

(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2006-148065
(P2006-148065A)

(43) 公開日 平成18年6月8日(2006.6.8)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO1S 5/22 (2006.01)	HO1S 5/22	5F004
HO1S 5/223 (2006.01)	HO1S 5/223	5F173
HO1L 21/3065 (2006.01)	HO1L 21/302 105A	

審査請求 有 請求項の数 22 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2005-269077 (P2005-269077)
 (22) 出願日 平成17年9月15日 (2005.9.15)
 (31) 優先権主張番号 10-2004-94699
 (32) 優先日 平成16年11月18日 (2004.11.18)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 591003770
 三星電機株式会社
 大韓民国京畿道水原市靈通區梅灘3洞314番地
 (74) 代理人 100118762
 弁理士 高村 順
 (72) 発明者 李 相 範
 大韓民国京畿道水原市靈通區梅灘3洞1244-8 206号
 Fターム(参考) 5F004 AA07 DA00 DA01 DA04 DA05
 DA11 DA13 DA16 DA18 DB03
 DB07 DB19 DB22 EA06 EA07
 EA10 EA23 EA28

最終頁に続く

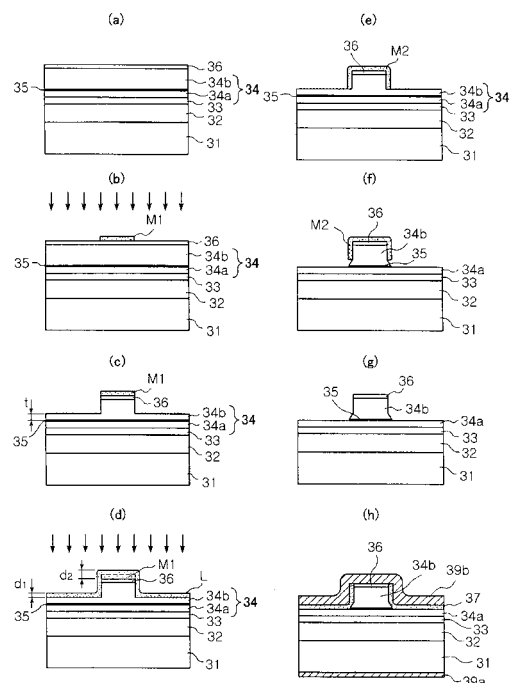
(54) 【発明の名称】 半導体レーザーおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 対称の垂直型リッジ構造を有し、ドライエッチングによる損傷面の除去された半導体レーザーおよびその製造方法を提供すること

【解決手段】 基板31上に第1導電型クラッド層32、活性層33及び第2導電型クラッド層34を順次形成し、上記第2導電型クラッド層のリッジ形成領域上に第1マスクM1を形成し、上記第2導電型クラッド層をドライエッチングして上記第2導電型クラッド層上部に垂直な側断面を有するリッジ構造を形成し、上記リッジ構造の上面と垂直な側断面を包囲する第2マスクM2を形成し、上記第2導電型クラッド層の上面をウェットエッチングして上記ドライエッチングで損傷した第2導電型クラッド層部分を除去し、上記リッジ構造上面が開放されるよう上記第2導電型クラッド層上に電流遮断層37を形成してGaAs系半導体レーザーを製造する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に第 1 導電型クラッド層、活性層及び第 2 導電型クラッド層を順次に形成する段階；

前記第 2 導電型クラッド層のリッジ形成領域上に第 1 マスクを形成する段階；

前記第 2 導電型クラッド層をドライエッチングして前記第 2 導電型クラッド層上部に垂直側断面を有するリッジ構造を形成する段階；

前記リッジ構造の上面と垂直側断面を包囲する第 2 マスクを形成する段階；

前記第 2 導電型クラッド層の露出した上面をウェットエッチングして前記ドライエッチング工程において損傷された第 2 導電型クラッド層部分を除去する段階；及び、

前記リッジ構造上面が開放されるよう前記第 2 導電型クラッド層上に電流遮断層を形成する段階を含む半導体レーザーの製造方法。

10

【請求項 2】

前記リッジ構造を形成する段階に使用されるエッチャントは C 1 系エッチャントを含む請求項 1 に記載の半導体レーザーの製造方法。

【請求項 3】

前記 C 1 系エッチャントは Cl_2 、 BCl_3 、 CCl_4 及び $SiCl_4$ の群から選ばれた少なくとも一つである請求項 2 に記載の半導体レーザーの製造方法。

【請求項 4】

前記第 1 及び第 2 マスクは誘電体物質から成る請求項 1 に記載の半導体レーザーの製造方法。

20

【請求項 5】

前記誘電体物質は SiO_2 または SiN_x である請求項 4 に記載の半導体レーザーの製造方法。

【請求項 6】

前記第 2 マスクを形成する段階は、

前記誘電体物質である第 1 マスクが存在する前記第 2 導電型クラッド層上面全体に誘電体層をさらに形成する段階と、前記さらなる誘電体層の厚さより大きく且つ前記誘電体層の厚さと前記第 1 マスクの厚さとの和より小さい深さで前記第 2 導電型クラッド層上面に対しドライエッチングする段階を含む請求項 4 に記載の半導体レーザーの製造方法。

30

【請求項 7】

前記誘電体層をドライエッチングする段階において使用されるエッチャントは F 系エッチャントを含む請求項 6 に記載の半導体レーザーの製造方法。

【請求項 8】

前記 F 系エッチャントは CF_4 、 C_3F_6 、 SF_6 及び CHF_3 の群から選ばれた少なくとも一つである請求項 7 に記載の半導体レーザーの製造方法。

