(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2014-11034
(P2014-11034A)
(43)公開日　平成26年1月20日(2014.1.20)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
F21S 2/00	***(2006.01)***	F21S 2/00	340	3K243
F21Y 101/02	*(2006.01)*	F21Y 101:02		

審査請求 未請求　請求項の数 7　OL　（全 14 頁）

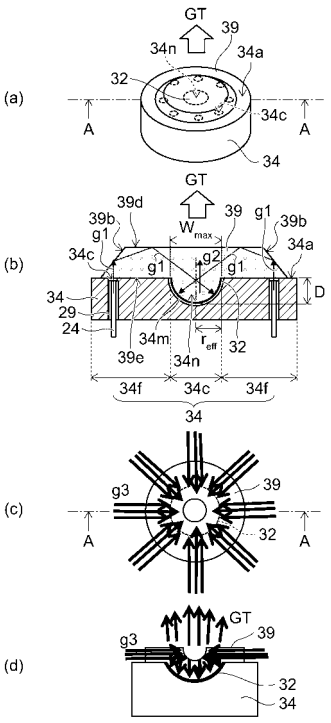
(21)出願番号　特願2012-147057 (P2012-147057)
(22)出願日　平成24年6月29日 (2012.6.29)

(71)出願人　000111672
ハリソン東芝ライティング株式会社
愛媛県今治市旭町５丁目２番地の１
(74)代理人　100108062
弁理士　日向寺　雅彦
(74)代理人　100168332
弁理士　小崎　純一
(74)代理人　100146592
弁理士　市川　浩
(74)代理人　100159709
弁理士　本間　惣一
(74)代理人　100157901
弁理士　白井　達哲

最終頁に続く

(54)【発明の名称】固体照明装置

(57)【要約】
【課題】高輝度・大光量白色光を放出し放熱性が高められた固体照明装置を提供する。
【解決手段】固体照明装置は、光源部と、導光部と、発光部と、を有する。光源部は、半導体レーザーを有し、青紫色～青色の複数のレーザー光を放出する。導光部は、レーザー光をそれぞれ導光する複数の導波路を有する。発光部は、熱伝導部と、波長変換層と、発光部と、を有する。熱伝導部は、凹部が設けられた中央部と平坦部とを有する。波長変換部は、凹部の表面に設けられる。光学部は、上面と側面と下面とを有する。複数の導波路の一方の端部は上方からみて波長変換層の外側に配置され、一方の端部から光学部に入射した複数のレーザー光は導光されたのち波長変換層を照射する。複数のレーザー光を吸収した波長変換層から放出された波長変換光と、複数のレーザー光が前記発光部内で多重散乱して生じた散乱光と、は、光学部の上面から放出される。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
半導体レーザーを有し、青紫色～青色の波長範囲の複数のレーザー光を放出する光源部と、
前記複数のレーザー光をそれぞれ導光する複数の導波路を有する導光部と、
凹部が設けられた中央部と前記中央部の周りに設けられた平坦部とを有する熱伝導部と、前記凹部の表面に設けられた波長変換層と、前記平坦部の上に設けられ上面と側面と下面とを有する光学部と、を有する発光部であって、前記複数の導波路の一方の端部は上方からみて前記波長変換層の外側にそれぞれ配置され、前記一方の端部から前記光学部にそれぞれ入射した前記複数のレーザー光は導光されたのち前記波長変換層を照射する発光部と、
を備え、
前記複数のレーザー光を吸収した前記波長変換層から放出された波長変換光と、前記複数のレーザー光が前記発光部内で多重散乱して生じた散乱光と、は、前記光学部の前記上面から放出される固体照明装置。
【請求項２】
前記凹部の深さは、上方からみた前記波長変換層の最大長さの２分の１以下である請求項１記載の固体照明装置。
【請求項３】
前記凹部の前記表面には、前記凹部の前記最大長さよりも短い最大長さを有する複数の凹部がさらに設けられている請求項１または２に記載の固体照明装置。
【請求項４】
半導体レーザーを有し、青紫色～青色の波長範囲の複数のレーザー光を放出する光源部と、
前記複数のレーザー光をそれぞれ導光する複数の導波路を有する導光部と、
凸部が設けられた中央部と前記中央部の周りに設けられた平坦部とを有する熱伝導部と、前記凸部の表面に設けられた波長変換層と、上面と側面と下面とを有し、前記下面の側には前記凸部を収納可能な凹部が設けられ、前記下面のうち前記凹部が設けられない領域は前記平坦部の上に設けられた光学部と、を有する発光部であって、前記複数の導波路の一方の端部は上方からみて前記波長変換部の外側にそれぞれ配置され、前記一方の端部から前記光学部にそれぞれ入射した前記複数のレーザー光は導光されたのち前記波長変換層を照射する発光部と、
を備え、
前記複数のレーザー光を吸収した前記波長変換層から放出された波長変換光と、前記複数のレーザー光が前記発光部内で多重散乱して生じた散乱光と、は、前記光学部の前記上面から放出される固体照明装置。
【請求項５】
前記凸部の高さは、上方からみた前記波長変換層の最大長さの２分の１以下である請求項４記載の固体照明装置。
【請求項６】
前記凸部の前記表面には、前記凸部の前記最大長さよりも小さい最大長さを有する複数の凸部がさらに設けられている請求項４または５に記載の固体照明装置。
【請求項７】
前記波長変換層と接する前記熱伝導部の前記表面は、反射層を含む請求項１～６のいずれか１つに記載の固体照明装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明の実施形態は、固体照明装置に関する。
【背景技術】

