

(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2004-241777

(P2004-241777A)

(43) 公開日 平成16年8月26日(2004.8.26)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 S 5/183

F I

H O 1 S 5/183

テーマコード (参考)

5 F O 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2004-26581 (P2004-26581)
 (22) 出願日 平成16年2月3日(2004.2.3)
 (31) 優先権主張番号 10/361092
 (32) 優先日 平成15年2月6日(2003.2.6)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 399117121
 アジレント・テクノロジーズ・インク
 A G I L E N T T E C H N O L O G I E
 S, I N C.
 アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル
 ト ページ・ミル・ロード 395
 395 Page Mill Road
 Palo Alto, Californi
 a U. S. A.
 (74) 代理人 100075513
 弁理士 後藤 政喜
 (74) 代理人 100084537
 弁理士 松田 嘉夫

最終頁に続く

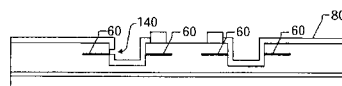
(54) 【発明の名称】 酸化型垂直キャビティ面発光レーザのためのパッシベーション方法

(57) 【要約】

【課題】 酸化型VCSELの製造プロセス上で残りうる、水分の入る経路を断ち、酸化型VCSELの信頼性を高める。

【解決手段】 VCSEL構造を部分的に貫通する酸化空洞を形成し、VCSEL構造内の層を酸化し、酸化空洞の表面上に第1のパッシベーション層80を形成し、第1のパッシベーション層80の上に第2のパッシベーション層120を形成する。第1のパッシベーション層80は窒化珪素(SiN)で、第2のパッシベーション層120はシリコンオキシナイトライド(SiON)で、それぞれ形成される。いずれか一方のパッシベーション層に存在しうるピンホール140、142は、他方のパッシベーション層で覆われる。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸化型垂直キャビティ面発光レーザ（VCSEL）を形成する方法であって、
VCSEL構造を形成することと、
前記VCSEL構造を部分的に貫通して酸化空洞を形成することと、
前記VCSEL構造内の層を酸化することと、
前記酸化空洞の表面を覆うように第1のパッシベーション層を形成することと、
前記第1のパッシベーション層を覆うように第2のパッシベーション層を形成することと、
を含むことを特徴とする方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は酸化型垂直キャビティ面発光レーザ（VCSEL）に関する。

【背景技術】

【0002】

酸化型VCSELは、ウェハ面にエッチング形成された空洞を介してエピタキシャルスタック内の層を酸化させてレーザ発光領域を画定することによって製造する。この工程により水分が入る経路が残り、酸化型VCSELの動作に障害が生じる。たとえば、非特許文献1、2、3を参照されたい。

20

【非特許文献1】2002年11月10日から14日の、Proceedings of the 15th IEEE Laser and Electro-Optics Society Annual Meeting（LEOS 2002）、Glasgow, Scotlandの、paper WW2の544ページ、S. Xie, G. De Brabander, W. Widjaja, U. Koelle, A. N. Cheng, L. Giovane, F. Hu, R. Herrick, M. Kever, T. Osentowskiによる「Reliability of Oxide VCSELS in non-Hermetic Environments」

【非特許文献2】2003年1月25日から31日の、Proceedings of SPIE Vol. 4994, Vertical-Cavity Surface-Emitting Lasers VII, paper 4994-21, San Jose, CAの、S. Xie, R. Herrick, G. De Brabander, W. Widjaja, U. Koelle, A. N. Cheng, L. Giovane, F. Hu, R. Herrick, M. Kever, T. Osentowski, S. McHugo, M. Mayonte, S. Kim, D. Chamberlin, S. J. Rosner, G. Girolamiによる「Reliability and Failure Mechanisms of Oxide VCSELS in non-Hermetic Environments」

30

【非特許文献3】2003年3月の、IEEE/OSA Journal of Lightwave Technologyの、S. Xie, R. Herrick, D. Chamberlin, S. J. Rosner, S. McHugo, G. Girolami, M. Mayonte, S. Kim, W. Widjajaによる「Failure Mode Analysis of Oxide VCSELS in High Humidity and High Temperature」（印刷中）

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

したがって、酸化型VCSELは、マルチチャネルアレイにとっては高価で手間を要する選択肢である密封した缶にパッケージするか、または、水分が酸化層に入ることを防ぐためにパッシベーション処理を行う必要がある。水分が酸化型VCSELに入ることを防

