

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7098937号

(P7098937)

(45)発行日 令和4年7月12日(2022.7.12)

(24)登録日 令和4年7月4日(2022.7.4)

(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

E

F 2 1 S 2/00 (2016.01)

F 2 1 S

2/00

3 1 1

H 0 4 N 5/74 (2006.01)

H 0 4 N

5/74

A

請求項の数 8 (全15頁)

(21)出願番号 特願2018-4822(P2018-4822)
(22)出願日 平成30年1月16日(2018.1.16)
(65)公開番号 特開2019-124801(P2019-124801
A)
(43)公開日 令和1年7月25日(2019.7.25)
審査請求日 令和2年11月4日(2020.11.4)

(73)特許権者 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(74)代理人 100149548
弁理士 松沼 泰史
(74)代理人 100140774
弁理士 大浪 一徳
(74)代理人 100114937
弁理士 松本 裕幸
(74)代理人 100196058
弁理士 佐藤 彰雄
(72)発明者 秋山 光一
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ
コーエプソン株式会社内
審査官 小野 博之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 照明装置およびプロジェクター

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

偏光方向が互いに異なる第1の偏光と第2の偏光とを含む光を第1の方向に射出する光源装置と、

前記光源装置から射出された前記光を平行化するコリメーターレンズと、

前記コリメーターレンズから射出された前記第1の偏光と前記第2の偏光とを合成し、合成光を前記第1の方向に射出する偏光合成素子と、

前記偏光合成素子から射出された前記合成光を、所定の発散角を有する光に変換する角度変換レンズと、

前記角度変換レンズから射出された前記合成光が入射されるロッドインテグレーターと、を備え、

前記光源装置は、前記第1の偏光を射出する第1の半導体レーザーを含む複数の半導体レーザーが前記第1の方向と交差する第2の方向に配列された構成を有する第1の発光素子群と、前記第2の偏光を射出する第2の半導体レーザーを含む複数の半導体レーザーが前記第2の方向に配列された構成を有する第2の発光素子群と、を備え、

前記第1の発光素子群と前記第2の発光素子群とは、前記第1の方向および前記第2の方向と交差する第3の方向に配列され、

前記コリメーターレンズは、前記光源装置から射出された前記光を前記第3の方向において平行化し、前記第2の方向に延在する母線を有するシリンドリカルコリメーターレンズであり、

前記角度変換レンズは、前記コリメーターレンズにより前記第 3 の方向において平行化され前記偏光合成素子から射出された前記合成光を、前記第 3 の方向において前記所定の発散角を有する光に変換し、

前記ロッドインテグレーターは、前記第 2 の方向にテーパーを有するテーパロッドインテグレーターであり、

前記第 1 の半導体レーザーおよび前記第 2 の半導体レーザーは、前記第 2 の方向に長手となり、前記第 3 の方向に短手となる発光領域をそれぞれ有し、

前記発光領域の長手方向に垂直な面内での発散角は、前記発光領域の短手方向に垂直な面内での発散角よりも大きい、照明装置。

【請求項 2】

前記合成光の前記第 3 の方向の幅は、前記光源装置から射出された光の前記第 3 の方向の幅よりも小さい、請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 3】

前記角度変換レンズは、シリンドリカル凹レンズで構成されている、請求項 1 または請求項 2 に記載の照明装置。

【請求項 4】

前記複数の半導体レーザーは、複数の赤色半導体レーザー、複数の緑色半導体レーザーおよび少なくとも一つの青色半導体レーザーを含み、

前記複数の赤色半導体レーザーは、前記第 1 の発光素子群を構成し、

前記複数の緑色半導体レーザーおよび前記少なくとも一つの青色半導体レーザーは、前記第 2 の発光素子群を構成する、請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項に記載の照明装置。

【請求項 5】

前記第 1 の発光素子群における複数の半導体レーザーは、全て第 1 の偏光を射出し、

前記第 2 の発光素子群における複数の半導体レーザーは、全て第 2 の偏光を射出する、請求項 1 から請求項 4 までのいずれか一項に記載の照明装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 までのいずれか一項に記載の照明装置と、

前記照明装置からの光を画像情報に応じて変調することにより画像光を生成する光変調装置と、

前記画像光を投射する投射光学装置と、を備えたプロジェクター。

【請求項 7】

前記第 3 の方向は前記光変調装置の光変調領域の短手方向に一致し、前記第 2 の方向は前記光変調領域の長手方向に一致している、請求項 6 に記載のプロジェクター。

【請求項 8】

前記ロッドインテグレーターの光射出端面の形状は、前記光変調領域の形状と略相似である、請求項 7 に記載のプロジェクター。

【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。

【背景技術】

【0002】

近年、プロジェクターの高性能化を目的として、広色域かつ高効率な光源であるレーザー光源を用いたプロジェクターが注目されている。

例えば下記の特許文献 1 に、赤色光用レーザー光源を含む赤色光用光源装置と、緑色光用レーザー光源を含む緑色光用光源装置と、青色光用レーザー光源を含む青色光用光源装置と、各色光の光路に設けられた光拡散装置および光変調装置と、投射光学系と、を備えたプロジェクターが開示されている。

【0003】

10

20

30

40

50

また、下記の特許文献 2 には、レーザー光源から射出される赤色光、緑色光および青色光を混合するとともに、混合された光の強度を均一化するためのロッドインテグレーターを備えたプロジェクターが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2015 - 64444 号公報

特表 2009 - 520233 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

レーザー光源を用いた特許文献 1 のプロジェクターにおいては、発光色が互いに異なる複数の半導体レーザーを離れた位置に配置し、各半導体レーザーからの射出光を光合成素子により合成する構成が採用されている。ところが、この構成では、光源装置が大型になるという問題があった。

【0006】

上記の問題を解決するには、発光色が互いに異なる複数の半導体レーザーを同じ位置にまとめて配置し、特許文献 2 に記載のロッドインテグレーターを用いて、複数の半導体レーザーから射出される異なる色の色光を合成する構成を採用することが考えられる。ところが、この構成を採用したとしても、色ムラを小さくするためには全長が長いロッドインテ

