

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5268429号
(P5268429)

(45) 発行日 平成25年8月21日 (2013. 8. 21)

(24) 登録日 平成25年5月17日 (2013. 5. 17)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 3 B 21/00 (2006. 01)

G O 3 B 21/00 E

G O 2 B 27/28 (2006. 01)

G O 2 B 27/28 Z

G O 2 F 1/13 (2006. 01)

G O 2 F 1/13 5 O 5

G O 2 F 1/1335 (2006. 01)

G O 2 F 1/1335 5 1 O

請求項の数 8 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2008-139362 (P2008-139362)
 (22) 出願日 平成20年5月28日 (2008. 5. 28)
 (65) 公開番号 特開2009-288408 (P2009-288408A)
 (43) 公開日 平成21年12月10日 (2009. 12. 10)
 審査請求日 平成23年5月18日 (2011. 5. 18)

(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
 (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

審査官 請園 信博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示装置および照明光学系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の光源及び第2の光源からの光束を、照明光学系を介して画像表示素子に導くことにより画像を表示する画像表示装置であって、

前記照明光学系は、

前記第1の光源からの光束を第1の断面において複数の光束に分割する第1の光束分割手段と、

前記第1の光源からの光束を、前記第1の断面に直交する第2の断面において複数の光束に分割する第2の光束分割手段と、

前記第1の光源からの無偏光の光束を第1の偏光方向を有する第1の偏光光束に変換する第1の偏光変換素子と、

前記第2の光源からの光束を前記第1の断面において複数の光束に分割する第3の光束分割手段と、

前記第2の光源からの光束を、前記第1及び第2の断面に直交する第3の断面において複数の光束に分割する第4の光束分割手段と、

前記第2の光源からの無偏光の光束を前記第1の偏光方向に直交する第2の偏光方向を有する第2の偏光光束に変換する第2の偏光変換素子と、

前記第1の光束分割手段、前記第2の光束分割手段、及び前記第1の偏光変換素子を経た複数の前記第1の偏光光束と、前記第3の光束分割手段、前記第4の光束分割手段、及び前記第2の偏光変換素子を経た複数の前記第2の偏光光束とを合成する第1の光束合成

10

20

手段と、

該第 1 の光束合成手段からの複数の合成光束を、前記第 1 及び第 2 の偏光方向のうち一方の偏光方向を有する複数の偏光光束に変換する第 3 の偏光変換素子と、

前記第 3 の偏光変換素子からの前記複数の偏光光束を前記画像表示素子上で重畳させる集光手段を有し、

前記第 2 の光束分割手段は、前記第 1 の偏光変換素子と前記第 1 の光束合成手段との間に配置され、

前記第 4 の光束分割手段は、前記第 2 の偏光変換素子と前記第 1 の光束合成手段との間に配置されていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】

前記照明光学系は、

前記第 1 及び第 2 の光源に相当する 2 つの光源に対して設けられ、前記第 1 から第 4 の光束分割手段、前記第 1 から第 3 の偏光変換素子及び前記第 1 の光束合成手段を有し、前記一方の偏光方向を有する複数の偏光光束を射出する第 1 の光学系と、

前記第 1 及び第 2 の光源に相当する、前記 2 つの光源とは別の 2 つの光源に対して設けられ、前記第 1 から第 4 の光束分割手段、前記第 1 から第 3 の偏光変換素子及び前記第 1 の光束合成手段を有し、他方の偏光方向を有する光束を射出する第 2 の光学系と、

前記第 1 の光学系からの光束と前記第 2 の光学系からの光束とを合成して、前記集光手段に導く第 2 の光束合成手段とを有することを特徴とする請求項 1 に記載の画像表示装置。

【請求項 3】

前記集光手段は、前記第 1 の断面と前記第 2 の断面とで異なる焦点距離を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 4】

前記第 1 及び第 2 の光源はそれぞれ、前記第 1 の偏光方向の光束及び前記第 2 の偏光方向の光束を発する複数の偏光光源と、該複数の偏光光源からの光束を合成する光源合成手段とを有することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 つに記載の画像表示装置。

【請求項 5】

前記第 3 の偏光変換素子は、位相板を間隔をあけて配置した位相板アレイにより構成されていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載の画像表示装置。

【請求項 6】

前記第 1 及び第 2 の偏光変換素子は、複数の偏光分離面を有し、

前記第 1 及び第 2 の偏光変換素子の偏光分離面は、前記第 1 の断面に平行な方向に並んでおり、

前記第 3 の偏光変換素子は、複数の偏光分離面を有し、

前記第 3 の偏光変換素子の偏光分離面は、前記第 2 の断面に平行な方向に並んでいることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 つに記載の画像表示装置。

【請求項 7】

前記画像表示素子からの光束を被投射面に投射する投射光学系を備えることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 つに記載の画像表示装置。

【請求項 8】

第 1 の光源及び第 2 の光源からの光束を、画像表示素子に導く照明光学系において、

前記照明光学系は、

前記第 1 の光源からの光束を第 1 の断面において複数の光束に分割する第 1 の光束分割手段と、

前記第 1 の光源からの光束を、前記第 1 の断面に直交する第 2 の断面において複数の光束に分割する第 2 の光束分割手段と、

前記第 1 の光源からの無偏光の光束を第 1 の偏光方向を有する第 1 の偏光光束に変換する第 1 の偏光変換素子と、

前記第 2 の光源からの光束を前記第 1 の断面において複数の光束に分割する第 3 の光束

10

20

30

40

50

分割手段と、

前記第2の光源からの光束を、前記第1及び第2の断面に直交する第3の断面において複数の光束に分割する第4の光束分割手段と、

前記第2の光源からの無偏光の光束を前記第1の偏光方向に直交する第2の偏光方向を有する第2の偏光光束に変換する第2の偏光変換素子と、

前記第1の光束分割手段、前記第2の光束分割手段、及び前記第1の偏光変換素子を経た複数の前記第1の偏光光束と、前記第3の光束分割手段、前記第4の光束分割手段、及び前記第2の偏光変換素子を経た複数の前記第2の偏光光束とを合成する第1の光束合成手段と、

該第1の光束合成手段からの複数の合成光束を、前記第1及び第2の偏光方向のうち一方の偏光方向を有する複数の偏光光束に変換する第3の偏光変換素子と、

前記第3の偏光変換素子からの前記複数の偏光光束を前記画像表示素子上で重畳させる集光手段を有し、

前記第2の光束分割手段は、前記第1の偏光変換素子と前記第1の光束合成手段との間に配置され、

前記第4の光束分割手段は、前記第2の偏光変換素子と前記第1の光束合成手段との間に配置されていることを特徴とする照明光学系。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像表示素子により変調した光を用いて画像を表示する画像表示装置に関し、特に複数の光源からの光束によって画像表示素子を照明する画像表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶プロジェクタ等の画像表示装置（画像投射装置）では、光源として、高圧水銀ランプやキセノンランプ等の放電ランプが用いられることが多い。ただし、放電ランプでは、ワット数が大きいほどそのアーク長が大きくなり、アーク長が大きくなると、放電ランプからの発光量のうち画像表示素子の照明に用いられる光量が低下する。すなわち、光の利用効率が低下する。このため、単一の放電ランプのみを用いるという条件では、光の利用効率を高めて、より明るい投射画像を得るには限界がある。

【0003】

そこで、複数の光源を用いて、すなわち多灯式にして、画像表示素子の照明に用いられる光量を増やし、明るい画像を投射できるようにした画像投射装置が特許文献1にて開示されている。この画像投射装置では、2つの光源からの光を2つの偏光変換素子によってそれぞれP偏光とS偏光に変換し、これらP偏光とS偏光を偏光ビームスプリッタ（PBS）を用いて合成する。そして、この該合成光を、もう1つの偏光変換素子によってP偏光又はS偏光に変換して画像表示素子に導く。

【0004】

偏光変換素子は、インテグレータ系と組み合わせることで高い偏光変換効率を得ることができる。このため、特許文献1にて開示された画像投射装置では、各光源から画像表示素子までの光路中に、2つの偏光変換素子と2つのインテグレータ系を配置している。

【特許文献1】特開2001-264697号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、光源から画像表示素子までの光路中に2つのインテグレータ系を配置することで、光の利用効率（照明効率）が大幅に低下する。このため、特許文献1にて開示された画像投射装置において十分に高い照明効率を得ることが難しい。

【0006】

本発明は、偏光変換素子での良好な偏光変換効率を得られ、照明光学系における高い照

10

20

30

40

50

明効率を実現できるようにした画像表示装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一側面としての画像表示装置は、第1の光源及び第2の光源からの光束を、照明光学系を介して画像表示素子に導き、該画像表示素子からの光束を被投射面に投射する。照明光学系は、第1の光源からの光束を第1の断面において複数の光束に分割する第1の光束分割手段と、第1の光源からの光束を、第1の断面に直交する第2の断面において複数の光束に分割する第2の光束分割手段と、第1の光源からの無偏光の光束を第1の偏光方向を有する第1の偏光光束に変換する第1の偏光変換素子と、第2の光源からの光束を第1の断面において複数の光束に分割する第3の光束分割手段と、第2の光源からの光束を、第1及び第2の断面に直交する第3の断面において複数の光束に分割する第4の光束分割手段と、第2の光源からの無偏光の光束を第1の偏光方向に直交する第2の偏光方向を有する第2の偏光光束に変換する第2の偏光変換素子とを有する。さらに、照明光学系は、第1の光束分割手段、第2の光束分割手段及び第1の偏光変換素子を経た複数の第1の偏光光束と、第3の光束分割手段、第4の光束分割手段及び第2の偏光変換素子を経た複数の第2の偏光光束とを合成する第1の光束合成手段と、該第1の光束合成手段からの複数の合成光束を、第1及び第2の偏光方向のうち一方の偏光方向を有する複数の偏光光束に変換する第3の偏光変換素子と、第3の偏光変換素子からの複数の偏光光束を画像表示素子上で重畳させる集光手段とを有する。そして、第2の光束分割手段は、第1の偏光変換素子と第1の光束合成手段との間に配置され、第4の光束分割手段は、第2の偏光変換素子と第1の光束合成手段との間に配置されていることを特徴とする。