50

ぐ方法と装置が必要である。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の1態様によれば、酸化型VCSELを形成する方法は、VCSEL構造を形成することと、VCSEL構造を部分的に貫通して酸化空洞を形成することと、VCSEL構造内の層を酸化することと、酸化空洞の表面上に第1のパッシベーション層を形成することと、第1のパッシベーション層の上に第2のパッシベーション層を形成することとを含む。1実施形態では、第1のパッシベーション層は窒化珪素(SiN)で作成され、第2のパッシベーション層はシリコンオキシナイトライド(SiON)で作成される。

【0005】

本発明の別の態様によれば、酸化型VCSEL構造は、底の鏡領域と、底の鏡領域の上の活性領域と、活性領域の上にある上の鏡領域と、上の鏡領域を部分的に貫通する酸化空洞と、酸化空洞の表面を覆う第1のパッシベーション層と、第1のパッシベーション層を覆う第2のパッシベーション層とを含む。1実施形態では、第1のパッシベーション層はSiNで作成され、第2のパッシベーション層はSiONで作成される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

図1は、ウェハ11(図1のみに示す)上に形成されたVCSEL構造10を含む出発材料を示す。一般的には、ガリウムヒ素ウェハ11を使用する。VCSEL構造10は、ウェハ11の上に底の鏡領域12、領域12の上に活性領域14、領域14の上に上の鏡領域16をそれぞれ成長させることによって形成される。VCSELの構造はよく知られているので、本明細書では正確な構造と工程について詳細には説明しない。

【0007】

一般的には、底の鏡領域12は、異なる屈折率を有する層を交互に重ねて構成されるnドープ型DBR(分散型Braggリフレクタ)鏡構造である。交互の層は、2つの異なるアルミニウムモル比率(たとえば90%と15%)を有するアルミニウムガリウム砒素(AlGaAs)で作成することができる。

【0008】

一般的には、上の鏡領域16は、異なる屈折率を有する層を交互に重ねて構成されるpドープ型DBR鏡構造である。領域12と同様に、交互の層は、2つの異なるアルミニウムモル比率(たとえば90%と15%)のAlGaAsで作成することができる。領域16内で交互の層の1つまたは複数の対を成長させた後、酸化層18(図1、2、3だけに示す)を成長させる。酸化層18は、構造10の中でアルミニウムモル比率がもっとも高い(たとえば95%)AlGaAsで作成する。ついで、領域16の中で残りの交互の層を成長させる。

【0009】

ついで構造10をエッチングし、1つまたは複数の酸化空洞40(図2)を形成する。酸化空洞40は酸化層18を通過して上の鏡領域16の中にまで伸びる。酸化空洞40は、結果的に形成されるVCSELのレーザ発光領域の周囲に形成される。窒化物マスク層を使用して、酸化空洞40をエッチングする位置を画定することができる。酸化空洞40はウェットエッチングでも形成できるし、ドライエッチングでも形成できる。

【0010】

次に構造10を酸化炉の中に入れる。酸化空洞40をエッチングするために使用した窒化物マスク層を酸化マスクとして残し、構造10の上表面の酸化を防ぐことができる。酸化空洞40を介して酸化層18に蒸気を導入し、横方向に酸化する。酸化層18の酸化された領域は、電流を限定し、結果的に形成されるVCSELの開口部(アパチュア)またはレーザ発光ボリューム62(図3だけに示す)内に光学的な制限(境界)を確立する絶縁領域60(図3)を形成する。

【0011】

ついで構造10を第1のパッシベーション層80で被覆する(図4)。特に、パッシベ

10

20

30

40

50

ーション層 80 は酸化空洞 40 の表面を覆う。パッシベーション層 80 は窒化珪素 (SiN) で作成され、約 0.5 ミクロンの厚さを有する。パッシベーション層 80 は、温度 T1 でプラズマ化学気相成長法 (PECVD) によって形成することができる。

【0012】

次に、結果的に形成される VCSEL に電流を供給する金属接点 100 (図 5) を形成する。金属接点 100 は、レーザ領域上のパッシベーション層 80 をエッチングで除去し、金属層のパターン形成を行って形成する。

