

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4729918号  
(P4729918)

(45) 発行日 平成23年7月20日(2011.7.20)

(24) 登録日 平成23年4月28日(2011.4.28)

(51) Int. Cl.	F I		
<b>A 6 1 B 1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B	1/00 3 0 0 U
<b>A 6 1 B 1/06</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B	1/06 A
<b>G 0 2 B 6/02</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 2 B	6/10 C
<b>G 0 2 B 23/26</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 2 B	23/26 B

請求項の数 17 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2004-366646 (P2004-366646)	(73) 特許権者	000226057
(22) 出願日	平成16年12月17日(2004.12.17)		日亜化学工業株式会社
(65) 公開番号	特開2006-167305 (P2006-167305A)		徳島県阿南市上中町岡491番地100
(43) 公開日	平成18年6月29日(2006.6.29)	(74) 代理人	100094145
審査請求日	平成19年11月21日(2007.11.21)		弁理士 小野 由己男
		(74) 代理人	100117422
			弁理士 堀川 かおり
		(72) 発明者	▲濱▼ 敦智
			徳島県阿南市上中町岡491番地100
			日亜化学工業株式会社内
		(72) 発明者	林 幸宏
			徳島県阿南市上中町岡491番地100
			日亜化学工業株式会社内
		審査官	伊藤 昭治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

励起光を射出する励起光源と、

該励起光源から射出される励起光を少なくとも一部吸収し波長変換して所定の波長域の照明光を放出する波長変換部材と、

一端に前記励起光源を備え、他端に前記波長変換部材を備え、断面の中心部(コア)の屈折率を周辺部(クラッド)より高くして該励起光源から射出される励起光を波長変換部材に導出するライトガイドと、

前記ライトガイドに導入された励起光に対してモードスクランブルをかけるモードスクランブラーとから構成され、

該モードスクランブラーは、前記励起光を導入した前記ライトガイドにおいて前記励起光の出射パターンを異なる出射パターンに変更して、前記ライトガイドから変更した出射パターンの励起光を射出させ、

前記波長変換部材は、 $250$  での輝度が室温での輝度に対して  $50\%$  以上である輝度維持率を示す蛍光物質を含んでなることを特徴とする発光装置。

【請求項2】

前記励起光源は、レーザダイオードである請求項1に記載の発光装置。

【請求項3】

モードスクランブラーは、ライトガイドを複数方向に屈曲させるものである請求項1又は2に記載の発光装置。

## 【請求項 4】

モードスランプラーは、ライトガイドの長手方向の一部又は全部において、外周の一部又は全部に対向する、凹部及び／又は凸部を備えた部材からなる請求項 1～3 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

## 【請求項 5】

屈曲は、規則的又はランダムに、2 箇所以上で行われる請求項 3 又は 4 に記載の発光装置。

## 【請求項 6】

屈曲は、曲げピッチが 100 mm 以下である請求項 3～5 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

10

## 【請求項 7】

屈曲は、曲げ幅が 10 mm 以下である請求項 3～6 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

## 【請求項 8】

モードスクランプラーは、ライトガイドに一体的に組み込まれており、前記ライトガイドの周辺部の厚みを増減することにより中心部の径を変化させるものである請求項 1 又は 2 に記載の発光装置。

## 【請求項 9】

中心部の径の変化は、規則的又はランダムに、2 箇所以上で行われる請求項 8 に記載の発光装置。

## 【請求項 10】

中心部の径の変化は、ピッチが 100 mm 以下である請求項 8 又は 9 に記載の発光装置。

20

## 【請求項 11】

中心部の径の変化は、該径の 1/2 以下である請求項 8～10 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

## 【請求項 12】

モードスクランブルは、ライトガイドから射出される励起光の FFP における半値全幅を 2 倍以上にするものである請求項 1～11 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

## 【請求項 13】

モードスクランブルは、ライトガイドから射出される励起光の FFP における強度ピーク値を 80% 以下にするものである請求項 1～12 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

30

## 【請求項 14】

波長変換部材は、蛍光物質と樹脂とを含んでなり、前記蛍光物質と樹脂とが 0.1～10:1 の重量比で混合されてなる請求項 1～13 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

## 【請求項 15】

蛍光物質が、LAG、BAM、BAM:Mn、YAG、CCA、SCA、SCESN、SESN、CESN 及び  $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$  からなる群から選択される少なくとも 1 種を含む請求項 1～14 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

## 【請求項 16】

さらに、励起光源とライトガイドとの間にレンズを備えており、該レンズを介して前記励起光源から射出された励起光をライトガイドへ導入する請求項 1～15 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

40

## 【請求項 17】

外部へ導出された光が、80 以上の平均演色評価数 (Ra) を示す請求項 1～16 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、発光装置に関し、より詳細には、主として励起光源と、波長変換部材と、ライトガイドとを有する発光装置に関する。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

従来から、内視鏡装置、ファイバースコープ等において、高い輝度で、色情報が正確に再現されるような光が求められている。

そこで、これらの光源として、キセノンランプ等に代えて、発光ダイオード素子（LED）、レーザダイオード素子（LD）などの半導体発光素子を用いることが提案されている（例えば、特許文献1及び2）。

半導体発光素子は、小型で電力効率が良く、鮮やかな色で発光し、球切れなどの心配がない。特に、半導体レーザは、発光ダイオードよりも発光強度が極めて高いため、照度の高い光源を実現することができる。

10

【特許文献1】特開2002-95634号公報

【特許文献2】特表2003-515899号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

一般に、半導体発光素子を用いて色情報を正確に再現できるようにするために、種々の波長の光を組み合わせて白色の光を得る必要がある。

そこで、通常、半導体発光素子に、蛍光物質及び樹脂等から構成される波長変換部材が組み合わされて用いられている。

しかし、半導体発光素子の光密度は非常に高いため、波長変換部材を構成する樹脂及び蛍光物質等が高密度の励起光により発熱し、劣化し、発光装置自体の寿命の低下を招くことになる。

20

## 【0004】

このような状況下、本発明は、発光効率の極めて良好な半導体発光素子を用いて、発光装置を構成する部材の劣化を防止しながら、色再現性に富む高演色性と、極めて高輝度の光を発する高発光効率との双方の性質を十分に発揮させることができる高性能かつ高寿命の発光装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明の発光装置は、励起光を射出する励起光源と、

30

該励起光源から射出される励起光を少なくとも一部吸収し波長変換して所定の波長域の照明光を放出する波長変換部材と、

一端に前記励起光源を備え、他端に前記波長変換部材を備え、断面の中心部（コア）の屈折率を周辺部（クラッド）より高くして該励起光源から射出される励起光を波長変換部材に導出するライトガイドと、

前記ライトガイドに導入された励起光に対してモードスクランブルをかけるモードスクランブラーとから構成され、

該モードスクランブラーは、前記励起光を導入した前記ライトガイドにおいて前記励起光の出射パターンを異なる出射パターンに変更して、前記ライトガイドから変更した出射パターンの励起光を射出させ、

40

前記波長変換部材は、 $250$  での輝度が室温での輝度に対して  $50\%$  以上である輝度維持率を示す蛍光物質を含んでなることを特徴とする。

## 【0006】

この発光装置においては、モードスクランブラーは、ライトガイドに導入された励起光の出射パターンを異なる出射パターンに変更してライトガイドから前記励起光を射出させるものであることが好ましい。

モードスクランブラーは、ライトガイドの長手方向の一部又は全部において、外周の一部又は全部に対向して凹部及び／又は凸部を備えた部材により構成することができる。

また、モードスクランブラーは、ライトガイドを複数方向に屈曲させるものであることが

50

好ましく、屈曲は、(1)規則的又はランダムに、2箇所以上で行われるか、(2)曲げピッチが100mm以下であるか及び/又は(3)曲げ幅が10mm以下であることが好ましい。

【0007】

あるいは、モードスクランブラーは、ライトガイドに一体的に組み込まれており、前記ライトガイドの周辺部の厚みを増減することにより中心部の径を変化させるものであることが好ましく、中心部の径の変化は、(1)規則的又はランダムに、2箇所以上で行われるか、(2)ピッチが100mm以下であるか及び/又は(3)中心部の径の1/2以下であることが好ましい。

また、モードスクランブルは、ライトガイドから射出される励起光のFFPにおける半値全幅を2倍以上にするものとするか、ライトガイドから射出される励起光のFFPにおける強度ピーク値を80%以下にするものとするができる。

【0008】

波長変換部材は、蛍光物質と樹脂とを含んでなり、前記蛍光物質と樹脂とが0.1~10:1の重量比で混合されてなることが好ましい。

また、蛍光物質が、温度特性の良好なもの、代表的には、LAG、BAM、BAM:Mn、YAG、CCA、SCA、SCESN、SESN、CESN及びCaAlSiN<sub>3</sub>:Euからなる群から選択される少なくとも1種を含むことが好ましい。

さらに、励起光源とライトガイドとの間にレンズを備えており、該レンズを介して前記励起光源から射出された励起光をライトガイドへ導入することが好ましい。

また、外部へ導出された光が、80以上の平均演色評価数(Ra)を示すことが好ましい。

【発明の効果】

【0009】

本発明の発光装置によれば、モードスクランブラーを用いることにより、波長変換部材に照射させる全励起光による輝度を高いレベルで略維持しながら、励起光における部分的に高い相対強度を有する光をブロードな相対強度を有する光に緩和させることができる。したがって、特に強い発光強度の光による波長変換部材の発熱による劣化を防止することができ、信頼性が高く、高寿命の発光装置を得ることができる。

【0010】

また、モードスクランブラーが、ライトガイドに導入された励起光の出射パターンを異なる出射パターンに変更してライトガイドから前記励起光を射出させるものである場合には、上述した効果をより確実にすることができる。

さらに、ライトガイドの長手方向の一部又は全部において、外周の一部又は全部に対向して凹部及び/又は凸部を備えた部材により構成される場合、モードスクランブラーが、ライトガイドを複数方向に屈曲させるもの又はライトガイドに一体的に組み込まれており、前記ライトガイドの周辺部の厚みを増減することにより中心部の径を変化させるものである場合には、モードスクランブラー自体を非常に簡便に実現することができ、高性能の装置を非常に安価に提供することが可能となる。

【0011】

モードスクランブルが、ライトガイドから射出される励起光のFFPにおける半値全幅を2倍以上にするものとするか、ライトガイドから射出される励起光のFFPにおける強度ピーク値を80%以下にするものとする場合には、波長変換部材の発熱をより防止することが可能となり、発光装置の高性能化、高寿命化を実現することができる。

【0012】

波長変換部材が、蛍光物質と樹脂とを含んでなり、前記蛍光物質と樹脂とが0.1~10:1の重量比で混合されてなる場合、蛍光物質が、温度特性の良好なもの、特にLAG、BAM、BAM:Mn、YAG、CCA、SCA、SCESN、SESN、CESN及びCaAlSiN<sub>3</sub>:Euからなる群から選択される少なくとも1種を含む場合には、非常に高い光密度の光に対しても、熱による劣化を有効に防止することが可能となる。

