

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6627364号
(P6627364)

(45) 発行日 令和2年1月8日(2020.1.8)

(24) 登録日 令和1年12月13日(2019.12.13)

(51) Int.Cl.		F I			
G03B	21/14	(2006.01)	G03B	21/14	A
F21S	2/00	(2016.01)	F21S	2/00	330
H04N	5/74	(2006.01)	F21S	2/00	340
F21Y	115/10	(2016.01)	H04N	5/74	Z
			F21Y	115:10	

請求項の数 12 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2015-186325 (P2015-186325)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成27年9月24日 (2015.9.24)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-62294 (P2017-62294A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成29年3月30日 (2017.3.30)	(74) 代理人	100149548
審査請求日	平成30年8月21日 (2018.8.21)		弁理士 松沼 泰史
		(74) 代理人	100140774
			弁理士 大浪 一徳
		(74) 代理人	100114937
			弁理士 松本 裕幸
		(74) 代理人	100196058
			弁理士 佐藤 彰雄
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100146835
			弁理士 佐伯 義文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光源装置、光源ユニット及びプロジェクター

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の光と第2の光とを射出する発光装置と、
 前記第1の光を第1の光線束と第2の光線束とに分離する第1の光分離素子と、
 前記第2の光を第3の光線束と第4の光線束とに分離する第2の光分離素子と、
 前記第1の光線束が入射する第1の蛍光射出部および前記第3の光線束が入射する第2の蛍光射出部を含む少なくとも一つの蛍光体層と、
 前記第2の光線束が入射する第1の拡散光射出部および前記第4の光線束が入射する第2の拡散光射出部を含む少なくとも一つの拡散部と、
 第1のレンズインテグレーター光学系と第2のレンズインテグレーター光学系と、
 前記第1のレンズインテグレーター光学系から射出された光と前記第2のレンズインテグレーター光学系から射出された光とが入射する重畳レンズと、を備え、
 前記第1の光分離素子に入射する前記第1の光の主光線及び前記重畳レンズの光軸に垂直な方向から見たとき、前記光軸は、前記第1の蛍光射出部と前記第2の蛍光射出部との間に位置しており、
 前記第1の蛍光射出部及び前記第2の蛍光射出部は、前記光軸に沿う同じ方向に向けて光をそれぞれ射出する光源装置。

【請求項2】

前記発光装置と前記第1の光分離素子との間の前記第1の光の光路上に設けられた第1のホモジナイザー光学系と、

前記発光装置と前記第2の光分離素子との間の前記第2の光の光路上に設けられた第2のホモジナイザー光学系と、

前記第1の光分離素子と前記第1の蛍光射出部との間の前記第1の光線束の光路上に設けられた第1の集光光学系と、

前記第2の光分離素子と前記第2の蛍光射出部との間の前記第3の光線束の光路上に設けられた第2の集光光学系と、

前記第1の光分離素子と前記第1の拡散光射出部との間の前記第2の光線束の光路上に設けられた第3の集光光学系と、

前記第2の光分離素子と前記第2の拡散光射出部との間の前記第4の光線束の光路上に設けられた第4の集光光学系と、をさらに備え、

10

前記第1の集光光学系と前記第1のホモジナイザー光学系との間の光路長は、前記第2の集光光学系と前記第2のホモジナイザー光学系との間の光路長と等しく、

前記第3の集光光学系と前記第1のホモジナイザー光学系との間の光路長は、前記第4の集光光学系と前記第2のホモジナイザー光学系との間の光路長と等しい

請求項1に記載の光源装置。

【請求項3】

第1の蛍光射出部は第3の光を前記第1の光分離素子に向けて射出し、

第2の蛍光射出部は第4の光を前記第2の光分離素子に向けて射出し、

第1の拡散光射出部は第5の光を前記第1の光分離素子に向けて射出し、

第2の拡散光射出部は第6の光を前記第2の光分離素子に向けて射出し、

20

前記第3の光と前記第5の光は、前記第1の光分離素子によって合成され、

前記第4の光と前記第6の光は、前記第2の光分離素子によって合成され、

前記第1の光分離素子によって合成された前記第3の光と前記第5の光は、前記第1のレンズインテグレーター光学系に入射し、

前記第2の光分離素子によって合成された前記第4の光と前記第6の光は、前記第2のレンズインテグレーター光学系に入射し、

前記第3の光によって形成される二次光源像と、前記第4の光によって形成される二次光源像と、前記第5の光によって形成される二次光源像と、前記第6の光によって形成される二次光源像とは、同一平面上に結像する

請求項1又は2に記載の光源装置。

30

【請求項4】

第1の回転軸の周りに回転可能であって、前記少なくとも一つの蛍光体層を支持する第1の基材をさらに備え、

前記少なくとも一つの蛍光体層は、前記第1の回転軸の周りに設けられた一つの蛍光体層で構成されている

請求項1から3のいずれか1項に記載の光源装置。

【請求項5】

前記第1の蛍光射出部と前記第1の回転軸との間の距離は、前記第2の蛍光射出部と前記第1の回転軸との間の距離と異なっている

請求項4に記載の光源装置。

40

【請求項6】

第2の回転軸の周りに回転可能であって、前記少なくとも一つの拡散部を支持する第2の基材をさらに備え、

前記少なくとも一つの拡散部は、前記第2の回転軸の周りに設けられた一つの拡散部で構成されており、

前記重畳レンズの光軸及び該光軸に直交する前記発光装置の中心光軸に垂直な方向から見たとき、前記中心光軸は、前記第1の拡散光射出部と前記第2の拡散光射出部との間に位置している

請求項1から5のいずれか1項に記載の光源装置。

【請求項7】

50

前記第 1 の拡散光射出部と前記第 2 の回転軸との間の距離は、前記第 2 の拡散光射出部と前記第 2 の回転軸との間の距離と異なっている

請求項 6 に記載の光源装置。

【請求項 8】

前記第 1 のホモジナイザー光学系及び前記第 2 のホモジナイザー光学系は、一对のレンズアレイからそれぞれ構成される

請求項 2 に記載の光源装置。

【請求項 9】

前記第 1 の集光光学系及び前記第 2 の集光光学系は同一の構成を有し、
前記第 3 の集光光学系及び前記第 4 の集光光学系は同一の構成を有する

請求項 2 又は 8 に記載の光源装置。

10

【請求項 10】

前記第 1 のレンズインテグレーター光学系及び前記第 2 のレンズインテグレーター光学系は、一对のレンズアレイからそれぞれ構成される

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の光源装置。

【請求項 11】

第 1 の光源装置及び第 2 の光源装置を備え、

前記第 1 の光源装置及び前記第 2 の光源装置は請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の光源装置からそれぞれ構成され、

前記第 1 の光源装置における重畳レンズと前記第 2 の光源装置における重畳レンズとは、1 枚のレンズ部材から構成されている

光源ユニット。

20

【請求項 12】

請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の光源装置又は請求項 11 に記載の光源ユニットを備えた照明装置と、

前記照明装置から射出される光を画像情報に応じて変調して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

プロジェクター。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源装置、光源ユニット及びプロジェクターに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、プロジェクターにおいて、高輝度且つ高出力な光が得られるレーザー光源が用いられている。例えば、下記特許文献 1 には、青色レーザー光を蛍光体層に入射させることで生成した蛍光と、青色レーザー光の拡散光と、を利用したプロジェクターが開示されている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2013 - 250494 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上記プロジェクターにおいて、例えば、高い光出力を得るために青色レーザー光の強度を高めた場合、蛍光体層や拡散板の温度が上昇してしまう。このとき、蛍光体層や拡散板の冷却能力が十分でないと、蛍光体層の発光効率が低下したり、或いは、拡散板が熱によってダメージを受けるといった問題を生じるおそれがあった。

50

【 0 0 0 5 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、温度上昇を低減しつつ、高い光出力を得ることができる、光源装置、光源ユニット及びプロジェクター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】

【 0 0 0 6 】

本発明の第一態様に従えば、第1の光と第2の光とを射出する発光装置と、前記第1の光を第1の光線束と第2の光線束とに分離する第1の光分離素子と、前記第2の光を第3の光線束と第4の光線束とに分離する第2の光分離素子と、前記第1の光線束が入射する第1の蛍光射出部および前記第3の光線束が入射する第2の蛍光射出部を含む少なくとも一つの蛍光体層と、前記第2の光線束が入射する第1の拡散光射出部および前記第4の光線束が入射する第2の拡散光射出部を含む少なくとも一つの拡散部と、第1のレンズインテグレーター光学系と第2のレンズインテグレーター光学系と、前記第1のレンズインテグレーター光学系から射出された光と前記第2のレンズインテグレーター光学系から射出された光とが入射する重畳レンズと、を備え、前記第1の光分離素子に入射する前記第1の光の主光線及び前記重畳レンズの光軸に垂直な方向から見たとき、前記光軸は、前記第1の蛍光射出部と前記第2の蛍光射出部との間に位置しており、前記第1の蛍光射出部及び前記第2の蛍光射出部は、前記光軸に沿う同じ方向に向けて光をそれぞれ射出する光源装置が提供される。

10

【 0 0 0 7 】

上記態様に係る光源装置によれば、第1の蛍光射出部、第2の蛍光射出部、第1の拡散光射出部及び第2の拡散光射出部に入射する各光量を抑えることができる。これにより、蛍光体層の温度上昇が低減されるため、光源装置は蛍光を効率良く射出することができる。よって、高い光出力を得ることができる。また、第1の拡散光射出部及び第2の拡散光射出部に過度に強い光が入射することで拡散部がダメージを受ける、といった不具合の発生を防止できる。

