

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5081299号
(P5081299)

(45) 発行日 平成24年11月28日(2012.11.28)

(24) 登録日 平成24年9月7日(2012.9.7)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 L 33/58 (2010.01) HO 1 L 33/00 4 3 0
 HO 1 L 33/50 (2010.01) HO 1 L 33/00 4 1 0

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2010-512143 (P2010-512143)	(73) 特許権者	592054856
(86) (22) 出願日	平成20年4月3日 (2008.4.3)		クリー インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2010-529689 (P2010-529689A)		CREE INC.
(43) 公表日	平成22年8月26日 (2010.8.26)		アメリカ合衆国 ノースカロライナ州 2
(86) 国際出願番号	PCT/US2008/004453		7703 ダラム シリコン ドライブ
(87) 国際公開番号	W02008/156518		4600
(87) 国際公開日	平成20年12月24日 (2008.12.24)	(74) 代理人	110000877
審査請求日	平成22年2月15日 (2010.2.15)		龍華国際特許業務法人
(31) 優先権主張番号	11/818, 818	(72) 発明者	アルパン チャクラボルティ
(32) 優先日	平成19年6月14日 (2007.6.14)		アメリカ合衆国 93117 カリフォル
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ニア州 ゴレタ マドロナ ウォーク 7
			77 ナンバーエー

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1つの発光体と、

前記少なくとも1つの発光体から放出される光が通過するように配置され、通過して伝搬する前記光の放射角に関連して空間的に変化する光散乱特性を有し、内部に配置された光散乱粒子を有する複数の別個の領域を有し、前記光散乱粒子の濃度が、前記別個の領域間で変えられる封止体と

を備え、

前記封止体は、隣接する領域に比べて高い濃度の光散乱粒子を有する3D領域を含み、該3D領域は、前記少なくとも1つの発光体に近接した前記封止体の表面の近くに配置され、前記封止体の中心から該封止体の前記表面の方に外向きに延び、前記3D領域の体積は、前記封止体の前記中心からの距離と共に増加し、

前記光散乱粒子は、二酸化チタン(TiO₂)、アルミナ(Al₂O₃)、及びヒュームドシリカ(SiO₂)の群からの1つ又は複数の材料を含む、発光デバイス。

【請求項 2】

前記封止体は、多数の3次元(3D)領域を含み、該領域のうちの少なくとも1つが前記領域のうちの他のものに比べてより高い濃度の前記光散乱粒子を含むことを特徴とする請求項1に記載の発光デバイス。

【請求項 3】

前記封止体は、隣接する領域に比べて高い濃度の光散乱粒子を有する3D領域を含み、

10

20

該 3 D 領域は、前記少なくとも 1 つの発光体と向き合う前記封止体の頂上に配置されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の発光デバイス。

【請求項 4】

前記封止体の表面の 1 つ又は複数の部分は、前記表面に入射する放出光を散乱させるように変形されることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項 に記載の発光デバイス。

【請求項 5】

前記発光体に向き合う前記封止体の前記表面のドーム形部分が変形されることを特徴とする請求項 4 に記載の発光デバイス。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つの発光体を囲む波長変換材料の層をさらに含むことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項 に記載の発光デバイス。

10

【請求項 7】

基板上に配置された反射器要素をさらに含み、該反射器要素は実質的に環状体の形状を有し、その中心に前記封止体及び前記少なくとも 1 つの発光体が配置され、前記反射器要素は、前記少なくとも 1 つの発光体からの光を前記封止体の方に方向を変えるための内壁を含むことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項 に記載の発光デバイス。

【請求項 8】

前記反射器要素の内壁は、入射光を散乱させるように変形されることを特徴とする請求項 7 に記載の発光デバイス。

【請求項 9】

20

前記少なくとも 1 つの発光体は、基部に配置された複数の発光体を含むことを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項 に記載の発光デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、空間放出パターン及び色均一性を調整するための散乱体を有する封止体を備えた発光デバイスに関し、より詳細には、調整された空間放出パターン及び色温度プロファイルを有する白色発光ダイオード及び多色発光デバイスアセンブリに関する。

【0002】

本発明は、契約番号 U S A F 0 5 - 2 - 5 5 0 7 の下で政府の支援により行われた。政府は本発明に一定の権利を有する。

30

【背景技術】

【0003】

発光ダイオード (1 つ又は複数の L E D) は、電気エネルギーを光に変換する固体デバイスであり、一般に、反対にドーパされた層の間に挟まれた半導体材料の 1 つ又は複数の活性層を含んでいる。一般に、ワイヤボンドを使用して、ドーパした層の両端にバイアスが印加され、活性層に正孔及び電子が注入され、それらは結合して光を発生する。光は活性層から放出され、L E D の表面全体から放出される。典型的な高効率 L E D には、L E D パッケージに取り付けられ、透明媒体によって封止された L E D チップが含まれる。L E D から光を効率的に引き出すことは高効率 L E D の製作における主要な関心事である。

40

【0004】

L E D は、様々な色の光を放出するように製作することができる。しかし、従来の L E D は、活性層から白色光を発生させることができない。黄色の蛍光体、重合体、又は染料で L E D を囲むことによって青色発光 L E D からの光を白色光に変換してきており、典型的な蛍光体は、セリウムドーパのイットリウムアルミニウムガーネット (C e : Y A G) である。(日亜化学工業、白色 L E D、部品番号 N S P W 3 0 0 B S、N S P W 3 1 2 B S などを参照されたい、さらに、「Multiple Encapsulation of Phosphor-LED Devices」という名称の L o w r e y への特許文献 1 を参照されたい。) 囲んでいる蛍光体材料は、L E D の青色光のうちの一部のエネルギーを「ダウンコンバートし」、光の波長を増大し、その色を黄色に変化させる。青色光の一部は変化させられることなく蛍光体を通過する

50

が、光の一部は黄色にダウンコンバートされる。LEDは、青色光及び黄色光を共に放出し、それらは結合して白色光を供給する。他の手法では、多色蛍光体又は染料でLEDを囲むことによって紫色又は紫外線放出LEDからの光が白色光に変換されている。

