(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0169723
(43) 공개일자 2024년12월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 33/46 (2010.01) *H01L 25/075* (2006.01)
H01L 27/15 (2024.01) *H01L 33/06* (2010.01)
H01L 33/14 (2010.01) *H01L 33/38* (2010.01)
H01L 33/58 (2010.01) *H01L 33/62* (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01L 33/46 (2013.01)
H01L 25/0753 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7038598(분할)
(22) 출원일자(국제) 2021년12월27일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2023-7021925
원출원일자(국제) 2021년12월27일
심사청구일자 2024년10월29일
(85) 번역문제출일자 2024년11월20일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2021/062348
(87) 국제공개번호 WO 2022/144752
국제공개일자 2022년07월07일
(30) 우선권주장
63/131,128 2020년12월28일 미국(US)

(71) 출원인
제이드 버드 디스플레이(상하이) 리미티드
중국 상하이 201306 푸동 뉴 에어리어 중국 (상하이) 파일럿 프리 트레이드 존 린강 스페셜 에어리어 하이양 4티에이치 로드 레인 99 7에프 엔오. 11, 13
(72) 발명자
리, 퀴밍
중국 상하이 201306 푸동 뉴 에어리어 중국 (상하이) 파일럿 프리 트레이드 존 린강 스페셜 에어리어 하이양 4티에이치 로드 레인 99 7에프 엔오. 11, 13
리우, 데슈아이
중국 상하이 201306 푸동 뉴 에어리어 중국 (상하이) 파일럿 프리 트레이드 존 린강 스페셜 에어리어 하이양 4티에이치 로드 레인 99 7에프 엔오. 11, 13
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 광장리앤고

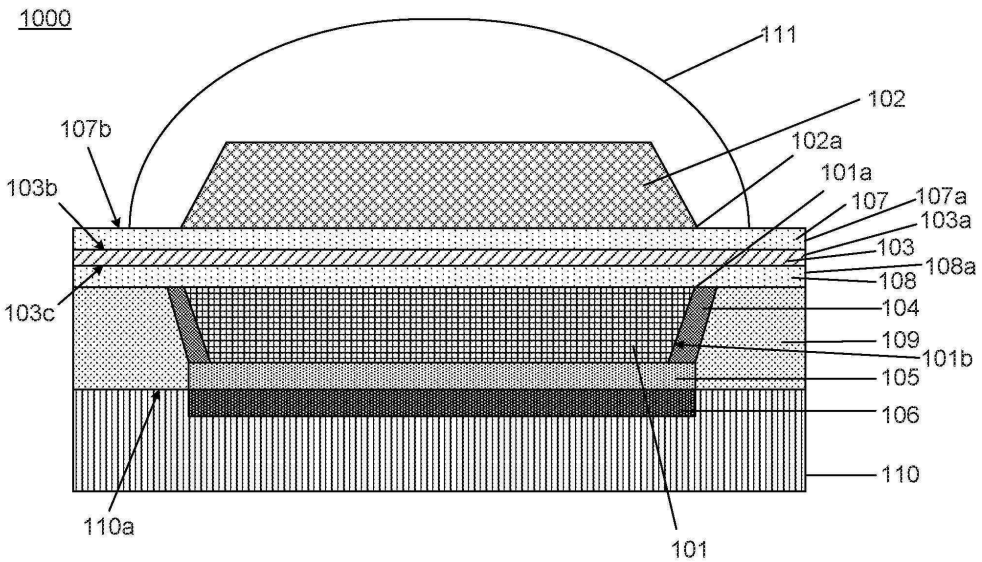
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **마이크로-LED 구조 및 이를 포함하는 마이크로-LED 칩**

(57) 요 약

마이크로-LED 구조는 제1 유형 도전층, 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층, 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층의 에지가 제1 유형 도전층의 상부 에지 및 제2 유형 도전층의 하부 에지와 접촉하지 않도록, 발광층은 제1 유형 도전층의 상부 에지 및 제2 유형 도전층의 하부 에지로부터 멀어지는 방향으로 수평 레벨을 따라 연장된다. 제2 유형 도전층의 하부 에지는 제1 유형 도전층의 상부 에지와 정렬된다.

대 표 도 - 도1a



(52) CPC특허분류
H01L 27/153 (2013.01)
H01L 33/06 (2013.01)
H01L 33/14 (2013.01)
H01L 33/38 (2013.01)
H01L 33/58 (2013.01)
H01L 33/62 (2013.01)

(72) 발명자
주, 유안쿤
중국 상하이 201306 푸동 뉴 에어리어 중국 (상하이) 파일럿 프리 트레이드 존 린강 스페셜 에어리어 하이양 4티에이치 로드 레인 99 7에프 엔오. 11, 13
팡, 안레
중국 상하이 201306 푸동 뉴 에어리어 중국 (상하이) 파일럿 프리 트레이드 존 린강 스페셜 에어리어 하이양 4티에이치 로드 레인 99 7에프 엔오. 11, 13
궈, 지안
중국 상하이 201306 푸동 뉴 에어리어 중국 (상하이) 파일럿 프리 트레이드 존 린강 스페셜 에어리어 하이양 4티에이치 로드 레인 99 7에프 엔오. 11, 13

명 세 서

청구범위

청구항 1

다수의 마이크로-LED를 포함하는 마이크로-LED 칩으로서,

상기 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는:

제1 유형 도전층;

상기 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및

상기 제1 유형 도전층과 상기 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함하고,

상기 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되며, 상기 다수의 마이크로-LED는 상기 발광층을 공유하는, 마이크로-LED 칩.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 발광층의 상부 표면 상에 형성된 상부 스페이서; 및

상기 발광층의 하부 표면에 형성된 하부 스페이서를 더 포함하고,

상기 상부 스페이서의 에지는 상기 발광층의 에지와 정렬되고,

상기 하부 스페이서의 에지는 상기 발광층의 상기 에지와 정렬되는, 마이크로-LED 칩.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 상부 스페이서의 두께는 상기 발광층의 두께보다 크고, 상기 하부 스페이서의 두께는 상기 발광층의 상기 두께보다 큰, 마이크로-LED 칩.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 적어도 하나의 마이크로-LED에서, 상기 제2 유형 도전층 상에, 그리고 상기 상부 스페이서의 상부 표면 상에 형성되는 마이크로렌즈를 더 포함하는, 마이크로-LED 칩.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제1 유형 도전층의 상부 면적은 상기 제1 유형 도전층의 하부 면적보다 크고, 상기 제2 유형 도전층의 상부 면적은 상기 제2 유형 도전층의 하부 면적보다 작은, 마이크로-LED 칩.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 발광층은 한 쌍의 양자우물층(quantum well layer)만을 포함하거나, 또는 다수 쌍의 양자우물층을 포함하는, 마이크로-LED 칩.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 마이크로-LED는 상기 제1 유형 도전층을 둘러싸며 형성되는 반사 구조를 더 포함하는, 마이크로-LED 칩.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 적어도 하나의 마이크로-LED에서, 상기 반사 구조는 상기 제1 유형 도전층의 측벽 표면에 부착되고,

상기 적어도 하나의 마이크로-LED는 상기 제1 유형 도전층 밑에 형성되고 상기 제1 유형 도전층과 전기적으로

연결되는 하부 연결 구조를 더 포함하는, 마이크로-LED 칩.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 제1 유형 도전층의 밑에 있고, 기판의 연결 패드에 의해 상기 하부 연결 구조와 전기적으로 연결되는 상기 기판을 더 포함하는, 마이크로-LED 칩.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 기판(10)은 IC 회로를 포함하는, 마이크로-LED 칩.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 제1 유형 도전층의 상기 측벽의 상기 반사 구조는 상기 기판의 표면에 대해 경사지고, 상기 반사 구조의 경사각은 상기 기판의 상기 표면에 대해 대략 30° 내지 대략 75° 인, 마이크로-LED 칩.

청구항 12

제8항에 있어서, 상기 하부 연결 구조는 반사성 및 전기 도전성 재료로 제조되는, 마이크로-LED 칩.

청구항 13

제8항에 있어서, 상기 제1 유형 도전층의 상기 측벽의 상기 반사 구조는 만곡된 표면을 갖는, 마이크로-LED 칩.

청구항 14

제8항에 있어서, 상기 제1 유형 도전층의 상기 측벽에서의 상기 반사 구조는 ODR(전방향 반사기(omnidirectional reflector)) 구조 또는 DBR(분포 브래그 반사(distributed bragg reflection)) 구조로 되는, 마이크로-LED 칩.

청구항 15

제7항에 있어서, 상기 반사 구조는 상기 제1 유형 도전층의 측벽 표면 및 하부 표면에 모두 부착되는, 마이크로-LED 칩.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 제1 유형 도전층의 상기 하부 표면의 상기 반사 구조는 전기 도전성이며,

상기 마이크로-LED 칩은 상기 반사 구조의 하부에 형성되며 상기 반사 구조와 전기적으로 연결되는 하부 연결 구조를 더 포함하는, 마이크로-LED 칩.

청구항 17

제7항에 있어서, 상기 반사 구조는 상기 제2 유형 도전층 상에 광을 집속시키도록 구성되는, 마이크로-LED 칩.

청구항 18

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 마이크로-LED는:

상기 제1 유형 도전층의 하부 표면에 부착되는 반사 구조를 더 포함하는, 마이크로-LED 칩.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 반사 구조는 전기 도전성이고,

상기 적어도 하나의 마이크로-LED는 상기 반사 구조의 하부에 형성되며 상기 반사 구조와 전기적으로 연결되는 하부 연결 구조를 더 포함하는, 마이크로-LED 칩.

청구항 20

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 마이크로-LED에서, 상기 제1 유형 도전층을 둘러싸며 상기 발광층 밑에 형성되는 분리층을 더 포함하고, 상기 분리층은 광 흡수 재료로 제조되는, 마이크로-LED 칩.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 관련 출원에 대한 상호-참조

[0002] 본 출원은 2020년 12월 28일에 출원된 미국 가출원 제63/131,128호에 대한 우선권을 주장하며, 그 전체 내용은 참조로 본원에 포함된다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 개시는 마이크로-LED 구조 및 상기 마이크로-LED 구조를 포함하는 마이크로-LED 칩에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0005] 마이크로-발광 다이오드(micro-light emitting diode, micro-LED)는 전기 신호를 사용하여 광을 방출하는 디바이스이며, 대략 수 마이크로미터 또는 심지어 그보다 작은 크기를 갖는다. 마이크로-LED는 소형 광학 소자에서 광범위하게 구현되도록 저전압으로 구동될 수 있다. 최근, 마이크로-LED는 그 효율성을 증가시킴으로써 조명 광원으로서 개발되고 있다.

발명의 내용

[0006] 본 개시의 실시형태의 일 측면에 따르면, 마이크로-LED 구조는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층의 에지가 제1 유형 도전층의 상부 에지 및 제2 유형 도전층의 하부 에지와 접촉하지 않도록, 발광층은 제1 유형 도전층의 상부 에지 및 제2 유형 도전층의 하부 에지로부터 멀어지는 방향으로 수평 레벨을 따라 연장된다. 제2 유형 도전층의 하부 에지는 제1 유형 도전층의 상부 에지와 정렬된다.

[0007] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 구조는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층의 에지가 제1 유형 도전층의 상부 에지 및 제2 유형 도전층의 하부 에지와 접촉하지 않도록, 발광층은 제1 유형 도전층의 상부 에지 및 제2 유형 도전층의 하부 에지로부터 멀어지는 방향으로 수평 레벨을 따라 연장된다. 제1 유형 도전층의 상부 표면 상에 수직으로 투영되는 제2 유형 도전층의 프로파일은 제1 유형 도전층의 상부 에지에 의해 둘러싸인다.

[0008] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 구조는 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층의 에지가 제1 유형 도전층의 상부 에지 및 제2 유형 도전층의 하부 에지와 접촉하지 않도록, 발광층은 제1 유형 도전층의 상부 에지 및 제2 유형 도전층의 하부 에지로부터 멀어지는 방향으로 수평 레벨을 따라 연장한다. 제2 유형 도전층의 하부 표면 상에 수직으로 투영되는 제1 유형 도전층의 프로파일은 제2 유형 도전층의 하부 에지에 의해 둘러싸인다.

[0009] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 구조는 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 제1 유형 도전층의 에지로부터 수평 레벨을 따라 연장된다. 발광층의 에지는 제2 유형 도전층의 에지와 정렬된다. 제2 유형 도전층의 에지는 제1 유형 도전층의 에지로부터 멀어지는 방향으로 수평 레벨을 따라 연장된다.

[0010] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 구조는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 제2 유형 도전층의 에지로부터 수평 레벨을 따라 연장된다. 발광층의 에지는 제1 유형 도전층의 에지와 정렬된다. 제1 유형 도전층의 에지는 제2 유형 도전층의 에지로부터 멀어지는 방향으로 수평 레벨을 따라 연장된다.

[0011] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다.

[0012] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이

크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 인접한 마이크로-LED 사이에 분리 구조가 형성되며, 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성된다.

[0013] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 인접한 마이크로-LED 사이에 분리 구조가 형성되며, 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성된다. 분리 구조의 상부 표면은 발광층의 상부와 정렬되고, 분리 구조의 하부 표면은 발광층의 밑에 있다.

[0014] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 마이크로-LED 칩은: 발광층의 상부 표면 상에 형성된 상부 스페이서; 발광층의 하부 표면에 형성된 하부 스페이서 - 상부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬되고, 하부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬됨 -; 및 인접한 마이크로-LED 사이에 형성된 분리 구조 - 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성되고, 분리 구조의 상부 표면은 발광층의 상부와 정렬되고, 분리 구조의 하부 표면은 하부 스페이서의 하부 표면 위에 있고 발광층의 밑에 있음 - 를 더 포함한다.

[0015] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 마이크로-LED 칩은: 발광층의 상부 표면 상에 형성된 상부 스페이서; 발광층의 하부 표면에 형성된 하부 스페이서 - 상부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬되고, 하부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬됨 -; 및 인접한 마이크로-LED 사이에 형성된 분리 구조 - 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성되고, 분리 구조의 상부 표면은 발광층의 상부와 정렬되고, 하부 표면은 하부 스페이서 밑에 있음 - 를 더 포함한다.

[0016] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 마이크로-LED 칩은: 발광층의 상부 표면 상에 형성된 상부 스페이서; 발광층의 하부 표면에 형성된 하부 스페이서 - 상부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬되고, 하부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬됨 -; 및 인접한 마이크로-LED 사이에 형성된 분리 구조 - 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성되고, 분리 구조의 상부 표면은 발광층의 상부와 정렬되고, 분리 구조의 하부 표면은 하부 스페이서의 하부 표면과 정렬됨 - 를 더 포함한다.

[0017] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 마이크로-LED 칩은 인접한 마이크로-LED 사이에 형성된 분리 구조를 더 포함하고, 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성된다. 분리 구조의 상부 표면은 발광층 위에 있다. 분리 구조의 하부 표면은 발광층의 하부와 정렬된다.

[0018] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 마이크로-LED 칩은: 발광층의 상부 표면 상에 형성된 상부 스페이서; 발광층의 하부 표면에 형성된 하부 스페이서 - 상부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬되고, 하부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬됨 -; 및 인접한 마이크로-LED 사이에 형성된 분리 구조 - 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성되고, 분리 구조의 하부 표면은 발광층의 하부 표면과 정렬되고, 분리 구조의 상부 표면은 발광층 위에 있고 상부 스페이서의 상부 표면 밑에 있음 - 를 더 포함한다.

[0019] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 마이크로-LED 칩은: 발광층의 상부 표면 상에 형성된 상부 스페이서; 발광층의 하부 표면에 형성된 하부 스페이서 - 상부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬되고, 하부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬됨 -; 및 인접한 마이크로-LED 사이에 형성된 분리 구조 - 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성되고, 분리 구조의 하부 표면은 발광층의 하부 표면과 정렬되고, 분리 구조의 상부 표면은 상부 스페이서의 상부 표면과 정렬됨 - 를 더 포함한다.

[0020] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 마이크로-LED 칩은: 발광층의 상부 표면 상에 형성된 상부 스페이서; 발광층의 하부 표면에 형성된 하부 스페이서 - 상부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬되고, 하부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬됨 -; 및 인접한 마이크로-LED 사이에 형성된 분리 구조 - 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성되고, 분리 구조의 하부 표면은 발광층의 하부 표면과 정렬되고, 분리 구조의 상부 표면은 상부 스페이서 위에 있음 - 를 더 포함한다.

[0021] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 인접한 마이크로-LED 사이에 분리 구조가 형성되고, 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성된다. 분리 구조의 상부 표면은 발광층 위에 있고, 분리 구조의 하부 표면은 발광층 밑에 있다.

[0022] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 마이크로-LED 칩은: 발광층의 상부 표면 상에 형성된 상부 스페이서; 발광층의 하부 표면에 형성된 하부 스페이서 - 상부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬되고, 하부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬됨 -; 및 인접한 마이크로-LED 사이에 형성된 분리 구조 - 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성되고, 분리 구조의 상부 표면은 발광층 위에 있고 상부 스페이서의 상부 표면 밑에 있으며, 분리 구조의 하부 표면은 발광층의 하부 밑에 있음 - 를 더 포함한다.

[0023] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 마이크로-LED 칩은: 발광층의 상부 표면 상에 형성된 상부 스페이서; 발광층의 하부 표면에 형성된 하부 스페이서 - 상부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬되고, 하부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬됨 -; 및 인접한 마이크로-LED 사이에 형성된 분리 구조 - 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성되고, 분리 구조의 상부 표면은 발광층 위에 있고 상부 스페이서의 상부 표면 밑에 있으며, 분리 구조의 하부 표면은 발광층의 하부 밑에 있고 하부 스페이서의 하부 표면 위에 있음 - 를 더 포함한다.

[0024] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 마이크로-LED 칩은: 발광층의 상부 표면 상에 형성된 상부 스페이서; 발광층의 하부 표면에 형성된 하부 스페이서 - 상부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬되고, 하부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬됨 -; 및 인접한 마이크로-LED 사이에 형성된 분리 구조 - 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성되고, 분리 구조의 상부 표면은 발광층 위에 있고 상부 스페이서의 상부 표면 밑에 있으며, 분리 구조의 하부 표면은 하부 스페이서의 하부 표면과 정렬됨 - 를 더 포함한다.

[0025] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 마이크로-LED 칩은: 발광층의 상부 표면 상에 형성된 상부 스페이서; 발광층의 하부 표면에 형성된 하부 스페이서 - 상부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬되고, 하부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬됨 -; 및 인접한 마이크로-LED 사이에 형성된 분리 구조 - 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성되고, 분리 구조의 상부 표면은 발광층 위에 있고 상부 스페이서의 상부 표면 밑에 있으며, 분리 구조의 하부 표면은 하부 스페이서 밑에 있음 - 를 더 포함한다.

[0026] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 마이크로-LED 칩은: 발광층의 상부 표면 상에 형성된 상부 스페이서; 발광층의 하부 표면에 형성된 하부 스페이서 - 상부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬되고, 하부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬됨 -; 및 인접한 마이크로-LED 사이에 형성된 분리 구조 - 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성되고, 분리 구조의 하부 표면은 발광층 밑에 있고 하부 스페이서의 하부 표면 위에 있으며, 분리 구조의 상부 표면은 상부 스페이서의 상부 표면과 정렬됨 - 를 더 포함한다.

[0027] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 마이크로-LED 칩은: 발광층의 상부 표면 상에 형성된 상부 스페이서; 발광층의 하부 표면에 형성된 하부 스페이서 - 상부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬되고, 하부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬됨 -; 및 인접한 마이크로-LED 사이에 형성된 분리 구조 - 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성되고, 분리 구조의 하부 표면은 발광층 밑에 있고 하부 스페이서의 하부 표면 위에 있으며, 분리 구조의 상부 표면은 상부 스페이서 위에 있음 - 를 더 포함한다.

[0028] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 인접한 마이크로-LED 사이에 분리 구조가 형성되고, 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성된다. 분리 구조의 하부 표면은 발광층의 하부와 정렬되고, 분리 구조의 상부 표면은 발광층의 상부 표면과 정렬된다.

[0029] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 마이크로-LED 칩은: 발광층의 상부 표면 상에 형성된 상부 스페이서; 발광층의 하부 표면에 형성된 하부 스페이서 - 상부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬되고, 하부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬됨 -; 및 인접한 마이크로-LED 사이에 형성된 분리 구조 - 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성되고, 분리 구조의 하부 표면은 하부 스페이서의 하부 표면과 정렬되고, 분리 구조의 상부 표면은 상부 스페이서의 상부 표면과 정렬됨 - 를 더 포함한다.

[0030] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 마이크로-LED 칩은: 발광층의 상부 표면 상에 형성된 상부 스페이서; 발광층의 하부 표면에 형성된 하부 스페이서 - 상부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬되고, 하부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬됨 -; 및 인접한 마이크로-LED 사이에 형성된 분리 구조 - 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성되고, 분리 구조의 상부 표면은 상부 스페이서의 상부 표면과 정렬되고, 분리 구조의 하부 표면은 하부 스페이서 밑에 있음 - 를 더 포함한다.

[0031] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이

크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 마이크로-LED 칩은: 발광층의 상부 표면 상에 형성된 상부 스페이서; 발광층의 하부 표면에 형성된 하부 스페이서 - 상부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬되고, 하부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬됨 -; 및 인접한 마이크로-LED 사이에 형성된 분리 구조 - 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성되고, 분리 구조의 하부 표면은 하부 스페이서의 하부 표면과 정렬되고, 분리 구조의 상부 표면은 상부 스페이서 위에 있음 - 를 더 포함한다.

[0032] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 마이크로-LED 칩은: 발광층의 상부 표면 상에 형성된 상부 스페이서; 발광층의 하부 표면에 형성된 하부 스페이서 - 상부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬되고, 하부 스페이서의 에지는 발광층의 에지와 정렬됨 -; 및 인접한 마이크로-LED 사이에 형성된 분리 구조 - 분리 구조의 적어도 일부는 발광층에 형성되고, 분리 구조의 하부 표면은 하부 스페이서 밑에 있고, 분리 구조의 상부 표면은 상부 스페이서 위에 있음 - 를 더 포함한다.

[0033] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 제2 유형 도전층의 하부 에지는 제1 유형 도전층의 상부 에지와 정렬된다.

[0034] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 제1 유형 도전층의 상부 표면 상에 수직으로 투영되는 제2 유형 도전층의 프로파일은 제1 유형 도전층의 에지에 의해 둘러싸인다.

[0035] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층은 전체 마이크로-LED 칩 상에 연속적으로 형성되고, 다수의 마이크로-LED는 발광층을 공유한다. 제2 유형 도전층의 하부 표면 상에 수직으로 투영되는 제1 유형 도전층의 프로파일은 제2 유형 도전층의 에지에 의해 둘러싸인다.

[0036] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층 - 상기 발광층의 적어도 일부는 인접한 마이크로-LED 사이에 형성됨 - 을 포함한다. 마이크로-LED 칩은 인접한 마이크로-LED 사이의 발광층에 형성된 금속층을 더 포함한다.

[0037] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층의 에지가 제1 유형 도전층의 상부 에지 및 제2 유형 도전층의 하부 에지와 접촉하지 않도록, 발광층은 제1 유형 도전층의 상부 에지 및 제2 유형 도전층의 하부 에지로부터 수평 레벨을 따라 연장되고, 제2 유형 도전층의 하부 에지는 제1 유형 도전층의 상부 에지와 정렬된다. 마이크로-LED 칩은 인접한 마이크로-LED 사이의 발광층 상에 형성된 금속층을 더 포함한다.

[0038] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층의 에지가 제1 유형 도전층의 상부 에지 및 제2 유형 도전층의 하부 에지와 접촉하지 않도록, 발광층은 제1 유형 도전층의 상부 에지 및 제2 유형 도전층의 하부 에지로부터 수평 레벨을 따라 연장되고, 제1 유형 도전층의 상부 표면 상에 수직으로 투영되는 제2 유형 도전층의 프로파일은 제1 유형 도전층의 에지에 의해 둘러싸인다. 마이크로-LED 칩은 제1 유형 도전층의 상부 에지로부터 연장되는 발광층의 일부 상에 형성된 금속층을 더 포함한다.

