

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7294089号

(P7294089)

(45)発行日 令和5年6月20日(2023.6.20)

(24)登録日 令和5年6月12日(2023.6.12)

(51)国際特許分類

F I

G 0 3 B 21/14 (2006.01)

G 0 3 B

21/14

A

G 0 3 B 21/00 (2006.01)

G 0 3 B

21/00

D

H 0 4 N 5/74 (2006.01)

H 0 4 N

5/74

Z

F 2 1 S 2/00 (2016.01)

F 2 1 S

2/00

3 1 1

F 2 1 V 9/32 (2018.01)

F 2 1 V

9/32

請求項の数 6 (全14頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2019-215073(P2019-215073)

(22)出願日 令和1年11月28日(2019.11.28)

(65)公開番号 特開2021-86010(P2021-86010A)

(43)公開日 令和3年6月3日(2021.6.3)

審査請求日 令和4年6月21日(2022.6.21)

(73)特許権者 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区新宿四丁目1番6号

(74)代理人 100179475

弁理士 仲井 智至

(74)代理人 100216253

弁理士 松岡 宏紀

(74)代理人 100225901

弁理士 今村 真之

(72)発明者 安松 航

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ

コーエブソン株式会社内

(72)発明者 赤川 朋子

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ

コーエブソン株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光源装置およびプロジェクター

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1波長帯の第1光を射出する光源部と、

前記光源部から射出された前記第1光を集光する第1光学素子と、

前記第1光学素子により集光された前記第1光が入射する第1入射面と、前記第1入射面とは異なる第1射出面とを有し、前記第1入射面から入射される前記第1光を導波して前記第1射出面から射出させる第2光学素子と、

前記第2光学素子の前記第1射出面から射出される前記第1光が入射する第2入射面と、前記第2入射面とは異なる第2射出面とを有し、前記第2入射面から入射した前記第1光を、前記第1波長帯とは異なる第2波長帯を有する第2光に変換する波長変換素子と、
を備え、

前記第2光学素子及び前記波長変換素子は、前記第1射出面と前記第2入射面とを対向させるとともに、互いが離間した状態に設けられており、

前記第2入射面の大きさは、前記第1射出面の大きさより大きく、

前記波長変換素子を保持するとともに、前記波長変換素子と熱的に接続される一方で前記第2光学素子とは接触しない第1基板をさらに備え、

前記第2光学素子は、前記第1入射面と前記第1射出面とに交差する側面を有し、

前記第1基板は、前記側面に対向する第1面を有しており、

前記側面と前記第1基板の前記第1面とは、互いに離間して設けられる光源装置。

【請求項2】

10

20

請求項 1 に記載の光源装置であって、

前記側面と前記第 1 面との間隙の大きさは、前記第 1 射出面と前記第 2 入射面との間隙の大きさよりも大きい光源装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の光源装置であって、

前記第 1 基板は、前記第 2 光学素子の一部が挿入された貫通孔を有し、

前記波長変換素子の前記第 2 入射面は、前記貫通孔の内部に露出している光源装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光源装置であって、

前記波長変換素子は、前記第 2 入射面に設けられ前記第 1 光を透過させるとともに前記第 2 光を反射させる第 1 膜を有する光源装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の光源装置であって、

前記波長変換素子は、

前記第 2 入射面から入射される前記第 1 光を前記第 2 光に波長変換する波長変換層と、

前記波長変換層を保持するとともに前記波長変換層と熱的に接続され、透光性を有する第 2 基板と、

を含む光源装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の光源装置と、

前記光源装置からの光を画像情報に応じて変調することにより画像光を形成する光変調装置と、

20

前記画像光を投射する投射光学系と、

を備えることを特徴とするプロジェクター。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源装置およびプロジェクターに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、プロジェクター用の照明装置として照明光に蛍光を利用するものがある。例えば、下記特許文献 1 には、光源部と、集光レンズと、ロッドレンズと、蛍光体シートとを備えた光源装置が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2008 - 235439 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記光源装置では、ロッドレンズ及び蛍光体シートが当接しているため、蛍光体シートで生成された蛍光がロッドレンズ側に導波して外部に射出されてしまい、光利用効率が低下するおそれがあった。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために、本発明の一態様の光源装置は、第 1 波長帯の第 1 光を射出する光源部と、前記光源部から射出された前記第 1 光を集光する第 1 光学素子と、前記第 1 光学素子により集光された前記第 1 光が入射する第 1 入射面と、前記第 1 入射面とは異なる第 1 射出面とを有し、前記第 1 入射面から入射される前記第 1 光を導波して前記第 1 射出面から射出させる第 2 光学素子と、前記第 2 光学素子の前記第 1 射出面から射出され

50

る前記第 1 光が入射する第 2 入射面と、前記第 2 入射面とは異なる第 2 射出面とを有し、前記第 2 入射面から入射した前記第 1 光を、前記第 1 波長帯とは異なる第 2 波長帯を有する第 2 光に変換する波長変換素子と、を備え、前記第 2 光学素子及び前記波長変換素子は、前記第 1 射出面と前記第 2 入射面とを対向させるとともに、互いが離間した状態に設けられており、前記第 2 入射面の大きさは、前記第 1 射出面の大きさより大きいことを特徴とする。

