



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

直線偏光からなる第 1 の光を射出する光源部と、  
前記光源部から射出された前記第 1 の光が入射するイメージローターと、  
前記イメージローターを通過した前記第 1 の光が入射する偏光分離素子と、  
前記第 1 の光のうち前記偏光分離素子を反射または透過した第 1 の成分を拡散させる第 1 の拡散素子と、を備える照明装置。

## 【請求項 2】

前記イメージローターは、光入射面と、少なくとも一つの反射面と、光射出面と、  
を有するプリズムから構成される

10

請求項 1 に記載の照明装置。

## 【請求項 3】

前記イメージローターは、三枚の反射ミラーから構成される

請求項 1 に記載の照明装置。

## 【請求項 4】

前記イメージローターは、該イメージローターに入射する前記第 1 の光の光軸  
の周りに回転可能である

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の照明装置。

## 【請求項 5】

前記イメージローターを前記光軸の周りに回転させる回転駆動部と、

20

前記光源部から射出された前記第 1 の光の強度を検出する光センサーと、をさらに備え

、  
前記回転駆動部は、前記光センサーからの信号に基づいて前記イメージローターを  
回転させる

請求項 4 に記載の照明装置。

## 【請求項 6】

前記第 1 の光のうち前記偏光分離素子を透過または反射した第 2 の成分を拡散させる第 2 の拡散素子をさらに備え、

前記第 1 の拡散素子および前記第 2 の拡散素子の少なくとも一方が波長変換素子である

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の照明装置。

30

## 【請求項 7】

請求項 1 ~ 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、照明装置およびプロジェクターに関するものである。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

複数の固体光源から射出される光によって蛍光体を励起し、励起した蛍光体から発せられた蛍光を利用する照明装置、およびこの照明装置を用いた投射型表示装置が知られている（例えば、下記特許文献 1 参照）。

## 【0003】

この照明装置では、固体光源ユニットからの射出光を偏光分離ミラーによって分離し、分離した一方の光を励起光として蛍光発光板に導き、分離した他方の光と蛍光発光板から得られた蛍光とを合成して照明光としている。また、固体光源ユニットと偏光分離ミラーとの間の光路上に設けた位相差板により偏光分離ミラーに入射する光の偏光状態を調整す

50

ることで、照明光の色バランス調整をしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-137744号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記照明装置においては、有機材料から構成された位相差板は耐熱性が低いため、固体光源からの射出光で劣化する虞がある。位相差板が劣化すると偏光分離ミラーに入射する光の偏光状態が所望の状態とならないため、照明光の色バランスが崩れるといった問題があった。

10

【0006】

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、熱に強く、色バランスを良好に調整できる照明装置およびプロジェクターを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1態様に従えば、直線偏光からなる第1の光を射出する光源部と、前記光源部から射出された前記第1の光が入射するイメージローターと、前記イメージローターを通過した前記第1の光が入射する偏光分離素子と、前記第1の光のうち前記偏光分離素子を反射または透過した第1の成分を拡散させる第1の拡散素子と、を備える照明装置が提供される。

20

【0008】

第1態様に係る照明装置によれば、イメージローターを通過することで第1の光の偏光方向が変化する。そのため、第1の光は偏光分離素子に対してS偏光成分とP偏光成分とが所定の割合で混在した光となるので、S偏光成分又はP偏光成分のいずれか一方を第1の成分として第1の拡散素子に入射させることができる。よって、第1の成分の拡散光の量を調整できるので、照明光の色バランスを調整することができる。また、第1の偏光方向の調整手段としてイメージローターを用いるので、位相差板を用いる従来構成よりも耐熱性に優れたものとなる。

30

【0009】

上記第1態様において、前記イメージローターは、光入射面と、少なくとも一つの反射面と、光射出面と、を有するプリズムから構成されるのが好ましい。

このようなプリズムを用いることで第1の光の偏光方向を容易に変化させることが可能となる。

【0010】

上記第1態様において、前記イメージローターは、三枚の反射ミラーから構成されるのが好ましい。

この構成によれば、第1の光の偏光方向を容易に変化させることが可能となる。

【0011】

上記第1態様において、前記イメージローターは、該イメージローターに入射する前記第1の光の光軸の周りに回転可能であるのが好ましい。

40

この構成によれば、イメージローターを回転させることで第1の光の偏光方向を調整できるので、照明光の色バランスを任意に調整することができる。

【0012】

上記第1態様において、前記イメージローターを前記光軸の周りに回転させる回転駆動部と、前記光源部から射出された前記第1の光の強度を検出する光センサーと、をさらに備え、前記回転駆動部は、前記光センサーからの信号に基づいて前記イメージローターを回転させるのが好ましい。

