

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7282575号

(P7282575)

(45)発行日 令和5年5月29日(2023.5.29)

(24)登録日 令和5年5月19日(2023.5.19)

(51)国際特許分類

F I

G 0 3 B 21/14 (2006.01)

G 0 3 B

21/14

A

G 0 3 B 21/00 (2006.01)

G 0 3 B

21/00

D

F 2 1 S 2/00 (2016.01)

F 2 1 S

2/00

3 4 0

F 2 1 V 9/35 (2018.01)

F 2 1 V

9/35

F 2 1 V 9/14 (2006.01)

F 2 1 V

9/14

請求項の数 17 (全30頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2019-73995(P2019-73995)

(22)出願日 平成31年4月9日(2019.4.9)

(65)公開番号 特開2020-173302(P2020-173302
A)

(43)公開日 令和2年10月22日(2020.10.22)

審査請求日 令和4年4月1日(2022.4.1)

(73)特許権者 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74)代理人 100110412

弁理士 藤元 亮輔

(74)代理人 100104628

弁理士 水本 敦也

(74)代理人 100121614

弁理士 平山 倫也

(72)発明者 蔵田 雄也

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

キヤノン株式会社内

(72)発明者 山本 紘史

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光源装置および画像投射装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の偏光光を発する第1の光源と、

前記第1の偏光光とは偏光方向が異なる第2の偏光光を発する第2の光源と、

前記第1の偏光光および前記第2の偏光光のうち一方の偏光光を透過させて他方の偏光光を反射する光学素子と、

前記光学素子からの前記第1の偏光光の偏光方向を回転させて偏光回転光を生成する偏光回転手段と、

前記光学素子からの前記第2の偏光光を該第2の偏光光とは波長が異なる波長変換光に変換する波長変換手段と、

制御手段を有し、

前記光学素子は、前記波長変換光と前記偏光回転光とを合成して出射光を生成し、

前記第1の偏光光は赤色光であり、前記第2の偏光光は青色光であり、

前記制御手段は、前記第1および第2の光源の発光量の変化に応じて、前記第1の光源の発光量の補正量と前記第2の光源の発光量の補正量とが異なるように又は前記第1の光源の発光量と前記第2の光源の発光量との比が変化するように、前記第1および第2の光源のうち少なくとも一方の光源の発光量を制御することを特徴とする光源装置。

【請求項2】

前記制御手段は、

前記第1および第2の光源のそれぞれの点灯時間を取得し、

該点灯時間から取得される前記発光量の変化量に応じて前記少なくとも一方の光源の発光量を制御す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】

前記制御手段は、

前記出射光の明るさに関するユーザ設定値を取得し、

前記ユーザ設定値に応じた前記発光量の変化量に応じて前記少なくとも一方の光源の発光量を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の光源装置。

【請求項 4】

前記光学素子は、

透光性基板と、

該透光性基板のうち少なくとも一方の面に設けられ、前記一方の偏光光を透過して前記他方の偏光光を反射する偏光分離膜を有することを特徴する請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 5】

前記偏光分離膜が、前記透光性基板の前記一方の面における一部に、前記光学素子に前記第 1 および第 2 の光源からの前記第 1 の偏光光および前記第 2 の偏光光が入射する面積よりも広い面積を有するように設けられていることを特徴とする請求項 4 に記載の光源装置。

【請求項 6】

前記第 1 の偏光光と前記第 2 の偏光光とを合成して前記光学素子に導く光合成素子を有し、

前記光合成素子は、

前記第 1 の偏光光および前記第 2 の偏光光のうち一方を透過させる透過領域と、

前記第 1 の偏光光および前記第 2 の偏光光のうち他方を反射する反射領域を有することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 7】

前記透過領域と前記反射領域のうち前記第 2 の偏光光が入射する一方の領域の面積が、他方の領域の面積よりも広いことを特徴とする請求項 6 に記載の光源装置。

【請求項 8】

前記光学素子における前記第 1 の光源側の面に反射防止膜が設けられていることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の光源装置。

【請求項 9】

前記光学素子からの前記第 1 の偏光光を拡散させて前記光学素子に戻す拡散手段を有し、前記偏光回転手段は、前記光学素子と前記拡散手段との間に設けられた第 1 の / 4 板であることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 10】

前記光学素子と前記波長変換手段との間に、第 2 の / 4 板が設けられていることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 11】

前記光学素子は、前記波長変換手段から入射した光の偏光方向を回転させる位相差付与部を有することを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 12】

前記第 1 の偏光光および前記第 2 の偏光光とは波長が異なる第 3 の偏光光を発する第 3 の光源を、前記第 1 の光源とは別の第 1 の光源として有することを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 13】

第 1 の偏光光を発する第 1 の光源と、

前記第 1 の偏光光とは偏光方向が異なる第 2 の偏光光を発する第 2 の光源と、

前記第 1 の偏光光および前記第 2 の偏光光のうち一方の偏光光を透過させて他方の偏光光を反射する光学素子と、

10

20

30

40

50

前記光学素子からの前記第 1 の偏光光の偏光方向を回転させて偏光回転光を生成する偏光回転手段と、

前記光学素子からの前記第 2 の偏光光を該第 2 の偏光光とは波長が異なる波長変換光に変換する波長変換手段と、

制御手段を有し、

前記光学素子は、前記波長変換光と前記偏光回転光とを合成して出射光を生成し、

前記制御手段は、前記第 1 および第 2 の光源のそれぞれの点灯時間を取得し、該点灯時間から取得される前記第 1 および第 2 の光源の発光量の変化に応じて、前記第 1 の光源の発光量の補正量と前記第 2 の光源の発光量の補正量とが異なるように又は前記第 1 の光源の発光量と前記第 2 の光源の発光量との比が変化するように、前記第 1 および第 2 の光源のうち少なくとも一方の光源の発光量を制御することを特徴とする光源装置。

10

【請求項 1 4】

第 1 の偏光光を発する第 1 の光源と、

前記第 1 の偏光光とは偏光方向が異なる第 2 の偏光光を発する第 2 の光源と、

前記第 1 の偏光光および前記第 2 の偏光光のうち一方の偏光光を透過させて他方の偏光光を反射する光学素子と、

前記光学素子からの前記第 1 の偏光光の偏光方向を回転させて偏光回転光を生成する偏光回転手段と、

前記光学素子からの前記第 2 の偏光光を該第 2 の偏光光とは波長が異なる波長変換光に変換する波長変換手段と、

20

制御手段を有し、

前記光学素子は、前記波長変換光と前記偏光回転光とを合成して出射光を生成し、

前記光学素子と前記波長変換手段との間に、 / 4 板が設けられており、

前記制御手段は、前記第 1 および第 2 の光源の発光量の変化に応じて、前記第 1 の光源の発光量の補正量と前記第 2 の光源の発光量の補正量とが異なるように又は前記第 1 の光源の発光量と前記第 2 の光源の発光量との比が変化するように、前記第 1 および第 2 の光源のうち少なくとも一方の光源の発光量を制御することを特徴とする光源装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 から 1 4 のいずれか一項に記載の光源装置と、

該光源装置から出射した光を変調する光変調手段を有し、

30

前記光変調手段により変調された光を投射して画像を表示することを特徴とする画像投射装置。

【請求項 1 6】

第 1 の偏光光を発する第 1 の光源と、前記第 1 の偏光光とは偏光方向が異なる第 2 の偏光光を発する第 2 の光源と、前記第 1 の偏光光および前記第 2 の偏光光のうち一方の偏光光を透過させて他方の偏光光を反射する光学素子と、前記光学素子からの前記第 1 の偏光光の偏光方向を回転させて偏光回転光を生成する偏光回転手段と、前記光学素子からの前記第 2 の偏光光を該第 2 の偏光光とは波長が異なる波長変換光に変換する波長変換手段とを有し、前記光学素子は前記波長変換光と前記偏光回転光とを合成して出射光を生成する光源装置の制御方法であって、

40

前記第 1 の偏光光は赤色光であり、前記第 2 の偏光光は青色光であり、

前記第 1 および第 2 の光源の発光量の変化を取得するステップと、

該変化に応じて、前記第 1 の光源の発光量の補正量と前記第 2 の光源の発光量の補正量とが異なるように又は前記第 1 の光源の発光量と前記第 2 の光源の発光量との比が変化するように、前記第 1 および第 2 の光源のうち少なくとも一方の光源の発光量を制御するステップとを有することを特徴とする光源装置の制御方法。

【請求項 1 7】

第 1 の偏光光を発する第 1 の光源と、前記第 1 の偏光光とは偏光方向が異なる第 2 の偏光光を発する第 2 の光源と、前記第 1 の偏光光および前記第 2 の偏光光のうち一方の偏光光を透過させて他方の偏光光を反射する光学素子と、前記光学素子からの前記第 1 の偏光

50

光の偏光方向を回転させて偏光回転光を生成する偏光回転手段と、前記光学素子からの前記第2の偏光光を該第2の偏光光とは波長が異なる波長変換光に変換する波長変換手段とを有し、前記光学素子は前記波長変換光と前記偏光回転光とを合成して出射光を生成する光源装置のコンピュータに、請求項16に記載の制御方法に従う処理を実行させることを特徴とするコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像投射装置（プロジェクタ）等に好適な光源装置に関する。

【背景技術】

【0002】

青色光を発する青色レーザーダイオード（LD）と、青色LDからの青色光の一部を蛍光光としての黄色光（緑色光＋赤色光）に変換する蛍光体（以下、黄色蛍光体という）とを用いてカラー画像を投射表示するプロジェクタが特許文献1に開示されている。このプロジェクタでは、2つの青色LDアレイからの青色光を、交互に配置された透過領域と反射領域とを有する光合成部で合成し、合成した青色光の一部を蛍光体に導く光源装置を用いている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2016-186892号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

黄色蛍光体は、緑色光と赤色光を発するが、緑色光の光量に対して赤色光の光量が不足する傾向がある。このため、画像投射に用いられる赤色光が黄色蛍光体から発せられた赤色光だけである特許文献1のプロジェクタでは、赤味がかった投射画像を十分な明るさで表示することが困難である。

【0005】

また、青色LDからの青色光についても、黄色蛍光体での変換効率が高い青の波長と投射画像における青の色味を改善できる青の波長とが異なっており、投射画像の明るさと色味の双方を改善することは難しい。

【0006】

本発明は、光源からの光の色味と明るさを改善することができ、また明るさが変化した場合の色味の変化を抑制することが可能な光源装置およびこれを用いた画像投射装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一側面としての光源装置は、第1の偏光光を発する第1の光源と、第1の偏光光とは偏光方向が異なる第2の偏光光を発する第2の光源と、第1の偏光光および第2の偏光光のうち一方の偏光光を透過させて他方の偏光光を反射する光学素子と、該光学素子からの第1の偏光光の偏光方向を回転させて偏光回転光を生成する偏光回転手段と、光学素子からの第2の偏光光を該第2の偏光光とは波長が異なる波長変換光に変換する波長変換手段と、制御手段とを有する。光学素子は、波長変換光と偏光回転光とを合成して出射光を生成する。第1の偏光光は赤色光であり、第2の偏光光は青色光である。そして、制御手段は、第1および第2の光源の発光量の変化に応じて、第1の光源の発光量の補正量と第2の光源の発光量の補正量とが異なるように又は第1の光源の発光量と第2の光源の発光量との比が変化するように、第1および第2の光源のうち少なくとも一方の光源の発光量を制御することを特徴とする。なお、上記光源装置を備えた画像投射装置も、本発明の他の一側面を構成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

また、上記光源装置の制御方法であって、第 1 および第 2 の光源の発光量の変化を取得するステップと、該変化に応じて、第 1 の光源の発光量の補正量と第 2 の光源の発光量の補正量とが異なるように又は第 1 の光源の発光量と第 2 の光源の発光量との比が変化するように、第 1 および第 2 の光源のうち少なくとも一方の光源の発光量を制御するステップとを有する制御方法も、本発明の他の一側面を構成する。さらに上記光源装置のコンピュータに上記制御方法に従う処理を実行させるコンピュータプログラムも、本発明の他の一側面を構成する。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、光源装置からの光の色味と明るさを改善することができ、また明るさが変化した場合の色味の変化を抑制することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 本発明の実施例 1 ～ 5 である光源装置を搭載可能なプロジェクタの構成を示す図。

【 図 2 】 実施例 1 , 2 の光源装置の構成を示す図。

【 図 3 】 実施例 1 ～ 4 の光源装置が有する光合成部の構成を示す図。

【 図 4 】 実施例 1 , 2 の光源装置における第 1 青色光の光路を示す図。

【 図 5 】 実施例 1 , 2 の光源装置における第 2 青色光の光路を示す図。

【 図 6 】 実施例 1 , 2 の光源装置における蛍光光の光路を示す図。

【 図 7 】 実施例 1 , 2 における偏光分離膜の特性を示す図。

【 図 8 】 実施例 1 における光源の明るさによる色変化を示す図。

【 図 9 】 実施例 2 における光源装置からの光の分光強度分布を示す図。

【 図 1 0 】 実施例 3 の光源装置の構成を示す図。

【 図 1 1 】 実施例 3 の光源装置における赤色光の光路を示す図。

【 図 1 2 】 実施例 3 の光源装置における青色光の光路を示す図。

【 図 1 3 】 実施例 3 の光源装置における蛍光光の光路を示す図。

【 図 1 4 】 実施例 3 における偏光分離膜の特性を示す図。

【 図 1 5 】 実施例 3 の光源装置からの光の分光分布を示す図。

【 図 1 6 】 実施例 3 における光源の明るさによる色変化を示す図。

【 図 1 7 】 実施例 4 の光源装置の構成を示す図。

【 図 1 8 】 実施例 4 の光源装置における第 1 青色光の光路を示す図。

【 図 1 9 】 実施例 4 の光源装置における第 2 青色光および赤色光の光路を示す図。

【 図 2 0 】 実施例 4 の光源装置における蛍光光の光路を示す図。

【 図 2 1 】 実施例 5 の光源装置の構成を示す図。

【 図 2 2 】 実施例 5 の偏光分離部の構成を示す図。

【 図 2 3 】 実施例 5 の光源装置における青色光の光路を示す図。

【 図 2 4 】 実施例 5 の光源装置における赤色光の光路を示す図。

【 図 2 5 】 実施例 5 の光源装置における蛍光光の光路を示す図。

【 図 2 6 】 実施例 1 ～ 5 の偏光分離部の構成を示す図。

【 図 2 7 】 実施例 1 ～ 5 における光源制御を示すフローチャート。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【 0 0 1 2 】

