



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년03월05일
 (11) 등록번호 10-1834572
 (24) 등록일자 2018년02월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01S 5/028 (2006.01) H01S 5/323 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0078290
 (22) 출원일자 2011년08월05일
 심사청구일자 2016년06월08일
 (65) 공개번호 10-2012-0024411
 (43) 공개일자 2012년03월14일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2010-177270 2010년08월06일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2008218523 A*
 KR1020040003020 A*
 JP2003209318 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 니치아 카가쿠 고교 가부시킴이샤
 일본 도쿠시마켄 아난시 가미나카쵸 오카 491번지 100
 (72) 발명자
 모리즈미 도모노리
 일본 도쿠시마켄 아난시 가미나카쵸 오카 491-100
 니치아 카가쿠 고교 가부시킴이샤 내
 (74) 대리인
 한상욱, 박충범, 박상돈

전체 청구항 수 : 총 16 항

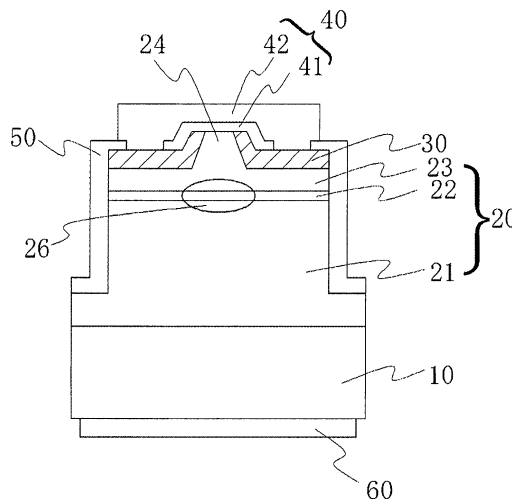
심사관 : 조성찬

(54) 발명의 명칭 **질화물 반도체 레이저 소자 및 그 제조 방법**

(57) 요약

본 발명에서는, 공진기면의 열화를 억제하여, 소자의 수명 특성을 향상시키는 것을 목적으로 한다. 도파로 영역의 단부에 공진기면을 갖는 질화물 반도체층과, 상기 공진기면에 대략 수직한 질화물 반도체층의 상면에, 공진기면측의 단부가 공진기면으로부터 이격하여 형성된 절연막을 갖는 질화물 반도체 레이저 소자로서, 상기 공진기면으로부터 질화물 반도체층의 상면 및 절연막의 표면에 걸쳐 형성된 제1 막을 갖고, 그 제1 막은, $Al_xGa_{1-x}N(0 < x \leq 1)$ 으로, 상기 절연막과 상이한 재료로 형성되고, 질화물 반도체층과 접촉하는 제1 영역과 절연막과 접촉하는 제2 영역을 갖는 질화물 반도체 레이저 소자이다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

도파로 영역의 단부(端部)에 공진기면을 갖는 질화물 반도체층과, 상기 공진기면에 수직한 질화물 반도체층의 상면에 형성된 절연막을 갖는 질화물 반도체 레이저 소자로서,

상기 절연막의 공진기면측의 단부가 상기 공진기면으로부터 이격하여 형성되고,

상기 공진기면으로부터 질화물 반도체층의 상면 및 절연막의 표면에 걸쳐 형성된 제1 막을 갖고, 그 제1 막은, $Al_xGa_{1-x}N(0 < x \leq 1)$ 으로, 상기 절연막과 다른 재료로 형성되고, 질화물 반도체층과 접촉하는 제1 영역과 절연막과 접촉하는 제2 영역을 갖는 질화물 반도체 레이저 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 절연막은, 아몰퍼스(amorphous) 상태로 형성되는 질화물 반도체 레이저 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 막의 제1 영역 및 제2 영역은, 그들의 결정성 또는 결정 상태가 서로 다른 질화물 반도체 레이저 소자.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제1 막의 제1 영역 및 제2 영역은, 그들의 결정성 또는 결정 상태가 서로 다른 질화물 반도체 레이저 소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 막은, 상기 제1 영역에 단결정을 포함하고, 상기 제2 영역에 다결정 또는 아몰퍼스를 포함하는 질화물 반도체 레이저 소자.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 제1 막은, 상기 제1 영역에 단결정을 포함하고, 상기 제2 영역에 다결정 또는 아몰퍼스를 포함하는 질화물 반도체 레이저 소자.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 제1 막은, 상기 제1 영역에 단결정을 포함하고, 상기 제2 영역에 다결정 또는 아몰퍼스를 포함하는 질화물 반도체 레이저 소자.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 막의 제2 영역은 상기 제1 막의 제1 영역보다 얇은 질화물 반도체 레이저 소자.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 절연막의 공진기면으로부터의 거리는 1 내지 20 μm 인 질화물 반도체 레이저 소자.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 절연막은, ZrO_2 , HfO_2 , SiO_2 , Ta_2O_5 , SiN , SiON , BN , SiC , SiOC 중 어느 하나 이상을 포함하는 질화물 반도체 레이저 소자.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 제1 막 상에 제2 막을 갖고, 제2 막은, 분광 엘립소미터에 의해 측정된, 기판 상에 성막한 재료막의 광 투과율이, 상기 기판의 광 투과율과 비교하여, 발진 파장에 있어서 5% 이상 떨어지지 않는 재료로 형성되는 질화물 반도체 레이저 소자.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제2 막은, SiO_2 , Al_2O_3 , Ta_2O_5 , HfO_2 중 어느 하나 이상을 포함하는 질화물 반도체 레이저 소자.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 제2 막은 아몰퍼스 상태로 형성되는 질화물 반도체 레이저 소자.

청구항 14

제11항에 있어서,

광 반사층의 상기 제1 막 및 제2 막의 총 막 두께는, 900nm 이하인 질화물 반도체 레이저 소자.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 제2 막상에 상기 제2 막을 보호하기 위한 제3 막이 형성되는 질화물 반도체 레이저 소자.

청구항 16

질화물 반도체층의 상면에 절연막을 형성하는 공정과,

상기 절연막의 단부로부터 이격된 위치에 상기 질화물 반도체층의 상면과 수직한 공진기면을 형성하는 공정과,

$\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 < x \leq 1$)으로 이루어지며, 절연막과 다른 재료로 상기 공진기면과 접촉하는 제1 영역과 절연막과 접촉하는 제2 영역을 갖는 제1 막을 형성하는 공정