【0005】

本発明の全体を通して、注目する2つの異なる角度が言及されることに留意されたい。

図1aは、従来の発光デバイスの断面図である。第1の角度は、図1aに例示の θ_1 として示されている視野角である。視野角は光学軸から測定され、この場合、光学軸は半球封止体の中心を通り抜け、封止体の平坦な端部に垂直である。0度(0°)の視野角は、封止体からの出力が光源の真向かいにある封止体の外側の点、すなわち、正面から観察される(又は測定される)ことを示す。デバイスが観察者に対して傾斜されるにつれて視野角は増大する。90度(90°)の視野角は、光学軸に垂直で封止体の平坦な端部と平行な角度で、すなわち、側面から直接に出力が測定されることを示す。

10

【0006】

言及される第2の角度は、図1aに θ_2 として示される放射角(emission angle)である。放射角は視野角と同じ光学軸を共有する。第2の角度は、光線が光源から放出された後、封止体中で最初に伝搬する光学軸からの角度を示す。光学軸に沿って光源から最初に伝搬する光線(例えば、光線 R_1)は、0°の放射角を有する。図示のように、光線 R_2 は約40度(40°)である。最初の伝搬の方向が光学軸から外れるにつれて放射角は増大する。2つの角度の間的重要な相違は、所与の視野角での出力プロファイルは封止体内部の散乱事象(scattering event)によって影響を受けるが、放射角は、光が封止体内の材料と相互作用する前の光源から最初に放出されるときの光の方向を記述しているということである。

20

【0007】

スピコーティング、スプレーコーティング、静電堆積(ESD)、及び電気泳動堆積(EPD)を含むLEDの様々なコーティング処理が検討されてきた。スピコーティング又はスプレーコーティングなどの処理は、一般に、蛍光体堆積中にバインダ材料を利用するが、他の処理は、蛍光体粒子/粉末を安定させるために堆積の直後にバインダの付加を必要とする。

【0008】

蛍光体がLED上に導入される場合の通常タイプのLEDパッケージングは、「カップ中の小滴(glob-in-a-cup)」法として知られている。LEDチップは、カップ様凹所の底にあり、蛍光体含有材料(例えば、シリコン又はエポキシなどの封止体中に分散された蛍光体粒子)がカップに注入及び充填され、LEDを取り囲み封止する。次に、封止体材料は硬化処理され、LEDのまわりで固まる。しかし、このパッケージングは、パッケージに対する視野角が異なると放出光の色温度が大きく変化するLEDパッケージをもたらすことがある。この色変化は、光が変換材料を通過する経路長が異なることを含むいくつかの要因によって引き起こされることがある。LEDが存在するカップの「縁(rim)」の上に蛍光体含有マトリクス材料が延びているパッケージでは、この問題は一層悪化する可能性があり、高い視野角に(例えば、光軸から90度で)横方向に放出された変換光が支配的となる結果をもたらす。その結果、LEDパッケージによって放出された白色光は不均一になり、異なる色又は強度を有する光の帯又は斑点を有することがある。

30

40

【0009】

LEDをパッケージングする又はコーティングする他の方法は、電気泳動堆積などの方法を使用してLEDの表面上に蛍光体粒子を直接結合させることを含んでいる。このプロセスは静電荷を使用して、帯電しているLEDチップの表面に蛍光体粒子を引き寄せる。この方法により、視野角の関数として色均一性を改善することができるが、この改善の1つの理由は変換光と非変換光との発生源が空間的に同一点の近くにあることである。例えば、黄色変換材料によって覆われる青色発光LEDは、変換材料とLEDとが空間的に同一点に近いので、実質的に均一な白色光源を提供することができる。この方法は、大量生

50

産環境において、多くのLEDにわたって静電荷を制御することが困難であるため、ばらつきを引き起こすことがある。

【0010】

放出光の空間的色温度均一性を改善するために、このばらつきに対処する従来の方法は、光散乱粒子を使用して出て行く光線の経路をランダムにすることである。

【0011】

図1aは、従来の発光デバイスの断面図で、図1bは、従来の発光デバイスの上面図で、従来の手法を利用する発光デバイス100を示している。図1aは、図1bの1a-1a線断面図である。光源102は基板104上に配置される。ダウンコンバート材料の層106は光源102を覆う。反射器108が基板104上の光源102のまわりに配置され、その結果、光源102は反射器108及び基板104によって構成されたキャビティ内に収容される。半球の封止体110が光源102上に配置される。封止体110は、例えば、エポキシ接着剤を使用して光源102上に取り付けることができるが、他の取付け方法を使用することもできる。光散乱粒子112は封止体110の全体にわたって配置される。

10

【0012】

光線R1乃至R4は、光源102から放出される例示的な光子の経路をモデル化している。図示のように、R1が放出され、光が波長変換を受ける確率が存在する、ある長さ(l_1)のダウンコンバート材料106を通過する。光子がダウンコンバートされる(すなわち、吸収され再放出される)ことになる確率は、光子が、ダウンコンバート材料106を通過する距離と共に増加することに留意されたい。したがって、ダウンコンバート材料106をより大きな距離(l_2)で通過するR2は、ダウンコンバートされる機会がより大きい。結果として、ダウンコンバート層の形状に応じて、ダウンコンバート層106を通過する際にダウンコンバージョンを受ける光の割合は光源102からの放射角の関数になるということになる。光散乱粒子なしでは、放出スペクトルは際立ったパターンを示し、しばしば人間の眼にも認知できる色温度及び強度の変動をもつ光スポットを生成することになる。そのような不均一があると、発光デバイスは、いくつかの用途では不適当となることがある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0013】

【特許文献1】米国特許第5959316号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

光は、ダウンコンバート材料106を通過した後、封止体110に入る。封止体110の全体にわたって分散された光散乱粒子112は、個々の光子が放出される前にそれらの方向を変え、光子が封止体110を出る点をランダムにするように設計される。これには空間的色温度均一性を改善する効果がある。例えば、図示のように、R1は光散乱粒子112に衝突し、方向を変えて放出される。R1は、散乱粒子が存在しない場合に出るはずである点とは異なる点から封止体110を出る。R3は多数の散乱事象を受ける。R2及びR4は妨げられずに封止体を通る。したがって、光散乱粒子112は、光子を最初の放射角から切り離すことによって、放出された光子が封止体110を出て行く点をランダムにする(ある程度)。

40

【0015】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、空間放出パターン及び色均一性を調整するための散乱体を有する封止体を備えた発光デバイスを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

50

本発明による発光デバイスの一実施形態は少なくとも1つの発光体を含んでいる。封止体(encapsulant)は、発光体から放出される光が実質的にすべて封止体を通過するように発光体の上に配置される。封止体は、封止体を通して伝搬する光の放射角に関して空間的に変化する光散乱特性を有する。

