

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7072037号  
(P7072037)

(45)発行日 令和4年5月19日(2022.5.19)

(24)登録日 令和4年5月11日(2022.5.11)

(51)国際特許分類

F I

F 2 1 S	2/00	(2016.01)	F 2 1 S	2/00	3 5 0
F 2 1 V	23/00	(2015.01)	F 2 1 V	23/00	1 1 3
F 2 1 V	9/38	(2018.01)	F 2 1 V	23/00	1 4 0
F 2 1 V	9/35	(2018.01)	F 2 1 V	9/38	
F 2 1 V	9/20	(2018.01)	F 2 1 V	9/35	

請求項の数 14 (全64頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2020-194111(P2020-194111)  
(22)出願日 令和2年11月24日(2020.11.24)  
(62)分割の表示 特願2018-516942(P2018-516942)  
)の分割  
原出願日 平成29年4月27日(2017.4.27)  
(65)公開番号 特開2021-28915(P2021-28915A)  
(43)公開日 令和3年2月25日(2021.2.25)  
審査請求日 令和2年12月2日(2020.12.2)  
(31)優先権主張番号 特願2016-97487(P2016-97487)  
(32)優先日 平成28年5月13日(2016.5.13)  
(33)優先権主張国・地域又は機関  
日本国(JP)

(73)特許権者 520133916  
ヌヴォンテクノロジージャパン株式会社  
京都府長岡京市神足焼町1番地  
(74)代理人 100109210  
弁理士 新居 広守  
(74)代理人 100137235  
弁理士 寺谷 英作  
(74)代理人 100131417  
弁理士 道坂 伸一  
(72)発明者 山中 一彦  
京都府長岡京市神足焼町1番地 ヌヴォ  
ンテクノロジージャパン株式会社内  
(72)発明者 春日井 秀紀  
大阪府門真市大字門真1006番地 八  
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光源装置及び照明装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

コヒーレントな励起光を出射する半導体発光装置と、  
前記励起光を波長変換することによって蛍光を発生し、かつ、前記励起光を散乱すること  
により散乱光を発生することで、前記蛍光及び前記散乱光を含む出射光を出射する波長変  
換部と、  
前記散乱光の強度を検出する第1光検出器と、  
前記蛍光の強度を検出する第2光検出器と、  
中央に貫通孔を有する基台とを備え、  
前記半導体発光装置は、前記貫通孔につながる前記基台の一方の面に固定され、  
前記波長変換部は、前記貫通孔につながる前記基台の他方の面に固定される  
光源装置。

【請求項2】

前記波長変換部は、第1面と、前記第1面に背向する第2面を有し、  
前記励起光は前記第2面に入射し、  
前記出射光は、前記第1面から出射する第1の出射光と、前記第2面から出射する第2の  
出射光とを有し、  
前記第1の出射光は、前記光源装置から出射され、  
前記第1光検出器に入射する前記散乱光、及び、前記第2光検出器に入射する前記蛍光は  
、前記第1の出射光に含まれる

請求項 1 に記載の光源装置。

【請求項 3】

光源装置であって、

コヒーレントな励起光を出射する半導体発光装置と、  
前記励起光を波長変換することによって蛍光を発生し、かつ、前記励起光を散乱することにより散乱光を発生することで、前記蛍光及び前記散乱光を含む出射光を出射する波長変換部と、

前記散乱光の強度を検出する第 1 光検出器と、

前記蛍光の強度を検出する第 2 光検出器と、

前記蛍光及び前記散乱光を前記第 1 光検出器及び前記第 2 光検出器に導く光学部材とを備え、

10

前記波長変換部は、第 1 面と、前記第 1 面に背向する第 2 面を有し、

前記励起光は前記第 2 面に入射し、

前記出射光は、前記第 1 面から出射する第 1 の出射光と、前記第 2 面から出射する第 2 の出射光とを有し、

前記第 1 の出射光には、出力光が含まれ、

前記出力光は、前記光源装置から外部に出射され、

前記第 1 光検出器に入射する前記散乱光、及び、前記第 2 光検出器に入射する前記蛍光は、前記第 1 の出射光に含まれる

光源装置。

20

【請求項 4】

光源装置であって、

コヒーレントな励起光を出射する半導体発光装置と、

前記励起光を波長変換することによって蛍光を発生し、かつ、前記励起光を散乱することにより散乱光を発生することで、前記蛍光及び前記散乱光を含む出射光を出射する波長変換部と、

前記散乱光の強度を検出する第 1 光検出器と、

前記蛍光の強度を検出する第 2 光検出器とを備え、

前記波長変換部は、第 1 面を有し、

前記励起光は前記波長変換部の前記第 1 面に入射し、

前記出射光は前記第 1 面から出射する第 1 の出射光を有し、

前記第 1 の出射光には、出力光が含まれ、

前記出力光は前記光源装置から外部に出射され、

光源装置。

30

【請求項 5】

さらに、前記励起光の強度を検出する第 3 光検出器を備える

請求項 4 に記載の光源装置。

【請求項 6】

コヒーレントな励起光を出射する半導体発光装置と、

前記励起光を波長変換することによって蛍光を発生し、かつ、前記励起光を散乱することにより散乱光を発生することで、前記蛍光及び前記散乱光を含む出射光を出射する波長変換部と、

40

前記散乱光の強度を検出する第 1 光検出器と、

前記蛍光の強度を検出する第 2 光検出器と、

前記励起光の強度を検出する第 3 光検出器とを備え、

前記第 1 光検出器と、前記第 2 光検出器と、前記第 3 光検出器とは、同一のプリント基板上に配置されている

光源装置。

【請求項 7】

コヒーレントな励起光を出射する半導体発光装置と、

50

前記励起光を波長変換することによって蛍光を発生し、かつ、前記励起光を散乱することにより散乱光を発生することで、前記蛍光及び前記散乱光を含む出射光を出射する波長変換部と、

前記散乱光の強度を検出する第 1 光検出器と、

前記蛍光の強度を検出する第 2 光検出器と、

前記励起光の強度を検出する第 3 光検出器とを備え、

前記第 2 光検出器及び前記第 3 光検出器からの信号により前記波長変換部からの前記蛍光と前記励起光との光量の比率を検出する

光源装置。

【請求項 8】

前記第 1 光検出器と、前記第 2 光検出器とは、同一のプリント基板上に配置されている請求項 1 ~ 5、7 のいずれか 1 項に記載の光源装置。

【請求項 9】

さらに、第 1 フィルタを備え、

前記散乱光の一部は、前記第 1 フィルタを介して、前記第 1 光検出器に入射する

請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の光源装置。

【請求項 10】

さらに、第 2 フィルタを備え、

前記蛍光の一部は、前記第 2 フィルタを介して、前記第 2 光検出器に入射する

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の光源装置。

【請求項 11】

さらに、前記励起光を集光する集光部材を備える

請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の光源装置。

【請求項 12】

前記第 1 光検出器及び前記第 2 光検出器からの信号により前記波長変換部からの前記散乱光と前記蛍光との光量の比率を検出する

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の光源装置。

【請求項 13】

前記比率が所定範囲内でない場合に、前記光源装置に印加する電力を停止する

請求項 7 又は 12 に記載の光源装置。

【請求項 14】

請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の光源装置を備える

照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、光源装置及び照明装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、半導体発光装置と波長変換素子とを用いた光源装置が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。この種の光源装置として、特許文献 1 に開示された光源装置について、図 39 を用いて説明する。図 39 は、従来の光源装置の概略図である。図 39 は、従来の光源装置 1020 の断面図（a）及び上面図（b）を示している。

【0003】

特許文献 1 に開示された光源装置 1020 は、図 39 の断面図（a）に示すように、紫外光から可視光までの波長領域のうちの所定の波長の励起光を出射する半導体発光装置 1005 と、半導体発光装置 1005 からの励起光が入射する蛍光体層 1002 と、蛍光体層 1002 の面のうち励起光が入射する面とは反対の側の面に設けられた光反射性基板 1006 とを備える。

【0004】

10

20

30

40

50

ここで、蛍光体層 1002 は、接合部 1007 により、光反射性基板 1006 に固定される。

【0005】

そして、半導体発光装置 1005 と蛍光体層 1002 とは、空間的に離れて配置されている反射型の光源装置 1020 を構成する。

【0006】

蛍光体層 1002 は、半導体発光装置 1005 からの励起光により励起され、励起光の波長よりも長波長の蛍光を発生する蛍光体を含む。

【0007】

また、蛍光体層 1002 の周囲には、半導体発光装置 1005 からの励起光が入射するとき励起光を吸収する吸収手段 1009、又は、当該励起光を散乱（拡散）する散乱手段が設けられる。

10

【0008】

そして、蛍光体層 1002 に入射する半導体発光装置 1005 からの励起光の、蛍光体層入射面上でのビームの断面形状及び断面積は、蛍光体層への入射面全体の形状及び面積とほぼ等しい。

【0009】

この構成により、蛍光体層 1002 での発光点（発光パターン）内の色ムラを防止することが提案されている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0010】

【文献】特開 2012 - 89316 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

特許文献 1 に開示された光源装置 1020 において、周辺に吸収手段 1009 を配置した場合、励起光の一部が吸収手段 1009 に入射する。また、蛍光体層 1002 からの出射光のうち、蛍光体層 1002 の側面、つまり蛍光体層 1002 が吸収手段 1009 と接している面から出射する蛍光が、吸収手段 1009 に入射する。この結果、吸収手段 1009 にて、励起光及び蛍光が吸収手段 1009 で吸収され、光源装置の発光効率が悪くなる。

30

【0012】

また、蛍光体層 1002 の周辺に吸収手段 1009 に代えて散乱手段を配置した場合においては、散乱手段に入射した励起光が、散乱手段の表面で散乱されて、出射される。この結果、光源装置 1020 の発光領域の周辺領域から、励起光が蛍光と混ざることなく出射される。このような光源装置の光を投影して像を形成した場合、中央部の白色領域の周辺に、励起光の青い光がリング状に投影される。このような現象は、蛍光体層 1002 の周辺に吸収手段 1009 を配置した場合でも、発生する。吸収手段 1009 として、励起光を 100% 吸収する安価な材料が存在しないためである。

【0013】

このような光源装置を照明装置に用いる場合には、投影像全体の色分布のコントロールが難しい。

40

【0014】

そこで本開示は、励起光の利用効率が高く、かつ、投影像及び投影像周辺の照度分布及び色分布を自由に設計することが可能な光源装置、及び、当該光源装置を用いた照明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】

【0015】

上記目的を達成するために本開示に係る光源装置は、コヒーレントな励起光を出射する半導体発光装置と、前記半導体発光装置と離間して配置され、前記半導体発光装置から出射

50

された前記励起光を波長変換することによって蛍光を発生し、かつ、前記励起光を散乱することにより散乱光を発生する波長変換素子とを備えた光源装置であって、前記波長変換素子は、支持部材と、前記支持部材に配置された波長変換部とを備え、前記波長変換部は、第1波長変換部と、前記第1波長変換部の周辺に配置され、前記波長変換部が配置された前記支持部材の面の上面視において前記第1波長変換部を囲む第2波長変換部とを有し、前記散乱光に対する前記蛍光の強度比は、前記第1波長変換部よりも前記第2波長変換部の方が低い。

【0016】

上記構成により、第1波長変換部の周辺に第2波長変換部が配置されているため、第2波長変換部の構成を適宜調整することによって、第2波長変換部からの出射光の輝度及びスペクトルを自由に設計することができる。したがって、光源装置において、主に第1波長変換部に励起光を照射することによって発光領域を形成する場合、発光領域の周辺領域からの励起光のみが出射されることを抑制できる。さらに、発光領域及び発光領域周辺の輝度分布及び色分布を自由に設計することができる。したがって、投影像及び投影像周辺の照度分布及び色分布を自由に設計することができる。また、上記構成によれば、第2波長変換部に代えて、吸収手段を配置する場合より、励起光及び蛍光の損失を抑制できる。つまり、励起光の利用効率を向上できる。

10

【0017】

さらに、本開示に係る光源装置において、前記第1波長変換部は、前記支持部材に対向する第2面と、前記第2面に背向する第1面と、前記第1面と前記第2面とを繋ぐ側面とを有し、前記波長変換素子は、前記第2面及び前記側面の少なくとも一部を覆う反射部材を備えるとよい。

20

【0018】

上記構成により、波長変換部から支持部材へ向かう励起光及び蛍光を反射させて出射光として利用することができる。したがって、光源装置の変換効率を向上できる。

【0019】

また、上記目的を達成するために本開示に係る光源装置は、コヒーレントな励起光を出射する半導体発光装置と、前記半導体発光装置と離間して配置され、前記半導体発光装置から出射された前記励起光を波長変換することによって蛍光を発生し、かつ、前記励起光を透過させることによって透過光を発生する波長変換素子とを備えた光源装置であって、前記波長変換素子は、支持部材と、前記支持部材に配置された波長変換部とを備え、前記波長変換部は、第1波長変換部と、前記第1波長変換部の周辺に配置され、前記波長変換部が配置された前記支持部材の面の上面視において前記第1波長変換部を囲む第2波長変換部とを有し、前記透過光に対する蛍光の強度比は、前記第1波長変換部よりも前記第2波長変換部の方が低い。

30

【0020】

上記構成により、第1波長変換部の周辺に第2波長変換部が配置されているため、第2波長変換部の構成を適宜調整することによって、第2波長変換部からの出射光の輝度及びスペクトルを自由に設計することができる。したがって、光源装置において、主に第1波長変換部に励起光を照射することによって発光領域を形成する場合、発光領域周辺の励起光の出射を抑制できる。さらに、発光領域及び発光領域周辺の輝度分布及び色分布を自由に設計することができる。また、上記構成によれば、第2波長変換部に代えて、吸収手段を配置する場合より、励起光及び蛍光の損失を抑制できる。つまり、励起光の利用効率を向上できる。

40

【0021】

さらに、本開示に係る光源装置において、前記第1波長変換部の前記励起光が入射する入射面における前記励起光の断面形状及び断面積は、前記第1波長変換部における前記入射面の形状及び面積とほぼ等しいとよい。

【0022】

上記構成により、発光領域の中央部分における輝度分布の均一性を向上させることで、

50

かつ、発光領域周辺から励起光が蛍光と混ざることなく出射されることを抑制できる。

【0023】

さらに、本開示に係る光源装置において、前記第1波長変換部において、前記励起光が入射する第1出射領域を備え、前記第1出射領域の前記励起光が入射する入射面における前記励起光の断面形状及び断面積は、前記第1出射領域における前記入射面の形状及び面積とほぼ等しいとよい。

【0024】

上記構成により、発光領域の中央部分における輝度分布の均一性を向上させることができ、かつ、発光領域周辺から励起光が蛍光と混ざることなく出射されることを抑制できる。

【0025】

さらに、本開示に係る光源装置において、前記第1波長変換部において、前記励起光が入射するとともに前記透過光を出射する第1出射領域を備え、前記第1出射領域の前記励起光が入射する入射面における前記励起光の断面形状及び断面積は、前記第1出射領域における前記入射面の形状及び面積とほぼ等しいとよい。

【0026】

上記構成により、発光領域の中央部分における輝度分布の均一性を向上させることができ、かつ、発光領域周辺から励起光が蛍光と混ざることなく出射されることを抑制できる。

【0027】

さらに、本開示に係る光源装置において、前記第1波長変換部は単一の蛍光体材料で形成されるとよい。

【0028】

上記構成により波長変換部において、第1波長変換部は屈折率が均一な単一材料で構成される。このため、第1波長変換部内で励起光が多重反射することにより、発光領域の中央部分における輝度分布の均一性を向上させることができる。

【0029】

さらに、本開示に係る光源装置において、前記第1波長変換部には、複数の気孔が内包されているとよい。

【0030】

上記構成により、第1波長変換部は屈折率が均一な同一材料で構成されるとともに散乱体である気孔が内包される。このため、第1波長変換部内で励起光が多重反射することにより、発光分布が不均一となるのを抑制することができる。

【0031】

さらに、本開示に係る光源装置において、前記第1波長変換部は、蛍光体粒子と透明結合材とを含むとよい。

【0032】

上記構成において、第1波長変換部は蛍光体粒子と透明結合材との界面で、励起光を散乱させることができ、その結果、発光分布が不均一となるのを抑制することができる。

【0033】

さらに、本開示に係る光源装置において、前記第2波長変換部は、前記第1波長変換部と異なる蛍光体材料を含むとよい。

【0034】

上記構成により、第2波長変換部における蛍光への変換効率及び出射光のスペクトルを第1波長変換部と異なる変換効率及びスペクトルに自由に設計することができる。

【0035】

さらに、本開示に係る光源装置において、前記第2波長変換部に含まれる蛍光体粒子の平均粒子径は、前記第1波長変換部に含まれる蛍光体粒子の平均粒子径と異なるとよい。

【0036】

上記構成により、第2波長変換部における蛍光への変換効率を第1波長変換部と異なる変換効率に自由に設計することができる。

【0037】

10

20

30

40

50

さらに、本開示に係る光源装置において、前記第 1 波長変換部に含まれる蛍光体粒子の体積比率は、前記第 2 波長変換部に含まれる蛍光体粒子の体積比率と異なるとよい。

【0038】

上記構成により、第 2 波長変換部における蛍光への変換効率を第 1 波長変換部と異なる変換効率に自由に設計することができる。

【0039】

また、本開示に係る光源装置は、レーザ光を出射する半導体発光装置と、前記半導体発光装置から出射したレーザ光が励起光として照射されることで蛍光を放射する波長変換素子と、前記波長変換素子から放射された光の一部が入射する第 1 フィルタと、前記第 1 フィルタを介した光が入射する第 1 光検出器と、前記波長変換素子から放射する光が入射する第 2 光検出器と、前記励起光が入射する第 3 光検出器とを備える。

10

【0040】

上記構成により、光源装置は、波長変換素子からの出射光の散乱光と蛍光との光量の比率や、励起光と蛍光の光量の比率を検出することができる。したがって、光源装置を動作中に、光源装置において光源装置を構成する部品の位置がずれた場合に、光源装置内部の軽微な故障状態を検出することができる。

【0041】

さらに、本開示に係る光源装置において、前記波長変換素子から放射された光の一部が入射する第 2 フィルタを備え、第 2 フィルタを介した光が前記第 2 光検出器に入射するとよい。

20

【0042】

さらに、本開示に係る光源装置において、前記波長変換素子から放射された光を前記第 1 検出器へ導く反射部材を備えるとよい。

【0043】

さらに、本開示に係る光源装置において、前記波長変換素子から放射された光を前記第 2 検出器へ導く反射部材を備えるとよい。

【0044】

さらに、本開示に係る光源装置において、前記半導体発光装置から出射されたレーザ光を集光して前記波長変換素子へ照射する集光部材を備えるとよい。

【0045】

さらに、本開示に係る光源装置において、前記第 1 検出器と、前記第 2 検出器と、前記第 3 検出器が同一の基板上に配置されているとよい。

30

【0046】

また、本開示に係る照明装置は、上記光源装置を備える。

【0047】

上記照明装置においては、上記光源装置と同様の効果を奏することができる。

【発明の効果】

【0048】

本開示によれば、高い変換効率を維持でき、かつ、発光領域及び発光領域周辺の輝度分布及び色分布を自由に設計することが可能な光源装置、及び、当該光源装置を用いた照明装置を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図 1】図 1 は、実施の形態 1 に係る光源装置の概略構成を示す模式的な断面図である。

【図 2 A】図 2 A は、実施の形態 1 に係る波長変換素子の概略構成を示す模式的な断面図である。

【図 2 B】図 2 B は、実施の形態 1 に係る波長変換素子の概略構成を示す模式的な斜視図である。

【図 2 C】図 2 C は、実施の形態 1 に係る波長変換素子の機能を示す模式的な断面図である。

50

【図 2 D】図 2 D は、実施の形態 1 に係る波長変換素子の概略構成の一例を示す模式的な一部拡大断面図である。

【図 2 E】図 2 E は、実施の形態 1 に係る波長変換素子の概略構成の一例を示す模式的な一部拡大断面図である。

【図 2 F】図 2 F は、実施の形態 1 に係る波長変換素子の概略構成の一例を示す模式的な一部拡大断面図である。

【図 2 G】図 2 G は、実施の形態 1 に係る波長変換素子の概略構成の一例を示す模式的な一部拡大断面図である。

【図 2 H】図 2 H は、実施の形態 1 に係る波長変換素子の概略構成の一例を示す模式的な一部拡大断面図である。

10

【図 2 I】図 2 I は、実施の形態 1 に係る波長変換素子の概略構成の一例を示す模式的な一部拡大断面図である。

【図 2 J】図 2 J は、実施の形態 1 に係る波長変換素子の概略構成の一例を示す模式的な一部拡大断面図である。

【図 3】図 3 は、実施の形態 1 に係る波長変換素子の機能を説明するための模式的な断面図である。

【図 4】図 4 は、実施の形態 1 に係る波長変換素子及び比較例に係る波長変換素子の出射領域における模式的な輝度分布を示すグラフである。

【図 5】図 5 は、実施の形態 1 に係る光源装置に投光部材を組み合わせた照明装置によって得られる投影像を模式的に示した図である。

20

【図 6 A】図 6 A は、実施の形態 1 に係る光源装置の第 1 出射領域における出射光のスペクトルを示すグラフである。

【図 6 B】図 6 B は、実施の形態 1 に係る光源装置の第 2 出射領域における出射光のスペクトルを示すグラフである。

【図 6 C】図 6 C は、実施の形態 1 に係る光源装置の投影光の色分布を示す色度図である。

【図 7】図 7 は、実施の形態 1 に係る光源装置を用いた照明装置の概略構成を示す模式的な断面図である。

【図 8】図 8 は、実施の形態 1 に係る光源装置における波長変換素子の具体的な構成を示す模式的な断面図である。

【図 9 A】図 9 A は、実施の形態 1 の変形例 1 に係る波長変換素子の概略構成を示す模式的な断面図である。

30

【図 9 B】図 9 B は、実施の形態 1 の変形例 2 に係る波長変換素子の概略構成を示す模式的な断面図である。

【図 10 A】図 10 A は、実施の形態 1 の変形例 3 に係る波長変換素子の概略構成を示す模式的な断面図である。

【図 10 B】図 10 B は、実施の形態 1 の変形例 4 に係る波長変換素子の概略構成を示す模式的な断面図である。

【図 11】図 11 は、実施の形態 2 に係る光源装置から出射される光の色度座標を示す色度図である。

【図 12】図 12 は、実施の形態 2 に係る光源装置を用いた車両の機能を説明する図である。

40

【図 13】図 13 は、実施の形態 2 の変形例に係る光源装置の構成及び機能を示す模式的な断面図である。

【図 14】図 14 は、実施の形態 2 の変形例に係る光源装置に用いる波長変換素子の具体的な構成を説明する図である。

【図 15】図 15 は、実施の形態 3 に係る波長変換素子の概略構成を示す模式的な断面図である。

【図 16】図 16 は、実施の形態 3 の光源装置に用いる波長変換素子のより具体的な構成を示す断面図である。

【図 17】図 17 は、実施の形態 3 に係る波長変換素子の製造方法の各工程を示す模式的

50

な断面図である。

【図 18A】図 18A は、実施の形態 3 の変形例 1 に係る波長変換素子の構成を示す模式的な断面図である。

【図 18B】図 18B は、実施の形態 3 の変形例 2 に係る波長変換素子の構成を示す模式的な断面図である。

【図 18C】図 18C は、実施の形態 3 の変形例 3 に係る波長変換素子の構成を示す模式的な断面図である。

【図 19】図 19 は、実施の形態 4 に係る光源装置の概略構成を示す模式的な断面図である。

【図 20】図 20 は、実施の形態 4 に係る光源装置において、半導体発光装置からの伝搬光、及び、波長変換素子からの出射光の経路と、各光検出器からの信号の経路とを示すブロック図である。

10

【図 21】図 21 は、実施の形態 4 に係る光源装置における信号処理のフローを示すフローチャートである。

【図 22】図 22 は、実施の形態 4 の変形例 1 に係る光源装置の概略構成を示す模式的な断面図である。

【図 23】図 23 は、実施の形態 4 の変形例 1 及び比較例に係る光源装置における出射光の発光面における輝度分布及び色分布を測定した例を示すグラフである。

【図 24】図 24 は、実施の形態 4 の変形例 2 に係る光源装置の概略構成を示す模式的な断面図である。

20

【図 25】図 25 は、実施の形態 5 に係る波長変換素子の概略構成を示す模式的な断面図である。

【図 26】図 26 は、実施の形態 5 に係る波長変換素子の機能を示す模式的な断面図である。

【図 27】図 27 は、実施の形態 5 の変形例に係る光源装置に用いられる波長変換素子の概略構成を示す模式的な断面図である。

【図 28】図 28 は、実施の形態 6 に係る光源装置に用いられる波長変換素子の概略構成を示す模式的な断面図である。

【図 29】図 29 は、実施の形態 6 に係る波長変換素子の製造方法の各工程を示す模式的な断面図である。

30

【図 30】図 30 は、実施の形態 6 変形例 1 に係る光源装置に用いる波長変換素子の概略構成を示す模式的な断面図である。

【図 31A】図 31A は、実施の形態 6 の変形例 2 に係る光源装置に用いる波長変換素子の概略構成を模式的に示す断面図である。

【図 31B】図 31B は、実施の形態 6 の変形例 3 に係る光源装置に用いる波長変換素子の概略構成を模式的に示す断面図である。

【図 31C】図 31C は、実施の形態 6 の変形例 4 に係る光源装置に用いる波長変換素子の概略構成を模式的に示す断面図である。

【図 32】図 32 は、実施の形態 6 に係る光源装置の概略構成を模式的に示す断面図である。

40

【図 33】図 33 は、実施の形態 7 に係る光源装置に用いられる波長変換素子の概略構成を示す模式的な断面図である。

【図 34】図 34 は、実施の形態 7 に係る光源装置の構成及び動作の概要を示す模式的な斜視図である。

【図 35】図 35 は、実施の形態 7 の変形例に係る光源装置に用いる波長変換素子の概略構成を示す模式的な断面図である。

【図 36】図 36 は、実施の形態 8 に係る光源装置の構成及び機能を示す模式的な断面図である。

【図 37】図 37 は、実施の形態 8 の変形例に係る光源装置の構成及び機能を示す模式的な断面図である。

50

【図38】図38は、実施の形態8の変形例に係る光源装置に投光部材を取り付けた場合の具体的な構成を示す模式的な断面図である。

【図39】図39は、従来の光源装置の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0050】

以下、各実施の形態について図面を参照して説明する。本開示は、以下の実施の形態に限定されない。以下の実施の形態で示される、数値、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、並びに、工程（ステップ）及び工程の順序等は、一例であって本開示を限定する主旨ではない。図面は、模式的又は概念的なものであり、各部分の厚さと幅との関係、部分間の大きさの比率などは、必ずしも現実のものと同じとは限らない。実質的に同じ部分を表す場合であっても、図面により寸法や比率が異なって表される場合もある。実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。以下の実施の形態における構成要素のうち、本開示の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

