

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2880788号

(45) 発行日 平成11年(1999) 4月12日

(24) 登録日 平成11年(1999) 1月29日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

請求項の数1 (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平2-309584

(22) 出願日 平成2年(1990)11月15日

(65) 公開番号 特開平4-180683

(43) 公開日 平成4年(1992)6月26日

審査請求日 平成6年(1994)7月29日

審判番号 平9-6597

審判請求日 平成9年(1997)4月28日

(73) 特許権者 999999999

日本電気株式会社

東京都港区芝5丁目7番1号

(72) 発明者 上野 芳康

東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気

株式会社内

(74) 代理人 弁理士 京本 直樹

合議体

審判長 小林 武

審判官 辻 徹二

審判官 河口 雅英

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 面発光半導体レーザ及びその製造方法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1導電型の半導体基板上に、GaInPまたはAlGaInPの自然超格子が形成された活性層とそれを挟む第1及び第2導電型で前記活性層より禁制帯幅の大きいAlGaInPの自然超格子が形成されたクラッド層からなるダブルヘテロ構造を少なくとも含む半導体層を備え、前記ダブルヘテロ構造のうち発光領域となる円形または多角形の領域を除いた領域が高濃度の不純物を含むことを特徴とする面発光半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

〔産業上の利用分野〕

本発明は表示装置、情報交換装置等に利用できる面発光半導体レーザに関するものである。

〔従来技術〕

近年、AlGaAs/GaAs系、AlGaInP/GaInP/GaAs系、InGaA

2

sP/GaAs系などの半導体レーザの研究開発が進み、これを利用した光ディスク装置や光通信装置が実用化されている。さらに、半導体レーザを2次元に集積することが可能な面発光半導体レーザの研究開発が行われ、波長850nmから870nmの室温連続発振が報告されている(アプライド・フィジクス・レターズ誌1989年第55巻221頁)。

〔発明が解決しようとする課題〕

これまでの報告では、室温でのレーザ発振に必要な注入電流密度は $36\text{kA}/\text{cm}^2$ 以上である。このように高い電流密度の注入を与えると、面発光半導体レーザ素子の特性劣化速度が早い。また、活性層に屈折率差が設けられていないために発光の横モード制御が不十分で、十分な光出力を安定に得ることができない。

〔課題を解決するための手段〕

本発明の面発光半導体レーザは、第1導電型の半導体

10

基板上に、GaInPまたはAlGaInPの自然超格子が形成された活性層とそれを挟む第1及び第2導電型で前記活性層より禁制帯幅の大きいAlGaInPの自然超格子が形成されたクラッド層からなるダブルヘテロ構造を少なくとも含む半導体層を備え、前記ダブルヘテロ構造のうち発光領域となる円形または多角形の領域を除いた領域が高濃度の不純物を含むことを特徴とする構成である。

〔作用〕

本発明の面発光半導体レーザの中で主要な役割を果たすそれぞれAl組成0.01のAlGaInP活性層およびAl組成0.60のAlGaInPクラッド層の屈折率 n と不純物濃度 a の関係を第2図に示す。不純物濃度が十分低い(10^{17} cm^{-3} 以下)時、活性層とクラッド層の屈折率はそれぞれ3.53、3.33である。このとき、それぞれのAlGaInP層には自然超格子が形成されている(ジャパニーズ・ジャーナル・オブ・アプライド・フィジクス誌1988年第27巻2098頁)。不純物濃度が高い(10^{17} cm^{-3} 以上)時、該自然超格子は無秩序化され(ジャパニーズ・ジャーナル・オブ・アプライド・フィジクス誌1988年第27巻L1549頁)、第2図に示すようにAlGaInP活性層とAlGaInPクラッド層のバンドギャップエネルギー E_g は上昇し、第3図に示すようにAlGaInP活性層とAlGaInPクラッド層の屈折率は低下する。本発明はこのようにして生じるAlGaInP層のバンドギャップエネルギー差および屈折率差を活用する。

エピタキシャル成長法などで形成したAlGaInP活性層およびAlGaInPクラッド層中の不純物濃度が部分的に低いと、上述の作用に従って該領域のバンドギャップエネルギーは低く、該領域の屈折率は高くなる。その結果、注入されたキャリア(電子およびホール)は該領域に閉じ込められ、発振光も該領域に閉じ込められ、高い光出力が安定に得られる。

