



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년08월04일
(11) 등록번호 10-2563222
(24) 등록일자 2023년07월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01S 5/042 (2006.01) H01S 5/18 (2021.01)
(52) CPC특허분류
H01S 5/0425 (2020.08)
H01S 5/18 (2023.08)
(21) 출원번호 10-2018-0084685
(22) 출원일자 2018년07월20일
심사청구일자 2021년06월29일
(65) 공개번호 10-2020-0009798
(43) 공개일자 2020년01월30일
(56) 선행기술조사문헌
JP2010183071 A*
KR1020170125640 A*
KR1020110088469 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
쑤저우 레킨 세미컨덕터 컴퍼니 리미티드
중국 쑤저우 타이창 시티 168 창성 노스 로드
(72) 발명자
이용경
서울특별시 중구 후암로 98 (남대문로5가, LG서울
역빌딩) 17층
정세연
서울특별시 중구 후암로 98 (남대문로5가, LG서울
역빌딩) 17층
(74) 대리인
특허법인다나

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 홍성의

(54) 발명의 명칭 **표면발광레이저 소자**

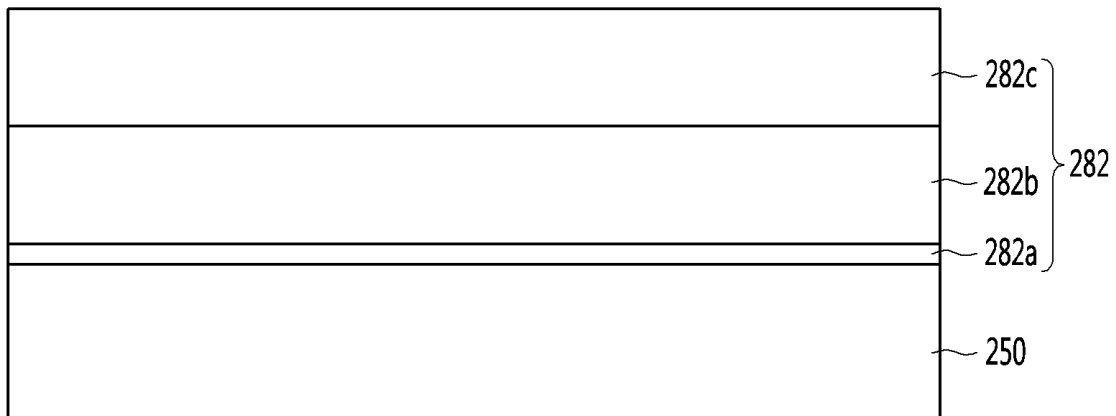
(57) 요약

표면발광레이저 소자는 기판과, 기판 상에 배치되는 제1 반사층과, 제1 반사층 상에 배치되는 활성층과, 활성층 상에 배치되고, 애퍼처 및 절연영역을 포함하는 산화층과, 산화층 상에 배치되는 제2 반사층과, 제1 반사층에 전기적으로 연결되는 제1 전극과, 제2 반사층에 전기적으로 연결되는 제2 전극을 포함한다.

제2 전극은 제2 반사층의 상면과 직접 접촉하는 제1 전극층과, 제1 전극층 상에 배치되는 복수의 전극층을 포함할 수 있다.

제2 반사층의 일 함수와 제2 전극의 제1 전극층의 일 함수의 비는 1:0.8 내지 1:1.2일 수 있다.

대표도 - 도4



명세서

청구범위

청구항 1

기관;

상기 기관 상에 배치되는 제1 반사층;

상기 제1 반사층 상에 배치되는 발광층;

상기 발광층 상에 배치되고, 애퍼처 및 절연영역을 포함하는 산화층;

상기 산화층 상에 배치되는 제2 반사층;

상기 제1 반사층에 전기적으로 연결되는 제1 전극; 및

상기 제2 반사층에 전기적으로 연결되는 제2 전극;을 포함하고,

상기 제2 전극은,

서로 접촉하고 상기 제2 반사층의 상면과 직접 접촉하는 복수의 나노패턴을 구비하는 제1 나노패턴 그룹과, 서로 이격되고 상기 제2 반사층의 상면과 직접 접촉하는 복수의 나노패턴을 구비하는 제2 나노패턴 그룹을 포함하는 제1 전극층; 및

상기 제2 반사층의 상면 상에 배치되어 상기 제1 및 제2 나노패턴 그룹을 커버하는 제2 전극층;

을 포함하는 표면발광레이저 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 전극층은,

백금(Pt)를 포함하는 표면발광레이저 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 전극은 상기 제2 전극층 상에 배치되는 제3 전극층을 더 포함하는 표면발광레이저 소자.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제2 전극층은 티타늄(Ti), 니켈(Ni) 및 텅스텐(W) 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 제3 전극층은 상기 제2 전극층의 상면과 접촉하며, 금(Au)을 포함하는 표면발광레이저 소자.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 발광층은 활성층 및 상기 활성층의 상부 또는 하부에 배치되는 캐비티를 포함하는 표면발광레이저 소자.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 제1 전극층의 두께와 상기 제2 전극층의 두께의 비는 1:3 내지 1: 10인 표면발광레이저 소자.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 제1 전극층은 5nm 내지 30nm의 두께를 갖는 표면발광레이저 소자.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 제2 반사층의 일함수와 상기 제2 전극의 상기 제1 전극층의 일함수의 비는 1:0.8 내지 1:1.2인 표면발광레이저 소자.

청구항 9

제1항에 있어서,
상기 나노패턴은 0.5nm 내지 30nm의 두께와 0.5nm 내지 300nm의 직경을 갖는 표면발광레이저 소자.

청구항 10

제3항에 있어서,
상기 제2 전극층은 상기 제2 나노패턴 그룹의 나노패턴들 사이에 배치되고 상기 제2 반사층의 상면의 일부와 접촉되는 표면발광레이저 소자.

청구항 11

제10항에 있어서,
상기 제2 반사층의 전체 면적과 상기 제1 전극층의 면적의 비는 1:0.5 내지 1:0.9인 표면발광레이저 소자.

청구항 12

제10항에 있어서,
상기 제1 및 제2 나노패턴 그룹의 나노패턴은 랜덤하게 배열되고,
상기 제2 나노패턴 그룹의 나노패턴들 사이의 거리는 0.5nm 내지 90nm인 표면발광레이저 소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 실시예는 표면발광레이저 소자에 관한 것이다

배경 기술

[0002] GaAs, AlGaAs 등의 화합물을 포함하는 반도체 소자는 넓고 조정이 용이한 밴드 갭 에너지를 이용하여 다양한 파장대역의 광을 방출할 수 있어, 발광 소자, 수광 소자 및 각종 다이오드 등으로 다양하게 사용될 수 있다.

[0003] 특히, 3-5족 또는 2-6족 화합물 반도체 물질을 이용한 발광 다이오드(Light Emitting Diode)나 레이저 다이오드(Laser Diode)와 같은 발광소자는 박막 성장 기술 및 소자 재료의 개발로 적색, 녹색, 청색 및 자외선 등 다양한 색을 구현할 수 있으며, 형광 물질을 이용하거나 색을 조합함으로써 효율이 좋은 백색 광선의 구현이 가능하며, 형광등, 백열등 등 기존의 광원에 비해 저 소비전력, 반영구적인 수명, 빠른 응답속도, 안전성, 환경 친화성의 장점을 가진다.

[0004] 뿐만 아니라, 광검출기나 태양 전지와 같은 수광 소자는 3-5족 또는 2-6족 화합물 반도체 물질을 이용하여 제작하는 경우 소자 재료의 개발로 다양한 파장대역의 빛을 흡수하여 광 전류를 생성함으로써 감마선부터 라디오 파장대역에 이르는 다양한 파장대역의 빛을 수광할 수 있다. 또한 반도체 소자는 빠른 응답속도, 안전성, 환경 친화성 및 소자 재료의 용이한 조절의 장점을 가져 전력 제어 또는 초고주파 회로나 통신용 모듈에도 용이하게 채택될 수 있다.

- [0005] 따라서, 반도체 소자는 광 통신 시스템의 송수신 모듈, 액정표시장치LCD(Liquid Crystal Display)의 백라이트를 구성하는 냉음극관(CCFL: Cold Cathode Fluorescence Lamp)을 대체하는 발광 유닛, 형광등이나 백열 전구를 대체할 수 있는 백색 발광 다이오드와 같은 조명 장치, 자동차의 헤드 라이트, 신호등 또는 Gas나 화재를 감지하는 센서 등에까지 응용이 확대되고 있다.
- [0006] 또한, 반도체 소자는 고주파 응용 회로나 기타 전력 제어 장치, 통신용 모듈에까지 응용이 확대될 수 있다. 예를 들어, 반도체 소자로서 표면발광 레이저(Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser: VCSEL) 소자가 있다. 표면발광레이저 소자는 광 통신, 광병렬 처리, 광연결 등에 사용되고 있다. 한편, 이러한 통신용 모듈에서 사용되는 레이저 다이오드의 경우, 저전류에서 작동하기 용이하도록 설계되어 있다.
- [0007] 표면발광레이저 소자는 통신용과 센서용으로 개발되고 있다. 통신용 표면발광레이저 소자는 광통신 시스템에 적용된다.
- [0008] 센서용 표면발광레이저 소자는 사함의 얼굴을 인지하는 3D 센싱 카메라에 적용된다. 예를 들어, 3D 센싱 카메라는 객체의 심도 정보(Depth Information)를 포착할 수 있는 카메라로서, 최근 증강현실과 맞물려 각광을 받고 있다.
- [0009] 최근 들어 표면발광레이저 소자는 고출력 레이저빔을 방출하도록 개발되고 있다. 종래의 표면발광레이저 소자에 서 고출력 레이저빔을 방출하기 위해서 동작 전압이 증가되는 경우 소비전력이 증가되는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 실시예는 전술한 문제 및 다른 문제를 해결하는 것을 목적으로 한다.
- [0011] 실시예의 다른 목적은 새로운 구조를 갖는 표면발광레이저 소자를 제공한다.
- [0012] 실시예의 또 다른 목적은 컨택 저항을 최소화할 수 있는 표면발광레이저 소자를 제공한다.
- [0013] 실시예의 또 다른 목적은 고출력을 갖는 표면발광레이저 소자를 제공한다.
- [0014] 실시예의 또 다른 목적은 소비전력을 감소시킬 수 있는 표면발광레이저 소자를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0015] 또는 다른 목적을 달성하기 위해 실시예의 일 측면에 따르면, 표면발광레이저 소자는, 기판과, 상기 기판 상에 배치되는 제1 반사층; 상기 제1 반사층 상에 배치되는 활성층; 상기 활성층 상에 배치되고, 에퍼치 및 절연영역을 포함하는 산화층; 상기 산화층 상에 배치되는 제2 반사층; 상기 제1 반사층에 전기적으로 연결되는 제1 전극; 및 상기 제2 반사층에 전기적으로 연결되는 제2 전극;을 포함한다. 상기 제2 전극은, 상기 제2 반사층의 상면과 직접 접촉하는 제1 전극층; 및 상기 제1 전극층 상에 배치되는 복수의 전극층;을 포함할 수 있다. 상기 제2 반사층의 일 함수와 상기 제2 전극의 상기 제1 전극층의 일 함수의 비는 1:0.8 내지 1:1.2일 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 효과에 대해 설명하면 다음과 같다.
- [0017] 실시예들 중 적어도 하나에 의하면, 제2 반사층 위에 제2 전극의 제1 전극층이 배치되는 구조에서 제2 반사층의 일 함수와 유사한 일 함수를 갖는 금속으로 제2 전극의 제1 전극층을 형성함으로써, 컨택 저항이 감소되어 보다 작은 동작 전압에서도 보다 큰 출력 파워의 광이 방출될 수 있다는 장점이 있다.
- [0018] 실시예들 중 적어도 하나에 의하면, 제2 반사층 위에 제2 전극의 제1 전극층과 제2 전극층이 배치되는 구조에서 제1 전극층이 복수의 나노패턴으로 형성됨으로써, 제2 전극층이 제2 반사층뿐만 아니라 제1 전극층에도 부착되므로, 제2 전극층의 접촉력이 향상되어 제2 전극의 이탈 또는 탈착이 방지될 수 있다는 장점이 있다.
- [0019] 실시예들 중 적어도 하나에 의하면, 제1 반사층이 랜덤한 형상을 갖는 나노패턴으로 형성되어 나노패턴의 표면에 제2 전극층이 부착되므로, 제2 전극의 부착 면적이 확대되어 제2 전극층의 접촉력이 더욱 더 향상될 수 있다는 장점이 있다.
- [0020] 실시예들 중 적어도 하나에 의하면, 전기 전도도가 우수한 제2 전극층의 일부가 제2 반사층에 접촉되므로, 제2

전극층에서 제2 반사층으로 전류가 직접 흐르고 제2 전극층의 다른 일부는 제2 반사층과의 컨택 저항이 최소화되는 금속으로 포함하는 제1 전극층을 통해 제2 반사층으로 흘러 전류의 손실을 방지하여 전력소비를 줄일 수 있다는 장점이 있다.

