

(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2005-210124

(P2005-210124A)

(43) 公開日 平成17年8月4日(2005.8.4)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H01S 5/343  
H01S 5/022

F I

H01S 5/343 610  
H01S 5/022

テーマコード(参考)

5F173

審査請求 有 請求項の数 18 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2005-11701(P2005-11701)  
(22) 出願日 平成17年1月19日(2005.1.19)  
(31) 優先権主張番号 10-2004-0003891  
(32) 優先日 平成16年1月19日(2004.1.19)  
(33) 優先権主張国 韓国(KR)

(71) 出願人 590001669  
エルジー電子株式会社  
大韓民国, ソウル特別市永登浦区汝矣島洞  
20  
(74) 代理人 100064621  
弁理士 山川 政樹  
(74) 代理人 100098394  
弁理士 山川 茂樹  
(72) 発明者 キム, スンウォン  
大韓民国・ソウル・マポーク・ヨンガンー  
ドン・494-92・401  
Fターム(参考) 5F173 AA05 AA47 AH22 AH44 MC11  
MD03

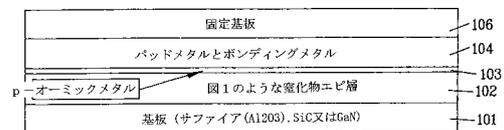
(54) 【発明の名称】窒化物半導体のレーザダイオード及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 n-タイプ層に比べて抵抗が大きく、オーミックコンタクト形成の難しさを持っている p-タイプ層のリッジ構造の代わりに、 n-タイプ層にリッジ構造を製作する窒化物半導体のレーザダイオード及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明は基板、ドーピングされていないGaN層、 n-タイプ層、活性層、 EBL、 p-タイプ層を順次に蒸着して窒化物半導体層を形成する段階と、前記窒化物半導体層の基板及びドーピングされていないGaN層をラッピングして除去する段階と、前記 n-タイプ層にリッジ構造を形成する段階とを含む窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法である。従って、本発明によると、 n-タイプ層にリッジ構造を容易に形成し、素子の I-V 特性を向上させ、熱発生の抑制及び動作寿命の延長等の改善効果がある。

【選択図】 図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板、ドーピングされていない GaN 層、n - タイプ層、活性層、EBL、p - タイプ層を順次蒸着して窒化物半導体層を形成する段階と、

前記窒化物半導体層の基板及びドーピングされていない GaN 層をラッピングして除去する段階と、

前記 n - タイプ層にリッジ構造を形成する段階とを含むことを特徴とする窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法。

## 【請求項 2】

固定基板を用いて前記窒化物半導体層を固定させる段階を更に含むことを特徴とする請求項 1 に記載の窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法。 10

## 【請求項 3】

前記固定基板は前記 p - タイプ層の上に接着されることを特徴とする請求項 2 に記載の窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法。

## 【請求項 4】

前記窒化物半導体層を固定させる段階は、前記基板及びドーピングされていない GaN 層の除去前に行われることを特徴とする請求項 2 に記載の窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法。

## 【請求項 5】

前記固定基板として GaAs や熱伝導率を有する Si を用いることを特徴とする請求項 2 に記載の窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法。 20

## 【請求項 6】

前記窒化物半導体層を固定させる段階は、

前記 p - タイプ層の上に p - オーミックメタルを蒸着する段階と、

前記 p - オーミックメタルの上にパッドメタル及びボンディングメタルを蒸着させる段階と、

前記固定基板にボンディングメタルを接着させる段階と、

前記蒸着されたパッドメタルとボンディングメタルとの上に前記ボンディングメタルが蒸着された固定基板を貼り合わせ、かつ熱処理して接着させる段階とを含むことを特徴とする請求項 2 に記載の窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法。 30

## 【請求項 7】

前記 p - タイプ層の上の p - GaN 層と前記 p - オーミックメタルとの間をオーミック状態にするために熱処理する段階を更に含むことを特徴とする請求項 6 に記載の窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法。

## 【請求項 8】

前記除去された面の損傷を減らすために RIE と熱処理を行う段階を更に含むことを特徴とする請求項 1 に記載の窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法。

## 【請求項 9】

前記 n - タイプ層にリッジ構造を形成する段階は、

前記 n - タイプ層の中央部分のみを残して左右をエッチングして除去する段階と、 40

前記除去された面に絶縁膜を蒸着する段階とを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法。

## 【請求項 10】

前記左右が除去される n - タイプ層は n - クラッド層、InGaIn 層、n - GaN 層であることを特徴とする請求項 9 に記載の窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法。

