

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6563703号
(P6563703)

(45) 発行日 令和1年8月21日(2019.8.21)

(24) 登録日 令和1年8月2日(2019.8.2)

(51) Int.CI.

H01L 33/38 (2010.01)

F 1

H01L 33/38

請求項の数 8 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2015-122754 (P2015-122754)
 (22) 出願日 平成27年6月18日 (2015.6.18)
 (65) 公開番号 特開2017-11016 (P2017-11016A)
 (43) 公開日 平成29年1月12日 (2017.1.12)
 審査請求日 平成30年6月13日 (2018.6.13)

(73) 特許権者 317016523
 アルパッド株式会社
 東京都千代田区丸の内一丁目11番1号
 (74) 代理人 100108062
 弁理士 日向寺 雅彦
 (72) 発明者 澤野 正和
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
 東芝内
 (72) 発明者 勝野 弘
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
 東芝内
 (72) 発明者 宮部 主之
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
 東芝内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】半導体発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1導電形の第1半導体層と、第2導電形の第2半導体層と、前記第1半導体層と前記第2半導体層との間に設けられた発光層と、を含む発光体と、

前記発光体の前記第2半導体層側に配置された基板と、

前記基板と前記発光体との間において前記第1半導体層および前記第2半導体層のいずれかに接し、且つ電気的に接続され、前記基板と前記発光体との間から前記基板に沿って前記発光体の外側へ延びる第1金属層と、

前記発光体の外側に位置する前記第1金属層の延出部を覆い、前記第1金属層の前記発光体に接しない部分と前記発光体との間に延在する導電層と、

前記基板上において前記発光体と並設され、前記導電層を介して前記延出部上に設けられた第2金属層と、

を備え、

前記導電層は、前記第1半導体層を除去するエッチング液に対し、前記第1金属層よりもエッチング耐性を有する半導体発光装置。

【請求項 2】

前記発光体は、前記第1半導体層の表面を含む第1面と、前記第2半導体層の表面を含み、前記第1面の反対側に位置する第2面と、前記第1半導体層の外縁を含む側面と、を有し、

前記第1面に平行な方向に前記側面から内側に向かって窪んだ窪み部を有し、

10

20

前記第2金属層は、前記窪み部に設けられた請求項1記載の半導体発光装置。

【請求項3】

前記窪み部の側壁は、前記側面に曲面を介してつながり、

前記曲面は、0マイクロメートル以上30マイクロメートル未満の曲率半径を有する請求項2記載の半導体発光装置。

【請求項4】

前記発光体は、

前記発光層を含む発光部と、

前記第2面から前記第1半導体層に至る段差を介して前記発光部の周りに設けられた非発光部と、

10

を有し、

前記第1金属層は、前記非発光部において前記第1半導体層に電気的に接続された請求項2または3のいずれかに記載の半導体発光装置。

【請求項5】

前記発光体は、前記第2面から前記第1半導体層に至る凹部を有し、

前記第1半導体層は、前記凹部を介して前記基板に電気的に接続され、

前記第1金属層は、前記第2面上において前記第2半導体層に電気的に接続された請求項2または3のいずれかに記載の半導体発光装置。

【請求項6】

前記発光体の外縁と、前記第2金属層との間の間隔は、50マイクロメートル以下である請求項1～5のいずれか1つに記載の半導体発光装置。

20

【請求項7】

前記導電層は、金属、導電性を有する金属酸化物および導電性を有する金属窒化物の少なくともいずれか1つからなる請求項1～6のいずれか1つに記載の半導体発光装置。

【請求項8】

前記発光体と、前記第1金属層の前記発光体に接しない部分と、の間に設けられた誘電体膜をさらに備え、

前記誘電体膜は、前記導電層に沿って前記発光体の外側に延在し、

前記第1金属層の延出部は、前記発光体の外側において前記誘電体膜に接しない請求項1～7のいずれか1つに記載の半導体発光装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

実施形態は、半導体発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体発光装置は、例えば、p形半導体層、発光層およびn形半導体層を積層した発光体と、発光体を外部回路に接続する電極と、を備える。そして、半導体発光装置の製造過程では、p形半導体層、n形半導体層および発光層のエッティングに対して、電極を適切に保護し、その信頼性を向上させる手段を必要とする。

40

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献1】T. Fujii, Y.Gao, R.Sharma, E.L.Hu, S. P. DenBaars, and S.Nakamura, Applied Physics Letters vol.84 No.6, pp.855-857 (2004)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

信頼性を向上させた半導体発光装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

50

【0005】

半導体発光装置は、第1導電形の第1半導体層と第2導電形の第2半導体層と前記第1半導体層と前記第2半導体層との間に設けられた発光層とを含む発光体と、前記発光体の前記第2半導体層側に配置された基板と、前記基板と前記発光体との間において前記第1半導体層および前記第2半導体層のいずれかに接し、且つ電気的に接続され、前記基板と前記発光体との間から前記基板に沿って前記発光体の外側へ延びる第1金属層と、前記発光体の外側に位置する前記第1金属層の延出部を覆い、前記第1金属層の前記発光体に接しない部分と前記発光体との間に延在する導電層と、前記基板上において前記発光体と並設され、前記導電層を介して前記延出部上に設けられた第2金属層と、を備える。前記導電層は、前記第1半導体層を除去するエッチング液に対し、前記第1金属層よりもエッチング耐性を有する。

