

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6072177号
(P6072177)

(45) 発行日 平成29年2月1日(2017.2.1)

(24) 登録日 平成29年1月13日(2017.1.13)

(51) Int.Cl.	F 1
G 0 3 B 21/14	(2006.01) G O 3 B 21/14 A
F 2 1 S 2/00	(2016.01) F 2 1 S 2/00 3 1 0
F 2 1 V 7/00	(2006.01) F 2 1 S 2/00 3 4 0
F 2 1 V 7/06	(2006.01) F 2 1 V 7/00 5 7 0
F 2 1 V 7/09	(2006.01) F 2 1 V 7/06

請求項の数 8 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-176821 (P2015-176821)
(22) 出願日	平成27年9月8日(2015.9.8)
(65) 公開番号	特開2016-71353 (P2016-71353A)
(43) 公開日	平成28年5月9日(2016.5.9)
審査請求日	平成28年6月28日(2016.6.28)
(31) 優先権主張番号	特願2014-201811 (P2014-201811)
(32) 優先日	平成26年9月30日(2014.9.30)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

早期審査対象出願

(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	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(72) 発明者	猪子 和宏 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	須藤 貴士 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

審査官 田辺 正樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光学ユニット、光学装置およびこれを用いた光源装置、投射型表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の光源からの光束を反射する複数の反射面を備える光学ユニットと、
レンズユニットと、
前記複数の反射面からの光束を前記レンズユニットに導くミラーユニットと、を備える
光学装置であって、

前記複数の反射面は、前記複数の反射面で反射された光束が複数の収斂光束であり、前記複数の収斂光束が前記複数の反射面から離れるにつれて互いの距離を縮めるように構成されており、

前記複数の反射面は、複数の凹面鏡であって、

前記複数の凹面鏡は第1の凹面鏡と前記第1の凹面鏡よりも前記レンズユニットから離れた位置に設けられた第2の凹面鏡とを含み、

前記第2の凹面鏡の焦点距離は、前記第1の凹面鏡の焦点距離よりも長く、

前記第1の凹面鏡と前記第2の凹面鏡は互いに異なる形状の複数の凹面の各々の一部であり、

前記レンズユニットの光軸方向において、前記ミラーユニットは、前記第2の凹面鏡と前記レンズユニットとの間に設けられている、

ことを特徴とする光学装置。

【請求項 2】

前記凹面は放物面である、

10

20

ことを特徴とする請求項 1 に記載の光学装置。

【請求項 3】

前記レンズユニットは、前記ミラーユニットからの複数の収斂光束を互いに平行な複数の平行光束に変換するように構成されている、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光学装置。

【請求項 4】

前記レンズユニットは、負のパワーを有し、前記複数の光源からの光束が入射する側が凸のメニスカスレンズを備える、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の光学装置。

【請求項 5】

前記レンズユニットの光軸及び前記ミラーユニットの長辺方向に平行な面を第 1 断面とし、

前記第 1 断面と直交し、前記レンズユニットの光軸と平行な面を第 2 断面とするとき、前記複数の反射面のうち、前記第 1 断面あるいは前記第 2 断面を対称面として対称に設けられている反射面同士は、同じ形状の放物面形状の一部である、

ことを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の光学装置。

【請求項 6】

複数の光源と、

前記複数の光源からの複数の光束それが入射する複数の正レンズと、

請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の光学装置と、

前記光学装置からの光束の一部を前記光学装置からの光束と波長が異なる変換光に変換するとともに、前記変換光と、前記光学装置からの光束と波長が同じ非変換光と、を射出する波長変換素子と、

ダイクロイックミラーと、を備え、

前記ダイクロイックミラーは、前記光学装置からの光束が前記ダイクロイックミラーを介して前記波長変換素子へ入射するように構成されている、
ことを特徴とする光源装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の光源装置と、

光変調素子と、

前記光源装置からの光束を複数の光束に分割して前記光変調素子に導くとともに、前記光変調素子からの光束を合成する色分離合成系と、

前記光源装置からの光束を前記色分離合成系に導く照明光学系と、を備える、
ことを特徴とする投射型表示装置。

【請求項 8】

複数の光源からの光束を反射し、ミラーユニットを介してレンズユニットへ導く複数の反射面を備える光学ユニットであって、

前記複数の反射面は、前記複数の反射面で反射された光束が複数の収斂光束であり、前記複数の収斂光束が前記複数の反射面から離れるにつれて互いの距離を縮めるように構成されており、

前記複数の反射面は、複数の凹面鏡であって、

前記複数の凹面鏡の各々は、互いに異なる形状の複数の凹面の各々の一部であり、

前記複数の凹面鏡は第 1 の凹面鏡と前記第 1 の凹面鏡よりも前記レンズユニットから離れた位置に設けられた第 2 の凹面鏡とを含み、前記第 2 の凹面鏡の焦点距離は、前記第 1 の凹面鏡の焦点距離よりも長く、

前記レンズユニットの光軸及び前記ミラーユニットの長辺方向に平行な面を第 1 断面とし、

前記第 1 断面と直交し、前記レンズユニットの光軸と平行な面を第 2 断面とするとき、前記複数の反射面のうち、前記第 1 断面あるいは前記第 2 断面を対称面として対称に設けられている反射面同士は、同じ形状の放物面形状の一部である、

