

(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2008-153669

(P2008-153669A)

(43) 公開日 平成20年7月3日(2008.7.3)

(51) Int.Cl.

H O 1 L 33/00 (2006.01)

F I

H01L 33/00

C

テーマコード (参考)

5 F 0 4 1

H O 1 L 33/00

M

審査請求 有 請求項の数 63 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2007-322509 (P2007-322509)

(22) 出願日 平成19年12月13日 (2007.12.13)

(31) 優先權主張番号 11/611,600

(32) 優先日 平成18年12月15日 (2006.12.15)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 506078378

クリー、 インコーポレイティッド
アメリカ合衆国 ノースキャロライナ 2
7703, ダラム, シリコン ドライ
ブ 4600

(74) 代理人 100078282

弁理士 山本 秀策

(74) 代理人 100062409

弁理士 安村 高明

(74) 代理人 100113413

弁理士 森下 夏樹

(72) 発明者 ジョン エー. エドモンド

アメリカ合衆国 ノースカロライナ 27
511, カリー, ウェスト ジュール
ズ バーン ウェイ 206

[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 発光ダイオードのための反射性マウント基板

(57) 【要約】

【課題】発光ダイオード（LED）からの外部光抽出を改善し、より具体的には、III族窒化物材料系において形成された白色発光ダイオードからの光抽出を改善すること。

【解決手段】ⅠⅡⅠ族窒化物材料系から形成された発光活性構造と、ⅠⅡⅠ族窒化物の活性構造を支持するボンディング構造と、ボンディング構造を支持するマウント基板であって、マウント基板は、活性構造によって放出された所定の周波数を有する光の実質的な量を反射する材料を含む、マウント基板とを備えている、発光ダイオード。

【選択図】図 1

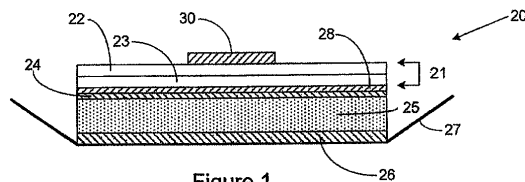


Figure 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ⅢⅢⅢ族窒化物材料系から形成された発光活性構造と、
該ⅢⅢⅢ族窒化物の活性構造を支持するボンディング構造と、
該ボンディング構造を支持するマウント基板であって、該マウント基板は、該活性構造によって放出された所定の周波数を有する光の実質的な量を反射する材料を含む、マウント基板と
を備えている、発光ダイオード。

【請求項 2】

前記ボンディング構造は、ボンディング金属構造である、請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 3】

前記マウント基板は、ⅢⅢⅢ族窒化物以外の材料を含んでいる、請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 4】

前記マウント基板の材料は、前記活性構造によって放出された所定の周波数を有する光のうちの少なくとも 50 パーセントを反射する、請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 5】

前記マウント基板は、シリコンが前記活性構造によって放出された所定の周波数を有する光を反射するよりも多く、該活性構造によって放出された所定の周波数を有する光を反射する、請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 6】

前記活性構造は、前記ⅢⅢⅢ族窒化物材料系からのエピタキシャル層を含んでいる、請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 7】

前記活性構造は、ホモ接合、ヘテロ接合、単一量子井戸、多重量子井戸、および超格子構造からなる群から選択されている、請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 8】

前記マウント基板は、酸化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、二酸化チタン、アルミニウム、その他の金属、ポーセレン、およびその他のセラミックからなる群から選択されている、請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 9】

前記マウント基板は、絶縁性である、請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 10】

前記発光活性構造の p 型部分との第 1 のオーミック接触と、該発光活性構造の n 型部分との第 2 のオーミック接触とを含んでいる、請求項 9 に記載の発光ダイオード。

【請求項 11】

前記マウント基板は、導電性である、請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 12】

前記導電性基板との第 1 のオーミック接触と、該活性構造との第 2 のオーミック接触とを含んでいる、請求項 11 に記載の発光ダイオード。

【請求項 13】

前記マウント基板は、化学的に安定であり、LED 製造温度に耐えることができ、少なくともシリコンと同程度の力学的強度があり、高い破壊強度を有しており、高靱性であり、高熱伝導性であり、剛性であり、ボンディングシステムにボンディングし得、LED 製造のコンテキストにおいては実質的に無害である、請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 14】

前記マウント基板は、少なくとも約 300 までの温度で、物理的および化学的に安定である、請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 15】

10

20

30

40

50

前記活性構造は、窒化ガリウム、窒化インジウムガリウム、窒化アルミニウムガリウム、およびそれらの組み合わせからなる群から選択されている、請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 16】

前記ボンディング金属構造は、金、スズ、プラチナ、およびニッケルを含んでいる、請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 17】

レンズおよび蛍光体をさらに含んでおり、前記マウント基板の材料は、該蛍光体によって放出された光の実質的な量を反射する、請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 18】

前記マウント基板は、約 350 ~ 700 ナノメートルの間の周波数範囲における光の実質的な量を反射する、請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 19】

前記反射性材料は、前記マウント基板上の反射性コーティングを含んでおり、該マウント基板において、該コーティングは、前記活性構造によって放出された所定の周波数を有する光の実質的な量を反射する、請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 20】

前記反射性コーティングは、酸化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、二酸化チタン、アルミニウム、その他の金属、ポーセレン、およびその他のセラミックからなる群から選択されている、請求項 19 に記載の発光ダイオード。

【請求項 21】

前記反射性材料は、前記マウント基板上の反射性コーティングを含んでおり、該マウント基板において、該コーティングは、前記活性構造によって放出された所定の周波数を有する光の実質的な量と、前記蛍光体によって放出された所定の周波数を有する光の実質的な量とを反射する、請求項 17 に記載の発光ダイオード。

【請求項 22】

前記コーティングは、酸化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、二酸化チタン、アルミニウム、その他の金属、ポーセレン、およびその他のセラミックからなる群から選択されている、請求項 21 に記載の発光ダイオード。

【請求項 23】

同様な構造と比較して増加した外部量子効率を有する発光ダイオードを形成する方法であって、該方法は、

成長基板上に III 族窒化物材料系から活性構造を形成することと、

該 III 族窒化物活性構造を搭載ウエハにボンディングすることであって、該搭載ウエハは、該活性構造によって放出された所定の周波数を有する光の実質的な量を反射することと、

該 III 族窒化物活性構造のエピタキシャル層から該成長基板を除去することと、

該 III 族窒化物の活性構造の p 型部分および n 型部分のそれぞれとのオーミック接触を追加することと

を包含する、方法。

【請求項 24】

III 族窒化物ではない材料上に、活性構造を形成することを含んでいる、請求項 23 に記載の方法。

【請求項 25】

成長基板上に前記活性構造を形成することを含んでおり、該成長基板は、該活性構造によって放出された所定の周波数を有する光のうちの少なくとも 50 パーセントを反射する、請求項 23 に記載の方法。

【請求項 26】

金属ボンディングシステムを用いることにより、前記 III 族窒化物の活性構造を搭載ウエハにボンディングすることを含んでいる、請求項 23 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 27】

前記活性構造を導電性基板にボンディングすることを含んでおり、前記オーミック接触を追加するステップは、該活性構造との1つのオーミック接触を追加し、該導電性の基板との1つのオーミック接触を追加することを含んでいる、請求項23に記載の方法。

【請求項 28】

絶縁基板上に前記活性構造を形成することを含んでいる、請求項19に記載の方法。

【請求項 29】

前記基板上に前記活性構造を形成するステップは、炭化ケイ素の基板上にⅢ族窒化物のエピタキシャル層を形成することを含んでいる、請求項23に記載の方法。

【請求項 30】

窒化ガリウム、窒化インジウムガリウム、窒化アルミニウムガリウム、およびそれらの組み合わせからなる群から前記活性構造を形成することを含んでいる、請求項23に記載の方法。

【請求項 31】

金属ボンディングシステムを用いることにより、前記Ⅲ族窒化物の活性構造を前記搭載ウエハにボンディングすることを含んでおり、該金属ボンディングシステムは、金、スズ、プラチナ、およびニッケルを含んでいる、請求項23に記載の方法。

【請求項 32】

前記Ⅲ族窒化物の活性構造に隣接した前記金属ボンディングシステムにおける反射性のミラー層が、該活性構造からの該ミラーに衝突する光を反射することにより、結果として得られた発光ダイオードの外部量子効率を向上させることを含んでいる、請求項26に記載の方法。