10

20

30

40

50

さらに、励起光源とライトガイドとの間にレンズを備えており、該レンズを介して前記励起光源から射出された励起光をライトガイドへ導入する場合には、より効率的に励起光を利用することができ、輝度の向上を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明の発光装置は、例えば、図1に示すように、励起光源10と、ライトガイド20と、モードスクランブラー(図示せず)と、波長変換部材30とから主として構成されている。

【0014】

#### 励起光源

励起光源は、図1に示すように、発光素子11等を備え、発光素子11から射出される光を射出部12からライトガイド20へと導出するように構成されている。

励起光源は、励起光を射出する光源である。ここでの励起光は、通常、後述する蛍光物質を励起することができる光であればどのような光であってもよい。励起光源には、半導体発光素子、ランプ等、さらに電子ビーム、プラズマ、EL等をエネルギー源とするデバイスを使用することができる。なかでも、半導体発光素子を用いることが好ましい。半導体発光素子は、発光強度が高いことから、小型で電力効率の良好な発光装置を得ることができる。また、初期駆動特性に優れ、振動やオン・オフ点灯の繰り返しに強い発光装置を得ることができる。半導体発光素子は、発光ダイオード素子(LED)、レーザダイオード素子(LD)等が挙げられ、なかでも、レーザダイオード素子であることが好ましい。これにより、極めて高い発光出力を有する発光装置を得ることができる。例えば、350nm~550nm程度に主発光ピーク波長を有している光を出射するものが好ましい。これにより、後述するように、波長変換効率の良好な蛍光物質を使用することができ、その結果、発光出力の高い発光装置を得ることができるとともに、種々の色味の光を得ることができる。さらに、後述する波長変換部材の劣化を防止して、高寿命及び信頼性の高い発光装置を得ることができる。

【0015】

半導体発光素子は、通常、基板上に半導体層が積層されて構成される。

基板としては、結晶性の良い窒化物半導体を量産性よく形成するためにはC面、R面又はA面を主面とするサファイア基板を利用することが好ましい。また、例えば、C面、R面及びA面のいずれかを主面とするスピネル(MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)のような絶縁性基板、SiC(6H、4H、3Cを含む)、ZnS、ZnO、GaAs、Si、GaN及び窒化物半導体と格子整合する酸化物基板等、窒化物半導体を成長させることが可能で、従来から知られており、窒化物半導体と異なる材料を用いてもよい。また、基板は、オフアングルしていてもよく、この場合ステップ状にオフアングルしたものをを用いると窒化ガリウムからなる下地層が結晶性よく成長するため好ましい。

【0016】

窒化物半導体とは異なる基板を用いる場合には、この異種基板上に素子構造形成前の下地層となる窒化物半導体(バッファ層、下地層など)を成長させた後、異種基板を研磨などの方法により除去して、窒化物半導体(例えば、GaN)の単体基板としてもよく、また、素子構造形成後に、異種基板を除去してもよい。

【0017】

異種基板上に、バッファ層(低温成長層)及び/又は窒化物半導体(好ましくはGaN)等からなる下地層を形成することにより、素子構造を構成する窒化物半導体の成長が良好なものとなり、このような窒化物半導体からなるpn接合によって、紫外領域の光を効率よく発光させることができる。

【0018】

バッファ層としては、例えば、GaN、AlN、GaAlN等を低温で成長させた非単結晶となる層が挙げられる。

異種基板上に設ける下地層(成長基板)として、ELOG(Epitaxially Laterally Ove

10

20

30

40

50

rgrowth)成長させてもよい。例えば、異種基板上に、任意に窒化物半導体層を成長させ、その表面に窒化物半導体の成長が困難な保護膜(例えば、 $\text{SiO}_2$ など)により、ストライプ状等のマスク領域を形成する(例えば、基板のオリフラ面と略垂直となるように)とともに、窒化物半導体を成長させるための非マスク領域を形成し、この保護膜上に窒化物半導体層を成長させることにより、実現することができる。非マスク領域から窒化物半導体を成長させることで、選択成長によって、つまり、膜厚方向への成長に加えて、横方向への成長がなされ、マスク領域にも窒化物半導体が成長して、ほぼ平坦な半導体層を形成することができる。あるいは、異種基板上に成長させた窒化物半導体層に開口部を形成し、その開口部を含む基板上に窒化物半導体層を形成することにより、実現することができる。つまり、開口部側面から横方向への窒化物半導体の成長がなされて、結果的にほぼ平坦な半導体層を形成することができる。

10

## 【0019】

このような基板上に形成される半導体層は、 $\text{BN}$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{ZnSe}$ 、 $\text{GaN}$ 、 $\text{InGaN}$ 、 $\text{InAlGaN}$ 、 $\text{AlGaN}$ 、 $\text{BaAlGaN}$ 、 $\text{BiInAlGaN}$ など種々の半導体を挙げることができる。同様に、これらの元素に不純物元素として $\text{Si}$ 、 $\text{Zn}$ などを含有させて発光中心とすることもできる。

特に、蛍光物質を効率良く励起できる紫外領域から可視光の短波長(例えば、青色系)を、効率よく発光させることができる発光層の材料として、窒化物半導体、中でもIII族窒化物半導体(例えば、 $\text{Al}$ 、 $\text{Ga}$ を含む窒化物半導体、 $\text{In}$ 、 $\text{Ga}$ を含む窒化物半導体、 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 、 $0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$ 、 $x + y < 1$ )がより好適に挙げられる。また、窒化ガリウム系化合物半導体の一部を、 $\text{B}$ 、 $\text{P}$ で置換したものをを用いてもよい。半導体の種類やその混晶比を適宜設定することにより、得られる発光素子の発光波長を調整することができる。例えば、活性層の組成によって、 $350 \sim 550 \text{ nm}$ 程度、好ましくは $350 \sim 500 \text{ nm}$ 程度、 $360 \sim 500 \text{ nm}$ 程度、特に、活性層の $\text{In}$ の含有量を変化させることにより、 $420 \sim 490 \text{ nm}$ 程度の範囲において主発光ピーク波長を有する光を得ることができる。

20

## 【0020】

半導体層は、単層構造でもよいが、 $\text{MIS}$ 接合、 $\text{PIN}$ 接合、 $\text{PN}$ 接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造又はダブルヘテロ構成のものが好適に使用される。さらに、複数層の積層構造、超格子構造であってもよく、量子効果が生ずる薄膜に積層した単一量子井戸構造又は多重量子井戸構造であってもよい。

30

これらの半導体層は、例えば、有機金属気相成長法( $\text{MOCVD}$ )、ハイドライド気相成長法( $\text{HVPE}$ )、分子線エピタキシャル成長法( $\text{MBE}$ )等の公知の技術により形成することができる。半導体層の膜厚は特に限定されるものではなく、種々の膜厚のものを適用することができる。

## 【0021】

例えば、 $n$ 型窒化ガリウムによる第1のコンタクト層、 $n$ 型窒化アルミニウム・ガリウムによる第1のクラッド層、窒化インジウム・アルミニウム・ガリウム又は $\text{InGaN}$ による井戸層と窒化アルミニウム・ガリウム又は $\text{GaN}$ による障壁層とを複数層積層させた多重量子井戸構造の活性層、 $p$ 型窒化アルミニウム・ガリウムによる第2のクラッド層、 $p$ 型窒化ガリウムによる第2のコンタクト層をこの順に積層させたダブルヘテロ構造等が挙げられる。

40

## 【0022】

なお、窒化物半導体は、不純物をドーブしない状態で $n$ 型導電性を示す。発光効率を向上させるなどの目的で $n$ 型窒化物半導体を形成する場合は、 $n$ 型ドーパントとして $\text{Si}$ 、 $\text{Ge}$ 、 $\text{Se}$ 、 $\text{Te}$ 、 $\text{C}$ 等を適宜導入することが好ましい。一方、 $p$ 型窒化物半導体を形成させる場合は、 $p$ 型ドーパントである $\text{Zn}$ 、 $\text{Mg}$ 、 $\text{Be}$ 、 $\text{Ca}$ 、 $\text{Sr}$ 、 $\text{Ba}$ 等をドーブさせることが好ましい。例えば、不純物濃度として、 $10^{15} \sim 10^{21} / \text{cm}^3$ 程度、特に、コンタクト層として $10^{17} \sim 10^{20} / \text{cm}^3$ 程度が挙げられる。窒化物半導体は、 $p$ 型ドーパントをドーブしただけでは $p$ 型化しにくいいため、 $p$ 型ドーパント導入後に、炉による

50

加熱やプラズマ照射等により低抵抗化させることが好ましい。

【0023】

基板として、絶縁性の基板を用いた場合には、第2のコンタクト層の表面側からエッチングし、第1のコンタクト層を露出させ、第1及び第2コンタクト層上にそれぞれ第1及び第2電極を形成し、チップ状にカットすることで窒化物半導体からなる発光素子を形成することができる。また、絶縁性の基板を除去するか、導電性基板を用いた場合には、第1のコンタクト層の露出のための第2のコンタクト層表面側からのエッチングは必要なく、第2のコンタクト層の表面に第2電極を、基板の裏面に第1電極を、それぞれ形成してもよい。

【0024】

特に、第2のコンタクト層に形成する第2電極は、オーミック電極として、ほぼ全面に形成することが好ましい。また、第2電極は、そのシート抵抗 $R_p$ が、第1のコンタクト層、例えばn型コンタクト層のシート抵抗 $R_n$ と、 $R_p = R_n$ の関係となるように調節されていることが好ましい。通常、n型コンタクト層は、例えば、膜厚3～10 $\mu\text{m}$ 、さらに4～6 $\mu\text{m}$ で形成されていることから、そのシート抵抗 $R_n$ は10～15 $\Omega/\square$ と見積もられるため、 $R_p$ はこれ以上のシート抵抗値を有するように薄膜に形成することが好ましい。具体的には、150 $\mu\text{m}$ 程度以下が挙げられる。

【0025】

このように、p電極とn型コンタクト層とが $R_p = R_n$ の関係であるとき、p電極上に、p層全体に電流を拡散させ、活性層全体を効率よく発光させるために、延長伝導部を有するp側パッド電極を設けることが好ましい。これにより、さらなる外部量子効率の向上を図ることができる。延長伝導部の形状は特に限定されず、例えば、直線状、曲線状、格子状、枝状、鉤状、メッシュ状等が挙げられる。これらの形状によれば、光を遮る面積を減少させることができるため、好ましい。p側パッド電極は、その総面積に比例して、遮光作用が増大するため、遮光作用が発光増強効果を上回らないように線幅及び長さを設計することが好ましい。

【0026】

さらに、第2電極は、透光性材料により形成することが好ましい。例えば、ITO、ZnO、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SnO}_2$ 、金及び白金族元素の群から選択された1種を含む金属又は合金の単層膜又は多層膜が挙げられる。特に、金及び白金族元素の群から選択された1種を含む金属又は合金と少なくとも1種の他の元素とからなる多層膜又は合金で形成される場合には、含有されている金または白金族元素の含有量に応じてp電極のシート抵抗 $R_p$ を調整することができ、電極の安定性及び再現性を向上させることができる。ただし、金または金属元素は、300～550nmの波長領域における吸収係数が高いので、これらの含有量を少なくすることにより透過性がよくなる。 $R_p$ と $R_n$ との関係は、発光素子の発光時の光強度分布の状態から判断することが可能である。

