

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-49088

(P2007-49088A)

(43) 公開日 平成19年2月22日(2007.2.22)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 S 5/22 (2006.01)	HO 1 S 5/22	5 F 1 7 3
HO 1 S 5/343 (2006.01)	HO 1 S 5/343	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2005-234658 (P2005-234658)	(71) 出願人	000116024 ローム株式会社 京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
(22) 出願日	平成17年8月12日 (2005. 8. 12)	(74) 代理人	100133514 弁理士 寺山 啓進
		(74) 代理人	100122910 弁理士 三好 広之
		(72) 発明者	中原 健 京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地 ローム株式会社内
		(72) 発明者	石川 努 京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地 ローム株式会社内
		F ターム (参考)	5F173 AA05 AA48 AF24 AF36 AG05 AH08 AP05 AR14 AR72

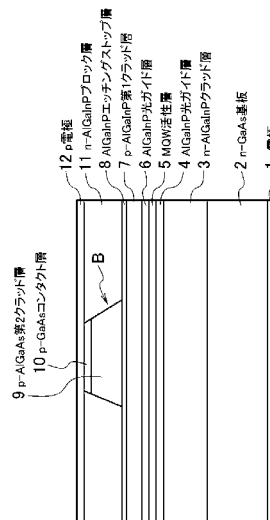
(54) 【発明の名称】 高出力赤色半導体レーザ

(57) 【要約】

【課題】 放熱特性を改善してレーザ素子の温度上昇を抑制し、素子の放熱面積を大きくする必要がない高出力赤色半導体レーザを提供する。

【解決手段】 傾斜n-GaAs基板2上に、n-AlGaInPクラッド層3、AlGaInP光ガイド層4、MQW活性層5、AlGaInP光ガイド層6、p-AlGaInP第1クラッド層7、AlGaInPエッチングストップ層8、n-AlGaInPブロック層11、p-AlGaAs第2クラッド層9、p-GaAsコンタクト層10、p電極12が積層され、n-GaAs基板2の裏側にはn電極1が形成されている。第2クラッド層9は、熱伝導率の良いAlGaAsを成分としているのでレーザ素子の放熱特性が向上する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

n型半導体基板の上に、少なくとも、n型クラッド層、活性層、p型クラッド層を順に備え、活性層よりも上部に前記p型クラッド層を含むストライプ状のリッジ部を有するAlGaInP系の高出力赤色半導体レーザにおいて、前記リッジ部を構成する半導体層の一部を、AlGaAsを含む半導体で形成したことを特徴とする高出力赤色半導体レーザ。

## 【請求項 2】

前記p型クラッド層をAlGaAsを含む半導体で形成したことを特徴とする請求項1記載の高出力赤色半導体レーザ。

## 【請求項 3】

前記p型クラッド層は、中間に形成されたエッチングストップ層により、リッジ部を有する第2p型クラッド層とリッジ部を含まない第1p型クラッド層に分離されていることを特徴とする請求項1記載の高出力赤色半導体レーザ。

## 【請求項 4】

前記第2p型クラッド層をAlGaAsを含む半導体で形成したことを特徴とする請求項3記載の高出力赤色半導体レーザ。

## 【請求項 5】

前記第1p型クラッド層をAlGaAsを含む半導体で形成したことを特徴とする請求項4記載の高出力赤色半導体レーザ。

## 【請求項 6】

前記n型クラッド層を、AlGaAsを含む半導体で形成したことを特徴とする請求項1～請求項5のいずれか1項に記載の高出力赤色半導体レーザ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、DVD等に用いられる高出力赤色半導体レーザに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

記録型DVD市場の成熟により、高倍速で書き込むため、波長650nm帯のAlGaInP系赤色半導体レーザでは、250mWを超えるような高出力が求められている。

## 【0003】

この赤色半導体レーザの一般的な構造を図4に示す。n-GaAs基板32と、その上に成長させた半導体積層構造を備えている。この半導体積層構造は、基板側から順にn-AlGaInPクラッド層33、MQW活性層34、p-AlGaInP第1クラッド層35、p-GaInPエッチングストップ層36、n-GaAsブロック層37、p-AlGaInP第2クラッド層38、p-GaInPバッファ層39、p-GaAsキャップ層40で構成される。また、n-GaAs基板32の下面にはn電極31が、p-GaAsキャップ層40の上面上にはp電極41が形成される。

