(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6174859号
(P6174859)

(45)発行日　平成29年8月2日(2017.8.2)　(24)登録日　平成29年7月14日(2017.7.14)

(51)Int.Cl.　　F I
H01L 33/64 (2010.01)　　H01L 33/64
H01L 33/50 (2010.01)　　H01L 33/50

請求項の数 15　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願2012-539445(P2012-539445)
(86)(22)出願日　平成22年10月22日(2010.10.22)
(65)公表番号　特表2013-511836(P2013-511836A)
(43)公表日　平成25年4月4日(2013.4.4)
(86)国際出願番号　PCT/IB2010/054800
(87)国際公開番号　WO2011/061650
(87)国際公開日　平成23年5月26日(2011.5.26)
審査請求日　平成25年10月18日(2013.10.18)
審判番号　不服2016-5466(P2016-5466/J1)
審判請求日　平成28年4月13日(2016.4.13)
(31)優先権主張番号　12/624,156
(32)優先日　平成21年11月23日(2009.11.23)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　590000248
コーニンクレッカ　フィリップス　エヌヴェ
KONINKLIJKE PHILIPS N.V.
オランダ国　５６５６　アーエー　アインドーフェン　ハイテック　キャンパス　５
High Tech Campus 5, NL-5656 AE Eindhoven

最終頁に続く

(54)【発明の名称】波長変換半導体発光ダイオード

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
発光層を含む半導体構造と、
前記発光層によって発される光の経路に位置される発光性材料と、
透明材料内に配置される熱的結合材料と、
を含み、
前記熱的結合材料は、前記発光層によって発される光に関して非波長変換性であり、
前記熱的結合材料は、前記透明材料の熱伝導率よりも大きい熱伝導率を有し、
前記熱的結合材料は、前記発光性材料から熱を排出するように位置され、
前記熱的結合材料の屈折率は、前記透明材料の屈折率とは10%未満で相違し、
前記熱的結合材料の中央値粒子サイズが前記発光性材料の中央値粒子サイズより大きく、
前記熱的結合材料は、10μmより大きい中央値粒子サイズを有する粉末を含む、
装置。
【請求項２】
請求項１に記載の装置であって、前記発光性材料は、前記透明材料に配置される粉末蛍光体である、装置。
【請求項３】
請求項１に記載の装置であって、
前記発光性材料は、第１のピーク波長で光を発するように構成される第１の発光性材料

であり、
当該装置は、更に、第２のピーク波長で光を発するように構成される第２の発光性材料を含み、
前記第１の発光性材料及び前記第２の発光性材料は、混合され、前記透明材料において配置される、
装置。
【請求項４】
請求項１に記載の装置であって、
前記発光性材料は、第１のピーク波長で光を発するように構成される第１の発光性材料であり、
当該装置は、更に、第２のピーク波長で光を発するように構成される第２の発光性材料を含み、
前記第１の発光性材料及び前記第２の発光性材料は、前記透明材料において配置され、前記半導体構造の上において個別の層内に位置される、
装置。
【請求項５】
請求項１に記載の装置であって、前記発光性材料は、セラミック蛍光体である、装置。
【請求項６】
請求項５に記載の装置であって、更に、前記透明材料に配置される粉末蛍光体を含む、装置。
【請求項７】
請求項１に記載の装置であって、前記透明材料はレンズとして形成され、前記透明材料は、前記半導体構造と前記発光性材料との間に配置される、装置。
【請求項８】
請求項１に記載の装置であって、前記発光層は、III－窒化物材料である、装置。
【請求項９】
請求項１に記載の装置であって、前記熱的結合材料は、少なくとも5W/m-℃の熱伝導率を有する、装置。
【請求項１０】
請求項１に記載の装置であって、前記熱的結合材料は、アルミニウム／シリコン混合酸化物、シリカ、非結晶性シリカ、SiC、AlN、ダイヤモンド、非活性化蛍光体粒子、Ceドーピングの無いYAG、及びこれらの混合物、のうちの１つを含む、装置。
【請求項１１】
請求項１に記載の装置であって、前記熱的結合材料は、10μm及び50μmの間の中央値粒子サイズを有する粉末を含む、装置。
【請求項１２】
請求項１に記載の装置であって、前記熱的結合材料は粉末を含み、前記熱的結合材料の粒子の少なくとも一部は、最も近い隣接する粒子と直接接触の状態にあり、前記半導体構造への熱伝導率経路を形成する、装置。
【請求項１３】
発光層を含む半導体構造を設けるステップと、
発光性材料を、前記発光層によって発生される光の経路に位置させるステップと、
前記発光性材料から熱を排出するために、透明材料内に配置される熱的結合材料を位置させるステップと、
を有し、
前記熱的結合材料は、前記発光層によって発される光に関して非波長変換性であり、
前記熱的結合材料は、前記透明材料の熱伝導率よりも大きい熱伝導率を有し、
前記熱的結合材料の屈折率は、前記透明材料の屈折率とは10%未満で相違し、
前記熱的結合材料の中央値粒子サイズが前記発光性材料の中央値粒子サイズより大きく、