図 1 は、後述する実施例 1 ～ 5 の光源装置 1 0 0 (1 0 0 A , 1 0 0 A , 1 0 0 B , 1 0 0 C , 1 0 0 D) のいずれかが搭載可能な画像投射装置としてのプロジェクタ P の構成を示している。プロジェクタ P は、光源装置 1 0 0 と、光源装置 1 0 0 からの変調する光変調部 (光変調手段) と、投射レンズ (投射光学系) P L を保持するためのレンズ保持部 S U とを備えている。投射レンズ (投射光学系) P L は、光変調部からの光である

10

20

30

40

50

画像光をスクリーン（被投写面）ＳＣに投射する。

【００１３】

光変調部は、後述する赤色光用の光変調部ＬＰ１、緑色光用の光変調部ＬＰ２および青色光の光変調部ＬＰ３の総称である。図１において、光変調部ＬＰ１～ＬＰ３はいずれも、透過型の液晶パネルを光変調素子として用いている。

【００１４】

レンズ保持部ＳＵは、投射レンズＰＬを着脱可能に保持してもよいし、投射レンズＰＬがレンズ保持部ＳＵから取り外せない構成であってもよい。また保持部ＳＵは、保持した投射レンズＰＬをその光軸に直交する方向にシフトさせる機能も有していてもよい。

【００１５】

プロジェクタＰはさらに、照明光学系ＩＳと、色分離合成系とを備えている。色分離合成系は、後述するダイクロイックミラーＤＭ１，ＤＭ２、ミラーＭ１，Ｍ２，Ｍ３、フィールドレンズＦＬ１，ＦＬ２，ＦＬ３およびリレーレンズＲＬ１，ＲＬ２の総称である。

【００１６】

各実施例の光源装置１００からの出射光としての赤色光Ｒ、緑色光Ｇおよび青色光Ｂは、照明光学系ＩＳを介してダイクロイックミラー１に入射する。ダイクロイックミラーＤＭ１は、赤色光Ｒを透過させ、緑色光Ｇと青色光Ｂを反射する特性を有する。照明光学系ＩＳは、光源からの光を複数の光束に分割するフライアイレンズや入射した無偏光光を特定の偏光方向を有する直線偏光に変換する偏光変換部等を含み、光変調部を均一な照度分布で照明する照明光を生成する。

【００１７】

ダイクロイックミラーＤＭ１を透過した赤色光Ｒは、ミラーＭ１とフィールドレンズＦＬ１を介して赤色光用の光変調部ＬＰ１に入射する。赤色光用の光変調部ＬＰ１は、プロジェクタに外部から入力された画像信号に基づいて駆動されて赤色光Ｒを変調する。変調された赤色光Ｒは、合成プリズムＣＰに入射する。

【００１８】

ダイクロイックミラーＤＭ１によって反射された緑色光Ｇは、ダイクロイックミラーＤＭ２に入射する。ダイクロイックミラーＤＭ２は、緑色光Ｇを反射して青色光Ｂを透過させる特性を有する。ダイクロイックミラーＤＭ２によって反射された緑色光Ｇは、フィールドレンズＦＬ２を介して緑色光用の光変調部ＬＰ２に入射する。緑色光用の光変調部ＬＰ２は、上記画像信号に基づいて駆動されて緑色光Ｇを変調する。変調された緑色光Ｇは、合成プリズムＣＰに入射する。

【００１９】

ダイクロイックミラーＤＭ１を透過した青色光Ｂは、ダイクロイックミラーＤＭ２を透過する。ダイクロイックミラーＤＭ２を透過した青色光Ｂは、リレーレンズＲＬ１、ミラーＭ２、リレーレンズＲＬ２、ミラーＭ３およびフィールドレンズＦＬ３を介して青色光用の光変調部ＬＰ３に入射する。青色光用の光変調部ＬＰ３は、上記画像信号に基づいて駆動されて青色光Ｂを変調する。変調された青色光Ｂは、合成プリズムＣＰに入射する。

【００２０】

合成プリズムＣＰに入射した赤色光Ｒ、緑色光Ｇおよび青色光Ｂは、この合成プリズムＣＰによって合成されて画像光となる。投射レンズＰＬは、画像光をスクリーンＳＣに拡大投射する。これにより、投射画像が表示される。

【実施例１】

【００２１】

図２は、実施例１の光源装置１００Ａの構成を示している。光源装置１００Ａは、第１の波長光および第１の偏光光としての青色光Ｂ１（波長４５５ｎｍ）を発する第１の光源としての青色レーザダイオード（ＬＤ）アレイ１Ｂと、第２の波長光および第２の偏光光としての青色光Ｂ２（波長４５５ｎｍ）を発する第２の光源としての青色ＬＤアレイ２Ｂとを備える。青色光Ｂ２は、青色光Ｂ１とは波長は同じであるが、偏光方向が９０度異なる。青色ＬＤアレイ１Ｂ，２Ｂは、複数のＧａＮ系半導体ＬＤにより構成されている。た

10

20

30

40

50

だし、これは例にすぎず、他の半導体ＬＤを用いてもよい。

【００２２】

本実施例および後述する他の実施例において、青色光とは、その光の分光強度分布における最大強度の波長あるいは半値全幅が４３０～４８０ｎｍの帯域に含まれる光のことである。また、緑色光とは、その光の分光強度分布における最大強度の波長あるいは半値全幅が５００～５８０ｎｍの帯域に含まれる光のことである。

【００２３】

光源装置１００Ａはさらに、青色光Ｂ１を透過させる透過領域と青色光Ｂ２を反射する反射領域とを有する光合成部（光合成素子）３を備える。光合成部３は、図３（ａ）、（ｂ）に示すように、透明基板（透光性基板）３１の両面のうち青色ＬＤアレイ２Ｂ側（第２の光源側）の面３１Ａにおける複数の部分領域である反射領域３１Ｒに反射部としてのアルミ反射膜３２が設けられた構成を有する。透過領域は、透明基板３１のうちアルミ反射膜３２が設けられていない複数の領域３１Ｔである。また図３（ｃ）に示すように、透明基板３１の両面のうち青色ＬＤアレイ１Ｂ側（第１の光源側）の面３１Ｂには、反射防止膜が設けられている。これにより、青色ＬＤアレイ１Ｂからの青色光Ｂ１のほとんどを光合成部３に導くことが可能となる。

10

【００２４】

なお、光合成部３は、青色光Ｂ１、Ｂ２を、それらの偏光方向に応じて透過および反射することで合成する構成を有していてもよい。

【００２５】

20

光源装置１００Ａはさらに、正レンズ４１、負レンズ４２および光合成部３からの光の幅を狭くする圧縮光学系４を備えている。圧縮光学系４によって光合成部３からの光の幅を狭くすることで、圧縮光学系４以降の様々な光学部材を小型化することができ、光源装置１００Ａ全体を小型化することができる。

【００２６】

光源装置１００Ａはさらに、偏光分離部（光学素子）６、／４板（偏光回転手段としての第１の／４板）７、集光レンズ８１、８２を含む集光光学系８および拡散体ユニット（拡散手段）９を備えている。拡散体ユニット９は、拡散体ホイール９１とこれを回転させるモータ９２とにより構成されている。集光光学系８は、／４板７からの光を拡散体ホイール９１に導くとともに、拡散体ホイール９１からの光を取り込みつつ平行光化して／４板７に導く。拡散体ホイール９１には、／４板７からの光を拡散させるための拡散層がアルミ基板上にリング状に設けられている。拡散体ホイール９１がモータ９２によって回転されることで、／４板７からの光が拡散層における固定の１か所に照射され続けて拡散層が劣化することが抑制される。

30

【００２７】

光源装置１００Ａはさらに、／４板（第２の／４板）１０、集光レンズ１１１、１１２を含む集光光学系１１および蛍光体ユニット（波長変換手段）１２を備えている。蛍光体ユニット１２は、蛍光体ホイール１２１とこれを回転させるモータ１２２とにより構成されている。集光光学系１１は、／４板１０からの光を蛍光体ホイール１２１に導くとともに、蛍光体ホイール１２１からの光を取り込みつつ平行光化して／４板１０に導く。蛍光体ホイール１２１には、／４板１０からの光（励起光）を波長変換するための黄色蛍光体層がアルミ基板上にリング状に設けられている。蛍光体ホイール１２１がモータ１２２によって回転されることで、／４板１０からの光が黄色蛍光体層における固定の１か所に照射され続けて黄色蛍光体層が劣化することが抑制される。

40

【００２８】

また光源装置１００Ａは、制御手段としてのコントローラ２０を備えている。ＣＰＵ等のコンピュータにより構成れたコントローラ２０は、コンピュータプログラムに従って青色ＬＤアレイ１Ｂと青色ＬＤアレイ２Ｂの駆動（つまりは発光量）を制御する処理を実行する。

【００２９】

50

図 4 は、青色 LD アレイ 1 B からの青色光 B_{1LD} が拡散体ユニット 9 を介して照明光学系 IS に導かれるときの光路を示している。青色 LD アレイ 1 B からの青色光 B_{1LD} は、青色 LD アレイ 2 B からの青色光 B_{2LD} とともに偏光分離部 6 の偏光分離膜 6 1 2 に入射する。なお、青色光 B_{1LD} は偏光分離膜 6 1 2 に対して P 偏光であるため図には B_{1LDP} とし、青色光 B_{2LD} は S 偏光であるため B_{2LDS} と示している。

【 0 0 3 0 】

偏光分離膜 6 1 2 は、透明基板（透光性基板）6 1 1 の両面のそれぞれの全面に設けられている。ただし、偏光分離膜 6 1 2 は、透明基板 6 1 1 の片面に設けられていてもよい。このことは、後述する他の実施例でも同様である。

【 0 0 3 1 】

図 7 は、偏光分離膜 6 1 2 の特性を示している。偏光分離膜 6 1 2 は、青色 LD アレイ 1 B からの青色光 B_{1LDS} および青色 LD アレイ 2 B からの青色光 B_{2LDP} については偏光分離を行い、それ以外の波長光についてはその偏光方向によらずに透過させる特性を有する。

【 0 0 3 2 】

偏光分離膜 6 1 2 を透過した青色光 B_{1LDP} は、 $\lambda/4$ 板 7 により円偏光に変換され、集光光学系 8 により集光されて拡散体ホイール 9 1 に照射される。拡散体ホイール 9 1 によって拡散された青色光 B_{1LD} は、集光光学系 8 により平行光化され、 $\lambda/4$ 板 7 により S 偏光（偏光回転光）に変換されて偏光分離膜 6 1 2 に入射する。S 偏光となった青色光 B_{1LDS} は、偏光分離膜 6 1 2 によって反射されて照明光学系 IS に導かれる。

【 0 0 3 3 】

図 5 は、青色 LD アレイ 2 B からの青色光 B_{2LD} が蛍光体ユニット 1 2 を介して照明光学系 IS に導かれるときの光路を示している。図 4 にて説明したように、S 偏光である青色光 B_{2LDS} は、偏光分離膜 6 1 2 によって反射される。反射された青色光 B_{2LDS} は、 $\lambda/4$ 板 1 0 により円偏光に変換され、集光光学系 1 1 により集光されて蛍光体ホイール 1 2 1 上の黄色蛍光体層に入射する。黄色蛍光体層は、励起光である青色光のうち一部を青色光よりも波長が長い蛍光光（波長変換光）としての黄色光（赤色光 + 緑色光）に波長変換する。

【 0 0 3 4 】

青色光 B_{2LDS} のうち黄色蛍光体層によって波長変換されなかった非変換光としての青色光（以下、非変換青色光という） B_{2F} は、集光光学系 1 1 により平行光化され、 $\lambda/4$ 板 1 0 を通過して偏光分離膜 6 1 2 に入射する。偏光分離膜 6 1 2 に入射する非変換青色光 B_{2F} の偏光方向は乱れており、非変換青色光 B_{2F} のうち S 偏光成分 B_{2FS} は偏光分離膜 6 1 2 によって反射されて青色 LD アレイ 2 B に戻され、P 偏光成分 B_{2FP} は偏光分離膜 6 1 2 を透過して照明光学系 IS に導かれる。

【 0 0 3 5 】

図 6 は、蛍光体ユニット 1 2 からの蛍光光（ R_F , G_F ）が照明光学系 IS に導かれるときの光路を示している。前述したように、蛍光体ホイール 1 2 1 上の黄色蛍光体層からは緑色蛍光光 G_F と赤色蛍光光 R_F が出射する。前述した特性を有する偏光分離膜 6 1 2 に入射した蛍光光（ R_F , G_F ）は、その偏光方向によらずに偏光分離膜 6 1 2 を透過して照明光学系 IS に導かれる。

【 0 0 3 6 】

このようにして、図 2 に示した光源装置 1 0 0 A は、赤色光 R および緑色光 G を含む黄色光 Y と青色光 B を偏光分離部 6 で合成し、出射光として照明光学系 IS に向けて出射する。

【 0 0 3 7 】

ここで、黄色蛍光体層に含まれる蛍光体の輝度飽和について説明する。蛍光体が波長変換（蛍光変換）可能な励起光量には限界がある。このため、蛍光体に照射される励起光量が増加するにつれて発生する蛍光光量は飽和カーブを描き、励起光量と蛍光光量の比が相対的に変化する。x y 色度で説明すると、青色 LD アレイ 1 B および青色 LD アレイ 2 B

10

20

30

40

50

からの光は(0.14, 0.04)の色度であり、蛍光光は(0.41, 0.57)の色度となる。青色LEDアレイ2Bからの励起光量を増加させていくと蛍光光量も増加していくが、徐々に蛍光変換されずに励起光のまま戻ってくる光が増加する。この結果、蛍光体から発せられる蛍光光量が減少して飽和傾向を示す。

