



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0034738  
(43) 공개일자 2009년04월08일

(51) Int. Cl.

H01S 5/20 (2006.01) H01S 3/0941 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0095119

(22) 출원일자 2008년09월29일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

JP-P-2007-00259429 2007년10월03일 일본(JP)

(71) 출원인

소니 가부시키 가이샤

일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1

(72) 발명자

히라타 쇼지

일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소니 가부시키 가이샤 나이

아사츠마 츠네노리

일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소니 가부시키 가이샤 나이

타키구치 요시로

일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소니 가부시키 가이샤 나이

(74) 대리인

이화익, 권태복

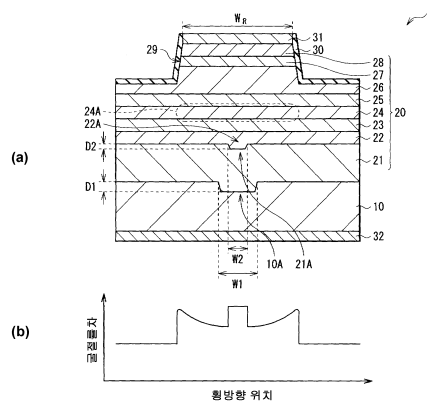
전체 청구항 수 : 총 43 항

#### (54) 반도체 레이저 및 그 제조방법

#### (57) 요약

NFP를 안정적이고 균일한 형상으로 하는 것이 가능한 반도체 레이저를 제공한다. 반도체층(20)의 상부에 띠 형태의 릿지부(24)를 구비하고, 반도체층(20) 중 릿지부(24)와의 대응 영역에, 연장 방향을 향해서 연장되는 띠 형태의 볼록부(22A)를 가진다. 이에 따라, 활성층(24)에서 발광한 빛이, 릿지부(24) 및 볼록부(22A)에 의해 형성되는 굴절률 분포에 대응한 도파기구에 의해 도파하므로, 릿지부(24) 및 볼록부(22A)의 양쪽의 도파기구의 상호작용에 의해, 횡모드를 안정화하여, 필라멘트 발광을 억제할 수 있다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

반도체 기판 상에, 활성층과, 상기 활성층에 주입되는 전류를 협착하는 1 또는 복수의 띠 형태의 전류 협착구조와, 상기 전류 협착구조의 연장 방향을 향해서 연장되는 1 또는 복수의 띠 형태의 볼록부를 포함하는 적층구조를 구비한 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 적층구조는, 제1도전형 반도체층, 상기 활성층 및 제2도전형 반도체층을 상기 반도체 기판측으로부터 이 순서로 가지고,

상기 볼록부는, 상기 제1도전형 반도체층 및 상기 제2도전형 반도체층의 적어도 한쪽의 내부에 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

### 청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 볼록부가, 상기 제1도전형 반도체층의 내부에 형성되어 있는 경우에는, 상기 반도체 기판측으로 돌출되어 있고, 상기 제2도전형 반도체층의 내부에 형성되어 있는 경우에는, 상기 반도체 기판과는 반대측으로 돌출되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

### 청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 볼록부의 높이는, 50nm 이상 100nm 이하이며,

상기 볼록부의 폭은, 2 $\mu$ m 이상 5 $\mu$ m 이하인 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

### 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 반도체 기판은, 상기 볼록부에 대응하는 영역에, 상기 볼록부의 높이보다도 깊고, 또한 상기 볼록부의 폭보다도 넓은 띠 형태의 오목부를 가지고 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

### 청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 오목부의 깊이는, 100nm 이상 200nm 이하이며,

상기 오목부의 폭은, 5 $\mu$ m 이상 10 $\mu$ m 이하인 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

### 청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 활성층은, 요철이 없는 평탄한 면 내부에 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

### 청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 볼록부는, 상기 전류 협착구조의 폭 방향에 있어서의 중앙 부분과의 대향 영역에 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

### 청구항 9

제 8항에 있어서,  
상기 볼록부가 복수 형성되고,  
상기 볼록부끼리의 간격은, 상기 전류 협착구조의 폭보다도 좁은 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 10

제 1항에 있어서,  
상기 볼록부는, 상기 전류 협착구조의 폭 방향에 있어서의 중앙 부분과의 대향 영역을 끼우는 한 쌍의 영역에 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 11

제 10항에 있어서,  
상기 볼록부가 복수 형성되는 동시에, 상기 대향 영역을 끼우는 한 쌍의 영역의 양쪽에 형성되고,  
상기 한 쌍의 영역의 한쪽에 형성된 상기 볼록부와, 상기 한 쌍의 영역의 다른 쪽에 형성된 상기 볼록부와의 사이의 간격은, 상기 전류 협착구조의 폭보다도 넓은 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 12

제 10항에 있어서,  
상기 볼록부가 복수 형성되는 동시에, 상기 대향 영역을 끼우는 한 쌍의 영역의 양쪽에 형성되고,  
상기 한 쌍의 영역의 한쪽에 형성된 상기 볼록부와, 상기 한 쌍의 영역의 다른 쪽에 형성된 상기 볼록부와의 사이의 간격은, 상기 전류 협착구조의 폭과 대략 같은 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 13

제 1항에 있어서,  
상기 볼록부는, 상기 전류 협착구조의 폭 방향의 중심축에 관해서 선대칭으로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 14

제 1항에 있어서,  
상기 볼록부는, 상기 전류 협착구조의 연장 방향과 평행한 방향으로 연장되어 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 15

제 1항에 있어서,  
상기 볼록부는, 상기 전류 협착구조의 연장 방향과 교차하는 방향으로 연장되어 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 16

제 1항에 있어서,  
상기 전류 협착구조는, 릿지 형상으로 되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 17

제 1항에 있어서,  
상기 전류 협착구조는, 전류 주입 영역을 한 쌍의 고저항 영역으로 끼운 구조로 되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 18

1 또는 복수의 띠 형태의 오목부를 상기 반도체 기판의 표면에 형성하는 오목부 형성공정과,

상기 오목부가 형성된 상기 반도체 기판의 상기 오목부측의 표면 상에, 제1도전형 반도체층, 활성층 및 제2도전형 반도체층을 순서대로 형성함으로써, 상기 제1도전형 반도체층의 내부 중 상기 활성층측의 상기 오목부와의 대응 영역에 띠 형태의 볼록부를 형성하는 볼록부 형성공정과,

상기 제2도전형 반도체층의 상부에, 상기 활성층에 주입되는 전류를 협착하는 전류 협착구조를, 상기 오목부의 연장 방향을 향해서 연장되어 형성하는 전류 협착구조 형성공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저의 제조방법.

#### 청구항 19

제 18항에 있어서,

상기 오목부 형성공정에 있어서, 결정성장법을 사용해서 상기 반도체 기판 상에 상기 제1도전형 반도체층 및 상기 활성층을 순서대로 형성했을 때에 상기 활성층이 요철이 없는 평탄한 면 내부에 형성되는 정도의 깊이 및 폭을 가지는 1 또는 복수의 띠 형태의 오목부를 상기 반도체 기판의 표면에 형성하는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저의 제조방법.

#### 청구항 20

활성층과, 상기 활성층에 주입되는 전류를 협착하는 1 또는 복수의 띠 형태의 전류 협착구조를 포함하는 적층구조를 구비하고,

상기 전류 협착구조는, 릿지 형상으로 되어 있고, 그 릿지 형상의 상부에, 해당 전류 협착구조의 연장 방향을 향해서 연장되는 1 또는 복수의 띠 형태의 오목부를 가지는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 21

제 20항에 있어서,

상기 오목부의 폭은,  $2\mu\text{m}$  이상  $5\mu\text{m}$  이하인 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 22

제 20항에 있어서,

상기 오목부의 깊이는, 상기 전류 협착구조의 높이와 대략 같거나, 또는 그것보다도 얇은 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 23

제 20항에 있어서,

상기 오목부는, 상기 전류 협착구조의 폭 방향에 있어서의 중앙 부분에 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 24

제 23항에 있어서,

상기 오목부가 복수 형성되고,

상기 오목부끼리의 간격은,  $2\mu\text{m}$  이상  $5\mu\text{m}$  이하인 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 25

제 20항에 있어서,

상기 오목부는, 상기 전류 협착구조의 폭 방향에 있어서의 중앙 부분을 제외한 부분에 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 26

제 25항에 있어서,

상기 오목부가 복수 형성되는 동시에, 상기 중앙 부분을 끼우는 한 쌍의 영역의 양쪽에 형성되고,

상기 중앙 부분을 끼우는 한 쌍의 영역의 한쪽에 형성된 상기 오목부와, 상기 전류 협착구조의 상부의 폭 방향에 있어서의 한쪽의 가장자리와의 사이의 간격은,  $2\mu\text{m}$  이상  $5\mu\text{m}$  이하이며,

상기 중앙 부분을 끼우는 한 쌍의 영역의 다른 쪽에 형성된 상기 오목부와, 상기 전류 협착구조의 상부의 폭 방향에 있어서의 다른 쪽의 가장자리와의 사이의 간격은,  $2\mu\text{m}$  이상  $5\mu\text{m}$  이하인 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 27

제 20항에 있어서,

상기 오목부는, 상기 전류 협착구조의 폭 방향의 중심축에 관해서 선대칭으로 형성 되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 28

제 20항에 있어서,

상기 오목부는, 상기 전류 협착구조의 연장 방향과 평행한 방향으로 연장되어 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 29

제 20항에 있어서,

상기 오목부는, 상기 전류 협착구조의 연장 방향과 교차하는 방향으로 연장되어 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 30

제 20항에 있어서,

상기 오목부가 복수 형성되고,

상기 각 오목부는, 상기 전류 협착구조의 폭 방향으로 배열되는 동시에 상기 전류 협착구조의 연장 방향으로 배열되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 31

제 30항에 있어서,

상기 각 오목부는, 불균일하게 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 32

활성층과, 상기 활성층에 주입되는 전류를 협착하는 1 또는 복수의 띠 형태의 전류 협착구조를 포함하는 적층구조를 구비하고,

상기 전류 협착구조는, 띠 형태의 전류 주입 영역을 한 쌍의 고저항 영역으로 끼운 구조로 되어 있고, 또한 상기 전류 주입 영역의 폭 방향에 있어서의 중앙 부분에, 상기 전류 주입 영역의 연장 방향을 향해서 연장되는 1 또는 복수의 띠 형태의 오목부를 가지는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 33

제 32항에 있어서,

상기 오목부의 폭은,  $2\mu\text{m}$  이상  $5\mu\text{m}$  이하인 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 34

제 32항에 있어서,

상기 오목부가 복수 형성되고,

상기 오목부끼리의 간격은,  $2\mu\text{m}$  이상  $5\mu\text{m}$  이하인 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 35

제 32항에 있어서,

상기 오목부는, 상기 전류 주입 영역의 폭 방향의 중심축에 관해서 선대칭으로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 36

제 32항에 있어서,

상기 오목부는, 상기 전류 주입 영역의 연장 방향과 평행한 방향으로 연장되어 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 37

제 32항에 있어서,

상기 오목부는, 상기 전류 주입 영역의 연장 방향과 교차하는 방향으로 연장되어 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 38

제 32항에 있어서,

상기 오목부가 2개 형성되고,

상기 오목부끼리의 간격은, 상기 전류 주입 영역의 연장 방향에 있어서 일정하게 되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 39

제 32항에 있어서,

상기 오목부가 2개 형성되고, 상기 오목부끼리의 간격은, 상기 전류 주입 영역의 연장 방향에 있어서, 주로 빛이 출사되는 방향을 향함에 따라서 넓어져 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 40

제 32항에 있어서,

상기 오목부가 2개 형성되고,

상기 오목부끼리의 간격은, 상기 전류 주입 영역의 연장 방향에 있어서 일정하게 되어 있고,

상기 전류 주입 영역의 폭은, 주로 빛이 출사되는 방향을 향함에 따라서 넓어져 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

#### 청구항 41

활성층과, 상기 활성층에 주입되는 전류를 협착하는 1 또는 복수의 띠 형태의 전류 협착구조를 포함하는 적층구조를 구비하고,

상기 전류 협착구조는, 띠지 형상으로 되어 있고, 그 띠지 형상의 상부에, 상기 전류 협착구조의 상부의 폭보다도 좁은 폭의 콘택층을 가지는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

## 청구항 42

제 41항에 있어서,

상기 적층구조는, 상기 전류 협착구조의 연장 방향을 향해서 연장되는 1 또는 복수의 띠 형태의 볼록부를 가지는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

## 청구항 43

제 41항에 있어서,

상기 전류 협착구조는, 상기 콘택층 및 상기 콘택층의 바로 아래의 부분에, 해당 전류 협착구조의 연장 방향을 향해서 연장되는 1 또는 복수의 띠 형태의 오목부를 가지는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술 분야

- <1> 본 발명은, 1 또는 복수의 전류 협착구조를 가지는 반도체 레이저에 관한 것으로, 특히 고효율의 용도에 적합한 브로드 에어리어형의 반도체 레이저 및 그 제조방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

- <2> 도파로의 폭, 즉 스트라이프 폭을 넓힌, 소위 브로드 에어리어형의 반도체 레이저는, 소형·고신뢰성이 고 저비용의 고효율 레이저 광원으로서, 디스플레이, 인쇄 기기, 광디스크 초기화장치, 재료의 가공 또는 의료 등 여러가지의 분야에 이용되고 있다. 일반적으로, 브로드 에어리어형으로 불리는 반도체 레이저에서는, 스트라이프 폭이 적어도 5 $\mu$ m 이상으로, 그 대부분은 10 $\mu$ m 이상, 최대로 수백  $\mu$ m 정도로 되어 있다. 이때, 브로드 에어리어형의 반도체 레이저에 관한 기술로서는, 예를 들면 특허문헌 1에 기재된 것이 알려져 있다.
- <3> [특허문헌 1] 일본국 특개 2003-60288호 공보

#### 발명의 내용

##### 해결 하고자하는 과제

- <4> 그러나, 브로드 에어리어형의 반도체 레이저에서는, 임의의 고차 모드가 발생하고, 더구나 필라멘트 발광이 일어나는 일도 있기 때문에, NFP의 제어가 어려워, 안정적으로 균일한 형상(톱 햇 (top-hat)형상)을 얻는 것은 용이하지 않다. 그 때문에, 어떤 조건에 있어서 NFP가 안정적이고 균일하게 되어 있었다 하더라도, 온도나, 주입 전류, 파워 등이 변화하면, NFP가 동요하지 쉬워, 불균일한 형상으로 되어 쉽다.
- <5> 따라서, 안정적이고 균일한 NFP가 요구되는 용도, 예를 들면 디스플레이에 대하여 브로드 에어리어 형태의 반도체 레이저를 적용한 경우에는, 플리커가 생기거나, 밝기가 화면 내에서 불균일하게 되는 등, 표시 품질이 저하해 버릴 우려가 있다.
- <6> 본 발명은 이와 같은 문제점을 감안하여 행해진 것으로서, 그 목적은, NFP를 안정적이고 균일한 형상으로 하는 것이 가능한 반도체 레이저 및 그 제조방법을 제공하는 것에 있다.

##### 과제 해결수단

- <7> 본 발명의 제1 반도체 레이저는, 반도체 기판 상에, 활성층과, 1 또는 복수의 띠 형태의 전류 협착구조와, 전류 협착구조의 연장 방향을 향해서 연장되는 1 또는 복수의 띠 형태의 볼록부를 포함하는 적층구조를 구비하고 있다.
- <8> 본 발명의 제1 반도체 레이저에서는, 전류 협착구조의 연장 방향을 향해서 연장되는 1 또는 복수의 띠 형태의 볼록부가 적층구조 내에 설치되어 있다. 이에 따라, 활성층에서 발광한 빛이, 전류 협착구조 및 볼록부에 의해 형성되는 굴절률 분포에 대응한 도파구조에 의해 도파한다.
- <9> 본 발명의 제2반도체 레이저는, 활성층과, 활성층에 주입되는 전류를 협착하는 1 또는 복수의 띠 형태

의 전류 협착구조를 포함하는 적층구조를 구비한 것이다. 전류 협착구조는, 릿지 형상으로 되어 있고, 그 릿지 형상의 상부에, 해당 전류 협착구조의 연장 방향을 향해서 연장되는 1 또는 복수의 띠 형태의 오목부를 가지고 있다.

<10> 본 발명의 제2 반도체 레이저에서는, 릿지 형상으로 되어 있는 전류 협착구조의 상부에, 해당 전류 협착구조의 연장 방향을 향해서 연장되는 1 또는 복수의 띠 형태의 볼록부가 설치된다. 이에 따라, 활성층에서 발광한 빛이, 전류 협착구조 및 볼록부에 의해 형성되는 굴절률 분포에 대응한 도파기구에 의해 도파한다.

<11> 본 발명의 제3반도체 레이저는, 활성층과, 활성층에 주입되는 전류를 협착하는 1 또는 복수의 띠 형태의 전류 협착구조를 포함하는 적층구조를 구비한 것이다. 전류 협착구조는, 띠 형태의 전류 주입 영역을 한 쌍의 고저항 영역으로 끼운 구조로 되어 있고, 또한 전류 주입 영역의 폭 방향에 있어서의 중앙 부분에, 전류 주입 영역의 연장 방향을 향해서 연장되는 1 또는 복수의 띠 형태의 오목부를 가지고 있다.

<12> 본 발명의 제3 반도체 레이저에서는, 전류 협착구조가 띠 형태의 전류 주입 영역을 한 쌍의 고저항 영역으로 끼운 구조로 되어 있고, 또한 전류 주입 영역의 폭 방향에 있어서의 중앙 부분에, 전류 주입 영역의 연장 방향을 향해서 연장되는 1 또는 복수의 띠 형태의 오목부가 설치된다. 이에 따라, 활성층에서 발광한 빛이, 전류 협착구조 및 오목부에 의해 형성되는 굴절률 분포에 대응한 도파기구에 의해 도파한다.

