

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6969201号
(P6969201)

(45) 発行日 令和3年11月24日(2021.11.24)

(24) 登録日 令和3年11月1日(2021.11.1)

(51) Int.Cl.	F I	
G03B 21/14 (2006.01)	G03B 21/14	A
G03B 21/00 (2006.01)	G03B 21/00	D
F21S 2/00 (2016.01)	F21S 2/00	311
F21V 7/00 (2006.01)	F21S 2/00	340
F21V 7/28 (2018.01)	F21V 7/00	300
請求項の数 11 (全 22 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2017-151346 (P2017-151346)	(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
(22) 出願日	平成29年8月4日(2017.8.4)	(74) 代理人	100179475 弁理士 仲井 智至
(65) 公開番号	特開2019-32352 (P2019-32352A)	(74) 代理人	100216253 弁理士 松岡 宏紀
(43) 公開日	平成31年2月28日(2019.2.28)	(72) 発明者	上島 俊司 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
審査請求日	令和2年5月12日(2020.5.12)	(72) 発明者	安松 航 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	小野 博之
			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の偏光方向の第1の波長の光を射出する発光素子と、
前記第1の偏光方向の第1の波長の光、および前記第1の偏光方向と直交する第2の偏光方向の前記第1の波長の光のいずれか一方を透過させるとともに他方を反射させ、前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を透過もしくは反射させて前記第2の偏光方向の前記第1の波長の光と同じ方向に射出させる偏光分離素子と、

前記第1の波長の光を前記第2の波長の光に変換する波長変換素子と、

前記波長変換素子と離間して配置され、前記偏光分離素子と前記波長変換素子との間の光路上に設けられた拡散光学系と、を備え、

前記拡散光学系は、前記第1の波長の光が通過する際に当該第1の波長の光を拡散させる拡散部と、前記第1の波長の光の一部を前記拡散部に向けて反射させ、前記第1の波長の光の他の一部を透過させ、前記第2の波長の光を透過させる光分離部と、を備えたことを特徴とする光源装置。

【請求項2】

前記光分離部は、前記第1の波長の光の一部を前記拡散部に向けて反射させ、前記第1の波長の光の他の一部を前記波長変換素子に向けて透過させ、前記第2の波長の光を透過させるダイクロイックミラーで構成されてい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】

前記拡散光学系は、前記偏光分離素子の側に位置する第1面と前記波長変換素子の側に位置する第2面とを有する板体を含む光学素子を備え、

前記拡散部は、前記板体の前記第1面に設けられ、

前記ダイクロミックミラーは、前記板体の前記第2面に設けられたことを特徴とする請求項2に記載の光源装置。

【請求項4】

前記光学素子は、位相差板で構成されていることを特徴とする請求項3に記載の光源装置。

【請求項5】

前記拡散光学系は、少なくとも一つの集光光学素子を含み、前記波長変換素子に向けて前記第1の波長の光を集光させる集光光学系を備え、

前記拡散部は、前記集光光学系によって集光された前記第1の波長の光の光路上に設けられたことを特徴とする請求項2から請求項4までのいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項6】

前記拡散部は、前記発光素子の中間像が形成される位置に設けられたことを特徴とする請求項5に記載の光源装置。

【請求項7】

前記集光光学系は、前記偏光分離素子の側に設けられた第1の集光光学素子と、前記波長変換素子の側に設けられた第2の集光光学素子と、を備え、

前記拡散部は、前記第1の集光光学素子に設けられ、

前記光分離部は、前記第2の集光光学素子に設けられたことを特徴とする請求項5に記載の光源装置。

【請求項8】

前記集光光学系は、前記偏光分離素子の側に設けられた第1の集光光学素子と、前記波長変換素子の側に設けられた平凸レンズからなる第2の集光光学素子と、を備え、

前記拡散部は、前記第2の集光光学素子の凸面に設けられ、

前記光分離部は、前記第2の集光光学素子の平面に設けられたことを特徴とする請求項5に記載の光源装置。

【請求項9】

前記拡散部は、前記第1の波長の光の光軸と交差する領域に設けられたことを特徴とする請求項1から請求項8までのいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項10】

前記拡散光学系は、前記偏光分離素子の側に位置する第1面と前記波長変換素子の側に位置する第2面とを有する板体を含む回転ホイールと、前記回転ホイールを回転させる駆動源と、を備え、

前記回転ホイールにおいて、少なくとも一つの第1の領域と少なくとも一つの第2の領域とが前記回転ホイールの回転方向に並んで設けられ、

前記第1の領域には、前記第1面に前記拡散部が設けられるとともに、前記第2面に前記第1の波長の光の少なくとも一部を前記拡散部に向けて反射させるミラーが設けられ、

前記第2の領域は、前記第1の波長の光と前記第2の波長の光とを透過させることを特徴とする請求項1に記載の光源装置。

【請求項11】

請求項1から請求項10まで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、

前記画像光を投射する投射光学系と、

を備えた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】

10

20

30

40

50

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、半導体レーザー等の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。

【0003】

例えば下記の特許文献1に、励起光を射出する光源と、S偏光を反射させてP偏光を透過させる光分離素子と、光分離素子によって分離された光のうち一方の光が照射される蛍光体と、蛍光体から発せられた蛍光を反射する第1の反射素子と、光分離素子によって分離された光のうち他方の光の偏光状態を調整する1/4位相差板と、他方の光を拡散する拡散板と、1/4位相差板を透過した他方の光を反射させ、1/4位相差板を介して光分離素子に導く第2の反射素子と、を備えた光源装置が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【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】

【0005】

特許文献1の光源装置によれば、拡散板によって拡散された青色光と、蛍光体から発せられた黄色の蛍光光と、が合成されることにより、白色光を得ることができる。ところが、この光源装置では、蛍光体に光を導く光学系と拡散板に光を導く光学系とが別個に設けられ、これら2つの光学系が互いに直交する構成であるため、光源装置が大型化する、という課題があった。

20

【0006】

本発明の一つの態様は、上記の課題を解決するためになされたものであって、必要な拡散角度を有する光が得られる小型の光源装置を提供することを目的の一つとする。また、本発明の一つの態様は、上記の光源装置を備えたプロジェクターを提供することを目的の一つとする。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の目的を達成するために、本発明の一つの態様の光源装置は、第1の偏光方向の第1の波長の光を射出する発光素子と、前記第1の偏光方向の第1の波長の光、および前記第1の偏光方向と直交する第2の偏光方向の前記第1の波長の光のいずれか一方を透過させるとともに他方を反射させ、前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を透過もしくは反射させて前記第2の偏光方向の前記第1の波長の光と同じ方向に射出させる偏光分離素子と、前記第1の波長の光を前記第2の波長の光に変換する波長変換素子と、前記偏光分離素子と前記波長変換素子との間の光路上に設けられた拡散光学系と、を備えている。前記拡散光学系は、前記第1の波長の光が通過する際に当該第1の波長の光を拡散させる拡散部と、前記第1の波長の光の一部を前記拡散部に向けて反射させ、前記第1の波長の光の他の一部を透過させ、前記第2の波長の光を透過させる光分離部と、を備えている。

40

【0008】

本発明の一つの態様の光源装置の拡散光学系において、偏光分離素子から波長変換素子に向かう第1の波長の光は、最初に拡散部を通過する際に拡散し、拡散した光のうちの一部は、光分離部で反射して拡散部を最初とは逆向きに通過する際に再度拡散する。すなわち、第1の波長の光のうちの一部は、拡散部を2回通過する際にそれぞれ拡散する。そのため、本発明の一つの態様の光源装置では、第1の波長の光が拡散部を1回しか通過しない場合に比べ、光の拡散角度分布が大きくなる。一方、第1の波長の光の他の一部は、光分離部を透過して波長変換素子に入射し、第2の波長の光に変換される。波長変換素子が

50

ら発せられた第2の波長の光は、偏光分離素子から第1の波長の光と同じ方向に射出される。このように、本発明の一つの態様の光源装置によれば、拡散部に光を導く光学系と波長変換素子に光を導く光学系とを別個に設ける必要がなく、必要な拡散角度分布を有する光を射出でき、小型の光源装置を提供することができる。

