

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5713666号  
(P5713666)

(45) 発行日 平成27年5月7日(2015.5.7)

(24) 登録日 平成27年3月20日(2015.3.20)

(51) Int. Cl.			F I		
<b>G03B</b>	<b>21/14</b>	<b>(2006.01)</b>	G03B	21/14	A
<b>G03B</b>	<b>21/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G03B	21/00	E
<b>G02B</b>	<b>27/28</b>	<b>(2006.01)</b>	G02B	27/28	Z
<b>G02F</b>	<b>1/13</b>	<b>(2006.01)</b>	G02F	1/13	505
<b>F21S</b>	<b>2/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F21S	2/00	330

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2010-290485 (P2010-290485)  
 (22) 出願日 平成22年12月27日(2010.12.27)  
 (65) 公開番号 特開2012-137654 (P2012-137654A)  
 (43) 公開日 平成24年7月19日(2012.7.19)  
 審査請求日 平成25年12月24日(2013.12.24)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100110412  
 弁理士 藤元 亮輔  
 (74) 代理人 100104628  
 弁理士 水本 敦也  
 (74) 代理人 100121614  
 弁理士 平山 倫也  
 (72) 発明者 前田 勇樹  
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明光学系およびそれを用いた画像投射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光源からの光束を利用して画像表示素子を照明する照明光学系であって、  
 前記光束の偏光成分を分離する第1の偏光分離面を有する偏光分離手段と、  
 前記第1の偏光分離面の法線と前記照明光学系の光軸とを含む第1の断面および前記光軸を含み前記第1の断面と直交する第2の断面のそれぞれにおいて前記光束を圧縮する第1の圧縮系と、

前記第1の断面において前記光束を圧縮する第2の圧縮系と、

第2の偏光分離面を有し、前記第2の偏光分離面の法線と前記光軸を含む断面が前記第2の断面となるように配置され、無偏光光を直線偏光光に変換する偏光変換素子とを有し

前記第2の圧縮系は、

前記光束を複数の光束に分割する複数のレンズセルを有し、前記光軸に沿って前記偏光変換素子よりも前記光源側に配置された第1のレンズアレイと、

前記第1のレンズアレイの複数のレンズセルに対応する複数のレンズセルを有し、前記光軸に沿って前記第1のレンズアレイと前記偏光変換素子の間に配置された第2のレンズアレイとを含み、

前記第2の断面において前記第1のレンズアレイと前記第2のレンズアレイは共に光学パワーを有さず、

前記第2の圧縮系の前記第1の断面における圧縮比を とし、

前記第 1 の圧縮系の前記第 1 の断面および前記第 2 の断面のそれぞれにおける圧縮比をとるとき、

$$1.1 < \quad < 1.5$$

$$1.1 < \quad < 1.5$$

の双方を満足することを特徴とする照明光学系。

【請求項 2】

前記第 1 のレンズレイは、複数のレンズセルのうち少なくとも一部のレンズセルが偏心することで前記第 1 の断面において正の光学パワーを有し、

前記第 2 のレンズレイは、複数のレンズセルのうち少なくとも一部のレンズセルが偏心することで前記第 1 の断面において負の光学パワーを有することを特徴とする請求項 1 に記載の照明光学系。

10

【請求項 3】

前記第 1 の圧縮系は、

前記第 1 の断面及び前記第 2 の断面において正の光学パワーを有する第 1 の光学素子と

、前記第 1 の断面及び前記第 2 の断面において負の光学パワーを有する第 2 の光学素子と、を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の照明光学系。

【請求項 4】

前記第 1 の光学素子は前記光源からの光束を反射および集光する楕円リフレクタであることを特徴とする請求項 3 に記載の照明光学系。

20

【請求項 5】

前記第 1 の圧縮系はアフォーカル系であることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の照明光学系。

【請求項 6】

前記第 1 のレンズレイと前記第 2 の光学素子は一体であることを特徴とする請求項 3 から 5 のうちいずれか一項に記載の照明光学系。

【請求項 7】

前記第 1 のレンズレイの複数のレンズセルの前記第 2 の断面における焦点距離を  $f_1$  とし、前記第 1 の断面における焦点距離を  $f_2$  とするとき、以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 6 のうちいずれか一項に記載の照明光学系。

30

$$1.0 < f_1 / f_2 < 1.5$$

【請求項 8】

前記第 1 の圧縮系は、前記光軸に沿って前記第 2 の圧縮系よりも前記光源側に配置されていることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の照明光学系。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のうちいずれか一項に記載の照明光学系を有することを特徴とする画像投射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、照明光学系および液晶プロジェクタなどの画像投射装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 は、液晶プロジェクタの照明光学系において、偏光ビームスプリッタ (PBS) の偏光分離面の法線と光軸を含む面を縦断面とし、光軸を含み縦断面に直交する断面を横断面とした場合、両断面で光束の圧縮率を変更することを提案している。縦断面における光束の圧縮は PBS への光束の入射角度分布を小さくしてコントラストを維持するのに有効であり、横断面における光束の圧縮は照明光学系の小型化に有効である。