을 구비하는 질화물 반도체 레이저 소자의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 질화물 반도체 레이저 소자 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 질화물 반도체 레이저 소자의 일례로서, 특허 문헌 1 또는 2에 기재된 바와 같이, 기판 상에 질화물 반도체층이 형성되고, 그 상면에는 절연막 및 전극이 형성되어 있는 것을 들 수 있다. 또한, 그 공진기면에는 단면(端面) 보호막이 형성되어 있다. 또한, 단면 보호막은, 특허 문헌 3에 기재한 바와 같이, 질화물 반도체층의 상면에 연장되어 형성되는 일이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0003] (특허문헌 0001) [특허 문헌 1] 일본 특개 2009-152276호 공보
- (특허문헌 0002) [특허 문헌 2] 일본 특개 2010-68007호 공보
- (특허문헌 0003) [특허 문헌 3] 일본 특개 2007-59897호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 단면 보호막은, 형성 시뿐만 아니라 구동 시간이 경과해도 공진기면과의 밀착성이 양호하게 되도록 형성되는 것이 바람직하고, 그를 위해서, 재료, 막 두께 등이 조정된다. 질화물 반도체 레이저 소자에서는, 육방정의 결정이나 질화물로 이루어지는 단면 보호막을 형성함으로써, 공진기면에서의 열화를 경감하거나 혹은 공진기면과 단면 보호막의 밀착성을 양호하게 할 수 있는 것이 개시되어 있다(특허 문헌 1 및 2). 그러나, 이와 같은 재료로 단면 보호막을 형성해도, 추정 수명 특성 시험을 행하면, 구동 전류의 급격한 상승이 보이는 수명 특성이 나쁜 소자가 발생하는 경우가 있다. 수명 특성이 나쁜 소자를 관찰하면, 공진기면 근방의 질화물 반도체층의 열화가 관찰된다. 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자에서는, 이와 같은 공진기면의 열화를 억제하여, 소자의 수명 특성을 향상시키는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 일 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자는, 도파로 영역의 단부에 공진기면을 갖는 질화물 반도체층과, 상기 공진기면에 대략 수직한 질화물 반도체층의 상면에, 공진기면측의 단부가 공진기면으로부터 이격하여 형성된 절연막을 갖는 질화물 반도체 레이저 소자로서, 상기 공진기면으로부터 질화물 반도체층의 상면 및 절연막의 표면에 걸쳐 형성된 제1 막을 갖고, 그 제1 막은, $Al_xGa_{1-x}N(0 < x \leq 1)$ 으로, 상기 절연막과 상이한 재료로 형성되고, 질화물 반도체층과 접촉하는 제1 영역과 절연막과 접촉하는 제2 영역을 갖는다.

[0006] 또한, 일 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자의 제조 방법은, 질화물 반도체층의 상면에 절연막을 형성하는 공정과, 상기 절연막의 단부로부터 이격한 위치에 상기 질화물 반도체층의 상면과 대략 수직한 공진기면을 형성하는 공정과, $Al_xGa_{1-x}N(0 < x \leq 1)$ 으로 이루어지며, 절연막과 상이한 재료로 상기 공진기면과 접촉하는 제1 영역과 절연막과 접촉하는 제2 영역을 갖는 제1 막을 형성하는 공정을 구비한다.

발명의 효과

[0007] 일 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자에 의하면, 공진기면의 열화를 억제하여, 소자의 수명 특성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 도 1은 일 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자의 구조를 설명하기 위한 개략 단면(斷面)도.
- 도 2는 일 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자의 구조를 설명하기 위한 개략 상면도.
- 도 3은 일 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자의 구조를 설명하기 위한 공진기 방향의 개략 단면도.
- 도 4는 일 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자의 구조를 설명하기 위한 주요부의 확대도.
- 도 5는 다른 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자의 구조를 설명하기 위한 개략 상면도.

도 6은 일 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자의 초기 구동 전류값으로 규격화한 구동 전류와 구동 시간의 관계를 도시하는 그래프.

도 7은 비교예의 질화물 반도체 레이저 소자의 초기 구동 전류값으로 규격화한 구동 전류와 구동 시간의 관계를 도시하는 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 이하에, 일 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자를 도면을 참조하면서 설명한다.
- [0010] 도 1에, 일 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자를 도시한다. 도 1은 일 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자의 공진기 방향에 수직한 단면도, 도 2는 상면도이다. 도 3은 도 2의 A-A' 단면(斷面)에서의 단면도이고, 도 4는 도 3의 공진기면 부근의 확대도이다.
- [0011] 일 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자는, 예를 들면, 도 1에 도시한 바와 같이, 기관(10) 상에, 질화물 반도체층(20)으로서, n층 반도체층(21), 활성층(22), p층 반도체층(23)이 형성되어 있다. 질화물 반도체의 상면에는 릿지(24)가 형성되어 있고, 도파로 영역(26)이 릿지 아래에 제공된다. 질화물 반도체 층(20)은 도파로 영역(26)의 단부들에 공진기면들을 갖는다. 공진기면들은 질화물 반도체 층의 상면에 실질적으로 수직으로 형성된다. 릿지(24)의 측면으로부터, 질화물 반도체층의 상면에 걸쳐 절연막(30)이 형성되어 있다. 릿지(24) 상면에는 p층 전극(41)이 형성되고, 기관의 이면에 n층 전극(60)이 형성되어 있다. 또한, 질화물 반도체층의 측면에는 보호막(50)이 형성되어 있다. 절연막(30), p층 전극(41) 및 보호막(50)의 상면에는, p패드 전극(42)이 형성되어 있다. 또한, 릿지의 하방에 도파로 영역(26)이 형성된다.
- [0012] 또한, 도 2에 도시한 바와 같이, 절연막(30)은, 공진기면층의 단부가 공진기면(25a 및 25b)으로부터 이격하도록 형성되어 있다. 또한, 도 3 및 도 4에 도시한 바와 같이, 공진기면(25a 및 25b)에는, 단면 보호막(70a 및 70b)이 형성되어 있다. 단면 보호막(70)은, 공진기면으로부터 질화물 반도체층 상면에 걸쳐 형성되어 있고 절연막 표면의 일부를 피복하고 있다. 본 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자에서는, 단면 보호막(70)은, 도 4에 도시한 바와 같이, 공진기면(25)에 접촉하는 제1 막(71)과, 제1 막 상에 형성되는 제2 막(72)이 형성되어 있다. 즉, 단면 보호막(70)의 제1 막(71)은 또한 공진기면으로부터 질화물 반도체 층의 상면에 걸쳐 형성되고, 절연막 표면의 일부를 피복한다. 또한, 도 2 및 도 3에서는, 설명의 편의상, 패드 전극 및 보호막은 생략하고 있다.
- [0013] 일 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자는, 제1 막(71)이, 질화물 반도체와 접촉하는 제1 영역 X, 절연막과 접촉하는 제2 영역 Y를 갖는다. 이에 의해, 공진기면의 열화를 억제하여, 소자의 수명 특성을 향상시킬 수 있다. 또한, 제1 영역 X는 공진기면 상(영역 X1) 및 질화물 반도체층의 상면 상(영역 X2)을 포함하고, 제2 영역 Y는 절연막의 단면(공진기면과 대략 평행한 면 : 영역 Y1) 및 절연막 표면(영역 Y2)을 포함한다. 즉, 제1 막은 공진기면으로부터 질화물 반도체 층의 상면에 걸쳐서 형성되고, 절연막 표면의 일부를 피복한다.
- [0014] 단면 보호막은, 제1 막을 육방정계의 결정 구조를 갖는 재료로 형성하면, 공진기면 상 즉 질화물 반도체와 접촉하고 있는 영역에서는 공진기면과 단면 보호막의 밀착성을 유지할 수 있는 구조로 된다. 그러나, 공진기면 상에만 단면 보호막을 형성한 경우, 질화물 반도체층과 제1 막의 격자 상수의 차이나, 제1 막의 응력에 의한 반도체층에의 부하로부터 질화물 반도체층에 크랙이 발생하게 된다고 생각된다. 따라서, 제2 영역으로서, 절연막과 제1 막이 접촉하는 영역을 형성함으로써, 제1 영역에서의 응력을 완화하여 제1 막과 질화물 반도체층의 밀착성을 양호하게 유지할 수 있다고 생각하였다.
- [0015] 여기서 발명자는, 질화물 반도체 레이저 소자의 급격한 구동 전류의 상승은, 공진기면 근방에서 광 흡수에 의한 발열이 발생한 것에 의한 것이라고 생각하고, 이하와 같은 추측에 이르렀다. 질화물 반도체 이외의 재료에도 접촉하여 형성된 제1 막은, 그 부위에서 질화물 반도체 상의 제1 막과 마찬가지로의 결정 상태를 유지할 수 없거나 혹은 시간의 경과와 함께 변질을 일으킴으로써, 광 흡수를 일으켜 발열원으로 되어, 구동 전류가 급격하게 상승하고 있는 것은 아닐까라고 생각하였다. 절연막은, 도파로 영역의 근방의 위치에 형성된다. 또한, 전류 주입 영역 이외의 영역에서 전극과 질화물 반도체층이 접촉하지 않도록 하기 위해서, 공진기 방향의 전체에 형성되는 경우가 많다. 제1 막이, 절연막에 접촉하여 형성되고, 제1 막의 절연막에 접촉하고 있는 영역이 공진기면 근방에 존재함으로써, 레이저 소자의 구동에 의해 발생한 광 및 열의 영향을 받아 구동 전류의 급격한 상승이 발생하는 경우가 있다고 생각하였다. 따라서, 제2 영역을 공진기면으로부터 이격시켜 형성함으로써, 공진기면 근방에서의 광 흡수가 일어나는 것을 방지하여, 구동 전류의 급격한 상승을 방지할 수 있다고 생각하고 본

