

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年5月30日(30.05.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/080705 A1

- (51) 国際特許分類:
F21S 8/10 (2006.01) *H01L 33/50* (2010.01)
F21S 8/02 (2006.01) *H01L 33/64* (2010.01)
F21S 8/04 (2006.01) *C09K 11/00* (2006.01)
F21V 29/00 (2006.01) *F21Y 101/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/077627
- (22) 国際出願日: 2013年10月10日(10.10.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-256829 2012年11月22日(22.11.2012) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 岸本 克彦(KISHIMOTO, Katsuhiko).
- (74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所(HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (JP).

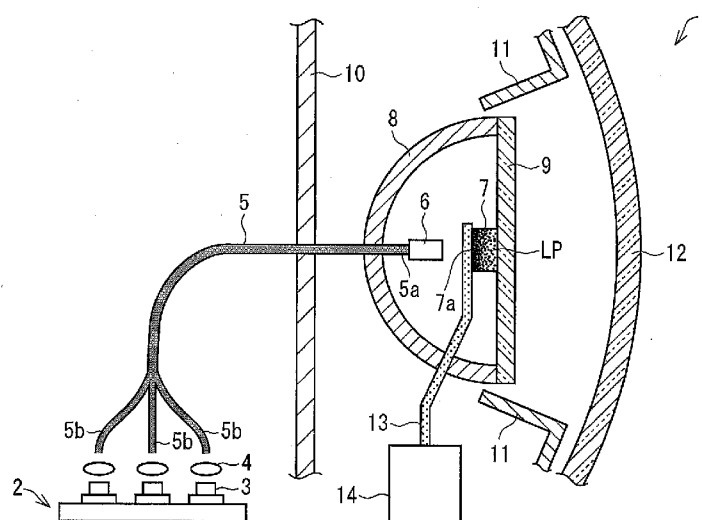
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: LIGHT EMITTING APPARATUS, METHOD FOR MANUFACTURING SAME, LIGHTING APPARATUS, AND HEADLAMP

(54) 発明の名称: 発光装置およびその製造方法、照明装置、ならびに前照灯



(57) Abstract: A concentration of a fluorescent material (LP) contained in a light emitting section (7) is higher on the heat conductive member (13) side.

(57) 要約: 発光部 (7) に含まれる蛍光体 (LP) の濃度が、熱伝導部材 (13) の側の方が大きい。



WO 2014/080705 A1

明 細 書

発明の名称：

発光装置およびその製造方法、照明装置、ならびに前照灯

技術分野

[0001] 本発明は、蛍光体を含む発光部に励起光を照射することによって発生する蛍光を照明光として用いる発光装置およびその製造方法、該発光装置を備えた照明装置、ならびに前照灯などに関する。

背景技術

[0002] 近年、励起光源として発光ダイオード（LED；Light Emitting Diode）や半導体レーザ（LD；Laser Diode）等の半導体発光素子を用い、これらの励起光源から生じた励起光を、蛍光体を含む発光部に照射することによって発生する蛍光を照明光として用いる発光装置の研究が盛んになってきている。

[0003] このような発光装置に関する技術の一例として特許文献1に開示された半導体発光装置がある。この半導体発光装置は、半導体発光素子と、上記半導体発光素子からの励起光によって励起される蛍光体を含有する蛍光体層と、を具備し、蛍光体層は、上記励起光の光路断面の領域内に断面を有するように形成され、上記蛍光体層の一部に接して、上記蛍光体層よりも熱伝導係数の高い放熱材が配置されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2010-147183号（2010年7月1日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記の従来技術では、発光部に含まれる蛍光体で発生する熱と、発光部の内部における蛍光体の濃度分布と、の関係について全く考慮

されていないという問題点がある。

[0006] 例えば、上記特許文献 1 に記載の技術では、蛍光体層中の蛍光体の濃度が、半導体発光素子の近傍では低く、半導体発光素子から遠い領域では高くなっている。このため、蛍光体の濃度が放熱材の近傍では低く、逆に遠い領域では高くなっている。ここで、発光部の内部で発生した熱は、主に放熱材から排熱されるが、放熱材から遠い領域に存在する蛍光体で発生した熱は、放熱材に比べて熱伝導率の低い発光部中を伝熱していく必要がある。このため、上記特許文献 1 に記載の技術では、発光部の内部の放熱材から遠い領域に存在する濃度が高い蛍光体で発生する熱により、発光部の温度が上昇してしまう可能性があるという問題点がある。

[0007] また、本発明者が調査したところ、発光部に含まれる蛍光体で発生する熱の放熱材への流れと、発光部の内部における蛍光体の濃度分布と、の関係について考慮した従来文献は特に見当たらなかった。

[0008] 本発明は、上記従来の問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、蛍光体で発生した熱を速やかに排熱でき、蛍光体で発生した熱による発光部の発熱を抑制することができる発光装置などを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る発光装置は、蛍光体を含む発光部と、上記発光部から発生した熱を排熱するための放熱部材と、上記発光部に含まれる蛍光体を励起する励起光を発生する励起光源と、を備えた発光装置であって、上記発光部と上記放熱部材は熱的に接合され、上記発光部に含まれる蛍光体の濃度が、上記放熱部材の側の方が大きいことを特徴としている。

[0010] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る発光装置の製造方法は、蛍光体を含む発光部と、上記発光部から発生する熱を排熱する放熱部材と、上記発光部に含まれる蛍光体を励起する励起光を発生する励起光源と、を備えた発光装置の製造方法であって、平均粒径が上記蛍光体の平均粒径の 10 倍以上である封止剤粒子と、上記蛍光体と、を混合する混合工程と、混

合した上記封止剤粒子と上記蛍光体とを焼結用の金型に入れて揺動させる揺動工程と、揺動させた上記金型を加熱することで上記蛍光体と上記封止剤粒子とを焼結させて上記発光部を形成する焼結工程と、上記発光部と上記放熱部材とを熱的に結合する結合工程と、上記発光部と上記放熱部材とに対し、上記励起光源を空間的に離れた位置に設置する光源設置工程と、を含んでおり、上記結合工程にて、上記揺動工程にて形成される上記発光部中の蛍光体の濃度が大きい領域が上記発光部の上記放熱部材の側の領域となるように、上記発光部と上記放熱部材とを熱的に結合することを特徴とする。

発明の効果

[0011] 本発明の一態様によれば、蛍光体で発生した熱を速やかに排熱でき、蛍光体で発生した熱による発光部の発熱を抑制できるという効果を奏する。

[0012] 本発明の他の目的、特徴、および優れた点は、以下に示す記載によって十分分かるであろう。また、本発明の利点は、添付図面を参照した次の説明で明白になるであろう。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の一実施形態に係るヘッドランプの構成を示す断面図である。

[図2]上記ヘッドランプが備える発光部と熱伝導部材とが熱的に接合されている構造を示す図である。

[図3]上記ヘッドランプに関し、発光部の内部における蛍光体の濃度分布を示す図であり、(a)は、上記蛍光体の濃度分布の一例を示し、(b)は、上記蛍光体の濃度分布の他の一例を示し、(c)は、上記蛍光体の濃度分布のその他の一例を示す。

[図4]上記ヘッドランプに関し、励起光源の例を示す図であり、(a)は、上記ヘッドランプに関し、励起光源の一例(LED)の回路図であり、(b)は、上記LEDの外観を示す正面図であり、(c)は、上記励起光源の他の一例(LD)の回路図であり、(d)は、上記LDの外観を示す斜視図である。

[図5]本発明の別の実施形態に係るヘッドランプの構成を示す概略図である。

[図6]本発明の一実施形態に係るレーザダウンライトが備える発光ユニットおよび従来のLEDダウンライトの外観を示す概略図である。

[図7]上記レーザダウンライトが設置された天井の断面図である。

[図8]上記レーザダウンライトの断面図である。

[図9]上記LEDダウンライトが設置された天井の断面図である。

[図10]上記レーザダウンライトおよび上記LEDダウンライトのスペックを比較するための図である。

[図11]上記ヘッドランプに関し、発光部の製造工程の一例を示す模式図であり、(a)は、原材料となる蛍光体粉末を示し、(b)は、封止剤粒子（低融点ガラスフリット）が入ったビーカーを示し、(c)は、金型と、完成した発光部を示す。

発明を実施するための形態

[0014] 本発明の実施の一形態について図1～11図に基づいて説明すれば以下のとおりである。以下の特定の実施形態で説明する構成以外の構成については、必要に応じて説明を省略する場合があるが、他の実施形態で説明されている場合は、その構成と同じである。また、説明の便宜上、各実施形態に示した部材と同一の機能を有する部材については、同一の符号を付し、適宜その説明を省略する。

[0015] [実施形態1]

図1は、本発明の実施の一形態に係る照明装置の一例を示す図である。ここでは、本発明の照明装置の一例として、自動車用のヘッドランプ（発光装置、照明装置、前照灯）1を例に挙げて説明する。ただし、本発明の照明装置は、自動車以外の車両・移動物体（例えば、人間・船舶・航空機・潜水艇・ロケットなど）のヘッドランプとして実現されてもよいし、その他の照明装置として実現されてもよい。その他の照明装置として、例えば、サーチライト、プロジェクタ、屋内用照明器具または屋外用照明器具などを挙げることができる。また、ヘッドランプ1は、走行用前照灯（ハイビーム）の配光特性基準を満たしていてもよいし、すれ違い用前照灯（ロービーム）の配光

特性基準を満たしていてもよい。

[0016] (ヘッドランプ 1 の構成)

まず、図 1 を参照しながら、ヘッドランプ 1 の構成について説明する。図 1 は、ヘッドランプ 1 の構成を示す断面図である。同図に示すように、ヘッドランプ 1 は、半導体レーザアレイ（励起光源）2 と、非球面レンズ 4 と、光ファイバー 5 と、フェルルール 6 と、発光部 7 と、反射鏡 8 と、透明板 9 と、ハウジング 10 と、エクステンション 11 と、レンズ 12 と、熱伝導部材（放熱部材）13 と、冷却部 14 とを備えている。図 2 は、発光部 7 と熱伝導部材 13 とが接合（接着）されている構造を示す図である。本実施形態では、熱伝導部材 13 と発光部 7 とは、接着剤を用いて接合（接着）されているものとして説明するが、熱伝導部材 13 と発光部 7 との接合方法は、接着に限られず、例えば、融着などであっても良い。

[0017] (半導体レーザアレイ 2 / 半導体レーザ 3)

半導体レーザアレイ 2 は、励起光を出射する励起光源として機能し、複数の半導体レーザ（励起光源）3 を基板上に備えるものである。半導体レーザ 3 のそれぞれから励起光としてのレーザ光が発振される。なお、励起光源として複数の半導体レーザ 3 を用いる必要は必ずしもなく、半導体レーザ 3 を 1 つのみ用いてもよいが、高出力のレーザ光を得るためには、複数の半導体レーザ 3 を用いる方が容易である。

[0018] 半導体レーザ 3 は、1 チップに 1 つの発光点を有するものであり、例えば、405 nm（青紫色）のレーザ光を発振し、出力 1.0 W、動作電圧 5 V、電流 0.6 A のものであり、直径 5.6 mm のパッケージに封入されているものである。半導体レーザ 3 が発振するレーザ光は、405 nm に限定されず、380 nm 以上 470 nm 以下の波長範囲にピーク波長を有するレーザ光であればよい。なお、380 nm より小さい波長のレーザ光を発振する良質な短波長用の半導体レーザを作製することが可能であれば、本実施の形態の半導体レーザ 3 として、380 nm より小さい波長のレーザ光を発振するように設計された半導体レーザを用いることも可能である。また、本実施

形態では、半導体レーザ3は直径5.6mmのパッケージに封入したが、直径9mmやそれ以外のパッケージを用いてもよい。その際には熱抵抗の小さなパッケージが好ましい。また、一つのパッケージに複数の半導体レーザ3（チップ）を封入してもよい。さらに、本実施形態では、励起光源として半導体レーザを用いたが、半導体レーザの代わりに、発光ダイオードを用いることも可能である。

[0019] また、本実施形態のように励起光源がレーザ光を発するもので、かつ、高い光出力・高い光密度で照射する場合は、熱伝導部材13の発光部7が接合されている側の面と対向する面の側から（熱伝導部材13越しに）励起光を照射する必要がある。しかしながら、逆にレーザ光ほどの高い光出力・高い光密度にはならないLEDを励起光源とする場合は、励起光は、必ずしも熱伝導部材13越しに照射する必要はない。例えば、図2において、紙面に対して上側または下側から、発光部7のレーザ光照射面（励起光照射面）7aの側面の側に励起光を照射しても良い。また、このとき、熱伝導部材13は必ずしも本実施形態のように透光性を有していなくても良い。

[0020] （非球面レンズ4）

非球面レンズ4は、半導体レーザ3から発振されたレーザ光（励起光）を、光ファイバー5の一方の端部である入射端部5bに入射させるためのレンズである。例えば、非球面レンズ4として、アルプス電気製のFLKN1405を用いることができる。上述の機能を有するレンズであれば、非球面レンズ4の形状および材質は特に限定されないが、励起光の波長である405nm近傍の透過率が高く、かつ耐熱性のよい材料であることが好ましい。

[0021] （光ファイバー5）

（光ファイバー5の配置）

光ファイバー5は、半導体レーザ3が発振したレーザ光を発光部7へと導く導光部材であり、複数の光ファイバーの束である。この光ファイバー5は、上記レーザ光を受け取る複数の入射端部5bと、入射端部5bから入射したレーザ光を出射する複数の出射端部5aとを有している。複数の出射端部

