

(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

G 0 3 B	21/14 (2006.01)	F I	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
 100104628
 弁理士 水本 敦也
 100121614
 弁理士 平山 優也
 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
 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 $\frac{1}{4}$ 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 $\frac{1}{4}$ 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 8 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 1 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14】

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15】

請求項1から14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、

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。

30

【請求項16】

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17】

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1_6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

10

【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に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。

20

【0006】

本発明は、光源からの光の色味と明るさと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。

30

【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。

40

50

【0008】

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】**【0009】**

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。

10

【図面の簡単な説明】**【0010】**

【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。

20

【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10】実施例3の光源装置の構成を示す図。

【図11】実施例3の光源装置における赤色光の光路を示す図。

【図12】実施例3の光源装置における青色光の光路を示す図。

【図13】実施例3の光源装置における蛍光光の光路を示す図。

【図14】実施例3における偏光分離膜の特性を示す図。

【図15】実施例3の光源装置からの光の分光分布を示す図。

【図16】実施例3における光源の明るさによる色変化を示す図。

30

【図17】実施例4の光源装置の構成を示す図。

【図18】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19】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20】実施例4の光源装置における蛍光光の光路を示す図。

【図21】実施例5の光源装置の構成を示す図。

【図22】実施例5の偏光分離部の構成を示す図。

【図23】実施例5の光源装置における青色光の光路を示す図。

【図24】実施例5の光源装置における赤色光の光路を示す図。

【図25】実施例5の光源装置における蛍光光の光路を示す図。

【図26】実施例1～5の偏光分離部の構成を示す図。

40

【図27】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】**【0011】**

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。

【0012】

図1は、後述する実施例1～5の光源装置100(100A, 100A, 100B, 100C, 100D)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100と、光源装置100からの光を変調する光変調部(光変調手段)と、投射レンズ(投射光学系)PLを保持するためのレンズ保持部SUとを備えている。投射レンズ(投射光学系)PLは、光変調部からの光である

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】

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。

20

【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されたコントローラ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1B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1Bからの青色光B_{1LD}は、青色LDアレイ2Bからの青色光B_{2LD}とともに偏光分離部6の偏光分離膜612に入射する。なお、青色光B_{1LD}は偏光分離膜612に対してP偏光であるため図にはB_{1LD}Pと示し、青色光B_{2LD}はS偏光であるためB_{2LD}Sと示している。

【0030】

偏光分離膜612は、透明基板（透光性基板）611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612は、透明基板611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。

【0031】

図7は、偏光分離膜612の特性を示している。偏光分離膜612は、青色LDアレイ1Bからの青色光B_{1LD}Sおよび青色LDアレイ2Bからの青色光B_{2LD}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。

【0032】

偏光分離膜612を透過した青色光B_{1LD}Pは、 $\pi/4$ 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91に照射される。拡散体ホイール91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、 $\pi/4$ 板7によりS偏光（偏光回転光）に変換されて偏光分離膜612に入射する。S偏光となった青色光B_{1LD}Sは、偏光分離膜612によって反射されて照明光学系ISに導かれる。

【0033】

図5は、青色LDアレイ2Bからの青色光B_{2LD}が蛍光体ユニット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。図4にて説明したように、S偏光である青色光B_{2LD}Sは、偏光分離膜612によって反射される。反射された青色光B_{2LD}Sは、 $\pi/4$ 板10により円偏光に変換され、集光光学系11により集光されて蛍光体ホイール121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。

【0034】

青色光B_{2LD}S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11により平行光化され、 $\pi/4$ 板10を通過して偏光分離膜612に入射する。偏光分離膜612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612によって反射されて青色LDアレイ2Bに戻され、P偏光成分B_{2FP}は偏光分離膜612を透過して照明光学系ISに導かれる。

【0035】

図6は、蛍光体ユニット12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121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612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612を透過して照明光学系ISに導かれる。

【0036】

このようにして、図2に示した光源装置100A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。

【0037】

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1Bおよび青色LDアレイ2B

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。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。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って励起光の色度に近づくように変化する。

【0039】

図8は、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LD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LD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LD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LD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LD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LD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LDアレイ1Bおよび青色LD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LDアレイ1Bと青色LD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トタP内のメモリに保存する。同様に、青色LD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】

プロジェクトPの使用時間の増加に伴い、青色LDアレイ1B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LDアレイ1Bと青色LD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LD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LDアレイの温度を検出したりすることによって得られる。また、各青色LD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LDアレイからの光量の変化量に応じて以下のようない青色LD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）。

10

【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。

20

【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。

30

【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が変化しても、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。

30

【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。

40

【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】

50

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。 $x y$ 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く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(B_{2LD})の変化および青色LDアレイ1Bの青色光量(B_{1LD})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GaN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)に示したものと同じ構成を有し、赤色LDアレイ1R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。

【0061】

光源装置100B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100B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81, 82を含む集光光学系8、拡散体ユニット9、 $\lambda/4$ 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12を備えている。拡散体ユニット9および蛍光体ユニット12の構成は、実施例1と同じである。10

【0062】

また光源装置100B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。

【0063】

図11は、赤色LDアレイ1Rからの赤色光RLD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1Rからの赤色光RLDは、青色LDアレイ2Bからの青色光BLDとともに偏光分離部6の偏光分離膜612に入射する。なお、赤色光RLDは偏光分離膜612に対してP偏光であるため図にはRLDPと示し、青色光BLDはS偏光であるためBLDSと示している。偏光分離膜612は、透明基板611の両面のそれぞれの全面に設けられている。20