20

【 0 0 0 8 】

なお、本明細書において、蛍光射出部とは、蛍光体層のうちある瞬間に励起光が入射している領域を指す。励起光の光路が固定されている限り、蛍光体層が移動したとしても蛍光射出部は移動しない。また、拡散光射出部とは、拡散部のうちある瞬間に光が入射している領域を指す。同様に、拡散光射出部も移動しない。

30

【 0 0 0 9 】

上記態様において、前記発光装置と前記第1の光分離素子との間の前記第1の光の光路上に設けられた第1のホモジナイザー光学系と、前記発光装置と前記第2の光分離素子との間の前記第2の光の光路上に設けられた第2のホモジナイザー光学系と、前記第1の光分離素子と前記第1の蛍光射出部との間の前記第1の光線束の光路上に設けられた第1の集光光学系と、前記第2の光分離素子と前記第2の蛍光射出部との間の前記第3の光線束の光路上に設けられた第2の集光光学系と、前記第1の光分離素子と前記第1の拡散光射出部との間の前記第2の光線束の光路上に設けられた第3の集光光学系と、前記第2の光分離素子と前記第2の拡散光射出部との間の前記第4の光線束の光路上に設けられた第4の集光光学系と、をさらに備え、前記第1の集光光学系と前記第1のホモジナイザー光学系との間の光路長は、前記第2の集光光学系と前記第2のホモジナイザー光学系との間の光路長と等しく、前記第3の集光光学系と前記第1のホモジナイザー光学系との間の光路長は、前記第4の集光光学系と前記第2のホモジナイザー光学系との間の光路長と等しい構成としてもよい。

40

この構成によれば、第1の拡散光射出部及び第2の拡散光射出部に入射する光の光路長が互いに等しいので、該第1の拡散光射出部及び第2の拡散光射出部から射出される拡散光の明るさを互いに等しくすることができる。また、第1の蛍光射出部及び第2の蛍光射出部に入射する光の光路長が互いに等しいので、該第1の蛍光射出部及び第2の蛍光射出部から射出される蛍光の明るさを互いに等しくすることができる。

50

【0010】

上記態様において、第1のレンズインテグレーター光学系と第2のレンズインテグレーター光学系とをさらに備え、第1の蛍光射出部は第3の光を前記第1の光分離素子に向けて射出し、第2の蛍光射出部は第4の光を前記第2の光分離素子に向けて射出し、第1の拡散光射出部は第5の光を前記第1の光分離素子に向けて射出し、第2の拡散光射出部は第6の光を前記第2の光分離素子に向けて射出し、前記第3の光と前記第5の光は、前記第1の光分離素子によって合成され、前記第4の光と前記第6の光は、前記第2の光分離素子によって合成され、前記第1の光分離素子によって合成された前記第3の光と前記第5の光は、前記第1のレンズインテグレーター光学系に入射し、前記第2の光分離素子によって合成された前記第4の光と前記第6の光は、前記第2のレンズインテグレーター光学系に入射し、前記第3の光によって形成される二次光源像と、前記第4の光によって形成される二次光源像と、前記第5の光によって形成される二次光源像と、前記第6の光によって形成される二次光源像とは、同一平面上に結像する構成としてもよい。

10

この構成によれば、反射型の蛍光射出部及び拡散光射出部を採用することができる。また、例えば、1枚の重畳レンズを組みわせることで、第1のレンズインテグレーター光学系を透過した第3の光および第5の光と、第2のレンズインテグレーター光学系を透過した第4の光及び第6の光とを被照明領域上で良好に互いに重畳させることができる。

また、前記第1のレンズインテグレーター光学系から射出された光と前記第2のレンズインテグレーター光学系から射出された光とが入射する重畳レンズをさらに備えるのがより望ましい。

20

この構成によれば、被照明領域上における照度を均一にすることができる。

【0011】

上記態様において、第1の回転軸の周りに回転可能であって、前記少なくとも一つの蛍光体層を支持する第1の基材をさらに備え、前記少なくとも一つの蛍光体層は、前記第1の回転軸の周りに設けられた一つの蛍光体層で構成されており、前記第1の光分離素子に入射する前記第1の光の主光線及び前記重畳レンズの光軸に垂直な方向から見たとき、前記光軸は、前記第1の蛍光射出部と前記第2の蛍光射出部との間に位置している構成としてもよい。

この構成によれば、第1の基材の回転方向において第1の蛍光射出部及び第2の蛍光射出部がある程度の距離だけ離間した状態となる。

30

これにより、蛍光体層の温度上昇を低減できる。

【0012】

上記態様において、前記第1の蛍光射出部と前記第1の回転軸との間の距離は、前記第2の蛍光射出部と前記第1の回転軸との間の距離と異なっている構成としてもよい。

この構成によれば、蛍光体層の温度上昇をさらに低減することができる。

【0013】

上記態様において、第2の回転軸の周りに回転可能であって、前記少なくとも一つの拡散部を支持する第2の基材をさらに備え、前記少なくとも一つの拡散部は、前記第2の回転軸の周りに設けられた一つの拡散部で構成されており、前記重畳レンズの光軸及び該光軸に直交する前記発光装置の中心光軸に垂直な方向から見たとき、前記中心光軸は、前記第1の拡散光射出部と前記第2の拡散光射出部との間に位置している構成としてもよい。

40

この構成によれば、第2の基材の回転方向において第1の拡散光射出部及び第2の拡散光射出部がある程度の距離だけ離間した状態となる。

これにより、拡散部の温度上昇を低減できる。

【0014】

上記態様において、前記第1の拡散光射出部と前記第2の回転軸との間の距離は、前記第2の拡散光射出部と前記第2の回転軸との間の距離と異なっている構成としてもよい。

この構成によれば、拡散部の温度上昇をさらに低減することができる。

【0015】

上記態様において、前記第1のホモジナイザー光学系及び前記第2のホモジナイザー光

50

学系は、一对のレンズアレイからそれぞれ構成される構成としてもよい。

この構成によれば、第1の光及び第2の光を簡便な構成で均一化することができる。

【0016】

上記態様において、前記第1の集光光学系及び前記第2の集光光学系は同一の構成を有し、前記第3の集光光学系及び前記第4の集光光学系は同一の構成を有する構成としてもよい。

この構成によれば、第1の蛍光射出部及び第2の蛍光射出部に入射する光の光路長にずれが生じるのを抑制できる。また、第1の拡散光射出部及び第2の拡散光射出部に入射する光の光路長にずれが生じるのを抑制できる。

【0017】

上記態様において、前記第1のレンズインテグレーター光学系及び前記第2のレンズインテグレーター光学系は、一对のレンズアレイからそれぞれ構成される構成としてもよい。

この構成によれば、第3の光、第4の光、第1の拡散光及び第2の拡散光を簡便な構成で均一化することができる。

【0018】

本発明の第二態様に従えば、第1の光源装置及び第2の光源装置を備え、前記第1の光源装置及び前記第2の光源装置は、上記第一態様に係る光源装置からそれぞれ構成され、前記第1の光源装置における重畳レンズと前記第2の光源装置における重畳レンズとは、1枚のレンズ部材から構成されている光源ユニットが提供される。

【0019】

上記態様に係る光源ユニットによれば、1枚の重畳レンズを用いることで、第1の光源装置で生成された光と第2の光源装置で生成された光とを被照明領域で互いに重畳させることができる。

【0020】

本発明の第二態様に従えば、上記第一態様に係る光源装置又は上記第二態様に係る光源ユニットを備えた照明装置と、前記照明装置から射出される光を画像情報に応じて変調して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、を備えるプロジェクターが提供される。

【0021】

上記態様に係るプロジェクターによれば、上記光源装置又は光源ユニットを備えるので、明るい画像を表示することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】第1実施形態に係るプロジェクターの光学系を示す概略図。

【図2】光源装置の概略構成を示す図。

【図3】第2実施形態に係る光源装置の概略構成を示す図。

【図4】回転蛍光板を平面視した構成を示す図。

【図5】(a)は変形例に係る回転蛍光板の側面図、(b)は平面図。

【図6】回転拡散板を平面視した構成を示す図。

【図7】(a)は変形例に係る回転拡散板の側面図、(b)は平面図。

【図8】第3実施形態に係る光源ユニットの側面構成を示す図。

【図9】第2の光源装置の平面構成図。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の実施の形態について、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。

【0024】

10

20

30

40

50

(第1実施形態)

本実施形態に係るプロジェクターの一例について説明する。本実施形態のプロジェクターは、スクリーン(被投射面)上にカラー映像を表示する投射型画像表示装置である。プロジェクターは、赤色光、緑色光、青色光の各色光に対応した3つの液晶光変調装置を備えている。プロジェクターは、照明装置の光源として、高輝度・高出力な光が得られる半導体レーザーを備えている。

【0025】

図1は、本実施形態に係るプロジェクターの光学系を示す概略図である。

プロジェクター1は、図1に示すように、光源装置2と、色分離光学系3と、光変調装置4R, 光変調装置4G, 光変調装置4Bと、合成光学系5と、投射光学系6と、を概略備えている。

10

【0026】

本実施形態において、光源装置2は照明光として白色光Wを色分離光学系3に向けて射出する。

【0027】

色分離光学系3は、白色光Wを赤色光LRと緑色光LGと青色光LBとに分離するためのものである。色分離光学系3は、第1のダイクロイックミラー7aおよび第2のダイクロイックミラー7bと、第1の全反射ミラー8a、第2の全反射ミラー8bおよび第3の全反射ミラー8cと、第1のリレーレンズ9aおよび第2のリレーレンズ9bと、を概略備えている。