10

20

30

40

50

ことを特徴とする光学ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学ユニットおよびこれを用いた光学装置、光源装置、投射型表示装置に関する発明である。特に、半導体レーザーなどの固体光源を光源として用いた光源装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、高出力のレーザーダイオード（以後、LD）から発する光束を励起光として蛍光体に照射し、波長変換された蛍光光を用いるプロジェクターが開発されている。 10

【0003】

このようなプロジェクターで高輝度を実現するためには、多数のLDを配列して使用することが考えられる。しかしながら、LDは高温になるほど光出力が低下してしまうため、プロジェクターの小型化を優先してLDを密接して配列すると、LDが互いに熱を与えあってしまうことでLDの光出力が低下し、投射画像の明るさを損ねてしまうことになる。

【0004】

このため、LDを配列する場合には配列間隔を広くとることで、相互の熱作用を出来るだけ低減する必要がある。しかしながら、配列間隔を広くすると、LD群から射出される光束は太くなるため、その後の光学素子も大型化してしまい、コスト的にも重量的にも好ましくない。 20

【0005】

このような背景に鑑み、LD群から射出される光束をできるだけ細くすることを目的とした技術が特許文献1及び2に示されている。

【0006】

特許文献1には、複数のLDからの光束の進行方向に複数の平面ミラーを設け、複数の平面ミラーの角度を調整することで、蛍光体上に集光させる技術が開示されている。

【0007】

特許文献2には、複数のLDからの光束の進行方向に、1つの放物面ミラーを設け、さらに放物面ミラーからの光束をミラーで反射して蛍光体上に集光させる技術が開示されている。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2011-65770号公報

【特許文献2】特開2014-82144号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

前述の特許文献1及び2に開示されている技術を用いることで、前述の光学素子の大型化を抑制することが可能となる。 40

【0010】

しかしながら、特許文献1に記載の構成では、複数のミラーの反射面が平面であるために、複数のミラーで反射された平行光束を蛍光体上の小さな領域に集光させることが困難である。

【0011】

蛍光体上の集光スポットが大きいと、後段の光学系へ入射する際の平行度が低下してしまい、光の利用効率が低下するおそれがある。

【0012】

50

20

30

40

50

また、特許文献 2 に記載の構成では、放物面ミラーを用いているために、放物面ミラーからの収斂光束を蛍光体上の小さな領域に集光させることで、前述の光の利用効率の低下を抑制することが可能である。

【 0 0 1 3 】

しかしながら、特許文献 2 に記載の構成で、より高輝度化するために LD の個数を増やすと、LD の個数を増やすにつれて放物面ミラーの面積や深さが増すため、光源装置が大型化してしまうおそれがある。

【 0 0 1 4 】

そこで、本発明の目的は、光の利用効率の低下を抑制しつつ、より小型な光源装置を実現可能な光学装置及びこれを用いた光源装置、投射型表示装置を提供することである。 10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 5 】

上記目的を達成するために、本発明の光学装置は、
 複数の光源からの光束を反射する複数の反射面を備える光学ユニットと、
 レンズユニットと、
前記複数の反射面からの光束を前記レンズユニットに導くミラーユニットと、を備える
光学装置であって、

前記複数の反射面は、前記複数の反射面で反射された光束が複数の収斂光束であり、前記複数の収斂光束が前記複数の反射面から離れるにつれて互いの距離を縮めるように構成されており、 20

前記複数の反射面は、複数の凹面鏡であって、

前記複数の凹面鏡は第 1 の凹面鏡と前記第 1 の凹面鏡よりも前記レンズユニットから離れた位置に設けられた第 2 の凹面鏡とを含み、

前記第 2 の凹面鏡の焦点距離は、前記第 1 の凹面鏡の焦点距離よりも長く、

前記第 1 の凹面鏡と前記第 2 の凹面鏡は互いに異なる形状の複数の凹面の各々の一部であり、

前記レンズユニットの光軸方向において、前記ミラーユニットは、前記第 2 の凹面鏡と前記レンズユニットとの間に設けられている、
 ことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、光の利用効率の低下を抑制しつつ、より小型な光源装置を実現可能な光学装置及びこれを用いた光源装置、投射型表示装置を提供することができる。 30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】本発明の実施例で示す光学装置及び光源装置を搭載した投射型表示装置の構成説明図

【図 2】本発明の実施例で示す光源装置の構成説明図

【図 3】本発明の実施例で用いる放物面ミラーアレイの説明図

【図 4】本発明の実施例で用いる放物面ミラーアレイのイメージ図

【図 5】本発明の実施例で用いる放物面ミラーアレイ焦点と凹レンズ焦点の関係の説明図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

以下に図面を参照して、この発明の好適な実施の形態を例示的に説明する。ただし、この実施の形態に記載されている構成部品の形状や相対配置などは、この発明が適用される装置の構成や各種条件により適宜変更されるべきものである。すなわち、構成部品の形状や相対位置などは、この発明の範囲を以下の実施の形態に限定する趣旨で規定されたものではない。

【 0 0 1 9 】

〔投射型表示装置の構成の説明〕

10

20

30

40

50

まず、図1を用いて、本発明の実施例で示す光学装置を搭載したプロジェクター100の構成について説明する。

【0020】

プロジェクター(投射型表示装置)100は、光源装置100と、照明光学系200と、色分離合成系300と、投射レンズ400とを備える。これにより、プロジェクター100は、スクリーン500に画像を投射することが可能である。