5 a は、発光部 7 のレーザ光照射面 7 a における互いに異なる領域に対してレーザ光を出射する。

[0022] 例えば、同図には図示されていないが、複数の光ファイバー 5 の出射端部 5 a は、レーザ光照射面 7 a に対して平行な平面において並んで配置されている。このような配置により、出射端部 5 a から出射されるレーザ光の光強度分布における最も光強度が大きいところ（各レーザ光がレーザ光照射面 7 a に形成する照射領域の中央部分（最大光強度部分））が、発光部 7 のレーザ光照射面 7 a の互いに異なる部分に対して出射されるため、発光部 7 のレーザ光照射面 7 a に対してレーザ光を 2 次元平面的に分散して照射することができる。それゆえ、発光部 7 にレーザ光が局所的に照射されることにより、発光部 7 の一部が著しく劣化することを防止できる。なお、光ファイバー 5 は複数の光ファイバーの束（すなわち複数の出射端部 5 a を備えた構成）である必要は必ずしもなく、出射端部 5 a は 1 つであってもよい。

[0023] また、出射端部 5 a は、レーザ光照射面 7 a に接触していてもよいし、僅かに間隔をおいて配置されてもよい。特に、出射端部 5 a がレーザ光照射面 7 a と間隔をおいて配置される場合、その間隔は、出射端部 5 a から出射され円錐状に拡がるレーザ光が、レーザ光照射面 7 a に全て照射されるように定められることが好ましい。

[0024] （光ファイバー 5 の材質および構造）

光ファイバー 5 は、中芯のコアを、当該コアよりも屈折率の低いクラッドで覆った 2 層構造をしている。コアは、レーザ光の吸収損失がほとんどない石英ガラス（酸化ケイ素）を主成分とするものであり、クラッドは、コアよりも屈折率の低い石英ガラスまたは合成樹脂材料を主成分とするものである。例えば、光ファイバー 5 は、コアの径が $200\ \mu\text{m}$ 、クラッドの径が $240\ \mu\text{m}$ 、開口数 NA が 0.22 の石英製のものであるが、光ファイバー 5 の構造、太さおよび材質は上述のものに限定されず、光ファイバー 5 の長軸方向に対して垂直な断面は矩形であってもよい。

[0025] また、光ファイバー 5 は、可撓性を有しているため、出射端部 5 a の、発

光部 7 のレーザ光照射面 7 a に対する配置を容易に変えることができる。それゆえ、発光部 7 のレーザ光照射面 7 a の形状に沿って出射端部 5 a を配置することができ、レーザ光を発光部 7 のレーザ光照射面 7 a の全面にわたってマイルドに照射することができる。

[0026] また、光ファイバー 5 は、可撓性を有しているため、半導体レーザ 3 と発光部 7 との相対位置関係を容易に変更できる。また、光ファイバー 5 の長さを調整することにより、半導体レーザ 3 を発光部 7 から離れた位置に設置することができる。

[0027] それゆえ、半導体レーザ 3 を、冷却しやすい位置または交換しやすい位置に設置できるなど、ヘッドランプ 1 の設計自由度を高めることができる。すなわち、入射端部 5 b と出射端部 5 a との位置関係を容易に変更することができ、半導体レーザ 3 と発光部 7 との位置関係を容易に変更することができるので、ヘッドランプ 1 の設計自由度を高めることができる。

[0028] なお、導光部材として光ファイバー以外の部材、または光ファイバーと他の部材とを組み合わせたものを用いてもよい。例えば、レーザ光の入射端部と出射端部とを有する円錐台形状（または角錐台形状）の導光部材を 1 つまたは複数用いてもよい。

[0029] （フェルール 6）

フェルール 6 は、光ファイバー 5 の複数の出射端部 5 a を発光部 7 のレーザ光照射面に対して所定のパターンで保持する。このフェルール 6 は、出射端部 5 a を挿入するための孔が所定のパターンで形成されているものでもよいし、上部と下部とに分離できるものであり、上部および下部の接合面にそれぞれ形成された溝によって出射端部 5 a を挟み込むものでもよい。

[0030] このフェルール 6 は、反射鏡 8 から延出する棒状または筒状の部材などによって反射鏡 8 に対して固定されていてもよいし、熱伝導部材 13 に対して固定されていてもよい。フェルール 6 の材質は、特に限定されず、例えばステンレススチールである。また、1 つの発光部 7 に対して、複数のフェルール 6 を配置してもよい。

[0031] なお、光ファイバー 5 の出射端部 5 a が 1 つの場合には、フェルール 6 を省略することも可能である。ただし、出射端部 5 a のレーザ光照射面 7 a に対する相対位置を正確に固定するために、フェルール 6 を設けることが好ましい。

[0032] (発光部 7)

(発光部 7 の組成)

発光部 (波長変換部材) 7 は、出射端部 5 a から出射されたレーザ光を受けて発光するものであり、レーザ光を受けて発光する蛍光体 L P を含んでいる。具体的には、発光部 7 は、蛍光体保持物質 (封止剤) としての低融点ガラスの内部に蛍光体 L P が分散されているものである。後述するように発光部 7 は、低融点ガラスフリット (封止剤粒子) と蛍光体とを混合して製造される。なお、本明細書では、低融点ガラス (封止剤) を所定の粒径を持つ微粒子として微粒子化したものをガラスフリットと呼ぶ。

[0033] 低融点ガラスフリットと蛍光体との割合は、重量比または体積比で 10 : 1 程度である。蛍光体保持物質は、低融点ガラスフリット等に限定されず、いわゆる有機無機ハイブリッドガラスや低融点ではない無機ガラスなどのガラス材をガラスフリット化したものであってもよい。

[0034] なお、後述する製造方法により本実施形態の発光部 7 中の蛍光体には濃度勾配が存在しているが、蛍光体の濃度勾配については、後述する。

[0035] 上記蛍光体 L P は、例えば、窒化物系または酸窒化物系の蛍光体または I I - V 族化合物半導体ナノ粒子蛍光体であり、青色、緑色および赤色に発光する蛍光体のいずれか 1 つ以上が低融点ガラスに分散されている。半導体レーザ 3 は、405 nm (青紫色) のレーザ光を発振するため、発光部 7 に当該レーザ光が照射されると複数の色が混合され白色光が発生する。それゆえ、発光部 7 は、波長変換材料であるといえる。

[0036] なお、半導体レーザ 3 は、450 nm (青色) のレーザ光 (または、440 nm 以上 490 nm 以下の波長範囲にピーク波長を有する、いわゆる「青色」近傍のレーザ光) を発振するものでもよく、この場合には、上記蛍光体

は、黄色の蛍光体、または緑色の蛍光体と赤色の蛍光体との混合物である。黄色の蛍光体とは、560 nm以上590 nm以下の波長範囲にピーク波長を有する光を発する蛍光体である。緑色の蛍光体とは、510 nm以上560 nm以下の波長範囲にピーク波長を有する光を発する蛍光体である。赤色の蛍光体とは、600 nm以上680 nm以下の波長範囲にピーク波長を有する光を発する蛍光体である。

[0037] (蛍光体の種類)

発光部7は、蛍光体LPとして、上述したように、窒化物系、酸窒化物系の蛍光体またはIII-V族化合物半導体ナノ粒子蛍光体を含んでいることが好ましい。これらの材料は、半導体レーザ3から発せられた極めて強いレーザ光（出力および光密度）に対しての耐性が高く、レーザ照明光源に最適である。

[0038] 代表的な酸窒化物系蛍光体として、サイアロン蛍光体と通称されるものがある。サイアロン蛍光体とは、窒化ケイ素のシリコン原子の一部がアルミニウム原子に、窒素原子の一部が酸素原子に置換された物質である。窒化ケイ素(Si_3N_4)にアルミナ(Al_2O_3)、シリカ(SiO_2)および希土類元素などを固溶させて作ることができる。

[0039] 一方、半導体ナノ粒子蛍光体の特徴の一つは、同一の化合物半導体（例えばインジウムリン： InP ）を用いても、その粒子径をナノメートルサイズに変更することにより、量子サイズ効果によって発光色を変化させることができる点である。例えば、 InP では、粒子サイズが3～4 nm程度のときに赤色に発光する（ここで、粒子サイズは透過型電子顕微鏡（TEM）にて評価した）。

[0040] また、この半導体ナノ粒子蛍光体は、半導体ベースであるので蛍光寿命が短く、励起光のパワーを素早く蛍光として放射できるのでハイパワーの励起光に対して耐性が強いという特徴もある。これは、この半導体ナノ粒子蛍光体の発光寿命が10ナノ秒程度と、希土類を発光中心とする通常の蛍光体材料に比べて5桁も小さいためである。

[0041] さらに、上述したように、発光寿命が短いため、レーザ光の吸収と蛍光体の発光とを素早く繰り返すことができる。その結果、強いレーザ光に対して高効率を保つことができ、蛍光体からの発熱を低減させることができる。

[0042] よって、発光部 7 が熱により劣化（変色や変形）するのを、より抑制することができる。これにより、光の出力が高い発光素子を光源として用いる場合に、発光装置の寿命が短くなるのをより抑制することができる。

[0043] （蛍光体の濃度）

本明細書では、発光部 7 の単位体積あたりに含まれる蛍光体の質量をその発光部の濃度と呼び、単位は、 mg / cm^3 （ミリグラム／立方センチメートル）を用いるものとする。本実施形態の発光部 7 の濃度の範囲は、例えば、 $100 \sim 2000 \text{ mg} / \text{cm}^3$ 程度である。

[0044] （蛍光体の濃度勾配）

本実施形態では、発光部 7 の内部にて蛍光体 L P の濃度勾配を生じさせるために、蛍光体 L P の粒径（平均粒径）と、低融点ガラスフリットの平均粒径とに差を付けている。本明細書では、焼結させる前の低融点ガラス材料をガラスフリットと呼ぶことにする。具体的には蛍光体 L P の粒径に比べて低融点ガラスフリットの粒径を 10 倍程度以上、50 倍程度以下の範囲で大きくし、後述するように、蛍光体 L P と低融点ガラスフリットとを混合し、金型に入れて揺動させた後、加熱・焼結させることで低融点ガラス中に分散している蛍光体 L P の濃度勾配を生じさせている。なお、金型に低融点ガラスフリットと蛍光体 L P との混合粉体を入れた後で揺動させれば、濃度勾配の程度を調整することが可能である。ここで、上記のように、低融点ガラスフリットの平均粒径は、蛍光体 L P の平均粒径の少なくとも 10 倍以上であるため、低融点ガラスフリットは、あたかも蛍光体 L P の粒子で構成される液体に浮いているかのような状態となる。このため、さらに金型を揺動させることにより、発光部 7 の内部に蛍光体 L P の濃度が大きい領域と蛍光体 L P の濃度が小さい領域とを形成することが可能になる。

[0045] ここで、蛍光体 L P の粒径としては $1 \mu\text{m}$ 以上、 $50 \mu\text{m}$ 以下であること

が好ましい。また、発光効率の観点からは蛍光体LPの粒径はできるだけ大きい方が好ましく、少なくとも10 μ m以上の蛍光体LPを用いることで高い発光効率が得られる。

[0046] さらに、分散性の観点からは蛍光体LPの粒径があまり大き過ぎると封止材中にうまく分散できないことから30 μ m以下であることが好ましい。

[0047] 次に、低融点ガラスフリットの粒径としては、100 μ m以上、500 μ m以下であることが好ましく、使用する蛍光体LPの平均粒径に対して約20倍程度大きい粒径の低融点ガラスフリットを使用することがさらに好ましい。

[0048] なお、図3には、ヘッドランプ1に関し、発光部7の内部における蛍光体LPの濃度分布の例を示している。図3の(a)は、蛍光体LPの濃度分布の一例を示し、図3の(b)は、蛍光体LPの濃度分布の他の一例を示し、図3の(c)は、蛍光体LPの濃度分布のその他の一例を示す。

[0049] 図3の(a)には、蛍光体LPの濃度が紙面に対して上下方向に徐々に（なめらかに・無段階に）変化している形態を示している。この形態は、例えば、蛍光体を封止する封止剤粒子と蛍光体粒子との粒径の違いを利用する後述の製造方法により簡単に製造することができる。よって、該方法によれば、後述する複数の層で発光部を構成する形態と比較し、一気（かつ簡単）に発光部の濃度勾配を形成することができる。よって、発光部の製造プロセスを簡略化することができる。なお、同図では、紙面に対して下側から上側に向けて蛍光体LPの濃度が徐々に小さくなっていく形態を示しているが、これは、図2に示すように紙面に対して左側から、発光部7のレーザ光照射面7aの側に励起光を照射する場合を想定したものである。しかしながら、発光部7の内部の蛍光体LPの分布は、同図に示すような分布に限定されない。例えば、図2の紙面に対して上側または下側から発光部7のレーザ光照射面7aの側面の側に励起光を照射する場合、発光部7は、励起光が照射される側の面から、その対向面の側に向けて蛍光体LPの濃度が徐々に小さくなるようにしても良い。この場合、蛍光体LPの濃度は、発光部7の熱伝導部

材 1 3 が接合されている面の側に近いほど高く、かつ、発光部 7 の励起光が照射される側の面（レーザ光照射面 7 a の側面）に近いほど高くなるようにすることが考えられる。