20

【0028】

第1のダイクロイックミラー7aは、光源装置2からの白色光Wを赤色光LRと、その他の光(緑色光LG及び青色光LB)とに分離する機能を有する。第1のダイクロイックミラー7aは、分離された赤色光LRを透過するとともに、その他の光(緑色光LGおよび青色光LB)を反射する。一方、第2のダイクロイックミラー7bは、その他の光を緑色光LGと青色光LBとに分離する機能を有する。第2のダイクロイックミラー7bは、分離された緑色光LGを反射するとともに、青色光LBを透過する。

【0029】

第1の全反射ミラー8aは、赤色光LRの光路中に配置されて、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。一方、第2の全反射ミラー8bおよび第3の全反射ミラー8cは、青色光LBの光路中に配置されて、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。

30

緑色光LGは、第2のダイクロイックミラー7bにより光変調装置4Gに向けて反射される。

【0030】

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の光路中における第2のダイクロイックミラー7bの下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の光路長よりも長いことに起因した青色光LBの光損失を補償する機能を有している。

【0031】

光変調装置4Rは、赤色光LRを通過させる間に、赤色光LRを画像情報に応じて変調し、赤色光LRに対応した画像光を形成する。光変調装置4Gは、緑色光LGを通過させる間に、緑色光LGを画像情報に応じて変調し、緑色光LGに対応した画像光を形成する。光変調装置4Bは、青色光LBを通過させる間に、青色光LBを画像情報に応じて変調し、青色光LBに対応した画像光を形成する。

40

【0032】

光変調装置4R, 光変調装置4G, 光変調装置4Bには、例えば透過型の液晶パネルが用いられている。また、液晶パネルの入射側および射出側には、一对の偏光板(図示せず)が配置されており、特定の方向の直線偏光光のみを通過させる構成となっている。

【0033】

50

光変調装置 4 R , 光変調装置 4 G , 光変調装置 4 B の入射側には、それぞれフィールドレンズ 1 0 R , フィールドレンズ 1 0 G , フィールドレンズ 1 0 B が配置されている。フィールドレンズ 1 0 R , フィールドレンズ 1 0 G , フィールドレンズ 1 0 B は、それぞれの光変調装置 4 R , 光変調装置 4 G , 光変調装置 4 B に入射する赤色光 L R , 緑色光 L G , 青色光 L B を平行化するためのものである。

【 0 0 3 4 】

合成光学系 5 は、赤色光 L R , 緑色光 L G , 青色光 L B に対応した各画像光を合成し、合成された画像光を投射光学系 6 に向けて射出する。合成光学系 5 には、例えばクロスタイクロイックプリズムが用いられている。

【 0 0 3 5 】

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、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 に向けて拡大投射する。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が表示される。

【 0 0 3 6 】

(光源装置)

次に、上記光源装置 2 の構成について説明する。以下、必要に応じて X Y Z 座標系を用いて光源装置の各構成について説明する。

図 2 は光源装置 2 の概略構成を示す図である。なお、図 2 において、X 方向は光軸 $a \times 1$, $a \times 2$ と平行な方向であり、Y 方向は光軸 $a \times 1$, $a \times 2$ と直交する光軸 $a \times 3$, $a \times 4$ と平行な方向であり、Z 方向は X 方向および Y 方向にそれぞれ直交する方向である。

【 0 0 3 7 】

光源装置 2 は、照明光として白色光 W を射出する。白色光 W は、後述する照明光 W L 及び照明光 W L ' から構成される。

【 0 0 3 8 】

光源装置 2 は、発光装置 1 1、第 1 のホモジナイザー光学系 1 2、第 1 の位相差板 1 3 a、第 1 の光分離素子 1 4、第 1 のピックアップ光学系 1 5、第 1 の蛍光発光素子 1 6、第 3 の位相差板 1 3 c、第 3 のピックアップ光学系 1 7、第 1 の拡散素子 1 8、第 2 のホモジナイザー光学系 1 9、第 2 の位相差板 1 3 b、第 2 の光分離素子 2 0、第 2 のピックアップ光学系 2 1、第 2 の蛍光発光素子 2 2、第 4 の位相差板 1 3 d、第 4 のピックアップ光学系 2 3、第 2 の拡散素子 2 4、第 1 レンズインテグレーターユニット 2 5、第 2 レンズインテグレーターユニット 2 6、偏光変換素子 2 7 及び重畳レンズ 2 8 を備えている。

【 0 0 3 9 】

発光装置 1 1 は、第 1 発光装置 1 1 A 及び第 2 発光装置 1 1 B を有している。

【 0 0 4 0 】

第 1 発光装置 1 1 A と、第 1 のホモジナイザー光学系 1 2 と、第 1 の位相差板 1 3 a と、第 1 の光分離素子 1 4 と、第 3 の位相差板 1 3 c と、第 3 のピックアップ光学系 1 7 と、第 1 の拡散素子 1 8 とは、光軸 $a \times 1$ 上に順次並んで配置されている。また、第 2 発光装置 1 1 B と、第 2 のホモジナイザー光学系 1 9 と、第 2 の位相差板 1 3 b と、第 2 の光分離素子 2 0 と、第 4 の位相差板 1 3 d と、第 4 のピックアップ光学系 2 3 と、第 2 の拡散素子 2 4 とは、光軸 $a \times 2$ 上に順次並んで配置されている。

【 0 0 4 1 】

第 1 の蛍光発光素子 1 6 と、第 1 のピックアップ光学系 1 5 と、第 1 の光分離素子 1 4 と、第 1 レンズインテグレーターユニット 2 5 と、偏光変換素子 2 7 と、重畳レンズ 2 8 とは、光軸 $a \times 3$ 上に順次並んで配置されている。

第 2 の蛍光発光素子 2 2 と、第 2 のピックアップ光学系 2 1 と、第 2 の光分離素子 2 0 と、第 2 レンズインテグレーターユニット 2 6 と、偏光変換素子 2 7 と、重畳レンズ 2 8 とは、光軸 $a \times 4$ 上に順次並んで配置されている。

なお、光軸 $a \times 1$, $a \times 2$, $a \times 3$, $a \times 4$ は同一平面内にある。光軸 $a \times 1$ と光軸 $a \times 2$ とは互いに平行であり、光軸 $a \times 3$ と光軸 $a \times 4$ とは互いに平行である。また、光軸

10

20

30

40

50

$a \times 1$ は光軸 $a \times 3$ と直交している。

【0042】

第1発光装置11Aは、第1発光部110及び第1コリメート光学系111を含む。

【0043】

本実施形態において、第1のピックアップ光学系15は、特許請求の範囲の「第1の集光光学系」に対応し、第2のピックアップ光学系21は、特許請求の範囲の「第2の集光光学系」に対応し、第3のピックアップ光学系17は、特許請求の範囲の「第3の集光光学系」に対応し、第4のピックアップ光学系23は、特許請求の範囲の「第4の集光光学系」に対応する。

【0044】

本実施形態において、第1のピックアップ光学系15と第1のホモジナイザー光学系12との間の光路長 L_1 は、第2のピックアップ光学系21と第2のホモジナイザー光学系19との間の光路長 L_2 と等しい。また、第3のピックアップ光学系17と第1のホモジナイザー光学系12との間の光路長 L_3 は、第4のピックアップ光学系23と第2のホモジナイザー光学系19との間の光路長 L_4 と等しい。

【0045】

第1発光部110は、固体光源としての複数の半導体レーザー110aを備える。複数の半導体レーザー110aは光軸 $a \times 1$ と直交する同一面内において、アレイ状に並んで配置されている。半導体レーザー110aは、例えば青色光 BL_1 （例えばピーク波長が460nmのレーザー光）を射出する。本実施形態において、第1発光部110は、複数の青色光 BL_1 からなる光線束 K_1 を射出する。

【0046】

第1コリメート光学系111は、第1発光部110から射出された光線束 K_1 を平行光束に変換するものである。第1コリメート光学系111は、例えばアレイ状に並んで配置された複数のコリメーターレンズ111aから構成されている。複数のコリメーターレンズ111a各々は、複数の半導体レーザー110aに対応して配置されている。

【0047】

第1コリメート光学系111で平行化された光線束 K_1 は、第1のホモジナイザー光学系12に入射する。第1のホモジナイザー光学系12は、例えば第1のレンズアレイ12aと第2のレンズアレイ12bとから構成されている。第1のレンズアレイ12aは複数の第1小レンズ12amを含み、第2のレンズアレイ12bは複数の第2小レンズ12bmを含む。本実施形態において、第1のレンズアレイ12a及び第2のレンズアレイ12bは、特許請求の範囲の「一对のレンズアレイ」に対応する。

【0048】

第1のホモジナイザー光学系12を通過した光線束 K_1 は、第1の位相差板13aに入射する。第1の位相差板13aは、例えば回転可能とされた $1/2$ 波長板である。光線束 K_1 は直線偏光である。そのため、第1の位相差板13aを透過した光は第1の光分離素子14に対するS偏光成分とP偏光成分とを所定の比率で含む光となる。つまり、第1の位相差板13aの回転角度を適切に設定することにより、S偏光成分とP偏光成分との比率を所定の値に設定することが可能である。

【0049】

第1の光分離素子14は、例えば波長選択性を有するダイクロイックミラーから構成されている。第1の光分離素子14は、光軸 $a \times 1$ 及び光軸 $a \times 3$ に対してそれぞれ 45° の角度をなすように配置されている。第1の光分離素子14は、入射光（光線束 K_1 ）のうちのS偏光成分を反射させ、入射光のうちのP偏光成分を透過させる。すなわち、第1の光分離素子14は、入射光である光線束 K_1 をS偏光成分の光（光線束 BL_s ）とP偏光成分の光（光線束 BL_p ）とに分離する機能を有する。本実施形態において、光線束 K_1 は特許請求の範囲の「第1の光」に対応し、光線束 BL_s は特許請求の範囲の「第1の光線束」に対応し、光線束 BL_p は特許請求の範囲の「第2の光線束」に対応する。

