

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6759888号
(P6759888)

(45) 発行日 令和2年9月23日 (2020.9.23)

(24) 登録日 令和2年9月7日 (2020.9.7)

(51) Int.Cl.

F I

G O 3 B 21/14 (2006.01)

G O 3 B 21/14 A

G O 3 B 21/00 (2006.01)

G O 3 B 21/00 E

F 2 1 S 2/00 (2016.01)

F 2 1 S 2/00 3 1 1

H O 4 N 5/74 (2006.01)

H O 4 N 5/74 A

G O 2 B 5/30 (2006.01)

G O 2 B 5/30

請求項の数 6 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-173581 (P2016-173581)
 (22) 出願日 平成28年9月6日 (2016.9.6)
 (65) 公開番号 特開2018-40881 (P2018-40881A)
 (43) 公開日 平成30年3月15日 (2018.3.15)
 審査請求日 令和1年7月16日 (2019.7.16)

(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
 (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】

複数の第1固体光源を有し、第1の光線束を射出する第1光源ユニットと、
 複数の第2固体光源を有し、前記第1の光線束の偏光状態とは異なる偏光状態を有する
第2の光線束を射出する第2光源ユニットと、
前記第1の光線束と、前記第2の光線束と、を合成する偏光合成素子と、
前記偏光合成素子によって合成された合成光が入射する偏光状態変換素子と、
前記偏光状態変換素子を透過した前記合成光を、第1の光と、前記第1の光とは偏光状
態が異なる第2の光と、に分離する偏光分離素子と、
前記第1の光を第3の光に変換する波長変換素子と、を備え、
前記偏光状態変換素子は、互いに離間して第1の方向に配列された複数の位相差素子を
有し、
前記第1光源ユニットと前記第2光源ユニットとは、前記偏光状態変換素子において、
前記第1の光線束が通過する複数の第1の領域と、前記第2の光線束が通過する複数の第
2の領域とが、前記第1の方向に交互に並ぶように構成されている
 照明装置。

【請求項 2】

前記複数の位相差素子各々は、1/2波長板からなる
 請求項1に記載の照明装置。

【請求項 3】

10

20

前記偏光状態変換素子と前記合成光の光軸との前記第 1 の方向における位置関係を変化させる駆動装置をさらに備える

請求項 1 又は 2 に記載の照明装置。

【請求項 4】

前記第 2 の光と前記第 3 の光との色バランスを検出する色バランス検出部をさらに備え

、
前記駆動装置は、前記色バランス検出部からの信号に基づいて前記位置関係を変化させるように構成されている

請求項 3 に記載の照明装置。

【請求項 5】

前記第 1 の光線束は、複数の第 1 偏光の光線を含み、

前記第 2 の光線束は、複数の第 2 偏光の光線を含み、

前記複数の第 1 偏光の光線のうち 1 つである第 1 光線は、前記複数の第 2 偏光の光線のうち 1 つである第 2 光線と部分的に重なっている

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】

請求項 1 乃至 4 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前記照明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。

【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】

例えば、下記特許文献 1 には、複数の半導体レーザーを含む固体光源ユニットからの光が透過する位相差板を回転させることで、ダイクロイックミラーで反射されて蛍光発光板に入射する S 偏光成分と、ダイクロイックミラーを透過して反射板に入射する P 偏光成分との比率を変化させるプロジェクター用の照明装置が開示されている。

【0003】

一般的に、プロジェクターの表示画像を明るくするためには照明装置から射出される光量を増やせばよい。その手段の 1 つとして下記特許文献 2 には、2 つのレーザーアレイから射出した光を合成することで光量を増やす照明装置が開示されている。この照明装置は、光を合成する光線束合成素子として、偏光ビームスプリッター又は複数のストライプミラーを用いている。光線束合成素子として偏光ビームスプリッターを用いる場合、偏光ビームスプリッターは、一方のレーザーアレイから射出した P 偏光を透過させつつ、他方のレーザーアレイから射出した S 偏光を反射することで合成する。

また、光線束合成素子として複数のストライプミラーを用いる場合、複数のストライプミラーは、一方のレーザーアレイから射出した光をミラー間に通過させつつ、他方のレーザーアレイから射出した光を各ミラーで反射することで合成する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2012 - 137744 号公報

【特許文献 2】米国特許出願公開第 2004 / 0252744 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

20

30

40

50

ところで、上記特許文献 1 の照明装置における光量を増やすべく、上記特許文献 2 に開示された偏光ビームスプリッターを組み合わせることも考えられる。しかしながら、二つのレーザーアレイから射出した P 偏光と S 偏光との光量が同じ場合、位相差板を回転させても蛍光発光板へ入射する S 偏光成分と反射板へ入射する P 偏光成分との比率を変えることはできない。

【 0 0 0 6 】

また、上記特許文献 1 の照明装置と上記特許文献 2 に開示された複数のストライプミラーとを組み合わせることも考えられる。しかしながら、複数の半導体レーザーから射出された光ビームの間隔が光ビームの太さ未満の場合、光ビームがストライプミラーで蹴られ、光の損失が生じてしまう。そのため、半導体レーザーの配列ピッチを小さくできず、照明装置を小型化することが難しい。また、各ストライプミラーとこれに対応する半導体レーザーとの位置合わせが必要であることから手間となっていた。

10

【 0 0 0 7 】

本発明の一つの態様は、上記の課題の少なくとも一つを解決するためになされたものであり、P 偏光及び S 偏光の比率を調整可能であるとともに光を効率的に利用できる照明装置を提供することを目的の一つとする。本発明の一つの態様は、上記の照明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。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の第 1 態様に従えば、複数の第 1 固体光源を有し、第 1 の光線束を射出する第 1 光源ユニットと、複数の第 2 固体光源を有し、前記 第 1 の光線束の偏光状態とは異なる偏光状態を有する 第 2 の光線束を射出する第 2 光源ユニットと、前記 第 1 の光線束と、前記 第 2 の光線束と、を合成する偏光合成素子と、前記偏光合成素子によって合成された合成光が入射する偏光状態変換素子と、前記偏光状態変換素子を透過した前記合成光を、第 1 の光と、前記第 1 の光とは偏光状態が異なる第 2 の光と、に分離する偏光分離素子と、前記第 1 の光を第 3 の光に変換する波長変換素子と、を備え、前記偏光状態変換素子は、互いに離間して第 1 の方向に配列された複数の位相差素子を有し、前記第 1 光源ユニットと前記第 2 光源ユニットとは、前記偏光状態変換素子において、前記 第 1 の光線束が通過する複数の第 1 の領域と、前記 第 2 の光線束が通過する複数の第 2 の領域とが、前記第 1 の方向に交互に並ぶように構成されている照明装置が提供される。