20

【0007】

本発明の一つの態様は、上記の課題を解決するためになされたものであって、小型の照明装置を提供することを目的の一つとする。また、本発明の一つの態様は、上記の照明装置を備えた、小型のプロジェクターを提供することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の目的を達成するために、本発明の一つの態様の照明装置は、偏光方向が互いに異なる第 1 の偏光と第 2 の偏光とを含む光を第 1 の方向に射出する光源装置と、前記光源装置から射出された前記第 1 の偏光と前記第 2 の偏光とを合成し、合成光を前記第 1 の方向に射出する偏光合成素子と、前記偏光合成素子から射出された前記合成光が入射されるロッドインテグレーターと、を備え、前記光源装置は、前記第 1 の偏光を射出する第 1 の半導体レーザーを含む複数の半導体レーザーが前記第 1 の方向と交差する第 2 の方向に配列された構成を有する第 1 の発光素子群と、前記第 2 の偏光を射出する第 2 の半導体レーザーを含む複数の半導体レーザーが前記第 2 の方向に配列された構成を有する第 2 の発光素子群と、を備え、前記第 1 の発光素子群と前記第 2 の発光素子群とは、前記第 1 の方向および前記第 2 の方向と交差する第 3 の方向に配列されている。

30

【0009】

本発明の一つの態様の照明装置において、第 1 の発光素子群から第 1 の方向に射出された第 1 の偏光と、第 1 の発光素子群に対して第 3 の方向に配列された第 2 の発光素子群から第 1 の方向に射出された第 2 の偏光と、は、偏光合成素子によって合成され、合成光としてロッドインテグレーターに入射する。したがって、第 1 の偏光と第 2 の偏光とが個別にロッドインテグレーターに入射する場合と比べて、ロッドインテグレーターの光入射端面の面積を小さくできることにより、ロッドインテグレーターの全長を短くすることができる。これにより、小型の照明装置を実現することができる。

40

【0010】

本発明の一つの態様の照明装置において、前記合成光の前記第 3 の方向の幅は、前記光源装置から射出された光の前記第 3 の方向の幅よりも小さくてもよい。

【0011】

この構成によれば、ロッドインテグレーターの光入射端面の第 3 の方向（第 1 の発光素子

50

群と第2の発光素子群とが配列された方向)の寸法を小さくできるため、ロッドインテグレーターの全長を短くすることができる。

【0012】

本発明の一つの態様の照明装置は、前記光源装置と前記偏光合成素子との間に設けられ、前記光源装置から射出された前記光を前記第3の方向において平行化するコリメーターレンズをさらに備えていてもよい。

【0013】

この構成によれば、コリメーターレンズによって平行化された光が偏光合成素子に入射するため、偏光合成素子における光合成の効率を高められ、合成光の光量を確保することができる。

10

【0014】

本発明の一つの態様の照明装置において、前記コリメーターレンズは、前記第2の方向に延在する母線を有するシリンドリカルコリメーターレンズであり、前記ロッドインテグレーターは、前記第2の方向にテーパーを有するテーパロッドインテグレーターであってもよい。

【0015】

本発明の一つの態様の照明装置において、光源装置から射出された光を第3の方向において平行化するために、第2の方向に延在する母線を有するシリンドリカルコリメーターレンズを用いることができる。ただし、シリンドリカルコリメーターレンズは第2の方向にパワーを持たないため、ロッドインテグレーターの光入射端面に対する光の入射角を第2の方向に大きくすることができない。この場合、第2の方向にテーパーを有するテーパロッドインテグレーターを用いることにより、テーパロッドインテグレーターの内部での反射回数を増やすことができる。これにより、ロッドインテグレーターの全長を長くすることなく、光強度の均一性を高めることができる。

20

【0016】

本発明の一つの態様の照明装置は、前記偏光合成素子と前記ロッドインテグレーターとの間に設けられ、前記偏光合成素子から射出された前記合成光を前記第3の方向において非平行化する角度変換レンズをさらに備えていてもよい。

【0017】

上述したように、第3の方向において平行化された光が偏光合成素子に入射する構成は、光合成効率の観点から好ましい。その反面、偏光合成素子から射出された光が平行化された状態のままでロッドインテグレーターに入射すると、ロッドインテグレーターの内部反射が起こらず、第3の方向において光強度を均一化することができない。この場合、照明装置は、偏光合成素子から射出された合成光を第3の方向において非平行化する角度変換レンズを備えていれば、ロッドインテグレーターの内部反射が起こり、第3の方向においても光強度を均一化することができる。

30

【0018】

本発明の一つの態様の照明装置において、前記角度変換レンズは、シリンドリカル凹レンズで構成されていてもよい。

【0019】

この構成によれば、角度変換レンズとしてシリンドリカル凸レンズを用いた場合と異なり、角度変換レンズから射出された光は集光しない。これにより、集光位置で熱が発生する、偏光状態が乱れる、等の不具合が発生しにくい。その結果、照明装置の信頼性が向上するとともに、光変調装置として液晶ライトバルブを用いたプロジェクターに好適な照明装置となる。

40

【0020】

本発明の一つの態様の照明装置において、前記複数の半導体レーザーは、複数の赤色半導体レーザー、複数の緑色半導体レーザーおよび少なくとも一つの青色半導体レーザーを含み、前記複数の赤色半導体レーザーは、前記第1の発光素子群を構成し、前記複数の緑色半導体レーザーおよび前記少なくとも一つの青色半導体レーザーは、前記第2の発光素子

50

群を構成してもよい。

【 0 0 2 1 】

この構成によれば、白色光を得ることができる。また、青色半導体レーザーおよび緑色半導体レーザーと赤色半導体レーザーとは、互いに異なる方向の直線偏光を射出する。そのため、複数の赤色半導体レーザーが第 1 の発光素子群を構成し、複数の緑色半導体レーザーおよび複数の青色半導体レーザーが第 2 の発光素子群を構成すれば、効率の良い照明装置とすることができる。