【0013】

ついで、構造 10 を第 2 のパッシベーション層 120 で被覆する (図 6)。特に、パッシベーション層 120 は酸化空洞 40 と開口部 (レーザ発光ボリューム) 62 の表面をカバーする。パッシベーション層 120 はシリコンオキシナイトライド (SiON) で作成される。パッシベーション層 120 はレーザ光の波長の約 3/2 の光学的厚さを有するので、結果として作成される VCSEL の光の放射に影響を与えない。パッシベーション層 120 は PECVD によって温度 T1 より低い温度 T2 で形成することができる。

【0014】

パッシベーション層 80 は、GaAs に良好に接着し、高い応力レベルと、中程度のピンホールレベルを有する膜である。この高い応力レベルのみによって、薄いパッシベーション層 80 を堆積することができ、VCSEL 構造 10 が割れない (亀裂を生じない)。図 7 に示されるように、薄いパッシベーション層 80 は、水分を絶縁領域 60 に入れてしまうピンホール 140 などのピンホールの影響をより受けやすいと考えられる。実験結果から、パッシベーション層 80 だけで被覆された VCSEL は、温度 85 で湿度 85 % という環境で 1000 時間のテストを行うと、許容できないほどの高い偶発故障率が生じることが知られている。

【0015】

パッシベーション層 120 は低い応力レベルを有し、より低い温度でパッシベーション層 80 の上に堆積される。応力レベルがより低いので、VCSEL 構造 10 におけるパッシベーション層 120 が厚くても亀裂を生じないように耐えさせることができ、これによって、ピンホールの数を減らすことができる。より高い堆積温度 (堆積処理に際しての温度) でパッシベーション層 80 を堆積させている間、残余気体の源が燃え尽きてしまうので、より低い堆積温度 (でのパッシベーション層 120 の処理) は、残余気体の放出によってパッシベーション層 80 に形成されたピンホールを覆うのを確実にする。図 8 に示されるように、パッシベーション層 120 は、パッシベーション層 80 のピンホール 140 などのピンホールを覆うと考えられる。逆に、パッシベーション層 120 のピンホール 142 などのピンホールは、パッシベーション層 80 によって覆われる。さらに、パッシベーション層 120 は開口部 (レーザ発光ボリューム) 62 の上表面を環境から守る。

【0016】

開示された実施形態の特徴に関する、種々の他の適応や組み合わせも、本発明の範囲内である。たとえば、第 2 の SiON パッシベーション層の代わりに、より低い温度で堆積させた第 2 の SiN パッシベーション層を使用することができる。図の中には 1 つの VCSEL 構造しか示されていないが、当業者であれば、記述された工程を使用して任意の複数の VCSEL によるアレイを構成できることが理解されるであろう。多くの実施形態は付随する請求項によって包含されている。

【0017】

なお、本発明は例として次の態様を含む。() 内の数字は添付図面の参照符号に対応する。

- [1] 酸化型垂直共振面発光レーザ (VCSEL) を形成する方法であって、
 - VCSEL 構造 (10) を形成することと、
 - 前記 VCSEL 構造を部分的に貫通して酸化空洞 (40) を形成することと、
 - 前記 VCSEL 構造内の層 (18) を酸化することと、
 - 前記酸化空洞の表面を覆うように第 1 のパッシベーション層 (80) を形成することと

10

20

30

40

50

、

前記第1のパッシベーション層を覆うように第2のパッシベーション層(120)を形成することと、
を含むことを特徴とする方法。

[2] 前記第1のパッシベーション層を形成することは、前記酸化空洞の表面上にSiNを堆積させることを含むことを特徴とする、上記[1]に記載の方法。

[3] 前記第2のパッシベーション層を形成することは、前記第1のパッシベーション層の上にSiONを堆積させることを含むことを特徴とする、上記[2]に記載の方法。

[4] 前記第2のパッシベーション層の形成は前記第1のパッシベーション層の形成より低い温度で行われることを特徴とする、上記[3]に記載の方法。

10

[5] 前記VCSEL構造を形成することは、
ウェハ(11)の上に底の鏡領域(12)を形成することと、
前記底の鏡領域の上に活性領域(14)を形成することと、
前記活性領域の上に上の鏡領域(16)を形成することとを含むことを特徴とする、上記[1]に記載の方法。

