 범위 내에 있고,

XRD ω (omega) 스캔에 의한 상기 ZnO 투명 전극의 주 피크의 반치폭(FWHM)은 900 arcsec 이하인 발광 소자.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

XRD(X-Ray Diffraction) $\omega 2\theta$ (omega 2theta) 스캔에 의한 상기 ZnO 투명 전극의 피크의 회절 각도는, XRD $\omega 2\theta$ 스캔에 의한 상기 제2 도전형 반도체층의 피크의 회절 각도에 대해 $\pm 0.5\%$ 범위 내에 있는 발광 소자.

청구항 5

청구항 3에 있어서,

XRD ω 스캔에 의한 상기 ZnO 투명 전극의 주 피크의 반치폭은 870 arcsec 이하인 발광 소자.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 ZnO 투명 전극은 800nm 이상의 두께를 갖는 발광 소자.

청구항 7

청구항 2에 있어서,

상기 ZnO 투명 전극은 ZnO 시드층, 및 상기 ZnO 시드층 상에 위치하는 ZnO 벌크층을 포함하고,

상기 ZnO 벌크층의 두께는 상기 ZnO 시드층의 두께보다 두꺼운 발광 소자.

청구항 8

청구항 1 또는 청구항 7에 있어서,

상기 ZnO 벌크층은 상기 ZnO 투명 전극의 두께의 90% 이상 100% 미만의 두께를 갖는 발광 소자.

청구항 9

청구항 1 또는 청구항 7에 있어서,

상기 ZnO 시드층은 언도핑된 ZnO를 포함하고,

상기 ZnO 벌크층은, 은(Ag), 인듐(In), 주석(Sn), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 갈륨(Ga), 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 티타늄(Ti), 몰리브덴(Mo), 니켈(Ni), 동(Cu), 금(Au), 백금(Pt), 로듐(Rh), 이리듐(Ir), 루테튬(Ru) 및 팔라듐(Pd) 중 적어도 하나를 포함하는 도펀트로 도핑된 단결정 ZnO를 포함하는 발광 소자.

청구항 10

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 제2 도전형 반도체층은 C면의 성장면을 가지며, 상기 ZnO 투명 전극의 단결정 ZnO는 우르짜이트 결정 구조를 갖는 발광 소자.

청구항 11

제1 도전형 반도체층, 상기 제1 도전형 반도체층 상에 위치하는 활성층, 및 상기 활성층 상에 위치하는 제2 도전형 반도체층을 포함하는 발광 구조체를 형성하고; 및

상기 제2 도전형 반도체층 상에 상기 제2 도전형 반도체층과 오믹 컨택하는 ZnO 투명 전극을 형성하는 것을 포함하고,

상기 ZnO 투명 전극을 형성하는 것은,

상기 제2 도전형 반도체층 상에 ZnO 시드층을 형성하고; 및

상기 ZnO 시드층 상에 상기 ZnO 시드층을 시드로 ZnO 벌크층을 형성하는 것을 포함하는 발광 소자 제조 방법.

청구항 12

제1 도전형 반도체층, 상기 제1 도전형 반도체층 상에 위치하는 활성층, 및 상기 활성층 상에 위치하는 제2 도전형 반도체층을 포함하는 발광 구조체를 형성하고; 및

상기 제2 도전형 반도체층 상에 상기 제2 도전형 반도체층과 오믹 컨택하는 ZnO 투명 전극을 형성하는 것을 포함하고,

상기 ZnO 투명 전극을 형성하는 것은, 상기 ZnO 투명 전극 내에 다수의 보이드를 형성하는 것을 포함하는 발광 소자 제조 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 ZnO 투명 전극을 형성하는 것은,

상기 제2 도전형 반도체층 상에 ZnO 시드층을 형성하고; 및

상기 ZnO 시드층 상에 상기 ZnO 시드층을 시드로 ZnO 벌크층을 형성하는 것을 포함하는 발광 소자 제조 방법.

청구항 14

청구항 11 또는 청구항 13에 있어서,

상기 ZnO 시드층을 형성하는 것은,

스핀 코팅법을 이용하여 상기 제2 도전형 반도체층 상에 ZnO층을 형성하고; 및

상기 ZnO층을 열처리하는 것을 포함하고,

상기 ZnO 시드층은 상기 제2 도전형 반도체층과 오믹 컨택하는 발광 소자 제조 방법.

청구항 15

청구항 11 또는 청구항 13에 있어서,

상기 ZnO 벌크층을 형성하는 것은,

수열합성법을 이용하여 상기 ZnO 시드층 상에 단결정 ZnO를 형성하고; 및

상기 단결정 ZnO를 열처리하는 것을 포함하는 발광 소자 제조 방법.

청구항 16

청구항 11 또는 청구항 12에 있어서,

상기 ZnO 투명 전극은 800nm 이상의 두께를 갖도록 형성되는 발광 소자 제조 방법.

청구항 17

청구항 11 또는 청구항 12에 있어서,

XRD(X-Ray Diffraction) $\omega 2\theta$ (omega 2theta) 스캔에 의한 상기 ZnO 투명 전극의 피크의 회절 각도는, XRD $\omega 2\theta$ 스캔에 의한 상기 제2 도전형 반도체층의 피크의 회절 각도에 대해 $\pm 1\%$ 범위 내에 있고,

XRD ω (omega) 스캔에 의한 상기 ZnO 투명 전극의 주 피크의 반치폭(FWHM)은 900 arcsec 이하인 발광 소자 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 발광 소자에 관한 것으로, 특히, 단결정의 ZnO 투명 전극을 포함하여 발광 효율이 향상되고 전기적 특성이 향상된 발광 소자에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 질화물계 반도체를 이용하는 발광 다이오드와 같은 발광 소자에 있어서, 질화물계 p형 반도체층은 n형 반도체층에 비해 상대적으로 낮은 전기 도전성을 갖는다. 이로 인하여, p형 반도체층에서 전류가 수평방향으로 효과적으로 분산되지 않아, 반도체층의 특정 부분에 전류가 집중되는 현상이 발생한다(current crowding). 반도체층 내에서 전류가 집중되는 경우, 발광 다이오드가 정전기 방전에 취약해 지고, 누설 전류 및 효율 드롭이 발생할 수 있다. 또한, p형 반도체층은 n형 반도체층에 비해 금속성 전극과의 오믹 컨택이 잘 형성되지 않거나, 금속성 전극과의 접촉 저항이 높다.

[0003] 이에, 전류를 효율적으로 분산시키고, 오믹 컨택을 원활하게 형성하기 위하여 p형 반도체층 상에 ITO, ZnO와 같은 투명 전극 및 전류 차단층을 형성하는 기술이 발광 소자 제조에 적용된 바 있다. 그러나, 일반적인 ZnO를 이용한 투명 전극은 전기적 특성이 비교적 좋지 않아, 발광 소자에 적용 시 순방향 전압(Vf)이 증가한다. 또한, 일반적인 ZnO는 생산 수율이 낮아, 발광 소자 양산에 적용하기에 적합하지 않다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 전기적 저항이 낮아 전류 분산 효율이 우수하고, 결정성이 우수한 단결정 ZnO 투명 전극을 포함하는 발광 소자를 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 과제는, 전기적 및 광학적 특성을 향상시킬 수 있는 결정성 및 두께를 갖는 단결정 ZnO 투명 전극을 포함하는 발광 소자 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 측면에 따른 발광 소자는, 제1 도전형 반도체층, 상기 제1 도전형 반도체층 상에 위치하는 활성층, 및 상기 활성층 상에 위치하는 제2 도전형 반도체층을 포함하는 발광 구조체; 및 상기 제2 도전형 반도체층 상에 위치하며, 상기 제2 도전형 반도체층과 오믹 컨택하며, 단결정 ZnO를 포함하는 ZnO 투명 전극을 포함하고, XRD(X-Ray Diffraction) $\omega 2\theta$ (omega 2theta) 스캔에 의한 상기 ZnO 투명 전극의 피크의 회절 각도는, XRD $\omega 2\theta$ 스캔에 의한 상기 제2 도전형 반도체층의 피크의 회절 각도에 대해 $\pm 1\%$ 범위 내에 있으며, XRD ω (omega) 스캔에 의한 상기 ZnO 투명 전극의 주 피크의 반치폭(FWHM)은 900 arcsec 이하이다.

[0007] 본 발명의 또 다른 측면에 다른 발광 소자 제조 방법은, 제1 도전형 반도체층, 상기 제1 도전형 반도체층 상에 위치하는 활성층, 및 상기 활성층 상에 위치하는 제2 도전형 반도체층을 포함하는 발광 구조체를 형성하고; 및 상기 제2 도전형 반도체층 상에 상기 제2 도전형 반도체층과 오믹 컨택하는 ZnO 투명 전극을 형성하는 것을 포함하고, XRD(X-Ray Diffraction) $\omega 2\theta$ (omega 2theta) 스캔에 의한 상기 ZnO 투명 전극의 피크의 회절 각도는, XRD $\omega 2\theta$ 스캔에 의한 상기 제2 도전형 반도체층의 피크의 회절 각도에 대해 $\pm 1\%$ 범위 내에 있으며, XRD ω (omega) 스캔에 의한 상기 ZnO 투명 전극의 주 피크의 반치폭(FWHM)은 900 arcsec 이하이다.

발명의 효과

[0008] 실시예들에 따르면, 서로 다른 방법을 통해 형성된 ZnO 시드층 및 ZnO 벌크층을 포함하는 ZnO 투명 전극이 제공되며, 이러한 ZnO 투명 전극은 제2 도전형 반도체층과 전기적 컨택 특성이 우수하여 발광 소자의 전기적 특성이 향상될 수 있다. 또한, 상기 ZnO 투명 전극은 일정 수준 이상의 결정성을 가짐으로써, ZnO 투명 전극의 제조 수율이 향상될 수 있어, 상기 ZnO 투명 전극은 발광 소자의 양산에 용이하게 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1 내지 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.
 도 4는 일 실시예에 따른 발광 소자의 ZnO 투명 전극에 대한 XRD(X-ray Diffraction) 패턴을 보여주는 TEM(transmission electron microscope) 사진이다.
 도 5는 일 실시예에 따른 발광 소자 및 ZnO 투명 전극에 대한 XRD(X-ray Diffraction) 측정 값을 나타내는 그래프이다.
 도 6은 일 실시예에 따른 발광 소자 및 ZnO 투명 전극에 대한 XRD(X-ray Diffraction) 측정 값을 나타내는 그래프이다.
 도 7 및 도 8은 본 발명의 다른 실시예들에 따른 발광 소자를 설명하기 위한 평면도 및 단면도이다.
 도 9는 본 발명의 다른 실시예들에 따른 발광 소자를 설명하기 위한 단면도이다.
 도 10 및 도 11은 본 발명의 다른 실시예들에 따른 발광 소자를 설명하기 위한 평면도들 및 단면도이다.
 도 12은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자를 조명 장치에 적용한 예를 설명하기 위한 분해 사시도이다.
 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자를 디스플레이 장치에 적용한 예를 설명하기 위한 단면도이다.
 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자를 디스플레이 장치에 적용한 예를 설명하기 위한 단면도이다.
 도 15은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자를 헤드 램프에 적용한 예를 설명하기 위한 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 본 발명의 실시예들에 따른 발광 소자 및 발광 소자의 제조 방법은 다양한 양태로 구현될 수 있다.