【請求項 33】

前記発光ダイオードを重合体のレンズに封じ込めることをさらに含んでいる、請求項23に記載の方法。

【請求項 34】

前記発光ダイオードを、分散された蛍光体を有する重合体のレンズに封じ込めることを含んでいる、請求項33に記載の方法。

【請求項 35】

LEDランプであって、他の同様な構造と比較して増加した外部量子効率を有し、該ランプは、

リードフレームと、

該リードフレーム上の発光ダイオードであって、半導体発光構造、ボンディングシステム、およびマウント基板を含んでいる、発光ダイオードと、

該リードフレーム上の発光ダイオードを封じ込めているレンズと、

該ダイオードによって放出された光を第2の色に変換するための蛍光体であって、該第2の色は、該ダイオードによって放出された該色と組み合わせられたときに、白色光を生成する、蛍光体と

を備えており、

該マウント基板は、該活性構造によって放出された所定の周波数を有する光、および該蛍光体によって放出された所定の周波数を有する光の実質的な量を反射する材料を含んでいる、ランプ。

【請求項 36】

前記ボンディングシステムは、金属ボンディングシステムを含んでいる、請求項35に記載のランプ。

【請求項 37】

前記マウント基板は、前記発光構造において半導体材料以外の材料を含んでいる、請求項35に記載のランプ。

【請求項 38】

前記マウント基板は、前記活性構造によって放出された所定の周波数を有する光、およ

10

20

30

40

50

び前記蛍光体によって放出された所定の周波数を有する光の少なくとも５０パーセントを反射する材料を含んでいる、請求項３５に記載のランプ。

【請求項３９】

前記蛍光体は、前記レンズ内に分散されている、請求項３５に記載のランプ。

【請求項４０】

前記発光構造は、ⅢⅤ族窒化物材料系から形成されている、請求項３５に記載のランプ。

【請求項４１】

前記マウント基板は、酸化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、二酸化チタン、銀、アルミニウム、アルミニウム合金、その他の金属、ポーセレン、およびその他のセラミックからなる群から選択されている、請求項３５に記載のランプ。

10

【請求項４２】

前記ランプは可視スペクトルの青色部分で発光し、前記蛍光体は青色光を黄色光に変換する、請求項４０に記載のランプ。

【請求項４３】

前記蛍光体は、ＹＡＧを含んでいる、請求項４２に記載のランプ。

【請求項４４】

前記レンズは、重合体を含んでいる、請求項３５に記載のランプ。

【請求項４５】

前記重合体は、青色光または黄色光の発光によって実質的に影響を受けない、請求項４０に記載のランプ。

20

【請求項４６】

前記重合体は、シロキサンを含んでいる、請求項４０に記載のランプ。

【請求項４７】

前記反射性材料は、前記マウント基板上の反射性コーティングを含んでおり、該マウント基板において、該コーティングは、前記活性構造によって放出された所定の周波数を有する光、および前記蛍光体によって放出された所定の周波数を有する光の実質的な量を反射する、請求項３５に記載のランプ。

【請求項４８】

前記反射性コーティングは、酸化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、二酸化チタン、アルミニウム、その他の金属、ポーセレン、およびその他のセラミックからなる群から選択されている、請求項３５に記載のランプ。

30

【請求項４９】

請求項３５に記載のランプを含んでいるディスプレイ。

【請求項５０】

カラーピクセルと、

該カラーピクセルに隣接した光ガイドと、

該光ガイドに隣接しており、白色光を用いて該要素を照明するための、請求項３５に記載の発光ダイオードと

を備えている、ディスプレイ。

40

【請求項５１】

前記カラーピクセルは、液晶ディスプレイを含んでいる、請求項５０に記載のディスプレイ。

【請求項５２】

前記光ガイドに隣接した複数の発光ダイオードを含んでいる、請求項５１に記載のディスプレイ。

【請求項５３】

前記ディスプレイは、ほぼ平面状の表示画面を規定しており、前記ダイオードは、該表示画面の平面の法線方向に光を配向するように配置されている、請求項５２に記載のディスプレイ。

50

【請求項 5 4】

ⅢⅢⅢ族窒化物材料系から形成された発光活性構造と、
該活性構造を支持するボンディングシステムであって、該ボンディング構造は、該活性構造を支持する反射性表面と、該活性構造の反対側にある反射性表面とを有している、ボンディングシステムと、

該反対側にある反射性表面を直接支持している実質的に透過性の基板とを備えている、発光ダイオード。

【請求項 5 5】

前記ボンディングシステムは、金属ボンディングシステムを含んでいる、請求項 5 4 に記載の発光ダイオード。

10

【請求項 5 6】

導電透過性の基板と、
該導電性の基板との第 1 のオーミック接触と、
前記活性構造との第 2 のオーミック接触と
を含んでいる、請求項 5 4 に記載の発光ダイオード。

【請求項 5 7】

絶縁基板と、
前記発光活性構造の p 型部分に接続された第 1 のオーミック接触と、
該発光活性構造の n 型部分に接続された第 2 のオーミック接触と
を含んでいる、請求項 5 4 に記載の発光ダイオード。

20

【請求項 5 8】

前記活性構造は、ⅢⅢⅢ族窒化物の p 型エピタキシャル層および n 型エピタキシャル層のそれぞれを含んでいる、請求項 5 4 に記載の発光ダイオード。

【請求項 5 9】

前記ボンディング金属システムは、金、スズ、ニッケル、銀、プラチナ、アルミニウム、ならびにそれらの組み合わせおよび合金からなる群から選択された金属を含んでいる、請求項 5 4 に記載の発光ダイオード。

【請求項 6 0】

前記実質的に透過性の基板は、サファイアを含んでいる、請求項 5 4 に記載の発光ダイオード。

30

【請求項 6 1】

前記実質的に透過性の基板は、炭化シリコンを含んでいる、請求項 5 4 に記載の発光ダイオード。

【請求項 6 2】

前記活性構造は、単一量子井戸、多重量子井戸、および超格子構造からなる群から選択されている、請求項 5 4 に記載の発光ダイオード。

【請求項 6 3】

反射性のリードフレームを含んでいる、請求項 5 4 に記載の発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、発光ダイオード (LED) からの外部光抽出を改善することに関し、より具体的には、ⅢⅢⅢ族窒化物材料系において形成された白色発光ダイオードからの光抽出を改善することに関する。

【背景技術】

【0002】

発光ダイオードは、電流の印加のもとで光を発するフォトリソニックデバイスである。電流は、pn 接合 (またはなんらかの機能的に等価な構造) を横切って、キャリア (電子または正孔) を移動させる。注入されたキャリアが (正孔または電子のそれぞれと) 再結合するとき、それらは、再結合イベントからのエネルギーを解放するように、光を放出し得る

50

。

【 0 0 0 3 】

周知の量子論にしたがうと、再結合イベントからのエネルギーは、基本的に、半導体材料のバンドギャップによって確立される。したがって、再結合のエネルギーは、バンドギャップを決して超過し得ないが、一部の場合では、ドーピングおよびその他の特性にしたがって、エネルギーは、バンドギャップよりもいくぶん低くなり得る。

【 0 0 0 4 】

可視スペクトル範囲に含まれる光は、約 3 9 0 ~ 7 7 0 ナノメートル (n m) の間の波長を有し得る。適切に確立された関係を用いてエネルギー等価物に変換されるとき、このことは、少なくとも約 1 . 8 電子ボルト (e V) のバンドギャップを有する半導体材料における再結合イベントによって、可視光が形成され得るということを意味している。結果として、一部の広く用いられている半導体材料 (例えば、シリコン (1 . 1 e V)) から形成されたダイオードは、可視光を生成し得ない。

10

【 0 0 0 5 】

発光ダイオードは、その他の固体素子と同様の多くの望ましい特性を有し得る。発光ダイオードは、信頼性があり、物理的耐久性があり、長寿命であり、低価格で大量生産され得る傾向がある。したがって、発光ダイオードは、日常使用において、特に表示灯として、およびその他の低輝度の用途において、極めて一般的になっている。

【 0 0 0 6 】

より最近では常に、単なる表示以外の照明が、発光ダイオードの魅力的な用途になっている。しかしながら、照明は、典型的に白色光を必要とする。しかしながら、発光ダイオードに用いられる一般的な材料のうちの多く (ガリウムリン、リン化インジウム、ガリウムヒ素) は、低エネルギーの黄色光または赤色光のみを生成し得るバンドギャップを有している。

