

(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2014-7192

(P2014-7192A)

(43) 公開日 平成26年1月16日(2014.1.16)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H 0 1 L 33/02	(2010.01)	H 0 1 L 33/00	1 0 0	5 F 1 4 1
B 2 3 K 35/26	(2006.01)	B 2 3 K 35/26	3 1 0 C	
C 2 2 C 12/00	(2006.01)	C 2 2 C 12/00		

審査請求 有 請求項の数 14 O L 外国語出願 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-139878 (P2012-139878)	(71) 出願人	390023582
(22) 出願日	平成24年6月21日 (2012. 6. 21)		財団法人工業技術研究院
			台湾新竹縣竹東鎮中興路四段195號
			195 Chung Hsing Rd.
			, Sec. 4, Chutung, Hsin
			-Chu, Taiwan R. O. C
		(74) 代理人	110000154
			特許業務法人はるか国際特許事務所
		(72) 発明者	シウージェン リン
			台湾 シンチュウ カウンティ ジューベ
			イ シティ リウジア フィフス ロード
			セクション 2 ナンバー 202 3
			フロア-6
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 LEDウェハーを接合する方法、LEDチップを製造する方法及び接合構造

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】LEDウェハーを接合する方法、LEDチップを製造する方法、及び接合構造を提供する。

【解決手段】LEDウェハーを接合する方法は以下のステップを含む。LEDウェハー上に第1の金属薄膜を形成する。基板上に第2の金属薄膜を形成する。融点が約110以下である接合材料層を第1の金属薄膜の表面上に形成する。LEDウェハーを基板上に配置する。接合材料層をプレスリッド時間にわたってプレスリッド反応温度において加熱して、プレスリッド反応を実行する。接合材料層を拡散時間にわたって拡散反応温度において加熱して、拡散反応を実行し、拡散反応後の第1の金属間化合物層及び第2の金属間化合物層の融点は、約110よりも高い。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光ダイオード（ＬＥＤ）ウェハーと基板とを接合する方法であって、該接合方法は、
前記ＬＥＤウェハー上に第１の金属薄膜を形成し、
前記基板上に第２の金属薄膜を形成し、
前記第１の金属薄膜の表面上に接合材料層を形成し、該接合材料層の融点が１１０以下であり、

前記接合材料層が前記第２の金属薄膜と接触できるようにするように前記基板上に前記ＬＥＤウェハーを配置し、

前記接合材料層をプレスリッド時間にわたってプレスリッド反応温度において加熱して前記第１の金属薄膜と前記接合材料層との間に第１の金属間化合物層を形成するとともに前記第２の金属薄膜と前記接合材料層との間に第２の金属間化合物層を形成するプレスリッド反応を実行し、

前記接合材料層を拡散時間にわたって拡散反応温度において加熱して拡散反応を実行し、該拡散反応後の前記第１の金属間化合物層及び前記第２の金属間化合物層の融点が１１０より高い、

発光ダイオード（ＬＥＤ）ウェハーと基板とを接合する方法。

【請求項 2】

前記プレスリッド反応温度は８０～２００であり、前記プレスリッド時間は０．１秒～１０分である、請求項１に記載のＬＥＤウェハーを接合する方法。

【請求項 3】

前記拡散時間は０．５時間～３時間である、請求項１に記載のＬＥＤウェハーを接合する方法。

【請求項 4】

前記拡散反応温度は８０～２００である、請求項１に記載のＬＥＤウェハーを接合する方法。

【請求項 5】

前記第１の金属薄膜の材料は、金（Ａｕ）、銀（Ａｇ）、銅（Ｃｕ）、ニッケル（Ｎｉ）又はこれらの組み合わせを含む、請求項１に記載のＬＥＤウェハーを接合する方法。

【請求項 6】

前記接合材料層の材料は、ビスマスインジウム（Ｂｉ－Ｉｎ）、ビスマスインジウム亜鉛（Ｂｉ－Ｉｎ－Ｚｎ）、ビスマスインジウムスズ（Ｂｉ－Ｉｎ－Ｓｎ）、ビスマスインジウムスズ亜鉛（Ｂｉ－Ｉｎ－Ｓｎ－Ｚｎ）又はこれらの組み合わせを含む、請求項１に記載のＬＥＤウェハーを接合する方法。

