

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5380476号
(P5380476)

(45) 発行日 平成26年1月8日(2014.1.8)

(24) 登録日 平成25年10月4日(2013.10.4)

(51) Int. Cl. F I
F 2 1 S 8/12 (2006.01) F 2 1 S 8/12 I 1 O
G 0 3 B 21/14 (2006.01) G 0 3 B 21/14 A
 F 2 1 W 101/10 (2006.01) F 2 1 W 101:10
 F 2 1 Y 101/02 (2006.01) F 2 1 Y 101:02

請求項の数 10 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2011-21083 (P2011-21083)	(73) 特許権者	000005049 シャープ株式会社
(22) 出願日	平成23年2月2日(2011.2.2)		大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
(65) 公開番号	特開2012-160404 (P2012-160404A)	(74) 代理人	110000338 特許業務法人原謙三国際特許事務所
(43) 公開日	平成24年8月23日(2012.8.23)	(72) 発明者	岸本 克彦 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 シャープ株式会社内
審査請求日	平成24年1月27日(2012.1.27)	(72) 発明者	伊藤 茂稔 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 シャープ株式会社内
		審査官	栗山 卓也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置、照明装置および前照灯

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

励起光を発生する励起光源と、
 上記励起光源から発生した励起光を受けて蛍光を発生する発光体と、
 上記発光体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と、を備えた発光装置であって、

上記反射鏡の上記光反射凹面において、上記発光体からの蛍光の照度が最も高くなる位置付近の高照度領域の外の領域に貫通孔が設けられており、

上記貫通孔に挿通され、上記励起光源から発生する励起光を上記発光体に導光する導光部材を備えていることを特徴とする発光装置。

【請求項2】

上記高照度領域が、上記光反射凹面および上記発光体との距離が最短となる位置を含むことを特徴とする請求項1に記載の発光装置。

【請求項3】

上記高照度領域が、上記反射鏡における上記光反射凹面の底部付近の領域であることを特徴とする請求項2に記載の発光装置。

【請求項4】

上記貫通孔に対して、当該貫通孔の側から上記発光体の側に向けて挿通される上記導光部材の挿通方向が、通常の使用状態における鉛直方向に沿っていることを特徴とする請求項3に記載の発光装置。

【請求項 5】

上記反射鏡に設けられた上記貫通孔に対して、当該貫通孔の側から上記発光体の側に向けて挿通される上記導光部材の挿通方向と、通常の使用状態における鉛直方向とのなす角が15度以上30度以下であることを特徴とする請求項3に記載の発光装置。

【請求項 6】

上記反射鏡の上記光反射凹面における開口部の形状が、長軸と短軸との長さが異なる楕円形状であり、上記長軸および上記短軸のそれぞれに垂直な平面上で上記光反射凹面を切断したときの断面形状が、それぞれ放物線形状となっており、かつ上記長軸が、通常の使用状態における水平方向に沿っ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。

10

【請求項 7】

上記導光部材は、屈折率が1よりも高い材料で構成されてい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】

上記導光部材は、一端の側から入射した励起光を他端の側に導光し、上記他端の側に導光された励起光を上記発光体に照射する部材であり、

上記他端の断面積は、上記一端の断面積よりも小さくなってい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ることを特徴とする照明装置。

20

【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ることを特徴とする前照灯。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、励起光の照射により蛍光を発生する蛍光体含む発光体を備えた発光装置などに関する。

【背景技術】

30

【0002】

近年、励起光源として発光ダイオード(LED; Light Emitting Diode)や半導体レーザー(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発生した励起光を、蛍光体を含む発光体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】

このような従来の発光装置の例として特許文献1に開示された光源装置および特許文献2に開示された灯具がある。

【0004】

この光源装置および灯具では、反射鏡(凹面鏡)の底部付近に開口を少なくとも1つ設け、当該開口を通してレーザー光を蛍光体に照射している。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2003-295319(2003年10月15日公開)

【特許文献2】特開2005-150041(2005年06月09日公開)

【特許文献3】特開2004-241142(2004年08月26日公開)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

しかしながら、上記特許文献1の光源装置および上記特許文献2の灯具では、蛍光体から発生する蛍光（照明光）の取出し効率が最も高くなる位置を含む凹面鏡の底部付近に開口を設けているため、反射鏡の底部付近からの照明光の取出し効率が低下してしまうという問題点がある。特に特許文献2の灯具では、反射鏡の底部付近に複数の開口を設ける構成が開示されているが、このような構成では、開口の数が増加すればする程、反射鏡の底部付近からの照明光の取出し効率は低下してしまう。

【0007】

また、特許文献3に開示された前照灯では、照明光の取出し効率が最も高くなる位置を含む凹面鏡の底部の大部分が存在していない。

【0008】

なお、上記の説明では、反射鏡において蛍光体からの光束が最も高密度で入射する（すなわち、最も照度が高い）位置を含む領域の一例として、凹面鏡の底部付近の領域について説明した。しかしながら、このような領域は、反射鏡の形状や、該反射鏡と蛍光体との位置関係などによって変わり得るので、蛍光体からの光束が最も高密度で入射する位置を含む領域は、反射鏡の底部付近の領域に限られないことは言うまでも無い。

【0009】

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、蛍光体からの光束が最も高密度で入射する位置を含む領域からの照明光の取出し効率の低下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】

【0010】

本発明の発光装置は、上記の課題を解決するために、励起光を発生する励起光源と、上記励起光源から発生した励起光を受けて蛍光を発生する蛍光体と、上記蛍光体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と、を備えた発光装置であって、上記反射鏡の上記光反射凹面において、上記蛍光体からの蛍光の照度が最も高くなる位置付近の高照度領域の外の領域に貫通孔が設けられており、上記貫通孔に挿通され、上記励起光源から発生する励起光を上記蛍光体に導光する導光部材を備えていることを特徴とする。

【0011】

一般に、反射鏡において蛍光体からの光束が他の部分よりも、より密に入射する（すなわち、照度が高い）領域（高照度領域）における反射をできるだけ無駄にしないことが、装置全体の蛍光の取出し効率の向上につながると考えられる。

【0012】

また、このような高照度領域の典型例としては、特許文献1の光源装置および特許文献2の灯具のような凹面鏡の底部付近の領域が挙げできるが、これらの技術のように高照度領域に貫通孔を設けた構造にて、そこから導光部材を挿通することを考えた場合、蛍光（照明光）の取出し効率が高い高照度領域の反射を十分に利用できなくなる。

【0013】

そこで、上記の本発明の構成では、高照度領域の外の領域に貫通孔を設けている。

【0014】

また、当然ながら、上記の本発明の構成によれば、反射鏡の底部の大部分（高照度領域）が存在していない上記特許文献3の前照灯と比較して、高照度領域からの照明光の取出し効率の低下を抑制することができる。

【0015】

なお、上記の説明では、高照度領域の一例として、凹面鏡の底部付近の領域について説明した。しかしながら、反射鏡の形状、該反射鏡と蛍光体との位置関係によっては、反射鏡の底部付近の領域以外の領域が、蛍光体からの光束が最も高密度で入射する位置を含む領域となるケースも考えられる。

【0016】

すなわち、高照度領域は、反射鏡の底部付近の領域に限らず、反射鏡の光反射凹面において、蛍光体からの蛍光の照度が最も高くなる位置を含む（最も高くなる位置付近の）領

10

20

30

40

50

域であれば良い。

【0017】

よって、上記の構成によれば、蛍光の取出し効率が高い高照度領域の反射を十分に利用できるので、発光体からの光束が最も高密度で入射する位置を含む領域からの照明光の取出し効率の低下を抑制することができる。

【0018】

また、本発明の発光装置は、上記の構成に加えて、上記高照度領域が、上記発光体からの蛍光の放射密度の、上記光反射凹面および上記発光体との距離に対する比が最も高くなる位置を含むことが好ましい。

【0019】

例えば、発光体からの蛍光の放射密度が等方的な場合（放射密度が一定）は、光反射凹面および発光体との距離が最短になる位置が、発光体からの蛍光の照度が最も高くなる位置となる。

