

(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  
2012年9月27日(27.09.2012)



(10) 国際公開番号  
WO 2012/128384 A1

- (51) 国際特許分類:  

F21S 8/10 (2006.01)	F21V 29/00 (2006.01)
F21S 8/12 (2006.01)	H01L 33/50 (2010.01)
F21V 8/00 (2006.01)	H01S 5/022 (2006.01)
F21V 9/06 (2006.01)	F21W 101/10 (2006.01)
F21V 9/16 (2006.01)	F21Y 101/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/057718
- (22) 国際出願日: 2012年3月26日(26.03.2012)
- (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:  

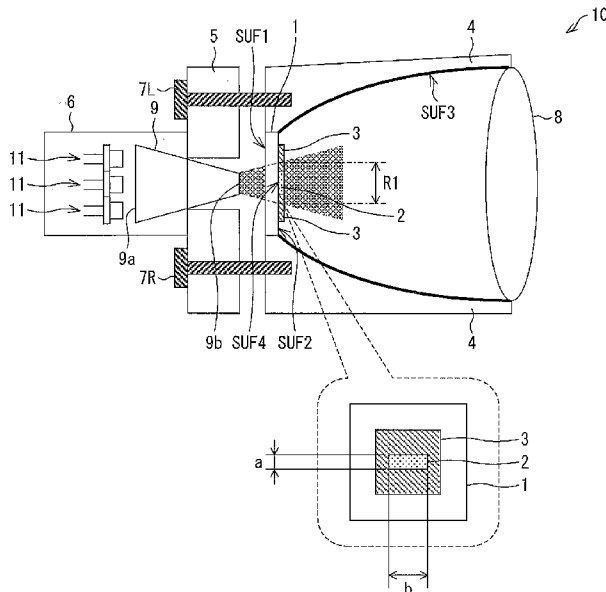
特願 2011-066131	2011年3月24日(24.03.2011)	JP
特願 2011-084044	2011年4月5日(05.04.2011)	JP
特願 2011-084045	2011年4月5日(05.04.2011)	JP
特願 2011-084046	2011年4月5日(05.04.2011)	JP
特願 2011-084047	2011年4月5日(05.04.2011)	JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):  
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岸本 克彦 (KISHIMOTO, Katsuhiko). 貴島 洋史 (KIJIMA, Hiroshi).
- (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, 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, IS, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: LIGHT-EMITTING DEVICE, ILLUMINATION DEVICE, AND HEADLIGHT

(54) 発明の名称: 発光装置、照明装置および前照灯

[図1]



(57) Abstract: A head lamp (10) is provided with an excitation light source unit (6) for radiating laser light, and a light-emitting unit (2) for emitting fluorescent light by irradiation of the laser light radiated by the excitation light source unit (6). The surface area of a spot when the laser light is irradiated toward the light-emitting unit (2) is greater than the surface area of the light-emitting unit (2) when the light-emitting unit (2) is viewed from the side from which the laser light is irradiated.

(57) 要約: ヘッドランプ(10)は、レーザ光を出射する励起光源ユニット(6)と、励起光源ユニット(6)から出射されたレーザ光の照射により蛍光を発する発光部(2)とを備え、発光部(2)に向けてレーザ光が照射されるときスポットの面積が、レーザ光が照射される側から発光部(2)を見たときの発光部(2)の面積よりも大きい。

WO 2012/128384 A1

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:  
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, — 國際調查報告 (條約第 21 條(3))  
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

## 明 細 書

**発明の名称**：発光装置、照明装置および前照灯

### 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を含む発光体を備えた発光装置などに関する。また、本発明は、高輝度光源として機能する発光装置、照明装置および当該照明装置を備えた前照灯に関するものである。さらに、本発明は、簡易な構造で照明光の特性を変化させることが可能な発光装置、照明装置、及び車両用前照灯（前照灯）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発生した励起光を、蛍光体を含む発光体（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の一例として特許文献1に開示された発光装置がある。この発光装置は、基台と、半導体レーザ素子（以下、単に「半導体レーザ」という場合もある）と、拡散部材（拡散部）と、波長変換部材（以下、単に「発光体」または「発光部」という場合もある）とを備える。なお、上記の基台は、底面と内壁とを持つ凹部を有している。半導体レーザは、その光軸が上記の基台における凹部の内壁に向くように配置されている。拡散部材は、半導体レーザの光軸上に配置されている。発光体は、半導体レーザの光軸上ではなく、凹部の開口方向に対して拡散部材と距離を隔てて配置されている。これにより、上記の発光装置は、装置の外部に放射される照明光の安全性を高めている。

[0004] また、このような照明装置の一例が特許文献2に開示されている。この照明装置では、高輝度光源を実現するために、励起光源として、450nm以下のレーザ光を出射するGaN系半導体レーザを用いている。一般に、半導

体レーザから発振されるレーザ光は、コヒーレントな光であるため、指向性が強く、当該レーザ光を励起光として無駄なく集光し、利用することができる。

[0005] また、特許文献2には、励起光源として、上記GaN系半導体レーザの代わりに、GaN系発光ダイオードを用いた照明装置が開示されている。この発光ダイオードは、コンタクト層やクラッド層などから構成される積層体を含み、その積層体には凹部が設けられている。そして、その凹部に蛍光体を充填することにより、蛍光の取り出し効率の向上が図られている。

[0006] さらに、このような発光装置に関する技術の例として特許文献3および4に開示された灯具がある。これらの灯具では、高輝度光源を実現するために、励起光源として半導体レーザを用いている。半導体レーザから発振されるレーザ光は、コヒーレントな光であるため、指向性が強く、当該レーザ光を励起光として無駄なく集光し、利用することができる。このような半導体レーザを励起光源として用いた発光装置（LD発光装置と称する）を車両用ヘッドランプに好適に適用することができる。

[0007] さらに、このような照明装置の一例が特許文献5および6に開示されている。特許文献5及び6に記載の車両用前照灯は、異なる色を発する複数のLEDチップを備えている。特許文献5の技術では、雨天、濃霧、積雪時等の視認性の低下を抑制するため、状況に応じて白色光の光量を低下させ、緑や橙色等の光を出射している。また、特許文献6の技術では、歩行者を迅速に認識することができるように、歩行者を他の対象物から見分けやすい赤色光及び緑色光を出射している。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0008] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2009-170723号公報（2009年07月30日公開）」

特許文献2：日本国公開特許公報「特開2000-174346号公報（2000年6月23日公開）」

特許文献3：日本国公開特許公報「特開2005-150041号公報（2005年6月9日公開）」

特許文献4：日本国公開特許公報「特開2003-295319号公報（2003年10月15日公開）」

特許文献5：日本国公開特許公報「特開2006-351369号公報（2006年12月28日公開）」

特許文献6：日本国公開特許公報「特開2009-286198号公報（2009年12月10日公開）」

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、上記特許文献1に記載の技術では、拡散部材にレーザ光（励起光）を照射することによって生じた散乱光を発光体に間接的に照射している。また、発光体は、半導体レーザの光軸上に配置されておらず、凹部の開口方向に対して拡散部材と距離を隔てて配置されている。このため、発光体に照射されない散乱光が多く生じるため、発光体に対する励起光の照射効率が著しく低下してしまうという問題点がある。

[0010] よって、発光体に対する励起光の照射効率の低下を抑制するためには、半導体レーザから発生するレーザ光をそのまま発光体に向けて照射することが好ましい。

[0011] ところで、半導体レーザから発生するレーザ光の強度分布は、所定の拡がりを持ち、ほぼガウシアン分布となることが知られている。よって、レーザ光のスポットの裾の部分の強度は、最大強度部分から距離が離れるに従って急激に小さくなる。

[0012] このため、半導体レーザから発生するレーザ光を発光体に向けて照射したときのスポットのサイズを発光体のサイズ以下とすると、発光体の照射面におけるレーザ光の強度分布に大きなムラが生じる可能性がある。そうすると、発光体の照射面の一部にレーザ光の強度が集中し、発光体の劣化が促進されてしまう可能性がある。

- [0013] 一方、上述のように、半導体レーザから発生するレーザ光を発光体に向けて照射したときのスポットのサイズを発光体のサイズ以下とするためには、装置を構成する光学系に高い工作精度が要求される。このため、装置の設計の自由度が低くなってしまふという問題点もある。
- [0014] さらに、特許文献2では、励起光源として、上記の半導体レーザあるいは発光ダイオードを用い、高輝度光源の実現あるいは蛍光の取り出し効率の向上を図っているが、照明光の色温度を調整するといった技術的思想については一切開示されていない。これは、特許文献2においては、その色温度調整の必要性については認識されていなかったためである。
- [0015] 同様に、特許文献3及び4では、励起光源として半導体レーザを用いた灯具が開示されているが、これらの灯具から出射される照明光の色温度を変化させることについては一切開示されていない。特許文献3及び4においては、その色温度を変化させることの必要性については認識されていなかったためである。
- [0016] また、特許文献5、6の何れも、複数のLEDチップを準備する必要があり、単一のLEDチップ（励起光源）により複数の異なる色を出射するという技術に関するものではない。そのため、特許文献5、6の技術は、複数のLEDチップを用いる必要があり、製造コストや車両用前照灯内でのLEDチップの配置など種々の問題を生じる。
- [0017] 本発明は、上記の問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、発光体の劣化を抑制しつつ、装置の設計の自由度を高くすることが可能な発光装置などを提供することにある。また、本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、照明光の色温度を変化させる（調整する）ことが可能な発光装置などを提供することにある。さらに、本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであり、その目的は、簡易な構造で照明光の特性を変化させることが可能な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

- [0018] 本発明の発光装置は、上記の課題を解決するために、励起光を出射する励

起光源と、上記励起光源から出射された励起光の照射により蛍光を発する発光体とを備え、上記発光体に向けて上記励起光が照射されるときスポットの面積が、当該励起光が照射される側から上記発光体を見たときの当該発光体の面積よりも大きいことを特徴とする。

[0019] ここで、励起光源から発生する励起光の強度分布は、所定の拡がりを持ち、ほぼガウシアン分布となることが知られている。よって、励起光のスポットの裾の部分の強度は、最大強度部分から距離が離れるに従って急激に小さくなる。

[0020] このため、励起光源から発生する励起光を発光体に向けて照射したときのスポットの面積を、当該励起光が照射される側から発光体を見たときの発光体の面積（射影の面積）以下とすると、発光体の照射面における励起光の強度分布に大きなムラが生じる可能性がある。そうすると、発光体の照射面の一部に励起光の強度が集中し、発光体の劣化が促進されてしまう可能性がある。

[0021] そこで、本発明の上記の構成では、発光体に向けて励起光が照射されるときスポットの面積を、当該励起光が照射される側から発光体を見たときの発光体の断面の面積よりも大きくしている。このため、上記レーザ光のスポットの面積を上記発光体の断面の面積以下とする場合と比較して、励起光が照射される発光体の照射面における励起光の強度分布に生じるムラを小さくできる。このため、発光体の照射面の一部に励起光の強度が集中せず、照射面の全域に亘って励起光がマイルドに照射されるので、発光体の劣化を抑制することができる。

[0022] また、上記の構成では、上記励起光のスポットの面積を、上記発光体の断面の面積よりも大きくするだけで良いので、上記レーザ光のスポットの面積を上記発光体の面積以下とする場合と比較して、装置を構成する光学系に高い工作精度は要求されない。また、これにより、装置の設計の自由度も高くなる。

[0023] 以上より、本発明の上記の構成によれば、発光体の劣化を抑制しつつ、装

置の設計の自由度を高くすることができる。

[0024] なお、上記特許文献1の技術は、半導体レーザ（励起光源）から出射した励起光が直接に発光体に向けて照射される構成ではないため、発光体に向けて励起光が照射されるときスポットの面積について議論する余地はない。

[0025] また、本発明の発光装置は、上記の課題を解決するために、励起光を出射する、少なくとも1つの励起光源と、上記励起光源から出射された励起光を受けて蛍光を発する、少なくとも1つの発光部と、自装置が外部へ出射する出射光に含まれる上記蛍光の割合を変化させることにより、当該出射光の特性を変化させる特性変化機構と、を備えることを特徴としている。

[0026] 上記構成によれば、特性変化機構が、少なくとも1つの発光部が発する、自装置が外部へ出射する出射光に含まれる蛍光の割合を変化させることにより、当該出射光の特性を変化させる。それゆえ、出射光の特性、特にその色温度を変化させることができる。

### 発明の効果

[0027] 本発明の発光装置は、以上のように、励起光を出射する励起光源と、上記励起光源から出射された励起光の照射により蛍光を発する発光体とを備え、上記発光体に向けて上記励起光が照射されるときスポットの面積が、当該励起光が照射される側から上記発光体を見たときの当該発光体の面積よりも大きい構成である。

[0028] それゆえ、発光体の劣化を抑制しつつ、装置の設計の自由度を高くすることができるという効果を奏する。

[0029] また、本発明の発光装置は、以上のように、励起光を出射する、少なくとも1つの励起光源と、上記励起光源から出射された励起光を受けて蛍光を発する、少なくとも1つの発光部と、自装置が外部へ出射する出射光に含まれる上記蛍光の割合を変化させることにより、当該出射光の特性を変化させる特性変化機構と、を備える構成である。

[0030] それゆえ、出射光の特性、特にその色温度を変化させることができるという効果を奏する。

## 図面の簡単な説明

[0031] [図1]本発明の一実施形態であるヘッドランプ（透過型）の概要構成を示す片側断面図である。

[図2] (a) は、上記ヘッドランプに関し、基板、発光体（発光部）および拡散部のそれぞれの配置方法の一例を示す断面図であり、(b) は、上記配置方法の他の一例を示す断面図であり、(c) は、上記配置方法のさらに他の一例を示す断面図であり、(d) は、上記配置方法のさらに他の一例を示す断面図であり、(e) は、上記配置方法のさらに他の一例を示す断面図である。

[図3] (a) は、上記ヘッドランプに関し、励起光源の一例（LED）の回路図を模式的に示す図であり、(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）の回路図を模式的に示す図であり、(d) は、上記LDの外観（基本構造）を示す斜視図である。

[図4]本発明の他の実施形態であるヘッドランプ（反射型）の概要構成を示す片側断面図である。

[図5] (a) は、比較例のヘッドランプ（透過型）の概要構成を示す片側断面図であり、(b) は、レーザ光のスポットの中心（O）からの距離（ $r$ ）と、レーザ光の強度との関係を示す分布図である。

[図6]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]上記レーザダウンライトが備える光ファイバーの出射端部（フェルルール）と発光部との位置関係の一例を示す図である。

[図10]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11]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12]本発明の更なる別の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13]上記ヘッドランプが備える光ファイバーの出射端部と発光部との位置関係を示す図である。

[図14]Caα-SiAlON:Ce蛍光体の特性を示すグラフである。

[図15]上記ヘッドランプが備える発光部を波長405nmのレーザ光で励起した場合のスペクトルを示すグラフである。

[図16]上記発光部に波長460nmの青色レーザ光を照射した場合のスペクトルを示すグラフである。

[図17]本発明の更なる別の実施形態に係るヘッドランプの構成を示す図である。

[図18]車両用前照灯に要求される白色の色度範囲を示すグラフである。

[図19]本発明の一実施形態に係る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20]上記レーザダウンライトの断面図である。

[図21]上記レーザダウンライトの設置方法の変更例を示す断面図である。

[図22]本発明の更なる別の一実施形態に係るヘッドランプの概要構成を示す片側断面図である。

[図23]上記の一実施形態に係るヘッドランプの概略構成を示すブロック図である。

[図24]図22に示す発光部と導光部材との位置関係と、そのときのレーザ光照射領域の大きさを示す図である。(a)はレーザ光照射領域の大きさが発光部の受光面の大きさと略一致する場合を示し、(b)は(a)の場合よりも発光部と導光部材との位置が離れた場合を示し、(c)は(a)の場合よりも発光部と導光部材との位置が近くなった場合を示す。

[図25]図22に示す発光部の受光面に含まれるレーザ光照射領域の大きさが変化する様子を示す図である。(a)は発光部がレーザ光の光軸方向に垂直な方向に移動する場合を示し、(b)は発光部が回転する場合を示す。

[図26]車両用前照灯に要求される白色の色度範囲を示すグラフである。

[図27]図22に示すヘッドランプの変形例を示す図である。

[図28] (a) および (b) は、図22に示すヘッドランプの別の変形例を示す図である。

[図29]本発明の更なる別の実施形態に係るヘッドランプの概要構成を示す図である。

[図30]本発明の更なる別の実施形態に係るヘッドランプの概要構成を示す図である。

[図31]本発明の一実施形態に係るレーザダウンライトの断面図である。

[図32]本発明の更なる別の一実施形態に係るヘッドランプの概要構成を示す片側断面図である。

[図33]上記の一実施形態に係るヘッドランプの概略構成を示すブロック図である。

[図34]図32に示すヘッドランプの発光部における各発光部の配置例を示す図であり、(a)は発光部全体が直方体形状である場合の配置例、(b)は第1発光部及び第2発光部が非接触である場合の配置例、(c)は発光部全体が円柱形状である場合の配置例、(d)は発光部全体が円柱形状であり、かつ発光部が3重構造である場合の配置例を示す。

[図35]図32に示す発光部の変形例を示す図であり、(a)は透光性基板に接着された発光部の一例を示す断面図であり、(b)は(a)に示す発光部の一例を示す斜視図である。

[図36]図32に示すヘッドランプにおける発光部と導光部材との位置関係と、そのときのレーザ光照射領域の大きさを示す図であり、(a)はレーザ光が第1発光部の受光面全体に照射されたときのレーザ光照射領域の大きさが最も小さい場合を示し、(b)は(a)の場合よりも、発光部と導光部材との位置が離れ、かつレーザ光照射領域が大きい場合を示し、(c)は(b)の場合よりも、発光部と導光部材との位置が離れ、かつレーザ光照射領域が大きい場合を示す。

[図37]車両用前照灯に要求される白色の色度範囲を示すグラフである。

[図38]図32に示すヘッドランプの変形例を示す図である。

[図39]本発明の更なる別の実施形態に係るヘッドランプの概要構成を示す片側断面図である。

[図40]図39に示すヘッドランプの発光部における各発光部の配置例を示す図であり、(a)は第1発光部及び第2発光部が同じ形状で、かつ接触して配置されている場合の配置例、(b)は(a)の変形例であり、第1発光部及び第2発光部の形状が異なる場合の配置例、(c)は(a)の変形例であり、第1発光部及び第2発光部が非接触である場合の配置例を示す。

[図41]図39に示すヘッドランプの発光部におけるレーザ光照射領域の大きさの変化を示す図であり、(a)は第1発光部にだけレーザ光が照射されている場合を示し、(b)は第1発光部及び第2発光部の両方にレーザ光が照射されている場合を示す。

[図42]本発明の一実施形態に係るレーザダウンライトの断面図である。

[図43]上記レーザダウンライトが備える光ファイバーの出射端部と発光部との位置関係の一例を示す図である。

[図44]本発明の更なる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45]上記の一実施形態に係る第1発光部、第2発光部、及び位置制御部の構成を示す図である。

[図46]上記の一実施形態の実施例における第2発光部の動作を説明するための図であり、(a)は、第2発光部とレーザ光の光軸との間の距離が最も離れている状態を示す図であり、(b)は、第2発光部がレーザ光の光軸に向かって移動している様子を示す図であり、(c)は、第2発光部とレーザ光の光軸との間の距離が最も近付いた状態を示す図である。

[図47]図44に示すヘッドランプによって得られる効果を説明するための色度図である。

[図48]図45に示すヘッドランプの構造において、上記一実施形態の別の実施例に係る第2発光部の他の動作を説明するための図であり、(a)は、第

2 発光部とレーザ光の光軸との間の距離が最も離れている状態を示す図であり、(b)は、第2発光部がレーザ光の光軸に向かって移動している様子を示す図であり、(c)は、第2発光部とレーザ光の光軸との間の距離が最も近付いた状態を示す図である。

[図49]LEDチップが埋め込まれた第1発光部を説明するための図であり、(a)は、第1発光部の断面図であり、(b)は、第1発光部の斜視図である。

[図50]図49に示す第1発光部と、第2発光部および位置制御部とを組み合わせた図である。

[図51]本発明の一実施形態に係るレーザダウンライトの断面図である。

[図52]上記レーザダウンライトの設置方法の変更例を示す断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0032] [実施の形態1]

本発明の一実施形態について図1～図5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。

[0033] 以下では、本発明の一実施形態として、ヘッドランプ（発光装置，照明装置，前照灯）10およびヘッドランプ（発光装置，照明装置，前照灯）20を例に挙げて説明する。

[0034] なお、以下で説明するヘッドランプ10および20の各形態は、いずれも前照灯の発光装置部（発光部材）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、前照灯以外の照明装置の発光部材などにも適用することができる。

[0035] [1. ヘッドランプ10の構成]

まず、図1に基づき、本発明の一実施形態であるヘッドランプ10について説明する。図1は、ヘッドランプ10の概要構成を示す片側断面図である

。

[0036] 図1に示すように、ヘッドランプ10は、透光性基板（熱伝導性基板）1、発光部（発光体）2、拡散部（拡散部材）3、パラボラ型反射鏡（反射鏡）4、基板5、励起光源ユニット（励起光源）6、ネジ7L, 7R、光学部材8を備える。

[0037] <透光性基板1>

本実施形態の透光性基板1は、折れ曲がりのない平板状の部材であり、少なくとも励起光であるレーザ光の発振波長（ここでは440nm~480nm）に対して透光性を有している。

[0038] また、透光性基板1は、縦10mm×横10mm×厚み0.5mmのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（サファイア）基板である。なお、図1に示す透光性基板1の外径は、拡散部3の外径よりも大きい、拡散部3の外径と同程度であっても良い。

[0039] 透光性基板1のレーザ光が入射される側の表面SUF1に対向する表面SUF2の側には、発光部2が配置され、発光部2と熱的に（すなわち、熱エネルギーの授受が可能ないように）接続されている。なお、本実施形態では、透光性基板1と発光部2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、透光性基板1と発光部2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。

[0040] また、接着剤としては、いわゆる有機系の接着剤や、ガラスペースト接着剤が好適であるが、これに限られない。

[0041] 透光性基板1は、以上のような構成、形状、および、発光部2との接続形態を有することで、発光部2を表面SUF2で固定（保持）しつつ、透光性基板1を介して、発光部2から発生する熱を外部に放熱することができるので、発光部2の冷却効率が向上する。

[0042] 透光性基板1の熱伝導率は、発光部2の熱を効率良く逃がすために、20W/mK（ワット/メートル・ケルビン）以上であることが好ましい。この場合、透光性基板1は、発光部2（1W/mK程度）よりも約20倍も高い熱伝導率を有しており、発光部2において生じた熱を効率良く吸収すること

により発光部2を冷却できる。

[0043] また、発光部2を励起するレーザ光は、透光性基板1越しに発光部2および拡散部3に照射されるようになっている。すなわち、透光性基板1の表面SUF1に入射したレーザ光は、透光性基板1を透過して発光部2に到達する。そのため、透光性基板1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。

[0044] 以上の点を考慮すると、透光性基板1の材質としては、上述したサファイア( $Al_2O_3$ )の他、マグネシア(MgO)、窒化ガリウム(GaN)、スピネル( $MgAl_2O_4$ )が好ましい。これらの材料を用いることにより、熱伝導率20W/mK以上を実現できる。

[0045] しかしながら、透光性基板1の材質は、以上の材質に限られず、例えば、ガラス(石英)などであっても良い。

[0046] 但し、マグネシアは、潮解性をもつため、透光性基板1の構成材料としてマグネシアを選択する場合は、透光性基板1の周囲を乾燥空気で満たすことが好ましい。例えば、図示しない筐体に透光性基板1を格納して乾燥空気で満たして密封するか、後述するパラボラ型反射鏡4および光学部材8の内部、または、ハーフパラボラ型反射鏡(反射鏡)4h、熱伝導部材4pおよび光学部材8の内部に格納して乾燥空気を満たして密封する。これにより、潮解性により透光性基板1が損傷することを防止することができる。

[0047] また、図1に示す透光性基板1の厚さ(表面SUF1と表面SUF2との間の距離)は、0.2mm以上、5.0mm以下であることがより好ましい。

[0048] 透光性基板1の厚さが、0.2mm以上であれば、発光部2の放熱を十分にでき、発光部2の劣化を防止できる。

[0049] 一方、透光性基板1の厚さが、5.0mmを超えると、発光部2に向けて照射されたレーザ光が、透光性基板1において吸収される率が大きくなり、レーザ光の利用効率が下がってしまう。

[0050] また、透光性基板1を適切な厚さで発光部2に接合させることにより、特

に発光部2での発熱が1W（ワット）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、かつ、効率的に放熱され、発光部2が損傷（劣化）してしまうことを防止できる。

[0051] なお、上述したように、透光性基板1は、折れ曲がりのない平板状のものであって良いが、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、透光性基板1と発光部2とを接着する場合、発光部2が接着される部分は、接着の安定性の観点から平面（板状）であることが好ましい。

[0052] <発光部2>

（発光部の組成）

次に、発光部2は、レーザ光が照射されることにより蛍光を発生するものであり、レーザ光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、発光部2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。

[0053] 本実施形態では、上記蛍光体として、Intematix社製のYAG：Ce蛍光体（NYAG4454）を用いたが、蛍光体の種類は、これに限定されない。なお、YAG：Ce蛍光体は、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（Garnet）蛍光体である。このIntematix社製のYAG：Ce蛍光体は、外部量子効率が90%、発光ピーク波長（以下、単に「ピーク波長」という）は558nm（黄色）、色度点は $x = 0.444$ 、 $y = 0.536$ であり、430nmから490nmの励起光で良好に励起される。

[0054] なお、YAG：Ce蛍光体は、一般に550nm付近（550nmよりも若干長波長側）に発光ピークが存在するブロードな発光スペクトルをもつ。

[0055] 発光部2は、上記YAG：Ce蛍光体を低融点ガラスに分散させて製造する。上記YAG：Ce蛍光体と低融点ガラスとの配合比は、30：100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、発光部2は、蛍光体を押し固めたものであってもよい。

[0056] 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、シリコーン樹脂等の樹脂材料であってもよい。

- [0057] なお、透光性基板 1 と発光部 2 との屈折率差  $\Delta n$  は、0.35 以下であることが好ましい。
- [0058] 封止材としてシリコン樹脂等の樹脂材料を選択した場合、発光部 2 の屈折率は 1.5 程度（下限）であり、仮に上記 YAG : Ce 蛍光体を 100% 用いて発光部 2 を作製した場合、発光部 2 の屈折率は 2.0 程度である。
- [0059] 一方、透光性基板 1 として、サファイアやマグネシア、窒化ガリウム、スピネルを採用した場合の屈折率は、凡そ 1.5 ~ 2 程度の範囲内にある。そこで、想定される、発光部 2 および透光性基板 1 の屈折率が、共に 1.5 ~ 2.0 程度であるとする、一方の屈折率が 1.5 であるとき、屈折率差  $\Delta n$  が 0.35（すなわち、他方の屈折率が 1.85）であればその界面での反射率 RE は 1% となる。
- [0060] また、一方の屈折率が 2.0 の時、屈折率差  $\Delta n$  が 0.35（すなわち、他方の屈折率は 1.65）であれば、その反射率 RE は 0.92% となる。
- [0061] よって、透光性基板 1 と発光部 2 との屈折率差  $\Delta n$  が、0.35 以下であれば、透光性基板 1 と発光部 2 との間の界面の反射率 RE を 1% 以下にすることができる。
- [0062] 次に、透光性基板 1 の屈折率は、1.65 以上であることが好ましい。上述したように、発光部 2 の屈折率の上限が 2.0 であるとする、透光性基板 1 の屈折率が 1.65 以上であれば、屈折率 = 1.5 ~ 2.0 の発光部 2 に対して屈折率差  $\Delta n \leq 0.35$  を満たすことができる。
- [0063] なお、本実施形態で、発光部 2 の封止材として無機ガラスを用いたのは、その屈折率（1.760）が、サファイアからなる透光性基板 1 の屈折率（= 1.785）に非常に近いため、両者の界面では反射がほとんど発生しないからである。なお、サファイアと無機ガラスとの界面の反射率は 0.005% とほぼゼロである。
- [0064] よって、発光部 2 に対するレーザ光の照射効率がさらに向上する。なお、本実施形態の透光性基板 1 に用いられるサファイアと発光部 2 に用いられる無機ガラスとの、それぞれの物理的特性について纏めると、以下の表のよう

になる。

[0065] [表1]

構成要素	透光性基板 1	発光部 2
材質	サファイア ( $Al_2O_3$ )	無機ガラス
熱伝導率 (W/mK)	25 (at 100°C)	1
屈折率	1.785	1.760
厚さ (mm)	0.2~1	0.5~2.0
融点 (°C)	2050	<500
熱抵抗 (K/W)	0.2	83.3

[0066] (発光部の種類)

次に、一般に、照明光として用いられる白色光または擬似白色光は、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実現できる。この等色または補色の原理・関係に基づき、例えば、本実施形態のヘッドランプ10では、後述する励起光源ユニット6から出射される青色のレーザ光と、YAG:Ce蛍光体（黄色発光蛍光体）との組合せ（補色の関係を満たす2つの色の混色）で擬似白色を実現している。

[0067] しかしながら、発光部2に含まれる蛍光体は、本実施形態のようにYAG:Ce蛍光体（黄色発光蛍光体）の1種類のみ限定されず、複数種類であっても良い。

[0068] 例えば、発光部2が後述する緑色発光蛍光体と赤色発光蛍光体との組合せを含んでいれば、青色のレーザ光との混色で白色光を実現できる。

[0069] なお、黄色発光蛍光体とは、560nm以上590nm以下の波長範囲にピーク波長を有する蛍光を発生する蛍光体である。緑色発光蛍光体とは、510nm以上560nm以下の波長範囲にピーク波長を有する蛍光を発生する蛍光体である。赤色発光蛍光体とは、600nm以上680nm以下の波長範囲にピーク波長を有する蛍光を発生する蛍光体である。

[0070] (黄色発光蛍光体)

黄色発光蛍光体の具体例としては、本実施形態のYAG:Ce蛍光体や、 $Eu^{2+}$ がドーパされた $Ca\alpha-SiAlON:Eu$ 蛍光体などが挙げられる。 $Ca\alpha-SiAlON:Eu$ 蛍光体は、近紫外から青色の励起光によりピ

ーク波長が約580nmの強い発光を示す。

[0071] (緑色発光蛍光体)

緑色発光蛍光体の具体例としては、各種の窒化物系または酸窒化物系の蛍光体が挙げられる。これら窒化物系または酸窒化物系の蛍光体は耐熱性に優れ、高い発光効率で安定した材料であるので、耐熱性に優れ、高い発光効率で安定した発光部2を実現できる。

[0072] 例えば、緑色に発光する酸窒化物系蛍光体として、 $\text{Eu}^{2+}$ がドーピングされた $\beta\text{-SiAlON}:\text{Eu}$ 蛍光体、 $\text{Ce}^{3+}$ がドーピングされた $\text{Ca}\alpha\text{-SiAlON}:\text{Ce}$ 蛍光体などが挙げられる。 $\beta\text{-SiAlON}:\text{Eu}$ 蛍光体は、近紫外から青色(350nm以上460nm以下)の励起光によりピーク波長が約540nmの強い発光を示す。この蛍光体の発光スペクトル半値幅は約55nmである。また、 $\text{Ca}\alpha\text{-SiAlON}:\text{Ce}$ 蛍光体は、近紫外から青色の励起光によりピーク波長が約510nmの強い発光を示す。

[0073] なお、上記の $\alpha\text{-SiAlON}$ および $\beta\text{-SiAlON}$ (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 $\alpha$ 型と $\beta$ 型とがある。特に、 $\alpha$ -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、上記の $\text{YAG}:\text{Ce}$ 蛍光体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を得られる。

[0074] また、サイアロン蛍光体は、近紫外から青色の(350nm以上460nm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。

[0075] (赤色発光蛍光体)

赤色発光蛍光体の具体例としては、各種の窒化物系の蛍光体が挙げられる。

[0076] 例えば、窒化物系の蛍光体としては、 $\text{Eu}^{2+}$ がドーピングされた $\text{CaAlSi}$

$N_3$  : 蛍光体 (CASN : Eu 蛍光体)、 $Eu^{2+}$  がドーピングされた SrCaAlSiN<sub>3</sub> 蛍光体 (SCASN : Eu 蛍光体) などが挙げられる。これらの窒化物系の蛍光体は、上述した酸窒化物蛍光体と組合せることにより、演色性をより高めることができる。

[0077] CASN : Eu 蛍光体は、励起波長が 350 nm ~ 450 nm のとき、赤色の蛍光を発生し、そのピーク波長は 650 nm であり、その発光効率は 73 % である。また、SCASN : Eu 蛍光体は、励起波長が 350 nm ~ 450 nm のとき、赤色の蛍光を発生し、そのピーク波長は 630 nm であり、その発光効率は 70 % である。

[0078] これらの赤色発光蛍光体を用いることにより、演色性が非常に良い白色光を実現することができる。また、赤色発光蛍光体であれば、その白色光を照射する対象物が赤色である場合に、その対象物の視認性を高めることができる。交通標識の背景色として、赤色、黄色および青色が用いられているため、ヘッドランプ 10 が備える発光部 2 に赤色発光蛍光体を用いることは、背景色が赤色の交通標識を視認する上で有効である。

[0079] また、赤色に発光する窒化物系蛍光体の例としては、(Mg、Ca、Sr、Ba) AlSiN<sub>3</sub> : Eu 等の Eu 賦活窒化物蛍光体や (Mg、Ca、Sr、Ba) AlSiN<sub>3</sub> : Ce 等の Ce 賦活窒化物蛍光体などが挙げられる。

[0080] (ナノ粒子蛍光体について)

次に、その他の蛍光体の例として、ナノ粒子蛍光体について説明する。ナノ粒子蛍光体の構成材料である半導体物質の典型は、ZnSe、ZnTe、CdSe、CdTe 等の II-VI 族化合物、Si、Ge 等の 4B 族元素、GaAs、InP 等の III-V 族化合物である。半導体ナノ粒子は半導体材料からなる、直径 1 ~ 10 nm 程度の粒子を指し、1 個のナノ粒子に含まれる原子数は  $10^2 \sim 10^4$  個である。量子サイズ効果により、バルク (目で見える大きさの塊) の半導体とは異なる波長の光を吸収・発光する。例えば、間接遷移型のため、通常では発光しない Si についてもナノ粒子化することによって発光させることができる。

- [0081] 量子サイズ効果とは、粒子が小さくなるにつれて材料中の電子の状態が変わって、より短い波長の光を吸収したり放出したりする現象のことである。特に直径10nm以下の粒子について顕著に見られることが多い。
- [0082] すなわち、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、その粒径をnmオーダーの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3～4nm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〕。
- [0083] また、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、このナノ粒子蛍光体の発光寿命が10ns（ナノ秒）程度と、希土類を発光中心とする通常の希土類賦活蛍光体に比べて5桁も小さいためである。
- [0084] さらに、上述したように、発光寿命が短いため、励起光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、強いレーザ光に対しても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。
- [0085] よって、発光部2に含まれる蛍光体をナノ粒子蛍光体とすることにより、発光部2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10や、後述するヘッドランプ20の寿命が短くなるのをより抑制することができる。
- [0086] なお、発光部2の劣化は、発光部2に含まれる蛍光体の封止材（例えば、シリコーン樹脂）の劣化が主な原因であると考えられる。例えば、上述のサイアロン蛍光体や窒化物蛍光体は、レーザ光が照射されると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。
- [0087] 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。

[0088] ナノ粒子蛍光体の例としては、Siからなる半導体ナノ粒子（以下、Siナノ粒子という）を挙示することができる。Siナノ粒子は、粒径が1.9 nm程度で青紫色～青色（ピーク波長は420 nm付近）の蛍光を発する。また、粒径が2.5 nm前後で緑色（ピーク波長は500 nm付近）の蛍光を発する。さらに、粒径が3.3 nm程度で赤色（ピーク波長は720 nm付近）の蛍光を発する。

[0089] （Siナノ粒子の製造方法）

次に、Siナノ粒子を例にとり、ナノ粒子蛍光体の製造方法について説明する。なお、ナノ粒子蛍光体の製造方法は、ここで記載する方法に限定されない。

[0090] Siナノ粒子は、例えば、以下の（1）～（4）のような化学エッチング法を用いて製造することができる。

（1）シリコンウエハなどを粉砕し、Siを粒径50 nm程度の粉末にする。

（2）粉末にしたSiを溶媒中（例えば、純水+メタノール）に入れ、さらにフッ酸（HF）および硝酸（HNO<sub>3</sub>）の混合液を加える。

（3）（2）の溶液に超音波振動を加える。これにより、粉末状態のSiがエッチングされる。粒径に応じてエッチング時間を制御する。

（4）フィルタ（PVDFメンブレンフィルターなど）で（3）のエッチング後の溶液をろ過する。これにより、所望のサイズのSiナノ粒子を得ることができる。

[0091] なお、その他のナノ粒子蛍光体も同様に製造することができる。

[0092] （発光部2の形状・サイズ）

次に、発光部2のサイズは、1.5 mm（縦の長さa）×4 mm（横の長さb）×0.5 mm（奥行き）であり、その形状は、本実施形態では、直方体形状である。レーザ光が照射される発光部2の照射面（断面）SUF4の面積は、6 mm<sup>2</sup>である。なお、発光部2は、直方体でなく、円柱形状であっ

てもよい。例えば、後述するレーザダウンライト（発光装置、照明装置）200では、発光部2の形状を底面が直径1cmの円形である円柱形状としている。

[0093] ここで必要とされる発光部2の厚さは、発光部2における蛍光体と封止材との割合に従って変化する。発光部2における蛍光体の含有量が多くなれば、ある含有量までは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2の厚さを薄くできる。発光部2を薄くすれば透光性基板1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、蛍光体でのレーザ光の吸収の観点からすると発光部2の厚さ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2の厚さは0.01 $\mu$ 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 $\mu$ m以上、すなわち0.01mm以上が好ましい。

[0094] 一方、発光部2に含まれる蛍光体として上記の酸窒化物蛍光体を用いた場合の発光部2の厚みとしては、0.2mm以上、2mm以下が好ましい。但し、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%）、厚さの下限はこの限りではない。

[0095] <拡散部3>

次に、発光部2の周囲には、隙間なく同じ奥行き of 拡散部（拡散部材）3が設けられている。拡散部3は、発光部2の照射面SUF4の外側に照射されるレーザ光を少なくとも拡散することが好ましい。

[0096] 上記の構成によれば、発光部2に当たらなかったレーザ光は、拡散部3で拡散・散乱されるのでアイセーフを実現できる。また、拡散部3の光拡散作用により、ヘッドランプ10の色度ばらつきを抑制することができる。

[0097] なお、後述するように、レーザ光のスポットの面積に対する発光部2の照射面SUF4の面積の比は、1/4以上、2/3以下であることが好ましい。よって、本実施形態では、レーザ光のスポットの面積は、最大限6mm<sup>2</sup>×4=24mm<sup>2</sup>であり、レーザ光を単一の円形のスポットで照射する場合は、

スポット径 R 1（直径）は、5.53 mm である。

[0098] よって、本実施形態では、レーザ光のスポット形状が単一の円形である場合は、拡散部 3 の外径は、縦・横ともに少なくとも 5.53 mm 以上であることが好ましい。但し、ここでは、照射面 S U F 4 の形状が縦と横で長さが異なっている点については無視している。

[0099] ここで、レーザ光のスポットの径と、照射面 S U F 4 の径との関係についてももう少し厳密に検討する。

[0100] まず、レーザ光のスポットの形状および発光部 2 の照射面 S U F 4 の形状が、ともに、真円または正方形である場合について考える。また、ここでは、スポットの径（正方形の場合は、一辺の長さ）と、照射面 S U F 4 の径（正方形の場合は、一辺の長さ）との関係について説明する。

[0101] ここで、レーザ光のスポットの中心が、照射面 S U F 4 の中心とほぼ一致しているものと仮定する。

[0102] このとき、スポットの径に対する照射面 S U F 4 の径の比は、 $1/2$  以上、 $\sqrt{2/3}$  以下であることが好ましい。

[0103] 一方、レーザ光のスポットの形状および発光部 2 の照射面 S U F 4 の形状が、真円や正方形と異なり、最大径および最小径のような少なくとも長さの異なる 2 つの径を定義できるような形状である場合について考える。また、ここでは、スポットの形状の最大径・最小径と、照射面 S U F 4 の形状の最大径・最小径との関係について説明する。

[0104] まず、発光部 2 の照射面 S U F 4 の径のうち、その径が最大となる方向の径を「照射面 S U F 4 の最大径」と呼び、その径が最小となる方向の径を「照射面 S U F 4 の最小径」と呼ぶ。また、レーザ光のスポットの径のうち、その径が最大となる方向の径を「スポットの最大径」と呼び、その径が最小となる方向の径を「スポットの最小径」と呼ぶ。

[0105] ここで、レーザ光のスポットの中心が、照射面 S U F 4 の中心とほぼ一致しており、レーザ光のスポットの長手方向（最大径をとる方向）と照射面 S U F 4 の長手方向（最大径をとる方向）とが互いに一致している場合につい

て考える。

[0106] このとき、スポットの最大径に対する照射面S U F 4の最大径の比が、 $1/2$ 以上、 $\sqrt{2/3}$ 以下であることが好ましい。また、スポット径の最小径に対する照射面S U F 4の最小径の比も、 $1/2$ 以上、 $\sqrt{2/3}$ 以下であることが好ましい。

[0107] なお、本実施形態では、照射面S U F 4の形状は、矩形であり、最大径は、4 mm、最小径は、1.5 mmである。一方、レーザ光のスポットは、単一の円形（その径はR 1）である。この場合、レーザ光のスポットは、最大径と最小径とが一致していると考えれば良い。そうすると、スポットの径R 1に対する照射面S U F 4の最大径（4 mm）の比は、 $1/2$ 以上、 $\sqrt{2/3}$ 以下であることが好ましいから、スポットの径R 1は、4.90 mm以上、8.0 mm以下であることが好ましい。

[0108] また、スポットの径R 1に対する照射面S U F 4の最小径（1.5 mm）の比は、 $1/2$ 以上、 $\sqrt{2/3}$ 以下であることが好ましいから、スポットの径R 1は、1.84 mm以上、3.0 mm以下であることが好ましい。但し、レーザ光のスポットの中心が、照射面S U F 4の中心とほぼ一致しているものとした。以上より、拡散部3の外径は、縦3.0 mm以上、横8.0 mm以上であることが好ましい。

[0109] 次に、レーザ光のスポットの中心が、照射面S U F 4の中心とほぼ一致しており、レーザ光のスポットの長手方向（最大径をとる方向）と照射面S U F 4の短手方向（最小径をとる方向）とが互いに一致している場合について考える。

[0110] このとき、スポットの最大径に対する照射面S U F 4の最小径の比が、 $1/2$ 以上、 $\sqrt{2/3}$ 以下であることが好ましい。また、スポット径の最小径に対する照射面S U F 4の最大径の比は、 $1/2$ 以上、 $\sqrt{2/3}$ 以下であることが好ましい。

[0111] 例えば、レーザ光のスポット形状をレンズや絞り等を使って矩形にした場合、レーザ光のスポットの矩形の中心は、本実施形態の照射面S U F 4にお

ける矩形の中心とほぼ一致していることが好ましい。また、この場合、レーザ光のスポットの長手方向の径は、照射面S U F 4の最大径（ここでは、4 mm）の $\sqrt{3/2}$ 倍以上、2倍以下、すなわち、4.90 mm以上、8.0 mm以下であることが好ましい。一方、レーザ光のスポットの短手方向の径は、照射面S U F 4の最小径（ここでは、1.5 mm）の $\sqrt{3/2}$ 倍以上、2倍以下、すなわち、1.84 mm以上、3.0 mm以下であることが好ましい。以上より、拡散部3の外径は、やはり縦3.0 mm以上、横8.0 mm以上であることが好ましいと見積もれる。

[0112] 次に、レーザ光のスポットが単一のスポットではない場合の例として直方体形状の発光部2（照射面S U F 4は矩形）に対して、レーザ光のスポット形状が複数の円を互いに横方向（照射面S U F 4における矩形の長手方向）に並べたような形状であるような場合について考える。この場合、少なくともレーザ光のスポットの各円の直径が、照射面S U F 4の最小径（ここでは、1.5 mm）の $\sqrt{3/2}$ 倍以上、2倍以下、すなわち、1.84 mm以上、3.0 mm以下であることが好ましい。但し、レーザ光のスポットの各円の中心は、照射面S U F 4における矩形の長手方向の対称軸上またはその近傍に位置しているものとする。また、拡散部3の外径は、3.0 mm以上であることが好ましいと見積もれる。

[0113] 上記の拡散部3は、上記の低融点ガラス中に、アエロジルや $Al_2O_3$ の微粉末（10 nm～5  $\mu$ m程度）が重量比10～30%程度混合されたものである。上記の発光部2と拡散部3は、上記の透光性基板1に接着される。なお、発光部2（拡散部3）と透光性基板1との接合方法は、接着に限られず、例えば、融着などでも良い。

[0114] なお、「照射面S U F 4の外側に照射されるレーザ光を少なくとも拡散する」とは、照射面S U F 4の外側に照射されるレーザ光を拡散し、かつ、照射面S U F 4の全部または一部に向かって照射されるレーザ光を拡散する場合も含まれることを意味する。

[0115] 次に、図2（a）～（e）に基づき、上記の「照射面S U F 4の外側に照

射されるレーザ光を少なくとも拡散する」という条件を満たす透光性基板 1、発光部 2 および拡散部 3 の配置方法のバリエーションについて説明する。

[0116] 図 2 (a) ~ (e) は、上記ヘッドランプに関し、透光性基板 1、発光部 2 および拡散部 3 の配置方法のバリエーションを示す断面図である。

[0117] 図 2 (a) に示す例では、透光性基板 1 上の中央付近に発光部 2 が接着されている。また、拡散部 (拡散部材) 3 a は、発光部 2 の周囲を横から取り囲んでいる。なお、発光部 2 の上部中央付近には、拡散部 3 a は存在していない。すなわち、発光部 2 の上部の拡散部 3 a の中央付近は、開口となっている。このケースでは、発光部 2 の照射面 S U F 4 全体に亘って、導光部材 9 から出射されるレーザ光の光路上には、拡散部 3 a が存在しない。よって、このケースでは、照射面 S U F 4 の外側に照射されるレーザ光のみが拡散部 3 a によって散乱され、照射面 S U F 4 の全部または一部に向かって照射されるレーザ光はすべて発光部 2 に照射される。

[0118] 図 2 (b) に示す例では、透光性基板 1 上に拡散部 (拡散部材) 3 b が接合されている。また、拡散部 3 b の中央付近は、開口となっている。また、発光部 2 は、拡散部 3 b の開口を覆うように配置されている。このケースでは、発光部 2 の照射面 S U F 4 の外縁では、導光部材 9 から出射されるレーザ光の光路上に、拡散部 3 b が存在する。よって、このケースでは、照射面 S U F 4 の外側に照射されるレーザ光が拡散部 3 b によって散乱されるだけでなく、照射面 S U F 4 の一部 (外縁) に向かって照射されるレーザ光が拡散部 3 b に当たって散乱される。

[0119] 図 2 (c) に示す例では、透光性基板 1、拡散部 (拡散部材) 3 c および発光部 2 が、この順で積層されている。なお、発光部 2 は、拡散部 3 c の上面の中央付近に接合されている。このケースでは、発光部 2 の照射面 S U F 4 全体に亘って、導光部材 9 から出射されるレーザ光の光路上に、拡散部 3 c が存在する。よって、このケースでは、照射面 S U F 4 の外側に照射されるレーザ光が拡散部 3 c によって散乱されるだけでなく、照射面 S U F 4 の全部に向かって照射されるレーザ光が拡散部 3 c に当たって散乱される。

[0120] 但し、このケースでは、発光部 2 と拡散部 3 c とが接合されている（発光部 2 と拡散部 3 c とが距離を隔てていない）ため、上記特許文献 1 に記載の技術と比較して、発光部 2 に対する励起光の照射効率は高いと考えられる。

[0121] なお、図 2（b）および図 2（c）の形態では、透光性基板 1 と発光部 2 とが接合されていないため、発光部 2 に生じる熱の透光性基板 1 による放熱効果は得られにくくなる。しかしながら、これらの形態のように、透光性基板 1 と発光部 2 とが接合されていない形態も本発明の範疇に含まれる。

[0122] 図 2（d）に示す例では、透光性基板 1、発光部 2 および拡散部（拡散部材）3 d が、この順で積層されている。なお、発光部 2 は、拡散部 3 d の下面の中央付近に接合されている。このケースでは、発光部 2 の照射面 S U F 4 全体に亘って、導光部材 9 から出射されるレーザ光の光路上には、拡散部 3 d が存在しない。よって、このケースでは、照射面 S U F 4 の外側に照射されるレーザ光が拡散部 3 d によって散乱され、照射面 S U F 4 の全部または一部に向かって照射されるレーザ光はすべて発光部 2 に照射される。なお、発光部 2 を透過した励起光は、拡散部 3 d によって散乱されることが考えられる。

[0123] 図 2（e）に示す例では、透光性基板 1 上に発光部 2 が接合されている。また、発光部 2 の横および上部は、拡散部（拡散部材）3 e で覆われている。このケースでは、発光部 2 の照射面 S U F 4 全体に亘って、導光部材 9 から出射されるレーザ光の光路上には、拡散部 3 e が存在しない。よって、このケースでは、照射面 S U F 4 の外側に照射されるレーザ光が拡散部 3 e によって散乱され、照射面 S U F 4 の全部または一部に向かって照射されるレーザ光はすべて発光部 2 に照射される。なお、発光部 2 を透過した励起光は、拡散部 3 e によって散乱されることが考えられる。

[0124] <パラボラ型反射鏡 4 >

次に、パラボラ型反射鏡 4 は、発光部 2 からの蛍光または拡散部 3 で散乱された散乱光を反射する光反射凹面 S U F 3 を有し、発光部 2 から発生した蛍光または拡散部 3 で散乱された散乱光を、光反射凹面 S U F 3 で反射する

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。

[0125] 本実施形態の光反射凹面 S U F 3 の形状は、いわゆる回転放物面を採用しているため、図 1 に示すように、光軸（回転軸）を含む平面によって切断された断面形状は、放物線（パラボラ）となる。

[0126] また、光反射凹面 S U F 3 における回転放物面の底には、矩形の嵌合孔が形成されており、透光性基板 1 は、上記嵌合孔に嵌合されている。

[0127] パラボラ型反射鏡 4 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 S U S（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、パラボラ型反射鏡 4 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、樹脂性のパラボラ型反射鏡 4 本体の表面に金属薄膜を形成してもよい。

[0128] <基板 5>

次に、基板 5 は、励起光源ユニット 6 における導光部材 9 の出射端部 9 b 側が挿通される挿通口が形成された板状の部材であり、この基板 5 に対してパラボラ型反射鏡 4 がネジ 7 L, 7 R によって固定されている。導光部材 9 の出射端部 9 b の中心と発光部 2 の照射面 S U F 4 の中心とはほぼ一致している。そのため、導光部材 9 から出射したレーザ光は、透光性基板 1 の表面 S U F 1 に入射し、透光性基板 1 の内部を透過して、表面 S U F 1 に対向する表面 S U F 2 に接合された発光部 2 または拡散部 3 に到達する。

[0129] これにより、レーザ光が、発光部 2 の内部を透過し、その透過光が発光部 2 に含まれる蛍光体粒子によって散乱されるので、透過光がパラボラ型反射鏡 4 内で拡散される。また、透光性基板 1 を透過したレーザ光の一部は、拡散部 3 で散乱され散乱光となる。基板 5 の材質は特に問われないが、鉄、銅などの金属を例示することができる。

[0130] <励起光源ユニット 6>

次に、図 1 に示すように、励起光源ユニット 6 は、合計 3 つの L D チップ（励起光源） 1 1 と、導光部材 9 とが直方体形状のハウジング（筐体）に収納されたものである。

[0131] なお、LDチップ11の固定方法や配線方法については、従来の固定方法や配線方法を利用すれば良いので、ここでは説明を省略する。

[0132] (LDチップ11)

本実施形態のLDチップ11は、1個当たり1.6W(電流値:1.2A、電圧値:4.7V)、発振波長:450nm、φ9mmの金属パッケージ(ステム)に実装されている。なお、LDチップ11の発振波長は、450nmに限られず、440nm以上480nm以下の青色領域の波長であれば良い。励起光源ユニット6全体としては、出力は、4.8W程度である。

[0133] これにより、単純計算で合計3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。

[0134] なお、本実施形態では、LDチップ11の数は3つとしているが、LDチップ11の数はこれに限られず、1、2または4つ以上のいずれであっても良い。

[0135] 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。

[0136] 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(レーザ光)を発生するものであっても良いし、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(EL光; Electro-luminescence light)を発生するものであっても良い。

[0137] 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。

[0138] なお、LDチップ11から発生するレーザ光を青色光(発振波長; 450nm)としているのは、発光部2の照射面SUF4をはみ出し(または、照射面SUF4に当たらず)、拡散部3に入射して散乱された散乱光を照明光

として利用するためである。

[0139] (導光部材 9)

次に、導光部材 9 は、入射端部（励起光源に近い方）9 a から入射した各レーザ光を反射する光反射側面で囲まれた囲繞構造を有していると共に、出射端部（発光部に近い方）9 b の断面積は、入射端部 9 a の断面積よりも小さくなっており、入射端部 9 a から入射した各レーザ光を、光反射側面の囲繞構造により出射端部 9 b に導光する。

[0140] また、励起光源ユニット 6 の発光部 2 に近い側の側面には、嵌挿口が設けられており、導光部材 9 の出射端部 9 b 側は、励起光源ユニット 6 の内側から外側に向けて嵌挿され、嵌挿口の周囲の上記側面との接続部が接着剤などで固定される。

[0141] なお、本実施形態の導光部材 9 は、全体が四角錐台形状の筒形をなしており、出射端部 9 b の断面（開口）は、1 mm × 3 mm の矩形であり、入射端部 9 a の断面（開口）は、10 mm × 30 mm の矩形である。すなわち、出射端部 9 b の断面積は、入射端部 9 a の断面積よりも小さくなっている。なお、導光部材の形状は四角錐台形状に限られず、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。また、入射端部 9 a から出射端部 9 b までの距離は、25 mm である。

[0142] 上記の導光部材 9 によれば、囲繞構造により、入射端部 9 a から入射した各レーザ光を、入射端部 9 a の断面積よりも小さい断面積を有する出射端部 9 b に導光する、すなわち、各レーザ光を、出射端部 9 b に集光することができる。

[0143] なお、導光部材 9 は、BK（ボロシリケート・クラウン）7、石英ガラス、アクリル樹脂その他の透明素材で構成する。

[0144] 以上の構成によれば、出射端部 9 b の面積および発光部 2 のサイズを共に小さくすることにより、励起光源ユニット 6 に含まれる 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部 2 の小型化が可能となる。ここで、囲繞構造は、各 LD チップ 11 から発生する各レーザ光のすべての光

路の周囲を取り囲むように構成する。

[0145] また、各レーザ光は、圍繞構造に1回だけ反射して出射端部9bに導光される場合、圍繞構造に複数回反射して出射端部9bに導光される場合、圍繞構造に1回も反射することなく出射端部9bに導光される場合のいずれかの光路で導光される。

[0146] なお、本実施形態では、導光部材9は、入射端部9aおよび出射端部9bがそれぞれ開口を為す圍繞構造を有する構成（筒状の構成）として説明した。しかしながら、導光部材9を屈折率が1よりも高い材料で構成し、圍繞構造を有さない構成（筒状でない構成）としても良い。これにより、導光部材9の空気（屈折率=1）との境界面にレーザ光を反射する光反射側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、導光部材9の材料を選択するだけで、導光部材9中でレーザ光を導光させることができるようになるので、導光部材9の作製が容易となる。このような材料としては、BK（ボロシリケート・クラウン）7を例示することができ、その屈折率は、1.52である。

[0147] <本発明に係る一実施形態の特徴的構成>

次に、図5(a)に示す比較例のヘッドランプ30および図5(b)に基づき、本発明に係る一実施形態の特徴的構成について説明する。

[0148] 図5(a)は、比較例のヘッドランプ30（透過型）の概要構成を示す片側断面図である。また、図5(b)は、レーザ光のスポットの中心(O)からの距離(r)と、レーザ光の強度との関係を示す分布図である。