20

30

【 0 0 0 9 】

第 1 態様に係る照明装置によれば、第 1 の光ビームと第 2 の光ビームの光量が同じ場合であっても、第 1 の方向における偏光状態変換素子と合成光の光軸との位置関係を適切に設定することで、第 1 の光と第 2 の光との比率を調整することができる。また、光ビームの間隔を光ビームの太さ未満となるまで固体光源の配列ピッチを短くした場合でも、第 1、第 2 光源ユニットからの光を効率良く利用できる。また、従来のストライプミラーを用いて光を合成する場合と異なり、位相差素子と該位相差素子に対応する固体光源との位置合わせは不要となる。

【 0 0 1 0 】

上記第 1 態様において、前記複数の位相差素子各々は、 $1/2$ 波長板からなるのが好ましい。

40

この構成によれば、位相差素子を通過した光ビームを P 偏光から S 偏光或いは S 偏光から P 偏光に変換することができる。

【 0 0 1 1 】

上記第 1 態様において、前記偏光状態変換素子と前記合成光の光軸との前記第 1 の方向における位置関係を変化させる駆動装置をさらに備えるのが好ましい。

この構成によれば、第 1 の光と第 2 の光との比率を調整できる。

【 0 0 1 2 】

上記第 1 態様において、前記照明光の色バランスを検出する色バランス検出部をさらに備え、前記駆動装置は、前記色バランス検出部からの信号に基づいて前記位置関係を変化

50

させるように構成されているのが好ましい。

この構成によれば、色バランスが変化した場合、第1の方向における位置関係を変化させることで、照明装置から射出される照明光の色バランスを調整することができる。

【0013】

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前記照明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。

【0014】

第2態様に係るプロジェクターは、上記第1態様に係る照明装置を備えるので、画像のホワイトバランスに優れ、表示品質の高いプロジェクターを実現することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0015】

【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】照明装置の概略構成図。

【図3】半導体レーザーの要部構成を示す図。

【図4】偏光状態変換素子の概略構成を示す平面図。

【図5】センサーユニットの概略構成を示す図。

【図6】偏光変換素子におけるミラーの配置を示す正面図。

【図7A】偏光状態変換素子を透過した合成光の偏光状態を示す図。

【図7B】偏光状態変換素子を透過した合成光の偏光状態を示す図。

20

【図7C】偏光状態変換素子を透過した合成光の偏光状態を示す図。

【図8】ホワイトバランスを調整する動作を説明するためのフローチャート図。

【図9】第2実施形態の偏光状態変換素子に入射する合成光を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0016】

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。

【0017】

30

(第1実施形態)

図1は、本実施形態のプロジェクターを示す概略構成図である。

図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、赤色光LR、緑色光LG、青色光LBの各色光に対応した3つの光変調装置を用いている。

【0018】

プロジェクター1は、照明装置2と、色分離光学系3と、赤色光用光変調装置4Rと、緑色光用光変調装置4Gと、青色光用光変調装置4Bと、合成光学系5と、投射光学系6と、を概略備えている。照明装置2は、均一な照度分布を有する照明光WLを色分離光学系3に向けて射出する。

40

【0019】

色分離光学系3は、照明装置から射出された照明光WLを赤色光LRと緑色光LGと青色光LBとに分離する。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の反射ミラー8aと、第2の反射ミラー8bと、第3の反射ミラー8cと、第1のリレーレンズ9aと、第2のリレーレンズ9bと、を備えている。

【0020】

第1のダイクロイックミラー7aは、照明装置2から射出された照明光WLを赤色光LRと、緑色光LGおよび青色光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、赤色光LRを透過し、緑色光LGおよび青色光LBを反射する。第2のダ

50

イクロイックミラー 7 b は、第 1 のダイクロイックミラー 7 a で反射した光を緑色光 L G と青色光 L B 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 7 b は、緑色光 L G を反射し、青色光 L B を透過する。

【 0 0 2 1 】

第 1 の反射ミラー 8 a は、赤色光 L R の光路中に配置されている。第 1 の反射ミラー 8 a は、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 を赤色光用光変調装置 4 R に向けて反射する。第 2 の反射ミラー 8 b と第 3 の反射ミラー 8 c とは、青色光 L B の光路中に配置されている。第 2 の反射ミラー 8 b と第 3 の反射ミラー 8 c とは、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 を青色光用光変調装置 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 で反射し、緑色光用光変調装置 4 G に向けて進む。

10

【 0 0 2 2 】

第 1 のリレーレンズ 9 a と第 2 のリレーレンズ 9 b とは、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 の光射出側に配置されている。第 1 のリレーレンズ 9 a と第 2 のリレーレンズ 9 b とは、青色光 L B の光路長が赤色光 L R や緑色光 L G の光路長よりも長くなる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 3 】

赤色光用光変調装置 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。緑色光用光変調装置 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。青色光用光変調装置 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。

20

【 0 0 2 4 】

赤色光用光変調装置 4 R、緑色光用光変調装置 4 G、および青色光用光変調装置 4 B には、例えば透過型の液晶パネルが用いられる。また、液晶パネルの入射側および射出側には、図示しない一対の偏光板が配置されている。一対の偏光板は、特定の方向の直線偏光を透過させる。

【 0 0 2 5 】

赤色光用光変調装置 4 R の入射側には、フィールドレンズ 1 0 R が配置されている。緑色光用光変調装置 4 G の入射側には、フィールドレンズ 1 0 G が配置されている。青色光用光変調装置 4 B の入射側には、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 は、赤色光用光変調装置 4 R に入射する赤色光 L R を平行化する。フィールドレンズ 1 0 G は、緑色光用光変調装置 4 G に入射する緑色光 L G を平行化する。フィールドレンズ 1 0 B は、青色光用光変調装置 4 B に入射する青色光 L B を平行化する。

30

【 0 0 2 6 】

合成光学系 5 は、赤色、緑色、および青色の画像光を合成し、合成された画像光を投射光学系 6 に向けて射出する。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。

