

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6812716号
(P6812716)

(45) 発行日 令和3年1月13日(2021.1.13)

(24) 登録日 令和2年12月21日(2020.12.21)

(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	330	
F21V 9/14 (2006.01)	F21S 2/00	310	
請求項の数 8 (全 15 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願2016-187790 (P2016-187790)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成28年9月27日 (2016.9.27)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-54718 (P2018-54718A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成30年4月5日 (2018.4.5)	(74) 代理人	100149548
審査請求日	令和1年7月18日 (2019.7.18)		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】 照明装置及びプロジェクター

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の波長帯の第1の光を射出する光源装置と、
 前記第1の光に対する偏光分離機能を有するダイクロイック膜と、第1の位相差素子と、
 を備え、前記光源装置から射出された前記第1の光のうちの第1の成分が前記ダイクロイック膜と前記第1の位相差素子とをこの順に透過するように構成された光学素子と、
 前記第1の位相差素子を透過した前記第1の成分が前記第1の位相差素子を透過して前記ダイクロイック膜で反射されるように、前記第1の成分を反射する反射素子と、
 前記ダイクロイック膜で反射された前記第1の成分の光路上に設けられ、複数のレンズを備えた光分割素子と、
 各々が偏光分離素子、反射膜及び第2の位相差素子を備えた複数の偏光変換部を備え、前記光分割素子によって生成された複数の光線束が各々対応する前記偏光変換部に入射するように設けられた偏光変換素子と、を備え、
 前記反射素子で反射された前記第1の成分は、前記第1の位相差素子を透過して前記ダイクロイック膜で反射された後、再び前記第1の位相差素子を透過することで前記光学素子から射出される

照明装置。

【請求項2】

波長変換素子をさらに備え、
 前記第1の光は、前記波長変換素子によって前記第1の波長帯とは異なる第2の波長帯

の第 2 の光に変換される第 2 の成分をさらに含み、

前記波長変換素子は、前記第 2 の成分が、前記ダイクロイック膜を透過又は反射して前記波長変換素子に入射し、かつ、前記波長変換素子が射出した前記第 2 の光が、前記ダイクロイック膜を反射または透過して前記光分割素子に入射するように構成されている

請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 3】

前記波長変換素子は前記反射素子を兼ねている

請求項 2 に記載の照明装置。

【請求項 4】

前記第 1 の成分の前記第 1 の位相差素子に対する入射角は、 0° よりも大きく、

前記第 1 の位相差素子の光学軸は、前記第 1 の位相差素子の前記第 1 の成分が入射する面と平行である

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の照明装置。

10

【請求項 5】

前記第 1 の位相差素子は、透明基板と、該透明基板に設けられた位相差膜と、を含み、前記位相差膜は、無機材料からなる

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の照明装置。

【請求項 6】

前記第 1 の位相差素子は、複屈折性を有する基板である

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の照明装置。

20

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の照明装置と、

前記照明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

プロジェクター。

【請求項 8】

第 1 の波長帯の第 1 の光を射出する光源装置と、

前記第 1 の光に対する偏光分離機能を有するダイクロイック膜と、第 1 の位相差素子と、を備え、前記光源装置から射出された前記第 1 の光のうちの第 1 の成分が前記ダイクロイック膜と前記第 1 の位相差素子とをこの順に透過するように構成された光学素子と、

前記第 1 の位相差素子を透過した前記第 1 の成分が前記第 1 の位相差素子を透過して前記ダイクロイック膜で反射されるように、前記第 1 の成分を反射する反射素子と、

前記ダイクロイック膜で反射された前記第 1 の成分の光路上に設けられ、複数のレンズを備えた光分割素子と、

各々が偏光分離素子、反射膜及び第 2 の位相差素子を備えた複数の偏光変換部を備え、前記光分割素子によって生成された複数の光線束が各々対応する前記偏光変換部に入射するように設けられた偏光変換素子と、を備え、

前記第 1 の成分の前記第 1 の位相差素子に対する入射角は、 0° よりも大きく、

前記第 1 の位相差素子の光学軸は、前記第 1 の位相差素子の前記第 1 の成分が入射する面と平行である

照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、照明装置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、蛍光を利用した光源装置が用いられている（例えば、特許文献 1 参照）。実施の形態 6 に示されたプロジェクターにおいて、蛍光体層で反射し

30

40

50

た青色光はダイクロイックミラーによりレンズインテグレートに向けて反射され、レンズインテグレートによって複数の小光線束に分割される。複数の小光線束は偏光変換素子に入射する。偏光変換素子は、各々が偏光分離素子、反射膜及び位相差素子を備えた複数の偏光変換部を備えている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-108486号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

蛍光体層から射出された蛍光は非偏光であるため、偏光変換素子から射出された蛍光は、偏光分離素子で反射される光路を進んだ成分と偏光分離素子を透過する光路を進んだ成分とを同じ割合で含んでいる。一方、青色光は直線偏光であるため、偏光変換素子から射出された青色光は、それらの光路のうち一方からの光しか含んでいない。そのため、スクリーンへ投写された青色光の強度分布はスクリーンへ投写された蛍光の強度分布とは異なり、スクリーンへ投写された画像に色ムラが生じるといった問題があった。

【0005】

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、簡便な構成で色ムラを低減できる照明装置を提供することを目的の一つとする。また、このような光源装置を備えること

