

(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2012-33823

(P2012-33823A)

(43) 公開日 平成24年2月16日(2012.2.16)

(51) Int.Cl.
H01L 33/50 (2010.01)

F I
H01L 33/00 410

テーマコード(参考)
5F041

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2010-173852 (P2010-173852)
(22) 出願日 平成22年8月2日(2010.8.2)

(71) 出願人 000002303
スタンレー電気株式会社
東京都目黒区中目黒2丁目9番13号
(74) 代理人 110000888
特許業務法人 山王坂特許事務所
(72) 発明者 伊藤 功三郎
東京都目黒区中目黒2-9-13 スタン
レー電気株式会社内
(72) 発明者 世古 利裕
東京都目黒区中目黒2-9-13 スタン
レー電気株式会社内
(72) 発明者 上野 一彦
東京都目黒区中目黒2-9-13 スタン
レー電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 薄い波長変換層を備えた発光効率の高い発光装置を提供する。

【解決手段】 所定の粒径の粒子状のスペーサー13bと、粒子状のスペーサーよりも小さい粒径の蛍光体粒子13aとが分散された未硬化の基材ペースト13を間に挟んで、発光素子11と光学部材14を重ね合わせる。これにより、粒子状のスペーサー13bを発光素子の上面と光学部材の下面との間に挟み込み、粒子状のスペーサー13bの粒径で規定された未硬化の基材ペースト層13を形成する。未硬化の基材ペースト層13を硬化させ、波長変換層13を形成する。

【選択図】 図1

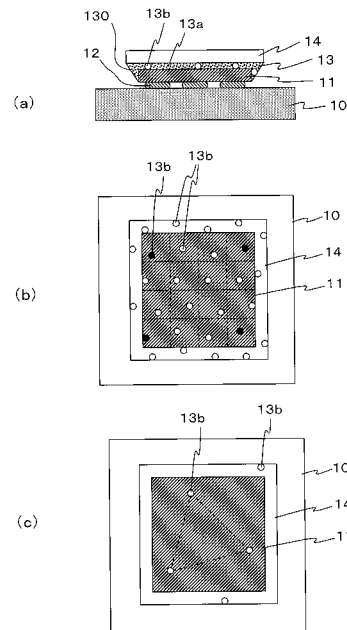


図1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、該基板上に実装された発光素子と、前記発光素子上に配置された波長変換層と、波長変換層の上に搭載された下面が平坦な光学部材とを有し、

前記波長変換層は、蛍光体粒子と、粒子状のスペーサーと、これらが分散された基材とを含み、

前記蛍光体粒子の粒径は、前記粒子状のスペーサーの粒径よりも小さく、前記粒子状のスペーサーは、前記発光素子の上面と前記光学部材の下面との間に挟まれ、前記波長変換層の厚さを規定していることを特徴とする発光装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の発光装置において、前記粒子状のスペーサーは、前記発光素子の上面に 3 個以上配置されていることを特徴とする発光装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の発光装置において、前記粒子状のスペーサーは、前記発光素子の発する光に対して透明であることを特徴とする発光装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の発光装置において、前記粒子状のスペーサーには、少なくとも蛍光体が含有されていることを特徴とする発光装置。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の発光装置において、前記光学部材の平坦な下面には、光を制御するための微細な凹凸加工が施されていることを特徴とする発光装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の発光装置において、前記光学部材は、上面形状が光を制御するための所定の形状を有することを特徴とする発光装置。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の発光装置において、前記波長変換層は、前記蛍光体粒子を 13 wt. % 以上含有することを特徴とする発光装置。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の発光装置において、前記光学部材の下面は、前記発光素子の上面より大きく、

前記波長変換層の側面は、前記発光素子の側面と前記板状光学層の側面とを結ぶ傾斜面を形成していることを特徴とする発光装置。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の発光装置において、前記発光素子および前記波長変換層の側面は、反射材料層で覆われていることを特徴とする発光装置。

【請求項 10】

基板と、該基板上に実装された複数の発光素子と、前記複数の発光素子上に配置された波長変換層と、前記複数の発光素子を覆うように波長変換層の上に搭載された 1 枚の光学部材とを有し、

前記波長変換層は、蛍光体粒子と、粒子状のスペーサーと、これらが分散された基材とを含み、

前記蛍光体粒子の粒径は、前記粒子状のスペーサーの粒径よりも小さく、前記粒子状のスペーサーは、前記複数の発光素子のうちの少なくとも一つの上表面と前記光学部材の下面との間に挟まれ、前記波長変換層の厚さを規定していることを特徴とする発光装置。

【請求項 11】

所定の粒径の粒子状のスペーサーと、前記粒子状のスペーサーよりも小さい粒径の蛍光体粒子とが分散された未硬化の基材ペーストを、発光素子の上面、および、光学部材の平坦な下面のいずれかまたは両方に配置し、前記未硬化の基材ペーストを介して発光素子の上面と光学部材の下面を重ね合わせ、前記粒子状のスペーサーを前記発光素子の上面と光学部材の下面との間に挟み込むことにより、前記粒子状のスペーサーの粒径で規定された

10

20

30

40

50

未硬化の基材ペースト層を前記発光素子と前記板状光学層との間に形成する第1工程と、前記未硬化のペースト層を硬化させる第2工程と、を有することを特徴とする発光装置の製造方法。

【請求項12】

請求項11に記載の発光装置の製造方法において、前記第1の工程では、前記光学部材の下面は、前記発光素子の上面よりも大きく、前記未硬化の基材ペーストの表面張力により、傾斜した側面を有する基材ペースト層を形成することを特徴とする発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、発光素子からの光を波長変換層で変換する発光装置およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

