

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許出願公告番号

特公平8-34335

(24) (44)公告日 平成8年(1996)3月29日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 S 3/18

請求項の数1(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平1-324332

(22)出願日 平成1年(1989)12月13日

(65)公開番号 特開平3-184390

(43)公開日 平成3年(1991)8月12日

(71)出願人 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33番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

審査官 原 光明

(56)参考文献 特開 平3-153090 (J P, A)

(54)【発明の名称】 半導体レーザの製造方法

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 n型GaAs基板上に少くともn型AlGaInPクラッド層、GaInPまたはAlGaInP活性層、p型AlGaInPクラッド層を含むダブルヘテロ構造とn型GaAs非注入層をエピタキシャル成長し、エッチングプロセスにより該n型GaAs非注入層をストライプ状に除去し、さらにn型GaAs非注入層及びp型AlGaInPクラッド層をエッチングして該n型GaAs非注入層のストライプと直交する方向に延びるストライプを形成し、第2回目のエピタキシャル成長でn型GaAsブロック層をストライプの両側に成長し、第3回目のエピタキシャル成長として成長開始前に充分に高温に保持した後、p型GaAsコンタクト層を全面に成長し、最後に該n型GaAs非注入層が残っている領域でへき開してレーザ共振器を形成する半導体レーザの製造方法。

2

【発明の詳細な説明】

〔産業上の利用分野〕

本発明は情報処理用の高出力半導体レーザに関するものである。

〔従来技術〕

近年、600nm帯の可視光の発振光を発生するAlGaInP系半導体レーザが開発され、主として情報処理用の光源として注目を集めている。発振閾値電流を100mA以下に抑えた利得導波型レーザ(Journal of Quantum Electronics, QE - 23 (1984) 704)の実用化に続いて、最近は、屈折率導波路を形成することで横モードを制御し発振光のモード安定性を高い光出力まで保つことができたレーザ(Proc. of SPIE, 898 (1988) 84, Journal of Quantum Electronics, QE - 25 (1989) 1477)も実用化が近づいている。

10

〔発明が解決しようとする課題〕

AlGaInP系半導体レーザは、レーザ共振器を一对のへき開面から形成している。このため、屈折率導波型AlGaInP系半導体レーザの光出力の限界値はAlGaAs系半導体レーザと同様に、へき開端面の光学損傷 (Catastrophic Optical Damage:以降、CODと略記する) によって限定されている。より高い光出力を発生できるAlGaInP系半導体レーザを開発するためには、レーザ共振器端面におけるCODレベルを向上させなければならない。

〔課題を解決するための手段〕

本発明の半導体レーザの製造方法は、n型GaAs基板上にn型AlGaInPクラッド層、GaInPまたはAlGaInP活性層、p型AlGaInPクラッド層を含むダブルヘテロ構造とn型GaAs非注入層をエピタキシャル成長し、エッチングプロセスにより該n型GaAs非注入層をストライプ状に除去し、さらに該n型GaAs非注入層のストライプと直交する方向に利得導波型あるいは屈折率導波型のストライプ状光導波路を作り、第2回目のエピタキシャル成長でn型GaAsブロック層を成長し、第3回目のエピタキシャル成長として成長開始前に十分に高温に保持してからp型GaAsコンタクト層を全面に成長し、該n型GaAs非注入層が残っている領域でへき開してレーザ共振器を形成することを特徴とする。

〔作用〕

本発明の半導体レーザは第2図に示すように、一对のレーザ共振器端面22を含むウィンドウ領域20と、レーザ発振に寄与する励起領域21からなる。ウィンドウ領域、励起領域それぞれの断面図を第3図(a)、(b)に示した。ここでは活性層としてGaInPを用いた場合について述べるが、活性層としてAlGaInPを用いた場合も全く同様である。

本発明は、ウィンドウ領域と励起領域の(A)キャリア注入の違いと(B)活性層バンドギャップエネルギーの違いの2つの基本的な作用を持つ。

(A) キャリア注入については、ウィンドウ領域20ではn-GaAs非注入ブロック層10でホール注入が阻止されているのに対し、励起領域21ではホール注入を阻止する層10が除去されている。

(B) 活性層バンドギャップエネルギーの違いについては以下に説明する。

GaInP・AlGaInP系III-V族擬二元系混晶結晶では、一定の成長条件で自然超格子が形成されることがよく知られている(Physical Review Letters,60(1988)2645)。この自然超格子は、ZnやSiなどの不純物のドーピングあるいは拡散によって無秩序化され、そのバンドギャップエネルギーは自然超格子形成状態(秩序状態)のよれよりも50meV程度大きい(Japanese Journal of Applied Physics,27(1988)L1549)。本発明の活性層では、このような自然超格子を形成したGaInPあるいはAlGaInPを用い、p型ドーパント不純物原子の活性層への拡