## 【請求項 11】

前記リッジ構造の上に n - パッドメタルを形成する段階を更に含むことを特徴とする請求項 1 に記載の窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法。

## 【請求項 12】

基板、ドーピングされていない GaN 層、n - タイプ層、活性層、EBL、p - タイプ 50

層を順次蒸着して窒化物半導体層を形成する段階と、

前記 p - タイプ層の上に固定基板を接着して窒化物半導体層を固定させる段階と、

前記窒化物半導体層の基板及びドーピングされていない GaN 層をラッピングして除去する段階と、

前記 n - タイプ層にリッジ構造を形成する段階と、

前記リッジ構造の上に n - パッドメタルを形成する段階とを含むことを特徴とする窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法。

【請求項 13】

窒化物半導体層を形成する段階と、

前記窒化物半導体層を固定基板を用いて固定させる段階と、

10

前記窒化物半導体層の n - タイプ層の下部をラッピングして除去する段階と、

前記 n - タイプ層にリッジ構造を形成する段階とを含むことを特徴とする窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法。

【請求項 14】

前記除去される n - タイプ層の下には、基板とドーピングされていない GaN 層があることを特徴とする請求項 13 に記載の窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法。

【請求項 15】

前記 n - タイプ層にリッジ構造を形成する段階は、

前記 n - タイプ層の中央部分のみを残して左右をエッチングして除去する段階と、

前記除去された面に絶縁膜を蒸着する段階とを含むことを特徴とする請求項 13 に記載の窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法。

20

【請求項 16】

n - タイプ層、活性層、EBL、p - タイプ層が蒸着された窒化物半導体のレーザダイオードにおいて、

前記 n - タイプ層がリッジ構造を有することを特徴とする窒化物半導体のレーザダイオード。

【請求項 17】

前記 n - タイプ層は、

n - GaN 層、n - ウェーブガイド層、n - クラッド層、InGaIn 層、n - GaIn 層、n - パッドメタル層が順次蒸着されており、前記 n - クラッド層、InGaIn 層、n - GaIn 層がリッジ構造を有することを特徴とする請求項 16 に記載の窒化物半導体のレーザダイオード。

30

【請求項 18】

前記リッジ構造を有する n - タイプ層の左右には絶縁膜が形成されることを特徴とする請求項 16 に記載の窒化物半導体のレーザダイオード。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は窒化物半導体レーザに関し、特に窒化物半導体の n 側にリッジ(Ridge)構造を有するように窒化物半導体レーザおよびそれを製造する方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

一般に、窒化物半導体のレーザダイオードは大容量の情報格納装置やカラープリンタ等に適用するために開発、市販されており、最近ではこれを用いる様々な新たな応用が試みられている。

【0003】

大容量の情報格納装置あるいはカラープリンタ等に應用するために窒化物半導体のレーザダイオードは低い閾値電流( $I_{th}$ )と、高い外部量子効率( $\eta_{ex}$ )だけでなく、低消費電力と長寿命化のために低い駆動電圧( $V_{op}$ )が求められている。

低い駆動電圧、即ち電流電圧( $I$ - $V$ )特性の改善は、窒化物半導体のレーザダイオード

50

で改善が求められる重要な部分である。

【0004】

このような窒化物半導体のレーザダイオードの一般的な構造に対する一例を図1に示す。

【0005】

図1は一般的な窒化物半導体のレーザダイオードの断面図であって、このダイオードは、サファイアあるいはGaN基板(図示せず)の上に順次積層させて形成した、ドーピングされていないGaN層1、n-GaN層2、コンプライアンス層(InGaN)3、n-クラッド層(n-AlGaN)4、n-ウェーブガイド層(GaN)5、活性層(MQW: Multi-Quantum Well)6、EBL(Electron Blocking Layer)7、p-ウェーブガイド層(GaN)8、p-クラッド層(p-AlGaN)9、キャップ層(p-GaN)10で構成され、キャップ層10の上にp-パッドメタル層(図示せず)が形成される。

もちろん、図1に示された状態でn-GaN層2は基板(図示せず)と共に左側あるいは右側に延長されており、メサエッチングして露出したn-パッドメタル層(図示せず)が形成されている。