【0009】

本発明の一つの態様の光源装置において、前記光分離部は、前記第1の波長の光の一部を前記拡散部に向けて反射させ、前記第1の波長の光の他の一部を前記波長変換素子に向けて透過させ、前記第2の波長の光を透過させるダイクロイックミラーで構成されていてもよい。

【0010】

この構成によれば、任意の部材の一面に前記ダイクロイックミラーを形成することによって光分離部を作製することができる。

【0011】

本発明の一つの態様の光源装置において、前記拡散光学系は、前記偏光分離素子の側に位置する第1面と前記波長変換素子の側に位置する第2面とを有する板体を含む光学素子を備え、前記拡散部は、前記光学素子の前記第1面に設けられ、前記ダイクロイックミラーは、前記光学素子の前記第2面に設けられていてもよい。

【0012】

この構成によれば、一つの光学素子が拡散部と光分離部との双方を兼ね備えるため、部品点数を減らすことができ、光源装置の小型化が図れる。

【0013】

本発明の一つの態様の光源装置において、前記光学素子は、位相差板で構成されていてもよい。

【0014】

拡散部で反射し、偏光分離素子に向けて進む第1の波長の光の一部を偏光分離素子から発光素子の側とは異なる方向に射出させるためには、第1の波長の光の一部の偏光方向を第1の偏光方向から第2の偏光方向に変換する必要があるため、位相差板が必要である。上記の構成によれば、光学素子が拡散部と光分離部を兼ね備えることに加えて、位相差板も兼ねるため、部品点数をさらに減らすことができ、光源装置の更なる小型化が図れる。

【0015】

本発明の一つの態様の光源装置において、前記拡散光学系は、少なくとも一つの集光光学素子を含み、前記波長変換素子に向けて前記第1の波長の光を集光させる集光光学系を備え、前記拡散部は、前記集光光学系によって集光された前記第1の波長の光の光路上に設けられていてもよい。

【0016】

この構成によれば、拡散部での拡散角度分布の広がり起因する第1の波長の光の集光光学系でのけられを抑制することができる。その結果、第1の波長の光の利用効率を高めることができる。

【0017】

本発明の一つの態様の光源装置において、前記拡散部は、前記発光素子の中間像が形成される位置に設けられていてもよい。

【0018】

この構成によれば、上述の集光光学系でのけられを抑制できるとともに、第1の波長の光の拡散効率が向上し、偏光分離素子から射出される光の照度をより均一化することができる。なお、同様の効果を奏する場合には、拡散部が設けられる位置は、中間像が形成される位置の近傍であってもよい。

【0019】

本発明の一つの態様の光源装置において、前記集光光学系は、前記偏光分離素子の側に設けられた第1の集光光学素子と、前記波長変換素子の側に設けられた第2の集光光学素子と、を備え、前記拡散部は、前記第1の集光光学素子に設けられ、前記光分離部は、前

10

20

30

40

50

記第 2 の集光光学素子に設けられていてもよい。

【 0 0 2 0 】

この構成によれば、集光光学系が備える 2 つの集光光学素子のそれぞれが拡散部と光分離部とを兼用するため、部品点数の更なる低減と光源装置の更なる小型化を図ることができる。

【 0 0 2 1 】

本発明の一つの態様の光源装置において、前記集光光学系は、前記偏光分離素子の側に設けられた第 1 の集光光学素子と、前記波長変換素子の側に設けられた平凸レンズからなる第 2 の集光光学素子と、を備え、前記拡散部は、前記第 2 の集光光学素子の凸面に設けられ、前記光分離部は、前記第 2 の集光光学素子の平面に設けられていてもよい。

10

【 0 0 2 2 】

この構成によれば、拡散部が第 2 の集光光学素子の凸面に設けられているため、拡散部が平面に設けられた場合に比べて、第 1 の波長の光の拡散部に対する入射角が小さくなる。そのため、適度な拡散角度分布を有する第 1 の波長の光を得ることができ、第 1 の波長の光の拡散角度分布を第 2 の波長の光の拡散角度分布に近付けることができる。

【 0 0 2 3 】

本発明の一つの態様の光源装置において、前記拡散部は、前記第 1 の波長の光の光軸と交差する領域に設けられていてもよい。

【 0 0 2 4 】

この構成によれば、拡散部によって第 1 の波長の光が無駄に大きく拡散されることがなく、拡散部から射出される光の集光光学系でのけられを抑制することができる。

20

【 0 0 2 5 】

本発明の一つの態様の光源装置において、前記拡散光学系は、前記偏光分離素子の側に位置する第 1 面と前記波長変換素子の側に位置する第 2 面とを有する板体を含む回転ホイールと、前記回転ホイールを回転させる駆動源と、を備え、前記回転ホイールにおいて、少なくとも一つの第 1 の領域と少なくとも一つの第 2 の領域とが前記回転ホイールの回転方向に並んで設けられ、前記第 1 の領域には、前記第 1 面に前記拡散部が設けられるとともに、前記第 2 面に前記第 1 の波長の光の少なくとも一部を前記拡散部に向けて反射させるミラーが設けられ、前記第 2 の領域は、前記第 1 の波長の光と前記第 2 の波長の光とを透過させてもよい。

30

【 0 0 2 6 】

この構成によれば、回転ホイールの第 1 の領域に設けられたミラーが第 1 の波長の光の全てを反射させたとしても、第 2 の領域が第 2 の波長の光とともに第 1 の波長の光を透過させるため、時間的には、第 1 の波長の光の一部を拡散部に向けて反射させ、第 1 の波長の光の他の一部を透過させ、第 2 の波長の光を透過させる光分離部の機能を果たすことができる。これにより、必要な拡散角度分布を有する光を射出でき、小型の光源装置を提供することができる。

【 0 0 2 7 】

本発明の一つの態様のプロジェクターは、本発明の一つの態様の光源装置と、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。

40

【 0 0 2 8 】

この構成によれば、色むらやスペックルが抑制された画像を投射でき、高効率、小型のプロジェクターを実現することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 9 】

【 図 1 】 第 1 実施形態のプロジェクターの概略構成図である。

【 図 2 】 第 1 実施形態の照明装置の概略構成図である。

【 図 3 】 第 1 実施形態の光学素子の断面図である。

【 図 4 】 第 1 変形例の光学素子を示す断面図である。

50

【図5】第2変形例の光学素子を示す断面図である。

【図6】第2実施形態の照明装置の概略構成図である。

【図7】第3実施形態の照明装置の概略構成図である。

【図8】第4実施形態の照明装置の概略構成図である。

【図9】第5実施形態の照明装置の概略構成図である。

【図10】第6実施形態の照明装置の概略構成図である。

【図11】第7実施形態の照明装置の概略構成図である。

【図12A】回転ホイールの平面図である。

【図12B】図12AのB-B線に沿う回転ホイールの断面図である。

【図12C】図12AのC-C線に沿う回転ホイールの断面図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0030】

[第1実施形態]

以下、本発明の第1実施形態について、図1～図5を用いて説明する。

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。

【0031】

図1は、本実施形態に係るプロジェクターの概略構成図である。

図1に示すように、本実施形態のプロジェクター1は、スクリーンSCR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1は、照明装置2と、色分離光学系3と、光変調装置4Rと、光変調装置4Gと、光変調装置4Bと、合成光学系5と、投射光学系6と、を備えている。照明装置2の構成については、後述する。

20

【0032】

色分離光学系3は、照明装置2から射出された白色の照明光WLを、赤色光LRと緑色光LGと青色光LBとに分離する。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の全反射ミラー8aと、第2の全反射ミラー8bと、第3の全反射ミラー8cと、第1のリレーレンズ9aと、第2のリレーレンズ9bと、を概略備えている。

【0033】

第1のダイクロイックミラー7aは、照明装置2からの照明光WLを赤色光LRと、緑色光LGと青色光LBとを含むその他の光に分離する。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、緑色光LGと青色光LBとを含むその他の光を反射する。一方、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を透過することによって、その他の光を緑色光LGと青色光LBとに分離する。

30

【0034】

第1の全反射ミラー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。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、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。緑色光LGは、第2のダイクロイックミラー7bから光変調装置4Gに向けて反射される。