【0017】

本発明による発光デバイスの他の実施形態は、表面上に配置された少なくとも1つの発光体を含んでいる。封止体は、デバイスから放出される光が実質的にすべて封止体を通過するように発光体(複数可)上に配置される。封止体は、関連する濃度の光散乱粒子をもつ多数の3次元(3D)領域を有する。3D領域は、発光デバイスの出力強度及び色温度プロファイルを変更するために封止体内に配置される。

10

【0018】

光源から放出された光の出力プロファイルを本発明に従って調整する方法の一実施形態は、放出光が実質的にすべて封止体を通過するように光源に隣接して封止体を設けることを含んでいる。光源から放出された光は、封止体内に及び封止体の表面に沿って選択的に配置された光散乱要素のクラスタを使用して方向が変えられる。光は、クラスタの選択的な配置及び封止体の変形表面の場所によって決定される出力プロファイルをもつ封止体から放出される。

【0019】

本発明による封止体の一実施形態は、封止体の形状を構成する第1の材料を含んでいる。第1の材料は第1の屈折率を有する。微粒子特性を有する第2の材料が、第1の材料の全体にわたって第2の材料が不均一な密度を有するように第1の材料内に分散される。第2の材料は第2の屈折率を有する。

20

【0020】

封止体を製作する方法の一実施形態は、封止体を成形するためのモールドを用意することを含んでいる。特定の光散乱特性を有するある量の第1の材料がモールドに導入される。封止体が別個の領域を含み、その領域の各々が特定の光散乱特性を有するように、特定の光散乱特性を有する追加の材料が順番にモールドに導入される。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1a】従来の発光デバイスの断面図である。

30

【図1b】従来の発光デバイスの上面図である。

【図2】本発明による発光デバイスの封止体の一実施形態の断面図である。

【図3】本発明による高密度領域をもつ発光デバイス及び高密度領域をもたない同様のデバイスからの例示的な補正済み色温度出力プロファイルをモデル化しているグラフを示す図である。

【図4】本発明による発光デバイスの封止体の他の実施形態の断面図である。

【図5】本発明による発光デバイスの封止体のさらに他の実施形態の断面図である。

【図6】本発明による発光デバイスの封止体のさらに他の実施形態の断面図である。

【図7】本発明による発光デバイスの封止体のさらに他の実施形態の断面図である。

【図8】本発明による発光デバイスの封止体のさらに他の実施形態の断面図である。

40

【図9】本発明による発光デバイスの封止体のさらに他の実施形態の断面図である。

【図10】本発明による発光デバイスの封止体のさらに他の実施形態の断面図である。

【図11】本発明による発光デバイスの封止体のさらに他の実施形態の断面図である。

【図12】本発明による発光デバイスの一実施形態の断面図である。

【図13】本発明による発光デバイスの他の実施形態の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

本発明は、改良された発光デバイス及びその発光デバイスの製作方法を提供し、光散乱特性を有する材料を使用し、発光体のまわりの封止体に様々な形状でその材料を配置することによって放出強度及び色温度プロファイルを調整することができる。新しい発光デバ

50

イス及びその方法は、発光ダイオード（LED）などの固体光源で特に良好に機能する。他のLEDデバイスと同様に、バイアス電圧が発光デバイスの両端に印加され、発光デバイスの活性領域における放射再結合の結果として光が放出される。時には光スポットと呼ばれるLEDの出力を設計することがしばしば望まれる。用途によっては、高度の色温度均一性及び広い放出プロファイルをもつ光スポットが必要とされる。

【0023】

本発明を使用して操作することができる光出力プロファイルの2つの属性は、視野角の関数としての色温度及び強度プロファイルである。他の属性も操作することができる。封止体は、光源から放出された光が実質的にすべて封止体を通過せざるを得ないように光源の上に配置される。封止体は、さらに、封止体及び光源が共通の表面に取り付けられるように配置することができる。封止体は、上述したように、光源上に配置される任意の構造体を含むことができ、本発明による一実施形態では、封止体は、単独で使用されるレンズ、又はレンズを光源上に取り付けるための他の接合材料と組み合わせて使用されるレンズを含むことができる。封止体は、シリコン、エポキシ、ガラス、プラスチック、又は他の材料で製作することができ、ビーム整形、コリメート、収束などのような機能を行うことができる。封止体は、光源上の所定位置に形成することができるが、又は個別に製作し、その後、引き続き、例えば、接着性エポキシによって光源に取り付けることもできる。封止体内で光散乱特性を空間的に変化させることによって、一連の放射角に関して光源から放出されたある割合の光の方向を変えて、所望の出力プロファイルを生成することができる。放射角及び視野角については上述された。封止体のいくつかの例示的な形状が以下で詳細に説明される。

【0024】

封止体の内部で光を散乱させるのに使用することができるいくつかの構造体があるが、本発明に特に好都合である2つの光散乱構造体は散乱粒子及び表面変形である。散乱粒子の高度に集中した領域を生成するように封止体内の光散乱粒子の密度を変化させることによって、光源からの光は方向を変えられ、特定の出力プロファイルを達成することができる。

【0025】

光の方向を変える他の方法は、封止体の表面の選択した区域を変形することである。この表面は、以下で詳細に説明されるように、例えば、エッチング又は研削などのいくつかの従来の方法によって変形することができる。封止体の表面の変形部分に達する光は（未変形部分とは対照的に）、方向を変えられ、別の点で封止体を出て行く確率がより高くなる。したがって、表面の特定の領域を変形することによって、出力プロファイルを仕様適合させることができる。封止体内の散乱粒子と封止体の表面への変形との組合せはさらに効果的となることができる。

【0026】

層、領域、又は基板などのある要素が別の要素「の上に」あるとされる場合、ある要素は他の要素の直上に存在することができるが、又は介在要素が存在することもできることが理解されよう。さらに、「内側の」、「外側の」、「上部の」、「上に」、「下部の」、「真下に」、及び「下に」などの相対語ならびに類似の用語は、本明細書では、ある層又は別の領域の関係を記述するために使用されることがある。これらの用語は、図に示された方位に加えてデバイスの異なる方位を包含するものであることが理解されよう。