10

【0051】

本開示の主旨を逸脱しない限り、本実施の形態に対して当業者が思いつく範囲内の変更を施した各種変形例も本開示に含まれる。また、本開示の主旨を逸脱しない範囲において、複数の実施形態の少なくとも一部を組み合わせることも可能である。

【0052】

また、本明細書において、「上方」という用語は、絶対的な空間認識における上方向（鉛直上方）を指すものではなく、積層構成における積層順を基に相対的な位置関係により規定される用語として用いる。また、「上方」という用語は、2つの構成要素が互いに間隔をあけて配置されて2つの構成要素の間に別の構成要素が存在する場合のみならず、2つの構成要素が互いに密着して配置されて2つの構成要素が接する場合にも適用される。

20

【0053】

（実施の形態1）

以下、実施の形態1に係る光源装置について図面を参照しながら説明する。

【0054】

図1は、本実施の形態に係る光源装置100の概略構成を示す模式的な断面図である。

【0055】

本実施の形態に係る光源装置100は、図1に示すように、半導体発光装置10と、集光光学系20と、波長変換素子30とを備える。

30

【0056】

半導体発光装置10は、コヒーレントな励起光を出射する装置であり、半導体発光素子11を有する。

【0057】

半導体発光素子11は、例えば窒化物半導体からなる半導体レーザ素子（例えばレーザチップ）であり、波長380nmから490nmの間にピーク波長を有するレーザ光を励起光81として出射する。図1に示すように、本実施の形態では、半導体発光素子11は、炭化珪素基板などの支持部材12上に実装され、図示しないパッケージに搭載される。

40

【0058】

半導体発光素子11は、例えば、GaN基板である基板上に、第1クラッド、InGaN多重量子井戸層である発光層、及び、第2クラッドが積層された構成を有する。

【0059】

また、半導体発光素子11には、光導波路11aが形成されている。

【0060】

半導体発光素子11には、光源装置100の外部から電力が入力される。半導体発光素子11の光導波路11aで生成された、例えばピーク波長445nmのレーザ光は、励起光81として集光光学系20に向かって出射される。

【0061】

50

集光光学系 20 は、半導体発光素子 11 から出射された励起光 81 を集光する光学系である。集光光学系 20 の構成は、励起光 81 を集光できる構成であれば特に限定されない。集光光学系 20 として、例えば、一つ又は複数の凸レンズを用いることができ、より具体的には、非球面凸レンズと球面凸レンズとを組み合わせた光学系を用いることができる。集光光学系 20 は、半導体発光素子 11 から出射される水平方向、垂直方向に出射角を持った励起光 81 を集光し、波長変換素子 30 に向かってコリメート、又は収束しながら空間を伝搬する励起光である伝搬光 82 を生成する。伝搬光 82 は、中心軸 82 i に沿って伝搬し、波長変換素子 30 に照射される。このとき中心軸 82 i は波長変換素子 30 の表面（つまり、伝搬光 82 が入射する表面）における法線から所定の角度、好ましくは 60 度以上、80 度以下の角度となるように設定される。

10

#### 【0062】

波長変換素子 30 は、半導体発光装置 10 と離間して配置され、半導体発光装置 10 から出射された励起光を波長変換することによって蛍光を発生し、かつ、励起光を散乱することにより散乱光を発生する素子である。本実施の形態では、波長変換素子 30 は、励起光として伝搬光 82 が照射され、伝搬光 82 の少なくとも一部を波長変換し、波長変換された光を出射する。以下、波長変換素子 30 について、図 1 と併せて図 2 A、図 2 B、図 2 C、図 2 D、図 2 E、図 2 F、図 2 G、図 2 H、図 2 I 及び図 2 J も参照しながら説明する。

#### 【0063】

図 2 A は、本実施の形態に係る波長変換素子 30 の概略構成を示す模式的な断面図である。図 2 B は、本実施の形態に係る波長変換素子 30 の概略構成を示す模式的な斜視図である。図 2 C は、本実施の形態に係る波長変換素子 30 の機能を示す模式的な断面図である。図 2 D、図 2 E、図 2 F、図 2 G、図 2 H、図 2 I 及び図 2 J は、それぞれ本実施の形態に係る波長変換素子 30 の概略構成の一例を示す模式的な一部拡大断面図である。図 2 D、図 2 E、図 2 F、図 2 G、図 2 H、図 2 I 及び図 2 J においては、図 2 A に示す破線枠 I I の内部に対応する拡大断面図が示されている。

20

#### 【0064】

図 1 に示すように、波長変換素子 30 には、半導体発光素子 11 から出射され、所定の断面積と所定の光分布をもった伝搬光 82 が照射される。そして、図 1 及び図 2 A ~ 図 2 C に示すように、波長変換素子 30 は、支持部材 32 と、支持部材 32 に配置された波長変換部 38 とを備える。波長変換部 38 は、第 1 波長変換部 35 と、第 1 波長変換部 35 の周辺に配置され、波長変換部 38 が配置された支持部材 32 の面の上面視において第 1 波長変換部を囲む第 2 波長変換部 36 とを有する。第 1 波長変換部 35 及び第 2 波長変換部 36 は、希土類元素で賦活された蛍光体材料を含む。そして、蛍光体材料は、伝搬光 82 の少なくとも一部を吸収し、伝搬光 82 と波長が異なる蛍光を波長変換された光として出射する。

30

#### 【0065】

また、本実施の形態では、図 2 A 及び図 2 C に示すように、第 1 波長変換部 35 は、支持部材 32 に対向する第 2 面 35 b と、第 2 面 35 b に背向する第 1 面 35 a と、第 1 面 35 a と第 2 面 35 b とを繋ぐ側面 35 c とを有する。波長変換素子 30 は、第 2 面 35 b 及び側面 35 c の少なくとも一部を覆う反射部材 31 を備える。

40

#### 【0066】

より具体的には、波長変換素子 30 は、図 2 B に示すように、例えば外形が四角形の板状である支持部材 32 と、支持部材 32 上に形成された反射部材 31 と、第 1 波長変換部 35 と、第 2 波長変換部 36 とを備える。反射部材 31 の表面 31 a の中央部分には、第 1 波長変換部 35 が形成され、その周辺には、第 2 波長変換部 36 が形成される。

#### 【0067】

そして、第 1 波長変換部 35 の表面は、上述のように、支持部材 32 に対向する（つまり支持部材 32 側に位置する）第 2 面 35 b と、第 2 面 35 b に背向する（つまり、支持部材 32 側と反対側に位置する）第 1 面 35 a と、第 1 面 35 a と第 2 面 35 b とを繋ぐ側

50

面 3 5 c とで構成される。なお、本実施の形態では、側面 3 5 c は、第 2 波長変換部 3 6 に対向する。

【 0 0 6 8 】

また、第 2 波長変換部 3 6 の表面は、同様に、支持部材 3 2 に対向する第 2 面 3 6 b と、第 2 面 3 5 b に背向する第 1 面 3 6 a とを有する。

【 0 0 6 9 】

本実施の形態においては、第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 とは側面 3 5 c で接する。

【 0 0 7 0 】

このとき第 1 波長変換部 3 5 の平均屈折率は、第 2 波長変換部 3 6 の平均屈折率と異なる。つまり、第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 との界面である側面 3 5 c を境に平均屈折率が変化する。

10

【 0 0 7 1 】

ここで、図 2 D、図 2 E、図 2 F、図 2 G、図 2 H、図 2 I 及び図 2 J を用いて第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 の構成をより具体的に説明する。本実施の形態における第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 及びその界面は、複数の形態で実現することができる。

【 0 0 7 2 】

まず図 2 D を用いて、第 1 例について説明する。図 2 D は、波長変換素子 3 0 の第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 及びその界面を拡大した図である。第 1 波長変換部 3 5 は、蛍光体粒子 1 5 5 と透明結合材 2 5 5 とを含み、第 2 波長変換部 3 6 は、蛍光体粒子 1 5 6 と透明結合材 2 5 6 とを含む。ここで、蛍光体粒子及び透明結合材の少なくとも一方の材料が、第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 とで異なる。これにより、側面 3 5 c を境に、第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 との平均屈折率を変化させる。また、第 2 波長変換部 3 6 における蛍光への変換効率を第 1 波長変換部 3 5 と異なる変換効率に自由に設計することができる。

20

【 0 0 7 3 】

また、第 1 波長変換部 3 5 及び第 2 波長変換部 3 6 が、それぞれ蛍光体粒子と透明結合材とで構成されており、第 1 波長変換部 3 5 を構成する蛍光体粒子及び透明結合材が、それぞれ、第 2 波長変換部 3 6 を構成する蛍光体粒子及び透明結合材と同一の材料であって、蛍光体粒子の平均粒子径、又は、蛍光体粒子と透明結合材との混合比率である蛍光体粒子の体積比率（ここでは（蛍光体粒子の体積） / （蛍光体粒子の体積 + 透明結合材の体積））を異ならせる方法を用いてもよい。例えば、図 2 E に示すように、第 1 波長変換部 3 5 の蛍光体粒子 1 5 5 及び透明結合材 2 5 5 は、それぞれ、第 2 波長変換部 3 6 の蛍光体粒子 1 5 6 及び透明結合材 2 5 6 と同一の材料である。ただし、第 2 波長変換部 3 6 の蛍光体粒子 1 5 6 は第 1 波長変換部 3 5 の蛍光体粒子 1 5 5 より平均粒子径が小さい。これにより、側面 3 5 c を境に、第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 との平均屈折率を変化させる。

30

【 0 0 7 4 】

また、同じく図 2 E に示すように、第 1 波長変換部 3 5 に含まれる蛍光体粒子の体積比率を、第 2 波長変換部 3 6 に含まれる蛍光体粒子の体積比率よりも小さくさせる。これにより、側面 3 5 c を境に、第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 との平均屈折率を変化させる。

40

【 0 0 7 5 】

また、図 2 D 及び図 2 E に示す例では、第 1 波長変換部 3 5 が蛍光体粒子 1 5 5 と透明結合材 2 5 5 とを含むため、蛍光体粒子 1 5 5 と透明結合材 2 5 5 との界面で、励起光（伝搬光 8 2）を散乱させることができ、その結果、発光分布が不均一となるのを抑制することができる。さらに、図 2 D に示す例では、第 2 波長変換部 3 6 は、第 1 波長変換部 3 5 と異なる蛍光体材料を含むため、第 2 波長変換部における蛍光への変換効率及び出射光のスペクトルを第 1 波長変換部と異なる変換効率及びスペクトルに自由に設計することがで

50

きる。

【 0 0 7 6 】

また、例えば、第 1 波長変換部 3 5 を単一の蛍光体材料だけで構成し、第 2 波長変換部 3 6 を蛍光体粒子と透明結合材との混合体で構成する方法を用いてもよい。例えば図 2 F に示すように第 1 波長変換部 3 5 として複数の蛍光体粒子 1 5 5 からなる多結晶の蛍光体材料で構成する。この結果、第 1 波長変換部 3 5 は蛍光体材料の屈折率が平均屈折率となる変換部となる。これにより、側面 3 5 c を境に、第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 との平均屈折率を変化させる。

【 0 0 7 7 】

なお、上記において、単一の蛍光体材料で構成される第 1 波長変換部 3 5 に、複数の気孔（図 2 F に示す気孔 4 5 5 a 及び粒内気孔 4 5 5 b）が内包されていてもよい。これにより、第 1 波長変換部 3 5 は蛍光体材料の屈折率を有する均一な同一材料で構成されるとともに散乱体である気孔を内包させることができる。上記の構成により側面 3 5 c 付近の第 1 波長変換部 3 5 の平均屈折率と、第 2 波長変換部 3 6 の平均屈折率とが異なる波長変換素子 3 0 を容易に実現できる。

10

【 0 0 7 8 】

また、例えば、第 1 波長変換部 3 5 として蛍光体相とマトリックス相とを含むセラミックス複合体で構成し、第 2 波長変換部 3 6 を蛍光体粒子と透明結合材との混合体で構成する方法を用いてもよい。

【 0 0 7 9 】

例えば図 2 G 及び図 2 H に示す例では第 1 波長変換部 3 5 は、複数の蛍光体相 5 5 5 とマトリックス相 6 5 5 からなる。

20

【 0 0 8 0 】

これにより、側面 3 5 c を境に、第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 との平均屈折率を変化させる。さらに蛍光体相 5 5 5 とマトリックス相 6 5 5 との界面 3 5 5 で励起光を散乱させることができる。

【 0 0 8 1 】

さらに、図 2 H に示す第 1 波長変換部 3 5 においては、マトリックス相 6 5 5 の中、又は、蛍光体相 5 5 5 とマトリックス相 6 5 5 との界面にポイド 4 5 6 を設ける。この構成により第 1 波長変換部 3 5 において、励起光をより容易に散乱させることができる。

30

【 0 0 8 2 】

また、例えば、第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 のどちらか一方又は両方に蛍光体粒子とは別に無機透明粒子からなる第 2 粒子 1 5 7 を透明結合材の中にも含んでもよい。この構成により、波長変換部において、平均屈折率と光の散乱性とをより自由に設計することができる。

【 0 0 8 3 】

例えば、図 2 I では、第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 とは同じ第 2 粒子 1 5 7 を含む構成にしている。そして、第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 とでは、蛍光体粒子 1 5 5 と第 2 粒子 1 5 7 の一方又は両方の濃度が異なる。つまり、波長変換部中の蛍光体粒子 1 5 5 と第 2 粒子 1 5 7 との比率が異なる。このとき、蛍光体粒子 1 5 5 及び第 2 粒子 1 5 7 として、互いに屈折率が異なるものを用いてもよい。

40

【 0 0 8 4 】

この構成により、第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 との平均屈折率を異なる構成にすることができる。

【 0 0 8 5 】

例えば、図 2 I においては、第 2 波長変換部 3 6 において、第 2 粒子 1 5 7 の密度が高い。この構成により第 2 波長変換部 3 6 において、透明結合材と蛍光体粒子との界面 3 5 5、及び、透明結合材と第 2 粒子の界面 3 5 5 の合計量を第 1 波長変換部 3 5 よりも多くすることができる。この結果、側面 3 5 c において励起光の反射を増強することができる。

【 0 0 8 6 】

50

さらに、図 2 J に示す例では、第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 とは、ポイド 1 5 8 を含む。そして、波長変換部の体積におけるポイド 1 5 8 の体積の比率が、第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 とで異なる。これにより第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 との平均屈折率が異なる構成を実現できる。さらに、ポイド 1 5 8 と、透明結合材 2 5 5、蛍光体粒子 1 5 5 又は第 2 粒子 1 5 7 のいずれかとの界面 3 5 5 の総面積が、第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 とで異なる。したがって、波長変換部の内部における励起光の散乱度を変化させることができる。例えば図 2 J においては、第 1 波長変換部 3 5 よりも、第 2 波長変換部 3 6 の方がポイド 1 5 8 の量が多い。したがって、側面 3 5 c において励起光の反射を増強することができる。

【 0 0 8 7 】

ここで、第 1 波長変換部 3 5 には、伝搬光 8 2 の一部が入射され、波長変換された光を出射する第 1 出射領域 4 1 が備えられ、第 2 波長変換部 3 6 には、伝搬光 8 2 のうち第 1 波長変換部 3 5 に入射しない伝搬光の一部又は全部が入射し、波長変換された光を出射する第 2 出射領域 4 2 が備えられる。

【 0 0 8 8 】

このとき図 2 B に示すように、第 1 波長変換部 3 5 の第 1 面 3 5 a は伝搬光 8 2 の入射側から見て（波長変換部 3 8 が配置された支持部材 3 2 の面の上面視において）、例えば、四角形であり、第 2 波長変換部 3 6 はその周辺を囲む。したがって、第 1 出射領域 4 1 は第 1 面 3 5 a に対応する領域となり、第 2 出射領域 4 2 は、第 2 波長変換部 3 6 の第 1 面 3 6 a に対応する領域となる。本実施の形態では、第 1 出射領域 4 1 は、第 1 面 3 5 a と一致し、第 2 出射領域 4 2 は、第 1 面 3 6 a と一致する。

【 0 0 8 9 】

このとき、第 1 波長変換部 3 5 及び第 2 波長変換部 3 6 は、入射する伝搬光 8 2 の少なくとも一部を波長変換することによって蛍光を発生し、当該蛍光をそれぞれ第 1 面 3 5 a 及び 3 6 a から出射する。

【 0 0 9 0 】

具体的には、図 2 C に示すように、第 1 波長変換部 3 5 の第 1 面 3 5 a の第 1 出射領域 4 1 には伝搬光 8 2 の一部である入射光 8 2 a が入射する。入射光 8 2 a の一部は第 1 波長変換部 3 5 において波長変換され、第 1 出射領域 4 1 から蛍光（波長変換光）9 4 a として出射される。また、第 1 波長変換部 3 5 で波長変換されなかった入射光 8 2 a は、散乱されて、第 1 出射領域 4 1 より散乱光 9 3 a として出射される。したがって、第 1 出射領域 4 1 からは、蛍光 9 4 a と散乱光 9 3 a との混合光である出射光 9 1 が出射される。

【 0 0 9 1 】

ここで、第 1 波長変換部 3 5 に入射した入射光 8 2 a の一部は、第 1 波長変換部 3 5 の内部を伝搬し、第 2 面 3 5 b 及び側面 3 5 c で多重反射される入射光 8 5 a となる。このとき、側面 3 5 c は、前述のように、平均屈折率が異なる第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 との界面で構成されるため、容易に入射光 8 5 a を反射させることができる。また、第 1 波長変換部 3 5 において、入射光 8 5 a が波長変換され生成される蛍光 8 6 a についても、同様に容易に多重反射させることができる。このように、第 1 波長変換部 3 5 内で励起光及び蛍光が多重反射することにより、第 1 出射領域 4 1 の出射光 9 1 の発光強度分布は、第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 とが全く同じ構成である場合と比較して、均一にすることができる。

【 0 0 9 2 】

一方、第 2 波長変換部 3 6 においても波長変換がなされる。

【 0 0 9 3 】

第 2 波長変換部 3 6 の第 1 面 3 6 a には、第 1 面 3 5 a に入射しない伝搬光 8 2 の一部である入射光 8 2 b が入射する。入射光 8 2 b は第 2 波長変換部 3 6 において一部の光が波長変換され、第 2 出射領域 4 2 から蛍光 9 4 b として出射される。また、第 2 波長変換部 3 6 で波長変換されなかった入射光 8 2 b は散乱されて、第 2 出射領域 4 2 より散乱光 9 3 b として出射される。したがって、第 2 出射領域 4 2 からは、蛍光 9 4 b と散乱光 9 3

10

20

30

40

50

bとの混合光である出射光92が出射される。

【0094】

ここで、入射光の単位光量あたりに出射される蛍光の光束の比率を

【数1】

$$\text{波長変換効率}[\text{lm/W}] = \text{変換係数}[\text{lm/W}] \times \frac{\text{波長変換光量}[\text{W}]}{\text{入射光量}[\text{W}]} \quad (\text{式1})$$

とすると、第2出射領域42の波長変換効率は、第1出射領域41の波長変換効率よりも低くなるように設計される。本実施の形態では、散乱光に対する蛍光の強度比は、第1波長変換部35よりも第2波長変換部36の方が低くなるように設計される。ここで、式1

10

【0095】

【数2】

$$S = \int_{380}^{780} K[\lambda] \Phi_e[\lambda] d\lambda \quad (\text{式2})$$

【0096】

以下、波長変換素子30のより具体的な構成について説明する。

20

【0097】

波長変換素子30の支持部材32は、主面に波長変換部38（つまり、第1波長変換部35及び第2波長変換部36）が配置される部材である。支持部材32は、波長変換部38が配置される主面において、波長380nmから780nmの光に対して反射率が高いことが好ましい。さらに、支持部材32は、熱伝導性の高い材料で形成されることが好ましい。これにより、支持部材32は、第1波長変換部35で発生した光量に対する第1出射領域41から出射する光量の割合を増加させ、かつ、第1波長変換部35で発生する熱を放散するヒートシンクとして機能する。

【0098】

支持部材32は、例えば、結晶材料、金属材料、セラミック材料などで形成される。より具体的には、支持部材32としては、シリコン、サファイア、ダイヤモンドなどの結晶材料、又は、窒化アルミニウム、炭化珪素、ダイヤモンドなどのセラミック材料の表面に波長380nmから780nmの光を反射する光学膜を形成したものをを用いることができる。本実施の形態では、支持部材32として、シリコン基板を用い、波長変換部38が配置される主面に、反射部材31が形成される。反射部材31としては、Ag、Alなどの金属膜を用いることができる。また、支持部材32は、銀、銅、アルミニウム及びそれらの合金などの金属材料で形成されてもよい。

30

【0099】

第1波長変換部35及び第2波長変換部36は、図2D、図2E、図2F、図2G、図2H及び図2Iを用いて説明したように、いずれも蛍光体材料を含むが平均屈折率が異なる構成である。この構成では、第2波長変換部36における蛍光への変換効率を第1波長変換部35と異なる変換効率に自由に設計することもできる。第1波長変換部35及び第2波長変換部36の具体的な構成と効果を図2F及び図2Gを用いて説明する。

40

【0100】

第1波長変換部35は、例えばCe賦活Ag<sub>3</sub>B<sub>5</sub>O<sub>12</sub>（AはSc、Y、Sm、Gd、Tb、Luのいずれか一つを含む。BはAl、Ga、Inのいずれか一つを含む。）で表されるYAG系蛍光体であるガーネット結晶蛍光体などの蛍光体を含む。より具体的には、Ce賦活Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>の単結晶体の他に、例えば図2Fに示すようなCe賦活Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>の多結晶体や、図2Gに示すようなCe賦活Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>粒子とAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粒子とが混合され焼成されたセラミックYAG蛍光体などを用いることができる。上記

50

の第1波長変換部35は、図示しないシリコン樹脂などの接着剤により反射部材31の表面31aの中央部に固定される。

【0101】

一方、第2波長変換部36は、第1波長変換部35と同じく、YAG系蛍光体を含むが、例えば、平均粒子径(メディアン径)D50が0.5 $\mu$ mから5 $\mu$ mまでの蛍光体粒子が、例えばシリコン樹脂などの透明結合材に、体積比率50vol%で混合され形成される。第2波長変換部36は、第1波長変換部35の側面35cに密着するように配置される。このような第2波長変換部36は、第1波長変換部35を支持部材32に固定した後に、ペースト状の第2波長変換部36を第1波長変換部35周辺に塗布して硬化することにより容易に形成できる。

10

【0102】

このとき、第2波長変換部36を構成する蛍光体粒子として、平均粒子径D50が0.5 $\mu$ mから5 $\mu$ mまでの小さなものを用いることにより、平均粒子径が5から20 $\mu$ mまでの蛍光体粒子を用いたときと比較して、第2波長変換部36における単位体積あたりの蛍光体粒子の表面積を大きくできる。この構成により、第2波長変換部36における屈折率差がある界面356の面積を大きくできる。これに伴い、第1波長変換部35と比較して、第2波長変換部36における入射光の散乱及び反射の割合を大きくできる。したがって、第2波長変換部36においては、外部から入射してくる励起光が、第1波長変換部35と比較して、より表面に近い位置で反射され、外部へ出射される。したがって、励起光が、第2波長変換部36の内部を伝搬する光路の距離が短くなるため、第2波長変換部36の波長変換効率を第1波長変換部35の波長変換効率よりも小さくできる。

20

【0103】

さらに、上記構成においては、第1波長変換部35として、屈折率がYAG蛍光体(波長550nmで屈折率約1.84)と同じで、第1波長変換部35内での屈折率分布が小さい単結晶又は多結晶の蛍光体を用いる。そして、第2波長変換部36の構成材料としてYAG蛍光体である蛍光体粒子156とシリコン樹脂(屈折率約1.4)である透明結合材256とを混合したものをを用いて、第1波長変換部35と第2波長変換部36との平均屈折率が異なるように設計される。これらの構成により、図2Cに示すように、第1波長変換部35に入射した入射光82aは、第1波長変換部35の内部を伝搬し、側面35cと、反射部材31との接着面である第2面35bとで多重反射しながら、波長変換される。また第1波長変換部35で変換された蛍光94aについても、第1波長変換部35内部を伝搬し、第2面35bと側面35cなどを多重反射しながら第1出射領域41から出射される。このため、第1出射領域41に入射する入射光(伝搬光)82aが光強度分布の場所依存性が大きい光であっても、第1出射領域41から光強度分布の場所依存性が小さい均一化された散乱光93a及び蛍光94aを出射できる。

30

【0104】

このとき、第2波長変換部36は、第1波長変換部35と比較して、界面近傍において、入射光及び蛍光の散乱反射が大きい。したがって、側面35cでの入射光及び蛍光の多重反射を増強できる。

【0105】

上記の効果は、図2Gに示すように、第1波長変換部35として、蛍光体粒子155としてYAG蛍光体を使い、透明結合材255としてAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(屈折率約1.77)を使って構成されるセラミック蛍光体を用いても顕在化される。第2波長変換部36を構成するYAG蛍光体とシリコン樹脂(屈折率約1.4)との混合体と比較し、蛍光体粒子と透明結合材との屈折率差が小さいためである。この構成により、入射光を第1波長変換部内で伝搬しやすくし、かつ側面等で多重反射させやすくすることができる。