10

【図面の簡単な説明】**【0006】**

【図1】(a)は、第1実施形態に係る半導体発光装置を模式的に表す上面図であり、(b)は、第1実施形態に係る半導体発光装置の模式断面図である。

【図2】(a)は、第1実施形態に係る半導体発光装置を模式的に表す別の上面図であり、(b)は、半導体発光装置の要部模式断面図である。

【図3】(a)～(c)は、第1実施形態に係る半導体発光装置の製造過程を表す模式断面図である。

20

【図4】(a)～(c)は、図3(c)に続く製造過程を表す模式断面図である。

【図5】(a)および(b)は、図4(c)に続く製造過程を表す模式断面図である。

【図6】(a)および(b)は、図5(b)に続く製造過程を表す模式断面図である。

【図7】(a)および(b)は、図6(b)に続く製造過程を表す模式断面図である。

【図8】(a)は、第1実施形態に係る半導体発光装置の特性を表す模式断面図であり、(b)は、比較例に係る半導体発光装置の要部模式断面図である。

【図9】(a)および(b)は、第1実施形態に係る半導体発光装置の要部を模式的に表す上面図である。

【図10】(a)は、第2実施形態に係る半導体発光装置を模式的に表す上面図であり、(b)および(b)は、第2実施形態に係る半導体発光装置の模式断面図である。

30

【発明を実施するための形態】**【0007】**

以下、実施の形態について図面を参照しながら説明する。図面中の同一部分には、同一番号を付してその詳しい説明は適宜省略し、異なる部分について説明する。なお、図面は模式的または概念的なものであり、各部分の厚みと幅との関係、部分間の大きさの比率などは、必ずしも現実のものと同一とは限らない。また、同じ部分を表す場合であっても、図面により互いの寸法や比率が異なって表される場合もある。

【0008】

なお、以下の実施形態において説明する半導体発光装置は一例であり、これらに限定されるものではない。また、各半導体発光装置において説明される技術的特徴は、技術的に適用可能である場合には、各実施形態において共通に適用される。

40

【0009】**(第1実施形態)**

図1(a)は、第1実施形態に係る半導体発光装置1を模式的に表す上面図である。図1(b)は、図1(a)中に示すA-A線に沿った半導体発光装置1の模式断面図である。半導体発光装置1は、チップ状の光源であり、例えば、実装基板上にマウントされる。

【0010】

図1(a)に示すように、半導体発光装置1は、発光体10と、基板20と、を備える。発光体10は、基板20の上に設けられる。半導体発光装置1は、発光体10と並設されたボンディングパッド31を基板20上有する。

【0011】

50

図1(b)に示すように、発光体10は、接合層25を介して基板20に接合される。発光体10は、第1導電形の第1半導体層(以下、n形半導体層11)と、第2導電形の第2半導体層(以下、p形半導体層12)と、発光層15と、を含む。発光体10は、n形半導体層11と、発光層15と、p形半導体層12と、を順に積層した構造を有する。以下、第1導電形をn形、第2導電形をp形として説明するが、これに限定される訳ではない。実施形態は、第1導電形をp形、第2導電形をn形とする場合も含む。

【0012】

発光体10は、n形半導体層11の表面を含む第1面10aと、p形半導体層12の表面を含む第2面10bと、n形半導体層11の外縁を含む側面10cを有する。さらに、発光体10は、非発光部50と発光部60とを有する。非発光部50と発光部60との間には段差が設けられ、非発光部50は、第2面10bからn形半導体層11中に至る深さに設けられた表面50aを有する。発光部60は、n形半導体層11、発光層15およびp形半導体層12を含み、非発光部50は、第2面10bに平行な面内において発光領域60を囲む(図2(a)参照)。

【0013】

発光層15から放射される光は、主として第1面10aから発光体10の外に放出される。第1面10aは、光取り出し構造を有する。光取り出し構造は、放射光の全反射を抑制し、光取り出し効率を向上させる。例えば、第1面10aは、微細な突起が設けられ、粗面化される。

【0014】

半導体発光装置1は、発光体10の第2面10b側において、n電極33(第1金属層)およびp電極35、金属層37を有する。n電極33は、非発光部50の表面50aにおいてn形半導体層11に電気的に接続される。p電極35は、第2面10b上においてp形半導体層12に電気的に接続される。金属層37は、p電極35上に設けられる。n電極33、p電極35および金属層37は、好ましくは、発光層15の放射光に対する反射率が高い材料を含む。n電極33は、例えば、アルミニウム(A1)を含む。p電極35および金属層37は、例えば、銀(Ag)を含む。なお、金属層37を設けない構造であっても良い。

【0015】

半導体発光装置1は、誘電体膜41、45を有する。誘電体膜41は、非発光部50と発光部60との間の段差、および、非発光部50の表面50aにおいてn電極33が設けられていない部分を覆う。誘電体膜41は、発光層15の外縁を覆い保護する。誘電体膜45は、非発光部50の全体を覆う。誘電体膜45は、n電極33を覆い、基板20および接合層25からn電極33を電気的に絶縁する。誘電体膜45は、誘電体膜41と同じ材料であっても良い。

【0016】

金属層37は、誘電体膜45上に延在し、n電極33とp電極35との間の誘電体膜41および45を覆う。金属層37は、n電極33とp電極35との間ににおいて、誘電体膜41および45を通過して基板20の方向に伝播する光を反射し、第1面10aに向かう方向に戻す。

【0017】

接合層25は、金属層37および誘電体膜45を覆うように設けられる。接合層25は、例えば、金錫(AuSn)、ニッケル錫(NiSn)などの半田からなる接合金属を含む導電層である。p電極35は、金属層37を介して接合層25に電気的に接続される。また、接合層25は、導電性を有する基板20に電気的に接続される。接合層25は、例えば、チタン(Ti)、チタン-タングステン(TiW)などの高融点金属膜を含む。高融点金属膜は、半田がp電極35、金属層37に拡散するのを防ぐバリア膜として機能する。基板20の裏面側には、電極27が設けられる。電極27は、例えばTi/Pt/Auの積層膜であり、例えば800nmの膜厚を有する。電極27は、例えば、実装基板を介して外部回路に接続される。

10

20

30

40

50

【0018】

これに対し、n電極33は、例えば、ボンディングパッド31（第2金属層）に接続される金もしくはアルミニウムなどの金属ワイヤを介して外部回路に接続される。n電極33は、発光体10から外側に延びる延出部33pを有する。ボンディングパッド31は、延出部33pの上に導電層39を介して設けられる。導電層39は、延出部33pを覆い、発光体10とn電極33との間に延在する。また、導電層39は、ボンディングパッド31からチップ端1eの方向に延び、例えば、延出部33pのチップ端1e側の端よりも外側に延びる。

