

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6680670号
(P6680670)

(45) 発行日 令和2年4月15日 (2020.4.15)

(24) 登録日 令和2年3月24日 (2020.3.24)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 33/10 (2010.01)	HO 1 L 33/10
HO 1 L 33/32 (2010.01)	HO 1 L 33/32
HO 1 L 33/50 (2010.01)	HO 1 L 33/50

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2016-507081 (P2016-507081)	(73) 特許権者	517152128
(86) (22) 出願日	平成26年3月31日 (2014.3.31)		ルミレッズ ホールディング ベーフェー
(65) 公表番号	特表2016-518713 (P2016-518713A)		オランダ国 1118 セーエル スキボ
(43) 公表日	平成28年6月23日 (2016.6.23)		ール, エーフェルト ファン デ ベーク
(86) 国際出願番号	PCT/IB2014/060310		ストラート 1, ザ ベース, タワー ビ
(87) 国際公開番号	W02014/167455		ー5 ユニット107
(87) 国際公開日	平成26年10月16日 (2014.10.16)	(74) 代理人	100107766
審査請求日	平成29年3月30日 (2017.3.30)		弁理士 伊東 忠重
(31) 優先権主張番号	61/810,833	(74) 代理人	100070150
(32) 優先日	平成25年4月11日 (2013.4.11)		弁理士 伊東 忠彦
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100091214
(31) 優先権主張番号	61/900,466		弁理士 大貫 進介
(32) 優先日	平成25年11月6日 (2013.11.6)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トップエミッション型半導体発光デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

n型領域とp型領域との間に挟まれた発光層を有する半導体構造と、
前記半導体構造に付随する成長基板であり、当該成長基板は、少なくとも1つの側壁と第1の表面とを有し、前記側壁は、直線部と、該直線部とは異なる角度の傾斜部とを有する、成長基板と、

前記成長基板の前記第1の表面を覆って配設された波長変換層と、

前記側壁の前記傾斜部上に配設された反射層であり、前記半導体構造及び前記成長基板から取り出される光の大部分が前記成長基板の前記第1の表面を通して取り出されるように構成されている反射層と、

を有するデバイス。

【請求項 2】

前記成長基板は150ミクロン未満の厚さを有する、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 3】

成長基板上に半導体構造を成長させ、複数の半導体発光デバイスのウェハを形成することと、

前記複数の半導体発光デバイスのウェハをキャリアに取り付けることと、

前記複数の半導体発光デバイス間の領域で前記成長基板内にスロットを形成することによって、前記キャリア上で、前記複数の半導体発光デバイスのウェハから、前記複数の半導体発光デバイス間の領域を除去することと、

前記複数の半導体発光デバイスの各々に波長変換部材を取り付けることであり、前記波長変換部材は前記半導体発光デバイスとは別個に形成される、取り付けることと、

前記波長変換部材を取り付けることの後に、前記複数の半導体発光デバイス間の領域内で前記スロット内に反射材料を配設することと、

前記反射材料を切断することによって、2つの隣接し合う半導体発光デバイスを分離することと、

前記2つの隣接し合う半導体発光デバイスを分離することの後に、前記キャリアを除去することであり、各半導体発光デバイスが、前記半導体構造の部分が上に成長された前記成長基板の部分を有するようにする、除去することと、

を有する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、トップエミッション型の波長変換式半導体発光デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

現在利用可能な最も効率的な光源の中に、発光ダイオード(LED)、共振器型(resonant cavity)発光ダイオード(RCLED)、垂直共振器面発光レーザ(VCSL)及び端面発光レーザを含む半導体発光デバイスがある。可視スペクトルで動作可能な高輝度発光デバイスの製造において現在関心ある材料系は、III-V族半導体、特に、III族窒化物材料とも呼ばれる、ガリウム、アルミニウム、インジウム、及び窒素の二元、三元、及び四元合金を含む。典型的に、III族窒化物発光デバイスは、有機金属化学気相成長法(MOCVD)、分子線エピタキシー(MBE)又はその他のエピタキシャル技術により、サファイア、炭化シリコン(シリコンカーバイド)、III族窒化物若しくは複合材の基板、又はその他の好適な基板の上に、異なる組成及びドーパント濃度の複数の半導体層のスタック(積層体)をエピタキシャル成長することによって製造される。スタックは、しばしば、基板上に形成された、例えばSiでドーパされた1つ以上のn型層と、該1つ以上のn型層上に形成された活性領域内の1つ以上の発光層と、活性領域上に形成された、例えばMgでドーパされた1つ以上のp型層とを含んでいる。これらn型領域及びp型領域の上に、電気コンタクトが形成される。