10

20

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、各偏光変換素子での良好な偏光変換効率を得られ、照明光学系における高い照明効率を得られる画像表示装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、本発明の好ましい実施例について図面を参照しながら説明する。

【実施例1】

【0010】

図1及び図2には、本発明の実施例1である画像投射装置（画像表示装置）の光学全系を示す。図1は該光学全系のXZ断面（第2の断面）を、図2はYZ断面（第1の断面）をそれぞれ示す。XZ断面は、4：3や16：9等の画像表示素子の長辺方向に平行な断面であり、YZ断面は、該画像表示素子の短辺方向に平行な断面である。

30

【0011】

なお、以下の説明において、光及び偏光光はそれぞれ、光束及び偏光光束と同義である。また、X、Y、Z及びa、b、cはそれぞれ、互いに直交する方向を示す。

【0012】

1は第1の光源であり、2は第2の光源である。これら第1及び第2の光源1、2は、高圧水銀ランプやキセノンランプ等の放電発光管により構成されている。3は第1の放物面リフレクタであり、4は第2の放物面リフレクタである。

40

【0013】

5は第1の光束分割手段としての第1のシリンダーアレイであり、6は第2のシリンダーアレイである。

【0014】

7は第3の光束分割手段としての第3のシリンダーアレイであり、8は第4のシリンダーアレイである。

【0015】

9は第1の偏光変換素子であり、10は第2の偏光変換素子である。

【0016】

50

11は第2の光束分割手段としての第5のシリンダーアレイであり、12は第4の光束分割手段としての第6のシリンダーアレイである。

【0017】

13は第1の光束合成手段としての偏光合成プリズム（偏光ビームスプリッタ）であり、偏光合成面（偏光分離面）13aを有する。

【0018】

14は第7のシリンダーアレイである。15は第3の偏光変換素子である。

【0019】

16は第1のシリンダーレンズであり、17は第2のシリンダーレンズである。18は第3のシリンダーレンズであり、19は第4のシリンダーレンズである。これら第1から第4のシリンダーレンズ16～19により、集光手段（集光光学系）が構成される。

10

【0020】

また、上述した第1のシリンダーアレイ5から第4のシリンダーレンズ19までの複数の光学素子によって、照明光学系が構成される。

【0021】

20は偏光分離プリズム（偏光ビームスプリッタ）であり、偏光分離面20aを有する。

【0022】

21は画像表示素子としての反射型液晶パネルである。22は投射レンズ（投射光学系）である。 O_1 は第1の光源1から液晶パネル21までの光軸を示し、 O_2 は第2の光源2から偏光合成プリズム13（液晶パネル21）までの光軸を示す。また、 O_3 は液晶パネル21（偏光分離プリズム20）から投射レンズ22までの光軸を示す。

20

【0023】

第1から第4のシリンダーアレイ5～8はそれぞれ、図2に示すように、YZ断面でパワー（焦点距離の逆数であり、屈折力ということもできる）を有する複数のシリンダーレンズがX方向に平行に延びるように、Y方向又はZ方向に複数並べられた構成を有する。

【0024】

第5及び第7のシリンダーアレイ11, 14は、図1に示すようにXZ断面でパワーを有するシリンダーレンズがY方向に平行に延びるように、X方向に複数並べられた構成を有する。第6のシリンダーアレイ12は、XY断面（第3の断面）でパワーを持つ複数のシリンダーレンズがZ方向に延びるように互いに平行にX方向に並べられた構成を有する。

30

【0025】

第1, 3, 5, 6のシリンダーアレイ5, 7, 11, 12はいずれも、入射光束を、それぞれを構成する複数のシリンダーレンズがパワーを有する方向においてのみ複数の光束に分割する。

【0026】

第1の偏光変換素子9の構造を図3に示す。第1の偏光変換素子9は、複数の偏光分離面31と、複数の反射面32と、複数の1/2波長板33と、複数の遮光板34と、複数の第1透光性部材35と、複数の第2透光性部材36とを有する。第1透光性部材35及び第2透光性部材36は、偏光分離面31と反射面32との間に交互に配置されている。遮光板34は第1透光性部材35の入射面に、1/2波長板33は第2透光性部材36の射出面にそれぞれ貼り付けられている。

40

【0027】

遮光板34の間から第2透光性部材36に入射した光R31は、偏光分離面31に入射する。偏光分離面31に入射した光R31のうちb方向（図1及び図2のY方向）を偏光方向とする偏光光R32は、偏光分離面31及び第1透光性部材35を透過して第1の偏光変換素子9から射出する。一方、偏光分離面31に入射した光のうちc方向（X方向）を偏光方向とする偏光光R33は、偏光分離面31で反射し、さらに反射面32で反射する。そして、1/2波長板33でその偏光方向が90度回転されて、b方向を偏光方向と

50

する偏光光 R 3 3 に変換され、第 1 の偏光変換素子 9 から射出される。こうして、第 1 の偏光変換素子 9 は、無偏光光である入射光を、b 方向（第 1 の偏光方向としての Y 方向）を偏光方向とする直線偏光光（第 1 の偏光光束）に変換して射出する。

【 0 0 2 8 】

第 2 の偏光変換素子 1 0 の構造を図 4 に示す。第 2 の偏光変換素子 1 0 は、複数の偏光分離面 4 1 と、複数の反射面 4 2 と、複数の 1 / 2 波長板 4 3 と、複数の遮光板 4 4 と、複数の第 1 透光性部材 4 5 と、複数の第 2 透光性部材 4 6 とを有する。第 1 透光性部材 4 5 及び第 2 の透光性部材 4 6 は、偏光分離面 4 1 と反射面 4 2 との間に交互に配置されている。遮光板 4 4 は第 1 透光性部材 4 5 の入射面に、1 / 2 波長板 4 3 は第 2 透光性部材 4 6 の射出面にそれぞれ貼り付けられている。

10

【 0 0 2 9 】

遮光板 4 4 の間から第 2 透光性部材 4 6 に入射した光 R 4 1 は、偏光分離面 4 1 に入射する。偏光分離面 4 1 に入射した光 R 4 1 のうち b 方向（図 1 及び図 2 の Z 方向）を偏光方向とする偏光光 R 4 2 は、偏光分離面 4 1 及び第 1 透光性部材 4 5 を透過する。そして、1 / 2 波長板 4 3 でその偏光方向が 9 0 度回転されて、c 方向を偏光方向とする偏光光 R 4 3 に変換されて第 2 の偏光変換素子 1 0 から射出される。一方、偏光分離面 4 1 に入射した光のうち c 方向（X 方向）を偏光方向とする偏光光 R 4 3 は、偏光分離面 4 1 で反射し、さらに反射面 4 2 で反射して、第 2 の偏光変換素子 1 0 から射出される。こうして、第 2 の偏光変換素子 1 0 は、無偏光光である入射光を、c 方向（第 2 の偏光方向としての X 方向）を偏光方向とする直線偏光光（第 2 の偏光光束）に変換して射出する。

20

【 0 0 3 0 】

第 3 の偏光変換素子 1 5 は、その構成は図 4 に示した第 2 の偏光変換素子 1 0 と同じであるが、そこからの射出光が Y 方向を偏光方向とする直線偏光光（前述の第 1、2 の偏光光束の一方と同じ偏光方向を持つ偏光光束）となるように配置されている。

【 0 0 3 1 】

次に、第 1 の光源 1 から液晶パネル 2 1 までの光学作用について、図 5、図 6 及び図 7 を用いて説明する。図 5 には、第 1 の光源 1 から液晶パネル 2 1 までの光学系の X Z 断面を、図 6 及び図 7 には Y Z 断面を示す。図 5 及び図 6 には、光束の進行経路を、図 7 には光束の偏光状態をそれぞれ示している。

【 0 0 3 2 】

30

まず、図 5 に示した X Z 断面での光学作用を説明する。第 1 の光源 1 から発せられた無偏光の光束は、放物面リフレクタ 3 で反射されて、その大部分が光軸 O_1 に対して平行な平行光束 R 1 に変換される。平行光束 R 1 は、X Z 断面ではパワーを持たない第 1 のシリンダーアレイ 5 と第 2 のシリンダーレンズ 6 を透過して、さらに第 1 の偏光変換素子 9 を通過する（実際には Y 方向を偏光方向とする偏光光束に変換される）。