40

【0106】

続いて、図3及び図4を用いて波長変換素子30の光学的な効果についてより具体的に説明する。

【0107】

50

図 3 は、本実施の形態に係る波長変換素子 30 の機能を説明するための模式的な断面図である。図 4 は、本実施の形態に係る波長変換素子 30 及び比較例に係る波長変換素子の出射領域における模式的な輝度分布を示すグラフである。図 4 のグラフ ( a ) は、本実施の形態に係る波長変換素子 30 の第 1 出射領域 41 及び第 2 出射領域 42 における輝度分布を示す。図 4 のグラフ ( b ) は、比較例に係る波長変換素子の出射領域における輝度分布を示す。

#### 【 0 1 0 8 】

波長変換素子 30 には、図 3 に示すように第 1 波長変換部 35 の直上又は略斜め方向から伝搬光 82 が照射される。このとき伝搬光 82 として、例えば中心波長が 380 nm から 490 nm の間にあるレーザー光が空間的に離れた位置から照射される。空間的に離れた位置より伝搬したレーザー光は通常、中心軸 82 i における光強度が強く、中心軸 82 i から遠ざかるにつれて連続的に緩やかに強度が低下する。つまり、空間的に離れた位置より伝搬したレーザー光の強度分布は、図 3 の光強度分布 83 に示すようなガウス分布を示す。このとき、伝搬光 82 のうち、中心軸 82 i 付近の光強度が強い励起光であって、第 1 波長変換部 35 に照射される励起光を入射光 82 a とする。また、中心軸 82 i より比較的距離が離れており、中心軸 82 i 付近よりも光強度が低い励起光であって、第 1 波長変換部 35 に照射されない励起光を入射光 82 b とする。

10

#### 【 0 1 0 9 】

ここで、伝搬光 82 の中心軸 82 i 方向に垂直な断面における 2 次元強度分布が、同心円状の理想的なガウス分布であると仮定する。また、伝搬光 82 の中心軸 82 i を含む断面において、伝搬光 82 の光強度が最大値をとる位置から、伝搬光 82 の光強度が最大値の  $1/e^2$  (約 13.5%) となる位置までの距離を  $r_0$  とする。また、伝搬光 82 の断面における径を  $2r_0$  とする。つまり、光強度が中心強度 (ピーク強度) の  $1/e^2$  (約 13.5%) 以上となる領域の幅を  $2r_0$  とする。

20

#### 【 0 1 1 0 】

このとき、図 3 に示すように、伝搬光 82 の第 1 波長変換部 35 の第 1 面 35 a への入射角を  $\theta$  とすると、第 1 面 35 a 上において、光強度が中心強度の  $1/e^2$  以上となる領域の幅は  $2r_0/\cos\theta$  となる。

#### 【 0 1 1 1 】

このとき、図 3 に示す第 1 波長変換部 35 の幅  $W_3$  を  $2r_0/\cos\theta$  以上に設定すると、第 2 波長変換部 36 に入射する入射光 82 b の光強度のピーク値は、第 1 波長変換部 35 に入射する入射光 82 a の光強度のピーク値の 13.5% 以下、つまり、0 ~ 13.5% の間となる。

30

#### 【 0 1 1 2 】

以上のように波長変換素子 30 に伝搬光 82 が入射される場合における波長変換素子 30 からの出射光について図 4 を用いて説明する。

#### 【 0 1 1 3 】

図 4 のグラフ ( a ) は、本実施の形態に係る波長変換素子 30 に上記の入射光を入射した場合の第 1 出射領域 41 及び第 2 出射領域 42 における出射光の輝度分布を模式的に示したものである。図 4 のグラフ ( b ) は、比較例として、第 1 波長変換部及び第 2 波長変換部を同じ材料で構成した波長変換素子に上記の入射光を入射した場合の第 1 出射領域 41 及び第 2 出射領域 42 における輝度分布を示したものである。

40

#### 【 0 1 1 4 】

図 4 のグラフ ( b ) に示すように、比較例に係る波長変換素子においては、入射光の光強度分布を反映した輝度分布が得られる。一方で、図 4 のグラフ ( a ) に示すように、本実施の形態に係る波長変換素子 30 を用いた光源装置 100 においては、出射光の中央部分である第 1 出射領域 41 に略均一な輝度分布を得られ、かつ、出射光の周辺部分である第 2 出射領域 42 において、輝度を低く抑えられる。つまり、出射領域中央部分のみ、均一で高い輝度となる輝度分布を得られる。

#### 【 0 1 1 5 】

50

これは、出射光の中央部分である第1波長変換部35の中で入射光82aが多重反射することによって、第1波長変換部35(第1出射領域41)において、出射光強度が均一化されるためである。また第1波長変換部35の中で生成される蛍光86aも同様に、第1波長変換部35の中で多重反射され均一化される。

【0116】

そして、波長変換部38全体の出射光の光束は、従来の波長変換素子の光束と同等程度である。

【0117】

上記の構成を備える光源装置100の投影像における効果を、図1、図5及び図6A~図6Cを用いて説明する。

10

【0118】

図5は、本実施の形態に係る光源装置100に投光部材120を組み合わせた照明装置200によって得られる投影像を模式的に示した図である。図6A及び図6Bは、それぞれ本実施の形態に係る光源装置100の第1出射領域41及び第2出射領域42における出射光91及び92のスペクトルを示すグラフである。図6Cは、本実施の形態に係る光源装置100の投影光の色分布を示す色度図である。なお、図6Cには、ECE(Economic Commission for Europe)規格で定められる白色光の色度座標領域も併せて示している。

【0119】

本実施の形態の波長変換素子30から出射される出射光91及び出射光92は、図1に示すように出射光95として光源装置100から出射される。そして、出射光95は、例えばプロジェクションレンズである投光部材120により、投影光96となり、所定の位置に投影される。このとき投影された投影光96は、図5に示すように、第1出射領域41から出射された投影光からなる投影像99aと、第2出射領域42から出射された投影光からなる投影像99bとを形成する。ただし、投影像99bを形成する投影光は照度が低く、投影像99aを形成する投影光は照度が均一で、かつ、高い。また、投影像99aと投影像99bとの境界においては、照度が急激に変化する。このように、本実施の形態に係る照明装置200では、投影像99aとその周辺の投影像99bとのコントラストが大きい投影光96を得ることができる。

20

【0120】

このため、例えば、本実施の形態に係る照明装置200を車両用の前照灯に用いた場合、遠方の道路面への照度を高くし、かつ、その周囲の、例えば歩道などへの照度を低くするなど照度分布の制御を容易に行うことができる。

30

【0121】

さらにその照度の低い領域の色度、つまり、投影像99bの色度は、半導体発光装置10から出射される励起光81のスペクトルと第2波長変換部36で発生する蛍光94bのスペクトルとが混合されて得られる色度となる。したがって、投影像99aと投影像99bとが大きく異なる色度で構成されることを抑制できる。具体的には、例えば、図5に示すように、投影光96の光路を人間が横切る際、励起光に対応する青い光を感じて、散乱光と蛍光との混合光に対応する白い光を感じるということを抑制することができる。

40

【0122】

具体的には、例えば、図6A及び図6Cに示すように、第1出射領域41からは、色度座標(0.16, 0.01)の散乱光93aと色度座標(0.44, 0.54)の蛍光94aとが混合された色度座標(0.34, 0.35)の白色光である出射光91が出射される。そして、出射光91は、所定の位置に投影像99aとして投影される。

【0123】

一方で、図6B及び図6Cに示すように、第2出射領域42からは色度座標(0.16, 0.01)の散乱光93bと、色度座標(0.44, 0.54)の蛍光94bとが混合された色度座標(0.29, 0.25)の白色光である出射光92が出射される。そして、出射光92は、所定の位置に投影像99bとして投影される。このとき投影像99bは、

50

散乱光 9 3 b よりも、より投影像 9 9 a に近い色度座標の光を投影することができる。このため、投影像の周辺領域に青色の照射光が存在する色度分布を抑制することができる。なお、出射光 9 1 と出射光 9 2 とで、色度座標が異なるのは、図 6 A 及び図 6 B に示すように、散乱光と蛍光との強度比が異なることに起因する。

【 0 1 2 4 】

また、図 6 C に示すように、光源装置 1 0 0 の出射光 9 5 の大部分を占める出射光 9 1 の色度座標が、E C E 規格の白色光の色度座標領域に含まれるため、光源装置 1 0 0 を、例えば車両用の前照灯などとして利用できる。つまり、出射光 9 5 全体の白色光の色度座標を、E C E 規格内とすることで自動車用の前照灯として利用することができる。

【 0 1 2 5 】

なお、第 1 波長変換部 3 5 及び第 2 波長変換部 3 6 の構成は上記の構成に限らない。例えば、図 2 E に示すように、第 1 波長変換部 3 5 として、平均粒子径 D 5 0 が 5  $\mu$ m から 20  $\mu$ m までの蛍光体粒子と、透明結合材との混合材料を用い、第 2 波長変換部 3 6 として、平均粒子径 D 5 0 が 0 . 5  $\mu$ m から 5  $\mu$ m までの蛍光体粒子と透明結合材との混合材料を用いてもよい。これにより、第 2 波長変換部 3 6 における単位体積あたりの蛍光体粒子の表面積、つまり屈折率の界面 3 5 6 を、第 1 波長変換部 3 5 における単位体積あたりの蛍光体粒子の表面積、つまり屈折率の界面 3 5 5 よりも大きくできる。この結果、第 1 波長変換部 3 5 から第 2 波長変換部 3 6 へ向かう光の側面 3 5 c での反射率を高くすることができ、多重反射を増強することができる。この場合は、第 1 波長変換部 3 5 及び第 2 波長変換部 3 6 の透明結合材として、同一の材料、例えばシリコン樹脂を用いてもよい。

【 0 1 2 6 】

また、第 1 波長変換部 3 5 として単結晶の蛍光体を用いる場合に、第 1 波長変換部 3 5 内部の散乱性を増加させるために、図 2 F に示すように、第 1 波長変換部 3 5 に複数の結晶粒界である界面 3 5 5 を設けてもよい。さらに気孔 4 5 5 a や粒内気孔 4 5 5 b が内包されてもよい。これにより、散乱性が増加することで、第 1 波長変換部 3 5 内で励起光が多重反射することにより、発光分布が不均一となるのを抑制することができる。

【 0 1 2 7 】

また、例えば、図 2 D に示すように、第 1 波長変換部 3 5 を構成する蛍光体を Y A G 系蛍光体である蛍光体粒子 1 5 5、第 2 波長変換部 3 6 を構成する蛍光体をシリケート系蛍光体である蛍光体粒子 1 5 6 とすることによって、第 1 波長変換部 3 5 及び第 2 波長変換部 3 6 の各々における蛍光体材料を異ならせてもよい。これにより、第 1 波長変換部 3 5 及び第 2 波長変換部 3 6 の内部における散乱度を異ならせることができる。これによって第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 の波長変換効率を自由に、変化させることができる。

【 0 1 2 8 】

また、上記のような方法により、第 1 波長変換部 3 5 及び第 2 波長変換部 3 6 の構成を変えることにより、第 1 波長変換部 3 5 の色度座標 x を第 2 波長変換部 3 6 の色度座標 x よりも小さくしつつも、出射光 9 5 全体の白色光の色度座標を、E C E 規格内とすることで自動車用の前照灯として利用してもよい。この場合は、投影像の中央部分の色度座標を周辺部分よりも小さくすることが容易である。

【 0 1 2 9 】

また、第 1 波長変換部 3 5 の励起光（伝搬光 8 2）が入射する入射面における励起光の断面形状及び断面積は、第 1 波長変換部 3 5 における入射面の形状及び面積とほぼ等しくてもよい。これにより、発光領域の中央部分における輝度分布の均一性を向上させることができ、かつ、発光領域周辺から励起光が蛍光と混ざることなく出射されることを抑制できる。

【 0 1 3 0 】

また、第 1 波長変換部 3 5 において、励起光（伝搬光 8 2）が入射する第 1 出射領域 4 1 を備え、第 1 出射領域 4 1 の励起光が入射する入射面における励起光の断面形状及び断面積は、第 1 出射領域 4 1 における入射面の形状及び面積とほぼ等しくてもよい。これによ

10

20

30

40

50

り、発光領域の中央部分における輝度分布の均一性を向上させることができ、かつ、発光領域周辺から励起光が蛍光と混ざることなく出射されることを抑制できる。

【0131】

[具体的な構成例]

続いて、本実施の形態に係る光源装置100のより具体的な構成について図面を用いて説明する。

【0132】

図7は、本実施の形態に係る光源装置100を用いた照明装置200の概略構成を示す模式的な断面図である。図8は、本実施の形態に係る光源装置100における波長変換素子30の具体的な構成を示す模式的な断面図である。

10

【0133】

図7において、半導体発光装置10と集光光学系20と波長変換素子30とは、例えばアルミニウム合金で構成された筐体50に固定される。そして筐体50は、例えばカバーガラスであるカバー部材61によって密閉される。励起光81と伝搬光82の光軸は、筐体50とカバー部材61とで密閉された空間内に配置される。半導体発光装置10は半導体発光素子11が例えばTO-CANパッケージであるパッケージ13に実装される。波長変換素子30は支持部材32上の反射部材31に第1波長変換部35が固着され、その周辺に第2波長変換部36が形成される。このようにして構成される光源装置100は例えば放熱フィンである放熱部材75に固定される。そして、光源装置100の出射光91及び92の光路上には、例えば投射レンズである投光部材120が配置される。

20

【0134】

以上のように、光源装置100と投光部材120と放熱部材75とからなる照明装置200を構成することができる。

【0135】

続いて、図7に示す光源装置100が備える波長変換素子30のより具体的な構成について図8を用いて説明する。

【0136】

波長変換素子30において、第1波長変換部35及び第2波長変換部36は、例えばSiO<sub>2</sub>やTiO<sub>2</sub>などの金属酸化膜、又は、Ag、Alなどの金属膜などで形成される反射部材31の表面31aに形成される。反射部材31は、例えばシリコン基板から構成される支持部材32に支持される。さらに、例えばシリコン基板から構成される支持部材32の表面に、リソグラフィ及びエッチングを用いて、図8に示すような凹凸32cを形成し、当該凹凸32cが形成された支持部材32の表面に、反射部材31を形成してもよい。そして表面31aの中央部分に、例えばCe賦活YAG蛍光体とAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を混合焼結したセラミック蛍光体である第1波長変換部35を、例えばシリコン系接着材である接合材34を用いて固定する。このとき、第1波長変換部35の第1面35a、第2面35b、側面35cには凹凸面を形成して、光の多重反射、散乱を増強させることが好ましい。そして第1波長変換部35の周辺には、例えば平均粒子径D50が2μmであるCe賦活YAG蛍光体粒子である蛍光体粒子156と、例えばシルセスキオキサンである透明結合材256との混合材料からなる第2波長変換部36が配置される。

30

40

【0137】

このような構成により波長変換素子30を容易に構成することができる。

【0138】

そして、支持部材32の波長変換部38を配置しない面には、例えばTi、Auなどの金属膜である接着層39が形成され、筐体50に対して、図示しない半田等により固定される。

【0139】

(実施の形態1の変形例)

続いて実施の形態1の変形例1～変形例4について図面を用いて説明する。

【0140】

50

図9Aは、本実施の形態の変形例1に係る波長変換素子30Aの概略構成を示す模式的な断面図である。図9Bは、本実施の形態の変形例2に係る波長変換素子30Bの概略構成を示す模式的な断面図である。図10Aは、本実施の形態の変形例3に係る波長変換素子30Cの概略構成を示す模式的な断面図である。図10Bは、本実施の形態の変形例4に係る波長変換素子30Dの概略構成を示す模式的な断面図である。

【0141】

図9Aに示す変形例1に係る波長変換素子30Aのように、第2波長変換部36が第1波長変換部35の第1面35a(図9Aの上側の面)の周縁部を覆ってもよい。言い換えると、第1波長変換部35の第1面35aの中央部以外の部分を第2波長変換部36で覆ってもよい。なお、本変形例に係る波長変換素子30Aにおいては、第1出射領域41は、第1面35aのうち、第2波長変換部36で覆われていない中央の領域、つまり、第1面35aのうち、外部に露出している領域と定義できる。

10

【0142】

このような構成の波長変換素子30Aにおいては、第1波長変換部35で多重反射する入射光85aが、側面35cと第2面35bだけでなく第1面35aの一部でも反射するため、第1波長変換部35における波長変換効率を高くすることができる。またこのとき、第1波長変換部35上の第2波長変換部36の厚さは、第1波長変換部35の厚さよりも薄くする。好ましくは、半分以下にする。このような構成により、第1波長変換部35から出射される出射光91は、第1波長変換部35上の第2波長変換部36を通過して出射させることもできるため、実施の形態1と同様に、波長変換素子の発光領域の中央部分における輝度分布の均一性を向上させることができる。

20

【0143】

また、本変形例に係る波長変換素子30Aは、波長380nmから780nmの光に対して反射率が高い材料で形成された支持部材32rを備える。支持部材32rは、例えば、銀、銅、アルミニウム及びそれらの合金などの金属材料で形成される。これにより、支持部材上に別途反射部材を設けなくてもよい。さらに、熱伝導性の高い金属材料で支持部材32rを形成することにより、放熱性能の高い支持部材32rを実現できる。

【0144】

また、図9Bに示す変形例2に係る波長変換素子30Bのように、第1波長変換部35の側面35cのうち、第1面35a側の一部が第2波長変換部36で覆われていなくてもよい。

30

【0145】

このような構成の波長変換素子30Bにおいては、第1波長変換部35の厚さに対して、第2波長変換部36の厚さを薄くすることができる。このため第2波長変換部の波長変換効率を、第1波長変換部に対して容易に低くすることができる。したがって、波長変換素子の発光領域の中央部分と周辺部分の輝度分布のコントラストを高くすることができる。

【0146】

また、図10Aに示す変形例3に係る波長変換素子30Cにおいては、支持部材32上に第1波長変換部35が固定され、第1波長変換部35を囲うように第2波長変換部36が形成される。このとき、第1波長変換部35と支持部材32との間には、例えば、シリコーン樹脂に平均粒子径0.1から10 $\mu$ mのTiO<sub>2</sub>粒子が分散された反射部材31を設けても良い。

40

【0147】

このとき、第1波長変換部35と支持部材32との間のみ反射部材31が形成されてもよい。この構成により、第1波長変換部35に入射した光のうち、第1波長変換部35の第2面35bまで到達した光は反射部材31で反射される。このため、第1波長変換部35では入射光82aが蛍光94aに効率良く変換され、高い輝度の出射光91を第1波長変換部35から出射させることができる。一方で、第2波長変換部36と支持部材32との間には反射部材31を設けない。

【0148】

50

これにより、第2波長変換部36では入射光82bの蛍光94bへの変換効率が低くなるため、コントラストを高くできる。

【0149】

また、図10Bに示す変形例4に係る波長変換素子30D示すように、第1波長変換部35の側面35cは傾斜してもよい。つまり、第1波長変換部35が配置された支持部材32rの面に対して直交していなくてもよい。

【0150】

なお、本実施の形態及びその変形例に係る各波長変換素子において、蛍光体材料及び透明結合材の構成は上記の構成に限定されない。

【0151】

蛍光体材料としては、例えば、窒化物系蛍光体（例えば  $\text{SiAlON:Eu}^{2+}$ 、 $\text{Ca-SiAlON:Eu}^{2+}$ 、 $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})\text{SiO}_2\text{N}_2:\text{Eu}^{2+}$  など）、窒化物蛍光体（例えば  $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$  や  $(\text{La}, \text{Y}, \text{Gd})_3\text{Si}_6\text{N}_{11}:\text{Ce}^{3+}$  など）、シリケート系蛍光体（例えば  $\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$ 、 $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Mg})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$  など）、リン酸塩系蛍光体（ $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$  など）、又は、量子ドット蛍光体（ $\text{InP}$ 、 $\text{CdSe}$  などのナノ粒子）などを用いることができる。

【0152】

このとき、所望の蛍光を出射する蛍光体を選択することで、光源装置100から所望の色度座標の出射光を出射させることができる。例えば、緑色、黄色、赤色などの出射光を出射させることができる。さらに、第1波長変換部35を複数の蛍光体を組み合わせて構成することや、第1波長変換部35から放射出射する蛍光の色度座標と第1波長変換部35で反射される励起光の色度座標とを組み合わせることで白色光を光源装置100から出射させることもできる。例えば、ピーク波長が約405nmである近紫外光の励起光を出射する半導体発光素子11を用いる場合は、蛍光体材料として、青色蛍光体である  $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$  と、黄色蛍光体である  $\text{YAG}:\text{Ce}^{3+}$  との組合せを用いることで白色光が得られる。また、ピーク波長が約445nmの青色の励起光を出射する半導体発光素子を用いる場合は、蛍光体材料として黄色蛍光体である  $\text{YAG}:\text{Ce}^{3+}$  又は  $(\text{La}, \text{Y})_3\text{Si}_6\text{N}_{11}:\text{Ce}^{3+}$  を用いることで白色光が得られる。蛍光体材料を保持する透明結合材としては、シロキサン結合を含む材料を用いる場合は、例えば高耐熱性シリコーン樹脂やシルセスキオキサンを含む結合材を用いることができる。無機材料を用いる場合には、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{SiN}$ 、 $\text{AlN}$  などの材料を用いることができる。

【0153】

（実施の形態2）

続いて、実施の形態2に係る光源装置について説明する。本実施の形態に係る光源装置の構造は、図1～図5及び図7～図10Bに示す実施の形態1及びその変形例に係る光源装置の構造と同様であるため、その説明を省略する。

【0154】

本実施の形態に係る光源装置においては、第2波長変換部36は、第1波長変換部35と異なる蛍光体材料を含む。これにより、第2波長変換部における蛍光への変換効率及び出射光のスペクトルを第1波長変換部と異なる変換効率及びスペクトルに自由に設計することができる。

【0155】

本実施の形態に係る光源装置は、第2波長変換部36で発生する蛍光の色度座標のx座標が、第1波長変換部35で発生する蛍光の色度座標のx座標と比較して大きいことを特徴とする。以下、本実施の形態に係る光源装置について図面を用いて説明する。

【0156】

図11は、本実施の形態に係る光源装置から出射される光の色度座標を示す色度図である。

【0157】

10

20

30

40

50

図 1 1 に示す色度図には、本実施の形態に係る光源装置の第 1 波長変換部 3 5 から出射される散乱光 9 3 a 及び蛍光 9 4 a、第 2 波長変換部 3 6 から出射される散乱光 9 3 b 及び蛍光 9 4 b、並びに、混合光である投影像 9 9 a、9 9 b の色度座標がプロットされている。本実施の形態においては、第 2 波長変換部 3 6 で発生する蛍光 9 4 b の色度座標の x 座標が、第 1 波長変換部 3 5 で発生する蛍光 9 4 a の色度座標の x 座標と比較して大きい。そして、第 1 波長変換部 3 5 から出射される投影像 9 9 a 及び第 2 波長変換部 3 6 から出射される投影像 9 9 b の色度座標は、いずれも、ほぼ黒体輻射軌跡上にある。

【 0 1 5 8 】

本実施の形態においては、第 2 波長変換部 3 6 における散乱光 9 3 b の光量は、吸収により、第 1 波長変換部 3 5 での散乱光 9 3 a の光量よりずっと小さい。さらに第 2 波長変換部 3 6 における波長変換光（蛍光 9 4 b）の光量は、第 1 波長変換部 3 5 における波長変換光（蛍光 9 4 a）の光量より低くなっている。つまり、第 2 波長変換部 3 6 から出射する出射光において、蛍光 9 4 b に対する散乱光 9 3 b の割合は、第 1 波長変換部 3 5 から出射する出射光における蛍光 9 4 a に対する散乱光 9 3 a の割合よりも低い。このとき、投影像 9 9 b の色温度は、投影像 9 9 a の色温度よりも低い。このため投影像 9 9 b の視感度は、投影像 9 9 a よりも低い。したがって、光強度が高い投影像 9 9 a と光強度が低い投影像 9 9 b のコントラストをさらに高くできる。

【 0 1 5 9 】

さらに投影像 9 9 a 及び投影像 9 9 b の色度座標は、いずれも、黒体輻射軌跡上にプロットされる。このため、投影像 9 9 a 及び投影像 9 9 b を形成する光は、不自然な白色光とはならない。例えば、投影像 9 9 b において、青色の散乱光の割合が多い場合には、白色の投影像 9 9 a の周囲に青白い投影像 9 9 b が投影され、ユーザらにとって不自然な投影光と感じられる。しかしながら、本実施の形態に係る光源装置においては、白色の投影像 9 9 a の周囲に光強度及び視感度が低い白色光が投影されるため、ユーザらが不自然に感じることを抑制できる。

【 0 1 6 0 】

図 1 1 に示すように、投影像 9 9 a 及び投影像 9 9 b の色度座標は、いずれも、E C E 規格で定められた白色光に含まれるため、本実施の形態に係る光源装置は、例えば、車両用の前照灯として利用できる。

【 0 1 6 1 】

図 1 2 は、本実施の形態に係る光源装置を用いた車両の機能を説明する図である。

【 0 1 6 2 】

図 1 2 に示すように車両 2 9 9 に本実施の形態に係る光源装置を搭載することで、前方にコントラストの高い前照光を投射することができる。

【 0 1 6 3 】

さらに、対向車 1 9 9 の搭乗者に、不自然な光が照射されていると感じさせることを抑制できる。

【 0 1 6 4 】

（実施の形態 2 の変形例）

次に、本実施の形態の変形例に係る光源装置について説明する。本変形例に係る光源装置においては、実施の形態 2 と同様に第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 とで異なる蛍光体材料が用いられる。

【 0 1 6 5 】

また、本変形例においては、伝搬光 8 2 は、波長変換素子の支持部材側から入射される。このため、波長変換素子の支持部材は、伝搬光 8 2 に対して透明な材料で構成される。

