



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0051182
(43) 공개일자 2008년06월10일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) Int. Cl.
<i>H01S 5/323</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2008-7009464(분할)</p> <p>(22) 출원일자 2008년04월21일
심사청구일자 2008년04월21일</p> <p>(62) 원출원 특허 10-2003-7016308
원출원일자 2003년12월12일
심사청구일자 2007년06월13일
번역문제출일자 2008년04월21일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2002/005967
국제출원일자 2002년06월14일</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2002/103868
국제공개일자 2002년12월27일</p> <p>(30) 우선권주장
JP-P-2001-00182305 2001년06월15일 일본(JP)
JP-P-2001-00182306 2001년06월15일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
소니 가부시끼 가이샤
일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1</p> <p>(72) 발명자
토조 츠요시
일본 도쿄도 시나가와쿠 기타시나가와 6초메 7반 35고 소니가부시끼가이샤 내
히노 토모노리
일본 도쿄도 시나가와쿠 기타시나가와 6초메 7반 35고 소니가부시끼가이샤 내
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
이병호</p> |
|--|---|

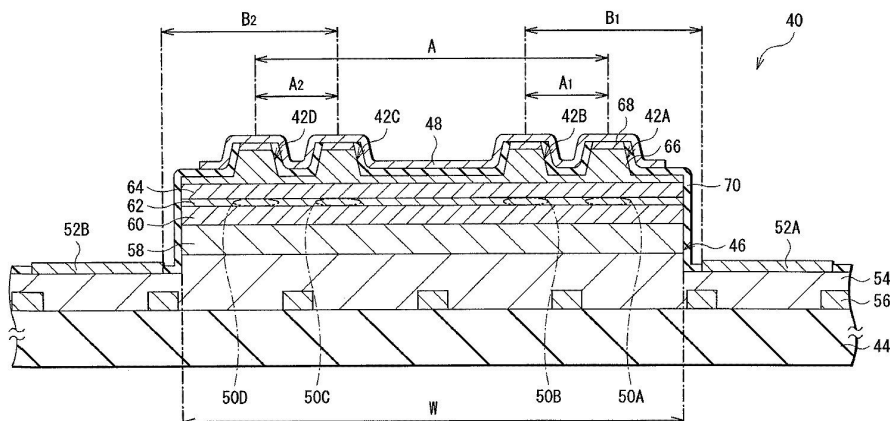
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 멀티 빔 반도체 레이저 소자

(57) 요약

본 발명은, 각 빔의 광 출력이 동일하고, 위치 맞춤이 용이한 구성의 멀티 빔 반도체 레이저 소자를 제공한다. 본 발명의 멀티 빔 반도체 레이저 소자(40)는 같은 파장의 레이저광을 출사하는 4개의 레이저 스트라이프(42A, 42B, 42C, 42D)를 갖는 GaN계 멀티 빔 반도체 레이저 소자이다. 상기 레이저 스트라이프(42A 내지 42D) 각각은 사파이어 기판(44)에 형성된 메사부(46) 상에 p층 공통 전극(48)을 갖고 설치되고, 각각 활성 영역(50A, 50B, 50C, 50D)을 구비하고 있다. 2개의 n층 전극(52A, 52B)이 p층 공통 전극(48)에 대향하는 공통 전극으로서, 메사부(46)의 양 옆의 n형 GaN 콘택트층(54)에 설치되어 있다. 레이저 스트라이프(42A)와 레이저 스트라이프(42D)의 거리(A)는 100 μ m 이하이다. 레이저 스트라이프(42A)와 n층 전극(52B)의 레이저 측 단부의 거리(B₁)는 150 μ m 이하이고, 레이저 스트라이프(42D)와 n층 전극(52A)의 레이저 측 단부의 거리(B₂)는 150 μ m 이하이다.

대표도



(72) 발명자

고토 오사무

일본 미야기켄 시로이시시 시라토리 3쵸메 53반 2
고 소니시로이시세미켄덕터 가부시킴가이샤 내

야부키 요시후미

일본 미야기켄 시로이시시 시라토리 3쵸메 53반 2
고 소니시로이시세미켄덕터 가부시킴가이샤 내

안사이 신이치

일본 미야기켄 시로이시시 시라토리 3쵸메 53반 2
고 소니시로이시세미켄덕터 가부시킴가이샤 내

우치다 시로

일본 도쿄도 시나가와쿠 기타시나가와 6쵸메 7반
35고 소니가부시킴가이샤 내

이케다 마사오

일본 도쿄도 시나가와쿠 기타시나가와 6쵸메 7반
35고 소니가부시킴가이샤 내

특허청구의 범위

청구항 1

종결정부 및 회합부에 기인하는 고밀도 결함 영역과, 상기 종결정부와 상기 회합부 사이에 형성된 저밀도 결함 영역이 교대로 주기적으로 띠형으로 병렬 배치된 공통 기관 상에 복수의 레이저 발진부를 가지고, 상기 각 레이저 발진부로부터 각각 레이저광을 출사시키는 멀티 빔 반도체 레이저 소자로서,

상기 각 저밀도 결함 영역 상에 각각 1개의 레이저 발진부가 배치되고, 또한, 상기 레이저 발진부와 상기 종결정부의 거리를 X_1 , 상기 레이저 발진부와 상기 회합부의 거리를 X_2 로 할 때,

$$X_1 \geq 0.5 \mu\text{m}$$

$$X_2 \geq 0.5 \mu\text{m}$$

인 것을 특징으로 하는 멀티 빔 반도체 레이저 소자.

청구항 2

종결정부 및 회합부에 기인하는 고밀도 결함 영역과, 상기 종결정부와 상기 회합부 사이에 형성된 저밀도 결함 영역이 교대로 주기적으로 띠형으로 병렬 배치되어 있는 공통 기관 상에 복수의 레이저 발진부를 가지고, 상기 각 레이저 발진부로부터 각각 레이저광을 출사시키는 멀티 빔 반도체 레이저 소자로서,

상기 종결정부 또는 상기 회합부를 개재하여 이웃하는 상기 저밀도 결함 영역 상에, 각각 상기 레이저 발진부가 배치되고, 또한, 상기 레이저 발진부와 상기 종결정부의 거리를 X_1 , 상기 레이저 발진부와 상기 회합부의 거리를 X_2 로 할 때,

$$X_1 \geq 0.5 \mu\text{m}$$

$$X_2 \geq 0.5 \mu\text{m}$$

인 것을 특징으로 하는 멀티 빔 반도체 레이저 소자.

청구항 3

종결정부 및 회합부에 기인하는 고밀도 결함 영역과, 상기 종결정부와 상기 회합부 사이에 형성된 저밀도 결함 영역이 교대로 주기적으로 띠형으로 병렬 배치되어 있는 공통 기관 상에 복수의 레이저 발진부를 가지고, 상기 각 레이저 발진부로부터 각각 레이저광을 출사시키는 멀티 빔 반도체 레이저 소자로서,

적어도 2개의 상기 레이저 발진부가 상기 각 저밀도 결함 영역 상에 배치되고, 또한, 상기 레이저 발진부와 상기 종결정부의 거리를 X_1 , 상기 레이저 발진부와 상기 회합부의 거리를 X_2 로 할 때,

$$X_1 \geq 0.5 \mu\text{m}$$

$$X_2 \geq 0.5 \mu\text{m}$$

인 것을 특징으로 하는 멀티 빔 반도체 레이저 소자.

청구항 4

종결정부 및 회합부에 기인하는 고밀도 결함 영역과, 상기 종결정부와 상기 회합부 사이에 형성된 저밀도 결함 영역이 교대로 주기적으로 띠형으로 병렬 배치되어 있는 공통 기관 상에 복수의 레이저 발진부를 가지고, 상기 각 레이저 발진부로부터 각각 레이저광을 출사시키는 멀티 빔 반도체 레이저 소자로서,

상기 레이저 발진부는 하나 걸러의 상기 저밀도 결함 영역 상에 배치되고, 또한, 상기 레이저 발진부와 상기 종결정부의 거리를 X_1 , 상기 레이저 발진부와 상기 회합부의 거리를 X_2 로 할 때,

$$X_1 \geq 0.5 \mu\text{m}$$

$$X_2 \geq 0.5 \mu\text{m}$$

인 것을 특징으로 하는 멀티 빔 반도체 레이저 소자.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 복수의 스트라이프형 레이저 발진부를 구비하고, 각 레이저 발진부로부터 레이저광을 출사시키는 멀티 빔 반도체 레이저 소자에 관한 것으로, 특히, 질화갈륨(GaN)계 III-V족 화합물 반도체에 의해 형성된 멀티 빔 반도체 레이저 소자에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 멀티 빔 반도체 레이저 소자

<3> 광원으로서 반도체 레이저를 사용한 광 디스크 장치, 레이저 빔 프린터, 복사기 등의 장치에서는, 최근, 동작의 고속화나 정보 처리의 대용량화가 요구되고 있다. 이러한 고속화나 대용량화에 따라서, 광원으로서 복수의 레이저 빔(이하, 멀티 빔)을 출사하는 소위 멀티 빔 반도체 레이저를 사용할 것이 제안되고 있다. 예를 들면, 광 디스크 장치에서는, 멀티 빔 반도체 레이저를 사용하여 복수의 레이저 빔에 의해 복수의 트랙을 동시에 판독함으로써 판독 속도를 빠르게 할 수 있다.

<4> 또한, 광 디스크 장치의 광원으로서 요구되는 광 출력은 기껏해야 수십 mW 정도이지만, 반도체 레이저 소자의 광 출력을 W급으로까지 높임으로써, 레이저 가공 분야나 의료 분야에 응용할 수 있다. 그래서, 멀티 빔 반도체 레이저에 의해 레이저광 전체의 광 출력을 높이는 연구가 진행되고 있다.

<5> 여기서, 도 10 및 도 11을 참조하여 종래의 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 구성을 설명한다.

<6> 도 10에 도시한 멀티 빔 반도체 레이저 소자(10)는 2개의 레이저 빔을 출사하는 것으로, 기관(12)을 공통으로 한 2개의 레이저 발진부(14A, 14B)를 구비하고, 상기 레이저 발진부(14A, 14B)에는 각각 전극(16A, 16B)이 설치되어 있다. 상기 전극(16A, 16B)에 대항하는 대항 전극(17)은 공통 전극으로서 기관(12)의 이면에 설치되어 있다.

<7> 또한, 상기 멀티 빔 반도체 레이저 소자(10)는 2개의 전극(16A, 16B)에 각각 접속하는 2개의 콘택트용 전극(18A, 18B)과, 상기 콘택트용 전극(18A, 18B)을 외부 단자에 접속하는 배선(20A, 20B)을 설치한 배선 기관(22)을 구비하고, 전극(16A, 16B)과 콘택트용 전극(18A, 18B)을 전기적으로 또한 기계적으로 접속함으로써, 일체적인 멀티 빔 반도체 레이저 소자로서 구성되어 있다.

<8> 도 11에 도시한 멀티 빔 반도체 레이저 소자(24)는 4개의 레이저 빔을 출사하는 것으로, 기관(26)을 공통으로 한 4개의 레이저 발진부(28A, 28B, 28C, 28D)를 구비하고, 상기 레이저 발진부들(28A 내지 28D)에 각각 전극(30A, 30B, 30C, 30D)이 설치되어 있다. 상기 전극(30A 내지 30D)에 대항하는 대항 전극(31)은 공통 전극으로서 기관(26)의 이면에 설치되어 있다. 더욱이, 상기 멀티 빔 반도체 레이저 소자(24)는 4개의 전극(30A 내지 30D)에 각각 접속하는 4개의 콘택트용 전극(32A, 32B, 32C, 32D)과, 상기 콘택트용 전극들(32A 내지 32D)을 외부 단자에 접속하는 배선들(34A, 34B, 34C, 34D)을 설치한 배선 기관(36)을 구비하고, 전극들(30A 내지 30D)과 콘택트용 전극들(32A 내지 32D)을 전기적으로 또한 기계적으로 접속함으로써, 일체적 멀티 빔 반도체 레이저 소자로서 구성되어 있다.

<9> ELO법을 적용하여 제작한 GaN계 반도체 레이저 소자

<10> 그런데, 광 기록 분야에서는, 광 디스크 등의 광 기록 매체의 기록 밀도를 향상시키기 위해, 단파장 대역의 광을 발광하는 반도체 레이저 소자의 실용화가 요구되고 있다. 그래서, 질화갈륨(GaN)계 III-V족 화합물 반도체(이하, GaN계 화합물 반도체라 한다)를 이용한 GaN계 반도체 레이저 소자의 연구가 열심히 이루어지고 있다.

<11> GaN계 반도체 레이저 소자는 일반적으로, 기관 상에 성장시킨 GaN계 화합물 반도체의 적층 구조에 의해 구성되

어 있다. 그리고, 기판 상에 성장시킨 GaN계 화합물 반도체층의 결정성이 GaN계 반도체 소자의 소자 특성에 크게 영향을 미치기 때문에, 양호한 소자 특성을 얻기 위해서는, 결정 결함이 적은 GaN계 화합물 반도체의 적층 구조를 기판 상에 형성하는 것이 필요하다.

- <12> 그러나, GaN과 격자 정합하는 적당한 기판이 발견되지 않기 때문에, GaN계 화합물 반도체의 성장용 기판으로서, 통상, 사파이어($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) 기판이 사용되고 있지만, 사파이어 기판과 GaN층의 격자 정수는 서로 달라서 격자 부정합이고, 또한 열 팽창 계수차도 크다.
- <13> 기판에 대한 GaN계 화합물 반도체층의 격자 정합성이 나쁘고, 양자의 열 팽창 계수차가 크면, 기판 상에 성장시킨 GaN계 화합물 반도체층에 왜곡이 발생하기 때문에, 결정성에 대하여 바람직하지 못한 영향이 여러 가지 생긴다. 예를 들면, 발생한 왜곡을 완화하기 위해, 사파이어 기판 상의 GaN계 화합물 반도체층 중에는 밀도가 10^8 cm^{-2} 내지 10^{10} cm^{-2} 대인 대량의 전위가 생긴다.
- <14> 전위 중, GaN계 화합물 반도체층의 두께 방향으로 전파하는 관통 전위는 GaN계 화합물 반도체층에 의해 형성되는 활성층에도 전파되고, 전류 리크 개소나 비발광 중심 등으로서 작용하는 유해한 결정 결함이 되어, 디바이스의 전기적·광학적 특성을 손상하는 원인이 된다. 따라서, 양호한 소자 특성을 갖는 GaN계 반도체 소자를 제작하기 위해서는, 관통 전위 발생을 상당히 억제하지 않으면 안 된다. 그래서, 관통 전위를 저감하는 유력한 방법으로서, 에피택시얼 성장에 가로 방향 성장을 이용하는, ELO(Epitaxial Lateral Overgrowth)법이라 불리고 있는 방법이 최근 개발되고 있다.
- <15> ELO법은 소위 마스크 부착 ELO법과 프리 스탠딩 ELO법(이하, FS-ELO법이라 함)의 2종류 방법으로 크게 나눌 수 있다.
- <16> FS-ELO법은 사파이어 기판 상에 GaN 기저층을 성장시킨 후, 반응성 이온 에칭(RIE; Reactive Ion Etching)법에 의해 GaN 기저층을 에칭하여, GaN 기저층 상에 요철 스트라이프 패턴을 형성한다. 요철 스트라이프 패턴을 형성할 때에는, 기판에 도달할 때까지 GaN 기저층을 제거하고, 더욱이 기판의 극히 상층부를 제거하여 기판면을 노출시킨 오목부와, GaN 기저층과 기판의 상층부로 이루어지는 볼록부의 스트라이프형 요철 구조를 형성한다. 이어서, 요철 구조 상에 GaN층을 에피택시얼 성장시키고, GaN 에피택시얼 성장층을 가로 방향 성장시켜 오목부를 매우면서 위쪽으로 성장시키도록 한 방법이다. 에피택시얼 성장층의 가로 방향 성장에 의해 성장한 부분(이하, 윙(Wing)부)라 부른다)의 전위 밀도는 낮은 것으로 평가되고 있다.
- <17> 여기서, 도 16a 내지 도 16c 및 도 17a, 도 17b를 참조하여, 더욱 상세하게, FS-ELO법에 의한 가로 방향 성장법 및 그 문제를 설명한다.
- <18> 우선, 도 16a에 도시한 바와 같이, 사파이어 기판(172) 상에 GaN층(174)을 성막한다. 사파이어 기판(172)과 GaN층(174) 사이에는 격자 부정합이나 열적 부정합이 존재하기 때문에, 결정 결함이 대단히 고밀도로 생성하고 있는 고밀도 결함 영역(176)이 도 16b에 도시한 바와 같이, GaN층(174)의 기판 근방 영역에 형성된다.
- <19> 더구나, GaN층(174)을 성막하기 전에, 사파이어 기판(172) 상에 GaN 혹은 AlN 등으로 이루어지는 버퍼층을 성막한 경우에는, 고밀도 결함 영역(176)이 버퍼층의 기판 근방 영역에 형성된다.
- <20> 고밀도 결함 영역(176)에 생성된 결함 종류는 구체적으로는, 적층 결함, 결정 성장면과 평행하게 연신하는 성분을 갖는 전위 루프, 및 성장 방향으로 거의 평행하게 연신하는 관통 전위이다. 이 중, 성장 방향으로 거의 평행하게 연신하는 관통 전위는 고밀도 결함 영역(176)으로부터 더욱 GaN층(174) 속으로 연신한다.
- <21> 이어서, GaN층(174) 상에 스트라이프형 마스크(도시하지 않음)를 형성한 후, 마스크를 사용한 반응성 이온 에칭법에 의해 GaN층(174) 및 사파이어 기판(172)의 상부를 에칭하여, 도 16c에 도시한 바와 같이, 요철 구조를 기판면에 형성한다. 이하, 이 요철 구조의 볼록부를 종(種)결정부(178)라고 부른다.
- <22> 이어서, 종결정부(178)에 형성된 마스크를 화학 에칭법 등에 의해 제거한 후, 가로 방향 성장이 주가 되는 성장 조건으로 제 2 GaN층(180)을 결정 성장시킴으로써, 도 17a에 도시한 바와 같이, 제 2 GaN층(180)을 종결정부(178)간의 텅부(182)에 가로 성장시키면서 종결정부(178) 상부에 성장시킨다. 텅부(182)가 제 2 GaN층(180)에 의해 형성될 때에, 제 2 GaN층(180)과 사파이어 기판(172) 사이에는 공동(184)이 형성된다.
- <23> 제 2 GaN층(180)을 형성할 때의 가로 방향 성장에 의해 형성된 텅부(182) 내에서는 결정 결함이 생성하고 있다. 즉, 도 17b에 도시한 바와 같이, 고밀도 결함 영역(176)으로부터 기판과 거의 평행하게 가로 방향으로 연신하는 전위(186A, 186B)가 형성되어 있고, 이 가로 방향으로 연신하는 전위 중, 전위(186A)는 회합부(188)에서 수직

방향으로 굴곡하여 연신하고 있다. 또한, 전위(186B)는 회합부(188) 근방 영역에서 수직 방향으로 굴곡하여 연신하고 있다. 더욱이, 고밀도 결합 영역(176)으로부터 제 2 GaN층(180)의 두께 방향으로 종결정부(178)를 관통하여 연신하는 관통 전위(190)가 관측된다.