本発明の面発光半導体レーザの製造方法においては、AlGaInP活性層及びAlGaInPクラッド層の不純物濃度の制御を以下のようにして行う。まず、不純物ドーピングを行いながらエピタキシャル成長を行い、 10^{17} cm^{-3} 以下の低濃度層を形成する。次に適当なパターンマスクを用いて部分的に不純物拡散またはイオン打ち込みを行って 10^{17} cm^{-3} 以上の高濃度領域を形成する。高濃度のZn不純物、Mg不純物、Si不純物、Fe不純物、Cr不純物、Cu不純物、Au不純物はAlGaInP自然超格子を無秩序化することができる。この結果、前述の面発光半導体レーザが得られる。

〔実施例〕

本発明の1つの実施例を示す面発光半導体レーザの断面図を第1図に示す。 n 型AlGaInPクラッド層3とAlGaInP活性層1と p 型AlGaInPクラッド層2からなるダブルヘテロ構造多層膜を n 型GaAs基板5上にエピタキシャル成長法によって形成した。次に SiO_2 誘電体膜を形成した後、フォトリソグラフィーを用いて直径 $10 \mu\text{m}$ の円盤状

の SiO_2 誘電体膜を形成した後にフォトリソグラフィーを用いて直径 $10 \mu\text{m}$ の円盤状の SiO_2 誘電体膜を形成した。 SiO_2 誘電体膜の形状は、多角形でもよい。次に、該 SiO_2 誘電体膜をマスクとしてZnを封管拡散法で結晶中に拡散した。拡散の替りにイオン打ち込み法で高濃度不純物導入領域4を形成してもよい。この結果、誘電体膜で覆われた円形または多角形の領域(以降、発光領域と呼ぶ)のダブルヘテロ構造多層膜の不純物濃度は、その周囲の領域のダブルヘテロ構造多層膜の不純物濃度にくらべて低く保たれる。つぎに該 SiO_2 誘電体膜を選択成長マスクとして p 型GaAs層8を形成した。次に、電極7をウェハの両面に形成した後、リフトオフと化学エッチングを用いて該活性領域の上部及び下部に窓部を設け、さらにこの部分に誘電体多層膜反射膜6をCVDで形成した。この反射膜6は出力光射出面である。以上の工程により本発明の面発光半導体レーザは完成した。

このレーザの室温CW発振に必要な閾値電流は 100 mA であった。注入電流が 150 mA のとき、光出力 10 mW の基本横モード発振が得られた。 $25 \cdot 3 \text{ mW}$ の信頼性試験を行ったところ、寿命はおよそ 3000 時間であった。

本実施例はプレーナ型の面発光半導体レーザについて述べたが、メサ型にすれば電流閉じ込めをさらに高めることができる。

発光領域周辺に導入する不純物は、Zn以外に、Mg、Si、Cr、Cu、Au等を用いてもZnの場合と同様の効果が得られる。

〔発明の効果〕

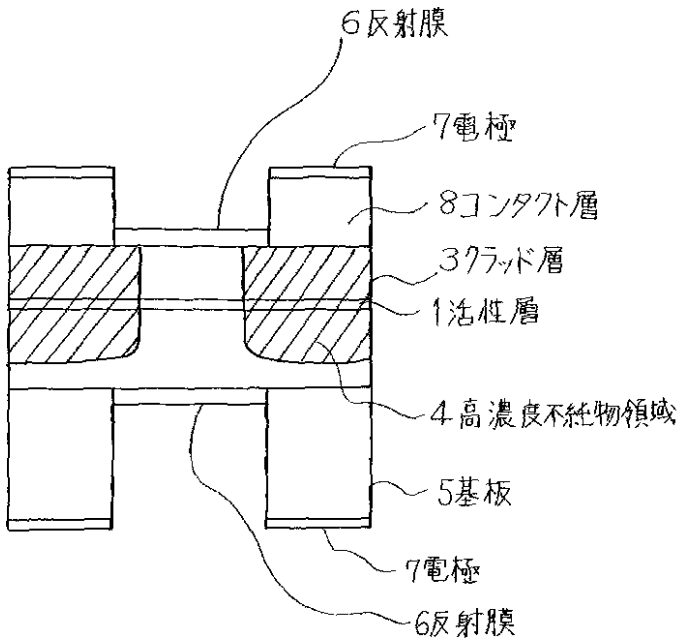
本発明の面発光半導体レーザでは、反射膜6で構成される共振器の中でレーザ発振を起こす。この際、バンドギャップエネルギー差に従って注入キャリアが該活性領域に閉じ込められるので注入効率が高く、レーザ発振に必要な注入電流密度を低減でき、十分長い素子寿命を得ることができる。さらに屈折率差に従って発振光が閉じ込められて横モードが制御され、十分高い光出力を安定に得ることができる。本発明の面発光半導体レーザは、不純物の急峻な濃度勾配面を界面として電流閉じ込め及び光閉じ込めを行っているため、化学エッチングやドライエッチングなどで形成したメサの側面で行う面発光半導体レーザに比べて界面の品質が良く、界面に於ける非発光再結合と結晶劣化を抑制できる点でも優れている。

