

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3745763号
(P3745763)

(45) 発行日 平成18年2月15日(2006.2.15)

(24) 登録日 平成17年12月2日(2005.12.2)

(51) Int. Cl. F I
HO 1 L 33/00 (2006.01) HO 1 L 33/00 E
 HO 1 L 33/00 C

請求項の数 19 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2003-376747 (P2003-376747)	(73) 特許権者	591003770
(22) 出願日	平成15年11月6日(2003.11.6)		三星電機株式会社
(65) 公開番号	特開2005-19939 (P2005-19939A)		大韓民国京畿道水原市靈通區梅灘3洞314番地
(43) 公開日	平成17年1月20日(2005.1.20)	(74) 代理人	100083806
審査請求日	平成15年11月6日(2003.11.6)		弁理士 三好 秀和
(31) 優先権主張番号	2003-040796	(72) 発明者	申 賢 秀
(32) 優先日	平成15年6月23日(2003.6.23)		大韓民国ソウル市江南區大峙洞901-56401号
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		審査官 岡田 吉美

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオード及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

サファイア基板と、

前記基板上に第1 GaNクラッド層、活性層、第2 GaNクラッド層順に形成され、前記第1 GaNクラッド層の1つ以上の領域が所定の幅を有する直線形態で露出する発光構造物と、

前記発光構造物が露出した第1 GaNクラッド層及び第2 GaNクラッド層上に、前記発光構造物の相互対向する両側端部の第1 GaNクラッド層上部に各々ライン形態で形成される第1電極と、前記発光構造物の中央の第2 GaNクラッド層上部に前記第1電極と平行なライン形態で形成される第2電極と、

前記発光構造物及び多数の電極上に形成され、一部分が穿孔されて多数の電極各々の所定領域を除いた残りの部分及び発光構造物を保護するパシベーション層と、

前記パシベーション層の上部に相互絶縁するよう形成され、各々前記パシベーションの穿孔された部分を通して第1、第2電極と接触する第1、第2ボンディング用電極と、

を有することを特徴とするフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオード。

【請求項2】

前記発光構造物は相互対向する両側端部にライン形態で活性層及び第2 GaNクラッド層がエッチングされて成ることを特徴とする請求項1に記載のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオード。

10

20

【請求項 3】

前記フリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードは前記パシベーション層と第 1、第 2 ボンディング用電極との間に形成される反射層をさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオード。

【請求項 4】

前記第 1、第 2 ボンディング用電極は反射物質とバリア (b a r r i e r) 物質とボンディング物質とを有する合金から成ることを特徴とする請求項 1 に記載のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオード。

【請求項 5】

前記発光ダイオードは前記基板と発光構造物との間に形成されるバッファ層をさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオード。

【請求項 6】

前記発光ダイオードは発光構造物の第 2 G a N クラッド層と第 2 電極との間に形成される透明電極をさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオード。

【請求項 7】

前記反射層は A g、A l、P d、R h 及びその合金から成るグループから選択された物質で成ることを特徴とする請求項 3 に記載のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオード。

【請求項 8】

前記反射物質は A g、A l、P d、R h 及びその合金から構成されたグループから選択されることを特徴とする請求項 4 に記載のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオード。

【請求項 9】

前記バリア物質は T i、W、C r、P t、N i 及びその合金から成るグループから選択されることを特徴とする請求項 4 に記載のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオード。

【請求項 10】

前記ボンディング物質は A u、S n、I n 及びその合金から成るグループから選択されることを特徴とする請求項 4 に記載のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオード。

【請求項 11】

サファイア基板上に第 1 G a N クラッド層、活性層、第 2 G a N クラッド層の順で成長させる成長段階と、

前記成長した活性層及び第 2 G a N クラッド層の所定領域をエッチングし、第 1 G a N クラッド層の所定領域を外部に露出させるエッチング段階と、

前記第 2 G a N クラッド層の上部に透明電極を形成する透明電極形成段階と、

第 1 G a N クラッド層と接触する第 1 電極をチップの両側端部に各々相互平行に 2 個形成し、第 2 G a N クラッド層と接触する第 2 電極を前記第 1 電極同士の間に前記第 1 電極と等間隔を有するよう形成して、前記透明電極の上部と前記第 1 G a N クラッド層の露出領域に、各々相互平行なライン形態で第 1、第 2 電極を同時に形成する電極形成段階と、