この構成によれば、経時的に第1の光の強度が変化した場合でも、第1の光の強度に応

50

じて色バランスを調整することができる。

【0013】

上記第1態様において、前記第1の光のうち前記偏光分離素子を透過または反射した第2の成分を拡散させる第2の拡散素子をさらに備え、前記第1の拡散素子および前記第2の拡散素子の少なくとも一方が波長変換素子であるのが好ましい。

この構成によれば、波長変換素子によって生成された第1の光と異なる波長帯の光を含む照明光を射出することができる。

【0014】

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。

10

【0015】

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、熱に強く、色バランスを良好に調整することができ、優れた品質の画像を投射することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】プロジェクターを示す概略構成図。

【図2】照明装置の概略構成図。

【図3】半導体レーザーから射出される青色光の断面形状を示す図。

【図4】イメージローテーターの概略構成を示す図。

20

【図5】(a)、(b)はイメージローテーターによる作用の説明図。

【図6】光量モニター用ミラーの配置位置の説明図。

【図7】センサーユニットの構成を示す図。

【図8】色バランス調整を示すフローチャート図。

【図9】第1変形例に係るイメージローテーターの構成を示す図。

【図10】第2変形例に係るイメージローテーターの構成を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

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。

30

【0018】

本実施形態のプロジェクターは、3つの透過型液晶ライトバルブを用いたプロジェクターの一例である。

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。

【0019】

40

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。

【0020】

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。

50

## 【 0 0 2 1 】

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

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に向けて反射させる。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 3 】

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。

20

## 【 0 0 2 4 】

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、赤色光L Rに対応した画像光を形成する。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、緑色光L Gに対応した画像光を形成する。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、青色光L Bに対応した画像光を形成する。

## 【 0 0 2 5 】

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。

30

## 【 0 0 2 6 】

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10 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10 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10 Bが配置されている。フィールドレンズ10 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10 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10 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。

## 【 0 0 2 7 】

合成光学系5は、赤色光L R、緑色光L G、および青色光L Bのそれぞれ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る。

40

## 【 0 0 2 8 】

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。

## 【 0 0 2 9 】

以下、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。

図2に示すように、照明装置2は、アレイ光源2 1 A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、イメージローテーター4 6と、回転駆動部4 7と、ホモジナ

50

イザー光学系 24 と、偏光分離素子 50A を含むプリズム 25A と、ピックアップ光学系 26 と、発光素子 27 と、光学素子 41 と、拡散反射素子 30 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、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、を備えている。発光素子 27 は、特許請求の範囲の「第 1 の拡散素子」および「波長変換素子」に相当する。拡散反射素子 30 は、特許請求の範囲の「第 2 の拡散素子」に相当する。

【0030】

アレイ光源 21A 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、プリズム 25A と、光学素子 41 と、第 2 のピックアップ光学系 29 と、拡散反射素子 30 とは、それぞれの光学中心を図 2 中に示す光軸  $a \times 1$  に一致させた状態で、光軸  $a \times 1$  上に順次並んで配置されている。なお、光学素子 41 は、位相差板 28 と、第 2 のピックアップ光学系 29 とを含む。

10

【0031】

一方、発光素子 27 と、ピックアップ光学系 26 と、プリズム 25A と、インテグレート光学系 31 と、偏光変換素子 32 と、重畳レンズ 33a とは、それぞれの光学中心を図 2 中に示す光軸  $a \times 2$  に一致させた状態で、光軸  $a \times 2$  上に順次並んで配置されている。光軸  $a \times 1$  と光軸  $a \times 2$  とは、同一面内にあり、互いに直交する位置関係にある。

【0032】

アレイ光源 21A は、複数の半導体レーザー 211 を備える。複数の半導体レーザー 211 は、光軸  $a \times 1$  と直交する面 21c 内において、アレイ状に並んで配置されている。半導体レーザー 211 の個数は特に限定されない。

20

【0033】

各半導体レーザー 211 は、例えばピーク波長が 446 nm の青色光 BL を射出する。青色光 BL は、アレイ光源 21A からコリメーター光学系 22 に向けて射出される。本実施形態におけるピーク波長が 446 nm の青色光 BL は、特許請求の範囲の「第 1 の光」に相当し、アレイ光源 21A は、特許請求の範囲の「光源部」に相当する。

【0034】

図 3 は半導体レーザー 211 から射出された青色光 BL の断面形状を示す図である。図 3 に示すように、複数の青色光 BL は、その光軸 BL1 方向から見て長手方向 W1 と短手方向 W2 とを有する細長い矩形状若しくは略楕円状となっている。青色光 BL は、短手方向 W2 と平行な方向に偏光方向を有する光（直線偏光）である。