【0019】

延出部33pは、基板20の上面20aに沿って延びる。延出部33pと基板20との間には、誘電体膜45および接合層25が介在する。延出部33pは、誘電体膜45により基板20および接合層25から電気的に絶縁される。

10

【0020】

図2(a)は、半導体発光装置1を模式的に表す別の上面図である。図2(b)は、図2(a)中に示すB-B線に沿った断面を表す模式図である。

【0021】

図2(a)は、発光体10の下の電極面を表す模式図である。同図中に示す破線は、発光体10の外縁を示している。発光体10は、第2面10bに平行な方向に沿って側面10cが内側に後退した窪み部10Rを有する。n電極33は、非発光部50の表面50a上に設けられる。n電極33は、発光体10の直下において発光領域60を囲むように設けられる。

20

【0022】

半導体発光装置1は、例えば、5つの発光領域60を有する。各発光領域60の上には、p電極35が設けられる。発光領域60は、それぞれ発光層15を含む。例えば、半導体発光装置1の駆動電流は、基板20の裏面側の電極27から供給される。駆動電流は、基板20に電気的に接続されたp電極35から発光層15を介してn電極33へ流れる。これにより、半導体発光装置1は、5つの発光領域60から光を放射する。

【0023】

n電極33は、発光体10の外側に延びる部分(延出部33p)を有する。延出部33pは、窪み部10Rに位置する。導電層39は、延出部33pの全体を覆う。また、導電層39は、発光体10の下に延びる。ボンディングパッド31は、導電層39の上に設けられる。ボンディングパッド31と発光体10との間の間隔W_Gは、好ましくは50μm以下である。

30

【0024】

図2(b)に示すように、n電極33は、発光体10の非発光部50の表面50aにおいて、n形半導体層11に接して設けられる。n電極33は、発光体10の外側に延びる部分(延出部33p)を含む。延出部33pは、誘電体膜45および接合層25を介して基板20の上面20aに沿って延びる。導電層39は、延出部33pを覆う第1部分39aと、発光体10とn電極33との間に延びる第2部分39bと、を含む。すなわち、チップ面を上方から見て、導電層39は、発光体10とオーバラップする部分を有する。また、チップ面を上方から見て、導電層39の外縁は、n電極33がn形半導体層11に接する部分(コンタクト部33c)と、発光体10の外縁と、の間に位置する。誘電体膜41は、発光体10と導電層39の間に位置し、導電層39に沿って発光体10の外側に延びる。

40

【0025】

次に、図3(a)～図7(b)を参照して、半導体発光装置1の製造方法を説明する。図3(a)～図7(b)は、半導体発光装置1の製造過程を順に表す模式断面図である。

【0026】

図3(a)に示すように、基板101の上にn形半導体層11、発光層15およびp形半導体層12を順に積層する。本明細書において、積層される状態は、直接接している状

50

態に加え、間に別の要素が挿入される状態も含む。

【0027】

基板101は、例えば、シリコン基板またはサファイア基板である。n形半導体層11、p形半導体層12、および発光層15は、それぞれ窒化物半導体を含む。n形半導体層11、p形半導体層12および発光層15は、例えば、 $Al_xGa_{1-x-y}In_yN$ ($x > 0$ 、 $y > 0$ 、 $x+y < 1$)を含む。

【0028】

n形半導体層11は、例えば、Siドープn形GaNコンタクト層と、Siドープn形AlGaNクラッド層と、を含む。Siドープn形GaNコンタクト層と、発光層15との間に、Siドープn形AlGaNクラッド層が配置される。n形半導体層11は、バッファ層をさらに含んでもよく、GaNバッファ層とSiドープn形AlGaNクラッド層との間に、Siドープn形GaNコンタクト層が配置される。例えば、バッファ層には、AlN、AlGaN、GaNのいずれか又はそれらの組み合わせが用いられる。

【0029】

発光層15は、例えば、多重量子井戸(MQW)構造を有する。MQW構造においては、例えば、複数のバリア層と、複数の井戸層と、が交互に、積層される。例えば、井戸層には、AlGaNが用いられる。例えば、井戸層には、GaNが用いられる。

【0030】

バリア層には、例えば、Siドープn形AlGaNが用いられる。例えば、バリア層には、Siドープn形 $Al_{0.1}Ga_{0.9}N$ が用いられる。バリア層の厚さは、例えば、2ナノメートル(nm)以上30nm以下である。複数のバリア層のうちで、最もp形半導体層12に近いバリア層(p側バリア層)は、他のバリア層とは、異なってもよく、厚くても、薄くてもよい。

【0031】

発光層15から放出される光(発光光)の波長(ピーク波長)は、例えば、210nm以上700nm以下である。発光光のピーク波長は、例えば、370nm以上480nm以下でもよい。

【0032】

p形半導体層12は、例えば、ノンドープAlGaNスペーサ層と、Mgドープp形AlGaNクラッド層と、Mgドープp形GaNコンタクト層と、高濃度Mgドープp形GaNコンタクト層と、を含む。高濃度Mgドープp形GaNコンタクト層と発光層15との間に、Mgドープp形GaNコンタクト層が配置される。Mgドープp形GaNコンタクト層と発光層15との間に、Mgドープp形AlGaNクラッド層が配置される。Mgドープp形AlGaNクラッド層と発光層15との間に、ノンドープAlGaNスペーサ層が配置される。例えば、p形半導体層12は、ノンドープ $Al_{0.11}Ga_{0.89}N$ スペーサ層、Mgドープp形 $Al_{0.28}Ga_{0.72}N$ クラッド層、Mgドープp形GaNコンタクト層、および、高濃度Mgドープp形GaNコンタクト層を含む。

