

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2674381号

(45)発行日 平成9年(1997)11月12日

(24)登録日 平成9年(1997)7月18日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/18			H 0 1 S 3/18	

請求項の数4(全 4 頁)

(21)出願番号	特願平3-235450	(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)8月21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5-55698	(72)発明者	藤井 宏明 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(43)公開日	平成5年(1993)3月5日	(72)発明者	五明 明子 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		(74)代理人	弁理士 本庄 伸介
		審査官	後藤 時男

最終頁に続く

(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】 (0, 0, 1)面を持つ半導体基板と、
[- 1, 1, 1]または[1, - 1, 1]方向に秩序状態を持つ化合物半導体層を少なくとも含む活性層と、
[- 1, 1, 0]方向に形成されたレーザ共振器とを有することを特徴とする半導体レーザ。

【請求項2】 (0, 0, 1)面から[- 1, 1, 0]方向または[1, - 1, 0]方向へ傾斜した面を持つ半導体基板と、[- 1, 1, 1]または[1, - 1, 1]方向に秩序状態を持つ化合物半導体層を少なくとも含む活性層と、[- 1, 1, 0]方向に形成されたレーザ共振器とを有することを特徴とする半導体レーザ。

【請求項3】 前記半導体基板がGaAsでなり、該GaAs基板上に形成した半導体多層構造の中に前記活性層として(A_{1-x}Ga_{1-x})_yIn_{1-y}P層またはIn

2

xGa_{1-x}As_{1-y}P_y層が設けられていることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体レーザ。

【請求項4】 前記半導体基板がGaAsでなり、該InP基板上に形成した半導体多層構造の中に前記活性層としてIn_{1-x}Ga_xAs_yP_{1-y}層が設けられていることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【産業上の利用分野】本発明は、情報処理機器または光通信機器の光源に用いる半導体レーザに関する。

【0002】

【従来の技術】半導体レーザは極めて小型でかつ量産性に富むから、現在情報処理機器や光通信機器など様々な光電気機器用の光源として幅広く利用されている。なか

でも視感度の高い発振波長を持つ AlGaInP 半導体レーザーは、レーザービームポインタの小型化に活用されている。このような汎用装置に搭載する実用的な半導体レーザーに要求される主な特性は、発振閾値電流が低いこと、摂氏 40 ~ 60 で安定な高温動作が可能なことなどである。近年、小林らは該 AlGaInP 半導体レーザーが 40 mA 程度の発振閾値電流を示すことを報告した (SPIE 国際会議論文集、第 898 巻 84 頁、1988 年)。また、勝山らは該半導体レーザーが 18 mA の発振閾値電流を示すことをエレクトロニクスステーズ誌 (第 26 巻 1376 頁、1990 年) に報告した。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】レーザービームポインタに半導体レーザーを搭載する場合、該半導体レーザーを駆動する電池の容積が該ポインタの容積の殆どを占める。従って、該ポインタをさらに小型化するためには該半導体レーザーの発振閾値電流を低減し、消費電力を低減することが必要である。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体レーザーの 1 つは、(0, 0, 1) 面を持つ半導体基板と、[-1, 1, 1] または [1, -1, 1] 方向に秩序状態を持つ化合物半導体層を少なくとも含む活性層と、[-1, 1, 0] 方向に形成されたレーザー共振器とを有することを特徴とする。(0, 0, 1) 面から [1, 1, 0] 方向、[1, 0, 0] 方向、[0, 1, 0] 方向など任意の方向へ多少傾斜した面を持つ半導体基板を用いてもよい。

【0005】また、本発明のもう 1 つの半導体レーザーは、(0, 0, 1) 面から [-1, 1, 0] 方向または [1, -1, 0] 方向へ傾斜した面を持つ半導体基板と、[-1, 1, 1] または [1, -1, 1] 方向に秩序状態を持つ化合物半導体層を少なくとも含む活性層と、[-1, 1, 0] 方向に形成されたレーザー共振器とを有することを特徴とする。

【0006】

【作用】五明らのグループ (フィジカルレビューステーズ誌第 60 巻 2645 頁、1988 年) および他のグループは GaInP 層、AlGaInP 層、InGaAs 層や InGaAsP 層などのエピタキシャル層が秩序状態を持つことを報告している。ただしこれらの半導体層が秩序状態を持つか否かはエピタキシャル成長条件に依存する。GaInP の場合、100 以上の V 族 / III 族供給原料比あるいは 700 以下の結晶成長温度で結晶成長すると該秩序状態が形成されることを五明らが報告している (アプライドフィジクスステーズ誌第 50 巻 673 頁、1987 年)。秩序状態を持つ Ga_{0.50}In_{0.50}P の場合、Ga 原子の副格子と In 原子の副格子が [-1, 1, 1] あるいは [1, -1, 1] 方向に交互に規則的に並ぶ。マスカレンハスらは、[-1, 1,

