

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2023년 6월 8일 (08.06.2023)



(10) 국제공개번호

WO 2023/101409 A1

(51) 국제특허분류:

H01L 25/075 (2006.01)

H01L 33/50 (2010.01)

H01L 33/48 (2010.01)

H01L 33/62 (2010.01)

H01L 33/04 (2010.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2022/019192

(22) 국제출원일:

2022년 11월 30일 (30.11.2022)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

63/284,589 2021년 11월 30일 (30.11.2021) US

17/569,114 2022년 1월 5일 (05.01.2022) US

18/070,551 2022년 11월 29일 (29.11.2022) US

(71) 출원인: 서울바이오시스주식회사 (SEOUL VIOSYS CO., LTD.) [KR/KR]; 15429 경기도 안산시 단원구 산단로 163번길 65-16, Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자: 이정훈 (LEE, Chung Hoon); 15429 경기도 안산시 단원구 산단로 163번길 65-16, Gyeonggi-do (KR). 백용현 (BAEK, Yong Hyun); 15429 경기도 안산시 단원구 산단로 163번길 65-16, Gyeonggi-do (KR). 민대홍 (MIN, Dae Hong); 15429 경기도 안산시 단원구 산단로 163번길 65-16, Gyeonggi-do (KR). 강지훈 (KANG, Ji Hun); 15429 경기도 안산시 단원구 산단로 163번길 65-16, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인에이아이피 (AIP PATENT & LAW FIRM); 06239 서울특별시 강남구 테헤란로14길 30-1, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

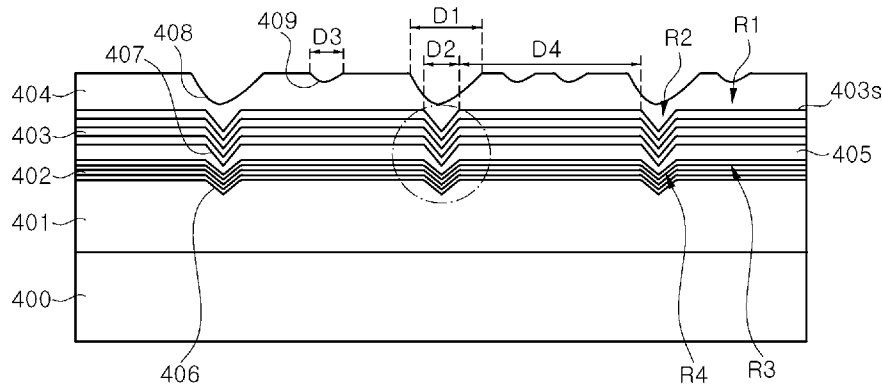
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: LIGHT-EMITTING DEVICE AND LIGHT-EMITTING MODULE COMPRISING SAME

(54) 발명의 명칭: 발광 소자 및 이를 포함하는 발광 모듈



(57) Abstract: A light-emitting device and a light-emitting module comprising same are provided. The light-emitting device according to an embodiment includes: a first conductivity type semiconductor layer; a second conductivity type semiconductor layer; and an active layer arranged between the first conductivity type semiconductor layer and the second conductivity type semiconductor layer. In operation, the active layer emits light of a first peak wavelength and light of a second peak wavelength, wherein the first peak wavelength is in a range of about 400 nm to about 415 nm, and the second peak wavelength is about 440 nm or more.

(57) 요약서: 발광 소자 및 그것을 갖는 발광 모듈이 제공된다. 일 실시예에 따른 발광 소자는 제1 도전형 반도체층, 제2 도전형 반도체층, 및 상기 제1 도전형 반도체층과 상기 제2 도전형 반도체층 사이에 배치된 활성층을 포함하고, 동작시, 상기 활성층은 제1 피크 파장의 광 및 제2 피크 파장의 광을 방출하되, 상기 제1 피크 파장은 약 400nm 내지 약 415nm 범위 내이고, 상기 제2 피크 파장은 약 440nm 이상이다.



WO 2023/101409 A1

명세서

발명의 명칭: 발광 소자 및 이를 포함하는 발광 모듈

기술분야

- [1] 본 개시는 발광 소자 및 이를 포함하는 발광 모듈에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 발광 소자, 예컨대 발광 다이오드는 반도체를 이용하여 전자/정공 재결합에 의해 빛을 방출한다. 청색광을 방출하는 청색 발광 소자와 형광체의 조합에 의해 다양한 색이 구현되어왔다. 발광 소자는 다양한 색의 구현이 가능하여 일상 생활 속에서 다양하게 활용될 수 있으며, 예를 들어, 조명, 자동차용 램프, 광 테라피, 디스플레이 등의 여러 분야에서 광원으로 이용될 수 있다.
- [3] 한편, III-V족 반도체 발광 소자는 일반적으로 기판, 예를 들면, 사파이어 기판 상에 1000°C 정도의 고온에서 성장된 반도체층을 이용하여 형성된다. 고온에서 성장된 반도체층은 성장 후 상온으로 냉각된다. 사파이어 기판에 비해 작은 격자 상수를 갖는 반도체층을 고온에서 성장시키는 경우, 격자 상수 및 열 팽창계수가 큰 이종의 사파이어 기판에서 성장된 반도체층은 많은 전위(dislocation)를 가지게 되며, 냉각 과정에서 기판 휨이 발생하고, 기판 또는 반도체층에 깨짐이나 크랙(crack)이 발생하기 쉽다. 특히, 기판의 크기가 증가할수록 기판 휨의 정도가 심해진다. 잠재적인 기판 휨을 억제하기 위해 상대적으로 두꺼운 기판이 성장 기판으로 사용될 수 있다. 두꺼운 성장 기판의 사용은 재료 비용 및 공정 비용을 증가시키게 된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 개시의 실시예들은 다양한 색 구현이 가능한 발광 모듈을 제공한다.
- [5] 본 개시의 몇몇 실시예들은 형광체를 사용하지 않고도 다양한 색 구현이 가능한 발광 모듈을 제공한다.
- [6] 본 개시의 실시예들은 감성 조명에 적합한 발광 소자 및 그것을 갖는 발광 모듈을 제공한다.
- [7] 본 개시의 실시예들은 또한 고품질의 결정을 갖는 발광 소자의 제조 방법을 제공한다.
- [8] 본 개시의 실시예들은 기판의 휨을 개선할 수 있는 발광 소자의 제조 방법을 제공한다.
- [9] 본 개시의 몇몇 실시예들은 조명 기능과 함께 살균 기능을 갖는 발광 소자 및 그것을 갖는 발광 모듈을 제공한다.

과제 해결 수단

- [10] 본 개시의 일 실시예에 따른 발광 모듈은, 회로 기판 및 상기 회로 기판 상에 배열된 복수의 발광 유닛을 포함하되, 상기 복수의 발광 유닛 각각은 각각 발광 소

자를 포함하고, 상기 복수의 발광 유닛은 서로 다른 색상의 광을 방출하는 발광 유닛들을 포함한다.

- [11] 상기 복수의 발광 유닛 중 적어도 하나는 상기 발광 소자를 덮는 파장변환기를 포함할 수 있다.
- [12] 상기 발광 소자들 중 적어도 하나는 하부 다중양자우물 구조, 상부 다중양자우물 구조, 및 상기 하부 다중양자우물 구조와 상기 상부 다중양자우물 구조 사이에 배치된 간격층을 포함할 수 있고, 상기 상부 다중양자우물 구조는 복수의 그루브들을 포함할 수 있다.
- [13] 상기 하부 다중양자우물 구조는 복수의 그루브들을 포함할 수 있으며, 상기 하부 다중양자우물 구조의 그루브들과 상기 상부 다중양자우물 구조의 그루브들은 서로 중첩할 수 있다.
- [14] 상기 간격층의 일부 및 상기 상부 다중양자우물 구조의 일부는 상기 하부 다중양자우물 구조의 그루브 내에 위치할 수 있다.
- [15] 상기 상부 다중양자우물 구조의 그루브들 내의 우물층들은 상기 하부 다중양자우물 구조의 그루브들 내의 우물층들보다 더 많은 In 함량을 가질 수 있다.
- [16] 상기 상부 다중양자우물 구조의 그루브들 내의 우물층들은 상기 하부 다중양자우물 구조의 그루브들을 둘러싸는 하부 다중양자우물 구조의 우물층들과 동일하거나 그보다 더 많은 In 함량을 가질 수 있다.
- [17] 상기 상부 다중양자우물 구조의 그루브들 내의 우물층들은 상기 그루브들을 둘러싸는 상기 상부 다중양자우물 구조의 우물층들에 비해 더 낮은 In 함량을 가질 수 있다.
- [18] 상기 간격층은 AlGa_N 또는 AlInGa_N으로 형성될 수 있으며, 상기 간격층은 상기 하부 다중양자우물 구조 내의 장벽층보다 더 많은 Al 함량을 포함할 수 있다.
- [19] 상기 적어도 하나의 발광 소자는, 상기 하부 다중양자우물 구조 아래에 배치된 제1 도전형 반도체층, 상기 상부 다중양자우물 구조 상에 배치된 제2 도전형 반도체층, 및 상기 상부 다중양자우물 구조와 상기 제2 도전형 반도체층 사이에 배치된 스텝 커버리지층을 더 포함할 수 있고, 상기 스텝 커버리지층은 AlGa_N 또는 AlInGa_N으로 형성될 수 있다.
- [20] 상기 스텝 커버리지층의 Al 함량은 상기 상부 다중양자우물 구조에서 멀어질수록 감소할 수 있다.
- [21] 상기 발광 소자는 상기 제1 도전형 반도체층 아래에 배치된 성장 기판을 더 포함할 수 있다.
- [22] 상기 복수의 발광 유닛들을 덮는 보호물질을 더 포함할 수 있다. 나아가, 상기 보호 물질은 광 확산 물질을 포함할 수 있다.
- [23] 상기 발광 모듈은 상기 복수의 발광 유닛들을 구동하기 위한 제어 유닛을 더 포함할 수 있다.
- [24] 몇몇 실시예들에 있어서, 상기 회로 기판은 연성 기판 또는 플러블 기판일 수 있다.

- [25] 본 개시의 일 실시예에 따른 발광 소자는, 하부 다중양자우물 구조, 상부 다중양자우물 구조, 및 상기 하부 다중양자우물 구조와 상기 상부 다중양자우물 구조 사이에 배치된 간격층을 포함하고, 상기 상부 다중양자우물 구조는 복수의 그루브들을 포함한다.
- [26] 상기 하부 다중양자우물 구조는 복수의 그루브들을 포함할 수 있으며, 상기 하부 다중양자우물 구조의 그루브들과 상기 상부 다중양자우물 구조의 그루브들은 서로 중첩할 수 있다.
- [27] 상기 간격층의 일부 및 상기 상부 다중양자우물 구조의 일부는 상기 하부 다중양자우물 구조의 그루브 내에 위치할 수 있다.
- [28] 상기 상부 다중양자우물 구조의 그루브들 내의 우물층들은 상기 그루브들을 둘러싸는 상기 상부 다중양자우물 구조의 우물층들에 비해 더 낮은 In 함량을 가질 수 있다.
- [29] 상기 발광 소자는 파장변환기 없이 가시광 영역에서 적어도 3개의 발광 피크를 갖는 광을 방출할 수 있다.
- [30] 본 개시의 일 실시예에 따른 발광 소자는, 제1 도전형 반도체층; 제2 도전형 반도체층; 상기 제1 도전형 반도체층과 상기 제2 도전형 반도체층 사이에 배치된 활성층을 포함하고, 동작시, 상기 활성층은 제1 피크 파장의 광 및 제2 피크 파장의 광을 방출하되, 상기 제1 피크 파장은 약 400nm 내지 약 415nm 범위 내이고, 상기 제2 피크 파장은 약 440nm 이상이다.
- [31] 상기 제1 피크 파장은 410nm 이하일 수 있다.
- [32] 상기 제2 피크 파장은 580nm 이상일 수 있다.
- [33] 상기 제1 피크 파장과 상기 제2 피크 파장의 차이는 30nm 이상일 수 있다.
- [34] 상기 제1 피크 파장에서의 강도는 제2 피크 파장에서의 강도와 다를 수 있다.
- [35] 상기 제1 피크 파장에서의 강도는 제2 피크 파장에서의 강도보다 클 수 있다.
- [36] 상기 제1 피크 파장의 광의 스펙트럼의 면적은 상기 제2 피크 파장의 광의 스펙트럼의 면적과 다를 수 있다.
- [37] 상기 제1 피크 파장의 광의 스펙트럼의 반치폭은 상기 제2 피크 파장의 광의 스펙트럼의 반치폭과 다를 수 있다.
- [38] 상기 활성층은, 하부 다중양자우물 구조; 상부 다중양자우물 구조; 및 상기 하부 다중양자우물 구조와 상기 상부 다중양자우물 구조 사이에 배치된 간격층을 포함할 수 있다.
- [39] 상기 하부 다중양자우물 구조 및 상기 상부 다중양자우물 구조는 각각 복수의 그루브들을 포함하되, 상기 하부 다중양자우물 구조의 그루브들과 상기 상부 다중양자우물 구조의 그루브들은 서로 중첩할 수 있다.
- [40] 상기 간격층은 AlGaN 또는 AlInGaN으로 형성되되, 상기 간격층은 상기 하부 다중양자우물 구조 내의 장벽층보다 더 많은 Al 함량을 포함할 수 있다.

- [41] 상기 발광 소자는 상기 상부 다중양자우물 구조와 상기 제2 도전형 반도체층 사이에 배치된 스텝 커버리지층을 더 포함할 수 있으며, 상기 스텝 커버리지층은 AlGa_N 또는 AlInGa_N으로 형성될 수 있다.
- [42] 상기 제1 피크 파장의 광과 제2 피크 파장의 광은 동시에 방출될 수 있다.
- [43] 본 개시의 일 실시예에 따른 발광 모듈은, 회로 기판; 상기 회로 기판 상에 배치된 발광 소자들; 및 상기 발광 소자들을 덮는 보호물질을 포함하되, 상기 발광 소자들 중 적어도 하나는, 제1 도전형 반도체층; 제2 도전형 반도체층; 및 상기 제1 도전형 반도체층과 상기 제2 도전형 반도체층 사이에 배치된 활성층을 포함하고, 동작시, 상기 활성층은 제1 피크 파장의 광 및 제2 피크 파장의 광을 방출하되, 상기 제1 피크 파장은 약 400nm 내지 약 415nm 범위 내이고, 상기 제2 피크 파장은 약 440nm 이상일 수 있다.
- [44] 상기 보호 물질은 파장변환물질을 포함할 수 있다.
- [45] 상기 적어도 하나의 발광 소자는 오목한 홈들을 갖는 표면을 가질 수 있고, 상기 파장변환물질은 상기 오목한 홈들 내에 밀집될 수 있다.
- [46] 상기 발광 모듈은 조명 및 살균용으로 사용될 수 있다.
- [47] 상기 제1 피크 파장의 광의 강도는 상기 제2 피크 파장의 광의 강도보다 더 클 수 있다.
- [48] 상기 활성층은, 하부 다중양자우물 구조; 상부 다중양자우물 구조; 및 상기 하부 다중양자우물 구조와 상기 상부 다중양자우물 구조 사이에 배치된 간격층을 포함할 수 있다.
- [49] 상기 하부 다중양자우물 구조 및 상기 상부 다중양자우물 구조는 복수의 그루브들을 포함할 수 있으며, 상기 하부 다중양자우물 구조의 그루브들과 상기 상부 다중양자우물 구조의 그루브들은 서로 중첩할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [50] 도 1은 제1 실시 예에 따른 발광 모듈의 단면도이다.
- [51] 도 2는 제2 실시 예에 따른 발광 모듈의 단면도이다.
- [52] 도 3은 제3 실시 예에 따른 발광 모듈의 단면도이다.
- [53] 도 4는 제4 실시 예에 따른 발광소자의 단면도이다.
- [54] 도 5는 도 4의 부분 확대 단면도이다.
- [55] 도 6A 내지 도 6O는 다양한 실시예에 따라 제조된 발광 소자들의 발광 스펙트럼을 나타내는 그래프들이다.
- [56] 도 6A는 광 소자는 복수의 피크를 가지며 CIE좌표 (x,y)가 $0.2 < x < 0.48$, $0.15 < y < 0.4$ 범위 내인 광의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [57] 도 6B는 발광소자는 단일 피크를 가지며 CIE좌표 (x,y)가 $0.17 < x < 0.38$, $0.4 < y < 0.8$ 범위 내인 광의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [58] 도 6C는 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0 < x < 0.3$, $0.35 < y < 0.85$ 범위 내인 광의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

- [59] 도 6D는 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.03 < x < 0.25$, $0.25 < Y < 0.35$ 범위 내인 광의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [60] 도 6E는 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.02 < x < 0.25$, $0.35 < Y < 0.48$ 범위 내인 광의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [61] 도 6F는 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.13 < x < 0.22$, $0 < Y < 0.2$ 범위 내인 광의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [62] 도 6G는 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.35 < x < 0.45$, $0.43 < Y < 0.62$ 범위 내인 광의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [63] 도 6H는 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.17 < x < 0.25$, $0 < Y < 0.2$ 범위 내인 광의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [64] 도 6I는 발광소자는 단일 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.39 < x < 0.49$, $0.45 < Y < 0.55$ 범위 내인 광의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [65] 도 6J는 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.44 < x < 0.53$, $0.45 < Y < 0.52$ 범위 내인 광의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [66] 도 6K는 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.2 < x < 0.33$, $0.02 < Y < 0.22$ 범위 내인 광의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [67] 도 6L는 발광소자는 단일 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.46 < x < 0.55$, $0.43 < Y < 0.49$ 범위 내인 광의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [68] 도 6M는 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.28 < x < 0.38$, $0.06 < Y < 0.24$ 범위 내인 광의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [69] 도 6N는 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.28 < x < 0.38$, $0.06 < Y < 0.24$ 범위 내인 광의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [70] 도 6O는 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.36 < x < 0.55$, $0.25 < Y < 0.35$ 범위 내인 광의 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [71] 도 7A 및 도 7B는 본 개시의 일 실시예에 따른 발광 소자의 제조 방법을 설명하기 위한 개략적인 단면도들이다.
- [72] 도 7A는 기판 하면에 제1 응력 완화층이 형성되는 단계를 도시한다.
- [73] 도 7B는 도 7A의 구조에 발광 구조체를 형성하는 단계를 도시한다.
- [74] 도 8A 내지 도 8D는 본 개시의 일 실시예에 따른 발광 소자의 제조 방법을 설명하기 위한 개략적인 단면도들이다.
- [75] 도 8A는 발광 구조체 상에 오믹 전극, 제1 및 제2 컨택 전극을 형성하는 단계를 도시한다.
- [76] 도 8B는 도 8A의 구조에 제1 응력 완화층 및 상기 기판의 일부가 제거되는 단계를 도시한다.
- [77] 도 8C는 도 8B의 단계 후 다이싱(D) 공정을 통해 기판을 분할하는 단계를 도시한다.
- [78] 도 8D는 도 8C에 도시된 분할 단계를 거친 발광 소자를 제공하는 단계를 도시한다.

- [79] 도 9는 본 개시의 일 실시예에 따른 발광 소자 패키지에 적용한 예를 설명하기 위한 개략적인 단면도이다.
- [80] 도 10A 내지 도 10D는 본 개시의 다른 실시예에 따른 발광 소자의 제조 방법을 설명하기 위한 개략적인 단면도들이다.
- [81] 도 10A는 제1 응력 완화층이 성장된 기관의 하면을 그라인딩하여 제1 응력 완화층을 제거하는 단계를 도시한다.
- [82] 도 10B는 기관의 하부에 제2 절연 반사층이 형성되는 단계를 도시한다.
- [83] 도 10C는 다이싱(D) 공정을 통해 분할하는 단계를 도시한다.
- [84] 도 10D는 도 10C에 도시된 분할 단계를 거친 발광 소자를 제공하는 단계를 도시한다.
- [85] 도 11A는 본 개시의 다른 실시예에 따른 발광 소자 패키지에 적용한 예를 설명하기 위한 개략적인 단면도이다.
- [86] 도 11B는 본 개시의 또 다른 실시예에 따른 발광 소자 패키지에 적용한 예를 설명하기 위한 개략적인 단면도이다.
- [87] 도 12A 내지 도 12D는 본 개시의 다른 실시예에 따른 발광 소자의 제조 방법을 설명하기 위한 개략적인 단면도들이다.
- [88] 도 12A는 기관, 제1 응력완화층, 제2 응력완화층 및 발광구조체를 형성하는 단계를 도시한다.
- [89] 도 12B는 상기 제1 응력완화층이 성장된 상기 기관의 하면을 그라인딩하여 상기 제1 응력완화층을 제거하고, 상기 기관의 적어도 일부를 제거하는 단계를 도시한다.
- [90] 도 12C는 다이싱(D) 공정을 통해 분할하는 단계를 도시한다.
- [91] 도 12D는 도 12C에 도시된 분할 단계를 거친 발광 소자를 제공하는 단계를 도시한다.
- [92] 도 13은 본 개시의 다른 실시예에 따른 발광 소자 패키지에 적용한 예를 설명하기 위한 개략적인 단면도이다.
- [93] 도 14A 내지 도 14D는 본 개시의 다른 실시예에 따른 발광 소자의 제조 방법을 설명하기 위한 개략적인 단면도들이다.
- [94] 도 14A는 기관, 제1 응력완화층, 제2 응력완화층 및 발광구조체를 형성하는 단계를 도시한다.
- [95] 도 14B는 상기 제1 응력완화층이 성장된 상기 기관의 하면을 그라인딩하여 상기 제1 응력완화층을 제거하고, 상기 기관의 적어도 일부를 제거하는 단계를 도시한다.
- [96] 도 14C는 다이싱(D) 공정을 통해 분할하는 단계를 도시한다.
- [97] 도 14D는 도 14C에 도시된 분할 단계를 거친 발광 소자를 제공하는 단계를 도시한다.
- [98] 도 15A 및 도 15B는 본 개시의 다른 실시예에 따른 발광 소자 패키지에 적용한 예를 설명하기 위한 개략적인 단면도들이다.

- [99] 도 15A는 회로 기판의 상면에 위치한 전극에 발광 소자가 배치되고, 몰딩층이 형성되는 단계를 도시한다.
- [100] 도 15B는 몰딩층의 상면이 볼록한 돔 형상의 렌즈 구조를 형성하는 단계를 도시한다.
- [101] 도 16A 및 도 16B는 본 개시의 다른 실시예에 따른 발광 소자의 제조 방법을 설명하기 위한 개략적인 단면도이다.
- [102] 도 16A는 기판 하면에 제1 응력 완화층이 형성되는 단계를 도시한다.
- [103] 도 16B는 도 16A의 구조에 발광 구조체를 형성하는 단계를 도시한다.
- [104] 도 17A는 본 개시의 다른 실시예에 따른 유닛 픽셀에 적용한 예를 설명하기 위한 개략적인 단면도이다.
- [105] 도 17B는 도 17A의 절취선 A-A'을 따라 취해진 개략적인 단면도이다.
- [106] 도 18은 본 개시의 다른 실시예에 따른 디스플레이 장치에 적용한 예를 설명하기 위한 개략적인 단면도이다.
- [107] 도 19A는 본 개시의 일 실시예에 따른 발광 모듈을 설명하기 위한 개략적인 평면도이다.
- [108] 도 19B는 도 19A의 절취선 B-B'를 따라 취해진 개략적인 단면도이다.
- [109] 도 20은 본 개시의 일 실시예에 따른 발광 모듈을 설명하기 위한 개략적인 단면도이다.
- [110] 도 21은 본 개시의 일 실시예에 따른 조명 장치를 설명하기 위한 개략적인 사시도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [111] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 개시의 실시예들을 상세히 설명하기로 한다. 다음에 소개되는 실시예들은 본 개시가 속하는 기술분야의 통상의 기술자에게 본 개시의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서, 본 개시는 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.
- [112] 도 1은 제1 실시예에 따른 발광 모듈의 단면도이다.
- [113] 도 1을 참조하면, 상기 발광 모듈은 기판(100) 및 기판(100) 상에 배열된 복수의 광원 유닛들을 포함한다. 기판(100)은 특별히 한정되는 것은 아니며, 인쇄회로 보드, 투명 기판, 연성(flexible) 기판, 폴리이미드 기판, 그래핀 기판, 광섬유 등 다양한 형태일 수 있다. 기판(100)은 발광 소자들(101, 102, 103)에 전기적으로 연결되는 회로 패턴을 가질 수 있다.

- [114] 제1 광원 유닛은 발광 소자(101)와 파장변환기(101a)를 포함하고, 제2 광원 유닛은 발광 소자(102)와 파장변환기(102a)를 포함하며, 제3 발광 유닛(103)은 발광 소자(103)를 포함한다. 본 실시예에서, 광원 유닛은 발광 소자 또는 발광 소자와 파장변환기의 조합을 포함한다. 상기 제1 내지 제3 광원 유닛들은 서로 다른 색상의 광을 방출할 수 있다.
- [115] 발광 소자들(101, 102, 103)은 수평형 발광 다이오드 칩일 수 있으며, 본딩 와이어들(104)을 통해 기판(100)의 회로 패턴에 전기적으로 연결될 수 있다. 발광 소자들(101, 102, 103)은 서로 유사한 피크 파장을 갖는 광을 방출할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 서로 다른 색상의 피크 파장을 갖는 광을 방출할 수도 있다. 또한, 발광 소자들(101, 102, 103) 중 적어도 일부 상에 파장변환기(101a, 102a)가 배치된다. 예를 들어, 발광 소자(101) 및 발광 소자(102) 상에 각각 서로 다른 색상의 광을 방출하는 파장변환기(101a, 102a)가 배치되고, 발광 소자(103) 상에는 파장변환기가 배치되지 않을 수 있다. 파장변환기들(101a, 101b)은 각각 발광 소자들(101, 102)에서 방출된 광을 다른 파장의 광으로 변환시킨다. 몇몇 형태에 있어서, 파장변환기들(101a, 101b)은 형광체 또는 양자점을 포함할 수 있다.
- [116] 본 실시예에 따른 발광 모듈은 발광 소자들(101, 102, 103)과 파장변환기들(101a, 102a)을 이용하여 다양한 색상의 광을 구현할 수 있다.
- [117] 도 2는 제2 실시예에 따른 발광 모듈의 단면도이다.
- [118] 도 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 발광 모듈은 기판(200) 및 기판(200) 상에 배열된 복수의 발광 유닛들을 포함하며, 나아가, 제어 유닛(204) 및 보호물질(205)을 포함할 수 있다. 상기 발광 유닛들은 발광 소자들(201, 202, 203) 및 파장변환기들(201a, 202a)의 조합을 포함할 수 있다.
- [119] 기판(200)은 도 1을 참조하여 설명한 기판(100)과 유사하며, 기판(100)에 관한 상세한 설명이 기판(200)과 관련하여 언급될 수 있다. 발광 소자들(201, 202, 203)은 본딩 와이어 대신 전극 패드들을 이용하여 기판(200) 상에 실장될 수 있다. 발광 소자들(201, 202, 203)은 기판(200)에 대면하는 전극 패드들을 가질 수 있으며, 전극 패드들이 기판(200) 상의 패드들에 본딩될 수 있다. 예를 들어, 발광 소자들(201, 202, 203)은 플립칩형 발광 다이오드 칩일 수 있다. 본딩 와이어를 사용하지 않기 때문에, 발광 소자(201, 202)의 상면에 파장 변환기(201a, 202a)를 균일하게 형성할 수 있으며, 특히 연성 기판 또는 폴리이미드 기판과 같이 형태가 변형되는 기판에 적용할 경우, 전극의 단락을 최소화시킬 수 있다. 또한 발광 소자들(201, 202, 203)은 함께 구동되도록 기판(100) 상의 회로를 이용하여 서로 직렬 연결될 수도 있고, 개별 구동이 가능하도록 기판(100)의 상의 회로에 연결될 수도 있다. 개별 구동이 가능하도록 전기적으로 연결하면, 어느 하나의 발광 소자가 단락되어 구동 불량이 발생하더라도 다른 발광 소자가 구동될 수 있어 발광 모듈의 구동을 유지시킬 수 있다.
- [120] 발광 소자들(201, 202, 203)은 서로 유사한 피크 파장을 갖는 광을 방출할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 서로 다른 색상의 피크 파장을 갖는 광을 방

출할 수도 있다. 또한, 발광 소자들(201, 202, 203) 중 적어도 일부 상에 파장변환기(201a, 202a)가 배치될 수 있다. 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이, 발광 소자(201) 및 발광 소자(202) 상에 각각 서로 다른 색상의 광을 방출하는 파장변환기(201a, 202a)가 배치되고, 발광 소자(203) 상에는 파장변환기가 배치되지 않을 수 있다. 파장변환기들(201a, 202a)은 각각 발광 소자들(201, 202)에서 방출된 광을 다른 파장의 광으로 변환시킨다. 파장변환기들(201a, 202a)은 형광체 또는 양자점을 포함할 수 있다.

- [121] 예를 들어, 발광 소자(201, 202, 203)들은 자외선, 또는 가시광선 영역의 광을 방출할 수 있으며, 파장변환기들(201a, 202a)은 색 온도 안정성이 높은 형광체 또는 양자점을 포함할 수 있다. 파장변환기들(201a, 202a)은 또한 높은 연색지수 (CRI)를 달성하기 위해 사용될 수도 있다.
- [122] 실시예들에 있어서, 파장변환기들(101a, 201a)은 적색 발광 형광체를 포함할 수 있다. 적색 발광 형광체는 예를 들어 다음 일반식 1로 표현되는 옥시도할라이드(oxidohalide) 호스트 격자에 기초한 Mn(IV)-활성화 발광성 재료일 수 있다:
- [123] 일반식 (I). $(A_{4-a}B_a)_{m/2+n/2}X_{2m}[MX_4O_2]_n$ (A = H 및/또는 D, 여기서 D는 중수소이다; B = Li, Na, K, Rb, Cs, NH₄, ND₄ 및/또는 NR₄, 여기서 R은 알킬 또는 아릴 라디칼이다; X = F 및/또는 Cl; M = Cr, Mo, W 및/또는 Re; $0 \leq a \leq 4$; $0 < m \leq 10$; 및 $1 \leq n \leq 10$).
- [124] 610과 640 nm 사이의 범위의 방출 최대값, 높은 양자 효율, 긴 수명 및 높은 색 온도 안정성을 갖는 적색-방출 형광 물질이 다음과 같은 일반적인 화학식 $(A_{4-a}B_a)_{m/2+n/2}X_{2m}[MX_4O_2]_n:Mn(IV)$ 의 화합물을 얻도록, Mn(IV) 이온을 상기 일반식 (I)과 같은 일반적인 형태의 옥시도할라이드 호스트 격자로 통합시킴으로써 구현할 수 있다.
- [125] 상기 형광 재료는 간단한 합성으로 효율적이고 저렴하게 얻을 수 있다. 특히, 장기 안정성을 갖는 불화물 화합물에 Cr(VI), Mo(VI), W(VI) 및/또는 Re(VI)이 사용되는데, 일반 형태 $[MX_4O_2]^{2-}$ 의 대응하는 팔면체 옥시도할라이드 복합 음이온이 매우 높은 안정성을 갖기 때문이다. 본 발명의 발광성 재료의 마이크로스케일 분말의 경우, MnO₂의 형성이 없기 때문에 회색 변색이 없다. 더욱이, 옥시도할라이드들은 불화물에 비해 더 높은 격자 에너지로 인해 더 큰 안정성을 갖는다. 특히 텅스텐산염의 경우 상당한 π 백-본딩이 할로젠화물 및 W(VI) 이온의 유효 이온 전하 밀도를 감소시킨다.
- [126] 4가 Mn(IV) 이온은 6가 M 이온 (M = Cr(VI), Mo(VI), W(VI) 및/또는 Re(VI))의 결정 층에 통합된다. Mn(IV)의 도핑은 Mn(IV) 이온이 호스트 격자의 결정 구조에 효율적으로 삽입되기 때문에 간단하고 효율적인 합성을 허용한다. 전하는 호스트 격자에 할로젠화물 및 산소 결합 부위의 추가적인 통합에 의해 균형을 이룬다.