【図面の簡単な説明】

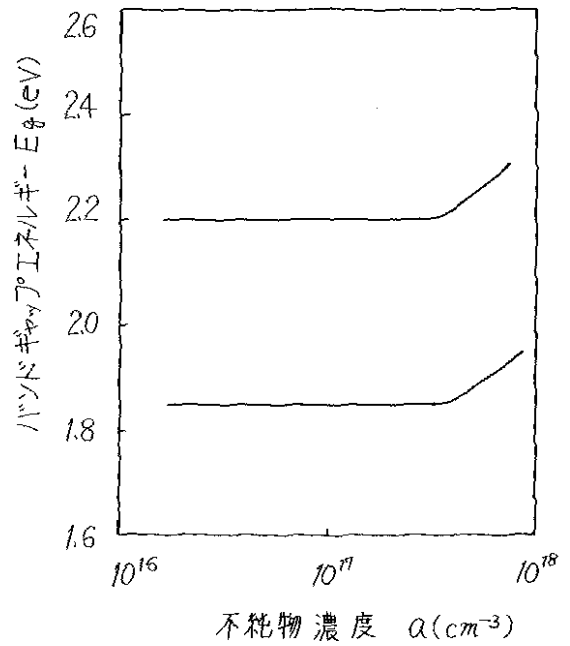
第1図は本発明の実施例を示す図、第2図はクラッド層のバンドギャップエネルギーと不純物濃度の関係を示す図、第3図は活性層とクラッド層の屈折率と不純物濃度の関係を示す図である。

図中、1はAuGaInP活性層、2は p 型AlGaInPクラッド層、3は n 型AlGaInPクラッド層、4は高濃度不純物領域、6は誘電体多層膜反射膜を示す。

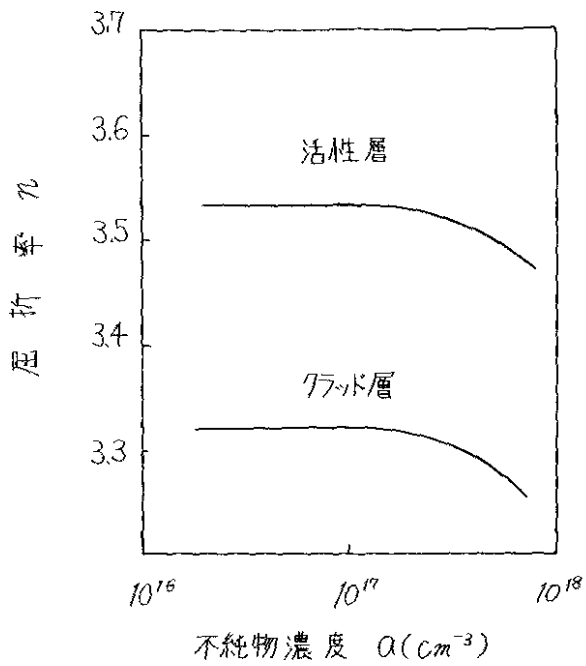
【第1図】



【第2図】



【第3図】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 平 3 - 104292 (J P , A)
特開 昭61 - 199679 (J P , A)
特開 昭62 - 86883 (J P , A)
特開 昭63 - 76390 (J P , A)
J Appl . Phys . vol . 66
no . 2 (1989) p . 482 - 487
Jpn . J . Appl . Phys . v
ol . 27 no . 8 (1988) p . L1549
- 1552
応用物理 vol . 58 no . 9
(1989) p . 1360 - 1367
Jpn . J . Appl , Phys . v
ol . 27 no . 11 (1988) p . 2098 -
2106