【0003】

特許文献 2 は、横断面において正のパワーを有する第 1 のインテグレータと負のパワー

50

を有する第2のインテグレータを設けている。特許文献3は縦断面において光束をインテグレータではなくシリンドリカルレンズで圧縮し、横断面においては光束を圧縮していない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-299298号公報

【特許文献2】特開平7-181392号公報

【特許文献3】特開2002-40416号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献2、特許文献3は縦断面あるいは横断面、いずれか一方向のみしか圧縮していないので照明光学系の系方向（ひいては液晶プロジェクタ）が大型になるという問題がある。

【0006】

一方、特許文献1に開示されている照明光学系は、横断面において、第1のインテグレータのパワーをそれを構成する各レンズセルの頂点の高さを変更（偏心）させることによって確保している。このため、各レンズセルと偏光変換素子との距離が一定ではなくなり、十分な明るさを有する画像を提供することができない。

20

【0007】

そこで、本発明は、小型で明るい画像を投射することが可能な画像投射装置を提供することを例示的な目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の照明光学系は、光源からの光束を利用して画像表示素子を照明する。該照明光学系は、光束の偏光成分を分離する第1の偏光分離面を有する偏光分離手段と、第1の偏光分離面の法線と照明光学系の光軸とを含む第1の断面および光軸を含み第1の断面と直交する第2の断面のそれぞれにおいて光束を圧縮する第1の圧縮系と、第1の断面において光束を圧縮する第2の圧縮系と、第2の偏光分離面を有し、第2の偏光分離面の法線と光軸を含む断面が第2の断面となるように配置され、無偏光光を直線偏光光に変換する偏光変換素子とを有し、第2の圧縮系は、光束を複数の光束に分割する複数のレンズセルを有し、光軸に沿って偏光変換素子よりも光源側に配置された第1のレンズアレイと、第1のレンズアレイの複数のレンズセルに対応する複数のレンズセルを有し、光軸に沿って第1のレンズアレイと偏光変換素子の間に配置された第2のレンズアレイとを含む。第2の断面において第1のレンズアレイと第2のレンズアレイは共に光学パワーを有さない。そして、第2の圧縮系の第1の断面における圧縮比を  $\alpha$  とし、第1の圧縮系の第1の断面および第2の断面のそれぞれにおける圧縮比を  $\beta$  とするとき、

30

$$1.1 < \alpha < 1.5$$

$$1.1 < \beta < 1.5$$

40

の双方を満足することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、小型で明るい画像を投射することが可能な画像投射装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】照明光学系の縦断面図である。（実施例1）

【図2】図1に示す照明光学系の横断面図である。（実施例1）

【図3】図1に示す偏光ビームスプリッタの縦断面図である。（実施例1）

50

【図４】図１に示す偏光変換素子の横断面図である。（実施例１）

【図５】図１に示す第１のフライアイレンズの斜視図である。（実施例１）

【図６】図１に示す第２のフライアイレンズの斜視図である。（実施例１）

【図７】図１に示す照明光学系の縦断面図である。（実施例２）

【図８】図１に示す照明光学系の横断面図である。（実施例２）

【図９】図１に示す照明光学系を備えた画像投射装置の構成図である。（実施例３）

【発明を実施するための形態】

【００１１】

以下、本発明の実施例を、添付図面を参照して説明する。

【実施例１】

10

【００１２】

図１及び図２には、実施例１の液晶プロジェクタ（画像投射装置）の反射型液晶パネルを照明する照明光学系の構成を示す光路図であり、図１は縦断面、図２は横断面を示している。ここでは、偏光ビームスプリッタ（PBS）の偏光分離断面の法線と光軸を含む面を縦断面とし、光軸を含み縦断面に直交する断面を横断面に設定している。縦断面はYZ面（第１の断面）に設定され、横断面をXZ面（第２の断面）に設定されている。

【００１３】

照明光学系は、光源１０からの光束を利用して偏光ビームスプリッタ（PBS）１７を介して画像表示素子である反射型液晶パネル（以下、単に液晶パネルという）１８を照明する。液晶パネル１８によって画像変調された光（画像光）は、再度PBS１７を介して不図示の投射レンズに導かれ、スクリーン等の被投射面に投射される。

20

【００１４】

本実施例では、照明光学系の光軸（例えば、コンデンサレンズ１６の中心と液晶パネル１８のパネル面中心を通る軸線によって定義される）をZ軸に設定し、Z軸に平行な方向を光軸方向としている。また、光源１０からの光束がコンデンサレンズ１６およびPBS１７を介して液晶パネル１８に向かって進むZ軸に沿った方向は光の進行方向であり、この方向に光路が形成される。