【 0 0 2 2 】

本発明の一つの態様のプロジェクターは、本発明の一つの態様の照明装置と、前記照明装置からの光を画像情報に応じて変調することにより画像光を生成する光変調装置と、前記画像光を投射する投射光学装置と、を備える。

10

【 0 0 2 3 】

この構成によれば、小型のプロジェクターを実現することができる。

【 0 0 2 4 】

本発明の一つの態様のプロジェクターにおいて、前記第 3 の方向は前記光変調装置の光変調領域の短手方向に一致し、前記第 2 の方向は前記光変調領域の長手方向に一致していてもよい。

【 0 0 2 5 】

この構成によれば、光源装置を構成する半導体レーザーの配列と光変調装置の光変調領域の形状とを合わせやすく、効率の良いプロジェクターが得られる。

20

【 0 0 2 6 】

本発明の一つの態様のプロジェクターにおいて、前記ロッドインテグレーターの光射出端面の形状は、前記光変調領域の形状と略相似であってもよい。

【 0 0 2 7 】

この構成によれば、ロッドインテグレーターと光変調装置との間に整形光学系等を用いることなく、プロジェクターを構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 8 】

【図 1】本発明の一実施形態のプロジェクターの概略構成図である。

【図 2】照明装置の要部の斜視図である。

30

【図 3】光源装置の正面図である。

【図 4】半導体レーザーの斜視図である。

【図 5】Z 軸方向から見た照明装置の作用を説明するための図である。

【図 6】Y 軸方向から見た照明装置の作用を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 9 】

以下、本発明の一実施形態について、図 1 ～図 6 を用いて説明する。

図 1 は、本実施形態のプロジェクターの概略構成図である。

なお、以下の各図面においては各構成要素を見やすくするため、構成要素によって寸法の縮尺を異ならせて示すことがある。

40

図 1 において、照明装置から光が射出される方向を X 軸方向とし、投射光学装置から光が射出される方向を Y 軸方向とし、X 軸方向および Y 軸方向に直交する方向を Z 軸方向とする。他の図面の座標軸は図 1 に対応させて示す。

【 0 0 3 0 】

図 1 に示すように、本実施形態のプロジェクター 1 2 は、照明装置 6 0 と、色分離導光光学系 2 0 0 と、赤色光用光変調装置 4 0 0 R と、緑色光用光変調装置 4 0 0 G と、青色光用光変調装置 4 0 0 B と、合成光学系 5 0 0 と、投射光学装置 6 0 0 と、を備えている。

【 0 0 3 1 】

本実施形態の照明装置 6 0 は、青色半導体レーザー、緑色半導体レーザーおよび赤色半導体レーザーを有する光源装置 2 0 を備えている。照明装置 6 0 は、各発光色の半導体レー

50

ザーからそれぞれ射出された青色光、緑色光および赤色光が合成された白色の合成光 L W を射出する。

照明装置 6 0 の詳細な構成については後述する。

【 0 0 3 2 】

色分離導光光学系 2 0 0 は、ダイクロイックミラー 2 4 0 と、ダイクロイックミラー 2 2 0 と、反射ミラー 2 1 0 と、反射ミラー 2 3 0 と、反射ミラー 2 5 0 と、リレーレンズ 2 6 0 と、リレーレンズ 2 7 0 と、を備えている。色分離導光光学系 2 0 0 は、照明装置 6 0 から射出された白色の合成光 L W を赤色光 L R 2、緑色光 L G 2、および青色光 L B 2 に分離し、赤色光 L R 2、緑色光 L G 2、および青色光 L B 2 をそれぞれ対応する赤色光用光変調装置 4 0 0 R、緑色光用光変調装置 4 0 0 G、および青色光用光変調装置 4 0 0 B に導く。

10

【 0 0 3 3 】

ダイクロイックミラー 2 4 0 は、青色光 L B 2 を反射させ、赤色光 L R 2 および緑色光 L G 2 を透過させる。ダイクロイックミラー 2 2 0 は、緑色光 L G 2 を反射させ、赤色光 L R 2 を透過させる。反射ミラー 2 1 0 および反射ミラー 2 3 0 は、赤色光 L R 2 を反射させる。反射ミラー 2 5 0 は、青色光 L B 2 を反射させる。赤色光 L R 2 の光路上には、リレーレンズ 2 6 0 とリレーレンズ 2 7 0 とが設けられている。

【 0 0 3 4 】

色分離導光光学系 2 0 0 と赤色光用光変調装置 4 0 0 R との間には、フィールドレンズ 3 0 0 R が配置されている。色分離導光光学系 2 0 0 と緑色光用光変調装置 4 0 0 G との間には、フィールドレンズ 3 0 0 G が配置されている。色分離導光光学系 2 0 0 と青色光用光変調装置 4 0 0 B との間には、フィールドレンズ 3 0 0 B が配置されている。

20

【 0 0 3 5 】

赤色光用光変調装置 4 0 0 R、緑色光用光変調装置 4 0 0 G、および青色光用光変調装置 4 0 0 B のそれぞれは、入射された色光を画像情報に応じて変調し、画像光を生成する液晶パネルから構成されている。

【 0 0 3 6 】

図示を省略したが、赤色光用光変調装置 4 0 0 R とフィールドレンズ 3 0 0 R との間に、入射側偏光板が設けられている。緑色光用光変調装置 4 0 0 G および青色光用光変調装置 4 0 0 B についても同様である。また、赤色光用光変調装置 4 0 0 R と合成光学系 5 0 0 との間に、射出側偏光板が配置されている。緑色光用光変調装置 4 0 0 G および青色光用光変調装置 4 0 0 B についても同様である。