【 0 0 3 3 】

そして、平行光束 R 1 は、第 5 のシリンダーアレイ 1 1 で複数の光束（偏光光束）R 2 に分割され、偏光合成プリズム 1 3 を透過する。偏光合成プリズム 1 3 を透過した複数の光束 R 2 は、第 7 シリンダーアレイ 1 4 と第 3 の偏光変換素子 1 5 の近傍に集光して第 1 の光源 1 の複数の二次光源像を形成し、第 3 の偏光変換素子 1 5 から Y 方向を偏光方向とする複数の偏光光束 R 3 として射出する。

40

【 0 0 3 4 】

複数の偏光光束 R 3 は、それぞれ X Z 断面においてはパワーを持たない第 1 のシリンダーレンズ 1 6 と第 2 のシリンダーレンズ 1 7 を透過する。さらに、それぞれ X Z 断面においてパワーを持った第 3 のシリンダーレンズ 1 8 と第 4 のシリンダーレンズ 1 9 によって液晶パネル 2 1 上に集光される。これにより、Y 方向を偏光方向とする複数の偏光光束 R 3 は、偏光分離プリズム 2 0 を透過しながら X Z 断面において液晶パネル 2 1 上（画像表示素子上）で重畳され、液晶パネル 2 1 を均一に照明する。

【 0 0 3 5 】

次に、図 6 に示した Y Z 断面での作用について説明する。第 1 の光源 1 から発せられた

50

無偏光な光束は、放物面リフレクタ 3 で反射され、その大部分が光軸 O_{\perp} に対して平行な平行光束 R 4 に変換される。平行光束 R 4 は、第 1 のシリンダーアレイ 5 で複数の光束 R 5 に分割され、第 2 シリンダーアレイ 6 と第 1 の偏光変換素子 9 の近傍に集光して第 1 の光源 1 の複数の二次光源像を形成する。そして、これらの光束は、第 1 の偏光変換素子 9 で Y 方向を偏光方向とする複数の偏光光束 R 6 に変換される。

【 0 0 3 6 】

複数の偏光光束 R 6 は、Y Z 断面においてはパワーを持たない第 5 のシリンダーアレイ 1 1 を透過し、次に偏光合成プリズム 1 3 の偏光合成面 1 3 a を透過する。さらに、Y Z 断面においてはパワーを持たない第 7 のシリンダーアレイ 1 4 を透過して、第 3 の偏光変換素子 1 5 を Y 方向を偏光方向としたまま通過する。そして、複数の偏光光束 R 6 は、それぞれ Y Z 断面においてパワーを持つ第 1 のシリンダーレンズ 1 6 と第 2 のシリンダーレンズ 1 7 によって液晶パネル 2 1 に向けて集光される。そして、それぞれ Y Z 断面においてはパワーを持たない第 3 のシリンダーレンズ 1 8 と第 4 のシリンダーレンズ 1 9 を透過し、液晶パネル 2 1 に到達する。Y 方向を偏光方向とする複数の偏光光束 R 6 は、上記第 1 及び第 2 のシリンダーレンズ 1 6 , 1 7 の集光作用によって、偏光分離プリズム 2 0 の偏光分離面 2 0 a を透過しながら Y Z 断面において液晶パネル 2 1 上で重畳され、液晶パネル 2 1 を均一に照明する。

10

【 0 0 3 7 】

ここで、第 1 及び第 2 のシリンダーレンズ 1 6 , 1 7 の Y Z 断面での合成焦点距離は、第 3 及び第 4 のシリンダーレンズ 1 8 , 1 9 の X Z 断面での合成焦点距離よりも長い。すなわち、集光光学系は、Y Z 断面と X Z 断面とで異なる焦点距離を有する。

20

【 0 0 3 8 】

次に、第 2 の光源 2 から液晶パネル 2 1 までの光学系の作用について説明する。第 2 の光源 2 から液晶パネル 2 1 までの光学系での光束の進行経路に関しては、偏光合成プリズム 1 3 の偏光合成面 1 3 a をミラーと考えれば、第 1 の光源 1 から液晶パネル 2 1 までの光学系を折り返した光学系と基本的に同じである。

【 0 0 3 9 】

ただし、偏光状態に関しては、以下ようになる。第 2 の光源 2 からの無偏光の光束 (第 3 のシリンダーアレイ 7 で分割された複数の光束) R 8 は、第 2 の偏光変換素子 1 0 で X 方向を偏光方向とする複数の偏光光束 R 9 に変換される。また、複数の偏光光束 R 9 は、偏光合成面 1 3 a で反射されて、第 1 の光源 1 から進行してきて偏光合成面 1 3 a を透過する複数の偏光光束 R 6 と合成される。さらに、偏光合成面 1 3 a で反射された複数の偏光光束 R 9 は、第 3 の偏光変換素子 1 5 で、第 1 の光源 1 からの光束の偏光方向と同じ Y 方向を偏光方向とする複数の偏光光束に変換される。

30

【 0 0 4 0 】

偏光合成面 1 3 a で反射された複数の光束 R 9 は、第 1 の光源 1 からの光束と同様に集光され、偏光分離プリズム 2 0 (偏光分離面 2 0 a) を透過しつつ、液晶パネル 2 1 を均一に照明する。

【 0 0 4 1 】

このようにして、第 1 の光源 1 側からの複数の光束と第 2 の光源 2 側からの複数の光束とが偏光合成面 1 3 a で合成され、該複数の合成光束が第 1 から第 4 のシリンダーレンズ 1 6 ~ 1 9 によって集光されて、両断面において液晶パネル 2 1 を均一に照明する。つまり、第 1 の光源 1 からの光束と第 2 の光源 2 からの光束の偏光方向を同じとして、両光束によって液晶パネル 2 1 を照明することが可能になり、この結果、小型の照明光学系で高い照明効率を実現できる。

40

【 0 0 4 2 】

液晶パネル 2 1 で反射され、かつ変調されて X 方向を偏光方向とする偏光光となった光束は、偏光分離プリズム 2 0 の偏光分離面 2 0 a で反射され、投射レンズ 2 2 によって不図示のスクリーン等の被投射面に投射される。2 つの光源 1 , 2 からの光束による大きな光量と照明光学系の高い照明効率との相乗効果によって、明るい画像を表示する (明るい

50

画像を投射する)ことができる。

【0043】

なお、図1～図7には、第5のシリンダーアレイ11を第1の偏光変換素子9と偏光合成プリズム13との間に配置し、第6のシリンダーアレイ12を第2の偏光変換素子10と偏光合成プリズム13の間に配置した場合について説明した。しかし、第5のシリンダーアレイ11は、第1の偏光変換素子9の近傍であればどこに配置してもよい。例えば、第5のシリンダーアレイ11を、第1のシリンダーアレイ5又は第2のシリンダーアレイ6と第1の偏光変換素子9との間に配置してもよい。同様に、第6のシリンダーアレイ12は、第2の偏光変換素子10の近傍であればどこに配置してもよい。例えば、第6のシリンダーアレイ12を、第3のシリンダーアレイ7又は第4のシリンダーアレイ8と第2の偏光変換素子10との間に配置してもよい。

10

【0044】

図1～図7には、液晶パネル21が1つのみ設けられた場合について説明したが、3つの液晶パネルに対してR、G、Bの3色の光束を導き、該3つの液晶パネルからの光束を合成する色分解合成光学系を有する場合について、図8を用いて説明する。図8には、第1のシリンダーレンズ16から投射レンズ22までの光学系のYZ断面を示している。

【0045】

60はダイクロイック素子、61は偏光板、62は波長選択性位相差板、63は第1の1/4波長板、64は第2の1/4波長板、65は第3の1/4波長板である。66は第1の液晶パネル、67は第2の液晶パネル、68は第3の液晶パネルである。69は第1の偏光分離プリズム、70は第2の偏光分離プリズム、71は合成プリズムである。69aは第1の偏光分離プリズム69の偏光分離面、70aは第2の偏光分離プリズム70の偏光分離面、71aは合成プリズム71の合成面である。

20

【0046】

第1のシリンダーレンズ16から第4のシリンダーレンズ19を通過したY方向を偏光方向とする白色の偏光光R11は、ダイクロイック素子60によってG帯域光R12と、R帯域光R13及びB帯域光R14とに分離される。

【0047】

G帯域光R12は、第1の偏光分離プリズム69の偏光分離面69aを透過して、第1の1/4波長板63を通過し、第1の液晶パネル66を照明する。第1の液晶パネル66で反射され、かつ変調されてX方向の偏光光となったG帯域光R12は、第1の1/4波長板63を通過して第1の偏光分離プリズム69の偏光分離面69aで反射され、合成プリズム71に導かれる。

30

【0048】

R帯域光R13及びB帯域光R14は、偏光板61を通過する。そして、R帯域光R13は、波長選択性位相差板62でX方向を偏光方向とする偏光光に変換される。B帯域光R14は、Y方向を偏光方向とする偏光光のまま波長選択性位相差板62を透過する。

【0049】

R帯域光R13は、第2の偏光分離プリズム70の偏光分離面70aで反射され、第2の1/4波長板64を通過して、第2の液晶パネル67を照明する。第2の液晶パネル67で反射され、かつ変調されてY方向の偏光光となったR帯域光R13は第1の1/4波長板64を通過し、第2の偏光分離プリズム70の偏光分離面70aを透過して、合成プリズム71に導かれる。