40

【0035】

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の光射出側に配置されている。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する。

【0036】

光変調装置4Rは、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を画像情報に応じて変調し、

50

青色光 L B に対応した画像光を形成する。

【 0 0 3 7 】

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各々には、偏光板（図示略）が配置されている。

【 0 0 3 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 の入射側に、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、光変調装置 4 R、光変調装置 4 G、光変調装置 4 B のそれぞれに入射する赤色光 L R、緑色光 L G、青色光 L B のそれぞれを平行化する。

10

【 0 0 3 9 】

合成光学系 5 には、光変調装置 4 R、光変調装置 4 G、および光変調装置 4 B からの画像光が入射する。合成光学系 5 は、各々が赤色光 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系 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ている。

【 0 0 4 0 】

投射光学系 6 は、投射レンズ群からなり、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。

20

【 0 0 4 1 】

（照明装置）

照明装置 2 の構成について説明する。

図 2 は照明装置 2 の概略構成を示す図である。

図 2 に示すように、照明装置 2 は、光源装置 2 0 と、インテグレーター光学系 2 9 と、偏光変換素子 3 0 と、重畳光学系 3 1 と、を備えている。

【 0 0 4 2 】

光源装置 2 0 は、光源部 2 1 と、コリメーター光学系 2 2 と、アフォーカル光学系 2 3 と、ホモジナイザー光学系 2 4 と、偏光分離素子 5 0 と、拡散光学系 6 0 と、波長変換素子 4 5 と、を備えている。拡散光学系 6 0 は、位相差板 2 6 と、光学素子 2 8 と、集光光学系 2 7 と、を備えている。

30

【 0 0 4 3 】

光源部 2 1 と、コリメーター光学系 2 2 と、アフォーカル光学系 2 3 と、ホモジナイザー光学系 2 4 と、偏光分離素子 5 0 とは、光源部 2 1 から射出される光線束 L の中心軸に一致する光軸 $a \times 1$ 上に配置されている。一方、波長変換素子 4 5 と、集光光学系 2 7 と、光学素子 2 8 と、位相差板 2 6 と、偏光分離素子 5 0 と、インテグレーター光学系 2 9 と、偏光変換素子 3 0 と、重畳光学系 3 1 とは、光軸 $a \times 1$ に直交する光軸 $a \times 2$ 上に配置されている。

【 0 0 4 4 】

光源部 2 1 は、複数の半導体レーザー 2 1 1（発光素子）を備えている。具体的には、複数の半導体レーザー 2 1 1 は、光軸 $a \times 1$ と直交する面内においてアレイ状に配列されている。半導体レーザー 2 1 1 は、例えば 4 4 0 ~ 4 8 0 nm の波長域にピーク波長を有する青色光 B L を射出する。複数の半導体レーザー 2 1 1 の各々から射出される青色光 B L は、偏光分離素子 5 0 に向けて光軸 $a \times 1$ と平行に射出される。複数の半導体レーザー 2 1 1 から射出される複数の青色光 B L は、光線束 L を構成する。

40

【 0 0 4 5 】

全ての半導体レーザー 2 1 1 は、当該半導体レーザー 2 1 1 から射出される青色光 B L が偏光分離素子 5 0 に対して S 偏光として入射するように配置されている。以下の説明では、特に断らない限り、光の偏光方向を偏光分離素子 5 0 に対する偏光方向として説明する。すなわち、半導体レーザー 2 1 1 は、S 偏光であって、4 4 0 ~ 4 8 0 nm の波長域

50

にピーク波長を有する青色光 B L (第 1 の偏光方向の第 1 の波長の光) を射出する。

【 0 0 4 6 】

光源部 2 1 から射出された青色光 B L は、コリメーター光学系 2 2 に入射する。コリメーター光学系 2 2 は、光源部 2 1 から射出された青色光 B L を平行光に変換する。コリメーター光学系 2 2 は、例えば複数の半導体レーザー 2 1 1 の配列に対応してアレイ状に配列された複数のコリメーターレンズ 2 2 1 で構成されている。

【 0 0 4 7 】

コリメーター光学系 2 2 を透過することによって平行光に変換された青色光 B L は、アフォーカル光学系 2 3 に入射する。アフォーカル光学系 2 3 は、複数の青色光 B L からなる光線束 L の光束径を縮小する。アフォーカル光学系 2 3 は、例えば凸レンズ 2 3 a と凹

10

【 0 0 4 8 】

本実施形態において、凸レンズ 2 3 a は、光入射面である凸面が非球面で構成された非球面レンズである。凸レンズ 2 3 a はコリメーター光学系 2 2 からの複数の青色光 B L を光軸 a x 1 に近づけるように集光させる機能を有する。凸レンズ 2 3 a は一般的な硝材で形成されており、石英よりも熱膨張係数が大きい。

【 0 0 4 9 】

本実施形態において、凹レンズ 2 3 b は、光入射面側および光射出面側の両面が凹面からなる両凹レンズで構成されている。凹レンズ 2 3 b は、凸レンズ 2 3 a によって集光された複数の青色光 B L を光軸 a x 1 と平行な平行光に変換する機能を有する。凹レンズ 2

20

【 0 0 5 0 】

上記構成に基づいて、アフォーカル光学系 2 3 は、複数の青色光 B L からなる光線束 L の光束径を縮小してホモジナイザー光学系 2 4 に入射させる。

【 0 0 5 1 】

ホモジナイザー光学系 2 4 は、光源装置 2 0 の被照明領域 (蛍光体層 3 2) における照度分布を均一にする。ホモジナイザー光学系 2 4 は、例えば第 1 マルチレンズアレイ 2 4 a と、第 2 マルチレンズアレイ 2 4 b と、から構成されている。第 1 マルチレンズアレイ 2 4 a の各レンズは、アフォーカル光学系 2 3 から射出された光を複数の光線束に分割し

30

【 0 0 5 2 】

偏光分離素子 5 0 は、光軸 a x 1 および光軸 a x 2 のそれぞれに対して 4 5 ° の角度をなすように配置されている。偏光分離素子 5 0 は、第 1 の波長の青色光 B L に対しては偏光分離機能を有している。本実施形態では、偏光分離素子 5 0 は、青色光 B L のうちの S 偏光成分を反射させ、P 偏光成分を透過させる。また、偏光分離素子 5 0 は、第 1 の波長 (青色光の波長帯) とは異なる第 2 の波長 (黄色光の波長帯) の光を、偏光状態にかかわらず透過させる色分離機能も有している。すなわち、本実施形態の偏光分離素子 5 0 は、青色光の S 偏光成分を反射させ、青色光の P 偏光成分を透過させ、黄色の蛍光光 Y L を透過させる。このように、偏光分離素子 5 0 は、青色光の P 偏光成分と黄色の蛍光光 Y L と

40

【 0 0 5 3 】

本実施形態の場合、半導体レーザー 2 1 1 から射出される青色光 B L は、上述したように、偏光分離素子 5 0 に対する S 偏光として入射する。そのため、偏光分離素子 5 0 に入射した青色光 B L は、S 偏光状態の青色光 B L s として、波長変換素子 4 5 の側に向けて反射される。

【 0 0 5 4 】

位相差板 2 6 は、偏光分離素子 5 0 と波長変換素子 4 5 との間の光路中に配置されている。位相差板 2 6 は、青色光 B L s の波長に対する 1 / 4 波長板で構成されている。位相差板 2 6 は、S 偏光の青色光 B L s を例えば右回りの円偏光の青色光 B L c に変換し、左

50

回りの円偏光の青色光 B L c 2 を P 偏光の青色光 B L p に変換する。その後、例えば右回りの円偏光の青色光 B L c は、光学素子 2 8 に入射する。

【 0 0 5 5 】

図 3 は、第 1 実施形態の光学素子 2 8 の断面図である。

図 3 に示すように、光学素子 2 8 は、例えばサファイア、ダイヤモンド、石英、セラミックス等の光透過性材料からなる板体 2 8 1 で構成されている。また、これらの材料は、光学素子 2 8 の熱拡散性を高め、信頼性を向上させる点で好ましい。以下、板体 2 8 1 の 2 つの面のうち、偏光分離素子 5 0 の側に位置する面を第 1 面 2 8 1 a と称し、波長変換素子 4 5 の側に位置する面を第 2 面 2 8 1 b と称する。