【0003】

一般に“頂(トップ)”面として参照される表面のみから光を発するLED(すなわち、LEDの側面からの発光が実質的に抑制あるいは排除されるデバイス)は、成長基板上にLED半導体構造を成長させ、この半導体構造をマウントに取り付け、そして成長基板を除去することによって形成されることが多い。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の1つの目的は、成長基板の除去を必要とすることなく、光の大部分をデバイスの頂面から発するデバイスを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の実施形態は、n型領域とp型領域との間に挟まれた発光層を含んだ半導体構造を含む。半導体構造に成長基板が付随する。成長基板は、少なくとも1つの傾斜した側壁を有する。傾斜した側壁上に反射層が配設される。半導体構造及び成長基板から取り出される光の大部分が成長基板の頂面を通して取り出される。

【0006】

本発明の実施形態は、n型領域とp型領域との間に挟まれた発光層を含んだ半導体構造を含む。150ミクロン未満の厚さを有する成長基板が半導体構造に付随する。成長基板の側壁及び半導体構造の側壁の上に反射層が配設される。半導体構造及び成長基板から取

10

20

30

40

50

り出される光の大部分が成長基板の頂面を通して取り出される。

【0007】

本発明の実施形態に従った方法は、複数の半導体発光デバイスをキャリアに取り付けることを含む。複数の半導体発光デバイス間の領域に反射材料が配設される。2つの隣接し合う半導体発光デバイスが分離される。分離することは反射材料を切断することを含む。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】ⅢⅤ族窒化物LEDの一例を示す図である。

【図2】一時的なキャリアに取り付けられたLEDのウェハを例示する図である。

【図3】成長基板内にスロットを形成した後の図2の構造を例示する図である。

【図4】波長変換部材をLEDに取り付けた後の図3の構造を例示する図である。

【図5】LED間の領域を反射材料で充填した後の図4の構造を例示する図である。

【図6】LEDを分離した後の図5の構造を例示する図である。

【図7】一時的なキャリアに取り付けられたLEDを例示する図である。

【図8】波長変換部材をLEDに取り付けた後の図7の構造を例示する図である。

【図9】LED間の領域を反射材料で充填した後の図8の構造を例示する図である。

【図10】LED間の領域を反射材料で充填した後の図7の構造を例示する図である。

【図11】LEDを覆って波長変換層を形成した後の図10の構造を例示する図である。

【図12】一時的なキャリアに取り付けられた波長変換部材を例示する図である。

【図13】LEDを波長変換部材に取り付けた後の図12の構造を例示する図である。

【図14】LED間の領域を反射材料で充填した後の図13の構造を例示する図である。

【図15】一時的なキャリアに取り付けられた、実質的にコンフォーマルな波長変換層を有するLEDを例示する図である。

【図16】LED間の領域を反射材料で充填した後の図15の構造を例示する図である。

【図17】一時的なキャリアに取り付けられた、LEDの頂部の上にマスク層が形成されたLEDを例示する図である。

【図18】反射層を形成した後の図17の構造を例示する図である。

【図19】マスク層を除去した後の図18の構造を例示する図である。

【図20】構造上に波長変換層を形成した後の図19の構造を例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の実施形態においては、成長基板上に成長された半導体LEDのウェハが、光の大部分が各LEDの頂面を通して取り出される個々のデバイス又はデバイス群へと処理される。デバイスの側面から光が漏れ出ること防止するため、又はデバイスの側面から取り出される光の量を低減するため、デバイスの側面に反射材料が配設される。この反射材料はまた、LEDの頂面を通して取り出される光の量を増大させ得る。

【0010】

以下の例では、半導体発光デバイスは、青色光又はUV光を発するⅢⅤ族窒化物LEDであるが、例えばレーザダイオードなどの、LED以外の半導体発光デバイスや、例えばその他のⅢⅤ-V族材料、ⅢⅤ族リン化物、ⅢⅤ族ヒ化物、ⅢⅤ-VⅢ族材料、ZnO、又はSi系材料などの、その他の材料系からなる半導体発光デバイスが使用されてもよい。