[0021] 실시예의 적용 가능성의 추가적인 범위는 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 그러나 실시예의 사상 및 범위 내에서 다양한 변경 및 수정은 당업자에게 명확하게 이해될 수 있으므로, 상세한 설명 및 바람직한 실시예와 같은 특정 실시예는 단지 예시로 주어진 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1는 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 평면도이다.
 도 2는 도 1에 도시된 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 일 영역(C1)의 확대도이다.
 도 3a는 도 2에 도시된 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 A1-A2 선을 따른 제1 단면도이다.
 도 3b는 도 2에 도시된 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 A3-A4 선을 따른 제2 단면도이다.
 도 4는 도 3a에 도시한 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 제2 전극을 도시한 단면도이다.
 도 5는 종래와 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 제2 전극의 일 함수를 설명하는 도면이다.
 도 6a는 종래와 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 V-I 특성을 나타낸다.
 도 6b는 종래와 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 컨택 저항을 나타낸다.
 도 7은 종래와 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 동작 전압 특성을 나타낸다.
 도 8은 제2 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 제2 전극을 도시한 단면도이다.
 도 9는 제2 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 제2 전극의 제1 전극층을 도시한 평면도이다.
 도 10a 내지 도 14c는 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 제조공정도이다.
 도 15은 실시예에 따른 플립칩형 표면발광레이저 소자의 단면도이다.
 도 16는 실시예에 따른 표면발광레이저 소자가 적용된 이동 단말기의 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하 상기의 과제를 해결하기 위한 구체적으로 실현할 수 있는 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 설명한다.

[0024] 실시예의 설명에 있어서, 각 element의 " 상(위) 또는 하(아래)(on or under)"에 형성되는 것으로 기재되는 경우에 있어, 상(위) 또는 하(아래)(on or under)는 두 개의 element가 서로 직접(directly)접촉되거나 하나 이상의 다른 element가 두 element사이에 배치되어(indirectly) 형성되는 것을 모두 포함한다. 또한 "상(위) 또는 하(아래)(on or under)"으로 표현되는 경우 하나의 element를 기준으로 위쪽 방향뿐만 아니라 아래쪽 방향의 의미도 포함할 수 있다.

[0026] (제1 실시예)

[0027] 도 1는 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 평면도이고, 도 2는 도 1에 도시된 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 일 영역(C1)의 확대도이다. 도 3a는 도 2에 도시된 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 A1-A2 선을 따른 제1 단면도이고, 도 3b는 도 2에 도시된 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 A3-A4 선을 따른 제2 단면도이다.

[0029] 도 1 내지 도 3b를 참조하면, 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자(201)는 발광부(E)와 패드부(P)를 포함할 수 있다. 발광부(E)는 도 2와 같이 복수의 발광 에미터(E1, E2, E3)를 포함하는 영역으로서 레이저빔이 방출되는 영역일 수 있다. 예컨대, 발광부(E)는 수십에서 수백개의 발광 에미터를 포함할 수 있다. 패드부(P)는 발광 에미터(E1, E2, E3)에 배치되지 않는 영역일 수 있다.

[0030] 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자(201)는 개구부를 정의하는 제2 전극(282)을 포함할 수 있다. 즉, 각 발광 에미터(E1, E2, E3)에서 제2 전극(282)은 애퍼처(241)에 대응되는 영역을 제외한 나머지 영역에 배치될 수 있다. 예컨대, 제2 전극(282)은 제2 반사층(250)의 제2 영역에 배치될 수 있다. 제2 반사층(250)의 제1 영역은

제2 영역에 의해 둘러싸이고, 에퍼처(241)의 사이즈와 동일하거나 이보다 클 수 있다. 따라서, 발광층(230)에서 생성된 빛이 에퍼처(241)을 통과하여 제2 전극(282)에 의해 정의된 개구부를 통해 외부로 방출될 수 있다.

- [0034] 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자(201)는 제1 전극(215), 기관(210), 제1 반사층(220), 발광층(230), 산화층(240), 제2 반사층(250), 패시베이션층(270), 제2 전극(282) 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0035] 산화층(240)은 에퍼처(241) 및 절연영역(242)을 포함할 수 있다. 에퍼처(241)은 전류가 흐르는 통로영역일 수 있다. 절연영역(242)은 전류의 흐름을 차단하는 차단영역일 수 있다. 절연영역(242)은 옥사이드층(oxide layer) 또는 산화층으로 지칭될 수 있다.
- [0037] 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자(201)는 페드전극(280)을 더 포함할 수 있다. 페드전극(280)은 페드부(P), 즉 발광부(E)를 제외한 영역에 배치될 수 있다. 페드전극(280)은 제2 전극(282)에 전기적으로 연결될 수 있다. 제1 전극(282)과 페드전극(280)은 일체로 형성되거나 별개로 형성될 수 있다.
- [0039] 이하 도 1 내지 도 3을 참조하여 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자(201)의 기술적 특징을 설명하기로 한다. 실시예의 도면에서 x축의 방향은 기관(210)의 길이방향에 평행한 방향일 수 있으며, y축은 x축에 수직인 방향일 수 있다.
- [0041] <기관, 제1 전극>
- [0042] 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자(201)는 기관(210)을 제공한다. 기관(210)은 전도성 기관 또는 비전도성 기관일 수 있다. 전도성 기관으로는 전기 전도도가 우수한 금속이 사용될 수 있다. 표면발광레이저 소자(201)의 동작시 발생하는 열이 충분히 발산시킬 수 있어야 하므로, 전도성 기관으로는 열전도도가 높은 GaAs 기관 또는 금속기관을 사용하거나 실리콘(Si) 기관 등이 사용될 수 있다. 비전도성 기관으로는 AlN 기관이나 사파이어(Al₂O₃) 기관 또는 세라믹 계열의 기관 등이 사용될 수 있다.
- [0043] 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자(201)는 제1 전극(215)을 제공한다. 제1 전극(215)은 기관(210)의 하부에 배치될 수 있다. 제1 전극(215)은 도전성 재료로 단층 또는 다층으로 배치될 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(215)은 금속일 수 있고, 알루미늄(Al), 티타늄(Ti), 크롬(Cr), 니켈(Ni), 구리(Cu), 금(Au) 중 적어도 하나를 포함하여 단층 또는 다층 구조로 형성되어, 전기적 특성을 향상시켜 광출력을 높일 수 있다.
- [0045] <제1 반사층>
- [0046] 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자(201)는 제1 반사층(220)을 제공한다. 제1 반사층(220)은 기관(210) 상에 배치될 수 있다. 두께를 줄이기 위해 기관(210)이 생략되는 경우, 제1 반사층(220)의 하면은 제1 전극(215)의 상면과 접촉될 수 있다.
- [0047] 제1 반사층(220)은 제1 도전형 도펀트로 도핑될 수 있다. 예를 들어, 제1 도전형 도펀트는 Si, Ge, Sn, Se, Te 등과 같은 n형 도펀트를 포함할 수 있다.
- [0048] 제1 반사층(220)은 갈륨계 화합물, 예를 들면 AlGaAs를 포함할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 제1 반사층(220)은 분산 브래그 반사기(DBR: Distributed Bragg Reflector)일 수 있다. 예를 들어, 제1 반사층(220)은 서로 다른 굴절률을 가지는 물질을 포함하는 제1 층 및 제2 층이 교대로 적어도 1회 이상 적층된 구조일 수 있다.
- [0049] 예를 들어, 제1 반사층(220)은 기관(210) 상에 배치된 복수의 층을 포함할 수 있다. 각 층은 Al_xGa_(1-x)As(0<x<1)의 조성식을 갖는 반도체 물질을 포함할 수 있으며, 각 층 내의 Al이 증가하면 각 층의 굴절률은 감소하고, Ga가 증가하면 각 층의 굴절률은 증가할 수 있다. 각각의 층의 두께는 λ/4n일 수 있고, λ는 발광층(230)에서 발생하는 광의 파장일 수 있고, n은 상술한 파장의 광에 대한 각 층의 굴절률일 수 있다. 여기서, λ는 650 내지 980나노미터(nm)일 수 있고, n은 각층의 굴절률일 수 있다. 이러한 구조의 제1 반사층(220)은 약 940 나노미터의 파장의 광에 대하여 99.999%의 반사율을 가질 수 있다.
- [0050] 각 제1 반사층(220)에서의 층의 두께는 각각의 굴절률과 발광층(230)에서 방출되는 광의 파장 λ에 따라 결정될 수 있다.
- [0052] <발광층>
- [0053] 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자(201)는 발광층(230)을 포함할 수 있다. 발광층(230)은 제1 반사층(220) 상에 배치될 수 있다. 구체적으로, 발광층(230)은 제1 반사층(220) 상에 배치될 수 있다. 발광층(230)은 제1 반

사층(220)과 제2 반사층(250) 사이에 배치될 수 있다.

- [0054] 발광층(230)는 활성층과 적어도 하나 이상의 캐비티를 포함할 수 있다. 예를 들어, 발광층(230)는 활성층, 활성층의 하층에 배치되는 제1 캐비티 및 활성층의 상층에 배치되는 제2 캐비티를 포함할 수 있다. 실시예의 발광층(230)는 제1 캐비티와 제2 캐비티를 모두 포함하거나, 둘 중의 하나만 포함할 수도 있다.
- [0055] 활성층은 단일 우물구조, 다중 우물구조, 단일 양자우물 구조, 다중 양자우물(MQW: Multi Quantum Well) 구조, 양자점 구조 또는 양자선 구조 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0056] 활성층은 3-5족 또는 2-6족 화합물 반도체 물질을 이용하여 양자우물층과 양자벽층을 포함할 수 있다. 양자우물층은 양자벽층의 에너지 밴드 갭보다 작은 에너지 밴드 갭을 갖는 물질로 형성될 수 있다. 활성층은 InGaAs/AlxGaAs, AlGaInP/GaInP, AlGaAs/AlGaAs, AlGaAs/GaAs, GaAs/InGaAs 등의 1 내지 3 페어 구조로 형성될 수 있으나 이에 한정되지는 않는다. 활성층에는 도펀트가 도핑되지 않을 수 있다.
- [0057] 제1 캐비티와 제2 캐비티는 $Al_yGa_{(1-y)}As$ ($0 < y < 1$) 물질로 형성될 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 제1 캐비티와 제2 캐비티는 각각 $Al_yGa_{(1-y)}As$ 로된 복수의 층을 포함할 수 있다.
- [0059] <산화층>
- [0060] 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자는 산화층(240)을 제공할 수 있다. 산화층(240)은 절연영역(242)과 에퍼처(241)를 포함할 수 있다. 절연영역(242)은 에퍼처(241)을 둘러쌀 수 있다. 예컨대, 에퍼처(241)은 발광층(230)의 제1 영역(중심영역) 상에 배치되고, 절연영역(242)은 발광층(230)의 제2 영역(가장자리영역) 상에 배치될 수 있다. 제2 영역은 제1 영역을 둘러쌀 수 있다.
- [0061] 에퍼처(241)은 전류가 흐르는 통로영역일 수 있다. 절연영역(242)은 전류의 흐름을 차단하는 차단영역일 수 있다. 절연영역(242)은 옥사이드층(oxide layer) 또는 산화층으로 지칭될 수 있다.
- [0062] 에퍼처(241)의 사이즈에 의해 제2 전극(282)에서 발광층(230)으로 공급되는 전류의 양, 즉 전류밀도가 결정될 수 있다. 에퍼처(241)의 사이즈는 절연영역(242)에 의해 결정될 수 있다. 절연영역(242)의 사이즈가 커질수록 에퍼처(241)의 사이즈는 작아지고, 이에 따라 발광층(230)으로 공급되는 전류밀도는 증가될 수 있다. 아울러, 에퍼처(241)은 발광층(230)에서 생성된 빔이 상층 방향, 즉 제2 반사층(250)의 방향으로 진행되는 통로일 수 있다. 즉, 에퍼처(241)의 사이즈에 따라, 발광층(230)의 빔의 발산각이 달라질 수 있다.
- [0063] 절연영역(242)은 절연층, 예를 들어 알루미늄산화물(Al_2O_3)로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 산화층(240)이 AlGaAs(aluminum gallium arsenide)를 포함하는 경우, 산화층(240)의 AlGaAs가 H_2O 와 반응하여 가장자리가 알루미늄산화물(Al_2O_3)로 변해져 절연영역(242)으로 형성되고, H_2O 와 반응하지 않은 중심영역은 AlGaAs를 포함하는 에퍼처(241)가 될 수 있다.
- [0064] 실시예에 의하면, 에퍼처(241)을 통해 발광층(230)에서 발광된 광을 상부 영역으로 발산할 수 있으며, 절연영역(242)과 비교하여 에퍼처(241)의 광 투과율이 우수할 수 있다.
- [0065] 절연영역(242)은 복수의 층을 포함할 수 있으며, 예를 들어, 절연영역(242)은 제1 절연영역, 제1 절연영역 상에 배치된 제2 절연영역 및 제2 절연영역 사에 배치된 제3 절연영역을 포함할 수 있다. 제1 내지 제3 절연영역 중 하나의 절연영역은 다른 절연영역과 동일한 두께를 갖거나 상이한 두께를 가질 수 있다. 제1 내지 제3 절연영역은 적어도 산화(oxidation) 물질을 포함할 수 있다. 제1 내지 제3 절연영역은 적어도 3-5족 또는 2-6족 화합물 반도체 물질을 포함할 수 있다.
- [0067] <제2 반사층>
- [0068] 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자는 제2 반사층(250)을 포함할 수 있다. 제2 반사층(250)은 산화층(240) 상에 배치될 수 있다.
- [0069] 제2 반사층(250)은 갈륨계 화합물 예를 들면 AlGaAs를 포함할 수 있으며, 제2 반사층(250)은 제2 도전형 도펀트로 도핑될 수 있다. 제2 도전형 도펀트는 Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등과 같은 p형 도펀트일 수 있다. 한편, 제1 반사층(220)이 p형 도펀트로 도핑될 수도 있고, 제2 반사층(250)이 n형 도펀트로 도핑될 수도 있다.
- [0070] 제2 반사층(250)도 분산 브래그 반사기(DBR: Distributed Bragg Reflector)일 수 있다. 예를 들어, 제2 반사층(250)은 서로 다른 굴절률을 가지는 물질을 포함하는 복수의 층이 교대로 적어도 1회 이상 적층된 구조일 수 있

다.

