

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-163947
(P2015-163947A)

(43) 公開日 平成27年9月10日(2015.9.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO3B 21/14 (2006.01)	GO3B 21/14 A	2H052
GO3B 21/00 (2006.01)	GO3B 21/00 E	2H087
GO2B 19/00 (2006.01)	GO2B 19/00	2K103
GO2B 13/00 (2006.01)	GO2B 13/00	3K243
F21S 2/00 (2006.01)	F21S 2/00 311	5C058

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 30 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-261195 (P2014-261195)
 (22) 出願日 平成26年12月24日 (2014.12.24)
 (31) 優先権主張番号 特願2014-18955 (P2014-18955)
 (32) 優先日 平成26年2月3日 (2014.2.3)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 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
 Fターム(参考) 2H052 BA02 BA03 BA07 BA14
 2H087 KA06 LA24 PA04 PA17 PB04
 QA02 QA07 QA12 QA21 QA26
 QA34 QA42 QA45 RA05 RA12
 RA26 RA43 RA45 RA48
 最終頁に続く

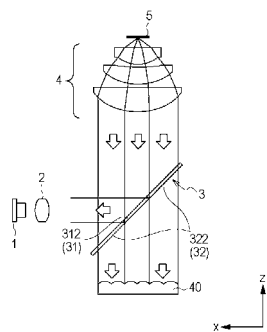
(54) 【発明の名称】 光源光学系およびこれを用いた光源装置、画像表示装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 波長変換素子から光源へ戻る非変換光の量を減少させ、より明るい画像を投射することが可能な光源光学系およびこれを用いた光源装置、画像表示装置を提供する。

【解決手段】 複数のレンズセルを有するフライアイレンズ40へ光源1からの光を導く光源光学系が、青色光を青色光と波長が異なる蛍光光に変換し、蛍光光と、青色光と波長が同じ非変換光と、を射出する蛍光体5を備える。さらに、光源光学系が、青色光を蛍光体に導く特性を持つ領域31と、蛍光光と非変換光とを、光源1と異なる方向に導く特性を持つ領域32と、を有するミラー3を備える。そして、青色光は領域31に入射し、蛍光光及び非変換光は領域31及び領域32に入射する。さらに、レンズセルの光軸方向から見たときに、領域31の面積とレンズセルの面積とが所定の関係にある。

【選択図】 図17



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のレンズセルを有するフライアイレンズへ光源からの光を導く光源光学系であって

、
前記光源からの光を前記光源からの光と波長が異なる変換光に変換し、前記変換光と、
前記光源からの光と波長が同じ非変換光と、を射出する波長変換素子と、

前記光源からの光を、レンズユニットを介して前記波長変換素子に導く特性を持つ第 1
領域と、前記変換光と前記非変換光とを、前記光源と異なる方向に導く特性を持つ第 2 領
域と、を有する光学素子と、

を備え、

前記光源からの光は前記第 1 領域に入射し、前記変換光及び前記非変換光は前記第 1 領
域及び前記第 2 領域に入射し、

前記レンズセルの光軸方向から見たときの前記第 1 領域の面積を A とし、

前記レンズセルの光軸方向から見たときの前記レンズセルの面積を B とし、

n を自然数とするとき、

$$B \times (n - 0.1) < A < B \times (n + 0.1)$$

を満足することを特徴とする光源光学系。

【請求項 2】

前記光学素子と平行な平面を基準面、

前記基準面に前記第 1 領域を垂直に投影した領域を第 1 投影領域、

前記基準面に前記光学素子を垂直に投影した領域を第 2 投影領域としたとき、

前記第 1 投影領域の重心と前記第 2 投影領域の重心が偏心していることを特徴とする請
求項 1 に記載の光源光学系。

【請求項 3】

前記第 1 領域が複数あることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光源光学系。

【請求項 4】

前記第 1 領域には前記光源からの光と波長が同じ光を前記波長変換素子に導くとともに
、前記光源からの光と波長が異なる光を前記光源と異なる方向に導くように構成されたダ
イクロミックミラーが設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に
記載の光源光学系。

【請求項 5】

前記第 1 領域には p 偏光光及び s 偏光光のうちいずれか一方を前記波長変換素子に導く
とともに、他方を前記光源と異なる方向に導くように構成された偏光ビームスプリッター
が設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の光源光学系。

【請求項 6】

前記第 1 領域には開口部が設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか
1 項に記載の光源光学系。

【請求項 7】

前記第 2 領域には波長によらず光を反射する反射手段が設けられており、

前記光源からの光が前記光源から前記光学素子へ向かう方向に前記波長変換素子が設け
られている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の光源光学系。

【請求項 8】

前記第 2 領域には波長によらず光を透過する透過手段が設けられており、

前記光源からの光が前記光学素子によって反射された方向に前記波長変換素子が設けら
れている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の光源光学系。

【請求項 9】

光源からの光を前記光源からの光と波長が異なる変換光に変換し、前記変換光と、前記
光源からの光と波長が同じ非変換光と、を射出する波長変換素子と、

10

20

30

40

50

前記光源からの光を、レンズユニットを介して前記波長変換素子に導く特性を持つ第 1 領域と、前記変換光と前記非変換光とを、前記光源と異なる方向に導く特性を持つ第 2 領域と、を有する光学素子と、を備える光源光学系であって、

前記光源からの光は前記第 1 領域に入射し、前記変換光及び前記非変換光は前記第 1 領域及び前記第 2 領域に入射し、

前記光学素子は、前記第 1 領域と前記第 2 領域が並んでいる方向が、前記光源からの光の進行方向及び前記レンズユニットの光軸に平行な断面と直交するように構成されている、
ことを特徴とする光源光学系。

【請求項 10】

前記レンズユニットのうち、最も前記光学素子側に配置されたレンズの面頂点から前記レンズセルの面頂点までの距離を L とし、

前記光源からの光の進行方向及び前記レンズセルの光軸に平行な断面における、前記光学素子の長辺の寸法を D とし、

前記光源からの光の進行方向及び前記レンズセルの光軸に平行な断面において、前記光学素子の長辺と前記レンズセルの光軸とがなす角度を θ とするとき、

$$D \cos \theta < L < 5D$$

を満足することを特徴とする請求項 9 に記載の光源光学系。

【請求項 11】

前記光源からの光を前記波長変換素子に導くとともに、前記変換光及び前記非変換光を前記光学素子に導くために、正のパワーを持つように構成された前記レンズユニットをさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の光源光学系。

【請求項 12】

前記波長変換素子から射出し、前記レンズユニットの光軸を通る光線が、前記第 2 領域に入射するように構成されている、

ことを特徴とする請求項 11 に記載の光源光学系。

【請求項 13】

前記レンズユニットが、前記光学素子の側から順に、

正屈折力で前記光学素子の側に凸のメニスカスレンズである $G1$ と、

正屈折力で前記光学素子の側に凸のメニスカスレンズである $G2$ と、

負屈折力のレンズである $G3$ と、

正屈折力の非球面レンズである $G4$ と、を含むことを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載の光源光学系。

【請求項 14】

前記 $G3$ の焦点距離を $f3$ 、 $G4$ の焦点距離を $f4$ 、前記レンズユニット全体の焦点距離を f としたとき、

$$1.0 < |f3 / f| < 3.5$$

$$1.5 < |f3 / f4| < 4.5$$

を満たすことを特徴とする請求項 13 に記載の光源光学系。

【請求項 15】

前記光源からの光のうち、前記光学素子から前記波長変換素子へ向かう方向と異なる方向に導かれる光の偏光方向を変換する $1/4$ 板と、

前記 $1/4$ 板で偏光方向が変換された光を再び前記 $1/4$ 板に導くとともに、前記 $1/4$ 板で再び偏光方向が変換された光を前記 $1/4$ 板から前記光学素子へ向かう方向に導くように構成された反射手段と、

をさらに備え、

前記 $1/4$ 板は、前記光学素子と前記反射手段の間に設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の光源光学系。

【請求項 16】

前記光源からの光は非偏光光であることを特徴とする請求項 1 乃至 15 のいずれか 1 項

10

20

30

40

50

に記載の光源光学系。

【請求項 17】

光源からの光を前記光源からの光と波長が異なる変換光に変換し、前記変換光と、前記光源からの光と波長が同じ非変換光と、を射出する波長変換素子と、

前記光源からの光を前記波長変換素子へ向けて反射する光路変換素子と、

前記光源からの光を前記波長変換素子に導くとともに、前記変換光及び前記非変換光を前記光路変換素子に導くために、正のパワーを持つように構成されたレンズユニットと、を備え、

前記光路変換素子と平行な平面における前記レンズユニットから射出される光束の断面の断面積が、前記光路変換素子を前記光路変換素子と平行な平面へ垂直に投影した投影領域の面積よりも大きいことを特徴とする光源光学系。

10

【請求項 18】

光源と、

請求項 1 乃至 17 のいずれか 1 項に記載の光源光学系と、を備える、ことを特徴とする光源装置。

【請求項 19】

光変調素子と、

請求項 18 に記載の光源装置からの光を前記光変調素子に導く照明光学系と、を備えることを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源光学系およびこれを用いた光源装置、プロジェクターなどの画像表示装置に関する発明である。特に LD (レーザーダイオード) 光源などを用いた光源装置とこれを搭載する投射型表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、LD 光源からの青色光を緑色光及び赤色光に変換する蛍光体を用いて、カラー画像を表示可能なプロジェクターが開発されている。このようなプロジェクターとして、特許文献 1 及び 2 がある。

30

【0003】

特許文献 1 では、蛍光光として発せられる緑色光及び赤色光に加えて、LD 光源からの青色光を用いて、カラー画像を表示する技術が開示されている。LD 光源からの青色光が透過可能な拡散層と、蛍光体として作用する蛍光層と、をもつ蛍光ホイールを回転させる。LD 光源からの青色光が拡散層に照射された場合は、青色光が蛍光層を透過し、反射ミラーにより照明光学系に導かれる。一方、LD 光源からの青色光が蛍光層に照射された場合は、緑色光及び赤色光が光源方向に発せられ、ダイクロイックミラーにより照明光学系に導かれる。

【0004】

特許文献 2 では、蛍光光として発せられる緑色光及び赤色光に加えて、LD 光源とは別に設けられた青色 LED が発する青色光を用いる。これにより、カラー画像を表示する技術が開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2011 - 170362 号公報

【特許文献 2】特開 2012 - 8549 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

前述のように、蛍光体はLD光源からの青色光の波長を緑色光及び赤色光の波長に変換するが、全ての青色光が波長を変換されるわけではない。実際には、蛍光体で波長が変換されずに蛍光体からLD光源へ戻る非変換光もある。

【0007】

前述の特許文献1及び2に開示されている構成において、非変換光は、LD光源に戻り、LD光源の温度を上昇させ、LD光源の発光効率を低下させるおそれがあった。このため、LD光源に戻る非変換光は、投射する画像の明るさを損ねるといった機能低下の一因となるおそれがあった。

【0008】

そこで、本発明の目的は、波長変換素子から光源へ戻る非変換光の量を減少させ、より明るい画像を投射することが可能な光源光学系およびこれを用いた光源装置、画像投射装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明の光源光学系は、
複数のレンズセルを有するフライアイレンズへ光源からの光を導く光源光学系であって、

前記光源からの光を前記光源からの光と波長が異なる変換光に変換し、前記変換光と、前記光源からの光と波長が同じ非変換光と、を射出する波長変換素子と、

前記光源からの光を、レンズユニットを介して前記波長変換素子に導く特性を持つ第1領域と、前記変換光と前記非変換光とを、前記光源と異なる方向に導く特性を持つ第2領域と、を有する光学素子と、

を備え、

前記光源からの光は前記第1領域に入射し、前記変換光及び前記非変換光は前記第1領域及び前記第2領域に入射し、

前記レンズセルの光軸方向から見たときの前記第1領域の面積をAとし、

前記レンズセルの光軸方向から見たときの前記レンズセルの面積をBとし、

nを自然数とするとき、

$$B \times (n - 0.1) < A < B \times (n + 0.1)$$

を満足することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、波長変換素子から光源へ戻る非変換光の量を減少させ、より明るい画像を投射することが可能な光源装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施例で示す光源装置を搭載可能な投射型表示装置の構成説明図