【0038】

一方、青色LEDアレイ1Bからの青色光量が一定であれば、光源装置100Aから出射する青色光量は一定となる。したがって、青色LEDアレイ2Bからの励起光量を増加させていき蛍光光量を増加させると、光源装置100Aから出射する光の色度は、蛍光光の色度から励起光と蛍光光の色度を結んだ線上を通して励起光の色度に近づくように変化する。

【0039】

図8は、青色LEDアレイ2Bからの励起光量(B2LD)の変化に対する光源装置100Aから出射する光の色度の変化を示す。この図は、横軸の励起光量の最大値を1(本実施例では150W)として、縦軸に光源装置100Aから出射する光のy値を示している。図に示すように、励起光量を約半分にすると、蛍光光量が減少するために、光源装置100Aから出射する光の色度であるy値は0.38から0.29まで減少する。

【0040】

次に、青色LEDアレイ1Bからの青色光量が減少した場合の例を示す。青色LEDアレイ2Bからの励起光量が一定であれば、蛍光体からの蛍光光量は一定となる。このため、青色LEDアレイ1Bからの青色光量が減少すると、光源装置100Aから出射する光の色度は、励起光と蛍光光の色度を結んだ線上を通り、蛍光光の色度に近づくように変化する。

【0041】

また図8は、青色LEDアレイ1Bの光量の変化に対する光源装置100Aから出射する光の色度の変化を示す。横軸に青色LEDアレイ1Bからの青色光量の最大値を1(本実施例では30W)として、縦軸に光源装置100Aから出射する光のy値を示している。

【0042】

図に示すように、青色LEDアレイ1Bからの青色光量を約半分にすると、蛍光光量に対する青色光量の割合が低下し、相対的に蛍光光が強くなる。このため、光源装置100Aから出射する光の色度であるy値は0.38から0.46まで増加する。

【0043】

上述したように、青色LEDアレイ1Bおよび青色LEDアレイ2Bのうち少なくとも一方からの光量が変化すると、光源装置100Aから出射する光の色度が変化する。このような現象を抑制するため、コントローラ20は、青色LEDアレイ1Bと青色LEDアレイ2Bからの光量を変化させながら光源装置100Aから出射する光の色度の変化を記録する。例えば、青色LEDアレイ2Bからの光量を1、0.75、0.5と変化させたときのy値を0.38、0.34、0.29と記録し、その関係をルックアップテーブルとしてプロジェクタP内のメモリに保存する。同様に、青色LEDアレイ1Bからの光量を1、0.75、0.5と変化させたときのy値を0.30、0.41、0.46と記録し、その関係をルックアップテーブルとして上記メモリに保存する。

【0044】

プロジェクタPの使用時間の増加に伴い、青色LEDアレイ1Bと青色LEDアレイ2Bの劣化によりそれらから発せられる光量が減少する。この結果、上述した特性により光源装置100Aから出射する光の色度が変化する。そこで、本実施例では、コントローラ20は、図27のフローチャートに示すように、まず青色LEDアレイ1Bと青色LEDアレイ2Bの劣化量を取得する(ステップS101)。劣化量は、光センサを用いて各青色LEDアレイからの光量を測定したり、温度センサを用いて各青色LEDアレイの温度を検出したりすることで得られる。また、各青色LEDアレイの点灯時間の履歴情報から劣化量を得てもよい。そしてコントローラ20は、該劣化量から取得される各青色LEDアレイからの光量の変化量に応じて以下のような青色LEDアレイ1B、2Bの駆動の制御を行う(ステップS102)。

【0045】

10

20

30

40

50

例として、青色ＬＤアレイ２Ｂの光量が２５％減少した場合は、光源装置１００Ａから出射する光のｙ値が０．０４低下することが、ルックアップテーブルより想定される。一方、光源装置１００Ａから出射する光のｙ値を０．０４下げるためには、青色ＬＤアレイ１Ｂの光量を２９％減少させることが必要であることが、上述したルックアップテーブルから求められる。これらのことから、コントローラ２０は、青色ＬＤアレイ１Ｂの光量をプロジェクタＰの使用初期の光量から２９％減少させるように青色ＬＤアレイ１Ｂの駆動電流を増加させる。これにより、光源装置１００Ａから出射する光の色の変化を抑制することができる。

【００４６】

なお、プロジェクタＰのユーザが、光源装置１００Ａからの出射光量（以下、光源の明るさという）を設定することも可能である。具体的には、コントローラ２０は、プロジェクタＰに対する設定操作によってユーザが設定した光源の明るさ設定値（出射光量に関するユーザ設定値）を取得し、該明るさ設定値に応じて青色ＬＤアレイ１Ｂ，２Ｂのうち少なくとも一方の光量を変化させる（図２７のステップＳ１０１，１０２）。

【００４７】

ここでは、ユーザが光源の明るさを６０％に設定した場合について説明する。ユーザによって光源の明るさが６０％に設定されると、光源装置１００Ａから出射する光量が最大出力の６０％となるように青色ＬＤアレイ２Ｂの光量を減少させる。ただし、上述した蛍光体の輝度飽和特性によって、青色ＬＤアレイ２Ｂからの光量を６０％にすると、蛍光光量は６０％よりも多い値となる。本実施例では、コントローラ２０は、青色ＬＤアレイ２Ｂの光量を５０％にすることで、蛍光体からの蛍光光量を６０％とする。また、青色ＬＤアレイ２Ｂの光量を５０％にすると、光源装置１００Ａから出射する光のｙ値が０．３４となり、光源の明るさが１００％のときと比較して０．０４低下することがルックアップテーブルより想定される。

【００４８】

一方、光源装置１００Ａから出射する光のｙ値を０．０４下げるためには、青色ＬＤアレイ１Ｂの光量を２９％減少させることが必要であることが、上述したルックアップテーブルから求められる。したがって、コントローラ２０は、青色ＬＤアレイ１Ｂの光量を２９％減少させるように、青色ＬＤアレイ１Ｂの駆動電流を増加させる。これにより、ユーザが設定した光源の明るさが得られ、かつ光源装置１００Ａから出射する光の色の変化を抑制することができる。

【００４９】

以上説明したように、本実施例におけるコントローラ２０は、青色ＬＤアレイ１Ｂ，２Ｂのうち少なくとも一方の発光量の変化に応じて、青色ＬＤアレイ１Ｂ，２Ｂの発光量の変化量（補正量）が互いに異なるように又は青色ＬＤアレイ１Ｂ，２Ｂの発光量の比が変化するように、青色ＬＤアレイ１Ｂ，２Ｂのうち少なくとも一方の発光量を制御する。これにより、青色ＬＤアレイ１Ｂ，２Ｂのうち少なくとも一方の発光量に変化しても、光源装置１００Ａから出射する光の色の変化を抑制することができる。

【実施例２】

【００５０】

次に実施例２について説明する。本実施例の光源装置１００Ａは、実施例１と同じ構成を有する。すなわち、光源装置１００Ａは、第１の波長光および第１の偏光光としての青色光Ｂ１（波長４５５ｎｍ）を発する第１の光源としての青色ＬＤアレイ１Ｂと、第２の波長光および第２の偏光光としての青色光Ｂ２（波長４６５ｎｍ）を発する第２の光源としての青色ＬＤアレイ２Ｂとを備える。本実施例では、青色光Ｂ２は、青色光Ｂ１とは波長が異なり、かつ偏光方向が９０度異なる。

【００５１】

青色光Ｂ１の光路、青色光Ｂ２の光路および蛍光光の光路それぞれ、実施例１において図４、図５および図６を用いて説明した通りである。

【００５２】

図 9 を用いて、本実施例の光源装置 100A が従来よりも広い色域を再現することが可能な理由について説明する。図 9 は、光源装置 100A から出射する光の分光強度分布を示す。横軸は波長を、縦軸は光強度を示す。青色 LD アレイ 1B の波長は 465nm であり、この波長の青色光は sRGB 色域の青色の色度に近い。この波長の青色光が主として光源装置 100A から投射されるため、青色の色味を改善することができる。

【0053】

一方、青色 LD アレイ 2B の波長は 455nm であるため、色味としては青色 LD アレイ 1B より劣るが、本実施例で用いている YAG 蛍光体に照射する励起光としては、励起効率が高い。このため、実施例 1 よりも効率良く蛍光変換を行うことが可能となる。

【0054】

本実施例でも、黄色蛍光体層に含まれる蛍光体の輝度飽和が問題となる。xy 色度において、青色 LD アレイ 1B および青色 LD アレイ 2B からの光は (0.13, 0.06) の色度であり、蛍光光は (0.41, 0.57) の色度となる。実施例 1 でも説明したように、青色 LD アレイ 2B からの励起光量を増加させていくと蛍光光量も増加していくが、徐々に蛍光変換されずに励起光のまま戻ってくる光が増加する結果、蛍光体から発せられる蛍光光量が減少して飽和傾向を示す。

【0055】

一方、青色 LD アレイ 1B からの青色光量が一定であれば、光源装置 100A から出射する青色光量は一定となる。このため、青色 LD アレイ 2B からの励起光量を増加させていき蛍光光量を増加させると、光源装置 100A から出射する光の色度は、蛍光光の色度から励起光と蛍光光の色度を結んだ線上を通り、励起光の色度に近づくように変化する。

【0056】

青色 LD アレイ 2B からの励起光量 (B2LD) の変化および青色 LD アレイ 1B の青色光量 (B1LD) の変化に対する光源装置 100A から射出される色度の変化は、実施例 1 において図 8 を用いて説明した通りである。

【0057】

そして本実施例でも、青色 LD アレイ 1B, 2B のうち少なくとも一方からの光量の変化によって光源装置 100A からの光の色度が変化する現象を抑制する。このために、コントローラ 20 は、実施例 1 で説明したように青色 LD アレイ 1B, 2B からの光量を変化させながら、該光量と光源装置 100A から出射する光の色度との関係をルックアップテーブルとしてメモリに保存する。さらに青色 LD アレイ 1B, 2B の劣化量を取得し、青色 LD アレイ 2B の光量が減少に対応する青色 LD アレイ 1B の光量の増加量をルックアップテーブルから求め、青色 LD アレイ 1B の駆動電流を増加させる。

【0058】

また実施例 1 でも説明したように、プロジェクタ P のユーザが設定した光源の明るさ設定値に応じて青色 LD アレイ 1B, 2B のうち少なくとも一方の光量を変化させてもよい。

【実施例 3】

【0059】

図 10 は、実施例 3 の光源装置 100B の構成を示している。光源装置 100B は、第 1 の波長光および第 1 の偏光光としての赤色光 R (波長 640nm) を発する第 1 の光源としての赤色 LD アレイ 1R と、第 2 の波長光および第 2 の偏光光としての青色光 B (波長 455nm) を発する第 2 の光源としての青色 LD アレイ 2B とを備える。青色光 B は、赤色光 R とは波長が異なり、かつ偏光方向が 90 度異なる。青色 LD アレイ 2B は複数の GaN 系半導体 LD により構成されており、赤色 LD アレイ 1R は複数の GaAs 系半導体 LD により構成されている。ただし、これは例にすぎず、他の半導体 LD を用いてもよい。また、赤色光とは、その光の分光分布における最大強度の波長あるいは半値全幅が 600~750nm の帯域に含まれる光のことをいう。

【0060】

光源装置 100B はさらに、赤色光 R を透過させる透過領域と青色光 B を反射する反射

10

20

30

40

50

領域とを有する光合成部 3 を備える。光合成部 3 は、図 3 (a) ~ (c) に示したものと同一構成を有し、赤色 LD アレイ 1 R からの赤色光 R のほとんどを光合成部 3 に導く。なお、光合成部 3 は、赤色光 R と青色光 B を、それらの偏光方向に応じて透過および反射することで合成する構成を有していてもよい。

【 0 0 6 1 】

光源装置 1 0 0 B はさらに、実施例 1 と同様に、正レンズ 4 1、負レンズ 4 2 および光合成部 3 からの光の幅を狭くする圧縮光学系 4 を備えている。光源装置 1 0 0 B はさらに、実施例 1 と同様に、偏光分離部 6、 $\lambda/4$ 板 7、集光レンズ 8 1、8 2 を含む集光光学系 8、拡散体ユニット 9、 $\lambda/4$ 板 1 0、集光レンズ 1 1 1、1 1 2 を含む集光光学系 1 1 および蛍光体ユニット 1 2 を備えている。拡散体ユニット 9 および蛍光体ユニット 1 2 の構成は、実施例 1 と同じである。

10

【 0 0 6 2 】

また光源装置 1 0 0 B にもコントローラ 2 0 が備えられており、該コントローラ 2 0 は、コンピュータプログラムに従って赤色 LD アレイ 1 R と青色 LD アレイ 2 B の駆動（つまりは発光量）を制御する処理を実行する。

【 0 0 6 3 】

図 1 1 は、赤色 LD アレイ 1 R からの赤色光 R_{LD} が拡散体ユニット 9 を介して照明光学系 IS に導かれるときの光路を示している。赤色 LD アレイ 1 R からの赤色光 R_{LD} は、青色 LD アレイ 2 B からの青色光 B_{LD} とともに偏光分離部 6 の偏光分離膜 6 1 2 に入射する。なお、赤色光 R_{LD} は偏光分離膜 6 1 2 に対して P 偏光であるため図には $R_{LD}P$ と示し、青色光 B_{LD} は S 偏光であるため $B_{LD}S$ と示している。偏光分離膜 6 1 2 は、透明基板 6 1 1 の両面のそれぞれの全面に設けられている。

20

【 0 0 6 4 】

図 1 4 は、偏光分離膜 6 1 2 の特性を示している。偏光分離膜 6 1 2 は、赤色 LD アレイ 1 R からの赤色光 $R_{LD}S$ と青色 LD アレイ 2 B からの青色光 $B_{LD}P$ については偏光分離を行い、それ以外の波長光についてはその偏光方向によらずに透過させる特性を有する。

【 0 0 6 5 】

偏光分離膜 6 1 2 を透過した赤色光 $R_{LD}P$ は、 $\lambda/4$ 板 7 により円偏光に変換され、集光光学系 8 により集光されて拡散体ホイール 9 1 に照射される。拡散体ホイール 9 1 によって拡散された赤色光 R_{LD} は、集光光学系 8 により平行光化され、 $\lambda/4$ 板 7 により S 偏光（偏光回転光）に変換されて偏光分離膜 6 1 2 に入射する。S 偏光となった赤色光 $R_{LD}S$ は、偏光分離膜 6 1 2 によって反射されて照明光学系 IS に導かれる。