【請求項 9】

前記第 1 マスクはフォトレジストである請求項 1 に記載の半導体レーザーの製造方法。

【請求項 10】

前記第 2 マスクを形成する段階は、

前記第 1 マスクが存在する前記第 2 導電型クラッド層上面全体に誘電体層をさらに形成する段階と、少なくとも前記誘電体層の厚さに該当する深さで前記第 2 導電型クラッド層上面に対しドライエッチングする段階とを含む請求項 9 に記載の半導体レーザーの製造方法。

40

【請求項 11】

前記誘電体層をドライエッチングする段階において使用されるエッチャントは F 系エッチャントを含む請求項 10 に記載の半導体レーザーの製造方法。

【請求項 12】

前記 F 系エッチャントは CF_4 、 C_3F_6 、 SF_6 及び CHF_3 の群から選ばれた少なくとも一つである請求項 11 に記載の半導体レーザーの製造方法。

50

【請求項 13】

前記第2導電型クラッド層を形成する段階は、

前記活性層上に第2導電型下部クラッド層を形成する段階と、前記第2導電型下部クラッド層上にエッチング停止層を形成する段階と、前記エッチング停止層上に第2導電型上部クラッド層を形成する段階とを含む請求項1に記載の半導体レーザーの製造方法。

【請求項 14】

前記第1マスクを形成する段階前に、前記第2導電型上部クラッド層上に第2導電型キャップ層を形成する段階をさらに含み、

前記第1マスクを形成する段階は、前記第2導電型キャップ層のリッジ形成領域上に第2マスクを形成する段階であり、

前記リッジ構造を形成する段階は、前記第2導電型上部クラッド層と前記第2導電型キャップ層をドライエッチングする段階を含む請求項13に記載の半導体レーザーの製造方法。

10

【請求項 15】

前記リッジ構造を形成する段階は、

前記形成されるリッジ構造の両側において前記第2導電型上部クラッド層が所定の厚さで残留するよう前記第2導電型上部クラッド層をドライエッチングする段階である請求項14に記載の半導体レーザーの製造方法。

【請求項 16】

前記第2導電型上部クラッド層の残留厚さは前記ドライエッチング前の第2導電型上部クラッド層厚さの50%以下である請求項15に記載の半導体レーザーの製造方法。

20

【請求項 17】

前記第2導電型上部クラッド層の残留厚さは前記ドライエッチング前の第2導電型上部クラッド層の厚さの1%ないし20%範囲である請求項15に記載の半導体レーザーの製造方法。

【請求項 18】

前記損傷された第2導電型上部クラッド層部分を除去する段階は、

前記エッチング停止層を利用して前記リッジ構造両側部の前記第2導電型上部クラッド層をウェットエッチングする段階である請求項12に記載の半導体レーザーの製造方法。

【請求項 19】

前記電流遮断層は電氣的絶縁性を有する誘電体層である請求項1に記載の半導体レーザーの製造方法。

30

【請求項 20】

前記電流遮断層は第1導電型半導体層である請求項1に記載の半導体レーザーの製造方法。

【請求項 21】

半導体基板上に順次第1導電型クラッド層と、活性層と、上部がリッジ構造を有する第2導電型クラッド層とを備える半導体レーザーであって、

前記リッジ構造はドライエッチングにより形成された垂直な側断面を有する上部リッジ領域と、前記ドライエッチングによる損傷面を除去するウェットエッチングにより形成された、前記垂直側断面より外方に傾斜した下部リッジ領域とを含み、かつ略対称形である半導体レーザー。

40

【請求項 22】

リッジ全体の高さを h 、前記上部領域の垂直な側断面を有するリッジ部分の高さを h_1 、下部リッジ領域の高さを h_2 とすると、 h_1 は h の50~99%、 h_2 は h の1~50%である請求項21に記載の半導体レーザー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体レーザーおよびその製造方法に関するものである。より詳しくは両側

50

断面が略垂直なリッジ構造を有する半導体レーザーおよびその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、半導体レーザーは狭い周波数幅（短波長特性）と、高い指向性を有する光を発振することが可能であり、高出力が保障されるので、CDやDVDなどの光ディスクシステムの光ピックアップ装置用光源ばかりでなく、光通信、多重通信、宇宙通信などの多様な分野において幅広く適用されている。

【0003】

最近製造される半導体レーザーは電流注入効率と光学的特性を向上させるため選択的埋込み型リッジ（Selectively Buried Ridge：SBR）構造を有するp型クラッド層を用いる。図1は通常のリッジ構造を有するAlGaInP系半導体レーザー構造を例示する。

10

【0004】

図1に示すように、上記半導体レーザー素子10は、n型基板11上にn型AlGaInPクラッド層12、多重量子井戸構造（Multi Quantum Well）を有するAlGaInP/GaInP系活性層13、p型AlGaInPクラッド層14及びp型GaAsキャップ層16が形成される。

【0005】

上記p型クラッド層14上部はリッジ構造Rで設けられる。こうしたリッジ構造Rが容易に形成されるよう、p型クラッド層14はリッジが形成された上部領域と下部領域間にエッチング停止層（図示せず）をさらに設けることが可能である。

20

【0006】

上記リッジ構造Rの両側部には電流遮断層（Current Blocking Layer：17）が形成され、上記n型基板11の下面と、上記キャップ層16及び上記電流遮断層17上には各々n及びp電極19a、19bが形成される。

【0007】

ここで、従来の半導体レーザー10においてリッジ構造Rはドライエッチング工程により形成されるので、図2-aに示すように傾斜があった側断面を有し結晶方向により非対称構造で形成され、p型キャップ層26とp型クラッド層24のエッチング率の差によりp型キャップ層26の下部にはアンダーカット構造が生じる。こうした非対称傾斜型リッジ構造は対称の垂直型リッジに比して下記のように様々な欠点を有する。

