(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
H01S 3/18

(45) 공고일자 1995년06월13일
(11) 공고번호 95-006316

(21) 출원번호	특1991-0012566	(65) 공개번호	특1992-0003592
(22) 출원일자	1991년07월23일	(43) 공개일자	1992년02월29일

(30) 우선권주장 02-194984 1990년07월25일 일본(JP)

(71) 출원인 가부시키가이샤 도시바 아오이 죠이치
일본국 가나가와현 가와사키시 사이와이구 호리가와정 72번지

(72) 발명자 기노시타 준이치
일본국 가나가와현 요코하마시 이소고구 신스기타정 8번지 가부시키가이샤 도시바 요코하마사업소내

(74) 대리인 김윤배, 이범일

심사관 : 김승조 (책자공보 제4007호)

(54) 반도체레이저

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

반도체레이저

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명을 적용한 제1실시예를 나타낸 GaInAsP/InP계 매립형 DFB레이저의 사시도.

제2도는 본 발명을 적용한 제2실시예를 나타낸 매립형 DFB레이저의 사시도.

제3도는 본 발명을 적용한 제3실시예를 나타낸 DFB레이저의 사시도.

제4도는 상기 레이저칩의 평면도와 출력광의 원시야상(FFP : θ//), 칩의 평면도의 횡으로 도파로광의 공진기방향의 광강도분포(Ⅰ) 혹은 굴절율분포(n)도 아울러 나타낸 특성도.

제5a도는 종래의 λ/4쉬프트형의 GaInAsP/InP계 매립형 DFB레이저의 단면(端面)으로부터 본 사시도.

제5b도는 제5a도의 2점쇄선에 따른 단면도.

제6도는 종래예의 특성도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

11 : n형 InP 기판 12 : 1차의 회절격자

13 : n형 GaInAsP 광도파로층(λ=1.3대 조성)

14 : 언도프 GaInAsP 활성층(λ=1.55대 조성)

15 : p형 Inp 클래드층

16 : p^+형 GaInAsP 오믹콘택층(λ=1.55대 조성)

17 : p형 InP층 18 : n형 InP층

19 : 언도프 GaInAsP 캡층(λ=1.55대 조성)

20 : p-n역바이어스접합 30 : λ/4위상시프트부

33 : p측 전극 34 : n측 전극

40 : 방사광저지를 위한 홈　　50 : 방사광저지를 위한 구멍

60 : 방사광저지를 위한 결(抉 : 구덩이영역)

[발명의 상세한 설명]

〔산업상의 이용분야〕

본 발명은 더블헤테로구조를 갖는 매립형 반도체레이저에 관한 것으로, 특히 광도파로를 따라 형성된 회절격자에 의해 광궤환을 행하는 분포궤한 반도체 레이저에 관한 것이다.

〔종래의 기술 및 그 문제점〕

최근, 광통신이나 광정보처리용의 광원으로서 각종의 반도체레이저가 많이 사용되고 있다. 이중에서도 광도파로를 따라 주기적 섭동(회절격자)을 설치한 분포궤환형 반도체레이저〔DFB(Distributed Feedback)Laser〕는 이 회절격자의 파장선택성에 의해 단일파장(단일종모드)에서의 발진이 실현가능하다. 특히, 장거리 고속 광통신용의 광원으로서 GaInAsP/InP계의 재료를 사용하여 이 DFB레이저의 실용화가 진행되고 있다.