【0020】

すなわち、本発明の発光装置は、上記の構成に加えて、上記高照度領域が、上記光反射凹面および上記発光体との距離が最短となる位置を含んでも良い。

【0021】

一方、発光体からの蛍光の放射密度が異方的な場合、上記発光体からの蛍光の放射密度の、上記光反射凹面および上記発光体との距離に対する比が最も高くなる位置が、上記反射鏡の上記光反射凹面において、上記発光体からの蛍光の照度が最も高くなる位置となる。

【0022】

本発明の発光装置は、上記構成に加えて、上記高照度領域が、上記反射鏡における上記光反射凹面の底部付近の領域であることが好ましい。

【0023】

例えば、反射鏡が、一般的なパラボラ型の凹面鏡（以下、単に「パラボラ」という）で、かつ、パラボラの焦点の位置に発光体が配置されている場合、装置の通常の使用状態において、照明光を装置の前方（図1のz軸方向参照）に照射するためには、反射鏡の底部付近の領域（以下、単に「底部領域」という場合がある）における反射をできるだけ無駄にしないことが、蛍光の取出し効率の向上につながる。例えば、特許文献1の光源装置および特許文献2の灯具のように反射鏡の底部付近に貫通孔を設けた構造にて、そこから導光部材を挿通することを考えた場合、蛍光（照明光）の取出し効率が高い反射鏡の底部領域の反射を十分に利用できなくなる。

【0024】

そこで、ここでは、反射鏡における光反射凹面の底部領域の外の領域に貫通孔を設けている。

【0025】

また、当然ながら、上記の本発明の構成によれば、反射鏡の底部の大部分が存在していない上記特許文献3の前照灯と比較して、反射鏡の底部付近からの照明光の取出し効率の低下を抑制することができる。

【0026】

以上より、上記の構成により、反射鏡の底部付近からの照明光の取出し効率の低下を抑制することができる。

【0027】

また、本発明の発光装置は、上記の構成に加えて、上記貫通孔に対して、当該貫通孔の側から上記発光体の側に向けて挿通される上記導光部材の挿通方向が、通常の使用状態における鉛直方向に沿っていても良い。

【0028】

ここで、本発明の発光装置を前照灯またはプロジェクターとして使う場合、それぞれ、スクリーン上の水平線よりも上方[図4(a)参照]または下方のある程度の角度以上に

10

20

30

40

50

は光線（蛍光）を投光させる必要はない。よって、上記の本発明の構成では、この光線を投光させなくても良い領域に投光される光線が、光反射凹面上で反射されるであろう領域（底部の領域以外の領域）に貫通孔をあけ、導光部材を挿通している。また、上記導光部材の挿通方向が通常の使用状態における鉛直方向に沿っていれば、装置の（前方）真正面を含む照射したい領域に明るく視認性の良い、取出し効率が高い前照灯またはプロジェクターを実現できる。

【0029】

例えば、導光部材の挿通方向が鉛直方向上向きの場合、自動車、電車、および船舶のように地表上、あるいは海面または水面上の障害物を視認するために設けられる、ほぼ水平かつ若干鉛直下向きに照明光を照射する前照灯において、装置の真正面を含む照射したい領域に明るく視認性の良い照明光を投光させることができる。

10

【0030】

また、導光部材の挿通方向を鉛直方向下向きとしても良い。この場合、例えば、スクリーンに投影するために設けられる、ほぼ水平かつ若干鉛直上向きに照明光を投影するプロジェクターにおいて、装置の真正面を含むスクリーン上の照射したい領域に明るく視認性の良い照明光を投影させることもできる。

【0031】

ところで、例えば、反射鏡の形状がパラボラである場合、仮に貫通孔をパラボラの底部に設け、その貫通孔に対して導光部材を挿通させた場合、装置の真正面を含む照射したい領域に導光部材の影ができてしまう可能性がある。しかしながら、上記の構成のように、光反射凹面の底部の領域の外の領域に貫通孔を設け、導光部材の挿通方向が、通常の使用状態における鉛直方向に沿うようにすれば、装置の真正面を含む照射したい領域に導光部材の影ができてしまうという副次的な問題点も解決することができる。

20

【0032】

なお、「挿通方向が、通常の使用状態における鉛直方向に沿っている」とは、挿通方向と鉛直方向とが完全に一致する場合だけでなく、挿通方向と鉛直方向とが若干異なっている場合も含む。

【0033】

また、本発明の発光装置は、上記の構成に加えて、上記反射鏡に設けられた上記貫通孔に対して、当該貫通孔の側から上記発光体の側に向けて挿通される上記導光部材の挿通方向と、通常の使用状態における鉛直方向とのなす角が15度以上30度以下であっても良い。

30

【0034】

例えば、日本国および英国などのように左側通行国を例に取ると、ロービームに要求される配光特性は、凡そ図4(b)のようになる（但し、同図は日本国の保安基準によるものである）。すなわち、発光装置の正面に対して左側は若干上方まで照らす必要がある。

【0035】

よって、例えば、図5で角（挿通方向と鉛直方向とのなす角）を15度以上30度以下とすれば、ロービームに要求されるカットオフラインの2つの角度[真正面部 = 30度、左側 = 15度、図4(b)参照]の条件を満たすことが可能となる。

40

【0036】

なお、右側通行国（米国、独国、仏国など）では、例えば、上述した図5で左右の関係を逆にすれば良い。

【0037】

また、本発明の発光装置は、上記の構成に加えて、上記反射鏡の上記光反射凹面における開口部の形状が、長軸と短軸との長さが異なる楕円形状であり、上記長軸および上記短軸のそれぞれに垂直な平面で上記光反射凹面を切断したときの断面形状が、それぞれ放物線形状となっており、かつ上記長軸が、通常の使用状態における水平方向に沿っていても良い。

【0038】

50

上記の構成によれば、装置の真正面を含む照射したい領域に形成される蛍光（照明光）の光スポットが、短軸方向に狭く、長軸方向に長くなるので、例えば、車両用前照灯に要求される配光特性〔図4（a）参照〕を満たすことが可能となる。

【0039】

また、本発明の発光装置は、上記導光部材は、屈折率が1よりも高い材料で構成されていることが好ましい。

【0040】

上記構成によれば、導光部材は、空気（屈折率＝1）よりも高い屈折率を有する材料から構成されている。よって、導光部材の外面に励起光を反射する反射面などを形成しなくても、屈折率が高い領域に光が閉じ込められる原理により、励起光を導光させることができるため、導光部材の作製が容易となる。

10

【0041】

また、本発明の発光装置は、上記の構成に加えて、上記導光部材は、一端の側から入射した励起光を他端の側に導光し、上記他端の側に導光された励起光を上記発光体に照射する部材であり、上記他端の断面積は、上記一端の断面積よりも小さくなっていることが好ましい。

【0042】

これにより、例えば、励起光源が複数存在している場合でも、複数の励起光源から発生する各励起光を、導光部材の一端の断面積よりも小さい断面積を有する他端に集光させることができる。

20

【0043】

よって、導光部材の他端の断面積および発光体のサイズを共に小さくすることにより、励起光源の数に応じた高輝度・高光束の光を発生する発光体の小型化が可能となる。

【0044】

また、上記発光装置を含む照明装置および前照灯本発明の技術的範囲に含まれる。

【発明の効果】

【0045】

本発明の発光装置は、以上のように、上記反射鏡の上記光反射凹面において、上記発光体からの蛍光の照度が最も高くなる位置付近の高照度領域の外の領域に貫通孔が設けられており、上記貫通孔に挿通され、上記励起光源から発生する励起光を上記発光体に導光する導光部材を備えている構成である。

30

【0046】

それゆえ、発光体からの光束が最も高密度で入射する位置を含む領域からの照明光の取出し効率の低下を抑制することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】本発明の一実施形態であるヘッドランプを、鉛直方向に沿って切断したときの概要構成を示す断面図である。