【請求項 7】

前記第１の金属間化合物層及び前記第２の金属間化合物層のそれぞれの材料は、銅インジウムスズ（Ｃｕ－Ｉｎ－Ｓｎ）金属間化合物、ニッケルインジウムスズ（Ｎｉ－Ｉｎ－Ｓｎ）金属間化合物、ニッケルビスマス（Ｎｉ－Ｂｉ）金属間化合物、金インジウム（Ａｕ－Ｉｎ）金属間化合物、銀インジウム（Ａｇ－Ｉｎ）金属間化合物、銀スズ（Ａｇ－Ｓｎ）金属間化合物、金ビスマス（Ａｕ－Ｂｉ）金属間化合物、金スズ（Ａｕ－Ｓｎ）金属間化合物又はこれらの組み合わせを含む、請求項１に記載のＬＥＤウェハーを接合する方法。

【請求項 8】

前記接合材料層の厚みは０．２マイクロメートル～５．０マイクロメートルである、請求項１に記載のＬＥＤウェハーを接合する方法。

【請求項 9】

発光ダイオード（ＬＥＤ）チップを製造する方法であって、

請求項１に記載のＬＥＤウェハーを接合する方法と、

前記ＬＥＤウェハーのベースをリフトオフし、前記ＬＥＤウェハー及び前記基板を個片に切断することであって、複数のＬＥＤチップを形成する、リフトオフして切断すること

10

20

30

40

50

と、

を含む、発光ダイオード（ＬＥＤ）チップを製造する方法。

【請求項１０】

接合構造であって、

基板と、

前記基板上に配置される第２の金属薄膜と、

前記第２の金属薄膜上に配置される第２の金属間化合物層と、

前記第２の金属間化合物層上に配置される第１の金属間化合物層であって、該第１の金属間化合物層及び前記第２の金属間化合物層のそれぞれの材料は、銅インジウムスズ（ $Cu-In-Sn$ ）金属間化合物、ニッケルインジウムスズ（ $Ni-In-Sn$ ）金属間化合物、ニッケルビスマス（ $Ni-Bi$ ）金属間化合物、金インジウム（ $Au-In$ ）金属間化合物、銀インジウム（ $Ag-In$ ）金属間化合物、銀スズ（ $Ag-Sn$ ）金属間化合物、金ビスマス（ $Au-Bi$ ）金属間化合物、金スズ（ $Au-Sn$ ）金属間化合物又はこれらの組み合わせを含む、第１の金属間化合物層と、

10

前記第１の金属間化合物層上に配置される第１の金属薄膜と、

前記第１の金属薄膜上に配置されるＬＥＤウェハーと、

を含む、接合構造。

【請求項１１】

前記第１の金属間化合物層及び前記第２の金属間化合物層のそれぞれの材料は、 Ag_2In 、 $AgIn_2$ 又は Ag_3Sn を含む、請求項１０に記載の接合構造。

20

【請求項１２】

前記第１の金属間化合物層と前記第２の金属間化合物層との間に介在する中間層を更に含み、該中間層の材料は、スズ（ Sn ）、ビスマス（ Bi ）、インジウム（ In ）及び亜鉛（ Zn ）又はこれらの組み合わせを含む、請求項１０に記載の接合構造。

【請求項１３】

前記第２の金属薄膜の材料は、金（ Au ）、銀（ Ag ）、銅（ Cu ）、ニッケル（ Ni ）又はこれらの組み合わせを含む、請求項１０に記載の接合構造。

【請求項１４】

前記第１の金属薄膜の材料は、金（ Au ）、銀（ Ag ）、銅（ Cu ）、ニッケル（ Ni ）又はこれらの組み合わせを含む、請求項１０に記載の接合構造。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本技術分野はＬＥＤウェハーを接合する方法、ＬＥＤチップを製造する方法及び接合構造に関する。

【背景技術】

【０００２】

主流の発光ダイオード（ＬＥＤ）チップは３つのタイプの構造、すなわち、サファイアベース構造（sapphire base structure）、フリップチップ構造（flip-chip structure）及び縦型構造（vertical structure）を有する。例えば、サファイアベースを有するＬＥＤが、米国特許第７５６６９０８号に記述されている。サファイアベースは、機械的特性に優れ、コストが低いという特徴を有し、主流の窒化ガリウム（ GaN ）成長用基板（growth substrate）になってきている。

40

【０００３】

縦型構造を有するＬＥＤチップに関しては、ＬＥＤウェハー、並びに熱伝導性及び電気伝導性材料が最初に接合され、その後、エキシマーレーザー（excimer laser）を用いて、サファイアベースがリフトオフ（lift off）される。縦型構造を有するＬＥＤチップは、放熱性が高く、発光効率が高く、電流クラスタリング（current clustering）がないという特徴を有し、高電力ＬＥＤチップのための主流の構造になっている。