[0039] 본 개시의 실시형태의 다른 측면에 따르면, 마이크로-LED 칩은 다수의 마이크로-LED를 포함한다. 다수의 마이크로-LED 중 적어도 하나의 마이크로-LED는: 제1 유형 도전층; 제1 유형 도전층 상에 적층된 제2 유형 도전층; 및 제1 유형 도전층과 제2 유형 도전층 사이에 형성된 발광층을 포함한다. 발광층의 에지가 제1 유형 도전층의 상부 에지 및 제2 유형 도전층의 하부 에지와 닿지(touch) 않도록, 발광층은 제1 유형 도전층의 상부 에지 및 제2 유형 도전층의 하부 에지로부터 수평 레벨을 따라 연장된다. 제2 유형 도전층의 하부 표면 상에 수직으로 투영되는 제1 유형 도전층의 프로파일은 제2 유형 도전층의 하부 에지에 의해 둘러싸인다. 마이크로-LED 칩은 제2 유형 도전층으로부터 연장되는 발광층의 일부 상에 형성된 금속층을 더 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0040] 도 1a는 본 개시의 제1 실시형태에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 1b는 본 개시의 제1 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 1c는 본 개시의 제1 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 1d는 본 개시의 제1 실시형태의 제3 변형에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 2a는 본 개시의 제2 실시형태에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 2b는 본 개시의 제2 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 2c는 본 개시의 제2 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 2d는 본 개시의 제2 실시형태의 제3 변형에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 3a는 본 개시의 제3 실시형태에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 3b는 본 개시의 제3 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 3c는 본 개시의 제3 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 3d는 본 개시의 제3 실시형태의 제3 변형에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 4a는 본 개시의 제4 실시형태에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 4b는 본 개시의 제4 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 4c는 본 개시의 제4 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 4d는 본 개시의 제4 실시형태의 제3 변형에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 5a는 본 개시의 제5 실시형태에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 5b는 본 개시의 제5 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 5c는 본 개시의 제5 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 5d는 본 개시의 제5 실시형태의 제3 변형에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

도 6a는 본 개시의 제6 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 6b는 본 개시의 제6 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 6c는 본 개시의 제6 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 6d는 본 개시의 제6 실시형태의 제3 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 6e는 본 개시의 제6 실시형태의 제4 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 6f는 본 개시의 제6 실시형태의 제5 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 7은 본 개시의 제7 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 8a는 본 개시의 제8 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 8b는 본 개시의 제8 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 8c는 본 개시의 제8 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 9a는 본 개시의 제9 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 9b는 본 개시의 제9 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 9c는 본 개시의 제9 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 10a는 본 개시의 제10 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 10b는 본 개시의 제10 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 10c는 본 개시의 제10 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 11a는 본 개시의 제11 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 11b는 본 개시의 제11 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 11c는 본 개시의 제11 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 11d는 본 개시의 제11 실시형태의 제3 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 12a는 본 개시의 제12 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 12b는 본 개시의 제12 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 12c는 본 개시의 제12 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 12d는 본 개시의 제12 실시형태의 제3 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 13a는 본 개시의 제13 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 13b는 본 개시의 제13 실시형태의 일 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 14a는 본 개시의 제14 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 14b는 본 개시의 제14 실시형태의 일 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 15a는 본 개시의 제15 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 15b는 본 개시의 제15 실시형태의 일 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 16a는 본 개시의 제16 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 16b는 본 개시의 제16 실시형태의 일 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 17a는 본 개시의 제17 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 17b는 본 개시의 제17 실시형태의 일 변형에 따른 마이크로-LED 칩의 단면도이다.

도 18은 비교예에 따른 마이크로-LED 구조의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0041] 아래의 텍스트는 첨부 도면에 예시된 특정 실시형태와 함께 본 개시의 상세한 설명을 제공한다. 그러나, 이들 실시형태는 본 개시를 제한하지 않는다. 본 개시에 대한 보호 범주는 이들 실시형태에 기초하여 당해 기술 분야의 통상의 기술자에 의해 구조, 방법 또는 기능에 대해 이루어지는 변경을 포함한다.

[0042] 본 개시에서 도면의 제시를 용이하게 하기 위해, 특정 구조 또는 부분의 크기가 다른 구조 또는 부분에 비해 확대될 수 있다. 따라서, 본 출원의 도면은 단지 본 출원의 주제의 기본 구조를 예시하기 위한 것일 뿐이다. 달리 나타내지 않는 한, 상이한 도면에서의 동일한 번호는 동일하거나 유사한 요소를 나타낸다.

[0043] 또한, 텍스트에서 "전방", "후방", "상측", "하측", "위", "아래" 등과 같이 상대적인 공간적 위치를 나타내는 용어는 도면에 도시된 유닛 또는 피처와 그 내부의 다른 유닛 또는 피처 사이의 관계를 묘사하는 설명의 목적으로 사용된다. 상대적인 공간적 위치를 나타내는 용어는 디바이스가 사용되거나 작동될 때 도면에 도시된 위치 이외의 위치를 지칭할 수 있다. 예를 들어, 도면에 도시된 디바이스가 뒤집어지면, 다른 유닛 또는 피처 "아래" 또는 "밑"에 위치되는 것으로 묘사된 유닛은 다른 유닛 또는 피처 "위"에 위치될 것이다. 따라서 예시

적인 용어 "아래"는 위 및 아래의 위치 모두를 포함할 수 있다. 디바이스는 다른 방식으로 배향(90도 회전 또는 다른 방향을 향함)될 수 있으며, 텍스트에 나타나고 공간과 관련된 묘사적 용어는 그에 상응하여 해석되어야 한다. 구성요소 또는 층이 다른 부재 또는 층 "위"에 있거나 다른 부재 또는 층에 "연결"되어 있다고 하는 경우, 이는 다른 부재 또는 층 바로 위에 있거나, 다른 부재 또는 층에 직접 연결되어 있을 수 있거나, 또는 중간 구성요소 또는 층이 있을 수 있다.

[0044] **제1 실시형태**

[0045] 도 1a는 본 개시의 제1 실시형태에 따른 마이크로-발광 다이오드(micro-LED) 구조(1000)의 단면도이다. 도 1a에 예시되는 바와 같이, 마이크로-LED 구조(1000)는 제1 유형 도전층(101), 제1 유형 도전층(101) 상에 적층된 제2 유형 도전층(102), 및 제1 유형 도전층(101)과 제2 유형 도전층(102) 사이에 형성된 발광층(103)을 포함한다. 발광층(103)의 에지(103a)가 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a) 및 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)와 접촉하지 않도록, 발광층(103)은 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a) 및 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)로부터 멀어지는 방향으로 수평 레벨을 따라 연장한다. 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)는 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a)와 정렬된다.

[0046] 제1 유형 도전층(101) 및 제2 유형 도전층(102)은 임의의 유형의 도전층일 수 있다. 일 실시형태에서, 제1 유형 도전층(101)은 하나 이상의 n형 도펀트를 포함하는 n형 도전성 반도체일 수 있고, 제2 유형 도전층(102)은 하나 이상의 p형 도펀트를 포함하는 p형 도전성 반도체층일 수 있다. 다른 실시형태에서, 제1 유형 도전층(101)은 p형 도전성 반도체일 수 있고, 제2 유형 도전층(102)은 n형 도전성 반도체층일 수 있다. 도 1a에 예시되는 바와 같이, 제1 유형 도전층(101)의 상부 면적은 제1 유형 도전층(101)의 하부 면적보다 크다. 제2 유형 도전층(102)의 상부 면적은 제2 유형 도전층(102)의 하부 면적보다 작다.

[0047] 발광층(103)은 양자우물층(quantum well layer) 및 장벽층(barrier layer)이 교대로 적층된 양자우물 구조를 가질 수 있다. 일 실시형태에서, 발광층(103)은 한 쌍의 양자우물층 및 양자우물층 사이에 개재된 장벽층을 포함할 수 있다. 다른 실시형태에서, 발광층(103)은 다수 쌍의 양자우물층 및 인접한 양자우물층 사이에 개재된 장벽층을 포함할 수 있다. 양자우물층은, 예를 들어 GaAs, AlGaAs, InGaAs, GaAsP, AlGaInP, GaInAsP, GaInP, AlInP, GaP, InP 등으로 이루어진다. 장벽층은 예를 들어 GaAs, AlGaAs, InGaAs, GaAsP, AlGaInP, GaInAsP, GaInP, AlInP, GaP, InP 등으로 형성된다.

[0048] 도 1a에 예시된 바와 같이, 마이크로-LED 구조(1000)는 또한 발광층(103)의 상부 표면(103b) 상에 형성된 상부 스페이서(107) 및 발광층(103)의 하부 표면(103c)에 형성된 하부 스페이서(108)를 포함한다. 상부 스페이서(107) 및 하부 스페이서(108)는 GaAs, AlGaAs, InGaAs, GaAsP, AlGaInP, GaInAsP, GaInP, AlInP, GaP, InP 등으로 이루어질 수 있다. 상부 스페이서(107) 및 하부 스페이서(108)는 마이크로-LED의 성능 및 신뢰성을 향상시키기 위해 캐리어 주입 효율성을 제어하도록 구성된다. 상부 스페이서(107)의 에지(107a) 및 하부 스페이서(108)의 에지(108a)는 발광층(103)의 에지(103a)와 정렬된다. 상부 스페이서(107)의 두께는 발광층(103)의 두께보다 크다. 하부 스페이서(108)의 두께는 발광층(103)의 두께보다 크다.

[0049] 도 1a에 예시된 실시형태에서, 마이크로-LED 구조(1000)는 제1 유형 도전층(101)을 둘러싸는 반사 구조(104)를 더 포함한다. 반사 구조(104)는 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b)에 부착된다. 제1 유형 도전층(101)의 측벽 상의 반사 구조(104)는 기판(110)의 표면(110a)에 대해 경사진다. 반사 구조(104)의 경사각은 기판(110)의 표면(110a)에 대해 대략 30° 내지 대략 75°이다. 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b) 상의 반사 구조(104)는 ODR(전방향 반사기(omnidirectional reflector)) 구조 또는 DBR(분포 브래그 반사(distributed bragg reflection)) 구조로 이루어진다. 반사 구조(104)는 제2 유형 도전층(102) 상에 광을 집속시키도록 구성된다.

[0050] 도 1a에 예시된 실시형태에서, 마이크로-LED 구조(1000)는 제1 유형 도전층(101) 밑에 형성되고 제1 유형 도전층(101)과 전기적으로 연결되는 하부 연결 구조(105)를 더 포함한다. 하부 연결 구조(105)는 예를 들어, 금속과 같은 전기 도전성 재료로 형성될 수 있다. 하부 연결 구조(105)는 반사성일 수 있다.

[0051] 도 1a에 예시된 바와 같이, 마이크로-LED 구조(1000)는 제1 유형 도전층(101) 밑에 있고, 기판(110)의 연결 패드(106)에 의해 하부 연결 구조(105)와 전기적으로 연결되는 기판(110)을 더 포함한다. 일부 실시형태에서, 기판(110)은 예를 들어 GaN과 같이 III-V족으로부터의 재료 중 하나 이상으로 이루어질 수 있다. 일부 다른 실시형태에서, 기판(110)은 IC 회로를 포함할 수 있다. 연결 패드(106)는 예를 들어 Cu와 같은 도전성 재료로 이루어질 수 있다.

[0052] 도 1a에 예시된 바와 같이, 마이크로-LED 구조(1000)는 제1 유형 도전층(101)을 둘러싸며 발광층(103) 밑에 있는 분리층(109)을 더 포함한다. 분리층(109)은 예를 들어 불순물이 도핑된 SiO_2 또는 Si_3N_4를 포함하는 광 흡수 재료로 이루어질 수 있다.

[0053] 도 1a에 예시된 바와 같이, 마이크로-LED 구조(1000)는 제2 유형 도전층(102) 및 상부 스페이서(107)의 상부 표면(107b) 상에 형성된 마이크로렌즈(111)를 더 포함한다. 마이크로렌즈(111)는 발광층(103)에 의해 방출된 광을 수렴하도록 구성된다.

[0054] **제1 실시형태의 제1 변형**

[0055] 도 1b는 본 개시의 제1 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 구조(1001)의 단면도이다. 도 1b에 예시된 실시형태는 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b)이 만곡되고, 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b) 상에 형성된 반사 구조(1041)가 만곡된 표면(104a)을 갖는다는 점에서 도 1a에 예시된 실시형태와 상이하다. 반사 구조(1041)를 제외하고, 도 1b에 예시된 마이크로-LED 구조(1001)의 구성요소는 도 1a에 예시된 마이크로-LED 구조(1000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0056] **제1 실시형태의 제2 변형**

[0057] 도 1c는 본 개시의 제1 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 구조(1002)의 단면도이다. 도 1c에 예시된 실시형태는 반사 구조(1042)가 제1 유형 도전층(101)의 하부 표면(101c)에 부착된다는 점에서 도 1a에 예시된 실시형태와 상이하다. 반사 구조(1042)는 전기 도전성이다. 하부 연결 구조(105)가 반사 구조(1042)의 하부에 형성되며, 반사 구조(1042)와 전기적으로 연결된다. 제1 유형 도전층(101)의 하부 표면(101c) 상의 반사 구조(1042)는 금속으로 이루어질 수 있다. 반사 구조(1042)를 제외하고, 도 1c에 예시된 마이크로-LED 구조(1002)의 구성요소는 도 1a에 예시된 마이크로-LED 구조(1000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0058] **제1 실시형태의 제3 변형**

[0059] 도 1d는 본 개시의 제1 실시형태의 제3 변형에 따른 마이크로-LED 구조(1003)의 단면도이다. 도 1d에 예시된 실시형태는 반사 구조(1043)가 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b) 및 하부 표면(101c) 양쪽 모두에 부착된다는 점에서 도 1a에 예시된 실시형태와 상이하다. 반사 구조(1043)는 전기 도전성이다. 하부 연결 구조(105)가 반사 구조(1043)의 하부에 형성되며, 반사 구조(1043)와 전기적으로 연결된다. 반사 구조(1043)를 제외하고, 도 1d에 예시된 마이크로-LED 구조(1003)의 구성요소는 도 1a에 예시된 마이크로-LED 구조(1000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0060] **제2 실시형태**

[0061] 도 2a는 본 개시의 제2 실시형태에 따른 마이크로-LED 구조(2000)의 단면도이다. 도 2a에 예시된 제2 실시형태는 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)가 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a)와 정렬되지 않는다는 점에서 도 1a에 예시된 제1 실시형태와 상이하다. 대신에, 제1 유형 도전층(101)의 상부 표면(101d) 상에 수직으로 투영되는 제2 유형 도전층(102)의 프로파일은 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a)에 의해 둘러싸인다. 도 2a에 예시된 제2 실시형태의 마이크로-LED 구조(2000)의 구성요소는 도 1a에 예시된 제1 실시형태의 마이크로-LED 구조(1000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0062] **제2 실시형태의 제1 변형**

[0063] 도 2b는 본 개시의 제2 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 구조(2001)의 단면도이다. 도 2b에 예시된 실시형태는 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b)이 만곡되고, 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b) 상에 형성된 반사 구조(1041)가 만곡된 표면(104a)을 갖는다는 점에서 도 2a에 예시된 실시형태와 상이하다. 반사 구조(1041)를 제외하고, 도 2b에 예시된 마이크로-LED 구조(2001)의 구성요소는 도 2a에 예시된 마이크로-LED 구조(2000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0064] **제2 실시형태의 제2 변형**

[0065] 도 2c는 본 개시의 제2 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 구조(2002)의 단면도이다. 도 2c에 예시된 실시형태는 반사 구조(1042)가 제1 유형 도전층(101)의 하부 표면(101c)에 부착된다는 점에서 도 2a에 예시된 실시형태와 상이하다. 반사 구조(1042)는 전기 도전성이다. 하부 연결 구조(105)가 반사 구조(1042)의 하부에

형성되며, 반사 구조(1042)의 하부와 전기적으로 연결된다. 제1 유형 도전층(101)의 하부 표면(101c)의 반사 구조(1042)는 금속으로 이루어질 수 있다. 반사 구조(1042)를 제외하고, 도 2c에 예시된 마이크로-LED 구조(2002)의 구성요소는 도 2a에 예시된 마이크로-LED 구조(2000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0066] **제2 실시형태의 제3 변형**

[0067] 도 2d는 본 개시의 제2 실시형태의 제3 변형에 따른 마이크로-LED 구조(2003)의 단면도이다. 도 2d에 예시된 실시형태는 반사 구조(1043)가 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b) 및 하부 표면(101c) 양쪽 모두에 부착된다는 점에서 도 2a에 예시된 실시형태와 상이하다. 반사 구조(1043)는 전기 도전성이다. 하부 연결 구조(105)가 반사 구조(1043)의 하부에 형성되며, 반사 구조(1043)와 전기적으로 연결된다. 반사 구조(1043)를 제외하고, 도 2d에 예시된 마이크로-LED 구조(2003)의 구성요소는 도 2a에 예시된 마이크로-LED 구조(2000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0068] **제3 실시형태**

[0069] 도 3a는 본 개시의 제3 실시형태에 따른 마이크로-LED 구조(3000)의 단면도이다. 도 3a에 예시된 제3 실시형태는 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)가 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a)와 정렬되지 않는다는 점에서 도 1a에 예시된 제1 실시형태와 상이하다. 대신에, 제2 유형 도전층(102)의 하부 표면(102b) 상에 수직으로 투영되는 제1 유형 도전층(101)의 프로파일은 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)에 의해 둘러싸인다. 도 3a에 예시된 제3 실시형태의 마이크로-LED 구조(3000)의 구성요소는 도 1a에 예시된 제1 실시형태의 마이크로-LED 구조(1000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0070] **제3 실시형태의 제1 변형**

[0071] 도 3b는 본 개시의 제3 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 구조(3001)의 단면도이다. 도 3b에 예시된 실시형태는 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b)이 만곡되고, 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b) 상에 형성된 반사 구조(1041)가 만곡된 표면(104a)을 갖는다는 점에서 도 3a에 예시된 실시형태와 상이하다. 반사 구조(1041)를 제외하고, 도 3b에 예시된 마이크로-LED 구조(3001)의 구성요소는 도 3a에 예시된 마이크로-LED 구조(3000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0072] **제3 실시형태의 제2 변형**

[0073] 도 3c는 본 개시의 제3 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 구조(3002)의 단면도이다. 도 3c에 예시된 실시형태는 반사 구조(1042)가 제1 유형 도전층(101)의 하부 표면(101c) 상에 부착된다는 점에서 도 3a에 예시된 실시형태와 상이하다. 반사 구조(1042)는 전기 도전성이다. 하부 연결 구조(105)가 반사 구조(1042)의 하부에 형성되며, 반사 구조(1042)의 하부와 전기적으로 연결된다. 제1 유형 도전층(101)의 하부 표면(101c) 상의 반사 구조(1042)는 금속으로 이루어질 수 있다. 반사 구조(1042)를 제외하고, 도 3c에 예시된 마이크로-LED 구조(3002)의 구성요소는 도 3a에 예시된 마이크로-LED 구조(3000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0074] **제3 실시형태의 제3 변형**

[0075] 도 3d는 본 개시의 제3 실시형태의 제3 변형에 따른 마이크로-LED 구조(3003)의 단면도이다. 도 3d에 예시된 실시형태는 반사 구조(1043)가 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b) 및 하부 표면(101c) 양쪽 모두에 부착된다는 점에서 도 3a에 예시된 실시형태와 상이하다. 반사 구조(1043)는 전기 도전성이다. 하부 연결 구조(105)가 반사 구조(1043)의 하부에 형성되며, 반사 구조(1043)와 전기적으로 연결된다. 반사 구조(1043)를 제외하고, 도 3d에 예시된 마이크로-LED 구조(3003)의 구성요소는 도 3a에 예시된 마이크로-LED 구조(3000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0076] **제4 실시형태**

[0077] 도 4a는 본 개시의 제4 실시형태에 따른 마이크로-LED 구조(4000)의 단면도이다. 도 4a에 예시된 제4 실시형태는 발광층(103)이 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a)로부터 멀어지는 방향으로 수평 레벨을 따라 연장되고, 발광층(103)의 에지(103a)가 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)와 정렬된다는 점에서 도 3a에 예시된 제3 실시형태와 상이하다. 이에 더하여, 마이크로-LED 구조(4000)는 발광층(103)을 둘러싸는 상부 분리층(11

4)을 더 포함한다. 상부 분리층(114)은 예를 들어 SiO_2, Si_3N_4, Al_2O_3, TiO_2, HfO_2, AlN 등과 같은 하나 이상의 전기 절연 유전체 재료로 이루어질 수 있다. 상부 분리층(114)은 마이크로-LED 구조(4000)를 인접한 마이크로-LED 구조(도시되지 않음)로부터 분리시키도록 구성된다. 마이크로렌즈(111)가 제2 유형 도전층(102) 상에, 그리고 분리층(114)의 상부 표면(114a) 상에 형성된다. 도 4a에 예시된 제4 실시형태의 마이크로-LED 구조(4000)의 다른 구성요소는 도 3a에 예시된 제3 실시형태의 마이크로-LED 구조(3000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0078] **제4 실시형태의 제1 변형**

[0079] 도 4b는 본 개시의 제4 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 구조(4001)의 단면도이다. 도 4b에 예시된 실시형태는 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b)이 만곡되고, 반사 구조(1041)가 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b) 상에 형성되고 만곡된 표면(104a)을 갖는다는 점에서 도 4a에 예시된 실시형태와 상이하다. 반사 구조(1041)를 제외하고, 도 4b에 예시된 마이크로-LED 구조(4001)의 구성요소는 도 4a에 예시된 마이크로-LED 구조(4000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0080] **제4 실시형태의 제2 변형**

[0081] 도 4c는 본 개시의 제4 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 구조(4002)의 단면도이다. 도 4c에 예시된 실시형태는 반사 구조(1042)가 제1 유형 도전층(101)의 하부 표면(101c)에 부착된다는 점에서 도 4a에 예시된 실시형태와 상이하다. 반사 구조(1042)는 전기 도전성이다. 하부 연결 구조(105)가 반사 구조(1042)의 하부에 형성되며, 반사 구조(1042)의 하부와 전기적으로 연결된다. 제1 유형 도전층(101)의 하부 표면(101c) 상의 반사 구조(1042)는 금속으로 이루어질 수 있다. 반사 구조(1042)를 제외하고, 도 4c에 예시된 마이크로-LED 구조(4002)의 구성요소는 도 4a에 예시된 마이크로-LED 구조(4000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0082] **제4 실시형태의 제3 변형**

[0083] 도 4d는 본 개시의 제4 실시형태의 제3 변형에 따른 마이크로-LED 구조(4003)의 단면도이다. 도 4d에 예시된 실시형태는 반사 구조(1043)가 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b) 및 하부 표면(101c) 양쪽 모두에 부착된다는 점에서 도 4a에 예시된 실시형태와 상이하다. 반사 구조(1043)는 전기 도전성이다. 하부 연결 구조(105)가 반사 구조(1043)의 하부에 형성되며, 반사 구조(1043)와 전기적으로 연결된다. 반사 구조(1043)를 제외하고, 도 4d에 예시된 마이크로-LED 구조(4003)의 구성요소는 도 4a에 예시된 마이크로-LED 구조(4000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0084] **제5 실시형태**

[0085] 도 5a는 본 개시의 제5 실시형태에 따른 마이크로-LED 구조(5000)의 단면도이다. 도 5a에 예시된 제5 실시형태는 발광층(103)이 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)로부터 수평 레벨을 따라 연장되고, 발광층(103)의 에지(103a)가 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a)와 정렬된다는 점에서 도 2a에 예시된 제2 실시형태와 상이하다. 이에 더하여, 마이크로-LED 구조(5000)는 발광층(103)을 둘러싸는 상부 분리층(114)을 더 포함한다. 마이크로렌즈(111)가 제2 유형 도전층(102) 상에, 그리고 분리층(114)의 상부 표면(114a) 상에 형성된다. 도 5a에 예시된 제5 실시형태의 마이크로-LED 구조(5000)의 다른 구성요소는 도 2a에 예시된 제2 실시형태의 마이크로-LED 구조(2000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0086] **제5 실시형태의 제1 변형**

[0087] 도 5b는 본 개시의 제5 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 구조(5001)의 단면도이다. 도 5b에 예시된 실시형태는 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b)이 만곡되고, 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b) 상에 형성된 반사 구조(1041)가 만곡된 표면(104a)을 갖는다는 점에서 도 5a에 예시된 실시형태와 상이하다. 반사 구조(1041)를 제외하고, 도 5b에 예시된 마이크로-LED 구조(5001)의 구성요소는 도 5a에 예시된 마이크로-LED 구조(5000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0088] **제5 실시형태의 제2 변형**

[0089] 도 5c는 본 개시의 제5 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 구조(5002)의 단면도이다. 도 5c에 예시된 실시형태는 반사 구조(1042)가 제1 유형 도전층(101)의 하부 표면(101c) 상에 부착된다는 점에서 도 5a에 예시된 실시형태와 상이하다. 반사 구조(1042)는 전기 도전성이다. 하부 연결 구조(105)가 반사 구조(1042)의 하

부에 형성되며, 반사 구조(1042)의 하부와 전기적으로 연결된다. 제1 유형 도전층(101)의 하부 표면(101c) 상의 반사 구조(1042)는 금속으로 이루어진다. 반사 구조(1042)를 제외하고, 도 5c에 예시된 마이크로-LED 구조(5002)의 구성요소는 도 5a에 예시된 마이크로-LED 구조(5000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0090] **제5 실시형태의 제3 변형**

[0091] 도 5d는 본 개시의 제5 실시형태의 제3 변형에 따른 마이크로-LED 구조(5003)의 단면도이다. 도 5d에 예시된 실시형태는 반사 구조(1043)가 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b) 및 하부 표면(101c) 양쪽 모두에 부착된다는 점에서 도 5a에 예시된 실시형태와 상이하다. 반사 구조(1043)는 전기 도전성이다. 하부 연결 구조(105)가 반사 구조(1043)의 하부에 형성되며, 반사 구조(1043)와 전기적으로 연결된다. 반사 구조(1043)를 제외하고, 도 5d에 예시된 마이크로-LED 구조(5003)의 구성요소는 도 5a에 예시된 마이크로-LED 구조(5000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0092] **제6 실시형태**

[0093] 도 6a는 본 개시의 제6 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩(6000)의 단면도이다. 마이크로-LED 칩(6000)은 다수의 마이크로-LED를 포함할 수 있다. 마이크로-LED 칩(6000)에 포함된 마이크로-LED 중 적어도 하나는 위에서 설명된 마이크로-LED 구조(1000, 1001, ... 3003) 중 임의의 하나를 가질 수 있다.