30

【 0 0 3 7 】

合成光学系 5 0 0 は、赤色光用光変調装置 4 0 0 R、緑色光用光変調装置 4 0 0 G、青色光用光変調装置 4 0 0 B から射出された各色の画像光を合成する。合成光学系 5 0 0 は、4 つの直角プリズムを貼り合わせた、平面視が略正方形状のクロスダイクロイックプリズムから構成されている。直角プリズム同士を貼り合わせた略 X 字状の界面に誘電体多層膜が設けられている。

【 0 0 3 8 】

合成光学系 5 0 0 から射出された画像光は、投射光学装置 6 0 0 によってスクリーン S C R 上に拡大投射される。投射光学装置 6 0 0 は、複数の投射レンズから構成されている。

40

【 0 0 3 9 】

以下、照明装置 6 0 の構成について説明する。

図 2 は、照明装置 6 0 の要部の斜視図である。図 3 は、照明装置 6 0 が備える光源装置 2 0 の正面図である。

【 0 0 4 0 】

図 1 に示すように、照明装置 6 0 は、光源装置 2 0 と、複数のコリメーターレンズ 2 3 と、偏光合成素子 3 0 と、角度変換レンズ 3 2 と、ロッドインテグレーター 2 4 と、ピックアップ光学系 2 5 と、集光光学系 2 6 と、を備えている。

【 0 0 4 1 】

50

図 2 および図 3 に示すように、光源装置 20 は、複数の基板 21 と、複数の半導体レーザー 22 と、を備えている。

【0042】

複数の基板 21 は、第 1 基板 211 と、第 2 基板 212 と、から構成されている。第 1 基板 211 および第 2 基板 212 の各々には、複数の半導体レーザー 22 が設けられている。複数の半導体レーザー 22 は、第 1 基板 211 の実装面 211a および第 2 基板 212 の実装面 212a の各々に、長手方向 C1 (第 2 の方向) に沿って間隔をおいて配列されている。第 1 基板 211 と第 2 基板 212 とは、長手方向 C1 および短手方向 C2 と直交する方向 C3 (第 3 の方向) に配列されている。長手方向 C1 は、第 1 基板 211 の実装面 211a もしくは第 2 基板 212 の実装面 212a の長手方向である。短手方向 C2 は、第 1 基板 211 の実装面 211a もしくは第 2 基板 212 の実装面 212a の短手方向である。

10

【0043】

図 3 に示すように、第 1 基板 211 および第 2 基板 212 の各々に、5 個の半導体レーザー 22 が設けられている。第 1 基板 211 上の 5 個の半導体レーザー 22 は、全て赤色半導体レーザー 22R で構成されている。第 2 基板 212 上の 5 個の半導体レーザー 22 は、1 個の青色半導体レーザー 22B と 4 個の緑色半導体レーザー 22G とを含んでいる。1 個の青色半導体レーザー 22B は、5 個の半導体レーザー 22 のうちの中央に配置されている。4 個の緑色半導体レーザー 22G は、青色半導体レーザー 22B の両側に 2 個ずつ配置されている。ただし、各半導体レーザー 22 の個数は、上記の例に限定されず、適宜変更が可能である。例えば、第 1 基板 211 に設けられた半導体レーザー 22 の個数と第 2 基板 212 に設けられた半導体レーザー 22 の個数とは異なってもよい。

20

【0044】

図 4 は、半導体レーザー 22 の斜視図である。

青色半導体レーザー 22B、緑色半導体レーザー 22G および赤色半導体レーザー 22R は同様の構成であるため、ここでは青色半導体レーザー 22B、緑色半導体レーザー 22G および赤色半導体レーザー 22R を一括して半導体レーザー 22 と称して説明する。

【0045】

図 4 に示すように、半導体レーザー 22 は、光を射出する発光領域 22c を有している。発光領域 22c は、射出される光 LB の主光線 L0 の方向から見て、長手方向 W1 と短手方向 W2 とを有する長方形の平面形状を有している。発光領域 22c の長手方向 W1 の寸法と短手方向 W2 の寸法との比 ($W1 / W2$) は、30 / 1 以上であることが好ましい。本実施形態において、発光領域 22c の長手方向 W1 の寸法は例えば 40 μm であり、発光領域 22c の短手方向 W2 の寸法は例えば 1 μm である。なお、発光領域 22c の形状および寸法はこれに限定されない。

30

【0046】

半導体レーザー 22 は、発光領域 22c の長手方向 W1 が短軸となり、発光領域 22c の短手方向 W2 が長軸となる楕円形状の断面 LS を有する光 LB を X 軸方向 (第 1 の方向) に射出する。すなわち、半導体レーザー 22 から射出される光 LB は、発光領域 22c の長手方向 W1 に垂直な面内 (XY 平面内) での発散角 θ_1 が、発光領域 22c の短手方向 W2 に垂直な面 (XZ 平面内) 内での発散角 θ_2 よりも大きい。光 LB の発散角 θ_1 の最大値 (最大放射角度) は例えば 70° であり、光 LB の発散角 θ_2 の最大値 (最大放射角度) は例えば 20° である。複数の半導体レーザー 22 の各々は、発光領域 22c の長手方向 W1 が基板 21 の長手方向 C1 を向くように配置されている。

40

【0047】

このように、各発光色の半導体レーザー 22 は同様の構成を有しているが、現在市販されている半導体レーザーにおいて、赤色半導体レーザーと青色半導体レーザーおよび緑色半導体レーザーとでは、発振モードの違いによって互いに異なる方向の直線偏光を射出する。赤色半導体レーザー 22R は、発光領域 22c の短手方向 W2 が偏光方向 P1 となる直線偏光を射出する。偏光方向 P1 の直線偏光は、後述する偏光合成素子 30 の偏光分離膜

50

301に対するP偏光である。一方、青色半導体レーザー22Bおよび緑色半導体レーザー22Gは、発光領域22cの長手方向W1が偏光方向P2となる直線偏光を射出する。偏光方向P2の直線偏光は、後述する偏光合成素子30の偏光分離膜301に対するS偏光である。