【００１５】

縦断面（YZ面）は、液晶パネル１８のパネル面（入射出面）１８aに対する入射光束の角度分布が狭い方の断面であり、液晶パネル１８の短辺が延びる方向に平行な断面である。縦断面は、光軸（Z軸）とPBS１７の偏光分離面１７aの法線（N）とを含む面（図３の紙面）に平行な断面である。縦断面は、偏光分離面１７aの法線Nと液晶パネル１８のパネル面１８aの法線NPとに平行な断面である。

30

【００１６】

横断面（XZ面）は液晶パネル１８のパネル面１８aに対する入射光束の角度分布が広い方の断面であり、液晶パネル１８の長辺が延びる方向に平行な断面である。横断面は光軸を含み、縦断面に直交している。

【００１７】

高圧水銀放電管等の光源１０から放射状に発せられた光束は、楕円リフレクタ（第１の光学素子）１１によって収束する光束に変換される。楕円リフレクタ１１を使用することによって、レンズ枚数を減少させることができるため、リフレクタの大きさを小さくすることができる。

40

【００１８】

楕円リフレクタ１１で反射された反射光は平行化レンズ（第２の光学素子）１２で平行化される。楕円リフレクタ１１および平行化レンズ１２はアフォーカル系で、光源１０からの光束を圧縮する第１の圧縮系を構成している。第１の圧縮系は縦断面と横断面の両方において光束を圧縮している。

【００１９】

第１の圧縮系で平行化された光束は、第１のフライアイレンズ１３で複数の光束に分割され、該複数の分割光束は、第２のフライアイレンズ１４と偏光変換素子１５の近傍に、

50

複数の2次光源像を形成する。各2次光源像を形成した光束は、偏光変換素子15で所定の偏光方向を有する直線偏光に変換された後、コンデンサレンズ16に入射する。

【0020】

第1のフライアイレンズ13は、入射光束を複数の光束に分割する複数のレンズセル13aを有し、光路(光軸)に沿って偏光変換素子の前段(光源側)に配置されている。また、第2のフライアイレンズ14は、複数のレンズセル14aを有し、光路(光軸)に沿って第1のフライアイレンズ13と偏光変換素子15の間に配置されている。

【0021】

図4は、偏光変換素子15の横断面図である。偏光変換素子15は、複数の偏光分離面(第2の偏光分離面)21と、複数の反射面22と、複数の1/2波長板23とを有する。各偏光分離面21に入射した光のうち所定の偏光方向と直交する偏光成分は偏光分離面21を透過して、1/2波長板23でその偏光方向が90度変換されて偏光変換素子15から射出する。一方、各偏光分離面21に入射した光のうち所定の偏光方向に平行な偏光成分は、偏光分離面21で反射して反射面22で反射して射出される。この結果、偏光変換素子15は、入射した無偏光光を所定の偏光方向を有する直線偏光光に変換して射出する。

10

【0022】

偏光変換素子15には、XZ断面において有効領域15Aと非有効領域15Bの二つの領域が交互に設けられ、有効領域15Aに入った光が所定の偏光光になり有効利用することができる。偏光変換素子15は、図4に示すように、光軸と偏光分離面21の法線とを含む面(図4の紙面)に平行な断面が横断面(XZ断面)となるように配置されている。

20

【0023】

コンデンサレンズ16から射出した複数の分割光束は、PBS17の偏光分離面17aを透過して液晶パネル18上で重ね合わされる。これにより、液晶パネル18は均一な分布を有する照明光束によって照明される。

【0024】

液晶パネル18において画像変調および反射された光は、PBS17の偏光分離面17aで反射されて不図示の投射レンズに導かれる。本実施例では、液晶パネル18を1枚のみ示しているが、実際の一般的なプロジェクタでは、RGBに対応した3つの液晶パネルが設けられる。PBS17は、3つの液晶パネルに対してRGBの各色照明光を導き、3つの液晶パネルからの各色画像光を合成する色分解合成光学系の一部を構成する。

30

【0025】

PBS17は、照明光学系の光軸(Z軸)に対して傾いて配置された多層膜(偏光分離膜)からなる偏光分離面(第1の偏光分離面)17aを備えている。偏光分離面17aは、光束の偏光成分を分離する。偏光分離面17aの光軸Zに対する傾きは、一般に45度に設定されているが、42~48度の範囲に設定される場合が多い。偏光分離面17aの角度依存特性は特許文献1に記載されている。

【0026】

偏光分離面17aは、可視光領域内の少なくとも一部の波長域(例えば、10nm以上の幅を有する波長域)の光に対して偏光方向による分離作用を有する。一般的には、特定の角度で入射する光のうち第1の偏光方向の光を80%以上反射し、第1の偏光方向に直交する第2の偏光方向の光を80%以上透過する。

40

【0027】

第1および第2のフライアイレンズ13, 14はそれぞれ、複数のレンズセルが2次元方向に配列されて構成されている。各フライアイレンズの中心線方向はZ軸に平行である。図5は第1のフライアイレンズ13の斜視図であり、図6は第2のフライアイレンズ14の斜視図である。