【0021】

光源装置100は、複数のLD(光源)1と、複数のLD1からの複数の光束それが入射する複数のコリメータレンズ(正レンズ)2と、光学装置10と、を備えている。さらに、光源装置100は、ダイクロイックミラー12と、コンデンサーレンズユニット20と、蛍光体(波長変換素子)13を備えている。10

【0022】

また、光源装置100は、蛍光体13を回転させるためのモーター(駆動手段)14と、モーター14を支持する土台15をさらに備えている。

【0023】

LD1は青色光を発し、コリメータレンズ2はLD1からの発散光束を平行光束へ変換する。なお、図1では、後述の図2から図5で示す複数のLD1及び複数のコリメータレンズ2の一部のみを示している。

【0024】

蛍光体13は、光学装置10からの光束の一部を光学装置10からの光束と波長が異なる蛍光光(変換光)に変換するとともに、蛍光光と、光学装置10からの光束と波長が同じ非変換光と、を射出する。20

【0025】

なお、本実施例において蛍光光は緑色及び赤色の光束であり、非変換光は青色の光束である。

【0026】

ダイクロイックミラー12は、後述の光学装置10によって細い平行光束に圧縮された青色の光束を反射し、コンデンサーレンズユニット20を介して、青色の光束を蛍光体3へ導く。

【0027】

なお、本発明の実施例においてコンデンサーレンズユニット20は、20A、20B、20Cの3枚のコンデンサーレンズを備える構成である。30

【0028】

さらにダイクロイックミラー12は、蛍光体13からコンデンサーレンズユニット20を介して進む蛍光光及び非変換光のうち、非変換光を反射する。一方、蛍光光はダイクロイックミラー12を透過して後述の照明光学系200へ導かれる。また、蛍光体13からの非変換光のうち、ダイクロイックミラー12に入射しない非変換光は後述の照明光学系200へ導かれる。

【0029】

このように、本実施例においては、青色である非変換光と緑色及び赤色の光束を含む蛍光光を後述の照明光学系200へ導くことが可能である。40

【0030】

なお、光学装置10は本発明の実施例で示す光学装置であり、その構成は後述の通りである。

【0031】

照明光学系200は、光源装置100からの光束を後述の色分離合成系300に導く。

【0032】

光源装置100から出射した光束は、第1フライアイレンズ41と第2フライアイレンズ42によって分割される。さらに、光源装置100から出射した光束は、偏光変換素子43によってS偏光光に変換される。ここでS偏光光とは、紙面垂直方向に直線偏光した50

光束である。

【0033】

偏光変換素子43から出射した光束は、コンデンサーレンズユニット44によって、後述の液晶パネル58(58R, 58G, 58B)を重畳的に照明するように集光する。

【0034】

なお、本発明の実施例においてコンデンサーレンズユニット44は、44A、44B、44Cの3枚のコンデンサーレンズを備える構成である。

【0035】

色分離合成系300は、照明光学系200からの光束を波長ごとに分解し、スクリーンに表示すべき画像光を合成し、画像光を後述の投射レンズ400へ導く。

10

【0036】

ダイクロイックミラー50は、赤色光(R光)と青色光(B光)を反射し、緑色光(G光)を透過する特性を備える。ダイクロイックミラー50で反射されたR光とB光は波長選択性位相板54に入射する。波長選択性位相板54は、B光には半波長分の位相差を与える、R光には位相差を与えない特性を備える。したがって、波長選択性位相板54に入射したB光はP偏光光となり、R光はS偏光光となって、後述のPBS(偏光ビームスプリッター)53に入射する。なお、P偏光光とは、紙面水平方向に直線偏光した光束である。

【0037】

PBS53は、P偏光光を透過させ、S偏光光を反射する特性を備えるため、B光はPBS53を透過して液晶パネル58Bに入射し、R光はPBS53で反射され、液晶パネル58Rに入射する。

20

【0038】

一方、ダイクロイックミラー50を透過したG光は、光路長を補正するためのダミーガラス56を通過し、PBS51に入射する。PBS51は、P偏光光を透過させ、S偏光光を反射する特性を備えるため、G光はPBS51によって反射され、液晶パネル58Gに入射する。

【0039】

以上が、光源装置100からの光束が、液晶パネル58に入射するまでの説明である。次に、液晶パネル58から画像光が出射され、スクリーン500に画像が投射されるまでを説明する。ここで画像光とは、スクリーン500に投射されるべき画像を表示するための光束である。

30

【0040】

液晶パネル(光変調素子)58に入射した光束は、液晶パネル58に配列された画素の変調状態に応じて、所望の偏光方向の光束になるように、位相差を付与される。位相差が付与された光束のうち、光源装置100からの光束と同じ偏光方向の成分は、光源装置100側に戻り、画像光から除外される。一方、光源装置100からの光束と90度偏光方向が異なる成分は、合成プリズム32に導かれる。

【0041】

R光用の液晶パネル58Rによって、光源装置100からのR光がS偏光光からP偏光光に変換された場合、P偏光光のR光はPBS53を透過し、波長選択性位相板55に入射する。なお、波長選択性位相板55は、B光には位相差を与えず、R光に対しては半波長分の位相差を与える特性を備える。このため、波長選択性位相板55を透過したR光はS偏光光として、合成プリズム52に入射する。