[0050] 次に、図 3 の（b）には、蛍光体 L P の濃度が段階的（ステップ状あるいは階段状）に変化している形態を示している。同図では、例えば、蛍光体 L P の濃度が紙面に対して上下方向に「大」、「中」、「小」の 3 段階に変化する形態を示している。この形態では、後述する製造方法により、濃度が異なる複数の蛍光体層を熱伝導部材 1 3 の表面上に所望の濃度の順に形成（積層）することで、所望の濃度の順番に複数の蛍光体層のそれぞれを積層させることができるので、封止剤粒子と蛍光体粒子の関係から図 3 の（a）の形態のように自然に濃度勾配をつけられない場合であっても、本願の効果が得られる構造を製造できる。また、図 3 の（c）には、蛍光体 L P が含有されない層（本実施形態では、透明板 1 5、図 5 も併せて参照）を発光部 7 の表面に備えた形態を示している。この形態では、発熱する蛍光体（の粒子）を含まない透光層（透明板 1 5）で発光部 7 の光照射側の表面をカバー（被覆）する。それにより、熱伝導部材 1 3 から一番遠い距離にある発光部 7 の光照射側の蛍光体からの熱が拡散する余地を熱伝導部材 1 3 とは反対側にも作ることができる。その結果、放熱効果を高めることができる。

[0051] （発光部 7 の形状・サイズ）

発光部 7 の形状および大きさは、例えば、直径 3.2 mm および厚さ 1 mm の円柱形状であり、出射端部 5 a から出射されたレーザ光を、当該円柱の底面であるレーザ光照射面 7 a において受光する。

[0052] また、発光部 7 は、円柱形状でなく、直方体であってもよい。例えば、3 mm × 1 mm × 1 mm の直方体である。この場合、半導体レーザ 3 からのレーザ光を受けるレーザ光照射面の面積は、3 mm² である。日本国内で法的に規定されている車両用ヘッドランプの配光パターン（配光分布）は、鉛直方向に狭く、水平方向に広いため、発光部 7 の形状を、水平方向に対して横長（断面略長方形形状）にすることにより、上記配光パターンを実現しやすく

なる。

[0053] ここで必要とされる発光部 7 の厚みは、発光部 7 における蛍光体保持物質と蛍光体との割合に従って変化する。発光部 7 における蛍光体の含有量が多くなれば、レーザ光が白色光に変換される効率が高まるため発光部 7 の厚みを薄くできる。発光部 7 を薄くすれば熱伝導部材 13 への放熱効果も高まる効果があるが、あまり薄くするとレーザ光が蛍光に変換されず外部に放射される恐れがあり、蛍光体での励起光の吸収の観点からすると発光部の厚みは蛍光体の粒径の少なくとも 10 倍以上あることが好ましい。この観点からするとナノ粒子蛍光体を用いた場合の発光部の厚みは $0.01\ \mu\text{m}$ 以上であればよいことになるが、封止材中への分散等、製造プロセスの容易性を考慮すると $10\ \mu\text{m}$ 以上、すなわち $0.01\ \text{mm}$ 以上が好ましい。逆に厚くしすぎると反射鏡 8 の焦点からのずれが大きくなり配光パターンがぼけてしまう。

[0054] このため、窒化物系または酸窒化物系の蛍光体を用いた発光部 7 の厚みとしては、 $0.2\ \text{mm}$ 以上、 $5\ \text{mm}$ 以下が好ましい。ただし、蛍光体の含有量を極端に多くした場合（典型的には蛍光体が 100% に近い）、厚みの下限はこの限りではない。

[0055] さらに、発光部 7 のレーザ光照射面 7a は、平面である必要は必ずしもなく、曲面であってもよい。ただし、レーザ光の反射を抑えるためには、レーザ光照射面 7a はレーザ光の光軸に対して垂直な平面であることが好ましい。

[0056] また、発光部 7 は、図 1 および図 2 に示すように、熱伝導部材 13 の面のうち、レーザ光が照射される側とは反対側の面に接着剤を用いて接合（接着）されている。

[0057] （反射鏡 8）

反射鏡 8 は、発光部 7 から出射した光を反射することにより、所定の立体角内を進む光線束を形成するものである。すなわち、反射鏡 8 は、発光部 7 からの光を反射することにより、ヘッドランプ 1 の前方へ進む光線束を形成する。この反射鏡 8 は、例えば、金属薄膜がその表面に形成された曲面形状

(カップ形状)の部材である。

[0058] (透明板 9)

透明板 9 は、反射鏡 8 の開口部を覆う透明な樹脂板である。この透明板 9 を、半導体レーザ 3 からのレーザ光を遮断するとともに、発光部 7 においてレーザ光を変換することにより生成された白色光（インコヒーレントな光）を透過する材質で形成することが好ましい。発光部 7 によってコヒーレントなレーザ光は、そのほとんどがインコヒーレントな白色光に変換される。しかし、何らかの原因でレーザ光の一部が変換されない場合も考えられる。このような場合でも、透明板 9 によってレーザ光を遮断することにより、レーザ光が外部に漏れることを防止できる。

[0059] また、透明板 9 は、熱伝導部材 13 と共に、発光部 7 を固定するために用いられてもよい。すなわち、本実施形態のように発光部 7 を熱伝導部材 13 と透明板 9 とで挟持してもよい。この場合、透明板 9 は、発光部 7 と熱伝導部材 13 との相対位置関係を固定する固定部として機能する。発光部 7 を熱伝導部材 13 と透明板 9 とで挟持することにより、発光部 7 と熱伝導部材 13 とを接合（接着）する接着力が弱い場合でも発光部 7 の位置をより確実に固定できる。

[0060] なお、発光部 7 を熱伝導部材 13 のみで固定する場合には、透明板 9 を省略することも可能である。

[0061] (ハウジング 10)

ハウジング 10 は、ヘッドランプ 1 の本体を形成しており、反射鏡 8 等を収納している。光ファイバー 5 は、このハウジング 10 を貫いており、半導体レーザアレイ 2 は、ハウジング 10 の外部に設置される。半導体レーザアレイ 2 は、レーザ光の発振時に発熱するが、ハウジング 10 の外部に設置することにより半導体レーザアレイ 2 を効率良く冷却することが可能となる。したがって、半導体レーザアレイ 2 から発生する熱による、発光部 7 の特性劣化や熱的損傷等が防止される。また、半導体レーザ 3 は、万一故障した時のことを考慮して、交換しやすい位置に設置することが好ましい。これらの

点を考慮しなければ、半導体レーザアレイ 2 をハウジング 10 の内部に収納してもよい。

[0062] (エクステンション 11)

エクステンション 11 は、反射鏡 8 の前方の側部に設けられており、ヘッドランプ 1 の内部構造を隠して、ヘッドランプ 1 の見栄えを良くするとともに、反射鏡 8 と車体との一体感を高めている。このエクステンション 11 も反射鏡 8 と同様に金属薄膜がその表面に形成された部材である。

[0063] (レンズ 12)

レンズ 12 は、ハウジング 10 の開口部に設けられており、ヘッドランプ 1 を密封している。発光部 7 が発生し、反射鏡 8 によって反射された光は、レンズ 12 を通ってヘッドランプ 1 の前方へ出射される。

[0064] (熱伝導部材 13)

熱伝導部材 13 は、発光部 7 における励起光が照射される面であるレーザ光照射面 7a の側に配置され、発光部 7 の熱を受け取る透光性の部材であり、発光部 7 と熱的に（すなわち、熱エネルギーの授受が可能なように）接続されている。具体的には、発光部 7 と熱伝導部材 13 とは、図 2 に示すように、接着剤を用いて接合（接着）されている。

[0065] 熱伝導部材 13 は、板状の部材であり、その一方の端部が発光部 7 のレーザ光照射面 7a 熱的に接触しており、他方の端部が冷却部 14 に熱的に接続されている。熱伝導部材 13 は、このような形状および接続形態を有することで、微小な発光部 7 を発光部固定位置で保持しつつ、発光部 7 から発生する熱をヘッドランプ 1 の外部に放熱する。

[0066] 発光部 7 と半導体レーザ 3 との間の距離、およびこれらの配置関係などを変化させないために、熱伝導部材 13 の熱膨張率は、 $4.6 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下であることが好ましい。また、半導体レーザ 3 から出射されたレーザ光は、熱伝導部材 13 を透過して発光部 7 に到達する。そのため、熱伝導部材 13 は、透光性の優れた材質からなるものであることが好ましい。発光部 7 の熱を効率良く逃がすために、熱伝導部材 13 の熱伝導率は、 20 W/mK 以

上であることが好ましい。また、半導体レーザ 3 から出射されたレーザ光は、熱伝導部材 13 を透過して発光部 7 に到達する。そのため、熱伝導部材 13 は、透光性の優れた材質からなるものであることが好ましい。

[0067] これらの点を考慮して、熱伝導部材 13 の材質としては、熱膨張率が小さい、サファイア (Al_2O_3)、窒化アルミニウム (AlN)、マグネシア (MgO)、窒化ガリウム (GaN) が好ましい。これらの材料を用いることにより、熱膨張率 $4.6 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下を実現できる。なお、サファイアの熱膨張率は $7.0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ (C 軸に垂直な方向)、窒化アルミニウムの熱膨張率は $4.6 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 、マグネシア (MgO) の熱膨張率は $13.3 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 、窒化ガリウムの熱膨張率は、 $5.6 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ である。また、熱伝導率が高い、サファイア (Al_2O_3) やマグネシア (MgO)、窒化ガリウム (GaN)、スピネル (MgAl_2O_4) を用いても良い。これらの材料を用いることにより、熱伝導率 $20\text{W}/\text{mK}$ 以上を実現できる。

[0068] 次に、図 2 において符号 13c で示す熱伝導部材 13 の厚み (熱伝導部材 13 における、レーザ光照射面 7a の側に位置する第 1 面 13a と、当該第 1 面 13a に対向する第 2 面 13b との間の厚み) は、 0.3mm 以上、 5.0mm 以下が好ましい。 0.3mm よりも薄いと発光部 7 の放熱を十分にできず、発光部 7 が劣化してしまう可能性がある。また、 5.0mm を超えるような厚みにすると、厚みを増したことによる熱伝導効率の向上効果よりも、部材のコスト増大のほうが大きくなり、経済的ではない。熱伝導部材 13 を適切な厚みで発光部 7 に当接させることにより、特に発光部 7 での発熱が 1W を超えるような極めて強いレーザ光を照射しても、その発熱が迅速且つ効率的に放熱され、発光部 7 が損傷 (劣化) してしまうことを防止できる。なお、熱伝導部材 13 は、折れ曲がりのない板状のものであってもよいし、折れ曲がった部分や湾曲した部分を有していてもよい。ただし、発光部 7 が接着される部分は、接着の安定性の観点から平面 (板状) である方が好ましい。

[0069] (熱伝導部材 13 の変更例)

熱伝導部材 13 は、透光性を有する部分（透光部）と透光性を有さない部分（遮光部）とを有していてもよい。この構成の場合、透光部は発光部 7 のレーザ光照射面 7a を覆うように配置され、遮光部はその外側に配置される。遮光部は、金属（例えば銅やアルミ）の放熱パーツであってもよいし、アルミや銀その他、照明光を反射させる効果のある膜が透光性部材の表面に形成されているものであってもよい。

[0070] （冷却部 14）

冷却部 14 は、熱伝導部材 13 を冷却する部材であり、例えば、アルミや銅などの金属からなる熱伝導性の高い放熱ブロックである。なお、反射鏡 8 が金属で形成されるのであれば、反射鏡 8 が冷却部 14 を兼ねていてもよい。または、冷却部 14 は、冷却液をその内部に循環させることによって熱伝導部材 13 を冷却する冷却装置であってもよいし、風冷によって熱伝導部材 13 を冷却する冷却装置（ファン）であってもよい。冷却部 14 を金属塊として実現する場合には、当該金属塊の上面に複数の放熱用のフィンを設定してもよい。この構成により、金属塊の表面積を増加させ、金属塊からの放熱をより効率良く行うことができる。

[0071] なお、この冷却部 14 はヘッドランプ 1 にとって必須なものではなく、熱伝導部材 13 が発光部 7 から受け取った熱を熱伝導部材 13 から自然に放熱させてもよい。冷却部 14 を設けることで、熱伝導部材 13 からの放熱を効率良く行うことができ、特に、発光部 7 からの発熱量が 3W 以上の場合に、冷却部 14 の設置が有効となる。

[0072] また、熱伝導部材 13 の長さを調整することにより、冷却部 14 を発光部 7 から離れた位置に設置することができる。この場合、図 1 に示すような、冷却部 14 がハウジング 10 に収納される構成に限らず、熱伝導部材 13 がハウジング 10 を貫くことにより、冷却部 14 がハウジング 10 の外部に設置することも可能となる。それゆえ、冷却部 14 が故障した場合に修理または交換しやすい位置に設置することができ、ヘッドランプ 1 の設計自由度を高めることができる。

[0073] (励起光源の具体例)

次に、図4の(a)～図4の(d)に基づき、励起光源の具体例について説明する。

[0074] 図4の(a)は、励起光源の一例であるLEDランプ(励起光源)21の回路図であり、図4の(b)は、LEDランプ21の外観を示す正面図である。

[0075] 図4の(b)に示すように、LEDランプ21は、アノード22とカソード23に接続されたLEDチップ(励起光源)26が、エポキシ樹脂キャップ20によって封じこめられた構成である。

[0076] 図4の(a)に示すように、LEDチップ26は、p型半導体131とn型半導体132とをpn接合し、p側電極133にアノード22が接続され、n側電極134にカソード23が接続される。なお、LEDチップ26は、抵抗Rを介して電源Eと接続されている。

[0077] また、アノード22とカソード23とを電源Eに接続することにより、回路が構成され、電源EからLEDチップ26に電力が供給されることによってpn接合附近からインコヒーレントな励起光を発生する。