[0149] 図5(a)に示すヘッドランプ30は、ヘッドランプ10の導光部材9が導光部材9'に置換されている点が、ヘッドランプ10と異なっている。

[0150] 図5(b)の光強度分布Cで示されるように、半導体レーザから発生するレーザ光の強度分布は、所定の拡がりを持ち、ほぼガウシアン分布となることが知られている。すなわち、レーザ光のスポットの裾の部分の強度は、最大強度部分（中心O付近）からの距離rが大きくなるに従って急激に小さくなる。なお、このような事情は、複数のLDチップ11から出射される各レ

ーザ光を導光部材 9（または導光部材 9'）にて導光する上記の励起光源ユニット 6 についてもほぼ当てはまる。

[0151] このため、図 5（a）のヘッドランプ 30 のように、励起光源ユニット 6 から出射されるレーザ光の光路上に発光部 2 を配置し、励起光源ユニット 6 から発生するレーザ光を発光部 2 の照射面 S U F 4 に向けて照射したときのレーザ光のスポットの面積（または、スポット径 R 1'）を、レーザ光が照射される側から発光部 2 を見たときの、発光部 2 の面積（照射面 S U F 4 の面積、または、縦の長さ a あるいは横の長さ b）以下とすると、発光部 2 の照射面 S U F 4 におけるレーザ光の強度分布に大きなムラが生じる可能性がある。そうすると、発光部 2 の照射面 S U F 4 の一部にレーザ光の強度が集中し、発光部 2 の劣化が促進されてしまう可能性がある。

[0152] 一方、上述のように、励起光源ユニット 6 の光路上に発光部 2 を配置し、上記レーザ光のスポットの面積（または、スポット径 R 1'）を、レーザ光が照射される側から発光部 2 を見たときの、発光部 2 の面積（照射面 S U F 4 の面積、または、縦の長さ a あるいは横の長さ b）以下とするためには、ヘッドランプ 30 を構成する光学系（特に導光部材 9' の出射端部 9 b' の形状およびサイズや、出射端部 9 b' と発光部 2 の照射面 S U F 4 との距離など）に高い工作精度が要求される。このため、ヘッドランプ 30 の設計の自由度が低くなってしまいう問題点もある。

[0153] 本発明の発明者は、この状況に鑑み、図 1 に示す本実施形態のヘッドランプ 10（または、後述する図 4 に示すヘッドランプ 20）の開発を進めた。つまり、ヘッドランプ 10（またはヘッドランプ 20）は、レーザ光を出射する励起光源ユニット 6 と、励起光源ユニット 6 から出射されたレーザ光の照射により蛍光を発する発光部 2 とを備え、発光部 2 に向けてレーザ光が照射されるときにスポットの面積（またはその径 R 1）が、レーザ光が照射される側から発光部 2 を見たときの、発光部 2 の面積（照射面 S U F 4 の面積、または、縦の長さ a あるいは横の長さ b）よりも大きいヘッドランプ 10（またはヘッドランプ 20）である。

- [0154] また、本発明の一実施形態に係る特徴的構成は、別の観点では、発光部2（の照射面S U F 4）のサイズを超える領域にレーザ光を照射させる点にあると言っても良い。
- [0155] 本発明の発明者は、以上のような構成により、発光部2の劣化を抑制しつつ、ヘッドランプ10（またはヘッドランプ20）の設計の自由度を高くすることができる考えた。
- [0156] すなわち、ヘッドランプ10（またはヘッドランプ20）では、発光部2に向けてレーザ光が照射されるときスポットの面積（または、スポット径R1）が、レーザ光が照射される側から発光部2を見たときの発光部2の面積（照射面S U F 4の面積、または、縦の長さaあるいは横の長さb）よりも大きい。このため、レーザ光のスポットの面積（または、スポット径R1）を発光部2の面積（照射面S U F 4の面積、または、縦の長さaあるいは横の長さb）以下とする場合と比較して、レーザ光が照射される発光部2の照射面S U F 4に対するレーザ光の強度分布に生じるムラを小さくできる。このため、発光部2の照射面S U F 4の一部にレーザ光の強度が集中せず、照射面S U F 4の全域に亘ってレーザ光がマイルドに照射されるので、発光部2の劣化を抑制することができる。
- [0157] また、上記の構成では、レーザ光のスポットの面積（または、スポット径R1）を、レーザ光が照射される側から発光部2を見たときの発光部2の面積（照射面S U F 4の面積、または、縦の長さaあるいは横の長さb）よりも大きくするだけで良いので、上記レーザ光のスポットの面積（または、スポット径R1）を発光部2の面積（照射面S U F 4の面積、または、縦の長さaあるいは横の長さb）以下とする場合と比較して、ヘッドランプ10および20を構成する光学系（特に導光部材9の出射端部9bの形状およびサイズや、出射端部9bと発光部2の照射面S U F 4との距離など）に高い工作精度は要求されない。また、これにより、ヘッドランプ10（またはヘッドランプ20）の設計の自由度も高くなる。
- [0158] 以上より、ヘッドランプ10（またはヘッドランプ20）によれば、発光

部2の劣化を抑制しつつ、ヘッドランプ10（またはヘッドランプ20）の設計の自由度を高くすることができる。

[0159] なお、レーザ光のスポットの面積に対する発光部2の照射面S U F 4の面積の比は、 $1/4$ 以上、 $2/3$ 以下であることが好ましい。上記の比が、 $1/4$ よりも小さくなると、発光部2に対するレーザ光の照射効率が低くなり過ぎるからである。

[0160] 一方、上記の励起光の比が、 $2/3$ よりも大きくなると、発光部2のレーザ光が照射される照射面S U F 4におけるレーザ光の強度分布に大きなムラが生じてしまう。

[0161] 例えば、本実施形態のヘッドランプ10（またはヘッドランプ20）では、照射面S U F 4（または照射面S U F 4'）の面積 $=6\text{ mm}^2$ であるから、照射面S U F 4（または照射面S U F 4'）を含む平面でのレーザ光のスポットの面積は、 $4 \times 6\text{ mm}^2 = 24\text{ mm}^2$ （スポット径R 1（直径） $\cong 5.53\text{ mm}$ ）以下であることが好ましい。

[0162] また、別の観点では、図5（b）に示すような光強度分布Cにおいて、積分強度の50%以下が漏れ光（発光部2の照射面S U F 4に当たらず、拡散部3に当たる光）となることが好ましい。

[0163] <光学部材8>

次に、光学部材8は、パラボラ型反射鏡4の光反射凹面S U F 3の開口部に設けられており、ヘッドランプ10を密封している。発光部2から発生した蛍光、拡散部3で散乱された散乱光、もしくは、パラボラ型反射鏡4によって反射された蛍光または散乱光は、光学部材8を通過してヘッドランプ10の前方へ出射される。

[0164] 光学部材8は、本実施形態では、凸レンズ形状を有し、レンズ機能を有する構造としているが、凸レンズ形状のみならず、凹レンズ形状を有しても良い。また、光学部材8は、必ずしもレンズ機能を有する構造とする必要はなく、発光部2から発生した蛍光、拡散部3で散乱された散乱光、もしくは、光反射凹面S U F 3で反射した蛍光または散乱光を透過する透光性を少なく

とも有していれば良い。

[0165] 発光部2を透過するコヒーレントなレーザ光は、発光部2に含まれる蛍光体を励起して蛍光に変換されるか、蛍光体で散乱され、その発光点サイズが十分に拡大される。しかし、何らかの原因で発光点サイズが拡大されない場合も考えられる。このような場合でも、光学部材8によってレーザ光を遮断することにより、発光点サイズが小さく人体の眼に対して危険なレーザ光が外部に漏れることを防止できる。

[0166] [2. 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。

[0167] 図3(a)は、励起光源の一例であるLEDランプ(励起光源)13の回路図であり、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。

[0168] 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。

[0169] 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。

[0170] 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。

[0171] 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。

- [0172] 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。
- [0173] 次に、LDチップ11の構成を説明する。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。
- [0174] 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Ga<sub>n</sub>N、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、Ga<sub>n</sub>N、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、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、CrO<sub>2</sub>およびCeO<sub>2</sub>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。
- [0175] 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。
- [0176] 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。
- [0177] 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。
- [0178] 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AlInGa<sub>n</sub>N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。

- [0179] 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。
- [0180] 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。
- [0181] 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。
- [0182] 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 L0 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。
- [0183] 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、及び AlN に代表される III-V 属化合物半導体、並びに、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 17 及びカソード電極 19 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。
- [0184] 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。

[0185] (発光部2の発光原理)

次に、LDチップ11から発振されたレーザ光による蛍光体の発光原理について説明する。

[0186] まず、LDチップ11から発振されたレーザ光が発光部2に含まれる蛍光体に照射されることにより、蛍光体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。

[0187] その後、この励起状態は不安定であるため、蛍光体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。

[0188] 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が発光する。

[0189] 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、この原理・関係に基づき、半導体レーザから発振されたレーザ光の色と蛍光体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。

[0190] [3. ヘッドランプ20の構成]

次に、図4に基づき、本発明の他の実施形態であるヘッドランプ20について説明する。図4は、ヘッドランプ20の概要構成を示す片側断面図である。

[0191] 図4に示すように、ヘッドランプ20は、上述した透光性基板1に替えて反射部材1'を備え、上述した発光部2、上述した拡散部3、上述した励起光源ユニット6の他、ハーフパラボラ型反射鏡(反射鏡)4hおよび熱伝導部材(反射部材)4p、並びに、上述した光学部材8を備える。

[0192] なお、本実施形態で説明する構成以外の構成については、ほぼ上述したとおりであるので、ここでは、反射部材1'、ハーフパラボラ型反射鏡4h、

熱伝導部材 4 p、および、励起光源ユニット 6 についてのみ説明する。

[0193] <反射部材 1' >

反射部材 1' は、発光部 2 を透過するレーザ光を反射する部材であり、その構成材料は、金属が好ましい。また、反射部材 1' は、発光部 2 のレーザ光が照射される表面 S U F 4' と対向する側に接合される。これにより、発光部 2 は反射部材 1' によって保持される。

[0194] 上記の構成によれば、発光部 2 を透過し、反射部材 1' で反射したレーザ光が再度発光部 2 を励起するので、レーザ光をそのまま透過させる形態と比較して、レーザ光の照射方向に対する発光部 2 の厚さを 1 / 2 にしても、十分な発光効率が得られる。

[0195] <ハーフパラボラ型反射鏡 4 h >

ハーフパラボラ型反射鏡 4 h は、上述したパラボラ型反射鏡 4 を、光軸（回転軸）を含む平面によって半分に切断した形状を有している以外は、上述したパラボラ型反射鏡 4 と同じである。

[0196] <熱伝導部材 4 p >

図 4 に示すように、反射部材 1' の表面 S U F 1 側が、熱伝導部材 4 p に接合される。

[0197] 熱伝導部材 4 p の構成材料は、反射部材 1' に生じる熱を拡散させる熱伝導性を有するものであれば、どのような材料であっても良いが、金属またはセラミックスが好ましい。

[0198] 金属は、熱伝導率が高いのでより熱伝導部材 4 p の放熱効果が期待できる。

[0199] <励起光源ユニット 6 >

また、本実施形態のヘッドランプ 20 では、励起光源ユニット 6 における導光部材 9 の出射端部 9 b から出射されたレーザ光が、ハーフパラボラ型反射鏡 4 h の外面に設けられた窓部（または開口）を通して発光部 2 の照射面 S U F 4' 側に向けて（左斜め上側から右斜め下側に向けて）照射されている点で、ヘッドランプ 10 と異なる。

[0200] [4. レーザダウンライト200の構成]

本発明のさらに他の実施形態について図6～図11に基づいて説明すれば、以下のとおりである。

[0201] ここでは、本発明の照明装置の一例としてのレーザダウンライト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、LDチップ11から出射したレーザ光を発光部2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。

[0202] 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。

[0203] 図6は、発光ユニット210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。

[0204] レーザダウンライト200（発光ユニット210）は、図7および図8に示すように、天板400に光ファイバー束（導光部材）215を通す小さな穴402だけを開け、発光ユニット210の薄型・軽量という特長を活かして、強力な粘着テープ等を使って天板400に貼り付けられている。この場合、レーザダウンライト200の設置に係る制約が小さくなり、また工事費用が大幅に削減できるというメリットがある。なお、発光部2が移動可能な構成であれば、発光ユニット210が天板400に埋設されていてもよい。

[0205] レーザダウンライト200は、照明光を出射する発光ユニット210と、光ファイバー束215を介して発光ユニット210へレーザ光を供給する励起光源ユニット（励起光源）6aとを含んでいる。励起光源ユニット6a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。このように励起光源ユニット6aの位置を自由に決定できるのは、励起光源ユニット6aと発光ユニット210とが光ファイバー束215によって接続されているからである。この光ファ

イバー束 215 は、天板 400 と断熱材 401 との間の隙間に配置されている。

[0206] (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、透光性基板 1、発光部 2、拡散部 3、支持部材 61、支持部材駆動部 62、筐体 211、透光板 213、光ファイバー束 215 およびフェルール 217 を備えている。

[0207] (発光部 2)

本実施形態では、発光部 2 は、底面が直径 1 cm の円柱形状である。なお、発光部 2 の厚さや構成材料などについては、上述したとおりなので、ここでは説明を省略する。

[0208] (支持部材 61)

支持部材 61 は、底面が直径 1 cm の円形をした円柱形状の発光部 2 を含む透光性基板 1 を支持するものであり、支持部材駆動部 62 の駆動に連動して透光性基板 1 をレーザ光の光軸方向に移動可能なものである。支持部材 61 が移動することにより、発光部 2 の位置を変化させることができる。その結果、光ファイバー束 215 の 3 つの出射端部 215 a から出射された各レーザ光の光路幅が出射端部 215 a からの距離に比例して大きくなる（あるいは小さくなる）場合に、各レーザ光のスポットの大きさを変化させることができる。

[0209] また、支持部材 61 は、支持部材駆動部 62 のギアと接触するように設けられており、その接触する表面にはギアと噛み合うように溝が設けられている。これにより、支持部材 61 は、支持部材駆動部 62 の駆動に従った移動が可能となる。なお、ギアに連動して動作するのであれば、支持部材 61 の表面がどのような形状になっていてもよく、また特に加工されていなくてもよい。また、上述した理由から、支持部材 61 の駆動範囲は、3 つの出射端部 215 a から出射された各レーザ光のスポット径  $R_1$  に対する照射面  $SUF_4$  の最小径（ここでは 1 cm）の比が  $1/2$  以上、 $\sqrt{2/3}$  以下の値をとるような範囲に設定することが好ましい。すなわち、支持部材 61 の駆

動範囲は、発光部2の照射面SUF4を含む平面上における上記各レーザ光のスポット径R1（直径）が、1.24cm以上、2.00cm以下の値をとるような範囲に設定することが好ましい。

[0210] 支持部材61の材質は特に問わないが、支持部材61がその移動により後述する筐体211（凹部212）の内部に挿入されることを考慮すれば、透光性基板1と同様、透光性を有する材質であることが好ましい。また、支持部材61の形状は、平板状であっても棒状であってもよい。さらに、支持部材61が透光性基板1と一体に形成されていてもよい。

[0211] なお、本実施形態では、レーザ光の光軸方向に支持部材61が移動するものとして説明するが、レーザ光のスポットの大きさを自在に変化させることが可能であれば、必ずしも光軸方向に移動させる必要はない。

[0212] （支持部材駆動部62）

次に、支持部材駆動部62は、支持部材61をレーザ光の光軸方向へ移動させるためのものであり、例えば、ステッピングモータおよびギアからなり、支持部材61毎に設けられている。ギアは、その表面が支持部材61に接触するように、また、その回転軸が支持部材61の移動方向と垂直な方向となるように設けられている。ギアは、支持部材61に対して1つであっても、複数の組合せからなってもよい。また、ステッピングモータは、その回転をギアに伝播できるように設けられていればよい。

[0213] 支持部材駆動部62では、所定の駆動制御部（不図示）から駆動指示を受けると、ステッピングモータが駆動され、ギアが回転する。ギアと支持部材61とが接触して設けられているため、ギアの回転力が支持部材61に伝播され、支持部材61をレーザ光の光軸方向に移動させる。

[0214] なお、発光部2をレーザ光の光軸方向と垂直な方向に移動させる場合には、例えば支持部材駆動部62のギアを、レーザ光の光軸と垂直な透光性基板1の表面に接触させてもよい。この場合、その表面にはギアと噛み合うように溝が設けられ、また、支持部材61を設ける必要がない。

[0215] このように、支持部材駆動部62は、支持部材61を介して発光部2と光

ファイバー束 215 の出射端部 215 a との距離を変化させることにより、レーザ光の発光部 2 に対する照射光量を変化させ、また発光部 2 に照射されず直接照明光となるレーザ光の光量を変化させることができる。つまり、照明光に含まれる蛍光の光量とレーザ光の光量とのバランスを変化させることができるので、照明光の色温度を変化させることができる。

[0216] 換言すれば、支持部材駆動部 62 は、LDチップ 11 から出射されるレーザ光のうちの発光部 2 によって蛍光に変換されないレーザ光の割合（以降、変換割合と称する）を変化させる。この変換割合を変化させ、蛍光に変換されないレーザ光の光量を変化させることにより、照明光に対する蛍光の割合が変化するので、照明光の色温度を変化させることができる。

[0217] 次に、筐体 211 には、凹部 212 が形成されている。凹部 212 の表面には、金属薄膜が形成されており、凹部 212 は反射鏡として機能する。また、この凹部 212 の底面付近で、上述した駆動機構により、発光部 2 の位置を変化させて、光ファイバー束 215 の 3 つの出射端部 215 a から出射された各レーザ光のスポットの大きさを変化させることが可能な位置に、発光部 2 および拡散部 3 を備えた透光性基板 1 が配置されている。上述したように発光部 2 の位置の変化は、支持部材駆動部 62 が、支持部材 61 を介して、発光部 2 を備えた透光性基板 1 をレーザ光の光軸方向に移動させることにより実現する。この移動の実現のために、筐体 211 には、支持部材 61 を収納できる収納部 218 が形成されている。

[0218] なお、後述の実施の形態 8（図 31 参照）では、例えば図 24（a）～（c）に示すように、発光部 2 の位置を変化させて、レーザ光照射領域 79 の大きさを変化させることが可能な位置に、発光部 2 及び拡散部 3 を備えた透光性基板 1 が配置されている。また、後述の実施の形態 11（図 42 参照）では、例えば図 36（a）～（c）に示すように、発光部 2 の位置を変化させて、レーザ光照射領域 79 の大きさを変化させることが可能な位置に、発光部 2 を備えた透光性基板 1 が配置されている。

[0219] また、筐体 211 には光ファイバー束 215 を通す小さな穴 219 が開け

られており、この穴219を通して光ファイバー束215が発光部2の近傍まで延びている。これにより、LDチップ11が出射したレーザ光は、光ファイバー束215を介して、発光部2に照射される。また、光ファイバー束215の出射端部215aは、フェルール217によって保持されている。なお、光ファイバー束215およびフェルール217については後述する。

[0220] 透光板213は、凹部212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り、発光部2の蛍光は、透光板213を透して照明光として出射される。

[0221] この透光板213は、LDチップ11からのレーザ光を遮断するとともに、発光部2においてレーザ光を変換することにより生成されたインコヒーレント光を透過する材質で形成することが好ましい。

[0222] 発光部2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インコヒーレントな光に変換されない場合も考えられる。このような場合でも、透光板213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。なお、透光板213は、筐体211に対して取外し可能であってもよく、省略されてもよい。

[0223] 図6では、発光ユニット210は、円形の外縁を有しているが、発光ユニット210の形状（より厳密には、筐体211の形状）は特に限定されない。

[0224] 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2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。

[0225] （励起光源ユニット6aの構成）

励起光源ユニット6aは、3つのLDチップ11、光ファイバー束215、および、3つの非球面レンズ216を備えている。

[0226] 光ファイバー束215の一方の端部である入射端部215bは、励起光源

ユニット6 aに接続されており、LDチップ1 1から発振されたレーザ光は、非球面レンズ2 1 6を介して光ファイバー束2 1 5の入射端部2 1 5 bに入射される。

[0227] 非球面レンズ2 1 6は、LDチップ1 1から発振されたレーザ光（励起光）を、光ファイバー束2 1 5の一方の端部である入射端部2 1 5 bに入射させるためのレンズである。例えば、非球面レンズ2 1 6として、アルプス電気製のFLKN1 405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2 1 6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約405 nm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。

[0228] 図8では、励起光源ユニット6 aの内部に、LDチップ1 1および非球面レンズ2 1 6がそれぞれ3つずつ備えられ、それぞれの非球面レンズ2 1 6から延びる光ファイバーの束が1つの発光ユニット2 1 0に導かれている。すなわち、図8では、3つのLDチップ1 1と3つの非球面レンズ2 1 6とからなる1セットの光源が、1つの発光ユニット2 1 0用の光源として機能している。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2 1 0からそれぞれ延びる光ファイバーの束を1つの励起光源ユニット6 aに導いてもよい。この場合、1つの励起光源ユニット6 aに上記の1セットの光源が複数収納されることになり、励起光源ユニット6 aは集中電源ボックスとして機能する。

[0229] （光ファイバー束2 1 5およびフェルール2 1 7）

光ファイバー束2 1 5は、LDチップ1 1が発振したレーザ光を発光部2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。この光ファイバー束2 1 5は、LDチップ1 1から出射されたレーザ光を受け取る入射端部2 1 5 bと、これらの入射端部から入射したレーザ光を出射する出射端部2 1 5 aとを有する光ファイバーを含んでいる。

[0230] 図9は、光ファイバー束2 1 5の複数の出射端部2 1 5 aと発光部2との距離が最も近くなったときの出射端部2 1 5 aと発光部2との位置関係を示

す図である。このとき、同図に示すように、複数の出射端部 215 a は、発光部 2 のレーザ光照射面（受光面） 201 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。この構成により、発光部 2 にレーザ光が局所的に照射されないので、発光部 2 の一部が著しく劣化することを防止できる。なお、図 9 では、透光性基板 1 および拡散部 3 については図示を省略している。

[0231] 光ファイバー束 215 を構成する光ファイバーは、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、光ファイバー束 215 を構成する光ファイバーは、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、光ファイバーの長軸方向に対して垂直な断面は矩形であってもよい。

[0232] また、図 8 に示すように、フェルール 217 は、光ファイバー束 215 の複数の出射端部 215 a を透光性基板 1（発光部 2 のレーザ光照射面 201 および拡散部 3 の受光面）に対して所定のパターンで保持する。このフェルール 217 は、出射端部 215 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 215 a を挟み込むものでもよい。

[0233] このフェルール 217 は、筐体 211 から延出する棒状または筒状の部材などによって発光ユニット 210 に対して固定されていればよい。フェルール 217 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。

[0234] （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。

[0235] 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2の蛍光体を高演色蛍光体（例えば、数種類の酸窒化物蛍光体または窒化物蛍光体の組合せ）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。

[0236] 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Raが90以上のみならず、特殊演色評価数R9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LEDチップ11の組合せにより実現可能である。

[0237] 図10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。

[0238] 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。

[0239] 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。

[0240] また、筐体302は比較的大きなものであるため、天板400と断熱材4

01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。

[0241] 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。

[0242] 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。

[0243] また、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、天板裏側のスペースもほとんど必要ないためにLEDダウンライト300よりも設置に係る制約を小さくできるとともに工事費用を大幅に削減できる。

[0244] 図11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。

[0245] また、励起光源ユニット6aをユーザの手が容易に届く所（高さ）に設置できるため、LDチップ11が故障した場合でも、手軽にLDチップ11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束215を1つの励起光源ユニット6aに導くことにより、複数のLDチップ11を一括管理できる。そのため、複数のLDチップ11を交換する場合でも、その交換が容易にできる。

[0246] 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（ルーメン）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。

[0247] 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LDチップ11を少なくとも1つ備える励起光源ユニット6aと、発光部2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とを備える。そして、支持部材駆動部62が支持部材61を介して発光部2の位置を変化させることにより、LDチップ11から出射されるレーザ光のうちの発光部2によって蛍光に変換されないレーザ光の割合を変化させる。これにより、照明光に対する蛍光の割合が変化するので、照明光の色温度を変化させることが可能なレーザダウンライト200を実現できる。

[0248] また、例えば、光ファイバー束215の複数の出射端部215aのそれぞれから出射されるレーザ光を、発光部2の照射面SUF4の互いに異なる領域に対して照射することが可能となる。換言すれば、光ファイバー束215の複数の出射端部215aのそれぞれからのレーザ光は、発光部2に対して分散して照射される。

[0249] それゆえ、レーザ光が発光部2の一箇所に集中的に照射されることによって発光部2が著しく劣化する可能性を低減でき、出射する光の光束を低下させることなくより長寿命のレーザダウンライト200を実現することができる。また、発光部2に照射するレーザ光の強度を低下させる必要がないため、レーザダウンライト200の光束のみならず、輝度を大きくすることができる。従って、小型で高輝度なレーザダウンライト200を実現できる。

[0250] [実施の形態1に係る発明の別の表現]

また、本発明は、以下のように表現することもできる。

[0251] すなわち、本発明のレーザ照明光源（発光装置、照明装置、前照灯）は、蛍光体発光部（発光体、発光部）と、励起光源である半導体レーザと、からなるレーザ照明光源に関し、励起光照射エリアとして、蛍光体発光部のサイ

ズを超える領域に励起光を照射させて（励起光照射エリアの面積＞蛍光体発光部の照射面の面積）も良い。

[0252] また、本発明のレーザ照明光源は、励起光源としては青色半導体レーザを用い、蛍光体としては、黄色に発光する黄色発光蛍光体、もしくは緑色に発光する緑色発光蛍光体と赤色に発光する赤色発光蛍光体とを組合せても良い。

[0253] また、本発明のレーザ照明光源は、透過型であっても良いし、反射型であっても良い。また、反射型の場合、拡散部材の下に反射部材が設けられていても良い。

[0254] ここで、黄色発光蛍光体を用いる場合を例にとって説明すると、上記の構成を採用することで、黄色発光蛍光体が存在する領域について、励起光を透過させる必要が無くなる（もちろん透過させてもよい）ため、蛍光体の励起効率だけを考慮した濃度・厚み設計ができ、発光装置としての効率を向上させることができるようになる。

[0255] また、黄色発光蛍光体の照射面の全面に亘って励起光を照射できる（言い換えれば、蛍光体発光部に対して局所的に励起光が集中してしまうことがない）。したがって、蛍光体の一部分だけ負担（励起）が強くなることがないので、蛍光体発光部の効率を最大限高められる。

[0256] さらに、励起光源から放射される励起光はどうしても強度分布を有する（典型的にはガウス分布の形状だと言われる）。本発明のレーザ照明光源の上記構成であれば、そのような励起光の強度分布のうち、周辺の強度が急激に落ちる部分を蛍光体に当てないようにできる。すなわち、より一様に蛍光体発光部を励起することができるようになるので、発光装置全体としての発光効率が向上する。逆に言えば、従来の発光装置では、どうしても照射される励起光スポットの周辺部分の励起光強度は低くなってしまっていた。

[0257] また、本発明のレーザ照明光源の上記構成であれば、蛍光体発光部に当たらなかった励起光（レーザ光）は、拡散部材で拡散・散乱されるのでアイセーフを実現できる。

[0258] また、本発明のレーザ照明光源の上記構成であれば、励起光の照射光学系の設計に余裕度がでるため、発光装置のコストダウンが可能となる。例えば、蛍光体発光部の全域にむらなく励起光を当て、しかも蛍光体発光部の存在しない領域には励起光ができるだけ当たらないようにするには、光学系の設計をきっちりと行い、工作精度の良い部品を使って、きっちりと組み立てる必要がある。しかしながら、本発明のレーザ照明光源は、励起光は蛍光体発光部が存在する領域からはみ出すことが前提であるので、装置の各部における設計の自由度が高まる。

[0259] [実施の形態 2～14 の概要について]

次に、実施形態 2～14 について説明するが、その具体的な説明の前に、実施の形態 2～14 に係るヘッドランプ 40～110（発光装置、照明装置、前照灯）およびレーザダウンライト 200（発光装置、照明装置）の概要について説明する。

[0260] ヘッドランプ 40～110 およびレーザダウンライト 200 は、励起光を出射する、少なくとも 1 つの励起光源と、上記励起光源から出射された励起光を受けて蛍光を発する、少なくとも 1 つの発光部と、自装置が外部へ出射する出射光に含まれる上記蛍光の割合を変化させることにより、当該出射光の特性を変化させる特性変化機構と、を備える構成である。

[0261] 上記構成によれば、特性変化機構が、少なくとも 1 つの発光部が発する、自装置が外部へ出射する出射光に含まれる蛍光の割合を変化させることにより、当該出射光の特性を変化させる。それゆえ、出射光の特性、特にその色温度を変化させることができる。

[0262] 以下の実施の形態 2～4 では、主として、上記励起光源がメイン光源 27 として機能し、上記発光部が発光部 2 として機能し、上記特性変化機構がサブ光源（第 2 光源） 28 として機能する場合について説明する。

[0263] また、実施の形態 5～8 では、主として、上記励起光源が半導体レーザ 63、半導体レーザ（第 1 励起光源） 63 a、半導体レーザ（第 2 励起光源） 63 b として機能し、上記発光部が発光部 2、発光部（第 1 発光部） 2 a、

発光部（第2発光部）2bとして機能し、上記特性変化機構（光量変化機構）が、支持部材61、支持部材駆動部62、出力制御部642として機能する場合について説明する。

[0264] また、実施の形態9～11では、主として、上記励起光源が半導体レーザー63として機能し、上記発光部が発光部2（第1発光部2a、第2発光部2b）として機能し、上記特性変化機構（照射範囲変化機構）が、支持部材61、支持部材駆動部62、透光性基板駆動部62aとして機能する場合について説明する。

[0265] また、実施の形態12～14では、主として、上記励起光源が半導体レーザー63として機能し、上記発光部が第1発光部93、99、第2発光部94として機能し、上記特性変化機構が位置制御部95として機能する場合について説明する。

[0266] [実施の形態2]

本発明の他の実施形態について図12～図16、図18に基づいて説明すれば、以下のとおりである。ここでは、本発明の照明装置の一例として、自動車用のヘッドランプ（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、プロジェクター、家庭用照明器具を挙げることができる。

[0267] ヘッドランプ40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。

[0268] <色温度について>

紫外領域から青紫色領域（350～405nm近傍）の発振波長を有する励起光を青色蛍光体に照射することにより照明光の色温度を高めることは、理論的には可能である。しかし、発光効率が高く、レーザー光源を備える照明装置に適した青色蛍光体は希少であるため、この方法で照明光の色温度を高

めることは困難であった。

[0269] また、例えば、405 nm近傍の発振波長を有する励起光源とともに、当該励起光により励起される蛍光体（青緑発光蛍光体＋赤色発光蛍光体）を使用し、当該蛍光体においてその励起光が全て蛍光に変換される場合、照明光としては白色光が出射される。しかし、この場合、青色蛍光体を使用した場合に比べ、蛍光体から出射される蛍光に含まれる青味成分は少なくなるので、その青味成分が少ない分、その白色光の色度範囲、すなわち「所謂白色」にできる範囲が狭くなってしまう。

[0270] したがって、405 nm近傍の発振波長を有する励起光により励起される青緑発光蛍光体及び赤色発光蛍光体を使用して、照明光として白色光を出射する従来の照明装置において、照明光の色温度を高めることは困難であった。

[0271] なお、「所謂白色」と呼ばれる色度範囲の一例としては、図18に示す6つの点35で囲まれた範囲が挙げられる。図18は、車両用前照灯に要求される白色の色度範囲を示すグラフ（色度図）である。同図において、点35で囲まれた範囲が法律で規定された車両用前照灯に要求される白色の色度範囲であり、曲線33は色温度（K：ケルビン）を示している。

[0272] また、上記の青緑発光蛍光体の一例としてはCa $\alpha$ -SiAlON：Ce蛍光体、赤色発光蛍光体の一例としてはCASN：Eu蛍光体が挙げられる。また、図18では、Ca $\alpha$ -SiAlON：Ce蛍光体（色度点31）及びCASN：Eu蛍光体（色度点32）を使用した場合に照明光が取り得る色度範囲は直線34で示されている。

[0273] したがって、従来の照明装置では、色温度の高い照明光の実現が困難であったため、そもそも色温度の調整を行うことが困難であった。このため、このような照明装置を用いて、様々なニーズ及びユーザの嗜好にあわせたアプリケーション開発を行うことも困難であった。

[0274] 一方、本実施形態に係るヘッドランプ40は、発光部7から出射された蛍光およびサブ光源28から出射された青色レーザ光を、例えば発光部7にお

いて拡散させた上で照明光として出射する。この構成により、従来の照明装置において実現が困難であった色温度の調整を行うことができる。以下、その構成等について、具体的に説明する。

[0275] <ヘッドランプ40の構成>

図12は、ヘッドランプ40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40は、メイン光源（第1光源、レーザ光源）27、サブ光源（第2光源）28、非球面レンズ29、光ファイバー55、フェルール65、発光部7、反射鏡81、遮断フィルタ91、ハウジング75、エクステンション76およびレンズ77を備えている。メイン光源27、サブ光源28、光ファイバー55、フェルール65および発光部7によって発光装置の基本構造が形成されている。

[0276] （メイン光源27）

メイン光源27は、励起光を出射する励起光源として機能する発光素子であり、半導体レーザまたはLEDである。以下では、メイン光源27は半導体レーザであるとして説明する。半導体レーザである場合には、高出力かつコヒーレント性の高いレーザ光を発光部7に照射できるので発光部7を小さくでき、高輝度なヘッドランプ40を実現できる。図12には、メイン光源27が2個図示されているが、メイン光源27を複数設ける必要は必ずしもなく、1つのみ設けてもよい。しかし、高出力の励起光を得るためには、複数のメイン光源27を用いる方が容易である。

[0277] メイン光源27は、例えば、1チップに1つの発光点を有するものであり、405nm（青紫色）のレーザ光を発振し、出力1.0W、動作電圧5V、電流0.6Aのものであり、直径5.6mmのパッケージに封入されているものである。

[0278] ただし、パッケージは直径5.6mmのものに限定されず、例えば、直径3.8mmや直径9mm、あるいはそれ以外であってもよく、熱抵抗がより小さいパッケージを選択することが好ましい。また、メイン光源27は、1チップに複数の発光点を有するものであってもよい。

[0279] メイン光源 27 が発振するレーザ光は、405 nm に限定されず、350 nm 以上 420 nm 以下の波長範囲にピーク波長を有するレーザ光、すなわち紫外領域から青紫色領域を含む波長範囲に発振波長を有するレーザ光であればよい。

[0280] メイン光源 27 は、470 nm 以下の波長範囲にピーク波長を有するレーザ光を出射することも可能である。しかし、本実施の形態では、サブ光源 28 から出射される青色領域の発振波長を有する光（第 2 の光）を照明光として利用する。このため、その光が効率よく照明光として利用されるためには、発光部 7 において吸収されにくいことが好ましく、これを考慮すれば、メイン光源 27 が発振するレーザ光のピーク波長は 420 nm 以下であることが好ましい。また、発光部 7 が  $\text{Ca}\alpha\text{-SiAlON}:\text{Ce}^{3+}$  蛍光体（ $\text{Ca}\alpha\text{-SiAlON}:\text{Ce}$  蛍光体）を含む場合の発光部 7 における励起光の吸収率について考慮すれば、当該ピーク波長が 420 nm 以下であることが好ましい。この吸収率については図 14 を用いて後述する。

[0281] なお、発光部 7 において、サブ光源 28 から出射される光を拡散する必要がない、又は発光部 7 以外の部材（例えば、実施の形態 3 の拡散部 71）において当該光を拡散させる場合には、メイン光源 27 が発振するレーザ光のピーク波長は、350 nm 以上 470 nm 以下であってもよい。

[0282] （サブ光源 28）

サブ光源 28 は、メイン光源 27 から出射されるレーザ光とは異なる波長領域を有する光を出射する半導体レーザである。より具体的には、サブ光源 28 は、青色領域（波長 440～460 nm）の発振波長を有する光（青色レーザ光と称する）を発光部 7 に対して照射する。

[0283] 発光部 7 に照射された青色レーザ光は、発光部 7 において拡散され、コヒーレント性が低下した後に、照明光としてヘッドランプ 40 の外部に出射される。それゆえ、青色レーザ光の人体に与える影響を抑制した上で当該青色レーザ光を照明光の一部として利用できる。つまり、発光部 7 から出射される蛍光とともに、当該青色レーザ光が照明光として出射されるので、蛍光の

みを照明光として出射するよう設計されてきた従来の照明装置では困難であった照明光の色温度の調整を行うことができる。また、サブ光源28がコヒーレント性の高いレーザ光を出射する場合には、青色レーザ光の照射のために発光部7を大きくする必要がないので、高輝度な発光特性を維持したまま色温度の調整を行うことができる。

[0284] なお、サブ光源28は、青色領域にピーク波長を有する光を出射可能な構成であればよく、例えばLEDであってもよい。以下では、サブ光源28は半導体レーザであるとして説明する。

[0285] (非球面レンズ29)

非球面レンズ29は、メイン光源27またはサブ光源28から発振されたレーザ光を、光ファイバー55の一方の端部である入射端部51b~53bに入射させるためのレンズである。例えば、非球面レンズ29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29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約405nm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。

[0286] (光ファイバー55)

光ファイバー55は、メイン光源27およびサブ光源28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55は、メイン光源27から出射されたレーザ光を受け取る入射端部51b・52bと、これらの入射端部から入射したレーザ光を出射する出射端部51a・52a(図13参照)とを有する光ファイバーを含んでいる。また、光ファイバー55は、サブ光源28から出射されたレーザ光を受け取る入射端部53bと、これらの入射端部から入射したレーザ光を出射する出射端部53a(図13参照)とを有する光ファイバーを含んでいる。

[0287] 図13は、出射端部51a~53aと発光部7との位置関係を示す図である。図13に示すように、複数の出射端部51a~53aは、発光部7のレ

ーザ光照射面（受光面）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。この構成により、発光部7にレーザ光が局所的に照射されないので、発光部7の一部が著しく劣化することを防止できる。

[0288] 光ファイバー5 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 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 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 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。

[0289] なお、実施の形態3において示すように、導光部材として光ファイバー以外の部材を用いてもよく、導光部材の種類は限定されない。また、導光部材を用いずに、メイン光源2 7およびサブ光源2 8からのレーザ光を、光学レンズ等を用いて発光部7に集光してもよい。

[0290] また、メイン光源2 7からのレーザ光とサブ光源2 8からのレーザ光とを発光部7の同一の面に照射する必要は必ずしもない。例えば、メイン光源2 7からのレーザ光をレーザ光照射面7 aに照射し、サブ光源2 8からのレーザ光をレーザ光照射面7 aに対する側面に照射してもよい。

[0291] （フェルール6 5）

図1 3に示すように、フェルール6 5は、光ファイバー5 5の複数の出射端部5 1 a～5 3 aを発光部7のレーザ光照射面7 aに対して所定のパターンで保持する。このフェルール6 5は、出射端部5 1 a～5 3 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 1 a～5 3 aを挟み込むものでもよい。

[0292] このフェルール6 5は、反射鏡8 1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 1に対して固定されていけばよい。フェルール6 5の材

質は、特に限定されず、例えばステンレスチールである。また、1つの発光部7に対して、複数のフェルール65を配置してもよい。

[0293] (発光部7)

発光部7は、メイン光源27から出射されたレーザ光を受けて蛍光を発するものであり、レーザ光を受けて発光する蛍光体を含んでいる。発光部7は、例えば、封止材の内部に蛍光体が分散されているものである。封止材と蛍光体との割合(重量比)は、100:5程度である。封止材として、例えば、1W/mK程度の無機ガラスを用いることができる。

[0294] なお、封止材は、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。ただし、封止材として無機ガラスを用いた場合には、熱耐性が高まるとともに発光部7の熱抵抗を下げるという効果が得られるため、無機ガラスが好ましい。また、発光部7は、蛍光体を押し固めたものであってもよい。

[0295] 上記蛍光体は、酸窒化物系または窒化物系のものであり、青色、緑色および赤色の蛍光体がシリコン樹脂に分散されている。メイン光源27は、405nm(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。

[0296] 発光部7の形状および大きさは、例えば、3mm×1mm×1mmの直方体である。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。

[0297] 発光部7は、直方体でなくてもよく、レーザ光照射面7aが楕円である筒状であってもよい。

[0298] また、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、反射したレーザ光を制御するためには、レーザ光照射面7aは平面を有していることが好ましい。レーザ光照射面7a

が曲面の場合、少なくとも曲面への入射角度が大きく変わるため、レーザ光が照射される場所によって、反射光の進む方向が大きく変わってしまう。そのため、レーザ光の反射方向を制御することが困難な場合がある。これに対してレーザ光照射面 7 a が平面であれば、レーザ光の照射位置が若干ずれたとしても反射光の進む方向はほとんど変わらないため、レーザ光が反射する方向を制御しやすい。場合によっては反射光が当たる場所にレーザ光の吸収材を置くなどの対応がとり易くなる。

[0299] なお、レーザ光照射面 7 a がレーザ光の光軸に対して垂直である必要は必ずしもない。レーザ光照射面 7 a がレーザ光の光軸に対して垂直な場合、反射したレーザ光はレーザ光源の方向に戻るため、場合によってはレーザ光源にダメージを与える可能性もある。

[0300] また、発光部 7 は、図 1 2 では遮断フィルタ 9 1 の内側の面に固定されているが、発光部 7 の位置の固定方法は、この方法に限定されず、反射鏡 8 1 から延出する棒状または筒状の部材によって発光部 7 の位置を固定してもよい。

[0301] また、発光部 7 は、レーザ光を拡散する機能を有している。この機能は、発光部 7 に含まれる封止材と蛍光体との屈折率の差を利用することで実現できる。そのために、サブ光源 2 8 が発振したレーザ光を十分に拡散できる体積（特に厚み）を有するように発光部 7 を設計する。

[0302] また、発光部 7 の拡散機能をさらに高めるため、または、発光部 7 を小型化するために、発光部 7 に拡散粒子を含ませてもよい。拡散粒子として酸化ジルコニウム、ダイヤモンドなどの粒子を用いることができる。これら以外の粒子を用いてもよいが、発光部 7 の発熱に耐えられる粒子であることが好ましい。

[0303] 発光部 7 が上記の拡散機能を有しているので、サブ光源 2 8 がレーザ光源であっても、ヘッドランプ 4 0 は、サブ光源 2 8 から出射されるコヒーレント性が高く発光点サイズの極めて小さな青色レーザ光を、人体への影響がほとんどない発光点サイズの大きな光に変換し、照明光として出射できる。す

なわち、ヘッドランプ40は、安全性を確保した上でサブ光源28から出射された青色レーザ光を照明光として利用できる。また、実施の形態3のように拡散部71（図17参照）を設ける必要がないので、その分ヘッドランプ40を安価に製造できる。

[0304] 発光部7に含まれる蛍光体の詳細については後述する。

[0305] （反射鏡81）

反射鏡81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81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40の前方へ進む光線束を形成する。この反射鏡81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。

[0306] また、反射鏡81は、半球面ミラーに限定されず、楕円面ミラーやパラボラミラーまたはそれらの部分曲面を有するミラーあってもよい。すなわち、反射鏡81は、回転軸を中心として図形（楕円、円、放物線）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よい。また、反射鏡81における開口部の形状は円形に限定されない。ヘッドランプ40およびその周辺のデザインに応じて、適宜開口部の形状を決定することができる。

[0307] （遮断フィルタ91）

遮断フィルタ91は、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を透過するとともに、メイン光源27およびサブ光源28からのレーザ光を遮断する。遮断フィルタ91としては、例えば五鈴精工硝子社製のITY418を使用できる。

[0308] 発光部7によってコヒーレント性の高いレーザ光は、そのほとんどが蛍光体に吸収されインコヒーレントな光に変換される。しかし、何らかの原因でレーザ光の一部がインコヒーレントな光に変換されない場合も考えられる。このような場合でも、遮断フィルタ91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。これにより、レーザ光（

励起光)の発光点サイズが非常に小さく、かつ高出力光である、あるいはレーザー光が可視光領域以外の波長範囲に属していても、レーザー光が外部に漏れ出て人体に与える影響を抑制できる。

[0309] なお、メイン光源27がLEDの場合であっても、紫外領域(350nm以上、380nm以下あるいは400nm以下)の励起光を出射する場合には、皮膚や目など人体に影響を与える可能性がある。したがって、遮断フィルタ91としては、400nm以下の光を遮断できるものが選択されることが好ましい。

[0310] また、メイン光源27が400nmよりも長い波長の光を出射する場合には、その光が必ずしも遮断フィルタ91によって遮断される必要はない。しかしながら、レーザー光の場合には、その発光点サイズを拡大させ、人体の眼に対して安全な光とするために、当該レーザー光の大部分が発光部7において蛍光に変換されるか、複数回散乱あるいは拡散される必要がある。

[0311] (レーザー光利用時の安全性確保について)

小さな発光点サイズを有する光源から高いエネルギーを有する光が出射され、当該光が人間の眼に入射した場合、網膜上では、その小さな発光点サイズにまで光源像が絞られるため、結像箇所におけるエネルギー密度が極めて高くなってしまふことがある。例えば、レーザー光源(半導体レーザー)から出射されるレーザー光は、スポットサイズが10 $\mu$ m角よりも小さい場合がある。そのような光源から出射されるレーザー光が、直接眼に入射、あるいはレンズや反射鏡といった光学部材を介したとしても小さな発光点が直接見える形で眼に入射すると、網膜上の結像箇所が損傷してしまふことがある。

[0312] 典型的な高出力の半導体レーザーにおける発光点サイズは、例えば1 $\mu$ m $\times$ 10 $\mu$ mである。すなわち、当該半導体レーザーの出射面積は10 $\mu$ m<sup>2</sup>=1.0 $\times$ 10<sup>-5</sup>m<sup>2</sup>である。このため、半導体レーザーが出射する光が、例えば発光点サイズが1mm<sup>2</sup>の光源と同じエネルギーを有する光であったとしても、半導体レーザーの場合の網膜上での結像箇所のエネルギー密度は、発光点サイズが1mm<sup>2</sup>の光源の場合よりも10<sup>5</sup>倍も高くなってしまふ。

[0313] これを回避するためには、発光点サイズをある程度の大きさ（有限のサイズ）（具体的には例えば1mm×1mm以上）に拡大させる必要がある。発光点サイズを拡大させることにより、網膜上での結像サイズを拡大させることができるようになるため、同じエネルギーの光が眼に入射した場合であっても、網膜上のエネルギー密度を低減させることが可能となる。

[0314] 発光点サイズを拡大させるためには、光源そのものの発光点を視認できないようにする必要がある。このため、本実施の形態では、上述のように発光部2に拡散機能を持たせ、メイン光源27及びサブ光源28の発光点サイズを拡大させることにより、人体に対する安全性、特に人間の眼に対する安全性を確保している（アイセーフ化）。

[0315] なお、発光点サイズの拡大については、レーザ光源に限らず、LED光源においても考慮する必要がある。但し、レーザ光は、LED光源から出射される光よりも単色性、すなわち波長が揃っているため、波長の違いによる網膜上での結像のボケ（いわゆる色収差）がなく、当該光よりも危険である。このため、レーザ光源から出射された光を照明光として利用する照明装置においては発光点サイズの拡大について、よりしっかりと考慮することが好ましい。

[0316] （ハウジング75）

ハウジング75は、ヘッドランプ40の本体を形成しており、反射鏡81等を収納している。光ファイバー55は、このハウジング75を貫いており、メイン光源27およびサブ光源28は、ハウジング75の外部に設置される。半導体レーザは、レーザ光の発振時に発熱するが、ハウジング75の外部に設置することによりメイン光源27およびサブ光源28を効率良く冷却することが可能となる。

[0317] また、メイン光源27およびサブ光源28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、メイン光源27およびサブ光源28をハウジング75の内部に収納してもよい。

## [0318] (エクステンション76)

エクステンション76は、反射鏡81の前方の側部に設けられており、ヘッドランプ40の内部構造を隠して見栄えを良くするとともに、反射鏡81と車体との一体感を高めている。このエクステンション76も反射鏡81と同様に金属薄膜がその表面に形成された部材である。

## [0319] (レンズ77)

レンズ77は、ハウジング75の開口部に設けられており、ヘッドランプ40を密封している。発光部7が発生し、反射鏡81によって反射された光は、レンズ77を通してヘッドランプ40の前方へ出射される。

## [0320] &lt;発光部7の詳細&gt;

## (蛍光体の組成)

上述のように、メイン光源27は、紫外領域から青紫色領域の発振波長を有するレーザ光を出射するものであり、発光部7はこのレーザ光を受けて白色光を出射するために、黄色発光蛍光体または緑色発光蛍光体と、赤色発光蛍光体との混合物であることが好ましい。換言すれば、メイン光源27は、上記領域の発振波長を有するレーザ光を出射してもよく、この場合、白色光を生成するための発光部の材料(蛍光体材料)を容易に選定および製造できる。なお、黄色発光蛍光体とは、560nm以上590nm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。緑色発光蛍光体とは、510nm以上560nm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。赤色発光蛍光体とは、600nm以上680nm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。

[0321] 上記蛍光体は、サイアロン蛍光体と通称されるものが好ましい。サイアロンとは、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。サイアロン蛍光体は、窒化ケイ素( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )にアルミナ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、シリカ( $\text{SiO}_2$ )および希土類元素などを固溶させて作ることができる。

[0322] また、上記蛍光体の別の好適な例としては、III-V族化合物半導体のナノ

メータサイズの粒子を用いた半導体ナノ粒子蛍光体を用いることもできる。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、その粒子径を変更させることにより、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ことが半導体ナノ粒子蛍光体の特徴の一つである。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。

[0323] また、この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、上記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。発光寿命が短いため、励起光の吸収と蛍光の発光を素早く繰り返すことができる。

[0324] その結果、強い励起光に対して高効率を保つことができ、蛍光体からの発熱が低減される。よって、光変換部材が熱により劣化（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。

[0325] 本実施の形態では、メイン光源27が405 nm近傍の発振波長を有するレーザ光を出射する。このため、ヘッドランプ40が白色光の出射を実現するために、発光部7の蛍光体としては、Ca $\alpha$ -SiAlON:Ce蛍光体（第1蛍光体）と、CaAlSiN<sub>3</sub>:Eu<sup>2+</sup>蛍光体（CASN:Eu蛍光体、第2蛍光体）とを混合したものが用いられている。

[0326] Ca $\alpha$ -SiAlON:Ce蛍光体は、励起波長が405 nmのとき、青色から緑色にかけての蛍光を発し、その発光ピークの波長は510 nmである。また、当該蛍光体の発光効率は65%（図14参照）であり、発光効率が非常に高い。さらに、この蛍光体は、耐熱性が高いため、高い出力のレーザ光を高い光密度で発光部7に照射しても発光部7が劣化する可能性が少ない。

[0327] また、CASN:Eu蛍光体は、励起波長が405 nmのとき、赤色の蛍

光を発し、その発光ピークの波長は650nmである。また、この蛍光体の発光効率は73%であり、発光効率が高い。さらに、この蛍光体も耐熱性が高いため、高い出力の励起光を高い光密度で発光部7に照射しても発光部7が劣化する可能性が少ない。

[0328] なお、赤色発光蛍光体として、CASN:Eu蛍光体の代わりに、SrCaAlSiN<sub>3</sub>:Eu<sup>2+</sup>蛍光体(SCASN:Eu蛍光体、第2蛍光体)を用いてもよい。SCASN:Eu蛍光体は、励起波長が350nm~450nmのとき、赤色の蛍光を発し、そのピーク波長は630nmであり、その発光効率は70%である。

[0329] このように、発光部7に、緑色発光蛍光体としてCaα-SiAlON:Ce蛍光体、赤色発光蛍光体としてCASN:Eu蛍光体又はSCASN:Eu蛍光体を用いることにより、高輝度・高光束の白色光を出射する照明装置(前照灯)を実現できる。また、この赤色発光蛍光体、すなわち630nm以上、650nm以下の波長範囲にピーク波長を有する蛍光を発する蛍光体を用いることにより、演色性の高い発光部を実現できる。

[0330] (Caα-SiAlON:Ce蛍光体の特性)

本実施の形態においてCaα-SiAlON:Ce蛍光体がいられる理由のひとつとして、上述したように、メイン光源27から出射された励起光が照射されたときの発光効率が高いことが挙げられる。一方で、このCaα-SiAlON:Ce蛍光体は、サブ光源28から出射された青色レーザー光が照射されたときの発光効率が低い。ここで、図14を用いて、Caα-SiAlON:Ce蛍光体の特性について説明する。図14に示すグラフにおいては、Caα-SiAlON:Ce蛍光体の内部量子効率、吸収率及び外部量子効率が示されている。外部量子効率とは、いわゆる発光効率であり、内部量子効率×吸収率により求められる。

[0331] 図示のように、Caα-SiAlON:Ce蛍光体は、特に350nm以上、420nm以下の波長範囲の光については高い吸収率(励起光全体に対する、蛍光体により吸収された励起光の割合)を示している。換言すれば、

Ca $\alpha$ -SiAlON:Ce蛍光体は、350nm以上、420nm以下の波長範囲に光の吸収ピーク波長を有しているといえる。

[0332] 具体的には、Ca $\alpha$ -SiAlON:Ce蛍光体の場合、その吸収率が70%以上となるときの、メイン光源27から出射されるレーザ光の波長範囲がおおよそ420nm以下であることがわかる。また、一般に、Ca $\alpha$ -SiAlON:Ce蛍光体とは異なる蛍光体であっても、420nm以下に光の吸収ピーク波長を有する蛍光体であれば、メイン光源27から出射されるレーザ光の発振波長がおおよそ420nm以下の場合には、その蛍光体における当該レーザ光の吸収率は70%以上を示す。図示のように、Ca $\alpha$ -SiAlON:Ce蛍光体の場合、吸収率が70%のときの外部量子効率（発光効率）は50%程度であり、高い発光効率を実現している。

[0333] 逆に言えば、420nm以下に励起光の吸収ピーク波長を有する蛍光体（特にCa $\alpha$ -SiAlON:Ce蛍光体）に、420nmよりも長い波長を有する光が照射された場合には、その吸収率は70%未満となる。特に440nm以上の波長範囲にピーク波長を有する光（サブ光源28が出射する青色レーザ光）が発光部7に照射された場合には、図示のように、その青色レーザ光の吸収率が50%よりも低くなる。このため、このときの発光効率は、その吸収率が70%であるときに比べてさらに低くなる。

[0334] 具体的には、照射される光の波長が440nmであるとき、その吸収率は約45%であり、その外部量子効率（発光効率）は約35%である。なお、発明者は、Ca $\alpha$ -SiAlON:Ce蛍光体に波長445nmの青色レーザ光を照射した場合には、当該蛍光体がほとんど蛍光を発していないことを確認している。なお、波長445nmの光が照射されたときの発光効率は約30%である（図14参照）。

[0335] つまり、発光部7に、350nm以上、420nm以下の波長範囲に光の吸収ピーク波長を有し、メイン光源27から出射されるレーザ光が照射されるときに吸収率が70%以上である蛍光体を用いた場合には、サブ光源28から出射された青色レーザ光は発光部7においてほとんど吸収されない。よ

って、当該青色レーザ光の発光部7における減衰を抑制できるので、ヘッドランプ40は、以下に述べるように、効率よく照明光の色温度を調整できる。

[0336] (発光部7から出射される光のスペクトル)

次に、発光部7から出射される光のスペクトルについて説明する。メイン光源27だけを使用した場合のスペクトルについては図15を用いて、メイン光源27及びサブ光源28を使用した場合のスペクトルについては図16を用いて説明する。

[0337] 図15及び図16では、メイン光源27が405nm近傍の発振波長を有するレーザ光を出射し、発光部7のCa $\alpha$ -SiAlON:Ce蛍光体及びCaSN:Eu蛍光体を励起している。また、これらの蛍光体の重量比は3:1であり、メイン光源27の光出力は5Wである。

[0338] また、図16では、サブ光源28が460nm近傍の発振波長を有する青色レーザ光を発光部7に照射しており、サブ光源28の光出力は0.5Wである。

[0339] 図15では、発光部7は、405nm近傍の発振波長を有するレーザ光に加え、500~700nm程度の波長を有する蛍光(白色光)を出射している。ヘッドランプ40は、このレーザ光を遮断フィルタ91で遮断することにより、皮膚や目など人体に対して障害を与えないようにした上で照明光を出射できる。