<24> 이상과 같이, 고밀도 결합 영역은 종결정부(178)상과, 종결정부(178)와 종결정부(178)의 중간 지점에 생기는 회합부(188)에 생기고 있는 한편, 저밀도 결합 영역은 링부(182)중의 종결정부(178)와 회합부(188) 사이 영역이다. 따라서, 고밀도 결합 영역 혹은 저밀도 결합 영역은 종결정부의 주기적 배치에 의존하여 주기적으로 구성되어 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<25> 본 발명의 제 1 목적

<26> 그런데, 도 10 및 도 11을 참조하여 설명한 종래의 멀티 빔 반도체 레이저 소자에는 이하와 같은 문제가 있었다.

<27> 첫째로는, GaN계 반도체 레이저 소자와 같이, p측 전극과 n측 전극이 기판에 관하여 동일 측에 있는 반도체 레이저 소자에 종래 예의 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 구성을 적용하는 것은 어렵다는 문제이다.

<28> 둘째로는, p측 전극과 n측 전극이 기판에 관하여 동일 측에 있는 GaN계 반도체 레이저 소자로는, 각 레이저 빔의 광 출력이 똑같은 멀티 빔 반도체 레이저 소자를 제작하는 것이 어려운 것이다.

<29> 셋째로는, 레이저 발진부 상의 전극을 대응하는 콘택트용 전극에 각각 접속하고 있기 때문에, 레이저 발진부 수가 많아지고 각 레이저 발진부의 간격이 좁아지면, 전극끼리의 위치 맞춤이 극히 어렵다는 것이다.

<30> 즉, 레이저 발진부의 전극끼리의 간격 및 콘택트용 전극끼리의 간격이 작기 때문에, 위치 맞춤에 있어서, 콘택트용 전극의 위치가 레이저 발진부 측 전극에 대하여 약간 어긋나는 것만으로, 1개의 콘택트용 전극이 2개의 레이저 발진부의 전극과 접속되어버린다. 그 결과, 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 수율이 저하한다. 따라서, 레이저 빔 수를 많게 함으로써 광 출력의 대출력화를 도모하는 것은 실제적으로는 어려웠다.

<31> 그래서, 본 발명의 제 1 목적은 각 빔의 광 출력이 똑같고, 위치 맞춤이 용이한 구성의 멀티 빔 반도체 레이저 소자를 제공하는 것이다.

<32> 본 발명의 제 2 목적

<33> 상술한 바와 같이, 멀티 빔 반도체 레이저에서는, 레이저광 전체의 광 출력을 높이는 연구가 진행되고 있지만, ELO법을 적용하여 제작할 때, 고밀도 결합 영역 상에 레이저 발진부를 배치하면, 전위에 의해 결정 결함이 발생하여 레이저 특성이 저하하거나 소자 수명이 짧아진다.

<34> 그러나, 고밀도 결합 영역 및 저밀도 결합 영역과 레이저 발진부의 배치 관계가 확립되어 있지 않으면, 저밀도 결합 영역 상에 레이저 발진부를 배치하려고 하여도 배치할 수 없다. 이것으로는, 소자 수명이 길고, 고 광출력으로 레이저 특성이 양호한 멀티 빔 반도체 레이저 소자를 제작하는 것이 어렵다.

<35> 따라서, 본 발명의 제 2 목적은 고 광출력으로, 양호한 레이저 특성을 구비한 멀티 빔 반도체 레이저 소자를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

<36> 제 1 목적을 달성하는 제 1 발명

<37> 상기 제 1 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(이하, 제 1 발명이라 한다)는 메사부를 갖는 공통 기판의 메사부 상에 복수의 스트라이프형 레이저 발진부를 갖는 것으로서, 복수의 레이저 발진부에 각각 설치된 p측 전극 및 n측 전극 중 어느 한쪽으로 이루어지는 제 1 전극과, p측 전극 및 n측 전극 중 다른 어느 한쪽으로 이루어지고, 공통 기판 상의 메사부에 인접하는 위치에 상기 복수의 레이저 발진부 중 적어도 2개의 레이저 발진부에서의 제 1 전극에 대한 공통 전극으로서 설치된 제 2 전극을 구비한 것을 특징으로 하고 있다.

<38> 상기 제 1 전극은 각 레이저 발진부에 개별적으로 독립하여 설치되어 있어도 되고, 또한, 상기 제 1 전극은 각

레이저 발진부의 공통 전극으로서 설치되어 있어도 된다.

- <39> 제 1 발명에 의한 멀티 빔 반도체 레이저 소자에서는, p측 전극 및 n측 전극을 공통 전극으로 함으로써, 서브 마운트에 마운트할 때 전극의 위치 맞춤이 용이해진다.
- <40> 더구나, 제 2 전극이 상기 제 1 전극에 대항하는 공통 전극으로서, 메사부의 양 옆에 설치되어 있어도, 또한, 인접하는 메사부 사이에 설치되어 있어도 된다.
- <41> 적합하게는, 공통 전극의 레이저 발진부 측의 단부에 가장 가까운 레이저 발진부와 공통 전극의 레이저 발진부 측의 단부에 가장 먼 레이저 발진부의 거리를 A로 하고, 공통 전극의 레이저 발진부 측의 단부에 가장 먼 레이저 발진부와 공통 전극의 레이저 발진부 측의 단부의 거리를 B로 할 때,
- <42> $A \leq 100 \mu\text{m}$
- <43> $B \leq 150 \mu\text{m}$
- <44> 이다.
- <45> 여기서, A 및 B를 규정하는 공통 전극에 가장 가까운 레이저 발진부와 공통 전극에 가장 먼 레이저 발진부는, 동일한 공통 전극을 공통 전극으로 하는 레이저 발진부를 말한다. 예를 들면, 복수의 레이저 발진부 양측에 각각 공통 전극이 있는 경우에는, 한쪽 공통 전극을 실질적으로 공통 전극으로 하는 복수의 레이저 발진부군 내에서 A 및 B를 규정하고, 다른 한쪽 공통 전극을 실질적으로 공통 전극으로 하는 나머지 복수의 레이저 발진부군 내에서 또한 A 및 B를 규정한다.
- <46> 상기 A 및 B를 한정하는 수치는, 상기 어느 한쪽 전극을 공통 전극으로 한 실험 결과 및 시뮬레이션 계산 결과에 근거하고 있다.
- <47> 예를 들면, B가 150 μm 를 넘으면, 구동 전류치를 50mA로 하였을 때, 상기 가장 먼 레이저 발진부와 공통 전극간의 전압 강하가 커지고, 예를 들면 전압 강하가 0.05 V를 넘어 커지며, 복수의 레이저 발진부로부터 똑같은 광 출력으로 레이저광을 출사시키는 것이 어려워진다.
- <48> 제 1 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자에 의하면, 공통 기관에 설치된 메사부 상에 p측 전극 및 n측 전극중의 어느 한쪽으로 이루어지는 제 1 전극을 갖는 레이저 발진부를 설치하고, 상기 어느 한쪽 전극에 대항하는 공통 전극으로서, 메사부에 인접하는 위치에, p측 전극 및 n측 전극중의 다른 한쪽으로 이루어지는 제 2 전극을 설치함으로써, 각 레이저 발진부의 광 출력이 똑같고, 또한 고출력으로 되어 있다.
- <49> 제 1 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자는 기관의 조성, 레이저 구조를 구성하는 화합물 반도체층의 조성을 불문하여 적용할 수 있고, 예를 들면 GaN계 반도체 레이저 소자에 적합하게 적용할 수 있다.
- <50> GaN계 반도체 레이저 소자란, 사파이어 기관 또는 GaN 기관 상에 형성된 $\text{Al}_a\text{B}_b\text{Ga}_c\text{In}_d\text{N}$ ($a+b+c+d=1$, $0 \leq a, b, c, d \leq 1$)층을 구성층으로 하는 반도체 레이저 소자이다.
- <51> *제 1 발명의 적용에 있어서, 광 도파로의 구성에는 제약이 없고, 굴절을 도파로형이어도, 이득 도파로형이어도 적용할 수 있고, 또한, 레이저 발진부의 구성에도 제약은 없고, 예어 리지형이어도 매립 리지형이어도 된다.
- <52> 나아가서는, 전류 협착 구조에도 제약은 없으며, 절연막, 고저항층 또는 pn 접합 분리에 의한 전류 협착 구조여도 된다.
- <53> 또한, 제 1 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자는 서브 마운트에 정선 다운(junction down) 방식으로 접속하는 소자로서 적합하고, 그 때에는, 상기 어느 한쪽 전극과 전기적으로 접합하는 제 1 접합 전극 및 상기 공통 전극과 전기적으로 접합하는 제 2 접합 전극을 구비하는 서브 마운트 상에 정선 다운 방식으로 접속한다.
- <54> 제 2 목적을 달성하는 제 2 내지 제 5 발명
- <55> 제 2 목적을 달성하기 위해, 본 발명자는 종결정부 및 회합부에 기인하는 고밀도 결함 영역과, 종결정부와 회합부간에 형성된 저밀도 결함 영역이 교대로 주기적으로 띠형으로 병렬 배치되어 있는 기관 상의 결함 밀도(EPD: Etch Pit Density)를 조사하여, 도 18에 도시하는 결과를 얻었다.
- <56> 즉, 종결정부 상 및 근방에서는 결함 밀도가 $5 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ 에 이르고, 또한 회합부에서는 결함 밀도가 $1 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ 에

이르지만, 종결정부 및 회합부에서 0.5 μm 이상 떨어진 위치에서는 결함 밀도가 10^5cm^{-2} 로 저하되어 저밀도 결함 영역이라고 인정해도 좋은 것이 판명되었다.

<57> 따라서, 종결정부 및 회합부로부터 0.5 μm 이상 떨어진 저밀도 결함 영역에 레이저 발진부를 배치함으로써, 레이저 특성이 양호한 멀티 빔 반도체 레이저 소자를 제작할 수 있다.

<58> 또한, 종래의 W급 반도체 레이저 소자는 1개의 레이저 발진부를 구비하고, 그 1개의 레이저 발진부로부터 단면 파괴를 일으키지 않도록 하여 고 광출력으로 레이저광을 출사하기 때문에, 레이저 발진부는 50 μm 내지 100 μm 의 폭을 갖고 있었다.

<59> 이것으로는, 종결정부의 최대 간격이 18 μm 정도이므로, 고밀도 결함 영역의 종결정부 및 회합부를 걸쳐 레이저 발진부가 형성되기 때문에, 레이저 특성이 악화되어, 소자 수명이 짧아지고 신뢰성이 저하한다. 더구나, 종결정부의 간격을 18 μm 이상으로 하면, 종결정부 상에 막형성되는 GaN계 화합물 반도체층의 가로 방향 성장성이 나빠진다.

<60> 그래서, 본 발명자는 폭이 좁은 복수의 레이저 발진부를 각각 저밀도 결함 영역 상에 설치함으로써, 고 광출력이고, 양호한 레이저 특성을 가지며, 소자 수명이 길고, 신뢰성이 높은 반도체 레이저 소자를 실현하는 것을 착상하여, 여러 가지 실험 끝에 본 발명을 발명하는 데 이르렀다.

<61> 제 2 발명

<62> 상기 제 2 목적을 달성하기 위해, 상기 지식에 근거하여, 본 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(이하, 제 2 발명이라 한다)는 종결정부 및 회합부에 기인하는 고밀도 결함 영역과, 종결정부와 회합부간에 형성된 저밀도 결함 영역이 교대로 주기적으로 띠형으로 병렬 배치된 공통 기관 상에 복수의 레이저 발진부를 가지고, 각 레이저 발진부로부터 각각 레이저광을 출사시키는, 멀티 빔 반도체 레이저 소자로서, 각 저밀도 결함 영역 상에 각각 1개의 레이저 발진부가 배치되고, 또한, 레이저 발진부와 종결정부의 거리를 X_1 , 레이저 발진부와 회합부의 거리를 X_2 로 할 때,

<63> $*X_1 \geq 0.5\mu\text{m}$

<64> $X_2 \geq 0.5\mu\text{m}$

<65> 인 것을 특징으로 하고 있다.

<66> 제 2 발명에서, $X_1 \geq 0.5\mu\text{m}$ 및 $X_2 \geq 0.5\mu\text{m}$ 의 한정은 상술한 실험 결과에 근거하고 있다.

<67> 이하의 제 3에서 제 5 발명에서도 마찬가지이다.

<68> 제 3 발명

<69> 본 발명에 따른 다른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(이하, 제 3 발명이라 한다)는 종결정부 및 회합부에 기인하는 고밀도 결함 영역과, 종결정부와 회합부 사이에 형성된 저밀도 결함 영역이 교대로 주기적으로 띠형으로 병렬 배치되어 있는 공통 기관 상에 복수의 레이저 발진부를 가지고, 각 레이저 발진부로부터 각각 레이저광을 출사시키는, 멀티 빔 반도체 레이저 소자로서, 종결정부 또는 회합부를 삽입하여 이웃하는 저밀도 결함 영역 상에 각각 레이저 발진부가 배치되고, 또한, 레이저 발진부와 종결정부와의 거리를 X_1 , 상기 레이저 발진부와 회합부와의 거리를 X_2 로 할 때,

<70> $X_1 \geq 0.5\mu\text{m}$

<71> $X_2 \geq 0.5\mu\text{m}$

<72> 인 것을 특징으로 하고 있다.

<73> 제 3 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자에서는, 종결정부 또는 회합부를 삽입하여 이웃하는 저밀도 결함 영역 상에 각각 복수의 레이저 발진부를 배치하도록 해도 좋다. 또한, 이웃하는 저밀도 결함 영역 상에 배치된 레이저 발진부의 수가 서로 달라도 된다.

<74> 제 4 발명

<75> 본 발명에 따른 또 다른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(이하, 제 4 발명이라 한다)는 종결정부 및 회합부에 기인하는 고밀도 결합 영역과, 종결정부와 회합부 사이에 형성된 저밀도 결합 영역이 교대로 주기적으로 띠형으로 병렬 배치되어 있는 공통 기관 상에 복수의 레이저 발진부를 가지고, 각 레이저 발진부로부터 각각 레이저광을 출사시키는, 멀티 빔 반도체 레이저 소자로서, 적어도 2개의 레이저 발진부가 각 저밀도 결합 영역 상에 배치되고, 또한, 레이저 발진부와 종결정부의 거리를 X_1 , 레이저 발진부와 회합부와와의 거리를 X_2 로 할 때,

<76> $X_1 \geq 0.5 \mu\text{m}$

<77> $X_2 \geq 0.5 \mu\text{m}$

<78> 인 것을 특징으로 하고 있다.

<79> 제 5 발명

<80> 본 발명에 따른 또 다른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(이하, 제 5 발명이라 한다)는 종결정부 및 회합부에 기인하는 고밀도 결합 영역과, 종결정부와 회합부 사이에 형성된 저밀도 결합 영역이 교대로 주기적으로 띠형으로 병렬 배치되어 있는 공통 기관 상에 복수의 레이저 발진부를 가지고, 각 레이저 발진부로부터 각각 레이저광을 출사시키는, 멀티 빔 반도체 레이저 소자로서, 레이저 발진부가 하나 걸러의 저밀도 결합 영역 상에 배치되고, 또한, 레이저 발진부와 종결정부의 거리를 X_1 , 레이저 발진부와 회합부의 거리를 X_2 로 할 때,

<81> $X_1 \geq 0.5 \mu\text{m}$

<82> $X_2 \geq 0.5 \mu\text{m}$

<83> 인 것을 특징으로 하고 있다.