前記第 1、第 2 電極が形成された第 1、第 2 G a N クラッド層の上部をパシベーション後、前記第 1、第 2 電極の所定領域が露出するようパシベーション層を穿孔するパシベーション段階と、

前記パシベーション層の上部に前記穿孔部分を通して第 1、第 2 電極に各々接触されながら互いに絶縁するよう第 1、第 2 ボンディング用電極を形成するボンディング電極形成段階と、

を有することを特徴とするフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオード

10

20

30

40

50

ドの製造方法。

【請求項 1 2】

前記エッチング段階は前記成長したチップの相互対向する両側部から第 2 GaN クラッド層及び活性層までメサエッチングを施すことを特徴とする請求項 1 1 に記載のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードの製造方法。

【請求項 1 3】

前記電極形成段階において、第 1、第 2 電極の線幅は約 10 ~ 20 μm に形成することを特徴とする請求項 1 1 に記載のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードの製造方法。

【請求項 1 4】

前記製造方法は前記ボンディング電極の形成前に前記パシベーション層上に反射層を形成する段階をさらに有することを特徴とする請求項 1 1 に記載のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードの製造方法。

【請求項 1 5】

前記ボンディング電極形成段階は、反射物質とバリア物質とボンディング物質とで成るメタルで第 1、第 2 電極を形成することを特徴とする請求項 1 1 に記載のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードの製造方法。

【請求項 1 6】

前記反射層は Ag、Al、Pd、Rh 及びその合金から成るグループから選択された物質で成ることを特徴とする請求項 1 4 に記載のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードの製造方法。

【請求項 1 7】

前記反射物質は Ag、Al、Pd、Rh 及びその合金から成るグループから選択されることを特徴とする請求項 1 5 に記載のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードの製造方法。

【請求項 1 8】

前記バリア物質は Ti、W、Cr、Pt、Ni 及びその合金から成るグループから選択されることを特徴とする請求項 1 5 に記載のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードの製造方法。

【請求項 1 9】

前記ボンディング物質は Au、Sn、In 及びその合金から成るグループから選択されることを特徴とする請求項 1 5 に記載のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は発光ダイオードに関するもので、より詳しくは電極配列を最適化しながら十分なボンディング面積を確保でき、所定の部分に電流が集中する現象を防止し、輝度及び信頼性を向上させることのできるフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオード及びその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、発光ダイオード (Light Emitting Diode、LED) は電子と孔との再結合を基に発光する半導体素子として、光通信、電子機器などに光源として普く使用されている。

【0003】

前記発光ダイオードにおいて発光される光の周波数 (あるいは波長) は半導体素子に使用される材料のバンドギャップ関数で、小さいバンドギャップを有する半導体材料を使用する場合は低エネルギー長波長の光子が発生し、広いバンドギャップを有する半導体材料を使用する場合は短波長の光子が発生する。例えば、AlGaInP 物質は赤色波長の光

10

20

30

40

50

を発生し、シリコンカーバイド (SiC) と III 族窒化物系半導体 (とりわけ、ガリウムナイトライド (GaN)) では青色または紫外線波長の光を発生する。そのうち、ガリウム系発光ダイオードは GaN のバルク単結晶を形成できない為、GaN 結晶の成長に適した基板を用いなければならないが、代表的なものにサファイア (アルミニウムオキシド (Al_2O_3)) がある。

【0004】

図7は一般のガリウム系発光ダイオードの基本構造を表す側断面図として、GaN 発光ダイオード (510) はサファイア成長基板 (511) と前記サファイア基板 (511) 上に形成される GaN 発光構造物 (513) と、前記 GaN 発光構造物 (513) に形成される p 側電極 (515) と、n 側電極 (516) とを含む。