[0094] 도 6a에 예시된 실시형태에서, 마이크로-LED 칩(6000)은 2개의 마이크로-LED(610 및 620)를 포함한다. 마이크로-LED(610 및 620) 각각은 도 1a에 예시된 제1 실시형태에서 설명된 마이크로-LED 구조(1000)를 포함한다. 이하 설명 및 도 6a에서, 도 6a의 마이크로-LED(610 및 620)는 마이크로-LED(610(1000) 및 620(1000))라고도 지칭된다.

[0095] 도 6a에 예시된 바와 같이, 마이크로-LED(610(1000) 및 620(1000)) 각각은 제1 유형 도전층(101), 제1 유형 도전층(101) 상에 적층된 제2 유형 도전층(102), 및 제1 유형 도전층(101)과 제2 유형 도전층(102) 사이에 형성된 발광층(103)을 포함한다. 발광층(103)은 전체 마이크로-LED 칩(6000) 상에 연속적으로 형성된다. 제1 및 제2 마이크로-LED(610(1000) 및 620(1000))는 발광층(103)을 공유한다. 발광층(103)의 에지(103a)가 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a) 및 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)와 접촉하지 않도록, 발광층(103)은 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a) 및 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)로부터 멀어지는 방향으로 수평 레벨을 따라 연장된다. 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)는 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a)와 정렬된다.

[0096] 도 6a에 예시된 바와 같이, 마이크로-LED(610(1000) 및 620(1000)) 각각은 또한 발광층(103)의 상부 표면(103b) 상에 형성된 상부 스페이서(107) 및 발광층(103)의 하부 표면(103c) 상에 형성된 하부 스페이서(108)를 포함한다. 상부 스페이서(107)와 하부 스페이서(108) 모두는 전체 마이크로-LED 칩(6000) 상에 연속적으로 형성되며, 제1 및 제2 마이크로-LED(610(1000) 및 620(1000))에 의해 공유된다. 상부 스페이서(107)의 에지(107a)는 발광층(103)의 에지(103a)와 정렬된다. 하부 스페이서(108)의 에지(108a)는 발광층(103)의 에지(103a)와 정렬된다.

[0097] 도 6a에 예시된 바와 같이, 마이크로-LED(610(1000) 및 620(1000)) 각각은 또한 제1 유형 도전층(101)을 둘러싸는 반사 구조(104), 제1 유형 도전층(101) 밑에 형성된 하부 연결 구조(105), 기판(110)에 형성된 연결 패드(106), 제1 유형 도전층(101)을 둘러싸며 발광층(103) 밑에 있는 분리층(109), 제1 유형 도전층(101) 밑에 있으며 연결 패드(106)에 의해 하부 연결 구조(105)와 전기적으로 연결되는 기판(110), 및 제2 유형 도전층(102) 및 상부 스페이서(107)의 상부 표면(107b) 상에 형성된 마이크로렌즈(111)를 포함한다.

[0098] 발광층(103)을 제외하고, 전체 마이크로-LED 칩(6000) 상에 연속적으로 형성된 상부 스페이서(107) 및 하부 스페이서(108)는 제1 및 제2 마이크로-LED(610(1000) 및 620(1000))에 의해 공유되며, 도 6a에 예시된 제6 실시형태의 제1 및 제2 마이크로-LED(610(1000) 및 620(1000))의 구성요소는 도 1a에 예시된 제1 실시형태의 마이크로-LED 구조(1000)의 구성요소와 동일하다. 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0099] **제6 실시형태의 제1 변형**

[0100] 도 6b는 본 개시의 제6 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 칩(6001)의 단면도이다. 도 6b에 예시된 제6 실시형태의 제1 변형은 마이크로-LED 칩(6001)의 마이크로-LED(610 및 620) 각각이 도 1b에 예시된 제1 실시형태의 제1 변형에서 설명된 마이크로-LED 구조(1001)를 포함한다는 점에서 도 6a에 예시된 제6 실시형태와 상이

하다. 따라서, 도 6b의 마이크로-LED(610 및 620)는 또한, 마이크로-LED(610(1001) 및 620(1001))라고도 지칭된다.

[0101] 보다 구체적으로, 도 6b에 예시된 바와 같이, 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b)은 만곡되고, 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b) 상에 형성된 반사 구조(1041)는 만곡된 표면(104a)을 갖는다. 반사 구조(1041)를 제외하고, 도 6b에 예시된 마이크로-LED 칩(6001)의 구성요소는 도 6a에 예시된 마이크로-LED 칩(6000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0102] **제6 실시형태의 제2 변형**

[0103] 도 6c는 본 개시의 제6 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 칩(6002)의 단면도이다. 도 6c에 예시된 제6 실시형태의 제2 변형은 마이크로-LED 칩(6002)의 마이크로-LED(610 및 620) 각각이 도 1c에 예시된 제1 실시형태의 제2 변형에서 설명된 마이크로-LED 구조(1002)를 포함한다는 점에서 도 6a에 예시된 제6 실시형태와 상이하다. 따라서, 도 6c의 마이크로-LED(610 및 620)는 마이크로-LED(610(1002) 및 620(1002))라고 지칭된다.

[0104] 보다 구체적으로, 도 6c에 예시된 바와 같이, 반사 구조(1042)는 제1 유형 도전층(101)의 하부 표면(101c) 상에 부착된다. 반사 구조(1042)는 전기 도전성이다. 하부 연결 구조(105)가 반사 구조(1042)의 하부에 형성되며, 반사 구조(1042)의 하부와 전기적으로 연결된다. 제1 유형 도전층(101)의 하부 표면(101c)의 반사 구조(1042)는 금속으로 이루어질 수 있다. 반사 구조(1042)를 제외하고, 도 6c에 예시된 마이크로-LED 칩(6002)의 구성요소는 도 6a에 예시된 마이크로-LED 칩(6000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0105] **제6 실시형태의 제3 변형**

[0106] 도 6d는 본 개시의 제6 실시형태의 제3 변형에 따른 마이크로-LED 칩(6003)의 단면도이다. 도 6d에 예시된 실시형태는 마이크로-LED 칩(6003)의 마이크로-LED(610 및 620) 각각이 도 1d에 예시된 제1 실시형태의 제3 변형에서 설명된 마이크로-LED 구조(1003)를 포함한다는 점에서 도 6a에 예시된 실시형태와 상이하다. 따라서, 도 6d의 마이크로-LED(610 및 620)는 마이크로-LED(610(1003) 및 620(1003))라고 지칭된다.

[0107] 보다 구체적으로, 도 6d에 예시된 바와 같이, 반사 구조(1043)는 제1 유형 도전층(101)의 측벽 표면(101b) 및 하부 표면(101c) 양쪽 모두에 부착된다. 반사 구조(1043)는 전기 도전성이다. 하부 연결 구조(105)가 반사 구조(1043)의 하부에 형성되며, 반사 구조(1043)와 전기적으로 연결된다. 반사 구조(1043)를 제외하고, 도 6d에 예시된 마이크로-LED 칩(6003)의 구성요소는 도 6a에 예시된 마이크로-LED 칩(6000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0108] **제6 실시형태의 제4 변형**

[0109] 도 6e는 본 개시의 제6 실시형태의 제4 변형에 따른 마이크로-LED 칩(6004)의 단면도이다. 도 6e에 예시된 실시형태는 마이크로-LED 칩(6004)의 마이크로-LED(610 및 620) 각각이 도 2a에 예시된 제2 실시형태에서 설명된 마이크로-LED 구조(2000)를 포함한다는 점에서 도 6a에 예시된 실시형태와 상이하다. 따라서, 도 6e의 마이크로-LED(610 및 620)는 마이크로-LED(610(2000) 및 620(2000))라고 지칭된다.

[0110] 보다 구체적으로, 도 6e에 예시된 바와 같이, 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)는 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a)와 정렬되지 않는다. 대신에, 제1 유형 도전층(101)의 상부 표면(101d) 상에 수직으로 투영되는 제2 유형 도전층(102)의 프로파일은 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a)에 의해 둘러싸인다. 도 6e에 예시된 실시형태의 마이크로-LED 칩(6004)의 구성요소는 도 6a에 예시된 실시형태의 마이크로-LED 칩(6000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0111] 도 6e에 예시된 실시형태에서, 마이크로-LED 칩(6004)의 마이크로-LED(610 및 620) 각각은 도 2a에 예시된 제2 실시형태에서 설명된 마이크로-LED 구조(2000)를 포함한다. 대안적으로, 다른 실시형태에서, 마이크로-LED 칩(6004)의 마이크로-LED(610 및 620) 각각은 도 2b, 2c 또는 2d에 예시된 제2 실시형태의 제1, 제2 또는 제3 변형에서 설명된 마이크로-LED 구조(2001, 2002 또는 2003)를 각각 포함할 수 있다.

[0112] **제6 실시형태의 제5 변형**

[0113] 도 6f는 본 개시의 제6 실시형태의 제5 변형에 따른 마이크로-LED 칩(6005)의 단면도이다. 도 6f에 예시된 실시형태는 마이크로-LED 칩(6005)의 마이크로-LED(610 및 620) 각각이 도 3a에 예시된 제3 실시형태에서 설명된 마이크로-LED 구조(3000)를 포함한다는 점에서 도 6a에 예시된 실시형태와 상이하다. 따라서, 도 6f의 마이크

로-LED(610 및 620)는 마이크로-LED(610(3000) 및 620(3000))라고 지칭된다.

[0114] 보다 구체적으로, 도 6f에 예시된 바와 같이, 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)는 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a)와 정렬되지 않는다. 대신에, 제2 유형 도전층(102)의 하부 표면(102b) 상에 수직으로 투영되는 제1 유형 도전층(101)의 프로파일은 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)에 의해 둘러싸인다. 도 6f에 예시된 실시형태의 마이크로-LED 칩(6005)의 구성요소는 도 6a에 예시된 실시형태의 마이크로-LED 칩(6000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0115] 도 6f에 예시된 실시형태에서, 마이크로-LED 칩(6005)의 마이크로-LED(610 및 620) 각각은 도 3a에 예시된 제3 실시형태에서 설명된 마이크로-LED 구조(3000)를 포함한다. 대안적으로, 다른 실시형태에서, 마이크로-LED 칩(6005)의 마이크로-LED(610 및 620) 각각은 도 3b, 3c 또는 3d에 예시된 제3 실시형태의 제1, 제2 또는 제3 변형에서 설명된 마이크로-LED 구조(3001, 3002 또는 3003)를 각각 포함할 수 있다.

[0116] **제7 실시형태**

[0117] 도 7은 본 개시의 제7 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩(7000)의 단면도이다. 마이크로-LED 칩(7000)은 다수의 마이크로-LED를 포함할 수 있다. 마이크로-LED 칩(7000)에 포함된 마이크로-LED 중 적어도 하나는 위에서 설명된 마이크로-LED 구조(1000, 1001, ... 3003) 중 임의의 하나를 가질 수 있다.

[0118] 도 7에 예시된 마이크로-LED 칩(7000)은 마이크로-LED 칩(7000)이 인접한 마이크로-LED(610(1000) 및 620(1000)) 사이에 형성된 분리 구조(112)를 더 포함한다는 점에서 도 6a에 예시된 마이크로-LED 칩(6000)과 상이하다. 분리 구조(112)는 광 흡수 재료로 이루어질 수 있으며, 이는 예를 들어, 불순물이 도핑된 SiO_2 또는 Si_3N_4를 포함하는 유전체 재료일 수 있다. 다른 실시형태에서, 분리 구조(112)는 예를 들어 금속과 같은 반사성 재료로 이루어질 수 있다. 분리 구조(112)는 인접한 마이크로-LED(610(1000) 및 620(1000))를 서로 전기적으로 분리시키도록 구성된다.

[0119] 분리 구조(112)의 적어도 일부는 발광층(103)에 형성된다. 도 7에 예시된 실시형태에서, 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)은 발광층(103)의 상부 표면(103b)과 정렬되고, 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)은 발광층(103)의 하부 표면(103c)과 정렬된다. 분리 구조(112)는 마이크로-LED(610(1000) 및 620(1000)) 중 적어도 하나를 둘러싸며 형성될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 분리 구조(112)의 적어도 일부는 상부 스페이서(107) 또는 하부 스페이서(108)에 형성될 수 있다.

[0120] 분리 구조를 제외하고, 도 7에 예시된 실시형태의 마이크로-LED 칩(7000)의 구성요소는 도 6a에 예시된 실시형태의 마이크로-LED 칩(6000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0121] **제8 실시형태**

[0122] 도 8a는 본 개시의 제8 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩(8000)의 단면도이다. 도 8a에 예시된 마이크로-LED 칩(8000)은 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)이 발광층(103) 아래에 있다는 점에서 도 7에 예시된 마이크로-LED 칩(7000)과 상이하다. 보다 구체적으로, 도 8a에 예시된 바와 같이, 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)은 발광층(103)의 하부 표면(103c) 아래에 있고 하부 스페이서(108)의 하부 표면(108b) 위에 있다. 분리 구조(112)를 제외하고, 도 8a에 예시된 마이크로-LED 칩(8000)의 구성요소는 도 7에 예시된 마이크로-LED 칩(7000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0123] **제8 실시형태의 제1 변형**

[0124] 도 8b는 본 개시의 제8 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 칩(8001)의 단면도이다. 도 8b에 예시된 마이크로-LED 칩(8001)은 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)이 하부 스페이서(108)의 하부 표면(108b)과 정렬된다는 점에서 도 8a에 예시된 마이크로-LED 칩(8000)과 상이하다. 분리 구조(112)를 제외하고, 도 8b에 예시된 마이크로-LED 칩(8001)의 구성요소는 도 8a에 예시된 마이크로-LED 칩(8000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0125] **제8 실시형태의 제2 변형**

[0126] 도 8c는 본 개시의 제8 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 칩(8002)의 단면도이다. 도 8c에 예시된 마이크로-LED 칩(8002)은 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)이 하부 스페이서(108)의 하부 표면(108b) 아래에 있고 분리층(109)에 배치된다는 점에서 도 8a에 예시된 마이크로-LED 칩(8000)과 상이하다. 분리 구조(112)를 제

외하고, 도 8c에 예시된 마이크로-LED 칩(8002)의 구성요소는 도 8a에 예시된 마이크로-LED 칩(8000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0127] 도 8a 내지 도 8c에 예시된 실시형태에서, 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)의 면적은 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)의 면적과 동일하다. 대안적으로, 다른 실시형태에서, 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)의 면적이 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)의 면적보다 크거나 작을 수 있다. 또 대안적으로, 일부 실시형태에서, 발광층(103)과 하부 스페이서(108) 사이의 계면에서의 또는 하부 스페이서(108)의 하부 표면(108b)에서의 분리 구조(112)의 단면적이 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)의 면적보다 클 수 있다.

[0128] **제9 실시형태**

[0129] 도 9a는 본 개시의 제9 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩(9000)의 단면도이다. 도 9a에 예시된 마이크로-LED 칩(9000)은 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)이 발광층(103) 위에 있다는 점에서 도 7에 예시된 마이크로-LED 칩(7000)과 상이하다. 보다 구체적으로, 도 9a에 예시된 바와 같이, 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)은 발광층(103)의 상부 표면(103b) 위에 있고 상부 스페이서(107)의 상부 표면(107b) 아래에 있다. 분리 구조(112)를 제외하고, 도 9a에 예시된 마이크로-LED 칩(9000)의 구성요소는 도 7에 예시된 마이크로-LED 칩(7000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0130] **제9 실시형태의 제1 변형**

[0131] 도 9b는 본 개시의 제9 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 칩(9001)의 단면도이다. 도 9b에 예시된 마이크로-LED 칩(9001)은 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)이 상부 스페이서(107)의 상부 표면(107b)과 정렬된다는 점에서 도 9a에 예시된 마이크로-LED 칩(9000)과 상이하다. 분리 구조(112)를 제외하고, 도 9b에 예시된 마이크로-LED 칩(9001)의 구성요소는 도 9a에 예시된 마이크로-LED 칩(9000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0132] **제9 실시형태의 제2 변형**

[0133] 도 9c는 본 개시의 제9 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 칩(9002)의 단면도이다. 도 9c에 예시된 마이크로-LED 칩(9002)은 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)이 상부 스페이서(107)의 상부 표면(107b) 위에 있고 인접한 제2 유형 도전층(102) 사이에 있다는 점에서 도 9a에 예시된 마이크로-LED 칩(9000)과 상이하다. 분리 구조(112)를 제외하고, 도 9c에 예시된 마이크로-LED 칩(9002)의 구성요소는 도 9a에 예시된 마이크로-LED 칩(9000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0134] 도 9a 내지 도 9c에 예시된 실시형태에서, 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)의 면적은 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)의 면적과 동일하다. 대안적으로, 다른 실시형태에서, 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)의 면적이 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)의 면적보다 크거나 작을 수 있다. 또 대안적으로, 일부 실시형태에서, 발광층(103)의 상부 표면(103b) 또는 상부 스페이서(107)의 상부 표면(107b)에서의 분리 구조(112)의 단면적이 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)의 면적보다 클 수 있다.

[0135] **제10 실시형태**

[0136] 도 10a는 본 개시의 제10 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩(10000)의 단면도이다. 도 10a에 예시된 마이크로-LED 칩(10000)은 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)이 발광층(103) 위에 있고, 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)이 발광층(103) 아래에 있다는 점에서 도 7에 예시된 마이크로-LED 칩(7000)과 상이하다. 보다 구체적으로, 도 10a에 예시된 바와 같이, 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)은 발광층(103)의 상부 표면(103b) 위에 있고 상부 스페이서(107)의 상부 표면(107b) 아래에 있으며, 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)은 발광층(103)의 하부 표면(103c) 아래에 있고 하부 스페이서(108)의 하부 표면(108b) 위에 있다. 분리 구조(112)를 제외하고, 도 10a에 예시된 마이크로-LED 칩(10000)의 구성요소는 도 7에 예시된 마이크로-LED 칩(7000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0137] **제10 실시형태의 제1 변형**

[0138] 도 10b는 본 개시의 제10 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 칩(10001)의 단면도이다. 도 10b에 예시된 마이크로-LED 칩(10001)은 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)이 하부 스페이서(108)의 하부 표면(108b)과 정렬된다는 점에서 도 10a에 예시된 마이크로-LED 칩(10000)과 상이하다. 분리 구조(112)를 제외하고, 도 10b에 예시된 마이크로-LED 칩(10001)의 구성요소는 도 10a에 예시된 마이크로-LED 칩(10000)의 구성요소와 동일하며,

따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0139] **제10 실시형태의 제2 변형**

[0140] 도 10c는 본 개시의 제10 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 칩(10002)의 단면도이다. 도 10c에 예시된 마이크로-LED 칩(10002)은 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)이 하부 스페이서(108)의 하부 표면(108b) 아래에 있고 분리층(109)에 배치된다는 점에서 도 10a에 예시된 마이크로-LED 칩(10000)과 상이하다. 분리 구조(112)를 제외하고, 도 10c에 예시된 마이크로-LED 칩(10002)의 구성요소는 도 10a에 예시된 마이크로-LED 칩(10000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0141] 도 10a 내지 도 10c에 예시된 실시형태에서, 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)의 면적은 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)의 면적과 동일하다. 대안적으로, 다른 실시형태에서, 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)의 면적이 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)의 면적보다 크거나 작을 수 있다. 또 대안적으로, 일부 실시형태에서, 발광층(103)의 하부 표면(103c) 또는 하부 스페이서(108)의 하부 표면(108b)에서의 분리 구조(112)의 단면적이 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)의 면적보다 클 수 있다.

[0142] **제11 실시형태**

[0143] 도 11a는 본 개시의 제11 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩(11000)의 단면도이다. 도 11a에 예시된 마이크로-LED 칩(11000)은 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)이 상부 스페이서(107)의 상부 표면(107b)과 정렬되고, 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)이 발광층(103) 아래에 있다는 점에서 도 7에 예시된 마이크로-LED 칩(7000)과 상이하다. 보다 구체적으로, 도 11a에 예시된 실시형태에서, 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)은 발광층(103)의 하부 표면(103c) 아래에 있고 하부 스페이서(108)의 하부 표면(108b) 위에 있다. 분리 구조(112)를 제외하고, 도 11a에 예시된 마이크로-LED 칩(11000)의 구성요소는 도 7에 예시된 마이크로-LED 칩(7000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0144] **제11 실시형태의 제1 변형**

[0145] 도 11b는 본 개시의 제11 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 칩(11001)의 단면도이다. 도 11b에 예시된 마이크로-LED 칩(11001)은 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)이 하부 스페이서(108)의 하부 표면(108b)과 정렬된다는 점에서 도 11a에 예시된 마이크로-LED 칩(11000)과 상이하다. 분리 구조(112)를 제외하고, 도 11b에 예시된 마이크로-LED 칩(11001)의 구성요소는 도 11a에 예시된 마이크로-LED 칩(11000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0146] **제11 실시형태의 제2 변형**

[0147] 도 11c는 본 개시의 제11 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 칩(11002)의 단면도이다. 도 11c에 예시된 마이크로-LED 칩(11002)은 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)이 하부 스페이서(108)의 하부 표면(108b) 아래에 있고 분리층(109)에 배치된다는 점에서 도 11a에 예시된 마이크로-LED 칩(11000)과 상이하다. 분리 구조(112)를 제외하고, 도 11c에 예시된 마이크로-LED 칩(11002)의 구성요소는 도 11a에 예시된 마이크로-LED 칩(11000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0148] 도 11a 내지 도 11c에 예시된 실시형태에서, 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)의 면적은 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)의 면적과 동일하다. 대안적으로, 다른 실시형태에서, 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)의 면적이 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)의 면적보다 크거나 작을 수 있다. 또 대안적으로, 일부 실시형태에서, 발광층(103)의 하부 표면(103c) 또는 하부 스페이서(108)의 하부 표면(108b)에서의 분리 구조(112)의 단면적이 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)의 면적보다 클 수 있다.