【0048】

本実施形態では、第1基板211上の複数の赤色半導体レーザー22Rを第1の発光素子群221と称し、複数の赤色半導体レーザー22Rのうち、任意の一つの赤色半導体レーザー22R、例えば図3の左端の赤色半導体レーザー22Rを第1の半導体レーザー22R1と称する。また、第2基板212上の複数の緑色半導体レーザー22Gおよび一つの青色半導体レーザー22Bを第2の発光素子群222と称し、複数の緑色半導体レーザー22Gおよび青色半導体レーザー22Bのうち、任意の一つの半導体レーザー22、例えば図3の左端の緑色半導体レーザー22Gを第2の半導体レーザー22G2と称する。

10

【0049】

このとき、第1の発光素子群221は、偏光分離膜301に対するP偏光(第1の偏光)を射出する第1の半導体レーザー22R1を含む複数の半導体レーザー22がZ方向(第2の方向)に配列された構成を有する。第2の発光素子群222は、偏光分離膜301に対するS偏光(第2の偏光)を射出する第2の半導体レーザー22G2を含む複数の半導体レーザー22がZ方向(第2の方向)に配列された構成を有する。また、第1の発光素子群221と第2の発光素子群222とは、Y軸方向(第3の方向)に配列されている。全体として、光源装置20は、偏光方向が互いに異なるP偏光とS偏光とを含む光をX軸方向に射出する。

20

【0050】

図1および図2に示すように、複数のコリメーターレンズ23は、光源装置20と偏光合成素子30との間に設けられている。複数のコリメーターレンズ23は、光源装置20から射出された光をY軸方向(第3の方向)において平行化する。

【0051】

複数のコリメーターレンズ23は、第1コリメーターレンズ231と、第2コリメーターレンズ232と、から構成されている。第1コリメーターレンズ231および第2コリメーターレンズ232の各々は、Z軸方向(第2の方向)に延在する母線Vを有するシリンドリカルコリメーターレンズで構成されている。第1コリメーターレンズ231および第2コリメーターレンズ232の各々は、各コリメーターレンズ23の母線Vの方向と半導体レーザー22の発光領域22cの長手方向C1とが平行になるように配置されている。第1コリメーターレンズ231は、第1基板211上の複数の半導体レーザー22の各々の発光領域22cに対向して配置されている。第2コリメーターレンズ232は、第2基板212上の複数の半導体レーザー22の各々の発光領域22cに対向して配置されている。

30

【0052】

偏光合成素子30は、第1コリメーターレンズ231の光射出側と第2コリメーターレンズ232の光射出側とにわたって設けられている。偏光合成素子30は、偏光分離膜301と、反射膜302と、複数の透明部材303と、から構成されている。

40

【0053】

図1に示すように、偏光分離膜301は、第1の発光素子群221に属する複数の半導体レーザー22から射出される光の光路上に、当該光路に対して45°の角度をなすように設けられている。反射膜302は、第2の発光素子群222に属する複数の半導体レーザー22から射出される光の光路上に、当該光路に対して45°の角度をなすように設けられている。以下、第1の発光素子群221に属する複数の半導体レーザー22から射出される光を第1の光L1と称し、第2の発光素子群222に属する複数の半導体レーザー22から射出される光を第2の光L2と称する。

【0054】

偏光合成素子30は、偏光分離膜301と反射膜302とが複数の透明部材303の間に

50

挟持された形態で一体の光学素子として構成されている。ただし、偏光分離膜 301 と反射膜 302 とは、各々が個別に透明板に支持された構成であってもよい。偏光合成素子 30 の詳細な作用は後述するが、偏光合成素子 30 は、光源装置 20 から射出された偏光方向が互いに異なる偏光を合成し、白色の合成光 LW を X 軸方向に射出する。

【0055】

角度変換レンズ 32 は、偏光合成素子 30 とロッドインテグレーター 24 との間において、第 1 の光 L1 の光路上に設けられている。角度変換レンズ 32 は、偏光合成素子 30 から射出された合成光 LW を Y 軸方向 (XY 平面内) において非平行化する。角度変換レンズ 32 は、Z 軸方向 (第 2 の方向) に延在する母線 U を有するシリンドリカル凹レンズで構成されている。

10

【0056】

ロッドインテグレーター 24 は、角度変換レンズ 32 とピックアップ光学系 25 との間の合成光 LW の光路上に備えられている。ロッドインテグレーター 24 は、四角柱状の光透過性部材で構成されている。ロッドインテグレーター 24 は、合成光 LW が入射される光入射端面 24i と、光入射端面 24i と対向する光射出端面 24e と、4 つの反射面 24f と、を備えている。ロッドインテグレーター 24 は、Z 軸方向 (XZ 平面内) にテーパを有するテーパロッドインテグレーターで構成されている (図 6 参照)。

【0057】

合成光 LW は、ロッドインテグレーター 24 の内部を透過する間に反射面 24f で複数回反射することによって強度分布が均一化される。ロッドインテグレーター 24 は、中実の光透過性部材で構成されているが、内面が反射面となった中空の管状部材で構成されていてもよい。

20

【0058】

ピックアップ光学系 25 は、第 1 凸レンズ 25A と第 2 凸レンズ 25B とから構成されている。ピックアップ光学系 25 は、ロッドインテグレーター 24 から射出された合成光 LW を略平行化する。

【0059】

集光光学系 26 は、凸レンズから構成されている。集光光学系 26 は、ピックアップ光学系 25 から射出された合成光 LW を各光変調装置 400B, 400G, 400R に向けて集光する。

30

【0060】

以下、照明装置 60 の作用について説明する。

図 5 は、Z 軸方向から見た照明装置 60 における光の振る舞いを示す図である。図 6 は、Y 軸方向から見た照明装置 60 における光の振る舞いを示す図である。

