



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년04월04일
(11) 등록번호 10-1723143
(24) 등록일자 2017년03월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01S 5/02 (2006.01) H01S 5/022 (2006.01)
H01S 5/042 (2006.01) H01S 5/22 (2006.01)
H01S 5/323 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7018374
(22) 출원일자(국제) 2010년11월12일
심사청구일자 2015년06월03일
(85) 번역문제출일자 2012년07월13일
(65) 공개번호 10-2012-0112559
(43) 공개일자 2012년10월11일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2010/067402
(87) 국제공개번호 WO 2011/072964
국제공개일자 2011년06월23일
(30) 우선권주장
102009058345.9 2009년12월15일 독일(DE)
(56) 선행기술조사문헌
JP2009200478 A*
US20110281382 A1
JP2009088270 A
US20050042787 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
오스람 옵토 세미컨덕터스 게엠베하
독일 레겐스부르크 라이브니츠슈트라쎄 4 (우:93055)
(72) 발명자
디니, 디미트리
독일 80686 뮌헨 알트만슈트라쎄 1
쉴가리스, 마르크
독일 12049 베를린 베이제슈트라쎄 37
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 12 항

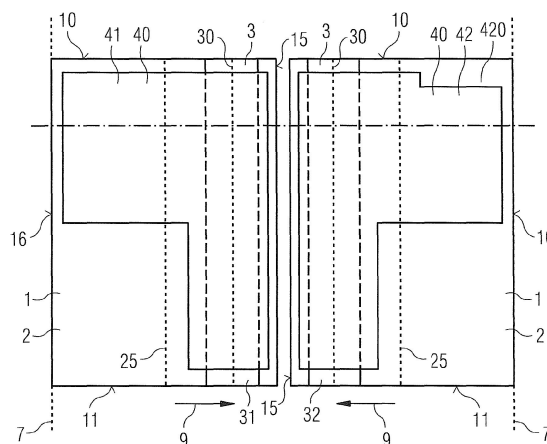
심사관 : 조성찬

(54) 발명의 명칭 반도체 레이저

(57) 요약

본 발명은 방사선 발생을 목적으로 제공된 활성 영역(20)을 갖는 반도체 몸체(2) 및 브리지 모양의 영역(3)을 구비하는 반도체 레이저(1)에 관한 것이다. 상기 브리지 모양의 영역(3)은 방출 방향을 따라서 뺄는 종축(30)을 갖고, 상기 종축은 방출 방향으로 뺄는 상기 반도체 몸체의 중심축(25)에 대하여 가로 방향으로 변위 배치되어 있다. 본 발명은 또한 반도체 레이저를 제조하기 위한 방법과도 관련이 있다.

대표도 - 도2d



명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

다수의 반도체 몸체를 제조하기 위한 방법으로서,

- a) 분리선들(7)에 의해서 상호 분리된 다수의 소자 영역을 갖는 캐리어(5)를 제공하는 단계;
- b) 방사선 발생을 목적으로 제공된 활성 영역(20)을 갖는 반도체 층 시퀀스(200)를 증착하는 단계;
- c) 두 개의 이웃하는 분리선 사이에서 상기 분리선들에 대하여 수직으로 뺄는 방향으로 제 1 브리지 모양의 영역(31) 및 제 2 브리지 모양의 영역(32)이 나란히 형성되도록, 상기 반도체 층 시퀀스로부터 다수의 브리지 모양 영역(3)을 형성하는 단계 - 상기 브리지 모양 영역들 중 적어도 하나의 브리지 모양 영역은 상기 브리지 모양 영역에 가장 가깝게 놓인 분리선보다는 상기 이웃하는 분리선들 사이에서 뺄는 중심선(8)에 더 가까이 배치됨 -; 및
- d) 상기 반도체 층 시퀀스를 각각 적어도 하나의 브리지 모양 영역을 갖는 다수의 반도체 몸체(2)로 분리하는 단계

를 포함하고, 분리 과정은 분리선들을 따라서 그리고 중심선을 따라서 이루어지며,

활성 영역의 외부 전기 콘택팅을 위해서 상기 반도체 층 시퀀스 상에 콘택 층(4)이 형성되고, 상기 콘택 층에 의해 마커(420)(marker)가 형성되며, 상기 마커를 참조해서 제 1 브리지 모양 영역을 갖는 반도체 몸체 및 제 2 브리지 모양 영역을 갖는 반도체 몸체는 시각적으로 상호 구별될 수 있는,

다수의 반도체 몸체를 제조하기 위한 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

두 개의 브리지 모양 영역이 각각 가장 가깝게 놓인 분리선보다는 중심선에 더 가까이 배치되어 있는,

다수의 반도체 몸체를 제조하기 위한 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,
상기 캐리어의 전위 밀도는 중심선으로부터 출발하여 분리선들의 방향으로 가면서 점차 증가하는,
다수의 반도체 몸체를 제조하기 위한 방법.

청구항 10

제 7 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 중심선으로부터 떨어져서 마주보는 측에서 상기 브리지 모양 영역들에 각각 외부 전기 콘택팅을 위해서 제공된 콘택 면(40)이 할당되도록 상기 반도체 층 시퀀스 상에 상기 콘택 층(4)이 형성되는,
다수의 반도체 몸체를 제조하기 위한 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

제 7 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제 1 브리지 모양 영역을 갖는 반도체 몸체 및 제 2 브리지 모양 영역을 갖는 반도체 몸체는 자동적인 시각적 식별에 의해 상호 구별되는,
다수의 반도체 몸체를 제조하기 위한 방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,
상기 콘택 면의 팽창률은 두 개 분리선의 간격의 적어도 20 %인,
다수의 반도체 몸체를 제조하기 위한 방법.

청구항 14

제 7 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 캐리어는 GaN을 기본으로 하는,
다수의 반도체 몸체를 제조하기 위한 방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

제 7 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 반도체 몸체는 가로 방향으로 전위 밀도 기울기를 갖는,
다수의 반도체 몸체를 제조하기 위한 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,
상기 제 1 브리지 모양 영역 및 제 2 브리지 모양 영역의 종축은 각각 전위 밀도가 더 낮은 중심축의 측에 배치되는,
다수의 반도체 몸체를 제조하기 위한 방법.

청구항 18

제 7 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 브리지 모양 영역 및 제 2 브리지 모양 영역의 종축은 각각의 반도체 몸체의 중심축에 대하여 적어도 10 μ m만큼 변위 배치되는,

다수의 반도체 몸체를 제조하기 위한 방법.

청구항 19

제 10 항에 있어서,

상기 콘택 면의 가로 방향 팽창률은 적어도 국부적으로는 각각의 반도체 몸체의 팽창률의 적어도 0.4배인,

다수의 반도체 몸체를 제조하기 위한 방법.