【０００２】
固体発光素子を用いた白色固体照明(ＳＳＬ: Solid-State Lighting)装置の光源は、ＬＥＤ(Light Emitting Diode)が主流である。
【０００３】
しかし、蛍光体を有する白色発光部とＬＥＤチップとは近接して設けられることが多い。このため、ＬＥＤチップの放熱と給電のための基板が必要である。
【０００４】
また、高輝度ＬＥＤは、チップサイズが０．５ｍｍ×０．５ｍｍ以上であり、かつ、発光がランバート（Lambert）分布であり発光放射角が広い。このため、光が発散しやすく、蛍光体層を効率よく照射することが困難である。
【０００５】
液晶プロジェクタ、舞台照明、街路灯、サーチライト、ヘッドライト、などの照明装置には、高輝度大光量光源が必要である。しかしながら、小型、軽量、低発熱量である発光部を、ＬＥＤで構成することは困難である。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００６】
【特許文献１】特開２００７－５２９５７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
高輝度・大光量白色光を放出可能であり、放熱性が高められた固体照明装置を提供する。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
実施形態にかかる固体照明装置は、光源部と、導光部と、発光部と、を有する。前記光源部は、半導体レーザーを有し、青紫色～青色の波長範囲の複数のレーザー光を放出する。前記導光部は、前記複数のレーザー光をそれぞれ導光する複数の導波路を有する。前記発光部は、熱伝導部と、波長変換層と、発光部と、を有する。前記熱伝導部は、凹部が設けられた中央部と前記中央部の周りに設けられた平坦部とを有する。前記波長変換部は、前記凹部の表面に設けられる。前記光学部は、前記平坦部の上に設けられ上面と側面と下面とを有する。前記複数の導波路の一方の端部は上方からみて前記波長変換層の外側にそれぞれ配置され、前記一方の端部から前記光学部にそれぞれ入射した前記複数のレーザー光は導光されたのち前記波長変換層を照射する。前記複数のレーザー光を吸収した前記波長変換層から放出された波長変換光と、前記複数のレーザー光が前記発光部内で多重散乱して生じた散乱光と、は、前記光学部の前記上面から放出される。
【発明の効果】
【０００９】
高輝度・大光量白色光を放出可能であり、放熱性が高められた固体照明装置が提供される。
【図面の簡単な説明】
【００１０】
【図１】第１の実施形態にかかる固体照明装置の構成を示す模式斜視図である。
【図２】図２（ａ）は第１の実施形態の発光部の模式斜視図、図２（ｂ）はＡ－Ａ線に沿った模式断面図、図２（ｃ）は第１の実施形態の変形例の模式平面図、図２（ｄ）は変形例のＡ－Ａ線に沿った模式断面図、である。
【図３】発光部の作用を説明する模式図である。
【図４】図４（ａ）は比較例にかかる固体照明装置の発光部の作用を説明する模式図、図４（ｂ）は発光部の部分模式断面図、である。
【図５】図５（ａ）は波長変換層の深さが半球である場合の模式断面図、図５（ｂ）は波

長変換層の深さが半球よりも浅い場合の模式断面図、図５（ｃ）は波長変換層の深さが半球よりも深い場合の模式断面図、である。
【図６】図６（ａ）は第１の実施形態の第１変形例、図６（ｂ）は第２変形例、である。
【図７】図７（ａ）は第２の実施形態にかかる固体照明装置の発光部の部分模式断面図、図７（ｂ）はその作用を説明する模式図、図７（ｃ）は第２の実施形態の変形例の模式平面図、図７（ｄ）はＡ－Ａ線に沿った模式断面図、である。
【図８】図８（ａ）は第２の実施形態の発光部の第１変形例の部分模式断面図、図８（ｂ）は第２変形例の部分模式断面図、である。
【図９】（ａ）は複数のレーザー光の照射パターンを表す模式平面図、図９（ｂ）は変形例の模式平面図、である。
【図１０】比較例における照射パターンを表す模式平面図である。
【図１１】固体照明装置の応用例の一例であるプロジェクタの構成を示す模式図である。
【図１２】固体照明装置の応用例の一例であるプロジェクタの機能を示すブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。
図１は、第１の実施形態にかかる固体照明装置の構成を示す模式斜視図である。
固体照明装置は、光源部１０と、導光部２０と、発光部３０と、を有している。
【００１２】
光源部（ライトエンジン）１０は、半導体レーザー１１と、駆動回路１２と、を有する。半導体レーザー１１は、窒化物系半導体材料からなり、青紫色～青色の波長範囲のレーザー光を放出する。固体発光素子を半導体レーザーとすると、光ファイバーなどに高輝度で効率良く結合させることができる。半導体レーザーのチップの端面の発光点は１０μｍ以下のサイズであり、その放射角(ビーム広がり角:beam divergence)も２５度×４０度程度と狭い。
【００１３】
なお、本明細書において、青紫色光の波長範囲は、４０５ｎｍ以上、４３０ｎｍよりも小とする。また、青色光の波長範囲は、４３０ｎｍ以上、４９０ｎｍ以下とする。
【００１４】
駆動回路１２は、半導体レーザー１１に所定の電圧または電流を供給する。また、所定の光出力となるような制御回路を有することもできる。さらに、戻り光を検出し、たとえば、異常を検出した場合に半導体レーザー１１の駆動を停止する機能を有することもできる。
【００１５】
また、光源部１０は、半導体レーザー１１からのレーザー光を、伝送する光ファイバー１４と、レーザー光を光ファイバー１４の端部に集光するためのレンズなどの光結合部１３を有することができる。さらに、放出光の異常検出のための戻り光ＲＬ１を検出する光センサー（図示しない）を有することができる。
【００１６】
レーザー光は、複数のビームを含む。複数のビームは、１つの半導体レーザーの出力を分岐してもよいし、独立のビームでもよい。複数の半導体レーザー１１から放出される複数のビームを用いると、より高い出力とすることができる。
【００１７】
導光部２０は、複数の導波路を有することができる。それぞれの導波路は、複数のレーザー光Ｇ１のうちのそれぞれを発光部３０へ伝送する。
【００１８】
発光部３０は、熱伝導部３４と、波長変換層３２と、光学部３９と、を有する。光学部３９に入射した複数のレーザー光Ｇ１のそれぞれは導光されたのち波長変換層３２を照射する。レーザー光の波長よりも長い波長を有する波長変換光は、複数のレーザー光を吸収