【0027】

また、半導体発光素子として、活性層の上方にリッジストライプを形成し、活性層をガイド層で挟むとともに、共振器端面を設けた半導体レーザ素子を用いてもよい。

具体的には、以下に示すような構成が挙げられる。

上述した基板上に、任意にバッファ層を介して、n型窒化物半導体層であるn型コンタクト層、クラック防止層、n型クラッド層及びn型光ガイド層が形成される。n型クラッド層を除く他の層は、素子によっては省略することもできる。n型窒化物半導体層は、少なくとも活性層と接する部分において活性層よりも広いバンドギャップを有することが必要であり、そのためにAlを含む組成であることが好ましい。例えば、n型 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$  ( $0 < y < 1$ )層(各層毎にyの値は異なってもよい)が挙げられる。各層は、n型不純物をドーブしながら成長させてn型としてもよいし、アンドープで成長させてn型としてもよい。

【0028】

n型窒化物半導体層の上には、活性層が形成される。活性層は、 $\text{In}_{x_1}\text{Al}_{y_1}\text{Ga}_{1-x_1}$

10

20

30

40

50

$-y_1$  N 井戸層 ( $0 < x_1 < 1$ ,  $0 < y_1 < 1$ ,  $0 < x_1 + y_1 < 1$ ) と  $I n_{x_2} A l_{y_2} G a_{1-x_2-y_2}$  N 障壁層 ( $0 < x_2 < 1$ ,  $0 < y_2 < 1$ ,  $0 < x_2 + y_2 < 1$ ,  $x_1 > x_2$ ) が、障壁層 / 井戸層 / 障壁層の順に適当な回数だけ交互に繰り返して積層された MQW 構造を有していることが好ましく、通常、活性層の両端はいずれも障壁層となっている。

#### 【0029】

井戸層は、アンドープで形成されている。一方、p 型窒化物半導体層に隣接した最終障壁層を除いて、全ての障壁層には Si、Sn 等の n 型不純物がドープ (好ましくは  $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ) されており、最終障壁層はアンドープで成長されている。なお、最終障壁層には、隣接する p 型窒化物半導体層から Mg 等の p 型不純物が拡散している (例えば、 $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ )。最終障壁層を除く障壁層に n 型不純物がドープされていることにより、活性層中の初期電子濃度が大きくなって井戸層への電子注入効率が高くなり、レーザの発光効率が向上する。一方、最終障壁層は、最も p 型窒化物半導体層側にあるため井戸層への電子注入には寄与しない。そこで、最終障壁層に n 型不純物をドープせず、むしろ p 型不純物を p 型窒化物半導体層からの拡散によって実質的にドープすることにより、井戸層へのホール注入効率を高めることができる。また、最終障壁層に n 型不純物をドープしないことにより、障壁層中に異なる型の不純物が混在してキャリアの移動度が低下することを防止できる。ただし、最終障壁層を成長させるときに、Mg 等の p 型不純物を  $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  以下の濃度でドープしながら成長させてもよい。最終障壁層は、p 型窒化物半導体層を成長させるときにガスエッチングによる In を含有する活性層の分解の影響を抑制するために、他の障壁層よりも厚く形成されていることが好ましい。例えば、他の障壁層の好ましくは 1.1 ~ 10 倍、より好ましくは 1.1 ~ 5 倍が挙げられる。

#### 【0030】

最終障壁層の上には、p 型窒化物半導体層として、p 型電子閉じ込め層、p 型光ガイド層、p 型クラッド層、p 型コンタクト層が形成される。p 型クラッド層を除く他の層は、素子によっては省略することもできる。p 型窒化物半導体層は、少なくとも活性層と接する部分において活性層よりも広いバンドギャップを有することが必要であり、そのために Al を含む組成であることが好ましい。例えば、p 型  $A l_z G a_{1-z} N$  ( $0 < z < 1$ ) 層 (各層毎に z の値は異なっていてもよい) が挙げられる。これにより、いわゆるダブルヘテロ構造が形成されている。また、各層は、p 型不純物をドープしながら成長させて p 型としてもよいし、隣接する他の層から p 型不純物を拡散させて p 型としてもよい。

#### 【0031】

p 型電子閉じ込め層は、p 型クラッド層よりも高い Al 混晶比の p 型窒化物半導体からなり、好ましくは  $A l_x G a_{1-x} N$  ( $0.1 < x < 0.5$ ) なる組成を有する。また、Mg 等の p 型不純物が高濃度で、好ましくは  $5 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  の濃度でドープされている。これにより、p 型電子閉じ込め層は、電子を活性層中に有効に閉じ込めることができ、レーザの閾値を低下させる。また、p 型電子閉じ込め層は、30 ~ 200 程度の薄膜で成長させればよく、薄膜であれば p 型光ガイド層や p 型光クラッド層よりも低温で成長させることができる。したがって、p 型電子閉じ込め層を形成することにより、p 型光ガイド層等を活性層の上に直接形成する場合に比べて、In を含む活性層の分解を抑制することができる。

#### 【0032】

なお、p 型窒化物半導体層のうち、p 型光ガイド層の途中までリッジストライプが形成され、さらに、保護膜、p 電極、n 電極、p パット電極及び n パット電極等が形成されて半導体レーザが構成される。

#### 【0033】

##### ライトガイド

ライトガイドは、励起光源から射出された光を伝送する、好ましくは、波長変換部材へ導出するものである。よって、ライトガイドの一端及び / 又は他端には、励起光源と波長変換部材とが、好ましくは、一端に励起光源、他端に波長変換部材が配置されている。

10

20

30

40

50

ライトガイドは、その長さを自由に変更することができるとともに、その形状を自由に變形させることができ、特に、直角に曲げ又は湾曲させることができるため、所望の位置に光を導出することができる。したがって、このようなことができるものであれば、どのような材料及び構成のものを用いてもよい。特に、励起光源から射出された光を、減衰させることなく伝送するものであることが、エネルギー効率の観点から好ましい。

#### 【0034】

ライトガイドとしては、例えば、光を伝送する際に光の伝送路として用いる極めて細いグラスファイバが挙げられ、高屈折率を有するものと低屈折率を有するものとを組み合わせたものや、反射率の高い部材を用いたものを使用することができる。なかでも、断面の中心部（コア）を周辺部（クラッド）で取り囲む二重構造のものが好ましく、コアの屈折率がクラッドの屈折率よりも高いものが、光信号を減衰させることなく送ることができる観点から、より好ましい。ライトガイドは、ライトガイド端面での光密度を低減させる観点から、コアの占有率がクラッドの占有率よりも高い方が好ましい。また、ライトガイドへの戻り光を防止する観点から、クラッド径は小さい方が好ましい。例えば、コア径が1000 μm程度以下、クラッド径（コア径を含む）1200 μm程度以下が挙げられ、コア径が400 μm程度以下、クラッド径（コア径を含む）450 μm程度以下が好ましい。具体的には、コア/クラッド=114/125（μm）、72/80（μm）等のものが挙げられる。

10

#### 【0035】

なお、ライトガイドは、単線ファイバ、多線ファイバのいずれでもよいが、単線ファイバであることが好ましい。また、単一モードファイバ、多モードファイバのいずれでもよいが、多モードファイバであることが好ましい。

20

ライトガイドの材料は特に限定されるものではなく、例えば、石英ガラス、プラスチック等が挙げられる。なかでも、コアの材料がピュアシリカ（純粋石英）によって構成されているものが好ましい。これにより、伝送損失を抑えることができる。

ライトガイドは、必ずしも1本でなくてもよく、複数本が直列に又は並列に接続されたものであってもよい。また、後述するモードスクランブラーを備えたライトガイドと、モードスクランブラーを備えないライトガイドとが接続されたものであってもよい。

#### 【0036】

また、ライトガイドは、ライトガイド端での光密度を低減させる観点から、図2（a）及び（b）に示すように、ライトガイド20、120の端部においてのみ、コア20a、120aの中心部よりもコア径の広いものであってもよい。例えば、TECファイバ（クラッド20b径が一定）、テーパファイバ（クラッド120b径がテーパ形状）等、端部において中心部のコア径の1.05～2.0倍程度のコア径を有するものが挙げられる。これにより、ライトガイド端におけるファイバ自体の劣化を防止することができる。さらに、ライトガイド端部に配置される波長変換部材等の劣化を防止できるとともに、波長変換部材に光を均一に、効率よく照射することができる。

30

#### 【0037】

##### モードスクランブラー

モードスクランブラーは、ライトガイドに導入された励起光の出射パターンを異なる出射パターン（光強度パターン）に変更してライトガイドから励起光を射出させるものであり、このような機能を果すものであれば、どのようなものであってもよい。つまり、ライトガイドに導入された励起光について、モードスクランブルされてそのライトガイドから射出される励起光が、モードスクランブルされことなくそのライトガイドから射出される励起光と比較した場合に、異なる出射パターンを示すようにすることができるものであればよい。例えば、光通信の分野において光ファイバの接続損失等を測定しやすくするために、あるいは光ファイバに導入する光の出射パターンを変えるために用いられている公知の手法を利用したものが挙げられる。

40

#### 【0038】

具体的には、モードスクランブラーは、ライトガイドの長手方向の一部又は全部において

50

、外周の一部又は全部に対向して凹部及び／又は凸部を備えた部材によって構成することができる。つまり、このような凹部及び／又は凸部にライトガイドを接触又は凹部及び／又は凸部で押圧することにより、ライトガイドを複数方向に屈曲させることができる部材によって構成することができる。ここで、複数方向とは、二次元又は三次元の二方向、三方向以上のどの方向であってもよい。

【 0 0 3 9 】

例えば、図 3 ( a ) に示したように、ライトガイド 2 0 を二次元的に 2 つの方向に波状に屈曲させることができるように噛合する櫛状、凹凸状等のモードスクランブラー 4 0 が挙げられる。また、図 3 ( b ) に示したように、三次元的に任意の分布で、多数の方向に屈曲させることができるような粒状、凸状、凹状等のモードスクランブラー 4 1 が挙げられる。さらに、図 4 に示したように、ライトガイド 2 0 の一部又は全部において装着されたフェルール 4 2 等 ( 例えば、S U S 又はニッケル製等 ) の側面を部分的に溶融させる ( 例えば、Y A G 溶接 ) ことにより ( 図 4 中、4 3 )、ライトガイド 2 0 に歪みを生じさせ、結果的に、ライトガイド 2 0 を多方向に屈曲させる手法及び／又は部材が挙げられる。つまり、外部からの応力によってライトガイド自体を又はライトガイドのコアを屈曲させることができるものが挙げられる。

【 0 0 4 0 】

屈曲は、規則的に又はランダムに分布していてもよいが、ライトガイドに損傷を与えないように、例えば、緩やかに又は丸みを帯びた状態で複数方向に行われることが好ましい。言い換えると、例えば、アールの曲率半径が 1 m m 以上、好ましくは 1 0 ~ 1 0 0 m m 程度が挙げられる。