【図2】本発明の第1実施例で示す光源装置の構成説明図

【図3】本発明の第1実施例で用いる光源からの光および蛍光光のスペクトル特性図

【図4】本発明の第1実施例で用いる光学素子の説明図

【図5】本発明の第1実施例で用いる光学素子の分光反射特性図

【図6】本発明の第2実施例で示す光源装置の構成説明図

【図7】本発明の第2実施例で用いる光学素子の分光反射特性図

【図8】本発明の第2実施例で用いる光学素子の他の形態を説明した図

【図9】本発明の第3実施例で示す光源装置の構成説明図

【図10】本発明の第3実施例で用いる光学素子の第1領域の分光反射特性図

【図11】本発明の第4実施例で示す光源装置の構成説明図

【図12】本発明の第4実施例で用いる光学素子の第1領域の分光反射特性図

【図13】本発明の第5実施例で示す光源装置の構成説明図

【図14】本発明の第6実施例で示す光源装置の構成説明図

10

20

30

40

50

【図 15】本発明の第 7 実施例で示す光源装置の構成説明図

【図 16】本発明の他の実施形態で示す集光光学系の構成説明図

【図 17】本発明の各実施例で示す光源装置の構成説明図

【図 18】本発明の各実施例で示す光源装置の構成説明図

【図 19】本発明の各実施例で示す光源装置の構成説明図

【図 20】本発明の各実施例で示す光源装置の変形例の構成説明図

【図 21】本発明の第 2 実施例で示す光源装置の変形例の構成説明図

【図 22】本発明の第 2 実施例で示す光源装置の変形例の構成説明図

【発明を実施するための形態】

【0012】

10

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それらの相対配置などは、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。

【0013】

〔投射型表示装置構成の説明〕

まず、図 1 を用いて、本発明の実施例で示す光源装置を搭載可能な画像表示装置である投射型表示装置 100 の構成について説明する。

【0014】

20

表示装置（投射型表示装置）100 は、光源装置 21 と、偏光板 20 と、ダイクロイックミラー 22 と、位相差板（波長選択性位相差板）23 と、PBS（偏光ビームスプリッター）10（10a、10c）と、を備える。

【0015】

さらに、表示装置 100 は、1/4 板 24（赤色用 1/4 板 24r、緑色用 1/4 板 24g、青色用 1/4 板 24b）を備える。

【0016】

さらに、表示装置 100 は、光変調素子である液晶パネル（反射型液晶パネル）25（赤色用液晶パネル 25r、緑色用液晶パネル 25g、青色用液晶パネル 25b）と、を備える。

30

【0017】

さらに、表示装置 100 は、ダイクロイックプリズム 26 と、投射レンズ 30 と、を備える。すなわち、表示装置 100 は、いわゆる反射型液晶プロジェクターである。

【0018】

光源装置 21 は、後述の本発明の実施例のいずれか 1 つに示す光源装置である。

【0019】

偏光板 20 は、光源装置 21 からの白色光 11（赤色光 11r、緑色光 11g、青色光 11b）のうち、s 偏光光 12（赤色 s 偏光光 12r、緑色 s 偏光光 12g、青色 s 偏光光 12b）のみを透過するような構成になっている。

【0020】

40

ダイクロイックミラー 22 は、緑色の波長帯域の光を反射し、赤色及び青色の波長帯域の光を透過させるような反射率特性を持つ構成になっている。

【0021】

位相差板 23 は、青色の波長帯域の偏光光については、偏光方向を変換せずに透過させる。一方、赤色の波長帯域の偏光光については、偏光方向を 90 度変換するように構成されている。

【0022】

PBS 10 は、s 偏光光を反射し、p 偏光光を透過するような構成である。

【0023】

1/4 板 24 は、斜入射光に対して往復で $\pi/2$ の位相差を与えることで、斜入射光

50

に対する P B S 1 0 での検光効果を上げる。

【 0 0 2 4 】

液晶パネル 2 5 は、液晶パネル 2 5 に入射した光を画像信号に応じて偏光方向を変換する。さらに、液晶パネル 2 5 は、液晶パネル 2 5 によって偏光方向を変換された光である画像光 1 3 (赤画像光 1 3 r、緑画像光 1 3 g、青画像光 1 3 b) を発する。

【 0 0 2 5 】

ダイクロイックプリズム 2 6 は、緑色の波長帯域の光を反射し、赤色及び青色の波長帯域の光を透過するような反射率特性を持つ構成になっている。

【 0 0 2 6 】

投射レンズ 3 0 は、ダイクロイックプリズム 2 6 で合成された光をスクリーンなどに導くように構成されている。

【 0 0 2 7 】

光源装置 2 1 からの白色光 1 1 が、投射レンズ 3 0 に至るまでを説明する。

【 0 0 2 8 】

光源装置 2 1 からの白色光 1 1 のうち、s 偏光光のみが偏光板 2 0 を透過し、ダイクロイックミラー 2 2 に導かれる。s 偏光光 1 2 のうち、緑色 s 偏光光 1 2 g は反射され、P B S 1 0 a に導かれ、赤色 s 偏光光 1 2 r 及び青色 s 偏光光 1 2 b はダイクロイックミラー 2 2 を透過し、P B S 1 0 c に導かれる。

【 0 0 2 9 】

P B S 1 0 a に導かれた緑色 s 偏光光 1 2 g は、P B S 1 0 a によって反射され、緑色用 1 / 4 板 2 4 g に導かれる。緑色 s 偏光光 1 2 g は、緑色用液晶パネル 2 5 g によって偏光方向を変換され、反射される。緑色用液晶パネル 2 5 g からの光のうち、p 偏光光は、緑色画像光 1 3 g として、ダイクロイックプリズム 2 6 に導かれる。

【 0 0 3 0 】

P B S 1 0 c に導かれた赤色 s 偏光光 1 2 r 及び青色 s 偏光光 1 2 b も、前述の緑色 s 偏光光 1 2 g と同様に、赤色画像光 1 3 r 及び青色画像光 1 3 b としてダイクロイックプリズム 2 6 に導かれる。

【 0 0 3 1 】

ダイクロイックプリズム 2 6 に導かれた画像光 1 3 (赤色画像光 1 3 r、緑色画像光 1 3 g、青色画像光 1 3 b) を合成し、投射レンズ 3 0 に、合成された画像光 1 3 を導くことで、カラー画像をスクリーンなどに投射表示することが可能となる。

【 0 0 3 2 】

以下、光源装置 2 1 に適用可能な構成について説明する。

【 0 0 3 3 】

本発明の実施例で示す光源装置は、光源 1 と、蛍光体 (波長変換素子) 5 と、ミラー (光学素子) 3 と、レンズ (コリメータレンズ) 2 と、レンズユニット (集光レンズユニット) 4 と、を備える。

【 0 0 3 4 】

光源 1 は L D 光源であり、図 3 (a) に示すように、波長が 4 4 8 n m の青色光を発する。すなわち、本発明の実施例において、光源からの光は青色光である。

【 0 0 3 5 】

蛍光体 5 は、青色光 B 1 を青色光 B 1 と波長が異なる蛍光光 (変換光) に変換し、蛍光光と、青色光 B 1 と波長が同じ非変換光と、を射出する。蛍光光は、図 3 (b) に示すように、主に緑色光と赤色光である。

【 0 0 3 6 】

ミラー 3 は、青色光 B 1 を蛍光体 5 に導く特性を持つ領域 3 1 (第 1 領域) と、蛍光光と非変換光とを、光源 1 と異なる方向に導く特性を持つ領域 3 2 (第 2 領域) と、を有する。

【 0 0 3 7 】

レンズ 2 は、青色光 B 1 を平行光化するように構成されている。

10

20

30

40

50

【0038】

レンズユニット4は、青色光B1を蛍光体5に導くとともに、蛍光光及び非変換光をミラー3に導くために、正のパワーを持つように構成されている。なお、本発明の実施例において、レンズユニット4は合計3枚のレンズで構成されている。

【0039】

また、本発明の実施例で示す光源装置は、領域31に、ダイクロイックミラー、PBS、開口部のいずれか1つを備えている。

【0040】

ダイクロイックミラーは、青色光B1と波長が同じ光を蛍光体5に導くとともに、青色光B1と波長が異なる光を光源1と異なる方向に導くように構成されている。

10

【0041】

PBSは、直線偏光光であるp偏光光及びs偏光光のうちいずれか一方を蛍光体5に導くとともに、他方を光源1と異なる方向に導くように構成されている。

【0042】

なお、本発明の実施例で示す光源装置の具体的な構成は、以下の実施例で述べる。

【0043】

〔第1実施例〕

図2は、本発明の第1実施例で示す光源装置の構成を説明する図である。

【0044】

各構成要素は、光源1からみて、光源1、レンズ2、ミラー3、レンズユニット4、そして蛍光体5の順番に一直線上に並んでいる。すなわち、青色光B1が光源1からミラー3へ向かう方向に蛍光体5が設けられている。具体的には、レンズ2は、光源1とミラー3の間に、レンズユニット4は、ミラー3と蛍光体5の間に設けられている。

20

【0045】

なお、本発明の各実施例において、光源光学系はミラー3と蛍光体5とを備え、光源装置は光源1と光源光学系とを備える。

【0046】

まず、青色光B1が蛍光体5に至るまでを図2(a)を用いて説明する。光源1から蛍光体5に向かう青色光B1はレンズ2によって略平行光化され、ミラー3の領域(第1領域)31に入射する。図2に示すように、領域31には、青色光B1を透過し、青色光B1よりも波長が長い可視光を反射するような反射率特性をもつダイクロイックミラー31が設けられている。ダイクロイックミラー31の反射率特性を図示すると、図5(a)に示す通りである。このため、領域31に入射した青色光B1は、領域31を透過し、領域31から蛍光体5に向かう。領域31から蛍光体5に向かう青色光B1は、正のパワーを持つレンズユニット4によって蛍光体5の面上に集光し、青色光B1が蛍光体5に至る。

30

【0047】

次に、蛍光体5が青色光B1の一部を青色光B1と波長が異なる蛍光光に変換し、その蛍光光と、青色光B1と波長が同じ非変換光と、を射出するまでを説明する。蛍光体5は、YAG(イットリウム・アルミニウム・ガーネット)系を主材料としており、青色光B1を励起光として、図3(b)に示されるようなスペクトルの光を蛍光光として発する。すなわち、本実施例において、蛍光光は緑色光および赤色光である。また、蛍光体に入射した青色光B1のすべてが蛍光光に変換されるわけではなく、波長が同じまま変換されない非変換光も存在している。すなわち、本実施例において、非変換光は青色光である。なお、蛍光体5はミラーや金属などに固定されているため、透過する光はなく、全ての光が反射される。

40

【0048】

次に、蛍光体5が発する蛍光光がミラー3に至り、照明光学系に導かれるまでを図2(b)を用いて説明する。蛍光光及び非変換光は、蛍光体5からレンズユニット4に向かう際に、射出方向を定めずに、ランダムな方向に射出される。ランダムな方向に射出される

50

蛍光光及び非変換光を平行光化し、蛍光体 5 からミラー 3 へ導くために、蛍光体 5 とミラー 3 の間に、レンズユニット 4 が配置されている。このようなレンズユニット 4 によって、図 4 (a) に示すように、断面 7 の断面積が断面 6 の断面積よりも大きくなる。ただし、断面 7 は、ミラー 3 と平行な平面 (図 4 における紙面と平行な面) S (基準面) におけるレンズユニット 4 から射出される光束の断面である。また、断面 6 は、平面 S における青色光 B 1 の断面である。図 4 (a) に示すように、断面 6 は領域 3 1 よりも小さく、青色光 B 1 は領域 3 1 に入射していることがわかる。ただし、平面 S は、ミラー 3 の上端と下端を結ぶ直線と平行な平面と定義しても良い。