30

【0008】

1．リッジ上部の幅と下部の幅の差が大きいため、p型クラッド層24の厚さを増加させ難く、その結果p型キャップ層への光損失（optical loss）を減少させ難い。

2．単一モード作動に適した狭いリッジ下部を具現し難い。

3．p型キャップ層26の下部のアンダーカットによりリッジ側部にp電極29（pメタル29aとボンディングメタル29b）が形成されない非接続空間Aが発生する接続不良が起こる（図2-b参照）。

40

4．非対称性によりレーザービームのスポットサイズ設計が困難であるなど。

【0009】

もちろん、こうした傾斜があったリッジ構造は等方性エッチングであるドライエッチングと結晶方向によるエッチング率差に起因するので、異方性エッチングが可能なドライエッチングを利用する場合には垂直構造を容易に得られる。ひいては、ドライエッチングは垂直構造の実現に有利な異方性エッチングが可能であるばかりでなく、エッチング深さ及び幅の制御が容易でエッチング均一性が優れるといった利点を有する。

【0010】

しかし、こうした利点にも係わらず、ドライエッチングはプラズマにより結晶面が大きく損傷されるという致命的な問題を抱えている。損傷面にこのような欠陥が生じると、電

50

氣的及び光学的特性が大きく低下するばかりでなく、後続工程（CBL層をp型GaAs層に形成する場合）においてさらなる結晶層が成長し難くなるという問題がある。

【0011】

したがって、非対称であり且つ傾斜があった側断面を有するリッジは上記問題にも係わらず、未だに用いられているのが実状である。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明は上述した従来の技術における問題を解決するため案出されたもので、その目的はドライエッチングとウェットエッチングとの組合せにより対称構造を有する垂直型リッジ構造を形成すると同時に、ドライエッチングによる損傷面を除去し得る半導体レーザーの製造方法を提供することである。また、本発明の目的はそのようにして製造された、対称構造を有する垂直型リッジ構造を有するとともに、ドライエッチングによる損傷面の除去された半導体レーザーを提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記技術的課題を成し遂げるために、本発明は、基板上に第1導電型クラッド層、活性層及び第2導電型クラッド層を順次に形成する段階と、上記第2導電型クラッド層のリッジ形成領域上に第1マスクを形成する段階と、上記第2導電型クラッド層をドライエッチングして上記第2導電型クラッド層上部に垂直な側断面を有するリッジ構造を形成する段階と、上記リッジ構造の上面と垂直な側断面を包囲する第2マスクを形成する段階と、上記第2導電型クラッド層の上面をドライエッチングして上記ドライエッチング工程において損傷された第2導電型クラッド層部分を除去する段階と、上記リッジ構造上面が開放されるよう上記第2導電型クラッド層上に電流遮断層を形成する段階とを含む半導体レーザーの製造方法を提供する。

20

【0014】

この場合に、上記リッジ構造を形成する段階において使用されるとエッチャント（etchant、腐食材料）はCl系エッチャントが好ましい。例えば、上記Cl系エッチャントはCl₂、BCl₃、CCl₄及びSiCl₄の群から選ばれた少なくとも一つであり得る。

30

【0015】

さらに、本発明の一実施形態において、上記第1及び第2マスクは全て誘電体物質であることが可能であり、好ましくは通常の半導体加工工程において使用されるSiO₂またはSiN_xであり得る。

【0016】

この場合に、上記第2マスクを形成する段階は、上記第1マスクが残留した上記第2導電型クラッド層の上面全体に誘電体層をさらに形成する段階と、上記追加された誘電体層の厚さより大きく且つ上記誘電体層の厚さと第1マスクの厚さとの和より小さい深さで上記第2導電型クラッド層上面に対しドライエッチングを行う段階とを含む。

40

【0017】

本発明の他の実施形態においては、上記第1マスクはフォトレジストで構成することが可能である。この場合に、上記第2マスクを形成する段階は、上記第1マスクが存在する上記第2導電型クラッド層の上面全体に誘電体層をさらに形成する段階と、少なくとも上記誘電体層の厚さに該当する深さで上記第2導電型クラッド層上面に対してドライエッチングを行う段階とを含む。この際、フォトレジストである第1マスクとリッジ側面に形成された誘電体層はほぼエッチングされずに残り、第2マスクを構成することが可能である。

【0018】

また、好ましくは、上記第2マスクを得るためのドライエッチング工程に使用されるエッチャントはF系エッチャントであり得る。例えば、上記F系エッチャントはCF₄、C₃

50

F_6 、 SF_6 及び CHF_3 の群から選ばれた少なくとも一つであり得る。

【0019】

本発明の一実施形態において、上記第1マスクを形成する段階前に、上記第2導電型クラッド層上に第2導電型キャップ層を形成する段階をさらに含み、上記第1マスクを形成する段階は上記第2導電型キャップ層のリッジ形成領域上に第2マスクを形成する段階で、上記リッジ構造を形成する段階は上記第2導電型クラッド層と上記第2導電型キャップ層をドライエッチングする段階を含むことが可能である。この場合にも、やはり上記第2導電型クラッド層を形成する段階は、上記活性層上に第2導電型下部クラッド層を形成する段階と、上記第2導電型下部クラッド層上にエッチング停止層を形成する段階と、上記エッチング停止層上に第2導電型上部クラッド層を形成する段階とを含んで具現されることが好ましい。