屈曲は、ライトガイドの全長に分布していてもよいが、励起光源に近い側、波長変換部材に近い側、中央付近のいずれに偏っていてもよい。

屈曲は、ライトガイドの 2 箇所以上、さらに 4 箇所以上、6 箇所以上、8 箇所以上、1 0 箇所以上、1 5 箇所以上、2 0 箇所以上、4 0 箇所以上で行われることが好ましい。屈曲の曲げピッチ ( 図 3 ( a ) 中、P ) 及び曲げ幅 ( 図 3 ( a ) 中、W ) は特に限定されるものではないが、曲げピッチは、例えば、1 0 0 m m 以下、さらに 5 0 m m 以下、1 0 m m 以下、5 m m 以下、1 m m 以下が好ましい。曲げ幅は、例えば、1 0 m m 以下、8 m m 以下、6 m m 以下、5 m m 以下、3 m m 以下、1 m m 以下、さらに 0 . 0 5 m m 以上、0 . 1 m m 以上、0 . 3 m m 以上であることが好ましい。なお、屈曲の曲げピッチ及び曲げ幅は全て同じサイズであってもよいし、異なるサイズであってもよい。

【 0 0 4 1 】

また、モードスクランブラーは、ライトガイドに一体的に組み込まれて、ライトガイドの周辺部の厚みを増減することにより中心部の径を変化させる等の部材であってもよい。言い換えると、ライトガイドのクラッドの一部をモードスクランブラーとして機能させてもよい。例えば、図 5 ( a ) ~ ( c ) に示したように、ライトガイド 2 0 1、2 0 2、2 0 3 の所定の箇所に T E C 処理等を施すことにより、コアの一部において径が増大した部位 ( 図 5 ( a ) 中、2 0 4 )、減少した部位 ( 図 5 ( b ) 中、2 0 5 )、増減した部位 ( 図 5 ( c ) 中、2 0 4 及び 2 0 5 ) などを有していてもよい。

なお、この場合の中心部 ( コア ) の径の変化の分布及び状態、その数、ピッチは、上述したものと同様である。中心部の径の変化は、その径の 4 / 5 以下、さらに、1 / 2 以下、4 0 % 以下、3 5 % 以下、3 0 % 以下、2 0 % 以下であることが好ましい。

【 0 0 4 2 】

上述したようなモードスクランブラーを用いることにより、ライトガイドに導入された励起光に対してモードスクランブルをかけ、所望の出射ビームを得ることができる。例えば、モードスクランブル後の励起光が、モードスクランブル前の励起光の 1 . 5 倍以上、さらに 1 . 8 倍以上、2 倍以上、2 . 2 倍以上、2 . 5 倍以上の半値全幅の F F P を有するようにすることが好ましい。言い換えると、ライトガイドに導入された励起光がモードスクランブルされて、そのライトガイドから射出した励起光の F F P における半値全幅が、モードスクランブルされることなくそのライトガイドから射出した励起光の F F P の全

10

20

30

40

50

半値全幅に対して1.5倍以上、さらに1.8倍以上、2倍以上、2.2倍以上、2.5倍以上にするものであることが好ましい。これにより、高輝度を維持しながら、極狭い局所への光密度の集中を緩和させることができ、波長変換部材の発熱による劣化を防止し、発光装置の高寿命化を図ることができる。ここで、半値全幅とは、full width at half maximum (FWHM)ともいわれるもので、通常、出射ビームの強度の角度に対する応答曲線において、強度ピーク値の半分の値をとる強度の全角を意味する。なお、出射ビームのプロファイルは、当該分野で公知の方法及び装置のいずれを用いてもよく、例えば、FTS-4000A (santec社製)、LEPAS-11 (浜松ホトニクス社製)等の市販の装置を利用することができる。

#### 【0043】

また、別の観点から、モードスクランブルは、モードスクランブル後の励起光が、モードスクランブル前の励起光の90%以下、さらに80%以下、75%以下、70%以下の強度ピーク値のFFPを有することが好ましい。言い換えると、ライトガイドに導入された励起光がモードスクランブルされて、そのライトガイドから射出した励起光のFFPにおける強度ピーク値が、モードスクランブルされることなくそのライトガイドから射出した励起光のFFPの強度ピーク値に対して90%以下、さらに80%以下、75%以下、70%以下にすることが好ましい。これにより、若干の強度ピーク値の低下をもたらすが、その強度ピーク値の低下を補償するだけの出射ビームの形状変化が起こっているため、発光装置全体として、高輝度を維持しながら、極狭い局所への光密度の集中を緩和させることができる。

#### 【0044】

##### 波長変換部材

波長変換部材は、励起光源から射出される励起光の一部又は全部を吸収し、波長変換して、各レーザ素子からの励起光よりも長波長域の光、例えば、赤色、緑色、青色、黄色、青緑色、橙色などに発光スペクトルを有する光を放出し得るものである。したがって、波長変換部材は、このような機能を実現することができる材料によって構成されるものであればよい。

#### 【0045】

波長変換部材は、波長変換部材を通して得られた光が、励起光の波長にかかわらず、白色光として得られる材料によって構成されることが好ましい。また、良好な演色性を得るために、照射光の平均演色評価数(Ra)が80以上となるような材料によって構成されることが好ましい。ここで演色性とは、ある光源によって照明された物体の色の見え方を左右するその光源の性質を意味し、演色性が良好であるとは、一般に、太陽光によって照射された物体の色の見え方に限りなく近い性質を意味する((株)オーム社、「蛍光体ハンドブック」、p429参照)。演色性は、例えば、励起光源に、後述する蛍光体を組み合わせることで用いることにより、良好にすることができる。また、平均演色評価数(Ra)は、8種類の色票が試料光源及び基準光源それぞれによって照明された場合の色ズレの平均的な値を基礎として求められる。

#### 【0046】

得られる光の色調は、例えば、三原色(青色、緑色、赤色)の光を組み合わせることにより調整することができる。また、補色の関係にある青色と黄色、青緑色と赤色、緑色と赤色又は青紫色と黄緑色等の2色の光を組み合わせることによっても調整することができる。ここで補色とは、色度図で白色点をはさんで互いに反対側にある2つの色を意味する。なお、色調を調整するための各色の光は、その全てが必ずしも波長変換部材によって波長変換された光でなくてもよく、励起光源から得られた励起光自体を利用してよい。また、本発明では、光の色と波長との関係は、JIS Z8110に準じる。

#### 【0047】

波長変換部材は、例えば、蛍光物質、顔料等により構成される。特に、蛍光物質を用いることにより、発光輝度及び演色性の双方において良好な発光装置を得ることができる。

#### 【0048】

( 蛍光物質等 )

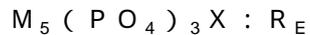
蛍光物質としては、励起光源で励起されるものであれば特に限定されるものではないが、少なくとも各励起光に対して1種、さらに2種を組み合わせ用いることが好ましい。例えば、

- (i) アルカリ土類金属ハロゲンアパタイト、
- (ii) アルカリ土類金属ホウ酸ハロゲン、
- (iii) アルカリ土類金属アルミン酸塩、
- (iv) 酸窒化物又は窒化物、
- (v) アルカリ土類ケイ酸塩、アルカリ土類窒化ケイ素、
- (vi) 硫化物、
- (vii) アルカリ土類チオガレート、
- (viii) ゲルマン酸塩、
- (ix) 希土類アルミン酸塩、
- (x) 希土類ケイ酸塩、

(xi) E u 等のランタノイド系元素で主に賦活された有機及び有機錯体等の種々の蛍光物質が挙げられる。

【 0 0 4 9 】

(i) アルカリ土類金属ハロゲンアパタイト蛍光物質としては、好ましくは、E u 等のランタノイド系、M n 等の遷移金属系の元素により主に賦活されたものであり、例えば、



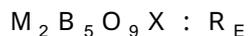
( M は、S r、C a、B a、M g、Z n から選ばれる少なくとも1種以上が挙げられる。X は、F、C l、B r、I から選ばれる少なくとも1種以上である。R<sub>E</sub> は、E u 及び / 又は M n である。 )

等が挙げられる。

例えば、カルシウムクロルアパタイト ( C C A )、バリウムクロルアパタイト ( B C A ) 等が例示され、具体的には、C a<sub>10</sub> ( P O<sub>4</sub> )<sub>6</sub> C l<sub>2</sub> : E u、( B a, C a )<sub>10</sub> ( P O<sub>4</sub> )<sub>6</sub> C l<sub>2</sub> : E u 等が挙げられる。

【 0 0 5 0 】

(ii) アルカリ土類金属ホウ酸ハロゲン蛍光物質としては、

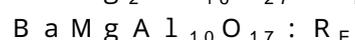
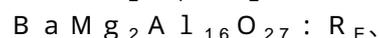
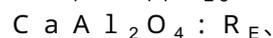
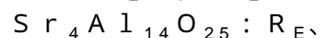
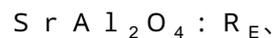


( M、X 及び R<sub>E</sub> は、上記と同義である ) 等が挙げられる。

例えば、カルシウムクロルボレート ( C C B ) 等が例示され、具体的には、C a<sub>2</sub> B<sub>5</sub> O<sub>9</sub> C l : E u 等が挙げられる。

【 0 0 5 1 】

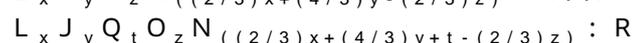
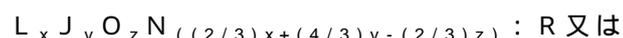
(iii) アルカリ土類金属アルミン酸塩蛍光物質としては、ユーロピウム賦活ストロンチウムアルミネート ( S A E )、ユーロピウム賦活バリウムマグネシウムアルミネート ( B A M )、あるいは、



( R<sub>E</sub> は、上記と同義である。 ) 等が挙げられる。

【 0 0 5 2 】

(iv) 酸窒化物蛍光物質としては、希土類元素で主に賦活されたものが好ましく、少なくとも1種の第II族元素と、少なくとも1種の第IV族元素とを含有する。これらの元素の組合せは特に限定されず、例えば、以下の組成、



( L は、B e、M g、C a、S r、B a、Z n からなる群から選ばれる少なくとも1種の

10

20

30

40

50

第II族元素である。Jは、C、Si、Ge、Sn、Ti、Zr、Hfからなる群から選ばれる少なくとも1種の第IV族元素である。Qは、B、Al、Ga、Inからなる群から選ばれる少なくとも1種の第III族元素である。Rは、Y、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Lu、Sc、Yb、Tmからなる群から選ばれる少なくとも1種の希土類元素である。 $0.5 < x < 1.5$ 、 $1.5 < y < 2.5$ 、 $0 < t < 0.5$ 、 $1.5 < z < 2.5$ である。)

で表されるものが挙げられる。

【0053】

式中、x、y、zが上述した範囲の場合には、高い輝度を示し、特に、 $x = 1$ 、 $y = 2$ 及び $z = 2$ で表される窒化物蛍光物質はより高い輝度を示すため、より好ましい。但し、