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1態様に従えば、第1の波長帯の第1の光を射出する光源装置と、前記第1の光に対する偏光分離機能を有するダイクロイック膜と、第1の位相差素子と、を備え、前記光源装置から射出された前記第1の光のうちの第1の成分が前記ダイクロイック膜と前記第1の位相差素子とをこの順に透過するように構成された光学素子と、前記第1の位相差素子を透過した前記第1の成分が前記第1の位相差素子を透過して前記ダイクロイック膜で反射されるように、前記第1の成分を反射する反射素子と、前記ダイクロイック膜で反射された前記第1の成分の光路上に設けられ、複数のレンズを備えた光分割素子と、各々が偏光分離素子、反射膜及び第2の位相差素子を備えた複数の偏光変換部を備え、前記光分割素子によって生成された複数の光線束が各々対応する前記偏光変換部に入射するように設けられた偏光変換素子と、を備え、前記反射素子で反射された前記第1の成分は、前記第1の位相差素子を透過して前記ダイクロイック膜で反射された後、再び前記第1の位相差素子を透過することで前記光学素子から射出される照明装置が提供される。

30

また、第1の波長帯の第1の光を射出する光源装置と、前記第1の光に対する偏光分離機能を有するダイクロイック膜と、第1の位相差素子と、を備え、前記光源装置から射出された前記第1の光のうちの第1の成分が前記ダイクロイック膜と前記第1の位相差素子とをこの順に透過するように構成された光学素子と、前記第1の位相差素子を透過した前記第1の成分が前記第1の位相差素子を透過して前記ダイクロイック膜で反射されるように、前記第1の成分を反射する反射素子と、前記ダイクロイック膜で反射された前記第1の成分の光路上に設けられ、複数のレンズを備えた光分割素子と、各々が偏光分離素子、反射膜及び第2の位相差素子を備えた複数の偏光変換部を備え、前記光分割素子によって生成された複数の光線束が各々対応する前記偏光変換部に入射するように設けられた偏光変換素子と、を備え、前記第1の成分の前記第1の位相差素子に対する入射角は、 0° よりも大きく、前記第1の位相差素子の光学軸は、前記第1の位相差素子の前記第1の成分が入射する面と平行である照明装置が提供される。

40

【0007】

第1態様に係る照明装置において、反射素子で反射され、第1の位相差素子を透過した第1の成分は、ダイクロイック膜で反射される。ダイクロイック膜で反射された第1の成

50

分は再度第 1 の位相差素子を透過することで円偏光又は楕円偏光に変換される。これにより、偏光変換部に対して円偏光又は楕円偏光が入射するので、偏光変換素子から射出された第 1 の成分は、偏光分離素子で反射された成分と偏光分離素子を透過した成分の両方を含んでいる。よって、本照明装置は色ムラが生じにくい照明光を射出することができる。

【 0 0 0 8 】

上記第 1 態様において、波長変換素子をさらに備え、前記第 1 の光は、前記波長変換素子によって前記第 1 の波長帯とは異なる第 2 の波長帯の第 2 の光に変換される第 2 の成分をさらに含み、前記波長変換素子は、前記第 2 の成分が、前記ダイクロイック膜を透過又は反射して前記波長変換素子に入射し、かつ、前記波長変換素子が射出した前記第 2 の光が、前記ダイクロイック膜を反射または透過して前記光分割素子に入射するように構成されているのが好ましい。

10

この構成によれば、第 1 の光と第 2 の光とを合成した照明光を生成できる。

【 0 0 0 9 】

上記第 1 態様において、前記波長変換素子は前記反射素子を兼ねているのが好ましい。

この構成によれば、部品点数を減らすことができる。

【 0 0 1 0 】

上記第 1 態様において、前記第 1 の成分の前記第 1 の位相差素子に対する入射角は、 0° よりも大きく、前記第 1 の位相差素子の光学軸は、前記第 1 の位相差素子の前記第 1 の成分が入射する面と平行であるのが好ましい。

この構成によれば、第 1 の位相差素子を容易に作る事ができる。

20

【 0 0 1 1 】

上記第 1 態様において、前記第 1 の位相差素子は、透明基板と、該透明基板に設けられた位相差膜と、を含み、前記位相差膜は、無機材料からなるのが好ましい。

この構成によれば、無機材料からなる位相差膜を備えるので、簡便な構成により信頼性の高い位相差素子を提供できる。

【 0 0 1 2 】

上記第 1 態様において、前記第 1 の位相差素子は、複屈折性を有する基板であるのが好ましい。

この構成によれば、光学素子を構成する部品点数の増加を抑えることができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の第 2 態様に従えば、上記第 1 態様に係る照明装置と、前記照明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、を備えるプロジェクターが提供される。

30

【 0 0 1 4 】

第 2 態様に係るプロジェクターは前記光源装置を備えるので、色ムラが低減された画像を表示できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 第 1 実施形態に係るプロジェクターの概略構成を示す図。

【 図 2 】 照明装置の構成を示す図。

40

【 図 3 】 偏光変換素子の要部構成を示す図。

【 図 4 】 第 1 の位相差素子の光軸角度の測り方の説明図。

【 図 5 】 第 1 の位相差素子の光軸角度の測り方の説明図。

【 図 6 】 第 2 実施形態の光学素子の要部構成を示す断面図。

【 図 7 】 第 3 実施形態の照明装置の概略構成を示す図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