発光素子からの光の一部を蛍光体で異なる波長の光に変換し、発光素子からの光と混合して出射する発光装置が知られている。このような発光装置の波長変換層の形成方法としては、蛍光体粒子を分散した樹脂を発光素子の上面に塗布または印刷する方法や、ホーン内へ注入する方法が用いられている。

【0003】

20

例えば、特許文献1には、ホーン内に複数の発光素子を並べて配置し、ホーン内を蛍光体分散樹脂で充填した構造が開示されている。特許文献2には、発光素子の上面に蛍光体分散樹脂層をポッティングし、ドーム状に盛り上げた構造が開示されている。特許文献3には、ステンシル印刷等の印刷手法により、発光素子の上面および側面を覆うように蛍光体分散樹脂層を形成した構成が開示されている。

【0004】

蛍光体分散樹脂層を波長変換層として用いる発光装置では、蛍光体分散樹脂層に含まれる蛍光体の量により波長変換される光の量が変化するため、所望の色度の発光を得るためには、蛍光体分散樹脂層の蛍光体濃度に応じて蛍光体分散樹脂層の厚さを設計し、その厚さになるように蛍光体分散樹脂層を形成する必要がある。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-48934号公報

【特許文献2】特開2009-135136号公報

【特許文献3】特開2010-118531号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の塗布、印刷、ホーン内への注入等の手法により形成される蛍光体分散樹脂層は、その厚みに十数%程度の製造誤差が生じる。

40

【0007】

近年、蛍光体分散樹脂層の蛍光体濃度を従来よりも高濃度（例えば50%以上）にすることにより、色変換効率が大幅に向上し、発光効率が向上することが明らかになっている。高い蛍光体濃度の蛍光体分散樹脂層を用いる場合、所望の色度を得るためには、従来よりも薄い蛍光体分散樹脂層を厚み方向について高精度に形成する必要がある。

【0008】

しかしながら、従来の塗布、印刷、注入等の手法では十数%程度の厚みの誤差が生じるため、高濃度の蛍光体分散樹脂層を形成した場合、色度のバラつきが大きくなり、所望の色度の発光装置を高い製造効率で製造することは困難である。

50

【0009】

本発明の目的は、薄い波長変換層を備えた発光効率の高い発光装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明の第1の態様では、以下のような発光装置が提供される。すなわち、本発明の発光装置は、基板と、基板上に実装された発光素子と、発光素子上に配置された波長変換層と、波長変換層の上に搭載された下面が平坦な光学部材とを有する。波長変換層は、蛍光体粒子と、粒子状のスペーサーと、これらが分散された基材とを含む。蛍光体粒子の粒径は、粒子状のスペーサーの粒径よりも小さく、粒子状のスペーサーは、発光素子の上面と光学部材の下面との間に挟まれ、波長変換層の厚さを規定している。

10

【0011】

粒子状のスペーサーは、発光素子の上面に3個以上配置されていることが望ましい。

【0012】

粒子状のスペーサーは、例えば、発光素子の発する光に対して透明なものを用いる。粒子状のスペーサーには、蛍光体が含有されていてもよい。

【0013】

光学部材の平坦な下面には、光を制御するための微細な凹凸加工が施されていてもよい。光学部材の上面形状は、光を制御するための所定の形状を有することが可能である。

20

【0014】

波長変換層は、蛍光体粒子が、例えば13wt.%以上、好ましくは30wt.%以上、より好ましくは50wt.%以上含有されている。

【0015】

光学部材の下面は、発光素子の上面より大きく、波長変換層の側面は、発光素子の側面と前記板状光学層の側面とを結ぶ傾斜面を形成している構成にすることができる。

【0016】

発光素子および波長変換層の側面は、反射材料層で覆われている構成とすることも可能である。

【0017】

また、本発明の第2の態様によれば、以下のような発光装置が提供される。すなわち、第2の態様の発光装置は、基板と、基板上に実装された複数の発光素子と、複数の発光素子上に配置された波長変換層と、複数の発光素子を覆うように波長変換層の上に搭載された1枚の光学部材とを有する。波長変換層は、蛍光体粒子と、粒子状のスペーサーと、これらが分散された基材とを含む。蛍光体粒子の粒径は、粒子状のスペーサーの粒径よりも小さく、粒子状のスペーサーは、複数の発光素子のうちの少なくとも一つの上面と光学部材の下面との間に挟まれ、波長変換層の厚さを規定している。

30

【0018】

また、本発明の第3の態様によれば、以下のような発光装置の製造方法が提供される。すなわち、本製造方法は、所定の粒径の粒子状のスペーサーと、粒子状のスペーサーよりも小さい粒径の蛍光体粒子とが分散された未硬化の基材ペーストを、発光素子の上面、および、光学部材の平坦な下面のいずれかまたは両方に配置し、未硬化の基材ペーストを介して発光素子の上面と光学部材の下面を重ね合わせ、粒子状のスペーサーを発光素子の上面と光学部材の下面との間に挟み込むことにより、粒子状のスペーサーの粒径で規定された未硬化の基材ペースト層を発光素子と板状光学層との間に形成する第1工程と、未硬化のペースト層を硬化させる第2工程と、を有する。

40

【0019】

第1の工程では、光学部材の下面が発光素子の上面よりも大きい場合、未硬化の基材ペーストの表面張力により、傾斜した側面を有する基材ペースト層を形成することが可能である。

50

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、粒子状のスペーサーによって波長変換層の厚さを規定するため、薄い波長変換層を精度よく形成できる。よって、高濃度の蛍光体を含む波長変換層を用いて、発光効率の高い発光装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】(a)実施形態1の発光装置の断面図、(b)および(c)実施形態1の発光装置を上面から見た場合のスペーサー13bの配置を模式的に示す説明図。

