

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6821990号  
(P6821990)

(45) 発行日 令和3年1月27日 (2021.1.27)

(24) 登録日 令和3年1月12日 (2021.1.12)

(51) Int. Cl.	F I
<b>G03B 21/14 (2006.01)</b>	G O 3 B 21/14 A
<b>G03B 21/00 (2006.01)</b>	G O 3 B 21/00 D
<b>F21S 2/00 (2016.01)</b>	F 2 1 S 2/00 3 3 O
<b>F21V 5/00 (2018.01)</b>	F 2 1 V 5/00 3 2 O
<b>H04N 5/74 (2006.01)</b>	H O 4 N 5/74 Z
請求項の数 9 (全 21 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2016-146421 (P2016-146421)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成28年7月26日 (2016.7.26)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-17816 (P2018-17816A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成30年2月1日 (2018.2.1)	(74) 代理人	100149548
審査請求日	令和1年5月30日 (2019.5.30)		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
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100146835
			弁理士 佐伯 義文
		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】

各々が複数の発光素子からなる少なくとも一つの光源列を備え、前記複数の発光素子の各々から射出される複数の光ビームからなる光線束を射出する光源ユニットと、

前記光源ユニットの後段に設けられ、複数の小レンズを備えた第1のフライアイレンズと、を備え、

前記少なくとも一つの光源列のうちの第1の光源列から射出された複数の第1の光ビームの各々の主光線は、前記複数の小レンズのうち互いに異なる小レンズにそれぞれ入射し、

前記第1のフライアイレンズの前記複数の小レンズは、所定の配列ピッチで規則的に配列され、

前記複数の第1の光ビームのうち一つの光ビームの主光線と、前記複数の小レンズのうち当該主光線が入射する小レンズの光軸の位置関係は、前記第1の光源列にわたって非周期的である照明装置。

【請求項2】

前記複数の小レンズは、第1の方向と第2の方向とに沿って格子状に配列されており、前記光線束が前記第1のフライアイレンズに入射するとき、前記複数の第1の光ビームは前記第1の方向に並んでおり、

前記複数の第1の光ビームの前記第1の方向における配列ピッチは、前記複数の小レンズの前記第1の方向における配列ピッチの非整数倍であり、かつ、前記第1の光ビームの

10

20

主光線の入射位置と、当該主光線が入射する小レンズの中心位置と、のずれ量の変化が前記第 1 の方向において非周期的である、請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 3】

前記光線束が前記第 1 のフライアイレンズへ入射する際、前記複数の小レンズが配列されている面と平行な断面における前記光線束の形状は、前記複数の小レンズが配列されている領域の形状と相似であり、

前記断面は、前記複数の小レンズが配列されている前記領域よりも小さい、請求項 1 または請求項 2 に記載の照明装置。

【請求項 4】

前記光源ユニットは、前記少なくとも一つの光源列を支持する基材と、前記少なくとも一つの光源列のそれぞれに対応して設けられた少なくとも一つの反射素子と、をさらに備え、

前記第 1 の光源列が前記複数の第 1 の光ビームを射出する方向は、前記少なくとも一つの光源列が配列されている面と略平行であり、

前記少なくとも一つの反射素子の各々は、一つの反射面を有し、

前記少なくとも一つの反射素子のうち第 1 の反射素子は、前記第 1 の光源列から射出された前記複数の第 1 の光ビームが、前記第 1 の反射素子の前記反射面で反射されて前記第 1 のフライアイレンズに入射するように配置されている、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】

各々が複数の発光素子からなる少なくとも一つの光源列を備え、前記複数の発光素子の各々から射出される複数の光ビームからなる光線束を射出する光源ユニットと、

前記光源ユニットの後段に設けられ、複数の小レンズを備えた第 1 のフライアイレンズと、を備え、

前記少なくとも一つの光源列のうちの第 1 の光源列から射出された複数の第 1 の光ビームの各々の主光線は、前記複数の小レンズのうち隣接する互いに異なる小レンズにそれぞれ入射し、

前記複数の第 1 の光ビームのうち一つの光ビームの主光線と、前記複数の小レンズのうち当該主光線が入射する小レンズの光軸と、の位置関係は、前記第 1 の光源列にわたって非周期的であり、

前記複数の第 1 の光ビームの前記第 1 のフライアイレンズに入射する入射領域は楕円をなし、前記楕円の入射領域の長手は互いに隣接する小レンズに入射する領域である、照明装置。

【請求項 6】

前記第 1 の光源列から射出される前記複数の第 1 の光ビームは、前記第 1 の光源列の前記複数の発光素子が並ぶ列方向において、互いに隣り合う前記第 1 の光ビームの間隔がそれぞれ異なる、請求項 5 に記載の照明装置。

【請求項 7】

前記第 1 の光源列から射出される前記複数の第 1 の光ビームは、前記第 1 の光源列の前記複数の発光素子が並ぶ列方向に対して直交する方向において、互いに隣り合う前記第 1 の光ビームの位置がずれている、請求項 5 に記載の照明装置。

【請求項 8】

前記第 1 のフライアイレンズの後段に設けられる第 2 のフライアイレンズと、

前記第 2 のフライアイレンズの後段に設けられた集光レンズと、をさらに備える、請求項 1 から請求項 7 までのいずれか一項に記載の照明装置。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 までのいずれか一項に記載の照明装置と、

前記照明装置から射出された光を画像情報に応じて変調する光変調装置と、

前記光変調装置により変調された光を投射する投射光学系と、を備えた、プロジェクター。

10

20

30

40

50

## 【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】

例えばプロジェクターに用いる照明装置として、半導体レーザー等の固体光源を用いた照明装置が提案されている。下記の特許文献1には、複数の固体光源を有する固体光源群と、複数の固体光源からの光をそれぞれ平行化する複数のコリメーターレンズを有するコリメーターレンズ群と、コリメーターレンズ群からの光を反射する第1反射部および第2反射部と、第2反射部からの光を集光する集光光学系と、集光光学系からの光の強度分布を均一化するホモジナイザー光学系と、を備えた照明装置が開示されている。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2012-118302号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

特許文献1の照明装置においては、複数の固体光源からの光により蛍光体を励起し、蛍光体で生成される蛍光光を照明光の一部として利用している。また、ホモジナイザー光学系は、第1レンズアレイと第2レンズアレイとから構成されている。複数の固体光源から射出された光は、ホモジナイザー光学系によって蛍光体に均一に照射される。ところが、この構成では、蛍光体上の照度分布の均一性が不十分であり、均一性の更なる改善が求められていた。

20

## 【0005】

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、被照明領域における照度分布の均一性に優れた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プロジェクターを提供することを目的の一つとする。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

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、各々が複数の発光素子からなる少なくとも一つの光源列を備え、光線束を射出する光源ユニットと、前記光源ユニットの後段に設けられ、複数の小レンズを備えた第1のフライアイレンズと、前記第1のフライアイレンズの後段に設けられた第2のフライアイレンズと、前記第2のフライアイレンズの後段に設けられた集光レンズと、を備え、前記少なくとも一つの光源列のうちの第1の光源列から射出された複数の第1の光ビームの各々の主光線は、前記複数の小レンズのうち互いに異なる小レンズにそれぞれ入射し、前記複数の第1の光ビームのうち一つの光ビームの主光線と、前記複数の小レンズのうち当該主光線が入射する小レンズの光軸と、の位置関係は、前記第1の光源列にわたって非周期的である。

40

## 【0007】

本発明の一つの態様の照明装置において、複数の第1の光ビームの各々の主光線は、第1のフライアイレンズの複数の小レンズのうち互いに異なる小レンズにそれぞれ入射する。このとき、一つの光ビームの主光線と当該主光線が入射する小レンズの光軸との位置関係が第1の光源列にわたって非周期的であるため、第1のフライアイレンズの各小レンズ上での輝度分布が互いに異なり、互いに異なる輝度分布を有する複数の光ビームは第2のフライアイレンズと集光レンズとによって被照明領域上で重畳される。これにより、被照明領域における照度分布の均一性を従来よりも高めることができる。

## 【0008】

50

本発明の一つの態様の照明装置において、前記複数の小レンズは、第1の方向と第2の方向とに沿って格子状に配列されており、前記光線束が前記第1のフライアイレンズに入射するとき、前記複数の第1の光ビームは前記第1の方向に並んでおり、前記複数の第1の光ビームの前記第1の方向における配列ピッチは、前記複数の小レンズの前記第1の方向における配列ピッチの非整数倍であってもよい。