<84> 제 2 내지 제 5 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자로는, 각 레이저 발진부로부터 출사되는 레이저광의 파장이 서로 달라도 되고, 또한, 광 출력이 서로 달라도 된다.

<85> 또한, 제 2 내지 제 5 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자에서는, 기관이 종결정부 및 회합부에 기인하는 고밀도 결합 영역과, 종결정부와 회합부 사이에 형성된 저밀도 결합 영역이 교대로 주기적으로 띠형으로 병렬 배치되어 있는 한, 기관 제작 방법에는 제약은 없다. 또한, 기본적으로는, 레이저 구조를 구성하는 화합물 반도체 조성에는 제약이 없지만, GaN계 레이저 구조를 갖는 것에 최적으로 적용할 수 있다.

<86> 여기서, GaN계 화합물 반도체란 $\text{Al}_a\text{B}_b\text{Ga}_c\text{In}_d\text{N}$ ($a+b+c+d=1$, $0 \leq a, b, c, d \leq 1$)으로 이루어지는 화합물 반도체를 말한다.

<87> 제 2 내지 제 5 발명의 적용에 있어서, 광 도파로 구성에는 제약이 없어 굴절율 도파로형이어도, 이득 도파로형이어도 적용할 수 있고, 또한, 레이저 발진부 구성에도 제약은 없어, 에어 리지형이어도, 매립 리지형이어도 된다. 나아가서는, 전류 협착 구조에도 제약은 없어, 절연막, 고저항층 또는 pn 접합 분리에 의한 전류 협착 구조이면 된다.

<88> 본 발명의 제 3 목적

<89> 그런데, 제 1 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자를 개발하는 과정에서, 이하의 것을 깨달았다.

<90> 질화물계 반도체 레이저 소자는 절연물인 사파이어 기관 상에 제작되는 것이 많기 때문에, 일반적으로 n층 전극 및 p층 전극은 사파이어 기관과는 반대 측의 공진기 구조를 구성하는 화합물 반도체의 적층 구조 측에 설치되어 있다.

<91> 예를 들면, 도 24에 도시한 바와 같이, 질화물계 멀티 빔 반도체 레이저 소자(250)에서는, 복수의 레이저 발진부(252A, 252B, 252C, 252D)가 공통된 메사(253) 상에 가로 방향으로 병렬 배치되고, 레이저 발진부(252A 내지 252D)에 각각 설치되는 전극(이하, 간단히 스트라이프 전극이라 한다)(254A, 254B, 254C, 254D) 및 n형 콘택트층(257)에 설치된 공통된 n층 전극(256A, 256B)은 사파이어 기관(258)과는 반대 측의 적층 구조 상에 설치되어 있다.

<92> 그리고, 각 스트라이프 전극(254A 내지 254D)으로부터 공통 전극인 n층 전극(256A) 또는 n층 전극(256B)까지의 거리가 각 스트라이프마다 상이하다. 이 때문에, 공통된 n층 전극(256A 또는 256B)으로부터 먼 레이저 발진부

일수록 n층 전극과 p층 전극 사이의 경로가 길어져 전기 저항이 높아진다.

<93> 이 결과, 각 스트라이프 전극(254A 내지 254D)에 주입되는 전류량이 레이저 발진부마다 상위하여, 도 25에 도시한 바와 같이, n층 전극으로부터 먼 레이저 발진부일수록 발광 강도가 약해진다.

<94> 이와 같이, 발광 강도가 레이저 발진부마다 균일하지 않은 멀티 빔 반도체 레이저 소자에서는, 발광 강도가 강한 레이저 발진부일수록 활성 영역의 열화가 빠르게 진행하기 때문에, 균일하게 발광하고 있는 멀티 빔 반도체 레이저 소자와 비교하여 소자 수명이 짧아진다.

<95> 제 3 목적을 달성하는 제 6 발명

<96> 그래서, 본 발명의 제 3 목적은 각 레이저 발진부의 발광 강도가 균일한 멀티 빔 반도체 레이저 소자를 제공하는 것이다.

<97> 상기 제 3 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(이하, 제 6 발명이라 한다)는 메사부를 갖는 공통 기관의 메사부 상에 복수의 스트라이프형 레이저 발진부를 갖는 것으로, 복수의 레이저 발진부에 각각 설치된 p층 전극 및 n층 전극 중 어느 한쪽으로 이루어지는 스트라이프형 제 1 전극(스트라이프 전극)과, p층 전극 및 n층 전극 중 어느 한쪽으로 이루어지고, 공통 기관 상의 메사부에 인접하는 위치에 복수의 레이저 발진부 중 적어도 2개의 레이저 발진부에서의 제 1 전극에 대한 공통 전극으로서 설치된 제 2 전극을 구비하며, 복수의 제 1 전극은 각각 그 면적이 공통 전극과의 사이의 거리에 따라서 다르며, 제 1 전극과 공통 전극 사이에서 균일한 전류가 흐르는 것을 특징으로 하고 있다.

<98> 제 6 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자로는, 제 1 전극의 면적을 공통 전극과의 사이의 거리에 따라 변화시키고, 각 제 1 전극과 공통 전극 사이의 전기 저항을 같게 함으로써, 각 제 1 전극과 공통 전극의 사이에서 동일한 전류량을 흘려, 각 레이저 발진부의 발광 강도를 균일하게 하고 있다.

<99> 스트라이프형 제 1 전극을 각각 구비한 n개의 레이저 발진부가 메사부에 인접하는 위치에 설치된 1개의 공통 전극에 접합되어 있는 제 6 발명의 구체적인 실시 양태에서는, 제 1 전극으로부터 활성층을 경유한 세로 방향의 실효적인 저항율이 ρv , 제 1 전극에서 활성층을 경유하여 공통 전극까지의 세로 방향의 실효적인 두께가 d, 제 1 전극에서 공통 전극까지의 가로 방향의 시트 저항이 rsh, 공진기 길이가 L이고, 공통 전극으로부터 i번째 ($i=1, 2, \dots, n$) 레이저 발진부(i)의 제 1 전극의 면적을 $S(i)$, 레이저 발진부(i)의 중심에서 공통 전극까지의 가로 방향 거리를 $l(i)$ 로 하였을 때에, 레이저 발진부(i)의 제 1 면적 $S(i)$ 및 $l(i)$ 가 수식 1의 관계를 만족하도록 레이저 발진부(i)의 제 1 전극의 면적 $S(i)$ 를 설정한다.

<100> (수식 1)

<101> $(\rho v \cdot d)/S(i) + rsh \cdot (l(i)/L) = C$ (정수)

<102> 또한, 스트라이프형 제 1 전극을 각각 구비한 n개의 레이저 발진부가 메사부의 양측에 각각 설치된 제 1 및 제 2 공통 전극에 접합되어 있는 제 6 발명의 실시 양태에서는, 제 1 전극으로부터 활성층을 경유한 세로 방향의 실효적인 저항율이 ρv , 제 1 전극에서 활성층을 경유하여 제 1 및 제 2 공통 전극까지의 세로 방향의 실효적인 두께가 각각 같은 d, 제 1 전극에서 제 1 및 제 2 공통 전극까지의 가로 방향의 시트 저항이 각각 같은 rsh 및 공진기 길이가 L이고, 제 1 공통 전극으로부터 i번째($i=1, 2, \dots, n$) 레이저 발진부(i)의 제 1 전극의 면적을 $S(i)$, 레이저 발진부(i)의 중심에서 가까운 쪽의 공통 전극까지의 가로 방향 거리를 $lN(i)$, 먼 쪽의 공통 전극까지의 가로 방향 거리를 $lF(i)$ 로 하였을 때에, 레이저 발진부(i)의 $S(i)$, $lN(i)$ 및 $lF(i)$ 가 수식 2의 관계를 만족하도록 레이저 발진부(i)의 제 1 전극의 면적 $S(i)$ 를 설정한다.

<103> (수식 2)

<104> $(\rho v \cdot d)/S(i) + rsh \cdot A(i) \cdot (1/L) = C$ (정수)

<105> 여기서, $A(i) = (lN(i) \cdot lF(i))/(lN(i) + lF(i))$

<106> 상술한 두가지 예의 제 6 발명의 실시 양태에서는, 이상과 같이 레이저 발진부(i)의 제 1 전극의 면적 $S(i)$ 를 설정함으로써, 각 제 1 전극과 공통 전극 사이의 전기 저항이 각각 같아져, 각 제 1 전극과 공통 전극 사이에서 같은 전류량을 흘릴 수 있다. 더구나, 면적 $S(i)$ 로 변화시켜, 레이저 발진부(i)의 제 1 전극의 폭(W)(i)과 공진기 길이(L)의 곱, $W(i) \cdot L$ 을 사용해도 된다.

<107> 제 6 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자에서는, 폭이 긴 변 방향을 따라서 동일한 스트레이트한 레이저

발진부에 한정되지 않고, 복수의 레이저 발진부 중 적어도 1개의 레이저 발진부 중 적어도 한쪽 단부의 평면 형상이 테이퍼형인 레이저 발진부여도 된다.

<108> 더구나, 제 1 전극에서 활성층을 경유하여 공통 전극까지의 세로 방향의 실효적인 두께(d), 및 제 1 전극에서 활성층을 경유하여 제 1 및 제 2 공통 전극까지의 세로 방향의 실효적인 두께(d)는 공통 메사의 높이라고 간주해도 된다.

효 과

<109> 본 발명에 따르면, 각 빔의 광 출력이 똑같고, 위치 맞춤이 용이한 구성의 멀티 빔 반도체 레이저 소자를 제공할 수 있다.

<110> 또한, 고 광출력으로, 양호한 레이저 특성을 구비한 멀티 빔 레이저 소자를 제공할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<111> 이하에, 첨부 도면을 참조하여, 본 발명의 실시예를 구체적이고 또한 상세하게 설명한다. 더구나, 이하의 실시예에서 도시하는 성막 방법, 화합물 반도체층의 조성 및 막 두께, 리지 폭, 프로세스 조건 등은 본 발명의 이해를 용이하게 하기 위한 하나의 예시이며, 본 발명이 이 예시에 한정되는 것은 아니다.

<112> 제 1 발명의 제 1 실시예

<113> 본 실시예는 제 1 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 구체예이며, 도 1은 상기 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 전체 구성을 도시하는 모식적 단면도이고, 도 2는 그 일부 구성을 도시하는 단면도이다.

<114> 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(40)는 도 1에 도시한 바와 같이, 각각 같은 파장의 레이저광을 출사하는 4개의 스트라이프형 레이저 발진부(42A, 42B, 42C, 42D)를 갖는 GaN계 멀티 빔 반도체 레이저 소자이다.

<115> 상기 레이저 발진부(42A 내지 42D)는 각각 사파이어 기판(44)에 형성된 메사부(46) 상에 p층 공통 전극(48)을 갖고 설치되며, 각각 활성 영역(50A, 50B, 50C, 50D)을 갖는다. 또한, 2개의 n층 전극(52A, 52B)이 상기 p층 공통 전극(48)에 대향하는 공통 전극으로서, 상기 메사부(46)의 양 옆의 n형 GaN 콘택트층(54) 상에 설치되어 있다.

<116> 상기 메사부(46)의 사파이어 기판(44)에 평행한 방향에서의 폭(W)은 250 μ m이고, 레이저 발진부(42A)와 레이저 발진부(42D)의 거리(A)는 200 μ m이다. 레이저 발진부(42A)와 레이저 발진부(42B)의 거리(A₁)는 16 μ m이고, 레이저 발진부(42C)와 레이저 발진부(42D)의 거리(A₂)는 16 μ m이다. 또한, 레이저 발진부(42B)와 n층 전극(52A)의 메사부(46)측 단부의 거리(B₁)는 76 μ m이고, 레이저 발진부(42C)와 n층 전극(52B)의 레이저 측 단부의 거리(B₂)는 76 μ m이다.

<117> 레이저 발진부(42A)와 n층 전극(52B)의 레이저 측 단부의 거리는 260 μ m이고, 레이저 발진부(42A)와 n층 전극(52A)의 레이저 측 단부의 거리는 60 μ m이다. 또한, 레이저 발진부(42D)와 n층 전극(52A)의 레이저 측 단부의 거리는 260 μ m이고, 레이저 발진부(42D)와 n층 전극(52B)의 레이저 측 단부의 거리는 60 μ m이다.

<118> 본 실시예에 있어서, 레이저 발진부(42B)와 레이저 발진부(42C)간의 간격이 레이저 발진부(42A)와 레이저 발진부(42B)간 혹은 레이저 발진부(42C)와 레이저 발진부(42D)간의 간격보다 큰 것은 멀티 빔 반도체 레이저 소자(40)의 검사의 편의를 위한 것으로, 반드시 레이저 발진부(42B)와 레이저 발진부(42C)의 간격을 넓힐 필요는 없고, 다른 레이저 발진부끼리의 간격과 같아도 된다.

<119> 레이저 발진부(42A)는 도 2에 도시한 바와 같이, SiO₂막(70)에 의해 전류 협착된 에어리지형 레이저 발진부이다. 사파이어 기판(44)의 c면 상에는, GaN 종결정층(56), n형 GaN 콘택트층(54), n형 AlGaIn 클래드층(58), n형 GaN 광 가이드층(60), 활성층(62), p형 GaN 광 가이드층(64), p형 AlGaIn 클래드층(66) 및 p형 GaN 콘택트층(68)을 순차 적층한 적층 구조가 형성되어 있다. 더구나, 도시하지 않지만, 사파이어 기판(44)과 GaN 종결정층(56) 사이에는 저온으로 성장시킨 GaN 버퍼층이 설치되어 있어도 된다.

<120> 레이저 발진부(42A)를 구성하는 p형 AlGaIn 클래드층(66)의 상층부 및 p형 GaN 콘택트층(68)은 한 방향으로 리지 스트라이프형으로 연장되고 있다. 또한, n형 GaN 콘택트층(54)의 상층부, n형 AlGaIn 클래드층(58), n형 GaN 광 가이드층(60), 활성층(62), p형 GaN 광 가이드층(64), 및 p형 AlGaIn 클래드층(66)의 하층부는 레이저 발진부

(42A)가 연장되는 방향과 같은 방향으로 연장되는 메사부(46)로서 형성되어 있다. 더구나, 메사부(46)는 레이저 발진부(42A 내지 42D)의 공통된 메사부로서 형성되어 있다. 즉, n형 GaN 콘택트층(54), n형 AlGaIn 클래드층(58), n형 GaN 광 가이드층(60), 활성층(62), p형 GaN 광 가이드층(64) 및 p형 AlGaIn 클래드층(66)은 각 레이저 발진부(42A 내지 42D)에 대하여 공통된 적층 구조이다.