【図2】(a)~(c)実施形態1の発光装置の製造工程を示す説明図。

10

【図3】(a)~(c)実施形態1の発光装置の波長変換層13の構造のバリエーションを示す断面図。

【図4】(a)および(b)図2(b)の工程において、ペースト13'の塗布位置のバリエーションを示す断面図。

【図5】(a)~(c)図2(b)の工程において、発光素子11の向きを下向きとし、ペースト13'の塗布位置のバリエーションを示す断面図。

【図6】実施形態2の発光装置の断面図。

【図7】(a)~(e)実施形態2の発光装置の製造工程を示す説明図。

【図8】(a)~(c)実施形態3の複数の発光素子を搭載した発光装置の各種形状を示す断面図。

20

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の一実施の形態の発光装置について説明する。

【0023】

(実施形態1)

図1(a)に、実施形態1の発光装置の断面図を、図1(b)および(c)に上面図を示す。図1(a)のように、上面に配線が形成されたサブマウント基板10の上に、フリップチップタイプの発光素子11が、複数の bumps 12により接合されることにより実装されている。発光素子11の上面には、波長変換層13が搭載され、波長変換層13の上には透明な板状部材14が搭載されている。

30

【0024】

波長変換層13の基材には、蛍光体粒子13aが高濃度に分散され、さらにスペーサー13bが分散されている。基材としては、発光素子11の発する光、および、発光素子11の発する光により励起された蛍光体粒子13aが発する蛍光に対して透明な材料を用いられる。基材は、透明樹脂等の有機材料であっても、ガラス等の無機材料であってもかまわない。例えばシリコン樹脂、エポキシ樹脂等の透明樹脂を用いることができる。スペーサー13bの粒径よりも小さければ、フィラーや色素を基材に分散させることも可能である。

【0025】

波長変換層13に含有されるスペーサー13bは、発光素子11と透明板状部材14との間に挟まれることにより、発光素子11上面と透明板状部材14との間隔を定め、これにより波長変換層13の層厚を規定(決定)している。スペーサー13bは、形成すべき波長変換層13の層厚に応じて、所望の粒径を有する粒子状のものであればよく、その形状は、多面体であっても球状であってもよい。例えば、10 μ m以上100 μ m以下の粒径のスペーサー13bを好適に用いることができる。このような粒径のスペーサー13bは、発光素子11の発する可視光波長よりも粒径がひと桁以上大きいため、光を散乱させる作用はほとんど生じない。

40

【0026】

スペーサー13bの上部および下部はそれぞれ、透明板状部材14および発光素子11と直接接していてもよいし、スペーサー13bと透明板状部材との間、および、スペーサ

50

ー 1 3 b と発光素子 1 1 上面との間に、波長変換層 1 3 を構成する基材が挟まれていてもかまわない。硬化前の基材の粘度や、スペーサー 1 3 b 表面の基材に対する濡れ性によって、スペーサー 1 3 b の周囲には基材との親和性が発生し、スペーサー 1 3 b と板状部材との間に基材が入り込むためである。ただし、すべてのスペーサー 1 3 b に対して同じ条件で基材との親和性が発生するため、スペーサー 1 3 b が波長変換層 1 3 の厚みを規定する作用を発揮することには変わりはない。

【 0 0 2 7 】

スペーサー 1 3 b の材質は、高精度に所定の粒径を実現できるものであればガラス等の無機材料であっても樹脂等の有機材料であっても構わない。スペーサー 1 3 b は、発光素子 1 1 の発する光および蛍光体の蛍光に対して、半透明または透明であることが望ましく、より好ましくは透明なものを用いる。また、スペーサー 1 3 b の内部に蛍光体を分散させることも可能である。分散させる蛍光体は、蛍光体粒子 1 3 a と同様のものを用いることができる。

10

【 0 0 2 8 】

スペーサー 1 3 b は、板状透明部材 1 4 を発光素子 1 1 の上面に対して平行に支持するために、図 1 (c) に示すように、発光素子 1 1 の上面に最低で 3 個配置されていることが望ましい。特に、図 1 (b) の黒丸で示すように発光素子 1 1 の四隅に 1 個ずつ配置されていることが望ましい。

【 0 0 2 9 】

スペーサー 1 3 b は、粒径が大きいため、粒子間の引力・斥力により相互位置を変化させる作用は生じず、基材および蛍光体粒子 1 3 a に混練された時点の分散状態を維持して発光素子 1 1 上に展開される。よって、図 1 (b) の黒丸のように発光素子 1 1 上面の四隅近傍に 1 個ずつ配置するためには、図 1 (b) のように発光素子 1 1 上面を仮想的に正方形の領域に縦横に分割し、隣接する正方形の領域の中心同士の距離でスペーサー 1 3 b が分散される密度となる量で、スペーサー 1 3 b を基材および蛍光体粒子 1 3 a に添加し、混練して分散させる。この混練物を発光素子 1 1 上面に塗布や印刷で広げると、確率的に、仮想的な正方形の領域に 1 つずつスペーサー 1 3 b が配置されるため、発光素子 1 1 の上面の四隅の正方形の領域にそれぞれ高い確率でスペーサー 1 3 b を配置することができる。