【0009】

この構成においては、複数の第1の光ビームの第1の方向における配列ピッチが複数の小レンズの第1の方向における配列ピッチの非整数倍であるため、複数の第1の光ビームの各々は複数の小レンズの各々の異なる位置に入射する。これにより、第1のフライアイレンズの複数の小レンズ上での輝度分布が互いに異なるため、被照明領域における照度分布の均一性を従来よりも高めることができる。この構成によれば、発光素子や小レンズの配列をそれ程複雑にすることなく、照度分布の均一性を容易に改善することができる。

10

【0010】

本発明の一つの態様の照明装置において、前記少なくとも一つの光源列は、複数の光源列を備え、前記光線束が前記第1のフライアイレンズへ入射する際、前記光線束の、前記複数の小レンズが配列されている面と平行な断面の形状は、前記複数の小レンズが配列されている領域の形状と相似であり、前記断面は前記複数の小レンズが配列されている前記領域よりも小さくてもよい。

【0011】

この構成によれば、複数の第1の光ビームを複数の小レンズに効率良く入射させることができる。

20

【0012】

本発明の一つの態様の照明装置において、前記光源ユニットは、前記少なくとも一つの光源列を支持する基材と、前記少なくとも一つの光源列のそれぞれに対応して設けられた少なくとも一つの反射素子と、をさらに備え、前記第1の光源列が前記複数の第1の光ビームを射出する方向は、前記少なくとも一つの光源列が配列されている面と略平行であり、前記少なくとも一つの反射素子の各々は、一つの反射面を有し、前記少なくとも一つの反射素子のうち第1の反射素子は、前記第1の光源列から射出された前記複数の第1の光ビームが、前記第1の反射素子の前記反射面で反射されて前記第1のフライアイレンズに入射するように配置されていてもよい。

30

【0013】

この構成によれば、複数の第1の光ビームが共通の一つの反射面で反射するため、反射素子の構成が簡単である。

【0014】

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、前記照明装置から射出された光を画像情報に応じて変調する光変調装置と、前記光変調装置により変調された光を投射する投射光学系と、を備える。

【0015】

この構成によれば、プロジェクターが本発明の一つの態様の照明装置を備えるため、明るい画像を投射することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】第1実施形態のプロジェクターの概略構成図である。

【図2】第1実施形態の照明装置の概略構成図である。

【図3】第1実施形態の光源ユニットの斜視図である。

【図4】図3のIV-IV断面斜視図である。

【図5】光ビームの主光線と当該主光線が入射する小レンズの光軸との位置関係の一例を示す図である。

【図6】図5の要部の拡大図である。

【図7】第2実施形態の照明装置において、光ビームの主光線と当該主光線が入射する小

50

レンズの光軸との位置関係の一例を示す図である。

【図 8】第 1 のフライアイレンズ上の光ビームの位置と、小レンズの光軸の位置座標と光ビームの主光線の位置座標との間の距離と、の関係の第 1 計算例を示す図である。

【図 9】第 1 のフライアイレンズ上の光ビームの位置と、小レンズの光軸の位置座標と光ビームの主光線の位置座標との間の距離と、の関係の第 2 計算例を示す図である。

【図 10】第 1 のフライアイレンズ上の光ビームの位置と、小レンズの光軸の位置座標と光ビームの主光線の位置座標との間の距離と、の関係の第 3 計算例を示す図である。

【図 11】第 1 のフライアイレンズ上の光ビームの位置と、小レンズの光軸の位置座標と光ビームの主光線の位置座標との間の距離と、の関係の第 4 計算例を示す図である。

【図 12】第 1 のフライアイレンズ上の光ビームの位置と、小レンズの光軸の位置座標と光ビームの主光線の位置座標との間の距離と、の関係の第 5 計算例を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0017】

[第 1 実施形態]

以下、本発明の第 1 実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために、便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率などが実際と同じであるとは限らない。

【0018】

(プロジェクター)

20

本実施形態のプロジェクターは、スクリーン（被投射面）上にカラー映像を表示する投射型画像表示装置である。プロジェクターは、赤色光、緑色光、青色光の各色光に対応した 3 つの液晶光変調装置を備えている。プロジェクターは、照明装置の光源として、高輝度・高出力な光が得られるレーザーダイオードを備えている。

【0019】

図 1 は、本実施形態に係るプロジェクターの光学系を示す概略構成図である。

図 1 に示すように、プロジェクター 1 は、照明装置 2 と、色分離光学系 3 と、光変調装置 4 R, 光変調装置 4 G, 光変調装置 4 B と、合成光学系 5 と、投射光学系 6 と、を備えている。

【0020】

30

本実施形態において、照明装置 2 は、照明光として白色光 W を色分離光学系 3 に向けて射出する。

【0021】

色分離光学系 3 は、白色光 W を赤色光 L R と緑色光 L G と青色光 L B とに分離する。色分離光学系 3 は、第 1 のダイクロイックミラー 7 a と、第 2 のダイクロイックミラー 7 b と、第 1 の全反射ミラー 8 a と、第 2 の全反射ミラー 8 b と、第 3 の全反射ミラー 8 c と、第 1 のリレーレンズ 9 a と、第 2 のリレーレンズ 9 b と、を備えている。

【0022】

第 1 のダイクロイックミラー 7 a は、赤色光 L R を透過するとともに、その他の光（緑色光 L G および青色光 L B ）を反射する。第 2 のダイクロイックミラー 7 b は、緑色光 L G を反射するとともに、青色光 L B を透過する。

40

【0023】

第 1 の全反射ミラー 8 a は、赤色光 L R の光路中に配置され、第 1 のダイクロイックミラー 7 a を透過した赤色光 L R を光変調装置 4 R に向けて反射する。第 2 の全反射ミラー 8 b および第 3 の全反射ミラー 8 c は、青色光 L B の光路中に配置され、第 2 のダイクロイックミラー 7 b を透過した青色光 L B を光変調装置 4 B に導く。緑色光 L G は、第 2 のダイクロイックミラー 7 b により光変調装置 4 G に向けて反射される。

【0024】

第 1 のリレーレンズ 9 a および第 2 のリレーレンズ 9 b は、青色光 L B の光路中における第 2 のダイクロイックミラー 7 b の下段に配置されている。第 1 のリレーレンズ 9 a お

50

よび第2のリレーレンズ9bは、青色光LBの光路長が赤色光LRまたは緑色光LGの光路長よりも長いことに起因する青色光LBの損失を補償する。

【0025】

光変調装置4Rは、赤色光LRを画像情報に応じて変調し、赤色光LRに対応した画像光を形成する。光変調装置4Gは、緑色光LGを画像情報に応じて変調し、緑色光LGに対応した画像光を形成する。光変調装置4Bは、青色光LBを画像情報に応じて変調し、青色光LBに対応した画像光を形成する。

【0026】

光変調装置4R、光変調装置4G、および光変調装置4Bには、例えば透過型の液晶パネルが用いられる。液晶パネルの光入射側および光射出側に、偏光板（図示せず）がそれぞれ配置されている。

10

【0027】

光変調装置4R、光変調装置4G、および光変調装置4Bの光入射側に、フィールドレンズ10R、フィールドレンズ10G、およびフィールドレンズ10Bがそれぞれ配置されている。フィールドレンズ10R、フィールドレンズ10G、およびフィールドレンズ10Bは、光変調装置4Rに入射する赤色光LR、光変調装置4Gに入射する緑色光LG、および光変調装置4Bに入射する青色光LBをそれぞれ平行化する。

【0028】

合成光学系5は、赤色光LR、緑色光LG、および青色光LBに対応した各画像光を合成し、合成された画像光を投射光学系6に向けて射出する。合成光学系5には、例えばクロスダイクロイックプリズムが用いられる。

20

【0029】

投射光学系6は、複数の投射レンズを含む投射レンズ群から構成されている。投射光学系6は、合成光学系5により合成された画像光をスクリーンSCRに向けて拡大投射する。これにより、スクリーンSCR上に、拡大されたカラー映像が表示される。

【0030】

（照明装置）

以下、第1実施形態に係る照明装置2について説明する。

図2は、照明装置2の概略構成図である。

図2に示すように、照明装置2は、光源ユニット21と、コリメーター光学系22と、アフォーカル光学系23と、第1の位相差板28aと、ホモジナイザー光学系24と、偏光分離素子50を含む光学素子25と、第1のピックアップ光学系26と、蛍光発光素子27と、第2の位相差板28bと、第2のピックアップ光学系29と、拡散反射素子30と、インテグレーター光学系31と、偏光変換素子32と、重畳光学系33と、を備えている。

30

【0031】

光源ユニット21と、コリメーター光学系22と、アフォーカル光学系23と、第1の位相差板28aと、ホモジナイザー光学系24と、光学素子25と、第2の位相差板28bと、第2のピックアップ光学系29と、拡散反射素子30とは、それぞれの光学中心を図2中に示す光軸ax1に一致させた状態で、光軸ax1上に順次並んで配置されている。一方、蛍光発光素子27と、第1のピックアップ光学系26と、光学素子25と、インテグレーター光学系31と、偏光変換素子32と、重畳光学系33とは、光軸ax2上に順次並んで配置されている。光軸ax1と光軸ax2とは、同一面内にあり、互いに直交する。