【0006】

本発明の一態様の光源装置において、前記波長変換素子を保持するとともに前記波長変換素子と熱的に接続される第 1 基板をさらに備え、前記第 2 光学素子は、前記第 1 入射面と前記第 1 射出面とに交差する側面を有し、前記第 1 基板は、前記側面に対向する第 1 面を有しており、前記側面と前記第 1 基板の前記第 1 面とは、互いに離間して設けられていてもよい。

10

【0007】

本発明の一態様の光源装置において、前記側面と前記第 1 面との間隙の大きさは、前記第 1 射出面と前記第 2 入射面との間隙の大きさよりも大きい構成が採用されてもよい。

【0008】

本発明の一態様の光源装置において、前記波長変換素子は、前記第 2 入射面に設けられ、前記第 1 光を透過させるとともに前記第 2 光を反射させる第 1 膜を有していてもよい。

【0009】

本発明の一態様の光源装置において、前記波長変換素子は、前記第 2 入射面から入射される前記第 1 光を前記第 2 光に波長変換する波長変換層と、前記波長変換層を保持するとともに前記波長変換層と熱的に接続され、透光性を有する第 2 基板とを含んでいてもよい。

20

【0010】

本発明の一態様のプロジェクターは、上記の光源装置と、前記光源装置からの光を画像情報に応じて変調することにより画像光を形成する光変調装置と、前記画像光を投射する投射光学系と、を備えることを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図 1】プロジェクターを示す概略構成図である。

【図 2】光源装置を示す概略構成図である。

30

【図 3】蛍光発光素子の断面図である。

【図 4】波長変換素子の平面図である。

【図 5】ダイクロイック膜の角度依存性を示すグラフである。

【図 6】変形例に係る放熱基板の周辺構造を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

なお、以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために、便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率などが実際と同じであるとは限らない。

40

【0013】

(プロジェクター)

本実施形態のプロジェクターは、3つの透過型液晶ライトバルブを用いたプロジェクターの一例である。

図 1 は、本実施形態のプロジェクターを示す概略構成図である。図 2 は、本実施形態の光源装置を示す概略構成図である。

【0014】

図 1 に示すように、プロジェクター 1 は、光源装置 2 と、色分離光学系 3 と、光変調装置 4 R、光変調装置 4 G、光変調装置 4 B と、光合成光学系 5 と、投射光学系 6 と、を備えている。光源装置 2 は、白色の照明光 W L を照射する。色分離光学系 3 は、光源装置 2

50

からの照明光WLを赤色光LR、緑色光LG、青色光LBに分離する。光変調装置4R、光変調装置4G、光変調装置4Bはそれぞれ、赤色光LR、緑色光LG、青色光LBを画像情報に応じて変調し、各色の画像光を形成する。光合成光学系5は、各光変調装置4R、4G、4Bからの各色の画像光を合成する。投射光学系6は、光合成光学系5からの合成された画像光をスクリーンSCRに向かって投射する。

【0015】

光源装置2は、半導体レーザーから射出された青色の励起光のうち、波長変換されずに射出される青色の励起光の一部と、蛍光体による励起光の波長変換によって生じる黄色の蛍光光と、が合成された白色の照明光（白色光）WLを射出する。光源装置2は、略均一な照度分布を有するように調整された照明光WLを色分離光学系3に向けて射出する。光源装置2の具体的な構成については後述する。

10

【0016】

色分離光学系3は、第1のダイクロイックミラー7aと、第2のダイクロイックミラー7bと、第1の反射ミラー8aと、第2の反射ミラー8bと、第3の反射ミラー8cと、第1のリレーレンズ9aと、第2のリレーレンズ9bと、を備えている。

【0017】

第1のダイクロイックミラー7aは、光源装置2から射出された照明光WLを、赤色光LRと、緑色光LGと青色光LBとが混合された光と、に分離する。そのため、第1のダイクロイックミラー7aは、赤色光LRを透過するとともに、緑色光LGおよび青色光LBを反射する特性を有する。第2のダイクロイックミラー7bは、緑色光LGと青色光LBとが混合された光を緑色光LGと青色光LBとに分離する。そのため、第2のダイクロイックミラー7bは、緑色光LGを反射するとともに、青色光LBを透過する特性を有する。

20

【0018】

第1の反射ミラー8aは、赤色光LRの光路中に配置され、第1のダイクロイックミラー7aを透過した赤色光LRを光変調装置4Rに向けて反射する。第2の反射ミラー8bおよび第3の反射ミラー8cは、青色光LBの光路中に配置され、第2のダイクロイックミラー7bを透過した青色光LBを光変調装置4Bに導く。第2のダイクロイックミラー7bは、緑色光LGを光変調装置4Gに向けて反射する。

【0019】

第1のリレーレンズ9aおよび第2のリレーレンズ9bは、青色光LBの光路中の第2のダイクロイックミラー7bの後段に配置されている。第1のリレーレンズ9aおよび第2のリレーレンズ9bは、青色光LBの光路長が赤色光LRや緑色光LGの光路長よりも長くなることによる青色光LBの光損失を補償する。

30

【0020】

光変調装置4R、光変調装置4G、および光変調装置4Bの各々は、液晶パネルから構成されている。光変調装置4R、光変調装置4G、および光変調装置4Bの各々は、赤色光LR、緑色光LG、および青色光LBの各々を通過させる間に、赤色光LR、緑色光LG、および青色光LBの各々を画像情報に応じて変調し、各色に対応した画像光を形成する。光変調装置4R、光変調装置4G、および光変調装置4Bの各々の光入射側および光射出側には、偏光板（図示略）がそれぞれ配置されている。