청구항 20

제 7 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 활성 영역은 질화물성의 화합물 반도체 재료를 기본으로 하는,

다수의 반도체 몸체를 제조하기 위한 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원서는 반도체 레이저 및 반도체 레이저를 제조하기 위한 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 질화물성 화합물 반도체를 기본으로 하는 반도체 레이저를 제조하는 경우에는 특히 높은 결정 품질을 위해서 필요한 고가의 성장 기판도 상당한 비용 요소(cost factor)가 된다.

발명의 내용

[0003] 본 출원서의 과제는, 품질이 우수한 동시에 경제적으로 제조될 수 있는 반도체 레이저를 제시하는 것이다. 또한, 이와 같은 반도체 레이저를 제조하기 위한 방법도 제시되어야만 한다.

[0004] 상기 과제들은 독립 특허 청구항들의 대상들에 의해서 해결된다. 실시 예들 및 개선 예들은 종속 청구항들의 대상이다.

[0005] 한 가지 실시 예에서 반도체 레이저는 방사전 발생을 목적으로 제공된 활성 영역을 갖는 반도체 몸체 및 브리지 모양의 영역을 구비한다. 상기 브리지 모양의 영역은 방출 방향을 따라서 뺄는 종축을 가지며, 이때 상기 종축은 방출 방향으로 뺄는 상기 반도체 몸체의 중심축에 대하여 가로 방향으로 변위(dislocation) 배치되어 있다.

[0006] 상기 실시 예에서 '가로 방향'이란 반도체 몸체의 반도체 층들의 평면 안에서 방출 방향에 대하여 수직으로 뺄는 방향을 의미한다.

[0007] '중심축'이란 아마도(in doubt) 반도체 몸체를 각각 가로 방향으로 제한하는 두 개 측면에 대하여 중앙에서, 다시 말하자면 상기 측면들에 대하여 등거리로 뺄는 축으로 이해될 수 있을 것이다.

[0008] 다른 말로 표현하자면, 브리지 모양의 영역이 상기 측면들 중에 한 측면에 대하여 가로 방향으로 갖는 간격은 다른 한 측면에 대하여 가로 방향으로 갖는 간격보다 더 크다.

[0009] '브리지 모양 영역의 종축'이란 아마도 상기 브리지 모양 영역의 무게 중심을 통과해서 방출 방향으로 뺄는 축으로 이해될 수 있을 것이다.

[0010] 반도체 몸체의 중심축 그리고 브리지 모양 영역의 종축은 바람직하게 서로 평행하게 뺄거나 또는 적어도 서로 대체로 평행하게 뺄지만, 가로 방향으로의 오프셋(offset)으로 인해 서로 일치하지는 않는다.

- [0011] 상기 실시 예에서 '변위 배치'란 종축이 중심축으로부터 의도한 바대로 간격을 두고 배치되어 있다는 의미이다.
- [0012] 그와 달리, 예를 들어 사진 석판술적인(photolithographical) 구조화 과정에서의 정렬 부정확성으로 인해 단지 제조 허용 오차에 의해서만 야기되는 종축과 중심축의 간격은 본 출원서에 기재된 의미에서의 변위는 아니다.
- [0013] 한 가지 실시 예에서는 브리지 모양의 영역이 반도체 몸체 내에 형성되어 있다. 따라서, 브리지 모양의 영역은 반도체 몸체 내부에서 파동(wave)을 가이드 할 목적으로 이용될 수 있다. 또한, 바람직하게는 활성 영역이 상기 브리지 모양 영역 내부에 적어도 부분적으로 배치되어 있다. 이 경우에 브리지 모양 영역의 측면들은 상기 활성 영역을 가로 방향으로 제한한다. 그러나 그와 달리 활성 영역은 수직 방향으로도, 더 상세하게 말하자면 반도체 몸체의 반도체 층 시퀀스의 주 연장 평면에 대하여 수직으로 뻗는 방향으로도 상기 브리지 모양 영역으로부터 간격을 두고 배치될 수 있다.
- [0014] 한 가지 대안적인 실시 예에서 브리지 모양의 영역은 특히 사전에 제조된 반도체 몸체상에 형성되어 있다. 예를 들어 상기 브리지 모양의 영역은 콘택 층에 의해서 형성될 수 있다.
- [0015] 한 가지 바람직한 실시 예에서 반도체 몸체는 가로 방향으로 전위 밀도 기울기(dislocation density gradient)를 갖는다. 다시 말해, 반도체 몸체의 전위 밀도는 불균일하고, 상기 변위의 통계적인 분포는 가로 방향으로 변한다. 이와 같은 전위 밀도 기울기는 특히 반도체 몸체의 반도체 층들을 위해서 자체적으로 불균일한 전위 밀도를 갖는 성장 기판을 사용하는 경우에 나타날 수 있다.
- [0016] 또한, 바람직하게 브리지 모양 영역의 종축은 전위 밀도가 더 낮은 중심축의 측에 배치되어 있다. 따라서, 반도체 몸체의 작동 중에 방사선은 상기 반도체 몸체의 가로 방향에 대하여 주로 전위 밀도가 낮고 활성 영역의 결정 품질이 우수한 영역에서 발생할 수 있게 된다. 청색 스펙트럼 범위에서 방사선을 방출하는 레이저들에 대한 검사에서 상기 레이저들의 수명은 전위 밀도가 낮으면 낮을수록 그만큼 더 길어진다는 결과가 나왔다. 더 상세하게 말하자면, 브리지 모양의 영역이 전술된 바와 같이 전위 밀도 분포를 기준으로 하여 배치됨으로써 반도체 레이저의 수명은 더욱 연장될 수 있다.
- [0017] 한 가지 바람직한 실시 예에서 브리지 모양 영역의 종축은 반도체 몸체의 중심축에 대하여 적어도 10 μm 만큼, 바람직하게는 적어도 20 μm 만큼, 예를 들어 30 μm 이상만큼 변위 배치되어 있다. 중심축과 종축 간의 오프셋이 높으면 높을수록, 반도체 몸체상의 브리지 모양 영역의 측에서는 그만큼 더 많은 공간이 이용될 수 있다.
- [0018] 또한, 바람직하게는 브리지 모양 영역의 종축도 반도체 몸체의 가로 방향 팽창률의 적어도 0.05-배만큼, 바람직하게는 적어도 0.1-배만큼 상기 반도체 몸체의 중심축에 대하여 변위 배치되어 있다.
- [0019] 한 가지 추가의 바람직한 실시 예에서는 반도체 몸체상에 콘택 층이 배치되어 있다. 상기 콘택 층은 특히 활성 영역의 외부 전기 콘택팅을 위해서 브리지 모양 영역의 한 상부면 쪽을 향하고 있는 측으로부터 제공되었다. 상기 콘택 층은 또한 다중 층으로 형성될 수도 있다.
- [0020] 콘택 층은 바람직하게 브리지 모양 영역의 측면에서 콘택 면을 형성한다. 상기 콘택 면의 가로 방향 팽창률은 바람직하게 적어도 국부적으로는 반도체 몸체의 팽창률의 적어도 0.3-배, 특히 바람직하게는 적어도 0.4-배이다. 따라서, 브리지 모양 영역의 한 측에서는 예를 들어 와이어 본딩 결합부에 외부에서 전기적으로 콘택팅될 수 있는 비교적 크기가 큰 콘택 면이 이용될 수 있다.
- [0021] 반도체 몸체의 폭, 더 상세히 말해서 반도체 몸체의 가로 방향 팽창부의 크기가 약 250 μm 인 경우에는, 콘택 면이 예를 들어 80 μm 이상, 바람직하게는 100 μm 이상의 폭을 가질 수 있게 됨으로써, 결과적으로 와이어 본딩 결합부는 예를 들어 직경이 50 μm 내지 80 μm 인 본딩 볼(bonding ball)에 의해 간격을 두고서, 간략히 말하자면 브리지 모양의 영역에 대하여 충분히 큰 간격을 두고서 형성될 수 있다. 그럼으로써 와이어 본딩 결합부를 제조할 때에 브리지 모양의 영역이 손상될 위험은 줄어들게 되고, 와이어 본딩 방법의 정확성에 대하여 요구되는 조건들도 그 수준이 낮아지게 된다.
- [0022] 다른 말로 표현하자면, 브리지 모양 영역의 종축의 오프셋으로 인해 상기 브리지 모양 영역의 한 측에서는 반도체 몸체의 팽창률을 확대시키지 않고서도 가로 방향으로 확장된 콘택 면이 이용될 수 있다. 더 상세하게 말하자면, 개별 반도체 몸체가 성장 기판을 차지하는 부분이 작게 유지될 수 있음으로써, 결과적으로 성장 기판상에서는 더 많은 개수의 반도체 몸체가 형성될 수 있으며, 그럼에도 이 경우에는 반도체 몸체가 높은 등급의 결정 품질을 갖게 되는 동시에 외부에서 전기적으로 우수하게 콘택팅 될 수 있다.
- [0023] 반도체 몸체, 특히 활성 영역은 바람직하게 질화물성 화합물 반도체 재료를 기본으로 한다.