40

【0050】

B帯域光R14は、第2の偏光分離プリズム70の偏光分離面70aを透過し、第3の1/4波長板65を通過して、第3の液晶パネル68を照明する。第3の液晶パネル68で反射され、かつ変調されてX方向を偏光方向とする偏光光となったB帯域光R14は、第3の1/4波長板65を通過し、第2の偏光分離プリズム70の偏光分離面70aで反射されて、合成プリズム71に導かれる。

【0051】

50

合成プリズム 7 1 に導かれた G 帯域光 R 1 2 は、その合成面 7 1 a で反射して、合成面 7 1 a を透過する R 帯域光 R 1 3 及び B 帯域光 R 1 4 と合成される。合成された光束 R 1 5 は、投射レンズ 2 2 によって被投射面に投射される。

【 0 0 5 2 】

以上説明した本実施例によれば、各偏光変換素子での高い変換効率と、照明光学系における高い照明効率とを得ることができる。

【実施例 2】

【 0 0 5 3 】

図 9 には、本発明の実施例 2 である画像投射装置（画像表示装置）の光学系（光源から画像表示素子までの光学系）の Y Z 断面を示す。

10

【 0 0 5 4 】

本実施例は、4 つの光源を用いた 4 灯式の画像投射装置である。また、画像表示素子として、可動の複数の微小ミラーで光束を変調するマイクロミラーデバイス（以下、ミラーパネルという）を用いている。本実施例における照明光学系は、第 1 の光学系 9 1 と第 2 の光学系 9 2（それぞれが実施例 1 の光源から第 3 の偏光変換素子 1 5 までの構造に相当する）を含む。

【 0 0 5 5 】

第 1 の光学系 9 1 は、図 1 及び図 2 に示した第 1 及び第 2 の光源 1 , 2 に相当する 2 つの光源 1 a , 2 a と、リフレクタ 3 , 4 と、第 1 から第 7 のシリンダーアレイ 5 ~ 8 , 1 1 , 1 2 , 1 4 を含む。また、第 1 の光学系 9 1 は、第 1 から第 3 の偏光変換素子 9 , 1 0 , 1 5 と、偏光合成プリズム 1 3 とを含む。

20

【 0 0 5 6 】

第 2 の光学系 9 2 は、図 1 及び図 2 に示した第 1 及び第 2 の光源 1 , 2 に相当する、上記光源 1 a , 2 a とは別の 2 つの光源 1 b , 2 b と、リフレクタ 3 , 4 と、第 1 から第 7 のシリンダーアレイ 5 ~ 8 , 1 1 , 1 2 , 1 4 とを含む。また、第 2 の光学系 9 2 は、第 1 から第 3 の偏光変換素子 9 , 1 0 , 1 5 と、偏光合成プリズム 1 3 とを含む。

【 0 0 5 7 】

第 1 の光学系 9 1 に設けられた第 3 の偏光変換素子 1 5 からは、X 方向と Y 方向のうち一方である Y 方向を偏光方向とする複数の偏光光束 R 9 1 が射出される。第 2 の光学系 9 2 に設けられた第 3 の偏光変換素子 1 5 からは、他方（X 方向）を偏光方向とする複数の偏光光束 R 9 2 が射出される。

30

【 0 0 5 8 】

複数の偏光光束 R 9 1 は、第 2 の光束合成手段としての第 2 の偏光合成プリズム 9 3 に設けられた偏光合成面 9 3 a を透過する。複数の偏光光束 R 9 2 は、第 2 の偏光合成プリズム 9 3 の偏光合成面 9 3 a で反射される。これにより、複数の偏光光束 R 9 1 と複数の偏光光束 R 9 2 とが合成される。合成された複数の光束（無偏光の光束）は、図 1 及び図 2 に示した第 1 から第 4 のシリンダーレンズ 1 6 ~ 1 9 によってミラーパネル 9 4 上に重畳され、ミラーパネル 9 4 を均一に照明する。ミラーパネル 9 4 で変調された光束は、不図示の投射レンズを介して被投射面に投射される。

【 0 0 5 9 】

このように構成された小型の照明光学系によって、4 つの光源 1 a , 1 b , 2 a , 2 b からの光束を合成して、高い照明効率でミラーパネル 9 4 を照明することができる。

40

[参考例 1]

【 0 0 6 0 】

図 1 0 及び図 1 1 にはそれぞれ、本発明の参考例 1 である画像投射装置（画像表示装置）の光学全系の X Z 断面及び Y Z 断面を示す。本参考例は、実施例 1 と同様の構成を有しており、実施例 1 の構成要素と共通する構成要素には、実施例 1 と同符号を付している。

【 0 0 6 1 】

ただし、本参考例では、実施例 1 で説明した第 2 のシリンダーアレイ 6 と第 5 のシリンダーアレイ 1 1 を、第 1 のフライアイレンズ 1 0 1 として一体化している。また、実施例

50

1で説明した第4のシリンダーアレイ8と第6のシリンダーアレイ12を、第2のフライアイレンズ102として一体化している。第1のフライアイレンズ101は第1の光束分割手段に、第2のフライアイレンズ102は第2の光束分割手段にそれぞれ相当する。

【0062】

このような構成により、照明光学系を構成する光学素子の数を削減しつつ、実施例1の照明光学系と同等の偏光変換効率と照明効率を得ることができる。

【実施例3】

【0063】

図12及び図13にはそれぞれ、本発明の実施例3である画像投射装置（画像表示装置）の光学全系のXZ断面及びYZ断面を示す。本実施例は、実施例1と同様の構成を有しており、実施例1の構成要素と共通する構成要素には、実施例1と同符号を付している。

10

【0064】

ただし、本実施例では、集光光学系の構成が実施例1と異なる。実施例1では、第1から第4のシリンダーレンズ16～19で構成される集光光学系の主点（つまりは焦点距離）をXZ断面とYZ断面とで異ならせている。このような構成は、第1から第4のシリンダーレンズ16～19以外のレンズの組み合わせでも実現することができる。

【0065】

本実施例では、集光光学系を、YZ断面でのみパワーを有するシリンダーレンズ121と、XZ断面とYZ断面とで互いに異なるパワーを有するトーリックレンズ122と、XZ断面でのみパワーを有するシリンダーレンズ123とにより構成している。

20

【0066】

このような構成により、集光光学系、つまりは照明光学系を構成する光学素子の数を削減しつつ、実施例1の照明光学系と同等の偏光変換効率と照明効率を得ることができる。

【実施例4】

【0067】

図14には、本発明の実施例4である画像投射装置（画像表示装置）の光学全系のYZ断面を示す。本実施例は、光源部分を除いて実施例1と同様の構成を有しており、実施例1の構成要素と共通する構成要素には、実施例1と同符号を付している。

【0068】

本実施例では、第1及び第2の光源のそれぞれを、偏光光を発する複数（2つ）の偏光光源ユニット（レーザー光源）を用いて構成している。

30

【0069】

第1の光源は、第1のレーザー光源141と、第2のレーザー光源142と、光源合成手段としての偏光合成プリズム145とにより構成されている。また、第2の光源は、第3のレーザー光源143と、第4のレーザー光源144と、光源合成手段としての偏光合成プリズム146とにより構成されている。なお、本実施例では、リフレクタは設けられていない。

【0070】

第1のレーザー光源141はY方向を偏光方向とする偏光光束を発し、第2のレーザー光源142はX方向を偏光方向とする偏光光束を発する。これらの偏光光束は偏光合成プリズム145の偏光合成面145aで合成され、合成された無偏光の光束は第1のシリンダーアレイ5に入射する。この後は、実施例1と同様に進んで、液晶パネル21に至る。

40

【0071】

第3のレーザー光源143はY方向を偏光方向とする偏光光束を発し、第4のレーザー光源144はX方向を偏光方向とする偏光光束を発する。これらの偏光光束は偏光合成プリズム146の偏光合成面146aで合成され、合成された無偏光の光束は第3のシリンダーアレイ7に入射する。この後は、実施例1と同様に進んで、液晶パネル21に至る。

【0072】

このように、光源として偏光光源ユニットを用いれば、2つのランプを用いる場合の照明光学系と同様の照明光学系によって、4つの光源からの光束を合成して液晶パネル21

50

に導くことができる。

【実施例 5】

【0073】

図 15 及び図 16 にはそれぞれ、本発明の実施例 5 である画像投射装置（画像表示装置）の光学全系の XZ 断面及び YZ 断面を示す。また、図 17 は、光学系の一部の XY 断面を示している。本実施例は、よりコンパクト化が図られた画像投射装置を示す。

【0074】

本実施例は、実施例 1 と同様の構成を有しており、実施例 1 の構成要素と共通する構成要素には、実施例 1 と同符号を付している。

【0075】

ただし、図 17 に示すように、第 2 の光源回りの構成が実施例 1 と異なる。図 17 において、151 は第 2 の光源であり、152 は第 2 の放物面リフレクタである。153 は第 3 のシリンダーアレイであり、154 はミラーである。

【0076】

第 2 の光源 151 からの無偏光の光束は、放物面リフレクタ 152 により反射されて、X 方向に向かって進む。

【0077】

ミラー 154 は、第 3 のシリンダーアレイ 153 と第 4 のシリンダーアレイ 8 との間に、光軸 O_2 及び光軸 O_3 に対して 45° の角度をなすように配置されている。ミラー 154 は、第 2 の光源 151 からの光束を、Y 方向に反射させる。ミラー 154 で反射された光束は、第 4 のシリンダーアレイ 8 に入射する。この後は、実施例 1 と同様に進んで、液晶パネル 21 に至る。

