

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5181637号
(P5181637)

(45) 発行日 平成25年4月10日(2013.4.10)

(24) 登録日 平成25年1月25日(2013.1.25)

(51) Int. Cl.	F 1
GO3B 21/14 (2006.01)	GO3B 21/14 Z
GO2B 17/08 (2006.01)	GO2B 17/08 Z

請求項の数 4 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2007-306421 (P2007-306421)	(73) 特許権者	000006747
(22) 出願日	平成19年11月27日(2007.11.27)		株式会社リコー
(65) 公開番号	特開2008-165202 (P2008-165202A)		東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(43) 公開日	平成20年7月17日(2008.7.17)	(74) 代理人	100107766
審査請求日	平成22年7月20日(2010.7.20)		弁理士 伊東 忠重
(31) 優先権主張番号	特願2006-327591 (P2006-327591)	(74) 代理人	100070150
(32) 優先日	平成18年12月4日(2006.12.4)		弁理士 伊東 忠彦
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	藤田 和弘
早期審査対象出願			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式 会社リコー内
前置審査		(72) 発明者	高浦 淳
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式 会社リコー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像投射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

筐体と、

凹面鏡を有し、物体と共役な像を被投射面に向かって投射する投射光学系とを有する画像投射装置において、

前記筐体は、前記凹面鏡で反射された複数の投射光線が交差する位置の近傍に前記投射光線を通過させるための第一の開口を備え、

前記投射光学系は、全て前記筐体の内側に収納され、

前記第一の開口は、少なくとも1端が前記筐体に形成された窪みの中にあり、前記複数の投射光線のうちの何れかの投射光線が前記第一の開口に対して垂直入射となる配置であり、

前記第一の開口は前記窪みの開口である第二の開口に対し傾斜しており、

前記第一の開口の面積は、前記凹面鏡における投射光線の光束の断面積よりも小さく、

前記窪みは、前記第一の開口を通過した投射光線を遮らないことを特徴とする画像投射装置。

【請求項2】

前記第一の開口には、光透過性部材が配置されることを特徴とする請求項1に記載の画像投射装置。

【請求項3】

前記光透過性部材は、前記筐体に密接配置されていることを特徴とする請求項2に記載

10

20

の画像投射装置。

【請求項 4】

フロントプロジェクターであることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の画像投射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は画像投射装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ミラーを含む投射光学系に関する様々な技術が開発されてきている。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、画像形成素子が配置されるべき結像面に反射面を向けた回転対称非球面形状の凹面状反射面を有する第 1 の反射鏡と、前記第 1 の反射鏡からの光束に反射面を向けた回転対称非球面形状の凸面状反射面を有する第 2 の反射鏡と、前記第 2 の反射鏡からの光束に反射面を向けた回転対称非球面形状の凹面状反射面を有する第 3 の反射鏡と、前記第 3 の反射鏡からの光束に反射面を向けた回転対称非球面形状の凸面状反射面を有する第 4 の反射鏡とから成り、かつ、テレセントリックな光学系であることを特徴とする反射型結合光学系が開示されている。

【0004】

特許文献 1 に開示される反射型結合光学系は、4 枚のミラーによるテレセントリック系を構成要件としているが、ミラーが剥き出しになり、塵埃のつきやすく、光学系の性能劣化が生じる可能性がある。

【0005】

また、特許文献 2 には、筐体の上部に形成された開口部を通して筐体内の反射鏡から画像光をスクリーンに向かって投光するプロジェクターにおいて、前記開口部を塞ぐように開口部の近傍に設けられ、前記画像光を透過する透明部材と、この透明部材の上方を開閉自在に覆うシャッターとを備えたことを特徴とするプロジェクターが開示されている。

【0006】

さらに、特許文献 2 には、変調信号に応じて画像形成するライトバルブに、光源からの照明光を照射し、上記ライトバルブに形成された画像を、投射光学系により拡大投射する画像投射装置において、上記ライトバルブに形成された画像を拡大投影する投射光学系であって、ライトバルブの投影側に、上記ライトバルブの側から第 1、第 2 の順に配設される第 1 及び第 2 の光学系を有し、上記第 1 の光学系は 1 以上の屈折光学系を含み、正のパワーを有し、上記第 2 の光学系はパワーを有する反射面を 1 以上含み、正のパワーを有し、上記ライトバルブにより形成された画像を、上記第 1 及び第 2 の光学系の光路上に中間像として結像させ、上記中間像をさらに拡大して投射することを特徴とする投射光学系が記載されている。特許文献 2 に開示される画像投射装置においても、ミラーが剥き出しになった場合に、ミラー部には、塵埃がつきやすくなることが考えられ、この場合に光学系の性能劣化が生じる可能性があった。

【0007】

特許文献 3 に開示される先行技術においては、ALLミラー型フロントプロジェクターの反射鏡の反射面にゴミおよび傷がつくのを防ぐ。また、特許文献 3 に開示されるプロジェクターは、拡大側の反射ミラーが凸面ミラーである光学系で構成したものである。このため、防塵対策のためには、拡大投射画側この凸面ミラーより大きな開口部が必要となる。つまり、特許文献 3 に開示されるプロジェクターにおけるフィルムの面積はより大きくなり、コストアップとなっていた。

【0008】

また、特許文献 4 には、屈折系と凹面ミラーにより拡大投射するリアプロジェクションあるいはフロントプロジェクション装置に関する技術が記載されている。この従来例によ

10

20

30

40

50

ると、凹面ミラーの後に、投射光が透明区域と黒色区域を有するマスクを通過している図（FIG 19等）がある。

【特許文献1】特開2003-177320号公報

【特許文献2】特開2004-258620号公報

【特許文献3】特開2005-316250号公報

【特許文献4】国際公開第2006/058884号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の参考の目的は、より低いコストで光学性能の劣化を低減することが可能な投射光学系を提供することである。

10

【0010】

本発明の目的は、より低いコストで光学性能の劣化を低減することが可能な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】

【0011】

本発明の参考の第一の態様は、パワーを有する少なくとも一つの光学素子を含むと共に物体と共役な像を被投射面に向かって投射する、投射光学系において、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子における該光学素子に入射する光束の断面積の最大値よりも小さい面積を備えた開口を備えた部材、及び、前記開口の少なくとも一部を覆うと共に前記被投射面に向かって投射される光を透過させる光透過性部材を含むことを特徴とする、投射光学系を含む画像投射装置である。

20

【0012】

本発明の参考の第二の態様は、画像を被投射面に投射する画像投射装置において、本発明の参考の第一の態様である投射光学系を含むことを特徴とする画像投射装置である。

本発明の態様は、筐体と、凹面鏡を有し、物体と共役な像を被投射面に向かって投射する投射光学系とを有する画像投射装置において、前記筐体は、前記凹面鏡で反射された複数の投射光線が交差する位置の近傍に前記投射光線を通過させるための第一の開口を備え、前記投射光学系は、全て前記筐体の内側に収納され、前記第一の開口は、少なくとも一端が前記筐体に形成された窪みの中にあり、前記複数の投射光線のうちの何れかの投射光線が前記第一の開口に対して垂直入射となる配置であり、前記第一の開口は前記窪みの開口である第二の開口に対し傾斜しており、前記第一の開口の面積は、前記凹面鏡における投射光線の光束の断面積よりも小さく、前記窪みは、前記第一の開口を通過した投射光線を遮らないことを特徴とする画像投射装置である。

30

【発明の効果】

【0013】

本発明の参考の第一の態様及び参考の第二の態様によれば、より低いコストで光学性能の劣化を低減することが可能な投射光学系を含む画像投射装置を提供することができる。

【0014】

本発明の態様によれば、より低いコストで光学性能の劣化を低減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。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