した波長変換層３２から放出される。複数のレーザー光は、多重散乱により、青紫色～青色光の散乱光となる。その散乱光と、波長変換光と、の混合光は、光学部３９の上面から放出される。

【００１９】

なお、図１に示す第１の実施形態では、導波路が光ファイバーを含むものとし、導光部２０が多芯光ファイバーであるものとするが、本発明はこれに限定されない。また、レーザー光は、光学部３９の側面側から入射することもできるが、図１では裏面側から入射するものとする。

【００２０】

導波路は、第１のファイバーフェルール２９からなる一方の端部と、第２のファイバーフェルール２８と、発光部３０の側に設けられたコネクタ２３と、光ファイバー２４と、光源部１０の側に設けられたコネクタ２２と、を有する。第１のファイバーフェルール２９と第２のファイバーフェルール２８の内部には、例えば、ファイバー（図示しない）が設けられていて、第１のファイバーフェルール２９と第２のファイバーフェルール２８とは光結合する。

【００２１】

コネクタ２６は、嵌合部２７と、嵌合部２７を囲むように設けられた複数の開口部２６ａと、を有する。開口部２６ａには、第２のファイバーフェルール２８がそれぞれ挿入されている。

【００２２】

レーザー光が光学部３９の下面側から入射する場合、複数の第２のファイバーフェルール２８は、コネクタ２６の周辺領域に同心円状に等間隔で配置される。また、複数の第１のファイバーフェルール２９も同心円状に等間隔で配置される。第１のファイバーフェルール２９のそれぞれの光ファイバーの直径を第２のファイバーフェルール２８のそれぞれの光ファイバーの直径よりも大きくするとレーザー光は第１のファイバーフェルール２９内の光ファイバーに高い効率で入射する。なお、第１のファイバーフェルール２９の位置は、ストッパなどで制御可能である。その固定には、耐熱性接着剤やレーザー溶接などを用いることができる。なお、レーザー光が、光学部３９の側面から入射してもよい。

【００２３】

第１のファイバーフェルール２９が挿入される開口部３４ｃは、波長変換層３２の周囲に等間隔で配置される。たとえば、レーザー光が、青紫色～青色の波長範囲である場合、波長変換層３２を黄色蛍光体からなるものとすると、波長変換光として黄色光を得ることができる。この結果、レーザー光が発光部３０内の多重散乱で生じた青紫色～青色散乱光との混合光を白色光近傍とすることができる。

【００２４】

図２（ａ）は発光部の模式斜視図、図２（ｂ）はＡ－Ａ線に沿った模式断面図、図２（ｃ）は第１の実施形態の変形例の模式平面図、図２（ｄ）は変形例のＡ－Ａ線に沿った模式断面図、である。

図２（ａ）、（ｂ）に表すように、熱伝導部３４は、凹部３４ｎが設けられた中央部３４ｃと、中央部３４ｃの周りに設けられた平坦部３４ｆと、を有する。熱伝導部３４は、たとえば、高熱伝導率を有する金属などからなる。凹部３４ｎは、熱伝導部３４の表面から半球を切り取った形状とする。

【００２５】

波長変換層３２は、凹部３４ｎの表面に設けられる。もし、凹部３４ｎの表面を銀メッキなどからなる反射層３４ｍとすると、輝度を高めることができるのでより好ましい。

【００２６】

光学部３９は、熱伝導部３４の凹部３４ｎと嵌合する凸部を有し、熱伝導部３４の上に設けられる。複数の導波路のそれぞれの一方の端部は、上方からみて、波長変換層３２の外側に配置される。また、光学部３９は、上面３９ｄと、側面と、下面３９ｅと、を有する。さらに、側面は、外側の斜面３９ｂを含む。斜面３９ｂは、第１のファイバーフェル

ール２９から出射したレーザー光ｇ１を反射し、波長変換層３２に向けて導光する。レーザー光ｇ１は、波長変換層３２を集中的に照射する。

【００２７】

発光部３０に入射した複数のレーザー光は、波長変換層３２により反射や拡散がされたり、光学部３９内での反射の繰り返しなどにより散乱光に変換される。このような青紫色～青色の散乱光と、黄色光などの波長変換光ｇ２と、の主要部分は、上面３９ｄから混合光ＧＴとして取り出される。

【００２８】

また、光学部３９がガラスからなる場合、適正な不活性ガス雰囲気内で、光学部３９と熱伝導部３４とを共晶金属などからなる半田層などを用いて接着することができる。このようにすると、凹部３４ｎの内部に不活性ガスを満たし、波長変換層３２を気密封止できる。この構造により、波長変換層３２の劣化を防止できる。つまり、機械的強度も含め、ロバストで高い信頼性を有する発光部３０を実現できる。波長変換層３２は、たとえば、樹脂内に蛍光体粒子を分散させたものとすることができる。図２（ｃ）、（ｄ）の変形例では、光学部３９の側面から、フラット形状の光ファイバーを用いて、複数のレーザー光ｇ３を入射することができる。

【００２９】

図３は、発光部の作用を説明する模式図である。

凹部３４ｎの中心軸は、発光部３０の光軸９２である。集光レンズ９０は、波長変換光と、発光部３０内で散乱されたレーザー光と、の混合光ＧＴを集光する。なお、本図において、集光レンズ９０は光学部３９の外側に設けられているが、光学部３９の上面３９ｄに設けてもよい。なお、本図において、凹部３４ｎの実効的な半径をｒｅｆｆと表すことにする。