40

【0042】

B光用の液晶パネル58Bによって、光源装置100からのB光がP偏光光からS偏光光に変換された場合、S偏光光はPBS53によって反射され、波長選択性位相板55を透過する。波長選択性位相板55はB光に対しては位相差を与えないため、S偏光光のB光が合成プリズム52に入射する。

【0043】

50

G光用の液晶パネル58Gによって、光源装置100からのG光がS偏光光からP偏光光に変換された場合、P偏光光はPBS51を透過し、光路長を補正するためのダミーガラス57に入射する。ダミーガラス57を透過したG光は合成プリズム52に入射する。

【0044】

合成プリズム52はP偏光光を透過し、S偏光光を反射する特性を備えるため、上述の変調を行った場合、G光は合成プリズム52を透過し、B光及びR光は合成プリズム52によって反射され、投射レンズ400に導かれる。その結果、投射レンズ400を介して、スクリーン500にカラー画像を投射することができる。

【0045】

〔第1実施例〕

10

図2から図5を用いて本発明の第1実施例で示す光学装置を搭載した光源装置の構成を説明する。

【0046】

図2は、本実施例で示す光学装置を搭載した光源装置の構成を示す図である。図2(a)はYZ断面への投影図であり、図2(b)はXZ断面への投影図になっている。

【0047】

なお、図2から図5においては、後述の凹レンズ5の光軸と平行な方向をY軸方向とし、Y軸と直交し、後述の平面ミラー4の反射面の長辺方向と平行な方向をX軸方向とし、Y軸方向及びZ軸方向と直交する方向をX軸方向とする。

【0048】

20

光学装置10は、複数の放物面ミラー(反射面)3を備えている。さらに光学装置10は、凹レンズ(レンズユニット)5と、ミラーユニット40とを備えている。

【0049】

そして、光源装置100は、前述の光学装置10に加えて、複数のLD1、複数のコリメータレンズ2を備えており、凹レンズ5から圧縮された平行光束を射出する構成になっている。なお、本実施例においては、複数の放物面ミラー3を放物面ミラーアレイ(光学ユニット)30と呼称し、複数の平面ミラー4をミラーユニット40と呼称している。なお、ミラーユニット40の代わりに複数の反射面を備えるプリズムを用いても良い。このプリズムは、ミラーユニット40と同様に、放物面ミラーアレイ30からの光束を凹レンズ5に導くように構成されている。

30

【0050】

まず、複数のLD1からの光束がコリメータレンズ2を介して、放物面ミラーアレイ30へ向かうまでを説明する。

【0051】

前述のように、LD1から射出する光束は発散光束であり、このままでは後段の光学素子が大型化してしまう。そこで、LD1からの光束が射出した直後にコリメータレンズ2を設け、コリメータレンズ2によって、LD1からの発散光束を平行光束として、前述の光学素子の大型化を抑制することが可能となる。

【0052】

なお、コリメータレンズ2からの光束は完全な平行光束である必要はもちろん無く、使用に耐えうる範囲で若干発散していてもよく、若干収斂していてもよい。

40

【0053】

また、本実施例においては、図2(a)及び図2(b)に示すように、X軸方向に6行、Z軸方向に4列の合計24個のLD群が、凹レンズ5を挟んで対称に2群設けられている。すなわち、LD1の個数は48個である。

【0054】

次に、コリメータレンズ2からの光束が放物面ミラーアレイ30を介して平面ミラー4へ向かうまでを説明する。

【0055】

図3は、放物面ミラーアレイ30の機能を説明する図で、図3(a)はYZ断面への投

50

影図であり、図3(b)はXZ断面への投影図であり、図3(c)はXY断面への投影図である。

【0056】

なお、図3は放物面ミラーアレイ30の機能を説明するために、前述のミラーユニット40及び凹レンズ5等を省略し、図示していない。また、図3においては、2つの放物面ミラーアレイ30のうち、一方のみを図示している。

【0057】

図3(a)に示すように、放物面ミラーアレイ30は、複数のコリメータレンズ2からの平行光束を収斂光束に変換し、放物面ミラーアレイ30からの収斂光束が焦点Fに集光していることがわかる。

10

【0058】

すなわち、複数の放物面ミラー3は、複数のLD1からの複数の平行光束を複数の収斂光束に変換し、複数の収斂光束が複数の放物面ミラー3から離れるにつれて互いの距離を縮めるように複数のLD1からの複数の平行光束を反射する。

【0059】

言い換えれば、複数のLD1からの複数の光束の中心光線は、複数の放物面ミラー3を介して、凹レンズ5へ向かうにつれて互いの距離を縮めながら進む。

【0060】

さらに言い換えると、複数のコリメータレンズ2の光軸を通る複数の光線は複数の放物面ミラー3を介して、凹レンズ5へ向かうにつれて互いの距離を縮めながら進む。また、図3(a)に示す通り、放物面ミラーアレイ30は、放物面ミラー3が収束する焦点Fが放物面ミラーアレイ30に対してLD1やコリメータレンズ2とは反対の側(Y方向が正の向き)に位置するように構成されていることが好ましい。これによって、焦点Fが放物面ミラーアレイに対してLD1やコリメータレンズ2と同じ側(Y方向の負の向き)に位置している場合と比較して、放物面ミラー3からの光束をより細くすることができる。言い換えれば、放物面ミラー3から射出される収斂光束の断面をいっそう細くすることができる。この結果、凹レンズ5からの光束の幅がより細くなり、後段の光学系をより小型にすることができます。