[0149] **제11 실시형태의 제3 변형**

[0150] 도 11d는 본 개시의 제11 실시형태의 제3 변형에 따른 마이크로-LED 칩(11003)의 단면도이다. 도 11d에 예시된 마이크로-LED 칩(11003)은 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)의 면적이 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)의 면적보다 크다는 점에서 도 11b에 예시된 마이크로-LED 칩(11001)과 상이하다. 분리 구조(112)를 제외하고, 도 11d에 예시된 마이크로-LED 칩(11003)의 구성요소는 도 11b에 예시된 마이크로-LED 칩(11001)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0151] **제12 실시형태**

[0152] 도 12a는 본 개시의 제12 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩(12000)의 단면도이다. 도 12a에 예시된 마이크로-

LED 칩(12000)은 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)이 상부 스페이서(107)의 상부 표면(107b) 위에 있고 인접한 제2 유형 도전층(102) 사이에 있으며, 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)이 발광층(103) 아래에 있다는 점에서도 7에 예시된 마이크로-LED 칩(7000)과 상이하다. 보다 구체적으로, 도 12a에 예시된 실시형태에서, 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)은 발광층(103)의 하부 표면(103c) 아래에 있고 하부 스페이서(108)의 하부 표면(108b) 위에 있다. 분리 구조(112)를 제외하고, 도 12a에 예시된 마이크로-LED 칩(12000)의 구성요소는 도 7에 예시된 마이크로-LED 칩(7000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0153] **제12 실시형태의 제1 변형**

[0154] 도 12b는 본 개시의 제12 실시형태의 제1 변형에 따른 마이크로-LED 칩(12001)의 단면도이다. 도 12b에 예시된 마이크로-LED 칩(12001)은 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)이 하부 스페이서(108)의 하부 표면(108b)과 정렬된다는 점에서 도 12a에 예시된 마이크로-LED 칩(12000)과 상이하다. 분리 구조(112)를 제외하고, 도 12b에 예시된 마이크로-LED 칩(12001)의 구성요소는 도 12a에 예시된 마이크로-LED 칩(12000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0155] **제12 실시형태의 제2 변형**

[0156] 도 12c는 본 개시의 제12 실시형태의 제2 변형에 따른 마이크로-LED 칩(12002)의 단면도이다. 도 12c에 예시된 마이크로-LED 칩(12002)은 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)이 하부 스페이서(108)의 하부 표면(108b) 아래에 있고 분리층(109)에 배치된다는 점에서 도 12a에 예시된 마이크로-LED 칩(12000)과 상이하다. 분리 구조(112)를 제외하고, 도 12c에 예시된 마이크로-LED 칩(12002)의 구성요소는 도 12a에 예시된 마이크로-LED 칩(12000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0157] **제12 실시형태의 제3 변형**

[0158] 도 12d는 본 개시의 제12 실시형태의 제3 변형에 따른 마이크로-LED 칩(12003)의 단면도이다. 도 12d에 예시된 마이크로-LED 칩(12003)은 분리 구조(112)의 상부 표면(112a)의 면적이 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)의 면적보다 작고 발광층(103)의 하부 표면(103c)에서의 분리 구조(112)의 단면적(112c)이 분리 구조(112)의 하부 표면(112b)의 면적보다 크다는 점에서 도 12c에 예시된 마이크로-LED 칩(12002)과 상이하다. 분리 구조(112)를 제외하고, 도 12d에 예시된 마이크로-LED 칩(12003)의 구성요소는 도 12c에 예시된 마이크로-LED 칩(12002)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0159] **제13 실시형태**

[0160] 도 13a는 본 개시의 제13 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩(13000)의 단면도이다. 마이크로-LED 칩(13000)은 다수의 마이크로-LED를 포함할 수 있다. 마이크로-LED 칩(13000)에 포함된 마이크로-LED 중 적어도 하나는 위에서 설명된 마이크로-LED 구조(1000, 1001, ... 3003) 중 임의의 하나를 가질 수 있다.

[0161] 도 13a에 예시된 마이크로-LED 칩(13000)은 마이크로-LED 칩(13000)이 인접한 마이크로-LED(610(1000) 및 620(1000)) 사이의 발광층(103) 위에 형성된 금속층(113)을 더 포함한다는 점에서 도 6a에 예시된 마이크로-LED 칩(6000)과 상이하다. 금속층(113)은 발광층(103)의 상부 표면(103b) 위에 형성되며, 제1 유형 도전층(101) 또는 제2 유형 도전층(102)과 접촉하지 않는다. 보다 구체적으로, 도 13a에 예시된 실시형태에서, 상부 스페이서(107)는 발광층(103)의 상부에 형성되고, 금속층(113)은 상부 스페이서(107)의 상부 표면(107b)에 형성된다.

[0162] 금속층(113)의 측방향 치수 값(d1)은 발광층(103)의 에지(103a)와 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a) 사이의 거리(d2) 이하이거나, 금속층(113)의 측방향 치수 값(d1)은 발광층(103)의 에지(103a)와 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a) 사이의 거리(d3) 이하이다. 금속층(113)의 측방향 치수 값(d1)은 대략 2nm에서 대략 10um까지일 수 있다.

[0163] 일부 실시형태에서, 금속층(113)의 중심점은 인접한 마이크로-LED(610(1000) 및 620(1000)) 사이의 중심점과 정렬될 수 있다. 대안적으로, 일부 실시형태에서, 금속층(113)의 중심점은 마이크로-LED(610(1000) 및 620(1000)) 중 다른 하나보다 인접한 마이크로-LED(610(1000) 및 620(1000)) 중 하나에 더 가깝다.

[0164] 금속층(113)은 발광층(103) 재료의 일함수(work function)에 매칭되는 일함수를 갖는 고일함수(high work function) 금속 재료를 포함할 수 있다. 고일함수 금속 재료는 금, 백금, 팔라듐, 베릴륨, 코발트, 니켈 또는 텅스텐 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0165] **제13 실시형태의 변형**

[0166] 도 13b는 본 개시의 제13 실시형태의 일 변형에 따른 마이크로-LED 칩(13001)의 단면도이다. 도 13b에 예시된 마이크로-LED 칩(13001)은 마이크로-LED 칩(13001)이 상부 스페이서(107)의 상부 표면(107b) 상에, 그리고 인접한 마이크로-LED(610(1000) 및 620(1000)) 사이에 형성된 다수의 금속층(113)을 포함한다는 점에서 도 13a에 예시된 마이크로-LED 칩(13000)과 상이하다. 금속층(113)은 발광층(103)의 상부 표면(103b)을 따라 평행하게 배열된다.

[0167] 도 13b에 예시된 실시형태에서는 세 개(3개)의 금속층(113)이 있다. 다른 실시형태에서, 금속층(113)의 수는 3개보다 많을 수 있다.

[0168] 도 13a 및 도 13b에 예시된 실시형태에서, 마이크로-LED(610 및 620) 각각은 도 1a에 예시된 제1 실시형태에서 설명된 마이크로-LED 구조(1000)를 포함한다. 대안적으로, 다른 실시형태에서, 마이크로-LED(610 및 620) 각각은 도 1b, 1c 및 1d에 예시된 제1 실시형태의 제1, 제2 및 제3 변형에서 설명된 마이크로-LED 구조(1001, 1002 및 1003) 중 임의의 하나를 각각 포함할 수 있다.

[0169] **제14 실시형태**

[0170] 도 14a는 본 개시의 제14 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩(14000)의 단면도이다. 도 14a에 예시된 실시형태는 마이크로-LED 칩(14000)이 2개의 마이크로-LED(610(2000) 및 620(2000))를 포함하고, 마이크로-LED(610(2000) 및 620(2000)) 각각이 도 2a에 예시된 제2 실시형태에서 설명된 마이크로-LED 구조(2000)를 포함한다는 점에서 도 13a에 예시된 실시형태와 상이하다. 도 14a에 예시된 실시형태의 마이크로-LED 칩(14000)의 다른 구성요소는 도 13a에 예시된 실시형태의 마이크로-LED 칩(13000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0171] **제14 실시형태의 변형**

[0172] 도 14b는 본 개시의 제14 실시형태의 일 변형에 따른 마이크로-LED 칩(14001)의 단면도이다. 도 14b에 예시된 마이크로-LED 칩(14001)은 마이크로-LED 칩(14001)이 상부 스페이서(107)의 상부 표면(107b) 상에, 그리고 인접한 마이크로-LED(610(2000) 및 620(2000)) 사이에 형성된 다수의 금속층(113)을 포함한다는 점에서 도 14a에 예시된 마이크로-LED 칩(14000)과 상이하다. 도 14b에 예시된 실시형태의 마이크로-LED 칩(14001)의 다른 구성요소는 도 13a에 예시된 실시형태의 마이크로-LED 칩(13000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0173] 도 14a 및 도 14b에 예시된 실시형태에서, 마이크로-LED(610 및 620) 각각은 도 2a에 예시된 제2 실시형태에서 설명된 마이크로-LED 구조(2000)를 포함한다. 대안적으로, 다른 실시형태에서, 마이크로-LED(610 및 620) 각각은 도 2b, 2c 및 2d에 예시된 제2 실시형태의 제1, 제2 및 제3 변형에서 설명된 마이크로-LED 구조(2001, 2002 및 2003) 중 임의의 하나를 각각 포함할 수 있다.

[0174] **제15 실시형태**

[0175] 도 15a는 본 개시의 제15 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩(15000)의 단면도이다. 도 15a에 예시된 실시형태는 마이크로-LED 칩(15000)이 2개의 마이크로-LED(610(3000) 및 620(3000))를 포함하고, 마이크로-LED(610(3000) 및 620(3000)) 각각이 도 3a에 예시된 제3 실시형태에서 설명된 마이크로-LED 구조(3000)를 포함한다는 점에서 도 13a에 예시된 실시형태와 상이하다. 도 15a에 예시된 실시형태의 마이크로-LED 칩(15000)의 다른 구성요소는 도 13a에 예시된 실시형태의 마이크로-LED 칩(13000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0176] **제15 실시형태의 변형**

[0177] 도 15b는 본 개시의 제15 실시형태의 일 변형에 따른 마이크로-LED 칩(15001)의 단면도이다. 도 15b에 예시된 마이크로-LED 칩(15001)은 마이크로-LED 칩(15001)이 상부 스페이서(107)의 상부 표면(107b) 상에, 그리고 인접한 마이크로-LED(610(3000) 및 620(3000)) 사이에 형성된 다수의 금속층(113)을 포함한다는 점에서 도 15a에 예시된 마이크로-LED 칩(15000)과 상이하다. 도 15b에 예시된 실시형태의 마이크로-LED 칩(15001)의 구성요소는 도 13a에 예시된 실시형태의 마이크로-LED 칩(13000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0178] 도 15a 및 도 15b에 예시된 실시형태에서, 마이크로-LED(610 및 620) 각각은 도 3a에 예시된 제3 실시형태에서

설명된 마이크로-LED 구조(3000)를 포함한다. 대안적으로, 다른 실시형태에서, 마이크로-LED(610 및 620) 각각은 도 3b, 3c 및 3d에 예시된 제3 실시형태의 제1, 제2 및 제3 변형에서 설명된 마이크로-LED 구조(3001, 3002 및 3003) 중 임의의 하나를 각각 포함할 수 있다.

[0179] **제16 실시형태**

[0180] 도 16a는 본 개시의 제16 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩(16000)의 단면도이다. 마이크로-LED 칩(16000)은 다수의 마이크로-LED를 포함할 수 있다. 마이크로-LED 칩(16000)에 포함된 마이크로-LED 중 적어도 하나는 위에서 설명된 마이크로-LED 구조(4000, 4001, ... 5003) 중 임의의 하나를 가질 수 있다.

[0181] 도 16a에 예시된 실시형태에서, 마이크로-LED 칩(16000)은 2개의 마이크로-LED(610(4000) 및 620(4000))를 포함한다. 마이크로-LED(610(4000) 및 620(4000)) 각각은 도 4a에 예시된 제4 실시형태에서 설명된 마이크로-LED 구조(4000)를 포함한다.

[0182] 도 16a에 예시된 바와 같이, 마이크로-LED(610(4000) 및 620(4000)) 각각은 제1 유형 도전층(101), 제1 유형 도전층(101) 상에 적층된 제2 유형 도전층(102), 및 제1 유형 도전층(101)과 제2 유형 도전층(102) 사이에 형성된 발광층(103)을 포함한다. 제2 유형 도전층(102)의 하부 표면(102b) 상에 수직으로 투영되는 제1 유형 도전층(101)의 프로파일은 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)에 의해 둘러싸인다. 발광층(103)은 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a)로부터 멀어지는 방향으로 수평 레벨을 따라 연장되고, 발광층(103)의 에지(103a)는 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)와 정렬된다.

[0183] 마이크로-LED(610(4000) 및 620(4000)) 각각은 발광층(103) 상에 형성된 상부 스페이서(107) 및 발광층(103) 밑에 형성된 하부 스페이서를 더 포함한다. 상부 스페이서(107)의 에지(107a) 및 하부 스페이서(108)의 에지(108a) 모두가 발광층(103)의 에지(103a)와 정렬되고, 상기 발광층(103)의 에지(103a)는 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)와 정렬된다.

[0184] 마이크로-LED 칩(16000)은 발광층(103)을 둘러싸는 상부 분리층(114), 및 제2 유형 도전층(102) 상에, 그리고 분리층(114)의 상부 표면(114a) 상에 형성된 마이크로렌즈(111)를 더 포함한다.

[0185] 발광층(103)의 에지(103a), 상부 스페이서(107)의 에지(107a) 및 하부 스페이서(108)의 에지(108a)가 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)와 정렬되는 것을 제외하고, 도 16a에 예시된 마이크로-LED 칩(16000)의 구성요소는 도 6f에 예시된 마이크로-LED 칩(6005)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0186] **제16 실시형태의 변형**

[0187] 도 16b는 본 개시의 제16 실시형태의 일 변형에 따른 마이크로-LED 칩(16001)의 단면도이다. 도 16b에 예시된 실시형태는 마이크로-LED 칩(16001)이 분리층(114)의 상부 표면(114a) 상에, 그리고 인접한 마이크로-LED(610(4000) 및 620(4000)) 사이에 형성된 금속층(113)을 더 포함한다는 점에서 도 16a에 예시된 실시형태와 상이하다. 도 16b에 예시된 실시형태에서, 마이크로-LED(610(4000) 및 620(4000)) 사이에는 단 하나의 금속층(113)이 있다. 대안적으로, 다른 실시형태에서, 마이크로-LED(610(4000) 및 620(4000)) 사이에 다수의 금속층(113)이 있고, 마이크로-LED(610(4000) 및 620(4000)) 사이의 다수의 금속층(113)의 수는 2개보다 많을 수 있다. 금속층(113)을 제외하고, 도 16b에 예시된 마이크로-LED 칩(16001)의 구성요소는 도 16a에 예시된 마이크로-LED 칩(16000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0188] 도 16a 및 도 16b에 예시된 실시형태에서, 마이크로-LED(610 및 620) 각각은 도 4a에 예시된 제4 실시형태에서 설명된 마이크로-LED 구조(4000)를 포함한다. 대안적으로, 다른 실시형태에서, 마이크로-LED(610 및 620) 각각은 도 4b, 4c 및 4d에 예시된 제4 실시형태의 제1, 제2 및 제3 변형에서 설명된 마이크로-LED 구조(4001, 4002 및 4003) 중 임의의 하나를 각각 포함할 수 있다.

[0189] **제17 실시형태**

[0190] 도 17a는 본 개시의 제17 실시형태에 따른 마이크로-LED 칩(17000)의 단면도이다. 마이크로-LED 칩(17000)은 2개의 마이크로-LED(610(5000) 및 620(5000))를 포함한다. 마이크로-LED(610(5000) 및 620(5000)) 각각은 도 5a에 예시된 제5 실시형태에서 설명된 마이크로-LED 구조(5000)를 포함한다.

[0191] 마이크로-LED 칩(17000)은 제1 유형 도전층(101)의 상부 표면(101d) 상에 수직으로 투영되는 제2 유형 도전층(102)의 프로파일이 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a)에 의해 둘러싸인다는 점에서 마이크로-LED 칩

(16000)과 상이하다. 또한, 발광층(103)의 에지(103a), 상부 스페이서(107)의 에지(107a) 및 하부 스페이서(108)의 에지(108a)는 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a)와 정렬된다.

[0192] 이에 더하여, 마이크로-LED 칩(17000)은 발광층(103)을 둘러싸는 상부 분리층(114)을 더 포함한다. 제2 유형 도전층(102) 상에, 그리고 분리층(114)의 상부 표면(114a) 상에 마이크로렌즈(111)가 형성된다. 도 17a에 예시된 제17 실시형태의 마이크로-LED 칩(17000)의 다른 구성요소는 도 16a에 예시된 제16 실시형태의 마이크로-LED 칩(16000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0193] **제17 실시형태의 변형**

[0194] 도 17b는 본 개시의 제17 실시형태의 일 변형에 따른 마이크로-LED 칩(17001)의 단면도이다. 도 17b에 예시된 실시형태는 마이크로-LED 칩(17001)이 분리층(114)의 상부 표면(114a) 상에, 그리고 인접한 마이크로-LED(610(5000) 및 620(5000)) 사이에 형성된 금속층(113)을 더 포함한다는 점에서 도 17a에 예시된 실시형태와 상이하다. 도 17b에 예시된 실시형태에서, 마이크로-LED(610(5000) 및 620(5000)) 사이에는 단 하나의 금속층(113)이 있다. 대안적으로, 다른 실시형태에서, 마이크로-LED(610(5000) 및 620(5000)) 사이에 다수의 금속층(113)이 있고, 마이크로-LED(610(5000) 및 620(5000)) 사이의 다수의 금속층(113)의 수는 2개보다 많을 수 있다. 금속층(113)을 제외하고, 도 17b에 예시된 마이크로-LED 칩(17001)의 구성요소는 도 17a에 예시된 마이크로-LED 칩(17000)의 구성요소와 동일하며, 따라서 이들 구성요소에 대한 상세한 설명은 반복되지 않는다.

[0195] 도 17a 및 도 17b에 예시된 실시형태에서, 마이크로-LED(610 및 620) 각각은 도 5a에 예시된 제5 실시형태에서 설명된 마이크로-LED 구조(5000)를 포함한다. 대안적으로, 다른 실시형태에서, 마이크로-LED(610 및 620) 각각은 도 5b, 5c 및 5d에 예시된 제5 실시형태의 제1, 제2 및 제3 변형에서 설명된 마이크로-LED 구조(5001, 5002 및 5003) 중 임의의 하나를 각각 포함할 수 있다.

[0196] **비교예**

[0197] 도 18은 비교예에 따른 마이크로-LED 구조(1)의 단면도이다. 도 18에 예시된 비교예의 마이크로-LED 구조(1)는 발광층(103)이 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a) 및 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)로부터 멀어지는 방향으로 수평 레벨을 따라 연장되지 않는다는 점에서 도 1a에 예시된 제1 실시형태의 마이크로-LED 구조(1000)와 상이하다. 대신에, 비교예에서, 발광층(103)의 에지(103a)는 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a) 및 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a) 모두와 정렬된다.

[0198] 이전에 설명된 바와 같이, 발광층(103)은 다수 쌍의 양자우물층을 포함할 수 있다. 발광층(103)에서 다수-양자우물(multi-quantum well, MQW) 쌍의 수는 예를 들어, 유도 결합 플라즈마 식각(inductively coupled plasma etching)에 의해 생성된 발광층(103)의 노출된 측벽 면적과 관련된다. 노출된 측벽 면적이 클수록 MQW 쌍이 많아져 더 큰 표면 재조합 캐리어 손실(surface recombination carrier loss)을 가져온다.

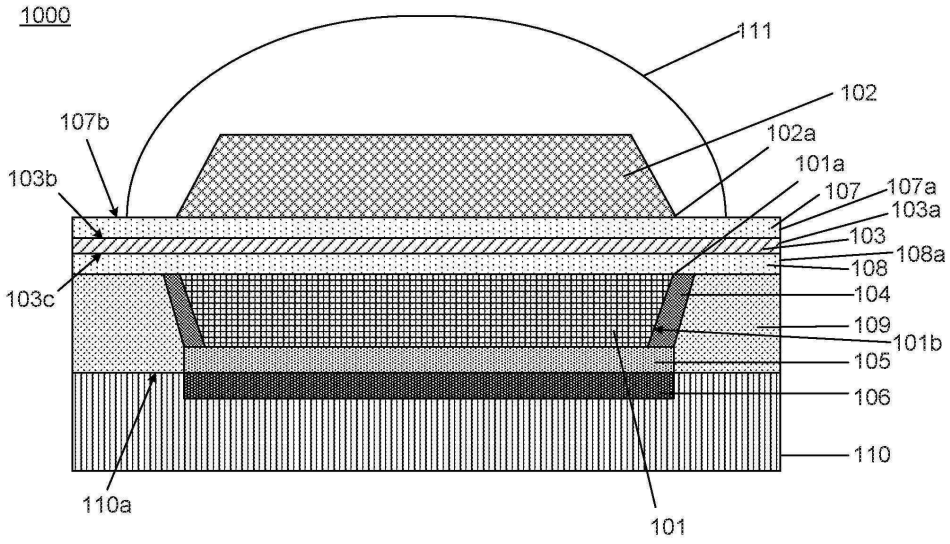
[0199] 비교예에서, 발광층(103)의 측벽은 제1 유형 도전층(101) 및 제2 유형 도전층(102)의 에지(101a 및 102a)와 정렬된다. 그 결과, 큰 표면 재조합 캐리어 손실이 제1 유형 도전층(101)과 제2 유형 도전층(102) 사이의 마이크로-LED에서 발생하여, 마이크로-LED의 발광 효율성에 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

[0200] 이에 반해, 본 개시의 제1 실시형태뿐만 아니라 다른 실시형태에서, 발광층(103)의 에지(103a)가 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a) 및 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)와 접촉하지 않도록, 발광층(103)은 제1 유형 도전층(101)의 상부 에지(101a) 및 제2 유형 도전층(102)의 하부 에지(102a)로부터 멀어지는 방향으로 연장된다. 그 결과, 표면 재조합 캐리어 손실이 제1 유형 도전층(101)과 제2 유형 도전층(102) 사이의 마이크로-LED에서 발생하지 않을 수 있다. 결과적으로, 마이크로-LED의 발광 효율성이 개선될 것이다.

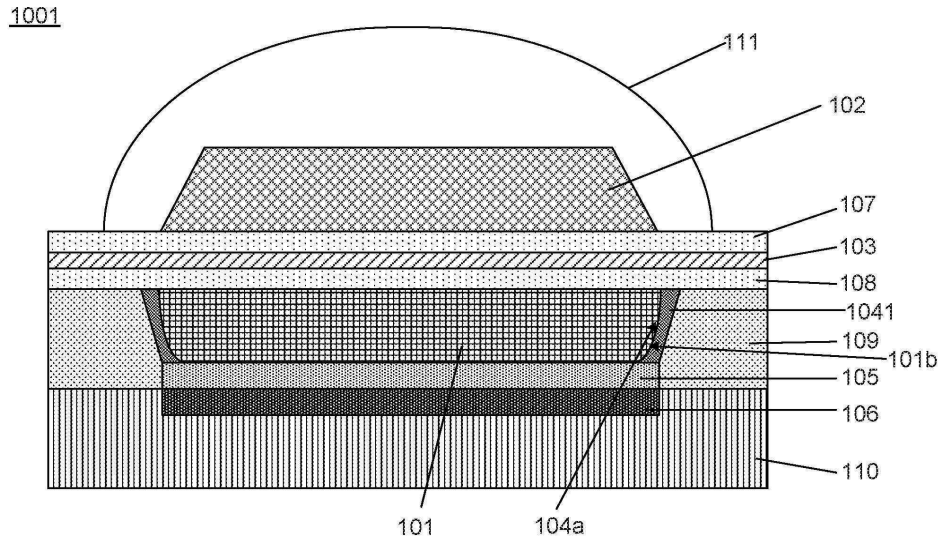
[0201] 예시적인 실시형태가 본원에서 설명되었지만, 본 개시의 범주는 당해 기술 분야의 통상의 기술자에 의해 본 개시를 기초로 인식되는 바와 같이, 등가 요소, 수정, 생략, (예컨대, 다양한 실시형태에 걸친 측면의) 조합, 적응 및/또는 변경을 갖는 임의의 및 모든 실시형태를 포함한다. 예를 들어, 상이한 도면에 도시된 상이한 실시형태에 포함된 피처들이 조합될 수 있다. 청구범위에서의 제한은 청구범위에서 사용된 언어에 기초하여 광범위하게 해석되어야 하며, 본 출원의 절차(prosecution) 동안 또는 본 명세서에 설명된 예로 제한되지 않아야 한다. 예는 비-배타적인 것으로 해석되어야 한다. 따라서, 명세서 및 예는 단지 예시적인 것으로 간주되도록 의도되며, 진정한 범주 및 사상은 다음의 청구범위 및 이들 등가물의 전체 범주에 의해 나타내어진다.