<13> 본 발명의 제4반도체 레이저는, 활성층과, 활성층에 주입되는 전류를 협착하는 1 또는 복수의 띠 형태의 전류 협착구조를 포함하는 적층구조를 구비한 것이다. 전류 협착구조는, 릿지 형상으로 되어 있고, 그 릿지 형상의 상부에, 전류 협착구조의 상부의 폭보다도 좁은 폭의 콘택층을 가지고 있다.

<14> 본 발명의 제4 반도체 레이저에서는, 릿지 형상으로 되어 있는 전류 협착구조의 상부에, 전류 협착구조의 상부의 폭보다도 좁은 폭의 콘택층이 설치된다. 이에 따라, 활성층에서 발광한 빛이, 전류 협착구조와, 콘택층을 거쳐서 주입되는 전류분포에 의해 형성되는 굴절률 분포에 대응한 도파기구에 의해 도파한다.

<15> 본 발명의 반도체 레이저의 제조방법은, 이하의 (A)~ (C)의 각 공정을 포함하는 것이다.

<16> (A) 1 또는 복수의 띠 형태의 오목부를 반도체 기관의 표면에 형성하는 오목부 형성공정

<17> (B) 오목부의 형성된 반도체 기관의 오목부측의 표면 상에, 제1도전형 반도체층, 활성층 및 제2도전형 반도체층을 순서대로 형성함에 의해, 제1도전형 반도체층의 내부 중 활성층측의 오목부와 대응 영역에 띠 형태의 볼록부를 형성하는 볼록부 형성공정

<18> (C) 제2도전형 반도체층의 상부에, 활성층에 주입되는 전류를 협착하는 전류 협착구조를, 오목부의 연장 방향을 향해서 연장되어 형성하는 전류 협착구조 형성공정

<19> 본 발명의 반도체 레이저의 제조방법에서는, 전류 협착구조의 연장 방향을 향해서 연장되는 1 또는 복수의 띠 형태의 볼록부가, 반도체 기관의 표면에 형성된 오목부를 이용해서 제1도전형 반도체층 내부에 형성된다. 이에 따라, 활성층에서 발광한 빛이, 전류 협착구조 및 볼록부에 의해 형성되는 굴절률 분포에 대응한 도파기구에 의해 도파한다.

## 효 과

<20> 본 발명의 제1 및 제2 반도체 레이저 및 반도체 레이저의 제조방법에 의하면, 활성층에서 발광한 빛이, 전류 협착구조 및 볼록부에 의해 형성되는 굴절률 분포에 대응한 도파기구에 의해 도파하도록 하였으므로, 전류 협착구조 및 볼록부의 양쪽의 도파기구의 상호작용에 의해, 횡모드를 안정화하여, 필라멘트 발광을 억제할 수 있다. 이에 따라, NFP를 안정적이고 균일한 형상으로 할 수 있다.

<21> 본 발명의 제3 반도체 레이저에 의하면, 활성층에서 발광한 빛이, 전류 협착구조 및 오목부에 의해 형성되는 굴절률 분포에 대응한 도파기구에 의해 도파하도록 하였으므로, 전류 협착구조 및 오목부의 양쪽의 도파기구의 상호작용에 의해, 횡모드를 안정화하여, 필라멘트 발광을 억제할 수 있다. 이에 따라, NFP를 안정적이고 균일한 형상으로 할 수 있다.

<22> 본 발명의 제4 반도체 레이저에 의하면, 활성층에서 발광한 빛이, 전류 협착구조와, 콘택층을 거쳐서 주입되는 전류분포에 의해 형성되는 굴절률 분포에 대응한 도파기구에 의해 도파하도록 하였으므로, 전류 협착구조와, 콘택층을 거쳐서 주입되는 전류분포의 양쪽의 도파기구의 상호작용에 의해, 횡모드를 안정화하여, 필라멘트 발광을 억제할 수 있다. 이에 따라, NFP를 안정적이고 균일한 형상으로 할 수 있다.



## 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <23> 이하, 본 발명의 실시예에 대해서, 도면을 참조해서 상세하게 설명한다.
- <24> [제1 실시예]
- <25> 도1a는, 본 발명의 제1 실시예에 관련되는 반도체 레이저(1)의 단면 구성을 나타낸 것이다. 도 1b는, 도 1의 반도체 레이저(1)의 굴절률 분포를 나타낸 것이다. 도 2는, 도 1의 반도체 레이저(1)의 상면 구성의 일례를 나타낸 것이다. 또한, 도1a는, 도 2의 A-A 화살표 방향의 단면 구성도에 대응하고 있다. 이 반도체 레이저(1)는, 반도체 기판(10) 위에 형성된 반도체층(20)(적층구조)의 상부에 릿지부(29)(전류 협착구조)를 구비한 인텍스 가이드형의 레이저로서, 릿지부(29)의 폭  $W_R$ 이 넓은(적어도  $5\mu\text{m}$  이상인) 브로드 에어리어형의 레이저이다.
- <26> 반도체층(20)은, 하부 클래드층(21), 제1하부 가이드층(22), 제2하부 가이드층(23), 활성층(24), 상부 가이드층(25), 상부 클래드층(26), 중간층(27), 콘택층(28)을 반도체 기판(10)측으로부터 이 순서로 적층해서 구성되어 있다. 릿지부(29)는, 반도체층(20)의 상부, 구체적으로는, 상부 클래드층(26)의 상부, 중간층(27) 및 콘택층(28)에 설치되어 있고, 레이저빛의 사출 방향(축방향)으로 연장되는 스트라이프형의 볼록 형상을 가지고 있다. 이때, 이하에서는, 상기 반도체층(20)을 구성하는 각 층을 적층한 방향을 종방향으로 칭하고, 축방향 및 종방향에 수직한 방향을 횡방향으로 칭한다.
- <27> 여기에서, 반도체 기판(10)은, 예를 들면 n형 GaAs로부터 이루어지고, 반도체층(20)측의 표면에 오목부(10A)를 가지는 가공 기판이다. 이때, n형 불순물은, 예를 들면 규소(Si) 또는 셀렌(Se) 등이다.
- <28> 오목부(10A)는, 릿지부(29)와의 대응 영역(대향 영역) 내에, 릿지부(29)의 연장 방향을 향해서 연장되어 형성되어 있다. 이 오목부(10A)는, 후술의 제조 공정에 있어서 결정성장법을 사용해서 반도체 기판(10) 위에 하부 클래드층(21), 제1하부 가이드층(22), 제2하부 가이드층(23), 활성층(24)을 순서대로 형성했을 때에 활성층(24)이 요철이 없는 평탄한 면 내에 형성되는 정도의 깊이 및 폭을 가지고 있는 것이 바람직하고, 100nm 이상 200nm 이하의 깊이  $D_1$ 를 갖는 동시에,  $5\mu\text{m}$  이상  $10\mu\text{m}$  이하의 폭  $W_1$ (개구 부분의 폭)을 가지고 있는 것이 바람직하다. 또한, 오목부(10A)는, 도 2에 도시된 것과 같이, 릿지부(29)의 연장 방향(축방향)과 평행한 방향으로 연장되어 형성되어 있는 것이 바람직하지만, 도 3에 도시된 것과 같이, 릿지부(29)와의 대향 영역에 있어서, 릿지부(29)의 연장 방향(축방향)과 교차하는 방향으로 연장되어 형성되어 있어도 된다. 또한, 오목부(10A)는, 도 2에 도시된 것과 같이, 릿지부(29)의 폭 방향(횡방향)에 있어서의 중앙 부분과의 대향 영역에 형성되어 있는 것이 바람직하지만, 릿지부(29)의 폭 방향(횡방향)에 있어서의 중앙 부분과의 대향 영역 이외의 영역에 형성되어 있어도 된다.
- <29> 하부 클래드층(21)은, 예를 들면 n형 AlInP로 이루어지고, 반도체 기판(10)의 오목부(10A)에 대응하는 영역에, 오목부(10A)의 깊이  $D_1$ 보다도 얇고, 또한, 오목부(10A)의 폭  $W_1$ 보다도 좁은 띠 형태의 오목부(21A)를 가지고 있다. 오목부(21A)는, 후술의 볼록부(22A)와 함께 구성되는 리브(rib)구조에 의해, 릿지부(29)에 의한 횡방향의 실효적인 굴절률 분포에 변화를 생기게 하는 깊이  $D_2$  및 폭  $W_2$ 로 되어 있고, 깊이  $D_2$ 가 50nm 이상 100nm 이하, 폭  $W_1$ (개구 부분의 폭)이  $5\mu\text{m}$  이상  $10\mu\text{m}$  이하로 되어 있는 것이 바람직하다.
- <30> 여기에서, 오목부(21A)는, 후술의 제조 공정에 있어서 반도체 기판(10) 위에 반도체 재료를 결정 성장시켰을 때에, 오목부(10A)의 영향을 받아서 형성된 것이기 때문에, 오목부(21A)의 깊이  $D_1$  및 폭  $W_2$ 은, 하부 클래드층(21)의 두께를 조정하거나, 오목부(10A)의 깊이  $D_1$  및 폭  $W_1$ 을 조정함에 의해 원하는 범위 내로 설정하는 것이 가능하다. 이때, 오목부(10A)의 깊이  $D_1$ 를 100nm 이상 200nm 이하, 폭  $W_1$ 을  $5\mu\text{m}$  이상  $10\mu\text{m}$  이하로 했을 경우에는, 하부 클래드층(21)을, 반도체 기판(10)에 오목부(10A)를 설치하지 않고 있는 종래 타입의 것과 동등한 두께로 하는 것이 가능하다.
- <31> 또한, 오목부(21A)는, 상기한 바와 같이, 오목부(10A)의 영향을 받아서 형성되기 때문에, 오목부(10A)의 연장 방향과 평행한 방향으로 연장되어 형성되어 있다. 따라서, 오목부(10A)가, 도 2에 도시된 것과 같이, 릿지부(29)의 폭 방향에 있어서의 중앙 부분과의 대향 영역에 형성되어 있는 경우에는, 오목부(21A)도 릿지부(29)의 폭 방향에 있어서의 중앙 부분과의 대향 영역에 형성되고, 오목부(10A)가, 도 3에 도시된 것과 같이, 릿지부(29)와의 대향 영역에 있어서, 릿지부(29)의 연장 방향과 교차하는 방향으로 연장되어 형성되어 있는 경우에는, 오목부(21A)도 릿지부(29)의 연장 방향과 교차하는 방향으로 연장되어 형성되게 된다.

- <32> 제1하부 가이드층(22)은, 예를 들면 n형 AlGaInP로 이루어지고, 반도체 기판(10)의 오목부(10A)에 대응하는 영역에, 오목부(10A)의 깊이  $D_1$ 보다도 낮고, 또한, 오목부(10A)의 폭  $W_1$ 보다도 좁은 띠 형태의 볼록부(22A)를 가지고 있다. 볼록부(22A)는, 하부 클래드층(21)의 오목부(21A)를 매립하도록 해서 형성되어 있다. 그 때문에, 볼록부(22A)는, 반도체 기판(10)측(활성층(24)과는 반대측)으로 돌출한 볼록 형상으로 되어 있고, 오목부(10A)의 연장 방향과 평행한 방향으로 연장되어 형성되어 있다. 또한, 볼록부(22A)는, 오목부(21A)와 함께 구성되는 리브 구조에 의해, 릿지부(29)에 의한 횡방향의 실질적인 굴절률 분포에 변화를 생기게 하는 높이( $=D_2$ ) 및 폭( $=W_2$ )으로 되어 있고, 높이가 50nm 이상 100nm 이하, 폭(볼록 형상의 바닥부 부분의 폭)이  $5\mu\text{m}$  이상  $10\mu\text{m}$  이하가 되어 있는 것이 바람직하다. 또한, 리브 구조에 있어서, 하부 클래드층(21)측의 굴절률과 제1하부 가이드층(22)측의 굴절률의 차이(굴절률 차이)은, 0.1 이상으로 되어 있는 것이 바람직하다.
- <33> 제2하부 가이드층(23)은, 예를 들면 n형 AlGaInP로 이루어지고, 볼록부(22A)의 바로 위에 있어서도 요철이 대부분 없는 평탄한 형상으로 되어 있다.
- <34> 활성층(24)은, 예를 들면 인듐의 GaInP로 이루어지고, 후술의 제조 공정에 있어서 평탄한 제2하부 가이드층(23) 위에 형성된 것이다. 따라서, 활성층(24)에 대해서도 요철이 대부분 없는 평탄한 형상으로 되어 있다. 이 활성층(24)에 있어서, 릿지부(29)와의 대향 영역이 발광 영역(24A)이 된다. 발광 영역(24A)은, 대향하는 릿지부(29)의 저부(상부 클래드층(26)의 부분)와 동등한 크기의 스트라이프 폭을 가지고 있어, 릿지부(29)로 협착된 전류가 주입되는 전류 주입 영역에 대응하고 있다.
- <35> 상부 가이드층(25)은, 예를 들면 p형 AlGaInP로 이루어지고, 활성층(24)과 같이 요철이 대부분 없는 평탄한 형상으로 되어 있다. 이때, p형 불순물은, 아연(Zn), 마그네슘(Mg), 베릴륨(Be) 등이다.
- <36> 상부 클래드층(26)은, 예를 들면 p형 AlInP로 이루어진다. 중간층(27)은, 예를 들면 p형 GaInP로 이루어진다. 또한, 콘택층(28)은, 예를 들면 p형 GaAs로 이루어진다. 여기에서, 상기한 바와 같이, 상부 클래드층(26)의 상부, 중간층(27) 및 콘택층(28)에 의해 릿지부(29)가 구성되어 있고, 릿지부(29)의 상면 전체에 걸쳐서 콘택층(28)이 형성되어 있다.
- <37> 또한, 이 반도체 레이저(1)에는, 릿지부(29)(콘택층(28))의 상면에 상부 전극층(31)이 형성되어 있고, 릿지부(29)의 측면과, 상부 클래드층(26)의 중 릿지부(29)가 형성되어 있지 않은 표면에 걸쳐서 절연층(30)이 형성되어 있다. 이때, 상부 전극층(31)은, 절연층(30)의 표면 상에까지 연장되어 형성되어 있어도 된다. 또한, 반도체 기판(10)의 이면(반도체층(20)과는 반대측의 표면)에는, 하부 전극층(32)이 형성되어 있다.
- <38> 여기에서, 절연층(30)은, 예를 들면 실리콘 산화물( $\text{SiO}_2$ )로 이루어진다. 상부 전극층(31)은, 예를 들면 티타늄(Ti), 백금(Pt) 및 금(Au)을 콘택층(28) 위에 이 순서로 적층한 것으로, 콘택층(28)과 전기적으로 접속되어 있다. 또한, 하부 전극층(32)은, 예를 들면 금(Au)과 게르마늄(Ge)과의 합금, 니켈(Ni) 및 금(Au)을 반도체 기판(10)측으로부터 이 순서로 적층한 구조를 가지고 있고, 반도체 기판(10)과 전기적으로 접속되어 있다.
- <39> 이러한 구성의 반도체 레이저(1)은, 예를 들면 다음과 같이 하여 제조할 수 있다.
- <40> 우선, 반도체 기판(10)의 표면에, 소정의 폭 및 깊이를 가지는 띠 형태의 오목부(10A)를 형성한다. 다음에, 결정성장법을 사용하고, 반도체 기판(10)의 오목부(10A) 측의 표면 상에, 하부 클래드층(21), 제1하부 가이드층(22), 제2하부 가이드층(23), 활성층(24), 상부 가이드층(25), 상부 클래드층(26), 중간층(27), 콘택층(28)을 반도체 기판(10)측으로부터 이 순서로 적층한다. 이에 따라, 활성층(24) 바로 아래의 제1하부 가이드층(22)에, 오목부(10A)와의 대응 영역(대향 영역)에 띠 형태의 볼록부(22A)가 형성되는 동시에, 평탄한 제2하부 가이드층(23) 위에 활성층(24)이 형성된다. 다음에, 예를 들면 드라이에칭법을 사용하여, 상부 클래드층(26)의 상부, 중간층(27) 및 콘택층(28)을 선택적으로 에칭한다. 이에 따라, 반도체층(20)의 상부에 릿지부(29)가 형성된다. 그 후에, 절연층(30), 상부 전극층(31), 하부 전극층(32)을 형성한 뒤, 반도체 기판(10)을 릿지부(29)의 연장 방향과 직교하는 방향으로 벽개해서 전방 단부면  $S_1$  및 후방 단부면  $S_2$ 을 형성한다. 이렇게 하여, 본 실시예의 반도체 레이저(1)가 제조된다.
- <41> 다음에, 본 실시예의 반도체 레이저(1)의 작용에 관하여 설명한다. 반도체 레이저(1)에서는, 하부 전극층(32)과 상부 전극층(31)과의 사이에 소정의 전압이 인가되면, 릿지부(29)에 의해 전류협착되어, 활성층(24)의 전류 주입 영역(발광 영역(24A))에 전류가 주입되고, 이에 따라, 전자와 정공의 재결합에 의한 발광이 생긴다. 이 빛은, 릿지부(29) 및 볼록부(22A)에 의해 형성되는 굴절률 분포에 대응한 도파구조에 의해 반도체층(20) 내

부를 도파하는 동시에, 릿지부(29)의 연장 방향(축방향)에 있어서 대향하는, 한 쌍의 벽개면(전방 단부면  $S_1$ , 후방 단부면  $S_2$ )(도 2 참조)에 의해 반사된다. 그리고, 한 쌍의 벽개면의 사이를 왕복하는 동안에 소정의 파장에서 레이저 발진이 생겨, 레이저빔으로서 벽개면에서 외부로 출사된다.

