

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2932709号

(45) 発行日 平成11年(1999) 8月9日

(24) 登録日 平成11年(1999) 5月28日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I
H 0 1 S 3/18	6 6 5	H 0 1 S 3/18 6 6 5

請求項の数2 (全 4 頁)

(21) 出願番号	特願平3-16163	(73) 特許権者	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22) 出願日	平成3年(1991) 2月7日	(72) 発明者	上野 芳康 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内
(65) 公開番号	特開平4-340285	(74) 代理人	弁理士 京本 直樹 (外2名)
(43) 公開日	平成4年(1992) 11月26日	審査官	門田 かづよ
審査請求日	平成9年(1997) 11月20日	(56) 参考文献	特開 昭61-57692 (J P , A) 1993年 (平成5年) 秋季第54回応物理学 会予稿集 29a-H-6 p. 1049
		(58) 調査した分野(Int.Cl. ⁶ , DB名)	H01S 3/18

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1伝導型のGaAs基板上に第1伝導型のAlGaInPクラッド層と第1伝導型または第2伝導型のAlGaInPまたはGaInP活性層と第2伝導型のメサ型AlGaInPクラッド層を少なくとも含む多層エピタキシャル層を備え、該メサ型クラッド層の全面あるいは一部がGaAs層とGaInP層からなる高反射率半導体ブラッグリフレクタで覆われていることを特徴とする半導体レーザ。

【請求項2】 第1伝導型のGaAs基板上に、第1伝導型のAlGaInPクラッド層と第1伝導型または第2伝導型のAlGaInPまたはGaInP活性層と第2伝導型のメサ型AlGaInPクラッド層を少なくとも含む多層エピタキシャル層を備え、該メサ型クラッド層の全面あるいは一部がInGaAs層とGaInP層

2

からなる高反射率半導体ブラッグリフレクタで覆われていることを特徴とする半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光ディスクなどの情報処理機器の光源に用いる短波長・高出力半導体レーザに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 実用的な半導体レーザのうちで最も短い波長のレーザ光を発振するAlGaInP半導体レーザは、光ディスクなどの情報処理機器の光源として注目されている。光磁気ディスクや相変化型光ディスクに情報を書き込むためには、高出力かつ安定な基本横モードの光出力と高い信頼性が必要である。AlGaAs半導体レーザを用いた光ディスクでは、30~40mWの光出

力で半導体レーザが駆動されていることから、AlGaInP半導体レーザを利用する場合もこの程度の光出力が必要と考えられる。近年、藤井らは、AlGaInP半導体レーザから最高20mWの基本横モード光出力を得たことをエレクトロニクスレーズ誌(H. Fujii et al.; Electronics Letters, vol. 23, pp. 938-939, August 1987)に報告した。この半導体レーザでは、メサ型AlGaInPクラッド層を覆うGaAs光吸収層が、安定な基本横モード発振に必要な横方向の十分な実効的屈折率差を与える。しかし、このGaAs光吸収層のために、この半導体レーザのモードロスは大い。この大きなモードロスは該半導体レーザの駆動電流を増大させている。

【0003】半導体レーザを長時間駆動する際、該半導体レーザ内部にしばしばダークライン欠陥が成長し、該半導体レーザが劣化することが知られている。これに対して深谷らは、半導体基板に格子整合するGaAs層の代わりに格子歪を持つInGaAs層を用いた半導体レーザで、該InGaAs層中のダークライン欠陥の成長が抑制され、該半導体レーザの信頼性が向上したことを報告している(1990年秋季第51回応用物理学学会学術講演会、28a-R-11)。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】AlGaInP半導体レーザを光ディスクの光源として利用するためには、小型の駆動回路で駆動できるように駆動電流を充分低減し、かつ、信頼性を充分高めることが必要である。 *

$$E_y(x) \sim \exp(-\alpha \cdot x/2) \cdot \exp(j \cdot x \cdot x) \quad (1)$$

で表される。ここで、x軸、z軸、y軸はそれぞれ基板の垂直方向、共振器方向、およびこれらと直交する方向とした。xはx方向の波数、αは吸収係数、jは虚数単位である。x方向の波長、λx、は

$$\lambda_x = 2 / x \quad (2)$$

で表される。それぞれ λx / 4に近い厚さのGaAs層とGaInP層で構成される半導体ブラッグリフレクタはレーザ光に対して高い反射率を持ち、光導波路の横方向に十分な実効的屈折率差を与える。このとき、該半導体ブラッグリフレクタへのレーザ光の侵入深さは低下し、モード損失が減少する。