【図2】上記ヘッドランプを、正面（紙面に対して手前側を正面とする）から見たときの概要構成を示す正面図である。

40

【図3】（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、（b）は、上記LDの外観を示す斜視図である。

【図4】（a）は、自動車用のヘッドランプ（ロービーム／ハイビーム）に要求される配光パターンを示す図であり、（b）は、自動車用のヘッドランプのロービームに要求される配光特性を示す図である。

【図5】本発明の他の実施形態であるヘッドランプを、正面から見たときの概要構成を示す正面図である。

【図6】（a）は、発光体からの蛍光の放射密度が等方的な場合の高照度領域について説明するための図であり、（b）は、放射密度が異方的な場合の高照度領域について説明す

50

るための図である。

【発明を実施するための形態】

【0048】

本発明の一実施形態について図1～図6に基づいて説明すれば、次の通りである。以下の特定の項目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、他の項目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、各項目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。

【0049】

なお、以下で説明するヘッドランプ（発光装置，照明装置，前照灯）110およびヘッドランプ（発光装置，照明装置，前照灯）120の各形態は、いずれも前照灯またはプロジェクターの発光装置部（発光部）として説明するが、本発明を具現化した形態はこれらの形態に限られず、前照灯またはプロジェクター以外の照明装置の発光装置部などにも適用することができる。

【0050】

〔1.ヘッドランプ110の概要構成について〕

まず、図1および図2に基づき、本発明の一実施形態であるヘッドランプ110の概要構成について説明する。図1は、本発明の一実施形態であるヘッドランプ110を鉛直方向（x-z平面）に沿って切断したときの概要構成を示す断面図である。

【0051】

また、図2は、ヘッドランプ110を、正面（紙面に対して手前側を正面とする）から見たときの概要構成を示す正面図である。

【0052】

図1および図2に示すように、ヘッドランプ110は、合計4つのLDチップ（励起光源）11、角錐台状集光部（導光部材）21、発光体40、およびミラー（反射鏡）90を備えており、照明光（蛍光）L1をミラー90の外部に投光する装置である。

【0053】

（LDチップ11）

LDチップ11は、1チップ1ストライプの半導体レーザーであり、発振波長が405nmで、光出力が1.5W（ワット）のGaN系の半導体レーザーチップを5.6mmのパッケージに実装したものである。

【0054】

また、本実施形態では、上述のようにLDチップ11は合計4つ用い、図1または図2の白抜きの矢印の先に示すように、4つのLDチップ11を縦横2つずつでマトリクス状に配置している。

【0055】

なお、LDチップ11の発振波長は、青紫色領域または青色領域（340nm以上490nm以下）の発振波長を有するものであれば良い。

【0056】

また、現在の技術では波長340nm以下の良質な短波長レーザーを作るのは困難であるが、将来的には340nm以下で発振するように設計されたLDチップ11も光源として採用しても良い。

【0057】

これにより、単純計算で合計4つのLDチップ11の合計の光束が、光源全体の光束となるので、単一のLDチップ11のみを用いる場合と比較して光源全体の光束を約4倍程度大きくすることができる。但し、LDチップ11の性能は均等であるものとする。

【0058】

なお、本実施形態では、LDチップ11の数は4つとしているが、LDチップ11の数はこれに限られず、1～3つまたは5つ以上のいずれであっても良い。

【0059】

10

20

30

40

50

なお、励起光源としては、本実施形態のLDチップ11のように単一の発光点をもつ1チップ1ストライプ型の半導体レーザチップであっても良いし、複数の発光点をもつ1チップ複数ストライプ型の半導体レーザチップであっても良い。

【0060】

また、励起光源は、本実施形態のLDチップ11のようにコヒーレントな励起光L0（レーザ光）を発生するものであって良いし、後述するLEDチップ（励起光源）130のようにインコヒーレントな励起光L0（EL光；Electro-luminescence light）を発生するものであって良い。

【0061】

また、励起光源を複数用いる場合、LDまたはLEDのみで構成しても良いし、LDおよびLEDを混在させても良い。

【0062】

（角錐台状集光部21）

次に、角錐台状集光部21は、一端の側（LDチップ11側）から入射した励起光L0を他端の側（発光体40側）に導光し、他端の側に導光された励起光L0を発光体40に照射する部材である。

【0063】

本実施形態では、角錐台状集光部21の形状はいわゆる四角錐台形状であり、一端の側の断面は、2mm×2mmの矩形であり、他端の側の断面は、15mm×15mmの矩形であり、一端から他端までの距離（四角錐台の高さ）は、25mmである。なお、導光部材の形状はこれに限られず、四角錐台形状以外の多角錐台形状、円錐台形状、楕円錐台形状など様々な形状を採用することができる。

【0064】

また、角錐台状集光部21の材質は、BK（ボロシリケート・クラウン）7であり、その屈折率は、1.52である。なお、角錐台状集光部21は、屈折率が1よりも高い材料で構成されていることが好ましい。これにより、角錐台状集光部21の空気（屈折率=1）との境界面SUF2に励起光L0を反射する反射面などを特に形成しなくても、ある角度以上で入射する光は屈折率の異なる界面で全反射を起こす。このため、角錐台状集光部21の材料を選択するだけで、角錐台状集光部21中で励起光L0を導光させることができるようになるので、角錐台状集光部21の作製が容易となる。

【0065】

また、角錐台状集光部21の他端の断面積は、一端の断面積よりも小さくなっていることが好ましい。

【0066】

これにより、例えば、本実施形態のように、LDチップ11が複数存在している場合でも、複数のLDチップ11から発生する各励起光L0を、角錐台状集光部21の一端の断面積よりも小さい断面積を有する他端に集光させることができる。

【0067】

よって、角錐台状集光部21の他端の断面積および発光体40のサイズを共に小さくすることにより、LDチップ11の数に応じた高輝度・高光束の光を発生する発光装置部の小型化が可能となる。

【0068】

また、LDチップ11から発振される励起光L0は、コヒーレントなレーザ光であるため、指向性が強く、ヘッドランプ110は、レーザ光を無駄なく集光し、利用することができる。そのため、非常に小さな発光体40を形成することができ、その結果、小型で超高輝度のヘッドランプ110を実現できる。よって、このようなLDチップ11を励起光源として用いたヘッドランプ110を車両用のヘッドランプに適用することにより、車両用のヘッドランプを小型化できるなど、種々のメリットが生まれる。

【0069】

（発光体40）

10

20

30

40

50

次に、発光体40は、励起光L0が照射されることにより照明光(蛍光)L1を発生するものであり、励起光L0を受けて蛍光を発生する蛍光体を含んでいる。より、具体的には、発光体40は、封止材としての低融点の無機ガラス($n = 1.760$)の内部に蛍光体が分散されている。

【0070】

なお、本実施形態では、発光体40は、角錐台状集光部21の他端に設けられた透明固定部材(不図示)によって固定されているものとして説明するが、発光体40の固定方法はこのような透明固定部材を用いる方法に限られない。例えば、角錐台状集光部21の他端に発光体40をそのまま接合しても良い。

【0071】

次に、発光体40における無機ガラスと蛍光体との割合は、例えば、10:1程度であるがこのような割合に限られるものではない。また、発光体40は、蛍光体を押し固めたものであってもよい。

【0072】

なお、封止材は、本実施形態の無機ガラスに限定されず、いわゆる有機無機ハイブリッドガラスや、シリコン樹脂等の樹脂材料であってもよい。

【0073】

また、蛍光体は、本実施形態では、 Ca-SiAlON:Ce (発光波長ピーク:510nm)と $\text{CaAlSiN}_3(\text{CASN}):Eu$ (発光波長ピーク:650nm)とを、重量比でおよそ3:1となるよう混合しているが、蛍光体は、このような形態に限られない。すなわち、蛍光体は、本実施形態のように複数種の蛍光体で構成されていても良いし、単一種の蛍光体のみで構成されていても良い。