【 0 0 2 7 】

投射光学系 6 は、複数の投射レンズを含む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、拡大されたカラー画像が表示される。

40

【 0 0 2 8 】

つづいて、照明装置 2 について説明する。

図 2 は照明装置 2 の概略構成図である。

【 0 0 2 9 】

図 2 に示すように、照明装置 2 は、光源 1 9 と、偏光合成素子 2 2 と、偏光状態変換素子 2 3 と、ホモジナイザー光学系 2 4 と、偏光分離素子 2 5 と、位相差板 2 6 と、第 1 のピックアップレンズユニット 2 7 と、拡散板ホイール 2 8 と、第 2 のピックアップレンズユニット 2 9 と、蛍光体ホイール 3 0 と、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。

50

【0030】

光源19は、第1光源ユニット20と、第2光源ユニット21とを含む。

第1光源ユニット20は、第1アレイ光源20Aと、第1コリメーター光学系20Bとを含む。第2光源ユニット21は、第2アレイ光源21Aと、第2コリメーター光学系21Bとを含む。

【0031】

以下、図面を用いた説明において、XYZ座標系を用いて説明する場合もある。X方向は照明装置2の照明光軸ax3と平行な方向であり、Y方向は第2アレイ光源21Aの光軸ax2と平行な方向であり、Z方向はX方向及びY方向にそれぞれ直交する方向である。

10

【0032】

第1アレイ光源20Aは、複数の半導体レーザー20aからなるレーザー列20Lを有する。レーザー列20Lを構成する半導体レーザー20aは支持部材11に配置されている。この支持部材は、半導体レーザー20aで生じた熱を放出させるヒートシンクとして機能する。

【0033】

本実施形態において、第1アレイ光源20Aは、Y方向に延在しているレーザー列20Lを複数備えている。本実施形態では、5列のレーザー列20LがZ方向に沿って配置されている。各レーザー列20Lは5個の半導体レーザー20aからなっている。すなわち、複数の半導体レーザー20aは、第1アレイ光源20Aの光軸ax1と直交する面内(YZ平面内)において、アレイ状に配置されている。

20

【0034】

半導体レーザー20aは、青色の光線BL1sを射出する。光線BL1sは、ピーク波長が例えば445nmのレーザー光である。光線BL1sの偏光状態は、後述の偏光合成素子22に対するS偏光であるので、光線BL1sは偏光合成素子22によって反射される。本実施形態において、半導体レーザー20aは特許請求の範囲に記載の「第1固体光源」に相当し、光線BL1sは特許請求の範囲に記載の「第1の光ビーム」に相当する。

【0035】

図3は第1アレイ光源20Aが備えている半導体レーザー20aの要部構成を示す図である。

30

図3に示すように、半導体レーザー20aは、光を射出する光射出面16を有している。光射出面16は、射出された光線BL1sの主光線B1aの方向から見て長手方向W1と短手方向W2とを有した、略矩形状の平面形状を有している。長手方向W1はZ方向と平行であり、短手方向W2はY方向と平行である。

【0036】

半導体レーザー20aから射出された光線BL1sは、例えば長手方向W1と平行な偏光方向を有する直線偏光からなる。光線BL1sの短手方向W2への拡がり、光線BL1sの長手方向W1への拡がりよりも大きい。そのため、光線BL1sの断面形状BSは、Y方向(短手方向W2)を長軸方向とした楕円形状となる。

【0037】

本実施形態において、複数の半導体レーザー20aは、各半導体レーザー20aから射出された光線BL1sの主光線B1aがX方向と平行となるように配置されている。

40

【0038】

図2に戻って、第1アレイ光源20Aから射出された光線BL1sは第1コリメーター光学系20Bに入射する。第1コリメーター光学系20Bは、アレイ状に配置された複数のコリメーターレンズ20bから構成されている。コリメーターレンズ20bは、対応する半導体レーザー20aから射出された光線BL1sをそれぞれ平行光に変換する。

【0039】

第2アレイ光源21Aは、複数の半導体レーザー21aからなるレーザー列21Lを有する。レーザー列21Lを構成する半導体レーザー21aは支持部材12に配置されてい

50

る。

【0040】

本実施形態において、第2アレイ光源21Aは、X方向に延在しているレーザー列21Lを複数備えている。本実施形態では、5列のレーザー列21LがZ方向に沿って配置されている。各レーザー列21Lは5個の半導体レーザー21aからなっている。すなわち、複数の半導体レーザー21aは、光軸 $a \times 2$ と直交する面内(XZ平面内)において、アレイ状に配置されている。

【0041】

半導体レーザー21aは青色の光線BL2sを射出する。光線BL2sは、ピーク波長が例えば445nmのレーザー光であり、偏光状態が後述の偏光合成素子22に対するS偏光である。本実施形態において、半導体レーザー21aは特許請求の範囲に記載の「第2固体光源」に相当し、光線BL2sは特許請求の範囲に記載の「第2の光ビーム」に相当する。なお、半導体レーザー21aは半導体レーザー20aと同一構成を有する。そのため、光線BL2sの断面形状BSも短手方向W2を長軸方向とした楕円形状となっている(図3参照)。なお、光線BL2sは光線BL1sとピーク波長が同じレーザー光を例に挙げたが、ピーク波長が例えば465nmのレーザー光であっても良い。

10

【0042】

第2光源ユニット21から射出された複数の光線BL2sは第2コリメーター光学系21Bに入射する。第2コリメーター光学系21Bは、アレイ状に配置された複数のコリメーターレンズ21bから構成されている。コリメーターレンズ21bは、対応する半導体レーザー21aから射出された光線BL2sをそれぞれ平行光に変換する。

20

【0043】

第2光源ユニット21は、第2コリメーター光学系21Bと偏光合成素子22との間に配置された位相差板21cをさらに備える。位相差板21cは1/2波長板である。複数の光線BL2sは位相差板21cを透過することで偏光合成素子22に対するP偏光の光線BL2pへと変換される。これにより、複数の光線BL2pは偏光合成素子22を透過することができる。

【0044】

本実施形態において、レーザー列20L, 21LのZ方向における位置は、互いに異なっている。

30

これにより、第1光源ユニット20と第2光源ユニット21とは、後述する偏光状態変換素子23において、複数の光線BL1sが通過する複数の第1の領域A1と、複数の光線BL2pが通過する複数の第2の領域A2とがZ方向に交互に並ぶように構成されている(図4参照)。

