

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4767696号
(P4767696)

(45) 発行日 平成23年9月7日(2011.9.7)

(24) 登録日 平成23年6月24日(2011.6.24)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 17/08	(2006.01)	G02B 17/08	A
G03B 21/00	(2006.01)	G03B 21/00	D
G03B 21/28	(2006.01)	G03B 21/28	
G02B 13/18	(2006.01)	G02B 13/18	
G02B 13/24	(2006.01)	G02B 13/24	

請求項の数 10 (全 70 頁)

(21) 出願番号 特願2006-8346 (P2006-8346)
 (22) 出願日 平成18年1月17日(2006.1.17)
 (65) 公開番号 特開2007-192856 (P2007-192856A)
 (43) 公開日 平成19年8月2日(2007.8.2)
 審査請求日 平成20年3月14日(2008.3.14)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100083840
 弁理士 前田 実
 (74) 代理人 100116964
 弁理士 山形 洋一
 (72) 発明者 桑田 宗晴
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
 菱電機株式会社内
 (72) 発明者 笹川 智広
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
 菱電機株式会社内

審査官 山村 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投写型画像表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光源を含む照明光学系と、
 前記照明光学系からの光を、光画像として射出する反射型のライトバルブと、
 前記ライトバルブから射出された前記光画像を拡大投写する投写光学系と、
 前記投写光学系で拡大された光画像が投写されるスクリーンと
 を有し、
 前記投写光学系は、
 前記ライトバルブからの光画像を拡大する屈折レンズ群と、
 自由曲面形状の光反射面を持ち、前記屈折レンズ群からの光画像を前記自由曲面形状の
 光反射面で拡大反射するパワーを持つパワーミラーと
 を有し、
 前記ライトバルブは、該ライトバルブの中心位置を前記屈折レンズ群の光軸から所定の
 方向にオフセットして配置され、
 前記ライトバルブの対角寸法をD1とし、
 前記ライトバルブの前記オフセット方向の辺の寸法をH1とし、
 前記スクリーン上の投写画像の対角寸法をDiとし、
 前記ライトバルブの中心から前記屈折レンズ群の光軸までの距離をL1とし、
 前記スクリーン上の投写画像の中心から前記屈折レンズ群の光軸までの距離をLiとし
 たときに、

10

20

前記投写光学系は、以下の条件式

$$0.8 \leq L_i / \{ (D_i / D_1) \cdot L_1 \} < 1.0$$

$$L_i / \{ H_1 \cdot (D_i / D_1) \} > 0.5$$

$$L_1 / H_1 \leq 0.54$$

を満足し、

前記自由曲面形状の光反射面で拡大反射された前記光画像が、前記スクリーンの背面に向けて、前記スクリーンの法線に対して傾斜を有する方向に進み、前記スクリーンの背面に投写されるように、前記屈折レンズ群及び前記パワーミラーを配置した

ことを特徴とする投写型画像表示装置。

【請求項 2】

前記オフセットの方向は、前記スクリーンを水平方向に向けて前記投写型画像表示装置を設置した場合における鉛直下方であり、

前記ライトバルブの前記オフセット方向の辺は、前記ライトバルブの短辺である

ことを特徴とする請求項 1 に記載の投写型画像表示装置。

【請求項 3】

前記屈折レンズ群は、複数のレンズを含み、

前記複数のレンズの表面の一つ以上は、自由曲面形状である

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の投写型画像表示装置。

【請求項 4】

前記屈折レンズ群の中の前記パワーミラーに最も近いレンズの表面は、自由曲面形状であることを特徴とする請求項 1 から 3 までのいずれかに記載の投写型画像表示装置。

【請求項 5】

前記屈折レンズ群から前記パワーミラーに至る光路の途中に、前記屈折レンズ群からの光画像の進行方向を折り返す平面ミラーを介在させ、

前記平面ミラーが介在せず、前記屈折レンズ群から前記パワーミラーに至る光路を直線とみなした場合において、前記条件式を満足させるように前記照明光学系、前記ライトバルブ、及び前記屈折レンズ群を配置した