【0050】

10

20

30

40

50

S偏光成分の光線束B L sは、第1の光分離素子14で反射して第1の蛍光発光素子16に向かう。P偏光成分の光線束B L pは、第1の光分離素子14を透過して第1の拡散素子18に向かう。第1の光分離素子14は、光線束K1とは波長帯が異なる後述の蛍光光Y Lを、その偏光状態にかかわらず透過させる色分離機能を有している。

このような構成に基づき、第1の光分離素子14は、後述のように第1の拡散素子18からの拡散青色光B Lを反射し、第1の蛍光発光素子16からの蛍光光Y Lを透過させることで、これらを合成して白色の照明光W Lを生成する。

【0051】

第1の光分離素子14で反射された光線束B L sは、第1のピックアップ光学系15に入射する。第1のピックアップ光学系15は、光線束B L sを第1の蛍光発光素子16の蛍光体層16aに向けて集光させる機能と、蛍光体層16aから射出された蛍光光Y Lをピックアップする機能とを有する。

10

【0052】

また、第1のピックアップ光学系15は第1のホモジナイザー光学系12と協働して、蛍光体層16a上での光線束B L sによる照度分布を均一化する。第1のピックアップ光学系15は、例えばピックアップレンズ15a, 15bから構成されている。

【0053】

第1のピックアップ光学系15から射出された光線束B L sは第1の蛍光発光素子16に入射する。本実施形態では、第1のピックアップ光学系15の焦点位置に第1の蛍光発光素子16が配置されている。

20

【0054】

第1の蛍光発光素子16は、基板16bと、蛍光体層16aとを備える。第1の蛍光発光素子16は、光線束B L sが入射する側と同じ側に向けて蛍光光Y Lを射出する。基板16bは、例えば、アルミや銅といった放熱性に優れた金属製の円板から構成される。

【0055】

本実施形態において、蛍光体層16aのうち光線束B L sが入射している領域は、特許請求の範囲の「第1の蛍光射出部」に対応し、蛍光光Y Lは、特許請求の範囲における「第3の光」に対応する。

【0056】

蛍光体層16aは、光線束B L sを吸収して黄色の蛍光光Y Lに変換して射出する蛍光体粒子を含む。蛍光体粒子としては、例えばYAG(イットリウム・アルミニウム・ガーネット)系蛍光体を用いることができる。なお、蛍光体粒子の形成材料は、1種であってもよく、2種以上の材料を用いて形成されている粒子を混合したものを蛍光体粒子として用いてもよい。

30

【0057】

蛍光体層16a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。このような蛍光体層16aとしては、例えば、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を好適に用いることができる。

【0058】

蛍光体層16aの光線束B L sが入射する側とは反対側には、反射部16cが設けられている。反射部16cは、蛍光体層16aで生成された蛍光光Y Lを反射する。

40

【0059】

蛍光体層16aから射出された蛍光光Y Lは第1のピックアップ光学系15により平行化され、第1の光分離素子14を透過する。

【0060】

一方、第1の光分離素子14から射出された光線束B L pは、第3の位相差板13cに入射する。第3の位相差板13cは1/4波長板(/4板)から構成される。光線束B L pは、第3の位相差板13cを透過することによって円偏光の光線束B L cに変換される。第3の位相差板13cを透過した光線束B L cは、第3のピックアップ光学系17に

50

入射する。

【0061】

第3のピックアップ光学系17は、光線束BLcを第1の拡散素子18に向けて集光させる機能と、該第1の拡散素子18から射出された拡散光をピックアップする機能とを有する。第3のピックアップ光学系17は、例えばピックアップレンズ17a, 17bから構成されている。

【0062】

また、第3のピックアップ光学系17は第1のホモジナイザー光学系12と協働して、第1の拡散素子18上での光線束BLcによる照度分布を均一化する。本実施形態では、第3のピックアップ光学系17の焦点位置に第1の拡散素子18が配置されている。

10

【0063】

第1の拡散素子18は、第3のピックアップ光学系17から射出された光線束BLcを第1の光分離素子14に向けて拡散反射させるものである。以下、第1の拡散素子18で反射した光を拡散青色光BLと称する。本実施形態において、拡散青色光BLは、特許請求の範囲における「第5の光」に対応する。

【0064】

第1の拡散素子18は、拡散反射板18Aと、拡散反射板18Aを回転させるためのモーター等の駆動装置18Mと、を備えている。拡散反射板18Aは、例えば光反射性を持つ部材からなる。拡散反射板18Aは、その表面に凹凸を有している。本実施形態において、拡散反射板18Aの凹凸を有する表面は、特許請求の範囲における「拡散部」に対応し、拡散反射板18Aのうち光線束BLcが入射する領域は、特許請求の範囲における「第1の拡散光射出部」に対応する。

20

【0065】

駆動装置18Mの回転軸は、光軸ax1と略平行に配置されている。これにより、拡散反射板18Aは、拡散反射板18Aに入射する光線束BLcの主光線に交差する面内で回転可能に構成されている。拡散反射板18Aは、回転軸の方向から見て例えば円形に形成されている。

【0066】

拡散反射板18Aによって反射され、第3のピックアップ光学系17を再び透過した円偏光の拡散青色光BLは、再び第3の位相差板13cを透過して、S偏光となる。S偏光の拡散青色光BLは第1の光分離素子14に入射して反射する。

30

【0067】

第1の光分離素子14は、該第1の光分離素子14を透過した蛍光光YLと第1の光分離素子14で反射した拡散青色光BLとを合成することで白色の照明光WLを生成する。

【0068】

第2発光装置11Bは、第1発光装置11Aと同様の構成からなり、第2発光部210及び第2コリメート光学系211を含む。

第2発光部210は複数の半導体レーザー210aを備えており、複数の青色光BL2からなる光線束K2を射出する。第2コリメート光学系211は、第2発光部210から射出された光線束K2を平行光束に変換するものである。第2コリメート光学系211は、例えばアレイ状に並んで配置された複数のコリメーターレンズ211aから構成されている。複数のコリメーターレンズ211a各々は、複数の半導体レーザー210aに対応して配置されている。

40

【0069】

第2コリメート光学系211で平行化された光線束K2は、第2のホモジナイザー光学系19に入射する。第2のホモジナイザー光学系19は、例えば第1のレンズアレイ19aと第2のレンズアレイ19bとから構成されている。第1のレンズアレイ19aは複数の第1小レンズ19amを含み、第2のレンズアレイ19bは複数の第2小レンズ19bmを含む。本実施形態において、第1のレンズアレイ19a及び第2のレンズアレイ19bは、特許請求の範囲の「一対のレンズアレイ」に対応する。

50

【 0 0 7 0 】

第2のホモジナイザー光学系19を通過した光線束K2は、第2の位相差板13bに入射する。第2の位相差板13bは、第1の位相差板13aと同様の構成からなる。そのため、第2の位相差板13bの回転角度を適切に設定することにより、第2の光分離素子20に対するS偏光成分とP偏光成分との比率を設定することが可能となっている。

【 0 0 7 1 】

第2の光分離素子20は、第1の光分離素子14と同様、例えば波長選択性を有するダイクロミックミラーから構成されている。第2の光分離素子20は、光軸ax2及び光軸ax4に対してそれぞれ45°の角度をなすように配置されている。第2の光分離素子20と第1の光分離素子14とは、同一平面上に配置されている。

10

【 0 0 7 2 】

第2の光分離素子20は、入射光(光線束K2)のうちのS偏光成分を反射させ、入射光のうちのP偏光成分を透過させる。すなわち、第2の光分離素子20は、入射光である光線束K2をS偏光成分の光(光線束BLs')とP偏光成分の光(光線束BLp')とに分離する機能を有する。本実施形態において、光線束K2は特許請求の範囲の「第2の光」に対応し、光線束BLs'は特許請求の範囲の「第3の光線束」に対応し、光線束BLs'は特許請求の範囲の「第4の光線束」に対応する。本明細書において、光線束BLsおよび光線束BLs'をまとめて励起光と呼ぶことがある。

【 0 0 7 3 】

S偏光成分の光線束BLs'は、第2の光分離素子20で反射して第2の蛍光発光素子22に向かう。P偏光成分の光線束BLp'は、第2の光分離素子20を透過して第2の拡散素子24に向かう。第2の光分離素子20は、光線束K2とは波長帯が異なる蛍光光YL'を、その偏光状態にかかわらず透過させる色分離機能を有している。

20

このような構成に基づき、第2の光分離素子20は、後述のように第2の拡散素子24からの拡散青色光BL'を反射し、第2の蛍光発光素子22からの蛍光光YL'を透過させることで、これらを合成して白色の照明光WL'を生成する。

【 0 0 7 4 】

第2の光分離素子20で反射された光線束BLs'は、第2のピックアップ光学系21に入射する。第2のピックアップ光学系21は、第1のピックアップ光学系15と同一の構成を有する。これにより、第1の蛍光発光素子16に入射する光線束BLsの光路長を第2の蛍光発光素子22に入射する光線束BLs'の光路長と等しく設定することが容易である。

30

第2のピックアップ光学系21は、例えばピックアップレンズ21a, 21bから構成され、光線束BLs'を第2の蛍光発光素子22の蛍光体層22aに向けて集光させる機能と蛍光体層22aから射出された蛍光光YL'をピックアップする機能とを有する。