20

【0061】

上記の構成を言い換えれば、放物面ミラー3が、光源からの光束の主光線と放物面ミラー3が交差する位置における法線と、光源からの光束の主光線との成す角度が45度以上となるように構成されている。さらに言い換えれば、放物面ミラーアレイ30が、複数の放物面ミラー3からの複数の収斂光束に外接する円錐の中心線と、光源からの光束の主光線との成す角度が90度以上となるように構成されている。

30

【0062】

なお、全ての放物面ミラー3が上記のように構成されている必要はない。複数の放物面ミラー3のうち少なくとも一つが上記の構成であればよく、さらには、複数の放物面ミラー3のうち半分以上が上記の構成であれば、より好ましい。すなわち、複数の放物面ミラー3のうち少なくとも1つの放物面ミラー3は、この放物面ミラー3からの光束が、この放物面ミラー3から離れるにつれて凹レンズ5に対して凹レンズ5の光軸方向に近づくよう構成されていることが好ましい。

40

【0063】

放物面ミラー3は、放物面としての焦点は焦点Fで共通しているが、複数の放物面ミラー3が設けられている位置は互いに異なる。このため、複数の放物面ミラー3は互いに異なる形状をしており、形状を異ならせることで、複数の放物面ミラー3からの光束を焦点Fに集光させることができるとなる。

【0064】

より具体的には、図3(a)に示すように、YZ断面において複数の放物面ミラー3のうち、最も凹レンズ5の光軸に近い放物面ミラー3aと、最も凹レンズ5の光軸から遠い放物面ミラー3bとで、その形状を比較する。両者の形状を比較すると、放物面頂点位置

50

および近軸曲率半径が異なっていることがわかる。

【0065】

すなわち、放物面ミラー3aと放物面ミラー3bの頂点位置は互いに異なっているが、焦点位置は両者とも焦点Fで共通である。

【0066】

また、YZ断面において放物面ミラー3aと放物面ミラー3bは互いに異なる位置に設けられている。しかしながら、放物面ミラー3aと放物面ミラー3bの位置両者の焦点位置が焦点Fで共通となるようにするために、放物面ミラー3aと放物面ミラー3bの焦点距離は互いに異なっている。

【0067】

より具体的には、放物面ミラーアレイ30は、凹レンズ5の光軸から離れた位置に設けられている放物面ミラー3ほど、焦点距離が長くなるように構成されている。

【0068】

言い換えるれば、放物面ミラーアレイ30は、放物面ミラー3b（第1の凹面鏡）と放物面ミラー3aよりもレンズユニットから離れている放物面ミラー3a（第2の凹面鏡）を含む。そして、放物面ミラー3aの焦点距離は放物面ミラー3bの焦点距離も長い。

【0069】

仮に、複数の放物面ミラー3が全て同じ形状の放物面の一部である場合、複数の放物面ミラー3からの複数の収斂光束を一点に集光させることが困難になる。

【0070】

さらに、複数の放物面ミラー3が全て同じ形状の放物面の一部である場合に、複数の放物面ミラー3からの複数の収斂光束を一点に集光させるために、放物面ミラー3の位置を調整して複数の放物面ミラー3を繋げると、連続した形状の放物面となる。このような構成にすると、本実施例で示す構成と比較して、放物面ミラーアレイ30が大型化してしまうおそれがある。

【0071】

また、放物面ミラーアレイ30が大型化すると、放物面ミラーアレイ30からの光束が太くなるために、ミラーユニット40や凹レンズ5も大型化するおそれがある。

【0072】

仮に、ミラーユニット及び凹レンズを大型化させずに、連続した形状の放物面ミラーを用いる構成を考える。このような構成において、本実施例のように凹レンズの光軸を対称軸として左右に放物面ミラーを設けた場合には、左右の放物面ミラー間の間隔を本実施例に示す構成よりも大きくとる必要がある。このため、光源装置全体として大型化するおそれがある。

【0073】

また、放物面ミラーが1つだけの場合には、本実施例に示す構成よりも、ミラーユニット及び凹レンズを放物面ミラーから離れた位置に設ける必要がある。このため、この場合には光源装置全体として大型化するおそれがある。

【0074】

すなわち、本実施例のように、複数の放物面ミラー3が互いに異なる形状の放物面の一部であり、複数の放物面ミラー3のうち凹レンズ5から離れている放物面ミラー3ほど焦点距離が長いことで、前述の大型化を抑制することが可能となる。

【0075】

なお、複数の放物面ミラー3が互いに異なる形状をしていることは、言い換えれば、複数の放物面ミラー3のそれぞれの焦点距離が互いに異なることを示す。

【0076】

さらに、複数の放物面ミラー3のうち凹レンズ5から離れている放物面ミラー3ほど焦点距離が長いことは、言い換えれば、複数の放物面ミラー3のうち、複数のLD1に近い放物面ミラー3ほど焦点距離が長いことを示す。

【0077】

10

20

30

40

50

なお、凹レンズ5から離れていることは、放物面ミラー3から凹レンズ5までの光路長が長いこと、凹レンズ5から離れた位置に設けられていること、あるいはその双方を満たすことを示す。