【0064】

図14は、偏光分離膜612の特性を示している。偏光分離膜612は、赤色LDアレイ1Rからの赤色光RLDSと青色LDアレイ2Bからの青色光BLDP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。

【0065】

偏光分離膜612を透過した赤色光RLDP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91に照射される。拡散体ホイール91によって拡散された赤色光RLD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612に入射する。S偏光となった赤色光RLDSは、偏光分離膜612によって反射されて照明光学系ISに導かれる。30

【0066】

図12は、青色LDアレイ2Bからの青色光BLDが蛍光体ユニット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。図11にて説明したように、S偏光である青色光BLDSは、偏光分離膜612によって反射される。反射された青色光BLDSは、 $\lambda/4$ 板10により円偏光に変換され、集光光学系11により集光されて蛍光体ホイール121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。

【0067】

青色光BLDS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BFは、集光光学系11により平行光化され、 $\lambda/4$ 板10を通過して偏光分離膜612に入射する。偏光分離膜612に入射する非変換青色光BFの偏光方向は乱れており、非変換青色光BFのうちS偏光成分BSは偏光分離膜612によって反射されて青色LDアレイ2Bに戻され、P偏光成分BPは偏光分離膜612を透過して照明光学系ISに導かれる。40

【0068】

図13は、蛍光体ユニット12からの蛍光光(RF, GF)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121上の黄色蛍光体層からは緑色蛍光光GFと赤色蛍光光RF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612に入射した緑色蛍光光GFは、その偏光方向によらずに偏光分離膜612

10

20

30

40

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 F S は偏光分離膜 6 1 2 で反射されて赤色 L D アレイ 1 R 側に戻され、P 偏光成分 R F P のみが偏光分離膜 6 1 2 透過して照明光学系 I S に導かれる。

【 0 0 6 9 】

このようにして、図 1 0 に示した光源装置 1 0 0 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。

【 0 0 7 0 】

図 1 5 を用いて、本実施例の光源装置 1 0 0 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 1 5 は、光源装置 1 0 0 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 L D アレイ 1 R の波長は 6 4 0 nm であり、この波長の赤色光は s R G B 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 1 0 0 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

【 0 0 7 1 】

一方、青色 L D アレイ 2 B の波長は 4 5 5 nm であるため、本実施例で用いている Y A G 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。

【 0 0 7 2 】

本実施例の光源装置 1 0 0 B は、従来の光源装置が出射させることができない青色 L D 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 L D 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 1 0 0 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 1 5 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 L D 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 1 0 0 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

【 0 0 7 3 】

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 L D 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 1 0 0 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 L D 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

【 0 0 7 4 】

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 1 0 0 B では、赤色 L D 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、光変調部にて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

【 0 0 7 5 】

また本実施例の光源装置 1 0 0 B において、例えば赤色 L D アレイ 1 R が 6 4 0 nm の赤色光を発する赤色 L D に加えて、6 4 0 nm よりも長波長の赤色光を発する赤色 L D 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。

【 0 0 7 6 】

さらに本実施例の光源装置 1 0 0 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

【0077】

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、蛍光光は(0.41, 0.57)の色度となる。また赤色LDアレイ1Rからの光は(0.72, 0.28)の色度である。

【0078】

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。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くと、蛍光光量と蛍光変換されなかった励起光量ともに増加するが、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上を通っ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。

10

【0079】

一方、本実施例のように赤色LDアレイ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アレイ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アレイ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。

20

【0080】

図16は、青色LDアレイ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。

30

【0081】

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。

【0082】

次に、赤色LDアレイ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、赤色LDアレイ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アレイ1Rからの赤色光の色度に近づくように変化する。

40

【0083】

また図16は、赤色LDアレイ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アレイ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。

【0084】

上述したように、赤色LDアレイ1Rおよび青色LD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アレイ1Rと青色LDアレイ2B

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ト 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】

プロジェクト 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 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。

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ト 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変化を抑制することができる。

20

【0087】

なお、プロジェクト 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、プロジェクト 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変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に、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変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まも、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 、 / 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 、 / 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。

【 0 0 9 8 】

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。

【 0 0 9 9 】

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 3 LD が拡散体ユニット 9 を介して照明光学系 I S 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 3 LD は、青色 LD アレイ 2 B からの青色光 B 2 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 と青色光 B 3 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それぞれ R LD P , B 3 LD P と示し、青色光 B 2 LD は S 偏光であるため B 2 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。

【 0 1 0 0 】

本実施例における偏光分離膜 6 1 2 は、赤色光 R LD P と青色光 B 3 LD P を透過し、青色光 B 3 LD P と青色光 B 2 LD S 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 LD P と青色光 B 3 LD P は / 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 3 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）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 LD S および青色光 B 3 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 I S に導かれる。

【 0 1 0 1 】

図 1 9 は、青色 LD アレイ 2 B からの青色光 B 2 LD が蛍光体ユニット 1 2 を介して照明光学系 I S 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 2 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 2 LD S は、 / 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 1 0 2 】