散現象を利用する。

p-GaAsコンタクト層9の結晶成長を開始する際に、励起領域20ではp-GaInPヘテロバッファー層7、ウィンドウ領域21ではn-GaAs非注入ブロック層10がそれぞれ成長初期表面として高温に保持される。ウィンドウ領域21では、n-GaAs非注入ブロック層10がpドーパント原子の蒸発を阻止するため、pドーパント原子はGaInP活性層4へ多量に拡散する。このため、さきに述べたようにウィンドウ領域21の活性層4のバンドギャップエネルギーは秩序状態のそれよりも大きくなる。これに対し、励起領域20ではn-GaAs非注入ブロック層10がエッチングにより除去されているため、高温に保持される際にp-GaAs層7表面からpドーパント原子が蒸発を始め、順次p-AlGaInPアウタークラッド層6、p-AlGaInPインナークラッド層7のp-ドーパント原子濃度も低下する。このため、励起領域20ではGaInP活性層4へのpドーパント原子の拡散は非常に少なく、GaInP活性層4のバンドギャップエネルギーは秩序状態のそれに等しい。従って、ウィンドウ領域21の活性層4のバンドギャップエネルギーは励起領域20のそれよりも大きい。

本発明による半導体レーザの発振光エネルギーは、ほぼ励起領域20のバンドギャップエネルギーに等しい。すでに説明したきたように、ウィンドウ領域21のバンドギャップエネルギーは励起領域20のそれよりも大きいため、ウィンドウ領域21およびこれに含まれる共振器端面22はレーザ発振光を殆ど吸収しない。さらに、ウィンドウ領域21およびこれに含まれる共振器端面22には、キャリアの注入が阻止されている。これらの結果、本発明の半導体レーザの共振器端面22では、オージェ過程や非発行再結合などを通じて結晶端面が雰囲気中の酸素と結合して結晶劣化を引き起こす速度が十分に小さく抑制される。したがって、本発明による半導体レーザでは、共振器端面がCODで破壊されずに高い光出力を発生することができる。

〔実施例〕

実施例として、有機金属気相成長法によって結晶成長を行い、フォトリソグラフィとウェットエッチングでレーザ構造の形成プロセスを行ってレーザを製作する一例を第1図、第2図、第3図を参照しながら述べる。

第1回目のエピタキシャル成長でn-GaAs基板1からn-GaAs非注入ブロック層10までのダブルヘテロ構造を含む多層膜(以降、DHウエハと略す)を連続成長する。このときの成長条件は、

原料	トリメチルアルミニウム
	トリメチルインジウム
	トリエチルガリウム
	ジシラン、ジメチル亜鉛、アルシン、フォスフィン
成長温度	700
V/III比	300

成長速度 1 μm/hr.  
である。

続いてこのDHウェハに、フォトリソグラフィとウェットエッチングプロセスにより励起領域21と屈折率導波型光導波路を形成する。フォトリソグラフィとウェットエッチングプロセスの概略を第1図に示した。まず、レジストマスクなどを用いて第1図(a)のようにストライプ状にn-GaAs非注入ブロック層10をエッチングにより除去する。エッチング液としては、AlGaInPを侵さない選択性を持つH<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>系を使った。次に、DHウェハの全面にSiO<sub>2</sub>を形成し、レジストマスクを用いてn-GaAs非注入ブロック層10のストライプと直交する方向に幅5 μmのSiO<sub>2</sub>ストライプを形成する(第1図(b))。次に、このSiO<sub>2</sub>ストライプをマスクとしてn-GaAs層10、p-GaInP層7、p-AlGaInP層6をHCl系エッチャントで除去する(第1図(c))。この後、ウィンドウ領域と屈折率型光導波路をウェットプロセスで形成したDHウェハ(図1(c))上のSiO<sub>2</sub>をマスクとして、第2回目の結晶成長でn-GaAsブロック層8をストライプ状のp-AlGaInPアウタークラッド層、p-GaInPヘテロバッファ層7、n-GaAs非注入ブロック層10の両側に選択成長する。次に、SiO<sub>2</sub>マスクを除去し、ウェハ全面に第3回目の結晶成長でp-GaAsコンタクト層9を成長し、エピタキシャル成長を終える。

\* 3回のエピタキシャル成長によって完成したDHウェハにn電極11とp電極12を蒸着し、幅5 μmのメサストライプと直交する方向に、ウィンドウ領域でへき開すると、第1図、第2図に示すような本発明の半導体レーザが完成する。