【0061】

照明装置 60 を Z 軸方向から見た場合、図 5 に示すように、第 1 の発光素子群 221 に属する複数の半導体レーザー 22 は、発散角 θ_1 の光を射出する。発散角 θ_1 で射出された光線と半導体レーザー 22 の光軸とのなす角度を θ_1 とすると、 $\theta_1 = \theta_1 / 2$ である。半導体レーザー 22 から射出された第 1 の光 L1 は、第 1 コリメーターレンズ 231 によって平行化された後、偏光合成素子 30 に入射する。上述したように、第 1 の光 L1 は、偏光分離膜 301 に対する P 偏光であるから、偏光分離膜 301 を透過し、偏光合成素子 30 から射出される。

40

【0062】

一方、第 2 の発光素子群 222 に属する複数の半導体レーザー 22 から射出された第 2 の光 L2 は、第 2 コリメーターレンズ 232 によって平行化された後、偏光合成素子 30 に入射する。第 2 の光 L2 は、反射膜 302 で反射し、光路を 90° 曲げて偏光分離膜 301 に入射する。上述したように、第 2 の光 L2 は、偏光分離膜 301 に対する S 偏光であるから、偏光分離膜 301 で反射し、光路を 90° 曲げて第 1 の光 L1 とともに偏光合成素子 30 から射出される。

【0063】

50

すなわち、赤色半導体レーザー 22R から射出された第 1 の光 L1 と緑色半導体レーザー 22G および青色半導体レーザー 22B から射出された第 2 の光 L2 とは、偏光合成素子 30 によって合成され、合成光 LW となって角度変換レンズ 32 に向けて射出される。

【0064】

第 1 の光 L1 および第 2 の光 L2 が偏光合成素子 30 を透過している間、光の角度変換は生じないため、偏光合成素子 30 から射出される合成光 LW は平行光である。合成光 LW は、角度変換レンズ 32 によって非平行化され、所定の発散角を有する光となってロッドインテグレーター 24 に入射する。ここで、最大の発散角で射出された光線と合成光 LW の中心軸とのなす角度を θ_2 としたとき、角度 θ_2 は角度 θ_1 よりも小さくてもよい。すなわち、 $\theta_2 = 0$ であり、 $\theta_2 < \theta_1$ であってもよい。

10

【0065】

このように、偏光合成素子 30 から射出された合成光 LW は、角度変換レンズ 32 によって非平行化されたことによりロッドインテグレーター 24 の反射面 24f で反射し、強度分布が均一化されてロッドインテグレーター 24 の光射出端面 24e から射出される。

【0066】

これに対して、照明装置 60 を Y 軸方向から見た場合、図 6 に示すように、第 1 の光 L1 と第 2 の光 L2 とは、同じ振る舞いを示す。したがって、以下、照明装置 60 の作用を第 1 の光 L1 で代表して説明する。

【0067】

第 1 コリメーターレンズ 231 は、母線 V が Z 軸方向と平行な方向を向くように配置されているため、XZ 平面内においてはパワーを持たない。また、偏光合成素子 30 は、光の集束もしくは発散等の作用を持たない。また、角度変換レンズ 32 は、第 1 コリメーターレンズ 231 と同様、母線 U が Z 軸方向と平行な方向を向くように配置されているため、XZ 平面内においてはパワーを持たない。

20

【0068】

したがって、Y 軸方向から見ると、第 1 の光 L1 は、半導体レーザー 22 から射出されたときの発散角 θ_2 のままでロッドインテグレーター 24 に入射する。発散角 θ_2 で射出された光線と半導体レーザー 22 の光軸とのなす角度を θ_1 とすると、 $\theta_1 = \theta_2 / 2$ である。

【0069】

上述したように、発散角 θ_2 は例えば 20° 程度であるから、角度 θ_1 は 10° 程度であり、XY 平面内と比べて、第 1 の光 L1 は小さな入射角でロッドインテグレーター 24 に入射する。そのため、テーパーを持たないロッドインテグレーターを用いたとすると、ロッドインテグレーター内での光の反射回数が少なく、光強度が十分に均一化できない恐れがある。

30

【0070】

これに対し、本実施形態では、ロッドインテグレーター 24 として Z 軸方向 (XZ 平面内) にテーパーを有するテーパロッドインテグレーターが用いられているため、テーパーを持たないロッドインテグレーターを用いた場合に比べて、ロッドインテグレーター 24 の内部での光の反射回数を増やすことができ、光強度を十分に均一化することができる。

【0071】

ここで、偏光合成素子を備えていない比較例の照明装置を想定する。比較例の照明装置においては、第 1 の発光素子群から射出された光と第 2 の発光素子群から射出された光とが合成されることなく、個別にロッドインテグレーターに入射する。この場合、ロッドインテグレーターの光入射端面は、第 1 の光と第 2 の光の双方が入射できるだけの寸法を有することが必要である。そのため、ロッドインテグレーター内での光の反射回数を確保するために、ロッドインテグレーターの全長を長くしなければならない。

40

【0072】

さらに、比較例の照明装置においては、第 1 の光と第 2 の光のそれぞれがロッドインテグレーターの光軸から Y 軸方向にずれた位置に入射するため、場合によっては第 1 の光と第 2 の光とが Y 軸方向に分離した状態で射出される恐れがある。そこで、これらの光を十分

50

に混合させる意味でも、ロッドインテグレーターの全長を長くする必要がある。その結果、照明装置が大型化するという問題が生じる。

【 0 0 7 3 】

この問題に対して、本実施形態においては、照明装置 6 0 が偏光合成素子 3 0 を備えているため、図 5 に示すように、偏光合成素子 3 0 から射出された合成光 L W の Y 軸方向の幅 B 1 は、光源装置 2 0 から射出された光（第 1 の光 L 1 と第 2 の光 L 2 とを合わせた光）の Y 軸方向の幅 B 2 よりも小さくなる。これにより、本実施形態では、ロッドインテグレーター 2 4 の光入射端面 2 4 i の Y 軸方向の幅を、比較例のロッドインテグレーターに比べて、例えば 1 / 2 程度に小さくすることができる。