20

【 0 0 3 0 】

蛍光体粒子 1 3 a は、粒径がスペーサー 1 3 b よりも小さいものを用いる。具体的には、スペーサー 1 3 b の粒径よりもわずかでも小さければよいが、10%以上小さいものが好ましい。蛍光体粒子 1 3 a としては、発光素子 1 1 の発する光により励起され、所望の波長の蛍光を発する蛍光体を用いる。例えば、白色光を発する発光装置を構成する場合、青色光を発する発光素子 1 1 を使い、青色光を励起光として黄色蛍光を発する蛍光体（例えば Y A G 蛍光体）を用いることができる。

30

【 0 0 3 1 】

透明板状部材 1 4 は、平坦な下面を備え、この下面がスペーサー 1 3 b により支持されることにより、発光素子 1 1 の上面と距離が一定の空間（波長変換層 1 3）が形成できる部材であればよい。透明板状部材 1 4 の平坦な下面は、巨視的に平坦であればよく、微視的には光を拡散・配光等させるための微細な凹凸が形成されていてもよい。凹凸を形成する場合には、スペーサー 1 3 b や蛍光体粒子の作用に影響を与えないために、凹凸のサイズは 5 μm 以下であることが好ましい。また、透明板状部材 1 4 の上面側に、光拡散・配光用の凹凸を設けることも可能である。

40

【 0 0 3 2 】

また、透明板状部材 1 4 の上面は、光取り出し面となるため、光の取り出し効率を向上させるために表面処理を施し加工してもよい。また、透明板状部材 1 4 の上面は必ずしも平面である必要はなく、散乱、集光、配光を目的とした形状、例えば凹凸形状やレンズ形状に加工されていてもよい。

【 0 0 3 3 】

50

ここでは、透明板状部材 14 は、発光素子 11 の発する光、および、蛍光体粒子 13 a の発する蛍光に対して透明なものを用いるが、所望の光学特性を有するものであっても構わない。例えば、所定の波長をカットする板状フィルターを透明板状部材 14 として用いることも可能である。また、発光素子 11 からの光を所望の波長光に変換する蛍光体成分を含有する蛍光ガラスプレートや、蛍光体原料を焼結して作製した蛍光セラミックスのプレート（例えばYAGプレート）を用いることも可能である。

【0034】

サブマウント基板 10 としては、例えば、Auなどの配線パターンが形成されたAlNセラミックス製の基板を用いる。ポンプ 12 としては、例えばAuポンプを用いる。

【0035】

本実施形態では、スペーサー 13 b を配置したことにより、波長変換層 13 を薄く、かつ、所定の層厚に精度よく形成することができるため、波長変換層 13 の基材に含有される蛍光体粒子 13 a の濃度を変換効率が大幅に向上する高濃度にすることができる。例えば、波長変換層 13 の基材に含有される蛍光体粒子 13 a の濃度を 13 % ~ 90 %、波長変換層 13 の層厚を 200 μm ~ 30 μm、膜厚のバラつきを 10 % 以下にすることが可能である。蛍光体粒子 13 a の濃度は、13 wt.%以上であればよいが、好ましくは 30 wt.%以上、より好ましくは 50 wt.%以上である。

【0036】

つぎに、本実施形態の発光装置の製造方法について図 2 (a) ~ (c) を用いて説明する。まず、図 2 (a) のように、サブマウント基板 10 の上面の配線パターンに、フリップチップタイプの発光素子 11 の素子電極をポンプ 12 を用いて接合し、実装する。波長変換層 13 の未硬化の基材を用意し、蛍光体粒子 13 a およびスペーサー 13 b を予め定めた濃度で添加し、十分に混練することにより、基材中に一様に分散させ、未硬化のペースト 13' を得る。このペースト 13' を図 2 (b) のように、発光素子 11 の上面に所定量塗布（または滴下）し、発光素子 11 の上面より若干大きい透明板状部材 14 を搭載する。透明板状部材 14 の自重、もしくは、必要に応じて透明板状部材 14 の上面に荷重をかけ、ペースト 13' 中のスペーサー 13 b によって透明板状部材 14 が発光素子 11 上面に支持され、発光素子 11 上面と透明板状部材 14 との間隔がスペーサー 13 b によって定まるようにする。

【0037】

これにより、図 2 (c) のように未硬化のペースト 13' は、スペーサー 13 b の粒径相当もしくは、スペーサー 13 b の周囲を覆う基材層の厚さを粒径に加えたものに相当する層厚のペースト 13' の層が形成される。このとき、ペースト 13' は、発光素子 11 の側面の少なくとも一部を覆いつつ表面張力を保つことによって、発光素子 11 の側面と透明板状部材 14 の下面を接続する傾斜面 130 が形成される。

【0038】

ペースト 13' を所定の硬化処理により硬化させ、波長変換層 13 を形成する。これにより、図 1 (a) の発光装置が完成する。なお、この後の工程で波長変換層 13 の形状が変わらないのであれば、完全に硬化させず、半硬化となる条件で硬化させても良い。

【0039】

このような構成の発光装置の各部の作用について説明する。

【0040】

発光素子 11 から上方に放射された光は、波長変換層 13 に入射し、一部が蛍光体によって所定の波長の光に変換され、蛍光体によって変換されなかった光と混合されて透明板状部材 14 の上面から出射される。発光素子 11 の側面から出射される光は、波長変換層 13 に入射し、一部が蛍光体によって所定の波長の光に変換され、波長変換層の傾斜面 130 から外部に出射されるか、傾斜面 130 によって上方に反射され、透明板状部材 14 の上面から出射される。

【0041】

波長変換層 13 は、蛍光体粒子 13 a の濃度を大きくすることができるため、変換効率

10

20

30

40

50

が大幅に向上することができる。このとき波長変換層 13 の層厚は、蛍光体粒子 13 a の濃度に応じた厚さに、スパーサー 13 b によって高精度に定められているため、厚さが一様であり、しかも、製品間のばらつきも小さい。よって、同一製品内の色ムラが少なく、しかも、製品間の色のばらつきも小さい発光装置を提供できる。