【 0 0 4 9 】

なお、図 4 (b) に示すように領域 3 1 が複数あっても良い。ただし、図 4 において、符号 3 1 は平面 S に領域 3 1 を垂直に投影した領域 (第 1 投影領域) を示し、符号 3 2 は平面 S に領域 3 2 を垂直に投影した領域を示している。このため、図 4 において、符号 3 1 及び 3 2 で示す領域を合わせた領域は、平面 S にミラー 3 を垂直に投影した領域 (第 2 投影領域) を示す。

10

【 0 0 5 0 】

また、図 4 (c) に示すようにミラー 3 の中心位置からはずれて領域 3 1 を設けても良い。具体的には、平面 S に領域 3 1 に垂直に投影した領域の重心と、平面 S にミラー 3 を垂直に投影した領域の重心が偏心している。ここで、重心が偏心しているとは、2 つの重心の座標が一致していないことを示す。言い換えれば、蛍光体 5 から射出し、レンズユニット 4 の光軸を通る光線が領域 3 2 に入射するように、光源装置 (ミラー 3 及びレンズユニット 4) が構成されている。さらに言い換えれば、領域 3 1 はレンズユニット 4 の光軸又はその延長線からずれた位置に設けられている。

20

【 0 0 5 1 】

非変換光の反射光は比較的中心に強度を持っている。このため、図 4 (b) および (c) のようにミラー 3 の中心に、非変換光を反射する特性を持つ領域がある構成とする。このような構成にすることで、より多くの非変換光を照明光学系側に導くことが可能になる。これは後述の実施形態でも同じである。

【 0 0 5 2 】

このように、レンズ 2 によって、青色光 B 1 は領域 3 1 に入射し、レンズユニット 4 によって、蛍光光及び非変換光は領域 3 1 及び領域 3 2 に入射する。図 4 を用いて説明すると、平面 S において、領域 3 1 は青色光 B 1 の光束よりも断面積が大きいように構成されている。また、平面 S において、領域 3 2 は前述の断面積 7 よりも断面積が大きいように構成されている。

30

【 0 0 5 3 】

図 2 に示すように、領域 3 2 には、435 nm よりも波長が長い可視光を反射する特性をもつダイクロイックミラー 3 2 1 が設けられている。ダイクロイックミラー 3 2 1 の反射率特性を図示すると、図 5 (b) に示す通りである。蛍光光のうち、領域 3 2 に入射する蛍光光 R G 3 2 は、435 nm よりも波長が長い可視光のため、蛍光光 R G 3 2 はダイクロイックミラー 3 2 1 によって反射され、光源 1 とは異なる方向に導かれる。蛍光光のうち、領域 3 1 に入射する蛍光光 R G 3 1 も、蛍光光 R G 3 2 と同様に、青色光 B 1 よりも波長が長い可視光のため、ダイクロイックミラー 3 1 1 によって、光源 1 とは異なる方向に導かれる。なお、本実施例において、光源 1 と異なる方向には照明光学系 (不図示) が設けられている。

40

【 0 0 5 4 】

次に、非変換光がミラー 3 に至り、照明光学系に導かれる、あるいは光源 1 に戻るまでを図 2 (c) を用いて説明する。前述のように、青色光 B 1 は領域 3 1 に入射し、蛍光光及び非変換光は領域 3 1 及び領域 3 2 に入射する。前述のように、領域 3 2 には、435 nm よりも波長が長い可視光を反射する特性をもつダイクロイックミラー 3 2 1 が設けられている。

【 0 0 5 5 】

50

非変換光のうち、領域 3 2 に入射する非変換光 B 3 2 は青色光 B 1 と波長が同じなため、ダイクロイックミラー 3 2 1 によって反射され、光源 1 とは異なる方向に導かれる。

【0056】

非変換光のうち、領域 3 1 に入射する非変換光 B 3 1 も非変換光 B 3 2 と同様に青色光 B 1 と波長が同じである。このため、非変換光 B 3 1 は、ダイクロイックミラー 3 1 1 によって、領域 3 1 を透過し、ミラー 3 から光源 1 へ戻る。

【0057】

このように、本実施例では、非変換光 B 3 2、蛍光光 R G 3 1、蛍光光 R G 3 2 を、光源 1 とは異なる方向に設けられている照明光学系に導くように光源装置が構成されている。このような構成により、カラー画像を表示することができる。さらに、従来は、非変換光のほとんどが光源 1 に戻っていたのに対して、本実施例では、非変換光の一部が光源 1 と異なる方向に導かれる。これにより、蛍光体 5 から光源 1 に戻る非変換光の量を減少させ、光源 1 の発光効率を高め、より明るい画像を投射することが可能である。さらに、本実施例では、青色光である非変換光を照明光学系に導くことが可能なため、光源 1 以外に別途青色光を射出する光源を用意する必要がない。

10

【0058】

〔第 2 実施例〕

図 6 は、本発明の第 2 実施例で示す光源装置の構成を説明する図である。本実施例で示す光源装置は、本発明の第 1 実施例で示す光源装置と同様に、光源 1、レンズ 2、ミラー 3、レンズユニット 4、そして蛍光体 5 を備えている。

20

【0059】

本実施例と前述の第 1 実施例との違いは、光源 1 と蛍光体 5 の位置関係である。前述の第 1 実施例においては、光源 1、ミラー 3、蛍光体 5 が一直線に並んでいる構成を例示した。それに対して、本実施例においては、光源 1、ミラー 3、蛍光体 5 が一直線に並んでいない構成を例示している。すなわち、青色光 B 1 がミラー 3 によって反射された方向に蛍光体 5 が設けられている。

【0060】

まず、青色光 B 1 が蛍光体 5 に至るまでを図 6 (a) を用いて説明する。青色光 B 1 がミラー 3 の領域 3 1 に入射するまでは、前述の第 1 実施例と同様である。しかし、本実施例において、領域 3 1 には、図 6 に示すように、青色光 B 1 を反射し、青色光 B 1 よりも波長が長い可視光を透過するような反射率特性をもつダイクロイックミラー 3 1 2 が設けられている。ダイクロイックミラー 3 1 2 の反射率特性を図示すると、図 7 (a) に示す通りである。このため、領域 3 1 に入射した青色光 B 1 は、ダイクロイックミラー 3 1 2 によって反射されて蛍光体 5 に導かれ、青色光 B 1 が蛍光体 5 に至る。

30

【0061】

蛍光体 5 が青色光 B 1 の一部を青色光 B 1 と波長が異なる蛍光光に変換し、その蛍光光と、青色光 B 1 と波長が同じ非変換光と、を射出する点は、前述の第 1 実施例と同様である。

【0062】

次に、蛍光体 5 が発する蛍光光がミラー 3 に至り、照明光学系に導かれるまでを図 6 (b) を用いて説明する。蛍光光がレンズユニット 4 からミラー 3 に向かうまでは、前述の第 1 実施例と同様である。領域 3 2 には、図 6 に示すようには、波長によらず光を透過させる透過部材 3 2 2 が設けられている。透過部材 3 2 2 の特性を図示すると、図 7 (b) に示す通りである。蛍光光のうち、領域 3 1 に入射する蛍光光 R G 3 1 は青色光 B 1 よりも波長が長いいため、領域 3 1 を透過する。また、蛍光光のうち、領域 3 2 に入射する蛍光光 R G 3 2 も、領域 3 2 を透過し、照明光学系に導かれる。

40

【0063】

図 8 は、ミラー 3 の変形例を示す図である。図 8 (a) は、透過部材 3 2 2 が、ダイクロイックミラー 3 1 2 と同じ幅だけあるような構成を示している。本実施例においては、図 8 (a) に示す構成のミラー 3 であっても、蛍光体 5 から光源 1 に戻る非変換光の量を

50

減少させることが可能となる。さらに、図 8 (a) に示す構成は、図 4 に示す構成と比較して、平面 S にミラー 3 を垂直に投影した投影面積が小さくなる。すなわち、図 8 (a) に示す構成は、ミラー 3 のサイズをより小さくすることが可能である。また、透過部材 3 2 2 にガラス部材ではなく、樹脂部材を用いることで、表面反射を減らし、光利用効率をより高めることができる。

【 0 0 6 4 】

さらに、図 8 (b) に示すように、領域 3 1 にのみ光学部材が存在するような構成であっても良い。すなわち、透過部材 3 2 2 が無く、ダイクロイックミラー 3 1 2 のみがある構成であっても良い。言い換えれば、断面 7 の断面積が、図 8 (b) に示す符号 3 1 で示す領域の面積よりも大きい構成であっても良い。ここで、断面 7 とは、ダイクロイックミラー 3 1 2 と平行な平面 S におけるレンズユニット 4 から射出される光束の断面である。また、図 8 (b) に示す符号 3 1 で示す領域の面積とは、ダイクロイックミラー 3 1 2 を平面 S へ垂直に投影した投影領域の面積である。なお、図 8 (b) においてダイクロイックミラー 3 1 2 は光路変換素子である。また、ダイクロイックミラー 3 1 2 と平行な平面は、ダイクロイックミラー 3 1 2 の上端と下端を結ぶ直線と平行な平面と定義しても良い。

10

【 0 0 6 5 】

図 8 (b) に示す構成では、ダイクロイックミラー 3 1 2 は支持棒 8 で固定されている。さらに、図 8 (b) に示す構成では、蒸着の際にマスキングを行う必要のある面積がダイクロイックミラー 3 1 2 分のみに限られるため、製造コストを減少させることができる。

20

【 0 0 6 6 】

次に、非変換光がミラー 3 に至り、照明光学系に導かれる、あるいは光源 1 に戻るまでを図 6 (c) を用いて説明する。非変換光がレンズユニット 4 からミラー 3 に向かうまでは、前述の第 1 実施例と同様である。前述の領域 3 2 に入射した非変換光 B 3 2 は、蛍光光 R G 3 2 と同様に、領域 3 2 を透過し、照明光学系に導かれる。一方、前述の領域 3 1 に入射した非変換光 B 3 1 は、青色光 B 1 を反射し、青色光 B 1 よりも波長が長い可視光を透過するような反射率特性をもつダイクロイックミラー 3 1 2 によって反射される。ダイクロイックミラー 3 1 2 によって反射された非変換光 B 3 1 は、領域 3 1 から光源 1 へ戻る。

30

【 0 0 6 7 】

このように、本実施例においても、前述の第 1 実施例と同様に、非変換光の一部が光源 1 と異なる方向に導かれる。これにより、蛍光体 5 から光源 1 に戻る非変換光の量を減少させ、光源 1 の発光効率を高め、より明るい画像を投射することが可能となる。

【 0 0 6 8 】

〔 第 3 実施例 〕

図 9 は、本発明の第 3 実施例で示す光源装置の構成を説明する図である。

【 0 0 6 9 】

本実施例と第 1 実施例との違いは、LD の偏光特性を利用していること及びミラー 3 が P B S 特性をもつことである。

40

【 0 0 7 0 】

ここで、図 9 においてはミラー 3 の面法線が紙面内にあることから、紙面に対して垂直方向に振動する偏光光を s 偏光光、紙面内で振動する直線偏光光を p 偏光光として定義した。なお、各偏光光は、それぞれ --- 、 --- で図示してある。また、p 偏光光及び s 偏光光を含む偏光光は、 --- 及び --- の双方をまとめて隣接するように図示してある。ここで、p 偏光光及び s 偏光光を含む偏光光とは、p 偏光成分と s 偏光成分がある一定の割合で合わさっている状態の偏光光である。従って、p 偏光光及び s 偏光光を含む偏光光とは、p 偏光及び s 偏光光を含むような直線偏光光、円偏光光、楕円偏光光を示す。また、非偏光光は --- で図示してあり、非偏光光とは、直線偏光光、円偏光光、楕円偏光光などが混ざった状態の光である。

50

【0071】

本実施例における光源1はLDであり、波長が448nmの青色光で、かつp偏光光であるp偏光光B1pを発する。すなわち、本実施例において、光源からの光はp偏光光B1pである。

【0072】

まず、p偏光光B1pが蛍光体5に至るまでを図9(a)を用いて説明する。p偏光光B1pがミラー3の領域31に入射するまでは、前述の第1実施例と同様である。しかし、本実施例において、領域31には、青色光については、p偏光光を透過し、s偏光光を反射するような特性をもつPBS313が設けられている。このため、領域31に入射したp偏光光B1pは、p偏光光であるために、領域31を透過し、蛍光体5に導かれ、偏光光B1pが蛍光体5に至る。