40

【0032】

光源ユニット21は、複数の半導体レーザー211（発光素子）を備えている。複数の半導体レーザー211は、光軸ax1と直交する平面（XY平面）内において、アレイ状に配置されている。

【0033】

光源ユニット21の詳細な構成について、図3および図4を用いて説明する。

50

図 3 は、本実施形態の光源ユニット 2 1 の斜視図である。図 4 は、光源ユニット 2 1 を示す図であって、図 3 の IV - IV 断面斜視図である。

図 3 および図 4 に示すように、光源ユニット 2 1 は、ベース基板 1 1 ( 基材 ) と、複数の半導体レーザー 2 1 1 ( 発光素子 ) と、複数のサブマウント 2 1 2 と、接合フレーム 1 0 7 と、複数の電極部 1 0 9 A と、複数の電極部 1 0 9 B と、透光性部材 1 1 2 と、複数のプリズム 1 1 3 ( 反射素子 ) と、を備える。

後述するように、光源ユニット 2 1 は、各々が複数の半導体レーザー 2 1 1 ( 発光素子 ) からなる光源列 M 1、光源列 M 2、光源列 M 3、光源列 M 4 および光源列 M 5 を備え、複数の光ビーム B M 1 からなる光線束 B M を射出する。なお、本実施形態においては、光源ユニット 2 1 は 5 つの光源列を備えているが、光源列の数は限定されない。

10

#### 【 0 0 3 4 】

ベース基板 1 1 は、第 1 の面 1 1 a、および第 1 の面 1 1 a と逆側の第 2 の面 1 1 b を有する板状の部材である。第 1 の面 1 1 a は、図 3 および図 4 においてベース基板 1 1 の上側の面である。第 2 の面 1 1 b は、図 3 および図 4 においてベース基板 1 1 の下側の面である。第 1 の面 1 1 a の法線方向から見た平面視において、ベース基板 1 1 の形状は、例えば長方形形状である。ベース基板 1 1 は、複数の光源列 M 1 ~ M 5 を支持する。

#### 【 0 0 3 5 】

なお、各図に示した X Y Z 直交座標系のうち、Z 軸方向は、ベース基板 1 1 の厚さ方向と平行な方向である。X 軸方向および Y 軸方向は、Z 軸方向と直交し、かつ、互いに直交する方向である。X 軸方向は、ベース基板 1 1 の短手方向と平行な方向である。Y 軸方向は、ベース基板 1 1 の長手方向と平行な方向である。

20

#### 【 0 0 3 6 】

以下の光源ユニット 2 1 の説明においては、特に断りのない限り、ベース基板 1 1 の厚さ方向 ( Z 軸方向 ) と平行な方向を単に「厚さ方向」と称する場合があります、ベース基板 1 1 の長手方向 ( Y 軸方向 ) と平行な方向を単に「長手方向」と称する場合があります、ベース基板 1 1 の短手方向 ( X 軸方向 ) と平行な方向を単に「短手方向」と称する場合があります。また、第 1 の面 1 1 a の法線方向から見た平面視を、単に平面視と称する。

#### 【 0 0 3 7 】

ベース基板 1 1 には、ベース基板 1 1 を厚さ方向 ( Z 軸方向 ) に貫通する貫通孔 1 1 c が形成されている。貫通孔 1 1 c は、図 3 に示すように、ベース基板 1 1 の四隅にそれぞれ形成されている。貫通孔 1 1 c は、平面視で円形状である。貫通孔 1 1 c には、例えば、ベース基板 1 1 をプロジェクター 1 の筐体等に固定するネジが挿通される。ベース基板 1 1 としては、半導体レーザー 2 1 1 の熱を効率的に排出するために、銅等の熱伝導性が高い金属を用いることが好ましい。

30

#### 【 0 0 3 8 】

以下の説明において、図 3 および図 4 に示したように、各光源列を光源列 M 1 ~ M 5 と称する。また、各光源列 M 1 ~ M 5 を区別しないときは、光源列 M 1 ~ M 5 を総称して、単に光源列 M と称する。

#### 【 0 0 3 9 】

複数の半導体レーザー 2 1 1 は、図 3 に示すように、第 1 の面 1 1 a に配置されている。各光源列 M 1 ~ M 5 は短手方向に延在している。光源列 M 1 ~ M 5 は長手方向 ( Y 軸方向 ) に沿って配列されている。よって、2 5 個の半導体レーザー 2 1 1 が、短手方向 ( X 軸方向 ) および長手方向 ( Y 軸方向 ) に沿って互いに所定の間隔をおいてアレイ状に配置されている。

40

#### 【 0 0 4 0 】

半導体レーザー 2 1 1 は、長手方向にレーザー光 L を射出する。半導体レーザー 2 1 1 は、サブマウント 2 1 2 を介してベース基板 1 1 上に実装されている。サブマウント 2 1 2 は、第 1 の面 1 1 a 上に設けられている。サブマウント 2 1 2 は、例えば平面視において矩形形状である。サブマウント 2 1 2 の材質は、主に窒化アルミおよびアルミナ等のセラミックスである。

50

## 【0041】

半導体レーザー211が射出するレーザー光Lは、例えば445nmの波長の青色光である。なお、レーザー光源102は、445nm以外の波長（例えば460nm）の青色光を射出してもよい。レーザー光Lは、直線偏光である。

## 【0042】

接合フレーム107は、例えば銀口ウ、低融点ガラス等による接合材を介して第1の面11aに接合されている。接合フレーム107は、複数の半導体レーザー211を囲むように設けられた枠状の部材である。接合フレーム107は、平面視において、ベース基板11の長手方向（Y軸方向）に長い長方形の枠状部材である。

## 【0043】

接合フレーム107は、長手方向（Y軸方向）に延在する一対の側壁107aと、短手方向（X軸方向）に延在する一対の側壁107bと、を備える。一方側（+X側）の側壁107aに、電極部109Aが設けられており、他方側（-X側）の側壁107aに、電極部109Bが設けられている。電極部109Aと電極部109Bとは、それぞれ光源列M1～M5ごとに、対となって設けられている。図示は省略するが、電極部109Aは、半導体レーザー211の陽極に電氣的に接続されている。電極部109Bは、半導体レーザー211の陰極に電氣的に接続されている。接合フレーム107の材質は、例えばアルミナ等のセラミックス、コパール等である。

## 【0044】

透光性部材112は、複数の半導体レーザー211と対向するように接合フレーム107に固定されている。透光性部材112は、接合フレーム107におけるベース基板11と逆側（+Z側）の上面107cに固定されている。透光性部材112は、例えば低融点ガラス等の接合材を用いて接合フレーム107と接合されている。透光性部材112は、接合フレーム107の一方側（+Z側）の開口を閉塞する。透光性部材112は、平面視において、接合フレーム107の外縁に沿った長方形の形状を有する。透光性部材112は、半導体レーザー211から射出されるレーザー光Lを透過させる透光性基板からなる。透光性部材112の材質は、例えばガラス、石英、樹脂等である。

## 【0045】

これにより、ベース基板11と接合フレーム107と透光性部材112とにより封止された收容空間Kが形成される。複数の半導体レーザー211は、收容空間Kの内部に收容される。收容空間Kには、例えば不活性ガスまたは乾燥空気が充填されている。また、收容空間Kは、減圧状態であってもよい。なお、減圧状態とは、通常の大気圧より低い圧力の気体で満たされた空間の状態をいう。この場合、空間に満たされた気体は、不活性ガスもしくは乾燥空気であってもよい。このように、收容空間Kを封止することで、收容空間K内に水分または外気が入り込むことを抑制でき、半導体レーザー211の劣化を抑制できる。

## 【0046】

図4に示すように、複数のプリズム113は、透光性部材112のベース基板11側（-Z側）の下面112aに透光性部材112と一体に形成されている。プリズム113は、ベース基板11上に設けられた光源列M1～M5ごとに設けられている。プリズム113は、当該プリズム113に対応する光源列Mを構成する複数の半導体レーザー211から射出されたレーザー光Lの光路上に配置されている。プリズム113は、各々の光源列Mに沿って短手方向（X軸方向）に延在する。プリズム113の延在方向に直交する断面（ZX断面）形状は、例えば三角形状である。