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

50

は限らない。

【 0 0 1 7 】

(第 1 実施形態)

まず、本実施形態に係るプロジェクターの概略構成について説明する。

図 1 は、本実施形態に係るプロジェクターの概略構成を示す図である。

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 S C R 上にカラー画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 4 R , 光変調装置 4 G , 光変調装置 4 B と、合成光学系 5 と、投射光学系 6 とを備えている。

【 0 0 1 8 】

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

【 0 0 1 9 】

第 1 のダイクロイックミラー 7 a は、照明装置 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 及び青色光 L B) とに分離する。第 1 のダイクロイックミラー 7 a は、赤色光 L R を透過すると共に、その他の光 (緑色光 L G 及び青色光 L B) を反射する。一方、第 2 のダイクロイックミラー 7 b は、緑色光 L G を反射すると共に青色光 L B を透過することによって、その他の光を緑色光 L G と青色光 L B とに分離する。

【 0 0 2 0 】

第 1 の全反射ミラー 8 a は、赤色光 L R の光路中に配置されて、第 1 の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 の全反射ミラー 8 b 及び第 3 の全反射ミラー 8 c は、青色光 L B の光路中に配置されて、第 2 の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 に導く。緑色光 L G は、第 2 のダイクロイックミラー 7 b から光変調装置 4 G に向けて反射される。

【 0 0 2 1 】

第 1 のリレーレンズ 9 a 及び第 2 のリレーレンズ 9 b は、青色光 L B の光路中における第 2 のダイクロイックミラー 7 b の下段に配置されている。第 1 のリレーレンズ 9 a 及び第 2 のリレーレンズ 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 の光損失を補償する機能を有している。

【 0 0 2 2 】

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、赤色の画像光を形成する。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、緑色の画像光を形成する。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、青色の画像光を形成する。

【 0 0 2 3 】

光変調装置 4 R , 光変調装置 4 G , 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及び射出側各々には、偏光板 (図示せず。) が配置されている。

【 0 0 2 4 】

また、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、光変調装置 4 R , 光変調装置 4 G , 光変調装置 4 B それぞれに入射する赤色光 L R , 緑色光 L G , 青色光 L B それぞれを平行化する。

【 0 0 2 5 】

合成光学系 5 は、光変調装置 4 R , 光変調装置 4 G , 光変調装置 4 B からの画像光を合成し、この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 2 6 】

10

20

30

40

50

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、拡大されたカラー画像が表示される。

【 0 0 2 7 】

(照明装置)

続いて、本発明の一実施形態に係る照明装置 2 について説明する。

図 2 は照明装置 2 の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、光学素子 2 7 と、第 1 のピックアップ光学系 2 8 と、回転蛍光板 2 9 と、第 2 のピックアップ光学系 4 1 と、回転拡散板 4 2 と、均一照明光学系 4 0 とを備えている。

【 0 0 2 8 】

均一照明光学系 4 0 は、インテグレーター光学系 3 5 と、偏光変換素子 3 6 と、重畳レンズ 3 7 とを有する。

【 0 0 2 9 】

光源装置 2 0 は、光源ユニット 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、位相差板 2 5 とを含む。

【 0 0 3 0 】

光源装置 2 0 と、光学素子 2 7 と、第 2 のピックアップ光学系 4 1 と、回転拡散板 4 2 とは、光軸 A X 0 上に配置されている。光学素子 2 7 と、第 1 のピックアップ光学系 2 8 と、回転蛍光板 2 9 とは、光軸 A X 0 と直交する光軸 A X 1 上に配置されている。

【 0 0 3 1 】

光源ユニット 2 1 は、固体光源としての複数の半導体レーザー 2 1 a を備える。複数の半導体レーザー 2 1 a は光軸 A X 0 と直交する面内において、アレイ状に配置されている。半導体レーザー 2 1 a は、例えば青色の光線 B L (例えばピーク波長が 4 4 5 n m のレーザー光) を射出する。

【 0 0 3 2 】

コリメーター光学系 2 2 は、複数のコリメーターレンズ 2 2 a を備える。各コリメーターレンズ 2 2 a は対応する半導体レーザー 2 1 a の光射出側に設けられ、対応する該半導体レーザー 2 1 a からの光を平行光束に変換する。

【 0 0 3 3 】

アフォーカル光学系 2 3 は、例えば凸レンズ 2 3 a , 凹レンズ 2 3 b から構成されている。アフォーカル光学系 2 3 は、光源ユニット 2 1 から射出された光線束 K (複数の光線 B L) の径を小さくする。

【 0 0 3 4 】

位相差板 2 5 は、例えば回転可能とされた 1 / 2 波長板である。光源ユニット 2 1 から射出された光線束 K は直線偏光である。そのため、回転角度を適切に設定した位相差板 2 5 を透過した光は、光学素子 2 7 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。本実施形態では、このような構成に基づき、位相差板 2 5 を回転させることで S 偏光成分と P 偏光成分との比率を変化させることが可能となっている。

【 0 0 3 5 】

このような構成に基づき、光源装置 2 0 は、P 偏光の光線 B L p と S 偏光の光線 B L s とを含む光線束 K を光学素子 2 7 に向けて射出するようになっている。本実施形態において、光線束 K は特許請求の範囲に記載の「第 1 の波長帯の第 1 の光」に相当する。