【 0 0 5 6 】

板体 2 8 1 の第 1 面 2 8 1 a に拡散部 6 1 が設けられ、板体 2 8 1 の第 2 面 2 8 1 b には光分離部 6 2 が設けられている。図 2 に示すように、光学素子 2 8 は、青色光 B L c が通過する際に当該青色光 B L c を拡散させる拡散部 6 1 を有し、内部を進行する青色光 B L c の一部 B L c 2 を拡散部 6 1 に向けて反射させ、青色光 B L c の他の一部 B L c 1 を透過させ、黄色の蛍光光 Y L を透過させる光分離部 6 2 を有する。

【 0 0 5 7 】

拡散部 6 1 は、板体 2 8 1 の第 1 面 2 8 1 a に微細な凹凸構造が形成された構成を有する。凹凸構造を構成する各凹部や各凸部の大きさ、形状、ピッチ等は不規則であってもよく、この種の凹凸構造は例えば上記の光透過性材料からなる板体 2 8 1 の一面にフロスト加工を施すことによって得られる。拡散部 6 1 は、青色光 B L c (第 1 の波長の光) が通過する際に当該青色光 B L c を拡散させる。

【 0 0 5 8 】

光分離部 6 2 は、光学素子 2 8 の内部を進行して到達した青色光 B L c の一部を拡散部 6 1 に向けて反射させ、青色光 B L c の他の一部 B L c 1 を透過させ、黄色の蛍光光 Y L (第 2 の波長の光) を透過させるダイクロイックミラーで構成されている。

【 0 0 5 9 】

ダイクロイックミラーは、例えば上記の板体 2 8 1 の第 2 面 2 8 1 b に設けられた誘電体多層膜から構成されている。光分離部 6 2 で反射する青色光 B L c 2 と光分離部 6 2 を透過する青色光 B L c 1 との光量の比率は、ダイクロイックミラー (誘電体多層膜) の構成を変更することで適宜変更することができる。光源装置 2 0 から射出される照明光 W L のホワイトバランスを取りやすくするという意味では、上記の比率は、例えば反射光量が 2 0 % 、透過光量が 8 0 % 程度に設定されることが望ましい。

【 0 0 6 0 】

集光光学系 2 7 は、波長変換素子 4 5 の蛍光体層 3 2 に向けて青色光 B L c 1 (第 1 の波長の光) を集光させる。集光光学系 2 7 は、例えば第 1 集光レンズ 2 7 a (集光光学素子) と、第 2 集光レンズ 2 7 b (集光光学素子) と、から構成されている。

【 0 0 6 1 】

波長変換素子 4 5 は、蛍光体層 3 2 と、反射層 (図示略) と、蛍光体層 3 2 を支持する基板 3 3 と、ヒートシンク 3 4 と、を備えている。蛍光体層 3 2 には、基板 3 3 とは反対側から青色光 B L c 1 が入射する。蛍光体層 3 2 は、青色光 B L c 1 を吸収して励起される蛍光体を含んでいる。青色光 B L c 1 によって励起された蛍光体は、第 1 の波長とは異なる第 2 の波長の光として、例えば 5 0 0 ~ 7 0 0 n m の波長域にピーク波長を有する黄色の蛍光光 Y L を生成する。

【 0 0 6 2 】

反射層は、蛍光体層 3 2 の青色光 B L c が入射する側とは反対側の面に設けられている。反射層は、例えば光反射率の高い銀等の金属で形成することができる。もしくは、基板 3 3 が光反射性材料で形成されている場合には、必ずしも反射層は設けられていなくてもよい。

【 0 0 6 3 】

蛍光体層 3 2 は、蛍光体層 3 2 の側面に設けられた光反射性を有する無機接着剤 S によ

10

20

30

40

50

って基板 33 に固定されている。ヒートシンク 34 は、基板 33 の蛍光体層 32 を支持する面とは反対側の面に設けられている。

【0064】

蛍光体層 32 で生成された蛍光光 Y L のうち、基板 33 側に向かう一部の蛍光光 Y L は、反射層によって反射され、蛍光体層 32 の上方に射出される。また、基板 33 と反対側（上方）に向かう他の一部の蛍光光 Y L は、反射層を介することなく、蛍光体層 32 の外部に射出される。このようにして、蛍光体層 32 から偏光分離素子 50 に向けて黄色の蛍光光 Y L が射出される。

【0065】

インテグレーター光学系 29 は、照明装置 2 の被照明領域である各光変調装置 4 R, 4 G, 4 B の液晶パネルにおける照度分布を均一化する。インテグレーター光学系 29 は、第 1 レンズアレイ 29 a と、第 2 レンズアレイ 29 b と、から構成されている。第 1 レンズアレイ 29 a と第 2 レンズアレイ 29 b との各々は、複数のレンズがアレイ状に配列された構成を有する。インテグレーター光学系 29 を透過した照明光 W L は、偏光変換素子 30 に入射する。

10

【0066】

偏光変換素子 30 は、照明光 W L を所定の直線偏光に変換する。偏光変換素子 30 を通過した照明光 W L は、重畳光学系 31 に入射する。

【0067】

重畳光学系 31 は、重畳レンズから構成されている。照明光 W L は、重畳光学系 31 を透過することにより被照明領域である各光変調装置 4 R, 4 G, 4 B の光入射面上で重畳され、照度分布が均一化される。

20

【0068】

ここで、光源装置 20 における拡散光学系 60 の作用について説明する。

拡散光学系 60 に入射した S 偏光の青色光 B L s は、位相差板 26 を透過することによって、例えば右回りの円偏光である青色光 B L c に変換される。次いで、青色光 B L c は、光学素子 28 の第 1 面 28 a に入射する際に拡散部 61 によって拡散され、光学素子 28 の内部を進み、光学素子 28 の第 2 面 28 b の光分離部 62 に到達する。

【0069】

光分離部 62 に入射した青色光 B L c のうち、一部の青色光 B L c 2（例えば 20% の光）は、光分離部 62 で反射して拡散部 61 に向かって進み、拡散部 61 を通過して射出される際に再度拡散する。すなわち、青色光 B L c のうち、光分離部 62 で反射した青色光 B L c 2 は、光学素子 28 を往復して拡散部 61 を 2 回通過する際、拡散部 61 によって 2 回拡散される。また、光分離部 62 で反射した青色光 B L c 2 は、右回りの円偏光から左回りの円偏光に変換される。左回りの円偏光に変換された青色光 B L c 2 は、位相差板 26 を透過することにより、最初に拡散光学系 60 に入射した時点とは異なる偏光方向の P 偏光の青色光 B L p に変換される。P 偏光の青色光 B L p は、偏光分離素子 50 を透過する。

30

【0070】

一方、光分離部 62 に入射した青色光 B L c のうち、残りの青色光 B L c 1（例えば 80% の光）は、光分離部 62 を透過し、集光光学系 27 を介して波長変換素子 45 の蛍光体層 32 に入射する。蛍光体層 32 に入射した青色光 B L c 1 は、蛍光体層 32 中の蛍光体を励起し、黄色の蛍光光 Y L に波長変換される。

40

【0071】

波長変換素子 45 から偏光分離素子 50 に向けて射出された蛍光光 Y L は、集光光学系 27、光学素子 28、位相差板 26 を順次透過する。蛍光光 Y L は、非偏光であるため、位相差板 26 を通過した後も非偏光のまま偏光分離素子 50 に入射する。蛍光光 Y L は、黄色光の波長域に対して偏光分離機能を持たない偏光分離素子 50 を透過する。このようにして、青色光 B L p と黄色の蛍光光 Y L とが偏光分離素子 50 から同じ方向に射出される。これにより、白色の照明光 W L は、光源装置 20 からインテグレーター光学系 29