【0006】

このような構造を有する窒化物半導体レーザは全体的にp-nダイオードの形態になり、光を発する活性層6を中心に、GaNウェーブガイド層5、8とAlGaNクラッド層4、9とで取り囲んでいる形態となっている。

【0007】

このような構造を有する窒化物半導体レーザは、p-パッドメタル層(図示せず)から注入された電流により、活性層6で電子と正孔が結合することによって光を発生する。この光はキャップ層p-GaN10を通して外部に放出される。

この時、GaNウェーブガイド層5、8とAlGaNクラッド層4、9は電子と正孔が活性層6からできるだけ外れないようにし、発生した光をガイドする。

【0008】

このような一般的な窒化物半導体のレーザダイオード構造において、レーザ光の放射を円滑にするために、リッジ構造を採用して光特性を向上させたレーザダイオードが開発された。

【0009】

図2は従来のリッジ構造を採用した窒化物半導体のレーザダイオードの部分断面図である。このダイオードは、図1の活性層6、EBL7、p-ウェーブガイド層8の上に中央部分が突出した形態でp-クラッド層9が形成されており、p-クラッド層9の上にキャップ層10及びオーミック接触メタル11が形成されたリッジ構造となっている。

リッジ構造は一般的に幅3 $\mu$ m以下で製造され、p-パッドメタル層13から注入された電流が流れる部分である。

そして、リッジ構造の側面とp-ウェーブガイド層8の上に絶縁膜12が形成され、絶縁膜12とオーミック接触メタル層11の上にp-パッドメタル層13が形成される。

【0010】

従来技術によると、このようなリッジ構造は一般的にp-タイプ層8、9、10に形成される。

これは、p-タイプ層を成長させる時、ドーパントとしてマグネシウムMgを用いるが、ドーパントとして用いられるマグネシウムはメモリ効果があるため、p-タイプ層は、n-タイプ層、ウェーブガイド層、活性層等を成長させてから、成長させることになり、p-タイプ層にリッジ構造を作ることが構造的に簡単であるためである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、窒化物は他系列の化合物半導体よりバンドギャップが大きく、キャリア濃度とキャリア移動性が低いため、オーミックコンタクトメタル11の形成が難しい。

10

20

30

40

50

また、n-タイプ層よりp-タイプ層でキャリア濃度と移動性が非常に低く、抵抗が大きく増加するため、オーミックコンタクトメタル11を形成し難い。

【0012】

このような、n-タイプ層に比したp-タイプ層の抵抗増加、オーミックコンタクトの形成の難しさ以外に既存構造のリッジは素子抵抗の急激な増加を誘発する(これは特にI-V特性に致命的である)。

【0013】

このような抵抗の増加は、駆動電圧の増加だけでなく、p-パッドメタルと接するリッジ部分の熱発生をもたらし、p-オーミックメタル体系の劣化と素子特性の劣化だけでなく、素子に対する信頼性の重要項目である寿命に決定的な悪影響を及ぼすという短所がある。

【0014】

本発明は上記の問題点を解決するためのもので、その目的は、n-タイプ層に比べて非常に大きい抵抗とオーミックコンタクト形成の難しさを有しているp-タイプ層のリッジ構造の代わりに、n-タイプ層にリッジ構造を製作する方法を提案することにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記目的を達成するために、本発明に係る窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法は、基板、ドーピングされていないGaN層、n-タイプ層、活性層、EBL、p-タイプ層を順次蒸着して窒化物半導体層を形成する段階と、窒化物半導体層の基板及びドーピングされていないGaN層をラッピング(lapping)して除去する段階と、n-タイプ層にリッジ構造を形成する段階とを含むことを特徴とする窒化物半導体のレーザダイオードの製造方法を提供する。

【0016】

固定基板を用いて前記窒化物半導体層を固定させる段階を更に含み、前記固定基板がp-タイプ層の上に接着されることを特徴とする。

【0017】

前記窒化物半導体層を固定させる段階は、前記p-タイプ層の上部にp-オーミックメタルを蒸着する段階と、前記p-オーミックメタルの上にパッドメタル及びボンディングメタルを蒸着させる段階と、前記固定基板にボンディングメタルを接着させる段階と、前記蒸着されたパッドメタル及びボンディングメタルの上部に前記ボンディングメタルが蒸着された固定基板を貼り合わせ、かつ熱処理をして接着させる段階とを含むことを特徴とする。