青色光 B 2 LD S 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 2 F は、集光光学系 1 1 により平行光化され、 / 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 2 F の偏光方向は乱れており、非変換青色光 B 2 F のうち S 偏光成分 B 2 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 2 F P は偏光分離膜 6 1 2 を透過して照明光学系 I S に導かれる。

【 0 1 0 3 】

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 I S 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 I S に導かれる。

【 0 1 0 4 】

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 I S 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っ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にて示したようになる。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っ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にて示したようになる。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トタ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。

40

【0110】

プロジェクトタ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ト 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 1.0.75, 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ト 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 1.0.75, 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】

プロジェクト 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があることが、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、プロジェクト 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変化を抑制することができる。

【0117】

なお、プロジェクト 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、プロジェクト 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, 102）。

【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でき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。

10

【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が変化しても、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。

20

【0121】

実施例1～4では、/4板10を用いた構成を示したが、/4板10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/4板10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/2板5を備えている。

30

【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。

40

【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

50

(入射側偏光分離膜 612aの周囲)に位相差付与部613が設けられている。位相差付与部613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612bは、透明基板611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612a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61を見たとき、偏光分離部61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612aの面積が広くなっている。

【0126】

図23は、青色LDアレイ2Bからの青色光BLD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2BからのS偏光としての青色光BLDSの一部は、/2板5に入射してP偏光としての青色光BLDPに変換される。P偏光である青色光BLDPは、入射側および出射側偏光分離膜612a, 612b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91に照射される。拡散体ホイール91によって拡散された青色光BLD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)BLDSに変換されて出射側偏光分離膜612b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BLDSは、偏光分離部61の入射側偏光分離膜612a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121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BLDS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BFは、集光光学系11により平行光化されて偏光分離部61に入射する。偏光分離部61に入射する非変換青色光BFの偏光方向は乱れている。非変換青色光BFのうちS偏光成分BFSの一部は、入射側偏光分離膜612aによって反射されて青色LDアレイ2Bに戻される。また、位相差付与部613に入射したS偏光成分BFSは、P偏光としての青色光BFPに変換されて出射側偏光分離膜612b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1Rからの赤色光RLD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1RからのS偏光としての赤色光RLDSの一部は、/2板5に入射してP偏光としての赤色光RLDPに変換されるP偏光である赤色光RLDPは、偏光分離部61の入射側および出射側偏光分離膜612a, 612b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91に照射される。拡散体ホイール91によって拡散された赤色光RLD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)RLDSに変換されて出射側偏光分離膜612b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RLDSは、入射側偏光分離膜612a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121上の黄色蛍光体層に入射する。赤色光RLDS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61に戻る。

【0131】

蛍光体ユニット12から偏光分離部61に戻った赤色光RLDのうちS偏光成分RLDSの一部は、入射側偏光分離膜612aによって反射されて赤色LDアレイ1Rに戻される。また、位相差付与部613に入射したS偏光成分RLDSは、P偏光としての赤色光RL

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 L D 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 F S 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 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 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。

30

【 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)