- [0071] 제2 반사층(250)의 각 층은 AlGaAs를 포함할 수 있고, 상세하게는 $Al_xGa_{(1-x)}As$ ($0 < x < 1$)의 조성식을 갖는 반도체 물질로 이루어질 수 있다. 여기서, Al이 증가하면 각 층의 굴절률은 감소하고, Ga가 증가하면 각 층의 굴절률은 증가할 수 있다. 제2 반사층(250)의 각 층의 두께는 $\lambda/4n$ 이고, λ 는 활성층에서 방출되는 광의 파장일 수 있고, n 은 상술한 파장의 광에 대한 각 층의 굴절률일 수 있다.
- [0072] 이러한 구조의 제2 반사층(250)은 약 940 나노미터의 파장의 광에 대하여 99.9%의 반사율을 가질 수 있다.
- [0073] 제2 반사층(250)은 층들이 교대로 적층되어 이루어질 수 있으며, 제1 반사층(220) 내에서 층들의 페어(pair) 수는 제2 반사층(250) 내에서 층들의 페어 수보다 더 많을 수 있다. 상술한 바와 같이 제1 반사층(220)의 반사율은 99.999%로서 제2 반사층(250)의 반사율인 99.9%보다 클 수 있다.
- [0074] 제1 실시예에서 제2 반사층(250)은 발광층(230) 상에 배치되는 복수의 층을 포함할 수 있다. 각각의 층은 단일 또는 복수의 층으로 형성될 수 있다.
- [0076] <패시베이션층, 제2 전극>
- [0077] 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자는 패시베이션층(270)을 제공할 수 있다. 패시베이션층(270)은 발광구조물의 일부 영역의 둘레를 둘러쌀 수 있다. 발광구조물의 일부 영역은 예컨대, 발광층(230), 산화층(240) 및 제2 반사층(250)을 포함할 수 있다. 패시베이션층(270)은 제1 반사층(220)의 상면 상에 배치될 수 있다. 패시베이션층(270)은 제2 반사층(250)의 에지 영역 상에 배치될 수 있다. 발광구조물이 부분적으로 메사 식각되는 경우, 제1 반사층(220)의 상면의 일부는 노출되고, 발광구조물의 일부 영역이 형성될 수 있다. 패시베이션층(270)이 발광구조물의 일부 영역의 둘레와 노출된 제1 반사층(220)의 상면 상에 배치될 수 있다.
- [0078] 패시베이션층(270)은 외부로부터 발광구조물을 보호하고, 제1 반사층(220)과 제2 반사층(250)의 전기적인 쇼트를 차단할 수 있다. 패시베이션층(270)은 SiO_2 와 같은 무기 재질로 형성될 수 있지만, 이에 대해서는 한정하지 않는다.
- [0079] 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자는 제2 전극(282)을 제공할 수 있다. 제2 전극(282)은 패드전극(280)에 전기적으로 연결될 수 있다. 제2 전극(282)은 제2 반사층(250)의 상면의 일부분에 접촉될 수 있다.
- [0080] 제2 전극(282)과 패드전극(280)은 도전성 재료로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 제2 전극(282)과 패드전극(280)은 백금(Pt), 알루미늄(Al), 티타늄(Ti), 크롬(Cr), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 구리(Cu), 금(Au) 중 적어도 하나를 포함하여 단층 또는 다층 구조로 형성될 수 있다.
- [0082] 이하에서 제2 전극(282)을 상세히 설명한다.
- [0083] 도 4는 도 3a에 도시한 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 제2 전극을 도시한 단면도이다.
- [0084] 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자(201)의 제2 전극(282)은 제2 반사층(250)이 일부 영역 상에 배치될 수 있다. 예컨대, 제2 반사층(250)은 제1 영역과 제1 영역을 둘러싸는 제2 영역을 포함할 수 있다. 제1 영역은 산화층(240)의 에퍼치(241)의 사이즈와 동일하거나 이보다 클 수 있다. 이러한 경우, 제2 전극(282)은 제2 반사층(250)의 제2 영역 상에 배치될 수 있다. 제2 전극(282)은 제2 반사층(250)의 제2 영역과 전기적으로 연결될 수 있다. 제2 전극(282)은 제2 반사층(250)의 제2 영역과 접촉될 수 있다. 패시베이션층(270)의 일부 영역이 제2 반사층(250)의 제1 영역 상에 배치될 수 있다. 제2 반사층(250)의 제1 영역 상에 배치된 패시베이션층(270)의 일부 영역에 의해 제2 반사층(250)에 물리적으로 또는 전기적으로 보호될 수 있다.
- [0085] 도 4를 참조하면, 제2 전극(282)은 복수의 전극층을 포함할 수 있다. 전극층은 예컨대, 제1 전극층(282a), 제2 전극층(282b) 및 제3 전극층(282c)을 포함할 수 있지만, 이에 대해서는 한정하지 않는다.
- [0086] 제1 전극층(282a)은 제2 반사층(250) 상에 배치될 수 있다. 제1 전극층(282a)은 제2 반사층(250)의 상면과 접촉될 수 있다. 제1 전극층(282a)은 제2 반사층(250)과의 오믹컨택 특성을 좋게 하여 컨택 저항을 줄여주는 역할을 할 수 있다.
- [0087] 제1 전극층(282a)은 제2 반사층(250)의 일 함수와 동일하거나 큰 일 함수를 갖는 금속을 포함할 수 있다. 일 함수는 금속이온으로부터 자유 전자를 떼어 내는 데 필요한 최소의 에너지로 정의될 수 있다. 예컨대, 제2 반사층(250)은 대략 5.5eV 미만의 일 함수를 갖는 GaAs를 포함할 수 있다. 예컨대, 제1 전극층(282a)은 대략 5.65eV 미만의 일 함수를 갖는 백금(Pt)을 포함할 수 있지만, 이에 대해서는 한정하지 않는다.

- [0088] 제2 반사층(250)의 일 함수와 제2 전극(282)의 제1 전극층(282a)의 일 함수의 비는 대략 1:0.8 내지 대략 1:1.2 일 수 있다. 예컨대, 제2 반사층(250)의 일 함수는 5.5eV일 때, 제2 전극(282)의 제1 전극층(282a)의 일 함수는 4.4eV 내지 6.6eV를 갖는 금속일 수 있다.
- [0089] 제2 반사층(250)의 일 함수와 제2 전극(282)의 제1 전극층(282a)의 일 함수의 비가 1:0.8 미만이거나 1:1.2 초과인 경우, 제2 반사층(250)의 일 함수와 제2 전극(282)의 제1 전극층(282a)의 일 함수의 차이가 커져, 콘택 저항이 증가될 수 있다.
- [0090] 도 5는 종래와 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 제2 전극의 일 함수를 설명하는 도면이다.
- [0091] 도 5에 도시한 바와 같이, 종래에는 제2 반사층(250)에 접촉되는 금속이 티타늄(Ti)으로서, 티타늄(Ti)의 일 함수는 4.3eV미만일 수 있다. 이와 같이 티타늄(Ti)이 제2 반사층(250)과 접촉되는 경우, 제2 반사층(250)의 일 함수와 티타늄(Ti)의 일 함수 사이의 차이가 2.2eV로서 차이가 크다. 이와 같이 큰 일 함수 차이로 인해 티타늄(Ti)과 제2 반사층(250) 간의 콘택 저항이 커져 전류의 흐름이 방해되므로 고 출력 파워의 광을 얻기 위해 고 동작 전압이 인가되어야 한다.
- [0092] 이에 반해, 제2 실시예와 같이 백금(Pt)을 포함하는 제1 전극층(282a)이 제2 반사층(250)에 접촉되는 경우, 백금(Pt)의 일 함수가 5.65eV미만이므로 백금(Pt)의 일 함수가 제2 반사층(250)의 일 함수보다 약간 크다. 즉, 백금(Pt)의 일 함수와 제2 반사층(250)의 일 함수 사이의 차이는 0.15eV미만으로 무시할 정도의 작은 차이를 가지므로 백금(Pt)과 제2 반사층(250) 간의 콘택 저항이 줄어들어 전류 흐름이 원활하므로 저 동작 전압의 인가에서도 고 출력 파워의 광이 방출될 수 있다.
- [0093] 도 6 및 도 7을 참조하면, 종래와 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 V-I 특성, 콘택 저항 특성 및 동작 전압 특성을 설명한다.
- [0094] 도 6a는 종래와 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 V-I 특성을 나타내고, 도 6b는 종래와 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 콘택 저항을 나타내며, 도 7은 종래와 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 동작 전압 특성을 나타낸다.
- [0095] 도 6a에 도시한 바와 같이, 종래에 비해 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 V-I 특성이 우수함을 알 수 있다. 예컨대, 1V의 전압이 인가되는 경우, 종래에는 0.1A의 전류가 흐르는데 반해, 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자에서는 0.16A의 전류가 흐를 수 있다. 즉, 동일 전압에 대해 종래에 비해 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자에서 더 큰 전류가 흐를 수 있다.
- [0096] 도 6b에 도시한 바와 같이, 종래에 비해 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 콘택 저항 특성이 우수함을 할 수 있다. 종래의 콘택 저항은 1.46E-5인데 반해, 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 콘택 저항은 8.34E-6로서, 제1 실시예에 따른 표면발광소자의 콘택 저항이 종래에 비해 거의 50% 이상 줄어들음을 알 수 있다.
- [0097] 도 7에 도시한 바와 같이, 동일한 고 출력 파워의 광을 방출하기 위해 최소 동작 전압이 종래에는 1.95V 내지 1.97V로 인가되는 데 반해, 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자에서는 1.92V 이하로 인가될 수 있다. 다시 말해, 동일한 고 출력 파워의 광을 방출하기 위해, 종래에는 적어도 1.95V의 동작 전압이 요구되는데 반해, 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자에서는 1.92V 이하의 동작 전압이 요구될 수 있다. 즉, 제1 실시예에 따른 표면발광레이저 소자에서 종래보다 더 낮은 동작 전압으로 종래와 동일한 고 출력 파워의 광이 방출될 수 있다.
- [0098] 한편, 제1 전극층(282a)의 두께는 대략 5nm 내지 대략 30nm일 수 있다. 제1 전극층(282a)의 두께가 5nm 미만인 경우 균일한 막 형성이 어렵다. 제1 전극층(282a)의 두께가 30nm 초과인 경우, 콘택 저항이 증가된다.
- [0099] 제1 실시예에 따르면, 제2 반사층(250)의 일 함수와 제2 전극(282)의 제1 전극층(282a)의 일 함수의 비가 1:0.8 내지 1:1.2로서, 제2 전극(282)의 제1 전극층(282a)의 일 함수가 제2 반사층(250)의 일 함수와 유사하여 콘택 저항이 감소되므로, 보다 작은 동작 전압에서도 보다 큰 출력 파워의 광이 방출될 수 있다.
- [0100] 제1 실시예에 따르면, 제2 전극(282)의 제1 전극층(282a)의 두께가 5nm 내지 30nm로 얇게 형성함으로써, 콘택 저항을 줄여 저 동작 전압에서 고 출력 파워의 광이 방출될 수 있다.
- [0102] 다시 도 4를 참조하면, 제2 전극층(282b)은 제1 전극층(282a) 상에 배치될 수 있다. 예컨대, 제2 전극층(282b)은 제1 전극층(282a)의 상면과 접촉될 수 있지만, 이에 대해서는 한정하지 않는다.
- [0103] 제2 전극층(282b)은 제1 전극층(282a)과 제3 전극층(282c) 간의 접착력(adhesive force)를 강화시키고 전기 전도성을 증가시켜 전류가 잘 흐르게 하는 역할을 할 수 있다. 전극층은 티타늄(Ti), 니켈(Ni) 및 텅스텐(W) 중

적어도 하나를 포함할 수 있다.