次に、本発明の実施の形態を図面と共に説明する。

【0016】

本発明の第一の実施形態は、パワーを有する少なくとも一つの光学素子を含むと共に物体と共役な像を被投射面に向かって投射する、投射光学系において、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子における該光学素子に入射する光束の断面積の最大値よりも小さい面積を有する開口を備えた部材を含むことを特徴とする、投射光学系である。

【0017】

50

投射光学系としては、例えば、いわゆるプロジェクター光学系が挙げられる。

【0018】

ここで、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子は、レンズのような屈折光学素子、ミラーのような反射光学素子、並びに、屈折光学素子及び反射光学素子の組み合わせのいずれであってもよい。

【0019】

また、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子における該光学素子に入射する光束の断面積とは、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子に入射する光束が、該光学素子を照明する領域の面積を意味する。

【0020】

さらに、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子における該光学素子に入射する光束の断面積の最大値とは、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子の各々について得られる、少なくとも一つの該光学素子に入射する光束の断面積のうちの最大の値を備えた該断面積を意味する。

【0021】

加えて、開口を備えた部材は、例えば、開口を備えた絞りであってもよく、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子の少なくとも一部を囲む、開口を備えた筐体であってもよい。さらに、開口を備えた部材における開口の面積とは、開口を備えた部材によって囲まれる、開口としての空間部分の面積を意味する。

【0022】

また、被投射面は、投射光学系の構成要素であってもよく、投射光学系の構成要素に含まれなくてもよい。被投射面は、例えば、スクリーンである。

【0023】

本発明の第一の実施形態によれば、より低いコストで光学性能の劣化を低減することが可能な投射光学系を提供することができる。

【0024】

例えば、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子における該光学素子に入射する光束の断面積の最大値よりも小さい面積を備えた開口を備えた部材を含むことによって、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子に含まれる少なくとも一つの光学素子にゴミ、塵及び埃の少なくとも一つが付着することを低減することが可能となる、及び/又は、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子に含まれる少なくとも一つの光学素子に人手が接触することを低減することが可能となる。その結果、投射光学系の光学性能の劣化を低減することが可能となる。

【0025】

本発明の第一の実施形態において、パワーを有する少なくとも一つの光学素子を含むと共に物体と共役な像を被投射面に向かって投射する、投射光学系は、物体と共役な第一の像を形成する第一の光学系、及び、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子を含むと共に該第一の像と共役な第二の像を被投射面に向かって投射する第二の光学系を含む、投射光学系であってもよい。

【0026】

この場合には、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子における該光学素子に入射する光束の断面積の最大値を得るための対象となる、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子は、該第二の光学系に含まれる光学素子である。

【0027】

また、開口を備えた部材は、第二の光学系と第二の像との間の光路中に設けられる。

【0028】

なお、第一の像が、第一の光学系と第二の光学系との間に位置する場合には、第一の像は、中間像と呼ばれることもある。

【0029】

同様に、本発明の第一の実施形態において、パワーを有する少なくとも一つの光学素子

10

20

30

40

50

を含むと共に物体と共役な像を被投射面に向かって投射する、投射光学系は、物体と共役な第一の像を形成する第一の光学系、及び、該第一の像と共役な第二の像を被投射面に向かって投射する第二の光学系を含み、且つ、該第一の光学系及び該第二の光学系の少なくとも一方は、該物体に対して移動可能な少なくとも一つの光学素子を含む、投射光学系において、該物体に対して該光学素子の少なくとも一つを移動させることによって、当該投射光学系の像距離が変化させられると共に該第二の像の大きさが変化させられることを特徴とする投射光学系であってもよい。

【0030】

この投射光学系は、前記第一の光学系は、前記パワーを有する光学素子の少なくとも一つを含み、前記物体に対して前記第一の光学系に含まれる前記光学素子の少なくとも一つを移動させることによって、前記物体に対して前記第一の像を移動させる、投射光学系であってもよい。

10

【0031】

この場合には、投射光学系の像距離を変化させると共に第二の像の大きさを変化させることができる投射光学系を提供することができる。特に、投射光学系の像距離が短い場合にも、第二の像の大きさの変化率が高い投射光学系を提供することが可能となる。

【0032】

また、この投射光学系においては、該第二の像の大きさが変化させられる一方で、前記被投射面に向かって投射される主光線の半画角が、実質的に一定であることもある。

【0033】

ここで、前記被投射面に向かって投射される主光線とは、被投射面に向かって投射される光束の中心における光線を意味する。また、前記被投射面に向かって投射される主光線の半画角とは、 90° - (主光線が被投射面に入射する点における、被投射面の法線ベクトルと主光線の方向ベクトルとの間のなす角 (90° 未満)) を意味する。さらに、前記被投射面に向かって投射される主光線の半画角が、実質的に一定であるとは、該投射光学系の像距離を変化させると共に該第二の像の大きさを変化させる際に、前記被投射面に向かって投射される主光線の半画角の変動が、 $\pm 2^\circ$ 以内であることを意味する。

20

【0034】

この場合には、前記被投射面に向かって投射される主光線の半画角が、実質的に一定である一方で、当該投射光学系の像距離を変化させると共に該第二の像の大きさを変化させることができる投射光学系を提供することができる。

30

【0035】

本発明の第一の実施形態において、好ましくは、前記パワーを有する少なくとも一つの光学素子は、正のパワーを有する反射光学素子を含む。正のパワーを有する反射光学素子は、いわゆる凹面鏡である。

【0036】

物体からの複数の光束は、通常、像に向かって発散するが、前記パワーを有する少なくとも一つの光学素子が、正のパワーを有する反射光学素子を含む場合には、正のパワーを有する反射光学素子によって、物体からの複数の光束を交差させることができる。ここで、該開口を備えた部材の開口を、物体からの複数の光束を交差する場所に位置させることによって、フレア成分を低減することが可能となる。それに応じて、像のコントラストを向上させることが可能となる。

40

【0037】

あるいは、第一の光学系、第一の像、及び第二の光学系が配置される投射光学系においては、第一の像からの複数の光束は、通常、第二の光学系に向かって発散するが、前記第二の光学系に含まれる前記パワーを有する少なくとも一つの光学素子が、正のパワーを有する反射光学素子を含む場合には、正のパワーを有する反射光学素子によって、第一の像からの複数の光束を交差させることができる。ここで、該開口を備えた部材の開口を、第一の像からの複数の光束を交差する場所に位置させることによって、フレア成分を低減することが可能となる。それに応じて、第二の像のコントラストを向上させることが可能と

50

なる。

【0038】

本発明の第一の実施形態において、好ましくは、前記正のパワーを有する反射光学素子は、回転非対称な非球面を有する光学素子を含む。

【0039】

ここで、回転非対称な非球面とは、回転対称非球面を除く全ての非球面を意味する。

【0040】

なお、回転対称非球面とは、Zが、光軸方向のデプスであり、cが、近軸曲率半径であり、rが、光軸からの光軸直交方向の距離であり、kが、円錐係数であり、A、B、C、
・・・等が、高次の非球面係数であるとする、式(a)

$$Z = c \cdot r^2 / [1 + \{1 - (1 + k) c^2 r^2\}] + A r^4 + B r^6 + C r^8 \cdots \quad (a)$$

によって表される非球面を意味する。

【0041】

回転非対称な非球面としては、例えば、自由曲面が挙げられる。

【0042】

自由曲面としては、例えば、アナモフィックな多項式自由曲面が挙げられる。

【0043】

アナモフィックな多項式自由曲面は、投影画像の中心を基準として、短軸方向がY方向であり、長軸方向がX方向であり、曲面のデプスがZ方向にあるとすると、「X²、Y²、X²Y、Y³、X²Y²、...など」を非球面係数として、式(b)

$$Z = X^2 \cdot x^2 + Y^2 \cdot y^2 + X^2 Y \cdot x^2 y + Y^3 \cdot y^3 + X^4 \cdot x^4 + X^2 Y^2 \cdot x^2 y^2 + Y^4 \cdot y^4 + X^4 Y \cdot x^4 y + X^2 Y^3 \cdot x^2 y^3 + Y^5 \cdot y^5 + X^6 \cdot x^6 + X^4 Y^2 \cdot x^4 y^2 + X^2 Y^4 \cdot x^2 y^4 + Y^6 \cdot y^6 + \cdots \quad (b)$$