【0033】

なお、上記の半導体層において、組成、組成比、不純物の種類、不純物濃度、および厚さは、例示であり、種々の変形が可能である。

【0034】

図3(b)に示すように、非発光部50および発光部60を形成する。例えば、ハードマスク103を用いて、p形半導体層12の一部と、発光層15の一部と、を選択的にエッチングすることにより除去する。ハードマスク103は、例えば、シリコン酸化膜である。エッチング深さは、例えば、0.1μm以上、100μm以下である。好ましくは、エッチング深さは、0.4μm以上、2μm以下である。非発光部50は、その表面50aにn形半導体層11が露出するように形成される。

【0035】

図3(c)に示すように、p形半導体層12の上面、非発光部50と発光部60との間の段差、および、非発光部50の表面50aを覆う誘電体膜41を形成する。誘電体膜4

10

20

30

40

50

1は、例えば、シリコン酸化膜もしくはシリコン窒化膜である。また、誘電体膜41は、例えば、積層構造を有し、シリコン酸化膜とシリコン窒化膜とを積層した構造を有しても良い。ハードマスク103は、誘電体膜41を形成する前にエッチングにより除去する。

【0036】

図4(a)に示すように、非発光部50の表面50a上に設けられた誘電体膜41を選択的に除去し、n形半導体層11を露出させる。続いて、n形半導体層11に電気的に接続されたn電極33を形成する。n電極33の材料は、例えば、n形半導体層11へのオーム接觸性と、高い光反射率と、を兼ね備え、アルミニウム(A1)および銀(Ag)の少なくとも一方を含む。

【0037】

また、誘電体膜41の上に導電層39を選択的に形成する。導電層39は、n電極33がn形半導体層11に接する部分(コンタクト部33c)の近傍に設けられ、後にポンディングパッド31が位置する部分を覆う。n電極33は、導電層39上に延びる延出部33pを含む。導電層39は、例えば、窒化チタニウム(TiN)である。また、導電層39には、金属層、導電性の金属窒化物層、および、導電性の金属酸化物層の少なくともいずれか1つを含む複合層であっても良い。

【0038】

図4(b)に示すように、n電極33と、導電層39と、誘電体膜41と、を覆う誘電体膜45を形成する。誘電体膜45は、例えば、シリコン酸化膜である。

【0039】

図4(c)に示すように、誘電体膜45および41を選択的にエッチングし、開口部45aおよび41aを形成する。これにより、p形半導体層12を露出させる。この段階において、非発光部50には、n電極33のコンタクト部33cに接する部分を除いた表面50aを覆う誘電体膜41と、n電極33、導電層39および誘電体膜41を覆う誘電体膜45と、が残される。続いて、p形半導体層12に電気的に接続されたp電極35を形成する。p電極35は、例えば、Agを含む。

【0040】

図5(a)に示すように、p電極35上に金属層37を形成する。金属層37は、誘電体膜45の上に延在し、誘電体膜41および45を介して、非発光部50と発光部60との間の段差、および、非発光部50の表面50aの一部を覆う。金属層37は、n電極33とp電極35との間の誘電体膜41および45を覆う。金属層37は、例えば、Agを含む。

【0041】

さらに、金属層37および誘電体膜45を覆う接合層25aを形成する。接合層25aは、例えば、Ti、Pt、Niの少なくともいずれか1つを含む高融点金属膜と、接合金属と、を含む。接合金属は、例えば、Ni-Sn系、Au-Sn系、Bi-Sn系、Sn-Cu系、Sn-In系、Sn-Ag系、Sn-Pb系、Pb-Sn-Sb系、Sn-Sb系、Sn-Pb-Bi系、Sn-Pb-Cu系、Sn-Pb-Ag系、およびPb-Ag系の少なくともいずれか1つを含む。Ti、PtおよびNiの少なくともいずれか1つを含む高融点金属膜は、接合金属と金属層37との間、および、接合金属と誘電体膜45との間に設けられる。

【0042】

図5(b)に示すように、接合層25aを形成した基板101と、基板20と、を対向させる。基板20は、その上面に接合層25bが形成されている。そして、基板20の接合層25bは、基板101の接合層25aに対向するように配置される。

【0043】

接合層25bは、例えば、Ti、Pt、Niの少なくともいずれか1つを含む高融点金属膜と、接合金属と、を含む。接合金属は、例えば、Ni-Sn系、Au-Sn系、Bi-Sn系、Sn-Cu系、Sn-In系、Sn-Ag系、Sn-Pb系、Pb-Sn-Sb系、Sn-Sb系、Sn-Pb-Bi系、Sn-Pb-Cu系、Sn-Pb-Ag系、

10

20

30

40

50

およびPb - Ag系の少なくともいずれか1つを含む。Ti、PtおよびNiの少なくともいずれか1つを含む高融点金属膜は、接合金属と基板20との間に設けられる。

【0044】

図6(a)に示すように、接合層25aと25bとを接触させ、基板101と基板20とを熱圧着させる。これにより、接合層25aと25bとは一体化し、接合層25になる。なお、図6(a)は、図5(b)の上下を逆にして基板20の上に接合層25を介して各半導体層および基板101を配置した状態を表している。

【0045】

図6(b)に示すように、基板101を除去する。例えば、基板101がシリコン基板の場合は、研削及びドライエッティング(例えば、RIE:Reactive Ion Etching)などの方法を用いて除去する。例えば、基板101がサファイア基板の場合は、LLO(Laser Lift Off)を用いて除去する。さらに、n形半導体層11の表面11aに微細な突起を形成し、粗面化する。例えば、アルカリを用いたウエット処理またはRIEにより、n形半導体層11の表面11aを粗面化する。

10

【0046】

図7(a)に示すように、n形半導体層11を選択的に除去し、発光体10を形成する。例えば、RIEまたはウエットエッティングなどの方法を用いてn形半導体層11、発光層15およびp形半導体層12を順にエッティングする。この時、発光体10の周りには、誘電体膜41の一部が露出する。n形半導体層11、発光層15およびp形半導体層12のエッティングには、例えば、熱リン酸を用いる。