【００３０】

照明装置の輝度は、あくまで発光領域から方向別の立体角内の光エネルギーをもとに計算される。しかし、近軸上の光学系、たとえば集光レンズ９０の側からみたとき、実効的に狭い発光面積の方が光エネルギー密度が高くなるので、垂直輝度は高くなる。また、発光がランバート配光であれば、凹となる発光面は、平坦な発光面よりも集光性を強めることができ、実効垂直輝度を高めることが容易となる。

【００３１】

図４（ａ）は比較例にかかる固体照明装置の発光部の作用を説明する模式図、図４（ｂ）は発光部の部分模式断面図、である。

図４（ｂ）に表すように、波長変換層１３２は円板形状とし、熱伝導部１３４の平坦な表面を構成する反射層１３４ｍの高反射面の上に設けられる。図４（ａ）に表すように、波長変換層１３２の半径r_dである円板の表裏を合わせた表面積は、同じ半径を有する球の表面積の２分の１である。

【００３２】

もし、裏面に反射率が１００％の反射面を設けると、表裏の光は、一方の面から放出されるので、発光面積は球の４分の１、もしくは、半球の２分の１となる。よって、図３に表した凹部３４ｎの実効的な半径r_{eff}は、同じ表面積の円板r_dよりも小さくできるので、外部光学系を小型にして集光することが可能であり、小型照明装置とできる。

【００３３】

次に、外部光学系から発光部３０をみる場合を考える。スポットライトのように、点光源からの発光を集光させる場合は、近軸上にレンズ９０を配置する。反射型光源では、レンズ９０の配置位置から発光面を近軸上に見ることになる。つまり、外部光学系から光源として認識される大きさは、球、半球、円板、において、略直径と考えることができる。

【００３４】

もし、近軸上で略同一の輝度を得る場合、第１の実施形態の半球の半径r_{eff}は、円板形状波長変換層３２の半径r_dを用いて表現すると、先に示した通り、半球の表面積が円板の表面積の２分の１で済むため、実効的に次式で近似できる。

【００３５】

【数１】

$$r_{eff} = r_d / \sqrt{2}$$

【００３６】

従って、外部光学系のサイズも同様の比率で縮小できる。また、円のランバート反射よりも、少し狭い配光とすることができる。他方、熱伝導部３４の第１の面３４ａと接触する波長変換層３２の表面積は、半球の表面積と同じである。すなわち、熱抵抗は略同一に保つことができる。

【００３７】

図５（ａ）は波長変換層の深さが半球である場合の模式断面図、図５（ｂ）は波長変換層の深さが半球よりも浅い場合の模式断面図、図５（ｃ）は波長変換層の深さが半球よりも深い場合の模式断面図、である。

図５（ａ）は、波長変換層３２の断面形状が半球、すなわち、凹部３４ｎの深さＤと波長変換層３２の最大長さＷｍａｘの２分の１とが等しい場合である。図５（ｂ）は、波長変換層３２の断面形状が凹部３４ｎの深さＤ方向を短軸とする半楕円体、すなわち、凹部３４ｎの深さＤが波長変換層３２の最大長さＷｍａｘの２分の１よりも小さい場合である。また、図５（ｃ）は、波長変換層３２の断面形状が凹部３４ｎの深さＤ方向を長軸とする半楕円体、すなわち、凹部３４ｎの深さDが波長変換層３２の最大長さＷｍａｘの２分の１よりも大きい場合である。この模式図では、凹部３４ｎの最深部の波長変換層３２から放出される光線成分のうち、光軸１９２となす角、すなわち、光軸１９２に対する広がり角θが４５°である成分に着目する。波長変換光は、Lambert配光であり、最深部は、平面の場合の波長変換層と同様のLambert配光であるので比較しやすい。Lambert配光の半値半角は６０°であるが、外部の光学系で拾いやすい現実的な角度として、θ＝４５°を目安とした。

【００３８】

図５（ａ）に表すように、半球では、４５°の光が、開口部の縁に近接するように通過しレンズ１９０に直接到達し、照射面１９４に集光されて、開口部を平面と仮定した場合の発光像の内側に近接して結像される。また、図５（ｂ）に表すように、凹部３４ｎの深さＤを、波長変換層３２の最大長さＷｍａｘの２分の１よりも小さくしたときも、４５°の光線成分がレンズ１９０によって、照射面１９４に集光される。開口部を平面と仮定した場合の発光像のかなり内側に結像される。

【００３９】

ところが、図５（ｃ）に示すように、凹部３４ｎの深さDを、波長変換層３２形状の最大長さＷｍａｘの２分の１よりも大きくしたとき、凹部３４ｎの深い部分から放出された光は、途中で凹部３４ｎの浅い部分に当たり、Lambert拡散する。拡散面も軸に平行に近いので、強度の大きい光線成分を含めた多くの光線は、レンズ１９０を通らない方向に進むため、有効活用できない。レンズ１９０を通る光線でも、結像点は、開口部を平面と仮定した場合の発光像の外側に結像される成分が多く、収差を生じやすくなる。要するに半球面よりも深くなると、光の取り出しと結像に問題が生じる。よって、凹部３４ｎの深さＤは、波長変換層３２形状の最大長さＷｍａｘの２分の１以下であることが望ましい。

【００４０】

なお、波長変換層３２を上から見たときの形状は、円に特定されず、円、楕円、正方形、矩形などでもよい。円の場合、上方からみた波長変換層３２の最大長さＷｍａｘは直径である。また、矩形の場合、最大長さは、対角線である。また、波長変換面も半球内面そのものではなく半球に内接する波長変換面でも良いし、柔軟に最適な形状を設計できる。最深部以外での配光も含めたメリットは後述する。