발명을 완성시키기에 이르렀다.

- [0016] 즉, 절연막 상에 형성된 제1 막은, 그 기초막의 차이에 의해, 결정 상태나 막질이 질화물 반도체층의 공진기면 상에 형성된 단면 보호막의 것과는 상이하고, 제2 영역에 의해 제1 막과 질화물 반도체의 밀착성을 유지할 수 있는 한편, 광 흡수원으로 되어 있는 것이 구동 전류의 급격한 상승의 원인으로 되고 있다고 생각된다. 그 제2 영역을 공진기면 근방으로부터 이격시킴으로써, 제1 막과 질화물 반도체의 밀착성을 유지하면서, 구동 전류의 상승을 억제할 수 있다.
- [0017] 이하, 일 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자의 각 구성에 대하여 설명한다.
- [0018] (절연막)
- [0019] 절연막은, 질화물 반도체층에 공급되는 전류를 소정의 영역에 협착하기 위해서, 질화물 반도체층의 상면에 형성된다. 그 때문에, 절연막은, 질화물 반도체의 상면에서 전극과 접촉되는 영역 이외에 형성된다. 예를 들면, 도 1에 도시한 바와 같은 릿지 구조의 경우에는, 릿지의 측면 및 그 양측의 질화물 반도체층 상면에 형성된다. 이때 릿지 측면의 일부를 노출하고 있어도 된다.
- [0020] 또한, 절연막은, 도 2에 도시한 바와 같이, 공진기면측의 단부가, 공진기면으로부터 이격하고 있다. 제2 영역을 공진기면으로부터 이격하여 형성하기 위해서이다. 적어도 제2 영역을 단면의 열화에 영향을 주지 않을 정도로 이격시키는 것이 바람직하다. 또한, 전류 주입 영역에 형성되는 전극의 길이를 고려하여 형성하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 공진기면으로부터의 이격 거리는, 1~20 μm , 바람직하게는 3~10 μm 정도이다. 또한, 절연막의 단부를 공진기면으로부터 이격시켜 형성함으로써, 공진기면을 형성한 후에도, 절연막의 버어 등이 공진기면에 부착되는 것을 억제할 수 있다.
- [0021] 절연막은, 질화물 반도체 레이저 소자의 폭 방향(공진기 방향과 수직한 방향)에서, 도 2에 도시한 바와 같이 전체에 걸쳐 이격하고 있어도 되고, 도 5에 도시한 바와 같이 부분적으로 이격하고 있어도 된다. 적어도, 도파로 영역 주변이 이격하고 있으면 된다. 구체적으로는, 릿지의 기저부로부터 5 μm 이상의 폭으로 노출되어 있는 것이 바람직하다. 또한, 릿지의 양측에서 이격 영역을 형성해 두는 것이 바람직하다.
- [0022] 절연막을 소정의 영역에 형성하기 위해서는, 포토리소그래피 및 리프트오프법 혹은 에칭에 의한 패터닝으로 형성할 수 있다.
- [0023] 절연막은, 제1 영역과 제2 영역에서 상이한 결정 상태를 형성시키기 위해서, 질화물 반도체 및 제1 막과는 상이한 재료로 형성된다. 또한, 육방정과는 상이한 결정 구조를 갖는 재료로 형성되는 것이 바람직하다. 절연막이 다층으로 형성되는 경우에는, 그 최표면이 제1 막과 상이한 재료로 형성되어 있으면 된다.
- [0024] 절연막은, 절연성 재료로서, 도파로 영역에 광을 가두기 위해서 질화물 반도체보다도 굴절률이 작은 재료로 형성되는 것이 바람직하다. Si, Zr, Al, Ti, V, Nb, Hf, Ta로 이루어지는 군으로부터 선택된 적어도 1종의 원소를 함유하는 재료를 들 수 있다. 구체적으로는, ZrO₂, HfO₂, SiO₂, Ta₂O₅, SiN, SiON, BN, SiC, SiOC 등을 들 수 있다. 그 중에서도 특히 ZrO₂ 또는 SiO₂가 바람직하다. 이와 같은 재료로 함으로써, 절연막 형성 후의 공정 중에서도 확실하게 절연성을 유지한 상태 그대로, 절연막 표면에 형성되는 제1 막을 제2 영역으로서 상이한 결정 상태로 형성시킬 수 있다.
- [0025] 절연막은, 아몰퍼스 상태로 형성되는 것이 바람직하다. 이에 의해, 절연막 상에 형성된 제2 영역이, 질화물 반도체층과 결정질로 형성된 제1 막과의 응력을 완화시켜, 양호한 밀착성을 유지할 수 있다.
- [0026] 절연막의 막 두께는, 0.1~0.5 μm 정도로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0027] 절연막은, 해당 분야에서 공지의 방법에 의해 형성할 수 있다. 예를 들면, 증착법, 스퍼터법(반응성 스퍼터법, ECR 플라즈마 스퍼터법, 마그네트론 스퍼터법) 등을 들 수 있다. 혹은 이들 방법과 산화 처리(열처리)를 조합해도 된다.
- [0028] (단면 보호막)
- [0029] 단면 보호막은, 공진기면을 보호하고 또한 레이저광을 반사시키기 위해서 형성된다. 단면 보호막은, 절연성 재료로 형성되고, 질화물 반도체, 특히 활성층보다도 굴절률이 작은 재료로 형성된다.
- [0030] 단면 보호막은, 공진기면으로부터 질화물 반도체층 및 절연막에 걸쳐 형성된다. 적어도 공진기면 X1부터 절연막의 단면 Y1에 이르기까지 형성되는 것이고, 도 4에 도시한 바와 같이, X1부터 X2, Y1, Y2에 이르기까지 형성

되는 것이 바람직하다. Y2에 이르는 경우에는, 공진기 방향으로 5~40 μ m 정도의 길이로 절연막을 피복하고 있는 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 10~30 μ m 정도 피복하고 있는 것이다.