10

【0020】

ここで、上記リッジ構造を形成する段階は、上記形成されるリッジ構造の両側において上記第2導電型上部クラッド層が所定の厚さで残留するように上記第2導電型上部クラッド層をドライエッチングする段階であり得る。この場合、十分な垂直型リッジを得るために、上記第2導電型上部クラッド層の残留厚さは上記ドライエッチング前の第2導電型上部クラッド層の厚さの50%以下であることが好ましく、上記第2導電型上部クラッド層の残留厚さは上記ドライエッチング前の第2導電型上部クラッド層の厚さの1%ないし20%範囲であることがより好ましい。

【0021】

本実施形態において、上記損傷された第2導電型クラッド層部分を除去する段階は、上記エッチング停止層を利用して上記リッジ構造両側部の上記第2導電型上部クラッド層をウェットエッチングする段階であり得る。

20

【0022】

上述のようにして、半導体基板上に順次第1導電型クラッド層と、活性層と、上部がリッジ構造を有する第2導電型クラッド層とを備える半導体レーザーであって、前記リッジ構造はドライエッチングにより形成された垂直な側断面を有する上部リッジ領域と、前記ドライエッチングによる損傷面を除去するウェットエッチングにより形成された、前記垂直側断面より外方に傾斜した下部リッジ領域とを含み、かつ略対称形である半導体レーザーが得られる。

30

【0023】

この場合、リッジ全体の高さを h 、前記上部領域の垂直な側断面を有するリッジ部分の高さを h_1 、下部リッジ領域の高さを h_2 とすると、 h_1 は h の50~99%、 h_2 は h の1~50%であるのが好ましい。

【発明の効果】

【0024】

本発明によると、ドライエッチング工程とウェットエッチング工程の長短所を効果的に結合することによりドライエッチングにより損傷された面を除去すると同時に所望の垂直側断面を有する対称構造のリッジを形成することが可能である。したがって、第2導電型キャップ層への光損失が減少するようp型クラッド層を十分な厚さで形成し、単一モード作動に適した狭いリッジ下部を具現するのに有利なリッジ構造を提供することが可能で、アンダーカット構造によるp側電極の接続不良の問題を効果的に解決することが可能である。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、添付図面を参照して本発明をより詳しく説明する。

【0026】

図3aないし図3hは本発明の半導体レーザーの製造方法を説明するための工程断面図である。

【0027】

50

先ず、図3 aに示すように、第1導電型基板3 1上に第1導電型AlGaInP系クラッド層3 2、AlGaInP系活性層3 3、及び第2導電型AlGaInP系クラッド層3 4を順次に形成する。上記第1導電型GaAs基板3 1上面には格子不整合を緩和するためにバッファ層(図示せず)をさらに含むことが可能である。上記第2導電型クラッド層3 4はリッジ構造を形成するために低エッチング率を有する物質から成るエッチング停止層3 5を含むことが可能である。こうした第2導電型クラッド層3 4は第2導電型下部クラッド層3 4 aとリッジに形成される第2導電型上部クラッド層3 4 bとを含んで成るものであってもよい。また、上記第2導電型上部クラッド層3 4 b上には第2導電型InGaPキャップ層3 6を形成することが可能である。

【0028】

次いで、図3 bに示すように、InGaPキャップ層3 6上面中のリッジ構造が形成される領域に第1マスクM 1を形成し、リッジ構造が形成されるように第2導電型クラッド層3 4(本実施形態においては、第2導電型上部クラッド層3 4 b)に対して選択的ドライエッチングを施す。本実施形態のように、上記第1マスクM 1は誘電体物質であることが可能であり、この場合にはSiO₂またはSiNであり得る。しかし、他の実施形態においては上記第1マスクM 1はフォトレジストであり得る。これについては後述する。本リッジ形成のためのエッチング工程はプラズマエッチング工程を利用することが可能であり、本リッジ形成段階に使用されるエッチャントはCl系エッチャントが好ましい。例えば、上記Cl系エッチャントはCl₂、BCl₃、CCl₄及びSiCl₄のうちの少なくとも一つを選択して使用することができる。

【0029】

図3 bによるドライエッチング工程の結果として、図3 cに示すように、垂直型リッジ構造を有する第2導電型上部クラッド層3 4 bを形成することが可能である。異方性エッチングであるドライエッチングを利用するので、得られたリッジの両側断面を垂直に形成することが可能である。さらに、この場合にドライエッチング深さはリッジの両側部に第2導電型上部クラッド層3 4 bが所定の厚さtで残留するように設定することが好ましい。より好ましくは、残留厚さtは十分な垂直構造のリッジを形成するために第2導電型上部クラッド層3 4 bの厚さの50%以下にすることが好ましく、5%ないし20%にすることがより好ましい。1%未満であると後続工程においてドライエッチングにより損傷された部分を完全に除去し難くなりかねない。

【0030】

先に述べたように、ドライエッチングされた第2導電型上部クラッド層3 4 bの表面はドライエッチング工程に使用されるプラズマにより深刻に損傷されかねない。したがって、こうして損傷された部分を除去する工程が必要とされる。損傷された結晶部分の除去工程のために、本発明は適切な形態のさらなるマスクを提供する。本発明において提案された新たな誘電体マスクはリッジの上面と垂直な側断面を包囲する構造を有する。こうしたマスクを形成する工程を図3 dと図3 eに例示して説明する。