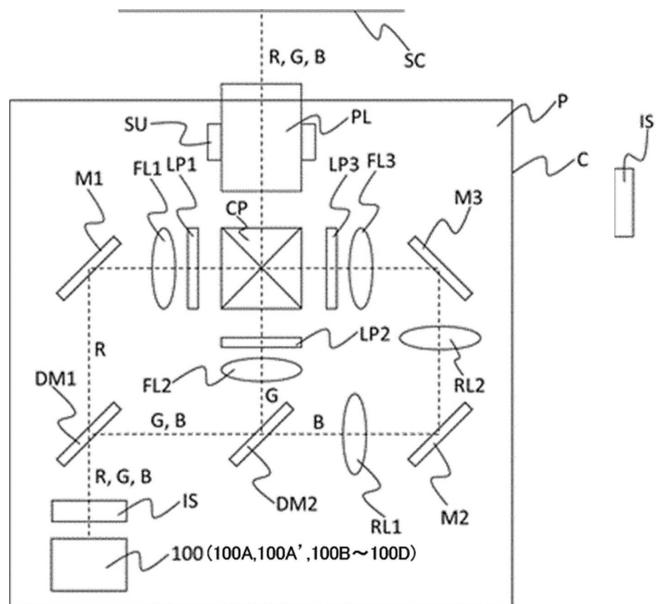
3 光合成部

1 0 0 A ~ 1 0 0 D 光源装置

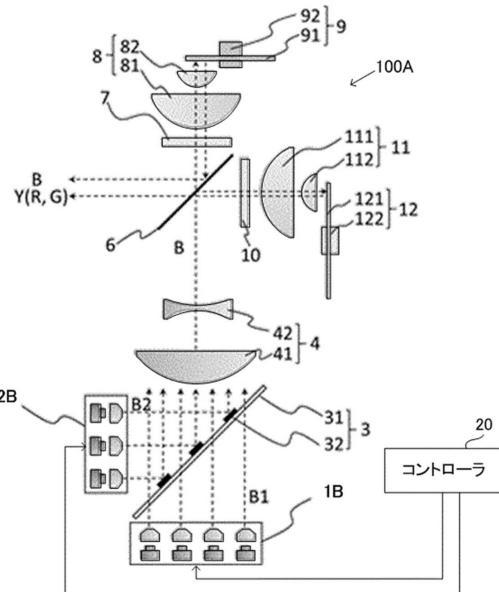
50

【四面】

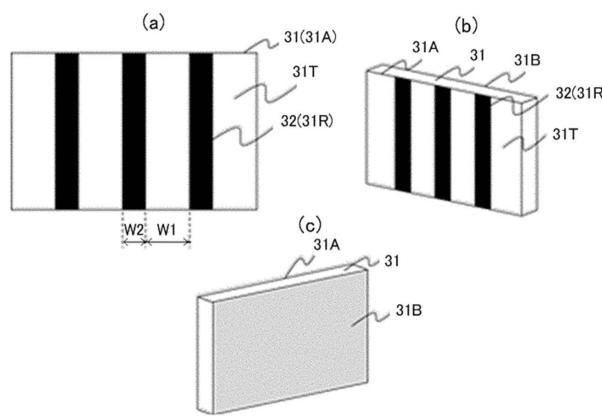
【図1】



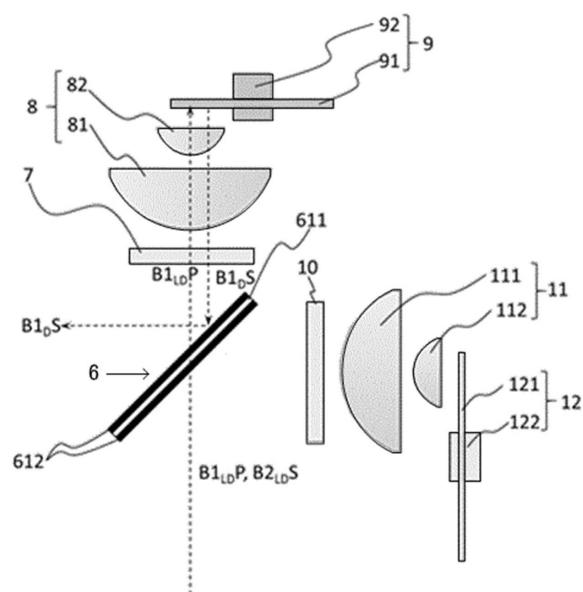
【図2】



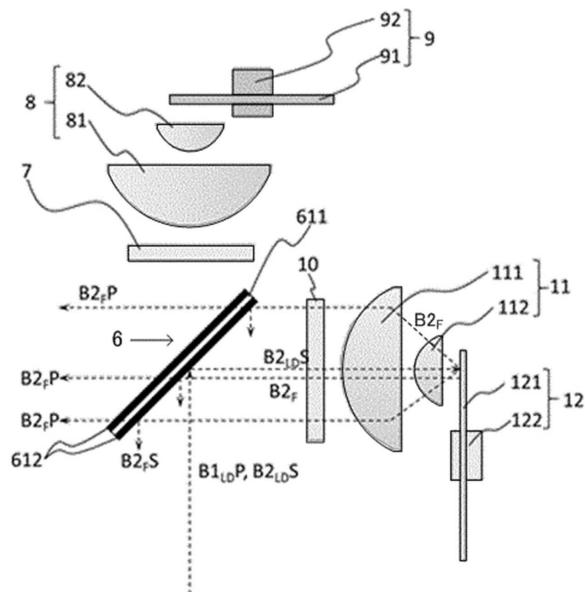
【図3】



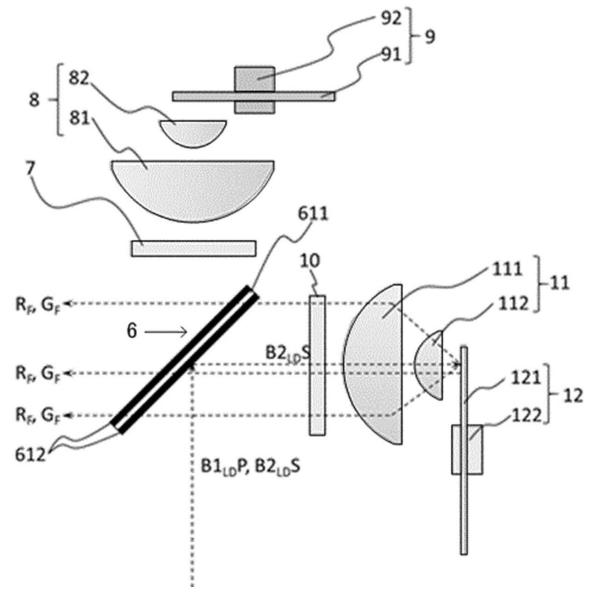
【図4】



【図 5】

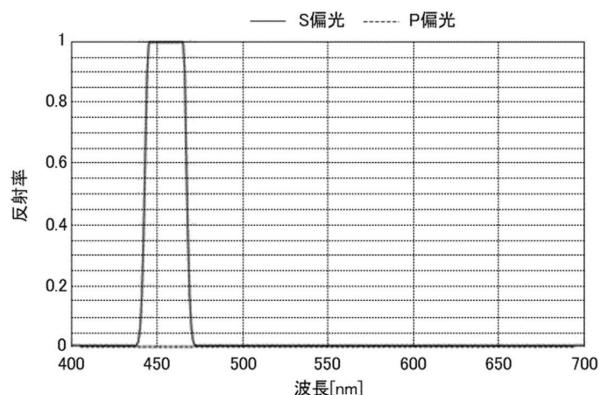


【図 6】