도면

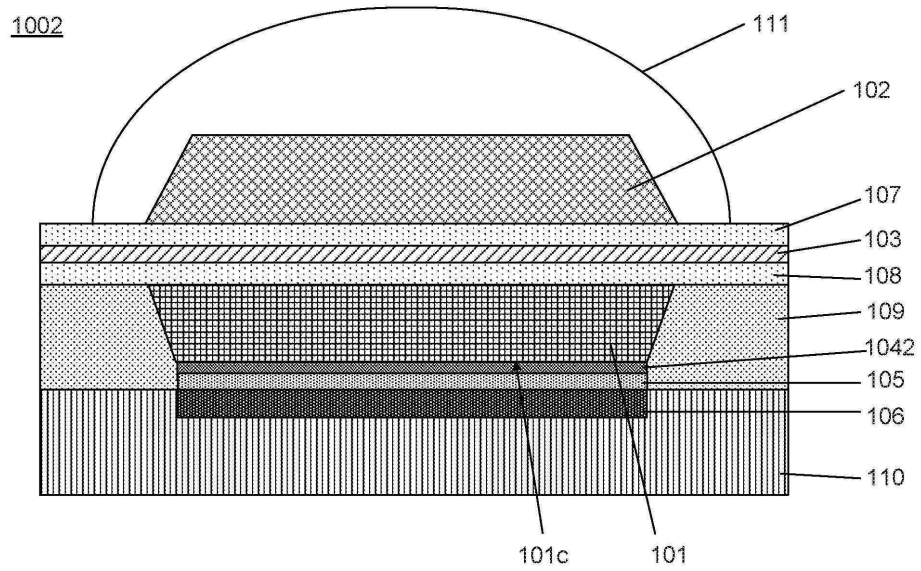
도면1a


1000
111
102
107b
102a
101a
103b
107
107a
103a
103
108a
108
103c
104
109
101b
105
106
110
110a
101