- [0104] 제2 전극층(282b)의 두께는 제1 전극층(282a)의 두께보다 클 수 있다. 제2 전극층(282b)의 두께는 제2 반사층(250) 상에 배치되는 하면과 제3전극층 아래에 배치되는 상면 사이의 간격으로 정의될 수 있다. 제1 전극층(282a)의 두께와 제2 전극층(282b)의 두께의 비는 대략 1:3 내지 대략 1: 10일 수 있다. 제1 전극층(282a)의 두께와 제2 전극층(282b)의 두께의 비가 1:3 미만인 경우, 접촉력이 약화될 수 있다. 제1 전극층(282a)의 두께와 제2 전극층(282b)의 두께의 비가 1:10 초과인 경우, 두께가 두꺼워질 수 있다.
- [0105] 제3 전극층(282c)은 제2 전극층(282b) 상에 배치될 수 있다. 예컨대, 제3 전극층(282c)은 제2 전극층(282b)의 상면과 접촉될 수 있지만, 이에 대해서는 한정하지 않는다.
- [0106] 제3 전극층(282c)은 와이어 본딩시 본딩력을 강화시키는 역할을 할 수 있다. 예컨대, 제3 전극층(282c)은 금(Au)을 포함할 수 있지만, 이에 대해서는 한정하지 않는다.
- [0107] 제3 전극층(282c)의 두께는 제2 전극층(282b)의 두께와 동일하거나 클 수 있다.
- [0109] (제2 실시예)
- [0110] 도 8은 제2 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 제2 전극을 도시한 단면도이고, 도 9는 제2 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 제2 전극의 제1 전극층을 도시한 평면도이다.
- [0111] 제2 실시예는 제2 전극(282)의 제1 반사층이 나노도트 갖는 것을 제외하고 제1 실시예와 동일하다. 제2 실시예에서 제1 실시예와 동일한 기능, 형상 및/또는 구조를 갖는 구성 요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 부여하고 상세한 설명은 생략한다.
- [0112] 도 8 및 도 9를 참조하면, 제2 실시예에 따른 표면발광레이저 소자(201)는 제2 반사층(250) 상에 제2 전극(282)이 배치될 수 있다.
- [0113] 제2 전극(282)은 복수의 전극층을 포함할 수 있다. 전극층은 예컨대, 제1 전극층(282a), 제2 전극층(282b) 및 제3 전극층(282c)을 포함할 수 있지만, 이에 대해서는 한정하지 않는다.
- [0114] 제2 전극층(282b)과 제3 전극층(282c)은 제1 실시예에서 설명된 제2 전극층(282b)과 제3 전극층(282c)과 동일한 기능, 형상 및/또는 구조를 가지므로, 상세한 설명은 생략한다.
- [0115] 제2 실시예에서 제1 전극층(282a)은 나노도트 구조를 가질 수 있다. 나노도트 구조란 도트 형태 또는 형상을 가지는 것으로서 미세한 사이즈(nm급)를 갖는 다수의 패턴을 의미할 수 있다. 패턴은 불룩한 형상, 오목한 형상, 랜덤한 형상 등을 포함할 수 있다.
- [0116] 제1 전극층(282a)은 복수의 나노패턴을 포함할 수 있다. 나노패턴은 패턴, 도트, 나노도트, 파티클(particle), 미립자, 돌기, 돌출부로 지칭될 수 있다.
- [0117] 나노패턴의 형상은 랜덤할 수 있다. 따라서, 각 나노패턴의 사이즈는 서로 상이할 수 있다. 각 나노패턴의 두께(T)는 서로 상이할 수 있다. 각 나노패턴의 직경(D)은 서로 상이할 수 있다.
- [0118] 예컨대, 나노패턴의 두께(T)는 대략 0.5nm 내지 대략 30nm일 수 있다. 예컨대, 나노패턴의 직경(D)은 0.5nm 내지 300nm일 수 있다. 예컨대, 나노패턴의 직경(D)은 0.5nm 내지 100nm일 수 있다.
- [0119] 각 나노패턴은 서로 이격되거나 서로 접촉될 수 있다. 예컨대, 일부 나노패턴은 서로 이격되고, 다른 일부 나노패턴은 서로 접촉될 수 있다. 따라서, 복수의 제1 영역에는 서로 접촉된 적어도 2개 이상의 나노패턴을 포함하는 나노패턴그룹이 배치될 수 있다. 복수의 제2 영역에는 서로 상이한 간격이나 동일한 간격으로 이격되는 적어도 2개 이상의 나노패턴을 포함하는 포함하는 나노패턴그룹이 배치될 수 있다.
- [0120] 예컨대, 각 나노패턴의 이격거리는 하기의 수학적 식 1로 나타낼 수 있다.
- [0121] [수학적 식 1]
- [0122] $D \leq L \leq 3D$
- [0123] L은 나노패턴 간의 이격거리를 나타내고, D는 나노패턴의 직경을 나타낼 수 있다.
- [0124] 나노패턴 간의 이격거리는 나노패턴의 직경 이상이고 나노패턴의 직경의 3배 이하일 수 있다. 예컨대, 나노패턴 간의 이격거리는 0.5nm 내지 90nm일 수 있다.

- [0125] 제2 반사층(250)의 전체 면적과 제1 전극층(282a)의 면적의 비는 대략 1:0.5 내지 대략 1:0.9일 수 있다. 예컨대, 제2 반사층(250)의 전체 면적과 제1 전극층(282a)의 면적의 비는 대략 1:0.5 내지 대략 1:0.75일 수 있다.
- [0126] 제2 반사층(250)의 전체 면적과 제1 전극층(282a)의 면적 비가 1:0.5 미만인 경우, 제1 전극층(282a)이 제1 반사층과 접촉되는 면적이 작아, 콘택 저항을 줄일 수 없게 된다. 제2 반사층(250)의 전체 면적과 제1 전극층(282a)의 면적 비가 1:0.9 초과인 경우 제1 실시예에 거의 유사한 구조를 가질 수 있다.
- [0127] 제2 전극층(282b)은 제1 전극층(282a) 상에 배치될 수 있다. 구체적으로, 제2 전극층(282b)은 제2 반사층(250)과 제1 전극층(282a) 상에 배치될 수 있다.
- [0128] 제2 전극층(282b)은 복수의 제1 영역과 복수의 제2 영역을 포함할 수 있다. 이러한 경우, 제2 전극층(282b)의 제1 영역은 제1 전극층(282a)의 나노패턴 사이에 배치되고 제2 반사층(250)의 상면의 일부와 접촉될 수 있다. 제2 전극층(282b)의 제2 영역은 제1 전극층(282a)의 나노패턴의 표면과 접촉될 수 있다. 즉, 제2 전극층(282b)의 제2 영역은 제1 전극층(282a)의 나노패턴을 둘러쌀 수 있다. 제2 전극층(282b)의 제2 영역에 의해 제1 전극층(282a)의 나노패턴 사이가 분리될 수 있다.
- [0129] 제2 실시예에 따르면, 제2 전극층(282b)이 제2 반사층(250)뿐만 아니라 제1 전극층(282a)에도 부착되므로, 제2 전극층(282b)의 접착력이 향상되어, 제2 전극(282)의 이탈 또는 탈착이 방지될 수 있다.
- [0130] 제2 실시예에 따르면, 제1 반사층이 랜덤한 형상을 갖는 나노패턴으로 형성되어, 이러한 나노패턴의 표면에 제2 전극층(282b)이 부착되므로, 제2 전극(282)의 부착 면적이 확대되어 제2 전극층(282b)의 접착력이 더욱 더 향상될 수 있다.
- [0131] 제2 실시예에 따르면, 전기 전도도가 우수한 제2 전극층(282b)의 일부가 제2 반사층(250)에 접촉되므로, 제2 전극층(282b)에서 제2 반사층(250)으로 전류가 직접 흐르고 제2 전극층(282b)의 다른 일부는 제2 반사층(250)과의 콘택 저항이 최소화되는 금속으로 포함하는 제1 전극층(282a)을 통해 제2 반사층(250)으로 흘러 전류의 손실을 방지하여 전력소비를 줄일 수 있다
- [0133] 이상에서는 제2 전극(282)이 제1 내지 제3 전극층(282a, 282b, 282c)을 포함하는 것으로 설명하였다. 이에 더해, 제2 전극(282)과 전기적으로 연결되는 패드전극 또한 상술한 제1 내지 제3 전극층(282a, 282b, 282c)을 포함할 수 있다.
- [0134] 다른 예로서, 패드전극은 제2 전극층(282b)과 제3 전극층(282c)을 포함하지만, 제1 전극층(282a)은 포함하지 않을 수 있다. 이러한 경우, 제2 전극층(282b)이 패시베이션층(270)의 상면과 접촉될 수 있지만, 이에 대해서는 한정하지 않는다. 따라서, 제1 전극층(282a)은 각 발광 에미터의 제2 반사층(250)의 제2 영역에만 배치되고, 그 외의 영역 즉 제2 반사층(250)의 제1 영역과 패시베이션층(270) 상에는 배치되지 않을 수 있다. 제2 영역은 제1 영역을 둘러쌀 수 있다.
- [0136] (제조방법)
- [0137] 이하 도 10a 내지 도 14c를 참조하여 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 제조방법을 설명하기로 한다. 한편, 아래 제조방법은 제1 및 제2 실시예의 제조방법에 적용될 수 있다.
- [0138] 우선, 도 10a와 같이, 기판(210) 상에 제1 반사층(220), 발광층(230) 및 제2 반사층(250)을 포함하는 발광구조물을 형성시킨다.
- [0139] 기판(210)은 반도체 물질 성장에 적합한 물질이나 캐리어 웨이퍼로 형성될 수 있으며, 열 전도성이 뛰어난 물질로 형성될 수 있고, 전도성 기판 또는 절연성 기판을 포함할 수 있다.
- [0140] 예를 들어, 기판(210)이 전도성 기판인 경우, 전기 전도도가 우수한 금속을 사용할 수 있고, 표면발광레이저 소자(201) 작동 시 발생하는 열을 충분히 발산시킬 수 있어야 하므로 열전도도가 높은 GaAs 기판, 또는 금속기판을 사용하거나 실리콘(Si) 기판 등을 사용할 수 있다.
- [0141] 또한 기판(210)이 비전도성 기판인 경우, AlN 기판이나 사파이어(Al₂O₃) 기판 또는 세라믹 계열의 기판을 사용할 수 있다.
- [0142] 또한 실시예는 기판(210)으로 제1 반사층(220)과 동종의 기판을 사용할 수 있다. 예를 들어, 기판(210)이 제1 반사층(220)과 동종인 GaAs 기판일 때 제1 반사층(210)과 격자 상수가 일치하여, 제1 반사층(220)에 격자 부정합 등의 결함이 발생하지 않을 수 있다.

- [0143] 다음으로, 기판(210) 상에 제1 반사층(220)이 형성될 수 있으며, 도 10b는 도 10a에 도시된 실시예에 따른 표면 발광레이저 소자의 제2 영역(B2)의 확대 단면도이다.
- [0144] 이하 도 10a와 도 10b를 함께 참조하여 실시예의 실시예에 따른 표면발광레이저 소자를 설명하기로 한다.
- [0145] 제1 반사층(220)은 화학증착방법(CVD) 혹은 분자선 에피택시(MBE) 혹은 스퍼터링 혹은 수산화물 증기상 에피택시(HVPE) 등의 방법을 사용하여 성장될 수 있다.
- [0146] 제1 반사층(220)은 제1 도전형으로 도핑될 수 있다. 예를 들어, 제1 도전형 도펀트는 Si, Ge, Sn, Se, Te 등과 같은 n형 도펀트를 포함할 수 있다.
- [0147] 제1 반사층(220)은 갈륨계 화합물, 예를 들면 AlGaAs를 포함할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 제1 반사층(220)은 분산 브래그 반사기(DBR: Distributed Bragg Reflector)일 수 있다. 예를 들어, 제1 반사층(220)은 서로 다른 굴절률을 가지는 물질을 포함하는 층들이 교대로 적어도 1회 이상 적층된 구조일 수 있다.
- [0148] 예를 들어, 도 10b와 같이, 제1 반사층(220)은 기판(210) 상에 배치된 제1 그룹 제1 반사층(221) 및 제1 그룹 제1 반사층(221) 상에 배치된 제2 그룹 제1 반사층(222)을 포함할 수 있다.
- [0149] 제1 그룹 제1 반사층(221)과 제2 그룹 제1 반사층(222)은 $Al_xGa_{(1-x)}As$ ($0 < x < 1$)의 조성식을 갖는 반도체 물질을 포함하는 복수의 층을 구비할 수 있으며, 각 층 내의 Al이 증가하면 각 층의 굴절률은 감소하고, Ga가 증가하면 각 층의 굴절률은 증가할 수 있다.
- [0150] 또한 도 10b와 같이, 제1 그룹 제1 반사층(221)과 제2 그룹 제1 반사층(222)도 각각 단일 또는 복수의 층으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 제1 그룹 제1 반사층(221)은 제1 그룹 제1-1 층(221a)과 제1 그룹 제1-2 층(221b)의 약 30~40 페어(pair)를 포함할 수 있다. 또한, 제2 그룹 제1 반사층(222)도 제2 그룹 제1-1 층(222a)과 제2 그룹 제1-2 층(222b)의 약 5~15 페어(pair)를 포함할 수 있다.
- [0151] 다음으로, 제1 반사층(220) 상에 발광층(230)이 형성될 수 있다.
- [0152] 도 10b와 같이, 발광층(230)은 활성층(232) 및 활성층(232)의 하측에 배치되는 제1 캐비티(231), 상측에 배치되는 제2 캐비티(233)를 포함할 수 있다. 실시예의 발광층(230)은 제1 캐비티(231)와 제2 캐비티(233)를 모두 포함하거나, 둘 중의 하나만 포함할 수도 있다.
- [0153] 활성층(232)은 III-V족 원소의 화합물 반도체 재료를 이용하여 양자우물층(232a)과 양자벽층(232b)을 포함할 수 있다. 활성층(232)은 InGaAs/AlxGaAs, AlGaInP/GaInP, AlGaAs/AlGaAs, AlGaAs/GaAs, GaAs/InGaAs 등의 1 내지 3 페어 구조로 형성될 수 있으나 이에 한정되지는 않는다. 활성층(232)에는 도펀트가 도핑되지 않을 수 있다.
- [0154] 제1 캐비티(231)와 제2 캐비티(233)는 $Al_yGa_{(1-y)}As$ ($0 < y < 1$) 물질로 형성될 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 제1 캐비티(231)와 제2 캐비티(233)는 각각 $Al_yGa_{(1-y)}As$ 으로된 복수의 층을 포함할 수 있다.
- [0155] 예를 들어, 제1 캐비티(231)는 제1-1 캐비티층(231a)과 제1-2 캐비티층(231b)을 포함할 수 있다. 또한 제2 캐비티(233)는 제2-1 캐비티층(233a)과 제2-2 캐비티층(233b)을 포함할 수 있다.
- [0156] 다음으로, 발광층(230) 상에 산화층(240)을 형성하기 위한 복수의 반도체막(240a, 240b, 240c)을 형성할 수 있다. 반도체막(240a, 240b, 240c)은 AlGa 계열 물질을 포함할 수 있다.
- [0157] 다음으로, 반도체막(240c) 상에 제2 반사층(250)이 형성될 수 있다.
- [0158] 제2 반사층(250)은 갈륨계 화합물 예를 들면 AlGaAs를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제2 반사층(250)의 각 층은 AlGaAs를 포함할 수 있고, 상세하게는 $Al_xGa_{(1-x)}As$ ($0 < x < 1$)의 조성식을 갖는 반도체 물질로 이루어질 수 있다.
- [0159] 제2 반사층(250)은 제2 도전형 도펀트가 도핑될 수 있다. 예를 들어, 제2 도전형 도펀트는 Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등과 같은 p형 도펀트일 수 있다. 한편, 제1 반사층(220)이 p형 도펀트로 도핑될 수도 있고, 제2 반사층(250)이 n형 도펀트로 도핑될 수도 있다.
- [0160] 제2 반사층(250)도 분산 브래그 반사기(DBR: Distributed Bragg Reflector)일 수 있다. 예를 들어, 제2 반사층(250)은 서로 다른 굴절률을 가지는 물질을 포함하는 복수의 층이 교대로 적어도 1회 이상 적층된 구조일 수 있다.