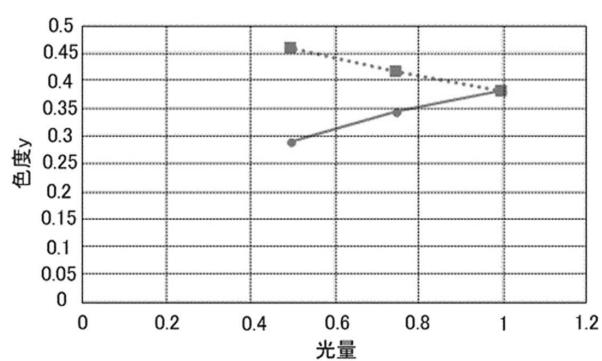
10

【図 7】



20

【図 8】

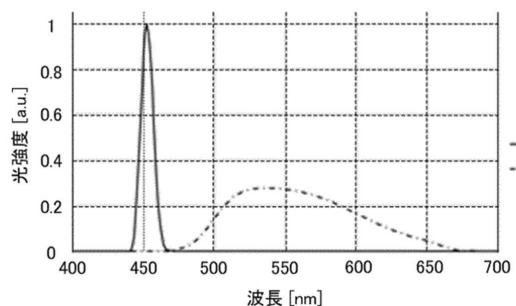


30

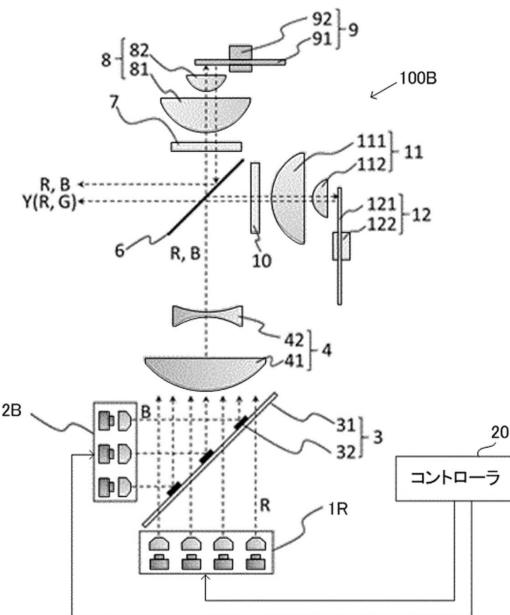
40

50

【図 9】



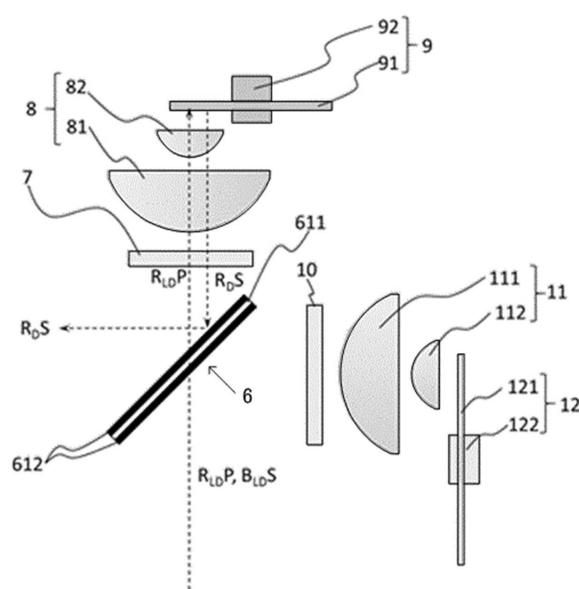
【図 10】



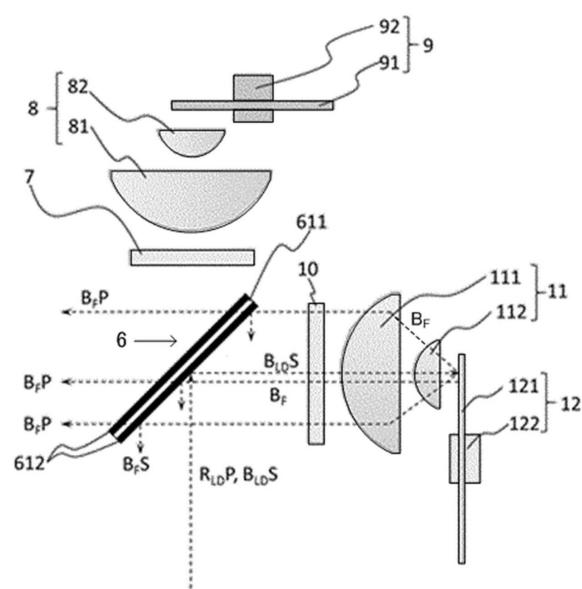
10

20

【図 11】



【図 12】

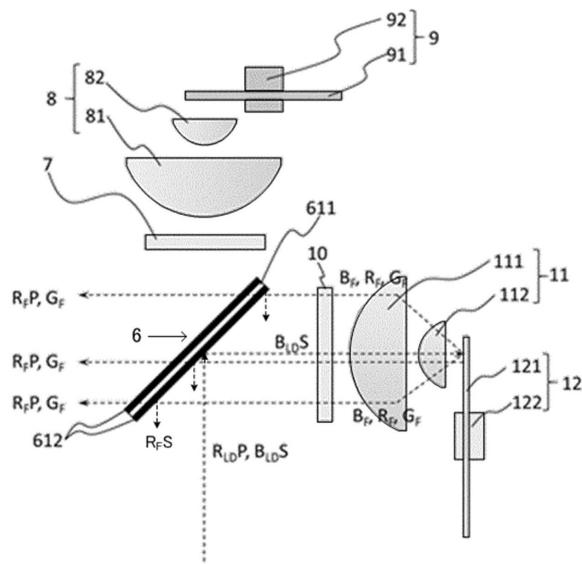


30

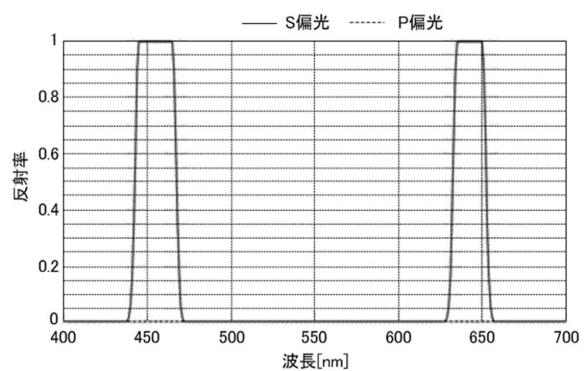
40

50

【図 1 3】