30

【 0 0 6 6 】

図 1 2 は、青色 LD アレイ 2 B からの青色光 B_{LD} が蛍光体ユニット 1 2 を介して照明光学系 IS に導かれるときの光路を示している。図 1 1 にて説明したように、S 偏光である青色光 $B_{LD}S$ は、偏光分離膜 6 1 2 によって反射される。反射された青色光 $B_{LD}S$ は、 $\lambda/4$ 板 1 0 により円偏光に変換され、集光光学系 1 1 により集光されて蛍光体ホイール 1 2 1 上の黄色蛍光体層に入射する。黄色蛍光体層は、励起光である青色光のうち一部を青色光よりも波長が長い蛍光光としての黄色光（赤色光 + 緑色光）に波長変換する。

【 0 0 6 7 】

40

青色光 $B_{LD}S$ のうち黄色蛍光体層により波長変換されなかった非変換青色光 B_F は、集光光学系 1 1 により平行光化され、 $\lambda/4$ 板 1 0 を通過して偏光分離膜 6 1 2 に入射する。偏光分離膜 6 1 2 に入射する非変換青色光 $B_{\underline{F}}$ の偏光方向は乱れており、非変換青色光 $B_{\underline{F}}$ のうち S 偏光成分 $B_{\underline{F}}S$ は偏光分離膜 6 1 2 によって反射されて青色 LD アレイ 2 B に戻され、P 偏光成分 $B_{\underline{F}}P$ は偏光分離膜 6 1 2 を透過して照明光学系 IS に導かれる。

【 0 0 6 8 】

図 1 3 は、蛍光体ユニット 1 2 からの蛍光光（ R_F 、 G_F ）が照明光学系 IS に導かれるときの光路を示している。前述したように、蛍光体ホイール 1 2 1 上の黄色蛍光体層からは緑色蛍光光 G_F と赤色蛍光光 R_F を含む蛍光光が出射する。前述した特性を有する偏光分離膜 6 1 2 に入射した緑色蛍光光 G_F は、その偏光方向によらずに偏光分離膜 6 1 2

50

を透過して照明光学系 I S に導かれる。一方、偏光分離膜 6 1 2 に入射した赤色蛍光光 R_F のうち S 偏光成分 R_{FS} は偏光分離膜 6 1 2 で反射されて赤色 LD アレイ 1 R 側に戻され、P 偏光成分 R_{FP} のみが偏光分離膜 6 1 2 を透過して照明光学系 I S に導かれる。

【0069】

このようにして、図 10 に示した光源装置 100 B は、赤色光 R および緑色光 G を含む黄色光 Y と青色光 B を偏光分離部 6 で合成し、出射光として照明光学系 I S に向けて出射する。

【0070】

図 15 を用いて、本実施例の光源装置 100 B が従来よりも広い色域を再現することが可能な理由について説明する。図 15 は、光源装置 100 B から出射する光の分光強度分布を示す。横軸は波長を、縦軸は光強度を示す。赤色 LD アレイ 1 R の波長は 640 nm であり、この波長の赤色光は sRGB 色域の赤色の色度に近い。この波長の赤色光が主として光源装置 100 B から投射されるため、赤色の色味を改善することができる。

10

【0071】

一方、青色 LD アレイ 2 B の波長は 455 nm であるため、本実施例で用いている YAG 蛍光体に照射する励起光としては、励起効率が高い。このため、実施例 1 よりも効率良く蛍光変換を行うことが可能となる。

【0072】

本実施例の光源装置 100 B は、従来の光源装置が出射させることが可能な青色 LD アレイからの青色光と黄色蛍光体層からの蛍光光に加えて、赤色 LD アレイからの赤色光も出射させることができる。つまり、光源装置 100 B を搭載したプロジェクタ P においては、画像投射に用いる赤色光として、図 15 に示すように、黄色蛍光体層からの蛍光光に含まれる赤色光に加えて赤色 LD アレイからの赤色光も用いることができる。これにより、本実施例の光源装置 100 B を用いたプロジェクタ P は、従来のプロジェクタよりも明るい投射画像を表示することができる。

20

【0073】

なお、蛍光光に含まれる赤色光の光量を増やすために青色 LD の数を増やして黄色蛍光体層に入射する青色光の光量を増やすことが考えられる。しかし、蛍光体の輝度飽和特性により、蛍光光には変換可能な青色光の光量に限界があるため、蛍光光に含まれる赤色光の光量を増やすことには限界がある。これに対して本実施例の光源装置 100 B では、蛍光光に含まれる赤色光の光量を増やすのではなく、赤色 LD アレイを用いることで赤色光の光量を増やしているために、蛍光体の輝度飽和特性による限界に制限されることなく、従来よりも明るい投射画像を表示することができる。

30

【0074】

また従来のプロジェクタにおいては、蛍光光の一部を赤色光として使用すると、赤色光量が不足しているために、全面が白色の全白画像を投射する際に少ない赤色光量に合わせて緑色光量と青色光量を少なくして白色のバランスを調整する必要があった。より具体的には、光変調部が反射型である場合には、緑色光と青色光については両色光用の光変調部における反射率を下げてスクリーンに導かれる緑色光量と青色光量を少なくする必要があった。この結果、従来のプロジェクタにおいては全白画像の明るさが低下していた。これに対して、本実施例の光源装置 100 B では、赤色 LD アレイからの赤色光を利用することで赤色光量を増加させるため、光変調部に緑色光量と青色光量を少なくする必要がなくなり、明るさの低下を抑制することができる。

40

【0075】

また本実施例の光源装置 100 B において、例えば赤色 LD アレイ 1 R が 640 nm の赤色光を発する赤色 LD に加えて、640 nm よりも長波長の赤色光を発する赤色 LD も設けることで、従来よりも広い色域を再現することが可能となる。

【0076】

さらに本実施例の光源装置 100 B では、2つの光源からの光を1つの光合成部で合成しているために、光源装置の大型化を抑制しつつ、明るさ向上の効果を得ることができる。

50

【 0 0 7 7 】

本実施例でも、黄色蛍光体層に含まれる蛍光体の輝度飽和が問題となる。 x y 色度において、青色LDアレィ2Bからの光は(0.14, 0.04)の色度であり、蛍光光は(0.41, 0.57)の色度となる。また赤色LDアレィ1Rからの光は(0.72, 0.28)の色度である。

【 0 0 7 8 】

実施例1でも説明したように、青色LDアレィ2Bからの励起光量を増加させていくと蛍光光量も増加していくが、徐々に蛍光変換されずに励起光のまま戻ってくる光が増加する結果、蛍光体から発せられる蛍光光量が減少して飽和傾向を示す。このため、青色LDアレィ2Bからの励起光量を増加させていくと、蛍光光量と蛍光変換されなかった励起光量とともに増加するが、蛍光体の輝度飽和特性によって相対的に励起光量が増加する。したがって、光源装置100Bから出射する光の色度は、蛍光光の色度から、励起光と蛍光光の色度を結んだ線を通して励起光の色度に近づくように変化する。このことから、従来は、全白画像を投射する際には、蛍光光と励起光のバランスを取り、色度を一定に保つ必要があった。より具体的には、光変調部が反射型の場合には、過剰となっている色光用の光変調部における反射率を下げてスクリーンに導かれる光量を少なくして、色度を一定に保つ調整を行う必要があった。

【 0 0 7 9 】

一方、本実施例のように赤色LDアレィ1Rを有すると、全白の色度を一定に保つ調整を光変調部によって行うだけでなく、赤色単色の色度も一定に保たなくては色域が変化してしまう。これは、本実施例の光源装置100Bから出射する光には、赤色蛍光光と赤LDアレィ1Rからの赤色光とが含まれており、それらの合成スペクトルで色度が決まるため、赤色蛍光光と赤LDアレィ1Rからの赤色光の混合比率が異なると色度が変化するためである。このため、本実施例では、赤色蛍光光と赤色LDアレィ1Rからの赤色光の混合比率が等しくなるように赤色LDアレィ1Rからの赤色光量を調整する。

【 0 0 8 0 】

図16は、青色LDアレィ2Bからの励起光量(BLD)の変化に対する光源装置100Bから出射する光の色度の変化を示す。この図は、横軸の励起光量の最大値を1(本実施例では150W)として、縦軸に光源装置100Bから出射する光の x 値を示している。

【 0 0 8 1 】

図に示すように、励起光量を約半分にすると、蛍光変換されずに励起光のまま戻ってくる光量が減少して蛍光光量が増加するため、光源装置100Bから出射する光の色度である x 値は0.314から0.343まで増加する。

【 0 0 8 2 】

次に、赤色LDアレィ1Rからの赤色光量が減少した場合の例を示す。青色LDアレィ2Bからの励起光量が一定であれば、蛍光体からの蛍光光量は一定となる。このため、赤色LDアレィ1Rからの赤色光量が減少すると、光源装置100Bから出射する光の色度は、赤色LDアレィ1Rからの赤色光の色度に近づくように変化する。

【 0 0 8 3 】

また図16は、赤色LDアレィ1Rからの赤色光量の変化に対する光源装置100Bから出射する光の色度の変化を示す。ここでは、赤色光量の最大値を1(本実施例では15W)として、縦軸に光源装置100Bから出射する光の x 値を示している。図に示すように、赤色LDアレィ1Rからの赤色光量を約半分にすると、蛍光光量に対する赤色光量の割合が低下し、相対的に蛍光光が強くなる。このため、光源装置100Bから出射する光の色度である x 値は0.314から0.310まで低下する。

【 0 0 8 4 】

上述したように、赤色LDアレィ1Rおよび青色LDアレィ2Bのうち少なくとも一方からの光量の変化すると、光源装置100Bから出射する光の色度が変化する。このような現象を抑制するため、コントローラ20は、赤色LDアレィ1Rと青色LDアレィ2B

10

20

30

40

50

からの光量を変化させながら光源装置 100B から出射する光の色度の変化を記録する。例えば、青色 LD アレイ 2B からの光量を 1、0.75、0.5 と変化させたときの x 値を 0.314、0.328、0.343 と記録し、その関係をルックアップテーブルとしてプロジェクタ P 内のメモリに保存する。同様に、赤色 LD アレイ 1R からの光量を 1、0.75、0.5 と変化させたときの x 値を 0.314、0.312、0.310 と記録し、その関係をルックアップテーブルとして上記メモリに保存する。

【0085】

プロジェクタ P の使用時間の増加に伴い、赤色 LD アレイ 1R と青色 LD アレイ 2B の劣化によりそれらから発せられる光量が減少する。この結果、上述した特性により光源装置 100B から出射する光の色度が変化する。そこで、本実施例では、コントローラ 20

10

【0086】

例として、青色 LD アレイ 2B の光量が 50% 減少した場合は、光源装置 100B から出射する光の x 値が 0.025 低下することが、ルックアップテーブルより想定される。一方、光源装置 100B から出射する光の x 値が 0.025 低下すると、蛍光光量は 45% 減少する。このため、赤色 LD アレイ 1R の光量も 45% 減少させることが必要であることが、ルックアップテーブルから求められる。このことから、コントローラ 20 は、赤色 LD アレイ 1R の光量をプロジェクタ P の使用初期の光量から 45% 減少させるように赤色 LD アレイ 1R の駆動電流を増加させる (ステップ S102)。これにより、光源装置 100B から出射する光の色の变化を抑制することができる。

20

【0087】

なお、プロジェクタ P のユーザが、光源の明るさを設定することも可能である。具体的には、コントローラ 20 は、プロジェクタ P に対する設定操作によってユーザが設定した光源の明るさ設定値を取得し、該明るさ設定値に応じて青色 LD アレイ 2B の光量を変化させる (図 27 のステップ S101, S102)。

【0088】

ここでは、ユーザが光源の明るさを 55% に設定した場合について説明する。ユーザによって光源の明るさが 55% に設定されると、コントローラ 20 は、光源装置 100B から出射する光量が最大出力の 55% となるように青色 LD アレイ 2B の光量を減少させる。ただし、上述した蛍光体の輝度飽和特性によって、青色 LD アレイ 2B からの光量を 55% にすると、蛍光光量は 55% よりも多い値となる。このため、コントローラ 20 は、青色 LD アレイ 2B の光量を 50% にすることで、蛍光体からの蛍光光量を 55% とする。また、青色 LD アレイ 2B の光量を 50% にすると、光源装置 100B から出射する光の x 値が 0.343 となり、光源の明るさが 100% のときと比較して 0.029 低下することがルックアップテーブルより想定される。

30

【0089】

一方、光源装置 100B から出射する光の x 値が 0.029 下がったということは、赤色蛍光光量が 45% 減少しており、これと同じ光量だけ赤色 LD アレイ 1R の光量を減少させることが必要であることが、ルックアップテーブルから求められる。したがって、コントローラ 20 は、赤色 LD アレイ 1R の光量を 45% 減少させるように、赤色 LD アレイ 1R の駆動電流を減少させる。これにより、ユーザが設定した光源の明るさが得られ、かつ光源装置 100B から射出される光の色の变化を抑制することができる。

40

【0090】

以上説明したように、本実施例におけるコントローラ 20 は、赤色および青色 LD アレイ 1R, 2B のうち少なくとも一方の発光量の変化に応じて、赤色および青色 LD アレイ 1R, 2B の発光量の変化量が互いに異なるように又は赤色および青色 LD アレイ 1R, 2B の発光量の比が変化するよう、赤色および青色 LD アレイ 1R, 2B のうち少なく

50

とも一方の発光量を制御する。これにより、赤色および青色ＬＤアレイ１Ｒ，２Ｂのうち少なくとも一方の発光量が変化しても、光源装置１００Ｂから出射する光の色の变化を抑制することができる。

【００９１】

なお、図１０に示した光源装置１００Ｂにおいては、赤色ＬＤアレイ１Ｒからの赤色光が光合成部３を透過し、青色ＬＤアレイ２Ｂからの青色光は光合成部３で反射される。一般にアルミ等の反射膜で光を反射する場合の光量損失と光がガラスを透過する際の光量損失とを比較すると、透過での光量損失の方が少ない。このため、光源装置１００Ｂのように、赤色ＬＤアレイ１Ｒからの赤色光が光合成部３を透過するように構成することで、前述したように従来不足していた赤色光をより多く補うことが可能となる。