- <121> 더욱이, GaN 종결정층(56)은 레이저 발진부(42A) 및 메사부(46)의 연장 방향과 같은 방향으로 연장되는 요철 구조로서 형성되어 있고, 레이저 발진부(42A)는 요철 구조의 2개의 블록부 사이에 설치되어 있다.
- <122> 레이저 발진부(42A 내지 42D), 메사부(46) 및 메사부(46) 옆의 n형 GaN 콘택트층(54)은 레이저 발진부(42A 내지 42D)의 상면 및 n형 GaN 콘택트층(54)의 일부 영역에 각각 설치한 개구부를 제외하고 SiO₂(70)로 피복되어 있다.
- <123> p형 GaN 콘택트층(68) 상에는 SiO₂막(70)의 개구부를 통해 팔라듐(Pd), 백금(Pt) 및 금(Au)이 순차 적층된 Pd/Pt/Au 전극과 같은 다층 금속막의 p측 공통 전극(48)이 각 레이저 발진부(42A 내지 42D)의 공통된 오옴(ohmic) 접합 전극으로서 설치되어 있다.
- <124> 또한, 메사부(46)의 양 옆의 n형 GaN 콘택트층(54) 상에는 SiO₂막(70)의 개구부를 통해 티타늄(Ti), 알루미늄(Al), 백금, 및 금이 순차 적층된 Ti/Al/Pt/Au 전극과 같은 다층 금속막의 n측 전극(52A, 52B)이 각 레이저 발진부(42A 내지 42D)의 공통된 오옴 접합 전극으로서 설치되어 있다. 단, 레이저 발진부(42A 내지 42D)와 n측 전극(52A, 52B)의 거리로부터, n측 전극(52A)은 주로 레이저 발진부(42A, 42B)의 공통 전극으로서 기능하고, n측 전극(52B)은 주로 레이저 발진부(42C, 42D)의 공통 전극으로서 기능한다.
- <125> 도 3a 내지 도 3d 및 도 4b, 도 4b를 참조하여, 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(40)를 제작하는 방법을 설명한다.
- <126> 우선, 도 3a에 도시한 바와 같이, 사파이어 기판(44)의 c면 상에 유기 금속 화학 기상 성장(MOCVD; Metal Organic Chemical Vapor Deposition)법에 의해 GaN 종결정층(56)을 성장시킨다. GaN 버퍼층(도시하지 않음)을 통해 사파이어 기판(44) 상에 GaN 종결정층(56)을 성장시킬 때에는, 사파이어 기판(44) 상에 MOCVD법에 의해 GaN 버퍼층을 저온으로 성장시키고, 계속해서, GaN 버퍼층 상에 GaN 종결정층(56)을 성막한다.
- <127> 여기서, 일단, MOCVD 장치로부터 기판을 추출하여, 도 3b에 도시한 바와 같이, 소정 방향으로 연장하는 소정의 스트라이프 형상의 보호 마스크(57)를 GaN 종결정층(56) 상에 형성한다.
- <128> 계속해서, 보호 마스크(57)를 사용하여 반응성 이온 에칭법에 의해, 도 3c에 도시한 바와 같이, GaN 종결정층(56)을 에칭하고, 에칭 후, 보호 마스크(57)를 제거한다. 이로써, 도 3d에 도시한 바와 같이, 사파이어 기판(44) 상에 GaN 종결정층(56)의 스트라이프형 요철 구조가 형성된다.
- <129> 다시, MOCVD 장치로 기판을 되돌려, 가로 방향 성장 속도가 빠른 성장 조건에서, 도 4a에 도시한 바와 같이, 요철 구조의 블록부로서의 GaN 종결정층(56) 상에 n형 GaN 콘택트층(54)을 성막한다. 이어서, 그 위에 n형 AlGaIn 클래드층(58), n형 GaN 광 가이드층(60), 활성층(62), p형 GaN 광 가이드층(64), p형 AlGaIn 클래드층(66), 및 p형 GaN 콘택트층(68)을 순차 적층하여 적층 구조를 형성한다. 계속해서, p형 GaN 콘택트층(68) 및 p형 AlGaIn 클래드층(66)의 상층부를 에칭하여, 도 4b에 도시한 바와 같이, 레이저 발진부(42A 내지 42D)를 형성한다. 단, 도 4b에서는, 레이저 발진부(42A, 42B)만을 도시하고 있다.
- <130> 이어서, 도시하지 않지만, 레이저 발진부(42A, 42D)의 양측에서, p형 AlGaIn 클래드층(66)의 하층부, p형 GaN 광 가이드층(64), 활성층(62), n형 GaN 광 가이드층(60), n형 AlGaIn 클래드층(58), 및 n형 GaN 콘택트층(54)의 상층부를 에칭하여, 메사부(46)를 형성한다.
- <131> 다음으로, SiO₂막(70)을 성막하고, 계속해서 SiO₂막(70)에 선택적으로 개구부를 설치하여, 각 레이저 발진부(42A 내지 42D)의 p형 GaN 콘택트층(68)에 각각 접속하는 p측 공통 전극(48)을 형성하고, n형 GaN 콘택트층(54) 상에 레이저 발진부(42A 내지 42D)에 공통된 n측 공통 전극(52A, 52B)을 형성한다.
- <132> 마지막으로, 레이저 발진부(42A 내지 42D)에 직교하는 면에서 절개를 행하여 막대형으로 웨이퍼(기판)를 분할하고, 또한 레이저 발진부(42A 내지 42D)에 평행하게 분할하면, 도 1에 도시한 멀티 빔 반도체 레이저 소자(40)를 제작할 수 있다.
- <133> 이상과 같이 본 실시예에서는, 레이저 발진부(42A)와 레이저 발진부(42D)의 거리(A), n측 전극(52A)과 레이저

발진부(42D)의 거리, 및 n층 전극(52B)과 레이저 발진부(42A)의 거리를 특정 범위 내에 들어오도록 하였기 때문에, 각 레이저 발진부(42A 내지 42D)의 광 출력을 동일하게 고출력으로 할 수 있다. 또한, p층 전극(48) 및 n층 전극(52A, 52B)을 공통 전극으로 하도록 하였기 때문에, 서브 마운트에 마운트할 때의 위치 맞춤을 용이하게 할 수 있다.

<134> 제 1 발명의 제 2 실시예

<135> 본 실시예는 제 1 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 실시예의 다른 예로서, 도 5는 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 전체 구성을 도시하는 모식적 단면도이다. 도 5 중, 도 1 및 도 2에 도시하는 부위와 같은 것에는 같은 부호를 붙여 설명을 생략하고 있다.

<136> 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(72)는 도 5에 도시한 바와 같이, 각각 같은 파장의 레이저광을 출사하는 4개의 레이저 발진부(42A 내지 42D)를 갖는 GaN계 멀티 빔 반도체 레이저 소자이다.

<137> 레이저 발진부(42A 내지 42D)는 각각 사파이어 기판(44)에 형성된 메사부(46) 상에 p층 공통 전극(48)을 갖고 설치되고, 각각 활성 영역(50A 내지 50D)을 갖는다. 또한, 하나의 n층 전극(74)이 각 레이저 발진부(42A 내지 42D)의 p층 공통 전극(48)에 대항하는 공통 전극으로서, 메사부(46) 옆의 레이저 발진부(42A) 측의 n형 GaN 콘택층(54) 상에 설치되어 있다.

<138> 본 실시예에서는, 각 레이저 발진부(42A 내지 42D)끼리의 간격은 같다. 또한, 메사부(46)의 사파이어 기판(44)에 평행한 방향에서의 폭(W)은 200 μ m 내지 300 μ m이고, 레이저 발진부(42A)와 레이저 발진부(42D)의 거리(A)는 48 μ m이다. 레이저 발진부(42D)와 n층 전극(74)의 레이저 측 단부의 거리(B)는 108 μ m이고, 레이저 발진부(42A)와 n층 전극(74)의 레이저 측 단부의 거리는 60 μ m이다. 각 레이저 발진부(42A 내지 42D)의 구성 및 그 아래의 적층 구조 구성은 제 1 발명의 제 1 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(40)와 같다.

<139> 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(72)는 제 1 발명의 제 1 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(40)와 같은 효과를 낼 수 있다.

<140> 제 1 발명의 제 3 실시예

<141> 본 실시예는 제 1 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 실시예의 또 다른 예로, 도 6은 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 전체 구성을 도시하는 모식적 단면도이다. 도 6 중, 도 1 및 도 2에 도시하는 부위와 같은 것에는 같은 부호를 붙여 설명을 생략하고 있다.

<142> 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(76)는 도 6에 도시한 바와 같이, 각각 같은 파장의 레이저광을 출사하는 4개의 레이저 발진부(42A 내지 42D)를 갖는 GaN계 멀티 빔 반도체 레이저 소자이다.

<143> 레이저 발진부(42A, 42B)는 각각 사파이어 기판(44)에 형성된 메사부(46A) 상에 p층 공통 전극(48A)을 가지고 설치되고, 각각 활성 영역(50A, 50B)을 구비하고 있다. 또한, 레이저 발진부(42C, 42D)는 각각 사파이어 기판(44)에 형성된 메사부(46B) 상에 p층 공통 전극(48B)을 가지고 설치되며, 각각 활성 영역(50C, 50D)을 구비하고 있다.

<144> 또한, 1개의 n층 전극(78)이 레이저 발진부(42A, 42B)의 p층 공통 전극(48A) 및 레이저 발진부(42C, 42D)의 p층 공통 전극(48B)에 대항하는 공통 전극으로서, 메사부(46A)와 메사부(46B)간의 n형 GaN 콘택층(54) 상에 설치되어 있다. 메사부(46A) 및 레이저 발진부(42A, 42B)와, 메사부(46B) 및 레이저 스트라이프(42C, 42D)는 n층 전극(78)에 관하여 대칭으로 설치되어 있다.

<145> 메사부(46A, 46B)의 기판에 평행한 방향에서의 폭(W)은 150 μ m 내지 250 μ m이고, 레이저 발진부(42A)와 레이저 발진부(42B)의 거리(A₁) 및 레이저 발진부(42C)와 레이저 발진부(42D)의 거리(A₂)는 16 μ m이다.

<146> 레이저 발진부(42A)와 n층 전극(78)의 거리(B₁) 또는 레이저 발진부(42D)와 n층 전극(78)의 거리(B₂)는 76 μ m이고, 레이저 발진부(42B)와 n층 전극(78)의 단부의 거리 또는 레이저 발진부(42C)와 n층 전극(78)의 단부의 거리는 60 μ m이다. 각 레이저 발진부(42A 내지 42D)의 구성 및 그 아래의 적층 구조 구성은 제 1 발명의 제 1 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(40)와 같다.

<147> 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(76)는 제 1 발명의 제 1 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(40)와 같은 효과를 낼 수 있다.

<148> 제 1 발명의 제 4 실시예

- <149> 본 실시예는 제 1 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 실시예의 또 다른 예로, 도 7은 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 전체 구성을 도시하는 모식적 단면도이다. 도 7 중, 도 1 및 도 2에 도시하는 부위와 같은 것에는 같은 부호를 붙여 설명을 생략하고 있다.
- <150> 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(80)는 도 7에 도시한 바와 같이, 각각 같은 파장의 레이저광을 출사하는 4개의 레이저 발진부(42A 내지 42D)를 갖는 멀티 빔 반도체 레이저 소자(72)(도 7에서는, 간단히 3개의 멀티 빔 반도체 레이저 소자(72A, 72B, 72C)만을 도시하고, 또한 멀티 빔 반도체 레이저 소자(72A, 72C)는 일부만을 도시)를 공통 기판(82) 상에 병렬로 배열한 멀티 빔 반도체 레이저 어레이 이다.
- <151> 멀티 빔 반도체 레이저 소자(72A)와 멀티 빔 반도체 레이저 소자(72B)간의 공통된 n형 GaN 콘택트층(84) 상에 설치된 n층 전극(74A)은 멀티 빔 반도체 레이저 소자(72A) 및 멀티 빔 반도체 레이저 소자(72B)의 n층 공통 전극, 특히 멀티 빔 반도체 레이저 소자(72A)의 레이저 발진부(42A, 42B) 및 멀티 빔 반도체 레이저 소자(72B)의 레이저 발진부(42C, 42D)의 n층 공통 전극으로서 작용한다.
- <152> 마찬가지로, 멀티 빔 반도체 레이저 소자(72B)와 멀티 빔 반도체 레이저 소자(72C)간의 공통된 n형 GaN 콘택트층(84) 상에 설치된 n층 전극(74B)도 멀티 빔 반도체 레이저 소자(72B) 및 멀티 빔 반도체 레이저 소자(72C)의 n층 공통 전극, 특히 멀티 빔 반도체 레이저 소자(72B)의 레이저 발진부(42A, 42B) 및 멀티 빔 반도체 레이저 소자(72C)의 레이저 발진부(42C, 42D)의 n층 공통 전극으로서 작용한다.
- <153> 제 1 발명의 제 1 내지 제 4 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(40, 72, 76, 80)는, n층 전극과 전기적으로 접합하는 제 1 접합 전극, 및 p층 공통 전극과 전기적으로 접합하는 제 2 접합 전극을 구비하는 서브 마운트 상에 정선 다운 방식으로 접속된다.
- <154> 예를 들면, 제 4 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(80)는 도 8에 도시한 바와 같이, n층 전극(74A, 74B)과 전기적으로 접합하는 제 1 접합 전극(92A, 92B) 및 p층 공통 전극(48)과 전기적으로 접합하는 제 2 접합 전극(94A, 94B, 94C)을 구비하는 서브 마운트(90) 상에 정선 다운 방식으로 접속된다.
- <155> 서브 마운트(90)는 AlN으로 형성된 관형 부재이다. 제 1 접합 전극(92A, 92B)은 도 8에 도시한 바와 같이, 서브 마운트(90) 상에 설치되고 티타늄, 백금 및 금이 순차 적층된 구조를 갖는 막두께가 두꺼운 Ti/Pt/Au층(92a)과, Ti/Pt/Au층(92a) 상에 적층되고 티타늄, 은(Ag) 및 주석(Sn)이 순차 적층된 구조를 갖는 막 두께가 얇은 Ti/Ag/Sn층(92b)의 2층 금속막으로 형성되고, 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 p층 공통 전극(48)과 n층 전극(74A, 74B)의 고저차에 대응하여 제 2 접합 전극(94A 내지 94C)보다 높아지도록 Ti/Pt/Au층(92a)의 막 두께로 조정된다.
- <156> 제 2 접합 전극(94A 내지 94C)은 도 8에 도시한 바와 같이, 서브 마운트(90) 상에 설치된 Ti/Pt/Au층(94a)과, Ti/Pt/Au층(94a) 상에 적층되고, 막 두께가 거의 같은 Ti/Ag/Sn층(94b)의 2층 금속막으로 서브 마운트(90) 상에 형성되어 있다.
- <157> 또한, 도 9에 도시한 바와 같이, 막 두께가 얇은 Ti/Pt/Au층(92a)과 막 두께가 두꺼운 Ti/Ag/Sn층(92b)의 2층 금속막으로 서브 마운트(90) 상에 제 1 접합 전극(92)을 형성하여, 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 p층 공통 전극(48)과 n층 전극(74)의 고저차에 대응하여 제 2 접합 전극(94A 내지 94C)보다도 높아지도록 Ti/Ag/Sn층(92b)의 막 두께로 조정하도록 하여도 된다.
- <158> 제 2 발명의 실시예
- <159> 본 실시예는 제 2 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 실시예의 일례로, 도 12는 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자에 관한 종결정부 및 회합부의 위치와, 레이저 발진부 위치의 관계를 도시하고, 또한 레이저 발진부의 구성을 도시하는 단면도이다.
- <160> 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 레이저 발진부(110)는 도 12에 도시한 바와 같이, SiO₂막(132)에 의해 전류 협착된 리지형 레이저 발진부이다.
- <161> 사파이어 기판(112)의 c면 상에는 주기적으로 형성된 GaN 종결정부(114A, 114B)로부터 가로 방향 성장법에 의해 성장한 n형 GaN 콘택트층(116)이 설치되어 있다. 더구나, 도시하지 않지만, 사파이어 기판(112)과 GaN 종결정부(114A, 114B) 사이에는 저온에서 성장시킨 GaN 버퍼층이 설치되어 있어도 된다. n형 GaN 콘택트층(116) 상에는 n형 AlGaIn 클래드층(118), n형 GaN 광 가이드층(120), 활성층(122), p형 GaN 광 가이드층(124), p형 AlGaIn 클래드층(126), 및 p형 GaN 콘택트층(128)을 순차 적층한 적층 구조가 형성되어 있다. GaN 종결정부(114A,

114B) 상의 영역은 고밀도 결함 영역이고, 더욱이, GaN 종결정부(114A)와 GaN 종결정부(114B)의 거의 중간에는 다른 고밀도 결함 영역인 회합부(130)가 형성되어 있다.

- <162> 레이저 발진부(110)를 구성하는 p형 AlGaIn 클래드층(126)의 상층부 및 p형 GaN 콘택트층(128)은 에칭되어, 한 방향으로 리지 스트라이프형으로 연장되고 있고, GaN 종결정부(114A)와 회합부(130) 사이의 저밀도 결함 영역 상에 형성되어 있다.
- <163> 레이저 발진부(110)는 SiO₂막(132)으로 피복되고, 또한, SiO₂막(132)의 개구부를 통해 p형 GaN 콘택트층(128) 상에 p층 전극(134)이 형성되어 있다.
- <164> 또한, 도시하지 않지만, 레이저 발진부(110)를 상부에 갖는 메사부 옆의 n형 GaN 콘택트층(116) 상에 n층 전극이 형성되어 있다.
- <165> 레이저 발진부(110)의 폭을 W, 레이저 발진부(110)와 GaN 종결정부(114A)의 거리를 X₁, 레이저 발진부(110)와 회합부(130)의 거리를 X₂로 할 때, W는 예를 들면 1.6μm이고, X₁은 X₁≥0.5μm, 예를 들면 2μm이고, X₂는 X₂≥0.5μm, 예를 들면 2μm이다.
- <166> 이상과 같이, 본 실시예에 의하면, 레이저 발진부(110)를 GaN 종결정부(114A)와 회합부(130)간의 저밀도 결함 영역 상에 형성하도록 하였기 때문에, 양호한 레이저 특성을 얻을 수 있음과 동시에, 소자 수명을 길게 할 수 있다.
- <167> 또한, 본 실시예의 레이저 발진부(110)를 복수 개 구비하는 멀티 빔 반도체 레이저 소자를 제작함으로써, 고 광출력의 반도체 레이저 소자를 실현할 수 있다.

<168> 제 3 발명의 실시예

<169> 본 실시예는 제 3 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 실시예의 일례로, 도 13은 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자에 관한 종결정부 및 회합부의 위치와, 레이저 발진부 위치의 관계를 도시하고, 또한 레이저 발진부 구성을 도시하는 단면도이다. 도 13 중, 도 12에 도시하는 부위와 같은 것에는 같은 부호를 붙여 설명을 생략하고 있다.

<170> 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 레이저 발진부(140A, 140B, 140C)는 GaN 종결정부(114) 또는 회합부(130)를 개재하여 이웃하는 저밀도 결함 영역 상에 각각 배치되어 있다.

<171> 즉, 레이저 발진부(140A)와 레이저 발진부(140B)는 GaN 종결정부(114A)를 개재하여 이웃하는 저밀도 결함 영역 상에 배치되어 있다. 또한, 레이저 발진부(140B)와 레이저 발진부(140C)는 회합부(130)를 개재하여 이웃하는 저밀도 결함 영역 상에 배치되어 있다.

<172> 레이저 발진부(140B)는 GaN 종결정부(114A) 및 회합부(130)에 대하여 제 2 발명의 실시예와 같은 배치로 되어 있다. 즉, 레이저 발진부(140B)의 폭을 W, GaN 종결정부(114A)와 레이저 발진부(140B)의 거리를 X₁, 레이저 발진부(140B)와 회합부(130)의 거리를 X₂로 할 때, W는 예를 들면 1.6μm이고, X₁은 X₁≥0.5μm, 예를 들면 2μm이고, X₂는 X₂≥0.5μm, 예를 들면 2μm이다.