【0027】

第1の、第2のなどの用語が、本明細書では、様々な要素、構成要素、領域、層、及び/又は区画を記述するために使用されることがあるが、これらの要素、構成要素、領域、層、及び/又は区画はこれらの用語によって限定されるべきでない。これらの用語は、ある要素、構成要素、領域、層、又は区画を別の領域、層、又は区画と区別するためだけに使用される。したがって、以下で説明される第1の要素、構成要素、領域、層、又は区画は、本発明の教示から逸脱することなく第2の要素、構成要素、領域、層、又は区画と呼ぶことができる。

【 0 0 2 8 】

「層 (layer)」及び「複数の層 (layers)」という用語は本出願の全体にわたって交換可能に使用されることに留意されたい。材料の単一の「層」が実際には材料のいくつかの個別の層を含むことがあることを当業者は理解するであろう。同様に、材料のいくつかの「層」が機能的に単一の層と見なされることがある。言い換えれば、「層」という用語は材料の均質な層を意味しない。単一の「層」は様々な散乱材料濃度及び組成を含み、それらはサブレイヤに局在していることがある。これらのサブレイヤは、単一の形成ステップ又は多数のステップで形成することができる。特に別記しない限り、ある要素が材料の「層」又は「複数の層」を含むと記述することによって、特許請求の範囲に具体的に表現されている本発明の範囲を限定するものではない。

10

【 0 0 2 9 】

本発明の実施形態が、本発明の理想化された実施形態の概略図である断面図を参照しながら本明細書で説明される。そのため、例えば製造技法及び/又は公差の結果として図の形状からの変化が予想される。本発明の実施形態は本明細書に示された領域又は粒子の特定の形状に限定されるものと解釈されるべきではなく、例えば製造に起因する形状の偏差を含むものである。例えば、長方形であるとして図示又は説明された領域は、一般に、通常の製造公差のために円形又は湾曲のフィーチャを有することになる。したがって、図に示された領域は本質的に概略であり、それらの形状は領域又は粒子の正確な形状を示すものではなく、本発明の範囲を限定するものではない。

20

【 0 0 3 0 】

図 2 は、本発明による発光デバイスの封止体の一実施形態の断面図である。封止体 200 は、一般に、少なくとも 2 つの異なる材料を含んでいる。媒体 202 は、封止体 200 の形状を与える。封止体 200 の好ましい形状は、湾曲表面及び平坦面を有する半球である。しかし、例えば、平板形状又は平凸などの多くの他の封止体形状を使用することもできる。媒体 202 は、例えば、透明なエポキシ又はシリコンなどの熱又は光硬化材料を含んでいる。光散乱粒子 204 は、媒体 202 の全体にわたって分散される。

【 0 0 3 1 】

散乱粒子 204 は、
 シリカゲル、
 酸化亜鉛 (ZnO)、
 酸化イットリウム (Y_2O_3)、
 二酸化チタン (TiO_2)、
 硫酸バリウム ($BaSO_4$)、
 アルミナ (Al_2O_3)、
 融解石英 (SiO_2)、
 ヒュームドシリカ (SiO_2)、
 窒化アルミニウム、
 ガラスビーズ、
 二酸化ジルコニウム (ZrO_2)、
 炭化ケイ素 (SiC)、
 酸化タンタル (TaO_5)、
 窒化ケイ素 (Si_3N_4)、
 酸化ニオブ (Nb_2O_5)、又は
 窒化ホウ素 (BN)

30

40

を含む多くの異なる材料を含むことができる。 TiO_2 、 Al_2O_3 、及びシリカは好ましい材料である。列挙されたもの以外の材料を使用することもできる。これらの光散乱粒子 204 は、周囲の媒体 202 に比べて大きい屈折率を有し、材料間に大きい屈折率差を生成すべきである。屈折率差は、屈折を引き起こすので、周囲の媒体 202 に比べて低い屈折率を有する散乱粒子材料を使用することも可能であろう。散乱粒子 204 の直径は、一般に、マイクロメートル未満であるが、より大きい粒子を使用することができる。光散

50

乱粒子 204 は、媒体 202 に局所的な不均一性を生成し、それにより光は直線経路から逸らされる。

【0032】

光が1つ又は複数の光散乱粒子 204 に衝突すると、媒体 202 と光散乱粒子 204 との間の屈折率差のために、光は屈折し、異なる方向に進む。大きい屈折率差は、入射光子に対してより激的な方向変化をもたらす。このために、高屈折率の材料は、シリコン又はエポキシなどの媒体中で良好に機能する。光散乱材料を選ぶときの別の考慮すべき事項は材料の光吸収率である。大きい粒子は、パッケージ内部でより多くの光を後方散乱させ、その後で光は、封止体 200 を抜け出すことができるが、それによりデバイスの全発光出力が減少する。したがって、好ましい散乱粒子材料は、媒体に比べて高い屈折率（例えば、エポキシ中の TiO_2 ）と、封止体 200 を通って伝搬する光の波長と同等の粒子サイズ（例えば、可視スペクトルでは $1\ \mu m$ の粒子）とを有する。これにより、後方散乱による光損失を最小にしながらかつ前方又は横方向の散乱効果が確実に最大になる。

10

【0033】

単一の光子はいくつかの散乱事象を受けることができ、その後、封止体から周囲に放出される。光子が高密度の散乱粒子をもつ領域に入ると、様々な方向に何回も屈折させられ、それにより、光子が高濃度の散乱粒子をもつ領域から封止体を出て行く確率が小さくなる。媒体 202 の全体にわたって光散乱粒子の濃度を変化させることによって、出力光の色温度及び強度プロファイルを調整することができる。

【0034】

20

発光デバイスが意図されている用途によって決定されるように様々な濃度レベルの散乱粒子を使用することができる。例えば、 TiO_2 散乱粒子を使用すると、高密度領域は、体積で約 0.1% の散乱粒子を含むことができ、一方、周囲の媒体は、体積で 0.02% の散乱粒子を含むことができる。したがって、この例における高密度領域は、周囲の媒体の 5 倍の単位体積当りの散乱粒子を有する。例示の密度比は 5 : 1（高密度領域 : 低密度領域）である。他の密度及び密度比を使用することができるが、吸収による損失が散乱粒子の密度と共に増大する。したがって、上述した例では、周囲の媒体中の TiO_2 散乱粒子の密度は、許容損失値を維持するために 0.05% を超えるべきではない。密度及び密度比は、散乱粒子及び周囲の媒体用に選択された材料に応じて変化し得る。