## 【0047】

プリズム113は、半導体レーザー211から射出されたレーザー光Lが入射する入射面113aと、入射面113aから入射したレーザー光の少なくとも一部を反射する一つの反射面113bと、を少なくとも有する。複数のプリズム113は、必ずしも透光性部材112と一体に形成されていなくてもよく、透光性部材112とは別体であってもよい。複数のプリズム113は、複数の光源列M1～M5のそれぞれに対応して設けられてい

10

20

30

40

50



る。

【 0 0 4 8 】

以下、第 1 の光源列 M 1 から射出された光ビーム B M 1 を第 1 の光ビーム B M 1 1 と称する。第 1 の光源列 M 1 は 5 つの半導体レーザー 2 1 1 を備えているため、第 1 の光源列 M 1 からは 5 本の第 1 の光ビーム B M 1 1 が射出される。第 1 の光源列 M 1 が複数の第 1 の光ビーム B M 1 1 を射出する方向は、複数の光源列 M 1 ~ M 5 が配列されている面と略平行である。複数の光源列 M 1 ~ M 5 が配列されている面は、ベース基板 1 1 の第 1 の面 1 1 a である。ベース基板 1 1 の第 1 の面 1 1 a には、例えばプリズム 1 1 3 の先端部を収容するための凹部が設けられる場合がある。その場合であっても、複数の光源列 M 1 ~ M 5 が配列されている面は、ベース基板 1 1 の第 1 の面 1 1 a を意味し、凹部の内面を意味しない。

10

【 0 0 4 9 】

第 1 の光源列 M 1 から射出された複数の第 1 の光ビーム B M 1 1 が入射するプリズム 1 1 3 を第 1 のプリズム 1 1 3 1 と称する。第 1 のプリズム 1 1 3 1 は、第 1 の光源列 M 1 から射出された複数の第 1 の光ビーム B M 1 1 が、第 1 のプリズム 1 1 3 1 の反射面 1 1 3 1 b で反射されて第 1 のフライアイレンズ 2 4 a に入射するように配置されている。このように、複数の第 1 の光ビーム B M 1 1 が共通の一つの反射面 1 1 3 1 b で反射するため、第 1 のプリズム 1 1 3 1 の構成が簡単である。

【 0 0 5 0 】

入射面 1 1 3 a は、プリズム 1 1 3 における半導体レーザー 2 1 1 に対向する側 (+ Y 側) の面である。入射面 1 1 3 a は、半導体レーザー 2 1 1 の光射出面 2 1 1 a と対向する。本実施形態において入射面 1 1 3 a は、第 1 の面 1 1 a に対して垂直な面であり、かつ、長手方向 (Y 軸方向) と直交する。入射面 1 1 3 a には、反射防止膜が設けられていてもよい。

20

【 0 0 5 1 】

反射面 1 1 3 b は、プリズム 1 1 3 における半導体レーザー 2 1 1 と逆側 (- Y 側) に位置する面である。反射面 1 1 3 b は、第 1 の面 1 1 a および入射面 1 1 3 a に対して傾斜した傾斜面である。反射面 1 1 3 b は、厚さ方向 (Z 軸方向) における第 1 の面 1 1 a から離れる側 (+ Z 側) に向かうに従って、長手方向 (X 軸方向) における半導体レーザー 2 1 1 から離れる側 (- Y 側) に傾斜している。反射面 1 1 3 b には、反射膜が設けられていてもよいし、反射膜が設けられていなくてもよい。反射膜が設けられていない場合、全反射条件を満たす角度で光ビーム B M 1 を反射面 1 1 3 b に入射させることが好ましい。反射膜が設けられている場合、反射膜は半導体レーザー 2 1 1 毎に分割されていてもよい。

30

【 0 0 5 2 】

図 2 に示すように、光線束 B M は、光源ユニット 2 1 から偏光分離素子 5 0 に向けて射出される。後述するように、光線束 B M の一部は、偏光分離素子 5 0 により分離されて励起光となる。偏光分離素子 5 0 により分離された光線束の他の一部は、画像表示用の青色光となる。

【 0 0 5 3 】

光源ユニット 2 1 から射出された光線束 B M は、コリメーター光学系 2 2 に入射する。コリメーター光学系 2 2 は、光線束 B M を平行光線束に変換する。コリメーター光学系 2 2 は、アレイ状に配置された複数のコリメーターレンズ 2 2 a から構成されている。複数のコリメーターレンズ 2 2 a は、複数の半導体レーザー 2 1 1 に対応して配置されている。

40

【 0 0 5 4 】

コリメーター光学系 2 2 により平行光線束に変換された光線束 B M は、アフォーカル光学系 2 3 に入射する。アフォーカル光学系 2 3 は、光軸 a x 1 と垂直な方向の光線束 B M の幅を変更する。アフォーカル光学系 2 3 は、凸レンズ 2 3 a と、凹レンズ 2 3 b と、から構成されている。凸レンズ 2 3 a は、光入射面 2 3 a 1 と、光射出面 2 3 a 2 と、を備

50

える。凹レンズは、光入射面 2 3 b 1 と、光射出面 2 3 b 2 と、を備える。

【 0 0 5 5 】

アフォーカル光学系 2 3 を通過した光線束 B M は、第 1 の位相差板 2 8 a を透過する。第 1 の位相差板 2 8 a は、例えば回転可能とされた 1 / 2 波長板で構成されている。光線束 B M は、第 1 の位相差板 2 8 a を透過することにより S 偏光成分と P 偏光成分とが所定の割合で混在した光線束に変換される。第 1 の位相差板 2 8 a を回転させることによって、光線束に含まれる S 偏光成分と P 偏光成分との割合が変化する。

【 0 0 5 6 】

第 1 の位相差板 2 8 a を透過した光線束 B M は、ホモジナイザー光学系 2 4 に入射する。ホモジナイザー光学系 2 4 は、第 1 のフライアイレンズ 2 4 a と、第 2 のフライアイレンズ 2 4 b と、から構成されている。第 1 のフライアイレンズ 2 4 a は、光源ユニットの後段（光射出側）に設けられている。第 1 のフライアイレンズ 2 4 a は、規則的に配列された複数の小レンズ 6 0 を備えている。第 2 のフライアイレンズ 2 4 b は、第 1 のフライアイレンズ 2 4 a の後段（光射出側）に設けられる。第 2 のフライアイレンズ 2 4 b は、第 1 のフライアイレンズ 2 4 a の個々の小レンズ 6 0 に対応し、規則的に配列された複数の小レンズ 6 1 を備えている。

【 0 0 5 7 】

ホモジナイザー光学系 2 4 は、第 1 のフライアイレンズ 2 4 a に入射した光線束を複数の小レンズ 6 0 により複数の小光束に分割して第 2 のフライアイレンズ 2 4 b に入射させ、複数の小レンズ 6 1 の各々から射出された複数の小光束を、後述の第 1 のピックアップ光学系 2 6 と協働して、蛍光体層 2 7 1 上で互いに重畳させる。これにより、蛍光体層 2 7 1 上に照射される励起光の光強度分布は均一な状態、いわゆるトップハット分布となる。

【 0 0 5 8 】

ホモジナイザー光学系 2 4 を透過した光線束 B M は、光学素子 2 5 に入射する。光学素子 2 5 は、波長選択性を有するダイクロイックプリズムから構成されている。ダイクロイックプリズムは、光軸 a x 1 および光軸 a x 2 に対して 4 5 ° の角度をなす傾斜面 K を有している。偏光分離素子 5 0 は、傾斜面 K に設けられている。

【 0 0 5 9 】

偏光分離素子 5 0 は、光線束 B M を、偏光分離素子 5 0 に対する S 偏光成分の光線束 B M<sub>s</sub> と、P 偏光成分の光線束 B M<sub>p</sub> と、に分離する。光線束 B M<sub>s</sub> は、偏光分離素子 5 0 によって反射され、励起光として蛍光発光素子 2 7 に向けて進む。光線束 B M<sub>p</sub> は、偏光分離素子 5 0 を透過し、拡散反射素子 3 0 に向けて進む。偏光分離素子 5 0 は、青色光とは波長帯が異なる蛍光光 Y L を、当該蛍光光 Y L の偏光状態に係わらず透過させる色分離機能を有する。

【 0 0 6 0 】

偏光分離素子 5 0 で反射した光線束 B M<sub>s</sub> は、第 1 のピックアップ光学系 2 6 に入射する。第 1 のピックアップ光学系 2 6 は、例えばピックアップレンズ 2 6 a と、ピックアップレンズ 2 6 b と、から構成されている。第 1 のピックアップ光学系 2 6 は、複数の小レンズ 6 1 の各々から射出された小光束を、蛍光体層 2 7 1 に向けて集光させるとともに、蛍光体層 2 7 1 の上で互いに重畳させる。ピックアップレンズ 2 6 a , 2 6 b は、特許請求の範囲の「集光レンズ」に相当する。