일반적으로, 반도체레이저는 그 양쪽의 단면을 반사경으로 해서 궤환을 걸고 있다. 그 예로서 FP형, 즉 Fabry-Perot(파보리·페로)형이 있다. 이에 대해, 분포궤환형(DFB) 반도체레이저는 파장선택성이 있는 회절격자에 의해 광의 궤환을 행하고 있는 것이 특징이라고 말할 수 있다. 따라서, 기본적으로는 단면의 반사는 없어도 무방하다. 그러나, 이 레이저에서는 회절격자의 형상이나 깊이 및 필연적으로 형성되어 버리는 단면에서의 반사의 크기와 회절격자의 위상에 의해 단일종모드발진의 실현여부가 결정된다. 최근에는, 양쪽의 벽개단면(壁開端面)의 반사율을 저하시키고, 또 공진기 중앙에 회절격자의 주기의 불연속부(에컨대, 관내파장(λ)의 1/4에 상당하는 위상만큼 쉬프트하고 있다)를 갖는 구조가 주목받고 있다. 이 λ/4쉬프트구조의 소자는 종모드의 이득차도 크기 때문에, 단일종모드동작에 매우 유리하다. 그러나, 이 소자에도 문제가 있다. 그것은 측방향의 공간적 홀버닝(hole burning)이다. (예컨대, 소우다(雙田)의, 전자정보통신학회, 광영자 일렉트로닉스연구회 OQE 87-7pp. 49-56, 1986년), 즉, 규격화 결합계수(xL)의 값이 1.25보다 큰 경우에는 , λ/4위상시프트의 위치에도 파광이 집중된다. 이와 같은 공진기 축방향의 광강도분포의 큰 치우침은 활성층내의 캐리어밀도를 변화시키고, 더 나아가서는 이 분포에 대응해서 도파로의 굴절율이 변화한다. 이 도파로구조의 변화에 의해 큰 값이었던 종모드간의 이득차($\Delta\alpha$)가 작아진다. 즉, 단일종모드성이 크게 손상된다. 더욱이, 이 홀버닝에 의해 다음과 같은 문제가 생긴다. 즉, 도파로의 굴절율이 크게 변화한 부분에서는 전파하는 광의 모드가 효율좋게 변화되지 않아 방사모드로서 도파로의 밖으로 방사되어 버린다. 이러한 방사모드광은 도파로를 전파하여 출력단면으로부터 출사(出 射)되는 출력광과 간섭한다. 이 간섭에 의해 출력광의 출사패턴〔원시야상(遠視野像) : FFP(FarField Pa tter n)〕이 흐터러져 버린다. 따라서, 다른 광학부품에 출력광을 효율좋게 결합할 수 있다.

이 상황을 GaInAsP/InP계의 매립형, DFB레이저에 적용한 예에 대해, 이하 도면을 참조해서 상세히 설명한다.

제5a도는 GaInAsP/InP계의 매립형 DFB레이저의 단면에서 본 사시도이고, 제5b도는 레이저 스트라이프의 단면 즉 도시한 2점쇄선부에 따른 단면도이다. 이는 다음과 같이 제작된다.

우선, n형 InP 기판(11)상에 2광속 간섭노광법으로 1차의 회절격자(12)를 형성하고, 그 위에 n형 GaInAsP 광도파로층(13 ; λ=1.3㎛대 조성), 언도프 GaInAsP활성층(14 ; 1.55㎛대 조성), p형 InP 클래드층(15), p^+형 GaInAsP 오믹콘택(Ohmic Contact)층 (16 ; λ=1.15㎛대 조성)을 순차적으로 적층한다. 그후, 엣칭에 의해 메사·스트라이프부를 형성한다. 다음에, 그 주위를 p형 InP층(17), n형 InP층(18), 언도프 GaInAsP 캡층(19 ; λ=1.15㎛대 조성)을 연속성장시켜 매립한다(BH구조···buried heterostructure). 이 때, 매립영역에서는 p-n역바이어스접합(20)에 의해 전류가 저지되기 때문에, 활성층 스트라이프(14)에만 전류가 효율좋게 주입된다.

또, 광스펙트럼모드의 일체화를 위해 양쪽의 벽개단면의 반사율을 AR(Anti-Refection)코트(coat ; 21)에 의해 저하시키고, 또 그 공진기의 예컨대 중앙의 회절격자의 λ/4위상시프트부(30)를 설치하고 있다. 참조부호 33, 34는 각각 p측 전극, n측 전극이다.