前記熱的結合材料は、10μmより大きい中央値粒子サイズを有する粉末を含む、
半導体発光装置の製造方法。
【請求項１４】
請求項１３に記載の方法であって、前記発光性材料は、セラミック蛍光体である、方法
。
【請求項１５】
請求項１３に記載の方法であって、前記熱的結合材料は、アルミニウム／シリコン混合酸化物、シリカ、非結晶性シリカ、SiC、AlN、ダイヤモンド、非活性化蛍光体粒子、Ceドーピングの無いYAG、及びこれらの混合物、のうちの１つを含む、方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、波長変換半導体発光ダイオードに関する。
【背景技術】
【０００２】
発光ダイオード（ＬＥＤ）、共振器型発光ダイオード（resonant cavity light emitting diodes (RCLEDs)）、垂直共振器面発光レーザ（vertical cavity laser diodes (VCSELs)）、及び端面発光レーザ（edge emitting lasers）を含む半導体光発光装置は、現在入手可能な最も効率的な光源に含まれるものである。可視スペクトルにわたり動作することが可能である高輝度発光装置の製造において現在関心がある材料系は、III-V族半導体を含み、具体的にはIII－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価、三価、及び四価の合金などである。一般的に、III－窒化物発光装置は、金属－有機物化学蒸着（ＭＯＣＶＤ）、分子ビームエピタキシ（ＭＢＥ）、又は他のエピタキシャル技術によってサファイア、シリコン、炭化物、III－窒化物、又は他の適切な基板に、様々な異なる成分及びドーパント濃度の半導体層のスタックをエピタキシャル成長させることによって形成される。スタックは、しばしば、基板上に形成される、例えばSiなどでドープされる1つ以上のｎ型層と、前記1つ以上のｎ型層上に形成される活性領域における1つ以上の発光層と、前記活性領域上に形成される、例えばMgなどでドープされる1つ以上のp型層と、を含む。電気的コンタクト部は、ｎ型領域及びｐ型領域において形成される。
【０００３】
活性領域によって発される光の波長は、活性領域によって発される光の経路に蛍光体又は染料などの波長変換材料を配置することによってシフトされ得る。波長変換材料は、活性領域によって発される光を吸収し、そして、活性領域によって発される光のピーク波長より通常長い異なるピーク波長で光を発する。図１は、米国特許第6,870,311号においてより詳細に記載される波長変換半導体発光装置を例示する。図１の装置において、発光半導体装置３２は、反射性カップ３４に配置される。透明材料３６の層４４は、装置３２の１つ又は複数の表面において配置される。ナノ粒子３８及び蛍光体粒子４０は、材料３６に分散される。適切なナノ粒子の例は、金属酸化物、窒化物、ニトリドシリケート、及びこれらの混合物のナノ粒子を含む。適切な金属酸化物は、カルシウム酸化物、セリウム酸化物、ハフニウム酸化物、チタニウム酸化物、亜鉛酸化物、ジルコニウム酸化物、及びこれらの組合わせを含み得るがこれらに限定されない。約2nmから約10nmまでなどの範囲のサイズを有するこのような金属酸化物のナノ粒子は、例えば、ドイツFrankfurt/MainのDegussa-Huls AG社などから入手可能である。このような実施例に関する適切なナノ粒子は、亜鉛硫化物、亜鉛セレン化物、カドミウム硫化物、カドミウムセレン化物、カドミウムテルル化物、及びこれらの三価又は四価の混合物などのII-VI族半導体のナノ粒子、及びIII－窒化物、III－リン化物及びこれらの混合物などのIII-V族半導体のナノ粒子をも含み得る。ナノ粒子は、ホスト材料の屈折率よりも大きい屈折率を有するように選択される。
【０００４】
透明材料３６は、有機又は無機で有り得、そして例えば、従来のエポキシ、アクリルポ