10

【0073】

次に、蛍光体5がp偏光光B1pの一部をp偏光光B1pと波長が異なる蛍光光に変換し、その蛍光光と、p偏光光B1pと波長が同じ非変換光と、を射出するまでを説明する。

【0074】

蛍光体5は、p偏光光B1pの一部をp偏光光B1pと波長が異なり、偏光方向が乱された非偏光状態の蛍光光に変換する。さらに、蛍光体5は、蛍光光に変換されない残りのp偏光光B1pの偏光方向もランダムにして非偏光光として射出する性質がある。したがって、本実施例において、蛍光光RG31及びRG32、非変換光B31及びB32は、非偏光光として、蛍光体5からミラー3へ向かう。

20

【0075】

次に、蛍光体5が発する蛍光光がミラー3に至り、照明光学系に導かれるまでを図9(b)を用いて説明する。蛍光光がレンズユニット4からミラー3に向かうまでは、前述の第1実施例と同様である。前述のように領域31には、青色光については、p偏光光を透過し、s偏光光を反射するような特性をもつPBS313が設けられている。さらに、PBS313は、青色光よりも波長が長い光については反射する特性も併せ持つ。PBS313の反射率特性は図10に示す通りである。したがって、蛍光光のうち、領域31に入射する蛍光光RG31はPBS313によって反射され、光源とは異なる方向にある照明光学系に導かれる。一方、領域32には、波長によらず可視光を反射するミラー323が設けられている。したがって、蛍光光のうち、領域32に入射した蛍光光RG32は、ミラー323によって反射され、蛍光光RG31と同様に照明光学系に導かれる。

30

【0076】

次に、蛍光体5で波長が変換されなかった非変換光がミラー3に至り、照明光学系に導かれる、あるいは光源1に戻るまでを図9(c)を用いて説明する。非変換光がレンズユニット4からミラー3に向かうまでは、前述の第1実施例と同様である。前述のように領域31には、青色光については、p偏光光を透過し、s偏光光を反射するような特性をもつPBS313が設けられている。ただし、PBS313は、青色光のp偏光光を透過し、s偏光光については、青色光以外の可視光も反射する特性であっても良い。このため、非変換光のうち、領域31に入射する非変換光B31のうち、p偏光光B31pは領域31を透過し、光源1に戻る。一方、非変換光B31のうち、s偏光光B31sはPBS313によって反射され、光源とは異なる方向にある照明光学系に導かれる。また、非変換光のうち、領域32に入射する非変換光B32は、波長によらず可視光を反射するミラー323によって、s偏光光B31sと同様に、照明光学系に導かれる。

40

【0077】

このように、本実施例においては、領域31に入射した非変換光B31の一部であるs偏光光B31sと、領域32に入射した非変換光B32を光源とは異なる方向に導くことができる。これにより、第1実施例及び第2実施例と比較して、本実施例は、より多くの青色光を照明光学系に導き、より明るい画像を投射することが可能である。

【0078】

50

〔第4実施例〕

図11は、本発明の第4実施例で示す光源装置の構成を説明する図である。

【0079】

本実施例と前述の第3実施例との違いは、光源1と蛍光体5の位置関係である。すなわち、前述の第3実施例においては、光源1、ミラー3、蛍光体5が一直線に並んでいる構成を例示した。それに対して、本実施例においては、光源1、ミラー3、蛍光体5が一直線に並んでいない構成を例示している。さらに、前述の実施例における光源1は、波長が448nmの青色光で、かつp偏光光であるp偏光光B1pを発する。これに対して、本実施例における光源1は、波長が448nmの青色光で、かつs偏光光であるs偏光光B1sを発する。すなわち、本実施例において、光源からの光はs偏光光B1sである。

10

【0080】

まず、偏光光B1sが蛍光体5に至るまでを図11(a)を用いて説明する。偏光光B1sがミラー3の領域31に入射するまでは、前述の第3実施例と同様である。領域31に設けられているPBS314は、青色光については、p偏光光を透過し、s偏光光を反射するような特性をもつ。さらに、PBS314は、青色光よりも波長が長い可視光を透過する特性を併せ持つ。PBS314の反射率特性は図12に示す通りである。領域31に入射するs偏光光B1sは、s偏光光であるために、PBS314によって反射され、蛍光体5に導かれ、s偏光光B1sが蛍光体5に至る。

【0081】

蛍光体5がs偏光光B1sの一部をs偏光光B1sと波長が異なる蛍光光に変換し、その蛍光光と、s偏光光B1sと波長が同じ非変換光と、を射出する点は、前述の第3実施例と同様である。

20

【0082】

次に、蛍光体5が発する蛍光光がミラー3に至り、照明光学系に導かれるまでを図11(b)を用いて説明する。蛍光光がレンズユニット4からミラー3に向かうまでは、前述の第3実施例と同様である。前述のように、PBS314は、青色光については、p偏光光を透過し、s偏光光を反射するような特性を持ち、さらに、青色光よりも波長が長い可視光については、透過する特性を併せ持つ。このため、蛍光光のうち、領域31に入射する蛍光光RG31は領域31を透過し、照明光学系に導かれる。一方、領域32には、波長によらず可視光を透過する透過部材324が設けられている。このため、蛍光光のうち、領域32に入射する蛍光光RG32も、領域32を透過し、蛍光光RG31と同様に、照明光学系に導かれる。

30

【0083】

次に、蛍光体5で波長が変換されなかった非変換光がミラー3に至り、照明光学系に導かれる、あるいは光源1に戻るまでを図11(c)を用いて説明する。非変換光がレンズユニット4からミラー3に向かうまでは、前述の第3実施例と同様である。前述のように領域31には、青色光については、p偏光光を透過し、s偏光光を反射するような特性をもつPBS314が設けられている。非変換光はレンズユニット4によって、平行光として、領域31及び領域32に入射するように、レンズユニット4からミラー3に向かう。このため、領域31に入射する非変換光B31のうち、p偏光光B31pは領域31を透過し、照明光学系に導かれる。一方、非変換光B31のうち、s偏光光B31sは、PBS314によって反射され、光源へ戻る。また、非変換光のうち、領域32に入射する非変換光B32は、波長によらず可視光を透過する透過部材324によって、照明光学系に導かれる。

40

【0084】

このように、本実施例においては、領域31に入射した非変換光B31の一部であるp偏光光B31pと、領域32に入射した非変換光B32を光源とは異なる方向に導くことができる。これにより、第1実施例及び第2実施例と比較して、本実施例は、より多くの青色光を照明光学系に導き、より明るい画像を投射することが可能である。

【0085】

50

〔第5実施例〕

図13は、本発明の第5実施例で示す光源装置の構成を説明する図である。本実施例の特徴は、領域31に開口部315が設けられていることである。

【0086】

まず、青色光B1が蛍光体5に至るまでを図13(a)を用いて説明する。青色光B1がミラー3の領域31に入射するまでは、前述の第1実施例と同様である。前述のように、領域31には開口部315が設けられているため、青色光B1は領域31を通過し、蛍光体5に導かれ、青色光B1が蛍光体5に至る。

【0087】

蛍光体5が青色光B1の一部を青色光B1と波長が異なる蛍光光に変換し、その蛍光光と、青色光B1と波長が同じ非変換光と、を射出する点は、前述の第1実施例と同様である。

【0088】

次に、蛍光体5が発する蛍光光がミラー3に至り、照明光学系に導かれるまでを図13(b)を用いて説明する。蛍光光がレンズユニット4からミラー3に向かうまでは、前述の第1実施例と同様である。領域32には、前述の第1実施例におけるダイクロイックミラー321と同様に、435nmよりも波長が長い可視光を反射する特性をもつダイクロイックミラー325が設けられている。このため、蛍光光のうち、領域32に入射する蛍光光RG32は、ダイクロイックミラー325によって反射されて照明光学系に導かれる。一方、領域31に入射する蛍光光RG31は、開口部315を通過し、光源1に戻る。

【0089】

次に、蛍光体5で波長が変換されなかった非変換光がミラー3に至り、照明光学系に導かれる、あるいは光源1に戻るまでを図13(c)を用いて説明する。非変換光がレンズユニット4からミラー3に向かうまでは、前述の第3実施例と同様である。非変換光のうち、領域32に入射する非変換光B32は、前述のダイクロイックミラー325によって反射され、照明光学系に導かれる。一方、非変換光のうち、領域31に入射する非変換光B31は、開口部315を通過し、光源1に戻る。

【0090】

このように、本実施例においては、領域31にダイクロイックミラーやPBSなどの光学部材を設けずに、蛍光体5から光源1へ戻る非変換光の量を減少させることが可能である。

【0091】

〔第6実施例〕

図14は、本発明の第6実施例で示す光源装置の構成を説明する図である。本実施例は、前述の第1実施例と同様に、光源1、素子3、蛍光体5が一直線に並んでいる構成である。それに加えて、本実施例では、蛍光体5と異なる方向に1/4板41およびミラー42が設けられている。また、本実施例において光源1からの光である青色光B1は、p偏光光及びs偏光光を含む偏光光であり、その主成分がp偏光光B1pでs偏光光B1sが若干加わっている状態である。

【0092】

まず、青色光B1のうち、p偏光光B1pが蛍光体5に至り、s偏光光B1sが蛍光体5と異なる方向に導かれるまでを図14(a)を用いて説明する。青色光B1が領域31に入射するまでは、前述の第1実施例と同様である。しかし、本実施例においては、前述の第1実施例と異なり、領域31には前述の第3実施例と同様の特性をもつPBS316が設けられている。このため、領域31に入射した青色光B1のうち、p偏光光であるp偏光光B1pは領域31を透過し、蛍光体5に導かれ、p偏光光B1pが蛍光体5に至る。一方、青色光B1のうち、s偏光光であるs偏光光B1sは領域31で反射され、蛍光体5と異なる方向に導かれる。本実施例においては、蛍光体5と異なる方向に、前述の1/4板41とミラー42が設けられている。

【0093】

10

20

30

40

50

蛍光体 5 が p 偏光光 B 1 p の一部を p 偏光光 B 1 p と波長が異なる蛍光光に変換し、その蛍光光と、p 偏光光 B 1 p と波長が同じ非変換光と、を射出する点は、前述の第 3 実施例と同様である。

【0094】

次に、蛍光体 5 が発する蛍光光がミラー 3 に至り、照明光学系に導かれるまでを図 1 4 (b) を用いて説明する。蛍光光がレンズユニット 4 からミラー 3 に向かうまでは、前述の第 3 実施例と同様である。領域 3 2 には、前述のミラー 3 2 3 と同様の特性を持つミラー 3 2 6 が設けられている。領域 3 1 に設けられている P B S 3 1 6 は、前述の P B S 3 1 3 と同様の特性も持つ。従って、蛍光光 R G 3 1 及び R G 3 2、非変換光 B 3 2 が照明光学系に導かれるまでは、前述の第 3 実施例と同様である。また、p 偏光光 B 3 1 p が領域 3 1 を透過し、光源に戻るまでも、前述の第 3 実施例と同様である。また、s 偏光光 B 3 1 s が光源と異なる方向に導かれるまでも、前述の第 3 実施例と同様である。

10

【0095】

次に、蛍光体 5 と異なる方向に導かれた s 偏光光 B 1 s がミラー 3 に戻り、照明光学系に導かれるまでを図 1 4 (c) を用いて説明する。ミラー 3 から蛍光体 5 に向かう方向と異なる方向には、1/4 板 4 1 及びミラー 4 2 が設けられており、1/4 板 4 1 は、ミラー 3 とミラー 4 2 の間に設けられている。

【0096】

1/4 板 4 1 は、青色光 B 1 のうち、ミラー 3 から蛍光体 5 へ向かう方向と異なる方向に導かれる光である偏光光 B 1 s の偏光方向を変換する。

20

【0097】

ミラー 4 2 は、1/4 板 4 1 で偏光方向が変換された光を再び 1/4 板 4 1 に導くとともに、1/4 板 4 1 で再び偏光方向が変換された光を 1/4 板 4 1 からミラー 3 へ向かう方向に導く。