제6도는 레이저칩의 평면도와 출력광의 원시야상(FFP : θ//)이다. 여기서, θ//는 레이저출력광의 원시야상의 수평방향의 반치전각(半値全角)을 나타낸다. 또, 여기서는 칩의 평면도의 횡으로는 도파광의 공진기 방향의 광강도분포(Ⅰ)를 아울러 나타내고 있다. 제6a도는 파브리·페로형 반도체레이저의 경우인데, 이는 광강도분포(Ⅰ)가 비교적 평탄하기 때문에 불필요한 간섭이 없다. 따라서, 그 원시야상(θ//)도 매끈매끈한 형상이다. 제6b도는 λ/4위상시프트형 DFB레이저소자의 경우이다. 이 소자에서는 λ/4위상시프트(30) 위치에 도파광이 집중된다(Ⅰ). 그에 따른 공진기축방향의 광강도분포의 큰 치우침은 활성층내의 캐리어밀도를 변화시킨다. 더욱이, 이 분포에 대응해서 도파로의 굴절율(n)이 변화한다. 상술한 바와 같이, 굴절율이 크게 변화한 부분에서는 전파하는 광의 모드가 효율좋게 변화하지 않아 방사모드로서 도파로의 밖으로 방사된다. 이 방사광(31)과 출사광(32)의 간섭에 의해 원시야상(θ//)이 제6b도와 같이 흐트러져 버린다.

일반적으로, λ/4쉬프트형 소자에 한정되지 않고, DFB레이저에서는 예컨대 단일종모드로 동작하고 있어도 약간의 굴절율변화로 그 원시야상이 흐트러지기 쉽다고 하는 문제점이 있다.

[발명의 목적]

본 발명은 상기 종래기술의 문제점을 극복하기 위해 발명된 것으로, 매끈매끈한 원시야상을 갖는

DFB레이저를 재현성 좋게 얻을 수 있는 레이저구조를 제공함에 그 목적이 있다.

[발명의 구성]

상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 더블헤테로형의 반도체레이저 본체를 갖추고, 또 활성층을 포함한 광도파로층이 이 층보다도 굴절율이 작은 반도체층에 의한 매립영역으로 매립되어 구성되는 매립형 반도체레이저에 있어서, 상기 반도체레이저 본체의 양단면 혹은 한쪽의 출사단면으로부터 선정된 거리만큼 떨어진 상기 매립영역내 혹은 상기 단면을 포함하는 상기 매립영역에, 상기 광도파로층의 아래쪽까지 이르는 깊이로 파 들어간 소정의 단면형상의 결 혹은 소정단면형상의 구멍이 적어도 1개소이상 설치되는 것을 특징으로 하는 반도체레이저이다.

또, 본 발명은 상기 반도체레이저 본체가 광도파로층을 따라 형성된 회절격자에 의해 광궤환을 행하는 분포궤환형 반도체레이저를 구성하는 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은 상기 광도파로층의 중간부의 회절격자에 위상쉬프트부를 설치하고, 또 상기 광도파로층의 벽개단면에 반사율이 낮은 코트를 설치한 것을 특징으로 한다.

[작용]

상기와 같이 구성된 본 발명은, 상기한 문제점을 다음과 같은 방법으로 해결하고 있다. 즉, 레이저의 단면의 양쪽 혹은 한쪽의 출사단면으로부터 소정의 거리만큼 떨어진 매립영역내 혹은 단면을 포함하는 매립영역에 광도파로층의 아래쪽까지 이르는 깊이로 파 들어간 소정의 단면형상의 결 혹은 소정의 단면형상의 구멍을 설치한 것이다.

레이저도파로의 도중에서 발생한 방사모드광은 이들 결, 구멍에 의해 반사산란되어 출력단면에 도달하지 않는다. 따라서, 출력광으로서 간섭을 일으키지 않아 원시야상이 매끈매끈해진다. 이 효과는, 상기 세번째 이 구성과 같이 스펙트럼모드를 일체화하는 구성으로 한 경우에 현저해진다.