10

【００９２】

また、図１０に示すように、青色ＬＤアレイ２Ｂが含む青色ＬＤの個数よりも赤色ＬＤアレイ１Ｒが含む赤色ＬＤの個数の方が多くなるようにすることで、赤色光の不足をより軽減することが可能となる。

【００９３】

また、図３（ａ）に示したように、透過領域３１Ｔの面積が反射領域３１Ｒの面積よりも大きくなるように光合成部３を構成することが望ましい。言い換えれば、反射領域３１Ｒの幅Ｗ２よりも透過領域３１Ｔの幅Ｗ１を広くすることが望ましい。この構成によれば、赤色ＬＤアレイ１Ｒの配置位置が取付誤差等によって正規の位置からずれてしも、赤色ＬＤアレイ１Ｒからの光が反射部３２によって遮光されることを抑制することが可能となる。

20

【実施例４】

【００９４】

図１７は、実施例４の光源装置１００Ｃの構成を示している。光源装置１００Ｃは、第１の波長光および第１の偏光光としての赤色光Ｒ（波長６４０ｎｍ）を発する第１の光源としての赤色ＬＤアレイ１Ｒと、第２の波長光および第２の偏光光としての青色光Ｂ２（波長４５５ｎｍ）を発する第２の光源としての青色ＬＤアレイ２Ｂと、第３の波長光および第３の偏光光としての青色光Ｂ３（波長４６５ｎｍ）を発する第３の光源としての青色ＬＤアレイ３Ｂとを備える。青色光Ｂ３は、青色光Ｂ２と波長が異なる。また赤色光Ｒと青色光Ｂ３は、それらの偏光方向が互いに同じであり、かつ青色光Ｂ２とは偏光方向が９０度異なる。なお、第３の光源である青色ＬＤアレイ３Ｂは、第２の光源である青色ＬＤアレイ２Ｂに対しては、第１の光源である赤色ＬＤアレイ１Ｒとは別の第１の光源とみなすことができる。

30

【００９５】

光源装置１００Ｃはさらに、赤色光Ｒを透過させる透過領域と青色光Ｂ２，Ｂ３を反射する反射領域とを有する光合成部３を備える。光合成部３は、実施例１において図３（ａ）～（ｃ）を用いて説明した光合成部３と同様の構成を有する。すなわち、透明基板３１の両面のうち青色ＬＤアレイ２Ｂ側（第２の光源側）の面３１Ａにおける複数の部分領域である反射領域３１Ｒに反射部としてのアルミ反射膜３２が設けられた構成を有する。透過領域は、透明基板３１のうちアルミ反射膜３２が設けられていない複数の領域３１Ｔである。また、透明基板３１の両面のうち赤色ＬＤアレイ１Ｒおよび青色ＬＤアレイ３Ｂ側（第１および第３の光源側）の面３１Ｂには、反射防止膜が設けられている。これにより、赤色ＬＤアレイ１Ｒおよび青色ＬＤアレイ３Ｂからの赤色光Ｒと青色光Ｂ３のほとんどを光合成部３に導くことが可能となる。

40

【００９６】

なお、光合成部３は、赤色光Ｒおよび青色光Ｂ３と青色光Ｂ２とを、それらの偏光方向に応じて透過および反射することで合成する構成を有していてもよい。

【００９７】

光源装置１００Ｃはさらに、実施例１と同様に、正レンズ４１、負レンズ４２および光合成部３からの光の幅を狭くする圧縮光学系４を備えている。光源装置１００Ｃはさらに

50

、実施例 1 と同様に、偏光分離部 6、 $\lambda/4$ 板 7、集光レンズ 8 1, 8 2 を含む集光光学系 8、拡散体ユニット 9、 $\lambda/4$ 板 1 0、集光レンズ 1 1 1, 1 1 2 を含む集光光学系 1 1 および蛍光体ユニット 1 2 を備えている。拡散体ユニット 9 および蛍光体ユニット 1 2 の構成は、実施例 1 と同じである。

【0098】

また光源装置 1 0 0 C にもコントローラ 2 0 が備えられており、該コントローラ 2 0 は、コンピュータプログラムに従って赤色 LD アレイ 1 R、青色 LD アレイ 2 B および青色 LD アレイ 3 B の駆動（つまりは発光量）を制御する処理を実行する。

【0099】

図 1 8 は、赤色 LD アレイ 1 R からの赤色光 R_{LD} と青色 LD アレイ 3 B からの青色光 B_{3LD} が拡散体ユニット 9 を介して照明光学系 IS に導かれるときの光路を示している。赤色 LD アレイ 1 R からの赤色光 R_{LD} と青色 LD アレイ 3 B からの青色光 B_{3LD} は、青色 LD アレイ 2 B からの青色光 B_{2LD} とともに偏光分離部 6 の偏光分離膜 6 1 2 に入射する。なお、赤色光 R_{LD} と青色光 B_{3LD} は偏光分離膜 6 1 2 に対して P 偏光であるため図にはそれぞれ R_{LDP} , B_{3LDP} と示し、青色光 B_{2LD} は S 偏光であるため B_{2LDS} と示している。偏光分離膜 6 1 2 は、透明基板 6 1 1 の両面のそれぞれの全面に設けられている。

【0100】

本実施例における偏光分離膜 6 1 2 は、赤色光 R_{LDP} と青色光 B_{3LDP} を透過し、青色光 B_{3LDP} と青色光 B_{2LDS} を反射する。偏光分離膜 6 1 2 を透過した P 偏光の赤色光 R_{LDP} と青色光 B_{3LDP} は $\lambda/4$ 板 7 により円偏光に変換され、集光光学系 8 により集光されて拡散体ホイール 9 1 に照射される。拡散体ホイール 9 1 によって拡散された赤色光 R_{LD} と青色光 B_{3LD} は、集光光学系 8 により平行光化され、 $\lambda/4$ 板 7 により S 偏光（偏光回転光）に変換されて偏光分離膜 6 1 2 に入射する。それぞれ S 偏光となった赤色光 R_{LDS} および青色光 B_{3LDS} は、偏光分離膜 6 1 2 によって反射されて照明光学系 IS に導かれる。

【0101】

図 1 9 は、青色 LD アレイ 2 B からの青色光 B_{2LD} が蛍光体ユニット 1 2 を介して照明光学系 IS に導かれるときの光路を示している。図 1 8 にて説明したように、S 偏光である青色光 B_{2LDS} は、偏光分離膜 6 1 2 によって反射される。反射された青色光 B_{2LDS} は、 $\lambda/4$ 板 1 0 により円偏光に変換され、集光光学系 1 1 により集光されて蛍光体ホイール 1 2 1 上の黄色蛍光体層に入射する。黄色蛍光体層は、励起光である青色光のうち一部を青色光よりも波長が長い蛍光光としての黄色光（赤色光 + 緑色光）に波長変換する。

【0102】

青色光 B_{2LDS} のうち黄色蛍光体層によって波長変換されなかった非変換青色光 B_{2F} は、集光光学系 1 1 により平行光化され、 $\lambda/4$ 板 1 0 を通過して偏光分離膜 6 1 2 に入射する。偏光分離膜 6 1 2 に入射する非変換青色光 B_{2F} の偏光方向は乱れており、非変換青色光 B_{2F} のうち S 偏光成分 B_{2FS} は偏光分離膜 6 1 2 によって反射されて青色 LD アレイ 2 B に戻され、P 偏光成分 B_{2FP} は偏光分離膜 6 1 2 を透過して照明光学系 IS に導かれる。

【0103】

図 2 0 は、蛍光体ユニット 1 2 からの蛍光光（ R_F , G_F ）が照明光学系 IS に導かれるときの光路を示している。前述したように、蛍光体ホイール 1 2 1 上の黄色蛍光体層からは緑色蛍光光 G_F と赤色蛍光光 R_F が出射する。前述した特性を有する偏光分離膜 6 1 2 に入射した蛍光光（ R_F , G_F ）は、その偏光方向によらずに偏光分離膜 6 1 2 を透過して照明光学系 IS に導かれる。

【0104】

このようにして、図 1 7 に示した光源装置 1 0 0 C は、赤色光 R および緑色光 G を含む黄色光 Y と青色光 B を偏光分離部 6 で合成し、出射光として照明光学系 IS に向けて出射

10

20

30

40

50

する。

【0105】

本実施例でも、黄色蛍光体層に含まれる蛍光体の輝度飽和が問題となる。x y 色度において、青色LDアレイ2Bからの光は(0.14, 0.04)の色度であり、青色LDアレイ3Bからの光は(0.13, 0.06)の色度である。また、蛍光光は(0.41, 0.57)の色度となり、赤色LDアレイ1Rからの光は(0.72, 0.28)の色度である。

【0106】

実施例1でも説明したように、青色LDアレイ2Bからの励起光量を増加させていくと、蛍光光量も増加していくが、徐々に蛍光変換されずに励起光のまま戻ってくる光が増加するため、蛍光体から発せられる光量が減少し、飽和傾向を示す。

10

【0107】

一方、青色LDアレイ3Bからの光量が一定であれば、光源装置から射出される青色光量は一定となる。したがって、青色LDアレイ2Bからの励起光量を増加させていくと蛍光光量が増加するため、光源装置100Cから出射する光の色度は、蛍光光の色度から、励起光と蛍光光の色度を結んだ線上を通して励起光の色度に近づくように変化する。本実施例において、青色LDアレイ2Bからの励起光量(B2LD)の変化に対する光源装置100Cから出射する光の色度(y値)の変化は、図8に示したようになる。図に示すように、励起光量を約半分にすると、蛍光光量が減少するため、光源装置100Cから出射する光の色度であるy値は0.38から0.29まで低下する。

20

【0108】

次に、青色LDアレイ3Bからの光量が低下した場合の例を示す。もう一つの青色LDアレイ2Bからの光量が一定であれば、蛍光体からの蛍光光量は一定となる。このため、青色LDアレイ3Bからの光量が減少すると、光源装置100Cから出射する光の色度は、励起光と蛍光光の色度を結んだ線上を通して蛍光光の色度に近づくように変化する。本実施例において、青色LDアレイ3Bからの励起光量(B3LD)の変化に対する光源装置100Cから出射する光の色度(y値)の変化は、図8に示したようになる。図に示すように、励起光量を約半分にすると、蛍光光量に対する青色光量の割合が低下し、相対的に蛍光光が強くなるため、光源装置100Cから出射する光の色度であるy値は0.38から0.46まで増加する。

30

【0109】

上述したように、青色LDアレイ2Bおよび青色LDアレイ3Bのうち少なくとも一方からの光量が変化すると、光源装置100Cから出射する光の色度が変化する。このような現象を抑制するため、コントローラ20は、青色LDアレイ2Bと青色LDアレイ3Bからの光量を変化させながら光源装置100Cから出射する光の色度の変化を記録する。例えば、青色LDアレイ2Bからの光量を1、0.75、0.5と変化したときのy値を0.38、0.34、0.29と記録し、その関係をルックアップテーブルとしてプロジェクタP内のメモリに保存する。同様に、青色LDアレイ3Bからの光量を1、0.75、0.5と変化したときのy値を0.30、0.41、0.46と記録し、その関係をルックアップテーブルとして上記メモリに保存する。

40

【0110】

プロジェクタPの使用時間の増加に伴い、青色LDアレイ2Bと青色LDアレイ3Bの劣化によりそれらから発せられる光量が低下する。この結果、上述した特性により光源装置100Cから出射する光の色度が変化する。そこで、本実施例では、コントローラ20は、図27のフローチャートに示すように、まず青色LDアレイ2Bと青色LDアレイ3Bの劣化量を取得し(ステップS101)、該劣化量から取得される青色LDアレイ2B, 3Bの発光量の変化量に応じて青色LDアレイ2B, 3Bの駆動の制御を行う(ステップS102)。劣化量の取得方法は実施例1で述べた通りである。

【0111】

例として、青色LDアレイ2Bの光量が25%低下した場合は、光源装置100Cから

50

出射する光の y 値が 0.04 低下することが、ルックアップテーブルより想定される。一方、光源装置 $100C$ から出射する光の y 値を 0.04 下げするためには、青色 LD アレイ $3B$ の光量を 29% 低下させることが必要であることが、上述したルックアップテーブルから求められる。これらのことから、コントローラ 20 は、青色 LD アレイ $3B$ の光量をプロジェクタ P の使用初期の光量から 29% 低下させるように青色 LD アレイ $3B$ の駆動電流を増加させる。

【0112】

一方、本実施例のように赤色 LD アレイ $1R$ を有すると、実施例 3 でも説明したように、全白の色度を一定に保つ調整を光変調部によって行うだけでなく、赤色単色の色度も一定に保たなくては色域が変化してしまう。このため、本実施例でも、コントローラ 20 は、実施例 3 と同様に、赤色蛍光光と赤色 LD アレイ $1R$ からの赤色光の混合比率が等しくなるように赤色 LD アレイ $1R$ からの赤色光量を調整する。

【0113】

このように、赤色 LD アレイ $1R$ と青色 LD アレイ $2B$ のうち少なくとも一方の光量が変わると、光源装置 $100C$ から出射する光の色度が変わる。この現象を抑制するため、コントローラ 20 は、赤色 LD アレイ $1R$ と青色 LD アレイ $2B$ の光量を変化させながら光源装置 $100C$ から出射する光の色度の変化を記録する。そして、その色度の変化に対応する光源装置 $100C$ から出射する赤色光量の変化を算出し、その赤色光量の変化にほぼ一致する赤色 LD アレイ $1R$ の赤色光量をルックアップテーブルとして、メモリに保存する。

【0114】

例えば、赤色 LD アレイ $1R$ からの光量を 1.075 、 0.5 と変化させたときの x 値を 0.314 、 0.328 、 0.343 と記録し、その関係をルックアップテーブルとしてプロジェクタ P 内のメモリに保存する。同様に、青色 LD アレイ $2B$ からの光量を 1.075 、 0.5 と変化させたときの y 値を 0.378 、 0.403 、 0.423 と記録し、その関係をルックアップテーブルとして上記メモリに保存する。