ことを特徴とする請求項 1 から 4 までのいずれかに記載の投写型画像表示装置。

【請求項 6】

前記平面ミラーが、複数枚配置されたことを特徴とする請求項 5 に記載の投写型画像表示装置。

【請求項 7】

前記照明光学系、前記ライトバルブ、及び前記屈折レンズ群は、前記スクリーンを水平方向に向けて前記投写型画像表示装置を設置した場合における位置関係において、前記スクリーンの下端と上端の間に配置されることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の投写型画像表示装置。

【請求項 8】

前記照明光学系、前記ライトバルブ、及び前記屈折レンズ群は、前記スクリーンと前記パワーミラーの間に配置されることを特徴とする請求項 5 から 7 までのいずれかに記載の投写型画像表示装置。

【請求項 9】

前記ライトバルブは、前記屈折レンズ群の光軸と前記ライトバルブの表示面を拡張した平面との交点を含む、前記光軸に直交する方向の水平軸を中心として、前記ライトバルブの画面上辺を表示する部分を前記屈折レンズ群から遠ざかる方向に回転させた姿勢で配置されていることを特徴とする請求項 1 から 8 までのいずれかに記載の投写型画像表示装置。

【請求項 10】

前記光源は、波長帯の異なる複数の固体光源群を含むことを特徴とする請求項 1 から 9 までのいずれかに記載の投写型画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、ライトバルブから射出された光画像をスクリーンに向けて拡大投写してスクリーンに画像を表示する投写型画像表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の投写型画像表示装置は、画面中心の主光線がスクリーンにほぼ垂直に入射する中心投写型の構成を採用することによって、スクリーンに直交する方向の奥行き寸法を小さくする薄型化を実現している。このため、スクリーンの背後にパワーを持たない背面ミラーを設け、この背面ミラーにより投写光を反射させてスクリーンに投写するように構成されている。このような構成を採用する場合、更なる薄型化を実現するためには、光学系を広角化する方法と、背面ミラーをスクリーンに対して平行に近づける方法とが考えられるが、いずれの方法も投写光学系と投写光との干渉が生じるため、更なる薄型化を実現することはできない。

10

【0003】

この改善策として、ライトバルブを光軸からオフセットして配置し、ライトバルブの画像をスクリーンに対して斜め方向から拡大投写することにより薄型化する構成が提案されている（例えば、特許文献1～3参照）。このような構成では、中心投写型に比べ、極めて大きい投写画角の投写光学系が必要とされ、広角化に伴う色収差の低減のため、色収差を生じない反射ミラーを用いることが有利とされており、例えば、特許文献1に示されるように、複数枚の反射ミラーのみで構成されたものが提案されている。また、特許文献2又は特許文献3に示されるように、投写光学系を、屈折レンズ群とパワーを持つ反射ミラーとで構成するものも提案されている。

20

【0004】

【特許文献1】特開2004-157560号公報（図1）

【特許文献2】特開2002-207168号公報（図39）

【特許文献3】国際公開第01/06295号公報（図20）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、前記斜め投写の構成の場合、ライトバルブに入射する照明光と、ライトバルブで反射されて、投写光学系に向かう投写光との干渉を避けるため、ライトバルブを屈折レンズ群の光軸からある一定量以上オフセットして配置する必要がある。そしてこの場合、ライトバルブのオフセット量を大きくするほど、投写画像寸法とライトバルブの寸法との比で表される投影倍率に応じて、投写画像と屈折レンズ群の光軸とのオフセット量も増大するため、装置の下端から画面下端までの、画像を表示しないスクリーン下の部分の高さが増大し、装置が必要以上に大型化する問題があった。