【 0 1 6 6 】

図 1 3 は、本変形例に係る光源装置 1 0 1 の構成及び機能を示す模式的な断面図である。

【 0 1 6 7 】

図 1 4 は、本変形例に係る光源装置 1 0 1 に用いる波長変換素子 1 3 0 の具体的な構成を説明する図である。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 6 8 】

図 1 3 に示すように、本変形例に係る光源装置 1 0 1 は、半導体発光装置 1 0 と、集光光学系 2 0 と、波長変換素子 1 3 0 とを備える。

## 【 0 1 6 9 】

半導体発光装置 1 0 は、実施の形態 1 に係る半導体発光装置 1 0 と同様の装置である。半導体発光装置 1 0 は、例えば窒化物半導体レーザである半導体発光素子 1 1 が支持部材 1 2 に実装され、図示しないパッケージに固定された装置である。半導体発光素子 1 1 に形成された光導波路 1 1 a から出射される励起光 8 1 は、集光光学系 2 0 に向かって出射される。集光光学系 2 0 は、半導体発光素子 1 1 から出射される水平方向、垂直方向に出射角を持った励起光 8 1 を集光し、波長変換素子 1 3 0 に向かってコリメート、又は収束しながら空間を伝搬する励起光である伝搬光 8 2 を生成する。伝搬光 8 2 は、中心軸 8 2 i に沿って伝搬し、波長変換素子 1 3 0 に照射される。

10

## 【 0 1 7 0 】

集光光学系 2 0 は、例えば、レンズである。

## 【 0 1 7 1 】

波長変換素子 1 3 0 は、半導体発光装置 1 0 と離間して配置され、半導体発光装置 1 0 から出射された励起光を波長変換することによって蛍光を発生し、かつ、励起光を透過させることによって透過光を発生する素子である。

## 【 0 1 7 2 】

波長変換素子 1 3 0 は、支持部材 3 2 と、支持部材 3 2 に配置された波長変換部 3 8 とを備え、波長変換部 3 8 は、第 1 波長変換部 3 5 と、第 1 波長変換部 3 5 の周辺に配置され、波長変換部 3 8 が配置された支持部材 3 2 の面の上面視において第 1 波長変換部 3 5 を囲む第 2 波長変換部 3 6 とを有する。ここで、透過光に対する蛍光の強度比は、第 1 波長変換部 3 5 よりも第 2 波長変換部 3 6 の方が低い。

20

## 【 0 1 7 3 】

本変形例に係る波長変換素子 1 3 0 においては、例えば、伝搬光 8 2 に対して透明な基板である支持部材 3 2 の一方の主面に、蛍光を反射する光学膜である反射部材 3 1 が形成される。そして反射部材 3 1 の表面 3 1 a に第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 とが固定される。

## 【 0 1 7 4 】

以下、波長変換素子 1 3 0 の構成を、図 1 4 を用いてより具体的に説明する。

30

## 【 0 1 7 5 】

支持部材 3 2 としては、例えば、厚さ 0 . 3 3 m m で両面が光学研磨されたサファイア基板が用いられる。そして、支持部材 3 2 の一方の主面（図 1 4 の上側の面）に、例えば、ダイクロイック膜である反射部材 3 1 が形成される。反射部材 3 1 は、誘電体多層膜で構成され、表面に垂直な方向において、波長 4 9 0 n m より短い波長の光を透過し、波長 4 9 0 n m 以上の光を反射する。そして、表面に対する入射角度が大きくなるにつれ波長 4 9 0 n m よりも短い光を反射するように設計される。そして、支持部材 3 2 の他方の主面（図 1 4 の下側の面）には、1 層以上の誘電体膜からなる反射防止膜 3 3 が形成される。

## 【 0 1 7 6 】

第 1 波長変換部 3 5 及び第 2 波長変換部 3 6 は、支持部材 3 2 の反射部材 3 1 側の表面 3 1 a に固着される。

40

## 【 0 1 7 7 】

第 1 波長変換部 3 5 は、例えば C e 賦活 Y A G 系蛍光体で構成された蛍光体粒子 1 5 5 である。蛍光体粒子 1 5 5 の平均粒子径 D 5 0 は、1  $\mu$  m から 2 0  $\mu$  m の間にある。蛍光体粒子 1 5 5 は、例えばシルセスキオキサンである透明結合材 2 5 5 で、反射部材 3 1 上に固着される。第 1 波長変換部 3 5 の大きさは、反射部材 3 1 の面において、例えば、直径が 6 0 0  $\mu$  m、厚さが 7 0  $\mu$  m である。

## 【 0 1 7 8 】

第 1 波長変換部 3 5 は、図示しない開口マスクにより反射部材 3 1 上に形成される。開口

50

マスクは、厚さが70 μmで、中央に直径600 μmの開口部が形成されたものである。このような開口マスクを用いて溶液状の透明結合材255に蛍光体粒子155を混合したペースト状の部材を反射部材31上に転写し、硬化させることにより容易に第1波長変換部35を形成できる。

【0179】

第2波長変換部36は、第1波長変換部35とは異なる蛍光体粒子と透明結合材との混合材料を、第1波長変換部35の周辺に塗布し、硬化することにより形成される。

【0180】

以上のような構成を有する波長変換素子130の反射防止膜33側から、伝搬光82は入射される。伝搬光82のうち、第1波長変換部35に入射した入射光は、蛍光体粒子155と透明結合材255との界面で散乱された入射光85aとなり、さらに、第1波長変換部35と第2波長変換部36の界面である側面35c及び、第1波長変換部35と反射部材31との界面である第2面35bとで多重反射する。多重反射される入射光85aのうち一部は蛍光体粒子155により波長変換され蛍光86aとなる。蛍光86aは、入射光85aと同様に第1波長変換部35の内部で多重反射する。

【0181】

この結果、入射光85a及び蛍光86aは、第1波長変換部35内において均一に分布し、第1波長変換部35の第1面35aから透過光である散乱光93a及び蛍光94aとして出射される。

【0182】

一方で、第2波長変換部36に入射した伝搬光82の一部は、第2波長変換部36内で波長変換され第2波長変換部36の第1面36aから蛍光94bとして出射される。また、第2波長変換部36に入射した伝搬光82の他の一部は、第2波長変換部36内で多重反射し、透過光である散乱光93bとして出射される。

【0183】

このようにして、波長変換素子130からは、散乱光93a（透過光）と蛍光94aとの混合光である出射光91と、散乱光93b（透過光）と蛍光94bとの混合光である出射光92とが出射される。出射光91と出射光92とからなる出射光95は、光源装置101から出射され、光源装置101の外部に備えられた例えば投射レンズである投光部材120により略平行光である投影光96となり、出射される。

【0184】

このとき、第1波長変換部35から出射される散乱光93a及び蛍光94a、第2波長変換部36から出射される散乱光93b、蛍光94b、並びに、投影像99a、99bの色度座標は、例えば図11の色度図にプロットされた座標となるように設計される。本変形例においては、第1波長変換部35から出射される投影像99a及び第2波長変換部36から出射される投影像99bの各色度座標は、いずれも、ほぼ黒体輻射軌跡上にある。

【0185】

さらに投影像99bの色温度は、投影像99aよりも低い。このため投影像99bの視感度は、投影像99aよりも低い。したがって、光強度が高い投影像99aと光強度が低い投影像99bのコントラストを高くすることができる。

【0186】

さらに投影像99a及び投影像99bの色度座標は、いずれも、黒体輻射軌跡上にあるため、不自然な白色光とはならない。

【0187】

また、本変形例に係る光源装置102の第1波長変換部35において、伝搬光82（励起光）が入射するとともに透過光を出射する第1出射領域41を備え、第1出射領域41の伝搬光82が入射する入射面における伝搬光82の断面形状及び断面積は、第1出射領域41における入射面の形状及び面積とほぼ等しくてもよい。これにより、発光領域の中央部分における輝度分布の均一性を向上させることができ、かつ、発光領域周辺から励起光が蛍光と混ざることなく出射されることを抑制できる。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 8 8 】

本実施の形態の光源装置も、上記各実施の形態と同様に、例えば、車両用の前照灯として利用できる。

## 【 0 1 8 9 】

## (実施の形態 3)

次に、本実施の形態に係る光源装置について説明する。本実施の形態に係る光源装置に用いる波長変換素子においては、第 1 波長変換部 3 5 の側面 3 5 c だけでなく支持部材 3 2 側の第 2 面 3 5 b が第 2 波長変換部 3 6 で覆われる点において、実施の形態 1 に係る光源装置 1 0 0 と相違する。以下、本実施の形態に係る光源装置について、実施の形態 1 に係る光源装置の波長変換素子 3 0 との相違点を中心に図面を用いて説明する。

10

## 【 0 1 9 0 】

図 1 5 は、本実施の形態に係る波長変換素子 2 3 0 の概略構成を示す模式的な断面図である。

## 【 0 1 9 1 】

波長変換素子 2 3 0 は、支持部材 3 2 と、反射部材 3 1 と、波長変換部 3 8 とを備える。支持部材 3 2 は、例えばシリコン基板である。反射部材 3 1 は、例えばチタン、白金、アルミニウム、銀などの金属膜で構成される反射膜であり、支持部材 3 2 の波長変換部 3 8 が配置される面に形成される。なお、支持部材 3 2 として、アルミニウム板又はアルミニウム合金板を用いてもよい。この場合、支持部材 3 2 が反射部材の機能を備えるため、反射部材 3 1 を別途備えなくてもよい。

20

## 【 0 1 9 2 】

波長変換部 3 8 は、第 1 波長変換部 3 5 及び第 2 波長変換部 3 6 を有する。第 1 波長変換部 3 5 は、例えば、YAG 系蛍光体を含むセラミック部材であり、反射部材 3 1 上に配置される。図 1 5 に示すように、第 1 波長変換部 3 5 の表面のうち、入射光 8 2 a が入射される第 1 面 3 5 a (図 1 5 の上側の面) 以外、つまり、側面 3 5 c 及び支持部材 3 2 側の第 2 面 3 5 b が第 2 波長変換部 3 6 で覆われる。第 2 波長変換部 3 6 として、例えば、YAG 蛍光体粒子である蛍光体粒子とシルセスキオキサンである透明結合材 2 5 6 との混合材料を用いることができる。

## 【 0 1 9 3 】

以上の構成により、第 1 波長変換部 3 5 と、第 2 波長変換部 3 6 とで平均屈折率を異ならせることができる。このため、第 1 波長変換部 3 5 に入射した入射光 8 2 a の一部を、第 1 波長変換部 3 5 とその外周領域に配置された第 2 波長変換部 3 6 との界面である側面 3 5 c と、第 1 波長変換部 3 5 と、第 1 波長変換部 3 5 及び支持部材 3 2 の間に配置された第 2 波長変換部 3 6 との界面である第 2 面 3 5 b とにより多重反射させることができる。これにより、第 1 波長変換部 3 5 から光分布が均一化された出射光 9 1 を効率良く出射させることができる。

30

## 【 0 1 9 4 】

図 1 6 は、本実施の形態の光源装置に用いる波長変換素子 2 3 0 のより具体的な構成を示す断面図である。

## 【 0 1 9 5 】

図 1 6 において、支持部材 3 2 は、シリコン基板である。支持部材 3 2 の第 1 波長変換部 3 5 が配置される面には、ウェットエッチング又はドライエッチングなどを用いて、凹凸が形成される。そして当該凹凸が形成された面には、例えばチタン、白金、アルミニウム、銀などの金属膜で構成される反射膜である反射部材 3 1 が形成される。そして、反射部材 3 1 上に、例えば、YAG 系蛍光体を含むセラミック部材である第 1 波長変換部 3 5 が配置される。第 1 波長変換部 3 5 は、Ce 賦活 Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub> 粒子と Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 粒子とが混合され焼成されたセラミック YAG 蛍光体であり、例えば 400 μm 角 ~ 500 μm 角で厚さ 50 μm ~ 100 μm の大きさである。そして、第 1 波長変換部 3 5 の表面は、例えば研削などの物理的加工、又は、ウェットエッチング、ドライエッチングなどの化学的加工により凹凸が形成される。

40

50

## 【 0 1 9 6 】

さらに、図 1 6 に示すように、第 1 波長変換部 3 5 は、入射光 8 2 a が入射される第 1 面 3 5 a を除き、側面 3 5 c と第 2 面 3 5 b すべてが第 2 波長変換部 3 6 で覆われる。このとき第 2 波長変換部 3 6 として、例えば、粒子径が  $1 \mu\text{m}$  から  $4 \mu\text{m}$  に分布している Y A G 蛍光体粒子である蛍光体粒子 1 5 6 を、例えばシルセスキオキサンである透明結合材 2 5 6 で固着したものをを用いる。ここで、粒子径が  $1 \mu\text{m}$  から  $4 \mu\text{m}$  に分布しているとは、平均粒子径 D 5 0 が  $2 \mu\text{m}$ 、D 1 0 が  $1 \mu\text{m}$ 、D 9 0 が  $4 \mu\text{m}$  であることを意味する。このとき、第 1 波長変換部 3 5 を構成する C e 賦活 Y<sub>3</sub> A l<sub>5</sub> O<sub>12</sub> 粒子及び A l<sub>2</sub> O<sub>3</sub> 粒子の屈折率は、それぞれ、およそ 1.84 及び 1.77 である。

## 【 0 1 9 7 】

一方、第 2 波長変換部 3 6 を構成する C e 賦活 Y<sub>3</sub> A l<sub>5</sub> O<sub>12</sub> 粒子及びシルセスキオキサンの屈折率は、それぞれ、およそ 1.84 及び 1.5 である。したがって、第 1 波長変換部 3 5 よりも第 2 波長変換部 3 6 の方が蛍光体粒子と透明結合材との屈折率差が大きいため、表面からの距離が小さい位置で反射される。

## 【 0 1 9 8 】

このため、第 1 波長変換部 3 5 に入射した入射光 8 2 a の一部を、第 1 波長変換部 3 5 と外周領域に配置された第 2 波長変換部 3 6 との界面である側面 3 5 c と、第 1 波長変換部 3 5 と、第 1 波長変換部 3 5 及び支持部材 3 2 の間に配置された第 2 波長変換部 3 6 との界面である第 2 面 3 5 b により多重反射させることができるため、第 1 波長変換部 3 5 から光分布が均一化された出射光 9 1 を効率良く出射させることができる。

## 【 0 1 9 9 】

さらに伝搬光 8 2 のうち、第 2 出射領域 4 2 に入射する入射光 8 2 b の一部は、第 2 波長変換部 3 6 の蛍光体粒子 1 5 6 で波長変換され、蛍光 9 4 b として波長変換素子 3 0 から出射される。

## 【 0 2 0 0 】

このとき第 2 出射領域 4 2 における変換効率、第 1 出射領域 4 1 よりも小さいため、第 1 出射領域 4 1 と第 2 出射領域 4 2 との境界において、出射光のコントラストを大きくすることができる。

## 【 0 2 0 1 】

一方で、第 2 出射領域 4 2 に入射する入射光 8 2 b の一部は、蛍光 9 4 b となるため、第 2 出射領域 4 2 から出射される散乱光 9 3 b と混合され、波長変換素子から出射される。このため、第 2 出射領域 4 2 から出射される出射光 9 2 の色度座標は、入射光 8 2 b が散乱された光のみが第 2 出射領域 4 2 から出射される場合と比較して、第 1 出射領域 4 1 から出射される出射光 9 1 の色度座標に近い。

## 【 0 2 0 2 】

このため、光源装置から出射される光の色分布をより小さくすることができる。

## 【 0 2 0 3 】

## 〔 製造方法 〕

次に、本実施の形態に係る波長変換素子 2 3 0 の製造方法の一例について、図面を用いて説明する。

## 【 0 2 0 4 】

図 1 7 は、本実施の形態に係る波長変換素子 2 3 0 の製造方法の各工程を示す模式的な断面図である。

## 【 0 2 0 5 】

まず図 1 7 の断面図 ( a ) に示すように、例えばシリコン基板からなる支持部材 3 2 上に形成された、金属膜で構成される反射部材 3 1 上に、例えば、平均粒子径 D 5 0 が  $1 \mu\text{m}$  から  $4 \mu\text{m}$  の間に分布している蛍光体粒子を透明結合材に混合したペースト状の第 2 波長変換部 3 6 を塗布する。このとき透明結合材としては、シルセスキオキサンを有機溶媒に溶かしたペースト状の透明結合材を用いる。そして、第 1 波長変換部 3 5 を真空コレット 1 5 0 により保持する。

10

20

30

40

50

## 【 0 2 0 6 】

次に、図 1 7 の断面図 ( b ) に示すように、第 1 波長変換部 3 5 をペースト状の第 2 波長変換部 3 6 上に配置する。このとき、第 1 波長変換部 3 5 の側面において、第 1 波長変換部 3 5 と透明結合材との分子間力によりペースト状の第 2 波長変換部 3 6 が這い上がる。このため、第 1 波長変換部 3 5 の下面、及び、側面の少なくとも一部を、ペースト状の第 2 波長変換部 3 6 で容易に覆うことができる。

## 【 0 2 0 7 】

次に、加熱して、第 2 波長変換部 3 6 を硬化する。

## 【 0 2 0 8 】

このとき、例えば、約 1 5 0 で、約 2 時間、加熱することにより、ペースト状の第 2 波長変換部 3 6 の有機溶媒を揮発させ、硬化する。

10

## 【 0 2 0 9 】

このようにして本実施の形態の光源装置の波長変換素子を容易に製造することができる。

## 【 0 2 1 0 】

また、このとき、ペースト状の第 2 波長変換部 3 6 が収縮するため、第 2 波長変換部 3 6 の表面には、蛍光体粒子に沿った凹凸を容易に形成することができる。これにより、第 2 波長変換部 3 6 の表面において、伝搬光 8 2 を散乱させることができる。

## 【 0 2 1 1 】

上記の製造方法により、本実施の形態に係る光源装置の波長変換素子 2 3 0 を容易に製造することができる。

20

## 【 0 2 1 2 】

( 実施の形態 3 の変形例 )

次に、本実施の形態の変形例 1 ~ 3 に係る光源装置の形態について図面を用いて説明する。

## 【 0 2 1 3 】

図 1 8 A は、本実施の形態の変形例 1 に係る波長変換素子 2 3 0 A の構成を示す模式的な断面図である。図 1 8 B は、本実施の形態の変形例 2 に係る波長変換素子 2 3 0 B の構成を示す模式的な断面図である。図 1 8 C は、本実施の形態の変形例 3 に係る波長変換素子 2 3 0 C の構成を示す模式的な断面図である。

## 【 0 2 1 4 】

図 1 8 A に示す変形例 1 に係る波長変換素子 2 3 0 A のように、第 2 波長変換部 3 6 が第 1 波長変換部 3 5 の第 1 面 3 5 a ( 図 1 8 A の上側の面 ) の周縁部を覆ってもよい。言い換えると、第 1 波長変換部 3 5 の第 1 面 3 5 a の中央部以外の部分を第 2 波長変換部 3 6 が覆ってもよい。このような構成を有する波長変換素子 2 3 0 A は、図 1 7 に示す製造方法において、断面図 ( a ) に示す第 2 波長変換部 3 6 の塗布量を多くすることで容易に構成することができる。このような構成の波長変換素子 2 3 0 A においては、第 1 波長変換部 3 5 で多重反射する入射光 8 5 a が、側面 3 5 c と第 2 面 3 5 b だけでなく第 1 面 3 5 a の一部でも反射するため、第 1 波長変換部 3 5 における波長変換効率を高くすることができる。またこのとき、第 1 波長変換部 3 5 上の第 2 波長変換部 3 6 の厚さは、第 1 波長変換部 3 5 の厚さよりも薄くする。好ましくは、半分以下にする。このような構成により、第 1 波長変換部 3 5 から出射する出射光 9 1 は、第 1 波長変換部 3 5 上の第 2 波長変換部 3 6 を通過して出射することもできるため、波長変換素子 2 3 0 A の発光領域の中央部分における輝度分布の均一性を向上させることができる。

30

40

## 【 0 2 1 5 】

図 1 8 B に示す変形例 2 に係る波長変換素子 2 3 0 B のように、第 1 波長変換部 3 5 の側面 3 5 c のうち、第 1 面 3 5 a 側の一部が第 2 波長変換部 3 6 で覆われていなくてもよい。このような構成を有する波長変換素子 2 3 0 A は、図 1 7 に示す製造方法において、断面図 ( a ) に示す第 2 波長変換部 3 6 の塗布量を少なくすることで容易に形成することができる。

## 【 0 2 1 6 】

このような構成の波長変換素子 2 3 0 B においては、第 1 波長変換部 3 5 の厚さに対して

50

、第2波長変換部36の厚さを薄くすることができる。このため第2波長変換部の波長変換効率を、第1波長変換部に対して容易に低くできる。したがって、波長変換素子の発光領域の発光分布において、第1出射領域と第2出射領域のコントラストを高くすることができる。

【0217】

図18Cに示す波長変換素子230Cにおいて、第2波長変換部36は、第1波長変換部35の第2面35bだけを覆う。このような構成を有する波長変換素子230Aは、図17に示す製造方法において、断面図(a)に示す第2波長変換部36の塗布量を少なくすることで容易に構成することができる。

【0218】

このような構成の波長変換素子30においては、第1波長変換部35の厚さに対して、第2波長変換部36の厚さを薄くできる。このため第2波長変換部の波長変換効率を、第1波長変換部に対して容易に低くできる。

【0219】

(実施の形態4)

次に、実施の形態4に係る光源装置について説明する。本実施の形態に係る光源装置は、主に光検出器を備える点において、上記各実施の形態に係る光源装置と相違する。以下、本実施の形態に係る光源装置について図面を用いて説明する。

【0220】

図19は、本実施の形態に係る光源装置102の概略構成を示す模式的な断面図である。

【0221】

図19に示す光源装置102は、半導体発光装置10と、波長変換素子30と、第1フィルタ23と、第1光検出器25と、第2光検出器26と、第3光検出器27とを備える。本実施の形態では、光源装置102は、さらに、集光光学系20と、分離光学素子21と、第2フィルタ24とを備える。

【0222】

半導体発光装置10は、レーザ光を出射する装置である。本実施の形態では、半導体発光装置10は、コヒーレントな励起光81を出射する装置であり、半導体発光素子11を有する。半導体発光装置10は、半導体発光素子11から出射される出射光が、波長変換素子30に向かって出射されるように固定される。

【0223】

半導体発光素子11は、例えば窒化物半導体からなる半導体レーザ素子であり、波長380nmから490nmの間にピーク波長を有するレーザ光を励起光81として出射する。本実施の形態では、半導体発光素子11は、例えばTO-CANパッケージであるパッケージ13に実装される。

【0224】

また、半導体発光素子11には、光導波路11aが形成されている。

【0225】

半導体発光素子11には、光源装置102の外部から電力が入力される。半導体発光素子11の光導波路11aで生成された、例えばピーク波長445nmのレーザ光は、励起光81として集光光学系20に向かって出射される。

【0226】

集光光学系20は、半導体発光素子11から出射されたレーザ光である励起光81を集光して波長変換素子30に照射する光学系である。集光光学系20の構成は、励起光81を集光できる構成であれば特に限定されない。集光光学系20として、例えば、非球面凸レンズを用いることができる。集光光学系20は、半導体発光素子11から出射される水平方向、垂直方向に出射角を持った励起光81を集光し、波長変換素子30に向かってコリメート、又は収束しながら空間を伝搬する励起光である伝搬光82を生成する。伝搬光82は、波長変換素子30に照射される。

【0227】

10

20

30

40

50

波長変換素子 30 は、半導体発光装置 10 から出射したレーザ光が励起光として照射されることで蛍光を放射する素子である。本実施の形態では、波長変換素子 30 は、半導体発光装置 10 と離間して配置され、半導体発光装置 10 から出射された励起光を波長変換することによって蛍光を発生し、かつ、励起光を散乱することにより散乱光を発生する。本実施の形態では、波長変換素子 30 は、励起光として伝搬光 82 が照射され、伝搬光 82 の少なくとも一部を波長変換し、波長変換された光を出射する。

#### 【0228】

波長変換素子 30 は、支持部材 32 と、支持部材 32 に配置された波長変換部 38 とを備える。波長変換部 38 は、第 1 波長変換部 35 と、第 1 波長変換部 35 の周辺に配置され、波長変換部 38 が配置された支持部材 32 の面の上面視において第 1 波長変換部を囲む第 2 波長変換部とを有する。本実施の形態では、波長変換素子 30 は、支持部材 32 と第 1 波長変換部 35 との間に形成された反射部材 31 を備える。なお、本実施の形態に係る光源装置 102 において、使用できる波長変換素子 30 の構成は、以上に述べた構成に限定されない。光源装置 102 においては、任意の波長変換素子を用いることができる。例えば、波長変換部 38 において、単一の波長変換部材を備えてもよい。

10

#### 【0229】

分離光学素子 21 は、伝搬光 82 の光路上に配置され、伝搬光 82 の一部を分離して別の光路 82d に導くための素子である。分離光学素子 21 としては、例えば、ビームスプリッタを用いることができる。

#### 【0230】

第 1 フィルタ 23 は、波長変換素子 30 から出射された光の一部が入射する素子である。本実施の形態では、第 1 フィルタ 23 は、励起光 81 を選択的に透過させ、波長変換素子 30 から出射される蛍光の透過を抑制する。第 1 フィルタ 23 は、波長変換素子 30 から出射された散乱光 93 を透過し、蛍光 94 を実質的に遮断する。第 1 フィルタ 23 としては、例えば、誘電体多層膜フィルタを用いることができる。

20

#### 【0231】

第 2 フィルタ 24 は、波長変換素子から放射された光の一部が入射する素子である。本実施の形態では、第 2 フィルタ 24 は、波長変換素子 30 から出射される蛍光 94 を選択的に透過させ、励起光 81 の透過を抑制する光学素子である。第 2 フィルタ 24 は、蛍光 94 を透過し、波長変換素子 30 から出射された散乱光 93 を実質的に遮断する。第 2 フィルタ 24 としては、例えば、誘電体多層膜フィルタを用いることができる。なお、光源装置 102 は、第 2 フィルタ 24 を必ずしも備えなくてもよい。