30

【0035】

アレイ光源 21A から射出された青色光 BL は、コリメーター光学系 22 に入射する。コリメーター光学系 22 は、アレイ光源 21A から射出された青色光 BL を平行光束に変換する。コリメーター光学系 22 は、例えばアレイ状に並んで配置された複数のコリメーターレンズ 22a で構成されている。複数のコリメーターレンズ 22a は、複数の半導体レーザー 211 にそれぞれ対応して配置されている。

【0036】

コリメーター光学系 22 を透過することにより平行光束に変換された青色光 BL は、アフォーカル光学系 23 に入射する。アフォーカル光学系 23 は、青色光 BL の光束径を調整する。アフォーカル光学系 23 は、例えばアフォーカルレンズ 23a, アフォーカルレンズ 23b から構成されている。

40

【0037】

アフォーカル光学系 23 を透過することにより光束径が調整された青色光 BL は、イメージローテーター 46 に入射する。イメージローテーター 46 は、青色光 BL の光軸 BL1 と平行な軸の周りに回転可能とされている。回転駆動部 47 はイメージローテーター 46 を回転させるためのものである。

【0038】

図 4 はイメージローテーター 46 の概略構成を示す図である。

図 4 に示すように、本実施形態のイメージローテーター 46 は、例えば、ガラス製のプ

50

リズム 60 から構成されたものとなっている。

【0039】

プリズム 60 は、光入射面 61 と、反射面 62 と、光射出面 63 とを有する。光入射面 61 からプリズム 60 内に入射した青色光 BL は反射面 62 で反射された後に光射出面 63 から射出されることで像が反転する。よって、プリズム 60 は、後述のように所定角度だけ回転することで青色光 BL の像を回転させることが可能となっている。

【0040】

具体的に、イメージローテーター 46 が角度 度だけ回転すると、青色光 BL の像は光軸  $a \times 1$  と平行な軸の周りに 2 度だけ回転されてイメージローテーター 46 から射出される。

10

【0041】

図 5 はイメージローテーター 46 による作用を説明するための図である。図 5 (a) は光入射面 61 に入射する際の複数 (例えば、3 つ) の青色光 BL の断面形状 (スポット形状) を示すものであり、図 5 (b) は光射出面 63 から射出された際の複数の青色光 BL の断面形状 (スポット形状) を示すものである。

【0042】

図 5 (a) に示すように、イメージローテーター 46 による回転前の状態において、青色光 BL は偏光分離素子 50A に対する S 偏光成分のみから構成されているとする。

【0043】

図 5 (b) に示すように、イメージローテーター 46 によって回転された青色光 BL は直線偏光という偏光状態を維持するものの、像とともに偏光方向  $W_3$  が回転する。具体的に、偏光方向  $W_3$  が 2 度だけ回転する。これにより、イメージローテーター 46 から射出された青色光 BL は、P 偏光成分  $BL_p$  および S 偏光成分  $BL_s$  が所定の割合で混在した光となる。

20

【0044】

なお、本実施形態における S 偏光成分  $BL_s$  は、特許請求の範囲における第 1 の成分に相当し、本実施形態における P 偏光成分  $BL_p$  は、特許請求の範囲における第 2 の成分に相当する。

【0045】

図 2 に戻り、イメージローテーター 46 から射出された青色光 BL は、ホモジナイザー光学系 24 に入射する。ホモジナイザー光学系 24 は、例えばマルチレンズアレイ 24a, マルチレンズアレイ 24b から構成されている。マルチレンズアレイ 24a は複数のレンズ 24am を備えている。

30

【0046】

本実施形態では、イメージローテーター 46 を通過することで青色光 BL の像が回転しているため、マルチレンズアレイ 24a の各レンズ 24am に対して青色光 BL が効率良く入射するようになる。よって、青色光 BL の光強度分布の均一性をより向上させることができる。

【0047】

ホモジナイザー光学系 24 から射出された青色光 BL は、プリズム 25A に入射する。プリズム 25A は、例えば波長選択性を有するダイクロイックプリズムで構成されている。ダイクロイックプリズムは、光軸  $a \times 1$  に対して  $45^\circ$  の角度をなす傾斜面 K を有している。

40

【0048】

傾斜面 K は、光軸  $a \times 2$  に対しても  $45^\circ$  の角度をなしている。プリズム 25A は、互いに直交する光軸  $a \times 1$ ,  $a \times 2$  の交点と傾斜面 K の光学中心とが一致するように配置されている。ダイクロイックプリズムからなるプリズム 25A に代えて、平行平板状のダイクロイックミラーを用いてもよい。