[0340] 一方、図16では、発光部7は、460nm近傍の発振波長を有する青色レーザ光も出射している。上述のとおり、発光部7にCa $\alpha$ -SiAlON:Ce蛍光体を用いているので、発光部7における青色レーザ光の吸収率は低い。つまり、図16に示すように、サブ光源28から青色レーザ光が出射されることにより、図15の場合に比べて発光部7から出射される青色領域(460nm近傍)の光の光量が増加している。

[0341] このため、メイン光源27が出射する350nm以上、420nm以下の発振波長を有するレーザ光から得られる蛍光の青味成分は少ないが、その青

味成分を上記の青色領域の光にて補填することができる。すなわち、サブ光源 28 から出射される青色レーザ光を拡散した上で照明光として利用することにより、上記青味成分を補填でき、照明光の色温度を高めることができる。

[0342] また、拡散後の青色レーザ光を照明光として利用することにより、蛍光のみを照明光として利用するよう設計されてきた従来の照明装置では困難であった照明光の色温度の調整を行うことができる。また、その青色レーザ光は発光部 7 により蛍光に変換されにくいので、拡散後の青色レーザ光を照明光として効率よく利用できる。すなわち、色温度の調整に効率よく利用できる。

[0343] なお、メイン光源 27 及びサブ光源 28 としての半導体レーザの基本構造については、実施の形態 1 で説明した図 3 (c) および (d) を用いて説明した LD チップ 11 の基本構造と同様であるため、その説明を割愛する。また、発光部 7 の発光原理についても、実施の形態 1 で説明した発光部 2 の発光原理と同様であるため、その説明を割愛する。

[0344] <ヘッドランプ 40 の効果>

ヘッドランプ 40 は、発光部 7 から出射された蛍光およびサブ光源 28 から出射された青色レーザ光を、例えば発光部 7 において拡散させた上で照明光として出射する。これにより、ヘッドランプ 40 は、メイン光源 27 から出射されたレーザ光により発光部 7 を励起させて蛍光を得ることにより高輝度な発光特性を維持しつつ、当該蛍光とともに拡散後の青色レーザ光を照明光として利用することにより照明光の色温度の調整も実現できる。

[0345] なお、サブ光源 28 が半導体レーザでない場合には、サブ光源 28 から出射される光を発光部 7 において拡散させることなく、そのまま照明光として利用できる。

[0346] [実施の形態 3]

本発明の他の実施形態について図 17 に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、実施の形態 2 と同様の部材に関しては、同じ符号を付し、

その説明を省略する。

[0347] 本実施の形態のヘッドランプ50は、上述のヘッドランプ40とは異なり、サブ光源28が出射した青色レーザ光を拡散する拡散部71を備えている。また、ヘッドランプ50は、メイン光源27からの励起光を発光部7へ導く導光部材として導光部511を備えるとともに、サブ光源28からの青色レーザ光を拡散部71へ導く導光部512を備えている。

[0348] (拡散部71)

拡散部71は、例えば、レーザ光を拡散させる拡散粒子が母材中に分散されているものである。

[0349] 拡散部71に対して高出力のレーザ光が照射される場合も想定されるため、拡散部71は耐熱性であることが好ましい。この点を考慮すれば、上記母材として、無機ガラスを用いることが好ましい。

[0350] 一方、拡散粒子として、例えば、フュームドシリカ、 $Al_2O_3$ 、酸化ジルコニウムまたはダイヤモンドを用いることができる。これらの微粉末（直径10nm～5μm程度）が重量比10～30%程度で無機ガラスに混合されている。

[0351] 無機ガラスの屈折率は、例えば1.5～1.8程度であるのに対して、酸化ジルコニウムおよびダイヤモンドの屈折率は、約2.4である。それゆえ、無機ガラスと拡散粒子との屈折率の差が大きくなるため、拡散効果を高めることができる。

[0352] また、酸化ジルコニウムの融点は2715℃であり、ダイヤモンドの融点は3550℃であるので、通常は無機ガラスの溶融温度程度では融けたり変質したりすることはなく、拡散粒子として無機ガラス中に分散させる材料として好適である。

[0353] 上述した拡散部71の材質はあくまで一例であり、青色レーザ光を拡散可能なものであれば、拡散部71の材質は特に限定されない。また、拡散部71の形状および大きさ（厚み）についても、その拡散効率を考慮して、十分に青色レーザ光を拡散できる形状および大きさを設定すればよい。

[0354] 拡散部 7 1 形状および大きさは、発光部 7 と同程度で良いが発光部 7 を覆うように形成されることが好ましい。また、発光部 7 および拡散部 7 1 は、反射鏡 8 1 の焦点位置の近傍に配置されることが好ましい。

[0355] このように、サブ光源 2 8 から出射される青色レーザ光を拡散部 7 1 において拡散させることにより、青色レーザ光の発光点サイズを拡大することができるので、安全性を確保した上で、当該青色レーザ光を照明光として利用することができる。

[0356] (導光部 5 1 1 ・ 5 1 2)

導光部 5 1 1 ・ 5 1 2 は、円錐台状の導光部材であり、非球面レンズ 2 9 を介して（または、直接的に）メイン光源 2 7 およびサブ光源 2 8 と光学的に結合している。

[0357] 導光部 5 1 1 ・ 5 1 2 は、メイン光源 2 7 またはサブ光源 2 8 が出射したレーザ光を受光する光入射面と当該光入射面において受光したレーザ光を出射する光出射面とを有している。

[0358] 光出射面の面積は、光入射面の面積よりも小さいため、光入射面から入射した各レーザ光は、導光部 5 1 1 ・ 5 1 2 の側面に反射しつつ前進することにより収束されて光出射面から出射される。

[0359] 導光部 5 1 1 ・ 5 1 2 は、BK7、石英ガラス、アクリル樹脂その他の透明素材で構成する。また、光入射面および光出射面は、平面形状であっても曲面形状であってもよい。

[0360] なお、導光部 5 1 1 ・ 5 1 2 は、角錐台状であってもよく、その形状は限定されない。

[0361] [実施の形態 4]

本発明の他の実施形態について図 19～図 21 に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、実施の形態 2・3 と同様の部材に関しては、同じ符号を付し、その説明を省略する。また、以下の説明において、発光ユニット 2 1 0 および従来の LED ダウンライト 3 0 0 の外観を示す概略図、LED ダウンライト 3 0 0 が設置された天井を示す断面図、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としては、それぞれ実施の形態1の図6、図10、図11を参照する。

[0362] ここでは、本発明の照明装置の一例としてのレーザダウンライト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る。レーザダウンライト200は、メイン光源27から出射されたレーザ光を発光部7に照射することによって蛍光と、サブ光源28から出射され、発光部7で拡散された青色レーザ光とを照明光として用いるものである。

[0363] 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。

[0364] 図19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20は、レーザダウンライト200の断面図である。図6、図19および図20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55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55によって接続されているからである。この光ファイバー55は、天板400と断熱材401との間の隙間に配置されている。

[0365] （発光ユニット210の構成）

発光ユニット210は、図20に示すように、筐体211、光ファイバー55、発光部7および透光板213を備えている。

[0366] 筐体211には、凹部212が形成されており、この凹部212の底面に発光部7が配置されている。凹部212の表面には、金属薄膜が形成されており、凹部212は反射鏡として機能する。

- [0367] また、筐体 2 1 1 には、光ファイバー 5 5 を通すための通路 2 1 4 が形成されており、この通路 2 1 4 を通って光ファイバー 5 5 が発光部 7 まで延びている。光ファイバー 5 5 の出射端部 5 1 a ~ 5 3 a と発光部 7 との位置関係は上述したものと同様である。
- [0368] 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、遮断フィルタ 9 1 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。
- [0369] 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。
- [0370] 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。
- [0371] （LD 光源ユニット 2 2 0 の構成）
- LD 光源ユニット 2 2 0 は、メイン光源 2 7、サブ光源 2 8、非球面レンズ 2 9 および光ファイバー 5 5 を備えている。
- [0372] 光ファイバー 5 5 の一方の端部である入射端部 5 b は、LD 光源ユニット 2 2 0 に接続されており、メイン光源 2 7 およびサブ光源 2 8 から発振されたレーザ光はそれぞれ、非球面レンズ 2 9 を介して光ファイバー 5 5 の入射端部 5 b に入射される。
- [0373] 図 2 0 では、LD 光源ユニット 2 2 0 の内部に、一对のメイン光源 2 7 および非球面レンズ 2 9 と一对のサブ光源 2 8 および非球面レンズ 2 9 とが備えられ、それぞれの非球面レンズ 2 9 から延びる光ファイバーの束が 1 つの発光ユニット 2 1 0 に導かれている。すなわち、図 2 0 では、一对のメイン光源 2 7 および非球面レンズ 2 9 と一对のサブ光源 2 8 および非球面レンズ

29とからなる1セットの光源が、1つの発光ユニット210用の光源として機能している。なお、メイン光源27およびサブ光源28が1つずつである必要はなく、その個数は、1光源あたりの出力量や、レーザダウンライト200で実現する照明光の色温度、あるいはその調整幅などを考慮して決定されればよい。

[0374] また、発光ユニット210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の束を1つのLD光源ユニット220に導いてもよい。この場合、1つのLD光源ユニット220に上記の1セットの光源が複数収納されることになり、LD光源ユニット220は集中電源ボックスとして機能する。

[0375] (レーザダウンライト200の設置方法の変更例)

図21は、レーザダウンライト200の設置方法の変更例を示す断面図である。同図に示すように、レーザダウンライト200の設置方法の変形例として、天板400には光ファイバー55を通す小さな穴402だけを開け、薄型・軽量の特長を活かしてレーザダウンライト本体(発光ユニット210)を強力な粘着テープ等を使って天板400に貼り付けるということもできる。この場合、レーザダウンライト200の設置に係る制約が小さくなり、また工事費用が大幅に削減できるというメリットがある。

[0376] (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)

レーザダウンライト200と従来のLEDダウンライト300との比較については、実施の形態1で図13および図14を用いて説明したので、ここではその説明を省略する。

[0377] なお、本実施の形態においても、実施の形態1と同様、LD光源ユニット220をユーザの手が容易に届く所(高さ)に設置できるため、メイン光源27およびサブ光源28が故障した場合でも、手軽にこれらの光源を交換できる。また、複数の発光ユニット210から延びる光ファイバー55を1つのLD光源ユニット220に導くことにより、複数のメイン光源27および

複数のサブ光源 28 を一括管理できる。そのため、複数のメイン光源 27 および複数のサブ光源 28 を交換する場合でも、その交換が容易にできる。

[0378] 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メイン光源 27 および青色レーザ光を出射するサブ光源 28 を少なくとも 1 つずつ備える LD 光源ユニット 220 と、当該レーザ光および青色レーザ光が照射される発光部 7 を備える少なくとも 1 つの発光ユニット 210 とを備える。そして、メイン光源 27 から出射されたレーザ光を受けて発光部 7 から出射された蛍光と、サブ光源 28 から出射された青色レーザ光（発光部 7 で拡散された青色レーザ光）とを照明光として出射する。

[0379] それゆえ、レーザダウンライト 200 は、発光部 7 が発した蛍光とは異なる青色レーザ光を照明光として利用できるもので、励起光としてのレーザ光が外部に漏れることを防ぎ、蛍光のみを照明光として用いるように設計された従来の照明装置においては困難であった色温度の調整を行うことができる。

[0380] [実施の形態 2～4 に係る発明の別の表現]

実施の形態 2～4 に係る発明は、以下のようにも表現できる。

[0381] すなわち、本発明の一実施形態に係る照明装置（固体照明光源）は、蛍光体発光部と、発振波長が 405 nm 近傍の青紫領域、または 350 nm から 400 nm の紫外線から青紫領域にある半導体レーザまたは LED を励起光源と、からなる固体照明光源に関するものである。この照明装置の第一の側面は、蛍光体発光部の少なくとも一部を構成する蛍光体として、Ca $\alpha$ -SiAlON : Ce<sup>3+</sup>を用いていることである。また、照明装置の第二の側面は、照明光の色温度を上げる目的として青色半導体レーザ（440 nm 以上 460 nm 以下にレーザ発振のピークを有する）を有することである。そして、この照明装置は、前記青色半導体レーザから発せられるレーザ光を前記蛍光体発光部に照射し、前記蛍光体発光部で散乱させてレーザ光の発光点サイズを拡大させることによりアイセーフ化させて、発光部から出射される照明光の青色光成分を補填する。

[0382] [実施の形態 2～4 に係る付記事項]

例えば、サブ光源 28 の出力をユーザが変化させることにより、色温度の調整をユーザの嗜好に合わせて調整することができる。すなわち、この場合には、ユーザによる色温度のカスタマイズが可能となる。

[0383] また、発光部 7 で用いられる蛍光体は、実施の形態 2 に記載の組成に限られない。例えば、発光部 7 で用いられる蛍光体が黄色発光蛍光体だけからなる構成であってもよい。この場合、メイン光源 27 の出力は 3~4 W とし、サブ光源 28 の出力を 0.3~0.4 W とすることができる。また、赤色発光蛍光体だけを用いた場合には、メイン光源 27 の出力を 3.5~5 W とすることができる。

[0384] すなわち、発光部 7 における蛍光体の組成の変更により、メイン光源 27 及びサブ光源 28 の出力は適宜変更できる。また、サブ光源 28 から出射される光を照明光として利用することにより、色温度の調整あるいは向上させることができればよく、照明光が白色光に限定されるものではない。

[0385] [実施の形態 5]

本発明の他の実施形態について図 22~図 28 に基づいて説明すれば、以下のとおりである。ここでは、本発明の照明装置の一例として、自動車用のヘッドランプ（前照灯）60 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、プロジェクター、家庭用照明器具を挙げることができる。

[0386] ヘッドランプ 60 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。

[0387] <ヘッドランプ 60 の構成>

まず、図 22 に基づき、本発明の一実施形態であるヘッドランプ 60 について説明する。図 22 は、ヘッドランプ 60 の概要構成を示す片側断面図である。図 22 に示すように、ヘッドランプ 60 は、透光性基板 1、発光部 2

、拡散部3、反射鏡4、固定部材5、6、励起光源ユニット（励起光源）6、ネジ7、8、レンズ8、2、導光部材9、支持部材6、1および支持部材駆動部6、2を備える。励起光源ユニット6、導光部材9および発光部2によって発光装置の基本構造が形成されている。また、支持部材6、1および支持部材駆動部6、2によって光量変化機構の基本構造が形成されている。

[0388] （透光性基板1）

透光性基板1は、平板状の部材であり、少なくとも励起光であるレーザ光の発振波長（ここでは440nm～480nm）に対して透光性を有している。透光性基板1は、平板状でなく、湾曲した部分を有してもよいが、透光性基板1と発光部2とを接着する場合、少なくとも発光部2が接着される部分は、接着の安定性の観点から平面（板状）であることが好ましい。

[0389] また、透光性基板1は、縦10mm×横10mm×厚み0.5mmのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（サファイア）基板である。なお、図22に示す透光性基板1の外径は、拡散部3の外径よりも大きいが、拡散部3の外径と同程度であっても良い。

[0390] 透光性基板1のレーザ光が入射する側の表面に対向する表面には、発光部2が配置され、発光部2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。なお、本実施の形態では、透光性基板1と発光部2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、透光性基板1と発光部2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。接着剤としては、いわゆる有機系の接着剤や、ガラスペースト接着剤が好適であるが、これに限られない。

[0391] 透光性基板1は、以上のような構成、形状、および、発光部2との接続形態を有することにより、発光部2を基板表面に固定（保持）しつつ、発光部2で発生した熱を外部に放熱するので、発光部2の冷却効率を向上させることができる。

[0392] また、透光性基板1の材質は、上述したサファイア（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）の他、マグネシア（MgO）、窒化ガリウム（GaN）、スピネル（MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>）が好ましい。これらの材質は、熱伝導率（例えば20W/mK以上）及び透

光性が優れているためである。この点を考慮しないのであれば、これらの材質に限らず、例えばガラス（石英）などであっても良い。

[0393] また、図22に示す透光性基板1の厚さは、発光部2での発熱を効果的に放熱することを考慮すれば、 $30\mu\text{m}$ 以上、 $5.0\text{mm}$ 以下が好ましく、より好ましくは、 $0.2\text{mm}$ 以上、 $5.0\text{mm}$ 以下であることがより好ましい。なお、透光性基板1の厚さが、 $5.0\text{mm}$ を超えると、発光部2に照射されたレーザ光が、透光性基板1において吸収される割合が大きくなる一方で、放熱効果はさほど向上せず、また部材のコストも上昇してしまう。

[0394] (発光部2)

発光部2は、半導体レーザ63から出射されたレーザ光を受けて蛍光を発するものである。

[0395] 本実施の形態では、上記蛍光の発光を実現する発光体としてIntematix社製のYAG:Ce蛍光体(NYAG4454)を用いているが、蛍光体の種類はこれに限定されない。YAG:Ce蛍光体とは、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(Garnet)蛍光体である。このIntematix社製のYAG:Ce蛍光体は、外部量子効率が90%、発光ピーク波長(以下、単に「ピーク波長」という)は $558\text{nm}$ (黄色)、色度点は $x=0.444$ 、 $y=0.536$ であり、 $430\text{nm}$ から $490\text{nm}$ の励起光で良好に励起される。なお、YAG:Ce蛍光体は、一般に $550\text{nm}$ 付近( $550\text{nm}$ よりも若干長波長側)に発光ピークが存在するブロードな発光スペクトルをもつ。

[0396] 発光部2は、YAG:Ce蛍光体を、封止材としての低融点の無機ガラス(屈折率 $n=1.760$ )の内部に分散させて製造される。YAG:Ce蛍光体と低融点の無機ガラス(低融点ガラス)との配合比は、例えば30:100程度である。これに限らず、発光部2でレーザ光を拡散させてそのレーザ光の色成分(例えば青色成分)を利用する場合には、上記の配合比は10:100程度が好ましい。また、発光部2は、蛍光体を押し固めたものであってもよい。

- [0397] 封止材は、上記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。ただし、耐熱性を考慮すれば、封止材はガラスからなることが好ましい。
- [0398] なお、透光性基板 1 と発光部 2 との間の界面の反射率  $R_E$  をできる限り低下させ、レーザ光の発光部 2 での利用効率を高めることを考慮すれば、透光性基板 1 と発光部 2 との屈折率差  $\Delta n$  は、0.35 以下であることが好ましい。この場合、反射率  $R_E$  を 1% 以下にすることができる。また、屈折率差  $\Delta n$  を 0.35 以下とする場合、透光性基板 1 の屈折率を 1.65 以上、発光部 2 の屈折率を 2.0 以下とすることが好ましい。
- [0399] また、一般に、照明光として用いられる白色光または擬似白色光は、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実現できる。この等色または補色の原理に基づき、例えば、ヘッドランプ 60 では、後述する半導体レーザ 63 から出射される青色のレーザ光と、YAG:Ce 蛍光体（黄色発光蛍光体）との組合せ（補色の関係を満たす 2 つの色の混色）で擬似白色を実現している。換言すれば、半導体レーザ 63 は、青色領域の発振波長を有する光をレーザ光として出射し、発光部 2 は、黄色領域にピーク波長を有する蛍光を発する黄色発光蛍光体（第 1 蛍光体）を含む構成である。この場合、照明光の色温度を広範囲に変化させることができる。
- [0400] しかしながら、発光部 2 に含まれる蛍光体は、YAG:Ce 蛍光体の 1 種類のみ限定されず、複数種類であっても良い。例えば、発光部 2 が後述する緑色発光蛍光体と赤色発光蛍光体との組合せを含んでいれば、青色のレーザ光との混色で白色光を実現できる。
- [0401] ここで、黄色発光蛍光体とは、560 nm 以上 590 nm 以下の波長範囲にピーク波長を有する蛍光を発生する蛍光体である。緑色発光蛍光体とは、510 nm 以上 560 nm 以下の波長範囲にピーク波長を有する蛍光を発生する蛍光体である。赤色発光蛍光体とは、600 nm 以上 680 nm 以下の波長範囲にピーク波長を有する蛍光を発生する蛍光体である。

[0402] 黄色発光蛍光体の具体例としては、 $YAG:Ce$  蛍光体や、 $Eu^{2+}$  がドーピングされた  $Ca\alpha-SiAlON:Eu$  蛍光体などが挙げられる。 $Ca\alpha-SiAlON:Eu$  蛍光体は、近紫外から青色の励起光によりピーク波長が約  $580\text{nm}$  の強い発光を示す。

[0403] 緑色発光蛍光体の具体例としては、各種の窒化物系または酸窒化物系の蛍光体が挙げられる。特に、酸窒化物系の蛍光体は耐熱性に優れ、高い発光効率で安定した材料であるので、耐熱性に優れ、高い発光効率で安定した発光部2を実現できる。

[0404] 例えば、緑色に発光する酸窒化物系蛍光体として、 $Eu^{2+}$  がドーピングされた  $\beta-SiAlON:Eu$  蛍光体、 $Ce^{3+}$  がドーピングされた  $Ca\alpha-SiAlON:Ce$  蛍光体などが挙げられる。 $\beta-SiAlON:Eu$  蛍光体は、近紫外から青色 ( $350\text{nm}$  以上  $460\text{nm}$  以下) の励起光によりピーク波長が約  $540\text{nm}$  の強い発光を示す。この蛍光体の発光スペクトル半値幅は約  $55\text{nm}$  である。また、 $Ca\alpha-SiAlON:Ce$  蛍光体は、近紫外から青色の励起光によりピーク波長が約  $510\text{nm}$  の強い発光を示す。

[0405] 上記の  $\alpha-SiAlON$  および  $\beta-SiAlON$  (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) と通称されるものである。サイアロンとは、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。サイアロン蛍光体は、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。このサイアロン蛍光体にカルシウム ( $Ca$ ) とユーロピウム ( $Eu$ ) とを固溶させると、 $YAG:Ce$  蛍光体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。

[0406] 赤色発光蛍光体の具体例としては、各種の窒化物系の蛍光体が挙げられる。例えば、窒化物系の蛍光体としては、 $Eu^{2+}$  がドーピングされた  $CaAlSiN_3:Eu$  蛍光体 ( $CASN:Eu$  蛍光体)、 $Eu^{2+}$  がドーピングされた  $SrCaAlSiN_3:Eu$  蛍光体 ( $SCASN:Eu$  蛍光体) などが挙げられる。こ

これらの窒化物系の蛍光体は、上述した酸窒化物蛍光体と組み合わせることにより、演色性を高めることができる。

[0407] 例えば、CASN:Eu蛍光体は、励起波長が350nm~450nmのとき、赤色の蛍光を発生し、そのピーク波長は650nmであり、その発光効率は73%である。また、SCASN:Eu蛍光体は、励起波長が350nm~450nmのとき、赤色の蛍光を発生し、そのピーク波長は630nmであり、その発光効率は70%である。

[0408] また、赤色に発光する窒化物系蛍光体の例としては、(Mg、Ca、Sr、Ba)AlSiN<sub>3</sub>:Eu等のEu賦活窒化物蛍光体や(Mg、Ca、Sr、Ba)AlSiN<sub>3</sub>:Ce等のCe賦活窒化物蛍光体などが挙げられる。

[0409] 換言すれば、発光部2は、演色性を高めるために、例えば黄色発光蛍光体とともに、630nm以上、650nm以下の波長範囲にピーク波長を有する蛍光を発生する赤色発光蛍光体(第2蛍光体)を含むことが好ましい。

[0410] また、上記蛍光体の別の好適な例としては、III-V族化合物半導体のナノメータサイズの粒子を用いた半導体ナノ粒子蛍光体を用いることもできる。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、その粒子径を変更させることにより、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ことが半導体ナノ粒子蛍光体の特徴の一つである。例えばInPでは、粒子サイズが3~4nm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。

[0411] また、この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、上記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。発光寿命が短いため、励起光の吸収と蛍光の発光を素早く繰り返すことができる。

[0412] その結果、強い励起光に対して高効率を保つことができ、蛍光体からの発熱が低減される。よって、光変換部材が熱により劣化(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。

[0413] また、発光部 2 は、 $1.5\text{ mm} \times 4\text{ mm} \times 0.5\text{ mm}$  の直方体であり、レーザー光が照射される発光部 2 の受光面（断面）の面積は  $6\text{ mm}^2$  である。なお、発光部 2 は、直方体でなく、円柱形状であってもよい。

[0414] （拡散部 3）

拡散部 3 は、発光部 2 を介すことなく外部に出射されるレーザー光を拡散・散乱するものである。例えば、拡散部 3 は、発光部 2 の周囲に隙間なく設けられ、発光部 2 と同じ厚みを有している。このため、励起光源ユニット（励起光源）6 から出射された発光点の非常に小さなレーザー光を、発光点を拡大して外部に出射できるので、人体への影響を抑制する（例えばアイセーフ化）ことができる。

[0415] 拡散部 3 の大きさは、発光部 2 に照射されないレーザー光の全てが照射される大きさであればよい。また、拡散部 3 は、発光部 2 に照射されなかったレーザー光を十分に拡散させ、発光点のサイズを拡大させることができれば、発光部の周囲に同じ厚みで設けられる必要はない。例えば、拡散部 3 は、発光部 2 より大きい断面を有し、発光部 2 のレーザー光入射側と対向する表面に積層されていてもよい。また、拡散部 3 は、低融点ガラス中に、アエロジルや  $\text{Al}_2\text{O}_3$  の微粉末（ $10\text{ nm} \sim 5\text{ }\mu\text{ m}$  程度）が重量比  $10 \sim 30\%$  程度混合されたものである。拡散部 3 は、発光部 2 と同様、透光性基板 1 に接着（あるいは融着）されている。

[0416] なお、例えば、発光部 2 がレーザー光を拡散する機能を有している場合や、レンズ 8 2 がレーザー光を遮断するフィルタ機能を有している場合には、必ずしも拡散部 3 を備える必要はない。例えば、発光部 2 が拡散機能を有する場合、発光部 2 に含まれる封止材と蛍光体との屈折率との差を利用することで実現できる。そのために、レーザー光を十分に拡散できる堆積（特に厚み）を有するように発光部 2 を設計する。また、発光部 2 に拡散粒子（酸化ジルコ

ミウム、ダイヤモンドなど) を含ませることにより、発光部 2 の拡散機能を実現してもよい。

[0417] (反射鏡 4)

反射鏡 4 は、発光部 2 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 4 は、発光部 2 からの光を反射することにより、ヘッドランプ 60 の前方へ進む光線束を形成する。この反射鏡 4 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。

[0418] また、反射鏡 4 は、半球面ミラーに限定されず、楕円面ミラーやパラボラミラーまたはそれらの部分曲面を有するミラーあってもよい。すなわち、反射鏡 4 は、回転軸を中心として図形(楕円、円、放物線)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よい。また、反射鏡 4 における開口部の形状は円形に限定されない。ヘッドランプ 60 およびその周辺のデザインに応じて、適宜開口部の形状を決定することができる。

[0419] (固定部材 56)

固定部材 56 は、導光部材 9 が挿通される挿通口が形成された板状の部材であり、導光部材 9 の出射端部の中心と発光部 2 の受光面の中心とがほぼ一致するように、ネジ 78 によって反射鏡 4 を固定している。また、固定部材 56 には、その挿通口を囲むように励起光源ユニット 6 が接合されている。固定部材 56 の材質は特に問わないが、鉄、銅などの金属を例示することができる。

[0420] また、固定部材 56 には、支持部材 61 を収納できる収納部 51 が形成されている。この収納部 51 の存在により、支持部材駆動部 62 の駆動に従った支持部材 61 のレーザ光の光軸方向への移動が可能となる。そして、この移動により、発光部 2 (透過性部材 1) におけるレーザ光の照射面積(レーザ光照射領域 79 (図 24 参照)) を変化させることができる。発光部 2 の移動とレーザ光照射領域 79 との関係の詳細については、図 24 及び図 25

を用いて後述する。

[0421] (励起光源ユニット6)

励起光源ユニット6は、例えば3つの半導体レーザ(励起光源)63を収納した筐体である。半導体レーザ63の固定方法および配線方法については、従来の固定方法および配線方法を利用すれば良いので、ここでは説明を省略する。

[0422] 半導体レーザ63は、励起光を出射する励起光源として機能する発光素子である。本実施の形態では、励起光源として半導体レーザが利用される場合について説明するが、例えばLEDであってもよい。半導体レーザである場合には、高出力かつコヒーレント性の高いレーザ光を発光部2に照射できるので発光部2を小さくでき、高輝度なヘッドランプ60を実現できる。図22には、半導体レーザ63が3個図示されているが、半導体レーザ63を複数設ける必要は必ずしもなく、1つのみ設けてもよい。しかし、高出力の励起光を得るためには、複数の半導体レーザ63を用いる方が容易である。

[0423] 半導体レーザ63は、例えば、1チップに1つの発光点を有するものであり、450nm(青色)のレーザ光を発振し、出力1.6W、動作電圧4.7V、電流1.2Aのものであり、直径9mmの金属パッケージ(ステム)に封入されているものである。したがって、励起光源ユニット6全体としての出力は、4.8W程度である。

[0424] ただし、金属パッケージは直径9mmのものに限定されず、例えば、直径3.8mmや直径5.6mm、あるいはそれ以外であってもよく、熱抵抗がより小さいパッケージを選択することが好ましい。また、半導体レーザ63は、1チップに複数の発光点を有するものであってもよい。また、半導体レーザ63の発振波長は、450nmに限られず、440nm以上480nm以下の青色領域の波長であれば良い。

[0425] (レンズ82)

次に、レンズ82は、反射鏡4の開口部に設けられており、ヘッドランプ60を密封している。発光部2から出射された蛍光、拡散部3で散乱された

散乱光、もしくは、反射鏡４によって反射された蛍光または散乱光は、レンズ８２を通過してヘッドランプ６０の前方へ出射される。

[0426] レンズ８２は、凸レンズであっても、凹レンズであってもよい。また、レンズ８２は、必ずしもレンズ機能を有する必要はなく、発光部２から出射された蛍光、拡散部３で散乱された散乱光、もしくは、反射鏡４で反射した蛍光または散乱光を透過する透光性を少なくとも有していれば良い。

[0427] (導光部材９)

導光部材９は、半導体レーザ６３が発振したレーザ光を発光部２へと導くものであり、半導体レーザ６３から出射されたレーザ光を入射する入射端部（半導体レーザ６３側）と、入射端部から入射したレーザ光を出射する出射端部（発光部２側）を有している。

[0428] また、導光部材９は、入射端部に入射したレーザ光を反射する光反射側面で囲まれた囲繞構造を有しており、導光部材９の出射端部（発光部２側）の断面積は、入射端部の断面積よりも小さくなっている。

[0429] 具体的には、導光部材９は、全体が四角錐台形状の筒形をなしており、出射端部の断面（開口）は、 $1\text{ mm} \times 3\text{ mm}$ の矩形であり、入射端部の断面（開口）は、 $15\text{ mm} \times 15\text{ mm}$ の矩形である。導光部材９の形状は四角錐台形状に限られず、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。また、入射端部から出射端部までの長さは、 $25\text{ mm}$ である。

[0430] この囲繞構造により、導光部材９は、入射端部に入射したレーザ光を、入射端部の断面積よりも小さい断面積を有する出射端部に集光した上で発光部２に出射できる。このため、複数の半導体レーザ６３を用いて高出力化を図ったとしても、発光部２を小さく設計することができる。すなわち、高出力・高輝度なヘッドランプ６０を実現できる。

[0431] また、導光部材９は、BK（ボロシリケート・クラウン）７、石英ガラス、アクリル樹脂その他の透明素材で構成される。

[0432] なお、導光部材９の代わりに光ファイバーや光学レンズ等を用いて、レー

ザ光を発光部 2 に集光してもよい。

[0433] (支持部材 6 1)

支持部材 6 1 は、発光部 2 を含む透光性基板 1 を支持するものであり、支持部材駆動部 6 2 の駆動に連動して透光性基板 1 をレーザ光の光軸方向に移動可能なものである。支持部材 6 1 が移動することにより、発光部 2 の位置を変化させることができる。その結果、導光部材 9 から出射されたレーザ光の光路幅が導光部材 9 からの距離に比例して大きくなる（あるいは小さくなる）場合に、レーザ光照射領域 7 9（図 2 4 参照）の大きさを変化させることができる。

[0434] また、支持部材 6 1 は、支持部材駆動部 6 2 のギアと接触するように設けられており、その接触する表面にはギアと噛み合うように溝が設けられている。これにより、支持部材 6 1 は、支持部材駆動部 6 2 の駆動に従った移動が可能となる。なお、ギアに連動して動作するのであれば、支持部材 6 1 の表面がどのような形状になっていてもよく、また特に加工されていなくてもよい。

[0435] 支持部材 6 1 の材質は特に問わないが、支持部材 6 1 がその移動により反射鏡 4 の内部に挿入されることを考慮すれば、透光性基板 1 と同様、透光性を有する材質であることが好ましい。また、支持部材 6 1 の形状は、平板状であっても棒状であってもよい。さらに、支持部材 6 1 が透光性基板 1 と一体に形成されていてもよい。

[0436] なお、本実施の形態では、レーザ光の光軸方向に支持部材 6 1 が移動するものとして説明するが、レーザ光照射領域 7 9 の大きさを自在に変化させることが可能であれば、必ずしも光軸方向に移動する必要はない。

[0437] 例えば、レーザ光の光軸から所定の角度を有した方向に移動可能なように、支持部材 6 1 及び固定部材 5 6 の収納部 5 1 が設けられてもよい。また、レーザ光の光軸方向と垂直な方向に支持部材 6 1 を設け、その方向に支持部材 6 1 が移動できるように、支持部材 6 1 を収納可能な収納部を反射鏡 4 に設けてもよい。この場合、レーザ光の光軸方向と垂直な方向に発光部 2 を移

動させることができ、レーザ光照射領域 7 9 のうちの発光部 2 に照射される照射領域を変化させることができる（図 2 5 (a) 参照）。

[0438] （支持部材駆動部 6 2）

支持部材駆動部 6 2 は、支持部材 6 1 をレーザ光の光軸方向へ移動させるためのものであり、例えばステッピングモータ及びギアからなり、支持部材 6 1 毎に設けられている。ギアは、その表面が支持部材 6 1 に接触するように、また、その回転軸が支持部材 6 1 の移動方向と垂直な方向となるように設けられている。ギアは、支持部材 6 1 に対して 1 つであっても、複数の組合せからなってもよい。また、ステッピングモータは、その回転をギアに伝播できるように設けられていけばよい。

[0439] 支持部材駆動部 6 2 では、可動制御部 6 4 1（図 2 3 参照）から可動指示を受けると、ステッピングモータが駆動し、ギアが回転する。ギアと支持部材 6 1 とが接触して設けられているため、ギアの回転力が支持部材 6 1 に伝播され、支持部材 6 1 をレーザ光の光軸方向に移動させる。

[0440] なお、発光部 2 をレーザ光の光軸方向と垂直な方向に移動させる場合には、例えば支持部材駆動部 6 2 のギアを、レーザ光の光軸と垂直な透光性基板 1 の表面に接触させてもよい。この場合、その表面にはギアと噛み合うように溝が設けられ、また、支持部材 6 1 を設ける必要がない。

[0441] このように、支持部材駆動部 6 2 は、支持部材 6 1 を介して発光部 2 と導光部材 9 との距離を変化させることにより、レーザ光の発光部 2 に対する照射光量を変化させ、また発光部 2 に照射されず直接照明光となるレーザ光の光量を変化させることができる。つまり、照明光に含まれる蛍光の光量とレーザ光の光量とのバランスを変化させることができるので、照明光の色温度を変化させることができる。

[0442] 換言すれば、支持部材駆動部 6 2 は、半導体レーザ 6 3 から出射されるレーザ光のうちの発光部 2 によって蛍光に変換されないレーザ光の割合（以降、変換割合と称する）を変化させる。この変換割合を変化させ、蛍光に変換されないレーザ光の光量を変化させることにより、照明光に対する蛍光の割

合が変化するので、照明光の色温度を変化させることができる。蛍光の割合と照明光の色温度の変化との関係については、図24～図26を用いて後述する。

[0443] <ヘッドランプ60の更なる構成>

次に、ヘッドランプ60の更なる構成について、図23を用いて説明する。図23は、ヘッドランプ60の概略構成の一例を示すブロック図である。ヘッドランプ60は、図22に示す構成部材の他、入力部613（入力手段）、制御部614および記憶部615を備えている。支持部材駆動部62及び半導体レーザ63については上述したので、その説明を省略する。なお、本実施の形態では、これらの部材がヘッドランプ60の構成部材であるものとして説明するが、これに限らず、例えばヘッドランプ60が取り付けられる車両等が備える入力部、制御部及び記憶部により実現されてもよい。

[0444] （入力部613）

入力部613は、例えば支持部材駆動部62の駆動指示、半導体レーザ63の出力変更指示などのユーザ操作を受け付けるものであり、タッチパッドなどにより実現される。

[0445] 例えば、入力部613がユーザ操作として駆動指示を受け付けた場合、可動制御部641は、その受け付けたユーザ操作に従って支持部材駆動部62を動作させる。この場合、ユーザは、照明光の光度を自身の目で確認しながら、入力部613を介して上記の駆動指示を与えることができるので、ユーザ操作の都度、支持部材61を駆動させることができる。それゆえ、ユーザ嗜好にあわせて照明光の色温度を変化させることができる。

[0446] （制御部614）

制御部614は、主として、可動制御部641及び出力制御部642を備える。制御部614は、例えば制御プログラムを実行することにより、ヘッドランプ60を構成する部材を制御するものである。制御部614は、記憶部615に格納されているプログラムを、例えばRAM（Random Access Memory）等で構成される一次記憶部（不図示）に読み出して実行することにより

、支持部材駆動部 6 2 の駆動制御、半導体レーザ 6 3 の出力制御等の各種処理を行う。

[0447] 可動制御部 6 4 1 は、入力部 6 1 3 から受信した駆動指示に従って、支持部材駆動部 6 2 の駆動制御を行うものであり、例えば、駆動指示を受け付けるたびに支持部材駆動部 6 2 のステッピングモータに所定の駆動電圧を印加する。

[0448] 出力制御部 6 4 2 は、半導体レーザ 6 3 の出力制御を行うものであり、例えば製造時に設定された駆動電圧を半導体レーザ 6 3 に印加する。あるいは、出力制御部 6 4 2 は、入力部 6 1 3 から受信した出力変更指示を受け付けるたびに半導体レーザ 6 3 に所定の駆動電圧を印加する。

[0449] (記憶部 6 1 5)

記憶部 6 1 5 は、制御部 6 1 4 が実行する (1) 各部の制御プログラム、(2) OS プログラム、(3) アプリケーションプログラム、および、(4) これらプログラムを実行するときに読み出す各種データを記録するものである。制御部 6 1 4 は、例えば ROM (Read Only Memory) フラッシュメモリなどの不揮発性の記憶装置によって構成されるものである。なお、上述した一次記憶部は、RAM などの揮発性の記憶装置によって構成されているが、本実施形態では、記憶部 6 1 5 が一次記憶部の機能も備えているものとして説明する場合もある。記憶部 6 1 5 は、例えば支持部材駆動部 6 2 または半導体レーザ 6 3 への駆動電圧値等を格納している。

[0450] <安全性について>

小さな発光点サイズを有する光源から高いエネルギーを有する光が出射され、当該光が人間の眼に入射した場合、網膜上では、その小さな発光点サイズにまで光源像が絞られるため、結像箇所におけるエネルギー密度が極めて高くなってしまふことがある。例えば、レーザ光源 (半導体レーザ) から出射されるレーザ光は、スポットサイズが 10  $\mu$ m 角よりも小さい場合がある。そのような光源から出射されるレーザ光が、直接眼に入射、あるいはレンズや反射鏡といった光学部材を介したとしても小さな発光点が直接見える形

で眼に入射すると、網膜上の結像箇所が損傷してしまうことがある。

[0451] 典型的な高出力の半導体レーザにおける発光点サイズは、例えば  $1 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$  である。すなわち、当該半導体レーザの出射面積は  $10 \mu\text{m}^2 = 1.0 \times 10^{-5} \text{mm}^2$  である。このため、半導体レーザが出射する光が、例えば発光点サイズが  $1 \text{mm}^2$  の光源と同じエネルギーを有する光であったとしても、半導体レーザの場合の網膜上での結像箇所のエネルギー密度は、発光点サイズが  $1 \text{mm}^2$  の光源の場合よりも  $10^5$  倍も高くなってしまう。

[0452] これを回避するためには、発光点サイズをある程度大きさ（有限のサイズ）（具体的には例えば  $1 \text{mm} \times 1 \text{mm}$  以上）に拡大させる必要がある。発光点サイズを拡大させることにより、網膜上での結像サイズを拡大させることができるようになるため、同じエネルギーの光が眼に入射した場合であっても、網膜上のエネルギー密度を低減させることが可能となる。

[0453] 発光点サイズを拡大させるためには、光源そのものの発光点を視認できないようにする必要がある。このため、本実施の形態では、上述のように発光部 2 に拡散機能を持たせ、半導体レーザ 63 の発光点サイズを拡大させることにより、人体に対する安全性、特に人間の眼に対する安全性を確保している（アイセーフ化）。

[0454] なお、発光点サイズの拡大については、レーザ光源に限らず、LED光源においても考慮することができる。但し、レーザ光は、LED光源から出射される光よりも単色性、すなわち波長が揃っているため、波長の違いによる網膜上での結像のボケ（いわゆる色収差）がなく、当該光よりも危険である。このため、レーザ光源から出射された光を照明光として利用する照明装置においては発光点サイズの拡大について、しっかりと考慮することが好ましい。

[0455] <発光部 2 の移動制御>

（レーザ光照射領域 79 の変化について）

次に、レーザ光照射領域 79 の大きさが変化する様子、あるいは発光部 2 の受光面に含まれるレーザ光照射領域 79 の大きさ（形状）が変化する様子

について、図24及び図25を用いて説明する。ここでは、その様子をわかりやすくするために、発光部2の形状がそれぞれ、図24では円柱形状、図25(a)では直方体(受光面が正方形)、図25(b)では直方体(受光面が長方形)であるものとして説明する。また、図24及び図25では、拡散部3の図示を省略している。

[0456] 図24は、発光部2と導光部材9との位置関係と、そのときのレーザ光照射領域79の大きさを示す図である。同図の(a)はレーザ光照射領域79の大きさが発光部2の受光面の大きさと略一致する場合を示す。また、同図の(b)は(a)の場合よりも発光部2と導光部材9との位置が離れた場合を示し、(c)は(a)の場合よりも発光部2と導光部材9との位置が近くなった場合を示す。

[0457] まず、図24(a)に示すように、発光部2と導光部材9との距離が $d$ であるとき、発光部2の受光面の大きさとレーザ光照射領域79の大きさとが略一致している。この場合、製造時に想定している照明光の色温度が実現される。

[0458] なお、本実施の形態では、発光部2から出射される蛍光の照明光としての利用効率を高めることを考慮し、上記の距離が $d$ であるときに発光部2が反射鏡4の焦点位置に設けられている。しかし、その利用効率を考慮しないのであれば、発光部2が反射鏡4の焦点位置に必ずしも設けられる必要はない。

[0459] 次に、図24(b)では、発光部2と導光部材9との距離が $d_1 (> d)$ となったときを示している。この場合、可動制御部641が支持部材駆動部62を駆動することにより、支持部材駆動部62は、支持部材61を介して、発光部2と導光部材9との距離が $d_1$ となるまで移動させている。このとき、発光部2の受光面の大きさよりもレーザ光照射領域79の大きさの方が大きくなる。

[0460] 一方、図24(c)では、発光部2と導光部材9との距離が $d_2 (< d)$ となったときを示している。この場合、図24(b)と同様、可動制御部6

41が支持部材駆動部62を駆動することにより、発光部2と導光部材9との距離が $d_2$ となるまで移動させている。このとき、発光部2の受光面の大きさよりもレーザ光照射領域79の大きさの方が小さくなる。

[0461] 一般に、透光性基板1と導光部材9との間に凸レンズ等の集光部材が存在しない、あるいは導光部材9の出射端部がレーザ光を集光できる形状となっていない場合には、導光部材9から出射されたレーザ光の光路幅は、導光部材9からの距離に比例して大きくなる。すなわち、発光部2が導光部材9から離れるほどレーザ光照射領域79が大きくなる。この場合のレーザ光の形状は、先太りの円錐形状（正確には楕円錐形状）となっている。なお、レーザ光の形状は真円の円錐形状であってもよく、当該円錐形状を実現する目的であれば、透光性基板1と導光部材9との間に集光部材を設けてもよい。

[0462] 支持部材駆動部62は、上記の距離 $d_1$ を $d$ よりも大きくなる範囲で変化させる場合には、図24（b）に示す発光部2の外部に形成されるレーザ光照射領域79の大きさを変化させることができる。つまり、発光部2から漏れ出るレーザ光を照明光の一部として利用できるので、照明光が蛍光のみからなる場合には困難であった照明光の色温度変化を実現できる。

[0463] 換言すれば、この場合には、支持部材駆動部62は、半導体レーザ63から出射されるレーザ光のうちの発光部2に照射されないレーザ光の割合を変化させる。この割合を変化させることにより、上記の変換割合を変化させることができるので、照明光の色温度を変化させることができる。発光部2に照射されないレーザ光が増えた場合には、照明光（レーザ光+蛍光）の色温度はレーザ光（青色領域）側にシフトする。また、この場合には、発光部2に照射されるレーザ光が減るので、蛍光の量も減ることになり、照明光の色温度はよりレーザ光側へシフトする。

[0464] 一方、支持部材駆動部62は、上記の距離 $d_2$ を $d$ よりも小さくなる範囲で変化させた場合には、図24（c）に示す発光部2の受光面に形成されるレーザ光照射領域79の大きさを変化させることができる。発光部2の受光面においてレーザ光照射領域79が小さくなった場合（レーザ光の密度が高

くなった場合)、発光部2に含まれる蛍光体がレーザ光の光量に比べて不足するか、またはその部分の温度が上昇することにより、蛍光への変換効率が下がる。その結果、レーザ光の透過量が多くなり、照明光の色温度を高めることができる。

[0465] なお、発光部2に含まれる蛍光体の量がレーザ光の光量に比べて圧倒的に多く、かつ、レーザ光が発光部2をある程度透過できる構成であって、発光部2におけるレーザ光の透過量がある一定量を超えるという状況が生じた場合には、レーザ光照射領域79が小さくなると蛍光への変換量よりも発光部2を透過するレーザ光の光量が少なくなる。したがって、この場合には、レーザ光照射領域79の大きさが小さくなると、照明光の色温度は低くなる。

[0466] いずれにしる、発光部2の受光面におけるレーザ光照射領域79の大きさを変化させた場合であっても、照明光が蛍光のみからなる場合には困難であった照明光の色温度変化を実現できる。

[0467] 換言すれば、支持部材駆動部62は、半導体レーザ63から出射されるレーザ光の発光部2におけるレーザ光照射領域79の大きさ(照射面積)を変化させる。これにより、上記の変換割合を変化させることができるので、照明光の色温度を変化させることができる。レーザ光照射領域79の大きさの変化により蛍光の量が減った場合には、相対的にレーザ光の量が増えるので、照明光の色温度はレーザ光側にシフトする。

[0468] 以上のように、レーザ光の光路幅が導光部材9(半導体レーザ63)からの距離に応じて変化する場合には、上記の変換割合は、半導体レーザ63と発光部2の距離に応じて変化する。このため、支持部材駆動部62が、支持部材61あるいは透光性基板1を介して発光部2を移動させることにより、上記の変換割合を変化させることができるので、照明光の色温度を変化させることができる。

[0469] つまり、本実施の形態のヘッドランプ60が出射する照明光は、図24(b)の場合(レーザ光照射領域79の大きさが発光部2の受光面よりも大きい場合)には、発光部2から出射された蛍光と、半導体レーザ63から出射

されたレーザ光（蛍光に変換されない励起光）とを含むものといえる。なお、図24（a）及び（c）の場合（レーザ光照射領域79の大きさが発光部2の受光面と同じ、あるいは小さい場合）であっても、レーザ光が発光部2をある程度透過できる構成の場合には、照明光が蛍光とレーザ光とを含むものといえる。

[0470] なお、上記では、支持部材駆動部62が発光部2を移動させる構成であったが、これに限らず、例えば導光部材9を移動させて上記の変換割合を変化させる構成であってもよい。

[0471] また、上記では、導光部材9から出射されたレーザ光の光路幅が、導光部材9からの距離に比例して大きくなる場合について説明したが、当該光路幅が当該距離に比例して小さくなる場合であっても、発光部2または導光部材9を移動させることにより上記の変換割合を変化させることができる。

[0472] （変形例）

図24では、発光部2がレーザ光の光軸方向に移動した場合について説明したが、図25に示すように、発光部2が光軸方向に移動しなくても、発光部2の受光面に形成されるレーザ光照射領域79の大きさを変化させることができる。すなわち、図25に示す発光部2の移動（回転）によっても、上記の変換効率を変化させることができる。図25は、発光部2の受光面に含まれるレーザ光照射領域79の大きさ（形状）が変化する様子を示す図である。

[0473] 図25（a）は発光部2がレーザ光の光軸方向に垂直な方向に移動する場合を示す。この場合、発光部2に全てのレーザ光が照射されていた状態から、発光部2の移動により、発光部2の外部にレーザ光の一部が漏れ出ている。この漏れ出たレーザ光が照明光として利用されることにより、照明光の色温度を高めることができる。また、その移動量を変化させることにより、発光部2の外部に漏れ出るレーザ光の光量を変化させることができるので、照明光の色温度を変化させることができる。

[0474] 図25（b）は発光部2が回転する場合を示す。この場合も、発光部2が

回転するにつれて、発光部2の外部に漏れ出るレーザ光の光量を変化させることができるので、照明光の色温度を変化させることができる。この場合には、例えば細い棒状の支持部材61が発光部2の中心軸に接合されており、その支持部材61を回転させるように支持部材駆動部62のギアが設けられている。

[0475] (色温度の変化について)

次に、半導体レーザ63から出射されるレーザ光及び発光部2に含まれる蛍光体と、そのときの照明光の色温度との関係について、図26を用いて説明する。図26は、車両用前照灯に要求される白色の色度範囲を示すグラフ(色度図)である。同図に示すように車両用前照灯に要求される白色の色度範囲が法律により規定されている。当該色度範囲は、6つの点35を頂点とする多角形の内部である。また、曲線33は、色温度(K:ケルビン)を示すものである。

[0476] 図示のように、半導体レーザ63の発振波長が440nm(色度点41:青色領域)、蛍光体のピーク波長が570nm(色度点42:黄色領域)の場合、支持部材駆動部62が上記の変換割合を変化させることにより、直線39上の色度範囲において照明光の色温度を変化させることができる。この場合には、約4500Kから8500Kまで広範囲にわたって色温度を変化させることができる。

[0477] また、半導体レーザ63の発振波長が475nm(色度点44:青色領域)、蛍光体のピーク波長が580nm(色度点45(x=約0.5、y=約0.49):黄色領域)の場合、支持部材駆動部62が上記の変換割合を変化させることにより、直線43上の色度範囲において照明光を変化させることができる。この場合には、約3000Kから20000Kという非常に広範囲にわたって色温度を変化させることができる。

[0478] なお、半導体レーザ63の基本構造については、実施の形態1で図3(c)および(d)を用いて説明したLDチップ11の基本構造と同様であるため、その説明を割愛する。また、発光部2の発光原理についても、実施の形

態 1 で説明した発光部 2 の発光原理と同様であるため、その説明を割愛する。

[0479] <ヘッドランプ 60 の変形例 1 >

図 27 は、ヘッドランプ 60 の変形例を示す図である。このヘッドランプ 60 は、透光性基板 1 と導光部材 9 との間に、半導体レーザ 63 から出射されたレーザ光を屈曲して、発光部 2 に出射する凸レンズ 161（光学部材）を備えており、凸レンズ 161 の外周の一部に支持部材 61 が設けられている。すなわち、このヘッドランプ 60 では、支持部材駆動部 62 が、発光部 2 の代わりに凸レンズ 161 を移動させることにより、照明光の色温度変化を実現している。

[0480] 具体的には、凸レンズ 161 を備えることにより、図 27 に示すように、凸レンズ 161 透過後のレーザ光の光路幅を、凸レンズ 161 入射前のレーザ光の光路幅とは異なり、かつ、凸レンズ 161 からの距離に応じて変化するように出射できる。つまり、レーザ光は、凸レンズ 161 を透過することにより、凸レンズ 161 を基点としてその光路幅が新たに変化していくこととなる。このため、上記の変換割合が凸レンズ 161 と発光部 2 との距離に応じて変化するので、支持部材駆動部 62 がその距離を変更することにより、結果として照明光の色温度を変化させることができる。

[0481] 導光部材 9 から出射されるレーザ光の光路に対して焦点距離が十分に長いレンズの場合、図 27 のようにレーザ光の光路幅を変更できる。このため、凸レンズ 161 としては、焦点距離が十分に長い両凸レンズ、平凸レンズなどが使用できる。その他、導光部材 9 から出射されるレーザ光が、平行光で、かつ細かいレーザ光である場合には、凸レンズ 161 の代わりとして、両凹レンズ、平凹レンズなどの凹レンズも使用可能である。つまり、凸レンズ 161 は、入射するレーザ光の出射角度を変更可能なレンズであればよく、その機能を有していれば非球面レンズであってもよい。

[0482] なお、凸レンズ 161 には、レーザ光の反射を防止する光学膜（反射膜）がコーティングされていることが好ましい。また、上述の機能を有するレン

ズであれば、凸レンズ161の形状および材質は特に限定されないが、440～480nmの透過率が高いことが好ましい。

[0483] <ヘッドランプ60の変形例2>

図28は、ヘッドランプ60の別の変形例を示す図である。上記では、レーザー光の光軸が発光部2の中心を通る直線1と一致しており、かつ、レーザー光の光路幅が導光部材9からの距離に比例して大きくなっている場合について説明した。この変形例では、発光部2に照射されるレーザー光の光路幅が一定（平行光）である場合に、支持部材駆動部62（不図示）が、励起光源ユニット6（半導体レーザー63）および導光部材9を例えば発光部2を中心として回転移動させて、発光部2に対するレーザー光の入射角度を変化させている。また、図28のヘッドランプ60は、レンズ25を備えている。

[0484] （レンズ25）

レンズ25は、導光部材9から出射されるレーザー光を平行光として出射するレンズが用いられる。その機能を有するレンズであれば、レンズ25の形状および材質は特に限定されないが、450nm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。

[0485] （レーザー光照射領域79の変化について）

図28（a）は、導光部材9から出射されたレーザー光の発光部2の受光面に対する入射角度が90度である（レーザー光の光軸と直線1とが一致する）場合のレーザー光照射領域79の大きさを示している。一方、図28（b）は、導光部材9から出射されたレーザー光の発光部2の受光面に対する入射角度が60度である（レーザー光の光軸と直線1とが一致しない）場合のレーザー光照射領域79の大きさを示している。励起光源ユニット6および導光部材9が図28（a）に示す位置から図28（b）に示す位置に移動した場合、導光部材9から出射されるレーザー光の光束には変化がないが、その入射角度の変化により、レーザー光照射領域79は大きくなっている。

[0486] 換言すれば、支持部材駆動部62は、発光部2に入射されるレーザー光の入射角度を変化させることにより、導光部材9から出射されるレーザー光の総量

に対する発光部 2 に照射されないレーザ光の割合を変えることができる。すなわち、導光部材 9 から出射されたレーザ光の光路幅が一定（平行光）である場合であっても、上記の入射角度を変化させることにより、照明光の色温度を変化させることができる。

[0487] 図 28 では、レーザ光照射領域 79 が発光部 2 の受光面よりも大きい場合について説明したが、レーザ光照射領域 79 のすべてが受光面に含まれる場合であっても、入射角度を変化させることにより、照明光の色温度を変化させることができる。また、図 28 では平行光の場合について説明したが、上述のように、レンズ 25 を設けず、レーザ光の光路幅が導光部材 9 からの距離に比例して大きく（あるいは小さく）なる場合であっても、図 28 の場合と同様の効果が得られる。

[0488] <ヘッドランプ 60 の効果>

以上のように、ヘッドランプ 60 は、半導体レーザ 63 から出射されるレーザ光のうちの発光部 2 によって蛍光に変換されないレーザ光の割合を変化させる支持部材駆動部 62 を備える。これにより、照明光に対する蛍光の割合が変化するので、照明光の色温度を変化させることができる。

[0489] 特に、本実施の形態では、レーザ光を照明光として利用するヘッドランプ 60 の構成の一例を示すものである。この場合、レーザ光の総光量（全光束）が一定という条件下において、蛍光に変換されないレーザ光の光量が変化すれば蛍光の量が変化するので、蛍光に変換されなかったレーザ光それ自身の照明光に対する影響が変化する。