20

【0047】

誘電体膜41は、例えば、n形半導体層11を除去するエッティング液に対して耐性を有し、その直下の構造を保護する。さらに、ボンディングパッド31を形成する部分の誘電体膜41を選択的に除去し、導電層39を露出させる。続いて、導電層39の上にボンディングパッド31を形成する。

【0048】

図7(b)に示すように、発光体10の周りの誘電体膜41、45を選択的に除去し、ダイシング領域40eを形成する。続いて、例えば、ダイサーもしくはスクライバーを用いて接合層25および基板20を切断し、半導体発光装置1をチップ化する。

30

【0049】

上記の例において、誘電体膜41、45には、シリコン酸化膜以外に、窒化珪素または酸窒化珪素を用いることができる。また、Al、Zr、Ti、Nb及びHf等の少なくともいずれかの金属の酸化物、上記の少なくともいずれかの金属の窒化物、または、上記の少なくともいずれかの金属の酸窒化物を用いても良い。

【0050】

次に、図8(a)および(b)を参照して、導電層39の役割を説明する。図8(a)は、半導体発光装置1の特性を表す模式断面図であり、図8(b)は、比較例に係る半導体発光装置2の要部模式断面図である。

【0051】

n形半導体層11、発光層15およびp形半導体層12は、例えば、エピタキシャル成長された状態において、基板101との熱膨張係数の差に起因する内部応力を含む。その内部応力の一部は、図6(b)に示すように基板101が除去された状態においても、基板20により保持される。そして、発光体10を形成するためにn形半導体層11を選択的に除去した時、発光体10の直下の部分と、n形半導体層11を除去した部分との間の応力差は、誘電体膜41にクラック41cを生じさせる場合がある。

40

【0052】

図8(a)に示すように、誘電体膜41の直下において、導電層39は、発光体10とn電極33との間に延在する。導電層39には、例えば、n形半導体層11を除去するためのエッティング液に対する耐性を有する材料を用いる。これにより、導電層39は、クラック41cを介した熱リン酸などのエッティング液の浸透を防ぐ役割を果たす。

50

【0053】

一方、図8(b)に示す半導体発光装置2では、導電層39は、ボンディングパッド31を形成する延出部33pの上に設けられるが、発光体10の下には延在しない。そして、発光体10の外縁において、誘電体膜41の直下にはn電極33が位置する。例えば、n形半導体層11にオーミック接触し、発光層15の放射光に対して高い反射率を有し、且つ、n形半導体層11のエッチング液に耐性を有する材料を選択することは極めて困難であり、n電極33には、エッチング耐性の低い材料が用いられる。このため、クラック41cを介して浸透したエッチング液は、n電極33もエッチングする。結果として、n電極33のコンタクト部33cと延出部33pとの間に空洞33gが生じ、ボンディングパッド31とn形半導体層11との間の電気抵抗を増大させ、半導体発光素子2の動作電圧を上昇させる。また、空洞33g内に露出したA1を含む金属は、例えば、外気に触れることにより、イオンマイグレーションが生じる可能性も大きくなる。10

【0054】

このように、本実施形態における導電層39は、n形半導体層11のエッチング過程においてn電極33を保護することにより、ボンディングパッド31とn形半導体層11との間の電気抵抗の増大を防ぎ、イオンマイグレーションを抑制する。これにより、半導体発光装置1の製造歩留り、および、その信頼性を向上させる。

【0055】

図9(a)および(b)は、半導体発光装置1の要部を模式的に表す上面図である。図9(a)および(b)は、ボンディングパッド31が設けられる窪み部10Raおよび10Rbを表している。20

【0056】

図9(a)に示すように、窪み部10Raは発光体10に設けられる。窪み部10Raは、第1面10aにおいて、発光体10の内方向に後退した部分である。窪み部10Raは、側面10cよりも内側に後退した壁面10rcと、側面10cにつながる壁面10raに囲まれた部分である。ボンディングパッド31は、2つの対向する壁面10raの間に位置する。壁面10raは、例えば、側面10cに接する。

【0057】

一方、図9(b)に示す例では、窪み部10Rbが発光体10に設けられる。窪み部10Rbは、第1面10aにおいて、発光体10の内方向に後退した部分である。窪み部10Rbは、側面10cよりも内側に後退した壁面10rcと、側面10cにつながる壁面10rbに囲まれる。ボンディングパッド31は、2つの対向する壁面10rbの間に位置する。壁面10rbは、曲面10crを介して側面10cにつながる。30

【0058】

図9(b)の例において、例えば、曲面10crの曲率半径を30nmとした場合、その直下の誘電体膜41にクラック41cが生じた(図8(a)参照)。これに対し、図9(a)に示す例では、誘電体膜41にクラックは生じない。図9(a)の例は、曲面10crの曲率半径を0(ゼロ)とした場合に相当する。すなわち、曲面10crの曲率半径を0μm以上、30μm未満とすることにより、誘電体膜41に生じるクラック41cを抑制できる。これにより、半導体発光装置1の信頼性をさらに向上させることができる。40

【0059】

(第2実施形態)

図10(a)は、第2実施形態に係る半導体発光装置3を模式的に表す上面図である。図10(b)および(c)は、半導体発光装置3の要部模式断面図である。図10(b)は、図10(a)中に示すC-C線に沿った断面を表し、図10(c)は、図10(a)中に示すD-D線に沿った断面を表している。

【0060】

半導体発光装置3は、発光体10と、基板20と、を備える。発光体10は、基板20の上に設けられる。図10(a)は、発光体10の下のチップ面を表す上面図である。図10(a)中の破線は、発光体10の外縁を表わしている。50