<42> 그런데, 릿지 구조를 구비한 일반적인 반도체 레이저에서는, 활성층의 발광 영역에서 발광한 빛은, 릿지 구조에 의한 횡방향의 굴절률 차이에 의해, 광도파로 내부에 횡방향으로부터 가두어진다. 이때, 릿지 폭의 좁은( $5\mu\text{m}$  미만의) 내로우(narrow) 스트라이프 형태의 경우에는, 횡방향의 굴절률 분포는 인텍스 가이드형(도 25a 참조)이 된다. 그러나, 릿지 폭이 넓은 브로드 에어리어형의 경우에는, 도 25b에 도시된 것과 같이, 발광 영역에의 전류 주입에 의한 플라즈마 효과에 의해, 릿지 구조에 의해 형성된 횡방향의 굴절률 분포의 중앙영역의 굴절률이 감소하여, 굴절률 분포의 중앙영역이 아래로 만곡해 버린다. 그 때문에, 이 경우에는, 횡방향의 굴절률 분포는 전체 영역에 있어서 인텍스 가이드형으로는 안되고, 중앙 영역에 있어서 약한 안티 가이드적인 요소가 있는 계인 가이드형으로 되어 있다. 이렇게, 도파기구가, 인텍스 가이드형의 중앙영역에 계인 가이드형이 복합된 도파형(브로드 에어리어형의 도파형)으로 되어 있는 경우에는, 양단에 있어서의 인텍스 모드와, 중앙영역에 있어서의 계인 모드에 의해 형성되는 횡모드의 협동적인 상호작용에 의해 NFP가 결정되므로, 양쪽의 모드를 적절하게 조화시키면서 전체적인 모드를 스무스하게 확립시키는 것이 중요해진다(T. Asatsuma et al., Proceedings of SPIE, Vol. 61040C(2006) 참조).

<43> 예를 들면, 릿지 구조의 횡방향에 있어서의 양단의 굴절률 차이를 소정의 범위 내(예를 들면 0.005 정도)로 함으로써, NFP를 톱 헛 형상에 가깝게 하는 방책이 알려져 있다. 그러나, 이 방책에서는, 넓은 중앙영역의 계인 영역을 충분하게 제어 할 수 없으므로, 주입 전류나 온도의 변화에 의해 횡모드가 변화되어 버리는 경우가 있다(D. Imanishi et al., Electronics Letters, 41(2005) pp1172 참조).

<44> 한편, 본 실시예에서는, 릿지부(29)의 연장 방향을 향해서 연장되는 띠 형태의 볼록부(22A)가 반도체층(20)의 광 도파 영역 내(제2하부 가이드층(23))에 설치되어 있다. 이에 따라, 도 1b에 도시된 것과 같이, 넓은 중앙영역의 계인 영역에, 볼록부(22A)에 의해 형성되는 내로우 스트라이프의 인텍스 가이드가 도입되므로, 볼록부(22A)에 의해 인텍스 가이드적인 횡모드가 생기면, 계인 영역에 있어서 횡모드가 유기되어, 볼록부(22A)에 의해 형성되는 중앙영역의 인텍스 영역에 있어서 생기는 횡모드가, 계인 영역에 있어서 유기되는 횡모드와 융합하여, 중앙영역의 인텍스 가이드가 계인 영역에 있어서 유기되는 횡모드를 제어한다. 또한, 양단의 인텍스 영역에 있어서 횡모드가 생기면, 계인 영역의 횡모드와 융합하여, 양단의 인텍스 가이드가 전체의 NFP의 폭을 소정의 범위 내에 규정한다. 이렇게 하여, 볼록부(22A)에 대응한 인텍스 영역에서 생긴 횡모드, 계인 영역에서 생긴 횡모드, 및 양단의 인텍스 영역에서 생긴 횡모드가 서로 협동적으로 융합하므로, 계인 영역에 있어서 생기는 횡모드가 자유도를 잃어버려, 규정되기 쉬워지고, 그 결과, 전체로서 안정되고 균일한 NFP를 형성할 수 있다.

<45> 또한, 볼록부(22A)가, 도 2에 도시된 것과 같이, 릿지부(29)의 폭 방향(횡방향)에 있어서의 중앙 부분과의 대향 영역에 형성되어 있는 경우에는, 인텍스 가이드 유기 모드의 스트라이프와 계인 가이드 유기 모드의 스트라이프가 서로 병행하게 되므로, 이들의 모드가 스무스하게 연결되기 쉽다고 하는 이점이 있다. 또한, 볼록부(22A)가, 도 3에 도시된 것과 같이, 릿지부(29)과의 대향 영역에 있어서, 릿지부(29)의 연장 방향(축방향)과 교차하는 방향으로 연장되어 형성되어 있는 경우에는, 전체의 횡모드에서 특정한 공간주기의 피크가 발생하는 것이 억제되고, 많은 모드가 공존하는 것에 의해 전체로서 톱 헛 형상을 형성하기 쉬워지는 것도 있다.

<46> [제1 실시예의 변형예]

<47> 상기 실시예에서는, 볼록부(22A)(오목부(21A), 오목부(10A))가 1개만 형성되어 있었지만, 예를 들면 도 4a에 도시된 것과 같이 중앙영역 내에 2개 형성되어 있어도 되고, 3개 이상 형성되어 있어도 된다. 이때, 볼록부(22A)(오목부(21A), 오목부(10A))를 중앙영역 내에 2개 형성한 경우의 굴절률 분포는, 예를 들면 도 4b와 같아진다.

<48> 또한, 상기 실시예에서는, 볼록부(22A)가 반도체 기판(10)측으로 돌출해서 형성되어 있었지만, 반도체 기판(10) 위에 오목부(10A) 대신에 볼록부를 설치하고, 거기에 대응해서 제1하부 가이드층(22)의 반도체 기판(10)측의 계면에 오목부를 형성해도 된다. 이 경우에는, 제1하부 가이드층(22)의 오목부에 대응해서 하부 클래드층(21)의 제1하부 가이드층(22)측의 계면에, 활성층(24)측으로 돌출한 볼록부를 형성할 수 있다.

<49> [제2 실시예]

<50> 도 5a은, 본 발명의 제2 실시예의 반도체 레이저(2)의 단면 구성의 일례를 나타낸 것이다. 도 5(B)은,

도 1의 반도체 레이저(2)의 굴절률 분포를 나타낸 것이다. 도 6은, 도 5의 반도체 레이저(2)의 상면 구성의 일례를 나타낸 것이다. 이때, 도 5a는, 도 6의 A-A 화살표 방향의 단면 구성도에 대응하고 있다. 이 반도체 레이저(2)는, 상기 실시예와 마찬가지로, 반도체 기판(10) 위에 형성된 반도체층(20)(적층 구조)의 상부에 릿지부(29)(전류 협착구조)를 구비한 인텍스 가이드형의 레이저로서, 릿지부(29)의 폭  $W_R$ 이 넓은(적어도  $5\mu m$  이상인) 브로드 에어리어형의 레이저이다.

<51> 이 반도체 레이저(2)는, 상기 실시예에 있어서, 볼록부(22A), 오목부(21A) 및 오목부(10A)를 설치하는 대신에, 릿지부(29)에 한 쌍의 오목부(33)을 설치한 점에서, 상기 실시예의 구성과 상위하다. 그래서, 이하에서는, 상기 실시예와의 차이점에 대해서 상세하게 설명하고, 상기 실시예와의 공통점에 관한 설명을 적당하게 생략하는 것으로 한다.

<52> 본 실시예에서는, 릿지부(29)에는, 상기한 바와 같이, 한 쌍의 오목부(33)이 형성되고 있고, 릿지부(29)의 상부가 3분할되어 있다. 이때, 이하에서는, 3분할된 부분 중 릿지부(29)의 폭 방향의 양단에 대응하는 부분을 릿지부 29A, 29C로 칭하고, 이들 릿지부 29A, 29C로 끼워진 부분을 릿지부(29B)로 칭하는 것으로 한다.

<53> 오목부(33)는, 릿지부(29)의 상면으로부터 소정의 깊이까지 이르는 홈이며, 릿지부(29)의 연장 방향을 향해서 더 연장되어 형성되어 있다. 따라서, 릿지부 29A, 29B, 29C에 관해서도, 릿지부(29)의 연장 방향을 향해서 연장되어 형성되어 있다. 오목부(33)의 깊이  $D_3$  및 오목부(33)의 횡방향의 폭  $W_3$ 은, 각 릿지부 29A, 29B, 29C가 전체로서 하나의 도파기구를 형성하는 것과 같은 범위 내이면 되며, 예를 들면 깊이  $D_3$ 가 릿지부(29)의 높이  $D_4$ 와 같거나, 또는 그것보다도 얇게 되어 있는 것이 바람직하며, 폭  $W_3$ 가  $2\mu m$  이상  $5\mu m$  이하로 되어 있는 것이 바람직하다.

<54> 오목부(33)는, 도 5a, 도 6에 도시된 것과 같이, 릿지부(29)의 연장 방향과 평행한 방향으로 연장되어 형성되어 있는 것이 바람직하지만, 도 7에 도시된 것과 같이, 릿지부(29)의 연장 방향과 교차하는 방향으로 연장되어 형성되어 있어도 된다. 또한, 오목부(33)은, 도 5a에 도시된 것과 같이, 릿지부(29)의 폭 방향에 있어서의 중앙 부분에 형성되어 있어도 되지만, 릿지부(29)의 폭 방향에 있어서의 중앙 부분 이외의 부분에 형성되어 있어도 된다. 예를 들면, 도 8a에 도시된 것과 같이, 릿지부(29)의 폭 방향에 있어서 대체로 3등분하는 위치에 형성되어 있어도 되고, 예를 들면 도 9a에 도시된 것과 같이, 릿지부(29)의 폭 방향의 양 단부 근방에 형성되어 있어도 된다. 이때, 도 8b는 도 8a의 반도체 레이저의 굴절률 분포를, 도 9b는 도 9a의 반도체 레이저의 굴절률 분포를 각각 나타낸 것이다.

<55> 그런데, 각 릿지부 29A, 29B, 29C는 오목부(33)에 의해 분리되어 있고, 각 릿지부 29A, 29B, 29C로부터 활성층(24)에 대하여 협착전류를 주입하도록 되어 있다. 또한, 릿지부 29A, 29B, 29C의 각 상면에는, 상부 전극층(31)이 설치되어 있고, 릿지부 29A, 29B, 29C의 각 상면이 상부 전극층(31)을 개재하여 전기적으로 접속되어 있다. 따라서, 릿지부 29A, 29B, 29C는 회로적으로는 상부 전극층(31)과 하부 전극층(32) 사이에 병렬접속되어 있다고 할 수 있다. 그러나, 각 릿지부 29A, 29B, 29C는 위에서 예시한 바와 같이 깊이  $D_3$ 가 얇고 폭  $W_3$ 가 좁은 오목부(33)로 분리되어 있는 것 뿐으므로, 각 릿지부 29A, 29B, 29C의 전류 주입 영역의 일부가 서로 중첩되어 있어, 결과적으로 하나의 발광 영역(24A)를 구성한다. 따라서, 릿지부 29A, 29B, 29C는, 전체로서 하나의 도파기구를 반도체층(20) 내부에 형성한다.

<56> 예를 들면, 오목부(33)이, 도 5a에 도시된 것과 같이, 릿지부(29)의 폭 방향에 있어서의 중앙 부분에 형성되어 있는 경우에는, 릿지부(29)의 중앙영역에 형성된 릿지부 29B의 폭  $W_5$ 은, 내로우 스트라이프형의 반도체 레이저의 스트라이프 폭과 동등한 폭( $5\mu m$  미만)이 되고, 릿지부(29)의 중앙영역 이외의 영역에 형성된 릿지부 29A, 29C의 폭  $W_4$ ,  $W_6$ 은, 브로드 에어리어형의 반도체 레이저의 스트라이프 폭과 동등한 폭(적어도  $5\mu m$  이상)이 된다. 이에 따라, 도 5b에 도시된 것과 같이, 릿지부 29A의 외측의 단부와 릿지부 29C의 외측의 단부에 의해 형성되는 폭  $W_R$ 의 브로드 에어리어형의 도파형의 사이에, 릿지부 29B에 의해 형성되는 내로우 스트라이프의 인텍스 가이드가 도입되므로, 릿지부 29B에 의해 형성되는 중앙영역의 인텍스 영역에 있어서 생기는 횡모드가, 폭  $W_R$ 의 브로드 에어리어형의 도파형에 포함되는 계인 영역에 있어서 생기는 횡모드와 융합하여, 중앙영역의 인텍스 가이드가 계인 영역에 있어서 생기는 횡모드를 제어한다. 또한, 양단의 인텍스 영역에 있어서 횡모드가 생기면, 계인 영역의 횡모드와 융합하여, 양단의 인텍스 가이드가 전체의 NFP의 폭을 소정의 범위 내에 규정한다. 이렇게 하여, 각 릿지부 29A, 29B, 29C에서 생긴 횡모드가 서로 협동적으로 융합하므로, 계인 영역에 있어서 생기는 횡모드가 자유도를 잃어 버려, 규정되어 쉬워지고, 그 결과, 전체로서 안정되고, 균일한 NFP를 형성할 수 있다.



- <57> 또한, 예를 들면 오목부(33)가, 도8a에 도시된 것과 같이, 릿지부(29)의 폭 방향에 있어서 대체로 3등분하는 위치에 형성되어 있는 경우에는, 3등분된 각 릿지부 29A, 29B, 29C의 폭  $W_4$ ,  $W_5$ ,  $W_6$ 은, 폭이 비교적 좁은 브로드 에어리어형의 반도체 레이저의 스트라이프 폭과 동등한 폭( $10\mu\text{m}$  이상 30 이하 정도의 폭)이 된다. 이에 따라, 도 8b에 도시된 것과 같이, 각 릿지부 29A, 29B, 29C에 대응하여, 비교적 좁은 브로드 에어리어의 인텍스 가이드가 형성되므로, 각 릿지부 29A, 29B, 29C에 의해 형성되는 횡모드가 서로 융합하여, 전체로서 안정되고, 균일한 NPF를 형성할 수 있다.
- <58> 이때, 각 릿지부 29A, 29B, 29C의 폭  $W_4$ ,  $W_5$ ,  $W_6$ 을 상기한 바와 같이 동일한 간격으로 하지 않아도 되며, 예를 들면 릿지부 29B를 상대적으로 다소 좁게 해서, 횡모드의 피치를 복수 존재시키고, 그들의 간섭(비트 주기)에 의해, 전체로서 안정되고, 균일한 NPF를 형성하는 것도 가능하다.
- <59> 또한, 예를 들면 오목부(33)가, 도9a에 도시된 것과 같이, 릿지부(29)의 폭 방향의 양단부 근방에 형성되어 있는 경우에는, 릿지부(29)의 중앙영역에 형성된 릿지부 29B의 폭  $W_5$ 은, 브로드 에어리어형의 반도체 레이저의 스트라이프 폭과 동등한 폭(적어도  $5\mu\text{m}$  이상)이 되고, 릿지부(29)의 중앙영역 이외의 영역에 형성된 릿지부 29A, 29C의 폭  $W_4$ ,  $W_6$ 은, 내로우 스트라이프형의 반도체 레이저의 스트라이프 폭과 동등한 폭( $5\mu\text{m}$  미만)이 된다.
- <60> 여기에서, 일반적으로, 릿지부에 의해 인텍스 가이드 구조를 형성한 브로드 에어리어형의 반도체 레이저에서는, 릿지부의 폭 방향의 양단의 인텍스 영역의 횡모드가 중앙영역의 게인 영역의 횡모드보다도 먼저 발진하는 경향이 있고, 발진의 초기(주입 전류량이 작은 시기)에는, 양단의 인텍스 영역의 횡모드가 강한, 양각 모드(double-angle mode)가 되는 일이 많다. 또한, 단독의 릿지부에 의해 인텍스 가이드 구조가 형성되어 있는 경우에는, 인텍스 가이드의 실효적인 폭은, 중앙영역의 플라즈마 효과의 강도에 따라 변화하므로, 이 변화에 의해, 양단의 인텍스 모드와 중앙영역의 게인 모드의 조화가 어긋나, 주입 전류의 크기에 의해 모드에 큰 기복이 생기는 일이 있다.
- <61> 그러나, 본 실시예에서는, 오목부(33)을, 릿지부(29)의 폭 방향의 양단부 근방에 형성하고, 브로드 에어리어의 릿지부 29B의 양 어깨에, 내로우 스트라이프의 릿지부 29A, 29C를 설치하였기 때문에, 브로드 에어리어의 릿지부 29B으로부터 중앙영역의 게인 영역으로 적극적으로 전류 주입이 행해져, 내로우 스트라이프의 릿지부 29A, 29C으로부터 양단의 인텍스 영역으로 주입하는 전류량이 삭감되므로, 중앙영역의 게인 영역의 횡모드의 강도와, 양단의 인텍스 영역의 횡모드의 강도의 밸런스를 좋게 할 수 있다. 이에 따라, 양쪽 모드 사이의 융합이 더욱 스무스하게 되므로, 양단의 인텍스 영역의 횡모드가 일그러지는 것을 저감할 수 있고, 또한, 중앙영역의 게인을 크게 할 수 있다. 또한, 양단의 인텍스 가이드에 의해, 전체의 NFP의 폭을 소정의 범위 내에 규정할 수도 있다. 그 결과, 전체로서 안정되고, 균일한 NPF를 형성할 수 있다.
- <62> [제2 실시예의 변형예]
- <63> 상기 제2 실시예에 있어서, 오목부(33)을, 릿지부(29)의 폭 방향의 양단부 근방에 형성하고, 브로드 에어리어의 릿지부 29B의 양 어깨에, 내로우 스트라이프의 릿지부 29A, 29C를 설치함으로써, 중앙영역의 게인 영역의 횡모드의 강도와, 양단의 인텍스 영역의 횡모드의 강도의 밸런스를 좋게 하고 있었지만, 예를 들면 도 10a의 반도체 레이저(3)에 도시된 것과 같이, 오목부(33)을 설치하는 대신에, 릿지부(29) 중 릿지부 29B가 설치되어 있는 중앙영역 상면에만 띠 형태의 전극(상부 전극(31))을 설치하여도 된다. 이때, 도 10a의 반도체 레이저(3)의 굴절률 분포를 도 8b에 나타냈다. 이렇게 했을 경우에도, 상부 전극(31)으로부터 중앙영역의 게인 영역으로 적극적으로 전류 주입을 행하는 동시에, 양단의 인텍스 영역에 주입하는 전류량을 삭감할 수 있으므로, 전체로서 안정되고, 균일한 NPF를 형성할 수 있다.
- <64> 이때, 상기 변형예에 있어서, 도 11(도 10의 상면 구성의 일례)에 도시된 것과 같이, 전극을 릿지부(29)의 연장 방향에 평행하게 연장되어 형성해도 되고 도 12(도 10의 상면 구성의 다른 예)에 도시된 것과 같이, 전극을 릿지부(29)의 연장 방향과 교차하는 방향으로 연장되어 형성해도 된다.
- <65> [제3 실시예]
- <66> 도 13a은, 본 발명의 제3 실시예에 관련되는 반도체 레이저(4)의 단면 구성을 나타낸 것이다. 도 13b는, 도 13a의 반도체 레이저(4)의 굴절률 분포를 나타낸 것이다. 도 14은, 도 13a의 반도체 레이저(4)의 상면 구성의 일례를 나타낸 것이다. 또한, 도 13a은, 도 14의 A-A 화살표 방향의 단면 구성도에 대응하고 있다. 이 반도체 레이저(4)은, 상기 제1 실시예의 릿지부(29) 대신에, 반도체층(20)(적층구조)의 상부에, 띠 형태의

전극층(34)(전류 주입 영역)과, 이 전극층(34)을 상부 전극층(34)의 폭 방향으로부터 끼운 한 쌍의 절연층(35)(고저항 영역)을 구비한 게인 가이드형의 레이저로서, 상부 전극층(34)의 폭  $W_s$ 가 넓은(적어도  $5\mu\text{m}$  이상인) 브로드 에어리어형의 레이저이다.