<173> 또한, 레이저 발진부(140A) 및 레이저 발진부(140C)는 레이저 발진부(140B)와 같은 폭을 갖는다.

<174> 레이저 발진부(140A)와 GaN 종결정부(114A)의 거리를 X₃로 하고 회합부(130)와 레이저 발진부(140C)의 거리를 X₄로 할 때, X₃은 X₃≥0.5μm, 예를 들면 2μm이고, X₄는 X₄≥0.5μm, 예를 들면 2μm이다.

<175> 이상과 같이, 본 실시예에 의하면, 레이저 발진부(140A 내지 140C)를 GaN 종결정부와 회합부의 저밀도 결함 영역 상에 형성하도록 하였기 때문에, 양호한 레이저 특성을 얻을 수 있음과 동시에 소자 수명을 길게 할 수 있다.

<176> 또한, 본 실시예의 배치 관계의 레이저 발진부(140A 내지 140C)를 복수 개 구비하는 멀티 빔 반도체 레이저 소자를 제작함으로써, 고 광출력의 반도체 레이저 소자를 실현할 수 있다.

<177> 제 4 발명의 실시예

<178> 본 실시예는 제 4 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 실시예의 일례로, 도 14는 본 실시예에 따른 멀티

빔 반도체 레이저 소자에 관한 종결정부 및 회합부의 위치와 레이저 발진부 위치의 관계를 도시하고, 또한 레이저 발진부의 구성을 도시하는 단면도이다. 도 14 중, 도 12에 도시하는 부위와 같은 것에는 같은 부호를 붙여 설명을 생략하고 있다.

- <179> 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 레이저 발진부(150A, 150B, 150C, 150D)는 GaN 종결정부(114A, 114B) 또는 회합부(130)를 개재하여 이웃하는 저밀도 결합 영역 상에 각각 2개씩 배치되어 있다.
- <180> 즉, 레이저 발진부(150A, 150B)는 GaN 종결정부(114A)와 회합부(130)간의 저밀도 결합 영역 상에 배치되어 있다. 또한, 레이저 발진부(150C, 150D)는 회합부(130)와 GaN 종결정부(114B)간의 저밀도 결합 영역 상에 배치되어 있다.
- <181> 레이저 발진부(150A 내지 150D)의 폭(W)은 각각이 같고, 예를 들면 1.6 μ m이다.
- <182> GaN 종결정부(114A)와 레이저 발진부(150A)의 거리를 X_1 , 레이저 발진부(150B)와 회합부(130)의 거리를 X_2 , 회합부(130)와 레이저 발진부(150C)의 거리를 X_3 , 레이저 발진부(150D)와 GaN 종결정부(114B)의 거리를 X_4 로 각각 할 때, X_1, X_2, X_3 및 X_4 는 각각 $X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0.5\mu\text{m}$ 이고, 예를 들면 2 $\mu\text{m}, 2\mu\text{m}, 2\mu\text{m}, 2\mu\text{m}$ 이다.
- <183> 이상과 같이, 본 실시예에 의하면, 레이저 발진부(150A 내지 150D)를 종결정부와 회합부간의 저밀도 결합 영역 상에 형성하도록 하였기 때문에, 양호한 레이저 특성을 얻을 수 있음과 동시에 소자 수명을 길게 할 수 있다.
- <184> 또한, 본 실시예의 배치 관계의 레이저 발진부(150A 내지 150D)를 복수 개 구비하는 멀티 빔 반도체 레이저 소자를 제작함으로써, 고 광출력의 반도체 레이저 소자를 실현할 수 있다.
- <185> 제 5 발명의 실시예
- <186> 본 실시예는 제 5 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 실시예의 일례로, 도 15는 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자에 관한 종결정부 및 회합부의 위치와, 레이저 발진부 위치의 관계를 도시하고, 또한 레이저 발진부 구성을 도시하는 단면도이다. 도 15 중, 도 12에 도시하는 부위와 같은 것에는 같은 부호를 붙여 설명을 생략하고 있다.
- <187> 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 레이저 발진부(160A, 160B, 160C)는 도 15에 도시한 바와 같이, 각각 하나 걸러의 저밀도 결합 영역 상에 배치되어 있다.
- <188> 즉, 레이저 발진부(160A 내지 160C)는 각각, GaN 종결정부(114A)와 회합부(130A)간의 저밀도 결합 영역 상에, GaN 종결정부(114B)와 회합부(130B)간의 저밀도 결합 영역 상에, 그리고 GaN 종결정부(114C)와 회합부(130C)간의 저밀도 결합 영역 상에 배치되어 있다.
- <189> 한편, 회합부(130A)와 GaN 종결정부(114B)간의 저밀도 결합 영역상, 회합부(130B)와 GaN 종결정부(114C)간의 저밀도 결합 영역상, 및 회합부(130C)와 GaN 종결정부(114D)간의 저밀도 결합 영역 상에는 레이저 발진부는 배치되어 있지 않다.
- <190> GaN 종결정부(114A 내지 114C), 따라서 회합부(130A 내지 130C)는 사파이어 기판(112) 상에 주기적으로 형성되어 있다.
- <191> 레이저 발진부(160A 내지 160C)의 폭(W)은 각각이 동일하고, 예를 들면 1.6 μ m이다.
- <192> GaN 종결정부(114A)와 레이저 발진부(160A)의 거리를 X_1 , 레이저 발진부(160A)와 회합부(130A)의 거리를 X_2 , GaN 종결정부(114B)와 레이저 발진부(160B)의 거리를 X_3 , 레이저 발진부(160B)와 회합부(130B)의 거리를 X_4 , GaN 종결정부(114C)와 레이저 발진부(160C)의 거리를 X_5 , 레이저 발진부(160C)와 회합부(130C)의 거리를 X_6 으로 각각 할 때, $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$ 은 각각 $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6 \geq 0.5\mu\text{m}$ 이고, 예를 들면 2 $\mu\text{m}, 2\mu\text{m}, 2\mu\text{m}, 2\mu\text{m}, 2\mu\text{m}, 2\mu\text{m}$ 이다.
- <193> 이상과 같이, 본 실시예에 의하면, 레이저 발진부(160A 내지 160C)를 저밀도 결합 영역 상에 형성하도록 하였기 때문에, 양호한 레이저 특성을 얻을 수 있음과 동시에 소자 수명을 길게 할 수 있다.
- <194> 또한, 본 실시예의 배치 관계의 레이저 발진부(160A 내지 160C)를 복수 개 구비하는 멀티 빔 반도체 레이저 소자를 제작함으로써, 고 광출력의 반도체 레이저 소자를 실현할 수 있다.

- <195> 제 2 발명의 실시예, 제 3 발명의 실시예, 및 제 5 실시예에서는, GaN 종결정부(114)와 회합부(130)간의 1개의 저밀도 결함 영역에 1개의 레이저 발진부를 배치한 예를 들고 있지만, 1개의 레이저 발진부에 한하지 않고, 복수의 레이저 발진부를 배치하여도 된다.
- <196> 제 6 발명의 제 1 실시예
- <197> 본 실시예는 제 6 발명에 따른 실시예의 일례로, 도 19는 본 실시예의 GaN계 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 구성을 도시하는 단면도이다.
- <198> 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(210)는 도 19에 도시한 바와 같이, 각각 같은 파장의 레이저광을 출사하는 4개의 레이저 발진부(212A, 212B, 212C, 212D)를 갖는 GaN계 멀티 빔 반도체 레이저 소자이다.
- <199> 레이저 발진부(212A 내지 212D)는 각각 사파이어 기판(214)에 형성된 공통된 메사부(216) 상에 설치되고, 활성 영역(220A, 220B, 220C, 220D)을 갖는다. 각 레이저 발진부(212A 내지 212D) 상에는 각 레이저 발진부(212A 내지 212D)의 스트라이프 전극을 포함하는 p측 공통 전극(218)이 설치되어 있고, 활성 영역(220A, 220B, 220C, 220D)은 p측 공통 전극(218) 아래에 설치되어 있다. 여기서 스트라이프 전극이란 p측 공통 전극(218) 중 각 레이저 발진부(212A 내지 212D)에 대응하는 부분을 말한다. 더구나, 각 레이저 발진부(212A 내지 212D)의 스트라이프 전극의 면적의 대소는 이후에 도 20을 참조하여 설명하는 바와 같이, 각각 SiO₂막(226)에 의해 제약받고 있다.
- <200> 또한, 2개의 n측 전극(222A, 222B)이 p측 공통 전극(218)에 대향하는 공통 전극으로서, 메사부(216)의 양 옆의 n형 GaN 콘택트층(224) 상에 설치되어 있다.
- <201> 레이저 발진부(212C)의 중심과 n측 전극(222A)의 레이저 측 에지부의 거리(1(a-c))는 250 μ m이고, 레이저 발진부(212C)의 중심과 n측 전극(222B)의 레이저 측 에지의 거리(1(b-c))는 70 μ m이다.
- <202> 또한, 레이저 발진부(212D)의 중심과 n측 전극(222B)의 레이저 측 에지부의 거리(1(b-d))는 60 μ m이고, 레이저 발진부(212D)와 n측 전극(222A)의 레이저 측 에지부의 거리(1(a-d))는 260 μ m이다.
- <203> 레이저 발진부(212A, 212B)와 n측 전극(222A, 222B)의 거리적인 관계는 레이저 발진부(212C, 212D)와 n측 전극(222A, 222B)의 거리적인 관계와 같다.
- <204> 본 실시예에서, 레이저 발진부(212B)와 레이저 발진부(212C) 사이의 간격이 레이저 발진부(212A)와 레이저 발진부(212B) 사이, 혹은 레이저 발진부(212C)와 레이저 발진부(212D) 사이의 간격보다 큰 것은 멀티 빔 반도체 레이저 소자(210)의 검사의 편의를 위한 것으로, 반드시 레이저 발진부(212B)와 레이저 발진부(212C)의 간격을 넓힐 필요는 없고, 다른 레이저 발진부끼리의 간격과 같아도 된다.
- <205> 각 레이저 발진부(212A 내지 212D)는 제 1 발명의 제 1 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(40)와 마찬가지로, 도 20에 도시한 바와 같이, SiO₂막(226)에 의해 전류 협착된 에어 리지형 레이저 발진부이다.
- <206> 사파이어 기판(214)의 c면 상에는 GaN 종결정층(228), n형 GaN 콘택트층(224), n형 AlGaIn 클래드층(230), n형 GaN 광 가이드층(232), 활성층(234), p형 GaN 광 가이드층(236), p형 AlGaIn 클래드층(238), 및 p형 GaN 콘택트층(240)을 순차 적층한 적층 구조가 형성되어 있다. 더구나, 도시하지 않지만, 사파이어 기판(214)과 GaN 종결정층(228) 사이에는 저온에서 성장시킨 GaN 버퍼층이 설치되어 있어도 된다.
- <207> 레이저 발진부(212A)를 구성하는 p형 AlGaIn 클래드층(238)의 상층부 및 p형 GaN 콘택트층(240)은 한 방향으로 리지 스트라이프형으로 연장되고 있다.
- <208> 또한, n형 GaN 콘택트층(224)의 상층부, n형 AlGaIn 클래드층(230), n형 GaN 광 가이드층(232), 활성층(234), p형 GaN 광 가이드층(236), 및 p형 AlGaIn 클래드층(238)의 하층부는 레이저 발진부(212A)가 연장하는 방향과 같은 방향으로 연장하는 메사부(216)로서 형성되어 있다.
- <209> 더구나, 메사부(216)는 레이저 발진부(212A 내지 212D)의 공통된 메사부로서 형성되어 있다. 즉, n형 GaN 콘택트층(224), n형 AlGaIn 클래드층(230), n형 GaN 광 가이드층(232), 활성층(234), p형 GaN 광 가이드층(236), 및 p형 AlGaIn 클래드층(238)은 각 레이저 발진부(212A 내지 212D)에 대하여 공통된 적층 구조이다.
- <210> 더욱이, GaN 종결정층(228)은 레이저 발진부(212A) 및 메사부(216)의 연장 방향과 같은 방향으로 연장되는 요철 구조로서 형성되어 있고, 레이저 발진부(212A)는 요철 구조의 2개의 볼록부 사이에 설치되어 있다.

- <211> 레이저 발진부(212A 내지 212D), 메사부(216), 및 메사부 옆의 n형 GaN 콘택트층(224)은 레이저 발진부(212A 내지 212D)의 상면 및 n형 GaN 콘택트층(224)의 일부 영역에 각각 설치한 개구부를 제외하고 SiO₂막(226)으로 피복되어 있다.
- <212> p형 GaN 콘택트층(240) 상에는 SiO₂막(226)의 개구부를 통해 Pd/Pt/Au 전극과 같은 다층 금속막의 p측 공통 전극(218)이 각 레이저 발진부(212A 내지 212D)의 공통된 오음 집합 전극으로서 설치되어 있다.
- <213> 또한, 메사부(216) 양 옆의 n형 GaN 콘택트층(224) 상에는 SiO₂막(226)의 개구부를 통해 Ti/Al/Pt/Au 전극과 같은 다층 금속막의 n측 전극(222A, 222B)이 각 레이저 발진부(212A 내지 212D)의 공통된 오음 집합 전극으로서 설치되어 있다.
- <214> 단, 레이저 발진부(212A 내지 212D)와 n측 전극(222A, 222B)의 거리로부터 n측 전극(222A)은 주로 레이저 발진부(212A, 212B)의 공통 전극으로서 기능하고, n측 전극(222B)은 주로 레이저 발진부(212C, 212D)의 공통 전극으로서 기능한다.
- <215> 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(210)에서는, 30mW 정도의 사용 출력시의 $\rho v \cdot d/L$ 은 $30\Omega/\mu\text{m}$ 이고, rsh/L 은 $150\Omega/\mu\text{m}$ 이다. 단, ρv 는 p측 공통 전극(218)으로부터 활성층(234)을 경유한 세로 방향의 실효적인 저항이고, d 는 p측 공통 전극(218)으로부터 활성층(234)을 경유하여 n측 전극(222A, 222B)까지의 세로 방향의 실효적인 두께, 즉 메사부(216)의 두께이며, rsh 는 p측 공통 전극(218)으로부터 n측 전극(222A, 222B)까지의 가로 방향의 시트 저항이고, L 은 공진기 길이이다.
- <216> 외측의 레이저 발진부(212D)는 공통된 n측 전극(222B)으로부터 첫번째 레이저 발진부(1)이고, 내측의 레이저 발진부(212C)는 공통된 n측 전극(222B)으로부터 두번째 레이저 발진부(2)이다.
- <217> 레이저 발진부(1)의 중심에서 가까운 쪽의 공통 전극, 즉 n측 전극(222B)까지의 가로 방향 거리를 $1N(1)$ 으로 하고, 먼 쪽의 공통 전극, 즉 n측 전극(222A)까지의 가로 방향 거리를 $1F(1)$ 로 하고, 또한 레이저 발진부(2)의 중심에서 가까운 쪽의 공통 전극, 즉 n측 전극(222B)까지의 가로 방향 거리를 $1N(2)$ 으로 하고, 먼 쪽의 공통 전극, 즉 n측 전극(222A)까지의 가로 방향 거리를 $1F(2)$ 로 하고, 공진기 길이를 L 로 하였을 때에, 레이저 발진부(1)의 스트라이프 전극의 면적 $S(1)$ 및 레이저 발진부(2)의 스트라이프 전극의 면적 $S(2)$ 는 상술한 수식 2에 따라,
- <218> $(\rho v \cdot d)/(S(1))+A1$
- <219> $=(\rho v \cdot d)/(S(2))+A2$
- <220> $A1 = rsh \cdot (1N(1) \cdot 1F(1))/(1N(1)+1F(1)) \cdot 1/L$
- <221> $A2 = rsh \cdot (1N(2) \cdot 1F(2))/(1N(2)+1F(2)) \cdot 1/L$
- <222> 을 만족하면, 균일하게 전류를 주입할 수 있다.
- <223> 상술한 바와 같이, $1N(1)=1(b-d)=50\mu\text{m}$
- <224> $1F(1)=1(a-d)=270\mu\text{m}$
- <225> $1N(2)=1(b-c)=60\mu\text{m}$
- <226> $1F(2)=1(a-c)=260\mu\text{m}$
- <227> 또한, 레이저 발진부(1) 및 레이저 발진부(2)의 각각의 폭, 정확하게는 스트라이프 전극의 폭(도 20에 도시하는 폭(W))을 $W(1)$ 및 $W(2)$ 로 하면,
- <228> $S(1)=W(1) \cdot L$
- <229> $S(2)=W(2) \cdot L$
- <230> 이므로,
- <231> p측 공통 전극(218) 설계에 있어서, 예를 들면 $W(1)$ 을 $1.5\mu\text{m}$ 로 설정하면, $W(2)$ 를 $1.53\mu\text{m}$ 으로 설정함으로써, 도 21에 도시한 바와 같이, 각 레이저 발진부(212A 내지 212D)의 발광 강도를 균일하게 할 수 있다. 더구나, 레이저 발진부(212A, 212B)의 스트라이프 전극의 폭은 각각 레이저 발진부(212C, 212D)의 스트라이프 전극의 폭과

같다.

<232> 제 6 발명의 제 2 실시예

<233> 본 실시예는 제 6 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 실시예의 다른 예이며, 도 22는 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 구성을 도시하는 단면도이다. 도 22 중, 도 19 및 도 20에 도시하는 부위와 같은 것에는 같은 부호를 붙여 설명을 생략하고 있다.