【 0 0 3 6 】

光学素子 2 7 は、第 1 の位相差素子 2 7 a と、第 1 の位相差素子 2 7 a の第 1 の面側に設けられたダイクロイック膜 2 7 b と、第 1 の位相差素子 2 7 a の第 1 の面とは反対側の第 2 の面側に設けられた反射防止膜 2 7 c とを有する。第 1 の面には、光源装置 2 0 から射出された光線束 K が入射する。

【 0 0 3 7 】

本実施形態においては、第 1 の位相差素子 2 7 a の第 1 の面が光軸 A X 0 および光軸 A X 1 に対して 4 5 ° の角度をなすように配置される。すなわち、第 1 の位相差素子 2 7 a

10

20

30

40

50

に対する光の入射角は 0° よりも大きい。

【0038】

第1の位相差素子27aは、例えば、複屈折性を有する基板で構成されている。複屈折性を有する材料としては、水晶またはサファイア等を用いることができる。本実施形態において、第1の位相差素子27aとして、例えば、厚さが0.5232mm、光学軸が第1の面と平行である水晶基板を用いた。このように光学軸が第1の面と平行な水晶基板を用いることで第1の位相差素子27aの製造が容易となる。

【0039】

第1の位相差素子27aの光軸の方向（以下、光軸角度と称する）を適宜調整することで、光学素子27から均一照明光学系40に向けて射出される光の偏光状態を調整することができる。本実施形態では、第1の位相差素子27aの光軸角度を後述の 42° に設定した。

10

【0040】

ここで、第1の位相差素子27aの光軸角度の測り方について図面を参照しつつ説明する。図4、5は第1の位相差素子27aの光軸角度の測り方を説明するための図である。図4、5においてはXYZ座標系を用いて説明する。

【0041】

はじめに、入射光に垂直な面を考える。図4において、第1の位相差素子27aに対する入射光の進行方向をX軸方向とすると、入射光に垂直な面はYZ面である。図5に示すように、YZ面に斜影された第1の位相差素子27aの光学軸 b' と入射光の偏光方向a（Z方向）とのなす角度 θ は、例えば、 57.52° に設定される。

20

【0042】

この場合、第1の位相差素子27aの面内において、入射光の進行方向と偏光方向とを含む面（XZ面）と第1の位相差素子27aの光学軸とのなす角度（光軸角度）は 42° となる。

【0043】

このような構成に基づき、第1の位相差素子27aを透過した光の偏光状態を変化させることが可能である。反射防止膜27cは、回転拡散板42からの光の界面反射を防止し、光学素子27に光を効率良く取り込む。

【0044】

ダイクロイック膜27bは光線束Kに対する偏光分離機能を有する。ダイクロイック膜27bは、光線束KのうちのS偏光成分を反射させ、光線束KのうちのP偏光成分を透過させる。S偏光成分は、ダイクロイック膜27bで反射して回転蛍光板29に向かう。P偏光成分は、ダイクロイック膜27bを透過して回転拡散板42に向かう。

30

【0045】

具体的に、ダイクロイック膜27bで反射されたS偏光の光線B L sは、第1のピックアップ光学系28に入射する。第1のピックアップ光学系28は、例えば第1のピックアップレンズ28a、第2のピックアップレンズ28bから構成されている。

本実施形態において、光線B L sは特許請求の範囲の「第2の成分」に相当する。

【0046】

第1のピックアップ光学系28は、回転蛍光板29の蛍光体層33に光線B L sを集光する。回転蛍光板29は、円板30と、円板30上にリング状に形成された蛍光体層33と、円板30を回転させるモーター31と、蛍光体層33と円板30との間に設けられた反射層32とを有している。円板30は放熱性に優れた金属部材から構成される。

40

【0047】

蛍光体層33は、励起光としての光線B L sを黄色の蛍光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もよい。

本実施形態において、蛍光体層33は特許請求の範囲に記載の「波長変換素子」に相当

50

し、蛍光 Y L は特許請求の範囲に記載の「第 2 の波長帯の第 2 の光」に相当する。

【 0 0 4 8 】

反射層 3 2 は、蛍光体層 3 3 から円板 3 0 側に向けて射出された蛍光 Y L を第 1 のピックアップ光学系 2 8 側に向けて反射する。このような構成に基づき、蛍光体層 3 3 で生成された蛍光 Y L は、円板 3 0 と反対側に向けて回転蛍光板 2 9 から射出される。

【 0 0 4 9 】

蛍光 Y L は、第 1 のピックアップ光学系 2 8 により平行化された後、光学素子 2 7 に入射する。蛍光 Y L は光学素子 2 7 (ダイクロイック膜 2 7 b、第 1 の位相差素子 2 7 a 及び反射防止膜 2 7 c) を透過し、均一照明光学系 4 0 に入射する。

【 0 0 5 0 】

一方、P 偏光の光線 B L p は、ダイクロイック膜 2 7 b、第 1 の位相差素子 2 7 a 及び反射防止膜 2 7 c をこの順に透過する。本実施形態において、光線 B L p は特許請求の範囲の「第 1 の光のうちの第 1 の成分」に相当する。