【0008】本発明の第2の半導体レーザは、GaAs層/GaInP層の代わりにInGaAs層/GaInP層からなる半導体ブラッグリフレクタを用いる。InGaAs層はGaAs層と同様に光導波路の実効的屈折率よりも大きな屈折率を持つため、該半導体ブラッグリフレクタはレーザ光に対して高い反射率を持ち、モード損失が低減する。さらに格子歪を持つ該InGaAs層は、内部および界面から発生するダークライン欠陥の成長を抑制する。

【0009】

*【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体レーザは、第1伝導型のGaAs基板上に第1伝導型のAlGaInPクラッド層と第1伝導型または第2伝導型のAlGaInPまたはGaInP活性層と第2伝導型のメサ型AlGaInPクラッド層を少なくとも含む多層エピタキシャル層を備え、該メサ型クラッド層の全面あるいは一部がGaAs層とGaInP層からなる高反射率半導体ブラッグリフレクタで覆われていることを特徴としている。

10 【0006】また、もう1つの本発明の半導体レーザは第1伝導型のGaAs基板上に第1伝導型のAlGaInPクラッド層と第1伝導型または第2伝導型のAlGaInPまたはGaInP活性層と第2伝導型のメサ型AlGaInPクラッド層を少なくとも含む多層エピタキシャル層を備え、該メサ型クラッド層の全面あるいは一部がInGaAs層とGaInP層からなる高反射率半導体ブラッグリフレクタで覆われていることを特徴としている。

20 【0007】

【作用】本発明の第1の半導体レーザでは、さきに述べた従来のGaAs光吸収層の代わりにGaAs層とGaInP層からなる半導体ブラッグリフレクタを用いる。レーザ光は該GaAs層と該GaInP層の中に浸み込む。この際該GaAs層と該GaInP層は光導波路の実効的屈折率よりも大きな屈折率を持つため、これらの層に浸み込んだレーザ光(TEモード)の電界強度、Ey(x)、は

30 【実施例】図1は、本発明の第1の半導体レーザの実施例を示す断面構造図である。まず、Siドープn-GaAs基板18の上に、1.2μm厚のSiドープn-GaInPクラッド層3、60nm厚のアンダーブAlGaInP活性層1、1.2μm厚のZnドープp-AlGaInPクラッド層2、20nm厚のZnドープp-GaInP層5を成長した。660nmの発振波長を得るために活性層及びクラッド層の組成は、(Al0.1Ga0.9)0.5In0.5Pおよび(Al0.7Ga0.3)0.5In0.5Pとした。エピタキシャル成長は減圧有機

40 金属結晶成長法(MOVPE法)で行った。該活性層及び該クラッド層の成長では、成長温度660℃、5族/3族流量比150を用い、このときの成長速度は1.8μm/hrであった。原料にはトリメチルアルミニウム(TMA)、トリエチルガリウム(TEG)、トリメチルインジウム(TMI)、ジメチルジルク(DMZ)、フォスフィン(PH3)、アルシン(AsH3)、ジシラン(Si2H6)を用いた。ガスソース分子線結晶成長法(GSMBE法)やケミカルビームエピタキシャル法(CBE法)を用いて成長することも可能である。

50 【0010】エピタキシャル成長の後、蒸着法とフォト

リソグラフィー法を用いて p - Ga In P 層 5 の上に形成したストライプ状の Si O₂ 誘電体膜をマスクとして、ウェットエッチングプロセスで p - Ga In P 層 5 と p - Al Ga In P クラッド層 2 を部分的に除去した。つぎに、該 Si O₂ 誘電体膜をマスクとして n - Ga As / n - Ga In P ブラッグリフレクタ 4 を MOV PE 法で選択成長した。図 2 は該ブラッグリフレクタの構造図である。該ブラッグリフレクタは 4 層の Si ドープ n - Ga As 層 (厚さ L_a = 90 nm) と 3 層の Si ドープ n - Ga_{0.5} In_{0.5} P 層 (厚さ L_b = 140 nm) からなる。該ブラッグリフレクタの選択成長の後、該 Si O₂ を除去し、さらに Zn ドープ p - Ga As 層 6 を成長した。最後に、p - Ga As 層 6 および n - Ga As 基板 8 の表面にそれぞれ電極 7 および電極 9 を形成した後、へき開を行い、半導体レーザを完成した。p - Ga In P 層 5 および p - Ga As 層 6 は、p - Al Ga In P クラッド層 2 と電極 7 の間の電気抵抗を低減するために導入した。