[0078] LEDチップ26の材料としては、近紫外領域から青紫色領域の波長を有する励起光を発生する材料として、インジウム窒化ガリウム(InGa_N)、窒化ガリウム(GaN)、アルミニウム窒化ガリウム(AlGa_N)などの化合物半導体が例示できる。また、その他の材料として、近紫外領域の波長を有する励起光を発生するダイヤモンド(C)、青色領域の波長を有する励起光を発生するセレン化亜鉛(ZnSe)、近紫外領域から青紫色領域の波長を有する励起光を発生する酸化亜鉛(ZnO)を例示することができる。

[0079] なお、励起光の波長を、近紫外領域から青紫色領域の波長以外とする場合には、発光色が赤色となるGaP、AlGaAs、GaAsPなど、発光色が橙色となるGaAsP、発光色が黄色となるGaAsP、GaP、発光色が緑となるGaP、発光色が青色となるSiC、GaNなどの化合物半導体が例示できる。

[0080] なお、LEDチップ26は、約2V～4V程度の低電圧で動作し、小型軽量で、応答速度が速い、長寿命で、低コストといった特徴がある。

[0081] 次に、上述した半導体レーザ3の基本構造について説明する。図4の(c)は、半導体レーザ3の回路図を模式的に示したものであり、図4の(d)は、半導体レーザ3の基本構造を示す斜視図である。同図に示すように、半導体レーザ3は、カソード電極25、基板116、クラッド層113、活性層111、クラッド層112、アノード電極24がこの順に積層された構成である。

[0082] 基板116は、半導体基板であり、本願のように蛍光体を励起する為の青紫色領域～近紫外領域の励起光を得る為にはGa₂N、サファイア、SiCを用いることが好ましい。一般的には、半導体レーザ用の基板の他の例として、Si、GeおよびSiC等のIV属半導体、GaAs、GaP、InP、AlAs、Ga₂N、InN、InSb、GaSbおよびAlNに代表されるIII-V属化合物半導体、ZnTe、ZnSe、ZnSおよびZnO等のII-VI属化合物半導体、ZnO、Al₂O₃、SiO₂、TiO₂、CrO₂およびCeO₂等の酸化物絶縁体、ならびに、SiNなどの窒化物絶縁体のいずれかの材料が用いられる。

[0083] アノード電極24は、クラッド層112を介して活性層111に電流を注入するためのものである。

[0084] カソード電極25は、基板116の下部から、クラッド層113を介して活性層111に電流を注入するためのものである。なお、電流の注入は、アノード電極24・カソード電極25に順方向バイアスをかけて行う。

[0085] 活性層111は、クラッド層113およびクラッド層112で挟まれた構造になっている。

[0086] また、活性層111、ならびに、クラッド層112および113の材料としては、青紫色領域～近紫外領域の励起光を得る為にはAlInGa₂Nから成る混晶半導体が用いられる。一般に半導体レーザの活性層・クラッド層としては、Al、Ga、In、As、P、N、Sbを主たる組成とする混晶半

導体が用いられ、そのような構成としても良い。また、Zn、Mg、S、Se、TeおよびZnO等のII-VI属化合物半導体によって構成されていてもよい。

[0087] また、活性層111は、注入された電流により発光が生じる領域であり、クラッド層112およびクラッド層113との屈折率差により、発光した光が活性層111内に閉じ込められる。

[0088] さらに、活性層111には、誘導放出によって増幅される光を閉じ込めるために互いに対向して設けられる表側へき開面114・裏側へき開面115が形成されており、この表側へき開面114・裏側へき開面115が鏡の役割を果す。

[0089] ただし、完全に光を反射する鏡とは異なり、誘導放出によって増幅される光の一部は、活性層111の表側へき開面114・裏側へき開面115（本実施の形態では、便宜上表側へき開面114とする）から出射され、励起光LOとなる。なお、活性層111は、多層量子井戸構造を形成していてもよい。

[0090] なお、表側へき開面114と対向する裏側へき開面115には、レーザ発振のための反射膜（図示せず）が形成されており、表側へき開面114と裏側へき開面115との反射率に差を設けることで、低反射率端面である、例えば、表側へき開面114より励起光LOの大部分を発光点103から照射されるようにすることができる。

[0091] クラッド層113・クラッド層112は、n型およびp型それぞれのGaAs、GaP、InP、AlAs、GaN、InN、InSb、GaSb、およびAlNに代表されるII-VI属化合物半導体、ならびに、ZnTe、ZnSe、ZnSおよびZnO等のII-VI属化合物半導体のいずれの半導体によって構成されていてもよく、順方向バイアスをアノード電極24およびカソード電極25に印加することで活性層111に電流を注入できるようになっている。

[0092] クラッド層113・クラッド層112および活性層111などの各半導体

層の膜形成については、MOCVD（有機金属化学気相成長）法やMBE（分子線エピタキシー）法、CVD（化学気相成長）法、レーザアブレーション法、スパッタ法などの一般的な成膜手法を用いて構成できる。各金属層の膜形成については、真空蒸着法やメッキ法、レーザアブレーション法、スパッタ法などの一般的な成膜手法を用いて構成できる。

[0093] （発光部 7 の発光原理）

次に、半導体レーザ 3 から発振されたレーザ光による蛍光体 L P の発光原理について説明する。まず、半導体レーザ 3 から発振されたレーザ光が発光部 7 に含まれる蛍光体 L P に照射されることにより、蛍光体 L P 内に存在する電子が低エネルギー状態から高エネルギー状態（励起状態）に励起される。その後、この励起状態は不安定であるため、蛍光体 L P 内の電子のエネルギー状態は、一定時間後にもとの低エネルギー状態（基底準位のエネルギー状態または励起準位と基底準位との間の準安定準位のエネルギー状態）に遷移する。このように、高エネルギー状態に励起された電子が、低エネルギー状態に遷移することによって蛍光体 L P が発光する。

[0094] また、白色光は、等色の原理を満たす 3 つの色の混色、または補色の関係を満たす 2 つの色の混色などで構成でき、この原理・関係に基づき、半導体レーザ 3 から発振されたレーザ光の色と蛍光体 L P が発する光の色とを、上述のように組み合わせることにより白色光を発生させることができる。

[0095] （ヘッドランプ 1 の効果）

上記のように、ヘッドランプ 1 は、蛍光体 L P を含む発光部 7 と、発光部 7 から発生した熱を排熱するための熱伝導部材 1 3 と、発光部 7 に含まれる蛍光体 L P を励起する励起光を発生する半導体レーザ 3 と、を備える。また、発光部 7 と熱伝導部材 1 3 とは熱的に接合される一方、発光部 7 を励起する励起光は発光部 7 に照射される。さらに、発光部 7 に含まれる蛍光体 L P の濃度が、熱伝導部材 1 3 の側の方が大きくなっている。

[0096] 上記の構成によれば、発光部 7 と熱伝導部材 1 3 とが熱的に接合されているため、発光部 7 に含まれる蛍光体 L P で発生した熱を、熱伝導部材 1 3 を

介して排熱できる。また、発光部 7 に含まれる蛍光体 L P の濃度が、熱伝導部材 1 3 の側の方が大きくなっているため、発光部 7 に含まれる蛍光体 L P の濃度が、熱伝導部材 1 3 の側の方が小さくなっている構成と比較して、発光部 7 に含まれる蛍光体 L P で発生した熱を速やかに排熱できる。

[0097] また、発光部 7 中の、熱伝導部材 1 3 から遠い領域における蛍光体 L P で発生した熱は、（熱伝導部材 1 3 に比べて熱伝導率の低い）発光部 7 中を伝熱していく必要がある。このため、発光部 7 中を伝熱していく距離が大きい蛍光体 L P の濃度が大きいと、その分だけ発光部 7 の温度が上昇してしまう可能性がある。

[0098] そこで、上記の構成では、発光部 7 中を伝熱していく距離が大きい蛍光体 L P の濃度が小さくなるように、発光部 7 中の、熱伝導部材 1 3 に近い領域における蛍光体 L P の濃度を高くし、遠い領域における蛍光体 L P の濃度を低くしている。すなわち、上記の構成によれば、発光部 7 中を多量の熱が長距離移動することがないため、発光部 7 があまり加熱されない。これにより、蛍光体 L P で発生した熱を速やかに排熱でき、蛍光体 L P で発生した熱による発光部 7 の発熱を抑制できる、という効果を奏することができる。

[0099] また、熱伝導部材 1 3 は透光性を有しており、発光部 7 は熱伝導部材 1 3 を透過した励起光が照射されることにより蛍光を発生するものであってもよい。上記構成によれば、発光部 7 には、熱伝導部材 1 3 を透過した励起光が照射される、すなわち、熱伝導部材 1 3 越しに励起光が照射されるので、発光部 7 に含まれる蛍光体 L P で発生した熱は、発光部 7 の中でも熱伝導部材 1 3 に近い側の蛍光体 L P からより多く発生する。その結果、熱伝導部材 1 3 越しに励起光が照射されない構成と比較して、発光部 7 中の、熱伝導部材 1 3 に近い領域の高濃度の蛍光体 L P で発生した熱をより速やかに熱伝導部材 1 3 に排熱できる。

[0100] また、発光部 7 と熱伝導部材 1 3 とに対し、半導体レーザ 3 は空間的に離れて設置されていることにより、熱的に一体となっている発光部 7 と熱伝導部材 1 3 に対して、半導体レーザ 3 で発生する熱が伝わることはない。半導

体レーザ３で発生した熱は、発光部７に伝わらないので、発光部７の温度上昇を抑制することができ、発光部７の性能を最大限引き出すことができる。

[0101] 〔実施形態２〕

本発明の他の実施形態について図５に基づいて説明すれば、以下のとおりである。図５は、本実施形態の透過型のヘッドランプ（発光装置、照明装置、前照灯）３０の構成を示す概略図である。同図に示すように、ヘッドランプ３０は、半導体レーザ３、熱伝導部材１３、透明板（固定部）１５、金属リング１９、反射鏡８１、基板８２およびネジ８３を備えている。このヘッドランプ３０では、発光部７は、熱伝導部材１３と透明板１５とによって挟持されている。

[0102] 反射鏡８１は、反射鏡８と同様の機能を有するものであるが、その焦点位置近傍で、光軸に対して垂直な平面によって切断された形状を有している。反射鏡８１の材質については特に問われないが、反射率を考えると銅やＳＵＳ（ステンレス鋼）を用いて反射鏡を作製した後、銀メッキおよびクロメートコートなどを施すことが好ましい。その他、反射鏡８１を、アルミニウムを用いて作製し、酸化防止膜を表面に付与してもよいし、樹脂性の反射鏡本体の表面に金属薄膜を形成してもよい。

[0103] また、反射鏡８１の底部には開口部が形成され、該開口部の近傍には発光部７が配置されており、発光部７に照射されるレーザ光の一部は、発光部７の内部を透過するようになっている。このように、発光部７が、反射鏡８１の底部に形成された開口部の近傍に配置され、発光部７に照射されるレーザ光の一部が、発光部７の内部を透過することにより、レーザ光が、発光部７の内部を透過し、その透過光が発光部７に含まれる蛍光体の粒子によって散乱されるので、透過光を反射鏡８１内で拡散させることができる。

[0104] 次に、金属リング１９は、反射鏡８１が完全な反射鏡であった場合の、焦点位置近傍の形状を有するすり鉢形状のリングであり、すり鉢の底部が開口した形状を有している。この底部の開口部に発光部７が配置されている。金属リング１９のすり鉢形状の部分の表面は、反射鏡として機能し、金属リン

グ 1 9 と反射鏡 8 1 とを組み合わせることで完全な形状の反射鏡が形成される。それゆえ、金属リング 1 9 は、反射鏡の一部として機能する部分反射鏡であり、反射鏡 8 1 を第 1 部分反射鏡と称する場合、焦点位置近傍の部分を有する第 2 部分反射鏡と称することができる。発光部 7 から出射された蛍光の一部は、金属リング 1 9 の表面で反射し、照明光としてヘッドランプ 3 0 の前方へ出射される。

[0105] 金属リング 1 9 の材質は特に問われないが、放熱性を考えると銀、銅、アルミニウムなどが好ましい。金属リング 1 9 が銀やアルミニウムの場合は、すり鉢部を鏡面に仕上げた後、黒ずみや酸化防止のための保護層（クロメートコートや樹脂層など）を設けることが好ましい。また、金属リング 1 9 が銅の場合は、銀メッキ、あるいはアルミニウム蒸着後、前述の保護層を設けることが好ましい。発光部 7 は、接着剤にて熱伝導部材 1 3 に接着されており、金属リング 1 9 も熱伝導部材 1 3 に当接している。金属リング 1 9 が熱伝導部材 1 3 に当接することにより、熱伝導部材 1 3 を冷却する効果が得られる。すなわち、金属リング 1 9 は、熱伝導部材 1 3 の冷却部としても機能する。

[0106] 金属リング 1 9 と反射鏡 8 1 との間には透明板 1 5 が挟持されている。この透明板 1 5 は、発光部 7 のレーザ光照射面 7 a とは反対側の面と接しており、発光部 7 が熱伝導部材 1 3 から剥がれないように抑えつける役割を有している。金属リング 1 9 のすり鉢形状の部分の深さは、発光部 7 の高さとはほぼ一致しているため、透明板 1 5 と熱伝導部材 1 3 との間の距離が一定に保たれた状態で、透明板 1 5 が発光部 7 に接している。そのため、熱伝導部材 1 3 と透明板 1 5 とによって挟持されることにより発光部 7 が押しつぶされることはない。透明板 1 5 は、少なくとも透光性を有するものであればどのような材質のものでもよいが、熱伝導部材 1 3 と同様に熱伝導率が高いもの（ 20 W/m K 以上）が好ましい。例えば、透明板 1 5 はサファイア、窒化ガリウム、マグネシアまたはダイヤモンドを含んでいることが好ましい。この場合、透明板 1 5 は、発光部 7 よりも高い熱伝導率を有しており、発光部