【0011】

図1は、本発明の実施形態で使用され得るⅢⅤ族窒化物LEDを例示している。如何なる好適な半導体発光デバイスが使用されてもよく、本発明の実施形態は、図1に例示されるデバイスに限定されない。図1のデバイスは、技術的に知られているように、成長基板10の上にⅢⅤ族窒化物半導体構造12を成長させることによって形成される。成長基板は、サファイアであることが多いが、例えばSiC、Si、GaN又は複合基板など、如何なる好適基板であつてもよい。ⅢⅤ族窒化物半導体構造が上に成長される成長基板の表面は、成長の前にパターン形成、粗面化又はテクスチャ加工されてもよく、それに

10

20

30

40

50

より、デバイスからの光取り出しが向上され得る。成長表面とは反対側の成長基板の表面（すなわち、フリップチップ構成において、その表面を通して光の大部分が取り出される表面）は、成長の前又は後にパターン形成、粗面化又はテクスチャ加工されてもよく、それにより、デバイスからの光取り出しが向上され得る。

【0012】

半導体構造は、n型領域とp型領域との間に挟まれた発光領域又は活性領域を含む。先ずn型領域16が成長され得る。n型領域16は、異なる組成及びドーパント濃度の複数の層を含み得る。該複数の層は、例えば、n型あるいは意図的にはドーパされないものとし得るバッファ層若しくは核生成層などのプリパレーション層と、発光領域が効率的に発光するのに望ましい特定の光学特性、材料特性若しくは電気特性に合わせて設計されるn型、若しくはp型であってもよい、デバイス層とを含み得る。n型領域上に、発光領域又は活性領域18が成長される。好適な発光領域の例は、単一の厚い若しくは薄い発光層、又はバリア層によって分離された複数の薄い若しくは厚い発光層を含んだマルチ量子井戸発光領域を含む。次いで、発光領域上に、p型領域20が成長され得る。n型領域と同様に、p型領域は、異なる組成、厚さ及びドーパント濃度の複数の層を含むことができ、該複数の層は、意図的にはドーパされていない層又はn型層を含んでいてもよい。

【0013】

成長後、p型領域の表面上にpコンタクトが形成される。pコンタクト21は、しばしば、例えば反射メタル及びガードメタルなどの複数の導電層を含む。ガードメタルは、反射メタルのエレクトロマイグレーションを防止あるいは抑制し得る。反射メタルは銀であることが多いが、如何なる好適な1つ以上の材料が使用されてもよい。pコンタクト21を形成した後、nコンタクト22が上に形成されるn型領域16の部分を露出させるよう、pコンタクト21、p型領域20及び活性領域18の一部が除去される。nコンタクト22とpコンタクト21は、例えばシリコンの酸化物又はその他の好適材料などの誘電体で充填され得る間隙25によって、互いに電氣的に分離（アイソレート）される。複数のnコンタクトビアが形成されてもよく、nコンタクト22及びpコンタクト21は、図1に例示される構成に限定されない。n及びpコンタクトは、技術的に知られているように、誘電体/金属スタックを有するボンダッドを形成するように再分配されてもよい。

【0014】

LEDへの電気接続を形成するため、1つ以上のインターコネクト26及び28が、nコンタクト22及びpコンタクト21の上に形成され、あるいはそれらに電氣的に接続される。図1では、インターコネクト26がnコンタクト22に電氣的に接続されている。インターコネクト28がpコンタクト21に電氣的に接続されている。インターコネクト26及び28は、誘電体層24及び間隙27によって、nコンタクト22及び21から電氣的に分離されるとともに互いから電氣的に分離される。インターコネクト26及び28は、例えば、はんだ、スタッドバンプ、金層、又はその他の好適構造とし得る。多数の個々のLEDが、単一のウェハ上に形成され、その後、デバイスのウェハからダイシングされる。以降の図では、LEDのウェハの半導体構造並びにnコンタクト22及びpコンタクト21をブロック12によって表す。LEDのウェハのインターコネクト26及び28をブロック14によって表す。

