(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
2015 年 7 月 2 日(02.07.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/098258 A1

(51) 国際特許分類:
H01S 5/022 (2006.01) *H01L 33/50* (2010.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/078027

(22) 国際出願日: 2014 年 10 月 22 日(22.10.2014)

(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 2013-267553 2013 年 12 月 25 日(25.12.2013) JP

(71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町２２番２２号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 安念 一規(ANNEN, Kazunori). 福永 浩史 (FUKUNAGA, Hiroshi). 吉村 健一 (YOSHIMURA, Kenichi). 両輪 達也 (RYOHWA, Tatsuya). 原田 昌道(HARADA, Masamichi).

(74) 代理人: 特許業務法人ＨＡＲＡＫＥＮＺＯ ＷＯＲＬＤ ＰＡＴＥＮＴ ＆ ＴＲＡＤＥＭＡＲＫ (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋２丁目北２番６号 大和南森町ビル Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) **Title**: LIGHT-EMITTING DEVICE

(54) 発明の名称 : 発光装置

図１

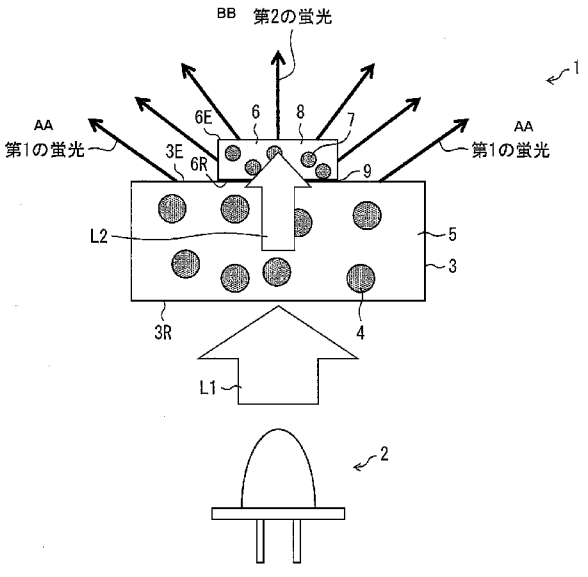


FIG. 1:
AA First fluorescence
BB Second fluorescence

(57) **Abstract**: The present invention can prevent a decrease in usage efficiency of excitation light and prevents the occurrence of color unevenness in light emitted from a light-emitting device. A light-emitting device (1) is provided with a phosphor part (3) that absorbs excitation light (L1) and emits first fluorescence, and a phosphor part (6) that absorbs excitation light (L2) which has not been converted into the first fluorescence by the phosphor part (3) and which has passed through the phosphor part (3), and thereby emits second fluorescence. The peak wavelength of the second fluorescence is similar to the peak wavelength of the excitation light (L1, L2).

(57) 要約: 励起光の利用効率の低下を防止できるとともに、発光装置から出射される光への色ムラの発生を抑制する。発光装置（１）は、励起光（Ｌ１）を吸収して第１の蛍光を発する蛍光体部（３）と、蛍光体部（３）によって第１の蛍光に変換されず、蛍光体部（３）を透過した励起光（Ｌ２）を吸収して第２の蛍光を発する蛍光体部（６）と、を備えている。そして、第２の蛍光のピーク波長は、励起光（Ｌ１，Ｌ２）のピーク波長と近似している。

WO 2015/098258 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 発光装置

技術分野

[0001] 本発明は、蛍光体の発光を利用する発光装置などに関する。

背景技術

[0002] レーザ素子などを励起光源に利用し、当該励起光源から出射した励起光により蛍光体を励起し、当該蛍光体から蛍光を発する構成を有する発光装置や導光装置などの開発が進められている。このような発光装置は、例えば、特許文献１～３に開示されている。

[0003] 特許文献１では、発光素子と、発光素子からの光を吸収して波長変換を行う波長変換物質、または発光素子からの光を反射する光拡散物質が含有されている光透過体とを有する発光装置が開示されている。

[0004] 特許文献２では、それぞれ指向性が強い光を所定方向に出射可能な、別個に形成された複数の発光素子と、これらの発光素子からの光を吸収して波長変換を行う波長変換物質を含有する光透過体とを備えている発光装置が開示されている。

[0005] 特許文献３では、励起光を射出する発光素子と、励起光を吸収し波長変換して照明を放出する蛍光物質と、発光素子から射出される光を蛍光物質へ導出する光ファイバとを有する発光装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開２００８－１５３６１７号公報（２００８年０７月０３日公開）」

特許文献2：日本国公開特許公報「特開２００８－２８２９８４号公報（２００８年１１月２０日公開）」

特許文献3：日本国公開特許公報「特開２００５－２０５１９５号公報（２００５年０８月０４日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上記特許文献１から３に記載されている発光装置にて、発光素子から出射された光（励起光）を、光透過体または蛍光物質に照射すると、励起光は蛍光に変換されるが、光透過体または蛍光物質において、励起光の全てが蛍光の変換されるわけではない。また、蛍光に変換されなかった励起光は、光透過体に含まれる波長変換物質または蛍光物質によって散乱されることになるが、この場合も励起光の全てが散乱されるわけではない。

[0008] このように、励起光が蛍光に変換または散乱しきれないと、その変換または散乱しきれなかった励起光は、光透過体または蛍光物質を透過し、光透過体または蛍光物質における、発光素子からの励起光が照射された箇所と対向する箇所から、指向性の強い状態で出射してしまう。一方、光透過体または蛍光物質から出射される蛍光の指向性は、上記変換または散乱しきれなかった励起光の指向性に比べ弱い。つまり、上記発光装置からの出射光は、指向性の強い励起光と指向性の弱い蛍光とが混じった状態、言い換えると、励起光の配光特性と蛍光の配光特性とが異なる状態なので、色ムラが生じてしまうという問題があった。

[0009] また、特許文献１または２の技術において、光透過体に光拡散物質が含まれている場合には、光透過体に入射された励起光を効率よく散乱することができるので、色ムラの発生を抑制可能である。しかし、その励起光の一部は、光拡散物質によって散乱され、入射側（すなわち、発光素子側）に戻されてしまうため、出射光の一部として利用できない。すなわち、特許文献１または２の技術においては、励起光の利用効率が低下してしまう問題があった。

[0010] それゆえ、特許文献１～３の技術においては、上記色ムラの発生、および、励起光の利用効率の低下の両方を抑制することができないという問題があった。

[0011] 本発明は、上記従来の問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、

励起光の利用効率の低下を防止できるとともに、発光装置から出射される出射光への色ムラの発生を抑制することが可能な発光装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0012] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る発光装置は、

励起光を波長変換することで生成した蛍光とともに、上記励起光の一部を外部へ出射する発光装置であって、

上記励起光を吸収して第１の蛍光を発する第１発光部と、

上記第１発光部によって上記第１の蛍光に変換されず、上記第１発光部を透過した上記励起光を吸収して第２の蛍光を発する第２発光部と、を備えており、

上記第２の蛍光のピーク波長は、上記励起光のピーク波長と近似している。

発明の効果

[0013] 本発明の一態様によれば、励起光の利用効率の低下を防止できるとともに、発光装置から出射される出射光への色ムラの発生を抑制することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の実施形態１に係る発光装置の概略的な構成を示す断面図である。

[図2]本発明の実施形態１に係る発光装置の比較例としての発光装置から出射される励起光および蛍光の配光特性を示すグラフである。

[図3]本発明の実施形態１に係る発光装置における２つの蛍光体部の相対位置関係を示す概略断面図である。

[図4]本発明の実施形態１に係る発光装置からの出射光と、比較例としての発光装置からの出射光との違いを示す概略図であり、（ａ）は比較例としての発光装置から出射光が出射されている様子を示し、（ｂ）は本発明の実施形態１に係る発光装置から出射光が出射されている様子を示す図である。

[図5]本発明の実施形態１に係る発光装置、および、比較例としての発光装置からそれぞれ出射される出射光の波長と発光強度との関係を示す実験結果の一例を示す図である。

[図6]本発明の実施形態２に係る発光装置の概略的な構成を示す断面図である。

[図7]本発明の実施形態３に係る発光装置の概略的な構成を示す断面図である。

[図8]本発明の実施形態４に係る発光装置の概略的な構成を示す断面図である。

[図9]本発明の変形例に係る発光装置の概略的な構成を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 〔実施形態１〕

本発明に係る一実施形態について、図１～図５に基づいて説明すれば、以下のとおりである。

[0016] ＜発光装置１の構成＞

図１は、本発明の一実施形態に係る発光装置１の概略的な構成を示す断面図である。発光装置１は、励起光を波長変換することで生成した蛍光とともに、励起光の一部を外部へ出射するものであり、図１に示すように、レーザ素子２（励起光源）、蛍光体部３（第１発光部）、蛍光体部６（第２発光部）および接着層９を備えている。

[0017] なお、発光装置１の基本構造は、励起光を受けて発光する蛍光体部３および蛍光体部６を含む発光部から構成されていればよく、蛍光体部３に励起光を照射可能であれば、発光装置１がレーザ素子２を備えていなくてもよい。

[0018] （レーザ素子２）

レーザ素子２は、励起光Ｌ１（レーザ光）を出射する励起光源として機能する発光素子、すなわち半導体レーザ（ＬＤ；Laser Diode）である。レーザ素子２は、１チップに１つの発光点を有するものであってもよく、１チップに複数の発光点を有するものであってもよい。

[0019] レーザ素子２の発光波長は、４２０ｎｍ以上４９０ｎｍ以下の青色領域の波長であればよい。本実施形態では、レーザ素子２は、例えばピーク波長が４５０ｎｍ付近の励起光Ｌ１を出射する。また、レーザ素子２の発光波長は、蛍光体部３に含まれる蛍光体４、および蛍光体部６に含まれる蛍光体７の種類に応じて適宜選択されればよく、青色とは異なる波長であってもよい。

[0020] なお、レーザ素子２としては、蛍光体部３に含まれる蛍光体４、および、蛍光体部６に含まれる蛍光体７を励起可能な励起光を出射する発光素子であればよく、半導体レーザに限らず、発光ダイオード（ＬＥＤ；Light Emitting Diode）などの他の励起光源を用いてもよい。

[0021] 励起光Ｌ１がレーザ光である場合（すなわち、レーザ素子２の場合）には、蛍光体部３または蛍光体部６に励起光Ｌ１またはＬ２が高密度に照射され、その照射領域が小さくなるため、蛍光体部３または蛍光体部６の表面の小さい領域から明るい光が出射されることとなる。つまり、励起光Ｌ１がレーザ光である場合、蛍光体部３または蛍光体部６から高輝度の光を出射させることが可能となる。

[0022] 本実施形態では、レーザ素子２は、励起光Ｌ１が蛍光体部３に照射されるように、照射角度が調整されている。これにより、レーザ素子２は、蛍光体部３に対して、励起光Ｌ１を効率よく照射することができる。この照射角度（ビーム角）は、励起光Ｌ１の最大放射強度に対して、e^{-2}分の１になる値となるときの角度であり、励起光Ｌ１の光軸を中心として±２０度前後、またはそれ以下の角度であることが好ましい。

[0023] なお、レーザ素子２の個数は、この構成に限定されず、適宜選択可能である。例えば、発光装置１に、１つのレーザ素子２が配置されていてもよく、２つ以上のレーザ素子２が配置されていてもよい。

[0024] さらに、レーザ素子２から出射された励起光Ｌ１の一部は、蛍光体部３および６を透過するか、または、蛍光体部３および６において散乱することにより、発光装置１の外部に出射される。なお、図１に示すように、蛍光体部３において変換されず、蛍光体部３を透過した励起光Ｌ１の一部が励起光Ｌ

２である。蛍光体部６においては、その励起光Ｌ２の一部が透過または散乱することにより、発光装置１の外部に出射される。すなわち、レーザ素子２が出射した励起光Ｌ１の一部は、発光装置１の出射光として利用される。

[0025] （蛍光体部３）

蛍光体部３は、レーザ素子２から出射された励起光Ｌ１を受けて第１の蛍光を発する。すなわち、蛍光体部３は、励起光Ｌ１を吸収して第１の蛍光を発する。また、蛍光体部３は、励起光Ｌ１を第１の蛍光に変換するため、波長変換素子であるとも言える。