- [0161] 예를 들어, 제2 반사층(250)은 발광층(230)에 인접하게 배치된 제1 그룹 제2 반사층(251) 및 제1 그룹 제2 반사층(251)보다 발광층(230)에서 이격배치된 제2 그룹 제2 반사층(252)을 포함할 수 있다.
- [0162] 또한 제1 그룹 제2 반사층(251)과 제2 그룹 제2 반사층(252)도 각각 단일 또는 복수의 층으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 제1 그룹 제2 반사층(251)은 제1 그룹 제2-1 층(251a)과 제1 그룹 제2-2 층(251b)의 약 1~5 페어(pair)를 포함할 수 있다 또한, 제2 그룹 제2 반사층(252)도 제2 그룹 제2-1 층(252a)과 제2 그룹 제2-2 층(252b)의 약 5~15 페어(pair)를 포함할 수 있다.
- [0163] 다음으로 도 11a는 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 일 영역(C1)의 확대도이고, 도 11b는 도 11a에 도시된 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 A1-A2선을 따른 단면도이다.
- [0164] 실시예는 도 11b와 같이, 소정의 마스크(300)를 사용하여 발광 구조물을 식각하여 메사영역(M)을 형성할 수 있다. 이때, 제2 반사층(250)으로부터 산화층(240) 및 발광층(230)까지 메사 식각될 수 있고, 제1 반사층(220)의 일부까지 메사 식각될 수도 있다. 메사 식각에서는 ICP(inductively-coupled plasma) 에칭 방법으로, 주변 영역의 제2 반사층(250)으로부터 산화층(240) 및 발광층(230)을 제거할 수 있으며, 메사 식각 영역은 측면이 기울기를 가지고 식각될 수 있다. 이러한 메사 식각에 의해 각 발광 에미터(E1, E2, E3)의 발광 구조물이 형성될 수 있다.
- [0165] 다음으로 도 12a는 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 일 영역(C1)의 확대도이고, 도 12b는 도 12a에 도시된 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 A1-A2선을 따른 단면도이다.
- [0166] 실시예는 도 12b와 같이, 습식 산화 공정에 의해 산화층(240)의 복수의 반도체막(240a, 240b, 240c)에서 H₂O와 반응하여 변경된 제1 내지 제3 절연영역(도 7 내지 도 15의 242a, 242b, 242c)를 포함하는 절연영역(242)과 H₂O와 반응되지 않고 반도체 물질을 그대로 포함하는 제1 내지 제3 반도체영역(도 7 내지 도 15의 241a, 241b, 241c)을 포함하는 애퍼처(241)를 포함할 수 있다. 절연영역(242)은 H₂O가 산화층(240)의 복수의 반도체막(240a, 240b, 240c)의 외측면으로부터 내부로 침투되어 산화층(240)의 반도체막(240a, 240b, 240c)에 포함된 Al과 반응하여 변경된 알루미늄산화물(Al₂O₃)을 포함할 수 있다. 애퍼처는 H₂O가 산화층(240)의 복수의 반도체막(240a, 240b, 240c)의 내부에 침투되지 못하는 영역으로서, H₂O가 Al과 반응하지 못하므로 반도체 물질, 즉 AlGa 계열 물질을 포함할 수 있다.
- [0167] 또한 실시예는 이온 주입(Ion implantation)을 통해 AlGa 계열층의 가장 자리 영역을 절연영역(242)으로 변화시킬 수도 있으며 이에 한정하지 않는다. 이온 주입 시에는 300keV 이상의 에너지로 포톤(photon)이 공급될 수 있다.
- [0168] 상술한 반응 공정 후에, 산화층(240)의 중앙 영역은 도전성의 애퍼처(241)이 배치되고 가장 자리 영역에는 비도전성의 절연영역(242)이 배치될 수 있다.
- [0169] 다음으로 도 13a는 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 일 영역(C1)의 확대도이고, 도 13b는 도 13a에 도시된 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 A1-A2선을 따른 단면도이다.
- [0170] 도 13b와 같이, 발광 구조물의 상부면에 패시베이션층(270)이 형성될 수 있다. 패시베이션층(270)은 폴리마이드(Polyimide), 실리카(SiO₂), 또는 질화 실리콘(Si₃N₄) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0171] 패시베이션층(270)은 이후 형성되는 제2 전극(282)과 전기적으로 연결되도록 제2 반사층(250)의 일부를 노출시킬 수 있다.
- [0172] 다음으로 도 14a는 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 제1 영역부분(C1) 확대도이고, 도 14b는 제2 전극(282)의 제1 전극층(282a)가 형성된 모습을 보여주는 평면도이고, 도 14c는 도 14a에 도시된 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 A1-A2선을 따른 단면도이다.
- [0173] 실시예에 의하면 도 14b와 제2 반사층(250) 상에 제2 전극(282)이 형성될 수 있다. 제2 전극(282)은 부분적으로 제2 반사층(250)과 접촉되어 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0174] 제2 전극(282)은 복수의 전극층을 포함할 수 있다. 예컨대, 전극층은 제1 및 제2 실시예에서 설명된 제1 전극층(282a), 제2 전극층(282b) 및 제3 전극층(282c)를 포함할 수 있다.
- [0175] 제1 전극층(282a)는 도 14b에 도시한 바와 같이 랜덤한 형상을 갖는 복수의 나노패턴을 포함할 수 있다(제2 실

시예와 관련된 도 8 및 도 9 참조).

- [0176] 이와 달리, 제1 전극층(282a)는 제2 반사층(250)의 전체 영역에 배치될 수 있다(제1 실시예와 관련된 도 4 참조).
- [0177] 제1 전극층(282a)은 제1 및 제2 실시예에서 상술된 바 있으므로 더 이상의 설명은 생략한다.
- [0178] 도 14b에 도시한 바와 같은 복수의 나노패턴을 포함하는 제1 반사층(282a)는 마스크를 이용하거나 어닐링(annealing) 공정을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0179] 일 예로서, 제2 반사층(250)의 노출된 영역에 대응되어 미세한 개구를 갖는 마스크가 마련되고, 스퍼터링 공정을 이용하여 이러한 마스크를 대상으로 제1 전극층(282a)을 형성하기 위한 금속, 예컨대 백금(Pt)이 마스크로 진행될 수 있다. 마스크의 미세한 개구를 통과한 금속이 제2 반사층(250)의 노출된 영역 상에 부착되어 나노패턴으로 형성될 수 있다. 제2 반사층(250)의 노출된 영역 상에 부착되는 금속의 사이즈는 마스크의 개구의 직경에 의해 결정될 수 있다. 예컨대, 마스크의 복수의 개구 모두가 일정한 경우, 제2 반사층(250)의 노출된 영역 상에 부착되는 금속의 사이즈는 모두 일정할 수 있다. 예컨대, 마스크의 복수의 개구가 서로 상이한 개구를 갖는 경우, 제2 반사층(250)의 노출된 영역 상에 부착되는 금속은 서로 상이한 사이즈, 즉 랜덤한 형상으로 형성될 수 있다.
- [0180] 다른 예로서, 스퍼터링 공정을 이용하여 제2 반사층(250)의 노출된 영역에 미세한 두께의 금속막이 형성될 수 있다. 이때, 금속막은 미세하여 막질이 좋지 않아 서로 이격된 복수의 제1 패턴으로 형성될 수 있다. 이후, 어닐링 공정을 이용하여 열이 가해됨으로써, 제1 패턴이 서로 붙게 되는 응집 현상으로 인해 제1 패턴보다 큰 사이즈를 갖는 복수의 제2 패턴이 나노패턴으로 형성될 수 있다. 예컨대, 어닐링 공정은 질소 분위기에서 대략 700℃ 내지 800℃의 열이 1분 동안 가해질 수 있다. 형성된 나노패턴은 대략 0.5nm 내지 대략 30nm의 두께와 대략 0.5nm 내지 300nm이 직경을 가질 수 있다.
- [0181] 이후, 제2 전극층(282b)가 제1 전극층(282a) 상에 형성되고, 제3 전극층(282c)가 제2 전극층(282b) 상에 형성됨으로써, 제1 내지 제3 전극층(282a, 282b, 282c)를 포함하는 제2 전극(282)가 형성될 수 있다.
- [0182] 다음으로, 제2 전극(282)과 전기적으로 접촉되는 패드전극(280)이 형성될 수 있으며, 패드전극(280)은 패시베이션층(270)의 상부로 연장되어 배치되어 외부로부터 전류를 공급받을 수 있다.
- [0183] 제2 전극(282)과 패드전극(280)은 도전성 재료로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 제2 전극(282)과 패드전극(280)은 알루미늄(Al), 티타늄(Ti), 크롬(Cr), 니켈(Ni), 구리(Cu), 금(Au) 중 적어도 하나를 포함하여 단층 또는 다층 구조로 형성될 수 있다.
- [0184] 다음으로, 기판(210)의 아래에는 제1 전극(215)이 배치될 수 있다. 제1 전극(215)의 배치 전에 소정의 그라인딩 공정 등을 통해 기판(210)의 저면 일부를 제거하여 방열 효율을 향상시킬 수 있다. 제1 전극(215)은 도전성 재료로 이루어질 수 있고, 예를 들면 금속일 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(215)은 알루미늄(Al), 티타늄(Ti), 크롬(Cr), 니켈(Ni), 구리(Cu), 금(Au) 중 적어도 하나를 포함하여 단층 또는 다층 구조로 형성될 수 있다.
- [0185] 상술한 표면발광레이저 소자를 포함하는 반도체 소자는 레이저 다이오드일 수 있으며, 2개의 반사층 내부가 공진기(resonator)로 작용할 수 있다. 이때, 제1 도전형의 제1 반사층(220)과 제2 도전형의 제2 반사층(250)으로부터 정공과 제2 캐리어, 즉 전자가 활성층으로 공급되어, 발광층(230)에서 방출된 광이 공진기 내부에서 반사되어 증폭되고 문턱 전류에 도달하면, 상술한 에피층(241)를 통하여 외부로 방출될 수 있다.
- [0186] 실시예에 따른 표면발광레이저 소자에서 방출된 광은 단일 파장 및 단일 위상의 광일 수 있으며, 제1 반사층(220), 제2 반사층(250)과 발광층(230)의 조성 등에 따라 단일 파장 영역이 변할 수 있다.
- [0188] (플립칩형 표면발광레이저소자)
- [0189] 도 15은 실시예에 따른 플립칩형 표면발광레이저 소자의 단면도이다.
- [0190] 제1 및 제2 실시예에 따른 표면발광레이저 소자가 도 15에 도시된 플립칩형 표면발광레이저소자에 적용될 수 있다.
- [0191] 실시예에 따른 표면발광 레이저소자는 수직형 외에 도 15와 같이 제1 전극(215)과 제2 전극(282)이 동일 방향을 향하는 플립칩형일 수 있다.
- [0192] 예를 들어, 도 15과 같이 다른 실시예에 따른 표면발광 레이저소자는 제1 전극부(215, 217), 기판(210), 제1 반

사층(220), 활성영역(230), 애퍼처 영역(240), 제2 반사층(250), 제2 전극부(280, 282), 제1 패시베이션층(271), 제2 패시베이션층(272), 비반사층(290) 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다. 이때 제2 반사층(250)의 반사율이 제1 반사층(220)의 반사율 보다 높게 설계될 수 있다.