【0078】

本実施例では、ミラー 154 と偏光合成プリズム 13 の偏光合成面 13a とがねじれの関係にある。このため、第 3 のシリンダーアレイ 153 は、第 4 のシリンダーアレイ 8 がパワーを持つ YZ 断面に直交する XZ 断面においてパワーを持ったシリンダーアレイとして形成されている。

【0079】

このような構成により、YZ 断面での第 2 の光源 151 及び放物面リフレクタ 152 の突出量を小さくすることができ、全体として画像投射装置のコンパクト化が可能になる。

【実施例 6】

【0080】

図 18 及び図 19 にはそれぞれ、本発明の実施例 6 である画像投射装置（画像表示装置）の光学全系の XZ 断面及び YZ 断面を示す。また、図 20 には、YZ 断面における光束の進行経路を示している。本実施例において実施例 1 の構成要素と共通する構成要素には、実施例 1 と同符号を付している。

【0081】

本実施例では、実施例 1 で説明した第 3 の偏光変換素子 15 に代えて、第 3 の偏光変換素子としての位相板アレイ 182 を用いている。また、位相板アレイ 182 への置換に伴い、実施例 1 で説明した第 7 のシリンダーアレイ 14 が、シリンダーレンズのピッチがより小さい第 7 のシリンダーアレイ 181 に置き換えられている。第 7 のシリンダーアレイ 181 のシリンダーレンズのピッチは、第 5 及び第 6 のシリンダーアレイ 11, 12 の半分である。

【0082】

また、位相板アレイ 182 は、複数の $1/2$ 波長板（位相板）を間隔をあけて配置して構成されている。複数の $1/2$ 波長板は、第 7 のシリンダーアレイ 181 を構成する複数のシリンダーレンズにおける 1 つおきのレンズに対向するように配置されている。

【0083】

第 1 の光源 1 から液晶パネル 21 までの YZ 断面での光学作用は、実施例 1 と同じであるので、第 1 の光源 1 から液晶パネル 21 までの XZ 断面での光学作用について図 20 を

10

20

30

40

50

用いて説明する。

【0084】

第1の光源1から発せられた無偏光の光束は、放物面リフレクタ3で反射されて、その大部分が光軸 O_1 に対して平行な平行光束R201に変換される。平行光束R201は、それぞれXZ断面においてパワーを持たない第1のシリンダーアレイ5と第2のシリンダーレンズ6を透過して、第1の偏光変換素子9によってY方向を偏光方向とする偏光光束R202に変換される。

【0085】

偏光光束R202は、第5のシリンダーアレイ11で複数の偏光光束R203に分割され、該複数の偏光光束R203は、偏光合成プリズム13及び第7のシリンダーアレイ181を透過して位相板アレイ182の1/2波長板上に集光される。複数の偏光光束R203は、1/2波長板で偏光方向が90°回転され、X方向を偏光方向とする複数の偏光光束R204に変換される。そして、これら複数の偏光光束R204は、第1から第4のシリンダーレンズ16~19及び偏光分離プリズム20を介して液晶パネル21上にて重畳される。なお、本実施例の偏光分離プリズム20は、X方向を偏光方向とする偏光光束を透過し、Y方向を偏光方向とする偏光光束を反射する。

10

【0086】

次に、第2の光源2から液晶パネル21までのXZ断面での光学作用について、図21を用いて説明する。図21には、偏光合成面13aでの反射を除いた光学系での光束の進行経路を示している。

20

【0087】

第2の光源2から発せられた無偏光の光束は、放物面リフレクタ4で反射され、その大部分がその大部分が光軸 O_2 に対して平行な平行光束R211に変換される。平行光束R211は、それぞれXZ断面においてパワーを持たない第3のシリンダーアレイ7と第4のシリンダーレンズ8を透過し、第1の偏光変換素子10でX方向を偏光方向とする偏光光束R212に変換される。そして、偏光光束R212は、第6のシリンダーアレイ12で複数の偏光光束R213に分割され、該複数の偏光光束R213は、偏光合成プリズム13と第7のシリンダーアレイ181を透過し、位相板アレイ182のうち1/2波長板の間の領域に集光される。

【0088】

30

そして、複数の偏光光束R213は、第1から第4のシリンダーレンズ16~19及び偏光分離プリズム20を介して液晶パネル21上にて重畳される。

【0089】

このように、第3の偏光変換素子を位相板アレイ182により構成することで、実施例1(図4参照)にて説明した構造を有する偏光変換素子を用いる場合に比べて、偏光分離膜や反射面での光量ロスがなくなる分、照明効率を改善することができる。

【0090】

なお、位相板アレイ182は、偏光合成プリズム13と第7のシリンダーアレイ181との間に配置してもよい。

【0091】

40

以上説明したように、上記各実施例によれば、偏光変換素子での偏光変換効率を良好とし、高い照明効率を得ることができる。また、偏光成分を利用して光束を合成しているため、光学系を小型化することもできる。

【0092】

以上説明した各実施例は代表的な例にすぎず、本発明の実施に際しては、各実施例に対して種々の変形や変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図1】本発明の実施例1である画像投射装置の光学系のXZ断面図。

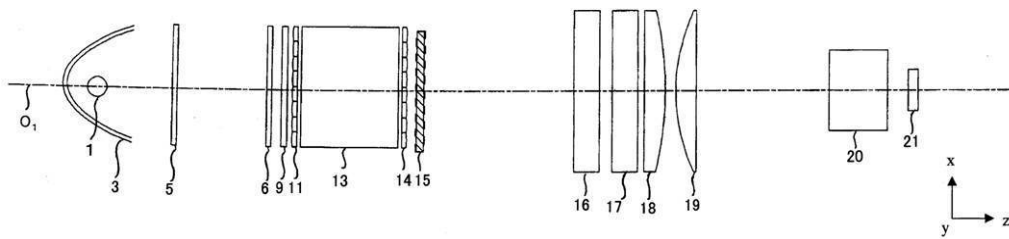
【図2】実施例1の光学系のYZ断面図。

50

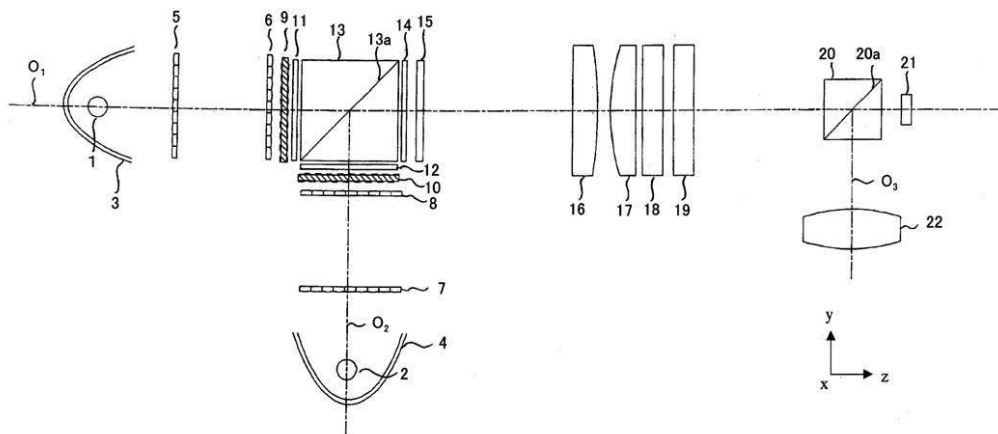
- 【図 3】第 1 の偏光変換素子の構造を示す断面図。
- 【図 4】第 2 の偏光変換素子の構造を示す断面図。
- 【図 5】実施例 1 の光学系の X Z 断面での光学作用を説明するための図。
- 【図 6】実施例 1 の光学系の Y Z 断面での光学作用を説明するための図。
- 【図 7】実施例 1 の光学系における光束の偏光状態を説明するための図。
- 【図 8】実施例 1 の変形例である画像投射装置に用いられる色分解合成光学系を示す図。
- 【図 9】本発明の実施例 2 である画像投射装置の光学系の Y Z 断面図。
- 【図 10】本発明の参考例 1である画像投射装置の光学系の X Z 断面図。
- 【図 11】参考例 1の光学系の Y Z 断面図。
- 【図 12】本発明の実施例3である画像投射装置の光学系の X Z 断面図。 10
- 【図 13】実施例3の光学系の Y Z 断面図。
- 【図 14】本発明の実施例4である画像投射装置の光学系の Y Z 断面図。
- 【図 15】本発明の実施例5である画像投射装置の光学系の X Z 断面図。
- 【図 16】実施例5の光学系の Y Z 断面図。
- 【図 17】実施例5の光学系の一部の X Y 断面図。
- 【図 18】本発明の実施例6である画像投射装置の光学系の X Z 断面図。
- 【図 19】実施例6の光学系の Y Z 断面図。
- 【図 20】実施例6の光学系における第 1 の光源に関する光学作用を説明するための図。
- 【図 21】実施例6の光学系における第 2 の光源に関する光学作用を説明するための図。
- 【符号の説明】 20
- 【0094】
- 1 第 1 の光源
 - 2, 151 第 2 の光源
 - 3, 4 放物面リフレクタ
 - 5 第 1 のシリンダーアレイ
 - 6 第 2 のシリンダーアレイ
 - 7, 153 第 3 のシリンダーアレイ
 - 8 第 4 のシリンダーアレイ
 - 9 第 1 の偏光変換素子
 - 10 第 2 の偏光変換素子 30
 - 11 第 5 のシリンダーアレイ
 - 12 第 6 のシリンダーアレイ
 - 13 偏光合成プリズム
 - 14、181 第 7 のシリンダーアレイ
 - 15 第 3 の偏光変換素子
 - 16 第 1 のシリンダーレンズ
 - 17 第 2 のシリンダーレンズ
 - 18 第 3 のシリンダーレンズ
 - 19 第 4 のシリンダーレンズ
 - 121, 123 シリンダーレンズ 40
 - 122 トーリックレンズ
 - 20, 69, 70 偏光分離プリズム
 - 21, 66, 67, 68 液晶パネル
 - 22 投射レンズ
 - 60 ダイクロイック素子
 - 61 偏光板
 - 62 波長選択性位相差板
 - 63, 64, 65 1/4 波長板
 - 69, 70 偏光分離プリズム
 - 71 合成プリズム 50