7において生じた熱に効率良く吸収することにより発光部7を冷却できる。

[0107] 熱伝導部材13および透明板15の厚さは、厚さは0.3mm以上5.0mm以下程度が好ましい。上記厚さが0.3mm以下になると発光部7と金属リング19とを挟みこんで固定する強度が得られず、5.0mm以上になると発光部7に照射される励起光（レーザ光）や発光部7からの発光が熱伝導部材13や透明板15に吸収されることを無視できなくなってくるとともに、部材コストが上昇してしまう。

[0108] 基板82は、半導体レーザ3から出射されたレーザ光を通す開口部82aを有する板状の部材であり、この基板82に対して反射鏡81がネジ83によって固定されている。反射鏡81と基板82との間には熱伝導部材13、金属リング19および透明板15が配置されており、開口部82aの中心と金属リング19の底部の開口部の中心とはほぼ一致している。そのため、半導体レーザ3から出射されたレーザ光は、基板82の開口部82aを通して、熱伝導部材13を透過し、金属リング19の開口部を通して発光部7に到達する。

[0109] 基板82の材質は特に問われないが、熱伝導率の高い金属を用いることで、基板82を、熱伝導部材13を冷却する冷却部として機能させることができる。熱伝導部材13は、基板82に全面的に接しているため、基板82を鉄、銅などの金属にすることで熱伝導部材13の冷却効果、しいては発光部7の冷却効果を高めることができる。

[0110] なお、金属リング19を、熱伝導部材13に対して確実に固定することが好ましい。基板82と反射鏡81とをネジ83によって固定することによって生じる圧力によって金属リング19を熱伝導部材13に対してある程度固定できる。しかし、金属リング19を接着剤で熱伝導部材13に接着する、熱伝導部材13を挟んで金属リング19を基板82にネジ止めするなどの方法により、確実に金属リング19を固定することで、金属リング19が動くことによって発光部7が剥離するという危険性を回避できる。

[0111] また、金属リング19は、上述の部分反射鏡としての機能を有し、かつ、

反射鏡 8 1 と基板 8 2 とをネジ 8 3 で固定するときの圧力に耐えられるものであればよく、必ずしも金属である必要はない。例えば、金属リング 1 9 の代用となる部材は、上記圧力に耐えられる樹脂性リングの表面に金属薄膜が形成されているものであってもよい。

[0112] (ヘッドランプ 3 0 の効果)

上記のように、本実施形態のヘッドランプ 3 0 は、発光部 7 から発生した蛍光を反射する光反射凹面を有する反射鏡 8 1 を備え、発光部 7 が反射鏡 8 1 の底部に形成された開口部の近傍に配置され、発光部 7 に照射されるレーザ光の一部が、発光部 7 の内部を透過するようになっている。これにより、レーザ光が、発光部 7 の内部を透過し、その透過光が発光部 7 に含まれる蛍光体の粒子によって散乱されるので、透過光を反射鏡 8 1 内で拡散させることができる。

[0113] また、ヘッドランプ 3 0 では、発光部 7 は、熱伝導部材 1 3 と透明板 1 8 とによって挟持されることにより、発光部 7 と熱伝導部材 1 3 との相対位置関係が固定される。それゆえ、発光部 7 と熱伝導部材 1 3 とを接着する接着剤の粘着性が低い場合や、発光部 7 と熱伝導部材 1 3 との間に熱膨張率の差が生じた場合でも、発光部 7 が熱伝導部材 1 3 から剥離することを防止できる。

[0114] (固定部のその他の例)

発光部 7 の熱伝導部材 1 3 に対する相対位置を固定する固定部は、板状の部材である必要はなく、発光部 7 のレーザ光照射面 7 a と対向する面（蛍光出射面と称する）の少なくとも一部に圧接する圧接面と、当該圧接面と熱伝導部材 1 3 との相対位置関係を固定する当接面固定部とを備えるものであればよい。

[0115] 圧接面と熱伝導部材 1 3 との相対位置が固定されており、その圧接面が発光部 7 の蛍光出射面に圧接する（多少の圧力をかけて蛍光出射面に接することにより、発光部 7 を熱伝導部材 1 3 に対して固定できる。

[0116] [実施の形態 3]

本発明のさらに他の実施形態について図6～図10に基づいて説明すれば、以下のとおりである。ここでは、本発明のさらに他の実施形態であるレーザダウンライト（発光装置、照明装置）200について説明する。レーザダウンライト200は、家屋、乗物などの構造物の天井に設置される照明装置であり、半導体レーザ3から出射したレーザ光を発光部7に照射することによって発生する蛍光を照明光として用いるものである。なお、レーザダウンライト200と同様の構成を有する照明装置を、構造物の側壁または床に設置してもよく、上記照明装置の設置場所は特に限定されない。

[0117] 図6は、レーザダウンライト200（同図では、後述する発光ユニット210を図示している）および従来のLEDダウンライト300の外観を示す概略図である。図7は、レーザダウンライト200が設置された天井の断面図である。図8は、レーザダウンライト200の断面図である。図6および図7に示すように、レーザダウンライト200は、天板400に埋設され、照明光を出射する発光ユニット210と、光ファイバー5を介して発光ユニット210へレーザ光を供給するLD光源ユニット220とを含んでいる。LD光源ユニット220は、天井には設置されておらず、ユーザが容易に触れることができる位置（例えば、家屋の側壁）に設置されている。このようにLD光源ユニット220の位置を自由に決定できるのは、LD光源ユニット220と発光ユニット210とが光ファイバー5によって接続されているからである。この光ファイバー5は、天板400と断熱材401との間の隙間に配置されている。

[0118] （発光ユニット210の構成）

発光ユニット210は、図8に示すように、筐体211、光ファイバー5、発光部7、熱伝導部材13および透光板213を備えている。発光部7は、接着剤によって熱伝導部材13に接着されている。発光部7の熱が熱伝導部材13に伝わることで発光部7が冷却される。また、上述の実施形態と同様に、発光部7の内部における蛍光体の濃度勾配により、発光部7に含まれる蛍光体で発生した熱を速やかに排熱でき、蛍光体で発生した熱による発光

部 7 の発熱を抑制できる。

[0119] 筐体 2 1 1 には、凹部 2 1 2 が形成されており、この凹部 2 1 2 の底面に発光部 7 が配置されている。凹部 2 1 2 の表面には、金属薄膜が形成されており、凹部 2 1 2 は反射鏡として機能する。また、筐体 2 1 1 の上部中央付近には、光ファイバー 5 を通すための通路が形成されており、この通路を通して光ファイバー 5 が熱伝導部材 1 3 まで延びている。光ファイバー 5 の出射端部から出射されたレーザ光は、熱伝導部材 1 3 を透過して発光部 7 に到達する。

[0120] 透光板 2 1 3 は、凹部 2 1 2 の開口部をふさぐように配置された透明または半透明の板である。この透光板 2 1 3 は、透明板 9 と同様の機能を有するものであり、発光部 7 の蛍光は、透光板 2 1 3 を透して照明光として出射される。透光板 2 1 3 は、筐体 2 1 1 に対して取外し可能であってもよく、省略されてもよい。

[0121] 図 6 では、発光ユニット 2 1 0 は、円形の外縁を有しているが、発光ユニット 2 1 0 の形状（より厳密には、筐体 2 1 1 の形状）は特に限定されない。

[0122] なお、ダウンライトでは、ヘッドランプの場合とは異なり、理想的な点光源は要求されず、発光点が 1 つというレベルで十分である。それゆえ、発光部 7 の形状、大きさおよび配置に関する制約は、ヘッドランプの場合よりも少ない。

[0123] （L D 光源ユニット 2 2 0 の構成）

図 8 に示すように、L D 光源ユニット 2 2 0 は、半導体レーザ 3、非球面レンズ 4 および光ファイバー 5 を備えている。光ファイバー 5 の一方の端部である入射端部は、L D 光源ユニット 2 2 0 に接続されており、半導体レーザ 3 から発振されたレーザ光は、非球面レンズ 4 を介して光ファイバー 5 の入射端部に入射される。

[0124] なお、図 8 に示す L D 光源ユニット 2 2 0 の内部には、半導体レーザ 3 および非球面レンズ 4 が一対のみ示されているが、発光ユニット 2 1 0 が複数

存在する場合には、発光ユニット 210 からそれぞれ延びる光ファイバー 5 の束を 1 つの LED 光源ユニット 220 に導いてもよい。この場合、1 つの LED 光源ユニット 220 に複数の半導体レーザ 3 と非球面レンズ 4 との対が収納されることになり、LED 光源ユニット 220 は集中電源ボックスとして機能する。

[0125] (レーザダウンライト 200 と従来の LED ダウンライト 300 との比較)

従来の LED ダウンライト 300 は、図 6 に示すように、複数の透光板 301 を備えており、各透光板 301 からそれぞれ照明光が出射される。すなわち、LED ダウンライト 300 において発光点は複数存在している。LED ダウンライト 300 において発光点が複数存在しているのは、個々の発光点から出射される光の光束が比較的小さいため、複数の発光点を設けなければ照明光として十分な光束の光が得られないためである。

[0126] これに対して、レーザダウンライト 200 は、高光束の照明装置であるため、発光点は 1 つでもよい。それゆえ、照明光による陰影がきれいに出るといった効果が得られる。また、発光部 7 の蛍光体を高演色蛍光体（例えば、数種類の窒化物蛍光体や酸窒化物蛍光体の組み合わせ）にすることにより、照明光の演色性を高めることができる。これにより、白熱電球ダウンライトに迫る高演色を実現することができる。例えば、平均演色評価数 R_a が 90 以上のみならず、特殊演色評価数 R_9 も 95 以上という LED ダウンライトや蛍光灯ダウンライトでは実現が難しい高演色光も高演色蛍光体と半導体レーザ 3 の組合せにより実現可能である。

[0127] 図 9 は、LED ダウンライト 300 が設置された天井の断面図である。同図に示すように、LED ダウンライト 300 では、LED チップ、電源および冷却ユニットを収納した筐体 302 が天板 400 に埋設されている。筐体 302 は比較的大きなものであり、筐体 302 が配置されている部分の断熱材 401 には、筐体 302 の形状に沿った凹部が形成される。筐体 302 から電源ライン 303 が延びており、この電源ライン 303 はコンセント（不

図示)につながっている。

[0128] このような構成では、次のような問題が生じる。まず、天板400と断熱材401との間に発熱源である光源(LEDチップ)および電源が存在しているため、LEDダウンライト300を使用することにより天井の温度が上がり、部屋の冷房効率が低下するという問題が生じる。また、LEDダウンライト300では、光源ごとに電源および冷却ユニットが必要であり、トータルのコストが増大するという問題が生じる。さらに、筐体302は比較的大きなものであるため、天板400と断熱材401との間の隙間にLEDダウンライト300を配置することが困難な場合が多いという問題が生じる。

[0129] これに対して、レーザダウンライト200では、発光ユニット210には、大きな発熱源は含まれていないため、部屋の冷房効率を低下させることはしない。その結果、部屋の冷房コストの増大を避けることができる。また、発光ユニット210ごとに電源および冷却ユニットを設ける必要がないため、レーザダウンライト200を小型および薄型にすることができる。その結果、レーザダウンライト200を設置するためのスペースの制約が小さくなり、既存の住宅への設置が容易になる。さらに、レーザダウンライト200は、小型および薄型であるため、上述したように、発光ユニット210を天板400の表面に設置することができ、LEDダウンライト300よりも設置に係る制約を小さくすることができるとともに工事費用を大幅に削減できる。

[0130] 図10は、レーザダウンライト200およびLEDダウンライト300のスペックを比較するための図である。同図に示すように、レーザダウンライト200は、その一例では、LEDダウンライト300に比べて体積は94%減少し、質量は86%減少する。

[0131] また、LD光源ユニット220をユーザの手が容易に届く所に設置できるため、半導体レーザ3が故障した場合でも、手軽に半導体レーザ3を交換できる。また、複数の発光ユニット210から延びる光ファイバー5を1つのLD光源ユニット220に導くことにより、複数の半導体レーザ3を一括管

理できる。そのため、複数の半導体レーザ3を交換する場合でも、その交換が容易にできる。

[0132] なお、LEDダウンライト300において、高演色蛍光体を用いたタイプの場合、消費電力10Wで約500lmの光束が出射できるが、同じ明るさの光をレーザダウンライト200で実現するためには、3.3Wの光出力が必要である。この光出力は、LD効率が35%であれば、消費電力10Wに相当し、LEDダウンライト300の消費電力も10Wであるため、消費電力では、両者の間に顕著な差は見られない。それゆえ、レーザダウンライト200では、LEDダウンライト300と同じ消費電力で、上述の種々のメリットが得られることになる。

[0133] 以上のように、レーザダウンライト200は、レーザ光を出射する半導体レーザ3を少なくとも1つ備えるLD光源ユニット220と、発光部7および反射鏡としての凹部212を備える少なくとも1つの発光ユニット210と、発光ユニット210のそれぞれへ上記レーザ光を導く光ファイバー5とを含んでいる。

[0134] [発光装置の製造方法について]