- [0031] 원료 가스의 유량, 마이크로파 전력, RF 전력, 타깃에 대항하는 공진기면의 각도 등을 적절히 설정함으로써, 단면 보호막을 질화물 반도체층 상면 및 절연막 표면에 걸쳐 형성할 수 있다.
- [0032] 단면 보호막은, 질화물 반도체 레이어 소자의 폭 방향에서, 전체에 걸쳐 형성되어 있어도 되고, 부분적으로 형성되어 있어도 된다. 적어도, 도파로 영역 및 그 주변에 형성되어 있으면 된다.
- [0033] 또한, 단면 보호막은, 대항하는 공진기면 중 적어도 한쪽에 형성되어 있으면 된다.
- [0034] 단면 보호막은, 해당 분야에서 공지의 방법에 의해 형성할 수 있다. 예를 들면, 증착법, 스퍼터법(반응성 스퍼터법, ECR 플라즈마 스퍼터법, 마그네트론 스퍼터법 등), CVD법, 또는 이들 방법의 2종 이상을 조합하는 방법, 혹은 이들 방법과 산화 처리(열처리)를 조합하는 방법 등, 다양한 방법을 이용할 수 있다. 그 중에서도, ECR 플라즈마 스퍼터법이 바람직하다.
- [0035] 또한, 단면 보호막을 형성하기 전에, 공진기면의 전처리, 예컨대, 희가스(Ar, He, Xe 등), 질소, 산소, 오존 가스를 함유하는 플라즈마의 조사; 산화 처리; 열처리; 노광 처리 등을 이용해도 된다.
- [0036] 공진기면은, M면, C면, A면, R면 외에, 임의의 면으로 형성할 수 있다. 또한, 이들 면에 오픈 앵글을 갖는 면이어도 된다.
- [0037] 공진기면은, 벽개 또는 에칭에 의해 형성하는 것이 바람직하다.
- [0038] 또한, 단면 보호막을 공진기면으로부터 질화물 반도체층의 상면에 걸쳐 형성하면, 도 4에 도시한 바와 같이, 공진기면 상에서는 평탄하게 형성되지만(평탄부(73)), 질화물 반도체의 각부 근방에서는 곡면부(74)가 형성된다. 곡면부(74)에서 레이저광이 반사되면, FFP(Far Field Pattern)에 리플이 나타나는 경우가 있다. 특히, 본 실시 형태와 같이, 절연막의 단부를 공진기면으로부터 이격하여 형성하는 경우에는, 공진기면까지 절연막이 형성되는 경우와 비교하여, 절연막의 막 두께만큼, 곡면부가 하방에 형성된다. 또한, 단면 보호막의 반사율을 높게 하기 위해서 페어수를 늘려, 단면 보호막 두께가 두겹게 되어 있는 광 반사층의 공진기면에서는, 레이저광이 단면 보호막의 최표면까지 도달할 때의 빔 직경이 커져 있으므로, 곡면부에서 레이저광이 반사되어, FFP에 리플이 나타나기 쉬워진다. 그 때문에, 단면 보호막의 곡면부의 하부측의 단부를, 적어도 활성층보다 질화물 반도체층 상면측에, 바람직하게는 도 4 중의 점선으로 나타낸 바와 같이, 질화물 반도체층 상면보다도 상방에 형성하는 것이 바람직하다. 이에 의해, 레이저광이 곡면부에서 반사되는 것을 억제할 수 있다.
- [0039] 또한, 단면 보호막의 막 두께를 두겹게 할수록, 레이저광이 단면 보호막의 최표면까지 도달할 때의 빔 직경이 커져, 곡면부에서의 반사에 의해 FFP에 리플이 나타나기 쉬워지므로, 단면 보호막의 총 막 두께로서는, 900nm 이하인 것이 바람직하고, 특히, 광 반사층상의 단면 보호막의 전체 두께는 900nm 이하인 것이 바람직하다. 막 두께를 900nm 이하로 함으로써 경사부의 막 두께가 얇아져, 레이저광이 단면 보호막의 최표면까지 도달하였을 때에, 빔이 곡면부에 걸리기 어려우므로 FFP에 리플이 나타나는 것을 억제할 수 있다.
- [0040] (제1 막)
- [0041] 제1 막은, 단면 보호막 중 공진기면에 접촉하여 형성되는 것이다. 주로 공진기면을 보호하는 기능을 한다.
- [0042] 제1 막은, Al_xGa_{1-x}N(0<x≤1)을 비롯한 질화물막, 육방정계의 재료로 형성된다. 그 중에서도, AlN으로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0043] 제1 막은, 절연막(30)과는 상이한 재료로 형성된다. 제1 막을 질화물 반도체와 절연막이라고 하는 상이한 기초막 상에 형성함으로써, 제1 막에서 제1 영역과 제2 영역을 형성할 수 있기 때문이다.
- [0044] 또한, 제1 막은, 제1 영역에서 단결정을 포함하는 것이 바람직하다. 이에 의해, 제1 막 형성 시에도 레이저 소자의 구동 중, 구동 후에도 공진기면과 제1 보호막과의 사이에 부유가 생기지 않아 COD 레벨을 높은 상태 그대로 유지할 수 있다.
- [0045] 또한, 제1 영역에 대하여, 공진기면이 M면인 경우, 제1 영역은, 공진기면의 AlGaN층에 접하는 영역에서는 m축 배향, InGaN층에 접하는 영역에서는 c축 배향을 나타내는 것이 바람직하다. 또한, 약간의 Al을 함유하는 AlGaN층, GaN층 및 약간의 In을 함유하는 InGaN층에 접하는 영역에서는, m축 배향과 c축 배향이 혼재되어 있는 것이 바람직하다. 이에 의해, 제1 막과 공진기면의 밀착성을 향상시켜, 구동 시간의 경과에 수반되는 COD 레벨의 변

화가 생기기 어렵게 할 수 있다.