[실시예]

이하, 종래예와 마찬가지로 본 발명을 GaInAsP/InP계 매립형 DFB레이저에 적용한 실시예에 대해 도면을 참조해서 설명한다.

제1도는 본 발명을 적용한 GaInAsP/InP계 매립형 DFB레이저의 사시도이다. 제작방법은 제5도의 종래예의 구조를 실현하는 것까지는 공통이다.

마지막으로 양단면 근방의 매립영역에 도파로 스트라이프(14)에 대해 예컨대 수직한 홈(40)을 형성한다. 이는 예컨대 레지스터를 도포하고, 홈(40)의 패턴부분을 이온밀링을 이용해서 도파로(13)보다 깊게 파 내려간 것이다.

레이저도파로(13)의 도중에서 발생한 방사모드광은 이 홈(40)에 의해 저지되도록 반사되어 출력단면에 도달하지 않는다. 따라서, 출력광과 간섭을 일으키지 않아 원시야상이 매끈매끈해진다.

제2도는 본 발명을 적용한 제2실시예를 나타낸 매립형 DFB레이저의 사시도이다. 제작방법은 제1도의 실시예와 마찬가지로 제5도의 종래예의 구조를 실현하기까지는 공통이다. 마지막으로 출력단면 근방의 매립영역에 원기둥형상의 구멍(50 ; 복수개)을 형성한다. 이것도, 레지스트를 도포하고, 구멍의 패턴을 이온밀링를 이용해서 깊게 파 내려가 형성된다.

이 경우도, 레이저도파로의 도중에서 발생한 방사모드광은 이 구멍군(50)에 의해 저지되도록 반사산란되어 출력단면에 도달하지 않는다. 따라서, 출력광(32)과 간섭을 일으키지 않아 원시야상이 매끈매끈해진다. 이 상태를 제4도에 나타내었다. 여기서, 구멍군(50)은 방사모드광(31)이 효과적으로 산란되도록 그 배치를 설계하였다.

제3도는 본 발명을 적용한 제3실시예를 나타낸 매립형 DFB레이저의 사시도이다. 이것도 제작방법은 제1도의 실시예와 마찬가지로 종래예의 구조를 실현하기까지는 공통이다.

마지막으로, 출력단면 근방의 매립영역을 단면마다 결(扶 ; 구덩이영역)을 만들어 버리는 것이다. 이것도 이온밀링을 이용해서 깊게 파 내려가 형성한다. 이 결부(扶部 ; 60)의 커브도 방사모드광이 효과적으로 반사되어 전면에 출사되지 않도록 설계하고 있다. 따라서, 출력광(33)과 간섭을 일으키지 않아 원시야상이 제4도와 마찬가지로 매끈매끈해진다.

본 발명은, 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 한 임의의 형상의 결, 구멍에 적용될 수 있는 것이다. 또, DFB레이저에 한정되지 않고, 도파로에 가공을 실시한 파브리·페로형 레이저, 복합공진기형 레이저 등 일반적인 반도체레이저에도 적용할 수 있다.

[발명의 효과]

상술한 바와 같이 본 발명에 의하면, 반도체레이저에 있어서, 도파로의 굴절율이 크게 변화한 부분으로부터의 방사모드광과 출력단면으로부터 출사되는 출력광의 간섭을 방지하여 매끈매끈한 원시야상을 얻을 수 있다. 또, 공정도 비교적 간단하다.