10

【0005】

前記 GaN 発光構造物 (513) はサファイア基板 (511) 上に順次形成された n 型 GaN クラッド層 (513a) と、多重量子井戸 (multi-quantum well) 構造の活性層 (513b) と、p 型 GaN クラッド層 (513c) とで成る。該 GaN 発光構造物 (513) は有機金属化学蒸着法 (Metal Organic Chemical vapor deposition, MOCVD) などの工程から設定することができる。この際、前記 GaN 発光構造物 (513) において n 型 GaN クラッド層 (513a) を成長させる前にサファイア基板 (511) との格子整合を向上させるべく、AlN/GaN から成るバッファ層 (図示せず) を形成することもできる。

【0006】

そして、前記 GaN 発光構造物 (513) は p 型 GaN クラッド層 (513c) と活性層 (513b) とを乾式エッチングして n 型 GaN クラッド層 (513a) の一部上面を露出させる。

20

【0007】

前記露出した n 型 GaN クラッド層 (513a) の上面とエッチングされない p 型 GaN クラッド層 (513c) の上面に、各々所定の電圧を印加するため n 側電極 (516) と p 側電極 (515) を形成する。ここで、一般に電流注入面積を増加させながらも発生される光の輝度に悪影響を与えないよう、前記 p 型 GaN クラッド層 (513c) の上面に p 側電極 (515) を形成する前に透明電極 (transparent electrode: 514) を形成することもできる。

30

【0008】

こうした構造の GaN 系発光ダイオードはチップサイドアップ (chip side up) 方式によりダイボンディング (die bonding) 工程を用いて発光ダイオードパッケージに作製することができる。この場合、前記 p 側電極 (515) と n 側電極 (516) の形成された方向が発光方向になるが、前記電極 (515、516) の形成された部分からは発光が行われず、またサファイアの低い熱伝導性の為、発光時にチップから発生する熱の放出が遅れ気味になり、そうして発光ダイオードの寿命が短縮するという問題がある。

【0009】

前記のような問題を解決すべく、図7の発光ダイオード (510) を逆さにし、p 側電極 (515) と n 側電極 (516) を直接印刷回路基板またはリードフレーム上にダイボンディング工程により装着して、サファイア基板 (511) の形成された方向を発光方向とするフリップチップ (flip-chip) 形態にも構成され、こうしたフリップチップ用発光ダイオードに対する研究も活発に進んでいる。

40

【0010】

図8(A)、(B)は従来のフリップチップ構造から成る発光ダイオードの例として、米国特許番号第6、333、522号 (名称: Light-emitting element, semiconductor light-emitting device, and manufacturing methods therefor, 2001年12月25日特許登録) に開示された発光ダイオードの上面図及び該発光ダイオードの A

50

- A断面図を各々表す。

【0011】

前記発光ダイオード(520)は、先のようにサファイア基板(521)の上面に順次にバッファ層(522)、n型GaNクラッド層(523a)、活性層(523b)、p型GaNクラッド層(523c)が形成され、前記形成された活性層(523b)とp型GaNクラッド層(523c)を乾式エッチングして、n型GaNクラッド層(523a)の一部を露出させた後、前記露出したn型GaNクラッド層(523a)の上部にはn側電極(526)を、前記エッチングされないp型GaNクラッド層(523c)の上部には透明電極(524)を介在させてp側電極(525)を形成する。

【0012】

次いで、前記p側電極(525)とn側電極(526)上に各々AuまたはAu合金から成るマイクロバンプ(microbump)(527、528)を形成する。前記発光ダイオード(520)は、図8(B)の逆さの状態でLEDデバイスのリードフレームなどにマイクロバンプ(527、528)がボンディング工程により装着される。

【0013】

前記米国特許番号第6、333、522号に開示される発光ダイオードは、Siダイオード要素と基板とが一体になるよう形成され、電氣的接続に要求される面積を減らし、発光効率を高められるが、最適の均一な電流の流れが得られず、発光ダイオードの動作時に供給される電流が素子の所定部分に集中し、それにより発光ダイオードの寿命が短縮するという問題がある。