- [0024] 상기 내용과 관련하여 "질화물-화합물 반도체를 기본으로 하는"이라는 표현이 의미하는 바는, 활성의 에피택시-층 시퀀스 또는 상기 층 시퀀스의 적어도 하나의 층이 질화물-III/V-화합물 반도체 재료, 바람직하게는 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 을 포함하며, 이 경우에는 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ 그리고 $x + y \leq 1$ 이 적용된다. 이때 상기 재료는 반드시 상기 일반식에 따른 수학적으로 정확한 조성을 가질 필요는 없다. 오히려 상기 재료는 하나 또는 다수의 도펀트 그리고 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ -재료의 특징적인 물리적 특성들을 실제로 변경시키지 않는 추가의 성분들을 가질 수 있다. 하지만, 간략화를 위해서 상기 일반식은, 결정 격자의 주요 성분들(Al, Ga, In, N)이 부분적으로 소량의 추가 물질로 대체될 수 있다 하더라도 단지 상기 결정 격자의 주요 성분들만을 함유한다.
- [0025] 질화물-화합물 반도체를 기본으로 하는 반도체 레이저에 의해서는 자외선 스펙트럼 범위로부터 출발하여 청색 스펙트럼 범위를 거쳐서 녹색 스펙트럼 범위에까지 이르는 방사선이 발생할 수 있다. 하지만, 다른 반도체 재료, 특히 다른 화합물 반도체 재료, 예를 들어 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{AS}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ 그리고 $x + y \leq 1$)도 당연히 적색 또는 적외선 스펙트럼 범위 안에 있는 방사선의 발생을 위해서 사용될 수 있다.
- [0026] 한 가지 실시 예에 따르면, 다수의 반도체 물체를 제조하기 위한 방법에서는 분리선들에 의해 상호 분리된 다수의 소자 영역을 갖는 캐리어가 제공된다. 상기 캐리어 상에, 예를 들어 성장 기관상에는 방사선 발생을 목적으로 제공된 활성 영역을 갖는 반도체 층 시퀀스가 증착되는데, 바람직하게는 MBE 또는 MOCVD 방식에 의해서 에피택셜 성장 방식으로 증착된다. 두 개의 이웃하는 분리선 사이에 상기 분리선들에 대하여 수직으로 뻗는 방향으로 제 1 브리지 모양의 영역 및 제 2 브리지 모양의 영역이 나란히 형성되는 방식으로 상기 반도체 층 시퀀스로부터 다수의 브리지 모양 영역이 형성된다. 상기 브리지 모양의 영역들 중에 적어도 하나의 브리지 모양 영역은 상기 브리지 모양 영역에 가장 가깝게 놓인 분리선보다는 이웃하는 분리선들 사이에서 뻗는 하나의 중심선에 더 가까이 배치되어 있다. 반도체 층 시퀀스들은 각각 적어도 하나의 브리지 모양 영역을 갖는 다수의 반도체 물체로 분리된다.
- [0027] 분리선들은 바람직하게 상기 분리선들 사이에서 뻗는 영역들에 비해 전위 밀도가 증가된 캐리어 영역들을 따라서 뻗는다. 그에 상응하게 중심선들은 중앙에서, 더 상세하게 말하자면 전위 밀도가 낮아서 결정 품질이 우수한 영역의 분리선들 사이에서 등거리로 뻗는다.
- [0028] 더 상세하게 말하자면, 캐리어는 가로 방향으로 중심선으로부터 분리선들에 이르기까지 전위 밀도가 점차 증가하도록 형성될 수 있다. 즉, 전위 밀도는 중심선으로부터 출발하여 두 개의 분리선에 이르기까지 점차로 증가한다. 다른 말로 표현하자면, 분리선들의 영역에서의 전위 밀도는 중심선들의 영역에서의 전위 밀도보다 더 높다.
- [0029] 한 가지 추가의 바람직한 실시 예에서 캐리어는 갈륨 질화물(GaN)을 기본으로 한다. 전위 밀도가 높은 스트립 모양의 영역들(다시 말해 분리선들을 따라서 뻗는 영역들) 그리고 상기 스트립 모양 영역들 사이에서 뻗는 전위 밀도가 낮은 영역들(다시 말해 중심선을 따라서 뻗는 영역들)을 갖는 갈륨 질화물 기관들은 예를 들어 간행물 US 6,812,496 B2호에 기재되어 있으며, 상기 간행물의 공개 내용은 이와 같은 정도까지 본 출원서에 수용된다.
- [0030] 분리(separating) 과정은 바람직하게 분리선들을 따라서 그리고 중심선들을 따라서, 더 상세하게 말하자면 상기 제 1 브리지 모양 영역과 제 2 브리지 모양 영역 사이에서도 이루어진다.
- [0031] 두 개의 브리지 모양 영역이 두 개의 이웃하는 분리선 사이에 배치되는 배열 상태에 의해서는, 기관의 크기가 동일한 경우에 훨씬 더 많은 개수의 반도체 소자, 특히 반도체 레이저가 기관상에 형성될 수 있게 된다. 그럼으로써, 제조시에 두 개의 이웃하는 분리선 사이에 있는 영역에서 가로 방향으로 단 하나의 반도체 물체만이 나타나는 배열 상태에 비해 제조 비용이 줄어들 수 있다.
- [0032] 또한, 적어도 하나의 브리지 모양 영역이 중심선 쪽으로 배치된 배열 상태에 의해서는, 기관상에서 결정 품질이 우수한 영역에 브리지 모양의 영역이 형성되도록 보증된다.
- [0033] 두 개의 브리지 모양 영역은 바람직하게 각각 가장 가깝게 놓인 분리선보다는 중심선에 더 가까이 배치되어 있다. 제 1 브리지 모양 영역 및 제 2 브리지 모양 영역이 중심선에 더 가까이 배치될수록, 브리지 모양 영역에서의 결정 품질은 그만큼 더 우수해질 수 있다.
- [0034] 특히 제 1 브리지 모양 영역을 갖는 반도체 물체 및 제 2 브리지 모양 영역을 갖는 반도체 물체는 기본 형상에 있어서 서로 대칭으로 형성될 수 있다.
- [0035] 한 가지 변형 실시 예에서는 중심선이 하나의 대칭축을 형성함으로써, 결과적으로 반도체 물체들, 다시 말해 제