【0061】

図10(a)に示すように、半導体発光装置3は、発光体10の下に設けられたn電極33とp電極35(第1金属層)とを備える。本実施形態では、p電極35は、発光体10の外に延出する部分(延出部35p)を有し、ボンディングパッド32(第2金属層)は、延出部35pの上に設けられる。ボンディングパッド32と延出部35pとの間には、導電層39が設けられる。導電層39は、延出部35pを覆う第1部分39aと、発光体10とp電極35との間に延びる第2部分39bを有する。

【0062】

発光体10は、複数の凹部55を有する。凹部55は、p電極35の内側に相互に離間して配置される。n電極33は、凹部55の中にそれぞれ設けられる。

10

【0063】

図10(b)に示すように、発光体10は、接合層25を介して基板20の上に設けられる。発光体10は、n形半導体層11と、p形半導体層12と、発光層15と、を含む。発光層15は、n形半導体層11とp形半導体層12との間に設けられる。発光体10は、n形半導体層11の表面を含む第1面10aと、p形半導体層12の表面を含む第2面10bと、n形半導体層11の外縁を含む側面10cと、を有する。第1面10aには、好ましくは、光取り出し構造が設けられる。誘電体膜47は、第1面10aおよび側面10cを覆う。発光体10には、第2面10bからn形半導体層11に至る凹部55が設けられる。

【0064】

20

発光体10と接合層25との間には、n電極33、p電極35、および、誘電体膜41、45が設けられる。誘電体膜41は、p形半導体層12の表面および凹部55の内面を覆う。p電極35は、誘電体膜41を選択的に除去した部分において、p形半導体層12の表面に接する。また、n電極33は、凹部55の底面において、n形半導体層11に接する。誘電体膜45は、p電極35、誘電体膜41、および、凹部55の内面を覆う。誘電体膜45は、p電極35を基板20および接合層25から電気的に絶縁する。一方、接合層25は、凹部55中に延在し、n電極33に接する。n電極33は、接合層25を介して基板20に電気的に接続される。

【0065】

30

図10(c)に示すように、p電極35は、誘電体膜45を介して接合層25上を延びる延出部35pを有する。延出部35pの上には、導電層39を介してボンディングパッド32が設けられる。p電極35は、例えば、ボンディングパッド32に接続される金属ワイヤを介して外部回路に電気的に接続される。

【0066】

導電層39は、延出部35pと誘電体膜41との間を発光体10の直下に至るまで延在する。チップの上方から見て、導電層39は、発光体10とオーバラップする部分を有する。また、導電層39の外縁は、チップの上面から見て、発光体10の外縁と、p電極35のコンタクト部35cと、の間に位置する。これにより、導電層39は、p電極35を有効に保護し、半導体発光装置3の信頼性を向上させる。

【0067】

40

以上、具体例を参照しつつ実施形態について説明した。しかし、実施形態はこれらの具体例に限定されるものではない。すなわち、これら具体例に、当業者が適宜設計変更を加えたものも、実施形態の特徴を備えている限り、実施形態の範囲に包含される。前述した各具体例が備える各要素およびその配置、材料、条件、形状、サイズなどは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。

【0068】

また、実施形態において「窒化物半導体」とは、 $B_xIn_yAl_zGa_{1-x-y-z}N(0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1, x+y+z=1)$ なる化学式において組成比x、y及びzをそれぞれの範囲内で変化させた全ての組成の半導体を含むものとする。またさらに、上記化学式において、N(窒素)以外のV族元素をさらに含むもの、導電形な

50

どの各種の物性を制御するために添加される各種の元素をさらに含むもの、及び、意図せずに含まれる各種の元素をさらに含むものも、「窒化物半導体」に含まれるものとする。

【0069】

上記の実施形態では、「部位Aは部位Bの上に設けられている」と表現された場合の「の上に」とは、部位Aが部位Bに接触して、部位Aが部位Bの上に設けられている場合の他に、部位Aが部位Bに接触せず、部位Aが部位Bの上方に設けられている場合との意味で用いられる場合がある。また、「部位Aは部位Bの上に設けられている」は、部位Aと部位Bとを反転させて部位Aが部位Bの下に位置した場合や、部位Aと部位Bとが横に並んだ場合にも適用される場合がある。これは、実施形態に係る半導体装置を回転しても、回転前後において半導体装置の構造は変わらないからである。

10

【0070】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

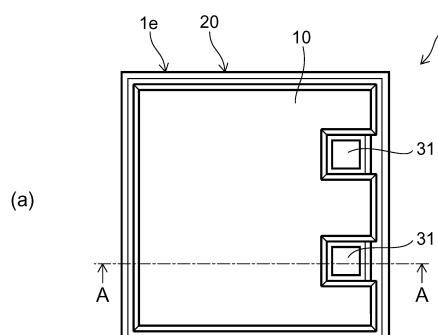
【0071】

1 ~ 3 . . . 半導体発光装置、 1 0 . . . 発光体、 1 0 R 、 1 0 R a 、 1 0 R b . . . 窪み部、 1 0 a . . . 第1面、 1 0 b . . . 第2面、 1 0 c . . . 側面、 1 0 c r . . . 曲面、 1 0 r a 、 1 0 r b 、 1 0 r c . . . 壁面、 1 1 . . . n形半導体層、 1 1 a . . . 表面、 1 2 . . . p形半導体層、 1 5 . . . 発光層、 2 0 . . . 基板、 2 0 a . . . 上面、 2 5 、 2 5 a 、 2 5 b . . . 接合層、 2 7 . . . 電極、 3 1 、 3 2 . . . ボンディングパッド、 3 3 . . . n電極、 3 3 c 、 3 5 c . . . コンタクト部、 3 3 g . . . 空洞、 3 3 p 、 3 5 p . . . 延出部、 3 5 . . . p電極、 3 7 . . . 金属層、 3 9 . . . 導電層、 3 9 a . . . 第1部分、 3 9 b . . . 第2部分、 4 0 e . . . ダイシング領域、 4 1 、 4 5 . . . 誘電体膜、 4 1 c . . . クラック、 4 1 a 、 4 5 a . . . 開口部、 5 0 . . . 非発光領域、 5 5 . . . 凹部、 6 0 . . . 発光領域、 1 0 1 . . . 基板、 1 0 3 . . . ハードマスク