## 【0004】

図4の赤色半導体レーザは、第2クラッド層38とバッファ層39とで、ストライプ状のリッジ部分Aを形成し、このリッジ部分Aの両側にn-GaAsブロック層37を配置し、p-GaInPバッファ層39とn-GaAsブロック層37の層をp-GaAsキャップ層40で覆った埋め込みリッジ構造を有している。

## 【0005】

リッジ部分Aの屈折率とリッジ側面に配置されたn-GaAsブロック層37との屈折率の差によって水平方向に光を閉じ込めている。電流は、逆バイアスとなるn-GaAsブロック層37及びその下部には流れず、ストライプ状のリッジ部Aを流れる。

## 【0006】

また、p-GaAsキャップ層40とp-AlGaInP第2クラッド層38とを直接接合すると、バンドギャップ差が大きいために、p側領域のキャリアである正孔に対して

10

20

30

40

50

大きな障壁が接合界面近傍にでき、正孔の流れを妨げて電流が流れにくくなる。これを防ぐために、p-GaAsキャップ層40とp-AlGaInP第2クラッド層38との間にバンドギャップが両者の中間になるp-GaInPバッファ層39を挟み、接合界面に形成される障壁を低くして正孔の流れやすくしている。

【0007】

p電極41とn電極31との間に通電すると、電流は、電流阻止層であるn-GaAsブロック層37により狭窄され、リッジ部Aの下部位置に相当するMQW活性層34の中央部から発光が得られる。ところで、250mWを超えるような高出力を得ようとする、動作電流を増大させる必要があり、それに伴って各層の電気抵抗に基づくジュール熱も増加し、レーザ素子内部からの発熱が大きくなる。

10

【0008】

レーザ素子内部からの発熱による温度上昇を防ぐために、半導体レーザ素子をモジュール化するには、図5に示すように、光学ガラス窓52、リードピン51等で構成されるパッケージにヒートシンク54を取り付け、このヒートシンク54上にレーザ素子53を実装して、レーザ素子53を冷却するようにしている。

【特許文献1】特開平9-205249号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上記従来の赤色半導体レーザでは、ジュール熱が増加して、レーザ素子内部からの発熱量が大きくなった場合、基本材料となっているAlGaInPの熱伝導率が悪いために、特に熱が素子内部に留まりやすく、レーザ素子の過大な温度上昇が発生し、発光効率が落ちたり、最高出力の低下を招いていた。また、図5のようにヒートシンクによりレーザ素子を冷却するにしても、レーザ素子の放熱特性が悪いと、冷却に限界があるので、十分冷却できないという問題が発生する。

20

【0010】

そこで、レーザ素子の放熱を促進する手段として、レーザ素子の表面積を大きくして放熱量を増大させることが考えられる。一般に、レーザ素子の温度特性を改善するためには、レーザ素子内部での電流密度を低減する必要があり、共振器長を長くしている、レーザ素子の放熱面積を大きくするには、レーザ素子の共振器方向(軸方向)の長さをさら

30

【0011】

しかし、上記のようにすると、レーザ素子が相当大きくなるので非常に高価なものとなる。また、図5に示すレーザ素子を実装するパッケージの大きさは、通常一定の大きさにより生産されているので、このパッケージよりも長くて大きなレーザ素子を作製すると実装できなくなるという問題も発生する。

【0012】

本発明は、上述した課題を解決するために創案されたものであり、放熱特性を改善してレーザ素子の温度上昇を抑制し、素子の放熱面積を大きくする必要がない高出力赤色半導体レーザを提供することを目的としている。

40

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するために、請求項1記載の発明は、n型半導体基板上に、少なくとも、n型クラッド層、活性層、p型クラッド層を順に備え、活性層よりも上部に前記p型クラッド層を含むストライプ状のリッジ部を有するAlGaInP系の高出力赤色半導体レーザにおいて、前記リッジ部を構成する半導体層の一部を、AlGaAsを含む半導体で形成したことを特徴とする高出力赤色半導体レーザである。

【0014】

また、請求項2記載の発明は、前記p型クラッド層をAlGaAsを含む半導体で形成したことを特徴とする請求項1記載の高出力赤色半導体レーザである。

50

## 【0015】

また、請求項3記載の発明は、前記p型クラッド層は、中間に形成されたエッチングストップ層により、リッジ部を有する第2p型クラッド層とリッジ部を含まない第1p型クラッド層に分離されていることを特徴とする請求項1記載の高出力赤色半導体レーザである。