[0026] 蛍光体部３は、励起光Ｌ１が照射される（励起光Ｌ１を受光する）受光面３Ｒと、受光面３Ｒとは反対側の表面である光出射面３Ｅとを有している。すなわち、図１に示す様に、レーザ素子２から出射された励起光Ｌ１は、蛍光体部３の受光面３Ｒへ照射され、蛍光体部３によって第１の蛍光に変換される。そして、第１の蛍光は、光出射面３Ｅを含む蛍光体部３の各表面から、蛍光体部３の中心から見て全方位に発せられる。

[0027] 蛍光体部３の形状は、図１では円柱形状であるが、これに限定されるものではない。例えば、直方体状およびシート状の形状の他、平面状、立方体状など、任意の形状を採用することができる。

[0028] また、蛍光体部３は、主として、蛍光体４および封止材５を備えている。

[0029] 蛍光体４は、レーザ素子２から出射された励起光Ｌ１を受けて第１の蛍光を発するものである。蛍光体４は、発光装置１から出射される出射光が所望の色味を有するように、励起光Ｌ１のピーク波長とともにその種類が選択される。すなわち、第１の蛍光は、励起光Ｌ１の一部を含む出射光が所望の色味となるように選択された蛍光体４が、当該励起光Ｌ１を吸収することにより発する光である。

[0030] 例えば、発光装置１から出射される出射光が白色光（疑似白色光）である場合、白色光（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、レーザ素子２から出射される励起光Ｌ

１を青色とし、蛍光体部３の第１の蛍光を黄色とすることで（補色の関係を満たす２つの色の混色）で擬似白色を実現できる。

[0031] 蛍光体部３に含まれる蛍光体４の種類は、１種類でも２種類以上でも構わない。例えば、蛍光体４の種類が１種類の場合に、青色の励起光Ｌ１を蛍光体部３に照射して、発光装置１から白色光が出射される場合には、蛍光体４としては黄色発光蛍光体を用いることができる。黄色発光蛍光体（５６０ｎｍより大きく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）としては、セリウム（Ｃｅ）で賦活したイットリウム（Ｙ）－アルミニウム（Ａｌ）－ガーネット（Garnet）蛍光体であるＹＡＧ：Ｃｅ蛍光体や、酸窒化物系の蛍光体（サイアロン蛍光体）である、Eu^{2+}がドープされたＣａα－ＳｉＡｌＯＮ：Ｅｕ蛍光体などが挙げられる。

[0032] 一方、蛍光体４の種類が２種類の場合に、青色の励起光Ｌ１を蛍光体部３に照射して、発光装置１から白色光が出射される場合には、緑色発光蛍光体、橙色発光蛍光体および赤色発光蛍光体から選択された蛍光体を用いることができる。緑色発光蛍光体（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）としては、酸窒化物系の蛍光体（サイアロン蛍光体）である、Eu^{2+}がドープされたβ－ＳｉＡｌＯＮ：Ｅｕ蛍光体、Ce^{3+}がドープされたＣａα－ＳｉＡｌＯＮ：Ｃｅ蛍光体などが挙げられる。橙色発光蛍光体（５６０ｎｍより大きく６００ｎｍ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）としては、Eu^{2+}がドープされたSr_3SiO_5：Eu^{2+}蛍光体および$Ca_{0.7}Sr_{0.3}AlSiN_3$：Eu^{2+}蛍光体などが挙げられる。赤色発光蛍光体（６００ｎｍより大きく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）としては、窒化物系の蛍光体である、Eu^{2+}がドープされた$CaAlSiN_3$：蛍光体（ＣＡＳＮ：Ｅｕ蛍光体）、Eu^{2+}がドープされた$SrCaAlSiN_3$蛍光体（ＳＣＡＳＮ：Ｅｕ蛍光体）などが挙げられる。

[0033] また、蛍光体４の大きさ（粒子径）は、ミー散乱を起こす大きさであることが好ましい。例えば、レーザ素子２から出射される励起光Ｌ１が有するピ

ーク波長以上の大きさであればよい。ここで、ミー散乱とは、蛍光体に照射される光（本実施形態では、励起光Ｌ１）のピーク波長と同じか、それ以上の粒子径を有する粒子による光の散乱現象である。

[0034] 蛍光体４として、ミー散乱を起こす粒子径を有する粒子を利用した場合には、強い密度を有する光に十分に耐えることができるため、蛍光体４の劣化を抑制ことができる。それゆえ、信頼性の高い蛍光体部３を実現できる。また、励起光Ｌ１は、蛍光体４にて吸収またはミー散乱されるため、励起密度の低い状態となる。そのため、後述のミー散乱を起こさない蛍光体７を含む蛍光体部６には、励起光Ｌ１に比べて励起密度が低い励起光Ｌ２が照射されることになる。それゆえ、蛍光体部６の信頼性を向上させることが出来る。

[0035] すなわち、蛍光体４としてミー散乱を起こす粒子を利用した場合、蛍光体部３および６の、励起光Ｌ１に対する信頼性を向上させることができる。換言すれば、信頼性の高い蛍光体部３および６を提供することができる。ただし、この点を考慮しなければ、蛍光体４としてミー散乱を起こす粒子を用いる必要は必ずしもない。

[0036] 封止材５は、蛍光体４を封止するためのものである。具体的には、蛍光体部３においては、封止材５の内部に蛍光体４の粒子が分散されているが、これに限られたものではない。例えば、蛍光体部３が封止材５を備えておらず、蛍光体４の粒子を固めたもの、または、熱伝導率の高い材質からなる基板上に蛍光体４の粒子を堆積させたもの等であってもよい。

[0037] 封止材５の材料は、シリコーン樹脂、アクリル樹脂（ＰＭＭＡ、ＰＬＭＡ等）、エポキシ樹脂等の樹脂、または、ガラス材など光学的に透明な物質等から適宜選択することができる。また、封止材５は、光透過性（透明性、透光性）の高いものが好ましく、励起光Ｌ１が高出力の場合には、耐熱性の高いものが好ましい。

[0038] また、蛍光体４は、蛍光体部３中に均一に分散されていることが好ましい。この場合、蛍光体部３中において、励起光Ｌ１を効率よく散乱できるとともに、効率よく第１の蛍光に変換することができる。また、蛍光体部３に含

まれる蛍光体４の体積濃度、粒子数等は、発光装置１から出射される出射光の色温度または色味によって適宜規定されていればよい。

[0039] （蛍光体部６）

蛍光体部６は、蛍光体部３にて蛍光体４を励起しなかった励起光Ｌ２を受けて、励起光Ｌ２により励起され第２の蛍光を発する。すなわち、蛍光体部６は、励起光Ｌ１のうち、蛍光体部３によって第１の蛍光に変換されず、蛍光体部３を透過した励起光Ｌ２を吸収して第２の蛍光を発するものである。

[0040] 蛍光体部６は、蛍光体部３と同様、励起光Ｌ２が照射される（励起光Ｌ２を受光する）受光面６Ｒと、受光面６Ｒとは反対側の表面である光出射面６Ｅとを有している。すなわち、図１に示す様に、蛍光体部３を透過した励起光Ｌ２は、蛍光体部６の受光面６Ｒへ照射され、蛍光体部６によって第２の蛍光に変換される。そして、第２の蛍光は、光出射面６Ｅを含む蛍光体部６の各表面から、蛍光体部６の中心から見て全方位に発せられる。

[0041] 蛍光体部６の形状は、図１では円柱形状であるが、これに限定されるものではない。例えば、蛍光体部３と同様、直方体状およびシート状の形状の他、平面状、立方体状など、任意の形状を採用することができる。ただし、蛍光体部３を透過した励起光Ｌ２のうち、第１の蛍光よりも放射強度が高い部分を、蛍光体部６に確実に入射させるためには、後述の＜蛍光体部６の配置に関する条件＞を満たす大きさ（式（１）を満たす大きさ）であることが好ましい。

[0042] また、蛍光体部６は、主として、蛍光体７および封止材８を備えている。

[0043] 蛍光体７は、蛍光体部３を透過した励起光Ｌ２を吸収して第２の蛍光を発するものである。また、蛍光体７から出射される第２の蛍光のピーク波長は、レーザ素子２から出射される励起光Ｌ１（すなわち、蛍光体部６に入射する励起光Ｌ２）のピーク波長と近似している。ここで、第２の蛍光のピーク波長と励起光Ｌ１（またはＬ２）のピーク波長とが「近似」しているとは、これらのピーク波長がほぼ同じ波長であり、第２の蛍光と励起光Ｌ１とが同色か、互いに近い色であることを意味している。

[0044] すなわち、第２の蛍光は、励起光Ｌ１（またはＬ２）の波長範囲の少なくとも一部を含む、励起光Ｌ１よりも広い波長範囲を有する光である。なお、第２の蛍光の波長範囲が、励起光Ｌ１の波長範囲の少なくとも一部を含んでいる必要は必ずしもない。すなわち、第２の蛍光は、励起光Ｌ１の波長範囲の近傍にその波長範囲を有する、励起光Ｌ１よりも広い波長範囲を有する光であってもよい。

[0045] より具体的には、第２の蛍光のピーク波長と励起光Ｌ１（またはＬ２）のピーク波長が同じ色の範囲にあれば、これら２つのピーク波長が近似しているといえ、例えば、励起光Ｌ１（またはＬ２）のピーク波長が青色で４５０ｎｍである場合、第２の蛍光のピーク波長は、青色（４３５～４８０ｎｍ）の範囲にあればよい。

[0046] 蛍光体７は、レーザ素子２から出射される励起光Ｌ１の種類（すなわち、レーザ素子２の種類）に応じて選択されればよい。

[0047] 蛍光体７としては、例えば、ＩｎＰ系のナノ結晶蛍光体を用いることができる。ＩｎＰは粒子径を小さくしていくと、量子サイズ効果によりバンドギャップを青色（短波長）から赤色（長波長）の範囲で制御し、発光色を自在に変化させることができる。さらに、作製条件を最適化させることで、ほぼ均一な粒子径のナノ結晶蛍光体が得られるため、半値幅の狭い発光スペクトルを得ることができる。

[0048] このほか、蛍光体材料として、ＩｎＰ以外のＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体やＩＩ－ＶＩ族化合物半導体よりなるナノ結晶蛍光体を用いてもよい。例えば、ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体やＩＩ－ＶＩ族化合物半導体やＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体よりなるナノ結晶蛍光体としては、二元系では、ＩＩ－ＶＩ族化合物半導体として、ＣｄＳｅ、ＣｄＳ、ＺｎＳ等が挙げられる。ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体としては、ＩｎＮ、ＩｎＰ等が挙げられる。また、三元系や四元系では、ＣｄＳｅＳ、ＩｎＮＰ、ＣｄＺｎＳｅＳ、ＧａＩｎＮＰ、ＩｎＧａＮ等が挙げられる。

[0049] そして、上記蛍光体としては、ＩｎおよびＰを含むナノ結晶蛍光体を用い

ることが好ましい。その理由は、可視光域（３８０ｎｍ～７８０ｎｍ）で発光する粒子径のナノ結晶蛍光体を作製しやすく、量子収率が高く、励起光を照射したときに高い発光効率を示すからである。なお、ここで量子収率とは、吸収した光子数に対する蛍光として発光した光子数の割合のことである。

[0050] また、蛍光体７の粒子径は、ミー散乱を起こさない程度の大きさであればよい。すなわち、レーザ素子２から出射される励起光Ｌ１（またはＬ２）が有するピーク波長に比べて小さいことが好ましい。例えば、蛍光体７の粒子径は、励起光Ｌ１が有するピーク波長の５０分の１以下であることが好ましい。

[0051] この場合、蛍光体部６に入射された励起光Ｌ２が散乱して、励起光Ｌ２の進行方向とは略反対方向（レーザ素子２に対向する受光面６Ｒ側）から出射してしまう（すなわち、励起光Ｌ２が後方に散乱してしまう）ことを抑制することができる。すなわち、蛍光体部６の、受光面６Ｒ以外の各表面から、蛍光体７によって散乱された励起光Ｌ２を出射することできる。そのため、散乱された励起光Ｌ２を、発光装置１から出射される出射光の一部として確実に利用することができるので、当該出射光の光量を減少することを抑制することができる。

[0052] 封止材８は、蛍光体７を封止するためのものである。封止材８の材料は、封止材５と同様、シリコーン樹脂、アクリル樹脂（ＰＭＭＡ、ＰＬＭＡ等）、エポキシ樹脂等の樹脂、または、ガラス材など光学的に透明な物質等から適宜選択することができる。

[0053] また、蛍光体７は、蛍光体部６中に均一に分散されている。この場合、蛍光体部３と同様、蛍光体部６中において、励起光Ｌ２を効率よく散乱できるとともに、効率よく第２の蛍光に変換することができる。

