

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7070620号  
(P7070620)

(45)発行日 令和4年5月18日(2022.5.18)

(24)登録日 令和4年5月10日(2022.5.10)

(51)国際特許分類

F I

G 0 3 B	21/14	(2006.01)	G 0 3 B	21/14	A
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	
H 0 4 N	5/74	(2006.01)	H 0 4 N	5/74	A
F 2 1 Y	115/10	(2016.01)	F 2 1 Y	115:10	

請求項の数 10 (全19頁)

(21)出願番号 特願2020-148342(P2020-148342)  
 (22)出願日 令和2年9月3日(2020.9.3)  
 (65)公開番号 特開2021-152632(P2021-152632  
 A)  
 (43)公開日 令和3年9月30日(2021.9.30)  
 審査請求日 令和3年3月11日(2021.3.11)  
 (31)優先権主張番号 特願2020-51191(P2020-51191)  
 (32)優先日 令和2年3月23日(2020.3.23)  
 (33)優先権主張国・地域又は機関  
 日本国(JP)

(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 100149548  
 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  
 (72)発明者 鈴木 淳一  
 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  
 (72)発明者 坂田 秀文

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波長帯を有する第1光を射出する第1光源と、  
 第2波長帯を有する第2光を射出する第2光源と、  
 蛍光体を含み、前記第1光源から射出された前記第1光を、前記第1波長帯とは異なる第3波長帯の第3光に変換する波長変換部と、  
 前記第2光の光路に配置され、前記第2光に対する偏光分離機能を有する偏光分離合成素子と、  
 前記第2光源から射出されて前記偏光分離合成素子を經由した前記第2光を反射するとともに、前記波長変換部から射出された前記第3光を透過させるダイクロイックミラーと、  
 前記第2光の光路における前記偏光分離合成素子および前記ダイクロイックミラーの間に配置される位相差板と、  
 前記第2光の光路における前記偏光分離合成素子および前記ダイクロイックミラーの間に配置される拡散部と、  
 前記波長変換部から射出されて前記ダイクロイックミラーを透過した前記第3光、および前記ダイクロイックミラーで反射された前記第2光、を集光する集光光学部と、を備え、  
 前記集光光学部は、  
 第1端部と、  
 第2端部と、  
 入射した光を反射させる反射部と、を有し、

前記拡散部は、前記集光光学部の前記第 1 端部に形成され、

前記集光光学部は、接着層を介して前記波長変換部に保持され、

前記接着層の屈折率は、前記集光光学部の屈折率と異なっており、

前記第 2 光源から射出されて前記偏光分離合成素子を經由した前記第 2 光は、前記第 2 端部から前記集光光学部に入射し、前記集光光学部を通過して前記第 1 端部から射出され、前記ダイクロイックミラーに入射し、

前記ダイクロイックミラーで反射された前記第 2 光は、前記第 1 端部から前記集光光学部に入射し、前記集光光学部を通過して前記第 2 端部から射出され、前記偏光分離合成素子に入射し、

前記波長変換部から射出されて前記ダイクロイックミラーを透過した前記第 3 光は、前記第 1 端部から前記集光光学部に入射し、前記集光光学部を通過して前記第 2 端部から射出され、前記偏光分離合成素子に入射し、

前記偏光分離合成素子は、前記ダイクロイックミラーで反射された前記第 2 光と、前記波長変換部から射出された前記第 3 光とを合成し、合成光を生成することを特徴とする光源装置。

【請求項 2】

前記位相差板は、前記集光光学部の前記第 2 端部に設けられることを特徴とする請求項 1 に記載の光源装置。

【請求項 3】

前記位相差板は、前記集光光学部の前記第 2 端部と前記偏光分離合成素子との間に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の光源装置。

【請求項 4】

前記第 2 光を集光させる集光レンズを備え、

前記第 2 光は、前記集光レンズによって集光された状態で前記偏光分離合成素子に入射することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 5】

前記位相差板は、 $1/4$  波長板である

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 6】

前記集光光学部は、光軸に交差する断面積が前記第 1 端部から前記第 2 端部に向かって拡がっている

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 7】

第 1 波長帯を有する第 1 光を射出する第 1 光源と、

第 2 波長帯を有する第 2 光を射出する第 2 光源と、

蛍光体を含み、前記第 1 光源から射出された前記第 1 光を、前記第 1 波長帯とは異なる第 3 波長帯の第 3 光に変換する波長変換部と、

前記第 2 光の光路に配置され、前記第 2 光に対する偏光分離機能を有する偏光分離合成素子と、

前記第 2 光源から射出されて前記偏光分離合成素子を經由した前記第 2 光を反射するとともに、前記波長変換部から射出された前記第 3 光を透過させるダイクロイックミラーと、

前記第 2 光の光路における前記偏光分離合成素子および前記ダイクロイックミラーの間に配置される位相差板と、

前記第 2 光の光路における前記偏光分離合成素子および前記ダイクロイックミラーの間に配置される拡散部と、

前記波長変換部から射出されて前記ダイクロイックミラーを透過した前記第 3 光、および前記ダイクロイックミラーで反射された前記第 2 光、を集光する集光光学部と、

前記第 2 光の光路における前記偏光分離合成素子および前記集光光学部の間に配置される他のダイクロイックミラーと、を備え、

10

20

30

40

50

前記集光光学部は、  
第 1 端部と、  
第 2 端部と、  
入射した光を反射させる反射部と、を有し、  
前記第 2 光源から射出されて前記偏光分離合成素子を經由した前記第 2 光は、前記第 2 端部から前記集光光学部に入射し、前記集光光学部を通過して前記第 1 端部から射出され、前記ダイクロイックミラーに入射し、  
前記ダイクロイックミラーで反射された前記第 2 光は、前記第 1 端部から前記集光光学部に入射し、前記集光光学部を通過して前記第 2 端部から射出され、前記偏光分離合成素子に入射し、  
前記波長変換部から射出されて前記ダイクロイックミラーを透過した前記第 3 光は、前記第 1 端部から前記集光光学部に入射し、前記集光光学部を通過して前記第 2 端部から射出され、前記偏光分離合成素子に入射し、  
前記偏光分離合成素子は、前記ダイクロイックミラーで反射された前記第 2 光と、前記波長変換部から射出された前記第 3 光とを合成し、合成光を生成し、  
 前記他のダイクロイックミラーは、前記波長変換部から射出される前記第 3 光の光路の一部に設けられ、前記第 3 光を反射するとともに前記第 2 光を透過させることを特徴とする光源装置。

10

【請求項 8】

前記他のダイクロイックミラーは、前記集光光学部の前記第 2 端部に設けられることを特徴とする請求項 7 に記載の光源装置。

20

【請求項 9】

第 1 波長帯を有する第 1 光を射出する第 1 光源と、  
第 2 波長帯を有する第 2 光を射出する第 2 光源と、  
蛍光体を含み、前記第 1 光源から射出された前記第 1 光を、前記第 1 波長帯とは異なる第 3 波長帯の第 3 光に変換する波長変換部と、  
前記第 2 光の光路に配置され、前記第 2 光に対する偏光分離機能を有する偏光分離ミラーと、  
前記第 2 光源から射出されて前記偏光分離ミラーを經由した前記第 2 光を反射するとともに、前記波長変換部から射出された前記第 3 光を透過させるダイクロイックミラーと、  
前記第 2 光の光路における前記偏光分離ミラーおよび前記ダイクロイックミラーの間に配置される位相差板と、  
前記第 2 光の光路における前記偏光分離ミラーおよび前記ダイクロイックミラーの間に配置される拡散部と、  
前記波長変換部から射出されて前記ダイクロイックミラーを透過した前記第 3 光、および前記ダイクロイックミラーで反射された前記第 2 光、を集光する集光光学部と、  
前記第 2 光の光路における前記偏光分離ミラーおよび前記集光光学部の間に配置され、開口を有する他のダイクロイックミラーと、を備え、  
前記他のダイクロイックミラーは、前記波長変換部から射出される前記第 3 光の光路の一部に設けられ、前記第 3 光を反射するとともに前記第 2 光を透過させ、