[0011] 본 발명의 측면들에 따른 발광 소자는, 제1 도전형 반도체층, 상기 제1 도전형 반도체층 상에 위치하는 활성층, 및 상기 활성층 상에 위치하는 제2 도전형 반도체층을 포함하는 발광 구조체; 및 상기 제2 도전형 반도체층 상에 위치하며, 상기 제2 도전형 반도체층과 오믹 컨택하며, 단결정 ZnO를 포함하는 ZnO 투명 전극을 포함하고, XRD(X-Ray Diffraction) $\omega 2\theta$ (omega 2theta) 스캔에 의한 상기 ZnO 투명 전극의 피크의 회절 각도는, XRD $\omega 2\theta$ 스캔에 의한 상기 제2 도전형 반도체층의 피크의 회절 각도에 대해 $\pm 1\%$ 범위 내에 있으며, XRD ω (omega) 스캔에 의한 상기 ZnO 투명 전극의 주 피크의 반치폭(FWHM)은 900 arcsec 이하이다.

- [0012] XRD(X-Ray Diffraction) $\omega 2\theta$ (omega 2theta) 스캔에 의한 상기 ZnO 투명 전극의 피크의 회절 각도는, XRD $\omega 2\theta$ 스캔에 의한 상기 제2 도전형 반도체층의 피크의 회절 각도에 대해 $\pm 0.5\%$ 범위 내에 있을 수 있다.
- [0013] XRD ω 스캔에 의한 상기 ZnO 투명 전극의 주 피크의 반치폭은 870 arcsec 이하일 수 있다.
- [0014] 상기 ZnO 투명 전극은 800nm 이상의 두께를 가질 수 있다.
- [0015] 상기 ZnO 투명 전극은 ZnO 시드층, 및 상기 ZnO 시드층 상에 위치하는 ZnO 벌크층을 포함할 수 있고, 상기 ZnO 벌크층의 두께는 상기 ZnO 시드층의 두께보다 두꺼울 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 ZnO 벌크층은 상기 ZnO 투명 전극의 두께의 90% 이상 100% 미만의 두께를 가질 수 있다.
- [0017] 상기 ZnO 시드층은 언도핑된 ZnO를 포함할 수 있고, 상기 ZnO 벌크층은, 은(Ag), 인듐(In), 주석(Sn), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 갈륨(Ga), 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 티타늄(Ti), 몰리브덴(Mo), 니켈(Ni), 동(Cu), 금(Au), 백금(Pt), 로듐(Rh), 이리듐(Ir), 루테튬(Ru) 및 팔라듐(Pd) 중 적어도 하나를 포함하는 도펀트로 도핑된 단결정 ZnO를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 ZnO 투명 전극은 다수의 보이드를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 제2 도전형 반도체층은 C면의 성장면을 가질 수 있으며, 상기 ZnO 투명 전극의 단결정 ZnO는 우르짜이트 결정 구조를 가질 수 있다.
- [0020] 본 발명의 다른 측면들에 따른 발광 소자 제조 방법은, 제1 도전형 반도체층, 상기 제1 도전형 반도체층 상에 위치하는 활성층, 및 상기 활성층 상에 위치하는 제2 도전형 반도체층을 포함하는 발광 구조체를 형성하고; 및 상기 제2 도전형 반도체층 상에 상기 제2 도전형 반도체층과 오믹 컨택하는 ZnO 투명 전극을 형성하는 것을 포함하고, XRD(X-Ray Diffraction) $\omega 2\theta$ (omega 2theta) 스캔에 의한 상기 ZnO 투명 전극의 피크의 회절 각도는, XRD $\omega 2\theta$ 스캔에 의한 상기 제2 도전형 반도체층의 피크의 회절 각도에 대해 $\pm 1\%$ 범위 내에 있으며, XRD ω (omega) 스캔에 의한 상기 ZnO 투명 전극의 주 피크의 반치폭(FWHM)은 900 arcsec 이하이다.
- [0021] 상기 ZnO 투명 전극을 형성하는 것은, 상기 제2 도전형 반도체층 상에 ZnO 시드층을 형성하고; 및 상기 ZnO 시드층 상에 상기 ZnO 시드층을 시드로 ZnO 벌크층을 형성하는 것을 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 ZnO 시드층을 형성하는 것은, 스핀 코팅법을 이용하여 상기 제2 도전형 반도체층 상에 ZnO층을 형성하고; 및 상기 ZnO층을 열처리하는 것을 포함하고, 상기 ZnO 시드층은 상기 제2 도전형 반도체층과 오믹 컨택할 수 있다.
- [0023] 상기 ZnO 벌크층을 형성하는 것은, 수열합성법을 이용하여 상기 ZnO 시드층 상에 단결정 ZnO를 형성하고; 및 상기 단결정 ZnO를 열처리하는 것을 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 ZnO 벌크층을 형성하는 것은, 상기 ZnO 벌크층 내에 다수의 보이드를 형성하는 것을 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 ZnO 투명 전극은 800nm 이상의 두께를 갖도록 형성될 수 있다.
- [0026] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 다음에 소개되는 실시예들은 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 그리고, 도면들에 있어서, 구성요소의 폭, 길이, 두께 등은 편의를 위하여 과장되어 표현될 수도 있다. 또한, 하나의 구성요소가 다른 구성요소의 "상부에" 또는 "상에" 있다고 기재된 경우 각 부분이 다른 부분의 "바로 상부" 또는 "바로 상에" 있는 경우뿐만 아니라 각 구성요소와 다른 구성요소 사이에 또 다른 구성요소가 개재된 경우도 포함한다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0027] 이하 설명되는 반도체층들에 대한 각 조성비, 성장 방법, 성장 조건, 두께 등은 예시에 해당하며, 하기 기재된 바에 따라 본 발명이 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, AlGaIn로 표기되는 경우, Al과 Ga의 조성비는 통상의 기술자의 필요에 따라 다양하게 적용될 수 있다. 또한, 이하 설명되는 반도체층들은 이 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자(이하, "통상의 기술자")에게 일반적으로 알려진 다양한 방법을 이용하여 성장될 수 있으며, 예를 들어, MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition), MBE(Molecular Beam Epitaxy) 또는 HVPE(Hydride Vapor Phase Epitaxy) 등의 기술을 이용하여 성장될 수 있다. 다만, 이하 설명되는 실시예들에서는, 반도체층들이 MOCVD를 이용하여 동일한 챔버 내에서 성장된 것으로 설명된다. 반도체층들의 성장 과정에서, 챔버 내에 유입되는 소스들은 통상의 기술자에게 알려진 소스를 이용할 수 있으며, 예를 들어, Ga 소스로서 TMGa, TEGa 등을

이용할 수 있고, Al 소스로서 TMA, TEA 등을 이용할 수 있으며, In 소스로서 TMI, TEI 등을 이용할 수 있으며, N 소스로서 NH₃를 이용할 수 있다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0028] 또한, 후술하는 실시예들에서, 단결정 ZnO로 지칭되는 물질은 소정의 결정 구조를 갖는 ZnO를 포함하며, 예를 들어, 우르짜이트(wurtzite) 결정 구조를 갖는 ZnO를 포함할 수 있다. 또한, 단결정 ZnO는 열역학적 진성 결함 (intrinsic defect)을 포함하는 단결정일 수 있고, 또한, 제조 공정 등에서 발생할 수 있는 미소량의 결함, 예를 들어, 공공 결함, 전위(dislocation), 그레인 바운더리(grain boundary) 등을 포함하는 단결정일 수 있다. 또한, 단결정 ZnO는 미소량의 불순물을 포함하는 단결정일 수 있다. 즉, 의도하지 않거나 피할 수 없는 결함 또는 불순물을 포함하는 단결정 ZnO 역시 본 명세서에서 지칭하는 단결정 ZnO에 모두 포함될 수 있다.
- [0029] 도 1 내지 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 단면도들이다. 특히, 도 1 내지 도 3에 따라 발광 소자 및 ZnO 투명 전극(130)의 제조 방법을 설명하며, ZnO 투명 전극(130)과 관련하여서는 도 4 내지 도 6을 더 참조하여 더욱 상세하게 설명한다.
- [0030] 도 1을 참조하면, 발광 구조체(120)를 형성한다. 발광 구조체(120)는 기판(110) 상에 성장되어 형성될 수 있다.
- [0031] 기판(110)은 절연성 또는 도전성 기판일 수 있다. 또한, 기판(110)은 발광 구조체(120)를 성장시키기 위한 성장 기판일 수 있으며, 사파이어 기판, 실리콘 카바이드 기판, 실리콘 기판, 질화갈륨 기판, 질화알루미늄 기판 등을 포함할 수 있다. 이와 달리, 기판(110)은 발광 구조체(120)를 지지하기 위한 2차 기판일 수도 있다. 예를 들어, 기판(110)은 상면에 소정의 패턴이 형성된 패턴된 사파이어 기판(patterned sapphire substrate; PSS)일 수 있다.
- [0032] 발광 구조체(120)는 제1 도전형 반도체층(121), 제1 도전형 반도체층(121)상에 위치하는 제2 도전형 반도체층(125), 및 제1 도전형 반도체층(121)과 제2 도전형 반도체층(125)의 사이에 위치하는 활성층(123)을 포함할 수 있다.
- [0033] 제1 도전형 반도체층(121), 활성층(123) 및 제2 도전형 반도체층(125)은 III-V 계열 질화물계 반도체를 포함할 수 있고, 예를 들어, (Al, Ga, In)N과 같은 질화물계 반도체를 포함할 수 있다. 제1 도전형 반도체층(121), 활성층(123) 및 제2 도전형 반도체층(125)은 MOCVD와 같은 공지의 방법을 이용하여 챔버 내에서 성장되어 형성될 수 있다. 또한, 제1 도전형 반도체층(121)은 n형 불순물 (예를 들어, Si, Ge, Sn)을 포함할 수 있고, 제2 도전형 반도체층(125)은 p형 불순물 (예를 들어, Mg, Sr, Ba)을 포함할 수 있다. 또한, 그 반대일 수도 있다. 예를 들어 일 실시예에서, 제1 도전형 반도체층(121)은 도펀트로서 Si를 포함하는 GaN을 포함할 수 있고, 제2 도전형 반도체층은 도펀트로서 Mg를 포함하는 GaN을 포함할 수 있다. 활성층(123)은 다중양자우물 구조(MQW)를 포함할 수 있고, 원하는 파장을 방출하도록 질화물계 반도체의 조성비가 조절될 수 있다.
- [0034] 발광 구조체(120)의 반도체층들(121, 123, 125)은 각각 소정의 성장면을 가질 수 있다. 발광 구조체(120)의 반도체층들(121, 123, 125)의 성장면은 기판(110)의 성장면에 대응한다. 예를 들어, 기판(110)이 c면(c-plane; (0001))을 갖는 경우, 발광 구조체(120)의 반도체층들(121, 123, 125) 역시 c면의 성장면을 따라 성장된다. 이 경우, 제2 도전형 반도체층(125)의 상면은 c면을 갖는다. 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 발광 구조체(120)는 비극성 또는 반극성의 성장면을 가질 수도 있으며, 특정 결정면에 대해 소정의 오프셋 각도를 갖는 성장면을 가질 수도 있다.
- [0035] 발광 구조체(120)의 구조는 상기 발광 소자의 형태에 따라 다양하게 변형될 수 있다. 본 실시예의 발광 소자는 수평형 발광 소자, 수직형 발광 소자, 플립칩형 발광 소자 등 다양한 형태의 발광 소자로 변경 또는 변형될 수 있다. 다양한 구조의 발광 소자는 후술하여 상세하게 설명하나, 본 발명이 후술하는 실시예들에 따른 발광 소자의 구조에 한정되는 것은 아니다.
- [0036] 도 2 및 도 3을 참조하면, 발광 구조체(120) 상에 ZnO 투명 전극(130)을 형성한다. ZnO 투명 전극(130)을 형성하는 것은, ZnO 시드층(131)을 형성하고, ZnO 시드층(131) 상에 ZnO 벌크층(133)을 형성하는 것을 포함할 수 있다. ZnO 벌크층(133)은 상기 ZnO 시드층(131)을 시드로 성장될 수 있다.
- [0037] 구체적으로, 먼저 도 2를 참조하면, 발광 구조체(120) 상에 ZnO 시드층(131)을 형성한다. ZnO 시드층(131)은 제2 도전형 반도체층(125) 상에 형성된다. ZnO 시드층(131)은 제2 도전형 반도체층(125)과 오믹 컨택을 형성할 수 있다.
- [0038] ZnO 시드층(131)은 다양한 방법을 통해 제2 도전형 반도체층(125) 상에 형성될 수 있고, 예컨대, 스핀 코팅법을 통해 제2 도전형 반도체층(125) 상에 형성될 수 있다. ZnO 시드층(131)을 형성하는 것은, ZnO 입자 또는 Zn를

포함하는 용액을 발광 구조체(120) 상에 스핀 코팅하는 것을 포함할 수 있다. 또한, ZnO 시드층(131)을 형성하는 것은, 스핀 코팅으로 형성된 ZnO층을 열처리하는 것을 더 포함할 수 있다. 상기 ZnO층의 열처리는 N₂분위기에서 약 450 내지 550℃ 온도 조건으로 수행될 수 있다. 상기 열처리를 통해 ZnO 시드층(131)은 제2 도전형 반도체층(125)과 오믹 컨택을 형성할 수 있다.