<234> 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자는 도 22에 도시한 바와 같이, 2개의 레이저 발진부(212C, 212D)를 공통된 메사부(216) 상에 구비하고, 공통된 1개의 n전극(222)이 레이저 발진부(212D) 부근에 설치되어 있는 것을 제외하고, 제 6 발명의 제 1 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(210)와 같은 구성을 구비하고 있다.

<235> 즉, n층 전극(222)의 레이저층 에지부와 레이저 발진부(212D)(n층 전극(222)으로부터 첫번째 레이저 발진부(1))의 중심의 거리(1(1))는 60 μ m이고, n층 전극(222)의 레이저층 에지부와 레이저 발진부(212C)(n층 전극(222)으로부터 두번째 레이저 발진부(2))의 중심의 거리(1(2))는 70 μ m이다.

<236> 30mW 정도의 사용 출력시의 $p \cdot v \cdot d/L$ 은 30 $\Omega \mu$ m이고, rsh/L 은 150 $\Omega \mu$ m이다. 레이저 발진부(1) 및 레이저 발진부(2)의 폭, 정확하게는 스트라이프 전극의 폭을 각각 W1, W2로 하면, 상술한 수식 1에 의해

<237> $(p \cdot v \cdot d)/(W1 \cdot L)+B1$

<238> $=(p \cdot v \cdot d)/(W2 \cdot L)+B2$

<239> $B1=rsh \cdot l(1) \cdot 1/L$

<240> $B2=rsh \cdot l(2) \cdot 1/L$

<241> 을 만족하면 균일하게 전류가 주입된다.

<242> 따라서, p층 전극 설계에 있어서, 예를 들어 W1을 1.5 μ m으로 설정하면, W2를 1.55 μ m으로 설정함으로써, 각 레이저 발진부(212C, 212D)의 발광 강도는 균일해진다.

<243> 제 6 발명의 제 3 실시예

<244> 본 실시예는 제 6 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 실시예의 또 다른 예로, 도 23은 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 구성을 도시하는 평면도이다. 도 23 중, 도 19 및 도 20에 도시하는 부위와 같은 것에는 같은 부호를 붙여 설명을 생략하고 있다.

<245> 본 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자는 레이저 발진부(212B, 212C)가 테이퍼 형상의 레이저 발진부로 되어 있는 것을 제외하고, 제 6 발명의 제 1 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자(210)와 같은 구성을 구비하고 있다.

<246> 본 실시예에서는, 도 23에 도시한 바와 같이, 공진기 길이(L)가 600 μ m 이며, 레이저 발진부(212B, 212C)는 각각 스트라이프 폭(W_c)이 1.66 μ m로 일정한 중앙부와, 중앙부에 연속하여 연장하고 스트라이프 폭(W_c)이 출사 단면에서 1.5 μ m로 축소하는 단부로 구성되며, 단부의 레이저 발진부(212A)측 및 레이저 발진부(212D)측의 레이저 발진부 측부예지를 꺾인 선형으로 함으로써, 테이퍼화되어 있다.

<247> 중앙부의 길이(L_c)는 400 μ m이고, 테이퍼화된 단부의 길이(L_e)는 100 μ m이다.

<248> 레이저 발진부(212D)(레이저 발진부(1))의 중심과 n층 전극(222B)의 레이저 층 에지부의 거리(1N(1))는 60 μ m이고, 레이저 발진부(212D)와 n층 전극(222A)의 레이저 층 에지부의 거리(1F(1))는 260 μ m이다.

<249> 또한, 레이저 발진부(212C)(레이저 발진부(2))와 n층 전극(222B)의 레이저 층 에지부의 거리(1N(2))는 70 μ m이고, 레이저 발진부(212C)와 n층 전극(222A)의 레이저 층 에지부의 거리(1N(2))는 250 μ m이다.

<250> 30mW 정도의 사용 출력시의 $p \cdot v \cdot d/L$ 은 30 $\Omega \mu$ m이고, rsh/L 은 150 $\Omega \mu$ m이다. n전극(222B)에 가까운 레이저 발진부(212D) 및 먼 레이저 발진부(212C)의 스트라이프 전극의 면적을 각각 S(1), S(2)로 하면, 상술한 수식 2에 따라서,

<251> $(p \cdot v \cdot d)/S(1)+A1$

- <252> $= (p \cdot v \cdot d) / S(2) + A2$
- <253> $A1 = r_{sh} \cdot (IN(1) \cdot IF(1)) / (IN(1) + IF(1)) \cdot 1/L$
- <254> $A2 = r_{sh} \cdot (IN(2) \cdot IF(2)) / (IN(2) + IF(2)) \cdot 1/L$
- <255> 을 만족하면, 균일하게 전류가 주입된다.
- <256> 따라서, p층 전극 설계에 있어서, 예를 들면 S(1)을 $900\mu m^2$ 으로 설정하고, S(2)를 $916\mu m^2$ 으로 설정함으로써, 각 레이저 발진부(212A 내지 212D)의 발광 강도는 균일해진다. 더구나, 레이저 발진부(212A, 212B)의 스트라이프 전극의 면적은 각각 레이저 발진부(212C, 212D)의 스트라이프 전극의 면적과 같다.
- <257> 제 1 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자에 의하면, 복수의 레이저 발진부에 각각 설치된 p층 전극 및 n층 전극 중 어느 한쪽으로 이루어지는 제 1 전극과, p층 전극 및 n층 전극 중 다른 어느 한쪽으로 이루어지고 공통 기판 상의 메사부에 인접하는 위치에 복수의 레이저 발진부 중 적어도 2개의 레이저 발진부에서의 제 1 전극에 대한 공통 전극으로서 설치된 제 2 전극을 구비하도록 하였기 때문에, 서브 마운트에 마운트할 때에, 전극의 위치 맞춤을 용이하게 행할 수 있고, 특히 GaN계에 최적으로 사용할 수 있다.
- <258> 또한, 공통 전극의 레이저 발진부 측의 단부에 가장 가까운 레이저 발진부와 공통 전극의 레이저 발진부 측의 단부에 가장 먼 레이저 발진부의 거리를 A로 하고, 공통 전극의 레이저 발진부 측의 단부에 가장 먼 레이저 발진부와 공통 전극의 레이저 발진부 측의 단부의 거리를 B로 할 때, $A \leq 100\mu m$, $B \leq 150\mu m$ 으로 하도록 하였기 때문에, 각 레이저 발진부의 광 출력을 똑같이 고출력으로 할 수 있다.
- <259> 또한, 제 2 내지 제 5 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자에 의하면, 레이저 발진부와 종결정부의 거리를 X_1 , 레이저 발진부와 회합부의 거리를 X_2 로 할 때, $X_1 \geq 0.5\mu m$, $X_2 \geq 0.5\mu m$ 으로 하도록 하였기 때문에 복수의 레이저 발진부를 저밀도 결합 영역 상에 배치할 수 있다. 따라서, 고 광출력이고, 양호한 레이저 특성을 가지며, 더구나 소자 수명이 길고 신뢰성이 높은 멀티 빔 반도체 레이저 소자를 실현할 수 있다.
- <260> 또한, 제 6 발명에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자에 의하면, 복수의 레이저 발진부에 각각 설치된 p층 전극 및 n층 전극 중 어느 한쪽으로 이루어지는 스트라이프형 제 1 전극과, p층 전극 및 n층 전극 중 다른 어느 한쪽으로 이루어지고 공통 기판 상의 메사부에 인접하는 위치에 복수의 레이저 발진부 중 적어도 2개의 레이저 발진부에서의 제 1 전극에 대한 공통 전극으로서 설치된 제 2 전극을 구비하고, 복수의 제 1 전극 각각의 면적이 공통 전극간의 거리에 따라 다르며, 제 1 전극과 공통 전극 사이에서 균일한 전류가 흐르도록 하였기 때문에, 각 레이저 발진부의 발광 강도를 균일하게 할 수 있다. 따라서, 각 레이저 발진부에서의 활성 영역의 열화를 균일하게 할 수 있고, 레이저 발진부의 발광 강도가 불균일한 멀티 빔 반도체 레이저 소자에 비하여 소자 수명을 비약적으로 향상시킬 수 있다. 또한, 각 레이저 발진부의 발광 불균일이 없어지기 때문에, 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 응용 범위를 확대할 수 있다.
- <261> 이상의 설명에 근거하여, 본 발명의 여러 가지 양태나 변형예를 실시 가능한 것은 분명하다. 따라서, 이하의 클레임의 균등 범위에 있어서, 상기 상세한 설명에서의 양태 이외의 양태로 본 발명을 실시하는 것이 가능하다.

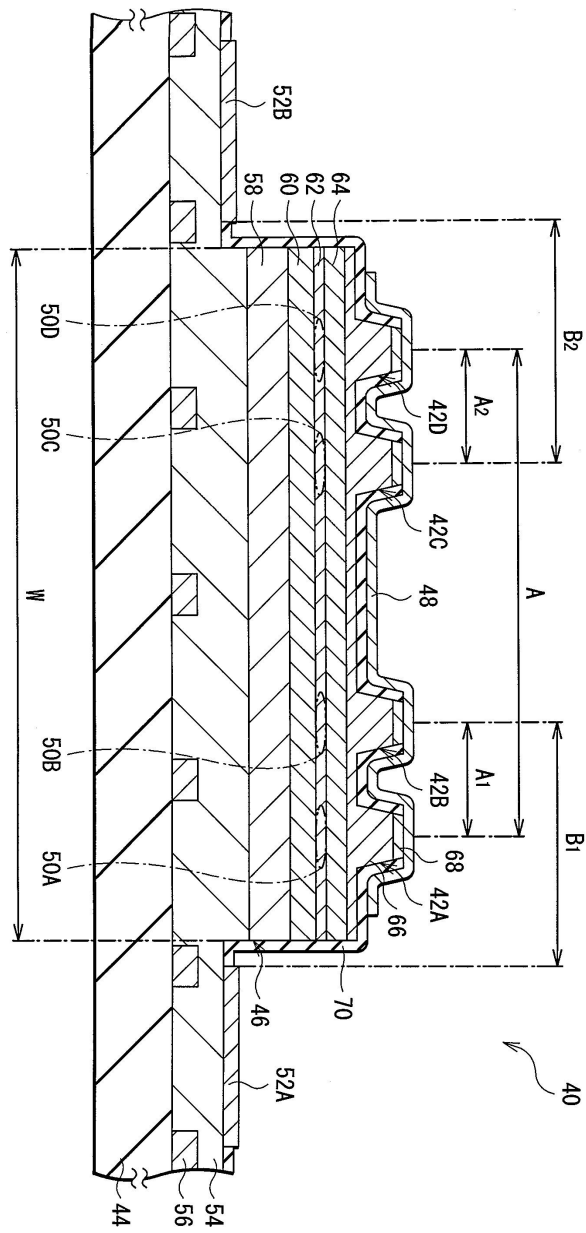
도면의 간단한 설명

- <262> 도 1은 제 1 발명의 제 1 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 전체 구성을 도시하는 모식적 단면도.
- <263> 도 2는 도 1에 도시한 각 레이저 발진부의 구성을 도시하는 단면도.
- <264> 도 3a 내지 도 3d는 각각 도 1에 도시한 멀티 빔 반도체 레이저 소자를 제작할 때의 공정마다의 단면도.
- <265> 도 4a 및 도 4b는 도 3d에 이어지는 공정마다의 단면도.
- <266> 도 5는 제 1 발명의 제 2 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 전체 구성을 도시하는 모식적 단면도.
- <267> 도 6은 제 1 발명의 제 3 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 전체 구성을 도시하는 모식적 단면도.

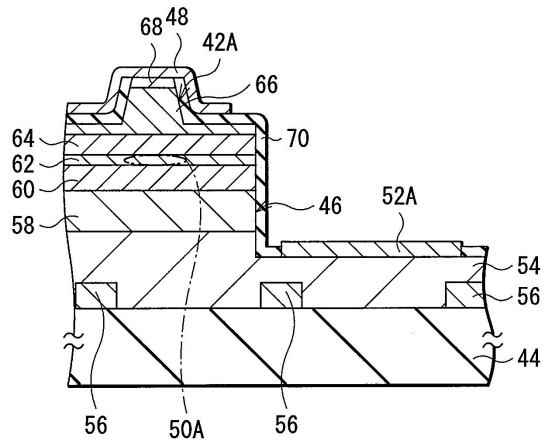
- <268> 도 7은 제 1 발명의 제 4 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 전체 구성을 도시하는 모식적 단면도.
- <269> 도 8은 도 7에 도시한 멀티 빔 반도체 레이저 소자를 정선 다운 방식으로 서브 마운트에 접합하였을 때의 모식적 단면도.
- <270> 도 9는 도 7에 도시한 멀티 빔 반도체 레이저 소자를 정선 다운 방식으로 다른 서브 마운트에 접합하였을 때의 모식적 단면도.
- <271> 도 10은 제 1 종래예의 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 구성을 도시하는 분해 사시도.
- <272> 도 11은 제 2 종래예의 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 구성을 도시하는 분해 사시도.
- <273> 도 12는 제 2 발명의 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자에 관한 종결정부 및 회합부의 위치와 레이저 발진부 위치의 관계를 도시하고, 또한 레이저 발진부의 구성을 도시하는 단면도.
- <274> 도 13은 제 3 발명의 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자에 관한 종결정부 및 회합부의 위치와 레이저 발진부 위치의 관계를 도시하고, 또한 레이저 발진부의 구성을 도시하는 단면도.
- <275> 도 14는 제 4 발명의 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자에 관한 종결정부 및 회합부의 위치와 레이저 발진부 위치의 관계를 도시하고, 또한 레이저 발진부의 구성을 도시하는 단면도.
- <276> 도 15는 제 5 발명의 실시예에 따른 멀티 빔 반도체 레이저 소자에 관한 종결정부 및 회합부의 위치와 레이저 발진부 위치의 관계를 도시하고, 또한 레이저 발진부의 구성을 도시하는 단면도.
- <277> 도 16a 내지 도 16c는 각각 FS-ELO법에 의한 가로 방향 성장법의 각 공정을 설명하는 단면도.
- <278> 도 17a는 도 16c에 연속되는 FS-ELO법에 의한 가로 방향 성장법의 공정을 설명하는 단면도.
- <279> 도 17b는 FS-ELO법에 의한 가로 방향 성장법의 문제점을 설명하는 단면도.
- <280> 도 18은 기관 상의 결함 밀도(EPD, Etch Pit Density)를 도시하는 그래프.
- <281> 도 19는 제 6 발명의 제 1 실시예의 GaN계 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 구성을 도시하는 단면도.
- <282> 도 20은 도 19에 도시한 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 각 레이저 발진부의 구성을 도시하는 단면도.
- <283> 도 21은 도 19에 도시한 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 각 레이저 발진부의 발광 강도를 도시하는 그래프.
- <284> 도 22는 제 6 발명의 제 2 실시예의 GaN계 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 구성을 도시하는 단면도.
- <285> 도 23은 제 6 발명의 제 3 실시예의 GaN계 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 구성을 도시하는 평면도.
- <286> *도 24는 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 문제점을 설명하기 위한 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 단면도.
- <287> 도 25는 도 24에 도시한 멀티 빔 반도체 레이저 소자의 각 레이저 발진부의 발광 강도를 도시하는 그래프.