20

【 0 0 0 7 】

また、光学分野または色知覚の分野において周知のように、白色光は、単一の周波数または狭周波数帯からは構成されない。代わりに、白色光は、一緒になって人間の目にとって白い色を生成する複数の周波数の組み合わせを表している。

【 0 0 0 8 】

したがって、白色発光ダイオードを製造するために、2つの典型的なアプローチが用いられている。第1のアプローチにおいては、個別の赤色発光ダイオード、緑色発光ダイオード、青色発光ダイオードが近くで組み合わせられ、赤色周波数、緑色周波数、青色周波数の組み合わせから、白色光を生成する。第2のアプローチにおいては、青色発光ダイオードが、蛍光体 (しばしば黄色蛍光体) との組み合わせで用いられ、この蛍光体は、青色 L E D からの励起に応答して、発光し得る。青色周波数と黄色周波数との組み合わせは、白色光を生成し得る。

30

【 0 0 0 9 】

したがって、両方のアプローチは、青色発光ダイオードを必要とする。言い換えると、人間の目が青色と知覚する波長 (周波数) は、約 4 5 5 ~ 4 9 2 ナノメートルの間の範囲に含まれるので、少なくとも約 2 . 4 e V の等しいバンドギャップを有する半導体材料のみが、青色光を生成し得る。したがって、青色発光ダイオードに対する (したがって白色発光ダイオードに対する) 典型的な候補は、炭化ケイ素 (S i C) および I I I 族窒化物である。

40

【 0 0 1 0 】

これら2つの材料系の間で、I I I 族窒化物は、直接的な発光体であるという利点を有している (炭化ケイ素は、間接的な発光体である)。直接的な発光体においては、再結合からのエネルギーのほとんどは、光子として発せられる。間接的な発光体においては、エネルギーの一部は光子として発せられるが、ほとんどは振動エネルギーとして発せられる。したがって、その他の全ての要素が同じでも、直接的な発光体は間接的な発光体よりも効率的に光を生成し得るので、I I I 族窒化物は、青色発光ダイオードに対しては、炭化

50

ケイ素よりも、ますます好まれるようになっていく。

【 0 0 1 1 】

発光ダイオードを製造するためにⅢ族窒化物のような材料が用いられるとき、当該技術分野において一般に周知な多くの理由により、基本構造は、Ⅲ族窒化物材料のそれぞれのp型層とn型層との間に形成されるpn接合である。一般的に、適切に制御されたシステムにおいて、高品質のエピタキシャル層が、成長させられ得る。

【 0 0 1 2 】

しかしながら、エピタキシャル層は、なんらかのタイプの基板結晶の上で成長させられなければならない。しかしながら、Ⅲ族窒化物の適切な大きな結晶は、Ⅲ族窒化物のエピタキシャル層のための基板として入手し使用するには、困難であるか商業的現実性がない。したがって、サファイアおよび炭化ケイ素が、Ⅲ族窒化物の成長基板に対する、最も典型的な2つの選択である。

【 0 0 1 3 】

サファイア (Al_2O_3) は、透過性を提供するが、これは、本明細書においてさらに議論されるように、ダイオードの性能において望ましい要素であり得る。とはいえ、サファイアは絶縁性であり、導電的にドーピングされ得ない。

【 0 0 1 4 】

炭化ケイ素は、サファイアよりもⅢ族窒化物との良好な格子整合を有しているので、結晶成長の困難を低減し、エピタキシャル層に結果として生じる応力または緊張を低減する。炭化ケイ素はまた、導電的にドーピングされ得るので、サファイアよりも多くの素子設計の選択肢を提供する。しかしながら、無色の炭化ケイ素は、無色のサファイアよりも入手が困難である。

【 0 0 1 5 】

とはいえ、その他の全ての要素が同じでも、高品質のⅢ族窒化物のエピタキシャル層（したがって高品質の接合およびダイオード）は、サファイア基板にではなく、炭化ケイ素基板に形成される。

【 0 0 1 6 】

しかしながら、発光ダイオードは、理論上よい状況で用いられる。上述のように、多くの場合において、白色LEDは、蛍光体と組み合わせられた青色発光ダイオードから構成される。蛍光体は、典型的には鉱物粒子なので、通常これは、青色LEDチップをカバーおよびパッケージングするポリマーレンズに分散される。したがって、レンズおよび蛍光体の構造、組成、および配置は、パッケージングされたLEDの全体的な性能に影響を与え得る。

【 0 0 1 7 】

さらに、最近、最初に炭化ケイ素の成長基板上で生成され、その後に金属ボンディングシステムを用いることによって（しばしばSiC以外の金属の）マウント基板上に接合されたⅢ族窒化物のエピタキシャル層接合から、良好な輝度の結果が得られている。金属ボンディングシステム上の（そしてマウント基板上の）Ⅲ族窒化物のエピタキシャル層を有するダイオード構造を生成するために、最初のSiC基板はその後除去される。

【 0 0 1 8 】

例えば、本出願の譲受人であるCree, Inc.（アメリカ合衆国、ノースカロライナ州、Durham）から入手可能なEZBRIGHT (TM) ダイオードは、金属ボンディング構造上に搭載された（そしてシリコン基板上に接合した）Ⅲ族窒化物のエピタキシャル層から形成されている。シリコンは、周知であり、比較的低コストで広く入手可能であると考えられているので、マウント基板として用いられる。

【 0 0 1 9 】

しかしながら、シリコンは、Ⅲ族窒化物の発光構造によって生成される周波数の光を吸収する傾向がある。したがって、発光ダイオードによって生成される任意の所与の個数の光子について、それらの一部分は、シリコンマウント基板に衝突し、シリコンマウン

10

20

30

40

50

ト基板によって吸収される。このようにして吸収された光子の全ては、ダイオードの外部量子効率を低減させる。

【 0 0 2 0 】

簡単な背景として、ダイオードの効率（すなわち、ダイオードが印加された電流に基づいて生成する光の量）は、2つの基本的な要素に依存する：第1に、ダイオードが所与の量の電流から光子を形成する効率；第2に、形成された光子がダイオードおよびそのパッケージから出て、観察または認識され得る効率。

【 0 0 2 1 】

シリコンマウント基板上に形成された一部のⅢⅢⅢ族窒化物ダイオード構造は、サファイア上に形成された同様なダイオードよりも、輝度が低くなる傾向がある。とはいえ、上述のように、炭化ケイ素上に成長させられたⅢⅢⅢ族窒化物の層は、その他の全ての要素が同じでも、サファイア上に成長させられたⅢⅢⅢ族窒化物の層よりも、しばしば良好である。

10

【 0 0 2 2 】

したがって、炭化ケイ素上に成長させられた高品質なⅢⅢⅢ族窒化物の層の主要な利点は、白色光を形成するために、それらの層が特定の光吸収搭載構造上に配置され、蛍光体を用いてLEDランプに組み込まれるときに、なくなってしまう傾向がある。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 2 3 】

20

したがって、成長基板が除去された後、層が搭載構造上に配置された後、ならびにレンズおよび蛍光体を用いて上記構造がランプ内に形成された後でさえも、炭化ケイ素基板上に成長させられたⅢⅢⅢ族窒化物層の主要な利点を維持する発光ダイオード構造に対する必要性が存在している。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 2 4 】

（ 概要 ）

一局面において、本発明は、ⅢⅢⅢ族窒化物材料系から形成された発光活性構造と、ⅢⅢⅢ族窒化物の活性構造を支持しているボンディング構造と、ボンディング構造を支持しているマウント基板とを含んだ発光ダイオードに関する。マウント基板は、ⅢⅢⅢ族窒化物以外の材料を含んでおり、これは、活性構造によって放出された所定の周波数を有する光のうちの少なくとも50パーセントを反射する。

30

【 0 0 2 5 】

別の局面において、本発明は、同様な構造と比較して増加した外部量子効率を有する発光ダイオードを形成する方法に関する。上記方法は、成長基板上にⅢⅢⅢ族窒化物材料系からの活性構造を形成するステップと、ⅢⅢⅢ族窒化物の活性構造を搭載ウエハ材料にボンディングするステップであって、搭載ウエハ材料は、活性構造によって放出された所定の周波数を有する光のうちの少なくとも50パーセントを反射する、ステップと、ⅢⅢⅢ族窒化物の活性構造のエピタキシャル層から、成長基板を除去するステップと、ⅢⅢⅢ族窒化物の活性構造のp型部分およびn型部分のそれぞれに対し、オーミック接触を追加するステップとを含んでいる。