30

40

前記集光光学部は、  
第 1 端部と、  
第 2 端部と、  
入射した光を反射させる反射部と、を有し、  
前記第 2 光源から射出されて前記偏光分離ミラーを經由した前記第 2 光は、前記第 2 端部から前記集光光学部に入射し、前記集光光学部を通過して前記第 1 端部から射出され、前記ダイクロイックミラーに入射し、  
前記ダイクロイックミラーで反射された前記第 2 光は、前記第 1 端部から前記集光光学部に入射し、前記集光光学部を通過して前記第 2 端部から射出され、  
前記波長変換部から射出されて前記ダイクロイックミラーを透過した前記第 3 光は、前

50

前記第1端部から前記集光光学部に入射し、前記集光光学部を通過して前記第2端部から射出され、

前記偏光分離ミラーは、前記他のダイクロイックミラーにおける前記開口の非形成領域に対応して設けられ、

前記ダイクロイックミラーで反射された前記第2光と、前記波長変換部から射出された前記第3光とは、前記他のダイクロイックミラーの前記開口に入射する

ことを特徴とする光源装置。

【請求項10】

請求項1から請求項9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光変調装置と、  
前記光変調装置により変調された光を投射する投射光学装置と、を備える  
ことを特徴とするプロジェクター。

10

【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。

【背景技術】

【0002】

プロジェクターに用いられる光源装置として、発光素子から射出された励起光を蛍光体に照射した際に蛍光体から発せられる蛍光を利用した光源装置が提案されている。下記の特許文献1には、蛍光体を含む平板状の波長変換部材と、励起光を射出する発光ダイオード(LED)と、を備え、波長変換部材の複数の面のうち、面積が広い面から励起光を入射させ、波長変換部材の面積が狭い面から変換光を射出させる光源装置が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特表2008-521233号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の光源装置において白色の照明光を生成する場合、蛍光を射出する光源ユニットに加えて、青色光を生成する青色光源ユニットが別途必要となるため、装置構成が大型化する、という問題があった。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記の課題を解決するために、本発明の第1の態様によれば、第1波長帯を有する第1光を射出する第1光源と、第2波長帯を有する第2光を射出する第2光源と、蛍光体を含み、前記第1光源から射出された前記第1光を、前記第1波長帯とは異なる第3波長帯の第3光に変換する波長変換部と、前記第2光の光路に配置され、前記第2光に対する偏光分離機能を有する偏光分離合成素子と、前記第2光源から射出されて前記偏光分離合成素子を經由した前記第2光を前記偏光分離合成素子に向けて反射するとともに、前記波長変換部から射出された前記第3光を透過させるダイクロイックミラーと、前記第2光の光路における前記偏光分離合成素子および前記ダイクロイックミラーの間に配置される位相差板と、前記第2光の光路における前記偏光分離合成素子および前記ダイクロイックミラーの間に配置される拡散部と、前記波長変換部から射出されて前記ダイクロイックミラーを透過した前記第3光、および前記ダイクロイックミラーで反射された前記第2光、を集光する集光光学部と、を備え、前記集光光学部は、第1端部と、第2端部と、入射した光を反射させる反射部と、を有し、前記第2光源から射出されて前記偏光分離合成素子を經由した前記第2光は、前記第2端部から前記集光光学部に入射し、前記集光光学部を通過して前記第1端部から射出され、前記ダイクロイックミラーに入射し、前記ダイクロイックミ

40

50

ラーで反射された前記第 2 光は、前記第 1 端部から前記集光光学部に入射し、前記集光光学部を通過して前記第 2 端部から射出され、前記偏光分離合成素子に入射し、前記波長変換部から射出されて前記ダイクロイックミラーを透過した前記第 3 光は、前記第 1 端部から前記集光光学部に入射し、前記集光光学部を通過して前記第 2 端部から射出され、前記偏光分離合成素子に入射し、前記偏光分離合成素子は、前記ダイクロイックミラーで反射された前記第 2 光と、前記波長変換部から射出された前記第 3 光とを合成し、合成光を生成することを特徴とする光源装置が提供される。

【 0 0 0 6 】

本発明の第 2 態様によれば、本発明の第 1 態様の光源装置と、前記光源装置からの光を画像情報に応じて変調する光変調装置と、前記光変調装置により変調された光を投射する投射光学装置と、を備えることを特徴とするプロジェクターが提供される。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 7 】

【図 1】第 1 実施形態のプロジェクターの構成を示す図である。

【図 2】光源装置の概略構成図である。

【図 3】第 1 実施形態の変形例の光源装置の要部拡大図である。

【図 4】第 2 実施形態の光源装置の概略構成図である。

【図 5】第 3 実施形態の光源装置の概略構成図である。

【図 6】第 3 実施形態のダイクロイックミラーの平面図である。

【図 7】第 4 実施形態の光源装置の概略構成図である。

20

【図 8】第 4 実施形態の光源装置の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 8 】

以下、本発明の一実施形態について図面を用いて説明する。

本実施形態のプロジェクターは、光変調装置として液晶パネルを用いたプロジェクターの一例である。

なお、以下の各図面においては各構成要素を見やすくするため、構成要素によって寸法の縮尺を異ならせて示すことがある。

【 0 0 0 9 】

(第 1 実施形態)

図 1 は本実施形態のプロジェクターの構成を示す図である。

図 1 に示す本実施形態のプロジェクター 1 は、スクリーン（被投写面）S C R 上にカラー画像を表示する投写型画像表示装置である。プロジェクター 1 は、赤色光 L R、緑色光 L G、青色光 L B の各色光に対応した 3 つの光変調装置を用いている。

【 0 0 1 0 】

プロジェクター 1 は、光源装置 2 と、均一照明光学系 4 0 と、色分離光学系 3 と、光変調装置 4 R と、光変調装置 4 G と、光変調装置 4 B と、合成光学系 5 と、投射光学装置 6 と、を備えている。

【 0 0 1 1 】

光源装置 2 は、照明光 W L を均一照明光学系 4 0 に向けて射出する。光源装置 2 の詳細な構成については、後で詳しく説明する。

40

【 0 0 1 2 】

均一照明光学系 4 0 は、インテグレーター光学系 3 1 と、偏光変換素子 3 2 と、重畳光学系 3 3 と、を備えている。インテグレーター光学系 3 1 は、第 1 レンズアレイ 3 1 a と、第 2 レンズアレイ 3 1 b と、を備えている。偏光変換素子 3 2 はインテグレーター光学系 3 1 から射出される光の偏光方向を変換する。具体的に偏光変換素子 3 2 は、第 1 レンズアレイ 3 1 a で分割され、第 2 レンズアレイ 3 1 b から射出された各部分光束を直線偏光に変換する。偏光変換素子 3 2 は、光源装置 2 から射出される照明光 W L に含まれる偏光成分のうち一方の直線偏光成分をそのまま透過させるとともに、他方の直線偏光成分を光軸に垂直な方向に反射する偏光分離層と、偏光分離層で反射された他方の直線偏光成分を

50

光軸に平行な方向に反射する反射層と、反射層で反射された他方の直線偏光成分を一方の直線偏光成分に変換する位相差板とを有している。重畳光学系 33 はインテグレーター光学系 31 と協働して、被照明領域における照明光 W L による照度分布を均一化する。

このようにして均一照明光学系 40 は、光源装置 2 から射出された照明光 W L の強度分布を、被照明領域である光変調装置 4 R、光変調装置 4 G、および光変調装置 4 B のそれぞれにおいて均一化する。均一照明光学系 40 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。

【 0 0 1 3 】

色分離光学系 3 は、白色の照明光 W L を赤色光 L R と緑色光 L G と青色光 L B とに分離する。色分離光学系 3 は、第 1 ダイクロイックミラー 7 a と、第 2 ダイクロイックミラー 7 b と、第 1 反射ミラー 8 a と、第 2 反射ミラー 8 b と、第 3 反射ミラー 8 c と、第 1 リレーレンズ 9 a と、第 2 リレーレンズ 9 b と、を備えている。

10

【 0 0 1 4 】

第 1 ダイクロイックミラー 7 a は、光源装置 2 からの照明光 W L を赤色光 L R と、その他の光（緑色光 L G および青色光 L B ）とに分離する。第 1 ダイクロイックミラー 7 a は、分離された赤色光 L R を透過するとともに、その他の光（緑色光 L G および青色光 L B ）を反射する。一方、第 2 ダイクロイックミラー 7 b は、その他の光を緑色光 L G と青色光 L B とに分離する。第 2 ダイクロイックミラー 7 b は、分離された緑色光 L G を反射し、青色光 L B を透過する。