- [0046] 또한, 제1 막은, 제2 영역에서 다결정 또는 아몰퍼스층을 포함하는 것이 바람직한 제1 영역에서의 응력을 완화하여, 제1 막과 질화물 반도체층의 밀착성을 양호하게 유지할 수 있다.
- [0047] 즉, 제1 막은, 제1 영역 X와 제2 영역 Y에서 결정성 또는 결정 상태가 상이한 것이 바람직하다.
- [0048] 단면 보호막의 결정 상태는, 그 단면 보호막을 구성하는 재료의 결정 정도에 따라서, 단결정, 다결정, 아몰퍼스로 분류된다. 이와 같은 단면 보호막의 결정 상태는, 투과형 전자 현미경(Transmission Electron Microscope : TEM), 주사 투과 전자 현미경(Scanning Transmission Electron Microscope : STEM), 주사형 전자 현미경(Scanning Electron Microscope : SEM) 등에 의한 단면 관찰, 전자선 회절 또는 이들 패턴을 고속 푸리에 변환(FFT : Fast Fourier Transform) 처리한 것, 혹은 에칭 레이트의 차이 등에 의해 확인할 수 있다.
- [0049] 현미경에서의 관찰에서는, 결정 상태의 차이에 기인하여, 제1 영역과 제2 영역에서, 시각적인 차이가 인지된다. 특히, STEM, TEM 등에 의한 관찰에서는, 그 막의 상태의 차이(결정질인 경우에는, 그 결정성 또는 결정 상태)에 의해 명암(콘트라스트)이 관찰된다.
- [0050] 또한, 전자선 회절상에 따라서 결정을 구성하는 원소의 배열의 모습을 시각적으로 파악할 수도 있다. 막에 전자선을 입사함으로써, 격자 상수의 크기 및 면방향에 대응하여, 전자선 회절상이 나타난다. 예를 들면, 단결정의 경우에는, 결정면이 대략 일치하고 있기 때문에, 규칙적으로 회절점이 배열되어 관찰된다. 다결정의 경우에는, 미결정으로 구성되기 때문에, 각각의 격자면의 방향이 일치하고 있지 않아, 회절점이 복잡하게 합쳐진 상태로 보이거나, 디바이링이 보이거나 한다. 한편, 아몰퍼스의 경우, 원자 배열이 장거리로 주기적인 구조를 갖지 않기 때문에, 전자선 회절이 일어나지 않아, 회절상에 회절점이 없는 상태로 관찰된다. 전자선 회절상은, 제1 막이 형성되어 있는 단면(端面)에 대하여 제1 막의 단면(斷面)이 노출되도록 절단하고, 전자선을 쬐어 관찰할 수 있다.
- [0051] 제1 막의 막 두께는, 예를 들면, 5~500nm 정도인 것이 적합하고, 5~100nm 정도인 것이 바람직하다. 또한, 일 실시 형태의 질화물 반도체 레이저 소자에서는, 이와 같은 제1 막이, 광 출사면측 및 반사측의 쌍방의 공진기면에 형성되어 있어도 된다. 또한, 제1 영역보다도 제2 영역의 막 두께가 얇은 것이 바람직하고, 이에 의해, 제1 막에 크랙이 생기는 것을 방지할 수 있다.
- [0052] (제2 막)
- [0053] 제2 막은, 제1 막 상에 형성되고, 제1 막의 보호 및 반사 미러로서 기능한다.
- [0054] 제2 막은, 단층 혹은, 저 굴절율 층과 고 굴절율 층의 페어에 의해 구성되는 다층막으로 형성할 수 있다. 제2 막은, 적어도 반사측의 공진기면에 형성되고, 출사측의 공진기면에도 형성되어 있어도 된다. 출사측의 공진기면에 단층막, 반사측의 공진기면에 다층막을 형성해도 된다.
- [0055] 제2 막은, 원하는 굴절율을 얻기 위해서, 재료, 막 두께, 다층막의 페어수 등을 적절히 조정할 수 있다. 각 층의 막 두께는, 이용하는 재료 등에 의해 적절히 조정할 수 있고, 원하는 발진 파장(λ), 이용하는 재료의 λ 에서의 굴절률(n)에 의해 정해진다. 구체적으로는, $\lambda/(4n)$ 의 정수배로 하는 것이 바람직하고, 굴절율을 고려하여 적절히 조정하는 것이 바람직하다.
- [0056] 예를 들면, 발진 파장이 405nm인 레이저 소자에서, Ta₂O₅/SiO₂로 형성하는 경우, 40~70nm 정도가 예시된다. 이와 같은 다층막의 경우, 페어수는, 2페어 이상, 바람직하게는 5~15페어 정도가 예시된다. 제2 막의 전체로서의 막 두께는, 예를 들면, 50~900nm 정도가 예시된다.
- [0057] 출사측은 11%, 반사측은 95% 정도의 반사율로 되도록, 재료, 막 두께, 페어수를 조정하는 것이 바람직하다. 또한, 막 두께는, 제1 막보다도 두껍게 형성되는 것이 바람직하다.
- [0058] 제2 막은, 산화막, 질화막, 산질화막, 이들의 조합 등에 의해 형성할 수 있다. 구체적으로는, SiO₂, Al₂O₃, Ta₂O₅, HfO₂, ZrO₂, TiO₂, Nb₂O₅, SiN, SiON, AlON 등을 들 수 있다. 또한, 본 실시 형태와 같이, 절연막이 공진기면으로부터 이격하여 형성되는 경우에는, 곡면부(74)가 레이저광의 출사부에 가깝게 형성되므로, SiO₂, Al₂O₃, Ta₂O₅, HfO₂를 함유하는 재료로 형성되는 것이 바람직하다. 또한, 제2 막이 다층막으로 형성되는 경우에는, SiO₂/Ta₂O₅나 SiO₂/HfO₂ 등의 조합이 바람직하다. 질화물 반도체 레이저 소자의 발진 파장에서, 발진 파장의 광

을 실질적으로 흡수하지 않으므로 공진기면의 열화를 억제할 수 있다.