【0115】

プロジェクタ P の使用時間の増加に伴い、赤色 LD アレイ $1R$ と青色 LD アレイ $2B$ の劣化によりそれらから発せられる光量が減少する。この結果、上述した特性により光源装置 $100C$ から出射する光の色度が変わる。そこで、本実施例では、コントローラ 20 は、図 27 のフローチャートに示すように、まず赤色 LD アレイ $1R$ と青色 LD アレイ $2B$ の劣化量を取得し（ステップ $S101$ ）、該劣化量から取得される赤色および青色 LD アレイ $1R$ 、 $2B$ の発光量の変化量に応じて赤色および青色 LD アレイ $1R$ 、 $2B$ の駆動の制御を行う（ステップ $S102$ ）。劣化量の取得方法は実施例 1 で述べた通りである。

【0116】

例として、青色 LD アレイ $2B$ の光量が 50% 減少した場合は、光源装置 $100C$ から出射する光の y 値が 0.025 低下することが、ルックアップテーブルより想定される。一方、光源装置 $100C$ から出射する光の y 値が 0.025 低下すると蛍光光量が 45% 低下するため、それと同じ光量だけ赤色 LD アレイ $1R$ からの赤色光量を減少させる必要であることが、ルックアップテーブルから求められる。このことから、コントローラ 20 は、赤色 LD アレイ $1R$ からの赤色光量を、プロジェクタ P の使用初期の光量よりも 45% 減少させるように赤色 LD アレイ $1R$ の駆動電流を減少させる。この結果、光源装置 $100C$ から出射する光の色の变化を抑制することができる。

【0117】

なお、プロジェクタ P のユーザが、光源の明るさを設定することも可能である。具体的には、コントローラ 20 は、プロジェクタ P に対する設定操作によってユーザが設定した光源の明るさ設定値を取得し、該明るさ設定値に応じて青色 LD アレイ $2B$ 、 $3B$ のうち少なくとも一方の光量を変化させる（図 27 のステップ $S101$ 、 $S102$ ）。

【0118】

ここでは、ユーザが光源の明るさを 60% に設定した場合について説明する。ユーザに

10

20

30

40

50

よって光源の明るさが60%に設定されると、光源装置100Cから出射する光量が最大出力の60%となるように青色LDアレイ2Bの光量を減少させる。ただし、上述した蛍光体の輝度飽和特性によって、青色LDアレイ2Bからの光量を60%にすると、蛍光光量は60%よりも多い値となる。本実施例では、コントローラ20は、青色LDアレイ2Bの光量を50%にすることで、蛍光体からの蛍光光量を60%とする。また、青色LDアレイ2Bの光量を50%にすると、光源装置100Cから出射する光のy値が0.34となり、光源の明るさが100%のときと比較して0.04低下することがルックアップテーブルより想定される。

【0119】

一方、光源装置100Cから出射する光のy値が0.04下がると蛍光光量が40%低下するため、それと同じ光量だけ赤色LDアレイ1Rからの赤色光量を減少させることが必要であることが上記ルックアップテーブルから求められる。したがって、コントローラ20は、赤色LDアレイ1Rからの赤色光量を40%減少させるように、赤色LDアレイ1Rの駆動電流を増加させる。これにより、ユーザが設定した光源の明るさが得られ、かつ光源装置100Cから出射する光の色の変化を抑制することができる。

【0120】

以上説明したように、本実施例におけるコントローラ20は、赤色および青色LDアレイ1R, 2B, 3Bのうち少なくとも一方の発光量の変化に応じて、赤色および青色LDアレイ1R, 2B, 3Bの発光量の変化量が互いに異なるように又は赤色および青色LDアレイ1R, 2B, 3Bの発光量の比が変化するように、赤色および青色LDアレイ1R, 2B, 3Bのうち少なくとも一方の発光量を制御する。これにより、赤色および青色LDアレイ1R, 2B, 3Bのうち少なくとも一方の発光量に変化しても、光源装置100Cから出射する光の色の変化を抑制することができる。

【0121】

実施例1~4では、図21の構成を示したが、図22の構成を用いなくてもよい。

【実施例5】

【0122】

図21は、実施例5の光源装置100Dの構成を示している。本実施例の光源装置100Dは、実施例3の光源装置100Bに設けられた偏光分離部6とは構成が異なる偏光分離部61を有するとともに、実施例3の光源装置100Bに設けられた図21の構成を備えていない。また、本実施例の光源装置100Dは、実施例3の光源装置100Bに設けられていない図21の構成を備えている。

【0123】

また光源装置100Dにもコントローラ20が備えられており、該コントローラ20は、コンピュータプログラムに従って赤色LDアレイ1Rおよび青色LDアレイ2Bの駆動（つまりは発光量）を制御する処理を実行する。

図22(a), (b), (c)は、偏光分離部61の構成を示している。偏光分離部61は、図22(a)に示すように、透明基板（透光性基板）611と、透明基板611の入射側の面上に設けられた偏光分離膜（以下、入射側偏光分離膜という）612aおよび位相差付与部613と、透明基板611の出射側の面上に設けられた偏光分離膜（以下、出射側偏光分離膜という）612bとを備えている。偏光分離膜612a, 612bは、実施例3において説明したように、青色LDアレイ2Bからの青色光と赤色LDアレイ1Rからの赤色光については偏光分離を行い、それ以外の波長の光については偏光方向によらずに透過させる特性を有する。

【0124】

実施例3で説明した偏光分離部6においては透明基板611の入射側の面の全面に偏光分離膜612が設けられていた。一方、本実施例の偏光分離部61においては、図22(a), (b)に示すように、透明基板611の入射側の面のうち一部に入射側偏光分離膜612aが設けられ、該入射側偏光分離膜612aが設けられている領域とは異なる領域

10

20

30

40

50

(入射側偏光分離膜 6 1 2 a の周囲) に位相差付与部 6 1 3 が設けられている。位相差付与部 6 1 3 は、ここに入射した S 偏光を P 偏光に変換し、P 偏光を S 偏光に変換する(すなわち、偏光方向を 90° 回転させる)特性を有する。出射側偏光分離膜 6 1 2 b は、透明基板 6 1 1 の出射側の面の全面に設けられている。

【0125】

入射側偏光分離膜 6 1 2 a は、圧縮光学系 4 からの光のほとんどが入射するように配置されている。圧縮光学系 4 の光軸方向から偏光分離部 6 1 を見たとき、偏光分離部 6 1 の入射側の面に圧縮光学系 4 からの光が入射する面積よりも入射側偏光分離膜 6 1 2 a の面積が広がっている。

【0126】

図 23 は、青色 LD アレイ 2 B からの青色光 B_LD が拡散体ユニット 9 および蛍光体ユニット 12 を介して照明光学系 IS に導かれるときの光路を示している。青色 LD アレイ 2 B からの S 偏光としての青色光 B_LD S の一部は、/ 2 板 5 に入射して P 偏光としての青色光 B_LD P に変換される。P 偏光である青色光 B_LD P は、入射側および出射側偏光分離膜 6 1 2 a, 6 1 2 b を透過し、/ 4 板 7 により円偏光に変換され、集光光学系 8 により集光されて拡散体ユニット 9 の拡散体ホイール 9 1 に照射される。拡散体ホイール 9 1 によって拡散された青色光 B_LD は、集光光学系 8 により平行光化され、/ 4 板 7 により S 偏光(偏光回転光) B_LD S に変換されて出射側偏光分離膜 6 1 2 b により反射されて照明光学系 IS に導かれる。

【0127】

また、/ 2 板 5 により P 偏光に変換されなかった S 偏光である青色光 B_LD S は、偏光分離部 6 1 の入射側偏光分離膜 6 1 2 a によって反射されて蛍光体ユニット 12 に導かれ、蛍光体ホイール 12 1 上の黄色蛍光体層に入射する。黄色蛍光体層に入射した青色光 B_LD S の一部は、蛍光光に波長変換される。

【0128】

黄色蛍光体層により波長変換されなかった非変換青色光 B_F は、集光光学系 11 により平行光化されて偏光分離部 6 1 に入射する。偏光分離部 6 1 に入射する非変換青色光 B_F の偏光方向は乱れている。非変換青色光 B_F のうち S 偏光成分 B_F S の一部は、入射側偏光分離膜 6 1 2 a によって反射されて青色 LD アレイ 2 B に戻される。また、位相差付与部 6 1 3 に入射した S 偏光成分 B_F S は、P 偏光としての青色光 B_F P に変換されて出射側偏光分離膜 6 1 2 b を透過して照明光学系 IS に導かれる。

【0129】

図 24 は、赤色 LD アレイ 1 R からの赤色光 R_LD が拡散体ユニット 9 および蛍光体ユニット 12 を介して照明光学系 IS に導かれるときの光路を示している。赤色 LD アレイ 1 R からの S 偏光としての赤色光 R_LD S の一部は、/ 2 板 5 に入射して P 偏光としての赤色光 R_LD P に変換される。P 偏光である赤色光 R_LD P は、偏光分離部 6 1 の入射側および出射側偏光分離膜 6 1 2 a, 6 1 2 b を透過し、/ 4 板 7 により円偏光に変換され、集光光学系 8 により集光されて拡散体ユニット 9 の拡散体ホイール 9 1 に照射される。拡散体ホイール 9 1 によって拡散された赤色光 R_LD は、集光光学系 8 により平行光化され、/ 4 板 7 により S 偏光(偏光回転光) R_LD S に変換されて出射側偏光分離膜 6 1 2 b により反射されて照明光学系 IS に導かれる。

【0130】

また、/ 2 板 5 により P 偏光に変換されなかった S 偏光である赤色光 R_LD S は、入射側偏光分離膜 6 1 2 a によって反射されて蛍光体ユニット 12 に導かれ、蛍光体ホイール 12 1 上の黄色蛍光体層に入射する。赤色光 R_LD S は黄色蛍光体層において蛍光変換されず、その偏光方向が乱されて集光光学系 11 を介して偏光分離部 6 1 に戻る。

【0131】

蛍光体ユニット 12 から偏光分離部 6 1 に戻った赤色光 R_LD のうち S 偏光成分 R_LD S の一部は、入射側偏光分離膜 6 1 2 a によって反射されて赤色 LD アレイ 1 R に戻される。また、位相差付与部 6 1 3 に入射した S 偏光成分 R_LD S は、P 偏光としての赤色光 R_L

10

20

30

40

50

D Pに変換されて出射側偏光分離膜 6 1 2 bを透過して照明光学系 I Sに導かれる。

【 0 1 3 2 】

図 2 5 は、蛍光体ユニット 1 2 からの蛍光光 R_F , G_F が照明光学系 I S に導かれるときの光路を示す。入射側偏光分離膜 6 1 2 a に入射した蛍光光 R_F , G_F のうち赤色光 L D アレイ 1 R からの赤色光 R_{LD} とは波長が異なる赤色蛍光光 R_F の一部は、偏光分離部 6 1 の入射側および出射側偏光分離膜 6 1 2 a , 6 1 2 b を透過して照明光学系 I S に導かれる。また位相差付与部 6 1 3 に入射した赤色蛍光光 R_F のうち P 偏光成分は、位相差付与部 6 1 3 により S 偏光 R_{FS} に変換されて出射側偏光分離膜 6 1 2 b で反射されて赤色 L D アレイ 1 R の側に戻される。一方、位相差付与部 6 1 3 に入射した赤色蛍光光 R_F のうち S 偏光成分は、位相差付与部 6 1 3 により P 偏光 R_{FP} に変換されて出射側偏光分離膜 6 1 2 b を透過して照明光学系 I S に導かれる。

10

【 0 1 3 3 】

このようにして、図 2 1 に示した光源装置 1 0 0 D は、赤色光 R および緑色光 G を含む黄色光 Y と青色光 B を偏光分離部 6 で合成し、出射光として照明光学系 I S に向けて出射する。

【 0 1 3 4 】

本実施例では、実施例 3 が有する / 4 板 1 0 を用いなくてよい。そして、本実施例でも、実施例 3 と同様に、従来よりも明るい投射画像を表示することができる。

【 0 1 3 5 】

本実施例および実施例 3 , 4 では、赤色 L D アレイ 1 R からの赤色光が光合成部 3 を透過し、青色 L D アレイ 2 B からの青色光が光合成部 3 によって反射される構成について説明した。しかし、赤色光 L D アレイ 1 R からの赤色光が光合成部 3 によって反射され、青色 L D アレイ 2 B からの青色光が光合成部 3 を透過する構成であってもよい。つまり、第 1 の偏光光と第 2 の偏光光のうち一方が透過され、他方が反射されればよい。このことは、実施例 1 , 2 でも同じである。

20

【 0 1 3 6 】

また、本実施例および実施例 3 , 4 では、光合成部 3 が反射部としてアルミ反射膜を備える構成について説明した。しかし、反射部として、青色 L D アレイ 2 B からの青色光を反射して赤色 L D アレイ 1 R からの赤色光は透過させるダイクロイック膜を用いてもよい。このことは、実施例 1 , 2 でも同じである。また、実施例 1 ~ 5 において、光合成部 3 の反射部として反射ミラーを用いてもよい。

30

【 0 1 3 7 】

さらに、実施例 1 ~ 5 において、光合成部 3 は図 2 6 に示す構成を有していてもよい。図 2 6 では、図 3 (a) に示したような短冊型の反射部ではなく、より細かい複数の反射部がアレイ状に配置されている。

【 0 1 3 8 】

また、実施例 1 ~ 5 では、偏光分離部 6 , 6 1 を透過した光が拡散体ユニット 9 に導かれ、偏光分離部 6 , 6 1 で反射された光が蛍光体ユニット 1 2 に導かれる場合について説明した。しかし、偏光分離部で反射された光が拡散体ユニットに導かれ、偏光分離部を透過した光が蛍光体ユニットに導かれるように構成してもよい。つまり、偏光分離部において第 1 および第 2 の偏光光のうち一方が透過され、他方が反射されればよい。