【 0 0 5 1 】

光線 B L p は第 1 の位相差素子 2 7 a を透過することによって円偏光の光線 B L c 1 に変換される。以下、光線 B L c 1 が右回り円偏光であるとして説明する。光線 B L c 1 は第 2 のピックアップ光学系 4 1 に入射する。第 2 のピックアップ光学系 4 1 は、例えば第 1 のピックアップレンズ 4 1 a、第 2 のピックアップレンズ 4 1 b から構成されている。

【 0 0 5 2 】

第 2 のピックアップ光学系 4 1 は回転拡散板 4 2 に光線 B L c 1 を集光する。回転拡散板 4 2 は、第 2 のピックアップ光学系 4 1 から射出された光線 B L c 1 を光学素子 2 7 に向けて拡散反射させる。回転拡散板 4 2 は、右回り円偏光の光線 B L c 1 を左回り円偏光の青色光 B L c 2 として反射する。

【 0 0 5 3 】

回転拡散板 4 2 は、拡散反射板 4 3 と、拡散反射板 4 3 を回転させるためのモーター 4 4 と、を備えている。拡散反射板 4 3 は、例えば光反射性を持つ部材の表面に凹凸からなる拡散構造 4 3 a を形成することで形成される。拡散反射板 4 3 は、回転軸の方向から見て例えば円形に形成されている。本実施形態において、回転拡散板 4 2 は特許請求の範囲に記載の「反射素子」に相当する。

【 0 0 5 4 】

本実施形態によれば、回転拡散板 4 2 による拡散反射光を青色光 L B として利用するため、レーザー光からなる青色光 L B によって生じるスペckルを低減することができる。

【 0 0 5 5 】

回転拡散板 4 2 により反射された左回り円偏光の青色光 B L c 2 は、第 2 のピックアップ光学系 4 1 を介して再び光学素子 2 7 に入射する。青色光 B L c 2 は反射防止膜 2 7 c 及び第 1 の位相差素子 2 7 a をこの順に透過する。左回り円偏光の青色光 B L c 2 は第 1 の位相差素子 2 7 a を透過することで S 偏光の青色光 B L s 1 に変換される。

【 0 0 5 6 】

S 偏光の青色光 B L s 1 はダイクロイック膜 2 7 b で反射され、第 1 の位相差素子 2 7 a を透過し、青色光 B L 1 として光学素子 2 7 から均一照明光学系 4 0 に向けて射出される。青色光 B L 1 は第 1 の位相差素子 2 7 a を透過する過程で右回り円偏光に変換される。なお、反射防止膜 2 7 c は光の偏光状態に影響を及ぼさない。すなわち、光学素子 2 7 から射出された青色光 B L 1 は、右回り円偏光である。

【 0 0 5 7 】

青色光 B L 1 と蛍光 Y L とが合成されることで白色の照明光 W L が生成され、照明光 W L はインテグレーター光学系 3 5 へと入射する。

【 0 0 5 8 】

インテグレーター光学系 3 5 は、例えば、レンズアレイ 3 5 a、レンズアレイ 3 5 b から構成されている。レンズアレイ 3 5 a、3 5 b は、複数の小レンズがアレイ状に配列されたものからなる。インテグレーター光学系 3 5 は照明光 W L を複数の光線束に分割する

10

20

30

40

50

。本実施形態において、インテグレーター光学系 35 は特許請求の範囲の「光分割素子」に相当する。

【0059】

インテグレーター光学系 35 を透過した照明光 WL は、偏光変換素子 36 に入射する。図 3 は偏光変換素子 36 の要部構成を示す図である。

【0060】

図 3 に示すように、偏光変換素子 36 は、偏光分離膜（偏光分離素子）36a と、反射膜 36b と、1/2 波長板（第 2 の位相差素子）36c と、透光性基材 36d とから構成された複数の偏光変換部 36A を備えている。偏光変換部 36A は、光入射面 50 と、光射出面 51 とを有する。光射出面 51 は第 1 射出領域 51a と第 2 射出領域 51b とを含む。1/2 波長板 36c は第 1 射出領域 51a のみに設けられている。

10

【0061】

本実施形態において、インテグレーター光学系 35 により分割された各光線束は、偏光変換部 36A の光入射面 50 の光入射領域に入射する。光入射領域とは、光入射面 50 の面法線と平行な方向から見たとき、偏光分離膜 36a と重なっている領域である。

【0062】

本実施形態において、照明光 WL は無偏光の蛍光 YL と円偏光の青色光 BL1 とを含む。そのため、蛍光 YL 及び青色光 BL1 は偏光変換部 36A の偏光分離膜 36a に対する P 偏光成分及び S 偏光成分のいずれも含む。

【0063】

以下、青色光 BL1 を例に挙げて説明するが、蛍光 YL についても同様である。

光入射面 50 の光入射領域に入射した青色光 BL1 に含まれる S 偏光成分の光 BL1s は偏光分離膜 36a 及び反射膜 36b で反射されることで、第 2 射出領域 51b から S 偏光のまま射出される。

また、光入射領域に入射した青色光 BL1 に含まれる P 偏光成分の光 BL1p は偏光分離膜 36a を透過し、第 1 射出領域 51a に設けられた 1/2 波長板 36c により S 偏光成分の光 BL1s' として射出される。