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本開示はＬＥＤウェハーを接合する方法、ＬＥＤチップを製造する方法及び接合構造に関する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

一実施の形態によれば、発光ダイオード（ＬＥＤ）ウェハーを接合する方法が提供される。該接合方法はＬＥＤウェハー及び基板を接合する方法である。該接合方法は以下のステップを含む。ＬＥＤウェハー上に第１の金属薄膜を形成する。基板上に第２の金属薄膜を形成する。第１の金属薄膜の表面上に接合材料層を形成し、接合材料層の融点は約１１０以下である。接合材料層が第２の金属薄膜と接触できるようにするように、ＬＥＤウェハーを基板上に配置する。接合材料層をプレソリッド時間（pre-solid time）にわたってプレソリッド反応温度において加熱して、第１の金属薄膜と接合材料層との間に第１の金属間化合物層を形成するとともに第２の金属薄膜と接合材料層との間に第２の金属間化合物層を形成するプレソリッド反応（pre-solid reaction）を実行する。接合材料層を拡散時間にわたって拡散反応温度において加熱して、拡散反応を実行し、拡散反応後の第１の金属間化合物層及び第２の金属間化合物層の融点は約１１０よりも高い。

10

【0006】

別の実施の形態によれば、発光ダイオード（ＬＥＤ）チップを製造する方法が提供される。ＬＥＤチップを製造する方法は以下のステップを含む。ＬＥＤウェハー上に第１の金属薄膜を形成する。基板上に第２の金属薄膜を形成する。第１の金属薄膜の表面上に接合材料層を形成し、接合材料層の融点は約１１０以下である。接合材料層が第２の金属薄膜と接触できるようにするように、ＬＥＤウェハーを基板上に配置する。接合材料層をプレソリッド時間にわたってプレソリッド反応温度において加熱して、第１の金属薄膜と接合材料層との間に第１の金属間化合物層を形成するとともに第２の金属薄膜と接合材料層との間に第２の金属間化合物層を形成するプレソリッド反応を実行する。接合材料層を拡散時間にわたって拡散反応温度において加熱して、拡散反応を実行し、拡散反応後の第１の金属間化合物層及び第２の金属間化合物層の融点は約１１０よりも高い。ＬＥＤウェハーのベースをリフトオフし、ＬＥＤウェハー及び基板を個片に切断（singulate）して、複数のＬＥＤチップを形成する。

20

30

【0007】

代替の実施の形態によれば、接合構造が提供される。該接合構造は、基板と、第２の金属薄膜と、第２の金属間化合物層と、第１の金属間化合物層と、第１の金属薄膜と、ＬＥＤウェハーとを含む。基板上に第２の金属薄膜を配置する。第２の金属薄膜の材料は、金（Au）、銀（Ag）、銅（Cu）、ニッケル（Ni）又はこれらの組み合わせを含む。第２の金属薄膜上に第２の金属間化合物層を配置する。第２の金属間化合物層上に第１の金属間化合物層を配置する。第１の金属間化合物層及び第２の金属間化合物層のそれぞれの材料は、銅インジウムスズ（Cu-In-Sn）金属間化合物、ニッケルインジウムスズ（Ni-In-Sn）金属間化合物、ニッケルビスマス（Ni-Bi）金属間化合物、金インジウム（Au-In）金属間化合物、銀インジウム（Ag-In）金属間化合物、銀スズ（Ag-Sn）金属間化合物、金ビスマス（Au-Bi）金属間化合物又はこれらの組み合わせを含む。第１の金属間化合物層上に第１の金属薄膜を配置する。第１の金属薄膜の材料は、金（Au）、銀（Ag）、銅（Cu）、ニッケル（Ni）又はこれらの組み合わせを含む。第１の金属薄膜上にＬＥＤウェハーを配置する。

40

【0008】

本開示の上記の態様及び他の態様は、非限定的な実施形態（複数の場合もあり）の以下の詳細な説明に関してよりよく理解されるであろう。以下の説明は、添付の図面を参照して行われる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