[0490] 具体的には、本実施の形態では、図 24 ~ 図 26 を用いて説明したように、上記条件下において、支持部材駆動部 62 がレーザ光照射領域 79 の大きさ、発光部 2 の受光面に対するレーザ光照射領域 79 の割合を変化させることにより、蛍光に変換されないレーザ光の光量が変化させている。そして、例えば、図 24 (b) の場合、及び、図 24 (c) の場合でレーザ光の光量に対する蛍光体不足あるいはレーザ光照射による発光部 2 の温度上昇により当該割合が多くなる。一方、図 24 (c) の場合でレーザ光が発光部 2 をあ

る程度透過できる構成の場合にはレーザ光の光量が小さくなり上記割合が小さくなる。このように、上記のレーザ光照射領域 79 の大きさ（割合）が変化することにより、蛍光に変換されなかったレーザ光それ自身の照明光に対する影響が変化する。

[0491] その結果、ヘッドランプ 60 は、照明光に対する蛍光の割合（最終的に照明光として利用される蛍光の量）を変化させるので、照明光の色温度を変化させることができる。

[0492] [実施の形態 6]

本発明の他の実施形態について図 29 に基づいて説明すれば、以下のとおりである。図 29 は、ヘッドランプ 70（照明装置、前照灯）の概要構成を示す図である。なお、実施の形態 5 と同様の部材に関しては、同じ符号を付し、その説明を省略する。

[0493] 本実施の形態のヘッドランプ 70 は、上述のヘッドランプ 60 とは異なり、半導体レーザ 63 と発光ダイオード 64（第 2 光源）とを備えている。また、ヘッドランプ 70 は、半導体レーザ 63 から出射された励起光を発光部 2 へ導く導光部 513 を備えるとともに、発光ダイオード 64 からの青色光を反射部材 26 へ導く導光部 514 を備えている。

[0494] （発光ダイオード 64）

発光ダイオード 64 は、半導体レーザ 63 が出射するレーザ光とは異なる光（第 2 の光）を出射するものである。この異なる光とは、例えば発光ダイオード 64 から出射されるインコヒーレントな光を指す。発光ダイオード 64 から出射される光は、半導体レーザ 63 の発振波長と同様の波長を有している。すなわち、発光ダイオード 64 から出射される光は、青色光である。

[0495] （導光部 513・514）

導光部 513・514 は、円錐台状の導光部材であり、半導体レーザ 63 および発光ダイオード 64 と光学的に結合しており、導光部材 9 と同様の機能を有している。なお、導光部 513・514 は、角錐台状であってもよく、その形状は限定されない。

[0496] (反射鏡４・支持部材６１・支持部材駆動部６２)

また、導光部５１３をレーザ光の光軸方向に移動させるために、導光部５１３には支持部材６１が接合されている。このため、支持部材駆動部６２が支持部材６１を移動させることにより、導光部５１３を移動させることができる。ただし、本実施の形態では、発光部２から漏れ出るレーザ光を利用する必要はないので、原則としてレーザ光照射領域７９のすべてが発光部２の受光面内に収まるように設計されている。

[0497] また、支持部材６１の移動を可能にすべく、反射鏡４には収納部４６が設けられている。収納部４６は、収納部５１と同様の機能を有する。

[0498] (発光部２・反射部材２６)

反射部材２６は、発光ダイオード６４から出射された光を反射鏡４に反射させるものである。反射部材２６の形状および材質は、その反射機能を有しているものであればよい。また、発光部２及び反射部材２６は、発光部２から出射される蛍光及び発光ダイオード６４から出射された光の照明光としての利用効率を高めるために、反射鏡４の焦点位置に設けることが好ましい。

[0499] なお、反射部材２６の代わりに、拡散部３を設けて、発光ダイオード６４から出射された光を拡散させるようにしてもよい。また、反射部材２６を設けず、当該光を照明光として直接する構成であってもよい。

[0500] (ヘッドランプ７０の効果)

ヘッドランプ７０は、半導体レーザ６３とは異なる光源である発光ダイオード６４を備えることにより、発光ダイオード６４から出射された光を照明光の一部として利用できる。この場合、支持部材駆動部６２が上記の変換割合を変化させ、蛍光の量を変化させることにより、照明光に対する当該蛍光の割合（最終的に照明光として利用される蛍光の量）を変化させることができる。これにより、照明光の色温度を変化させることができる。すなわち、ヘッドランプ７０では、半導体レーザ６３から出射されるレーザ光を利用せずに、照明光の色温度変化を実現することができる。

[0501] [実施の形態７]

本発明の実施の一形態について図30に基づいて説明すれば、以下のとおりである。図30は、ヘッドランプ80（照明装置、前照灯）の概要構成を示す図である。なお、実施の形態5及び6と同様の部材に関しては、同じ符号を付し、その説明を省略する。本実施の形態のヘッドランプ80は、上述のヘッドランプ70とは異なり、半導体レーザ63a・63b（第1励起光源、第2励起光源）及び発光部24a・24b（第1発光部、第2発光部）を備えている。

[0502] （半導体レーザ63a・63b）

半導体レーザ63a・63bは、半導体レーザ63と同様の機能を有するが、それぞれの発振波長は異なる。例えば、半導体レーザ63aの発振波長は、主に黄色発光蛍光体を効率よく励起させることを可能とするために、半導体レーザ63と同じ発振波長（450nm以上480nm以下の波長）となっている。一方、半導体レーザ63bの発振波長は、主に緑色発光蛍光体を効率よく励起させることを可能とするために、405nm近傍の発振波長となっている。換言すれば、半導体レーザ63bは、半導体レーザ63aから出射されるレーザ光（第1励起光）とは異なる発振波長を有する第2レーザ光（第2励起光）を出射するものである。

[0503] （発光部24a・24b）

発光部24aは、発光部2と同様、黄色発光蛍光体を含み、半導体レーザ63aから出射されるレーザ光を受けて蛍光（第1蛍光）を発光する。一方、発光部24bは、緑色発光蛍光体を含み、半導体レーザ63bから出射される第2レーザ光を受けて蛍光（第2蛍光）を発光する。発光部24a・24bには、発光部2と同様、演色性を向上させるために、赤色発光蛍光体が含まれていてもよい。

[0504] （反射鏡4・支持部材61・支持部材駆動部62）

また、本実施の形態では、導光部513・514をレーザ光の光軸方向に移動させるために、導光部513・514にはそれぞれ支持部材61が接合されている。本実施の形態においても、実施の形態6と同様、発光部24a

・ 24 b から漏れ出るレーザ光を利用する必要はないので、原則としてレーザ光照射領域 79 のすべてが発光部 24 a ・ 24 b の受光面内に収まるように設計されている。

[0505] また、支持部材 61 それぞれの移動を可能にすべく、反射鏡 4 には収納部 46 が 2 箇所 に設けられている。

[0506] (ヘッドランプ 80 の効果)

ヘッドランプ 80 は、励起光源及び発光部を複数備え、各発光部から出射される蛍光 (少なくとも異なる色の蛍光を含む) を照明光として利用する場合には、上記蛍光の量が変化することにより、照明光に対する各蛍光の割合が変化する。

[0507] 具体的には、支持部材駆動部 62 は、2 つの支持部材 61 を別々に移動させることにより、導光部 513 ・ 514 から出射されるレーザ光が発光部 24 a ・ 24 b の受光面に形成するレーザ光照射領域 79 のそれぞれの大きさを別々に変化させることができる。換言すれば、支持部材駆動部 62 は、半導体レーザ 63 a から出射されるレーザ光のうちの発光部 24 a によって蛍光に変換されないレーザ光の割合、及び半導体レーザ 63 b から出射されるレーザ光のうちの発光部 24 b によって蛍光に変換されない第 2 レーザ光の割合の少なくとも一方を変化させる。

[0508] これにより、半導体レーザ 63 a ・ 63 b から出射される蛍光の量がそれぞれ変化し、照明光に対する各蛍光の割合が変化するので、最終的に照明光として利用される蛍光の量が変化し、照明光の色温度を変化させることができる。すなわち、ヘッドランプ 80 においても、半導体レーザ 63 a ・ 63 b から出射されるレーザ光を利用せずに、照明光の色温度変化を実現することができる。

[0509] <実施の形態 6 及び 7 の変形例>

なお、ヘッドランプ 70 及び 80 では、支持部材駆動部 62 が支持部材 61 を介して導光部 513 のみ、あるいは導光部 513 ・ 514 を移動させることにより、照明光の色温度変化を実現していた。これに限らず、半導体レ

ーザ63、63a・63b及び発光ダイオード64の出力を変更することによって、照明光の色温度変化を実現してもよい。

[0510] この場合、例えば、入力部613が出力変更指示を取得し、その指示に従って出力制御部642が半導体レーザ63、63a・63bあるいは発光ダイオード64の出力を制御する。換言すれば、出力制御部642は、半導体レーザ63から出射されるレーザ光の出力、及び発光ダイオード64から出射される第2の光の出力の少なくとも一方を変化させる光量変化機構として機能する。あるいは、出力制御部642は、半導体レーザ63aから出射されるレーザ光の出力、及び半導体レーザ63bから出射される第2レーザ光の出力の少なくとも一方を変化させる光量変化機構として機能する。

[0511] [実施の形態8]

本実施の形態は、図31に基づいて、本発明の照明装置の一例としてのレーザダウンライト200について説明するものである。

[0512] 本実施の形態に係る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63を少なくとも1つ備える励起光源ユニット6aと、発光部2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とを備える。そして、支持部材駆動部62が支持部材61を介して発光部2の位置を変化させることにより、半導体レーザ63から出射されるレーザ光のうちの発光部2によって蛍光に変換されないレーザ光の割合を変化させる。これにより、実施の形態2と同様、照明光に対する蛍光の割合が変化するので、照明光の色温度を変化させることが可能なレーザダウンライト200を実現できる。

[0513] なお、図31に示すように、実施の形態1の図8に示すLDチップ11が半導体レーザ63に置換された以外、また、透光板213がレンズ82と同様の機能を有している以外は、実施の形態1で述べたレーザダウンライト200と同様の構成であるので、その説明は省略する。

[0514] [実施形態5～8に係る発明の別の表現]

実施形態5～8に係る発明は、以下のようにも表現できる。

[0515] すなわち、本発明の一実施形態に係る照明装置（レーザ照明光源）は、蛍光体発光部と、励起光源である半導体レーザと、からなるレーザ照明光源に関するものであって、励起光照射エリアとして、蛍光体発光部のサイズよりも小さい領域から超える領域まで励起光を照射させ（すなわち励起光照射エリア $\leq$ 蛍光体発光部面積 $\leq$ 励起光照射エリア）、前記励起光照射エリアを変えることで、励起光と蛍光の割合を変化させて色温度を変えるものである。

[0516] また、レーザ照明光源は、励起光源としては青色半導体レーザを用い、蛍光体としては、黄色に発光する黄色蛍光体、もしくは緑色に発光する緑色蛍光体と赤色に発光する赤色蛍光体とを組み合わせることが好ましい。

[0517] 〔実施の形態5～8に係る付記事項〕

照明光を対象物に照射したときの当該対象物を見やすさは、照明光の色温度によって個々人において異なるものである。本発明の照明装置は、光量変化機構を備えることにより、色温度を変化させることができるので、例えば、その見やすさを測定可能な測定器（テスター）を作製して照明装置の販売店に設置することにより、個々人の嗜好にあった色温度を個々人に選択させることができる。すなわち、各ユーザは、ユーザ嗜好にあった色温度の照明光を出射する照明装置を購入できる。本発明の照明装置が車両用前照灯として実現されている場合、上記の測定器を自動車ディーラーに設置しておくことにより、個々人が自動車を購入する際に上記の選択を行うことができる。

[0518] また、記憶部615に、本発明の照明装置（あるいは照明装置を備える物（車両など））の所有者あるいは当該照明装置をよく利用するユーザを特定する情報と、その所有者あるいはユーザが選択した色温度を示す情報とを対応付けて記憶しておいてもよい。この場合、例えば、入力部613が所有者あるいはユーザを特定する情報を取得し、可動制御部641が、その情報に対応する色温度を示す情報を記憶部615から読み出し、支持部材駆動部62を駆動し、支持部材61を移動させる。これにより、所有者あるいはユーザの嗜好にあった色温度を記憶しておくことを条件に、本発明の照明装置は、その嗜好にあった色温度に自動的に切り替えることができる。

## [0519] [実施の形態 9]

本発明の実施の一形態について図 3 2～図 3 8 に基づいて説明すれば、以下のとおりである。ここでは、本発明の照明装置の一例として、自動車用のヘッドランプ（前照灯）90 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、プロジェクター、家庭用照明器具を挙げることができる。

[0520] ヘッドランプ 90 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。

## [0521] &lt;ヘッドランプ 90 の構成&gt;

まず、図 3 2 に基づき、本発明の一実施形態であるヘッドランプ 90 について説明する。図 3 2 は、ヘッドランプ 90 の概要構成を示す片側断面図である。図 3 2 に示すように、ヘッドランプ 90 は、透光性基板 1、発光部 2、反射鏡 4、固定部材 5 6、励起光源ユニット（励起光源）6、ネジ 7 8、レンズ 8 2、導光部材 9、支持部材 6 1 および支持部材駆動部 6 2 を備える。励起光源ユニット 6、導光部材 9 および発光部 2 によって発光装置の基本構造が形成されている。また、支持部材 6 1 および支持部材駆動部 6 2 によって照射範囲変化機構の基本構造が形成されている。

[0522] なお、本実施の形態では、発光部 2 が複数の発光部（例えば第 1 発光部 2 a 及び第 2 発光部 2 b）を備えているが、特に個々の発光部ごとに説明する必要がない場合には「発光部 2」と称して一括して説明する場合もある。

## [0523] （透光性基板 1）

透光性基板 1 は、平板状の部材であり、少なくとも励起光であるレーザ光の発振波長（ここでは 440 nm～480 nm）に対して透光性を有している。透光性基板 1 は、平板上でなく、湾曲した部分を有していてもよいが、透光性基板 1 と発光部 2 とを接着する場合、少なくとも発光部 2 が接着され

る部分は、接着の安定性の観点から平面（板状）であることが好ましい。

[0524] また、透光性基板 1 は、縦 10 mm×横 10 mm×厚み 0.5 mm の  $Al_2O_3$ （サファイア）基板である。なお、図 32 に示す透光性基板 1 の外径は、発光部 2 の外径よりも大きい、発光部 2 の外径と同程度であっても良い。

[0525] 透光性基板 1 のレーザ光が入射する側の表面に対向する表面には、発光部 2 が配置され、発光部 2 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。なお、本実施の形態では、透光性基板 1 と発光部 2 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、透光性基板 1 と発光部 2 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。接着剤としては、いわゆる有機系の接着剤や、ガラスペースト接着剤が好適であるが、これに限られない。

[0526] 透光性基板 1 は、以上のような構成、形状、および、発光部 2 との接続形態を有することにより、発光部 2 を基板表面に固定（保持）しつつ、発光部 2 から発生する熱を外部に放熱するので、発光部 2 の冷却効率を向上させることができる。

[0527] また、透光性基板 1 の材質は、上述したサファイア（ $Al_2O_3$ ）の他、マグネシア（ $MgO$ ）、窒化ガリウム（ $GaN$ ）、スピネル（ $MgAl_2O_4$ ）が好ましい。これらの材料は、熱伝導率（例えば  $20 W/mK$  以上）及び透光性が優れているためである。この点を考慮しないのであれば、これらの材質に限らず、例えばガラス（石英）などであっても良い。

[0528] また、図 32 に示す透光性基板 1 の厚さは、発光部 2 での発熱を効果的に放熱することを考慮すれば、 $30 \mu m$  以上、 $5.0 mm$  以下が好ましく、より好ましくは、 $0.2 mm$  以上、 $5.0 mm$  以下であることがより好ましい。なお、透光性基板 1 の厚さが  $5.0 mm$  を超えると、発光部 2 に照射されたレーザ光が透光性基板 1 において吸収される割合が大きくなる一方で、放熱効果はさほど向上せず、また部材のコストも上昇してしまう。

[0529] （発光部 2）

発光部 2 は、半導体レーザ 63 から出射されたレーザ光を受けて蛍光を発

するものであり、第1発光部2a及び第2発光部2bを備えている。本実施の形態では、第1発光部2aの外周に接触するように第2発光部2bが設けられている。換言すれば、第1発光部2a及び第2発光部2bは二重構造となっている。また、第1発光部2aは、その中心を導光部材9から出射されるレーザ光の光軸が通るように、透光性基板1上に配置されている。なお、第1発光部2a及び第2発光部2bの配置例については後述する。

[0530] 第1発光部2aは、導光部材9を介して、半導体レーザ63から出射されたレーザ光を受けて第1の蛍光を発する第1蛍光体を含んでいる。本実施の形態では、第1蛍光体として、青色領域のレーザ光を受けて黄色領域にピーク波長を有する蛍光を発する黄色蛍光発光体としてIntematix社製のYAG : Ce蛍光体 (NYAG4454) を用いているが、蛍光体の種類はこれに限定されない。YAG : Ce蛍光体は、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 (Garnet) 蛍光体である。このIntematix社製の蛍光体は、発光効率が90%、発光ピーク波長 (以下、単に「ピーク波長」という) は558nm (黄色)、色度点は $x=0.444$ 、 $y=0.536$ であり、430nmから490nmの励起光で良好に励起される。なお、YAG : Ce蛍光体は、一般に550nm付近 (550nmよりも若干長波長側) に発光ピークが存在するブロードな発光スペクトルをもつ。

[0531] また、第2発光部2bは、レーザ光を受けて第1の蛍光とは異なるピーク波長を有する第2の蛍光を発する第2蛍光体を含んでいる。本実施の形態では、第2蛍光体として、青色領域のレーザ光を受けて赤色領域にピーク波長を有する蛍光を発する赤色発光蛍光体としてEu<sup>2+</sup>がドーピングされたCaAlSiN<sub>3</sub> : Eu蛍光体 (CASN : Eu蛍光体) を用いている。第2蛍光体に用いられる蛍光体の種類はこれに限定されず、例えばEu<sup>2+</sup>がドーピングされたSrCaAlSiN<sub>3</sub> : Eu蛍光体 (SCASN : Eu蛍光体) が第2蛍光体として用いてもよい。

[0532] 第1発光部2aはYAG : Ce蛍光体を、第2発光部2bはCASN : Eu蛍光体を、封止材としての低融点の無機ガラス (屈折率 $n=1.760$ )

の内部にそれぞれ分散させて製造される。第1発光部2aにおけるYAG:Ce蛍光体と低融点の無機ガラス（低融点ガラス）との配合比は、例えば30:100程度である。これに限らず、第1発光部2aでレーザ光を拡散させてそのレーザ光の色成分（例えば青色成分）を利用することを考慮すれば、上記の配合比は10:100程度が好ましい。また、第2発光部2bにおけるCaSn:Eu蛍光体と低融点ガラスとの配合比は、例えば20:100程度であるが、これに限らずともよい。また、発光部2は、蛍光体を押し固めたものであってもよい。

[0533] 封止材は、上記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。ただし、耐熱性を考慮すれば、封止材はガラスからなることが好ましい。

[0534] また、第1発光部2aの第1蛍光体は、黄色発光蛍光体の代わりに、青色領域のレーザ光を受けて緑色領域にピーク波長を有する蛍光を発する緑色蛍光発光体としてEu<sup>2+</sup>がドーピングされたβ-SiAlON:Eu蛍光体であってもよい。

[0535] また、上記では、第1発光部2a及び第2発光部2bのそれぞれが1種類の蛍光体を含んで構成されているが、これに限らず、2種類以上の蛍光体を含んでもよい。例えば、第1発光部2aがYAG:Ce蛍光体及びβ-SiAlON:Eu蛍光体を含み、第2発光部2bがCaSn:Eu蛍光体及びβ-SiAlON:Eu蛍光体を含んでもよい。また、第1発光部2a及び第2発光部2bに含まれる蛍光体の少なくとも一部が異なる構成であってもよく、例えば第1発光部2aにはYAG:Ce蛍光体及びCaSn:Eu蛍光体が含まれ、第2発光部2bにはCaSn:Eu蛍光体が含まれる構成であってもよい。特に、第1発光部2aが補色の関係を満たす2種類の蛍光体を含む場合には、第1発光部2aは、レーザ光を拡散させることなく、第1発光部2aへのレーザ光の照射だけで白色光を生成できる。

[0536] なお、透光性基板1と発光部2との間の界面の反射率REをできる限り低下させ、レーザ光の発光部2での利用効率を高めることを考慮すれば、透光

性基板 1 と発光部 2 との屈折率差  $\Delta n$  は、0.35 以下であることが好ましい。この場合、反射率 RE を 1% 以下にすることができる。また、屈折率差  $\Delta n$  を 0.35 以下とする場合、透光性基板 1 の屈折率を 1.65 以上、発光部 2 の屈折率を 2.0 以下とすることが好ましい。

[0537] また、一般に、照明光として用いられる白色光または擬似白色光は、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実現できる。この等色または補色の原理に基づき、例えば、ヘッドランプ 90 では、後述する半導体レーザ 63 から出射される青色のレーザ光と YAG : Ce 蛍光体（黄色発光蛍光体）との組み合わせ、あるいは当該青色のレーザ光と  $\beta$ -SiAlON : Eu 蛍光体（緑色発光蛍光体）との組み合わせ（補色の関係を満たす 2 つの色の混色）で擬似白色を実現している。

[0538] ここで、黄色発光蛍光体とは、560 nm 以上 590 nm 以下の波長範囲にピーク波長を有する蛍光を発生する蛍光体である。緑色発光蛍光体とは、510 nm 以上 560 nm 以下の波長範囲にピーク波長を有する蛍光を発生する蛍光体である。赤色発光蛍光体とは、600 nm 以上 680 nm 以下の波長範囲にピーク波長を有する蛍光を発生する蛍光体である。

[0539] 黄色発光蛍光体の具体例としては、YAG : Ce 蛍光体や、Eu<sup>2+</sup> がドーピングされた Ca $\alpha$ -SiAlON : Eu 蛍光体などが挙げられる。Ca $\alpha$ -SiAlON : Eu 蛍光体は、近紫外から青色の励起光によりピーク波長が約 580 nm の強い発光を示す。

[0540] 緑色発光蛍光体の具体例としては、各種の窒化物系または酸窒化物系の蛍光体が挙げられる。特に、酸窒化物系の蛍光体は耐熱性に優れ、高い発光効率で安定した材料であるので、耐熱性に優れ、高い発光効率で安定した第 1 発光部 2 a を実現できる。

[0541] 例えば、緑色に発光する酸窒化物系蛍光体として、 $\beta$ -SiAlON : Eu 蛍光体、Ce<sup>3+</sup> がドーピングされた Ca $\alpha$ -SiAlON : Ce 蛍光体などが挙げられる。 $\beta$ -SiAlON : Eu 蛍光体は、近紫外から青色（350 nm 以上 460 nm 以下）の励起光によりピーク波長が約 540 nm の強い発

光を示す。この蛍光体の発光スペクトル半値幅は約55nmである。また、 $\text{Ca}\alpha\text{-SiAlON}:\text{Ce}$  蛍光体は、近紫外から青色の励起光によりピーク波長が約510nmの強い発光を示す。

[0542] 上記の $\alpha\text{-SiAlON}$ および $\beta\text{-SiAlON}$ （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）と通称されるものである。サイアロンとは、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。サイアロン蛍光体は、窒化ケイ素（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）にアルミナ（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）、シリカ（ $\text{SiO}_2$ ）および希土類元素などを固溶させて作ることができる。このサイアロン蛍光体にカルシウム（Ca）とユーロピウム（Eu）とを固溶させると、 $\text{YAG}:\text{Ce}$  蛍光体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を得られる。

[0543] 赤色発光蛍光体の具体例としては、各種の窒化物系の蛍光体が挙げられる。例えば、窒化物系の蛍光体としては、 $\text{CASN}:\text{Eu}$  蛍光体、 $\text{SCASN}:\text{Eu}$  蛍光体などが挙げられる。 $\text{CASN}:\text{Eu}$  蛍光体は、励起波長が350nm~450nmのとき、赤色の蛍光を発し、そのピーク波長は649nmであり、その発光効率は73%である。また、 $\text{SCASN}:\text{Eu}$  蛍光体は、励起波長が350nm~450nmのとき、赤色の蛍光を発し、そのピーク波長は630nmであり、その発光効率は70%である。これらの窒化物系の蛍光体は、上述した黄色発光蛍光体や緑色発光蛍光体などの酸窒化物蛍光体と組み合わせることにより、演色性を高めることができる。また、赤色に発光する窒化物系蛍光体の例としては、 $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$  等のEu賦活窒化物蛍光体や $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})\text{AlSiN}_3:\text{Ce}$  等のCe賦活窒化物蛍光体などが挙げられる。

[0544] 換言すれば、発光部2は、黄色発光蛍光体あるいは緑色発光蛍光体を含む第1発光部2aとともに、630nm以上、650nm以下の波長範囲にピーク波長を有する蛍光を発する赤色発光蛍光体を含む第2発光部2bを備えている。これにより、第1発光部2a及び第2発光部2bの両方に青色のレ

ーザ光が照射された場合に、発光部2全体としての演色性を高めることができる。

[0545] また、上記第1蛍光体及び第2蛍光体の別の好適な例としては、III-V族化合物半導体のナノメートルサイズの粒子を用いた半導体ナノ粒子蛍光体を用いることもできる。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、その粒子径を変更させることにより、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ことが半導体ナノ粒子蛍光体の特徴の一つである。例えばInPでは、粒子サイズが3~4nm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。

[0546] また、この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、上記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。発光寿命が短いため、励起光の吸収と蛍光の発光を素早く繰り返すことができる。

[0547] その結果、強い励起光に対して高効率を保つことができ、蛍光体からの発熱が低減される。よって、光変換部材が熱により劣化（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。

[0548] （反射鏡4）

反射鏡4は、発光部2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4は、発光部2からの光を反射することにより、ヘッドランプ90の前方へ進む光線束を形成する。この反射鏡4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。

[0549] また、反射鏡4は、半球面ミラーに限定されず、楕円面ミラーやパラボラ

ミラーまたはそれらの部分曲面を有するミラーあってもよい。すなわち、反射鏡４は、回転軸を中心として図形（楕円、円、放物線）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よい。また、反射鏡４における開口部の形状は円形に限定されない。ヘッドランプ９０およびその周辺のデザインに応じて、適宜開口部の形状を決定することができる。

[0550] また、発光部２から出射される蛍光の照明光としての利用効率を高めることを考慮すれば、反射鏡４の焦点位置に発光部２が設けられていることが好ましい。本実施の形態では、製造時には第１発光部２aから出射される第１の蛍光を照明光として利用するものとしてレーザ光照射の設定が行われている。このため、反射鏡４の焦点位置に第１発光部２aが配置されることが好ましい。

[0551] （固定部材５６）

固定部材５６は、導光部材９が挿通される挿通口が形成された板状の部材であり、導光部材９の出射端部の中心と発光部２の受光面（透光性基板１と接触している面）の中心とがほぼ一致するように、ネジ７８によって反射鏡４に固定している。図３２に示す発光部２では、導光部材９の出射端部の中心と第１発光部２aの受光面の中心とがほぼ一致するように固定されている。また、固定部材５６には、その挿通口を囲むように励起光源ユニット６が接合されている。固定部材５６の材質は特に問わないが、鉄、銅などの金属を例示することができる。

[0552] また、固定部材５６には、支持部材６１を収納できる収納部５１が形成されている。この収納部５１の存在により、支持部材駆動部６２の駆動に従った支持部材６１のレーザ光の光軸方向への移動が可能となる。そして、この移動により、発光部２におけるレーザ光の照射範囲（レーザ光照射領域７９（図３６参照）の大きさ）を変化させることができる。発光部２の移動とレーザ光照射領域７９との関係の詳細については、図３６を用いて後述する。

[0553] （励起光源ユニット６）

励起光源ユニット6は、例えば3つの半導体レーザ（励起光源）63を収納した筐体である。半導体レーザ63の固定方法および配線方法については、従来の固定方法および配線方法を利用すれば良いので、ここでは説明を省略する。

[0554] 半導体レーザ63は、励起光を出射する励起光源として機能する発光素子である。本実施の形態では、励起光源として半導体レーザが利用される場合について説明するが、例えばLEDであってもよい。半導体レーザである場合には、高出力かつコヒーレント性の高いレーザ光を発光部2に照射できるので発光部2を小さくでき、高輝度なヘッドランプ90を実現できる。図32には、半導体レーザ63が3個図示されているが、半導体レーザ63を複数設ける必要は必ずしもなく、1つのみ設けてもよい。しかし、高出力の励起光を得るためには、複数の半導体レーザ63を用いる方が容易である。

[0555] 半導体レーザ63は、例えば、1チップに1つの発光点を有するものであり、450nm（青色）のレーザ光を発振し、出力1.6W、動作電圧4.7V、電流1.2Aのものであり、直径9mmの金属パッケージ（ステム）に封入されているものである。したがって、励起光源ユニット6全体としての出力は、4.8W程度である。

[0556] ただし、金属パッケージは直径9mmのものに限定されず、例えば、直径3.8mmや直径5.6mm、あるいはそれ以外であってもよく、熱抵抗がより小さいパッケージを選択することが好ましい。また、半導体レーザ63は、1チップに複数の発光点を有するものであってもよい。また、半導体レーザ63の発振波長は、450nmに限られず、440nm以上480nm以下の青色領域の波長であれば良い。

[0557] このように、半導体レーザ63が、青色領域の発振波長を有するレーザ光を出射する。また、第1発光部2aは、少なくとも、第1蛍光体として黄色領域にピーク波長を有する蛍光を発するYAG:Ce蛍光体、あるいは緑色領域にピーク波長を有する蛍光を発する $\beta$ -SiAlON:Eu蛍光体を含む。これらの構成により、第1発光部2aから出射される照明光の色温度を

高くできる。また、 $\beta$ -SiAlON:Eu 蛍光体は発光効率が高いので、当該蛍光体を第1蛍光体として用いた場合には、第1発光部2aの発光効率を高めることができる。

[0558] (レンズ82)

次に、レンズ82は、反射鏡4の開口部に設けられており、ヘッドランプ90を密封している。発光部2から出射された蛍光または散乱光、もしくは、反射鏡4によって反射された蛍光または散乱光は、レンズ82を通過してヘッドランプ90の前方へ出射される。

[0559] レンズ82は、凸レンズであっても、凹レンズであってもよい。また、レンズ82は、必ずしもレンズ機能を有する必要はなく、発光部2から出射された蛍光または散乱光、もしくは、反射鏡4で反射した蛍光または散乱光を透過する透光性を少なくとも有していれば良い。

[0560] (導光部材9)

導光部材9は、半導体レーザ63が発振したレーザ光を発光部2へと導くものであり、半導体レーザ63から出射されたレーザ光を入射する入射端部(半導体レーザ63側)と、入射端部から入射したレーザ光を出射する出射端部(発光部2側)を有している。

[0561] また、導光部材9は、入射端部に入射したレーザ光を反射する光反射側面で囲まれた囲繞構造を有しており、導光部材9の出射端部の断面積は、入射端部の断面積よりも小さくなっている。

[0562] 具体的には、導光部材9は、全体が四角錐台形状の筒形をなしており、出射端部の断面(開口)は、1mm×3mmの矩形であり、入射端部の断面(開口)は、15mm×15mmの矩形である。導光部材9の形状は四角錐台形状に限られず、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。また、入射端部から出射端部までの長さは、25mmである。

[0563] この囲繞構造により、導光部材9は、入射端部に入射したレーザ光を、入射端部の断面積よりも小さい断面積を有する出射端部に集光した上で発光部

2に出射できる。このため、複数の半導体レーザ63を用いて高出力化を図ったとしても、発光部2を小さく設計することができる。すなわち、高出力・高輝度なヘッドランプ90を実現できる。

[0564] また、導光部材9は、BK（ボロシリケート・クラウン）7、石英ガラス、アクリル樹脂その他の透明素材で構成される。

[0565] なお、導光部材9の代わりに光ファイバーや光学レンズ等を用いて、レーザ光を発光部2に集光してもよい。

[0566] （支持部材61）

支持部材61は、発光部2が接着された透光性基板1を支持するものであり、支持部材駆動部62の駆動に連動して透光性基板1をレーザ光の光軸方向に移動可能なものである。支持部材61が移動することにより、発光部2の位置を変化させることができる。その結果、導光部材9から出射されたレーザ光の光路幅が導光部材9からの距離に比例して大きくなる（あるいは小さくなる）場合に、レーザ光照射領域79（図36参照）の大きさを変化させることができる。

[0567] また、支持部材61は、支持部材駆動部62のギアと接触するように設けられており、その接触する表面にはギアと噛み合うように溝が設けられている。これにより、支持部材61は、支持部材駆動部62の駆動に従った移動が可能となる。なお、ギアに連動して動作するのであれば、支持部材61の表面がどのような形状になっていてもよく、また特に加工されていなくてもよい。

[0568] 支持部材61の材質は特に問わないが、支持部材61がその移動により反射鏡4の内部に挿入されることを考慮すれば、透光性基板1と同様、透光性を有する材質であることが好ましい。また、支持部材61の形状は、平板状であっても棒状であってもよい。さらに、支持部材61が透光性基板1と一体に形成されていてもよい。

[0569] なお、本実施の形態では、レーザ光の光軸方向に支持部材61が移動するものとして説明するが、レーザ光照射領域79の大きさを自在に変化させる

ことが可能であれば、必ずしも光軸方向に移動する必要はない。

[0570] (支持部材駆動部 6 2)

支持部材駆動部 6 2 は、支持部材 6 1 をレーザ光の光軸方向へ移動させるためのものであり、例えばステッピングモータ及びギアからなり、支持部材 6 1 毎に設けられている。ギアは、その表面が支持部材 6 1 に接触するように、また、その回転軸が支持部材 6 1 の移動方向と垂直な方向となるように設けられている。ギアは、支持部材 6 1 に対して 1 つであっても、複数の組み合わせからなってもよい。また、ステッピングモータは、その回転をギアに伝播できるように設けられていけばよい。

[0571] 支持部材駆動部 6 2 では、可動制御部 6 4 1 (図 3 3 参照) から可動指示を受けると、ステッピングモータが駆動し、ギアが回転する。ギアと支持部材 6 1 とが接触して設けられているため、ギアの回転力が支持部材 6 1 に伝播され、支持部材 6 1 をレーザ光の光軸方向に移動させる。

[0572] 本実施の形態では、製造時には、第 1 発光部 2 a の受光面全体にレーザ光が照射されるように設計されている。このため、製造時の状態のまま使用すれば、ヘッドランプ 9 0 は、第 1 発光部 2 a から出射された第 1 の蛍光を照明光として出射する。そして、支持部材駆動部 6 2 が支持部材 6 1 を介して発光部 2 を移動させることにより、第 2 発光部 2 b にもレーザ光が照射され、照明光の一部に第 2 の蛍光を含めることができる。

[0573] つまり、支持部材駆動部 6 2 は、導光部材 9 と、第 1 発光部 2 a 及び第 2 発光部 2 b との相対的な位置 (すなわち半導体レーザ 6 3 とこれら発光部の相対的な位置) を変化させることにより、第 1 発光部 2 a におけるレーザ光の照射範囲を一定にした上で、第 2 発光部 2 b に照射されるレーザ光の照射範囲を変化させている。この相対的な位置を変化させることにより、半導体レーザ 6 3 から出射されたレーザ光の光路幅は、一般に出射点からの距離に応じて大きくなる。このため、その変化により、第 2 発光部 2 b におけるレーザの照射範囲 (レーザ光照射領域 7 9 に含まれる第 2 発光部 2 b の割合) を変化させることができる。

[0574] <ヘッドランプ90の更なる構成>

図33には、ヘッドランプ90の更なる構成を示しているが、図33に示す各部材は、図23に示すヘッドランプ60の各部材と同様の機能を有するので、その説明を割愛する。

[0575] <発光部2における各発光部の配置例>

次に、第1発光部2a及び第2発光部2bの配置例について図34を用いて説明する。図34は、ヘッドランプ90における第1発光部2a及び第2発光部2bの配置例を示すものである。(a)は発光部2全体が直方体形状である場合の配置例、(b)は第1発光部2a及び第2発光部2bが非接触である場合の配置例、(c)は発光部2全体が円柱形状である場合の配置例、(d)は発光部2全体が円柱形状であり、かつ発光部2が3重構造である場合の配置例を示す。

[0576] 図34では、第2発光部2bが第1発光部2aの周囲に配置された発光部2の構成を示している。本実施の形態では、支持部材駆動部62が導光部材9と発光部2との距離を変化させることにより、第1発光部2aとともに第2発光部2bにレーザ光を照射して色温度を変化させる。このため、図34の配置の場合、例えば図40(a)に示すような配置の場合よりも、効率よくレーザ光照射領域79(当該領域に含まれる第2発光部2bの割合)を変化させることができる。

[0577] 図34(a)では、図32に示す発光部2における配置例を示しており、第1発光部2aの外周に接触するように第2発光部2bが設けられている。この場合の第1発光部2aは、縦1.5mm×横4mm×厚み0.5mmの直方体であり、第2発光部2bは、第1発光部2aの大きさ分だけ空洞部分を有する、縦4.5mm×横7mm×厚み0.5mmの直方体である。なお、第1発光部2a及び第2発光部2bの大きさはこれに限られたものではない。例えば、第1発光部2aの受光面の大きさは、発光部2が導光部材9との距離が最も近くなる時にレーザ光照射領域79(図36参照)を全て含むような大きさであればよい。また、発光部2全体の受光面の大きさは、発

光部 2 が導光部材 9 から最も離れたときにレーザ光照射領域 7 9 を全て含むような大きさであればよい。さらに、第 1 発光部 2 a 及び第 2 発光部 2 b の厚みも上記に限られるものではなく、例えば蛍光への変換効率、あるいは放熱効率が高くなるような厚みであることが好ましい。

[0578] また、発光部 2 の受光面が長方形である場合を例示しているが、これに限らず、正方形であってもよい。但し、半導体レーザ 6 3 から出射されたレーザ光が形成する照射領域は楕円形状であること、また、車両用前照灯の配光特性基準を満たすことを考慮すれば、発光部 2 の受光面が矩形である場合には、水平方向に長軸を有する長方形であることが好ましい。

[0579] 図 3 4 ( a ) では、例えば、上記形状の 2 つの低融点ガラスを製造し、一方の内部に Y A G : C e 蛍光体、他方の内部に C A S N : E u 蛍光体をそれぞれ分散させて第 1 発光部 2 a 及び第 2 発光部 2 b を製造する。その後、第 1 発光部 2 a の透光性基板 1 に対する位置決めをした後、第 1 発光部 2 a を透光性基板 1 に接着する。第 2 発光部 2 b についても同様に透光性基板 1 に接着する。

[0580] ここで、図 3 4 ( b ) のように、第 1 発光部 2 a 及び第 2 発光部 2 b が非接触に配置されている場合を示す。本実施の形態では、複数の半導体レーザ 6 3 から出射されたレーザ光は、導光部材 9 で集光され、発光部 2 に照射されるように設計されている。このため、支持部材駆動部 6 2 が導光部材 9 と発光部 2 との距離を変化させ、第 1 発光部 2 a とともに第 2 発光部 2 b にもレーザ光を照射させた場合に、その非接触となっている領域（非接触領域 A）にレーザ光が照射されてしまうので、その分、レーザ光の利用効率が低下してしまう。

[0581] 図 3 4 ( a ) では、第 1 発光部 2 a と第 2 発光部 2 b とが接触して配置されているので、非接触領域 A においてレーザ光が照射され蛍光に変換されないという事態を防ぐことができ、レーザ光を蛍光の変換に無駄なく利用できる。この点を考慮しなければ、あるいは、ヘッドランプ 9 0 が非接触領域 A から出射されるレーザ光を第 1 の蛍光とともに照明光として利用する構成と

なっている場合には、図34(b)に示すように、第1発光部2a及び第2発光部2bが非接触に配置されていてもよい。なお、図34(b)では、ヘッドランプ90は、発光部2が導光部材9に最も近い位置にあるときに、レーザ光照射領域79が第1発光部2a及び非接触領域Aを全て含むように設計されている。

[0582] 図34(c)は図34(a)の変形例である。第1発光部2aは、直径2.0mm、高さ0.5mmの円柱であり、第2発光部2bは、第1発光部2aの大きさ分だけ空洞部分を有する、直径3.0mm、高さ0.5mmの円柱である。第1発光部2a及び第2発光部2bの大きさ及び形状は、図34(a)で示した事情を考慮して決定されることが好ましく、例えば上記の配光特性基準などを考慮すれば楕円形状であることが好ましい。

[0583] また、発光部2は2重構造に限らず、例えば図34(d)に示すように3重構造となってもよい。図34(d)では、発光部2は、第1発光部2a及び第2発光部2bの大きさ分だけ空洞部分を有する、直径4.0mm、高さ0.5mmの円柱形状の第3発光部2cを備えている。例えば、第1発光部2aがYAG:Ce蛍光体を含み、第2発光部2bがSCASN:Eu蛍光体を含み、第3発光部2cがCASN:Eu蛍光体を含んでいる。この場合、発光部2が2つの発光部からなる場合に比べ、より細かく色温度を変化させることができる。なお、発光部2は4つ以上の発光部からなってもよい。

[0584] ここで、本実施の形態では、ヘッドランプ90は、製造時には第1発光部2a(本体部)にレーザ光が照射されるように設計されており、その後支持部材駆動部62が発光部2を移動させることで、第2発光部2b(周辺部)を含めてレーザ光が照射されるように設計されている。また、第1発光部2aには他の発光部(例えば第2発光部2b、第3発光部2c、…)よりも短いピーク波長を有する蛍光体が用いられる。この配置の場合、ヘッドランプ90は、製造時のままの状態で使用された場合に最も色温度が高い照明光を出射し、その後発光部2を導光部材9から遠ざけるように移動させることで

色温度が低い照明光を出射する。

[0585] ここで、色温度が低い照明光を出射した（第2の蛍光を出射した）場合には、第1の蛍光だけを照明光として利用している場合に比べ、レーザ光照射領域79（発光部2の受光面における発光点サイズ）が拡大する。また、発光部2から出射された照明光は、反射鏡4やレンズ82等の光学系により、車両の前方においてその照射領域が拡大される。一般に、照明光の照度を低くして車両の前方を広く照射した方が視認性・安全性が高い。例えば、濃霧時に照度が高いハイビームを点灯させた場合には視認性が低下する。本実施の形態では、色温度が低い照明光ほど車両の前方を広く照射できるので、悪天候時（雨天時、霧発生時など）における照射に適したヘッドランプを提供できる。

[0586] なお、上記の視認性・安全性を考慮しなければ、発光部2に用いる蛍光体のうち最もピーク波長が長い蛍光体を第1蛍光体として利用し、製造時のままの状態で使用した場合に最も低い色温度の照明光を出射するように発光部2が構成されていてもよい。

[0587] また、上記では、各発光部が別々に製造され、透光性基板1に設けられるものとして説明したが、これに限らず、一体に形成されてもよい。一体形成した場合には、各発光部を別々に製造してヘッドランプ90に備える場合に比べ、製造工程及び製造コストを削減できる。

[0588] 各発光部が一体形成される場合には、発光部2は例えば次のように製造される。まず、異なる2つの融点を有する封止材（例えば低融点ガラス）を用意し、蛍光体が分散された高融点の方の封止材を用いて（第1発光部2aの大きさ分だけ空洞部分を有する）第2発光部2bを形成する。その後、この第2発光部2bを外枠として別の蛍光体が分散された低融点の封止材からなる第1発光部2aを形成する。これにより、一体形成の発光部2が得られる。その後、発光部2の透光性基板1に対する位置決めをした後、発光部2を透光性基板1に接着する。

[0589] 図35は、一体形成された発光部2の一例を示す図であり、(a)は透光

性基板 1 に接着された発光部 2 の一例を示す断面図であり、(b) は (a) に示す発光部 2 の一例を示す斜視図である。同図に示すように、第 1 発光部 2 a は、レーザ光が照射される受光面 201 a の大きさが、蛍光を出射する出射面 202 a よりも大きい、所謂すり鉢形状となっている。すなわち、受光面 201 a の各頂点と出射面 202 a の各頂点とを結ぶ直線が形成する 4 つの面（第 1 発光部 2 a 及び第 2 発光部 2 b の接触面（壁面））が受光面 201 a に対して斜面を形成している。それゆえ、第 1 発光部 2 a の受光面 201 a 側が透光性基板 1 に接着したときに、例えば第 1 発光部 2 a が直方体（受光面 201 a の大きさが出射面 202 a の大きさとが略同一）である場合に比べ、第 1 発光部 2 a が透光性基板 1 から外れて落ちないようにすることができる。

[0590] なお、図 35 に示す発光部 2 の形状は、第 1 発光部 2 a と第 2 発光部 2 b とが一体形成された場合に限らず、上述した第 1 発光部 2 a と第 2 発光部 2 b とが別々に製造される場合にも実現できる。

[0591] <発光部 2 の移動制御>

（レーザ光照射領域 79 の変化について）

次に、レーザ光照射領域 79 の大きさが変化する様子について、図 36 を用いて説明する。ここでは、その様子をわかりやすくするために、レーザ光照射領域 79 の形状が楕円形状で、発光部 2 の形状が直方体であるものとして説明する。

[0592] 図 36 は、発光部 2 と導光部材 9 との位置関係と、そのときのレーザ光照射領域 79 の大きさを示す図である。同図の (a) はレーザ光が第 1 発光部 2 a の受光面全体に照射されたときのレーザ光照射領域 79 の大きさが最も小さい場合を示す。また、同図の (b) は (a) の場合よりも、発光部 2 と導光部材 9 との位置が離れ、かつレーザ光照射領域 79 が大きい場合を示し、(c) は (b) の場合よりも、発光部 2 と導光部材 9 との位置が離れ、かつレーザ光照射領域 79 が大きい場合を示す。

[0593] まず、図 36 (a) に示すように、発光部 2 と導光部材 9 との距離が  $d_A$  で

あるとき、レーザ光は、第1発光部2aの受光面全体に照射され、第2発光部2bにはほとんど照射されていない。このため、製造時のレーザ光照射の設定に従った色温度が高い照明光の出射が実現されている。なお、第1発光部2aの受光面全体にレーザ光が照射されていればよく、例えば第1発光部2aがレーザ光照射領域79と同形状の楕円形状であれば、第1発光部2aのみにレーザ光が照射されることとなる。

[0594] 次に、図36(b)では、発光部2と導光部材9との距離が $d_B$  ( $> d_A$ )となったときを示している。この場合、可動制御部641が支持部材駆動部62を駆動することにより、支持部材駆動部62は、支持部材61を介して、発光部2と導光部材9との距離が $d_B$ となるまで発光部2を移動させている。

[0595] 一般に、透光性基板1と導光部材9との間に凸レンズ等の集光部材が存在しない、あるいは導光部材9の出射端部がレーザ光を集光できる形状となっていない場合には、導光部材9から出射されたレーザ光の光路幅は、導光部材9からの距離に比例して大きくなる。すなわち、発光部2が導光部材9から離れるほどレーザ光照射領域79が大きくなる。この場合のレーザ光の形状は、先太りの円錐形状（正確には楕円錐形状）となっている。なお、レーザ光の形状は真円の円錐形状であってもよく、当該円錐形状を実現する目的であれば、透光性基板1と導光部材9との間に集光部材を設けてもよい。

[0596] つまり、上記の移動により、図36(b)では、支持部材駆動部62が発光部2と導光部材9との距離を $d_A$ から $d_B$ まで変化させたことにより、レーザ光照射領域79に含まれる第2発光部2bの割合が、図36(a)の場合よりも大きくなっている。その割合が大きくなった分だけ第1の蛍光に加え第2の蛍光を出射できるので、照明光に対する第2の蛍光の割合を増加させることができる。

[0597] 本実施の形態では、第2蛍光体は第1蛍光体よりもピーク波長が長いので、第2発光部2bが出射する第2の蛍光は第1の蛍光よりも色温度が低い。このため、照明光に含まれる第2の蛍光の割合を増加させることにより、図

36 (a) の場合よりも照明光の色温度を低くできる。

[0598] 図36 (c) では、発光部2と導光部材9との距離が $d_C (> d_B)$ となったときを示しており、レーザ光照射領域79に含まれる第2発光部2bの割合が図36 (b) の場合よりも大きくなっている。それゆえ、さらに照明光の色温度を低くできる。

[0599] 一方、例えば図36 (c) の発光部2の位置から図36 (a) の発光部2の位置に移動させる（距離 $d_C$ から距離 $d_A$ に変更）ことにより、照明光に含まれる第2の蛍光の割合を小さくできるので、照明光の色温度を高めることができる。

[0600] このように、支持部材駆動部62は、支持部材61を介して、発光部2におけるレーザ光照射領域79の大きさを変化させている。換言すれば、支持部材駆動部62は、第1発光部2aにおけるレーザ光の照射範囲を一定にした上で、第2発光部2bに照射されるレーザ光の照射範囲を変化させることにより、照明光に対する第1の蛍光及び第2の蛍光の割合を変化させることができる。このため、発光部2から出射される照明光のスペクトルを変化させることができるので、照明光の色温度のみならず、照明光の色度、照明光に含まれるスペクトルを変更することができる。

[0601] なお、上記では、支持部材駆動部62が発光部2を移動させる構成であったが、これに限らず、例えば導光部材9を移動させてレーザ光照射領域79の大きさを変化させる構成であってもよい。

[0602] また、上記では、導光部材9から出射されたレーザ光の光路幅が、導光部材9からの距離に比例して大きくなる場合について説明したが、当該光路幅が当該距離に比例して小さくなる場合であっても、発光部2または導光部材9を移動させることにより、レーザ光照射領域79の大きさを変化させることができる。但し、この場合、図36 (a) におけるレーザ光の照射状態が、発光部2が導光部材9から最も離れたとき ( $d = d_C$ ) に実現され、図36 (c) におけるレーザ光の照射状態が、発光部2が導光部材9から最も近いとき ( $d = d_A$ ) に実現される。

[0603] なお、本実施の形態では、発光部2と導光部材9との距離が $d_A$ から $d_C$ に変化する場合、その変化（発光部2の移動）は連続的に行われるものとして説明したが、例えばその距離が $d_A$ 及び $d_C$ のときだけ発光部2の位置決めが可能である構成であってもよい。すなわち、発光部2の移動が連続的でなく、段階的に行われてもよい。この場合、支持部材駆動部62は、レーザ光照射領域79に第1発光部2aのみが含まれる、あるいは、当該領域に第1発光部2a及び第2発光部2bが含まれるといった状態を段階的に切り替える。なお、発光部2が3つ以上の発光部を含む場合にも、同様の切り替えを行うことにより色温度変化を実現できる。

[0604] （色温度の変化について）

次に、半導体レーザ63から出射されるレーザ光及び発光部2に含まれる蛍光体と、そのときの照明光の色温度との関係について、図37を用いて説明する。図37は、車両用前照灯に要求される白色の色度範囲を示すグラフ（色度図）である。同図に示すように車両用前照灯に要求される白色の色度範囲が法律により規定されている。当該色度範囲は、6つの点35を頂点とする多角形の内部である。また、曲線33は、色温度（K：ケルビン）を示すものである。

[0605] 図示のように、半導体レーザ63の発振波長が440nm（色度点41：青色領域）、蛍光体のピーク波長が570nm（色度点42：黄色領域）の場合、直線39に示すように、約4500Kから8500Kの照明光の色温度を実現できる。一方、半導体レーザ63の発振波長が440nm（色度点41：青色領域）、蛍光体のピーク波長が649nm（色度点431：赤色領域）の場合には、直線441に示すように、黄色発光蛍光体を用いた場合よりも照明光の色温度が非常に低くなるのがわかる。

[0606] したがって、図37に示す色度図からもわかるように、第1発光部2aの受光面全体にレーザ光が照射された状態から、第2発光部2bの受光面にもレーザ光が照射される状態とすることにより、照明光の色温度を赤色方向に移動させる、すなわち色温度が低下する方向に移動させることができる。

[0607] なお、半導体レーザ63の基本構造については、実施の形態1で図3(c)および(d)を用いて説明したLDチップ11の基本構造と同様であるため、その説明を割愛する。また、発光部2の発光原理についても、実施の形態1で説明した発光部2の発光原理と同様であるため、その説明を割愛する。

[0608] <ヘッドランプ90の変形例1>

図38は、ヘッドランプ90の変形例を示す図である。このヘッドランプ90は、透光性基板1と導光部材9との間に、半導体レーザ63から出射されたレーザ光を屈曲して、第1発光部2a及び第2発光部2bの少なくとも一方に出射する凸レンズ161(光学部材)を備えており、凸レンズ161の外周の一部に支持部材61が設けられている。すなわち、このヘッドランプ90では、支持部材駆動部62が、発光部2の代わりに凸レンズ161を移動させることにより、照明光の色温度変化を実現している。

[0609] 具体的には、凸レンズ161を備えることにより、図38に示すように、凸レンズ161透過後のレーザ光の光路幅を、凸レンズ161入射前のレーザ光の光路幅とは異なり、かつ、凸レンズ161からの距離に応じて変化するように出射できる。つまり、レーザ光は、凸レンズ161を透過することにより、凸レンズ161を基点としてその光路幅が新たに変化していくこととなる。このため、凸レンズ161を移動させることにより、凸レンズ161と第1発光部2a及び/又は第2発光部2bとの距離を変更できる。第2発光部2bにおけるレーザ光の照射範囲が、凸レンズ161と発光部2との距離に応じて変化するので、支持部材駆動部62がその距離を変更することにより、結果として照明光の色温度を変化させることができる。

[0610] 導光部材9から出射されるレーザ光の光路に対して焦点距離が十分に長いレンズの場合、図38のようにレーザ光の光路幅を変更できる。このため、凸レンズ161としては、焦点距離が十分に長い両凸レンズ、平凸レンズなどが使用できる。その他、導光部材9から出射されるレーザ光が、平行光で、かつ細かいレーザ光である場合には、凸レンズ161の代わりとして、両凹

レンズ、平凹レンズなどの凹レンズも使用可能である。つまり、凸レンズ161は、入射するレーザ光の出射角度を変更可能なレンズであればよく、その機能を有していれば非球面レンズであってもよい。

[0611] なお、凸レンズ161には、レーザ光の反射を防止する光学膜（反射膜）がコーティングされていることが好ましい。また、上述の機能を有するレンズであれば、凸レンズ161の形状および材質は特に限定されないが、440～480nmの透過率が高いことが好ましい。

[0612] <ヘッドランプ90の効果>

ヘッドランプ90は、第1発光部2aにおけるレーザ光の照射範囲を一定にした上で、第2発光部2bに照射されるレーザ光の照射範囲を変化させる支持部材61及び支持部材駆動部62を備えている。このため、照明光に含まれる第1の蛍光及び第2の蛍光の割合を変化させることができるので、その割合の変化により、照明光の色温度を変化させることができる。

[0613] 特に、本発明の照明装置は、夜間の自動車運転を行う際、周囲の様々な状況（天候・時間帯・道路の照明状況等）を鑑みて、その状況により適合した色温度の照明光を照射できるので、夜間走行の安全性をより向上させることができる。また、そのようなニーズにも対応できる照明装置といえる。

[0614] [実施の形態10]

本発明の他の実施形態について図39～図41に基づいて説明すれば、以下のとおりである。図39は、ヘッドランプ100（照明装置、前照灯）の概要構成を示す図である。なお、実施の形態9と同様の部材に関しては、同じ符号を付し、その説明を省略する。

[0615] 本実施の形態のヘッドランプ100は、透光性基板駆動部62aにより、透光性基板1aがレーザ光の光軸方向に対して垂直な方向に移動することが可能な構成となっている。図39では、支持部材61を備えずに当該垂直な方向への移動を実現しているが、これに限らず、支持部材61を介してその移動を実現する構成であってもよい。

[0616] （透光性基板1a）

透光性基板 1 a の機能及び材質は、実施の形態 9 の透光性基板 1 と同様であるが、その大きさは、例えば縦 10 mm × 横 15 mm × 厚み 0.5 mm となっており、横の長さ（移動方向への長さ）が、反射鏡 4 の導光部材 9 側の開口部の大きさよりも大きくなっている。また、透光性基板 1 a には、透光性基板駆動部 6 2 a のギアと噛み合うように、透光性基板 1 a のレーザ光入射側（導光部材 9 側）の表面には溝が設けられている。