30

#### 【0232】

第 1 光検出器 25 は、第 1 フィルタ 23 を介した光が入射する検出器である。本実施の形態では、第 1 光検出器 25 は、第 1 フィルタ 23 を介して入射した散乱光 93 の強度を検出する。第 1 光検出器 25 として、例えば、フォトダイオードなどを用いることができる。

#### 【0233】

第 2 光検出器 26 は、第 2 フィルタ 24 を介した光が入射する検出器である。本実施の形態では、第 2 光検出器 26 は、第 2 フィルタ 24 を介して入射した蛍光 94 の強度を検出する。第 2 光検出器 26 として、例えば、フォトダイオードなどを用いることができる。

40

#### 【0234】

第 3 光検出器 27 は、励起光 81 が入射する検出器である。本実施の形態では、分離光学素子 21 によって分離された伝搬光 82 の強度を検出する。第 3 光検出器 27 として、例えば、フォトダイオードなどを用いることができる。

#### 【0235】

以上のような構成を有する光源装置 102 の動作概要について説明する。

#### 【0236】

半導体発光装置 10 からの出射された出射光は集光光学系 20 により集光する伝搬光 82 となり、波長変換素子 30 に向かう。伝搬光 82 は波長変換素子 30 に到達する前に、分離光学素子 21 を通過する。このとき、伝搬光 82 の一部は反射され、第 3 光検出器 27

50

に入射する。

【0237】

波長変換素子30に入射した伝搬光82の大部分は、波長変換素子30の第1波長変換部35に入射し、伝搬光82の他の一部は第2波長変換部36に入射する。

【0238】

そして、第1波長変換部35において、一部の光が蛍光94に変換され、他の一部の光は第1波長変換部35で散乱され散乱光93となり波長変換素子30から出射される。散乱光93及び蛍光94は出射光95となり、光源装置102から出射される。

【0239】

一方、波長変換素子30から出射される混合光である出射光95の一部は、第1光検出器25及び第2光検出器26に導かれる。このとき、第1光検出器25に向かう出射光95は第1フィルタ23に入射する。また第2光検出器26に向かう出射光95は第2フィルタ24に入射する。

10

【0240】

ここで、本実施の形態に係る光源装置102の機能について図面を用いて説明する。

【0241】

図20は、本実施の形態に係る光源装置102において、半導体発光装置10からの伝搬光82、及び、波長変換素子30からの出射光95の経路と、各光検出器からの信号の経路とを示すブロック図である。

【0242】

伝搬光82は、分離光学素子21で一部が分離されて、第3光検出器27に入射した後、第3光検出器27で光電変換され、光電流となる。そして、当該光電流は、第3光検出器27の内部又は外部に設けられた電流電圧変換器により所定の電圧信号である信号125に変換され、マイクロコントローラ65に入力される。なお、図19においては、マイクロコントローラ65の図示は省略されている。

20

【0243】

波長変換素子30からの出射光95の一部は第1フィルタ23に入射し、他の一部は第2フィルタ24に入射する。

【0244】

第1フィルタ23は、例えば、波長490nm未満の光を透過し、波長490nm以上の光を反射する光学フィルタである。つまり、第1フィルタ23は、半導体発光装置10から出射される励起光81の波長の光の大部分を透過し、かつ、波長変換素子30で発生する蛍光94のスペクトルの光の大部分を反射する光学フィルタである。

30

【0245】

第2フィルタ24は、例えば、波長490nm未満の光を反射し、波長490nm以上の光を透過する光学フィルタである。つまり、第2フィルタ24は、半導体発光装置10から出射される励起光81の波長の光の大部分を反射し、かつ、波長変換素子30で発生する蛍光94のスペクトルの光の大部分を透過する光学フィルタである。

【0246】

第1フィルタ23に入射した出射光95は、第1フィルタ23において、ほぼ散乱光93の成分のみが透過し、第1光検出器25で受光される。

40

【0247】

第1光検出器25で受光された、散乱光93は、第1光検出器25で光電変換され、光電流となる。そして、当該光電流は、第1光検出器25の内部又は外部に設けられた電流電圧変換器により所定の電圧信号である信号126に変換され、マイクロコントローラ65に入力される。

【0248】

第2フィルタ24に入射した出射光95は、第2フィルタ24において、ほぼ蛍光94の成分のみが透過し、第2光検出器26で受光される。

【0249】

50

第2光検出器26で受光された、蛍光94は、第2光検出器26で光電変換され、光電流となる。そして、当該光電流は、第2光検出器26の内部又は外部に設けられた電流電圧変換器により所定の電圧信号である信号127に変換され、マイクロコントローラ65に入力される。

【0250】

本実施の形態に係る光源装置102においては、以上のようにしてマイクロコントローラ65に入力された信号125、126及び127を用いて、光源装置102の状態を診断する。以下、光源装置102のマイクロコントローラ65における信号処理の流れについて図面を用いて説明する。

【0251】

図21は、本実施の形態に係る光源装置102における信号処理のフローを示すフローチャートである。

【0252】

図21に示すように、本実施の形態に係る光源装置102では、以下のような信号処理によって光源装置102の状態を判断する。

【0253】

まず、マイクロコントローラ65は、第1光検出器25で散乱光93の光強度PAを検出する(ステップ(A))。

【0254】

次に、マイクロコントローラ65は、第2光検出器26で蛍光94の光強度PBを検出する(ステップ(B))。

【0255】

次に、マイクロコントローラ65は、第3光検出器27で伝搬光82の光強度PCを検出する(ステップ(C))。

【0256】

次に、マイクロコントローラ65は、散乱光93の光強度PAが所定範囲内にあるかを判断する(ステップ(D))。ここで、散乱光93の光強度PAが所定範囲内である場合(ステップ(D)でYES)には、ステップ(F)に進む。一方、散乱光93の光強度PAが所定範囲内でない場合(ステップ(D)でNO)には、伝搬光82の光束が波長変換素子30に到達していないと判断し、「光束未達」を示すエラー信号を出力する(ステップ(I))。

【0257】

また、マイクロコントローラ65は、蛍光94の光強度PBが所定範囲内にあるかを判断する(ステップ(E))。ここで、蛍光94の光強度PBが所定範囲内である場合(ステップ(E)でYES)には、ステップ(F)に進む。一方、蛍光94の光強度PBが所定範囲内でない場合(ステップ(E)でNO)には、伝搬光82の光束が波長変換素子30に到達していないと判断し、「光束未達」を示すエラー信号を出力する(ステップ(J))。

【0258】

ステップ(D)で散乱光93の光強度PAが所定範囲内であると判断した場合、及び、ステップ(E)で、蛍光94の光強度PBが所定範囲内であると判断した場合には、マイクロコントローラ65は、強度比率 $PB/PA$ を計算し、強度比率 $PB/PA$ が所定範囲内にあるかを判断する(ステップ(F))。ここで、強度比率 $PB/PA$ が所定範囲内である場合(ステップ(F)でYES)には、ステップ(H)に進む。一方、強度比率 $PB/PA$ が所定範囲内でない場合(ステップ(F)でNO)には、出射光の色が不良であると判断し、「色不良」を示すエラー信号を出力する(ステップ(K))。

【0259】

ステップ(G)で伝搬光82の光強度PCが所定範囲内であると判断した場合、及び、ステップ(F)で、強度比率 $PB/PA$ が所定範囲内であると判断した場合には、マイクロコントローラ65は、強度比率 $PB/PC$ を計算し、強度比率 $PB/PC$ が所定範囲内に

10

20

30

40

50

あるかを判断する（ステップ（H））。ここで、強度比率  $P B / P C$  が所定範囲内である場合（ステップ（H）でYES）には、光源装置 102 の状態が正常であることを示す正常信号を出力する（ステップ（N））。一方、強度比率  $P B / P C$  が所定範囲内でない場合（ステップ（H）でNO）には、波長変換素子 30 における波長変換効率が低下していると判断して、「波長変換効率低下」を示すエラー信号を出力する（ステップ（M））。なお上記において、強度比率  $P B / P C$  の代わりに強度比率  $P A / P C$  を用いても良い。

#### 【0260】

以上のように、マイクロコントローラ 65 は光源装置 102 の状態を診断する。上記構成において、エラー信号及び正常信号は外部へ出力される。外部へ出力されたエラー信号は図示しない外部回路へ伝達され、光源装置 102 に印加する電力を停止するなどの安全対策が取られる。

10

#### 【0261】

以上の構成により、光源装置 102 は、波長変換素子 30 からの出射光の散乱光 93 と蛍光 94 との光量の比率を検出することができる。このため、光源装置 102 を動作中に、光源装置 102 において、集光光学系 20 の位置がずれたり、波長変換素子 30 の位置がずれたりした場合に、エラー信号を外部に出力することができる。つまり、集光光学系 20 又は波長変換素子 30 の位置がずれた場合、伝搬光 82 の照射位置の中心は第 1 波長変換部 35 から第 2 波長変換部 36 にずれるため、出射光の色が変化し、ステップ（F）で検出することができるためである。このように、第 1 波長変換部 35 と第 2 波長変換部 36 の出射光の色度座標の違いと、複数の光検出器からの信号処理を組み合わせることで、光源装置 102 内部の軽微な故障状態を検出することができる。

20

#### 【0262】

また、光源装置 102 は、伝搬光 82 と蛍光 94 の光量の比率を検出することができる。このため、第 1 波長変換部 35 と第 2 波長変換部 36 との波長変換効率を異なる構成にすることで、伝搬光 82 の照射位置の中心が、第 1 波長変換部 35 から第 2 波長変換部 36 にずれたことを検出することができる。このため光源装置 102 内部の軽微な故障状態を検出することができる。

#### 【0263】

光源装置 102 に複数の光検出器を搭載することで、例えば波長変換素子 30 が破損するなどの故障が発生した場合に、光源装置 102 からエラー信号を出力させることができる。例えば、波長変換素子 30 が完全に剥落した場合、出射光の色度座標や波長変換効率が大きく変化するため、光検出器からの信号に基づいてエラー信号を出力することができる。この場合、光源装置 102 から出力されたエラー信号に基づいて、外部回路などを用いて光源装置 102 に印加する電力を停止するなどの対策を取ることができる。この結果、破損した波長変換素子 30 において、伝搬光 82 が散乱されずに反射され、外部に指向性の高い伝搬光 82 が出射され続けるのを抑制することができる。

30

#### 【0264】

本実施の形態の光源装置においては、複数の光検出器に加えて、さらに、第 1 波長変換部 35 とその周辺とを囲む第 2 波長変換部 36 を有する波長変換素子を備える。この構成により、波長変換素子 30 の完全な剥落などの重大性の大きい故障状態に至る前の、波長変換素子の微小なずれなどの故障状態を検出することができる。このため、外部に指向性の高い伝搬光 82 が出射されるという故障状態に至る前の故障状態で光源装置の動作を停止させることができる。

40

#### 【0265】

また、本実施の形態に係る光源装置 102 は、照明装置において使用されてもよい。

#### 【0266】

（実施の形態 4 の変形例 1）

続いて図 22 を用いて本実施の形態の変形例 1 に係る光源装置 300 の構成について説明する。

#### 【0267】

50

図 2 2 は、本変形例に係る光源装置 3 0 0 の概略構成を示す模式的な断面図である。

【 0 2 6 8 】

本変形例の光源装置 3 0 0 は、第 1 光検出器 2 5、第 2 光検出器 2 6 及び第 3 光検出器 2 7、並びに、これらの各光検出器から出力された信号を演算するマイクロコントローラ 6 5 を内蔵することを特徴とする。さらに、各光検出器及びマイクロコントローラ 6 5 が、一枚のプリント基板 6 2 に実装されていることを特徴とする。

【 0 2 6 9 】

図 2 2 において、半導体発光装置 1 0、集光光学系 2 0 及び波長変換素子 3 0 は、例えばアルミ合金で構成された筐体 5 0 に固定される。そして筐体 5 0 は、励起光 8 1 と伝搬光 8 2 の光軸を密閉するためのカバー部材 6 1 を備える。カバー部材 6 1 は、例えばガラス

10

【 0 2 7 0 】

半導体発光装置 1 0 は、例えば T O - C A N パッケージであるパッケージ 1 3 に実装された半導体発光素子 1 1 を備える。

【 0 2 7 1 】

半導体発光装置 1 0 は、半導体発光素子 1 1 からの励起光が、図中上部へ出射されるように固定される。そして、窓ガラスが固定された金属缶 1 4 が半導体発光素子 1 1 を覆うようにパッケージ 1 3 に固定される。

【 0 2 7 2 】

集光光学系 2 0 は、本変形例においては、レンズ 2 0 a と、例えば凹型反射面である反射光学素子 2 0 b とを備える。反射光学素子 2 0 b は、支持部材 5 3 に固定される。支持部材 5 3 は、ねじ 5 6 を用いて筐体 5 0 に固定される。

20

【 0 2 7 3 】

波長変換素子 3 0 は、支持部材 3 2 と、支持部材 3 2 に配置された波長変換部 3 8 とを備える。波長変換部 3 8 は、第 1 波長変換部 3 5 と、第 1 波長変換部 3 5 の周辺に配置され、波長変換部 3 8 が配置された支持部材 3 2 の面の上面視において第 1 波長変換部を囲む第 2 波長変換部とを有する。本実施の形態では、波長変換素子 3 0 は、支持部材 3 2 と第 1 波長変換部 3 5 との間に形成された反射部材 3 1 を備える。なお、本変形例に係る光源装置 3 0 0 において、使用できる波長変換素子 3 0 の構成は、以上に述べた構成に限定されない。光源装置 3 0 0 においては、任意の波長変換素子を用いることができる。例えば、波長変換部 3 8 において、単一の波長変換部材を備えてもよい。

30

【 0 2 7 4 】

波長変換素子 3 0 は、筐体 5 0 に固定される。具体的には支持部材 3 2 の波長変換部 3 8 を配置しない面には、例えば T i、A u などの金属膜である接着層（図 2 2 では図示せず）が形成される。当該接着層が、筐体 5 0 に対して、図示しない半田等により固定される。

【 0 2 7 5 】

波長変換素子 3 0 と、反射光学素子 2 0 b との間には、例えば、反射防止膜付きのガラスである分離光学素子 2 1 が配置される。反射光学素子 2 0 b からの伝搬光 8 2 の大部分は分離光学素子 2 1 を透過し、他の一部が反射する。これにより、一部の伝搬光 8 2 が分離光学素子 2 1 によって分離される。

40

【 0 2 7 6 】

波長変換素子 3 0 の、反射光学素子 2 0 b が配置された方向と反対側に、例えば反射面が形成されたガラスである反射部材 2 2 が筐体 5 0 に固定される。反射部材 2 2 は、波長変換素子 3 0 から放射された光を第 1 光検出器 2 5 及び第 2 光検出器 2 6 へ導く光学部材である。本変形例では、反射部材 2 2 は、波長変換素子 3 0 からの出射光 9 5 のうち、外部に出射されない部分が入射する位置に配置される。

【 0 2 7 7 】

半導体発光装置 1 0 のリードピン 1 3 a 及び 1 3 b は、第 1 光検出器 2 5、第 2 光検出器 2 6、第 3 光検出器 2 7 及びマイクロコントローラ 6 5 が実装されたプリント基板 6 2 に接続される。プリント基板 6 2 は、筐体 5 0 の下部に配置され、カバー部材 5 2 でカバー

50

される。第1光検出器25、第2光検出器26及び第3光検出器27はプリント基板62の波長変換素子30側に実装される。そして、分離光学素子21の下方に第1光検出器25が配置され、反射部材22の下方に第2光検出器26及び第3光検出器27が配置される。

【0278】

プリント基板62には、外部回路と接続するためのコネクタ67が実装される。コネクタ67には、外部配線68が取り付けられ、外部と電氣的に接続される。

【0279】

筐体50には、伝搬光82の光路を覆うように、カバー部材51と、例えば反射防止膜付きの透明ガラスであるカバー部材61とが取り付けられる。カバー部材51は、例えばアルミニウム合金などの金属材料で形成され、ねじ55により筐体50に固定される。カバー部材61は、筐体50とカバー部材51とで形成される開口部を覆うように配置される。カバー部材61は、外部から伝搬光82の光路を密閉するとともに、波長変換素子30からの出射光95を外部へ出射させる。

10

【0280】

筐体50には、分離光学素子21によって分離された伝搬光82の光路上に、伝搬光82の一部を反射する反射面50aが形成される。また、筐体50には、光学フィルタである第1フィルタ23及び第2フィルタ24が取り付けられる。

【0281】

[動作]

続いて、光源装置300の動作について説明する。半導体発光装置10からの出射された出射光はレンズ20aにより略平行光となった後、反射光学素子20bで集光する伝搬光82となり、波長変換素子30に向かう。伝搬光82は波長変換素子30に到達する前に、分離光学素子21を透過する。このとき、伝搬光82の一部は反射され、筐体50に形成された反射面50aで反射され、第3光検出器27に入射する。

20

【0282】

波長変換素子30に入射した伝搬光82のほとんどは、波長変換素子30の第1波長変換部35に入射し、伝搬光82の他の一部は第2波長変換部36に入射する。そして、第1波長変換部35において、一部の光が蛍光94に変換され、一部の光は第1波長変換部35で散乱され散乱光93となり波長変換素子30から出射される。散乱光93及び蛍光94は出射光95となり、カバー部材61を透過し、光源装置300から出射される。

30

【0283】

一方、波長変換素子30から出射される出射光95の一部は、反射部材22において反射され、第1光検出器25及び第2光検出器26に向かう。

【0284】

上記構成において、第1光検出器25、第2光検出器26及び第3光検出器27が出力する信号は、図21にて示したフローで、光源装置300に内蔵されたマイクロコントローラ65にて演算され、エラー信号又は正常信号を出力する。

【0285】

そして、エラー信号及び正常信号はコネクタ67より外部へ出力される。外部へ出力されたエラー信号は図示しない外部回路へ伝達され、当該外部回路によって光源装置300に印加する電力を停止するなどの安全対策が取られる。

40

【0286】

[効果]

上記構成において光源装置300は、第1光検出器25、第2光検出器26及び第3光検出器27、並びに、これらの各光検出器から出力された信号を演算するマイクロコントローラ65を内蔵する。さらに、光源装置300では、各光検出器及びマイクロコントローラ65が、一枚のプリント基板62に実装されている。したがって、光源装置300の信号を受信することで、伝搬光82及び波長変換素子30などの状態に関する情報を得られる。例えば、半導体発光装置10からの伝搬光82が、波長変換素子30に正確に入射さ

50

れているか否かを検知できる。

【0287】

さらに、各光検出器及びマイクロコントローラ65が、一枚のプリント基板62に配置されていることにより伝搬光82及び出射光95を検出できる光検出器を搭載した光源装置300を簡素化された構成で実現できる。さらに、光源装置300においては、伝搬光82を、透過率の高い反射防止膜付きのガラスである分離光学素子21によって分離しているため、伝搬光82の検出に伴う光学損失を抑制できる。また、光源装置300においては、光源装置300のカバー部材61から出射されない出射光95の一部を反射部材22によって第1光検出器25及び第2光検出器26へと導いているため、出射光95の検出に伴う光学損失を抑制できる。

10

【0288】

続いて、本変形例に係る光源装置300の波長変換素子30の発光領域における輝度分布及び色分布について比較例とともに図面を用いて示し、その効果について説明する。

【0289】

図23は、本変形例及び比較例に係る光源装置における出射光の発光面における輝度分布及び色分布を測定した例を示すグラフである。

【0290】

図23の(e)及び(f)は、それぞれ、本変形例に係る光源装置300における出射光95の発光面(つまり、波長変換部38の光出射側の面)における輝度分布及び色分布を測定した例を示すグラフである。具体的に第1波長変換部35として、YAG蛍光体粒子とAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とを混合したセラミック蛍光体を用い、大きさは外形が0.4mm角で、厚さが70μmであるものを支持部材上に固定したものをを用いた。そして、第2波長変換部36として、平均粒子径2μmのYAG蛍光体粒子をシルセスキオキサンに混合したものを第1波長変換部35の周辺に形成したものをを用いた。

20

【0291】

一方で、図23の(a)及び(b)は、それぞれ、第1波長変換部35と第2波長変換部36とが全く同じ構造の波長変換部38で構成した(つまり、第1波長変換部35のみで構成された)比較例に係る波長変換素子を用いて測定した輝度分布及び色分布を示す。具体的には、波長変換部38は、平均粒子径8μmのYAG蛍光体粒子をシルセスキオキサンに混合したものであり、厚み30μm、幅1mm以上で支持部材に形成されたものをを用いた。

30

【0292】

そして、図23の(c)及び(d)は、それぞれ、第2波長変換部36を構成する材料として、蛍光体材料を用いずに散乱部材のみで構成した比較例に係る波長変換素子を用いて測定した輝度分布及び色分布を示す。このとき第2波長変換部36の具体的な構成としては、平均粒子径2μmのTiO<sub>2</sub>粒子をシルセスキオキサンに混合したものをを用いた。また、第1波長変換部35は、本変形例と同様に、外形が0.4mm角で、厚さが70μmであるセラミック蛍光体を用いた。

【0293】

図23の(e)に示すように光源装置300においては、中央部の輝度が高くて均一な輝度分布を実現できる。図23の(e)において輝度分布の高い領域(中心からの距離が0.2mm以内の領域)が、波長変換素子30の第1波長変換部35の第1面35a(第1出射領域41)に対応し、その周辺の領域が、第2波長変換部36の第1面36a(第2出射領域42)に対応する(第1面35a及び36a、並びに、第1出射領域41及び第2出射領域42については、図2Aなどを参照されたい)。このように、光源装置300では、第1出射領域41と第2出射領域42とのコントラストが高い輝度分布を得られる。さらに図23の(f)の色分布に示すように、第1出射領域41における色度座標xの分布と第2出射領域42における色度座標xの分布とはいずれも座標0.2から0.4の間で分布している。

40

【0294】

50

一方で、図 23 の (c) 及び (d) に示すように、第 2 波長変換部 36 を蛍光体材料を用いずに構成した場合、中心部の輝度が高くて均一な輝度分布は実現できるものの、周辺領域からは、色度座標  $x$  が 0.2 未満の青い発光が発生してしまう。また、波長変換素子を第 1 波長変換部のみで構成した場合は、図 23 の (a) 及び (b) に示すように、発光領域全域に渡って白色の発光を実現できるが、均一な分布領域を有する輝度分布を実現することができない。

【0295】

以上のように、本変形例に係る光源装置において、中央部の輝度が均一で高く、周辺の輝度が低い輝度分布を実現するとともに、発光領域全域において白色の発光をさせることができる。

【0296】

また、本変形例に係る光源装置 300 は、照明装置において使用されてもよい。

【0297】

(実施の形態 4 の変形例 2)

続いて図 24 を用いて本実施の形態の変形例 2 に係る光源装置について説明する。

【0298】

図 24 は、本変形例に係る光源装置 102A の概略構成を示す模式的な断面図である。

【0299】

図 24 に示す光源装置 102A は、図 13 に示す実施の形態 2 の変形例に係る光源装置 101 に、さらに、分離光学素子 21、第 1 光検出器 25、第 2 光検出器 26、第 3 光検出器 27、分離光学素子 21、第 1 フィルタ 23 及び第 2 フィルタ 24 が配置された装置である。

【0300】

分離光学素子 21 は、伝搬光 82 から一部の光を別の光路 82d に導くための素子である。

【0301】

半導体発光装置 10 は、半導体発光素子 11 から出射される出射光が、波長変換素子 130 に向かって出射されるように固定される。半導体発光装置 10 から出射される励起光 81 は、集光光学系 20 に向かって出射される。集光光学系 20 は、半導体発光装置 10 から出射される水平方向、垂直方向に出射角を持った励起光 81 を集光し、波長変換素子 130 に向かってコリメート、又は収束しながら空間を伝搬する励起光である伝搬光 82 を生成する。伝搬光 82 は、中心軸 82i に沿って伝搬し、波長変換素子 130 に照射される。

【0302】

伝搬光 82 は波長変換素子 130 に到達する前に、分離光学素子 21 を透過する。このとき、伝搬光 82 の一部は反射され、第 3 光検出器 27 に入射する。

【0303】

波長変換素子 130 に入射した伝搬光 82 の大部分は、波長変換素子 130 の第 1 波長変換部 35 に入射し、伝搬光 82 の他の一部は第 2 波長変換部 36 に入射する。

【0304】

そして、第 1 波長変換部 35 において、一部の光が蛍光 94 に変換され、他の一部の光は第 1 波長変換部 35 で散乱され散乱光 93 となり波長変換素子 130 から出射される。散乱光 93 及び蛍光 94 は出射光 95 となり、光源装置 300 から出射される。

【0305】

一方、波長変換素子 130 から出射される出射光 95 の一部は反射部材 31、支持部材 32、反射防止膜 33 を通過して、波長変換素子 130 の第 1 波長変換部 35 が形成されている面と反対側 (図 24 の下側) に出射される。そして、第 1 光検出器 25 及び第 2 光検出器 26 に導かれる。このとき、第 1 光検出器 25 に向かう出射光 95 は第 1 フィルタ 23 に入射する。また第 2 光検出器 26 に向かう出射光 95 は第 2 フィルタ 24 に入射する。

【0306】

上記の構成において、第 1 光検出器 25、第 2 光検出器 26 及び第 3 光検出器 27 に導かれた光が、光電変換され、図示しないマイクロコントローラに入力される動作は実施の形

10

20

30

40

50

態 4 に係る光源装置 1 0 2 と同様である。

【 0 3 0 7 】

本変形例のように、波長変換素子 1 3 0 における、励起光（伝搬光 8 2）の入射面と、出射光 9 5 を出射する面とが互いに反対側に配置された光源装置 1 0 2 A においても、光源装置 1 0 2 A の状態を容易に診断することができる。例えば、波長変換部 3 8 から出射される出射光 9 5 の色の变化を容易に検出できる。より具体的には、例えば、伝搬光 8 2（励起光）の照射位置が、第 1 波長変換部 3 5 から第 2 波長変換部 3 6 にずれた場合などの状態を検出することができる。