ここで、図11の(a)～図11の(c)に基づき、上述した発光装置（特に発光部7）の製造方法の一例について説明する。図11の(a)には、原材料となる蛍光体粉末が示されており、この蛍光体粉末は、図11の(b)に示すビーカー内の低融点ガラスフリット（封止剤粒子）と混合・攪拌される（混合工程）。なお、蛍光体を封止するための低融点ガラスフリットの平均粒径は、蛍光体の平均粒径の10倍以上である。次に、蛍光体粉末と低融点ガラスフリットとの混合物は、図11の(c)に示す焼結用の金型Sの3つの注入孔hのそれぞれに注入される。その後、金型Sを揺動させた後（揺動工程）、加熱して焼結させて（焼結工程）取り出せば、3つの発光部7を得ることができる。その後、上述した図3の(a)に示すように、発光部7中の蛍光体LPの濃度が大きい領域が発光部7の熱伝導部材13の側の領域となるように、発光部7と熱伝導部材13とを熱的に結合する（結合工程）。

）。上記の方法では、揺動工程にて、混合工程で混合した低融点ガラスフリットと、蛍光体LPと、を焼結用の金型Sに入れて揺動させる。ここで、封止剤粒子の平均粒径は、蛍光体LPの平均粒径の10倍以上であるため、封止剤粒子は、あたかも蛍光体LPの粒子で構成される液体に浮いているかのような状態となる。このため、さらに金型Sを揺動させることにより、蛍光体LPの濃度が大きい領域と、蛍光体LPの濃度が小さい領域とを容易に形成することが可能になる。また、結合工程では、揺動工程にて形成される発光部7中の蛍光体LPの濃度が大きい領域が熱伝導部材13の側の領域となるように、発光部7と熱伝導部材13とを熱的に結合する。これにより、発光部7中の蛍光体LPの濃度が高い領域を熱伝導部材13の側に配置することができる。よって、蛍光体LPで発生した熱を速やかに排熱でき、蛍光体LPで発生した熱による発光部7の発熱を抑制できる発光装置を製造することができる。

[0135] （発光装置の製造方法の変形例）

なお、本発明の実施の一形態である発光装置の製造方法は、上記の方法に限定されない。例えば、図3の（b）に示す形態では、熱伝導部材13の紙面に対して上側に、蛍光体LPの濃度が「大」、「中」、「小」で異なる蛍光体層を3段、下側から上側に向けて濃度が大きくなっていく順序で積層して発光部7を製造している。なお、濃度の異なる蛍光体層の段数は、複数段であれば良く、上記の3段に限定されず、2段または4段以上としても良い。

[0136] [まとめ]

本発明の一態様に係る発光装置（ヘッドランプ1）は、蛍光体を含む発光部（発光部7）と、上記発光部から発生した熱を排熱するための放熱部材（熱伝導部材13）と、上記発光部に含まれる蛍光体を励起する励起光を発生する励起光源（半導体レーザ3）と、を備えた発光装置であって、上記発光部と上記放熱部材は熱的に接合され、上記発光部に含まれる蛍光体（LP）の濃度が、上記放熱部材の側の方が大きい構成である。

- [0137] 上記の構成によれば、発光部と放熱部材とが熱的に接合されているため、発光部に含まれる蛍光体で発生した熱を、放熱部材を介して排熱できる。
- [0138] また、発光部に含まれる蛍光体の濃度が、放熱部材の側の方が大きくなっているため、発光部に含まれる蛍光体の濃度が、放熱部材の側の方が小さくなっている（すなわち、励起光源の側の方が大きくなっている）構成と比較して、発光部に含まれる蛍光体で発生した熱を速やかに排熱できる。
- [0139] また、発光部中の、放熱部材から遠い領域における蛍光体で発生した熱は、（通常、発光部は放熱部材に比べて熱伝導率が低い）発光部中を伝熱していく必要がある。このため、発光部中を伝熱していく距離が大きい蛍光体の濃度が大きいと、その分だけ発光部の温度が上昇してしまう可能性がある。
- [0140] そこで、上記の構成では、発光部中を伝熱していく距離が大きい蛍光体の濃度が小さくなるように、発光部中の放熱部材に近い領域における蛍光体の濃度を高くし、遠い領域における蛍光体の濃度を低くしている。すなわち、上記の構成によれば、発光部中を多量の熱が長距離移動することがないため、発光部があまり加熱されない。
- [0141] これにより、蛍光体で発生した熱を速やかに排熱でき、蛍光体で発生した熱による発光部の発熱を抑制できる、という効果を奏することができる。
- [0142] また、本発明の一態様に係る発光装置は、上記発光部に含まれる蛍光体の濃度が、上記励起光が照射される側から上記放熱部材の側に向けて徐々に大きくなっていても良い。
- [0143] 上記の構成の発光部は、例えば、蛍光体を封止する封止剤の粒子と蛍光体の粒子との粒径の違いを利用する後述の製造方法により簡単に製造することができる。よって、該方法によれば、後述する複数の層で発光部を構成する方法と比較し、一気（かつ簡単）に発光部の濃度勾配を形成することができる。よって、発光部の製造プロセスを簡略化することができる。
- [0144] また、本発明の一態様に係る発光装置は、上記発光部は、蛍光体の濃度が互いに異なる複数の層からなり、上記励起光が照射される側に近い層に含まれる蛍光体の濃度が、上記放熱部材の側の層に近い層に含まれる蛍光体の濃

度よりも大きくなっていても良い。

[0145] 上記構成によれば、濃度が異なる複数の蛍光体層を熱伝導部材の表面上に所望の濃度の順に形成（積層）することで、所望の濃度の順番に複数の蛍光体層のそれぞれを積層させることができる。その結果、例えば、図3の（a）の形態のように自然に濃度勾配をつけられない場合であっても、本願の効果が得られる構造を製造できる。

[0146] また、本発明の一態様に係る発光装置は、上記発光部の上記励起光が照射される側（光照射側）の表面に蛍光体を含まない透光層が積層されていても良い。

[0147] 上記構成によれば、発熱する蛍光体（の粒子）を含まない透光層（透明板15）で発光部の光照射側の表面をカバー（被覆）する。それにより、熱伝導部材から一番遠い距離にある発光部の光照射側の蛍光体からの熱が拡散する余地を熱伝導部材とは反対側にも残すことができる。その結果、放熱効果を高めることができる。

[0148] また、本発明の一態様に係る発光装置は、上記放熱部材は、透光性を有しており、上記発光部は、上記放熱部材を透過した励起光が照射されるものであっても良い。

[0149] 上記構成によれば、発光部には、放熱部材を透過した励起光が照射される、すなわち、放熱部材越しに励起光が照射されるので、発光部に含まれる蛍光体で発生した熱は、発光部の中でも放熱部材に近い側の蛍光体からより多く発生する。その結果、放熱部材越しに励起光が照射されない構成と比較して、発光部中の、放熱部材に近い領域の高濃度の蛍光体で発生した熱をより速やかに放熱部材に排熱できる。

[0150] また、本発明の一態様に係る発光装置は、上記発光部と上記放熱部材とに対し、上記励起光源は空間的に離れて設置されていても良い。

[0151] 上記発光部と上記放熱部材とに対し、上記励起光源は空間的に離れて設置されていることにより、熱的に一体となっている発光部と放熱部材に対して、励起光源で発生する熱が伝わることはない。励起光源で発生した熱は、発

光部に伝わらないので、発光部の温度上昇を抑制することができ、発光部の性能を最大限引き出すことができる。

[0152] また、本発明の一態様に係る発光装置は、上記励起光源は、レーザ光源であっても良い。

[0153] 上記励起光源はレーザ光源であることにより、非常に高いパワーで、かつ、非常に高いパワー密度の励起光を得ることができる。よって、発光部から高輝度かつ高光束の照明光を取出すことができる。

[0154] また、本発明の一態様に係る発光装置は、上記発光部から発生した蛍光を反射する光反射凹面を有する反射鏡を備え、上記発光部が、上記反射鏡の上記光反射凹面における底部の近傍に配置され、上記発光部に照射される励起光の一部が、上記発光部の内部を透過するものであっても良い。

[0155] 上記発光部が、反射鏡の光反射凹面における底部の近傍に配置され、発光部に照射される励起光の一部が、発光部の内部を透過することにより、その透過光が発光部に含まれる蛍光体の粒子によって散乱されるので、透過光を反射鏡内で拡散させることができる。

[0156] 本発明の一態様に係る発光装置の製造方法は、蛍光体を含む発光部と、上記発光部から発生する熱を排熱する放熱部材と、上記発光部に含まれる蛍光体を励起する励起光を発生する励起光源と、を備えた発光装置の製造方法であって、平均粒径が上記蛍光体の平均粒径の10倍以上の上記蛍光体を封止するための封止剤粒子と、上記蛍光体と、を混合する混合工程と、混合した上記封止剤粒子と上記蛍光体とを焼結用の金型に入れて揺動させる揺動工程と、揺動させた上記金型を加熱することで上記蛍光体と上記封止剤粒子とを焼結させて上記発光部を形成する焼結工程と、上記発光部と上記放熱部材とを熱的に結合する結合工程と、を含んでおり、上記結合工程にて、上記揺動工程にて形成される上記発光部中の蛍光体の濃度が大きい領域が上記発光部の上記放熱部材の側の領域となるように、上記発光部と上記放熱部材とを熱的に結合させても良い。

[0157] 上記の方法では、揺動工程にて、混合工程で混合した封止剤粒子と、蛍光

体と、を焼結用の金型に入れて揺動させる。ここで、封止剤粒子の平均粒径は、蛍光体の平均粒径の10倍以上であるため、封止剤粒子は、あたかも蛍光体の粒子で構成される液体に浮いているかのような状態となる。このため、さらに金型を揺動させることにより、蛍光体の濃度が大きい領域と、蛍光体の濃度が小さい領域とを容易に形成することが可能になる。

[0158] また、結合工程では、揺動工程にて形成される発光部中の蛍光体の濃度が大きい領域が放熱部材の側の領域となるように、発光部と放熱部材とを熱的に結合する。

[0159] これにより、発光部中の蛍光体の濃度が高い領域を放熱部材の側に配置することができる。

[0160] よって、蛍光体で発生した熱を速やかに排熱でき、蛍光体で発生した熱による発光部の発熱を抑制できる発光装置を製造することができる。

[0161] 上記いずれかの発光装置を備えた照明装置または前照灯も本発明の範疇に含まれる態様である。

[0162] [本発明の別の表現]

本発明の固体照明光源（発光装置）は、蛍光体を含む発光部と、上記発光部から発生した熱を排熱するための放熱部材と、発光部に含まれる蛍光体を励起する励起光を発生する励起光源と、からなる固体照明光源に関し、上記発光部と上記放熱部材とは熱的に接合される一方、熱的に接合された上記発光部と上記透明放熱部材とに対し、上記励起光源は空間的に離れて設置され、かつ、上記発光部を励起する励起光は上記発光部に照射され、上記発光部に含まれる蛍光体の濃度が、上記透明放熱部材側の方が大きくなっていても良い。

[0163] 従来の固体照明光源に比べて、より高出力、より高光束な固体照明光源を実現するためには、より強度の大きい励起光を、蛍光体を含む発光部に照射する必要がある。しかしながら、強度の大きい励起光を照射すると、発光部はより発熱し、その発熱を効果的に排熱しないと発光部から放射される蛍光強度の低下、ならびに発光部の劣化を引き起こしてしまう。

[0164] 本発明が解決しようとする課題の一つは、そのようなより強度の高い励起光が照射された発光部から発生した熱を効果的に排出するとともに、発光部の温度上昇を抑制することである。また、副次的課題であるが、発光部と透明放熱部材とに対し、励起光源を空間的に離れて設置することで、励起光源から排出される熱（発光部を励起する励起光を発光部に照射されるようにすることで、強度の高い励起光を発生させると励起光源からも多大の熱が排出される）が発光部に伝わることをないようにすることも課題の一つである。そのことにより、発光効率が高く（蛍光強度の低下がない）、長寿命な（温度上昇が少ないため劣化しにくい）固体照明光源を実現することができる。

[0165] 発光部に含まれる蛍光体で発生する熱は、上述のように透明放熱部材越しに励起光を照射する場合、発光部の中でも透明放熱部材に近い側の蛍光体からより多く発生する。一方、発光部内で発生した熱は、主に透明放熱部材から排熱されるが、透明放熱部材から遠い位置で発生した熱は、透明放熱部材に比べて熱伝導率の低い発光部中を伝熱していく必要があるため、発光部の温度を上昇させてしまう。

[0166] 上述の2点から、透明放熱部材に近いところの蛍光体濃度を高くし、遠いところの濃度を低くすることにより、

（1）蛍光体で発生した熱をすみやかに透明放熱部材に排熱できる。

（2）発光部中を多量の熱が長距離移動することがないため、発光部があまり加熱されないという2つの効果を奏することができる。

[0167] なお、発光部と透明放熱部材とに対し、励起光源が空間的に離れて設置されていることにより、熱的に一体となっている発光部および透明放熱部材に対して、励起光源で発生する熱が伝わることをないため、発光部を外部要因（励起光源の熱）で加熱することがなく、発光部の性能を最大限引き出すことができる。

[0168] [付記事項]

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術

的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。例えば、励起光源として高出力のLEDを用いてもよい。この場合には、450nmの波長の光（青色）を出射するLEDと、黄色の蛍光体、または緑色および赤色の蛍光体とを組み合わせることにより（擬似）白色光を出射する発光装置を実現できる。また、励起光源として、半導体レーザ以外の固体レーザを用いてもよい。ただし、半導体レーザを用いる方が、励起光源を小型化できるため好ましい。さらに、上記の各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。例えば、図5に示すヘッドランプ30に示す形態が、図1に示すヘッドランプ1が備える冷却部14を備えていても良い。