10

上記範囲に限定されず、任意のものを使用することができる。具体的には、アルファサイアロンを母体材料とする窒化物蛍光物質、ベータサイアロンを母体材料とする窒化物蛍光物質、 $\text{CaAlSi}_3\text{N}_3:\text{Eu}$ の組成式で表されるEu賦活カルシウムアルミニウムシリコンナイトライド等が挙げられる。

【0054】

窒化物蛍光物質は、希土類元素により賦活されたものが好ましい。この蛍光物質は、上述した少なくとも1種の第II族元素と、上述した少なくとも1種の第IV族元素と、Nを含む窒化物蛍光物質であって、Bが $1 \sim 10000$  ppmの範囲に含まれているものが挙げられる。あるいは、窒化物蛍光物質の組成中に、酸素が含まれていてもよい。

【0055】

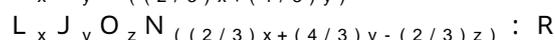
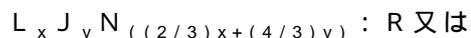
20

なかでも、Ca及び/又はSrと、Siと、Nとからなる窒化物蛍光物質、例えば、カルシウムシリコンナイトライド(CESN)、ストロンチウムシリコンナイトライド(SESN)、カルシウムストロンチウムシリコンナイトライド(SCESN)、特に、Euにより賦活されたもの、Bが $1 \sim 10000$  ppmの範囲に含まれているものが好ましい。Euの一部は、上述した少なくとも1種の希土類元素により置換されていてもよい。Ca及び/又はSrの一部は、上述した少なくとも1種の第II族元素により置換されていてもよい。Siの一部は、上述した少なくとも1種の第IV族元素により置換されていてもよい。

【0056】

具体的には、

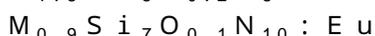
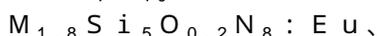
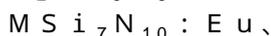
30



(L、J及びRは、上記と同義である。x、y、zは、 $0.5 < x < 3$ 、 $1.5 < y < 8$ 、 $0 < z < 3$ である。)で表される窒化物蛍光物質であって、Bが $1 \sim 10000$  ppmの範囲に含まれているものが好ましい。

【0057】

(v)アルカリ土類ケイ酸塩、アルカリ土類窒化ケイ素としては、



40

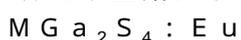
(Mは、上記と同義である。)等が挙げられる。

【0058】

(vi)硫化物としては、 $\text{CaS}:\text{Eu}$ 、 $\text{SrS}:\text{Eu}$ 等のアルカリ土類硫化物の他、 $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ 、 $\text{ZnS}:\text{Eu}$ 、 $\text{ZnS}:\text{Mn}$ 、 $\text{ZnCdS}:\text{Cu}$ 、 $\text{ZnCdS}:\text{Ag}$ 、Al、 $\text{ZnCdS}:\text{Cu}$ 、Al等が挙げられる。

【0059】

(vii)アルカリ土類チオガレートとしては、



(Mは、上記と同義である。)等が挙げられる。

50

## 【0060】

(viii)ゲルマン酸塩としては、 $3.5\text{MgO} \cdot 0.5\text{MgF}_2 \cdot \text{GeO}_2 : \text{Mn}$ 、 $\text{Zn}_2\text{GeO}_4 : \text{Mn}$ 等が挙げられる。

## 【0061】

(ix)希土類アルミン酸塩としては、Ce等のランタノイド系元素で主に賦活されたものが好ましく、例えば、イットリウムアルミニウムガーネット(YAG)、ルテチウムアルミニウムガーネット(LAG)、具体的には、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}$ 、 $(\text{Y}_{0.8}\text{Gd}_{0.2})_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}$ 、 $\text{Y}_3(\text{Al}_{0.8}\text{Ga}_{0.2})_5\text{O}_{12} : \text{Ce}$ 、 $(\text{Y}, \text{Gd})_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12} : \text{Ce}$ 、 $\text{Y}_3(\text{Al}, \text{Sc})_5\text{O}_{12} : \text{Ce}$ 、 $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}$ (YをLuで一部又は全部置換したもの、CeをTbで一部又は全部置換したものも含む。)の他、 $\text{Tb}_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}$ 、 $\text{Gd}_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12} : \text{Ce}$ 等が挙げられる。

10

## 【0062】

(x)希土類ケイ酸塩としては、 $\text{Y}_2\text{SiO}_5 : \text{Ce}$ 、 $\text{Y}_2\text{SiO}_5 : \text{Tb}$ 等が挙げられる。

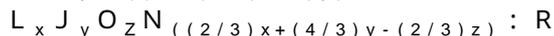
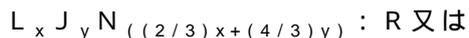
## 【0063】

(xi)有機及び有機錯体としては、特に限定されず、いずれの公知のものを用いてもよい。好ましくはEu等のランタノイド系元素で主に賦活されたものであるが、任意に、Euに代えて又は加えて、上述した希土類元素ならびにCu、Ag、Au、Cr、Co、Ni、Ti及びMnからなる群から選択される少なくとも1種を用いてもよい。

## 【0064】

なかでも、(ix)のCe等のランタノイド系元素で主に賦活された希土類アルミン酸塩蛍光物質、特に、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}$ 、 $(\text{Y}, \text{Gd})_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}$ 等の組成式で表されるYAG系蛍光物質(YをLuで一部又は全部置換したもの、CeをTbで一部又は全部置換したものも含む。)、(iv)希土類元素で主に賦活された酸窒化物又は窒化物蛍光物質、特に、一般式

20



(L、J、R、x、y、zは上記と同義である。)が好ましい。

希土類アルミン酸塩蛍光物質は、高い耐熱性を有するため、安定した光を放出することができ、波長変換効率が高いため、高効率で光を取り出すことができる。また、窒化物蛍光物質は、紫外から可視光の短波長側の光により励起され、可視光の長波長側の光を放出することができるため、演色性の向上を図ることができる。さらに、これら蛍光物質を組み合わせる用いることにより、例えば、平均演色評価数(Ra)が80以上と、演色性の高い光を得ることができる。

30

## 【0065】

また、

(i)CCA、(ii)CCB及び(iii)BAMの少なくとも1種と(ix)YAGとの組み合わせ、

(iii)SAEと(i)CCA:Mnとの組み合わせ、

(iii)SAEと(iv)SESNとの組み合わせ、

(iii)SAEと(iv)SCESNとの組み合わせ、

40

(iii)SAEと(iv)CESNとの組み合わせ、

(i)CCAと(ix)LAGと(iv)SESNとの組み合わせ、

(i)CCAと(ix)LAGと(iv)SCESNとの組み合わせ、

(i)CCAと(ix)LAGと(iv)CESNとの組み合わせ、

(i)CCAと(ix)LAGと(iv)CaAlSiN<sub>3</sub>:Euとの組み合わせ、

(ix)LAGと(iv)SESNとの組み合わせ、

(ix)LAGと(iv)SCESNとの組み合わせ、

(ix)LAGと(iv)CESNとの組み合わせ、

(ix)LAGと(iv)CaAlSiN<sub>3</sub>:Euとの組み合わせ等が好ましい。

これにより、高効率及び高演色性の双方を実現することができる。

50

## 【0066】

さらに、温度特性の良好な蛍光物質を少なくとも1種含有することが好ましい。ここで、「温度特性が良好なもの」とは、波長変換部材の室温での輝度に比較して、レーザ光の照射による波長変換部材の温度の上昇によっても、輝度が著しく低下しないものを意味する。具体的には、波長変換部材は、250 nmでの輝度維持率が、室温での輝度維持率に対して50%以上、好ましくは55%以上、60%以上、65%以上又は70%以上のものが挙げられる。また、波長変換部材は、300 nmでの輝度維持率が、室温での輝度維持率に対して30%以上、好ましくは35%以上、40%以上、45%以上又は50%以上のものが挙げられる。より好ましくは、250 nmでの輝度維持率が室温に対して50%以上、好ましくは55%以上、60%以上、65%以上又は70%以上であって、かつ300 nmでの輝度維持率が室温に対して30%以上、好ましくは35%以上、40%以上、45%以上又は50%以上のものが挙げられる。このような蛍光物質としては、代表的には、LAG、BAM、BAM:Mn、YAG、CCA、SCA、SCESN、SESN、CESN及びCaAlSiN<sub>3</sub>:Eu等が挙げられる。なかでも、LAG、BAM、CaAlSiN<sub>3</sub>:Eu等が好ましい。これにより、より高輝度を実現することができる。

上記蛍光物質以外の蛍光物質であって、同様の性能、効果を有する蛍光物質も使用することができる。

## 【0067】

なお、蛍光物質を2種以上組み合わせる場合には、後述するように、各蛍光物質を単独で、例えば、被覆部材に添加してもよいし、2種以上を組み合わせる被覆部材に添加してもよい。この場合、組み合わせる蛍光物質の使用割合は、用いる励起光源の波長、発光強度、得ようとする光の色調等によって適宜調整することができる。

例えば、LAGとSESN、SCESN又はCaAlSiN<sub>3</sub>:Euとを組み合わせる場合には、50:1~1:50程度の重量比、さらに30:1~1:30、50:1~1:1、30:1~1:1程度の重量比で組み合わせることが好ましい。また、LAGとCCAとSESN、SCESN又はCaAlSiN<sub>3</sub>:Euとを組み合わせる場合には、LAGとCCAとは、1:10~10:1程度の重量比、さらに1:5~5:1、10:1~1:1、5:1~1:1程度の重量比で組み合わせることが好ましく、LAGとSESN、SCESN又はCaAlSiN<sub>3</sub>:Euとは、上記と同程度の範囲が挙げられる。

## 【0068】

本発明における波長変換部材の具体的な態様としては、

例えば、LAG(緑色発光)と、SCESN又はSESN(赤色発光)とを組み合わせることが好ましい。これにより、青色の励起光(例えば、430~500 nmの範囲に発光ピークを有する発光素子)を組み合わせることにより、色の三原色を確保することができ、演色性の良好な白色に発光する光を得ることができる。

## 【0069】

(Sr,Ca)<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>Cl:Eu(青色発光)と、LAG又はBaSi<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>:Eu(緑色から黄色発光)と、SCESN(赤色発光)とを組み合わせるか;CCA、CCB、BAM(青色発光)と、YAG(黄色発光)とを組み合わせるか;CCA、CCB又はBAM等(青色発光)と、LAG(緑色発光)と、SCESN(赤色発光)とを、入射光側からこの順に配置して使用することが好ましい。これにより、可視光の短波長領域の360~420 nmの範囲の発光ピーク波長を有する発光素子と組み合わせると、演色性の良好な白色に発光する光を得ることができる。

## 【0070】

なお、各色の光は、用いる蛍光物質の配合比を変えることによって、所望の白色光を実現することができる。特に、CCA等(青色発光)とYAG(黄色発光)との組み合わせの場合には、例えば、1~20:1程度の重量比で用いることが好ましく、5~10:1程度がより好ましく、これにより、発光効率を増大させることができる。