リマ、ポリカーボネート、シリコーンポリマ、光学的ガラス、カルコゲニドガラス、スピロ化合物、及びこれらの混合物を含むがこれらに限定されない材料などを含み得る。

【０００５】

従来技術において必要とされているのは、波長変換半導体発光装置に関する効率的な設計である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

本発明の目的は、発光材料と前記発光材料から熱を排出するように配置される熱的結合材料とを含む装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明の実施例において、装置は、ｎ型領域及びｐ型領域の間に配置される発光層を含む半導体構造を含む。発光性材料は、前記発光層によって発される光の経路に位置される。熱的結合材料は、透明材料内に配置される。前記熱的結合材料は、前記透明材料の熱伝導率よりも大きい熱伝導率を有する。前記熱的結合材料は、前記発光性材料から熱を排出するように位置される。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】図１は、蛍光体粒子及びナノ粒子を含む透明材料でコーティングされる従来技術の半導体発光装置を例示する。

【図２】図２は、発光装置の上に配置される蛍光体及び熱的結合材料を含む透明材料を例示する。

【図３】図３は、発光装置の上に配置される透明材料、蛍光体及び熱的結合材料をそれぞれ含む２つの個別の層を例示する。

【図４】図４は、発光装置の上に配置される、セラミック蛍光体、蛍光体及び熱的結合材料を含む透明材料の層、並びに熱的結合材料を含む接着剤層、を含む多層装置を例示する。

【図５】図５は、発光装置の上に配置される熱的結合材料で満たされる蛍光体層及びレンズを例示する。

【図６】図６は、熱的結合材料を含む装置及び含まない装置に関するフォワード電流の関数としての、発光層及び蛍光体層の間の温度傾斜を例示する。

【発明を実施するための形態】

【０００９】

図１に例示される蛍光体による波長変換は、例えば、より長い波長の光子の放射におけるエネルギー損失、蛍光体の有限変換効率、及び装置から抽出されない光子の再吸収などが原因により、熱を生成し得る。図１の装置からの熱の排出は、透明材料の低熱伝導率が原因により、装置への乏しい熱的結合により妨げられ得る。例えば、シリコーン透明材料は、多くの場合、約0.1乃至0.2W/m-℃の熱伝導率を有する。波長変換からの過度の熱は、透明材料における有機化学種の分解を生じさせるのに十分高い動作温度を生じさせ得、このことは、透明材料を黄色化させ得る、又は装置故障さえも生じさせ得る。加えて、特定の蛍光体の量子効率は、高温において低下させられ、このことは、装置によって発される光の色点におけるシフト又は光出力における低下を望ましくないほどに生じさせ得る。

【００１０】

本発明の実施例において、熱的結合材料は、波長変換材料内及びその周囲の熱を取り除くために、半導体発光装置において配置される。波長変換材料からの熱は、熱的結合材料を介して、発光装置へ及び発光装置が接続されるヒートシンク又はマウントへ排出される。