50

【図１】本開示の一実施形態による、発光ダイオード（ＬＥＤ）ウェハーと基板とを接合する方法、及びＬＥＤチップを製造する方法の流れ図である。

【図２】図１の各ステップの手順を示す図である。

【図３】図１の各ステップの手順を示す図である。

【図４】図１の各ステップの手順を示す図である。

【図５】図１の各ステップの手順を示す図である。

【図６】図１の各ステップの手順を示す図である。

【図７】図１の各ステップの手順を示す図である。

【図８】図１の各ステップの手順を示す図である。

【発明を実施するための形態】

10

【００１０】

以下の詳細な説明において、開示される実施形態が完全に理解されるよう、説明のために、多くの具体的な細部が記述される。しかしながら、これらの具体的な細部を伴うことなく、１つ又は複数の実施形態を実施できることは明らかであろう。他の例では、図面を簡単にするために、既知の構造及びデバイスは概略的に示される。

【００１１】

当業者によって容易に理解されるように、以下に、添付の図面を参照しながら、例示的な実施形態が詳細に記述される。本発明の概念は、種々の形態において具現することができ、本明細書において記述される例示的な実施形態には限定されない。明確にするために、周知の部分の説明は省略されており、同様の参照番号は、全体を通して同様の構成要素を指している。

20

【００１２】

図１～図８を参照されたい。図１は、本開示の一実施形態による、発光ダイオード（ＬＥＤ）ウェハー１１０と基板１７０とを接合する方法、及びＬＥＤチップ３００を製造する方法の流れ図を示す。図２～図８は、図１の各ステップの詳細な手順を示す。

【００１３】

ステップＳ１０１～Ｓ１０６は、ＬＥＤウェハー１１０と基板１７０とを接合する方法に関する。図７に示されるように、ステップＳ１０６が完了した後に、ＬＥＤウェハー１１０と基板１７０とを接合する接合構造２００が形成される。

【００１４】

30

ステップＳ１０１～Ｓ１０７は、ＬＥＤチップ３００を製造する方法に関連する。図８に示されるように、ステップＳ１０７が完了した後に、複数のＬＥＤチップ３００が形成される。

【００１５】

図２を参照されたい。ステップＳ１０１において、ＬＥＤウェハー１１０上に第１の金属薄膜１２０が形成される。ＬＥＤウェハー１１０は、例えば、ベース（base）、Ｎ型半導体層（N-type semiconductor layer）、発光材料層（luminous material layer）及びＰ型半導体層（P-type semiconductor layer）を含む。発光材料層はＮ型半導体層とＰ型半導体層との間に配置され、Ｐ－Ｉ－Ｎ構造を形成する。ベースは、例えばサファイアベースである。Ｎ型半導体層及びＰ型半導体層の材料は、窒化ガリウム（GaN）、窒化ガリウムインジウム（GaInN）、リン化アルミニウムインジウムガリウム（AlInGaP）、窒化アルミニウム（AlN）、窒化インジウム（InN）、窒化インジウムガリウムヒ素（InGaAsN）、窒化インジウムガリウムリン（InGaPN）又はこれらの組み合わせを含む。一実施形態では、第１の金属薄膜１２０は、ＬＥＤウェハー１１０の、ベースの反対側の表面上に形成することができる。

40

【００１６】

ＬＥＤウェハー１１０から放射される光のスペクトル（spectrum）は、その波長が３８０ナノメートル（nm）～７６０ナノメートル（nm）の範囲にあるか、又は他の波長範囲にある任意の可視光のスペクトルとすることができる。さらに、ＬＥＤウェハー１１０は、例えば、サファイアベース構造、縦型構造又はフリップチップ構造によって実現する

50

ことができる。

【0017】

第1の金属薄膜120の材料は、金(Au)、銀(Ag)、銅(Cu)、ニッケル(Ni)又はこれらの組み合わせを含む。本ステップにおいて、第1の金属薄膜120は、電気めっき(electroplating)、スパッタリング(sputtering)又は電子銃蒸着(e-gun evaporation)によってLEDウェハー110上に形成することができ、第1の金属薄膜120の厚みは、限定はしないが、例えば、0.1マイクロメートル(μm)~2.0マイクロメートル(μm)である。例えば、第1の金属薄膜120の厚みは、0.5マイクロメートル(μm)~1.0マイクロメートル(μm)の範囲にある。

【0018】

図3を参照すると、ステップS102において、基板170上に第2の金属薄膜160が形成される。基板170の材料は、金(Au)、銀(Ag)、銅(Cu)、ニッケル(Ni)、モリブデン(Mo)、シリコン(Si)、炭化シリコン(SiC)、窒化アルミニウム(AlN)、金属セラミック複合材料又はこれらの組み合わせを含む。