[0617] 但し、透光性基板 1 a がレーザ光を透過させる機能を有していることを考慮すれば、当該溝は発光部 2 が接着された表面に対向する表面には設けられていないことが好ましい。また、また、ギアに連動して動作するのであれば、透光性基板 1 a の表面がどのような形状になっていてもよく、また特に加工されていなくてもよい。

[0618] （透光性基板駆動部 6 2 a）

透光性基板駆動部 6 2 a は、例えばステッピングモータ及びギアからなり、透光性基板 1 a をレーザ光の光軸方向に対して垂直な方向に移動させることにより、発光部 2 をその方向に移動させるものである。つまり、本実施の形態では、透光性基板駆動部 6 2 a によって照射範囲変化機構の基本構造が形成されている。

[0619] ギアは、その表面が透光性基板 1 a に接触するように、また、その回転軸が透光性基板 1 a の移動方向と垂直な方向となるように設けられている。ギアは、1 つであっても、複数の組み合わせからなってもよい。また、ステッピングモータは、その回転をギアに伝播できるように設けられていればよい。

[0620] また、透光性基板駆動部 6 2 a は、実施の形態 9 と同様、可動制御部 6 4 1（図 3 3 参照）からの可動指示により、透光性基板 1 a を移動させる。

[0621] なお、レーザ光照射領域 7 9 に含まれる第 1 発光部 2 a 及び第 2 発光部 2 b の割合を変化させることが可能であれば、透光性基板駆動部 6 2 a が透光性基板 1 a（すなわち発光部 2）を移動させる構成に限られず、導光部材 9 や励起光源ユニット 6 等を移動させる構成であってもよい。

[0622] (発光部2における各発光部の配置例)

次に、第1発光部2a及び第2発光部2bの配置例について図40を用いて説明する。図40は、ヘッドランプ100における第1発光部2a及び第2発光部2bの配置例を示すものである。(a)は第1発光部2a及び第2発光部2bが同じ形状で、かつ接触して配置されている場合の配置例、(b)は(a)の変形例であり、第1発光部2a及び第2発光部2bの形状が異なる場合の配置例、(c)は(a)の変形例であり、第1発光部2a及び第2発光部2bが非接触である場合の配置例を示す。

[0623] 図40(a)では、第1発光部2a及び第2発光部2bの大きさは、ともに縦4.5mm×横3.5mm×厚み0.5mmとなっており、両発光部は接触して設けられている。この大きさは一例であり、実施の形態9と同様、レーザ光の照射、蛍光への変換効率、放熱効率などを考慮した大きさであればよい。

[0624] 第1発光部2a及び第2発光部2bが接触して設けられている場合、実施の形態9と同様、例えば図40(c)に示すような両発光部が非接触に設けられている場合に生じる、非接触領域Aにレーザ光が照射され蛍光に変換されないという事態を防ぐことができる。それゆえ、レーザ光を蛍光の変換に無駄なく利用できる。

[0625] また、図40(b)は、図40(a)の変形例であり、第1発光部2a及び第2発光部2bの大きさが異なる場合を示している。図40では、例えば、第1発光部2aの大きさが縦4.5mm×横3mm×厚み0.5mm、第2発光部2bの大きさが縦4.5mm×横4mm×厚み0.5mmとなっている。図40(a)と同様、その大きさはこれに限られない。

[0626] ヘッドランプ100では、レーザ光照射領域79(図41(a)参照)が第1発光部2aの受光面に含まれる大きさとなるように、発光部2などの位置決めがされている。このため、図40(b)の場合には、図41(a)のように第1発光部2aにレーザ光を照射した場合(製造時に設定されたレーザ光照射)であっても、わずかに第2発光部2bから第2の蛍光を出射させ

ることができる。このため、ヘッドランプ100が製造時の状態のまま使用されても、色温度及び演色性が比較的高い照明光を出射できる。

[0627] なお、図示しないが、例えば3つ以上の発光部を並べて配置することによって、図34(d)と同様、より細かく色温度を変化させることも可能である。

[0628] (レーザ光照射領域79の変化について)

次に、レーザ光照射領域79の大きさが変化する様子について、図41を用いて説明する。図41は、発光部2におけるレーザ光照射領域79の大きさの変化を示す図であり、(a)は第1発光部2aにだけレーザ光が照射されている場合を示し、(b)は第1発光部2a及び第2発光部2bの両方にレーザ光が照射されている場合を示す。

[0629] 図41(a)の場合、実施の形態9と同様、第1発光部2aから出射される第1の蛍光の方が、第2発光部2bから出射される第2の蛍光よりも色温度が高い。このため、第1発光部2aにだけレーザ光が照射されている場合には、製造時のレーザ光照射の設定に従った色温度が高い照明光の出射が実現されている。

[0630] 図41(b)では、透光性基板駆動部62aが透光性基板1aを、図41(a)の状態からレーザ光の光軸方向と垂直な方向に移動させることにより、レーザ光照射領域79の大きさを一定にした状態で当該領域の中心を第1発光部2aから第2発光部2bへ向けて移動させている。この移動により、図41(a)の場合に比べ、第1発光部2aに含まれるレーザ光照射領域79の割合が小さくなり、第2発光部2bに含まれるレーザ光照射領域79の割合が大きくなる。その結果、発光部2から出射される照明光に対する第1の蛍光及び第2の蛍光の割合が大きくなる。上述のように、第1の蛍光よりも第2の蛍光の色温度が低いので、第2の蛍光の割合が大きくなることで、色温度を低下させることができる。

[0631] また、図41(b)の場合よりも更に第2の蛍光の割合が大きくなれば、さらに照射光の色温度を低下させることができる。一方、図41(b)の状

態から図41(a)の状態となるように透光性基板1aを移動させた場合には、照射光の色温度を高めることができる。

[0632] (ヘッドランプ100の効果)

ヘッドランプ100は、第1発光部2a及び第2発光部2bに照射されるレーザ光の照射範囲を変化させる透光性基板駆動部62aを備えている。このため、照明光に含まれる第1の蛍光及び第2の蛍光の割合を変化させることができるので、その割合の変化により、照明光の色温度を変化させることができる。

[0633] また、その割合を変化させる一例として、透光性基板駆動部62aは、透光性基板1aを介して発光部2を移動させることにより、導光部材9と、第1発光部2a及び第2発光部2bとの相対的な位置（すなわち半導体レーザ63とこれら発光部との相対的な位置）を変化させている。この場合、第1発光部2a及び第2発光部2bにおけるレーザ光照射領域79の位置を変更できるので、第1発光部2a及び第2発光部2bそれぞれにおける当該領域の大きさを変化させることができる。その結果、上記の割合を変化させることができる。

[0634] [実施の形態11]

本実施の形態は、図42および図43に基づいて、本発明の照明装置の一例としてのレーザダウンライト200について説明するものである。

[0635] 本実施の形態に係るレーザダウンライト200は、発光部2が第1発光部2aおよび第2発光部2bからなる。図43は、出射端部215aと発光部2との距離が最も近くなったときの出射端部215aと発光部2との位置関係を示す図であり、第1発光部2aの受光面201aと、第2発光部2bの受光面201bとを示している。この出射端部215aと発光部2との距離が最も近いときに、複数の出射端部215aから出射されたレーザ光が少なくとも受光面201a全域を含んで照射されるように、各出射端部215aの間隔、当該距離、受光面201aの大きさなどが設定される。

[0636] その他、図42に示すように、実施の形態1の図8に示すLDチップ11

が半導体レーザ63に置換された以外、また、透光板213がレンズ82と同様の機能を有している以外は、実施の形態1で述べたレーザダウンライト200と同様の構成であるので、その説明は省略する。

[0637] 以上のように、本実施の形態に係る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63を少なくとも1つ備える励起光源ユニット6aと、第1発光部2a、第2発光部2b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とを備える。そして、支持部材駆動部62が支持部材61を介して発光部2の位置を変化させることにより、第1発光部2aにおけるレーザ光の照射範囲を一定にした上で、第2発光部2bに照射されるレーザ光の照射範囲を変化させる。これにより、実施の形態9と同様、第2発光部2bから出射される第2の蛍光の、照明光に対する割合が変化するので、照明光の色温度を変化させることが可能なレーザダウンライト200を実現できる。

[0638] また、上記では、レーザダウンライト200に、例えば図34(a)～(d)に示す発光部2(実施の形態9の発光部2)を用いた場合を例に挙げて説明したが、これに限らず、図40(a)～(c)に示す発光部2(実施の形態10の発光部2)を用いることも可能である。

[0639] この場合、例えば、レーザダウンライト200は、実施の形態10で述べたように、支持部材61を備えず、透光性基板1aを直接移動させることが可能な透光性基板駆動部62aを備える。透光性基板駆動部62aは、出射端面215aの出射面と平行に、かつ第1発光部2a及び第2発光部2bが並んでいる方向に、透光性基板1aを移動させる。換言すれば、透光性基板駆動部62aは、レーザ光照射領域79の大きさを変化させずに、第1発光部2a及び第2発光部2bに照射されるレーザ光の照射範囲を変化させる。これにより、照明光に含まれる第1の蛍光及び第2の蛍光の割合を変化させることができるので、その割合の変化により、照明光の色温度を変化させることができる。

[0640] また、実施の形態9で述べたように第2発光部2bの蛍光体に高演色蛍光

体を用いるなど、発光部 2 全体として数種類の酸窒化物蛍光体または窒化物蛍光体を用いることにより、照明光の演色性を高めることができる。

[0641] [実施形態 9～11 に係る発明の別の表現]

本発明は、以下のようにも表現できる。

[0642] すなわち、本発明に係る照明装置（レーザ光照明光源）は、蛍光体発光部が本体部と周辺部の少なくとも二重構造（三重以上でも可能）となっており、本体部と周辺部とで含まれる蛍光体の少なくとも一部が異なり、励起光源から出射される励起光の照射エリアを本体部だけと、本体部及び周辺部とに切り替える機構を有する構成である。これにより、蛍光体発光部から出射される照明光の色温度や色度、照明光に含まれるスペクトルを変更できる。

[0643] [実施の形態 9～11 に係る付記事項]

照明光を対象物に照射したときの当該対象物を見やすさは、照明光の色温度によって個々人において異なるものである。本発明の照明装置は、照射範囲変化機構を備えることにより、色温度を変化させることができるので、例えば、その見やすさを測定可能な測定器（テスター）を作製して照明装置の販売店に設置することにより、個々人の嗜好にあった色温度を個々人に選択させることができる。すなわち、各ユーザは、ユーザ嗜好にあった色温度の照明光を出射する照明装置を購入できる。本発明の照明装置が車両用前照灯として実現されている場合、上記の測定器を自動車ディーラーに設置しておくことにより、個々人が自動車を購入する際に上記の選択を行うことができる。

[0644] また、記憶部 615 に、本発明の照明装置（あるいは照明装置を備える物（車両など））の所有者あるいは当該照明装置をよく利用するユーザを特定する情報と、その所有者あるいはユーザが選択した色温度を示す情報とを対応付けて記憶しておいてもよい。この場合、例えば、入力部 613 が所有者あるいはユーザを特定する情報を取得し、可動制御部 641 が、その情報に対応する色温度を示す情報を記憶部 615 から読み出し、支持部材駆動部 62 を駆動し、支持部材 61 を移動させる。これにより、所有者あるいはユー

ザの嗜好にあった色温度を記憶しておくことを条件に、本発明の照明装置は、その嗜好にあった色温度に自動的に切り替えることができる。

[0645] [実施の形態12]

本発明の実施の一形態について図44～図48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、車両用前照灯、前照灯）110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、プロジェクター、家庭用照明器具を挙げることができる。

[0646] また、ヘッドランプ110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。

[0647] （ヘッドランプ110の構成）

まず、図44を参照しながら、ヘッドランプ110の構成について説明する。図44は、ヘッドランプ110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110は、半導体レーザアレイ72と、非球面レンズ29と、光ファイバー55と、フェルルール65と、反射鏡81と、透明板92と、ハウジング75と、エクステンション76と、レンズ77と、第1発光部93と、第2発光部94と、位置制御部95とを備えている。

[0648] （ヘッドランプ110の構成）

まず、図44を参照しながら、ヘッドランプ110の構成について説明する。図44は、ヘッドランプ110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110は、半導体レーザアレイ72と、非球面レンズ29と、光ファイバー55と、フェルルール65と、反射鏡81と、透明板92と、ハウジング75と、エクステンション76と、レンズ77と、第1発光部93と、第2発光部94と、位置制御部95とを備えている。

[0649] (半導体レーザアレイ 72 / 半導体レーザ 63)

半導体レーザアレイ 72 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) 63 を基板上に備えるものである。半導体レーザ 63 のそれぞれから励起光としてのレーザ光が発振され、レーザ発振のピーク波長は、例えば 405 nm ~ 490 nm である。なお、励起光源として複数の半導体レーザ 63 を用いる必要は必ずしもなく、半導体レーザ 63 を一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 63 を用いる方が容易である。

[0650] 半導体レーザ 63 は、1チップに1つの発光点を有するものであり、例えば、450 nm のレーザ光を発振する。この半導体レーザ 63 は、1つ当たり、出力 1.6 W (動作電圧 4.7 V、電流 1.2 A) のものであり、直径 9 mm のパッケージに封入されている。半導体レーザ 63 が発振するレーザ光は、450 nm に限定されず、その他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。また、パッケージは直径 9 mm のものに限定されず、例えば、直径 3.8 mm、あるいはそれ以外であってもよく、熱抵抗がより小さいパッケージを選択することが好ましい。

[0651] また、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。

[0652] (非球面レンズ 29)

非球面レンズ 29 は、半導体レーザ 63 から発振されたレーザ光 (励起光) を、光ファイバー 55 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 29 として、アルプス電気製の FLKN1 405 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 29 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約 405 nm 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。

[0653] (光ファイバー 55)

(光ファイバー 55 の配置)

光ファイバー 55 は、半導体レーザ 63 が発振したレーザ光を第 1 発光部 93 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 55 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 5a は、第 1 発光部 93 のレーザ光照射面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。

[0654] 例えば、複数の光ファイバー 55 の出射端部 5a は、レーザ光照射面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 5a 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に形成する照射領域の中央部分（最大光強度部分））が、第 1 発光部 93 のレーザ光照射面の互いに異なる部分に対して出射されるため、第 1 発光部 93 のレーザ光照射面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。

[0655] それゆえ、第 1 発光部 93 にレーザ光が局所的に照射されることにより、第 1 発光部 93 の一部が著しく劣化することを防止できる。

[0656] なお、光ファイバー 55 は複数の光ファイバーの束（すなわち複数の出射端部 5a を備えた構成）である必要は必ずしもなく、1 本の光ファイバーであってもよい。

[0657] （光ファイバー 55 の材質および構造）

光ファイバー 55 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 55 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 55 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 55 の長軸方向に対して垂直な断面は矩形であってもよい。

[0658] また、光ファイバー 55 は、可撓性を有しているため、半導体レーザ 63

と第1発光部93との相対的な位置関係を容易に変更できる。また、光ファイバー55の長さを調整することにより、半導体レーザ63を第1発光部93から離れた位置に設置することができる。

[0659] それゆえ、半導体レーザ63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110の設計自由度を高めることができる。

[0660] 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。

[0661] （フェルール65）

フェルール65は、光ファイバー55の複数の出射端部5aを第1発光部93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65は、出射端部5a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5aを挟み込むものでもよい。

[0662] このフェルール65は、反射鏡81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81に対して固定されていてもよい。フェルール65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、第1発光部93に対して、複数のフェルール65を配置してもよい。

[0663] なお、光ファイバー55の出射端部5aが1つの場合には、フェルール65を省略することも可能である。

[0664] （第1発光部93および第2発光部94）

（第1発光部93の組成）

第1発光部93は、出射端部5a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を含んでいる。この蛍光体は、封止材としてのガラス材の内部に分散されている。

[0665] この第1発光部93は、青色、緑色、赤色等に発光する蛍光体のいずれか1種類以上を含んでいる。半導体レーザ63は、450nmのレーザ光を発振するため、第1発光部93に当該レーザ光が照射されると1または複数の色が混合された光が発生する。

[0666] なお、黄色に発光する蛍光体とは、560nm以上590nm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。緑色に発光する蛍光体とは、510nm以上560nm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。赤色に発光する蛍光体とは、600nm以上680nm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。

[0667] (第2発光部94の組成)

第2発光部94は、レーザ光を受けて、第1発光部93から発せられる蛍光とは異なる色の発光するものである。あるいは、第2発光部94は、第1発光部93から発せられる蛍光を受けて第1発光部93の蛍光とは異なる色の蛍光を発するものである。その第2発光部94は、レーザ光を受けて発光する蛍光体を含んでいる。この蛍光体は、封止材としてのガラス材の内部に分散されている。

[0668] この第2発光部94は、青色、緑色、赤色等に発光する蛍光体のいずれか1種類以上を含んでおり、第2発光部94から発せられる光は、1または複数の色が混合されたものとなる。

[0669] 第2発光部94は、後述する位置制御部95の動作によって、出射端部5aとの相対的な位置関係が変化し、あるいは、第1発光部93との相対的な位置関係が変化し、それにより第2発光部94から発せられる光の発生量が変化する。

[0670] (封止材)

封止材として、例えば、1W/mK程度の無機ガラスを用いることができる。ガラス材と蛍光体との割合は、10:1程度である。

[0671] なお、封止材は、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。ただし、封止材と

して無機ガラスを用いた場合には、熱耐性が高まるとともに第1発光部93および第2発光部94の熱抵抗を下げるという効果が得られるため、無機ガラスが好ましい。

[0672] (蛍光体)

第1発光部93および第2発光部94の蛍光体は、酸窒化物系蛍光体、窒化物系蛍光体またはIII-V族化合物半導体ナノ粒子蛍光体であることが好ましい。これらの材料は、半導体レーザ63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。

[0673] 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( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )にアルミナ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、シリカ( $\text{SiO}_2$ )および希土類元素などを固溶させて作ることができる。励起光を受けて青色に発光するサイアロン蛍光体の例としては、 $\text{Ce}^{3+}$ 付活の $\text{CA}\alpha\text{-SiAlON}$ 蛍光体、 $\text{Ce}^{3+}$ 付活の $\beta\text{-SiAlON}$ 蛍光体などが挙げられる。

[0674] その他の代表的な酸窒化物系蛍光体として、例えばJEM相を含む酸窒化物蛍光体(JEM相蛍光体)が挙げられる。JEM相蛍光体は、希土類元素によって安定化されたサイアロン蛍光体を調整するプロセスにおいて生成することが確認された物質である。また、JEM相は、窒化珪素系材料の粒界相として発見されたセラミックスであり、一般的に、組成式 $\text{M}^1\text{Al}(\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z)\text{N}_{10-z}\text{O}_z$ (ただし、 $\text{M}^1$ はLa、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb及びLuからなる群から選択される少なくとも1種の元素)で表され、 $z$ をパラメータとする組成からなる特有な原子配列を有する結晶相(酸窒化物結晶)である。JEM相は、結晶の共有結合性が強いいため耐熱性に優れている。

[0675] 励起光を受けて青色に発光するJEM相蛍光体の一例として、 $\text{Ce}^{3+}$ 付活(ドーピングされた)のJEM相蛍光体(JEM相: $\text{Ce}$ 蛍光体)が挙げられる

。JEM相蛍光体にCe成分が含まれることにより、350nm~420nm近傍の励起光を吸収し、青色から青緑色にかけての発光を得やすくなるとともに、発光の半値幅もブロードとなるため、例えば暗所視における比視感度の高い波長域を十分カバーすることができる。また、JEM相：Ce蛍光体は、励起波長が360nmのとき、ピーク波長が480nmであり、そのときの発光効率は60%である。また、励起波長が405nmのとき、ピーク波長が490nmであり、そのときの発光効率は50%である。

[0676] さらに、緑色に発光する窒化物系蛍光体の例としては、Eu<sup>2+</sup>がドーブされたβ-SiAlON蛍光体などが挙げられる。Eu<sup>2+</sup>がドーブされたβ-SiAlON蛍光体は、紫外から青色の励起光により発光ピーク波長が約540nmの強い発光を示す。この蛍光体の発光スペクトル半値全幅は約55nmである。

[0677] また、赤色に発光する窒化物系蛍光体の例としては、例えば、Eu<sup>2+</sup>がドーブされたCaAlSiN<sub>3</sub>：蛍光体（CASN：Eu蛍光体）、Eu<sup>2+</sup>がドーブされたSrCaAlSiN<sub>3</sub>蛍光体（SCASN：Eu蛍光体）などが挙げられる。

[0678] CASN：Eu蛍光体は、励起波長が350nm~450nmのとき、赤色の蛍光を発し、そのピーク波長は650nmであり、その発光効率は73%である。また、SCASN：Eu蛍光体は、励起波長が350nm~450nmのとき、赤色の蛍光を発し、そのピーク波長は630nmであり、その発光効率は70%である。

[0679] 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オーダーのある範囲内で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3~4nm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）。

[0680] 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。

[0681] 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。

[0682] (第1発光部93および第2発光部94の形状および大きさ)

第1発光部93の形状および大きさは、例えば、直径3.2mmおよび厚さ1mmの円柱形状であり、出射端部5a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において受光する。

[0683] また、第1発光部93は、円柱形状でなく、直方体であってもよい。例えば、3mm×1mm×1mmの直方体である。この場合、半導体レーザ63からのレーザ光を受けるレーザ光照射面の面積は、3mm<sup>2</sup>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、第1発光部93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。

[0684] 第2発光部94の形状および大きさは、種々の態様で実現されてよく詳細は後述する。

[0685] 第1発光部93および第2発光部94の厚みは、第1発光部93および第2発光部94における封止材と蛍光体との割合に従って変化する。第1発光部93および第2発光部94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第1発光部93および第2発光部94の厚みを薄くできる。第1発光部93および第2発光部94を薄くすれば熱抵抗が低下するという効果があるが、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る。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。

[0686] このため、酸窒化物系蛍光体または窒化物蛍光体を用いた第1発光部93および第2発光部94の厚みとしては、0.2mm以上、2mm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%）、厚みの下限はこの限りではない。

[0687] 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 $\mu$ 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 $\mu$ m以上、すなわち0.01mm以上が好ましい。逆に厚くしすぎると反射鏡81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。

[0688] また、第1発光部93および第2発光部94のレーザ光照射面（または、第2発光部94が、第1発光部93から発せられる蛍光を受けて第1発光部93の蛍光とは異なる色の蛍光を発する場合には、第1発光部93から発せられる蛍光の受光面）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、反射したレーザ光を制御するためには、レーザ光照射面は平面を有していることが好ましい。レーザ光照射面が曲面の場合、少なくとも曲面への入射角度が大きく変わるため、レーザ光が照射される場所によって、反射光の進む方向が大きく変わってしまう。そのため、レーザ光の反射方向を制御することが困難な場合がある。これに対してレーザ光照射面が平面であれば、レーザ光の照射位置が若干ずれたとしても反射光の進む方向はほとんど変わらないため、レーザ光が反射する方向を制御しやすい。場合によっては反射光が当たる場所にレーザ光の吸収材を置くなどの対応がとり易くなる。

[0689] なお、レーザ光照射面がレーザ光の光軸に対して垂直である必要は必ずしもない。レーザ光照射面がレーザ光の光軸に対して垂直な場合、反射したレーザ光はレーザ光源の方向に戻るため、場合によってはレーザ光源にダメージを与える可能性もある。

[0690] （位置制御部95）

位置制御部 95 は、第 2 発光部 94 と出射端部（出射点）5 a との相対的な位置関係を変化させて、第 2 発光部 94 から発せられる光の発生量を変化させる。このとき、

（a）位置制御部 95 は、第 2 発光部 94 とレーザ光の光軸との間の距離を変化させる。（b）位置制御部 95 は、第 2 発光部 94 をレーザ光の光軸の方向に移動させる。

という動作を行う。

[0691] （a）について説明すると、位置制御部 95 は、第 2 発光部 94 に接続されている場合に、レーザ光の光軸との間の距離を変化させるように第 2 発光部 94 の位置を変化させる。あるいは、位置制御部 95 は、出射端部 5 a に接続されている場合に、レーザ光の光軸との間の距離を変化させるように出射端部 5 a の位置を変化させる。これにより、位置制御部 95 は、第 2 発光部 94 と出射端部 5 a との相対的な位置関係を変化させ、第 2 発光部 94 に照射されるレーザ光の照射面積を変化させることができる。その結果、第 2 発光部 94 から発せられる光の発生量が増加する。

[0692] さらに、次のケースも考える。つまり、位置制御部 95 は、第 1 発光部 93 と第 2 発光部 94 との相対的な位置関係を変化させて、第 2 発光部 94 から発せられる光の発生量を変化させる。このとき、

（c）位置制御部 95 は、第 2 発光部 94 とレーザ光の光軸との間の距離を変化させる。（d）位置制御部 95 は、第 2 発光部 94 をレーザ光の光軸の方向に移動させる。

という動作を行う。

[0693] （c）について説明すると、位置制御部 95 は、第 2 発光部 94 に接続されている場合に、レーザ光の光軸との間の距離を変化させるように第 2 発光部 94 の位置を変化させる。あるいは、位置制御部 95 は、出射端部 5 a と接続されている場合に、レーザ光の光軸との間の距離を変化させるように出射端部 5 a の位置を変化させる。これにより、位置制御部 95 は、第 1 発光部 93 と第 2 発光部 94 との相対的な位置関係を変化させ、第 2 発光部 94

に照射されるレーザ光の照射面積を変化させることができる。その結果、第2発光部94から発せられる光の発生量が変化する。

[0694] なお、位置制御部95は、例えばモータとギアとを組み合わせた構造からなり、第1発光部93、第2発光部94、出射端部5aのうち少なくとも1つと接続して(a)～(d)の動作を行えばよい。さらに、位置制御部95は、第1発光部93等と必ずしも接続されている必要はなく、例えば磁石等の非接触型の部材を用いて、上記(a)～(d)の動作を行ってもよい。つまり、位置制御部95は、第2発光部94と出射端部5aとの相対的な位置関係を変化させる、あるいは、第1発光部93と第2発光部94との相対的な位置関係を変化させるものであれば、どのような構成で実現されてもよい。

[0695] (反射鏡81)

反射鏡81は、第1発光部93および／または第2発光部94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81は、第1発光部93および／または第2発光部94からの光を反射することにより、ヘッドランプ110の前方へ進む光線束を形成する。この反射鏡81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。

[0696] (透明板92)

透明板92は、反射鏡81の開口部を覆う透明な樹脂板である。この透明板92を、半導体レーザ63からのレーザ光を遮断するとともに、第1発光部93および／または第2発光部94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を透過する材質で形成することが好ましい。第1発光部93および／または第2発光部94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インコヒーレントな光に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92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。

[0697] また、透明板 9 2 は、第 2 発光部 9 4 を固定するために用いられてもよい。

[0698] このとき、透明板 9 2 が、熱伝導率の高いもの（例えば、無機ガラス）であれば、透明板 9 2 も熱伝導部材として機能し、第 2 発光部 9 4 の放熱効果を得ることができる。

[0699] （ハウジング 7 5）

ハウジング 7 5 は、ヘッドランプ 1 1 0 の本体を形成しており、反射鏡 8 1 等を収納している。光ファイバー 5 5 は、このハウジング 7 5 を貫いており、半導体レーザアレイ 7 2 は、ハウジング 7 5 の外部に設置される。半導体レーザアレイ 7 2 は、レーザ光の発振時に発熱するが、ハウジング 7 5 の外部に設置することにより半導体レーザアレイ 7 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 7 2 から発生する熱による、第 1 発光部 9 3 および／または第 2 発光部 9 4 の特性劣化や熱的損傷等が防止される。

[0700] また、半導体レーザ 6 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 7 2 をハウジング 7 5 の内部に収納してもよい。

[0701] （エクステンション 7 6）

エクステンション 7 6 は、反射鏡 8 1 の前方の側部に設けられており、ヘッドランプ 1 1 0 の内部構造を隠して、ヘッドランプ 1 1 0 の見栄えを良くするとともに、反射鏡 8 1 と車体との一体感を高めている。このエクステンション 7 6 も反射鏡 8 1 と同様に金属薄膜がその表面に形成された部材である。

[0702] （レンズ 7 7）

レンズ 7 7 は、ハウジング 7 5 の開口部に設けられており、ヘッドランプ 1 1 0 を密封している。第 1 発光部 9 3 および／または第 2 発光部 9 4 で発生し、反射鏡 8 1 によって反射された光は、レンズ 7 7 を通ってヘッドランプ 1 1 0 の前方へ出射される。

[0703] なお、半導体レーザ63の基本構造については、実施の形態1で図3(c)および(d)を用いて説明したLDチップ11の基本構造と同様であるため、その説明を割愛する。また、第1発光部93および第2発光部94の発光原理についても、実施の形態1で説明した発光部2の発光原理と同様であるため、その説明を割愛する。また、本実施形態では、ヘッドランプ110は、白色に限らず、赤色、黄色等の他の色を出射する構成で実現されてもよい。

[0704] [実施例1]

以下、本実施の形態に係る実施例を説明する。なお、既出の内容については、その説明を省略する。

[0705] (ヘッドランプ110の形態)

本実施例に係るヘッドランプ110の一実施形態を図45により説明する。図45は、第1発光部93、第2発光部94、及び位置制御部95の構成の一実施形態を示す図である。

[0706] (第1発光部93)

本実施例では、第1発光部93として、Intematix社製のCeドープのYAG蛍光体(NYAG4454)が用いられている。この第1発光部93は、外部量子効率が90%、発光ピーク波長は558nm、色度点は $x=0.444$ 、 $y=0.536$ であり、430nmから490nmの励起光で良好に励起される。

[0707] 第1発光部93は、YAG蛍光体を低融点ガラスに分散させて製造する。蛍光体とガラスとの配合比は30:100である。第1発光部93のサイズは、縦4mm×横4mm×奥行き0.5mmであり、厚み0.5mmの $Al_2O_3$ (サファイア)板(10mm×10mm)に接着されている。レーザ光は、 $Al_2O_3$ (サファイア)板越しに第1発光部93、第2発光部94の順に照射される。

[0708] なお、図45では、第1発光部93は熱伝導部材181上に置かれているが、熱伝導部材181上に置かれている必要は必ずしもない。

## [0709] (第2発光部94)

第2発光部94としては、窒化物系蛍光体である $\text{CaSn:Eu}^{2+}$ 蛍光体を用いた。第2発光部94の外部量子効率は450nm励起時において73%であり、発光ピーク波長は649nmである。

[0710] 第2発光部94は、 $\text{CaSn}$ 蛍光体を低融点ガラスに分散させて製造する。蛍光体とガラスとの配合比は20:100である。また、第2発光部94のサイズは、最も絞ったときに、中心部に $\phi 1\text{mm}$ の開口部があるような、絞り羽根機構を有し、羽根の厚みは0.5mmで形成している。

## [0711] (熱伝導部材181)

熱伝導部材181が、第1発光部93におけるレーザ光が照射される面であるレーザ光照射面の側に配置され、第1発光部93の熱を受け取る透光性の部材であり、第1発光部93と熱的に（すなわち、熱エネルギーの授受が可能のように）接続されている。第1発光部93と熱伝導部材181とは、例えば、接着剤によって接続されていてもよい。

[0712] 熱伝導部材181は、板状の部材であり、その一方の端部が第1発光部93のレーザ光照射面に熱的に接触している。また、他方の端部は、冷却部（不図示）に熱的に接続されている構成で実現されよい。

[0713] 熱伝導部材181は、このような形状および接続形態を有することで、微小な第1発光部93を特定の位置で保持しつつ、第1発光部93から発生する熱をヘッドランプ110の外部に放熱する。

[0714] 第1発光部93の熱を効率良く逃がすために、熱伝導部材181の熱伝導率は、 $20\text{W/mK}$ 以上であることが好ましい。また、半導体レーザ63から出射されたレーザ光は、熱伝導部材181を透過して第1発光部93に到達する。そのため、熱伝導部材181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。

[0715] これらの点を考慮して、熱伝導部材181の材質としては、サファイア（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）やマグネシア（ $\text{MgO}$ ）、窒化ガリウム（ $\text{GaN}$ ）、スピネル（ $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ）が好ましい。これらの材料を用いることにより、熱伝導率2

0 W/m K以上を実現できる。

[0716] また、熱伝導部材 181 の厚み（図面左右方向の幅）は、0.3 mm 以上、5.0 mm 以下が好ましい。0.3 mm よりも薄いと第 1 発光部 93 の放熱を十分にできず、第 1 発光部 93 が劣化してしまう可能性がある。また、5.0 mm を超えるような厚みにすると、照射されたレーザ光の熱伝導部材 181 における吸収が大きくなり、励起光の利用効率が顕著に下がる。

[0717] 熱伝導部材 181 を適切な厚みで第 1 発光部 93 に当接させることにより、特に第 1 発光部 93 での発熱が 1 W 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、第 1 発光部 93 が損傷（劣化）してしまうことを防止できる。

[0718] なお、熱伝導部材 181 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、第 1 発光部 93 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。

[0719] ここで、熱伝導部材 181 の熱吸収効果および放熱効果を高めるために、次の変更が有効である。

- ・放熱面積（第 1 発光部 93 との接触面積）を増加させる。
- ・熱伝導部材 181 の厚みを増加させる。
- ・熱伝導部材 181 の熱伝導率を高める。例えば、熱伝導率の高い材質を用いる。または、熱伝導部材 181 の表面に熱伝導率の高い部材（薄膜または板状部材など）を配設する。

[0720] なお、熱伝導部材 181 の表面に金属薄膜などを形成する場合には、光束が低下する可能性がある。また、熱伝導部材 181 の表面を被覆したり、別の部材を配設したりする場合には、製造コストが増加する。

[0721] （熱伝導部材 181 の変更例）

熱伝導部材 181 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、透光部は第 1 発光部 93 のレーザ光照射面を覆うように配置され、遮光部はその外側に配置さ

れる。

[0722] 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。

[0723] （第2発光部94と位置制御部95との関係）

図示するように、ヘッドランプ110では、第2発光部94と位置制御部95とが接続されており、位置制御部95は、自身の動作を介して第2発光部94の位置を変化させる。これにより、位置制御部95は、第2発光部94から発せられる光の発生量を変化させることができる。

[0724] より具体的に、位置制御部95を介した第2発光部94の動作を説明する。図46は、本実施例における第2発光部94の動作を説明するための図である。このうち、図46(a)は、第2発光部94とレーザ光の光軸との間の距離が最も離れている状態を示す図である。図46(b)は、第2発光部94がレーザ光の光軸に向かって移動している様子を示す図である。また、図46(c)は、第2発光部94とレーザ光の光軸との間の距離が最も近付いた状態を示す図である。なお、不図示であるが、レーザ光の光軸は、図46(a)に示される円の中心部またはその付近に存在するものとする。また、図46(a)に示す円は、第1発光部93の発光中心を表すものとする。

[0725] 図示するように、第2発光部94は、複数存在し、その複数の第2発光部94が光軸の周りに環状に配設されている。そして、第2発光部94は、位置制御部95の動作を受けて、いわゆる絞り羽根機構の動作のようにレーザ光の光軸との間の距離を変化させる。

[0726] つまり、位置制御部95は、複数の第2発光部94の各々と接続されており、レーザ光の光軸に向かう方向、あるいは、レーザ光の光軸から離れる方向に、その複数の第2発光部94を同時に動作させる。

[0727] このように、ヘッドランプ110では、位置制御部95の動作によって、レーザ光、または、第1発光部93が発する蛍光の照射される第2発光部94上の照射面積が変化する。その結果、第2発光部94から発せられる光の

発生量が変化し、光のスペクトル、色度、色温度等で示される、ヘッドランプ 110 の外部に照射される照明光の特性を容易に変化させることができる。

[0728] なお、位置制御部 95 は、複数の第 2 発光部 94 の各々を、レーザ光の光軸に向かう方または離れる方向それぞれ別々に（任意に）動作させる構成で実現されてもよい。

[0729] また、複数存在する第 2 発光部の各々の移動方向、移動量を決めておき、その状態での照明光の特性を予め把握しておくことにより、位置制御部 95 の動作を介して、所望の照明光の特性を容易に実現することも可能となる。

[0730] （ヘッドランプ 110 によって得られる効果）

ヘッドランプ 110 によって得られる効果を図 47 により説明する。図 47 は、ヘッドランプ 110 によって得られる効果を説明するための色度図である。

[0731] 図中の P は、レーザ光源の色度点を示す。Q は、第 1 発光部 93 が発する蛍光の色度点を示す。R は、第 2 発光部 94 が発する蛍光の色度点を示す。

[0732] 上記構成によれば、第 2 発光部 94 は、位置制御部 95 の動作を受けて位置を変化させる。それにより、レーザ光、または、第 1 発光部 93 が発する蛍光が照射される第 2 発光部 94 上の照射面積が変化し、ヘッドランプ 110 から出射される照明光の色温度や色度、スペクトルの割合も変化する。

[0733] つまり、第 1 発光部 93 に加え、さらに第 2 発光部 94 を励起することにより、図中の点 Q から点 R の方向である、照明光の色度が赤色となる方向（色温度を低下させる方向）への照明光の特性変化を実現することができる。

[0734] このように、ヘッドランプ 110 は、簡易な構造によりスペクトル、色度、色温度などの照明光の特性を容易に変化させることができる。

[0735] なお、第 1 発光部 93 は、第 2 発光部 94 よりも大きい方が好ましい。それにより、複数の第 2 発光部 94 を使用する場合などにおいて、よりバリエーションに富んだ照明光の特性変化をもたらすことができ、様々なシチュエーションにおいてヘッドランプ 110 を適用することができる。

[0736] また、図45で示される構成は一実施例を説明するためのものであり、ヘッドランプ110によって得られる上記効果は、図45の構成に限られない。つまり、図45では、フェルール65と第2発光部94との間に第1発光部93が配置されているものの、例えば、フェルール65と第1発光部93との間に第2発光部94が配置されていてもよく、その構成によっても図45の構成と同様の効果を得ることができる。

[0737] そして、ヘッドランプ110は、点Rによって示される赤色に限らず、種々の色の光を出射することができる。

[0738] [実施例2]

以下、本実施の形態に係る他の実施例を説明する。なお、既出の内容については、その説明を省略する。

[0739] 図48は、図45に示すヘッドランプ110の構造において、本実施形態に係る第2発光部94の他の動作を説明するための図である。このうち、図48(a)は、第2発光部94とレーザ光の光軸との間の距離が最も離れている状態を示す図である。図48(b)は、第2発光部94がレーザ光の光軸に向かって移動している様子を示す図である。また、図48(c)は、第2発光部94とレーザ光の光軸との間の距離が最も近付いた状態を示す図である。なお、不図示であるが、レーザ光の光軸は、図48(a)に示される円の中心位置に存在するものとする。また、図48(a)に示す円は、第1発光部93の発光中心を表すものとする。

[0740] 図示するように、図48では、第2発光部94の位置は、位置制御部95の動作を介して変化する。具体的には、板状に形成された2つの第2発光部94が光軸の方向に向かってせり出してくることにより、第2発光部94の位置が変化する。その結果、レーザ光、または、第1発光部93が発する蛍光が照射される第2発光部94上の照射面積が変化する。そして、第2発光部94の蛍光の発生量が変化するにより、照明光の特性を変化させることができる。

[0741] なお、板状に形成された2つの第2発光部94は、一方が光軸の方向に向

かってせり出してき、他方が光軸の方向から離れるような動作によって実現されてもよい。

[0742] 以上の説明からも分かるように、第2発光部94の形状、数量、及び、位置制御部95によって第2発光部94の位置が変化する方法は、様々な形態を採ることができる。その一例として、位置制御部95が回転軸として構成されており、その回転軸の先端部に第2発光部94が取り付けられている場合を考える。このとき、位置制御部95が動作することで第2発光部94が回転し、それにより第2発光部94がレーザ光の光軸に向かう（遠ざかる）動作を実現することができる。その結果、レーザ光、または、第1発光部93が発する蛍光が照射される第2発光部94上の照射面積が変化し、ヘッドランプ110から出射される照明光の色温度や色度、スペクトルの割合を変化させることができる。

[0743] つまり、レーザ光、または、第1発光部93が発する蛍光が照射される第2発光部94上の照射面積を変化させることができるのであれば、どのような構成で第2発光部94の位置変化の動作を実現してもよい。

[0744] また、第1発光部93と第2発光部94とを逆の位置付けにすることも可能である。すなわち、レーザ光、または、第2発光部94が発する蛍光が照射される第1発光部93上の照射面積を変化させることができるのであれば、どのような構成で第1発光部93の位置変化の動作を実現してもよい。

[0745] [実施の形態13]

本発明の他の実施形態について図49、図50に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、本実施の形態に係る照明装置は、種々の用途に用いることができ、例えば、懐中電灯、LED電球、ペン型ライト、信号機、家庭用照明器具、工事用ライトなどとして実現されてよい。以下、本実施の形態について説明するが、実施の形態12と同様の部材に関しては、同じ符号を付し、その説明を省略する。

[0746] ヘッドランプ110で用いられる励起光源がLEDの場合の実施の形態を図49、図50により説明する。図49は、LEDチップ96が埋め込まれ

た第1発光部99を説明するための図であり、図49(a)は、第1発光部93の断面図であり、図49(b)は、第1発光部99の斜視図である。

[0747] 図49(a)・(b)に示すように、第1発光部99は、蛍光体が分散されたシリコン樹脂と、そのシリコン樹脂の内部に埋め込まれたLEDチップ96とからなり、パッケージ98に埋め込まれている。そのパッケージ98の側面および底面には電極97が取り付けられており、電極97は、図示しない配線を介して、LEDチップ96へ給電する。

[0748] 第1発光部99としては、SMD(Surface Mount Device)型のものが好適に用いられる。SMD型は、蛍光体が黄色蛍光体であれば、青色に発光するLEDチップ96と組み合わせて白色光を発することができる。また、蛍光体およびLEDチップの組み合わせを様々に変えることで、出射する光の色のバリエーションも変えることができる。

[0749] 図50は、図49に示す第1発光部99と、第2発光部94および位置制御部95とを組み合わせた図である。図示するように、第1発光部99の上方に、第2発光部94および位置制御部95が配設されている。そして、この場合にも、〔実施例1〕、〔実施例2〕欄において説明した第2発光部94および位置制御部95の動作によって、ヘッドランプ110から出射される照明光の色温度や色度、スペクトルの割合を変化させることができる。なお、このとき、第2蛍光体部に含まれる蛍光体は、CASN:EuやSCASN:Euが好ましいが、これに限られるものではない。

[0750] 〔実施の形態14〕

本実施の形態は、図51および図52に基づいて、本発明の照明装置の一例としてのレーザダウンライト200について説明するものである。

[0751] 本実施の形態に係るレーザダウンライト200は、第1発光部93および第2発光部94からなり、半導体レーザ63から出射したレーザ光を第1発光部93および／または第2発光部94(以下、単に、位置制御部95も含めて、発光部7と称する場合もある)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。また、本実施の形態に係るレーザダウン

ライト２００は、熱伝導部材２３１を備える。それ以外の構成については、実施の形態１で述べたレーザダウンライト２００と同様の構成であるので、その説明を割愛する。

[0752] 発光ユニット２１０は、図５１に示すように、筐体２１１、光ファイバー５５、発光部７、熱伝導部材２３１および透光板２１３を備えている。上述の実施形態と同様に、発光部７の熱が熱伝導部材２３１に伝わることで発光部７の放熱が促進される。

[0753] また、筐体２１１には、光ファイバー５５を通すための通路２１４が形成されており、この通路２１４を通して光ファイバー５５が熱伝導部材２３１まで延びている。光ファイバー５５の出射端部５aから出射されたレーザ光は、熱伝導部材２３１を透過して発光部７に到達する。

[0754] また、図５２に示す構成の場合、熱伝導部材２３１は、筐体２１１の底部に、レーザ光入射側の面を全面的に当接させて配置されている。それゆえ、筐体２１１を熱伝導率の高い物質からなるものにすることによって熱伝導部材２３１の冷却部として機能させることができる。

[0755] なお、図５１に示すＬＤ光源ユニット２２０の内部には、半導体レーザ６３および非球面レンズ２９が一对のみ示されているが、発光ユニット２１０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５５の束を１つのＬＤ光源ユニット２２０に導いてもよい。この場合、１つのＬＤ光源ユニット２２０に複数の半導体レーザ６３と非球面レンズ２９との対が収納されることになり、ＬＤ光源ユニット２２０は集中電源ボックスとして機能する。

[0756] 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６３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５５とを含んでいる。

[0757] [実施の形態１２～１４に係る付記事項]

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白色光を出射する発光装置を実現できる。

[0758] 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。

[0759] [本発明の別の表現]

上記各実施の形態に係る発光装置などは、以下のようにも表現できる。

[0760] すなわち、本発明の一実施形態に係る発光装置は、上記の構成に加えて、上記発光体の上記励起光が照射される照射面の外側に照射される励起光を少なくとも拡散する拡散部をさらに備えていても良い。

[0761] 上記の構成によれば、拡散部の光拡散作用により、発光装置の色度ばらつきを抑制することができる。

[0762] なお、「照射面の外側に照射される励起光を少なくとも拡散する」とは、照射面の外側に照射される励起光を拡散し、かつ、照射面の全部または一部に向かって照射される励起光を拡散する場合も含まれることを意味する。

[0763] また、本発明の一実施形態に係る発光装置は、上記の構成に加えて、上記励起光のスポットの面積に対する上記発光体の断面の面積の比が、 $1/4$ 以上、 $2/3$ 以下であることが好ましい。

[0764] 励起光のスポットの面積に対する発光体の断面の面積の比が、 $1/4$ よりも小さくなると、発光体に対する励起光の照射効率が低くなり過ぎる。

[0765] 一方、励起光のスポットの面積に対する発光体の断面の面積の比が、 $2/3$ よりも大きくなると、発光体の励起光が照射される照射面におけるレーザ光の強度分布に大きなムラが生じてしまう。

[0766] また、本発明の一実施形態に係る発光装置は、上記の構成に加えて、上記励起光源は、青色領域の励起光を出射し、上記発光体は、黄色領域の蛍光を発する黄色発光蛍光体を含んでいても良い。

- [0767] 上記の構成によれば、発光装置から放射される照明光が発光効率の高い（擬似）白色光となる。
- [0768] また、本発明の一実施形態に係る発光装置は、上記の構成に加えて、上記励起光源は、青色領域の励起光を出射し、上記発光体は、緑色領域の蛍光を発する緑色発光蛍光体と、赤色領域の蛍光を発する赤色発光蛍光体とを含んでいても良い。
- [0769] 上記の構成によれば、発光体から発生する照明光が演色性の良い白色光となる。また、上記青色領域の励起光と黄色発光蛍光体との組合せよりも演色性が良く、かつ発光体の発光効率の低下も抑制される。
- [0770] また、本発明の一実施形態に係る発光装置は、上記の構成に加えて、上記発光体に生じた熱を拡散させる熱伝導性基板を備え、上記発光体の上記励起光が照射される照射面の側が、上記熱伝導性基板によって保持されていても良い。
- [0771] 上記の構成では、熱伝導性基板が発光体に生じた熱を拡散させる。このため、発光体の劣化を抑制することができる。
- [0772] また、本発明の一実施形態に係る発光装置は、上記の構成に加えて、上記励起光を反射する反射部材を備え、上記発光体の上記励起光が照射される照射面と対向する側が、上記反射部材によって保持されていても良い。
- [0773] 上記の構成によれば、発光体を透過し、反射部材で反射した励起光が再度発光体を励起するので、励起光をそのまま透過させる形態と比較して、励起光の照射方向に対する発光体の厚さを  $1/2$  にしても、十分な発光効率を得られる。
- [0774] また、本発明の一実施形態に係る発光装置は、上記の構成に加えて、上記励起光源が複数存在しており、上記励起光源のそれぞれから出射される励起光を上記発光体に導光する導光部材を備えていても良い。
- [0775] これにより、複数の励起光源のそれぞれから出射される励起光を発光体に導光できるので、高光束および高輝度の発光装置を実現できる。また、導光部材の長さ（入射端部と出射端部との距離）を必要に応じて変更することに

より、励起光源と発光体とを任意の距離で分離することができる。したがって、発光装置の設計自由度を高めることができる。

[0776] また、本発明の一実施形態に係る発光装置は、上記の構成に加えて、上記導光部材の上記発光体に近い方の断面積は、上記励起光源に近い方の断面積よりも小さくなっていても良い。

[0777] 上記の構成によれば、導光部材の発光体に近い方の断面積を小さくすることにより、発光体の小型化が可能となる。

[0778] また、本発明の一実施形態に係る発光装置は、上記の構成に加えて、上記導光部材は、少なくとも1つの入射端部で、上記複数の励起光源が出射した励起光を受け取り、当該入射端部から入射した励起光を複数の出射端部のそれぞれから出射し、上記発光体は、上記出射端部のそれぞれから出射された励起光を受けて蛍光を発しても良い。

[0779] 上記構成によれば、例えば、導光部材のそれぞれの出射端部から出射される励起光を、発光体の互いに異なる領域に対して照射することが可能となる。換言すれば、複数の導光部のそれぞれの出射端部からの励起光は、発光体に対して分散して照射される。

[0780] それゆえ、励起光が発光体の一箇所に集中的に照射されることによって発光体が著しく劣化する可能性を低減でき、出射する光の光束を低下させることなくより長寿命の発光装置を実現することができる。また、発光体に照射する励起光の強度を低下させる必要がないため、発光装置の光束のみならず、輝度を大きくすることができる。従って、小型で高輝度な発光装置を実現できる。

[0781] また、本発明の一実施形態に係る照明装置は、上記の発光装置を備えていても良い。

[0782] また、本発明の一実施形態に係る前照灯は、上記の発光装置を備えていても良い。

[0783] また、本発明の一実施形態に係る前照灯は、上記の発光装置と、上記発光体から発した蛍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

成する反射鏡と、を備えていても良い。これにより、所定の立体角内を進む光線束を装置の外部へ放射する前照灯を実現することができる。

[0784] 本発明の一実施形態に係る発光装置は、励起光を出射する第1光源と、上記第1光源から出射された励起光を受けて蛍光を発する発光部と、上記励起光とは異なる波長領域を有する第2の光を出射する第2光源とを備え、上記発光部から出射された蛍光および上記第2光源から出射された第2の光を照明光として出射することが好ましい。なお、第2光源は、上記特性変化機構として機能する。

[0785] 上記構成によれば、特性変化機構として機能する第2光源は、第1光源から出射された励起光とは異なる波長領域を有する第2の光を出射する。この第2の光は、第1光源から出射された励起光を受けて発光部が発した蛍光とともに、照明光として出射される。

[0786] それゆえ、本発明の一実施形態に係る発光装置は、発光部が発した蛍光とは異なる第2の光を照明光として利用できるもので、例えば励起光としてのレーザー光が外部に漏れることを防ぎ、蛍光のみを照明光として用いるように設計された従来の照明装置においては困難であった色温度の調整を行うことができる。

[0787] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記第1光源は、紫外領域から青紫色領域の発振波長を有する光を上記励起光として出射し、上記第2光源は、青色領域の発振波長を有する光を上記第2の光として出射することが好ましい。

[0788] 第1光源が紫外領域から青紫色領域の発振波長を有する光を励起光として出射する場合、その励起光から得られる蛍光の青味成分はほとんどないか、あってもわずかである。上記構成によれば、第2光源が青色領域の発振波長を有する光（青色光）を第2の光として出射するので、蛍光の青味成分をその第2の光により補填できる。このため、発光装置は、照明光の色温度を高めることができる。

[0789] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記発光部は、350nm

m以上、420nm以下の波長範囲に光の吸収ピーク波長を有する第1蛍光体を含むことが好ましい。

[0790] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、350nm以上、420nm以下の波長範囲の励起光を受けたときの上記第1蛍光体の吸収率は、70%以上であることが好ましい。

[0791] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記第1蛍光体は、Ca $\alpha$ -SiAlON:Ce蛍光体であることが好ましい。

[0792] 第1蛍光体は、350nm以上、420nm以下の波長範囲に光の吸収ピーク波長を有しているため、第1蛍光体の吸収率は、他の波長範囲における吸収率よりも高い。特に、350nm以上、420nm以下の波長範囲に発振波長を有する励起光を受けたときの第1蛍光体（特にCa $\alpha$ -SiAlON:Ce蛍光体）の吸収率は70%以上である。

[0793] 逆に言えば、上記他の波長範囲にピーク波長を有する光についての第1蛍光体の吸収率は低い。つまり、420nm以下の波長範囲ではない、例えば青色領域の発振波長（440nm以上の波長範囲にピーク波長）を有する第2の光が発光部に照射されたとき、その第2の光の発光部における吸収率は低い。

[0794] このため、発光部において第2の光が吸収されにくいので、発光部における第2の光の減衰を抑制できる。それゆえ、本発明の一実施形態に係る発光装置は、第2の光を効率よく色温度調整に利用できる。

[0795] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記発光部は、630nm以上、650nm以下の波長範囲にピーク波長を有する蛍光を発する第2蛍光体を含むことが好ましい。

[0796] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記第2蛍光体は、CaAlSiN<sub>3</sub>:Eu蛍光体（CASN:Eu蛍光体）又はSrCaAlSiN<sub>3</sub>:Eu蛍光体（SCASN:Eu蛍光体）であることが好ましい。

[0797] 上記構成によれば、第2蛍光体を、すなわち赤色で発光する赤色発光蛍光体（特に、CaAlSiN<sub>3</sub>:Eu蛍光体又はSrCaAlSiN<sub>3</sub>:Eu蛍

光体)を第1蛍光体と混合することにより、演色性の高い発光部を実現できる。

[0798] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記第2光源は、上記第2の光としてレーザ光を出射し、上記第2光源が出射したレーザ光を拡散する拡散部をさらに備えることが好ましい。

[0799] 上記構成によれば、第2の光としてのレーザ光は、拡散部に照射されることにより拡散される。これにより、第2光源がレーザ光源であっても、拡散部によってレーザ光の発光点サイズを拡大することができるので、人体に与える影響を抑制しつつ第2の光を照明光として利用できる。

[0800] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記発光部は、上記拡散部として機能するものであり、上記第2光源が出射したレーザ光は、上記発光部によって拡散されることが好ましい。

[0801] 上記構成によれば、第2の光としてのレーザ光を拡散させるために、励起光を蛍光に変換する発光部を利用できる。このため、拡散のための部材を別途備える必要がないので、その分安価に発光装置を製造できる。

[0802] また、レーザ光はコヒーレント性が高いので、第2の光を発光部に照射させるために発光部を大きくする必要がない(すなわち、発光部を小さくできる)。このため、第2光源を備えた本発明の一実施形態に係る発光装置においても高輝度な発光装置を実現できる。

[0803] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記第1光源は、レーザ光源であることが好ましい。

[0804] 上記構成によれば、第1光源が高出力かつコヒーレント性の高いレーザ光を出射するので、発光部を小さくしても、その発光部に対する励起光の照射効率を高く、かつ発光部を強く励起できるため、従来と同様の光度を得ることができる。すなわち、第1光源がレーザ光源である場合、発光部を小さくできるので、高輝度な発光装置を実現できる。

[0805] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記励起光を遮断する遮断フィルタを備えることが好ましい。

- [0806] 上記構成によれば、遮断フィルタを備えることにより、蛍光に変換されなかった（あるいは散乱されなかった）励起光が外部に出射されることを確実に防ぐことができる。それゆえ、励起光の発光点サイズが非常に小さく、かつ高出力光である、あるいは励起光が可視光領域以外の波長範囲に属していても、その励起光が外部に漏れ出て人体に与える影響を抑制できる。
- [0807] また、本発明の一実施形態に係る前照灯は、上記に記載の発光装置を備えることが好ましい。
- [0808] 上記構成によれば、前照灯は、上記発光装置を備えているので、当該発光装置と同様、励起光とは異なる第2の光を照明光として利用できるので、照明光の色温度を調整できる。
- [0809] 本発明の一実施形態に係る発光装置は、励起光を出射する励起光源と、上記励起光源から出射された励起光を受けて蛍光を発する発光部と、上記励起光源から出射される励起光のうちの上記発光部によって蛍光に変換されない励起光の割合を変化させる光量変化機構と、を備えることが好ましい。なお、上記光量変化機構は、上記特性変化機構として機能する。
- [0810] 上記構成によれば、特性変化機構として機能する光量変化機構は、励起光源から出射される励起光のうちの上記発光部によって蛍光に変換されない励起光の割合（以降、変換割合と称する）を変化させる。
- [0811] それゆえ、その変換割合を変化させ、蛍光に変換されない励起光の光量を変化させることにより、照明光に対する蛍光の割合が変化するので、照明光の色温度を変化させることができる。
- [0812] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記光量変化機構は、上記励起光源から出射される励起光のうちの上記発光部に照射されない励起光の割合を変化させることが好ましい。
- [0813] 上記構成によれば、光量変化機構は、励起光源から出射される励起光のうちの上記発光部に照射されない励起光の割合を変化させることにより、上記変換割合を変化させることができる。
- [0814] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記光量変化機構は、上