30

【0006】

そこで、本発明は、上記従来技術の課題を解決するためになされたものであり、装置が奥行き方向に薄型で、スクリーン下の部分の高さの小さい投写型画像表示装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の投写型画像表示装置は、光源を含む照明光学系と、前記照明光学系からの光を、光画像として射出する反射型のライトバルブと、前記ライトバルブから射出された前記光画像を拡大投写する投写光学系と、前記投写光学系で拡大された光画像が投写されるスクリーンとを有し、前記投写光学系は、前記ライトバルブからの光画像を拡大する屈折レンズ群と、自由曲面形状の光反射面を持ち、前記屈折レンズ群からの光画像を前記自由曲面形状の光反射面で拡大反射するパワーを持つパワーミラーとを有し、前記ライトバルブは、該ライトバルブの中心位置を前記屈折レンズ群の光軸から所定の方向にオフセットし

50

て配置され、前記ライトバルブの対角寸法を $D1$ とし、前記ライトバルブの前記オフセット方向の辺の寸法を $H1$ とし、前記スクリーン上の投写画像の対角寸法を D_i とし、前記ライトバルブの中心から前記屈折レンズ群の光軸までの距離を $L1$ とし、前記スクリーン上の投写画像の中心から前記屈折レンズ群の光軸までの距離を L_i としたときに、前記投写光学系は、以下の条件式

$$0.8 \leq L_i / \{ (D_i / D1) \cdot L1 \} < 1.0$$

$$L_i / \{ H1 \cdot (D_i / D1) \} > 0.5$$

$$L1 / H1 \leq 0.54$$

を満足し、前記パワーミラーによって拡大反射された前記光画像が、前記スクリーンの背面に向けて、前記スクリーンの法線に対して傾斜を有する方向に進み、前記スクリーンの背面に投写されるように、前記屈折レンズ群及び前記パワーミラーを配置したことを特徴としている。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明の投写型画像表示装置によれば、装置の奥行きを薄く、かつ、装置のスクリーン下の部分高さを小さくすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

実施の形態 1 .

以下に、本発明の実施の形態 1 に係る投写型画像表示装置 100 を、図 1 ~ 図 9 を参照しながら説明する。

20

【0010】

図 1 は、実施の形態 1 に係る投写型画像表示装置 100 の内部構成及び光路を示す側面図である。図 1 に示されるように、投写型画像表示装置 100 は、光源 1 と、光源 1 から射出された照明光を集光等する光学系（例えば、照明レンズ系、球面ミラー、非球面ミラー、平面ミラー等の中の一又は複数の部材を含む。）2 と、入力映像信号に基づく画像を表示し、光学系 2 を通過した照明光を受けて光画像（投写光）を射出するライトバルブ 3 と、ライトバルブ 3 から射出された光画像を拡大する屈折レンズ群 4 と、屈折レンズ群 4 によって拡大された光画像を拡大投写するパワーを持つパワーミラー 5 と、パワーミラー 5 で反射された光画像が投写されて画像を表示する透過型のスクリーン 6 とを有している。ここで、光源 1 及び光学系 2 は、照明光学系を構成する。図 1 は、スクリーン 6 が水平方向（図 1 における左方向）を向き、光源 1、光学系 2、ライトバルブ 3、投写レンズ群 4、及びパワーミラー 5 がスクリーン 6 の下側に配置された場合を示す。ただし、光源 1、光学系 2、ライトバルブ 3、投写レンズ群 4、及びパワーミラー 5 を、スクリーン 6 の上側、スクリーン 6 に向かって左側、又はスクリーン 6 に向かって右側のいずれかに配置することも可能である。

30

【0011】

屈折レンズ群 4 及びパワーミラー 5 は、投写光学系を構成する。光源 1 としては、ランプ及びランプからの光を反射させる凹面鏡から構成されたもの、半導体発光素子から構成されたものがある。

40

【0012】

ライトバルブ 3 は、入力映像信号に基づいて光を強度変調することによって光画像を射出する光学素子であり、例えば、デジタルマイクロミラーデバイス（DMD: Texas Instruments Incorporated (TI) 社の登録商標）である。DMD は、それぞれ個別に角度変更可能な複数の微小ミラーを有し、入力映像信号に基づいて個々の微小ミラーの角度を変更する。DMD は、光学系 2 を通過した光をそれぞれの微小ミラーで反射して、空間的に強度変調された投写光を光画像として射出する。ライトバルブ 3 は、液晶表示素子等の他の光空間変調素子とすることもできる。ただし、以下の説明においては、ライトバルブ 3 が DMD である場合を説明する。