【0019】

第2の金属薄膜160の材料は、金(Au)、銀(Ag)、銅(Cu)、ニッケル(Ni)又はこれらの組み合わせを含む。本ステップにおいて、第2の金属薄膜160は、電気めっき、スパッタリング又は蒸着によって基板170上に形成することができ、第2の金属薄膜160の厚みは、限定はしないが、例えば、約0.1マイクロメートル(μm)~2.0マイクロメートル(μm)である。例えば、第2の金属薄膜160の厚みは、約0.5マイクロメートル(μm)~1.0マイクロメートル(μm)の範囲にある。

【0020】

図4を参照すると、ステップS103において、第1の金属薄膜120の表面上に接合材料層140が形成される。接合材料層140の材料は、ビスマスインジウム(Bi-In)、ビスマスインジウム亜鉛(Bi-In-Zn)、ビスマスインジウムスズ(Bi-In-Sn)、ビスマスインジウムスズ亜鉛(Bi-In-Sn-Zn)又はこれらの組み合わせを含む。接合材料層140の融点は、限定はしないが、例えば、約110以下である。例えば、ビスマスインジウム(Bi-In)の融点は約110であり、ビスマスインジウム亜鉛(例えば、Bi-25In-18Zn(Bi:In:Znの質量比が1:25:18である))の融点は約82であり、ビスマスインジウムスズ亜鉛(例えば、Bi-20In-30Sn-3Zn(Bi:In:Sn:Znの質量比が1:20:30:3である))の融点は約90であり、ビスマスインジウム亜鉛(例えば、Bi-33In-0.5Zn(Bi:In:Znの質量比が1:33:0.5である))の融点は約110である。本ステップにおいて、接合材料層140は、電気めっき、スパッタリング又は蒸着によって第1の金属薄膜120上に形成することができ、接合材料層140の厚みは、限定はしないが、例えば、約0.2マイクロメートル(μm)~5.0マイクロメートル(μm)である。例えば、接合材料層140の厚みは、約0.5マイクロメートル(μm)~1.5マイクロメートル(μm)の範囲にある。

【0021】

図5を参照されたい。接合材料層140が第2の金属薄膜160と接触できるようにLEDウェハー110が基板170上に配置される。

【0022】

図6を参照すると、ステップS105において、接合材料層140をプレスリッド時間にわたってプレスリッド反応温度において加熱し、第1の金属薄膜120と接合材料層140との間に第1の金属間化合物層130を形成するとともに第2の金属薄膜160と接合材料層140との間に第2の金属間化合物層150を形成するプレスリッド反応を実行する。本開示のこの実施形態のプレスリッド反応は、液固反応(liquid-solid reaction)によって実現され得る。

【0023】

本ステップの目的は、LEDウェハー110と基板170とを、現在の位置関係(alig

10

20

30

40

50

ment relation)に従って、あらかじめ固定させて、後続の処理を容易にすることである。プレソリッド反応温度は、接合材料層 140 の融点以上とすることができる。例えば、プレソリッド反応温度は約 80 以上であるか、又は約 80 ~ 200 の範囲である。一例では、プレソリッド時間は約 0.1 秒 ~ 10 分である。一例では、LED ウェハー 110 に熱応力 (thermo-stress) のような予期せぬ影響が起きることがないように、プレソリッド時間は、上記位置関係が効果的に保持されるように極めて短くすることができる。

【0024】

接合材料層 140 の材料がビスマスインジウムスズ (Bi-In-Sn) である場合には、プレソリッド反応温度は、約 82 以上とすることができる。接合材料層 140 は、レーザー加熱、熱風加熱 (thermal wind heating)、赤外光加熱、熱圧加熱、又は超音波熱圧加熱 (ultra-sonic added thermal pressure heating) によって加熱することができる。加熱は、環境温度をプレソリッド反応温度まで高めるか、接合材料層 140 を直接加熱するか、又は接合材料層 140 に熱が伝わるように基板 170 を直接加熱することによって達成することができる。図 6 を例にとると、基板 170 の底面がレーザーによって直接加熱され、プレソリッド反応温度は約 85 である。

【0025】

プレソリッド時間は、プレソリッド反応の状況に応じて調整することができる。すなわち、第 1 の金属薄膜 120 と接合材料層 140 との間に十分なサイズの第 1 の金属間化合物層 130 を形成することができる。さらに、第 2 の金属薄膜 160 と接合材料層 140 との間に十分なサイズの第 2 の金属間化合物層 150 が形成されたときに、プレソリッド反応を終了することができる。プレソリッド反応に要する時間がプレソリッド時間である。本ステップにおいて、プレソリッド反応は、第 1 の金属間化合物層 130 及び第 2 の金属間化合物層 150 が依然として非常に薄いときに直ちに終了することができる。代替的には、第 1 の金属間化合物層 130 及び第 2 の金属間化合物層 150 がより厚くなるまでに、プレソリッド反応を終了することができる。