【0045】

このような構成に基づき、第1光源ユニット20はS偏光の光線BL1sを偏光合成素子22に向けて射出し、第2光源ユニット21はP偏光の光線BL2pを偏光合成素子22に向けて射出する。

このように本実施形態においては、第1光源ユニット20から射出する光と第2光源ユニット21から射出する光との偏光状態を互いに異ならせている。

40

【0046】

以下、第1光源ユニット20から射出されたS偏光の光線BL1sの束を光線束K1と称し、第2光源ユニット21から射出されたP偏光の光線BL2pの束を光線束K2と称することがある。本実施形態において、光線束K1の光量は光線束K2の光量と同じである。

【0047】

第1光源ユニット20と偏光合成素子22とは、光軸 $a \times 1$ 上に並んで配置される。第2光源ユニット21と、偏光合成素子22と、偏光状態変換素子23と、ホモジナイザー光学系24と、偏光分離素子25と、位相差板26と、第1のピックアップレンズユニット27と、拡散板ホイール28とは、光軸 $a \times 2$ 上に順次並んで配置される。蛍光体ホイ

50

ール30と、第2のピックアップレンズユニット29と、偏光分離素子25と、インテグレート光学系31と、偏光変換素子32と、重畳光学系33とは、照明光軸 $a \times 3$ 上に順次並んで配置される。光軸 $a \times 1$ と光軸 $a \times 2$ とは、同一面内にあり、互いに直交する。照明光軸 $a \times 3$ は光軸 $a \times 1$ および光軸 $a \times 2$ と同一面内にあり、光軸 $a \times 1$ と平行である。また、照明光軸 $a \times 3$ は光軸 $a \times 2$ と直交する。

【0048】

偏光合成素子22は、光線束K1と光線束K2とを合成する。偏光合成素子22は、光軸 $a \times 1$ 及び光軸 $a \times 2$ に対し、それぞれ 45° の角度をなすように配置されている。偏光合成素子22は、透明基板22aと、透明基板22aに支持された偏光合成膜22bとを備える。

10

【0049】

偏光合成膜22bは偏光ビームスプリッターからなる。S偏光の光線束K1は偏光合成膜22bで反射され、P偏光の光線束K2は偏光合成膜22bを透過する。

これにより、光線束K1、K2が合成されることで合成光Tが生成される。

【0050】

偏光合成素子22で合成された合成光Tは、偏光状態変換素子23に入射する。

図4は偏光状態変換素子23の概略構成を示す平面図である。なお、図4では、偏光状態変換素子23に入射する合成光Tも図示している。1つのレーザー列20Lから射出された5つの光線BL1sが偏光状態変換素子23を通過する領域を第1の領域A1、1つのレーザー列21Lから射出された5つの光線BL2pが偏光状態変換素子23を通過する領域を第2の領域A2とする。本実施形態では、第1の領域A1の数と第2の領域A2の数はそれぞれ5である。なお、図4からわかるように、第1の領域A1はX方向に並んだ5つの楕円からなるが、第1の領域A1を模式的に矩形の領域として示してある。第2の領域A2についても同様である。

20

【0051】

偏光状態変換素子23において、複数の第1の領域A1と複数の第2の領域A2とは、位相差素子23aの配列方向(Z方向)に交互に並んでいる。複数の第1の領域A1のピッチはレーザー列20Lのピッチと等しく、P1である。複数の第2の領域A2のピッチはレーザー列21Lのピッチと等しく、P1である。

【0052】

30

図4に示すように、偏光状態変換素子23は、複数の位相差素子23aを有する。位相差素子23aは、互いに $P1/2$ の間隔を置いてピッチP1でZ方向に配列されている。複数の位相差素子23a各々は、X方向に延びるストライプ形状の $1/2$ 波長板からなる。本実施形態において、複数の位相差素子23aが配列されているZ方向は特許請求の範囲に記載の「第1の方向」に相当する。なお、複数の位相差素子23aは互いに独立して設けられていてもよいし、一枚の透明部材に支持されていてもよい。

【0053】

図4に示す状態において、ひとつの第1の領域A1はひとつの位相差素子23aに重なっており、ひとつの第2の領域A2は互いに隣り合った2つの位相差素子23aの間に位置している。つまり、ひとつの光線BL1sはひとつの位相差素子23a内に収まっており、ひとつの光線BL2pは互いに隣り合った2つの位相差素子23aの間の領域内に収まっている。光線BL1sのZ方向の幅は光線BL2pのZ方向の幅と等しいので、位相差素子23aのZ方向の幅は、互いに隣り合った2つの位相差素子23aの間隔と等しい。

40

【0054】

S偏光の光線BL1sは位相差素子23aを透過して、P偏光の光線BL1pに変換される。P偏光の光線BL2pは位相差素子23aに入射しないため、P偏光のまま偏光状態変換素子23を通過する。

【0055】

すなわち、偏光状態変換素子23を透過した合成光Tは、P偏光の光線BL1p、BL2pのみから構成される。したがって、偏光状態変換素子23と合成光Tの光軸とのZ方

50

向における位置関係が図4に示した状態にあるとき、偏光状態変換素子23を通過後の合成光TにおけるP偏光成分とS偏光成分との割合は、100:0となる。

【0056】

本実施形態の照明装置2は、偏光状態変換素子23と合成光Tの光軸とのZ方向における位置関係を変化させることで、合成光Tの偏光状態を任意に設定可能となっている。具体的に、本実施形態の照明装置2は、図2に示したように、光量モニター用ミラー42と、センサーユニット43と、制御装置44と、駆動装置45とをさらに備えている。駆動装置45は、偏光状態変換素子23をZ方向に移動させることで、Z方向における位置関係を変化させる。

【0057】

本実施形態において、光量モニター用ミラー42は、インテグレーター光学系31と偏光変換素子32との間の光路上に設けられている。光量モニター用ミラー42は、照明光軸ax3に対して45°の角度をなすように配置されている。光量モニター用ミラー42は、入射する光の一部を透過し、残りを反射する。光量モニター用ミラー42を透過した光は偏光変換素子32に入射し、光量モニター用ミラー42で反射した光はセンサーユニット43に入射する。

【0058】

センサーユニット43は照明装置2から射出する照明光WLのホワイトバランス(色バランス)を検出する。照明光WLは、後述するように、黄色の蛍光光YLと青色光BL4とからなっている。センサーユニット43は検出結果を制御装置44へ送信する。