【 0 0 7 5 】

第2のピックアップ光学系21は第2のホモジナイザー光学系19と協働して、蛍光体層22a上での光線束BLs'による照度分布を均一化する。

【 0 0 7 6 】

第2のピックアップ光学系21から射出された光線束BLs'は第2の蛍光発光素子22に入射する。本実施形態では、第2のピックアップ光学系21の焦点位置に第2の蛍光発光素子22が配置されている。

40

【 0 0 7 7 】

第2の蛍光発光素子22は、基板22bと、光線束BLs'を吸収して黄色の蛍光光YL'に変換して射出する蛍光体層22aとを備える。蛍光体層22aの光線束BLs'が入射する側とは反対側には、反射部26cが設けられている。

これにより、第2の蛍光発光素子22は、光線束BLs'が入射する側と同じ側に向けて蛍光光YL'を射出する。基板22bは、例えば、アルミや銅といった放熱性に優れた金属製の円板から構成される。本実施形態において、蛍光体層22aのうち光線束BLs'が入射している領域は、特許請求の範囲の「第2の蛍光射出部」に対応し、蛍光光YL

50

’は、特許請求の範囲における「第4の光」に対応する。

【0078】

蛍光体層22aから射出された蛍光光YL’は第2のピックアップ光学系21により平行化され、第2の光分離素子20を透過する。

【0079】

一方、第2の光分離素子20から射出された光線束BLp’は、第4の位相差板13dに入射する。第4の位相差板13dは1/4波長板(/4板)から構成される。光線束BLp’は、第4の位相差板13dを透過することによって円偏光の光線束BLc’に変換される。第4の位相差板13dを透過した光線束BLc’は、第4のピックアップ光学系23に入射する。

10

【0080】

第4のピックアップ光学系23は、光線束BLc’を第2の拡散素子24に向けて集光させる機能と、該第2の拡散素子24から射出された拡散光をピックアップする機能とを有する。第4のピックアップ光学系23は、第3のピックアップ光学系17と同一の構成を有する。第4のピックアップ光学系23は、例えばピックアップレンズ23a, 23bから構成されている。これにより、第1の拡散素子18に入射する光線束BLpの光路長を第2の拡散素子24に入射する光線束BLp’の光路長と等しく設定することが容易である。

【0081】

また、第4のピックアップ光学系23は第2のホモナイザー光学系19と協働して、第2の拡散素子24上での光線束BLc’による照度分布を均一化する。本実施形態では、第4のピックアップ光学系23の焦点位置に第2の拡散素子24が配置されている。

20

【0082】

第2の拡散素子24は、第4のピックアップ光学系23から射出された光線束BLc’を第2の光分離素子20に向けて拡散反射させるものである。以下、第2の拡散素子24で反射した光を拡散青色光BL’と称する。本実施形態において、拡散青色光BL’は、特許請求の範囲における「第6の光」に対応する。

【0083】

第2の拡散素子24は、拡散反射板24Aと、拡散反射板24Aを回転させるためのモーター等の駆動装置24Mと、を備えている。拡散反射板24Aは、例えば光反射性を持つ部材からなる。拡散反射板24Aは、その表面に凹凸を有している。本実施形態において、拡散反射板24Aの凹凸を有する表面は、特許請求の範囲における「拡散部」に対応し、拡散反射板24Aのうち光線束BLc’が入射する領域は、特許請求の範囲における「第2の拡散光射出部」に対応する。

30

【0084】

駆動装置24Mの回転軸は、光軸ax2と略平行に配置されている。これにより、拡散反射板24Aは、拡散反射板24Aに入射する光線束BLc’の主光線に交差する面内で回転可能に構成されている。拡散反射板24Aは、回転軸の方向から見て例えば円形に形成されている。

【0085】

拡散反射板24Aによって反射され、第4のピックアップ光学系23を再び透過した円偏光の拡散青色光BL’は、再び第4の位相差板13dを透過して、S偏光となる。S偏光の拡散青色光BL’は第2の光分離素子20に入射して反射する。

40

【0086】

第2の光分離素子20は、該第2の光分離素子20を透過した蛍光光YL’と第2の光分離素子20で反射した拡散青色光BL’とを合成することで白色の照明光WL’を生成する。

【0087】

第1の光分離素子14で合成された白色の照明光WLは、第1レンズインテグレーターユニット25に入射する。第1レンズインテグレーターユニット25は、例えば第1のレ

50

レンズアレイ 25 a と第 2 のレンズアレイ 25 b とから構成されている。第 1 のレンズアレイ 25 a は複数の第 1 小レンズ 25 a m を含み、第 2 のレンズアレイ 25 b は複数の第 2 小レンズ 25 b m を含む。本実施形態において、第 1 のレンズアレイ 25 a 及び第 2 のレンズアレイ 25 b は、特許請求の範囲の「一对のレンズアレイ」に対応する。

【0088】

第 1 のレンズアレイ 25 a は照明光 W L を複数の小光線束に分離する。第 1 小レンズ 25 a m は、小光線束を対応する第 2 小レンズ 25 b m に結像させる。第 2 小レンズ 25 b m に結像する像は、拡散青色光 B L と蛍光光 Y L とに由来している。つまり、拡散青色光 B L の二次光源像と蛍光光 Y L の二次光源像とが、第 2 のレンズアレイ 25 b に形成されている。

10

【0089】

第 1 レンズインテグレーターユニット 25 を通過した照明光 W L は、偏光変換素子 27 に入射する。偏光変換素子 27 は、例えば、偏光分離膜と位相差板とから構成され、照明光 W L を直線偏光に変換する。

【0090】

偏光変換素子 27 を通過した照明光 W L は、重畳レンズ 28 に入射する。重畳レンズ 28 から射出された照明光 W L は色分離光学系 3 へ入射する。重畳レンズ 28 は、照明光 W L を構成している上記複数の小光線束を被照明領域で互いに重畳させる。

【0091】

一方、第 2 の光分離素子 20 で合成された白色の照明光 W L ' は、第 2 レンズインテグレーターユニット 26 に入射する。第 2 レンズインテグレーターユニット 26 は、第 1 レンズインテグレーターユニット 25 と同一の構成からなり、例えば第 1 のレンズアレイ 26 a と第 2 のレンズアレイ 26 b とから構成されている。

20

つまり、第 1 のレンズアレイ 26 a は、第 1 レンズインテグレーターユニット 25 の第 1 のレンズアレイ 25 a と同一の構成からなり、第 2 のレンズアレイ 26 b は第 1 レンズインテグレーターユニット 25 の第 2 のレンズアレイ 25 b と同一の構成からなる。

なお、本実施形態において、第 2 レンズインテグレーターユニット 26 は第 1 レンズインテグレーターユニット 25 と別体で形成される場合を例に挙げたが、一体に形成されていても良い。

【0092】

第 1 のレンズアレイ 26 a は複数の第 1 小レンズ 26 a m を含み、第 2 のレンズアレイ 26 b は複数の第 2 小レンズ 26 b m を含む。本実施形態において、第 1 のレンズアレイ 26 a 及び第 2 のレンズアレイ 26 b は、特許請求の範囲の「一对のレンズアレイ」に対応する。

30

【0093】

第 2 のレンズアレイ 26 b は照明光 W L ' を複数の小光線束に分離する。第 1 小レンズ 26 a m は、小光線束を対応する第 2 小レンズ 26 b m に結像させる。第 2 小レンズ 26 b m に結像する像は、拡散青色光 B L ' と蛍光光 Y L ' とに由来している。つまり、拡散青色光 B L ' の二次光源像と蛍光光 Y L ' の二次光源像とが、第 2 のレンズアレイ 26 b に形成されている。

40

【0094】

本実施形態において、第 1 レンズインテグレーターユニット 25 及び第 2 レンズインテグレーターユニット 26 は、光軸 a x 3 及び光軸 a x 4 と平行な方向 (Y 方向) において同じ位置に配置されている。つまり、第 2 のレンズアレイ 25 b および第 2 のレンズアレイ 26 b は、 Y 方向において同じ位置に配置されているため、本実施形態において、照明光 W L ' の二次光源像と照明光 W L の二次光源像とは、光軸 a x 3 及び光軸 a x 4 と直交する同一平面 (X Z 平面と平行な平面) 上に結像している。

【0095】

第 2 レンズインテグレーターユニット 26 を通過した照明光 W L ' は、偏光変換素子 27 に入射し、直線偏光に変換される。偏光変換素子 27 を通過した照明光 W L ' は、重畳

50

レンズ 28 を介して色分離光学系 3 に入射する。重畳レンズ 28 は、照明光 $W L'$ を構成している上記複数の小光線束を被照明領域で互いに重畳させる。

【0096】

本実施形態において、第 1 レンズインテグレーターユニット 25 及び第 2 レンズインテグレーターユニット 26 は、重畳レンズ 28 と協働することで被照明領域における照度分布を均一化する。

【0097】

本実施形態では、青色光と黄色光とを混ぜることによって、白色光 W を生成している。当該青色光は、第 1 の拡散素子 18 によって生成された拡散青色光 $B L$ と第 2 の拡散素子 24 によって生成された拡散青色光 $B L'$ とからなっている。当該黄色光は、第 1 の蛍光発光素子 16 によって生成された蛍光光 $Y L$ と第 2 の蛍光発光素子 22 によって生成された蛍光光 $Y L'$ とからなっている。言い換えれば、白色光 W は、照明光 $W L$ と照明光 $W L'$ とで構成されている。

そのため、照明光 $W L$ 或いは照明光 $W L'$ の一方のみで白色光 W を構成する場合に比べて、第 1 の蛍光発光素子 16、第 1 の拡散素子 18、第 2 の蛍光発光素子 22 及び第 2 の拡散素子 24 に入射する各光量を抑えることができる。