【0078】

さらに、本実施例で示す放物面ミラーアレイ30によれば、複数の放物面ミラー3からの複数の収斂光束を一点に集光させることができとなり、蛍光体から出射する光束の平行度を高めることができる。

【0079】

ここで、凹レンズ5の光軸と、ミラーユニット40の長辺方向を含む面を第1断面とし、第1断面と直交し、凹レンズ5の光軸を含む面を第2断面とする。このとき、複数の放物面ミラー3のうち、第1断面あるいは第2断面を対称面として対称に設けられている放物面ミラー3同士（反射面同士）は、同じ形状の放物面形状の一部である。本実施例において、第1断面はXY断面であり、第2断面はYZ断面である。10

【0080】

言い換えると、複数の放物面ミラー3のうち、XZ断面において凹レンズ5の光軸から等しい距離に位置する放物面ミラー3同士は、同じ形状の放物面形状の一部である。このように放物面ミラーアレイ30を構成することで、図2(a)に示すように、凹レンズ5の光軸を対称軸として左右に放物面ミラーアレイ30を設けた構成であっても、放物面ミラーアレイ30からの複数の収斂光束を一点に集光させることができとなる。20

【0081】

また、図4に示すように、放物面ミラーアレイ30は1つの光学素子として構成されている。具体的には、ベース部材6に複数の放物面ミラー3が不連続に設けられている構成となっている。言い換えると、複数の放物面ミラー3が互いに所定の間隔を空けてベース部材6上に設けられている。なお、放物面ミラー3同士の間隔は、LD1の配列間隔に合わせている。20

【0082】

図4に示す光学素子である放物面ミラーアレイ30は、ガラス材料の成形によって形成しても良いし、金属部品の切削あるいは成形によって形成されても良い。

【0083】

また、複数の放物面ミラー3が互いに異なる形状の放物面の一部であれば、複数の放物面ミラー3は図4に示すように不連続に形成されていても良い。30

【0084】

ここで、金型を用いたガラス成形によって放物面ミラーアレイ30を製造する場合、金型から放物面ミラーアレイ30を外す際に生じるダレの発生を抑制するためには、放物面ミラーアレイ30の凹凸が少ないことが望ましい。すなわち、ベース部材6から放物面ミラー3の端点までのY軸方向の距離が短いことが望ましい。

【0085】

このため、複数の放物面ミラー3間の隙間を、放物面ミラー3の端点を通るようなスプライン曲面等の滑らかな曲面のガラス材料や金属材料等で埋めることができ望ましい。これにより、放物面ミラーアレイ30の表面の凹凸を少なくし、前述の成形時のダレを抑制することが可能となる。40

【0086】

なお、ベース部材6は平板状でなくても良く、例えば曲面状であっても良い。

【0087】

また、ベース部材6に放物面ミラー3を設ける構成ではなく、例えば平板の金属板をプレス成形することによって、厚みが一定でかつ複数の反射面を備える階段状の放物面ミラーアレイであっても良い。なお、放物面ミラー3の反射面にはコーティングがなされているが、そのコーティングはアルミや銀などの金属反射膜であっても、誘電体多層膜であっても良い。誘電体多層膜の場合には、LD1からの光束の波長で反射率が最大となる誘電体多層膜を用いることで、より光の利用効率を高めることができる。50

【 0 0 8 8 】

ここで、一般に LD は直線偏光光を射出しているが、LD 1 からの光束の偏光方向が X 軸方向となるように複数の LD 1 を配置することで、YZ 断面における放物面ミラー 3 での反射率が高まり、より光の利用効率を高めることが可能となる。

【 0 0 8 9 】

図 2 (a) に示すように YZ 断面においては、Z 軸方向に配列された複数の LD 1 からの複数の光束の全てがミラーユニット 40 へ入射できるようにするために、他の断面と比較して、複数の LD 1 からの光束をより急な角度で反射する必要がある。

【 0 0 9 0 】

このため、LD 1 からの光束の偏光方向が X 軸方向となるように複数の LD 1 を配置することによって、YZ 断面における放物面ミラー 3 での反射率を高めることが望ましい。 10

【 0 0 9 1 】

また、各放物面ミラー 3 への LD 1 からの光束の入射角度は、複数の放物面ミラー 3 ごとに異なっている。これは、後述のように、凹レンズ 5 の光軸から離れた位置に入射する光束をミラーユニット 40 へ導いている放物面ミラー 3 ほど、凹レンズ 5 の光軸と放物面ミラー 3 とのなす角度が小さくなるように、放物面ミラーアレイ 30 を構成しているためである。

【 0 0 9 2 】

したがって、各放物面ミラー 3 のコーティングを、各放物面ミラー 3 への LD 1 からの光束の入射角度で反射率が最大となるように調節することで、より光の利用効率を高めることが可能となる。 20

【 0 0 9 3 】

ただし、本発明は、放物面ミラー 3 のコーティングを複数の放物面ミラー 3 ごとに調節する構成に限定されるものではなく、複数の放物面ミラー 3 のコーティングが全て同じであってもよい。