- 9 1 第 1 の光学系
- 9 2 第 2 の光学系
- 9 3 , 1 4 5 , 1 4 6 偏光合成プリズム
- 9 4 ミラーパネル
- 1 0 1 , 1 0 2 フライアイレンズ
- 1 4 1 ~ 1 4 4 レーザ光源
- 1 4 6 第 3 の偏光合成プリズム
- 1 5 4 ミラー
- 1 8 2 位相板アレイ

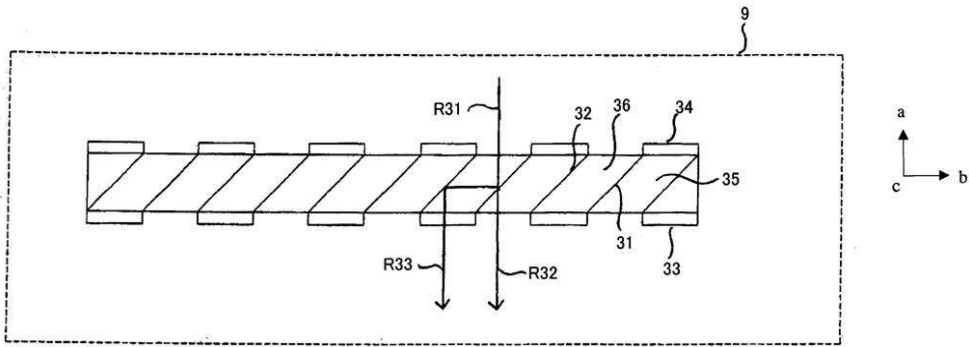
【図 1】



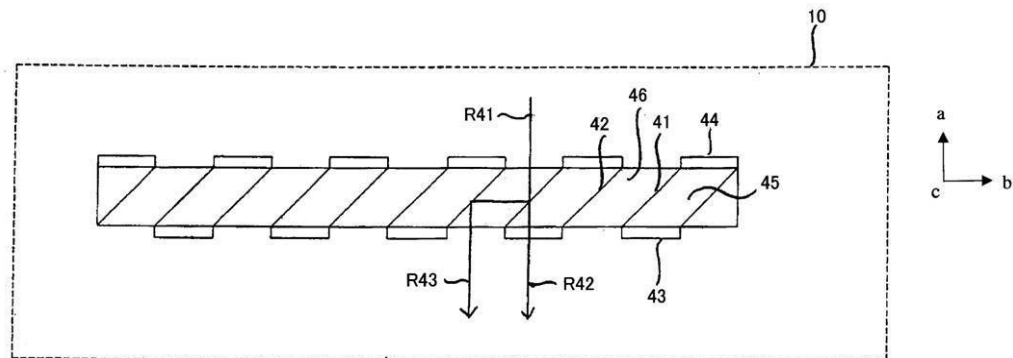
【図 2】



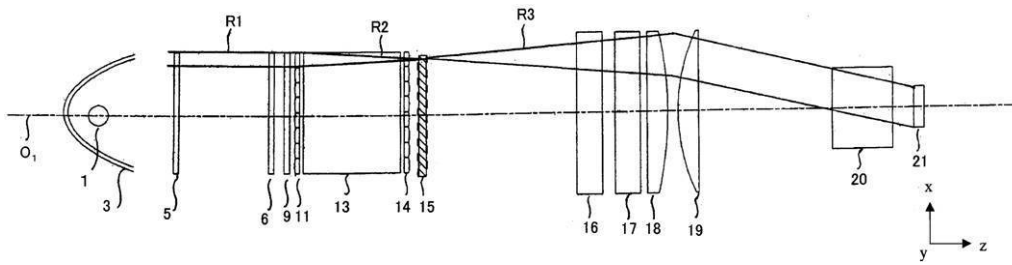
【図 3】



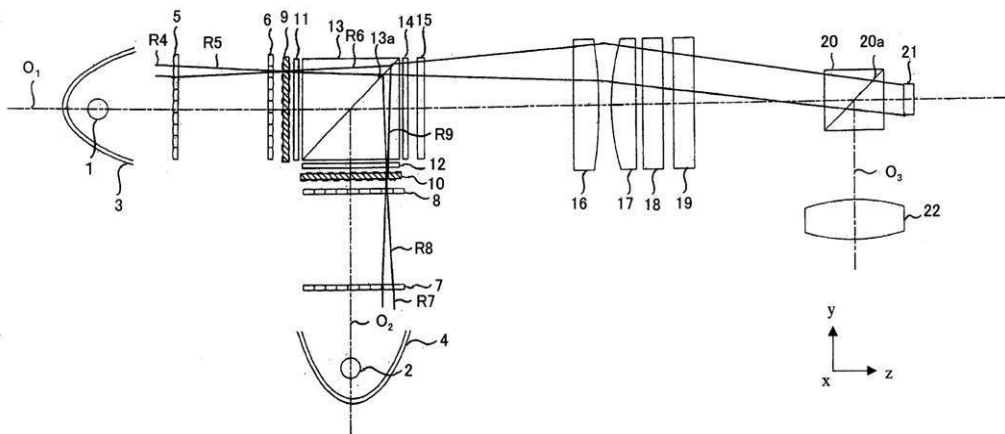
【図 4】



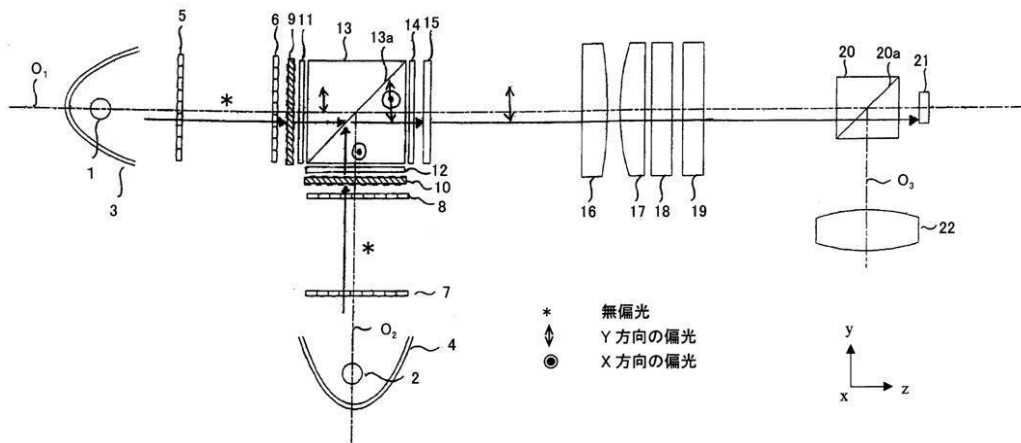
【図 5】



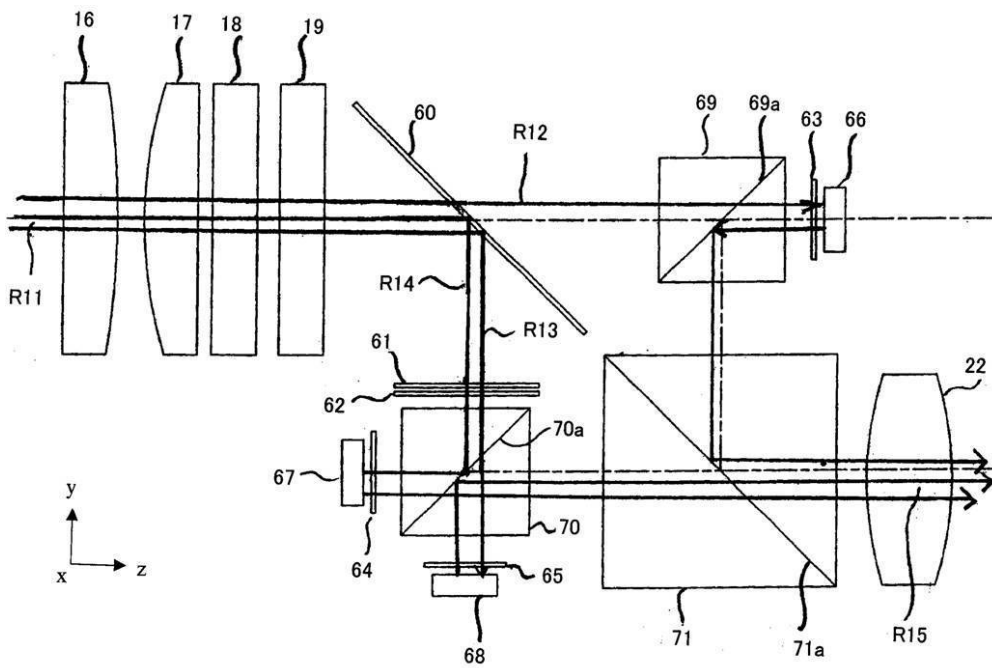
【図 6】



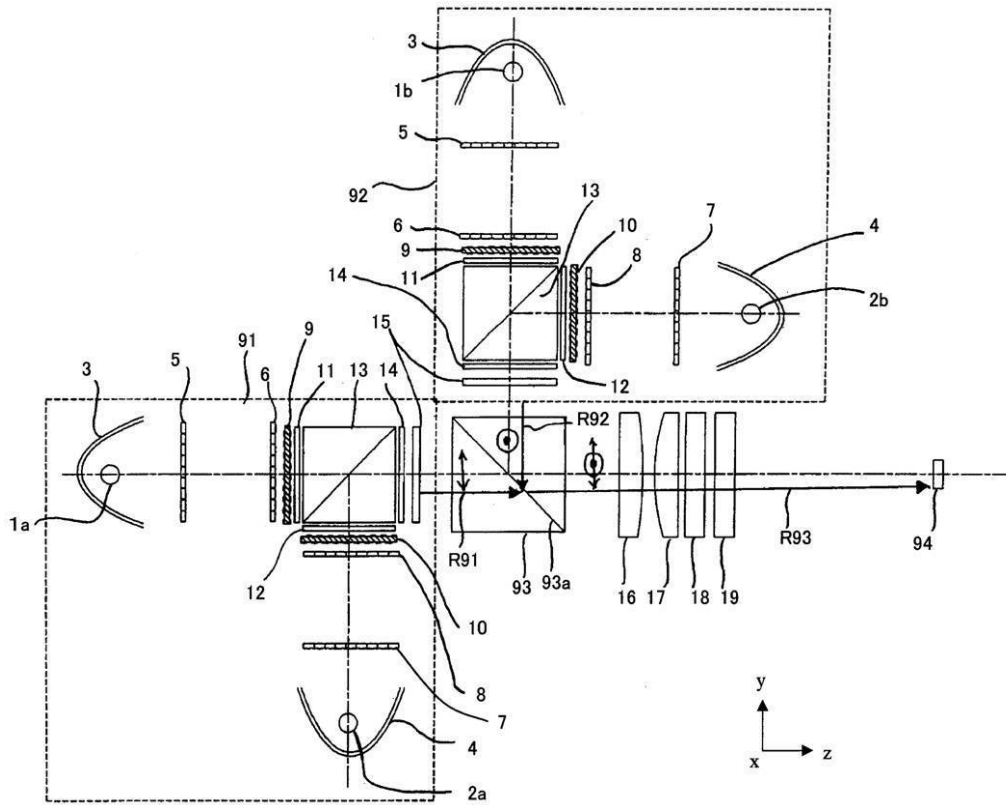