【0013】

50

図 1 において、横方向に延びる点線 10 は、屈折レンズ群 4 の光軸を示す。また、図 1 において、実線 21 は、ライトバルブ 3 の上端から射出し、屈折レンズ群 4 を透過してパワーミラー 5 に向かう主光線を示し、実線 22 は、ライトバルブ 3 の中心から射出し、屈折レンズ群 4 を透過してパワーミラー 5 に向かう主光線を示し、実線 23 はライトバルブ 3 の下端から射出し、屈折レンズ群 4 を透過してパワーミラー 5 に向かう主光線を示す。また、図 1 において、実線 31 は、ライトバルブ 3 の上端から射出し、屈折レンズ群 4 を透過してパワーミラー 5 に入射し、パワーミラー 5 により反射された主光線を示し、この主光線 31 は、スクリーン 6 上における投写画像の下端を表示する。また、図 1 において、実線 32 は、ライトバルブ 3 の中央から射出し、屈折レンズ群 4 を透過してパワーミラー 5 に入射し、パワーミラー 5 により反射された主光線であり、この主光線 32 は、スクリーン 6 上における投写画像の中心を表示する。さらに、図 1 において、実線 33 は、ライトバルブ 3 の上端から射出し、屈折レンズ群 4 を透過してパワーミラー 5 に入射し、パワーミラー 5 により反射された主光線であり、この主光線 33 は、スクリーン 6 上で投写画像の上端を表示する。

10

【0014】

また、実施の形態 1 に係る投写型画像表示装置 100 においては、ライトバルブ 3 は、その中心が、スクリーン 6 を水平方向（図 1 における横方向）に向けて投写型画像表示装置 100 を設置した場合において、屈折レンズ群 4 の光軸 10 から鉛直下方向（図 1 における下方向）にオフセットした位置になるように、配置されている。このような位置関係は、後述する図 7 に示されている。

20

【0015】

図 2 は、投写型画像表示装置 100 のライトバルブ 3 及び屈折レンズ群 4 の構成を示す断面図である。図 2 に示されるように、投写型画像表示装置 100 は、ライトバルブ 3（図 2 における OBJ）と、表面 S1, S2 を持つ平板状の光学系と、屈折レンズ群 4 とを有している。屈折レンズ群 4 は、10 枚のレンズ（ライトバルブ 2 側から表面 S3, S4, S6 ~ S21 で示される）と、開口絞り STO（S5）とを有している。

【0016】

表 1 は、投写型画像表示装置 100 の光学系の光学データを示す。また、表 2 ~ 表 4 は、投写型画像表示装置 100 の屈折レンズ群 4 のレンズ表面 S3, S20, S21 の光学データを示す。また、表 5 は、投写型画像表示装置 100 のパワーミラー 5 の表面（ミラー面）S22 の光学データを示す。

30

【0017】

表 1 において、Surf は各面を示し、各面は記号又は番号で区別されている。Surf 欄において、OBJ はライトバルブ 3 を示し、IMA はスクリーン 6 を示し、S22 はパワーミラー 5 のミラー面を示し、S1 ~ S21 は各レンズの表面に対してライトバルブ 6 側から順に付された面番号に相当する。また、表 1 において、Radius は各構成の曲率半径（mm）を示し、Thickness は面間隔（mm）を示し、nd は d 線（波長 587.6 nm）における屈折率を示し、vd はアッベ数を示す。また、STO（面番号で表記する場合には S5）は絞りを示す。また、パワーミラー 5 のミラー面は、Mirror と表記している。なお、面間隔の数値に付記されたマイナス（-）符号は、当該面が反射面であることを意味している。