で表される非球面である。

【0044】

この場合には、前記正のパワーを有する反射光学素子の設計の自由度を向上させることによって、前記像における収差を、より良好に低減することができる。また、前記正のパワーを有する反射光学素子の数及び大きさを低減することができる。これにより、投影光学系の装置を小型化することができる。また、投影光学系のコストを低減することができる。

【0045】

本発明の第一の実施形態は、好ましくは、前記開口の少なくとも一部を覆うと共に前記被投射面に向かって投射される光を透過させる光透過性部材をさらに含む。

【0046】

ここで、前記開口の少なくとも一部を覆うとは、前記開口の全部を覆うこと、及び、前記開口の一部を覆うことの両方を含む。また、前記開口の少なくとも一部を覆うとは、前記開口の少なくとも一部に隣接してそれを覆うこと、及び、前記開口の少なくとも一部から離れてそれを覆うことの両方を含む。

【0047】

また、前記被投射面に向かって投射される光を透過させることは、前記被投射面に向かって投射される光を完全に透過させること、及び、記被投射面に向かって投射される光の一部を透過させることの両方を含む。

【0048】

光透過性部材の形状は、特に限定されないが、例えば、フィルムの形状又は板の形状であってもよい。光透過性部材の材料は、前記被投射面に向かって投射される光を透過させる材料であれば、特に限定されないが、例えば、ガラス又はプラスチックであってもよい。

【0049】

なお、光透過性部材の配置は、光透過性部材によって、前記被投射面に向かって投射さ

10

20

30

40

50

れる光に発生させられる収差などを考慮して、決定される。また、光透過性部材の形状が、フィルムの形状又は板の形状である場合には、前記被投射面に向かって投射される光の光路に沿った光透過性部材の厚さは、光透過性部材によって、前記被投射面に向かって投射される光に発生させられる収差などを考慮して、決定される。

【0050】

この場合には、より低いコストで光学性能の劣化をより低減することが可能な投射光学系を提供することができる。

【0051】

例えば、前記開口の少なくとも一部を覆うと共に前記被投射面に向かって投射される光を透過させる光透過性部材をさらに含むことによって、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子に含まれる少なくとも一つの光学素子にゴミ、塵及び埃の少なくとも一つが付着することを低減又は防止することが可能となる、及び/又は、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子に含まれる少なくとも一つの光学素子に人手が接触することを防止することが可能となる。その結果、投射光学系の光学性能の劣化をより低減することが可能となる。

10

【0052】

また、前記開口の少なくとも一部を覆うと共に前記被投射面に向かって投射される光を透過させる光透過性部材をさらに含むことによって、前記被投射面に向かって投射される光の損失を抑制すると共に、物体と共役な像を被投射面に向かって投射することが可能となる。

20

【0053】

本発明の第一の実施形態において、好ましくは、前記光透過性部材は、フィルムである。

【0054】

ここで、フィルムとは、光学的には薄いほどよいが、光学性能に影響を与えない厚みが好適であり、具体的には、0.01mm以上0.5mm以下の厚さを有するものであることを意味する。

【0055】

この場合には、光透過性部材が、適切な耐久性を有すると共に、光透過性部材によって光に発生する収差を低減することが可能となる。すなわち、フィルムの厚さが、0.01mm以上であることによって、適切な耐久性を有する光透過性部材を提供することが可能となる。また、フィルムの厚さが、0.5mm以下であることによって、光透過性部材によって光に発生する収差を低減することが可能となる。その結果、像の解像度を向上させることが可能となり、投射光学系の光学性能を向上させることができる。

30

【0056】

本発明の第一の実施形態において、好ましくは、前記光透過性部材は、可動に設けられる。

【0057】

この場合には、前記開口の少なくとも一部を覆う光透過性部材の一部に汚れが生じて、光透過性部材を通じた前記被投射面に向かって投射される光の透過率が、低下した場合であっても、光透過性部材を移動させることによって、汚れのない光透過性部材の部分で、前記開口の少なくとも一部を覆うことが可能となる。その結果、前記光透過性部材を移動させることによって、投射光学系の光学性能の劣化を低減又は防止することが可能となる。

40

【0058】

本発明の第一の実施形態において、好ましくは、前記光透過性部材は、着脱可能に設けられる。

【0059】

この場合には、前記開口の少なくとも一部を覆う光透過性部材の一部に汚れが生じて、光透過性部材を通じた前記被投射面に向かって投射される光の透過率が、低下した場合で

50

あっても、光透過性部材を、その新品と交換することによって、汚れのない新品の光透過性部材で前記開口の少なくとも一部を覆うことが可能となる。その結果、前記光透過性部材をその新品と交換することによって、投射光学系の光学性能の劣化を低減又は防止することが可能となる。

【0060】

本発明の第一の実施形態において、好ましくは、前記開口を備えた部材は、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子の少なくとも一部を囲む筐体である。

【0061】

例えば、投射光学系が、前記第一の光学系及び前記第二の光学系を含む場合には、前記開口を備えた部材は、該第一の光学系及び該第二の光学系の少なくとも一部を囲む筐体である。

10

【0062】

この場合には、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子の少なくとも一部を囲む、前記開口を備えた筐体によって、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子の少なくとも一部を保護すると共に、筐体の該開口によって、投射光学系の光学性能の劣化を低減することが可能となる。

【0063】

さらに、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子の少なくとも一部を囲む筐体は、投射光学系を含む、画像を被投射面に投射する画像投射装置の筐体であってもよい。

【0064】

この場合には、前記開口を備えた筐体によって、投射光学系のみならず、画像投射装置に含まれる構成要素にゴミ、塵及び埃の少なくとも一つが付着することを低減することが可能となる。画像投射装置に含まれる構成要素としては、例えば、画像投射装置の作像エンジンなどが挙げられる。

20

【0065】

本発明の第一の実施形態において、好ましくは、前記光透過性部材は、前記筐体に固定される。例えば、前記筐体が、前記光透過性部材を固定する固定部を有し、前記光透過性部材は、前記筐体に固定される。固定部は、前記光透過性部材をはめ込むことができる凹部であってもよい。この場合には、前記光透過性部材は、固定部にはめ込まれ、前記筐体に固定される。

30

【0066】

前記光透過性部材が、前記筐体に固定される場合には、前記光透過性部材が、前記筐体と共に、前記パワーを有する少なくとも一つの光学素子を密閉することが可能となる。前記パワーを有する少なくとも一つの光学素子が、前記筐体及び前記光透過性部材などで密閉される場合には、前記パワーを有する少なくとも一つの光学素子に含まれる少なくとも一つの光学素子にゴミ、塵及び埃の少なくとも一つが付着することを低減又は防止することが可能となる、及び/又は、該パワーを有する少なくとも一つの光学素子に含まれる少なくとも一つの光学素子に人手が接触することを防止することが可能となる。その結果、投射光学系の光学性能の劣化をより低減することが可能となる。

【0067】

本発明の第二の実施形態は、画像を被投射面に投射する画像投射装置において、本発明の第一の実施形態である投射光学系を含むことを特徴とする画像投射装置である。

40

【0068】

画像投射装置としては、例えば、画像信号に応じて画素単位で光を変調あるいは偏向する画像形成部を有するライトバルブと、照明装置と、該照明装置から発せられた照明光を該ライトバルブに照射する光学系と該ライトバルブで形成した画像を、本発明の第一の態様である投射光学系により拡大投射画像を得ることを特徴とする投射表示装置が挙げられる。