【0074】

なお、本実施形態のヘッドランプ110で採用している青緑色で発光する Ca-SiAlON:Ce 蛍光体は、発光が非常にブロード(半値幅:108nm)であり、照明用の光源として用いる場合、演色性を高める効果が非常に高い。また、赤色に発光する CASN:Eu 蛍光体も発光がブロード(半値幅:90nm)で、かつ発光効率も高いという特徴がある。そのため、本実施形態のヘッドランプ110は、これらを組合せて使用することで非常に演色性の良い照明光を発する光源を実現するものとなっている。

【0075】

また、上記の -SiAlON (サイアロン)は、いわゆるサイアロン蛍光体(酸窒化物系蛍光体)であり、窒化ケイ素と同様に、結晶構造により型と型とがある。特に、 -サイアロン は、一般式 $\text{Si}_{12-(m+n)}\text{Al}_{(m+n)}\text{O}_n\text{N}_{16-n}$ ($m+n < 12$, $0 < m$, $n < 11$; m , n は整数)であらわされる28原子からなる単位構造の中に2箇所の空隙があり、ここに各種金属を侵入固溶させることが可能である。希土類元素を固溶させることで蛍光体になる。カルシウム(Ca)とユーロピウム(Eu)とを固溶させると、 YAG:Ce よりも長波長の黄色から橙色の範囲で発光する特性の良い蛍光体が得られる。

【0076】

なお、 YAG:Ce は、セリウム(Ce)で賦活したイットリウム(Y)-アルミニウム(Al)-ガーネット(YAG)蛍光体である。

【0077】

また、サイアロン蛍光体は、青紫領域若しくは青色領域(380nm以上490nm以下)の光で励起可能であり、白色LED用の蛍光体などに適している。

【0078】

その他の蛍光体としては、 -SiAlON などの酸窒化物系蛍光体、 S-CASN 、およびIII-V族化合物半導体ナノ粒子蛍光体などが好ましいが、上述した YAG:Ce 蛍光体などを用いても良い。

【0079】

ここで、上記のIII-V族化合物半導体ナノ粒子蛍光体を含む半導体ナノ粒子蛍光体

10

20

30

40

50

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〕。

【0080】

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L0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L0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。

10

【0081】

さらに、上述したように、発光寿命が短いため、励起光L0の吸収と蛍光体の発光を素早く繰り返すことができる。その結果、強いレーザー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。

【0082】

よって、蛍光体40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、光出力が高い発光素子を光源として用いる場合に、本実施形態のヘッドランプ110や、後述するヘッドランプ120の寿命が短くなるのをより抑制することができる。

【0083】

20

なお、上述した蛍光体40の劣化は、蛍光体40に含まれる蛍光体の封止材（例えば、シリコン樹脂）の劣化が原因であると考えられる。すなわち、上述のサイアロン蛍光体は、レーザー光が照射されると60～80%の効率で蛍光を発生させるが、残りは熱となって放出される。この熱によって封止材が劣化すると考えられる。

【0084】

従って、封止材としては、熱耐性の高い封止材が好ましい。熱耐性の高い封止材としては、例えば、ガラスなどが例示できる。

【0085】

ところで、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つの色の混色で構成できることが知られているが、この等色、または、補色の原理に基づきLEDチップ11から発振された励起光L0の色と蛍光体が発する照明光L1の色とを適切に選択することにより白色光を発生させることができる。

30

【0086】

例えば、ヘッドランプ110の照明光L1を白色とする1つの方法は、励起光L0として青紫色領域の発振波長（380 nm以上420 nm未満）のレーザー光を用い、蛍光体として青色蛍光体、緑色蛍光体、および赤色蛍光体の組合せを採用すれば良い。

【0087】

また、もう1つの方法は、励起光L0として青色領域の発振波長（440 nm以上490 nm以下）のレーザー光、黄色蛍光体＋赤色蛍光体、または、緑色蛍光体＋赤色蛍光体のいずれかの組合せを採用すれば良い。

40

【0088】

さらに、励起光L0として青色領域の発振波長（440 nm以上490 nm以下）のLED光、蛍光体として黄色蛍光体＋赤色蛍光体、または、緑色蛍光体＋赤色蛍光体のいずれかの組合せを採用すれば良い。

【0089】

なお、黄色の蛍光体とは、560 nm以上590 nm以下の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以下の波長を有する光を発する蛍光体である。

【0090】

50

(ミラー 90)

ミラー 90 は、所定の立体角内を進む光線束 (照明光 L1) を形成する。このミラー 90 は、例えば、金属薄膜がその表面に形成された部材であってもよいし、金属製の部材であってもよい。

【0091】

本実施形態では、ミラー 90 (光反射凹面 S U F 1) の開口部 (図 1 の紙面に対して右側、図 2 の紙面に対して手前側) の形状は、長軸の長さ W が 30 mm であり、短軸の長さ H が 25 mm の楕円形状である。しかしながら、ミラー 90 の開口部の形状は、楕円形状に限定されない、例えば、円形状や凸多角形状などであってもよい。

【0092】

また、ヘッドランプ 110 は、通常の使用状態においては、図 1 および 2 に示すように、ミラー 90 の光軸が y-z 平面 (略水平面) に沿っており、楕円形状の開口部の長軸は、y 軸方向 (略水平方向) に、短軸は、略鉛直方向 (x 軸方向) に沿っている。

【0093】

ここで、例えば、前照灯に必要な光度は約 1 万 ~ 10 万カンデラである。一方、LD チップ 11 の輝度は、10 ~ 100 カンデラ / mm² 程度である。このため、ミラー 90 の反射率が 100% であると仮定すると、開口部から見たミラー 90 の面積は、100 ~ 1 万 mm² 程度であれば良く、開口部の形状は任意である。現実のミラー 90 の反射率は有限の値 (例えば 60 ~ 80%) であるから、開口部から見たミラー 90 の面積は、100 ~ 1 万 mm² 程度よりも若干大きくなるが、これは、開口部の形状とは関係がない。

【0094】

上述のように、開口部から見たミラー 90 の面積は 100 ~ 1 万 mm² 程度である。このとき、例えば、貫通孔 90 h の面積を仮に 7 mm x 7 mm = 49 mm² 程度とすると、特に小さなミラー 90 を用いる際には、大きなロスとなる。よって、ミラー 90 のサイズが小さければ小さい程、以下で説明するヘッドランプ 110 の効果が顕著になる。

【0095】

一方、ミラー 90 で重要な領域は、発光体 40 からの距離が近いところ [底部領域 (高照度領域) E R] であり、この底部領域 E R では、発光体 40 から出射された蛍光が密に詰まった状態で照射される。このため、そのような密な蛍光が照射されるミラー 90 の一部分 (底部領域 E R) の反射が利用できないと、ヘッドランプ 110 全体における照明光 L1 の取出し効率は低下する。

【0096】

以上より、ミラー 90 のサイズが大きくても、以下で説明するヘッドランプ 110 の効果が得られるものと考えられる。

【0097】

次に、ミラー 90 の奥行き D (図 1 の紙面に対して左右方向の幅) は 40 mm である。なお、奥行き D は、ミラー 90 の開口部の開口中心 C から、光反射凹面 S U F 1 の位置 B までの距離である。また、ミラー 90 は、長軸および短軸のそれぞれに垂直な平面で光反射凹面 S U F 1 を切断したときの断面形状が、それぞれ放物線形状となっており、かつ長軸が、水平方向 (図 2 の y 軸の方向) に沿っている、いわゆるパラボラ形状である。

【0098】

これにより、通常の使用状態においてヘッドランプ 110 の真正面を含む照射したい領域に形成される蛍光 (照明光 L0) の光スポットが、短軸方向に狭く、長軸方向に長くなるので、例えば、車両用前照灯に要求される配光特性 (図 4 (a) 参照) を満たすことが可能となる。