【0098】

すなわち、s 偏光光 B 1 s は 1/4 板 4 1 に入射し、偏光方向を変換された後、ミラー 4 2 によって反射され、再び 1/4 板 4 1 に入射し、再び偏光方向を変換される。このように、s 偏光光 B 1 s は 1/4 板 4 1 に 2 回入射することで、p 偏光光 B 3 1 9 p に変換され、領域 3 1 に入射する。領域 3 1 には前述のように、P B S 3 1 6 が設けられているため、p 偏光光 B 3 1 9 p は P B S 3 1 6 を透過し、照明光学系に導かれる。

30

【0099】

このように、本実施例において、光源 1 からの光の主成分が p 偏光光であり、s 偏光光が若干加わっている。本実施例で示す構成は、このような光を発する光源と P B S を組み合わせた構成である。このような構成においても、光源へ戻る非変換光の量を減少させ、より明るい画像を投射することが可能である。さらに、本実施例においては、前述の第 3 及び第 4 実施例と比較して、照明光学系に p 偏光光と s 偏光光の双方を導くことが可能である。

【0100】

なお、光源 1 と異なる方向に設けられた照明光学系には、フライアイレンズが含まれている。仮に、フライアイレンズのレンズセルの対角線長が、p 偏光光 B 3 1 9 p の光束径よりも大きいとする。この場合、フライアイレンズのレンズセルが均一に照明されないために、フライアイレンズからの光が導かれる液晶パネル上では、輝度のムラが生じてしまう。

40

【0101】

そこで、本実施例では、フライアイレンズのレンズセルの対角線長が、p 偏光光 B 3 1 9 p の光束径よりも小さい。これにより、フライアイレンズのレンズセルを均一に照射することが可能となり、液晶パネルも均一に照明することが可能となる。

【0102】

〔第 7 実施例〕

図 1 5 は、本発明の第 7 実施例で示す光源装置の構成を説明する図である。本実施例と

50

前述の第6実施例との違いは、光源1と蛍光体5の位置関係である。すなわち、前述の第6実施例においては、光源1、ミラー3、蛍光体5が一直線に並んでいる構成を例示した。それに対して、本実施例においては、光源1、ミラー3、蛍光体5が一直線に並んでいない構成を例示している。また、本実施例における光源1からの光である青色光B1は、前述の第6実施例における青色光B1と同様に、p偏光光B1p及びs偏光光B1sを含む偏光光である。

【0103】

まず、青色光B1のうち、偏光光B1sが蛍光体5に至り、偏光光B1pが蛍光体5と異なる方向に導かれるまでを図15(a)を用いて説明する。青色光B1が領域31に入射するまでは、前述の第2実施例と同様である。しかし、本実施例においては、前述の第2実施例と異なり、領域31には前述の第4実施例と同様の特性をもつPBS317が設けられている。このため、領域31に入射した青色光B1のうち、s偏光光である偏光光B1sはPBS317によって反射され、蛍光体5に導かれ、偏光光B1sが蛍光体5に至る。一方、青色光B1のうち、p偏光光である偏光光B1pは領域31を透過し、蛍光体5と異なる方向に導かれる。本実施例においては、前述の第6実施例と同様に、蛍光体5と異なる方向に、前述の1/4板41とミラー42が設けられている。

10

【0104】

蛍光体5がs偏光光B1sの一部をs偏光光B1sと波長が異なる蛍光光に変換し、その蛍光光と、s偏光光B1sと波長が同じ非変換光と、を射出する点は、前述の第4実施例と同様である。

20

【0105】

次に、蛍光体5が発する蛍光光がミラー3に至り、照明光学系に導かれるまでを図15(b)を用いて説明する。蛍光光がレンズユニット4からミラー3に向かうまでは、前述の第4実施例と同様である。領域32には、前述のミラー324と同様の特性を持つミラー327が設けられている。領域31に設けられているPBS317は、前述のPBS314と同様の特性も持つ。従って、蛍光光RG31及びRG32、非変換光B32が照明光学系に導かれるまでは、前述の第4実施例と同様である。また、s偏光光B31sがPBS317によって反射され、光源に戻るまでも、前述の第4実施例と同様である。また、p偏光光B31pが光源と異なる方向に導かれるまでの、前述の第4実施例と同様である。

30

【0106】

次に、蛍光体5と異なる方向に導かれた偏光光B1pがミラー3に戻り、照明光学系に導かれるまでを図15(c)を用いて説明する。前述の第6実施例と同様に、偏光光B1pは、1/4板41によって偏光方向を変換され、ミラー42によって再び1/4板41に入射する。しかし、第6実施例においては、偏光光B1sが偏光光B319pに変換され、ミラー3に戻るのに対して、本実施例においては、s偏光光である偏光光B319sがミラー3に戻る。ミラー3に戻る偏光光B319sは領域31に入射し、PBS315によって反射され、照明光学系に導かれる。

【0107】

このように、本実施例も、前述の第6実施例と同様に、照明光学系にp偏光光とs偏光光の双方を導くことが可能である。

40

【0108】

なお、本実施例では、照明光学系に含まれるフライアイレンズのレンズセルの対角線長が、s偏光光B319sの光束径よりも小さい。このために、前述の第6実施例と同様に、液晶パネルを均一に照明することが可能となる。

【0109】

〔他の実施形態〕

前述した実施例では、本発明の実施例で示す光源装置を搭載可能な投射型表示装置の構成として、反射型液晶プロジェクターの構成を例示した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。画像表示装置であれば、例えば、透過型液晶パネルを用いたプロジェ

50

クターやテレビなどであっても良い。

【0110】

また、前述した実施例では、本発明の実施例で示す光源装置を搭載可能な投射型表示装置の構成として、光源装置からの光が、まず、偏光板に入射する構成を例示した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。投射型表示装置であれば、例えば、偏光板の代わりに、フライアイレンズなどを用いたインテグレートと、非偏光光を直線偏光光に変換する偏光変換素子などを配置しても良い。

【0111】

また、前述した実施例では、本発明の実施例で示す光源装置を搭載可能な投射型表示装置の構成として、投射レンズを備える構成を例示した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。投射型表示装置であれば、例えば、着脱可能な投射レンズを用いる構成などでも良い。

10

【0112】

また、前述した実施例では、青色光を発するLD光源を用いた光源装置の構成を例示したが、本発明はこれに限定されるものではない。青色の波長帯域の光を発するような光源であれば、例えば、青色LED光源などであっても良い。また、カラー画像を表示可能な構成であれば、たとえば緑色光や赤色光などを発するLD光源などを用いても良い。また、前述した実施例の一部では、p偏光光及びs偏光光を含む偏光光を発するLD光源を用いた光源装置の構成を例示したが、本発明はこれに限定されるものではない。光源へ戻る非変換光の量を減少させる構成であれば、例えば、非偏光光などを発するLED光源などを用いても良い。また、円偏光光を発する光源の構成は、例えば、1/4板とLD光源を組み合わせた構成などであっても良い。

20

【0113】

また、前述した実施例では、LD光源以外に青色光を発する光源がない光源装置の構成を例示したが、本発明はこれに限定されるものではない。光源へ戻る非変換光の量を減少させる構成であれば、例えば、LD光源以外に、青色LED光源を追加した構成などでも良い。青色LED光源を追加した構成においては、非変換光の一部を照明光学系に導くことにより、青色LED光源の出力をより低下させることができる。

30

【0114】

また、前述した実施例では、白色光(可視光)を照明光学系に導くように構成された光源装置及び投射型表示装置の構成を例示したが、本発明はこれに限定されるものではない。可視光以外にも、赤外光及び紫外光のみを投射する、赤外光及び紫外光に加えて可視光も投射するような構成の投射型表示装置などであっても良い。あるいは、そのような投射型表示装置に搭載される光源装置などであっても良い。

40

【0115】

また、前述した実施例の一部では、青色光については、p偏光光を透過し、s偏光光を反射するPBSを用いた光源装置の構成を例示したが、本発明はこれに限定されるものではない。光源へ戻る非変換光の量を減少させる構成であれば、例えば、青色光については、p偏光光を反射し、s偏光光を透過する特性をもつPBSなどであっても良い。

40

【0116】

また、前述した実施例の一部では、青色光を透過し、青色光よりも波長が長い可視光を反射する特性をもつダイクロミックミラーを用いた光源装置の構成を例示した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。光源へ戻る非変換光の量を減少させる構成であれば、ダイクロミックミラーの反射率特性については、光源からの光の波長などに合わせて適宜変更しても良い。さらに、光源へ戻る非変換光の量を減少させることが可能な構成であれば、第2領域に、ダイクロミックミラーの代わりに、波長によらず光を反射するミラーなどの反射手段が設けられていても良い。あるいは、第2領域には、波長によらず光を透過するガラスなどの透過手段が設けられていても良い。

【0117】

また、前述した実施例では、正のパワーを持つレンズユニットとして、3枚のレンズを

50

備え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。レンズユニット全体として正のパワーを持つような構成であれば、例えば、1枚、2枚あるいは3枚より多い枚数のレンズからなる構成などであっても良い。なお、3枚のレンズを備える集光レンズユニットは、3枚のレンズが一体的に光源装置に取り付けられるものであっても、1枚1枚取り付けられるものであっても良い。

【0118】

表1にレンズユニット4が4枚のレンズで構成されている場合の数値実施例を記載する。

【0119】

表1において、面番号は光源1側より順に各レンズの面に付した番号である。また、Rは曲率半径、dは面間隔（次の面との物理的間隔）、 n_d 、 ν_d はガラス材料のd線の屈折率およびアッペ数を示している。有効径はその面において光線が通過する有効領域を直径で示している。

10

【0120】

面番号の右側に*が付記されている面は以下の式(1)に示す関数に従った非球面形状であることを示し、表2にその係数を示している。式(1)において、Xは、図2と平行な断面における光軸方向の座標を示し、Yは、図2と平行な断面において光軸と直交する方向の座標を示す。

【0121】

【数1】

20

$$X = \frac{Y^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(Y/R)^2}} + A_4 Y^4 + A_6 Y^6 + A_8 Y^8 + A_{10} Y^{10} + A_{12} Y^{12} + A_{14} Y^{14} + A_{16} Y^{16} + A_{18} Y^{18} + A_{20} Y^{20}$$

【0122】

図16に示すように、レンズユニット4は光源1（不図示）側から順に、正屈折力で光源側に凸のメニスカスレンズであるG1、正屈折力で光源側に凸のメニスカスレンズであるG2、負屈折力の球面レンズであるG3、正屈折力で光源1側の面が非球面形状の非球面レンズであるG4から構成されている。

【0123】

この構成は、レンズユニット4に求められる次の2点の要件を満たすために必要最低限の構成となっている。

30

【0124】

第一に、蛍光体5から拡散光として発する蛍光光をできるだけ多く取り込むために、できるだけ大きい角度で取り込み、略平行光束として射出する。これにより、光源装置としての光利用効率をより高めることが可能となる。

【0125】

第二に蛍光体5から発する蛍光光は図3(b)に示されるように非常に広い波長帯域の光となっている。このため、波長ごとの屈折率の違いなどによって、蛍光光は、照明光学系で使用した際に色度の悪化や色むらなどの原因となってしまうおそれがある。したがって、蛍光光は、球面収差に加えて、色収差も適正に補正されている必要がある。

【0126】

40

前述のように、レンズユニット4は、蛍光光をより大きい角度で取り込むことが望ましい。NA（開口数）を用いて言い換えれば、レンズユニット4は、よりNAの大きい光線を取り込めることが望ましい。しかし、一般に、球面レンズの周辺部を通る光線は、中心部を通る光線よりも強く屈折し、中心部を通る光線が光軸と交わる位置からずれて光軸と交わるため、いわゆる球面収差が生じる。すなわち、NAの大きい光線ほど球面収差が生じやすくなる。このため、負屈折力を持つレンズであるG3が、正屈折力を持つレンズであるG1およびG2と逆向きの収差を発生させることにより、球面収差を相殺している。