よって、蛍光体層 16a 或いは蛍光体層 22a の温度の上昇を低減することができ、ひいては、温度消光という現象による蛍光体の発光効率の低下を低減することができる。したがって、光源装置 2 は、蛍光体層 16a 或いは蛍光体層 22a の温度上昇が低減されるため、高い出力で蛍光光 $Y L$ 、 $Y L'$ を射出することができる。

【0098】

また、第 1 の拡散素子 18 或いは第 2 の拡散素子 24 に過度に強い光が入射することで拡散反射板 18A 或いは拡散反射板 24A がダメージを受ける、といった不具合の発生を防止できる。

【0099】

上述したように、第 1 のピックアップ光学系 15 と第 1 のホモジナイザー光学系 12 との間の光路長 L_1 は、第 2 のピックアップ光学系 21 と第 2 のホモジナイザー光学系 19 との間の光路長 L_2 と等しいため、第 2 の蛍光発光素子 22 の蛍光体層 22a への入射光量は、第 1 の蛍光発光素子 16 の蛍光体層 16a への入射光量と略等しい。つまり、蛍光体層 22a から射出される蛍光光 $Y L'$ の明るさと、蛍光体層 16a から射出される蛍光光 $Y L$ の明るさは略等しくなっている。

【0100】

また、第 3 のピックアップ光学系 17 と第 1 のホモジナイザー光学系 12 との間の光路長 L_3 は、第 4 のピックアップ光学系 23 と第 2 のホモジナイザー光学系 19 との間の光路長 L_4 と等しいため、第 2 の拡散素子 24 の拡散反射板 24A への入射光量は、第 1 の拡散素子 18 の拡散反射板 18A への入射光量と略等しい。つまり、拡散反射板 24A から射出される拡散青色光 $B L'$ の明るさと拡散反射板 18A から射出される拡散青色光 $B L$ の明るさは略等しくなっている。

【0101】

したがって、照明光 $W L$ は照明光 $W L'$ と略同じ明るさムラおよび略同じ色むらを持っている。よって、被照明領域における照明ムラを低減することが容易である。

【0102】

上述のように照明光 $W L'$ の二次光源像及び照明光 $W L$ の二次光源像が同一平面上に結像されている。この場合、第 1 レンズインテグレーターユニット 25 と第 2 レンズインテグレーターユニット 26 とに対して共通の重畳レンズ 28 を用いることによって、被照明領域上に照明光 $W L'$ 及び照明光 $W L$ を良好に重畳させることができる。

【0103】

よって、本実施形態のプロジェクター 1 は、明るく色ムラが低減された映像をスクリーン $S C R$ 上に表示することができる。

【0104】

10

20

30

40

50

(第2実施形態)

続いて、第2実施形態のプロジェクターについて説明する。本実施形態と上記実施形態との違いは光源装置の構成である。そのため、以下では光源装置の構成を主体に説明する。なお、上記実施形態と共通の部材及び構成については同じ符号を付し、その説明については省略若しくは簡略化する。

【0105】

図3は本実施形態の光源装置の概略構成を示す図である。

図3に示すように、本実施形態の光源装置2Aは、発光装置11、第1のホモジナイザー光学系12、第1の位相差板13a、第1の光分離素子14、第1のピックアップ光学系15、回転蛍光板100、第3の位相差板13c、第3のピックアップ光学系17、回転拡散板120、第2のホモジナイザー光学系19、第2の位相差板13b、第2の光分離素子20、第2のピックアップ光学系21、第4の位相差板13d、第4のピックアップ光学系23、第1レンズインテグレーターユニット25、第2レンズインテグレーターユニット26、偏光変換素子27及び重畳レンズ28を備えている。

10

【0106】

回転蛍光板100は、回転基板101と、回転基板101を回転駆動する駆動装置102と、回転基板101上に設けられた蛍光体層100Aと、第1の蛍光射出部A1と、第2の蛍光射出部A2とを備える。回転蛍光板100は、光が入射する側と同じ側に向けて蛍光光YLを射出する。

【0107】

回転基板101は、例えば、アルミや銅といった放熱性に優れた金属製の円板から構成され、所定の回転軸O1の周りに回転可能である。駆動装置102は、例えばモーター等から構成され、回転基板101を回転軸O1の周りに回転させる。本実施形態において、回転基板101は特許請求の範囲の「第1の基材」に対応し、回転軸O1は特許請求の範囲の「第1の回転軸」に対応する。

20

【0108】

本実施形態において、蛍光体層100Aは、回転基板101の上面101aに、回転軸O1の周りにリング状に形成されている。蛍光体層100Aの光線束BLSが入射する側とは反対側には、反射部103が設けられている。

【0109】

蛍光体層100Aは、第1のピックアップ光学系15及び第2のピックアップ光学系21と対向するように配置されている。

30

【0110】

第1の蛍光射出部A1は光線束BLSを変換して蛍光光YLとして射出し、第2の蛍光射出部A2は光線束BLS'を変換して蛍光光YL'として射出する。

【0111】

回転拡散板120は、拡散反射板121と、拡散反射板121を回転駆動する駆動装置122と、第1の拡散光射出部B1と、第2の拡散光射出部B2とを備える。回転拡散板120は、光が入射する側と同じ側に向けて拡散光を射出する。

【0112】

拡散反射板121は、例えば光反射性を持つ部材からなり、その表面に凹凸を有している。拡散反射板121は、所定の回転軸O2の周りに回転可能である。駆動装置122は、例えばモーター等から構成され、拡散反射板121を回転軸O2の周りに回転させる。本実施形態において、拡散反射板121は特許請求の範囲の「第2の基材」に対応し、拡散反射板121の凹凸を有する表面は、特許請求の範囲における「拡散部」に対応し、回転軸O2は特許請求の範囲の「第2の回転軸」に対応する。

40

【0113】

拡散反射板121は、第3のピックアップ光学系17及び第4のピックアップ光学系23と対向するように配置されている。拡散反射板121のうちある瞬間において光線束BLSが入射している領域を第1の拡散光射出部B1と呼び、拡散反射板121のうちある

50

瞬間において光線束 B L p ' が入射している領域を第 2 の拡散光射出部 B 2 と呼ぶ。拡散反射板 1 2 1 は回転するが、第 1 の拡散光射出部 B 1 および第 2 の拡散光射出部 B 2 は移動しない。

【 0 1 1 4 】

第 1 の拡散光射出部 B 1 によって反射され、第 3 のピックアップ光学系 1 7 を透過した円偏光の拡散青色光 B L は、再び第 3 の位相差板 1 3 c を透過して、S 偏光となる。S 偏光の拡散青色光 B L は第 1 の光分離素子 1 4 に入射して反射する。

第 2 の拡散光射出部 B 2 によって反射され、第 4 のピックアップ光学系 2 3 を透過した円偏光の拡散青色光 B L ' は、再び第 3 の位相差板 1 3 c を透過して、S 偏光となる。S 偏光の拡散青色光 B L ' は第 2 の光分離素子 2 0 に入射して反射する。

10

【 0 1 1 5 】

図 3 に示すように、X 方向において、重畳レンズ 2 8 の光軸 2 8 a は第 1 の蛍光射出部 A 1 と第 2 の蛍光射出部 A 2 との間に位置している。具体的に、第 1 の光分離素子 1 4 に入射する光線束 B L p の主光線及び重畳レンズ 2 8 の光軸 2 8 a に垂直な方向（図 3 の Z 方向）から見たとき、光軸 2 8 a は第 1 の蛍光射出部 A 1 と第 2 の蛍光射出部 A 2 との間に位置している。

【 0 1 1 6 】

図 4 は回転蛍光板 1 0 0 を平面視した構成を示す図である。

本実施形態において、第 1 の蛍光射出部 A 1 は、蛍光体層 1 0 0 A のうち、ある瞬間において光線束 B L s が入射している領域を指す。第 2 の蛍光射出部 A 2 は、蛍光体層 1 0 0 A のうち、ある瞬間において光線束 B L s ' が入射している領域を指す。回転蛍光板 1 0 0 は回転するが、第 1 の蛍光射出部 A 1 および第 2 の蛍光射出部 A 2 は移動しない。

20

【 0 1 1 7 】

初めに、第 1 の蛍光射出部 A 1 と回転軸 O 1 との距離が、第 2 の蛍光射出部 A 2 と回転軸 O 1 との距離と等しい場合を考える。第 2 の蛍光射出部 A 2 は第 1 の蛍光射出部 A 1 を回転軸 O 1 のまわりに 1 8 0 ° 回転させた位置にある。そのため、第 1 の蛍光射出部 A 1 及び第 2 の蛍光射出部 A 2 は、蛍光体層 1 0 0 A の周方向において互いに最も離間した状態となっている。

【 0 1 1 8 】

第 1 の蛍光射出部 A 1 において励起光（光線束 B L s ）が照射された蛍光体は、回転基板 1 0 1 の回転に伴って回転基板 1 0 1 の周方向に移動し、第 2 の蛍光射出部 A 2 において励起光（光線束 B L s ' ）が照射される。同様に、第 2 の蛍光射出部 A 2 において励起光（光線束 B L s ' ）が照射された蛍光体は、回転基板 1 0 1 の回転に伴って回転基板 1 0 1 の周方向に移動し、第 1 の蛍光射出部 A 1 において励起光（光線束 B L s ）が照射される。つまり、蛍光体層 1 0 0 A の特定の位置にある蛍光体には、回転基板 1 0 1 が 1 8 0 ° 回転する毎に励起光が照射される。