[0054] （接着層９）

接着層９は、蛍光体部３および蛍光体部６を接着するものである。接着層９の材料としては、アクリル系またはシリコーン系の接着剤を使用することが好ましい。

[0055] 接着層９は、例えば、蛍光体部３において、蛍光体部６を接着する位置を決めた後、蛍光体部３の当該位置に接着剤を塗布することにより形成される。接着層９が形成された後、蛍光体部６が接着層９を介して蛍光体部３に接着される。なお、接着層９は、蛍光体部３に塗布されなくてもよく、蛍光体部６の受光面６Ｒ（蛍光体部３と対向する表面、蛍光体部６の底面）に接着剤を塗布されることにより形成されてもよい。

[0056] また、封止材５、封止材８および接着層９の屈折率の値は、同じか、または近い値であることが好ましい。この場合、蛍光体部３と接着層９との界面、および、蛍光体部６と接着層９との界面における励起光Ｌ２の損失を低減させることができるので、蛍光体部６における励起光Ｌ２の利用効率を高めることができる。すなわち、接着層９の存在により励起光Ｌ２の光損失が生じないように、接着層９の屈折率が設定されていればよい。

[0057] なお、本実施形態では、蛍光体部３と蛍光体部６との間に接着層９を備えているものとして説明しているが、例えば蛍光体部３と蛍光体部６との間の界面に空気等が存在しないようにするなど、蛍光体部３および蛍光体部６と、当該界面との屈折率差による励起光Ｌ２の光損失が生じないように、蛍光体部３に蛍光体部６が設けられていればよい。すなわち、接着層９を介さずに、蛍光体部３に蛍光体部６が設けられていてもよい。この場合、蛍光体部３の光出射面３Ｅに、アクリル系またはシリコーン系の樹脂と蛍光体７とを混合した混合物を直接塗布した後、当該混合物に対して熱硬化または光硬化等の処理を行うことによって、蛍光体部６が作製されてもよい。

[0058] ＜蛍光体部６の配置に関する条件＞

次に、図２～図４に基づいて、蛍光体部６の配置に関する条件について説明する。図２は、図４の（ａ）に示す発光装置１００から出射される励起光および蛍光の配光特性を示すグラフである。図３は、蛍光体部３および６の相対位置関係を示す概略断面図である。図４は、発光装置１からの出射光と発光装置１００からの出射光との違いを示す概略図であり、（ａ）は発光装置１００から、（ｂ）は発光装置１から、出射光が出射されている様子を示

す。

[0059] なお、発光装置１００は、発光装置１の比較例（蛍光体部６の有用性を示す比較例）であり、レーザ素子２および蛍光体部３を備えている。すなわち、発光装置１００は、発光装置１とは異なり、蛍光体部６を備えていない。また、図２において、横軸は、励起光および蛍光の照射角度である。縦軸は、励起光および蛍光の放射強度である。

[0060] 蛍光体部６は、蛍光体部３で第１の蛍光に変換されなかった励起光Ｌ２を、第２の蛍光に効率よく変換するためには、図１および図３に示すように、蛍光体部３の光出射面３Ｅ（励起光Ｌ２の出射側）に設けられることが好ましい（条件１）。

[0061] また、蛍光体部６の受光面６Ｒ（蛍光体部３（接着層９）との接着面）が有する底辺の長さ、および、蛍光体部３の光出射面３Ｅへの配置位置が規定されていることが好ましい（条件２）。以下に、その底辺の長さおよび蛍光体部３の光出射面３Ｅへの配置位置を示す条件２について説明する。

[0062] まず、蛍光体部６の底辺の長さについて説明を行う。図２に示す様に、上記発光装置１００において、励起光Ｌ１の配光特性のグラフ（実線）と、第１の蛍光の配光特性のグラフ（点線）との交点を、それぞれ交点ａおよびｂとする。交点ａおよびｂは、励起光Ｌ１および第１の蛍光の放射強度がそれぞれ等しい箇所である。また、図２において、照射角度０°は、発光装置１００（または発光装置１）の光軸と略一致する。

[0063] また、図２に示すように、第１の蛍光の配光特性は、励起光Ｌ１の配光特性と比べると、交点ａおよびｂの間（照射角度θ１～θ２）においては、励起光Ｌ１の放射強度が、第１の蛍光の放射強度よりも高くなっている一方、照射強度－９０°～θ１、θ２～＋９０°においては、励起光Ｌ１の放射強度が、第１の蛍光の放射強度よりも低くなっている。

[0064] そのため、励起光Ｌ１が蛍光体部３において散乱しきれず、蛍光体部３から透過した場合には、発光装置１００から出射される出射光は、励起光Ｌ１の放射強度が第１の蛍光の放射強度よりも強い部分（すなわち、照射角度θ

１～θ２の範囲内において出射される励起光Ｌ１の放射強度）の影響を受けてしまう。このため、図４の（ａ）に示すように、発光装置１００の出射光の中央領域Ｒの色味が強くなり、当該出射光には色ムラが発生してしまう。この色ムラを低減させるために、交点ａおよびｂの間の放射強度を有する励起光Ｌ１（照射角度θ１～θ２に出射された励起光Ｌ１）を、蛍光体部６に入射させる必要がある。

[0065] ここで、図３では、蛍光体部３の中心（原点（０，０）とする）を通りＹ軸に平行に描かれている点線（蛍光体部３の厚み方向の垂線Ｐ１（光出射面３Ｅの中心軸））に対して、当該中心を回転軸としたときの右回り方向を正の方向、左回り方向を負の方向として照射角度を規定している。この照射角度は、蛍光体部３の中心から励起光Ｌ１または第１の蛍光が出射されたときに、当該励起光Ｌ１または第１の蛍光が形成する立体角を指すものである。

[0066] 図２においては、交点ａに対応する照射角度θ１は負の値であり、交点ｂに対応する照射角度θ２は正の値であるものとして示している。また、照射角度θ１、θ２は、発光装置１００において、蛍光体部３の中心に励起光Ｌ１の光軸が略一致するように、蛍光体部３に励起光Ｌ１を照射したときに、励起光Ｌ１および第１の蛍光を測定することにより得られる。

[0067] 上述したような出射光の色ムラを、発光装置１において低減させるためには、照射角度θ１～θ２に出射された励起光Ｌ１の一部である励起光Ｌ２の多くを蛍光体部６に入射させることが好ましい。このため、図３に示す様に、蛍光体部３の高さをｈ、蛍光体部６の底辺の長さをｌとすると、蛍光体部６の底辺の長さｌは、

$$l = 2(\tan\theta 1 + \tan\theta 2) / h \cdots (1)$$

とすることが好ましい。すなわち、上記式（１）によって規定される底辺の長さを有する受光面６Ｒを有する蛍光体部６を、蛍光体部３に接着させることが好ましい。

[0068] 次に、蛍光体部６を配置する位置について説明を行う。照射角度θ１～θ２に出射された励起光Ｌ１の一部である励起光Ｌ２を蛍光体部６に入射させ

るためには、蛍光体部６が蛍光体部３の上に配置された状態において、蛍光体部６の受光面６Ｒが有する底辺の、蛍光体部３の光出射面３Ｅ上における位置を示す座標ａ´およびｂ´は、

ａ´（２ｔａｎθ１／ｈ，ｈ／２）…（２）

ｂ´（２ｔａｎθ２／ｈ，ｈ／２）…（３）

とすることが好ましい。すなわち、励起光Ｌ１の光軸が垂線Ｐ１付近を通るように励起光Ｌ１を蛍光体部３に照射した場合に、蛍光体部３の光出射面３Ｅ上の位置（座標）ａ´およびｂ´に蛍光体部６を配置することが好ましい。

[0069] 上記条件１および条件２を満たすように、蛍光体部６を蛍光体部３に配置することにより、励起光Ｌ２を蛍光体部６に効率よく入射させることができる。これにより、蛍光体部６において、蛍光体部３を透過した励起光Ｌ２を効率よく第２の蛍光に変換するか、または散乱させることができる。

[0070] ＜発光スペクトルについて＞

次に、図５を用いて、発光装置１および１００のそれぞれから出射される出射光の発光スペクトルについて説明を行う。図５は、発光装置１および１００からそれぞれ出射される出射光の波長および発光強度の関係を示す実験結果の一例である。図５では、点線で示されている曲線が、発光装置１００からの出射光の発光スペクトルを示し、実線で示されている曲線が、発光装置１からの出射光の発光スペクトルを示している。

[0071] 本実験において、発光装置１および１００のそれぞれが備えるレーザ素子２および蛍光体部３は同一のものを使用している。レーザ素子２は、ピーク波長が４５０ｎｍの励起光Ｌ１を出力する。発光装置１の蛍光体部６は、上述の条件１および条件２を満たすように蛍光体部３に配置されている。また、蛍光体７としては、ナノ粒子蛍光体であるＩｎＰを使用している。ここで用いられるＩｎＰは、発光ピーク波長が４８０ｎｍであり、半値幅が６０ｎｍで、かつ量子効率が６０％の性質を有している。

[0072] また、蛍光体部６は、励起光Ｌ２のうち蛍光体部６に入射される分の約５

０％（励起光Ｌ２の総光量の約３５％）を吸収し、第２の蛍光に変換しているものとする。換言すれば、励起光Ｌ２の約３５％を吸収できるように、レーザ素子２の出力、および、蛍光体部６の組成および大きさが調整されている。

[0073] まず、励起光Ｌ１を発光装置１００に照射した場合について説明する。本実験においても、励起光Ｌ１が蛍光体部３に照射され、蛍光体部３から励起光の一部および第１の蛍光が出射光として出射される。図５に示す様に、波長が約４５０ｎｍ付近の発光強度（放射強度）が非常に高い光が出射光の一部として測定されている。これは、励起光Ｌ１の一部が集中的にそのまま蛍光体部３を透過していることを示している。このため、発光装置１００から出射される出射光は、この発光強度が非常に高い励起光Ｌ１の一部の影響を受けてしまい、図４の（ａ）に示すように、当該出射光には色ムラが発生してしまう。

[0074] 次に、励起光Ｌ１を、蛍光体部６を備えている発光装置１へ照射した場合について説明する。本実験においても、励起光Ｌ１が蛍光体部３に照射され、蛍光体部３から蛍光体４にて変換された第１の蛍光が出射されるとともに、蛍光体部３にて第１の蛍光に変換されなかった励起光Ｌ２が、蛍光体部６に照射され第２の蛍光に変換される。そして、励起光Ｌ１、Ｌ２、第１の蛍光および第２の蛍光が出射光として出射される。

[0075] 図５に示すように、発光装置１においても、波長が約４５０ｎｍ付近の発光強度が高い光が出射光の一部として測定されているが、その発光強度は約０．９から約０．６にまで低下している。これは、発光装置１００では蛍光体部３を透過した励起光Ｌ１がそのまま出射光の一部となっていたが、発光装置１では、蛍光体部６の蛍光体７において、その透過した励起光Ｌ１（すなわち、励起光Ｌ２）が、励起光Ｌ１の波長範囲よりも広い第２の蛍光に変換されたためである。

[0076] また、励起光Ｌ１のピーク波長である４５０ｎｍ近傍の、波長が４８０ｎｍ付近の光が出射光の一部として測定されている。すなわち、波長が４８０

ｎｍ付近の発光強度が、比較例としての発光装置１００の場合よりも高くなっている。これは、発光ピーク波長が４８０ｎｍであるＩｎＰを蛍光体７として用いたことにより、４８０ｎｍを含む波長範囲を有する第２の蛍光が発せられたためである。

[0077] つまり、図５に示すように、発光装置１の出射光の発光スペクトルは、発光装置１００の発光スペクトルに比べブロードになっていることが分かる。また、発光装置１では、４５０ｎｍ付近の励起光Ｌ１またはＬ２の発光スペクトルと、５００ｎｍより長波長の第１の蛍光の発光スペクトルとの間に、蛍光体７に起因した発光スペクトルが測定されている。そのため、発光装置１から出射される出射光の演色性を向上させることができる。

[0078] 次に、発光装置１から出射される出射光の演色性について、発光装置１００と比較して説明する。本実験においては、発光装置１００から出射される出射光の平均演色評価指数Ｒａは７０で、かつ特殊演色評価指数Ｒ１４（木の葉色）は７１という結果となった。