【0099】

なお、ミラー 90 の一部にパラボラではない部分を含めてもよい。また、ミラー 90 は、閉じた円形の開口部を有するパラボラミラーまたはその一部を含むものであってもよい。また、ミラー 90 は、パラボラミラーに限定されず、半回転楕円面ミラーや半球面ミラーであってもよい。すなわち、ミラー 90 は、回転軸を中心として図形 (楕円、円、放物

10

20

30

40

50

線)を回転させることによって形成される曲面の少なくとも一部をその反射面に含んでいるものであれば良い。また、ミラー90は、曲面形状に限られず、複数の平面鏡を組合せた多面体形状としても良いが、光学的な集光点を少なくとも一つ有するような形状が好ましいので、本実施形態では、ミラー90の形状をパラボラ形状としている。

【0100】

次に、発光体4は、ミラー90の位置Bから距離 $d (= 10 \text{ mm})$ の位置Pに設置されている。

【0101】

また、ミラー90における光反射凹面SUF1の底部領域ERの外の領域には、貫通孔90hが設けられており、角錐台状集光部21の他端は、貫通孔90hの側から発光体40の存在する位置Pの側に向けて挿通されている。なお、通常の使用状態におけるヘッドランプ110では、貫通孔90hは、ミラー90における光反射凹面SUF1の鉛直方向(x軸方向)下部に設けられている。底部領域ERは、光反射凹面SUF1の底部付近の領域である。

【0102】

なお、本実施形態では、底部領域ERは、図2に示すように、ミラー90の開口部と同様に、ミラー90の正面から見た底部領域ERの形状は、長軸の長さ w が 4.38 mm 程度、短軸の長さ h が 3.13 mm 程度の楕円形状であるが、図1に示すように、底部領域ERには奥行きがあり、その奥行きの深さは $d/2 = 5 \text{ mm}$ 程度である。

【0103】

装置の通常の使用状態において、照明光L1を装置の前方(図1のz軸方向)に照射するためには、ミラー90の底部付近(底部領域ER)における反射をできるだけ無駄にしないことが、蛍光の取出し効率の向上につながる。例えば、特許文献1の光源装置および特許文献2の灯具のように反射鏡の底部付近に貫通孔を設けた構造にて、そこから導光部材を挿通することを考えた場合、蛍光(照明光)の取出し効率が高い反射鏡の底部領域の反射を十分に利用できなくなる。

【0104】

そこで、ヘッドランプ110では、ミラー90における光反射凹面SUF1の底部領域ERの外の領域に貫通孔90hを設けている。

【0105】

また、当然ながら、反射鏡の底部の大部分が存在していない上記特許文献3の前照灯と比較して、反射鏡の底部付近からの照明光の取出し効率の低下を抑制することができる。

【0106】

よって、上記の構成により、反射鏡の底部付近からの照明光の取出し効率の低下を抑制することができる。

【0107】

また、本実施形態では、角錐台状集光部21の他端の側は、ミラー90に設けられた貫通孔90hに対して、貫通孔90hの側から発光体40の側に向けて挿通される。すなわち、後述するx軸方向とt軸方向(図5参照)とのなす角 θ は、ほぼ0度である。

【0108】

ここで、ヘッドランプ110を前照灯またはプロジェクターとして使う場合、スクリーン上の水平線よりも上方[図4(a)参照]または下方のある程度の角度以上には光線(蛍光)を投光させる必要はない。よって、上記構成では、この光線を投光させなくてもよい領域に投光される光線が、光反射凹面SUF1上で反射されるであろう領域(底部領域ER以外の領域)に貫通孔90hをあけ、角錐台状集光部21を挿通している。すなわち、角錐台状集光部21の貫通孔90hに対する挿通方向が鉛直方向(x軸方向)に沿っていれば、装置の真正面を含む照射したい領域に明るく視認性の良い、取出し効率が高い前照灯またはプロジェクターを実現できる。

【0109】

例えば、図1および図2の例のように、貫通孔90hの側から発光体40の側に向けて

10

20

30

40

50

挿通される角錐台状集光部 2 1 の挿通方向が、鉛直方向上向きの場合、自動車、電車、および船舶のように地表上、あるいは海面または水面上の障害物を視認するために設けられる、ほぼ水平かつ若干鉛直下向きに照明光を照射する前照灯において、装置の真正面を含む照射したい領域に明るく視認性の良い照明光を投光させることができる。

【 0 1 1 0 】

また、図 1 または図 2 とは逆に、貫通孔 9 0 h を光反射凹面 S U F 1 の鉛直方向上側に設け、貫通孔 9 0 h の側から発光体 4 0 の側に向けて挿通される角錐台状集光部 2 1 の挿通方向を、鉛直方向下向きとしても良い（不図示）。この場合、例えば、スクリーンに投影するために設けられる、ほぼ水平かつ若干鉛直上向きに照明光を投影するプロジェクターにおいて、装置の真正面を含むスクリーン上の照射したい領域に明るく視認性の良い照明光を投影させることもできる。

10

【 0 1 1 1 】

なお、「挿通方向が、鉛直方向に沿っている」とは、挿通方向と鉛直方向とが完全に一致する場合だけでなく、挿通方向と鉛直方向とが若干異なっている場合も含む。具体的には、挿通方向が、図 1 の x z 平面内で鉛直方向と異なっている（ずれている）場合、挿通方向が、図 2 の x y 平面内で鉛直方向と異なっている（ずれている）場合、および、これらの組合せのいずれの場合も含まれる。

【 0 1 1 2 】

以上で説明したように、照明光 L 1 をヘッドランプ 1 1 0 の前方（図 2 の手前側の）に照射するためには、ミラー 9 0 の一番深いところ近傍（底部領域 E R ）の反射をできるだけ無駄にしないことが、蛍光の取出し効率の向上につながる。例えば、特許文献 1 のようにミラー 9 0 の底部領域 E R 内に貫通孔 9 0 h を開けた（決して小さな孔ではない）構造にて、そこから角錐台状集光部 2 1 を挿通して発光体 4 0 を励起することを考えた場合、ミラー 9 0 の底部領域 E R の反射を十分に利用できなくなる。また、ヘッドランプ 1 1 0 を前照灯またはプロジェクターとして使うのであれば、図 4 (a) のスクリーン上の水平線よりも上方または下方のある程度の角度以上には光線（蛍光）を届かせる必要はない。よって、本実施形態のヘッドランプ 1 1 0 では、この光線が届かなくても良い領域に対しての発光体 4 0 からの蛍光を反射するであろう領域（底部領域 E R ）に貫通孔 9 0 h を開け、角錐台状集光部 2 1 を挿通している。これにより、ヘッドランプ 1 1 0 の前方の照射したい領域に角錐台状集光部 2 1 の影を作らない明るく視認性の良い、照明光 L 1 の取出し効率が高い前照灯またはプロジェクターを実現できる。

20

30

【 0 1 1 3 】

ところで、仮に貫通孔 9 0 h を光反射凹面 S U F 1 の底部に設け、その貫通孔 9 0 h に対して角錐台状集光部 2 1 を挿通させた場合、装置の真正面を含む照射したい領域に角錐台状集光部 2 1 の影ができてしまう可能性がある。しかしながら、上記の構成のように、ミラー 9 0 において、光反射凹面 S U F 1 の底部領域 E R の外の領域に貫通孔 9 0 h を設け、角錐台状集光部 2 1 の挿通方向を、鉛直方向下向きまたは鉛直方向上向きとした場合、装置の真正面を含む照射したい領域に角錐台状集光部 2 1 の影ができてしまうことを防止することもできる。

【 0 1 1 4 】

（底部領域 E R の大きさ）

次に、本実施形態では、ミラー 9 0 の光反射凹面 S U F 1 の全面積に対する底部領域 E R の面積の比は、 $(d / D \times 1 / 2)^2 = (1 / 8)^2 = 1 / 64$ 程度である。

【 0 1 1 5 】

なお、ミラー 9 0 の光反射凹面 S U F 1 の全面積に対する底部領域 E R の面積の比は、 $1 / 81$ 以上 $1 / 4$ 以下であることが好ましい。