도면

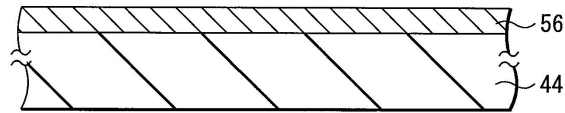
도면1



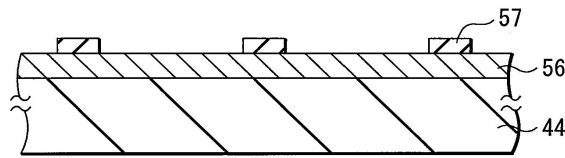
도면2



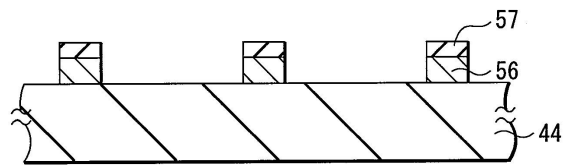
도면3a



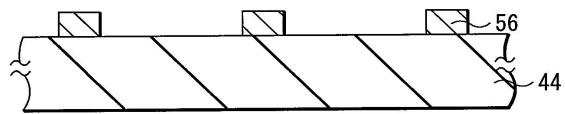
도면3b



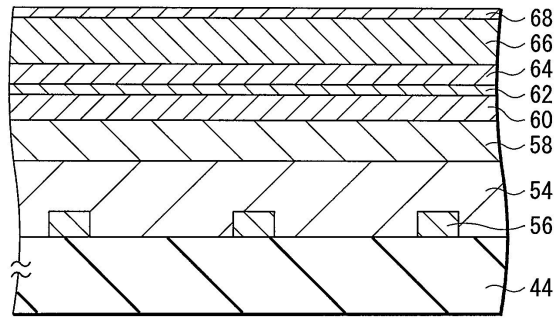
도면3c



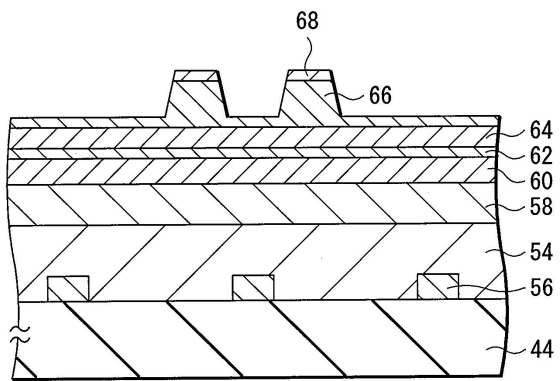
도면3d



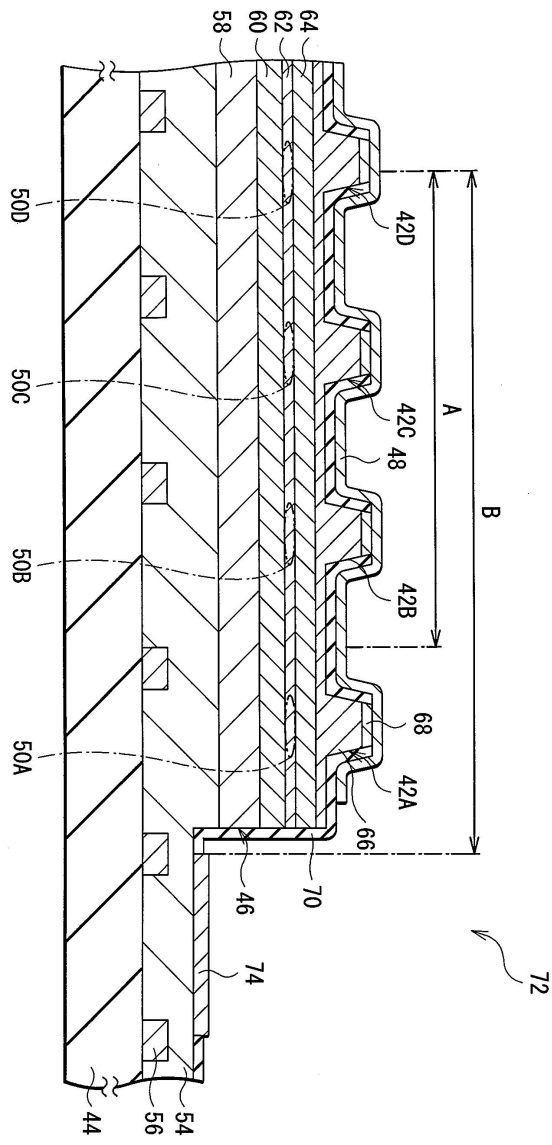
도면4a



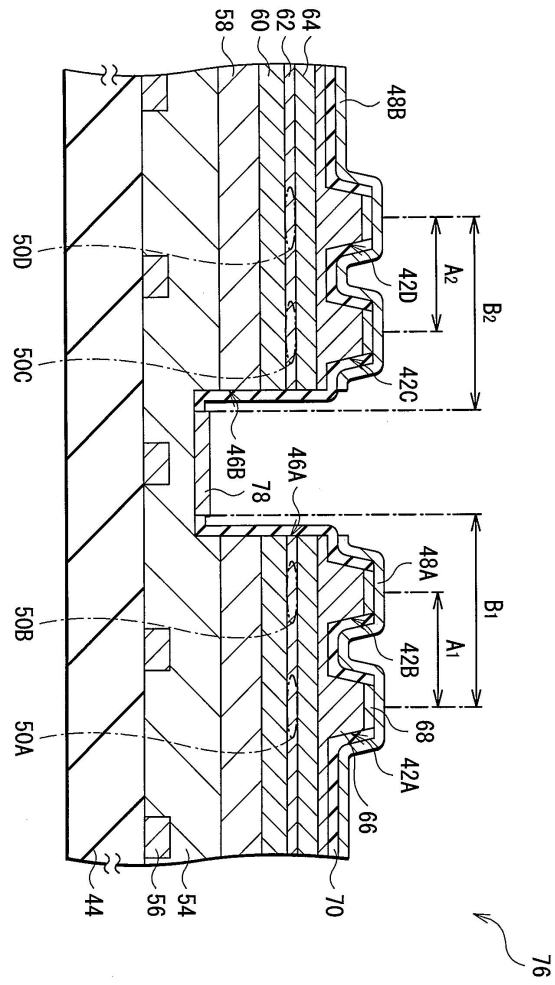
도면4b



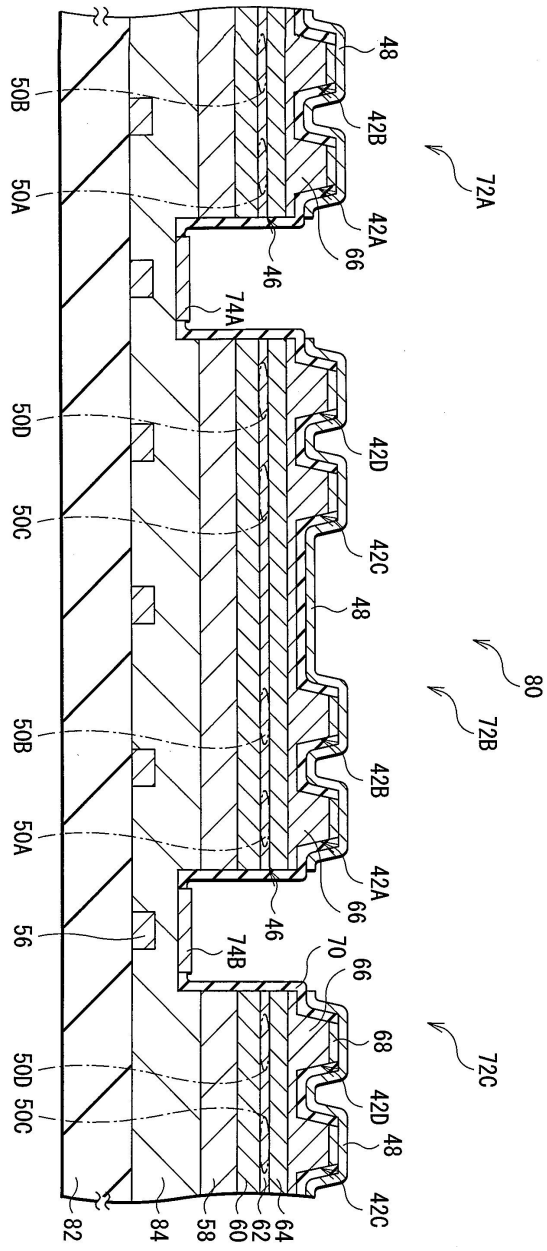
도면5



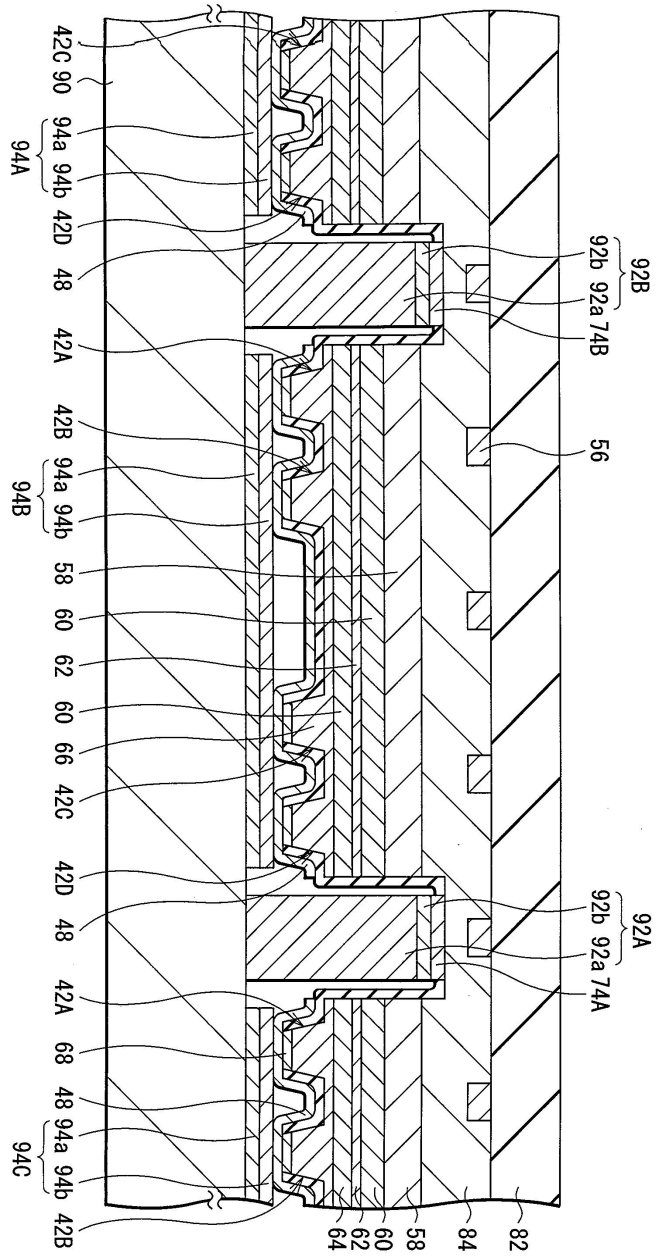
도면6



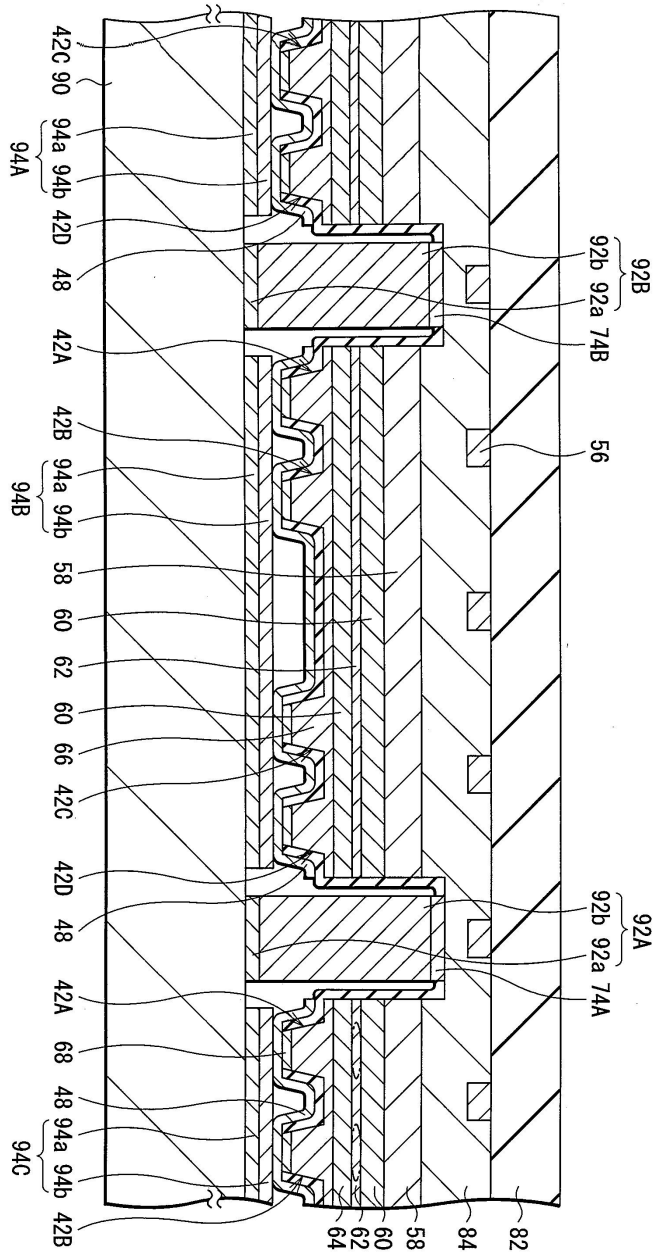
도면7



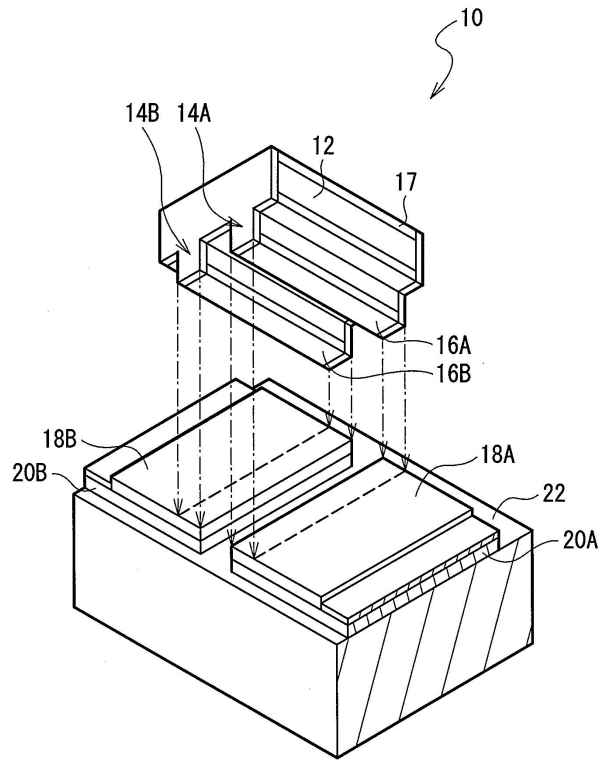
도면8



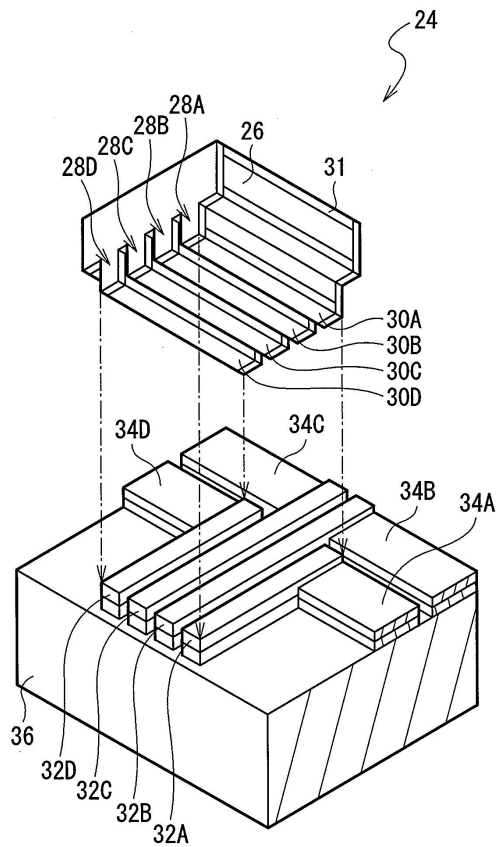
도면9



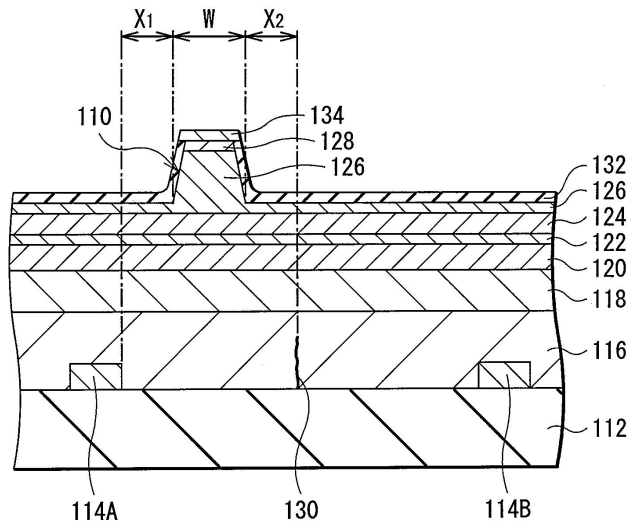
도면10



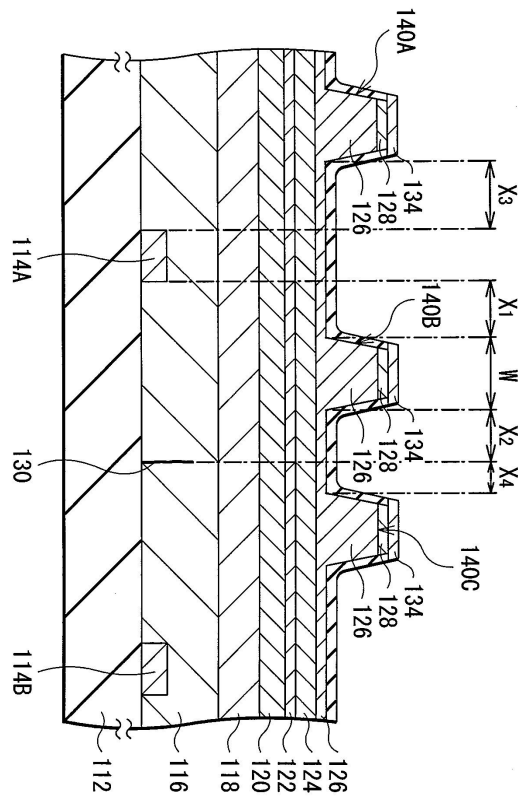