産業上の利用可能性

[0169] 本発明は、発光装置、該発光装置を備えた照明装置、該照明装置を備えた前照灯、投影装置、屋内照明および屋外照明などに適用することができる。また、照明装置（または前照灯）としては、車両用前照灯のみならず、その他の照明装置（または前照灯）に適用することができる。その他の照明装置（または前照灯）の一例としては、ダウンライトを挙げることができる。ダウンライトは、家屋、乗物などの構造物の天井に設置される照明装置である。さらに、その他にも、本発明の照明装置（または前照灯）は、車両以外の移動物体（例えば、人間・船舶・航空機・潜水艇・ロケットなど）のヘッドランプとして実現されてもよいし、サーチライト、プロジェクタ、ダウンライト以外の室内用照明器具（スタンドランプなど）および屋外用照明器具（街路灯など）として実現されてもよい。

符号の説明

- [0170]
- 1 ヘッドランプ（発光装置、照明装置、前照灯）
 - 2 半導体レーザアレイ（励起光源）
 - 3 半導体レーザ（励起光源）
 - 7 発光部
 - 7a レーザ光照射面（励起光照射面）

- 8 反射鏡
- 1 3 熱伝導部材（放熱部材）
- 2 1 LEDランプ（励起光源）
- 2 6 LEDチップ（励起光源）
- 3 0 ヘッドランプ（発光装置、照明装置、前照灯）
- 8 1 反射鏡
- 2 0 0 レーザダウンライト（発光装置、照明装置）

請求の範囲

- [請求項1] 蛍光体を含む発光部と、
上記発光部から発生した熱を排熱するための放熱部材と、
上記発光部に含まれる蛍光体を励起する励起光を発生する励起光源と、を備えた発光装置であって、
上記発光部と上記放熱部材とは熱的に接合され、
上記発光部に含まれる蛍光体の濃度が、上記放熱部材の側の方が大きいことを特徴とする発光装置。
- [請求項2] 上記発光部に含まれる蛍光体の濃度が、上記励起光が照射される側から上記放熱部材の側に向けて徐々に大きくなっていることを特徴とする請求項1に記載の発光装置。
- [請求項3] 上記発光部は、蛍光体の濃度が互いに異なる複数の層からなり、上記励起光が照射される側に近い層に含まれる蛍光体の濃度が、上記放熱部材の側に近い層に含まれる蛍光体の濃度よりも大きくなっていることを特徴とする請求項1に記載の発光装置。
- [請求項4] 上記発光部の上記励起光が照射される側の表面に蛍光体を含まない透光層が設けられていることを特徴とする請求項1から3までのいずれか1項に記載の発光装置。
- [請求項5] 上記放熱部材は、透光性を有しており、
上記発光部は、上記放熱部材を透過した励起光が照射されることにより蛍光を発生することを特徴とする請求項1から4までのいずれか1項に記載の発光装置。
- [請求項6] 上記発光部と上記放熱部材とに対し、上記励起光源は空間的に離れて設置されていることを特徴とする請求項1から5までのいずれか1項に記載の発光装置。
- [請求項7] 上記励起光源は、レーザ光源であることを特徴とする請求項1から6までのいずれか1項に記載の発光装置。
- [請求項8] 上記発光部から発生した蛍光を反射する光反射凹面を有する反射鏡

を備え、

上記発光部が、上記反射鏡の上記光反射凹面における底部の近傍に配置され、

上記発光部に照射される励起光の一部が、上記発光部の内部を透過することを特徴とする請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項に記載の発光装置。

[請求項9] 請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項に記載の発光装置を備えたことを特徴とする照明装置。

[請求項10] 請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項に記載の発光装置を備えたことを特徴とする前照灯。

[請求項11] 蛍光体を含む発光部と、上記発光部から発生する熱を排熱する放熱部材と、上記発光部に含まれる蛍光体を励起する励起光を発生する励起光源と、を備えた発光装置の製造方法であって、

平均粒径が上記蛍光体の平均粒径の 10 倍以上の上記蛍光体を封止するための封止剤粒子と、上記蛍光体と、を混合する混合工程と、

混合した上記封止剤粒子と上記蛍光体とを焼結用の金型に入れて揺動させる揺動工程と、

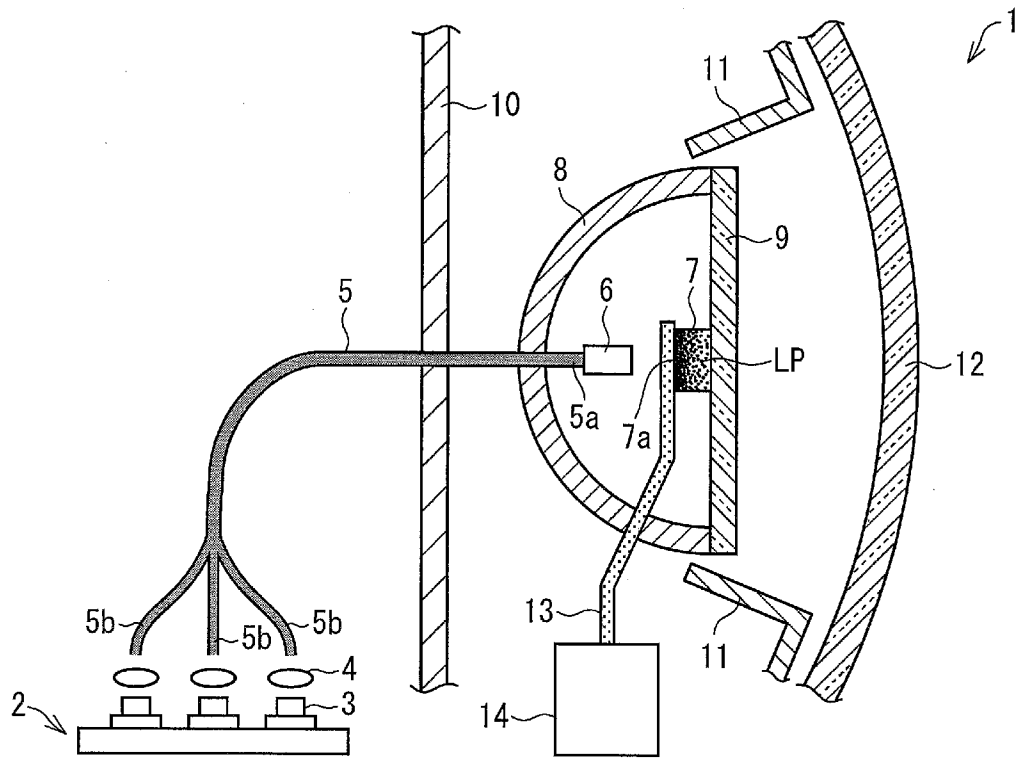
揺動させた上記金型を加熱することで上記蛍光体と上記封止剤粒子とを焼結させて上記発光部を形成する焼結工程と、

上記発光部と上記放熱部材とを熱的に結合する結合工程と、を含んでおり、

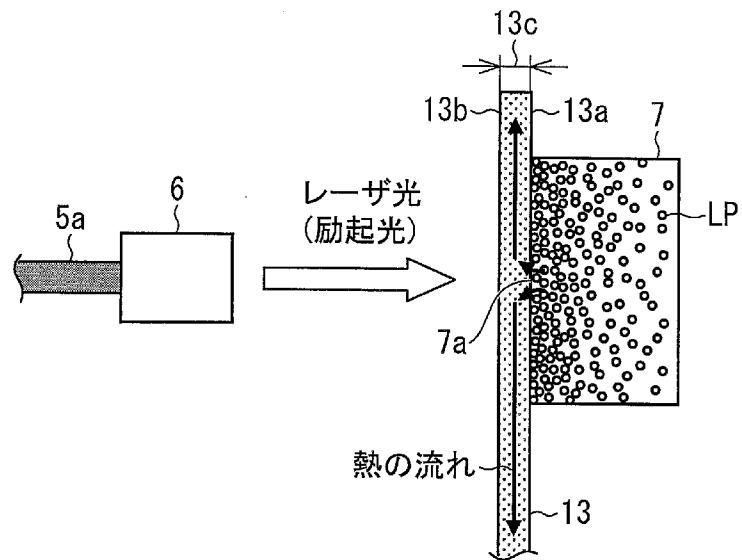
上記結合工程にて、

上記揺動工程にて形成される上記発光部中の蛍光体の濃度が大きい領域が上記発光部の上記放熱部材の側の領域となるように、上記発光部と上記放熱部材とを熱的に結合することを特徴とする発光装置の製造方法。

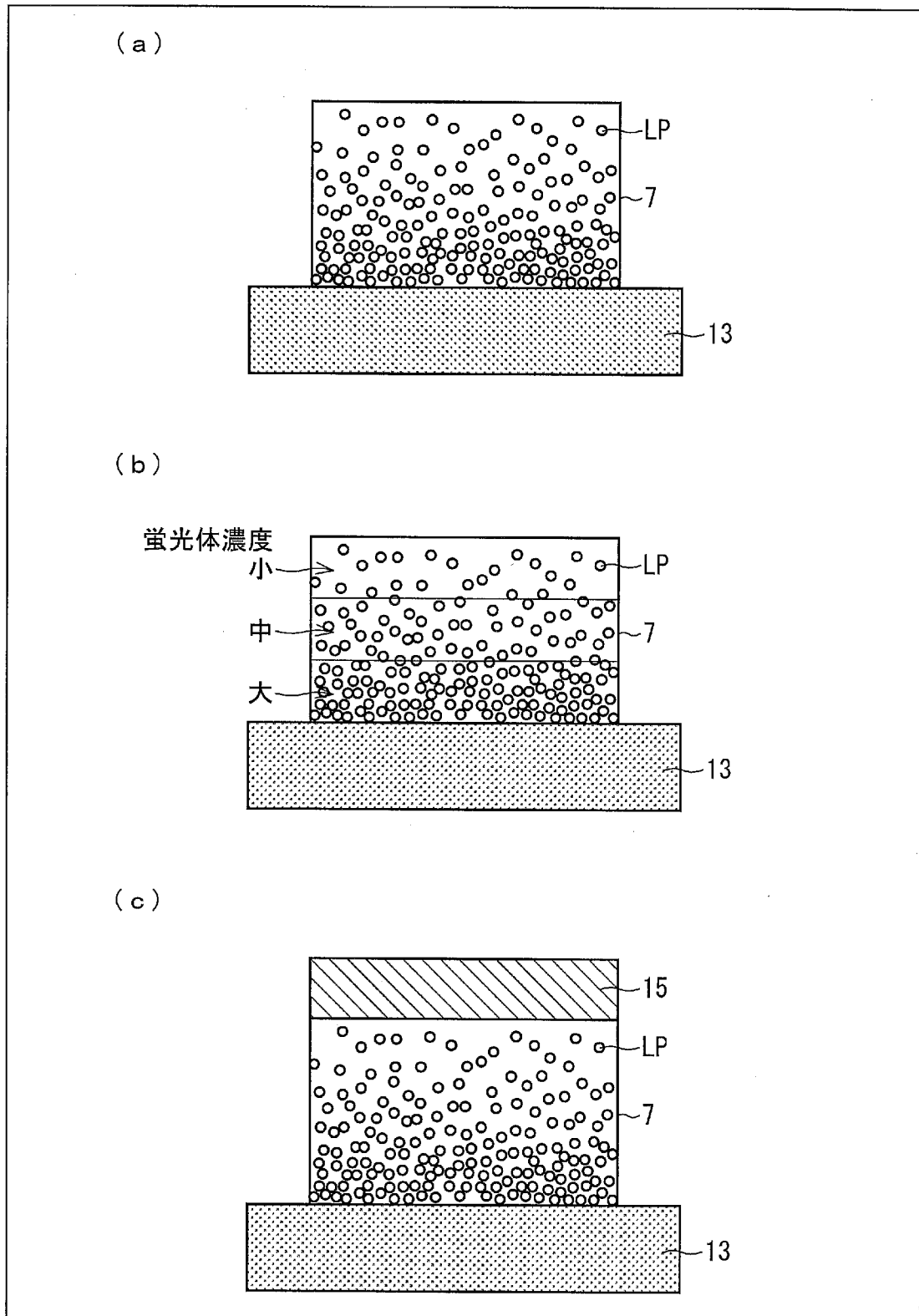
[図1]