【0049】

傾斜面 K には、波長選択性を有する偏光分離素子 50A が設けられている。偏光分離素

50

子50Aは、青色光BLを、偏光分離素子50Aに対するS偏光成分BLsとP偏光成分BLpとに分離する偏光分離機能を有している。

【0050】

具体的に、偏光分離素子50Aは、青色光BLのS偏光成分BLs（第1の成分）を反射させ、青色光BLのP偏光成分BLp（第2の成分）を透過させる。以下の説明では、偏光分離素子50Aで反射したS偏光成分BLsは蛍光体層の励起に利用されるため、励起光BLsと称する。偏光分離素子50Aを透過したP偏光成分BLpは照明光として利用されるため、青色光BLpと称する。

【0051】

また、偏光分離素子50Aは、半導体レーザー211から射出された青色光BLとは波長帯が異なる黄色の蛍光光YLを、蛍光光YLの偏光状態に依らずに透過させる色分離機能を有している。

【0052】

偏光分離素子50Aから射出されたS偏光の励起光BLsは、ピックアップ光学系26に入射する。ピックアップ光学系26は、励起光BLsを発光素子27の蛍光体層34に向けて集光させる。ピックアップ光学系26は、例えばピックアップレンズ26a、ピックアップレンズ26bから構成されている。

【0053】

ピックアップ光学系26から射出された励起光BLsは、発光素子27に入射する。発光素子27は、蛍光体層34と、蛍光体層34を支持する基板35と、を有している。励起光BLsが蛍光体層34に入射することにより蛍光体層34に含まれる蛍光体が励起され、励起光BLsとは波長が異なる黄色の蛍光光YLが生成される。

【0054】

発光素子27において、蛍光体層34は、励起光BLsが入射する側とは反対側の面を基板35に接触させた状態で、蛍光体層34の側面と基板35との間に設けられた接着剤36により基板35に固定されている。基板35の蛍光体層34が設けられた側と反対側の面には、蛍光体層34の熱を放散させるためのヒートシンク38が設けられている。

【0055】

蛍光体層34から射出された蛍光光YLは、偏光方向が揃っていない非偏光光のため、ピックアップ光学系26を通過した後、非偏光の状態のまま偏光分離素子50Aに入射する。蛍光光YLは、偏光分離素子50Aを透過し、インテグレート光学系31に向けて進む。

【0056】

一方、偏光分離素子50Aから射出されたP偏光の青色光BLpは、位相差板28に入射する。

【0057】

位相差板28は、偏光分離素子50Aと拡散反射素子30との間の光路中に配置された1/4波長板から構成されている。したがって、偏光分離素子50Aから射出されたP偏光の青色光BLpは、位相差板28により円偏光の青色光BLcに変換された後、第2のピックアップ光学系29に入射する。

【0058】

第2のピックアップ光学系29は、青色光BLcを拡散反射素子30に向けて集光させる。第2のピックアップ光学系29は、例えばピックアップレンズ29aとピックアップレンズ29bとから構成されている。

【0059】

拡散反射素子30は、第2のピックアップ光学系29から射出された青色光BLcを偏光分離素子50Aに向けて拡散反射させる。特に拡散反射素子30として、拡散反射素子30に入射した青色光BLcをランバート反射させるものを用いることが好ましい。照明装置2において、この種の拡散反射素子30を用いることにより、青色光BLcを拡散反射させつつ、均一な照度分布を有する青色光BLc'を得ることができる。

10

20

30

40

50

## 【0060】

拡散反射素子30で拡散反射された青色光BLc'は、再び位相差板28に入射することによって、円偏光の青色光BLc'からS偏光の青色光BLs'に変換される。そのため、光学素子41からS偏光の青色光BLs'が射出される。

S偏光の青色光BLs'は、偏光分離素子50Aに入射する。S偏光の青色光BLs'は、偏光分離素子50Aで反射し、インテグレート光学系31に向けて進む。

## 【0061】

このようにして、青色光BLs'は、偏光分離素子50Aを透過した蛍光光YLとともに、照明光WLとして利用される。すなわち、青色光BLs'と蛍光光YLとは、偏光分離素子50Aから互いに同一方向に向けて射出される。このようにして、青色光BLs'と黄色の蛍光光YLとが合成された白色の照明光WLが得られる。すなわち、偏光分離素子50Aは、青色光BLs'と蛍光光YLとを合成する色合成素子の機能も兼ねている。

10

## 【0062】

偏光分離素子50Aから射出された照明光WLは、インテグレート光学系31に入射する。インテグレート光学系31は、照明光WLを複数の小光束に分割する。インテグレート光学系31は、例えば、第1レンズアレイ31a, 第2レンズアレイ31bから構成されている。第1レンズアレイ31a, 第2レンズアレイ31bは、複数のマイクロレンズがアレイ状に配列されたものからなる。