【0031】

図3 dに示すように、第1誘電体マスクM 1が残留した状態において、所定の厚さd₁を有するさらなる誘電体層Lを形成する。上記誘電体層LはSiO₂またはSiN_xであることが可能で、上記第1誘電体マスクM 1と同一物質から選択され得る。その結果、リッジ構造上面である第2導電型キャップ層3 6上の誘電体物質の厚さd₂は第1誘電体マスクM 1の厚さと追加された誘電体層Lの厚さの和となり、ドライエッチングされた第2導電型上部クラッド層3 4 bの表面上の誘電体物質の厚さd₁はさらなる誘電体層Lの厚さd₁と等しくなる。上記誘電体物質に対して、誘電体層Lの厚さd₁より大きく第1誘電体マスクM 1の厚さとさらなる誘電体層Lの厚さの和d₂より小さい深さでドライエッチング工程を施す。このようにして、第2誘電体マスクM 2を形成する。上記第2誘電体マスクM 2を得るためのドライエッチング工程に使用されるエッチャントはF系エッチャントであり得る。例えば、上記F系エッチャントはCF₄、C₃F₆、SF₆及びCHF₃の群から選ばれた少なくとも一つであり得る。

10

20

30

40

50

【0032】

本段階において、第1マスクM1をフォトレジストで形成する場合は、全体の上面に誘電体層をさらに形成した後その誘電体層の厚さだけドライエッチングで除去することにより第2マスクM2を得ることが可能である。

【0033】

図3dに説明された工程の結果、図3eに示すように、上記第2導電型上部クラッド層34bの損傷面が露出されるように、その上に形成された誘電体層Lを完全に除去して、所望のリッジ側断面と上面を包囲する第2マスクM2を形成することができる。上記第2マスクM2のリッジ上面部分は第1マスクM1またはその一部であり得る。このように形成された第2マスクM2は1次ドライエッチング工程において得られた垂直なリッジを保護するマスクとして働く。

10

【0034】

先に説明したように、第1マスクM1をフォトレジストで形成した場合、第2マスクM2はリッジ上端部分にはフォトレジストで、リッジ側断面には誘電体物質で形成され得る。

【0035】

図3fに示すように、第2導電型上部クラッド層34bの損傷された表面を除去するウェットエッチング工程を施す。本段階に適用されるウェットエッチング工程は先に説明したように、等方性で進むので、所望の損傷された表面外に影響を及ぼしかねないが、上記第2誘電体マスクM2により垂直リッジ構造領域を保護することができる。また、本実施形態のように、第2導電型上部クラッド層34bが一部残留するので、本ウェットエッチング工程はエッチング停止層35を利用して適切な深さで行うことが可能である。本ウェットエッチングに使用されるエッチャントはEG系エッチャントを使用することができる。

20

【0036】

次いで、上記第2誘電体マスクM2を除去する。これによって、図3gに示すように、上記第2導電型上部クラッド層34bを最終リッジ構造として形成することができる。リッジ構造である第2導電型上部クラッド層34bはドライエッチング工程により得た垂直上部領域とウェットエッチング工程により得た多少傾斜があった下部領域を有する。好ましいリッジ構造は垂直構造なので、先に説明したようにドライエッチングの深さを適切に選択してドライエッチングを行い、ドライエッチングにより損傷された部分を効果的に除去し得る範囲においてリッジ構造が最大となるようにウェットエッチングを行うことにより好ましいリッジ構造を形成し得る。

30

【0037】

最終的に、図3hに示すように上記リッジ構造の周囲に電流遮断層37を設け、さらに基板31の下面と上記第2導電型キャップ層36に第1及び第2電極39a、39bを形成する。本実施形態において、上記電流遮断層37は電氣的絶縁性を有する誘電体物質から成るものが例示されるが、これと異なり第1導電型半導体物質から成るものであってもよい。

【0038】

図4及び5は本発明の方法により製造された半導体レーザーの構造を示す斜視図である。

40

【0039】

図4に示すように、上記半導体レーザー素子40は、下面に第1電極49aが形成された第1導電型GaAs基板41を含む。上記基板41上には第1導電型クラッド層42、多重量子井戸構造(Multi Quantum Well)の非ドープの活性層43及び第2導電型クラッド層44が順次に形成される。上記第2導電型クラッド層44は所定の深さに形成されたエッチング停止層(図示せず)を利用してリッジ構造を有する。

【0040】

さらに、上記第2導電型クラッド層44はそのリッジ上部に形成された通常の第2導電

50

型キャップ層 4 6 を含むことが可能である。リッジ構造の周囲には誘電体物質から成る電流遮断層 (C B L) 4 7 が形成され、上記第 2 導電型キャップ層 4 6 と上記電流遮断層 4 7 上には第 2 電極 4 9 b が順次に形成される。

【 0 0 4 1 】

図 4 に示すように、第 2 導電型クラッド層 4 4 のリッジ構造は垂直側断面を有する上部領域と多少傾斜がかかった下部領域を含む。垂直側断面を有する領域はドライエッチング工程により得た構造で、傾斜がかかった下部領域はウェットエッチング工程により得た構造である。好ましくは、上記垂直型であるリッジ部分の高さ h_1 はリッジ全体の高さ h の約 50 % 以上となるように形成し、より好ましくは約 80 % ~ 約 99 % の範囲となるように形成する。即ち、本発明においてドライエッチングにより損傷された部分を略完全に除去しなければならぬので、傾斜がかかった下部リッジ領域の高さ h_2 は全体リッジ高さ h の約 1 % 以上 50 %、好ましくは 1 % ~ 20 % しか残留しないようにウェットエッチング工程を行うことが好ましい。

10

【 0 0 4 2 】

図 5 は図 4 と類似するが、電流遮断領域の構造が相違する半導体レーザー 5 0 を例示する。こうした構造は図 3 a ないし 3 h に例示された工程において図 3 h に相当する電流遮断領域の形成工程を異ならせるだけでよいので容易に具現可能である。