## 【0071】

10

20

30

40

50

また、LAG（緑色発光）と、SESN、SCESN又はCaAlSiN<sub>3</sub>:Eu（赤色発光）とを組み合わせる用いることが好ましい。これにより、450nm付近（例えば、420～460nm）に発光ピーク波長を有する発光素子と組み合わせることにより、発光効率をさらに向上させることができる。

【0072】

さらに、黄色に発光する蛍光物質及び赤色に発光する蛍光物質を組み合わせる用いる場合、可視光の短波長領域における450nm付近に発光ピーク波長を有する発光素子と組み合わせることにより、発光素子から射出される励起光と蛍光物質から放出される光との混色光が、波長変換部材から光として外部に導出される。この光は赤みを帯びた白色光となる。

10

【0073】

また、緑色から黄色光に発光する蛍光物質を用いる場合、可視光の短波長領域における450nm付近（440～470nm）、例えば、445nmに発光ピーク波長を有する発光素子と組み合わせる用いることが好ましい。これにより、発光素子からの励起光と、励起光から変換された黄色光とが組み合わせられることとなり、光は白色光となる。このように、励起光の一部を利用することにより、波長変換時における光の吸収を回避することができ、発光効率を高めることができる。

【0074】

青色光に発光する蛍光物質及び黄色光に発光する蛍光物質を組み合わせる用いる場合、紫外線領域における375nm付近に発光ピーク波長を有する発光素子と組み合わせることにより、波長変換部材から放出される白色光が光となる。紫外線は人間の目で見えないため可視光に波長変換される蛍光物質から放出される光のみが光となる。

20

【0075】

また、(1)可視光の短波長領域における400nm付近（例えば、370～420nm）に発光ピーク波長を有する発光素子と、(2)この発光素子からの光により青色光に発光（例えば、440～460nm）する蛍光物質、(3)青色光により励起されて緑色光に発光（例えば、520～540nm）する蛍光物質、(4)青色光により励起されて黄色光に発光（例えば、550～580nm）する蛍光物質、(5)青色光により励起されて赤色光に発光（例えば、640～660nm）する蛍光物質を組み合わせる用いる場合、波長変換部材から放出される光は主として白色光となる。特に、これらの蛍光物質を入射光側からこの順に配置することが好ましい。この組み合わせにより、発光効率を増大させることができる。なかでも、(1)、(2)及び(4)を組み合わせる用いる場合には、より発光効率を増大させることができる。また、(1)～(3)及び(5)を組み合わせる用いる場合、演色性を増大させることができる。なお、これらの場合、発光素子の励起光を光の色成分として利用せず、蛍光物質で変換された光のみで白色を得ることができるため、発光素子の光出力によって色温度、色度座標は変化せず、白色強度の調整が可能となる。

30

【0076】

顔料としては、例えば、染料、ペリレン等の蛍光染料が挙げられる。

このような蛍光物質、顔料等は、凝集体を形成せず、光の吸収率及び変換効率を最大限に発揮させるために、通常、1μm～20μm程度の範囲の粒径のものが用いられ、2μm～8μm程度が好ましく、5μm～8μm程度がより好ましい。また、このように、比較的粒径の大きな蛍光物質等を用いることにより、発光装置の量産性を向上させることができる。ここで粒径は、空気透過法で得られる平均粒径を指す。具体的には、気温25、湿度70%の環境下において、1cm<sup>3</sup>分の試料を計り取り、専用の管状容器にパッキングした後、一定圧力の乾燥空気を流し、差圧から比表面積を読みとり、平均粒径に換算した値である。

40

【0077】

（被覆部材）

本発明の波長変換部材は、蛍光物質等を、被覆部材と混合して形成することができる。

被覆部材としては、例えば、無機ガラス、イットリアゾル、アルミナゾル、シリカゾル

50

等の無機物質；ポリオレフィン系樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリスチレン樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、アクリレート樹脂、メタクリル樹脂（PMMA等）、ウレタン樹脂、ポリアミド樹脂、ポリノルボルネン樹脂、フッ素樹脂、シリコーン樹脂、変性シリコーン樹脂、編成エポキシ樹脂等の1種又は2種以上等の樹脂、液晶ポリマー等の有機物質が挙げられる。これらの被覆部材は、耐熱性、耐光性、耐候性、透光性等に優れたものが好ましい。なかでも、フッ素樹脂、シリコーン樹脂（特にジメチルシロキサン系、メチルポリシロキサン系の樹脂等）等が好ましい。

【0078】

波長変換部材を、蛍光物質等と被覆部材である樹脂とで構成する場合には、蛍光物質等と樹脂とは、0.1～10：1程度の重量比の範囲で、さらに、0.5～10：1程度、1～3：1程度、1.5～2.5：1程度の重量比の範囲で混合することが好ましい。ただし、後述するように、波長変換部材が積層構造で形成される場合、各層における蛍光物質等と樹脂との割合は必ずしも同じでなくてもよい。例えば、耐熱性、耐光性、屈折率などの蛍光物質、樹脂等それ自体の性質を考慮して、用いる材料及びその割合を適宜調整することができる。

10

【0079】

（フィラー）

本発明における波長変換部材は、任意に、フィラーを組み合わせ用いてもよい。これにより、ライトガイドへの波長変換部材の固着を容易にすることができる。また、波長変換部材を均一に配置することができるため色むらの少ない発光装置を得ることができる。

20

【0080】

フィラーは、外部から照射された光を反射、散乱及び/又は拡散等させることができる材料であることが好ましい。これにより、蛍光物質等に均一に励起光を当てることができ、色むらを低減する作用を有する。フィラーとしては、シリカ（ヒュームシリカ、沈降性シリカ、溶融シリカ、結晶シリカ、超微粉無定形シリカ、無水珪酸等）、石英、酸化チタン、酸化錫、酸化亜鉛、一酸化錫、酸化カルシウム、酸化マグネシウム、酸化ベリリウム、酸化アルミニウム、窒化硼素、窒化ケイ素、窒化アルミニウム等の金属窒化物、SiC等の金属炭化物、炭酸カルシウム、炭酸カリウム、炭酸ナトリウム、炭酸マグネシウム、炭酸バリウム等の金属炭酸塩、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム等の金属水酸化物、ほう酸アルミニウム、チタン酸バリウム、リン酸カルシウム、珪酸カルシウム、クレー、石膏、硫酸バリウム、マイカ、ケイソウ土、白土、無機バルーン、タルク、リトポン、ゼオライト、ハロイサイト、蛍光物質、金属片（銀粉等）等が挙げられる。また、強度を得るために、チタン酸カリウム、ケイ酸バリウム、ガラスファイバー等の針状のフィラーを用いてもよい。なかでも、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化ケイ素等が好ましい。

30

【0081】

フィラーの粒径は特に限定されず、例えば、中心粒径が1 $\mu$ m以上5 $\mu$ m未満のフィラーは、蛍光物質等からの光を良好に乱反射させ、大きな粒径の蛍光物質等を用いることにより生じやすい色むらを抑制することができる。中心粒径が1nm以上1 $\mu$ m未満のフィラーは、発光素子からの光波長に対する干渉効果が低い反面、光度を低下させることなく被覆部材、例えば、樹脂の粘度を高めることができる。これにより、樹脂中に蛍光物質等をほぼ均一に分散させ、その状態を維持することが可能となり、取り扱いが困難である比較的粒径の大きい蛍光物質等を用いた場合でも歩留まり良く量産することができる。中心粒径が5 $\mu$ m以上100 $\mu$ m以下のフィラーは、被覆部材、例えば、樹脂中に含有させると、光散乱作用により発光素子の色度バラツキを改善するとともに、樹脂の耐熱衝撃性を高めることができる。なお、フィラーは、分散性や反射性等を考慮して球状、針状、フレーク状等種々の形状とすることができる。

40

【0082】

フィラーは、蛍光物質等と同程度の粒径及び/又は形状を有することが好ましい。ここで同程度の粒径とは、各粒子のそれぞれの中心粒径の差が20%未満の場合をいい、同程

50

度の形状とは、各粒径の真円との近似程度を示す円形度（円形度＝粒子の投影面積に等しい真円の周囲長さ／粒子の投影の周囲長さ）の値の差が20%未満の場合をいう。このようなフィラーを用いることにより、蛍光物質等とフィラーとが互いに作用しあい、被覆部材、例えば、樹脂中にて蛍光物質等を良好に分散させることができ、色むらをより抑制することができる。

【0083】

フィラーは、例えば、波長変換部材全体量の0.1～80重量%、さらに70重量%以下、50重量%以下、40重量%以下、30重量%以下で含有させることができる。

【0084】

波長変換部材は、例えば、上述した蛍光物質等を、任意にフィラーとともに、被覆部材である樹脂中に混合し、必要があれば適当な溶媒を用いて、ポッティング法、スプレー法、スクリーン印刷法、ステンシル印刷法等、さらに、注型法、圧縮法、トランスファー法、射出法、押し出し法、積層法、カレンダー法、インジェクションモールド法等のプラスチックの成型法等、真空被覆法、粉末噴霧被覆法、静電堆積法、電気泳動的に堆積させる方法等により所望の形状に形成することができる。

また、被覆部材を用いずに、例えば、蛍光物質等と、任意にフィラー及び適当な溶媒とともに混合し、任意に加熱しながら、加圧により成型する方法、電着等を利用してよい。

【0085】

波長変換部材は、1種の蛍光物質等を単層で形成してもよいし、2種以上の蛍光物質等が均一に混合された単層を形成してもよいし、1種の蛍光物質等を含有する単層を2層以上積層させてもよいし、2種以上の蛍光物質等がそれぞれ均一に混合された単層を2層以上積層させてもよい。なお、単層を2層以上積層させる場合には、各層に含有される蛍光物質等は、同程度の波長の入射光を同程度の波長の出射光に波長変換するものであってもよいし、同程度の波長の入射光を異なる波長の出射光に変換するものであってもよいが、異なる波長の入射光を同程度又は異なる波長の出射光に波長変換するものであることが好ましい。これにより、波長変換部材に入射し、変換すべき光の全てを波長変換することが可能となり、より効率的に変換波長を行うことができる。

【0086】

波長変換部材30は、図6(a)に示したように、互いに異なる種類の蛍光物質31a、31bを含有するシート状のものを積み重ねて構成してもよいし、図6(b)に示したように、蛍光物質31bを含有する上層が、蛍光物質31aとは異なる蛍光物質31aを含有する下層を、完全に被覆するように積層して構成してもよい。なお、波長変換部材30は、出射側において突出した碗状であることが好ましい。このような形状によって輝度をより向上させることができる。波長変換部材の膜厚は特に限定されるものではなく、用いる材料によって適宜調整することができる。例えば、蛍光物質や樹脂等を厚膜で形成する場合には、変換効率が向上し、結果的に発光効率を上昇させることができるが、その一方、光の吸収等により発光効率を損なうこともあるため、これらを考慮して適切な膜厚を選択することが好ましい。