【 0 1 1 6 】

上記面積の比が、 $1 / 81$ 未満であると、底部領域 E R の面積が小さすぎ、ミラー 9 0 の底部付近からの照明光 L 1 の取出し効率が低下する。

【 0 1 1 7 】

40

50

一方、上記面積の比が、 $1/4$ を超えると、それに応じて光反射凹面S U F 1の位置Bから発光体40（位置P）までの距離も大きくなるので、ミラー90による照明光L1の取出し効率が低下する。

【0118】

また、別の観点では、発光体40が設けられている位置Pから光反射凹面S U F 1の位置Bの方向を見たときに、底部領域E Rは、光軸に対する偏角が20度以上80度以下の立体角内に含まれる領域であることが好ましい。なお、図1に示すヘッドランプ110では、偏角は、45度程度である。

【0119】

上記の偏角が20度よりも小さいと、底部領域E Rの面積が小さすぎ、ミラー90による照明光L1の取出し効率が低下する。

10

【0120】

一方、上記の偏角が80度を超えると、装置の真正面を含む照射したい領域に角錐台状集光部21の影ができないように、貫通孔90hに対して角錐台状集光部21を挿通することが困難となる。

【0121】

〔2. 本発明の特徴的構成について〕

次に、図6に基づき、本発明の特徴的構成についてもう少し踏み込んで説明する。

【0122】

一般に、ミラー90において発光体40からの光束が他の部分よりも、より密に入射する（すなわち、照度が高い）領域（高照度領域）における反射をできるだけ無駄にしないことが、ヘッドランプ110（またはヘッドランプ120）の蛍光の取出し効率の向上につながると考えられる。

20

【0123】

また、このような高照度領域の典型例としては、上述した底部領域E Rを例示することができる。

【0124】

しかしながら、ミラー90の形状、ミラー90と発光体40との位置関係によっては、ミラー90の底部付近の領域以外の領域が、発光体40からの光束が最も高密度で入射する位置を含む領域となるケースも考えられる。

30

【0125】

すなわち、高照度領域は、上述した底部領域E Rに限らず、ミラー90の光反射凹面において、発光体40からの蛍光の照度が最も高くなる位置を含む（最も高くなる位置付近の）領域であれば良い。

【0126】

よって、ヘッドランプ110（またはヘッドランプ120）は、例えば、ミラー90の光反射凹面S U F 1において、発光体40からの蛍光の照度が最も高くなる位置付近の高照度領域の外の領域に貫通孔90hが設けられていれば良い。

【0127】

上記の構成によれば、蛍光（照明光）の取出し効率が高い高照度領域の反射を十分に利用できるので、発光体40からの光束が最も高密度で入射する位置を含む領域（すなわち、高照度領域）からの照明光の取出し効率の低下を抑制することができる。

40

【0128】

このような高照度領域は、以下で説明するように、定性的には、発光体40からの蛍光の放射密度の、光反射凹面S U F 1および発光体40の間の距離に対する比が最も高くなる位置を含む領域となるものと考えられる。

【0129】

なお、光センサの受光面を蛍光の光線に対して垂直にして測定するとき、「放射密度」は、厳密には光センサの出力値を受光面の面積で割った値に比例するが、受光面が十分小さければ、光センサの出力値にほぼ比例するとみなして良い。

50

【 0 1 3 0 】

すなわち、「放射密度」は、光センサの出力値（測定位置における蛍光の強度）に置き換えることができる。

【 0 1 3 1 】

例えば、図 6 (a) に示すように、発光体 4 0 からの蛍光の放射密度が等方的な場合（放射密度が一定、すなわち、放射密度が「 $r d$ 」を定数として常に「 $1 r d$ 」の場合）は、光反射凹面 S U F 1 および発光体 4 0 の間の距離が最短になる位置が、発光体 4 0 からの蛍光の照度が最も高くなる位置となる。

【 0 1 3 2 】

例えば、図 1 に示すように、光反射凹面 S U F 1 がパラボラであり、発光体 4 0 がパラボラの焦点付近の位置 P に配置されている場合、発光体 4 0 からの蛍光の照度が最も高くなる位置は、光反射凹面 S U F 1 および発光体 4 0 の間の距離が最短になる位置、すなわち、図 1 に示す位置 B となる。よって、底部領域 E R は、上述した高照度領域の典型例であると言える。

10

【 0 1 3 3 】

次に、図 6 (b) の基づき、発光体 4 0 からの蛍光の放射密度が異方的な場合について説明する。

【 0 1 3 4 】

図 6 (b) に示す例では、「 $1 r d$ 」、「 $2 r d$ 」、「 $3 r d$ 」、「 $4 r d$ 」、「 $5 r d$ 」は、それぞれ、この順で、発光体 4 0 からの蛍光の放射密度が高くなっていることを示している。

20

【 0 1 3 5 】

ここで、ミラー 9 0 の一部における位置 p 1 と発光体 4 0 との距離は、「 d 」を定数として $3 d$ であり、位置 p 2 と発光体 4 0 との距離 $2 d$ よりも 1.5 倍大きい。

【 0 1 3 6 】

しかしながら、位置 p 1 における放射密度（ $4 r d$ ）は、位置 p 2 における放射密度（ $1 r d$ ）の 4 倍である。

【 0 1 3 7 】

よって、この場合、発光体 4 0 からの距離が、位置 p 2 よりも大きい位置 p 1 でも、その位置 p 1 における照度は、位置 p 2 における照度よりも高くなると考えられる。

30

【 0 1 3 8 】

また、発光体 4 0 からの蛍光の放射密度が一定の場合、発光体 4 0 からの蛍光の照度は、発光体 4 0 からの距離が短い程大きくなると考えられる。

【 0 1 3 9 】

一方、発光体 4 0 からの距離が一定の場合、発光体 4 0 からの蛍光の照度は、発光体 4 0 からの蛍光の放射密度が大きい程、高くなると考えられる。

【 0 1 4 0 】

以上のような考察から、定性的には、発光体 4 0 からの蛍光の照度が最も高くなる位置は、発光体 4 0 からの蛍光の放射密度と、光反射凹面 S U F 1 および発光体 4 0 の間の距離の逆比と、の積が最も高くなる位置であることが分かる。

40

【 0 1 4 1 】

すなわち、本発明の特徴的構成は、定性的には、ミラー 9 0 の光反射凹面 S U F 1 において、発光体 4 0 からの蛍光の放射密度の、光反射凹面 S U F 1 および発光体 4 0 の間の距離に対する比が最も高くなる位置を含む高照度領域以外の領域に、貫通孔 9 0 h が設けられている点にあると言っても良い。

【 0 1 4 2 】

〔 3 . 励起光源の概要構成について 〕

次に、図 3 (a) ~ (d) に基づき、励起光源の具体例について説明する。

【 0 1 4 3 】

図 3 (a) は、励起光源の一例である L E D ランプ（励起光源） 1 3 の回路図であり、

50

図3(b)は、LEDランプ13の外観を示す正面図であり、図3(c)は、励起光源の他の例であるLDチップ11の回路図であり、図3(d)は、LDチップ11の外観を示す斜視図である。

【0144】

図3(b)に示すように、LEDランプ13は、アノード14とカソード15に接続されたLEDチップ(励起光源)130が、エポキシ樹脂キャップ16によって封じこめられた構成である。

【0145】

図3(a)に示すように、LEDチップ130は、p型半導体131とn型半導体132とをpn接合し、p型電極133にアノード14が接続され、n型電極134にカソード15が接続される。なお、LDチップ11は、抵抗Rを介して電源Eと接続されている。

10

【0146】

また、アノード14とカソード15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130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。

【0147】

LEDチップ130の材料としては、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。

20

【0148】

なお、LEDチップ130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。

【0149】

次に、図3(c)および(d)に示すように、LDチップ11は、カソード電極19、基板18、クラッド層113、活性層111、クラッド層112、アノード電極17がこの順に積層された構成である。