【0064】

蛍光 YL は非偏光であるため、偏光分離膜 36a で反射された成分と、偏光分離膜 36a を透過した成分との比は 1 である。青色光 BL1 に関しては、青色光 BL1 は円偏光であるため、偏光変換素子 36 から射出された光、すなわち第 1 の成分は、偏光分離膜 36a で反射された成分（光 BL1s）と、偏光分離膜 36a を透過した成分（光 BL1s'）との両方を含んでいる。よって、本実施形態の照明装置 2 は投写された画像における色ムラが生じにくい照明光 WL を射出することができる。

30

【0065】

本実施形態のように、青色光 BL1 を円偏光として、光 BL1s の強度と光 BL1s' の強度との比を 1 にした場合、色ムラの低減効果は最大である。なお、光 BL1s の強度と光 BL1s' の強度との比は、青色光 BL1 の偏光状態の楕円率によって決まる。

【0066】

偏光変換素子 36 を透過した照明光 WL は、重畳レンズ 37 に入射する。重畳レンズ 37 はインテグレーター光学系 35 と協同して、被照明領域における照明光 WL による照度の分布を均一化する。

40

【0067】

これに対し、従来技術の構成のように、回転拡散板 42 からの拡散光を直線偏光として偏光変換素子 36 に入射させた場合、該拡散光は各偏光変換部 36A において第 1 射出領域 51a と第 2 射出領域 51b のうち一方からしか射出されない。そのため、被照明領域において青色光による照度ムラが発生し、その結果、投写された画像において色ムラが発生する。

【0068】

本実施形態の照明装置 2 によれば、円偏光の青色光 BL1 が偏光変換素子 36 に入射す

50

るので、被照明領域における青色光による照度ムラが従来技術の場合よりも低減される。よって、色ムラが低減された画像を形成する照明光WLが得られる。また、一つの光学素子27によって照度ムラを低減するため、照明装置2の部品点数の増加を抑えることができる。

また、本実施形態のプロジェクター1によれば、色ムラを低減した品質の高い画像を表示することができる。

【0069】

(第2実施形態)

続いて、本発明の第2実施形態について説明する。本実施形態と第1実施形態との違いは照明装置における光学素子の構成である。そのため、以下では、第1実施形態と共通の構成及び部材については同じ符号を付し、その詳細の説明については省略若しくは簡略化する。

10

【0070】

図6は本実施形態の光学素子127の要部構成を示す図である。なお、図6には、回転蛍光板29、回転拡散板42及び均一照明光学系40を簡略化して図示した。

図6に示すように、本実施形態の光学素子127は、第1の位相差素子127aと、ダイクロイック膜27bとを有する。第1の位相差素子127aは、透明基板128と、透明基板128に設けられた位相差膜129とを含む。透明基板128としては例えばガラス基板が用いられる。位相差膜129の材料としては有機或いは無機のいずれを用いても良いが、耐熱性に優れた無機材料を用いる方が信頼性の点で好ましい。無機材料からなる位相差膜129としては、例えば、 SiO_2 や TaO_5 等の斜方蒸着膜を用いることができる。

20

【0071】

ダイクロイック膜27bは、第1の位相差素子127aの光源装置20からの光が入射する側に設けられ、光線束Kに対する偏光分離機能を有する。ダイクロイック膜27bで反射されたS偏光の光線BLsは、第1実施形態と同様、第1のピックアップ光学系28を介して回転蛍光板29の蛍光体層33に入射し、蛍光YLを生成する。蛍光YLは光学素子127を透過し、均一照明光学系40に入射する。

【0072】

一方、P偏光の光線BLpは、ダイクロイック膜27b及び第1の位相差素子127aをこの順に透過する。光線BLpは位相差膜129を透過することによって右回り円偏光の光線BLc1に変換される。光線BLc1は第2のピックアップ光学系41を介して回転拡散板42に入射する。右回り円偏光の光線BLc1は回転拡散板42により、左回り円偏光の青色光BLc2として反射される。

30

【0073】

左回り円偏光の青色光BLc2は再び光学素子127に入射する。このとき、左回り円偏光の青色光BLc2は位相差膜129を透過することでS偏光の青色光BLs1に変換される。S偏光の青色光BLs1はダイクロイック膜27bで反射され、位相差膜129を透過することで右回り円偏光に変換される。すなわち、光学素子127は、右回り円偏光の青色光BL1を射出する。

40

【0074】

青色光BL1と蛍光YLとが合成されることで白色の照明光WLが生成され、照明光WLは均一照明光学系40に入射する。

【0075】

本実施形態においても、第1実施形態と同様の効果が得られる。

【0076】

(第3実施形態)

続いて、本発明の第3実施形態について説明する。本実施形態と第1実施形態との違いは照明装置の構成である。そのため、以下では、第1実施形態と共通の構成及び部材については同じ符号を付し、その詳細の説明については省略若しくは簡略化する。

50

【 0 0 7 7 】

図 7 は本実施形態の照明装置 8 0 の構成を示す図である。図 7 に示すように、照明装置 8 0 は、光源装置 6 0 と、光学素子 2 7 と、ピックアップ光学系 4 1 と、回転蛍光板 2 9 と、均一照明光学系 4 0 とを備えている。