【0069】

本発明の第二の実施形態によれば、より低いコストで光学性能の劣化を低減することが

50

可能な画像投射装置を提供することができる。

【0070】

次に、本発明の具体的な実施例を、図面を参照して、説明することにする。

【0071】

(参考の実施例1)

図1は、参考の実施例1 (以下、実施例1と略称する)における投射光学系の一つの例を模式的に示す図である。図2は、実施例1における投射光学系の別の例を模式的に示す図である。

【0072】

物体面1と、第一の光学系2と、第二の光学系(たとえば、正のパワーを有するミラー光学系)3を図1のように配置する。物体面1から射出した光束6は、第一の光学系2に至る。第一の光学系2において前記光束は集光して、中間像7を結像したのち、発散光束となって、第二の光学系3に至る。第二の光学系3は、中間像をさらに拡大して、像面に拡大像を形成する。このとき、第二の光学系3は屈折系であってよい。

10

【0073】

第二の光学系3を、より好ましくは、反射ミラーで構成することにより、大きなパワーを持たせることができる。以下、第二の光学系3は凹面ミラーを想定して機能を説明する。

【0074】

第二の光学系3を構成する前記ミラー光学系によって反射した光束は、集光光束に変換されて、開口部5を通過する。開口部5を通過した光束は、像面である拡大共役面4に集光する。前記において、物体面1の異なる位置から射出した複数の光束は、ミラー光学系を反射したのちに、ミラーが正のパワーを有することによって、光路を交差させることができる。

20

【0075】

このとき、光路が交差した位置の近傍において、第二の光学系3を構成するミラーから反射する全光束は、第二の光学系を構成する素子のうち、最も大きい断面積Aよりも小さく収束されている。この断面積Aより小さな面積Bを持つ開口部5を第二の光学系と拡大像面の間に配置したことを特徴とする。

【0076】

図2には、屈折系2から射出した光束が、中間像を形成することなく、正のミラーに導かれる構成例を示している。この場合において、先の正のミラーを有する構成が第二の光学系3'となる。この場合においても、正のミラーを反射した光束が拡大共役面4に集光するまでの光路上で、光束は交差しており、交差する位置の近傍に開口部5が設けられている。

30

【0077】

図1あるいは図2の構成配置において、開口部5の面積B又はB'はミラーにおける光束の断面積A又はA'よりも小さく設定したことを特徴とする。

【0078】

図示は省略したが、開口部以外からは、第二の光学系3または3'を構成するミラー光学系および屈折光学系2は直接手に触れることのない構成となっており、上記、このミラー光学系および、屈折光学系2は通常、装置の筐体14の中に収められている。

40

【0079】

このような構成を採用することにより、ミラー等を誤って触ってしまう機会が無くなる。また、その他に、いわゆる、不要なフレア光が開口部5で遮光され、拡大共役面4には至らない。これによって像のコントラストを向上させることができる。また、外界からの光も光学系内部に入りにくくなり、乱反射光の発生要因を抑えることが可能となり、コントラスト性能を上げることができる。また、開口部5は、フロントプロジェクター装置においては、その筐体14の一部に設けられてもよい。

【0080】

50

開口部 5 の開口が小さいために、筐体 1 4 の外部からの塵、ほこりは入りにくくなる。塵、埃は、しばしばミラーをはじめとする光学素子に付着して、反射率や透過率など光学特性を劣化させる要因となるものである。塵、ほこりが入りにくい構成を取ることができるようになったことで、光学素子の劣化、これに伴う像質の劣化を回避することができるようになる。以上の効果はフロントプロジェクターを構成する場合において特に効果がある。

【 0 0 8 1 】

なお、図 1、図 2 は本発明の機能を説明するために、光学系は模式的に記載している。具体的な適用光学系の例としては、従来からある中間像結像光学系に適用することが最も効果的である。

【 0 0 8 2 】

(実施例 2)

図 3 は、実施例 2 におけるフロントプロジェクター光学系としての具体的な投射光学系の一つの例を示す図である。図 3 (a) は、縦方向における投射光学系の断面図であり、図 3 (b) は、横方向における投射光学系の断面図である。図 4 は、実施例 2 におけるフロントプロジェクター光学系としての具体的な投射光学系の別の例を示す図である。図 5 は、実施例 2 におけるフロントプロジェクター光学系としての具体的な投射光学系のさらに別の例を示す図である。

【 0 0 8 3 】

具体的な設計は、既存の光学シミュレーションにより設計を行なった。本発明の構成に適用した実施例 2 を示す。

【 0 0 8 4 】

実施例 1 における第二の光学系 3 を構成する正のパワーを有するミラー光学系を、回転非対称なミラー形状とすることにより、より良好な収差の補正効果が得られるようになる。回転非対称な面形状の例として自由曲面があるが、その他の曲面であってもよい。

【 0 0 8 5 】

図 3 には、ミラー形状として、縦方向の曲率と横方向の曲率が異なる凹面鏡の例を示す。ただし、本発明の実施例 2 を説明するための必要な構成要素として、投射光学系しか描いておらず、図 1 で説明したように、ミラーと投射画像の間に、ミラーにおける光束の断面積より小さい面積を有する開口部を設けたことを特徴とする。開口部の大きさは、図 3 (a) 及び (b) に示すように、ミラーにおける光束の断面積を A、開口部の面積 B としたとき、 $A > B$ としたことを特徴とした。

【 0 0 8 6 】

物体面が矩形である場合には、ミラーが光束を受ける有効エリアの形状は、概略矩形形状となる。本光学系を、投射装置に用いる場合、物体面に配置されるライトバルブの形状は一般的に矩形であるから、このときミラーの有効エリアの形状は、概略矩形形状となる。このような凹面鏡を採用している光学系で、このクロスしている近傍にミラーにおける光束の断面積より小さな面積を有する開口部を設けた。また、この開口部は、有効な投射光線をさえぎることない大きさが望ましい。

【 0 0 8 7 】

図示はしないが、必ずしも矩形である必要がなく、円形あるいは楕円、台形形状でもよく、凹面ミラーにおける光束の面積 (凹面ミラーの有効エリア面積) より開口部の面積が小さくすることで本発明の効果が得られる。

【 0 0 8 8 】

ミラーから反射した光束は交差し、その近傍では光束全体を収束させることによって、ミラーの短辺方向、長辺方向のいずれかの長さよりも、開口 5 の間口を狭くすることができる。これにより、実施例 1 と同様に、不要なフレア光は開口で遮光され、拡大共役面 4 には至らない。これによって像のコントラストを向上させることができる。また、開口 5 は、フロントプロジェクター装置においては、その筐体 1 4 の一部に設けられてもよい。開口 5 が小さいために、筐体 1 4 の外部からの塵、ほこりは入りにくくなる。塵、埃は、

10

20

30

40

50

しばしばミラー 3 をはじめとする光学素子に付着して、反射率や透過率など光学特性を劣化させる要因となるものである。塵、ほこりが入りにくい構成を取ることができるようになったことで、光学素子の劣化、これに伴う像質の劣化を回避することができるようになる。以上の効果はフロントプロジェクターを構成する場合において特に効果がある。

【 0 0 8 9 】

また、図 4 の例に示すように、開口 5 の位置を選べば、図 3 の例より更に開口を小さくする配置が可能である。つまり、投射画像を形成する投射光線のうち、何れかの投射光線が垂直入射となる配置とすることで、より小さな開口とすることができ、上記の効果が最も有効に働く。

【 0 0 9 0 】

図 3 では、第一の光学系内部で 2 回折り曲げた構成、図 4 では、一度も折り曲げない構成、図 5 は、一度折り曲げた構成を示す。何れも、投射装置の大きさの制約により、光学系を折り曲げることにより、効率的に筐体 1 4 の内部に収めることが可能となる。

【 0 0 9 1 】

(実施例 3)