制御装置44は、センサーユニット43からの信号(色バランスに関する検出結果)に基づき、駆動装置45を動作させる。すなわち、駆動装置45は、センサーユニット43からの信号に基づいて、上記Z方向における位置関係を変化させる。本実施形態におけるセンサーユニット43は特許請求の範囲の「色バランス検出部」に相当する。

【0059】

図5はセンサーユニット43の概略構成を示す図である。図6は偏光変換素子32におけるミラーの配置を示す正面図である。

図5に示すように、センサーユニット43は、第1センサー43aと、第2センサー43bと、ダイクロイックミラー43cとを含む。ダイクロイックミラー43cは、誘電体多層膜から構成され、照明光WLのうち蛍光光YLを透過させ、照明光WLのうち青色光BL4を反射する。

【0060】

第1センサー43aは、ダイクロイックミラー43cで反射された青色光BL4の光量を検出する。第2センサー43bは、ダイクロイックミラー43cを透過した蛍光光YLの光量を検出する。第1センサー43aおよび第2センサー43bは、制御装置44と電気的に接続されており、制御装置44へ検出結果を送信する。制御装置44は、第1センサー43aおよび第2センサー43bの検出結果に基づいて駆動装置45による偏光状態変換素子23の移動を制御する。

【0061】

図6に示すように、光量モニター用ミラー42は、偏光変換素子32の複数の光入射領域Rを避けて配置された保持部材48によって保持されている。偏光変換素子32の光入射領域Rとは、後述のインテグレーター光学系31から射出された複数の小光束各々が入射する領域である。

【0062】

光量モニター用ミラー42は、第2レンズアレイ31bによる照明光の2次光源像Qが形成される位置に配置されている。ここでは、光量モニター用ミラー42がインテグレーター光学系31と偏光変換素子32との間の光路上に配置された例を示した。この例に代えて、光量モニター用ミラー42は、偏光変換素子32と重畳レンズ33aとの間の光路上に配置されていてもよい。

【0063】

10

20

30

40

50

偏光変換素子 3 2 を通過することにより偏光方向が揃えられた照明光 W L は、重畳レンズ 3 3 a に入射する。重畳レンズ 3 3 a は、偏光変換素子 3 2 から射出された複数の小光束を照明対象物上で互いに重畳させる。これにより、照明対象物を均一に照明することができる。重畳光学系 3 3 は、第 1 レンズアレイ 3 1 a および第 2 レンズアレイ 3 1 b となるインテグレーター光学系 3 1 と重畳レンズ 3 3 a とにより構成される。

【 0 0 6 4 】

本実施形態において、光量モニター用ミラー 4 2 は、インテグレーター光学系 3 1 と偏光変換素子 3 2 との間の光路上の 2 次光源像 Q が入射する位置に配置されている。そのため、光路中に光量モニター用ミラー 4 2 を配置して光の一部を取り出したとしても、被照明領域である赤色光用光変調装置 4 R、緑色光用光変調装置 4 G、および青色光用光変調装置 4 B 上において照度ムラが生じることはない。したがって、2 次光源像 1 個分の照度低下を許容できるならば、光量モニター用ミラー 4 2 は、必ずしも一部の光を透過し、残りを反射するミラーでなくてもよく、全ての光を反射するミラーであってもよい。

【 0 0 6 5 】

以下、駆動装置 4 5 によって、上記 Z 方向における位置関係を変化させる場合について説明する。

図 7 A - 7 C は偏光状態変換素子 2 3 を透過した合成光 T の偏光状態を示す図である。図 7 A - 7 C 中における符号 P とは合成光 T のうち P 偏光成分の光に相当し、符号 S とは合成光 T のうち S 偏光成分の光であり、S P とは偏光状態変換素子 2 3 を透過したことによって S 偏光から P 偏光に変化した偏光成分の光に相当し、P S とは偏光状態変換素子 2 3 を透過したことによって P 偏光から S 偏光に変化した偏光成分の光に相当する。

【 0 0 6 6 】

偏光状態変換素子 2 3 を Z 方向に移動させると、第 1 の領域 A 1 と位相差素子 2 3 a との重なり部の面積と第 2 の領域 A 2 と位相差素子 2 3 a との重なり部の面積との比が変化する。例えば、図 7 A では、当該比は 1 0 0 : 0 である。図 7 B では、当該比は 5 0 : 5 0 である。図 7 C では、当該比は 0 : 1 0 0 である。よって、上記 Z 方向における位置関係を制御することで、合成光 T を構成する P 偏光成分と S 偏光成分との割合を 1 0 0 : 0 から 0 : 1 0 0 の範囲で調整することが可能となる。

【 0 0 6 7 】

偏光状態変換素子 2 3 を通過した合成光 T は、ホモジナイザー光学系 2 4 に入射する。ホモジナイザー光学系 2 4 は、例えば第 1 のレンズアレイ 2 4 a と第 2 のレンズアレイ 2 4 b とから構成されている。第 1 のレンズアレイ 2 4 a は複数の第 1 小レンズ 2 4 a m を含み、第 2 のレンズアレイ 2 4 b は複数の第 2 小レンズ 2 4 b m を含む。

【 0 0 6 8 】

ホモジナイザー光学系 2 4 を通過した合成光 T は偏光分離素子 2 5 に入射する。偏光分離素子 2 5 は、透明基板 2 5 a と、透明基板 2 5 a に支持された偏光分離膜 2 5 b とを備える。偏光分離膜 2 5 b は、合成光 T のうち P 偏光成分を透過させ、合成光 T のうち S 偏光成分を反射する。

【 0 0 6 9 】

以下、説明を分かり易くするため、図 2 において、偏光状態変換素子 2 3 を透過後の合成光 T のうち偏光分離膜 2 5 b を透過する P 偏光の青色光を符号 B L 3 p で示し、偏光分離膜 2 5 b で反射される S 偏光の青色光を符号 B L 3 s で示す。

【 0 0 7 0 】

偏光分離膜 2 5 b を透過した青色光 B L 3 p は、位相差板 2 6 および第 1 のピックアップレンズユニット 2 7 を透過して拡散板ホイール 2 8 に入射する。拡散板ホイール 2 8 に入射する青色光 B L 3 p は、特許請求の範囲の「第 2 の光」に相当する。