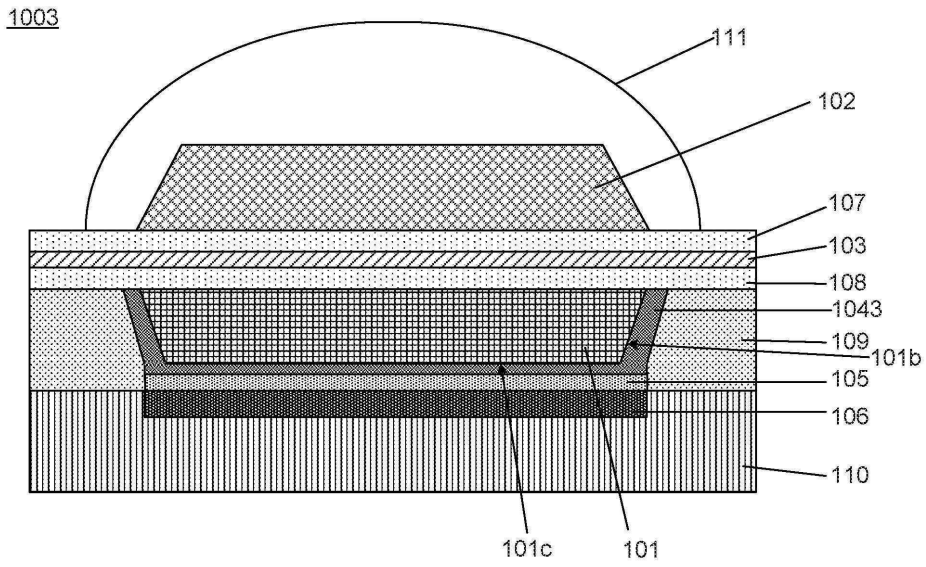
도면1b


1001
111
102
107
103
108
1041
109
101b
105
106
110
101
104a

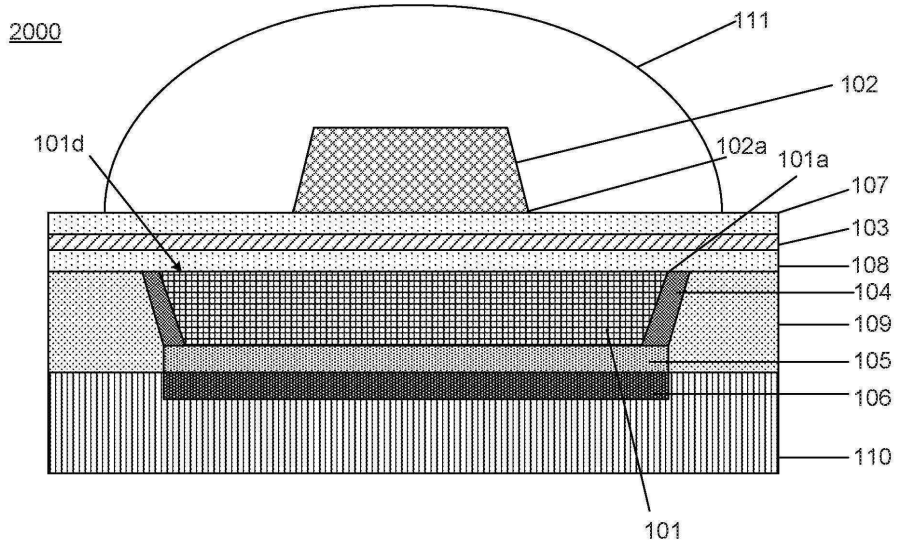
도면1c


1002
111
102
107
103
108
109
1042
105
106
110
101c
101

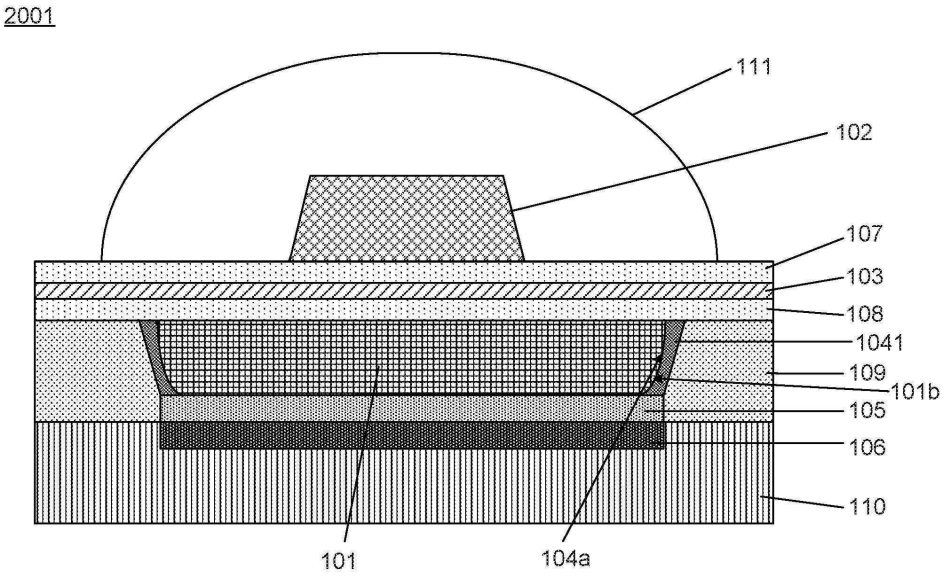
도면1d


1003
111
102
107
103
108
1043
109
101b
105
106
110
101c
101

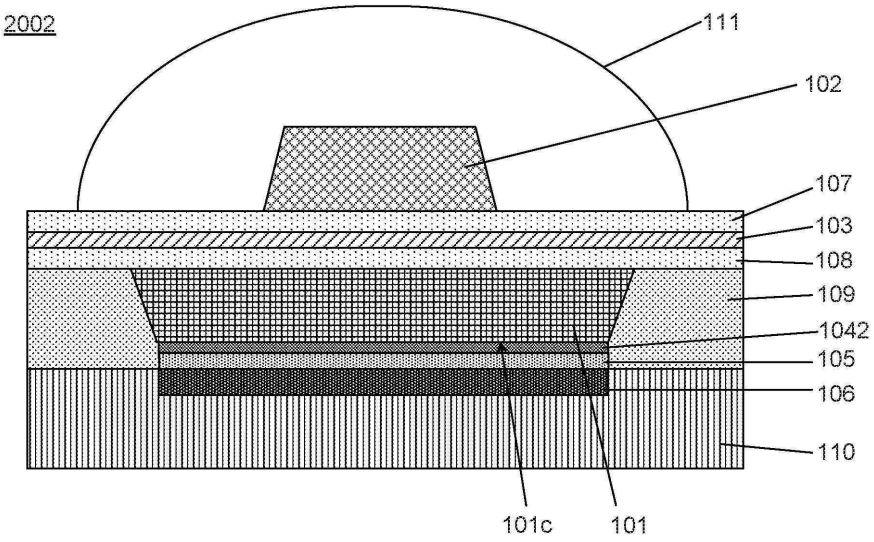
도면2a


2000
111
102
101d
102a
101a
107
103
108
104
109
105
106
110
101

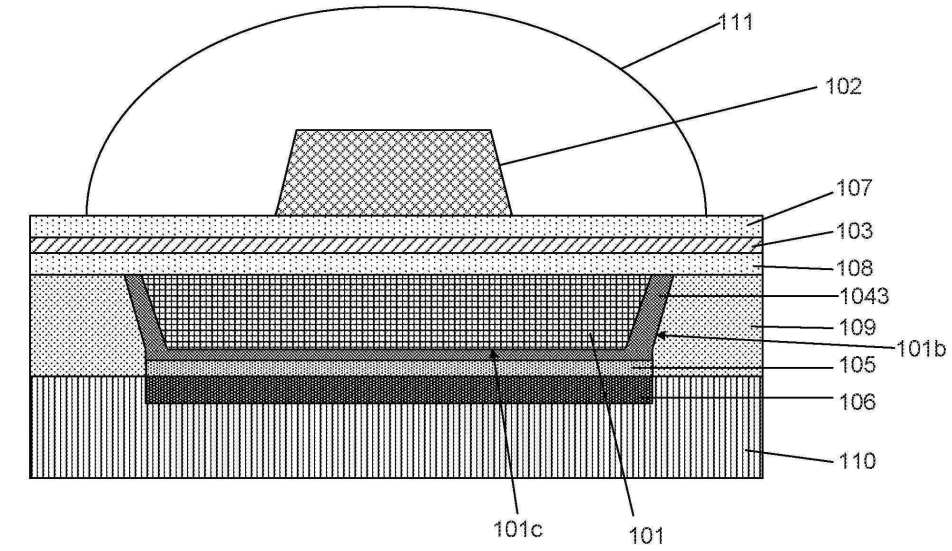
도면2b


2001
111
102
107
103
108
1041
109
101b
105
106
110
101
104a

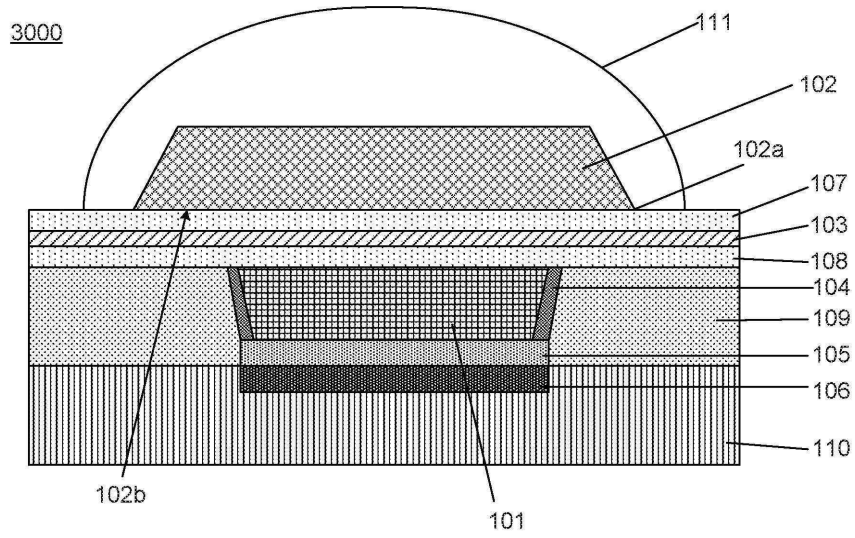
도면2c


2002
111
102
107
103
108
109
1042
105
106
110
101c
101

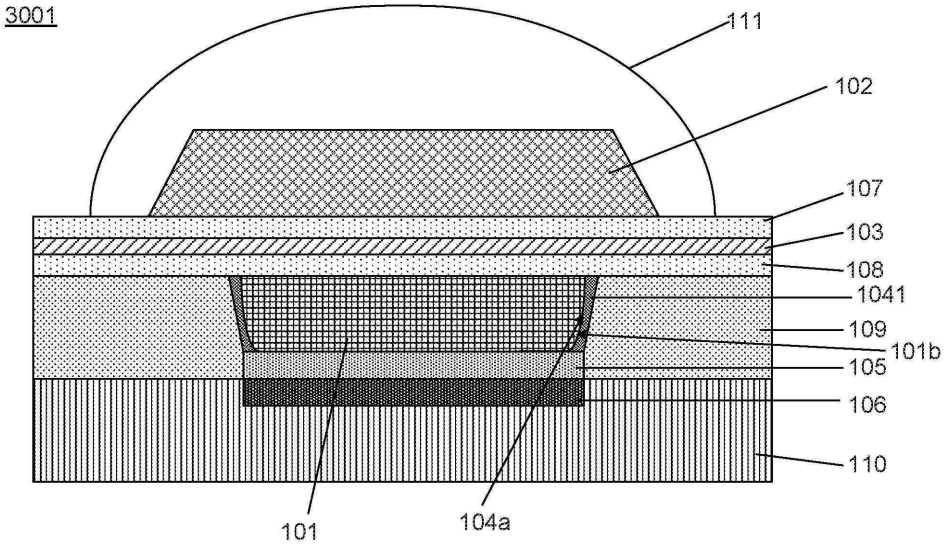
도면2d


2003
111
102
107
103
108
1043
109
101b
105
106
110
101c
101

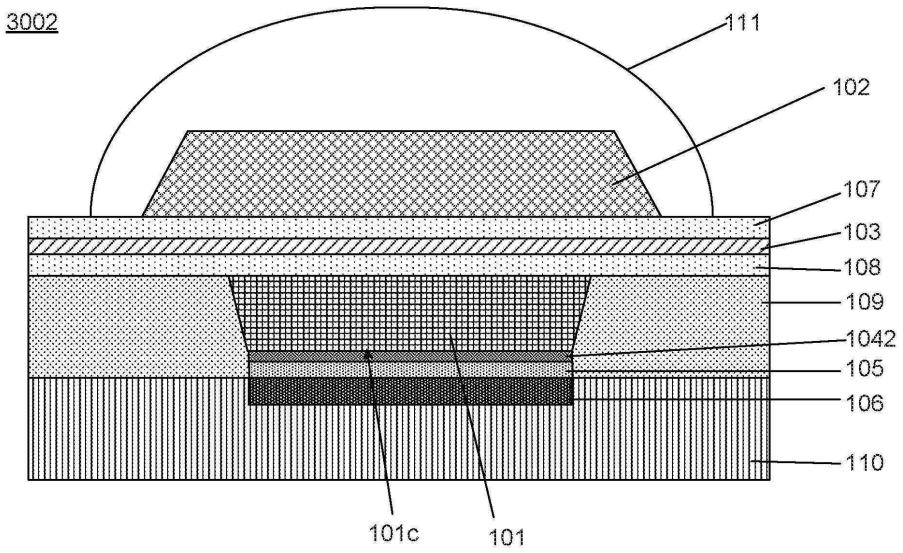
도면3a


3000
111
102
102a
107
103
108
104
109
105
106
110
102b
101

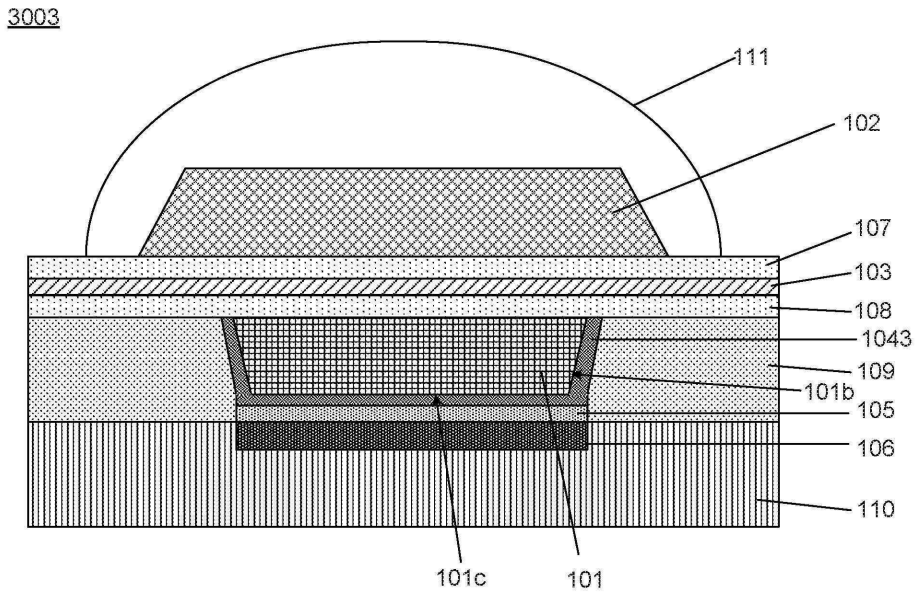
도면3b


3001
111
102
107
103
108
1041
109
101b
105
106
110
101
104a

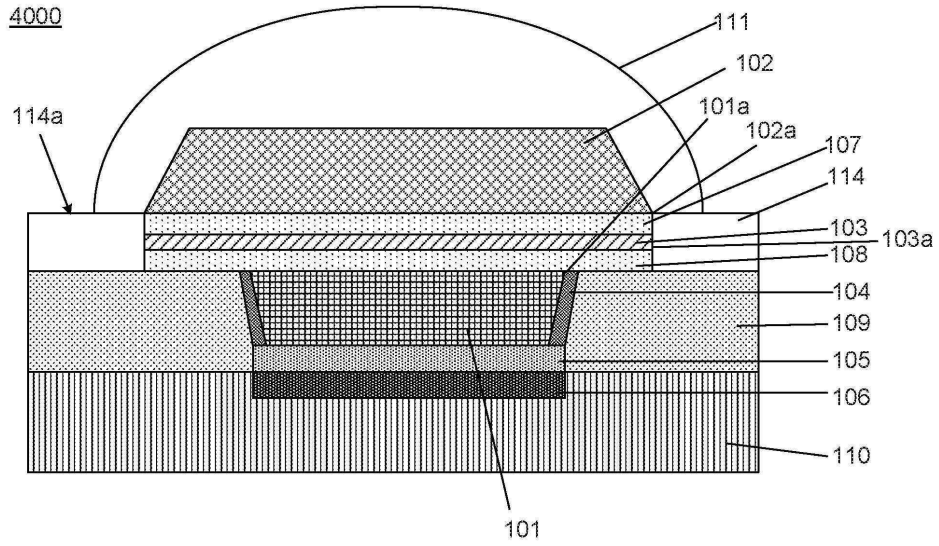
도면3c


3002
111
102
107
103
108
109
1042
105
106
110
101c
101

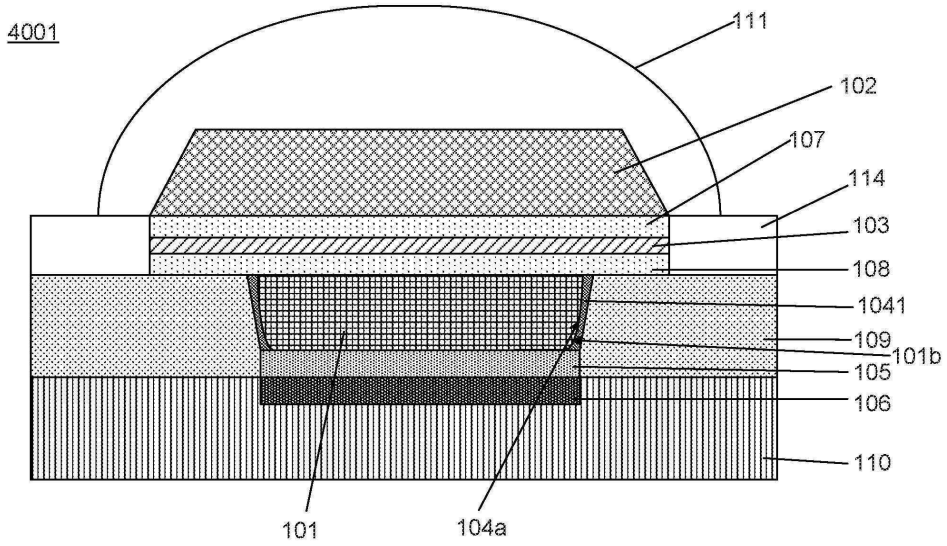
도면3d


3003
111
102
107
103
108
1043
109
101b
105
106
110
101c
101

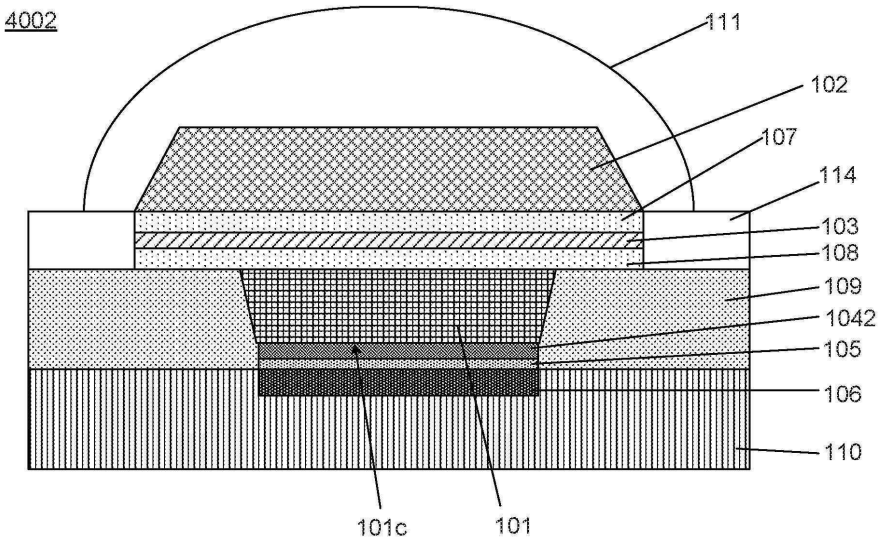
도면4a


4000
111
102
101a
102a
107
114
114a
103
103a
108
104
109
105
106
110
101

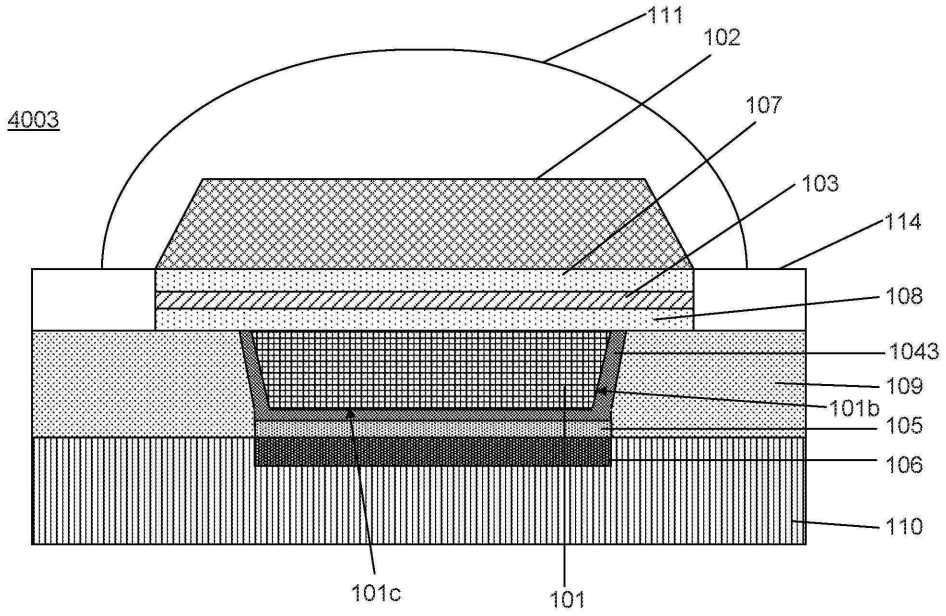
도면4b


4001
111
102
107
114
103
108
1041
109
101b
105
106
110
101
104a

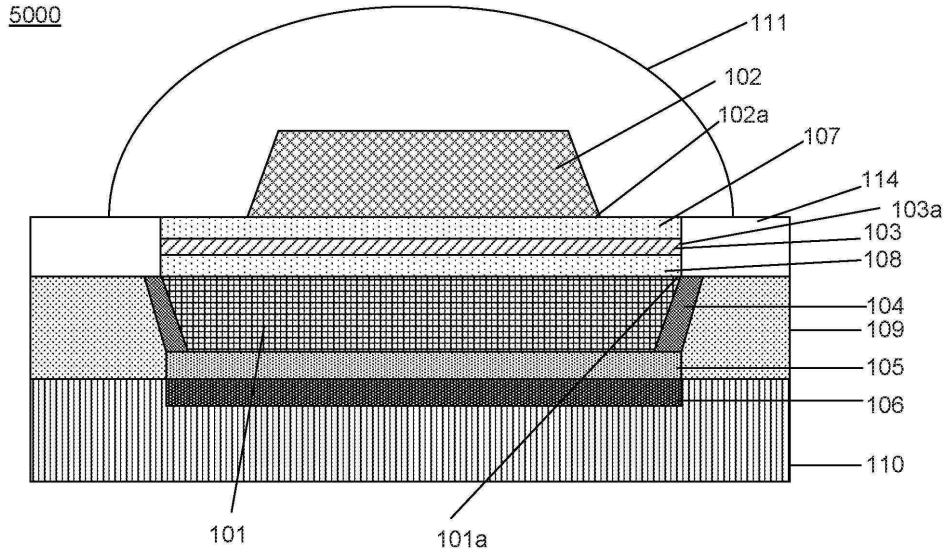
도면4c


4002
111
102
107
114
103
108
109
1042
105
106
110
101c
101

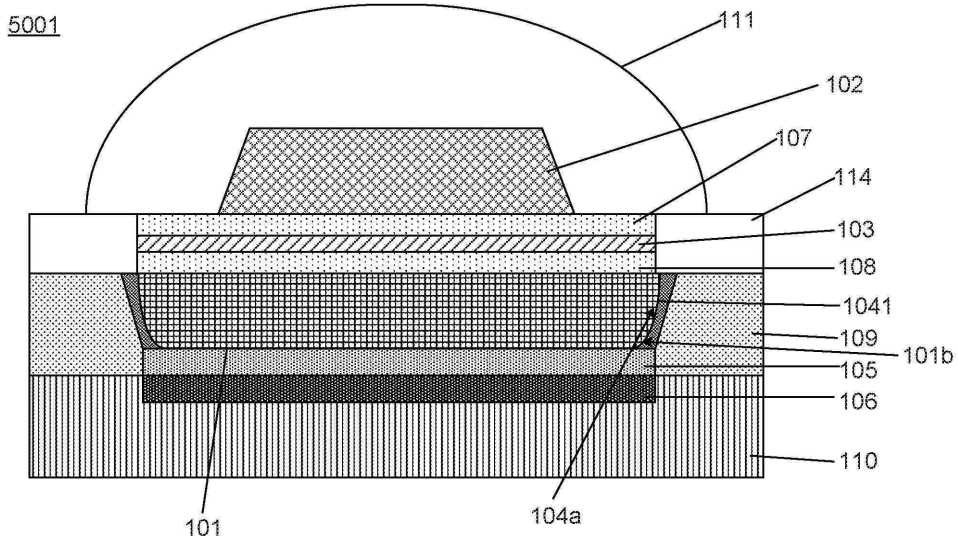
도면4d


4003
111
102
107
103
114
108
1043
109
101b
105
106
110
101c
101

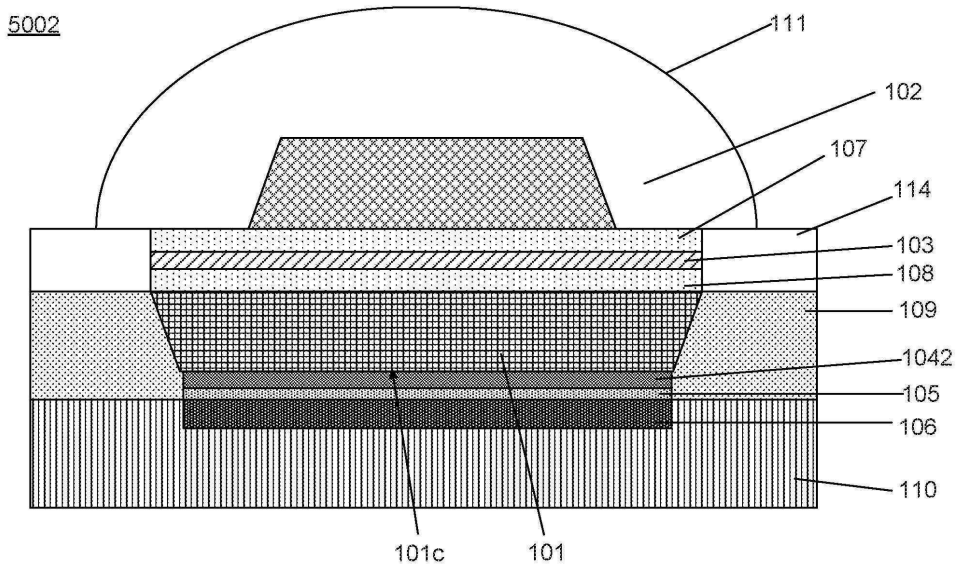
도면5a


5000
111
102
102a
107
114
103a
103
108
104
109
105
106
110
101
101a

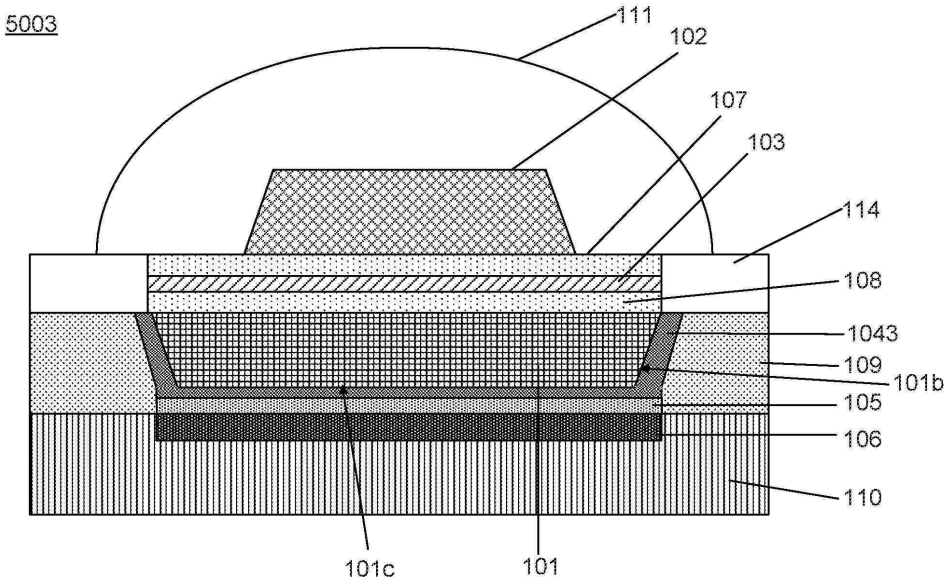
도면5b


5001
111
102
107
114
103
108
1041
109
101b
105
106
110
101
104a

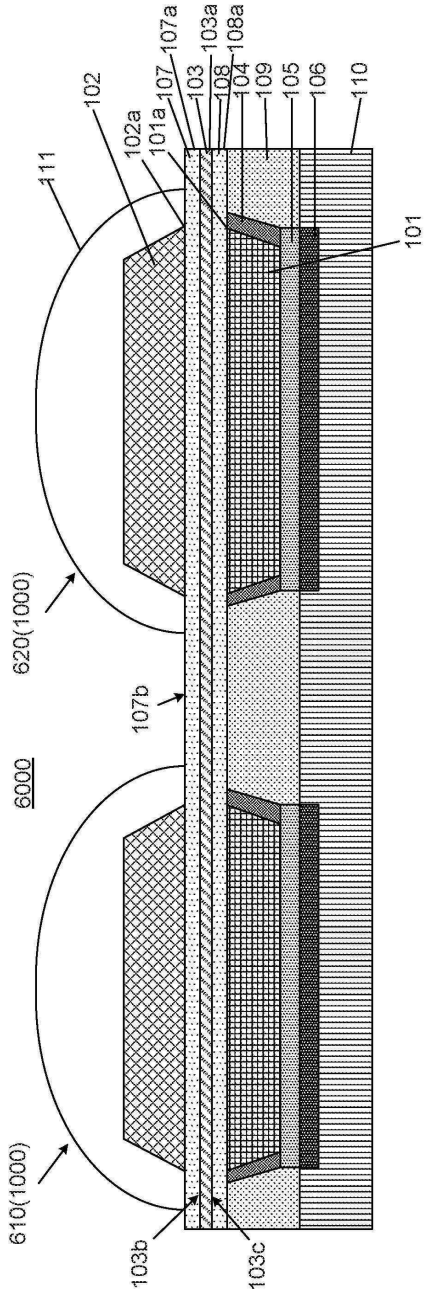
도면5c


5002
111
102
107
114
103
108
109
1042
105
106
110
101c
101

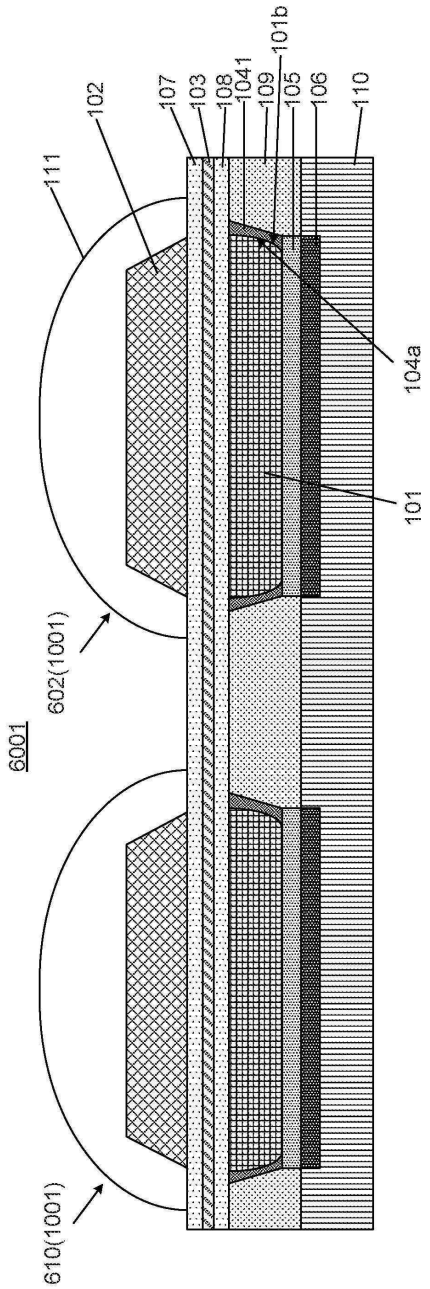
도면5d


5003
111
102
107
103
114
108
1043
109
101b
105
106
110
101c
101

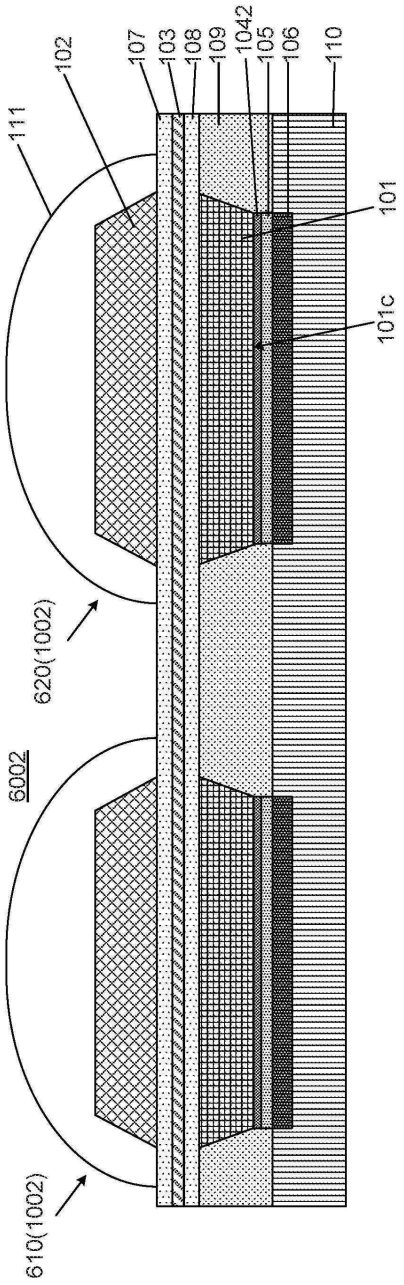
도면6a


111
102
102a
101a
107a
107
103a
103
108a
108
104
109
105
106
110
101
620(1000)
107b
6000
610(1000)
103b
103c

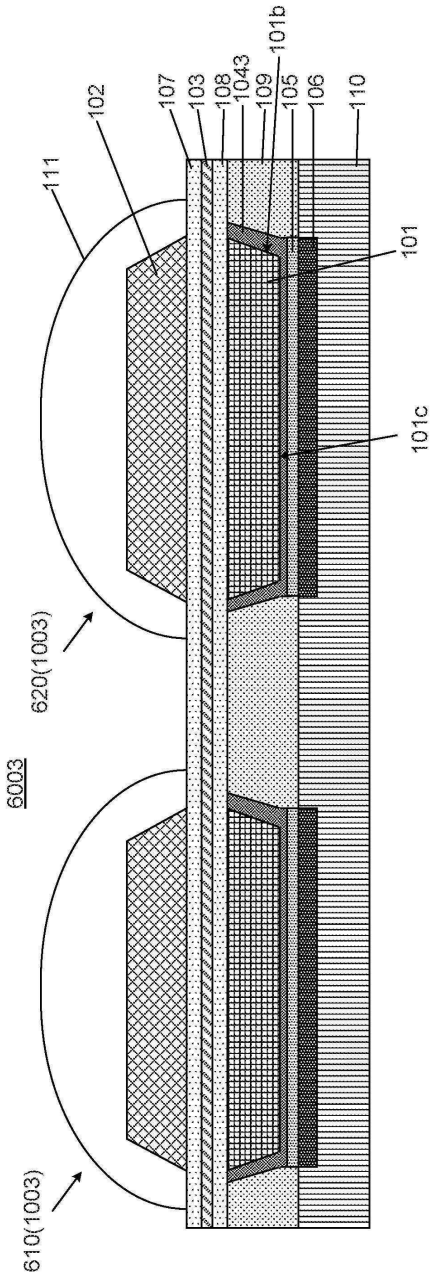
도면6b


6001
111
102
107
103
108
1041
109
101b
105
106
110
104a
101
602(1001)
610(1001)

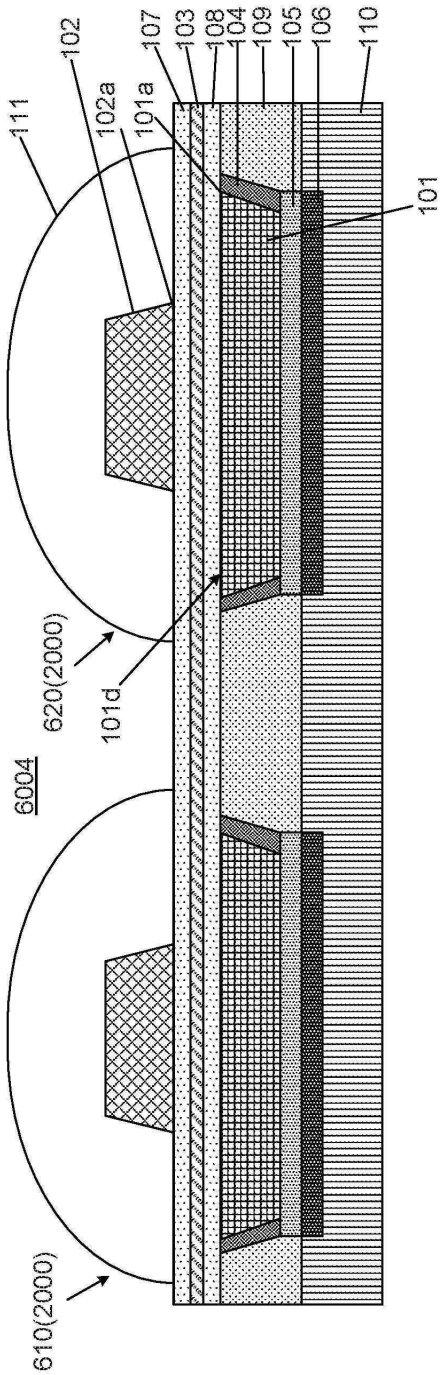
도면6c


111
102
107
103
108
109
1042
105
106
110
101
101c
620(1002)
6002
610(1002)

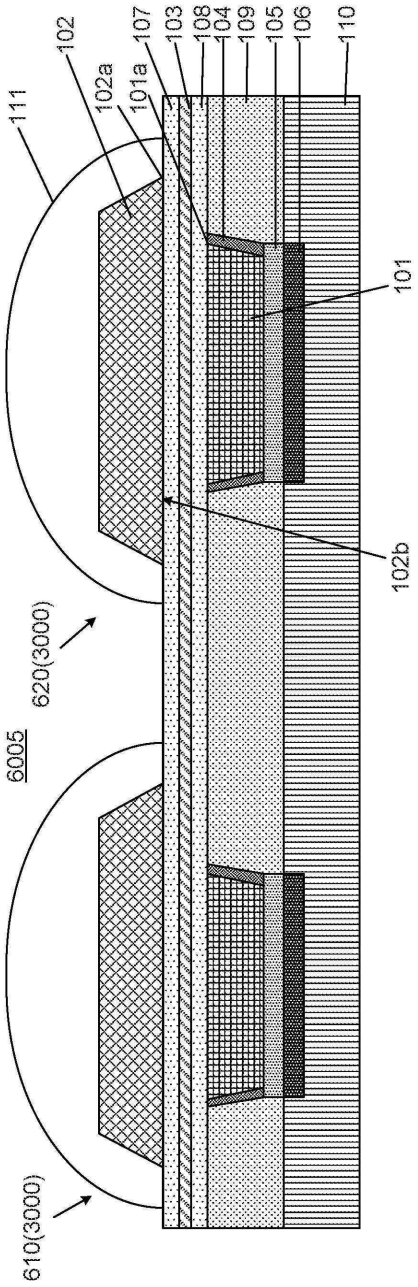
도면6d


111
102
107
103
108
1043
109
101b
105
106
110
101
101c
620(1003)
6003
610(1003)

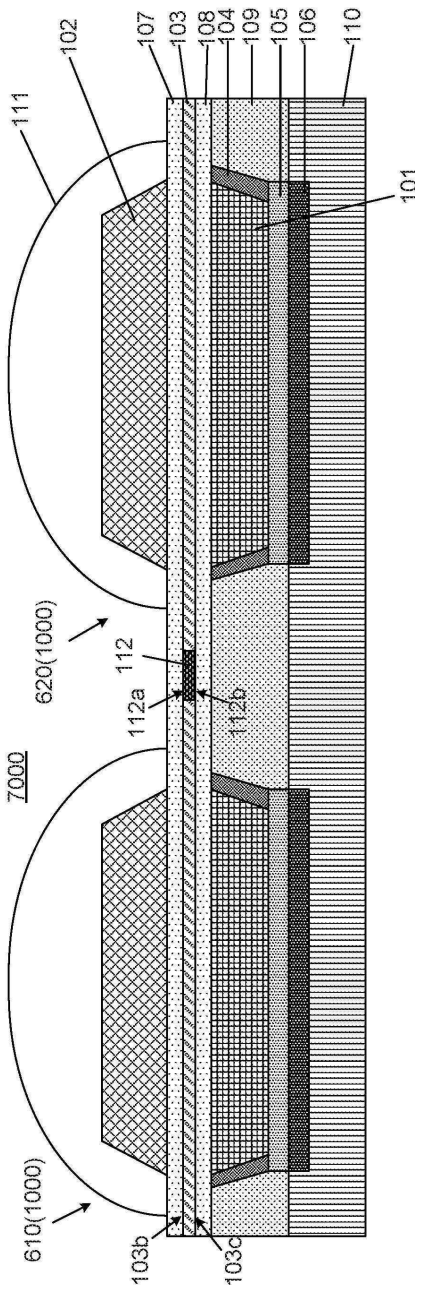
도면6e


111
102
102a
101a
107
103
108
104
109
105
106
110
101
620(2000)
101d
6004
610(2000)

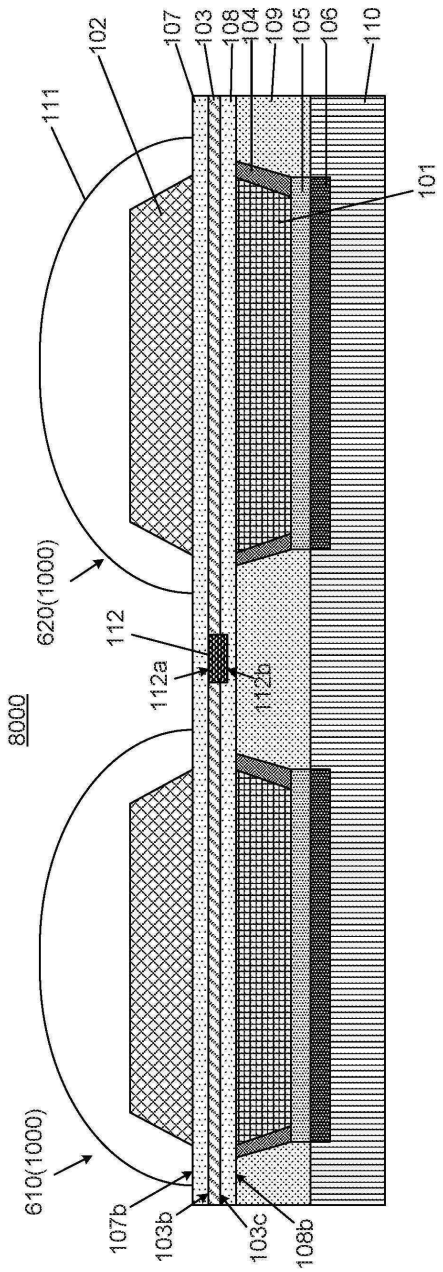
도면6f


111
102
102a
101a
107
103
108
104
109
105
106
110
101
102b
620(3000)
6005
610(3000)

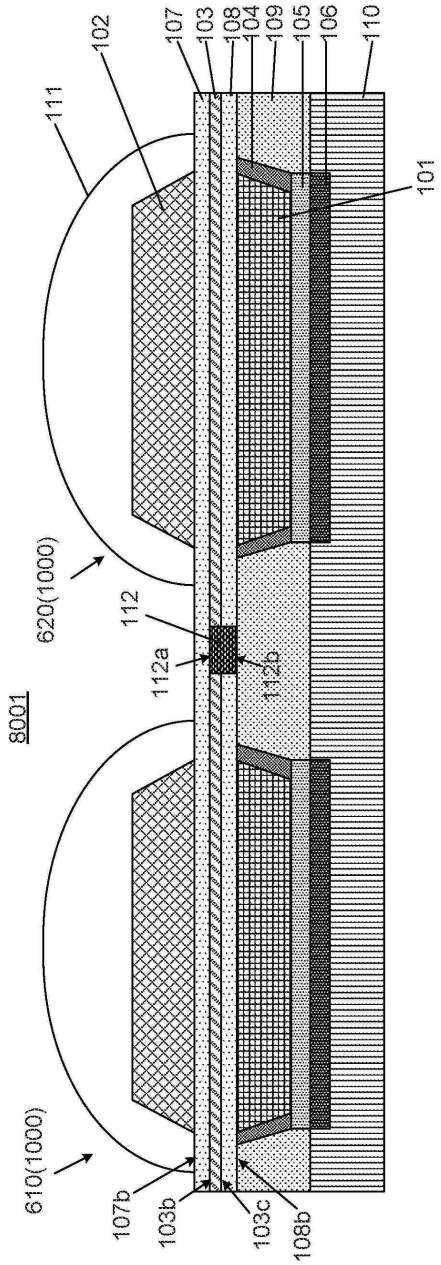
도면7


111
102
107
103
108
104
109
105
106
110
101
620(1000)
112
112a
112b
7000
610(1000)
103b
103c

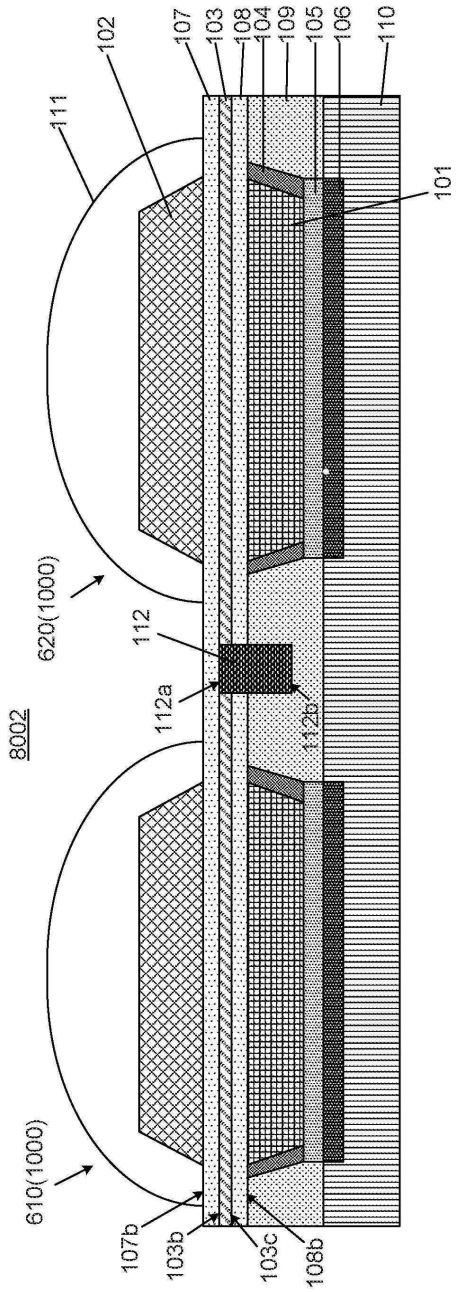
도면8a


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(1000)
112
112a
112b
8000
610(1000)
107b
103b
103c
108b