【0087】

波長変換部材30は、図1に示すように、励起光1を導出するためのライトガイド20の先端部、つまり出力部21に取り付けることが好ましいが、励起光源10とライトガイド20との接続部分である励起光1の射出部12に取り付けてもよい。後者の場合には、ライトガイドの先端が汚れる箇所においても使用することができる。また、波長変換部材の取り替えが容易にできる。さらに、波長変換部材を種々の位置に設けることにより生産性の向上を図ることができる。

【0088】

また、後述するように、第1の励起光源及び第2の励起光源と複数の励起光源を組み合わせる場合には、各励起光源からの励起光をライトガイドによって導出し、その光射出側を束ねて、全てについて一体的に単層又は多層で、あるいは、部分的に一体的に単層又は

10

20

30

40

50

多層で、波長変換部材を施してもよい。これにより、個々に波長変換部材を施す工程を簡略化することができる。

さらに、後述するライトガイド内の一部に、例えば、コア材料に蛍光物質等を含有させるなどして、波長変換部材を設けてもよい。

【0089】

#### レンズ

本発明の発光装置では、励起光源10において、例えば、図1に示すように、発光素子11と射出部12との間に、レンズ13が設けられていることが好ましい。

レンズは、素子から射出された光が、ライトガイドの入射部に集光される限り、どのような形状でもよく、素子と射出部との間に、複数枚並べて配置してもよい。レンズは、無機ガラス、樹脂等により形成することができ、なかでも、無機ガラスが好ましい。励起光源とライトガイドとの間にレンズを備え、レンズを介して励起光源から射出された励起光をライトガイドへ導出することができることにより、励起光源からの射出する励起光を集光させ、効率よくライトガイドに導出することができる。

なお、レンズには、蛍光物質等の波長変換部材として機能する材料を含有させてもよい。これにより、レンズ機能により、波長変換された励起光が、確実に射出部に集光されるため、色バラツキを解消することができ、レンズの製造によって波長変換部材をも同時に製造することができるために、波長変換部材の製造コストを抑えることができる。

【0090】

#### ライトガイド先端部材

本発明の発光装置では、ライトガイドの先端、つまり励起光源に接続されていない端部は、通常フェルールと呼ばれるライトガイド先端部材によって支持されていることが好ましい。このようなライトガイド先端部材により、ライトガイドからの出射光を固定することが容易となる。また、その材料や形状に応じて発光効率を向上させるとともに、発光装置としての組み立てが容易となる。

したがって、ライトガイド先端部材は、ライトガイドを支持し得るものであれば、どのような材料及び形状で構成されていてもよい。

【0091】

ライトガイド先端部材は、励起光及び/又は波長変換された光に対する反射率が高い、光の屈折率が高い、熱伝導性が高い、いずれかの材料又はこれらの性質を2種以上備える材料で形成されていることが好ましい。例えば、励起光及び/又は波長変換された光に対して80%以上の反射率、350~500nm程度の光に対して $n:1.4$ 以上の屈折率及び/又は $0.1\text{W/m}\cdot$ 以上の熱伝導性を有するものが好ましい。具体的にはAg、Al、 $\text{ZrO}_2$ 、ホウケイ酸ガラス、ステンレス鋼(SUS)、カーボン、銅、硫酸バリウム等が挙げられる。なかでも、 $\text{ZrO}_2$ を用いた場合には、反射率が高く、ライトガイドが通るように加工することが容易であり、ステンレス鋼を用いた場合には、引っ張り強度を維持することが容易であるため、 $\text{ZrO}_2$ 、ステンレス鋼(例えば、SUS303等)で形成されていることが好ましい。

【0092】

ライトガイド先端部材は、例えば、ライトガイドの外周を取り囲むような円筒形状、ライトガイドの端面に種々の機能を付与するために各種の機能膜/部材等が一体的に又は別個に取り付けられたもの、ライトガイドの端面や各種機能膜/部材等を被覆するためのカバー又はキャップ等が一体的に又は別個に取り付けられたものであってもよい。なお、ライトガイド先端部材が円筒形状である場合には、例えば、直径3mm以下であることが好ましい。

【0093】

#### 機能膜/部材

上述したライトガイド先端部材に取り付ける場合に限らず、本発明の発光装置には、適切な位置に各種機能膜/部材を取り付けることが好ましい。ここでの機能膜/部材としては、例えば、波長変換光反射膜、励起光反射膜、拡散防止部材、拡散部材等が挙げられる

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 4 】

波長変換光反射膜は、波長変換部材によって波長変換された光が、励起光入射側に戻ることを防止するとともに、励起光入射側に戻った光を反射させることにより光として外部に取り出すために利用することができる。したがって、波長変換反射膜は、特定波長の光のみを通過させ、特定波長、つまり波長変換された光を反射し得る材料により形成することが好ましい。これにより、励起光入射側に戻った光を反射することができ、発光効率の向上を図ることができる。また、波長変換光反射膜は、波長変換部材の少なくとも励起光導入部分に配置することが好ましい。

## 【 0 0 9 5 】

励起光反射膜は、励起光が直接外部に照射されること、励起光が意図しない部分から漏れること等を防止するために利用することができる。これにより、例えば、波長変換部材内を通過するが、蛍光物質等で波長変換されなかった励起光を再度波長変換部材内に戻すことにより、発光効率を向上させることができる。したがって、励起光反射膜は、波長変換された特定波長の光のみを通過させ、励起光を反射し得る材料により形成することが好ましい。また、励起光反射膜は、波長変換部材の少なくとも波長変換した光の導出部分に配置することが好ましい。これにより、励起光の外部への照射を低減することができ、発光効率を向上することができる。

## 【 0 0 9 6 】

拡散防止部材は、励起光及び/又は波長変換された光が意図しない方向に拡散することを防止するために利用することができる。したがって、拡散防止部材は、励起光又は波長変換された光を90%以上遮断する材料及び形状で構成されることが好ましい。例えば、ライトガイドと波長変換部材との間、つなぎ目などに、ライトガイドと波長変換部材との間で挟持するように配置してもよいし、ライトガイドと波長変換部材との境界部分を取り囲むように配置してもよいし、波長変換部材の波長変換光照射部分以外の外表面を被覆するように配置してもよい。

## 【 0 0 9 7 】

拡散部材は、主として励起光を拡散させることにより、波長変換部材の蛍光物質等により多くの励起光を照射させ、発光効率を向上させるために利用することができる。したがって、拡散部材は、ライトガイドの光の出射口と波長変換部材との間に配置させることが好ましい。拡散部材は、例えば、上述した樹脂のうち、屈折率の比較的高いもの、上述した樹脂に上述したフィラーを含有するもの等を利用することができる。なかでも、シリコン樹脂が好ましい。これにより、波長変換部材に照射される光の出力を低減でき、単位面積あたりの波長得変換材の負担を軽減することができるため、発光効率及びリニアリティを向上させることができる。

例えば、拡散部材の膜厚は、ライトガイドのコア径、任意に用いる拡散部材の屈折率及び厚み、波長変換部材の径などによって適宜調整することができる。

## 【 0 0 9 8 】

遮断部材

本発明の発光装置には、遮断部材が取り付けられていてもよい。遮断部材は、励起光源からの光を90%以上遮断するものであることが好ましい。これにより、所定の波長の光のみを取り出すことができる。例えば、人体に有害な紫外線を放出する発光素子を用いる場合、その紫外線を遮断するために紫外線吸収剤又は反射剤等を遮断部材として、光導出部において、波長変換部材に含有させて用いることができる。これにより、紫外線等の照射を抑制することができる。なかでも、より発光効率を向上させることができる観点から、反射剤を用いることが好ましい。

なお、遮断部材は、上述した励起光反射膜、拡散防止膜等としての機能をも有しているため、これらと厳密に区別して利用されていなくてもよい。

## 【 0 0 9 9 】

発光装置の態様

10

20

30

40

50

本発明の発光装置は、図1に示した、1つの励起光源10と、一本のライトガイド20と、モードスクランブラー（図示せず）、1つの波長変換部材30とから構成された発光装置をユニットとして、図7に示したように、少なくとも2つ以上組み合わせられて発光装置100を構成していてもよい。ユニットの組み合わせ個数は、演色性と出力に応じて決定することができる。なお、この発光装置においては、上述したように、各ユニットの波長変換部材は一体的に形成されていてもよい。

本発明の発光装置は、120ルーメン/m<sup>2</sup>程度以上の明るさを有していることが好ましい。

#### 【0100】

##### 発光装置の用途

本発明の発光装置は、種々の用途に利用することができる。例えば、通常の照明器具、車両搭載用の照明（具体的には、ヘッドライト用、テールランプ用光源等）として利用してもよいし、内視鏡装置のように、生体内部を観察したり、観察しながら治療したりするための装置に利用してもよい。また、非常に狭い又は暗い空間、例えば、原子炉内部、遺跡の閉鎖空間等を観察したりするためのファイバースコープに利用してもよい。さらに、各種真空装置のチャンバ内など、電流の漏洩や発熱等を回避したい部材における光源として利用することもできる。加えて、点光源を要求する場所や光源の取り替えが困難な場所などで使用する発光装置として利用することができる。

#### 【0101】

したがって、この発光装置は、撮像部材（つまり、光学像を電気信号に変換する電子部品（受光素子））、具体的には、CCD（charge-coupled device）、CMOS（CMOS image sensor）等を利用した撮像素子、電気信号を画像信号に変換する画像信号処理装置、電気信号又は測定値等を表示するインジケータ、画像信号を出力して画像を映し出すディスプレイ、各種の処理及び計算を行うコンピュータ等とともに使用することができる。特に、撮像部材として撮像素子を用いる場合には、被写体の光学像を、扱いやすいものとすることができる。

#### 【0102】

例えば、受光素子（例えば、フォトダイオード等）は、発光装置と別体として設けてもよいが、励起光源におけるレーザ素子の近傍に、光ガイドの周辺にあるいは光ガイド先端部材内のいずれに設けてもよい。これにより、受光素子によってレーザ素子から発せられた光量を観測し、一定の光量以下の場合に、レーザ素子に投入される電流を調整するなどして一定の光量を維持することができる。

本発明の発光装置は、高輝度でありながら、色調バラつきが少なく、色再現性に非常に富み、演色性が非常に高いため、内視鏡装置のように、鮮明な撮像等が要求される装置との併用に極めて優れた効果を発揮する。

#### 【0103】

また、本発明の発光装置は、可視光通信にも使用することができる。つまり、上述した発光装置により得られる可視光を利用し、例えば、発光装置に通信機能を付加することによりワイヤレス環境を構築することができる。これにより、励起光源としてレーザ素子を用いているために、数百MHzという変調速度を実現することができる。

さらに、本発明の発光装置は、画像表示部（スクリーン）にカラー画像を表示する画像表示装置に使用することができる。本発明の発光装置では、高発光効率で極めて高輝度の光を発することができるため、画像表示装置の光源として優れた効果を発揮し得る。