40

【0021】

光変調装置4R、光変調装置4G、および光変調装置4Bの各々の光入射側には、光変調装置4R、光変調装置4G、および光変調装置4Bの各々に入射する赤色光LR、緑色光LG、および青色光LBの各々を平行化するフィールドレンズ20R、フィールドレンズ20G、およびフィールドレンズ20Bが設けられている。

【0022】

光合成光学系5は、クロスダイクロイックプリズムから構成されている。光合成光学系5は、光変調装置4R、光変調装置4G、および光変調装置4Bの各々からの各色の画像光を合成し、合成された画像光を投射光学系6に向かって射出する。

50

【 0 0 2 3 】

投射光学系 6 は、投射レンズ群から構成されている。投射光学系 6 は、光合成光学系 5 により合成された画像光をスクリーン S C R に向かって拡大投射する。これにより、スクリーン S C R 上には、拡大されたカラー映像（画像）が表示される。

【 0 0 2 4 】

（光源装置）

次に、本実施形態の光源装置 2 について説明する。

図 2 は、光源装置 2 の概略構成を示す図である。

図 2 に示すように、光源装置 2 は、励起光源（光源部）1 1 0 と、集光レンズ（第 1 光学素子）1 1 と、導光体（第 2 光学素子）1 2 と、蛍光発光素子（波長変換素子）1 3 と、ピックアップ光学系 1 4 と、インテグレーター光学系 1 5 と、放熱基板（第 1 基板）1 7 と、を備える。

10

【 0 0 2 5 】

励起光源 1 1 0 は、レーザー光からなる青色光線 B 1 を射出する複数の半導体レーザー 1 1 0 a を含む。青色光線 B 1 の発光強度の波長帯は、例えば、4 4 5 n m から 4 6 5 n m であり、ピーク波長は、例えば 4 5 5 n m である。複数の半導体レーザー 1 1 0 a は、照明光軸 1 0 0 a x と直交する一つの平面内においてアレイ状に配置されている。なお、半導体レーザー 1 1 0 a から射出する青色光線 B 1 の波長帯は上記に限定されない。

【 0 0 2 6 】

本実施形態の励起光源 1 1 0 は、青色波長帯（第 1 波長帯）の青色光線 B 1 を複数含む光線束からなる励起光（第 1 光）B を蛍光発光素子 1 3 に向けて射出する。

20

【 0 0 2 7 】

集光レンズ 1 1 は、励起光源 1 1 0 から射出された励起光 B を集光して導光体 1 2 に入射させる。

【 0 0 2 8 】

導光体 1 2 は、光入射面（第 1 入射面）1 2 a と、光射出面（第 1 射出面）1 2 b と、側面 1 2 c と、を有する。光入射面 1 2 a は、集光レンズ 1 1 により集光された励起光 B が入射する面である。光射出面 1 2 b は、光入射面 1 2 a とは異なる面であって、導光体 1 2 の内部を伝播した光の一部を射出する面である。側面 1 2 c は、光入射面 1 2 a 及び光射出面 1 2 b に交差する面である。

30

【 0 0 2 9 】

本実施形態の導光体 1 2 は、光入射面 1 2 a から内部に入射した光を全反射により伝播させつつ、内部を伝播した光の一部を光射出面 1 2 b から射出する。導光体 1 2 は中心軸方向に延びるロッドレンズで構成される。本実施形態の導光体 1 2 は、中心軸に直交する断面積が光入射面 1 2 a から光射出面 1 2 b に向かって変化しない角柱形状を有する。

【 0 0 3 0 】

導光体 1 2 は、例えば B K 7 等のホウケイ酸ガラス、石英、合成石英、水晶、およびサファイア等の透光性部材で構成されている。本実施形態の導光体 1 2 は、例えば、青色波長帯の光の吸収が少ない特性を有する石英で構成される。本実施形態の導光体 1 2 は励起光 B を効率良く伝播させて蛍光発光素子 1 3 に導くことが可能である。

40

【 0 0 3 1 】

また、導光体 1 2 内に入射した励起光 B は、導光体 1 2 内を全反射しながら伝播することで照度分布の均一性が向上した状態で光射出面 1 2 b から射出される。導光体 1 2 によって照度分布の均一性が高められた励起光 B は蛍光発光素子 1 3 に入射する。蛍光発光素子 1 3 は励起光 B により励起されることで蛍光（第 2 光）Y を生成して射出する。

【 0 0 3 2 】

蛍光発光素子 1 3 に入射した励起光 B の一部は蛍光発光素子 1 3 を透過して射出される。すなわち、蛍光発光素子 1 3 は励起光 B の一部と蛍光 Y とを合成した白色の照明光 W L を射出する。蛍光発光素子 1 3 の構成については後述する。

【 0 0 3 3 】

50

ピックアップ光学系 14 は、例えば第 1 レンズ 14 a と、第 2 レンズ 14 b と、を備えている。ピックアップ光学系 14 は、蛍光発光素子 13 から射出された照明光 W L を略平行化する。第 1 レンズ 14 a および第 2 レンズ 14 b は、それぞれ凸レンズから構成されている。