30

【 0 1 1 9 】

しかし本実施形態においては、第 2 の蛍光射出部 A 2 は第 1 の蛍光射出部 A 1 を回転軸 O 1 のまわりに 1 8 0 ° 回転させた位置にあるため、蛍光体層 1 0 0 A の特定の位置にある蛍光体に励起光が短い間隔で入射することが防止される。従って、蛍光体層 1 0 0 A の温度上昇を低減できる。

40

【 0 1 2 0 】

なお、第 1 の蛍光射出部 A 1 の位置と第 2 の蛍光射出部 A 2 の位置との関係は、上述の関係に限定されない。第 2 の蛍光射出部 A 2 は第 1 の蛍光射出部 A 1 を回転軸 O 1 のまわりに 9 0 ° 以上 1 8 0 ° 以下の角度だけ回転させた位置（図 4 に示す符号 C 1 で示す範囲）にあってもよい。

【 0 1 2 1 】

図 5 (a) は変形例に係る回転蛍光板 1 0 0 の要部構成を示す側面図であり、図 5 (b) は回転蛍光板 1 0 0 の要部構成を示す平面図である。

【 0 1 2 2 】

50

図5(a)に示すように、第1の蛍光射出部A1と回転軸O1との間の距離D1が第2の蛍光射出部A2と回転軸O1との間の距離D2と異なる構成としても良い。

この構成によれば、蛍光体層100Aの特定の位置にある蛍光体には、回転基板101が1回転する毎に励起光が照射されるので、蛍光体層100Aの特定の位置にある蛍光体に励起光が照射される間隔は、距離D1が距離D2と等しい場合よりも長い。従って、蛍光体層100Aの温度上昇をさらに低減できる。

【0123】

ここで、図3において、発光装置11の中心光軸を光軸ax12とする。光軸ax12は、第1発光装置11Aの光軸ax1と第2発光装置11Bの光軸ax2との中心を通る。

図3に示すように、Y方向において、光軸ax12は第1の拡散光射出部B1と第2の拡散光射出部B2との間に位置している。具体的に、重畳レンズ28の光軸28a及び光軸28aに直交する発光装置11の光軸ax12に垂直な方向(図3のZ方向)から見たとき、光軸ax12は、第1の拡散光射出部B1と第2の拡散光射出部B2との間に位置している。本実施形態において、光軸ax12は回転拡散板120の回転軸O2と一致している。

【0124】

図6は回転拡散板120を平面視した構成を示す図である。

初めに、第1の拡散光射出部B1と回転軸O2との距離が、第2の拡散光射出部B2と回転軸O2との距離と等しい場合を考える。第2の拡散光射出部B2は第1の拡散光射出部B1を回転軸O2のまわりに180°回転させた位置にある。そのため、第1の拡散光射出部B1及び第2の拡散光射出部B2は、拡散反射板121の周方向において互いに最も離間した状態となっている。

【0125】

第1の拡散光射出部B1において光線束BLpが照射された拡散部は、拡散反射板121の回転に伴って拡散反射板121の周方向に移動し、第2の拡散光射出部B2において光線束BLp'が照射される。同様に、第2の拡散光射出部B2において光線束BLp'が照射された拡散部は、拡散反射板121の回転に伴って拡散反射板121の周方向に移動し、第1の拡散光射出部B1において光線束BLpが照射される。つまり、拡散反射板121の特定の位置にある拡散部には、拡散反射板121が180°回転する毎に光線束BLpまたは光線束BLp'が照射される。

【0126】

しかし本実施形態においては、第2の拡散光射出部B2は第1の拡散光射出部B1を回転軸O2のまわりに180°回転させた位置にあるため、拡散反射板121の特定の位置にある拡散部に光が短い間隔で入射することが防止される。従って、拡散反射板121の温度上昇を低減できる。

【0127】

なお、第1の拡散光射出部B1の位置と第2の拡散光射出部B2の位置との関係は、上述の関係に限定されない。第2の拡散光射出部B2は第1の拡散光射出部B1を回転軸O2のまわりに90°以上180°以下の角度だけ回転させた位置(図6に示す符号C2で示す範囲)にあってもよい。

【0128】

図7(a)は変形例に係る回転拡散板120の要部構成を示す側面図であり、図7(b)は回転拡散板120の要部構成を示す平面図である。

【0129】

図7(a)に示すように、第1の拡散光射出部B1と回転軸O2との間の距離D3が第2の拡散光射出部B2と回転軸O2との間の距離D4と異なる構成としても良い。

この構成によれば、拡散反射板121の特定の位置にある拡散部には、拡散反射板121が1回転する毎に、例えば光線束BLpが照射されるので、拡散反射板121の特定の位置にある拡散部に光が照射される間隔は、距離D3が距離D4と等しい場合よりも長い

10

20

30

40

50

。従って、拡散反射板 1 2 1 の温度上昇をさらに低減できる。

【 0 1 3 0 】

本実施形態によれば、第 1 の蛍光射出部 A 1 及び第 2 の蛍光射出部 A 2 を備えた回転蛍光板 1 0 0 と、第 1 の拡散光射出部 B 1 及び第 2 の拡散光射出部 B 2 を備えた回転拡散板 1 2 0 とを備えるため、第 1 実施形態に比べて、装置構成を小型化することができる。

【 0 1 3 1 】

(第 3 実施形態)

続いて、第 3 実施形態のプロジェクターについて説明する。本実施形態と上記実施形態との違いは、光源装置の代わりに光源ユニットを備える点である。そのため、以下では光源ユニットの構成を主体に説明する。なお、上記実施形態と共通の部材及び構成については同じ符号を付し、その説明については省略若しくは簡略化する。

10

【 0 1 3 2 】

図 8 は光源ユニット 8 0 の側面構成を示す図である。図 8 に示すように、光源ユニット 8 0 は、第 1 の光源装置 8 1 と第 2 の光源装置 8 2 とを備え、これら第 1 の光源装置 8 1 及び第 2 の光源装置 8 2 を積層した構造となっている。例えば、第 1 の光源装置 8 1 は、第 2 の光源装置 8 2 の鉛直方向上方に配置されている。なお、図 8 において、第 1 の光源装置 8 1 及び第 2 の光源装置 8 2 の各構成部材は一部を簡略化した状態で示している。

【 0 1 3 3 】

本実施形態において、第 1 の光源装置 8 1 及び第 2 の光源装置 8 2 は、例えば、第 1 実施形態の光源装置 2 からそれぞれ構成されている。なお、第 1 の光源装置 8 1 及び第 2 の光源装置 8 2 は、第 2 実施形態の光源装置 2 A からそれぞれ構成されていても良い。

20

【 0 1 3 4 】

なお、第 1 の光源装置 8 1 によって生成された照明光 W L と照明光 W L ' と、第 2 の光源装置 8 2 によって生成された照明光 W L と照明光 W L ' とを被照明領域で互いに重畳させる必要がある。そのため、本実施形態においては、2 枚の重畳レンズ 2 8 を 1 枚の重畳レンズ 1 2 8 に置き換えてある。

【 0 1 3 5 】

図 9 は第 2 の光源装置 8 2 の平面構成を示す図である。図 9 に示したように、発光装置 1 1 が - X 方向に光線束 K 1 および光線束 K 2 を射出するように、第 2 の光源装置 8 2 の各構成部材が配置されている。一方、第 1 の光源装置 8 1 においては、図 2 に示したように、発光装置 1 1 が + X 方向に光線束 K 1 および光線束 K 2 を射出するように、第 1 の光源装置 8 1 の各構成部材が配置されている。すなわち、第 1 の光源装置 8 1 の各構成部材のレイアウトと第 2 の光源装置 8 2 における各構成部材のレイアウトとは、重畳レンズ 1 2 8 の光軸 1 2 8 a に対して互いに線対称の関係にある。

30

【 0 1 3 6 】

この構成によれば、光源ユニット 8 0 を平面視した場合 (+ Z 方向からみた場合)、第 1 の光源装置 8 1 及び第 2 の光源装置 8 2 における各発光装置 1 1 同士が重ならない。また、第 1 の光分離素子 1 4 同士も重ならない。第 2 の光分離素子 2 0 同士も重ならない。拡散反射板 1 8 A 同士も重ならない。第 2 の拡散素子 2 4 同士も重ならない。そのため、第 1 の光源装置 8 1 と第 2 の光源装置 8 2 とを Z 方向に互いに重ねて近接して配置することができるので、光源ユニット 8 0 を小型化することができる。

40

【 0 1 3 7 】

なお、本発明の一実施形態を例示して説明したが、本発明は上記実施形態のものに必ずしも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、上記第 1 実施形態では、第 1 の蛍光発光素子 1 6 及び第 2 の蛍光発光素子 2 2 と、第 1 の拡散素子 1 8 及び第 2 の拡散素子 2 4 として、反射型のものを例示したが、透過型のものを用いてもよい。また、同様に、上記第 2 実施形態では、回転蛍光板 1 0 0 及び回転拡散板 1 2 0 として反射型のものを例示したが、透過型のものを用いてもよい。

【 0 1 3 8 】

50

また、上記実施形態では、3つの光変調装置4R, 4G, 4Bを備えるプロジェクター1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。