[0079] ここで、演色評価指数とは、ＪＩＳ（日本工業規格）で定められた基準光との比較の上で測定対象となる光源が、演色評価用の色票を照明した時に生ずる色ズレを、指標として表したものである。平均演色評価指数Ｒａとは、８色の演色評価指数を平均した値である。また、特殊演色評価指数Ｒ１４（木の葉色）とは、特殊演色評価数の１種で、木の葉色の演色評価指数の値である。

[0080] 一方、発光装置１から出射される出射光の発光スペクトルは、平均演色評価指数Ｒａは７３で、かつ特殊演色評価指数Ｒ１４（木の葉色）は７８という結果となった。すなわち、発光装置１では、蛍光体部６を備えていることにより、発光装置１００に比べ、平均演色評価指数Ｒａが３ポイント向上し、特殊演色評価指数Ｒ１４（木の葉色）は７ポイント向上した。特に特殊演色評価指数Ｒ１４（木の葉色）の値が大きく向上していることから、発光装置１は、植物観賞用に好適に使用することができるといえる。

[0081] ＜発光装置１の効果＞

以上のように、本実施形態に係る発光装置１は、レーザ素子２から出射された励起光Ｌ１を吸収して第１の蛍光を発する蛍光体部３と、蛍光体部３によって第１の蛍光に変換されず、蛍光体部３を透過した励起光Ｌ２を吸収して第２の蛍光を発する蛍光体部６と、を備えている。

[0082] 上記構成の場合、蛍光体部３を透過した励起光Ｌ２を蛍光体部６にて吸収するため、蛍光体部６から出射される励起光Ｌ２の放射強度を低下させることができる。また、蛍光体部６によって、指向性が強い励起光Ｌ２が第２の蛍光に変換されるので、励起光Ｌ２よりも広範囲に第２の蛍光を出射することができる。これは、励起光Ｌ１のうち、放射強度が高い部分（図２の一点鎖線で囲まれた部分）付近の励起光を吸収して、放射強度が低い部分へと（すなわち、図２の矢印方向へと）補完することを意味している。つまり、蛍光体部６を備えることにより、励起光Ｌ１の配光特性を、第１の蛍光の配光特性のように、広がりを有する配光特性とすることができる。

[0083] また、第２の蛍光のピーク波長は、励起光Ｌ１のピーク波長と近似している。これら２つのピーク波長が近似していることにより、励起光Ｌ１（またはＬ２）が有する色味と同じか、またはそれに近い色味を、第２の蛍光で実現することができる。

[0084] このように、発光装置１は、励起光Ｌ１と同じ色味を有する第２の蛍光を、励起光Ｌ１の一部に代えて出射することができる。このため、図４の（ｂ）に示すように、発光装置１から出射される出射光への色ムラの発生を抑制することができる。

[0085] また、発光装置１では、蛍光体部３に散乱剤を用いる代わりに、蛍光体部６を備えることにより色ムラの発生を抑制している。それゆえ、発光装置１では、励起光Ｌ１の利用効率の低下を防止できるとともに、出射光への色ムラの発生を抑制することができる。換言すれば、出射光の配光特性を変化させることができる。

[0086] さらに、第２の蛍光の波長範囲は、励起光Ｌ１（またはＬ２）の波長範囲よりも広い。このため、図５に示すように、第１の蛍光のスペクトルと励起

光Ｌ１のスペクトルとの間を、第２の蛍光によって埋めることができる。そのため、発光装置１から出射される出射光の演色性を向上させることができる。

[0087] 〔実施形態２〕

本発明の他の実施形態について、図６に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、前記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0088] ＜発光装置１０の構成＞

図６は、本発明の一実施形態に係る発光装置１０の概略的な構成を示す断面図である。図６では、発光装置１０は、発光装置１におけるレーザ素子２と、蛍光体部３および６との相対的な配置関係の一例を示している。発光装置１０は、図６に示すように、蛍光体部３、蛍光体部６および光源部１１を備えている。なお、蛍光体部３および６の間には接着層９が形成されているが、図６では接着層９の図示を省略している（図７および図８についても同様）。以下より、各部材の説明を行う。

[0089] （蛍光体部３）

蛍光体部３は、実施形態１で説明したものと同様のものである。図６に示す様に、蛍光体部３は、後述するキャップ１２の上（図６に示す＋Ｚ軸方向）に配置されている。本実施形態では、蛍光体部３は、蛍光体部３の受光面３Ｒの中心軸（図３に示す垂線Ｐ１）が、キャップ１２の上面１２ａの中心軸とほぼ一致するように、キャップ１２の上に配置されている。また、蛍光体部３は、キャップ１２に設置されたガラス板１３を覆うように配置されている。これにより、ガラス板１３から励起光Ｌ１が直接漏れ出ることを防止できる。

[0090] 蛍光体部３には、後述するガラス板１３を透過した励起光Ｌ１が照射される。そして、蛍光体部３より、励起光Ｌ１が上記蛍光体４によって変換され、上記第１の蛍光が出射される。

[0091] （蛍光体部６）

蛍光体部６は、実施形態１で説明したものと同様のものである。また、蛍光体部３及び６の相対的な位置関係についても実施形態１と同様である。本実施形態では、蛍光体部３の光出射面３Ｅの中心軸（図３に示す垂線Ｐ１）と、蛍光体部６の受光面６Ｒの中心軸とがほぼ一致するように、蛍光体部３の上に蛍光体部６が配置されている。

[0092] 蛍光体部６には、蛍光体部３で第１の蛍光に変換されなかった励起光Ｌ２が照射される。そして、蛍光体部６より、励起光Ｌ２が蛍光体７によって変換され、上記第２の蛍光が出射される。

[0093] （光源部１１）

光源部１１は、蛍光体部３および６へと励起光Ｌ１（またはＬ２）を照射するものである。光源部１１は、レーザ素子２、キャップ１２、ガラス板１３およびステム１４を備えている。

[0094] （レーザ素子２）

レーザ素子２は、実施形態１で説明したものと同様のものである。レーザ素子２は、キャップ１２内の幅方向（図６に示すｘ方向およびｙ方向）におけるほぼ中央部に配置されている。また、レーザ素子２は、励起光Ｌ１を出射する光出射面２ａをその上面（図６に示す＋Ｚ軸方向）に備えており、光出射面２ａがキャップ１２の上面１２ａと対向するように、キャップ１２と離間して載置されている。

[0095] また、レーザ素子２の出射光軸は、キャップ１２の上面１２ａの中心軸とほぼ重なっている。レーザ素子２から出射される励起光Ｌ１の中心軸は、発光装置１０の中心軸とほぼ一致しているともいえる。つまり、レーザ素子２の出射光軸が、キャップ１２の上面１２ａの中心軸、蛍光体部３の受光面３Ｒの中心軸、および、蛍光体部６の受光面６Ｒの中心軸とほぼ一致するように、キャップ１２内におけるレーザ素子２の、蛍光体部３、６との相対的な位置関係が決定されている。これにより、蛍光体部６において、蛍光体部３を透過した励起光Ｌ２を確実にとらえることができる。

[0096] 尚、本実施形態における光出射面２ａとは、その面全てから励起光Ｌ１が

出射されるものだけを意味するのではなく、面の一部から励起光Ｌ１が出射されるものも含む。さらに、図示しないが、レーザ素子２は、ワイヤー等を介して電気的にリードと接続されており、これにより外部電極と接続可能となる。

[0097] （キャップ１２）

キャップ１２は、レーザ素子２から出射された励起光Ｌ１が、発光装置１０の外部へ漏れない様にするためのものである。具体的には、キャップ１２は、励起光Ｌ１に対して遮光性を有する円筒形状の部材であり、その上面１２ａにガラス板１３が設置されている。すなわち、レーザ素子２から出射された励起光Ｌ１は、ガラス板１３のみ通過できる構成となっている。これにより、キャップ１２は、その内部に備えたレーザ素子２から出射された励起光Ｌ１を、その上面１２ａに配置された蛍光体部３に確実に照射することができるとともに、キャップ１２の外部に励起光Ｌ１が漏れ出ることを防止できる。

[0098] キャップ１２の形状は、レーザ素子２を封止できるものであれば図６に示すものに限定されない。すなわち、キャップ１２の形状は、円筒形状に限らず、その内部にレーザ素子２を備え、かつ、ガラス板１３以外の箇所から励起光Ｌ１が漏れ出ないようにすることが可能な構成であればよい。例えば、後述するステム１４を構成するステム底部１４１を、内部に空洞を有する略筒状とする場合は、その上部を閉塞するキャップ１２を略円盤状とすることもできる。

[0099] また、キャップ１２の材質は、熱伝導率の高いものが好ましい。これにより、蛍光体部３をキャップ１２に固着した場合、蛍光体部３から生じた熱を放熱することができる。具体的には、蛍光体部３から発せられた熱は、キャップ１２に伝わり、さらにキャップ１２の側面を介してステム底部１４１へと伝わり、放熱される。つまり、蛍光体部３から発せられた熱は、キャップ１２を経由してステム底部１４１へと伝えられる。

[0100] 上記放熱の効果を高めるためには、キャップ１２の材質としては、冷間圧

延鋼板（ＳＰＣ）、鉄－ニッケル－コバルト合金（コバール）、アルミニウム、銅、真鍮、またはアルミナ、窒化アルミナ、ＳｉＣ等のセラミック系のものが挙げられる。

[0101] また、キャップ１２は、その下部においてステム底部１４１と接着される。そのため、ステム底部１４１の部材との接着度を考慮してキャップ１２の材質が決定されてもよい。具体的には、キャップ１２の材質としては、コバール、ニッケル、ステンレス（ＳＵＳ）等の鉄系材料であれば、上記接着度が高まる。

[0102] （ガラス板１３）

ガラス板１３は、レーザ素子２から出射された励起光Ｌ１を、蛍光体部３へと透過する。ガラス板１３は、キャップ１２の上面１２ａに設置されており、上面１２ａの開口部を塞いでいる。また、ガラス板１３の表面は、蛍光体部３の受光面３Ｒよりも大きい。そのため、ガラス板１３が、蛍光体部３の受光面３Ｒ全体を被覆することができ、蛍光体部３を励起光Ｌ１の直接照射から保護できる。ガラス板１３は、例えば石英やガラスのような酸化ケイ素、サファイアのような酸化アルミニウム等の、光透過性に優れた材質からなる。すなわち、上面１２ａに設置される部材は、励起光Ｌ１に対して透過性を有する部材であればよい。

[0103] （ステム１４）

ステム１４は、レーザ素子２およびキャップ１２を支持するものである。ステム１４は、ステム底部１４１およびステム柱体１４２を備えている。

[0104] ステム底部１４１は、キャップ１２が載置される台座である。ステム底部１４１には、キャップ１２の内部におけるレーザ素子２の、蛍光体部３との相対的な位置関係を規定するために、レーザ素子２が固着される支持部材としてのステム柱体１４２が配置されている。このステム柱体１４２の側面に、例えばＡｕ－Ｓｎ等の接着材を介して、レーザ素子２が装着される。これにより、キャップ１２が載置された状態において、レーザ素子２の出射光軸と、蛍光体部３の受光面３Ｒの中心軸とがほぼ一致するように、キャップ１

２の内部にレーザ素子２を配置することができる。本実施形態では、ステム柱体１４２は、図６に示すように、ステム底部１４１の中央部より円周方向へ偏心した位置に設置されている。

[0105] なお、ステム底部１４１及びステム柱体１４２とは、便宜上、場所に応じて個々に命名したものであって異部材とは限らない。両者は同一部材とすることも可能であり、これにより製品の部品点数を削減することができる。

[0106] ステム１４の材質は、キャップ１２と同様、レーザ素子２や蛍光体部３等における発熱を放熱できるよう、熱伝導率の高いものが好ましい。具体的には、銅、真鍮、タングステン、アルミニウム、銅・タングステン合金などが挙げられる。

[0107] 例えば、レーザ素子２の使用時に発生した熱がレーザ素子２の内部に蓄熱されると、その特性が悪化し、また寿命が短くなる。上記材質の場合、レーザ素子２から生じた熱は、レーザ素子２と機械的及び電気的に接続されるステム柱体１４２及びステム底部１４１に伝導され、外気へと放出される。また、上述のように、蛍光体部３において発生した熱も、キャップ１２を通ってステム底部１４１から外気へと放出される。つまり、ステム１４は、上記材質からなる場合には、ヒートシンクの役割を担うことができる。

[0108] また、ステム底部１４１の材質は、励起光Ｌ１がガラス板１３以外の箇所から漏れ出ないように、励起光Ｌ１に対する遮光性が高いものが好ましい。さらに、ステム底部１４１の材質は、キャップ１２の材質、及びキャップ１２との密着性を考慮して決定されてもよい。