【 0 0 6 1 】

蛍光発光素子 2 7 は、蛍光体層 2 7 1 と、蛍光体層 2 7 1 を支持する基板 2 7 2 と、蛍光体層 2 7 1 と基板 2 7 2 との間に設けられた反射層 2 7 3 と、基板 2 7 2 を回転させるモーター 2 7 4 と、を備えている。蛍光体層 2 7 1 は、波長 4 6 0 n m の励起光（光線束 B M<sub>s</sub>）によって励起される蛍光体を含む。蛍光体層 2 7 1 は、例えば 5 0 0 ~ 7 0 0 n m の波長域にピーク波長を有する蛍光光（黄色光）Y L を生成する。

【 0 0 6 2 】

蛍光体層 2 7 1 には、耐熱性および表面加工性に優れたものを用いることが好ましい。

このような蛍光体層 271 としては、例えば、アルミナ等の無機バインダー中に蛍光体粒子を分散させた蛍光体層や、バインダーを用いずに蛍光体粒子を焼結した蛍光体層などを好適に用いることができる。

#### 【0063】

蛍光体層 271 の励起光が入射する側とは反対側に、反射層 273 が設けられている。反射層 273 は、蛍光体層 271 で生成された蛍光光 YL を反射する機能を有している。蛍光体層 271 で生成された蛍光光 YL のうち、一部の蛍光光 YL は、反射層 273 によって反射され、蛍光体層 271 の外部へと射出される。蛍光体層 271 で生成された蛍光光 YL のうち、他の一部の蛍光光 YL は、反射層 273 を介さずに蛍光体層 271 の外部へと射出される。このようにして、蛍光光 YL が蛍光体層 271 から射出される。本実施形態では、後述のように蛍光発光素子 27 に対して均一な強度分布の励起光が照射されるため、蛍光光 YL を効率良く生成することができる。

10

#### 【0064】

蛍光体層 271 から射出された蛍光光 YL は、偏光方向が揃っていない非偏光光である。蛍光光 YL は、第 1 のピックアップ光学系 26 を通過した後、偏光分離素子 50 に入射する。蛍光光 YL は、偏光分離素子 50 を透過し、インテグレーター光学系 31 に向けて進む。

#### 【0065】

一方、偏光分離素子 50 から射出された P 偏光の光線束  $BM_p$  は、第 2 の位相差板 28b に入射する。第 2 の位相差板 28b は、偏光分離素子 50 と拡散反射素子 30 との間の光路中に配置された  $1/4$  波長板 ( $\lambda/4$  板) で構成されている。そのため、偏光分離素子 50 から射出された光線束  $BM_p$  は、第 2 の位相差板 28b によって円偏光の光線束  $BM_c$  に変換された後、第 2 のピックアップ光学系 29 に入射する。

20

#### 【0066】

第 2 のピックアップ光学系 29 は、光線束  $BM_c$  を拡散反射素子 30 に向けて集光させる。第 2 のピックアップ光学系 29 は、第 1 のピックアップレンズ 29a と、第 2 のピックアップレンズ 29b と、から構成されている。

#### 【0067】

拡散反射素子 30 は、拡散板 301 と、拡散板 301 を回転させるモーター 302 と、を備えている。拡散反射素子 30 は、第 2 のピックアップ光学系 29 から射出された光線束  $BM_c$  を偏光分離素子 50 に向けて拡散反射させる。拡散反射素子 30 には、拡散反射素子 30 に入射した光線束  $BM_c$  をランバート反射させるものを用いることが好ましい。

30

#### 【0068】

拡散反射素子 30 で拡散反射された光線束  $BM_c$  は、再び第 2 の位相差板 28b に入射することにより、S 偏光の光線束  $BM_{sd}$  に変換された後、偏光分離素子 50 に入射する。光線束  $BM_{sd}$  は、偏光分離素子 50 によりインテグレーター光学系 31 に向けて反射される。

#### 【0069】

このようにして、青色光である光線束  $BM_{sd}$  は、偏光分離素子 50 を透過した蛍光光 YL とともに、照明光 WL として利用される。すなわち、光線束  $BM_{sd}$  および蛍光光 YL は、偏光分離素子 50 から互いに同一方向に向けて射出される。これにより、青色光である光線束  $BM_{sd}$  と黄色光である蛍光光 YL とを含む白色の照明光 WL が得られる。

40

#### 【0070】

偏光分離素子 50 から射出された照明光 WL は、インテグレーター光学系 31 に入射する。インテグレーター光学系 31 は、レンズアレイ 31a と、レンズアレイ 31b と、から構成されている。レンズアレイ 31a およびレンズアレイ 31b は、それぞれ複数のレンズがアレイ状に配列された構成を有する。

#### 【0071】

インテグレーター光学系 31 を透過した照明光 WL は、偏光変換素子 32 に入射する。偏光変換素子 32 は、図示しない偏光分離膜と位相差板とから構成されている。偏光変換

50

素子 3 2 は、非偏光の蛍光光 Y L を S 偏光に変換する。

【 0 0 7 2 】

偏光変換素子 3 2 によって S 偏光となった照明光 W L は、重畳光学系 3 3 に入射する。重畳光学系 3 3 は、偏光変換素子 3 2 から射出された照明光 W L を被照明領域において重畳させる。重畳光学系 3 3 は、例えば重畳レンズから構成されている。これにより、被照明領域である光変調装置 4 R , 光変調装置 4 G , および光変調装置 4 B の有効表示領域における照度分布が均一化される。

【 0 0 7 3 】

ここで、光源ユニット 2 1 から射出された光線束 B M を構成する複数の光ビーム B M 1 と、複数の光ビーム B M 1 が入射する第 1 のフライアイレンズ 2 4 a の複数の小レンズ 6 0 と、の関係について、図 5 ~ 図 1 1 を用いて説明する。

10

図 5 は、光ビーム B M 1 の主光線と、当該光ビーム B M 1 の主光線が入射する小レンズ 6 0 の光軸と、の位置関係の第 1 の例を示す図である。図 6 は、図 5 に符号 F で示す要部の拡大図である。

【 0 0 7 4 】

図 5 に示すように、第 1 のフライアイレンズ 2 4 a を構成する複数の小レンズ 6 0 は、X 軸方向 ( 第 1 の方向 ) と Y 軸方向 ( 第 2 の方向 ) とに沿って格子状に配列されている。複数の小レンズ 6 0 が配列されている領域を、以下、レンズ配置領域 6 0 a と称する。レンズ配置領域 6 0 a は矩形をなしている。本実施形態の場合、光源ユニット 2 1 は 2 5 個の半導体レーザー 2 1 1 を備えているため、レンズ配置領域 6 0 a には 2 5 個の光ビーム B M 1 が入射する。図 5 に示す 2 5 個の光ビーム B M 1 のうち、最上段の 5 個の光ビーム B M 1 は、第 1 の光源列 M 1 から射出された複数の第 1 の光ビーム B M 1 1 に相当する。また、複数の光源列 M 1 ~ M 5 の各々は、略 X 軸方向 ( 第 1 の方向 ) に延在している。

20

【 0 0 7 5 】

複数の光ビーム B M 1 の各々の主光線は、第 1 のフライアイレンズ 2 4 a の複数の小レンズ 6 0 のうち、互いに異なる小レンズ 6 0 にそれぞれ入射する。複数の第 1 の光ビーム B M 1 1 のうち一つの光ビームの主光線と、当該主光線が入射する小レンズ 6 0 の光軸と、の位置関係は、第 1 の光源列 M 1 にわたって非周期的である。

【 0 0 7 6 】

図 5 において、第 1 のフライアイレンズ 2 4 a への光ビーム B M 1 の入射領域を楕円で示す。光ビーム B M 1 の主光線の入射位置は、光ビーム B M 1 の入射領域の中心に相当する。入射位置を符号 a で示す。以下、主光線の入射位置を、光ビームの入射位置と称することがある。また、光ビーム B M 1 の主光線が入射している小レンズ 6 0 の光軸の位置を符号 で示す。具体的に、図 5 の最上段の 5 個の楕円は、第 1 の光源列 M 1 から射出された 5 つの第 1 の光ビーム B M 1 1 の入射領域を示している。また、5 個の第 1 の光ビーム B M 1 1 のそれぞれの主光線の入射位置を a 1 1 , a 1 2 , a 1 3 , a 1 4 , a 1 5 で示す。また、5 個の第 1 の光ビーム B M 1 1 のそれぞれの主光線が入射している小レンズ 6 0 の光軸の位置をそれぞれ 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 , 1 5 で示す。光源列 M 2 ~ M 5 から射出された複数の光ビーム B M 1 それぞれの入射位置 a と小レンズ 6 0 の光軸の位置 も、同様に示している。