1 브리지 모양 영역을 갖는 반도체 몸체 및 제 2 브리지 모양 영역을 갖는 반도체 몸체는 서로 축 대칭이 된다.

[0036] 한 가지 대안적인 변형 실시 예에서는 반도체 몸체들이 서로 점 대칭으로 배치되어 있으며, 이 경우 대칭점은 바람직하게 중심선 상에 놓여 있다.

[0037] 전위 밀도가 중심선으로부터 출발하여 분리선들의 방향으로 가면서 점차 증가하는 기관의 경우에 두 개의 브리지 모양 영역은 각각 전위 밀도가 낮은 영역에서 형성될 수 있다.

[0038] 바람직하게 제 1 브리지 모양 영역 및/또는 제 2 브리지 모양 영역은 가장 가깝게 놓인 분리선보다는 중심선에 적어도 10 μm 만큼 더 가까이, 바람직하게는 적어도 20 μm 만큼 더 가까이 배치되어 있다.

[0039] 한 가지 바람직한 실시 예에서는, 중심선으로부터 떨어져서 마주보는 측에서 브리지 모양 영역들에 각각 외부 전기 콘택팅을 위해서 제공된 콘택 면이 할당되는 방식으로 콘택 층이 반도체 층 시퀀스 상에 형성된다.

[0040] 전술된 방법은 기관상에 두 가지의 반도체 몸체가 동시에, 다시 말해 제 1 브리지 모양의 영역을 갖는 반도체 몸체 및 제 2 브리지 모양의 영역을 갖는 반도체 몸체가 동시에 형성되는 결과를 낳는다. 이와 같은 결과는 캐리어 상에, 특히 성장 기관상에 오로지 동일한 유형의 소자들만이 매트릭스 형태의 배열 상태로 형성되는 각각 하나의 주기적인 패턴을 제공함으로써 결과적으로 분리 후에는 이때 나타나는 모든 소자가 동일한 구조를 갖게 되는 반도체 기술 분야에서의 통상적인 조치 방식에 상반되는 결과이다.

[0041] 하지만, - 바람직하지 않게 - 브리지 모양의 영역이 반도체 몸체의 중심축에 대하여 각각 비대칭으로 배열된 두 가지 이상의 상이한 반도체 몸체가 형성됨에도 상기 제조 방법은 개선될 수 있다고 밝혀졌는데, 그 이유는 상기 와 같은 방법에 의해서는 결정 품질이 우수하고 그로 인해 수명이 연장된 반도체 몸체가 전반적으로 훨씬 더 경제적으로 제조될 수 있으며, 또한 이와 같은 반도체 몸체는 외부에서 특히 간단하게 전기적으로 콘택팅 될 수 있기 때문이다. 또한, 개별 반도체 몸체는 수명 그리고 동작 중의 방출 능력과 관련해서도 비교적 적은 편차를 갖는데, 그 이유는 브리지 모양의 영역들이 각각 반도체 재료 영역들 내에서 대등한 전위 밀도로 형성되기 때문이다.

[0042] 한 가지 바람직한 실시 예에서 콘택 층은 제 1 브리지 모양의 영역을 갖는 반도체 몸체가 제 2 브리지 모양의 영역을 갖는 반도체 몸체와 시각적으로 구별될 수 있도록 형성된다. 이와 같은 방식에 의해서는, 상이한 반도체 몸체들이 후속하는 개별 제조 단계들에 신뢰할만하게 그리고 명백히 할당 가능하게 제공될 수 있게 된다.

[0043] 한 가지 바람직한 개선 예에서는 반도체 몸체들이 자동적인 시각적 식별에 의해 상호 구별됨으로써, 결과적으로 상기 제조 방법은 두 가지의 반도체 몸체가 형성됨에도 후속하는 개별 단계들에서 높은 자동화 효율로 실시될 수 있다.

[0044] 한 가지 추가의 바람직한 실시 예에서 콘택 면의 팽창률은 두 개 분리선의 간격의 적어도 20 %에 달한다. 이와 같은 팽창률에 의해서는, 제조된 반도체 몸체들이 간단히 외부에서 전기적으로 콘택팅 될 수 있게 된다. 그와 동시에 콘택 면들은 브리지 모양 영역들의 비대칭 배열 상태로 인해 단지 전위 밀도가 비교적 높은 기관 영역들만을 덮게 된다.

[0045] 전술된 방법이 특히 전반부에 언급된 반도체 레이저를 제조하기에 적합함으로써, 결과적으로 상기 방법과 관련하여 기술된 특징들은 반도체 레이저에 대해서도 적용될 수 있으며, 그 역(inverse)도 역시 가능하다.

[0046] 추가의 실시 예들 및 합목적성은 도면과 연관된 실시 예들에 대한 아래의 상세한 설명으로부터 드러난다.