[0109] ステム１４の形状は、レーザ素子２を封止できるものであれば図６に示すものに限定されない。すなわち、レーザ素子２をキャップ１２の内部に配置し、かつ、ステム１４から励起光Ｌ１が漏れ出ないようにすることが可能な構成であればよい。

[0110] ＜発光装置１０の効果＞

発光装置１０では、レーザ素子２をキャップ１２で覆う構成となっているため、発光装置１の効果に加え、励起光Ｌ１が発光装置１０の外部へ出射さ

れることを防止することができる。それゆえ、発光装置としての安全性を高めることができる。

[0111] また、キャップ１２およびステム１４の材質として熱伝導性の高い材質を選択した場合には、レーザ素子２から発せられた熱を、ステム１４を介して放熱することができる。さらに、蛍光体部３から発せられた熱については、キャップ１２を経由してステム１４から放熱することができる。つまり、異なる熱源に対して個別のヒートシンク部材を設けているため、各々を効率よく放熱できる。

[0112] 〔実施形態３〕

本発明の他の実施形態について、図７に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、前記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0113] ＜発光装置２０の構成＞

図７は、本発明の一実施形態に係る発光装置２０の概略的な構成を示す断面図である。図７に示す様に、発光装置２０は、光源部１１から出射された励起光Ｌ１を、光ファイバ２１（導光部材）によって蛍光体部３および６へ導光する構成である。発光装置２０は、蛍光体部３、蛍光体部６、光源部１１および光ファイバ２１を備えている。以下より、各部材の説明を行う。

[0114] （蛍光体部３）

蛍光体部３は、実施形態１で説明したしたものと同様のものである。図７に示す様に、蛍光体部３は、後述する光ファイバ２１と接続されている。具体的には、蛍光体部３は、蛍光体部３の受光面３Ｒと、光ファイバ２１の出射端部２１ｂとが対向するように、光ファイバ２１と光学的に接続されている。

[0115] （蛍光体部６）

蛍光体部６は、実施形態１で説明したものと同様のものである。また、蛍光体部３及び蛍光体部６の相対的な位置関係についても実施形態１と同様である。

[0116] （光源部１１）

光源部１１は、実施形態２で説明したものと同様のものである。光源部１１は、キャップ１２の上面１２ａと、光ファイバ２１の入射端部２１ａとが対向するように、光ファイバ２１と光学的に接続されている。図７では、光源部１１は１個であるが、複数個であっても構わない。なお、光源部１１が複数個設けられた構成については、図９を用いて後述する。

[0117] （光ファイバ２１）

光ファイバ２１は、光源部１１から出射された励起光Ｌ１を蛍光体部３へと導く導光部材であり、入射端部２１ａ及び出射端部２１ｂを備えている。

[0118] 入射端部２１ａは、光源部１１から出射された励起光Ｌ１を受ける部分（励起光Ｌ１が入射される部分）である。入射端部２１ａは、光ファイバ２１の中心軸が、レーザ素子２の出射光軸とほぼ一致するように、ガラス板１３に対向して配置されていることが好ましい。これにより、励起光Ｌ１が入射端部２１ａの外周部から漏れ出ることを防止することができる。また、入射端部２１ａの断面が、光ファイバ２１のその他の部分の断面よりも広くなっていてもよく、入射端部２１ａの外周付近を、励起光Ｌ１に対して遮光性が高い封止材で封止してもよい。

[0119] 出射端部２１ｂは、入射端部２１ａが受け、光ファイバ２１を通過した励起光Ｌ１を、蛍光体部３へと出射する部分である。出射端部２１ｂは、光ファイバ２１の中心軸が、蛍光体部３の受光面３Ｒの中心軸とほぼ一致するように、受光面３Ｒに対向して配置されていることが好ましい。これにより、実施形態１と同様、蛍光体部３を通過した励起光Ｌ２を蛍光体部６へと確実に入射させることができる。

[0120] また、光ファイバ２１としては、例えば、コア径４００μｍ以下の石英ファイバを用いることが出来る。また、光ファイバ２１は、石英ファイバだけでなく、プラスチック材料からなるファイバも使用することができる。

[0121] さらに、光ファイバ２１は可撓性を有しているため、レーザ素子２と蛍光体部３との相対的な位置関係を容易に変更でき、その長さを調整することに

より、レーザ素子２を蛍光体部３から離れた位置に設置することができる。それゆえ、レーザ素子２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、発光装置２０の設計自由度を高めることができる。

[0122] また、光ファイバ２１によって、蛍光体部３および６と、光源部１１とを離間して設けることができる。そのため、光源部１１から発せられた熱が蛍光体部３および６に伝わることを防止できるので、当該熱による、蛍光体４による第１の蛍光、または蛍光体７による第２の蛍光への変換効率の低下、および、蛍光体４および７の劣化を抑制することができる。

[0123] なお、上記では、光ファイバ２１が１つであるものとして説明したが、複数の光ファイバの束であってもよい。

[0124] ＜発光装置２０の効果＞

発光装置２０では、光ファイバ２１を介して、光源部１１からの励起光Ｌ１を蛍光体部３に照射する構成となっているため、発光装置１の効果に加え、蛍光体部３および６が、光源部１１から発せられる熱の影響を受けることを防止できる。それゆえ、第１の蛍光または第２の蛍光への変換効率の低下、および、蛍光体部３および６の劣化を抑制できる。

[0125] また、光ファイバ２１によって蛍光体部３および６と光源部１１とが離間して設けられるために、蛍光体部３および６にて発生した熱が、光源部１１に伝わらない。そのために、当該熱によるレーザ素子２の劣化を抑制することができる。

[0126] 〔実施形態４〕

本発明の他の実施形態について、図８に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、前記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0127] ＜発光装置３０の構成＞

図８は、本発明の一実施形態に係る発光装置３０の概略的な構成を示す断面図である。図８に示す様に、発光装置３０は、蛍光体部３および６から出射された光をリフレクタ３２（反射鏡）にて反射させる構成である。発光装

置３０は、蛍光体部３、蛍光体部６、光源部１１、光ファイバ２１、支持基板３１およびリフレクタ３２を備えている。以下より、各部材の説明を行う。

[0128] （蛍光体部３）

蛍光体部３は、実施形態１で説明したものと同様のものである。蛍光体部３は、後述する支持基板３１の、光ファイバ２１と光学的に接続されている受光面３１ａと対向する載置面３１ｂ上に配置されている。図示しないが、蛍光体部３は、例えば、アクリル系の耐熱性透明接着剤等で支持基板３１上に固定される。

[0129] （蛍光体部６）

蛍光体部６は、実施形態１で説明したものと同様のものである。また、蛍光体部３及び蛍光体部６の相対的な位置関係も実施形態１と同様である。

[0130] （光ファイバ２１）

光ファイバ２１は、実施形態３で説明したものと同様のものである。光ファイバ２１の出射端部２１ｂは、後述する支持基板３１の受光面３１ａと対向するように、支持基板３１に光学的に接続されている。

[0131] （支持基板３１）

支持基板３１は、蛍光体部３が載置される支持部材であり、例えば、サファイア等の熱伝導性が高く、励起光Ｌ１に対して透過性の高い材料からなっている。例えば、支持基板３１としては、熱伝導度が、気温２０℃で４２Ｗ／(ｍ・Ｋ)のサファイア製の基板を使用することができる。

[0132] 支持基板３１は、光ファイバ２１からの励起光Ｌ１が照射される受光面３１ａと、蛍光体部３が載置される載置面３１ｂとを有している。光ファイバ２１の中心軸が、蛍光体部３の受光面３Ｒの中心軸とほぼ一致するように、光ファイバ２１の出射端部２１ｂが受光面３１ａと対向するように配置されているとともに、蛍光体部３が載置面３１ｂに載置されている。

[0133] また、図８に示すように、支持基板３１の端部がリフレクタ３２に接続されることにより、支持基板３１はリフレクタ３２によって支持されている。

支持基板３１の支持位置は、例えば蛍光体部３および蛍光体部６を一体とみなしたときの発光中心（蛍光体部３の光出射面３Ｅの中心軸上で、かつ、蛍光体部３の高さと蛍光体部６の高さとを合計した総高の半分の位置）が、リフレクタ３２の焦点位置とほぼ一致するように配置されていることが好ましい。この場合、蛍光体部３および６から出射される光を、効率よくリフレクタ３２の開口部３２ａから出射することができる。なお、この点を考慮しなければ、蛍光体部３および６が少なくともリフレクタ３２の内部に設けられるように、支持基板３１のリフレクタ３２に対する位置が決められていればよい。

[0134] このように、支持基板３１に蛍光体部３が載置されることにより、蛍光体部３から発せられた熱を効率的にリフレクタ３２に伝導して放熱することができる。

[0135] また、支持基板３１の形状は、例えば、リフレクタ３２の断面形状（開口部３２ａと平行な面の形状）と略一致する形状（例えば、円形状）である。これに限らず、リフレクタ３２に支持され、かつ、蛍光体部３を載置可能な形状であれば、例えば矩形状であってもよい。

[0136] なお、図示はしないが、支持基板３１は放熱フィンを備えていても良い。この放熱フィンは、支持基板３１を冷却する冷却部として機能する。放熱フィンは、複数の放熱板を有するものであり、大気との接触面積を増加させることにより放熱効率を高めている。支持基板３１を冷却する冷却部は、冷却（放熱）機能を有するものであればよく、放熱フィンの代わりに、ヒートパイプであっても良い。

[0137] （リフレクタ３２）

リフレクタ３２は、蛍光体部３および６から出射された光を反射するものである。換言すれば、リフレクタ３２は、蛍光体部３から出射された励起光Ｌ１および第１の蛍光と、蛍光体部６から出射された励起光Ｌ２および第２の蛍光と、を受けて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し、開口部３２ａから投光するものである。このリフレクタ３２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。金属薄膜としては、アルミニウム等の反射率の高い材質が用いられる。

[0138] リフレクタ３２は、放物線の対称軸を回転軸として、当該放物線を回転させることによって形成される反射曲面をその反射面に含んでいる。このリフレクタ３２は、蛍光体部３および６から出射された光を投光する方向に、円形の開口部３２ａを有するパラボラミラーである。なお、リフレクタ３２としては、パラボラミラー以外にも、楕円形状や自由曲面形状、或いは、マルチファセット化されたもの(マルチリフレクタ)を用いることができる。また、リフレクタ３２の一部に曲面ではない部分を含めても良い。

[0139] また、蛍光体部３および６から出射された光を投光する投光部材は、リフレクタ３２でなくてもよく、レンズを使用したプロジェクション型の透光部材であってもよい。

[0140] ＜発光装置３０の効果＞

発光装置３０では、蛍光体部６を備えることにより、外部に出射される励起光Ｌ１、Ｌ２と第１の蛍光との色の角度分布の差を小さくする（色ムラの発生を抑制する）ことができる。それゆえ、発光装置３０では、色の角度分布に差が生じている場合に必要となり得る、当該角度分布を修正するための光学部材（拡散シート等）を備えることを考慮せずに、リフレクタ３２の設計を行うことができる。すなわち、発光装置３０では、蛍光体部６を備えて、出射光への色ムラの発生を抑制することにより、リフレクタ３２を容易に設計することが可能となる。

[0141] また、蛍光体部３および６から出射された出射光を反射して、開口部３２ａからその前方（所定の方向）に投光することができる。それゆえ、発光装置３０からの出射光の利用効率を高めることができる。

[0142] また、蛍光体部３は、支持基板３１に載置され、その支持基板３１がリフレクタ３２に接している。そのため、蛍光体部３にて発生した熱を、支持基板３１およびリフレクタ３２を介して逃がすことができる。それゆえ、当該熱による、蛍光体４による第１の蛍光、または蛍光体７による第２の蛍光へ

の変換効率の低下、および、蛍光体４および７の劣化をより抑制することができる。なお、この点を考慮しなければ、支持基板３１が放熱機能を有している必要は必ずしもなく、この場合、励起光Ｌ１に対して透過性の高い基板が用いられていればよい。

[0143] 〔変形例〕

なお、図７および図８では、光源部１１が１個の場合の構成について説明したが、上述したように、光源部１１は複数個であってもよい。その具体的な構成について、図９を用いて説明する。図９は、本変形例に係る発光装置４０の概略的な構成を示す断面図である。