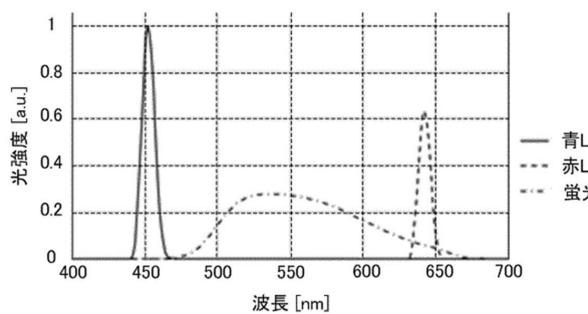


【図 1 4】

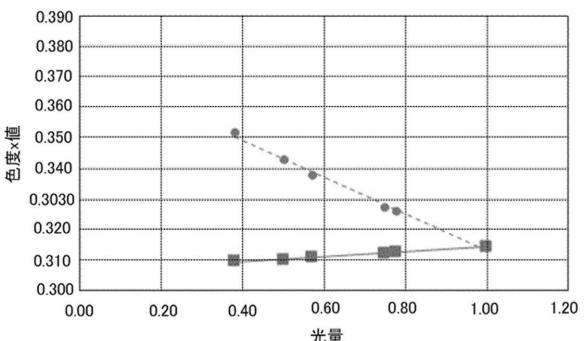


10

【図 1 5】



【図 1 6】



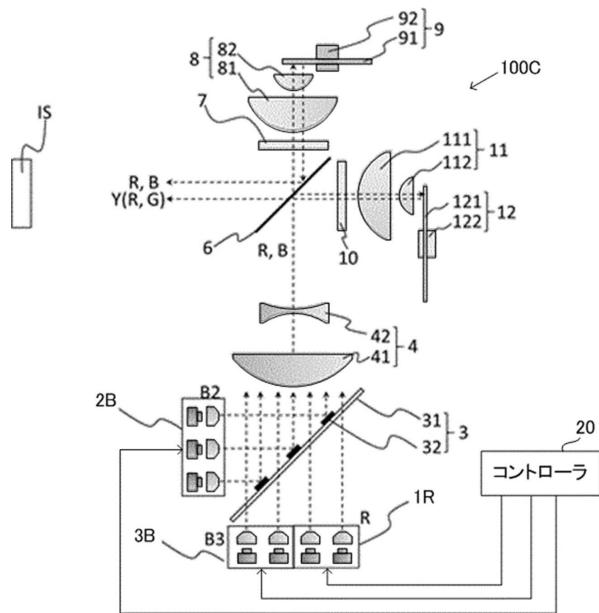
20

30

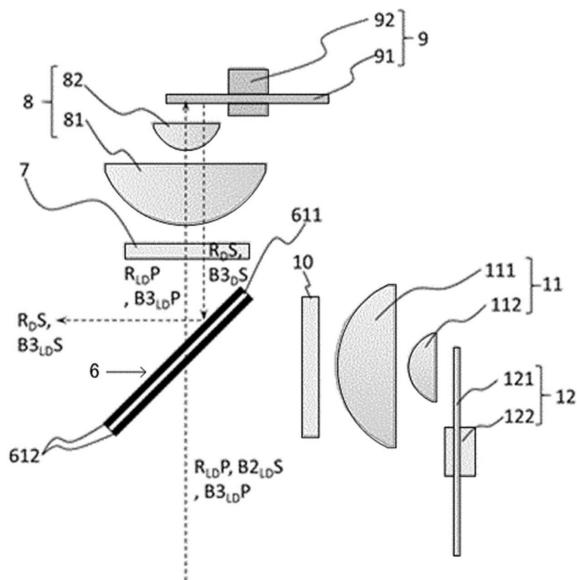
40

50

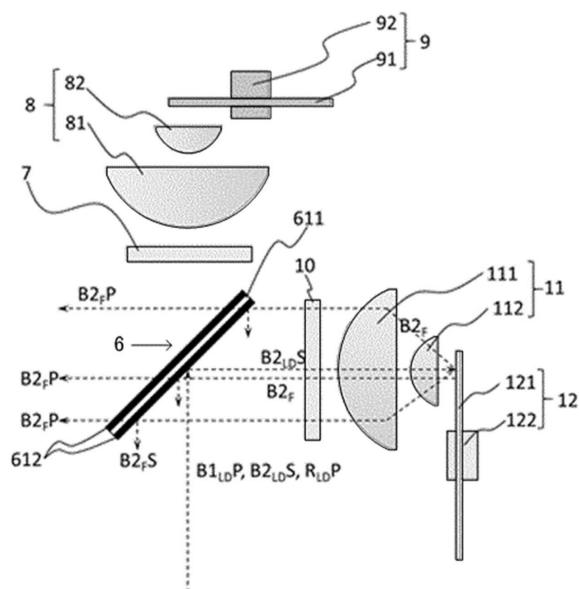
【図17】



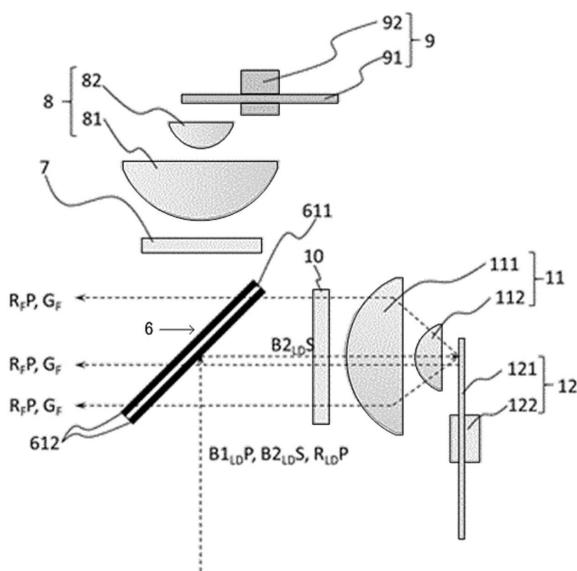
【図18】



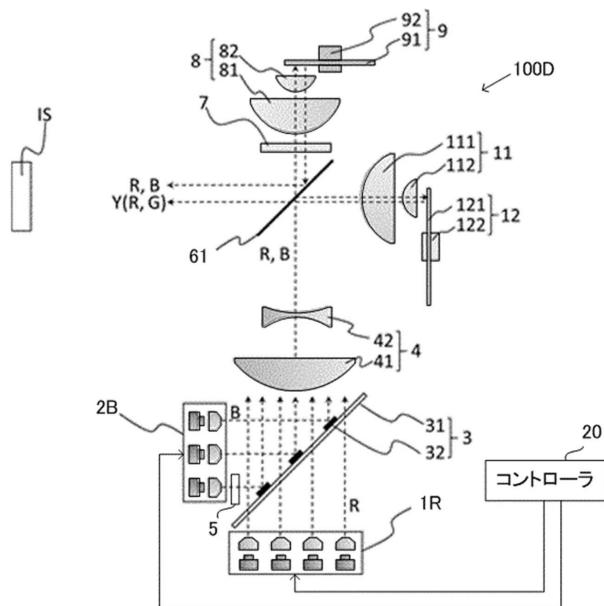
【図19】