## 【0016】

また、請求項4記載の発明は、前記第2p型クラッド層をAlGaAsを含む半導体で形成したことを特徴とする請求項3記載の高出力赤色半導体レーザである。

## 【0017】

また、請求項5記載の発明は、前記第1p型クラッド層をAlGaAsを含む半導体で形成したことを特徴とする請求項4記載の高出力赤色半導体レーザである。

10

## 【0018】

また、請求項6記載の発明は、前記n型クラッド層を、AlGaAsを含む半導体で形成したことを特徴とする請求項1～請求項5のいずれか1項に記載の高出力赤色半導体レーザである。

## 【発明の効果】

## 【0019】

本発明によれば、リッジ部を形成する半導体層の一部、例えばp型クラッド層を熱伝導率の良いAlGaAsを含む半導体で形成するようにしているので、レーザ素子内部の発熱がp電極側に伝わりやすく、p電極から熱の放射が行われやすくなるので、過大な温度上昇を防ぐことができる。

20

## 【0020】

また、クラッド層を熱伝導率の良いAlGaAsを含む半導体で構成することにより、放熱特性を良くすることができるので、レーザ素子の放熱面積を大きくする必要がなくなる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0021】

以下、図面を参照して本発明の一実施形態を説明する。図1は本発明による高出力赤色半導体レーザの断面構造を示す。

## 【0022】

傾斜n-GaAs基板2上に、n-AlGaInPクラッド層3、AlGaInP光ガイド層4、MQW活性層5、AlGaInP光ガイド層6、p-AlGaInP第1クラッド層7、AlGaInPエッチングストップ層8、n-AlGaInPブロック層11、p-AlGaAs第2クラッド層9、p-GaAsコンタクト層10、p電極12が積層され、n-GaAs基板2の裏側にはn電極1が形成されている。n-GaAs基板2には、その結晶方位が、(001)から10～15度傾斜しているものを用いる。

30

## 【0023】

MQW活性層5は、3層のGaInP井戸層と2層のアンドープの $(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}In_{0.5}P$ バリア層で形成されている。n-AlGaInPクラッド層3はn型不純物Siドープの $(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$ 、AlGaInP光ガイド層4とAlGaInP光ガイド層6はアンドープの $(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}In_{0.5}P$ 、p-AlGaInP第1クラッド層7はp型不純物Znドープの $(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$ 、AlGaInPエッチングストップ層8はp型不純物Znドープの無歪の $(Al_{0.1}Ga_{0.9})_{0.5}In_{0.5}P$ を3層とp型不純物Znドープの $(Al_{0.4}Ga_{0.6})_{0.5}In_{0.5}P$ を2層用いてこれらを交互に積層した層、p-AlGaAs第2クラッド層9はp型不純物ZnドープのAl<sub>0.5</sub>GaAs、p-GaAsコンタクト層10はp型不純物ZnドープのGaAs、n-AlGaInPブロック層11はn型不純物Siドープの $(Al_{0.8}Ga_{0.2})_{0.5}In_{0.5}P$ により構成されている。p電極12はTiとAuの多層金属膜が、n電極1はAu、Ge、Niの合金層とTiとAuの多層金属膜が用いられる。

40

50

## 【0024】

MQW活性層5を、両側からAlGaInP光ガイド層4、6で挟み込んだ構造として  
いる。これら光ガイド層は垂直方向に光を閉じ込めるために形成されているもので、光ガ  
イド層の組成や厚さによって垂直広がり角度を制御できる。この垂直方向の光閉じ込めを  
弱めると、発光スポットが垂直方向に拡大し、出射ビームの垂直広がり角度（FFPの積  
層方向の大きさ）が低減する。

## 【0025】

図1に示す高出力赤色半導体レーザは、p-AlGaAs第2クラッド層9とp-Ga  
Asコンタクト層10とで、ストライプ状のリッジ部分Bを形成し、このリッジ部分Bの  
両側をn-AlGaInPブロック層11で覆った埋め込みリッジ構造を有している。電  
流は、逆バイアスとなるn-AlGaInPブロック層11及びその下部には流れず、ス  
トライプ状のリッジ部Bを流れる。

10

## 【0026】

製造方法は、既知のMOCVD法やフォトリソグラフィ技術等により以下のように行わ  
れる。なお、各層の適切な膜厚は、半導体材料の組成比率等により、変化するものでは  
あるが、本実施例では、前述の各層の組成比率に基づき以下のように形成した。