【 0 0 7 4 】

さらに、ロッドインテグレーター 2 4 に入射する合成光 L W の中心軸がロッドインテグレーター 2 4 の光軸に一致するため、合成光 L W を構成する各色光はロッドインテグレーター 2 4 の内部で十分に混合される。これらの作用により、本実施形態によれば、ロッドインテグレーター 2 4 の全長を長くすることなく、光強度を均一化できる。これにより、小型の照明装置 6 0 を実現することができる。

【 0 0 7 5 】

本実施形態のプロジェクター 1 2 は、上記の照明装置 6 0 を備えているため、小型化を図ることができる。

【 0 0 7 6 】

また、本実施形態の照明装置 6 0 においては、光源装置 2 0 から射出された光を平行化するコリメーターレンズ 2 3 が備えられているため、コリメーターレンズ 2 3 によって平行化された光が偏光合成素子 3 0 に入射する。これにより、偏光合成素子 3 0 における光合成の効率を高められ、合成光 L W の光量を確保することができる。

【 0 0 7 7 】

また、本実施形態の照明装置 6 0 においては、偏光合成素子 3 0 から射出された合成光 L W を Y 軸方向において非平行化する角度変換レンズ 3 2 が備えられているため、Y 軸方向においてロッドインテグレーター 2 4 の内部での反射が生じ、Y 軸方向においても光強度を均一化することができる。

【 0 0 7 8 】

さらに、角度変換レンズ 3 2 がシリンドリカル凹レンズで構成されているため、角度変換レンズ 3 2 から射出された光が集光することがない。これにより、集光位置で熱が発生する、偏光状態が乱れる、等の不具合が発生しにくい。その結果、照明装置 6 0 の信頼性が向上するとともに、光変調装置として液晶ライトバルブを用いたプロジェクターに最適な照明装置となる。また、シリンドリカル凹レンズのパワーを調整することにより、ロッドインテグレーター 2 4 への光の入射角を調整することができる。

【 0 0 7 9 】

また、本実施形態の照明装置 6 0 において、光源装置 2 0 は、複数の赤色半導体レーザー 2 2 R、複数の緑色半導体レーザー 2 2 G および複数の青色半導体レーザー 2 2 B を含んでいるため、白色光を得ることができる。さらに、複数の赤色半導体レーザー 2 2 R が第 1 の発光素子群 2 2 1 を構成し、複数の緑色半導体レーザー 2 2 G および一つの青色半導体レーザー 2 2 B が第 2 の発光素子群 2 2 2 を構成しているため、効率の良い照明装置 6 0 とすることができる。

【 0 0 8 0 】

例えば一般の半導体レーザーは、必要とする冷却量が発光色によって異なる。そのため、仮に第 1 基板 2 1 1 と第 2 基板 2 1 2 とのそれぞれに 3 種類の発光色の半導体レーザー 2 2 が混在していると、各基板を適切に冷却することが難しい。これに対し、本実施形態の照明装置 6 0 においては、各基板 2 1 を適切に冷却しやすくなる。

【 0 0 8 1 】

本実施形態の場合、複数の半導体レーザー 2 2 がそれぞれ配列された第 1 基板 2 1 1 と第 2 基板 2 1 2 とが半導体レーザー 2 2 の配列方向と直交する方向に配列されているため、

10

20

30

40

50

射出光の中心軸に垂直な面内において複数の半導体レーザー 22 を 2 次元に配置することができる。そのため、より多くの半導体レーザー 22 を限られたスペース内に配置することができる。

【0082】

本実施形態の場合、複数の半導体レーザー 22 の各々は、発光領域 22c の長手方向 W1 が基板 21 の長手方向 C1 (複数の半導体レーザー 22 の配列方向) を向くように配置されている。そのため、第 1 基板 211 および第 2 基板 212 のそれぞれに 5 個の半導体レーザー 22 が設けられていても、基板 21 の数と同じ数のコリメーターレンズ 23、すなわち、2 個のコリメーターレンズ 23 を用いれば済む。これにより、用いるコリメーターレンズ 23 の数を最小限にでき、照明装置 60 の構成を簡単にすることができる。

10

【0083】

また、本実施形態のプロジェクター 12 において、Y 軸方向は光変調装置 400B, 400G, 400R の光変調領域の短手方向に一致し、Z 軸方向は光変調領域の長手方向に一致している。この構成によれば、光源装置 20 を構成する半導体レーザー 22 の配列と光変調装置 400B, 400G, 400R の光変調領域の形状とを合わせやすく、効率の良いプロジェクターが得られる。

【0084】

また、本実施形態のプロジェクター 12 において、ロッドインテグレーター 24 の光射出端面 24e の形状は、光変調領域の形状と略相似である。これにより、ロッドインテグレーター 24 と光変調装置 400B, 400G, 400R との間に整形光学系等を用いることなく、プロジェクターを構成することができる。

20

【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。

例えば上記実施形態では、複数の赤色半導体レーザーが第 1 の発光素子群を構成し、複数の緑色半導体レーザーおよび青色半導体レーザーが第 2 の発光素子群を構成していたが、これとは逆に、複数の緑色半導体レーザーおよび青色半導体レーザーが第 1 の発光素子群を構成し、複数の赤色半導体レーザーが第 2 の発光素子群を構成してもよい。

【0086】

すなわち、上記実施形態の第 1 基板と第 2 基板の上下の位置関係を入れ替えた光源装置が用いられてもよい。その場合、光源装置と同様、偏光合成素子等の他の光学部品の上下位置も入れ替える構成、もしくは、光源装置と偏光合成素子との間に 1/2 波長板を追加し、偏光合成素子等の他の光学部品の位置を上記実施形態と同一にする構成、のいずれかを採用すればよい。

30

【0087】

また、上記実施形態で例示した光源装置、照明装置およびプロジェクターの各構成要素の数、配置、形状、材料、寸法等については、適宜変更が可能である。

【0088】

また、上記実施形態では、本発明による照明装置をプロジェクターに応用する例を示したが、これに限られない。本発明による照明装置を自動車用ヘッドライト等の照明器具にも適用することができる。