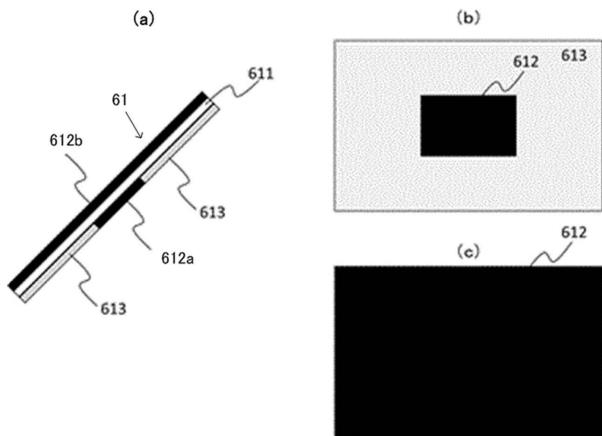
【図20】



【図 2 1】

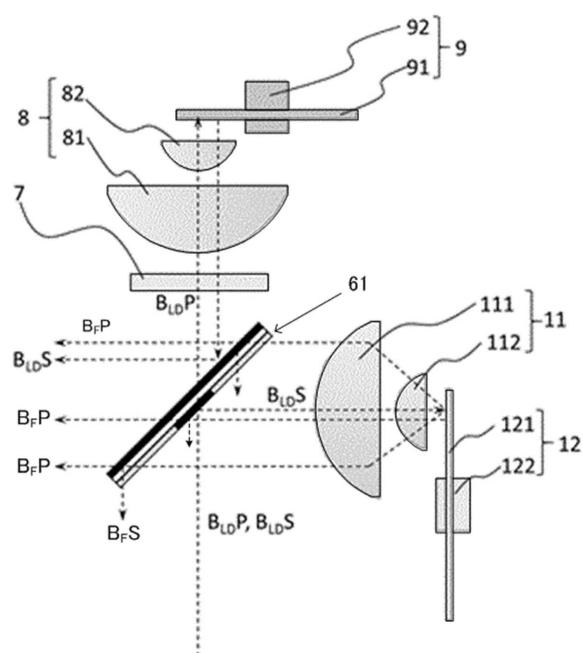


【図 2 2】

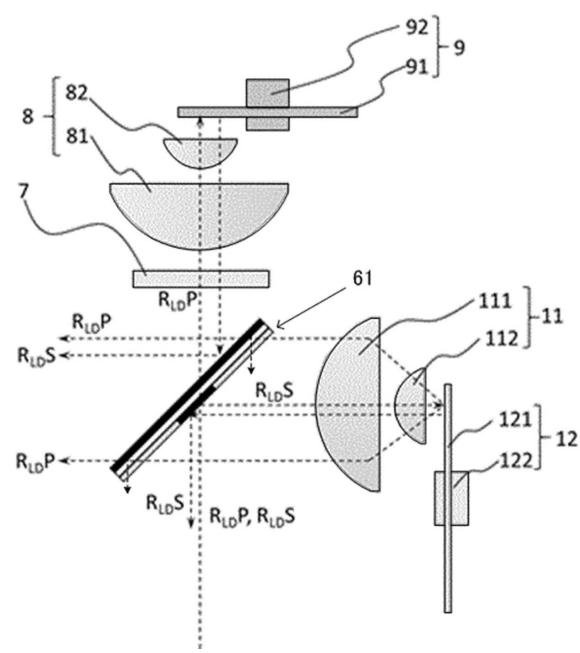


10

【図 2 3】



【図 2 4】



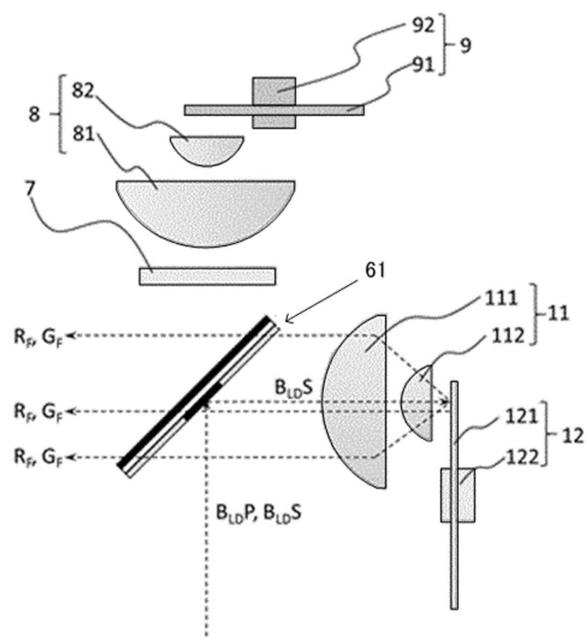
20

30

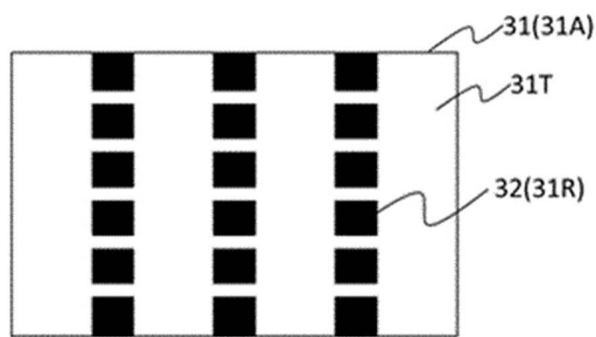
40

50

【図25】

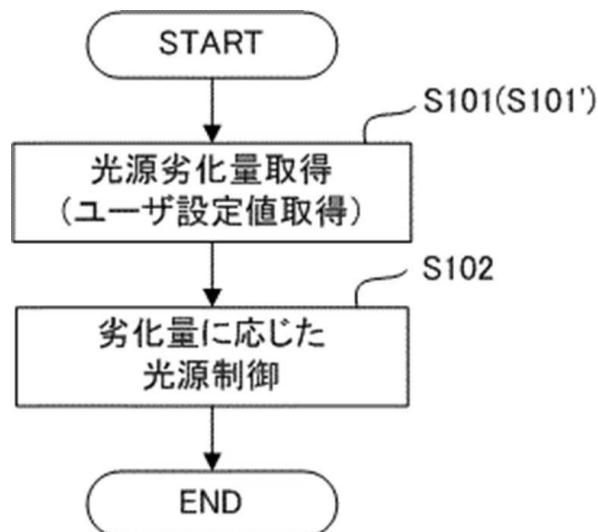


【図26】



10

【図27】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F 2 1 V	7/28 (2018.01)	F I	
H 0 4 N	9/31 (2006.01)	F 2 1 V	7/28
		F 2 1 V	7/28
		F 2 1 V	7/28
		H 0 4 N	9/31
		2 1 0	
		2 5 0	
		2 4 0	
		5 0 0	

審査官 小野 博之

(56)参考文献
特開2016-186566 (JP, A)
特開2017-040676 (JP, A)
国際公開第2013/105546 (WO, A1)
特開2016-218303 (JP, A)
米国特許出願公開第2014/0140038 (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 / 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