30

40

【 0 0 7 7 】

光源ユニット 2 1 から射出された光線束 B M は、2 5 個の光ビーム B M 1 から構成されている。ここで、レンズ配置領域 6 0 a は矩形であるため、光線束 B M が第 1 のフライアイレンズ 2 4 a に入射する際の、複数の小レンズ 6 0 が配列されている面と平行な光線束 B M の断面 B M c s を矩形で近似する。断面 B M c s が有する四つの辺はそれぞれ、レンズ配置領域 6 0 a の対応する辺に平行である。また、断面 B M c s の各辺は、当該辺に対応するレンズ配置領域 6 0 a の辺に最も近い光ビーム B M 1 の外縁のうち、当該対応する辺に最も近い点を通る。断面 B M c s の形状は、レンズ配置領域 6 0 a の形状と相似である。さらに、断面 B M c s はレンズ配置領域 6 0 a よりも小さい。

【 0 0 7 8 】

50

ここで、一つの光源列、例えば第1の光源列M1に関して、第1の光ビームBM11の入射位置aと、当該第1の光ビームBM11の主光線が入射する小レンズ60の光軸位置と、の位置関係に着目する。すなわち、a11と11、a12と12、a13と13、a14と14、a15と15のそれぞれの位置関係に着目すると、これらの位置関係は、第1の光源列M1にわたって非周期的である。言い換えると、入射位置a11～a15と光軸位置11～15との位置関係が非周期的に変化しており、一定周期毎に同じパターンで変化することがない。

【0079】

また、図5および図6に示す第1の例では、第1の光源列M1から射出された複数の第1の光ビームBM11の各々の入射位置a11～a15は、直線状に並んでいない。入射位置a11～a15の各々は、X軸方向に平行な直線上からY軸方向にずれている。複数の第1の光ビームBM11のうち、互いに隣り合う第1の光ビームBM11の入射位置間のX軸方向の間隔はそれぞれ異なっている。上記の位置関係は、他の光源列M2～M5についても同様である。

【0080】

本実施形態の照明装置2では、上述したように、一つの光源列において、一つの光ビームBM1の入射位置と、当該光ビームBM1の主光線が入射する小レンズ60の光軸位置と、の関係が、当該光源列にわたって非周期的である。そのため、第1のフライアイレンズ24aの複数の小レンズ60上の輝度分布が互いに異なり、互いに異なる輝度分布を有する複数の小レンズ60の像が第2のフライアイレンズ24bと第1のピックアップ光学系26とによって被照明領域である蛍光発光素子27の蛍光体層271上で重畳される。これにより、蛍光体層271における励起光の照度分布の均一性を従来よりも高めることができる。よって、蛍光光YLを効率良く生成することができる。

【0081】

また本実施形態の場合、光線束BMが第1のフライアイレンズ24aに入射する際、光線束BMの断面BMcsの形状は、レンズ配置領域60aの形状と相似である。さらに、断面BMcsはレンズ配置領域60aよりも小さい。そのため、複数の光ビームBM1を第1のフライアイレンズ24aの複数の小レンズ60に効率良く入射させることができる。

【0082】

また、本実施形態のプロジェクター1は、蛍光光が効率良く得られる照明装置2を備えているため、明るい画像を投射することができる。

【0083】

[第2実施形態]

以下、本発明の第2実施形態について、図7～図11を用いて説明する。

第2実施形態のプロジェクターおよび照明装置の基本構成は第1実施形態と同様であり、光ビームの主光線と第1のフライアイレンズの小レンズの光軸との位置関係が第1実施形態と異なる。そのため、第2実施形態では、プロジェクターおよび照明装置の構成に関する説明を省略する。

図7は、第2実施形態の照明装置において、複数の光ビームの各々の主光線と、第1のフライアイレンズの複数の小レンズの各々の光軸と、の位置関係の一例を示す図である。なお、図7は、第1実施形態の図6に相当する図であって、第1のフライアイレンズの一部の小レンズの拡大図である。本実施形態においても、光源ユニットは25個の半導体レーザーを備えている。

図7において、第1実施形態で用いた図面と共通の構成要素には同一の符号を付し、説明を省略する。

【0084】

第2実施形態の照明装置においても、第1実施形態と同様、第1のフライアイレンズ24aを構成する複数の小レンズ60は、X軸方向(第1の方向)とY軸方向(第2の方向)とに沿って格子状に配列されている。また、複数の光源列M1～M5の各々は、X軸方

向（第１の方向）に延在している。

【００８５】

第１実施形態の場合、複数の半導体レーザー２１１は、Ｘ軸方向（第１の方向）において等間隔で配列されておらず、図６に示すように、複数の光ビームＢＭ１の入射位置の、第１の方向の間隔は等間隔ではなかった。これに対して、第２実施形態の場合、複数の半導体レーザー２１１は、Ｘ軸方向（第１の方向）において等間隔で配列されている。すなわち、図７に示すように、光線束ＢＭが第１のフライアイレンズ２４ａに入射するとき、複数の光ビームＢＭ１の入射位置は、第１の方向において等間隔で配列されている。

【００８６】

また、複数の第１の光ビームＢＭ１の入射位置 $a_{11}$ 、 $a_{12}$ 、 $a_{13}$ 、 $a_{14}$ 、 $a_{15}$ は、Ｘ軸方向に平行な直線上に並んでいる。他の光源列Ｍ２～Ｍ５についても同様である。さらに、光源列Ｍ１～Ｍ５から射出された複数の光ビームＢＭ１の入射位置 $a$ は、Ｘ軸方向およびＹ軸方向に沿って格子状に配列されている。

【００８７】

なお、複数の第１の光ビームＢＭ１の入射位置 $a_{11}$ 、 $a_{12}$ 、 $a_{13}$ 、 $a_{14}$ 、 $a_{15}$ は、必ずしもＸ軸方向と平行な直線上に並んでいなくてもよく、Ｘ軸方向に平行な直線からＹ軸方向（第２の方向）にずれていてもよい。その場合であっても、Ｘ軸方向に平行な方向の間隔（Ｘ座標としての間隔）が等間隔であれば、複数の発光素子がＸ軸方向（第１の方向）において等間隔で配列されているという概念に含まれる。

【００８８】

複数の光ビームＢＭ１が第１のフライアイレンズ２４ａに入射するときの、複数の光ビームＢＭ１のＸ軸方向における配列ピッチを $X_1$ とし、複数の光ビームＢＭ１のＹ軸方向における配列ピッチを $Y_1$ とする。また、複数の小レンズ６０のＸ軸方向における配列ピッチを $X_2$ とし、複数の小レンズ６０のＹ軸方向における配列ピッチを $Y_2$ とする。

【００８９】

本実施形態において、複数の光ビームＢＭ１のＸ軸方向における配列ピッチ $X_1$ は、複数の小レンズ６０のＸ軸方向における配列ピッチ $X_2$ の非整数倍である。すなわち、 $X_1 = X_2 \times m$ （ $m$ ：整数）である。

【００９０】

第２実施形態の場合、第１実施形態と異なり、光源列Ｍ１～Ｍ５から射出された複数の光ビームＢＭ１の入射位置 $a$ は、Ｘ軸方向およびＹ軸方向において等間隔で配列されている。また、第１のフライアイレンズ２４ａを構成する複数の小レンズ６０は、Ｘ軸方向およびＹ軸方向に沿って等ピッチで格子状に配列されている。ところが、一つの光源列、例えば第１の光源列Ｍ１において、複数の光ビームＢＭ１の配列ピッチと複数の小レンズ６０の配列ピッチとが $X_1 = X_2 \times m$ を満たすように設定されたことにより、一つの主光線と当該主光線が入射する小レンズ６０の光軸との位置関係が一つの光源列にわたって非周期的となっている。

【００９１】

本発明者らは、 $X_1 = X_2 \times m$ （ $m$ ：整数）の関係を満たす、複数の光ビームＢＭ１の配列ピッチ $X_1$ と複数の小レンズ６０の配列ピッチ $X_2$ との種々の組合せについて、一つの主光線の入射位置と小レンズ６０の光軸位置との関係を検証した。以下、検証結果について説明する。

【００９２】

（第１計算例）

本発明者らは、複数の主光線の入射位置のＸ軸方向における配列ピッチ $X_1$ を２ｍｍに設定し、複数の小レンズ６０のＸ軸方向における配列ピッチ $X_2$ を０．１３ｍｍに設定して、主光線の入射位置と、当該主光線が入射している小レンズ６０の中心位置との間のずれを、１０個の主光線について計算した（ $2 = 0.13 \times m$ （ $m$ ：整数））。