## 【0027】

n-GaAs基板2上に、MOCVD法(有機金属化学気相成長法)を用いた第1回目の  
結晶成長によって、2.5 $\mu$ m厚のn-AlGaInPクラッド層3、5nm厚のAlG  
aInP光ガイド層4、MQW活性層5、10nm厚のAlGaInP光ガイド層6、0  
24 $\mu$ m厚のp-AlGaInP第1クラッド層7、AlGaInPエッチングスト  
ップ層8、1.25 $\mu$ m厚のp-AlGaAs第2クラッド層9、0.2 $\mu$ m厚のp-Ga  
Asコンタクト層10を順に形成し、ダブルヘテロ構造のウエハを得る。なお、MQW活  
性層5は、6nm厚の井戸層を3層と、4nm厚のバリア層を2層の多重量子井戸構造と  
し、エッチングストップ層8は、2nm厚の無歪の(A<sub>1-0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>)<sub>0.5</sub>In  
<sub>0.5</sub>Pを3層と、5nm厚の(A<sub>1-0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pを2層の多  
層構造とした。

20

## 【0028】

次に、ストライプ状のSiO<sub>2</sub>をマスクとし、ドライエッチングによりp-GaAsコ  
ンタクト層10及びp-AlGaAs第2クラッド層9をエッチングして、リッジ部Bを  
形成する。次に、塩酸若しくは希硫酸と過酸化水素水でウェットエッチングしてエッチ  
ングストップ層8に達するまでエッチングを行う。エッチングストップ層8によりリッジ  
エッチングが自動的に停止し、制御良くリッジを形成できる。

30

## 【0029】

その後、ウエハをMOCVD装置内に戻し、第2回目の結晶成長によってn-AlGa  
InPブロック層11を形成する。その後、SiO<sub>2</sub>のマスクをHF処理によって除去す  
る。最後に、ラッピング、ポリッシュによってウエハを100 $\mu$ m程度まで薄くし、真空  
蒸着法によってn電極1及びp電極12を形成する。

## 【0030】

p電極12とn電極1との間に通電すると、発振が起こり、レーザ光が継続して発生す  
るが、電気抵抗等の関係により特にp側の層やMQW活性層5に大きなジュール熱が発生  
する。これらの発熱は拡散していくが、第2クラッド層9は、熱伝導率の良いAlGaA  
sを成分としているので、熱は第2クラッド層9を速やかに伝導してp-GaAsコンタ  
クト層10まで達する。p-GaAsコンタクト層10は薄いので、熱はp電極12まで  
すぐに拡散し、p電極12から放熱される。AlGaAsの熱伝導率は、AlGaInP  
の熱伝導率の約2倍に達するので、図4に示す赤色半導体レーザと比較して熱の拡散が速  
やかに行われる。このようにリッジ部Bを構成している半導体層の一部をAlGaAsを  
成分とする半導体で形成することによって放熱特性が改善され、レーザ素子の過大な温度  
上昇を防ぐことができる。

40

## 【0031】

50

ところで、AlGaAs混晶系では、Al組成を下げることでさらに熱伝導率を高く（低熱抵抗化）することができるが、他方、クラッド層のバンドギャップエネルギーが低下して少数キャリアの流出をブロックすることができなくなるので、本実施例のようにクラッド層はAl<sub>0.5</sub>GaAsとAl組成を40%～70%、望ましくは50%～60%の範囲で構成するのが良い。本実施例では、Al組成を50%とした。

#### 【0032】

図2は、図1の構成でp-AlGaInP第1クラッド層7に替えてp-AlGaAs第1クラッド層71を用いた構造を示す。第1クラッド層71は、第2クラッド層9同様、p型不純物ZnドープのAl<sub>0.5</sub>GaAsにより構成される。上述したようにAlGaAsの熱伝導率は高いので、MQW活性層5やp側の層で発生したジュール熱は、p-AlGaAs第1クラッド層71を速やかに伝わり、さらにp-AlGaAs第2クラッド層9中も速やかに拡散してp電極12側に伝わるので、放熱特性が良くなる。さらに、放熱特性を上げるためには、リッジ部Bの高さHを短くして熱の拡散距離を小さくすることが望ましい。高さHを短くすることが望ましいのは、図1及び図3の構成についても同様である。

10

#### 【0033】

図3は、図2の構成でn-AlGaInPクラッド層3に替えてn-AlGaAsクラッド層31を用いた構造を示す。クラッド層31は、n型不純物SiドープのAl<sub>0.5</sub>GaAsにより構成される。クラッド層31を熱伝導率の良いAlGaAsを成分とする半導体で構成することで、n側の層で発生したジュール熱についても、効率良く放熱させようとするものであり、n側の層で発生した熱は、n-AlGaAsクラッド層31を速やかに伝わり、p電極12又はn電極1側に拡散しやすくなり、放熱特性が良くなる。