【特許文献1】米国特許番号第6、333、522号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

本発明は上述した従来の問題を解決すべく提案されたもので、その目的は、発光ダイオードにおける電極配列を最適化しながらボンディングのための十分な面積を確保でき、輝度及び信頼性を向上させるフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオード及びその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明の目的を成し遂げるための構成手段として、本発明は、サファイア基板；前記基板上に第1GaNクラッド層、活性層、第2GaNクラッド層順に形成され、前記第1GaNクラッド層の1つ以上の領域が所定の幅を有する直線形態で露出する発光構造物；前記発光構造物の露出した第1GaNクラッド層及び第2GaNクラッド層上に最小線幅を有するライン形態で相互平行に形成される第1、第2電極；前記発光構造物及び多数の電極上に形成され、一部が穿孔され複数の電極各々の所定領域を除いた残りの部分及び発光構造物を保護するパシベーション層；及び、前記パシベーション層の上部に相互絶縁するよう形成され、各々前記パシベーション層の穿孔部分を通して第1、第2電極と接触する第1、第2ボンディング用電極を含むフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードを提供する。

【0016】

本発明において、前記発光構造物は、好ましくは相互対向する両側端部にライン形態で活性層及び第2GaNクラッド層がエッチングされ、前記第1電極が前記発光構造物の相互対向する両側端部の第1GaNクラッド層上部に各々最小線幅を有するライン形態で形成され、前記第2電極は前記発光構造物の中央の第2GaNクラッド層上部に前記第1電極と平行な最小線幅のライン形態で形成されることを特徴とする。これに電流が均一に流れるようにして電流集中による寿命短縮などの問題を除去することができる。さらに、本発明において、前記フリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードは前記パシベーション層と第1、第2ボンディング用電極との間に形成される反射層をさらに含むことができる。

10

20

30

40

50

【0017】

さらに、本発明は他の構成手段として、サファイア基板上に第1 GaNクラッド層、活性層、第2 GaNクラッド層順に成長させる成長段階；前記成長した活性層及び第2 GaNクラッド層の所定領域をエッチングして、第1 GaNクラッド層の所定領域を外部に露出させるエッチング段階；前記第2 GaNクラッド層の上部に透明電極を形成する透明電極形成段階；前記透明電極の上部と前記第1 GaNクラッド層の露出領域に各々相互平行な最小線幅を有するライン形態で第1、第2電極を同時形成する電極形成段階；前記第1、第2電極の形成された第1、第2 GaNクラッド層上部をパシベーションしてから、前記第1、第2電極の所定領域が露出するようにパシベーション層を穿孔するパシベーション段階；及び、前記パシベーション層の上部に前記穿孔された部分を通して第1、第2電極に各々接触され相互絶縁されるよう第1、第2ボンディング用電極を形成するボンディング電極形成段階を含むことを特徴とするフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードの製造方法を提供する。

10

【0018】

前記本発明のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードの製造方法において、エッチング段階は、好ましくは前記成長したチップの相互対向する両側部において第2 GaNクラッド層及び活性層までメサエッチングを施してなることができる。さらに、前記本発明のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードの製造方法において、前記電極形成段階は、第1 GaNクラッド層と接触する第1電極をチップの両側端部に各々相互平行に2個ずつ形成し、第2 GaNクラッド層と接触する第2電極を前記第1電極同士の間の前記第1電極と等間隔を有するよう形成することが好ましい。さらに、本発明のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードの製造方法において、前記電極形成段階で第1、第2電極の線幅は約10～20 μmに形成することができる。

20

【0019】

さらに、本発明のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードの製造方法は、前記ボンディング電極を形成する前に前記パシベーション層上に反射層を形成する段階をさらに含むことができる。さらに、本発明のフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードの製造方法において、前記ボンディング電極形成段階は反射物質とバリア物質とボンディング物質とで成るメタルから第1、第2電極を形成することが好ましい。さらに、前記本発明によるフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオード及びその製造方法において、前記反射層や反射物質はAg、Al、Pd、Rh及びその合金から成るグループから選択された物質とされることができ、前記バリア物質はTi、W、Cr、Pt、Ni及びその合金から成るグループから選択することができ、前記ボンディング物質はAu、Sn、In及びその合金から成るグループから選択することができる。