【００４１】
図６（ａ）は第１の実施形態の第１変形例、図６（ｂ）は第２変形例、である。
図６（ａ）のように、半球状に切り取られた凹部３４ｎの表面に複数の小さな凹部をさらに設ける。この場合、小さな凹部の最大長さは、凹部３４ｎの最大長さW_{max}よりも短い。このような小さい凹部を多く設けると、輝度を球の全表面を発光面とする輝度にさらに近づけることができる。この結果、放熱性を高く保ちつつ、実効的な輝度を高めることができる。図６（ｂ）のように、小さな凹部を複数個設けてもよい。
【００４２】
この場合、上方からみて波長変換層３２が円であるものとすると、その実効的は半径$r2_{eff}$は、小さい凹部の半径ではなく、波長変換層３２の全体の半径であるものとする。このようにすると、光軸方向の収差を低減でき、外部光学系の設計が容易となる。
【００４３】
図７（ａ）は第２の実施形態にかかる固体照明装置の発光部の部分模式断面図、図７（ｂ）はその作用を説明する模式図、図７（ｃ）は第２の実施形態の変形例の模式平面図、図７（ｄ）はＡ－Ａ線に沿った模式断面図、である。
熱伝導部３４は、凸部３４ｐが設けられた中央部３４ｃと、中央部３４ｃの周りに設けられた平坦部３４ｆと、を有する。凸部３４ｐの表面を構成する反射層３４ｍは高反射率を有する。また、反射層３４ｍの表面を覆うように波長変換層３２を設けることができる。光学部３９は、熱伝導部３４の凸部３４ｐとその表面に設けられた波長変換層３２とに嵌合する凹部を有する。光学部３９の下面３９ｅのうち、凹部が設けられない領域は、熱伝導部３４の平坦部３４ｆの上に設けられる。
【００４４】
ここで、放物面を有するレフ（反射板）９４と組み合わせることにより、図４に表す比較例の円板状の波長変換層と比べて、発光面のサイズを実効的に小さくできる。このため、第１の実施形態と同様に、放熱性を保ちつつ、高い輝度とすることができる。また、外部光学系のサイズを小さくすることができる。さらに、凸部３４ｐの高さＨは、上方からみた波長変換層３２の最大長さW_{max}の２分の１以下とすることが好ましい。なお、波長変換層３２は、レフ９４と対向するように配置されてもよい。図７（ｃ）、（ｄ）の変形例では、光学部３９の側面から、フラット形状の光ファイバーを用いて、複数のレーザー光ｇ３を入射することができる。
【００４５】
図８（ａ）は第２の実施形態の発光部の第１変形例の部分模式断面図、図８（ｂ）は第２変形例の部分模式断面図、である。
図８（ａ）のように、半球状に突出した凸部３４ｐの表面に複数の小さな凸部をさらに設ける。小さい凸部を多く設けると、その輝度を球の全表面を発光面とする輝度にさらに近づけることができる。このように、放熱性を高く保ちつつ、実効的な輝度を高めることができる。また、図８（ｂ）のように、小さな凸部を複数個設けてもよい。このようにすると、光軸方向の収差を低減でき、外部光学系の設計が容易となる。
【００４６】
ここで、ＬＥＤ、ハロゲン電球、ＨＩＤ（High Intensity Discharge)などの大光量高輝度光源を用いる灯具およびプロジェクタなどの照明装置は、その光源の発熱のため、筐体のサイズが大きくなる。特に、プロジェクタは、冷却ファンなどを含み、液晶やレンズなどの光学部品、および、回路などが筐体に一体的に内蔵している。これらの高価な部品の放熱対策も必要になる。また、机の上にプロジェクタを置いた場合、冷却ファンからの排熱が不快であり、ファンの音がうるさい。これに対して、第１の実施形態では、放熱が容易で、小型軽量の大光量高輝度照明装置を提供することができる。
【００４７】
また、第１および第２の実施形態の固体照明装置は、１０００ルーメンを超える光束を数ｍｍ以下の直径で発光し、大光量高輝度白色光源を実現できる。発光部３０における発熱領域は、蛍光体層３２のみであり、小型で軽量な白色発光領域を実現できる。

【００４８】
第１および第２の実施形態では、図２（ａ）、（ｂ）に表すように、複数のレーザー光ｇ１のそれぞれの照射面積は、波長変換層３２の面積よりも小さくできる。このため、それぞれの光ファイバー２４からの照射位置を少しずつずらすことができる。
【００４９】
図９（ａ）は複数のレーザー光ｇ１の照射パターンを表す模式平面図、図９（ｂ）は変形例の模式平面図、である。
すなわち、波長変換層３２の表面において、８つのレーザー光ｇ１の照射位置を少しずつずらした照射パターンを表している。狭い放射角度で、かつ１００～２００μｍの直径の光ファイバーからの出射されたレーザー光ｇ１によって、数ｍｍ程度の微小高輝度発光系の中で、大光量の輝度分布を平坦にすることができる。また、図９（ｂ）の変形例では、たとえばフラット形状の光ファイバーを用いて、光学部３９の側面から複数のレーザー光ｇ３を入射する。この場合、波長変換層３２の表面に対して、複数のレーザー光ｇ３の中心を少しずつずらして斜めに照射することにより、大光量の輝度分布を平坦にすることができる。
【００５０】
図１０は、比較例における照射パターンを表す模式平面図である。
８つのレーザー光ｇ１１が波長変換層１３２の中央近傍に集中して照射され、輝度が中央近傍で急峻となることを表している。この場合、波長変換層１３２の発熱量が増大し、発光効率が低下することがある。これに対して、本実施形態では、凹部３４ｎまたは凸部３４ｐの表面において照射位置をずらし、波長変換層３２の表面を均一に照射できる。このため、放熱性がさらに高められる。
【００５１】
図１１は、固体照明装置の応用例の一例であるプロジェクタの構成を示す模式図である。
発熱の大きい半導体レーザーと、駆動回路と、は、光源部１０に収納されている。光ファイバー２４などの導光部２０により、光源部１０と接続された発光部３０は、大光量高輝度発光が可能であるにもかかわらず、小型軽量で低発熱とできる。光源部１０を、たとえば、机の下などに設置すれば、机上は広くなり、冷却ファンによる排熱や騒音を抑制できる。
【００５２】
映像をスクリーン６４に投影する投影部６０には、発光部の前に液晶デバイスなどからなるシャッターが設けられる。液晶デバイスは、消費電力が低いので、発熱は少ない。また、マイクロ波でワイアレス給電する場合、光ファイバー２４には光信号伝送用のコネクタを設ければよい。もちろん、電気信号伝送用のコネクタを設けることもできる。発光部３０は自在に首の角度を調整できるように、自在パイプの中に光ファイバー束を通すと、照射位置の調整がワンタッチで可能である。
【００５３】
図１２は、プロジェクタの機能を示すブロック図である。
プロジェクタは、投影部６０と、固体照明装置５と、掃引信号駆動部７１と、戻り光センサー部７３と、映像信号駆動部７２と、を有する。投影部６０は、映像部６３と、掃引光学部６１と、外部信号センサー部６２と、を有する。また、映像部６３は、液晶シャッターを有してもよい。
【００５４】
光源部１０から放出されたレーザー光Ｇ１は、導光部２０内を伝搬し、発光部３０へ入射する。発光部３０から放出された白色光ＷＬは、映像部６３に対するバックライトとして作用する。また、光源部１０は、掃引光学部６１へレーザー光Ｇ２を伝送することができる。
【００５５】
光学部３０からの戻り光ＲＬ１は、導光部２０を通り、戻り光センサー部７３へ入射す