【００１１】

熱的結合材料は、透明ホスト材料に配置され得る。適切なホスト材料の1つの例は、可

視光に関して1.4及び1.55の間の屈折率を有するシリコーンである。透明ホスト材料の更なる例は、有機又は無機材料を含み、例えば、シリコーンポリマ、エポキシ、アクリルポリマ、ポリカーボネート、光学的ガラス、カルコゲニドガラス、及びこれらの混合物を含む。高屈折率透明ホストも使用され得、例えば、屈折率が、米国特許第6,870,311号に記載されるようにナノ粒子の追加によって置換されている、シリコーン、エポキシ及びソルゲルなどの高屈折率ガラス及び材料などである。

【００１２】

熱的結合材料は、ホスト材料の屈折率に近い又は一致する屈折率を有し得る。熱的結合材料の屈折率は、ホスト材料の屈折率とはある実施例において10％未満だけ相違し、別のある実施例において1%未満だけ相違する。

【００１３】

熱的結合材料の熱伝導率は、ホスト材料の熱伝導率を超える。例えば、熱的結合材料は、ある実施例において0.5W/m-℃より高い熱伝導率を、別のある実施例において1W/m-℃より高い熱伝導率を、そして更に別のある実施例において5W/m-℃より高い熱伝導率を、有し得る。

【００１４】

適切な熱的結合材料の例は、アルミニウム／シリコン混合酸化物、シリカ、非結晶性シリカ、SiC、AlN、ダイヤモンド、非活性化蛍光体粒子、Ceドーピングの無いYAG、及びこれらの混合物、を含む。YAGなどの非活性化蛍光体粒子は、発光装置により発される光の波長変換性のものではない。

【００１５】

熱的結合材料は、例えば、ある実施例において、当該熱的結合材料が組み合わせられる蛍光体の中央値粒子サイズより大きい中央値粒子サイズを有する粉末などであり得、ある実施例において1μmより大きく、ある実施例において5μmより大きく、ある実施例において1μm乃至50μmの間にあり、ある実施例において1μm乃至10μmの間にあり、そして、ある実施例において10μm乃至50μmの間にある。粉末蛍光体は、多くの場合、1μm乃至10μmの間の粒子サイズを有する。熱的結合材料は、球形の粉末であり得る、又は球形粒子に近いものであり得る。ある実施例において、熱的結合材料は、熱的結合材料粒子のほとんどの割合がそれぞれに最も近い隣接粒子と接触し、クモの巣状のもの（ウェッブ：web）を形成するように、位置される。熱は、ウェッブに沿って、発光装置へと排出されるまで伝導される。

【００１６】

本発明の実施例は、以下に例証される。これらの実施例はIII-窒化物薄膜フリップチップ装置を例証するものの、本発明の実施例は、成長基板が完成品装置の一部として残る従来型のフリップチップ装置、コンタクト部が半導体構造の反対側に形成される垂直型装置、光が半導体構造の同一又は反対側に形成されるコンタクト部を通じて抽出される装置、及び、例えば、AlInGaP及びAlGaAs装置などの他の材料系から作製される装置などの、他の装置と使用され得る。

【００１７】

例示される薄膜フリップチップ装置は、最初に成長基板に半導体構造を成長させることによって形成される。半導体構造は、n型領域、発光領域すなわち活性領域、及びp型領域を含む。n型領域は、最初に成長される。n型領域は、様々な組成及びドーパントの多重層を含み得、例えば、n型であり得る若しくは意図的にドープされ得ないバッファ層若しくは核形成層などの準備層、基板を後々取り外すこと又は基板除去後に半導体構造を薄化することを促進させるように設計されるリリース層、及び光を効率的に発するために発光領域に関して望ましい特定の光学的又は電気的特性に関して設計されるn型又はp型装置層、などを含む。

【００１８】

発光領域すなわち活性領域は、n型領域に成長される。適切な発光領域の例は、単一の厚い層又は薄い発光層、又はバリア層によって分離される多重薄い若しくは厚い量子井戸

発光層を含む多重量子井戸発光領域、を含む。例えば、多重量子井戸発光領域は、100Å以下の厚さをそれぞれ有するバリア部によって分離される25Å以下の厚さをそれぞれ有する多重発光層を含み得る。ある実施例において、装置における発光層のそれぞれの厚さは、50Åより厚い。