[0039] 예를 들어, 개시 물질로서 아연 아세테이트 디하이드레이트(Zinc acetate dehydrate), 용매로서 메톡시에탄올(methoxethanol), 및 안정제로서 모노에탄올아민(monoethanolamine)을 포함하는 용액을 준비한다. 이어서, 스핀 코팅을 이용하여 상기 용액을 제2 도전형 반도체층(125) 상에 도포한다. 다음, 도포된 용액을 약 300℃의 온도에서 약 10분간 건조하여, 용매 및 유기 잔류물들을 제거하여, ZnO 시드층(131)을 형성할 수 있다. 형성된 ZnO 시드층(131)은 약 500℃의 온도에서 열처리될 수 있다.

[0040] 이와 달리, ZnO 시드층(131)은 수열합성법, 졸-겔 합성법, 원자층 증착법(atomic layer deposition, ALD), 펄스 레이저 증착법(pulsed laser deposition, PLD), 분자선 에피택시법(MBE), 금속유기화학기상증착법(MOCVD), 라디오 주파수 스퍼터링법(RF-sputtering)과 같은 진공 증착법, 전기화학 증착법, 딥 코팅법(dip coating)등을 통해서 형성될 수도 있다.

[0041] 또한, ZnO 시드층(131)은 발광 구조체(120)의 결정 구조와 유사한 구조의 결정 구조를 갖는 단결정 구조를 포함할 수 있다. ZnO 단결정의 경우, 질화물계 반도체, 예를 들어, GaN과 대체로 유사한 격자 상수를 갖는 우르짜이트 구조를 가질 수 있다. 이에 따라, ZnO 단결정은 질화물계 반도체와 동일한 배향성을 갖는 단결정 구조를 가질 수 있다. 예컨대, 제2 도전형 반도체층(125)이 c면의 성장면((0001))을 갖는 경우, ZnO 시드층(131) 역시 (0001)면을 따르는 배향성을 갖는 결정 구조를 가질 수 있다. 따라서, ZnO 시드층(131)을 포함하는 ZnO 투명 전극(130)은 제2 도전형 반도체층(125)과의 접합성이 우수하여, 투명 전극의 박리로 인한 발광 소자의 전기적 특성 저하 및 발광 강도 저하를 방지할 수 있으며, 발광 소자의 신뢰성이 향상될 수 있다. 나아가, ZnO 시드층(131)은 언도핑된 ZnO 단결정으로 형성될 수 있다. ZnO 시드층(131)이 언도핑된 ZnO로 형성되어, ZnO 시드층(131)의 결정성이 향상될 수 있다.

[0042] ZnO 시드층(131)은 후술하는 ZnO 벌크층(133)을 성장시킬 수 있는 시드(seed) 역할을 할 수 있으며, 또한, 상술한 바와 같이 제2 도전형 반도체층(125)과의 오믹 컨택을 형성하는 역할을 할 수 있다. 특히, ZnO 시드층(131)은 언도핑된 ZnO로 형성되어, 후속 공정에서 형성되는 ZnO 벌크층(133)의 결정성을 향상시킬 수 있다. ZnO 시드층(131)은 후술하는 ZnO 벌크층(133)보다 얇은 두께를 가질 수 있고, 예를 들어, 수 내지 수십 nm의 두께를 가질 수 있다.

[0043] 이어서, 도 3을 참조하면, ZnO 시드층(131) 상에 ZnO 벌크층(133)을 형성하여, ZnO 투명 전극(130)을 형성한다. 이에 따라, 발광 구조체(120) 및 발광 구조체(120) 상에 위치하는 ZnO 투명 전극(130)을 포함하는 발광 소자가 제공될 수 있다.

[0044] ZnO 벌크층(133)은 다양한 방법을 통해 제2 도전형 반도체층(125) 상에 형성될 수 있고, 예컨대, 수열합성법을 통해 제2 도전형 반도체층(125) 상에 형성될 수 있다. ZnO 벌크층(133)을 형성하는 것은, ZnO 전구체를 포함하는 용액을 이용하여 수열합성법을 통해 발광 구조체(120) 상에 단결정 ZnO층을 형성하는 것을 포함할 수 있다. 이때, 상기 단결정 ZnO층은 ZnO 시드층(131)으로부터 성장되어 형성된 것일 수 있다. 또한, ZnO 벌크층(133)을 형성하는 것은, 수열합성을 통해 형성된 단결정 ZnO층을 열처리하는 것을 더 포함할 수 있다. 상기 ZnO층의 열처리는 N₂분위기에서 약 200 내지 300℃ 온도 조건으로 수행될 수 있다. 상기 열처리를 통해 ZnO 벌크층(133)의 시트 저항이 감소될 수 있고, 광 투과성이 향상(흡광성 저하)될 수 있다.

[0045] ZnO 단결정을 형성하기 위한 용액이 준비된다. 상기 용액은 아연염 및 침전제를 포함하고, 이를 극성 용매에 용해시켜 제조된다. 상기 아연염은 아연 이온(Zn²⁺)의 공여체로 작용하고, 상기 침전제는 하이드록시기(OH⁻) 공여체로 작용한다. 상기 아연염은 아연 아세테이트(Zinc acetate), 아연 나이트레이트(Zinc nitrate), 아연 설페이트(Zinc sulfate) 및 아연 클로라이드(Zinc chloride) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 침전제는 NaOH, Na₂CO₃, LiOH, H₂O₂, KOH, HMTA(hexamethylenetetramine) 및 NH₄OH 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 극성 용매는 물, 알코올 및 유기용매 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0046] 상기 용액을 ZnO 시드층(131) 상에 도포하고, 열에너지를 공급하여 단결정 ZnO 단결정을 형성한다. 열에너지의 공급은 상압에서 50℃ 내지 100℃의 온도범위에서 수행될 수 있다. 이에 따라, 아연염과 침전제가 반응하여 단결정 ZnO를 형성함으로써, ZnO 벌크층(133)이 형성될 수 있다.

- [0047] ZnO 벌크층(133)을 형성하는 방법은 이에 한정되지 않으며, ZnO 벌크층(133)이 ZnO 시드층(131)과 실질적으로 동일한 결정성을 갖도록하는 방법이면 제한되지 않는다. 예컨대, ZnO 벌크층(133)은 졸-겔 합성법, 원자층 증착법(atomic layer deposition, ALD), 펄스 레이저 증착법(pulsed laser deposition, PLD), 분자선 에피택시법(MBE), 금속유기화학기상증착법(MOCVD), 라디오 주파수 스퍼터링법(RF-sputtering)과 같은 진공 증착법, 전기화학 증착법, 딥 코팅법(dip coating), 스핀 코팅법 등을 통해서 형성될 수도 있다.
- [0048] 이러한 단결정 ZnO를 포함하거나 단결정 ZnO로 형성된 ZnO 벌크층(133)을 포함하는 ZnO 투명 전극(130)은 비교적 우수한 결정성을 가질 수 있다. 특히, 본 발명의 실시예들에 따른 ZnO 투명 전극(130)의 XRD ω (omega) 스캔 시 나타나는 주 피크의 반치폭(Full Width at Half Maximum; FWHM)은 약 900 arcsec 이하일 수 있으며, 나아가, 약 870 arcsec 이하일 수 있다.
- [0049] 또한, ZnO 벌크층(133)은 ZnO 시드층(131)으로부터 성장됨으로써, ZnO 시드층(131)의 결정 구조와 실질적으로 동일한 결정 구조를 갖는 단결정 구조를 포함할 수 있다. 이에 따라, ZnO 벌크층(133)은 발광 구조체(120)의 결정 구조와 유사한 구조의 결정 구조를 갖는 단결정 구조를 포함할 수 있으며, 나아가, ZnO 투명 전극(130)은 발광 구조체(120)의 결정 구조와 유사한 구조의 결정 구조를 가질 수 있다. ZnO 단결정의 경우, 질화물계 반도체, 예를 들어, GaN과 대체로 유사한 격자 상수를 갖는 우르자이트 구조를 가질 수 있다. 이에 따라, ZnO 단결정은 질화물계 반도체와 동일한 배향성을 갖는 단결정 구조를 가질 수 있다. 예컨대, 제2 도전형 반도체층(125)이 c면의 성장면((0001))을 갖는 경우, ZnO 시드층(131)은 (0001)면을 따르는 배향성을 갖는 결정 구조를 가질 수 있고, 이러한 ZnO 시드층(131)으로부터 성장되어 형성된 ZnO 벌크층(133) 역시 (0001)면을 따르는 배향성을 갖는 결정 구조를 가질 수 있다. 따라서, ZnO 투명 전극(130)은 (0001)면을 따르는 배향성을 갖는 결정 구조를 갖는 단결정 ZnO를 포함할 수 있다. 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 제2 도전형 반도체층(125)이 비극성 또는 반극성의 성장면을 갖는 경우, ZnO 투명 전극(130)은 상기 성장면에 따른 배향성을 갖는 결정 구조를 가질 수 있다.
- [0050] 즉, 제2 도전형 반도체층(125)과 ZnO 투명 전극(130)이 각각, 실질적으로 서로 동일한 결정 배향성을 갖는 실질적으로 동일한 결정 구조를 포함함으로써, ZnO 시드층(131) 및 ZnO 벌크층(133)을 포함하는 ZnO 투명 전극(130)의 XRD $\omega 2\theta$ (omega 2theta) 스캔 시 나타나는 ZnO 피크의 회절 각도(degree)는, 제2 도전형 반도체층(125)의 XRD $\omega 2\theta$ 스캔 시 나타나는 질화물계 반도체 피크의 회절 각도와 대체로 일치할 수 있다. 예컨대, XRD $\omega 2\theta$ (omega 2theta) 스캔 시 나타나는 ZnO 피크의 회절 각도는, XRD $\omega 2\theta$ 스캔 시 나타나는 질화물계 반도체 피크의 회절 각도에 대해 약 $\pm 1\%$ 범위 내에 있을 수 있으며, 나아가, 약 $\pm 0.5\%$ 범위 내에 있을 수 있다.
- [0051] ZnO 투명 전극(130)이 GaN과 동일한 배향성 및 결정 구조를 가짐에 따라, ZnO 투명 전극(130)이 복수의 발광 소자에 적용되더라도 서로 다른 발광 소자에 적용된 ZnO 투명 전극(130)들이 대체로 동일한 배향성 및 결정 구조를 가질 수 있다. 따라서, 복수의 발광 소자에 적용된 ZnO 투명 전극(130)들 간의 특성 편차가 작아질 수 있어, 제조 수율이 향상될 수 있다.
- [0052] 나아가, ZnO 벌크층(133)은 도펀트를 더 포함할 수 있다. 이에 따라, ZnO 벌크층(133)은 도핑된 단결정 ZnO를 포함할 수 있다. ZnO 벌크층(133)은 금속성 도펀트를 포함할 수 있으며, 예를 들어, 은(Ag), 인듐(In), 주석(Sn), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 갈륨(Ga), 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 티타늄(Ti), 몰리브덴(Mo), 니켈(Ni), 동(Cu), 금(Au), 백금(Pt), 로듐(Rh), 이리듐(Ir), 루테튬(Ru) 및 팔라듐(Pd) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 본 실시예에서, ZnO 벌크층(133)은 Ga도핑된 ZnO(GZO)로 형성될 수 있다. ZnO 벌크층(133)이 금속성 도펀트를 포함함으로써, 시트 저항이 더욱 낮아질 수 있어, 수평 방향으로 전류가 더욱 고르게 분산될 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, ZnO 벌크층(133)은 언도핑된 ZnO로 형성될 수도 있다.
- [0053] ZnO 벌크층(133)은 ZnO 시드층(131)에 비해 두꺼운 두께를 가질 수 있고, 예컨대, 수 백nm의 두께를 가질 수 있다. 또한, ZnO 투명 전극(130)의 전체 두께를 기준으로, ZnO 벌크층(133)이 차지하는 두께는 약 90% 이상 및 100% 미만일 수 있다. 이와 같이, 일정 수준의 이상의 결정성을 갖는 ZnO 벌크층(133)이 ZnO 투명 전극(130) 전체 두께에 대해 약 90% 이상의 비율로 형성됨으로써, 복수의 발광 소자들에 대해 적용된 ZnO 투명 전극(130)들이 대체로 유사하거나 동일한 특성을 가질 수 있다. 따라서, 제조된 ZnO 투명 전극(130)들 간의 특성 편차가 작아질 수 있으며, 수율이 증가될 수 있다.
- [0054] 나아가, ZnO 투명 전극(130)의 전체 두께는 약 800nm 이상일 수 있다. ZnO 투명 전극(130)의 전체 두께가 약 800nm 이상으로 증가함에 따라, ZnO 투명 전극(130)의 격자 부정합으로 인하여 발생하는 스트레스 및 스트레인 이 급격하게 감소할 수 있다. 이에 따라, ZnO 투명 전극(130)을 약 800nm 이상의 두께로 형성함으로써, ZnO 투명 전극(130)의 결정성을 향상시킬 수 있다. 또한, 단결정 ZnO는 광 투과도가 우수하여, 단결정 ZnO는 비교적