位相差板 2 6 は 1 / 4 波長板から構成される。青色光 B L 3 p は位相差板 2 6 を透過することによって、例えば右回り円偏光の青色光 B L 3 c に変換される。青色光 B L 3 c は、第 1 のピックアップレンズユニット 2 7 に入射する。

【 0 0 7 1 】

第1のピックアップレンズユニット27は、青色光B L 3 cを拡散板ホイール28に向けて集光させる。第1のピックアップレンズユニット27は、例えば2つのピックアップレンズ27 a, 27 bから構成されている。

【0072】

また、第1のピックアップレンズユニット27はホモジナイザー光学系24と協働して、拡散板ホイール28上での青色光B L 3 cの照度分布を均一化する。本実施形態では、第1のピックアップレンズユニット27の焦点位置に拡散板ホイール28が配置されている。

【0073】

拡散板ホイール28は、第1のピックアップレンズユニット27から射出された青色光B L 3 cを偏光分離素子25に向けて拡散反射させる。拡散板ホイール28は、例えば、右回り円偏光の青色光B L 3 cを左回り円偏光の青色光B L 3 dに変換する。

【0074】

拡散板ホイール28は、拡散反射板61と、拡散反射板61を回転させるためのモーター62と、を備えている。拡散反射板61は、例えば光反射性を持つ部材の表面に凹凸を形成することで形成される。拡散反射板61は、回転軸の方向から見て例えば円形に形成されている。

【0075】

拡散板ホイール28によって反射され、第1のピックアップレンズユニット27を再び透過した左回り円偏光の青色光B L 3 d(拡散光)は、再び位相差板26を透過して、S偏光の青色光B L 4となる。S偏光の青色光B L 4は偏光分離素子25で反射されてインテグレーター光学系31に向かう。

【0076】

偏光分離膜25 bで反射された青色光B L 3 sは、第2のピックアップレンズユニット29を透過した後、蛍光体ホイール30に入射する。蛍光体ホイール30に入射する青色光B L 3 sは、特許請求の範囲の「第1の光」に相当する。第2のピックアップレンズユニット29は、青色光B L 3 sを励起光として蛍光体ホイール30に向けて集光させる。また、第2のピックアップレンズユニット29はホモジナイザー光学系24と協働して、蛍光体層36上での青色光B L 3 sの照度分布を均一化する。

第2のピックアップレンズユニット29は、例えば2つのピックアップレンズ29 a, 29 bから構成されている。

【0077】

蛍光体ホイール30は、円板35と、円板35上にリング状に形成された蛍光体層36と、円板35を回転させるモーター37と、を有している。円板35は放熱性に優れた金属部材から構成される。

【0078】

蛍光体層36は、青色光B L 3 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Y A G(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。本実施形態において、蛍光光Y Lは特許請求の範囲の「第3の光」に相当する。

【0079】

円板35と蛍光体層36との間には反射部38が設けられている。このような構成に基づき、蛍光体ホイール30は、蛍光体層36で生成された蛍光光Y Lを第2のピックアップレンズユニット29に向けて射出する。

【0080】

蛍光光Y Lは、第2のピックアップレンズユニット29により平行化される。偏光分離素子25は、蛍光光Y Lの波長帯の光をその偏光状態によらず透過させる機能を持っているので、蛍光光Y Lは偏光分離素子25を透過し、該偏光分離素子25により反射された

10

20

30

40

50

青色光 B L 4 と合成される。このようにして生成された白色の照明光 W L は、インテグレーター光学系 3 1 に入射する。

【 0 0 8 1 】

インテグレーター光学系 3 1 は、例えば、レンズアレイ 1 3 1 a , レンズアレイ 1 3 1 b から構成されている。レンズアレイ 1 3 1 a , 1 3 1 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。

【 0 0 8 2 】

インテグレーター光学系 3 1 を透過した照明光 W L は、偏光変換素子 3 2 に入射する。偏光変換素子 3 2 は、偏光分離膜と位相差板とから構成されている。偏光変換素子 3 2 は、非偏光の蛍光光 Y L を含む照明光 W L を直線偏光に変換する。

10

【 0 0 8 3 】

偏光変換素子 3 2 を透過した照明光 W L は、重畳レンズ 3 3 a に入射する。重畳レンズ 3 3 a はインテグレーター光学系 3 1 と協同して、被照明領域（各光変調装置 4 R , 4 G , 4 B の光入射面）における照明光 W L による照度の分布を均一化する。

【 0 0 8 4 】

次に、プロジェクター 1 の使用時の経時変化によるホワイトバランスのずれに対する本実施形態の対応策の考え方を、図 8 のフローチャートに基づいて説明する。

【 0 0 8 5 】

ここでは、第 1 光源ユニット 2 0 の出力が低下したとする。第 1 光源ユニット 2 0 の出力が低下すると（図 8 のステップ S 1 ）、光線束 K 1 の光量が減少し、それに伴い、青色光 B L 3 s の光量と青色光 B L 3 p の光量がともに低下する。ただし、青色光 B L 3 s の光量と青色光 B L 3 p の光量との比は不変である。青色光 B L 3 s の光量が低下することは、蛍光体層 3 6 における青色光 B L 3 s の光密度（単位面積あたりの光量）が低下することと等価である（図 8 のステップ S 2 ）。

20

【 0 0 8 6 】

一般的に、蛍光体は励起光の光密度が低下すると、励起光を蛍光光に変換する際の変換効率が上昇する、という特性を有している。したがって、励起光である青色光 B L 3 s の光量の減少が比較的少なければ、変換効率の上昇によって蛍光光 Y L の光量は増加する（図 8 のステップ S 3 ）。ここでは、蛍光光 Y L の光量が増加する場合を例にとって説明するが、蛍光光 Y L の光量は減少する場合もある。いずれの場合もホワイトバランスが崩れる。

30

【 0 0 8 7 】

第 1 光源ユニット 2 0 の出力の低下に伴い、青色光 B L 4 の光量も低下する。しかしながら、蛍光体の変換効率が上昇しているため、青色光 B L 4 の光量に対する蛍光光 Y L の光量の比が増加し、照明光 W L のホワイトバランスが変化する（図 8 のステップ S 4 ）。

【 0 0 8 8 】

本実施形態では、光量モニター用ミラー 4 2 から取り出された光に含まれる青色光 B L 4 の光量（青色光強度）と黄色の蛍光光 Y L の光量（黄色光強度）とを、センサーユニット 4 3 により測定する（図 8 のステップ S 5 ）。センサーユニット 4 3 は、測定結果を制御装置 4 4 へと送信する。