【0018】

前記p-タイプ層の上のp-GaN層と前記p-オーミックメタルとの間をオーミック状態にするために熱処理をする段階を更に含むことを特徴とする。

【0019】

前記n-タイプ層にリッジ構造を形成する段階は、前記n-タイプ層の中央部分のみを残して左右をエッチングして除去する段階と、前記除去された面に絶縁膜を蒸着する段階とを含むことを特徴とする。

【0020】

本発明窒化物半導体のレーザダイオードは、n-タイプ層、活性層、EBL、p-タイプ層が蒸着された窒化物半導体のレーザダイオードであって、前記n-タイプ層がリッジ構造を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0021】

本発明の窒化物半導体のレーザダイオード及びその製造方法には次のような効果がある。

【0022】

第一に、固定用基板を用いて窒化物半導体層を固定させることにより、n-タイプ層に

10

20

30

40

50

リッジ構造を容易に形成することができるという効果がある。

【0023】

第二に、リッジ構造をn-タイプ層に形成することにより、素子のI-V特性を向上させ、熱発生の抑制及び動作寿命の延長等の改善効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明に係る窒化物半導体のレーザダイオード及びその製造方法の好適な実施の形態について、添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【0025】

本発明で使用する用語は現在広く使用されている一般的な用語を選択したが、新たな技術の出現により、本発明において出願人が最も適合すると判断した用語も任意に使用する。それについては該当説明部分で用語の意味を明確に説明する。従って、本発明を理解するにおいて、単純な用語の名称ではなく、用語が有する意味として本発明を把握しなければならない。

10

【0026】

図3乃至図5は本発明に係るウエハボンディング技術を用いてn-タイプ層にリッジ構造を有する窒化物半導体のレーザダイオードの製造段階を示す図面である。

【0027】

先ず、図3のように、サファイア( $Al_2O_3$ )、SiC、またはGaN基板101の上に図1のような窒化物エピ層102を成長させる。

20

即ち、基板101の上にドーピングされていないGaN層、n-GaN層、コンプライアンス層(InGaN)、n-クラッド層(n-AlGaN)、n-ウェーブガイド層(GaN)、活性層(MQW: Multi-Quantum Well)、EBL(Electron Blocking Layer)、p-ウェーブガイド層(GaN)、p-クラッド層(p-AlGaN)、キャップ層(p-GaN)の順に成長させる。

【0028】

その後、p-オーミックメタル103を蒸着させる。そのp-オーミックメタル103は通常メタルであるが、p-層の波動関数に合わせることもできる伝導性物質を含む。

【0029】

p-オーミックメタル103の蒸着後、パッドメタルとボンディングメタル104を蒸着する。

30

この時、キャップ層(p-GaN)とp-オーミックメタル103との間をオーミック状態にするための熱処理をする。しかし、後の熱処理段階で行っても構わない。

【0030】

その後、図4のように、固定用基板106にボンディングメタル105を蒸着する。固定用基板106は図3のように蒸着された構造を固定させるための目的として用いられ、GaAsや熱効率が良いSiを用いる。

【0031】

ボンディングメタル105が蒸着された固定用基板106と図3のような窒化物構造とを熱処理しながら貼り合わせて、図5のように接合させる。

40

この時、先に説明したキャップ層(p-GaN)とp-オーミックメタル103との間にオーミック状態にするための熱処理をこの熱処理で置き代えることができる。

【0032】

図5のような構造でサファイア( $Al_2O_3$ )、SiC、またはGaN基板101と、図1のような窒化物エピ層102でドーピングされていないGaNとをラッピング(lapping)して除去することにより、n-タイプ層を露出させる。

この時、ラッピングによるn-タイプ層のダメージを少なくするために、RIEと熱処理を行う。これは、後に蒸着されるn-パッドメタルとn-タイプ層間のオーミック接触、即ち、接触比抵抗の増加を防止するためである。

【0033】

50

前記のように基板とドーピングされていないGaN層とが除去されてから、露出されたn-タイプ層の中央部分だけ残し、左右をエッチングして除去する。

即ち、n-タイプ層のn-GaN層、InGaN層、n-クラッド層の中央部分が突出した形態のリッジ構造を有するように左右をエッチングして除去する。

除去された面、即ち、リッジ構造の左右とn-ウェーブガイド層の上には絶縁膜を蒸着し、リッジ構造及び絶縁膜の上にはn-パッドメタルを蒸着する。

【0034】

上記した工程で製作された、n-タイプ層に生成されたリッジ構造を採用した窒化物半導体のレーザダイオードの部分断面を図6に示す。

【0035】

図6のように、本レーザダイオードはEBL114、活性層113、n-ウェーブガイド(GaN)層112の上に中央部分が突出した形態でn-クラッド層110が形成されており、そのn-クラッド層110の上にInGaN層109、n-GaN層108が形成されたリッジ構造となっている。