図 6 は、実施例 3 における透明部材の配置を説明する図である。

【 0 0 9 2 】

実施例 3 では、実施例 1 又は 2 の構成に加えて、開口部には、光透過性の透明部材を配置している。図 2 に示すのは中間像を形成していない場合の実施例である。該透明部材は、筐体部と接合可能とすることが望ましい。また、図 6 に示すように、筐体の枠 9 の一部に開口穴を設けて該透明部材 8 を嵌めこむことで隙間をなくすことができる。なお、図 6 の 1 0 は透過する光線を模式的に示すものである。隙間をなくすことによってより高い防塵効果が得られる。以上の効果はフロントプロジェクターを構成する場合において特に効果がある。

【 0 0 9 3 】

必要に応じて、透明部材の表面に反射防止コートもよい。反射防止コートは、透明部材の両面がより望ましいが、片面でも有効である。

【 0 0 9 4 】

図 5 の例に示すように、光路に対して略垂直に開口を設けることによって、収差による影響を少なくすることができる。少なくとも、投射光束のうち、何れか一つ以上垂直入射であるように配置すればよい。

【 0 0 9 5 】

(実施例 4)

図 7 は、実施例 4 における透明部材を説明する図である。

【 0 0 9 6 】

実施例 4 では、実施例 3 の透明部材として、光透過性のフィルムを用いた。図 7 では、開口部 5 を覆うようにフィルム 1 1 を配置し、フィルム 1 1 を筐体枠 9 に固定部材 1 2 で固定している。実施例 4 では、透明部材がフィルム 1 1 であることにより、ガラスないしプラスチック材を用いた場合と比べ薄く構成できるため、光が通過した際にも光学的収差の発生はほとんど無視することができる。またコストの面でも安価である。

【 0 0 9 7 】

必要に応じて、フィルム 1 1 の表面に反射防止コートもよい。反射防止コートは、フィルム 1 1 の両面がより望ましいが、片面でももちろん有効である。

【 0 0 9 8 】

(実施例 5)

図 8 は、実施例 5 における透明部材の構成を説明する図である。

【 0 0 9 9 】

実施例 5 では、透光個所が移動可能な構成とした。

【 0 1 0 0 】

具体的な構成としては、図 8 に示すように、透光性部材であるフィルム 1 1 をベルト状

10

20

30

40

50

に配置させ、ベルトの両端には、ベルト状のフィルム 1 1 を回転させる回転機構を設けている。回転機構によって、ベルト状のフィルム 1 1 の光透過領域を変更することができる。フィルム 1 1 の劣化時には、フィルム 1 1 を回転して、劣化していない領域を用いることができる。これによって、フィルム 1 1 を交換せずに長く使用することができるようになる。図例ではロール 1 3 にはフィルム 1 1 がロール状に巻きついており、ロール 1 3 ' の側で巻き取る。ロール 1 3 と 1 3 ' は時計回りに回転する。

【 0 1 0 1 】

ロールを巻きつけるための爪がついていると好ましい。図 8 におけるフィルムの手前側、奥側の光が透過しない領域に爪と勘合する穴を連続的にもうけるとよい。

【 0 1 0 2 】

(実施例 6)

該開口窓部材は光透過面の一部が筐体外部に露出しうるため、損傷や埃の焼きつきによって劣化する可能性があるが、実施例 6 では、図 6 において、該透明部材は筐体部に対し接着せずに嵌めこみあるいはネジ止めして用いるようにして、着脱可能な構成にした。これによって、該素子の劣化時には容易に交換することができる。

【 0 1 0 3 】

(実施例 7)

図 9 は、実施例 7 における画像投射表示装置を模式的に示す図である。

【 0 1 0 4 】

図 9 に示すように、照明装置 2 1 と、ライトバルブ 2 2 と、これまで実施例 1 ~ 6 として説明してきた凹面ミラーが拡大側に配置されている投射光学系 2 3 とで構成されており、凹面ミラーを通過した光路中に、凹面ミラーにおける光束の断面積より小さな面積を有する開口部を設けた構成である。

【 0 1 0 5 】

上記照明装置 2 1 として、先ず光源には、ハロゲンランプ、キセノンランプ、メタルハライドランプ、超高圧水銀ランプなどが用いられる。あるいは、LED 光源、LD 光源であっても良い。

【 0 1 0 6 】

さらに、効率よく照度を得られるように、リフレクターで反射集光させてもよい。ライトバルブへ効率よく照明する光学系としての照明光学系としては、インテグレートと呼ばれるフライアイレンズの組み合わせで、ライトバルブへ照射される照度ムラを低減させる光学系を採用も可能である。また、コンデンサーレンズと組み合わせでライトバルブ 2 2 へ効率よく導く照明光学系で構成してもよい。

【 0 1 0 7 】

偏光特性を利用した照明系では、照明光は偏光がそろった方がより高効率となり、いわゆる偏光変換器を用いてもよい。偏光変換器は、従来技術である P B S アレイと波長板を組み合わせた偏光変換器などで構成され、一方向の偏光方向に効率よく変換される。必要に応じて P B S アレイピッチにあわせたレンズアレイと組み合わせた構成などが採用される。さらに、偏光度を向上させ、コントラスト性能を確保したい場合は、入射光の偏光変換器の後に、直線偏光子を挿入する。

【 0 1 0 8 】

光源として、より高出力レーザ光源など、偏光性の高い光源を用いることが可能である場合は、偏光変換器は必ずしも必要ではなくなる。

【 0 1 0 9 】

以上の照明手段によりライトバルブ 2 2 を照明し、ライトバルブ 2 2 で形成された透過光、あるいは、反射光となった変調画像光を上記の投射光学系 2 3 でスクリーン 2 4 へ拡大投射する。

【 0 1 1 0 】

このような構成を採用することにより、開口部の面積はミラーにおける光束の断面積よりも小さく設定しているため、従来凸面鏡を採用している場合に比べて、格段に、ミラー

10

20

30

40

50

に触れる機会が少なくなり、安定した品質が保てるようになった。また、照明光はライトバルブ 22 の必要領域はもちろん照射しているが、周辺部も照射しており、この光が光学系内部で不要なフレア光となって、投射共役面に達することがあるが、本発明の開口部によって遮光され、拡大共役面には至らない。フレアをカットすることによって像のコントラストは改善される。

【 0 1 1 1 】

(実施例 8)

上記の拡大投射装置において、該拡大投射装置の筐体の一部に開口を設けたことを特徴とした。図 4 又は図 5 に示すように、フロントプロジェクター装置の筐体 14 の一部に開口が設けられており、光は開口を通過して像を投射する装置構成である。

10

【 0 1 1 2 】

開口部には、既に説明した通り、さらに、光透過性部材を配置することで、異物の混入による素子の劣化を回避する効果が高くなる。あるいは、該部材を筐体 14 に対し着脱可能な構成として、劣化時には容易に交換可能な装置を実現でき、あるいは、フィルム状とすることで、光学収差を与えずに用いることができ、さらには、ファイルをロールさせて、劣化した部分を用いないようにすることもできる。

【 0 1 1 3 】

次に、本実施例の開口部、および、光透過性部材をより詳しく記載する。図 10 に開口部を有する光遮光性部材に密接配置された透明部材の上面図と正面図を示す。開口部は、横長の楕円形状としている。これは、投射画面が横長なので必要とする投射光をさえぎらないように最小限の大きさにすればよい。そして、この面積は、凹面ミラーにおける光束の断面積より小さな面積をとっている。透明部材は、硝子部材、PC や、PMMA などの透光性プラスチック部材などが好ましい。透明部材の厚みは、薄ければ薄いほど透過による光学性能の劣化は小さい。

20

【 0 1 1 4 】

(実施例 9)