따라서, 따른 광학부품에 출력광을 효율좋게 결합할 수 있기 때문에, 이 소자의 응용에 대해 큰 장점으로 되는 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

발진광을 통과시키는 반도체기판과, 활성층, 상기 반도체기판상에 형성된 도파로층 및 이 도파로층을 따라 형성된 회절격자를 포함하고서 그를 통해 전류를 흘리는 레이저 스트라이프, 상기 회절격자

의 중간지점에 형성된 위상쉬프트부, 상기 반도체기판상의 상기 레이저 스트라이프를 덮도록 형성됨과 더불어 발진광을 통과시키는 반도체 주변영역 및, 상기 레이저 스트라이프의 출사단면의 양쪽 근방 및 상기 반도체 주변영역내에 출력광을 차단하지 않도록 위치되고, 상기 레이저 스트라이프보다 더 깊은 깊이로 상기 반도체 주변영역 및 상기 반도체기판을 파 들어감으로써 형성되어, 상기 위상쉬프트부로부터 상기 반도체 주변영역으로 방사되는 방사모드광을 차단하기 위한 차단수단을 구비한 것을 특징으로 하는 반도체레이저.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 차단수단이 상기 레이저 스트라이프의 출사단면의 양쪽 근방의 상기 반도체 주변영역 및 상기 반도체기판을 파 들어감으로써 형성된 직사각형의 홈으로 이루어진 것을 특징으로 하는 반도체레이저.

청구항 3

제2항 있어서, 상기 홈이 상기 레이저 스트라이프의 양단 근방에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체레이저.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 차단수단이 상기 레이저 스트라이프의 출사면면의 양쪽 근방의 상기 반도체 주변영역 및 상기 반도체기판을 파 들어감으로써 형성된 원기둥형상의 구멍으로 이루어진 것을 특징으로 하는 반도체레이저.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 차단수단이 상기 레이저 스트라이프의 출사단면의 양쪽의 상기 반도체 주변영역 및 상기 반도체기판을 제거함으로써 형성된 구덩이영역으로 이루어진 것을 특징으로 하는 반도체레이저.

청구항 6

제2항에 있어서, 상기 홈이 광흡수재로 채워져 있는 것을 특징으로 하는 반도체레이저.

청구항 7

제4항에 있어서, 상기 구멍이 광흡수재로 채워져 있는 것을 특징으로 하는 반도체레이저.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 차단수단이 상기 출사단면과 상기 위상쉬프트부간에 위치되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체레이저.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 반도체레이저가 상기 회절격자를 이용하여 광궤환을 걸기 위한 분산궤환 반도체레이저인 것을 특징으로 하는 반도체레이저.

청구항 10

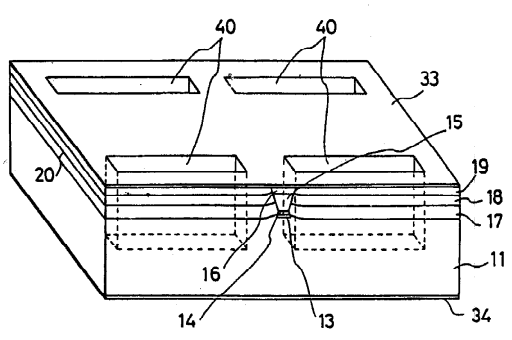
제1항에 있어서, 상기 레이저 스트라이프의 양단이 상기 반도체 주변영역 및 상기 반도체기판의 벽개단면과 결합한 벽개단면인 것을 특징으로 하는 반도체레이저.

청구항 11

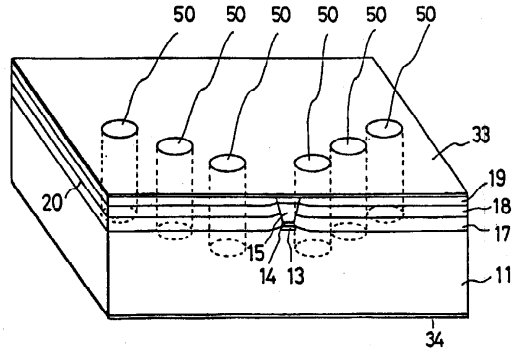
제10항에 있어서, 상기 벽개단면에 저반사율의 코트가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체레이저.