50

に向けて射出される。

【 0 0 7 2 】

上述したように、青色光 B L c 2 は拡散部 6 1 によって 2 回拡散されるが、蛍光光 Y L は光学素子 2 8 を 1 回通過するため、拡散部 6 1 によって 1 回拡散される。蛍光光 Y L は、半導体レーザー 2 1 1 から射出される青色光 B L と異なり、蛍光体層 3 2 から射出された時点からランバートな拡散角度分布を有している。そのため、蛍光光 Y L を拡散部 6 1 であまり強く拡散させると、拡散部 6 1 の後段において光損失が発生するという問題がある。

【 0 0 7 3 】

ところが、本実施形態の場合、青色光 B L c 2 に対しては、2 回の拡散で所望の拡散角度分布が得られればよいので、蛍光光 Y L を過剰に拡散させた場合の光損失を抑制しつつ、青色光 B L c 2 の拡散角度分布と蛍光光 Y L の拡散角度分布とのバランスを取ることができる。

【 0 0 7 4 】

このように、本実施形態によれば、拡散部 6 1 と波長変換素子 4 5 とを一つの光路上に配置することができ、拡散部 6 1 に光を導く光学系と波長変換素子 4 5 に光を導く光学系とを別個に設ける必要がない。これにより、必要な拡散角度分布を有する光を射出できる小型の光源装置 2 0 を実現することができる。

【 0 0 7 5 】

また、本実施形態の光源装置 2 0 においては、波長変換素子 4 5 の前段に光学素子 2 8 が配置されているため、蛍光体層 3 2 の励起に寄与しない青色光は、光学素子 2 8 の光分離部 6 2 で分離され、蛍光体層 3 2 に照射されることがない。そのため、蛍光体層 3 2 の不要な温度上昇が抑制され、蛍光体層 3 2 の光変換効率の低下を抑えることができる。

【 0 0 7 6 】

(光学素子の変形例)

なお、本実施形態で例示した光学素子 2 8 に代えて、以下の図 4 もしくは図 5 に示す光学素子が用いられてもよい。

図 4 は、第 1 変形例の光学素子 3 6 を示す断面図である。

図 4 に示すように、第 1 変形例の光学素子 3 6 は、拡散部 3 7 と、光分離部 6 2 と、を備えている。本変形例では、拡散部 3 7 として、光透過性を有する板体 3 8 の第 1 面 3 8 a に複数の凹レンズ面からなるレンズアレイ構造が設けられている。各凹レンズ面は、半球面である。

【 0 0 7 7 】

図 5 は、第 2 変形例の光学素子 4 0 を示す断面図である。

図 5 に示すように、第 2 変形例の光学素子 4 0 は、拡散部 4 1 と、光分離部 6 2 と、を備えている。本変形例では、拡散部 4 1 として、光透過性を有する板体 4 2 の第 1 面 4 2 a に規則的な凹凸構造が設けられている。

【 0 0 7 8 】

[第 2 実施形態]

以下、本発明の第 2 実施形態について、図 6 を用いて説明する。

第 2 実施形態のプロジェクターの基本構成は第 1 実施形態と同様であり、光源装置の構成が第 1 実施形態と異なる。そのため、プロジェクター全体の説明は省略し、光源装置についてのみ説明する。

図 6 は、第 2 実施形態の照明装置の概略構成図である。

図 6 において、第 1 実施形態で用いた図面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。

【 0 0 7 9 】

図 6 に示すように、本実施形態の照明装置 6 9 において、光源装置 7 0 は、光源部 2 1 と、コリメーター光学系 2 2 と、アフォーカル光学系 2 3 と、ホモジナイザー光学系 2 4 と、偏光分離素子 5 0 と、拡散光学系 7 1 と、波長変換素子 4 5 と、を備えている。拡散

10

20

30

40

50

光学系 71 は、光学素子 72 と、駆動部 73 と、集光光学系 27 と、を備えている。

【0080】

本実施形態の光学素子 72 は、複屈折を有する光透過性の材料からなる板体 74（位相差板）で構成されている。これにより、光学素子 72 は、青色光 BLs の波長に対する 1/4 波長板として機能する。すなわち、光学素子 72 は、第 1 実施形態の光学素子 28 と位相差板 26 とを兼ねている。第 1 実施形態と同様、光学素子 72 において、板体 74 の第 1 面 74a に拡散部 61 が設けられ、板体 74 の第 2 面 74b には光分離部 62 が設けられている。

【0081】

駆動部 73 は、光学素子 72 を光軸 ax2 に対して垂直方向に駆動する。具体的には、
 駆動部 73 は、例えば光学素子 72 を振動させてもよいし、揺動させてもよい。駆動部 73 は、モーター等を含む周知の駆動機構が用いられる。もしくは、駆動部 73 は、光学素子を回転させてもよい。

10

光源装置 70 のその他の構成は、第 1 実施形態と同様である。

【0082】

本実施形態の場合、光学素子 72 に入射した S 偏光の青色光 BLs のうち、一部の青色光 BLp（例えば 20% の光）は、光学素子 72 を往復して拡散部 61 を 2 回通過し、拡散部 61 によって 2 回拡散される。このとき、青色光 BLs に往復で 1/2 波長の位相差が付与されるため、S 偏光の青色光 BLs は P 偏光の青色光 BLp に変換される。P 偏光の青色光 BLp は、偏光分離素子 50 を透過する。

20

【0083】

一方、光分離部 62 を透過した青色光 BLc1 は、蛍光体層 32 中の蛍光体を励起することにより、黄色の蛍光光 YL に波長変換される。蛍光光 YL の振る舞いについては、第 1 実施形態と同様である。

【0084】

本実施形態においても、必要な拡散角度分布を有する光を射出可能な小型の光源装置 70 を実現できる、といった第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

【0085】

さらに本実施形態の場合、光学素子 72 が第 1 実施形態の光学素子 28 と位相差板 26 とを兼ねているため、光源装置 70 の更なる小型化が可能である。また、光源装置 70 が光学素子 72 を駆動する駆動部 73 を備えているため、被照明領域において拡散部 61 による青色光の拡散角度分布が時間的に重畳される。これにより、スペckルをより効果的に抑制することができる。また、光学素子 72 を光軸 ax2 に対して垂直方向に駆動する構成であるため、光源装置 70 の光軸 ax2 の方向の小型化にも寄与できる。

30

【0086】

[第 3 実施形態]

以下、本発明の第 3 実施形態について、図 7 を用いて説明する。

第 7 実施形態のプロジェクターの基本構成は第 1 実施形態と同様であり、光源装置の構成が第 1 実施形態と異なる。そのため、プロジェクター全体の説明は省略し、光源装置についてのみ説明する。

40

図 7 は、第 3 実施形態の照明装置の概略構成図である。

図 7 において、第 1 実施形態で用いた図面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。

【0087】

図 7 に示すように、本実施形態の照明装置 76 において、光源装置 77 は、光源部 21 と、コリメーター光学系 22 と、第 1 集光レンズ 78 と、偏光分離素子 50 と、拡散光学系 79 と、波長変換素子 45 と、を備えている。拡散光学系 79 は、位相差板 26 と、第 2 集光レンズ 80（集光光学系）と、光学素子 81 と、を備えている。第 1 集光レンズ 78 は、光源部 21 から射出された青色光 BL を偏光分離素子 50 に向けて集光する。

【0088】

50

第2集光レンズ80は、位相差板26と光学素子81との間の光路上に設けられている。第2集光レンズ80は、波長変換素子45に向けて青色光BLを集光させる。すなわち、拡散光学系79は、少なくとも一つの集光レンズを含み、波長変換素子45に向けて青色光を集光させる集光光学系を備えている。

【0089】

光学素子81は、板体82の第1面82aに設けられた拡散部83を備えている。光学素子81は、第2集光レンズ80と波長変換素子45との間の光路上に設けられている。そのため、第2集光レンズ80によって集光された青色光BLc1が光学素子81に入射する。すなわち、拡散部83は、第2集光レンズ80によって集光された青色光BLc1の光路上に設けられている。

10

【0090】

第1実施形態では、拡散部61は、板体281の第1面の全域に設けられていたのに対し、本実施形態では、拡散部83は、板体82の第1面82aのうち、集光された青色光BLc1の照射領域の一部に設けられている。すなわち、拡散部83は、青色光BLc1の光軸と交差する領域、すなわち、青色光BLc1の光軸近傍の中央領域に設けられている。当該中央領域は、青色光BLc1の光軸と交差する。