40

【 0 0 2 6 】

さらに別の局面において、本発明は、他の類似の構造と比較して増加した外部量子効率を有するLEDランプに関する。ランプは、リードフレームと、リードフレーム上の発光ダイオードとを含んでおり、上記発光ダイオードは、半導体発光構造、ボンディングシステム、およびマウント基板を含んでいる。マウント基板は、発光構造において半導体以外の材料であって、活性構造によって放出された所定の周波数を有する光のうちの少なくとも50パーセントを反射する、材料と、リードフレーム上のダイオードを封じ込めているレンズと、ダイオードによって放出された光を第2の色に変換するための、レンズ内に分散された蛍光体であって、第2の色は、ダイオードによって放出された色と組み合わせられ

50

たときに、白色光を生成する、蛍光体とを含んでいる。

【 0 0 2 7 】

さらに別の局面において、本発明は、発光ダイオードに関し、上記発光ダイオードは、ⅢⅤ族窒化物材料系から形成された発光活性構造と、活性構造を支持しているボンディングシステムであって、ボンディング構造は、活性構造を支持している反射性表面と、活性構造の反対側にある反射性表面とを有している、ボンディングシステムと、実質的に透過性の基板とを含んでいる。

【 0 0 2 8 】

本発明の上述およびその他の目的および利点、ならびにそれらを実現するための方法は、添付の図面を参酌すると以下の詳細な説明に基づいて明らかになる。

10

【 0 0 2 9 】

本発明は、さらに以下の手段を提供する。

【 0 0 3 0 】

(項目 1)

ⅢⅤ族窒化物材料系から形成された発光活性構造と、
該ⅢⅤ族窒化物の活性構造を支持するボンディング構造と、
該ボンディング構造を支持するマウント基板であって、該マウント基板は、該活性構造によって放出された所定の周波数を有する光の実質的な量を反射する材料を含む、マウント基板と
を備えている、発光ダイオード。

20

【 0 0 3 1 】

(項目 2)

上記ボンディング構造は、ボンディング金属構造である、項目 1 に記載の発光ダイオード。

【 0 0 3 2 】

(項目 3)

上記マウント基板は、ⅢⅤ族窒化物以外の材料を含んでいる、項目 1 に記載の発光ダイオード。

【 0 0 3 3 】

(項目 4)

上記マウント基板の材料は、上記活性構造によって放出された所定の周波数を有する光のうちの少なくとも 50 パーセントを反射する、項目 1 に記載の発光ダイオード。

30

【 0 0 3 4 】

(項目 5)

上記マウント基板は、シリコンが上記活性構造によって放出された所定の周波数を有する光を反射するよりも多く、該活性構造によって放出された所定の周波数を有する光を反射する、項目 1 に記載の発光ダイオード。

【 0 0 3 5 】

(項目 6)

上記活性構造は、上記ⅢⅤ族窒化物材料系からのエピタキシャル層を含んでいる、項目 1 に記載の発光ダイオード。

40

【 0 0 3 6 】

(項目 7)

上記活性構造は、ホモ接合、ヘテロ接合、単一量子井戸、多重量子井戸、および超格子構造からなる群から選択されている、項目 1 に記載の発光ダイオード。

【 0 0 3 7 】

(項目 8)

上記マウント基板は、酸化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、二酸化チタン、アルミニウム、その他の金属、ポーセレン、およびその他のセラミックからなる群から選択されている、項目 1 に記載の発光ダイオード。

50

【 0 0 3 8 】

(項 目 9)

上記マウント基板は、絶縁性である、項目 1 に記載の発光ダイオード。

【 0 0 3 9 】

(項 目 1 0)

上記発光活性構造の p 型部分との第 1 のオーミック接触と、該発光活性構造の n 型部分との第 2 のオーミック接触とを含んでいる、項目 9 に記載の発光ダイオード。

【 0 0 4 0 】

(項 目 1 1)

上記マウント基板は、導電性である、項目 1 に記載の発光ダイオード。

10

【 0 0 4 1 】

(項 目 1 2)

上記導電性基板との第 1 のオーミック接触と、該活性構造との第 2 のオーミック接触とを含んでいる、項目 1 1 に記載の発光ダイオード。

【 0 0 4 2 】

(項 目 1 3)

上記マウント基板は、化学的に安定であり、LED 製造温度に耐えることができ、少なくともシリコンと同程度の力学的強度があり、高い破壊強度を有しており、高靱性であり、高熱伝導性であり、剛性であり、ボンディングシステムにボンディングし得、LED 製造のコンテキストにおいては実質的に無害である、項目 1 に記載の発光ダイオード。

20

【 0 0 4 3 】

(項 目 1 4)

上記マウント基板は、少なくとも約 3 0 0 までの温度で、物理的および化学的に安定である、項目 1 に記載の発光ダイオード。

【 0 0 4 4 】

(項 目 1 5)

上記活性構造は、窒化ガリウム、窒化インジウムガリウム、窒化アルミニウムガリウム、およびそれらの組み合わせからなる群から選択されている、項目 1 に記載の発光ダイオード。

【 0 0 4 5 】

(項 目 1 6)

上記ボンディング金属構造は、金、スズ、プラチナ、およびニッケルを含んでいる、項目 1 に記載の発光ダイオード。

30

【 0 0 4 6 】

(項 目 1 7)

レンズおよび蛍光体をさらに含んでおり、上記マウント基板の材料は、該蛍光体によって放出された光の実質的な量を反射する、項目 1 に記載の発光ダイオード。

【 0 0 4 7 】

(項 目 1 8)

上記マウント基板は、約 3 5 0 ~ 7 0 0 ナノメートルの間の周波数範囲における光の実質的な量を反射する、項目 1 に記載の発光ダイオード。

40

【 0 0 4 8 】

(項 目 1 9)

上記反射性材料は、上記マウント基板上の反射性コーティングを含んでおり、該マウント基板において、該コーティングは、上記活性構造によって放出された所定の周波数を有する光の実質的な量を反射する、項目 1 に記載の発光ダイオード。

【 0 0 4 9 】

(項 目 2 0)

上記反射性コーティングは、酸化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、二酸化チタン、アルミニウム、その他の金属、ポーセレン、およびその他のセラミックからな

50

る群から選択されている、項目 19 に記載の発光ダイオード。

【0050】

(項目 21)

上記反射性材料は、上記マウント基板上の反射性コーティングを含んでおり、該マウント基板において、該コーティングは、上記活性構造によって放出された所定の周波数を有する光の実質的な量と、上記蛍光体によって放出された所定の周波数を有する光の実質的な量とを反射する、項目 17 に記載の発光ダイオード。

【0051】

(項目 22)

上記コーティングは、酸化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、二酸化チタン、アルミニウム、その他の金属、ポーセレン、およびその他のセラミックからなる群から選択されている、項目 21 に記載の発光ダイオード。

【0052】

(項目 23)

同様な構造と比較して増加した外部量子効率を有する発光ダイオードを形成する方法であって、該方法は、

成長基板上に III 族窒化物材料系から活性構造を形成することと、

該 III 族窒化物活性構造を搭載ウエハにボンディングすることであって、該搭載ウエハは、該活性構造によって放出された所定の周波数を有する光の実質的な量を反射する、

ことと、

該 III 族窒化物活性構造のエピタキシャル層から該成長基板を除去することと、
該 III 族窒化物の活性構造の p 型部分および n 型部分のそれぞれとのオーミック接触を追加することと

を包含する、方法。

【0053】

(項目 24)

III 族窒化物ではない材料上に、活性構造を形成することを含んでいる、項目 23 に記載の方法。

【0054】

(項目 25)

成長基板上に上記活性構造を形成することを含んでおり、該成長基板は、該活性構造によって放出された所定の周波数を有する光のうちの少なくとも 50 パーセントを反射する、項目 23 に記載の方法。

【0055】

(項目 26)

金属ボンディングシステムを用いることにより、上記 III 族窒化物の活性構造を搭載ウエハにボンディングすることを含んでいる、項目 23 に記載の方法。

【0056】

(項目 27)

上記活性構造を導電性基板にボンディングすることを含んでおり、上記オーミック接触を追加するステップは、該活性構造との 1 つのオーミック接触を追加し、該導電性の基板との 1 つのオーミック接触を追加することを含んでいる、項目 23 に記載の方法。

【0057】

(項目 28)