【0026】

第 1 の金属薄膜 120、接合材料層 140 及び第 2 の金属薄膜 160 の材料に応じて、第 1 の金属間化合物層 130 及び第 2 の金属間化合物層 150 の材料が決まる。第 1 の金属間化合物層 130 及び第 2 の金属間化合物層 150 のそれぞれの材料は、銅インジウムスズ (Cu-In-Sn) 金属間化合物 (例えば、 Cu_6In_5 又は Cu_6Sn_5)、ニッケルインジウムスズ (Ni-In-Sn) 金属間化合物、ニッケルビスマス (Ni-Bi) 金属間化合物、金インジウム (Au-In) 金属間化合物、銀インジウム (Ag-In) 金属間化合物 (例えば、 Ag_2In 又は AgIn_2)、銀スズ (Ag-Sn) 金属間化合物 (例えば、 Ag_3Sn)、金ビスマス (Au-Bi) 金属間化合物 (例えば、 Au_2Bi)、金スズ (Au-Sn) 金属間化合物 (例えば、 AuSn_4) 又はこれらの組み合わせを含む。

【0027】

図 7 を参照すると、ステップ S106 において、接合材料層 140 を拡散時間にわたって拡散反応温度において加熱して、拡散反応を実行する。拡散反応は、液固反応又は固固反応 (solid-solid reaction) によって実現され得る。拡散反応が液固反応である場合には、拡散反応温度は接合材料層 140 の融点以上とすることができる。例えば、拡散反応温度が約 80 ~ 200 の範囲にある場合には、拡散時間は約 0.5 時間 ~ 3 時間である。

【0028】

拡散反応が固固反応である場合には、拡散反応温度は、接合材料層 140 の融点未満である。拡散反応温度が接合材料層 140 の融点未満であるので、本ステップにおける拡散反応は、プレソリッド反応後の位置関係に何ら影響を及ぼさない。例えば、拡散反応温度は約 40 ~ 80 の範囲にあり、拡散時間は約 0.5 時間 ~ 3 時間である。

【0029】

拡散反応が液固反応である場合には、拡散反応温度は接合材料層 140 の融点より高い。拡散反応温度が接合材料層 140 の融点よりも高いので、本ステップにおける拡散反応は、LED ウェハー 110 と基板 170 との位置決めにおける正確性を向上するために、LED ウェハー 110 と基板 170 とを位置合わせを含むことができる。

【0030】

本ステップにおける拡散反応は、拡散反応温度の設定に応じて調整することができる。拡散反応温度がより高ければ、拡散時間をより短くすることができ、拡散反応温度がより低ければより長くすることができる。本開示のこの実施形態において、拡散時間は、例えば、約 0.5 時間 ~ 3 時間である。

【0031】

本ステップにおける拡散反応によって、接合材料層 140、第 1 の金属薄膜 120 及び第 2 の金属薄膜 160 の合金元素が互いに拡散できるようになる。拡散時間は、接合材料層 140 の合金元素の大部分が拡散されるのに要する時間に設定することができる。すなわち、本ステップは、拡散反応が完了するまで実行することができる。

【0032】

本ステップは、温度風加熱、オープン加熱、赤外光加熱又は熱板加熱 (thermal plate heating) のようなバッチ処理を採用することができる。

【0033】

拡散反応後に、第 1 の金属間化合物層 130 及び第 2 の金属間化合物層 150 の融点は、例えば、約 110 よりも高い。第 1 の金属間化合物層 130 及び第 2 の金属間化合物層 150 は、異なる材料から形成される場合には、それに応じて融点も異なるであろう。例えば、銀インジウム (Ag-In) 金属間化合物 (例えば、 Ag_2In 又は $AgIn_2$) の融点は、少なくとも 250 より高く、銀スズ (Ag-Sn) 金属間化合物 (例えば、 Ag_3Sn) の融点は、少なくとも 450 より高く、金ビスマス (Au-Bi) 金属間化合物の融点は少なくとも 350 より高く、金スズ (Au-Sn) 金属間化合物の融点は少なくとも 250 より高い。