## 【0063】

インテグレート光学系31から射出された照明光WL(複数の小光束)は、偏光変換素子32に入射する。偏光変換素子32は、照明光WLの偏光方向を揃えるものである。偏光変換素子32は、例えば、偏光分離膜と位相差板とミラーとから構成されている。偏光変換素子32は、非偏光である蛍光光YLの偏光方向とS偏光の青色光BLs'の偏光方向とを揃えるため、他方の偏光成分を一方の偏光成分に、例えばP偏光成分をS偏光成分に変換する。

20

## 【0064】

インテグレート光学系31と偏光変換素子32との間の光路上に、光量モニター用ミラー42が設けられている。光量モニター用ミラー42は、光軸ax2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、入射した光の一部を透過し、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。センサーユニット43の詳細な構成については後述する。本実施形態におけるセンサーユニット43は特許請求の範囲における「光センサー」に相当する。

30

## 【0065】

図6は光量モニター用ミラー42の配置位置を説明するための図である。

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、インテグレート光学系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。

## 【0066】

光量モニター用ミラー42は、半導体レーザー211から射出された青色光BLの2次光源像Zが形成される位置に配置される。ここでは、光量モニター用ミラー42がインテグレート光学系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。

40

## 【0067】

偏光変換素子32を通過することにより偏光方向が揃えられた照明光WLは、重畳レンズ33aに入射する。重畳レンズ33aは、偏光変換素子32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33は、第1レンズアレイ31a, 第2レンズアレイ31bからなる

50

インテグレート光学系 3 1 と重畳レンズ 3 3 a とにより構成される。

【 0 0 6 8 】

本実施形態の場合、光量モニター用ミラー 4 2 は、インテグレート光学系 3 1 と偏光変換素子 3 2 との間の光路上の 2 次光源像 Z の形成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 9 】

図 7 はセンサーユニット 4 3 の構成を示す図である。

センサーユニット 4 3 は、図 7 に示すように、青色光 B L s ' の強度を検出する青色光用センサー 5 2 と、黄色の蛍光光 Y L の強度を検出する黄色光用センサー 5 3 と、青色光 B L s ' と黄色の蛍光光 Y L とを分離するダイクロイックミラー 5 4 と、を備えている。

【 0 0 7 0 】

光量モニター用ミラー 4 2 から取り出された光は、センサーユニット 4 3 に入射し、ダイクロイックミラー 5 4 により青色光 B L s ' と黄色の蛍光光 Y L とが分離される。青色光 B L s ' は、青色光用センサー 5 2 により強度が検出される。黄色の蛍光光 Y L は、黄色光用センサー 5 3 により強度が検出される。

【 0 0 7 1 】

センサーユニット 4 3 からの青色光 B L s ' の強度と黄色の蛍光光 Y L の強度の検出結果は、制御装置 4 4 に出力される。制御装置 4 4 は、青色光 B L s ' の強度と黄色の蛍光光 Y L の強度との比が基準値に近づくように、イメージローテーター 4 6 を回転させて該イメージローテーター 4 6 を通過した青色光 B L の偏光状態を変化させる。

【 0 0 7 2 】

なお、青色光 B L s ' の強度と黄色の蛍光光 Y L の強度との比の基準値は、センサーユニット 4 3 により測定された、プロジェクター 1 の使用開始時点の初期の青色光 B L s ' の強度と黄色の蛍光光 Y L の強度とに基づいて決定された値であってもよい。もしくは、青色光 B L s ' の強度と黄色の蛍光光 Y L の強度との比の基準値として、プロジェクター 1 の設計値を用いてもよい。

【 0 0 7 3 】

ここで、プロジェクター使用時の経時変化により半導体レーザー 2 1 1 から射出される光の量が低下した場合を想定する。この場合に生じ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 7 4 】

半導体レーザー 2 1 1 の出力が低下すると（図 8 のステップ S 1 ）、それに伴って蛍光体層 3 4 を励起させる励起光 B L s の光量が低下する。励起光 B L s の光量が低下することは、励起光 B L 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 ）。

【 0 0 7 5 】

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 B L s の光量が低下したとしても、変換効率の上昇による蛍光光の増加分が励起光 B L s の光量低下による蛍光光の減少分を上回ったとき、蛍光体層 3 4 から射出される蛍光光 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。

【 0 0 7 6 】

ここで、半導体レーザー 2 1 1 の出力の低下に伴って、青色光 B L s ' の光量、励起光 B L s の光量はともに低下している。

10

20

30

40

50

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 s ' に対する蛍光光 Y L の光量は相対的に増加する ( 図 8 のステップ S 4 ) 。その結果、青色光 B L s ' と黄色の蛍光光 Y L との比率が変化し、経時変化前に対して青色光 B L s ' と黄色の蛍光光 Y L との合成光である白色光のホワイトバランスが崩れる ( 図 8 のステップ S 5 ) 。具体的には、青色光 B L s ' の光量に対する黄色の蛍光光 Y L の光量が相対的に増加するため、合成光は黄色味を帯びた白色光に変化する。