【００９３】

$x$ 番目の主光線の入射位置、 $x$ 番目の主光線が入射している小レンズ６０の中心位置の

それぞれを原点からのX座標で表した値  $a_{1x}$  ,  $1x$  と、 $x$  番目の主光線の入射位置と  $x$  番目の主光線が入射している小レンズ60の中心位置とのずれ量  $1x - a_{1x}$  を表1に示す。

【0094】

【表1】

$x$	$\alpha_{1x}$ [mm]	$a_{1x}$ [mm]	$\alpha_{1x} - a_{1x}$ [mm]
1	1.95	2	0.05
2	4.03	4	-0.03
3	5.98	6	0.02
4	8.06	8	-0.06
5	10.01	10	-0.01
6	11.96	12	0.04
7	14.04	14	-0.04
8	15.99	16	0.01
9	17.94	18	0.06
10	20.02	20	-0.02

10

【0095】

20

図8は、表1の計算結果を表す図である。図8において、横軸は $x$ 、縦軸は、 $1x - a_{1x}$  [mm]である。

図8に示すように、ずれ量  $1x - a_{1x}$  は、非周期的に変化することがわかった。非周期的に変化する、とは、 $x$  を増加させても  $1x - a_{1x}$  が循環しない、という意味である。

【0096】

(第2計算例)

本計算例では、配列ピッチ $X_1$ を2mm、配列ピッチ $X_2$ を0.11mmに設定して、 $a_{1x}$  ,  $1x$  と、ずれ量  $1x - a_{1x}$  を計算した。配列ピッチ $X_1$ は、配列ピッチ $X_2$ の非整数倍である。計算結果を表2に示す。

30

【0097】

【表2】

$x$	$\alpha_{1x}$ [mm]	$a_{1x}$ [mm]	$\alpha_{1x} - a_{1x}$ [mm]
1	1.98	2	0.02
2	3.96	4	0.04
3	6.05	6	-0.05
4	8.03	8	-0.03
5	10.01	10	-0.01
6	11.99	12	0.01
7	13.97	14	0.03
8	15.95	16	0.05
9	18.04	18	-0.04
10	20.02	20	-0.02

40

【0098】

図9は、表2の計算結果を表す図である。図9において、横軸は $x$ 、縦軸は  $1x - a_{1x}$  [mm]である。

図9に示すように、ずれ量  $1x - a_{1x}$  は、非周期的に変化することがわかった。

50

【 0 0 9 9 】

( 第 3 計算例 )

本計算例では、配列ピッチ  $X_1$  を 2 mm、配列ピッチ  $X_2$  を 0.09 mm に設定して、 $a_{1x}$ 、 $1x$  と、ずれ量  $1x - a_{1x}$  を計算した。配列ピッチ  $X_1$  は、配列ピッチ  $X_2$  の非整数倍である。計算結果を表 3 に示す。

【 0 1 0 0 】

【表 3】

$x$	$\alpha_{1x}$ [mm]	$a_{1x}$ [mm]	$\alpha_{1x} - a_{1x}$ [mm]
1	1.98	2	0.02
2	3.96	4	0.04
3	6.03	6	-0.03
4	8.01	8	-0.01
5	9.99	10	0.01
6	11.97	12	0.03
7	14.04	14	-0.04
8	16.02	16	-0.02
9	18	18	0
10	19.98	20	0.02

10

20

【 0 1 0 1 】

図 10 は、表 3 の計算結果を表す図である。図 10 において、横軸は  $x$ 、縦軸は  $1x - a_{1x}$  [mm] である。

図 10 に示すように、ずれ量  $1x - a_{1x}$  は、非周期的に変化することがわかった。

【 0 1 0 2 】

( 第 4 計算例 )

本計算例では、配列ピッチ  $X_1$  を 1.5 mm、配列ピッチ  $X_2$  を 0.13 mm に設定して、 $a_{1x}$ 、 $1x$  と、ずれ量  $1x - a_{1x}$  を計算した。配列ピッチ  $X_1$  は、配列ピッチ  $X_2$  の非整数倍である。計算結果を表 4 に示す。

30

【 0 1 0 3 】

【表 4】

$x$	$\alpha_{1x}$ [mm]	$a_{1x}$ [mm]	$\alpha_{1x} - a_{1x}$ [mm]
1	1.56	1.5	-0.06
2	2.99	3	0.01
3	4.55	4.5	-0.05
4	5.98	6	0.02
5	7.54	7.5	-0.04
6	8.97	9	0.03
7	10.53	10.5	-0.03
8	11.96	12	0.04
9	13.52	13.5	-0.02
10	14.95	15	0.05

40

【 0 1 0 4 】

図 11 は、表 4 の計算結果を表す図である。図 11 において、横軸は  $x$ 、縦軸は  $1x - a_{1x}$  [mm] である。

図 11 に示すように、ずれ量  $1x - a_{1x}$  は、非周期的に変化することがわかった。

50



## 【 0 1 0 5 】

( 第 5 計算例 )

本計算例では、配列ピッチ  $X_1$  を 4 mm、配列ピッチ  $X_2$  を 0.13 mm に設定して、 $a_{1x}$ 、 $1x$  と、ずれ量  $1x - a_{1x}$  を計算した。配列ピッチ  $X_1$  は、配列ピッチ  $X_2$  の非整数倍である。計算結果を表 5 に示す。

## 【 0 1 0 6 】

【表 5】

$x$	$\alpha_{1x}$ [mm]	$a_{1x}$ [mm]	$\alpha_{1x} - a_{1x}$ [mm]
1	4.03	4	-0.03
2	8.06	8	-0.06
3	11.96	12	0.04
4	15.99	16	0.01
5	20.02	20	-0.02
6	24.05	24	-0.05
7	27.95	28	0.05
8	31.98	32	0.02
9	36.01	36	-0.01
10	40.04	40	-0.04

10

20

## 【 0 1 0 7 】

図 12 は、表 5 の計算結果を表す図である。図 12 において、横軸は  $x$ 、縦軸は  $1x - a_{1x}$  [mm] である。

図 12 に示すように、ずれ量  $1x - a_{1x}$  は、非周期的に変化することがわかった。

## 【 0 1 0 8 】

本実施形態の照明装置においても、一つの光源列において、一つの光ビームと、当該光ビームが入射する小レンズ 60 の光軸と、の位置関係が当該光源列にわたって非周期的であるため、蛍光体層 271 における励起光の照度分布の均一性を従来よりも高めることができる、という第 1 実施形態と同様の効果が得られる。 $X_1$ 、 $X_2 \times m$  だけでなく、 $Y_1$ 、 $Y_2 \times n$  を満たすように  $Y_1$  と  $Y_2$  を設定すると、照度分布の均一性をさらに高めることができる。

30

## 【 0 1 0 9 】

本実施形態の場合、複数の光ビームの入射位置の配列ピッチと、複数の小レンズ 60 の配列ピッチと、をそれぞれ適切に設定するだけで、一つの光ビームと当該光ビームが入射する小レンズの光軸との位置関係が非周期的になる構成を容易に実現することができる。

## 【 0 1 1 0 】

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、複数の光源列からの光ビームの射出方向が複数の光源列が配列された面と略平行とされた照明装置の例を示した。この構成に代えて、複数の光源列からの光ビームの射出方向が複数の光源列が配列された面と略垂直とされた照明装置が用いられてもよい。複数の光源列が上記のように配列された場合、複数の光ビームが透光性部材に向けて進むため、プリズム（反射部材）を不要とすることができる。

40

## 【 0 1 1 1 】

上記の実施形態では、図 4 に示したように、 $X$  軸方向に並んだ 5 つの半導体レーザー 211 が 1 つの光源列をなしていることとした。しかし、 $Y$  軸方向に並んだ 5 つの半導体レーザー 211 を 1 つの光源列とみなしてもよい。この場合、 $Y$  軸方向が第 1 の方向に相当する。

## 【 0 1 1 2 】

50

また、上記実施形態では、3つの光変調装置を備えるプロジェクターを例示したが、1つの光変調装置でカラー映像を表示するプロジェクターに適用することも可能である。さらに、光変調装置としては、上述した液晶パネルに限らず、例えばデジタルミラーデバイスなどを用いることもできる。

#### 【0113】

その他、照明装置およびプロジェクターの各種構成要素の形状、数、配置、材料等については、上記実施形態に限らず、適宜変更が可能である。

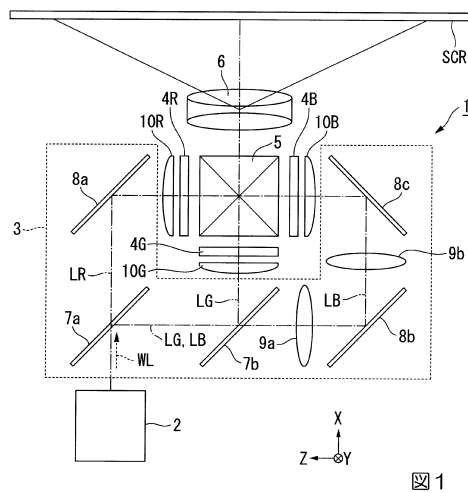
また、上記実施形態では本発明による照明装置をプロジェクターに搭載した例を示したが、これに限られない。本発明による光源装置は、照明器具や自動車のヘッドライト等にも適用することができる。