【0028】

図1に示す縦断面において、第1のフライアイレンズ13は、図5に示す複数のレンズ

50

セル 13a のうち中心のレンズセル以外のレンズセルの頂点は Y 方向内側に偏心し、全体として正（凸）レンズ作用を有する。即ち、図 1 に示す縦断面において、各レンズセル 13a の頂点の位置（高さ）は異なっている。

【0029】

また、図 1 に示す縦断面において、第 2 のフライアイレンズ 14 は、図 6 に示す複数のレンズセル 14a のうち中心レンズセル以外のレンズセルの頂点は Y 方向外側に偏心し、全体として負（凹）のレンズ作用を有する。即ち、図 1 に示す縦断面において、各レンズセル 14a の頂点の位置（高さ）は異なっている。

【0030】

第 1 のフライアイレンズ 13 と第 2 のフライアイレンズ 14 は縦断面において光束を圧縮する第 2 の圧縮系を構成している。PBS 17 の偏光分離面の入射角度変化に伴う偏光分離特性の変化は、YZ 断面（縦断面）の方が XZ 断面（横断面）よりも敏感である。第 1 の圧縮系と第 2 の圧縮系によって、縦断面の角度分布を小さくすることができるため、光線が PBS 17 に特性の良い角度で入射して輝度ムラ低減およびコントラスト向上など画質向上を実現できる。

【0031】

このように、本実施例は、第 1 の圧縮系で横断面に必要な圧縮量で縦断面と横断面の両方において光束を圧縮し、第 2 の圧縮系で縦断面だけにおいて光束を圧縮することによって縦断面と横断面で非対称な光束の圧縮を実現している。

【0032】

縦断面における光束の圧縮によって、PBS 17 の偏光分離面 17a に入射する光束の角度分布を小さくしてコントラスト低下を抑制し、横断面における光束の圧縮によって小型化を図っている。また、横断面においては一对のフライアイレンズはパワーを有しないので（各レンズセルの頂点の位置が一定なので）各レンズセルと偏光変換素子 15 との距離が一定となる。言い換えれば、第 2 の断面において第 1 のフライアイレンズ 13（第 1 のレンズアレイ）と第 2 のフライアイレンズ 14（第 2 のレンズアレイ）は共に光学パワーを有さない。このため、偏光変換素子 15 の近傍に作られる光源像の位置変化が少なくなり、有効領域 15A を通過する光を増やすことができ、明るさを確保することができる。ここでの光学パワーとは、各レンズセルの中心に向かって、光軸と平行に入射する光線に対する光学パワー（屈折力）のことである。更に、縦断面において一对のフライアイレンズにパワーを持たせて高価なシリンドリカルレンズを設けていないのでコストダウンと小型化を図ることができる。

【0033】

また、第 1 のフライアイレンズ 13 のレンズセルは横断面においては偏心しておらず、2 次光源像の Z 方向の位置変化が少なくなる。横断面において第 1 のフライアイレンズ 13 を偏心させなくてもよい理由は、第 1 のフライアイレンズ 13 に平行光が入射されるためである。

【0034】

本実施例は、低コストで画質劣化が少ない明るい投射画像を提供することができる。

【0035】

第 1 のフライアイレンズ 13 および第 2 のフライアイレンズ 14 のレンズセルの偏心による YZ 断面の圧縮比を  $\alpha$  とすると、下記の条件式を満足することが望ましい。

【0036】

【数 1】

$$1.1 < \alpha < 1.9$$

【0037】

数式 1 の下限値を逸脱すると、輝度ムラやコントラスト低下などの画質低下が発生して所望の性能を得ることができない。数式 1 の上限値を逸脱すると、第 1 のフライアイレンズ 13 および第 2 のフライアイレンズ 14 のレンズセルの偏心量が大きくなり、光軸方向

10

20

30

40

50

の厚みが大きくなる。その結果、フライアイレンズで発生する収差が大きくなり、画質低下や明るさ低下が発生して、所望の性能を得ることができない。

【0038】

は次式を満足すると更によい。

【0039】

【数2】

$$1.1 < \alpha < 1.5$$

【0040】

$$1.1 < \alpha < 1.5$$

横断面において光束を圧縮することで所定の光学系サイズで、楕円リフレクタ11からの光束を更に有効利用できるため明るくすることができる。楕円リフレクタ11および平行化レンズ12で構成される圧縮系のXZ断面およびYZ断面における圧縮比を  $\alpha$  とすると、圧縮比  $\alpha$  は次式を満足することが望ましい。

【0041】

【数3】

$$1.1 < \beta < 1.9$$

【0042】

数式3の下限値を逸脱すると、楕円リフレクタ11からの光束を有効利用できる光束が少なくなるために暗くなり、所望の性能を得ることができない。数式3の上限値を逸脱すると、楕円リフレクタ11からの光束は有効利用できるが、第2のフライアイレンズ14と偏光変換素子15の近傍に形成される複数の2次光源像が大きくなる。この結果、パネル有効部照明する光が減少して暗くなるため、所望の性能を得ることができない。