【００１９】

p型領域は、発光領域において成長される。n型領域のように、p型領域は、意図的にドープされていない又はn型層である層を含む、様々な組成、厚さ及び混入物濃度を有する多重層を含み得る。

【００２０】

例えば銀であり得るガード層などの他の層を含み得る反射金属pコンタクト部は、p型領域に形成される。pコンタクト部、p型領域、及び半導体構造の発光領域の一部は、エッチ除去され、n型領域の一部を露出させるようにされる。nコンタクトは、n型領域の露出される部分において形成される。

【００２１】

ＬＥＤ５０は、n及びpインターコネクトにより支持部へ接合され、このn及びpインターコネクト部は、ハンダ、Au、Au/Sn又は他の金属などのいずれかの適切な材料であり得、（複数の）材料の多重層を含み得る。ある実施例において、インターコネクト部は、少なくとも１つの金層を含み、ＬＥＤ及びマウント５４の間の接合は、超音波ボンディングによって形成される。

【００２２】

ＬＥＤダイを支持部へ接合した後に、半導体層が成長された基板の全て又は一部は、除去され得る。ホスト基板を除去した後にも維持されている半導体構造は、例えばフォトエレクトロケミカルエッチングなどにより、薄化され得る。半導体表面は、例えば、フォトニック結晶構造などを用いて、粗化又はパターン化され得る。ＬＥＤ５０は、この場合、支持部又は支持部が装着される個別構造であり得るマウント部５４へ取り付けられ得る。例えば、ＥＳＤ保護回路又は従来型シリコン集積回路として形成される他の回路などであり得る任意追加的な装置５２は、マウント部５４へ取り付け得る又はマウント部５４へ一体化され得る。

【００２３】

以下に記載される実施例において、熱的結合材料及び、通常蛍光体である１つ又は複数の波長変換材料は、III-窒化物ＬＥＤと組み合わせられ得る。より多くの又はより少ない波長変換材料が使用され得、顔料又は量子ドットなどの非波長変換材料が使用され得る。波長変換材料は、単色着色光又は白色光を形成するために、ＬＥＤからの光の全てを変換し得る、又は、波長変換材料は、ＬＥＤによって発される特定の光が覆われていない構造から抜け出るように構成され得る。ある実施例において、非変換光及び波長変換光は、白色光を形成するために組み合わせられる。例えば、青色発光ＬＥＤは、黄色発光蛍光体と組み合わせられ得る、又は青色発光ＬＥＤは、赤色発光蛍光体及び黄色又は緑色発光蛍光体と組み合わせられ得る。他の色の光を発する他の蛍光体は、所望な色点を達成するために加えられ得る。

【００２４】

蛍光体はよく知られているものであり、いずれかの適切な蛍光体が使用され得る。適切な赤色放射蛍光体の例は、eCAS、BSSNE、SSONE、並びに、例えば$CaS:Eu^{2+}$及び$SrS:Eu^{2+}$等を含む$(Ca_{1-x}Sr_x)S:Eu^{2+}$（ここで、0<x<1）、及び、例えば$Sr_2Si_5N_8:Eu^{2+}$等を含む$(Sr_{1-x-y}Ba_xCa_y)_{2-z}Si_{5-a}Al_aN_{8-a}O_a:Euz^{2+}$（ここで、0<a<5、0<x<1、0<y<1、0<z<1）、を含む。$Ca_{1-x}AlSiN_3:Eu_x$であるeCASは、5.436gのCa3N2(>98%純度)、4.099gのA1N(99%)、4.732gのSi3N4(>98%純度)、及び0.176gのEu203(99.99%純度)から合成され得る。粉末は、遊星型ボールミルにより混合され、そしてH_2/N_2(5/95%)環境において、4時間1500℃で焼かれる。$Ba_{2-x-z}M_xSi_{5-y}Al_yN_{8-y}O_y:Eu_z$(M=Sr,Ca;0<x<1,0<y<4,0.0005<z<0.05)であるBSSNEは、分散剤として2－プロパノールを使用して、遊星型ボールミルにより60gの$BaCO_3$、11.221gの$SrCO_3$及び1.672gのEu_2O_3(全て99.99%純度)を混合することを含む、炭素熱還元反応により合成