- [0059] 「발진 파장의 광을 실질적으로 흡수하지 않는다」란, 분광 엘립소미터에 의해 측정된 기관 상에 성막한 재료의 광 투과율이, 기관의 광 투과율과 비교하여 발진 파장에서 5% 이상 떨어지지 않는 것으로 한다. 구체적으로는, J. A. WOOLLAM사제의 HS-190을 이용하여 글래스 기관 상에 대상으로 하는 재료의 막을 1 μ m 정도 성막하여 측정하는 것이다.
- [0060] 또한, 제2 막은, 아몰퍼스 상태의 막이 형성되는 것이 바람직하다.
- [0061] 또한, 제2 막에, 단면 보호막 및 제2 막의 보호층으로서 제3 막을 형성해도 된다. 제3 막의 재료로서는, 단면 보호막과의 밀착성 및 분위기 속에서의 안정성을 고려하여 선택할 수 있다.
- [0062] 구체적으로는, Al₂O₃나 SiO₂로 형성하는 것이 바람직하다. 막 두께로서는, 10~300nm 정도를 들 수 있다. 제2 막과 마찬가지로, 아몰퍼스 상태의 막이 형성되는 것이 바람직하다.
- [0063] 이하, 그 밖의 구성에 대하여 설명한다.
- [0064] 질화물 반도체층(20)으로서, 일반식 In_aAl_bGa_{1-a-b}N(0≤a≤1, 0≤b≤1, 0≤a+b≤1)을 포함하는 것을 이용할 수 있다. 또한, 이 외에, III족 원소로서 B가 일부에 치환된 것을 이용해도 되고, V족 원소로서 N의 일부가 P, As로 치환된 것을 이용해도 된다. n층 반도체층(21)은, n형 불순물로서, Si, Ge, Sn, S, O, Ti, Zr, Cd 등의 IV족 원소 또는 VI족 원소 등 중 어느 하나 이상을 함유하고 있어도 된다. 또한, p층 반도체층(23)은, p형 불순물로서, Mg, Zn, Be, Mn, Ca, Sr 등을 함유하고 있어도 된다. 불순물은, 예를 들면, 5×10¹⁶/cm³~1×10²¹/cm³ 정도의 농도 범위로 함유시킬 수 있다.
- [0065] 활성층(22)은, 다중 양자웰 구조 또는 단일 양자웰 구조 중 어느 것이어도 된다.
- [0066] 질화물 반도체층(20)은, n층 반도체층과 p층 반도체층에 광의 도파로를 구성하는 광 가이드층을 가짐으로써, 활성층을 사이에 둔 분리광 가둠형 구조인 SCH(Separate Confinement Heterostructure) 구조로 하는 것이 바람직하다. 단, 본 실시 형태는, 이들 구조에 한정되는 것은 아니다.
- [0067] 질화물 반도체층(20)의 성장 방법은, 특별히 한정되지 않지만, MOCVD(유기 금속 화학 기상 성장법), HVPE(하이드라이드 기상 성장법), MBE(분자선 에피택시법) 등, 질화물 반도체의 성장 방법으로서 알려져 있는 방법을 이용할 수 있다.
- [0068] 질화물 반도체층의 p층 반도체층 상면에는, 릿지(24)가 형성되어 있다. 릿지는, 도파로 영역으로서 기능하는 것이며, 그 폭은 1.0 μ m~30.0 μ m 정도의 범위에서 형성할 수 있다. 릿지의 높이(에칭의 깊이)는, p층 반도체층을 구성하는 층의 막 두께, 재료 등, 또한 광 가둠의 정도 등을 적절히 조정할 수 있고, 예를 들면, 0.1~2 μ m를 들 수 있다. 릿지는, 공진기 방향의 길이가 100 μ m~1000 μ m 정도로 되도록 설정하는 것이 바람직하다. 또한, 공진기 방향에서 모두 동일한 폭이 아니어도 되고, 그 측면이 수직이어도, 테이퍼 형상이어도 된다.
- [0069] 또한, 릿지의 형성은, 해당 분야에서 통상 이용되는 방법에 의해 형성할 수 있다.
- [0070] 예를 들면, 포토리소그래피 및 에칭 공정을 들 수 있다. 이때의 에칭은, RIE(반응성 이온 에칭)법 등의 드라이 에칭, 웨트 에칭 중 어느 것이어도 되고, 쌍방을 이 순서 또는 반대의 순서로 행해도 된다.
- [0071] p층 전극 및 n층 전극은, 예를 들면, Pd, Pt, Ni, Au, Ti, W, Cu, Ag, Zn, Sn, In, Al, Ir, Rh, ITO 등의 금속 또는 합금의 단층막 또는 적층막에 의해 형성할 수 있다. 전극의 막 두께는, 이용하는 재료 등에 의해 적절히 조정할 수 있고, 예를 들면, 500~5000Å 정도가 적당하다. 전극은, 적어도 p층 및 n층 반도체층 또는 기관 상에 각각 형성하고 있으면 되고, 또한 이 전극 상에 패드 전극 등, 단수 또는 복수의 도전층을 형성해도 된다.
- [0072] 절연막(30) 상에는, 보호막(50)이 형성되어 있어도 된다. 보호막은, 절연성 보호막을 개재하여 또는 개재하지 않고, 질화물 반도체층의 측면 및/또는 기관의 측면 또는 표면 등을 더 피복하고 있는 것이 바람직하다. 보호막은, Si, Zr, V, Nb, Hf, Ta, Al, Ce, In, Sb, Zn 등의 산화물, 질화물, 산화 질화물 등의 절연막으로 형성할 수 있다. 막 두께는, 0.1~1 μ m 정도를 들 수 있다.
- [0073] (제조 방법)
- [0074] 본 발명의 질화물 반도체 레이저 소자를 제조하는 방법은,

- [0075] 질화물 반도체 층의 상면상에 절연막을 형성하는 단계;
- [0076] 공진기 면들이 상기 절연막의 단부들로부터 이격되도록 상기 질화물 반도체 층의 상면상에 실질적으로 수직으로 공진기 면들을 형성하는 단계;
- [0077] 상기 질화물 반도체와 접촉하는 제1 영역 및 상기 절연막과 접촉하는 제2 영역을 갖도록 $Al_xGa_{1-x}N$ ($0 < x \leq 1$) 및 상기 절연막의 재료와는 다른 재료로부터 제1 막을 형성하는 단계를 주로 포함한다.
- [0078] 이하에, 일 실시 형태에 따른 질화물 반도체 레이저 소자의 실시예를 도면에 기초하여 설명한다. 또한, 본 발명은 이하의 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0079] (실시예 1)
- [0080] 본 실시예의 질화물 반도체 레이저 소자는, 도 1 내지 도 4에 도시한 바와 같이, 공진기 길이 $800\mu m$ 에 대하여, 절연막이 $790\mu m$ 의 길이로 형성되어 있다. 그 공진기면층의 단부는, 각각의 공진기면으로부터 $5\mu m$ 이격하여 형성되어 있다. 단면 보호막은, 공진기면으로부터 질화물 반도체층 상면 및 절연막의 표면에 형성되고, 제1 막으로서 AlN 이 $32nm$ 형성되어 있다.
- [0081] 본 실시예의 질화물 반도체 레이저 소자는, 이하와 같이 하여 제조할 수 있다.
- [0082] 우선, n형 불순물을 함유한 질화물 반도체 기판을 MOVPE 반응 용기 내에 세트하고, 이하와 같이 질화물 반도체 층을 순서대로 성장시킨다.
- [0083] (n측 반도체층(21))
- [0084] Si 도프 $AlGaN$ $2.4\mu m$
- [0085] 언도프 GaN $0.17\mu m$
- [0086] (활성층(22))
- [0087] Si 도프 $In_{0.02}Ga_{0.98}N$ 장벽층 140옹스트롬
- [0088] 언도프 $In_{0.07}Ga_{0.93}N$ 웰층 80옹스트롬
- [0089] Si 도프 $In_{0.02}Ga_{0.98}N$ 장벽층 140옹스트롬
- [0090] 언도프 $In_{0.07}Ga_{0.93}N$ 웰층 80옹스트롬
- [0091] Si 도프 $In_{0.02}Ga_{0.98}N$ 장벽층 140옹스트롬
- [0092] (p측 반도체층(23))
- [0093] Mg 도프 $AlGaN$ 100옹스트롬
- [0094] 언도프 GaN $0.15\mu m$
- [0095] 언도프 $AlGaN$ 25옹스트롬과 Mg 도프 $AlGaN$ 25옹스트롬을 반복하여 성장시킨 총 막 두께 $0.6\mu m$ 의 초격자층 Mg 도프 GaN 150옹스트롬
- [0096] 질화물 반도체층을 성장시킨 웨이퍼를 반응 용기로부터 취출하고, 최상층의 p측 반도체층의 상면에, 질화물 반도체 레이저 소자의 형상을 규정하기 위한 소정 형상의 마스크 패턴을 형성하고 RIE에 의해 에칭을 행하여, n측 반도체층을 노출시킨다.
- [0097] 계속해서, 최상층의 p측 반도체층의 상면에, 폭 $1.5\mu m$ 의 스트라이프 형상의 마스크 패턴을 형성하고, RIE에 의해 p측 반도체층의 도중까지 에칭을 행하여, 폭 $1.5\mu m$ 의 스트라이프 형상의 릿지(24)를 형성한다.
- [0098] (절연막(30)의 형성)
- [0099] 계속해서, 공진기면 형성 예정 위치로부터 $5\mu m$ 이격한 형상의 절연막(30)을 형성한다. 포토리소그래피 및 리프트오프법을 이용하여 소정 형상의 마스크 패턴을 형성한다. 질화물 반도체층의 상면에 ECR 스퍼터 장치로 ZrO_2 막을 2000\AA 로 형성한다.