【0043】

は更に以下を満足するとよい。

【0044】

【数4】

$$1.1 < \beta < 1.5$$

【0045】

ここで、図1、図2を用いて  $\alpha$ 、 $\beta$  を説明する。 $H_{r0}$  は楕円リフレクタ11で反射される光束幅（光軸と垂直な方向）を示している。 $H_{r1}$  は平行化レンズ12で平行化された光束の光束幅（光軸と垂直な方向）を示している。 $H_x$  は、XZ断面において、偏光変換素子15の直前での光束幅を示している。 $H_y$  は、YZ断面において、偏光変換素子15の直前での光束幅を示している。

【0046】

ここで、 $\alpha$ 、 $\beta$  は以下のように表すことができる。

【0047】

【数5】

$$\alpha = H_{r1} / H_y$$

【0048】

【数6】

$$\beta = H_{r0} / H_{r1}$$

【0049】

【数7】

$$H_x = H_{r1}$$

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 0 】

本実施例では  $\alpha = 1.26$ 、 $\beta = 1.30$  であり、数式 1 ~ 4 を満足する。

## 【 0 0 5 1 】

また、第 1 のフライアイレンズ 1 3 のレンズセル 1 3 a をトーリックレンズ化して、XZ 断面においては偏光変換素子 1 5 側に 2 次光源像を作り、YZ 断面においては第 2 のフライアイレンズ 1 4 に 2 次光源像をつくるのが望ましい。

## 【 0 0 5 2 】

偏光変換素子 1 5 の利用効率を向上させるには、XZ 断面の 2 次光源像の位置が重要であり、YZ 断面の 2 次光源像の位置に依存しない。そのため、縦断面において第 2 のフライアイレンズ 1 4 に 2 次光源像をつくることでフライアイレンズの利用効率を高めることができる。

10

## 【 0 0 5 3 】

これは、第 1 のフライアイレンズ 1 3 と第 2 のフライアイレンズ 1 4 の対応するレンズセル以外を通過する光は液晶パネル 1 8 の被照明領域の外側を照明する不要光になるためである。

## 【 0 0 5 4 】

そのためには、第 1 のフライアイレンズ 1 3 のレンズセルの XZ 断面の焦点距離を  $f_1$ 、第 1 のフライアイレンズ 1 3 のレンズセルの YZ 断面の焦点距離を  $f_2$  とするとき、次式を満足することが望ましい。

## 【 0 0 5 5 】

20

## 【数 8】

$$1.0 < f_1 / f_2 < 1.5$$

## 【 0 0 5 6 】

数式 8 の下限値および上限値を逸脱すると、2 次光源像が偏光変換素子 1 5 から遠ざかり、偏光変換効率が低下して暗くなるため、所望の性能を得ることができない。

## 【 0 0 5 7 】

$f_1$ 、 $f_2$  は更に好ましくは以下を満足する。

## 【 0 0 5 8 】

## 【数 9】

30

$$1.02 < f_1 / f_2 < 1.25$$

## 【 0 0 5 9 】

本実施例では楕円リフレクタの構成を示したが、放物面リフレクタと正の光学パワーを有するレンズで構成してもよい。

## 【実施例 2】

## 【 0 0 6 0 】

図 7 及び図 8 には、実施例 2 の液晶プロジェクタ（画像投射装置）に用いられる照明光学系の構成を示す光路図であり、図 7 は縦断面、図 8 は横断面を示している。図 7 は、縦断面を YZ 面（第 1 の断面）に設定し、図 8 は横断面を XZ 面（第 2 の断面）に設定している点は実施例 1 と同様である。

40

## 【 0 0 6 1 】

3 1 は光源ユニット、3 2 は第 1 のフライアイレンズ、3 3 は第 2 のフライアイレンズ、3 4 は偏光変換素子、3 5 はコンデンサレンズ、3 6 は偏光ビームスプリッタ、3 7 は液晶パネルを示す。第 1 のフライアイレンズ 3 2 の R 2 面が XZ 断面と YZ 断面に負の光学パワーを有する凹レンズである。

## 【 0 0 6 2 】

光源ユニット 3 1 からの収束光束は第 1 のフライアイレンズ 3 2 の R 1 で複数の光束に分割される。複数の分割光束の横断面は、負の光学パワーを有する第 1 のフライアイレン

50

ズ 3 2 の R 2 面で平行化され、複数の分割光束の縦断面は、第 2 のフライアイレンズ 3 3 で平行化される。

【 0 0 6 3 】

平行化された複数の分割光束は、第 2 のフライアイレンズ 3 3 と偏光変換素子 3 4 の近傍に、複数の 2 次光源像を形成する。各 2 次光源像を形成した光束は、偏光変換素子 3 4 で所定の偏光方向を有する直線偏光に変換された後、コンデンサレンズ 3 5 に入射する。