40

【 0 0 8 9 】

本実施形態において、制御装置 4 4 は、ホワイトバランスの設計値に対応する青色光強度と黄色光強度との比を基準値として記憶している。設計通りのホワイトバランスを得るためには、上記基準値を、例えば 2 0 : 8 0 から 2 5 : 7 5 とすればよい。

【 0 0 9 0 】

制御装置 4 4 は、センサーユニット 4 3 が測定した現在の青色光強度と黄色光強度との比（強度比）を基準値と比較する。その結果、現在の強度比と基準値との差が許容範囲を超えている場合、現在の強度比が基準値に近付くように、制御装置 4 4 は駆動装置 4 5 を制御することで偏光状態変換素子 2 3 を Z 方向に移動させる（図 8 のステップ S 6 ）。

【 0 0 9 1 】

50

偏光状態変換素子 23 を Z 方向に移動させることにより、合成光 T の S 偏光成分（青色光 B L 3 s ）の光量と P 偏光成分（青色光 B L 3 p ）の光量との割合を調整することができる。

【 0 0 9 2 】

具体的に、青色光 B L 3 p の光量を増やし、青色光 B L 3 s の光量を減らすように偏光状態変換素子 23 を移動させる。これにより、青色光 B L 4 の光量に対する蛍光光 Y L の光量の比が減少するので、ホワイトバランスを改善することができる（図 8 のステップ S 7 ）。

【 0 0 9 3 】

ここでは第 1 光源ユニット 20 の出力が低下した場合について説明したが、第 2 光源ユニット 21 の出力が低下した場合も同様にしてホワイトバランスを改善することができる。

【 0 0 9 4 】

以上説明したように、本実施形態の照明装置 2 によれば、偏光状態変換素子 23 を Z 方向に移動させることで合成光 T における P 偏光成分と S 偏光成分との割合を調整することができる。従来のように位相差板を回転させることで合成光の偏光状態を変換する場合、光源から射出される P 偏光成分の光量が S 偏光成分の光量と同じ場合、位相差板を回転させても蛍光体ホイール 30 に向かう S 偏光成分と拡散板ホイール 28 に向かう P 偏光成分との比率を変えることができなかった。

これに対し、本実施形態によれば、光源 19 から射出される P 偏光成分の光量が S 偏光成分の光量と同じ場合でも、合成光 T における P 偏光成分と S 偏光成分との割合を調整して照明光 W L のホワイトバランスを調整することができる。

【 0 0 9 5 】

また、光量モニター用ミラー 42 により 2 次光源像 Q の一部を取り出して検出を行うため、赤色光用光変調装置 4 R、緑色光用光変調装置 4 G、および青色光用光変調装置 4 B 上での照度ムラを生じさせることなく、ホワイトバランスの調整を精度良く行うことができる。

本実施形態によれば、上述の照明装置 2 を備えたことにより、画像のホワイトバランスに優れ、表示品質の高いプロジェクター 1 を実現することができる。

【 0 0 9 6 】

ホワイトバランスの調整、すなわち、青色光強度と黄色光強度のモニターと偏光状態変換素子 23 の移動を行うタイミングとしては、例えばプロジェクター 1 の主電源投入直後に行う設定とするのが望ましい。

【 0 0 9 7 】

このようにプロジェクター 1 の主電源投入直後に調整を行うようにすれば、使用者に画像の色味の変化を認識され難くすることができる。ただし、ホワイトバランスの調整をプロジェクター 1 の主電源投入直後のみ行ったのでは、プロジェクター 1 の使用中にホワイトバランスがずれた場合に対応できない。したがって、プロジェクター 1 の使用中であっても所定の時間間隔でホワイトバランスの調整を行う構成としてもよい。

【 0 0 9 8 】

（第 2 実施形態）

続いて、第 2 実施形態に係る照明装置について説明する。本実施形態と第 1 実施形態との違いは、第 1 光源ユニット 20 及び第 2 光源ユニット 21 を小型化した点である。本実施形態では、第 1 光源ユニット 20 及び第 2 光源ユニット 21 を小型化したことで偏光状態変換素子の構成が異なっている。

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、その詳細については説明を省略する。

【 0 0 9 9 】

図 9 は本実施形態の偏光状態変換素子 123 に入射する合成光 T を示す図である。すなわち、図 9 は第 1 実施形態の図 4 に対応する図である。

【 0 1 0 0 】

本実施形態において、複数の第 1 の領域 A 1 のピッチはレーザー列 2 0 L のピッチと等しく、P 2 である。複数の第 2 の領域 A 2 のピッチはレーザー列 2 1 L のピッチと等しく、P 2 である。複数の位相差素子 2 3 a のピッチも P 2 である。

【 0 1 0 1 】

本実施形態では、光源 1 9 の小型化のために、ピッチ P 2 を第 1 実施形態におけるピッチ P 1 よりも短く設定してある。そのため第 1 実施形態とは異なり、図 9 に示すように、光線 B L 1 s と光線 B L 2 p とが互いに部分的に重なっている。つまり、第 1 の領域 A 1 と第 2 の領域 A 2 とは互いに部分的に重なっている。

【 0 1 0 2 】

本実施形態では、位相差素子 2 3 a の Z 方向の幅は光線 B L 1 s の Z 方向の幅と等しい。図 9 は、ひとつの光線 B L 1 s の全てが位相差素子 2 3 a に入射するように偏光状態変換素子 1 2 3 を配置した状態を示している。この配置の場合、ひとつの光線 B L 2 p の中央部は互いに隣り合う 2 つの位相差素子 2 3 a の間を通過するが、Z 方向の両端部それぞれは位相差素子 2 3 a に入射する。以降、光線 B L 2 p のうち位相差素子 2 3 a に入射する部分を重なり部 B と称する。ひとつの光線 B L 2 p は 2 つの重なり部 B を有しており、図 9 においては、重なり部 B をハッチングで示している。

【 0 1 0 3 】

S 偏光の光線 B L 1 s は位相差素子 2 3 a を透過して、P 偏光の光線 B L 1 p に変換される。光線 B L 2 p のうち重なり部 B は位相差素子 2 3 a に入射し、S 偏光の光線 B L 2 s に変換される。光線 B L 2 p のうち重なり部 B 以外の部分の偏光状態は変化しない。よって、光線束 K 1 と光線束 K 2 とは、実施形態 1 と同様に青色光 B L 3 p と青色光 B L 3 s とに分配され、後段の光学系において有効に利用される。