- [0100] 릿지의 최표면에 Ni, Au, Pt를 순서대로 형성하여 이루어지는 p층 전극(41)을 형성한다.
- [0101] 절연막 상으로부터 질화물 반도체층의 측면 및 앞서 노출된 n층 반도체층의 표면에 걸쳐, SiO₂로 이루어지는 보호막(50)을 형성한다.
- [0102] 계속해서, p층 전극(41)과 전기적으로 접속한 p층 패드 전극(42)을 형성한다.
- [0103] 그 후, 기판을 80 μ m 정도의 두께로 연마하고, 기판(10)의 이면에 n층 전극(60)을 형성한다.
- [0104] (공진기면(25)의 형성)
- [0105] 그 후, 질화물 반도체층 및 기판을 벽개하여 바 형상으로 한다. 바의 벽개면이, (1-100)면으로 되도록 벽개하여, 공진기면을 제작한다.
- [0106] (단면 보호막(70)의 형성)
- [0107] 공진기면에 단면 보호막을 형성한다.
- [0108] 우선, 출사측의 공진기면에, 제1 막으로서, 공진기면으로부터 질화물 반도체층의 상면 및 절연막의 표면에 걸쳐, ECR 플라즈마 스퍼터 장치로, Al 타깃을 이용하여, 막 두께 32nm의 AlN을 형성한다.
- [0109] 그 위에 또한, 제2 막으로서, ECR 플라즈마 스퍼터 장치로 막 두께 260nm의 SiO₂를 형성한다.
- [0110] 계속해서, 반사면측의 공진기면에, 출사면측과 마찬가지로, 제1 막으로서 막 두께 32nm의 AlN을 형성한다. 그 위에, 스퍼터 장치로 Si 타깃을 이용하여, SiO₂를 69nm의 막 두께로 성막하고, Ta₂O₅를 막 두께 46nm로 성막한다. SiO₂와 Ta₂O₅를 반복하여 성막하고, (SiO₂/Ta₂O₅)를 6주기 성막하여, 반사측의 제2 막으로 한다.
- [0111] 마지막으로, 공진기 단면에 수직한 방향에서, 바를 침화함으로써 반도체 레이저 소자를 얻는다.
- [0112] (평가)
- [0113] 얻어진 질화물 반도체 레이저 소자에 대하여, 각 전극을 다이 본딩 혹은 와이어 본딩하여, Tc=25℃에서 레이저 발진을 시험한 결과, 임계값 전류 밀도 2.3kA/cm², 발진 파장 405nm의 발진이 확인되었다. 마찬가지로 하여 제작한 질화물 반도체 레이저 소자 8개를, Tc=25℃, 출력 450mW로 500시간 연속 발진시켰다. 그 결과를 초기 구동 전류값으로 규격화한 구동 전류와 구동 시간의 관계의 그래프로 도 6에 도시한다.
- [0114] 이 결과에 의하면, 1개를 제외하고 안정적으로 동작하는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같이, 본 실시예의 질화물 반도체 레이저 소자는, 고출력 구동 시에도 제1 막과 질화물 반도체의 밀착성을 유지하면서, 구동 전류의 상승을 억제하여, 소자의 수명 특성을 향상시킬 수 있다.
- [0115] 또한, 비교를 위해서, 절연막의 단부를 공진기면까지 형성하는 것 이외는 마찬가지로의 질화물 반도체 레이저 소자를 제작하고, 그들에 대하여 마찬가지로의 조건에서 연속 발진시켰다. 그 결과를 도 7에 도시한다. 이 결과에 의하면, 500시간 경과까지 절반수인 4개가 돌연히 파괴를 일으키는 것이 확인되었다.
- [0116] (실시예 2)
- [0117] 본 실시예는, 단면 보호막의 구조를 변경한 것 이외는 실시예 1과 마찬가지로이다. 출사측의 공진기면에 다층막의 제2 막을 형성하고, 반사측의 공진기면의 제2 막의 패어수를 변경한다. 또한, 출사측의 제2 막 상에, 제3 막을 형성한다.
- [0118] 출사측의 공진기면에, 실시예 1과 마찬가지로 하여 제1 막을 형성한다. 계속해서, 제2 막으로서, ECR 플라즈마 스퍼터 장치에서 Si 타깃을 이용하여, SiO₂를 69nm의 막 두께로 성막하고, Ta₂O₅를 막 두께 46nm로 성막한다.
- [0119] 반사면측의 공진기면에는, 실시예 1과 마찬가지로 하여, 제1 막 및 제2 막을 형성한다. 이때, (SiO₂/Ta₂O₅)를 2주기 성막한다. 출사측의 제2 막 상에 또한, ECR 플라즈마 스퍼터 장치에서 Si 타깃을 이용하여, SiO₂로 이루어지는 제3 막을 138nm 성막한다.
- [0120] 본 실시예에서는, 실시예 1과 동등한 효과가 얻어진다.
- [0121] (실시예 3)

[0122] 본 실시예에는, 절연막을 도 5에 도시한 바와 같은 형상으로 한 것 이외는 실시예 1과 마찬가지로이다. 구체적으로는, 릿지의 양측에 형성된 절연막(30)은, 릿지 기저부로부터 15 μ m의 폭에서 공진기면측의 단부가 공진기면(25a 및 25b)으로부터 5 μ m 이격하여 형성되어 있다. 상기한 바와 같은 마스크 패턴을 이용하여 실시예 1과 마찬가지로 하여 절연막을 형성한다.

[0123] 본 실시예에서는, 실시예 1과 동등한 효과가 얻어진다. 또한, 실시예 1과 비교하여, 절연막이 연속하여 형성되어 있는 개소가 남아 있기 때문에, 웨이퍼의 휨을 조정할 수 있어, 양호한 벽개면의 형성이 가능하게 된다.

산업상 이용가능성

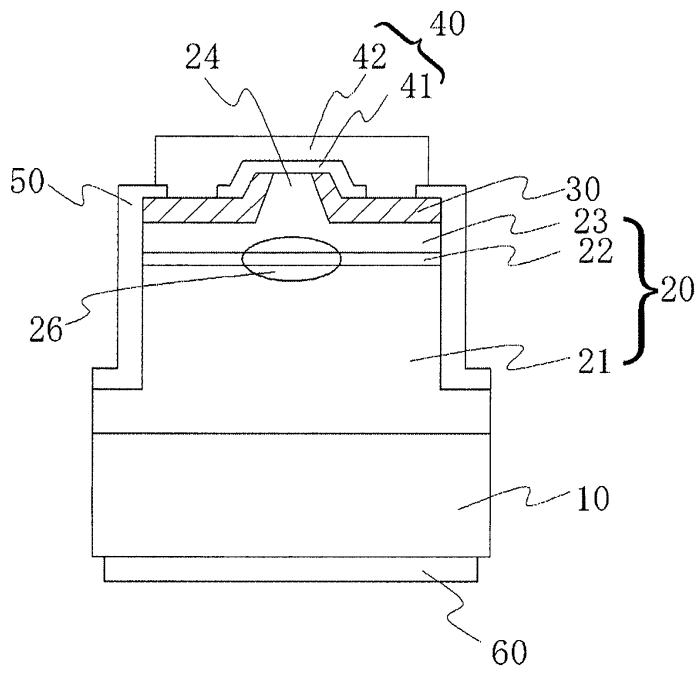
[0124] 본 발명의 질화물 반도체 레이저 소자는, 광 디스크, 광 통신 시스템, 프로젝터, 또는 인쇄기, 측정기 등 모든 디바이스에 이용할 수 있다.