30

【発明の効果】

【0020】

上述したように、本発明による発光ダイオードは発光用半導体物質に電源を印加する電極の面積を最小化することにより、発光面積を増やして輝度を増加させることができ、さらに発光面積を犠牲させることなく電極配置を最適化することにより均一な電流拡散効果を奏し、一定部分の電流集中による寿命短縮が改善でき、別途のボンディング用電極を具備することにより、十分なボンディング面積を得て、フリップチップ構造に具現時、Si基板を通して熱放出特性を極大化できる優れた効果を奏する。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

添付の図面に基づき本発明によるフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードの構造及びその製造方法について説明する。図1は本発明によるフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードの製造工程を順次に説明するフローチャートで、図2(A)ないし図4は前記工程段階別各チップの状態を表す側断面図であり、前

50

記両図を参照しながら本発明によるフリップチップボンディング用窒化ガリウム系発光ダイオードの構造及びその製造方法について説明する。

【0022】

先ず、本発明による発光ダイオードはサファイア基板に発光構造物を成長させることから始まる(301)。図2(A)はサファイア基板(41)上に発光構造物(43)を成長させた状態を表す断面図であり、前記発光構造物(43)は第1 GaNクラッド層としてn型 GaNクラッド層(43a)と、多重量子井戸(MQW)構造の活性層(43b)と、第2 GaNクラッド層としてp型 GaNクラッド層(43c)がサファイア基板(41)から順次に成長される。この際、発光構造物(43)は一般に公知されたMOCVDなどの工程により成長されることができ、前記発光構造物(43)の形成前にサファイア

10

【0023】

次いで、前記段階において形成された発光構造物(43)の所定領域をp型 GaNクラッド層(43c)から活性層(43b)までエッチングする(302)。前記エッチング段階(302)においては図2(B)に表すように、前記成長した発光構造物(43)の相互対向する両側端部から約20~30 μ mの幅でp型 GaNクラッド層(43c)から活性層(43b)までエッチングする。

【0024】

次の段階として図3(A)のように、前記発光構造物(43)のp型 GaNクラッド層(43c)の上部に透明電極(44)を形成する(303)。前記透明電極(44)は輝

20

【0025】

次いで、前記n型 GaNクラッド層(43a)及び透明電極(44)(透明電極(44)が省略された場合はp型 GaNクラッド層(43c)上に各々第1電極であるn側電極(46)と第2電極であるp側電極(45)を同時に形成する(304)。この際、図3(A)のように、前記n側電極(46)はチップの両側方向の第1 GaNクラッド層(43a)の上部に2個のライン電極(46a、46b)として形成され、前記p側電極(45)は前記2個のライン電極(46a、46b)間の透明電極(44)(透明電極(44)が省略された場合はp型 GaNクラッド層(43c)上に前記電極(46a、46

30

【0026】

この際、前記電極(45、46)は半導体製造技術により形成できる限り最小の線幅を有し、その幅は、例えば10~20 μ mで、その長さとはできるだけチップの長さとはほぼ一致するようにする。

【0027】

次の段階として、前記のように電極形成後、その上部に透明な不導体膜でパシベーション(passivation)層(47)を形成して前記チップを保護するが、この際、前記形成された電極(45、46)の一部または全部が露出するようパシベーション層の該当部分が穿孔される(305)。

40

【0028】

図3(B)は前記段階305において形成されたパシベーション層(47)の側面図及び上面図で、前記実施例においてはn側電極(46)のうち1つの電極(46a)と対応する位置に電極とはほぼ類似する状態(ほぼ同一な線幅と長さを有するライン形態)で穿孔され、他電極(46b)では該当電極(46b)の両終端に対応する位置に孔形態で穿孔される。そして、p側電極(45)と対応する位置には該当p側電極(45)と類似する形態(ほぼ同一な線幅と長さを有するライン形態)で穿孔される。

【0029】

前記パシベーション層(47)の穿孔形態はn側電極(46)及びp側電極(45)と以降外部に形成されるボンディング用電極(図4の符号48)との電氣的接触のためのも

50

ので、必要に応じて他形態に変形することができる。

【0030】

次いで、前記パシベーション層(47)上に、各々n側電極(46)及びp側電極(45)に接続されながら互いに絶縁するよう第1、第2ボンディング用電極(48a、48b)を形成する。