【 0 0 7 7 】

ここで、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 s ' の光量 ( 強度 ) と黄色の蛍光光 Y L の光量 ( 強度 ) とが、センサーユニット 4 3 により測定される ( 図 8 のステップ S 6 ) 。

10

【 0 0 7 8 】

制御装置 4 4 に、プロジェクター 1 の使用開始時点の初期の強度値に基づいて決定された、青色光強度と黄色光強度との比の基準値が予め記憶されている。制御装置 4 4 は、センサーユニット 4 3 が検出した現在の青色光強度と黄色光強度との比と記憶済みの基準値とを比較する。その結果、現在の青色光強度と黄色光強度との比と基準値の比との差が許容範囲を超えている場合、現在の青色光強度と黄色光強度との比が基準値 ( 初期値 ) に近づくように、イメージローテーター 4 6 を回転させる ( 図 8 のステップ S 7 ) 。

【 0 0 7 9 】

イメージローテーター 4 6 を所定の角度だけ回転させることにより、青色光 B L の S 偏光成分 B L s の光量と P 偏光成分 B L p の光量との割合を調整できる。

20

【 0 0 8 0 】

具体的に、青色光となる P 偏光成分 B L p の光量を増やし、蛍光光 Y L を生成する励起光となる P 偏光成分 B L p の光量を減らすためには、P 偏光成分 B L p の光量を相対的に増やし、S 偏光成分 B L s の光量を相対的に減らせばよい。

これにより、白色光のホワイトバランスが崩れたときと比べて、偏光分離素子 5 0 A を透過する青色光となる P 偏光成分 B L p の光量が相対的に増加するため、合成光はより白色に近い光となり、ホワイトバランスを改善することができる。

【 0 0 8 1 】

以上説明したように、本実施形態の照明装置 2 によれば、位相差板に代えてイメージローテーター 4 6 を回転させることで照明光 W L のホワイトバランスを調整することができる。従来のように位相差板を用いた場合、位相差板が熱で劣化することでホワイトバランス調整の信頼性の低下を招くおそれがあった。本実施形態によれば、位相差板よりも耐熱性に優れたイメージローテーター 4 6 を用いるので、熱に強く、照明光 W L のホワイトバランス調整を行うことができる。

30

【 0 0 8 2 】

また、本実施形態では、センサーユニット 4 3 が検出した青色光強度と黄色光強度とに基づいてイメージローテーター 4 6 の回転角を制御するため、半導体レーザー 2 1 1、その他の光学部品等の経時変化に起因するホワイトバランスのずれを補正してホワイトバランスの調整を行うこともできる。

【 0 0 8 3 】

また、光量モニター用ミラー 4 2 により 2 次光源像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。

40

本実施形態によれば、この種の照明装置 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 8 4 】

なお、ホワイトバランスの調整を行うタイミングとして、青色光強度と黄色光強度のモニターとイメージローテーター 4 6 の回転動作とは、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ことが望ましい。

50

このようにプロジェクター 1 の主電源投入直後に調整が行われる構成であれば、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 の主電源投入直後だけに行ったのでは、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。

【0085】

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。

【0086】

例えば、上記実施形態では、イメージローテーター 46 として 1 つの反射面 62 を有したプリズム 60 から構成されたものを例示したが、本発明はこれに限定されない。

10

【0087】

図 9 は第 1 変形例に係るイメージローテーター 146 を構成するプリズム 160 を示す図である。図 9 に示すように、プリズム 160 は、光入射面 161 と、第 1 の反射面 162 a と、第 2 の反射面 162 b と、第 3 の反射面 162 c と、光射出面 163 とを有する。光入射面 161 からプリズム 160 内に入射した青色光 B L は第 1 の反射面 162 a、第 2 の反射面 162 b および第 3 の反射面 162 c で順に反射された後、光射出面 163 から射出されることで像が反転する。よって、プリズム 160 を上記実施形態と同様、所定角度だけ回転することで青色光 B L の像を回転させることが可能となる。

【0088】

20

あるいは、イメージローテーターはプリズムの代わりに複数のミラーから構成されていてもよい。

図 10 は第 2 変形例に係るイメージローテーター 246 の構成を示す図である。

図 10 に示すように、本変形例に係るイメージローテーター 246 は、第 1 のミラー 260 と、第 2 のミラー 261 と、第 3 のミラー 262 とから構成されている。

【0089】

この構成によれば、青色光 B L は第 1 のミラー 260、第 2 のミラー 261、及び第 3 のミラー 262 で順に反射されることで像が反転する。よって、イメージローテーター 246 を上記実施形態と同様、所定角度だけ回転することで青色光 B L の像を回転させることが可能となる。