도면

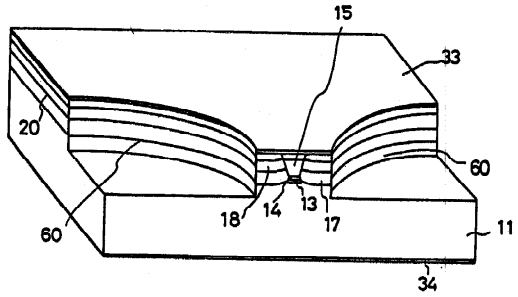
도면1



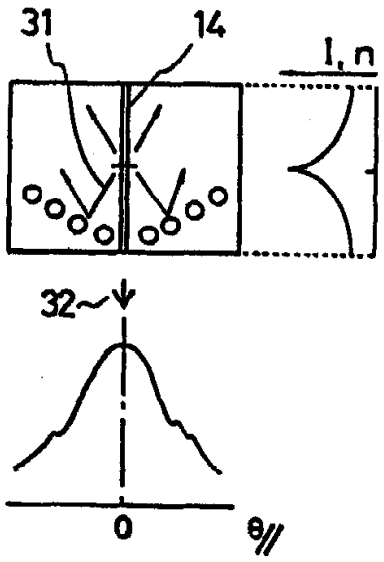
도면2


50
50
50
50
50
50
33
19
18
17
11
20
15
14
13
34

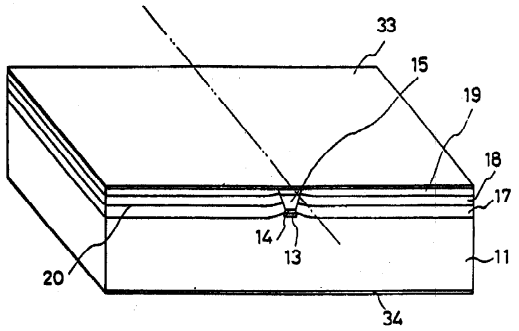
도면3


15
33
20
60
18
14
13
17
11
60
34

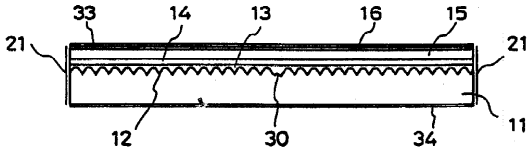
도면4


31
14
I, n
32
0
θ//

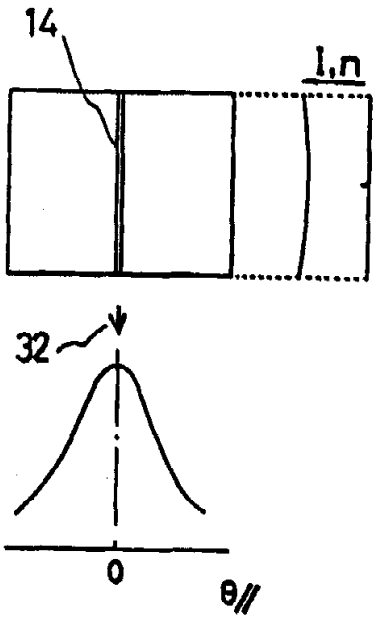
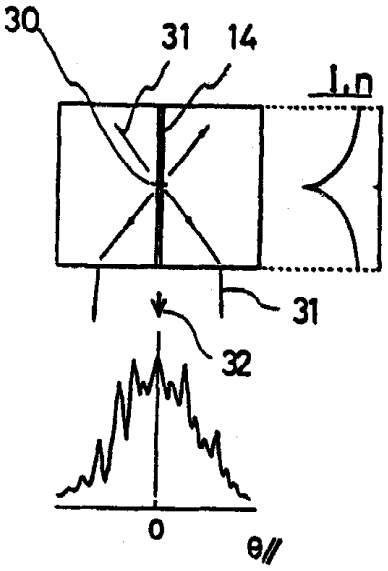
도면5-a



도면5-b



도면6-a



도면6-b