[6] 前記第2のパッシベーション層を前記VCSELのレーザ開口部(62)の上に形成することをさらに含むことを特徴とする、上記[1]に記載の方法。

[7] 酸化型垂直キャビティ面発光レーザ(VCSEL)であって、
底の鏡領域(12)と、
前記底の鏡領域の上の活性領域(14)と、
前記活性領域の上にある上の鏡領域(16)と、
前記上の鏡領域を部分的に貫通する酸化空洞(40)と、
前記酸化空洞の表面を覆う第1のパッシベーション層(80)と、
前記第1のパッシベーション層を覆う第2のパッシベーション層(120)と、
を備えることを特徴とする酸化型垂直共振面発光レーザ(VCSEL)。

20

[8] 前記第1のパッシベーション層は、SiNを含むことを特徴とする、上記[7]に記載のVCSEL。

[9] 前記第2のパッシベーション層は、SiONを含むことを特徴とする、上記[8]に記載のVCSEL。

[10] 前記VCSELのレーザ開口部(62)を覆う前記第2のパッシベーション層をさらに含むことを特徴とする、上記[7]に記載のVCSEL。

30

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の1実施形態による酸化型VCSELを形成する工程を説明する図である。

【図2】本発明の1実施形態による酸化型VCSELを形成する工程を説明する図である。

【図3】本発明の1実施形態による酸化型VCSELを形成する工程を説明する図である。

【図4】本発明の1実施形態による酸化型VCSELを形成する工程を説明する図である。

40

【図5】本発明の1実施形態による酸化型VCSELを形成する工程を説明する図である。

【図6】本発明の1実施形態による酸化型VCSELを形成する工程を説明する図である。

【図7】本発明の1実施形態による図1から図6の工程で形成された酸化型VCSELの利点を説明する図である。

【図8】本発明の1実施形態による図1から図6の工程で形成された酸化型VCSELの利点を説明する図である。

【符号の説明】

50

【 0 0 1 9 】

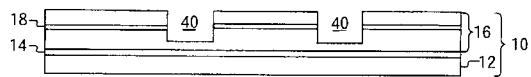
- 1 0 V C S E L 構造
- 1 1 ウェハ
- 1 2 底の鏡領域（鏡の領域層）
- 1 4 活性領域
- 1 6 上の鏡領域
- 1 8 酸化層
- 4 0 酸化空洞
- 6 0 絶縁領域
- 6 2 レーザ発光ボリューム（開口部）
- 8 0 第 1 のパッシベーション層
- 1 0 0 金属接点
- 1 2 0 パッシベーション層
- 1 4 0 ピンホール
- 1 4 2 ピンホール

10

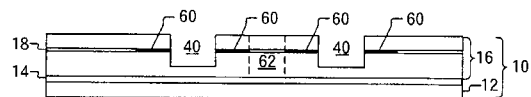
【 図 1 】



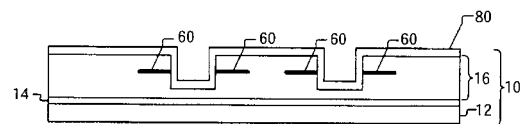
【 図 2 】



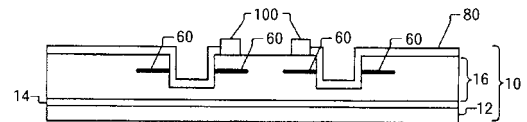
【 図 3 】



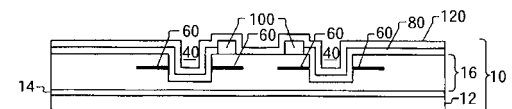
【 図 4 】



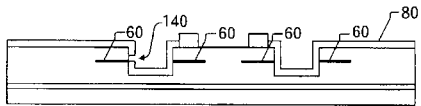
【 図 5 】



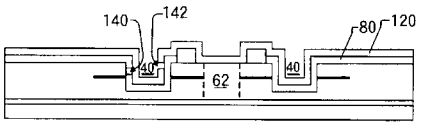
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 グレゴリー エヌ. デブラバンダー

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 1 3 2 サノゼ ヴェスーヴィアス・レーン 3 0 3 0

(72)発明者 アン・ニエン チャン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 1 2 9 サノゼ ランドウルスウッド・コート 5 9 8 3

(72)発明者 スーニン シエイ

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 5 1 サンタ・クララ プルネリッジ・アヴェニュー
2 0 3 6 5 5

(72)発明者 ウィルソン ハサーン ウィジャヤ

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 1 4 キューパティーノ リンゼイ・アヴェニュー 1
0 4 0 0

F ターム(参考) 5F073 AA07 AA65 AB17 CA05 CB02 DA22 DA24 EA28