30

【0090】

また、上記実施形態では、照明光のホワイトバランスを調整するためにイメージローテーター 46 の回転角を調整する例を示したが、照明光の色味を意図的に変えるためにイメージローテーター 46 の回転角を調整してもよい。例えば白色光の場合、青味がかかった白色光もしくは黄色味がかかった白色光を意図的に生成するため、イメージローテーター 46 の回転角を調整してもよい。

【0091】

また、上記実施形態では、センサーユニット 43 からの信号に基づいて、イメージローテーター 46 の回転角度を調整する場合を例に挙げたが、本発明はこれに限定されない。例えば、センサーユニット 43 の信号を確認したユーザーが手動動作によってイメージローテーター 46 を所定角度だけ回転させるようにしてもよい。この場合、回転駆動部 47 を無くすことができる。

40

【0092】

あるいは、スクリーン S C R に表示される画像を確認したユーザーが手動動作によってイメージローテーター 46 を所定角度だけ回転させるようにしてもよい。この場合、回転駆動部 47、センサーユニット 43 および制御装置 44 を無くすことができるので、プロジェクター 1 のコストを抑えることができる。

【0093】

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

50

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。

【0094】

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】

【0095】

1 ... プロジェクター、2 ... 照明装置、4 R ... 赤色用光変調装置、4 G ... 緑色用光変調装置、4 B ... 赤色用光変調装置、6 ... 投射光学系、21 A ... アレイ光源（光源部）、30 ... 拡散反射素子（第2の拡散素子）、34 ... 蛍光体層（波長変換素子、第1の拡散素子）、46, 146, 246 ... イメージローター、43 ... センサーユニット（光センサー）、47 ... 回転駆動部、60, 160 ... プリズム、61, 161 ... 光入射面、62 ... 反射面、63, 163 ... 光射出面、162 a ... 第1の反射面、162 b ... 第2の反射面、162 c ... 第3の反射面、BLs ... S 偏光成分（第1の成分）、BLp ... P 偏光成分（第2の成分）、BL ... 青色光（第1の光）。