도면의 간단한 설명

[0047] 도 1a 및 도 1b는 반도체 레이저에 대한 한 가지 실시 예를 개략적인 평면도(도 1b)로 그리고 해당 단면도(도 1a)로 보여주고 있으며; 그리고

도 2a 내지 도 2d는 제조 방법에 대한 한 가지 실시 예를 개략적인 단면도로 도시된 중간 단계들(도 2a 내지 도 2c) 및 도 2d의 평면도를 참조해서 보여주고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0048] 각각의 도면에서 동일한, 동일한 형태의 또는 동일한 작용을 하는 소자들에는 동일한 도면 부호가 제공되었다.

[0049] 도면들은 각각 개략도이기 때문에 절대적으로 척도에 맞지는 않는다. 오히려 비교적 크기가 작은 소자들 및 특히 층 두께는 개관을 명료하게 할 목적으로 과도하게 크게 도시될 수 있다.

- [0050] 반도체 레이저에 대한 한 가지 실시 예는 도 1b에서는 개략적인 평면도로 도시되어 있고, 도 1a에서는 선 AA'를 따라 해당 단면도로 도시되어 있으며, 이 경우 반도체 레이저는 릿지 도파로 구조의 엣지 방출 레이저(ridge waveguide laser)로서 형성되었다.
- [0051] 반도체 레이저(1)는 반도체 몸체(2)를 구비한다. 반도체 몸체(2)는 방사선 발생을 목적으로 제공된 활성 영역(20), 제 1 반도체 층(21) 및 제 2 반도체 층(22)을 갖는 반도체 층 시퀀스를 포함한다. 상기 반도체 층 시퀀스는 반도체 몸체를 형성한다. 반도체 몸체(2)는 캐리어(5) 상에 배치되어 있다. 캐리어(5)는 예를 들어 반도체 몸체(2)의 반도체 층 시퀀스를 위한 성장 기판일 수 있다.
- [0052] 성장 기판으로서의 예를 들어 갈륨 질화물을 기본으로 하는 성장 기판, 특히 전위 밀도가 상대적으로 더 높고 스트립 형태로 형성된 영역들 사이에 전위 밀도가 매우 낮은 영역들이 배치된 기판이 적합하다.
- [0053] 그러나 그와 달리 캐리어(5)는 성장 기판과 상이할 수도 있다. 이 경우에 캐리어는 성장 기판의 결정 품질에 대한 높은 요구 조건들을 반드시 충족시킬 필요는 없으며, 오히려 예를 들어 열 전도성, 열 팽창 또는 경제적인 이용 가능성과 같은 다른 특성들을 고려해서 선택될 수 있다.
- [0054] 상기의 경우에는 캐리어(5)가 반도체 몸체(2)를 기계적으로 안정화시킬 수 있음으로써, 결과적으로 성장 기판은 더 이상 필요 없게 되고, 따라서 제거될 수 있다.
- [0055] 제 1 반도체 층(21) 및 제 2 반도체 층(22)은 바람직하게 서로 상이한 도전형을 갖는다. 예를 들어 제 1 반도체 층은 p-전도성으로 그리고 제 2 반도체 층은 n-전도성으로 형성될 수 있거나 또는 그 반대로 형성될 수 있다. 상기 제 1 반도체 층 및 제 2 반도체 층은 바람직하게 다층으로 형성되었다. 특히 상기 제 1 반도체 층 및 제 2 반도체 층은 각각 활성 영역(20) 쪽을 향하는 측에는 도파관(waveguide) 층을 구비할 수 있고, 활성 영역으로부터 떨어져서 마주보는 상기 도파관 층의 측에는 피복 층(cladding layer)을 구비할 수 있다. 이 경우에는 상기 피복 층들이 바람직하게 상기 도파관 층들보다 더 작은 굴절률을 가짐으로써, 결과적으로 활성 영역(20) 내에서 발생한 방사선은 도파관 층 내부에서 가이드 된다. 피복 층들 및 도파관 층들은 단지 도면을 간략하게 할 목적으로 도면에 명시적으로 도시되어 있지 않다.
- [0056] 반도체 몸체(2)는 제 1 측면(15) 및 제 2 측면(16)을 가지며, 상기 두 개의 측면은 반도체 몸체를 가로 방향으로 제한한다. 상기 두 개 측면 사이의 중앙에서는 반도체 몸체의 중심축(25)이 뻗는다.
- [0057] 반도체 몸체(2)는 세로 방향으로 방사선 통과면(10) 그리고 상기 방사선 통과 면에 마주 놓인 후면(11)을 구비한다. 상기 방사선 통과 면 및 후면이 공진기를 형성함으로써, 결과적으로 활성 영역(20) 내에서는 작동 중에 균일한 방사선이 발생할 수 있으며, 이 경우 방출 방향은 상기 방사선 통과 면에 대하여 수직이거나 또는 대체로 수직이다. 반사율에 영향을 미치기 위하여 상기 방사선 통과 면 및 후면에는 코팅이 제공될 수 있다(각 도면에는 명시적으로 도시되어 있지 않음). 바람직하게는 후면에서의 반사율이 방사선 통과 면에서의 반사율보다 더 높다.
- [0058] 또한, 반도체 몸체(2)는 방출 방향으로 뻗는 종축(30)을 갖는 브리지 모양의 영역(3)을 구비하며, 이 경우 상기 브리지 모양 영역에 의해서는 활성 영역에서 발생하는 균일한 방사선을 가로 방향으로 가이드 할 목적으로 제공된 릿지 도파관이 형성된다. 상기 종축이 반도체 몸체(2)의 중심축(25)에 대하여 변위 배치됨으로써, 결과적으로 상기 중심축(25)은 제 2 측면(16)보다는 제 1 측면(15)에 더 가까이 배치되어 있다.
- [0059] 화살표(9)는 전위 밀도 기울기의 파형을 지시하고 있으며, 이 경우 전위 밀도는 화살표 방향으로 가면서 점차 감소한다. 상기 내용이 의미하는 바는 브리지 모양의 영역(3)이 전위 밀도가 가장 낮은 반도체 몸체(2)의 영역에 형성되어 있다는 것이다. 따라서, 반도체 몸체의 결정 품질은 반도체 레이저의 작동 중에 방사선을 발생하기 위해 결정적인 역할을 하는 영역에서 가장 우수하다.
- [0060] 상기 브리지 모양 영역의 종축은 바람직하게 반도체 몸체(2)의 중심축에 대하여 적어도 10 μm 만큼, 특히 바람직하게는 적어도 20 μm 만큼, 예를 들어 30 μm 이상만큼 변위 배치되어 있다.
- [0061] 상기와 같은 방식에 의해서는 브리지 모양의 영역(3)이 비교적 우수한 결정 품질을 갖게 된다.
- [0062] 반도체 몸체(2) 상에는 콘택 층(4)이 형성되어 있다. 콘택 층(4)은 상기 브리지 모양 영역(3)의 상부 면(35)으로부터 예를 들어 와이어 본딩 결합을 이용하여 활성 영역(2)을 외부에서 전기적으로 콘택팅 할 목적으로 이용된다.
- [0063] 반도체 몸체(2)로부터 떨어져서 마주하는 상기 캐리어(5)의 측에는 추가의 콘택 층(45)이 형성되어 있으며, 상