【0015】

基板10は、半導体構造の成長の後、又は図1を参照して上述したように個々のデバイスを形成した後に薄化され得る。薄化の後、基板は、一部の実施形態において少なくとも50µm厚、一部の実施形態において150µm厚以下、一部の実施形態において少なくとも80µm厚、そして一部の実施形態において120µm厚以下とし得る。

【0016】

図2、3、4、5、及び6は、本発明の実施形態に従ったデバイスを形成することを例示している。

【0017】

図2にて、LEDのウェハが個々のLED又はLED群へとダイシングされる前に、ウ

10

20

30

40

50

エハがインターコネクト 14 を介して一時的なキャリア 30 に取り付けられる。一時的なキャリア 30 は、後続の処理工程のためにウェハを安定させる。一時的なキャリア 30 は、例えばウェハハンドリングテープなど、如何なる好適材料であってもよい。

【0018】

図 3 にて、成長基板 10 内にスロット 32 が形成される。スロット 32 は、一部の実施形態において $50\ \mu\text{m}$ 以下の幅である（例えば、図 3 に示すような傾斜した側壁を有するスロットの頂部において）。スロットは、LED 同士の間領域（後述するように、ウェハを個々の LED 又は LED 群へと分離するために構造体が切断されるところ）に置かれる。スロットは、例えば、ウェット若しくはドライエッチング、レーザスクライピング、又は例えばダイヤモンドブレードを用いたソーイングなどの機械的切断、を含む何らかの好適技術によって形成され得る。スロット 32 は、必ずしもそうである必要はないが、基板 10 の厚さ全体を貫いて延在し得る。スロット 32 は、図 3 に示すように角度のある側壁を有し得るが、角度付けられた側壁は必ずしも必要ない。

【0019】

図 4 にて、波長変換部材が個々の LED 又は LED 群とアライメントされるように、基板 10 の頂部に波長変換部材 34 が取り付けられる。波長変換部材 34 は概して、LED のウェハとは別個に形成されてその後に基板 10 に取り付けられる波長変換構造である。従って、波長変換部材 34 は、自立型の構造体であり、基板 10 の上にインサイチュで形成される構造ではない。好適な波長変換部材 34 の例は、（例えば焼結することによって）セラミックプレートレットへと形成される蛍光体、及び／又は、シート状に鑄造若しくはその他の方法で形成されてその後に個々の波長変換部材 34 へと切断される例えばガラス、シリコン若しくはエポキシなどの透明材料内に配された蛍光体若しくはその他の波長変換材料を含む。

【0020】

波長変換部材 34 内の波長変換材料は、例えば、従来からの蛍光体、有機蛍光体、量子ドット、有機半導体、II-VI 若しくは III-V 族半導体、II-VI 若しくは III-V 族半導体量子ドット若しくはナノ結晶、染料、ポリマー、又は発光するその他の材料とし得る。波長変換材料は、LED によって発せられた光を吸収して、1 つ以上の異なる波長の光を発する。必ずしもそうである必要はないが、LED によって発せられた未変換の光が、この構造から取り出される光の最終的なスペクトルの一部をなすことが多い。一般的な組み合わせの例は、黄色発光の波長変換材料と組み合わせされた青色発光の LED、緑色発光及び赤色発光の波長変換材料と組み合わせされた青色発光の LED、青色発光及び黄色発光の波長変換材料と組み合わせされた UV 発光の LED、並びに青色発光、緑色発光及び赤色発光の波長変換材料と組み合わせされた UV 発光の LED を含む。構造から発せられる光のスペクトルを調整するために、他の色の光を発する波長変換材料が追加されてもよい。

【0021】

波長変換部材 34 は、例えば、シリコン若しくはその他の好適な接着剤などの材料を用いた接着、ダイレクトボンディング、又はその他の好適技術によって、基板 10 に取り付けられ得る。

【0022】

図 5 にて、図 3 で形成されたスロット 32 内に反射材料 36 が配設される。反射材料は、例えば、透明材料内に配された反射性又はその他の粒子とし得る。これらの粒子及び透明材料は、光散乱を生じさせるために、実質的に異なる屈折率を有するように選択され得る。一部の実施形態において、透明材料は低屈折率を有し（例えば、シリコンは 1.4 又はそれ未満の屈折率を有し得る）、粒子はより高い屈折率を有する（例えば、 TiO_2 は 2.6 の屈折率を有する）。例えば、 TiO_2 、 ZnO 、又は Al_2O_3 を含め、如何なる好適な反射粒子が用いられてもよい。好適な透明材料の例は、シリコン成形コンパウンド、液体シリコン、エポキシ、及びガラスを含む。一部の実施形態において、反射粒子、透明材料、及び／又は反射粒子と透明材料との組み合わせは、一般的なシリコー