【0034】

拡散反応後に、接合材料層 140 の一部が、(図 7 に示されるように) 中間層 140' を形成するために、第 1 の金属間化合物層 130 と第 2 の金属間化合物層 150 との間に残される場合がある。一実施形態では、接合材料層 140 は、完全に反応して、消失する場合がある。中間層 140' の材料は、スズ (Sn)、ビスマス (Bi)、インジウム (In)、亜鉛 (Zn) 又はこれら組み合わせを含む。

【0035】

図 7 を例にとると、ステップ S101 ~ S106 が完了した後に、このように、LED ウェハー 110 と基板 170 とを接合する接合構造 200 が完成する。接合構造 200 は、基板 170 と、第 2 の金属薄膜 160 と、第 2 の金属間化合物層 150 と、中間層 140' と、第 1 の金属間化合物層 130 と、第 1 の金属薄膜 120 と、LED ウェハー 110 とを含む。第 2 の金属薄膜 160 が基板 170 上に配置される。第 2 の金属間化合物層 150 が第 2 の金属薄膜 160 上に配置される。中間層 140' が第 2 の金属間化合物層 150 上に配置される。第 1 の金属間化合物層 130 が中間層 140' 上に配置される。第 1 の金属薄膜 120 が第 1 の金属間化合物層 130 上に配置される。LED ウェハー 110 が第 1 の金属薄膜 120 上に配置される。

【0036】

図 8 を参照すると、ステップ S107 において、LED ウェハー 110 のベースをリフトオフし、LED ウェハー 110 及び基板 170 を個片に切断して、複数の LED チップ 300 を形成する。本ステップは、電極処理、項目試験 (point testing) 及び分類 (classification) 等を更に含む。最後に、複数の LED チップ 300 が形成される。

【0037】

本開示の実施形態は、LED ウェハー 110 を接合する方法、LED チップ 300 を製造する方法、及び LED ウェハー 110 と基板 170 とを接合する接合構造を提供する。

10

20

30

40

50

LEDウェハー110は低温（例えば、約110以下）で接合され、それゆえ、熱膨張係数（coefficients of thermal expansion）の差に起因して生じる熱応力問題を回避する。本実施形態では、接合プロセスは、高圧、高い平坦度、又は保護雰囲気が必要としない。

【0038】

本実施形態において、接合材料層140は金属であり、拡散反応後の第1の金属間化合物層130、第2の金属間化合物層150の融点、及び中間層140'の温度は、約250より高くなるように高めることができる。本開示のLEDウェハー110、LEDチップ300及び接合構造200は、低い接合熱応力、高い放熱性能（dissipation performance）、高い接合強度、及び高い耐熱性を有する。

10

【0039】

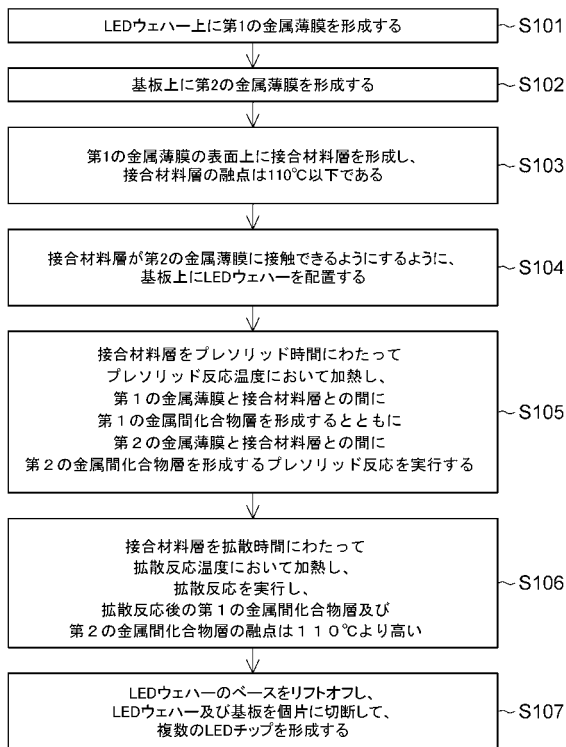
本実施形態において、2インチ径及び650µm厚を有するベースに、Agを含む第1の金属薄膜120をスパッタリングできる。その後、厚みが500nmであるBi薄膜、厚みが500nmであるIn薄膜、及び厚みが1500nmであるSn薄膜が、電子ビーム蒸着によって、第1の金属薄膜120上に堆積される。次に、Electron Visions EV501 Bonding Stationのような接合ステーションによって、ベースが基板170と接合される。基板170の材料はシリコンを含み、基板170の厚みは500µmである。基板170上に、厚みが200nmであるAg薄膜がスパッタリングされる。第1のステージ（プレソリッド反応ステージ）において、ベース及び基板は、5分間、170において加熱され、10Nの力で押圧される。第2のステージ（拡散反応ステージ）において、ベース及び基板170は、30分間、170において加熱され、3000Nの力で押圧される。それら2つのステージ後に、電子顕微鏡によって、Ag₂In、AgIn₂、Ag₃Snを観察することができる。この実施形態では、Bi薄膜、In薄膜及びSn薄膜は、その順序で堆積されることには限定されない。