され得る。乾燥後に、この混合物は、そしてフォーミングガス環境において4時間1000℃で焼かれ、このようにして得られる$Ba_{0.8}Sr_{0.2}O$:Eu(2%)の10gは、5.846gのSi_3N_4(>98%純度)、0.056gのAlN(99%純度)及び1.060gのグラファイト(微結晶グレード)と混合される。この粉末は、$Ba_{2-x-z}M_xSi_{5-y}Al_yN_{8-y}O_y:Eu_z$(M=Sr,Ca;0<x<1,0<y<4,0.0005<z<0.05)の粉末を得るために、20分の遊星型ボールミルにより完全に混合され、そしてフォーミングガス環境において、4時間1450℃で焼かれる。SSONEは、80.36gの$SrCO_3$(99.99%純度),20.0gの$Si_{4/3}N$(>98%純度)及び2.28gのEu_2O_3(99.99%純度)を混合し、そしてN_2/H_2(93/7)環境において、4時間1200℃で焼くことによって製造され得る。

【００２５】

適切な黄色／緑色発光蛍光体の例は、$Lu_3Al_5O_{12}:Ce_a^{3+}$及び$Y3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$等の一般式$(Lu_{1-x-y-a-b}Y_xGd_y)_3(Al_{1-z}Ga_z)_5O_{12}:Ce_aPr_b$（ここで0<x<1,0<y<1,0<z<0.1,0<a<0.2及び0<b<0.1）を有するアルミニウムガーネット蛍光体、$SrSi_2N_2O_2:Eu^{2+}$、例えば$SrGa_2S_4:Eu^{2+}$等を含む$(Sri_{1-u-v-x}Mg_uCa_vBa_x)(Ga_{2-y-z}Al_yIn_zS_4):Eu^{2+}$、及び$Sr_{1-x}Ba_xSiO_4:Eu^{2+}$、を含む。適切な$Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$セラミックは、以下のように製造され得、40gの$Y_2O_3$(99.998%),32gの$Al_2O_3$(99.999%)、及び3.44gの$CeO_2$は、ローラーベンチにおいてイソプロパノール中で1.5kgの高純度アルミナボール（2mm直径）を用いて12時間ミルされる。その後、乾燥された前駆体粉末は、CO環境下において1300℃で2時間焼成される。得られるYAG粉末は、その後、エタノール下において遊星型ボールミル（瑪瑙ボール）を用いて砕いて細かくされる（deagglomerate）。セラミックスラリーは、この場合、乾燥後にセラミック素地(ceramic green body)を得るために、鋳込み（Slip casted）される。素地は、その後、1700℃でグラファイトプレート間において2時間焼結される。

【００２６】

図2に示される実施例において、熱的結合材料５６は、粉末蛍光体５８ａ・５８ｂと混合され、透明ホスト材料６０において配置される。混合物は、液体又はスラリーの形態でＬＥＤ５０の上に配置され得、その後キュアされ得る。例えば、混合物は、本文書において参照として組み込まれ、名称が"Overmolded Lens Over LED Die"とされる米国特許第7,344,902号において記載されるように、ＬＥＤ５０の上にモールドされ得る。又は、蛍光体及び熱的結合材料を含むフィルムが、ＬＥＤとは別に形成され、そして、ＬＥＤ５０の上に配置され得る。ＬＥＤ上に蛍光体及びホスト材料の混合物を形成する他の例は、ラミネート加工、すなわちフィルムとして別に形成されたこのような混合物を糊付けすること、このような混合物をスクリーン印刷すること、又はこのような混合物をナイフエッジ堆積させること、を含む。代替的な実施例において、１つの種類の粉末蛍光体５８ａのみが混合物において存在し得る。