【図1】

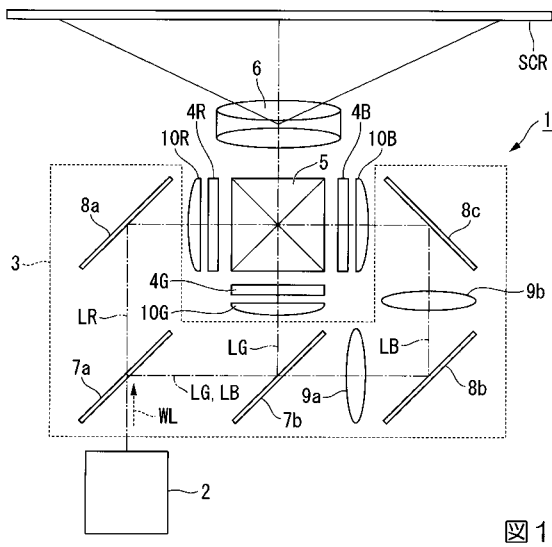


図1

【図2】

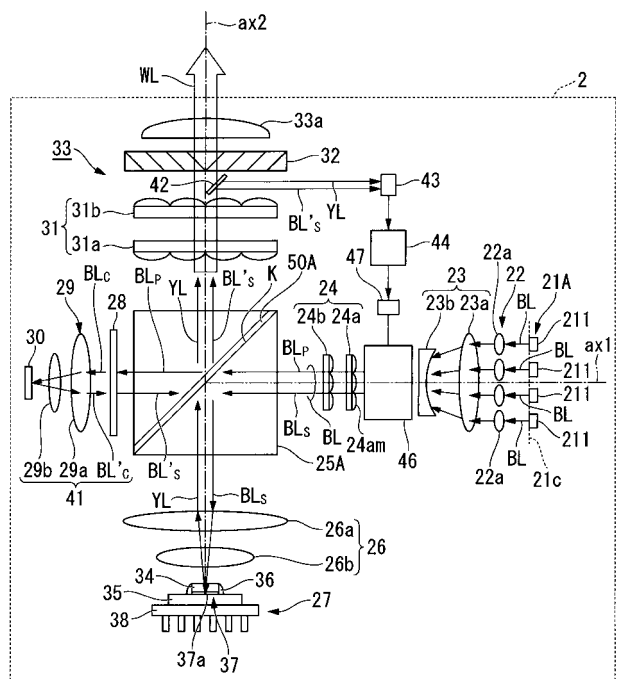


図2

【 図 3 】

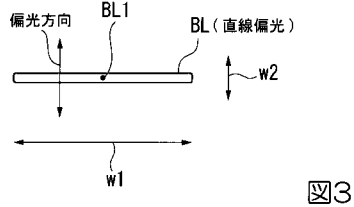


図3

【 図 4 】

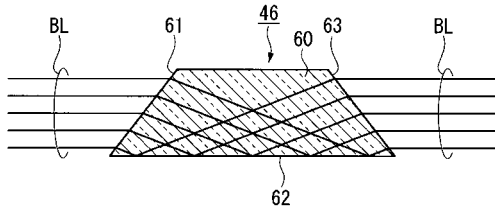


図4

【 図 5 】

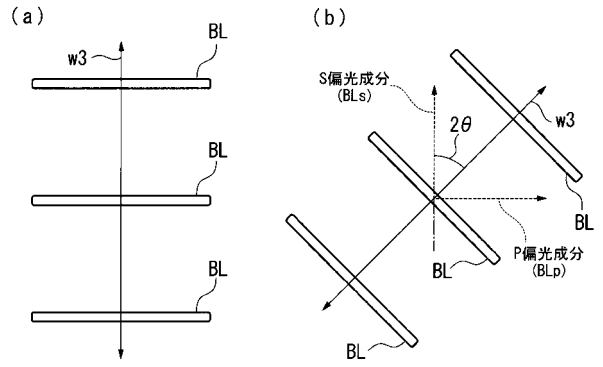


図5

【 図 6 】

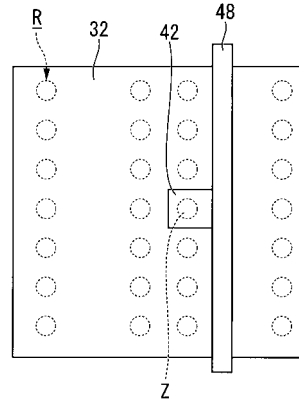


図6

【 図 7 】

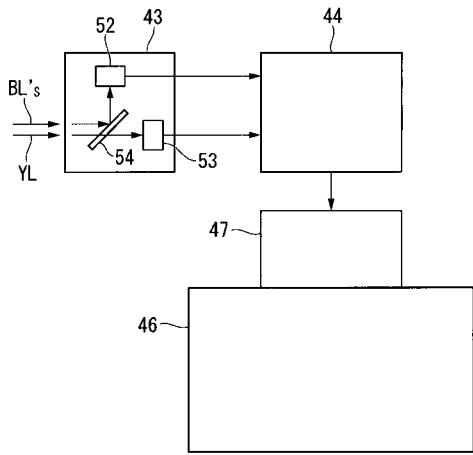


図7

【 図 8 】

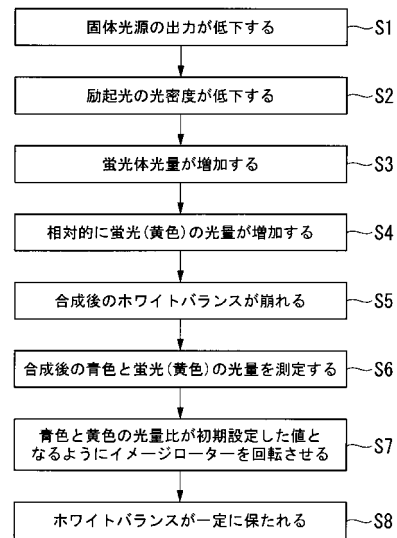


図8

【 図 9 】

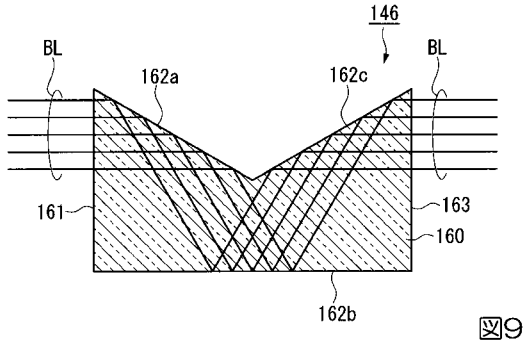


図9

【 図 10 】

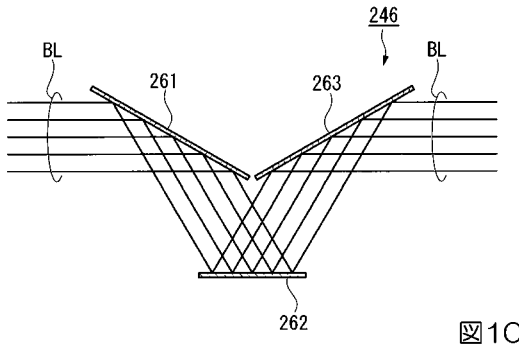


図10