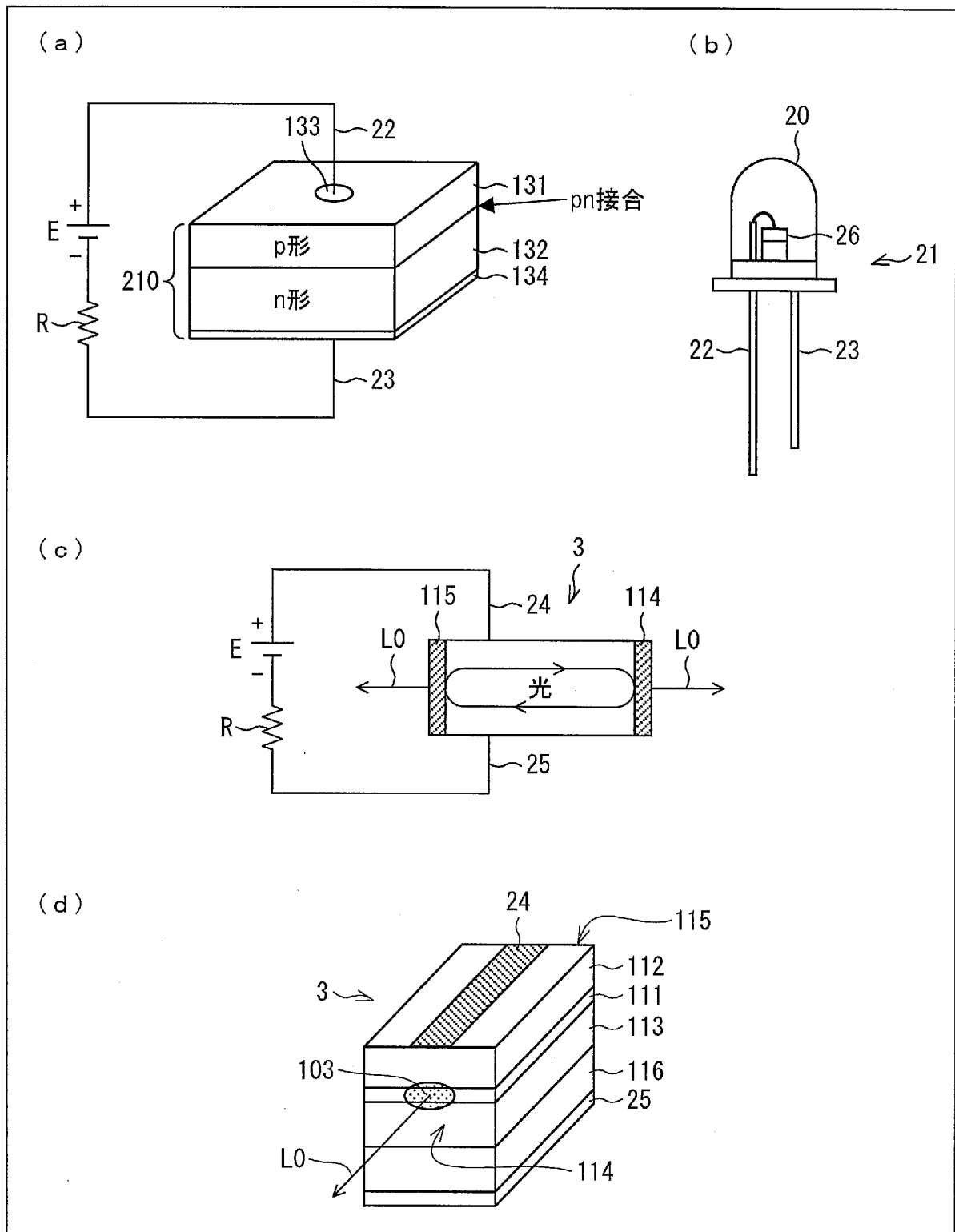
[図2]



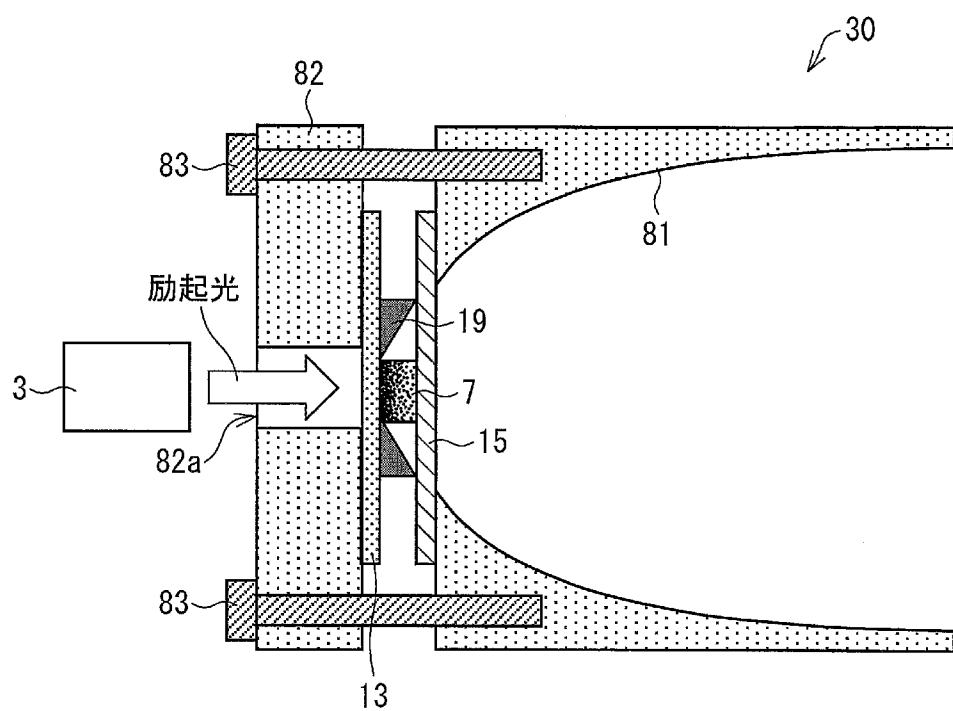
[図3]



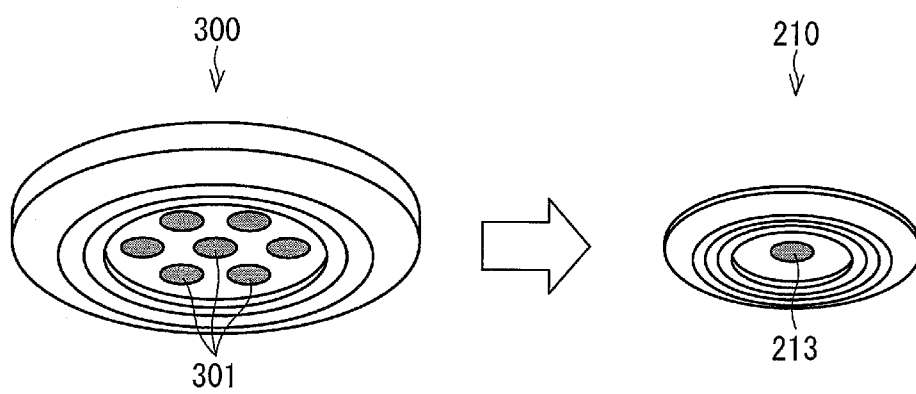
[図4]



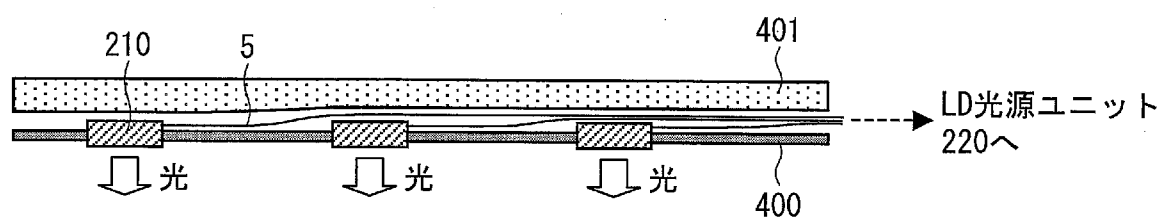
[図5]



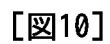
[図6]



[図7]

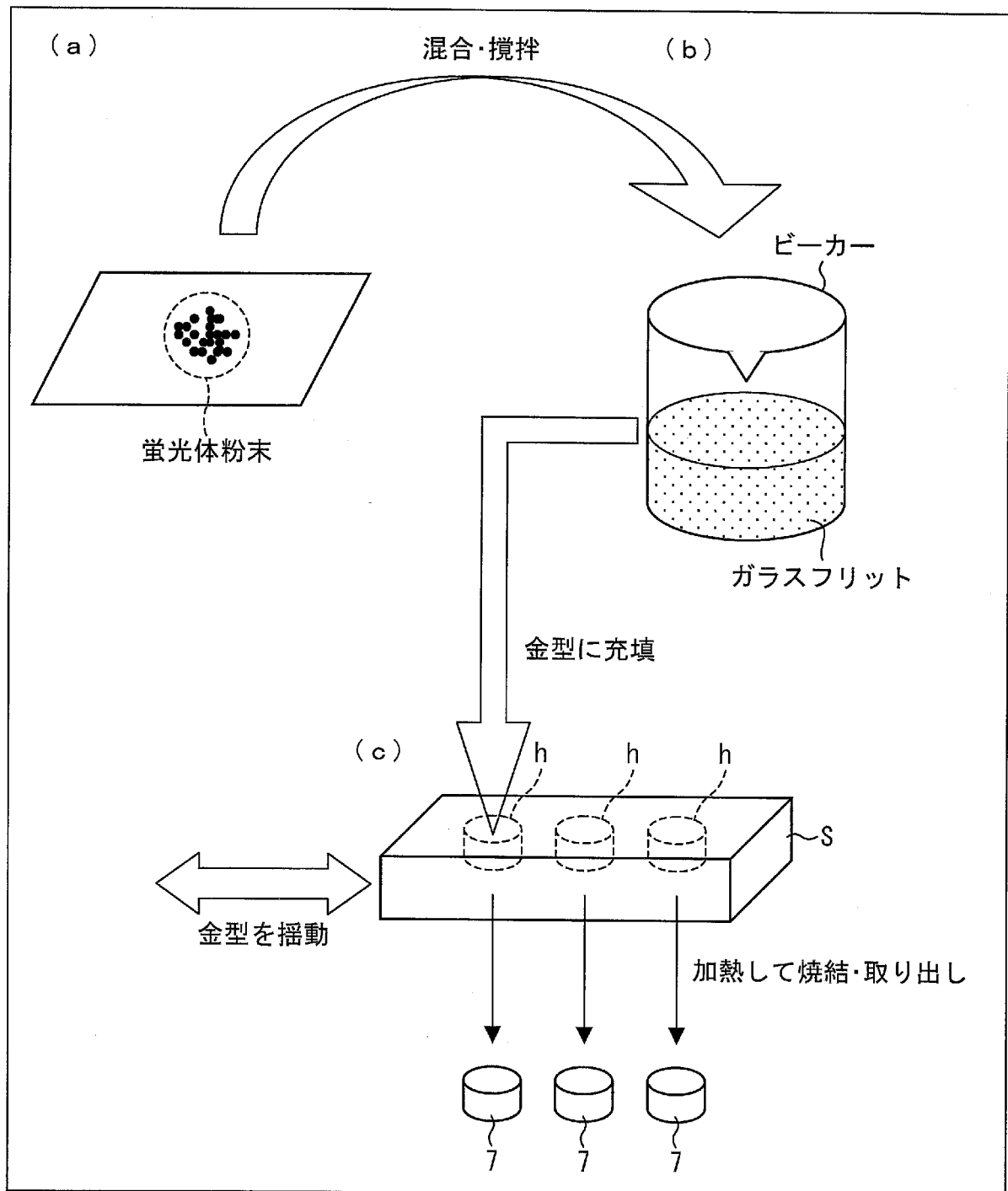


200



	LEDダウンライト 300	レーザダウンライト 200
外形寸法	直径 117×91mm	直径 60×20mm
埋め込み穴寸法	直径 100mm	50mm
埋め込み器具高さ	85mm	15mm
質量	0.7Kg	0.1Kg

[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/077627

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F21S8/10(2006.01)i, F21S8/02(2006.01)i, F21S8/04(2006.01)i, F21V29/00(2006.01)i, H01L33/50(2010.01)i, H01L33/64(2010.01)i, C09K11/00(2006.01)n, F21Y101/02(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F21S8/10, F21S8/02, F21S8/04, F21V29/00, H01L33/50, H01L33/64, C09K11/00, F21Y101/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2012-9633 A (Panasonic Electric Works Co., Ltd.), 12 January 2012 (12.01.2012), paragraphs [0018], [0020]; fig. 1 (Family: none)	1-3, 6-7, 9-10 1-10 11
Y A	JP 2012-204072 A (Sharp Corp.), 22 October 2012 (22.10.2012), paragraphs [0029] to [0145]; fig. 1 to 3 & WO 2012/124587 A1	1-10 11
Y	JP 2012-124054 A (Sharp Corp.), 28 June 2012 (28.06.2012), fig. 3 (Family: none)	8-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
24 December, 2013 (24.12.13)

Date of mailing of the international search report
07 January, 2014 (07.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/077627

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-49022 A (Stanley Electric Co., Ltd.), 08 March 2012 (08.03.2012), paragraph [0018]; fig. 2 & US 2012/0051075 A1	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F21S8/10(2006.01)i, F21S8/02(2006.01)i, F21S8/04(2006.01)i, F21V29/00(2006.01)i,
H01L33/50(2010.01)i, H01L33/64(2010.01)i, C09K11/00(2006.01)n, F21Y101/02(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F21S8/10, F21S8/02, F21S8/04, F21V29/00, H01L33/50, H01L33/64, C09K11/00, F21Y101/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2012-9633 A (パナソニック電気株式会社) 2012. 01. 12, 【0018】 ,	1-3, 6-7, 9-10
Y	【0020】 , 図 1 (ファミリーなし)	1-10
A		11
Y	JP 2012-204072 A (シャープ株式会社) 2012. 10. 22, 【0029】-【0145】 ,	1-10
A	図 1-図 3 & WO 2012/124587 A1	11
Y	JP 2012-124054 A (シャープ株式会社) 2012. 06. 28, 図 3 (ファミリーなし)	8-10
A	JP 2012-49022 A (スタンレー電気株式会社) 2012. 03. 08, 【0018】 ,	1-11
	図 2 & US 2012/0051075 A1	

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 4 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

林 道広

3 X

3 5 2 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 7 2