る。戻り光ＲＬ１は、光学部３９で反射されたレーザー光および波長変換光を含む。たとえば、戻り光の黄色光成分の強度が、青色光成分の強度に対して低下した場合、戻り光センサー部７３がこの低下を検出し、光源部１０内に設けられた半導体レーザーの駆動を停止することができる。すなわち、固体照明装置５は、放出光が異常モードになったことを検出する自己診断機能を有するので、青色光などが過剰に放出されることを防ぎ安全を確保することができる。

【００５６】

映像部６３には、映像信号駆動部７２からの映像信号Ｓ１が入力され、スクリーン６４に向けて映像を投影する。また、掃引光学部６１へは、掃引信号駆動部７１からの掃引信号Ｓ２が入力される。

【００５７】

また、信号伝送系を光のみにする場合、高出力レーザーの出力の一部を利用して発光ヘッド側で光発電を行い、制御信号用電力も光ファイバーなどで伝送することも可能である。

【００５８】

第１および第２の実施形態にかかる固体照明装置５は、高輝度・大光量白色光を放出可能であり、放熱性を高めることが容易である。また、レーザー光を光ファイバーケーブルで照明の発光部まで導光させる照明システムとしたことで、ＬＥＤや、フィラメント電球・ＨＩＤランプなどを用いた照明システムと異なり照明の発光部近傍に電気配線する必要がなくなる。その結果として、これまで、設置・配線に防水防爆対策や、特殊装備の着用を必要とする環境箇所・電気配線が困難な箇所などに広く用いることができる。たとえば、舞台照明の場合、プロジェクションやスポット照明に使用できる。この場合、微小発光部のローカル部分の色や輝度を調光でき、分解能は低いが演出としては大きな効果が得られる。

【００５９】

発光部の発熱が大きい照明装置の場合、スポットやプロジェクション型の舞台照明とレーザー光掃引による演出とは、別の大型装置を用いる必要があった。これに対して、第１および第２の実施形態によれば、１台の小型ヘッドを用いて、両方の機能を実現することができる。このため、舞台やスタジオのコンセプトを大きく変えることができ、その効果は大きい。

【００６０】

また、外部信号光センサー部６２が赤外線などの外部光信号を検出すると、光源部１０に向けて、赤外線や電気などの信号ＲＬ２を伝送し、半導体レーザーのオンまたはオフに制御することができる。このような固体照明装置は、防爆設備用照明や画像録画可能な防犯照明などとして用いることができる。

【００６１】

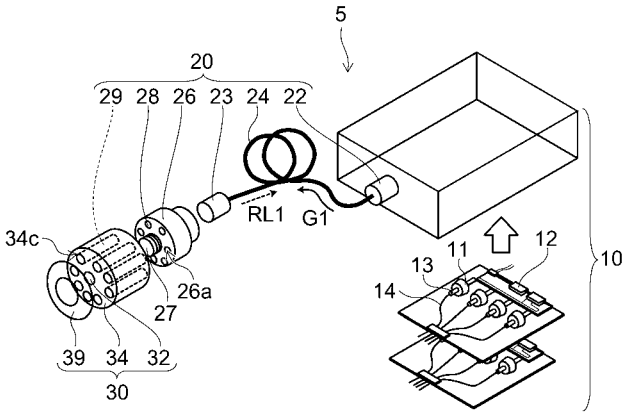
本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