絶縁基板上に上記活性構造を形成することを含んでいる、項目 19 に記載の方法。

【0058】

(項目 29)

上記基板上に上記活性構造を形成するステップは、炭化ケイ素の基板上に III 族窒化物のエピタキシャル層を形成することを含んでいる、項目 23 に記載の方法。

【0059】

10

20

30

40

50

(項目 30)

窒化ガリウム、窒化インジウムガリウム、窒化アルミニウムガリウム、およびそれらの組み合わせからなる群から上記活性構造を形成することを含んでいる、項目 23 に記載の方法。

【0060】

(項目 31)

金属ボンディングシステムを用いることにより、上記 III 族窒化物の活性構造を上記搭載ウエハにボンディングすることを含んでおり、該金属ボンディングシステムは、金、スズ、プラチナ、およびニッケルを含んでいる、項目 23 に記載の方法。

【0061】

(項目 32)

上記 III 族窒化物の活性構造に隣接した上記金属ボンディングシステムにおける反射性のミラー層が、該活性構造からの該ミラーに衝突する光を反射することにより、結果として得られた発光ダイオードの外部量子効率を向上させることを含んでいる、項目 26 に記載の方法。

【0062】

(項目 33)

上記発光ダイオードを重合体のレンズに封じ込めることをさらに含んでいる、項目 23 に記載の方法。

【0063】

(項目 34)

上記発光ダイオードを、分散された蛍光体を有する重合体のレンズに封じ込めることを含んでいる、項目 33 に記載の方法。

【0064】

(項目 35)

LED ランプであって、他の同様な構造と比較して増加した外部量子効率を有し、該ランプは、

リードフレームと、

該リードフレーム上の発光ダイオードであって、半導体発光構造、ボンディングシステム、およびマウント基板を含んでいる、発光ダイオードと、

該リードフレーム上の発光ダイオードを封じ込めているレンズと、

該ダイオードによって放出された光を第 2 の色に変換するための蛍光体であって、該第 2 の色は、該ダイオードによって放出された該色と組み合わせられたときに、白色光を生成する、蛍光体と

を備えており、

該マウント基板は、該活性構造によって放出された所定の周波数を有する光、および該蛍光体によって放出された所定の周波数を有する光の実質的な量を反射する材料を含んでいる、ランプ。

【0065】

(項目 36)

上記ボンディングシステムは、金属ボンディングシステムを含んでいる、項目 35 に記載のランプ。

【0066】

(項目 37)

上記マウント基板は、上記発光構造において半導体材料以外の材料を含んでいる、項目 35 に記載のランプ。

【0067】

(項目 38)

上記マウント基板は、上記活性構造によって放出された所定の周波数を有する光、および上記蛍光体によって放出された所定の周波数を有する光の少なくとも 50 パーセントを

10

20

30

40

50

反射する材料を含んでいる、項目 35 に記載のランプ。

【0068】

(項目 39)

上記蛍光体は、上記レンズ内に分散されている、項目 35 に記載のランプ。

【0069】

(項目 40)

上記発光構造は、III 族窒化物材料系から形成されている、項目 35 に記載のランプ。

【0070】

(項目 41)

上記マウント基板は、酸化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、二酸化チタン、銀、アルミニウム、アルミニウム合金、その他の金属、ポーセレン、およびその他のセラミックからなる群から選択されている、項目 35 に記載のランプ。

【0071】

(項目 42)

上記ランプは可視スペクトルの青色部分で発光し、上記蛍光体は青色光を黄色光に変換する、項目 40 に記載のランプ。

【0072】

(項目 43)

上記蛍光体は、YAG を含んでいる、項目 42 に記載のランプ。

【0073】

(項目 44)

上記レンズは、重合体を含んでいる、項目 35 に記載のランプ。

【0074】

(項目 45)

上記重合体は、青色光または黄色光の発光によって実質的に影響を受けない、項目 40 に記載のランプ。

【0075】

(項目 46)

上記重合体は、シロキサンを含んでいる、項目 40 に記載のランプ。

【0076】

(項目 47)

上記反射性材料は、上記マウント基板上の反射性コーティングを含んでおり、該マウント基板において、該コーティングは、上記活性構造によって放出された所定の周波数を有する光、および上記蛍光体によって放出された所定の周波数を有する光の実質的な量を反射する、項目 35 に記載のランプ。

【0077】

(項目 48)

上記反射性コーティングは、酸化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、二酸化チタン、アルミニウム、その他の金属、ポーセレン、およびその他のセラミックからなる群から選択されている、項目 35 に記載のランプ。

【0078】

(項目 49)

項目 35 に記載のランプを含んでいるディスプレイ。

【0079】

(項目 50)

カラーピクセルと、

該カラーピクセルに隣接した光ガイドと、

該光ガイドに隣接しており、白色光を用いて該要素を照明するための、項目 35 に記載の発光ダイオードと

10

20

30

40

50

を備えている、ディスプレイ。

【 0 0 8 0 】

(項目 5 1)

上記カラーピクセルは、液晶ディスプレイを含んでいる、項目 5 0 に記載のディスプレイ。

【 0 0 8 1 】

(項目 5 2)

上記光ガイドに隣接した複数の発光ダイオードを含んでいる、項目 5 1 に記載のディスプレイ。

【 0 0 8 2 】

(項目 5 3)

上記ディスプレイは、ほぼ平面状の表示画面を規定しており、上記ダイオードは、該表示画面の平面の法線方向に光を配向するように配置されている、項目 5 2 に記載のディスプレイ。

【 0 0 8 3 】

(項目 5 4)

III 族窒化物材料系から形成された発光活性構造と、

該活性構造を支持するボンディングシステムであって、該ボンディング構造は、該活性構造を支持する反射性表面と、該活性構造の反対側にある反射性表面とを有している、ボンディングシステムと、

該反対側にある反射性表面を直接支持している実質的に透過性の基板とを備えている、発光ダイオード。

【 0 0 8 4 】

(項目 5 5)

上記ボンディングシステムは、金属ボンディングシステムを含んでいる、項目 5 4 に記載の発光ダイオード。

【 0 0 8 5 】

(項目 5 6)

導電透過性の基板と、

該導電性の基板との第 1 のオーミック接触と、

上記活性構造との第 2 のオーミック接触と

を含んでいる、項目 5 4 に記載の発光ダイオード。

【 0 0 8 6 】

(項目 5 7)

絶縁基板と、

上記発光活性構造の p 型部分に接続された第 1 のオーミック接触と、

該発光活性構造の n 型部分に接続された第 2 のオーミック接触と

を含んでいる、項目 5 4 に記載の発光ダイオード。

【 0 0 8 7 】

(項目 5 8)

上記活性構造は、III 族窒化物の p 型エピタキシャル層および n 型エピタキシャル層のそれぞれを含んでいる、項目 5 4 に記載の発光ダイオード。

【 0 0 8 8 】

(項目 5 9)

上記ボンディング金属システムは、金、スズ、ニッケル、銀、プラチナ、アルミニウム、ならびにそれらの組み合わせおよび合金からなる群から選択された金属を含んでいる、項目 5 4 に記載の発光ダイオード。

【 0 0 8 9 】

(項目 6 0)

上記実質的に透過性の基板は、サファイアを含んでいる、項目 5 4 に記載の発光ダイオ

10

20

30

40

50

ード。

【0090】

(項目61)

上記実質的に透過性の基板は、炭化シリコンを含んでいる、項目54に記載の発光ダイオード。

【0091】

(項目62)

上記活性構造は、単一量子井戸、多重量子井戸、および超格子構造からなる群から選択されている、項目54に記載の発光ダイオード。

【0092】

(項目63)

反射性のリードフレームを含んでいる、項目54に記載の発光ダイオード。

【0093】

(摘要)

III族窒化物材料系から形成された発光活性構造と、III族窒化物の活性構造を支持するボンディング構造と、ボンディング構造を指示するマウント基板とを含む、発光ダイオードが開示される。マウント基板は、活性構造によって放出された所定の周波数を有する光の少なくとも50パーセントを反射する材料を含んでいる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0094】

(詳細な説明)

発光ダイオード、III族窒化物、サファイア基板および炭化ケイ素基板の性質は、当該技術分野において一般に周知であり、本明細書においては詳細に記載されない。適切な参考文献は、Sze、PHYSICS OF SEMICONDUCTOR DEVICES、2d Edition(1981); Schubert、LIGHT-EMITTING DIODES、Cambridge University Press(2003)、およびZetterling、PROCESS TECHNOLOGY FOR SILICON CARBIDE DEVICES、Electronic Materials Information Service(2002)を含む。