【0034】

インテグレーター光学系 15 は、例えば第 1 レンズアレイ 120 と、第 2 レンズアレイ 130 と、偏光変換素子 140 と、重畳レンズ 150 と、を備えている。第 1 レンズアレイ 120 は、ピックアップ光学系 14 から射出された照明光 W L を複数の部分光束に分割するための複数の第 1 レンズ 120 a を有する。複数の第 1 レンズ 120 a は、照明光軸 100 a x と直交する面内においてマトリクス状に配列されている。

10

【0035】

第 2 レンズアレイ 130 は、第 1 レンズアレイ 120 の複数の第 1 レンズ 120 a に対応する複数の第 2 レンズ 130 a を有する。第 2 レンズアレイ 130 は、重畳レンズ 150 とともに、第 1 レンズアレイ 120 の各第 1 レンズ 120 a の像を光変調装置 4 R、光変調装置 4 G 及び光変調装置 4 B の画像形成領域の近傍に結像させる。複数の第 2 レンズ 130 a は、照明光軸 100 a x に直交する面内においてマトリクス状に配列されている。

【0036】

偏光変換素子 140 は、第 2 レンズアレイ 130 から射出された照明光 W L を直線偏光に変換する。偏光変換素子 140 は、例えば、偏光分離膜と位相差板と（ともに図示略）を備えている。

20

【0037】

重畳レンズ 150 は、偏光変換素子 140 から射出された各部分光束を集光して光変調装置 4 R、光変調装置 4 G 及び光変調装置 4 B の画像形成領域の近傍に重畳させる。第 1 レンズアレイ 120、第 2 レンズアレイ 130 および重畳レンズ 150 は、蛍光発光素子 13 からの光の強度分布を均一にするインテグレーター光学系 15 を構成する。

【0038】

（波長変換素子）

次に、本実施形態の蛍光発光素子 13 の構成について説明する。

図 3 は、蛍光発光素子 13 を、図 2 の照明光軸 100 a x を含む平面で切断した断面図である。図 4 は、蛍光 Y の出射側から見た波長変換素子 30 の平面図である。なお、図 3 及び図 4 では蛍光発光素子 13 の近傍に配置される導光体 12 も図示している。

30

【0039】

図 3 及び図 4 に示すように、蛍光発光素子 13 は放熱基板 17 に保持されている。放熱基板 17 は、例えばアルミニウムや銅等の放熱性に優れた金属材料で構成されている。放熱基板 17 は、蛍光発光素子 13 を保持する保持部材である。放熱基板 17 は、支持面 17 a と裏面 17 b と、を有する。支持面 17 a は蛍光発光素子 13 を支持する面である。裏面 17 b は、支持面 17 a と反対を向く面である。蛍光発光素子 13 は、放熱基板 17 に形成された貫通孔 18 を塞ぐように、放熱基板 17 の支持面 17 a に接合部材（図示略）を介して固定されている。

【0040】

40

本実施形態の放熱基板 17 は、蛍光発光素子 13 を保持するとともに蛍光発光素子 13 と熱的に接続されている。励起光 B は、放熱基板 17 に形成された貫通孔 18 を介して蛍光発光素子 13 に入射する。蛍光発光素子 13 は後述のように励起光 B を変換して蛍光 Y を生成する。放熱基板 17 は、蛍光生成時に蛍光発光素子 13 で発生する熱を放出するための部材である。

【0041】

本実施形態の蛍光発光素子 13 は、支持基板（第 2 基板）31 と、波長変換層 32 と、ダイクロイック膜（第 1 膜）34 と、を備えている。

支持基板 31 は、透光性を有する矩形の板材で構成され、第 1 面 31 a 及び第 2 面 31 b を有している。支持基板 31 は、波長変換層 32 を保持するとともに波長変換層 32 と

50

熱的に接続されている。支持基板 3 1 は、例えば、S i C、サファイア等のように、放熱性に優れるとともに光透過性を有する材料で構成される。

【 0 0 4 2 】

波長変換層 3 2 は、支持基板 3 1 の第 2 面 3 1 b に設けられる。波長変換層 3 2 は、青色の励起光 B を黄色の蛍光（第 2 波長帯を有する第 2 光）Y に変換して射出する蛍光体粒子（図示略）を含む蛍光体層で構成される。蛍光体粒子として、例えば Y A G（イットリウム・アルミニウム・ガーネット）系蛍光体が用いられる。なお、蛍光体粒子の形成材料は、1 種であってもよいし、2 種以上の材料を用いて形成された粒子が混合されたものが用いられてもよい。波長変換層 3 2 には、耐熱性および表面加工性に優れたものを用いることが好ましい。このような波長変換層 3 2 として、アルミナ等の無機バインダー中に蛍光体粒子を分散させた蛍光体層、バインダーを用いずに蛍光体粒子を焼結した蛍光体層などが好適に用いられる。

10

【 0 0 4 3 】

波長変換層 3 2 は、支持基板 3 1 の第 2 面 3 1 b に対向する光入射面 3 2 a と、光入射面 3 2 a と反対を向く光射出面 3 2 b と、を有する。光入射面 3 2 a は波長変換層 3 2 の内部に光を入射させる面である。光射出面 3 2 b は、波長変換層 3 2 の内部から外部に向けて光を射出する面である。