【００２７】

図３に示される実施例において、２つの蛍光体は、分離され、個別の層としてＬＥＤの上に配置される。各蛍光体は、熱的結合材料５６及び透明結合材料６０と混合される。ある実施例において、熱的結合材料５６は、多重蛍光体層のうち１つのみにおいて、又は、蛍光体を有さないホスト材料の個別の層において、含まれ得る。個別の層は、ラミネート加工、糊付け、スクリーン印刷、及びナイフエッジ堆積を含む様々な方法により形成され得るが、これらには限定されない。

【００２８】

図２及び３の装置において、蛍光体及び熱的結合材料の合計体積は、ある実施例において、蛍光体、熱的結合材料、及びホスト材料の全体積の少なくとも30%であり得、ある実施例において蛍光体、熱的結合材料、及びホスト材料の全体積の少なくとも60%であり得る。黄色又は緑色放射蛍光体：赤色放射蛍光体：透明材料：熱的結合材料の重量による比率は、ある例において3.67:1.33:7:3であり、ある例において3.67:1.33:8:2であり、ある例において3.67:1.33:5:5である。

【００２９】

図4に示される装置は、熱的結合材料及び発光セラミック又はセラミック蛍光体６６を含む。セラミック蛍光体は、本文書に参照として組み込まれる米国特許第7,361,938号に

おいてより詳細に記載される。セラミック蛍光体６６は、ＬＥＤ５０の加工とは独立してプレートとして事前形成され得、その後、透明接着剤６３を含む接着層６２によりＬＥＤ５０へ糊付けされ得る。熱的結合材料５６は、接着層６２において透明接着剤６３と混合され得る。

【００３０】

任意選択的な第２の蛍光体層６４は、セラミック蛍光体６６及びダイ５０の間に配置される。任意選択的な第２の蛍光体層６４は、例えば、上述のような透明ホスト材料６０と混合される粉末蛍光体５８であり得、この場合、セラミック蛍光体６６の底部表面に適用され、キュアされ得る。熱的結合材料５６は、ホスト材料６０において蛍光体５８と混合され得るが、必ずしも必要とはされない。図４に示される装置において、熱的結合材料５６は、接着層６２及び第２の蛍光体層６４のうちの１つのみ又は両方に配置され得る。ある実施例において、蛍光体層６４におけるホスト材料６０がセラミック蛍光体６６をダイ５０へ取り付けるのに適している場合、個別の接着層６２は省略され得る。

【００３１】

図５の装置において、レンズなどの光学要素が、ＬＥＤ５０上に形成される。レンズ６８は、例えばシリコーン又はいずれかの他の適切な透明材料６０などから形成され得る。熱的結合材料の体積は、熱的結合材料及び透明ホスト材料の全体積の少なくとも30%であり得、ある実施例において熱的結合材料及びホスト材料の全体積の少なくとも60%であり得る。発光性層７０は、レンズ６８の上に形成され得る。発光性層７０は、透明ホスト材料６０に配置される１つ又は複数の蛍光体５８ａ・５８ｂを含み得る。レンズ６８及び発光性層７０の１つ又は両方は、熱的結合材料５６を含み得る。

【００３２】

図６は、熱的結合材料がある場合及び無い場合の装置に関するフォワード電流の関数としての、発光層及び蛍光体層の間における温度傾斜を例示する。図６に示される装置において、LuAG及びユーロピウム・ドープの$(Ca_{0.2}Sr_{0.8})AlSi_3$蛍光体の混合物は、シリコーンホスト材料に配置され、薄型フィルムフリップチップ装置上に配置されていた。塗りつぶりの円は、本発明の実施例に従う、ホスト材料に配置される熱的結合材料を有する装置を例示する。空いている円は、熱的結合材料を有さない装置を例示する。図６に例示されるように、全てのフォワード電流値において、温度傾斜は、熱的結合材料を含む装置に関して少なく、このことは、熱的結合材料が、蛍光体からの熱を排出する一方で、全てのフォワード電流において、装置からの光出力の低下を生じさせないことを示している。