두꺼운 두께로 형성될 수 있다. 단결정 ZnO는 수백 nm 이상의 두께로 형성될 수 있으며, 나아가, 수 μm 의 두께로 형성되더라도 단결정 ZnO에서의 광 흡수율 증가가 크지 않아 발광 소자의 광 추출 효율이 향상될 수 있다. 즉, ZnO 투명 전극(130)이 약 800nm 이상의 두께를 가짐으로써, 결정성이 향상됨과 동시에 ZnO 투명 전극(130)에서의 전류 분산 효율이 향상될 수 있다. 이에 따라, 본 실시예의 발광 소자는 낮은 순방향 전압(V_f)을 갖고, 높은 발광 효율을 갖는다.

[0055] 나아가, ZnO 벌크층(133)은 다수의 보이드(void)를 포함할 수 있다. 상기 보이드는 ZnO 벌크층(133) 내에 불규칙적으로 분산되어 배치될 수 있다. 상기 보이드는 수nm 내지 수십nm의 직경을 가질 수 있다. ZnO 벌크층(133)의 보이드는 ZnO 벌크층(133)의 형성 과정 중에 형성된 것일 수 있다. 예를 들어, 수열합성법으로 형성되는 ZnO 벌크층(133) 내에서 수열합성 과정 또는 열처리 과정에서 공급되는 열에 의하여 ZnO 벌크층(133) 내에 존재하는 H_2O 또는 OH^- 의 증발로 인하여 ZnO 벌크층(133) 내에 다수의 보이드가 형성될 수 있다. 상기 보이드에 의하여, ZnO 투명 전극(130)을 통과하는 광이 산란될 수 있어, 발광 소자의 광 추출 효율이 향상될 수 있다.

[0056] 이와 같이 ZnO 투명 전극(130)을 ZnO 시드층(131)과 ZnO 벌크층(133)을 포함하는 다중 구조로 형성함으로써, ZnO 투명 전극(130)과 제2 도전형 반도체층(125) 간의 오믹 컨택이 용이하게 형성될 수 있고, ZnO 투명 전극(130)의 결정성을 향상시킬 수 있으며, 시트 저항이 낮고 광 투과율이 높은 ZnO 투명 전극(130)을 형성할 수 있다. 따라서 발광 소자의 전기적 및 광학적 특성을 향상시킬 수 있다. 또한, 상술한 실시예에서와 같이, 스핀 코팅을 이용한 ZnO 시드층(131)을 형성하고, ZnO 시드층(131) 상에 수열합성법을 이용한 ZnO 벌크층(133)을 형성하는 방법을 통해 ZnO 투명 전극(130)을 형성함으로써, 제2 도전형 반도체층(125)과 전기적 컨택 특성이 우수한 ZnO 투명 전극(130)이 제공될 수 있다. 이에 따라, 실시예들에 따른 발광 소자의 순방향 전압(V_f)이 낮아질 수 있다. 더욱이, 상술한 실시예들에 따라 제조된 ZnO 투명 전극(130)은 일정 수준 이상의 결정성을 가질 수 있고, 이에 따라, ZnO 투명 전극(130)이 복수의 발광 소자 제조에 적용되었을 때 상기 복수의 발광 소자들간의 특성 편차가 감소된다. 따라서, ZnO 투명 전극(130)을 포함하는 발광 소자들의 제조 수율이 향상될 수 있고, 실시예들에 따른 ZnO 투명 전극(130)은 발광 소자의 양산에 용이하게 적용될 수 있다.

[0057] 이하, 도 4 및 도 5를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 ZnO 투명 전극(130)에 관하여 더욱 상세한 예시를 들어 설명한다. 본 실시예의 발광 소자는 사파이어 기판 상에 위치하는 발광 구조체(120) 및 ZnO 시드층(131)과 ZnO 벌크층(133)을 포함하는 ZnO 투명 전극(130)을 포함한다. 발광 구조체(120)의 제2 도전형 반도체층(125)은 P-GaN을 포함하며 제2 도전형 반도체층(125)의 성장면은 C면이다. ZnO 투명 전극(130)의 두께는 약 800nm 이다.

[0058] 도 4는 본 실시예에 따른 발광 소자의 ZnO 투명 전극(130)에 대한 XRD(X-ray Diffraction) 패턴을 보여주는 TEM(transmission electron microscope) 사진이다. 도 4의 TEM 사진은, P-GaN으로 형성된 제2 도전형 반도체층(125) 상에 형성된 ZnO 투명 전극(130)의 일부를 나타낸다. 도 4에 나타난 XRD 패턴 사진에서 알 수 있듯이, P-GaN으로 형성된 제2 도전형 반도체층(125), ZnO 시드층(131) 및 ZnO 벌크층(133) 모두 단결정 구조를 갖는 것을 알 수 있다.

[0059] 도 5는 일 실시예에 따른 발광 소자의 ZnO 투명 전극(130)에 대한 $\omega 2\theta$ 스캔을 통한 XRD 측정값을 나타내는 그래프이다. 도 5를 참조하면, (004)면의 수직(normal) 방향으로의 결정 배향성을 갖는 P-GaN(제2 도전형 반도체층(125)) 피크의 회절 각도와 (004)면의 수직(normal) 방향으로의 결정 배향성을 갖는 ZnO(ZnO 투명 전극(130)) 피크의 회절 각도가 대체로 일치하는 것을 알 수 있다. 이때, ZnO(ZnO 투명 전극(130)) 피크의 회절 각도는 P-GaN(제2 도전형 반도체층(125)) 피크의 회절 각도에 대해 약 4.26% 작은 값을 갖는다. 또한, (002)면의 수직(normal) 방향으로의 결정 배향성을 갖는 P-GaN(제2 도전형 반도체층(125)) 피크의 회절 각도와 (002)면의 수직(normal) 방향으로의 결정 배향성을 갖는 ZnO(ZnO 투명 전극(130)) 피크의 회절 각도가 대체로 일치하는 것을 알 수 있다. 이때, ZnO(ZnO 투명 전극(130)) 피크의 회절 각도는 P-GaN(제2 도전형 반도체층(125)) 피크의 회절 각도에 대해 약 3.76% 작은 값을 갖는다.

[0060] 도 6은 실시예들에 따른 ZnO 투명 전극(130)에 대한 XRD(X-ray Diffraction) ω 스캔 측정 값을 나타내는 그래프이다. 실시예 1 내지 실시예 3 각각에 따른 발광 소자는 사파이어 기판 상에 위치하는 발광 구조체(120) 및 ZnO 시드층(131)과 ZnO 벌크층(133)을 포함하는 ZnO 투명 전극(130)을 포함한다. 발광 구조체(120)의 제2 도전형 반도체층(125)은 P-GaN을 포함하며 제2 도전형 반도체층(125)의 성장면은 C면이다. 실시예 1 내지 실시예 3은 각각 260nm, 570nm 및 800nm 두께의 ZnO 투명 전극(130)을 갖는다.

[0061] 도 6을 참조하면, 실시예 1의 ZnO 투명 전극(130)에 대한 XRD ω 스캔에 따른 주 피크의 반치폭은 약 1436 arcsec이고, 실시예 2의 ZnO 투명 전극(130)에 대한 XRD ω 스캔에 따른 주 피크의 반치폭은 약 1428

arcsec이며, 실시예 3의 ZnO 투명 전극(130)에 대한 XRD ω 스캔에 따른 주 피크의 반치폭은 약 869 arcsec이다. 이에 따르면, ZnO 투명 전극(130)의 두께가 260nm에서 570nm으로 증가하더라도 XRD ω 스캔에 따른 주 피크의 반치폭은 크게 감소하지 않으며, 이 경우 ZnO 투명 전극(130)의 결정성의 변화는 크지 않은 것을 알 수 있다. 반면, ZnO 투명 전극(130)의 두께가 570nm에서 800nm으로 증가할 때, XRD ω 스캔에 따른 주 피크의 반치폭이 급격하게 감소한다. 즉, 이 경우 ZnO 투명 전극(130)의 결정성이 현저하게 증가한 것을 알 수 있다. 따라서, ZnO 투명 전극(130)의 두께가 약 800nm 이상으로 형성되면, 단결정 ZnO의 격자 부정합이 현저하게 감소하고, 격자 부정합으로 인한 스트레스 및 스트레인도 감소하여 결정성이 매우 향상될 수 있다.