[0144] 発光装置４０は、４個の光源部１１および４本の光ファイバ２１を備えている。各光源部１１は、各光源部１１のキャップ１２の上面１２ａと、各光ファイバ２１の入射端部２１ａとが対向するように、各光ファイバ２１と光学的に接続されている。なお、本変形例では、光源部１１および光ファイバ２１を４つずつ備えた構成となっているが、これに限らず、複数個であれば同じような構成をとることができる。すなわち、複数の光源部１１と複数の光ファイバ２１とを備え、光源部１１と光ファイバ２１とが一対一となるように、両者が光学的に接続されていればよい。

[0145] ４つの光ファイバ２１は、バンドルファイバ２２を形成している。すなわち、バンドルファイバ２２は、各光源部１１と光学的に接続された複数の光ファイバ２１の束である。バンドルファイバ２２は、各光ファイバ２１を透過した励起光Ｌ１を出射する出射端部２２ｂを有している。この出射端部２２ｂと、支持基板３１の受光面３１ａとが対向するように、バンドルファイバ２２と支持基板３１とが光学的に接続されている。

[0146] このように、光源部１１が複数個存在している場合であっても、これらの光源部１１から出射された励起光Ｌ１を、蛍光体部３に照射することができる。

[0147] なお、図９は、実施形態４の発光装置３０において、光源部１１が複数個存在する場合の一例を示しているが、実施形態３の発光装置２０において、

光源部１１が複数個存在する場合も、光源部１１、光ファイバ２１およびバンドルファイバ２２の配置関係は、図９と同様の位置関係となっていればよい。

[0148] 〔まとめ〕

本発明の態様１に係る発光装置（１、１０、２０、３０、４０）は、励起光（Ｌ１，Ｌ２）を波長変換することで生成した蛍光（第１の蛍光、第２の蛍光）とともに、上記励起光の一部を外部へ出射する発光装置であって、上記励起光（Ｌ１）を吸収して第１の蛍光を発する第１発光部（蛍光体部３）と、上記第１発光部によって上記第１の蛍光に変換されず、上記第１発光部を透過した上記励起光（Ｌ２）を吸収して第２の蛍光を発する第２発光部（蛍光体部６）と、を備え、上記第２の蛍光のピーク波長は、上記励起光（Ｌ１、Ｌ２）のピーク波長と近似している構成である。

[0149] 上記構成によれば、第１発光部を透過した励起光を第２発光部にて吸収するため、第２発光部から出射される励起光の放射強度を低下させることができる。また、第２発光部によって、指向性が強い励起光が第２の蛍光に変換されるので、励起光よりも広範囲に第２の蛍光を出射することができる。そのため、励起光の配光特性を、第１の蛍光の配光特性のように、広がりを有する配光特性とすることができる。

[0150] また、第２の蛍光のピーク波長は、励起光のピーク波長と近似している。このように、これら２つのピーク波長が近似していることにより、励起光が有する色味と同じか、またはそれに近い色味を、第２の蛍光で実現することができる。

[0151] したがって、本発明の一態様に係る発光装置は、励起光と同じ色味を有する第２の蛍光を、励起光の一部に代えて出射することができる。このため、図４の（ｂ）に示すように、発光装置から出射される出射光への色ムラの発生を抑制することができる。

[0152] また、本発明の一態様に係る発光装置では、第１発光部に散乱剤を用いる代わりに、第２発光部を備えている。そのため、散乱剤を用いた場合と異な

り、励起光入射側への励起光の散乱を抑制することができ、励起光入射側へ散乱された励起光が出射光の一部として利用できない事態を抑制することができる。すなわち、第１発光部に散乱剤を用いる代わりに、第２発光部を備えることにより、励起光の利用効率の低下を防止できるとともに、出射光への色ムラの発生を抑制することができる。

[0153] さらに、本発明の態様２に係る発光装置は、態様１において、

上記第１発光部は、上記励起光を受光する受光面（受光面３Ｒ）とは反対側の表面である光出射面（３Ｅ）を有しており、

上記第２発光部は、上記光出射面に設けられていることが好ましい。

[0154] 上記構成によれば、第１発光部から出射される励起光のうち、放射強度が高い励起光は、第１発光部の光出射面から出射される。そのため、第２発光部が光出射面に載置されていることにより、この放射強度の高い励起光を確実に第２発光部へと入射させることができる。

[0155] さらに、本発明の態様３に係る発光装置は、態様１または２において、

上記第２発光部に含まれ、上記励起光を受けて上記第２の蛍光を発光する蛍光体（７）の粒子径は、上記励起光が有するピーク波長に比べて小さいことが好ましい。

[0156] 上記構成によれば、第２発光部に励起光が照射された場合に、第２発光部においてミー散乱を起こさないようにすることができるので、第１発光部を透過した励起光が、第１発光部側（すなわち、上記励起光入射側）に散乱されることを抑制できる。それゆえ、第２発光部にて散乱された励起光を出射光の一部として確実に利用することができるので、当該出射光の光量を減少することを抑制することができる。

[0157] さらに、本発明の態様４に係る発光装置は、態様１から３のいずれかにおいて、

上記励起光を出射する励起光源（レーザ素子２）と、

上記励起光源から出射された上記励起光を、上記第１発光部へと導光する導光部材（光ファイバ２１）と、を備えていることが好ましい。

[0158] 上記構成によれば、導光部材を備えることにより、励起光源と第１発光部とを離間して配置できる。それゆえ、励起光源から発せられる熱によって、特に第１発光部が劣化することを抑制できる。

[0159] さらに、本発明の態様５に係る発光装置は、態様１から４のいずれかにおいて、

上記第１発光部から出射された上記励起光および上記第１の蛍光と、上記第２発光部から出射された上記励起光および上記第２の蛍光とを反射する反射鏡（リフレクタ３２）を備えていることが好ましい。

[0160] 上記構成によれば、第１発光部から出射された励起光および第１の蛍光と、第２発光部から出射された励起光および第２の蛍光とを所定の方向に投光することができる。それゆえ、出射光の利用効率を高めることができる。

[0161] その他、上記態様１から５のいずれかに係る発光装置を備えた照明装置、植物観賞用の照明器具または車両用前照灯も、本発明の範疇に入る。これらの構成によれば、これらの照明装置、植物観賞用の照明器具または車両用前照灯においても、励起光の利用効率の低下を防止できるとともに、出射光への色ムラの発生を抑制することができる。

[0162] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ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。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

産業上の利用可能性

[0163] 本発明は、植物観賞用の照明器具、車両用等のヘッドランプ等の照明器具に幅広くに適用することができ、励起光の利用効率を高めることができる。

符号の説明

[0164] １ 発光装置

２ レーザ素子（励起光源）

３ 蛍光体部（第１発光部）

３Ｒ　受光面

３Ｅ　光出射面

６　蛍光体部（第２発光部）

７　蛍光体

１０　発光装置

２０　発光装置

３０　発光装置

４０　発光装置

２１　光ファイバ（導光部材）

３２　リフレクタ（反射鏡）

Ｌ１　励起光

Ｌ２　励起光

請求の範囲

[請求項1] 励起光を波長変換することで生成した蛍光とともに、上記励起光の一部を外部へ出射する発光装置であって、

上記励起光を吸収して第１の蛍光を発する第１発光部と、

上記第１発光部によって上記第１の蛍光に変換されず、上記第１発光部を透過した上記励起光を吸収して第２の蛍光を発する第２発光部と、を備えており、

上記第２の蛍光のピーク波長は、上記励起光のピーク波長と近似していることを特徴とする発光装置。

[請求項2] 上記第１発光部は、上記励起光を受光する受光面とは反対側の表面である光出射面を有しており、

上記第２発光部は、上記光出射面に設けられていることを特徴とする請求項１に記載の発光装置。

[請求項3] 上記第２発光部に含まれ、上記励起光を受けて上記第２の蛍光を発光する蛍光体の粒子径は、上記励起光が有するピーク波長に比べて小さいことを特徴とする請求項１または２に記載の発光装置。

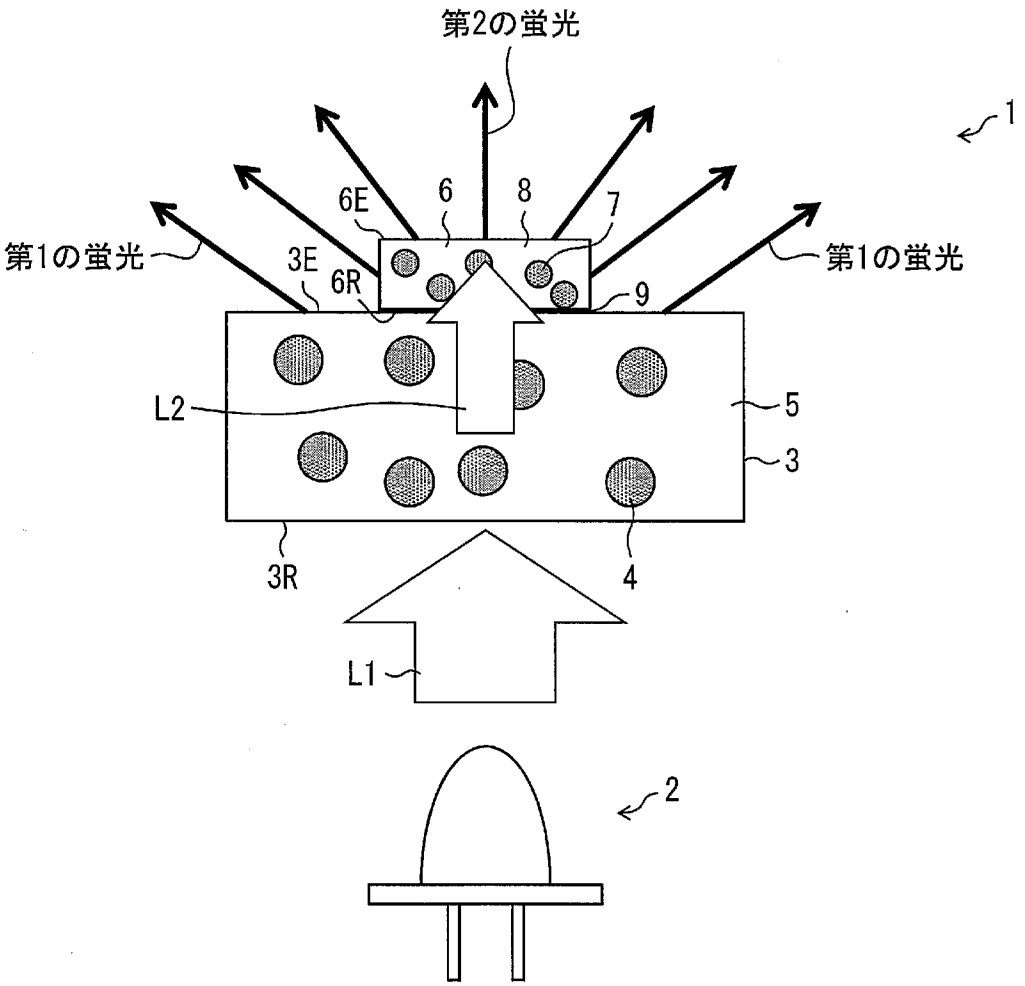
[請求項4] 上記励起光を出射する励起光源と、

上記励起光源から出射された上記励起光を、上記第１発光部へと導光する導光部材と、を備えていることを特徴とする請求項１から３のいずれか１項に記載の発光装置。

[請求項5] 上記第１発光部から出射された上記励起光および上記第１の蛍光と、上記第２発光部から出射された上記励起光および上記第２の蛍光とを反射する反射鏡を備えていることを特徴とする請求項１から４のいずれか１項に記載の発光装置。