そして、リッジ構造の側面とn-ウェーブガイド層112の上には絶縁膜111が形成され、絶縁膜111とn-GaN層108の上にはn-パッドメタル層107が形成されている。

【0036】

このような構造は、キャリア濃度とキャリア移動性がp-タイプ層より格段に優れたn-タイプ層としてリッジ構造を構成させたことになり、抵抗が減少(キャリア濃度および移動性は抵抗と反比例)し、かつオーミック接触メタル層108の形成が容易になる。

このような工程後にはジャンクションアップ/ダウンまたはトップダウン方式でレーザダイオードパッケージの製作のための工程を進行する。

【0037】

以上説明した内容を通し、当業者であれば本発明の技術思想を逸脱しない範囲で多様な変更及び修正が可能であることは理解できるであろう。

【0038】

従って、本発明の技術的範囲は実施形態に記載された内容に限定されず、特許請求範囲により定められなければならない。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】一般的な窒化物半導体のレーザダイオードの断面図である。

【図2】従来技術に係るリッジ構造を採用した窒化物半導体のレーザダイオードの部分断面図である。

【図3】本発明に係るウエハボンディング技術を用いてn-タイプ層にリッジ構造を有する窒化物半導体のレーザダイオードの製造段階を示す図である。

【図4】本発明に係るウエハボンディング技術を用いてn-タイプ層にリッジ構造を有する窒化物半導体のレーザダイオードの製造段階を示す図である。

【図5】本発明に係るウエハボンディング技術を用いてn-タイプ層にリッジ構造を有する窒化物半導体のレーザダイオードの製造段階を示す図である。

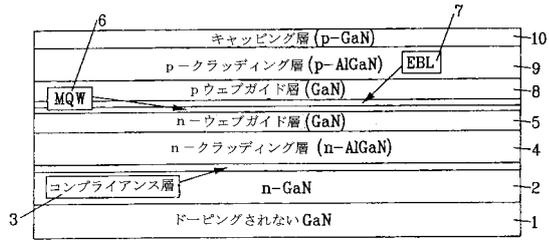
【図6】本発明に係るn-タイプ層にリッジ構造を採用した窒化物半導体のレーザダイオードの部分断面図である。

【符号の説明】

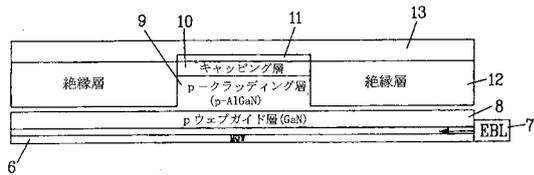
【0040】

101 基板、102 窒化物エピ層、103 p-オーミックメタル、104 パッド及びボンディングメタル、105 ボンディングメタル、106 固定用基板、107 n-パッドメタル、108 n-GaN、109 InGaN、110 n-クラッド層、111 絶縁膜、112 n-ウェーブガイド層、113 活性層、114 EBL

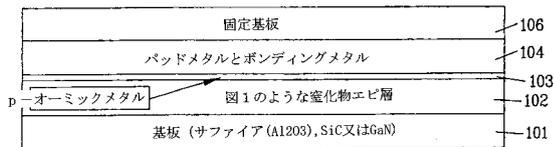
【図1】



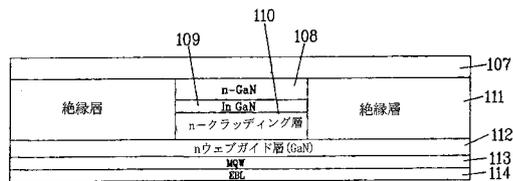
【図2】



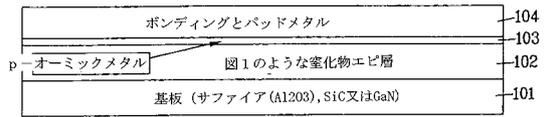
【図5】



【図6】



【図3】



【図4】