【0150】

基板18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色~紫外の励起光を得る為にはGaN、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としては、その他には、Si、GeおよびSiC等のIV属半導体、GaAs、GaP、InP、AlAs、GaN、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、並びに、SiNなどの窒化物絶縁体のいずれかの材料が用いられる。

30

【0151】

アノード電極17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。

40

【0152】

カソード電極19は、基板18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17・カソード電極19に順方向バイアスをかけて行う。

【0153】

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。

【0154】

また、活性層111およびクラッド層の材料としては、青色~紫外の励起光を得る為にはAlInGaNから成る混晶半導体を用いられる。一般に半導体レーザの活性層・クラ

50

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Z
nO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。

【0155】

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1
12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。

【0156】

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が鏡の役割を果たす。

10

【0157】

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L0（レーザー光）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。

【0158】

なお、表側へき開面114と対向する裏側へき開面115には、レーザー発振のための反
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L
0の大部分を発光点103から照射されるようにすることが出来る。

20

【0159】

クラッド層113・クラッド層112および活性層111などの各半導体層との膜形成
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、レーザーアブレーション法、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。

【0160】

〔4．配光特性の基準について〕

次に、図4（a）は、自動車用のヘッドランプ（ロービーム／ハイビーム）に要求され
る配光パターンを示す図である。

30

【0161】

図4（a）に示すように、自動車用のヘッドランプに要求される配光パターンには、ロ
ービームに要求される配光パターンとハイビームに要求される配光パターンとの2種類が
ある。

【0162】

図4（a）に示すスクリーン配光は、自動車用のヘッドランプに正対させた鉛直なスク
リーンに照射される光の照度分布である。正面方向の最も明るい部分をホットゾーンと呼
び、この部分の光度が遠方への到達距離を決定する。

【0163】

40

また、ロービームでは、対向車へのグレア（まぶしさ）を抑制するために、水平線の上下で大きな明暗差が要求される。

【0164】

次に、図4（b）は、自動車用のヘッドランプのロービームに要求される配光特性を示
す図である。

【0165】

図4（b）に示すように斜線領域Iと領域IVとの境界、斜線領域IIIと領域IVとの
境界にロービーム特有の配光パターンの明暗境界を定めるカットラインが形成されてい
る。このロービームに要求される配光特性では、水平線の上下で大きな明暗差が要求され
ている。

50

【 0 1 6 6 】

〔 5 . ヘッドランプ 1 2 0 について 〕

次に、図 5 に基づき、本発明の他の実施形態であるヘッドランプ 1 2 0 の概要構成について説明する。図 5 は、ヘッドランプ 1 2 0 を、正面から見たときの概要構成を示す正面図である。

【 0 1 6 7 】

図 5 に示すように、ヘッドランプ 1 2 0 は、上述したヘッドランプ 1 1 0 と比較して以下の点が異なっており、その他の構成については同様であるので、適宜説明を省略する。
(1) ミラー 9 0 の光反射凹面 S U F 1 における貫通孔 9 0 h の設けられている位置が異なっている点。

10

(2) 角錐台状集光部 2 1 の挿通方向 (t 軸方向) と通常の使用状態における鉛直方向 (x 軸方向) とのなす角 θ が 1 5 度以上 3 0 度以下となっている点。

【 0 1 6 8 】

(貫通孔 9 0 h)

ヘッドランプ 1 1 0 では、貫通孔 9 0 h は、ミラー 9 0 の光反射凹面 S U F 1 の鉛直方向 (x 軸方向) 下部に設けられていたが、本実施形態のヘッドランプ 1 2 0 では、貫通孔 9 0 h の位置は、通常の使用状態における鉛直方向下部から紙面に対して右側 (y 軸の正方向側) に少しずれている。

【 0 1 6 9 】

(角錐台状集光部 2 1 の挿通方向と x 軸方向とのなす角)

20

次に、角錐台状集光部 2 1 の挿通方向 (t 軸方向) と x 軸方向とのなす角 θ の好ましい範囲について説明する。

【 0 1 7 0 】

角 θ は、1 5 度以上 3 0 度以下であることが好ましい。例えば、日本国および英国などのように左側通行国を例にとると、ロービームに要求される配光特性はおおよそ図 4 (b) のようになる (但し、同図は日本国の保安基準によるものである) 。すなわち、ヘッドランプ 1 2 0 の正面に対して左側は若干上方まで照らす必要がある。

【 0 1 7 1 】

よって、例えば、図 5 のような構成で角 θ を 1 5 度以上 3 0 度以下とすれば、ロービームに要求されるカットオフラインの 2 つの角度 [真正面部 = 3 0 度、左側 = 1 5 度、図 4 (b) 参照] の条件を満たすことが可能となる。

30

【 0 1 7 2 】

なお、右側通行国 (米国、独国、仏国など) では、例えば、上述した図 5 の構成において左右の関係を逆にすれば良い。

【 0 1 7 3 】

また、本発明は、以下のように表現することもできる。

【 0 1 7 4 】

すなわち、本発明の前照灯 (発光装置、照明装置) は、発光体と、励起光源である半導体レーザとからなる前照灯であって、半導体レーザから発せられた励起光を発光体に照射するための導光部材と、発光体から放射される照明光を所望の方向に収束させる反射鏡と、を有し、導光部材の少なくとも一部が反射鏡内に設置されており、励起光を、発光体から照射される所望の収束方向に対して延びる直線を含む鉛直方向で、かつ上向きに導光部材中を導波させても良い。

40

【 0 1 7 5 】

これにより、自動車や電車、船舶のように地表上、あるいは海面・水面上の障害物を視認するために設けられるほぼ水平かつ若干下向きに照明光を照射する前照灯において、真正面を含む照射したい領域に導光部材の影を作らない明るく視認性の良い前照灯を実現することができる。

【 0 1 7 6 】

なお、照明光を前照灯の前方 (正面) 方向に照射するためには、曲面ミラー (反射鏡)

50

の一番深いところ近傍（底部領域）の反射をできるだけ無駄にしないことが、蛍光の取出し効率の向上につながる。例えば、特許文献1のように曲面ミラーの一番深いところ近傍に孔（貫通孔）をあけ（決して小さな孔ではない）、そこから導光部材を差しこんで（挿通して）発光体を励起することを考えた場合、曲面ミラーの一番深いところ近傍の反射を利用できなくなる。また、前照灯として使うのであれば、水平線よりも上方のある程度の角度以上には光線（蛍光）を届かせる必要はない。よって、本発明では、この光線が届かなくても良い領域に対しての発光体からの蛍光を反射するであろう領域（底部領域）に孔（貫通孔）をあけ、導光部材を差し込んでいる。これにより、照射したい領域に導光部材の影を作らない明るく視認性の良い、放射効率が高い前照灯を実現できる。

【0177】

10

次に、前照灯に必要な光度は約1万～10万カンデラである。一方、光源の輝度は、10～100カンデラ/mm²程度である。よって、開口部から見た曲面ミラーの面積は100～1万mm²程度であれば良い。

【0178】

このため、曲面ミラーの反射率が100%であると仮定すると、開口部から見た曲面ミラーの面積は、100～1万mm²程度であれば良く、開口部の形状は任意である。現実の曲面ミラーの反射率は有限の値（例えば60～80%）であるから、必要な曲面ミラーの面積は、100～1万mm²程度よりも若干大きくなるが、これは、曲面ミラーの開口部の形状とは関係がない。

【0179】

20

上述のように、曲面ミラーとして必要な面積は100～1万mm²程度である。例えば、導光部材を貫通させる孔が7mm×7mmだとすると、その面積は49mm²となり、特に小さな曲面ミラーを用いる際には、大きなロスとなる。よって、曲面ミラーのサイズが小さければ小さい程、上述した効果が顕著になる。

【0180】

一方、曲面ミラーで重要な領域は、発光体から近いところであり、このような領域では、発光体から出射された蛍光が密に詰まった状態で曲面ミラーに当たる。このため、そのような密な蛍光が照射される曲面ミラーの一部（底部領域）の反射が利用できないと、発光装置全体における蛍光の取出し効率は大きく減退する。