10

20

30

40

50

ン材料よりも高い熱伝導率を有する。一般的なシリコン材料は典型的に、およそ $0.1 - 0.2 \text{ W/mK}$ の熱伝導率を有する。

【0023】

反射材料36は、例えばディスペンス又は成形などの何らかの好適技術によって、スロット32内に配設され得る。反射材料36は、一部の実施形態において、図5に示すように、反射材料36の頂面が波長変換部材34の頂面と同一平面になるように、スロット32を完全に充填し得る。反射材料36は、一部の実施形態においてスロット32を完全には充填しない。一部の実施形態において、スロット内に反射材料36を置いた後に、余分な反射材料36が除去される。例えば、スロット32の頂面の上まで延在したりLEDを覆ったりする反射材料が、例えば機械的な剥離、研削、又はマイクロビーズブラスティングなどの何らかの好適技術によって除去され得る。

10

【0024】

図6にて、LED間の領域38内で反射材料36及びLEDウェハを貫いて切断することによって、ウェハから個々のLEDが分離される。個々のLEDは、例えばダイヤモンドソーイング、レーザ切断、又はスクライビングと破断を含む何らかの好適技術によって、ウェハから切断され得る。切断によって形成される切り口は、例えば、 $20 \mu\text{m}$ 幅以下とし得る。反射材料が適正に機能するための、切断後に図6のLEDの側面に残存する反射材料36の必要厚さは、反射材料の種類に依存し得る。反射金属膜の場合、必要とされるのは一部の実施形態において $1 \mu\text{m}$ 以下である。例えばシリコン内の TiO_2 などの拡散反射器の場合、反射率が厚さに依存し得る。例えば、少なくとも90%反射である拡散反射器は、一部の実施形態において $20 \mu\text{m}$ 厚又はそれ未満とすることができ、少なくとも95%反射である拡散反射器は、一部の実施形態において $50 \mu\text{m}$ 厚又はそれ未満とし得る。

20

【0025】

切断後、完成したLEDが、例えば熱剥離、異なるキャリアへの転写、又は直接的な摘み取りなどの何らかの好適技術によって、一時的なキャリア30から取り外される。

【0026】

図2-6に示した方法及びそれから得られるデバイスの1つの不都合は、波長変換部材34及び反射材料36に利用可能な領域が、成長基板ウェハ10上のLEDの元々のピッチによって制限されることである。隣接し合うLED間の領域は、例えばコスト上の理由から制限されており、それが波長変換部材34の大きさ及び反射材料36の厚さを制限する。図7、8、及び9は、個々のLEDが、最初にウェハから分離され、その後で一時的なキャリア上でもっと大きいピッチで再配置されるという、他の一実施形態を例示している。

30

【0027】

図7にて、図2を参照して上述したものなどの一時的なキャリアとし得るキャリア30の上に、個々のLEDが配置される。LEDは、一部の実施形態において $100 \mu\text{m}$ 以上、一部の実施形態において $800 \mu\text{m}$ 以下、一部の実施形態において $400 \mu\text{m}$ 以上、そして一部の実施形態において $600 \mu\text{m}$ 以下の間隔を空けられ得る。各LED上の成長基板10は、図2-6に記載した実施形態にて例示した角度のある側壁というより、実質的に垂直な側壁を有し得るが、垂直な側壁は必ずしも必要ではなく、側壁の形状は、LEDを分離するのに使用される技術に依存し得る。

40

【0028】

図8にて、図4を参照して上述したように、各LEDの成長基板10に波長変換素子34が取り付けられる。

【0029】

図9にて、図5を参照して上述したように、LED間の隙間に反射材料36が配設される。個々のデバイスが、図6を参照して上述したように、反射材料を切断することによって分離され、その後、図6を参照して上述したように、一時的なキャリアから取り外され得る。