40

【 0 1 3 9 】

以上説明した各実施例は代表的な例にすぎず、本発明の実施に際しては、各実施例に対して種々の変形や変更が可能である。

【 符号の説明 】

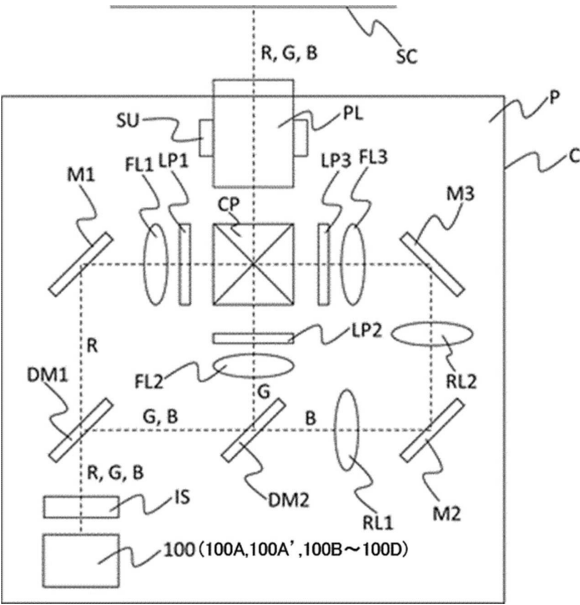
【 0 1 4 0 】

- 1 R 赤色 L D アレイ (第 1 の光源)
- 2 B 青色 L D アレイ (第 2 の光源)
- 3 光合成部
- 1 0 0 A ~ 1 0 0 D 光源装置

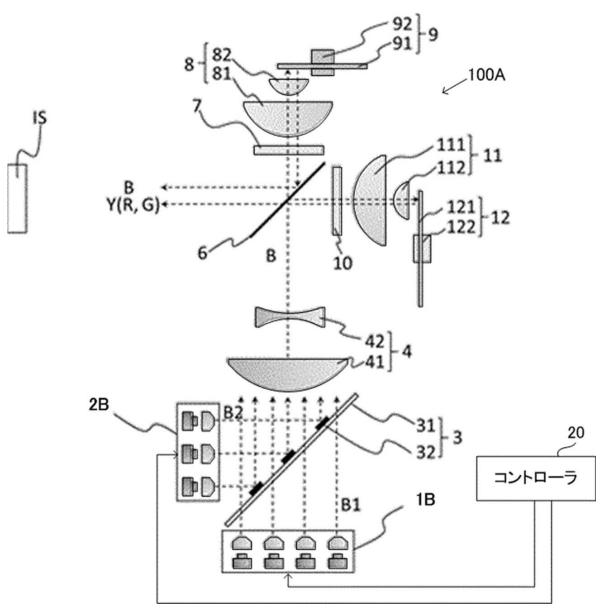
50

【図面】

【図 1】



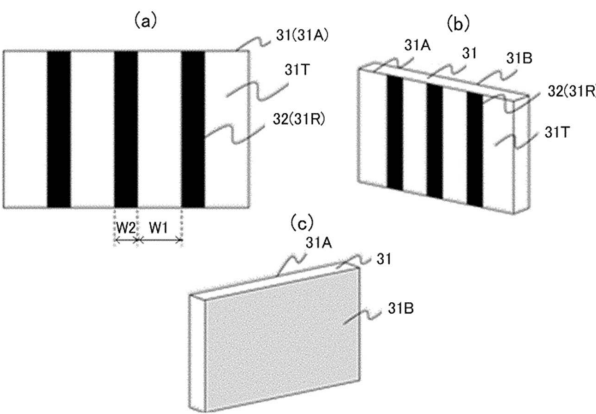
【図 2】



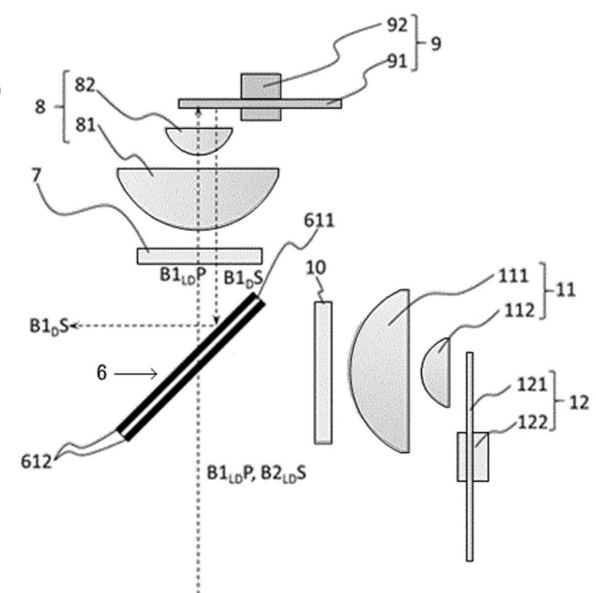
10

20

【図 3】



【図 4】

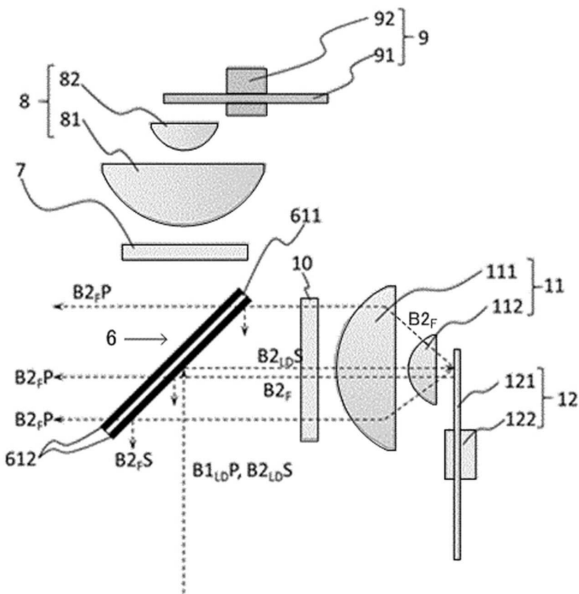


30

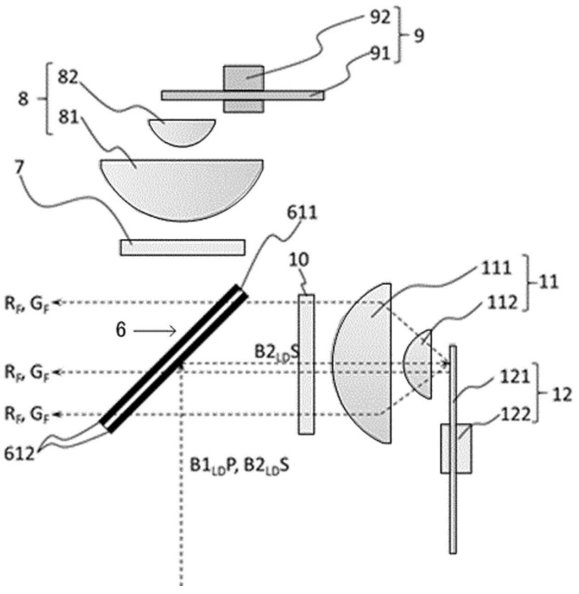
40

50

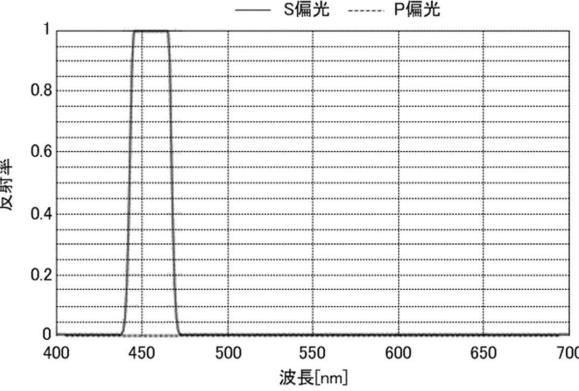
【図 5】



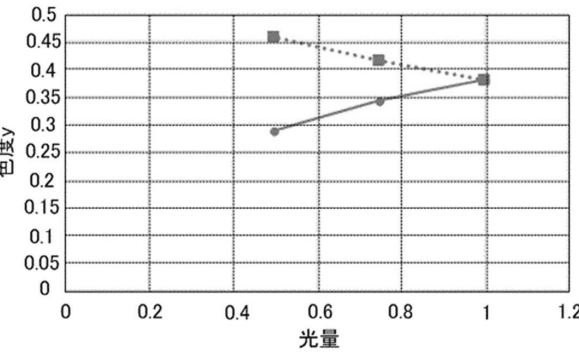
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