- [127] 상기 형광체는 적색 방출 Mn(IV) 발광성 재료이며, 적색 스펙트럼 영역에서 다중 피크를 가질 수 있으며, 610 과 640 nm 사이, 특히 620 과 635 nm 사이의 범위에서 최대 피크값을 갖는다.
- [128] 상기 일반식 (I)에서 바람직한 알킬 라디칼은 선형 C1-C5-알킬 라디칼 또는 분지형 C3-C5-알킬 라디칼이다. 특히 바람직한 알킬 라디칼은 메틸, 에틸, 프로필, 부틸 및 펜틸이다. 또한, 바람직한 아릴 라디칼은 페닐, 나프틸, 안트릴 및 페난트릴이며, 이는 메틸, 에틸, 프로필, 부틸, 메톡시, 에톡시, 히드록실, 플루오라이드, 클로라이드 및 트리플루오로메틸로부터 선택된 하나 이상의 라디칼에 의해 임의로 치환될 수 있다.
- [129] 상기 일반식 (I)에서, A는 단일 하전된 수소 및/또는 중수소 양이온 A^+ 이고, B는 단일 하전된 금속 및/또는 암모늄 양이온 B^+ 이다. M은 6가 하전 금속 원자 M^{6+} 이다. Mn(IV)는 4가 하전 금속 원자 Mn^{4+} 으로 존재하는 반면, 할로젠 X는 할로젠화물 (X^-)로서 및 산소 (O)는 산화물 (O^{2-})로서 존재한다. 본 발명의 Mn(IV)-활성화 발광 물질은 Mn^{4+} 으로 도핑된 변환 재료이며, 여기서 하나의 Mn^{4+} 이온과 두 개의 X이온은 하나의 M^{6+} 이온과 두 개의 O^{2-} 이온을 대체한다. 따라서 전하는 두 개의 X이온의 추가적인 통합과 두 개의 O^{2-} 이온의 부재에 의해 균형을 이룬다.
- [130] 본 발명의 화합물은 일반적으로 약 250 내지 약 550 nm, 바람직하게는 약 325 내지 약 525 nm의 스펙트럼 영역의 광에 의해 여기 가능하고, 여기서 흡수 최대치는 425 내지 500 nm이고, 일반적으로 약 600 내지 약 650 nm의 적색 스펙트럼 영역에서 방출하며, 여기서 방출 최대치는 610 과 640 nm 사이, 바람직하게는 620 과 635 nm 사이의 영역에 있다. 본 발명의 화합물은 또한 높은 광 발광 양자 수율을 나타내며, LED에서의 사용 시 높은 스펙트럼 순도 및 높은 색 온도 안정성을 갖는다.
- [131] 본 명세서에서 자외광은 100nm 와 399 nm 사이의 방출 최대치를 갖는 광을 나타내고, 보라색 광은 400nm와 430 nm 사이의 방출 최대치를 갖는 광을 나타내고, 청색 광은 방출 최대치가 431 과 480 nm 사이에 있는 광을 나타내고, 청록색 광은 방출 최대치가 481 과 510 nm 사이에 있는 광을 나타내며, 녹색 광은 방출 최대치가 511 와 565 nm 사이에 있는 광을 나타내고, 황색 광은 방출 최대치가 566 와 575 nm 사이에 있는 광을 나타내며, 주황색 광은 방출 최대치가 576 과 600 nm 사이에 있는 광을 나타내고, 적색 광은 방출 최대치가 601 과 750 nm 사이에 있는 광을 나타낸다.
- [132] 바람직한 실시형태에서, 일반식 (I)의 Mn(IV)-도핑 화합물은 하기 일반식 (II)로 표시된다:
- [133] 일반식 (II). $(A_{4-a}B_a)_{m/2+n/2}X_{2m}[M_{1-x}X_{4+2x}O_{2-2x}]_n:[Mn(IV)_x]_n$ 여기서, 사용된 기호 및 인덱스는 하기와 같다:
- [134] A는 H 및 D 및 이들의 혼합물로 구성된 군에서 선택되며, 여기서 D는 중수소이고; B는 Li, Na, K, Rb, Cs, NH_4 , ND_4 , NR_4 및 이들의 둘 이상의 혼합물로 구성

된 그룹에서 선택되며, 여기서 R 은 알킬 또는 아릴 라디칼이고; X 는 F 및 Cl 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되고; M 은 Cr, Mo, W, Re 및 이들의 둘 이상의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되고; 및 $0 \leq a \leq 4$; $0 < m \leq 10$; $1 \leq n \leq 10$; 및 $0 < x < 1.0$.

- [135] 일반식 (I) 및 (II)의 지수 a에 대해, 바람직하게는 $1 \leq a \leq 4$, 더 바람직하게는 $2.0 \leq a \leq 4.0$ 이다. 바람직한 실시형태에서, 일반식 (I) 및 (II)에서 a는 1 내지 4 의 정수, 보다 바람직하게는 2, 3 및 4 에서 선택된 정수이다. 가장 바람직하게는, 일반식 (I) 및 (II)에서 a는 3.0이다.
- [136] 일반식 (I) 및 (II)의 지수 m에 대해, 바람직하게는 $0.1 \leq m \leq 5$, 더 바람직하게는 $0.5 \leq m \leq 3.0$, 가장 바람직하게 $0.75 \leq m \leq 1.50$ 이다. 바람직한 실시형태에서, 일반식 (I) 및 (II)에서 m 은 1, 2 및 3에서 선택된 정수이다. 가장 바람직하게는, 일반식 (I) 및 (II)에서 m은 1.0이다.
- [137] 일반식 (I) 및 (II) 의 지수 n 에 대해, 바람직하게는 $1 \leq n \leq 5$, 더 바람직하게는 $1.0 \leq n \leq 3.0$ 이다. 바람직한 실시형태에서, 일반식 (I) 및 (II)에서 n 은 1 내지 5 의 정수, 보다 바람직하게는 1, 2 및 3 에서 선택된 정수이다. 가장 바람직하게는, 일반식 (I) 및 (II)에서 n은 1.0이다.
- [138] 바람직한 실시형태에서, 일반식 (I)의 Mn(IV)-도핑 화합물 또는 일반식 (II) 의 화합물은 하기 일반식 (III)으로 표시된다:
- [139] 일반식 (III). $AB_3M_{1-x}X_{6+2x}O_{2-2x} \cdot Mn(IV)_x$, 여기서 A, B, X 및 M 은 일반식 (I) 및/또는 일반식 (II)에 대해 위에서 설명한 정의 중 하나를 가지며 x 는 다음과 같다: $0 \leq x \leq 1.0$.
- [140] 바람직하게는, 일반식 (I), (II) 및/또는 (III)에서 A는 H 또는 D 이고, 여기서 D 는 중수소이고; 더 바람직하게는 A 는 H 이다. 바람직하게는, 일반식 (I), (II) 및/또는 (III)에서 B는 Na, K, Cs 및 이들 중 2 개 또는 3 개의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되고; 보다 바람직하게는 A는 Na 및 K 로 구성된 군에서 선택된다. 바람직하게는, 일반식 (I), (II) 및/또는 (III)에서 X는 F이고, 여기서 선택적으로 X의 최대 10 원자%, 보다 바람직하게는 최대 5 원자%는 Cl이다. 보다 바람직하게는, 일반식 (I), (II) 및/또는 (III)에서 X는 F이다. 바람직하게는, 일반식 (I), (II) 및/또는 (III)에서 M 은 Mo, W 및 Mo 와 W의 혼합물로 구성된 군에서 선택되며, 여기서 Cr 및/또는 Re 이 선택적으로 존재할 수 있다. 보다 바람직하게는, 일반식 (I), (II) 및/또는 (III)에서 M 은 Cr 과 Mo; Mo 와 W; Cr 과 W; Cr 과 Re; Mo 와 Re; W 와 Re; Cr, Mo 및 W; Cr, Mo 및 Re; Cr, W 및 Re; Mo, W 및 Re; 및 Cr, Mo, W 및 Re 로 구성된 혼합물로부터 선택된다.
- [141] 바람직한 실시형태에서, 일반식 (II) 및 (III)의 지수 x 는 다음과 같다: $0 < x \leq 0.80$, 더욱 바람직하게는 $0 < x \leq 0.60$, 보다 바람직하게는 $0.0001 < x \leq 0.40$, 특히 바람직하게는 $0.001 \leq x \leq 0.20$, 더욱 특히 바람직하게는 $0.001 \leq x \leq 0.10$ 그리고 가장 바람직하게는 $0.002 \leq x \leq 0.05$.

- [142] 바람직한 실시형태에서, 위에 언급된 바람직한 특징들 중 2 이상은 이들이 바람직한, 더 바람직한, 특히 바람직한 및/또는 가장 바람직한 특징인지 여부에 관계 없이, 동시에 적용 가능하다. 따라서, 다음과 같은 일반식 (II) 및 (III) 의 화합물이 특히 바람직하다: A 는 H 및 D 및 이들의 혼합물로 구성된 군에서 선택되며, 여기서 D 는 중수소이고; B 는 Na, K, Rb 및 이들 중 2개 또는 3개의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되고; X 는 F 이고; M 은 Mo, W 및 Mo 와 W 의 혼합물로 구성된 군에서 선택되며, 여기서 Cr 및/또는 Re 이 선택적으로 존재할 수 있고; $0.0001 < x \leq 0.40$, 더욱 바람직하게는 $0.001 < x \leq 0.20$, 특히 바람직하게는 $0.001 \leq x \leq 0.10$, 가장 바람직하게는 $0.002 \leq x \leq 0.05$.
- [143] 일반식 (II)의 특히 바람직한 화합물에서, 추가로 $1 \leq a \leq 4$, 더 바람직하게 $2.0 \leq a \leq 4.0$, 가장 바람직하게는 $a = 3.0$; $0.5 \leq m \leq 3.0$, 더 바람직하게 $0.75 \leq m \leq 1.50$, 가장 바람직하게는 $m = 1.0$; 및 $1 \leq n \leq 5$, 더 바람직하게 $1.0 \leq m \leq 3.0$, 가장 바람직하게는 $n = 1.0$.
- [144] 한편, 파장변환기들(102a, 202a)은 예컨대 녹색 또는 황색 형광체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 녹색 파장 대역을 발광하는 형광체로서는 이트륨·알루미늄·가넷계 형광체(예를 들면 $Y_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce$), 루테튬·알루미늄·가넷계 형광체(예를 들어 $Lu_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce$), 테르븀·알루미늄·가넷계 형광체(예를 들면 $Tb_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce$), 실리케이트계 형광체(예를 들면 $(Ba, Sr)_2SiO_4:Eu$), 클로로실리케이트계 형광체(예를 들면 $Ca_8Mg(SiO_4)_4Cl_2:Eu$), β 사이알론계 형광체(예를 들면 $Si_{6-z}Al_zO_zN_{8-z}:Eu$ ($0 < z < 4.2$)), SGS계 형광체(예를 들면 $SrGa_2S_4:Eu$) 등을 들 수 있다. 황색 형광체로서는, α 사이알론계 형광체(예를 들면 $M_z(Si, Al)_{12}(O, N)_{16}$ (단, $0 < z \leq 2$ 이고, M은 Li, Mg, Ca, Y 및 La와 Ce을 제외한 란탄족 원소) 등을 들 수 있다.
- [145] 이 밖에, 상기 녹색파장 영역을 발광하는 형광체 중에는 옐로우 파장 영역을 발광하는 형광체도 있다. 또한, 예를 들면, 이트륨·알루미늄·가넷계 형광체는 Y의 일부를 Gd으로 치환함으로써 발광 피크 파장을 장파장 쪽으로 옮길 수 있어 옐로우 파장 영역의 발광이 가능하다.
- [146] 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한 발광 소자들(101, 102, 103; 201, 202, 203)은 독립적으로 제어되어 구동될 수 있다. 이를 위해 발광 모듈은 도 2에 도시한 바와 같이 제어 유닛(204)을 더 포함할 수 있다. 제어 유닛(204)은 기관(200) 상에 배치될 수 있다. 제어 유닛(204)은 사용자의 입력에 따라 발광 패턴 또는 발광 파장을 구현할 수 있다. 예를 들어, 기관(200)에 실장된 모든 발광 소자들이 구동될 수도 있고, 이와 달리, 일부의 발광 소자만이 구동될 수도 있으며, 이를 통해 사용자가 원하는 발광 패턴 또는 발광 파장의 광이 구현될 수 있다. 따라서, 발광 모듈은 건물의 실내 또는 실외나 자동차 내부 또는 외부의 감성 조명 장치에 사용될 수 있다.

- [147] 보호물질(205)은 발광 소자들(201, 202, 203)을 덮는다. 보호물질(205)은 발광 소자들(201, 202, 203)이 기관(200)으로부터 박리되는 것을 방지할 수 있다. 특히, 기관(200)이 롤러블인 경우, 보호물질(205)은 발광 소자들(201, 202, 203)을 기관(200)에 밀착시켜 박리를 방지할 수 있다. 나아가, 보호물질(205)은 외부 환경으로부터 발광 소자들(201, 202, 203)을 보호한다. 보호물질(205)은 곡면 형상을 가질 수 있으며, 곡면 형상을 이용하여 렌즈와 같이 광 방출 효율을 증가시킬 수 있다.
- [148] 몇몇 형태에 있어서, 보호물질(205)은 투명 실리콘으로 형성될 수 있다. 다른 형태에 있어서, 보호 물질(205)은 또한 광 확산 물질을 포함할 수 있다. 광 확산 물질은 발광 소자들(201, 202, 203)에서 생성된 광을 넓은 영역으로 확산시킨다. 따라서, 예를 들어 기관(200)에 실장된 발광 소자(201, 202, 203)들 중 일부만 켜지더라도, 광 확산 물질(205)을 통해 주변으로 광이 넓게 퍼질 수 있다. 따라서, 불량이 발생된 발광 소자나 발광 소자들 사이의 영역에 발생할 수 있는 암부를 제거할 수 있고, 선형 또는 면광원을 구현할 수 있다.
- [149] 또한, 사용자가 원하는 파장 구현을 위하여 복수의 발광 소자가 켜질 경우, 보호물질(205) 내에서 광 확산 물질에 의해 발광 소자들에서 방출된 광이 서로 혼합될 수 있으며, 이를 통해 소수의 발광 소자들을 이용하여 다양한 색상의 광을 구현할 수 있다.
- [150] 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한 실시예들에 있어서, 일부 광원 유닛이 파장변환기(101a, 102a; 201a, 202a)를 포함하여 다양한 색상의 광을 구현하는 발광 모듈에 대해 설명하지만, 광원 유닛들이 파장변환기 없이 다양한 색상의 광을 구현하는 발광 모듈이 제공될 수 있다. 이하에서는 파장변환기 없이 발광 소자들을 이용하여 다양한 색상의 광을 구현하는 발광 모듈에 대해 설명한다. 도 3은 제3 실시예에 따른 발광 모듈의 단면도이고, 도 4는 제4 실시예에 따른 발광 소자를 설명하기 위한 단면도이며, 도 5는 도 4의 부분 확대 단면도이다.
- [151] 우선 도 3을 참조하면, 발광 모듈은 기관(300) 및 발광 소자들(301)을 포함하며, 나아가, 제어 유닛(304) 및 보호물질(305)을 더 포함할 수 있다. 본 실시예에서 각각의 광원 유닛은 파장변환기 없이 발광 소자(301)를 이용하여 색상을 구현한다. 기관(300), 제어 유닛(304), 및 보호 물질(305)은 앞서 설명한 기관(200), 제어 유닛(204), 및 보호물질(205)과 유사하며, 상세한 설명은 생략한다.
- [152] 본 실시예에 있어서, 발광 소자들(301)은 서로 다른 발광 스펙트럼을 나타내는 발광 소자들을 포함한다. 발광 소자들(301: C1~Cn)은 도 4를 참조하여 후술하는 발광 소자를 적어도 하나 포함한다.
- [153] 도4 및 도 5를 참조하면, 발광 소자(301)는 기관(400), 제1 도전형 반도체층(401), 하부 다중 양자우물 구조(402), 상부 다중 양자우물 구조(403), 제2 도전형 반도체층(404), 간격층(405), 및 스텝 커버리지층(403s)을 포함할 수 있다. 또한, 도시하지는 않았지만, 발광 소자(301)는 기관(300)의 회로 패턴에 전기적으로 연결되기

- 위한 전기 접속 구조를 포함한다. 예를 들어, 발광 소자(301)는 제1 및 제2 도전형 반도체층들(401, 404)에 오믹 콘택하는 오믹층, 및 전극 패드들을 포함할 수 있다.
- [154] 본 실시예에서, 기판(400)은 질화갈륨계 반도체층을 성장시키기 위한 성장 기판, 예컨대, 사파이어 기판, 실리콘 기판, SiC 기판, 스피넬 기판 등일 수 있다. 특히, 기판(400)은 패터닝된 사파이어 기판일 수 있다.
- [155] 제1 도전형 반도체층(401)은 다중층일 수 있으며, 예를 들어, 핵층, 고온 버퍼층, n형 불순물 도핑층 등을 포함할 수 있다. 또한, 제1 도전형 반도체층(401)은 상면에 복수의 그루브들을 포함할 수 있다. 제1 도전형 반도체층(401)의 상부에 형성되는 반도체층은 예를 들어, GaN층으로 형성될 수 있으며, 약 900°C 이하의 온도에서 GaN층을 성장시킴으로써 복수의 그루브들을 형성할 수 있다.
- [156] 제2 도전형 반도체층(404)은 제1 도전형 반도체층(401) 상부에 배치된다. 제2 도전형 반도체층(404)은 단일층 또는 다중층으로 형성될 수 있으며, 예를 들어, p형 불순물이 도핑된 층을 포함할 수 있다.
- [157] 제1 도전형 반도체층(402)과 제2 도전형 반도체층(404) 사이에 하부 다중 양자우물 구조(402) 및 상부 다중양자우물 구조(403)가 배치되며, 하부 다중양자우물 구조(402)와 상부 다중양자우물 구조(404) 사이에 간격층(405)이 배치될 수 있다.
- [158] 하부 다중양자우물 구조(402)는 제1 도전형 반도체층(401) 상에 형성될 수 있다. 하부 다중 양자우물 구조(402)는 장벽층(402b) 및 우물층(402w)이 교대로 적층된 구조를 가진다. 우물층(402w)은 제1 파장의 광을 방출하기 위한 조성을 갖는다. 예를 들어, 우물층(402w)은 InGaN층 또는 AlInGaN층으로 형성될 수 있으며, 자외선, 청색, 또는 녹색 영역의 광을 방출할 수 있다. 예를 들어, 우물층(402w)에 포함되는 In의 함량은 전체 3족 원소에 대해 18 원자% 이하일 수 있으며, 나아가, 12 atom % 이하일 수 있다.
- [159] 상부 다중 양자우물구조(403)는 하부 다중양자우물 구조(402) 상부에 배치되며, 장벽층(403b) 및 우물층(403w)이 교대로 적층된 구조를 가진다. 우물층(403w)은 제2 파장의 광을 방출하기 위한 조성을 갖는다. 제2 파장의 광은 제1 파장의 광보다 장파장일 수 있다. 예를 들어, 우물층(403w)은 InGaN층 또는 AlInGaN층으로 형성될 수 있으며, 녹색 또는 적색 영역의 광을 방출할 수 있다. 예를 들어, 우물층(403w)에 포함되는 In의 함량은 전체 3족 원소에 대해 15 원자% 이상, 30 원자% 미만일 수 있다.
- [160] 한편, 상부 다중양자우물구조(403) 내의 장벽층들(403b)은 하부 다중양자우물 구조(402) 내의 장벽층들(402b)보다 더 두꺼울 수 있다. 또한, 상부 다중양자우물 구조(403) 내의 우물층들(403w)은 하부 다중양자우물 구조(402) 내의 우물층들(402w)보다 더 두꺼울 수 있다. 상부 다중양자우물구조(403)는 제2 도전형 반도체층(404)에 가깝기 때문에 장벽층들(403b)을 상대적으로 두껍게 형성하여 전자와 정공이 오버플로우되는 것을 방지할 수 있다. 한편, 하부 다중양자우물 구조(402)는 제2 도전형 반도체층(404)으로부터 상대적으로 멀리 떨어져 있으므로, 정공들이 하부 다중양자우물 구조(402) 내에 잘 분산되도록 장벽층들(402b)의 두

께를 상대적으로 얇게 할 수 있다. 예를 들어, 장벽층들(402b)은 4nm 내지 7nm의 두께를 가질 수 있으며, 장벽층들(403b)은 8nm 내지 15nm의 두께를 가질 수 있다.

- [161] 도 4에 도시한 바와 같이, 상부 다중양자우물구조(403)는 제1영역(R1) 및 제2영역(R2)을 포함할 수 있다. 제1영역(R1)은 실질적으로 평평한 면을 가질 수 있으며, 제2영역(R2)은 비평평면을 가질 수 있다. 몇몇 형태에 있어서, 제2영역(R2)는 상기 비평평면으로서 그루브를 형성한다. 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 그루브들은 V-형상을 갖도록 형성될 수 있으나, 본 개시가 이에 한정되는 것은 아니다. 제1영역(R1)은 도 4의 단면도에서 복수의 영역으로 형성된다. 평면도에서, 제1영역(R1)은 복수의 제2영역(R2)을 둘러싼다. 제2영역들(R2)은 제1도전형 반도체층(401)의 상부에 형성된 그루브들 상에 배치될 수 있다. 상부 다중양자우물구조(403)의 장벽층들(403b) 및 우물층들(403w)은 제1영역(R1)과 제2영역(R2)에서 연속적으로 배치된다. 제1영역(R1)과 제2영역(R2)이 만나는 위치에서 장벽층들(403b) 및 우물층들(403w)의 상면은 곡면 형상을 가질 수 있다. 이에 따라, 장벽층들(403b) 또는 우물층들(403w)에 크랙이 발생하는 것을 방지할 수 있어 전하 누설을 방지할 수 있다.
- [162] 몇몇 형태에 있어서, 장벽층들(403b) 및 우물층들(403w)은 제1영역(R1)과 제2영역(R2)에서 서로 다른 두께를 갖는다. 즉, 제1영역(R1) 내의 장벽층들(403b) 및 우물층들(403w)의 두께가 제2영역(R2) 내의 장벽층들(403b) 및 우물층들(403w)의 두께보다 더 크게 형성될 수 있다. 나아가, 제2영역(R2)의 우물층들(403w) 내의 In 함량은 제1영역(R1) 내의 우물층들(403w) 내의 In 함량보다 적다. 이에 따라, 다중 양자우물 구조(403)는 서로 다른 제1영역(R1) 내의 다중양자우물 구조와 제2영역 내의 다중 양자우물 구조(407)를 포함한다. 제1영역(R1)의 다중 양자우물구조는 앞서 설명한 제2과장의 광을 방출하는 데 반해, 제2영역(R2)의 다중 양자우물구조(407)는 제2과장의 광보다 단파장을 갖는 제3과장의 광을 방출할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 상기 제3과장의 광은 하부 다중양자우물구조(402)에서 방출되는 제1과장의 광에 비해 단파장, 장파장, 또는 그것과 동일한 파장의 광일 수 있다.
- [163] 예를 들어, 제1영역(R1) 내 우물층들(403w) 내의 In 함량은 제1과장의 광을 방출하도록 전체 3족 원소에 대해 15 원자% 이상, 30 원자% 미만일 수 있다. 이에 반해, 제2영역(R2) 내 우물층들(403w) 내의 In 함량은 제3과장의 광을 방출하도록 전체 3족 원소에 대해 약 7 내지 약 12 원자% 미만, 더 나아가, 약 8 내지 약 10 원자%일 수 있다.
- [164] 도 4에 도시된 바와 같이, 제1영역(R1)의 폭 D4는 제2영역(R2)의 폭 D2보다 클 수 있으며, 이에 따라, 상부 다중양자우물 구조(403) 상에 형성되는 제2도전형 반도체층(404)에 상대적으로 넓은 평탄한 면을 형성할 수 있고, 제2도전형 반도체층(404) 상에 전극을 쉽게 형성할 수 있다.

- [165] 하부 다중양자우물구조(402) 또한 평탄한 면을 갖는 제3 영역(R3) 및 그루브를 형성하는 비평평면을 갖는 제4 영역(R4)을 포함할 수 있다. 제3 영역(R3) 내 장벽층들(402b) 및 우물층들(402w)의 두께는 제4 영역(R4) 내 장벽층들(402b) 및 우물층들(402w)의 두께보다 클 수 있다. 제4 영역들(R4)은 제2 영역들(R2) 하부에 위치한다. 제2 영역(R2)의 그루브와 제4 영역(R4)의 그루브는, 도 4에 도시한 바와 같이, 수직 방향으로 적어도 일부가 중첩될 수 있다. 또한 제2 영역(R2)에서 기판(400)에 제일 가까운 부분은 제4 영역(R4)의 그루브 영역 내에 위치할 수 있다.
- [166] 하부 다중양자우물구조(402)는 제3 영역(R3)에서 앞서 설명한 제1 파장의 광을 방출하며, 제4 영역(R4) 내의 다중양자우물 구조(406)는 광을 방출하지 않을 수 있다. 그러나 본 개시가 이에 한정되는 것은 아니며, 제4 영역(R4) 내의 다중양자우물 구조(406)는 제1 파장의 광보다 단파장의 광을 방출할 수도 있다.
- [167] 몇몇 실시예들에 있어서, 하부 다중양자우물구조(402)를 구성하는 층들의 페어 수는 제1 파장의 광의 피크 강도에 영향을 미친다. 하부 다중양자우물구조(402)의 페어 수가 증가할수록 제1 파장의 광, 예컨대 청색 영역의 피크 강도가 증가할 수 있다. 또한 하부 다중양자우물구조(402)의 페어 수와 상부 다중양자우물구조(403)의 페어 수는 서로 다르게 조절될 수 있다. 예를 들어, 하부 다중양자우물구조(402)의 페어 수가 상부 다중양자우물구조(403)의 페어 수보다 많을 수 있으며, 이에 따라, 제1 파장의 광의 피크 강도를 제2 파장의 광의 피크 강도보다 크게 할 수 있다. 나아가, 하부 다중양자우물구조(402)의 우물층들은 서로 다른 밴드갭을 가질 수 있다. 예를 들어, 하부 다중양자우물구조(402)는 제1 그룹의 우물층들과 제2 그룹의 우물층들을 포함할 수 있으며, 제1 그룹의 우물층들은 제2 그룹의 우물층들보다 상대적으로 높은 In 함량을 가질 수 있다. 특히, 제2 그룹의 우물층들이 제1 그룹의 우물층들과 상부 다중양자우물구조(403) 사이에 배치될 수 있다. 예를 들어, 제1 그룹의 우물층들은 10원자% 이상의 In 함량을 포함할 수 있으며, 제2 그룹의 우물층들은 10원자% 미만의 In 함량을 포함할 수 있다.
- [168] 다른 실시예에 있어서, 하부 다중양자우물구조(402)의 페어 수가 상부 다중양자우물구조(403)의 페어 수보다 적을 수 있다. 이에 따라, 발광 소자(301)에서 방출되는 광의 스펙트럼에서 단파장 영역의 피크 강도가 장파장 영역의 피크 강도보다 작을 수 있다.
- [169] 간격층(405)은 하부 다중양자우물 구조(402)와 상부 다중양자우물구조(403) 사이에 배치될 수 있다. 간격층(405)은 하부 다중양자우물 구조(402) 내의 장벽층(402b)보다 넓거나 같은 밴드갭을 가질 수 있다. 간격층(405)은 GaN, AlGaN, 또는 AlInGaN을 포함할 수 있다. 간격층(405)의 밴드갭을 조절함으로써 하부 다중양자우물 구조(402) 내로 주입되는 정공의 농도를 제어할 수 있으며, 이를 통해 하부 다중양자우물 구조(402)에서 방출되는 광의 강도를 조절할 수 있다. 예를 들어, 간격층(405)이 상대적으로 높은 Al 함량을 포함하여 넓은 밴드갭을 가질 경우, 간격층(405)은 정공이 하부 다중양자우물 구조(402)로 주입되는 것을 방해한다. 이에 따라, 하부 다중양자우물 구조(402) 내에서의 전자-정공 페어의 수가 감

소하여 발광 강도가 감소한다. 반대로, 상부 다중양자우물 구조(403) 내에 갇히는 정공 수는 증가하며 따라서 상부 다중양자우물 구조(403)의 발광 강도는 증가할 것이다. 간격층(405)의 두께 또한 정공 주입에 영향을 미친다.

- [170] 위에서 설명한 바와 같이, 하부 다중양자우물 구조(402)와 상부 다중양자우물 구조(403)의 페어 수, 간격층(405)의 밴드갭 및 두께를 조절함으로써 하부 다중양자우물(402) 및 상부 다중양자우물 구조(403)의 상대적인 발광 강도를 조절할 수 있다.
- [171] 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 스텝 커버리지층(403s)은 상부 다중양자우물 구조(403) 상에 배치된다. 스텝 커버리지층(403s)은 상부 다중양자우물 구조(403)의 장벽층(403b)보다 넓은 밴드갭을 가질 수 있다. 몇몇 형태에 있어서, 스텝 커버리지층(403s)은 예를 들어, AlGa_N 또는 AlInGa_N로 형성될 수 있다. 스텝 커버리지층(403s)은 상부 다중 양자우물구조(403)에서 멀어질수록 Al 함량이 감소하는 Al 그레이딩층일 수 있다. 예를 들어, 스텝 커버리지층(403s) 내의 Al 함량은 30원자% 이상에서 10원자% 이하로 두께 방향으로 감소할 수 있다. 스텝 커버리지층(403s)의 두께는 약 100nm 미만일 수 있으며, 특정 실시예에 있어서, 약 50nm 미만, 나아가 약 30nm 미만일 수 있다.
- [172] 스텝 커버리지층(403s)을 그레이딩층으로 형성함으로써 정공이 상부 다중양자우물 구조(403)로 원활하게 주입되게 할 수 있으며, 또한, 상부 다중 양자우물 구조(403)의 제2 영역(R2)에서 제3 파장의 광이 생성되는 것을 도울 수 있다. 특히, 스텝 커버리지층(403s)을 통하여 전계 발광을 통해 방출되는 단파장의 피크 파장의 광보다 장파장의 피크 파장의 광의 강도를 우세하게 조절할 수 있다.
- [173] 상기 제2 도전형 반도체층(404)은 스텝 커버리지층(403s) 상에 배치될 수 있다. 제2 도전형 반도체층(404)은 제2 영역들(R2)에 대응하는 표면 그루브들(408)을 포함할 수 있다. 표면 그루브(408)의 입구 폭은 제2 영역들(R2)의 그루브들의 입구 폭보다 더 클 수 있다. 또한 제1영역(R1)의 상부에도 서브 표면 그루브(409)가 형성될 수 있는데, 서브 표면 그루브(409)의 입구 폭은 표면그루브(408)의 입구 폭보다 작을 수 있다. 표면 그루브들(408, 409)의 크기를 다양하게 하여 광 추출 효율을 개선할 수 있다. 나아가, 표면 그루브들(408, 409)은 ITO 등의 오믹 전극의 컨택 면적을 증가시켜 구동전압을 낮추고 발광 소자(301)의 신뢰성을 개선할 수 있다.
- [174] 본 실시예에 따르면, 하부 다중양자우물 구조(402) 및 상부 다중 양자우물 구조(403)를 배치하고, 이들 다중 양자우물 구조들(402, 403) 내의 장벽층과 우물층의 페어 수, 우물층의 조성, 간격층(405), 및 스텝 커버리지층(403s)을 조절함으로써 하나의 발광 소자(301)로부터 사용자가 원하는 다양한 파장의 구현이 가능하며, 발광 소자(301)에서 방출되는 광의 색좌표(CIE) 및 연색지수(CRI)를 조절할 수 있다. 따라서, 복수개의 발광소자를 조합하지 않고도 하나의 발광 소자(301)로부터 원하는 CIE 및 CRI를 달성할 수 있는 발광 소자를 제공할 수 있다. 또한, 발광

소자(301)로부터 사용자가 원하는 살균용 파장의 광을 구현할 수 있으며, 살균 파장을 제어할 수 있다.

- [175] 도 6A 내지 도 6O는 하부 및 상부 다중 양자우물 구조(402, 403), 스텝 커버리지층(403s) 및 간격층(405)을 조절함으로써 얻어진 다양한 발광 소자(301)의 발광 스펙트럼을 나타낸다. 여기서, 발광 소자(301)는 약 $35\text{A}/\text{cm}^2$ 의 전류 밀도하에서 구동되었다.
- [176] 도 6A 내지 도 6O를 참조하면, 하부 양자우물구조(402), 상부 양자우물구조(403), 스텝 커버리지층(403s), 간격층(405)을 조절하여 하나의 발광 소자에서 단일 피크 또는 복수의 피크를 갖는 광을 방출할 수 있다. 본 개시의 실시예들에 있어서, 복수의 피크를 갖는 광을 방출하는 활성층들, 예컨대 하부 양자우물구조(402) 및 상부 양자우물구조(403)는 제1 도전형 반도체층(402) 또는 제2 도전형 반도체층(404)을 공유하며, 또는, 기관(400)을 공유한다.
- [177] 도 6A를 참조하면, 발광 소자는 복수의 피크를 가지며 CIE좌표 (x,y)가 $0.2 < x < 0.48$, $0.15 < y < 0.4$ 범위 내인 광을 방출할 수 있다. 본 실시예의 발광 소자에서 방출되는 광의 색좌표는 대략 (0.21, 0.27)이다. 상기 발광 소자는 형광체 없이 백색에 가까운 광을 방출할 수 있다. 상기 복수의 피크는 400~500nm 범위 내의 제1 피크 및 500~600nm 범위 내의 제2 피크를 포함할 수 있으며, 단파장의 피크가 장파장의 피크보다 높은 강도를 나타낼 수 있다.
- [178] 도 6B를 참조하면, 발광소자는 단일 피크를 가지며 CIE좌표 (x,y)가 $0.17 < x < 0.38$, $0.4 < Y < 0.8$ 범위 내인 광을 방출할 수 있다. 본 실시예에서 방출되는 광의 색좌표는 대략 (0.27, 0.70)이다. 예를 들어, 상기 발광 소자는 상부 양자우물 구조(403)의 제1 영역에서 방출되는 제2 파장의 광을 통해 형광체 없이 황녹색 (yellowish green) 광을 방출할 수 있다.
- [179] 도 6C를 참조하면, 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0 < x < 0.3$, $0.35 < Y < 0.85$ 범위 내인 광을 방출할 수 있다. 본 실시예에서 방출되는 광의 색좌표는 대략 (0.15, 0.64)이다. 예를 들어, 발광 소자는 형광체 없이 녹색 광을 방출할 수 있다. 상기 복수의 피크는 400~500nm 범위 내의 제1 피크와 500~600nm 범위 내의 제2 피크를 포함하며, 단파장의 피크가 장파장의 피크보다 작은 발광 강도를 나타낼 수 있다.
- [180] 도 6D를 참조하면, 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.03 < x < 0.25$, $0.25 < Y < 0.35$ 범위 내인 광을 방출할 수 있다. 본 실시예에서 방출되는 광의 색좌표는 대략 (0.19, 0.33)이다. 예를 들어, 발광 소자는 형광체 없이 청녹색 (blue green) 광을 방출할 수 있다. 복수의 피크는 400~500nm 범위 내의 제1 피크와 500~600nm 범위 내의 제2 피크를 포함하며, 400~500nm 범위 내의 단파장의 피크가 500~600nm 범위 내의 장파장의 피크보다 높은 발광 강도를 나타낼 수 있다.
- [181] 도 6E를 참조하면, 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.02 < x < 0.25$, $0.35 < Y < 0.48$ 범위 내인 광을 방출할 수 있다. 본 실시예에서 방출되

는 광의 색좌표는 대략 (0.21, 0.38)이다. 예를 들어, 발광 소자는 형광체 없이 청녹색(bluish green) 광을 방출할 수 있다. 복수의 피크는 400~500nm 범위 내의 제1 피크와 500~600nm 범위 내의 제2 피크를 포함하며, 400~500nm 범위 내의 단파장의 피크가 500~600nm 범위 내의 장파장의 피크보다 높은 발광 강도를 나타낼 수 있다.