【0042】

なお、上述の実施形態では、波長変換層 13 の側面が表面張力により傾斜面 130 を構成する例について説明したが、本発明はこの形状に限定されるものではない。例えば、傾斜面 130 は、図 3 (a) のように、内側 (発光素子 11 の中心に向かう側) に凸の曲面であっても、図 3 (b) のように外側に凸の曲面であっても構わない。また、図 3 (c) のように表面張力による傾斜面を形成せず、サブマウント基板 10 の上面まで波長変換層 13 が達していてもよい。

10

【0043】

波長変換層 13 の側面の形状は、製造時の図 2 (b) の工程で塗布 (または滴下) するペースト 13' の量により制御することができる。ペースト 13' の量が少なければ、図 3 (a) のように内側に凸の曲面の傾斜面 130 が形成され、ペースト 13' の量を増やすと、図 1 (a) のように直線状の傾斜面 130 となり、さらに増やすと図 3 (b) のように外側に凸の曲面の傾斜面 130 が形成される。表面張力が生じないほどにペースト 13' の量を増やすと、図 3 (c) のようにサブマウント基板 10 の上面まで波長変換層 13 が達する。

【0044】

20

なお、上述の製造方法において、図 2 (b) の工程では、発光素子 11 の上面に未硬化のペースト 13' を塗布したが、本実施形態の製造方法はこれに限られるものではない。例えば、図 4 (a) のように、透明板状部材 14 の下面にペースト 13' を塗布することも可能であるし、図 4 (b) のように、発光素子 11 の上面と透明板状部材 14 の下面の両方にペースト 13' を塗布することもできる。また、図 5 (a) ~ (c) のように、サブマウント 10 に実装された発光素子 11 を下向きにして、図 5 (a) のようにペースト 13' を発光素子 11 の下面、図 5 (b) のように透明板状部材 14 の上面、図 5 (c) のように発光素子 11 の下面と透明板状部材 14 の上面の両方、にそれぞれ塗布する構成とすることも可能である。

【0045】

30

(実施形態 2)

図 6 に、実施形態 2 の発光装置の断面図を示す。この発光装置は、光の取り出し効率をさらに向上させるために、実施形態 1 の図 3 の発光装置の発光素子 11 の下面の空隙を反射材料層 15 によって充填した構成である。また、反射材料層 15 は、発光素子 11、波長変換層 13 および透明板状部材 14 の側面も覆っている。

【0046】

具体的には、発光素子 11 の外側には、枠体 16 が配置され、発光素子 11 と枠体 16 との間の空間は反射材料層 15 により充填されている。反射材料層 15 は、非導電性で反射率の高い材料が用いられる。反射材料層 15 は、発光素子 11、波長変換層 13 および透明板状部材 14 の外周側面を覆っている。反射材料層 15 は、ランプ 12 の間を埋めるように、発光素子 11 の底面と基板 10 の上面との間の空間も充填している。

40

【0047】

反射材料層 15 としては、例えば、酸化チタンや酸化亜鉛等の反射性のフィラーを分散させた樹脂を用いる。枠体 16 は、例えばセラミックリングを用いる。

【0048】

このような構成の発光装置は、図 6 のように発光素子 11 から放射される光のうち、上方から出射される光は、実施形態 1 と同様に波長変換層 13 に入射し、波長変換されて、透明板状部材 14 から上方に出射される。

【0049】

発光素子 11 の下面側に出射される光は、発光素子 11 の底面と基板 10 の上面との間

50

の空隙を充填する反射材料層 15 により上方に向けて反射される。よって、発光素子 11 の底面と基板 10 の上面との間で光が繰り返し反射されて減衰するのを防止できるため、上方への光の取り出し効率を向上させることができる。

【0050】

発光素子 11 の側面から出射される光は、側面から波長変換層 13 に入射し、一部が波長変換され、反射材料層 15 と波長変換層 13 との境界の傾斜面 130 によって上方に反射される。これにより、発光素子 11 の側面から出射される光の多くは、発光素子 11 の内部に戻されず、上方に向かうため、発光素子 11 によって吸収されない。よって、横方向伝搬光を上方から効率よく取り出すことができるため、光の取り出し効率を向上させることができる。

10

【0051】

また、反射材料層 15 は、透明板状部材 14 の側面に接しているため、反射材料層 15 の開口（発光面）は、透明板状部材 14 の面積と等しく、発光面積の小さい光源を提供できる。

【0052】

反射材料層 15 と波長変換層 13 との境界の傾斜面 130 は、図 6 では、内側に凸の曲面である例を示しているが、この形状に限らず、図 1 (a) のように直線的な傾斜面や、図 3 (b) のように外側（枠体 16 側）に凸の曲面であってもよい。特に好ましいのは、図 6 のように傾斜面 130 が内側に凸の曲面であって、その曲率が 5 以下の場合である。

20

【0053】

また、傾斜面 130 の下端は、必ずしも図 6、図 1 (a)、図 3 (b) のように発光素子 11 の底面と同じ高さにある必要はなく、少なくとも発光素子 11 の側面にあればよい。傾斜面 130 の上端は、少なくとも発光素子 11 の上面よりも基板 10 側にあれば発光素子 11 側面からの光を反射する傾斜面 130 となる。また、発光素子 11 は、基板 10 にフリップチップ実装されることが好ましい。フリップチップ実装の場合、発光面が発光素子の底面に近い位置にあるため、傾斜面 130 による反射を最も利用することができるためである。