【 0 0 4 4 】

蛍光発光素子 1 3 は、光入射面（第 2 入射面）1 3 a と光射出面（第 2 射出面）1 3 b とを有する。光射出面 1 3 b は、導光体 1 2 の光射出面 1 2 b から射出される励起光 B が入射する面である。光射出面 1 3 b は、光入射面 1 3 a と異なる面であって、蛍光発光素子 1 3 から光を射出する面である。

20

【 0 0 4 5 】

本実施形態の蛍光発光素子 1 3 において、光入射面 1 3 a は支持基板 3 1 の第 1 面 3 1 a のうちの貫通孔 1 8 内に露出する部分に相当し、光射出面 1 3 b は波長変換層 3 2 の光射出面 3 2 b に相当する。

本実施形態の蛍光発光素子 1 3 は、光射出面 1 3 b から、波長変換層 3 2 内において蛍光変換されなかった励起光 B の一部と蛍光 Y とを合成した白色の照明光 W L を射出する。

【 0 0 4 6 】

本実施形態の蛍光発光素子 1 3 において、蛍光 Y の生成時に波長変換層 3 2 で発生した熱は、波長変換層 3 2 と熱的に接続される支持基板 3 1、及び支持基板 3 1 と熱的に接続される放熱基板 1 7 に伝達される。これにより、本実施形態の蛍光発光素子 1 3 では、波長変換層 3 2 の熱を効率良く放出できる。

30

【 0 0 4 7 】

導光体 1 2 の一部は、放熱基板 1 7 に形成された貫通孔 1 8 内に挿入されている。導光体 1 2 の光射出面 1 2 b と蛍光発光素子 1 3 の光入射面 1 3 a とは互いに対向する。光入射面 1 3 a の大きさは、導光体 1 2 の光射出面 1 2 b の大きさより大きくなっている。すなわち、光入射面 1 3 a の面積は光射出面 1 2 b の面積より大きい。

【 0 0 4 8 】

光入射面 1 2 a から射出された励起光 B は所定の拡がりを持った状態で蛍光発光素子 1 3 の光入射面 1 3 a に入射する。本実施形態の蛍光発光素子 1 3 において、光入射面 1 3 a が光射出面 1 2 b より大きいため、所定の拡がりを持つ励起光 B が光入射面 1 3 a に効率良く取り込まれる。

40

【 0 0 4 9 】

導光体 1 2 及び蛍光発光素子 1 3 は、光射出面 1 2 b と光入射面 1 3 a とを対向させるとともに、互いが離間した状態に設けられる。すなわち、光射出面 1 2 b と光入射面 1 3 a との間には第 1 間隙 G 1 が設けられている。第 1 間隙 G 1 には空気層が設けられている。

【 0 0 5 0 】

ここで、仮に光射出面 1 2 b 及び光入射面 1 3 a が接触している場合、蛍光発光素子 1 3 内で生成された蛍光 Y の一部が光入射面 1 3 a から光射出面 1 2 b 側に導波するおそれ

50

がある。すなわち、蛍光発光素子 1 3 で生成された蛍光 Y の一部が導光体 1 2 内に戻されることで損失となる蛍光 Y の光利用効率が低下してしまう。

【 0 0 5 1 】

これに対して、本実施形態の光源装置 2 では、光射出面 1 2 b と光入射面 1 3 a との間に第 1 間隙 G 1 を設けることで、光射出面 1 2 b と光入射面 1 3 a とを接触させないようにしている。これにより、光入射面 1 3 a から光射出面 1 2 b 側への蛍光 Y の導波を抑制することができる。

【 0 0 5 2 】

また、本実施形態の光源装置 2 では、光射出面 1 2 b と光入射面 1 3 a とを接触させないことで、蛍光発光素子 1 3 で発生した熱が導光体 1 2 に伝わることを抑制できる。よって、熱に晒された導光体 1 2 が劣化や破損するといった信頼性低下を招く問題の発生が抑制される。

10

【 0 0 5 3 】

励起光 B を蛍光発光素子 1 3 に効率良く入射させるためには、光射出面 1 2 b 及び光入射面 1 3 a をできるだけ近づけて配置することが望ましい。つまり、上記第 1 間隙 G 1 の大きさ H 1 はできるだけ小さく設定することが望ましい。

【 0 0 5 4 】

本実施形態の放熱基板 1 7 は、導光体 1 2 の側面 1 2 c に対向する内面 1 8 a (第 1 面) を有している。導光体 1 2 及び放熱基板 1 7 は、側面 1 2 c と内面 1 8 a とを対向させるとともに、互いが離間した状態に設けられる。すなわち、側面 1 2 c と内面 1 8 a との間には第 2 間隙 G 2 が設けられている。第 2 間隙 G 2 には空気層が設けられている。

20

【 0 0 5 5 】

ここで、貫通孔 1 8 の内面 1 8 a と導光体 1 2 の側面 1 2 c とが接触している場合、導光体 1 2 の内部を伝搬する励起光 B が放熱基板 1 7 で吸収されることで光損失が発生する。

これに対して、本実施形態の光源装置 2 では、内面 1 8 a と側面 1 2 c との間に第 2 間隙 G 2 を設けることで、内面 1 8 a 及び側面 1 2 c を接触させないようにしている。これにより、励起光 B が放熱基板 1 7 で吸収されることによる光損失の発生を抑制することができる。