50

【 0 0 3 0 】

図 1 0 及び 1 1 は、個々の L E D が最初に成長ウェハから分離されてその後に一時的なキャリア上に配置される他の一実施形態を例示している。図 1 0 にて、図 2 を参照して上述したものなどの一時的なキャリアとし得るキャリア 3 0 の上に、（図 7 に示したように）個々の L E D が配置される。L E D 間の領域に、図 5 を参照して上述したように、反射材料 3 6 が配設される。

【 0 0 3 1 】

図 1 1 にて、L E D 及び反射材料 3 6 を覆って波長変換層 4 9 が形成される。波長変換層 4 0 は、例えば、例えばシリコンなどの透明材料内に蛍光体が配されたものとし得る。波長変換層 4 0 は、例えばラミネーション、成形、ディスペンス、スプレーコーティング、又はスピンコーティングを含む何らかの好適技術によって形成され得る。次いで、図 6 を参照して上述したように、例えば隣接し合う L E D 間の領域 3 8 内で、この構造体を切断することによって L E D が分離される。その後、図 6 を参照して上述したように、L E D が一時的なキャリア 3 0 から取り外される。

10

【 0 0 3 2 】

図 1 2、1 3、及び 1 4 は、他の一実施形態を例示している。図 1 2 にて、図 2 を参照して上述したものなどの一時的なキャリアとし得るキャリア 3 0 の上に、個々の波長変換素子が配置される。波長変換素子 3 4 は、図 4 を参照して上述されている。

【 0 0 3 3 】

図 1 3 にて、波長変換素子 3 4 に L E D が取り付けられる。L E D は、図 4 を参照して上述した方法及び材料を用いて取り付けられ得る。

20

【 0 0 3 4 】

図 1 4 にて、図 5 を参照して上述したように、L E D 間の領域に反射材料 3 6 が配設される。次いで、図 6 を参照して上述したように、例えば隣接し合う L E D 間の領域 3 8 内で、この構造体を切断することによって L E D が分離される。その後、図 6 を参照して上述したように、L E D が一時的なキャリア 3 0 から取り外される。

【 0 0 3 5 】

図 1 5 及び 1 6 は、他の一実施形態を例示している。図 1 5 にて、図 2 を参照して上述したものなどの一時的なキャリアとし得る一時的なキャリア 3 0 に L E D が取り付けられる。一時的なキャリア 3 0 に L E D を取り付ける前又は後に、一部の実施形態において L E D の頂面が、また、一部の実施形態において L E D の頂面及び側面が、波長変換層 4 2 で覆われる。波長変換層 4 2 は、例えば、透明材料と混合された波長変換材料とすることができ、例えばラミネーション、成形、又は電気泳動堆積を含む何らかの好適技術によって形成され得る。

30

【 0 0 3 6 】

図 1 6 にて、図 5 を参照して上述したように、L E D 間の領域に反射材料 3 6 が配設される。反射材料 3 6 は、実質的にコンフォーマル（共形）な波長変換層 4 2 へのダメージを制限する技術によって形成され得る。好適な技術の一例は、液体シリコンと混合された反射粒子を L E D 間の領域にディスペンスし、次いで液体シリコンを硬化させるものである。次いで、図 6 を参照して上述したように、例えば隣接し合う L E D 間の領域 3 8 内で、この構造体を切断することによって L E D が分離される。その後、図 6 を参照して上述したように、L E D が一時的なキャリア 3 0 から取り外される。

40

【 0 0 3 7 】

図 1 7、1 8、1 9、及び 2 0 は、他の一実施形態を例示している。図 1 7 にて、図 2 を参照して上述したものなどの一時的なキャリアとし得る一時的なキャリア 3 0 に L E D が取り付けられる。一時的なキャリア 3 0 に L E D を取り付ける前又は後に、L E D の頂面がマスク層 4 4 で覆われる。一部の実施形態において、マスク層は、成長基板を切断することによって L E D を個片化する前に、L E D のウェハの成長基板に設けられる。マスク層 4 4 は、例えば、フォトレジスト、誘電体材料、又はその他の好適材料とし得る。マスク層 4 4 は、例えば、スピンコーティング、ローラーコーティング、浸漬コーティング