【0054】

つぎに、実施形態 2 の発光装置の製造方法について図 7 (a) ~ (e) を用いて説明する。まず、図 7 (a) ~ (c) の工程は、実施形態 1 の図 2 (a) ~ (c) の工程と同様である。つぎに、図 7 (d) のように、発光素子 11 を取り囲むように、基板 10 上面に枠体 16 を樹脂等で接着する。図 7 (e) のように、発光素子 11、波長変換層 13 および透明板状部材 14 と、枠体 16 との間に、デイスペンサなどで反射材料（未硬化）を注入する。この際、発光素子 11 の下部の bumps 12 の周囲にも反射材料が十分充填されるように注入する。また、波長変換層 13 の傾斜面 130 および波長変換層の側面に、反射材料（未硬化）が隙間なく密着するように充填する。これにより、波長変換層 13 の傾斜面 130 に沿う形状の傾斜面を有する反射材料層 15 を形成することができる。最後に、反射材料を所定の硬化処理により硬化させ、反射材料層 15 を形成する。以上により、本実施形態 2 の発光装置が製造される。

30

【0055】

（実施形態 3）

つぎに、実施形態 1 では、複数の発光素子 11 を一つのサブマウント基板 10 に搭載した発光装置について説明する。図 8 (a), (b), (c) に、実施形態 3 の発光装置の断面図を示す。

40

【0056】

複数の発光素子 11 の全体を一つの透明板状部材 14 によって覆うようにマウントされている。複数の発光素子 11 と透明板状部材 14 の間隔は、これらの間に挟まるスペーサー 13b によって定められている。発光素子 11 と透明板状部材 14 との間には、薄い波長変換層 13 が形成される。

【0057】

50

複数の発光素子 11 をサブマウント基板 10 へ実装する際の誤差等により、複数の発光素子 11 の上面の高さが同一ではない場合があり得る。この場合、複数の発光素子 11 全体に 1 つの透明板状部材 14 をマウントすると、最も上面が高い発光素子 11 上のスペーサー 13 b によって透明板状部材 14 が支持され、それよりも上面が低い発光素子 11 上のスペーサー 13 b は、波長変換層 13 の層厚決定には寄与せず、スペーサー 13 b と透明板状部材 14 との間には、厚い基材層や蛍光体粒子 13 a が挟まれる構造になることもあるが、それでも構わない。このような場合、最も上面が高い発光素子 11 上のスペーサー 13 b のみがスペーサーとして機能し、上面が低い発光素子 11 のスペーサー 13 b はスペーサーとして機能していないが、発光素子 11 の高さのばらつきが許容される誤差範囲であれば、波長変換層 13 の層厚のばらつきを所定の範囲内に収めることができるからである。

10

【0058】

波長変換層 13 の外周の傾斜面 130 は、図 8 (a) ~ (c) のように内側に凸の曲面、または、図 1 (a) のように発光素子 11 の底面と透明板状部材 14 の下面を直線的に結ぶ傾斜面であることが好ましい。また、図 3 (b) のように外側に凸の曲面にすることも可能である。

【0059】

図 8 (a) , (b) のように複数の発光素子 11 の間の波長変換層 13 の側面も傾斜面 130 を形成していることが好ましい。複数の発光素子 11 の間の波長変換層 13 の傾斜面は、図 8 (b) のように透明板状部材 14 まで達していない形状であることが好ましい。

20

【0060】

図 8 (a) ~ (c) の発光装置の製造方法は、実施形態 1 の図 2 (a) ~ (c) と同様であるが、図 8 (a) の構成の場合、各発光素子 11 上、もしくは、透明板状部材 14 の各発光素子 11 と重ね合わされる各領域上、のいずれかまたは両方にペースト 13 ' を等量ずつ塗布し、各発光素子 11 上の波長変換層 13 の傾斜面 130 が所望の形状になるように形成する。ただし、図 8 (b) , (c) のように隣合う発光素子 11 上部の波長変換層 13 が連結している場合には、ペースト 13 ' の総塗布量が所定量となるように、各発光素子 11 上に塗布するペースト 13 ' の量を変えてもよい。

【0061】

実施形態 3 の発光装置は、複数の発光素子 11 を搭載した構成でありながら、上面方向の光の取り出し効率を向上させることができる。さらに、図 8 (a) , (b) のように、複数の発光素子 11 の間の領域に傾斜面 130 を形成することにより、複数の発光素子 11 の間の領域で光を上方に向けて反射できるため、複数の発光素子 11 の間で輝度が低下し、発光面に輝度ムラが生じるのを防止することができる。

30

【0062】

なお、実施形態 3 の図 8 (a) , (b) , (c) の構成の外側に、図 6 のように反射材料層 15 を配置することも可能である。この場合、図 8 (a) , (b) の構成では、複数の発光素子 11 の間の領域の傾斜面 130 にも反射材料層 15 が接するように充填することが望ましい。

40

【実施例】

【0063】

< 実施例 1 >

実施例 1 として、図 1 の構造の発光装置を図 3 (a) ~ (c) の製造方法により製造した。

【0064】

1 mm 角で厚さ 100 μm のフリップチップタイプの発光素子 11 が実装されたサブマウント基板 10 を用意した。シリコン樹脂に、蛍光体粒子 13 a として粒径 15 μm の YAG 蛍光体を 60 wt %、スペーサー 13 b として、中心粒径 $4.1 \pm 2 \mu\text{m}$ 、粒径ばらつき $\pm 3 \mu\text{m}$ のバリウムチタン系ガラス (GS40S、日本電気硝子(株)) の球形ビーズ