#### 【0104】

以下に、本発明の発光装置の具体例を図面に基づいて詳細に説明する。

##### 実施例1

図1に示したように、この実施例の発光装置は、励起光源10と、ライトガイド20と、モードスクランブラー（図示せず）と、波長変換部材30とを備えて構成されている。

励起光源10は、405nm近傍に発光ピーク波長を有する半導体発光素子11としてレーザダイオードを用いる。レーザダイオードは、GaN系の半導体素子である。

10

20

30

40

50

ライトガイド20は、その一端が、励起光源10の光の出射部12に接続されており、他端が出力部21に接続されている。ライトガイド20として、石英製の、例えば、SI型114(μm:コア径)/125(μm:クラッド径)を用いる。

モードスクランブラー44は、図8に示したように、ライトガイド20の所定の4箇所において、規則的に、曲げピッチPが5mm、曲げ幅Wが0.5mmで屈曲を与える嚙合状態の櫛状部材とした。

波長変換部材30は、樹脂中に蛍光物質が均一に分散するように成型されて、出力部21に取り付けられている。

蛍光物質は、緑色に発光する(Lu,Ce)<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce(LAG)0.54gと、赤色に発光する(Ca,Sr)<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>:Eu(SCESN)0.02gとを使用し、これらの蛍光物質をシリコン樹脂1.1g中に均一になるまで混練した。この場合の波長変換部材30の膜厚は、例えば、500μm程度とした。

励起光源10においては、半導体発光素子11の前面に、レーザダイオードからの励起光1を集光するためのレンズ13を配置した。

この発光装置において、励起光源を100mWで駆動させた場合、図9の太線で示したような出射ビームプロファイルを得た。

なお、比較のために、モードスクランブラー42を備えない点以外は上述した発光装置と同じものを準備し、上記と同様に100mWで駆動させた場合、図9の細線に示したような出射ビームプロファイルを得た。

比較のための発光装置の半値幅は6.2°であり、強度ピークを100%とした場合、実施例における発光装置の強度ピーク値は56.7%であった。また、半値幅は15.2°と、約2.3倍であった。

両者について、光束と光出力との関係を測定したところ、図10の太線で示したように、本実施例の発光装置は、比較のための発光装置(図10中、破線)と比べて、非常に良好なリニアリティを示した。

さらに、本実施例の発光装置は演色性が良好であり、しかも、比較のための発光装置と比べて、相当長時間にわたって波長変換部材等の劣化が全く認められず、高寿命であることが確認された。

【0105】

#### 実施例2

この実施例の発光装置は、図3(b)に示したように、モードスクランブラー41として、約4mmのビーズを20個、ランダムにライトガイド20の周辺に配置してライトガイド20に屈曲を与える以外、実質的に実施例1と同様の装置と同様である。

実施例1と同様に評価すると、出射ビームプロファイル、光束-光出力、寿命について、ほぼ同様の結果である。

【0106】

#### 実施例3

この発光装置は、図4に示したように、モードスクランブラー42として、SUS製のフェルールを溶接することにより、6箇所に応力を付与する以外、実質的に実施例1と同様の装置と同様である。

実施例1と同様に評価すると、出射ビームプロファイル、光束-光出力、寿命について、ほぼ同様の結果である。

【0107】

#### 実施例4

この発光装置は、ライトガイドとして、図2(a)に示したように、波長変換部材30が配置する端部でのみコア径が広いもの(中心のコア径の1.5倍)を用いる以外、実質的に実施例1と同様の装置と同様である。

実施例1と同様に評価すると、出射ビームプロファイル、光束-光出力、寿命について、ほぼ同様の結果である。

【産業上の利用可能性】

## 【0108】

本発明の発光装置は、照明器具、車両搭載用照明、ディスプレイ、インジケータ等に利用することができる。また、生体内部を撮像する内視鏡装置、狭い隙間及び暗い空間等を照明することができるファイバースコープ、電流の漏洩や発熱のない照明を必要とする各種産業用、工業用、家庭用の装置等に利用することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0109】

【図1】本発明の発光装置の構造を説明するための概略構成図である。

【図2】本発明の発光装置におけるライトガイド先端部分の構造を説明するための概略構成図である。

10

【図3】本発明の発光装置におけるモードスクランブラーの構造を説明するための概略構成図である。

【図4】本発明の発光装置における別のモードスクランブラーの構造を説明するための概略構成図である。

【図5】本発明の発光装置におけるさらに別のモードスクランブラーの構造を説明するための概略構成図である。

【図6】本発明の発光装置における波長変換部材の構造を説明するための概略構成図である。

【図7】本発明の発光装置におけるユニットの組み合わせ構造を説明するための概略構成図である。

20

【図8】実施例1の発光装置を示す概略構成図である。

【図9】実施例1の発光装置における出射パターンプロファイルを示すグラフである。

【図10】実施例1の発光装置における光束 - 光出射の関係を示すグラフである。

## 【符号の説明】

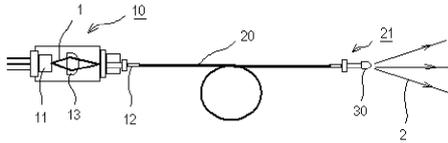
## 【0110】

- 1 励起光
- 2 光
- 10 励起光源
- 11 半導体発光素子
- 12 射出部
- 13 レンズ
- 20、120、201、202、203 ライトガイド
- 20a、120a コア
- 20b、120b クラッド
- 21 出力部
- 30 波長変換部材
- 31a、31b 蛍光物質
- 40、41、42、44 モードスクランブラー
- 43 溶接部
- 100 発光装置
- 204 径が増大した部位
- 205 径が減少した部位

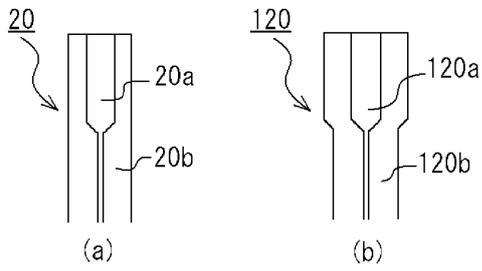
30

40

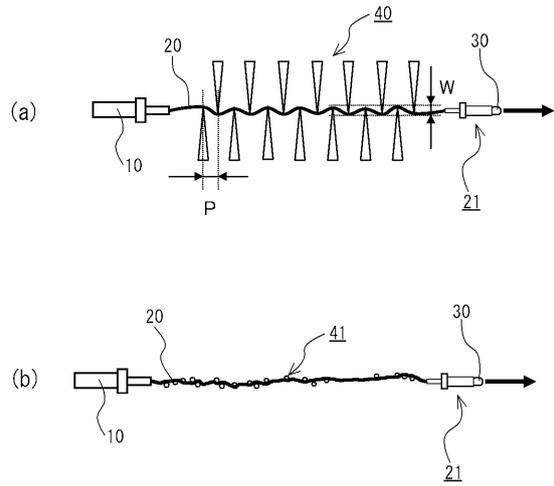
【 図 1 】



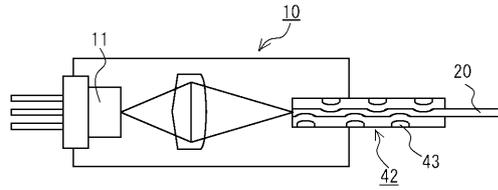
【 図 2 】



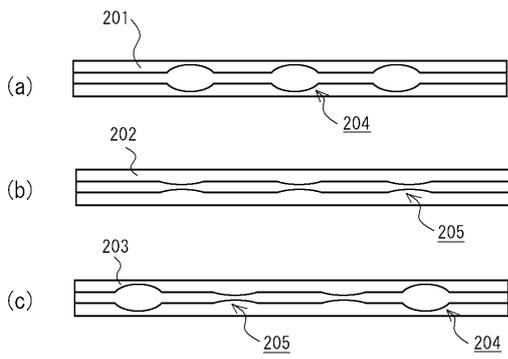
【 図 3 】



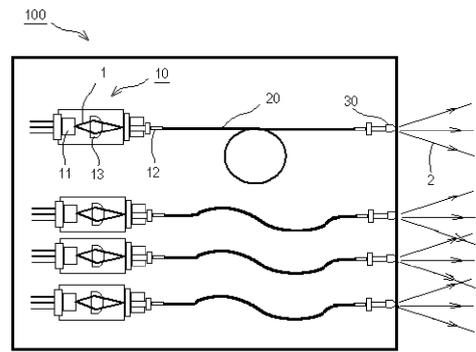
【 図 4 】



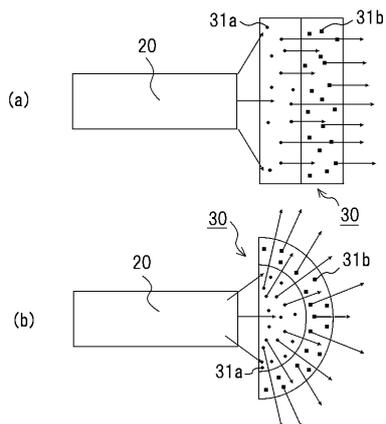
【 図 5 】



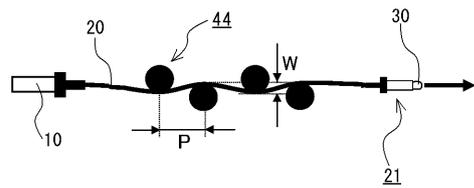
【 図 7 】



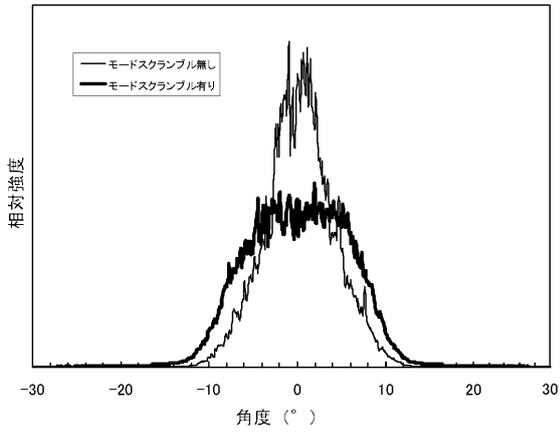
【 図 6 】



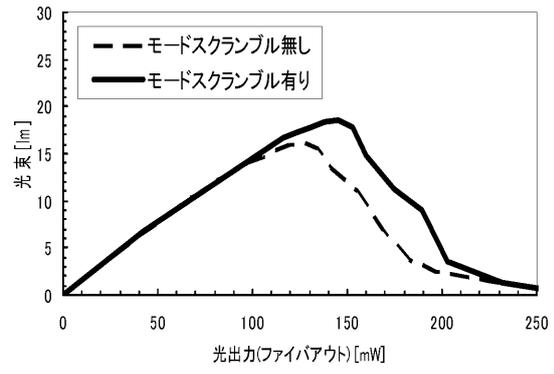
【 図 8 】



【図9】



【図10】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第03/021329(WO, A1)  
特開昭61-177420(JP, A)  
特開昭57-129037(JP, A)  
特開昭59-037503(JP, A)  
特許第2927279(JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00 - 1/32  
G02B 6/02  
G02B 23/24 - 23/26