- [0062] 도 7 및 도 8은 본 발명의 다른 실시예들에 따른 발광 소자를 설명하기 위한 평면도 및 단면도이다. 도 8은 도 7의 A-A'선에 대응하는 부분의 단면을 도시한다. 상술한 실시예들에서 설명한 구성과 동일한 구성에 대해서는 구체적인 설명은 생략한다.
- [0063] 도 7 및 도 8을 참조하면, 상기 발광 소자는 발광 구조체(120) 및 ZnO 투명 전극(130)을 포함한다. 또한, 상기 발광 소자는 발광 구조체(120)의 하부에 위치하는 기판(110), 제1 전극(141) 및 제2 전극(143)을 포함할 수 있다. 본 실시예의 발광 소자는 수평형 발광 소자의 일례일 수 있고, 본 실시예와 같이, ZnO 투명 전극(130)은 수평형 발광 소자에 적용될 수 있다.
- [0064] 발광 구조체(120)는 상술한 실시예들에서 설명한 바와 대체로 유사할 수 있다. 다만, 본 실시예에서, 발광 구조체(120)는 제2 도전형 반도체층(125) 및 활성층(123)을 포함하는 메사(120m)를 포함할 수 있다. 메사(120m) 주변의 일부 영역에는 제1 도전형 반도체층(121)이 부분적으로 노출될 수 있다.
- [0065] ZnO 투명 전극(130)은 메사(120m) 상에 위치할 수 있고, 메사(120m)의 상면을 대체로 전체적으로 덮을 수 있다. 또한, ZnO 투명 전극(130)은 ZnO 시드층(131) 및 ZnO 벌크층(133)을 포함할 수 있다. ZnO 시드층(131)은 제2 도전형 반도체층(125)과 오믹 콘택할 수 있다.
- [0066] 제1 전극(141) 및 제2 전극(143)은 각각 제1 도전형 반도체층(121) 및 제2 도전형 반도체층(125)과 전기적으로 연결될 수 있다. 예컨대, 제1 전극(141)은 메사(120m) 주변에 제1 도전형 반도체층(121)이 노출된 영역 상에 위치하여, 제1 도전형 반도체층(121)과 전기적으로 연결될 수 있다. 제2 전극(143)은 ZnO 투명 전극(130) 상에 위치하여, ZnO 투명 전극(130)을 통해 제2 도전형 반도체층(125)과 전기적으로 연결될 수 있다. 제2 전극(143)을 통해 주입된 전류는 ZnO 투명 전극(130) 내에서 수평 방향으로 분산될 수 있어, 발광 소자의 전류 분산 효율 및 발광 효율이 향상될 수 있다. 제1 전극(141)과 제2 전극(143)의 위치는 제한되지 않으나, 전류의 흐름 및 전류의 분산을 고려하여 다양하게 변경될 수 있다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 제1 전극(141)은 발광 소자의 일 모서리에 인접하여 배치되고, 제2 전극(143)은 상기 일 모서리에 반대하여 위치하는 타 모서리에 인접하여 배치될 수 있다. 또한, 제1 전극(141) 및 제2 전극(143) 각각은 와이어를 통해 외부 전원과 연결되는 패드부 및 연장부(미도시)를 포함할 수 있다.
- [0067] 일반적으로, 수평형 발광 소자의 발광면은 발광 소자의 상부면이므로, 활성층(123)에서 방출된 광은 ZnO 투명 전극(130)을 통과하여 방출될 수 있다. 본 발명의 실시예들에 따른 ZnO 투명 전극(130)은 높은 광 투과도를 가지므로, 발광 소자의 발광 효율이 향상될 수 있다.
- [0068] 도 9는 본 발명의 다른 실시예들에 따른 발광 소자를 설명하기 위한 단면도이다. 상술한 실시예들에서 설명한 구성과 동일한 구성에 대해서는 구체적인 설명은 생략한다.
- [0069] 도 9를 참조하면, 상기 발광 소자는 발광 구조체(120) 및 ZnO 투명 전극(130)을 포함한다. 또한, 상기 발광 소자는 제1 전극(141) 및 제2 전극(143)을 포함할 수 있다. 본 실시예의 발광 소자는 수직형 발광 소자의 일례일 수 있고, 본 실시예와 같이, ZnO 투명 전극(130)은 수직형 발광 소자에 적용될 수 있다.
- [0070] 발광 구조체(120)는 상술한 실시예들에서 설명한 바와 대체로 유사할 수 있다. 다만, 본 실시예에서, 활성층(123)은 제2 도전형 반도체층(125) 상에 위치하고, 제1 도전형 반도체층(121)은 활성층(123) 상에 위치할 수 있다. ZnO 투명 전극(130)은 제2 도전형 반도체층(125)의 하부에 위치할 수 있고, 제2 도전형 반도체층(125)의 하면을 대체로 전체적으로 덮을 수 있다. 또한, ZnO 투명 전극(130)은 ZnO 시드층(131) 및 ZnO 벌크층(133)을 포함할 수 있다. ZnO 시드층(131)은 제2 도전형 반도체층(125)과 오믹 콘택할 수 있다.
- [0071] 제1 전극(141) 및 제2 전극(143)은 각각 제1 도전형 반도체층(121) 및 제2 도전형 반도체층(125)과 전기적으로 연결될 수 있다. 예컨대, 제1 전극(141)은 발광 구조체(120) 상에 위치하여, 제1 도전형 반도체층(121)과 전기적으로 연결될 수 있다.

- [0072] 제2 전극(143)은 ZnO 투명 전극(130)의 하부에 위치하여, ZnO 투명 전극(130)을 통해 제2 도전형 반도체층(125)과 전기적으로 연결될 수 있다. 제2 전극(143)을 통해 주입된 전류는 ZnO 투명 전극(130) 내에서 수평 방향으로 분산될 수 있어, 발광 소자의 전류 분산 효율 및 발광 효율이 향상될 수 있다.
- [0073] 한편, 본 실시예의 발광 소자에 있어서, 제2 전극(143)은 발광 구조체(120)를 지지하는 지지 기관의 역할을 할 수 있다. 또한, 제2 전극(143)은 활성층(123)에서 방출된 광을 상부로 반사시킬 수 있는 반사층(미도시)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제2 전극(143)은 지지 기관(미도시), 상기 지지 기관 상에 위치하며, ZnO 투명 전극(130)과 전기적으로 접촉하는 반사층(미도시) 및 상기 지지 기관과 상기 반사층을 본딩하는 본딩층(미도시)을 포함할 수 있다.
- [0074] 일반적으로, 수직형 발광 소자의 전류 흐름은 상부 및 하부에 위치하는 전극들을 통한 경로를 통해 이루어지므로, 제1 도전형 반도체층(121)의 상부에 위치하는 제1 전극(141)의 주변에 전류가 집중될 확률이 높다. 본 실시예에 따르면, ZnO 투명 전극(130)을 통해 발광 구조체(120)의 하부에서 전류를 수평 방향으로 분산시킬 수 있어, 발광 소자의 발광 효율이 향상될 수 있다.
- [0075] 도 10 및 도 11은 본 발명의 다른 실시예들에 따른 발광 소자를 설명하기 위한 평면도들 및 단면도이다. 도 11은 도 10(a) 및 도 10(b)의 B-B'선에 대응하는 부분의 단면을 도시하는 단면도이다. 도 10(b)는 메사(120m)들, 제1 개구부(170a), 제3 개구부(180a) 및 제4 개구부(180b)의 배치를 설명하기 위한 평면도이다. 상술한 실시예들에서 설명한 구성과 동일한 구성에 대해서는 구체적인 설명은 생략한다.
- [0076] 도 10 및 도 11을 참조하면, 상기 발광 소자는 발광 구조체(120), ZnO 투명 전극(130), 제1 전극(150), 절연층(170, 180)을 포함한다. 또한, 상기 발광 소자는 기관(110), 연결 전극(160), 제1 전극 패드(191) 및 제2 전극 패드(193)를 더 포함할 수 있다. 본 실시예의 발광 소자는 플립칩형 발광 소자의 일례일 수 있고, 본 실시예와 같이, ZnO 투명 전극(130)은 플립칩형 발광 소자에 적용될 수 있다.
- [0077] 기관(110)은, 상술한 바와 같이, 발광 구조체(120)를 성장시킬 수 있는 성장 기관일 수 있다. 상기 발광 소자에 있어서, 기관(110)은 생략될 수 있다. 예컨대, 기관(110)이 발광 구조체의 성장 기관으로서 이용된 경우, 기관(110)은 공지 기술을 이용하여 발광 구조체(120)로부터 분리되어 제거될 수 있다. 또한, 기관(110)은 별도의 성장 기관에서 성장된 발광 구조체(120)를 지지하는 지지기관일 수도 있다.
- [0078] 발광 구조체(120)는 제1 도전형 반도체층(121), 제1 도전형 반도체층(121) 상에 위치하는 활성층(123), 및 활성층(123) 상에 위치하는 제2 도전형 반도체층(125)을 포함할 수 있다. 발광 구조체(120)는 제2 도전형 반도체층(125) 및 활성층(123)을 관통하여 제1 도전형 반도체층(121)이 부분적으로 노출되는 영역을 포함할 수 있다. 발광 구조체(120)는 적어도 하나의 메사(120m)를 포함할 수 있으며, 메사(120m)는 활성층(123) 및 제2 도전형 반도체층(125)을 포함할 수 있다. 본 실시예에서, 발광 구조체(120)는 복수의 메사(120m)들을 포함할 수 있으며, 메사(120m)들은 대체로 동일한 방향으로 기다랗게 연장되는 형상을 가질 수 있다.
- [0079] ZnO 투명 전극(130)은 제2 도전형 반도체층(125) 상에 위치할 수 있다. ZnO 투명 전극(130)은 제2 도전형 반도체층(125)과 전기적으로 연결될 수 있으며, 제2 도전형 반도체층(125)과 오믹 컨택을 형성할 수 있다. ZnO 투명 전극(130)은 메사(120m)의 상면을 대체로 전체적으로 덮을 수 있다. ZnO 투명 전극(130)은 ZnO 시드층(131) 및 ZnO 벌크층(133)을 포함할 수 있다.
- [0080] 이러한 ZnO 투명 전극(130)을 통해 주입된 전류가 발광 구조체(120)의 상부에서 수평방향으로 고르게 분산될 수 있어, 발광 소자의 전류 분산이 개선될 수 있다. 또한, ZnO 투명 전극(130)은 상대적으로 높은 광 투과율을 가져, ZnO 투명 전극(130)을 통과하는 광의 손실을 최소화할 수 있다. 오믹 특성 및 전류 분산 효율이 향상되어 발광 소자의 순방향 전압(Vf)을 감소시킬 수 있고, 또한, 광 투과도 개선을 통해 발광 소자의 발광 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0081] 절연층(170, 180)은 제1 절연층(170) 및 제2 절연층(180)을 포함할 수 있다. 이하, 제1 절연층(170)과 관련하여 먼저 설명한다.
- [0082] 제1 절연층(170)은 발광 구조체(120) 및 ZnO 투명 전극(130)의 상면을 덮되, 제1 도전형 반도체층(121)을 부분적으로 노출시키는 제1 개구부(170a) 및 ZnO 투명 전극(130)을 부분적으로 노출시키는 제2 개구부(170b)를 포함할 수 있다. 제1 및 제2 개구부(170a, 170b)의 배치 및 개수는 제한되지 않으나, 예를 들어, 제1 개구부(170a)는 메사(120m)들의 주변에 배치되되, 메사(120m)들이 연장되는 방향과 실질적으로 동일한 방향으로 기다랗게 연장되는 형상을 가질 수 있다. 제2 개구부(170b)는 적어도 하나의 메사(120m) 상에 배치될 수 있으며, 예를

들어, 세 개의 메사(120m)들 상에 각각 형성될 수 있다.