【図 7】



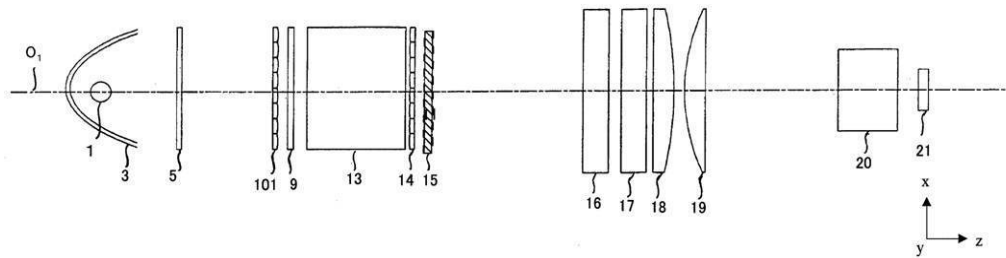
【図 8】



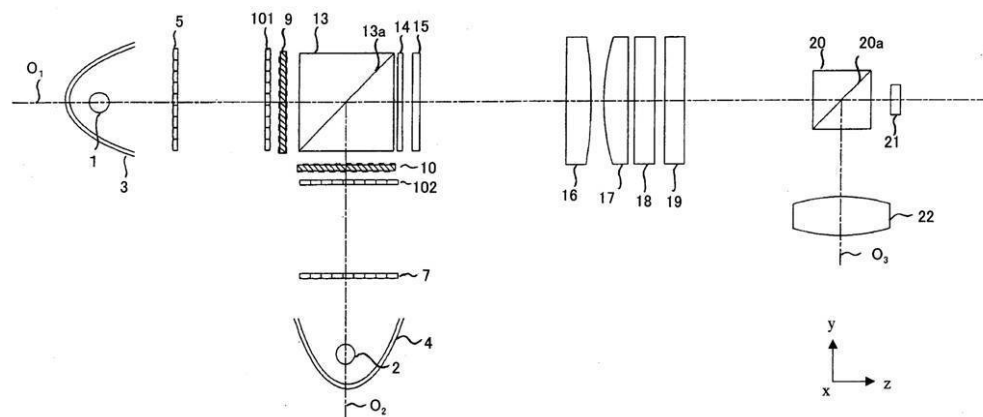
【図 9】



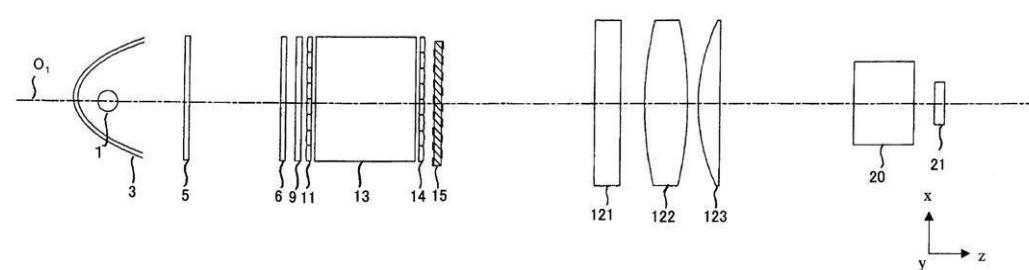
【図 10】



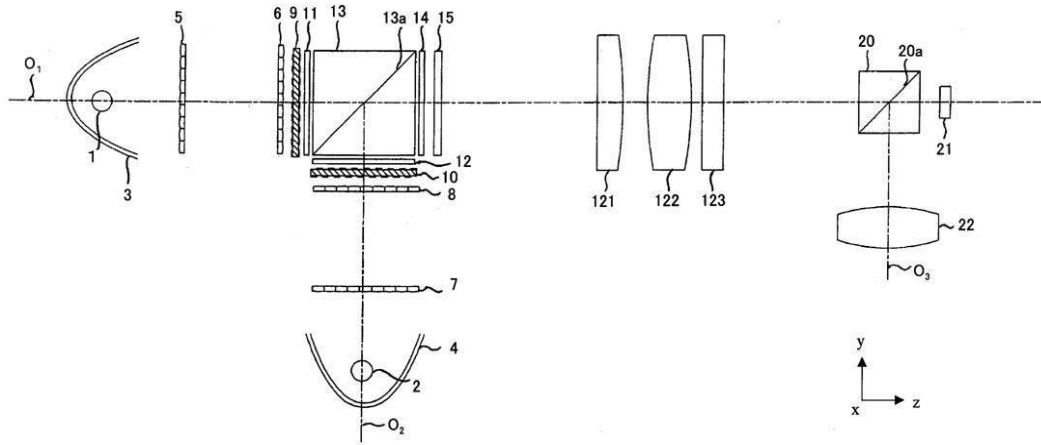
【図 11】



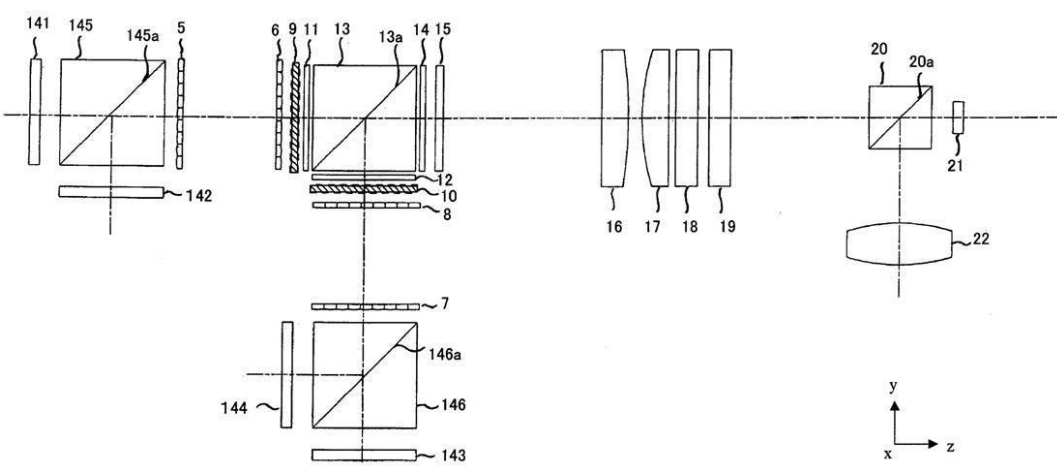
【図 12】



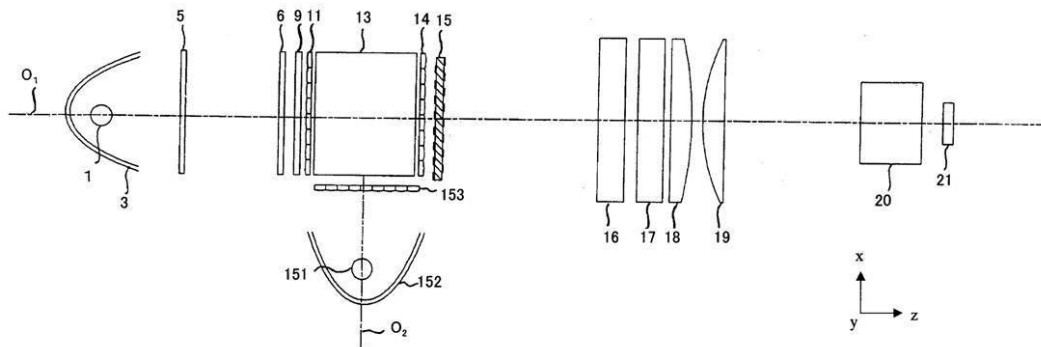
【図 13】



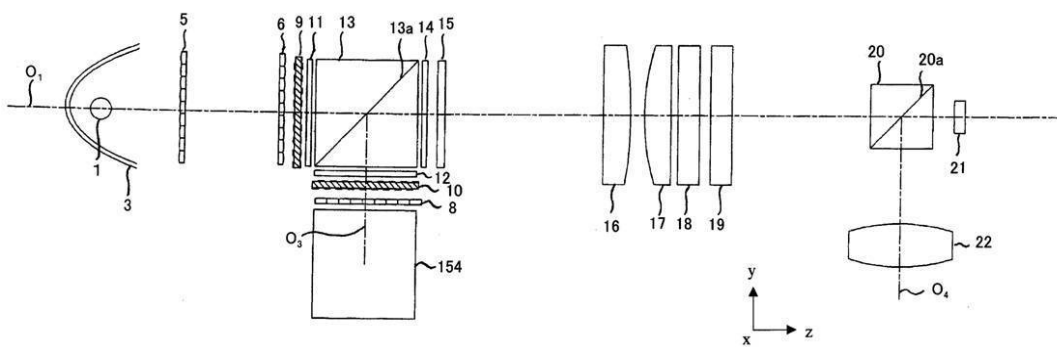
【図 14】



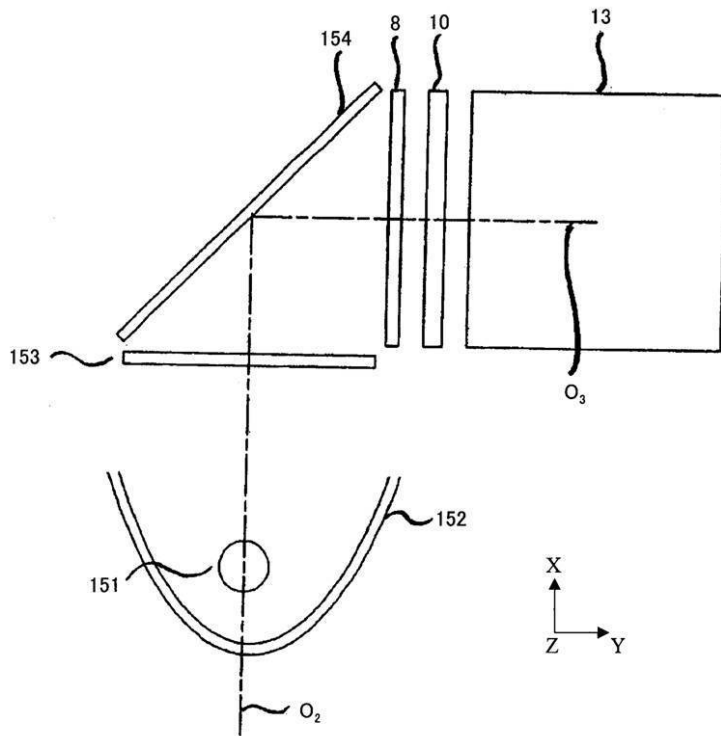
【図 15】



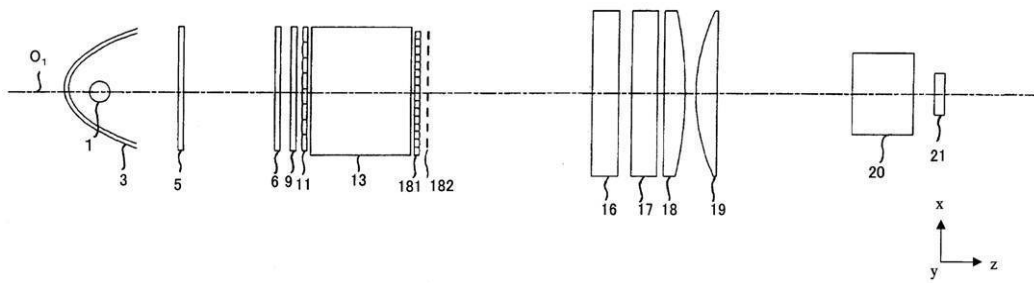
【図 16】