【 0 0 4 3 】

図 5 によると、上記半導体レーザー素子 5 0 は、下面に第 1 電極 5 9 a が形成された第 1 導電型 Ga A s 基板 5 1 を含む。上記基板 5 1 上には第 1 導電型クラッド層 5 2、多重量子井戸構造の活性層 5 3、第 2 導電型クラッド層 5 4 が順次に形成される。上記第 2 導電型クラッド層 5 4 は所定の深さに形成されたエッチング停止層 (図示せず) を利用してリッジ構造を有する。

20

【 0 0 4 4 】

さらに、上記第 2 導電型クラッド層 5 4 はそのリッジ上部に形成された通常第 2 導電型キャップ層 5 6 を含むことが可能である。リッジ構造の周囲には第 1 導電型電流遮断層 5 7 が形成され、上記第 2 導電型キャップ層 5 6 と上記電流遮断層 5 7 上には第 2 導電型コンタクト層 5 8 と第 2 電極 5 9 a が順次に形成される。

【 0 0 4 5 】

図 5 に示した第 2 導電型クラッド層 5 4 のリッジ構造は図 4 に示すものと類似して垂直な側断面を有する上部領域と多少傾斜がかかった下部領域を含むことが可能である。したがって、リッジ上部の幅と下部の幅の差を大きく減少させることが可能で、略対称のリッジ構造を形成することが可能である。

30

【 0 0 4 6 】

図 6 a と図 6 b は本発明により得たリッジ構造の断面を撮影した走査電子顕微鏡写真 (S E M) である。図 6 a と図 6 b に基づき、本発明により得たリッジ構造の特徴と効果をより容易に理解できるであろう。

【 0 0 4 7 】

図 6 a は図 3 g に相当する、第 2 マスクが除去されて得られた最終リッジ構造の断面を撮影した走査電子顕微鏡写真 (S E M) である。

40

【 0 0 4 8 】

図 6 a に示すように、p 型導電型クラッド層上部に形成されたリッジ構造は垂直側断面を有する上部領域と多少傾斜がかかった下部領域を含む。垂直側断面を有する領域はドライエッチング工程から得た構造であり、傾斜がかかった下部領域はウェットエッチング工程から得た構造である。さらに、全体リッジ高さの一部に該当する傾斜がかかった下部はドライエッチング時に損傷された面を除去するためのウェットエッチング時にエッチングされた部分であり、損傷面が効果的に除去される範囲においてできる限り薄く設定することが好ましい。さらに、図 6 a において垂直側断面を有するリッジ部分の高さ h_1 はリッジ全体高さ h の約 85 % に相当し傾斜がかかった部分の高さ h_2 は 15 % に過ぎないので、実質的にリッジ構造は略対称であり、略垂直断面を有するリッジの特性と類似する効果を奏する

50

ことが可能である。

【0049】

即ち、本発明の製造方法は、上下部のリッジの幅の差を大きく減少させることができるので、第2導電型キャップ層への光損失が減少するようにp型クラッド層の厚さを十分に増加させることが可能であり、単一モード作動に適した狭いリッジ下部を具現するのに有利である。さらに、リッジ構造が略対称となるので、レーザービームのスポットサイズを設計するのに有利である。

【0050】

さらに、図6bのように、p側電極を形成するためにpメタルとボンディングメタルを形成する場合、ドライエッチング時に第2導電型キャップ層も第2導電型クラッド層と同じ幅でエッチングされ垂直側断面を提供するのでアンダーカットが形成されず、図2-bに示されたものと異なって全体の表面により均一な厚さの電極が形成され得る。したがって、アンダーカット構造による接続不良問題を効果的に解決することが可能である。

10

【0051】

本発明は上述した実施形態及び添付の図により限定されるものではなく、添付の特許請求範囲により限定されるものであり、特許請求の範囲に記載された本発明の技術的思想を外れない範囲内において多様な形態の置換、変形及び変更が可能であることは当技術分野の通常の知識を有する者には自明なことである。

【0052】

本発明は、上述した実施形態においてはAlGaInP系半導体レーザーを例示して説明したが、他の物質、例えばAlGaAs系またはAlGaInN系半導体レーザーでリッジ構造を形成する工程にも同様に適用され得る。

20

【産業上の利用可能性】

【0053】

本発明によれば、CDやDVDなどの光ディスクシステムの光ピックアップ装置用光源ばかりでなく、光通信、多重通信、宇宙通信などの多様な分野において幅広く適用し得る半導体レーザーおよびその製造方法に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】従来の半導体レーザーの構造を示す斜視図である。

30

【図2-a】従来の半導体レーザーのリッジ構造を示す走査電子顕微鏡写真(SEM)である。

【図2-b】従来の半導体レーザーのリッジ構造を示す走査電子顕微鏡写真(SEM)である。

【図3】本発明の一実施の形態による半導体レーザーの製造方法を説明するための工程断面図である。

【図4】本発明の方法により製造され得る半導体レーザーの構造を示す斜視図である。

【図5】本発明の方法により製造され得る半導体レーザーの構造を示す斜視図である。

【図6-a】本発明の方法により製造された半導体レーザーのリッジ構造を示す走査電子顕微鏡写真(SEM)である。

40

【図6-b】本発明の方法により製造された半導体レーザーのリッジ構造を示す走査電子顕微鏡写真(SEM)写真である。

【符号の説明】

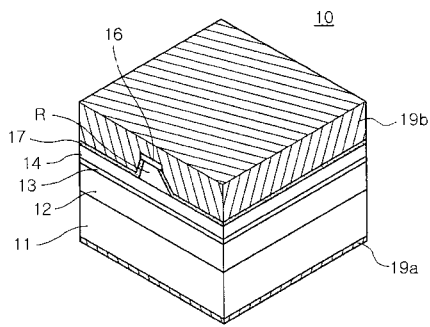
【0055】

- 11、31、41、51 第1導電型基板
- 12、32、42、52 第1導電型クラッド層
- 13、33、43、53 活性層
- 14、34、44、54 第2導電型クラッド層
- 35、45、55 エッチング停止層
- 16、36、46、56 第2導電型キャップ層