【 0 0 7 8 】

光源装置 6 0 は、光源ユニット 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 とを含む。本実施形態において、光源ユニット 2 1 は、光学素子 2 7 に対して P 偏光となる光線束 K (複数の光線 B L) を射出する。

【 0 0 7 9 】

P 偏光成分からなる光線束 K (以下、入射光 L 1 と称す) はダイクロイック膜 2 7 b 及び第 1 の位相差素子 2 7 a をこの順に透過する。

10

【 0 0 8 0 】

入射光 L 1 は、第 1 の位相差素子 2 7 a を透過することによって右回り円偏光の光 B L c 3 に変換される。光 B L c 3 はピックアップ光学系 4 1 に入射する。

【 0 0 8 1 】

ピックアップ光学系 6 1 は回転蛍光板 2 9 の蛍光体層 3 3 に光 B L c 3 を集光する。蛍光体層 3 3 は、光 B L c 3 の一部を黄色の蛍光 Y L に変換して射出する。また、光 B L c 3 の他の一部は蛍光 Y L に変換されることなく、回転蛍光板 2 9 から光学素子 2 7 に向けて左回り円偏光の青色光 B L c 4 として反射される。

【 0 0 8 2 】

20

青色光 B L c 4 としては、例えば、蛍光体層 3 3 内に含まれる気孔による反射光、或いは、反射層 3 2 による反射光を例示できる。蛍光体層 3 3 の表面に微小な凹凸からなる拡散構造を設けることで光 B L c 3 の一部を反射することで上記青色光 B L c 4 を生成してもよい。青色光 B L c 4 は特許請求の範囲に記載の「第 1 の光のうちの第 1 の成分」に相当する。光 B L c 3 のうち蛍光 Y L に変換される成分は特許請求の範囲に記載の「第 2 の光に変換される第 2 の成分」に相当する。また、蛍光体層 3 3 内に含まれる気孔、反射層 3 2 或いは蛍光体層 3 3 の表面は特許請求の範囲に記載の「反射素子」に相当する。このように蛍光体層 3 3 が反射素子を兼ねる構成を採用することで部品点数を低減できる。

【 0 0 8 3 】

青色光 B L c 4 は、ピックアップ光学系 4 1 を介して再び光学素子 2 7 に入射する。左回り円偏光の青色光 B L c 4 は第 1 の位相差素子 2 7 a を透過することで S 偏光の青色光 B L s 2 に変換される。

30

【 0 0 8 4 】

S 偏光の青色光 B L s 2 はダイクロイック膜 2 7 b で反射され、第 1 の位相差素子 2 7 a を透過し、青色光 B L 2 として光学素子 2 7 から均一照明光学系 4 0 に向けて射出される。青色光 B L 2 は第 1 の位相差素子 2 7 a を透過する過程で右回り円偏光に変換されている。すなわち、光学素子 2 7 から射出された青色光 B L 2 は、右回り円偏光である。

【 0 0 8 5 】

青色光 B L 2 と蛍光 Y L とが合成されることで白色の照明光 W L 1 が生成され、照明光 W L 1 はインテグレーター光学系 3 5 に入射する。

40

【 0 0 8 6 】

本実施形態においても、第 1 実施形態と同様な効果が得られる。

【 0 0 8 7 】

なお、本発明は上記実施形態の内容に限定されることはなく、発明の主旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

例えば、上記各実施形態では、青色光 B L 1 が右回り円偏光となるように第 1 の位相差素子を構成したが、本発明はこれに限定されない。青色光 B L 1 が左回り円偏光となるように第 1 の位相差素子を構成してもよい。また、青色光 B L 1 が右回り、または左回りの楕円偏光となるように第 1 の位相差素子を構成してもよい。

【 0 0 8 8 】

50

また、第2実施形態の光学素子127は、ダイクロイック膜27bと位相差膜129とが透明基板128を挟むように構成されていたが、本発明はこれに限定されない。光学素子127は、ダイクロイック膜27bと透明基板128とが位相差膜129を挟むように構成されていてもよい。要は、光線BLpがダイクロイック膜27bと位相差膜129とをこの順に透過すればよい。

【0089】

また、上記実施形態では、第1の位相差素子27aとして基板面に平行な光学軸を有する水晶基板を例示したが、本発明はこれに限定されず、光学軸は基板面から傾いていてもよい。大きな角度で入射する光線に対しても良好に位相差を付与することで偏光状態を変化させることができる。

10

【0090】

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画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。また、光変調装置として、デジタルミラーデバイスを用いてもよい。

【0091】

上記実施形態では本発明による照明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。本発明による照明装置は、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。例えば照明器具に用いた場合、被照明物の色の見え方にムラが生じにくい。

20

【符号の説明】

【0092】

1...プロジェクター、2...照明装置、4B, 4G, 4R...光変調装置、6...投射光学系、20...光源装置、25...位相差板、27...光学素子、27a...第1の位相差素子、27b...ダイクロイック膜、32...反射層(反射素子)、33...蛍光体層(波長変換素子)、35...インテグレーター光学系(光分割素子)、36...偏光変換素子、36A...偏光変換部、36a...偏光分離膜(偏光分離素子)、36b...反射膜、36c...波長板(第2の位相差素子)、42...回転拡散板(反射素子)、60...光源装置、80...照明装置、127...光学素子、127a...第1の位相差素子、128...透明基板、129...位相差膜(第1の位相差素子)、b...光学軸、K...光線束(第1の波長帯の第1の光)、BLs...光線(第2の成分)、YL...蛍光(第2の波長帯の第2の光)、BLp...光線(第1の光のうちの第1の成分)、BLc4...青色光(第1の光のうちの第1の成分)。