【 0 0 6 4 】

コンデンサレンズ 3 5 から射出した複数の分割光束は、偏光ビームスプリッタ 3 6 を透過して液晶パネル 3 7 上で重ね合わされる。これにより、液晶パネル 3 7 は均一な分布を有する照明光束によって照明される。

10

【 0 0 6 5 】

本実施例は、負の光学パワーを有する平行化レンズ 1 2 の代わりに第 1 のフライアイレンズ 3 2 の R 2 面に負の光学パワーを有する凹レンズを一体に配置した実施例であり、小型な構成で画質劣化を防ぎつつ明るい投射画像を得ることができる。

【 0 0 6 6 】

本実施例では負の光学パワーを有する凹レンズを第 1 のフライアイレンズ 3 2 の R 2 面に配置した構成を示したが、第 1 のフライアイレンズ 3 2 と第 2 のフライアイレンズ 3 3 の間に負の光学パワーを有する凹レンズを配置してもよい。

【 実施例 3 】

【 0 0 6 7 】

図 9 は、実施例 1 の照明光学系を有する画像投射装置の光路図である。

20

【 0 0 6 8 】

光源ユニット 5 1 から射出した光束は、平行化レンズ 1 2 に対応する平行化レンズ 5 2 で平行光束に変換されて射出される。この平行光束は、第 1 のフライアイレンズ 1 3 に対応する第 1 のフライアイレンズ 5 3 によって複数の光束に分割され、各分割光束は集光される。

【 0 0 6 9 】

各分割光束は、第 2 のフライアイレンズ 1 4 に対応する第 2 のフライアイレンズ 5 4、偏光変換素子 5 5 の近傍に集光され、光源の像（2 次光源像）を作る。第 1 及び第 2 のフライアイレンズ 5 3、5 4 は複数のレンズセルが 2 次元方向に配置されて構成されている。各レンズセルは、被照明面である後述する液晶パネル（画像形成素子）と相似形状である矩形のレンズ形状を有する。

30

【 0 0 7 0 】

偏光変換素子 5 5 は、第 2 のフライアイレンズ 5 4 を射出した各分割光束は直線偏光である S 偏光に変換する。偏光変換素子 5 5 から射出した S 偏光は、ミラー 7 0 で反射される。その後、コンデンサレンズ 5 6 によって集光され、色分解合成光学系 5 7 を経て B 帯域、G 帯域および R 帯域用の反射型液晶パネル 6 5、6 0、6 4 をそれぞれ重畳的に照明する。

【 0 0 7 1 】

色分解合成光学系 5 7 は、コンデンサレンズ 5 6 を透過した偏光光のうち B 帯域と R 帯域の光を反射し、G 帯域光を透過するダイクロイックミラー 5 8 を有する。ダイクロイックミラー 5 8 を透過した G 帯域偏光光は、第 1 の偏光ビームスプリッタ 5 9 で反射され、G 帯域用反射型液晶パネル 6 0 に入射する。

40

【 0 0 7 2 】

各反射型液晶パネルは、駆動回路 D に接続されている。投射表示光学系を搭載したプロジェクタ（画像投射装置）の一部である駆動回路 D には、パーソナルコンピュータ、DVD プレーヤ、ビデオデッキ、テレビチューナ等の画像情報供給装置 I P から画像信号が入力される。駆動回路 D は、入力された画像信号の R、G、B 成分に基づいてそれぞれの色に対応する反射型液晶パネルを駆動する。これにより、各反射型液晶パネルは、各波長帯の入射光を反射するとともに変調して画像光として射出する。

50

## 【 0 0 7 3 】

G帯域用液晶パネル（以下、G液晶パネルという）60からの画像光（偏光光）は、第1の偏光ビームスプリッタ59を透過し、さらに合成プリズム61を透過して投射レンズ62によって不図示のスクリーン上に投影される。

## 【 0 0 7 4 】

一方、ダイクロミックミラー58で反射したB帯域およびR帯域の偏光光のうちR帯域偏光光は波長選択性位相板66でP偏光に偏光変換され、第2の偏光ビームスプリッタ63を透過し、B帯域偏光光は該第3の偏光ビームスプリッタ63で反射する。そして、第2の偏光ビームスプリッタ63から射出したB帯域偏光光およびR帯域偏光光はそれぞれ、B帯域用液晶パネル（以下、B液晶パネルという）65およびR帯域用液晶パネル（以下、R液晶パネルという）64上に集光する。

10

## 【 0 0 7 5 】

R液晶パネル64で反射され、かつ変調されたR帯域偏光光は、第2の偏光ビームスプリッタ63で反射される。また、B液晶パネル65で反射され、かつ変調されたB帯域偏光光は、第2の偏光ビームスプリッタ63を透過する。そして、両帯域の偏光光は、合成プリズム61で反射され、投射レンズ62によってスクリーン上に投影される。