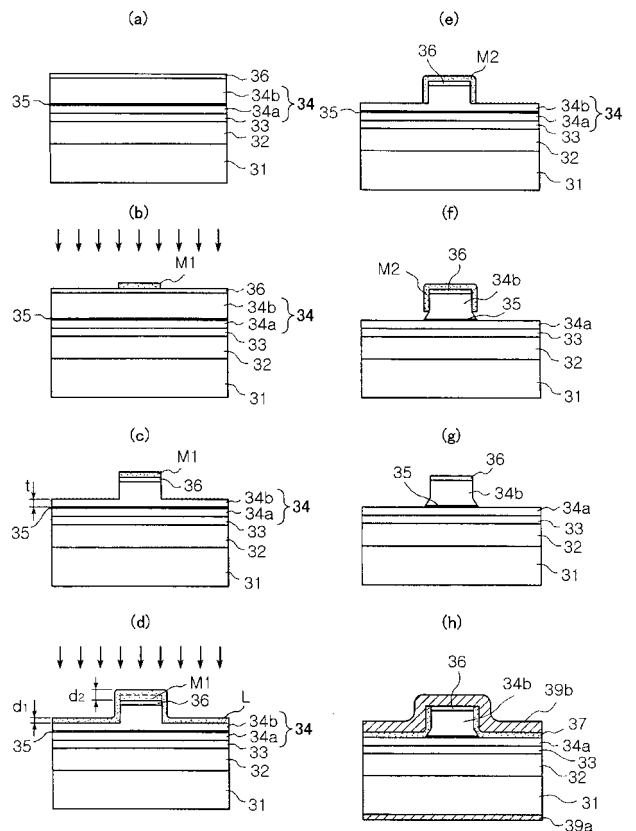
50

- M 1 第 1 誘電体マスク
- L 誘電体層
- M 2 第 2 誘電体マスク
- R リッジ
- 17、37、47、57 電流遮断層 (C B L)
- 58 第 2 導電型コンタクト層
- 19 a、39 a、49 a、59 a 第 1 電極
- 19 b、39 b、49 b、59 b 第 2 電極