【0127】

また、球面収差を補正したとしても、波長ごとの屈折率の違いなどによって、波長ごとに光軸と交わる位置がずれてしまうため、いわゆる軸上色収差が生じる。このため、アッ

50

ベ数の大きい（低分散）の G 1 および G 2 と、アッベ数の小さい（高分散） G 3 を組み合わせて用いることで、軸上色収差を補正している。軸上色収差を補正することにより、軸上色収差が原因となって生じる色フレアも補正することが可能となる。

【 0 1 2 8 】

このような条件を満たすために本数値実施例に示すレンズユニット 4 は G 3 に高分散負屈折力の両凹レンズを配置している。さらに G 4 を非球面レンズとすることで、特にレンズの周辺部を通る光線の屈折角を補正し、G 3 で取りきれなかった球面収差の補正を行っているのである。

【 0 1 2 9 】

このとき、G 3 の屈折力を全体の屈折力および G 4 の屈折力に対して強くし過ぎたり、逆に弱くし過ぎたりすると、前述のような補正が適正に行えなくなるおそれがある。本数値実施例においては、適正な補正を行うことが可能な G 3 および G 4 の屈折力の条件を、焦点距離を用いて定めている。

10

【 0 1 3 0 】

G 3 の焦点距離を f_3 、G 4 の焦点距離を f_4 、レンズユニット 4 全体の焦点距離を f としたとき、

$$1.0 < |f_3 / f| < 3.5$$

$$1.5 < |f_3 / f_4| < 4.5$$

を満たすことが好ましい。さらには

$$1.8 < |f_3 / f| < 2.8$$

$$2.5 < |f_3 / f_4| < 3.5$$

の条件を満たすとより好ましい。

20

【 0 1 3 1 】

なお、本実施例における上記条件式の値と各レンズの焦点距離は表 3 に示してある。

【 0 1 3 2 】

(表 1)

R d nd d 有効径

OBJ

1 22.199 8.30 1.729 54.6 33.0

2 59.388 0.30 30.5

3 18.941 7.40 1.729 54.6 26.5

4 65.480 2.38 22.6

5 -54.918 1.20 1.808 22.7 21.8

6 65.468 3.75 19.8

7* 9.272 7.30 1.693 53.1 14.2

8 -54.740 1.20 8.8

IMG 2.5

30

【 0 1 3 3 】

(表 2) 非球面係数

面番号 K A4 A6 A8 A10 A12

7 -3.5393 9.6030e-5 7.3267e-6 -1.1679e-7 -7.8246e-10 1.9452e-11

40

【 0 1 3 4 】

(表 3) 各焦点距離と条件式の値

f 16.501

f1 44.436

f2 34.253

f3 -36.794

f4 11.994

$|f_3/f| = 2.23$

$|f_3/f_4| = 3.08$

50

【0135】

また、前述した実施例では、光学素子の中心に第1領域があり、第1領域の外周に第2領域があ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。光源へ戻る非変換光の量を減少させる構成であれば、例えば、第1領域及び第2領域が光学素子の中心から偏心した位置にある構成などであっても良い。

【0136】

また、前述した実施例の一部では、第1領域にダイクロミックミラーが設けられてい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。光源へ戻る非変換光の量を減少させる構成であれば、例えば、ダイクロミックプリズムなどであっても良い。

【0137】

また、前述した実施例では、一体に形成された光学素子の構成を例示したが、本発明はこれに限定されるものではない。互いに特性の異なる2つの領域を持つような構成であれば、例えば、互いに反射率特性の異なる2種類の別個のミラーが隣接するように設けられている構成などであってもよい。

【0138】

また、前述した実施例の一部では、ダイクロミックミラーや、可視光を全て反射するミラーを用いた構成を例示した。これらの構造は、前述した各実施例における特性を実現可能なものであれば、例えば、金属ミラー、誘電体多層膜ミラーなどであっても良い。

【0139】

また、前述した実施例では、光源、レンズ、ミラー、レンズユニット、そして蛍光体を備える構成を例示した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。光源へ戻る非変換光の量を減少させることが可能な構成であれば、例えば、レンズ及びレンズユニットを両方用いない、あるいは、片方のみ用いるなどの構成であっても良い。

【0140】

また、前述した実施例では、光源からの光が第1領域に入射する構成として、光源からの光の進行方向にレンズを配置した構成を例示した。しかし、本発明は、これに限定されるものではない。光源からの光が第1領域に入射する構成であれば、例えば、複数の光源からの光を圧縮し、平行光化し、第1領域に入射させるような構成などであっても良い。

【0141】

また、前述した実施例では、本発明の実施例で示す光源装置を搭載可能な投射型表示装置の構成を例示したが、本発明はこれに限定されるものではない。本発明の実施例で示す光源装置を、例えば、液晶ディスプレイ、電子ビューファインダー用のバックライトなどとして搭載しても良い。

【0142】

また、前述した各実施例では、領域31とフライアイレンズとの関係が図17に示すようになっている。なお、図17においては第2実施例を元に説明を行うが、その他の実施例においても図17に示すような構成になっている。

【0143】

図17において、40は前述の照明光学系に含まれるフライアイレンズである。蛍光体5からの光のうち領域31に入射する非変換光は光源1側に戻るが、領域31に入射する蛍光光は領域31を透過してフライアイレンズ40へ入射する。一方、領域32においては非変換光及び蛍光光ともにフライアイレンズ40へ入射する。

【0144】

なお、図17から後述の図21においては、フライアイレンズ40のレンズセルの光軸と平行な方向をz軸方向とし、光源1からの光束の進行方向をx軸方向とし、z軸方向及びx軸方向と直交する方向をy軸方向としている。また、後述の図18から図21中に示す点線の楕円はレンズユニット4を介して蛍光体5からミラー3に向かう非変換光及び蛍光光の外形である。

【0145】

ここで、不図示の照明光学系は第1のフライアイレンズとしてのフライアイレンズ40

10

20

30

40

50

と、第2のフライアイレンズと、コンデンサーレンズと、を備えている。

【0146】

例えば、領域31の辺とフライアイレンズ40のレンズセル間の境界とが一致していない場合を考える。この場合、フライアイレンズ40のレンズセルの光軸方向視において、所定のレンズセルの一部の領域は領域31と重なり、その他の領域は領域31と重ならないことになる。

【0147】

すなわち、レンズセルの一部の領域には蛍光体5から領域31外を通った非変換光が入射し、その他の領域には、領域31は非変換光を反射するために、非変換光が入射しない。

10

【0148】

言い換えれば、所定のレンズセルにおいては、非変換光が入射する領域と入射しない領域が生じるために、色むらが生じてしまうおそれがある。

【0149】

第1のフライアイレンズとしてのフライアイレンズ40の各レンズセルは液晶パネル35と光学的に共役であり、フライアイレンズ40の各レンズセルを透過した光束はだいたい2のフライアイレンズ及びコンデンサーレンズによって液晶パネル上に重畳される。

【0150】

したがって、フライアイレンズ40の所定のレンズセルにおいて色むらが生じると、投射画像にも色むらが生じるおそれがある。

20

【0151】

そこで、本発明の各実施例においては、フライアイレンズ40のレンズセルの光軸方向から見たときの領域31の面積をAとする。また、フライアイレンズ40のレンズセルの光軸方向から見たときのレンズセルの面積をBとし、nを自然数とする。

【0152】

このとき、本発明の各実施例で示す光源光学系は、

$$B \times (n - 0.1) \leq A \leq B \times (n + 0.1)$$

を満足している。

【0153】

なお、本発明の各実施例で示す光源光学系が、

$$B \times (n - 0.05) \leq A \leq B \times (n + 0.05)$$

を満足するとより好ましい。

30

【0154】

さらに、本発明の各実施例で示す光源光学系が、

$$B \times n = A$$

を満足するとより好ましい。

【0155】

上述の条件式を満足することは、フライアイレンズ40のレンズセルの光軸方向から見たときの領域31の面積Aが、フライアイレンズ40のレンズセルの光軸方向から見たときのレンズセルの面積Bの略自然数倍であることを示す。この関係を図示したものが図18及び図19である。

40

【0156】

なお、領域31の面積A及びレンズセルの面積Bは、言い換えれば、フライアイレンズ40のレンズセルの光軸と直交する断面に、領域31及びレンズセルを垂直に投影したときの面積である。

【0157】

本実施例においては、領域31からの光束のうち最も外側の光線が、フライアイレンズ40の各レンズセル間の境界に入射する。言い換えれば、フライアイレンズ40の光軸方向視において、領域31の辺がフライアイレンズ40のレンズセル間の境界と一致している(重なる)。このときに、上述の条件式を満たすことで、フライアイレンズ40のレン

50

ズセルでの色むら及び投射画像の色むらを抑制することが可能となる。

【0158】

すなわち、フライアイレンズ40のレンズセルの光軸方向視において、領域31は、フライアイレンズ40のレンズセルと略相似形状を単位形状としたときに、1つの単位形状と同一の形状及び大きさあるいは、単位形状を複数配列した形状となっている。なお、フライアイレンズ40のレンズセルの光軸方向視において、この単位形状の面積はフライアイレンズ40のレンズセルの面積Bと同一である。

【0159】

図18及び図19においては、フライアイレンズ40のレンズセルの一方の辺の寸法を F_x として他方の辺の寸法を F_y とするとき、領域31の面積が $4F_x F_y$ となっている。すなわち、レンズセルの光軸方向から見たときの領域31の一方の辺の寸法及び他方の辺の寸法ともに、 F_x 及び F_y に対して同じ倍率となっている。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、レンズセルの光軸方向から見たときの領域31の一方の辺の寸法が F_x であるのに対して、他方の辺の寸法が $2F_y$ となる構成であっても良い。

10

【0160】

すなわち、光源からの光束の進行方向を第1の方向（ y 軸方向）とし、フライアイレンズ40のレンズセルの光軸と平行な方向を第2の方向（ z 軸方向）とし、第1の方向及び第2の方向と直交する方向を第3の方向（ x 軸方向）とする。

【0161】

そして、フライアイレンズ40のレンズセルの光軸方向視において、フライアイレンズ40のレンズセルの第1の方向の寸法を F_y とし、領域31の第1の方向の寸法を f_y とする。さらに、フライアイレンズ40のレンズセルの第3の方向の寸法を F_x とし、領域31の第3の方向の寸法を f_x とし、 n を自然数とする。

20

【0162】

このとき、以下の条件を満たすことが好ましい。

$$\begin{aligned} F_y \times (n - 0.1) &< f_y < F_y \times (n + 0.1) \\ F_x \times (n - 0.1) &< f_x < F_x \times (n + 0.1) \end{aligned}$$

【0163】

なお、フライアイレンズ40の光軸方向視において、領域31の辺はフライアイレンズ40のレンズセル間の境界と完全に一致している必要は無い。

30

【0164】

具体的には、領域31の辺とフライアイレンズ40のレンズセルの境界線との第1の方向の距離を E_y とし、領域31の辺とフライアイレンズ40のレンズセルの境界線との第3の方向の距離を E_x とする。このとき、

$$\begin{aligned} E_y / F_y &< 0.05 \\ E_x / F_x &< 0.05 \end{aligned}$$

を満たせばよい。

【0165】

ここで、図18及び図19においては、領域31の面積が $4F_x F_y$ となっているが、本発明の実施例はこれに限定されるものではない。図20(a)及び(b)に示すように、領域31の面積が $2F_x F_y$ であってもよく、図20(a)に示すように縦長であっても、図20(b)に示すように横長であってもよい。

40

【0166】

さらに、図20(c)に示すように、領域31が長方形でなく、十字状の形状であってもよい。

【0167】

この場合にも、領域31の辺がフライアイレンズ40のレンズセル間の境界と一致するとともに、領域31の面積Aがレンズセルの面積Bの略自然数倍であることが好ましい。

【0168】

50

また、図 20 (d) に示すように、領域 3 1 が複数あり、かつ複数の領域 3 1 が互いに繋がっていない場合には、各領域 3 1 が上述の条件式を満たし、複数の領域 3 1 の辺がフライアイレンズ 4 0 のレンズセル間の境界と一致していることが好ましい。