【 0 0 5 6 】

また、本実施形態の光源装置 2 では、内面 1 8 a と側面 1 2 c とを接触させないことで、蛍光発光素子 1 3 から放熱基板 1 7 に伝わった熱が導光体 1 2 に伝わることを抑制できる。よって、熱に晒された導光体 1 2 が劣化や破損するといった信頼性低下を招く問題の発生が抑制される。

30

【 0 0 5 7 】

放熱基板 1 7 からの放射熱の影響による導光体 1 2 のダメージを抑制するためには、内面 1 8 a 及び側面 1 2 c をできるだけ離して配置することが望ましい。つまり、上記第 2 間隙 G 2 の大きさ H 2 はできるだけ大きく設定することが望ましい。

【 0 0 5 8 】

本実施形態の光源装置 2 では、第 2 間隙 G 2 の大きさ H 2 を第 1 間隙 G 1 の大きさ H 1 より相対的に大きく設定することで、放熱基板 1 7 からの放射熱の影響による導光体 1 2 の割れなどの発生を抑制するとともに、励起光 B を効率良く蛍光発光素子 1 3 側に導くことができる。

40

【 0 0 5 9 】

また、本実施形態の光源装置 2 は、蛍光発光素子 1 3 の光入射面 1 3 a に設けられたダイクロイック膜 3 4 を有している。ダイクロイック膜 3 4 は誘電体膜を複数積層して形成された膜であって、励起光 B を透過するとともに波長変換層 3 2 で生成された蛍光 Y を反射する特性を有する。

【 0 0 6 0 】

図 3 に示したように、波長変換層 3 2 で生成された蛍光 Y の一部は支持基板 3 1 を透過して光入射面 1 3 a に到達する。本実施形態の蛍光発光素子 1 3 は、光入射面 1 3 a に設

50

けられたダイクロイック膜 3 4 で蛍光 Y を反射することで蛍光 Y の外部への漏れを抑制できる。よって、本実施形態の蛍光発光素子 1 3 は、波長変換層 3 2 で生成した蛍光 Y を光射出面 1 3 b から外部に効率良く取り出すことができる。

【 0 0 6 1 】

本実施形態の光源装置 2 において、光射出面 1 2 b とダイクロイック膜 3 4 との間には上記第 1 間隙 G 1 (空気層) が設けられている。この構成によれば、ダイクロイック膜 3 4 は空気層との界面において蛍光 Y を全反射させることができるので、ダイクロイック膜 3 4 は空気層との界面による全反射を利用しない場合に比べて膜設計が容易となる。

【 0 0 6 2 】

一般的に誘電体膜を複数積層して形成したダイクロイック膜は入射角度に応じて光の反射率が異なる角度依存性を持つ。本実施形態のダイクロイック膜 3 4 も入射角度に応じて励起光 B の反射率が異なる角度依存性を有している。

【 0 0 6 3 】

ダイクロイック膜 3 4 は、図 5 はダイクロイック膜 3 4 の角度依存性を示すグラフである。図 5 において、横軸は入射光の波長を示し、縦軸は反射率を示している。図 5 は、入射角度 0 度、3 0 度、4 5 度におけるダイクロイック膜 3 4 の反射率特性を示している。図 5 中には、励起光 B 及び蛍光 Y の発光スペクトルをそれぞれ図示した。

【 0 0 6 4 】

図 5 に示すように、本実施形態のダイクロイック膜 3 4 は、励起光 B の入射角度が大きくなるに従って、励起光 B の反射率が高くなる。例えば、入射角度 4 5 度の場合、ダイクロイック膜 3 4 における励起光 B のピーク波長 (4 5 5 n m) に対する反射率が略 2 0 % である。励起光 B の入射角度が 4 5 度よりも大きくなると、ダイクロイック膜 3 4 における励起光 B のピーク波長に対する反射率は 2 0 % よりも高くなってしまい、ダイクロイック膜 3 4 は励起光 B を効率良く透過させることができなくなる。その結果、波長変換層 3 2 で生成される蛍光 Y の光量が減少してしまう。

【 0 0 6 5 】

これに対して、本実施形態の光源装置 2 では、ダイクロイック膜 3 4 に対する励起光 B の入射角度を 4 5 度以下、より好ましくは 3 0 度以下に設定している。上述のように本実施形態の導光体 1 2 は角柱形状であるので、光入射面 1 2 a から入射した励起光 B は導光体 1 2 の内部を伝搬して光射出面 1 2 b から射出される過程で角度変化が生じない。

【 0 0 6 6 】

光射出面 1 2 b から射出される励起光 B の射出角度は、光入射面 1 2 a に対する励起光 B の入射角度と等しい。また、ダイクロイック膜 3 4 に対する励起光 B の入射角度は光射出面 1 2 b からの励起光 B の射出角度と等しい。つまり、ダイクロイック膜 3 4 に対する励起光 B の入射角度 1 は光入射面 1 2 a に対する励起光 B の入射角度 2 と等しい。

【 0 0 6 7 】

本実施形態の光源装置 2 では、導光体 1 2 の光入射面 1 2 a に対する励起光 B の入射角度 2 を 4 5 度以下、より好ましくは 3 0 度以下に設定している。導光体 1 2 の光入射面 1 2 a に対する励起光 B の入射角度 2 は集光レンズ 1 1 のレンズパワーにより調整可能である。