[182] 도 6F를 참조하면, 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.13 < x < 0.22$, $0 < y < 0.2$ 범위 내인 광을 방출할 수 있다. 본 실시예에서 방출되는 광의 색좌표는 대략 (0.20, 0.17)이다. 예를 들어, 발광 소자는 형광체 없이 자청색(purplish blue) 광을 방출 할 수 있다. 복수의 피크는 400~500nm 범위 내의 제1 피크와 500~600nm 범위 내의 제2 피크를 포함하며, 400~500nm 범위 내의 단파장의 피크가 500~600nm 범위 내의 장파장의 피크보다 높은 발광 강도를 나타낼 수 있다.

[183] 도 6G를 참조하면, 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.35 < x < 0.45$, $0.43 < Y < 0.62$ 범위 내인 광을 방출할 수 있다. 본 실시예에서 방출되는 광의 색좌표는 대략 (0.39, 0.57)이다. 예를 들어, 발광 소자는 형광체 없이 황녹색(yellow green) 광을 방출할 수 있다. 복수의 피크는 380~500nm 범위 내의 제1 피크와 500~650nm 범위 내의 제2 피크를 포함하며, 480~500nm 범위 내의 단파장의 피크가 500~650nm 범위 내의 장파장의 피크보다 낮은 발광 강도를 나타낼 수 있다. 특정 실시예에 있어서, 제1 피크 파장은 410nm 이하일 수 있으며, 390nm~410nm 범위 내일 수 있고, 제2 피크 파장은 530nm 이상일 수 있다. 제1 피크의 강도는 제2 피크의 강도의 5배 이하일 수 있고, 이러한 높이 차이로 황녹색의 광을 방출하면서 살균 기능을 나타낼 수 있다. 이에 따라, 발광 소자는 광원의 기능뿐만 아니라 살균 기능을 수행할 수 있다. 본 실시예에서, 살균용 피크 파장의 광을 방출하는 활성층과 컬러광을 방출하는 활성층은 제1 도전형 반도체층 또는 제2 도전형 반도체층을 공유하며, 또는, 기판을 공유할 수 있다. 상기 기판은 성장 기판일 수 있다.

[184] 발광 소자에서 제1 피크를 생성하는 우물층의 굴절률은 제2 피크를 생성하는 우물층의 굴절률보다 작을 수 있다. 또는 제1 피크를 생성하는 우물층과 제2 피크를 생성하는 우물층은 3족 물질 (또는 원소 또는 원자)를 포함할 수 있으며, 제2 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 원자(또는 원소 또는 물질)의 크기가 가장 큰 원자(또는 원소 또는 물질)의 양은 제1 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 동일 물질의 양보다 작을 수 있다. 또는 제1 피크를 생성하는 우물층의 밴드갭 에너지는 제2 피크를 생성하는 우물층의 밴드갭 에너지보다 클 수 있다. 또는 제2 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 표준 원자량(relative atomic mass)이 가장 큰 물질 (또는 원소 또는 원자)은 제1 피크를 생성하는 우물층보다 제2 피크를 생성하는 우물층에 더 많은 양이 포함 될 수 있다. 제2 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 표준 원자량(relative atomic mass)이 가장 큰 물질 (또는 원소 또는 원자) 또는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 원자(또는

원소 또는 물질)의 크기가 가장 큰 원자(또는 원소 또는 물질)는 인듐(Indium)일 수 있다.

- [185] 도 6H를 참조하면, 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.17 < x < 0.25$, $0 < Y < 0.2$ 범위 내인 광을 방출할 수 있다. 본 실시예에서 방출되는 광의 색좌표는 대략 (0.21, 0.11)이다. 예를 들어, 발광 소자는 형광체 없이 청자색(bluish purple) 광을 방출할 수 있다. 복수의 피크는 380~500nm 범위 내의 제1 피크와 500~650nm 범위 내의 제2 피크를 포함하며, 380~500nm 범위 내의 단파장의 제1 피크가 500~650nm 범위 내의 장파장의 제2 피크보다 높은 발광 강도를 나타낼 수 있다. 제1 피크의 광과 제2 피크의 광의 조합에 의해 각 피크 파장의 색상과 다른 색상의 혼합광이 방출된다. 특정 실시예에 있어서, 제1 피크 파장은 425nm 이하일 수 있으며, 400nm~415nm 범위 내일 수 있고, 제2 피크 파장은 530nm 이상일 수 있다. 제1 피크의 강도는 제2 피크의 강도보다 5배 이상 높을 수 있고, 이러한 높이 차이로 청자색의 광을 방출하면서 살균 기능을 나타낼 수 있다. 이에 따라, 발광 소자는 광원의 기능뿐만 아니라 살균 기능을 수행할 수 있다. 본 실시예에서, 살균용 피크 파장의 광을 방출하는 활성층과 컬러광을 방출하는 활성층은 제1 도전형 반도체층 또는 제2 도전형 반도체층을 공유하며, 또는, 기판을 공유할 수 있다. 상기 기판은 성장 기판일 수 있다.
- [186] 발광 소자에서 제1 피크를 생성하는 우물층의 굴절률은 제2 피크를 생성하는 우물층의 굴절률보다 작을 수 있다. 또는 제1 피크를 생성하는 우물층과 제2 피크를 생성하는 우물층은 3족 물질 (또는 원소 또는 원자)를 포함할 수 있으며, 제2 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 원자(또는 원소 또는 물질)의 크기가 가장 큰 원자(또는 원소 또는 물질)의 양은 제1 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 동일 물질의 양보다 작을 수 있다. 또는 제1 피크를 생성하는 우물층의 밴드갭 에너지는 제2 피크를 생성하는 우물층의 밴드갭 에너지보다 클 수 있다. 또는 제2 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 표준 원자량(relative atomic mass)이 가장 큰 물질 (또는 원소 또는 원자)은 제1 피크를 생성하는 우물층보다 제2 피크를 생성하는 우물층에 더 많은 양이 포함 될 수 있다. 제2 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 표준 원자량(relative atomic mass)이 가장 큰 물질 (또는 원소 또는 원자) 또는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 원자(또는 원소 또는 물질)의 크기가 가장 큰 원자(또는 원소 또는 물질)는 인듐(Indium)일 수 있다.
- [187] 도 6I를 참조하면, 발광소자는 단일 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.39 < x < 0.49$, $0.45 < Y < 0.55$ 범위 내인 광을 방출할 수 있다. 본 실시예에서 방출되는 광의 색좌표는 대략 (0.47, 0.52)이다. 예를 들어, 발광 소자는 형광체 없이 녹색(greenish yellow) 광을 방출할 수 있다.
- [188] 도 6J를 참조하면, 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.44 < x < 0.53$, $0.45 < Y < 0.52$ 범위 내인 광을 방출할 수 있다. 본 실시예에서 방출되는 광의 색좌표는 대략 (0.49, 0.50)이다. 예를 들어, 발광 소자는 형광체 없

이 황색 광을 방출할 수 있다. 복수의 피크는 380~500nm 범위 내의 제1 피크와 500~650nm 범위 내의 제2 피크를 포함하며, 380~500nm 범위 내의 단파장의 피크가 500~650nm 범위 내의 장파장의 피크보다 낮은 발광 강도를 나타낼 수 있다.

- [189] 도 6K를 참조하면, 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.2 < x < 0.33$, $0.02 < y < 0.22$ 범위 내인 광을 방출할 수 있다. 본 실시예에서 방출되는 광의 색좌표는 대략 (0.27, 0.19)이다. 예를 들어, 발광 소자는 형광체 없이 자색(purple) 광을 방출할 수 있다. 복수의 피크는 350~500nm 범위 내의 제1 피크와 500~650nm 범위 내의 제2 피크를 포함하며, 350~500nm 범위 내의 단파장의 피크가 500~650nm 범위 내의 장파장의 피크보다 높은 발광 강도를 나타낼 수 있다. 제1 피크의 광과 제2 피크의 광의 조합에 의해 각 피크 파장의 색상과 다른 색상의 혼합광이 방출된다. 특정 실시예에 있어서, 제1 피크 파장은 420nm 이하일 수 있으며, 400nm~415nm 범위 내일 수 있고, 제2 피크 파장은 530nm 이상일 수 있다. 제1 피크의 강도는 제2 피크의 강도보다 1.5배 이상 높을 수 있고, 이러한 높이 차이로 자색의 광을 방출하면서 살균 기능을 나타낼 수 있다. 이에 따라, 발광 소자는 광원의 기능뿐만 아니라 살균 기능을 수행할 수 있다. 본 실시예에서, 살균용 피크 파장의 광을 방출하는 활성층과 컬러광을 방출하는 활성층은 제1 도전형 반도체층 또는 제2 도전형 반도체층을 공유하며, 또는, 기판을 공유할 수 있다. 상기 기판은 성장 기판일 수 있다.

- [190] 발광 소자에서 제1 피크를 생성하는 우물층의 굴절률은 제2 피크를 생성하는 우물층의 굴절률보다 작을 수 있다. 또는 제1 피크를 생성하는 우물층과 제2 피크를 생성하는 우물층은 3족 물질 (또는 원소 또는 원자)를 포함할 수 있으며, 제2 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 원자(또는 원소 또는 물질)의 크기가 가장 큰 원자(또는 원소 또는 물질)의 양은 제1 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 동일 물질의 양보다 작을 수 있다. 또는 제1 피크를 생성하는 우물층의 밴드갭 에너지는 제2 피크를 생성하는 우물층의 밴드갭 에너지보다 클 수 있다. 또는 제2 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 표준 원자량(relative atomic mass)이 가장 큰 물질 (또는 원소 또는 원자)은 제1 피크를 생성하는 우물층보다 제2 피크를 생성하는 우물층에 더 많은 양이 포함 될 수 있다. 제2 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 표준 원자량(relative atomic mass)이 가장 큰 물질 (또는 원소 또는 원자) 또는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 원자(또는 원소 또는 물질)의 크기가 가장 큰 원자(또는 원소 또는 물질)는 인듐(Indium)일 수 있다.

- [191] 도 6L을 참조하면, 발광소자는 단일 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.46 < x < 0.55$, $0.43 < y < 0.49$ 범위 내인 광을 방출할 수 있다. 본 실시예에서 방출되는 광의 색좌표는 대략 (0.55, 0.44)이다. 예를 들어, 발광 소자는 형광체 없이 황오렌지색(yellowish orange) 광을 방출할 수 있다. 상기 단일 피크는 500~650nm 범위 내일 수 있다.

- [192] 도 6M을 참조하면, 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.47 < x < 0.63$, $0.37 < y < 0.45$ 범위 내인 광을 방출할 수 있다. 본 실시예에서 방출되는 광의 색좌표는 대략 (0.55, 0.43)이다. 예를 들어, 발광 소자는 형광체 없이 오렌지색(orange) 광을 방출할 수 있다. 복수의 피크는 380~500nm 범위 내의 제1 피크와 500~650nm 범위 내의 제2 피크를 포함하며, 380~500nm 범위 내의 단파장의 피크가 500~650nm 범위 내의 장파장의 피크보다 낮은 발광 강도를 나타낼 수 있다.
- [193] 도 6N을 참조하면, 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y) $0.28 < x < 0.38$, $0.06 < y < 0.24$ 범위 내인 광을 방출할 수 있다. 본 실시예에서 방출되는 광의 색좌표는 대략 (0.32, 0.18)이다. 예를 들어, 발광 소자는 형광체 없이 적자색(reddish purple) 광을 방출할 수 있다. 복수의 피크는 350~500nm 범위 내의 제1 피크와 500~650nm 범위 내의 제2 피크를 포함하며, 350~500nm 범위 내의 단파장의 피크가 500~650nm 범위 내의 장파장의 피크보다 높은 발광 강도를 나타낼 수 있다. 제1 피크의 광과 제2 피크의 광의 조합에 의해 각 피크 파장의 색상과 다른 색상의 혼합광이 방출된다. 특정 실시예에 있어서, 제1 피크 파장은 420nm 이하일 수 있으며, 400nm~415nm 범위 내일 수 있고, 제2 피크 파장은 550nm 이상일 수 있다. 제1 피크의 강도는 제2 피크의 강도보다 10배 이상 높을 수 있고, 이러한 높이 차이로 적자색의 광을 내면서 살균 기능을 나타낼 수 있다. 이에 따라, 발광 소자는 광원의 기능뿐만 아니라 살균 기능을 수행할 수 있다. 본 실시예에서, 살균용 피크 파장의 광을 방출하는 활성층과 컬러광을 방출하는 활성층은 제1 도전형 반도체층 또는 제2 도전형 반도체층을 공유하며, 또는, 기판을 공유할 수 있다. 상기 기판은 성장 기판일 수 있다.
- [194] 발광 소자에서 제1 피크를 생성하는 우물층의 굴절률은 제2 피크를 생성하는 우물층의 굴절률보다 작을 수 있다. 또는 제1 피크를 생성하는 우물층과 제2 피크를 생성하는 우물층은 3족 물질 (또는 원소 또는 원자)를 포함할 수 있으며, 제2 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 원자(또는 원소 또는 물질)의 크기가 가장 큰 원자(또는 원소 또는 물질)의 양은 제1 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 동일 물질의 양보다 작을 수 있다. 또는 제1 피크를 생성하는 우물층의 밴드갭 에너지는 제2 피크를 생성하는 우물층의 밴드갭 에너지보다 클 수 있다. 또는 제2 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 표준 원자량(relative atomic mass)이 가장 큰 물질 (또는 원소 또는 원자)은 제1 피크를 생성하는 우물층보다 제2 피크를 생성하는 우물층에 더 많은 양이 포함 될 수 있다. 제2 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 표준 원자량(relative atomic mass)이 가장 큰 물질 (또는 원소 또는 원자) 또는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 원자(또는 원소 또는 물질)의 크기가 가장 큰 원자(또는 원소 또는 물질)는 인듐(Indium)일 수 있다.
- [195] 도 6O를 참조하면, 발광소자는 복수의 피크를 가지면서 CIE좌표 (x,y)가 $0.36 < x < 0.55$, $0.25 < y < 0.35$ 범위 내인 광을 방출할 수 있다. 본 실시예에서 방출되는

는 광의 색좌표는 대략 (0.41, 0.30)이다. 예를 들어, 발광 소자는 형광체 없이 분홍색(pink) 광을 방출할 수 있다. 복수의 피크는 350~425nm 범위 내의 제1 피크와 545~650nm 범위 내의 제2 피크를 포함하며, 제1 피크와 제2 피크 사이에 발광 강도가 상대적으로 낮은 서브 피크들을 포함할 수 있다.

- [196] 몇몇 실시예들에 있어서, 발광 소자는 살균용의 제1 피크 파장의 광과 함께 컬러를 구현하기 위한 제2 피크 파장의 광을 방출할 수 있으며, 제1 피크 파장의 광과 제2 피크 파장의 광은 동시에 방출될 수 있다. 그러나 본 개시가 이에 한정되는 것은 아니며, 제1 피크 파장의 광을 방출하는 활성층과 제2 피크 파장의 광을 방출하는 활성층을 서로 다른 전극들을 이용하여 서로 독립적으로 구동할 수도 있다. 제1 피크 파장의 광과 제2 피크 파장의 광은 외부 신호 예컨대, 전원 온오프를 통해 동작될 수 있고, 또한, 시스템을 통해 동작될 수도 있다. 제1 피크 파장과 제2 피크 파장은 30nm 이상 차이가 있다. 특정 실시예에서, 살균용 제1 피크 파장은 410nm 이하일 수 있고, 제2 피크 파장은 440nm 이상일 수 있다. 특정 실시예에 있어서, 앞서 다양한 실시예에서 살펴본 바와 같이, 제1 피크의 강도와 제2 피크의 강도는 서로 다를 수 있다. 또한, 제1 피크 파장의 광의 스펙트럼 면적은 제2 피크 파장의 광의 스펙트럼 면적과 다를 수 있다. 나아가, 제1 피크 파장의 광의 스펙트럼의 반치폭(FWHM)은 제2 피크 파장의 광의 스펙트럼의 반치폭과 다를 수 있다. 또는 제1 피크 파장의 광의 스펙트럼의 반치폭(FWHM)은 제2 피크 파장의 광의 스펙트럼의 반치폭보다 좁은 또는 작은 값을 가질 수 있다. 또한, 제1 피크 파장의 광과 제2 피크 파장의 광의 조합에 의한 혼합광의 CIE 색좌표 (X, Y)에서 X는 0.21 이상 0.41 이하이고, Y는 0.11 이상 0.57 이하일 수 있다. 발광 소자에서 제1 피크를 생성하는 우물층의 굴절률은 제2 피크를 생성하는 우물층의 굴절률보다 작을 수 있다. 또는 제1 피크를 생성하는 우물층과 제2 피크를 생성하는 우물층은 3족 물질 (또는 원소 또는 원자)를 포함할 수 있으며, 제2 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 원자(또는 원소 또는 물질)의 크기가 가장 큰 원자(또는 원소 또는 물질)의 양은 제1 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 동일 물질의 양보다 작을 수 있다. 또는 제1 피크를 생성하는 우물층의 밴드갭 에너지는 제2 피크를 생성하는 우물층의 밴드갭 에너지보다 클 수 있다. 또는 제2 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 표준 원자량(relative atomic mass)이 가장 큰 물질 (또는 원소 또는 원자)은 제1 피크를 생성하는 우물층보다 제2 피크를 생성하는 우물층에 더 많은 양이 포함될 수 있다. 제2 피크를 생성하는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 표준 원자량(relative atomic mass)이 가장 큰 물질 (또는 원소 또는 원자) 또는 우물층이 포함하는 3족 물질 중 원자(또는 원소 또는 물질)의 크기가 가장 큰 원자(또는 원소 또는 물질)는 인듐(Indium)일 수 있다.

- [197] 도 3에 도시한 바와 같이, 형광체 없는 발광소자(301; C1~Cn)가 기판(300)상에 배열되어 사용자가 원하는 색좌표의 광을 방출할 수 있다. 기판(300)에 복수의 발광 소자(C1~Cn)가 배열될 수 있으며, 복수개의 발광소자들(C1~Cn)은 서로 다른 색상의 광을 방출하는 발광 소자들을 포함할 수 있다. 서로 다른 색상의 광을 방

출하는 발광 소자들의 조합을 통해 다양한 색상을 구현할 수 있다. 또한, 발광 소자들(C1~Cn)은 개별적으로 구동될 수 있으며, 각 발광소자들에 주입되는 전류 또한 개별적으로 조절될 수 있다. 발광 소자(301)의 전류밀도를 조절함으로써 발광 소자(301)의 색상을 조절할 수도 있다.

- [198] 도 4에 도시한 바와 같이, 발광 소자(301)는 기판(400)을 포함할 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 일 실시예에 있어서, 기판(400), 특히, 성장 기판은 제거될 수도 있다. 따라서, 발광 소자(301)에서 방출된 광이 기판(400)에 의해 손실되는 것을 방지할 수 있으며, 연성(flexible) 기판이나 롤러블(rollable) 기판과 같이 변형이 가능한 회로기판에 실장이 되더라도 회로기판의 변형을 수용하여 박리되는 것을 방지할 수 있다.
- [199] 일 실시예에 있어서, 사용자는 회로 기판(300)에 제공된 제어유닛(304)을 이용하여 발광 소자들(C1~Cn)을 구동시킬 수 있다. 제어유닛(304)은 사용자가 제공한 입력값에 따라 발광소자(C1~Cn)를 제어할 수 있으며, 사용자는 사용자의 환경 또는 기분 등에 따라 제어유닛(304)에 대한 입력값에 변화를 줄 수 있다. 예를 들어, 사용자는 원하는 분위기를 연출하도록 발광 소자들(C1~Cn)의 온오프를 제어할 수 있다. 다른 예로, 스마트 워치와 같은 주변기기와 연동되어 사용자의 심박수 등을 측정하고, 이에 연결된 데이터에 기초하여 발광 모듈에서 방출되는 광의 스펙트럼을 조절할 수 있다.
- [200] 이하에서는 발광 소자의 제조 방법에 대해 기술한다. 이하에서 설명되는 발광 소자의 제조 방법은 앞서 설명한 발광 소자를 제조하기 위해 사용될 수 있으며, 특히, 4인치 이상, 나아가 6인치 이상의 대면적 웨이퍼를 이용한 발광 소자 제조에 특히 유용하다. 그러나 앞서 설명한 발광 소자가 반드시 이하에서 설명되는 발광 소자 제조 방법으로 제조되는 것에 한정되지 않는다. 또한, 이하에서 설명하는 발광 소자 제조 방법은 대면적 웨이퍼를 이용한 일반적인 발광 소자 제조에도 적용될 수 있다.
- [201] 도 7A, 도 7B, 도 8A, 도 8B, 도 8C 및 도 8D는 본 개시의 일 실시예에 따른 발광 소자의 제조 방법을 설명하기 위한 개략적인 단면도들이다.
- [202] 도 7A 및 도 7B를 참조하면, 본 실시예에 따른 발광 소자의 제조 방법은, 기판(110) 하면에 제1 응력완화층(120)이 형성되고, 상기 기판(110) 상면에 제2 응력완화층(130) 및 발광구조체(111)가 형성될 수 있다.
- [203] 상기 기판(110)은 상기 발광구조체(111)를 성장시킬 수 있는 기판이면 한정되지 않으며, 예를 들어, 사파이어 기판, 실리콘 기판, 실리콘 카바이드 기판, 스피넬 기판 및 질화물 기판 등을 포함할 수 있다. 또한, 상기 기판(110)은 극성, 비극성 또는 반극성의 성장면을 포함할 수 있다. 본 실시예에 있어서, 상기 기판(110)은 c면 성장면(극성)을 갖는 사파이어 기판일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 c면은 비교적 질화물 박막의 성장이 용이하며, 고온에서 안정하기 때문에 질화물 반도체를 성장하기 위한 기판으로 유용하게 사용될 수 있다.

- [204] 또한, 상기 기판(110)은 4인치 크기일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 예를 들어, 6인치 이상의 대구경 기판이 사용될 수 있다.
- [205] 상기 기판(110) 하면에 제1 응력완화층(120) 및 상기 기판(110) 상면에 제2 응력완화층(130)이 형성될 수 있다. 상기 제1 응력완화층(120)을 먼저 성장시키고, 이후에 상기 제2 응력완화층(130)을 성장시킬 수 있다.
- [206] 상기 제1 및 제2 응력완화층(120, 130)은 AlN, GaN, AlGaIn과 같은 질화갈륨계 물질 등과 같은 III-V족 반도체층으로 이루어질 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 제1 및 제2 응력완화층(120, 130)은 금속 시트로 이루어질 수 있고, 상기 기판(110)과 상기 제1 및 제2 응력완화층(120, 130) 각각의 사이에 접착층을 삽입한 다음, 상기 접착층을 용융시켜 이들을 접합시킬 수 있다.
- [207] 상기 제1 및 제2 응력완화층(120, 130)은 유기 금속 화학 증착(Metal Organic Chemical Vapor Deposition, MOCVD), 수소화 기상 에피택시(Hydride Vapor Phase Epitaxy, HVPE), 분자선 에피택시(Molecular Beam Epitaxy, MBE) 등과 같은 공정을 이용하여 성장될 수 있다. 본 개시의 실시예에 있어서, 상기 제1 및 제2 응력완화층(120, 130)은 단일층인 것으로 도시되어 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 상이한 재료로 적층된 다중층으로 형성될 수 있다.
- [208] 상기 기판(110) 상에 1000°C 정도의 고온에서 상기 발광구조체(111)를 성장시키고 상온으로 냉각시키는 경우, 상기 기판(110)과 상기 발광구조체(111) 간의 격자 상수 및 열팽창계수 차이로 인해 상기 발광구조체(111)에 응력이 발생하게 된다. 즉, 상기 기판(110)의 열팽창계수가 상기 발광구조체(111)의 열팽창계수보다 큰 경우에 상기 발광구조체(111)에 압축 응력이 발생할 수 있으며, 이와 달리, 상기 기판(110)의 열팽창계수가 상기 발광구조체(111)의 열팽창계수보다 작은 경우에는 상기 발광구조체(111)에 인장 응력이 발생할 수 있다. 예를 들어, 사파이어 기판은 질화물 발광구조체(111)보다 열팽창계수가 크기 때문에 질화물 발광구조체(111)에 압축 응력이 발생할 수 있고, 실리콘 기판은 질화물 발광구조체(111)보다 열팽창 계수가 작기 때문에 질화물 발광구조체(111)에 인장 응력이 발생할 수 있다. 이 때문에 상기 기판(110)이 휘어지고, 상기 힘을 억제하기 위해 상기 발광구조체(111)의 두께를 두껍게 형성하게 된다.
- [209] 상기 제1 및 제2 응력완화층(120, 130)을 상기 기판(110) 하면과 상면에 각각 형성하여 기판(110)과 발광 구조체(111)의 열팽창계수의 차를 완화함으로써, 상기 발광구조체(111)를 형성함에 있어 발생할 수 있는 웨이퍼 휨에 의한 깨짐이나 균열 등의 결함을 줄일 수 있으며, 우수한 결정 품질의 반도체층을 성장시킬 수 있다. 또한, 상기 제2 응력완화층(130)의 경우, 상기 제2 응력완화층(130) 상면으로, 예를 들어, III-V 질화물 반도체층이 배치될 수 있으므로, 상기 제2 응력완화층(130)은 상기 반도체층과 동일한 응력방향을 가지는 재료로 성장될 수 있다.
- [210] 특히, 6인치 이상의 대구경의 기판(110)의 경우 기판(110)의 휨에 의한 크랙이나 깨짐이 더 쉽게 발생할 수 있다. 이에 따라, 기판 휨을 보완하기 위해 기판(110)

및 발광구조체(111)를 더 두껍게 형성할 수 있다. 하지만, 상기 제1 및 제2 응력완화층(120, 130)을 형성함에 따라 대구경의 기관(110) 힘이 개선되므로, 상대적으로 얇은 두께의 대구경 기관이 사용될 수 있으며, 기관(110) 상에 성장되는 발광구조체(111)의 두께를 감소시킬 수 있다.

- [211] 또한, 도시하지는 않았으나, 상기 기관(110) 상에 상기 제1 도전형 반도체층(111a)의 결정성을 향상시키기 위한 결정 및 비정질 등의 다양한 구조의 버퍼층을 형성할 수 있으며, 예컨대, ZnO, SiC, AlN, 및 GaN 등이 이에 해당할 수 있다. 상기 버퍼층은 상기 기관(110)과 상기 제1 도전형 반도체층(111a) 사이의 격자불일치로 인해 상기 제1 도전형 반도체층(111a)에 발생하는 결함을 완화시켜 줄 수 있다. 상기 제2 응력완화층(130)은 상기 버퍼층을 대체할 수 있으며, 이 경우 상기 버퍼층은 생략될 수 있다.
- [212] 다음으로, 상기 제2 응력완화층(130) 상에 상기 발광 구조체(111)를 형성할 수 있으며, 상기 발광구조체(111)는 제1 및 제2 도전형 반도체층(111a, 111c)과 상기 제1 및 제2 도전형 반도체층(111a, 111c) 사이에 형성되어 빛을 발광하는 활성층(111b)을 포함하는 구조물일 수 있다. 여기서, 활성층(111b)이 단일층인 것으로 도시하지만, 도 4 및 도 5를 참조하여 설명한 바와 같이, 활성층(111b)은 간격층들 사이에 두고 하부 다중양자우물 구조 및 상부 다중양자우물 구조를 포함하는 다중층일 수 있으며, 또한, 그루브들을 포함할 수 있다.
- [213] 상기 발광구조체(111)는 상기 기관(110) 상에 제2 응력완화층(130) 성장 후 상기 제1 도전형 반도체층(111a), 활성층(111b) 및 제2 도전형 반도체층(111c)을 차례로 성장시켜 형성될 수 있다. 또한, 상기 발광 구조체(111)는 메사 식각 공정을 통해 제2 도전형 반도체층(111c) 및 활성층(111b)을 식각함으로써 메사 구조로 형성될 수 있다. 보다 상세하게는, 상기 메사 구조는 상기 제2 도전형 반도체층(111c) 및 활성층(111b)을 포함할 수 있으며, 상기 제1 도전형 반도체층(111a) 상에 배치될 수 있다. 상기 메사 구조는 상기 활성층(111b) 및 제2 도전형 반도체층(111c)과 함께 상기 제1 도전형 반도체층(111a)의 일부를 포함할 수 있다.
- [214] 상기 제1 도전형 반도체층(111a)은 상기 제2 응력완화층(130) 상에 인접하여 형성될 수 있다. 상기 제1 도전형 반도체층(111a)은 n형 불순물이 도핑된 질화물계 반도체층으로, 예컨대 Si, Ge, Se, Te 또는 C가 도핑된 질화물 반도체층으로 형성될 수 있다. 상기 제1 도전형 반도체층(111a)은 질화물계 반도체 재료로 성장할 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 도전형 반도체층(111a)은 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 재료를 포함할 수 있다. 상기 조성식을 갖는 반도체 재료로는 GaN, AlN, AlGaIn, InGaIn, InN, InAlGaIn, AlInN 등을 들 수 있다. 상기 제1 도전형 반도체층(111a)은 상기 반도체 재료를 이용하여 Si, Ge, Sn, Se, Te 등의 n형 도펀트를 포함하도록 성장시키는 방식으로 형성될 수 있다. 이때, 제1 도전형 반도체층(111a)은 제2 응력완화층(130) 상에 연속적으로 형성될 수 있다. 상기 제1 도전형 반도체층(111a)은 단일층인 것으로 도시하지만, 이에 한정되는 것은 아니며, 다중층으로 형성될 수 있다.

- [215] 상기 제1 도전형 반도체층(111a) 상에 상기 활성층(111b)이 성장될 수 있으며, 상기 활성층(111b)은 단일 양자우물구조 또는 장벽층과 양자우물층이 교대로 적층된 다중양자우물(MQW) 구조를 포함할 수 있다. 도 4 및 도 5를 참조하여 설명한 바와 같이, 상기 활성층(111b)은 하부 다중양자우물 구조 및 상부 다중양자우물 구조를 포함할 수 있으며, 이들 사이에 간격 층을 포함할 수 있다. 상기 장벽층은 양자우물층에 비해 밴드갭이 넓은 질화갈륨계 반도체층, 예컨대, GaN, InGaN, AlGaN 또는 AlInGaN로 형성될 수 있다. 상기 양자우물층의 질화갈륨계 반도체 조성비를 조절함으로써, 상기 활성층(111b)에서 원하는 피크 파장의 광을 방출하도록 할 수 있다. 예를 들어, 상기 활성층(111b)의 우물층은 $\text{In}_x\text{Ga}_{(1-x)}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$)과 같은 삼성분계 반도체층일 수 있고, 또는 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$)과 같은 사성분계 반도체층일 수 있으며, 이때, x 또는 y 의 값을 조정하여 원하는 피크 파장의 광을 방출하도록 할 수 있다.
- [216] 상기 활성층(111b)의 장벽층 및 양자우물층은 활성 영역의 결정 품질을 향상시키기 위해 언도프층, 즉 불순물이 도핑되지 않은 층으로 형성될 수 있으나, 순방향 전압을 낮추기 위해 일부 또는 전체 활성 영역 내에 불순물이 도핑될 수도 있다.
- [217] 상기 활성층(111b) 상에 상기 제2 도전형 반도체층(111c)이 성장될 수 있다. 상기 제2 도전형 반도체층(111c)은 p형 불순물이 도핑된 질화물계 반도체층으로 예컨대, Mg, Zn, Ca, Sr 및 Ba와 같은 p형 불순물이 도핑된 반도체층으로 형성될 수 있다. 상기 제2 도전형 반도체층(111c)은 질화물계 반도체 재료를 가지고 성장할 수 있다. 예를 들어, 상기 제2 도전형 반도체층(111c)은 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 재료를 포함할 수 있다. 상기 조성식을 갖는 반도체 재료로는 GaN, AlN, AlGaN, InGaN, InN, InAlGaN, AlInN 등을 들 수 있다. 상기 제2 도전형 반도체층(111c)은 상기 반도체 재료를 이용하여 Mg, Zn, Sr 및 Ba 등의 p형 도펀트를 포함하도록 성장시키는 방식으로 형성될 수 있다. 또한, 상기 제2 도전형 반도체층(111c)을 성장하기 전에 도 4 및 도 5를 참조하여 설명한 바와 같은 스텝 커버리지층(예를 들어, 403s)이 형성될 수 있다.
- [218] 도 8A, 도 8B, 도 8C 및 도 8D를 참조하면, 상기 발광구조체(111) 상에 오믹 전극(113), 제1 및 제2 컨택 전극(115a, 115b)이 형성될 수 있고, 상기 제1 및 제2 컨택 전극(115a, 115b) 상에 개구부를 가지는 제1 절연 반사층(117)이 형성될 수 있다. 그 후, 상기 제1 절연 반사층(117)의 적어도 일부와 노출된 상기 제1 및 제2 컨택 전극(115a, 115b)을 덮는 제1 및 제2 패드 전극(119a, 119b)이 형성될 수 있다. 또한, 앞서 형성된 제1 응력완화층(120) 및 상기 기판(110)의 적어도 일부가 제거될 수 있다.
- [219] 상기 오믹 전극(113)은 상기 제2 도전형 반도체층(111c) 상에 형성될 수 있다. 상기 오믹 전극(113)은 상기 제2 도전형 반도체층(111c)에 오믹 컨택할 수 있다. 상기 오믹 전극(113)은 예를 들어, ITO(Indium Tin Oxide), ZnO(Zinc Oxide), ZITO(Zinc Indium Tin Oxide), ZIO(Zinc Indium Oxide), ZTO(Zinc Tin

Oxide), GITO(Gallium Indium Tin Oxide), GIO(Gallium Indium Oxide), GZO(Gallium Zinc Oxide), AZO(Aluminum doped Zinc Oxide), GIO(Gallium Indium Oxide), FRO(Fluorine Tin Oxide) 등과 같은 광 투과성 도전성 산화물층을 포함할 수 있다. 도전성 산화물은 다양한 도펀트를 포함할 수도 있다. 광 투과성 도전성 산화물을 포함하는 오믹 전극(113)은 상기 제2 도전형 반도체층(111c)과의 오믹 콘택 특성이 우수할 수 있다. 즉, ITO 또는 ZnO 등과 같은 도전성 산화물은 금속성 전극에 비해 상기 제2 도전형 반도체층(111c)과의 접촉 저항이 상대적으로 더 낮아, 발광 소자의 순방향 전압(V_f)을 감소시킬 수 있으며 발광 효율을 향상시킬 수 있다.