記励起光源から出射される励起光の上記発光部における照射面積を変化させることが好ましい。

[0815] 上記構成によれば、光量変化機構は、励起光源から出射される励起光の発光部における照射面積を変化させることにより、上記変換割合を変化させることができる。

[0816] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記光量変化機構は、上記発光部を移動させることが好ましい。

[0817] 上記構成によれば、励起光源から出射された励起光の光路幅が励起光源からの距離に応じて変化する場合、上記変換割合は、励起光源と発光部との距離に応じて変化する。光量変化機構が発光部を移動させ、その距離を変更することにより、上記変換割合を変化させることができる。

[0818] また、本発明の一実施形態に係る発光装置は、上記励起光源から出射された励起光を屈曲して、上記発光部に射出する光学部材を備え、上記光量変化機構は、上記光学部材を移動させることが好ましい。

[0819] 上記構成によれば、光学部材は、励起光源から出射された励起光を屈曲して発光部に射出するので、例えばその励起光を発光部に集光するなど、光学部材透過後の励起光の光路幅を、光学部材入射前の励起光の光路幅とは異なり、かつ、光学部材からの距離に応じて変化するように入射できる。つまり、励起光源から出射された励起光は、光学部材を透過することにより、光学部材を基点としてその光路幅が新たに変化していくこととなる。

[0820] このため、光量変化機構が光学部材を移動させ、光学部材と発光部との距離を変更することにより、光学部材が存在しない場合の励起光源と発光部との距離を変更すると同様の効果を得られる。つまり、この場合、上記変換割合が光学部材と発光部との距離に応じて変化するようになるので、光量変化機構がその距離を変更することにより、上記変換割合を変化させることができる。

[0821] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記光量変化機構は、上記発光部に入射される励起光の入射角度を変化させることが好ましい。

- [0822] 上記構成によれば、光量変化機構は、発光部に入射される励起光の入射角度を変化させることにより、励起光源から出射される励起光のうちの発光部に照射されない励起光の割合、または励起光源から出射される励起光の発光部における照射面積を変えることができる。それゆえ、光量変化機構が入射角度を変化させることにより、上記変換割合を変化させることができる。
- [0823] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記励起光源は、青色領域の発振波長を有する光を上記励起光として出射し、上記発光部は、黄色領域にピーク波長を有する蛍光を発する第1蛍光体を含むことが好ましい。
- [0824] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記第1蛍光体は、イットリウム・アルミニウム・ガーネットであることが好ましい。
- [0825] 上記構成によれば、励起光として青色領域の発振波長を有する光を用い、かつ、黄色領域にピーク波長を有する蛍光を発する第1蛍光体（特にイットリウム・アルミニウム・ガーネット（YAG））を用いた場合には、光量変化手段が上記変換割合を変化させることにより、照明光の色温度を広範囲に変化させることができる。
- [0826] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記発光部は、630nm以上、650nm以下の波長範囲にピーク波長を有する蛍光を発する第2蛍光体を含むことが好ましい。
- [0827] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記第2蛍光体は、 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$  蛍光体（CASN:Eu 蛍光体）又は  $\text{SrCaAlSiN}_3:\text{Eu}$  蛍光体（SCASN:Eu 蛍光体）であることが好ましい。
- [0828] 上記構成によれば、第2蛍光体を、すなわち赤色で発光する赤色発光蛍光体（特に、 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$  蛍光体又は  $\text{SrCaAlSiN}_3:\text{Eu}$  蛍光体）を第1蛍光体と混合することにより、演色性の高い発光部を実現できる。
- [0829] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記励起光とは異なる第2の光を出射する第2光源をさらに備えることが好ましい。
- [0830] 上記構成によれば、第2光源から出射された励起光とは異なる第2の光を

、照明光の一部として利用できる。この場合、光量変化機構が上記変換割合を変化させ、蛍光の量を変化させることにより、照明光に対する当該蛍光の割合（第2の光の割合）が変化するので、照明光の色温度を変化させることができる。

[0831] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記励起光源は、第1励起光を出射する第1励起光源と、当該第1励起光とは異なる発振波長を有する第2励起光を出射する第2励起光源と、を有し、上記発光部は、上記第1励起光源から出射された第1励起光を受けて第1蛍光を発する第1発光部と、上記第2励起光源から出射された第2励起光を受けて第2蛍光を発する第2発光部と、を有し、上記光量変化機構は、上記第1励起光源から出射される第1励起光のうちの上記第1発光部によって蛍光に変換されない第1励起光の割合、及び上記第2励起光源から出射される第2励起光のうちの上記第2発光部によって蛍光に変換されない第2励起光の割合の少なくとも一方を変化させることが好ましい。

[0832] 上記構成によれば、光量変化機構は、第1発光部及び／又は第2発光部によって蛍光に変換されない第1励起光及び／又は第2励起光の割合（変換割合）を変化させ、第1発光部及び／又は第2発光部から出射される蛍光の量をそれぞれ変化させる。これにより、照明光に対する各蛍光の割合が変化するので、照明光の色温度を変化させることができる。

[0833] また、本発明の一実施形態に係る発光装置は、ユーザ操作を受け付ける入力手段を備え、上記光量変化機構は、上記入力手段が受け付けたユーザ操作に従って動作することが好ましい。

[0834] 上記構成によれば、光量変化機構が入力手段が受け付けたユーザ操作に従って動作するので、ユーザの嗜好にあわせて照明光の色温度を変化させることができる。

[0835] さらに、本発明の一実施形態に係る発光装置は、励起光を出射する励起光源と、上記励起光とは異なる第2の光を出射する第2光源と、上記励起光源から出射された励起光を受けて蛍光を発する発光部と、上記励起光源から出

射される励起光の出力、及び上記第2光源から出射される第2の光の出力の少なくとも一方を変化させる光量変化機構と、を備えることが好ましい。なお、光量変化機構は、上記特性変化機構として機能する。

[0836] 上記構成によれば、発光部が、励起光源から出射される励起光を受けて蛍光を発することにより、その蛍光を照明光として利用できる。一方、第2光源が励起光とは異なる第2の光を出射することにより、その第2の光も照明光の一部として利用できる。そして、特性変化機構として機能する光量変化機構が、上記励起光の出力及び第2の光の出力の少なくとも一方を変化させるので、照明光に利用される蛍光及び／又は第2の光の光量を変化させることができる。それゆえ、照明光の色温度を変化させることができる。

[0837] さらに、本発明の一実施形態に係る発光装置は、第1励起光を出射する第1励起光源と、上記第1励起光とは異なる発振波長を有する第2励起光を出射する第2励起光源と、上記第1励起光源から出射された第1励起光を受けて第1蛍光を発する第1発光部と、上記第2励起光源から出射された第2励起光を受けて第2蛍光を発する第2発光部と、上記第1励起光源から出射される第1励起光の出力、及び上記第2励起光源から出射される第2励起光の出力の少なくとも一方を変化させる光量変化機構と、を備えることが好ましい。なお、第1励起光源および上記第2励起光源は、上記励起光源として機能し、第1発光部および第2発光部は、上記発光部として機能し、光量変化機構は、上記特性変化機構として機能する。

[0838] 上記構成によれば、発光部として機能する第1発光部及び第2発光部はそれぞれ、励起光源として機能する第1励起光源及び第2励起光源から出射される第1励起光及び第2励起光を受けて第1蛍光及び第2蛍光を発する。これにより、発光装置は、第1蛍光及び第2蛍光を照明光として利用できる。そして、特性変化機構として機能する光量変化機構が、第1励起光及び第2励起光の出力の少なくとも一方を変化させるので、照明光に利用される各蛍光の光量を変化させることができる。それゆえ、照明光の色温度を変化させることができる。

- [0839] また、本発明の一実施形態に係る前照灯は、上記に記載の発光装置を備えることが好ましい。
- [0840] 上記構成によれば、前照灯は、上記発光装置を備えているので、当該発光装置と同様、蛍光に変換される励起光の割合、あるいは励起光の出力を変化させることができる。それゆえ、照明光の色温度を変化させることができる。
- [0841] 本発明の一実施形態に係る発光装置は、励起光を出射する励起光源と、上記励起光を受けて第1の蛍光を発する第1発光部と、上記励起光を受けて上記第1の蛍光とは異なるピーク波長を有する第2の蛍光を発する第2発光部と、上記第1発光部における励起光の照射範囲を一定にした上で、上記第2発光部に照射される励起光の照射範囲を変化させる照射範囲変化機構と、を備えることが好ましい。なお、第1発光部および上記第2発光部は、上記発光部として機能し、照射範囲変化機構は、上記特性変化機構として機能する。
- [0842] 上記構成によれば、励起光源から出射された励起光を受けて、発光部として機能する第1発光部が第1の蛍光を発し、発光部として機能する第2発光部が、第1の蛍光とは異なるピーク波長を有する第2の蛍光を発する。
- [0843] 特性変化機構として機能する照射範囲変化機構は、これら第1発光部及び第2発光部に照射される励起光の照射範囲を変化させる。例えば、照射範囲変化機構は、第1発光部における励起光の照射範囲を一定にした上で、第2発光部に照射される励起光の照射範囲を変化させる。例えば、照射範囲変化機構は、励起光が第1発光部の全体に照射されており、第2発光部には照射されていない状態から、その照射範囲を大きくすることにより、その照射範囲に第2発光部を含める。これにより、第1の蛍光に加え第2の蛍光を出射できるので、照明光に対する第2の蛍光の割合を増加させることができる。
- [0844] このように、照射範囲変化機構は、照明光に含まれる第1の蛍光及び第2の蛍光の割合を変化させることができる。それゆえ、その割合の変化により、照明光の色温度を変化させることができる。

- [0845] また、本発明の一実施形態に係る発光装置は、励起光を出射する励起光源と、上記励起光を受けて第1の蛍光を発する第1発光部と、上記励起光を受けて上記第1の蛍光とは異なるピーク波長を有する第2の蛍光を発する第2発光部と、上記第1発光部及び上記第2発光部に照射される励起光の照射範囲を変化させる照射範囲変化機構と、を備えることが好ましい。なお、第1発光部および第2発光部は、上記発光部として機能し、照射範囲変化機構は、上記特性変化機構として機能する。
- [0846] 上記構成によれば、励起光源から出射された励起光を受けて、発光部として機能する第1発光部が第1の蛍光を発し、発光部として機能する第2発光部が、第1の蛍光とは異なるピーク波長を有する第2の蛍光を発する。
- [0847] 特性変化機構として機能する照射範囲変化機構は、これら第1発光部及び第2発光部に照射される励起光の照射範囲を変化させる。例えば、照射範囲変化機構は、照射範囲の面積を一定にした状態で当該照射範囲の中心を第1発光部から第2発光部へ向けて移動させることにより、第1発光部における照射範囲を小さくし、第2発光部における照射領域を大きくする。第1発光部及び第2発光部はそれぞれ異なるピーク波長を有する蛍光を発するので、その照射範囲の変化により、照明光に対する第1の蛍光及び第2の蛍光の割合を変化させることができる。
- [0848] このように、照射範囲変化機構は、照明光に含まれる第1の蛍光及び第2の蛍光の割合を変化させることができる。それゆえ、その割合の変化により、照明光の色温度を変化させることができる。
- [0849] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記第1発光部と上記第2発光部とは、接触して配置されていることが好ましい。
- [0850] 第1発光部と第2発光部とが非接触に配置されている場合、第1発光部及び第2発光部のそれぞれにレーザ光が照射されない限り、その非接触となっている領域（非接触領域）に励起光が照射される可能性がある。当該非接触領域に照射される励起光は、蛍光に変換されないため、励起光の利用効率を低下させる要因となり得る。

- [0851] 上記構成によれば、第1発光部と第2発光部とが接触して配置されているので、非接触領域に励起光が照射され蛍光に変換されないという事態を防ぐことができる。すなわち、当該構成によれば、励起光を蛍光の変換に無駄なく利用できる。
- [0852] また、第1発光部と第2発光部とが非接触に配置されている場合に比べ、照射範囲変化機構が上記照射範囲を効率よく変化させることができる。
- [0853] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記第2発光部は、上記第1発光部の周囲に配置されていることが好ましい。
- [0854] 上記構成によれば、特に、照射範囲変化機構が、第1発光部における励起光の照射範囲を一定にした上で、第2発光部に照射される励起光の照射範囲を変化させる構成の場合に、効率よく第2発光部における照射範囲を変化させることができる。
- [0855] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記第1発光部と上記第2発光部とは、一体形成されていることが好ましい。
- [0856] 上記構成によれば、それぞれの発光部を別々に製造して発光装置に備える場合に比べ、製造工程及び製造コストを削減できる。
- [0857] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記照射範囲変化機構は、上記励起光源と、上記第1発光部及び上記第2発光部との相対的な位置を変化させることにより、上記照射範囲を変化させることが好ましい。
- [0858] 上記構成によれば、上記の相対的な位置を変化させることにより、励起光源と、第1発光部及び／又は第2発光部との距離を変化させた場合には、励起光源から出射された励起光の光路幅は、一般に出射点からの距離に応じて大きくなるため、その変化により、第2発光部における照射範囲を変化させることができる。
- [0859] また、上記の相対的な位置を変化させることにより、第1発光部及び第2発光部における上記照射範囲の位置を変更できるので、第1発光部及び第2発光部それぞれにおける照射範囲を変化させることができる。
- [0860] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記励起光源から出射さ

れた励起光を屈曲して、上記第1発光部及び上記第2発光部の少なくとも一方に出射する光学部材をさらに備え、上記照射範囲変化機構は、上記光学部材を移動させることにより、上記照射範囲を変化させることが好ましい。

[0861] 光学部材は、励起光源から出射された励起光を屈曲して第1発光部及び／又は第2発光部に出射するので、例えばその励起光を第1発光部及び／又は第2発光部に集光するなど、光学部材透過後の励起光の光路幅を、光学部材入射前の励起光の光路幅とは異なり、かつ、光学部材からの距離に応じて変化させるように出射できる。つまり、励起光源から出射された励起光は、光学部材を透過することにより、光学部材を基点としてその光路幅が新たに変化していくこととなる。

[0862] このため、照射範囲変化機構が、特に、第1発光部における励起光の照射範囲を一定にした上で、第2発光部に照射される励起光の照射範囲を変化させる構成の場合には、光学部材を移動させることにより、光学部材と第1発光部及び／又は第2発光部との距離を変更できる。この変更により、光学部材が存在しない場合の励起光源と第1発光部及び／又は第2発光部との距離を変更するのと同様の効果が得られる。

[0863] つまり、この場合、上記照射範囲が光学部材と第1発光部及び／又は第2発光部との距離に応じて変化させることになるので、光学変化機構が光学部材を移動させ、その距離を変更することにより、上記照射範囲を変化させることができる。

[0864] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記励起光源は、青色領域の発振波長を有する光を上記励起光として出射し、上記第1発光部は、黄色領域にピーク波長を有する蛍光を、上記第1の蛍光として発する第1蛍光体を含むことが好ましい。

[0865] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記第1蛍光体は、イットリウム・アルミニウム・ガーネットであることが好ましい。

[0866] 励起光として青色領域の発振波長を有する光を用い、かつ、黄色領域にピーク波長を有する蛍光を発する第1蛍光体（特にYAG（イットリウム・ア

ルミニウム・ガーネット) ) を用いた場合には、第1発光部から出射される照明光の色温度を高くできる。それゆえ、色温度の高い照明光の出射を実現できる。

[0867] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記励起光源は、青色領域の発振波長を有する光を上記励起光として出射し、上記第1発光部は、緑色領域にピーク波長を有する蛍光を、上記第1の蛍光として発する第1蛍光体を含むことが好ましい。

[0868] 上記構成によれば、励起光として青色領域の発振波長を有する光を用い、かつ、緑色領域にピーク波長を有する蛍光を発する第1蛍光体を用いた場合には、第1発光部から出射される照明光の色温度を高くできる。それゆえ、色温度の高い照明光の出射を実現できる。

[0869] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記第1蛍光体は、 $\beta$ -SiAlON:Eu蛍光体であることが好ましい。

[0870] 上記構成によれば、発光効率の高い $\beta$ -SiAlON:Eu蛍光体を第1蛍光体として用いているので、第1発光部の発光効率を高めることができる。それゆえ、照明光への変換効率が高い発光装置を実現できる。

[0871] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記第2発光部は、赤色領域にピーク波長を有する蛍光を、上記第2の蛍光として発する第2蛍光体を含むことが好ましい。

[0872] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記第2蛍光体は、CASN:Eu蛍光体又はSCASN:Eu蛍光体であることが好ましい。

[0873] 第2蛍光体を、すなわち赤色で発光する赤色発光蛍光体(特に、CASN:Eu蛍光体又はSCASN:Eu蛍光体)を用いた場合には、第2の蛍光として、第1蛍光体よりも低い色温度の蛍光を出射できる。このため、照射範囲変化機構が照射範囲を変化させることにより、例えば照明光が第1の蛍光のみからなる場合に比べ、その照明光の色温度を低くできる。

[0874] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、ユーザ操作を受け付ける入力手段を備え、上記照射範囲変化機構は、上記入力手段が受け付けたユー

ザ操作に従って動作することが好ましい。

[0875] 照射範囲変化機構が入力手段が受け付けたユーザ操作に従って動作するので、ユーザの嗜好にあわせた色温度の変化を実現できる。

[0876] また、本発明の一実施形態に係る前照灯は、上記に記載の発光装置を備えることが好ましい。

[0877] 上記構成によれば、前照灯は、上記発光装置を備えているので、当該照明装置と同様、照射範囲変化機構が、照明光に含まれる第1の蛍光及び第2の蛍光の割合を変化させることができる。それゆえ、その割合の変化により、照明光の色温度を変化させることができる。

[0878] 本発明の一実施形態に係る発光装置は、出射点から出射される励起光を発生させる励起光源と、上記励起光を受けて第1の蛍光を発する第1発光部と、上記励起光を受けて上記第1の蛍光とは異なる色の第2の蛍光を発することができる第2発光部と、上記第2発光部と上記出射点との相対的な位置関係を変化させることにより、上記第2の蛍光の発生量を変化させる位置制御部と、を備えることが好ましい。なお、位置制御部は、上記特性変化機構として機能する。

[0879] 上記構成によれば、本発明の一実施形態に係る発光装置は、励起光源から出射される励起光を受けて異なる色の蛍光を発する、第1発光部および第2発光部を備える。このうち、第2発光部は、上記出射点との相対的な位置関係が位置制御部によって変化し、それに伴い第2の蛍光の発生量も変化する。その結果、第1の蛍光と発生量が増減する第2の蛍光とが混色して、スペクトル、色度、色温度、すなわち照明光の特性が変化する照明光を発光装置の外部に出射することができる。

[0880] このように、本発明の一実施形態に係る発光装置は、第2発光部と上記出射点との相対的な位置関係を位置制御部によって変化させるという簡易な構造により、照明光の特性を変化させることができ、それにより上記従来課題、すなわち、製造コストや車両用前照灯内でのLEDチップの配置など種々の問題を解決することができる。

- [0881] 本発明の一実施形態に係る発光装置は、励起光を発生させる励起光源と、上記励起光源からの励起光を受けて第1の蛍光を発する第1発光部と、上記第1の蛍光を受けて当該第1発光部の蛍光とは異なる色の第2の蛍光を発することができる第2発光部と、上記第2発光部と上記第1発光部との相対的な位置関係を変化させることにより、上記第2の蛍光の発生量を変化させる位置制御部と、を備えることが好ましい。なお、位置制御部は、上記特性変化機構として機能する。
- [0882] 上記構成によれば、本発明の一実施形態に係る発光装置は、励起光源から出射される励起光を受けて第1の蛍光を発する第1発光部と、第1の蛍光を受けて当該第1発光部の蛍光とは異なる色の第2の蛍光を発することができる第2発光部とを備える。そして、第2発光部と第1発光部との相対的な位置関係が位置制御部によって変化することにより、第2の蛍光の発生量も変化する。その結果、第1の蛍光と発生量が増加する第2の蛍光とが混色して、スペクトル、色度、色温度、すなわち照明光の特性が変化する照明光を発光装置の外部に出射することができる。
- [0883] このように、本発明の一実施形態に係る発光装置は、第2発光部と上記第1発光部との相対的な位置関係を位置制御部によって変化させるという簡易な構造により、照明光の特性を変化させることができ、それにより上記従来課題を解決することができる。
- [0884] また、本発明の一実施形態に係る発光装置は、上記位置制御部は、上記第2発光部と上記励起光の光軸との間の距離を変化させる構成であってよい。
- [0885] 上記構成によれば、上記第2発光部と上記励起光の光軸との間の距離が近くなると、励起光、または、第1の蛍光が照射される第2発光部上の照射面積は大きくなる。逆に、上記第2発光部と上記励起光の光軸との間の距離が遠くなると、励起光、または、第1の蛍光が照射される第2発光部上の照射面積は小さくなる。
- [0886] このように、上記位置制御部が上記第2発光部と上記励起光の光軸との間の距離を変化させることにより、第2の蛍光の発生量を変化させることがで

きる。その結果、照明光の特性を容易に変化させることができる。

[0887] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記第2発光部は、複数存在し、複数の上記第2発光部が、上記光軸の周りに環状に配設されているときに、上記位置制御部は、複数の上記第2発光部と上記光軸との距離を変化させる構成であってよい。

[0888] 上記第2発光部は、複数存在し、複数の上記第2発光部が、上記光軸の周りに環状に配設されていてもよい。

[0889] このとき、上記位置制御部が複数の上記第2発光部と上記光軸との距離を変化させることにより、励起光、または、第1の蛍光が照射される第2発光部上の照射面積を変化させて、第2の蛍光の発生量を変化させることができる。その結果、照明光の特性を容易に変化させることができる。

[0890] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記位置制御部は、板状の上記第2発光部の位置を変化させることにより、上記第2発光部と上記励起光の光軸との間の距離を変化させる構成であってよい。

[0891] 例えば、励起光が出射される出射点が固定されているのであれば、上記位置制御部は、板状の上記第2発光部の位置を変化させて、上記第2発光部と上記励起光の光軸との間の距離を変化させればよく、より自由度の高い発光装置の設計を実現することができる。

[0892] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記位置制御部は、上記第2発光部を、上記励起光の光軸方向に移動させる構成であってよい。

[0893] 上記構成によれば、上記第2発光部は上記励起光の光軸方向に移動する。このとき、上記第2発光部が上記励起光の出射点に近づけば、励起光、または、第1の蛍光が照射される第2発光部上の照射面積は大きくなる。逆に、上記第2発光部が上記励起光の出射点から遠くなると、励起光、または、第1の蛍光が照射される第2発光部上の照射面積は小さくなる。

[0894] このように、上記第2発光部を、上記励起光の光軸方向に移動させることにより、第2の蛍光の発生量を変化させることができる。その結果、照明光の特性を容易に変化させることができる。

- [0895] また、本発明の一実施形態に係る発光装置は、上記第2発光部は、透光性を有する構成であってよい。
- [0896] 上記構成により、第2発光部は光透過性を確保することができ、発光装置の外部に照射される照明光の光度を高めることができる。
- [0897] また、本発明の一実施形態に係る発光装置は、上記第2発光部は、ナノ粒子蛍光体を含む構成であってよい。
- [0898] 上記構成によれば、第2発光部は、ナノ粒子蛍光体を含むことにより、光透過性を高めることができ、その結果、発光装置の外部に照射される照明光の光度を高めることができる。
- [0899] なお、ナノ粒子蛍光体の粒径は、特に限定されないが、1 nm～5 nmであればよい。
- [0900] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記励起光源は、半導体レーザであって、上記半導体レーザと上記第1発光部とが離間している構成であってよい。
- [0901] 半導体レーザは、その発熱量が大きいことが知られている。したがって、上記半導体レーザと上記第1発光部とが離間していることにより、第1発光部が熱によって劣化・損傷し、発光部の寿命が短くなる事態が避けられる。
- [0902] また、本発明の一実施形態に係る発光装置では、上記励起光源は、発光ダイオードであって、上記発光ダイオードと上記第1発光部とが一体形成されている構成であってよい。
- [0903] 発光ダイオードは、その発熱量が半導体レーザに比べて低く、たとえ上記発光ダイオードと上記第1発光部とが一体形成されていても、第1発光部が熱によって劣化・損傷し、発光部の寿命が短くなることは少ない。そのため、上記発光ダイオードと上記第1発光部とが一体形成されていてもよく、それにより、発光装置内のレイアウトをコンパクトに保つことができる。
- [0904] また、本発明の一実施形態に係る照明装置は、上記何れかに記載の発光装置を備えていることが好ましい。
- [0905] また、本発明の一実施形態に係る前照灯（例えば車両用前照灯）は、上記

何れかに記載の発光装置を備えていることが好ましい。

[0906] 本発明の一実施形態に係る発光装置は、照明装置や前照灯などに好適に適用することができる。これにより、例えば本発明の一実施形態に係る発光装置を前照灯に適用した場合、高効率で、高い演色性を有する照明光を照射することが可能な前照灯を実現することができる。

[0907] なお、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

[0908] 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。

[0909] また、本発明は、照明光の色温度を調整または変化させることができ、特に車両用等のヘッドランプなどに好適である。さらに、本発明は、簡易な構造で照明光の特性を変化させることが要求される発光装置、特に、照明装置、及び車両用前照灯に好適に適用することができる。

### 符号の説明

- [0910]
- 1 透光性基板（熱伝導性基板）
  - 1' 反射部材
  - 2 発光部（発光体、第1発光部、第2発光部）
  - 2 a 第1発光部
  - 2 b 第2発光部
  - 3, 3 a～3 e 拡散部（拡散部材）
  - 4 パラボラ型反射鏡（反射鏡）

- 4 反射鏡
- 4 h ハーフパラボラ型反射鏡（反射鏡）
- 4 p 熱伝導部材
- 5 基板
- 6 励起光源ユニット（励起光源）
- 6 a 励起光源ユニット（励起光源）
- 7 発光部（拡散部）
- 7 L, 7 R ネジ
- 7 a レーザ光照射面
- 8 光学部材
- 9 導光部材
- 9' 導光部材
- 9 a 入射端部（励起光源に近い方）
- 9 a' 入射端部
- 9 b 出射端部（発光体に近い方）
- 9 b' 出射端部
- 1 0、2 0～1 1 0 ヘッドランプ（発光装置、照明装置、前照灯）
- 1 1 LDチップ（励起光源）
- 2 4 a 発光部（第1発光部）
- 2 4 b 発光部（第2発光部）
- 2 7 メイン光源（第1光源、レーザ光源）
- 2 8 サブ光源（第2光源、特性変化機構）
- 2 9 非球面レンズ
- 3 0 ヘッドランプ
- 5 5 光ファイバー
- 6 1 支持部材（光量変化機構、照射範囲変化機構、特性変化機構）
- 6 2 支持部材駆動部（光量変化機構、照射範囲変化機構、特性変化機構）

- 6 2 a 透光性基板駆動部（照射範囲変化機構、特性変化機構）
- 6 3 半導体レーザ（励起光源）
- 6 3 a 半導体レーザ（第 1 励起光源）
- 6 3 b 半導体レーザ（第 2 励起光源）
- 6 4 発光ダイオード（第 2 光源）
- 6 5 フェルルール
- 7 1 拡散部
- 7 2 半導体レーザアレイ（励起光源）
- 7 5 ハウジング
- 7 6 エクステンション
- 7 7 レンズ
- 7 9 レーザ光照射領域（照射範囲）
- 9 1 遮断フィルタ
- 9 2 透明板
- 9 3、9 9 第 1 発光部
- 9 4 第 2 発光部
- 9 5 位置制御部（特性変化機構）
- 9 6 LEDチップ
- 9 7 電極
- 9 8 パッケージ
- 1 6 1 凸レンズ（光学部材）
- 2 0 0 レーザダウンライト（発光装置、照明装置）
- 6 1 3 入力部（入力手段）
- 6 4 2 出力制御部（光量変化機構、特性変化機構）
- 2 1 5 光ファイバー束（導光部材）
- C 光強度分布
- R 1, R 1' スポット径
- a, b 長さ

- S U F 1 表面
- S U F 2 表面
- S U F 3 光反射凹面
- S U F 4 照射面

## 請求の範囲

- [請求項1] 励起光を出射する励起光源と、  
上記励起光源から出射された励起光の照射により蛍光を発する発光体とを備え、  
上記発光体に向けて上記励起光が照射されるときスポットの面積が、当該励起光が照射される側から上記発光体を見たときの当該発光体の面積よりも大きいことを特徴とする発光装置。
- [請求項2] 上記発光体の上記励起光が照射される照射面の外側に照射される励起光を少なくとも拡散する拡散部をさらに備え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] 上記励起光のスポットの面積に対する上記発光体の断面の面積の比が、 $1/4$ 以上、 $2/3$ 以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の発光装置。
- [請求項4] 上記励起光源は、青色領域の励起光を出射し、  
上記発光体は、黄色領域の蛍光を発する黄色発光蛍光体を含む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] 上記励起光源は、青色領域の励起光を出射し、  
上記発光体は、緑色領域の蛍光を発する緑色発光蛍光体と、赤色領域の蛍光を発する赤色発光蛍光体とを含む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6] 上記発光体に生じた熱を拡散させる熱伝導性基板を備え、  
上記発光体の上記励起光が照射される照射面の側が、上記熱伝導性基板によって保持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] 上記励起光を反射する反射部材を備え、  
上記発光体の上記励起光が照射される照射面と対向する側が、上記反射部材によって保持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8] 上記励起光源が複数存在しており、  
上記励起光源のそれぞれから出射され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] 上記導光部材の上記発光体に近い方の断面積は、上記励起光源に近い方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8に記載の発光装置。
- [請求項10] 上記導光部材は、少なくとも1つの入射端部で、上記複数の励起光源が出射した励起光を受け取り、当該入射端部から入射した励起光を複数の出射端部のそれぞれから出射し、  
上記発光体は、上記出射端部のそれぞれから出射された励起光を受けて蛍光を発することを特徴とする請求項8に記載の発光装置。
- [請求項11] 励起光を出射する、少なくとも1つの励起光源と、  
上記励起光源から出射された励起光を受けて蛍光を発する、少なくとも1つの発光部と、  
自装置が外部へ出射する出射光に含まれる上記蛍光の割合を変化させることにより、当該出射光の特性を変化させる特性変化機構と、を備えることを特徴とする発光装置。
- [請求項12] 励起光を出射する第1光源と、  
上記第1光源から出射された励起光を受けて蛍光を発する発光部と、  
上記励起光とは異なる波長領域を有する第2の光を出射する第2光源と、を備え、  
上記発光部から出射された蛍光および上記第2光源から出射された第2の光を照明光として出射するものであり、  
上記第2光源は、上記特性変化機構として機能することを特徴とする請求項11に記載の発光装置。
- [請求項13] 上記第1光源は、紫外領域から青紫色領域の発振波長を有する光を

上記励起光として出射し、

上記第2光源は、青色領域の発振波長を有する光を上記第2の光として出射することを特徴とする請求項12に記載の発光装置。

[請求項14] 上記発光部は、350nm以上、420nm以下の波長範囲に光の吸収ピーク波長を有する第1蛍光体を含むことを特徴とする請求項13に記載の発光装置。

[請求項15] 350nm以上、420nm以下の波長範囲の励起光を受けたときの上記第1蛍光体の吸収率は、70%以上であることを特徴とする請求項14に記載の発光装置。

[請求項16] 上記第1蛍光体は、Ca $\alpha$ -SiAlON:Ce蛍光体であることを特徴とする請求項14または15に記載の発光装置。

[請求項17] 上記発光部は、630nm以上、650nm以下の波長範囲にピーク波長を有する蛍光を発する第2蛍光体を含むことを特徴とする請求項14から16のいずれか1項に記載の発光装置。

[請求項18] 上記第2光源は、上記第2の光としてレーザ光を出射し、  
上記第2光源が出射したレーザ光を拡散する拡散部をさらに備えることを特徴とする請求項12から17のいずれか1項に記載の発光装置。

[請求項19] 上記発光部は、上記拡散部として機能するものであり、  
上記第2光源が出射したレーザ光は、上記発光部によって拡散されることを特徴とする請求項18に記載の発光装置。

[請求項20] 上記第1光源は、レーザ光源であることを特徴とする請求項12から19のいずれか1項に記載の発光装置。

[請求項21] 上記励起光を遮断する遮断フィルタを備えることを特徴とする請求項20に記載の発光装置。

[請求項22] 励起光を出射する励起光源と、  
上記励起光源から出射された励起光を受けて蛍光を発する発光部と

、

上記励起光源から出射される励起光のうちの上記発光部によって蛍光に変換されない励起光の割合を変化させる光量変化機構と、を備え、

上記光量変化機構は、上記特性変化機構として機能することを特徴とする請求項 1 1 に記載の発光装置。

[請求項23] 上記光量変化機構は、上記励起光源から出射される励起光のうちの上記発光部に照射されない励起光の割合を変化させることを特徴とする請求項 2 2 に記載の発光装置。

[請求項24] 上記光量変化機構は、上記励起光源から出射される励起光の上記発光部における照射面積を変化させることを特徴とする請求項 2 2 に記載の発光装置。

[請求項25] 上記光量変化機構は、上記発光部を移動させることを特徴とする請求項 2 2 から 2 4 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

[請求項26] 上記励起光源から出射された励起光を屈曲して、上記発光部に射出する光学部材を備え、

上記光量変化機構は、上記光学部材を移動させることを特徴とする請求項 2 2 から 2 4 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

[請求項27] 上記光量変化機構は、上記発光部に入射される励起光の入射角度を変化させることを特徴とする請求項 2 2 から 2 4 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

[請求項28] 上記励起光源は、青色領域の発振波長を有する光を上記励起光として射出し、

上記発光部は、黄色領域にピーク波長を有する蛍光を発する第 1 蛍光体を含むことを特徴とする請求項 2 2 から 2 7 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

[請求項29] 上記発光部は、630nm以上、650nm以下の波長範囲にピーク波長を有する蛍光を発する第 2 蛍光体を含むことを特徴とする請求項 2 8 に記載の発光装置。

[請求項30] 上記励起光とは異なる第2の光を出射する第2光源をさらに備えることを特徴とする請求項22から29のいずれか1項に記載の発光装置。

[請求項31] 上記励起光源は、第1励起光を出射する第1励起光源と、当該第1励起光とは異なる発振波長を有する第2励起光を出射する第2励起光源と、を有し、

上記発光部は、上記第1励起光源から出射された第1励起光を受けて第1蛍光を発する第1発光部と、上記第2励起光源から出射された第2励起光を受けて第2蛍光を発する第2発光部と、を有し、

上記光量変化機構は、上記第1励起光源から出射される第1励起光のうちの上記第1発光部によって蛍光に変換されない第1励起光の割合、及び上記第2励起光源から出射される第2励起光のうちの上記第2発光部によって蛍光に変換されない第2励起光の割合の少なくとも一方を変化させることを特徴とする請求項22から27のいずれか1項に記載の発光装置。

[請求項32] ユーザ操作を受け付ける入力手段を備え、

上記光量変化機構は、上記入力手段が受け付けたユーザ操作に従って動作することを特徴とする請求項22から31のいずれか1項に記載の発光装置。

[請求項33] 励起光を出射する励起光源と、

上記励起光とは異なる第2の光を出射する第2光源と、

上記励起光源から出射された励起光を受けて蛍光を発する発光部と、

上記励起光源から出射される励起光の出力、及び上記第2光源から出射される第2の光の出力の少なくとも一方を変化させる光量変化機構と、を備え、

上記特性変化機構として機能することを特徴とする請求項11に記載の発光装置。

- [請求項34] 第1励起光を出射する第1励起光源と、  
上記第1励起光とは異なる発振波長を有する第2励起光を出射する第2励起光源と、  
上記第1励起光源から出射された第1励起光を受けて第1蛍光を発する第1発光部と、  
上記第2励起光源から出射された第2励起光を受けて第2蛍光を発する第2発光部と、  
上記第1励起光源から出射される第1励起光の出力、及び上記第2励起光源から出射される第2励起光の出力の少なくとも一方を変化させる光量変化機構と、を備え、  
上記第1励起光源および上記第2励起光源は、上記励起光源として機能し、  
上記第1発光部および上記第2発光部は、上記発光部として機能し、  
上記光量変化機構は、上記特性変化機構として機能することを特徴とする請求項11に記載の発光装置。
- [請求項35] 励起光を出射する励起光源と、  
上記励起光を受けて第1の蛍光を発する第1発光部と、  
上記励起光を受けて上記第1の蛍光とは異なるピーク波長を有する第2の蛍光を発する第2発光部と、  
上記第1発光部における励起光の照射範囲を一定にした上で、上記第2発光部に照射される励起光の照射範囲を変化させる照射範囲変化機構と、を備え、  
上記第1発光部および上記第2発光部は、上記発光部として機能し、  
上記照射範囲変化機構は、上記特性変化機構として機能することを特徴とする請求項11に記載の発光装置。
- [請求項36] 励起光を出射する励起光源と、

上記励起光を受けて第1の蛍光を発する第1発光部と、  
上記励起光を受けて上記第1の蛍光とは異なるピーク波長を有する第2の蛍光を発する第2発光部と、  
上記第1発光部及び上記第2発光部に照射される励起光の照射範囲を変化させる照射範囲変化機構と、を備え、  
上記第1発光部および上記第2発光部は、上記発光部として機能し、  
上記照射範囲変化機構は、上記特性変化機構として機能することを特徴とする請求項11に記載の発光装置。

[請求項37] 上記第1発光部と上記第2発光部とは、接触して配置されていることを特徴とする請求項35または36に記載の発光装置。

[請求項38] 上記第2発光部は、上記第1発光部の周囲に配置されていることを特徴とする請求項37に記載の発光装置。

[請求項39] 上記第1発光部と上記第2発光部とは、一体形成されていることを特徴とする請求項37または38に記載の発光装置。

[請求項40] 上記照射範囲変化機構は、上記励起光源と、上記第1発光部及び上記第2発光部との相対的な位置を変化させることにより、上記照射範囲を変化させることを特徴とする請求項35～39のいずれか1項に記載の発光装置。

[請求項41] 上記励起光源から出射された励起光を屈曲して、上記第1発光部及び上記第2発光部の少なくとも一方に出射する光学部材をさらに備え、  
上記照射範囲変化機構は、上記光学部材を移動させることにより、上記照射範囲を変化させることを特徴とする請求項35～39のいずれか1項に記載の発光装置。

[請求項42] 上記励起光源は、青色領域の発振波長を有する光を上記励起光として出射し、

上記第1発光部は、黄色領域にピーク波長を有する蛍光を、上記第

1の蛍光として発する第1蛍光体を含むことを特徴とする請求項35～41のいずれか1項に記載の発光装置。

[請求項43] 上記第1蛍光体は、 $\beta$ -SiAlON:Eu蛍光体であることを特徴とする請求項42に記載の発光装置。

[請求項44] 上記第2発光部は、赤色領域にピーク波長を有する蛍光を、上記第2の蛍光として発する第2蛍光体を含むことを特徴とする請求項35～43のいずれか1項に記載の発光装置。

[請求項45] ユーザ操作を受け付ける入力手段を備え、  
上記照射範囲変化機構は、上記入力手段が受け付けたユーザ操作に従って動作することを特徴とする請求項35～44のいずれか1項に記載の発光装置。

[請求項46] 上記第1蛍光体は、イットリウム・アルミニウム・ガーネットであることを特徴とする請求項28または42に記載の発光装置。

[請求項47] 上記第2蛍光体は、CASN:Eu蛍光体又はSCASN:Eu蛍光体であることを特徴とする請求項17、29または44に記載の発光装置。

[請求項48] 出射点から出射される励起光を発生させる励起光源と、  
上記励起光を受けて第1の蛍光を発する第1発光部と、  
上記励起光を受けて上記第1の蛍光とは異なる色の第2の蛍光を発することができる第2発光部と、  
上記第2発光部と上記出射点との相対的な位置関係を変化させることにより、上記第2の蛍光の発生量を変化させる位置制御部と、を備え、  
上記第1発光部および上記第2発光部は、上記発光部として機能し、  
上記位置制御部は、上記特性変化機構として機能することを特徴とする請求項11に記載の発光装置。

[請求項49] 励起光を発生させる励起光源と、

上記励起光源からの励起光を受けて第1の蛍光を発する第1発光部と、

上記第1の蛍光を受けて当該第1発光部の蛍光とは異なる色の第2の蛍光を発することができる第2発光部と、

上記第2発光部と上記第1発光部との相対的な位置関係を変化させることにより、上記第2の蛍光の発生量を変化させる位置制御部と、  
備え、

上記第1発光部および上記第2発光部は、上記発光部として機能し、

上記位置制御部は、上記特性変化機構として機能することを特徴とする請求項11に記載の発光装置。

[請求項50] 上記位置制御部は、上記第2発光部と上記励起光の光軸との間の距離を変化させることを特徴とする請求項48または49に記載の発光装置。

[請求項51] 上記第2発光部は、複数存在し、  
複数の上記第2発光部が、上記光軸の周りに環状に配設されているときに、

上記位置制御部は、複数の上記第2発光部と上記光軸との距離を変化させることを特徴とする請求項50に記載の発光装置。

[請求項52] 上記位置制御部は、板状の上記第2発光部の位置を変化させることにより、上記第2発光部と上記励起光の光軸との間の距離を変化させることを特徴とする請求項50に記載の発光装置。

[請求項53] 上記位置制御部は、上記第2発光部を、上記励起光の光軸方向に移動させることを特徴とする請求項48から50の何れか1項に記載の発光装置。

[請求項54] 上記第2発光部は、透光性を有することを特徴とする請求項48から53の何れか1項に記載の発光装置。

[請求項55] 上記第2発光部は、ナノ粒子蛍光体を含むことを特徴とする請求項

4 8 から 5 4 の何れか 1 項に記載の発光装置。

[請求項56]

上記励起光源は、半導体レーザであって、

上記半導体レーザと上記第 1 発光部とが離間していることを特徴とする請求項 4 8 から 5 5 の何れか 1 項に記載の発光装置。

[請求項57]

上記励起光源は、発光ダイオードであって、

上記発光ダイオードと上記第 1 発光部とが一体形成されていることを特徴とする請求項 4 8 から 5 5 の何れか 1 項に記載の発光装置。

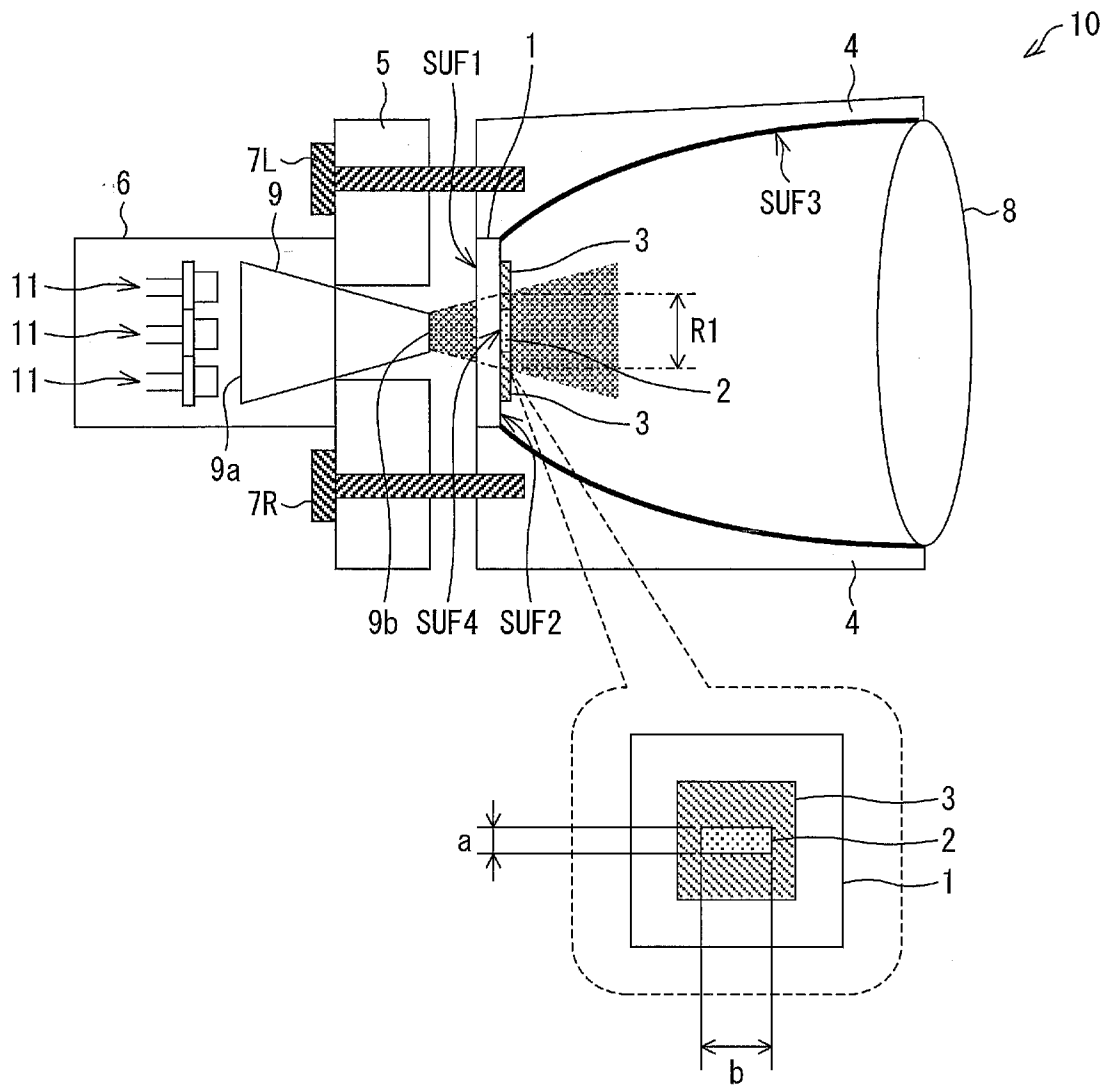
[請求項58]

請求項 1 から 5 7 のいずれか 1 項に記載の発光装置を備えていることを特徴とする照明装置。

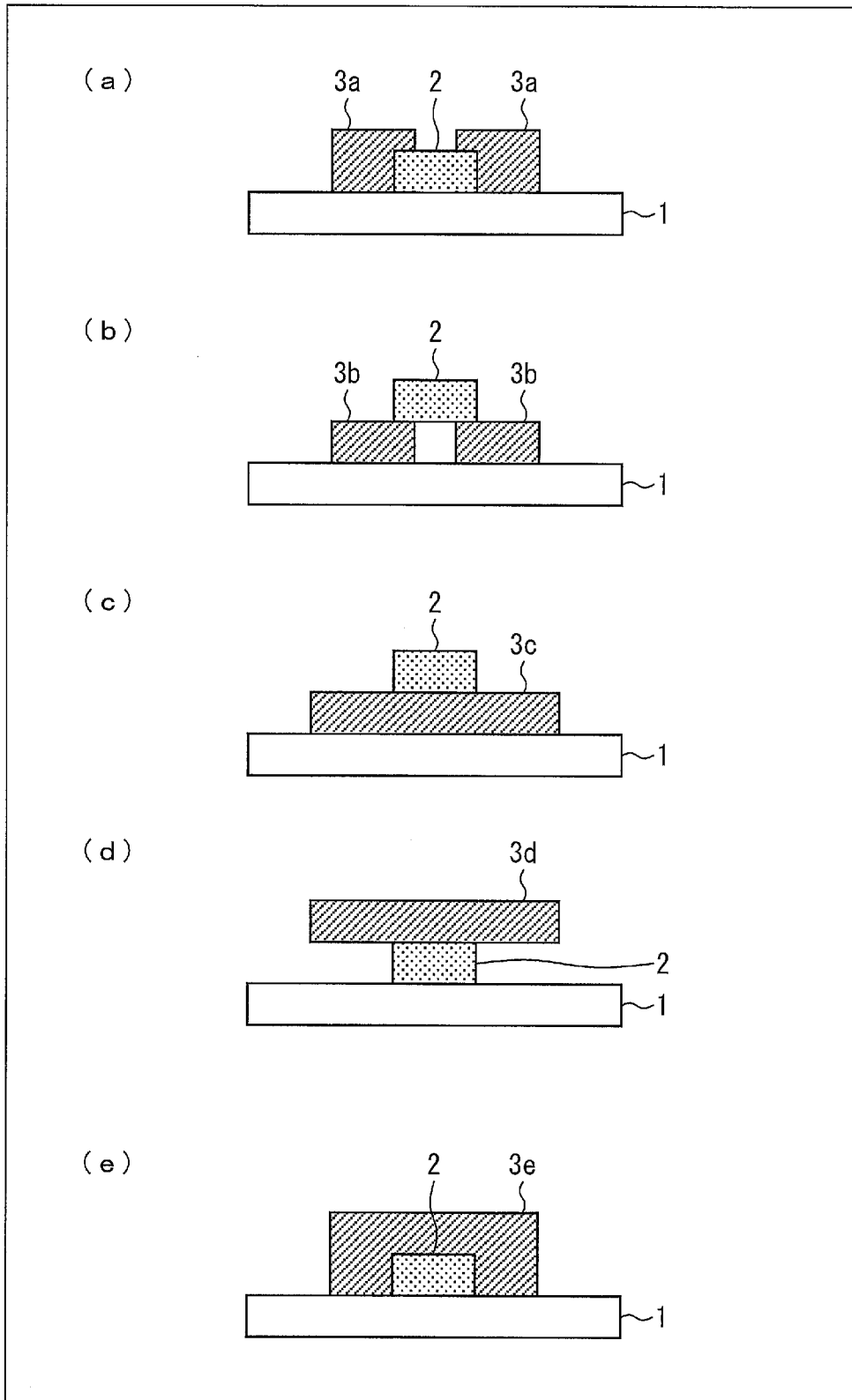
[請求項59]

請求項 1 から 5 7 のいずれか 1 項に記載の発光装置を備えていることを特徴とする前照灯。

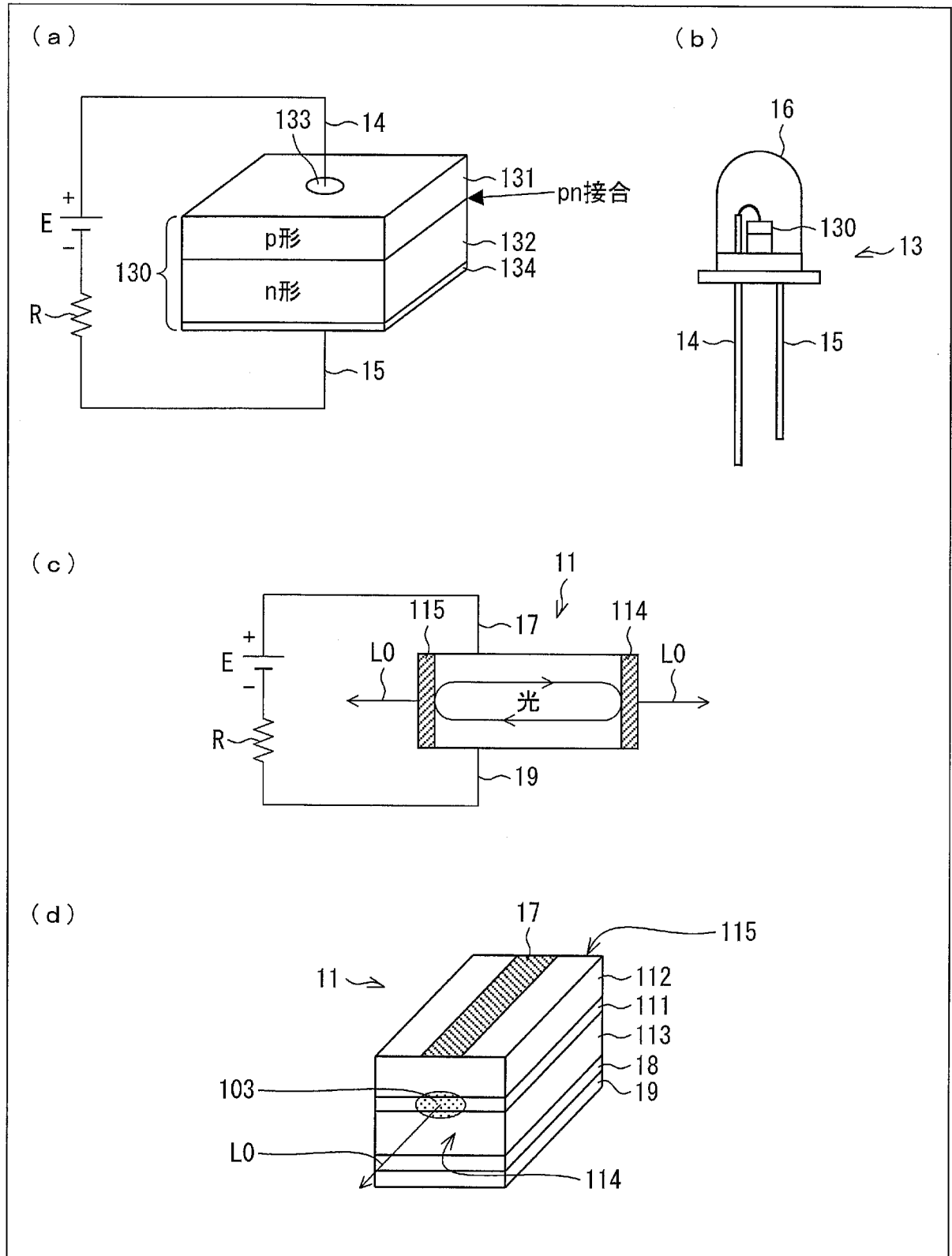
[図1]



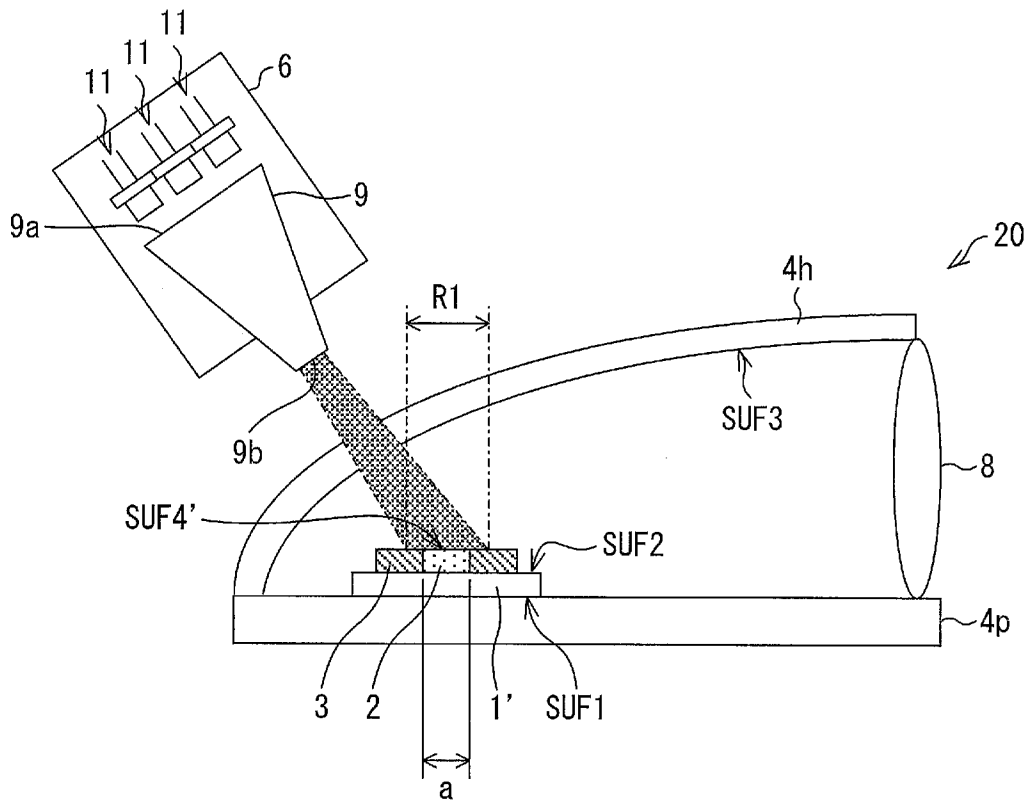
[図2]