【 0 3 0 8 】

また、本変形例に係る光源装置 1 0 2 A は、照明装置において使用されてよい。

10

【 0 3 0 9 】

（実施の形態 5 の光源装置）

次に、実施の形態 5 に係る光源装置について説明する。本実施の形態に係る光源装置に用いる波長変換素子は、反射部材の第 1 波長変換部 3 5 側に凹部が形成され、凹部底面に第 1 波長変換部 3 5 が配置される点において、上記各実施の形態に係る波長変換素子と相違する。このため、第 1 波長変換部 3 5 の側面の一部又は全部が反射部材 3 1 で囲まれる。以下、本実施の形態に係る光源装置について、実施の形態 1 に係る光源装置の波長変換素子 3 0 との相違点を中心に図面を用いて説明する。

【 0 3 1 0 】

図 2 5 は、本実施の形態に係る波長変換素子 3 3 0 の概略構成を示す模式的な断面図である。

20

【 0 3 1 1 】

図 2 5 に示す波長変換素子 3 3 0 において、例えばアルミニウム板又はアルミニウム合金板からなる支持部材 3 2 r の表面には金属加工又は、鍛造工法により凹部が形成される。これにより本実施の形態では、支持部材 3 2 r は、反射部材としても機能する。そして凹部には、例えば、Y A G 系蛍光体粒子からなる蛍光体粒子と、シルセスキオキサンからなる透明結合材とが混合された第 1 波長変換部 3 5 が配置される。そして、第 1 波長変換部 3 5 を囲むように第 2 波長変換部 3 6 が配置される。したがって第 1 波長変換部 3 5 の側面 3 5 c は、第 1 波長変換部 3 5 と反射部材として機能する支持部材 3 2 r との界面である側面 1 3 5 c と、第 1 波長変換部 3 5 と第 2 波長変換部 3 6 との界面である側面 2 3 5 c とを有する。

30

【 0 3 1 2 】

続いて、本実施の形態に係る波長変換素子 3 3 0 の機能について図 2 6 を用いて説明する。

【 0 3 1 3 】

図 2 6 は、本実施の形態に係る波長変換素子 3 3 0 の機能を示す模式的な断面図である。

【 0 3 1 4 】

第 1 波長変換部 3 5 に入射した入射光 8 2 a は、第 1 波長変換部 3 5 の内部で多重反射される。このとき入射光 8 2 a は、第 1 波長変換部 3 5 の第 2 面 3 5 b、側面 1 3 5 c、側面 2 3 5 c で反射して、多重反射する入射光 8 5 a となる。入射光 8 5 a は第 1 波長変換部 3 5 において波長変換されて蛍光 8 6 a となり、同様に多重反射する。この結果、第 1 波長変換部 3 5 からは、散乱光 9 3 a と蛍光 9 4 a で構成される出射光 9 1 が出射する。このとき散乱光 9 3 a と蛍光 9 4 a とは、第 1 波長変換部 3 5 内で多重反射することにより第 1 波長変換部 3 5 における光分布を均一にすることができる。さらに第 1 波長変換部 3 5 の第 2 面 3 5 b 及び側面 1 3 5 c は、反射部材として機能する支持部材 3 2 r との界面で構成される。このため、第 2 面 3 5 b 及び側面 1 3 5 c における入射光 8 5 a 及び蛍光 8 6 a の反射率を高くすることができる。

40

【 0 3 1 5 】

このため、第 1 波長変換部 3 5 から輝度が高い光を出射させることができる。

【 0 3 1 6 】

（実施の形態 5 の変形例）

50

続いて、本実施の形態の変形例に係る光源装置について図面を用いて説明する。本変形例に係る光源装置に用いる波長変換素子においては主に支持部材の構成において、実施の形態5に係る波長変換素子330と相違する。以下、本変形例に係る波長変換素子について、実施の形態5に係る波長変換素子330との相違点を中心に図面を用いて説明する。

【0317】

図27は、本変形例に係る光源装置に用いられる波長変換素子330Aの概略構成を示す模式的な断面図である。

【0318】

図27に示すように、波長変換素子330Aは、支持部材32と支持部材32に配置された反射部材31とを備える。そして、第1波長変換部35としては、表面に凹凸を形成した、例えば、セラミックYAG蛍光体などのブロック状の波長変換部材を用いる。

10

【0319】

本変形例においては、支持部材32として、例えば、主面が(100)面であるシリコン基板を用いる。支持部材32の中央には、半導体リソグラフィ技術によるレジストパターンニングと、水酸化テトラメチルアンモニウム(TMAH)による異方性ウェットエッチングとにより凹部が形成される。この構成により、凹部の斜面を所定の角度で正確に形成でき、かつ、凹部深さを正確に制御することができる。さらに、この凹部上に、例えば、クロム、アルミニウムなどで構成される金属膜である反射部材31が形成される。

【0320】

次に、凹部の底部32bに、例えば、塗布時には溶液状のシリコーン樹脂である接合材34を塗布する。そして、凹部の上方よりブロック状の第1波長変換部35を、図示しない真空コレットなどを用いて接合材34上に実装する。

20

【0321】

次に、例えば150 程度の高温雰囲気下で、接合材34を硬化させ、第1波長変換部35を凹部に固定する。

【0322】

次に、第1波長変換部35の周辺に第2波長変換部36を形成する。具体的には、所定の平均粒子径の蛍光体粒子と透明結合材とを混合したペースト状の第2波長変換部36を塗布し、硬化することで、容易に第2波長変換部36を形成することができる。

【0323】

この構成により、上記各実施の形態に係る波長変換素子と同様の効果を得られる波長変換素子330Aを得られる。さらに、波長変換素子330Aにおいては、支持部材32上に凹部を設け、凹部に第1波長変換部35を実装するため、第1波長変換部35を支持部材32上の適切な位置に正確に固定できる。

30

【0324】

(実施の形態6)

次に、実施の形態6に係る光源装置について説明する。本実施の形態に係る光源装置に用いる波長変換素子は、第1波長変換部35と支持部材32との間に、第1波長変換部35の第2面35b及び側面35cの少なくとも一部を囲む第2波長変換部36とは異なる反射部材を備える点において、上記実施の形態3に係る波長変換素子230と相違する。以下、本実施の形態に係る光源装置について、実施の形態3に係る光源装置の波長変換素子230との相違点を中心に図面を用いて説明する。

40

【0325】

図28は、本実施の形態に係る光源装置に用いられる波長変換素子430の概略構成を示す模式的な断面図である。

【0326】

図28に示すように、本実施の形態に係る波長変換素子430は、第1波長変換部35と支持部材32との間に、第1波長変換部35の第2面35b及び側面35cの少なくとも一部を囲む第2波長変換部36とは異なる反射部材31を備える。反射部材31として、高屈折率粒子を分散した散乱部材を用いることができる。この構成により、第1波長変換

50

部 3 5 の下面と側面を覆う散乱部材が第 2 波長変換部 3 6 に限定されないため、散乱部材の構成の自由度を向上させることができる。

【 0 3 2 7 】

また、支持部材 3 2 の第 1 波長変換部 3 5 が配置される主面に、誘電体多層膜、金属反射膜などから構成される反射膜 3 2 a を形成してもよい。反射膜 3 2 a としては、例えば Ag などから構成される膜を用いることができる。この構成により、第 1 波長変換部 3 5 と支持部材 3 2 との間の反射部材 3 1 の厚さを薄くしても、反射部材 3 1 と反射膜 3 2 a との二重反射構造により第 1 波長変換部 3 5 から支持部材 3 2 に向かう入射光 8 5 a を効率良く反射することができる。さらに熱伝導率が低い透明結合材を第 1 波長変換部 3 5 と支持部材 3 2 との間の反射部材の構成材料として用いる場合においても、反射部材 3 1 の厚さを薄くすることができるため、第 1 波長変換部 3 5 で発生した熱を効率良く支持部材 3 2 へ排熱することができる。なお上記の構成において第 1 波長変換部 3 5 と支持部材 3 2 との間の反射部材 3 1 の厚さは  $1 \mu\text{m}$  以上  $50 \mu\text{m}$  以下にすることが好ましい。

10

【 0 3 2 8 】

[ 実施の形態 6 に係る波長変換素子の製造方法 ]

次に、実施の形態 6 に係る波長変換素子 4 3 0 の製造方法について図面を用いて説明する。

【 0 3 2 9 】

図 2 9 は、本実施の形態に係る波長変換素子 4 3 0 の製造方法の各工程を示す模式的な断面図である。

【 0 3 3 0 】

まず、図 2 9 の断面図 ( a ) に示すように、例えばシリコン基板である支持部材 3 2 上に、例えば、平均粒子径が  $0.1 \mu\text{m}$  から  $4 \mu\text{m}$  の間にある  $\text{TiO}_2$  粒子を透明結合材に混合したペースト状の反射部材 3 1 を塗布する。このとき透明結合材としては、例えば、シルセスキオキサンを有機溶媒に溶かしたペースト状の透明結合材を用いる。そして、第 1 波長変換部 3 5 を真空コレット 1 5 0 により保持する。

20

【 0 3 3 1 】

次に、図 2 9 の断面図 ( b ) に示すように、第 1 波長変換部 3 5 をペースト状の反射部材 3 1 上に配置する。このとき、第 1 波長変換部 3 5 の側面において、第 1 波長変換部 3 5 と透明結合材との分子間力によりペースト状の反射部材 3 1 が第 1 波長変換部 3 5 の側面を這い上がる。これにより、第 1 波長変換部 3 5 の下面、及び、側面の少なくとも一部を、ペースト状の反射部材 3 1 で容易に覆うことができる。

30

【 0 3 3 2 】

次に、加熱して、反射部材 3 1 を硬化する。

【 0 3 3 3 】

このとき、例えば、約  $150^\circ\text{C}$  で、約 2 時間加熱することにより、ペースト状の反射部材 3 1 の有機溶媒を揮発させ、硬化する。

【 0 3 3 4 】

次に、図 2 9 の断面図 ( c ) に示すように、第 2 波長変換部 3 6 を第 1 波長変換部 3 5 の周辺を囲むように配置する。

【 0 3 3 5 】

このとき第 2 波長変換部 3 6 として、例えば、粒子径が  $1 \mu\text{m}$  から  $4 \mu\text{m}$  に分布している蛍光体粒子を透明結合材に混合したペースト状の波長変換部材を用いる。ここで、粒子径が  $1 \mu\text{m}$  から  $4 \mu\text{m}$  に分布しているとは、平均粒子径  $D_{50}$  が  $2 \mu\text{m}$ 、 $D_{10}$  が  $1 \mu\text{m}$ 、 $D_{90}$  が  $4 \mu\text{m}$  であることを意味する。このとき透明結合材としては、例えば、シルセスキオキサンを有機溶媒に溶かしたペースト状の透明結合材を用いる。

40

【 0 3 3 6 】

上記の第 2 波長変換部 3 6 を、例えばシリンジにより塗布する。第 2 波長変換部 3 6 を第 1 波長変換部 3 5 の周辺に形成することができる。このとき、ペースト状の第 2 波長変換部 3 6 が収縮するため、第 2 波長変換部 3 6 の表面には、蛍光体粒子に沿った凹凸を容易に形成することができる。これにより、第 2 波長変換部 3 6 の表面において、伝搬光 8 2

50

を散乱させることができる。

【0337】

上記の製造方法により、本実施の形態に係る光源装置の波長変換素子430を容易に製造することができる。

【0338】

(実施の形態6の変形例1)

次に、本実施の形態の変形例に係る光源装置に用いる波長変換素子について説明する。

【0339】

本変形例に係る波長は変換素子においては、支持部材として表面に凹凸が形成された基板を用いる。そして支持部材の凹凸面に、反射膜が形成される。以下、本変形例に係る光源装置に用いる波長変換素子について図面を用いて説明する。

10

【0340】

図30は、本変形例に係る光源装置に用いる波長変換素子430Aの概略構成を示す模式的な断面図である。

【0341】

図30に示すように、本変形例に係る波長変換素子430Aにおいては、上記構成により、波長変換素子30において、支持部材32から第1波長変換部35や反射部材31が外れた場合においても、支持部材32上の凹凸面で入射光82a及び82bが散乱されるため、波長変換素子30を用いた光源装置において、安全に取り扱うことができる。

【0342】

さらに図30に示すように、第1波長変換部35の第1面35a、第2面35b及び側面35cに例えば表面粗さRaが0.5μmから5μmまでの凹凸が形成されていることが望ましい。この凹凸により入射光85a及び蛍光86aが第1波長変換部35の内部で多重反射及び散乱されるため、第1出射領域から出射する出射光91の面内の輝度分布をより均一にすることができる。さらに第1面35aの凹凸は、入射光82aの一部が第1面35aで反射される際に散乱して反射させることができるため、出射光91の出射方向に対する輝度分布をより均一にすることができる。

20

【0343】

さらに図30に示すように反射部材31と第2波長変換部36との間に、吸収部材を含む中間層331を設けても良い。吸収部材としては、金などの金属の微粒子、炭素の微粒子、ユーロピウム賦活蛍光体粒子などを透明結合材に混合したものをを用いることができる。この構成により入射光82bが第2波長変換部36を通過して、反射部材31に到達し、反射するのを抑制できる。このため、第1波長変換部35と第2波長変換部36の波長変換効率をより自由に設計することができる。

30

【0344】

(実施の形態6の変形例2~4)

次に、本実施の形態の変形例2~4に係る光源装置に用いる波長変換素子について図面を用いて説明する。各変形例は、本実施の形態に係る波長変換素子430と比較し、主に反射部材31及び第2波長変換部36の構成が異なる。

【0345】

図31Aは、本実施の形態の変形例2に係る光源装置に用いる波長変換素子430Bの概略構成を模式的に示す断面図である。図31Bは、本実施の形態の変形例3に係る光源装置に用いる波長変換素子430Cの概略構成を模式的に示す断面図である。図31Cは、本実施の形態の変形例4に係る光源装置に用いる波長変換素子430Dの概略構成を模式的に示す断面図である。

40

【0346】

図31Aに示す変形例2に係る波長変換素子430Bにおいては、反射部材31が第1波長変換部35の側面35cの最上部まで到達する。この構成により、第1波長変換部35における波長変換効率を高くすることが可能である。

【0347】

50

また、図 3 1 B に示す変形例 3 に係る波長変換素子 4 3 0 C においては反射部材 3 1 が第 1 波長変換部 3 5 の側面 3 5 c の一部を覆う。そして、第 2 波長変換部 3 6 は、第 1 波長変換部 3 5 の側面の一部まで覆う。この構成においても、反射部材 3 1 によって、第 1 波長変換部 3 5 の側面 3 5 c の少なくとも一部が覆われているため、第 1 波長変換部 3 5 における変換効率を高くすることが可能である。このような構成の波長変換素子 4 3 0 C においては、第 1 波長変換部 3 5 の厚さに対して、第 2 波長変換部 3 6 の厚さを薄くすることができる。このため第 2 波長変換部の波長変換効率を、第 1 波長変換部に対して容易に低くできる。

#### 【0348】

また、図 3 1 C に示す変形例 4 に係る波長変換素子 4 3 0 D においては、反射部材 3 1 が第 1 波長変換部 3 5 の側面の最上部まで到達する。そして、第 2 波長変換部 3 6 は、第 1 波長変換部 3 5 の第 1 面 3 5 a の周縁部を覆う。言い換えると、第 1 波長変換部 3 5 の第 1 面 3 5 a の中央部以外の部分を第 2 波長変換部 3 6 が覆う。このような構成の波長変換素子 4 3 0 D においては、第 1 波長変換部 3 5 で多重反射する入射光 8 5 a が、側面 3 5 c と第 2 面 3 5 b だけでなく第 1 面 3 5 a の一部でも反射するため、第 1 波長変換部 3 5 における波長変換効率を高くすることができる。またこのとき、第 1 波長変換部 3 5 上の第 2 波長変換部 3 6 の厚さは、第 1 波長変換部 3 5 の厚さよりも薄くする。好ましくは、半分以下にする。このような構成により、第 1 波長変換部 3 5 から出射する出射光 9 1 は、第 1 波長変換部 3 5 上の第 2 波長変換部 3 6 を通過して出射することもできるため、波長変換素子 2 3 0 A の発光領域の中央部分の輝度分布の均一性を向上させることができる。

#### 【0349】

(実施の形態 6 の光源装置)

次に本実施の形態に係る光源装置の具体例について図面を用いて説明する。

#### 【0350】

図 3 2 は、本実施の形態に係る光源装置 4 0 0 の概略構成を模式的に示す断面図である。

#### 【0351】

図 3 2 に示すように、光源装置 4 0 0 は、半導体発光装置 1 0、ホルダ 5 4、レンズ 2 0 a、2 0 d、光ファイバ 2 0 c、筐体 5 0、放熱機構 7 0 及び波長変換素子 4 3 0 を備える。

#### 【0352】

図 3 2 に示すように、半導体発光装置 1 0 は、レンズ 2 0 a とともにホルダ 5 4 に保持される。波長変換素子 4 3 0 は、筐体 5 0 に固定され、レンズ 2 0 d 及び透明なカバー部材 6 1 a により覆われた構成を有する。また、筐体 5 0 は、放熱機構 7 0 を介して放熱部材 7 5 に取り付けられている。ここで、放熱機構 7 0 は、筐体 5 0 で発生した熱の放熱を促進する機構である。放熱機構 7 0 としては、例えばペルチェ素子などを用いることができる。このような構成により、波長変換素子 4 3 0 で発生した熱を効率よく排熱できる。

#### 【0353】

半導体発光装置 1 0 の半導体発光素子 1 1 から出射された励起光 8 1 はレンズ 2 0 a により光ファイバ 2 0 c の一方の端部に集束する伝搬光 8 4 となり、光ファイバ 2 0 c に入射する。光ファイバ 2 0 c に入射した伝搬光 8 4 は光ファイバ 2 0 c の内部を伝搬し、光ファイバ 2 0 c の他方の端部から伝搬光 8 5 として出射される。伝搬光 8 5 はレンズ 2 0 d により、集束する伝搬光 8 2 となり、波長変換素子 4 3 0 の第 1 波長変換部 3 5 及び第 2 波長変換部 3 6 に照射される。このとき、波長変換素子 4 3 0 の入射面における伝搬光 8 2 の光強度は、第 1 波長変換部 3 5 の入射面において強く、その周辺の第 2 波長変換部 3 6 の入射面では弱い連続した分布を有する。第 1 波長変換部 3 5 の第 1 面からは、伝搬光 8 2 が散乱された光である散乱光と、伝搬光 8 2 が波長変換されることによって発生された蛍光とが混合された出射光 9 1 が出射される。そして、第 2 波長変換部 3 6 の第 1 面からは、伝搬光 8 2 が散乱された光である散乱光と、伝搬光 8 2 が波長変換されることによって発生された蛍光とが混合された出射光 9 2 が出射される。

#### 【0354】

10

20

30

40

50

上記の構成により、光源装置 400 の波長変換素子 430 から、発光分布のコントラストが高い白色光を出射できる。さらに、上記の構成によれば、発熱体である半導体発光装置 10 が固定されたホルダ 54 と、伝搬光 82 の照射によって発熱する波長変換素子 430 が固定された筐体 50 とを熱的に分離することができる。これにより、光源装置 400 においては、第 1 波長変換部 35 の温度上昇を抑制することができるため、第 1 波長変換部 35 の温度上昇に伴う変換効率の低下を抑制することができ、より高輝度の光を出射させることができる。

【0355】

(実施の形態 7)

次に、実施の形態 7 に係る光源装置について説明する。本実施の形態に係る光源装置に用いる波長変換素子が複数の第 1 波長変換部 35 を有する点において、上記各実施の形態に係る波長変換素子と相違する。以下、本実施の形態に係る光源装置について図面を用いて説明する。

10

【0356】

図 33 は、本実施の形態に係る光源装置に用いられる波長変換素子 530 の概略構成を示す模式的な断面図である。図 34 は、本実施の形態に係る光源装置 500 の構成及び動作の概要を示す模式的な斜視図である。

【0357】

図 33 に示すように、本実施の形態に係る波長変換素子 530 は複数の第 1 波長変換部 35 を備える。複数の第 1 波長変換部 35 は、支持部材 32 の主面に固定される。なお、図 33 には示されないが、支持部材 32 と複数の第 1 波長変換部 35 との間に反射部材が配置されてもよい。複数の第 1 波長変換部 35 の各々の周辺には第 2 波長変換部 36 が配置される。

20

【0358】

そして、伝搬光 82 が入射する側の第 1 波長変換部 35 の表面には第 1 出射領域 41 が形成され、伝搬光 82 が入射する側の第 2 波長変換部 36 の表面には第 2 出射領域 42 が形成される。

【0359】

本実施の形態においては、第 1 波長変換部 35 が 7 個配列される場合について説明する。

【0360】

まず本実施の形態における波長変換素子 530 の製造方法と構成について説明する。

30

【0361】

まず、例えば、アルミニウム板などで構成される支持部材 32 の表面に、例えば、セラミック YAG 蛍光体である第 1 波長変換部 35 が 7 個、図示しない接着剤により所定の隙間を開けて配列された状態で固定される。そして、例えば、溶液状の透明結合材に蛍光体粒子を混合したペースト状の第 2 波長変換部 36 を、第 1 波長変換部 35 の隙間に充填して硬化させる。このとき複数の第 1 波長変換部 35 のうち、最外周に配置された第 1 波長変換部 35 の周辺にも第 2 波長変換部 36 を形成する。

【0362】

上記の製造工程において、支持部材 32 としては、例えば外形が 3 mm 角から 5 mm 角までの大きさで、厚さが 0.1 mm から 0.5 mm までの板状部材を用いる。

40

【0363】

第 1 波長変換部 35 は、例えば外形が 0.2 mm 角から 0.6 mm 角までで、厚さが 0.03 mm から 0.1 mm 角までのセラミック YAG 蛍光体を用いる。

【0364】

また、隣り合う二つの第 1 波長変換部 35 の隙間は、例えば、0.05 mm から 0.2 mm までで設定される。

【0365】

第 2 波長変換部 36 は、例えば、平均粒子径 D50 が 0.5 μm から 5 μm の間の粒子径が比較的小さい YAG 系蛍光体粒子を、例えば、シルセスキオキサン又はシリコン樹脂

50

などの屈折率が1.5以下の透明結合材に混合したものをを用いる。上記のように、粒子径が小さい蛍光体粒子と、蛍光体粒子との屈折率差が大きい透明結合材を用いることにより、第1波長変換部35よりも、励起光(伝搬光)に対する反射率を高くできる。

【0366】

上記の製造方法により図33に示す波長変換素子530が構成される。

【0367】

以上のような構成を有する波長変換素子530の複数の第1波長変換部35のうち、図33の左から3つ目の第1波長変換部35付近にのみ伝搬光82を照射する場合について説明する。

【0368】

この場合、伝搬光82は、第1波長変換部35の第1面35aと、その両端の第2波長変換部36の第1面36aとに、伝搬光82のほとんどが照射される。このとき、第1面35aから第1波長変換部35に入射した伝搬光82の一部は、第1波長変換部35内部の第2面35b及び側面35cで多重反射され、第1波長変換部35内で光強度分布が均一化される。そして、伝搬光82の一部は、第1波長変換部35の蛍光体に吸収され蛍光となる。そして当該蛍光も、伝搬光82と同様に第1波長変換部35内部の第2面35b及び側面35cで多重反射され、第1波長変換部35内で光強度分布が均一化される。この多重反射され、光強度分布が均一化された伝搬光(散乱光)と蛍光との混合光である出射光91は、第1出射領域41から出射される。一方、第1波長変換部35の周辺の第2波長変換部36に入射した伝搬光は、第2波長変換部36で散乱された伝搬光(散乱光)と蛍光との混合光である出射光92となり、第2出射領域42から出射される。

【0369】

ここで、散乱光に対する蛍光の強度比は、第1波長変換部35よりも第2波長変換部36の方が低い。つまり、第1面36aにおける、伝搬光82の単位入射光量あたりの蛍光への変換効率は、第1面35aよりも小さい。

【0370】

この結果、図33の左から3つ目の第1波長変換部35付近において、第1出射領域41から光強度分布が均一な出射光を出射させることができる。このとき、第2出射領域42から出射される出射光92は、光強度は低く、伝搬光のスペクトルと蛍光のスペクトルが混合した出射光のスペクトルを有する。

【0371】

このため、図33の左から3つ目の第1波長変換部35の第1出射領域41全域から白色で、輝度が均一で高い出射光91を出射でき、その周辺の第2波長変換部36からは白色だが輝度が低い出射光92を出射させることができる。つまり、波長変換素子530においては、光強度分布のエッジがシャープで、色分布も小さい出射光を出射させることができる。また、この光強度分布及び色分布は、伝搬光82の照射位置を変化させても、複数の第1波長変換部35の位置に応じて、実現することができる。つまり、伝搬光82の照射位置を変化させることで、出射面における光強度分布のエッジがシャープな白色の出射光を、複数の異なる第1波長変換部35の各々から出射させることができる。つまり、出射面における光強度分布のエッジがシャープな出射光が出射される発光位置に対応する第1波長変換部35を選択することができる。

【0372】

さらに、本実施の形態においては、伝搬光82の照射位置を2次元方向に移動させることにより、出射光の発光位置を2次元方向に移動させることができる。

【0373】

このような2次元方向における発光位置の移動は、波長変換素子530の第1波長変換部35を、一方の方向に複数個配列し、当該方向に対して垂直な方向にも複数個配列すること、つまり、複数の第1波長変換部35をマトリックス状に配列することにより実現できる。

【0374】

10

20

30

40

50

例えば、図 3 3 に示す波長変換素子 5 3 0 において、第 1 波長変換部 3 5 を、紙面の左右方向に 7 個、紙面に垂直な方向に 3 個、それぞれ配列し、波長変換素子 5 3 0 を光源装置 5 0 0 に組み込んだ光源装置 5 0 0 について図 3 4 を用いて説明する。