光源装置77のその他の構成は、第1実施形態と同様である。

【0091】

本実施形態においても、必要な拡散角度分布を有する光を射出可能な小型の光源装置77を実現できる、といった第1実施形態と同様の効果が得られる。

20

【0092】

青色光BLc2が拡散部83を2回通過することで十分に拡散されることは光源装置77の利点であるが、青色光BLc2の拡散角度分布が広くなり過ぎると、光学素子81から射出された青色光BLc2のうち、第2集光レンズ80で呑み込めない青色光が生じ、第2集光レンズ80における青色光の損失が発生する。この問題に対して、本実施形態によれば、拡散部83が青色光BLc2と交差する領域、すなわち、青色光BLc2の光軸近傍の中央領域にのみ設けられているため、青色光BLc2の拡散角度分布が広くなり過ぎることがなく、青色光BLc2の利用効率を高めることができる。なお、拡散部83の形成領域の大きさについては、必要とする青色光BLc2の拡散角度分布に応じて適宜設定すればよい。なお、当該中央領域は、青色光BLc2の光軸と交差する。

30

【0093】

[第4実施形態]

以下、本発明の第4実施形態について、図8を用いて説明する。

第4実施形態のプロジェクターの基本構成は第1実施形態と同様であり、光源装置の構成が第1実施形態と異なる。そのため、プロジェクター全体の説明は省略し、光源装置についてのみ説明する。

図8は、第4実施形態の照明装置の概略構成図である。

図8において、第1実施形態で用いた図面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。

【0094】

図8に示すように、本実施形態の照明装置85において、光源装置86は、光源部21と、コリメーター光学系22と、第1集光レンズ78と、偏光分離素子50と、拡散光学系87と、波長変換素子45と、を備えている。拡散光学系87は、第2集光レンズ88(集光光学素子)と、光学素子89と、第3集光レンズ90(集光光学素子)と、を備えている。第2集光レンズ88と第3集光レンズ90とは、波長変換素子45に向けて青色光を集光させる集光光学系93を構成する。

40

【0095】

光学素子89は、複屈折を有する板体91と、拡散部92と、光分離部62と、を備えている。光学素子89は、青色光BLsの波長に対する1/4波長板として機能する。拡散部92は、第3実施形態と同様、板体91の第1面91aのうち、青色光BLsの照射

50

領域の一部に設けられている。さらに本実施形態では、集光光学系 93 が光源部 21 の中間像を形成する構成とされており、拡散部 92 は、半導体レーザー 211 の発光領域の中間像もしくは中間像近傍の位置に設けられている。

光源装置 86 のその他の構成は、第 1 実施形態と同様である。

【0096】

本実施形態においても、必要な拡散角度分布を有する光を射出可能な小型の光源装置 86 を実現できる、といった第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

【0097】

さらに本実施形態の場合、拡散部 92 が半導体レーザー 211 の発光領域の中間像もしくは中間像近傍の位置に設けられているため、青色光 B L s の損失を抑制できるとともに、青色光 B L s の拡散効率が向上し、偏光分離素子 50 から射出される照明光 W L の照度をより均一化することができる。

10

【0098】

[第 5 実施形態]

以下、本発明の第 5 実施形態について、図 9 を用いて説明する。

第 5 実施形態のプロジェクターの基本構成は第 1 実施形態と同様であり、光源装置の構成が第 1 実施形態と異なる。そのため、プロジェクター全体の説明は省略し、光源装置についてのみ説明する。

図 9 は、第 5 実施形態の照明装置の概略構成図である。

図 9 において、第 1 実施形態で用いた図面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。

20

【0099】

図 9 に示すように、本実施形態の照明装置 95 において、光源装置 96 は、光源部 21 と、コリメーター光学系 22 と、アフォーカル光学系 23 と、ホモジナイザー光学系 24 と、偏光分離素子 50 と、拡散光学系 97 と、波長変換素子 45 と、を備えている。拡散光学系 97 は、第 1 集光レンズ 98 (第 1 の集光光学素子) と、第 2 集光レンズ 99 (第 2 の集光光学素子) と、拡散部 100 と、光分離部 101 と、を備えている。

【0100】

第 1 集光レンズ 98 と第 2 集光レンズ 99 とは、波長変換素子 45 に向けて青色光を集光させる集光光学系 102 を構成する。すなわち、集光光学系 102 は、偏光分離素子 50 の側に設けられた第 1 集光レンズ 98 と、波長変換素子 45 の側に設けられた第 2 集光レンズ 99 と、を備えている。

30

【0101】

第 1 集光レンズ 98 および第 2 集光レンズ 99 のそれぞれは、平面と凸面とを有する平凸レンズで構成されている。また、これらの平凸レンズは、複屈折を有する光透過性材料から構成されている。青色光 B L s は、第 1 集光レンズ 98 および第 2 集光レンズ 99 を透過することで集光されつつ、位相差が付与されて偏光状態が変化する。このように、第 1 集光レンズ 98 と第 2 集光レンズ 99 とは、これら 2 枚の集光レンズで青色光 B L s の波長に対する 1 / 4 波長板として機能する。なお、第 1 集光レンズ 98 と第 2 集光レンズ 99 とは、いずれか一方が複屈折を有して 1 / 4 波長板として機能し、他方が複屈折を有していなくてもよい。

40

【0102】

拡散部 100 は、第 1 集光レンズ 98 の平面 98 b に設けられている。また、光分離部 101 は、第 2 集光レンズ 99 の平面 99 b に設けられている。

光源装置 96 のその他の構成は、第 1 実施形態と同様である。

【0103】

本実施形態においても、必要な拡散角度分布を有する光を射出可能な小型の光源装置 96 を実現できる、といった第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

【0104】

さらに本実施形態の場合、集光光学系 102 を構成する第 1 集光レンズ 98 に拡散部 1

50

00が設けられ、第2集光レンズ99に光分離部101が設けられているため、光学素子や位相差板を別途設ける必要がなく、光源装置96の部品点数の削減と小型化を図ることができる。

【0105】

また、拡散部100と光分離部101とは、ともに平凸レンズの平面に設けられているため、凹凸構造や誘電体多層膜を形成しやすい。

【0106】

[第6実施形態]

以下、本発明の第6実施形態について、図10を用いて説明する。

第6実施形態のプロジェクターの基本構成は第1実施形態と同様であり、光源装置の構成が第1実施形態と異なる。そのため、プロジェクター全体の説明は省略し、光源装置についてのみ説明する。

図10は、第6実施形態の照明装置の概略構成図である。

図10において、第1実施形態で用いた図面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。

【0107】

図10に示すように、本実施形態の照明装置104において、光源装置105は、光源部21と、コリメーター光学系22と、アフォーカル光学系23と、ホモジナイザー光学系24と、偏光分離素子50と、拡散光学系106と、波長変換素子45と、を備えている。拡散光学系106は、第1集光レンズ107(第1の集光光学素子)と、第2集光レンズ108(第2の集光光学素子)と、拡散部109と、光分離部110と、第3集光レンズ111と、を備えている。

【0108】

第1集光レンズ107と第2集光レンズ108と第3集光レンズ111とは、波長変換素子45に向けて青色光BLCを集光させる集光光学系112を構成する。すなわち、集光光学系112は、偏光分離素子50の側に設けられた第1集光レンズ107と、波長変換素子45の側に設けられた第3集光レンズ111と、第1集光レンズ107と第3集光レンズ111との間に設けられた第2集光レンズ108と、を備えている。

【0109】

第1集光レンズ107、第2集光レンズ108および第3集光レンズ111のそれぞれは、平面と凸面とを有する平凸レンズで構成されている。また、これらの平凸レンズは、複屈折を有する光透過性材料から構成されている。青色光BLSは、第1集光レンズ107、第2集光レンズ108および第3集光レンズ111を透過することで集光されつつ、位相差が付与されて偏光状態が変化する。このように、第1集光レンズ107と第2集光レンズ108と第3集光レンズ111とは、これら3枚の集光レンズで青色光BLSの波長に対する1/4波長板として機能する。なお、上記3枚の集光レンズ107、108、111は、少なくとも1枚が複屈折を有して1/4波長板として機能し、他の集光レンズが複屈折を有していなくてもよい。