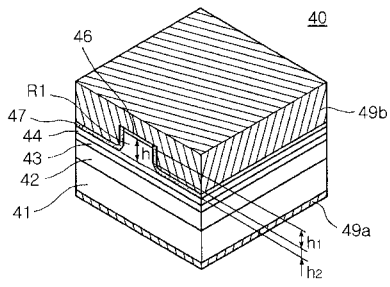
【 図 1 】



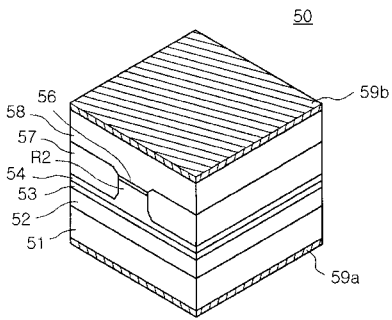
【 図 3 】



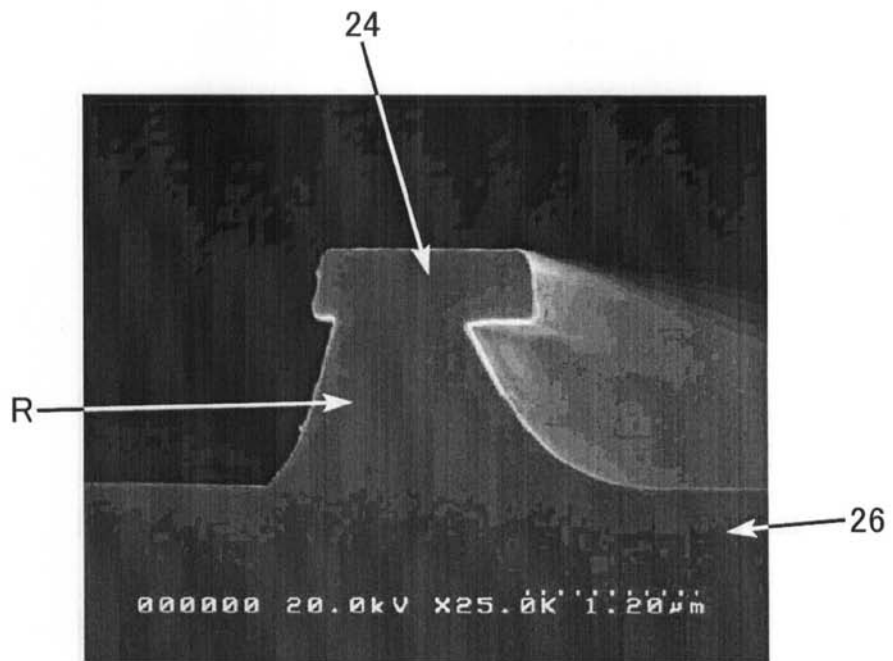
【 図 4 】



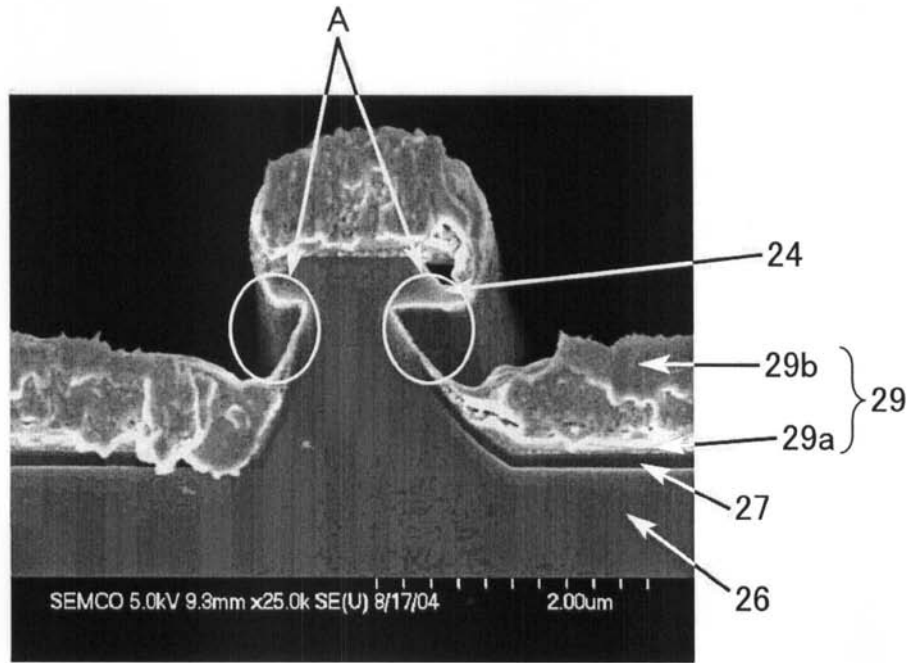
【 図 5 】



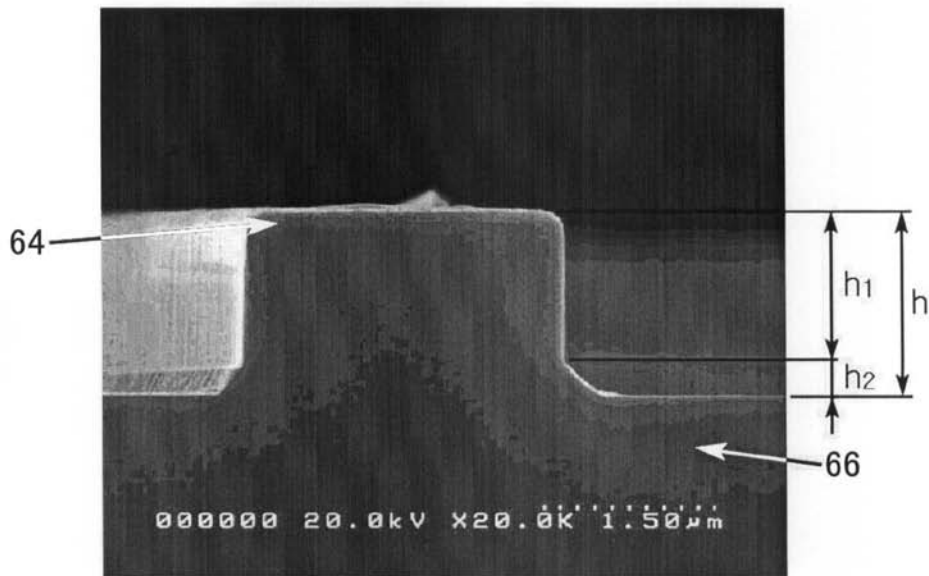
【 図 2 - a 】



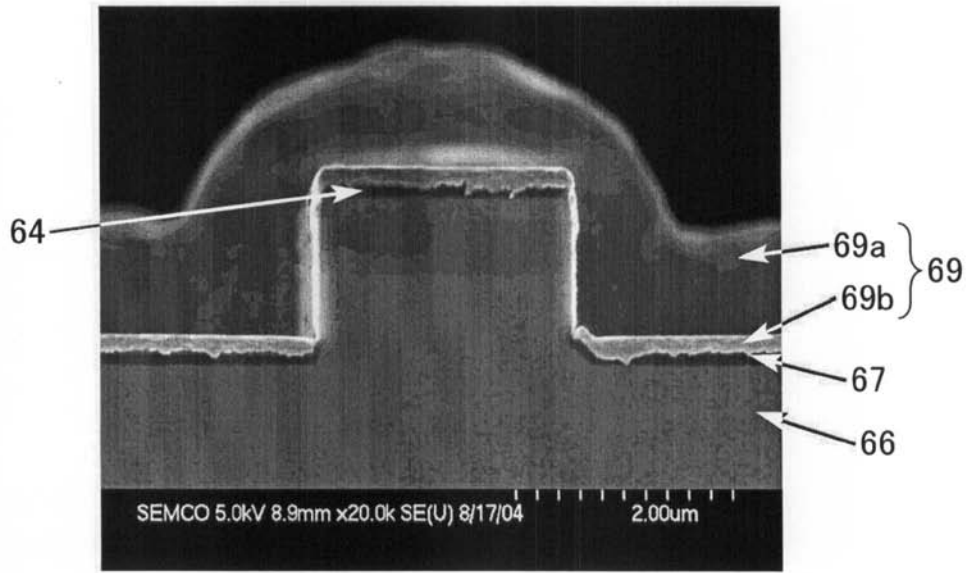
【 図 2 - b 】



【 図 6 - a 】



【 図 6 - b 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F173 AA05 AA08 AA16 AA48 AF33 AG05 AH08 AP32 AP33 AP36
AP39 AP43 AP45 AP47 AR82 AR92 AR93