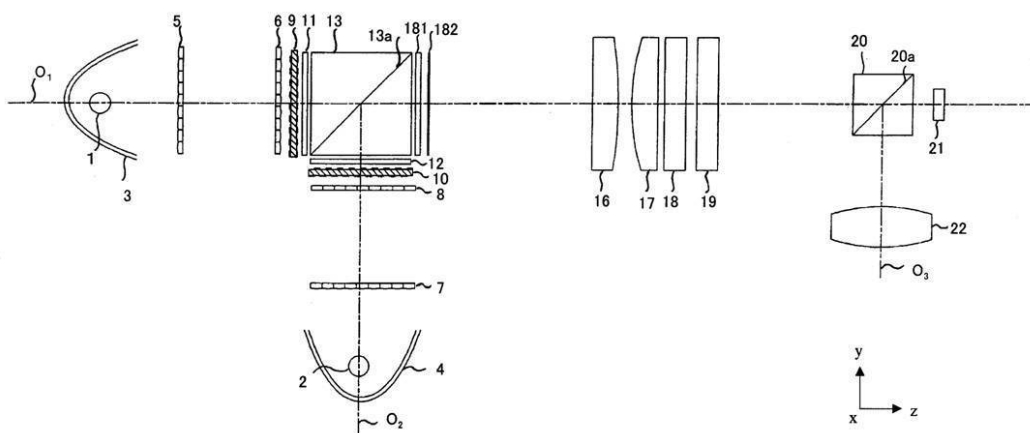
【図 17】



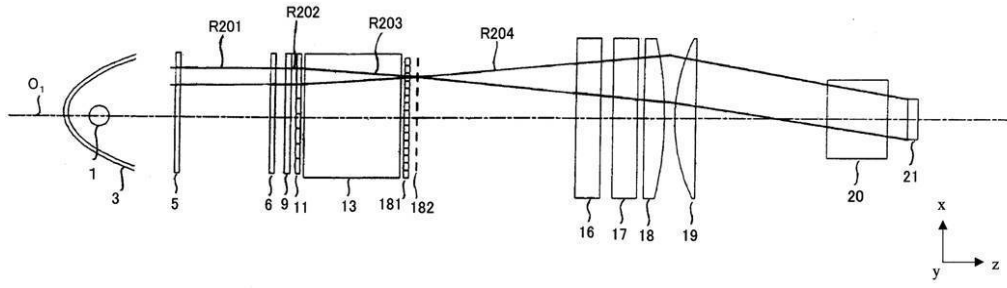
【図 18】



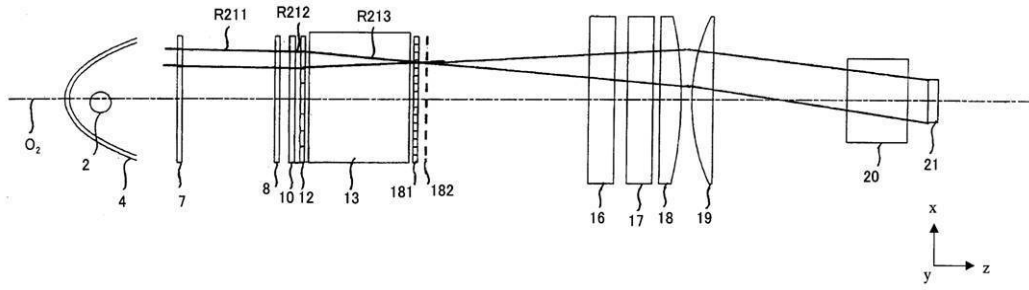
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-155291(JP,A)
特開2004-233442(JP,A)
特開2003-066374(JP,A)
特開2008-003125(JP,A)
特開2001-125049(JP,A)
特開2007-178631(JP,A)
特開2006-113242(JP,A)
特開2004-309667(JP,A)
特開2002-236317(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
G02F	1/13		
	1/137	-	1/141
G02F	1/1335	-	1/13363
G02B	27/00	-	27/64
G02F	1/21	-	1/25