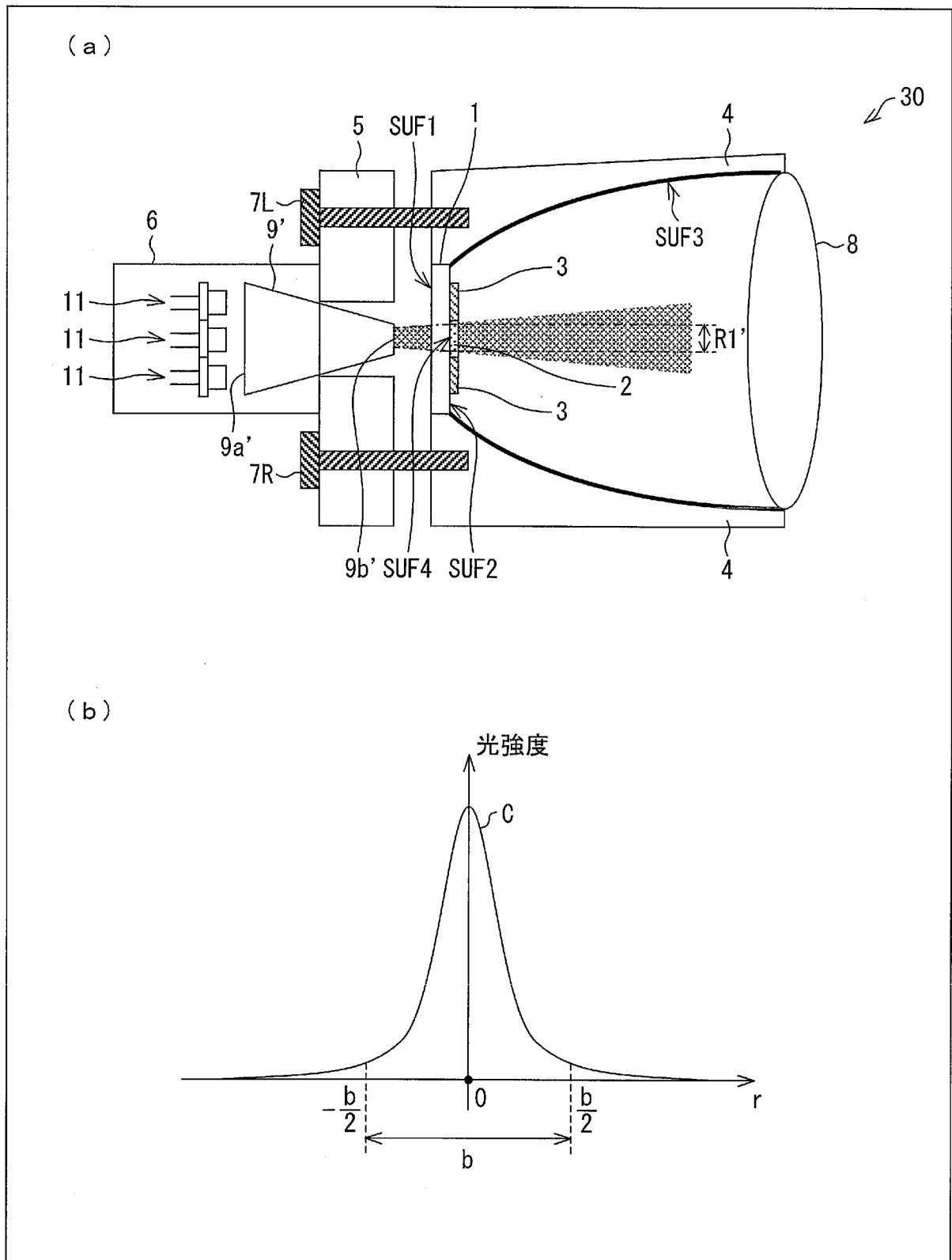
[図3]



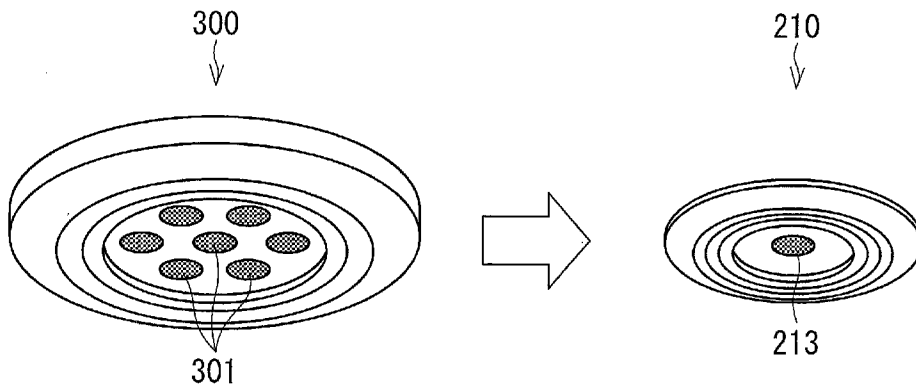
[図4]



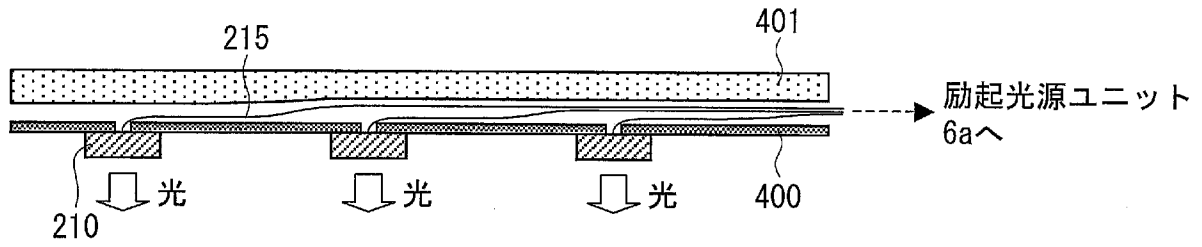
[図5]



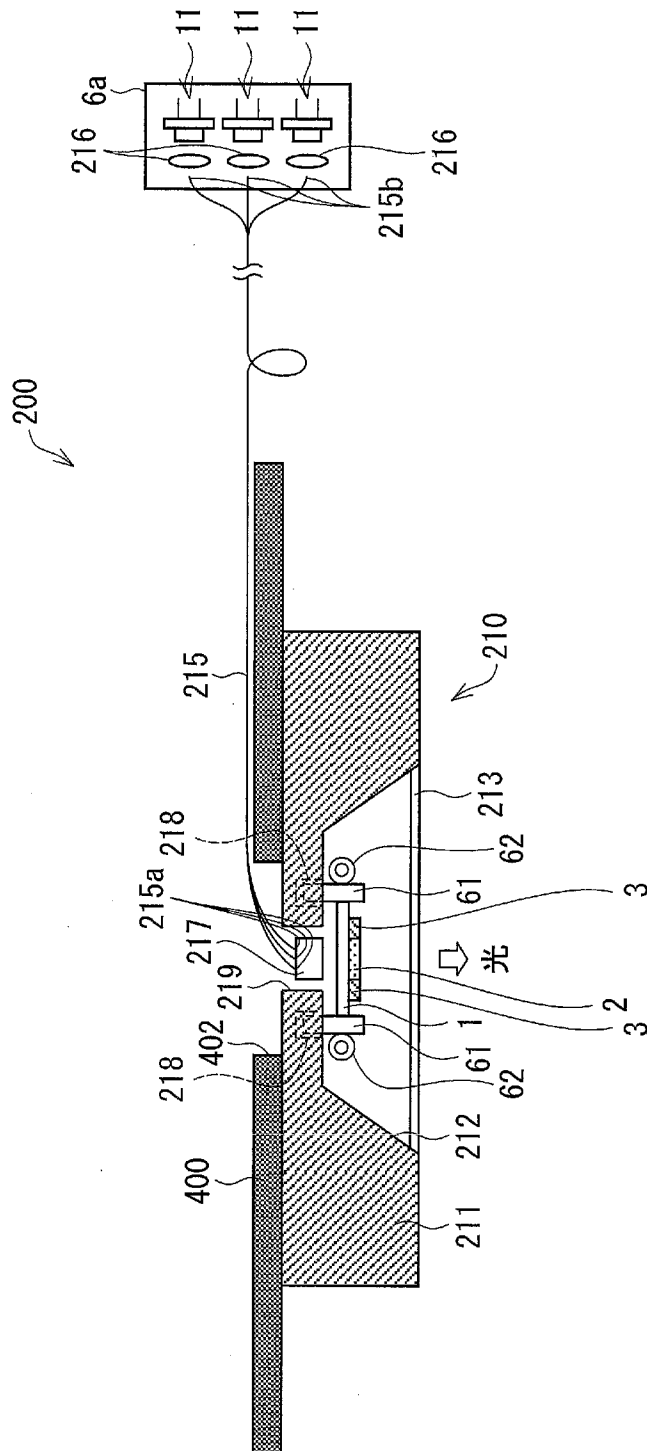
[図6]



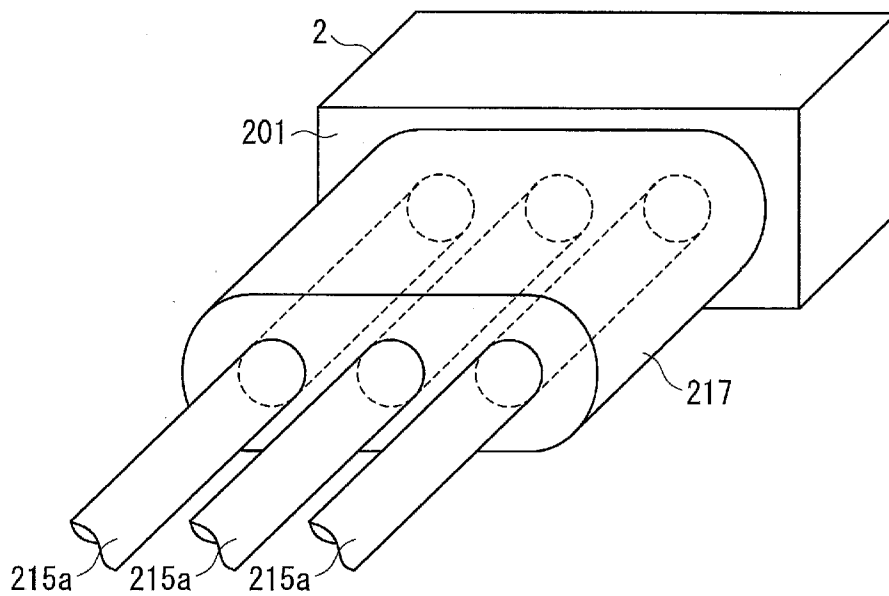
[図7]



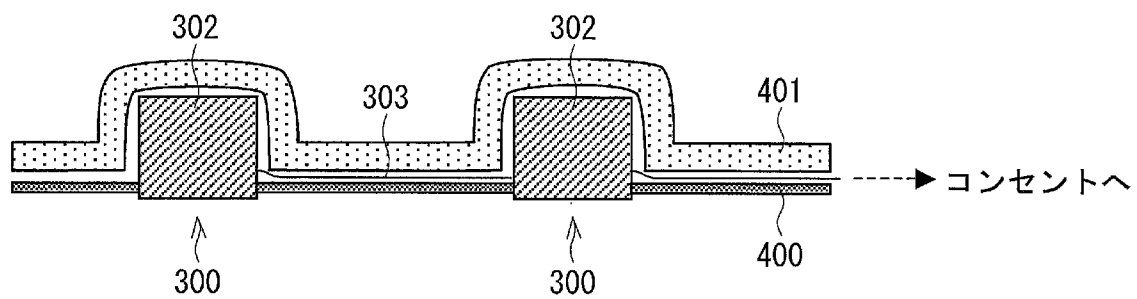
[図8]



[図9]



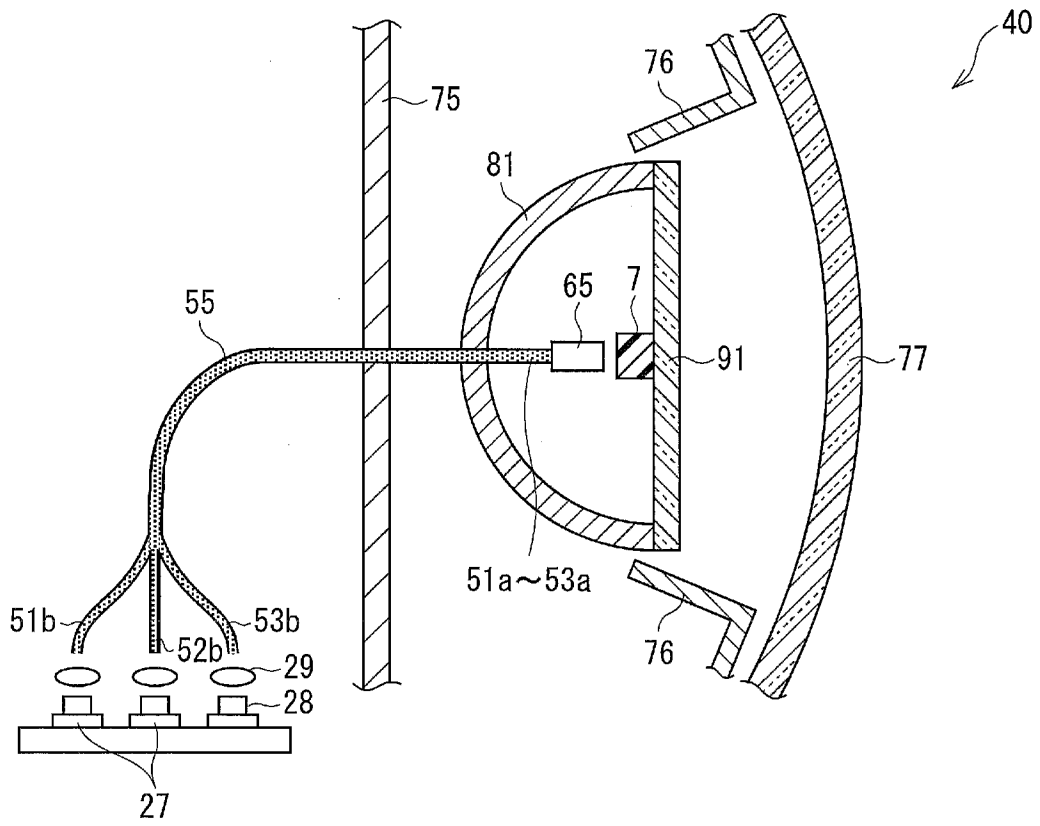
[図10]



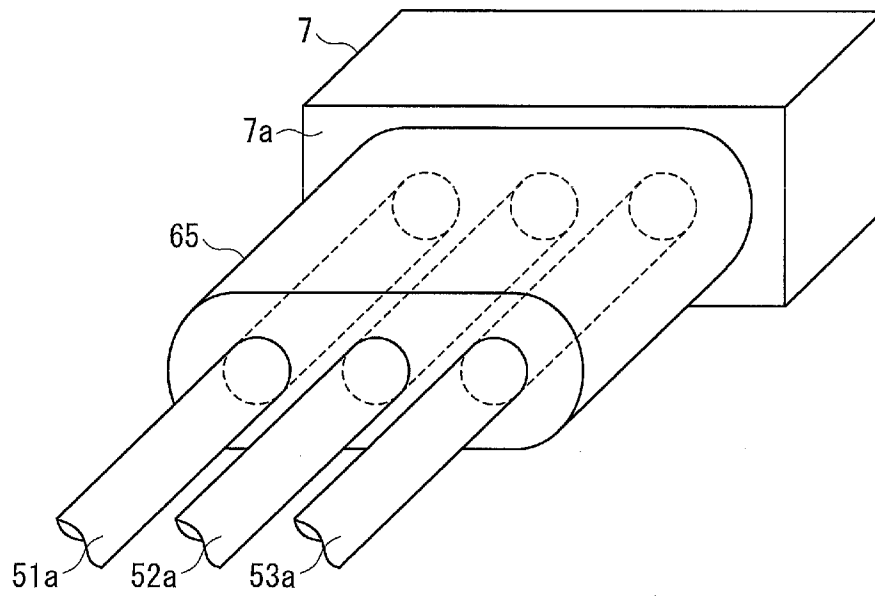
[図11]

	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

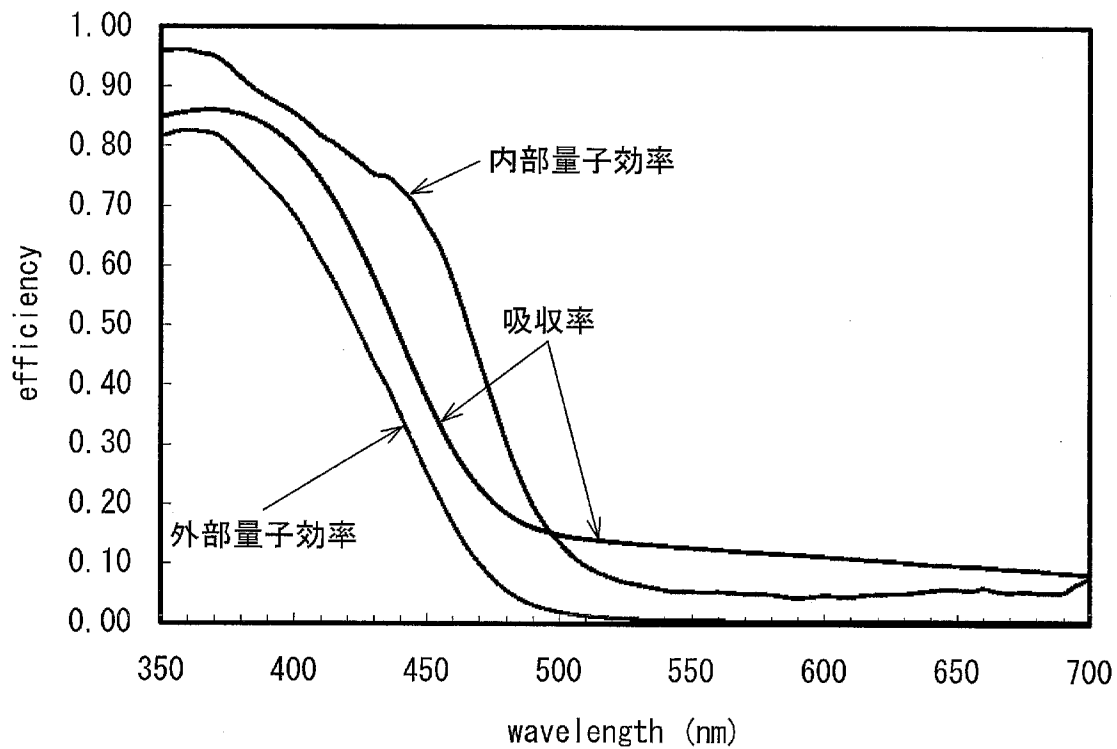
[図12]



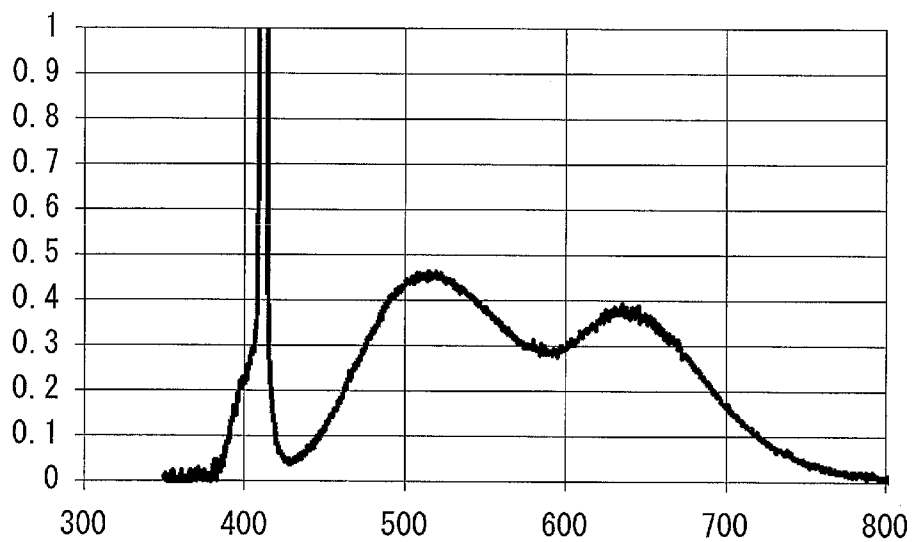
[図13]



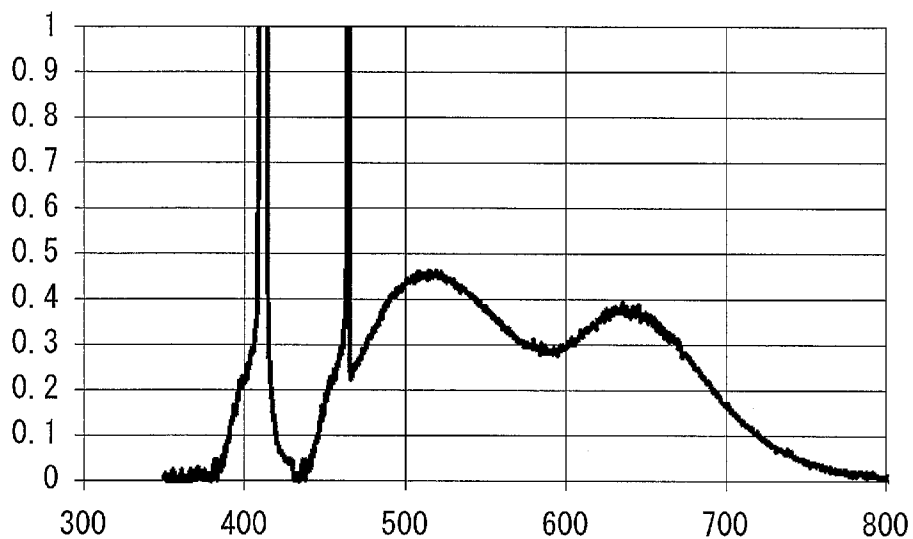
[图14]



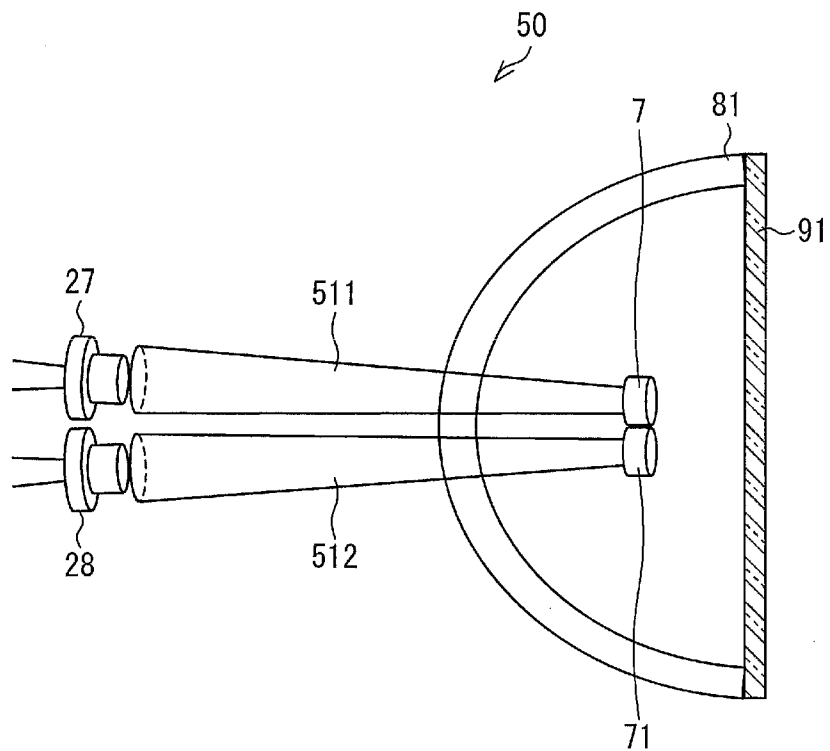
[图15]



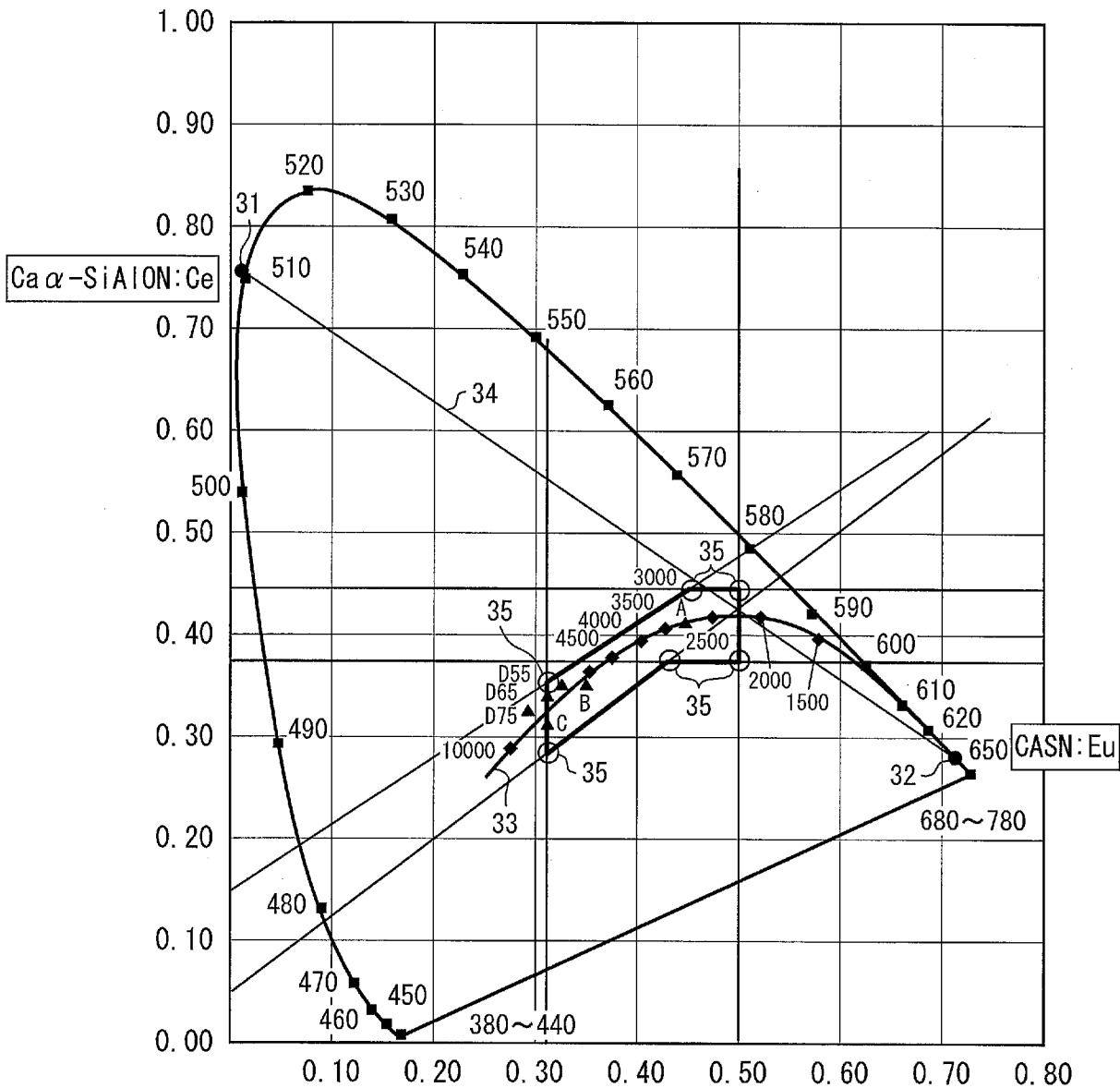
[図16]



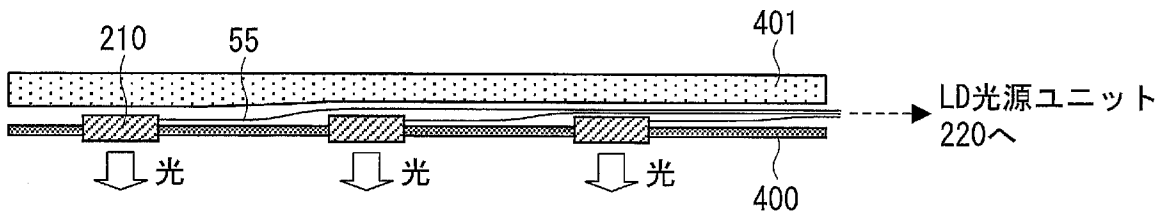
[図17]



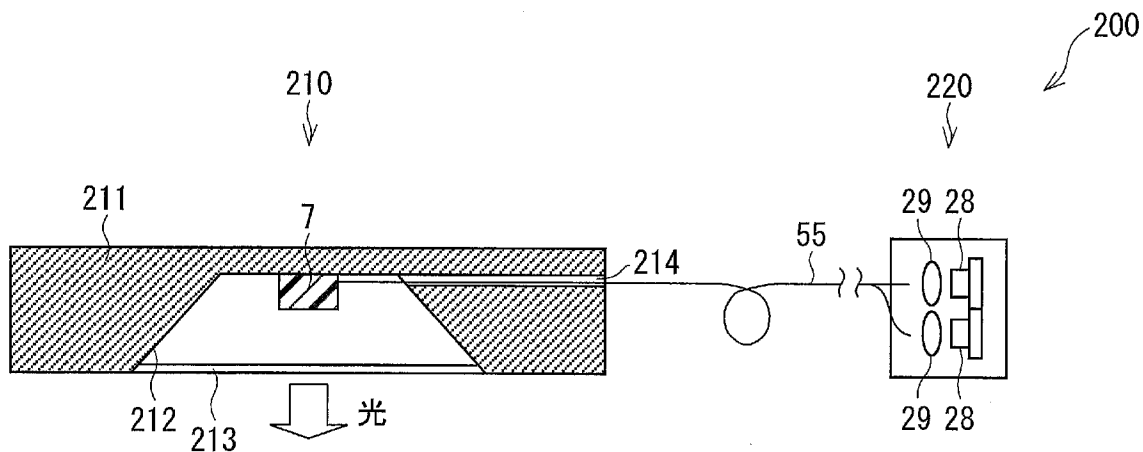
[図18]



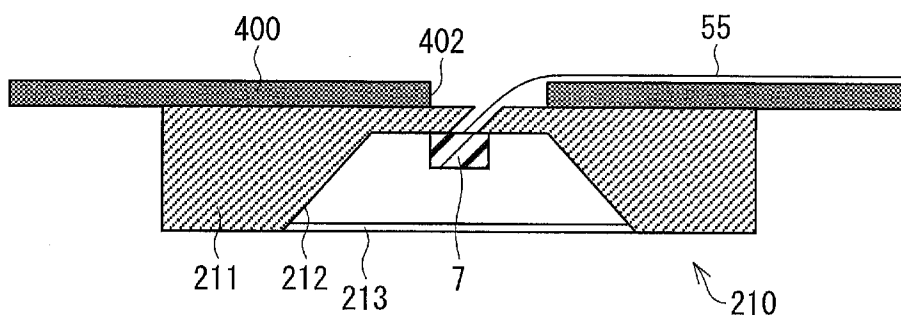
[図19]



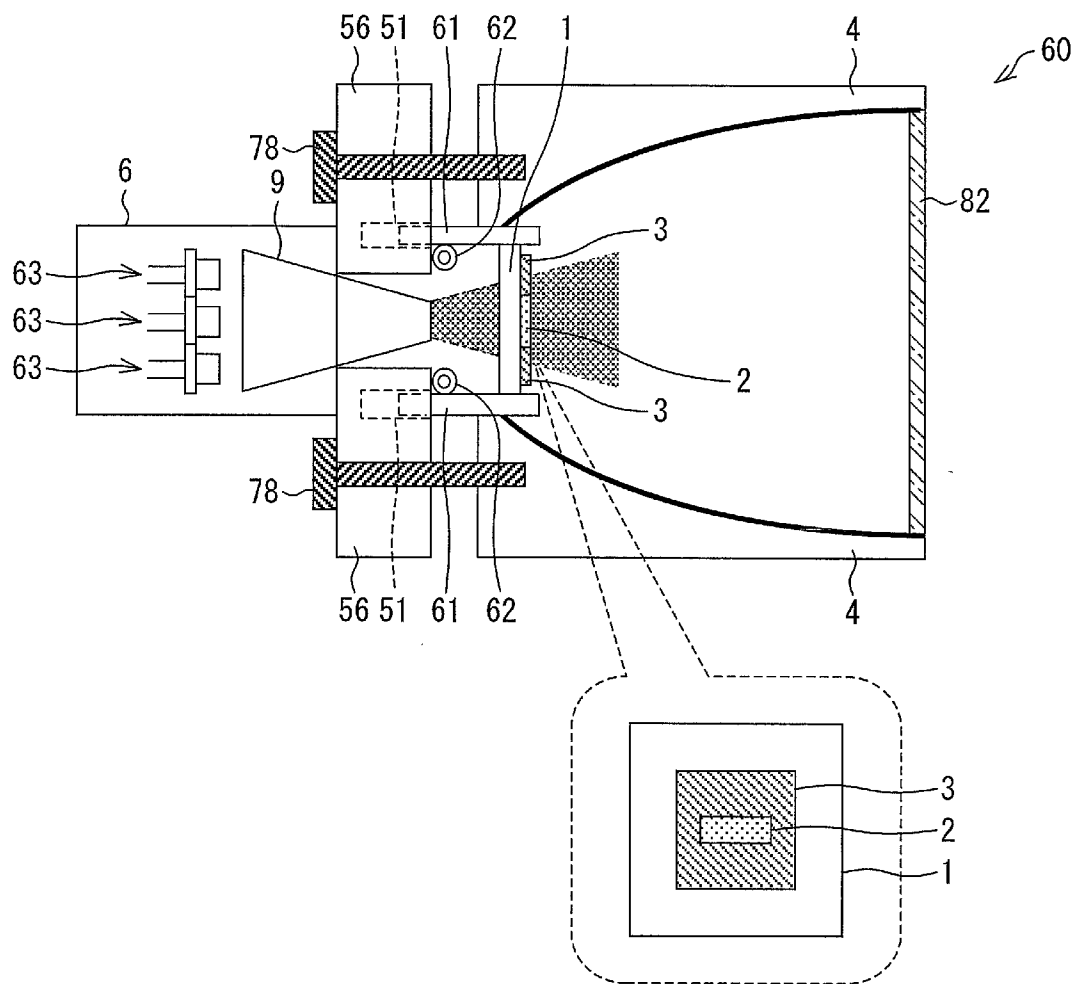
[図20]



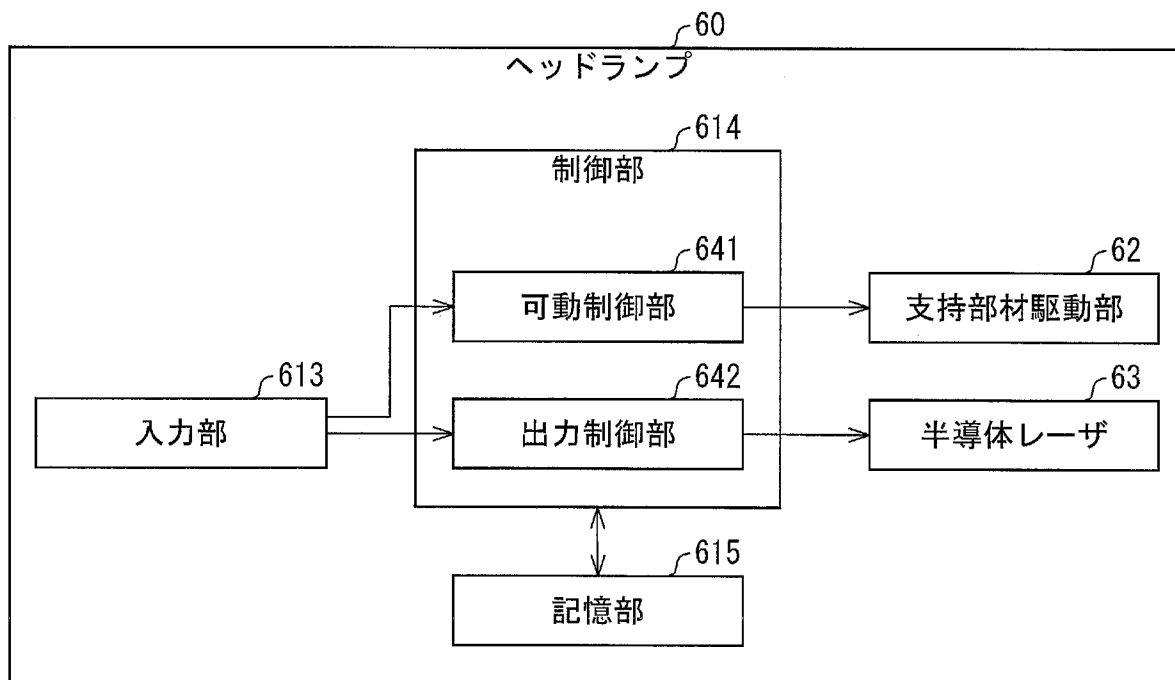
[図21]



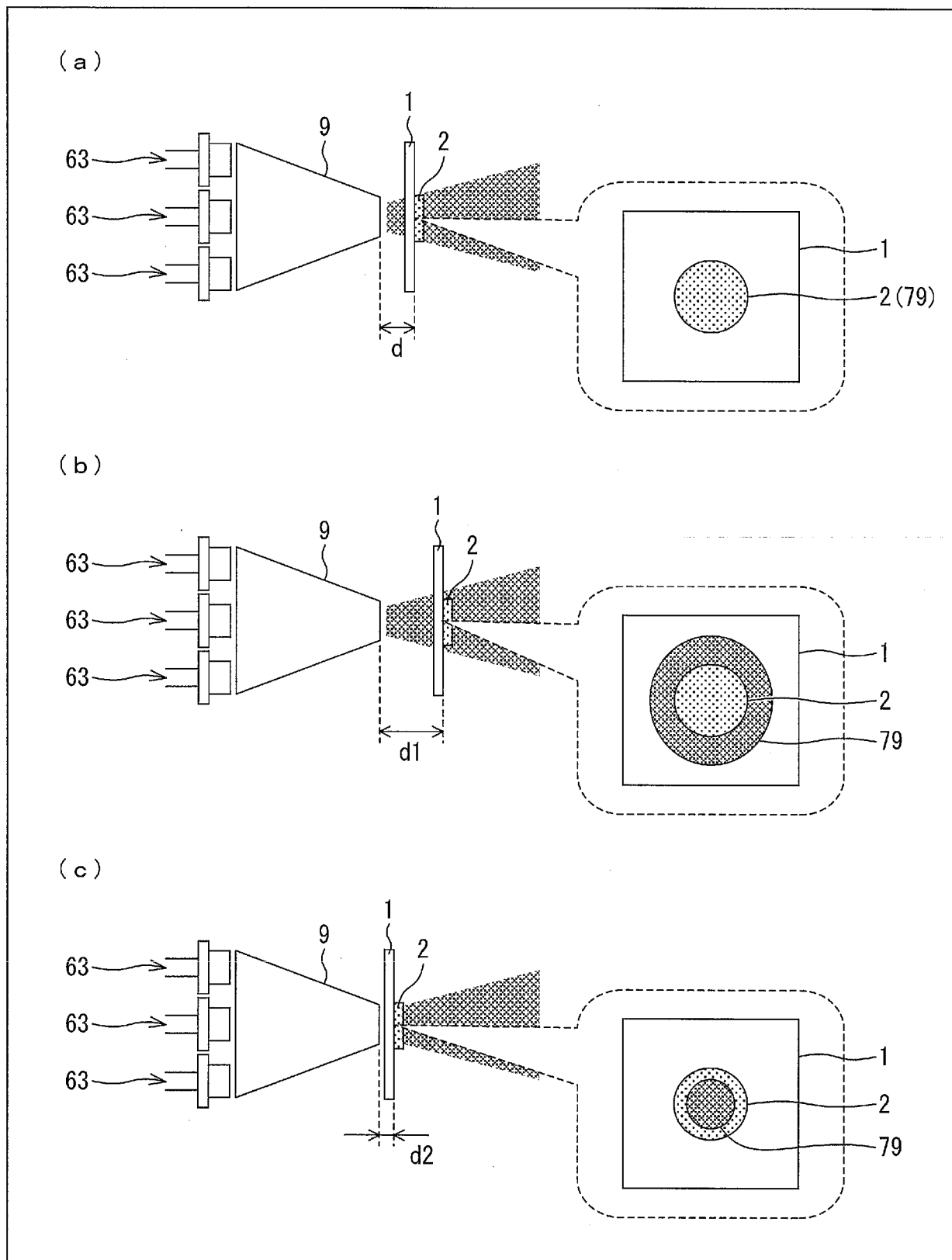
[図22]



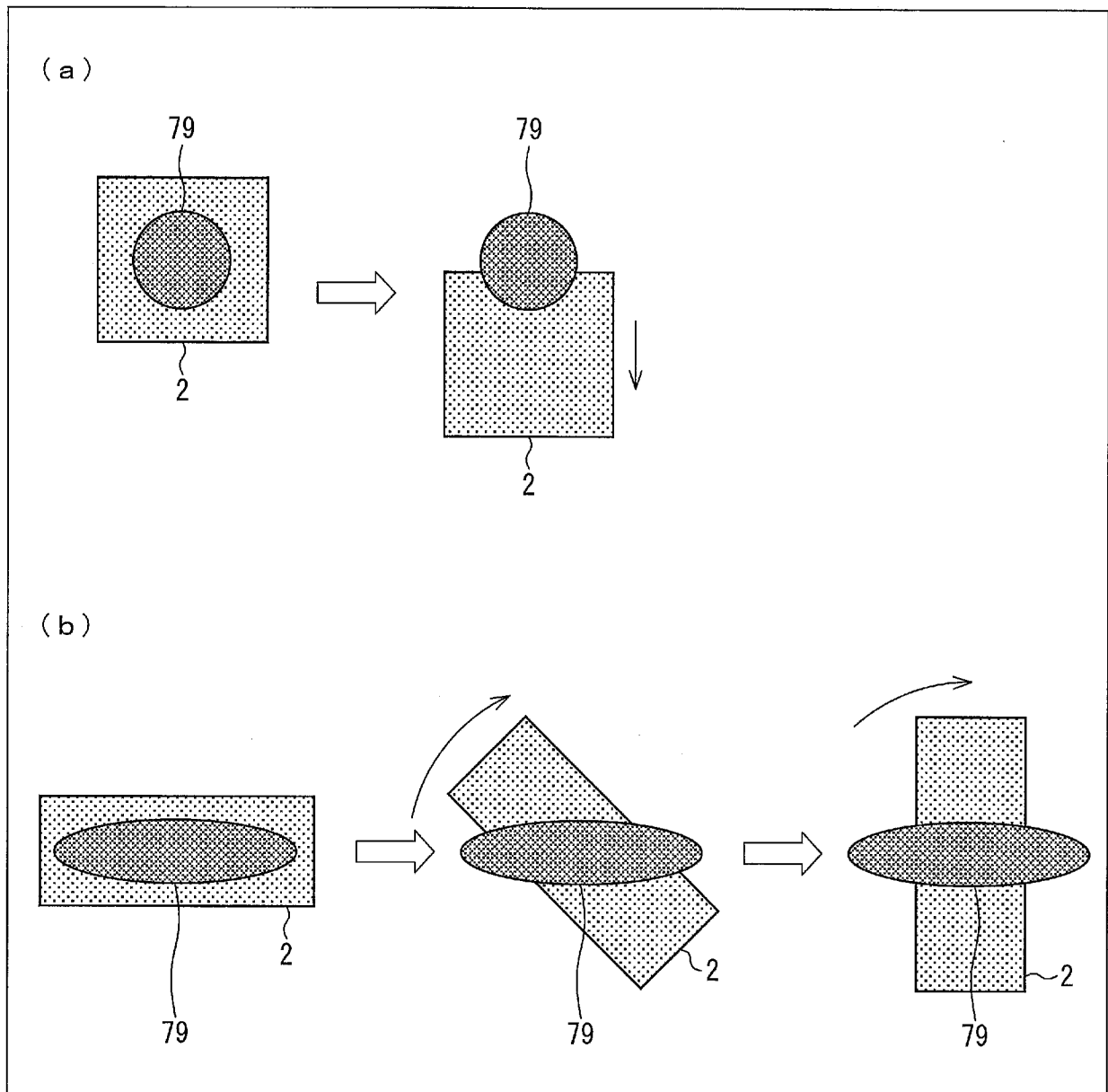
[図23]



[図24]

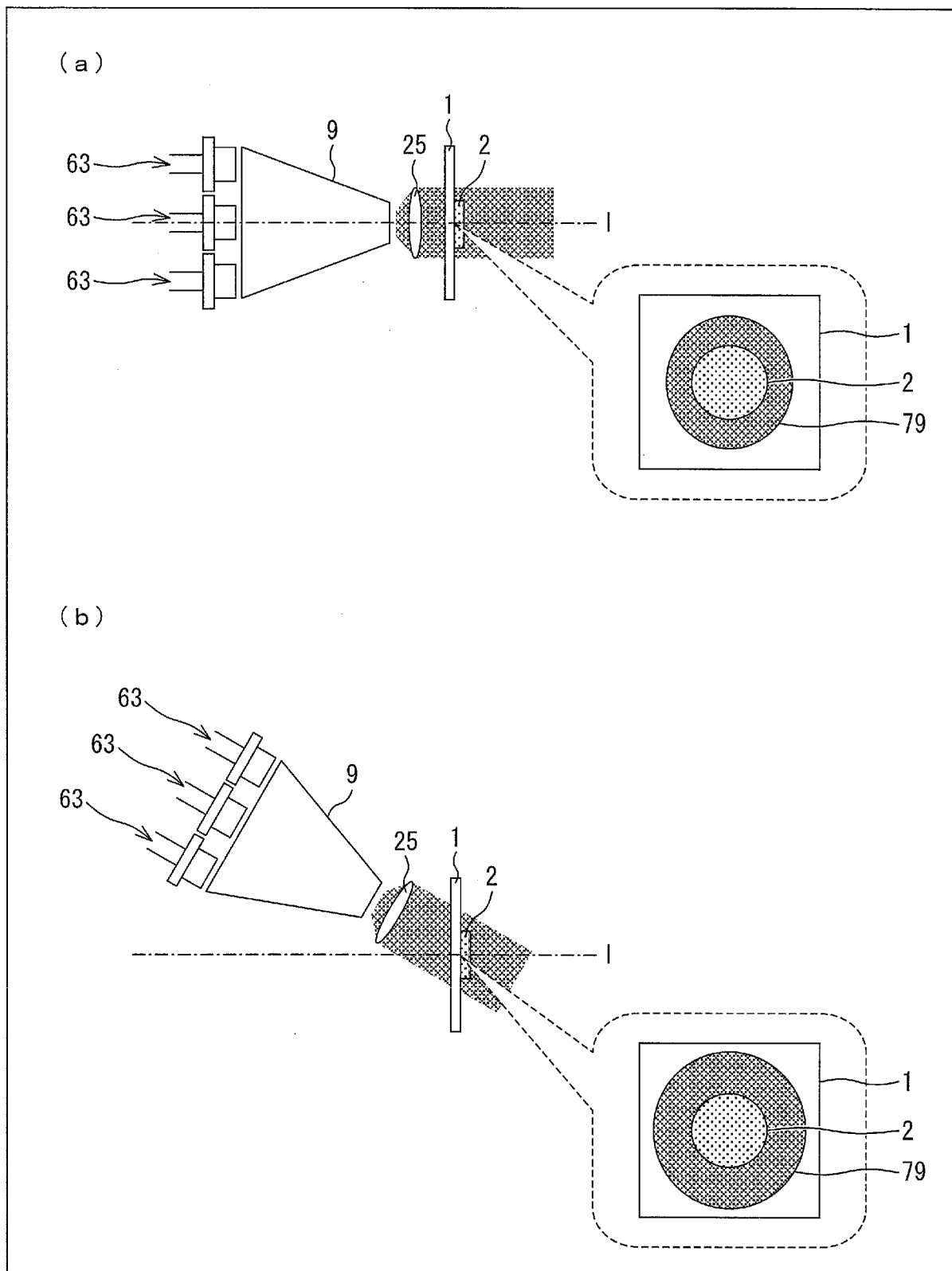


[図25]

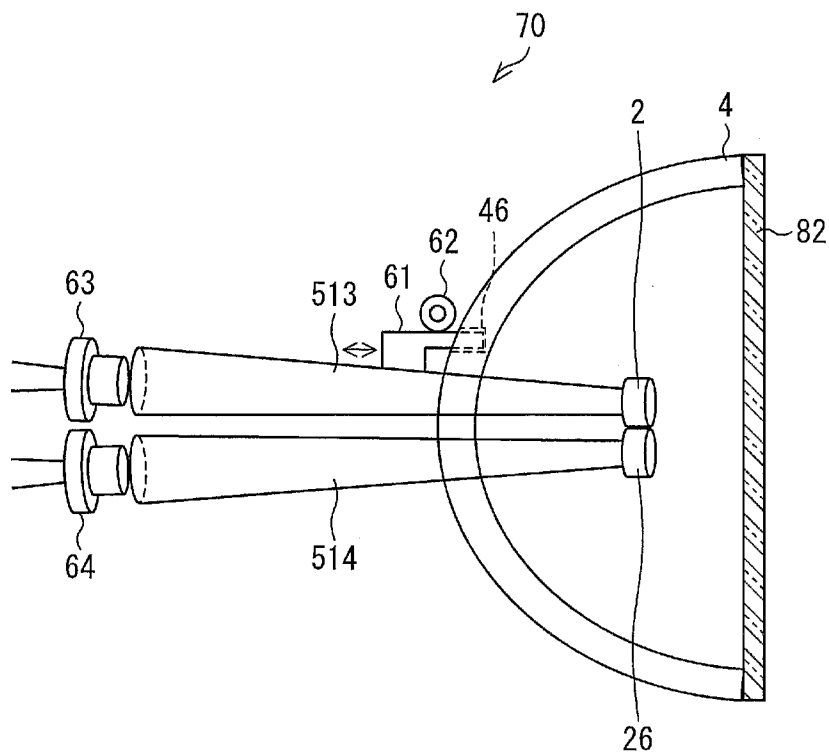




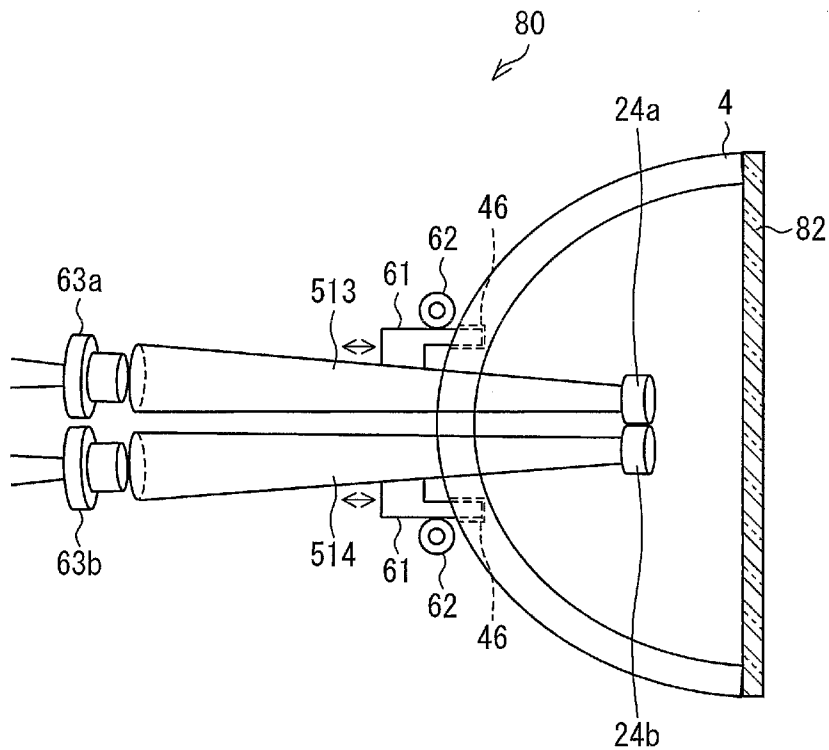
[図28]



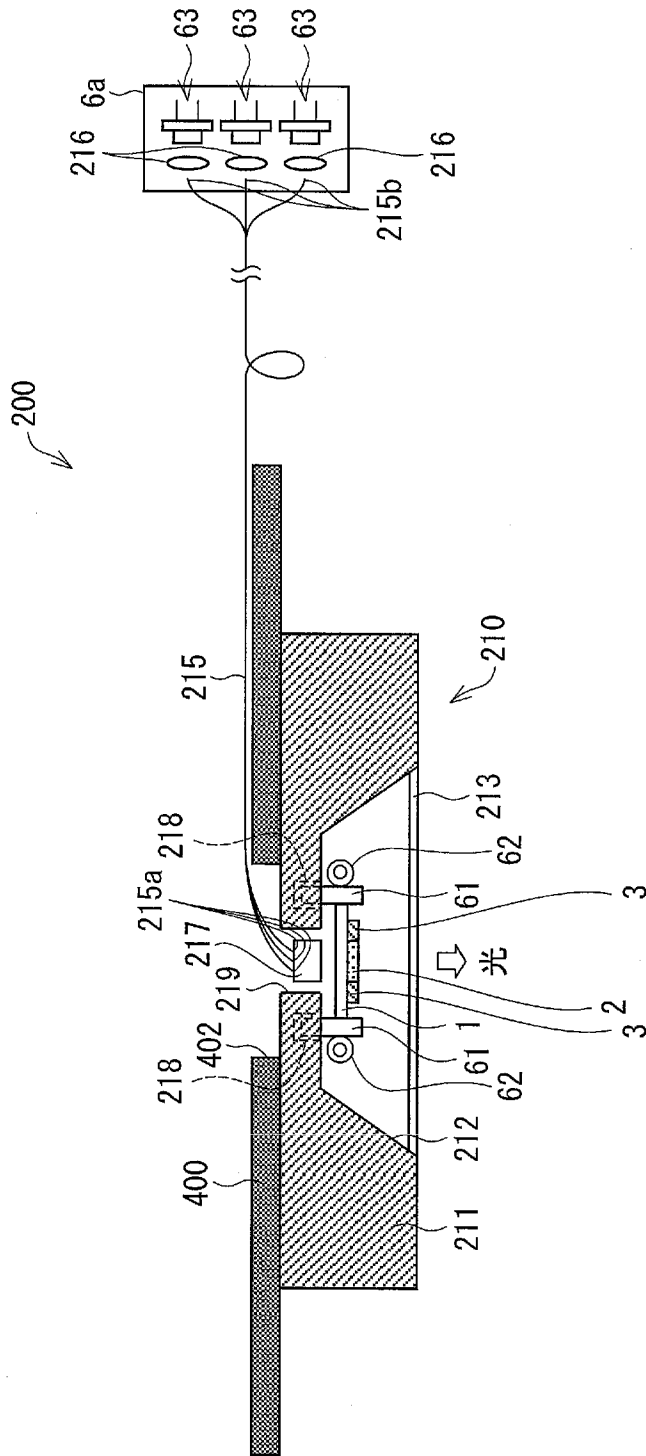
[図29]