1] 方向に該秩序状態を持つ半導体層の基底準位間発光再結合が発生する光の電気ベクトルは (-1, 1, 1) 面内に偏ると報告した (フィジカルレビューステーズ誌第 63 巻 2108 頁、1989 年)。従って、[-1, 1, 1] あるいは [1, -1, 1] 方向に秩序状態を持つ半導体層で発生する再結合光の電気ベクトルは (-1, 1, 1) 面あるいは (1, -1, 1) 面に偏る。

【0007】本発明の半導体レーザーの 1 つでは、半導体基板の面方位は (0, 0, 1) 面である。レーザー共振器は [-1, 1, 0] 方向に形成する。このとき、該半導体レーザーの TE モード発振光の電気ベクトル方位は [1, 1, 0] 方向である。該電気ベクトル方位は上述の (-1, 1, 1) 面および (1, -1, 1) 面に含まれる。従って、該半導体レーザーでは、(-1, 1, 1) 面内あるいは (1, -1, 1) 面内方向に均一分布する電気ベクトルを持つ再結合光のうち [1, 1, 0] 方向の電気ベクトルを持つ再結合光がレーザー発振に寄与する。一方、従来の秩序状態を持たない半導体レーザーでは、再結合光の電気ベクトルは 3 次元方向に均一分布し、それらのうちで [1, 1, 0] 方向の電気ベクトルを持つ再結合光だけがレーザー発振に寄与する。以上の作用により、本発明の半導体レーザーの再結合は従来より効率的に発振モードに利得を与え、該半導体レーザーはより低い発振閾値電流を示す。なお、以上の作用から明らかのように、該半導体レーザーでは TM モードに比べて TE モードへの発光が助長されているので、TM モード発振の抑制効果が高い、レーザー発振光への TM モード自然放光の混入が少ないなどの特徴を持つ。

【0008】また、本発明の他の半導体レーザーでは、(0, 0, 1) から [-1, 1, 0] 方向 (または [1, -1, 0] 方向) に傾斜した面を持つ半導体基板を用いる。(0, 0, 1) 面を持つ半導体基板上のエピタキシャル層が持つ該秩序状態の方位は [-1, 1, 1] 方向と [1, -1, 1] 方向が同等に混在しているのに対し、(0, 0, 1) から [-1, 1, 0] 方向 (または [1, -1, 0] 方向) に傾斜した面を持つ半導体基板上では該秩序状態の方位が [-1, 1, 1] 方向 ([1, -1, 1] 方向) に偏ることが知られている (ジャパニーズジャーナルオブアプライドフィジクス誌第 28 巻 L1728 頁 1989 年、および、1991 年春季応用物理学関係連合講演会講演 32a-ZG-5)。つまり、該傾斜基板上の該エピタキシャル層が持つ秩序状態の秩序度はより高い。従って、すでに述べた本発明の作用はより強く働く。該傾斜基板を用いた場合も再結合光の電気ベクトル方位はやはり (-1, 1, 1) 面 (または (1, -1, 1) 面) に含まれる。レーザー共振器方位は [-1, 1, 0] 方向から [0, 0, 1] 方向へ傾くが、TE モード発振光の電気ベクトル方位は依然 [1, 1, 0] 方向に保たれる。従って上述の傾斜基板を用いた場合の再結合光電気ベクトル方位と T

Eモード発振光電気ベクトル方位の間の幾何学的関係は、(0, 0, 1)基板の場合の関係と厳密に同等に保たれる。

【0009】

【実施例】図1は本発明の半導体レーザの1つの実施例を示す。まず、Siドープのn型GaAsからなる半導体基板2の上に1.2μm厚のSiドープのn型(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}Pからなるクラッド層3、80nm厚のアンドープの(Al_{0.10}Ga_{0.90})_{0.50}In_{0.50}Pからなる活性層4、1.2μm厚のZnドープのp型(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}Pからなるクラッド層5、をエピタキシャル成長した。活性層にIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y層を用いることも可能である。また、活性層にIn_{1-x}Ga_xAs_yP_{1-y}層を用いてもよく、この場合は半導体基板2、クラッド層3およびクラッド層5にはInPを用いる。上述の活性層は単純な単一組成層からなるが、よく知られている多重量子井戸活性層を構成することもできる。この場合、再結合発光層となる量子井戸層に秩序状態を形成すればよい。