기 추가의 콘택 층은 캐리어(5)를 통해 제 2 반도체 층(22)에 도전 접속되어 있다. 콘택 층(4) 및 추가의 콘택 층(45)에 의해서는 반도체 레이저(1)의 작동 중에 상이한 측들로부터 전하 캐리어가 활성 영역(20) 내부로 주입될 수 있고, 그곳에서 방사선 방출 중에 재결합될 수 있다.

- [0064] 또한, 콘택 층(4)과 반도체 몸체(2) 사이에는 절연 층(6)이 국부적으로 배치되어 있으며, 상기 절연 층은 활성 영역의 전기적인 단락을 방지한다. 상기 절연 층(6)은 브리지 모양 영역(3)의 상부 면(35)에 리세스(65)를 가지며, 상기 리세스 내에서 콘택 층(4)은 제 1 반도체 층(21)에 인접하고, 브리지 모양 영역의 상부 면(35)으로부터 반도체 몸체까지 도전 접속을 만들어준다.
- [0065] 브리지 모양 영역(3)의 측면에서 상기 콘택 층(4)은 본딩 와이어를 이용한 외부 콘택팅을 위해서 제공된 콘택 면(40)을 형성한다.
- [0066] 상기 콘택 층(4) 및/또는 추가의 콘택 층(45)은 바람직하게 금속, 예를 들어 금, 니켈, 티타늄, 플라티늄, 로듐, 팔라듐, 은, 알루미늄 혹은 크롬 또는 전술된 금속들 중에 적어도 한 가지 금속과의 금속성 합금을 함유한다. 상기 콘택 층들은 다층으로 형성될 수도 있다.
- [0067] 상기 활성 영역은 질화물성 화합물 반도체 재료를 기본으로 하며, 자외선, 청색 또는 녹색 스펙트럼 범위에서 방사선을 발생하기 위해 제공되었다. 다른 반도체 재료, 특히 III/V-화합물 반도체 재료, 다시 말하자면 InGaAlAs 또는 InGaAlP도 물론 사용될 수 있다.
- [0068] 콘택 면(40)의 가로 방향 팽창률은 바람직하게 반도체 몸체(2)의 팽창률의 적어도 0.3-배, 특히 바람직하게는 적어도 0.4-배이다. 이와 같은 상황에 의해서는 반도체 몸체가 캐리어(5)로부터 떨어져서 마주한 측으로부터 간단한 방식으로 전기적으로 콘택팅 될 수 있게 된다.
- [0069] 예를 들어 반도체 몸체(2)의 폭이 200 μm 인 경우에 상기 콘택 면의 가로 방향 팽창부는 대략 80 μm 이상의 폭, 예를 들면 105 μm 의 폭을 가질 수 있다. 따라서, 반도체 몸체가 와이어 본딩 방법에 의해서 간단하고도 신뢰할 만한 방식으로 전기적으로 콘택팅 될 수 있게 된다. 그와 달리 반도체 몸체의 폭이 단지 200 μm 인 경우에 브리지 모양의 영역이 대칭으로 배열된 경우에는, 와이어 본딩 결합이 상기 브리지 모양의 영역에 너무 가깝게 생성됨으로써 와이어 본딩 결합을 제조할 때에 상기 브리지 모양의 영역이 손상될 위험이 존재할 수 있다.
- [0070] 제조 방법에 대한 한 가지 실시 예는 도 2a 및 도 2c에 개략적인 단면도로 도시된 그리고 도 2d에 평면도로 도시된 중간 단계들을 참조해서 설명된다.
- [0071] 도 2a에 도시된 바와 같이, 스트립 모양의 구조를 갖는 기관이 캐리어(5)로서 제공된다. 서로 이웃하여 평행하게 뻗는 두 개 분리선(7)의 간격은 100 μm 내지 600 μm , 바람직하게는 200 μm 내지 500 μm , 예를 들어 400 μm 일 수 있다.
- [0072] 도면을 간략히 하기 위하여 도면들에는 각각 두 개의 이웃하는 분리선(7) 사이에서 뻗는 단 하나의 캐리어(5) 영역만이 도시되어 있다. 캐리어(5)의 상부 면에서 분리선들(7)은 스트립 모양의 패턴을 형성하며, 이 경우 분리선들을 따라서 나타나는 결함 빈도(defect density)는 분리선들 사이에서 나타나는 결함 빈도보다 더 높다. 도면들에는 또한 개관을 명확하게 할 목적으로 분리선들(7)의 절반 간격에서 상기 분리선들에 대하여 평행하게 뻗는 중심선(8)이 도시되어 있다.
- [0073] 화살표(9)는 중심선(8)으로부터 분리선들(7)까지 가면서 점차 감소하는 전위 밀도의 기울기를 지시하고 있으며, 이때에는 중심선들의 주변 영역에서 캐리어의 결정 품질이 각각 가장 우수하다.
- [0074] 캐리어(5) 상에서는 활성 영역(20), 제 1 반도체 층(21) 및 제 2 반도체 층(22)을 구비하는 반도체 층 시퀀스(200)가 예를 들어 MBE 또는 MOCVD 방식에 의해서 에피택셜 방식으로 증착된다.
- [0075] 상기 반도체 층 시퀀스(200)는 캐리어에 대한 평면도에서 분리선들(7)에 대하여 평행하게 뻗는 종축(30)을 갖는 브리지 모양의 영역들(3)이 형성되도록 구조화된다(도 2b).
- [0076] 상기와 같은 구조는 예를 들어 습식 화학적인 또는 건식 화학적인 에칭에 의해서 이루어질 수 있다.
- [0077] 본 발명에서 구조화는 두 개의 이웃하는 분리선(7) 사이에 제 1 브리지 모양 영역(31) 및 제 2 브리지 모양 영역(32)이 가로 방향으로 나란히 형성되는 방식으로 이루어진다. 상기 브리지 모양의 영역들(31, 32)은 각각 가장 가깝게 놓인 분리선(7)보다는 중심선(8)에 더 가까이 배치되어 있다. 따라서, 두 개의 브리지 모양 영역은 중심선에 가깝게 배치되고, 그로 인해 우수한 결정성 품질을 가질 수 있게 된다.