- [0193] 이때 제1 전극부(215, 217)는 제1 전극(215)과 제1 패드전극(217)을 포함할 수 있으며, 소정의 메사 공정을 통해 노출된 제1 반사층(220) 상에 제1 전극(215)이 전기적으로 연결되며, 제1 전극(215)에 제1 패드전극(217)이 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0194] 제1 전극부(215, 217)은 도전성 재료로 이루어질 수 있고, 예를 들면 금속일 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(215)은 알루미늄(Al), 티타늄(Ti), 크롬(Cr), 니켈(Ni), 구리(Cu), 금(Au) 중 적어도 하나를 포함하여 단층 또는 다층 구조로 형성될 수 있다. 제1 전극(215)과 제1 패드전극(217)은 서로 동일한 금속 또는 상이한 금속을 포함할 수 있다.
- [0195] 제1 반사층(220)이 n형 반사층인 경우, 제1 전극(215)은 n형 반사층에 대한 전극일 수 있다.
- [0196] 제2 전극부(280, 282)는 제2 전극(282)과 제2 패드전극(280)을 포함할 수 있으며, 제2 반사층(250) 상에 제2 전극(282)이 전기적으로 연결되며, 제2 전극(282)에 제2 패드전극(280)이 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0197] 제2 반사층(250)이 p형 반사층인 경우, 제2 전극(282)은 p형 전극일 수 있다.
- [0198] 상술한 제1 및 제2 실시예에 따른 제2 전극(도 4, 도 8 참조)은 플립칩형 표면발광레이저 소자의 제2 전극(282)에 동일하게 적용될 수 있다.
- [0199] 제1 절연층(271)과 제2 절연층(272)은 절연성 물질로 이루어질 수 있고, 예를 들면 절화물 또는 산화물로 이루어질 수 있으며, 예를 들어, 폴리이미드(Polyimide), 실리카(SiO₂), 또는 질화 실리콘(Si₃N₄) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0200] 실시예는 신뢰성이 높은 전극구조를 구비한 표면발광 레이저소자 및 이를 포함하는 발광장치를 제공할 수 있는 기술적 효과가 있다.
- [0201] 또한 실시예는 출사 빔의 빔 패턴(beam pattern)이 분열 또는 출사 빔의 발산각(divergence angle of beams)이 증가되는 광학적 문제를 해결할 수 있는 표면발광 레이저소자 및 이를 포함하는 발광장치를 제공할 수 있는 기술적 효과가 있다.
- [0202] 또한 실시예는 오믹특성을 개선할 수 있는 표면발광 레이저소자 및 이를 포함하는 발광장치를 제공할 수 있는 기술적 효과가 있다.
- [0204] (이동 단말기)
- [0205] 도 16는 실시예에 따른 표면발광레이저 소자가 적용된 이동 단말기의 사시도이다.
- [0206] 제1 및 제2 실시예에 따른 수직형 표면발광레이저 소자와 도 15에 도시된 플립형 표면발광레이저 소자는 도 16에 도시된 이동 단말기에 적용될 수 있다.
- [0207] 도 16에 도시된 바와 같이, 실시예의 이동 단말기(1500)는 후면에 제공된 카메라 모듈(1520), 플래쉬 모듈(1530), 자동 초점 장치(1510)를 포함할 수 있다. 여기서, 자동 초점 장치(1510)는 발광층으로서 앞서 설명된 실시예에 따른 표면발광레이저 소자의 패키지 중의 하나를 포함할 수 있다.
- [0208] 플래쉬 모듈(1530)은 그 내부에 광을 발광하는 발광소자를 포함할 수 있다. 플래쉬 모듈(1530)은 이동 단말기의 카메라 작동 또는 사용자의 제어에 의해 작동될 수 있다.
- [0209] 카메라 모듈(1520)은 이미지 촬영 기능 및 자동 초점 기능을 포함할 수 있다. 예컨대 카메라 모듈(1520)은 이미지를 이용한 자동 초점 기능을 포함할 수 있다.
- [0210] 자동 초점 장치(1510)는 레이저를 이용한 자동 초점 기능을 포함할 수 있다. 자동 초점 장치(1510)는 카메라 모듈(1520)의 이미지를 이용한 자동 초점 기능이 저하되는 조건, 예컨대 10m 이하의 근접 또는 어두운 환경에서 주로 사용될 수 있다. 자동 초점 장치(1510)는 앞서 기술된 실시예의 표면발광레이저 소자를 포함하는 발광층과, 포토 다이오드와 같은 빛 에너지를 전기 에너지로 변환하는 수광부를 포함할 수 있다.
- [0211] 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 실시예의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 실시예의 등가적 범위 내에서의 모든 변경

은 실시예의 범위에 포함된다.

부호의 설명

[0212]