- [220] 상기 오믹 전극(113)은 상기 제2 도전형 반도체층(111c)의 상면을 전체적으로 덮도록 형성됨으로써, 상기 발광 소자 구동시 전류 분산 효율을 향상시킬 수 있다. 예컨대, 상기 오믹 전극(113)의 측면들은 메사의 측면들과 나란하게 형성될 수 있다.
- [221] 상기 오믹 전극(113)은 상기 발광구조체(111)를 형성한 후에 상기 제2 도전형 반도체층(111c) 상에 형성될 수도 있고, 메사 식각을 하기 전에 미리 상기 제2 도전형 반도체층(111c) 상에 먼저 형성될 수도 있다.
- [222] 다음으로, 상기 제1 콘택 전극(115a) 및 제2 콘택 전극(115b)을 형성할 수 있다.
- [223] 상기 제1 콘택 전극(115a)은 상기 제1 도전형 반도체층(111a) 상에서 상기 제1 도전형 반도체층(111a)과 오믹 콘택할 수 있다. 이를 위해, 상기 제1 콘택 전극(115a)은 상기 제1 도전형 반도체층(111a)에 오믹 콘택하는 금속층을 포함할 수 있다.
- [224] 한편, 상기 제1 콘택 전극(115a)은 메사의 측면에 노출된 활성층(111b) 또는 상기 제2 도전형 반도체층(111c)과 중첩하지 않으며, 제1 콘택 전극(115a)을 상기 제2 도전형 반도체층(111c)으로부터 절연시키기 위한 절연층은 생략될 수 있다. 상기 제1 콘택 전극(115a)은 발광구조체(111)에 예컨대 리프트 오프 공정 등을 이용하여 형성될 수 있다.
- [225] 상기 제2 콘택 전극(115b)은 상기 오믹 전극(113) 상에 형성되며, 상기 오믹 전극(113)에 전기적으로 접속되어 상기 제2 도전형 반도체층(111c) 내의 전류 분산을 도울 수 있다.
- [226] 한편, 상기 제2 콘택 전극(115b)에 의한 광 흡수를 줄이기 위해, 상기 제2 콘택 전극(115b)은 상기 오믹 전극(113)의 일부 영역 상에 제한적으로 형성될 수 있다. 몇몇 형태에 있어서, 상기 제2 콘택 전극(115b)의 전체 면적은 상기 오믹 전극(113) 면적의 1/10을 넘지 않을 수 있다.
- [227] 상기 제1 및 제2 콘택 전극(115a, 115b)은 동일 공정에서 함께 형성될 수 있다. 상기 제1 및 제2 콘택 전극(115a, 115b)은 동일 재료를 이용하여 함께 형성될 수 있으며, 따라서 서로 동일한 층 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 및 제2 콘택 전극(115a, 115b)은 Al 반사층을 포함할 수 있으며, Au 접속층을 포함할 수 있으며, 구체적으로 Cr/Al/Ti/Ni/Ti/Ni/Au/Ti의 층 구조를 가질 수 있다.

- [228] 다음으로, 상기 제1 절연 반사층(117)이 상기 기판(110), 제1 도전형 반도체층(111a), 활성층(111b), 제2 도전형 반도체층(111c), 오믹 전극(113), 제1 및 제2 컨택 전극(115a, 115b)을 덮으며 형성될 수 있다. 상기 제1 절연 반사층(117)은 상기 제1 및 제2 컨택 전극(115a, 115b)을 노출시키는 개구부를 가지며, 상기 개구부를 제외한 전체 영역에 형성될 수 있다.
- [229] 상기 제1 절연 반사층(117)은 분포 브래그 반사기를 포함할 수 있다. 상기 분포 브래그 반사기는 굴절률이 서로 다른 유전체층들이 반복 적층되어 형성될 수 있으며, 상기 유전체층들은, TiO_2 , SiO_2 , HfO_2 , Nb_2O_5 , MgF_2 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 절연 반사층(117)은 교대로 적층된 TiO_2 층/ SiO_2 층의 구조를 가질 수 있다. 분포 브래그 반사기는 상기 활성층(111b)에서 생성된 광을 반사하도록 제조되며, 반사율을 향상시키기 위해 복수의 페어로 형성될 수 있다. 본 실시예에서, 분포 브래그 반사기는 10 내지 25 페어(pairs)를 포함할 수 있다.
- [230] 다음으로, 상기 제1 패드 전극(119a)과 제2 패드 전극(119b)은 적어도 일부의 상기 제1 절연 반사층(117) 상에 형성될 수 있고, 상기 제1 및 제2 컨택 전극(115a, 115b)의 상부를 덮을 수 있다. 상기 제1 및 제2 패드 전극(119a, 119b)은 상기 제1 및 제2 컨택 전극(115a, 115b)과 접촉된 영역을 통해 전기적으로 접속될 수 있다.
- [231] 상기 제1 패드 전극(119a)은 대체로 상기 오믹 전극(113)의 상부 일부 영역에 형성될 수 있고, 상기 제1 컨택 전극(115a) 상에 형성될 수 있다. 또한, 상기 제1 패드 전극(119a)은 상기 제2 컨택 전극(115b)과 중첩되지 않도록 상기 제2 컨택 전극(115b)으로부터 횡방향으로 이격되어 형성될 수 있다. 상기 제1 패드 전극(119a)이 상기 제2 컨택 전극(115b)과 중첩하지 않으므로, 상기 제1 패드 전극(119a)과 상기 제2 컨택 전극(115b) 사이의 전기적 단락이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [232] 상기 제2 패드 전극(119b)은 상기 오믹 전극(113)의 상부 영역에 형성될 수 있다. 상기 제2 패드 전극(119b)은 상기 제1 컨택 전극(115a)과 중첩되지 않도록 상기 제1 컨택 전극(115a)으로부터 횡방향으로 이격되어 형성될 수 있다.
- [233] 상기 제1 및 제2 패드 전극(119a, 119b)은 서로 일정 거리 이상 이격되어 형성될 수 있다. 상기 제1 및 제2 패드 전극(119a, 119b)의 최단 이격 거리는 예를 들어, 약 $3\mu\text{m}$ 내지 약 $100\mu\text{m}$ 일 수 있다.
- [234] 몇몇 형태에 있어서, 상기 제1 및 제2 패드 전극(119a, 119b)은 동일 공정에서 동일 재료로 함께 형성될 수 있으며, 따라서, 동일한 층 구조를 가질 수 있다.
- [235] 상기 제1 및 제2 패드 전극(119a, 119b)은 필요에 따라서 직접 상기 제1 및 제2 도전형 반도체층(111a, 111b)에 컨택할 수 있다. 이 경우, 상기 제1 및 제2 컨택 전극(119a, 119b)은 생략할 수 있다.
- [236] 다음으로, 상기 제1 응력완화층(120) 및 적어도 일부의 상기 기판(110)을 제거할 수 있다. 상기 제1 응력완화층(120)이 성장된 상기 기판(110)의 하면을 그라인딩하여 상기 제1 응력완화층(120)을 제거하고, 상기 기판(110)의 적어도 일부를 제거하여 상기 기판(110)의 두께를 일정한 두께로 줄일 수 있다. 또한, 상기 기판

(110)의 표면의 거칠기를 줄이기 위해 래핑 및 화학적 기계적 연마(CMP) 공정을 더 진행할 수 있으며, 그라인딩에 의한 거친 표면을 정리할 수 있다.

[237] 이어서, 도 8C에 도시한 바와 같이, 다이싱(D) 공정을 통해 분할함으로써 도 8D와 같은 발광 소자(1100)를 제공할 수 있다.

[238] 이후, 다른 실시예에 대한 설명에서 이전 실시예와 동일한 구성부에 대해서는 간략하게 설명하거나 설명을 생략하도록 한다.

[239] 도 9는 본 개시의 일 실시예에 따른 발광 소자를 패키지에 적용한 예를 나타낸다.

[240] 도 9를 참조하면, 회로 기판(101)의 상면에 위치한 전극에 발광 소자(1100)가 배치되고, 상기 발광 소자(1100)의 측면 및 하면에 몰딩층(150)을 형성하고, 상기 발광 소자(1100)의 상면에 반사 물질(160)이 형성될 수 있다.

[241] 상기 발광 소자(1200)는 상면 및 측면을 통해서 광을 방출할 수 있다. 상기 반사 물질(160)은 상기 발광 소자(1100)의 상면을 덮을 수 있다. 상기 반사 물질(160)은 상기 발광 소자(1100)의 상면으로 방출되는 광을 반사시키거나 흡수할 수 있다. 상기 반사된 광은 상기 발광 소자(1100) 내로 진입한 후, 상기 발광 소자(1100)의 측면을 통해 방출될 수 있다.

[242] 상기 몰딩층(150)은 상기 발광 소자(1100)를 수분, 먼지 등과 같은 외부 물질로부터 보호할 수 있다. 상기 몰딩층(150)은 에폭시 수지, 실리콘 수지 등과 같은 광 투과성 재질을 포함할 수 있다. 상기 몰딩층(150)은 상기 발광 소자(1100)가 회로 기판(101)에 실장된 후 도팅 방식으로 형성될 수 있으며 이에 한정되는 것은 아니다. 또는 상기 발광 소자(1100)가 다이싱 공정을 통해 개별소자로 분리 후 몰딩층을 형성할 수 있다. 상기 몰딩층(150)은 상기 발광 소자(1100)의 측면, 하면 및 상면을 덮을 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[243] 상기 반사 물질(160)은 백색 수지를 포함할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 반사 물질(160)은 상기 회로 기판(101)에 실장된 발광소자(1100)의 기판(110)상에 형성할 수 있으며, 상기 발광 소자(1100)의 측면에 위치하는 상기 몰딩층(150) 상부로 연장되어 형성될 수 있다. 상기 반사 물질(160)은 발광 소자(1100) 상에서 수지에 백색 안료가 포함된 백색 수지를 도팅 방식으로 도포하거나, 코팅하는 방식으로 형성될 수 있다. 상기 반사 물질(160) 대신 수지에 검은색 안료를 포함하거나 수지에 광을 흡수하는 물질을 포함하는 광 차단 물질이 배치될 수 있다. 그리고 상기 반사 물질(160)은 상기 발광 소자(1100)에서 방출된 광이 발광 소자(1100)에 재흡수 되는 것을 방지할 수 있다.

[244] 도 10A, 도 10B, 도 10C 및 도 10D는 본 개시의 다른 실시예에 따른 발광 소자의 제조 방법을 설명하기 위한 단면도이다.

[245] 도 10A, 도 10B, 도 10C 및 도 10D를 참조하면, 상기 제2 절연 반사층(140)의 구성을 제외하고, 도 7B 및 도 8D와 동일한 구성을 갖는다. 따라서, 동일한 구성 요소에 대한 설명은 도 7B 및 도 8D의 구성에 대한 설명으로 대신한다.

- [246] 상기 제1 응력완화층(120)이 성장된 상기 기판(110)의 하면을 그라인딩하여 상기 제1 응력완화층(120)을 제거하고 (도 10B), 상기 기판(110)의 적어도 일부를 제거하여 상기 기판(110)의 두께를 일정한 두께로 줄일 수 있다. 또한, 상기 기판(110)의 표면의 거칠기를 줄이기 위해 래핑 및 화학적 기계적 연마(CMP) 공정을 더 진행할 수 있으며, 그라인딩에 의한 거친 표면을 정리할 수 있다.
- [247] 이후, 도 10B에 도시된 바와 같이 상기 기판(110)의 하부에 제2 절연 반사층(140)이 형성될 수 있다. 상기 제2 절연 반사층(140)은 상기 기판(110)의 하면 전체를 덮을 수 있다. 상기 제2 절연 반사층(140)은 분포 브래그 반사기를 포함할 수 있다.
- [248] 상기 제2 절연 반사층(140)의 분포 브래그 반사기는 상기 제1 절연 반사층(117)의 분포 브래그 반사기와 유사하므로 상세한 설명은 생략한다.
- [249] 이어서, 도 10C에 도시한 바와 같이, 다이싱(D) 공정을 통해 분할함으로써 도 10D와 같은 발광 소자(1200)를 제공할 수 있다.
- [250] 도 11A는 본 개시의 다른 실시예에 따른 발광 소자를 패키지에 적용한 예를 나타낸다.
- [251] 도 11A를 참조하면, 회로 기판(101)의 상면에 위치한 전극에 발광 소자(1200)가 배치되고, 상기 발광 소자(1100)의 측면, 상면 및 하면을 둘러싸고 몰딩층(150)이 형성될 수 있다. 구체적으로, 상기 발광 소자(1100)의 제1 및 제2 패드 전극(119a, 119b)과 상기 기판(101)의 전극이 맞닿아 전기적으로 접촉할 수 있다.
- [252] 상기 발광 소자(1200)는 측면을 통해서 광을 방출할 수 있다. 보다 상세하게는, 상기 제1 및 제2 절연 반사층(117, 140)은 상기 발광 소자(1200)의 상면 및 하면으로 방출하는 광을 반사시키며, 반사된 광은 상기 발광 소자(1200)의 측면을 통해 방출될 수 있다. 이에 따라, 발광 소자(1200)에서 방출된 광을 측면 방향으로 넓게 분산시킬 수 있어 발광 소자(1200)의 발광 면적을 증가시킬 수 있다.
- [253] 상기 몰딩층(150)은 상기 발광 소자(1200)를 수분, 먼지 등과 같은 외부 물질로부터 보호할 수 있다. 상기 몰딩층(150)은 에폭시 수지, 실리콘 수지 등과 같은 광 투과성 재질로 이루어질 수 있다.
- [254] 도 11B는 본 개시의 또 다른 실시예에 따른 발광 소자 패키지에 적용한 예를 설명하기 위한 개략적인 단면도이다. 아래 도면은 점선으로 표시한 부분을 확대한 것이다.
- [255] 도 11B를 참조하면, 본 실시예에 따른 발광 소자 패키지는 도 11A를 참조하여 설명한 발광 소자 패키지와 대체로 유사하나, 발광 소자(1300)는 기판(110)을 포함하지 않는 것에 차이가 있다. 기판(110)은 예컨대 패터닝된 사파이어 기판일 수 있으며, 기판(110)을 제거함에 따라, 반도체층, 예컨대, 제1 응력 완화층(130)에 오목한 홈들(130a)이 형성될 수 있다. 제1 응력 완화층(130)이 생략된 경우, 제1 도전형 반도체층(111a) 표면에 오목한 홈들(130a)이 형성될 수 있다. 한편, 몰딩부(150)는 과장변환물질(155), 예컨대, 형광체 또는 양자점을 포함할 수 있다. 본 실시예에 있어서, 과장변환물질(155)은 몰딩부(150) 내에 분산될 수 있다. 과장변

환물질들(155)은 도 11B에 도시한 바와 같이, 오목한 홈들(130a) 내에 밀집될 수 있다. 따라서 파장변환물질(155)의 밀도가 상이한 영역이 형성될 수 있다. 특히 오목한 홈들(130a)과 수직적으로 중첩되는 영역에서의 파장변환물질(155)의 밀도가 다른 영역보다 높을 수 있다. 또한, 단면상에서 오목한 홈(130a)을 가로지르는 가상의 선(I)을 기준으로 볼 때, 상기 발광 소자 패키지는 파장변환물질(155)이 배치된 적어도 하나의 영역 및 파장변환물질(155)이 배치되지 않은 영역을 포함할 수 있다. 파장변환물질(155)이 배치되지 않은 영역은 파장변환물질(155)이 배치된 영역의 일측에 있을 수 있다. 또는 단면상에서 오목한 홈(130a)을 가로지르는 가상의 선(I)을 기준으로 볼 때, 파장변환물질(155)이 배치된 적어도 하나의 영역의 양측에 파장변환물질(155)을 포함하지 않는 영역이 있을 수 있다. 또는 단면상에서 오목한 홈(130a)을 가로지르는 가상의 선(I)을 기준으로 볼 때, 파장변환물질(155)이 배치된 영역과 파장변환물질(155)을 포함하지 않는 영역은 교대로 형성될 수 있다. 또는 가상의 선(I)을 기준으로 볼 때, 하나의 오목한 홈(130a)에 배치된 파장변환물질(155)의 밀도는 다른 오목한 홈(130a)에 배치된 파장변환물질(155)의 밀도와 서로 다를 수 있고, 또는 파장변환물질(155)의 개수가 서로 다를 수 있다. 오목한 홈(130a)에 배치된 적어도 하나의 파장변환물질(155)은 오목한 홈(130a)과 수직적으로 중첩되지 않은 영역에 배치된 적어도 하나의 파장변환물질(155)보다 활성층에 더 가깝게 배치될 수 있다. 따라서 파장변환물질(155)로 도달하는 광의 경로를 짧게 하여 광 손실을 줄일 수 있다. 파장변환물질(155)은 그 중심부를 둘러싸는 커버층을 포함할 수 있으며, 파장변환물질(155)의 크기는 10nm 이하 일 수 있다. 커버층은 단일층이거나 복수의 층으로 형성될 수 있다. 파장변환물질(155)은 원형이거나 타원형과 같이 곡면을 포함할 수 있고, 또는 막대의 형태를 가질 수도 있다.

- [256] 도 12A, 도 12B, 도 12C 및 도 12D는 본 개시의 또 다른 실시예에 따른 발광 소자의 제조 방법을 설명하기 위한 단면도이다.
- [257] 도 12A, 도 12B, 도 12C 및 도 12D를 참조하면, 기관(210), 제1 응력완화층(220), 제2 응력완화층(230) 및 발광구조체(211)는 상기 도 7A 및 도 7B와 동일한 방법으로 형성된다. 따라서, 동일한 구성 요소에 대한 설명은 생략한다.
- [258] 상기 발광구조체(211)는 메사 식각 공정을 통해 메사 구조로 형성될 수 있다. 보다 상세하게는, 상기 메사 구조는 제2 도전형 반도체층(211c) 및 활성층(211b)을 포함할 수 있으며, 상기 제1 도전형 반도체층(211a) 상에 배치될 수 있다. 상기 메사 구조는 상기 활성층(211b) 및 제2 도전형 반도체층(211c)과 함께 상기 제1 도전형 반도체층(211a)의 일부를 포함할 수 있다. 상기 발광구조체(211)의 제2 도전형 반도체(211c) 상에 오믹 전극(213)이 형성될 수 있고, 상기 오믹 전극(213)의 적어도 일부를 덮고, 상기 메사의 측면을 덮는 유전체층(212)이 형성되고, 상기 유전체층(212)의 개구부(212a)에 금속 반사층(216)이 형성될 수 있다. 상기 금속 반사층(216) 상에 하부 절연층(214)이 형성되고, 하부 절연층(214)의 상면에 제1 및 제2 콘택 전극(215a, 215b)이 형성될 수 있다. 또한, 상기 제1 및 제2 콘택 전

- 극(215a, 215b)의 상면 및 측면에 상부 절연층(218)이 형성되고, 상기 상부 절연층(218)의 개구부에 제1 전극 패드(219a) 및 제2 전극 패드(219b)가 형성될 수 있다.
- [259] 상기 오믹 전극(213)은 상기 제2 도전형 반도체(211c)에 컨택할 수 있다. 상기 오믹 전극(213)은 상기 제2 도전형 반도체(211c) 상부 영역에서 거의 전 영역에 걸쳐 형성될 수 있다.
- [260] 상기 오믹 전극(213)은 상기 발광구조체(211)의 활성층(211b)에서 생성된 광을 투과하는 산화물 및 금속으로 형성될 수 있다. 상기 오믹 전극(213)은 예컨대, ITO(Indium Tin Oxide), 또는 ZnO(Zinc Oxide) 및 Ni 등으로 형성될 수 있다. 상기 오믹 전극(213)은 상기 제2 도전형 반도체층(211c)에 오믹 컨택하기에 충분한 두께로 형성될 수 있으며, 예를 들어, 3nm 내지 50nm 두께 범위 내에서 형성될 수 있고, 구체적으로 6nm 내지 30nm 두께 범위 내에서 형성될 수 있다. 상기 오믹 전극(213)의 두께가 너무 얇으면 충분한 오믹 특성을 제공하지 못해 순방향 전압이 증가할 수 있다. 상기 오믹 전극(213)의 두께가 너무 두꺼우면 광 흡수에 의한 손실이 발생해 발광 효율을 떨어뜨릴 수 있다.
- [261] 다음으로, 상기 유전체층(212)은 상기 오믹 전극(213)을 덮으며, 나아가, 상기 제2 도전형 반도체층(211c) 및 제1 도전형 반도체층(211a)의 측면을 덮을 수 있다. 따라서, 상기 유전체층(212)의 가장자리는 하부 절연층(214)의 가장자리에 비해 상기 기판(210)의 가장자리로부터 더 멀리 위치할 수 있다. 하지만 본 개시는 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 유전체층(212)의 일부가 상기 하부 절연층(214)에 의해 외부에 노출될 수도 있다.
- [262] 상기 유전체층(212)은 상기 오믹 전극(213)을 노출시키는 개구부(212a)를 가질 수 있다. 상기 개구부(212a)는 상기 오믹 전극(213) 상부에서 형성될 수 있다. 상기 개구부(212a)는 상기 금속 반사층(216)이 상기 오믹 전극(213)에 접속할 수 있도록 접속 통로로 사용될 수 있다.
- [263] 상기 유전체층(212)은 상기 제2 도전형 반도체층(211c) 및 상기 오믹 전극(213)보다 낮은 굴절율을 가지는 절연 물질로 형성될 수 있으며, 예를 들어 SiO₂로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [264] 이후, 금속 반사층(216)은 상기 오믹 전극(213) 상에 형성된 유전체층 개구부(212a)를 통해 오믹 전극(213)과 전기적으로 접속할 수 있다. 금속 반사층(216)은 반사성 금속을 포함하며, 예컨대 Ag 또는 Ni/Ag를 포함할 수 있다. 나아가, 금속 반사층(216)은 반사 금속 물질층을 보호하기 위한 장벽층, 예컨대 Ni를 포함할 수 있으며, 또한, 금속층의 산화 방지를 위해 Au층을 포함할 수 있다. 나아가, Au층의 접착력을 향상시키기 위해, Au층 하부에 Ti층을 포함할 수도 있다. 상기 금속 반사층(216)의 일부 영역은 상기 유전체층(212)의 상면에 접할 수 있다.
- [265] 상기 오믹 전극(213), 유전체층(212) 및 금속 반사층(216)을 상기 제2 도전형 반도체층(211c) 상에 배치함으로써 광의 반사율을 향상시킬 수 있어 발광 효율을 개선할 수 있다.

- [266] 상기 하부 절연층(214)은 메사 및 금속 반사층(216)을 덮을 수 있다. 상기 하부 절연층(214)은 또한 메사 둘레를 따라 상기 제1 도전형 반도체층(211a)을 덮을 수 있다. 상기 하부 절연층(214)은 특히 메사의 측면 및 상기 유전체층(212)을 덮으며 형성될 수 있다. 한편, 상기 하부 절연층(214)은 제1 도전형 반도체층(211a)을 노출시키는 제1 개구부(214a) 및 상기 금속 반사층(216)을 노출시키는 제2 개구부(214b)를 가질 수 있다.
- [267] 상기 하부 절연층(214)은 SiO_2 또는 Si_3N_4 의 단일층으로 형성될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 하부 절연층(214)은 SiO_2 또는 Si_3N_4 을 포함하는 다층 구조를 가질 수도 있으며, SiO_2 층과 TiO_2 층을 교대로 적층한 분포 브래그 반사기를 포함할 수도 있다.
- [268] 상기 제1 콘택 전극(215a)은 상기 하부 절연층(214) 상에 배치되며, 상기 하부 절연층(214)에 의해 메사 및 금속 반사층(216)으로부터 절연될 수 있다. 상기 제1 콘택 전극(215a)은 상기 하부 절연층(214)의 제1 개구부(214a)를 통해 제1 도전형 반도체층(211a)에 접촉할 수 있다.
- [269] 상기 제2 콘택 전극(215b)은 하부 절연층(214) 상에서 메사 상부 영역에 형성될 수 있으며, 상기 하부 절연층(214)의 제2 개구부(214b)를 통해 상기 금속 반사층(216)에 전기적으로 접속될 수 있다. 상기 제2 콘택 전극(215b)과 상기 제1 콘택 전극(215a) 사이에 경계 영역(215ab)이 형성될 수 있으며, 상기 경계 영역(215ab)에 상기 하부 절연층(214)이 노출될 수 있으며, 상기 경계 영역(215ab)은 상부 절연층(218)으로 덮일 수 있다.
- [270] 몇몇 형태에 있어서, 상기 제1 및 제2 콘택 전극(215a, 215b)은 동일 공정에서 동일 재료로 함께 형성될 수 있다. 상기 제1 및 제2 콘택 전극(215a, 215b)은 Al층과 같은 오믹 반사층을 포함할 수 있으며, 오믹 반사층은 Ti, Cr 또는 Ni 등의 접착층 상에 형성될 수 있다. 또한, 상기 오믹 반사층 상에 Ni, Cr, Au 등의 단층 또는 복합층 구조의 보호층이 형성될 수 있다. 상기 제1 및 제2 콘택 전극(215a, 215b)은 예컨대, Cr/Al/Ni/Ti/ Ni/Ti/Au/Ti의 다층 구조를 가질 수 있다.
- [271] 다음으로, 상부 절연층(218)이 상기 제1 및 제2 콘택 전극(215a, 215b)을 덮으며 형성될 수 있다. 상기 상부 절연층(218)은 메사 둘레를 따라 상기 제1 도전형 반도체층(211a)을 덮을 수 있다. 상기 상부 절연층(218)은 가장자리를 따라 상기 제1 도전형 반도체층(211a)을 노출시킬 수 있으나, 본 개시는 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 상부 절연층(218)이 상기 제1 도전형 반도체층(211a)을 모두 덮을 수도 있고, 상기 기판(210)의 가장자리와 나란히 형성될 수도 있다. 또한, 상기 상부 절연층(218)은 상기 제1 및 제2 콘택 전극(215a, 215b)을 노출시키는 개구부를 가질 수 있다.
- [272] 상기 상부 절연층(218)은 SiO_2 또는 Si_3N_4 의 단일층으로 형성될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 상부 절연층(218)은 SiO_2 또는 Si_3N_4 을 포

합하는 다층 구조를 가질 수도 있으며, SiO₂층과 TiO₂층을 교대로 적층한 분포 브래그 반사기를 포함할 수도 있다.

- [273] 한편, 상기 제1 전극 패드(219a) 및 제2 전극 패드(219b)는 상기 상부 절연층(218)의 개구부를 통해 노출된 상기 제1 컨택 전극(215a) 및 제2 컨택 전극(215b)에 각각 전기적으로 접촉할 수 있다. 상기 제1 및 제2 전극 패드(219a, 219b)는 상기 상부 절연층(218)의 개구부 내에 형성될 수 있다. 그러나 본 개시는 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 제1 및 제2 전극 패드(219a, 219b)가 상기 상부 절연층(218)의 개구부를 모두 덮어 밀봉하며 형성될 수 있다.
- [274] 이후, 상기 제1 응력완화층(220)이 성장된 상기 기판(210)의 하면을 그라인딩하여 상기 제1 응력완화층(220)을 제거하고, 상기 기판(210)의 적어도 일부를 제거하여 상기 기판(210)의 두께를 일정한 두께로 줄일 수 있다. 또한, 상기 기판(210)의 표면의 거칠기를 줄이기 위해 래핑 공정을 더 진행할 수 있으며, 래핑 및 화학적 기계적 연마(CMP) 공정에 의해 그라인딩에 의한 거친 표면을 정리할 수 있다.
- [275] 이어서, 도 12C에 도시한 바와 같이, 다이싱(D) 공정을 통해 분할함으로써 도 12D와 같은 발광 소자(2100)를 제공할 수 있다.
- [276] 도 13은 본 개시의 다른 실시예에 따른 발광 소자를 패키지에 적용한 예를 나타낸다.
- [277] 도 13을 참조하면, 회로 기판(201)의 상면에 위치한 전극에 발광 소자(2100)가 배치되고, 상기 발광 소자(2100)의 측면을 둘러싸고 반사 물질(260)이 형성될 수 있다.
- [278] 상기 발광 소자(2100)는 상면 및 측면을 통해서 광을 방출할 수 있다. 상기 반사 물질(260)은 상기 발광 소자(2100)의 측면 및 하면을 덮을 수 있다. 상기 반사 물질(260)은 상기 발광 소자(2100)의 측면 및 하면으로 방출되는 광을 반사시키거나 흡수할 수 있다. 상기 반사된 광은 상기 발광 소자(2100) 내로 진입한 후, 상기 발광 소자(2100)의 상면을 통해 방출될 수 있다. 이에 따라 상기 발광 소자(2100)에서 방출된 광을 상부로 집중시킬 수 있다. 다만, 본 개시이 이에 한정되는 것은 아니며, 필요에 따라 반사 물질(260)의 반사도, 광 투과도 등을 조절하여, 발광구조체(211)로부터 방출된 광의 지향각을 조절할 수 있다.
- [279] 상기 반사 물질(260)은 백색 수지를 포함할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 백색 수지는 수지에 백색 안료를 포함할 수 있다. 반사 물질(260) 대신 수지에 검은색 염료나 안료가 포함되어 광을 흡수하거나 차단하는 광 차단 물질이 배치될 수도 있다. 또한, 상기 반사 물질(260)은 상기 발광 소자(2100)에서 방출된 광이 발광 소자(2100)에 재흡수 되는 것을 방지할 수 있다.
- [280] 도 14A, 도 14B, 도 14C 및 도 14D는 본 개시의 또 다른 실시예에 따른 발광 소자의 제조 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.
- [281] 도 14A, 도 14B, 도 14C 및 도 14D를 참조하면, 상기 제2 절연 반사층(240)의 구성을 제외하고, 도 12A, 도 12B, 도 12C 및 도 12D와 동일한 구성을 갖는다. 따라서, 동일한 구성 요소에 대한 설명은 생략한다.