도면11



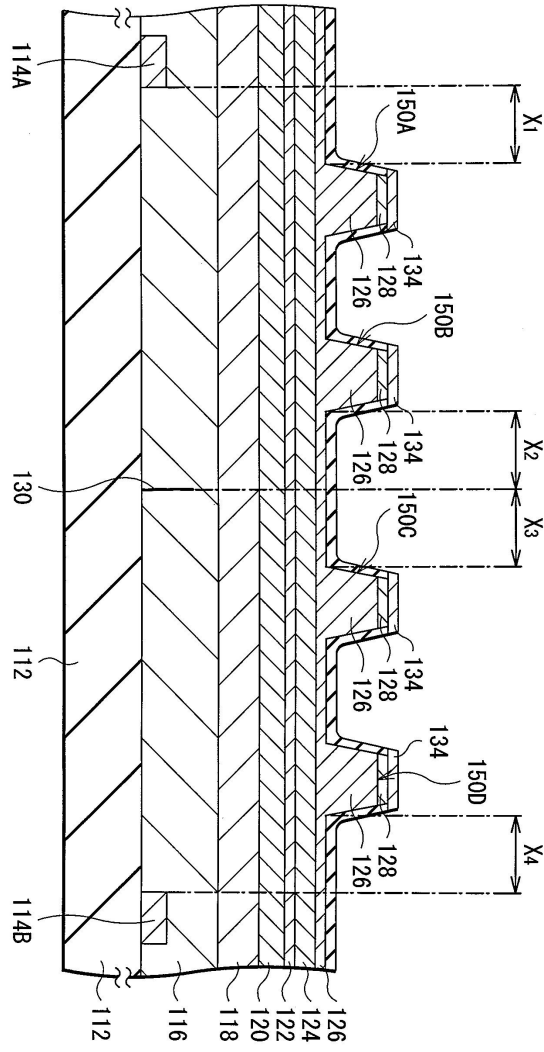
도면12



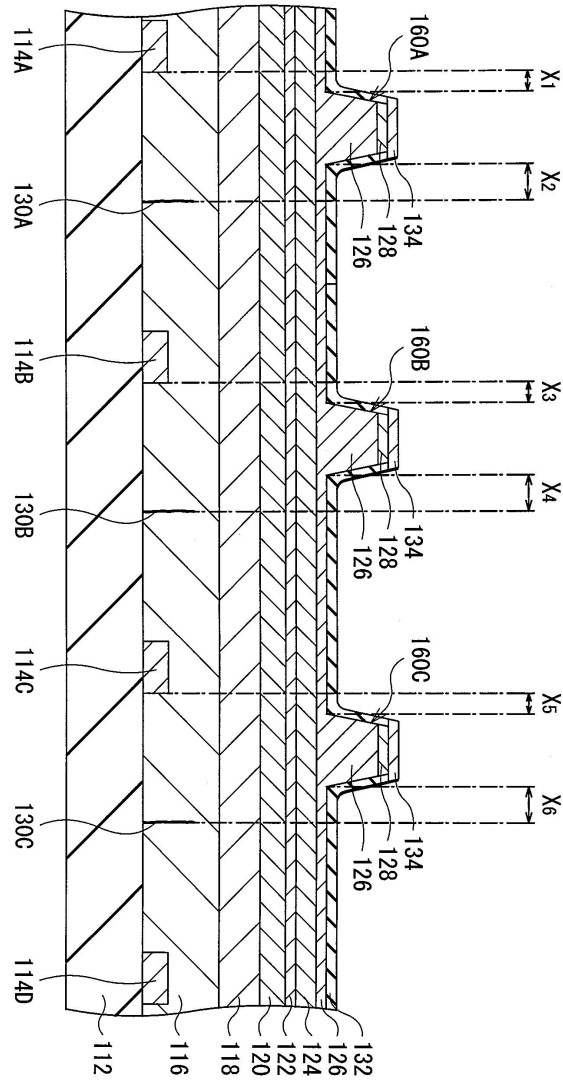
도면13



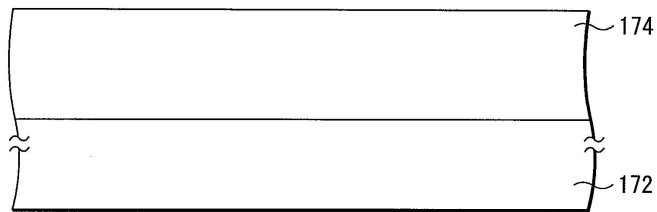
도면14



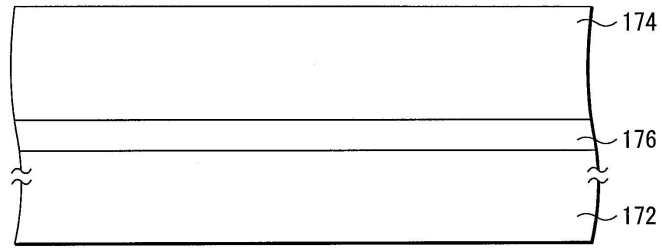
도면15



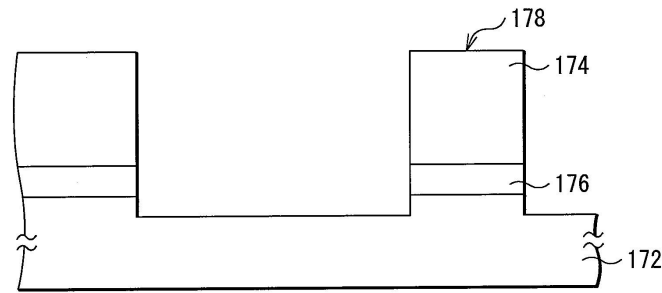
도면16a



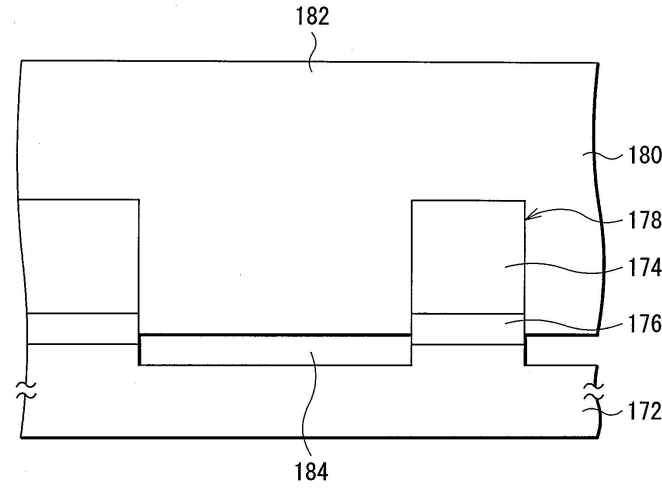
도면16b



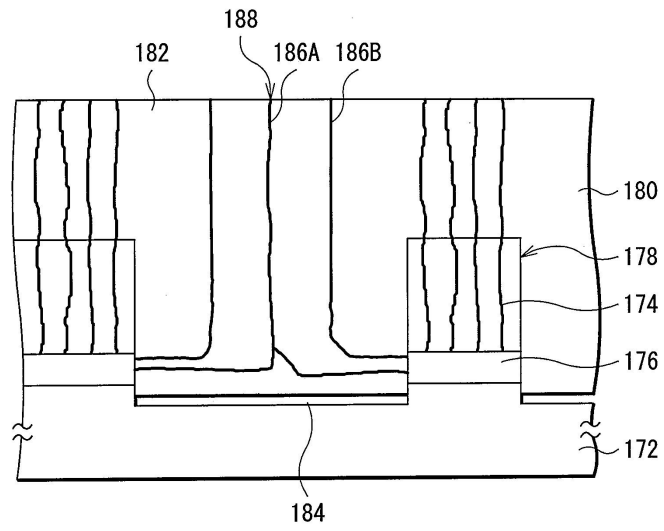
도면16c



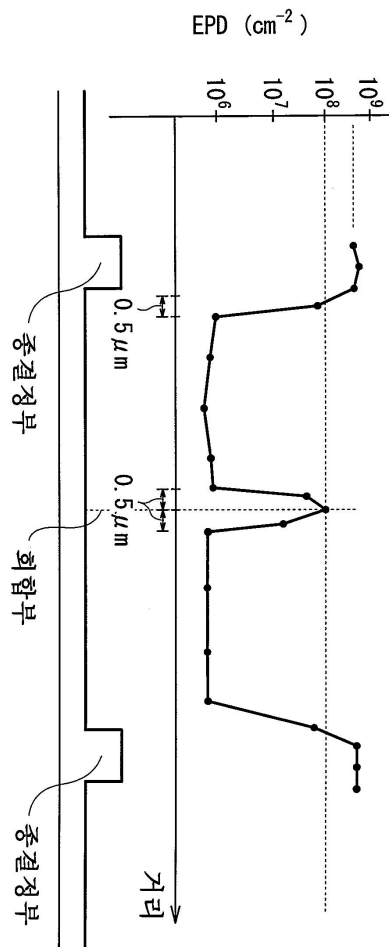
도면17a



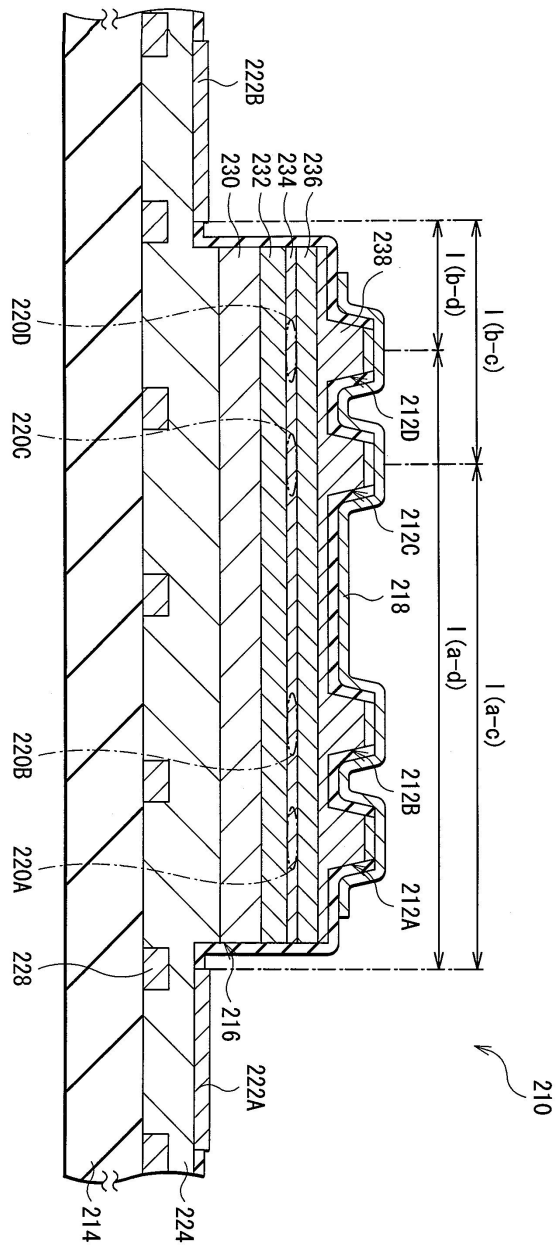
도면17b



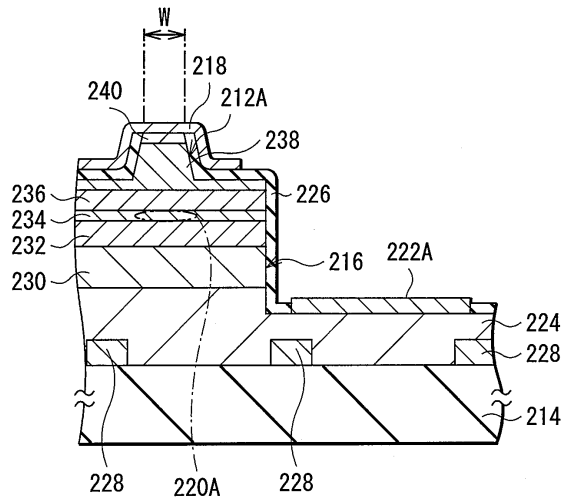
도면18



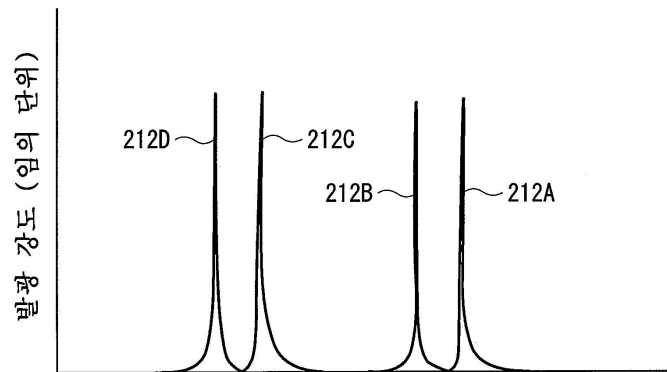
도면19



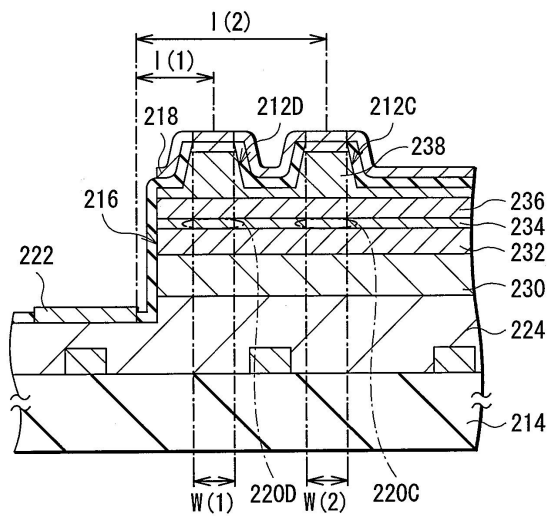
도면20



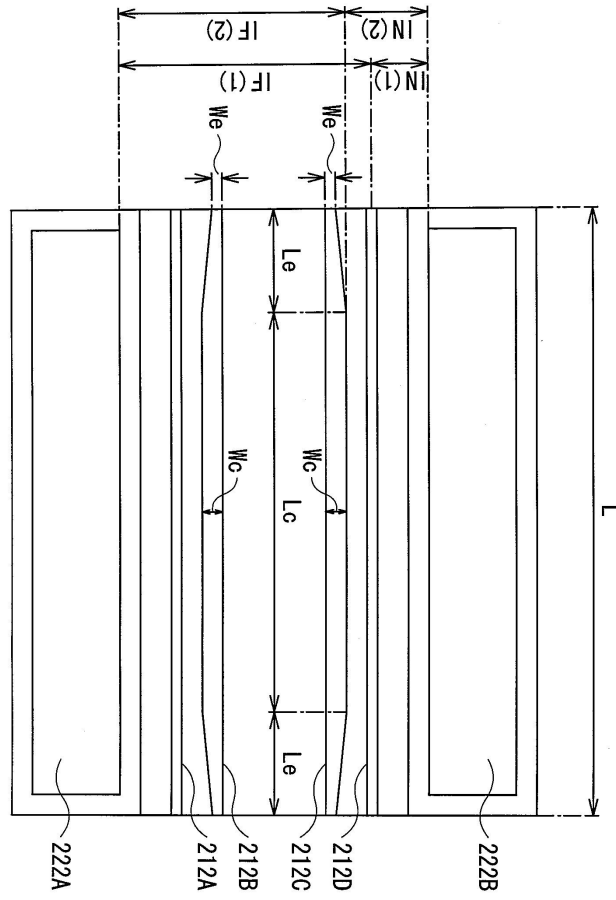
도면21



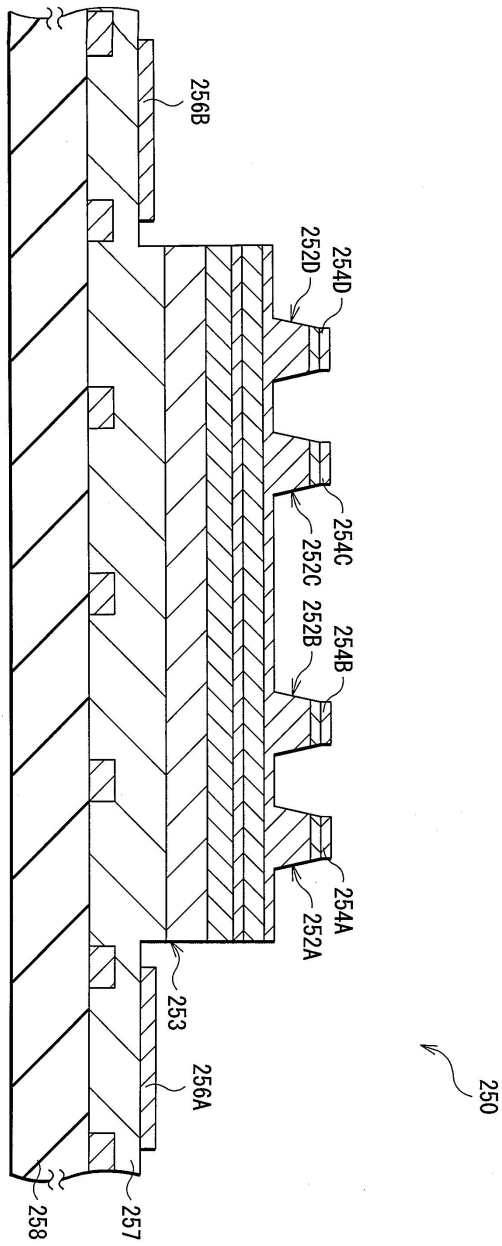
도면22



도면23



도면24



도면25