<67> 이 상부 전극층(34)은, 예를 들면 티타늄(Ti), 백금(Pt) 및 금(Au)을 콘택층(28) 위에 이 순서로 적층한 것이며, 콘택층(28)과 전기적으로 접속되어 있다. 또한, 상부 전극층(34)은, 레이저빛의 사출 방향(축방향)으로 연장되는 스트라이프 형태의 평면 형상으로 되어 있어, 한 쌍의 절연층(35)과 함께 전류 협착구조를 이루고 있다. 또한, 절연층(35)은, 예를 들면 실리콘 산화물( $\text{SiO}_2$ )로 이루어진다.

<68> 또한, 본 실시예에 있어서, 오목부(10A)는, 상부 전극층(34)과의 대향 영역(대향 영역) 내에, 상부 전극층(34)의 연장 방향을 향해서 연장되어 형성되어 있다. 이 오목부(10A)는, 도 14에 도시된 것과 같이, 상부 전극층(34)의 연장 방향(축방향)과 평행한 방향으로 연장되어 형성되어 있는 것이 바람직하지만, 도 15에 도시된 것과 같이, 상부 전극층(34)과의 대향 영역에 있어서, 상부 전극층(34)의 연장 방향과 교차하는 방향으로 연장되어 형성되어 있어도 된다. 한, 오목부(10A)는, 도 14에 도시된 것과 같이, 상부 전극층(34)의 폭 방향(횡방향)에 있어서의 중앙 부분과의 대향 영역에 형성되어 있는 것이 바람직하지만, 상부 전극층(34)의 폭 방향(횡방향)에 있어서의 중앙 부분과의 대향 영역 이외의 영역에 형성되어 있어도 된다.

<69> 하부 클래드층(21)의 오목부(21A)는, 볼록부(22A)와 함께 구성되는 리브 구조에 의해, 전류 협착구조에 의한 횡방향의 실효적인 굴절률 분포에 변화를 생기게 하는 깊이  $D_2$  및 폭  $W_2$ 로 되어 있고, 깊이  $D_2$ 이  $50\text{nm}$  이상  $100\text{nm}$  이하, 폭  $W_1$ (개구 부분의 폭)이  $5\mu\text{m}$  이상  $10\mu\text{m}$  이하가 되어 있는 것이 바람직하다.

<70> 또한, 오목부(21A)는, 도 14에 도시된 것과 같이, 상부 전극층(34)의 폭 방향에 있어서의 중앙 부분과의 대향 영역에 형성되어 있는 경우에는, 오목부(21A)도 상부 전극층(34)의 폭 방향에 있어서의 중앙 부분과의 대향 영역에 형성되고, 오목부(10A)가, 도 15에 도시된 것과 같이, 상부 전극층(34)과의 대향 영역에 있어서, 상부 전극층(34)의 연장 방향과 교차하는 방향으로 연장되어 형성되어 있는 경우에는, 오목부(21A)도 상부 전극층(34)의 연장 방향과 교차하는 방향으로 연장되어 형성되게 된다.

<71> 제1하부 가이드층(22)의 볼록부(22A)는, 오목부(21A)와 함께 구성되는 리브 구조에 의해, 전류 협착구조에 의한 횡방향의 실효적인 굴절률 분포에 변화를 생기게 하는 높이(= $D_2$ ) 및 폭(= $W_2$ )으로 되어 있고, 높이가  $50\text{nm}$  이상  $100\text{nm}$  이하, 폭(볼록 형상의 바닥부 부분의 폭)이  $5\mu\text{m}$  이상  $10\mu\text{m}$  이하가 되어 있는 것이 바람직하다. 또한, 리브 구조에 있어서, 하부 클래드층(21)측의 굴절률과 제1하부 가이드층(22)측의 굴절률의 차이(굴절률 차이)은,  $0.1$  이상으로 되어 있는 것이 바람직하다.

<72> 활성층(24)에 있어서, 상부 전극층(34)과의 대향 영역이 발광 영역(24A)이 된다. 발광 영역(24A)는, 대향하는 상부 전극층(34)과 동등한 크기의 스트라이프 폭을 가지고 있어, 전류 협착구조로 협착된 전류가 주입되는 전류 주입 영역에 대응하고 있다.

<73> 상부 클래드층(26), 중간층(27) 및 콘택층(28)은, 요철이 없는 평탄한 평면형상으로 되어 있고, 평탄한 콘택층(28)의 표면에, 상부 전극층(34) 및 절연층(35)이 형성되어 있다. 이때, 상부 전극층(34)은, 절연층(35)의 표면 상에까지 연장되어 형성되어 있어도 된다. 다만, 이 경우에는, 상부 전극층(34) 중 콘택층(28)과의 접촉 부분이, 절연층(35)과 함께 전류 협착구조를 구성하게 된다.

<74> 본 실시예의 반도체 레이저(4)에서는, 하부 전극층(32)과 상부 전극층(34) 사이에 소정의 전압이 인가되면, 상부 전극층(34)과 한 쌍의 절연층(35)으로 구성된 전류 협착구조(이하, 간단히 전류 협착구조로 칭한다)에 의해 전류협착되어, 활성층(24)의 전류 주입 영역(발광 영역(24A))에 전류가 주입되고, 이에 따라, 전자와 정공의 재결합에 의한 발광이 생긴다. 이 빛은, 전류 협착구조 및 볼록부(22A)에 의해 형성되는 굴절률 분포에 대응한 도파기구에 의해 반도체층(20) 내부를 도파 하는 동시에, 전류 협착구조의 연장 방향(축방향)에 있어서 대향한다. 한 쌍의 벽개면(전방 단부면  $S_1$ , 후방 단부면  $S_2$ )(도 14 참조)에 의해 반사된다. 그리고, 한 쌍의 벽개면 사이를 왕복하는 동안에 소정의 파장에서 레이저 발진이 생겨, 레이저빔으로서 벽개면으로부터 외부로 출사된다.

<75> 그런데, 게인 가이드 구조를 구비한 일반적인 반도체 레이저에서는, 활성층의 발광 영역에서 발광한 빛은, 전류 협착구조에 의한 횡방향의 굴절률 차이에 의해, 광도파로 내부에 횡방향으로부터 가두어진다. 이때, 발진 임계전류 이상 그것의 2배 정도 이하의 범위 내의 전류가 활성층에 주입될 경우에는, 허미트 가우시안 모

드가 모드 차수가 낮은 것으로부터의 중첩으로서 순차 나타난다(T. Asatsuma et al., Proceedings of SPIE, Vol. 6104, 61040C(2006) 참조). 이 경우에는, 횡모드의 균일성은 인텍스 가이드형의 그것과 비교해서 뛰어나고, NFP는 비교적 톱 햇 형상으로 되어 있다. 그러나, 발진 임계전류의 2배를 넘는 전류를 활성층에 주입하면, 횡모드가 흐트러져, NFP는 톱 햇 형상으로부터 무너진 형상으로 된다. 더구나, 필라멘트 발광이 생기거나, 모드의 동요가 생기는 일도 있다.

<76> 한편, 본 실시예에서는, 전류 협착구조의 연장 방향을 향해서 연장되는 띠 형태의 볼록부(22A)가 반도체층(20)의 광 도파영역 내부(제2하부 가이드층(23))에 설치되어 있다. 이에 따라, 도 13b에 나타난 바와 같이, 넓은 게인 영역의 일부에, 볼록부(22A)에 의해 형성되는 내로우 스트라이프의 인텍스 가이드가 도입되므로, 볼록부(22A)에 의해 인텍스 가이드적인 횡모드가 생기면, 게인 영역에 있어서 횡모드가 유기되고, 볼록부(22A)에 의해 형성되는 중앙영역의 인텍스 영역에 있어서 생기는 횡모드가, 게인 영역에 있어서 유기되는 횡모드와 융합하여, 인텍스 가이드가 게인 영역에 있어서 유기되는 횡모드를 제어한다.

<77> 전체적인 횡모드는 게인 가이드성으로 되어 있으므로, 허미트 가우시안 모드가 모드 차수의 낮은 것으로부터의 중첩으로서 순차 나타난다. 그러나, 횡모드의 「씨앗(seed)」이 되는 곳은, 볼록부(22A)에 의해 형성되는 인텍스 가이드에 의해 고정되어 있으므로, 횡모드는 비교적 안정되어 있어, 횡모드의 혼란이나, 모드의 동요가 억제되어 있다. 그 때문에, 발진 임계전류의 2배를 넘는 전류를 활성층에 주입한 경우라도, 게인 가이드가 정렬된 횡모드를 유지 할 수 있고, 그 결과, 전체로서 안정되고, 균일한 NPF를 형성할 수 있다.

<78> 또한, 볼록부(22A)가, 도 14에 도시된 것과 같이, 상부 전극층(34)의 폭 방향(횡방향)에 있어서의 중앙 부분과의 대향 영역에 형성되어 있는 경우에는, 인텍스 가이드 유기 모드의 스트라이프와 게인 가이드 유기 모드의 스트라이프가 서로 병행하게 되므로, 이들 모드가 스무스하게 연결되기 쉽다고 하는 이점이 있다. 또한, 볼록부(22A)가, 도 15에 도시된 것과 같이, 상부 전극층(34)과의 대향 영역에 있어서, 상부 전극층(34)의 연장 방향(축방향)과 교차하는 방향으로 연장되어 형성되어 있는 경우에는, 전체의 횡모드에서 특정한 공간주기의 피크가 발생하는 것이 억제되어, 다수의 모드가 공존하는 것에 의해 전체로서 톱 햇 형상을 형성하기 쉬워지는 일도 있다.

<79> [제3 실시예의 변형예]

<80> 상기 실시예에서는, 볼록부(22A)(오목부 21A, 오목부 10A)가 1개만 형성되어 있었지만, 2개 이상 형성되어 있어도 된다. 또한, 예를 들면 2개의 볼록부(22A)를 설치한 경우에, 도 16a에 도시된 것과 같이, 볼록부 20A와 볼록부 20A 사이의 간격 Wi가, 상부 전극층(34)의 폭(상부 전극층(34) 중 콘택층(28)과 접하고 있는 부분의 폭)보다도 넓어져 있어도 된다. 이때, 도 16a의 반도체 레이저의 굴절률 분포를 도16b에 나타내었다.

<81> 이와 같이 한 경우에는, 횡모드의 폭이 간격 Wi로 규정되고, 간격 Wi보다도 넓혀지는 것을 억제할 수 있다. 또한, 예를 들면 2개의 볼록부(22A)를 설치한 경우에, 볼록부 20A와 볼록부 20A 사이의 간격 Wi가, 상부 전극층(34)의 폭(상부 전극층(34) 중 콘택층(28)과 접하고 있는 부분의 폭)과 거의 같아져 있어도 된다. 이렇게 했을 경우에는, 릿지형의 인텍스 가이드에 가까운 횡모드를 형성할 수 있다. 또한, 예를 들면 2개의 볼록부(22A)를 설치했을 경우에, 간격 Wi가, 상부 전극층(34)의 폭(상부 전극층(34) 중 콘택층(28)과 접하고 있는 부분의 폭)보다도 좁아져 있어도 된다. 이렇게 했을 경우에는, 2개의 인텍스 가이드가 게인 영역에 있어서 유기되는 횡모드를 제어한다. 이렇게 하여, 양쪽의 횡모드가 서로 협동적으로 융합하므로, 게인 영역에 있어서 생기는 횡모드가 자유도를 잃어버려, 규정되어 쉬워지고, 그 결과, 전체로서 안정되고, 균일한 NPF를 형성할 수 있다.

<82> 또한, 상기 실시예에서는, 볼록부(22A), 오목부 21A 및 오목부 10A를 설치하고 있었지만, 상기 제2 실시예와 같이 상기 제3 실시예에 있어서, 볼록부(22A), 오목부 21A 및 오목부 10A를 설치하는 대신에, 도 17a, 도18 (또는 도19)의 반도체 레이저(5)에 도시된 것과 같이, 상부 전극층(34)의 바로 아래에 1개의 오목부(33)을 설치하여도 된다. 이때, 도 17a의 반도체 레이저의 굴절률 분포를 도17b에 나타냈다. 이 경우에는, 도17b에 도시된 것과 같이, 게인가이드 모드가 1개인 오목부(33)에 의해 형성되는 안티 가이드의 효과로 고정되므로, 게인 영역에 있어서 생기는 횡 모드가 자유도를 잃어버려, 규정되어 쉬워지고, 그 결과, 전체로서 안정되고, 균일한 NPF를 형성할 수 있다.

<83> 또한, 상기 제3 실시예에 있어서, 볼록부(22A), 오목부 21A 및 오목부 10A를 설치하는 대신에, 도 20a에 도시된 것과 같이, 상부 전극층(34)의 바로 아래에 2개의 오목부(33)을 설치하여도 된다. 이때, 도 20a의 반도체 레이저의 굴절률 분포를 도20b에 나타냈다. 이 경우에는, 도20b에 도시된 것과 같이, 넓은 중앙영역의 게인 영역에, 2개의 오목부(33)로 끼워진 릿지 형상에 의해 형성되는 내로우 스트라이프의 인텍스 가이드가 도입

되므로, 그 릿지 형상에 의해 인텍스 가이드적인 횡모드가 생기면, 게인 영역에 있어서 횡모드가 유지되고, 릿지 형상에 의해 형성되는 중앙영역의 인텍스 영역에 있어서 생기는 횡모드가, 게인 영역에 있어서 유지되는 횡모드와 융합하여, 릿지 형상의 인텍스 가이드가 게인 영역에 있어서 유지되는 횡모드를 제어한다. 이렇게 하여, 양쪽의 횡모드가 서로 협동적으로 융합하므로, 게인 영역에 있어서 생기는 횡모드가 자유도를 잃어버려, 규정되어 쉬워지고, 그 결과, 전체로서 안정되고, 균일한 NPF를 형성할 수 있다.

<84> 단, 이 경우에는, 도21에 도시된 것과 같이, 상부 전극층(34)의 연장 방향(축방향)과 평행한 방향으로 연장되어 형성되어 있는 것이 바람직하다. 또한, 도22에 도시된 것과 같이, 상부 전극층(34)과의 대향 영역에 있어서, 전방 단부면 S1으로부터 후방 단부면 S2을 향함에 따라서 상부 전극층(34)의 폭이 좁아지도록 하여도 되고, 또한, 도23에 도시된 것과 같이, 상부 전극층(34)과의 대향 영역에 있어서, 전방 단부면 S1으로부터 후방 단부면 S2을 향함에 따라서 오목부(33) 끼리의 간격이 좁아지도록 하여도 된다. 이들 도22 및 도23의 경우에는, 공진기 길이 방향에서 횡모드의 형성 상태가 변조되므로, 전류의 증가에 따라서 특정한 영역의 광강도만이 증가할 우려가 없어지고, 공간적인 홀 버닝(hole-burning)이나 필라멘트 발광이 생기는 것을 억제할 수 있다.

<85> 또한, 상기 제3 실시예에 있어서, 볼록부(22A), 오목부 21A 및 오목부 10A를 설치하는 대신에, 도24에 도시된 것과 같이, 상부 전극층(34)의 바로 아래에, 복수의 오목부(33A)를, 상부 전극층(34)의 연장 방향으로 배열하는 동시에, 상부 전극층(34)의 폭 방향으로 배열해도 된다. 이때, 각 오목부(33A)를 균일하게 2차원 배치해도 되고, 불균일하게 2차원 배치해도 된다.

<86> 이상, 실시예 및 변형예를 들어 본 발명을 설명했지만, 본 발명은 상기한 실시예 등에 한정되는 것은 아니고, 다양하게 변형가능하다.