20

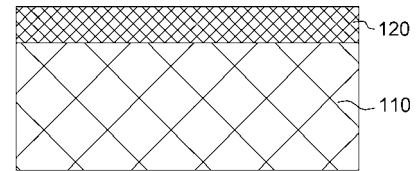
【0040】

開示されている実施形態に対し様々な変更及び変形を行うことができることが当業者には明らかであろう。詳細な説明及び例は例示的であるものとしてののみみなされることが意図されており、本開示の真の範囲は以下の特許請求の範囲及びそれらの均等物によって示される。

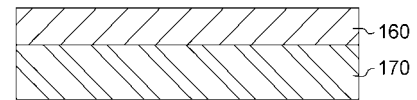
【 図 1 】



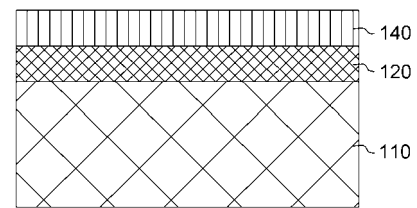
【 図 2 】



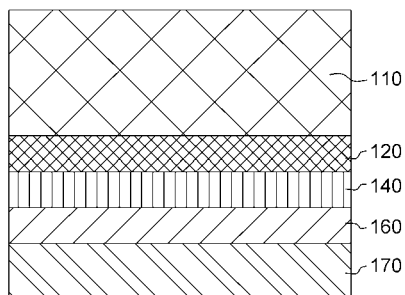
【 図 3 】



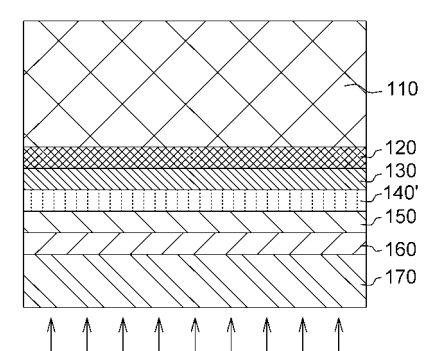
【 図 4 】



【 図 5 】

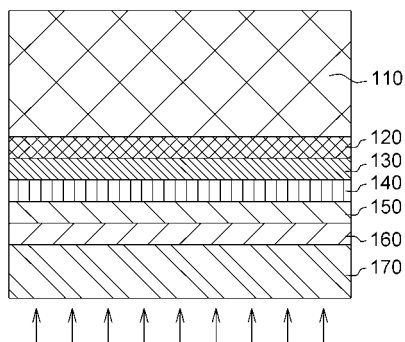


【 図 7 】

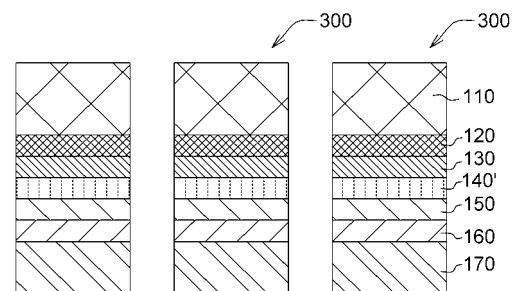


200

【 図 6 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 ジアン - シアン リン

台湾 イーラン カウンティ イーラン シティ ランフェン ロード セクション 1 レーン
199 アリー 6 ナンバー 6

(72)発明者 シャウ - イー チェン

台湾 ユンリン カウンティ シイルオ タウンシップ シェコウ ナンバー 14

(72)発明者 ジェン - ホウイ ツァイ

台湾 シンチュー シティ イースト ディストリクト シーピン ロード レーン 155 ナ
ンバー 28

Fターム(参考) 5F141 AA33 AA40 AA43 CA12

【外国語明細書】
2014007192000001.pdf