- [0083] 제1 절연층(170)은 절연성의 물질을 포함할 수 있으며, 예를 들어, SiO_2 , SiN_x , MgF_2 등을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에 있어서, 제1 절연층(170)은 분포 브래그 반사기를 포함할 수 있다. 상기 분포 브래그 반사기는 굴절률이 서로 다른 유전체층들이 반복 적층되어 형성될 수 있으며, 예컨대, 상기 유전체층들은 TiO_2 , SiO_2 , HfO_2 , ZrO_2 , Nb_2O_5 등을 포함할 수 있다. 분포 브래그 반사기의 각 층은 특정 파장의 1/4의 광학 두께를 가질 수 있으며, 4 내지 20 페어(pairs)로 형성할 수 있다.
- [0084] 상기 분포 브래그 반사기는 비교적 높은 가시광에 대한 반사율을 가질 수 있다. 상기 분포 브래그 반사기는 입사각이 $0\sim 60^\circ$ 이고, 파장이 400~700nm인 광에 대해 90% 이상의 반사율을 갖도록 설계될 수 있다. 상술한 반사율을 갖는 분포 브래그 반사기는 분포 브래그 반사기를 형성하는 복수의 유전체층들의 종류, 두께, 적층 주기등을 제어함으로써 제공될 수 있다. 이에 따라, 상대적으로 장파장의 광(예컨대, 550nm 내지 700nm) 및 상대적으로 단파장의 광(예컨대, 400nm 내지 550nm)에 대해 높은 반사율을 갖는 분포 브래그 반사기를 형성할 수 있다.
- [0085] 이와 같이, 분포 브래그 반사기가 넓은 파장대의 광에 대해 높은 반사율을 갖도록, 상기 분포 브래그 반사기는 다중 적층 구조를 포함할 수 있다. 즉, 상기 분포 브래그 반사기는 제1 두께를 갖는 유전체층들이 적층된 제1 적층 구조, 제2 두께를 갖는 유전체층들이 적층된 제2 적층 구조를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 분포 브래그 반사기는 가시광의 중심 파장(약 550nm)의 광에 대해 1/4의 광학 두께보다 작은 두께를 갖는 유전체층들이 적층된 제1 적층 구조, 및 가시광의 중심 파장(약 550nm)의 광에 대해 1/4의 광학 두께보다 두꺼운 두께를 갖는 유전체층들이 적층된 제2 적층 구조를 포함할 수 있다. 나아가, 상기 분포 브래그 반사기는, 가시광의 중심 파장(약 550nm)의 광에 대해 1/4의 광학 두께보다 두꺼운 두께를 갖는 유전체층과 상기 광에 대해 1/4의 광학 두께보다 얇은 두께를 갖는 유전체층이 반복 적층된 제3 적층 구조를 더 포함할 수 있다.
- [0086] 발광 구조체(120)의 상면을 거의 전반적으로 덮는 제1 절연층(170)의 분포 브래그 반사기에 광이 반사됨으로써, 상기 발광 소자의 발광 효율이 향상될 수 있다. 또한, 상술한 바와 같이, ZnO 투명 전극(130)은 높은 광 투과도를 가지므로, 분포 브래그 반사기에 반사된 광이 ZnO 투명 전극(130)에 흡수되어 소실되는 비율이 감소될 수 있어, 상기 발광 소자의 발광 효율이 향상될 수 있다.
- [0087] 제1 전극(150)은 제1 절연층(170)을 대체로 전체적으로 덮되, 제1 개구부(170a)를 통해 제1 도전형 반도체층(121)과 오믹 컨택할 수 있다. 또한, 제1 전극(150)은 제2 개구부(170b)로부터 이격된다. 제1 전극(150)은 단일층 또는 다중층으로 이루어질 수 있으며, 제1 도전형 반도체층(121)과 오믹 컨택을 형성할 수 있는 금속성 물질을 포함할 수 있다. 나아가, 제1 전극(150)은 광 반사성 금속성 물질을 포함할 수 있다. 연결 전극(160)은 제1 절연층(170)의 제2 개구부(170b)를 통해 ZnO 투명 전극(130)과 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0088] 제1 전극(150)과 연결 전극(160)은 동일 공정에서 형성될 수 있으며, 이 경우 제1 전극(150)과 연결 전극(160)은 동일한 적층 구조 및/또는 동일한 물질을 포함할 수 있다. 이에 따라, 제1 전극(150)과 연결 전극(160)은 대체로 동일한 두께를 가질 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 제1 전극(150)과 연결 전극(160)은 별도의 공정으로 형성될 수도 있다. 제1 전극(150) 및/또는 연결 전극(160)은 Ni, Pt, Pd, Rh, W, Ti, Al, Mg, Ag 및 Au 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 한편, 연결 전극(160)은 생략될 수도 있다.
- [0089] 제2 절연층(180)은 제1 전극(150)을 덮되, 제1 전극(150)을 부분적으로 노출시키는 제3 개구부(180a) 및 연결 전극(160)(또는 ZnO 투명 전극(130))을 부분적으로 노출시키는 제4 개구부(180b)를 포함한다. 제3 개구부(180a)는 제1 전극(150)과 제1 전극 패드(191) 간의 전기적 접촉을 허용하는 통로일 수 있으며, 제4 개구부(180b)는 연결 전극(160)(또는 ZnO 투명 전극(130))과 제2 전극 패드(193) 간의 전기적 접촉을 허용하는 통로일 수 있다.
- [0090] 한편, 제2 절연층(180)은 단일층 또는 다중층으로 이루어진 절연성의 물질을 포함할 수 있으며, 예를 들어, SiO_2 , SiN_x , MgF_2 등을 포함할 수 있다. 또한, 제2 절연층(180)은 분포 브래그 반사기를 포함할 수도 있다. 상기 분포 브래그 반사기는 제1 절연층(170)을 설명하는 부분에서 설명한 바와 대체로 유사하므로, 상세한 설명은 생략한다. 또한, 제2 절연층(180)이 다중층으로 이루어지는 경우, 제2 절연층(180)의 최상부층은 SiN_x 로 형성될 수 있다. SiN_x 로 형성된 층은 방습성이 우수하여, 발광 소자를 습기로부터 보호할 수 있다.
- [0091] 제1 전극 패드(191)와 제2 전극 패드(193)는 상부 절연층(173) 상에 위치한다. 제1 전극 패드(191)는 제3 개구부(180a)를 통해 제1 전극(150)과 전기적으로 연결될 수 있고, 제2 전극 패드(193)는 제4 개구부(180b)를 통해 연결 전극(160)(또는 ZnO 투명 전극(130))과 전기적으로 연결될 수 있다. 제1 전극 패드(191) 및 제2 전극 패드

(193)는 각각 단일층 또는 다중층으로 이루어질 수 있고, 금속성 물질을 포함할 수 있다.

- [0092] 이와 같이, 본 발명의 실시예들에 따른 ZnO 투명 전극(130)은 플립칩형 구조의 발광 소자에도 적용될 수 있으며, 상기 발광 소자의 전기적 특성 및 광학적 특성을 향상시킬 수 있다.
- [0093] 도 12은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자를 조명 장치에 적용한 예를 설명하기 위한 분해 사시도이다.
- [0094] 도 12을 참조하면, 본 실시예에 따른 조명 장치는, 확산 커버(1010), 발광 소자 모듈(1020) 및 바디부(1030)를 포함한다. 바디부(1030)는 발광 소자 모듈(1020)을 수용할 수 있고, 확산 커버(1010)는 발광 소자 모듈(1020)의 상부를 커버할 수 있도록 바디부(1030) 상에 배치될 수 있다.
- [0095] 바디부(1030)는 발광 소자 모듈(1020)을 수용 및 지지하여, 발광 소자 모듈(1020)에 전기적 전원을 공급할 수 있는 형태이면 제한되지 않는다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 바디부(1030)는 바디 케이스(1031), 전원 공급 장치(1033), 전원 케이스(1035), 및 전원 접속부(1037)를 포함할 수 있다.
- [0096] 전원 공급 장치(1033)는 전원 케이스(1035) 내에 수용되어 발광 소자 모듈(1020)과 전기적으로 연결되며, 적어도 하나의 IC칩을 포함할 수 있다. 상기 IC칩은 발광 소자 모듈(1020)로 공급되는 전원의 특성을 조절, 변환 또는 제어할 수 있다. 전원 케이스(1035)는 전원 공급 장치(1033)를 수용하여 지지할 수 있고, 전원 공급 장치(1033)가 그 내부에 고정된 전원 케이스(1035)는 바디 케이스(1031)의 내부에 위치할 수 있다. 전원 접속부(115)는 전원 케이스(1035)의 하단에 배치되어, 전원 케이스(1035)와 결속될 수 있다. 이에 따라, 전원 접속부(1037)는 전원 케이스(1035) 내부의 전원 공급 장치(1033)와 전기적으로 연결되어, 외부 전원이 전원 공급 장치(1033)에 공급될 수 있는 통로 역할을 할 수 있다.
- [0097] 발광 소자 모듈(1020)은 기관(1023) 및 기관(1023) 상에 배치된 발광 소자(1021)를 포함한다. 발광 소자 모듈(1020)은 바디 케이스(1031) 상부에 마련되어 전원 공급 장치(1033)에 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0098] 기관(1023)은 발광 소자(1021)를 지지할 수 있는 기관이면 제한되지 않으며, 예를 들어, 배선을 포함하는 인쇄 회로기판일 수 있다. 기관(1023)은 바디 케이스(1031)에 안정적으로 고정될 수 있도록, 바디 케이스(1031) 상부의 고정부에 대응하는 형태를 가질 수 있다. 발광 소자(1021)는 상술한 본 발명의 실시예들에 따른 발광 소자들 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0099] 확산 커버(1010)는 발광 소자(1021) 상에 배치되며, 바디 케이스(1031)에 고정되어 발광 소자(1021)를 커버할 수 있다. 확산 커버(1010)는 투광성 재질을 가질 수 있으며, 확산 커버(1010)의 형태 및 광 투과성을 조절하여 조명 장치의 지향 특성을 조절할 수 있다. 따라서 확산 커버(1010)는 조명 장치의 이용 목적 및 적용 태양에 따라 다양한 형태로 변형될 수 있다.
- [0100] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자를 디스플레이 장치에 적용한 예를 설명하기 위한 단면도이다.
- [0101] 본 실시예의 디스플레이 장치는 표시패널(2110), 표시패널(2110)에 광을 제공하는 백라이트 유닛 및, 상기 표시패널(2110)의 하부 가장자리를 지지하는 패널 가이드를 포함한다.
- [0102] 표시패널(2110)은 특별히 한정되지 않고, 예컨대, 액정층을 포함하는 액정표시패널일 수 있다. 표시패널(2110)의 가장자리에는 상기 게이트 라인으로 구동신호를 공급하는 게이트 구동 PCB가 더 위치할 수 있다. 여기서, 게이트 구동 PCB는 별도의 PCB에 구성되지 않고, 박막 트랜지스터 기관상에 형성될 수도 있다.
- [0103] 백라이트 유닛은 적어도 하나의 기관 및 복수의 발광 소자(2160)를 포함하는 광원 모듈을 포함한다. 나아가, 백라이트 유닛은 바텀커버(2180), 반사 시트(2170), 확산 플레이트(2131) 및 광학 시트들(2130)을 더 포함할 수 있다.
- [0104] 바텀커버(2180)는 상부로 개구되어, 기관, 발광 소자(2160), 반사 시트(2170), 확산 플레이트(2131) 및 광학 시트들(2130)을 수납할 수 있다. 또한, 바텀커버(2180)는 패널 가이드와 결합될 수 있다. 기관은 반사 시트(2170)의 하부에 위치하여, 반사 시트(2170)에 둘러싸인 형태로 배치될 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않고, 반사 물질이 표면에 코팅된 경우에는 반사 시트(2170) 상에 위치할 수도 있다. 또한, 기관은 복수로 형성되어, 복수의 기관들이 나란히 배치된 형태로 배치될 수 있으나, 이에 한정되지 않고, 단일의 기관으로 형성될 수도 있다.
- [0105] 발광 소자(2160)는 상술한 본 발명의 실시예들에 따른 발광 소자들 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 발광 소자(2160)들은 기관 상에 일정한 패턴으로 규칙적으로 배열될 수 있다. 또한, 각각의 발광 소자(2160) 상에는 렌즈(2210)가 배치되어, 복수의 발광 소자(2160)들로부터 방출되는 광을 균일성을 향상시킬 수 있다.