<87> 예를 들면, 상기 실시예 등에서는, AlGaInP계의 화합물 반도체 레이저를 예를 들어 본 발명을 설명했지만, 다른 화합물 반도체 레이저, 예를 들면 AlInP계, GaInAsP계 등의 적색 반도체 레이저, GaInN계 및 AlGaInN계 등의 질화 갈륨계의 반도체 레이저, ZnCdMgSSeTe 등의 II-VI족의 반도체 레이저에도 적용가능하다. 또한, AlGaAs계, InGaAs계, InP계, GaInAsNP계 등의, 발진 파장이 가시영역으로는 한정되지 않도록 한 반도체 레이저에도 적용가능하다.

### 도면의 간단한 설명

<88> 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 관련되는 반도체 레이저의 단면 구성도의 일례이다.

<89> 도 2는 도 1의 반도체 레이저의 상면 구성도의 일례이다.

<90> 도 3은 도 1의 반도체 레이저의 상면 구성도의 다른 예다.

<91> 도 4는 도 1의 반도체 레이저의 일 변형예의 단면 구성도다.

<92> 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 관련되는 반도체 레이저의 단면 구성도의 일례다.

<93> 도 6은 도 5의 반도체 레이저의 상면 구성도의 일례다.

<94> 도 7은 도 5의 반도체 레이저의 상면 구성도의 다른 예다.

<95> 도 8은 도 5의 반도체 레이저의 일 변형예의 단면 구성도다.

<96> 도 9는 도 5의 반도체 레이저의 다른 변형예의 단면 구성도다.

<97> 도 10은 도 5의 반도체 레이저의 그 밖의 변형예의 단면 구성도다.

<98> 도 11은 도 10의 반도체 레이저의 상면 구성도의 일례다.

<99> 도 12는 도 10의 반도체 레이저의 상면 구성도의 다른 예다.

<100> 도 13은 본 발명의 제3 실시예에 관련되는 반도체 레이저의 단면 구성도의 일례다.

<101> 도 14는 도 13의 반도체 레이저의 상면 구성도의 일례다.

<102> 도 15는 도 13의 반도체 레이저의 상면 구성도의 다른 예다.

<103> 도16은 도 13의 반도체 레이저의 일 변형예의 단면 구성도다.

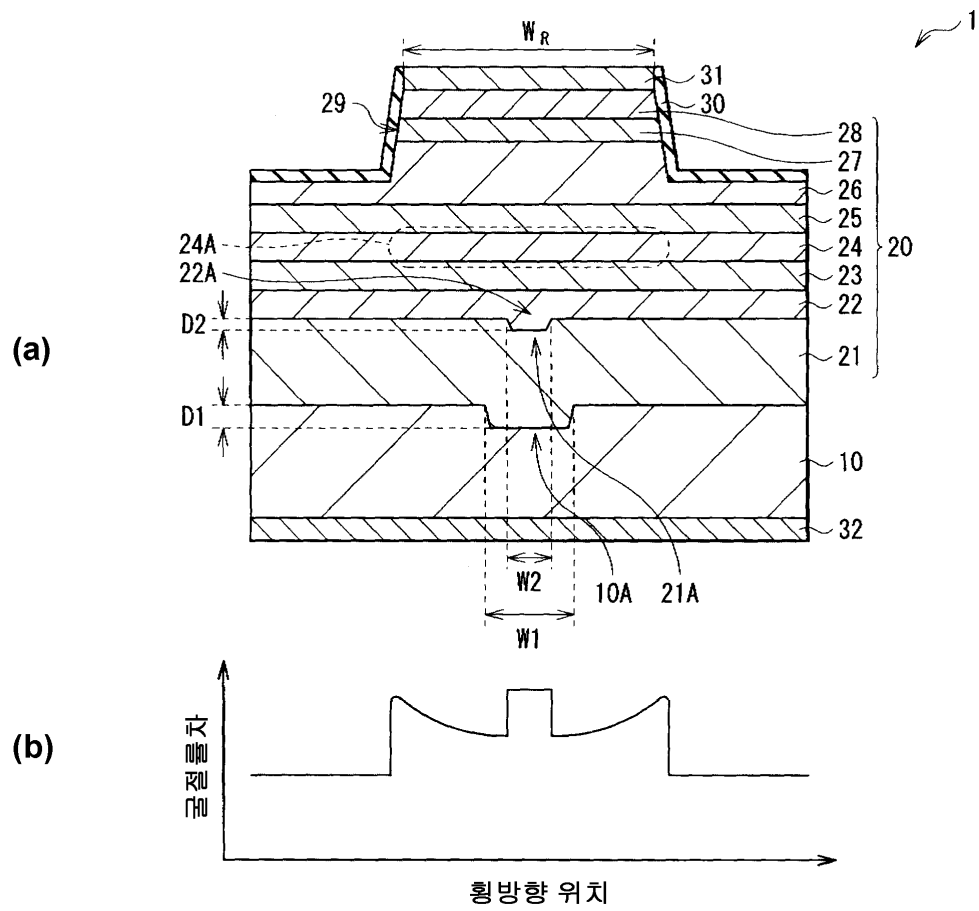
<104> 도17은 도 13의 반도체 레이저의 다른 변형예의 단면 구성도다.



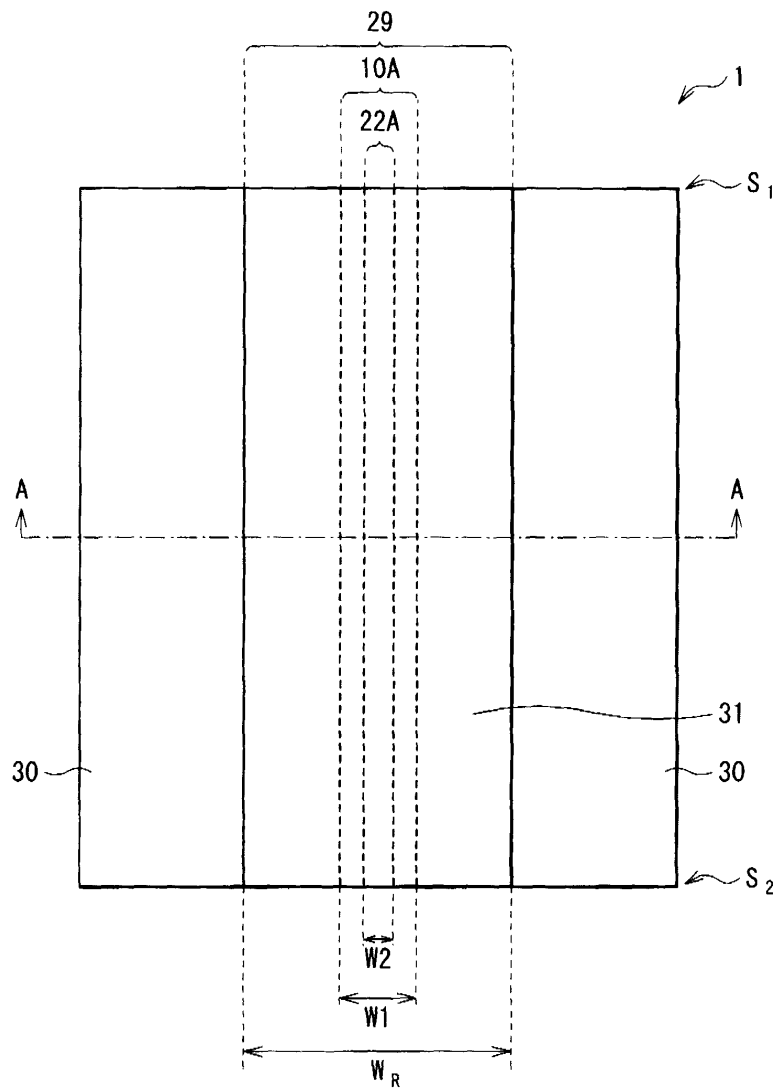
- <105> 도18은 도17의 반도체 레이저의 상면 구성도의 일례다.
- <106> 도 19는 도17의 반도체 레이저의 상면 구성도의 다른 예다.
- <107> 도 20은 도13의 반도체 레이저의 그 밖의 변형예의 단면 구성도다.
- <108> 도 21은 도20의 반도체 레이저의 상면 구성도의 일례다.
- <109> 도 22는 도20의 반도체 레이저의 상면 구성도의 다른 예다.
- <110> 도 23은 도20의 반도체 레이저의 상면 구성도의 그 밖의 예다.
- <111> 도 24는 도 13의 반도체 레이저의 그 밖의 변형예의 상면 구성도다.
- <112> 도 25는 종래의 반도체 레이저의 굴절률 분포도의 일례다.
- <113> \* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 \*
- <114> 1: 반도체 레이저                      2: 구동회로
- <115> 10: 기관                                  1: n형 클래드층
- <116> 12: 활성층                                12-1~12-6: 발광 영역
- <117> 13: p형 클래드층                      14: p형 콘택층
- <118> 15-1~15-6: 릿지부                      16A~16C: 그룹
- <119> 17A~17C: p측 전극                      18: 홈
- <120> 19: n측 전극                              d1~d5: 3dB 대역폭
- <121> H...히트싱크                            RA~RC: 저항기
- <122> W<sub>1</sub>~W<sub>6</sub>...스트라이프 폭              WA~WC: 스트라이프 폭의 평균값