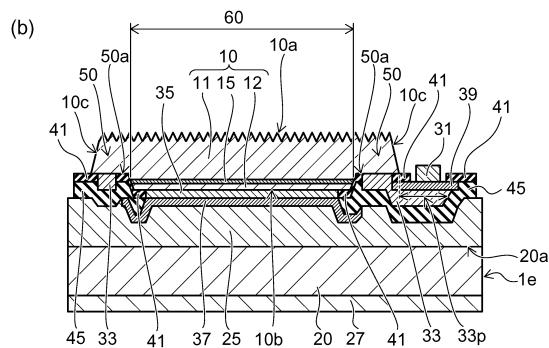
20

30

【図1】

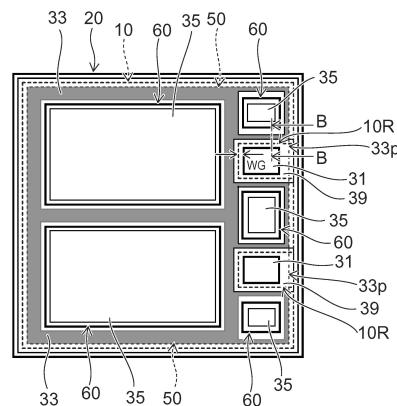


(a)

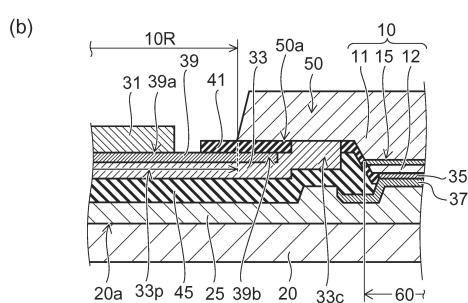


(b)

【図2】

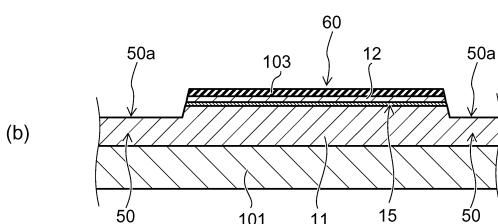
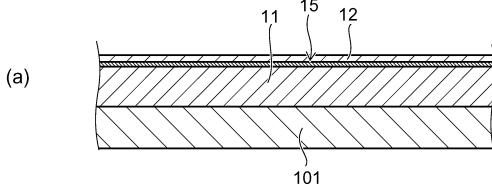


(a)

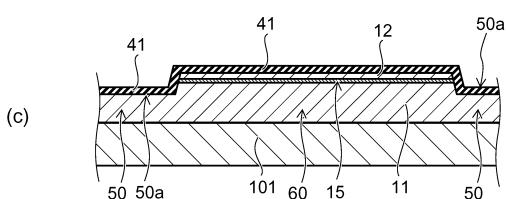


(b)

【図3】

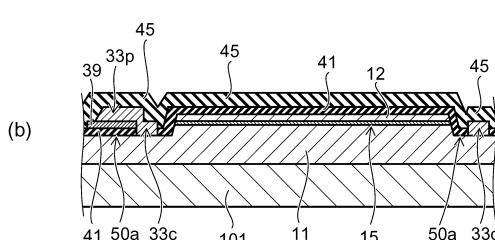
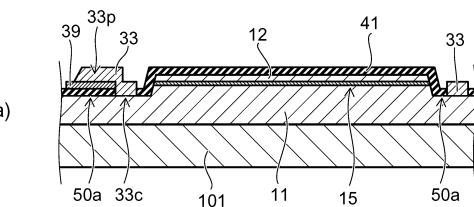


(b)

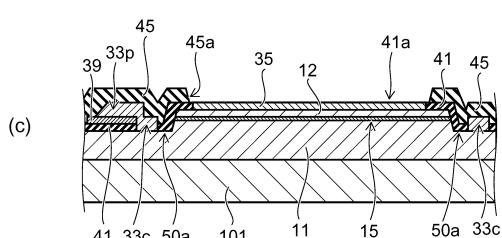


(c)

【図4】

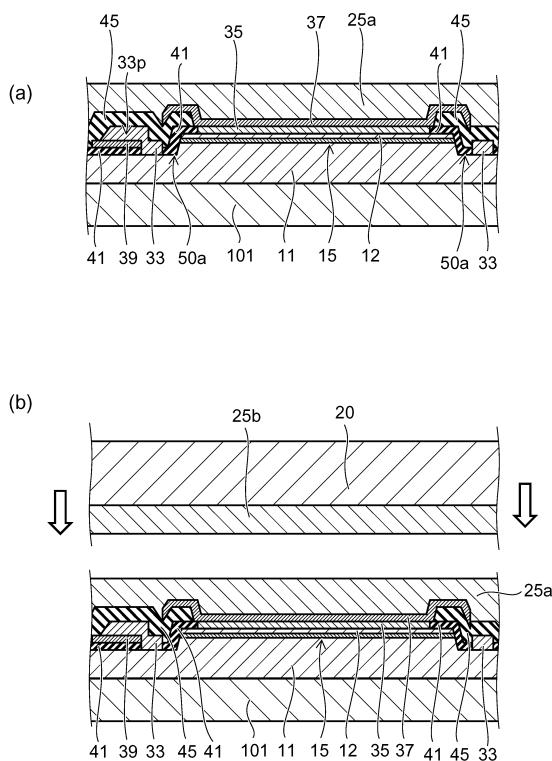


(b)