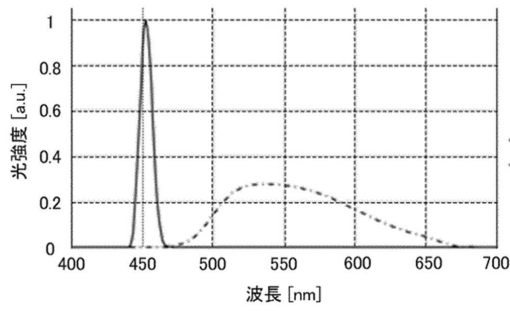
20

30

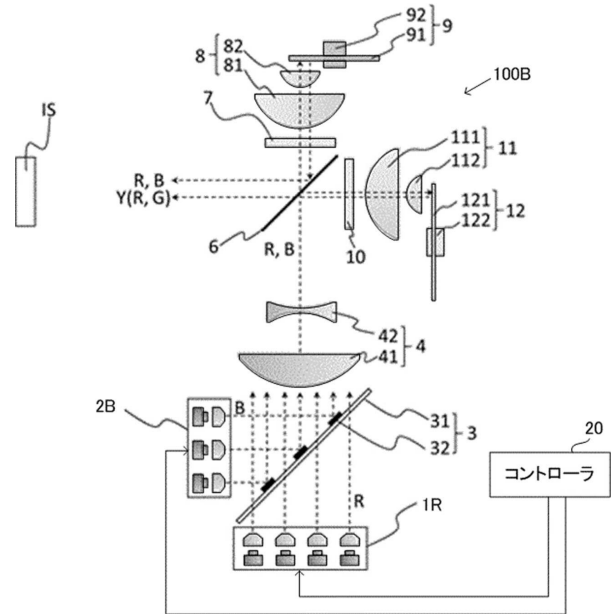
40

50

【図 9】

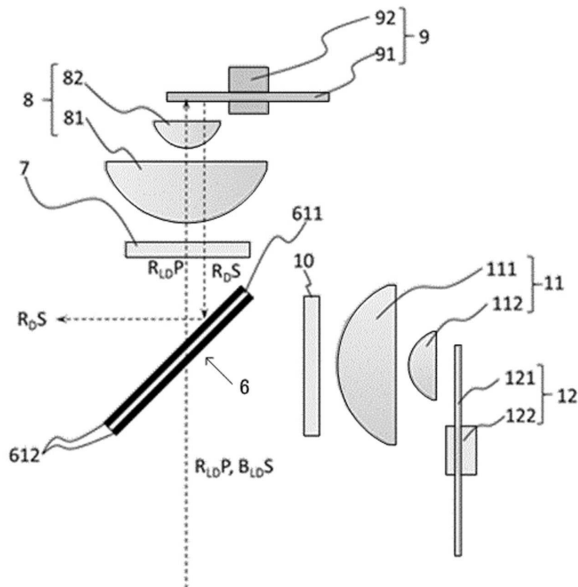


【図 10】



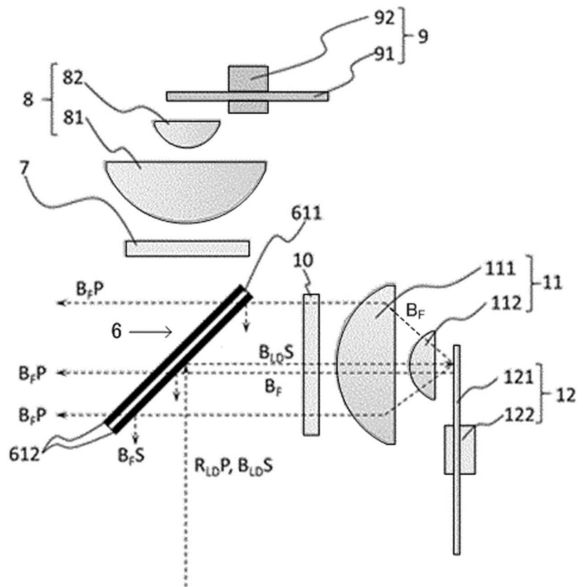
10

【図 11】



20

【図 12】

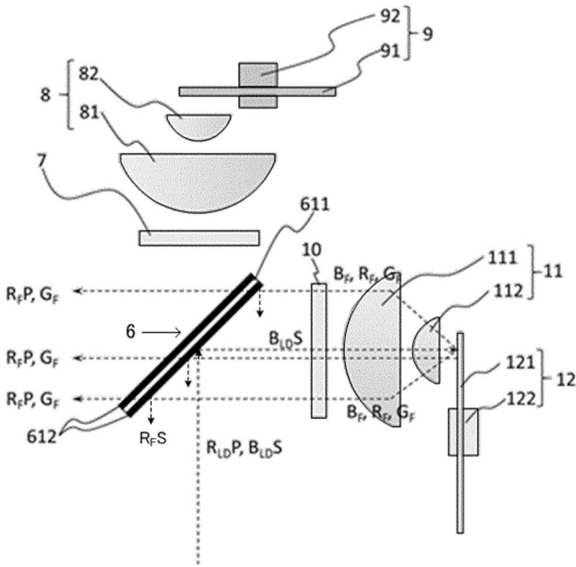


30

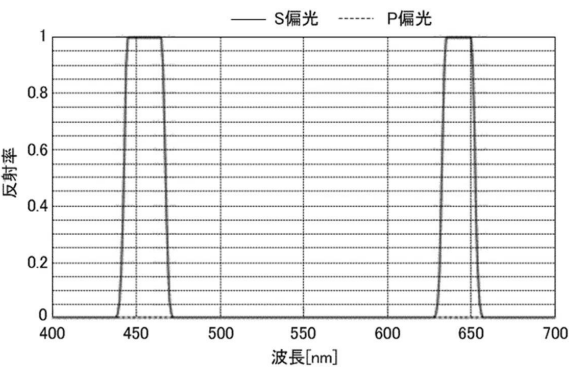
40

50

【図 1 3】

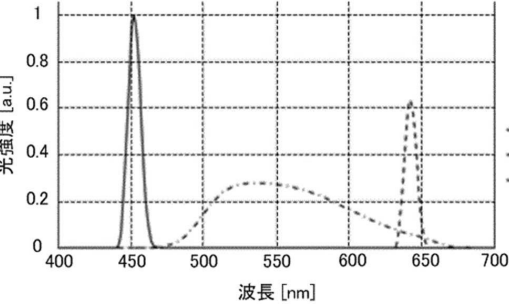


【図 1 4】

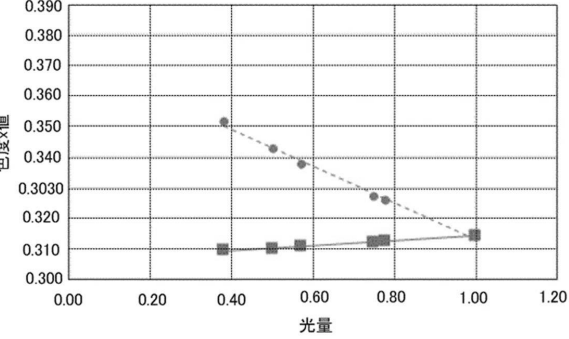


10

【図 1 5】



【図 1 6】



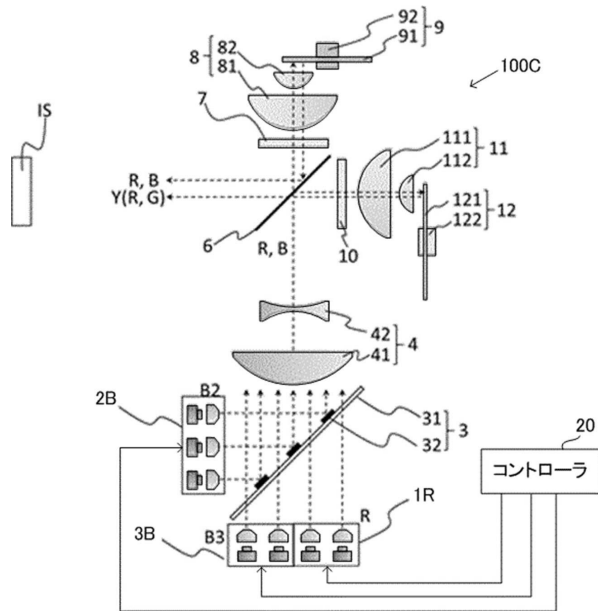
20

30

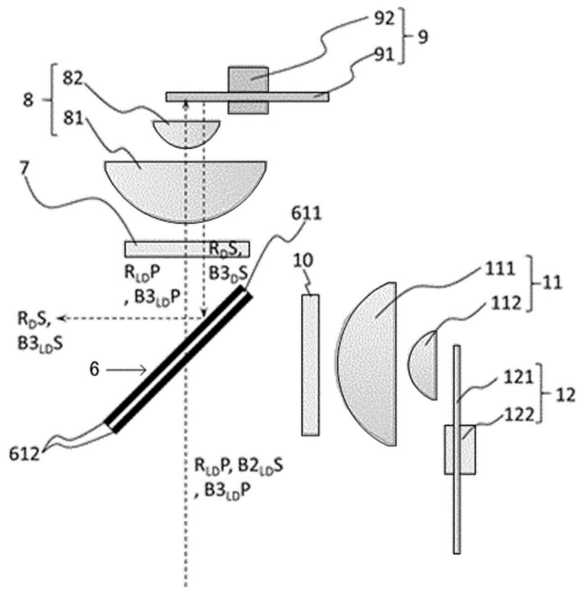
40

50

【図 17】

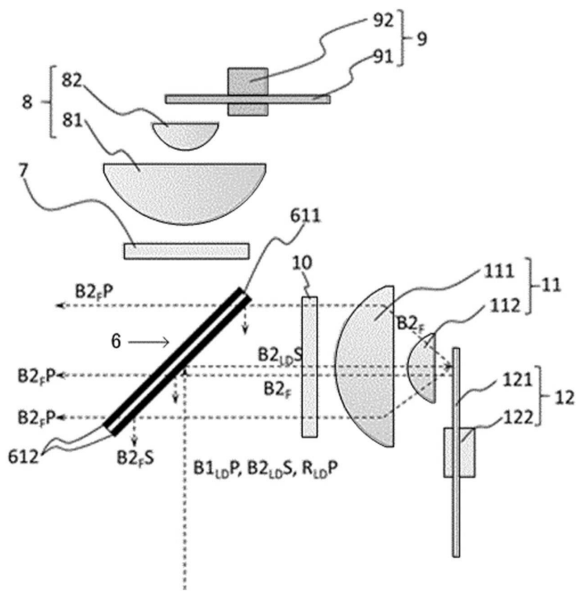


【図 18】

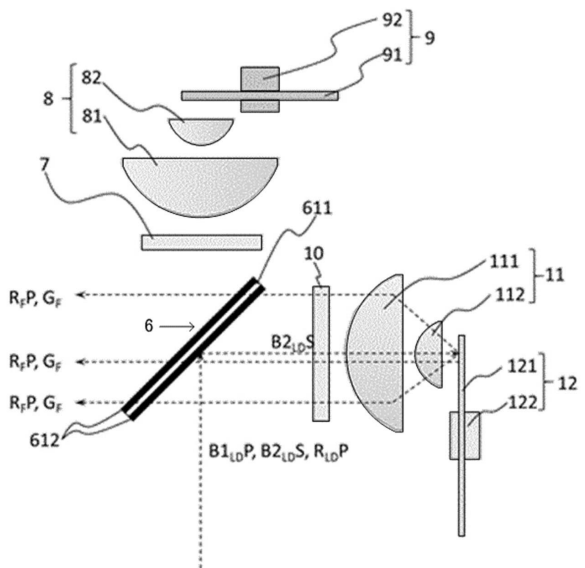


10

【図 19】



【図 20】



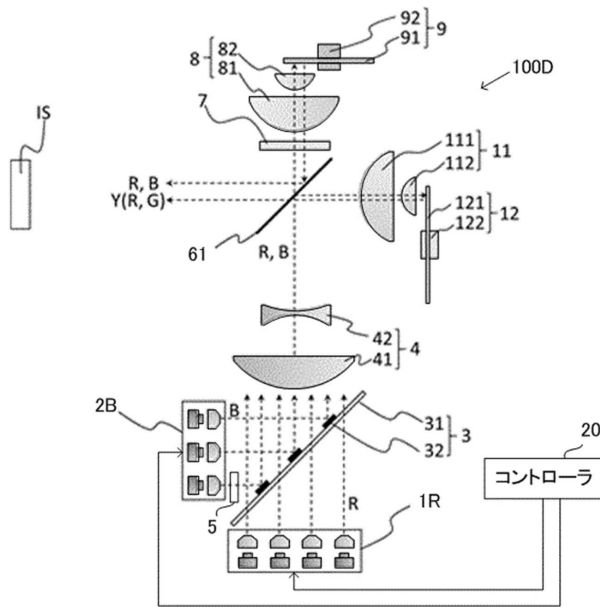
20

30

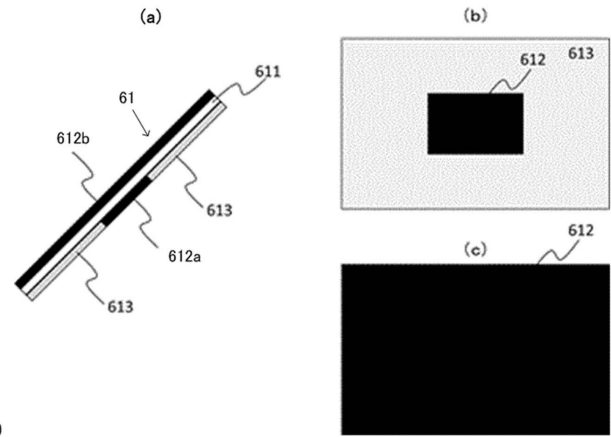
40

50

【図 2 1】

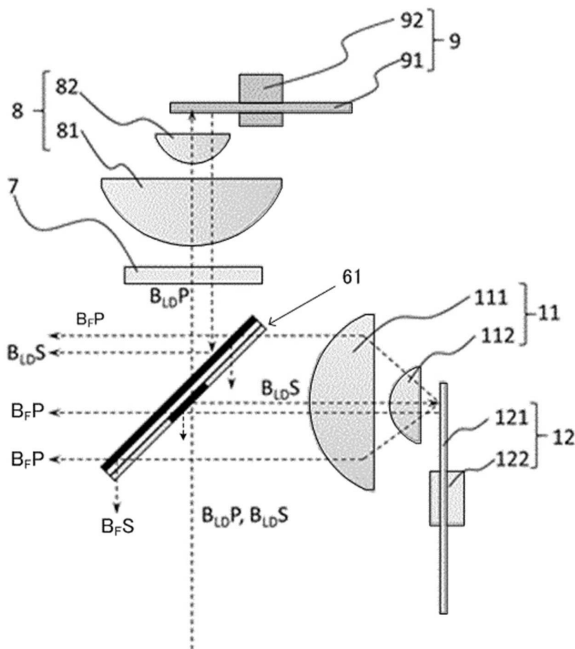


【図 2 2】

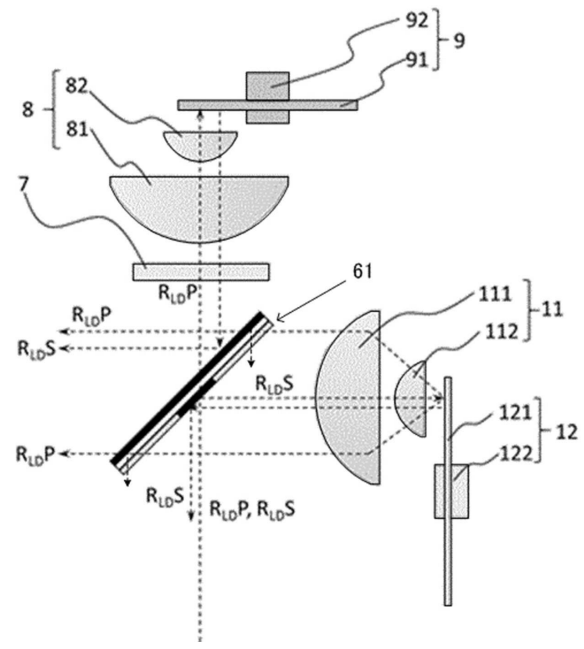


10

【図 2 3】



【図 2 4】



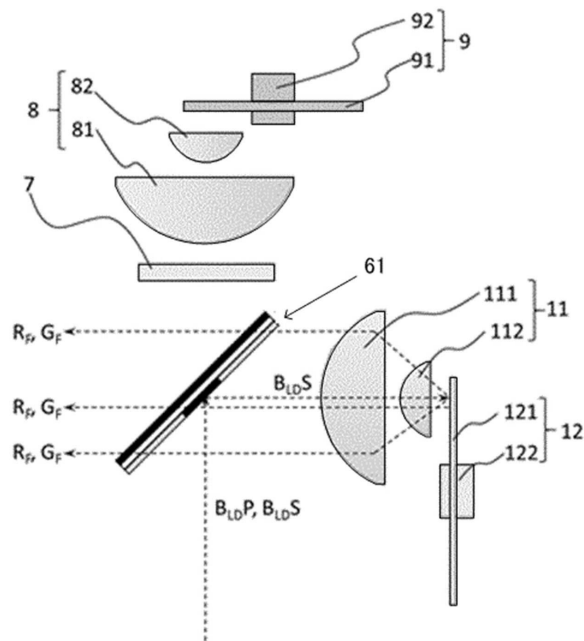
20

30

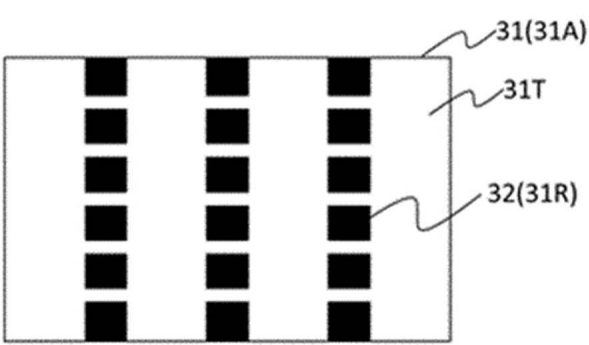
40

50

【図 2 5】



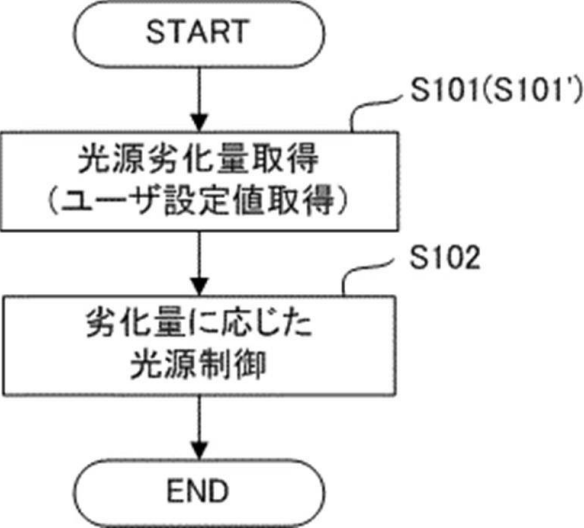
【図 2 6】



10

20

【図 2 7】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

F 2 1 V **7/28 (2018.01)**
H 0 4 N **9/31 (2006.01)**

F 2 1 V	7/28	2 1 0
F 2 1 V	7/28	2 5 0
F 2 1 V	7/28	2 4 0
H 0 4 N	9/31	5 0 0

審査官 小野 博之

(56)参考文献

特開 2 0 1 6 - 1 8 6 5 6 6 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 0 4 0 6 7 6 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 3 / 1 0 5 5 4 6 (W O , A 1)
特開 2 0 1 6 - 2 1 8 3 0 3 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 1 4 0 0 3 8 (U S , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 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
9 / 1 2 - 9 / 3 1
F 2 1 K 9 / 0 0 - 9 / 9 0
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