【符号の説明】

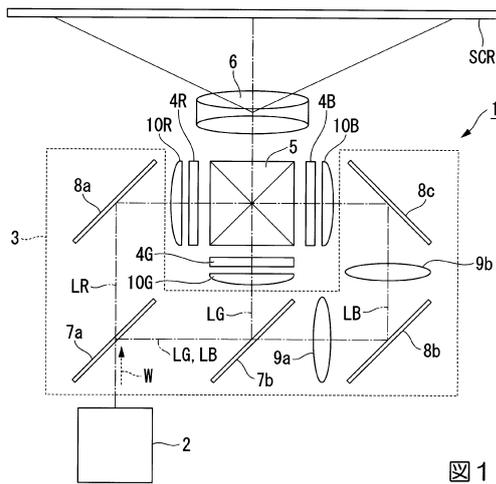
【0139】

1...プロジェクター、2, 2A...光源装置、4R, 4G, 4B...光変調装置、6...投射光学系、11...発光装置、12...第2のホモジナイザー光学系、12a...第1のレンズアレイ、12b...第2のレンズアレイ、14...第1の光分離素子、15...第1のピックアップ光学系、16...第1の蛍光発光素子、16a...蛍光体層、17...第3のピックアップ光学系、18...第1の拡散素子、19...第2のホモジナイザー光学系、19a...第1のレンズアレイ、19b...第2のレンズアレイ、20...第2の光分離素子、21...第2のピックアップ光学系、22...第2の蛍光発光素子、22a...蛍光体層、23...第4のピックアップ光学系、24...第2の拡散素子、25...第1インテグレーターユニット、25a...第1のレンズアレイ、25b...第2のレンズアレイ、26...第2インテグレーターユニット、26a...第1のレンズアレイ、26b...第2のレンズアレイ、28, 28A, 28B...重畳レンズ、28a...光軸、80...光源ユニット、81...第1の光源装置、82...第2の光源装置、101...回転基板、121...拡散反射板、128...レンズ部材、A1...第1の蛍光射出部、A2...第2の蛍光射出部、B1...第1の拡散光射出部、B2...第2の拡散光射出部。

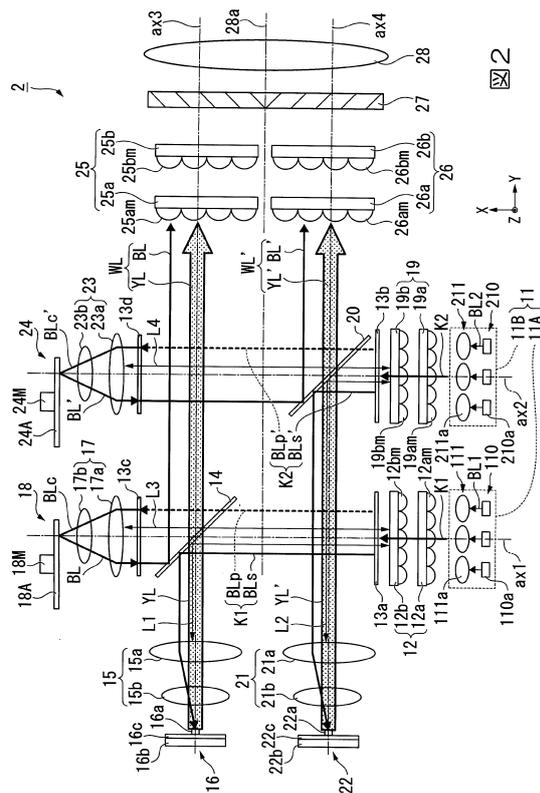
10

20

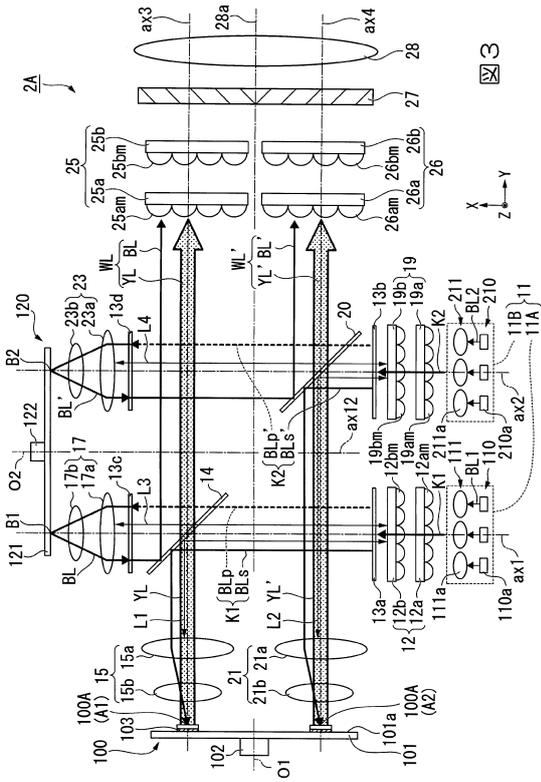
【図1】



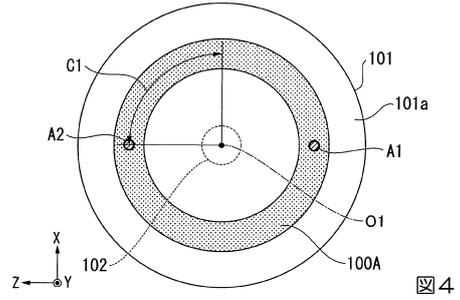
【図2】



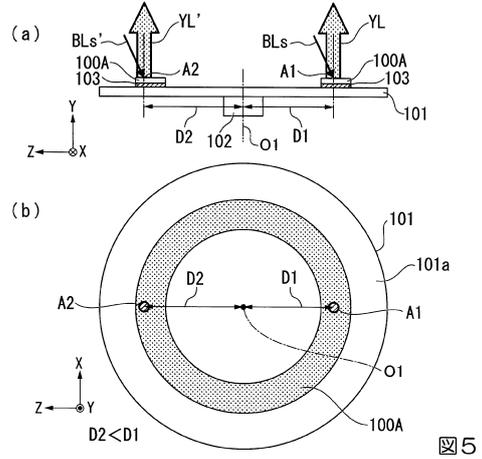
【 図 3 】



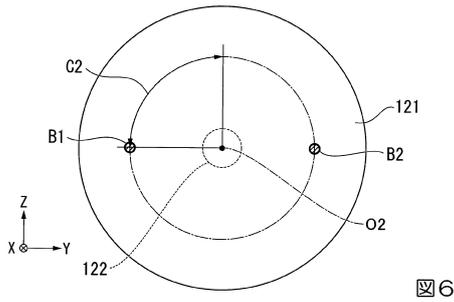
【 図 4 】



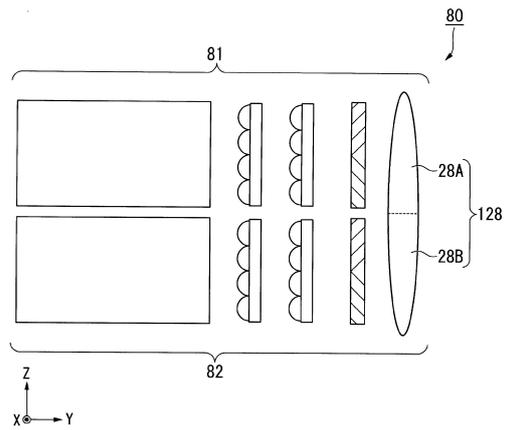
【 図 5 】



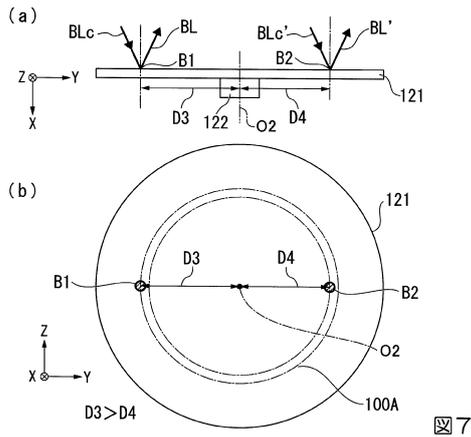
【 図 6 】



【 図 8 】



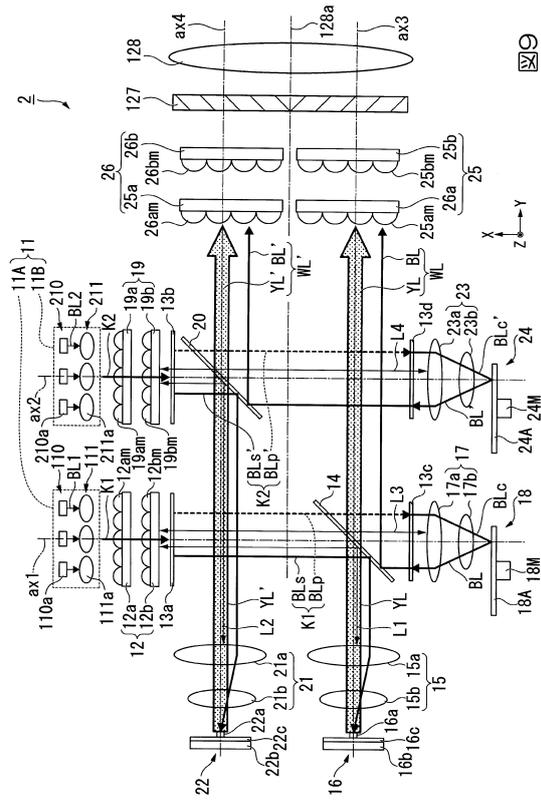
【 図 7 】



【 図 8 】

【 図 7 】

【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 秋山 光一
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 小野 博之

(56)参考文献 特開2012-234162(JP,A)
特開2015-106130(JP,A)
特開2015-102864(JP,A)
特開2013-178290(JP,A)
特開2015-031925(JP,A)
国際公開第2014/174559(WO,A1)
国際公開第2010/146683(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 21/00 - 21/10
21/12 - 21/30
21/56 - 21/64
33/00 - 33/16
H04N 5/66 - 5/74
F21K 9/00 - 9/90
F21S 2/00 - 45/70
F21V 1/00 - 15/04
23/00 - 37/00
99/00
F21Y 115/10