도면

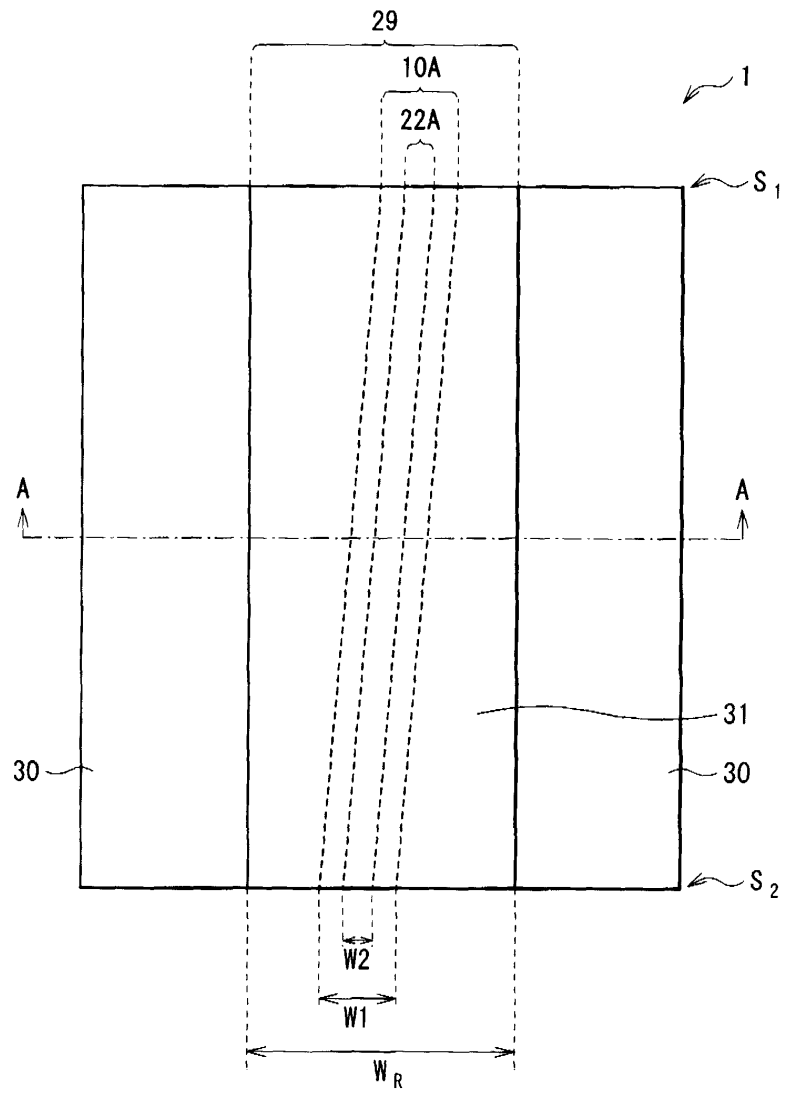
도면1



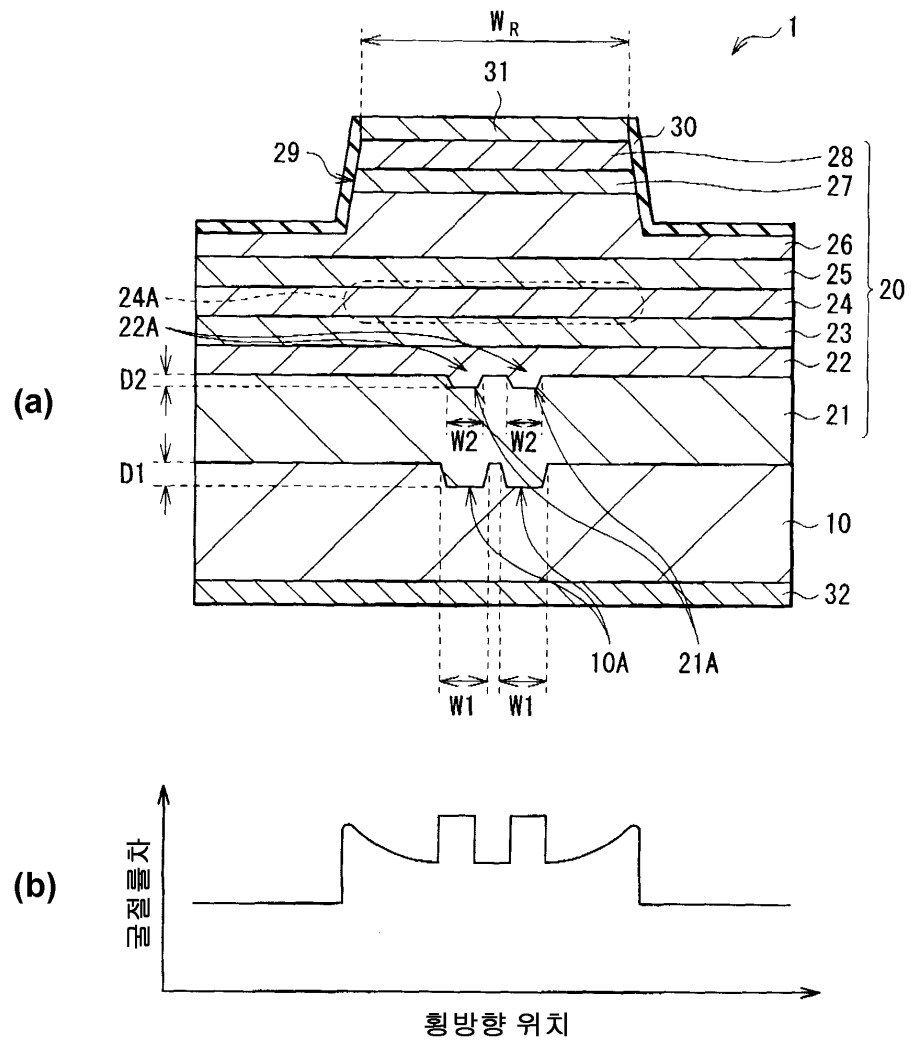
도면2



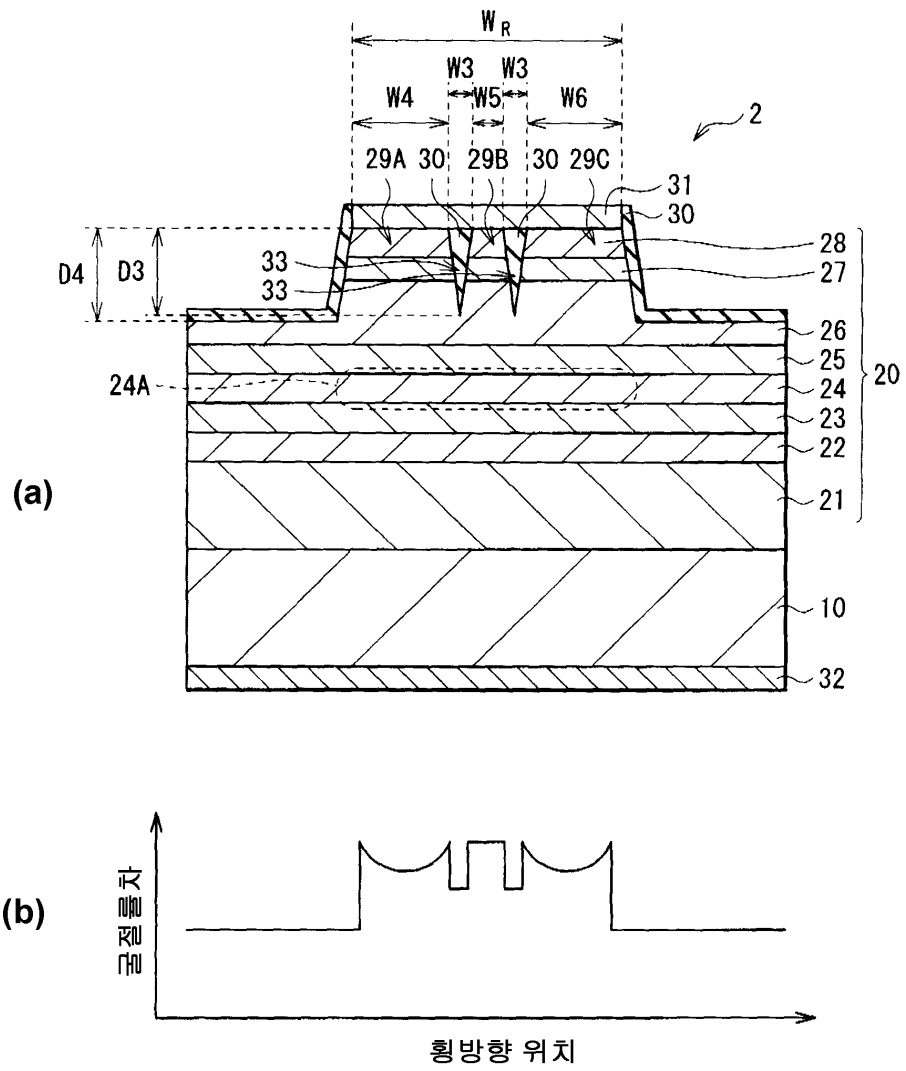
도면3



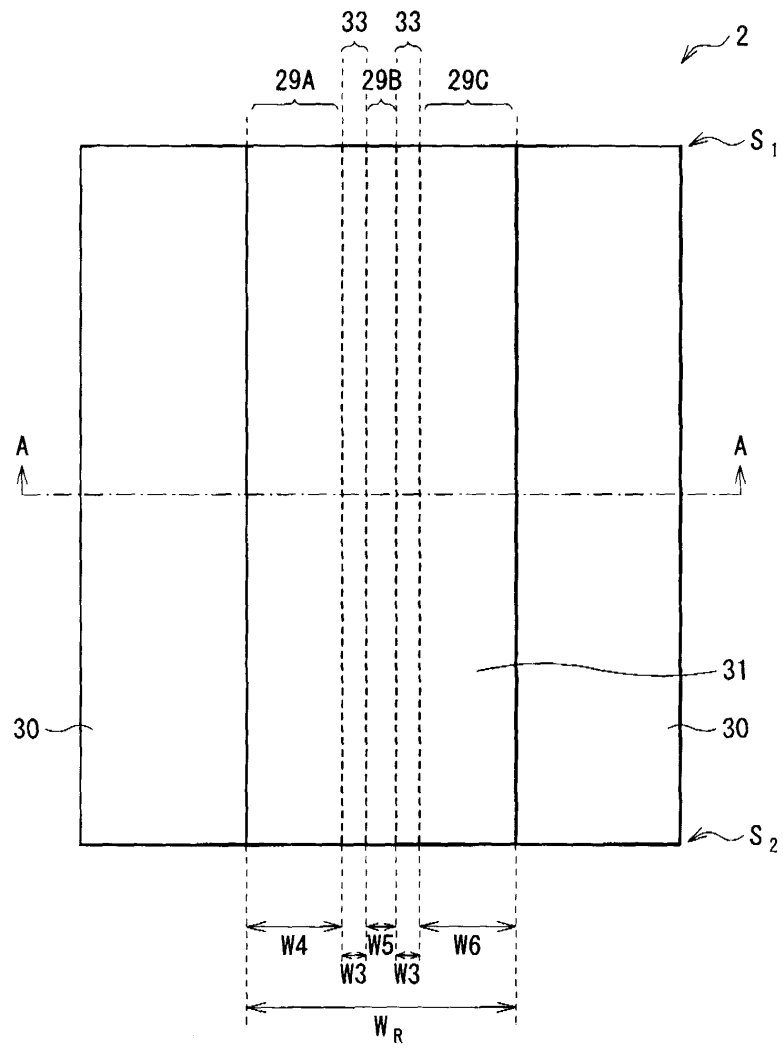
도면4



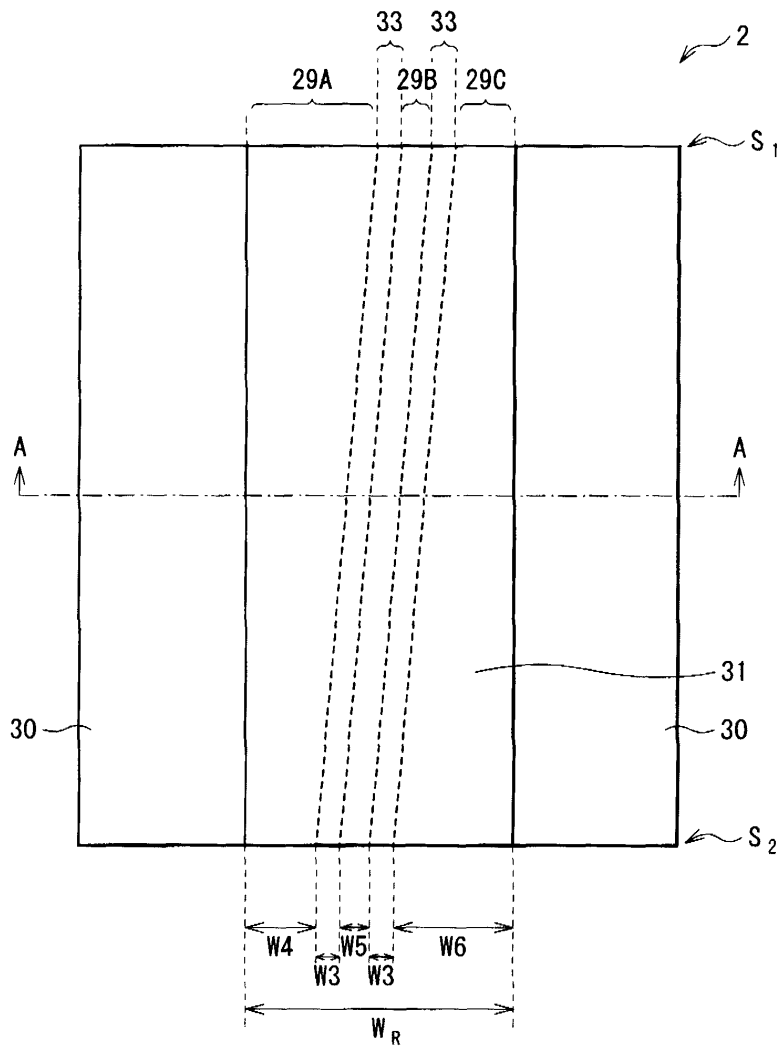
도면5



도면6

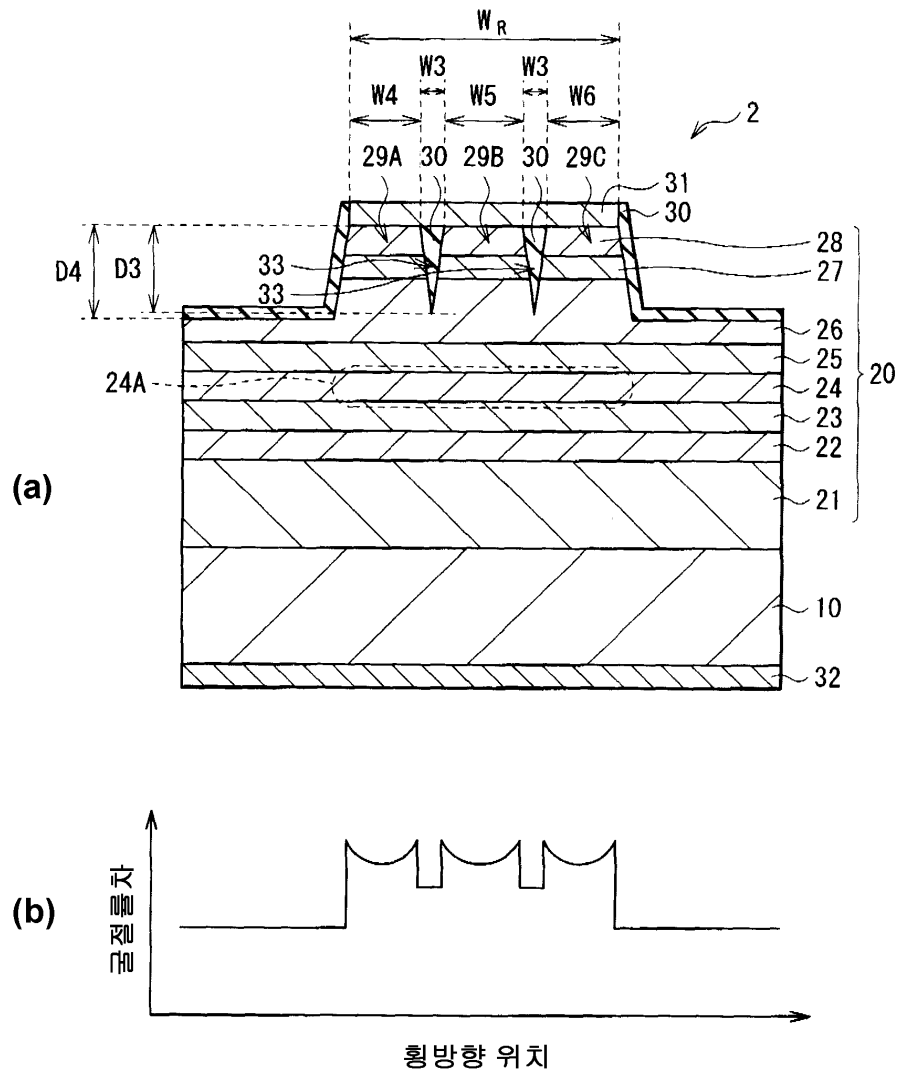


도면7

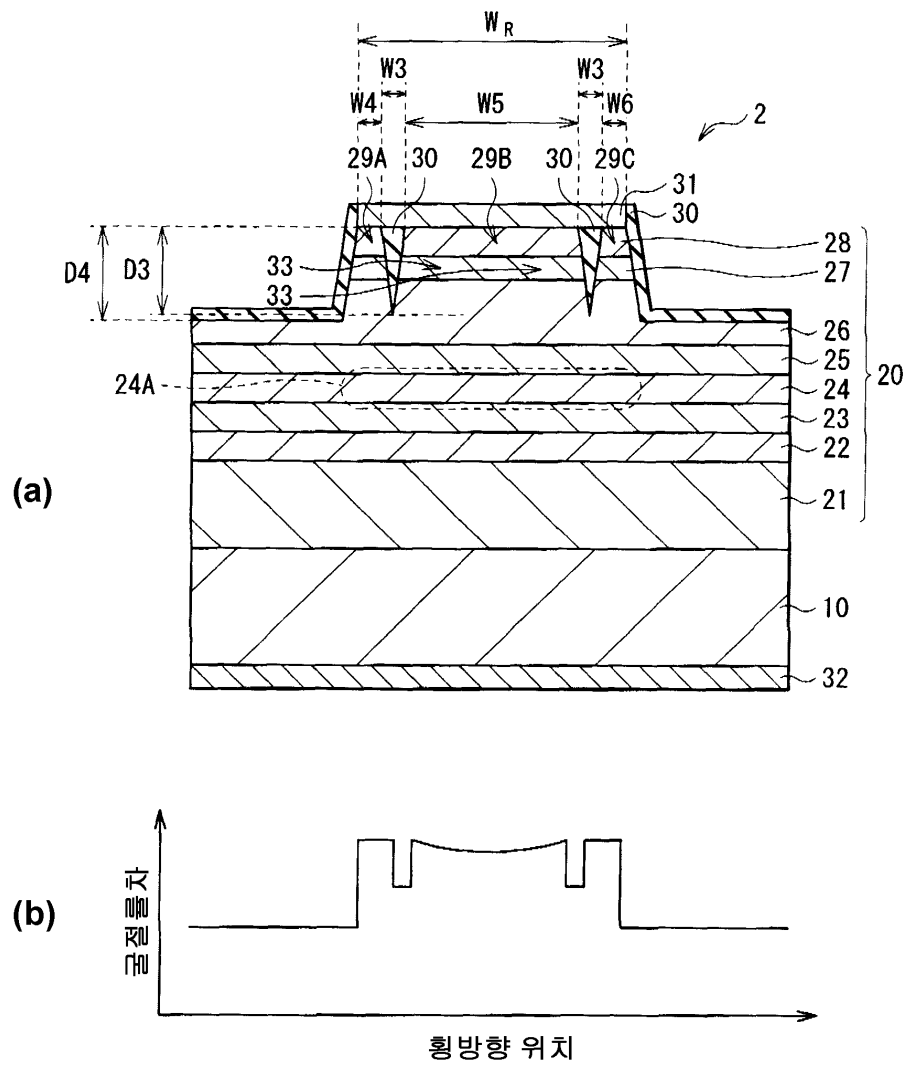




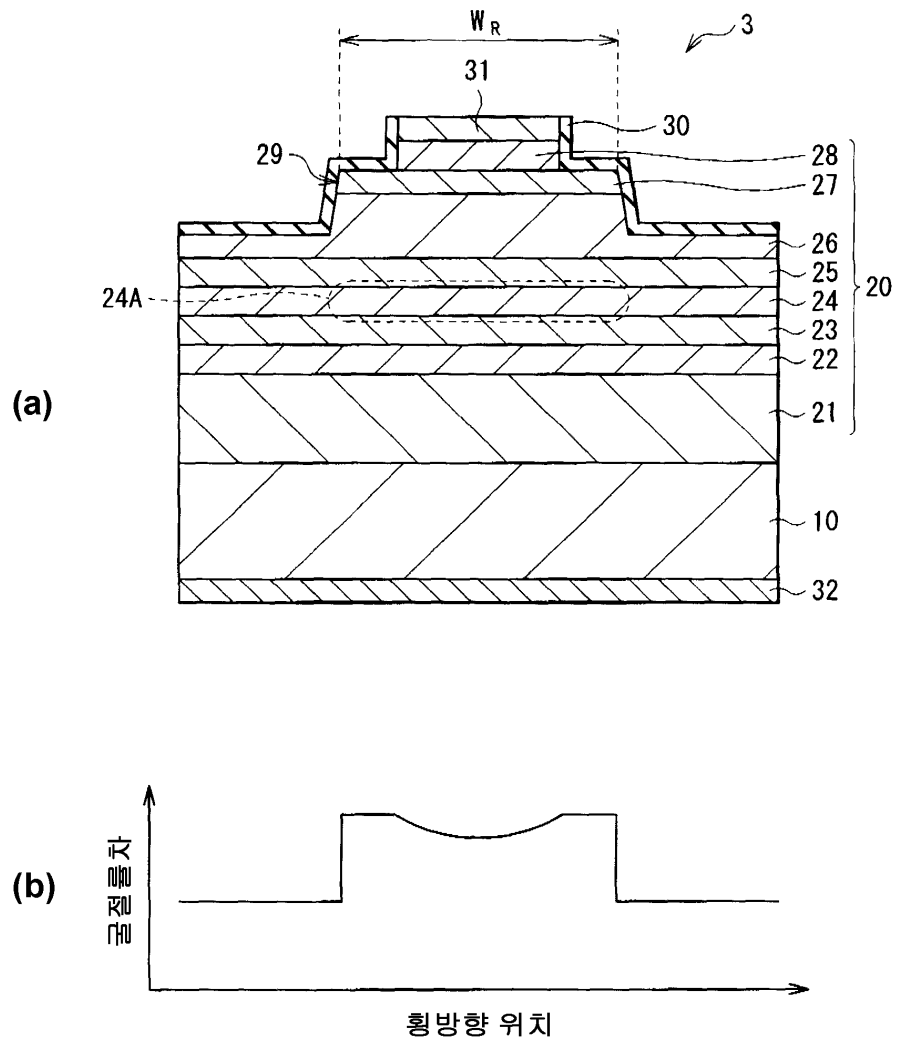