## 【 0 0 7 6 】

尚、各実施形態において光源からの入射光束を分割するレンズアレイとして2次元のフライアイレンズを用いたが、シリンドリカルレンズを1次元に並べたレンズアレイであっても、本願発明の効果を得ることができる。

20

## 【 0 0 7 7 】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

## 【 産業上の利用可能性 】

## 【 0 0 7 8 】

画像投射装置は液晶プロジェクタの用途に適用することができる。

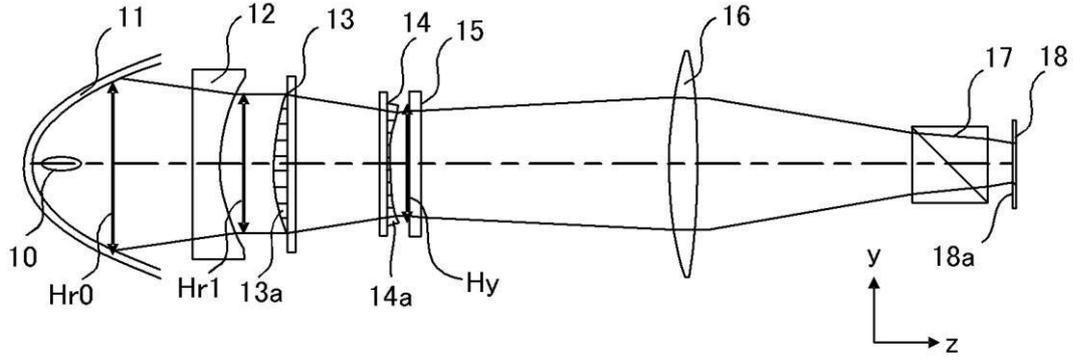
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 7 9 】

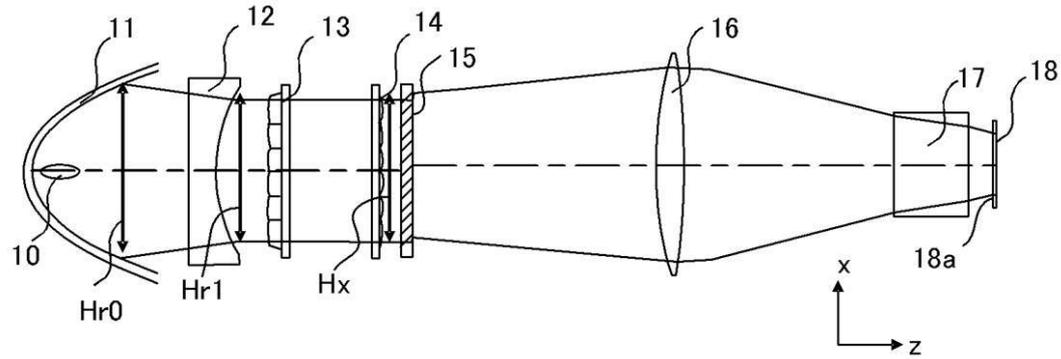
10・・・光源、13・・・第1のフライアイレンズ、13a・・・レンズセル、14・・・第2のフライアイレンズ、14a・・・レンズセル、15・・・偏光変換素子、17・・・偏光ビームスプリッタ、17a・・・偏光分離面（第1の偏光分離面）、18・・・反射型液晶パネル（画像表示素子）、21・・・偏光分離面（第2の偏光分離面）