30

【 図 1 】

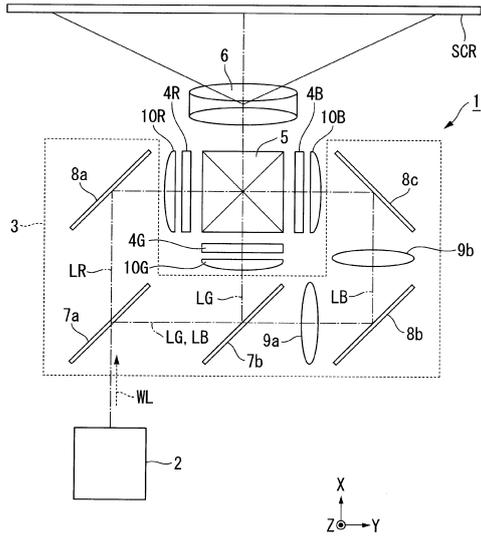


図 1

【 図 2 】

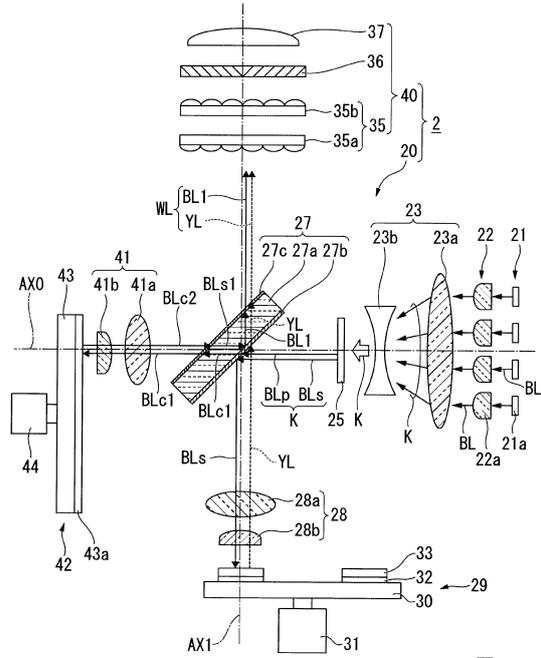


図 2

【 図 3 】

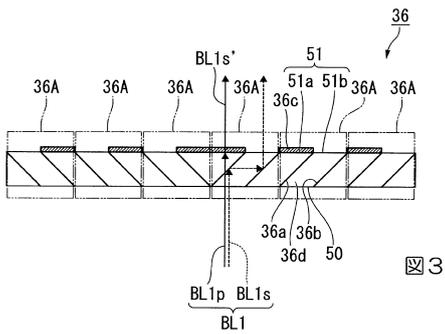


図 3

【 図 6 】

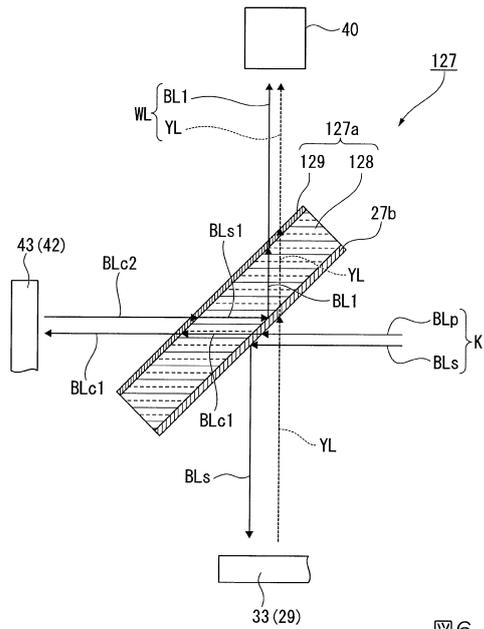


図 6

【 図 4 】

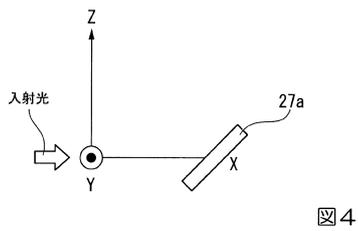


図 4

【 図 5 】

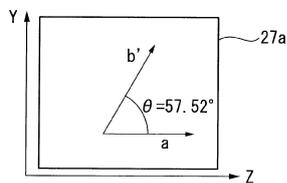


図 5

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 2 1 V 7/28 (2018.01) F 2 1 V 7/00 5 7 0
F 2 1 Y 115/30 (2016.01) F 2 1 V 9/14
F 2 1 V 7/28 2 4 0
F 2 1 Y 115:30

(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

(72)発明者 遠藤 隆史
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 田中 秀直

(56)参考文献 特開2012-123179(JP,A)
特開2010-153025(JP,A)
特開2016-170390(JP,A)
特開2007-025572(JP,A)
米国特許出願公開第2015/0338061(US,A1)
特開2012-108486(JP,A)
特開2015-232611(JP,A)
特開2011-043728(JP,A)
特開2013-250494(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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