201: 표면발광레이저 소자

210: 기판

215: 제1 전극

217, 280: 패드전극

220: 제1 반사층

230: 발광층

240: 산화층

241: 애퍼처

242: 절연영역

250: 제2 반사층

270: 패시베이션층

282: 제2 전극

282a, 282b, 282c: 전극층

300: 마스크

E: 발광층

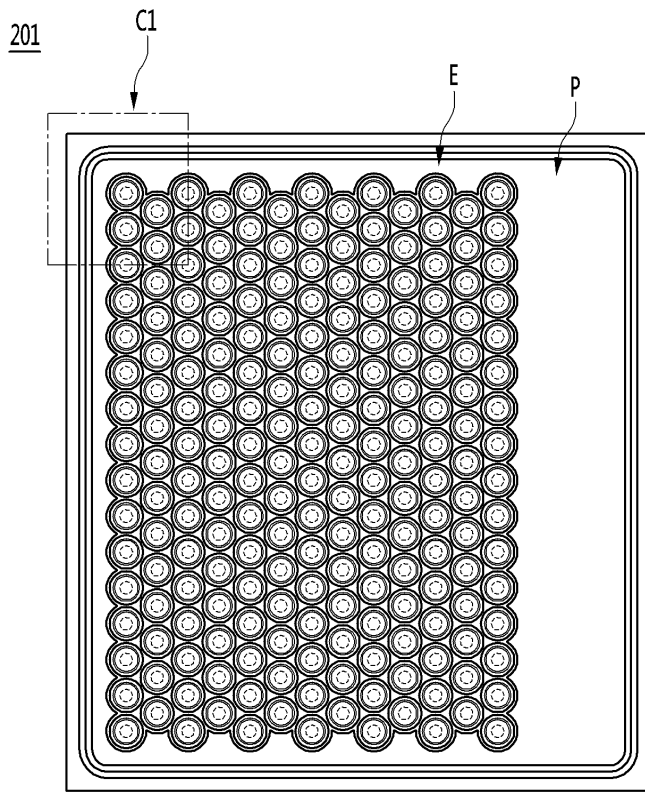
E1, E2, E3: 에미터

M: 메사영역

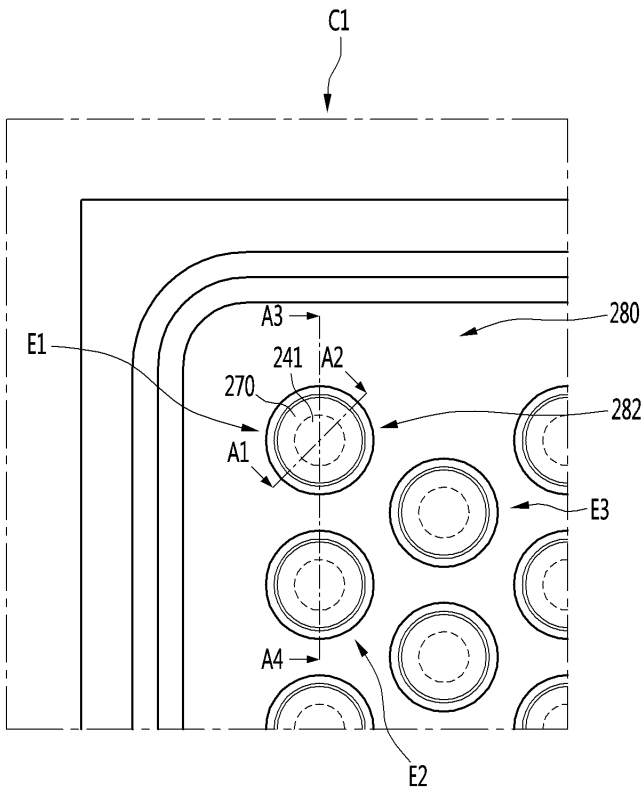
P: 패드부

도면

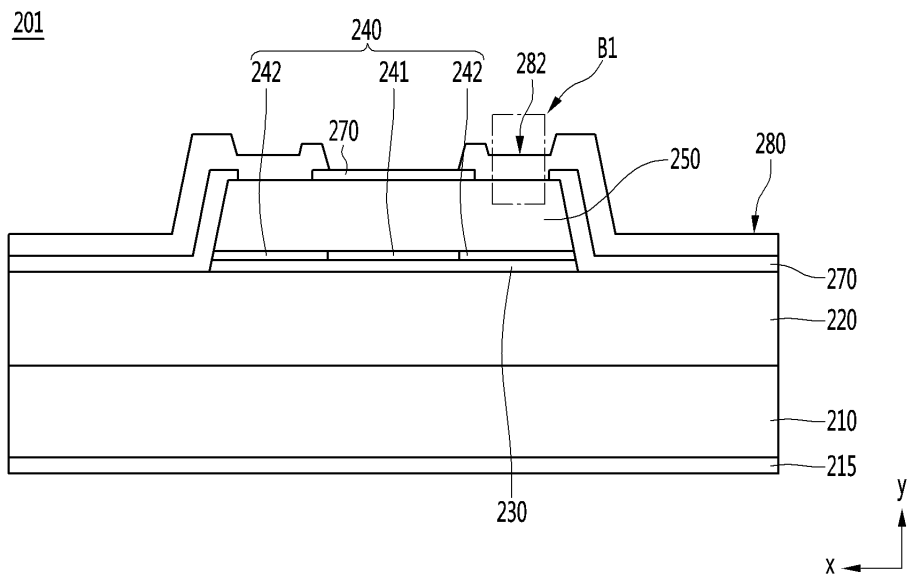
도면1



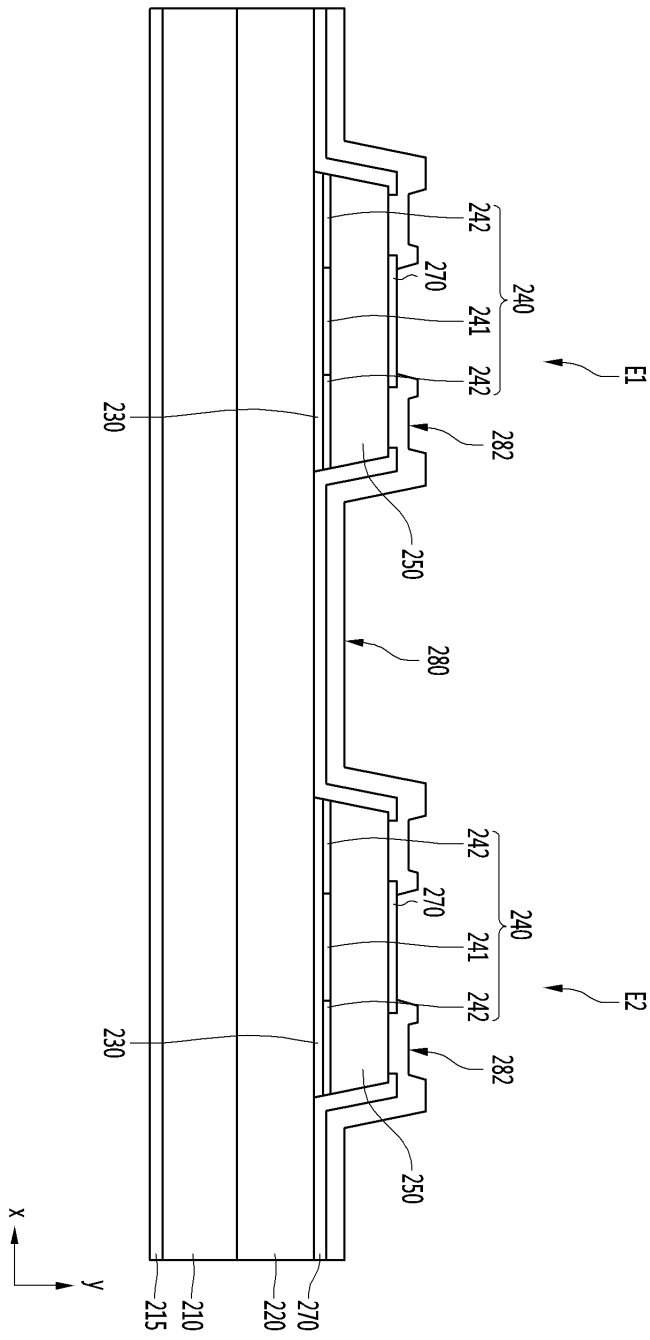
도면2



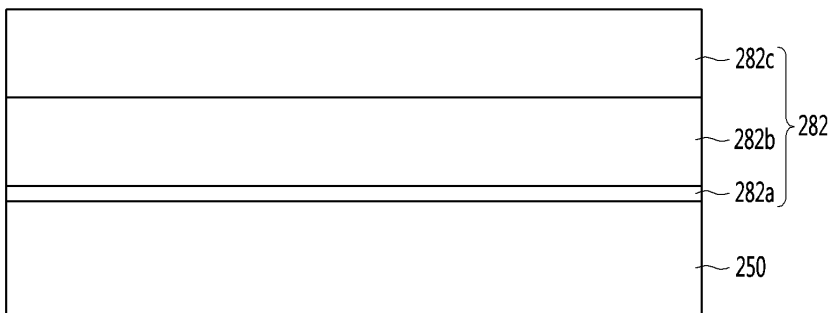
도면3a



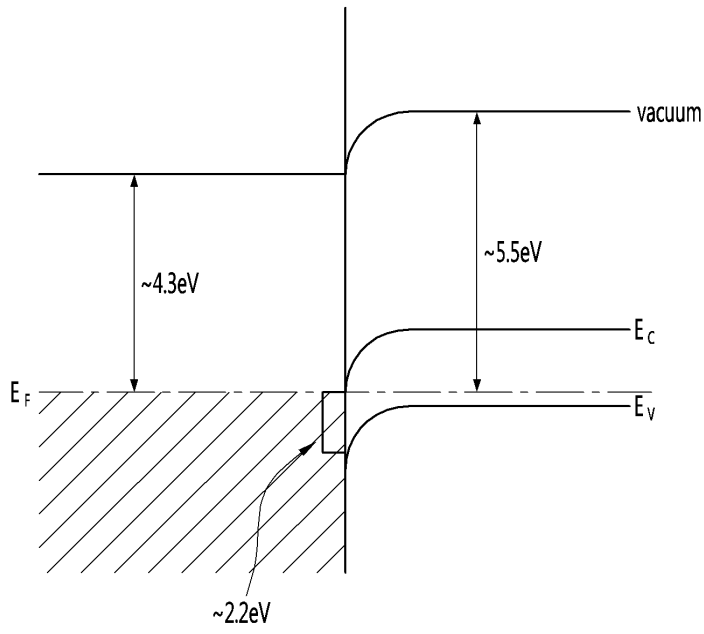
도면3b



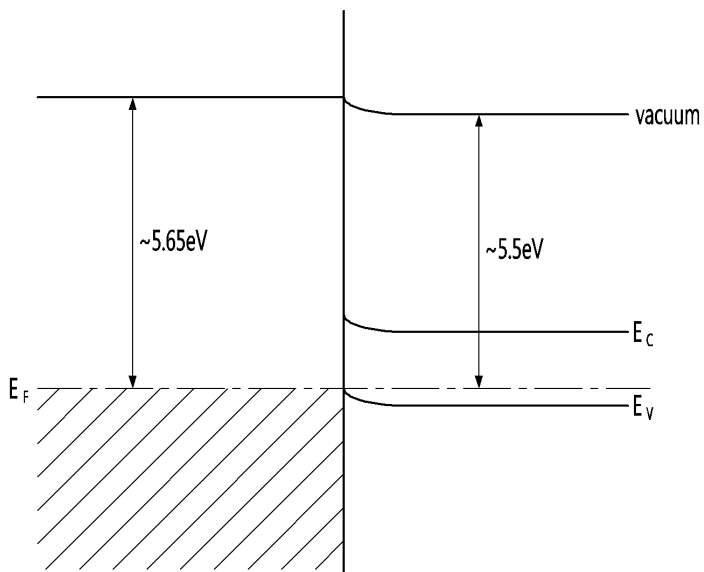
도면4



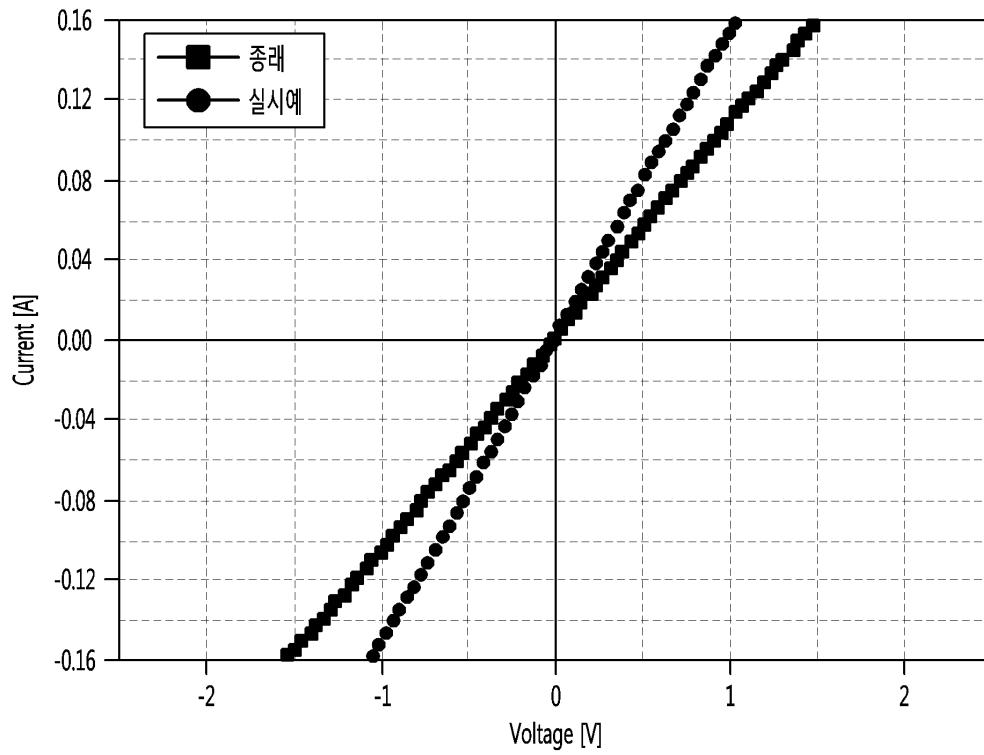
도면5a



도면5b



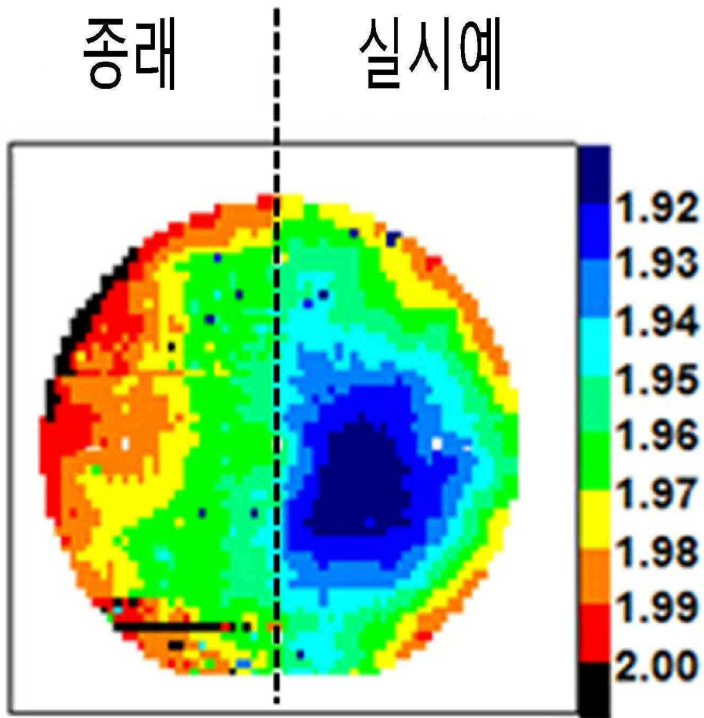
도면6a



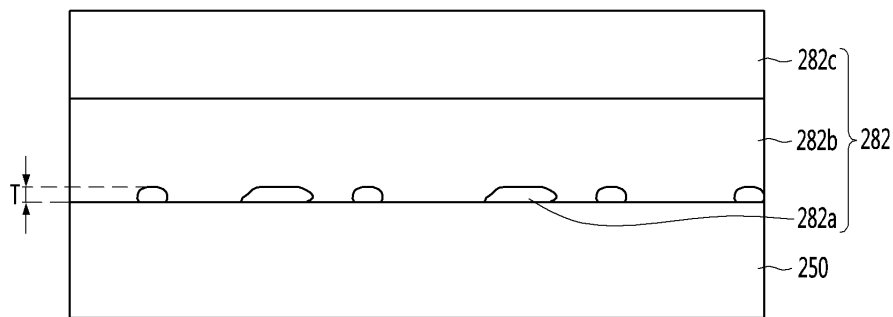
도면6b