実施例 9 として、別の光透過性部材の構成を示す。図 11 は、この実施例の光遮光性部材に遮光層と透明部材を密接配置した状態の上面図と正面図を示す。この実施例では、光透過性部材の表面に遮光層を設け、遮光層に開口を形成して、遮光層が光透過性部材の開口の一部を塞ぐようにしている。遮光層で形成される開口をさえぎらないように透明部材が遮光層に密接配置されている。遮光層は、片面だけで十分機能する。むしろ、両面形成だと、マスクの位置が狂うと必要な光路をさえぎってしまう問題も発生する。マスクの形成方法としては、既存の印刷技術や、リフトオフ法などで形成すればよい。

30

【 0 1 1 5 】

さらに、詳細な開口形状の実施例を示す。その前に、光学系として図 4 に示したような、凹面ミラーを搭載した投射光学系を前提として、説明する。この光学系は、パワーを有する光学素子の中で、最も大きい有効開口を有しているのは凹面ミラーであり、その凹面ミラーの有効反射領域について、既存の光学設計シミュレーションソフトにより評価してみた。

【 0 1 1 6 】

例として、屈折光学系で中間像を一旦形成し、凹面ミラーで拡大投射する光学の様子を図 12 に示した。対角 0.7 インチのパネルを約 100 インチのサイズに拡大している様子(片側だけの光線追跡図)を示す。この光学系の拡大図を図 13 に示す。ここで、開口部材および、透明板 15 は、第二光学系である凹面ミラー 3 で反射された後、光束が集まる位置に配置されている(図 13 には、図が煩雑になるので開口部の形状は図示していない)。

40

【 0 1 1 7 】

透明板 15 は約 1 mm の白板ガラスを用い、第一光学系 2 の光軸に対して 45 度傾けている。この光学系において、凹面ミラー 3 の有効反射領域および、透明板 15 の有効透過領域を示すために、画面中央縦ラインを境にして片側 $5 \times 5 = 25$ 画角の物体位置から発

50

した光線の通過位置をプロットしてみた。

【0118】

図14に、凹面ミラーの反射領域16を示す。反射面の正面から見た。図15は、透過部材の有効透過領域18を示す。もちろん、光線は、中央を境にして反対側も存在するが、左右対称光学系であるため省略している。凹面ミラーの右側で反射された光束が透過部材の開口の左側を通過している位置であることもわかる。25画角それぞれの点の間に関しては、記載はないが、有効領域を判断するためには十分である。また、ミラー、透明部材の有効領域は、共に、同スケールで描いている。図14、図15から判るように、ミラーの反射領域の面積よりも、透過部材の有効透過領域は、明らかに小さくなっていることがわかる。点線で示した領域さえ透過すればよいことも自明である。図16には、透明部材をほぼ水平に配置した様子である。有効透過領域の形状が変化していることもわかる。このように、透過部材の位置に応じて、有効透過領域が変わるが、有効透過領域よりも大きな領域(図15の点線領域、あるいは図16の点線領域)の開口で制限すれば迷光に対しても非常に強くなる。

10

【0119】

そこで、より迷光に強い構成として、図17に、上述した点線領域の開口を有する遮光部材と透明部材で構成した別の例を示した。透明部材の表面に有効投射光束断面積より大きくなるように開口を設けている。形状が円形、あるいは楕円などの単純な形状ではないので、マスクパターンによる複製技術を用いて形成すればよい。また、図は省略するが、板金などの遮光部材でも形成は可能である。プレス金型により正確で精度の高い開口形状を形成することもできる。

20

【0120】

開口部を有している遮光性部材は板金部材、プラスチック部材など光をさえぎる材質であれば何れでもよい。投射光学系のレンズハウジングや、プロジェクター装置の筐体と一体的に構成しても良いし、別部材を介して保持されていてもよい。

【0121】

次に、透明部材の厚みについて言及する。従来からある光学シミュレーションにて、仮に、透明部材がない状態で、投射光学系について最適化設計をおこなった光学系に、透明部材の厚みと解像性能を示すMTFとの関係を求めてみたところ、図18のようになった。非常に薄い透明部材ではMTFが70%を越えていたものが、厚みが増えて2mmを越えるようになると70%を下回る事が判る。MTFの低下の目安として透明部材のない初期値から9割以上確保するラインを決めると4.5mm程度まで許容できると判断できる。この値は、投射光学系の設計によってももちろん変化するが、ここでは厚みの変化により解像性能が変化する現象を示した。

30

【0122】

既に、記述したが、透明部材は0.5mm未満のフィルムとすることでほとんどMTFの劣化がないことも判った。しかしながら、透明部材は多少とも強度を持たせるために硝子基材や、プラスチックといった基材を用いる場合、数mmの厚みが必要となることがある。もちろん、所望の厚みをあらかじめ設定し、その厚みにより光学系全体を最適化してもかまわない。その際に、透明基板の厚みが増すと、斜め入射による批点収差やコマ収差の発生が無視できなくなることは自明である。

40

【0123】

そこで、開口部は、透過性部材に入射する光線のうち、垂直に入射する光線を含むように配置した。このような構成を採用することで、上述した斜め入射による批点収差やコマ収差の発生による劣化感度を鈍くすることが可能となった。

【0124】

このように本発明の実施例によれば、従来よりも係る装置の塵埃による光学素子と投射画像の画質の劣化が少ない画像投射装置を実現できる。特に、フロントプロジェクターに適用した場合に効果が大きい。

【0125】

50

また、この実施例では、開口部と透明部材を別体としたので、投射性能を保ちつつ、迷光防止、さらに、防塵対策が効果的になされた。

【0126】

以上、本発明の実施の形態及び実施例を具体的に説明してきたが、本発明は、これらの実施の形態及び実施例に限定されるものではなく、これら本発明の実施の形態及び実施例を、本発明の主旨及び範囲を逸脱することなく、変更又は変形することができる。

【産業上の利用可能性】

【0127】

本発明は、例えば、フロント型プロジェクター光学系及び2次元情報を縮小結像させ、CCDで画像情報を読み取る撮像光学系などに適用することができる。

10

【0128】

また、本発明は、ミラー部の埃よけ、および、人手に触れることを未然に防ぎ、光学性能の劣化を生じさせない光学系、および、投射装置に適用することができる。特に、フロントプロジェクター光学系において反射ミラーや、レンズの表面の汚れを未然に防ぐために本発明を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0129】