【 0 3 7 5 】

光源装置 5 0 0 は、波長変換素子 5 3 0 と、半導体発光装置 1 0 と、レンズ 2 0 a と、例えば、電磁力で可動させることが可能なミラー部を有する反射光学素子 2 0 b とを備える。波長変換素子 5 3 0 と、半導体発光装置 1 0 と、レンズ 2 0 a と、反射光学素子 2 0 b とは筐体 5 0 に固定される。

【 0 3 7 6 】

上記の光源装置 5 0 0 において、半導体発光装置 1 0 は、例えば、電子制御ユニット (Electric Control Unit) からの指示に従い、電流パルスを供給することが可能な半導体発光装置駆動部と電気的に接続される。反射光学素子 2 0 b は、電子制御ユニットからの指示にしたがい、任意の波形の電力を供給することが可能な反射光学素子駆動部と電気的に接続される。そして、波長変換素子 5 3 0 の出射側には、例えば、投射レンズである投光部材 1 2 0 が配置される。

10

【 0 3 7 7 】

半導体発光装置 1 0 は、半導体発光装置駆動部から電力が供給されると励起光 8 1 を出射する。励起光 8 1 は、レンズ 2 0 a により該平行光又は集束する光である伝搬光 8 2 となり、反射光学素子 2 0 b に入射する。このとき、反射光学素子 2 0 b は、反射光学素子駆動部からの電力により、任意の角度に設定される。これにより、伝搬光 8 2 を波長変換素子 5 3 0 の任意の位置に照射できる。ここで、波長変換素子 5 3 0 の複数の第 1 波長変換部 3 5 が図 3 4 において、紙面横方向に 7 列、紙面上下方向に 3 行のマトリックス状に配列されていると仮定する。

20

【 0 3 7 8 】

伝搬光 8 2 は、反射光学素子 2 0 b により、例えば、図中の矢印 X 及び矢印 Y に示すように、波長変換素子 3 0 の裏面側から見て、左上側から右上側 (1 行目)、左中央側 (つまり左側かつ上下方向中央) から右中央側 (つまり右側かつ上下方向中央) (2 行目)、左下側から右下側 (3 行目) のように走査されながら波長変換素子 5 3 0 の表面に照射される。このとき、半導体発光装置駆動部からの電流を半導体発光装置 1 0 に印加することで、例えば、1 行目においては、左から 1 及び 2 列目、2 行目においては左から 1、2、3、7 列目、3 行目においては、左から 2 ~ 7 列目に伝搬光 8 2 を順次照射する。これにより、投光部材 1 2 0 により、波長変換素子 5 3 0 表面に形成された、発光領域の発光パターン 1 1 2 に応じた、投光パターンである投影像 9 9 が照射部に投影される。

30

【 0 3 7 9 】

このとき投影像 9 9 は、光強度分布のエッジがシャープな複数の投光パターンである投影像 9 9 a から構成される。ここで、投影像 9 9 a は、発光している複数の第 1 波長変換部 3 5 に対応した投影像である。また、隣り合う二つの投影像 9 9 a の間においては、第 2 波長変換部 3 6 から、光強度は弱い白色である投影像 9 9 b が投影される。また、発光している第 1 波長変換部 3 5 に対応する投影像 9 9 a の端部分においては、第 1 波長変換部 3 5 からの出射光 9 1 の光強度分布に応じたエッジが形成される。

40

【 0 3 8 0 】

したがって、本実施の形態に係る光源装置を用いることで、発光分布のコントラストの高い白色光を出射するとともに、任意の投光パターンを有する投影像 9 9 を投影できる。

【 0 3 8 1 】

また、複数の第 1 波長変換部 3 5 の隙間からは、第 1 波長変換部 3 5 と色度座標が近い、又は同じである白色光を投影することができるため、色分布の少ない投影光を投影することができる。

【 0 3 8 2 】

(実施の形態 7 の変形例)

続いて、図 3 5 を用いて実施の形態 7 の変形例に係る光源装置について説明する。

50

## 【0383】

図35は、本変形例に係る光源装置に用いる波長変換素子530Aの概略構成を示す模式的な断面図である。

## 【0384】

本変形例においては、複数の第1波長変換部35は、例えばシリコン基板である支持部材32上に固定される。このとき複数の第1波長変換部35と支持部材32との間には、反射部材31が配置される。反射部材31としては、例えば、平均粒子径D50が10nmから3 $\mu$ mの間にあるTiO<sub>2</sub>粒子である高屈折率粒子が、例えばシルセスキオキサン又はシリコーン樹脂など透明結合材に混合した部材を用いることができる。

## 【0385】

このとき反射部材31は、第1波長変換部35の底面及び側面の一部を覆ってもよい。

## 【0386】

この構成により、第1波長変換部35の第1面35aから入射した伝搬光82は、第1波長変換部35の第2面35b及び側面35cで多重反射されるが、第2面35b及び側面35cの少なくとも一部に反射部材31が形成される。このため、伝搬光82に対する第1波長変換部35の第2面35b及び側面35cにおける反射率を高くすることができるとともに、伝搬光82を効率よく散乱させることができるため、伝搬光82及び蛍光の第1波長変換部35内における光強度分布を効率よく均一化することができる。したがって、本実施の形態に係る波長変換素子530Aを備える光源装置によれば、発光分布のコントラストの高い白色光を出射させることができる。

## 【0387】

(実施の形態8)

続いて図36を用いて実施の形態8に係る光源装置について説明する。

## 【0388】

図36は、本実施の形態に係る光源装置104の構成及び機能を示す模式的な断面図である。

## 【0389】

図36に示すように、本実施の形態に係る光源装置104は、半導体発光装置10と、集光光学系20と、波長変換素子130と、筐体50と、第2の筐体とを備える。光源装置104は、さらに、マイクロコントローラ65、第1光検出器25、第2光検出器26、コネクタ67等が実装されたプリント基板62を備える。

## 【0390】

本実施の形態に係る光源装置104においては、実施の形態2の変形例及び実施の形態4の変形例2と同様に、波長変換素子130の第1波長変換部35と第2波長変換部36とで異なる蛍光体材料が用いられる。波長変換素子130の支持部材32は、伝搬光82に対して透明な材料で構成され、伝搬光82は、波長変換素子130の支持部材32側から入射される。

## 【0391】

また、本実施の形態においては、集光光学系20は、半導体発光装置10に備えつけられる。そして、半導体発光装置10及び波長変換素子130は、筐体50に固定されて、実施の形態2の変形例に係る光源装置101と同様の光源装置103を構成している。さらに本実施の形態において、筐体50は第2の筐体57に固定される。そして、半導体発光装置10は、マイクロコントローラ65及び第1光検出器25が実装されたプリント基板62に接続され、プリント基板62が第2の筐体57に固定されることで光源装置104を構成している。

## 【0392】

半導体発光装置10は、例えば窒化物半導体レーザである半導体発光素子11と、半導体発光素子11が固定されたパッケージ13とを備える。パッケージ13は、円盤状のベースと、ポストとを備え、ベースにリードピン13a及び13bが取り付けられる。ベース及びポストは例えば無酸素銅で構成される。リードピン13a及び13bは、緩衝リング

10

20

30

40

50

13gと絶縁部材とを介してベースに固定される。

【0393】

集光光学系20は、例えば、レンズである。本実施の形態では集光光学系20は金属缶14によりパッケージ13のベースに固定される。このとき金属缶14はベースに形成された溶接台13hに固定される。

【0394】

筐体50は、例えば、アルミ合金等の金属で構成され、中央に貫通孔を有する基台である。そして、半導体発光装置10が、貫通孔につながる筐体50の一方の面に固定されている。そして貫通孔につながる、筐体50のもう一方の面には、波長変換素子130が固定される。このように図13に示す実施の形態2の変形例とほぼ同じ光学系を有する光源装置104が構成される。

10

【0395】

第2の筐体57は、例えばアルミ合金などの金属で構成された基台であり、筐体50を固定する貫通孔のほかに、波長変換素子130から出射される光を第1光検出器25及び第2光検出器26に導くための貫通孔が2つ形成されている。

【0396】

プリント基板62は半導体発光装置10に接続され、第2の筐体57の波長変換素子130が配置されている面とは反対側に固定される。

【0397】

光源装置104は、さらに、第2の筐体57のプリント基板62が固定された面とは反対側の面に、第1フィルタ23と、第2フィルタ24と、カバー部材51及び61とを備える。

20

【0398】

カバー部材61は、例えば透明ガラスなどの透明材料で構成される。カバー部材61は、金属などの部材で構成されるカバー部材51に保持され、波長変換素子130、第1フィルタ23及び第2フィルタ24を覆うように第2の筐体57に固定される。

【0399】

カバー部材61は、波長変換素子130から出射される出射光95の一部の光を、第1光検出器25及び第2光検出器26に導くための機能も有する。以下、カバー部材61などによる出射光95に対する作用について説明する。

30

【0400】

半導体発光装置10から出射される励起光81は、集光光学系20により集光されて、波長変換素子130に照射される。波長変換素子130から出射した出射光95の一部は、カバー部材61を通過する際に反射され、第1フィルタ23及び第2フィルタ24に入射する。このとき、第1光検出器25に向かう出射光95は第1フィルタ23に入射する。また第2光検出器26に向かう出射光95は第2フィルタ24に入射する。

【0401】

上記の構成において、第1光検出器25及び第2光検出器26に導かれた光が、光電変換され、図示しないマイクロコントローラに入力される動作は他の実施の形態に係る光源装置と同様である。

40

【0402】

上記のように本実施の形態に係る光源装置104の構成により、所望の機能を有する光源装置を容易に実現することができる。

【0403】

(実施の形態8の変形例)

次に、実施の形態8の変形例に係る光源装置について説明する。本変形例に係る光源装置は、実施の形態8に係る光源装置104と同様に第1光検出器25を備えるが、第1光検出器25の配置などにおいて、実施の形態8に係る光源装置104と相違する。以下、本変形例に係る光源装置について、実施の形態8に係る光源装置104との相違点を中心に図面を用いて説明する。

50

## 【0404】

図37は、本変形例に係る光源装置104Aの構成及び機能を示す模式的な断面図である。図38は、本変形例に係る光源装置104Aに、さらに投光部材120を取り付けた場合の具体的な構成を示す模式的な断面図である。

## 【0405】

図37に示すように、本変形例に係る光源装置104Aは、半導体発光装置10と、波長変換素子130とを備える。光源装置104Aは、さらに、半導体発光装置10及び波長変換素子130が固定される筐体50と、筐体50が固定される第2の筐体と、プリント基板62と、第1光検出器25とを備える。

## 【0406】

本変形例に係る光源装置104Aにおいては、実施の形態2の変形例や実施の形態4の変形例2、実施の形態8と同様に波長変換素子130の第1波長変換部35と第2波長変換部36とで異なる蛍光体材料が用いられる。波長変換素子130の支持部材32は、伝搬光82に対して透明な材料で構成され、伝搬光82は、波長変換素子130の支持部材32側から入射される。

## 【0407】

また、本変形例においては、第1光検出器25は、半導体発光装置10に固定される。

## 【0408】

本変形例に係る半導体発光装置10では、パッケージ13のベースにリードピン13a及び13bの他に、リードピン13c(図示せず)及び13dが取り付けられる。そして半導体発光素子11と第1光検出器25とがパッケージ13に固定される。半導体発光素子11と第1光検出器25とを備えた半導体発光装置10において、半導体発光素子11はリードピン13a及び13bに電氣的に接続される。そして、第1光検出器25はリードピン13c及び13dに電氣的に接続される。

## 【0409】

光源装置104Aにおいて、上述のとおり、筐体50は第2の筐体57に固定される。そしてマイクロコントローラ65及びコネクタ67が実装されたプリント基板62は、半導体発光装置10のリードピン13a、13b、13c及び13dに電氣的に接続され、第2の筐体57に固定される。

## 【0410】

半導体発光素子11に形成された光導波路11aから出射される励起光81は、集光光学系20により波長変換素子130に照射される。そして、反射部材31を通過して、第1波長変換部35及び第2波長変換部36に照射される。このとき、反射部材31は、励起光81と同じ波長の光を通過して、第1波長変換部35及び第2波長変換部36で生成された光を反射する。したがって反射部材31は、第1フィルタ23と同じ機能を有する。

## 【0411】

上記の構成において、第1光検出器25に導かれた光が、光電変換され、図示しないマイクロコントローラに入力される動作は他の実施の形態に係る光源装置と同様である。

## 【0412】

また、図38に示すように、光源装置104Aに投光部材120を取り付けてもよい。図38に示す例では、図37に示す光源装置104Aに、例えばパラボリックミラーである投光部材120が取り付けられている。ここで、第2の筐体57の、波長変換素子130に近い側の面にはネジ穴57aが形成されている。このネジ穴57aを用いることによって、投光部材120を光源装置104Aに容易に固定することができる。このような光源装置104A及び投光部材120を備える投光装置において、光源装置104Aから出射した出射光95を構成する出射光91及び92は、それぞれ投光部材120でほぼ平行に進む出射光91b及び92bとなり出射される。つまり、投光装置から指向性に優れた投影光96を出射させることができる。

## 【0413】

上記のように本実施の形態に係る光源装置104Aの構成により、所望の機能を有する光

10

20

30

40

50

源装置 104A を容易に実現することができる。

【0414】

(その他の変形例など)

以上、本開示に係る光源装置及び照明装置について、実施の形態に基づいて説明したが、本開示は、上記実施の形態に限定されるものではない。

【0415】

例えば、上記各実施の形態及びそれらの変形例においては、二つの波長変換部を用いる構成を示したが、波長変換部を三種類以上用いてもよい。これにより、出射光の波長分布の設計の自由度をより高めることができる。

【0416】

上記各実施の形態及びそれらの変形例において、第1波長変換部35を囲むとの記載によって、第1波長変換部の全周囲に途切れることなく配置される構成に限定されない。少なくとも全周囲の半分以上に配置されていればよい。

【0417】

その他、各実施の形態に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で各実施の形態における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本発明に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0418】

本開示の光源装置及び照明装置においては、上述のとおり励起光の利用効率が高く、かつ、スポット像周辺の輝度分布及び色分布を自由に設計することが可能である。そのため、本開示の光源装置及び照明装置は、自動車、鉄道車両、自転車などの車両用の前照灯、スポットライト用光源などの各種光源装置及び照明装置において有用である。

【符号の説明】

【0419】

10 半導体発光装置

11 半導体発光素子

11a 光導波路

12 支持部材

13 パッケージ

13a、13b、13d リードピン

14 金属缶

20 集光光学系

20a、20d レンズ

20b 反射光学素子

20c 光ファイバ

21 分離光学素子

22 反射部材

23 第1フィルタ

24 第2フィルタ

25 第1光検出器

26 第2光検出器

27 第3光検出器

30、30A、30B、30C、30D、130、230、230A、230B、230C、330、330A、430、430A、430B、430C、430D、530、5

30A 波長変換素子

31 反射部材

31a 表面

32、32r 支持部材

32a 反射膜

10

20

30

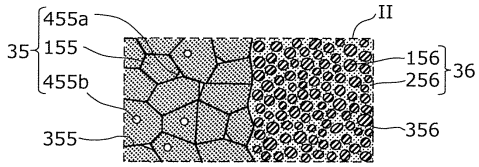
40

50

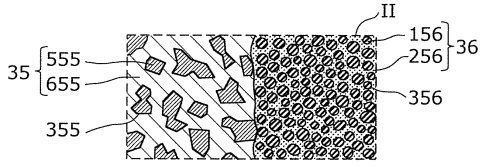
3 2 b	底部	
3 2 c	凹凸	
3 3	反射防止膜	
3 4	接合材	
3 5	第 1 波長変換部	
3 5 a、3 6 a	第 1 面	
3 5 b、3 6 b	第 2 面	
3 5 c	側面	
3 6	第 2 波長変換部	
3 8	波長変換部	10
3 9	接着層	
4 1	第 1 出射領域	
4 2	第 2 出射領域	
5 0	筐体	
5 1、5 2、6 1、6 1 a	カバー部材	
5 3	支持部材	
5 4	ホルダ	
5 5、5 6	ねじ	
5 7	第 2 の筐体	
6 2	プリント基板	20
6 5	マイクロコントローラ	
6 7	コネクタ	
6 8	外部配線	
7 0	放熱機構	
7 5	放熱部材	
8 1	励起光	
8 2、8 4、8 5	伝搬光	
8 2 a、8 2 b	入射光	
8 2 i	中心軸	
8 5 a	入射光	30
8 6 a、9 4、9 4 a、9 4 b	蛍光 (波長変換光)	
9 1、9 2	出射光	
9 3、9 3 a、9 3 b	散乱光	
9 5	出射光	
9 6	投影光	
9 9、9 9 a、9 9 b	投影像	
1 0 0、1 0 1、1 0 2、1 0 2 A、1 0 3、1 0 4、1 0 4 A、3 0 0、4 0 0、5 0	光源装置	
1 2 0	投光部材	
1 3 5 c	側面	40
1 5 0	真空コレット	
1 5 5、1 5 6	蛍光体粒子	
1 5 7	第 2 粒子	
1 5 8、4 5 6	ポイド	
1 9 9	対向車	
2 0 0	照明装置	
2 3 5 c	側面	
2 5 5、2 5 6	透明結合材	
2 9 9	車両	
3 5 5、3 5 6	界面	50