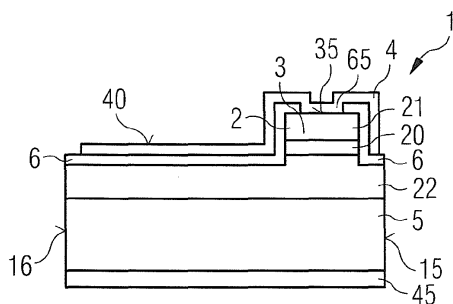
- [0078] 또한, 제 1 브리지 모양 영역(31)을 갖는 반도체 몸체(2) 및 제 2 브리지 모양 영역(32)을 갖는 반도체 몸체는 중심선에 대하여 축 대칭으로 형성되어 있다.
- [0079] 따라서, 분리선들(7) 및 중심선(8)을 따라 이루어지는 추후의 분리 과정에서는 웨이퍼 결합체로부터 두 가지의 상이한 반도체 몸체가 나타나게 되며, 이 경우 방출 방향으로 볼 때에 제 1 브리지 모양 영역(31)을 갖는 반도체 몸체의 경우에는 상기 브리지 모양의 영역(31)이 중심축(25)에 대하여 우측으로 변위 되어 있고, 제 2 브리지 모양의 영역(32)은 중심축(25)에 대하여 좌측으로 변위 되어 있다(도 2d 참조).
- [0080] 그와 달리 브리지 모양의 영역들이 반도체 몸체의 중앙에 배치된 종래의 배열 상태, 더 상세하게 말해서 반도체 몸체의 중심축과 브리지 모양 영역의 종축 간에 오프셋이 없는 배열 상태에서는 상기 브리지 모양의 영역들이 분리선들에 더 가깝게 뻗음으로써 저하된 결정 품질을 갖게 될 수 있다.
- [0081] 도 2c에 도시된 바와 같이, 구조화된 반도체 층 시퀀스(200) 상에서는 절연 층(6)이 형성되며, 상기 절연 층은 브리지 모양 영역들(31, 32)의 상부 면에 각각 리세스들(65)을 갖는다. 상기 절연 층은 특히 활성 영역(20)을 전기적인 단락으로부터 보호하기 위해서 제공되었다.
- [0082] 상기 절연 층을 위한 재료로서는 예를 들어 규소 질화물과 같은 질화물 또는 티타늄 산화물 혹은 규소 산화물과 같은 산화물 또는 규소 옥시니트라이드(oxinitride)와 같은 옥시니트라이드가 적합하다.
- [0083] 그 다음에는 반도체 층 시퀀스(200) 상에 콘택 층(4)이 증착되는데, 상기 콘택 층은 리세스들(65)을 통과하여 브리지 모양 영역들(31, 32)의 영역에서 제 1 반도체 층(21)에 대하여 전기 콘택을 형성한다.
- [0084] 그럼으로써 제 1 브리지 모양 영역(31) 및 제 2 브리지 모양 영역(32)의 측면에서는 제 1 콘택 면(41) 또는 제 2 콘택 면(42)이 생성되며, 상기 콘택 면들은 반도체 레이저의 외부 전기 콘택팅을 위해서 제공되었다.
- [0085] 상기 콘택 면들의 가로 방향 팽창률은 바람직하게 이웃하는 두 개 분리선의 간격의 적어도 20 %에 달한다.
- [0086] 반도체 층 시퀀스(200)로부터 떨어져서 마주하는 캐리어(5)의 측에서는 또한 하부 측 외부 전기 콘택팅을 위해서 이용되는 추가의 콘택 층(45)이 증착된다.
- [0087] 콘택 층(4) 및/또는 추가 콘택 층(45)의 증착은 예를 들어 스퍼터링 또는 진공 증착 공정에 의해서 이루어질 수 있다. 또한, 상기 콘택 층 및/또는 추가의 콘택 층은 다층으로도 형성될 수 있다.
- [0088] 분리선들(7)에 대하여 수직으로 분리가 이루어진 후에는 방사선 통과 면(10) 및 후면(11)의 코팅이 이루어질 수 있다. 상기 코팅 과정은 특히 반도체 몸체들이 분리선들(7)을 따라서 그리고 중심선들(8)을 따라서 분리되기 이전에 실시될 수 있다.
- [0089] 반도체 레이저를 완성하기 위하여 캐리어는 분리선(7) 및 중심선(8)을 따라서 분할된다. 분리 과정이 종료된 후에는 각각 반도체 몸체(2)의 제 1 측면들(15)은 중심선(8)을 따라서 뻗고, 제 2 측면들(16)은 분리선(7)을 따라서 뻗는다.
- [0090] 상기 분할 과정은 특히 예를 들어 스플리팅(splitting), 밀링(milling), 스크래칭(scratching) 또는 소잉(sawing) 공정을 이용하여 기계식으로, 예를 들어 습식 화학적인 에칭 혹은 건식 화학적인 에칭 공정을 이용하여 화학식으로, 그리고/또는 레이저 방사과 같은 균일한 방사를 이용해서 이루어질 수 있다.
- [0091] 도 2d에 도시된 바와 같이, 제 1 브리지 모양의 영역(31)을 갖는 반도체 몸체 및 제 2 브리지 모양의 영역(32)을 갖는 반도체 몸체는 상기 브리지 모양의 영역들이 변위 배치된 배열 상태에 있어서 뿐만 아니라, 콘택 면들(41 또는 42)이 방사선 통과 면(10)의 방향으로 볼 때 브리지 모양 영역의 상이한 측들에 배치되어 있는 기본적인 형상에 있어서도 서로 구별된다.
- [0092] 또한, 콘택 면(42)은 마커(420)(marker)를 가지며, 상기 마커를 참조해서 반도체 몸체들(2)은 분리 후에도 예를 들어 자동적인 시각적 식별에 의해 서로 간단히 구별될 수 있다. 따라서, 반도체 몸체들은 후속하는 제조 단계들에 신뢰할만하게 그리고 자동화 가능하게 제공될 수 있게 된다. 콘택 층을 참조해서 이루어지는 구별 방식이 특히 유리한데, 그 이유는 상기 콘택 층이 통상적으로 금속성인 자체 표면 때문에 반도체 레이저의 나머지 표면에 대하여 강한 대비(contrast)를 나타내기 때문이다.
- [0093] 상기 실시 예에서 마커는 예를 들어 단지 제 2 콘택 면(42)의 크기가 제 1 콘택 면(41)의 크기에 비해 축소된 영역으로서만 구현되었다.
- [0094] 그와 달리 다른 유형의 마커도 형성될 수 있으며, 이 경우 마커들은 또한 반드시 반도체 몸체(2)의 전기적인 콘

택팅을 위해서 이용될 필요까지는 없는 별도의 영역들로서 반도체 몸체상에 형성될 수도 있다.