【 0 0 1 5 】

第 1 反射ミラー 8 a は、赤色光 L R の光路中に配置され、第 1 ダイクロイックミラー 7 a を透過した赤色光 L R を光変調装置 4 R に向けて反射する。一方、第 2 反射ミラー 8 b および第 3 反射ミラー 8 c は、青色光 L B の光路中に配置され、第 2 ダイクロイックミラー 7 b を透過した青色光 L B を光変調装置 4 B に向けて反射する。また、緑色光 L G は、第 2 ダイクロイックミラー 7 b によって光変調装置 4 G に向けて反射される。

20

【 0 0 1 6 】

第 1 リレーレンズ 9 a および第 2 リレーレンズ 9 b は、青色光 L B の光路中における第 2 ダイクロイックミラー 7 b の光射出側に配置されている。第 1 リレーレンズ 9 a および第 2 リレーレンズ 9 b は、青色光 L B の光路長が赤色光 L R や緑色光 L G の光路長よりも長いことに起因した青色光 L B の照明分布の違いを修正する。

30

【 0 0 1 7 】

光変調装置 4 R は、赤色光 L R を画像情報に応じて変調し、赤色光 L R に対応した画像光を形成する。光変調装置 4 G は、緑色光 L G を画像情報に応じて変調し、緑色光 L G に対応した画像光を形成する。光変調装置 4 B は、青色光 L B を画像情報に応じて変調し、青色光 L B に対応した画像光を形成する。

【 0 0 1 8 】

光変調装置 4 R、光変調装置 4 G、および光変調装置 4 B 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、偏光板（図示せず）がそれぞれ配置され、特定の方向の直線偏光のみを通過させる構成となっている。

【 0 0 1 9 】

光変調装置 4 R、光変調装置 4 G、および光変調装置 4 B の入射側には、それぞれフィールドレンズ 10 R、フィールドレンズ 10 G、フィールドレンズ 10 B が配置されている。フィールドレンズ 10 R、フィールドレンズ 10 G、およびフィールドレンズ 10 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 の主光線を平行化する。

40

【 0 0 2 0 】

合成光学系 5 は、光変調装置 4 R、光変調装置 4 G、および光変調装置 4 B から射出された画像光が入射することにより、赤色光 L R、緑色光 L G、青色光 L B に対応した画像光を合成し、合成された画像光を投射光学装置 6 に向けて射出する。合成光学系 5 には、例えばクロスダイクロイックプリズムが用いられる。

50

## 【 0 0 2 1 】

投射光学装置 6 は、複数の投射レンズから構成されている。投射光学装置 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 上に画像が表示される。

## 【 0 0 2 2 】

以下、光源装置 2 について説明する。

図 2 は、光源装置 2 の概略構成図である。

図 2 に示すように、光源装置 2 は、波長変換部 5 0 と、第 1 光源 5 1 と、第 2 光源 5 2 と、偏光分離合成素子 5 3 と、角度変換部（集光光学部）5 4 と、ミラー 5 5 と、ダイクロイックミラー 5 6 と、拡散部 5 7 と、位相差板 5 8 と、接着層 5 9 と、を備えている。

10

## 【 0 0 2 3 】

波長変換部 5 0 は、四角柱状の形状を有し、互いに対向する第 1 端部 5 0 a および第 2 端部 5 0 b と、第 1 端部 5 0 a および第 2 端部 5 0 b に交差する 4 つの側面 5 0 c と、を有する。波長変換部 5 0 は、蛍光体を少なくとも含み、励起波長帯の励起光 E を、励起波長である第 1 波長帯とは異なる第 3 波長帯を有する蛍光（第 3 光）Y に変換する。波長変換部 5 0 において、励起光 E は側面 5 0 c から入射し、蛍光 Y は第 1 端部 5 0 a から射出される。

## 【 0 0 2 4 】

なお、波長変換部 5 0 は、必ずしも四角柱状の形状を有していなくてもよく、三角柱などの他の多角形状であってもよい。もしくは、波長変換部 5 0 は、円柱状であってもよい。

20

## 【 0 0 2 5 】

波長変換部 5 0 は、励起光 E を蛍光 Y に波長変換するセラミック蛍光体（多結晶蛍光体）を含んでいる。蛍光 Y の波長帯は、例えば 4 9 0 ~ 7 5 0 n m の黄色の波長域である。すなわち、蛍光 Y は、赤色光成分および緑色光成分を含む黄色の蛍光である。

## 【 0 0 2 6 】

波長変換部 5 0 は、多結晶蛍光体に代えて、単結晶蛍光体を含んでいてもよい。もしくは、波長変換部 5 0 は、蛍光ガラスから構成されていてもよい。もしくは、波長変換部 5 0 は、ガラスや樹脂からなるバインダー中に多数の蛍光体粒子が分散された材料から構成されていてもよい。このような材料からなる波長変換部 5 0 は、励起光 E を第 1 波長帯の蛍光 Y に変換する。

30

## 【 0 0 2 7 】

具体的には、波長変換部 5 0 の材料は、例えばイットリウム・アルミニウム・ガーネット（Y A G）系蛍光体を含んでいる。賦活剤としてのセリウム（C e）を含有する Y A G : C e を例に挙げると、波長変換部 5 0 の材料として、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、C e O<sub>3</sub>等の構成元素を含む原料粉末を混合して固相反応させた材料、共沈法、ゾルゲル法等の湿式法により得られる Y - A l - O アモルファス粒子、噴霧乾燥法、火炎熱分解法、熱プラズマ法等の気相法により得られる Y A G 粒子等を用いることができる。

## 【 0 0 2 8 】

第 1 光源 5 1 は、青色の励起光（第 1 光）E を射出する L E D を有する。第 1 光源 5 1 は、波長変換部 5 0 の側面 5 0 c に対向して設けられ、側面 5 0 c に向けて励起光 E を射出する。第 1 波長帯である励起波長帯は、例えば 4 0 0 n m ~ 4 8 0 n m の青色の波長域であり、ピーク波長は例えば 4 4 5 n m である。すなわち、励起光 E は青色光である。第 1 光源 5 1 は、波長変換部 5 0 の 4 つの側面 5 0 c のうち、一部の側面 5 0 c に対向して設けられていてもよいし、全ての側面 5 0 c に対向して設けられていてもよい。

40

## 【 0 0 2 9 】

第 1 光源 5 1 は、青色の励起光 E を射出する L E D を有しているが、L E D の他、導光板、拡散板、レンズ等の他の光学部材を備えていてもよい。L E D の個数は、特に限定されない。

## 【 0 0 3 0 】

ミラー 5 5 は、波長変換部 5 0 の第 2 端部 5 0 b に設けられている。ミラー 5 5 は、波長

50

変換部 50 の内部を導光し、第 2 端部 50 b に到達した蛍光 Y を反射させる。ミラー 55 は、波長変換部 50 の第 2 端部 50 b に形成された金属膜や誘電体多層膜から構成されている。

【0031】

上記構成の光源装置 2 において、第 1 光源 51 から射出された励起光 E が波長変換部 50 に入射すると、波長変換部 50 に含まれる蛍光体が励起され、任意の発光点から蛍光 Y が発せられる。蛍光 Y は任意の発光点から全ての方向に向かって進むが、側面 50 c に向かった蛍光 Y は、側面 50 c で全反射し、全反射を繰り返しつつ第 1 端部 50 a もしくは第 2 端部 50 b に向かって進む。第 1 端部 50 a に向かった蛍光 Y は角度変換部 54 に入射する。一方、第 2 端部 50 b に向かった蛍光 Y は、ミラー 55 で反射され、第 1 端部 50 a に向かって進む。

10

【0032】

波長変換部 50 に入射した励起光 E のうち、蛍光体の励起に使われなかった励起光 E の一部は第 2 端部 50 b に設けられたミラー 55 で反射されるため、波長変換部 50 の内部に閉じ込められて再利用される。

【0033】

波長変換部 50 で生成された蛍光 Y は角度変換部 54 に入射する。角度変換部 54 は、波長変換部 50 の第 1 端部 50 a の光射出側に設けられ、波長変換部 50 から射出された蛍光 Y を集光する集光レンズとして機能する。また、角度変換部 54 は、波長変換部 50 から射出された蛍光 Y をピックアップするピックアップレンズとしての機能も有する。角度変換部 54 は接着層 59 を介して波長変換部 50 の第 1 端部 50 a に貼り付けられて保持される。角度変換部 54 は、入射した光を集光する集光光学部である。