50

を5wt.%添加し、十分に混練して均一に分散させ、ペースト13'を得た。

【0065】

発光素子11上面にペースト13'としてペースト13'を約 7.0×10^{-4} ml塗布した。その上から厚さ0.1mmで1.2mm角の板ガラス(透明板状部材14)をマウントした。板ガラスの自重により、ペースト13'は発光素子11上面と板ガラスとの間の空間に広がり、板ガラスは、ガラスビーズ(スペーサー13a)によって発光素子11の支持された状態となった。これにより、高濃度に蛍光体粒子13aが含有されたペースト13'(未硬化の波長変換層13)の薄い層が形成された。この層の膜厚は、スペーサー13bを挟んだ板ガラス(透明板状部材14)と発光素子11との間隔によって規定されていた。

10

【0066】

シリコン樹脂を硬化させるために150で4時間加熱した。これにより、薄い波長変換層13を備えた、図1の形状の発光装置を製造した。

【0067】

<実施例2>

実施例2として、図6の構造の発光装置を図7(a)~(e)の製造方法により製造した。

【0068】

実施例1と同様に、サブマウント基板10およびペースト13'を用意し、ペースト13'を発光素子11上面に約 7.0×10^{-4} ml塗布した。その上から実施例1と同様の板ガラス(透明板状部材14)をマウントした。板ガラスの自重により、ペースト13'は発光素子11上面と板ガラスとの間の空間に広がり、スペーサー13bを挟んだ板ガラス(透明板状部材14)と発光素子11との間隔によって規定された、薄い層(未硬化の波長変換層13)が形成された。

20

【0069】

シリコン樹脂を硬化させるために150で4時間加熱した。

【0070】

その後、サブマウント基板10上に枠体16としてセラミックリングをシリコン樹脂により接着して、150で4時間硬化させた。TiO₂フィラーを分散させたシリコン樹脂を反射材料としてリング枠体16内に充填し、150にて4時間加熱し硬化させ、反射材料層15を形成した。これにより、図6の形状の発光装置を製造した。

30

【0071】

<実施例3>

実施例3として、図8(a)の発光装置を製造した。

【0072】

1mm角で厚さ100μmのリップチップタイプの発光素子11が200μmの間隔をあけて2個実装されたサブマウント基板10を用意し、それぞれの発光素子11上面に実施例1と同様のペースト13'を約 7.0×10^{-4} mlずつ塗布した。その上面から1.2mm×2.4mmの板ガラス(透明板状部材14)をマウントした。シリコン樹脂を硬化させるために150で4時間加熱した。

40

【0073】

その後、サブマウント基板10上に枠体16としてセラミックリングをシリコン樹脂により接着して、150で4時間硬化させた。TiO₂フィラーを分散させたシリコン樹脂を反射材料としてリング枠体16内に充填し、150にて4時間加熱し硬化させ、反射材料層15を形成した。これにより、図8(a)の形状の発光装置を製造した。

【0074】

<比較例>

比較例として、印刷法により、発光装置の波長変換層を形成した。具体的には、実施例1と同様の発光素子11が実装されたサブマウント基板に、所定の厚さで、所定の大きさの開口を備えたマスクを被せた。実施例1と同様に、シリコン樹脂に高濃度に蛍光体粒

50

子を分散させたペースト（ただし、スペーサー 13 b は添加しない）を用意し、ステンシル印刷法によりマスク内の開口に充填し、マスクを除去した。その後、シリコン樹脂を硬化させるために 150 で 4 時間加熱した。

【 0 0 7 5 】

これにより、発光素子 1 1 の上面での厚さが 4 5 μ m の波長変換層を形成した。

【 0 0 7 6 】

< 評価 >

実施例 1 の発光装置と、比較例の発光装置をそれぞれ複数（ 1 0 個前後）製造し、製品間の波長変換層の膜厚のばらつきを測定したところ、比較例の印刷法で製造した発光装置では、± 1 5 % 程度のばらつきが生じていたが、実施例 1 の発光装置では、± 5 % 程度であった。

10

【 0 0 7 7 】

このことから、本実施例 1 は、膜厚のばらつきに起因した製品間の色度ずれが小さく、高濃度に蛍光体粒子に添加した高効率の波長変換層を実現できることが確認された。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 8 】

1 0 ... サブマウント基板、 1 1 ... 発光素子、 1 2 ... バンプ、 1 3 ... 波長変換層、 1 3 a ... 蛍光体粒子、 1 3 b ... スペーサー、 1 4 ... 透明板状部材、 1 5 ... 反射材料層、 1 6 ... 外枠、 1 3 0 ... 傾斜面