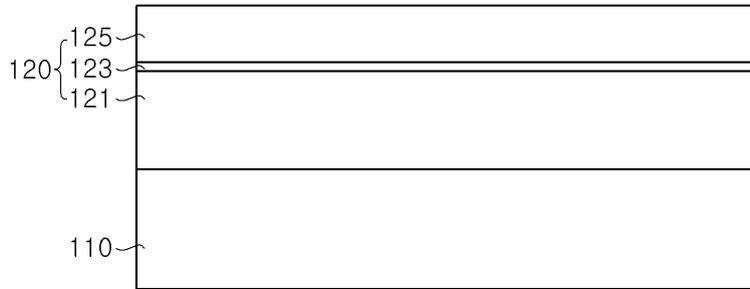
- [0106] 확산 플레이트(2131) 및 광학 시트들(2130)은 발광 소자(2160) 상에 위치한다. 발광 소자(2160)로부터 방출된 광은 확산 플레이트(2131) 및 광학 시트들(2130)을 거쳐 먼 광원 형태로 표시패널(2110)로 공급될 수 있다.
- [0107] 이와 같이, 본 발명의 실시예들에 따른 발광 소자는 본 실시예와 같은 직하형 디스플레이 장치에 적용될 수 있다.
- [0108] 도 14는 일 실시예에 따른 발광 소자를 디스플레이 장치에 적용한 예를 설명하기 위한 단면도이다.
- [0109] 본 실시예에 따른 백라이트 유닛이 구비된 디스플레이 장치는 영상이 디스플레이되는 표시패널(3210), 표시패널(3210)의 배면에 배치되어 광을 조사하는 백라이트 유닛을 포함한다. 나아가, 상기 디스플레이 장치는, 표시패널(3210)을 지지하고 백라이트 유닛이 수납되는 프레임(240) 및 상기 표시패널(3210)을 감싸는 커버(3240, 3280)를 포함한다.
- [0110] 표시패널(3210)은 특별히 한정되지 않고, 예컨대, 액정층을 포함하는 액정표시패널일 수 있다. 표시패널(3210)의 가장자리에는 상기 게이트 라인으로 구동신호를 공급하는 게이트 구동 PCB가 더 위치할 수 있다. 여기서, 게이트 구동 PCB는 별도의 PCB에 구성되지 않고, 박막 트랜지스터 기판상에 형성될 수도 있다. 표시패널(3210)은 그 상하부에 위치하는 커버(3240, 3280)에 의해 고정되며, 하부에 위치하는 커버(3280)는 백라이트 유닛과 결속될 수 있다.
- [0111] 표시패널(3210)에 광을 제공하는 백라이트 유닛은 상면의 일부가 개구된 하부 커버(3270), 하부 커버(3270)의 내부 일 측에 배치된 광원 모듈 및 상기 광원 모듈과 나란하게 위치되어 점광을 면광으로 변환하는 도광판(3250)을 포함한다. 또한, 본 실시예의 백라이트 유닛은 도광판(3250) 상에 위치되어 광을 확산 및 집광시키는 광학 시트들(3230), 도광판(3250)의 하부에 배치되어 도광판(3250)의 하부방향으로 진행하는 광을 표시패널(3210) 방향으로 반사시키는 반사시트(3260)를 더 포함할 수 있다.
- [0112] 광원 모듈은 기관(3220) 및 상기 기관(3220)의 일면에 일정 간격으로 이격되어 배치된 복수의 발광 소자(3110)를 포함한다. 기관(3220)은 발광 소자(3110)를 지지하고 발광 소자(3110)에 전기적으로 연결된 것이면 제한되지 않으며, 예컨대, 인쇄회로기판일 수 있다. 발광 소자(3110)는 상술한 본 발명의 실시예들에 따른 발광 소자를 적어도 하나 포함할 수 있다. 광원 모듈로부터 방출된 광은 도광판(3250)으로 입사되어 광학 시트들(3230)을 통해 표시패널(3210)로 공급된다. 도광판(3250) 및 광학 시트들(3230)을 통해, 발광 소자(3110)들로부터 방출된 점 광원이 면 광원으로 변형될 수 있다.
- [0113] 이와 같이, 본 발명의 실시예들에 따른 발광 소자는 본 실시예와 같은 예지형 디스플레이 장치에 적용될 수 있다.
- [0114] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자를 헤드 램프에 적용한 예를 설명하기 위한 단면도이다.
- [0115] 도 15를 참조하면, 상기 헤드 램프는, 램프 바디(4070), 기관(4020), 발광 소자(4010) 및 커버 렌즈(4050)를 포함한다. 나아가, 상기 헤드 램프는, 방열부(4030), 지지랙(4060) 및 연결 부재(4040)를 더 포함할 수 있다.
- [0116] 기관(4020)은 지지랙(4060)에 의해 고정되어 램프 바디(4070) 상에 이격 배치된다. 기관(4020)은 발광 소자(4010)를 지지할 수 있는 기관이면 제한되지 않으며, 예컨대, 인쇄회로기판과 같은 도전 패턴을 갖는 기관일 수 있다. 발광 소자(4010)는 기관(4020) 상에 위치하며, 기관(4020)에 의해 지지 및 고정될 수 있다. 또한, 기관(4020)의 도전 패턴을 통해 발광 소자(4010)는 외부의 전원과 전기적으로 연결될 수 있다. 또한, 발광 소자(4010)는 상술한 본 발명의 실시예들에 따른 발광 소자를 적어도 하나 포함할 수 있다.
- [0117] 커버 렌즈(4050)는 발광 소자(4010)로부터 방출되는 광이 이동하는 경로 상에 위치한다. 예컨대, 도시된 바와 같이, 커버 렌즈(4050)는 연결 부재(4040)에 의해 발광 소자(4010)로부터 이격되어 배치될 수 있고, 발광 소자(4010)로부터 방출된 광을 제공하고자하는 방향에 배치될 수 있다. 커버 렌즈(4050)에 의해 헤드 램프로부터 외부로 방출되는 광의 지향각 및/또는 색상이 조절될 수 있다. 한편, 연결 부재(4040)는 커버 렌즈(4050)를 기관(4020)과 고정시킴과 아울러, 발광 소자(4010)를 둘러싸도록 배치되어 발광 경로(4045)를 제공하는 광 가이드 역할을 할 수도 있다. 이때, 연결 부재(4040)는 광 반사성 물질로 형성되거나, 광 반사성 물질로 코팅될 수 있다. 한편, 방열부(4030)는 방열핀(4031) 및/또는 방열팬(4033)을 포함할 수 있고, 발광 소자(4010) 구동 시 발생하는 열을 외부로 방출시킨다.
- [0118] 이와 같이, 본 발명의 실시예들에 따른 발광 소자는 본 실시예와 같은 헤드 램프, 특히, 차량용 헤드 램프에 적용될 수 있다.

[0119]

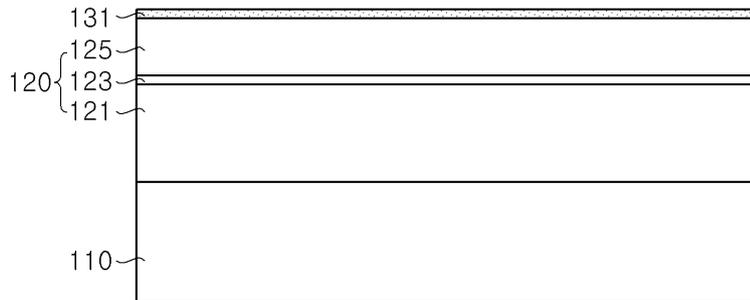
이상에서, 본 발명의 다양한 실시예들에 대하여 설명하였지만, 상술한 다양한 실시예들 및 특징들에 본 발명이 한정되는 것은 아니고, 본 발명의 특허청구범위에 의한 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변형과 변경이 가능하다.