도면8



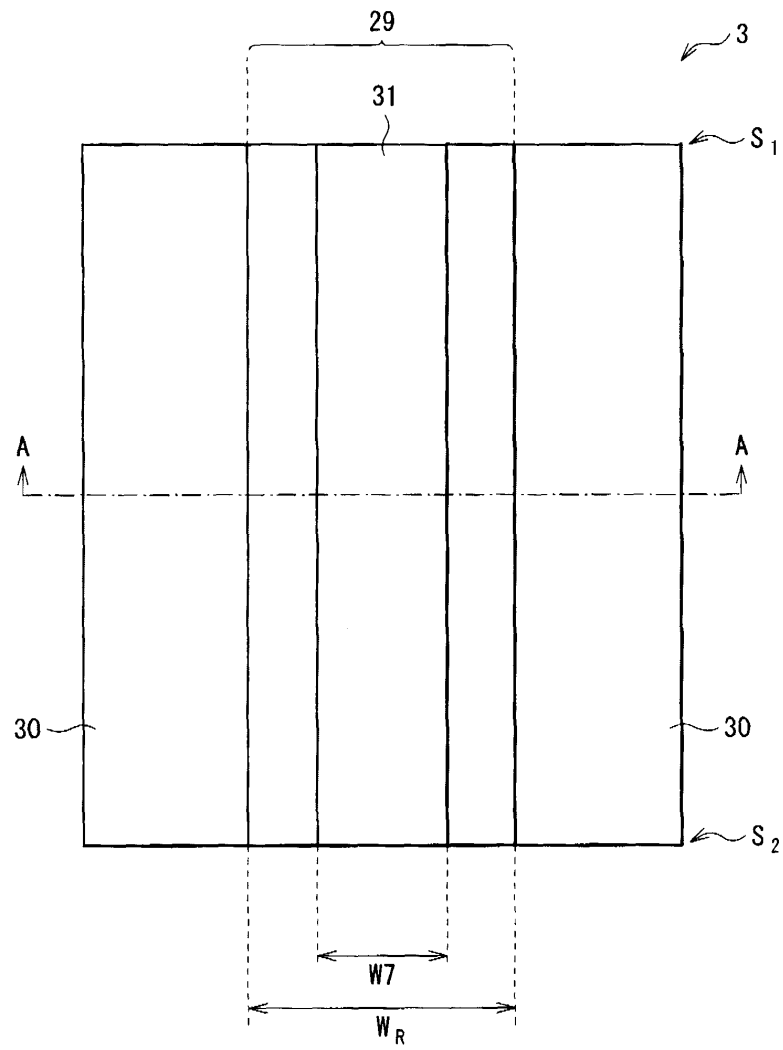
도면9



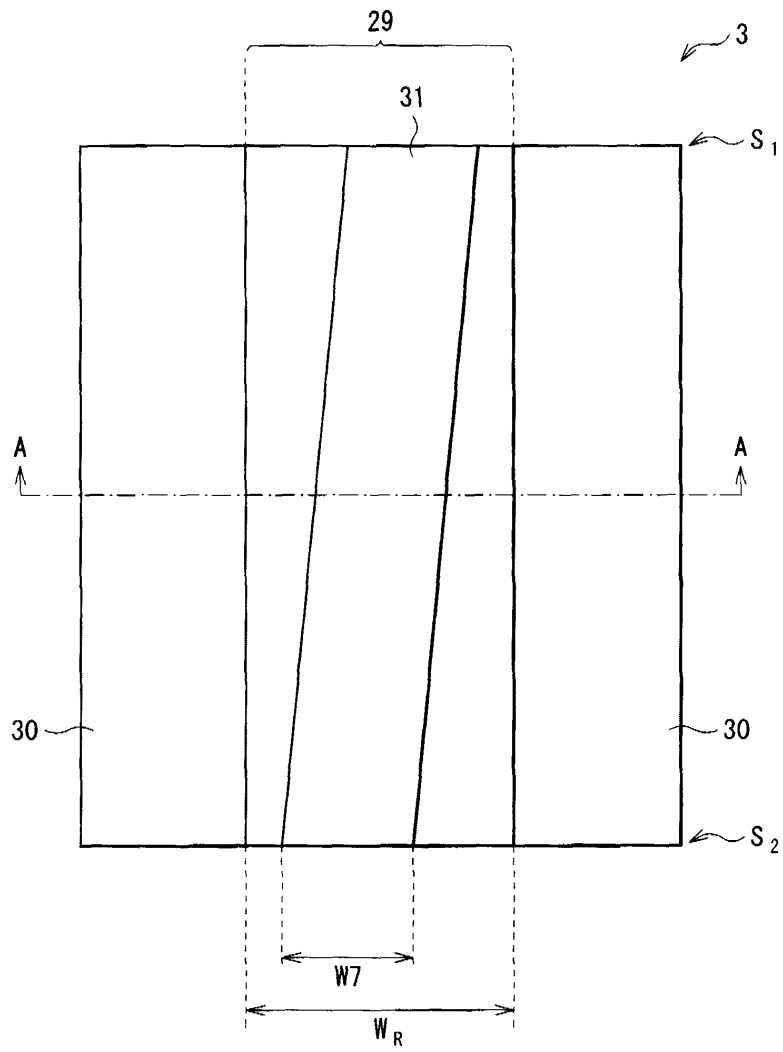
도면10



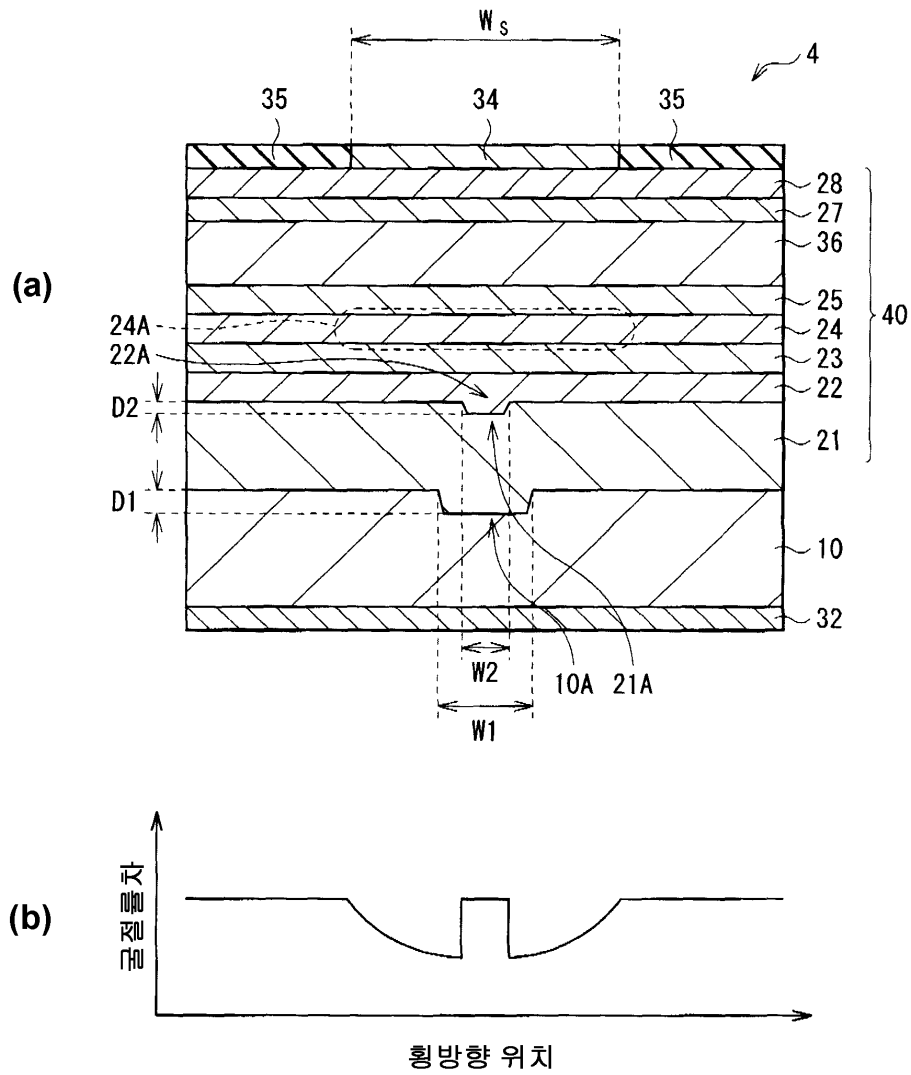
도면11



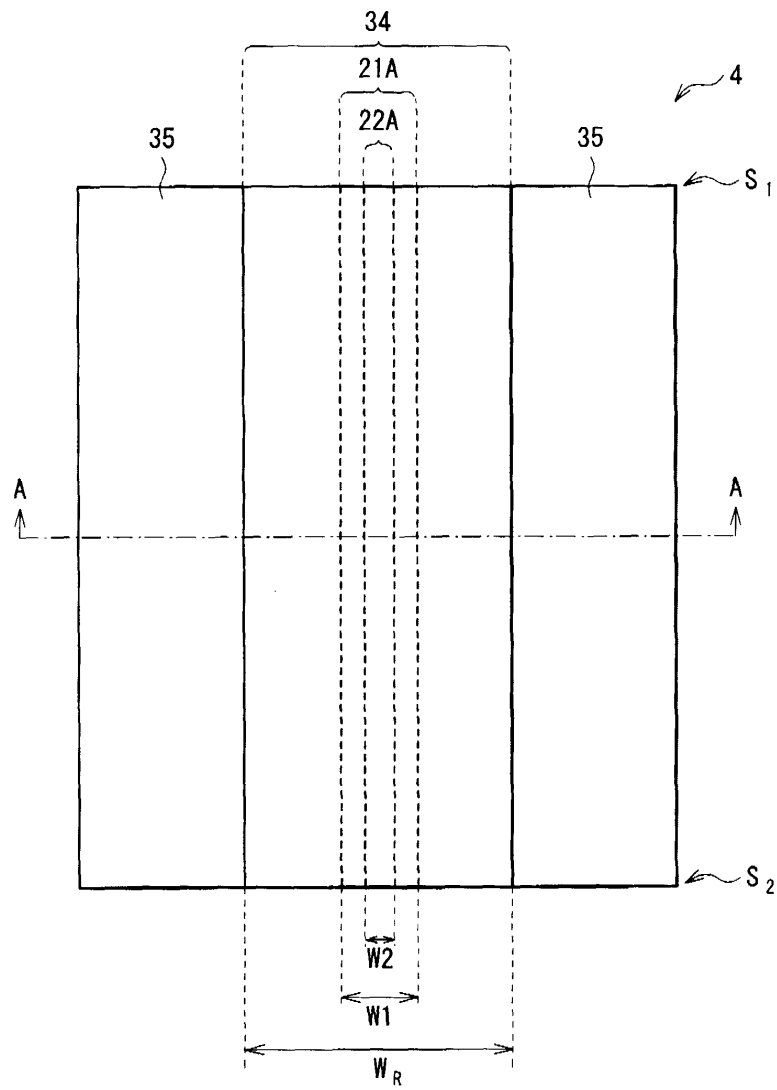
도면12



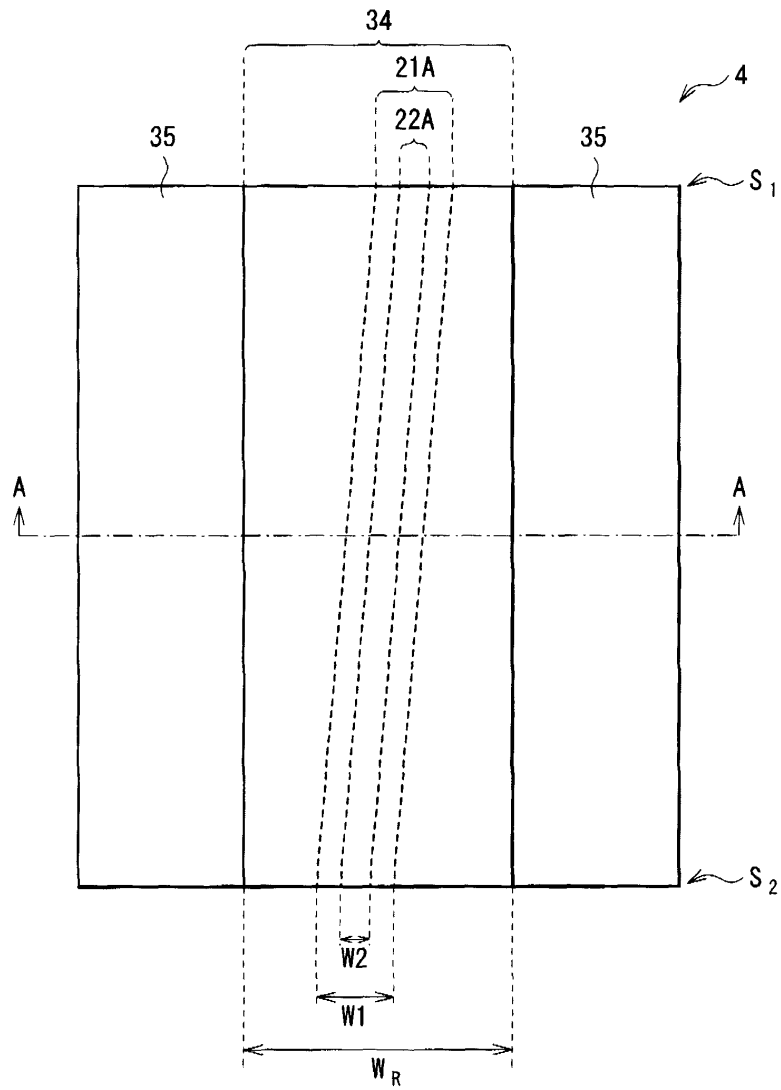
도면13



도면14

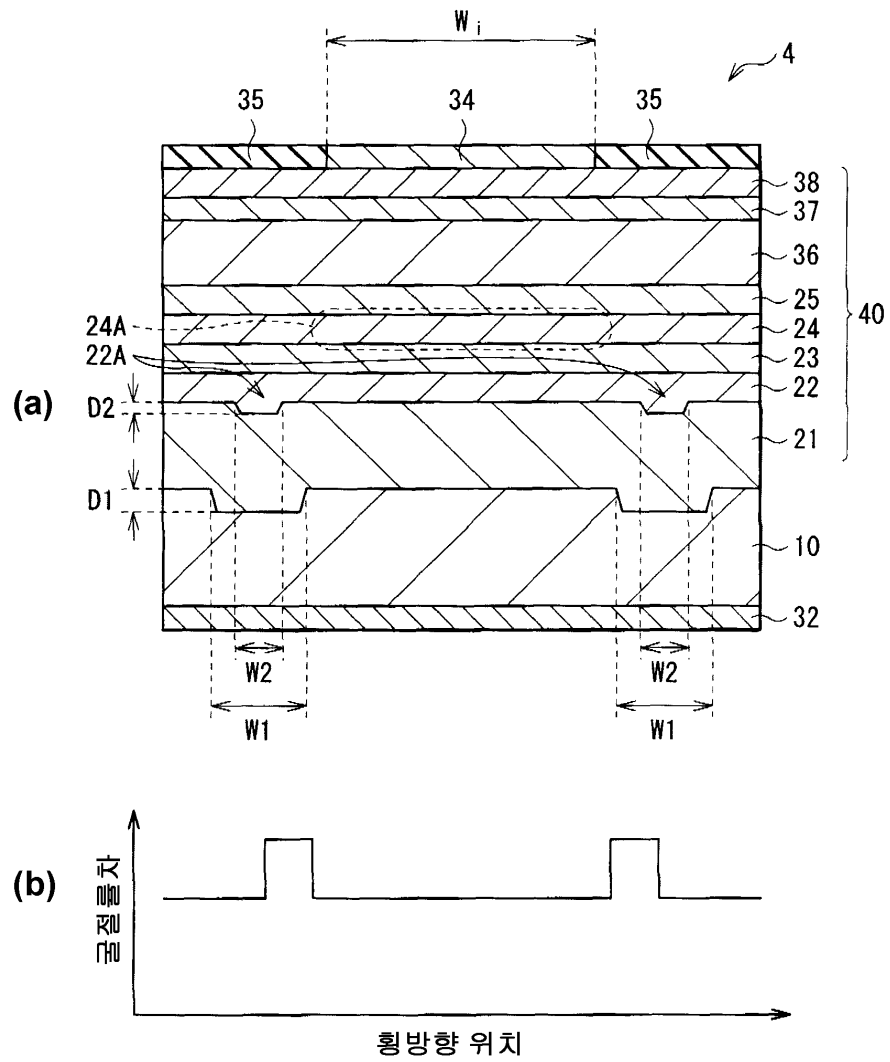


도면15

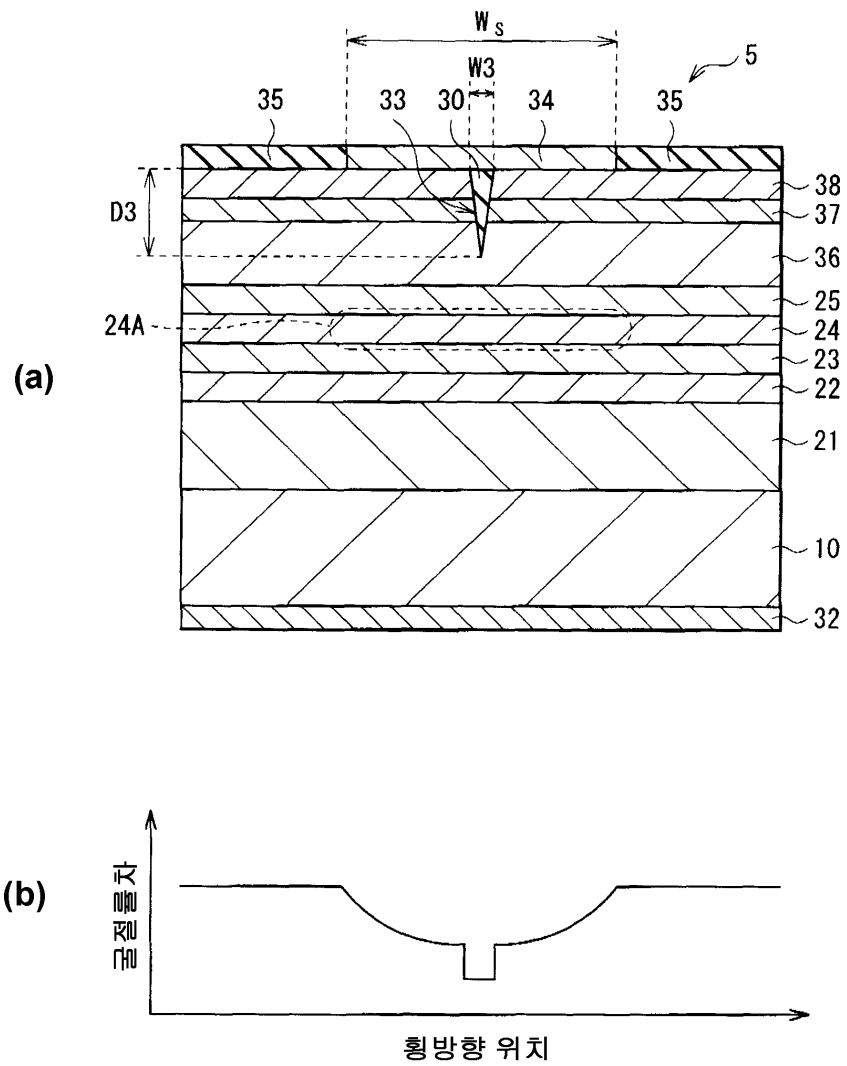