	컨택저항(ohm.com2)
종래	1.46E-5
실시예	8.34E-6

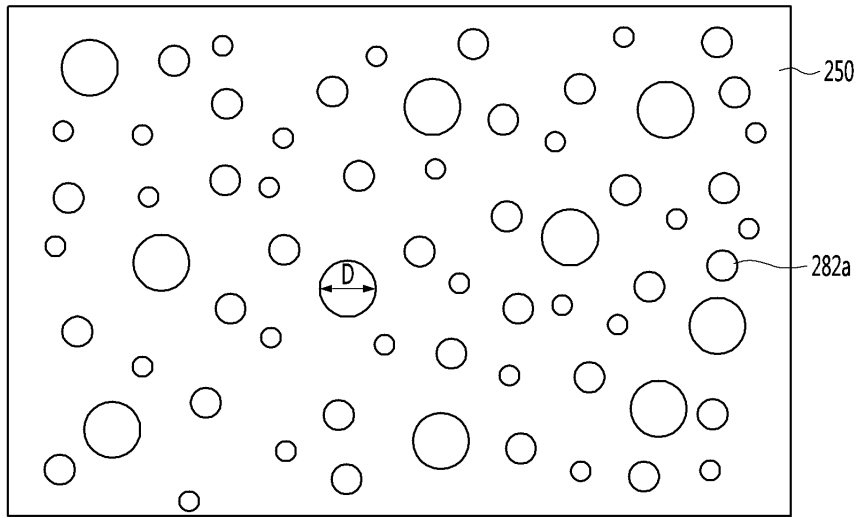
도면7



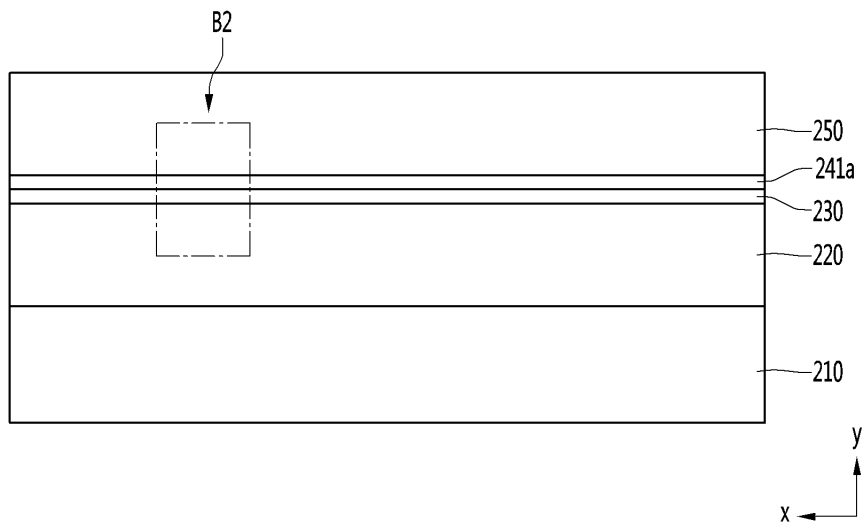
도면8



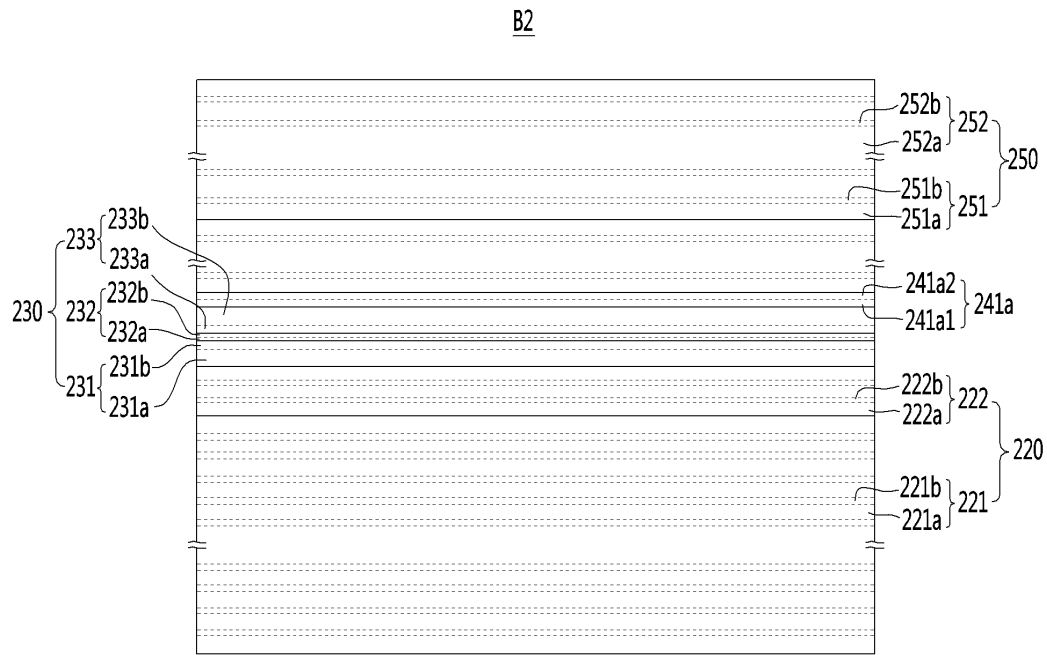
도면9



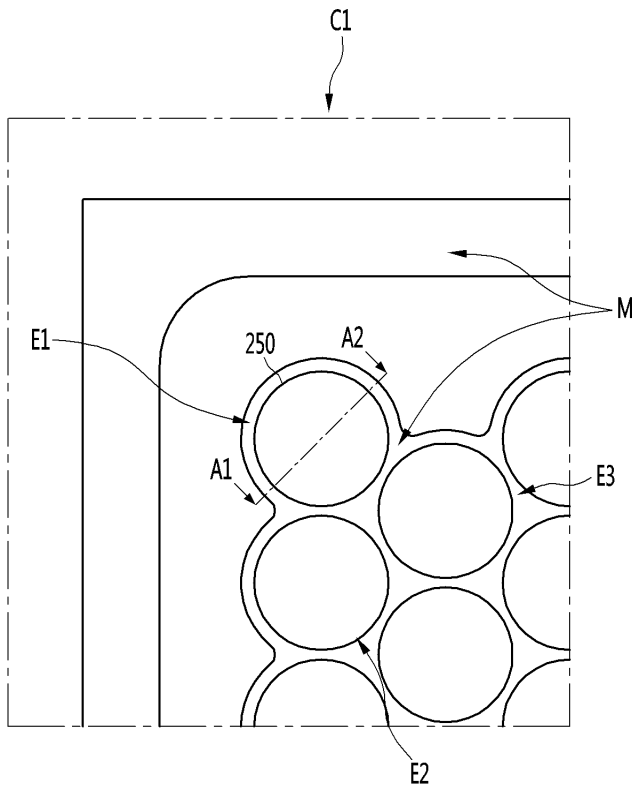
도면10a



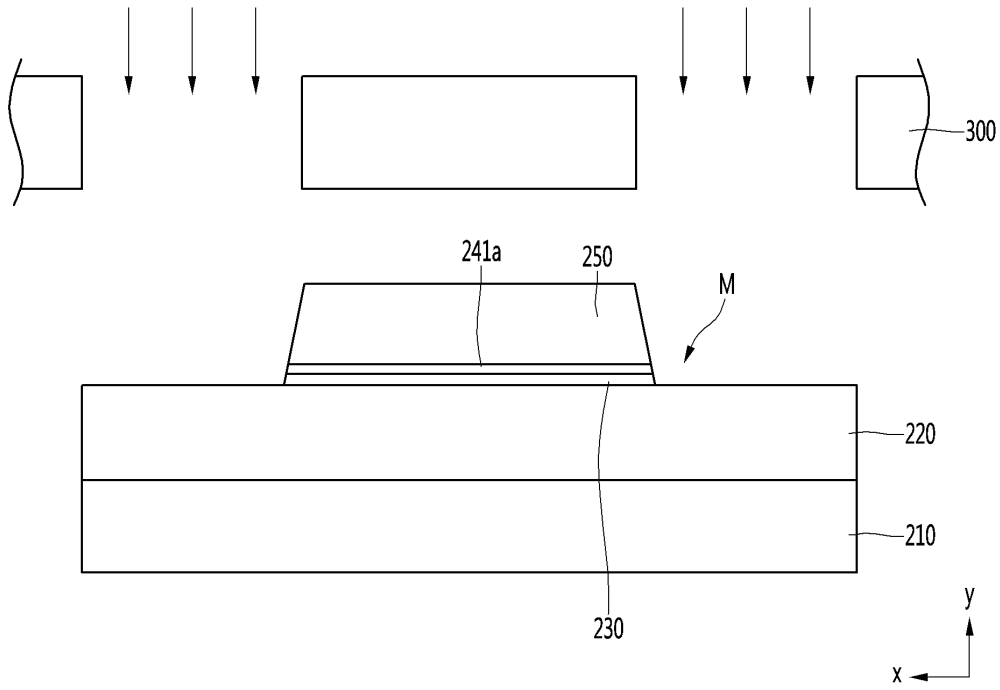
도면10b



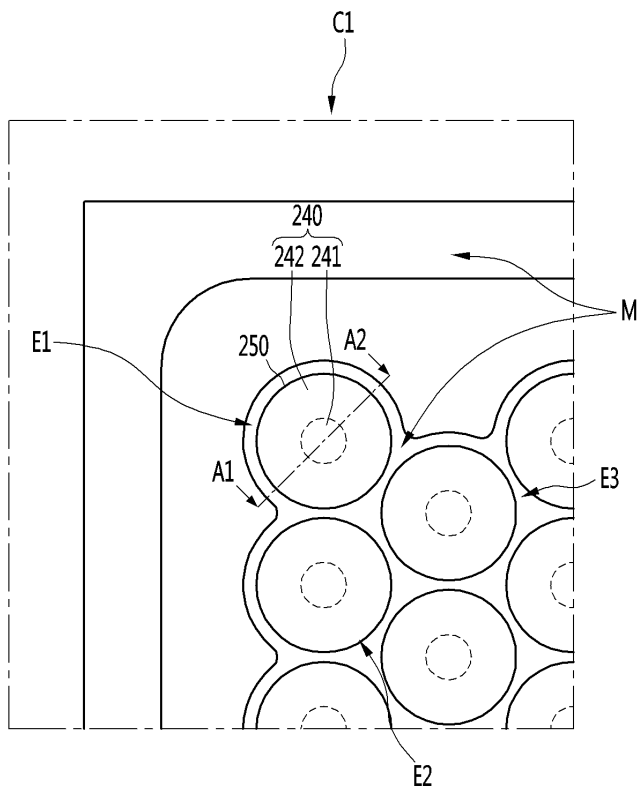
도면11a



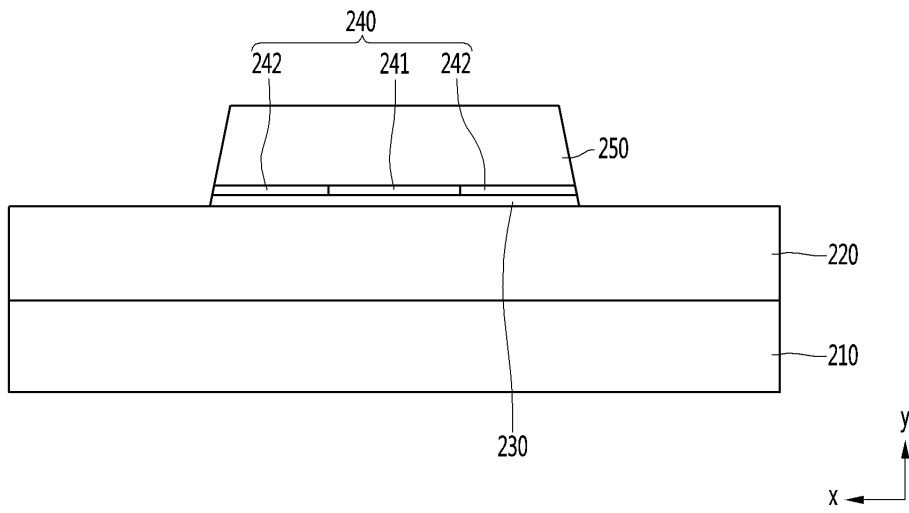
도면11b



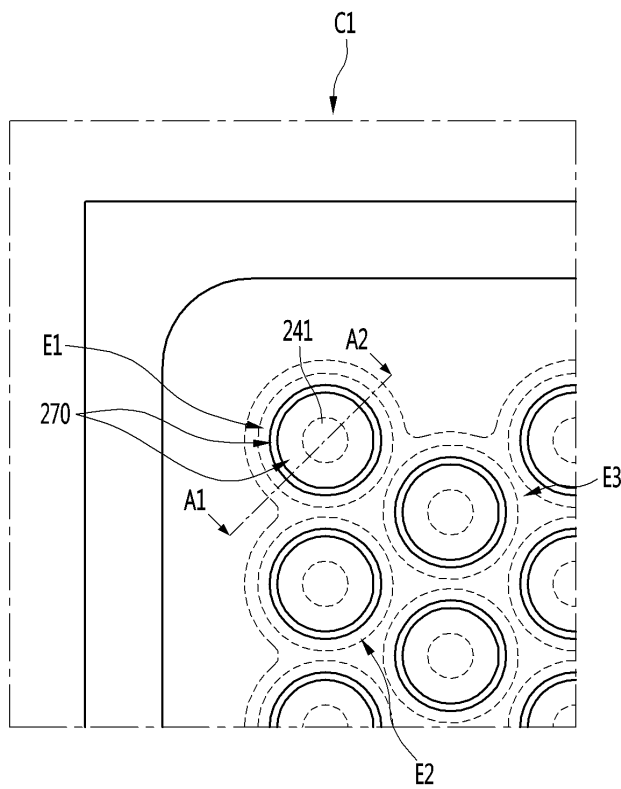
도면12a



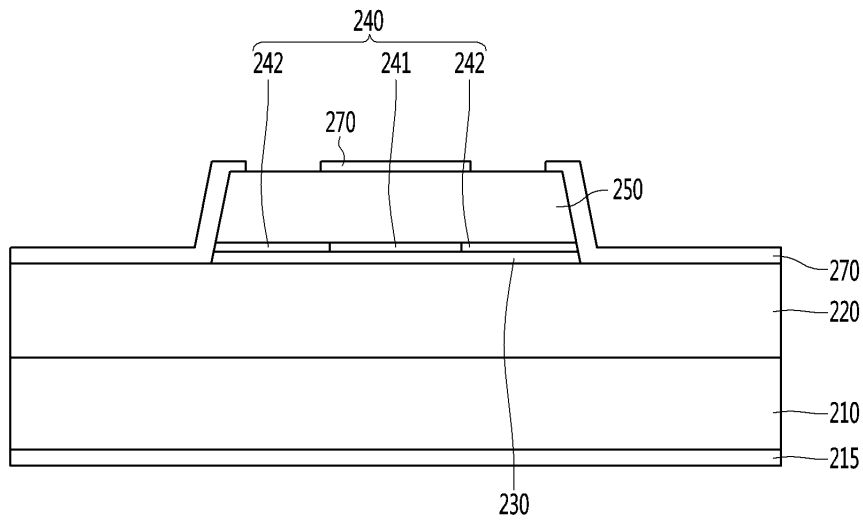
도면12b



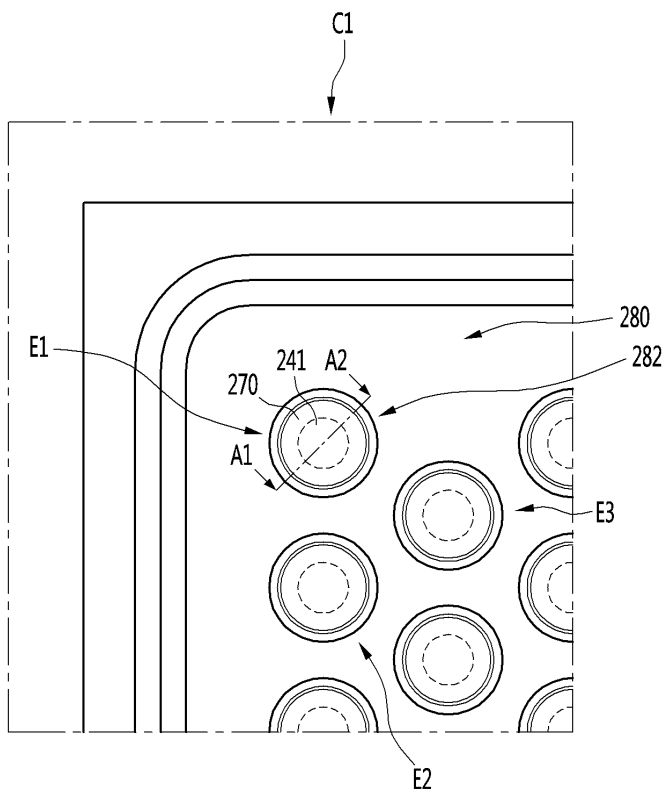
도면13a



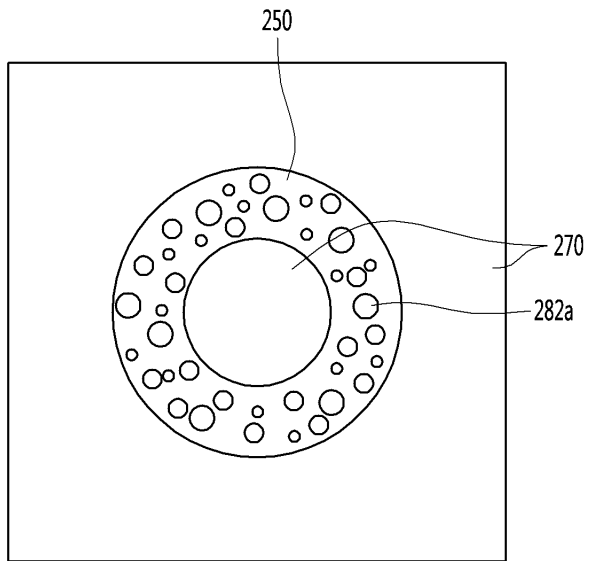
도면13b



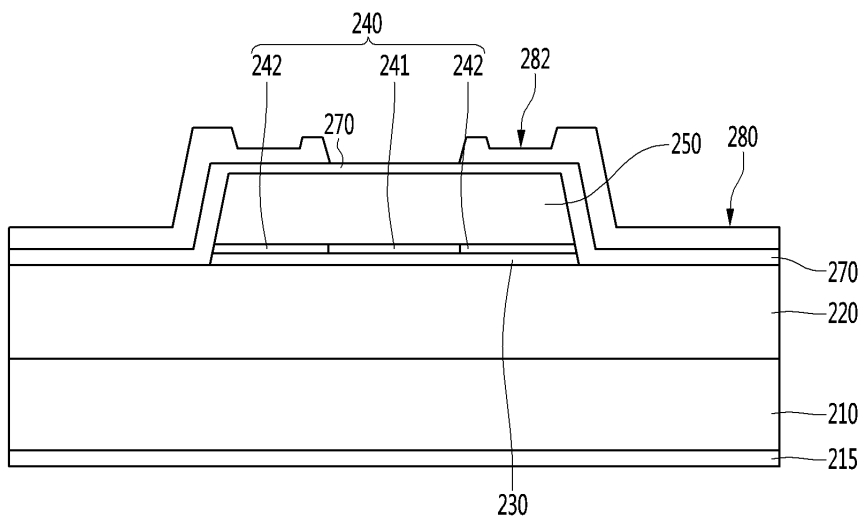
도면14a



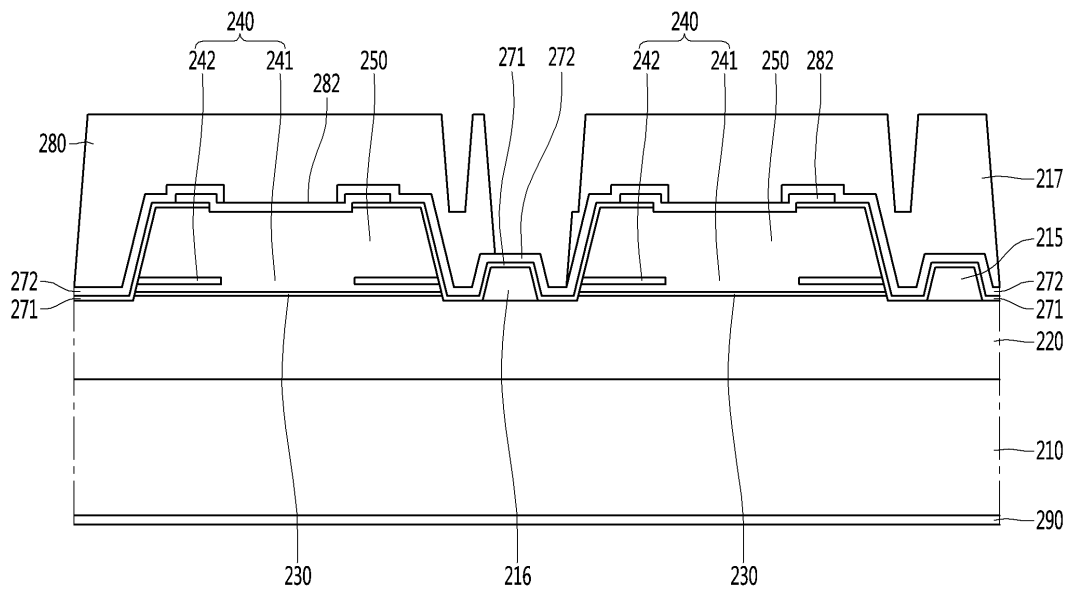
도면14b



도면14c



도면15



도면16

1500