【 図 1 】

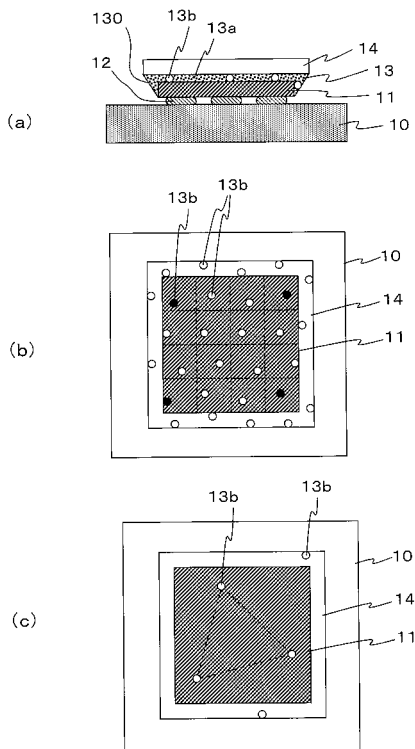


図1

【 図 2 】

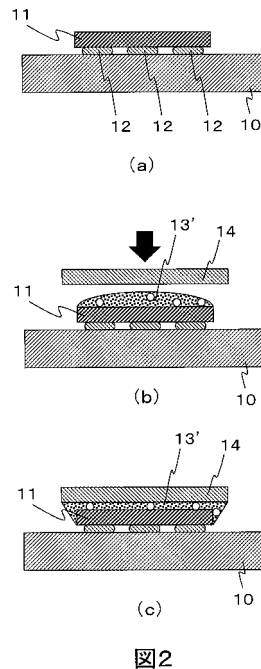


図2

【 図 3 】

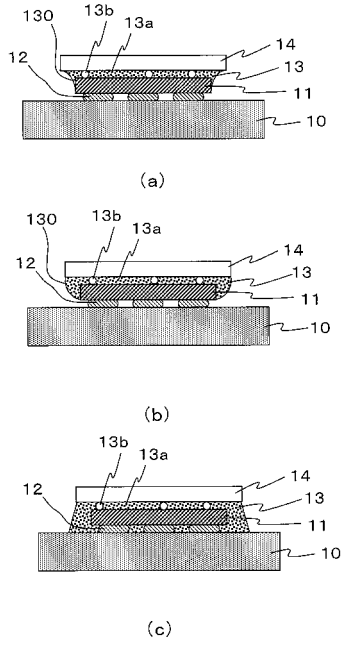


図3

【 図 4 】

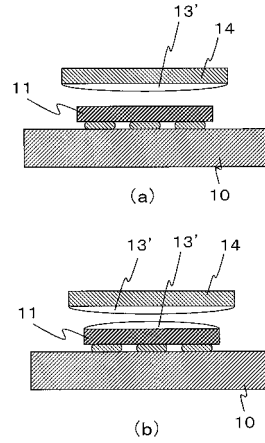


図4

【 図 5 】

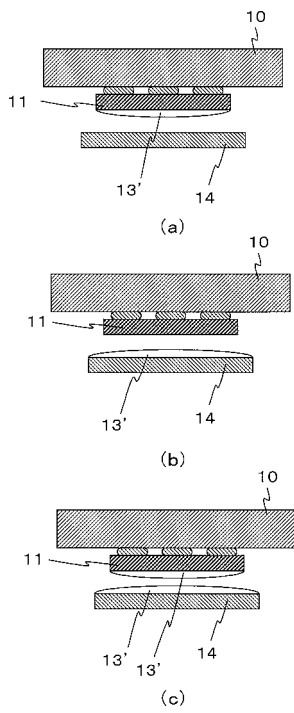


図5

【 図 6 】

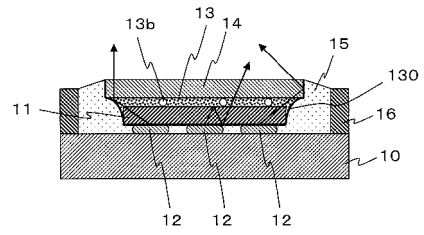


図6

【 図 7 】

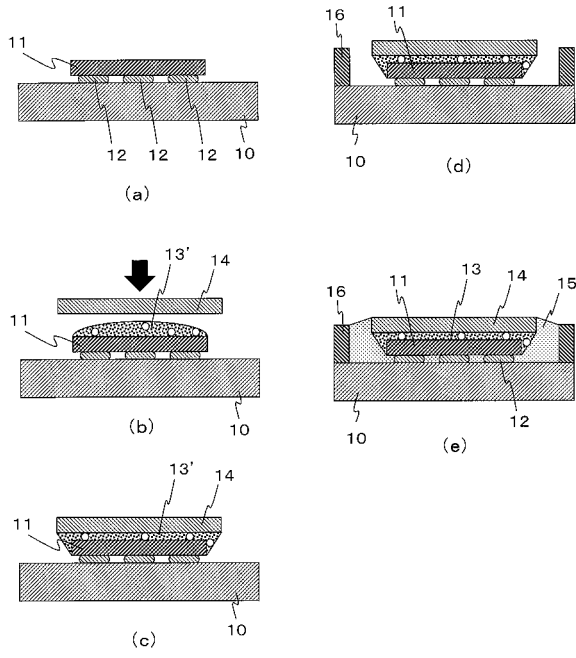


図7

【 図 8 】

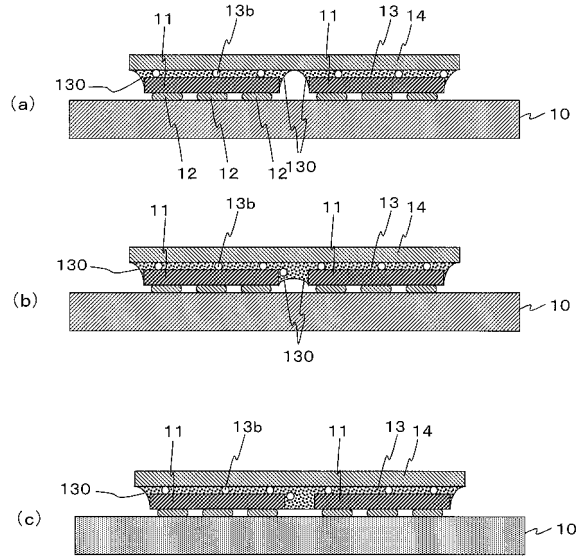


図8

フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 直人

東京都目黒区中目黒 2 - 9 - 13 スタンレー電気株式会社内

Fターム(参考) 5F041 AA11 DA03 DA09 DA12 DA13 DA20 DA45 DA46