【0095】

図1は、本発明にしたがう発光ダイオードの断面図を示しており、その全体は20で示されている。ダイオード20は、ブラケット形状の矢印21によって示されている発光活性構造を含んでいる。例示的な実施形態において、活性構造21は、III族窒化物材料系から形成されている。図1は、活性構造をエピタキシャル層22および23(それぞれはn型およびp型である)として示している。

【0096】

図1は、限定的なものではなく、例示的なものであるが、ダイオード20全体の有用な配置のうちの1つを示している。さらに、全ての図面において、ダイオード、エピタキシャル層、リードフレーム、レンズ、およびその他の要素のような項目は、例示を目的として提供されており、一定の比率で提供されてはいないことに留意されたい。

【0097】

次に、ダイオード20は、オーミック層28と、単一の層24として示されたボンディングシステムとを含んでいる。図1は、明瞭化のために、ボンディングシステム24を単一の金属層として示しているが、例示的な実施形態において、ボンディング構造は、適切な金属およびそれらの合金から形成され得、ダイオードの構造的な要求および機能的な要求を満たす場合には、非金属から形成され得る。複数の金属の代表的な組み合わせは、同一出願人による同時継続中の、2006年6月30日に出願された米国特許出願第11/428,158号「Nickel-Tin Bonding System for Semiconductor Wafers and Devices」、および2006年9月22日に出願された米国特許出願第11/534,317号「Modified Go

10

20

30

40

50

ld - Tin System With Increased Melting Temperature for Wafer Bonding」に記載されている。これらの出願の内容の全体は、参照により本明細書に援用される。一部の実施形態において、ボンディング構造は、発光構造 21 に隣接した比較的高い反射率の金属層を含み得、光の抽出と外部量子効率とを向上させるためのミラーとして機能し得る。

【0098】

ボンディング基板 24 は、エピタキシャル層 22 および 23 ならびにオーミック層 28 を図 1 において 25 で示されているマウント基板に付着させている。本発明の方法的局面に関連して記載されているように、そして当該技術分野においてほぼ周知であるように、エピタキシャル層 22 および 23 は、炭化ケイ素のような成長基板（図示されず）上で成長させられる。この予備構造は、その後、金属構造 24 を用いることにより、マウント基板 25 にボンディングされる。その後、成長基板は除去され、エピタキシャル層 22 および 23（またはその他の活性構造）が、ダイオード 20 の発光面として残る。

【0099】

マウント基板 25 は、ボンディング構造 24 を支持しており、III 族窒化物以外の材料から形成されており、上記マウント基板 25 は、活性構造 21 によって放出された所定の周波数を有する光の少なくとも 50 パーセントを露出された表面から反射する。一般的に、マウント基板 25 はまた、活性構造によって放出された所定の周波数を有する光を反射し得る等価なシリコン構造よりも、活性構造によって放出された所定の周波数を有する光を反射するものとしても記載され得る。

【0100】

加えて、本明細書において記載されている実施形態は、特に蛍光体のコンテキストで有用なので、マウント基板はまた、好適には、変換後に蛍光体によって放出された光のうちの相当な量（ほとんどの場合では、少なくとも 50%）を反射し得る。

【0101】

マウント基板 25 は、その発光特性を最初に選択される。これは当然ながら、適切な発光ダイオードにおいて使用するためのその他の条件の全てを満たす。したがって、マウント基板 25 は、化学的に安定な材料から形成され得、LED 製造温度（通常は、少なくとも約 300 まで）に耐えることができ、少なくともシリコンと同程度の力学的強度があり、高い破壊強度を有しており、高靱性であり、高熱伝導性であり、剛性であり、ボンディングシステムにボンディングし得、製造のコンテキストにおいては実質的に無害であり得る。

【0102】

したがって、例示的な実施形態において、マウント基板は、酸化アルミニウム（アルミナ）、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、二酸化チタン、アルミニウム、その他の金属、ポーセレン、およびその他のセラミックからなる群から選択される。

【0103】

図 1 は、マウント基板 25 が導電性である場合の実施形態を示している。したがって、1 つのオーミック接触 26 が、マウント基板 25 の裏面に配置され得、リードフレーム 27 への電氣的接触を形成している。また、別のオーミック接触 30 が、活性構造 21 に対して形成されており、図 1 においては、n 型エピタキシャル層 22 に対して形成されている。

【0104】

III 族窒化物材料系は、当該技術分野において一般に周知であり、エピタキシャル層 22 および 23 が、典型的には窒化ガリウム、窒化アルミニウムガリウム、窒化インジウムガリウム、または一部の 경우에는、窒化インジウムアルミニウムガリウムから形成されるという点に留意することを除いては、詳細には記載されない。これらの化合物は、一般に、 Ga_N 、 $Al_x Ga_{1-x} N$ 、 $In_x Ga_{1-x} N$ 、および $In_x Al_y Ga_{1-x-y} N$ として示される。ここで、 x および y は、示されている元素の原子分率を表している。当該技術分野において周知なように、活性構造の主波長は、III 族窒化物における

元素（特に、インジウム）の原子分率を制御することにより、ある程度制御され得る。これは、インジウムの原子分率の小さい化合物ほどその安定性が大きいことにより、ある程度相殺される。

【0105】

加えて、活性構造 21 は、エピタキシャル層 22 および 23 として示されているが、これは、ホモ接合、ヘテロ接合、単一量子井戸、多重量子井戸、および超格子構造からなる群から選択され得ることが、理解され得る。

【0106】

図 2 は、全体が 32 で示されているダイオードの実施形態を示しており、ここではマウント基板 33 は、導電性ではなく絶縁性である。活性構造は、ここでもまた、21 で示されており、n 型エピタキシャル層 22、p 型エピタキシャル層 23、ボンディングシステム 24、およびオーミック層 28 を含んでいる。しかしながら、マウント基板 33 は絶縁性なので、ボンディングパッド 34 が、オーミック層 28 への（そして p 型層 23 への）接触を提供している。図 2 に示されている実施形態において、n 型層へのオーミック接触は、ここでもまた、30 で示されている。

10

【0107】

p 型および n 型の III 族窒化物の両方へのオーミック接触に適切な材料は、当該技術分野において周知なので、本明細書においては詳細に記載されない。

【0108】

追加的な点として、図 2 に示されているオーミック接触層 28 は、残りの記載に関する明瞭化を目的として、単一の層として示されている。多くの実際の状況において、オーミック層 28 は、いくぶんより複雑であり得る。典型的に、そのような層は、p 型の III 族窒化物層 23 との（そして、図 2 に示されているような配置で層 23 の下にある）オーミック接触を含み得る。このオーミック接触は、典型的には銀（Ag）から形成されたミラーによって裏張り（back）され、光抽出を向上させている。言い換えると、銀は、このタイプの素子において、特に追加的な製造ステップの間に、移動させられる傾向を有しているので、層の残りは、障壁金属系によって、最も典型的には、チタンタンゲステン（Ti-W）合金から形成される。

20

【0109】

複数の金属層のそのような組み合わせは、例えば、同一出願人による同時継続中の、2005 年 1 月 18 日に出願された米国特許出願第 11/037,965 号（現在は米国特許出願公開第 20060060879 号として公開）に記載されており、その内容の全体は、参照により本明細書に援用される。

30

【0110】

図 1 および図 2 は、例示的な実施形態を示しており、ダイオード 20 または 32 は、基板 25 または 33 上のエピタキシャル層 22 および 23、ならびにリードフレーム 27 上の基板によって、配置されている。この配置において、活性構造 21 は、それぞれのダイオード 20 および 32 の発光面を形成している。本発明は、このコンテキストで有用である。なぜならば、基板は、活性構造 21 からの光の外部生成と干渉しないからである。この配置は、基板 25 または 33 が、活性構造 21 を出る光を物理的に遮断することを妨げるが、基板は、リードフレーム 27、レンズ、蛍光体（図 3）、またはこれらの要素の任意の組み合わせから上記基板に反射された光を潜在的に吸収し得る。