- [282] 도, 14C에 도시된 바와 같이, 상기 기관(210)의 하부에 제2 절연 반사층(240)이 형성될 수 있다. 상기 제2 절연 반사층(240)은 상기 기관(210)의 하면 전체를 덮을 수 있다. 상기 제2 절연 반사층(240)은 분포 브래그 반사기를 포함할 수 있다.
- [283] 이어서, 도 14C에 도시한 바와 같이, 다이싱(D) 공정을 통해 분할함으로써 도 14D와 같은 발광 소자(2200)를 제공할 수 있다.
- [284] 도 15A 및 도 15B는 본 개시의 다른 실시예에 따른 발광 소자를 패키지에 적용한 예를 나타낸다.
- [285] 도 15A를 참조하면, 회로 기관(201)의 상면에 위치한 전극에 발광 소자(2200)가 배치되고, 상기 발광 소자(2200)의 측면, 상면 및 하면을 둘러싸고 몰딩층(250a)이 형성될 수 있다.
- [286] 상기 발광 소자(2200)는 측면을 통해서 광을 방출할 수 있다. 보다 상세하게는, 상기 금속반사층(216) 및 제2 절연 반사층(240)은 상기 발광 소자(2200)의 상면 및 하면으로 방출하는 광을 반사시키며, 반사된 광은 상기 발광 소자(2200)의 측면을 통해 방출될 수 있다. 이에 따라, 상기 발광 소자(2200)에서 방출된 광을 측면 방향으로 넓게 분산시킬 수 있어 상기 발광 소자(2200)의 발광 면적을 증가시킬 수 있다.
- [287] 상기 몰딩층(250a)은 상기 발광 소자(2200)를 수분, 먼지 등과 같은 외부 물질로부터 보호할 수 있다. 상기 몰딩층(250a)은 실리콘, 에폭시, 산화물 및 질화물 등의 재질을 포함할 수 있다. 몰딩층(250a)은 발광 소자에서 방출되는 복수의 피크 파장에 대하여 광 투과성일 수 있다. 또는 몰딩층(250a)은 발광 소자에서 방출되는 복수의 피크 파장에 대하여 광 투과도가 다를 수 있다. 바람직하게는 제1 피크 파장보다 제2 피크 파장에서의 광 투과도가 더 높을 수 있고, 단파장보다 상대적으로 긴 장파장에서 광 투과도가 더 높을 수 있다.
- [288] 도 15B를 참조하면, 기관의 전극(201) 상에 발광 소자(2200)가 배치되고, 상기 발광 소자(2200)와 이격되어 상기 기관(201)의 전극 상측에 몰딩층(250b)이 배치될 수 있다.
- [289] 상기 몰딩층(250b)은 상기 기관(201)과 마주하는 하면은 평탄할 수 있고, 상기 몰딩층(250b)의 상면은 볼록한 돔 형상의 렌즈 구조로 형성할 수 있다. 상기 돔 형상의 렌즈는 볼록부의 중심이 상기 발광 소자(2200)의 광축과 중첩될 수 있다.
- [290] 상기 몰딩층(250b)은 상기 발광 소자(2200)에서 방출된 광을 투과시킬 수 있는 재질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 몰딩층(250b)은 실리콘, 에폭시, 산화물 및 질화물 등의 재질을 포함할 수 있다. 또한 상기 몰딩층(250b)은 글라스(glass) 재질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 몰딩층(250b)은 LiF, MgF₂, CaF₂, BaF₂, Al₂O₃, SiO₂ 또는 광학유리(N-BK7)의 투명한 물질로 형성될 수 있고, SiO₂의 경우, 쿼츠 결정일 수 있다. 몰딩층(250b)은 발광 소자에서 방출되는 복수의 피크 파장에 대하여 광 투과성일 수 있다. 또는 몰딩층(250b)은 발광 소자에서 방출되는 복수의 피크 파장에 대하여 광 투과도가 다를 수 있다. 바람직하게는 제1 피크 파

장보다 제2 피크 파장에서의 광 투과도가 더 높을 수 있고, 단파장보다 상대적으로 긴 장파장에서 광 투과도가 더 높을 수 있다.

- [291] 도 16A 및 도 16B는 본 개시의 또 다른 실시예에 따른 발광 소자의 제조 방법을 설명하기 위한 단면도 및 평면도이다.
- [292] 도 16A 및 도 16B를 참조하면, 기관(310), 제1 응력완화층(320), 제2 응력완화층(330) 및 발광구조체(311)는 상기 도 7A 및 도 7B와 동일한 방법으로 형성된다. 따라서, 동일한 구성 요소에 대한 설명은 생략한다.
- [293] 상기 발광구조체(311)는 제1 도전형 반도체층(311a), 활성층(311b), 제2 도전형 반도체층(311c)을 포함할 수 있고, 상기 제2 도전형 반도체층(311c) 상에 오믹 전극(313), 제1 및 제2 컨택 전극(315a, 315b)이 형성될 수 있다. 또한, 상기 제1 및 제2 컨택 전극(315a, 315b) 상에 개구부를 가지는 제1 절연 반사층(317)이 형성될 수 있고, 상기 제1 절연 반사층(317)의 적어도 일부와 노출된 상기 제1 및 제2 컨택 전극(315a, 315b)을 덮는 제1 및 제2 패드 전극(319a, 319b)이 형성될 수 있다.
- [294] 본 실시예에 있어서, 발광 소자(3100)는 적색광, 녹색광 및 청색광을 각각 방출하는 발광 소자(3100)일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 도 6A 내지 도 6O를 참조하여 설명한 바와 같이 다양한 색상의 광을 방출하는 발광 소자일 수 있다.
- [295] 몇몇 형태에 있어서, 상기 발광 소자(3100)가 적색광을 방출하고, 발광 소자(3100)에 포함된 반도체층들은 질화갈륨계 반도체층일 수 있으나, 이에 한정되지 않고, 알루미늄 갈륨 비소(aluminum gallium arsenide, AlGaAs), 갈륨 비소 인화물(gallium arsenide phosphide, GaAsP), 알루미늄 갈륨 인듐 인화물(aluminum gallium indium phosphide, AlGaInP) 또는 갈륨 인화물(gallium phosphide, GaP)을 포함할 수 있다.
- [296] 또 다른 형태에 있어서, 상기 발광 소자(3100)는 녹색광을 방출하고, 상기 발광 소자(3100)에 포함된 반도체층들은 인듐 갈륨 질화물(InGaN), 갈륨 질화물(GaN), 갈륨 인화물(GaP), 알루미늄 갈륨 인듐 인화물(AlGaInP), 또는 알루미늄 갈륨 인화물(AlGaP)을 포함할 수 있다.
- [297] 또 다른 형태에 있어서, 상기 발광 소자(3100)는 청색광을 방출하고, 상기 발광 소자(3100)에 포함된 반도체층들은 갈륨 질화물(GaN), 인듐 갈륨 질화물(InGaN), 또는 아연 셀렌화물(zinc selenide, ZnSe)을 포함할 수 있다.
- [298] 상기 발광구조체(311)는 메사 구조를 형성할 수 있다. 상기 제2 도전형 반도체층(311c) 및 활성층(311b)은 메사 구조를 가지고 상기 제1 도전형 반도체층(311a) 상에 형성될 수 있다. 상기 메사는 상기 활성층(311b) 및 제2 도전형 반도체층(311c)을 포함할 수 있으며, 또한 상기 제1 도전형 반도체층(311a)의 일부를 포함할 수 있다.
- [299] 상기 오믹 전극(313)은 상기 제2 도전형 반도체층(311c)에 오믹 컨택하며 상기 제2 도전형 반도체층(313c) 상에 형성될 수 있다. 상기 오믹 전극(313)은 단일층 또는 다중층으로 형성될 수 있다. 상기 오믹 전극(313)은 투명 도전성 산화막 또

는 금속막으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 투명 도전성 산화막은 ITO 또는 ZnO 등을 포함할 수 있고, 상기 금속막은 Al, Ti, Cr, Ni 및 Au 등의 금속 및 이들의 합금을 포함할 수 있다.

[300] 상기 제1 컨택 전극(315a)은 메사가 형성되지 않은 노출된 상기 제1 도전형 반도체층(311a) 상에 형성될 수 있다. 상기 제1 컨택 전극(315a)은 상기 제1 도전형 반도체층(311a) 오믹 컨택할 수 있다. 상기 제1 컨택 전극(315a)은 상기 제1 도전형 반도체층(311a)에 오믹 컨택하는 오믹 금속층으로 형성될 수 있다. 상기 제1 컨택 전극(315a)의 상기 오믹 금속층은 상기 제1 도전형 반도체층(311a)의 반도체 재료에 따라 적합하게 선정될 수 있다.

[301] 상기 제2 컨택 전극(315b)은 상기 오믹 전극(313) 상에 형성될 수 있다. 상기 제2 컨택 전극(315b)은 오믹 전극(313)에 전기적으로 접속할 수 있다.

[302] 상기 제1 절연 반사층(317)은 상기 제1 도전형 반도체층(311a), 활성층(311b), 제2 도전형 반도체층(311c), 제1 컨택 전극(315a) 및 제2 컨택 전극(315b)의 적어도 일부분을 덮을 수 있다. 본 개시의 실시예에서는 상기 제1 절연 반사층(317)은 상기 제2 컨택 전극(315b)의 일부 영역 및 상기 제1 컨택 전극(315a)의 일부를 제외한 거의 전면을 커버하도록 형성할 수 있다. 즉, 상기 제1 절연 반사층(317)은 상기 제1 컨택 전극(315a) 및 상기 제2 컨택 전극(315b)을 노출시키는 제1 개구부(317a) 및 제2 개구부(317b)를 가질 수 있다. 상기 제1 절연 반사층(317)은 굴절률이 서로 다른 절연층들을 적층한 분포 브래그 반사기로 형성할 수 있으며, 상기 분포 브래그 반사기는 SiO_2 , TiO_2 , Nb_2O_5 , Si_3N_4 , SiON , Ta_2O_5 등에서 선택한 적어도 8 종류의 절연층이 서로 교대로 적층하며 형성될 수 있다.

[303] 상기 분포 브래그 반사기는 상기 활성층(311b)에서 방출되는 광을 반사할 수 있으며, 이때 상기 활성층(311b)에서 방출되는 광의 피크 파장을 포함하여 상대적으로 넓은 파장 범위에 걸쳐 높은 반사율을 나타내도록 분포 브래그 반사기를 형성할 수 있다. 아울러, 상기 분포 브래그 반사기는 필요에 따라 광의 입사각을 고려하여 설계될 수 있다. 이를 통하여 상기 분포 브래그 반사기는 상기 활성층(311b)에서 생성된 광을 기판이 제거되어 노출된 상기 제1 도전형 반도체층(311a)을 통해 발광 소자(3100)의 외부로 출사시킬 수 있다.

[304] 청색광을 방출하는 발광 소자(3100)는 적색광 및 녹색광을 방출하는 발광 소자(3100)들에 비해 높은 내부 양자 효율을 가질 수 있다. 이에 따라, 상기 청색광을 방출하는 발광 구조체는 적색광 및 녹색광을 방출하는 발광 소자(3100)에 비해 높은 광 추출 효율을 나타낼 수 있다. 이에 따라, 적색광, 녹색광 및 청색광의 색 혼합 비율을 적정하게 유지하는 것이 어려울 수 있다. 상기 적색광, 녹색광 및 청색광의 색 혼합 비율을 조절하기 위해, 상기 발광 소자(3100)들은 적용되는 분포 브래그 반사기들이 서로 다른 반사율을 갖도록 형성될 수 있다. 구체적으로, 청색광을 방출하는 발광 소자(3100)는 적색광 및 녹색광을 방출하는 발광 소자(3100)들에 비해 상대적으로 낮은 반사율을 갖는 분포 브래그 반사기를 가질 수 있다.

- [305] 본 개시의 실시예에 있어서, 상기 적색광, 녹색광 및 청색광의 발광 소자(3100)들에 적용되는 분포 브래그 반사기들은 대체로 유사한 두께를 가질 수 있다. 상기 분포 브래그 반사기의 두께를 유사하게 함으로서, 적색광, 녹색광 및 청색광을 방출하는 각각의 발광 소자(3100)들에 적용되는 공정 조건을 유사하게 설정할 수 있다. 구체적으로, 상기 제1 절연 반사층(317)을 패터닝하는 공정을 유사하게 설정할 수 있고, 상기 분포 브래그 반사기들이 유사한 적층 수를 가질 수 있다. 하지만 본 개시이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [306] 상기 제1 패드 전극(319a) 및 상기 제2 패드 전극(319b)은 상기 제1 절연 반사층(317) 상에 형성될 수 있다. 상기 제1 패드 전극(319a)은 상기 제1 컨택 전극(315a)의 상부로부터 적어도 일부의 상기 제1 절연 반사층(317)을 개재하여 상기 오믹 전극(313)의 상부로 연장될 수 있다. 상기 제2 패드 전극(319b)은 상기 오믹 전극(313) 상부 영역 내에 형성될 수 있다. 보다 상세하게는, 상기 제2 패드 전극(319b)은 상기 제2 컨택 전극(315b)의 상부로부터 상기 제1 절연 반사층(317)을 개재하여 상기 오믹 전극(313)의 상부로 연장될 수 있다.
- [307] 상기 제1 패드 전극(319a)은 상기 제1 절연 반사층(317)의 제1 개구부(317a)를 통해 상기 제1 컨택 전극(315a)에 전기적으로 접속할 수 있으며, 필요에 따라서는 직접 상기 제1 도전형 반도체층(311a)에 컨택할 수도 있다. 이 경우, 상기 제1 컨택 전극(315a)은 생략할 수 있다. 상기 제2 패드 전극(319b)은 상기 제1 절연 반사층(317)의 상기 제2 개구부(317b)를 통해 상기 제2 컨택 전극(315b)에 전기적으로 접속할 수 있으며, 상기 제2 패드 전극(319b)은 직접 상기 오믹 전극(313)에 컨택할 수 있으며, 상기 제2 컨택 전극(315b)은 생략할 수 있다.
- [308] 다음으로, 상기 기판(310) 및 제1 응력완화층(320)이 제거될 수 있다. 상기 제1 응력완화층(320) 및 상기 기판(310)을 분리하기 위해 레이저 리프트 오프 공정을 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 에칭 공정 혹은 화학적 기계적 연마(CMP) 공정을 사용할 수도 있다. 이 때, III-V족 질화물계 반도체로 형성된 다층 발광구조체는 레이저 리프트 오프 공정을 거칠 때, 기판(310)과 다른 격자 상수 및 열팽창 계수로 인하여 III-V족 질화물계 반도체 박막과 기판, 에컨대 사파이어 기판 사이에 발생한 기계적 응력을 견디지 못하여, 사파이어 기판으로부터 분리된 후에 반도체 단결정 박막에 많은 손상과 깨짐이 발생할 수 있다. 하지만 본 개시의 실시예의 경우 제1 응력완화층(320) 및 제2 응력완화층(330)을 이용하여 상기 기판(310)의 휨을 완화시킬 수 있으며, 이에 따라 반도체층을 상대적으로 얇게 성장시킬 수 있다. 따라서, 발광 구조체로부터 상기 기판(310) 및 제1 응력완화층(320)의 분리가 용이하며, 반도체층의 손상 완화로 고품질의 반도체층을 얻을 수 있다. 상기 발광 소자(3100)는 예를 들어, 마이크로 LED일 수 있으며, 마이크로 LED의 경우 반도체층의 품질이 불량 발생의 주요 요인이 될 수 있다. 본 개시의 실시예에 있어서, 상기 제1 및 제2 응력완화층(320, 330)을 적용함으로써 고품질의 반도체층을 확보할 수 있으며, 단일 웨이퍼내 마이크로 LED의 수율을 향상시킬 수 있다.

- [309] 한편, 기판(310)이 제거된 후, 도 16B에 도시된 바와 같이, 제1 도전형 반도체층(311a)의 표면에 그루브들이 형성될 수 있다. 예를 들어, 기판(310)이 패터닝된 사파이어 기판인 경우, 기판의 형상에 따라 제1 도전형 반도체층(311a) 표면에 그루브들이 형성될 수 있다. 제1 도전형 반도체층(311a)이 표면 그루브들 내에 확산제나 다른 필러 물질이 밀집될 수 있다.
- [310] 도 17A, 도 17B 및 도 18는 본 개시의 다른 실시예에 따른 발광 소자를 유닛 픽셀화하여 디스플레이 장치에 적용한 예를 나타낸다.
- [311] 도 17A 및 도 17B를 참조하면, 상기 유닛 픽셀(10000)은 투명 기판(350), 상기 투명 기판(350) 상에 형성된 발광 소자(3100), 상기 투명 기판(350)과 상기 발광 소자(3100) 사이에 형성된 광차단층(351), 상기 광차단층(351)이 오픈된 영역에 형성되는 창부(351a), 상기 투명 기판(350)과 상기 광차단층(351)의 접착력을 위한 표면층(352), 상기 창부(351a)에서부터 상기 광차단층(351) 상부로 연장되어 형성된 접착층(355), 상기 접착층(355) 상에 상기 발광 소자(3100)를 적어도 일부 덮으며 형성되는 단차 조절층(341), 상기 단차 조절층(341)의 개구부에 형성되는 접속층들(343a, 343b, 343c, 343d) 및 상기 단차 조절층(341)과 상기 접속층들(343a, 343b, 343c, 343d)의 적어도 일부를 덮는 절연물질층(345)을 포함할 수 있다.
- [312] 상기 유닛 픽셀(10000)내 상기 복수 개의 발광 소자(3100)는 적어도 3개 이상을 포함하여 하나의 픽셀을 제공할 수 있다.
- [313] 본 실시예에서 사용되는 상기 복수의 발광 소자(3100)는 $10,000\mu\text{m}^2$ 미만의 표면적을 갖는 마이크로 LED를 포함할 수 있고, 각각의 발광 소자(3100)는 서로 다른 색의 광을 추출할 수 있다.
- [314] 상기 투명 기판(350)은 PET, 유리 기판, 퀴즈, 사파이어 기판 등 광 투광성 기판일 수 있다. 상기 투명 기판(350)은 디스플레이 장치(15000)의 광 출사면에 배치될 수 있고, 상기 발광 소자(3100)에서 발생한 광은 상기 투명 기판(350)을 통해 외부로 추출될 수 있다. 상기 투명 기판(350)은 광 출사면인 상면 및 상기 발광 소자(3100)에 인접한 하면을 가질 수 있다. 상기 투명 기판(350)은 상기 발광 소자(3100)를 마주보는 상기 투명 기판(350)의 하면이 평평한 면일 수 있으나 이에 한정된 것은 아니며, 상기 투명 기판(350)은 상기 발광 소자(3100)를 마주보는 면에 요철 패턴을 형성할 수 있고, 또는, 상기 발광 소자(3100)를 마주보는 면의 측면으로 연장하여 상기 투명 기판(350)의 전면에 요철 패턴을 형성할 수 있다.
- [315] 상기 투명 기판(350)은 광출사면인 상면 상에 반사방지 코팅을 포함할 수 있으며, 또는 글래어 방지층을 포함할 수 있다. 상기 투명 기판(350)은 $50\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ 의 두께를 가질 수 있다.
- [316] 본 개시의 실시예에서 상기 투명 기판(350)이 광 추출면에 배치되므로, 상기 투명 기판(350)은 회로를 포함하지 않는다. 그러나 본 개시는 이에 한정되는 것은 아니며, 회로를 포함할 수도 있다.

- [317] 또한, 본 개시에 있어서, 하나의 투명 기관(350)에 하나의 유닛 픽셀(10000)이 형성되었으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 하나의 투명 기관(350)에 복수의 유닛 픽셀(10000)이 형성될 수도 있다.
- [318] 본 개시에서 상기 투명 기관(350)과 광차단층(351) 사이에 표면층(352)이 추가로 형성될 수 있으며, 상기 표면층(352)은 광차단층(351)과의 접착력을 향상시키기 위해 형성된다. 상기 표면층(352)은 실리콘 산화막(SiO_2)으로 형성될 수 있다. 상기 표면층(352)은 투명 기관(350)의 종류에 따라 생략될 수도 있다.
- [319] 상기 광차단층(351)은 무기물 또는 유기물로 구성될 수 있으며, 카본 등과 같은 염료를 추가하여 블랙 색상으로 형성할 수 있다, 예를 들어, 블랙 매트릭스(black matrix) 등과 같이 광을 흡수하는 물질을 포함할 수 있다. 상기 광 흡수 물질은 상기 복수의 발광 소자(3100) 사이에서 생성된 광이 상기 투명 기관(350)과 상기 복수의 발광 소자(3100) 사이의 영역에서 측면으로 누설되는 것을 방지하여, 디스플레이 장치의 색감 차를 개선시킬 수 있다.
- [320] 상기 광차단층(351)은 상기 복수의 발광 소자(3100)에서 생성된 광이 상기 투명 기관(350)으로 입사되도록 광의 진행 경로를 위한 창부(351a)를 가질 수 있다. 상기 창부(351a)는 상기 광차단층(351)의 일부가 오픈된 영역으로 특정할 수 있으며, 바람직하게는 상기 창부(351a)가 상기 복수의 발광 소자(3100)와 수직방향으로 적어도 일부 중첩되게 형성될 수 있다. 아울러 상기 창부(351a)의 폭 중 적어도 하나는 상기 발광 소자(3100)의 폭 중 적어도 하나 보다 넓을 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 발광 소자(3100)의 폭보다 좁거나 같을 수도 있다.
- [321] 상기 창부(351a)가 수직방향으로 상기 발광 소자(3100)와 중첩하여 형성된 경우, 상기 발광 소자(3100)의 위치를 정의할 수 있다. 이에 따라, 발광 소자(3100)의 수에 따라 복수개의 창부(351a)를 형성할 수 있다. 상기 발광 소자(3100)의 위치를 정의하기 위한 별도의 정렬 마커들을 생략할 수 있다. 그러나 본 개시는 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 발광 소자(3100)를 배열하기 위한 위치를 제공하기 위해 정렬 마커들이 상기 투명 기관(350), 광차단층(351), 및 접착층(355) 상에 형성될 수 있다.
- [322] 상기 광차단층(351)의 두께는 0.5 μm ~2 μm 의 두께를 가질 수 있다. 바람직하게는 0.5 μm ~1.5 μm 의 두께를 가질 수 있다. 더 바람직하게는 0.5 μm ~1 μm 의 두께를 가질 수 있다. 상기 광차단층(351)의 두께가 너무 얇을 경우 광을 차단하기 위한 목적을 달성하기 어려우며, 두께가 너무 두꺼운 경우 유닛 픽셀 자체의 두께가 두꺼워질 뿐만 아니라 사용되는 재료의 증가에 따라 생산비용 증가를 초래할 수 있다.
- [323] 상기 접착층(355)은 상기 발광 소자(3100)를 상기 투명 기관(350) 상에 부착하기 위해 사용될 수 있다. 상기 접착층(355)은 상기 투명 기관(350) 상에 배치되며, 적어도 상기 광차단층(351)의 일부를 덮을 수 있다. 상기 접착층(355)은 상기 투명 기관(350)의 전면 상에 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 투명 기관(350)의 가장자리 근처 영역을 노출하도록 일부 영역에 형성될 수도 있다. 상

기 접착층(355)은 상기 광차단층(351)에 의해 형성된 상기 창부(351a)를 채울 수 있다.

[324] 상기 접착층(355)은 광투광성 물질로 형성될 수 있으며, 상기 발광 소자(3100)에서 방출된 광을 투과시킬 수 있다. 상기 접착층(355)은 유기 접착제를 이용하여 형성될 수 있으며, 예를 들면 상기 접착층(355)은 투명 에폭시 및 PDMS 등을 이용하여 형성될 수 있다. 또한, 상기 접착층(355)은 광을 확산시키기 위해, SiO_2 , TiO_2 , ZnO 등의 확산 물질을 포함할 수 있다. 상기 광 확산 물질은 상기 발광 소자(3100)가 광 방출면으로부터 관찰되는 것을 방지할 수 있다.

[325] 본 개시의 실시예에 있어서, 상기 발광 소자(3100)가 상기 접착층(355)에 의해 상기 투명 기판(350)에 부착되었지만, 이에 한정되는 것은 아니며, 접착층(355) 대신 다른 결합부재를 이용하여 상기 발광 소자(3100)를 상기 투명 기판(350)에 결합할 수 있다. 예를 들어, 상기 발광 소자(3100)를 스페이서(spacer)를 이용하여 상기 투명 기판(350)에 결합시킬 수 있다. 상기 스페이서(spacer)는 유기 수지가 도포되고 미리 결정된 형상, 일반적으로 필러(pillar) 또는 컬럼너(columnnar)형상일 수 있다. 이에 따라, 상기 발광 소자(3100)와 상기 투명 기판(350) 사이의 영역에 기체 또는 액체가 채워질 수 있다. 이들 기체 또는 액체에 의해 상기 발광 소자(3100)에서 방출된 광을 투과시키는 광학층이 형성될 수 있다.

[326] 상기 단차 조절층(341)은 상기 발광 소자(3100)의 적어도 일부를 덮을 수 있다. 상기 단차 조절층(341)은 상기 발광 소자(3100)의 상기 제1 및 제2 패드 전극(319a, 319b)을 노출시키는 제1 및 제2 개구부(341a, 341b)를 갖는다. 상기 단차 조절층(341)은 상기 접속층들(343a, 343b, 343c, 343d)이 형성되는 면의 높이를 일정하게 조절하여 상기 접속층들(343a, 343b, 343c, 343d)이 안전하게 형성할 수 있도록 도울 수 있다. 상기 단차 조절층(341)은 예를 들면, 감광성 폴리이미드로 형성될 수 있다.

[327] 본 개시의 실시예에 있어서, 상기 복수의 발광 소자(3100)들을 전기적으로 연결하기 위한 제1, 제2, 제3 및 제4 접속층(343a, 343b, 343c, 343d)을 포함할 수 있다. 상기 제1, 제2 및 제3 접속층(343a, 343b, 343c)은 각 발광 소자(3100)의 상기 제2 도전형 반도체층(311c)에 전기적으로 접속할 수 있다. 상기 제4 접속층(343d)은 복수의 발광 소자(3100)들의 제1 도전형 반도체층(311a)에 전기적으로 공통 접속할 수 있다. 구체적으로 상기 제1, 제2 및 제3 접속층(343a, 343b, 343c)은 상기 단차 조절층(341)의 제2 개구부(341b)를 통해 상기 복수의 발광 소자(3100)들의 제2 패드 전극(319b)에 접속할 수 있다. 또한, 상기 제4 접속층(343d)은 상기 단차 조절층(341)의 제1 개구부(341a)를 통해 상기 복수의 발광 소자(3100)들의 제1 패드 전극(319a)에 접속할 수 있다.

[328] 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 접속층(343a, 343b, 343c, 343d)은 상기 단차 조절층(341) 상에 함께 형성될 수 있으며, 예컨대, Au를 포함할 수 있다. 본 실시예에서 공통 전극을 제1 도전형 반도체층(311a)에 형성하였으나, 제2 도전형 반도체층(311c)에 형성하는 것 또한 가능하다.

- [329] 본 개시의 실시예에 있어서, 상기 단차 조절층(341)을 적어도 일부분 덮는 절연 물질층(345)을 추가로 형성할 수 있다. 상기 절연 물질층(345)은 상기 단차 조절층(341)보다 얇은 두께로 형성될 수 있다. 상기 절연 물질층(345)과 상기 단차 조절층(341)의 두께의 합은 1 μ m~50 μ m가 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [330] 상기 절연 물질층(345)은 상기 단차 조절층(341)의 측면 및 상기 접속층들(343a, 343b, 343c, 343d)의 적어도 일부를 덮을 수 있다. 보다 상세하게는, 상기 절연 물질층(345)은 상기 투명 기관(350)과 인접하여 평행하게 배치된 상기 접속층들(343a, 343b, 343c, 343d)의 적어도 8개의 측면 및 상면에 적어도 일부분 덮고, 상기 투명 기관(350)의 모서리 방향으로 연장되어 배치될 수 있다.
- [331] 또한 상기 접착층(355)이 노출된 경우, 상기 절연 물질층(345)은 적어도 일부의 상기 접착층(355)을 덮을 수 있다. 상기 절연 물질층(345)은 상기 접속층들(343a, 343b, 343c, 343d)을 노출시키는 개구부들(345a, 345b, 345c, 345d)을 가질 수 있고, 이에 따라 상기 유닛 픽셀의 패드 영역들이 정의될 수 있다.
- [332] 상기 절연 물질층(345)은 반투명 물질일 수 있으며, 유기 또는 무기 물질로 형성될 수 있다. 예를 들어, 폴리이미드로 형성될 수 있다. 상기 단차 조절층(341)과 함께 상기 절연 물질층(345)이 폴리이미드로 형성된 경우, 상기 접속층들(343a, 343b, 343c, 343d)은 패드 영역들을 제외하고, 하부면, 측면 및 적어도 일부의 상부면이 모두 폴리이미드로 둘러싸일 수 있다.
- [333] 상기 절연 물질층(345)은 상기 유닛 픽셀(10000)을 전사하는 동안 상기 유닛 픽셀(10000)에 결합이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [334] 한편, 상기 유닛 픽셀은 솔더 등의 본딩재를 이용하여 회로 기관에 실장될 수 있으며, 상기 본딩재는 상기 절연 물질층(345)의 개구부들(345a, 345b, 345c, 345d)에 노출된 상기 접속층들(343a, 343b, 343c, 343d)과 회로 기관 상의 패드들을 본딩할 수 있다.
- [335] 도 18을 참조하면, 패널 기관(11000)상에 유닛 픽셀(10000)들이 실장된다. 상기 패널 기관(11000)은 회로 기관으로 대체될 수도 있다.
- [336] 상기 패널 기관(11000)은 PI(Polyimide), FR4(FR-4 glass epoxy), 유리(glass) 등의 재질로 형성될 수 있으며, 수동 매트릭스 구동 또는 능동 매트릭스 구동을 위한 회로를 포함할 수 있다. 본 개시의 실시예에 있어서, 상기 패널 기관(11000)은 내부에 배선 및 저항을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 예를 들어, 상기 패널 기관(11000)은 배선, 트랜지스터 및 캐패시터들을 포함할 수 있다. 또한, 상기 패널 기관(11000)은 배치된 회로에 전기적으로 접속할 수 있는 패드들을 상면에 형성할 수 있다.
- [337] 상기 복수의 유닛 픽셀(10000)들은 상기 패널 기관(11000) 상에 배열될 수 있다. 상기 복수의 유닛 픽셀(10000)은 도 18에 도시한 바와 같이 6x6으로 배열될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 2x2, 3x3, 5x5 등 다양한 행렬(nxm, n=1,2,3,4,..., m=1,2,3,4,...)로 배열될 수 있다.

- [338] 도 19A는 본 개시의 일 실시예에 따른 발광 모듈을 설명하기 위한 개략적인 평면도이고, 도 19B는 도 19A의 절취선 B-B'를 따라 취해진 개략적인 단면도이다.
- [339] 도 19A 및 도 19B를 참조하면, 본 실시예에 따른 발광 모듈은 회로 기판(100) 및 복수의 광원들(1000)을 포함한다. 복수의 광원(1000)들이 회로 기판(100) 상에 일정한 간격으로 배열될 수 있다. 광원(1000)은 하나의 개별 소자일 수도 있고, R G B 소자들이 하나의 픽셀을 구성하는 픽셀 소자일 수도 있다. 픽셀은 RGB 소자들에 한정되는 것은 아니며, 다른 색상의 소자들의 조합으로 구성될 수도 있다. 또는 복수의 광원(1000)들의 활성층에서는 400nm 이하의 피크 파장을 포함하는 광이 생성될 수 있다.
- [340] 광원(1000)들 사이에는 언덕부(1030)가 형성될 수 있는데, 언덕부의 양측에 있는 광원(1000)들은 사이에 배치된 언덕부(1030)를 공유하도록 배치될 수 있다. 언덕부(1030)는 광원들(1000) 간의 광 간섭을 방지할 수 있다. 특히, 회로 기판(100)이 가요성(flexible) 기판인 경우, 기판(100)의 과도한 구부러짐을 방지하여 단락을 방지할 수 있다. 언덕부(1030)의 높이는 광원(1000)보다 낮도록 형성될 수 있다. 광원(1000)의 상부에는 커버물질(1010)이 형성될 수 있으며, 커버물질(1010)은 광원의 상면 및 측면을 덮을 수 있다. 커버물질(1010)은 광이 광원(1000)의 상면으로 집중되어 방출되는 것을 방지하고, 광원(1000)의 주변으로 광이 부드럽게 퍼지도록 돕는다. 그러나 커버물질(1010)이 반드시 필수는 아니며, 커버물질(1010)을 포함하지 않을 수도 있다. 커버물질(1010)은 파장변환물질을 포함할 수도 있다. 적어도 두개 또는 복수의 광원(1000)을 각각 덮는 커버물질(1010)은 파장변환물질에 의하여 변환되어 방출되는 광의 색깔이 다를 수 있다. 따라서 최종 방출되는 광은 400nm 미만의 피크 파장과 400nm 이상의 피크 파장을 포함할 수 있으므로, 광원에 전류를 인가하였을 때 400nm미만의 살균의 기능을 가지는 피크 파장이 포함될 수 있다. 이를 통하여 발광 모듈은 살균의 기능을 포함하는 조명 또는 디스플레이 장치를 구현할 수 있다.
- [341] 추가적으로 보호물질(1020)이 광원(1000)과 언덕부(1300)를 모두 덮도록 형성될 수 있는데, 보호물질(1020)은 광을 부분적으로 투과시키면서 부분적으로 차단할 수 있도록 반투명하거나, 투명할 수 있다. 보호물질(1020)은 실리콘, 또는 에폭시 등의 수지로 형성될 수 있다.
- [342] 도 20은 본 개시의 일 실시예에 따른 발광 모듈을 설명하기 위한 개략적인 단면도이다.
- [343] 도 20을 참조하면, 광원(1000)과 함께 살균광원(2000)이 베이스(10)상에 배치될 수 있다. 광원(1000)의 상부에는 확산유닛(1400)이 배치될 수 있고, 살균광원(2000)의 살균 효과를 높이기 위하여 광원 상부에 분산 유닛(1500)이 배치될 수 있다. 분산 유닛(1500)은 살균광원(2000)에서 방출된 광이 더 넓은 영역으로 방출될 수 있도록 분산시키는 역할을 하며, 예를 들어 돔 형태의 실리콘 레진 또는 확산렌즈 등의 살균 광이 투과할 수 있는 물질이면 어느 것이든 가능하다. 광원(1000)과 살균광원(2000)은 동일한 베이스(10) 상에 배치될 수 있으며, 따라서, 일

상생활에서의 조명광을 제공함과 동시에 살균광을 제공하여 살균 역할을 수행할 수 있다. 또한 상기 발광 모듈을 채택함으로써, 별도의 살균장치 없이 살균을 수행할 수 있다. 특히, 본 발명의 실시예에 따른 살균광원(2000)은 피크 파장이 360nm 이하인 단파장 살균 광원보다 조명용 광원의 파장 영역에 더욱 가까우면서도 살균의 역할을 수행할 수 있으므로, 인체에 유해하지 않으면서 공기 또는 표면들에 형성된 오염원을 살균할 수 있다. 또한 살균 광원의 피크 파장이 조명용 광원의 파장 영역에 가깝기 때문에, 광원 자체의 열적 특성들도 조명용 광원과 유사하며, 이에 따라, 동일한 베이스(10) 상에 조명용 광원과 살균 광원을 함께 배치하여 구동하더라도 신뢰성 및 살균력을 장시간 유지할 수 있다.