【0010】半導体基板2の面方位は、(0, 0, 1)から[-1, 1, 0]方向へ6度傾斜した面とした。該活性層に秩序度の高い秩序状態を形成するためには、10度以下の傾斜角が適当である。半導体基板2の面方位は(0, 0, 1)面でもよい。また、(0, 0, 1)面から[1, 1, 0]方向、[1, 0, 0]方向、[0, 1, 0]方向など任意の方向へ1~3度程度傾斜した面を持つ半導体基板2を用いてもよい。このような半導体基板は、よく知られているように、エピタキシャル結晶のモホロジーを改善する効果を持つ。

【0011】エピタキシャル成長は減圧有機金属結晶成長法(MOVPE法)で行った。本実施例では結晶成長温度は660、V族/III族供給原料比は200とした。秩序度の高い秩序状態を形成するためには、結晶成長温度は700以下、V族/III族供給流量比は100以上が適当である。これらの結晶成長条件は、本発明の作用を持つ秩序状態を形成するための条件であるから、クラッド層など他の層の結晶成長条件は異なるものであっても構わない。成長速度はおよそ1.8μm/hであった。原料にはトリメチルアルミニウム(TMAl)、トリエチルガリウム(TEG)、トリメチルインジウム(TMI)、ジメチルジンク(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。

【0012】エピタキシャル成長の後、フォトリソグラフィ法を用いてクラッド層5にストライプ9を形成した。ストライプ9の方位はほぼ[-1, 1, 0]方向である。該ストライプ9はレーザ共振器をなす。厳密に言えば、傾斜基板を用いた場合、該レーザ共振器方向は[-1, 1, 0]方向から[0, 0, 1]方向などへ傾く。該ストライプ9を形成した後、Siドープのn型GaAsからなるブロック層6を該ストライプ9の外側に選択成長し、さらにZnドープのp型GaAsからなるコンタクト層7を全面に成長した。該コンタクト層7を形成した後、n側の電極1とp側の電極8を形成した。最後に劈開を行って相向かい合う反射鏡を(-1, 1, 0)面に形成した。劈開の代わりにドライエッチングを用いて該反射鏡を形成してもよい。また、垂直放射型半導体レーザ(T. Takamori et al., アプライドフィジクスレターズ誌第55巻1053頁、1989年)のように(-1, 1, 0)以外の面を持つ反射鏡でもよく、曲面を持つ反射鏡でもよい。以上の工程により、半導体レーザが完成した。該半導体レーザはTEモードで発振し、レーザ光10の電気ベクトル方位は[1, 1, 0]方向である。

【0013】

【発明の効果】本発明の半導体レーザは、低い閾値と優れた高温動作特性を示した。なかでも、(0, 0, 1)面から[-1, 1, 0]方向へ6度傾斜した半導体基板を用いた半導体レーザは、(0, 0, 1)半導体基板を用いた場合よりもさらに低い閾値電流を示した。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体レーザの1つの実施例を示した斜視図である。

【符号の説明】

- 1 電極
- 2 半導体基板
- 3 クラッド層
- 4 活性層
- 5 クラッド層
- 6 ブロック層
- 7 コンタクト層
- 8 電極
- 9 ストライプ
- 10 レーザ光

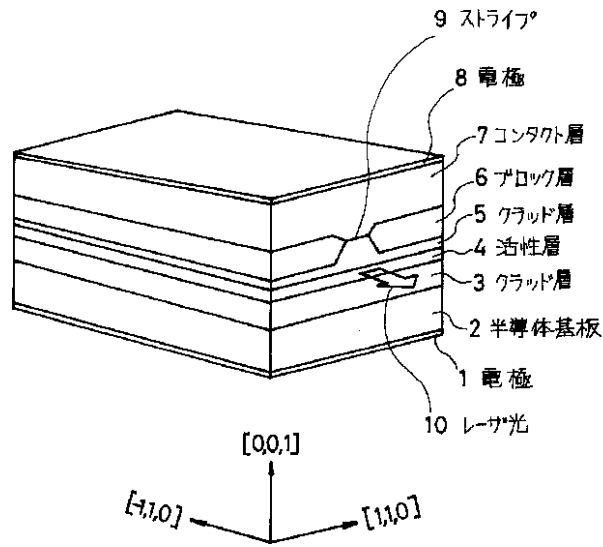
10

20

30

40

【図 1】



フロントページの続き

- (56) 参考文献 特開 平 5 - 67839 (J P , A)
- 特開 平 4 - 273490 (J P , A)
- 特開 昭 63 - 120492 (J P , A)
- 特開 平 5 - 41560 (J P , A)
- 特開 平 5 - 29700 (J P , A)
- 特開 平 4 - 237183 (J P , A)