【 0 0 9 4 】

このような構成の場合、所定の入射角度で反射率が最大となるコーティングではなく、反射率が最大となる入射角度の範囲をもつコーティングが好ましい。

【 0 0 9 5 】

なお、各放物面ミラー 3 への LD 1 からの光束の入射角度とは、放物面ミラー 3 上で、LD 1 からの光束のうちコリメータレンズ 2 の光軸を通る光線が入射する位置での法線と、入射光線とがなす角度である。 30

【 0 0 9 6 】

また、凹レンズ 5 の光軸と放物面ミラー 3 とのなす角度とは、放物面ミラー 3 の端点を結ぶ線分と、凹レンズ 5 の光軸とのなす角度としてもよい。さらに、放物面ミラー 3 上で、LD 1 からの光束のうちコリメータレンズ 2 の光軸を通る光線が入射する位置での接線と、凹レンズ 5 の光軸とのなす角度としてもよい。

【 0 0 9 7 】

本実施例において複数の LD 1 は全て青色光を発する LD であるが、本発明はこれに限定されるものではない。 40

【 0 0 9 8 】

例えば、複数の LD 1 は、青色光を発する LD 、赤色光を発する LD 、緑色光を発する LD を含む構成であっても良い。さらに、複数の LD 1 は、青色光を発する LD と赤色光を発する LD とで構成されていてもよい。

【 0 0 9 9 】

このように、複数の LD 1 が互いに波長の異なる複数の LD を含む構成である場合には、複数の放物面ミラー 3 のコーティングを、LD からの波長に合わせて異なるものにしてよい。さらに、複数の LD 1 が青色光、赤色光、緑色光を発する LD を含む構成である場合には、前述のダイクロイックミラー 12 及び蛍光体 13 を設けなくても良い。

【 0 1 0 0 】

次に、ミラーユニット40からの光束が凹レンズ5を介して後段の系へ向かうまでを説明する。

【0101】

放物面ミラーアレイ30からの複数の収斂光束は、ミラーユニット40によって反射されて、凹レンズ5へ入射する。

【0102】

なお、凹レンズ5は、負のパワーを有し、複数のLD1からの光束が入射する側が凸のメニスカスレンズである。

【0103】

前述のように、放物面ミラーアレイ30からの複数の収斂光束は、ミラーユニット40が無い場合には、図3(a)に示すように、共有の焦点Fへ集光する。

10

【0104】

さらに、本実施例においては、図5に示しように、凹レンズ5の焦点をF'とするとき、ミラーユニット40からの複数の収斂光束は、凹レンズ5が無い場合に、焦点F'へ集光する。

【0105】

すなわち、複数の放物面ミラー3の焦点と凹レンズ5の焦点とが重なっている。このように構成することで、凹レンズ5は、ミラーユニット40からの複数の収斂光束を複数の平行光束へ変換することが可能となる。

【0106】

20

なお、凹レンズ5を球面レンズで構成する場合は球面収差が発生するため、凹レンズ5からの光束の平行度が低下する場合がある。

【0107】

このような場合には、複数の放物面ミラー3の焦点位置を、凹レンズ5による球面収差を相殺するようにずらすことで、凹レンズ5からの光束の平行度の低下を抑制することが可能である。

【0108】

具体的には、凹レンズ5の光軸から離れた位置に入射する光束をミラーユニット40へ導いている放物面ミラー3ほど、凹レンズ5の光軸と放物面ミラー3とのなす角度が小さくなるように、放物面ミラーアレイ30を構成している。言い換えれば、複数の放物面ミラー3のうち凹レンズ5から離れている放物面ミラー3ほど凹レンズ5の光軸と放物面ミラー3とのなす角度が小さくなるように、放物面ミラーアレイ30を構成している。

30

【0109】

このように構成することで、前述の凹レンズ5による球面収差を抑制しつつ、複数の放物面ミラー3からの複数の収斂光束を、蛍光体上のより狭い範囲に集光させることが可能となる。

【0110】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【0111】

40

〔他の実施形態〕

前述した実施例では、凹レンズを用いて放物面ミラーアレイからの光束を平行光束にする構成、すなわち、レンズユニットが負のパワーを有する構成を例示したが、本発明はこれに限定されるものではない。光の利用効率の低下を抑制しつつ、より小型な光源装置を実現可能な光学装置であれば、例えば、ミラーユニット40からの光束の集光位置よりもY軸方向奥側に凸レンズを設けてもよい。すなわち、レンズユニットが正のパワーを有する構成であっても良い。このような構成の場合、凸レンズの焦点がミラーユニット40からの光束の集光位置になるように凸レンズを設ける。

【0112】

また、前述した実施例では、複数の反射面及び複数の凹面鏡として複数の放物面ミラー

50

3を用いた構成を例示したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、複数の反射面として複数の平面ミラーを用い、コリメータレンズ2と平面ミラーとの間に、コリメータレンズ2からの平行光束を収斂光束に変換する第2の正レンズを設け、平面ミラーに収斂光束を導く構成であってもよい。すなわち、複数の光源からの光束は平行光束に限定されるものではなく、複数の反射面も放物面を含む凹面鏡に限定されるものではない。