20

【0034】

角度変換部 54 は、波長変換部 50 に対向する第 1 端部 54 a と、偏光分離合成素子 53 に対向する第 2 端部 54 b と、入射した光を反射させる側面（反射部）54 c と、を有する。角度変換部 54 の側面 54 c は、入射した光を反射させる反射部として機能する。第 1 端部 54 a から入射した光の一部は、反射部である側面 54 c で第 2 端部 54 b に向けて反射され、第 1 端部から角度変換部 54 に入射した光が集光される。また、第 2 端部 54 b から入射した光の一部が、反射部である側面 54 c で第 1 端部 54 a に向けて反射され、第 2 端部 54 b から角度変換部 54 に入射した光が集光される。

30

【0035】

本実施形態において、角度変換部 54 は、複合放物面型集光器（Compound Parabolic Concentrator, CPC）で構成されている。集光光学部すなわち角度変換部 54 は、例えば、ガラスや透光性樹脂などの、空気よりも屈折率の高い透光性材料から成る部材により構成されている。角度変換部 54 の側面 54 c、すなわち透光性材料の側面、における外部との屈折率差により、角度変換部 54 に入射した光が反射される。角度変換部 54 は、光軸 J1 に交差する（垂直な）断面積が光の進行方向に沿って広がっており、第 2 端部 54 b の断面積は第 1 端部 54 a の断面積よりも大きい。側面 54 c の光軸 J1 を含む面による断面は放物面からなる。なお、角度変換部 54 の光軸は波長変換部 50 の光軸 J1 に一致している。角度変換部 54 として、テーパロッドを用いてもよい。角度変換部 54 として、テーパロッドを用いた場合も、CPC を用いた場合と同様の効果が得られる。また、角度変換部 54 はこれに限らず、側面に反射ミラーが設けられていてもよく、その場合、筒状の側面にミラーが設けられている中空構造であってもよい。

40

【0036】

上記構成の角度変換部 54 に入射した蛍光 Y は、角度変換部 54 の内部を進行する間に、側面 54 c で全反射する毎に光軸 J1 に平行な方向に向きを変える。このようにして、角度変換部 54 は、第 2 端部 54 b における蛍光 Y の最大射出角度を第 1 端部 54 a における蛍光 Y の最大入射角度よりも小さくする。すなわち、角度変換部 54 は蛍光 Y を平行化して第 2 端部 54 b から射出する。このように蛍光 Y を平行化して射出することで後段に配置される均一照明光学系 40 における光利用効率を高めることができる。なお、角度変

50

換部 5 4 の光射出側に必要に応じてコリメーターレンズを設けることで、第 2 端部 5 4 b から射出された光の平行度をさらに高めるようにしてもよい。

【 0 0 3 7 】

一般的に光射出領域の面積と光の立体角（最大射出角）との積で規定される光のエテンデューは保存されるため、角度変換部 5 4 の透過前後においても蛍光 Y のエテンデューは保存される。本実施形態の角度変換部 5 4 は、上述のように第 2 端部 5 4 b の断面積を第 1 端部 5 4 a の断面積よりも大きくした構成を有する。そのため、エテンデュー保存の観点から鑑みても、本実施形態の角度変換部 5 4 は、第 2 端部 5 4 b における蛍光 Y の最大射出角度を第 1 端部 5 4 a に入射する蛍光 Y の最大入射角よりも小さい角度とすることが可能である。

10

【 0 0 3 8 】

第 2 光源 5 2 は複数の半導体レーザー 5 2 a を含む。ここで、波長変換部 5 0 の第 1 端部 5 0 a および第 2 端部 5 0 b の中心を通る中心軸を波長変換部 5 0 の光軸 J 1 と定義したとき、波長変換部 5 0 の光軸 J 1 と直交し、偏光分離合成素子 5 3 の中心を通る軸を第 2 光源 5 2 の光軸 J 2 と定義する。

【 0 0 3 9 】

第 2 光源 5 2 は光軸 J 2 の方向から見て、複数の半導体レーザー 5 2 a がアレイ状に配列された構成を有する。複数の半導体レーザー 5 2 a のそれぞれは、蛍光 Y の第 3 波長帯とは異なる第 2 波長帯の青色レーザー B a を射出する。第 2 波長帯は、例えば 4 4 0 nm ~ 4 8 0 nm の青色の波長帯である。なお、第 2 光源 5 2 は 1 個の半導体レーザー 5 2 a のみで構成されてもよい。以下、第 2 光源 5 2 は、複数の半導体レーザー 5 2 a から射出される複数の青色レーザー B a を含む青色光（第 2 光）B を射出する。

20

【 0 0 4 0 】

偏光分離合成素子 5 3 は、波長変換部 5 0 の第 1 端部 5 0 a の光射出側に設けられている。偏光分離合成素子 5 3 は、波長変換部 5 0 の光軸 J 1 および第 2 光源 5 2 の光軸 J 2 に対して 4 5 度の角度をなすように配置されている。

【 0 0 4 1 】

偏光分離合成素子 5 3 は、青色光 B に対する偏光分離機能を有する。すなわち、偏光分離合成素子 5 3 は、入射する光のうち青色光 B に対して、S 偏光成分を反射し、P 偏光成分を透過させる偏光分離機能を有する。一方、偏光分離合成素子 5 3 は、波長変換部 5 0 から射出され、青色光 B とは波長域が異なる黄色の蛍光 Y に対しては、偏光状態にかかわらず、透過させる色分離機能を有する。本実施形態の場合、第 2 光源 5 2 から射出された青色光 B は、偏光分離合成素子 5 3 に対する S 偏光成分として偏光分離合成素子 5 3 に入射する。そのため、第 2 光源 5 2 から射出された青色光 B は、偏光分離合成素子 5 3 により角度変換部 5 4 に向けて反射される。

30

【 0 0 4 2 】

本実施形態において、拡散部 5 7 および位相差板 5 8 は、青色光 B の光路における偏光分離合成素子 5 3 およびダイクロイックミラー 5 6 の間に配置される。本実施形態において、位相差板 5 8 は、角度変換部 5 4 の第 2 端部 5 4 b に設けられ、拡散部 5 7 は、角度変換部 5 4 の第 1 端部 5 4 a に形成される。

40

【 0 0 4 3 】

位相差板 5 8 は、1 / 4 波長板から構成されている。これにより、位相差板 5 8 は、偏光分離合成素子 5 3 で反射された S 偏光成分の青色光 B を、例えば右回りの円偏光の青色光 B c 1 に変換する。位相差板 5 8 を透過した青色光 B c 1 は角度変換部 5 4 に入射する。

【 0 0 4 4 】

青色光 B c 1 は、第 2 端部 5 4 b から第 1 端部 5 4 a に向かって角度変換部 5 4 を通過し、第 1 端部 5 4 a に設けられた拡散部 5 7 に入射する。本実施形態において、拡散部 5 7 は角度変換部 5 4 と一体に形成されている。拡散部 5 7 は、テクスチャー加工、ディンプル加工等の加工を施して形成した凸構造、凹構造、または凹凸構造により構成されている。なお、拡散部 5 7 としては多重散乱を抑えることが望ましく、多重散乱を抑えることで

50

青色光 B c 1 の偏光状態の乱れを抑制できる。

【 0 0 4 5 】

青色光 B c 1 は拡散部 5 7 を透過して接着層 5 9 に入射する。本実施形態において、接着層 5 9 の屈折率は角度変換部 5 4 の屈折率と異なる。そのため、青色光 B c 1 が拡散部 5 7 を通過して接着層 5 9 に入射する際、拡散部 5 7 と接着層 5 9 との界面の屈折率差および凹凸構造によって種々な方向に散乱される。これにより、青色光 B c 1 は拡散部 5 7 を通過することで拡散される。

【 0 0 4 6 】

拡散部 5 7 を透過することで拡散された青色光 B c 1 は接着層 5 9 内を通過してダイクロイックミラー 5 6 に入射する。すなわち、青色光 B c 1 は、位相差板 5 8、角度変換部 5 4 および拡散部 5 7 を経由してダイクロイックミラー 5 6 に入射する。