#### 【符号の説明】

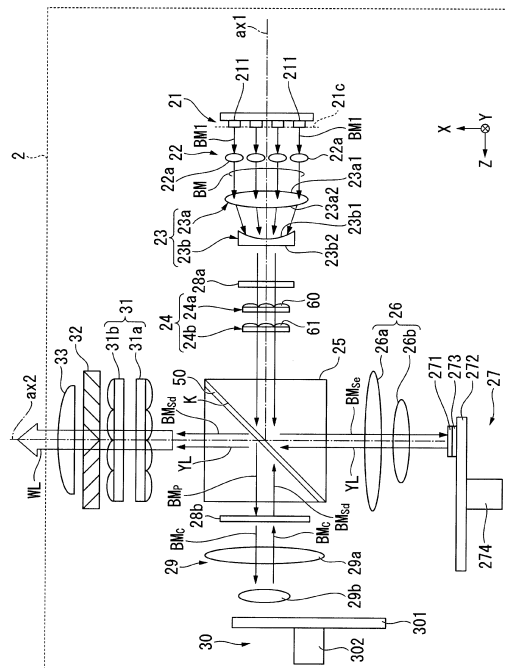
#### 【0114】

1 ... プロジェクター、2 ... 照明装置、4R, 4G, 4B ... 光変調装置、6 ... 投射光学系、11 ... ベース基板（基材）、21 ... 光源ユニット、24a ... 第1のフライアイレンズ、24b ... 第2のフライアイレンズ、26a, 26b ... ピックアップレンズ（集光レンズ）、60 ... 小レンズ、113 ... プリズム（反射素子）、211 ... 半導体レーザー（発光素子）、M1 ~ M5 ... 光源列、BM ... 光線束、BM1 ... 光ビーム。

【図1】



【図2】



【図 3】

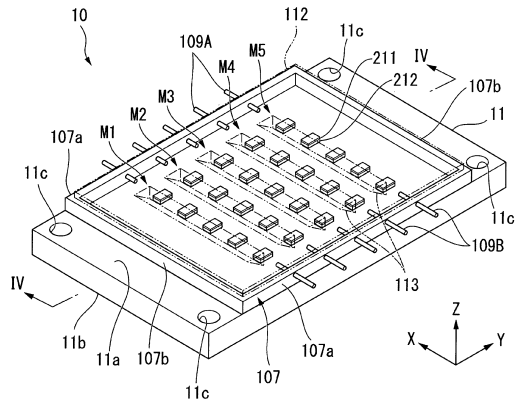


図 3

【図 4】

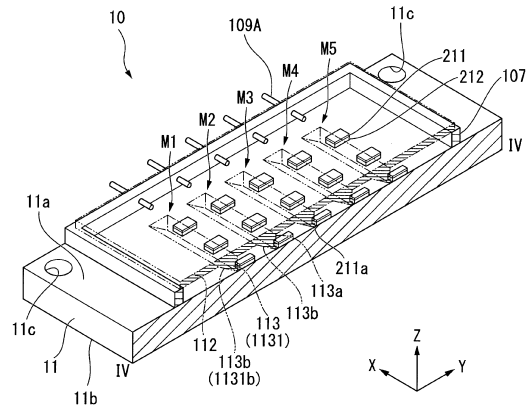


図 4

【図 5】

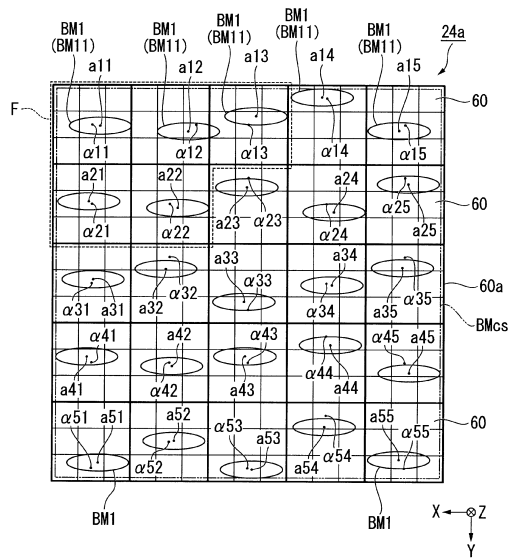


図 5

【図 6】

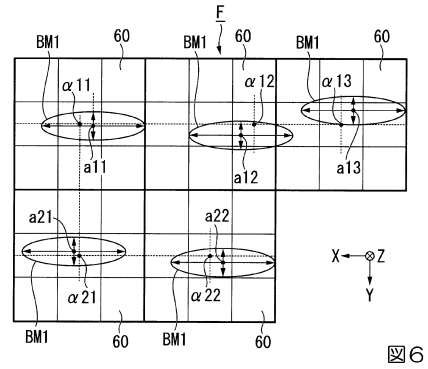


図 6

【図 7】

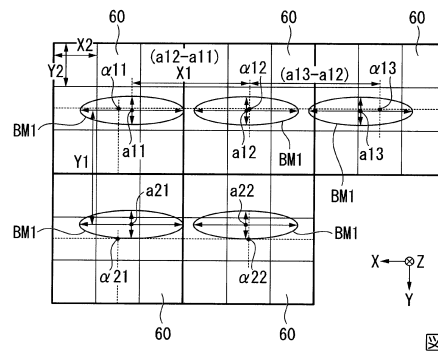


図 7

【図 8】

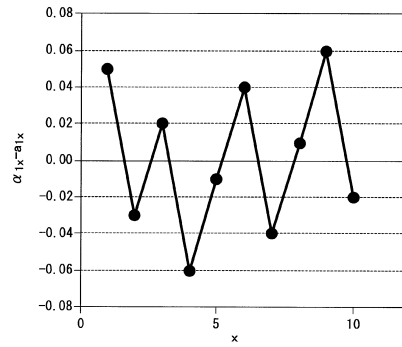


図8

【図 10】

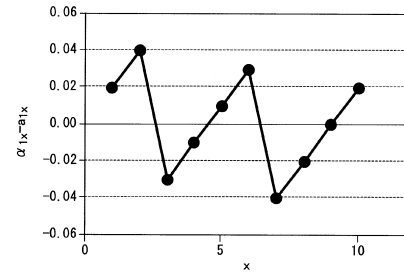


図10

【図 9】

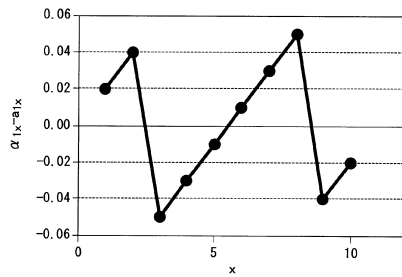


図9

【図 11】

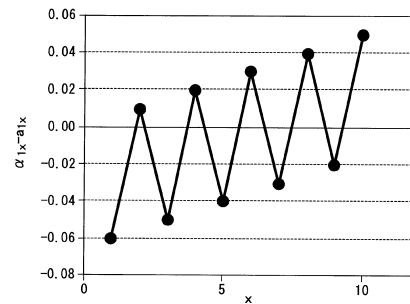


図11

【図 12】

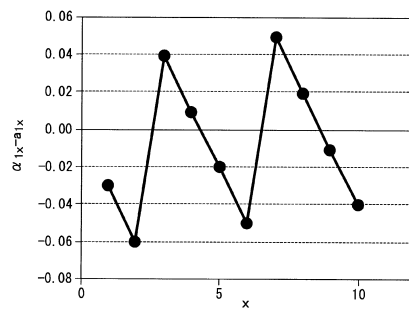


図12

## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 2 1 Y 115/30 (2016.01) F 2 1 Y 115:30

(72)発明者 安松 航  
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

(72)発明者 江川 明  
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 新井 重雄

(56)参考文献 特開2005-165126(JP,A)  
特開2012-118302(JP,A)  
特開2015-099388(JP,A)  
米国特許出願公開第2013/0272329(US,A1)  
米国特許出願公開第2003/0043582(US,A1)  
米国特許出願公開第2005/0281029(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G 0 3 B 2 1 / 1 4  
F 2 1 S 2 / 0 0  
F 2 1 V 5 / 0 0  
G 0 3 B 2 1 / 0 0  
H 0 4 N 5 / 7 4  
F 2 1 Y 1 1 5 / 3 0