부호의 설명

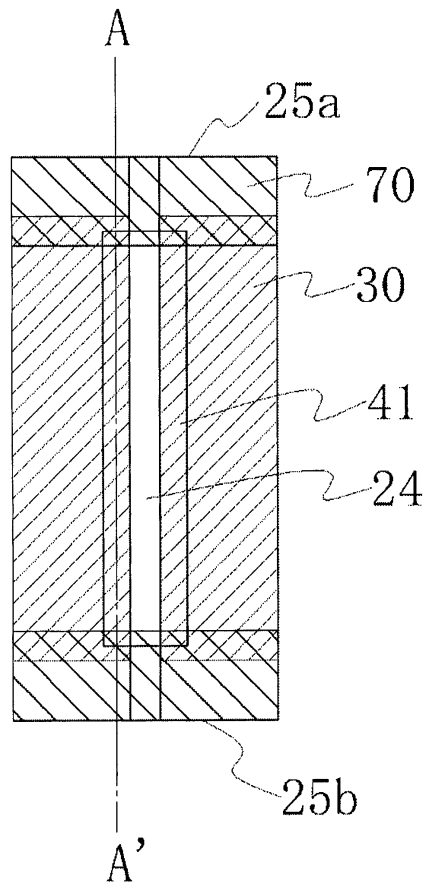
- [0125] 10 : 기관
- 20 : 질화물 반도체층
- 21 : n층 반도체층
- 22 : 활성층
- 23 : p층 반도체층
- 24 : 릿지
- 25 : 공진기면
- 26 : 도파로 영역
- 30 : 절연막
- 41 : p층 전극
- 42 : 패드 전극
- 50 : 보호막
- 60 : n층 전극
- 70 : 단면 보호막
- 71 : 제1 막
- 72 : 제2 막
- 73 : 평탄부
- 74 : 곡면부

도면

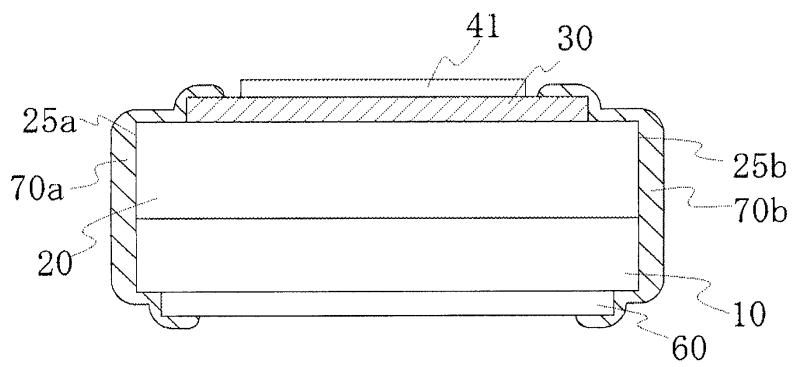
도면1



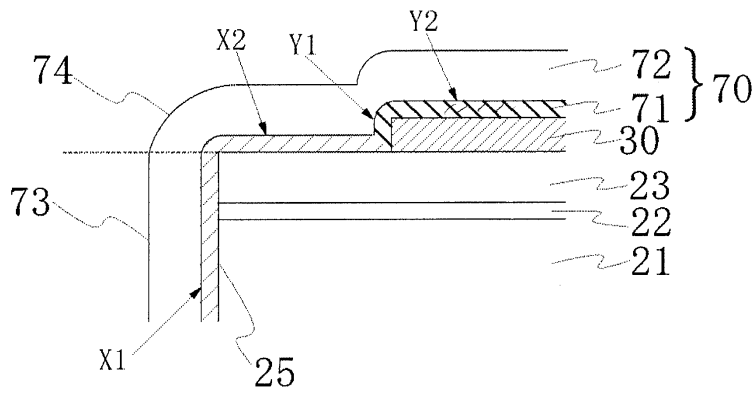
도면2



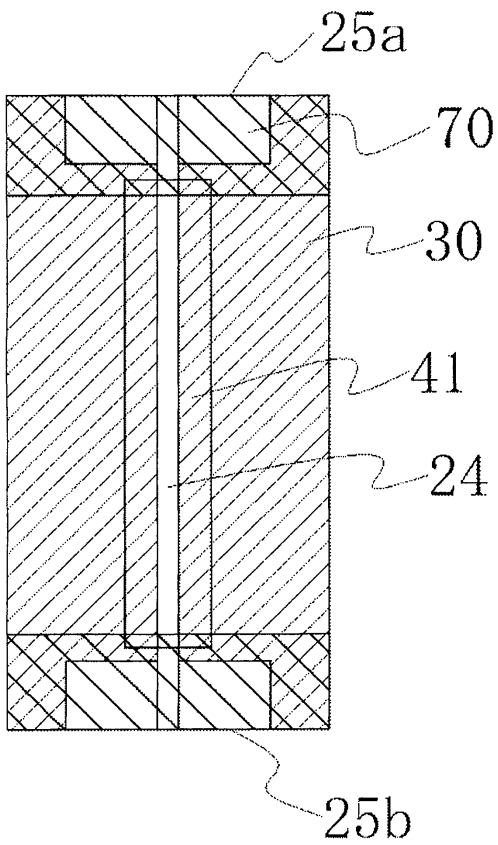
도면3



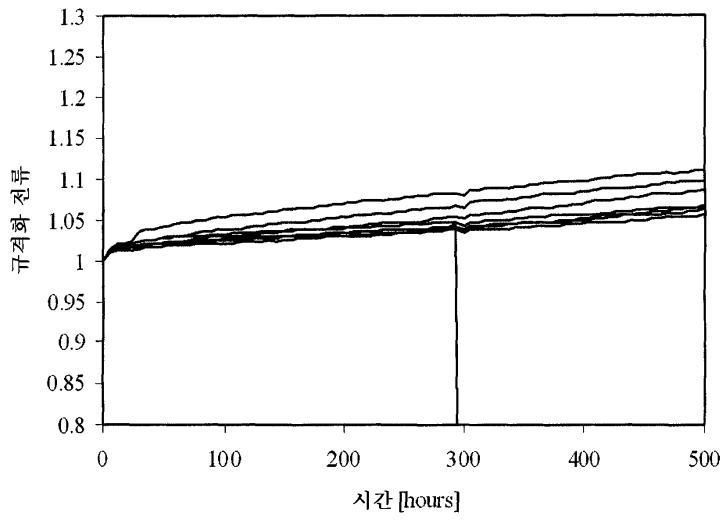
도면4



도면5



도면6



도면7