30

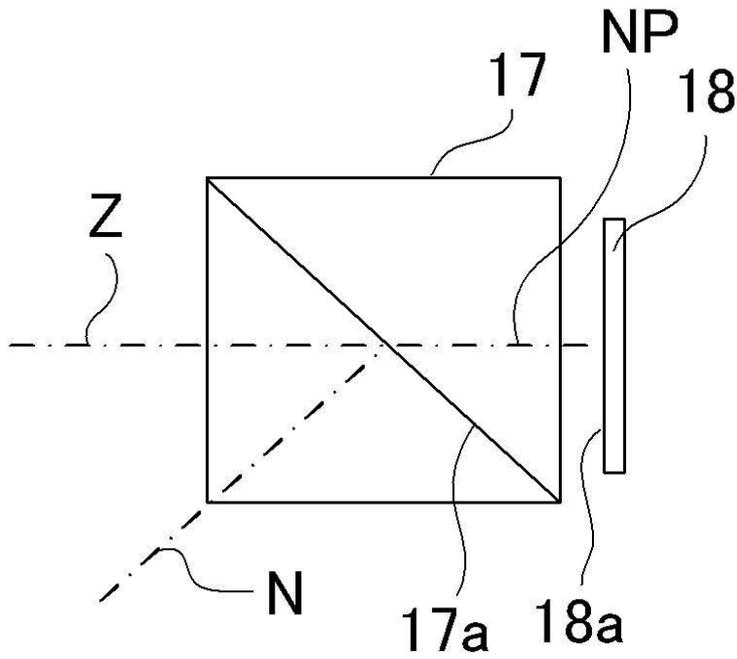
【 図 1 】



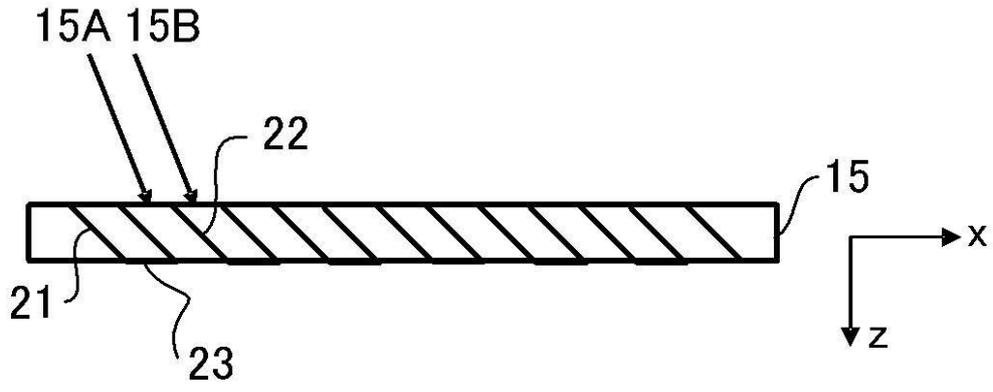
【 図 2 】



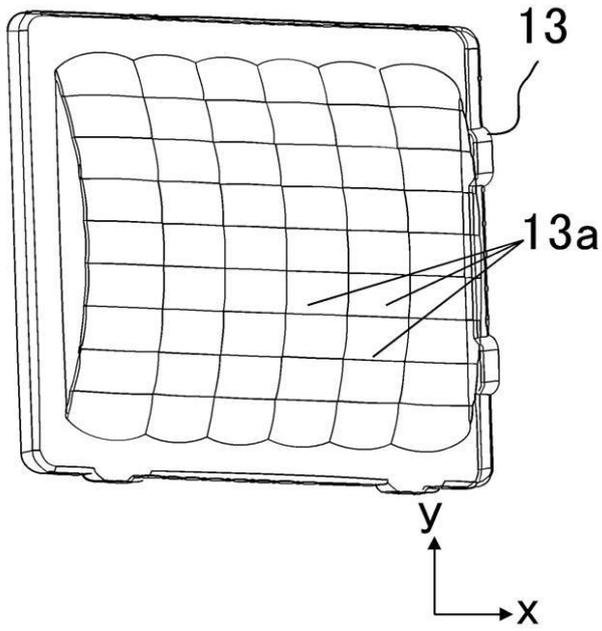
【 図 3 】



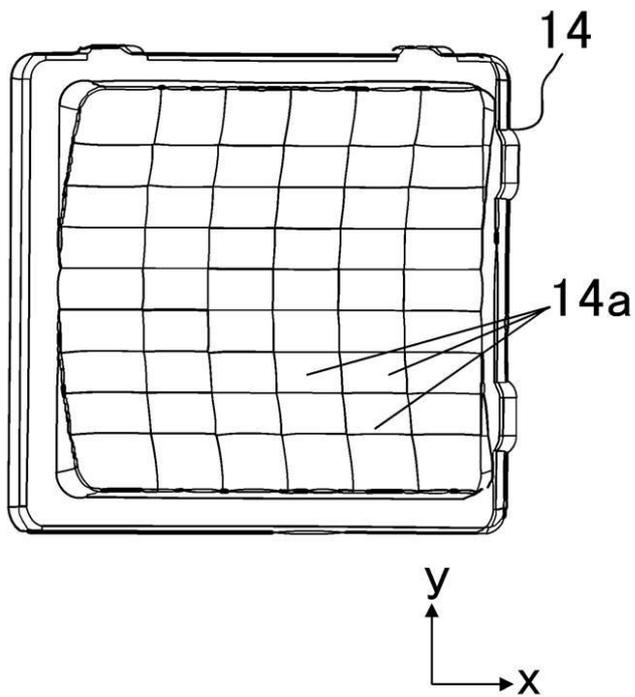
【図4】



【図5】



【図6】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 児玉 浩幸  
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 山内 悠  
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 小野 博之

- (56)参考文献 特開2007-003744(JP,A)  
特開2009-288407(JP,A)  
特開2003-075916(JP,A)  
特開2007-078951(JP,A)  
特開2007-079029(JP,A)  
特開2009-008728(JP,A)  
特開2008-299298(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 21/00 - 21/10  
21/12 - 21/13  
21/134 - 21/30  
33/00 - 33/16

F21S 2/00 - 19/00

G02B 27/00 - 27/64

G02F 1/13 - 1/13363  
1/1339 - 1/141