- [344] 분산 유닛(1500)의 높이는 인접한 확산유닛(1400) 보다 높을 수 있다. 따라서, 인접한 조명 광원의 구성요소들에 의해 살균 광원(2000)에서 방출된 광이 차단되어 살균 광의 분산이 방해되는 것을 방지한다.
- [345] 또한 살균광원(2000)이 가시광 영역인 530nm 이상의 장파장 피크의 광을 함께 방출하기 때문에, 자외선 광만 방출할 때보다 시각적인 거부감을 감소시킬 수 있다.
- [346] 도 21은 본 개시의 일 실시예에 따른 조명 장치(20000)를 설명하기 위한 개략적인 사시도이다.
- [347] 도 21을 참조하면, 본 개시의 다양한 발광 모듈은 살균 기능을 포함하는 살균광원을 포함할 수 있으며, LED 형광 램프와 같은 다양한 조명 제품에 적용될 수 있다. 예를 들어, 조명 장치(20000)는 병원 등 의료 시설에서 조명용으로 사용될 수 있으며, 아울러 살균 기능을 수행할 수 있다.
- [348] 본 실시예들에 따른 살균 기능을 갖는 발광 소자 또는 발광 모듈은 조명 장치에 한정되는 것은 아니며, 자동차, 디스플레이 장치 등 다양한 분야에 적절히 적용될 수 있다.
- [349] 이상에서, 본 개시의 다양한 실시예들에 대해 설명하였으나, 본 개시는 상기 실시예에만 한정되는 것은 아니다. 또한, 하나의 실시예에 대해서 설명한 사항이나 구성요소는 본 개시의 기술적 사상을 벗어나지 않는 한 다른 실시예에도 적용될 수 있다.

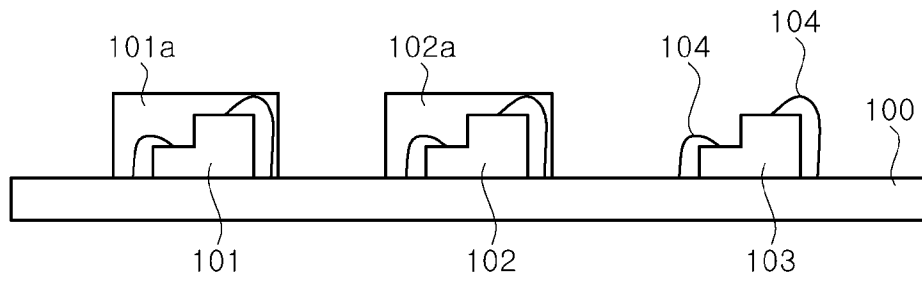
청구범위

- [청구항1] 발광 소자에 있어서,
제1 도전형 반도체층;
제2 도전형 반도체층;
상기 제1 도전형 반도체층과 상기 제2 도전형 반도체층 사이에 배치된
활성층을 포함하고,
동작시, 상기 활성층은 제1 피크 파장의 광 및 제2 피크 파장의 광을 방출
하되,
상기 제1 피크 파장은 약 400nm 내지 약 415nm 범위 내이고,
상기 제2 피크 파장은 약 440nm 이상인 발광 소자.
- [청구항2] 청구항 1에 있어서,
상기 제1 피크 파장은 410nm 이하인 발광 소자.
- [청구항3] 청구항 1에 있어서,
상기 제2 피크 파장은 580nm 이상인 발광 소자.
- [청구항4] 청구항 1에 있어서,
상기 제1 피크 파장과 상기 제2 피크 파장의 차이는 30nm 이상인 발광 소
자.
- [청구항5] 청구항 1에 있어서,
상기 제1 피크 파장에서의 강도는 제2 피크 파장에서의 강도와 다른 발
광 소자.
- [청구항6] 청구항 5에 있어서,
상기 제1 피크 파장에서의 강도는 제2 피크 파장에서의 강도보다 큰 발
광 소자.
- [청구항7] 청구항 1에 있어서,
상기 제1 피크 파장의 광의 스펙트럼의 면적은 상기 제2 피크 파장의 광
의 스펙트럼의 면적과 다른 발광 소자.
- [청구항8] 청구항 1에 있어서,
상기 제1 피크 파장의 광의 스펙트럼의 반치폭은 상기 제2 피크 파장의
광의 스펙트럼의 반치폭과 다른 발광 소자.
- [청구항9] 청구항 1에 있어서,
상기 활성층은,
하부 다중양자우물 구조;
상부 다중양자우물 구조; 및
상기 하부 다중양자우물 구조와 상기 상부 다중양자우물 구조 사이에 배
치된 간격층을 포함하는 발광 소자.
- [청구항10] 청구항 9에 있어서,

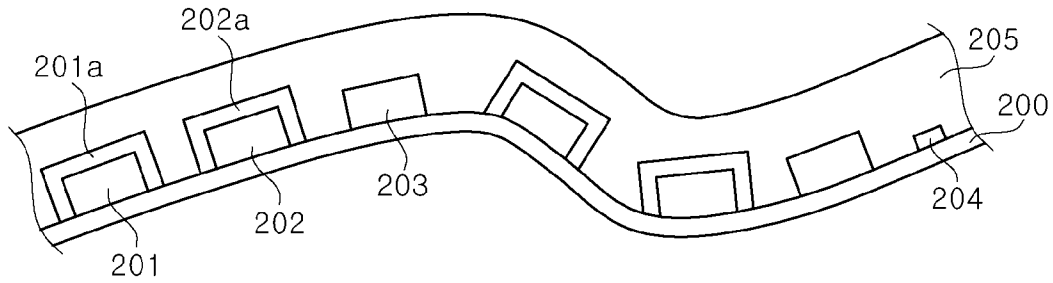
- 상기 하부 다중양자우물 구조 및 상기 상부 다중양자우물 구조는 각각 복수의 그루브들을 포함하되,
 상기 하부 다중양자우물 구조의 그루브들과 상기 상부 다중양자우물 구조의 그루브들은 서로 중첩하는 발광 소자.
- [청구항11] 청구항 9에 있어서,
 상기 간격층은 AlGa_N 또는 AlInGa_N으로 형성되되,
 상기 간격층은 상기 하부 다중양자우물 구조 내의 장벽층보다 더 많은 Al 함량을 포함하는 발광 소자.
- [청구항12] 청구항 9에 있어서,
 상기 상부 다중양자우물 구조와 상기 제2 도전형 반도체층 사이에 배치된 스텝 커버리지층을 더 포함하고,
 상기 스텝 커버리지층은 AlGa_N 또는 AlInGa_N으로 형성된 발광 소자.
- [청구항13] 청구항 1에 있어서,
 상기 제1 피크 파장의 광과 제2 피크 파장의 광은 동시에 방출되는 발광 소자.
- [청구항14] 발광 모듈에 있어서,
 회로 기판;
 상기 회로 기판 상에 배치된 발광 소자들; 및
 상기 발광 소자들을 덮는 보호물질을 포함하되,
 상기 발광 소자들 중 적어도 하나는,
 제1 도전형 반도체층;
 제2 도전형 반도체층;
 상기 제1 도전형 반도체층과 상기 제2 도전형 반도체층 사이에 배치된 활성층을 포함하고,
 동작시, 상기 활성층은 제1 피크 파장의 광 및 제2 피크 파장의 광을 방출하되,
 상기 제1 피크 파장은 약 400nm 내지 약 415nm 범위 내이고,
 상기 제2 피크 파장은 약 440nm 이상인 발광 모듈.
- [청구항15] 청구항 14에 있어서,
 상기 보호 물질은 파장변환물질을 포함하는 발광 모듈.
- [청구항16] 청구항 15에 있어서,
 상기 적어도 하나의 발광 소자는 오목한 홈들을 갖는 표면을 갖고,
 상기 파장변환물질은 상기 오목한 홈들 내에 밀집된 발광 모듈.
- [청구항17] 청구항 14에 있어서,
 조명 및 살균용으로 사용되는 발광 모듈.
- [청구항18] 청구항 14에 있어서,
 상기 제1 피크 파장의 광의 강도는 상기 제2 피크 파장의 광의 강도보다 더 큰 발광 모듈.

- [청구항19] 청구항 14에 있어서,
상기 활성층은,
하부 다중양자우물 구조;
상부 다중양자우물 구조; 및
상기 하부 다중양자우물 구조와 상기 상부 다중양자우물 구조 사이에 배치된 간격층을 포함하는 발광 모듈.
- [청구항20] 청구항 19에 있어서,
상기 하부 다중양자우물 구조 및 상부 다중양자우물 구조는 복수의 그루브들을 포함하되,
상기 하부 다중양자우물 구조의 그루브들과 상기 상부 다중양자우물 구조의 그루브들은 서로 중첩하는 발광 모듈.

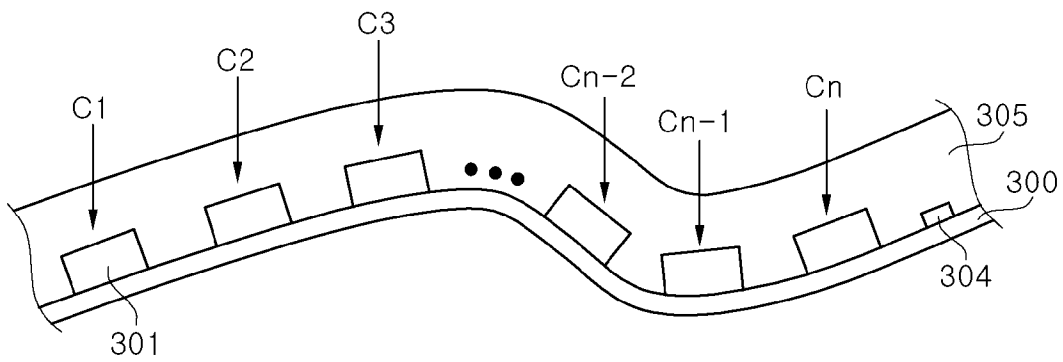
[도1]



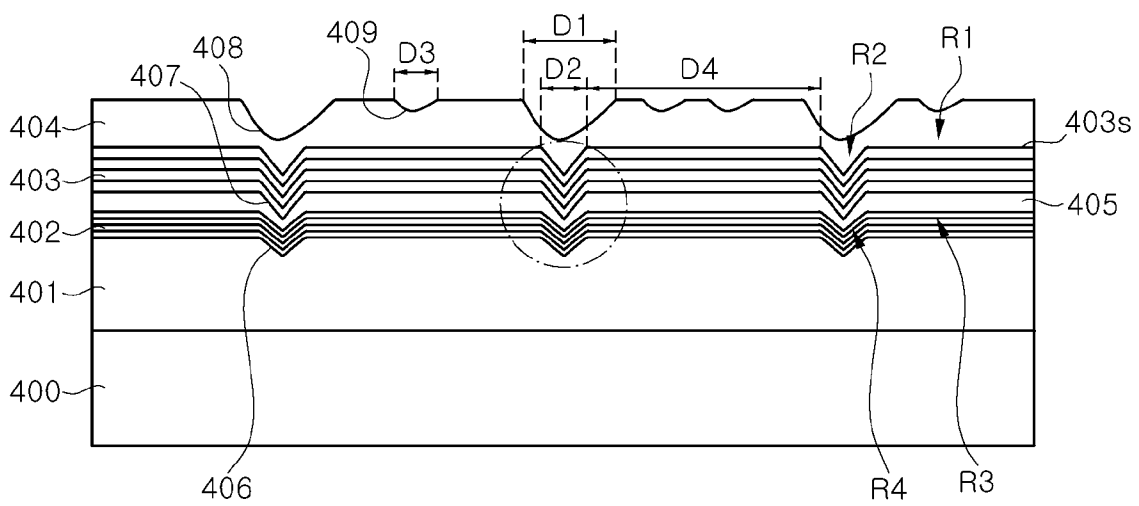
[도2]



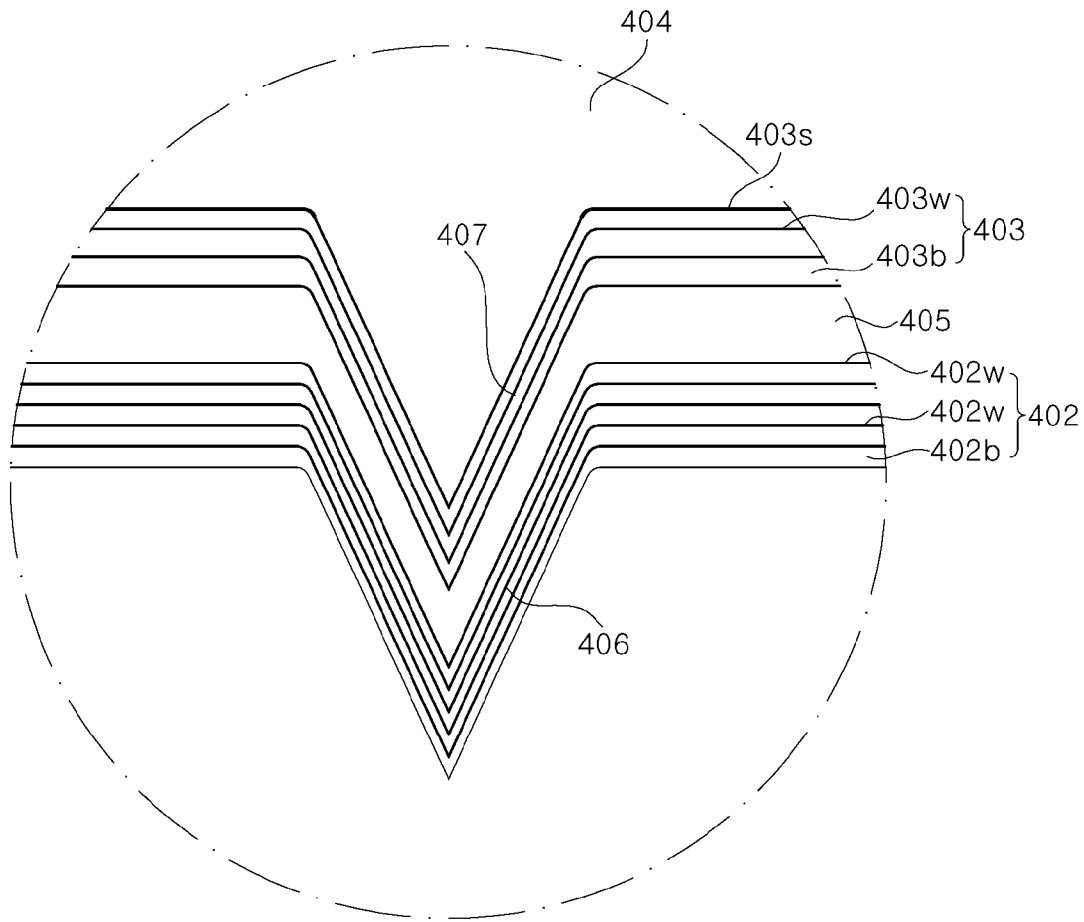
[도3]



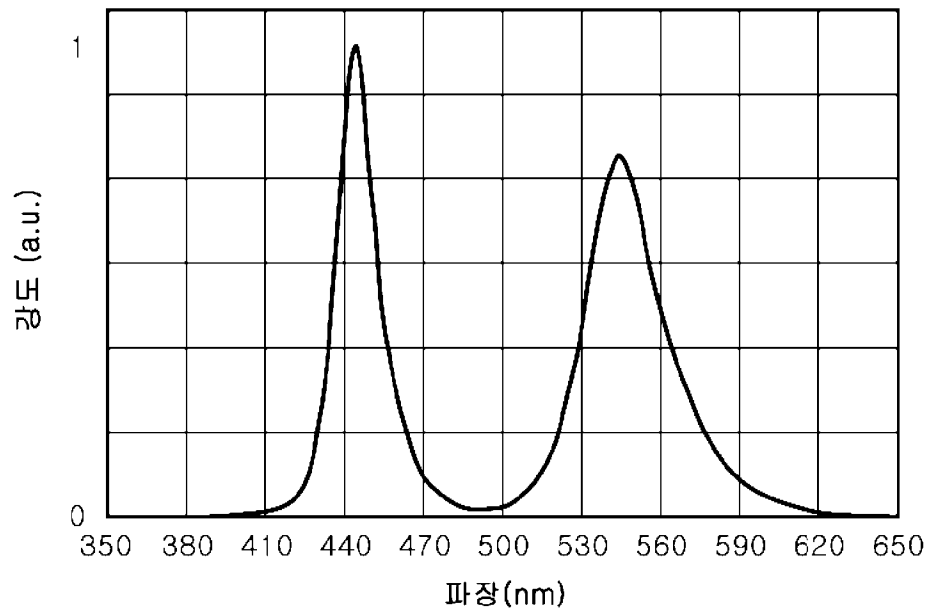
[도4]



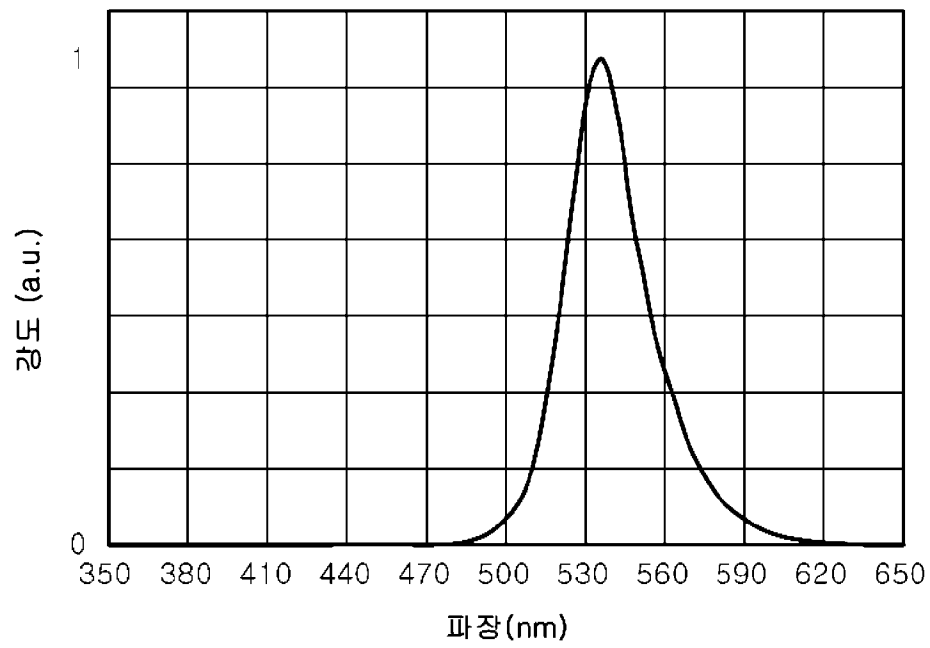
[도5]



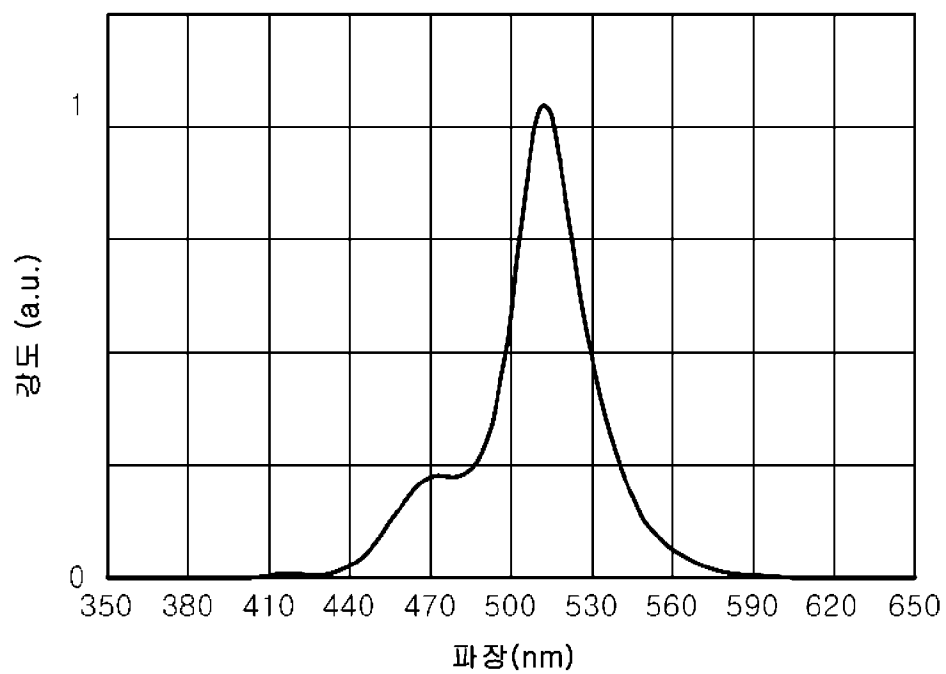
[도6a]



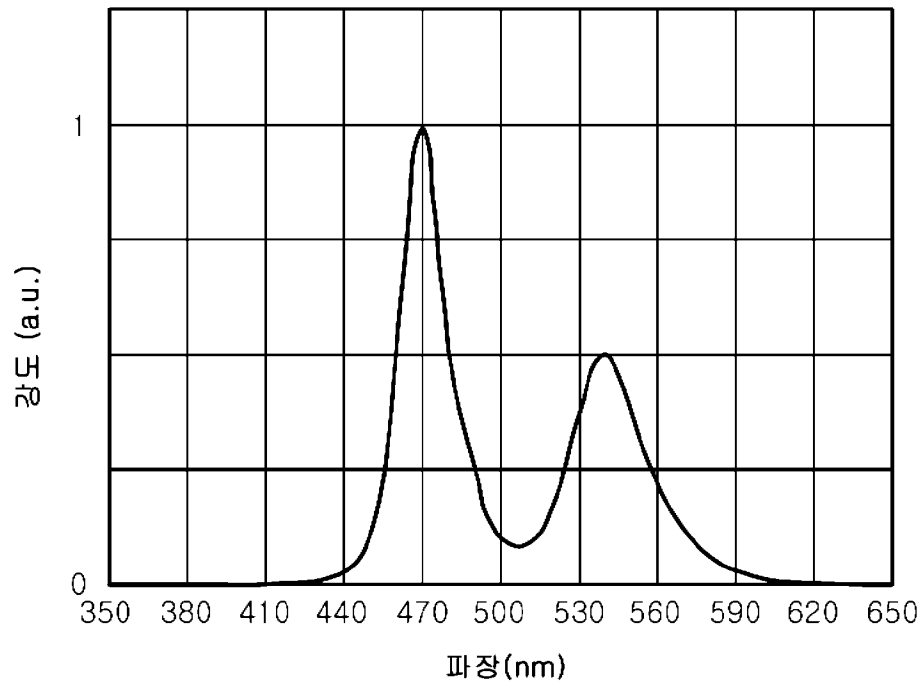
[도6b]



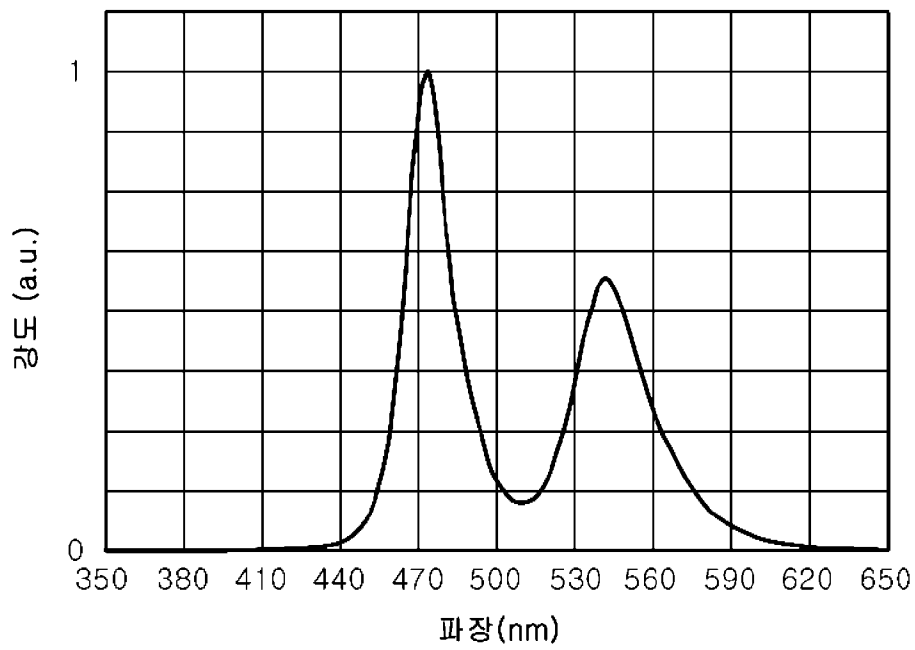
[도6c]



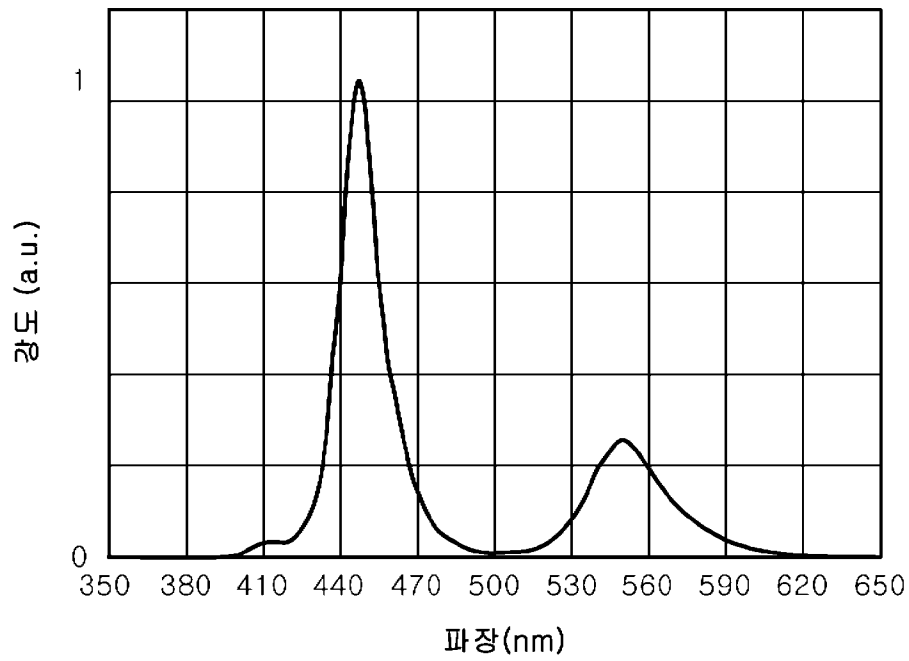
[도6d]



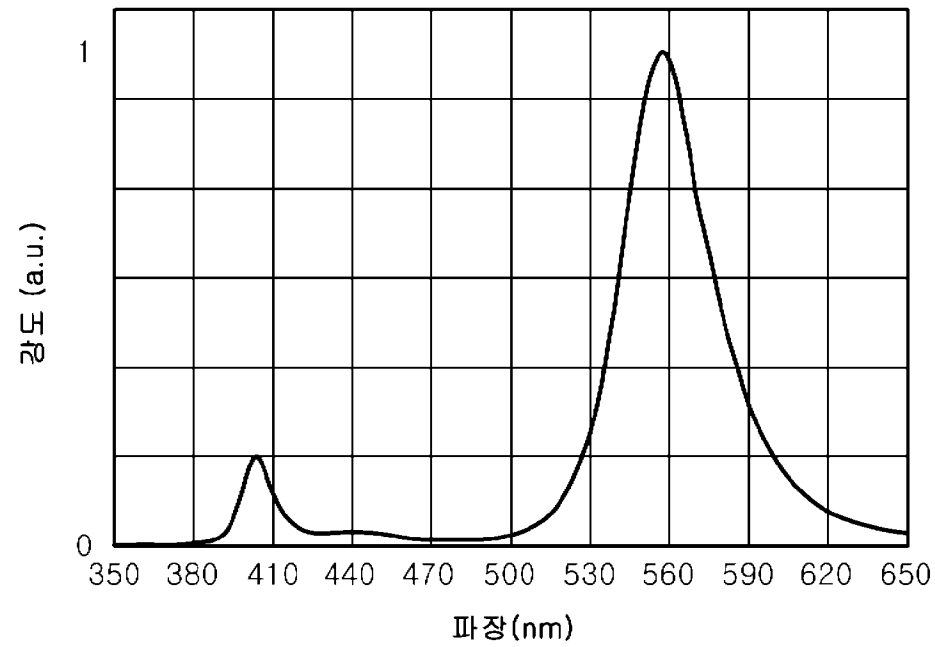
[도6e]



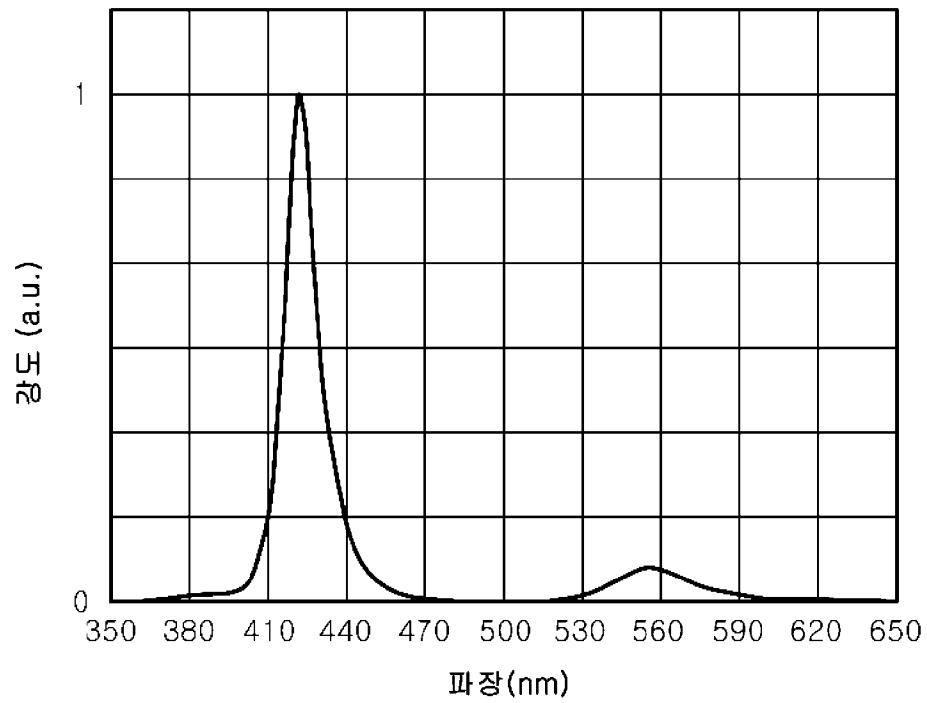
[도6f]



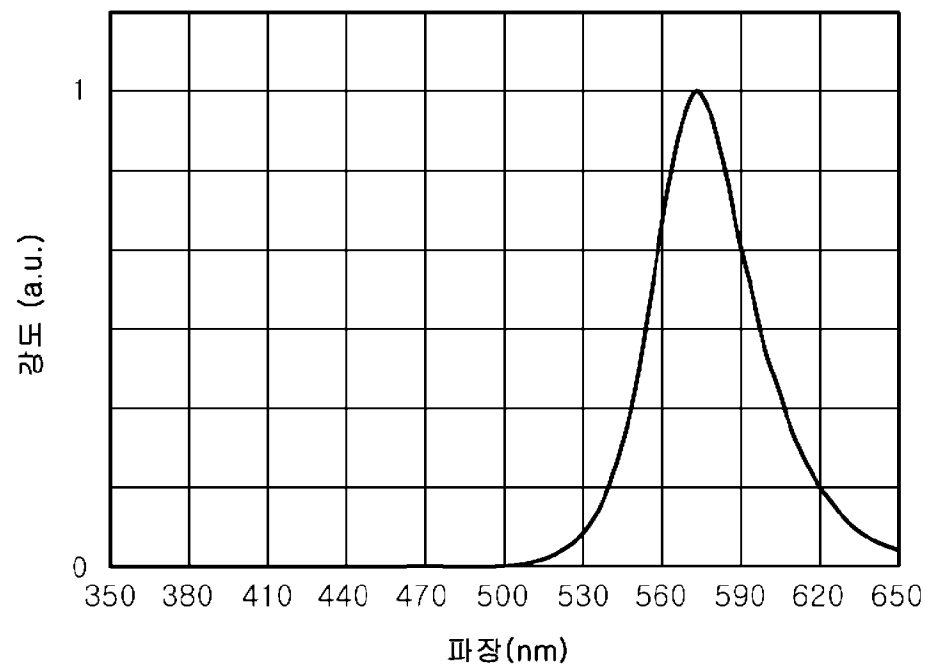
[도6g]