40

【0111】

別の実施形態においては、図 2 において破線によって示されているように、基板 33 は、本来反射性であるかどうかに関わらず、反射性材料 29 を用いてコーティングされ得る。反射性材料 29 は、反射性基板と同じ条件を満たし得、同じ金属群から選択され得る。一部の状況において、コーティングは、反射目的のための基準を満たす材料から形成され得るが、必ずしも基板全体の構造的な要求を満たすとは限らない。そのような実施形態において、基板は、低反射性材料のうちの 1 つから形成され得、この基板に対する構造的な要求を満たし得る一方で、コーティングは、反射目的に適した反射性材料から形成され得る。

50

【 0 1 1 2 】

図 3 は、全体が 3 5 で示されている L E D ランプのコンテキストで本発明を示している。図 1 および図 2 と同様に、図 3 は本質的に概略的なもので、特定の項目は、実際のサイズと比較して正しい比率で示されてはいない。特に、L E D ランプにおいて、ダイオードチップ 2 0 または 2 1 は、レンズ 3 6 と比べると、比較的小さなものであり得る。レンズ 3 6 は、リードフレーム 2 7 上のダイオード 2 0 または 2 1 を封じ込めており、基板が導電性であるか絶縁性であるかに依存して、1 つ以上のワイヤ 3 7 が、オーミック接触 3 0 を外部リード 4 0 および 4 1 に接続するために用いられ得る。

【 0 1 1 3 】

ランプのコンテキストにおいて、ダイオード 2 0 または 3 2 は、典型的には、適切な半田付けまたは接着剤を用いて、リードフレーム 2 7 上に搭載されているが、当該技術分野においては周知なので、これは、明瞭化を目的として、図 3 においては省かれている。

【 0 1 1 4 】

例示的な実施形態において、ランプ 3 5 は、図 3 においては点領域 4 2 によって概略的に示されている蛍光体を含んでいる。背景において述べられたように、蛍光体は、典型的には、光の励起に応答して蛍光を発する鉱物粒子である。I I I 族窒化物材料系に基づいた白色発光ダイオードに対しては、蛍光体 4 2 は、主に赤色周波数および黄色周波数を発することにより、ダイオード 2 0 または 3 2 によって放出された所定の周波数を補完し、その結果、組み合わせが白色光を生成するように選択される。この点に対して最も一般的であって例示的な蛍光体は、イットリウムアルミニウムガーネット ($Y_3Al_5O_{12}$) (一般に「Y A G」と呼称される) およびそれに類似した化合物である。蛍光体 4 2 は、典型的にはレンズ 3 6 内に含まれており、これは典型的には重合体を含んでいるが、ガラスまたはその他の透明な材料から形成され得る。重合体は有機分子であり、多くの場合に、青色周波数および紫外周波数の光に応答するので、レンズ 3 6 は、青色光または黄色光の発光による影響が少ないか、あるいは実質的に影響を受けない、重合体から形成されていることが好ましい。特に、シロキサンベースの重合体 (しばしば略式に「シリコン (s i l i c o n e) 」と呼称される) が、このコンテキストに適切なものである。

【 0 1 1 5 】

図 3 および図 4 は、ダイオード 2 0 、 3 2 の上の重合体のレンズ内に分散された蛍光体 4 2 および 5 1 をそれぞれ示しているが、蛍光体の位置は、これらに限定されないということに留意されたい。蛍光体は、一部の状況においては、チップ 2 0 、 3 2 上またはレンズ (例えば、3 6) の境界 (内部表面) に直接的に配置され得、あるいは意図した目的を満たすその他の任意の位置またはパターンに配置され得る。言い換えると、反射性のマウント基板は、蛍光体 4 2 、 5 1 の配置に関する幅広い可能性との組み合わせで、その利点を提供する。

【 0 1 1 6 】

図 4 は、「サイドルッカー (s i d e l o o k e r) 」ダイオード構造のコンテキストで本発明を示しており、その全体は 4 5 で示されている。サイドルッカーという用語は、一般に、特定のパッケージ環境に配置および配列された、本発明にしたがうダイオード 2 0 および 3 2 のことをいう。サイドルッカーダイオードは、典型的には、反射性のパッケージ 4 6 とダイオード 2 0 または 3 2 とを含んでいる。反射性のパッケージ 4 6 は、しばしば白色の重合体樹脂から形成されており、ハウジング 4 6 に対して凹状の輪郭を有している重合体のレンズ 4 7 の内側にダイオード 2 0 または 3 2 が搭載されている。これは、一般に受け入れられた商業的な配置であるが、凹状レンズ 4 7 は、サイドルッカーダイオード 4 5 の上表面 5 0 が、例えば、フラットディスプレイのディフューザ (図 6) のような、照明される対象と同一平面上に配置されることを許容する。

【 0 1 1 7 】

示されているダイオード 4 5 のようなサイドルッカーダイオードは、フルカラーディスプレイに対するバックライトとして頻繁に用いられるので、これらはまた、典型的に、ダイオード 2 0 または 2 1 からの光を黄色光に変換する蛍光体 5 1 の領域をも含んでおり、

10

20

30

40

50

この黄色光は、上述のように、ダイオード 20、21 によって放出された青色光と組み合わせることにより、白色光の出力を提供する。上述の実施形態に関連して述べられたように、蛍光体 51 の示された位置は、限定的なものではなく、例示的なものである。

【0118】

サイドルッカーパッケージ 45 はまた、適切なパッケージ接触 48、49 のボンディングパッドと、ダイオード 20 または 32 からパッケージ接触へのワイヤ（例えば、58）をも含み得る。これらは、図 4 においては、明瞭化のために単純化されているが、当該技術分野においては周知である。

【0119】

本発明にしたがう反射性基板は、サイドルッカーダイオードに関連する特別な利点を提供する。サイドルッカーダイオードは、典型的には、凹面レンズを含んでいるので、サイドルッカーダイオードは、より一般的なランプパッケージおよび凸面レンズよりも、高い確率で内反射を提供する。このように、従来のサイドルッカーダイオードにおいては、内反射の傾向が大きいので、本発明は、反射性基板が、基板による光子吸収の数を最小化することによって、ダイオードの外部量子効率を増加させる方法で特別な利点を提供する。

【0120】

図 3 および図 4 に示されているレンズおよび蛍光体の構造は、本発明の特定の利点を強調している。背景において述べられたように、ダイオードの外部量子効率は、パッケージが生成する光の量を表しており、通常は印加された電流に比例する。現実の実施において、レンズの縁に衝突する光子の一部（ダイオードによって放出された光子および蛍光体によって放出された光子の両方）は、（Snell の法則に基づいて、ならびに入射角および関連する屈折率に依存して）反射されてパッケージに戻され得る。反射された光子が、本発明にしたがう反射性基板（25 または 33）に衝突すると、それらは、反射し返され得、ランプ 35 または 45 の外に出る統計的に大きな確率を有し得る。

【0121】

同じ利点は、蛍光体（図 3 における 42 および図 4 における 51）に対しても当てはまる。蛍光体に衝突する光子の一部（しかし全てではない）は、変換を生成するので、光子の一部は、蛍光体の粒子から反射され、基板 25 または 33 へと反射し返され得る。本発明は、反射性基板を提供するので、このことは、そのような反射された光子が最終的にパッケージを出る可能性をさらに増加させ、ランプ 35 または 45 の外部出力を増加させ、結果的に、ランプ 35 または 45 の効率を増加させ得る。

【0122】

図 5 は、透過性の基板 55 を組み込んだダイオード 54 の形態で、本発明の別の実施形態を概略的に示している。上述の実施形態の利点の 1 つは、マウント基板の反射性が、この基板による光の吸収を、最小化または排除するという点である。図 5 に示されているダイオード 54 において、透過性の基板 55 は、特定の数の光子を吸収し得る。しかしながら、この実施形態において、ボンディング金属系 56 は、活性構造 21 を支持する 1 つの反射性表面 57 を有しており（先の例における要素と同じ要素は、先の例における参照番号と同じ参照番号を有している）、別の反射性表面 60 が、活性構造 21 の反対側にあり、基板 55 によって直接的に支持されている。これは、2 つの反射性表面 60 および 57 を提供するので、透過性の基板 55 に入る光子の一部は、基板 55 に面する反射性表面 60 によって、再び外に向けて反射され得る。

【0123】

一部の実施形態において、リードフレーム 27 は、破線部 61 によって示された反射性表面を含み得る。リードフレーム 27 上の反射性表面 61 は、ボンディング構造 56 に接する反射性表面 60 の代わりに、あるいは反射性表面 60 と共に、用いられ得る。加えて、一部の場合において、平面状の反射性表面に対するオプションとして、反射性表面が「粗い（rough）」（すなわち、複数の小さな反射性構造から形成されている）ことが有利である。