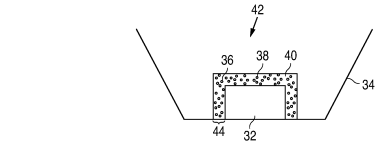
【００３３】

ある実施例において、透明材料の粒子は、透明ホスト材料において蛍光体粉末と混合される。透明材料粒子は、ホスト材料の屈折率と一致する又は近い屈折率を有し、ホスト材料における蛍光体の沈殿を防ぐために配置される。透明材料粒子の合計体積は、ある実施例において、蛍光体、透明材料粒子、及びホスト材料の全体積の少なくとも0.1%であり得、ある実施例において、蛍光体、透明材料粒子、及びホスト材料の全体積の少なくとも1%であり得、ある実施例において、蛍光体、透明材料粒子、及びホスト材料の全体積の少なくとも20%であり得る。透明材料の粒子は、例えば、ある実施例において0.1μｍ乃至5μｍの間の、ある実施例において1μｍ乃至10μｍの間の、及びある実施例において、10μｍ乃至50μｍの間の、中央値粒子サイズを有し得る。透明材料の粒子は、通常球形である、又は球形に近い形状である。

本発明を詳細に説明してきたが、当該開示が与えられる場合に、本文書に開示される本発明の着想の精神から逸脱すること無く修正態様が本発明に対してなされ得ることを当業者は理解し得る。したがって、本発明の範囲は、例示及び記載されるある実施例に制限されるようには意図されていない。請求項における如何なる参照符号も請求項の範囲を制限するように解釈されてはならない。「有する・備える」という用語は、請求項に記載される以外の要素又はステップの存在を排除しない。単数形の構成要素は、複数個の斯様な構成要素の存在を排除しない。いくつかの手段を列挙する装置の請求項において、これらの手段のいくつかは、これらの手段のいくつかは１つの同じハードウェアの項目によって、

実施化することが可能である。特定の手段が、相互に異なる従属請求項において引用されているという単なる事実は、これらの手段の組み合わせが有利になるように使用されていることができないと示すものではない。

【図１】



（　従来技術　）

【図２】

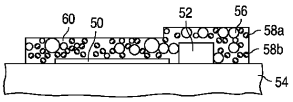


FIG. 2

【図３】

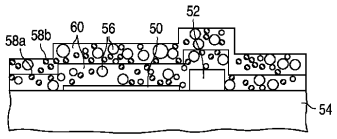


FIG. 3

【図４】

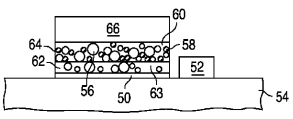


FIG. 4

【図５】

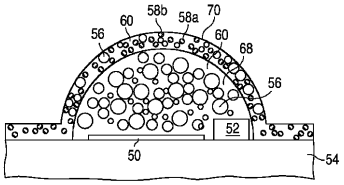
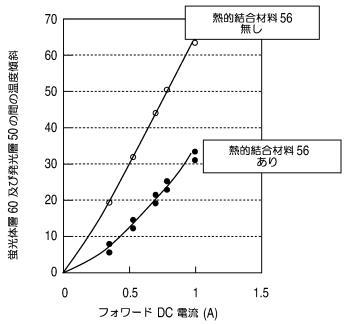


FIG. 5

【図６】



フロントページの続き

(73)特許権者 500507009
ルミレッズ リミテッド ライアビリティ カンパニー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ９５１３１ サン ホセ ウェスト トリンブル ロード ３７０
(74)代理人 100107766
弁理士 伊東 忠重
(74)代理人 100070150
弁理士 伊東 忠彦
(74)代理人 100091214
弁理士 大貫 進介
(72)発明者 シモニアン ドミトリ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ９５１３１ サン ホセ ３７０ ウェスト トリンブル ロード エムエス ９１／エムジー
(72)発明者 ベイスン グリゴリー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ９５１３１ サン ホセ ３７０ ウェスト トリンブル ロード エムエス ９１／エムジー

合議体
審判長 小松 徹三
審判官 河原 英雄
審判官 星野 浩一

(56)参考文献 特表２００２－５３９６２３（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２５２２１９（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－５１６４１４（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－１９７１８５（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００９／１３０６３６（WO，Ａ１）
特開２００５－２９４１８５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01L 33/00 - 33/64