【0181】

30

以上より、曲面ミラーのサイズが大きくても、上述した効果が得られるものと考えられる。

【0182】

〔付記事項〕

なお、本発明は、上述した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合せて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。

【産業上の利用可能性】

【0183】

40

本発明は、発光装置および照明装置などに適用することができる。例えば、自動車用のヘッドランプ、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）のヘッドランプや、その他の照明装置に適用することができる。また、その他の照明装置として、例えば、サーチライト、プロジェクター、家庭用照明器具などにも適用することができる。

【符号の説明】

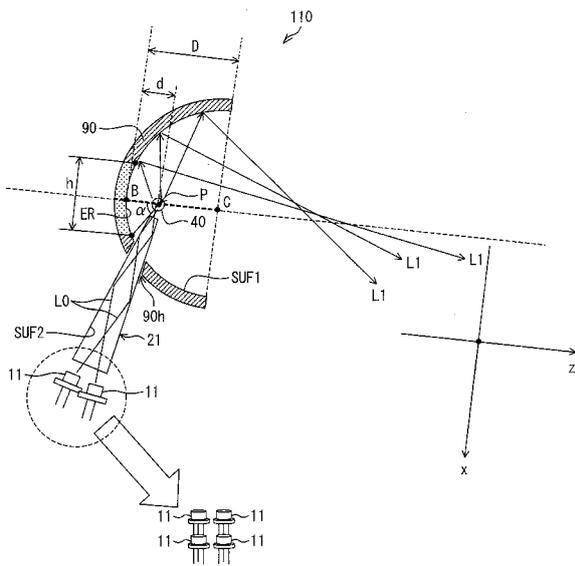
【0184】

- 11 LDチップ（励起光源）
- 21 角錐台状集光部（導光部材）
- 40 発光体
- 90 ミラー（反射鏡）

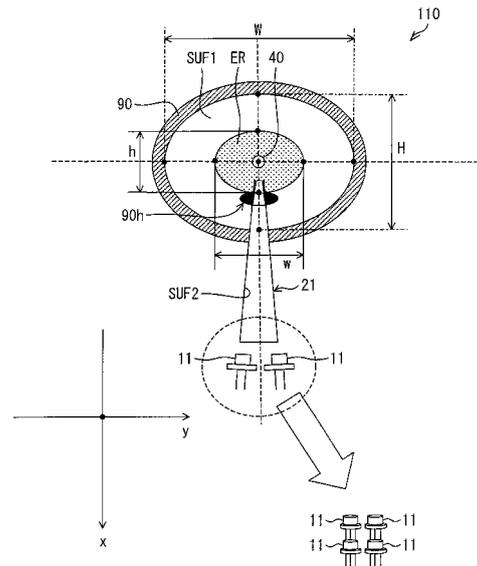
50

- 90 h 貫通孔
- 110 ヘッドランプ（発光装置，照明装置，前照灯）
- 120 ヘッドランプ（発光装置，照明装置，前照灯）
- 130 LEDチップ（励起光源）
- B 位置
- 角（挿通方向と鉛直方向とのなす角）
- ER 底部領域（高照度領域）
- L0 励起光
- L1 照明光（蛍光）
- SUF1 光反射凹面

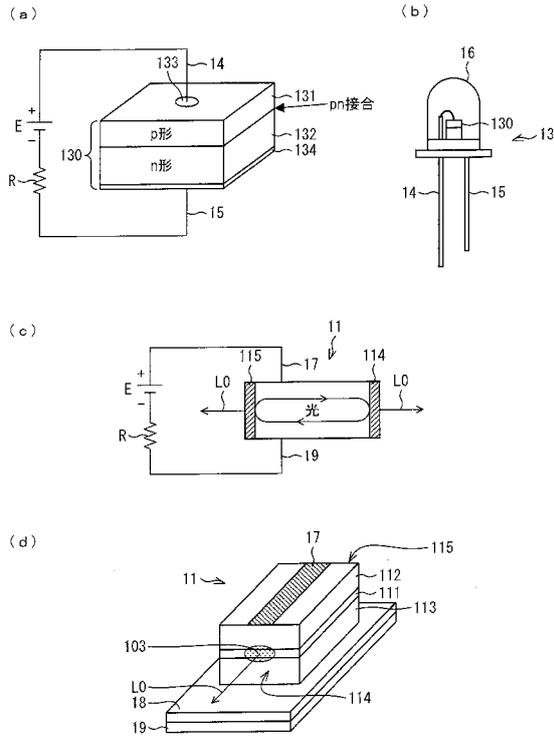
【図1】



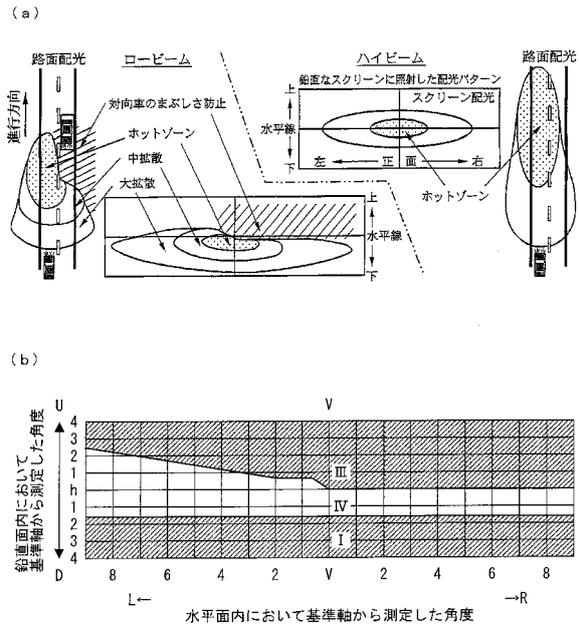
【図2】



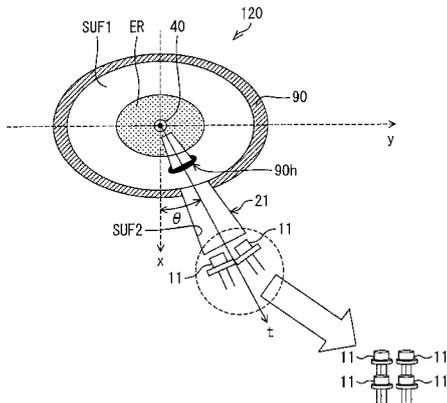
【図3】



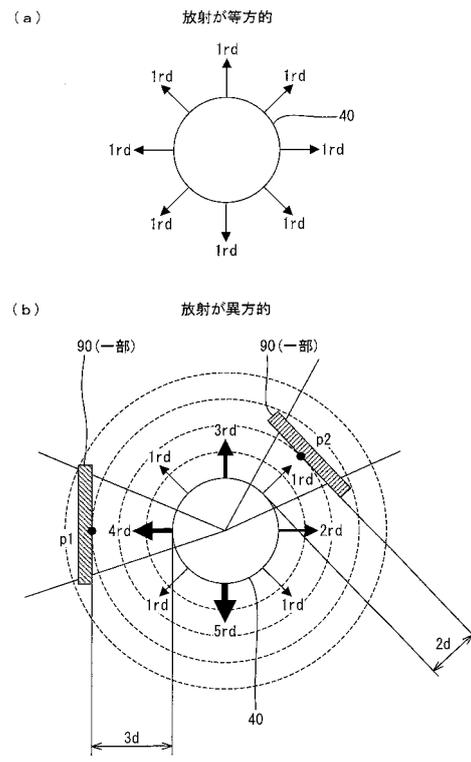
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-173177(JP,A)
特開2010-153241(JP,A)
特開2005-150041(JP,A)
特開平07-318998(JP,A)
特開2008-234908(JP,A)
特開2004-354495(JP,A)
特開2004-327361(JP,A)
特開2006-253019(JP,A)
特開平04-073801(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F21S 8/12
F21S 8/10
F21W 101/10
F21Y 101/02