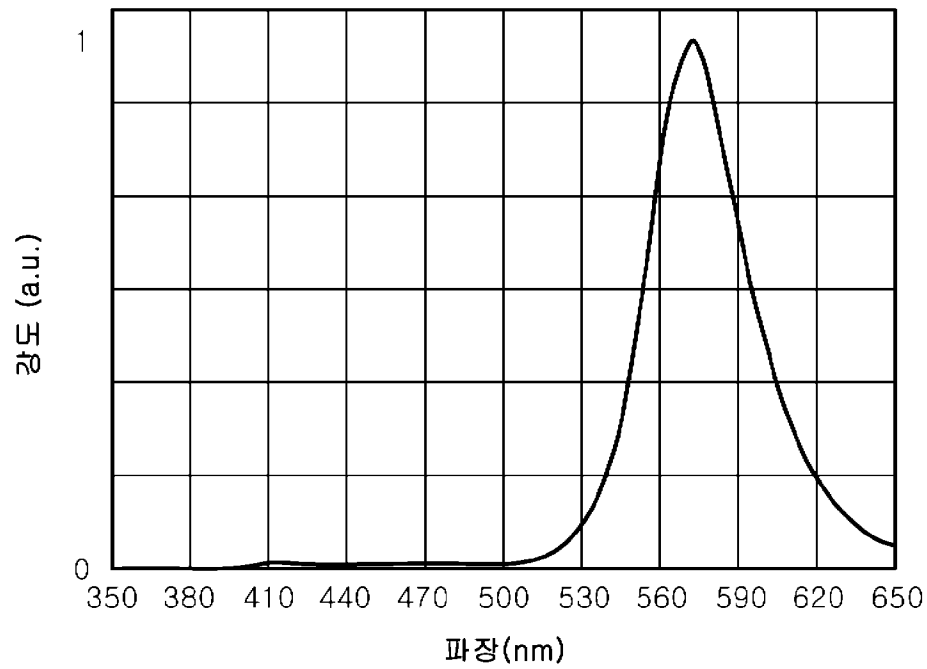
[도6h]



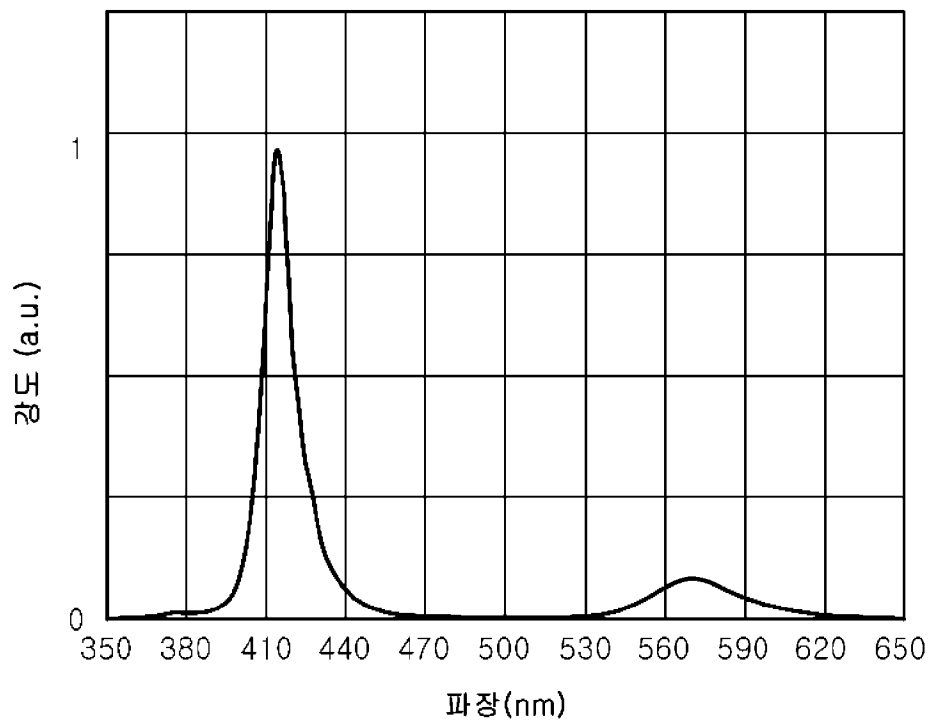
[도6i]



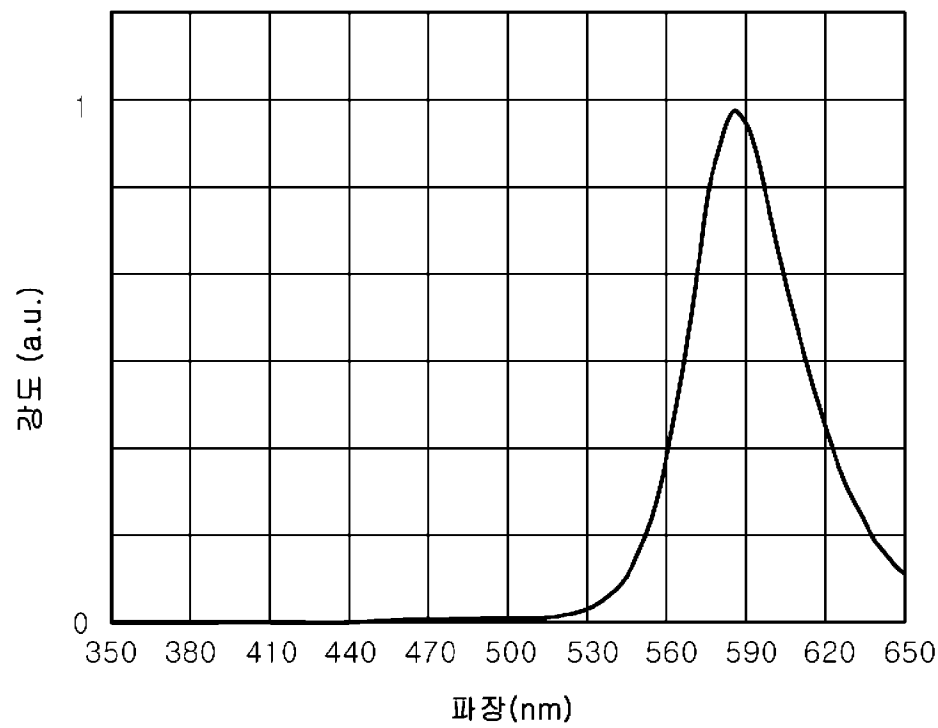
[도6j]



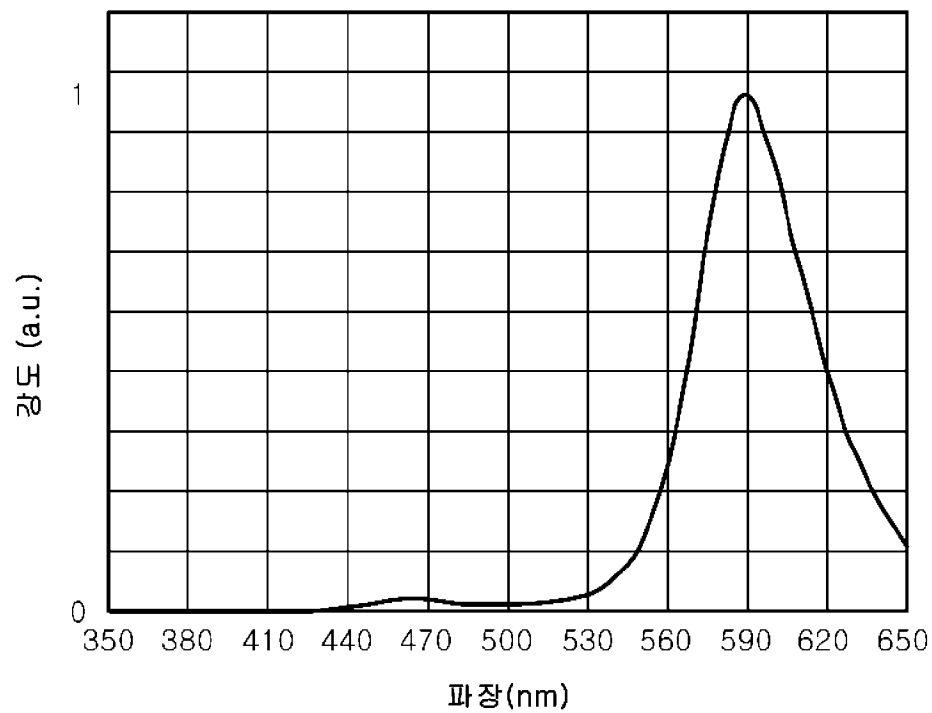
[도6k]



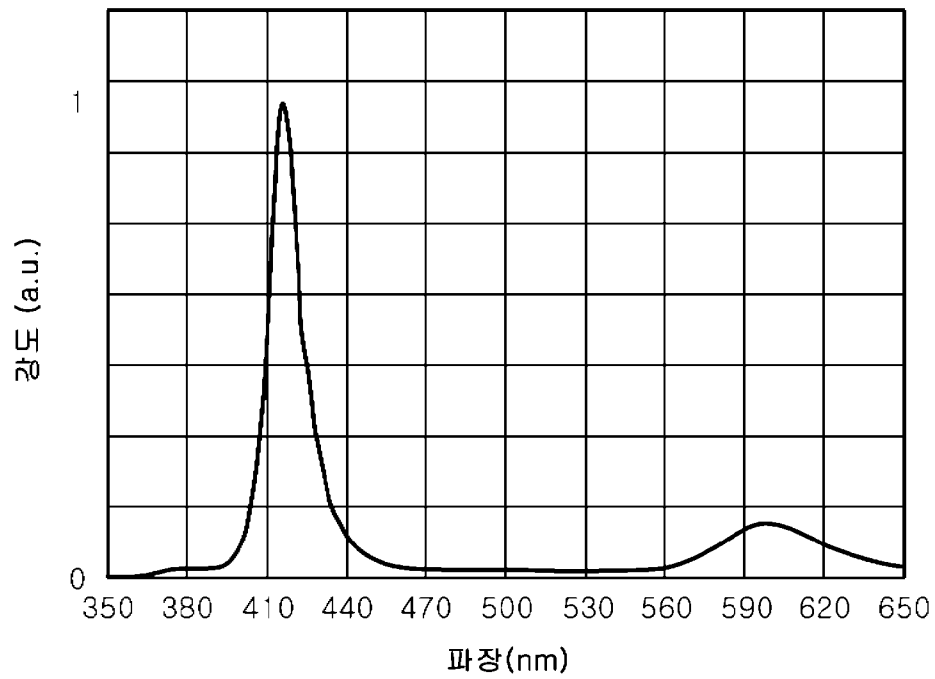
[도6]



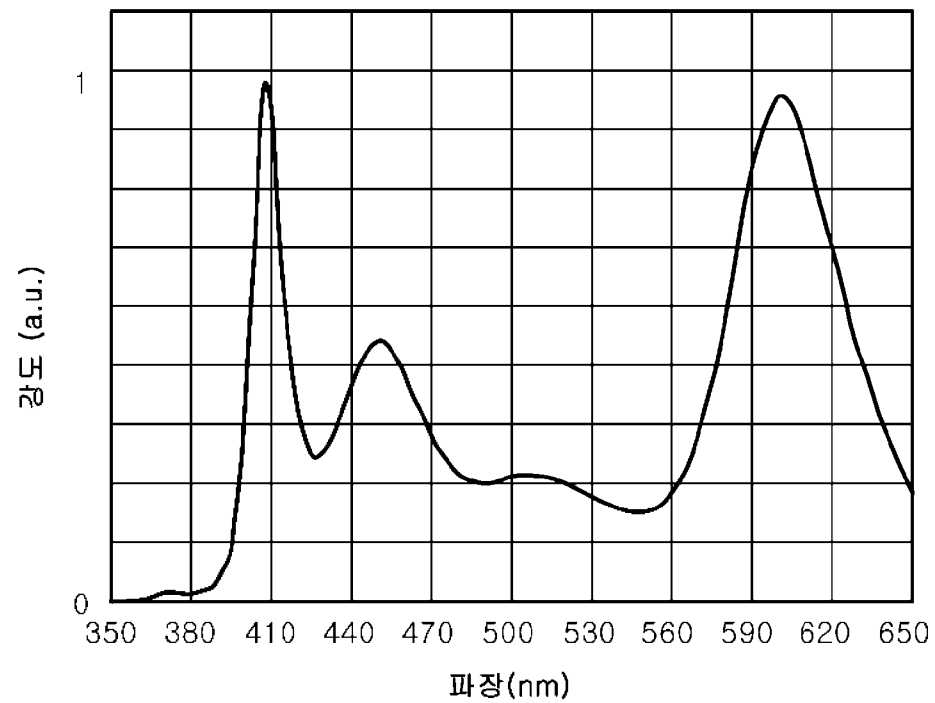
[도6m]



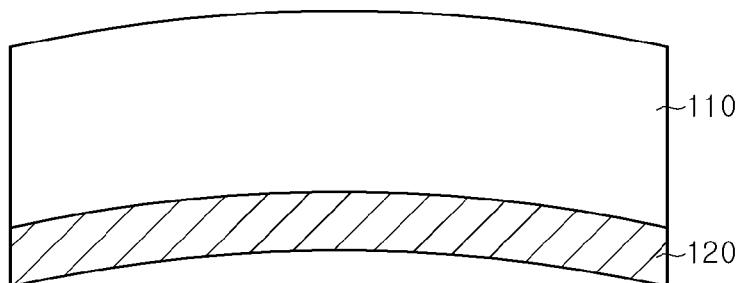
[도6n]



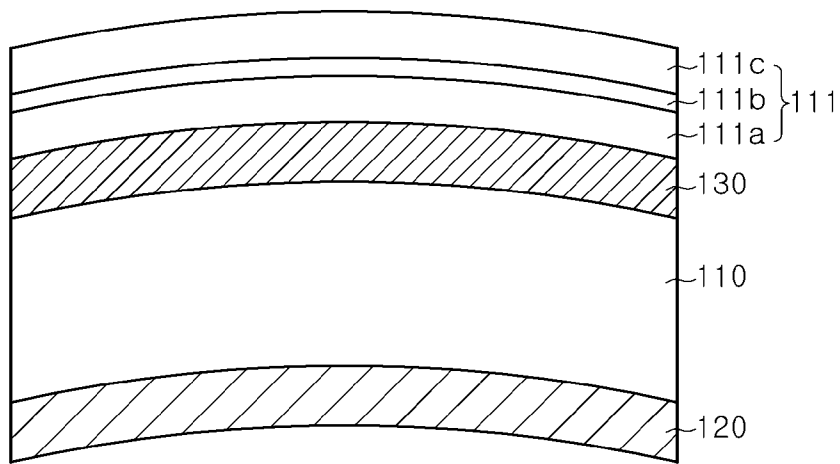
[도6o]



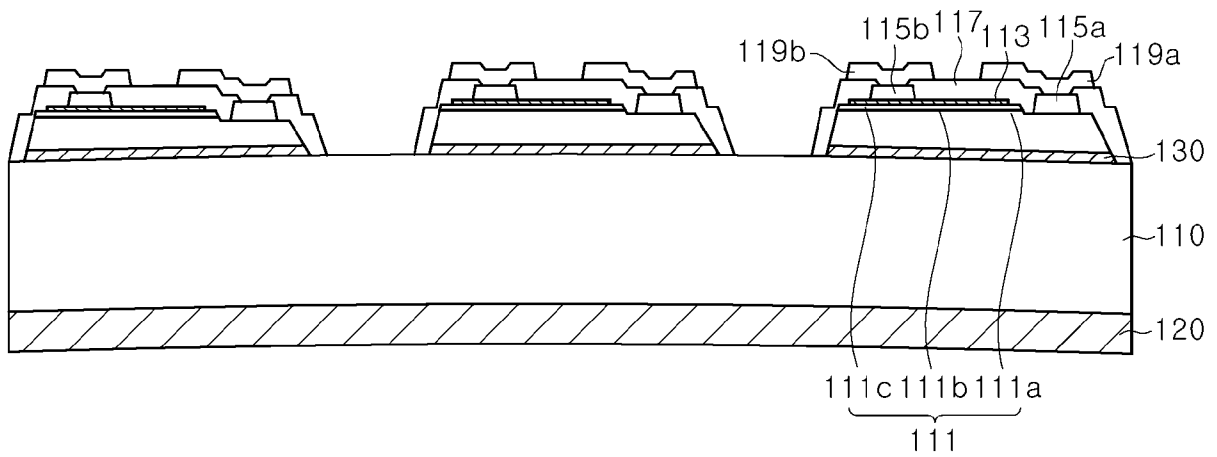
[도7a]



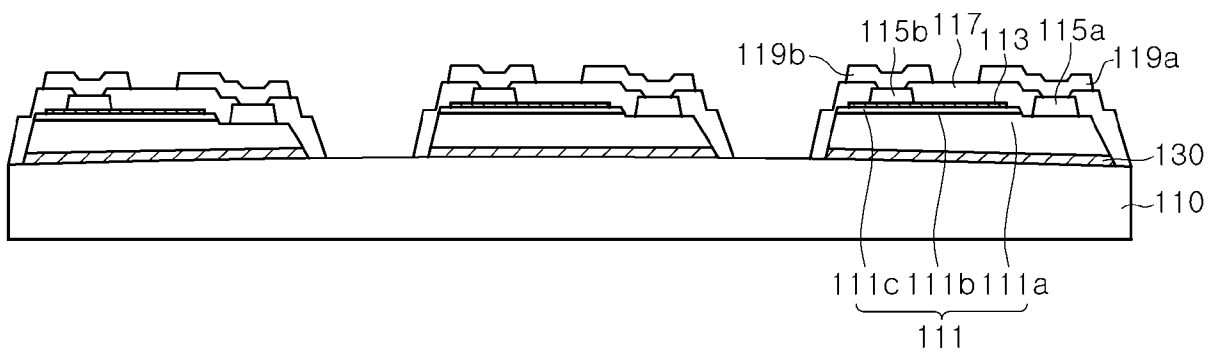
[도7b]



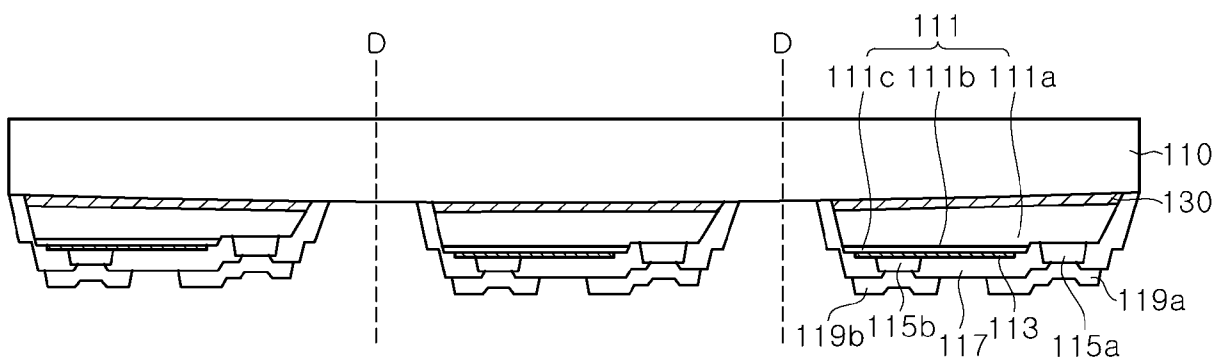
[도8a]



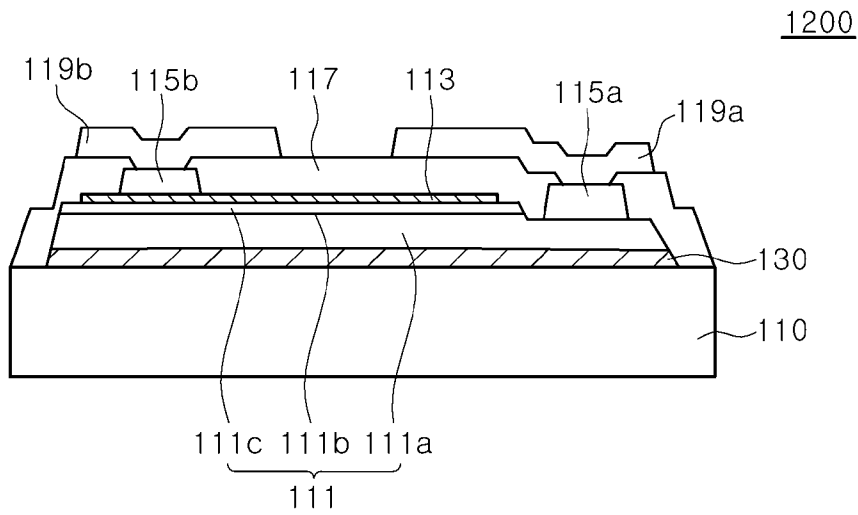
[도8b]



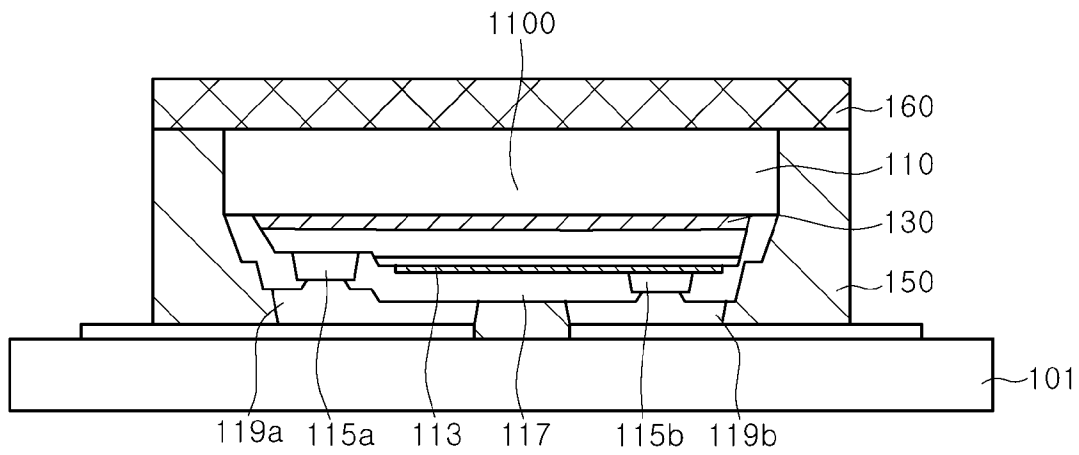
[도8c]



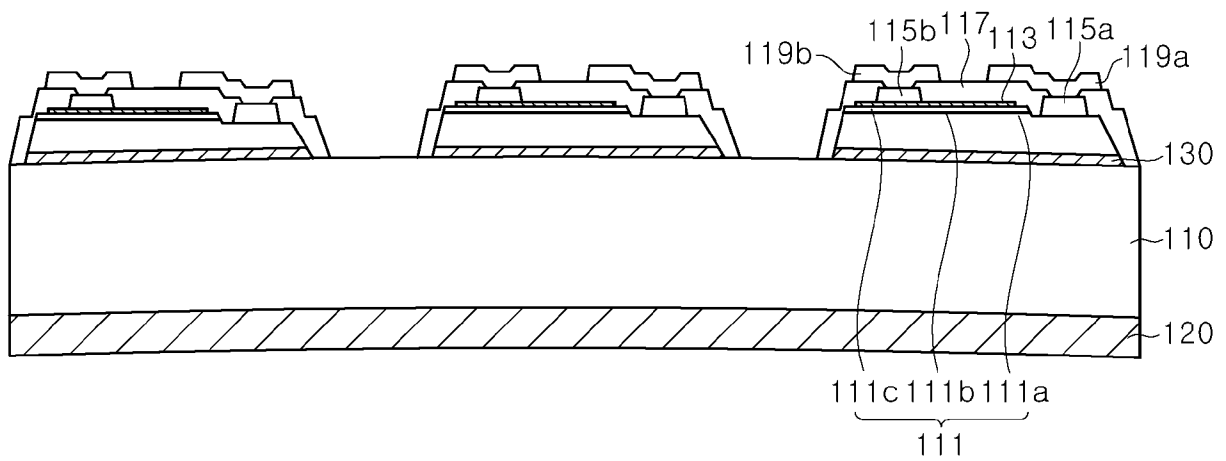
[도8d]



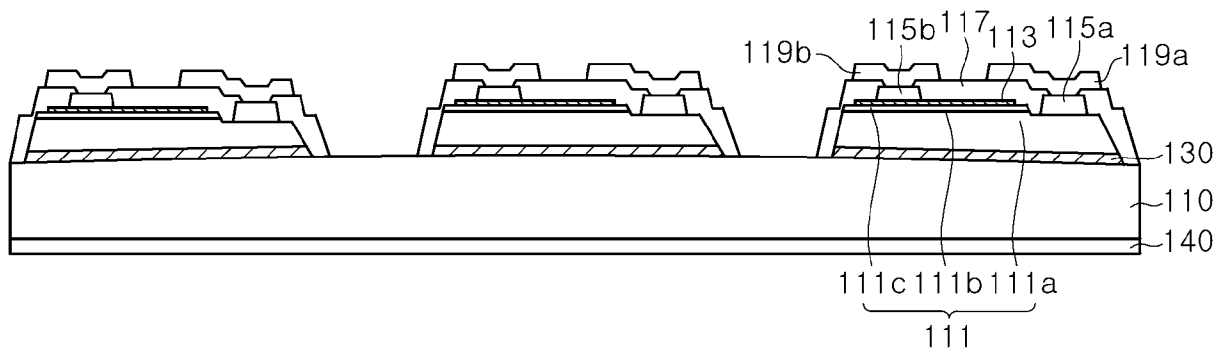
[도9]



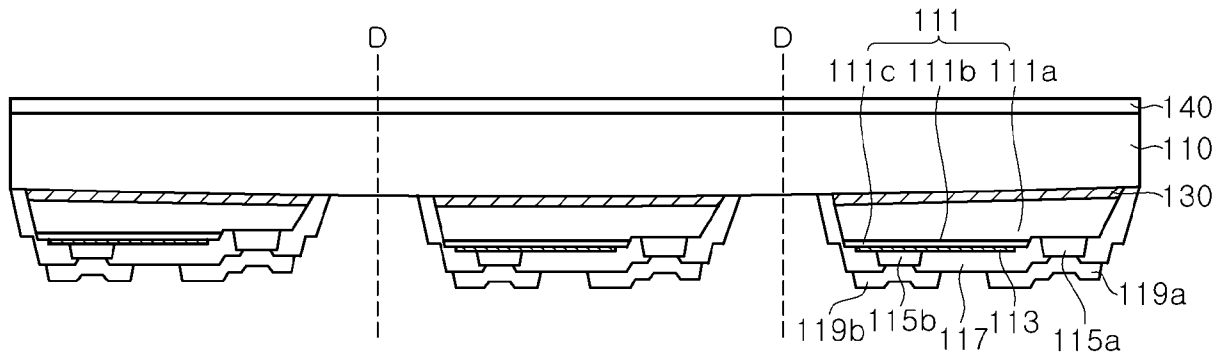
[도10a]



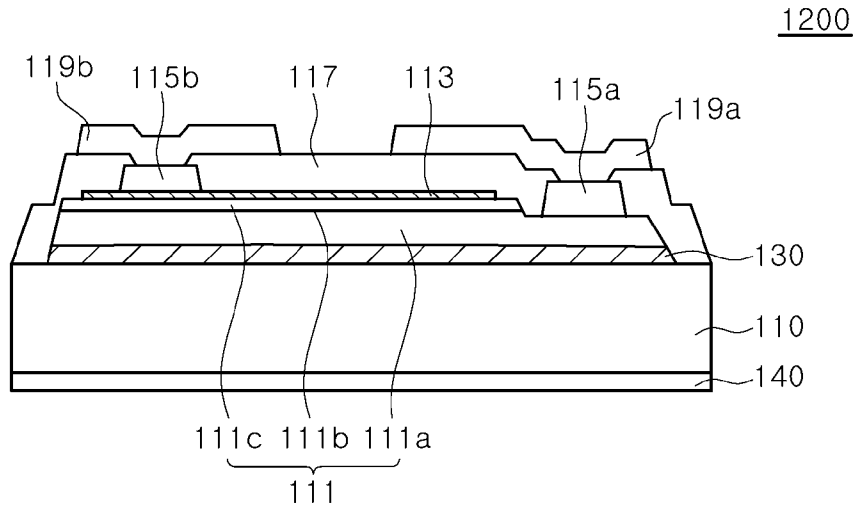
[도10b]



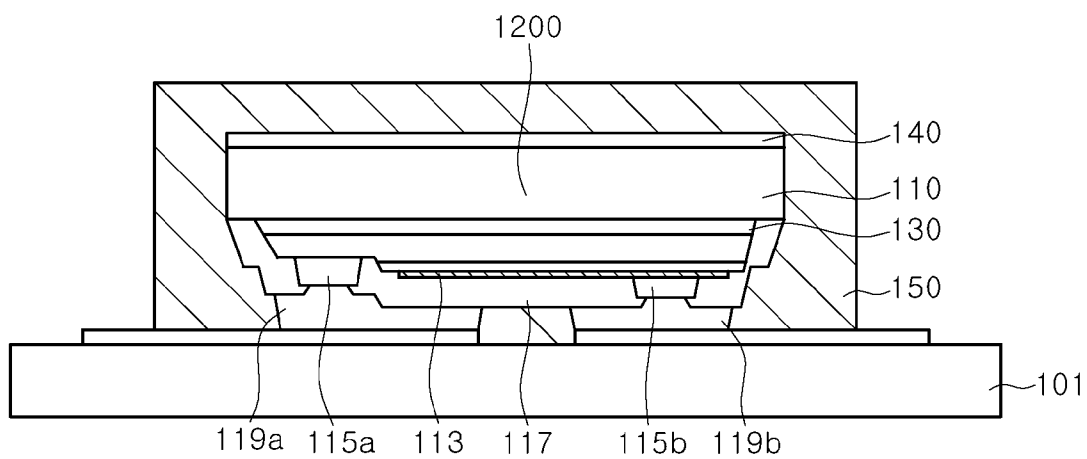
[도10c]



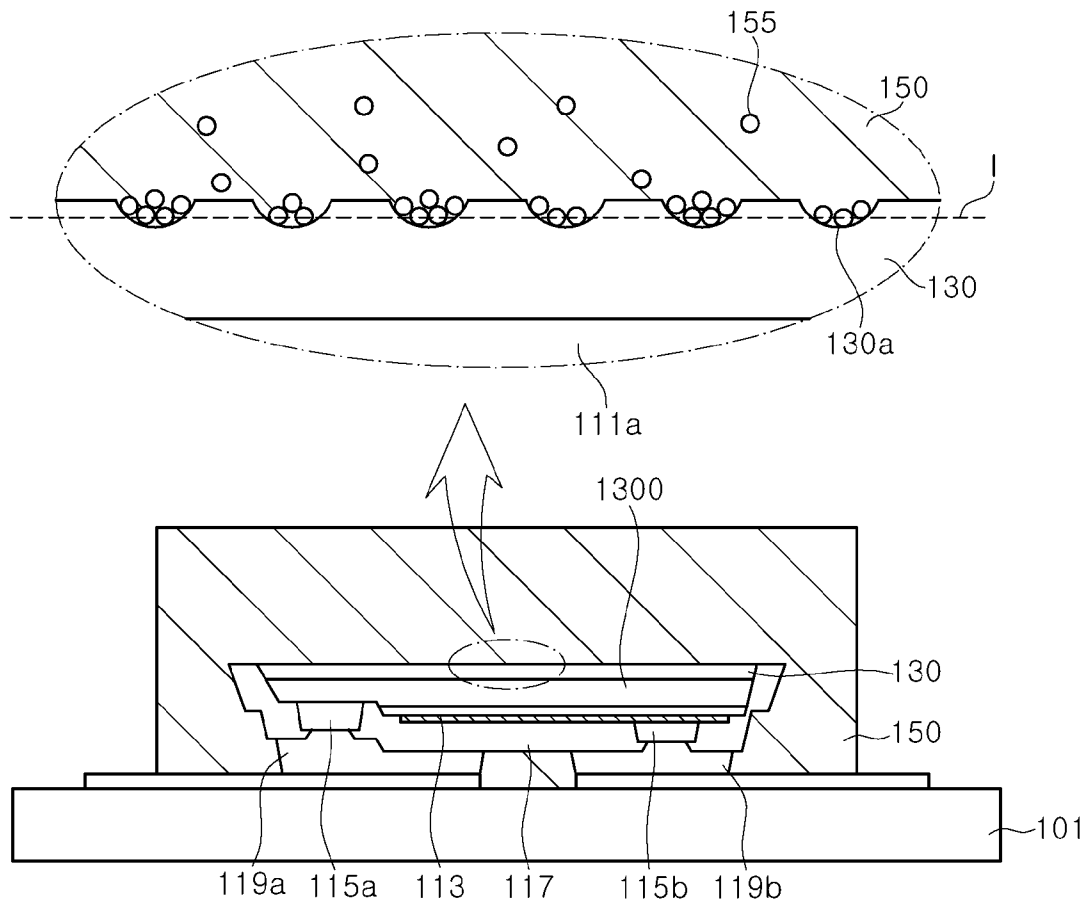
[도10d]