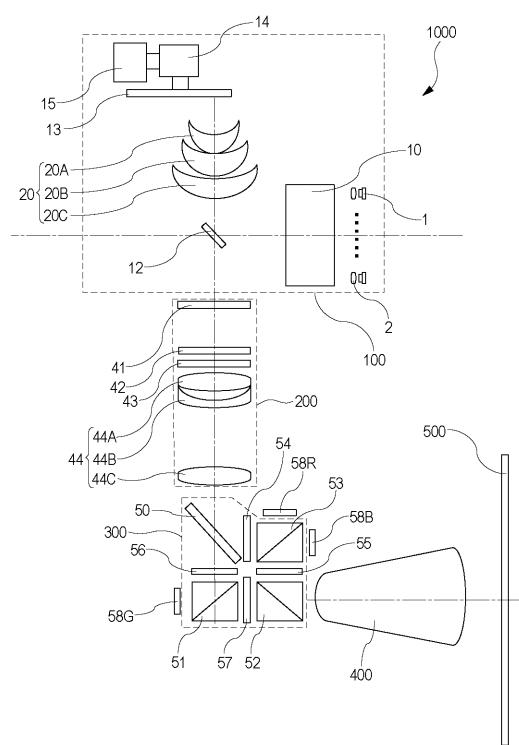
【符号の説明】

【0113】

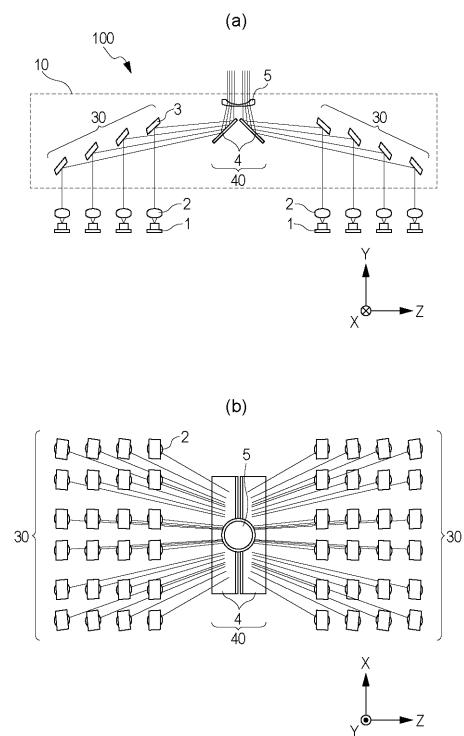
- 3 放物面ミラー（反射面・凹面鏡）
- 3 a 放物面ミラー（第2の凹面鏡）
- 3 b 放物面ミラー（第1の凹面鏡）
- 5 凹レンズ（レンズユニット）
- 3 0 放物面ミラーアレイ（光学ユニット）

10

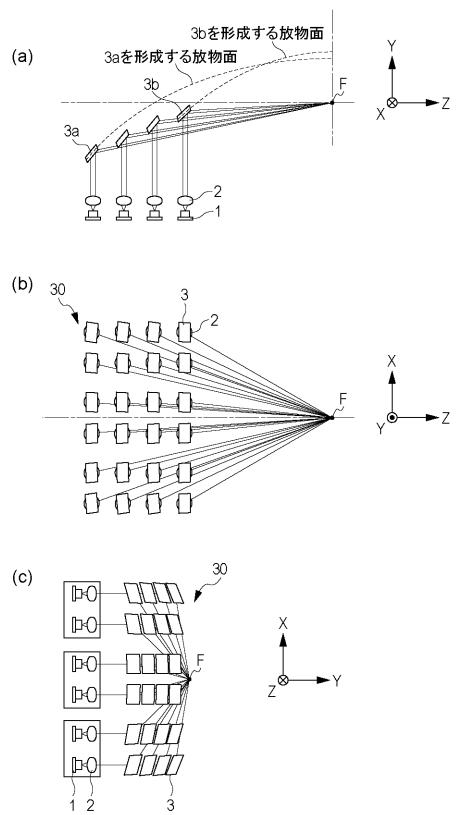
【図1】



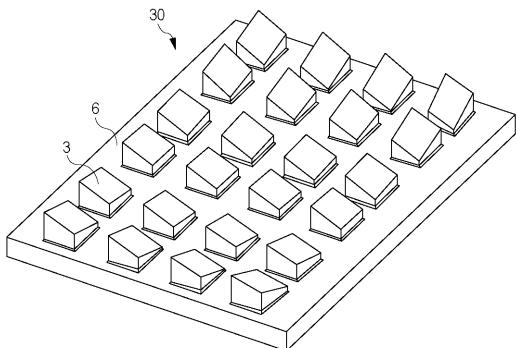
【図2】



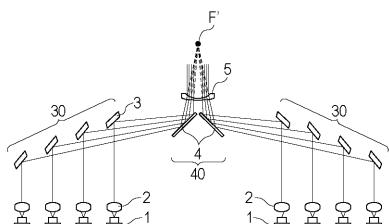
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I
F 21V 13/04 (2006.01)	F 21V 7/09 500
F 21V 5/04 (2006.01)	F 21V 7/09 510
G 02B 19/00 (2006.01)	F 21V 13/04 500
G 02B 17/08 (2006.01)	F 21V 5/04 400
	G 02B 19/00
	G 02B 17/08 A

(56)参考文献 特開2016-018594(JP, A)
国際公開第2014/073152(WO, A1)
国際公開第2014/115194(WO, A1)
特開2013-080578(JP, A)
特開2011-076781(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 21K 9/00 - 9/90
F 21S 2/00 - 19/00
F 21V 1/00 - 15/04
G 03B 21/00 - 21/30、33/00 - 33/16