【0169】

前述の第 2 実施例を図 20 に示す構成となるように変形してもよい。図 6 に示す構成と図 20 に示す構成との違いは、領域 3 1 及び領域 3 2 が並んでいる方向である。

【0170】

図 20 に示す構成においては、ミラー 3 は、領域 3 1 と領域 3 2 の並んでいる方向が、光源 1 からの光の進行方向及びフライアイレンズ 4 0 のレンズセルの光軸に平行な断面と直交するように構成されている。

10

【0171】

光源装置を図 20 に示す構成とすることでより小型な光源装置を実現することが可能となる。具体的には図 2 1 に示すように、図 2 0 に示す構成によってフライアイレンズ 4 0 とレンズユニット 4 とがより近付くことが可能となる。

【0172】

図 2 1 に示すように、レンズユニットのうち、最も光学素子側（ミラー 3 側）に配置されたレンズの面頂点からフライアイレンズ 4 0 のレンズセルの面頂点までの距離を L とする。さらに、光源 1 からの光の進行方向及びフライアイレンズ 4 0 のレンズセルの光軸に平行な断面における、ミラー 3 の長辺の寸法を D とする。そして、光源 1 からの光の進行方向及びフライアイレンズ 4 0 のレンズセルの光軸に平行な断面において、ミラー 3 の長辺とフライアイレンズ 4 0 のレンズセルの光軸とがなす角度を θ とする。

20

【0173】

このとき、本発明の各実施例で示す光源光学系は、

$$D \cos \theta < L < 5 D$$

を満足するが好ましい。これにより、より小型な光源装置を実現することが可能となる。

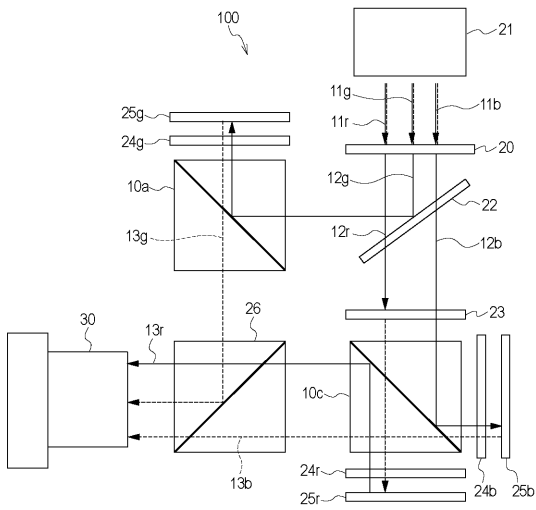
【符号の説明】

【0174】

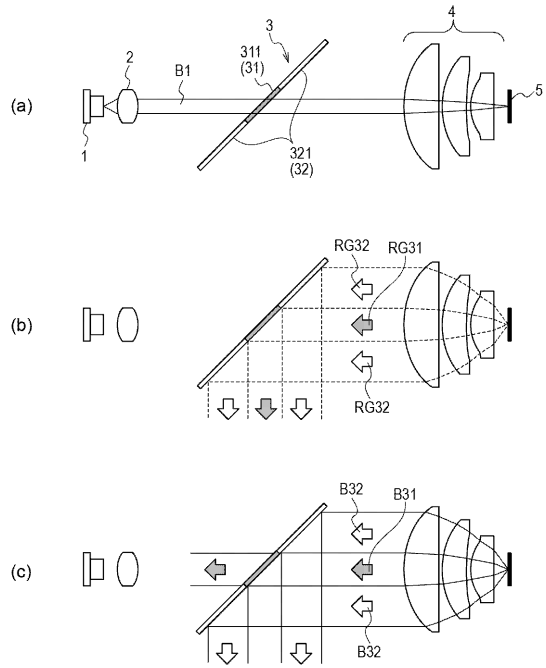
- 3 ミラー（光学素子）
- 4 レンズユニット
- 3 1 領域（第 1 領域）
- 3 2 領域（第 2 領域）
- 4 0 フライアイレンズ
- 5 蛍光体（波長変換素子）
- B 1 青色光（光源からの光）
- R G 3 1 第 1 領域に入射する蛍光光（変換光）
- R G 3 2 第 2 領域に入射する蛍光光（変換光）
- B 3 1 第 1 領域に入射する非変換光（非変換光）
- B 3 2 第 2 領域に入射する非変換光（非変換光）