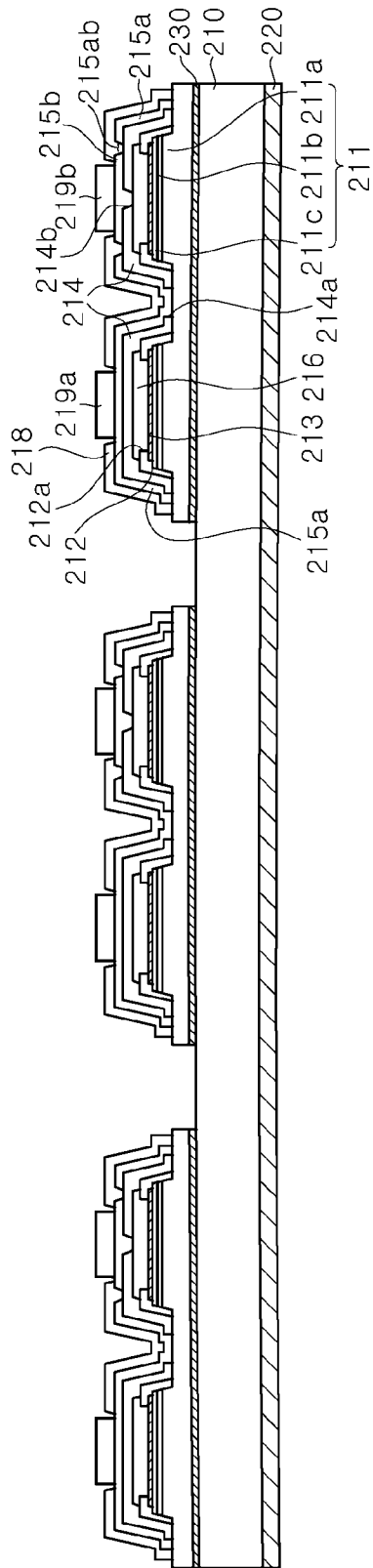
[도11a]



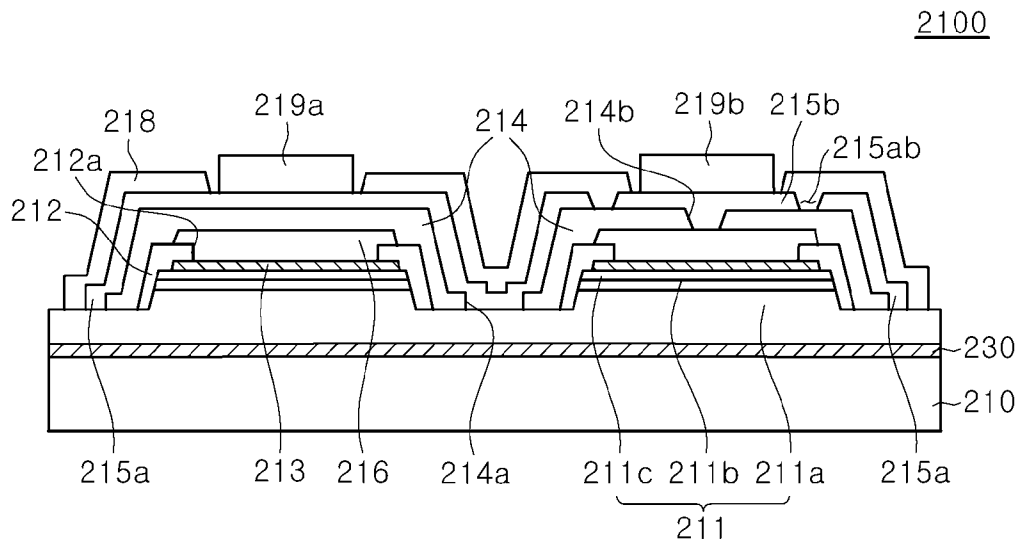
[도11b]



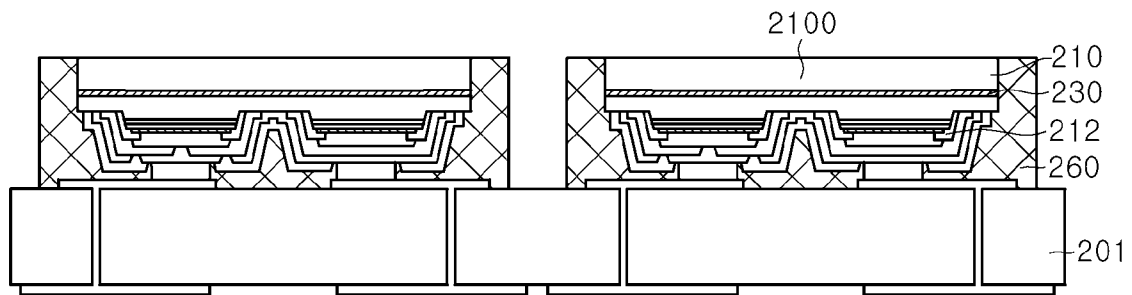
[도12a]



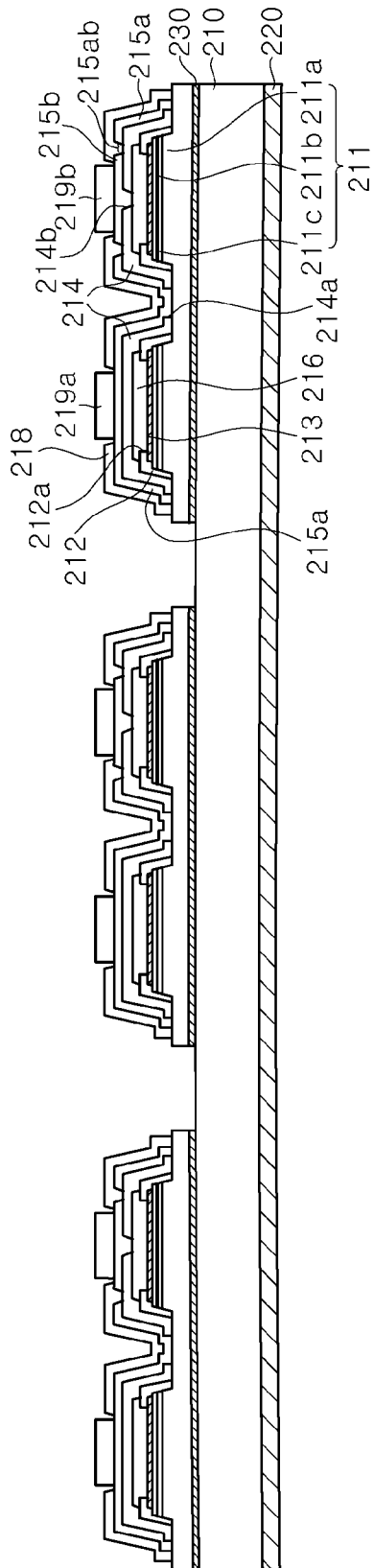
[도12d]



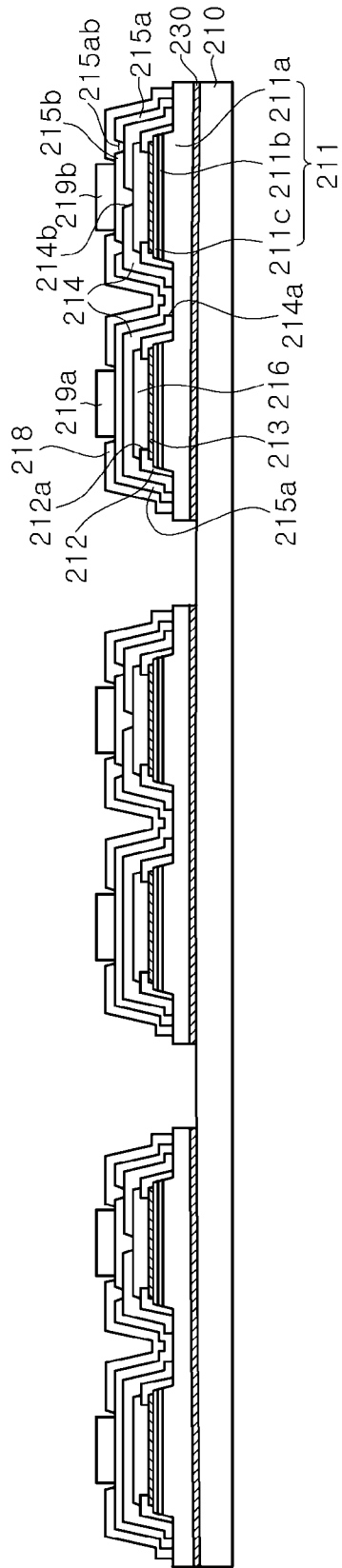
[도13]



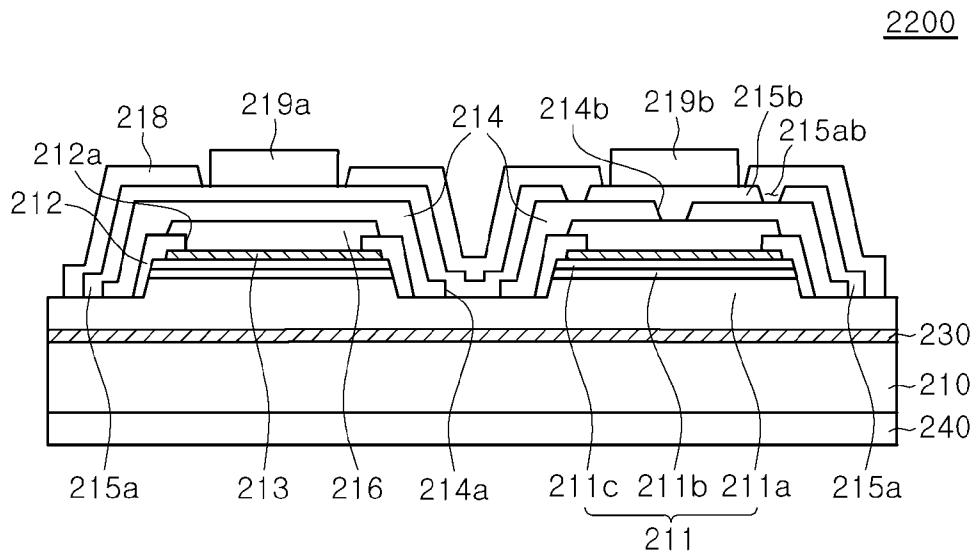
[도14a]



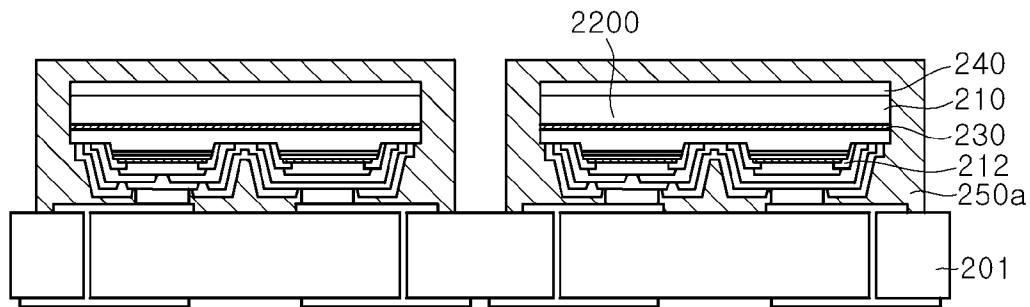
[도14b]



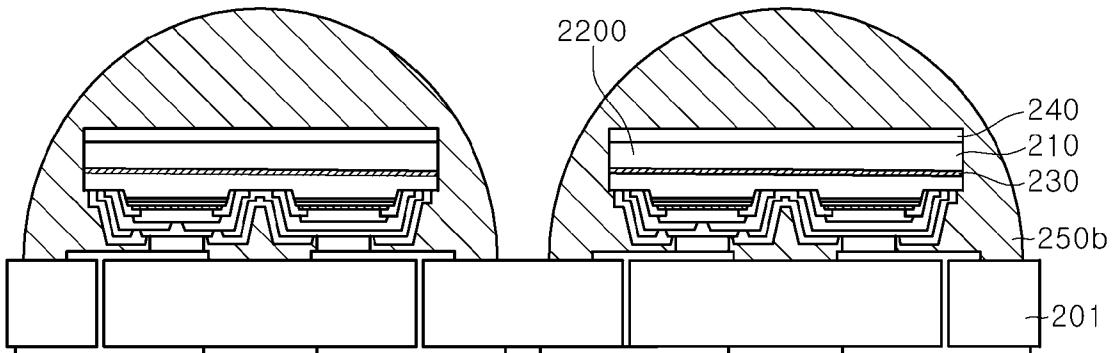
[도14d]



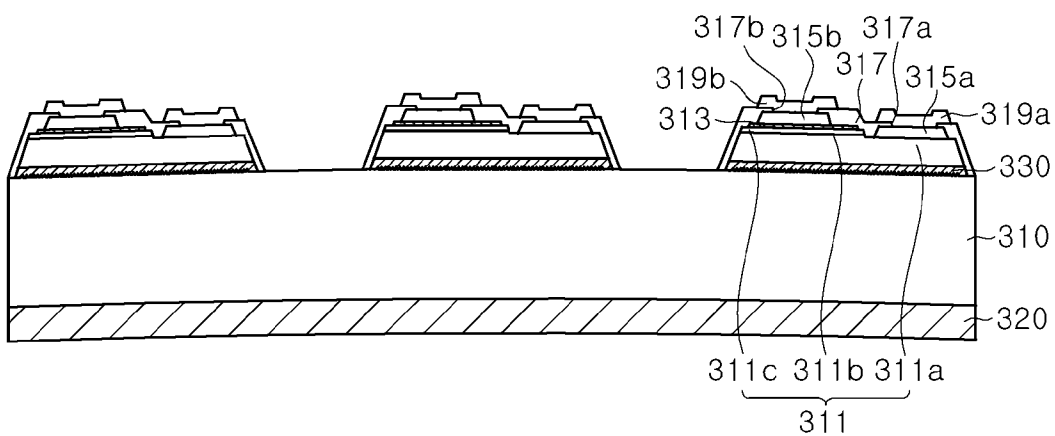
[도15a]



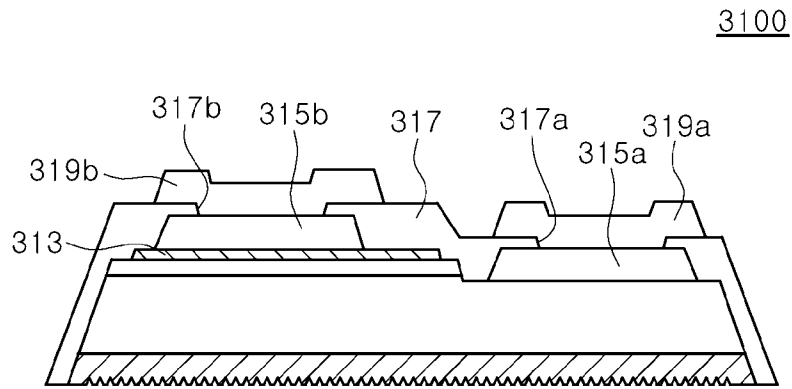
[도15b]



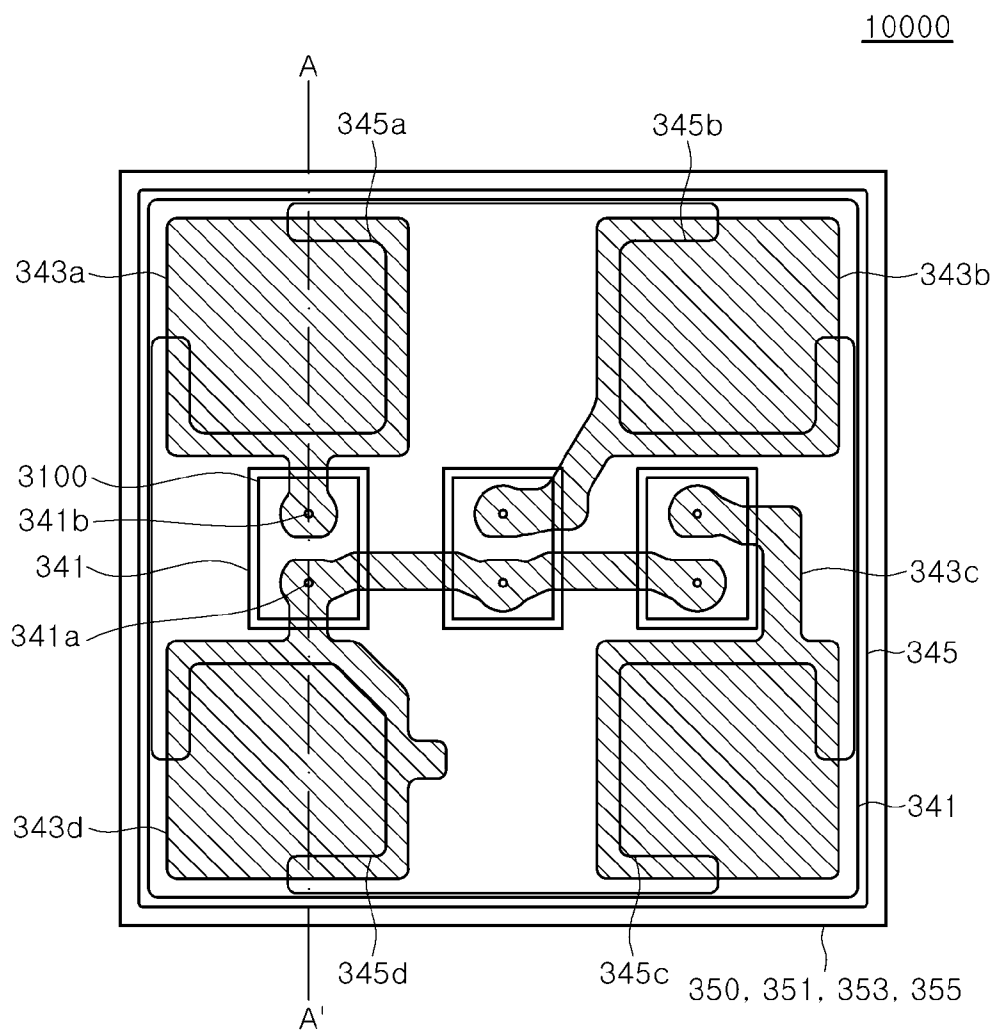
[도16a]



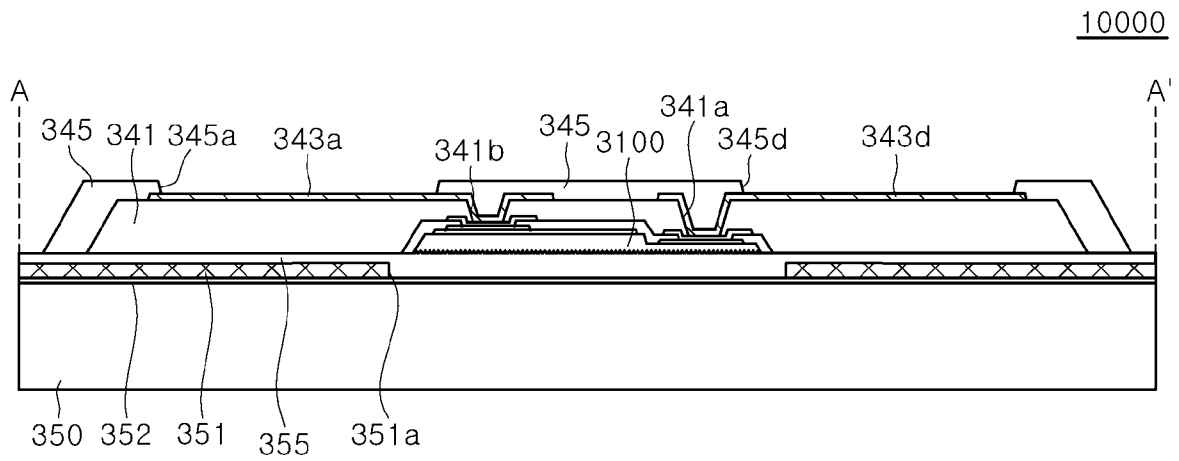
[도16b]



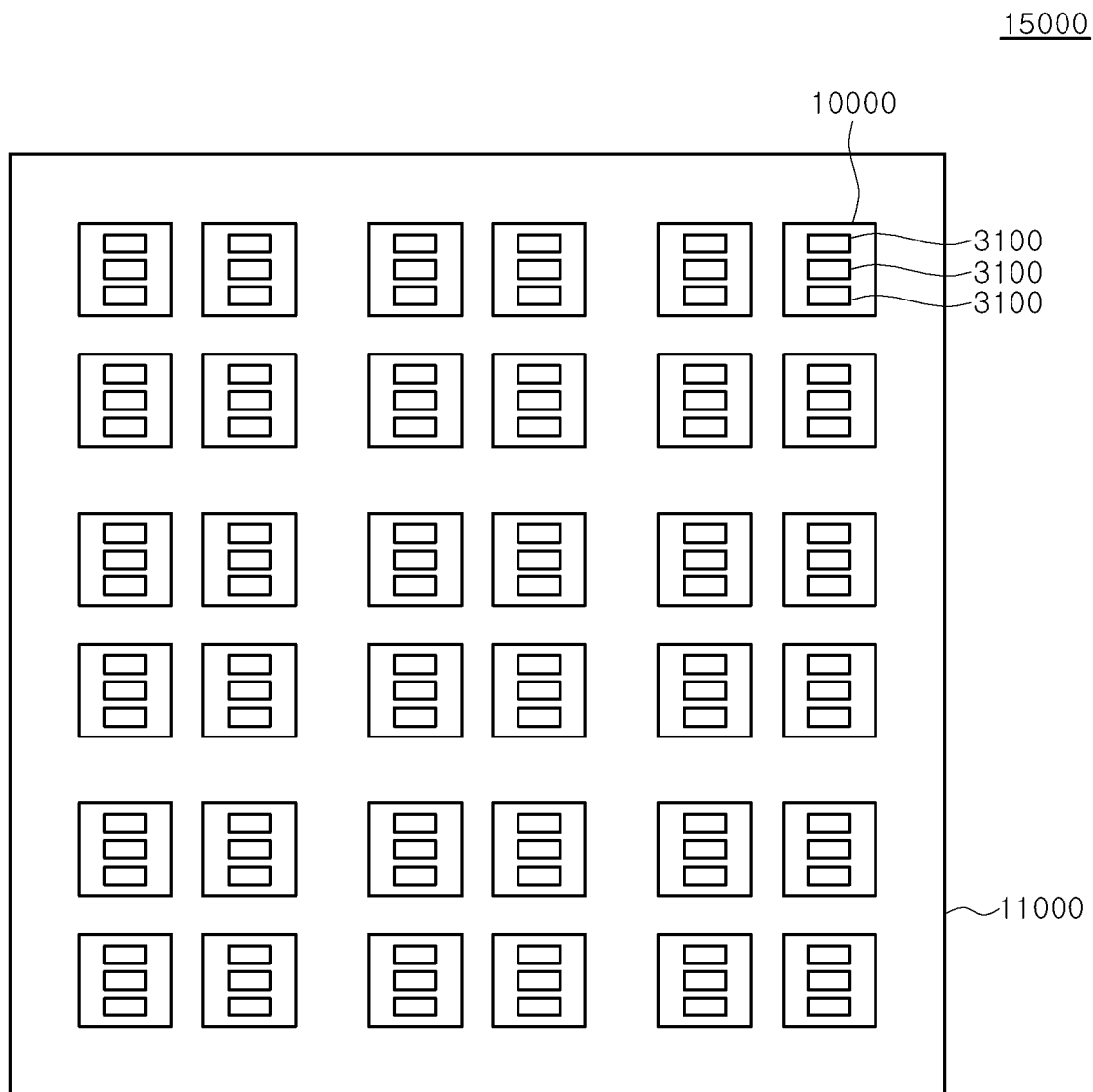
[도17a]



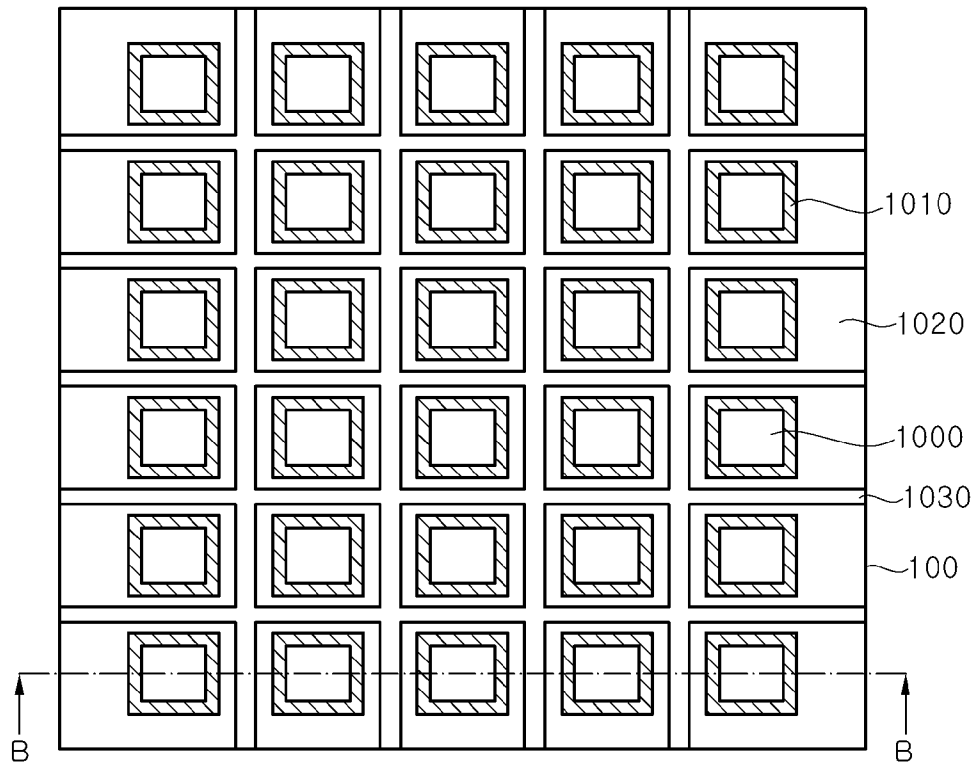
[도17b]



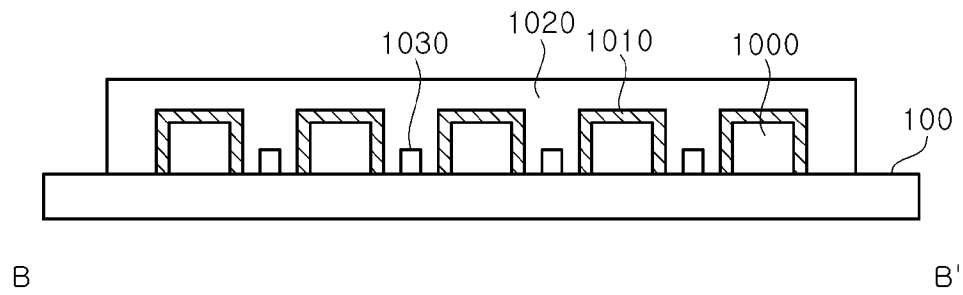
[도18]



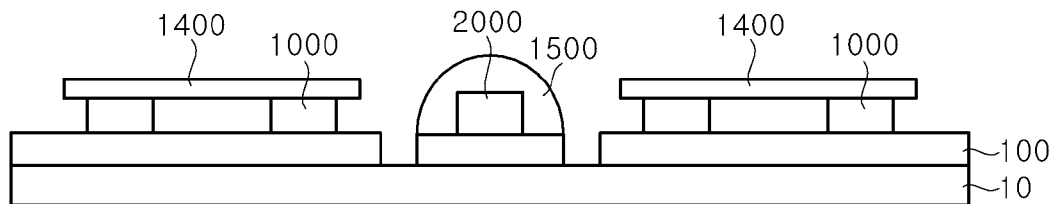
[도19a]



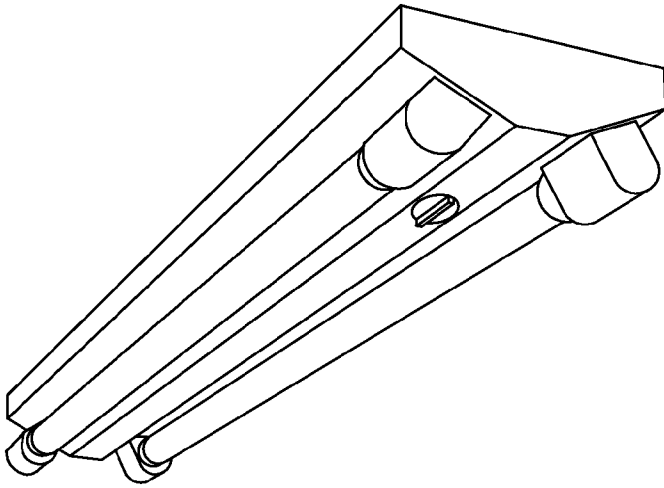
[도19b]



[도20]



[도21]

20000

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2022/019192

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 25/075**(2006.01)i; **H01L 33/50**(2010.01)i; **H01L 33/48**(2010.01)i; **H01L 33/62**(2010.01)i; **H01L 33/04**(2010.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L 25/075(2006.01); H01L 21/205(2006.01); H01L 31/10(2006.01); H01L 33/06(2010.01); H01L 33/24(2010.01);
H01L 33/50(2010.01); H01S 5/183(2006.01); H01S 5/343(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 다중양자우물(multi quantum well), 발광소자(light-emitting element), 피크발광파장(peak emission wavelength), 파장변환(wavelength conversion), 그루브(groove)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2017-0080598 A (STANLEY ELECTRIC CO., LTD. et al.) 10 July 2017 (2017-07-10) See paragraphs [0007]-[0074], claim 1 and figures 1a, 3 and 5c.	1-20
Y	JP 6738455 B2 (ROHM CO., LTD.) 12 August 2020 (2020-08-12) See paragraphs [0024]-[0028], claims 1 and 9 and figures 1-2.	1-20
Y	JP 2014-045015 A (MELJO UNIVERSITY) 13 March 2014 (2014-03-13) See paragraphs [0024]-[0031], claim 1 and figure 1.	9-12, 19-20
Y	JP 2004-031657 A (SAWAKI, Nobuhiko et al.) 29 January 2004 (2004-01-29) See paragraphs [0079]-[0080], claim 8 and figure 8.	14-20
A	KR 10-2016-0136717 A (LG INNOTEK CO., LTD.) 30 November 2016 (2016-11-30) See paragraphs [0025]-[0039], claims 1-11 and figure 1.	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 March 2023

Date of mailing of the international search report

16 March 2023

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/019192

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2017-0080598	A	10 July 2017	CN	107004742	A	01 August 2017
				CN	107004742	B	16 July 2019
				EP	3217438	A1	13 September 2017
				EP	3217438	B1	11 March 2020
				JP	2016-092284	A	23 May 2016
				JP	6433246	B2	05 December 2018
				US	10270045	B2	23 April 2019
				US	2017-0324047	A1	09 November 2017
				WO	2016-072275	A1	12 May 2016
JP	6738455	B2	12 August 2020	JP	2019-117950	A	18 July 2019
JP	2014-045015	A	13 March 2014	JP	6058946	B2	11 January 2017
JP	2004-031657	A	29 January 2004	JP	3843245	B2	08 November 2006
KR	10-2016-0136717	A	30 November 2016	US	10290766	B2	14 May 2019
				US	2018-0145208	A1	24 May 2018
				WO	2016-186467	A1	24 November 2016

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H01L 25/075(2006.01)i; H01L 33/50(2010.01)i; H01L 33/48(2010.01)i; H01L 33/62(2010.01)i; H01L 33/04(2010.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H01L 25/075(2006.01); H01L 21/205(2006.01); H01L 31/10(2006.01); H01L 33/06(2010.01); H01L 33/24(2010.01); H01L 33/50(2010.01); H01S 5/183(2006.01); H01S 5/343(2006.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 다중양자우물(multi quantum well), 발광소자(light-emitting element), 피크발광파장(peak emission wavelength), 파장변환(wavelength conversion), 그루브(groove)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2017-0080598 A (스탠리 일렉트릭 컴퍼니, 리미티드 등) 2017.07.10 단락 [0007]-[0074], 청구항 1 및 도면 1a, 3, 5c 참조.	1-20
Y	JP 6738455 B2 (ROHM CO., LTD.) 2020.08.12 단락 [0024]-[0028], 청구항 1, 9 및 도면 1-2 참조.	1-20
Y	JP 2014-045015 A (MELJO UNIVERSITY) 2014.03.13 단락 [0024]-[0031], 청구항 1 및 도면 1 참조.	9-12,19-20
Y	JP 2004-031657 A (SAWAKI NOBUHIKO 등) 2004.01.29 단락 [0079]-[0080], 청구항 8 및 도면 8 참조.	14-20
A	KR 10-2016-0136717 A (엘지이노텍 주식회사) 2016.11.30 단락 [0025]-[0039] 및 청구항 1-11 및 도면 1 참조.	1-20
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2023년03월15일(15.03.2023)		국제조사보고서 발송일 2023년03월16일(16.03.2023)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 김연경 전화번호 +82-42-481-3325

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2017-0080598 A	2017/07/10	CN 107004742 A	2017/08/01
		CN 107004742 B	2019/07/16
		EP 3217438 A1	2017/09/13
		EP 3217438 B1	2020/03/11
		JP 2016-092284 A	2016/05/23
		JP 6433246 B2	2018/12/05
		US 10270045 B2	2019/04/23
		US 2017-0324047 A1	2017/11/09
		WO 2016-072275 A1	2016/05/12
JP 6738455 B2	2020/08/12	JP 2019-117950 A	2019/07/18
JP 2014-045015 A	2014/03/13	JP 6058946 B2	2017/01/11
JP 2004-031657 A	2004/01/29	JP 3843245 B2	2006/11/08
KR 10-2016-0136717 A	2016/11/30	US 10290766 B2	2019/05/14
		US 2018-0145208 A1	2018/05/24
		WO 2016-186467 A1	2016/11/24