【 0 0 6 8 】

本実施形態の光源装置 2 は、ダイクロイック膜 3 4 に対して励起光 B が所定の角度で入射するように導光体 1 2 の光入射面 1 2 a に対する励起光 B の入射角度を調整することで、ダイクロイック膜 3 4 で反射されることなく波長変換層 3 2 に励起光 B を効率良く入射させることができる。よって、本実施形態の光源装置 2 は、波長変換層 3 2 の蛍光変換効率を向上させることができる。

【 0 0 6 9 】

以上のように本実施形態の光源装置 2 によれば、導光体 1 2 の光射出面 1 2 b と蛍光発光素子 1 3 の光入射面 1 3 a とが離間して設けられるため、蛍光発光素子 1 3 で生成された蛍光 Y が導光体 1 2 側に導波されることを抑制できる。よって、本実施形態の光源装置

10

20

30

40

50

2は、蛍光Yを照明光WLとして効率良く利用するので、高い光利用効率を向上させることができる。

また、本実施形態の光源装置2によれば、導光体12の光射出面12bと蛍光発光素子13の光入射面13aとが離間し設けられるため、蛍光発光素子13で生じた熱が導光体12に伝導することを抑制できる。よって、熱に晒されることによる導光体12の信頼性の低下が抑制される。

また、本実施形態の光源装置2によれば、光入射面13aが光射出面12bより大きいので、励起光Bを光入射面13aに効率良く取り込むことができる。よって、蛍光発光素子13において蛍光Yが効率良く生成される。

【0070】

また、本実施形態のプロジェクター1によれば、上記光源装置2を備えることで光利用効率が高く明るい画像を表示できる。

【0071】

なお、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば、上記実施形態では、放熱基板17が蛍光発光素子13の支持基板31と熱的に接続されている例を示したが、放熱基板17は支持基板31及び波長変換層32の両方に熱的に接続されてもよい。

【0072】

図6は変形例に係る放熱基板の周辺構造を示す断面図である。

図6に示すように、本変形例において、放熱基板17Aは、蛍光発光素子13を保持するとともに支持基板31及び波長変換層32の両方に熱的に接続されている。具体的に本変形例の放熱基板17Aは貫通孔18A内に蛍光発光素子13が設けられている。貫通孔18Aの内面18a1は、支持基板31の側面31c及び波長変換層32の側面32cと熱的に接続されている。

本変形例の放熱基板17Aを採用すれば、支持基板31及び波長変換層32の両方に熱的に接続されるので、波長変換層32の放熱性をより向上させることができる。

【0073】

また、上記実施形態の蛍光発光素子13は、波長変換層32の光入射面32aに支持基板31を有していたが、波長変換層32の光射出面32bに別の支持基板31を有した構造であってもよい。すなわち、波長変換層32を一对の支持基板31で挟み込んだ構造を採用してもよい。

【0074】

また、上記実施形態では、導光体12として角柱形状のものを例に挙げたが、中心軸に直交する断面積が光入射面12aから光射出面12bに向かって変化するテーパロッドで構成された導光体を用いてもよい。また、上記実施形態では、導光体12として中実構造のものを例に挙げたが、中空構造のものをを用いてもよい。

【0075】

また、上記実施形態では、ダイクロイック膜34が支持基板31の第1面31aの全体に設けられていたが、ダイクロイック膜34は励起光Bが入射する領域、すなわち、貫通孔18内に露出する部分のみに設けられてもよい。

さらに、上記実施形態では、ダイクロイック膜34が支持基板31の第1面31aに設けられていたが、ダイクロイック膜34は支持基板31の第2面31bに設けられてもよい。

【0076】

その他、蛍光発光素子13および光源装置2を構成する各構成要素の数、形状、材料、配置等については、適宜変更が可能である。また、上記実施形態では、3つの光変調装置を備えるプロジェクターを例示したが、1つの光変調装置でカラー映像を表示するプロジェクターに本発明を適用することも可能である。さらに、光変調装置としては、上述した液晶パネルに限らず、例えばデジタルミラーデバイスなどを用いることもできる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 7 】

その他、プロジェクターの各種構成要素の形状、数、配置、材料等については、上記実施形態に限らず、適宜変更が可能である。

また、上記実施形態では本発明による光源装置をプロジェクターに搭載した例を示したが、これに限られない。本発明による光源装置は、照明器具や自動車のヘッドライト等にも適用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 8 】

1 ... プロジェクター、 2 ... 光源装置、 4 B , 4 G , 4 R ... 光変調装置、 6 ... 投射光学系、 1 1 ... 集光レンズ (第 1 光学素子)、 1 2 ... 導光体 (第 2 光学素子)、 1 2 a ... 光入射面 (第 1 入射面)、 1 2 b ... 光射出面 (第 1 射出面)、 1 2 c ... 側面、 1 3 ... 蛍光発光素子 (波長変換素子)、 1 3 a ... 光入射面 (第 2 入射面)、 1 3 b ... 光射出面 (第 2 射出面)、 1 7 ... 放熱基板 (第 1 基板)、 1 8 a ... 内面 (第 1 面)、 3 0 ... 波長変換素子、 3 2 ... 波長変換層、 3 4 ... ダイクロイック膜 (第 1 膜)、 1 1 0 ... 励起光源 (光源部)、 B ... 励起光 (第 1 光)、 Y ... 蛍光 (第 2 光)、 G 1 ... 第 1 間隙、 G 2 ... 第 2 間隙。