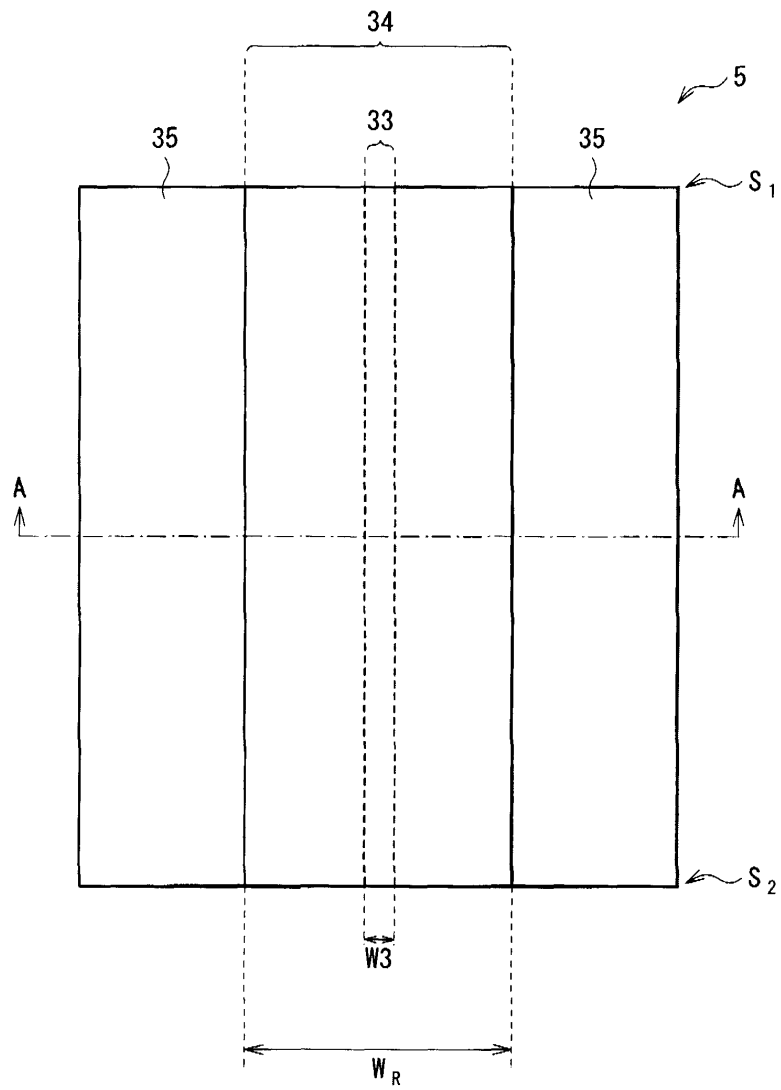
도면16



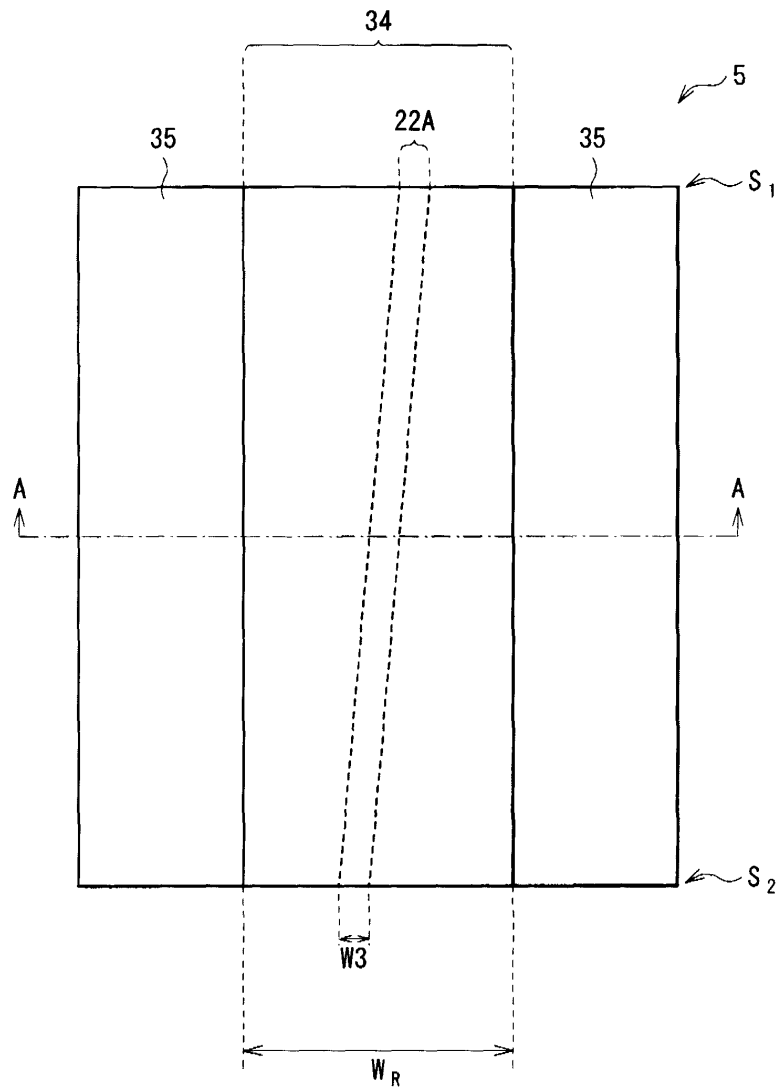
도면17



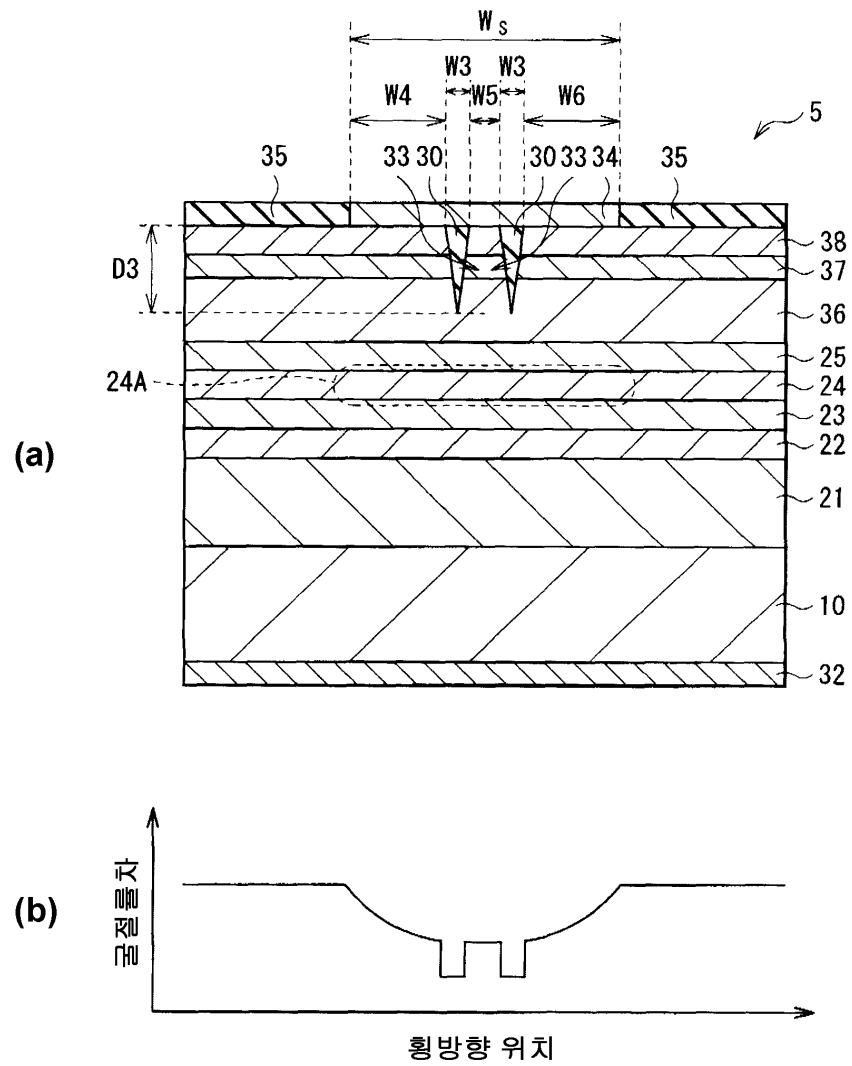
도면18



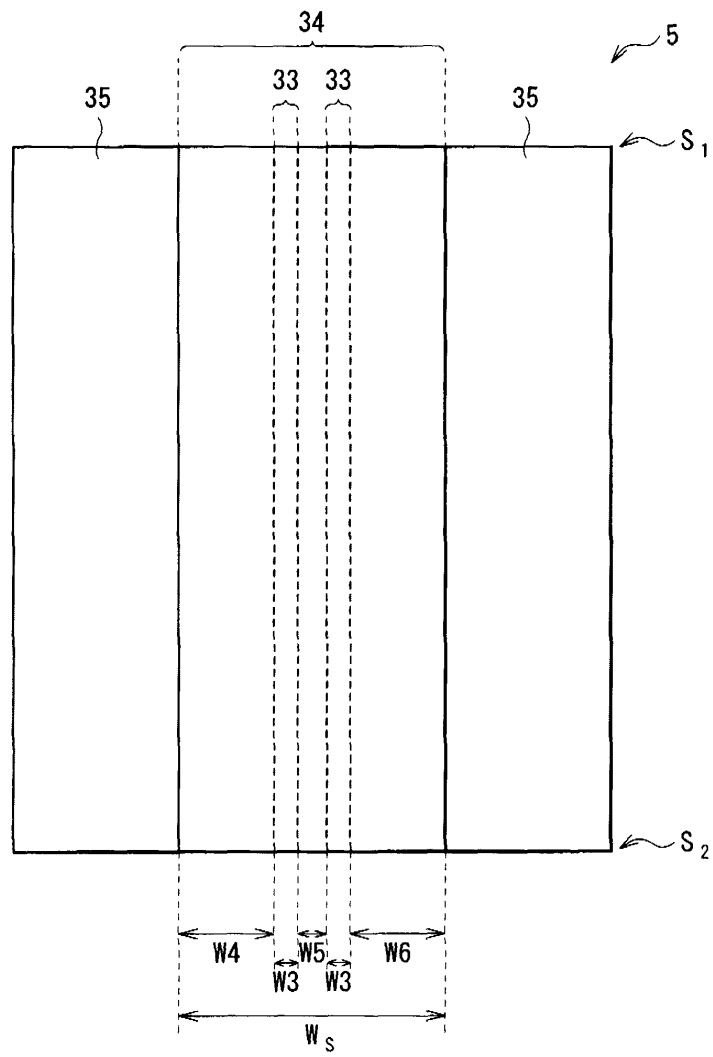
도면19



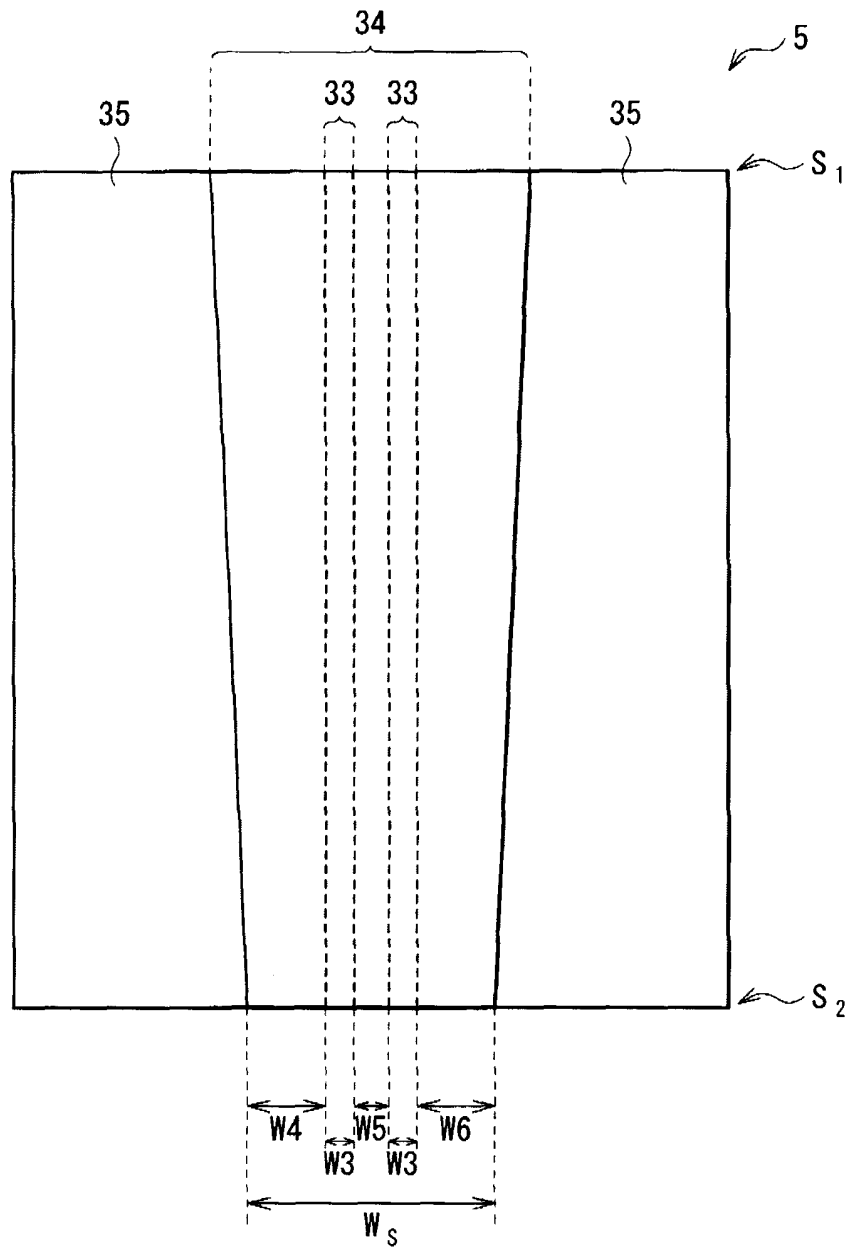
도면20



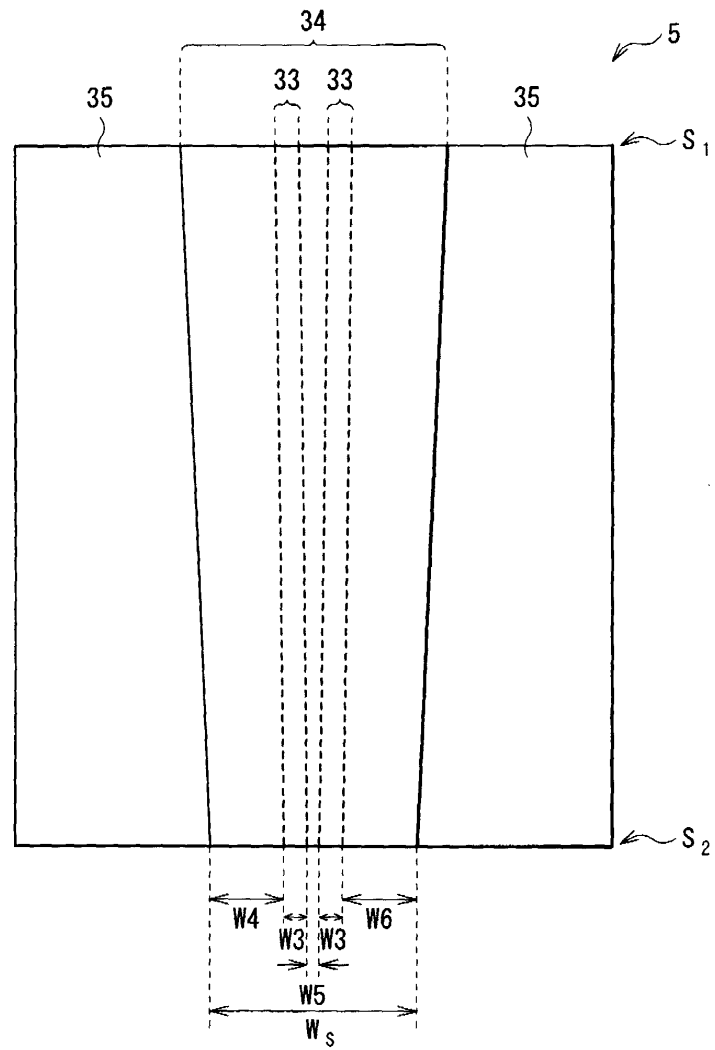
도면21



도면22

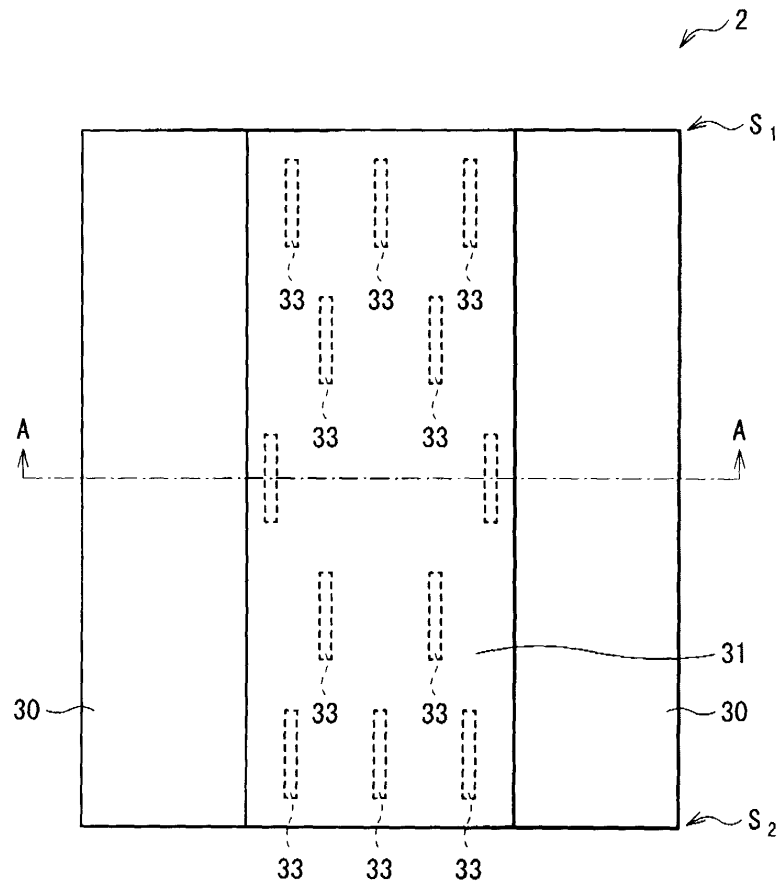


도면23





도면24



도면25