【0124】

10

20

30

40

50

図 5 はさらに、透過性の基板 55 が導電性ではなく絶縁性である実施形態を示している。したがって、図 2 と同様に、オーミック接触 30 および 59 は、基板 55 に対してではなく、活性構造 21 におけるエピタキシャル層 22 および 23 に対して形成されている。言い換えると、金属ボンディングパッド 34 は、オーミック層 59 および p 型層 23 に対して、外部接触を提供している。金属ボンディングシステム 56 上の反射性表面 57 および 60 を有する透過性の基板は、導電性基板と共に組み込まれ得ること、ならびにそのような構造は、図 1 に類似したものであり得るということが、当然に理解され得る。しかしながら、一般に、ドーパントを追加すると、所与の任意の結晶材料の透過性を低減させる傾向があるので、透過性材料は、より一般的には絶縁性である。

【0125】

金属層 59 の構造は、図 5 において示されているよりも、より精緻なものであり得ることに留意されたい。特に、図 2 に関連して述べられているオーミック接触、ミラー層、および障壁層の組み合わせは、図 5 の実施形態にも組み込まれ得る。

【0126】

図 6 は、全体が 62 で示された、一部分が分解されたディスプレイを示しており、これは、本発明にしたがうダイオードおよびランプを組み込んでいる。図 6 は、携帯電話、個人用情報端末、ラップトップコンピュータ、およびその他のアプリケーション（例えば、フラットパネルビデオ、コンピュータモニタ、全地球測位システム）において関連したカラーディスプレイに用いられるバックライト構造を概略的に示している。バックライト構造の当業者は、多くの場合において、バックライト構造が、多くの追加的な関連要素、例えば、投影フィルム、トップマスク（top mask）、ハウジング、反射体、および照明管理フィルム（light management film）を含んでいるということを理解し得る。これらの要素は、当該技術分野において一般に周知なので、さらに、これらの特定の記載は、本発明の記載を必ずしも良くするわけではないので、これらの要素は、特に断りがない限り、本明細書においては詳細に記載されない。

【0127】

ディスプレイ 62 は、カラーピクセルを含んでおり、その全体は、支持フレーム 64 およびその土台 65 におけるスクリーン 63 によって示されている。光ガイド 66 が、ピクセル 63 に隣接して配置されている。例示的な実施形態において、カラーピクセルは、当該技術分野において周知なタイプの液晶ディスプレイを含んでおり、これは、特に断りがない限り、本明細書においては詳細に記載されない。

【0128】

光ガイド 66 は、典型的には、光ガイドに優れた光伝搬能力を提供する反射率を有する適切な重合体から形成されている。

【0129】

ディスプレイ 62 は、本発明の 1 つ以上の任意の実施形態にしたがう、少なくとも 1 つの発光ダイオード 67（好適には複数のそのようなダイオード）を含んでおり、特に図 4 に関連して記載されたサイドルッカーダイオードを含んでいる。図 6 に示されているように、ディスプレイ 62 は、光ガイド 66 を用いてほぼ平面状の表示画面を規定しており、上記光ガイド 66 は、平面状の表示画面にほぼ（または厳密に）平行に方向付けられている。発光ダイオード 67 は、表示画面の平面の法線方向に光を配向するように配置されており、すなわち、この目的のために、発光ダイオード 67 は、光ガイド 66 の縁のまわりに配置されている。

【0130】

図面および明細書において、本発明の好適な実施形態が述べられ、特定の用語が用いられてきたが、これらは、単に一般的な説明的な意味で用いられており、限定を目的としては用いられていない。本発明の範囲は、請求の範囲によって規定される。

【図面の簡単な説明】

【0131】

【図 1】図 1 は、本発明にしたがうダイオードの一実施形態の概略的な断面図である。

10

20

30

40

50

【図 2】図 2 は、本発明にしたがうダイオードの第 2 の実施形態の概略的な断面図である。

【図 3】図 3 は、本発明にしたがうダイオードを含む L E D ランプの概略的な断面図である。

【図 4】図 4 は、本発明にしたがう L E D チップを組み込んでいるサイドロッカーランプである。

【図 5】図 5 は、本発明にしたがうダイオードの第 3 の実施形態の断面の概略図である。

【図 6】図 6 は、本発明にしたがうダイオードを組み込んでいるディスプレイの部分的な概略図である。

【符号の説明】

【 0 1 3 2 】

2 0、3 2、5 4、6 7 発光ダイオード

2 1 活性構造

2 2、2 3 エピタキシャル層

2 4、5 6 ボンディングシステム

2 5、3 3 マウント基板

2 6、2 8、3 0、5 9 オーミック接触

2 7 リードフレーム

2 9 反射性材料

3 4 ボンディングパッド

3 5、4 5 ランプ

3 6、4 7 レンズ

3 7 ワイヤ

4 0、4 1 外部リード

4 2、5 1 蛍光体

4 6 反射性のパッケージ

4 8、4 9 パッケージ接触

5 0 上表面

5 5 透過性の基板

5 7、6 0、6 1 反射性表面

6 2 ディスプレイ

6 3 スクリーン

6 4 支持フレーム

6 5 土台

6 6 光ガイド

10

20

30

【図 1】

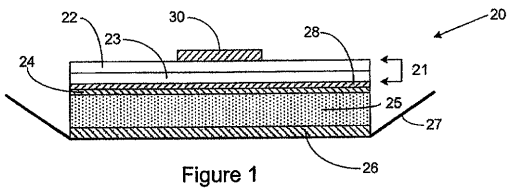


Figure 1

【図 2】

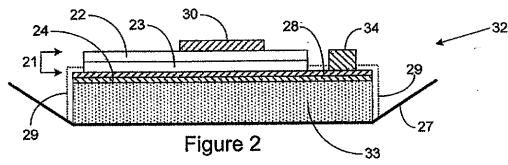


Figure 2

【図 3】

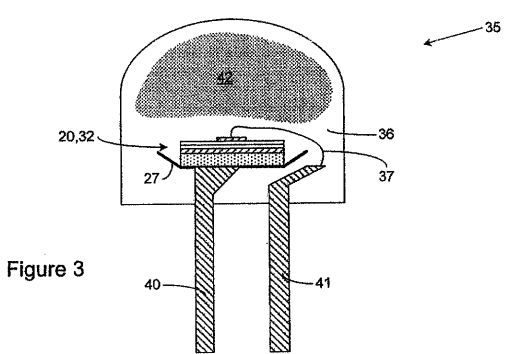


Figure 3

【図 6】

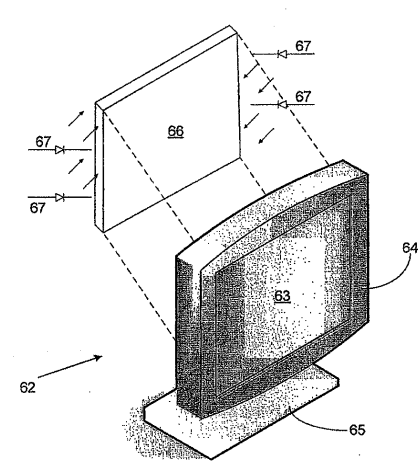


Figure 6

【図 4】

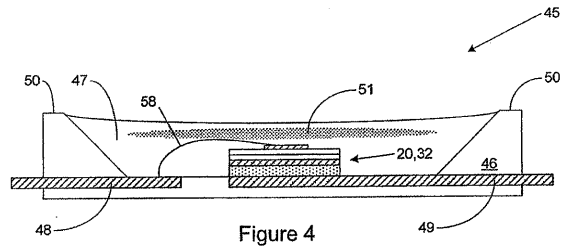


Figure 4

【図 5】

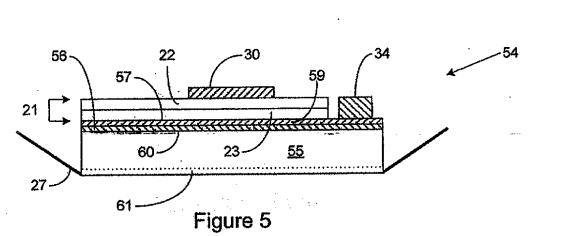


Figure 5

フロントページの続き

(72)発明者 ファ - ショワン コン

アメリカ合衆国 ノースカロライナ 2 7 5 1 1 , カリー , エバンベール コート 7 0 5

Fターム(参考) 5F041 CA05 CA40 CA83 CB15