30

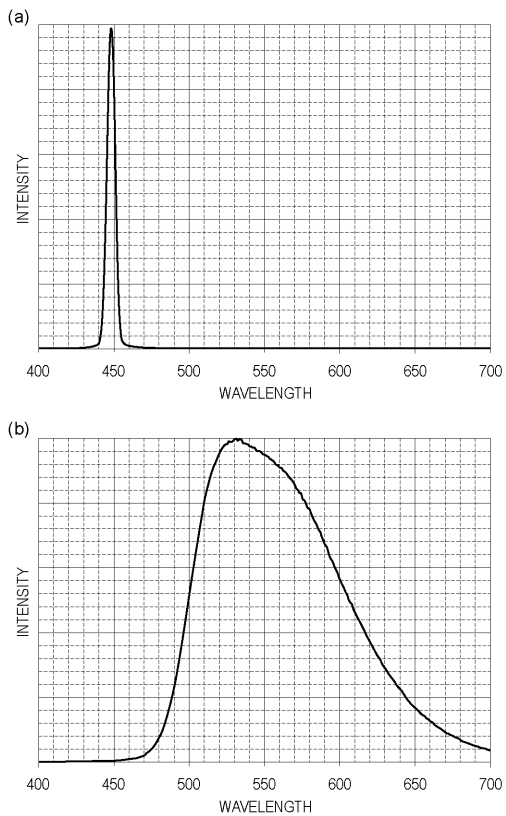
【 図 1 】



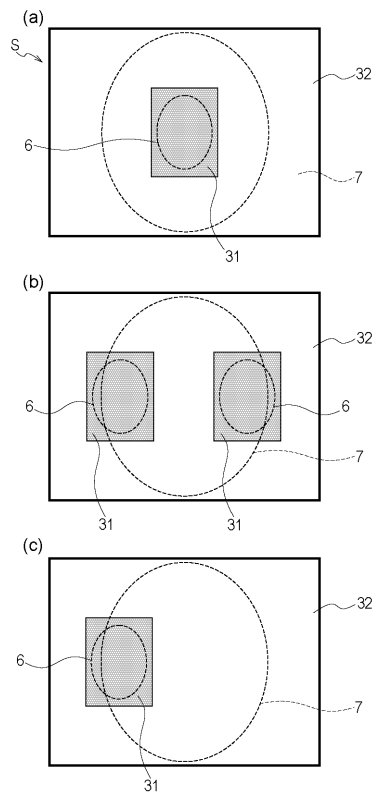
【 図 2 】



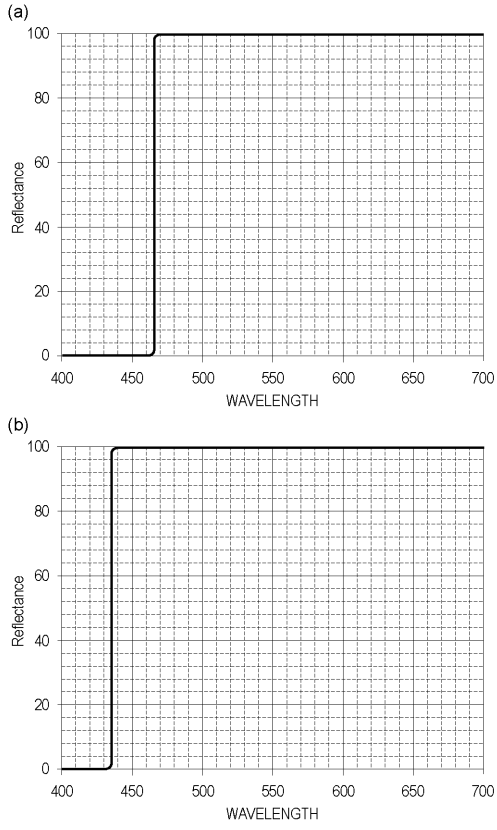
【 図 3 】



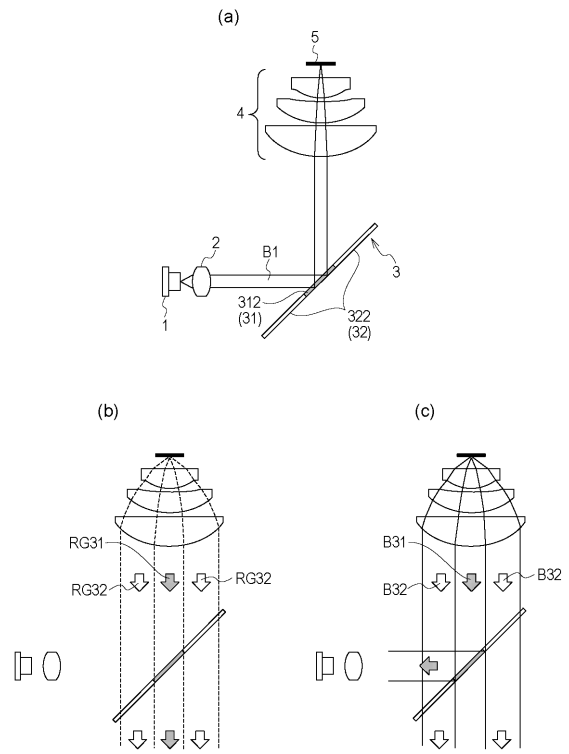
【 図 4 】



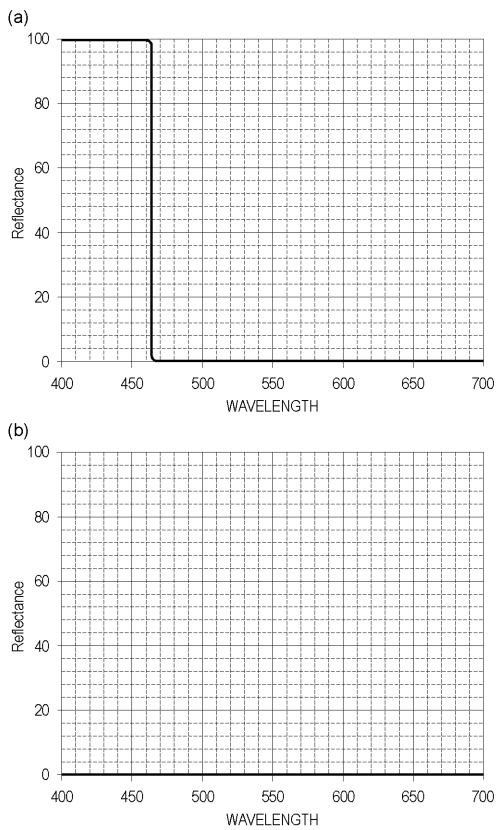
【 図 5 】



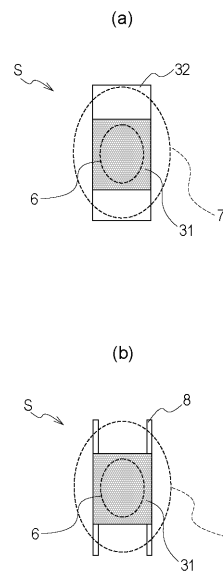
【 図 6 】



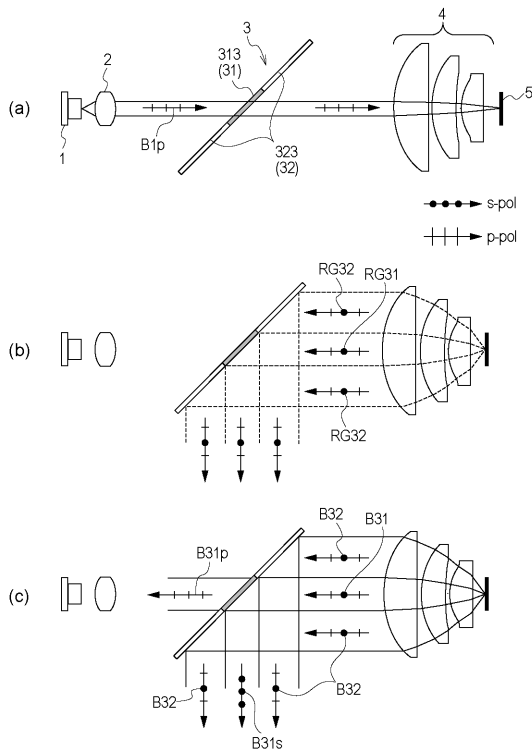
【 図 7 】



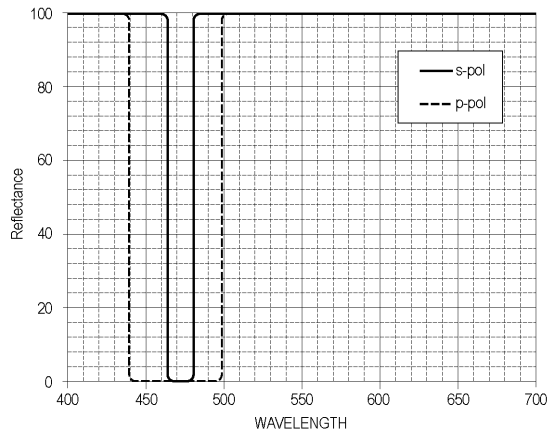
【 図 8 】



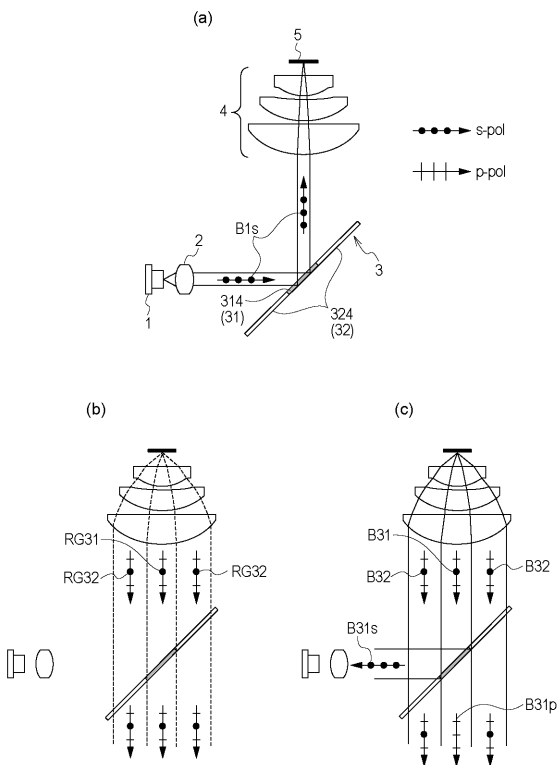
【 図 9 】



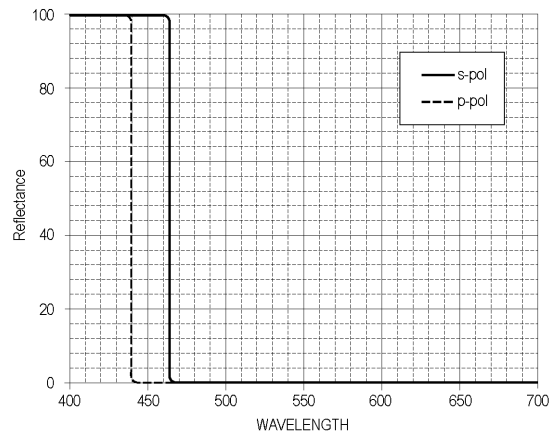
【 図 1 0 】



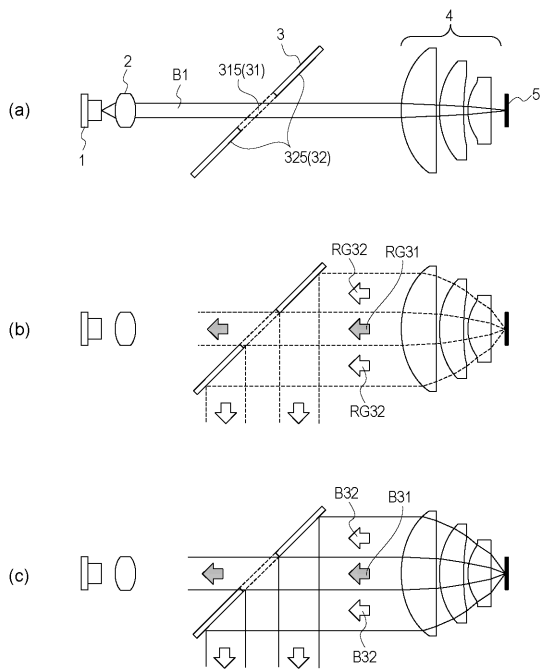
【 図 1 1 】



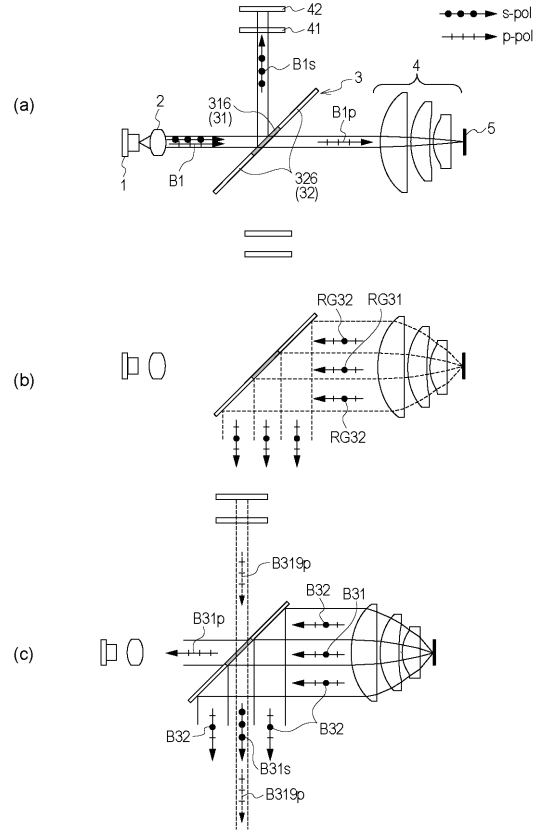
【 図 1 2 】



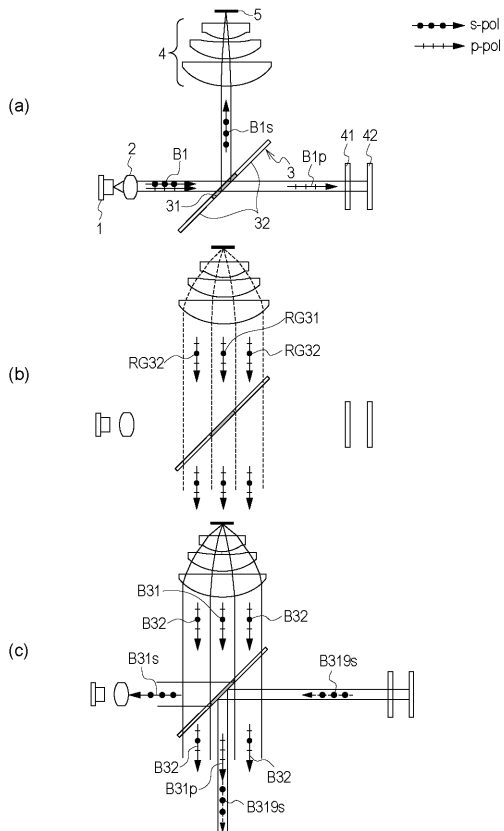
【 図 1 3 】



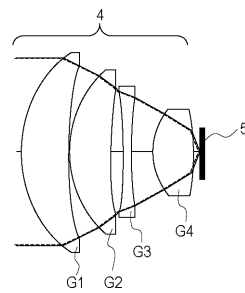
【 図 1 4 】



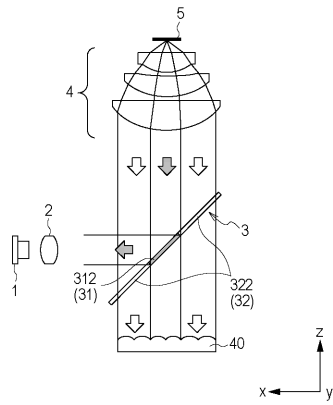
【 図 1 5 】



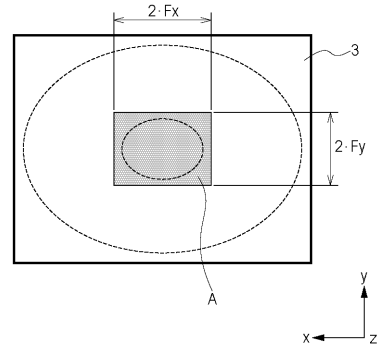
【 図 1 6 】



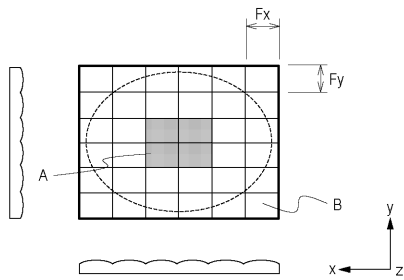
【 図 1 7 】



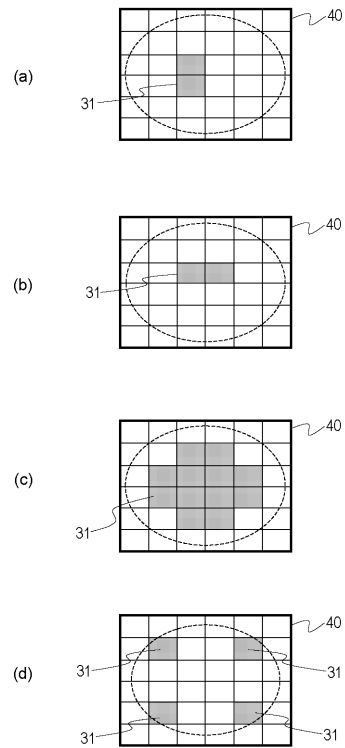
【 図 1 8 】



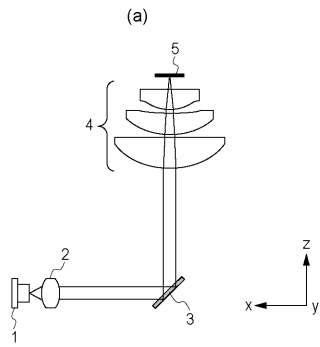
【 図 1 9 】



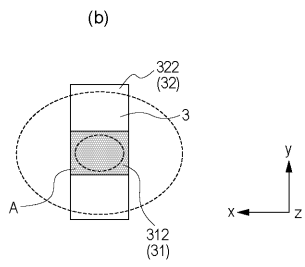
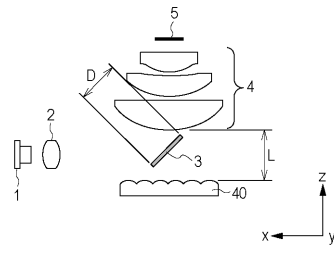
【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)
<i>F 2 1 V</i> 7/22 (2006.01)	<i>F 2 1 V</i>	7/22	2 4 0	
<i>F 2 1 V</i> 5/04 (2006.01)	<i>F 2 1 V</i>	7/22	3 0 0	
<i>F 2 1 V</i> 9/14 (2006.01)	<i>F 2 1 V</i>	5/04	2 0 0	
<i>H 0 4 N</i> 5/74 (2006.01)	<i>F 2 1 V</i>	9/14		
<i>F 2 1 Y</i> 101/02 (2006.01)	<i>H 0 4 N</i>	5/74		A
	<i>F 2 1 Y</i>	101:02		

Fターム(参考) 2K103 AA01 AA05 AB04 BA01 BA17 BC09 BC12 BC15 BC19 BC26
 BC27 BC28 CA17 CA76
 3K243 AA01
 5C058 BA05 EA02 EA12 EA26 EA33 EA51