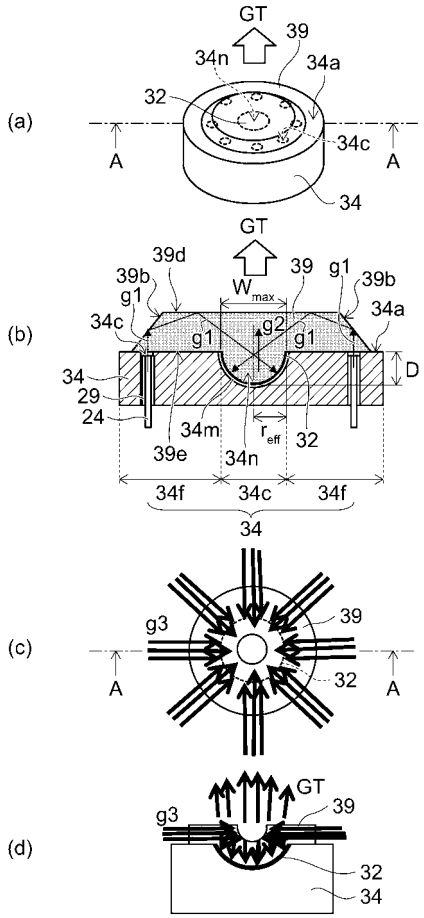
【００６２】

５　固体照明装置、１０　光源、１１　半導体レーザー、２０　導光部、３０　発光部、３２　波長変換層、３４　熱伝導部、３４ｍ　反射層、３４ｎ　凹部、３４ｐ　凸部、３９　光学部、３９ｄ　（光学部の）上面、３９ｅ　（光学部の）下面、W_{max}　（凸部または凹部の）最大長さ、r_{eff}　発光面の実効的半径、r_{d}　円板形発光面の半径

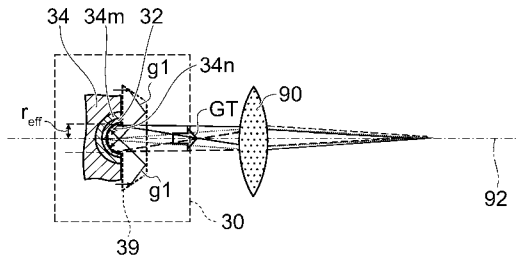
【図１】


5
20
29 28 26 23 24 22
RL1 G1
34c
26a
27
39 34 32
30
13 11 12
14
10

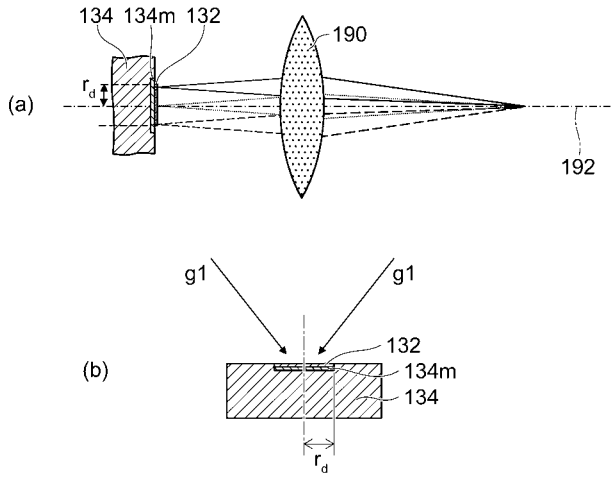
【図２】


(a)
GT
39
34n
34a
32
34c
A A
34
(b)
GT
39d
39b
g1
39
g1
39b
W_{max}
34c
g2
34a
g1 g1
D
34
29
24
34m
r_{eff}
32
39e
34n
34f 34c 34f
34
(c)
g3
39
A A
32
(d)
GT
g3
39
32
34