【0035】

30

高密度領域は、特定の角度で光源から放出された光が所与の点で封止体 200 を出て行く確率に影響を与えることによって様々な出力プロファイルを達成するように封止体内で特別に配置することができる。より具体的には、上述のように、光の色温度は視野角の関数であるので、角度色温度プロファイルを制御することができる。さらに、色には関係なく、光が高密度領域を通過し、封止体 200 を出て行く可能性は少ないので、角度強度プロファイルも調整することができる。他の要因が、さらに、封止体 200 の全体にわたる高密度領域の配置に影響を及ぼすことがある。封止体 200 は、図 1 a に示された発光デバイスと同様の発光デバイスと協同するように配置することができる。

【0036】

図 2 を再度参照すると、領域 206 は、隣接領域 208 に比べて高濃度の散乱粒子 204 を有する。領域 206 は、実質的に半球の封止体 200 の頂上に体積を占める 3 次元（3D）空間を示す。光線 210 が、ある距離をおいて封止体 200 の真下に位置決めされた光源（図示せず）から発出していることが示されている。

40

【0037】

参照しやすくするために、約 30° 未満の絶対値を有する放射角（*emission angle*）で封止体 200 に入る光は低角度光と呼ばれる。約 30° よりも大きくかつ約 60° 未満の絶対値をもつ放射角を有する光は、中間範囲角度光と呼ばれる。約 60° よりも大きい絶対値を有する放射角の光は、高角度光と呼ばれる。与えられた範囲は入射光の放射角の一般的な意味を伝えることを単に目的としており、記述用語の 1 つに関連した光を放射角の厳密な範囲に限定するように解釈されるべきでない。

50

【 0 0 3 8 】

光線 2 1 0 は、図示のように、封止体 2 0 0 の平坦面から入る。この特定の実施形態では、低角度光は、恐らく高密度領域 2 0 6 に衝突することになる。領域 2 0 6 に入射する低角度光のうちより高い割合が、隣接する領域 2 0 8 を単に通過する光よりも散乱事象を受けることになる。領域 2 0 6 に入射する光のうちの抑えられた割合が領域 2 0 6 を直接通過することになる。特定のこの形状を使用すると、領域 2 0 6 から放出される光は、散乱事象の数の増加のためにより良好な色温度均一性と、領域 2 0 6 から離れるように方向を変えられ、隣接する領域 2 0 8 から封止体を出て行く光のために強度の低下とを示すことになる。

【 0 0 3 9 】

この実施形態では、高密度頂上領域 2 0 6 の体積は、操作されるべき出力プロファイルの視野角範囲に応じて決定することができる。高密度材料の体積が大きいほど視野角のより広い範囲にわたって出力プロファイルに影響を与えることになる。例えば、設計が - 4 5 ° から 4 5 ° の視野角範囲にわたって出力プロファイルの変更を必要とする場合、特定の体積の高密度物質が頂上領域 2 0 6 を満たす必要がある。形状がこの実施形態では比較的簡単であるので、以下の簡単な式を使用して高密度物質の必要な体積を見いだすことができ、ここで、R は実質的に半球の封止体の半径であり、 θ は放射角である。

【 0 0 4 0 】

【数 1】

$$V = \pi \cdot R^3 \cdot \left[\cos \theta - \frac{\cos^3 \theta}{3} - \frac{2}{3} \right]$$

【 0 0 4 1 】

この実施形態では、高密度頂上領域 2 0 6 は、視野が頂上領域 2 0 6 によって不明瞭にされる視野角の範囲にわたり出力強度及び補正済み色温度 (C C T) の両方に顕著な減少を引き起こす。

【 0 0 4 2 】

図 3 は、本発明による高密度領域をもつ発光デバイス及び高密度領域をもたない同様のデバイスからの例示的な補正済み色温度出力プロファイルをモデル化しているグラフを示す図である。図 3 に示されるように、特定の角度範囲にわたって出力プロファイルグラフを平らにする効果がある。図 3 は、単に、頂上領域実施形態を使用する典型的な出力プロファイルの例を提供することが目的である。グラフは、実際の実験結果を反映していない。

【 0 0 4 3 】

図 4 は、本発明による発光デバイスの封止体の他の実施形態の断面図である。封止体 4 0 0 は、同じ又は異なる材料を使用して前述と同様に形成することができる。ここで、領域 4 0 2 は隣接する領域 4 0 6 に比べて高濃度の光散乱粒子 4 0 4 を有し、光源 (図示せず) の最も近くにある封止体 2 0 0 の平坦面の近くに配置される。図 4 には、くさび形フィーチャを有する高密度領域 4 0 2 が示されている。3 D では、領域 4 0 2 は先を切られた逆円錐構造体に似ている。

【 0 0 4 4 】

図 4 に示された形状の 1 つの結果として、光は高角度から離れて封止体 4 0 0 の中心の方に戻るように方向を変えることができる。高密度領域 4 0 6 は、高い視野角で通常測定されるはずである強度のうちの一部をより低い視野角に再分配する効果がある。封止体 4 0 0 のこの実施形態は、より低い視野角で観察されるとき (例えば、正面で観察されるとき) より明るく見える。したがって、高密度領域 4 0 2 を使用してビームの強度プロファイルを整形することができる。高い視野角の色温度均一性は既に良好であるので、高密度

10

20

30

40

50

領域 402 は高い視野角の色温度プロファイルにほとんど影響しない。

【0045】

くさび形フィーチャ (wedge-shaped feature) 402 は、低角度光が高密度領域 402 と最初に相互作用することなく低密度領域 406 を通過することができる空間を構成するように配置される。くさび形フィーチャ 402 の頂点間の距離を調整して、光が低密度領域 406 に達するために通過する空間のサイズを増加又は減少させることができる。

【0046】

図 5 は、本発明による発光デバイスの封止体のさらに他の実施形態の断面図である。領域 502 は、隣接する領域 506 よりも高い濃度の光散乱粒子 504 を有する。3D では、高密度領域 502 は実質的に環状体である。したがって、領域 502 は、中間に樹幹をもつ封止体 500 の周囲のまわりにリングを形成する。この実施形態では、より高いか又はより低い範囲の放射角を有する光は、高密度領域 502 と相互作用することなく封止体を通る。中間範囲の放射角 (例えば、 $> 40^\circ$ 又は $< 50^\circ$) をもつ光は高密度領域 502 に入射することになる。したがって、出力プロファイルは中間範囲の視野角でより強烈に影響を受ける。高密度領域 502 の幅及び孔のサイズは、特定の範囲の中間角度から放出された光が高密度領域 502 と相互作用するように選ぶことができる。