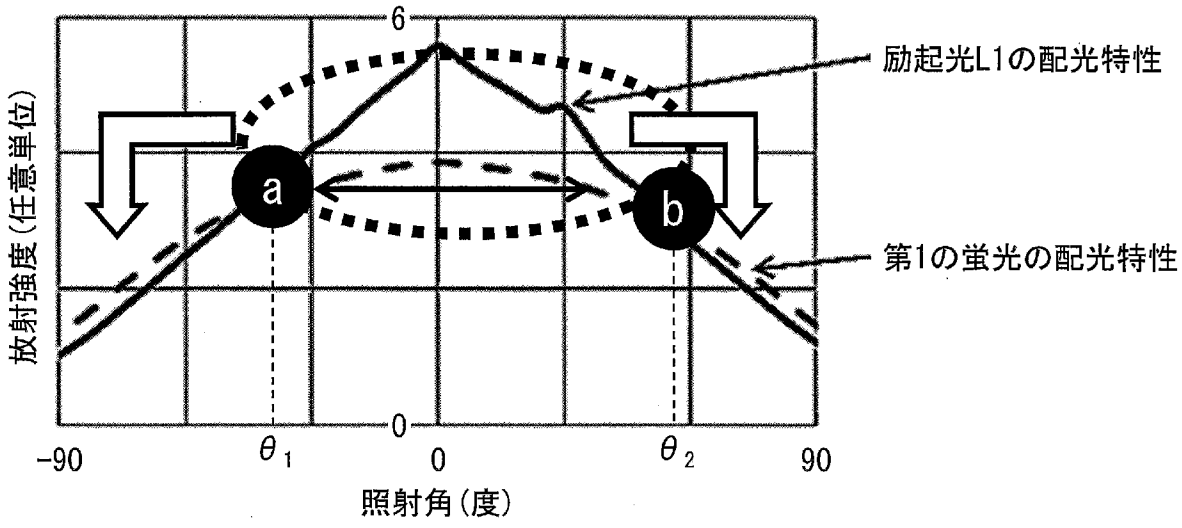
[図1]

図 1


第2の蛍光
1
6E
6
8
7
第1の蛍光
第1の蛍光
3E
6R
9
L2
5
3
3R
4
L1
2

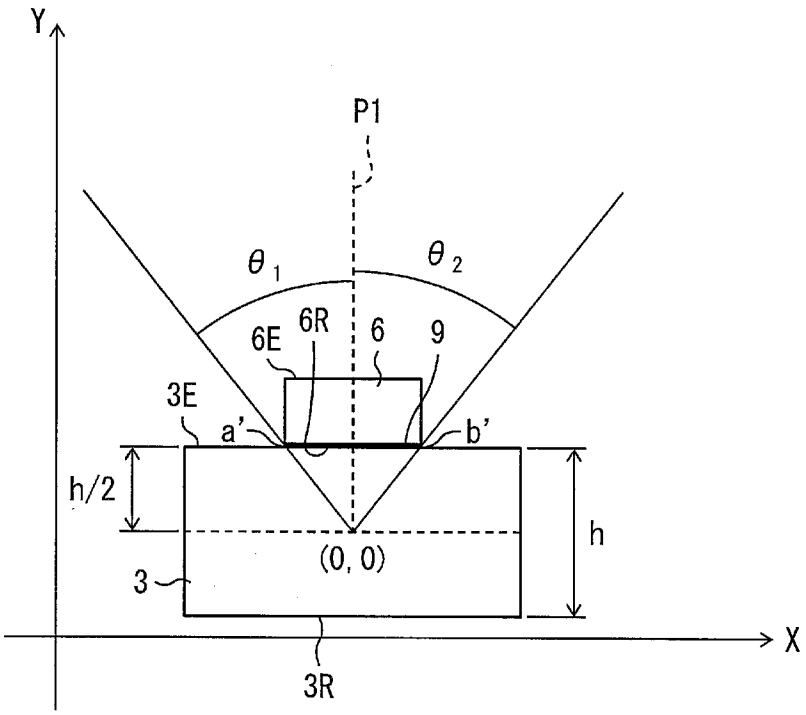
[図2]

図 2


6
励起光L1の配光特性
a
b
第1の蛍光の配光特性
放射強度(任意単位)
0
-90
θ1
0
θ2
90
照射角(度)

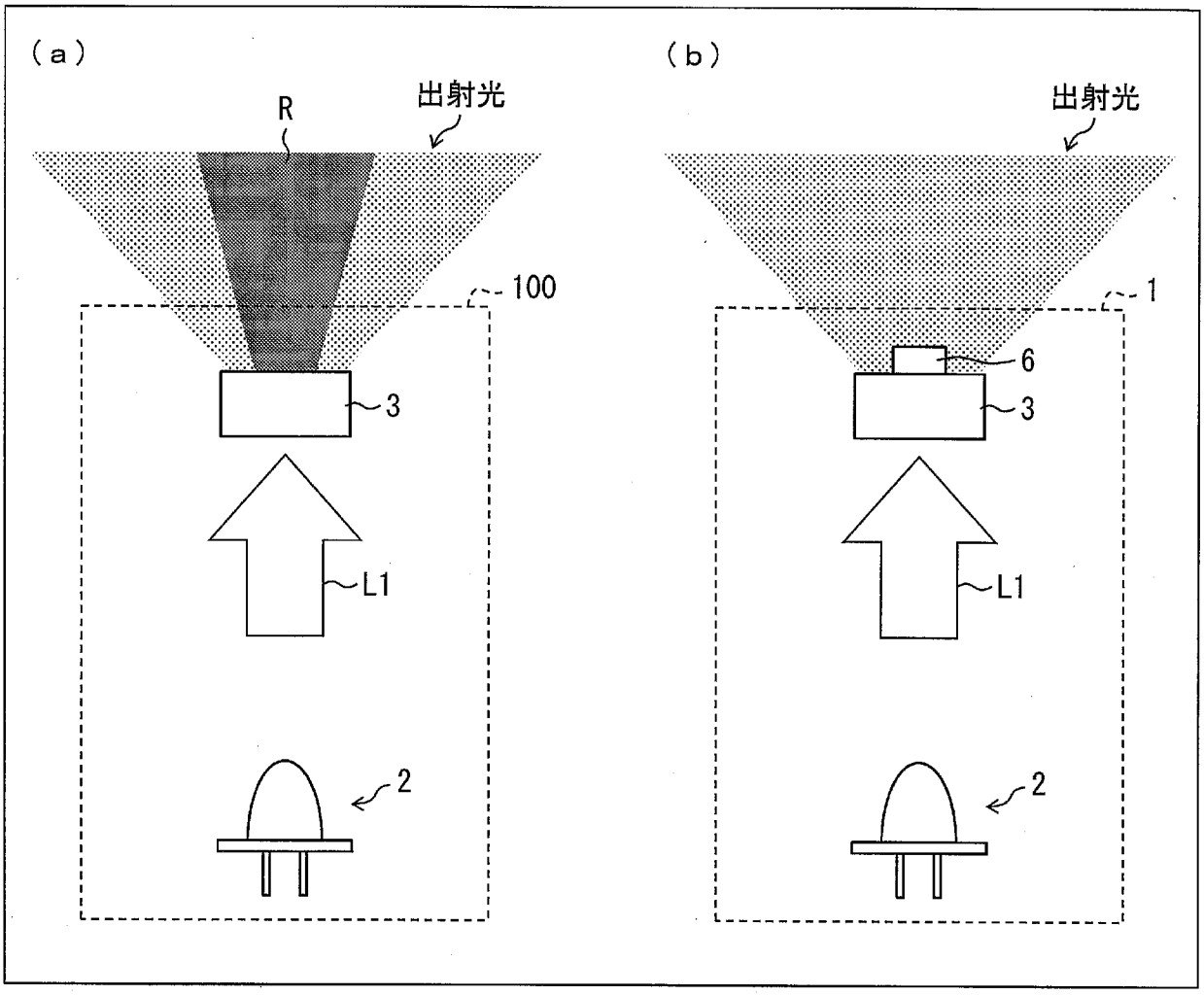
[図3]

図 3



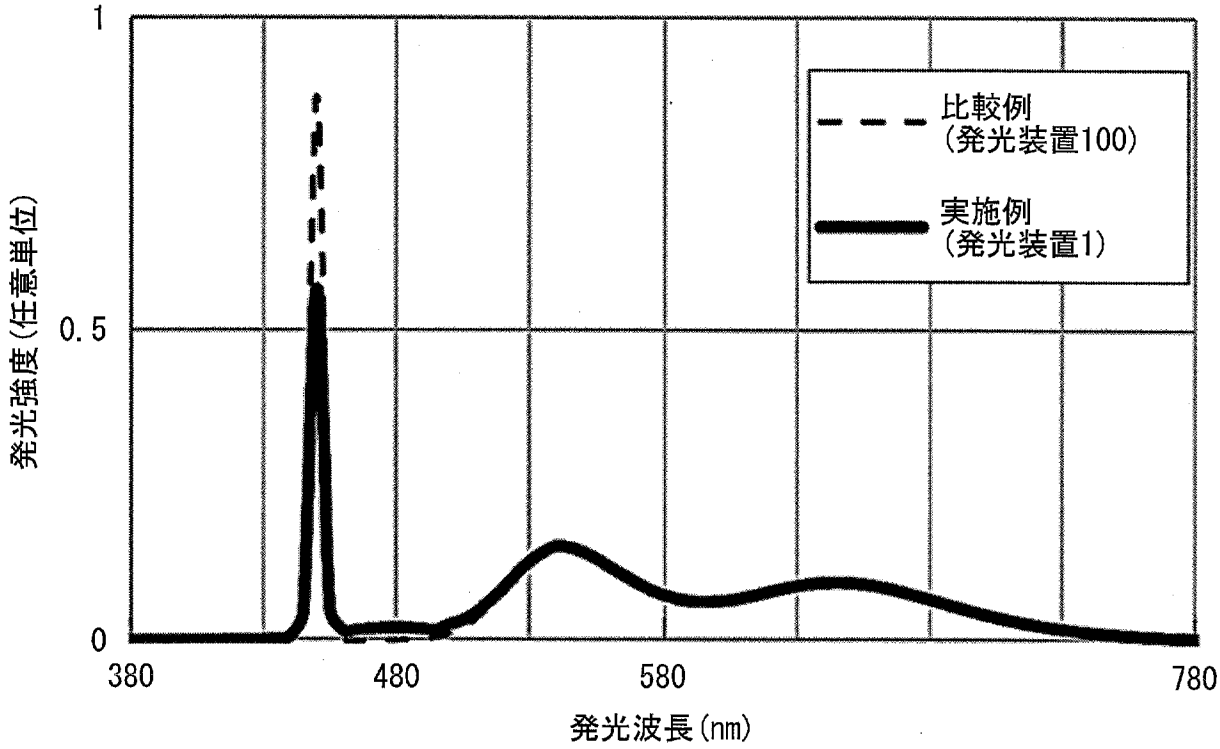
[図4]

図 4



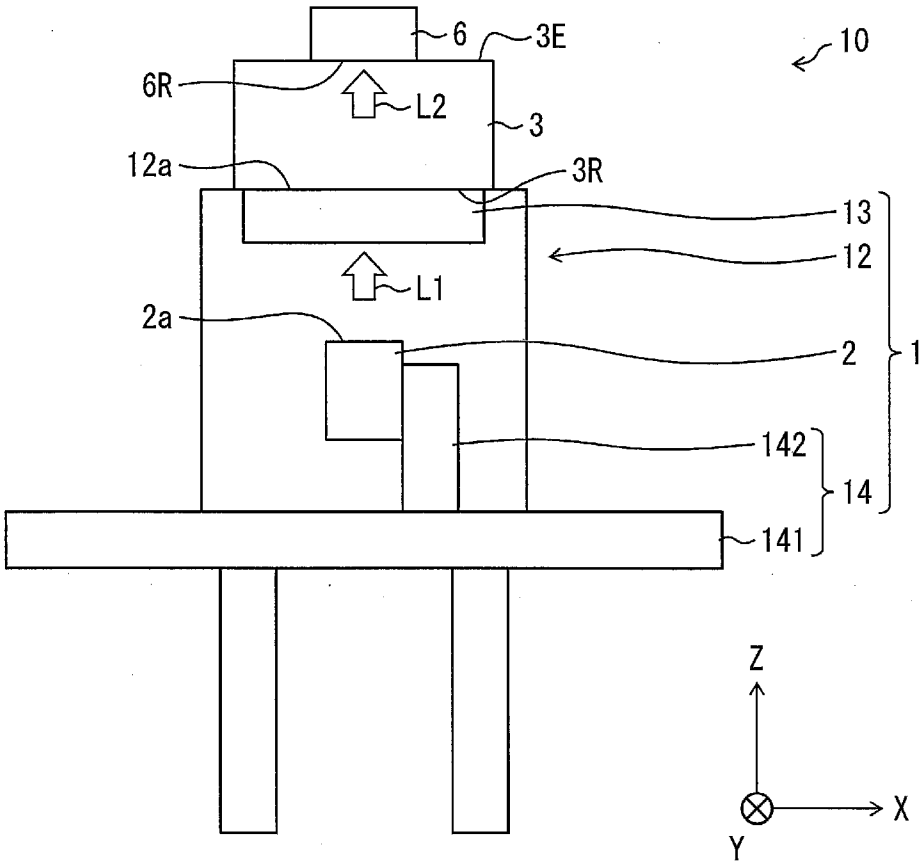
[図5]