【図1】図1は、実施例1における投射光学系の一つの例を模式的に示す図である。

【図2】図2は、実施例1における投射光学系の別の例を模式的に示す図である。

【図3】図3は、実施例2におけるフロントプロジェクター光学系としての具体的な投射光学系の一つの例を示す図である。

20

【図4】図4は、実施例2におけるフロントプロジェクター光学系としての具体的な投射光学系の別の例を示す図である。

【図5】図5は、実施例2におけるフロントプロジェクター光学系としての具体的な投射光学系のさらに別の例を示す図である。

【図6】図6は、実施例3における透明部材の配置を説明する図である。

【図7】図7は、実施例4における透明部材を説明する図である。

【図8】図8は、実施例5における透明部材の構成を説明する図である。

【図9】図9は、実施例7における画像投射表示装置を模式的に示す図である。

【図10】図10は、実施例8における開口部と透明部材の構成を説明する図である。

30

【図11】図11は、実施例9における開口部と透明部材の構成を説明する図である。

【図12】図12は、実施例10におけるフロントプロジェクター光学系としての投射光路図を示す図である。

【図13】図13は、実施例10におけるフロントプロジェクター光学系としての投射光路図の拡大図である。

【図14】図14は、実施例10における凹面ミラーの有効反射領域を説明する図である。

【図15】図15は、実施例10における透明部材の有効透過領域(45度傾斜時)を説明する図である。

【図16】図16は、実施例10における透明部材の有効透過領域(90度傾斜時)を説明する図である。

40

【図17】図17は、実施例10における開口部と透明部材の構成を説明する図である。

【図18】図18は、透明部材の厚みとMTFの関係を示す図である。

【符号の説明】

【0130】

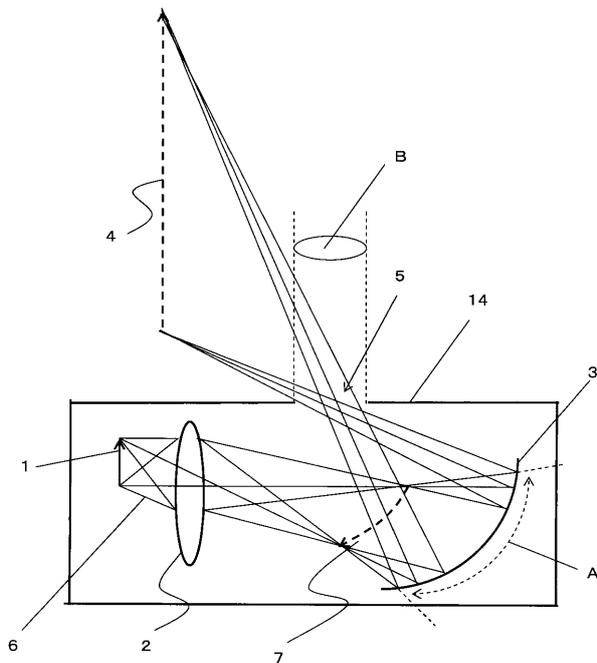
- 1 物体面
- 2 第一の光学系
- 3, 3' 第二の光学系
- 4 拡大共役面
- 5 開口部

50

- 6 光束
- 7 中間像
- 8 透明部材（光透過性部材）
- 9 筐体枠（光遮光性部材）
- 9 - 1 遮光層
- 10 光線
- 11 フィルム
- 12 固定部材
- 13, 13' ロール
- 14 筐体
- 15 透明板
- 16 ミラーの有効反射領域矩形開口として場合の有効透過領域
- 17 透光性部材の有効透過領域
- 21 照明装置
- 22 ライトバルブ
- 23 投射光学系
- 24 スクリーン
- T 光線通過方向