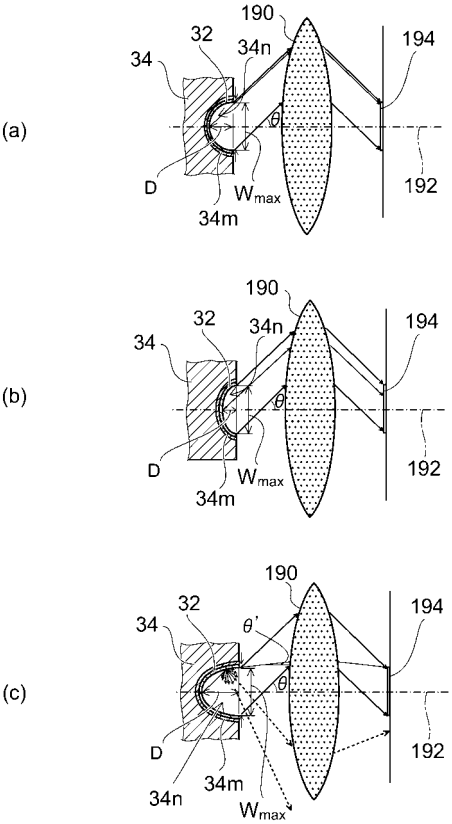
【図３】


34 34m 32
g1
34n
r_{eff}
GT
90
g1
92
30
39

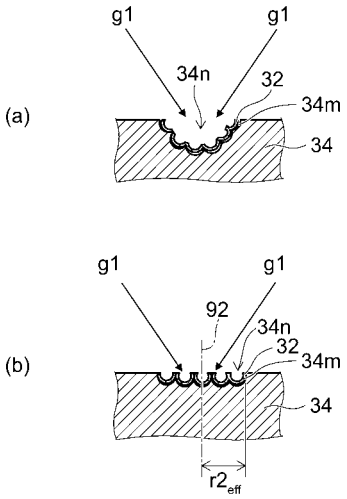
【図４】


(a)
134 134m 132
190
r_d
192
(b)
g1 g1
132
134m
134
r_d

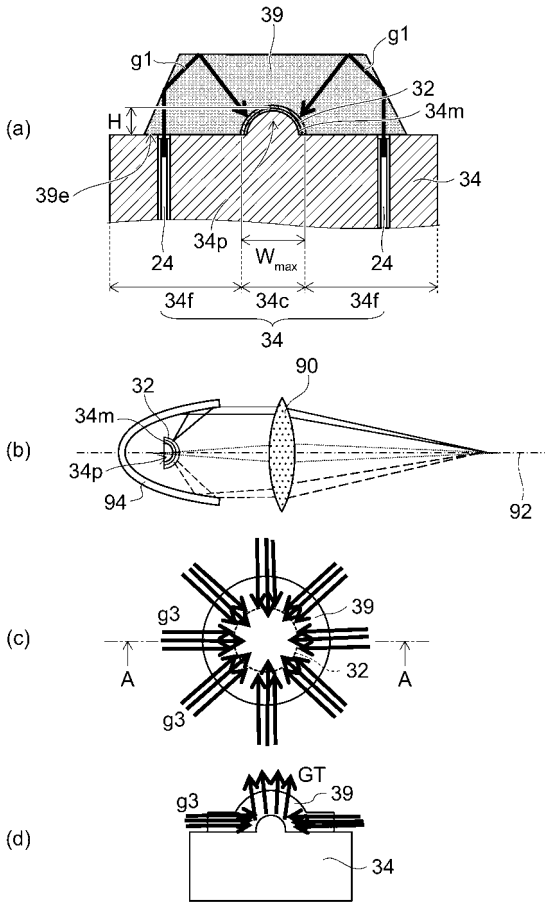
【図５】


(a)
190
32
34n
194
34
θ
D
W_{max}
192
34m
(b)
190
32
34n
194
34
θ
D
W_{max}
192
34m
(c)
190
32
θ'
194
34
θ
D
192
34m
34n
W_{max}

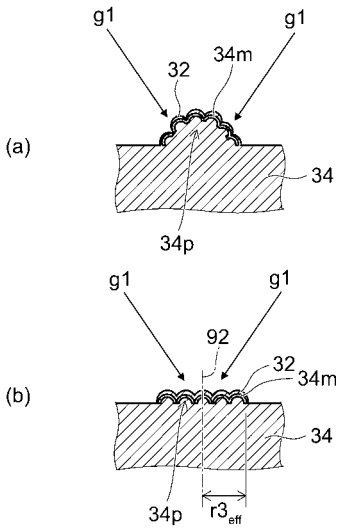
【図６】


(a)
g1
g1
34n
32
34m
34
(b)
g1
g1
92
34n
32
34m
34
r2eff

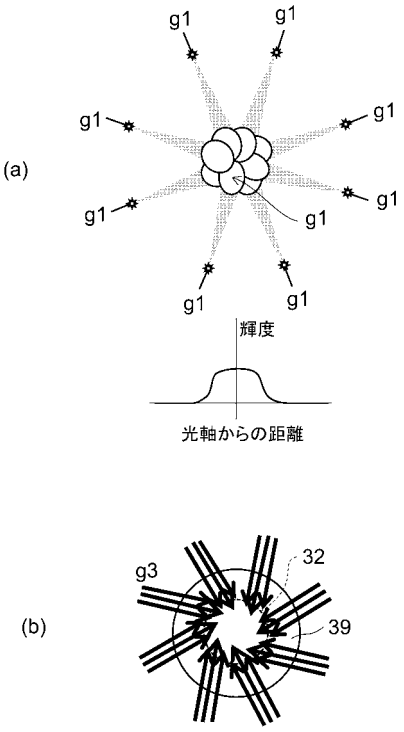
【図７】


(a)
39
g1
g1
32
34m
H
39e
34
34p
Wmax
24
24
34f
34c
34f
34
(b)
90
32
34m
34p
94
92
(c)
g3
39
A
32
A
g3
(d)
GT
g3
39
34

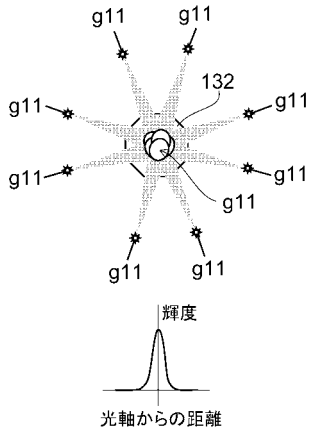
【図８】


(a)
g1
g1
32
34m
34
34p
(b)
g1
g1
92
32
34m
34
34p
r3eff

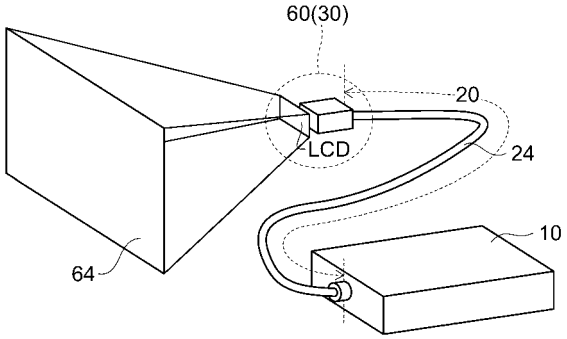
【図９】


(a)
g1
g1
g1
g1
g1
g1
g1
g1
g1
輝度
光軸からの距離
(b)
g3
32
39

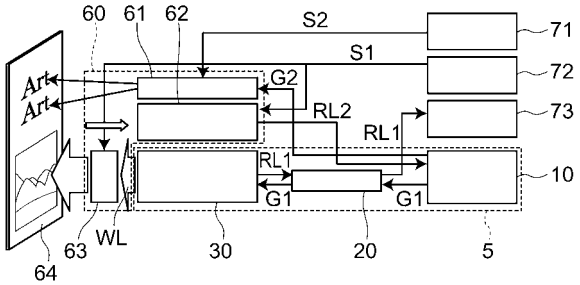
【図１０】


g11
g11
132
g11
g11
g11
g11
g11
g11
輝度
光軸からの距離

【図１１】


60(30)
20
LCD
24
10
64

【図１２】


60
61
62
S2
71
S1
72
G2
Art
Art
RL2
73
RL1
RL1
10
G1
G1
63
WL
30
20
5
64

フロントページの続き

(72)発明者　木下　順一
愛媛県今治市旭町５丁目２番地の１　ハリソン東芝ライティング株式会社内
Ｆターム(参考) 3K243 AA01 AB01 AC06 BA07 BC09 BE02 CD00