10

【0047】

図 6 は、本発明による発光デバイスの封止体のさらに他の実施形態の断面図である。封止体 600 は、隣接する領域 604 よりも高い濃度の光散乱粒子 602 を有する 1 つよりも多い領域を組み込んでいる。頂上領域 606 及び基部領域 608 は共に高密度領域である。この特定の実施形態により、中間範囲の放射角からの光は高密度領域 606、608 と相互作用する確率が少ない状態で封止体 600 を通過することができる。高密度領域 608 は、光学軸の方に戻るように光の向きを変え、ビームの強度プロファイルを整形し、高密度領域 606 の方に光の方向を変えるように機能する。高密度領域 606 は低い視野角の光の色均一性及び強度分布を改善するように機能する。この実施形態は領域形状の特定の組合せを示しているが、多くの異なる組合せが所望の出力プロファイルに応じて可能である。この組合せは、単に、例示することが目的である。したがって、本発明はこれらの例によって限定されるべきでない。

20

【0048】

図 7 は、本発明による発光デバイスの封止体のさらに他の実施形態の断面図である。封止体 700 は、多数の高密度領域を特徴とし、これらの領域の各々は異なる濃度の光散乱粒子 702 を有する。頂上領域 704 は、最も高い密度の光散乱粒子 702 を有し、基部領域 706 は、頂上領域 704 よりも低濃度であるが、領域 708 よりも高濃度である。密度は、放射角の別個の範囲から放出された光に別々に影響を与えるように選ぶことができる。より高濃度の領域により、関連する視野角の範囲で強度が少し低下するが、ある視野角範囲にわたって色温度均一性が改善された出力プロファイルがもたらされることになる。

30

【0049】

図 8 は、本発明による発光デバイスの封止体のさらに他の実施形態の断面図である。封止体 800 は、次第に変化した頂上領域 802 内の一連の散乱粒子密度を特徴とする。光散乱粒子 804 は勾配をつけて配置され、最小濃度のサブ領域 806 が光源の最も近くにあり、最大濃度のサブ領域 808 が頂上にある。中間密度のサブ領域 810 は中間に挿入される。サブ領域 806、808、810 は、内部では均質な散乱粒子密度である別個の層として示される。しかし、次第に変化した領域は、低密度から高密度まで滑らかに変化する連続体とすることができる。さらに、最も高密度のサブ領域を光源 (図示せず) の最も近くに配置することができる。次第に変化した頂上領域 802 は、視野角の所望の範囲にわたってより連続的で滑らかな方法で出力プロファイルに影響を与え、顕著な強度及び色温度の変化を取り除く。

40

【0050】

50

次第に変化した散乱粒子の領域をもつデバイスを製作する一方法は連続モールドイング処理を必要とする。封止体 800 などの半球封止体を有する実施形態の場合には、半球モールドを使用して封止体 800 を形成することができる。特定の濃度の光散乱粒子を有するある量の第 1 の材料がモールドに導入される。この実施形態では、頂上領域を構成することになる第 1 の材料は、次の層を付加する前に硬化又は固化させることができるが、又は硬化させずに処理を継続することもできる。次に、異なる濃度の光散乱粒子を有するある量の第 2 の材料が第 1 の材料の上のモールドに導入される。第 2 の材料は、付加層を付加する前に固化させることができるが、前に配置された層が硬化する前に処理を継続することができる。様々な厚さ及び光散乱粒子の濃度を有する付加層を続いてモールドに導入することができる。このようにして、逐次モールドイング処理を使用して図 8 に示されたものなどの封止体を製作することができる。多くの異なるモールド成形及び材料順序を使用して所望の封止体を製作することができる。

10

【0051】

図 9 は、本発明による発光デバイスの封止体のさらに他の実施形態の断面図である。封止体 900 は、変形表面 902 及び光散乱粒子 904 を特徴とする。他の散乱材料と同様に、変形表面 902 は光の光子を散乱し、光子が光源（図示せず）から放出された角度と同じ角度で封止体 900 を出て行かないようにする。これは、変形表面 902 に入射する放出光の一部をランダム化する効果がある。変形表面 902 に衝突する光は、変更された角度で放出されるか又は封止体 900 の内部に戻るよう方向を変えられる確率が高くなる。したがって、強度及び色温度プロファイルは、表面の特定の部分を変形することによって調整することができる。

20

【0052】

この実施形態では、一様な濃度の光散乱粒子 904 が一般的な散乱効果を有するが、変形表面は、特定の範囲の視野角にわたり出力プロファイルに集中的な効果がある。ここで、変形表面 902 は、封止体 900 の頂上に配置される。低角度で放出される光は、変形表面 902 に衝突する可能性が高い。色温度は、放射角の関数であるので、色温度均一性を改善するために特定の範囲の視野角を対象とすることができる。

【0053】

表面を変形するいくつかの異なる既知の方法がある。表面の一部を、例えば、エッチング、切削、又は研削することができる。表面を粗くする他の方法を使用することもできる。表面は不規則に変形することができるが、又はより規則的な変形を与えるように特別に織り目構造にすることもできる。織り目構造にする既知の方法を使用して、変形される表面上に例えば角錐台などの多くの異なる特定の形状の構造体を設けることができる。表面が入射光を散乱することになる度合いは表面の粗さによって決まる。粗さは、表面輪郭の山から谷までの平均距離として測定することができる。表面粗さが増大するにつれて散乱光の割合も増大する。例えば、表面が化学エッチング（例えば、HF ベースのエッチング液）を使用して粗くされる場合、表面の粗さはエッチング時間を変化させることによって調整することができる。エッチング時間が長くなると、一般に、表面の粗さの程度はより高くなる。このようにして、表面粗さを制御し、散乱の特定の平均レベルを達成することができる。

30

40

【0054】

図 10 は、本発明による発光デバイスの封止体のさらに他の実施形態の断面図である。封止体 1000 は、多数の変形表面 1002、1004 を特徴とする。高密度散乱粒子領域と同様に、様々な放射角範囲からの光を操作して特定の出力プロファイルをもたらすことができる。この実施形態では、低角度及び高角度の両方から光は、中間角度で放出された光よりも高い割合で内部に方向を変えられることになる。これらの表面 1002、1004 から放出された光は、さらに、より均一な色温度分布を示すことになるが、その効果は、色温度不均一が最大となるより低い視野角でより顕著となるはずである。変形すべき封止体 1000 の表面のいくつかの区域を選択することによって、出力強度プロファイルを特別に調整することができる。図 10 は、変形表面領域の組合せの例示的实施形態であ