【0110】

拡散部109は、第2集光レンズ108の凸面108a(曲面)に設けられている。また、光分離部110は、第2集光レンズ108の平面108bに設けられている。

光源装置105のその他の構成は、第1実施形態と同様である。

【0111】

本実施形態においても、必要な拡散角度分布を有する光を射出可能な小型の光源装置105を実現できる、といった第1実施形態と同様の効果が得られる。

【0112】

さらに本実施形態の場合、拡散部109が凸面108a(曲面)に設けられているため、拡散部が平面に設けられた場合に比べて、拡散部109に対する青色光BLSの入射角が小さくなる。その結果、集光されたことで角度の付いた青色光BLSが拡散部109に入射した場合であっても、拡散角度分布が極端に広がることなく、適度な拡散角度分布

10

20

30

40

50

が得られる。これにより、第1集光レンズ107における青色光B L sのけられが抑制され、青色光B L sの利用効率を高めることができる。

【0113】

[第7実施形態]

以下、本発明の第7実施形態について、図11～図12Cを用いて説明する。

第7実施形態のプロジェクターの基本構成は第1実施形態と同様であり、光源装置の構成が第1実施形態と異なる。そのため、プロジェクター全体の説明は省略し、光源装置についてのみ説明する。

図11は、第7実施形態の照明装置の概略構成図である。図12Aは、回転ホイールの平面図である。図12Bは、図12AのB-B線に沿う回転ホイールの断面図である。図12Cは、図12AのC-C線に沿う回転ホイールの断面図である。

図11において、第1実施形態で用いた図面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。

【0114】

図11に示すように、本実施形態の照明装置114において、光源装置115は、光源部21と、コリメーター光学系22と、アフォーカル光学系23と、ホモジナイザー光学系24と、偏光分離素子50と、拡散光学系116と、波長変換素子45と、を備えている。拡散光学系116は、位相差板26と、回転ホイール117と、駆動源118と、集光光学系27と、を備えている。

【0115】

回転ホイール117は、偏光分離素子50の側に位置する第1面119aと波長変換素子45の側に位置する第2面119bとを有し、光透過性を有する板体119を備えている。駆動源118は、回転軸120を中心として回転ホイール117を回転させるモーターから構成されている。

【0116】

図12Aに示すように、回転軸120に平行な方向に見た回転ホイール117の形状は、円形である。回転ホイール117において、少なくとも一つの第1の領域117Aと少なくとも一つの第2の領域117Bとは、回転ホイール117の回転方向に並んで交互に設けられている。本実施形態では、4つの第1の領域117Aと4つの第2の領域117Bとが設けられているが、第1の領域117Aおよび第2の領域117Bの数は、適宜変更が可能である。また、第1の領域117Aの面積と第2の領域117Bの面積との比は、例えば1:4に設定されている。

【0117】

図12Bに示すように、第1の領域117Aには、板体119の第1面119aに拡散部121が設けられるとともに、板体119の第2面119bには青色光B L cの少なくとも一部を拡散部121に向けて反射させるミラー122が設けられている。本実施形態では、ミラー122は、銀等の反射率の高い金属膜で構成され、青色光B L cの略100%を拡散部121に向けて反射させるものとする。また、ミラー122が金属膜で形成された場合、蛍光光Y Lはミラー122で反射され、回転ホイール117を透過できないが、青色光B L cが第1の領域117Aに照射されている期間は蛍光光Y Lが発生しないため、特に問題ない。

【0118】

ただし、ミラー122は、青色光B L cの少なくとも一部を拡散部121に向けて反射させる機能を有していればよく、上記第1～第6実施形態の光分離部と同様、青色光B L cの一部を拡散部121に向けて反射させ、他の一部を透過させ、黄色の蛍光光Y Lを透過させるダイクロイックミラーで構成されていてもよい。

【0119】

図12Cに示すように、第2の領域117Bにおいては、板体119の第1面119a、第2面119bともに何も設けられておらず、平坦な第1面119aおよび第2面119bが露出している。この構成により、第2の領域117Bは、青色光B L cおよび蛍光

10

20

30

40

50

光 Y L の略全てを透過させる。

【 0 1 2 0 】

本実施形態の回転ホイール 1 1 7 を領域毎に見れば、第 1 の領域 1 1 7 A では、青色光 B L c の略 1 0 0 % がミラー 1 2 2 で反射され、回転ホイール 1 1 7 を透過する青色光 B L c および蛍光光 Y L は略存在しない。また、第 2 の領域 1 1 7 B では、青色光 B L c および蛍光光 Y L の略全てが回転ホイール 1 1 7 を透過する。ところが、回転ホイール 1 1 7 が回転している間は、青色光 B L c の照射箇所が第 1 の領域 1 1 7 A と第 2 の領域 1 1 7 B とで高速に切り替わるため、回転ホイール 1 1 7 は、青色光 B L c の一部を反射させ、青色光 B L c の他の一部を透過させ、蛍光光 Y L を透過させることができる。すなわち、回転ホイール 1 1 7 の第 2 面 1 1 7 b の全体を光分離部と見なすことができる。

10

光源装置 1 1 5 のその他の構成は、第 1 実施形態と同様である。

【 0 1 2 1 】

本実施形態においても、必要な拡散角度分布を有する光を射出可能な小型の光源装置 1 1 5 を実現できる、といった第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

【 0 1 2 2 】

さらに本実施形態の場合、拡散部 1 2 1 が回転ホイール 1 1 7 に設けられているため、青色光 B L c の拡散角度分布が刻々と変化し、被照明領域においてその拡散角度分布が時間的に重畳される。これにより、スペックルを効果的に抑制することができる。

【 0 1 2 3 】

また、回転ホイール 1 1 7 における第 1 の領域 1 1 7 A と第 2 の領域 1 1 7 B との面積比を変えることにより、拡散部 1 2 1 で 2 回拡散させて射出させる青色光 B L c と黄色の蛍光光 Y L との割合を調整することができる。その結果、照明光 W L のホワイトバランスを調整することができる。

20

【 0 1 2 4 】

また、本実施形態では、光学特性の調整を必要とするダイクロイックミラーを使わなくても済み、簡易な金属膜のみで光分離部を構成することができるため、回転ホイール 1 1 7 の作製が容易になる。

【 0 1 2 5 】

なお、本実施形態では、位相差板 2 6 が回転ホイール 1 1 7 とは別個に設けられていたが、この構成に代えて、回転ホイール 1 1 7 を構成する板体 1 1 9 として複屈折を有する材料を用い、回転ホイール 1 1 7 が位相差板を兼ねる構成としてもよい。

30

【 0 1 2 6 】

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、半導体レーザーから S 偏光の青色光を射出させ、偏光分離素子で反射させた後、拡散光学系および波長変換素子に導く構成を例示した。この構成に代えて、半導体レーザーから P 偏光の青色光を射出させ、偏光分離素子を透過させた後、拡散光学系および波長変換素子に導き、拡散光学系で 2 回拡散させた青色光と黄色の蛍光光とを偏光分離素子で反射させ、同じ方向に射出させて照明光とする構成が採用されてもよい。この場合、上記実施形態とは異なり、光源部と拡散光学系および波長変換素子とは、同一の光軸上に配置された構成となる。

40

【 0 1 2 7 】

また、拡散部と光分離部とを備えた光学素子において、例えば青色光の反射率が異なる領域を設けておき、青色光の照射位置を変化させることにより、光分離部で反射する青色光と光分離部を透過する青色光との割合を調整できる構成としてもよい。これにより、照明光のホワイトバランスを調整することができる。

【 0 1 2 8 】

第 2 実施形態において、光学素子を駆動するための駆動部を備えた光源装置を例示したが、他の実施形態の光源装置においても、駆動部を備えた構成を採用することができる。

【 0 1 2 9 】

50

その他、波長変換素子および光源装置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、固定型の波長変換素子の例を挙げたが、この構成に代えて、蛍光体層が環状に形成された回転ホイールを備えた回転型の波長変換素子が用いられてもよい。