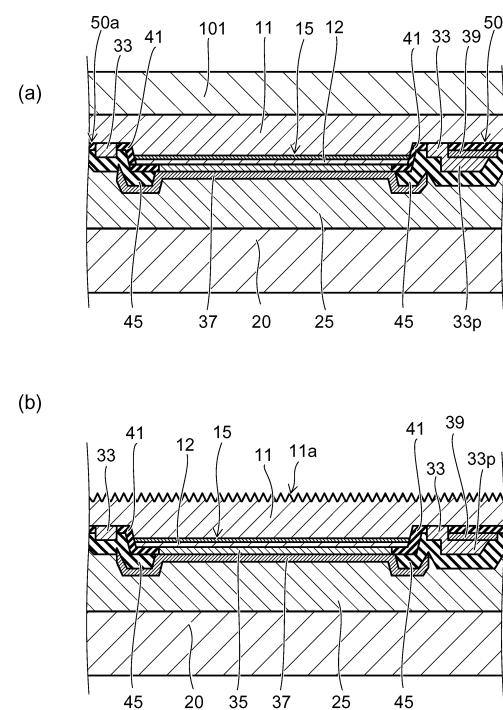


(c)

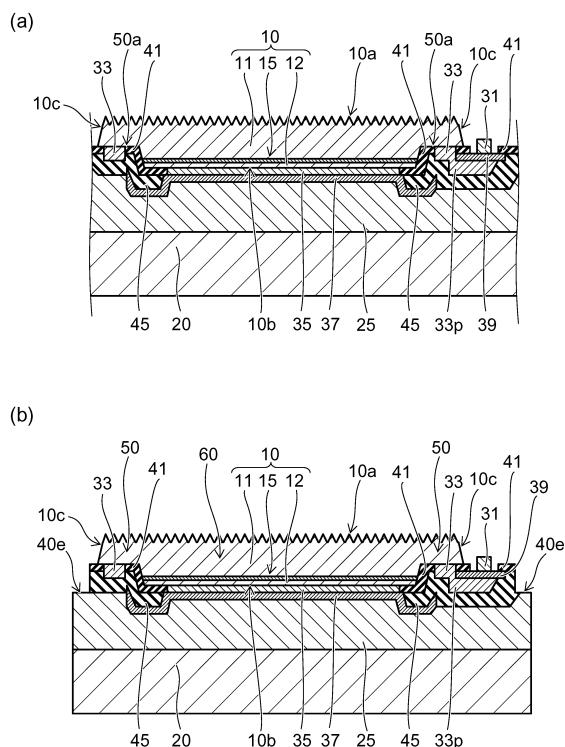
【図5】



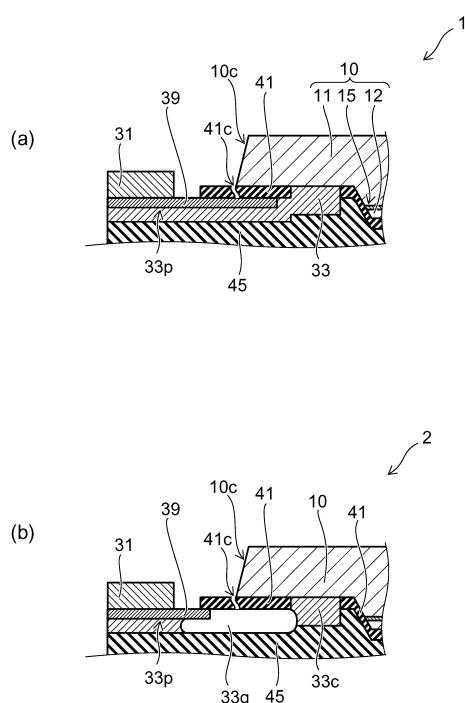
【図6】



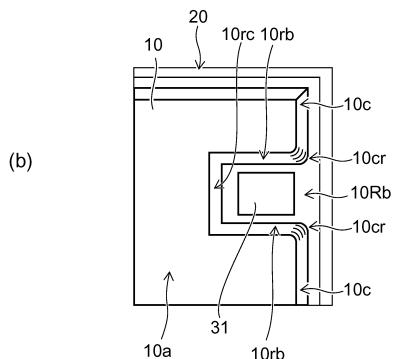
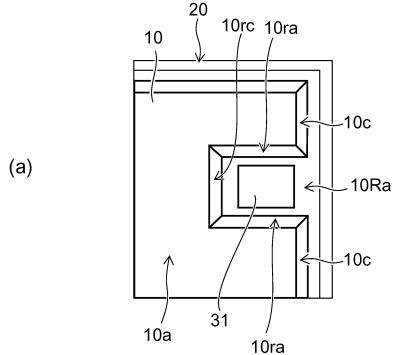
【図7】



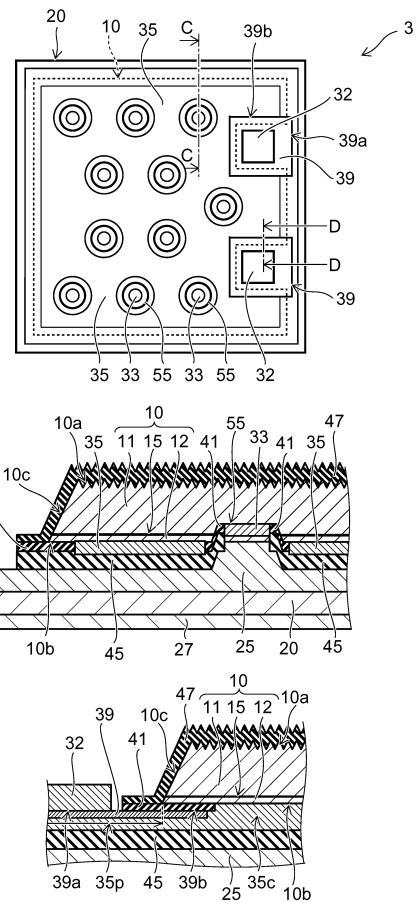
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

審査官 皆藤 彰吾

(56)参考文献 特表2014-525679(JP,A)

特開2013-084878(JP,A)

特開2013-187332(JP,A)

特開2016-134422(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64