도면

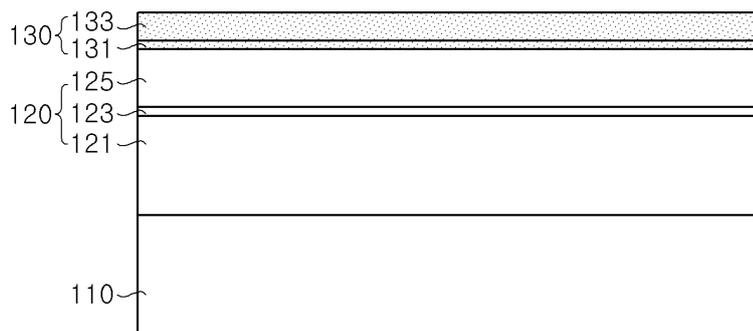
도면1



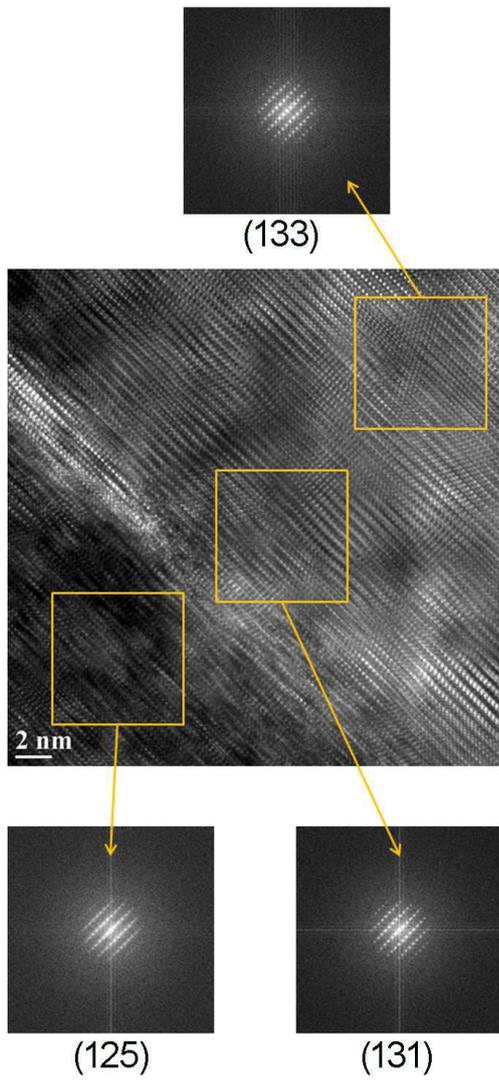
도면2



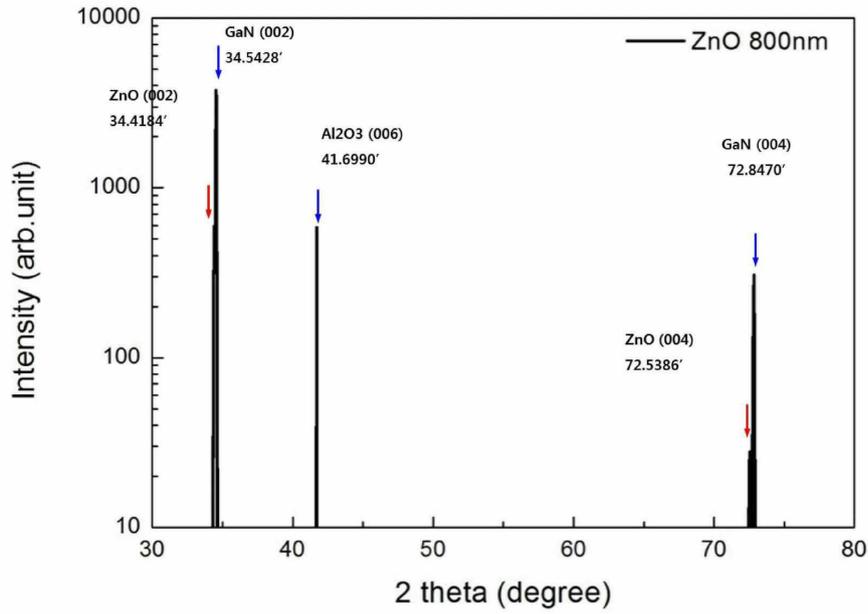
도면3



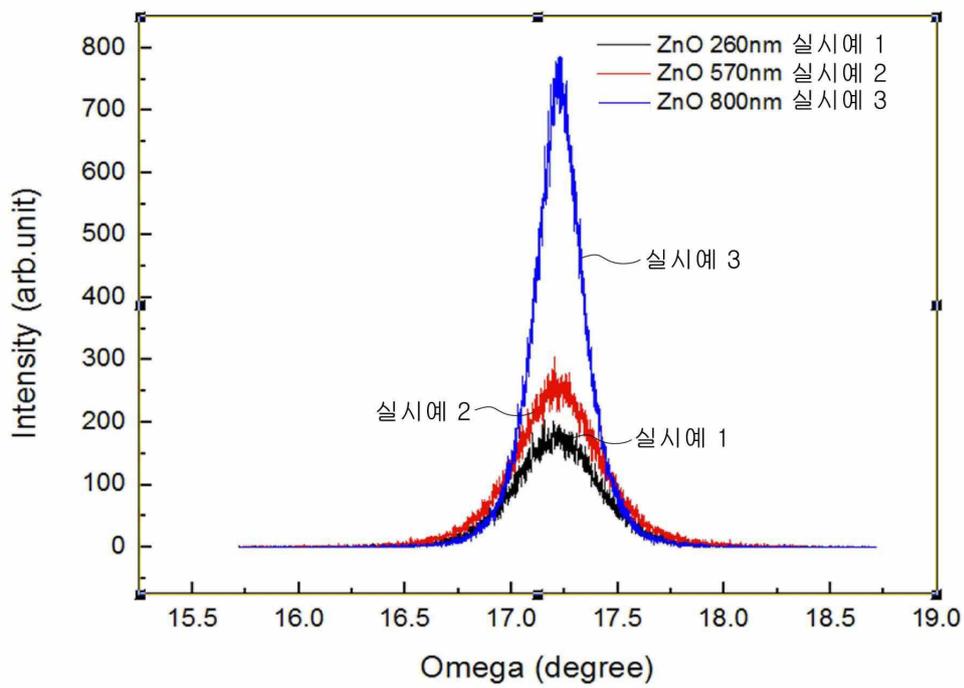
도면4



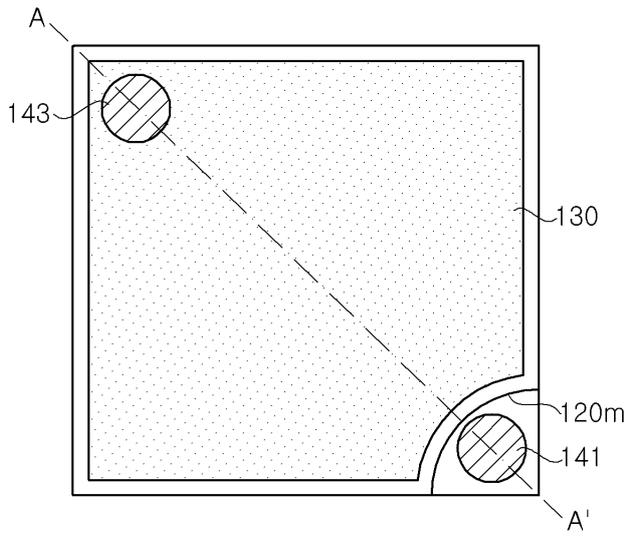
도면5



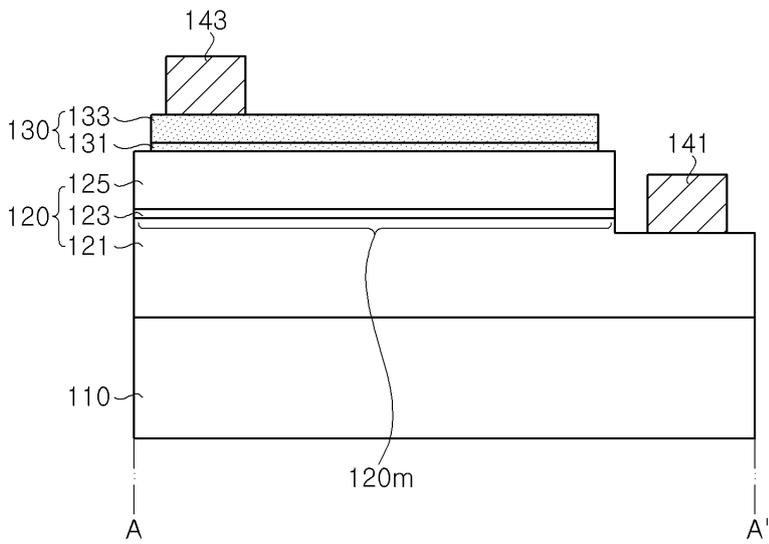
도면6



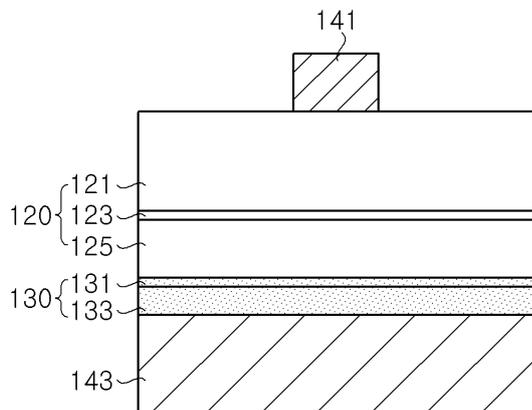
도면7



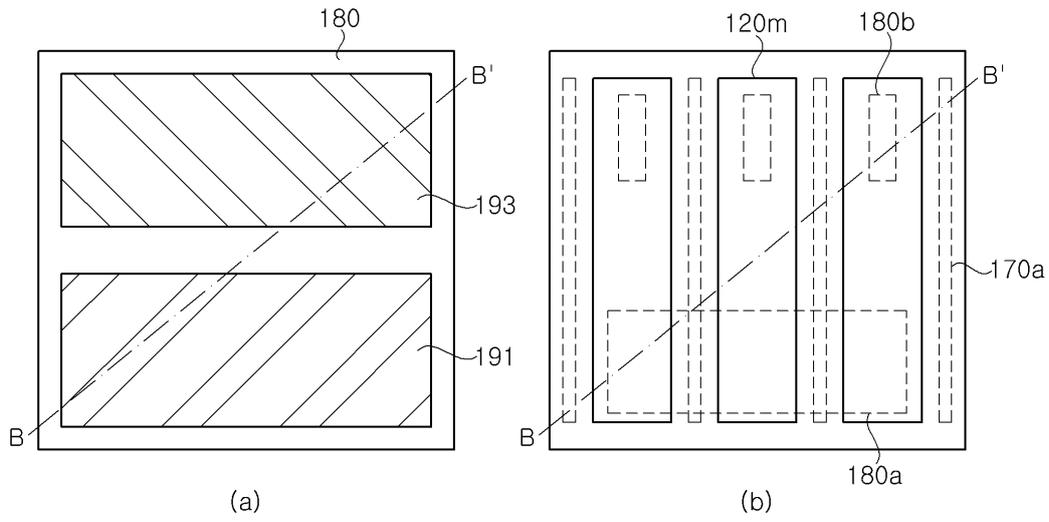
도면8



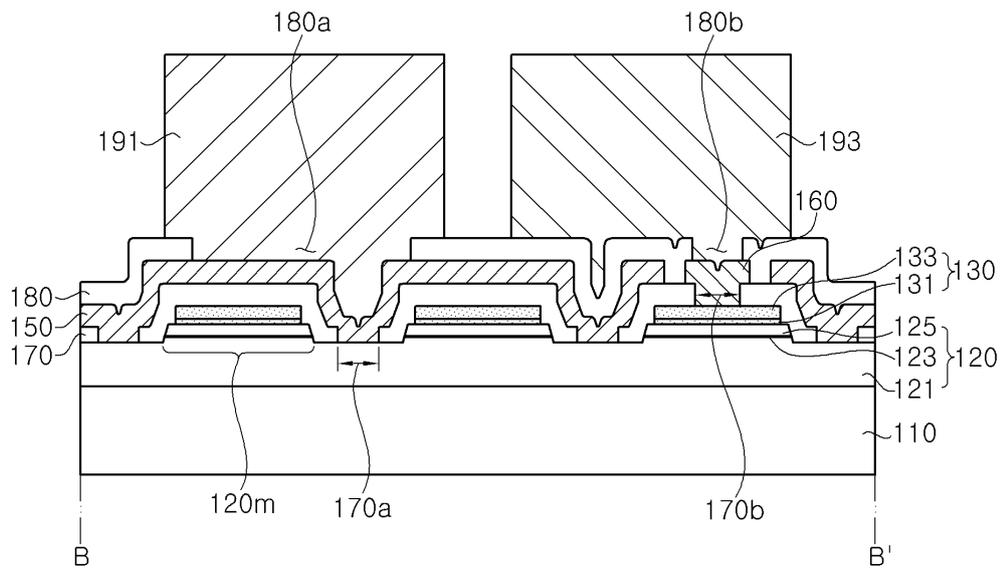
도면9



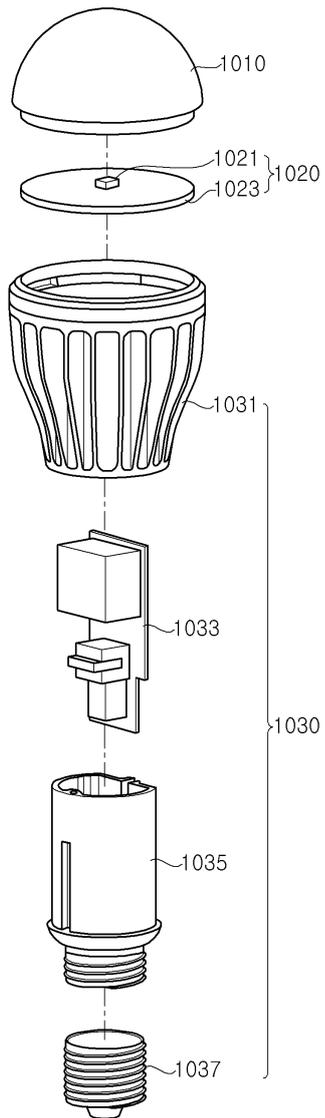
도면10



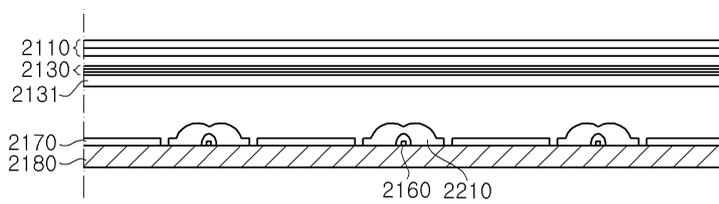
도면11



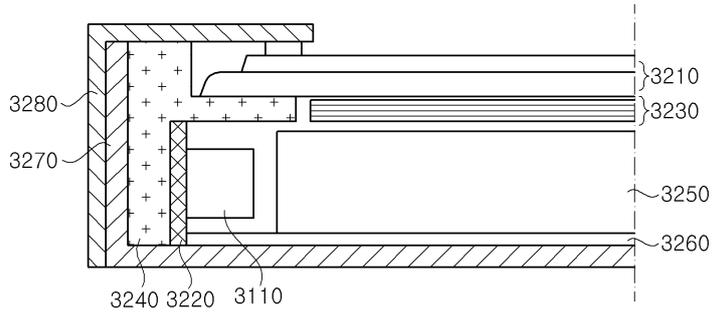
도면12



도면13



도면14



도면15