50

る。しかし、多くの他の変形表面形状を使用して目的に合わせた出力プロファイルを達成することもできる。

【0055】

図11は、本発明による発光デバイスの封止体のさらに他の実施形態の断面図である。封止体1100は、高密度散乱粒子領域1102と変形表面1104との組合せを特徴とする。この特定の例示的实施形態は、低角度及び高角度の両方から放出される光に対して出力プロファイルに影響を与えることになる。高密度領域1102は、低角度で光源から放出される光と相互作用するように配置される。変形表面1104は、高角度で光源から放出される光のプロファイルを変更し、高角度の光を封止体1100内に戻し、領域1102の方に方向を変えるように配置される。高密度領域及び変形表面の両方は、それらと相互作用する光に同様の効果を有するが、2つの異なる構造体に由来する出力プロファイルに相違がある場合がある。この組合せは、構造体が光と相互作用する方法及び異なる程度のために利点を提供することができる。単一の封止体で両方の種類の構造体を使用すると、さらなる設計選択肢を提供し、極めて特殊な出力プロファイルをもたらすことができる。組合せ構成に関する多くの変形が可能である。例えば、高密度領域は、中間範囲の角度から放出された光のプロファイルを変更するために使用することができ、一方、変形表面は、低角度で放出された光と相互作用する。本発明は、いかなる特定の組合せ又は構成にも限定されない。

10

【0056】

図12は、本発明による発光デバイスの一実施形態の断面図で、発光デバイス1200を示している。例えば、LEDなどの光源1202は、表面上に配置され、その光源の一次放出表面は、波長変換材料1204の層によって覆われる。リング形反射器要素1206がその表面上に配置され、光源1202を囲む。反射器要素1206は、例えば、アルミニウムなどの反射材料で製作することができるが、または、光源1202と向かい合う内壁に拡散又は反射被膜を有することもできる。反射要素1206は、極めて高い角度で光源1202から放出される光の方向を変える。

20

【0057】

封止体1208は、放出される光が実質的にすべて必ず封止体1208を通過し、その後周囲に抜け出すように光源1202の上に配置される。封止体1208は様々な形状とすることができるが、好ましい形状は半球である。光散乱粒子1210は、光送出封止体1208の全体にわたって分散される。封止体1208は、光送出充填材料1209を使用して光源1202の上に取り付けることができる。充填材料1209は、好ましくは、高い光透過率と、封止体1208の屈折率と一致又はほぼ一致する屈折率とをもつ高温重合体であり、それはガラス、石英、高温及び透明プラスチック、シリコン、エポキシ樹脂、又はこれらの材料の組合せから製作することができる。封止体1208は、充填材料1209上に配置され、それに付着することができる。他の実施形態では、封止体及び光源は、中間に充填材料なしで共通の表面に取り付けられるように封止体を形成することができる。

30

【0058】

この特定の实施形態では、封止体は、変形表面1212を含んでいる。変形表面1212は、封止体1208の頂上に配置され、低角度で(すなわち、光学軸に沿って)光源1202から放出された光と相互作用する。内壁に沿って延び、光源1202の方に向いている変形表面1214を反射器要素1206はさらに含んでいる。変形表面1214は、封止体の変形表面に関して上述したものと同様に変形することができる。例えば、その表面はエッチング、切削、又は研削によって粗くする/織り目構造にすることができる。表面変形の他の方法を使用することもできる。図12には示されていないが、光源1202と向き合う封止体1200の平坦面を変形することも可能である。変形表面1214は、高角度光の方向をランダム化し、その後、光は上述の封止体1208に入る。これは、上述したように、波長変換材料によって引き起こされた色温度パターンを除去するのに役立つ。変形表面1214は、光散乱粒子1210及び変形封止体表面1212と共に機能す

40

50

る。変形表面 1 2 1 4 は任意の他の光散乱構造体と組み合わせ使用し、目的に合わせた出力プロファイルを達成することができる。

【 0 0 5 9 】

図 1 3 は、本発明による発光デバイスの他の実施形態の断面図である。発光デバイス 1 3 0 0 は、図 1 2 に示されたデバイスと同様であり、同じフィーチャの多くを有する。デバイス 1 3 0 0 は、いくつかの光散乱要素を含んでいる。封止体 1 3 0 2 は、その中に分散された光散乱粒子を有し、それらの一部は、封止体 1 3 0 2 の頂上の高密度領域 1 3 0 4 に集中される。デバイス 1 3 0 0 は、変形封止体表面 1 3 0 6、1 3 0 7 を特徴とする。反射器要素 1 3 0 8 は、変形表面 1 3 1 0 も有する。

【 0 0 6 0 】

反射器要素 1 3 0 8 は、複数の光源 1 3 1 4 と共に表面 1 3 1 2 に取り付けられる。光源 1 3 1 4 は、同じ色又は異なる色、単色又は白色とすることができる。好ましい実施形態では、3つの光源、すなわち、赤色光源、緑色光源、及び青色光源が表面 1 3 1 2 に取り付けられる。光源 1 3 1 4 は、表面 1 3 0 8 に様々な形状で取り付けることができる。光源 1 3 1 4 の一部又はすべてからの光を操作して所望の出力プロファイルを達成することができるように散乱要素をデバイス内に配置することができる。

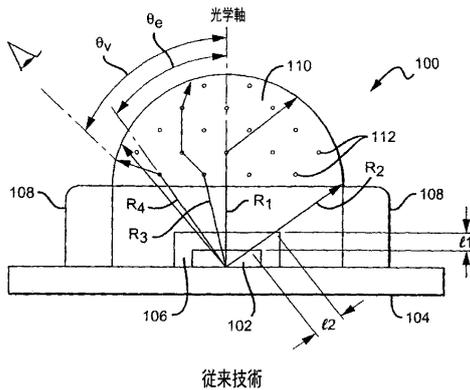
【 0 0 6 1 】

本発明は、そのいくつかの好ましい形状を参照しながら詳細に説明されたが、他の形状も可能である。したがって、本発明の趣旨及び範囲は上述の形状に限定されるべきではない。