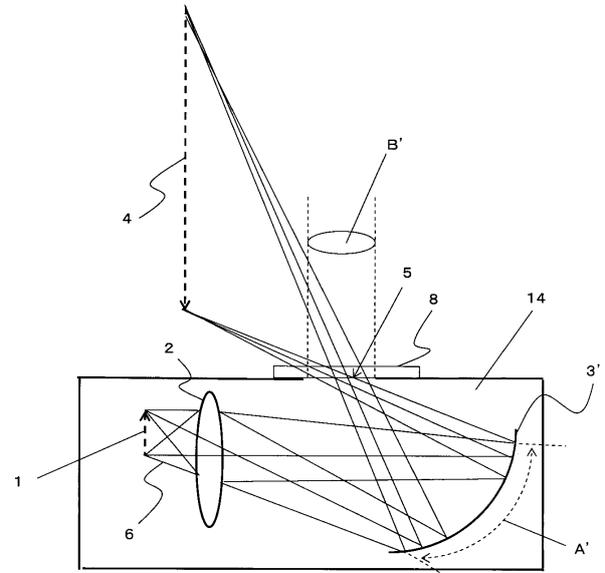
【図1】

実施例1における投射光学系の一つの例を模式的に示す図



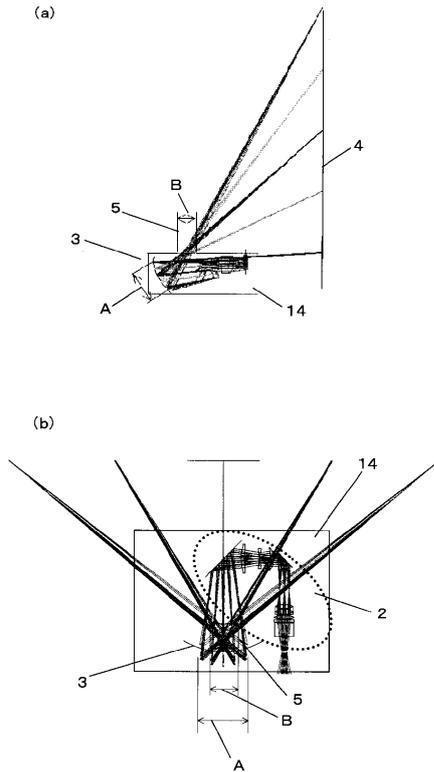
【図2】

実施例1における投射光学系の別の例を模式的に示す図



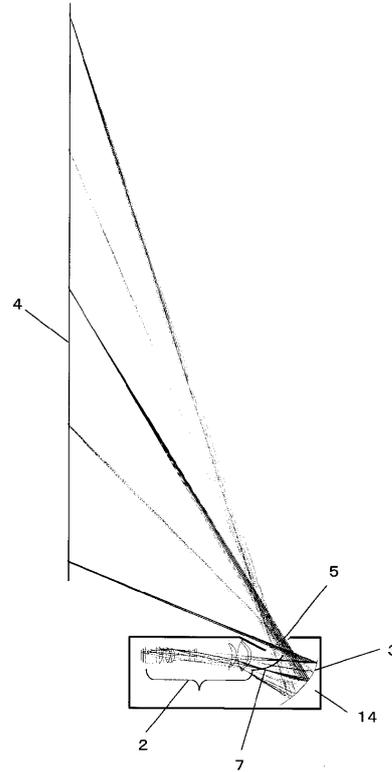
【図3】

実施例2におけるフロントプロジェクター光学系としての具体的な投射光学系の一つの例を示す図



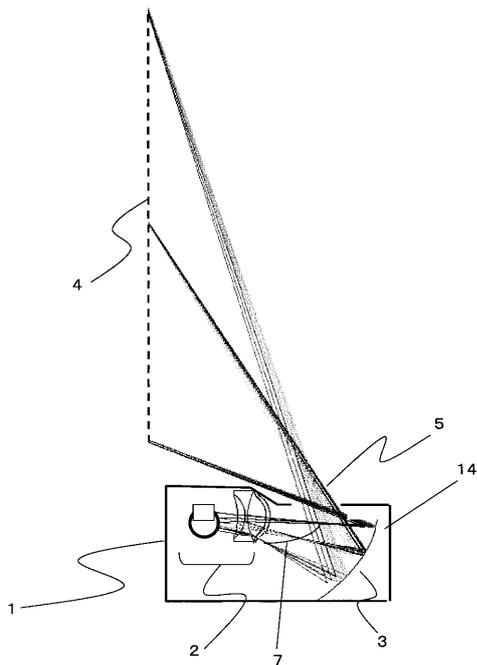
【図4】

実施例2におけるフロントプロジェクター光学系としての具体的な投射光学系の別の例を示す図



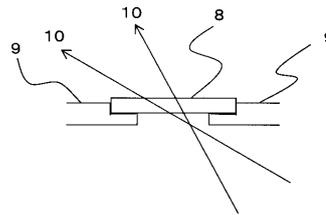
【図5】

実施例2におけるフロントプロジェクター光学系としての具体的な投射光学系のさらに別の例を示す図



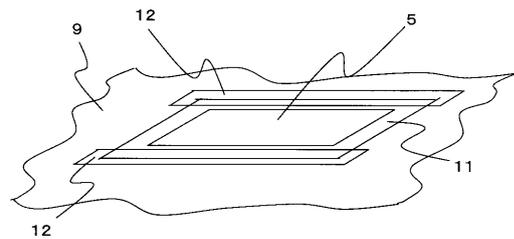
【図6】

実施例3における透明部材の配置を説明する図



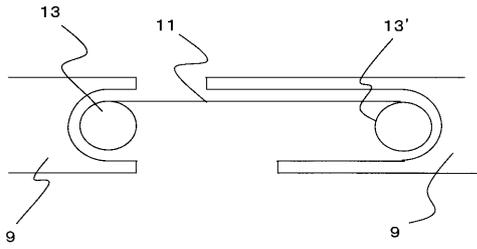
【図7】

実施例4における透明部材を説明する図



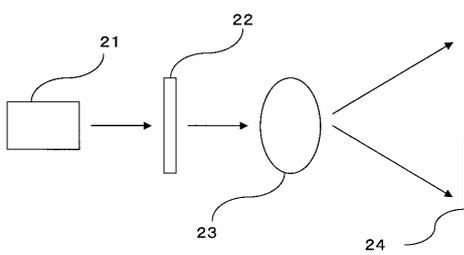
【図8】

実施例5における透明部材の構成を説明する図



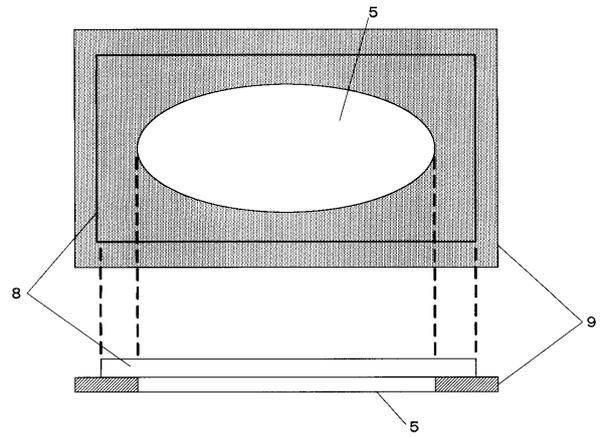
【図9】

実施例7における画像投射表示装置を模式的に示す図



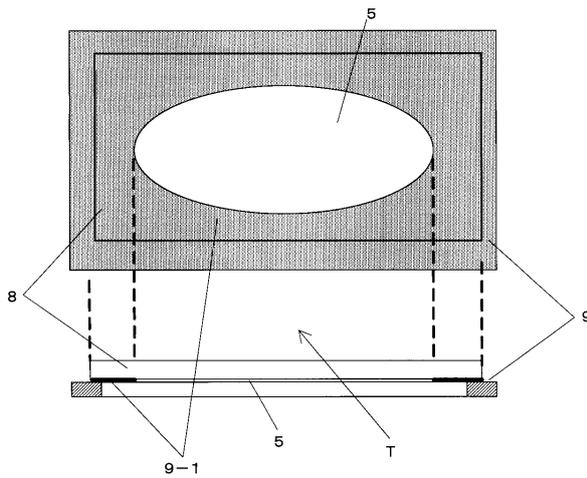
【図10】

光学素子の有効領域の断面積の最大値より小さい開口の実施例



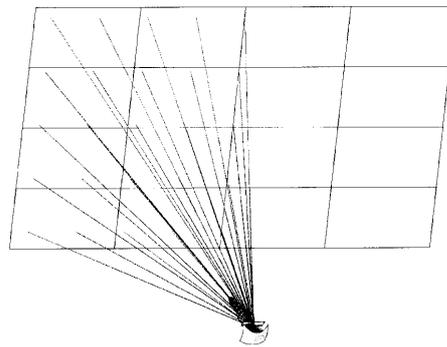
【図11】

光学素子の有効領域の断面積の最大値より小さい開口の別の実施例



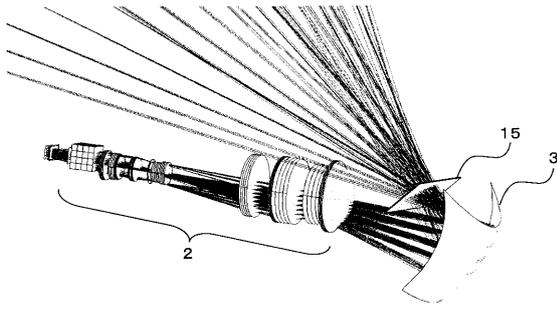
【図12】

45度に配置した場合の実施例(投射の様子)



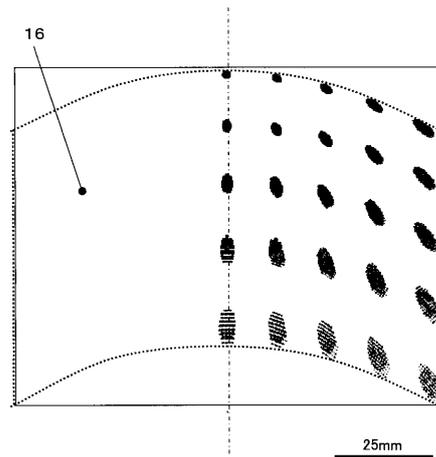
【図13】

45度に配置した場合の実施例(透明部材のみ配置、開口部は未記入)



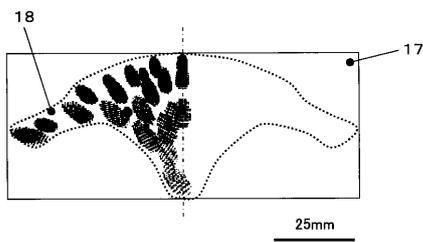
【図14】

第二光学系(凹面ミラー)の有効反射領域を示す図(光線反射位置)



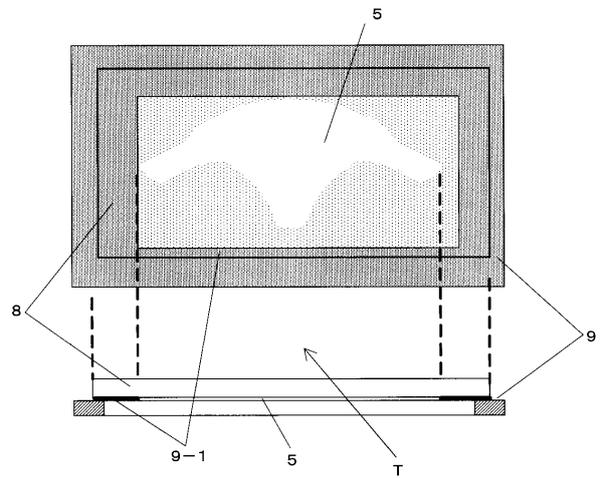
【図15】

透明部材を通過する有効領域を示す図(光線通過位置) 角度45度に傾けた場合



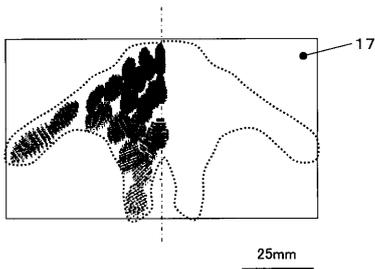
【図17】

光学素子の有効領域の断面積の最大値より小さい開口の別の実施例



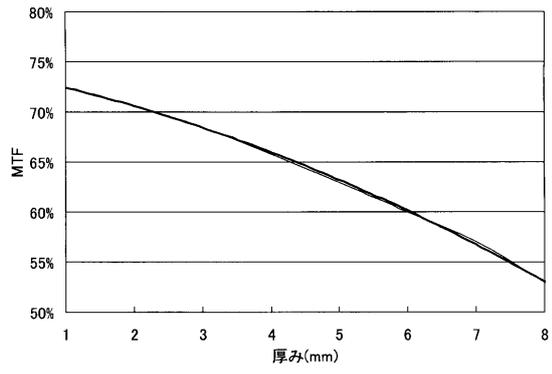
【図16】

透明部材を通過する有効領域を示す図(光線通過位置) 角度 90度の場合(水平)



【 図 18 】

透明基板(硝子部材)の厚みとMTFの劣化の様子



フロントページの続き

(72)発明者 安部 一成
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

審査官 松岡 智也

(56)参考文献 特開2004-258620(JP, A)
国際公開第2006/043666(WO, A1)

(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
H04N 5/74