10

20

30

40

50

【図面】

【 図 1 】

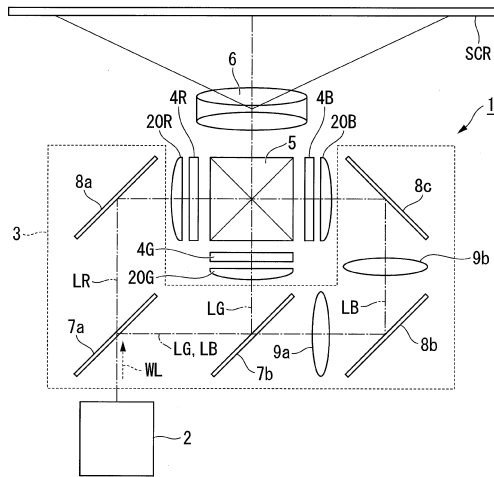


图 1

【 図 2 】

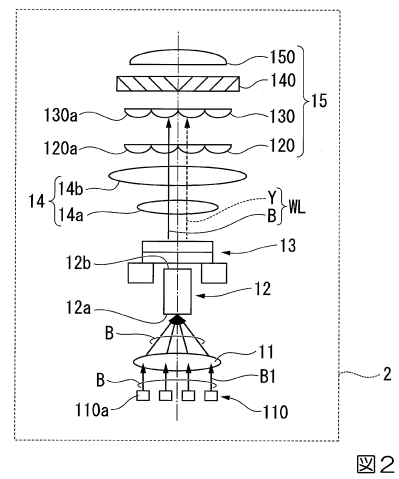


图 2

【 図 3 】

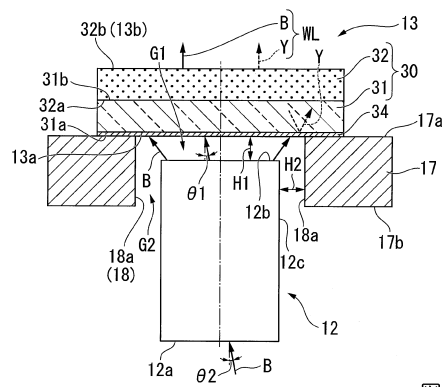


图 3

【 図 4 】

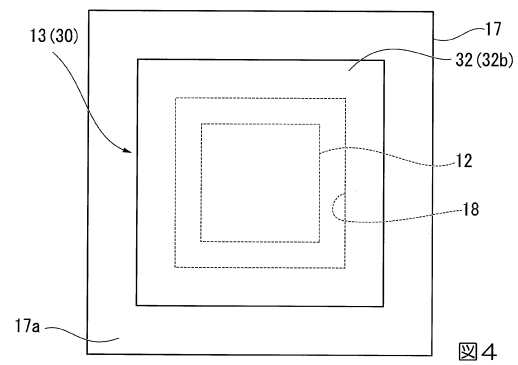


图4

【図 5】

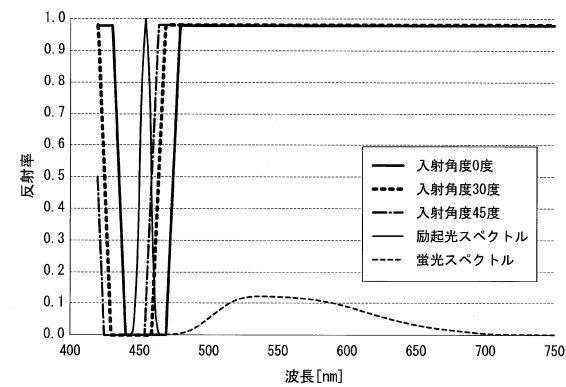


図5

【図 6】

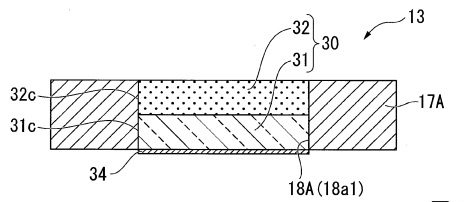


図6

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

F 2 1 V 29/502 (2015.01)

F 2 1 V 29/502 1 0 0

F 2 1 Y 115/30 (2016.01)

F 2 1 Y 115:30

(72)発明者 白鳥 幸也

長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 新井 重雄

(56)参考文献

特開 2 0 1 5 - 0 4 5 8 4 3 (J P , A)

特開 2 0 1 3 - 0 5 7 8 5 0 (J P , A)

特開 2 0 1 8 - 1 3 2 7 5 5 (J P , A)

特開 2 0 1 8 - 0 0 5 2 1 7 (J P , A)

特開 2 0 1 2 - 1 6 9 0 4 9 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 0 6 2 9 5 5 (U S , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

G 0 3 B 2 1 / 1 4

G 0 3 B 2 1 / 0 0

H 0 4 N 5 / 7 4

F 2 1 S 2 / 0 0

F 2 1 V 9 / 3 2

F 2 1 V 2 9 / 5 0 2

F 2 1 Y 1 1 5 / 3 0