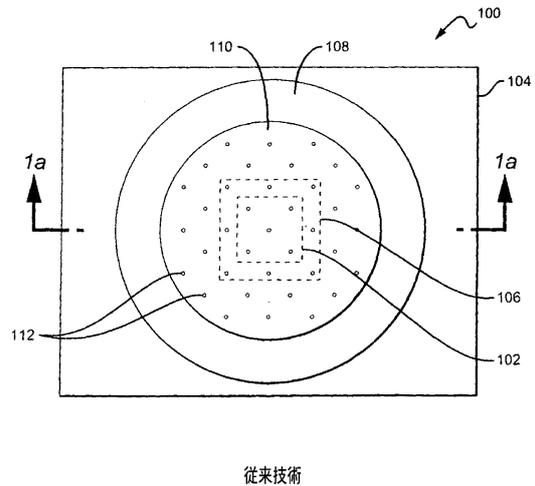
10

20

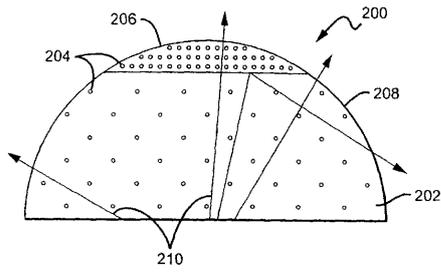
【 図 1 a 】



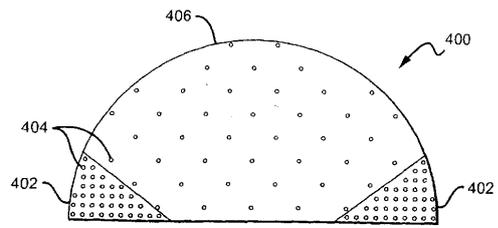
【 図 1 b 】



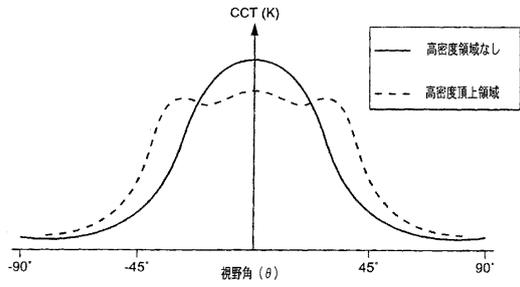
【図2】



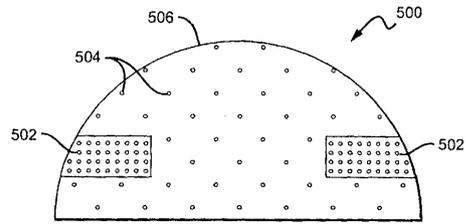
【図4】



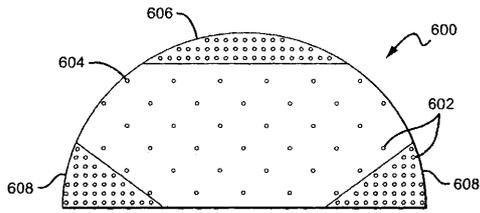
【図3】



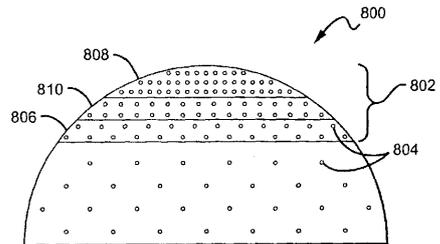
【図5】



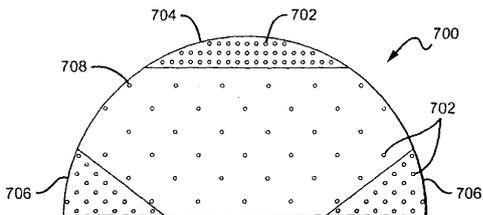
【図6】



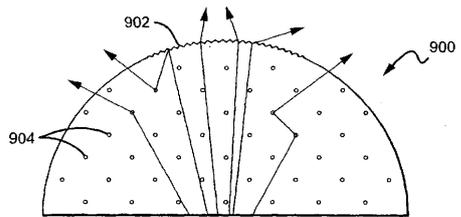
【図8】



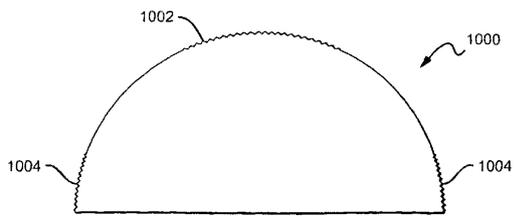
【図7】



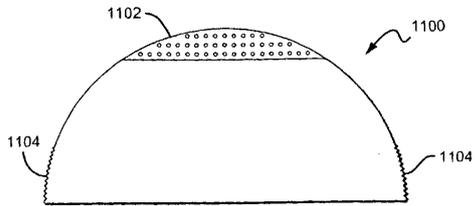
【図9】



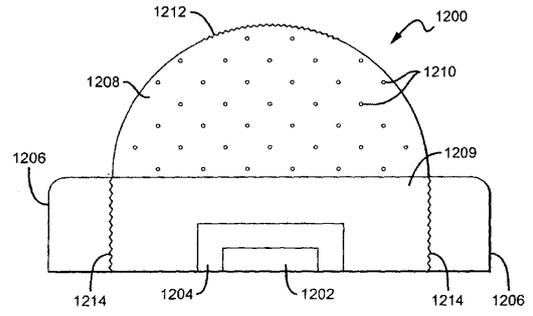
【図10】



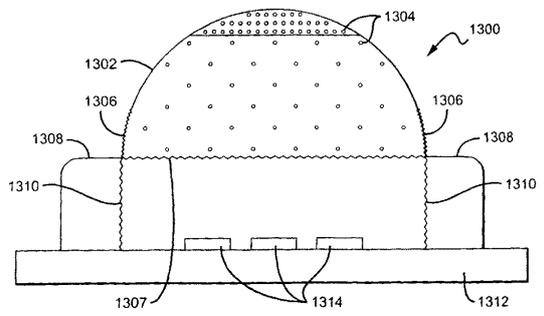
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 ベルント ケラー

アメリカ合衆国 93111 カリフォルニア州 サンタ バーバラ サン アントニオ クリー
ク ロード 1335

審査官 岡田 吉美

(56)参考文献 特開平03 - 206672 (JP, A)

国際公開第2005 / 104247 (WO, A1)

特開2005 - 183193 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64