20

#### 【0034】

なお、実施例に記載した各層の膜厚はこれに限るものではない。例えば、n型クラッド層3、31は1～3μm程度、n側光ガイド層4は5～30nm、MQW活性層5の井戸層は3～9nm程度、MQW活性層5のバリア層は3～9nm程度、p側光ガイド層6は5～30nm、p型第1クラッド層7、71は0.2～0.4μm、エッチングストップ層8の無歪の(Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層は1～5nm程度、エッチングストップ層8の(Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層は3～10nm程度、p型第2クラッド層9は0.5～2μmの範囲で、さらに好ましくは0.8～1.5μm、p型コンタクト層10は0.2～0.8μmであれば良い。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0035】

【図1】本発明の高出力赤色半導体レーザの断面構造を示す図である。

【図2】本発明の高出力赤色半導体レーザの他の断面構造を示す図である。

【図3】本発明の高出力赤色半導体レーザの他の断面構造を示す図である。

【図4】従来の赤色半導体レーザの断面構造を示す図である。

【図5】半導体レーザ素子を取り付けられるパッケージの構成を示す図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0036】

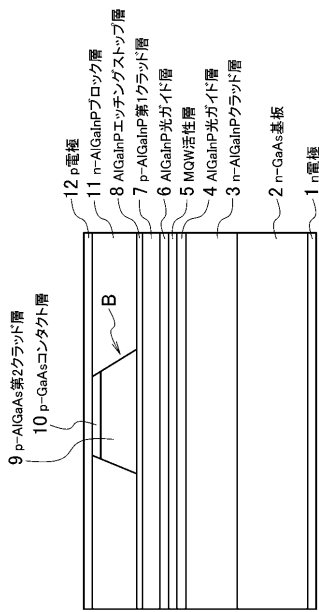
40

- 1 n電極
- 2 n-GaAs基板
- 3 n-AlGaInPクラッド層
- 4 AlGaInP光ガイド層
- 5 MQW活性層
- 6 AlGaInP光ガイド層
- 7 p-AlGaInP第1クラッド層
- 8 AlGaInPエッチングストップ層
- 9 p-AlGaAs第2クラッド層
- 10 p-GaAsコンタクト層

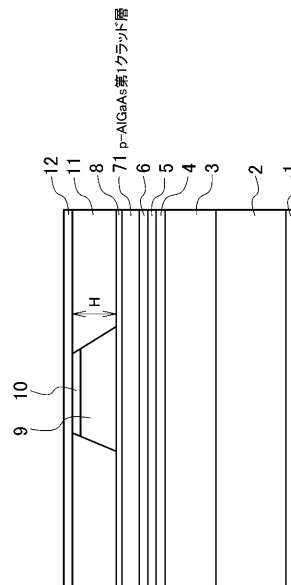
50

- 1 1 n - AlGaInPブロック層
- 1 2 p 電極

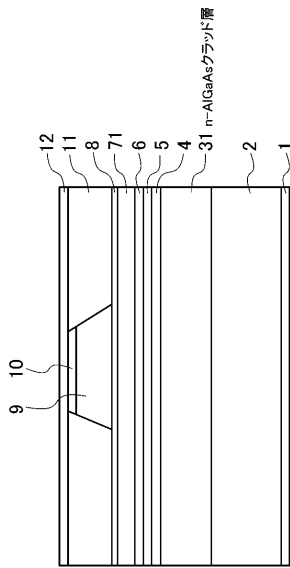
【 図 1 】



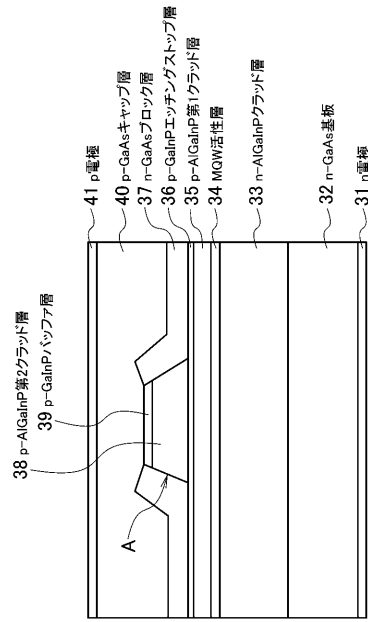
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