【0130】

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。

【0131】

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】

【0132】

1...プロジェクター、4B, 4G, 4R...光変調装置、6...投射光学系、20, 70, 77, 86, 96, 105, 115...光源装置、28, 36, 40, 72, 81, 89...光学素子、37, 41, 61, 83, 92, 100, 109, 121...拡散部、45...波長変換素子、50...偏光分離素子、60, 71, 79, 87, 97, 106, 116...拡散光学系、62, 101, 110...光分離部、80, 88...第2集光レンズ(集光光学系)、90...第2集光レンズ(集光光学素子)、93, 102...集光光学系、98...第1集光レンズ(第1の集光光学素子)、99...第2集光レンズ(第2の集光光学素子)、117...回転ホイール、117A...第1の領域、117B...第2の領域、118...駆動源、122...ミラー、211...半導体レーザー(発光素子)。

10

20

【 図 1 】

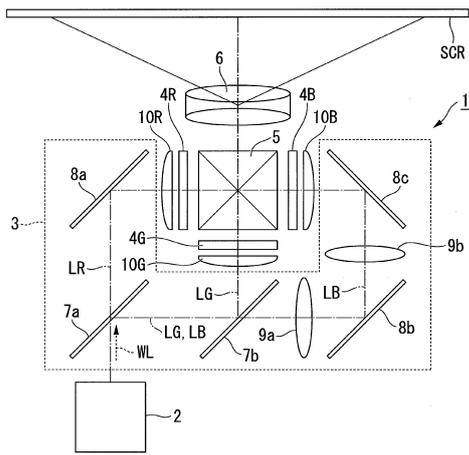


図 1

【 図 2 】

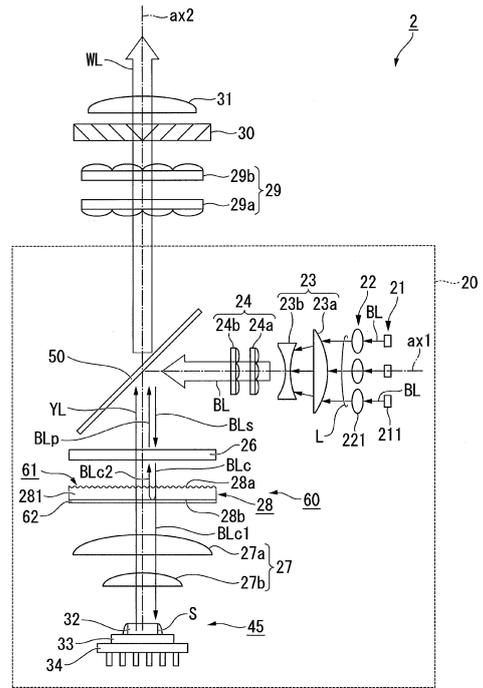


図 2

【 図 3 】

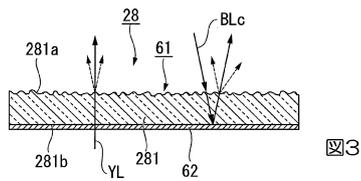


図 3

【 図 6 】

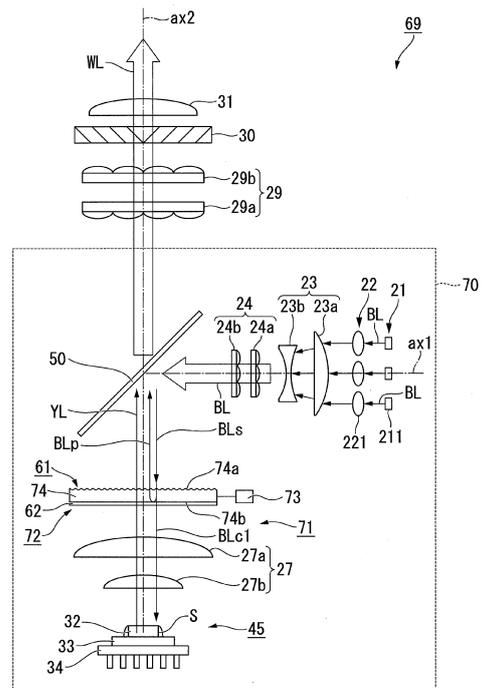


図 6

【 図 4 】

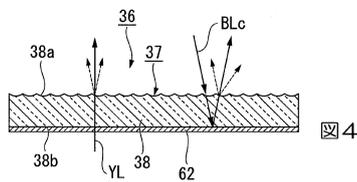


図 4

【 図 5 】

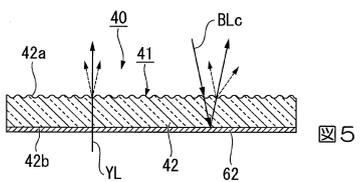
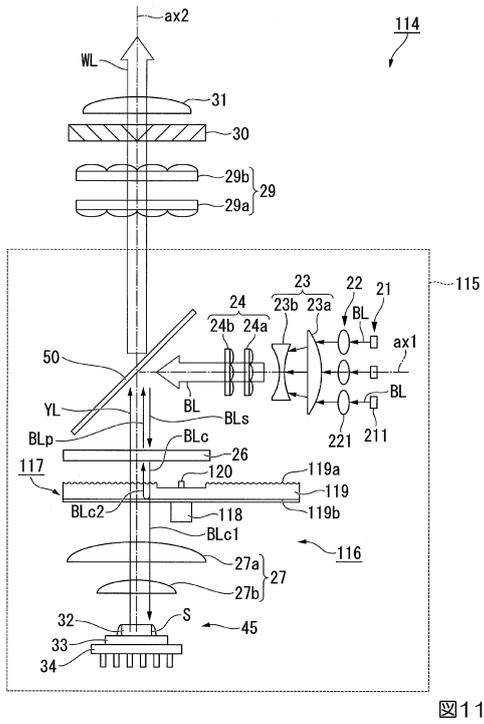
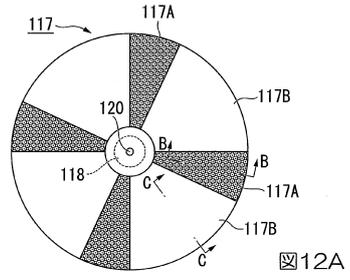


図 5

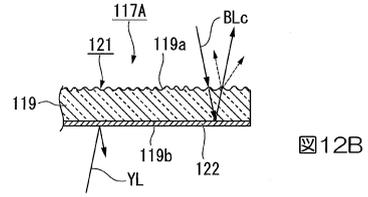
【図11】



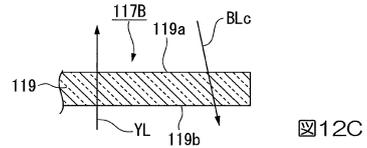
【図12A】



【図12B】



【図12C】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<i>F 2 1 V</i>	<i>9/00</i>	<i>(2018.01)</i>	<i>F 2 1 V</i>	7/28	2 4 0
<i>F 2 1 V</i>	<i>9/40</i>	<i>(2018.01)</i>	<i>F 2 1 S</i>	2/00	3 5 5
<i>F 2 1 V</i>	<i>9/14</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 2 1 V</i>	9/00	
<i>H 0 4 N</i>	<i>5/74</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 2 1 V</i>	9/40	2 0 0
			<i>F 2 1 V</i>	9/14	
			<i>H 0 4 N</i>	5/74	A

(56)参考文献 特開2014-199401(JP,A)
 特表2015-517173(JP,A)
 特開2017-122838(JP,A)
 特開2015-038618(JP,A)
 特開2015-176034(JP,A)
 特開2017-015966(JP,A)
 特開2015-031759(JP,A)
 国際公開第2015/151180(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 3 B 2 1 / 0 0 - 2 1 / 1 0
 2 1 / 1 2 - 2 1 / 3 0
 2 1 / 5 6 - 2 1 / 6 4
 3 3 / 0 0 - 3 3 / 1 6
 H 0 4 N 5 / 6 6 - 5 / 7 4
 F 2 1 S 2 / 0 0 - 4 5 / 7 0
 F 2 1 V 1 / 0 0 - 1 5 / 0 4
 2 3 / 0 0 - 3 7 / 0 0
 9 9 / 0 0