【0031】

図4は前記の第1、第2ボンディング用電極(48a、48b)まで形成された状態のチップの断面図及び上面図で、前記実施例において第1ボンディング用電極(48a)は逆「コ」の字形状でp側電極(45)の位置を基準に左側の殆どを覆うよう形成され、第2ボンディング用電極(48b)はp側電極(45)の垂直方向の位置を含んで殆どの右側領域上部に形成される。前記第1、第2ボンディング用電極(48a、48b)は外部から印加された電流を前記n側及びp側電極(46、45)に伝達しながら基板やリードフレームとボンディングされる部分として、十分なボンディング面積を確保するようチップ面積全体に亘って各々n側電極(46)とp側電極(47)との接触を維持しながら互いに絶縁するよう形成されるが、その形状は図4の実施例に限らず変形することができる。以上説明したように形成される発光ダイオードでは、発光構造物(43)上に形成されるn側電極(46)とp側電極(45)が占める面積を最小化することができる。

10

【0032】

さらに、n側電極(46)とp側電極(45)とが相互等間隔で平行配列されることにより、電流が所定部分に集中せず均一に伝えられる。従って、発光面積を犠牲させることなく理想的な均一した電流伝達効果を得るようになる。

20

【0033】

さらに、前述した構造の発光ダイオードでは、n側電極(46)及びp側電極(45)に加えて2次的に第1、第2ボンディング用電極(48a、48b)を具備することにより、十分なボンディング面積を確保することができ、前記第1、第2ボンディング用電極(48a、48b)を介して熱伝導性の良好なSiサブマウント(sub-mount)をフリップチップボンディング技術により結合することで、発光動作時にチップから発生する熱の外部放出を容易にさせることができる。

【0034】

さらに、前記第1、第2ボンディング用電極(48a、48b)を形成する前にパシベーション層(47)上に反射層を形成して、輝度を増加させることができる。さらに、前記第1、第2ボンディング用電極(48a、48b)を、反射物質とバリア物質とボンディング物質とを合せた物質から形成することにより、反射効果及びバリア効果を追加することができる。

30

【0035】

この際、反射物質はAg、Al、Pd、Rh及びその合金から成るグループから選択することができ、バリア物質はTi、W、Cr、Pt、Ni及びその合金から成るグループから選択することができ、ボンディング物質はAu、Sn、In及びその合金から成るグループから選択することができる。

【0036】

前記のように、第1、第2ボンディング用電極(48a、48b)を反射膜とすることにより、フリップチップ具現時に発光ダイオード(40)チップとSi基板との間にYAGを挟む必要が無く、その為に発生していた問題を除去することができる。また、ホワイトダイオードの具現時にアンダーフィル(under-fill)が不要になる。

40

【0037】

図5は先述のように製造された発光ダイオードチップの全体構造を表す断面図及び上面図で、前記発光ダイオード(40)は、サファイア基板(41)と、前記基板(41)上にn型GaNクラッド層(43a)、活性層(43b)、p型GaNクラッド層(43c)の順に形成され、前記n型GaNクラッド層(43a)の1つ以上の領域が所定の幅を有する直線形態で露出する発光構造物(43)と、前記発光構造物(43)のp型GaN

50

クラッド層(43c)上に形成される透明電極(44)と、前記発光構造物(43)の露出したn型GaNクラッド層(43a)及び透明電極(44)上に各々最小線幅を有するライン形態で相互平行に形成されるn側及びp側電極(46、45)と、前記発光構造物(43)及び複数の電極(45、46)上に形成され、一部が穿孔されて複数電極(45、46)各々の所定領域を除いた残りの部分及び発光構造物を保護するパシベーション層(47)と、前記パシベーション層(47)の上部に相互絶縁するよう形成され各々前記パシベーションの穿孔された部分を通してn側電極(46)とp側電極(45)に接触する第1、第2ボンディング用電極(48a、48b)とで成る。

【0038】

図6は本発明による発光ダイオード(40)をSi基板にフリップチップボンディング技術を適用して結合した実施例で、信号パターン(62)の形成されたSi基板(61)の上部にAuバンプ(bump)(63)を形成し、前記発光ダイオード(40)の第1、第2ボンディング用電極(48a、48b)上にAuを蒸着後、前記第1、第2ボンディング用電極(48a、48b)とSi基板(61)とを対向させ、Au-Au超音波接合を施す。