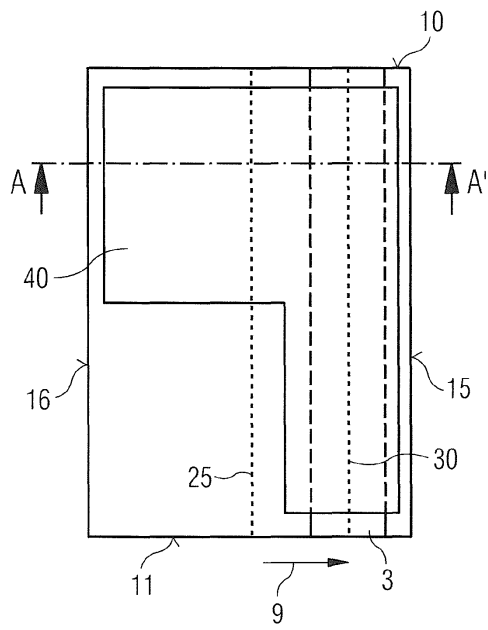
- [0095] 예를 들어 마커(420)는 콘택 면들(40)로부터 간격을 두고 배치된 도형 문자의 형태로, 말하자면 숫자 및/또는 철자의 형태로도 반도체 몸체(2) 상에 형성될 수 있다.
- [0096] 상기 실시 예에서는 브리지 모양의 영역(3)이 단지 예로서만 도시되었으며, 이 경우에는 활성 영역(20)이 상기 브리지 모양의 영역 안에 형성되어 있다.
- [0097] 그와 달리 브리지 모양의 영역(3)은 구조화의 경우에 활성 영역(20)이 분리되지 않도록 형성될 수도 있으며, 이 때에는 단지 제 1 반도체 층(21)만이 브리지 모양의 영역을 형성한다. 이 경우에는 절연 층(6)도 생략될 수 있다. 또한, 상기 브리지 모양의 영역을 예를 들어 콘택 층(4)의 스트립 모양 영역의 형태로 반도체 몸체 외부에 형성하는 것도 생각할 수 있다.
- [0098] 또한, 상기 실시 예와 달리 제 1 브리지 모양의 영역(31)을 갖는 반도체 몸체(2) 및 제 2 브리지 모양의 영역(32)을 갖는 반도체 몸체는 특히 중심선(8) 상에 있는 대칭점에 의해 서로 점 대칭으로 형성될 수도 있다. 그럼으로써, 캐리어를 분리할 때에 동일한 형태의 반도체 레이저가 나타날 수 있게 된다.
- [0099] 상기의 경우에 제 1 브리지 모양의 영역(31)을 갖는 반도체 몸체의 방사선 통과 면 및 제 2 브리지 모양의 영역(32)을 갖는 반도체 몸체의 방사선 통과 면은 분리 과정 전에는 상이한 측들에서 중심선(8)을 따라 존재한다. 그로 인해 방사선 통과 면(10) 및 후면(11)의 코팅이 바람직하게는 반도체 몸체의 분리 후에 이루어지게 됨으로써, 결과적으로 후면들은 각각 방사선 통과 면들보다 더 높은 반사율을 가질 수 있게 된다.
- [0100] 본 특허 출원서는 독일 특허 출원서 제 10 2009 058 345.9호를 우선권으로 주장하며, 상기 우선권 서류의 공개 내용은 인용의 방식으로 본 출원서에 수용된다.
- [0101] 본 발명은 실시 예들을 참조하는 상세한 설명으로 인해 상기 실시 예들에만 한정되지 않는다. 오히려 본 발명은 각각의 새로운 특징 그리고 상기 특징들의 각각의 조합을 포함하며, 상기 특징 또는 특징 조합 자체가 특허 청구범위 또는 실시 예들에 명시적으로 기재되어 있지 않더라도, 특히 상기 각각의 특징 조합은 특허청구범위에 포함된 것으로 간주한다.

도면

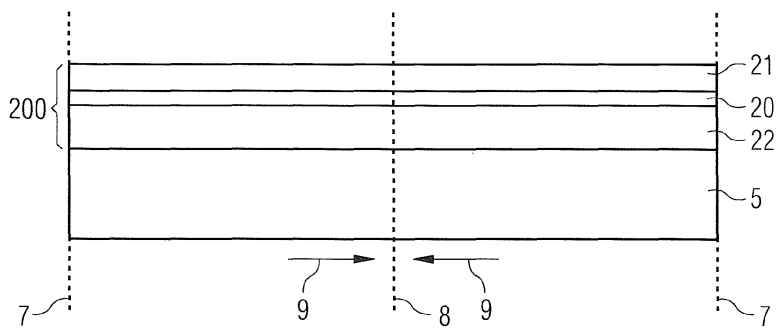
도면1a



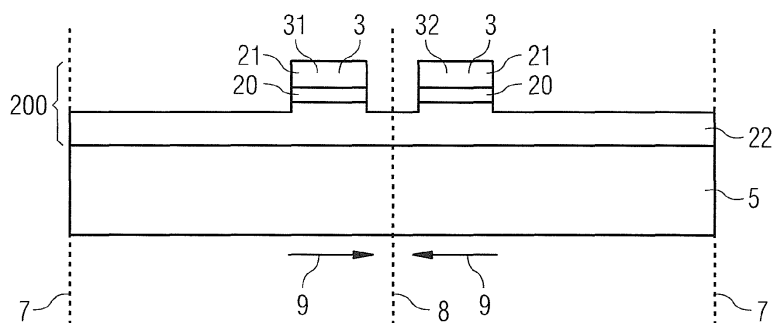
도면1b



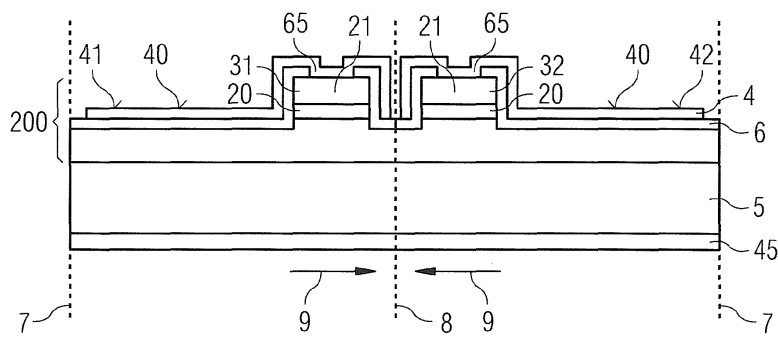
도면2a



도면2b



도면2c



도면2d