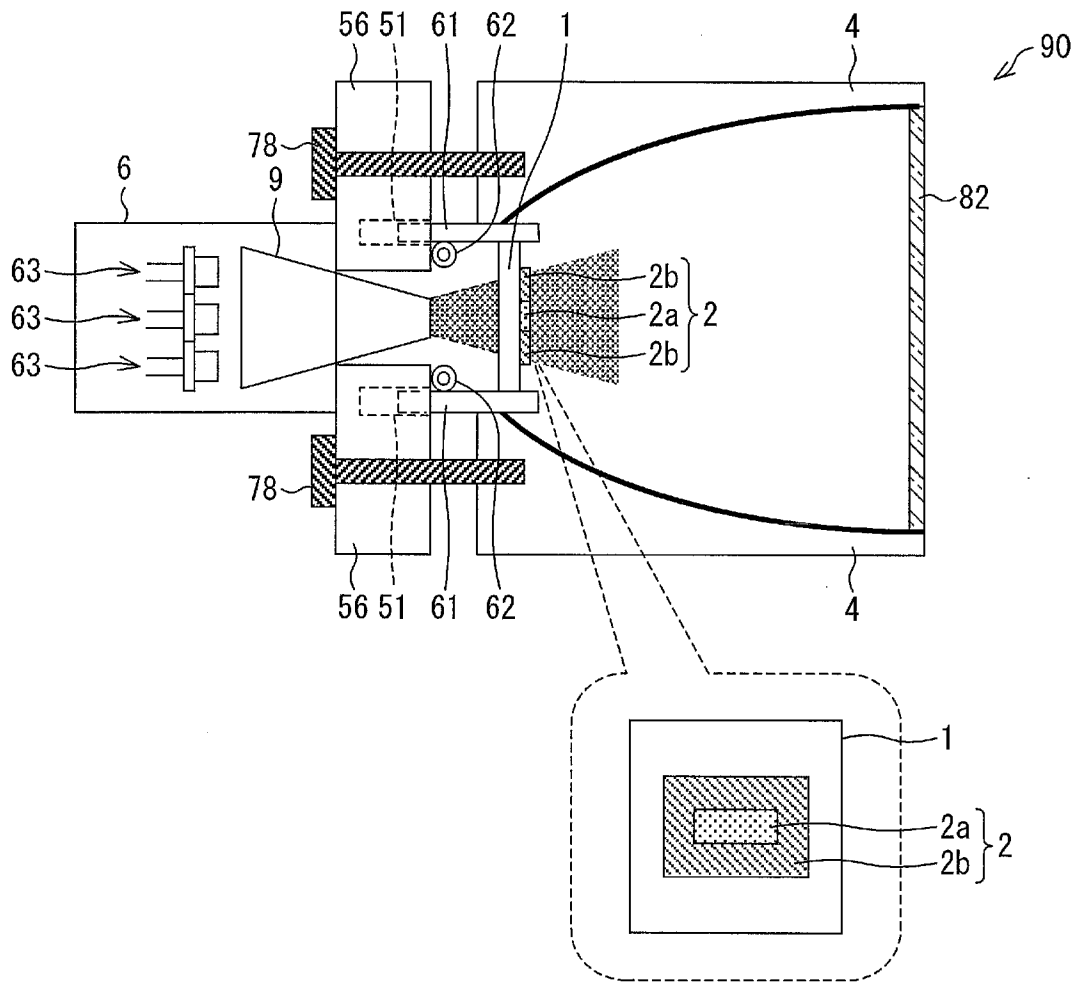
[図30]



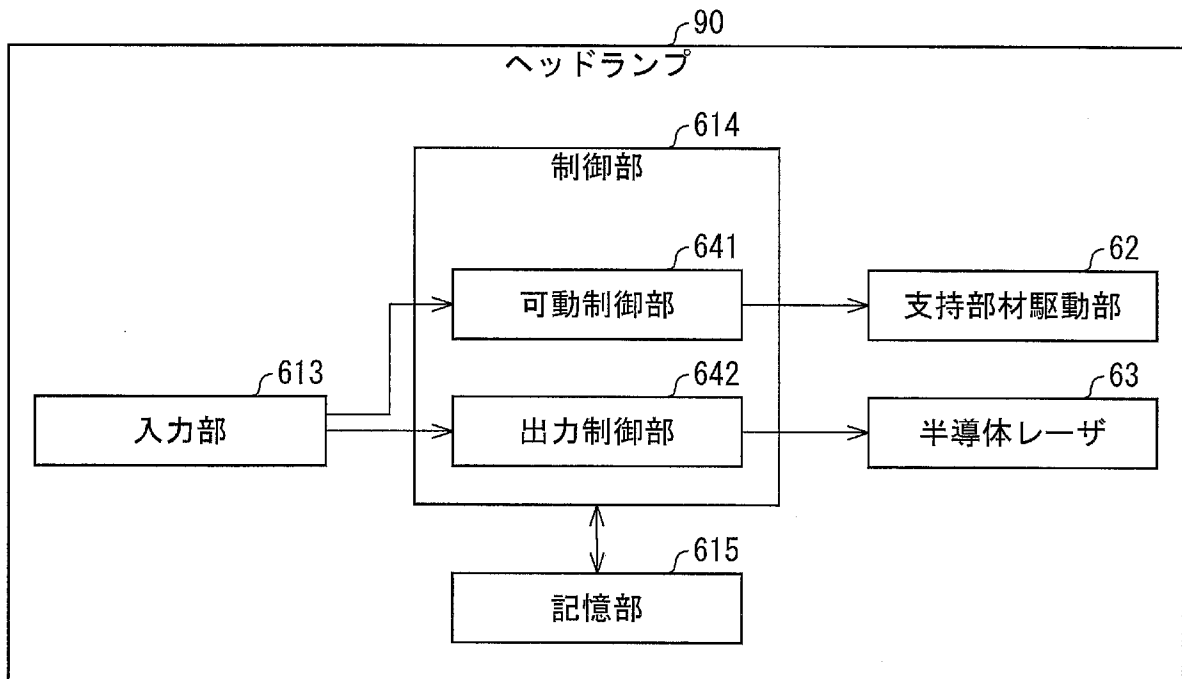
[図31]



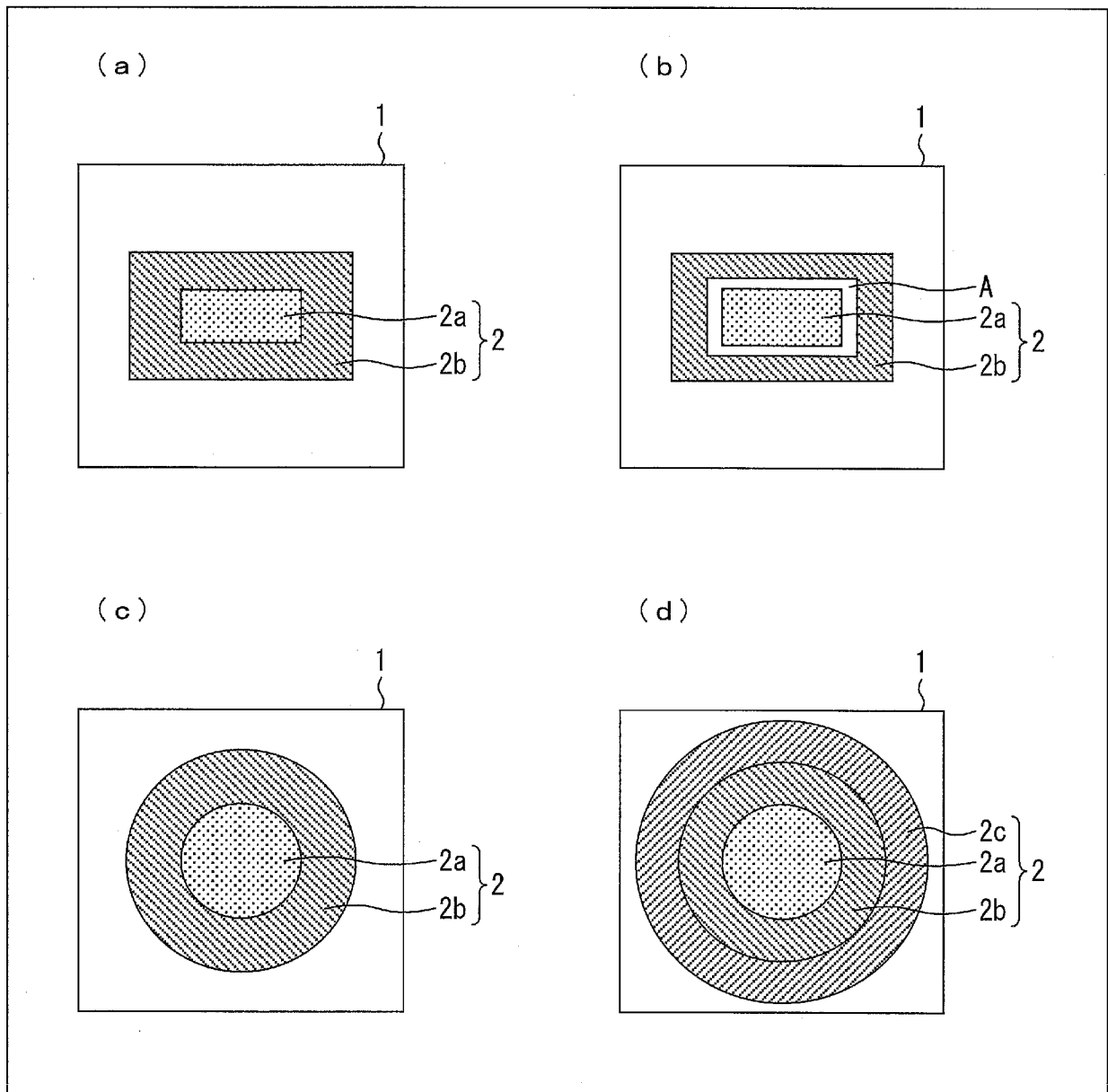
[図32]



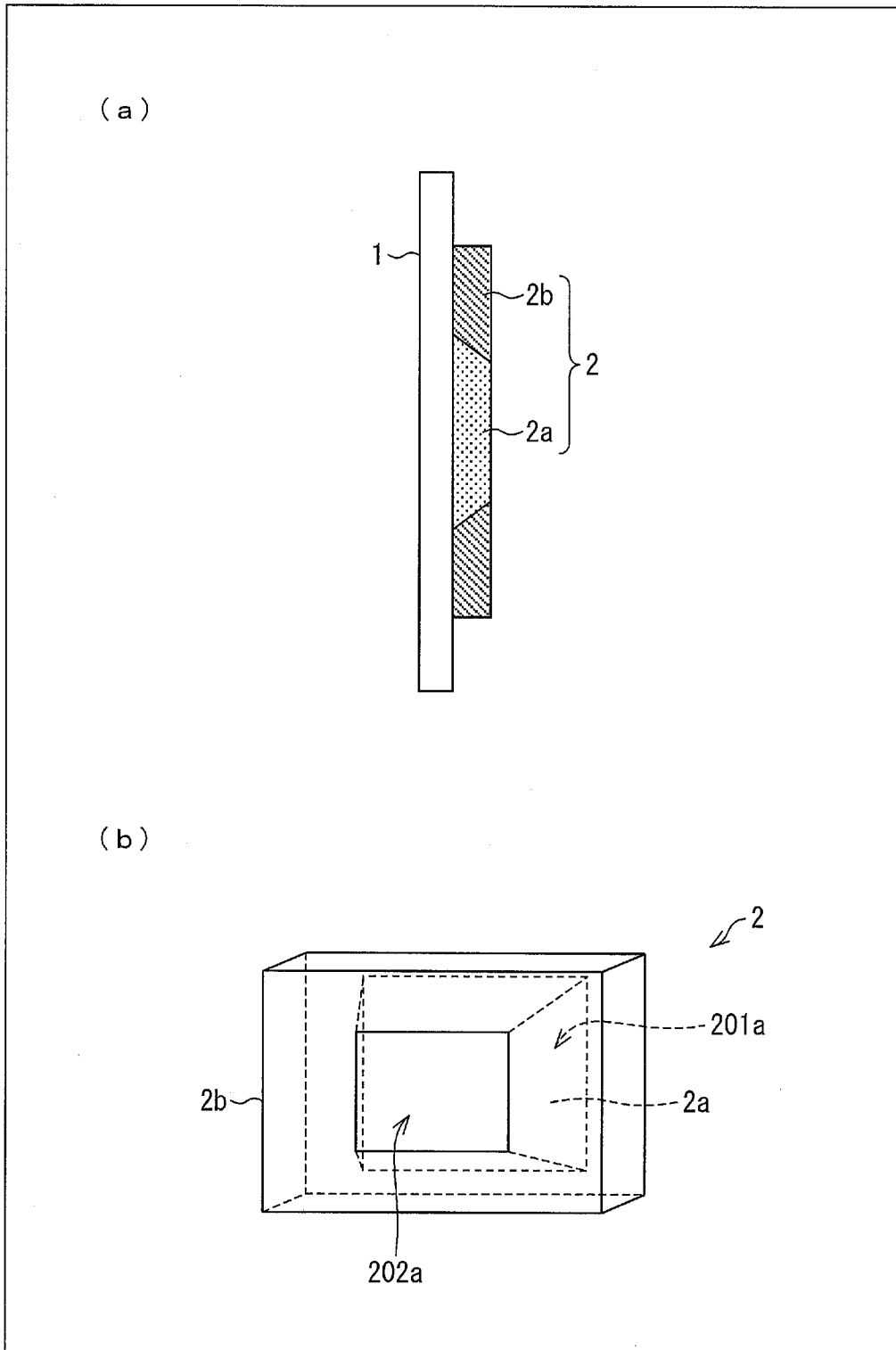
[図33]



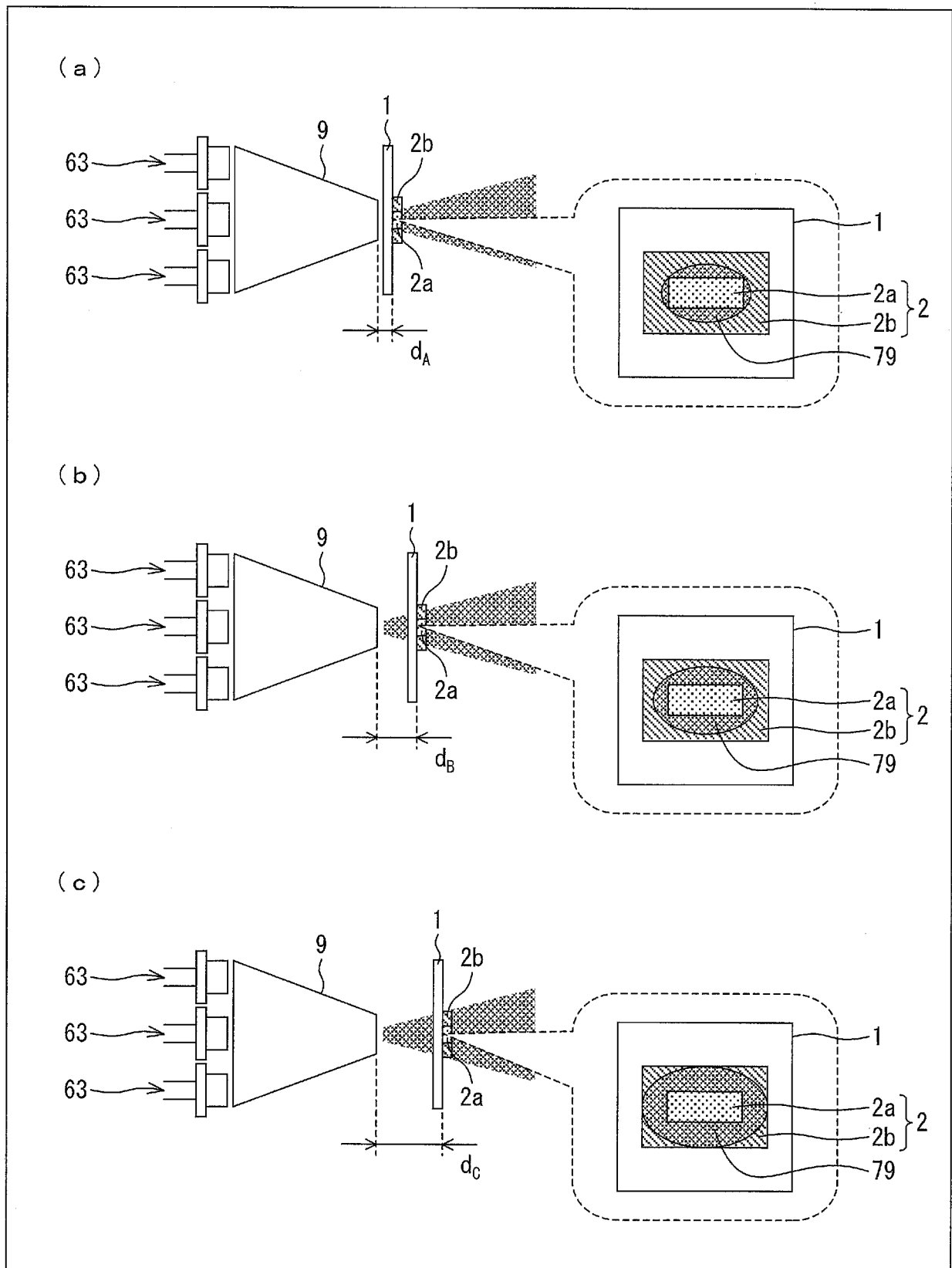
[図34]



[図35]

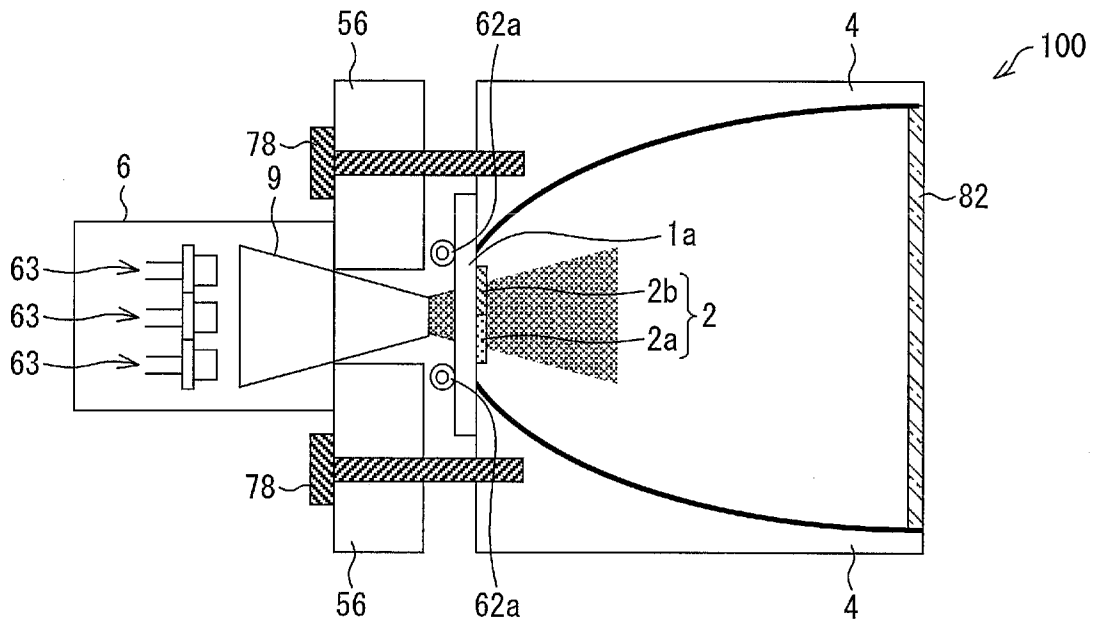


[図36]

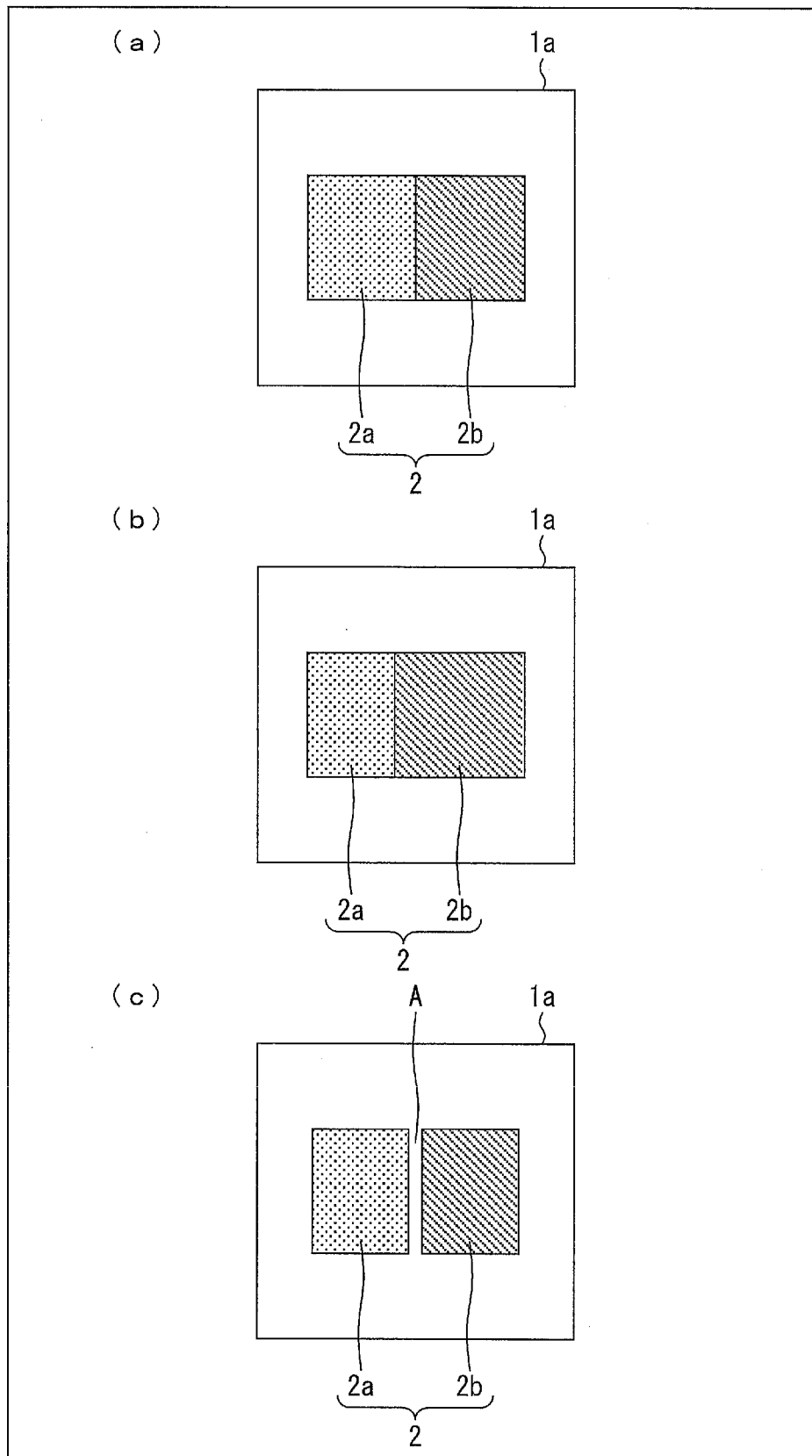




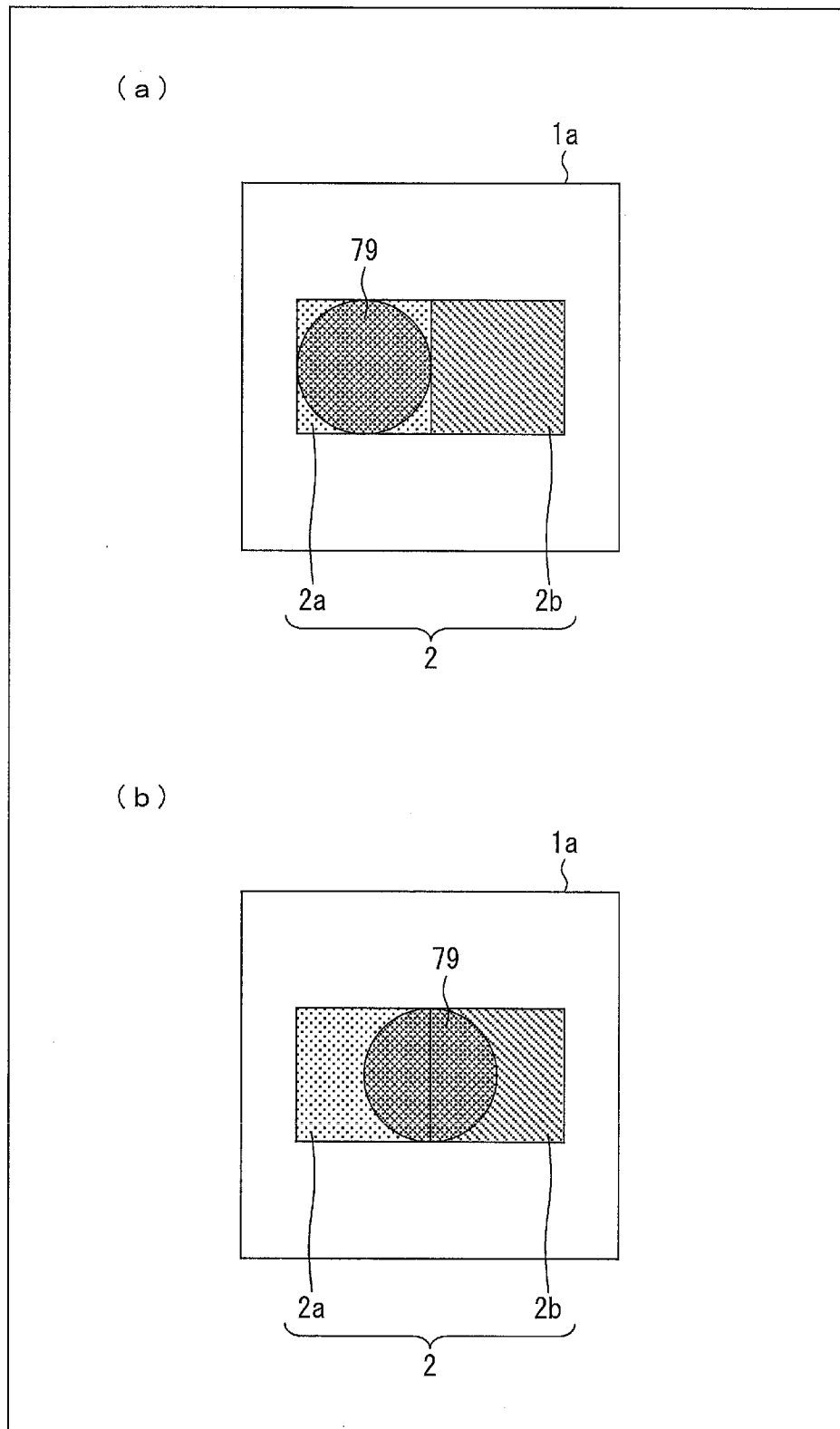
[図39]



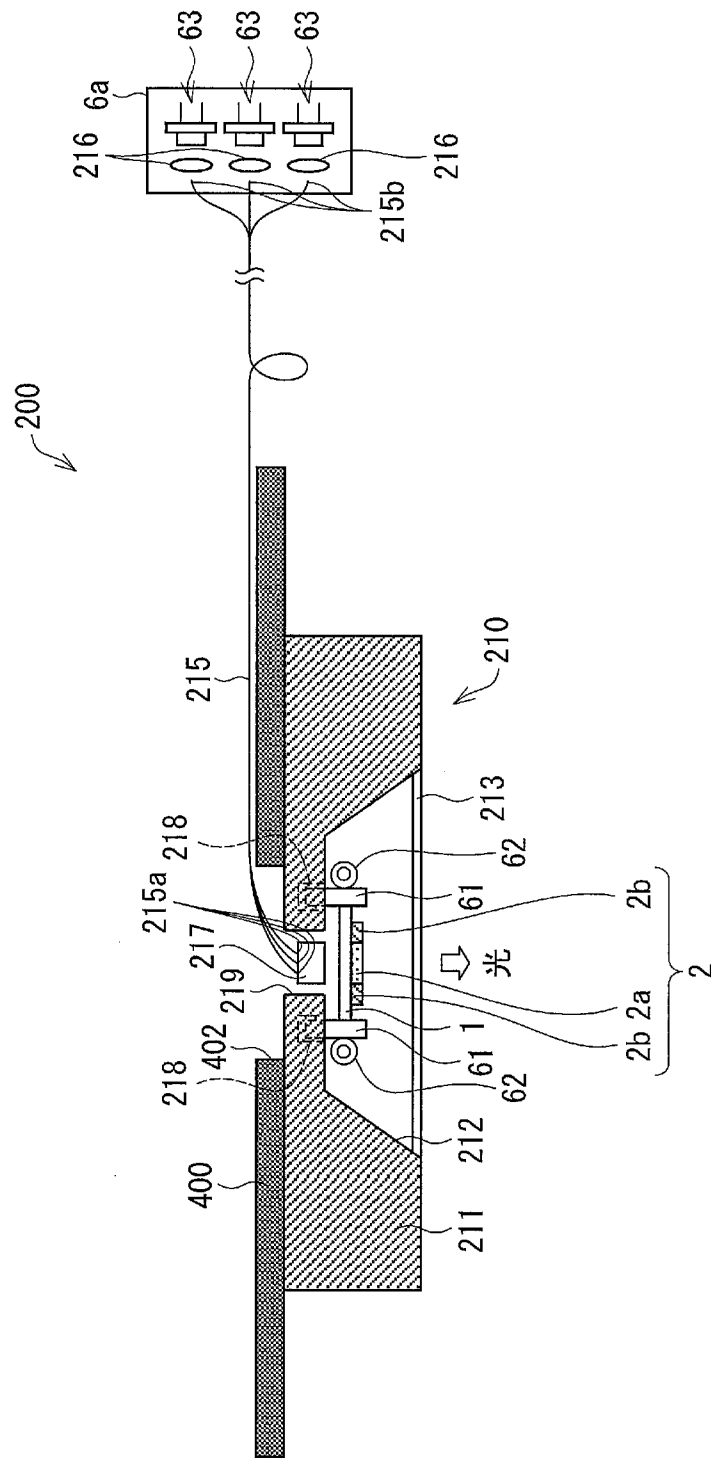
[図40]



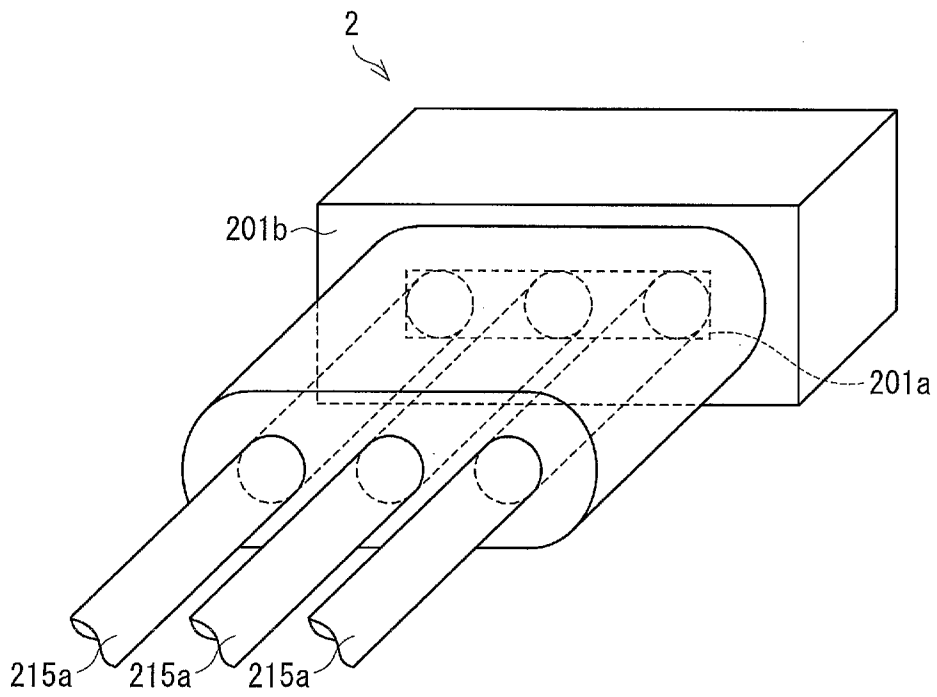
[図41]



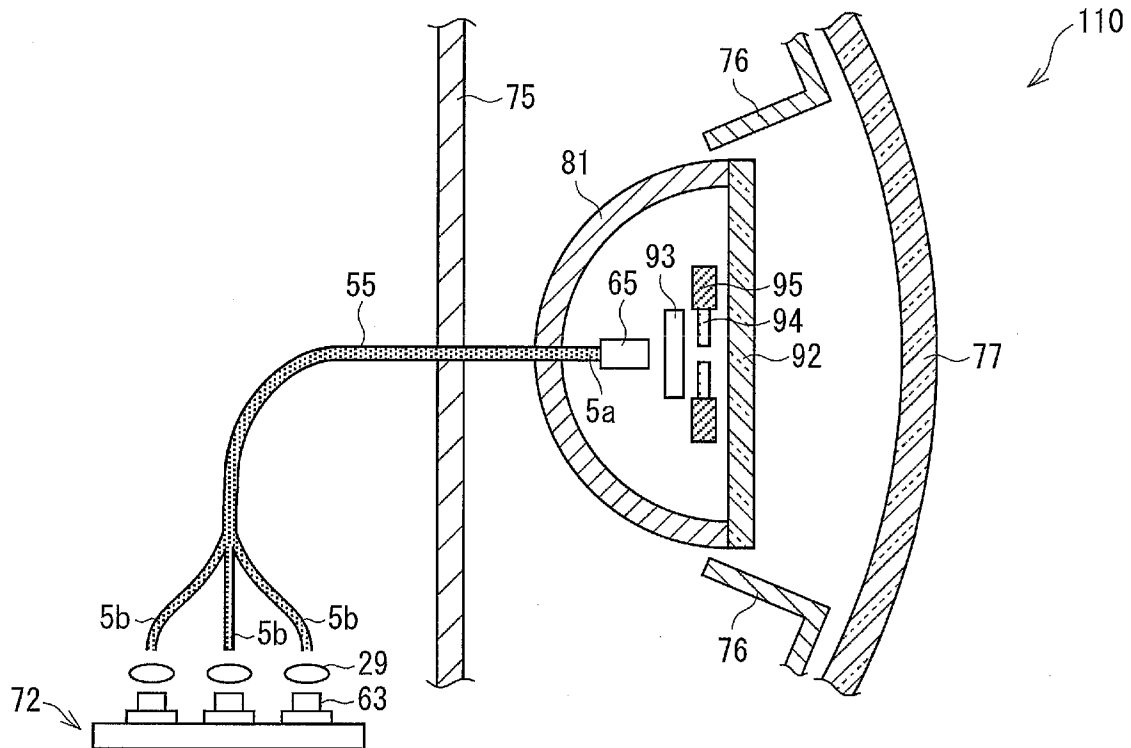
[図42]



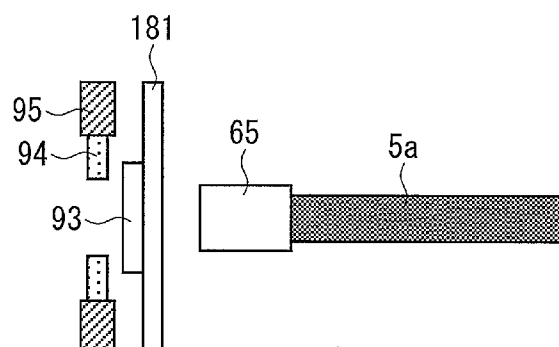
[図43]



[図44]

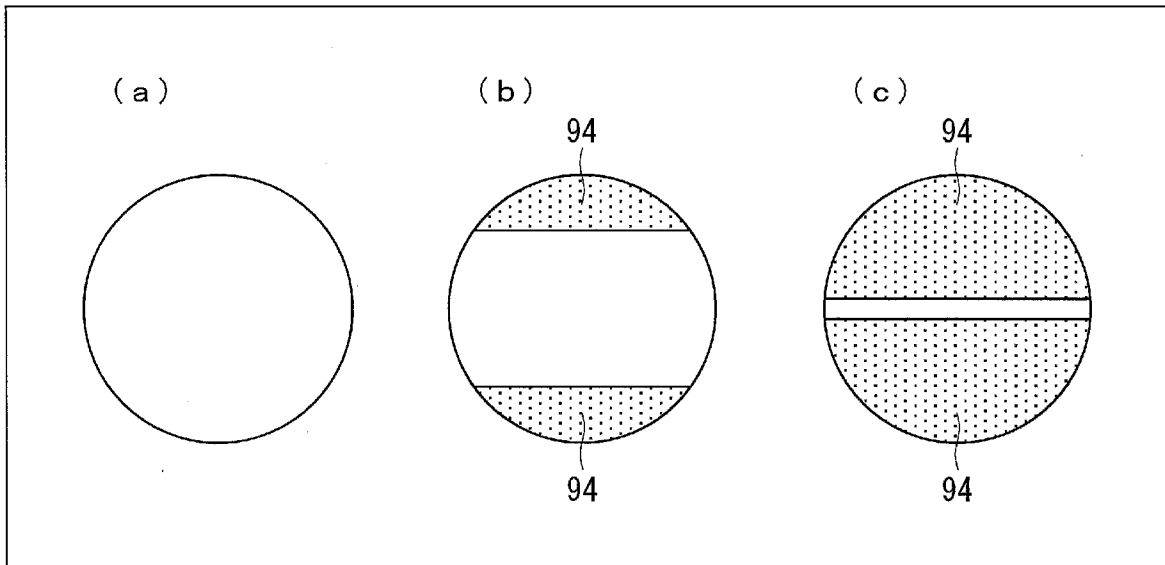


[図45]

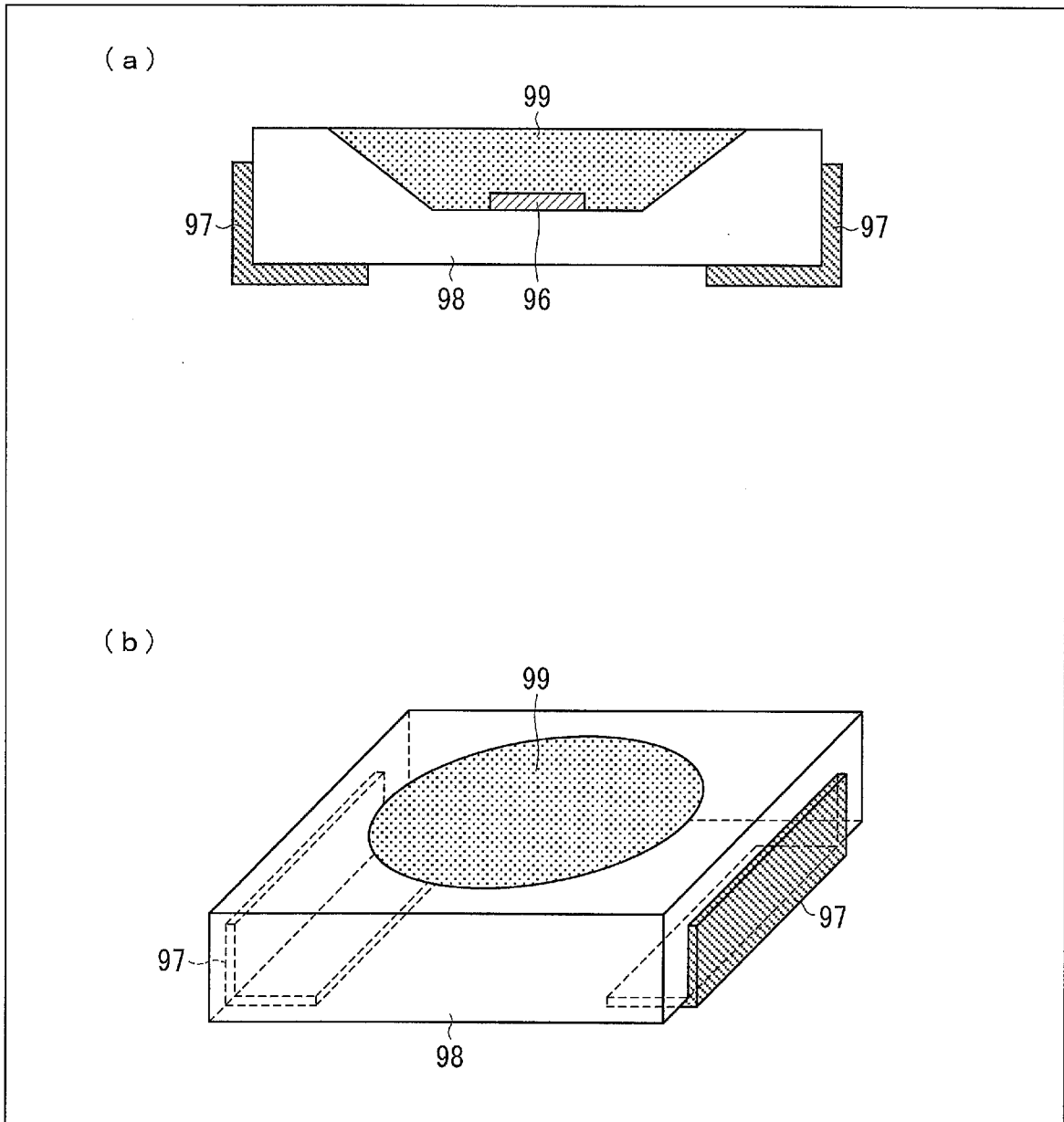




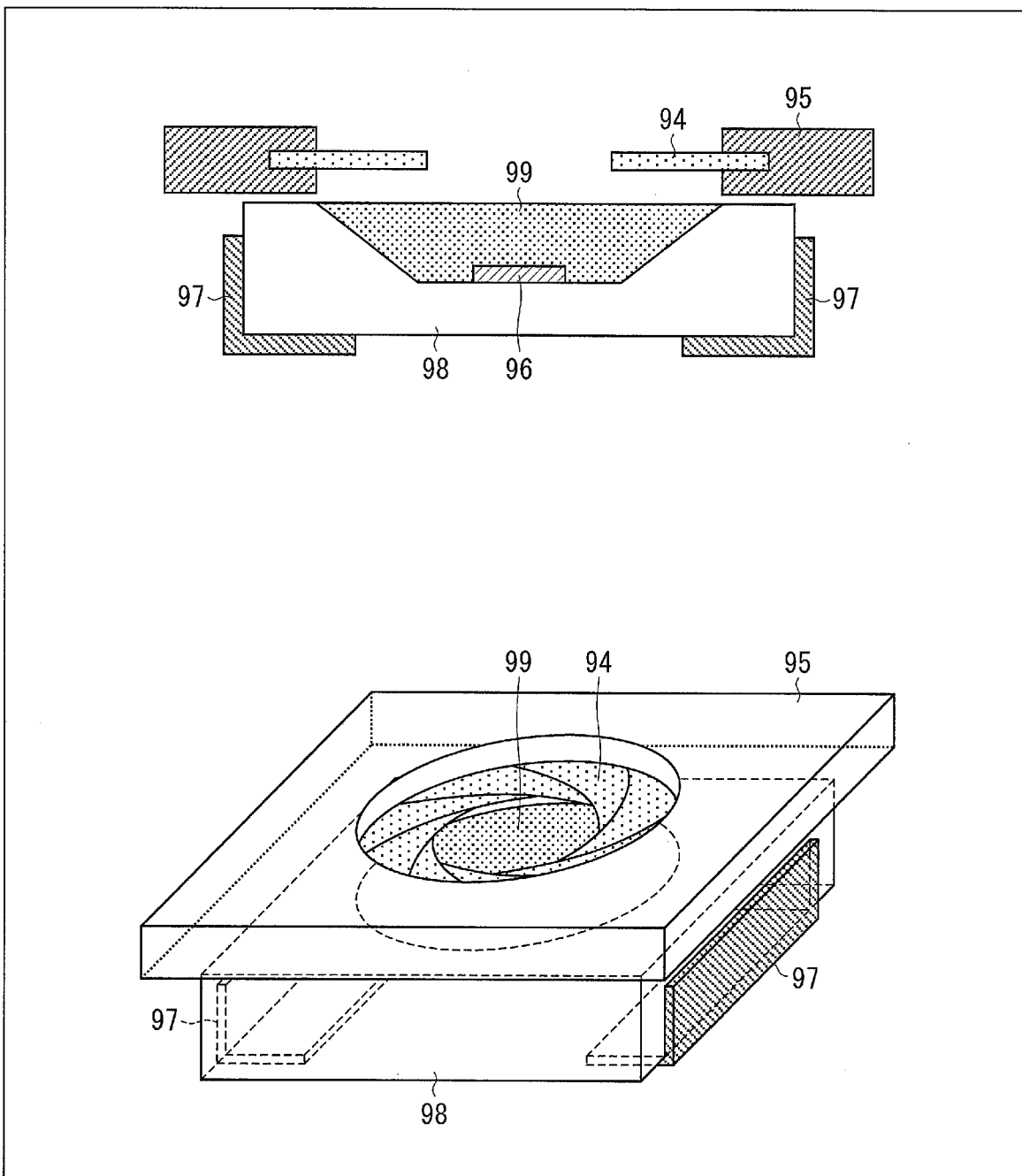
[図48]



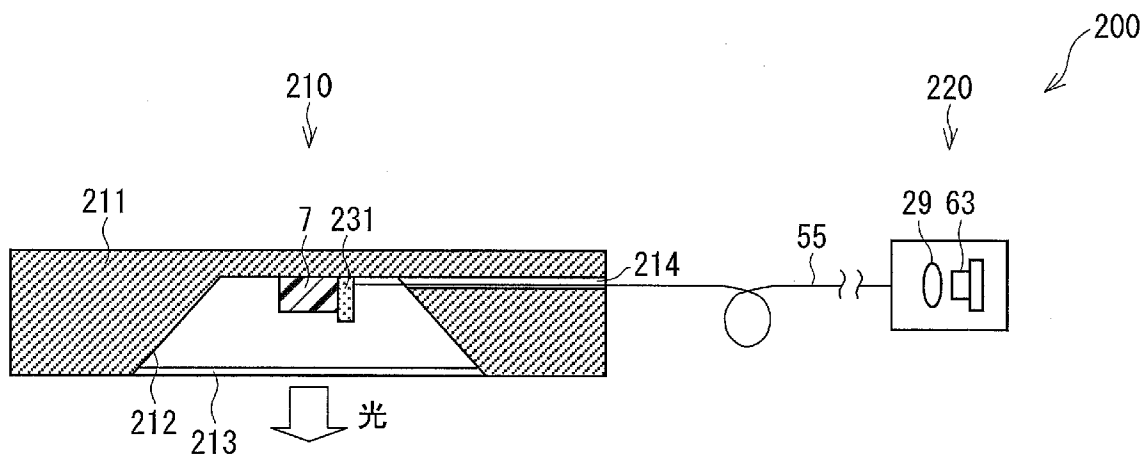
[図49]



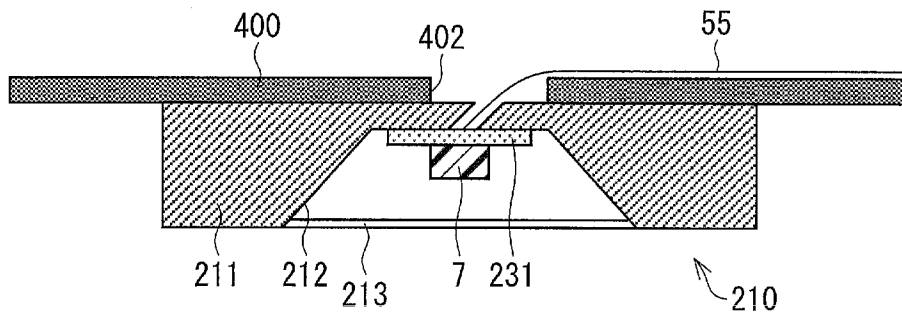
[図50]



[図51]



[図52]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/057718

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F21S8/10(2006.01)i, F21S8/12(2006.01)i, F21V8/00(2006.01)i, F21V9/06(2006.01)i, F21V9/16(2006.01)i, F21V29/00(2006.01)i, H01L33/50(2010.01)i, H01S5/022(2006.01)i, F21W101/10(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, F21S8/12, F21V8/00, F21V9/06, F21V9/16, F21V29/00, H01L33/50, H01S5/022, F21W101/10, 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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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	JP 2004-327361 A (Seiko Epson Corp.), 18 November 2004 (18.11.2004), paragraphs [0055], [0059], [0063], [0093]; fig. 1, 5 (Family: none)	1, 4, 5, 7, 58, 59 1, 6, 8-10 2, 3
Y A	JP 2007-173177 A (Stanley Electric Co., Ltd.), 05 July 2007 (05.07.2007), fig. 5, 6 (Family: none)	1, 6, 8-10 2-5, 7
Y	JP 2009-180935 A (Tex E.G. Co., Ltd.), 13 August 2009 (13.08.2009), paragraph [0016]; fig. 1, 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  
13 June, 2012 (13.06.12)

Date of mailing of the international search report  
26 June, 2012 (26.06.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/057718

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/020930 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.), 25 February 2010 (25.02.2010), claims 1 to 12; fig. 1a to 1c & JP 2012-501045 A & EP 2318752 A	11-59
P,X P,A	JP 2011-142000 A (Stanley Electric Co., Ltd.), 21 July 2011 (21.07.2011), paragraphs [0005], [0015] to [0017], [0023] to [0025], [0029], [0032] to [0035], [0045]; fig. 1 (Family: none)	11, 35-48, 50, 52-56, 58, 59 12-34, 49, 51, 57
P,X P,A	JP 2011-222238 A (Stanley Electric Co., Ltd.), 04 November 2011 (04.11.2011), paragraphs [0018], [0020], [0026] to [0029]; fig. 1 (Family: none)	11, 35-41, 45, 48, 50, 54-56, 58, 59 12-34, 42-44, 46, 47, 49, 51-53, 57
E,A	JP 2012-74355 A (Sharp Corp.), 12 April 2012 (12.04.2012), claims 1 to 22; fig. 1 (Family: none)	11-59
A	JP 2007-258019 A (Nichia Chemical Industries, Ltd.), 04 October 2007 (04.10.2007), paragraphs [0013], [0015], [0016], [0018], [0024], [0026], [0027], [0029], [0031]; fig. 3, 5 & US 2007/0189352 A1	12-21, 47, 58, 59
A	JP 2006-351369 A (Stanley Electric Co., Ltd.), 28 December 2006 (28.12.2006), paragraphs [0058], [0059], [0061], [0066], [0067]; fig. 6 & US 2006/0285341 A1	33, 34, 58, 59
A	JP 2010-225793 A (Stanley Electric Co., Ltd.), 07 October 2010 (07.10.2010), paragraph [0044] (Family: none)	14
A	JP 2007-335760 A (Fujifilm Corp.), 27 December 2007 (27.12.2007), paragraph [0084] (Family: none)	15
A	JP 2009-224053 A (Sharp Corp.), 01 October 2009 (01.10.2009), paragraph [0044] & US 2009/0231874 A1	16

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/057718

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	JP 2012-40990 A (Sharp Corp.), 01 March 2012 (01.03.2012), claims 1 to 9; fig. 2, 7 (Family: none)	1-59
E,A	JP 2012-109201 A (Sharp Corp.), 07 June 2012 (07.06.2012), claims 1 to 17; fig. 1, 4 (Family: none)	1-59

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/057718

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Document 1 substantially sets forth that the area of the spot of irradiation when excitation light is emitted toward a light-emitting body is larger than the area of the light-emitting body when the light-emitting body is viewed from the side from which the excitation light is emitted.

Therefore, the invention of claim 1 cannot be considered to be novel in the light of the invention disclosed in the document 1, and does not have a special technical feature.

(Continued to extra sheet)

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/057718

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Meanwhile, the technical feature common to the invention of claim 1 and the invention of claim 11 is "a light-emitting device which is characterized by comprising an excitation light source that emits excitation light and a light-emitting body that emits fluorescent light when irradiated with the excitation light that is emitted from the excitation light source".

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document 1.

Further, there is no other same or corresponding special technical feature between these inventions.

Therefore, two inventions (invention groups) each having a special technical feature indicated below are involved in claims.

Meanwhile, the invention of claim 1 having no special technical feature is classified into invention 1.

(Invention 1) the inventions of claims 1-10, and claims 58 and 59 referring to claims 1-10

A light-emitting device, lighting device or headlight which is characterized in that the area of the spot of irradiation when excitation light is emitted toward a light-emitting body is larger than the area of the light-emitting body when the light-emitting body is viewed from the side from which the excitation light is emitted.

(Invention 2) the inventions of claims 11-57, and claims 58 and 59 referring to claims 11-57

A light-emitting device, lighting device or headlight which is provided with a characteristics-changing mechanism that changes the characteristics of emitted light by changing the ratio of fluorescent light contained in the emitted light that is emitted toward the outside of the device.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F21S8/10(2006.01)i, F21S8/12(2006.01)i, F21V8/00(2006.01)i, F21V9/06(2006.01)i, F21V9/16(2006.01)i, F21V29/00(2006.01)i, H01L33/50(2010.01)i, H01S5/022(2006.01)i, F21W101/10(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 (IPC))

Int.Cl. F21S8/10, F21S8/12, F21V8/00, F21V9/06, F21V9/16, F21V29/00, H01L33/50, H01S5/022, F21W101/10, 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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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 Y A	JP 2004-327361 A (セイコーエプソン株式会社) 2004. 11. 18, 第【0055】、【0059】、【0063】、【0093】段落、第1、5図 (ファミリーなし)	1, 4, 5, 7, 58, 59 1, 6, 8-10 2, 3
Y A	JP 2007-173177 A (スタンレー電気株式会社) 2007. 07. 05, 第5、6図 (ファミリーなし)	1, 6, 8-10 2-5, 7

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

13. 06. 2012

国際調査報告の発送日

26. 06. 2012

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 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)

横溝 顕範

電話番号 03-3581-1101 内線 3372

3 X

9 4 2 3

C (続き) . 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
Y	JP 2009-180935 A (株式会社テックスイージー) 2009.08.13, 第【0016】段落、第1、3図 (ファミリーなし)	8-10
A	WO 2010/020930 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 2010.02.25, CLAIM1-12, FIG. 1a-1c & JP 2012-501045 A & EP 2318752 A	11-59
P, X	JP 2011-142000 A (スタンレー電気株式会社) 2011.07.21, 第【0005】、【0015】 - 【0017】、【0023】 - 【0025】、【0029】、【0032】 - 【0035】、【0045】段落、第1	11, 35-48, 50, 52-56, 58, 59
P, A	図 (ファミリーなし)	12-34, 49, 51, 57
P, X	JP 2011-222238 A (スタンレー電気株式会社) 2011.11.04, 第【0018】、【0020】、【0026】 - 【0029】段落、第1図 (ファミリーなし)	11, 35-41, 45, 48, 50, 54-56, 58, 59
P, A		12-34, 42-44, 46, 47, 49, 51- 53, 57
E, A	JP 2012-74355 A (シャープ株式会社) 2012.04.12, 請求項1 - 22、第1図 (ファミリーなし)	11-59
A	JP 2007-258019 A (日亜化学工業株式会社) 2007.10.04, 第【0013】、【0015】、【0016】、【0018】、【0024】、【0026】、【0027】、【0029】、【0031】段落、第3、5図 & US 2007/0189352 A1	12-21, 47, 58, 59
A	JP 2006-351369 A (スタンレー電気株式会社) 2006.12.28, 第【0058】、【0059】、【0061】、【0066】、【0067】段落、第6図 & US 2006/0285341 A1	33, 34, 58, 59
A	JP 2010-225793 A (スタンレー電気株式会社) 2010.10.07, 第【0044】段落 (ファミリーなし)	14
A	JP 2007-335760 A (富士フイルム株式会社) 2007.12.27, 第【0084】段落 (ファミリーなし)	15
A	JP 2009-224053 A (シャープ株式会社) 2009.10.01, 第【0044】段落 & US 2009/0231874 A1	16

C (続き) . 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
P, A	JP 2012-40990 A (シャープ株式会社) 2012. 03. 01, 請求項 1 - 9、 第 2、7 図 (ファミリーなし)	1-59
E, A	JP 2012-109201 A (シャープ株式会社) 2012. 06. 07, 請求項 1 - 1 7、第 1、4 図 (ファミリーなし)	1-59

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求項 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
  
2.  請求項 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
  
3.  請求項 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

文献1には、発光体に向けて励起光が照射されるときスポットの面積が、当該励起光が照射される側から発光体を見たときの当該発光体の面積よりも大きいことが実質的に記載されている。したがって、請求項1に係る発明は、文献1に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。

また、請求項1に係る発明と請求項1-1に係る発明は、「励起光を出射する励起光源と、上記励起光源から出射された励起光の照射により蛍光を発する発光体とを備えることを特徴とする発光装置。」という共通の技術的特徴を有している。

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

しかしながら、当該技術的特徴は、文献1の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、ほかに同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

したがって、請求の範囲には、以下の特別な技術的特徴を有する2の発明(群)が含まれる。なお、特別な技術的特徴を有しない請求項1に係る発明は、発明1に区分する。

(発明1) 請求項1乃至10及び請求項1乃至10を引用する請求項58、59に係る発明

発光体に向けて励起光が照射されるときスポットの面積が、当該励起光が照射される側から発光体を見たときの当該発光体の面積よりも大きいことを有する発光装置、照明装置、前照灯。

(発明2) 請求項11乃至57及び請求項11乃至57を引用する請求項58、59に係る発明

自装置が外部へ出射する出射光に含まれる蛍光の割合を変化させることにより、当該出射光の特性を変化させる特性変化機構を備えた発光装置、照明装置、前照灯。