10

【0039】

この際、前記第1、第2ボンディング用電極(48a、48b)が十分な面積を確保することにより、ボンディングのためのAuバンプ数は従来の2個から4個に増やすことができる。図5において未説明の符号49は前記Si基板(61)のAuバンプ(63)と接合するAu蒸着部を表すもので、図示のように4個で形成することもできる。以上のように熱伝導性の良好なSi基板(61)との接合面積を増加させることにより、熱放出特性をより改善することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明によるフリップチップボンディング用GaN発光ダイオードの製造方法を順序に従って表したフローチャートである。

【図2】(A)、(B)は本発明によるフリップチップボンディング用GaN発光ダイオードの製造工程を説明する各工程段階別断面図である。

【図3】(A)、(B)は本発明によるフリップチップボンディング用GaN発光ダイオードの製造工程を説明する各工程段階別断面図である。

30

【図4】本発明によるフリップチップボンディング用GaN発光ダイオードの製造工程を説明する各工程段階別断面図である。

【図5】本発明により具現されたフリップチップボンディング用GaN発光ダイオードの構造を表す斜視図である。

【図6】本発明によるGaN発光ダイオードをSi基板にフリップチップボンディング技術により結合した状態を表す断面図である。

【図7】GaN系発光ダイオードの基本構造を表す側断面図である。

【図8】(A)、(B)は従来のフリップチップボンディング用GaN発光ダイオードの上面図及び側断面図である。

【符号の説明】

40

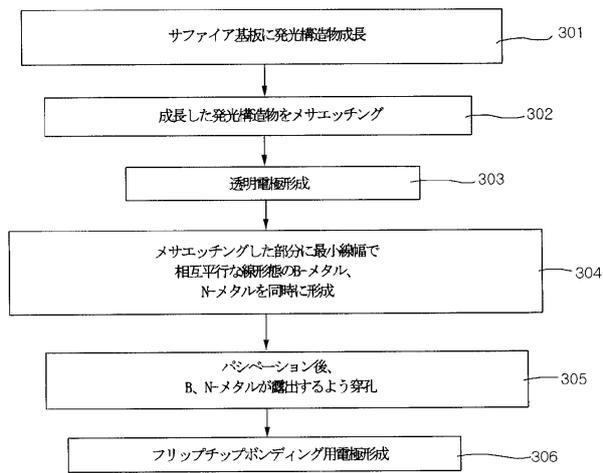
【0041】

- 41 サファイア基板
- 42 バッファ層
- 43 発光構造物
- 43a n型GaNクラッド層
- 43b 活性層
- 43c p型GaNクラッド層
- 44 透明電極
- 45 p側電極
- 46a、46b 第1、第2n側電極