図 5


1
0.5
0
発光強度(任意単位)
380
480
580
780
発光波長(nm)
比較例
(発光装置100)
実施例
(発光装置1)

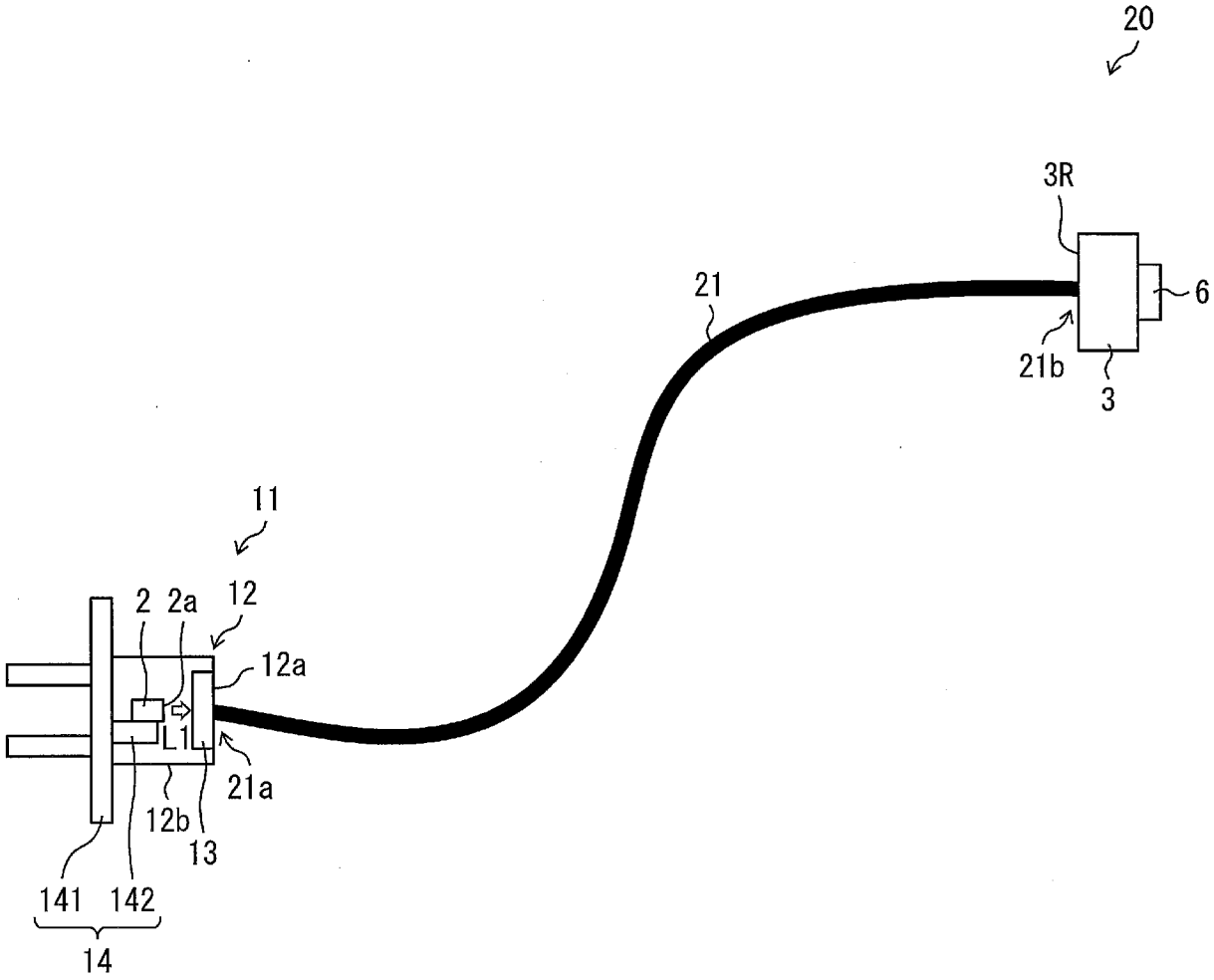
[図6]

図 6


6
3E
10
6R
L2
3
12a
3R
13
12
L1
2a
2
11
142
14
141
Z
X
Y

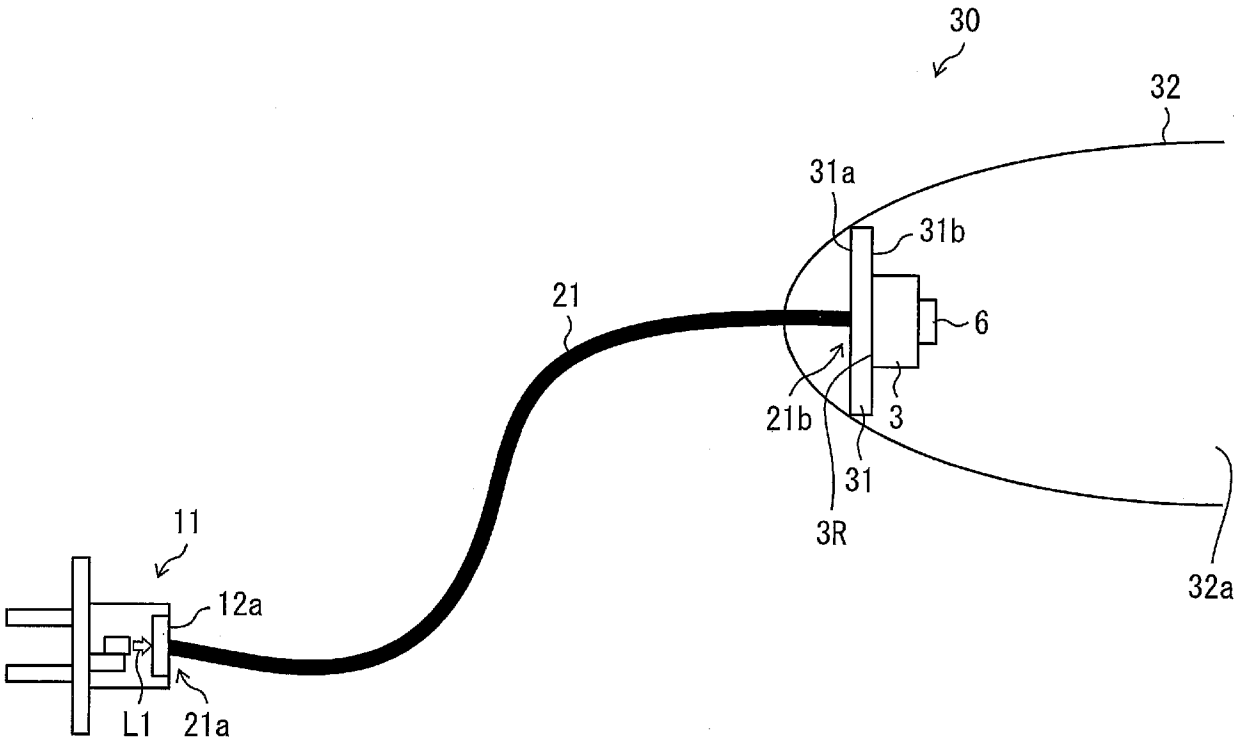
[図7]

図 7


20
3R
21
6
21b
3
11
2
2a
12
12a
L1
21a
12b
13
141
142
14

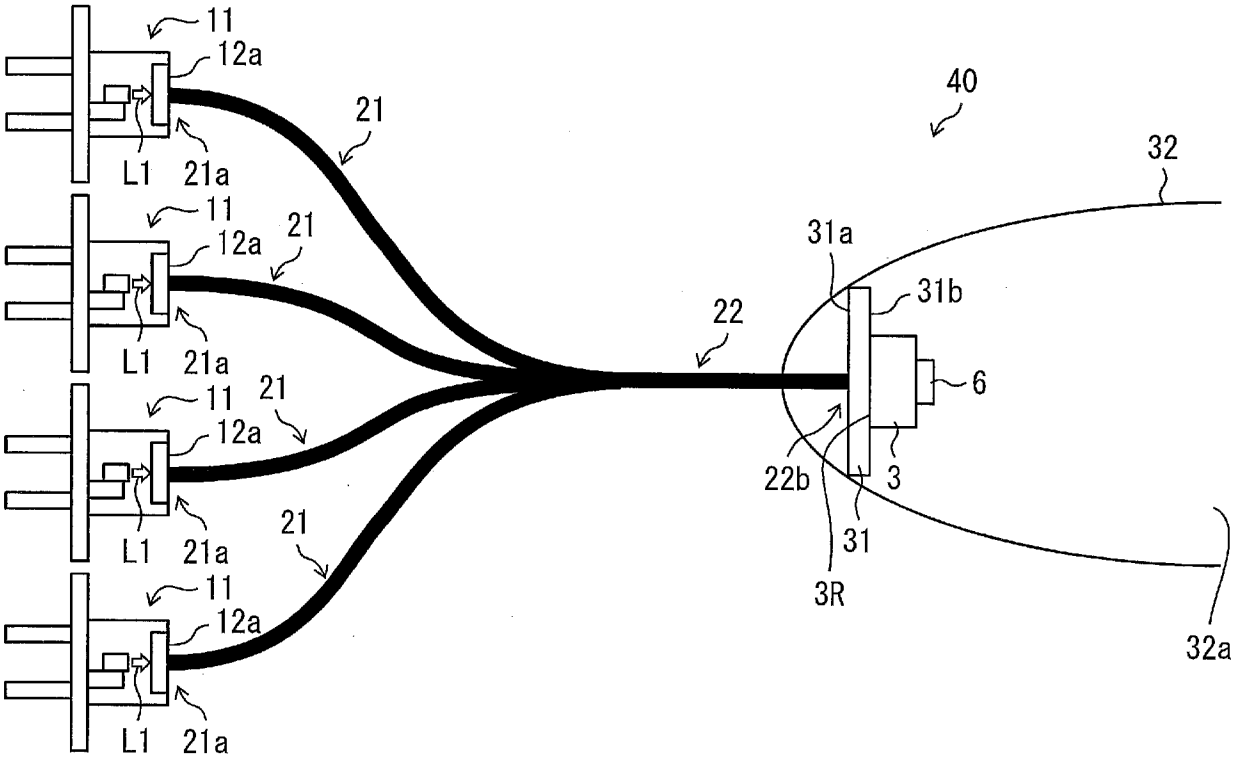
[図8]

図 8


30
32
31a
31b
21
6
21b
3
31
3R
32a
11
12a
L1
21a

[図9]

図 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/078027

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01S5/022(2006.01)i, *H01L33/50*(2010.01)i

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)
H01S5/00-5/50, H01L33/00-33/64

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 1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2003-46134 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 14 February 2003 (14.02.2003), paragraphs [0038] to [0040]; fig. 3 (Family: none)	1-2 3-5
Y	JP 2013-153105 A (Sharp Corp.), 08 August 2013 (08.08.2013), paragraphs [0026] to [0028]; fig. 1 & US 2013/0193837 A1	3
Y	WO 2012/124587 A1 (Sharp Corp.), 20 September 2012 (20.09.2012), paragraphs [0086] to [0090], [0142] to [0143]; fig. 2 & US 2014/0003074 A1	4-5

☒ 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	Date of mailing of the international search report
21 January 2015 (21.01.15)	03 February 2015 (03.02.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/078027

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-29432 A (Sharp Corp.), 10 February 2011 (10.02.2011), paragraph [0044]; fig. 1 (Family: none)	4-5

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０７８０２７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01S5/022(2006.01)i, H01L33/50(2010.01)i

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.　H01S5/00-5/50, H01L33/00-33/64

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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	JP 2003-46134 A (松下電工株式会社), 2003.02.14, [0038]-[0040], 図３（ファミリーなし）	1-2 3-5
Y	JP 2013-153105 A (シャープ株式会社), 2013.08.08, [0026]-[0028], 図１ & US 2013/0193837 A1	3
Y	WO 2012/124587 A1 (シャープ株式会社), 2012.09.20, [0086]-[0090], [0142]-[0143], 図２ & US 2014/0003074 A1	4-5

☑　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	国際調査報告の発送日
２１．０１．２０１５	０３．０２．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｘ　９０１０
吉野　三寛
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９４

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 2011-29432 A (シャープ株式会社), 2011.02.10, [0044], 図１（ファミリーなし）	4-5