40

【符号の説明】

【0089】

12...プロジェクター、20...光源装置、22...半導体レーザー、22B...青色半導体レーザー、22G...緑色半導体レーザー、22R...赤色半導体レーザー、23...コリメーターレンズ、24...ロッドインテグレーター、30...偏光合成素子、32...角度変換レンズ、60...照明装置、221...第 1 の発光素子群、222...第 2 の発光素子群、22R1...第 1 の半導体レーザー、22G2...第 2 の半導体レーザー、400B...青色光用光変調装置、400G...緑色光用光変調装置、400R...赤色光用光変調装置。

50

【図面】

【図 1】

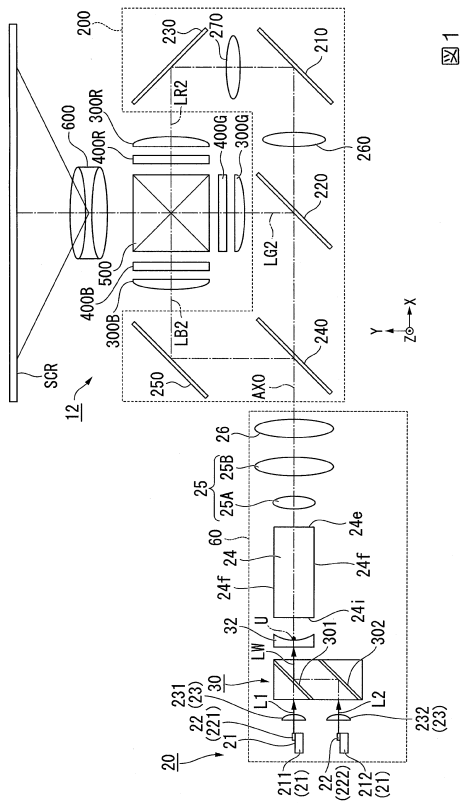


図 1

【図 2】

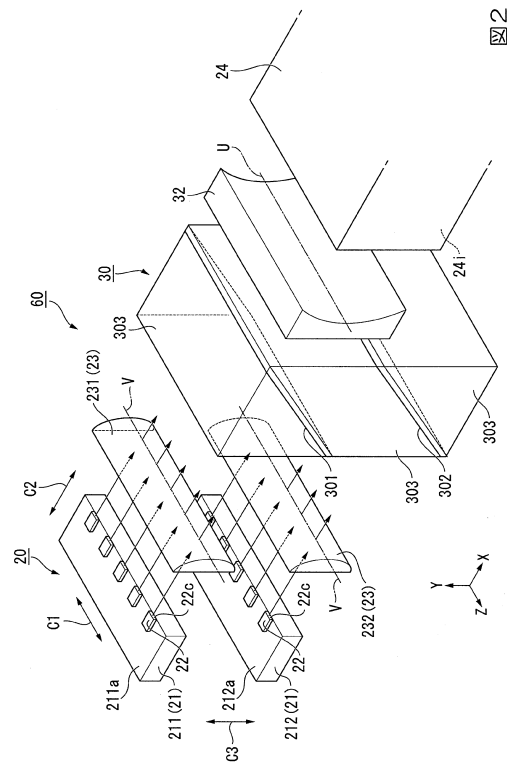


図 2

【図 3】

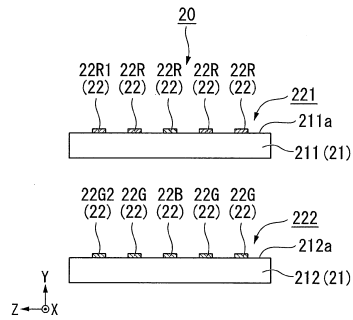


図 3

【図 4】

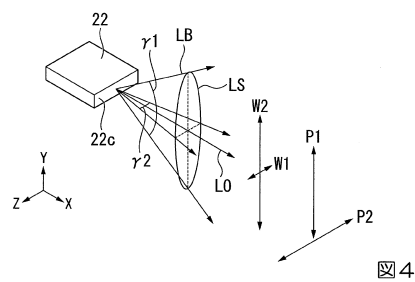


図 4

10

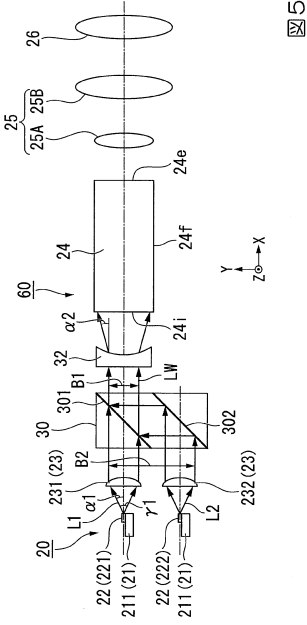
20

30

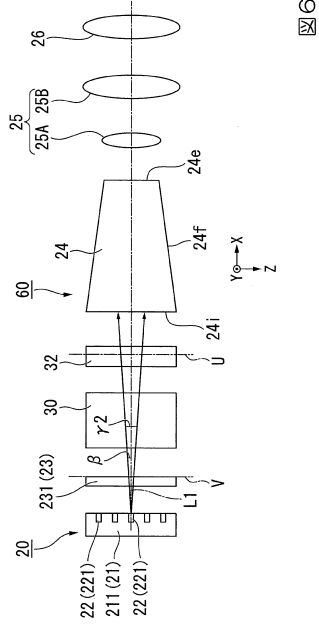
40

50

【図 5】



【図 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 2 8 6 4 8 1 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 0 8 3 6 6 1 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 0 1 5 9 9 3 (J P , A)
特表 2 0 0 7 - 5 1 6 4 7 3 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 3 3 3 7 7 4 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 3 3 7 6 0 9 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 2 5 2 7 4 4 (U S , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 0 6 7 0 1 6 (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
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