【 0 1 0 4 】

ここで、光線束 K 1 と光線束 K 2 とを合成する手段として、偏光合成素子 2 2 の代わりに複数のストライプミラーを用いるとする。ひとつの光線 B L 1 s の全てが入射するようなサイズのストライプミラーを用いると、図 9 に示した光線 B L 2 p の重なり部 B はストライプミラーで蹴られるため、合成光 T として利用することができない。また、ストライプミラーとこれに対応するレーザー列との位置合わせを高い精度で行う必要が生じる。

【 0 1 0 5 】

これに対し、本実施形態の構成によれば、光源 1 9 の小型化のために、光線 B L 1 s と光線 B L 2 p とが互いに部分的に重なるほどレーザー列 2 0 L およびレーザー列 2 1 L のピッチ P 2 を短く設定した場合でも、光線束 K 1 と光線束 K 2 とを合成する場合の損失は非常に小さい。さらに、後段の光学系において、光線束 K 1 と光線束 K 2 とを有効に利用できる。また、光線束 K 1 と光線束 K 2 とを合成する手段である偏光合成素子 2 2 とレーザー列との位置合わせに要求される精度は、ストライプミラーを用いる場合ほど高くない。

【 0 1 0 6 】

図 9 に示す位置に偏光状態変換素子 1 2 3 が配置された場合におけるひとつの重なり部 B の光線 B L 2 p に対する面積比率を a (%) とすると、合成光 T を構成する P 偏光成分と S 偏光成分との割合は、 $(100 - a) : a$ となる。

【 0 1 0 7 】

本実施形態においても、第 1 実施形態と同様に偏光状態変換素子 1 2 3 と合成光 T の光軸との Z 方向における位置関係を変化させることで、合成光 T を構成する P 偏光成分と S 偏光成分との割合を調整可能である。本実施形態では、合成光 T を構成する P 偏光成分と S 偏光成分との割合は $(100 - a) : a$ から $a : (100 - a)$ の範囲で調整できる。なお、偏光状態変換素子 1 2 3 の位置制御については第 1 実施形態と同様であることから説明を省略する。

【 0 1 0 8 】

以上述べたように、本実施形態によれば、光線 B L 1 s と光線 B L 2 p とが互いに部分

10

20

30

40

50

的に重なるほどレーザー列 2 0 L およびレーザー列 2 1 L のピッチ P 2 を短く設定した場合でも、光線束 K 1 と光線束 K 2 とを少ない損失で合成して、照明光 W L の生成に有効利用することができる。すなわち、複数のストライプミラーを用いて光を合成する場合のように光の損失を生じることなく、第 1 実施形態に比べて光源 1 9 を小型化することができる。

【 0 1 0 9 】

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、上記実施形態では、第 1 の領域 A 1 のピッチが位相差素子 2 3 a のピッチと等しい場合を例に挙げたが、本発明はこれに限定されず、それらのピッチが互いに等しくなくとも良い。

10

【 0 1 1 0 】

位相差素子 2 3 a の幅は適宜設定すればよい。互いに隣り合う 2 つの位相差素子 2 3 a の間に、光学的に等方性の領域があればよい。

【 0 1 1 1 】

上記第 1 実施形態では、偏光状態変換素子 2 3 において、Z 方向に互いに隣り合う 2 つの光線 B L 1 s が互いに分離されていたが、部分的に互いに重なっていてもよい。偏光状態変換素子 2 3 において、Z 方向に互いに隣り合う 2 つの光線 B L 2 p が互いに分離されていたが、部分的に互いに重なっていてもよい。

20

【 0 1 1 2 】

合成光 T を構成する P 偏光成分と S 偏光成分との割合の調整幅を大きくしたい場合は、Z 方向に互いに隣り合う光線 B L 1 s と光線 B L 2 p が接していることが好ましい。この構成によれば、偏光状態変換素子 2 3 の大型化を最小にしつつ、最大の調整幅が得られる。

【 0 1 1 3 】

照明装置 2 を小型化するためには、Z 方向に互いに隣り合う光線 B L 1 s と光線 B L 2 p が互いに部分的に重なっていることが好ましい。

【 0 1 1 4 】

また、上記実施形態では、3 つの光変調装置 4 R , 4 G , 4 B 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。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。

30

【 0 1 1 5 】

また、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応用する例を示したが、これに限られない。本発明による照明装置を自動車用ヘッドライトなどの照明器具にも適用できる。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 6 】

1 ... プロジェクター、2 ... 照明装置、4 B ... 青色光用光変調装置、4 G ... 緑色光用光変調装置、4 R ... 赤色光用光変調装置、6 ... 投射光学系、2 0 ... 第 1 光源ユニット、2 0 a ... 半導体レーザー、2 1 ... 第 2 光源ユニット、2 1 a ... 半導体レーザー、2 2 ... 偏光合成素子、2 3 ... 偏光状態変換素子、2 3 a ... 位相差素子、2 5 ... 偏光分離素子、4 3 ... センサーユニット（色バランス検出部）、4 5 ... 駆動装置、1 2 3 ... 偏光状態変換素子、A 1 ... 第 1 の領域、A 2 ... 第 2 の領域、B L 1 s ... 光線（第 1 の光ビーム）、B L 2 p ... 光線（第 2 の光ビーム）、B L 4 ... 青色光（第 2 の光）、T ... 合成光、W L ... 照明光、Y L ... 蛍光光（第 3 の光）。

40

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 2 1 Y 115/30 (2016.01) F 2 1 Y 115:30

(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 村川 雄一

(56)参考文献 特開2015-106130(JP,A)
国際公開第2014/038434(WO,A1)
国際公開第2015/129656(WO,A1)
米国特許出願公開第2004/0252744(US,A1)
特開2016-142901(JP,A)
米国特許出願公開第2015/0153020(US,A1)
米国特許出願公開第2015/0167932(US,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 / 1 3 ;
2 1 / 1 3 4 - 2 1 / 3 0 ; 3 3 / 0 0 - 3 3 / 1 6
H 0 4 N 5 / 6 6 - 5 / 7 4
G 0 2 B 5 / 3 0