50

、ラミネーション、スプレーコーティング、蒸着、スパッタリング、及び例えばガラス片などの断片部品（ピースパーツ）の直接ピックアッププレスを含む何らかの好適技術によって形成され得る。一部の実施形態において、マスク層 44 は、例えば、フォトリソグラフィ、シャドーマスキング、及びノ又は湿式若しくは乾式の化学エッチングによって、パターンニングされる。

【0038】

図 18 にて、図 17 に示した構造を覆って反射コーティング 46 が配設される。反射コーティング 46 は、例えば、ダイクロイックミラー、分布ブラッグ反射器（DBR）、金属膜、又はその他の好適な誘電体スタックを含む如何なる好適材料ともし得る。反射コーティング 46 は、例えば、物理気相堆積、CVD、スパッタリング、蒸着、及びスプレーコーティングを含む何らかの好適技術によって形成され得る。反射コーティング 46 は、図 18 に示すように構造体を実質的にコンフォーマルに被覆し得るが、これは必ずしも必要とされない。

10

【0039】

図 19 にて、LED の頂部を覆うマスク層 44 及び反射コーティング 46 が、例えばリフトオフプロセスなどの何らかの好適プロセスによって除去される。マスク層 44 を除去した後、LED の側壁と LED 間の領域との上に反射コーティング 46 が残る。

【0040】

図 20 にて、図 19 に示した構造を覆って波長変換層 48 が形成される。波長変換層 48 は、例えば、透明材料と混合された波長変換材料とすることができ、例えばラミネーション、成形、スプレーコーティング、又はスピンコーティングを含む何らかの好適技術によって形成され得る。波長変換層 48 は、図 20 に示すように LED 間の領域を充たすことができ、あるいは、波長変換層 48 は、実質的にコンフォーマルな層であってもよい。次いで、図 6 を参照して上述したように、例えば隣接し合う LED 間の領域 38 内で、この構造体を切断することによって LED が分離される。その後、図 6 を参照して上述したように、LED が一時的なキャリア 30 から取り外される。

20

【0041】

一部の実施形態において、上述のデバイスのうちの何れともし得る完成した LED の上に、レンズ又はその他の光学素子が形成される。上述のデバイスのうちの何れにおいても、一部の実施形態において成長基板の側壁は傾斜され得る。

30

【0042】

本発明を詳細に説明したが、当業者が認識するように、本開示を所与として、ここに記載の発明概念の精神を逸脱することなく、本発明に変更が為され得る。故に、本発明の範囲は、図示して説明した特定の実施形態に限定されるものではない。

【図 17】

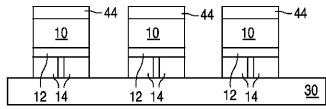


FIG. 17

【図 18】

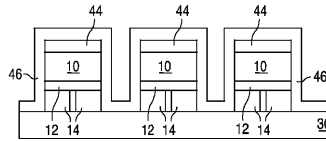


FIG. 18

【図 19】

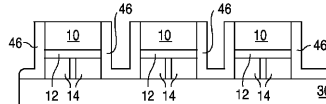


FIG. 19

【図 20】

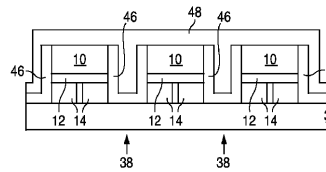


FIG. 20

フロントページの続き

前置審査

- (72)発明者 モラン, ブレンダン ジュード
オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
5
- (72)発明者 デ サンベル, マルク アンドレ
オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
5
- (72)発明者 ベイスン, グリゴリー
オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
5
- (72)発明者 スウェーヘルス, ノルベルテュス アントニウス マリア
オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
5
- (72)発明者 バターワース, マーク メルヴィン
オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
5
- (72)発明者 ヴァンボーラ, ケネス
オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
5
- (72)発明者 マジュイール, クラリス
オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
5

審査官 村井 友和

- (56)参考文献 米国特許第06650044(US, B1)
特表2008-537002(JP, A)
特表2008-516414(JP, A)
米国特許第06417019(US, B1)
特開2012-124443(JP, A)
特開2012-039013(JP, A)
米国特許出願公開第2009/0179207(US, A1)
国際公開第2012/144030(WO, A1)
特開2008-060428(JP, A)
特開2012-142410(JP, A)
特開2011-066193(JP, A)
特開2012-222319(JP, A)
特表2012-525697(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64