10

【 0 0 4 7 】

本実施形態において、ダイクロイックミラー 5 6 は、青色光 B の光路における偏光分離合成素子 5 3 および波長変換部 5 0 の間に配置される。具体的に、ダイクロイックミラー 5 6 は、波長変換部 5 0 の第 1 端部 5 0 a と接着層 5 9 との間に設けられている。ダイクロイックミラー 5 6 は誘電体多層膜から構成されている。

【 0 0 4 8 】

ダイクロイックミラー 5 6 は、第 2 光源 5 2 から射出された青色光 B (青色光 B c 1) を偏光分離合成素子 5 3 に向けて反射するとともに、波長変換部 5 0 の内部で生成された蛍光 Y を透過させる。ダイクロイックミラー 5 6 は右回り円偏光の青色光 B c 1 の光路を反対方向に折り返すように反射させる。このとき、右回り円偏光の青色光 B c 1 はダイクロイックミラー 5 6 により左回り円偏光の青色光 B c 2 として反射される。

20

【 0 0 4 9 】

また、波長変換部 5 0 に入射した励起光 E のうち、蛍光体の励起に使われなかった励起光 E の一部は第 1 端部 5 0 a に設けられたダイクロイックミラー 5 6 で反射され、波長変換部 5 0 の内部に閉じ込められて蛍光 Y の生成に再利用される。

【 0 0 5 0 】

ダイクロイックミラー 5 6 で反射された青色光 B c 2 は、再び拡散部 5 7 を透過することで拡散され、角度変換部 5 4 の第 1 端部 5 4 a に入射する。本実施形態において、青色光 B c 2 は拡散部 5 7 を 2 度通過するので、レーザー光からなる青色光 B によるスペckルノイズを低減することができる。

30

【 0 0 5 1 】

図示は省略するが、青色光 B c 2 は角度変換部 5 4 の内部を進行する間に、側面 5 4 c で全反射する毎に光軸 J 1 に平行な方向に向きを変える。そのため、青色光 B c 2 は、蛍光 Y と同様、平行化された状態で第 2 端部 5 4 b から射出する。

【 0 0 5 2 】

青色光 B c 2 は角度変換部 5 4 から射出される際、第 2 端部 5 4 b に設けられた位相差板 5 8 を再び透過する。左回り円偏光の青色光 B c 2 は、位相差板 5 8 によって P 偏光成分の青色光 B 1 に変換される。このようにダイクロイックミラー 5 6 で反射された青色光 B c 2 は、第 1 端部 5 4 a から第 2 端部 5 4 b に向かって角度変換部 5 4 を通過して偏光分離合成素子 5 3 に P 偏光成分の青色光 B 1 として入射する。すなわち、青色光 B 1 は角度変換部 5 4 によって平行化される。

40

【 0 0 5 3 】

偏光分離合成素子 5 3 は、P 偏光成分の青色光 B 1 を透過させるとともに、蛍光 Y を偏光状態によらず透過させる。これにより、偏光分離合成素子 5 3 は、青色光 B 1 と蛍光 Y とを合成し、白色の照明光 (合成光) W L を生成する。

【 0 0 5 4 】

上記構成の光源装置 2 において、第 1 光源 5 1 から射出された励起光 E が波長変換部 5 0 に入射すると、波長変換部 5 0 に含まれる蛍光体が励起され、任意の発光点 P から蛍光 Y が発せられる。蛍光 Y は任意の発光点 P から全ての方向に向かって進むが、側面 5 0 c に

50

向かった蛍光 Y は、側面 50c で全反射し、全反射を繰り返しつつ第 1 端部 50a もしくは第 2 端部 50b に向かって進む。第 1 端部 50a に向かった蛍光 Y は、ダイクロイックミラー 56 を透過し、拡散部 57 で拡散されて角度変換部 54 に入射する。角度変換部 54 に入射した蛍光 Y は平行化されて偏光分離合成素子 53 に入射する。

【0055】

一方、第 2 端部 50b に向かった蛍光 Y は、ミラー 55 で反射され、第 1 端部 50a に向かって進む。

波長変換部 50 に入射した励起光 E のうち、蛍光体の励起に使われなかった励起光 E は、第 1 端部 50a に設けられたダイクロイックミラー 56、および第 2 端部 50b に設けられたミラー 55 で反射されるため、波長変換部 50 の内部に閉じ込められて再利用される。

10

【0056】

上記構成の光源装置 2 において、第 2 光源 52 から射出された青色光 B が偏光分離合成素子 53 に入射すると、青色光 B は S 偏光として偏光分離合成素子 53 により反射される。偏光分離合成素子 53 で反射された青色光 B は、位相差板 58、角度変換部 54 および拡散部 57 を経由して青色光 Bc1 としてダイクロイックミラー 56 に入射する。青色光 Bc1 はダイクロイックミラー 56 によって青色光 Bc2 として反射され、青色光 Bc2 は拡散部 57、角度変換部 54 および位相差板 58 を経由して P 偏光の青色光 B1 として偏光分離合成素子 53 を透過する。青色光 B1 は角度変換部 54 により平行化されて偏光分離合成素子 53 に入射する。

その結果、黄色の蛍光 Y と青色光 B1 とが合成された白色の照明光 WL が光源装置 2 から射出される。光源装置 2 から射出された照明光 WL は、角度変換部 54 によって平行化されているため、図 1 に示すように、均一照明光学系 40 に向かって進む。そして、照明光 WL は、均一照明光学系 40 によって、被照明領域である光変調装置 4R、光変調装置 4G、および光変調装置 4B を均一に照明する。

20

【0057】

本実施形態の場合、波長変換部 50 から黄色の蛍光 Y が射出され、第 2 光源 52 から青色光 B が射出され、蛍光 Y と青色光 B とが合成されて白色の照明光 WL が得られるため、蛍光 Y の光量と青色光 B の光量とのバランスを調整することにより、照明光 WL のホワイトバランスを調整することができる。具体的なホワイトバランスの調整方法として、例えば光源装置 2 に蛍光量および青色光量の各々を検出するセンサーを備えておき、センサーが検出した各光量の標準値からのずれに応じて、第 1 光源 51 や第 2 光源 52 に供給する電力を適宜調整する構成としてもよい。

30

【0058】

(実施形態の効果)

本実施形態の光源装置 2 によれば以下の効果を奏する。

本実施形態の光源装置 2 は、励起光 E を射出する第 1 光源 51 と、青色光 B を射出する第 2 光源 52 と、蛍光体を含み、第 1 光源 51 から射出された励起光 E を、蛍光 Y に変換する波長変換部 50 と、青色光 B に対する偏光分離機能を有する偏光分離合成素子 53 と、青色光 B の光路における偏光分離合成素子 53 および波長変換部 50 の間に配置され、青色光 B を偏光分離合成素子 53 に向けて反射するとともに蛍光 Y を透過させるダイクロイックミラー 56 と、青色光 B の光路における偏光分離合成素子 53 およびダイクロイックミラー 56 の間に配置される位相差板 58 と、青色光 B の光路における偏光分離合成素子 53 およびダイクロイックミラー 56 の間に配置される拡散部 57 と、波長変換部 50 の光射出側に設けられ、波長変換部 50 から射出された蛍光 Y とダイクロイックミラー 56 で反射された青色光 B とを集光する角度変換部 54 と、を備える。角度変換部 54 は、波長変換部 50 に対向する第 1 端部 54a と、偏光分離合成素子 53 に対向する第 2 端部 54b と、入射した光を反射させる側面 54c と、を有する。

40

第 2 光源 52 から射出されて偏光分離合成素子 53 を経由した青色光 B は、第 2 端部 54b から第 1 端部 54a に向かって角度変換部 54 を通過してダイクロイックミラー 56 に入射する。ダイクロイックミラー 56 で反射された青色光 Bc2 は、第 1 端部 54a から

50

第2端部54bに向かって角度変換部54を通過して偏光分離合成素子53に入射する。波長変換部50から射出された蛍光Yは、第1端部54aから第2端部54bに向かって角度変換部54を通過して偏光分離合成素子53に入射する。偏光分離合成素子53は、ダイクロイックミラー56で反射された青色光B1と、波長変換部50から射出された蛍光Yとを合成し、照明光WLを生成する。