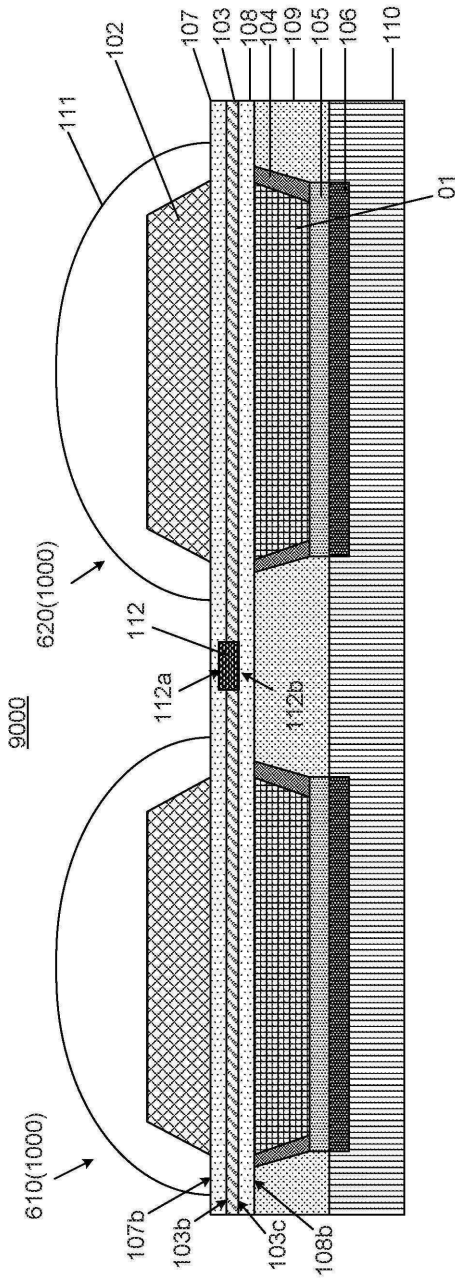
도면8b


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(1000)
112
112a
112b
8001
610(1000)
107b
103b
103c
108b

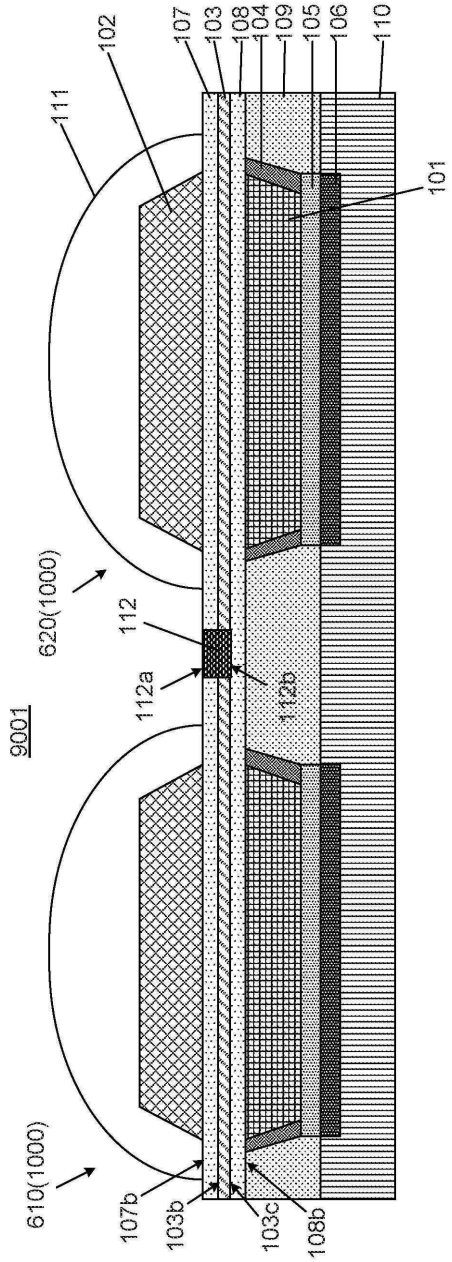
도면8c


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(1000)
112
112a
112b
8002
610(1000)
107b
103b
103c
108b

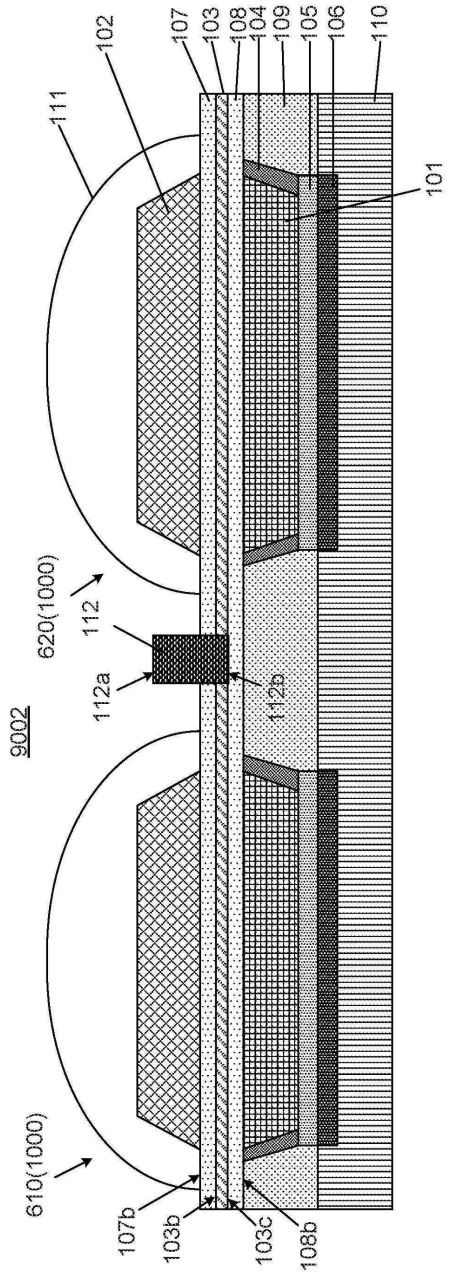
도면9a


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
01
620(1000)
112
112a
112b
9000
610(1000)
107b
103b
103c
108b

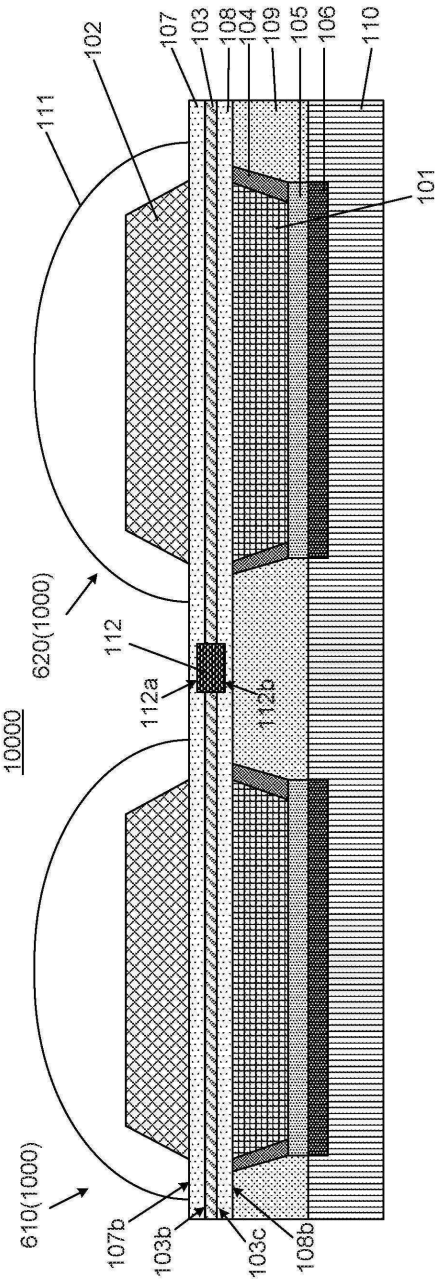
도면9b


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(1000)
112
112a
112b
9001
610(1000)
107b
103b
103c
108b

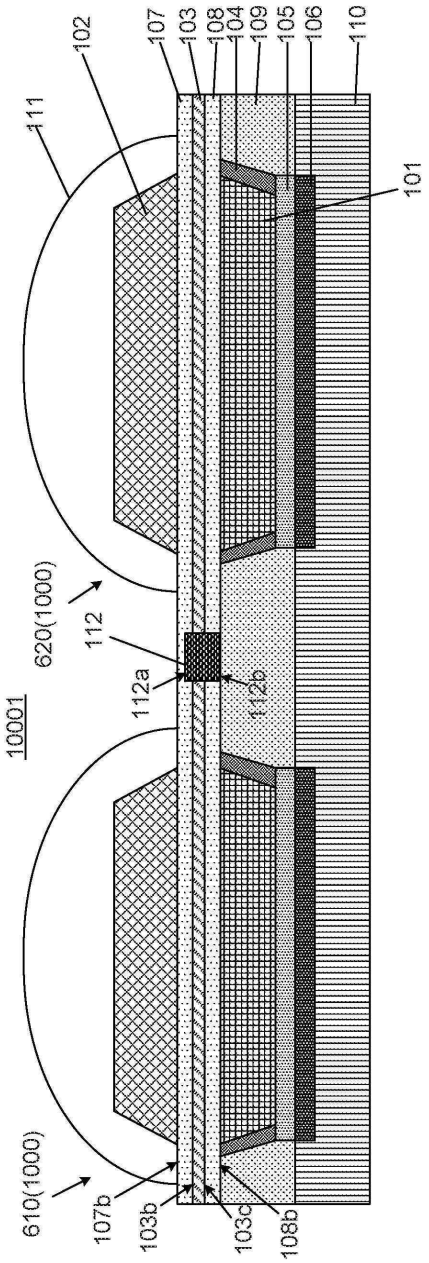
도면9c


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(1000)
112
112a
112b
9002
610(1000)
107b
103b
103c
108b

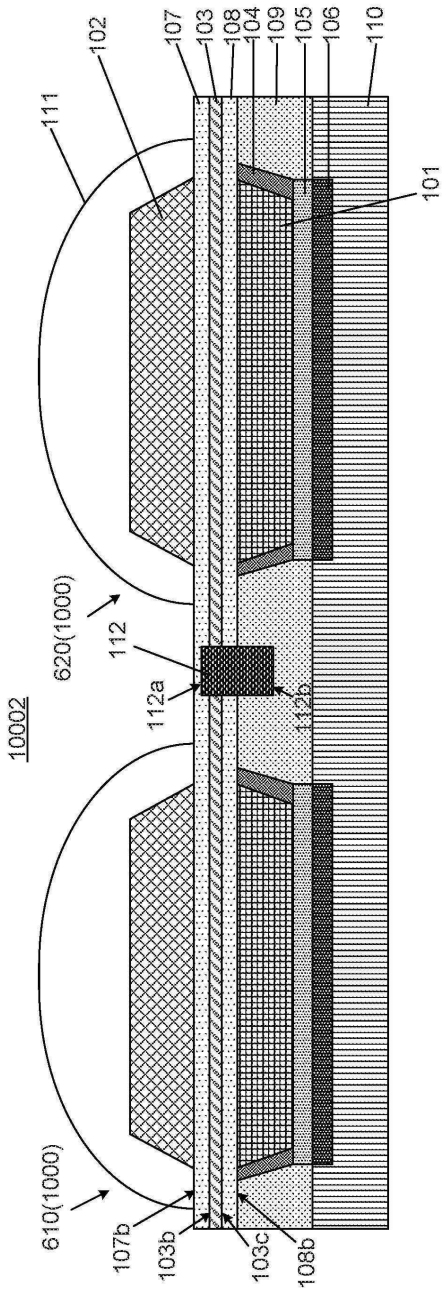
도면10a


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(1000)
112
112a
112b
10000
610(1000)
107b
103b
103c
108b

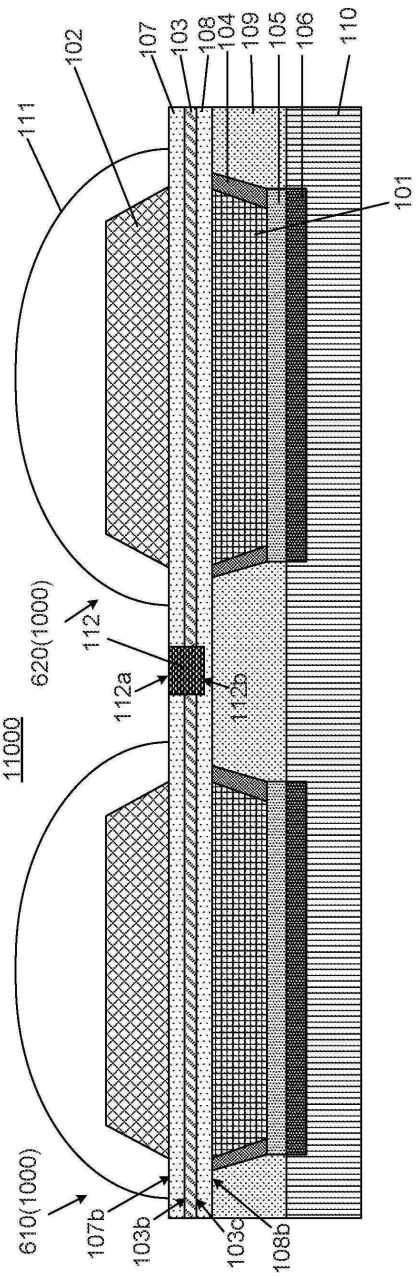
도면10b


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(1000)
112
112a
112b
10001
610(1000)
107b
103b
103c
108b

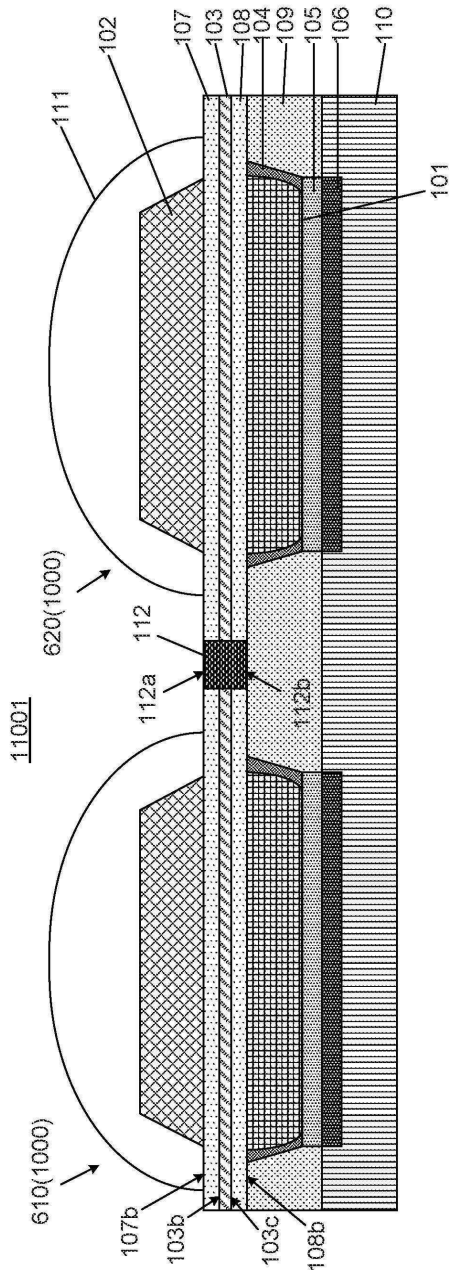
도면10c


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(1000)
112
112a
112b
10002
610(1000)
107b
103b
103c
108b

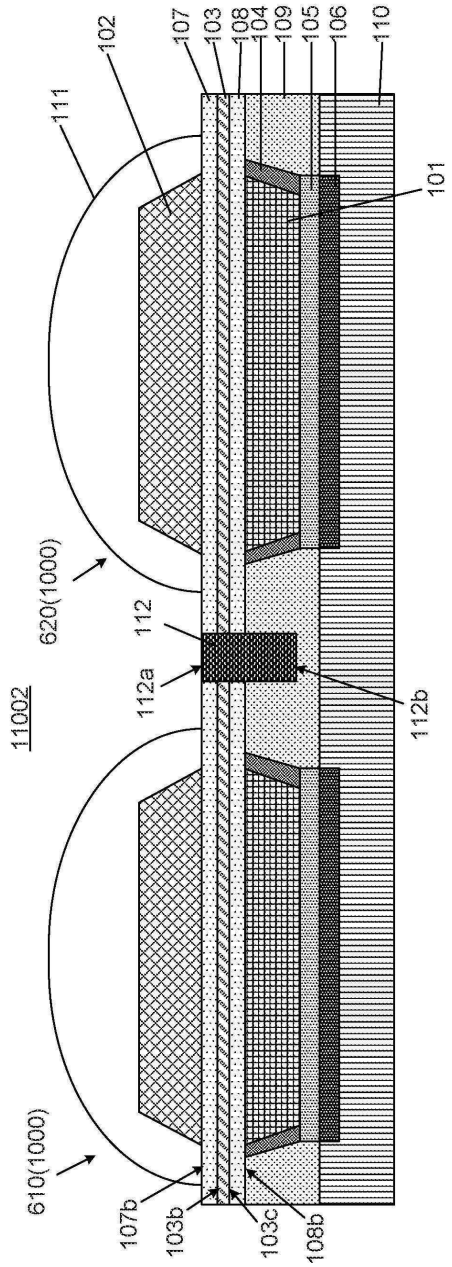
도면11a


111
102
107
103
108
104
109
105
106
110
101
620(1000)
112
112a
112b
11000
610(1000)
107b
103b
103c
108b

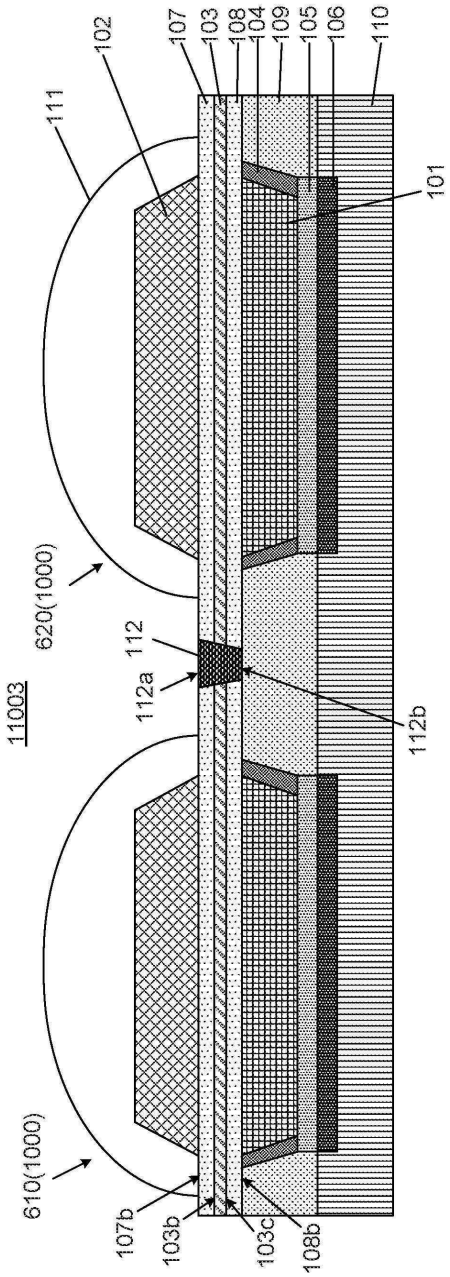
도면11b


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(1000)
112
112a
112b
11001
610(1000)
107b
103b
103c
108b

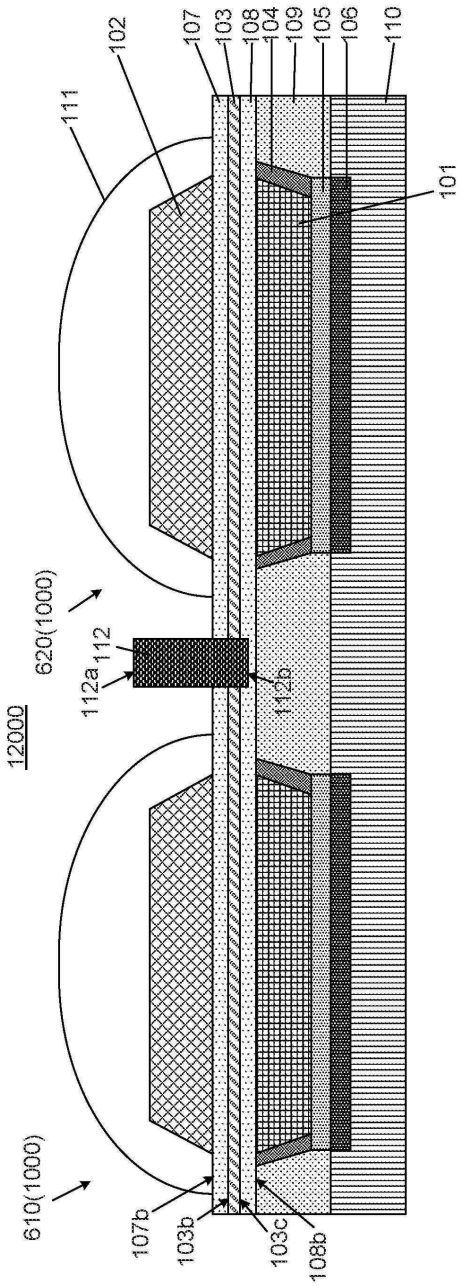
도면11c


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(1000)
112
112a
11002
112b
610(1000)
107b
103b
103c
108b

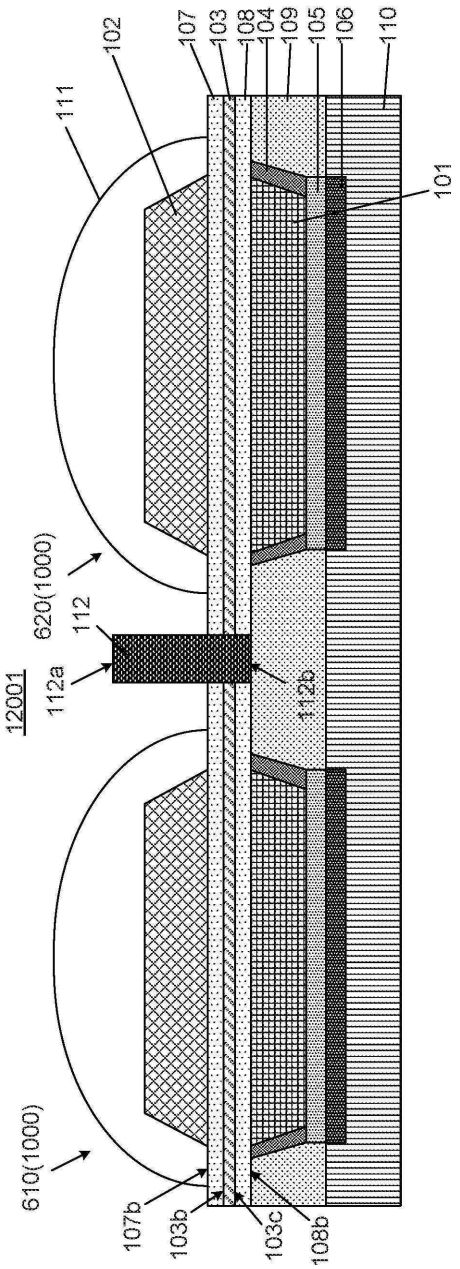
도면11d


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(1000)
112
112a
11003
112b
610(1000)
107b
103b
103c
108b