【0011】図 1 においてメサ型の p - Al Ga In P クラッド層 2 とアンドープ Al Ga In P 活性層 1 と n - Al Ga In P クラッド層 3 が光導波路を構成する。該活性層および該クラッド層の屈折率は 3.50 および 3.32 である。該活性層は充分薄いため、レーザ光の z 方向の伝搬ベクトル、 k_z はクラッド層の屈折率を用いて

$$k_z \approx 3.32 \cdot k_0 \quad (3)$$

と表される。ここで、 k_0 は真空中の波数であり、発振波長 $\lambda_0 = 660 \text{ nm}$ に対して

$$k_0 = 2\pi / \lambda_0 = 9.520 \mu\text{m}^{-1} \quad (4)$$

である。光導波路の実効的屈折率、 n_{eff} 、よりも大きな屈折率、 n_B 、を持つ層に浸み込んだ伝搬ベクトル、 k_x 、を持つレーザ光の電界強度は (1) 式で表される。

$$k_x = (n_B^2 \cdot k_0^2 - k_z^2)^{-1/2} \quad (5)$$

で表される。Ga As 層および Ga In P 層の屈折率はそれぞれ 3.79、3.53 なので、式 (2) および式 (5) を用いると、これらの層の $k_x / 4$ はおよぼ 90 *

* nm および 130 nm である。本実施例ではこの結果をもとにこれらの層の厚さを決定した。

【0012】図 3 は該半導体レーザのモード損失の計算結果を示す。

$$L_a / k_{x_a} = L_b / k_{x_b} = L_R \quad (6)$$

とした。ここで、 L_a および L_b は該半導体ブラッグリフレクタ中の Ga As 層および Ga In P 層の厚さ、 k_{x_a} および k_{x_b} はこれらの層中の波数、 k_x である。図 3 に示すように、 $L_R = 1 / 4$ 近傍でモード損失は顕著に減少する。

【0014】本発明の第 2 の半導体レーザの実施例では、該半導体ブラッグリフレクタ中の Si ドープ n - Ga As 層の代わりに Si ドープ n - In_{0.1} Ga_{0.9} As 層 (厚さ 90 nm) を用いた。該 In_{0.1} Ga_{0.9} As 層の屈折率は、Ga As 層の屈折率よりもわずかに高いが、 $k_x / 4$ は Ga As 層の場合と殆ど同じである。本実施例は、このように該 In_{0.1} Ga_{0.9} As 層を用いた点以外は上述の実施例と全く同様である。

【0015】

【発明の効果】本発明の半導体レーザはモード損失が少なく、低い駆動電流で駆動することができる。また、ダークライン欠陥の成長速度が遅く、高い信頼性が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の半導体レーザの断面構造を示した図である。

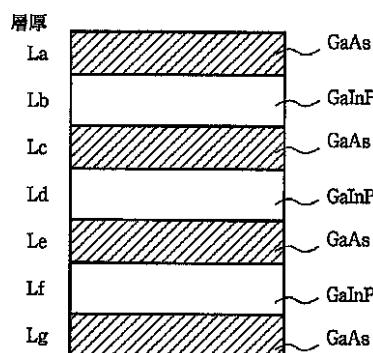
【図 2】本発明の半導体レーザ Ga As / Ga In P ブラッグリフレクタの構造を示した図である。

【図 3】本発明の半導体レーザのモード損失低減効果を示した図である。

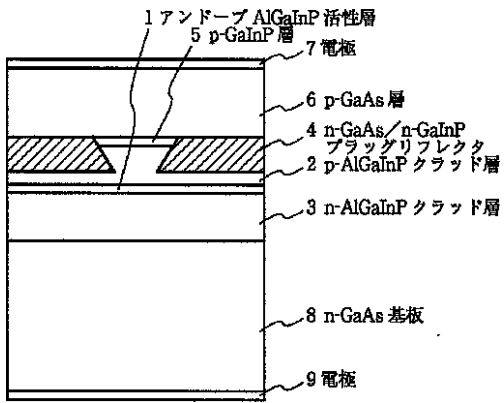
【符号の説明】

- 1 アンドープ Al Ga In P 活性層
- 2 p - Al Ga In P クラッド層
- 3 n - Al Ga In P クラッド層
- 4 n - Ga As / n - Ga In P ブラッグリフレクタ

【図 2】



【図1】



【図3】