【0059】

本実施形態の光源装置2においては、ダイクロイックミラー56で反射した青色光B1を偏光分離合成素子53に平行化して入射させるピックアップ光学系、および、波長変換部50から射出した蛍光Yを偏光分離合成素子53に平行化して入射させるピックアップ光学系を、角度変換部54で兼用することができる。これにより、白色の照明光WLを得られる光源装置2をコンパクトな構成で実現することができる。

10

【0060】

また、本実施形態の光源装置2において、拡散部57は、角度変換部54の第1端部54aに形成される。

この構成によれば、拡散部57を角度変換部54に一体形成できるので、部品点数を削減できる。

【0061】

また、本実施形態の光源装置2において、角度変換部54は接着層59を介して波長変換部50に保持されており、接着層59の屈折率は、角度変換部54の屈折率と異なる。

この構成によれば、拡散部57と接着層59との界面で屈折率差が生じるため、角度変換部54の第1端部54aに拡散部57を形成した構成を実現することができる。

20

【0062】

また、本実施形態の光源装置2において、位相差板58は、角度変換部54の第2端部54bに設けられる。

この構成によれば、拡散部57を形成した第1端部54aと異なる第2端部54bに位相差板58を形成することができる。これにより、組み立て製造が容易となる。

【0063】

また、本実施形態の光源装置2において、位相差板58は、1/4波長板である。

この構成によれば、第2光源52から射出された青色光Bが位相差板58を2回通過することで、青色光Bの偏光状態を偏光分離合成素子53に対するP偏光からS偏光に変化させることができる。これにより、偏光分離合成素子53は、第2光源52から射出された青色光BをS偏光として反射し、ダイクロイックミラー56で反射されてきた青色光B1をP偏光として透過させることができる。すなわち、偏光分離合成素子53が青色光Bに対して偏光分離機能を有する構成を実現できる。

30

【0064】

また、本実施形態の光源装置2において、角度変換部54は、光軸J1に交差する(垂直な)断面積が第1端部54aから第2端部54bに向かって広がっている。

この構成によれば、第1端部54aから入射した光は角度変換部54の内部を進行する間に、側面54cで全反射する毎に光軸J1に平行な方向に向きを変える。すなわち、角度変換部54は蛍光Yおよび青色光B1を含む照明光WLを平行化して第2端部54bから射出できる。

40

【0065】

本発明のプロジェクターは、上記の光源装置2と、光源装置2からの光を画像情報に応じて変調する光変調装置4R, 4G, 4Bと、光変調装置4R, 4G, 4Bにより変調された光を投射する投射光学装置6と、を備える。

【0066】

本実施形態のプロジェクター1によれば、上述した光源装置2を備えているため、小型化が図れるとともに、光利用効率に優れたものとなる。

【0067】

(変形例)

50

本実施形態の光源装置 2 において、拡散部 5 7 および位相差板 5 8 を配置する位置は、青色光 B の光路における偏光分離合成素子 5 3 およびダイクロイックミラー 5 6 の間であれば特に限定されない。

【 0 0 6 8 】

図 3 は、第 1 実施形態の変形例の光源装置 2 A の要部拡大図である。図 3 において、図 2 と共通の構成要素には同一の符号を付し、説明を省略する。

図 3 に示すように、本変形例の光源装置 2 A において、拡散部 5 7 および位相差板 5 8 は角度変換部 5 4 の第 2 端部 5 4 b と偏光分離合成素子 5 3 との間に配置されている。すなわち、本変形例において、拡散部 5 7 および位相差板 5 8 は角度変換部 5 4 と別体で構成されている。

10

【 0 0 6 9 】

本変形例において、拡散部 5 7 は位相差板 5 8 よりも第 2 端部 5 4 b に近い位置に配置される。拡散部 5 7 は位相差板 5 8 に設けられている。本変形例の光源装置 2 A においては、拡散部 5 7 と角度変換部 5 4 とが別体で構成される。そのため、角度変換部 5 4 の第 1 端部 5 4 a および第 2 端部 5 4 b を平面で形成できるため、角度変換部 5 4 の製造が容易となる。

【 0 0 7 0 】

また、第 1 実施形態において、拡散部 5 7 を角度変換部 5 4 の第 1 端部 5 4 a と一体に形成する場合を例に挙げたが、別体で形成した拡散部 5 7 を第 1 端部 5 4 a に貼り付けて設けてもよい。

20

【 0 0 7 1 】

また、第 1 実施形態において、拡散部 5 7 の構成は限定されることはなく、例えば、接着層 5 9 内に接着層 5 9 とは異なる屈折率を有する複数のフィラーを分散させた構成を採用してもよい。

なお、拡散部 5 7 のみが角度変換部 5 4 の第 2 端部 5 4 b と偏光分離合成素子 5 3 との間に配置され、位相差板 5 8 は角度変換部 5 4 の第 1 端部 5 4 a 側に配置されてもよい。

【 0 0 7 2 】

( 第 2 実施形態 )

続いて、本発明の第 2 実施形態に係る光源装置について説明する。本実施形態と第 1 実施形態と共通の構成については同じ符号を付し、詳細については説明を省略する。

30

【 0 0 7 3 】

図 4 は本実施形態の光源装置 1 0 2 の概略構成図である。

図 4 に示すように、光源装置 1 0 2 は、波長変換部 5 0 と、第 1 光源 5 1 と、第 2 光源 5 2 と、偏光分離合成素子 1 5 3 と、角度変換部 5 4 と、ミラー 5 5 と、ダイクロイックミラー 5 6 と、拡散部 5 7 と、位相差板 5 8 と、接着層 5 9 と、集光レンズ 6 0 と、を備えている。

【 0 0 7 4 】

本実施形態において、第 2 光源 5 2 から射出された青色光 B は集光レンズ 6 0 に入射する。集光レンズ 6 0 は、例えば、1 枚の凸レンズで構成され、第 2 光源 5 2 から射出された青色光 B を集光した状態で偏光分離合成素子 1 5 3 に入射させる。すなわち、本実施形態の光源装置 1 0 2 は、青色光 B を集光させる集光レンズ 6 0 を備え、青色光 B は、集光レンズ 6 0 によって集光された状態でダイクロイックミラー 5 6 に入射する。

40

【 0 0 7 5 】

本実施形態の光源装置 1 0 2 では、青色光 B が集光レンズ 6 0 によって集光された状態で偏光分離合成素子 1 5 3 に入射するので、偏光分離合成素子 1 5 3 のサイズを小型化することができる。

【 0 0 7 6 】

ここで、蛍光 Y および青色光 B 1 は偏光分離合成素子 1 5 3 を透過可能であるが、偏光分離合成素子 1 5 3 を透過する際に少なからず損失が生じてしまう。これに対し、本実施形態の光源装置 1 0 2 によれば、光軸 J 1 に沿う方向から見た場合において、偏光分離合成

50

素子 153 の大きさは角度変換部 54 の第 2 端部 54b よりも小さい。そのため、角度変換部 54 の第 2 端部 54b から射出された青色光 B1 および蛍光 Y の光路の一部は偏光分離合成素子 153 を透過せず、均一照明光学系 40 に直接入射する。

【0077】

本実施形態の光源装置 102 によれば、偏光分離合成素子 153 を透過することによる青色光 B1 および蛍光 Y の光損失を抑制できるので、後段に配置される均一照明光学系 40 の光利用効率を向上できる。

【0078】

(第 3 実施形態)

続いて、本発明の第 3 実施形態に係る光源装置について説明する。本実施形態と第 1 実施形態と共通の構成については同じ符号を付し、詳細については説明を省略する。

10

【0079】

図 5 は本実施形態の光源装置 202 の概略構成図である。図 5 では第 2 光源 52 を簡略化して示している。

図 5 に示すように、光源装置 202 は、波長変換部 50 と、第 1 光源 51 と、第 2 光源 52 と、偏光分離合成素子 53 と、角度変換部 54 と、ミラー 55 と、ダイクロイックミラー 56 と、拡散部 57 と、位相差板 58 と、接着層 59 と、集光レンズ 60 と、ダイクロイックミラー（他のダイクロイックミラー）61 と、を備えている。