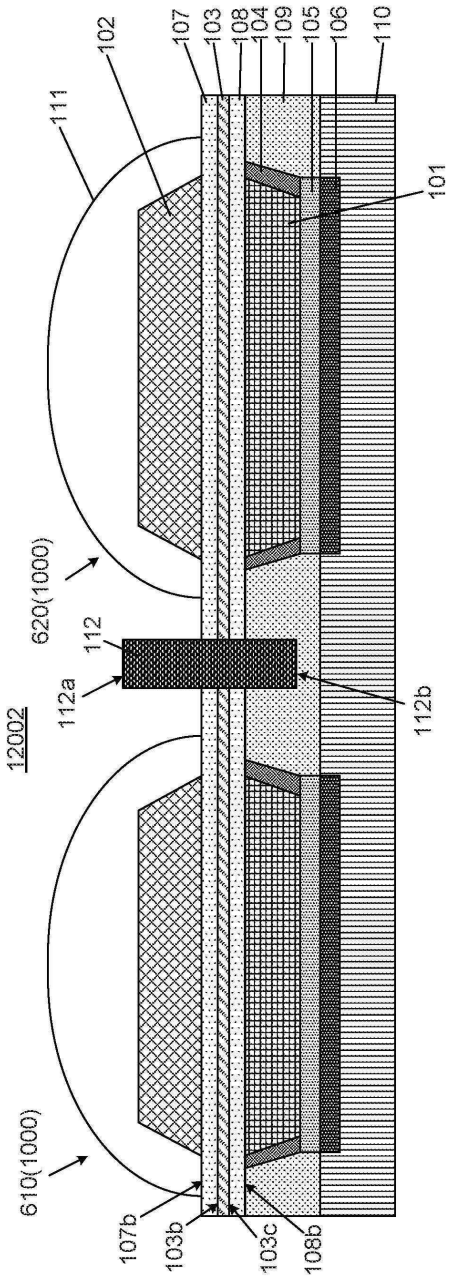
도면12a


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(1000)
112
112a
112b
12000
610(1000)
107b
103b
103c
108b

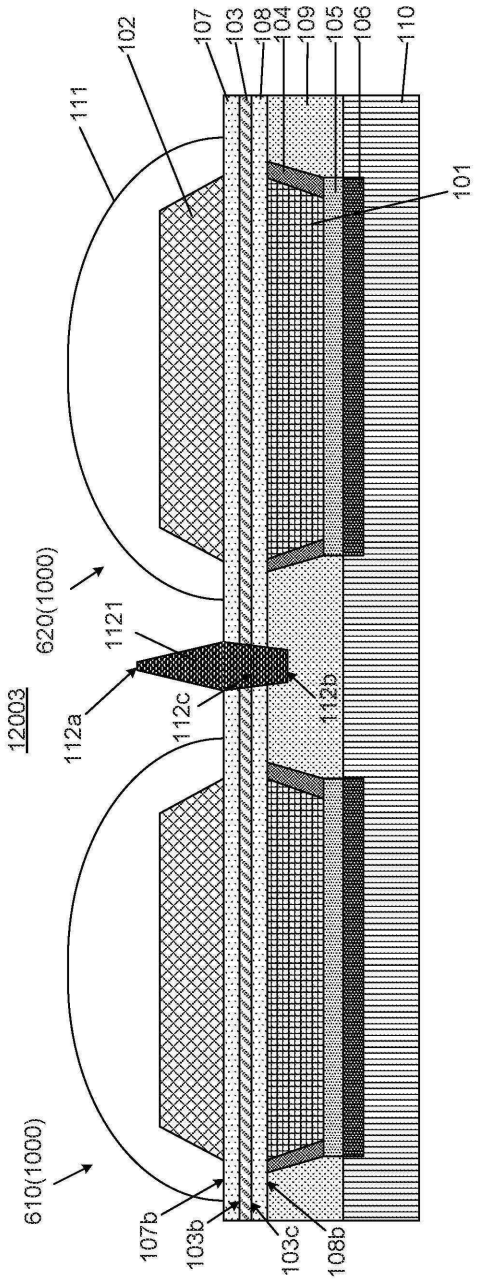
도면12b


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(1000)
112
12001
112a
112b
610(1000)
107b
103b
103c
108b

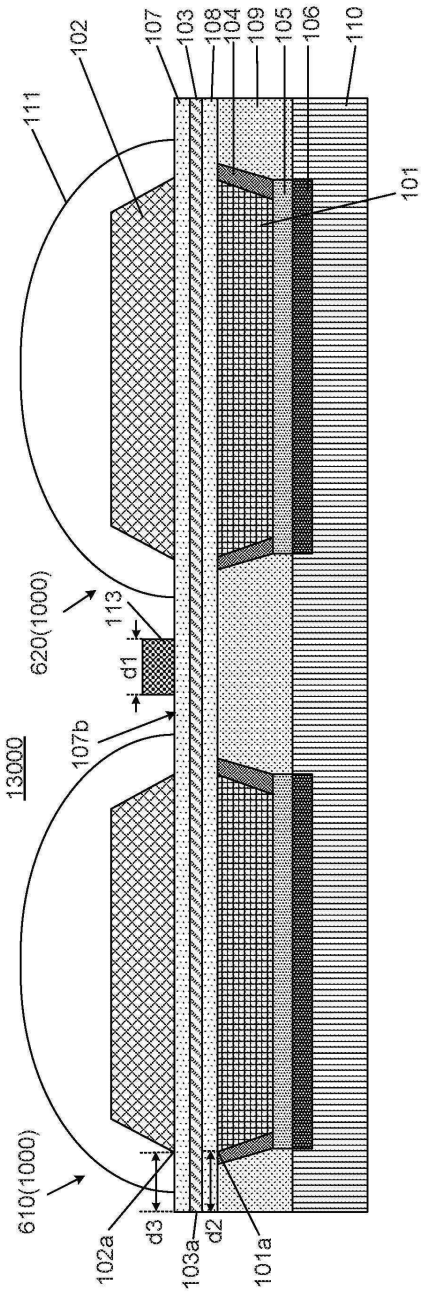
도면12c


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(1000)
112
112a
12002
112b
610(1000)
107b
103b
103c
108b

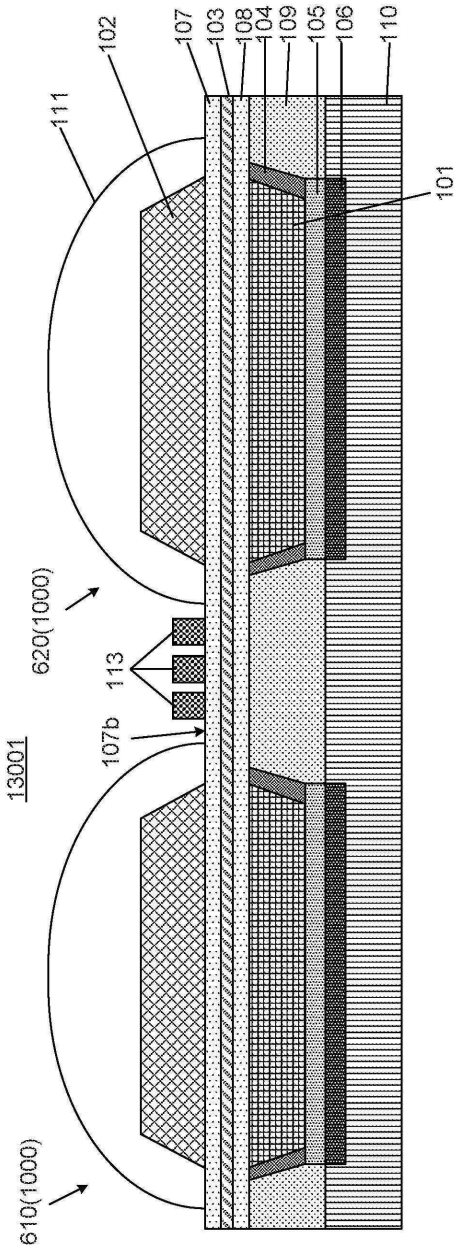
도면12d


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(1000)
1121
12003
112a
112c
112b
610(1000)
107b
103b
103c
108b

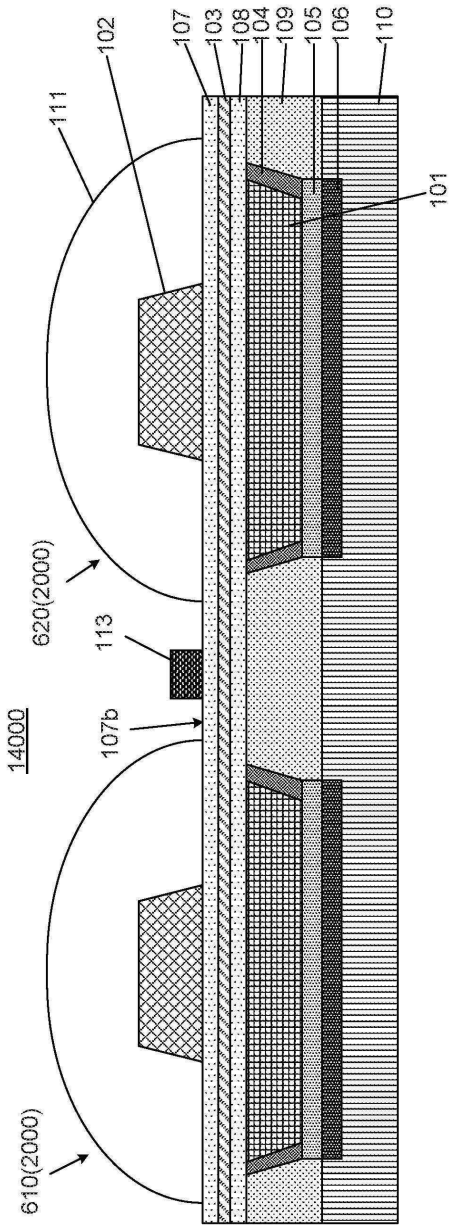
도면13a


111
102
107
103
108
104
109
105
106
110
101
620(1000)
113
d1
107b
13000
610(1000)
102a
d3
103a
d2
101a

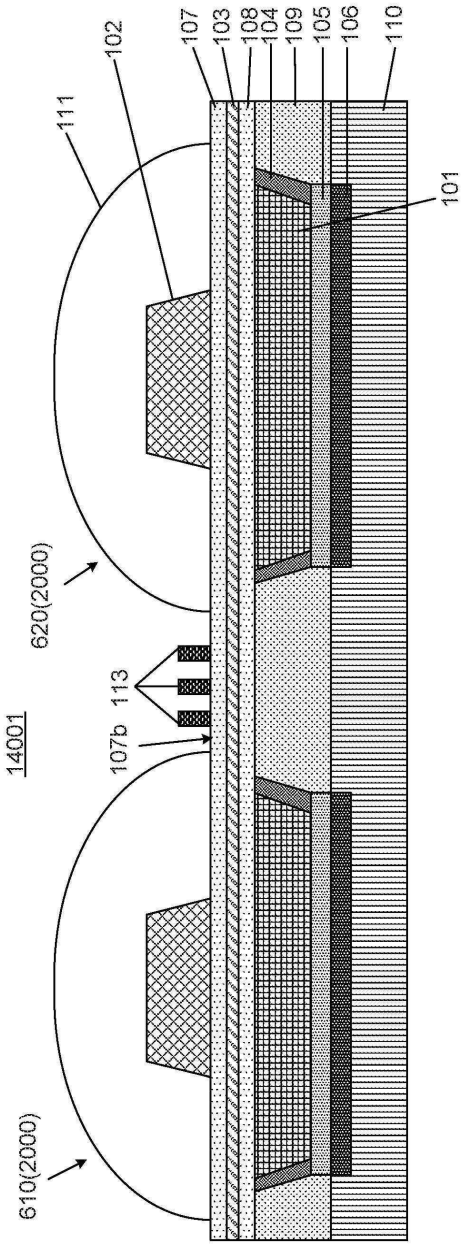
도면13b


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(1000)
113
107b
13001
610(1000)

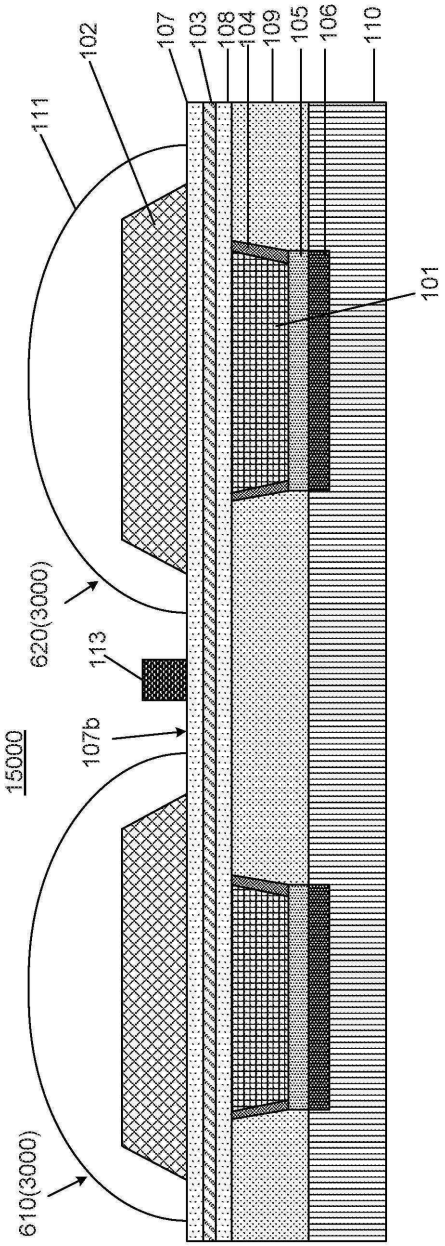
도면14a


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(2000)
113
14000
107b
610(2000)

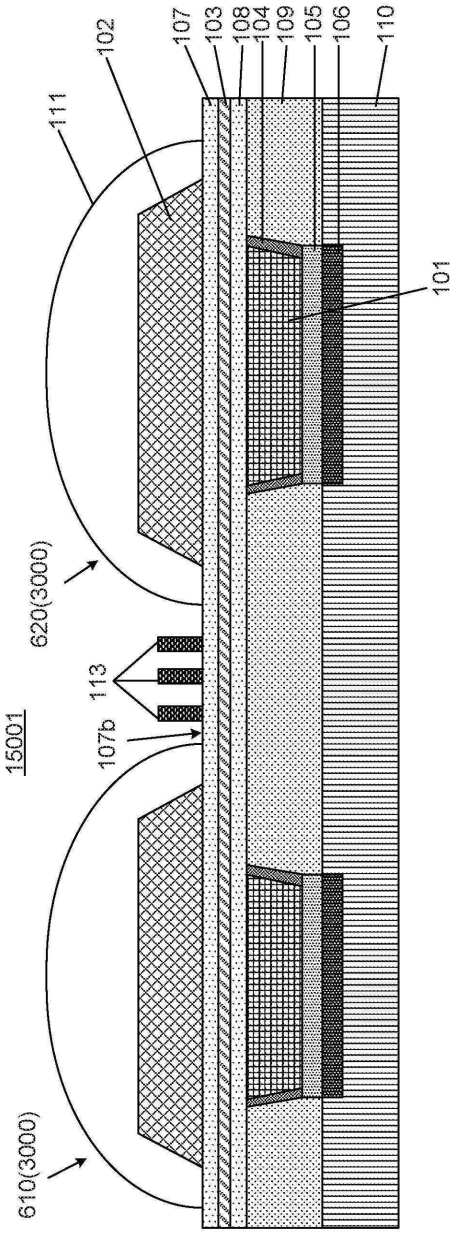
도면14b


111
102
107
103
108
104
109
105
106
110
101
620(2000)
113
107b
14001
610(2000)

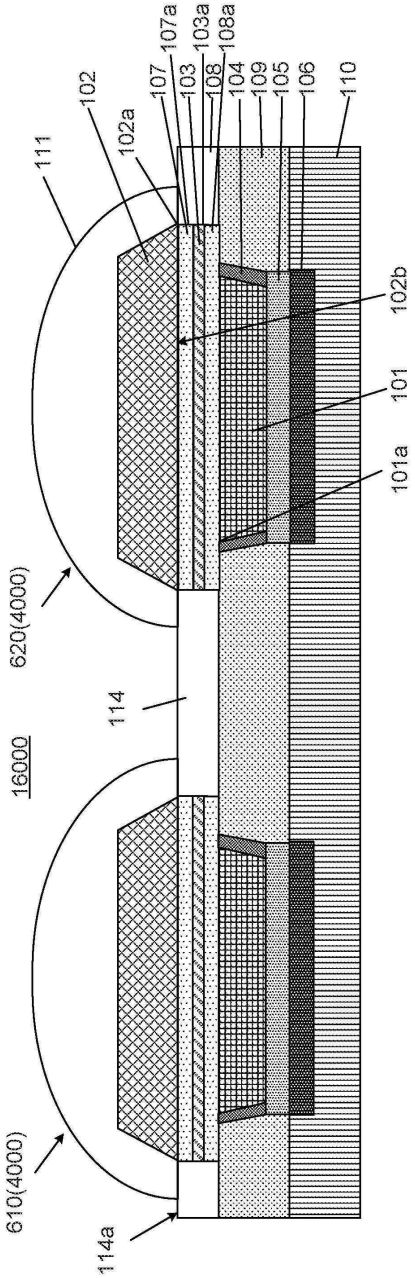
도면15a


111
102
107
103
108
104
109
105
106
110
101
620(3000)
113
15000
107b
610(3000)

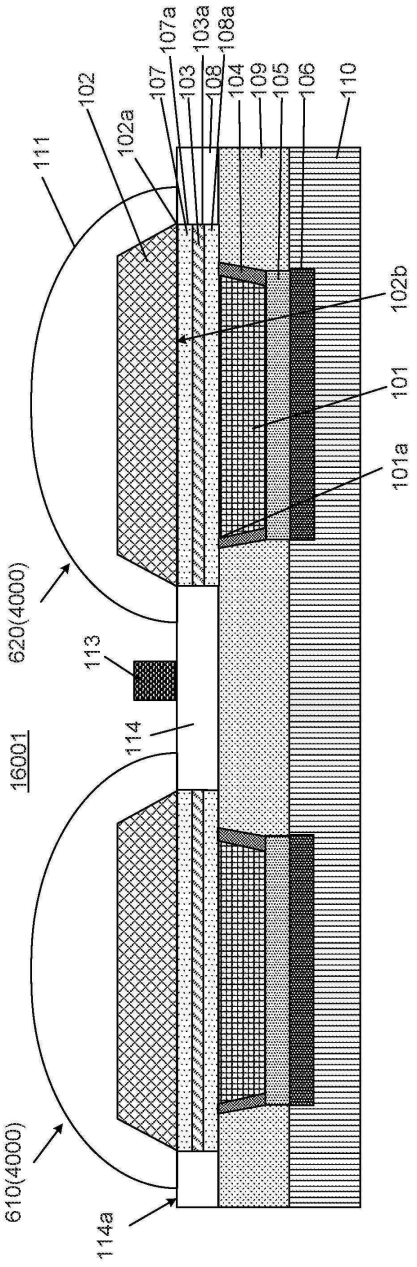
도면15b


102
107
103
108
104
109
105
106
110
111
101
620(3000)
113
15001
107b
610(3000)

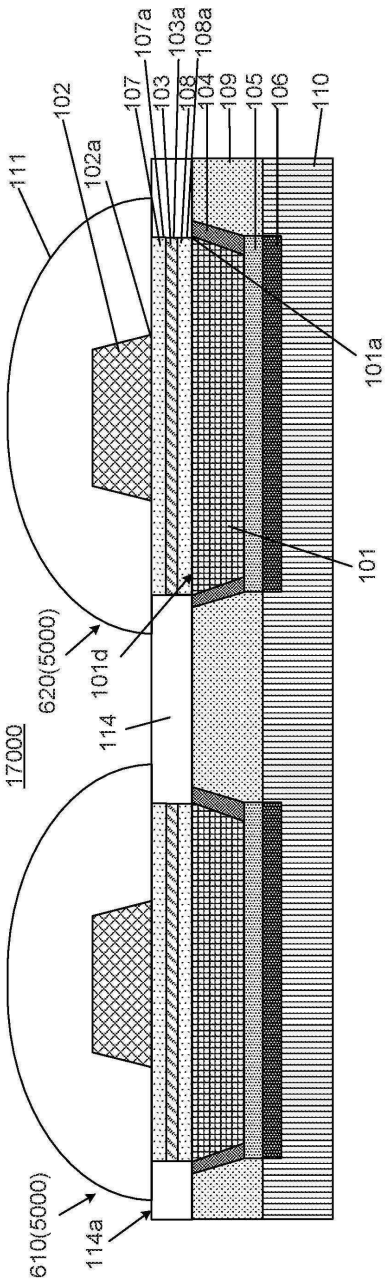
도면16a


111
102
102a
107a
107
103a
103
108a
108
104
109
105
106
110
102b
101
101a
620(4000)
114
16000
610(4000)
114a

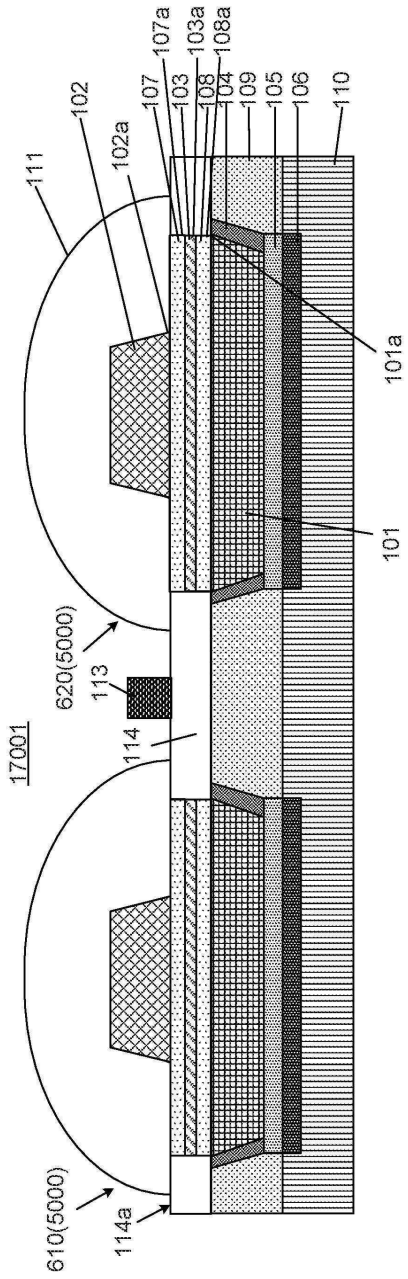
도면16b


111
102
102a
107a
107
103a
103
108a
108
104
109
105
106
110
102b
101
101a
620(4000)
113
114
16001
610(4000)
114a

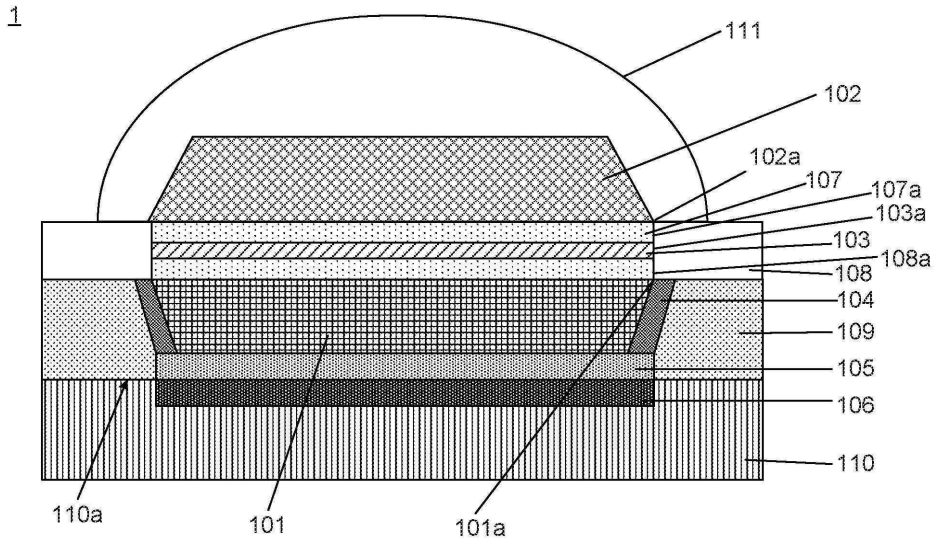
도면17a


111
102
102a
107a
103a
108a
107
103
108
104
109
105
106
110
101a
101
620(5000)
101d
114
17000
610(5000)
114a

도면17b


111
102
102a
107a
103a
108a
107
103
108
104
109
105
106
110
101a
101
620(5000)
113
114
17001
610(5000)
114a

도면18


1
111
102
102a
107
107a
103a
103
108a
108
104
109
105
106
110
110a
101
101a