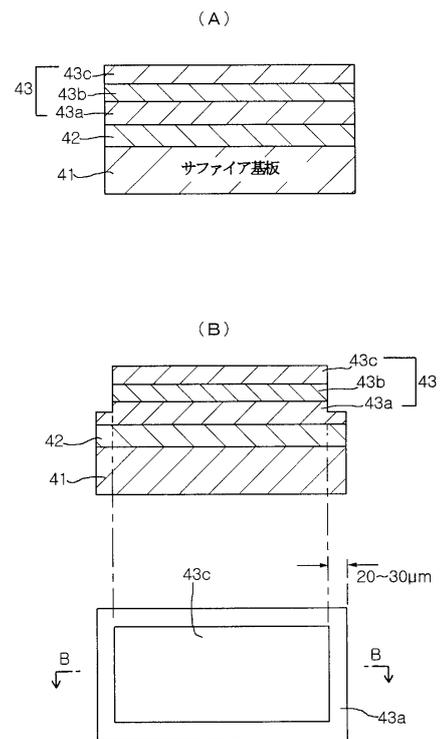
50

- 47 パシベーション層
- 48 a、48 b 第1、第2ボンディング電極
- 49 ボンディング部

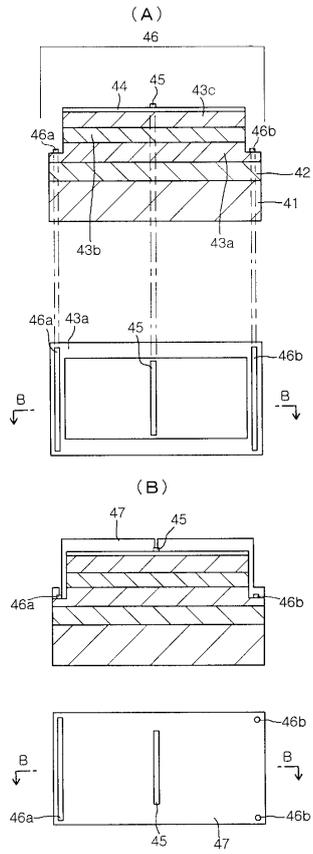
【図1】



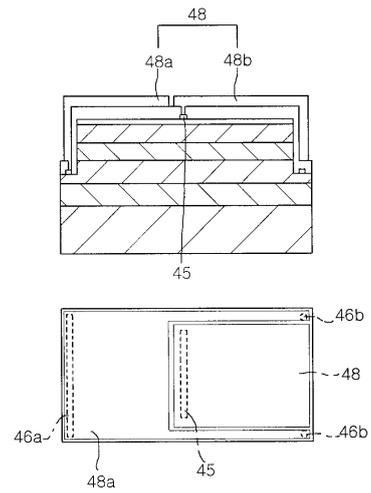
【図2】



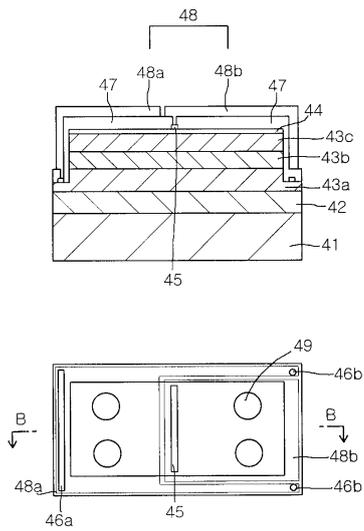
【 図 3 】



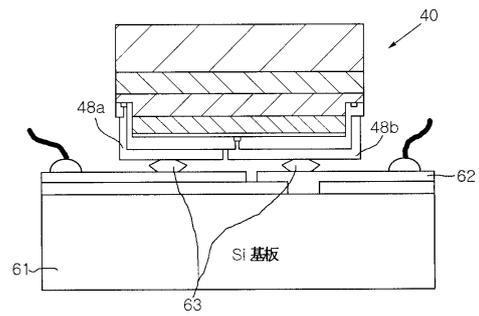
【 図 4 】



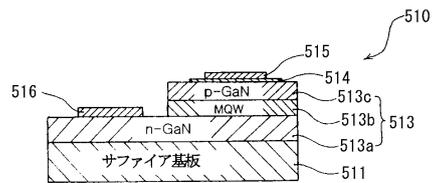
【 図 5 】



【 図 6 】

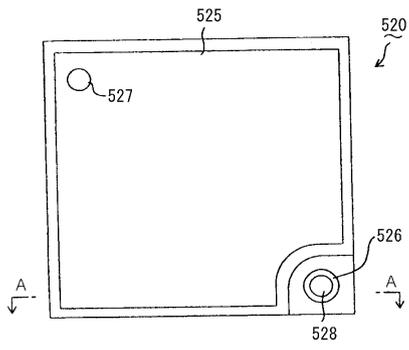


【 図 7 】

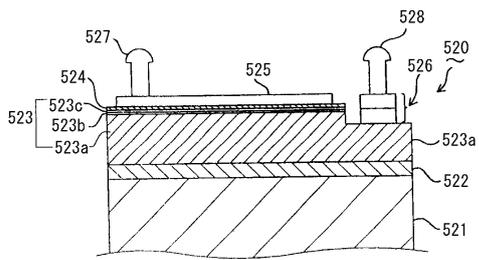


【 図 8 】

(A)



(B)



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-044498(JP,A)
特開2001-127348(JP,A)
米国特許第06078064(US,A)
特開2001-217467(JP,A)
特開2003-017757(JP,A)
特開平07-030153(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00

H01S 5/00 - 5/50