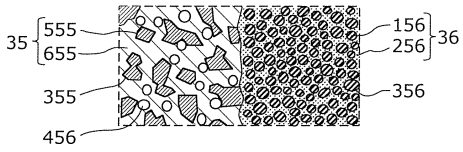
【図 2 F】



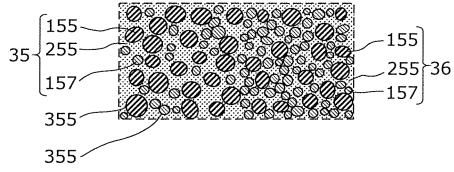
【図 2 G】



【図 2 H】

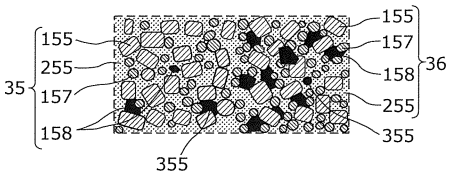


【図 2 I】

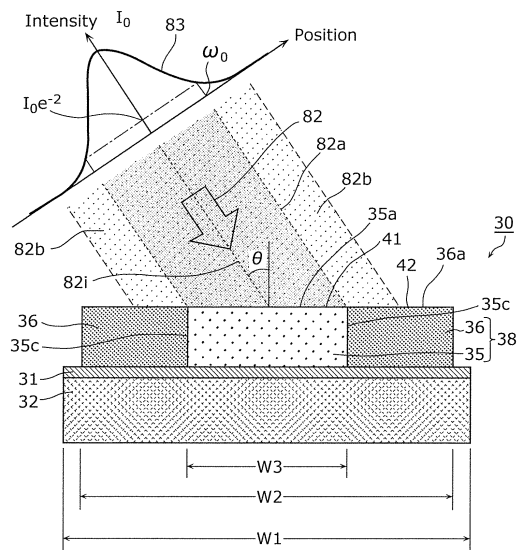


10

【図 2 J】



【図 3】



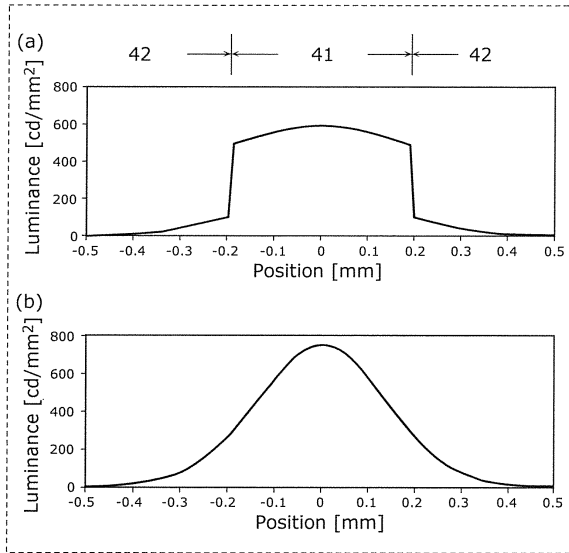
20

30

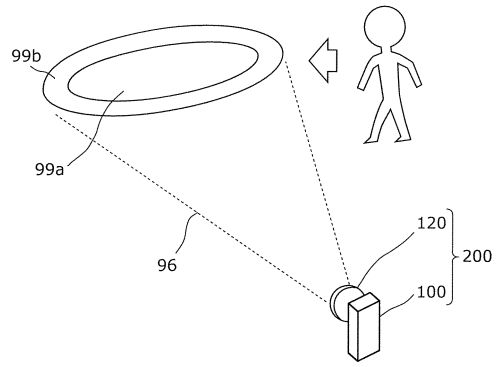
40

50

【 4 】



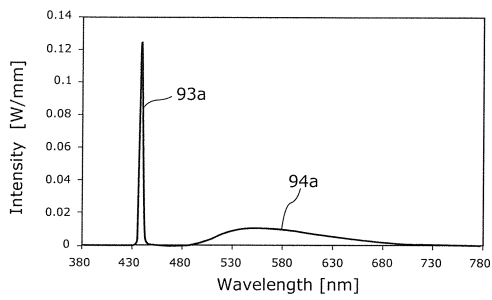
【 5 】



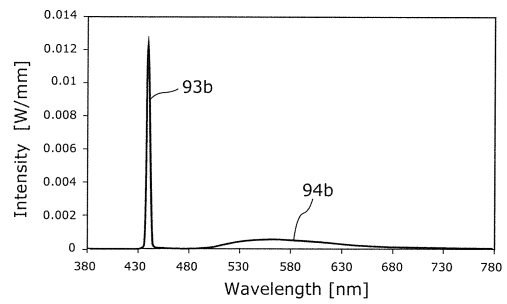
10

20

【 6 A 】



【 6 B 】

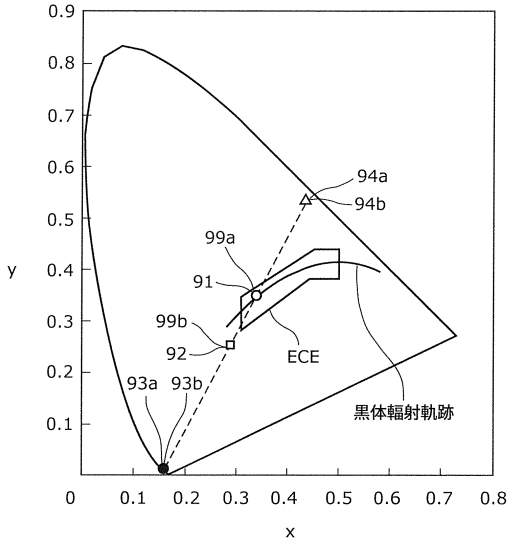


30

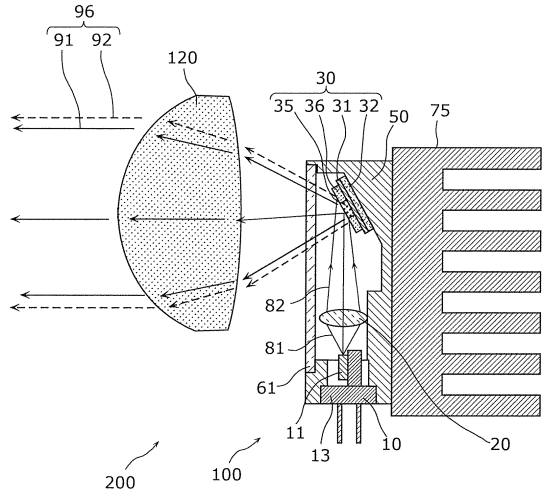
40

50

【 図 6 C 】

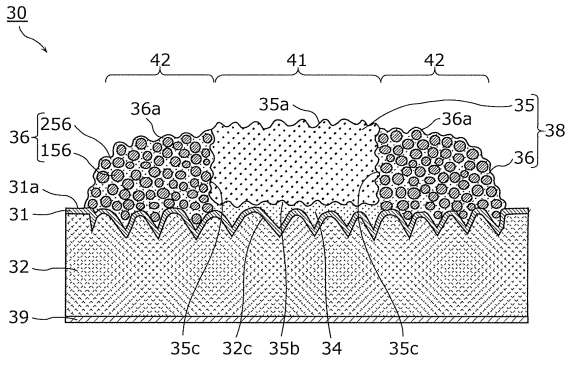


【 图 7 】

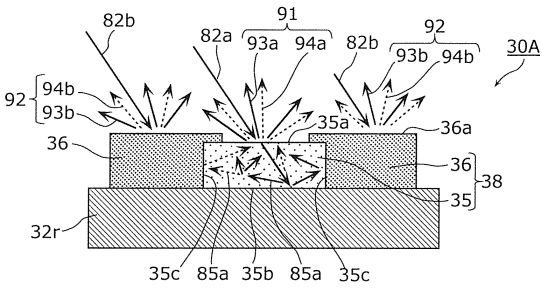


10

【 图 8 】



【 图 9 A 】



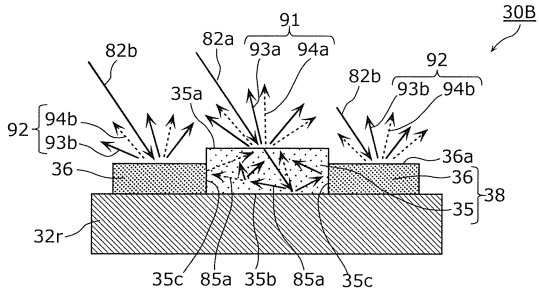
20

30

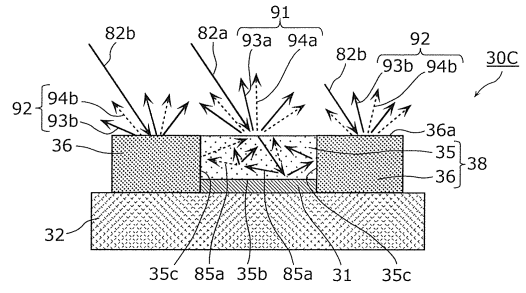
40

50

【図9B】

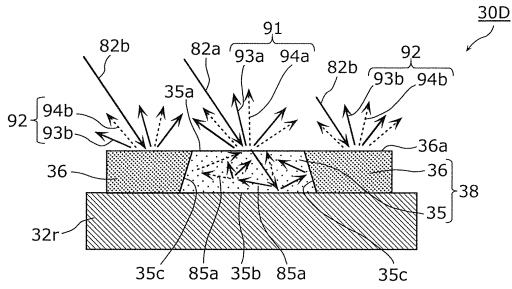


【図10A】

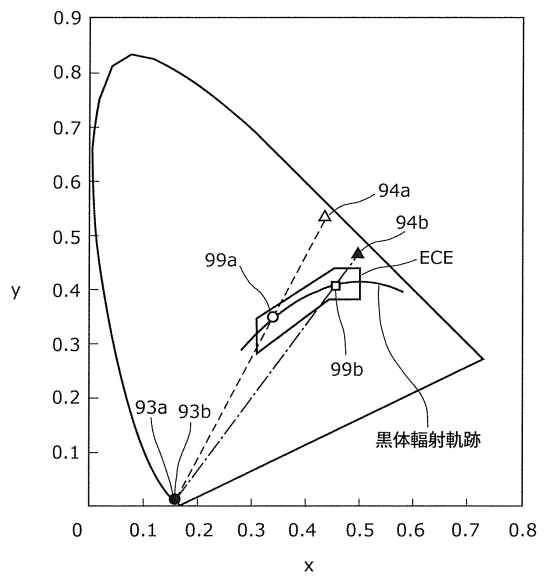


10

【図10B】



【図11】



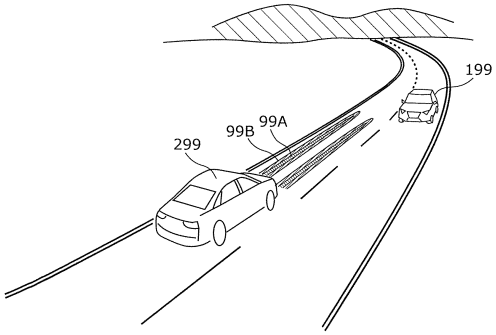
20

30

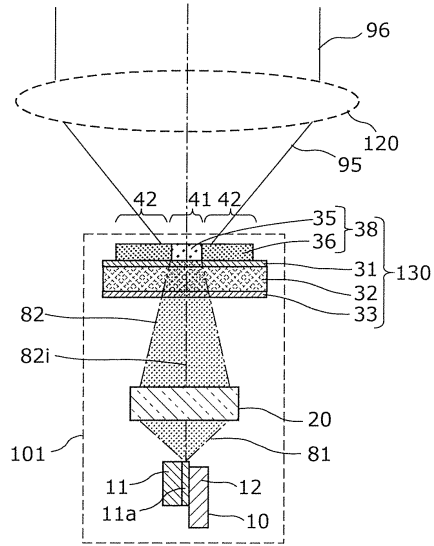
40

50

【図 1 2】

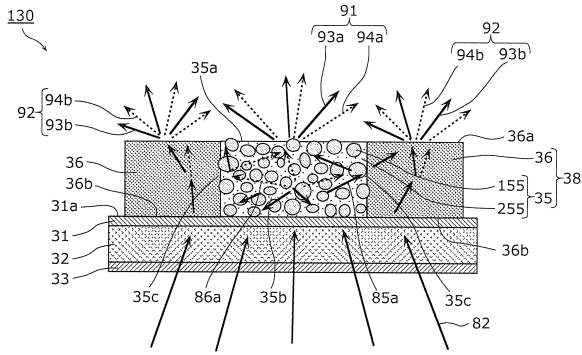


【図 1 3】

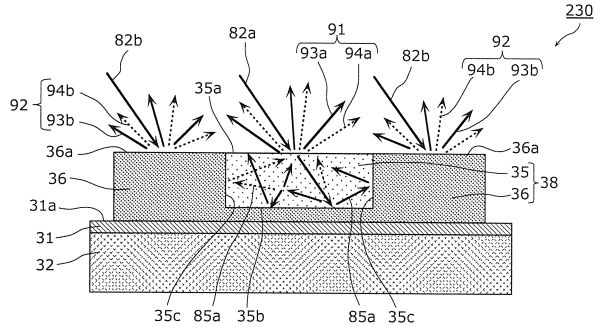


10

【図 1 4】



【図 1 5】



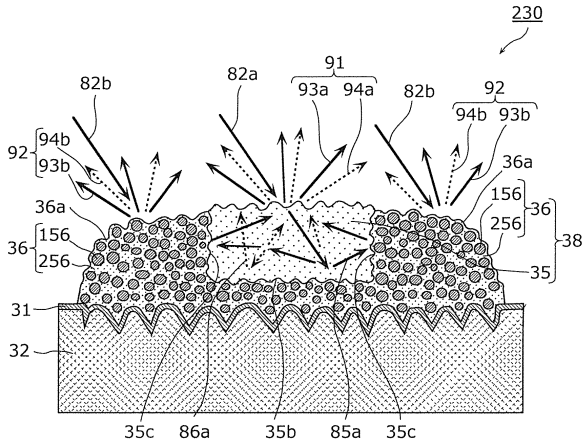
20

30

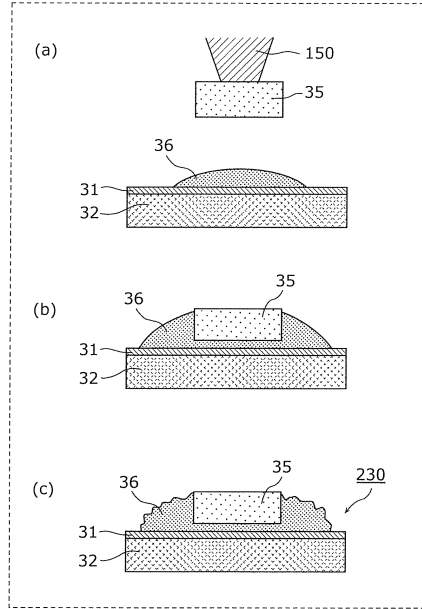
40

50

【 図 1 6 】



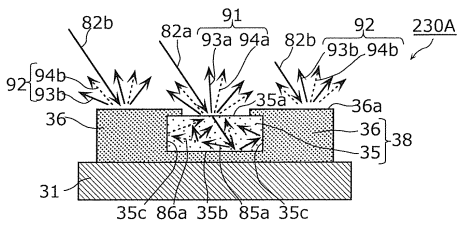
【 図 1 7 】



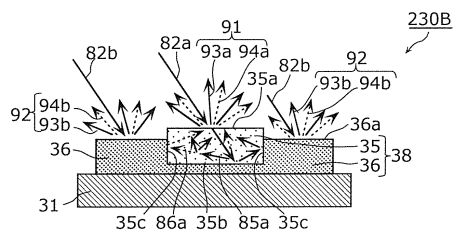
10

20

【 図 1 8 A 】



【 図 1 8 B 】

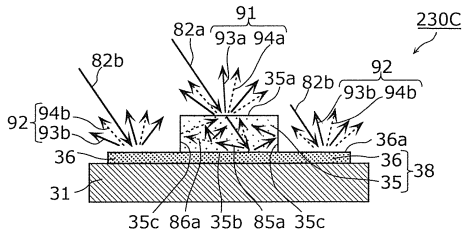


30

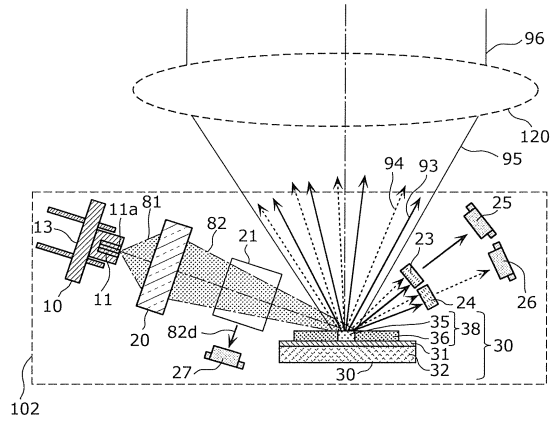
40

50

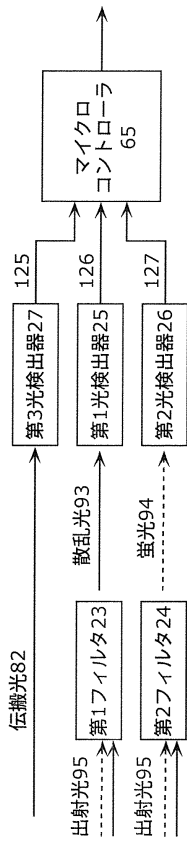
【図18C】



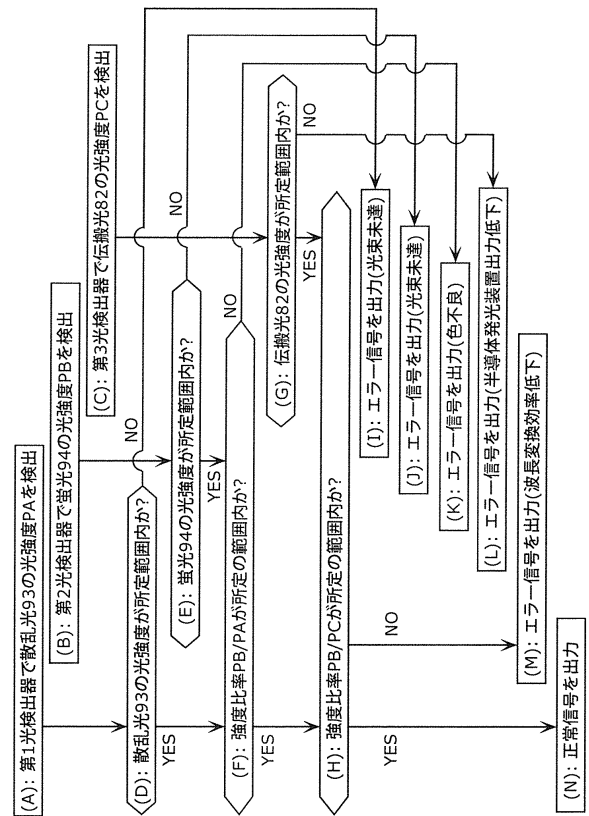
【図19】



【図20】



【図21】



10

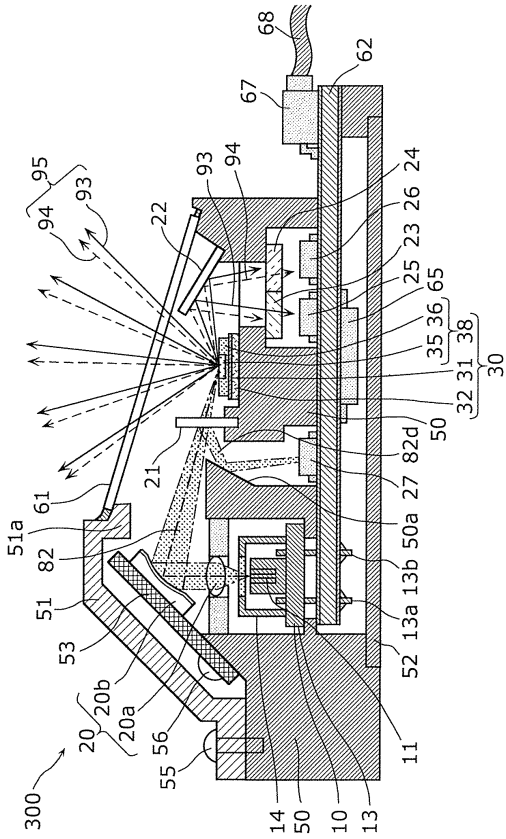
20

30

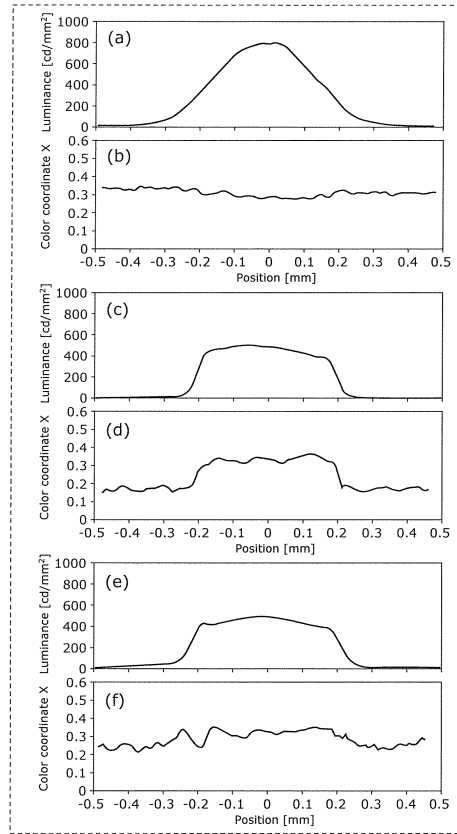
40

50

【 2 2 】



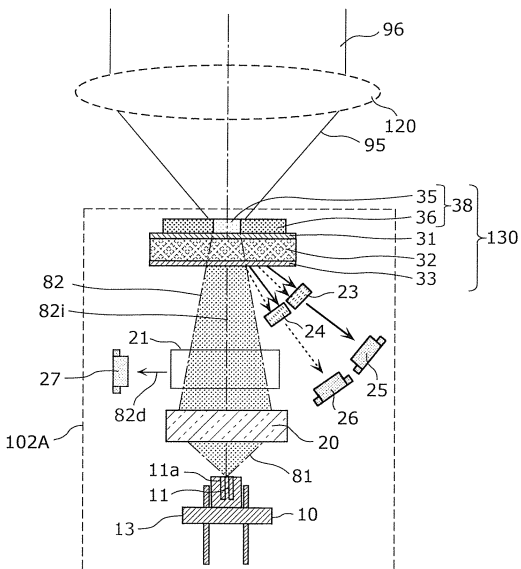
【 2 3 】



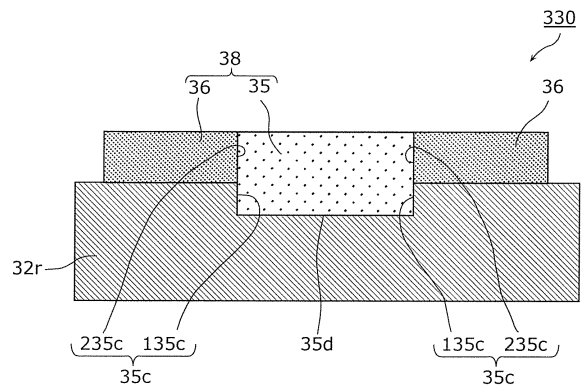
10

20

【 2 4 】



【 2 5 】

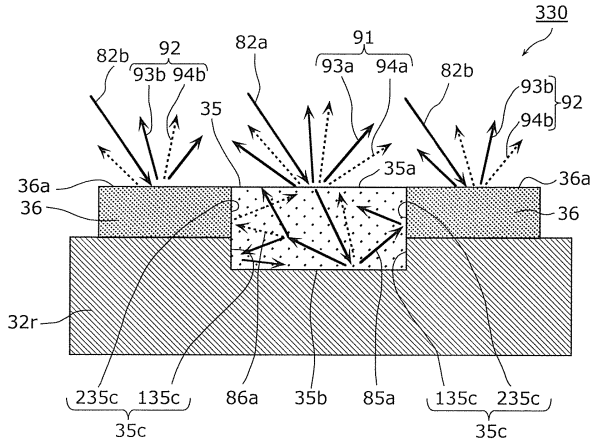


30

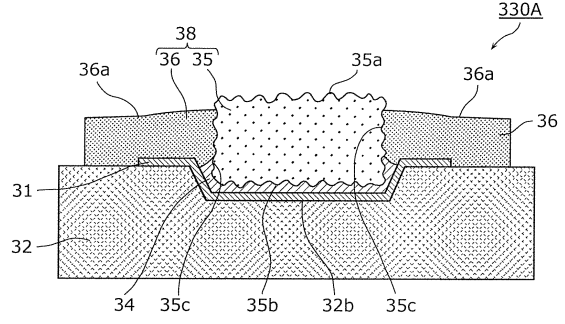
40

50

【図 26】

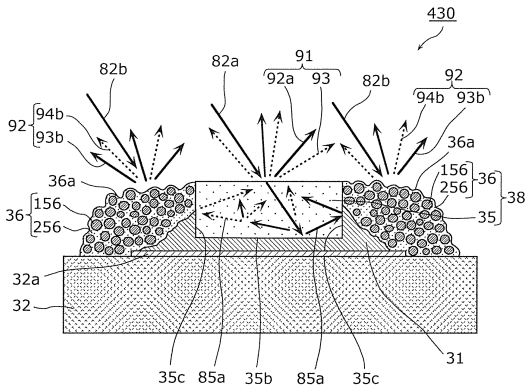


【図 27】

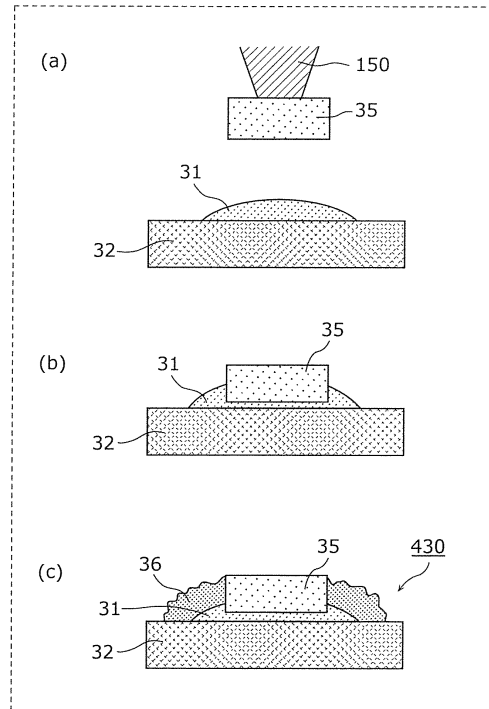


10

【図 28】



【図 29】



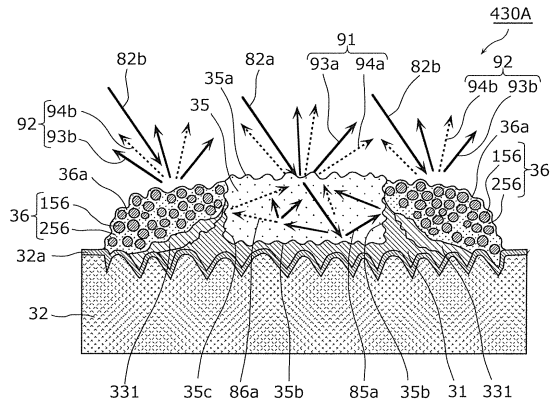
20

30

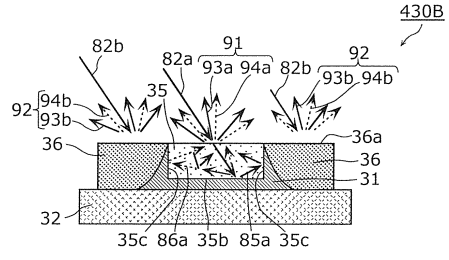
40

50

【図 3 0】



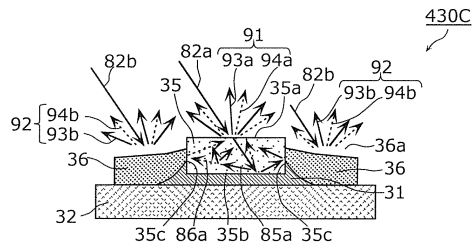
【図 3 1 A】



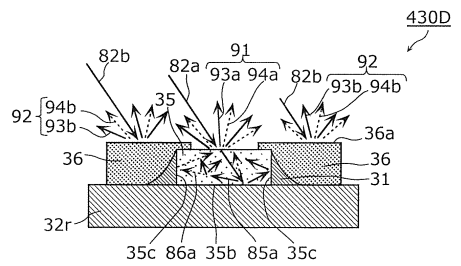
10

20

【図 3 1 B】



【図 3 1 C】



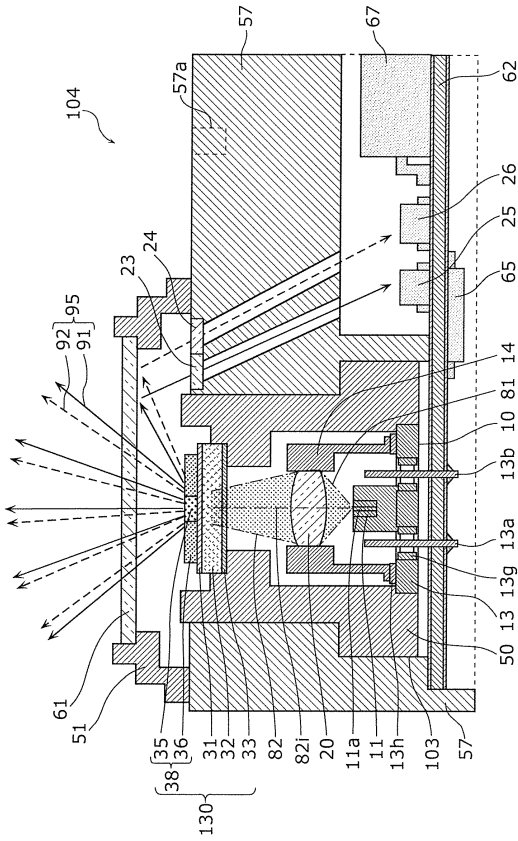
30

40

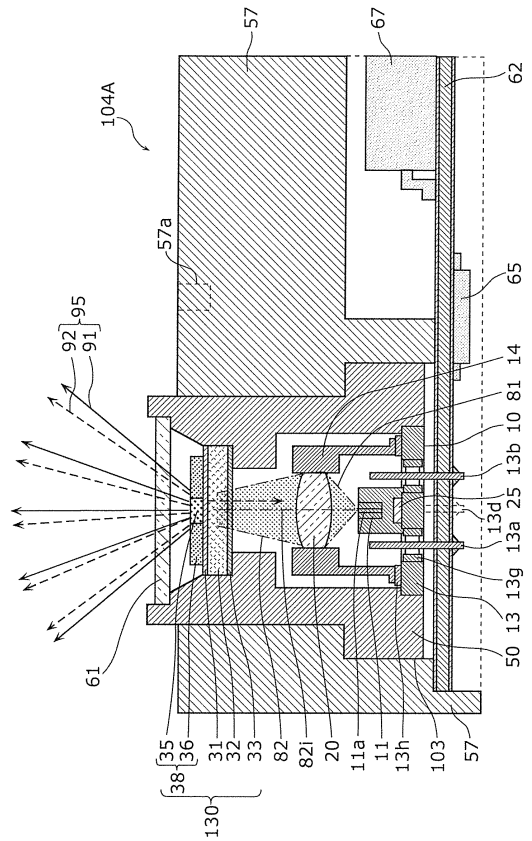
50



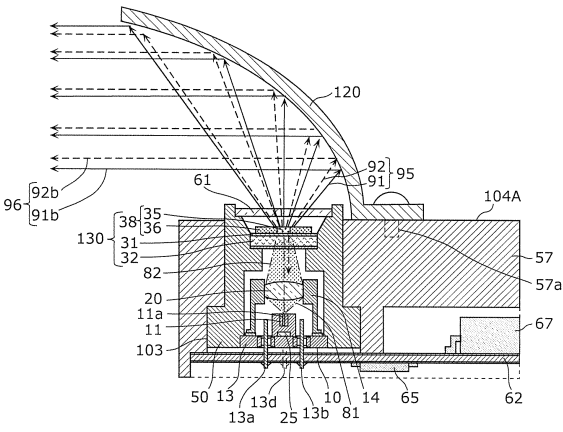
【図 3 6】



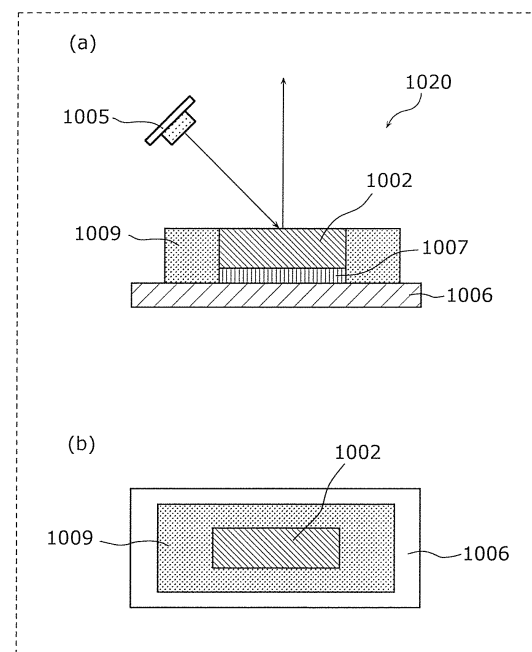
【図 3 7】



【図 3 8】



【図 3 9】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I	
<i>F 2 1 V</i>	<i>7/30 (2018.01)</i>	<i>F 2 1 V</i>	9/20
<i>H 0 5 B</i>	<i>45/22 (2020.01)</i>	<i>F 2 1 V</i>	7/30
<i>H 0 5 B</i>	<i>45/12 (2020.01)</i>	<i>H 0 5 B</i>	45/22
<i>F 2 1 Y</i>	<i>115/30 (2016.01)</i>	<i>H 0 5 B</i>	45/12
		<i>F 2 1 Y</i>	115:30

## ナソニック株式会社内

審査官 田中 友章

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 2 0 8 2 5 8 ( J P , A )

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

*F 2 1 S* 2 / 0 0  
*F 2 1 V* 2 3 / 0 0  
*F 2 1 V* 9 / 0 0  
*F 2 1 V* 7 / 3 0  
*H 0 5 B* 4 5 / 2 2  
*H 0 5 B* 4 5 / 1 2  
*F 2 1 Y* 1 1 5 / 3 0