本発明の半導体レーザの電流-光出力特性(I-L特性)を調べたところ、従来よりも高い光出力で端面破壊(COD)が起きた。

〔発明の効果〕

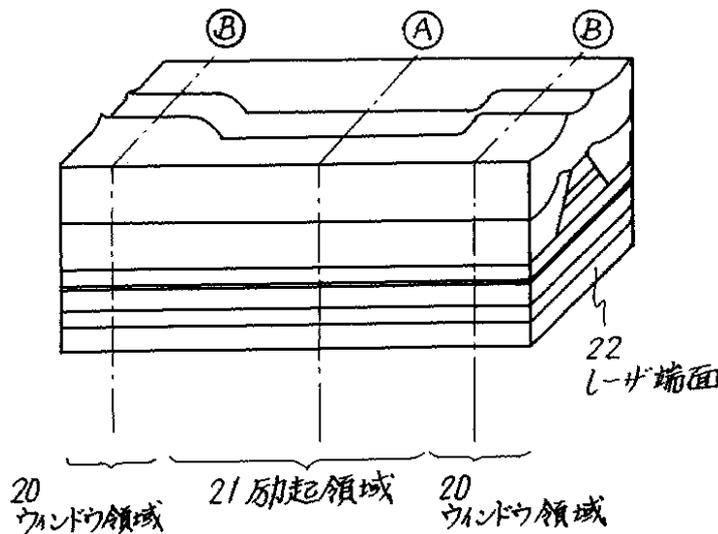
10 本発明によれば、共振器端面でのCODレベルが従来よりも充分高い半導体レーザを再現性よく作製することができる。

【図面の簡単な説明】

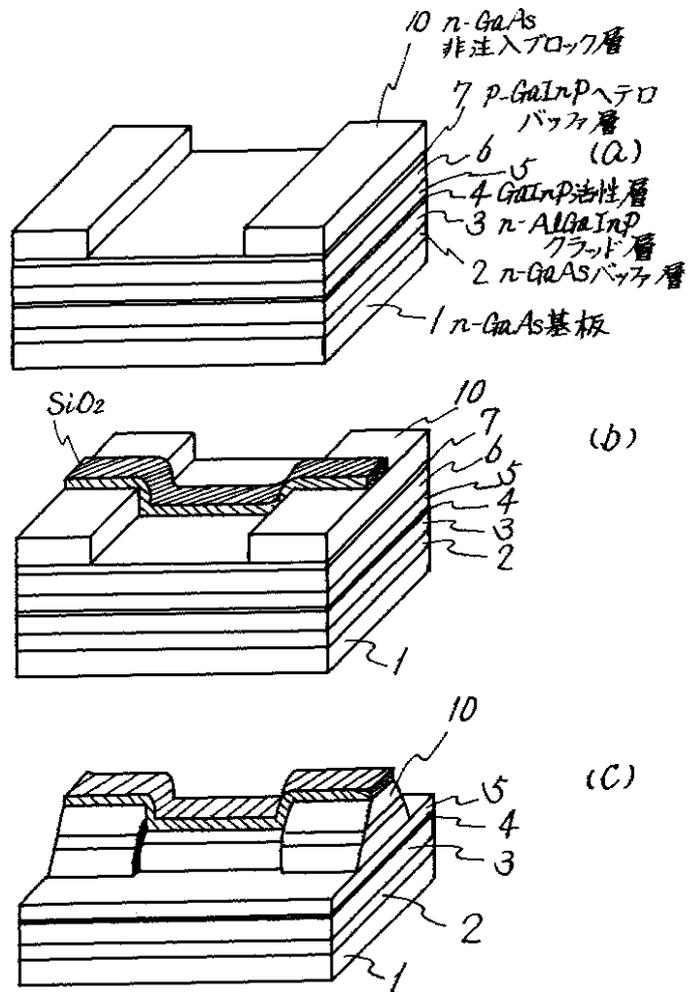
第1図は本発明の一実施例を示す製造工程概略図、第2図は本発明による半導体レーザの共振器方向の断面図、第3図(a)、(b)は第2図の半導体レーザの共振器方向と直交する方向の断面図で、(a)は励起領域、(b)はウィンドウ領域を示す図である。

1.....n-GaAs基板、3.....n-AlGaInPクラッド層、4.....GaInP活性層、5.....P-AlGaInPインナークラッド層、6.....p-AlGaInPアウタークラッド層、8.....n-GaAsブロック層、9.....p-GaAsコンタクト層、10.....n-GaAs非注入ブロック層、20.....ウィンドウ領域、21.....励起領域、22.....共振器端面。

【第2図】



【第1図】



【第3図】