【0080】

本実施形態の光源装置 202 において、拡散部 57 および位相差板 58 は角度変換部 54 の第 1 端部 54a に配置されている。本実施形態において、拡散部 57 および位相差板 58 は角度変換部 54 と別体で構成されている。拡散部 57 は位相差板 58 よりも波長変換部 50 に近い位置に配置される。

20

【0081】

本実施形態において、角度変換部 54 に入射した青色光 B は、位相差板 58 および拡散部 57 を経由して青色光 Bc1 としてダイクロイックミラー 56 に入射する。青色光 Bc1 はダイクロイックミラー 56 によって青色光 Bc2 として反射され、青色光 Bc2 は拡散部 57、位相差板 58 および角度変換部 54 を経由して P 偏光の青色光 B1 として偏光分離合成素子 53 を透過する。青色光 B1 は角度変換部 54 により平行化されて偏光分離合成素子 53 に入射する。

30

【0082】

本実施形態の光源装置 202 では、青色光 B の光路における偏光分離合成素子 53 および角度変換部 54 の間に、ダイクロイックミラー 61 が配置されている。ダイクロイックミラー 61 は、角度変換部 54 から射出される蛍光 Y の光路の一部に設けられる。ダイクロイックミラー 61 は、波長変換部 50 の第 2 端部 50b に設けられている。

【0083】

ダイクロイックミラー 61 は誘電体多層膜から構成される。ダイクロイックミラー 61 は、波長変換部 50 の内部で生成された蛍光 Y を反射させるとともに青色光 B を透過させる特性を有する。ダイクロイックミラー 61 により反射された蛍光 Y は波長変換部 50 へと戻り、リサイクルされる。

40

【0084】

図 6 はダイクロイックミラー 61 を光軸 J1 に沿う方向から見た平面図である。図 6 に示すように、ダイクロイックミラー 61 は開口 61a を有する。ダイクロイックミラー 61 の開口 61a の大きさは、角度変換部 54 の第 2 端部 54b の大きさよりも小さい。そのため、本実施形態の光源装置 202 は、ダイクロイックミラー 61 を角度変換部 54 の第 2 端部 54b に設けることで、ダイクロイックミラー 61 を設けない場合に比べて、蛍光 Y の光射出領域の面積を小さくできる。よって、光源装置 202 は、蛍光 Y のエテンデュアを小さくできる。

【0085】

また、本実施形態の光源装置 202 は、ダイクロイックミラー 61 と波長変換部 50 との

50

間を往復させることで開口 6 1 a のみから蛍光 Y を射出するため、蛍光 Y の光密度を向上させることができる。

【 0 0 8 6 】

以上のように本実施形態の光源装置 2 0 2 によれば、蛍光 Y のエテンデューを小さくすることで蛍光 Y を効率良く利用することができる。また、蛍光 Y の光密度を向上させることで明るい照明光 W L を生成することができる。

【 0 0 8 7 】

( 第 4 実施形態 )

続いて、本発明の第 4 実施形態に係る光源装置について説明する。本実施形態と第 3 実施形態と共通の構成については同じ符号を付し、詳細については説明を省略する。

10

【 0 0 8 8 】

図 7 は本実施形態の光源装置 3 0 2 の概略構成図である。

図 7 に示すように、光源装置 3 0 2 は、波長変換部 5 0 と、第 1 光源 5 1 と、第 2 光源 1 5 2 と、偏光分離合成素子 2 5 3 と、角度変換部 5 4 と、ミラー 5 5 と、ダイクロイックミラー 5 6 と、拡散部 5 7 と、位相差板 5 8 と、接着層 5 9 と、集光レンズ 6 0 と、ダイクロイックミラー ( 他のダイクロイックミラー ) 6 2 と、を備えている。

【 0 0 8 9 】

本実施形態の第 2 光源 1 5 2 は、一对の光源部 1 5 2 a 、 1 5 2 b を含む。

本実施形態の光源装置 3 0 2 において、一对の光源部 1 5 2 a 、 1 5 2 b は、光軸 J 1 を挟むように配置されている。一对の光源部 1 5 2 a 、 1 5 2 b は互いに向き合うように配置されている。なお、光源部 1 5 2 a 、 1 5 2 b の光軸 J 3 は互いに一致している。光軸 J 3 は光軸 J 1 と直交する。各光源部 1 5 2 a 、 1 5 2 b は、光軸 J 3 の方向から視て、複数の半導体レーザー ( 図示略 ) がアレイ状に配置された構成を有する。

20

【 0 0 9 0 】

本実施形態の偏光分離合成素子 2 5 3 は、一对の偏光分離ミラー 2 5 3 a 、 2 5 3 b を含む。なお、偏光分離ミラー 2 5 3 a 、 2 5 3 b はサイズ以外、上記実施形態の偏光分離合成素子 5 3 と同一の光学特性を有している。

【 0 0 9 1 】

本実施形態の光源装置 3 0 2 において、偏光分離ミラー 2 5 3 a 、 2 5 3 b は、各光源部 1 5 2 a 、 1 5 2 b に対応している。偏光分離ミラー 2 5 3 a は、波長変換部 5 0 の光軸 J 1 および光源部 1 5 2 a の光軸 J 3 に対して 4 5 度の角度をなすように配置されている。同様に、偏光分離ミラー 2 5 3 b は、波長変換部 5 0 の光軸 J 1 および光源部 1 5 2 b の光軸 J 3 に対して 4 5 度の角度をなすように配置されている。なお、偏光分離ミラー 2 5 3 a 、 2 5 3 b はプリズム部材 2 5 4 を介してダイクロイックミラー 6 1 に設けられる。

30

【 0 0 9 2 】

偏光分離ミラー 2 5 3 a は光源部 1 5 2 a から射出された青色光 B を角度変換部 5 4 に向けて反射し、偏光分離ミラー 2 5 3 b は光源部 1 5 2 b から射出された青色光 B を角度変換部 5 4 に向けて反射する。

【 0 0 9 3 】

図 8 は光源装置 3 0 2 を光軸 J 1 に沿う方向から見た平面図である。

40

図 8 に示すように、偏光分離合成素子 2 5 3 は、ダイクロイックミラー 6 1 における開口 6 1 a の非形成領域に対応して設けられる。具体的に、偏光分離ミラー 2 5 3 a 、 2 5 3 b はダイクロイックミラー 6 1 の開口 6 1 a と重ならないように設けられている。すなわち、偏光分離合成素子 2 5 3 は、蛍光 Y の光射出口として機能するダイクロイックミラー 6 1 の開口 6 1 a と重ならない。

【 0 0 9 4 】

ここで、蛍光 Y は偏光分離合成素子 2 5 3 を構成する偏光分離ミラー 2 5 3 a 、 2 5 3 b を透過可能であるが、偏光分離ミラー 2 5 3 a 、 2 5 3 b を透過する際に少なからず損失が生じる。これに対し、本実施形態の光源装置 3 0 2 によれば、偏光分離合成素子 2 5 3 が蛍光 Y の光射出口である開口 6 1 a と重ならないため、ダイクロイックミラー 6 1 の開

50

口61aから射出された蛍光Yは偏光分離合成素子253を透過することなく、均一照明光学系40に直接入射する。

【0095】

したがって、本実施形態の光源装置302によれば、偏光分離合成素子253を透過することによる蛍光Yの光損失を抑制できるので、後段に配置される均一照明光学系40の光利用効率を向上できる。

【0096】

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、上記実施形態においては、透過型のプロジェクターに本発明の光源装置を適用した場合の例について説明したが、本発明の光源装置は反射型のプロジェクターにも適用することも可能である。ここで、「透過型」とは、液晶パネル等を含む液晶ライトバルブが光を透過する形態であることを意味する。「反射型」とは、液晶ライトバルブが光を反射する形態であることを意味する。なお、光変調装置は、液晶ライトバルブに限られず、例えばデジタルマイクロミラーデバイスが用いられてもよい。

【0097】

また、上記実施形態において、3つの液晶パネルを用いたプロジェクターの例を挙げたが、本発明は、1つの液晶ライトバルブのみを用いたプロジェクター、4つ以上の液晶ライトバルブを用いたプロジェクターにも適用可能である。

【0098】

また、上記実施形態では、本発明の光源装置をプロジェクターに搭載した例を示したが、これに限定されない。本発明の光源装置は、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】

【0099】

1...プロジェクター、2, 2A, 102, 202...光源装置、4B, 4G, 4R...光変調装置、6...投射光学装置、50...波長変換部、51...第1光源、52, 152...第2光源、53, 153, 253...偏光分離合成素子、54...角度変換部(集光光学部)、54a...第1端部、54b...第2端部、54c...側面(反射部)、55...ミラー、56...ダイクロイックミラー、57...拡散部、58...位相差板、59...接着層、60...集光レンズ、61...ダイクロイックミラー(他のダイクロイックミラー)、61a...開口、E...励起光(第1光)、B...青色光(第2光)、J1...光軸、WL...照明光(合成光)、Y...蛍光(第3光)。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

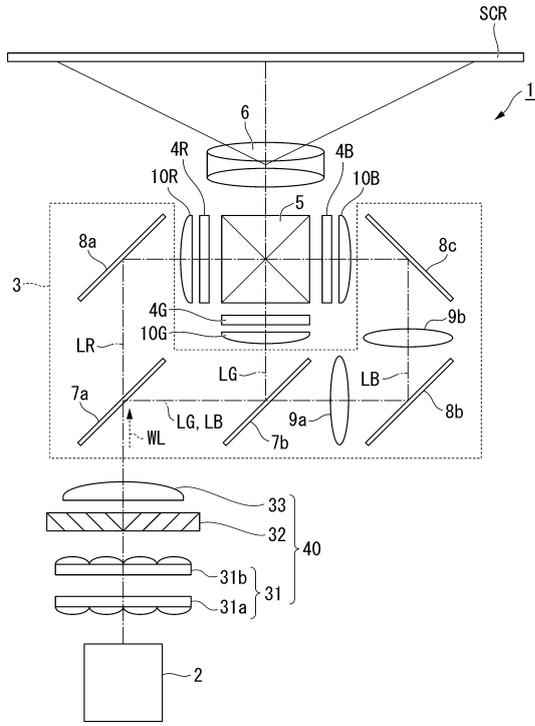


図 1

【図 2】

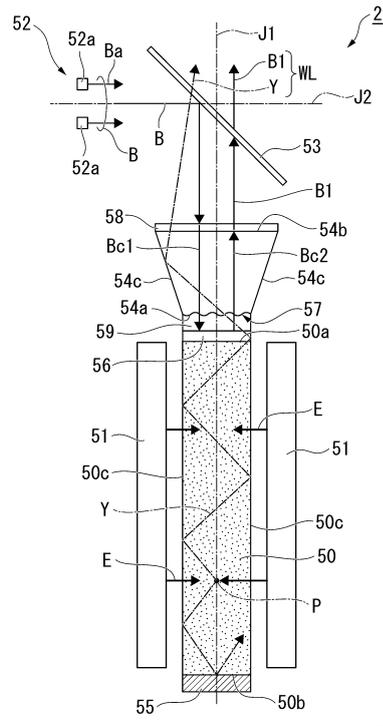


図 2

【図 3】

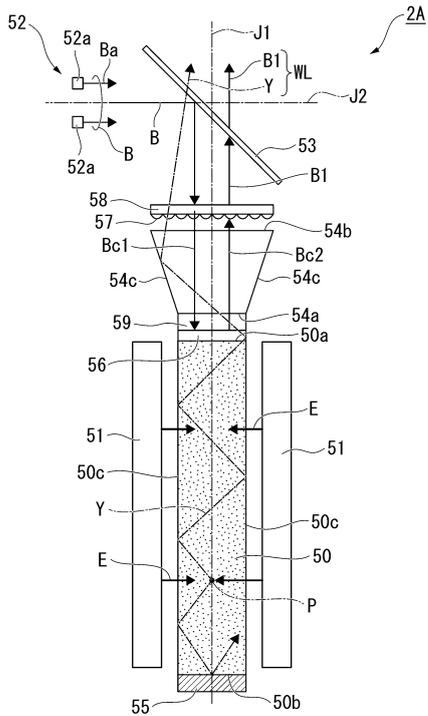


図 3

【図 4】

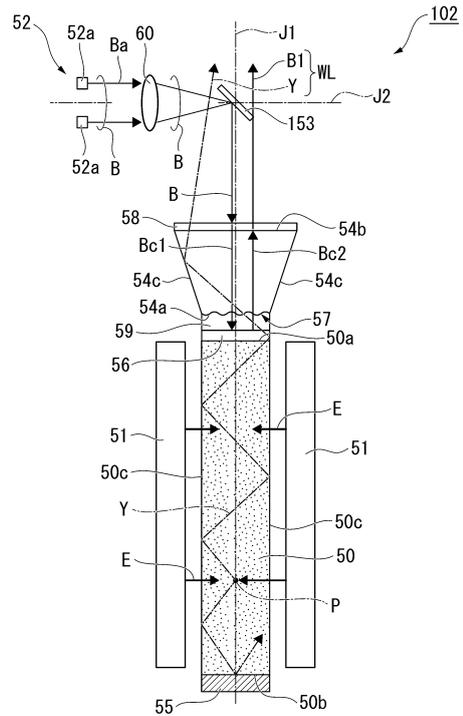


図 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

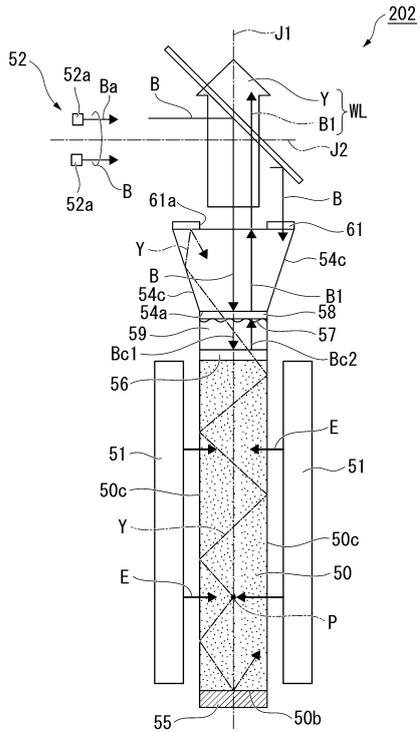


図 5

【 図 6 】

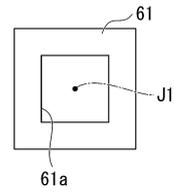


図 6

10

20

【 図 7 】

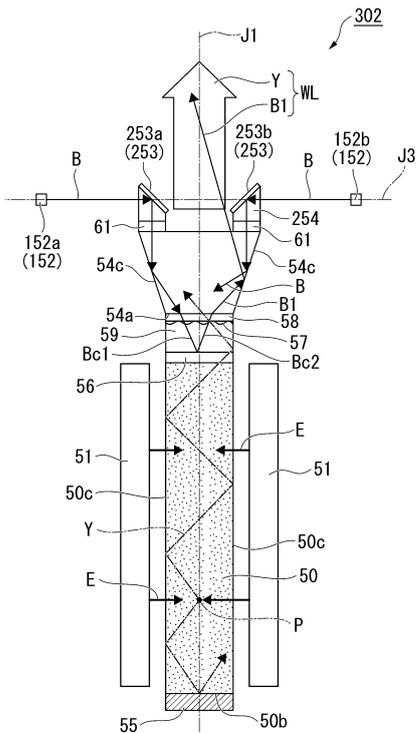


図 7

【 図 8 】

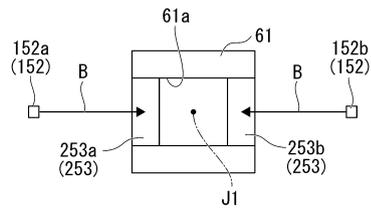


図 8

30

40

50

## フロントページの続き

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

(72)発明者 小宮山 慎悟

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 川俣 郁子

(56)参考文献

特開2019-032352(JP,A)

特開2020-013058(JP,A)

特開2013-250494(JP,A)

特開2020-030377(JP,A)

特開2018-054667(JP,A)

特開2004-184611(JP,A)

特開2014-211480(JP,A)

特開2018-132687(JP,A)

国際公開第2014/038182(WO,A1)

特開2008-097032(JP,A)

米国特許出願公開第2017/0068034(US,A1)

国際公開第2019/016006(WO,A1)

中国実用新案第209911746(CN,U)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

F21V1/00-15/04

G03B21/00-21/10

21/12-21/13

21/134-21/30

33/00-33/16

H04N5/66-5/74