40

【0018】

表 1 において、面番号である S3, S20 に付された記号「*」は、当該レンズ表面 S3, S20 がそれぞれ非球面であることを示す。これらレンズ表面 S3, S20 の非球面形状は、以下の式（1）によって定義される。なお、式（1）において、Z1（r）は、投写レンズ群 4 の光軸 10 から半径 r 離れた位置におけるサグ（sag）量を示す。また、c はレンズ表面の頂点における曲率を示し、k はコーニック係数を示し、Ai は i 次（i = 1, ...）の非球面係数を示す。

$$Z1(r)$$

$$= c \cdot r^2 / [1 + \{1 - (1 + k) c^2 \cdot r^2\}^{1/2}] + A_i \cdot r^i \quad \dots (1)$$

50

【 0 0 1 9 】

また、表 1 において、面番号である S 2 1 , S 2 2 に付された記号「* *」は、当該レンズ表面 S 2 1 及びパワーミラー表面 S 2 2 が自由曲面であることを示す。これらレンズ表面 S 2 1 及びパワーミラー表面 S 2 2 の自由曲面形状は、以下の式 (2) によって定義される。式 (2) において、Z 2 (x , y) は、投写レンズ群 4 又は屈折レンズ群 4 の光軸から水平方向に x、鉛直方向に y (鉛直上方を正とする) だけ離れた位置におけるサゲ量を示す。また、

$$r = (x^2 + y^2)^{1/2}$$

であり、c はレンズ表面又はパワーミラー表面の点における曲率であり、k はコーニック係数であり、B_i は i 次 (i = 1 , ...) の非球面係数であり、C_{j k} は x^j · y^k (j = 1 , ...、k = 1 , ...) の自由曲面係数である。

Z 2 (r)

$$= c \cdot r^2 / [1 + \{ 1 - (1 + k) c^2 \cdot r^2 \}^{1/2}] + B_i \cdot r^i + C_{j k} \cdot x^j \cdot y^k \quad \dots (2)$$

【 0 0 2 0 】

【表 1】

実施の形態 1 , 4				
Surf	Radius (mm)	Thickness (mm)	nd	vd
OBJ	Infinity	0.44	-	-
S1	Infinity	3	1.487489	70.441128
S2	Infinity	30	-	-
S3*	229.3715	5	1.693500	53.200779
S4	-1883.63	4.659263	-	-
ST0(S5)	Infinity	0.997041	-	-
S6	-81.3632	3.039202	1.784719	25.720798
S7	121.3746	0.996323	-	-
S8	35.19655	9.165415	1.612718	58.578140
S9	-14.3653	3.489897	1.755200	27.530471
S10	-36.9212	13.48376	-	-
S11	150.8699	5.454289	1.846663	23.784813
S12	-48.1617	5.780653	-	-
S13	-279.477	9.560957	1.567320	42.840704
S14	-18.3441	7.78601	1.806105	40.734352
S15	428.8746	24.21204	-	-
S16	-25.5679	5.523632	1.805181	25.456421
S17	-130.363	3.196408	-	-
S18	-416.001	19.94358	1.670028	47.196464
S19	-40.8611	5	-	-
S20*	-78.478	5	1.531160	56.043828
S21**	-81.2206	400	-	-
S22**	32.90818	-100	MIRROR	-
IMA	Infinity	-	-	-

【 0 0 2 1 】

また、表 2 及び表 3 は、非球面であるレンズ表面 S 3 , S 2 0 のそれぞれにおける、コーニック係数 k 及び非球面係数 A_i を示している。また、表 4 及び表 5 は、自由曲面であ

るレンズ表面 S 2 1 及びパワーミラー表面 S 2 2 のそれぞれにおける、コーニック係数 k 、非球面係数 B_i 及び自由曲面係数 $C_{j k}$ を示している。

【 0 0 2 2 】

【表 2】

実施の形態 1, 4	
レンズ表面 S3	
k	-398.6735
A4	-1.27220E-05
A6	-3.03703E-08
A8	7.96976E-10
A10	-5.86727E-12

10

【 0 0 2 3 】

【表 3】

実施の形態 1, 4	
レンズ表面 S20	
k	3.179374
A4	-5.36672E-07
A6	-4.73430E-09
A8	-2.73606E-12
A10	3.78513E-15

20

【 0 0 2 4 】

【表 4】

実施の形態 1, 4	
レンズ表面 S21	
k	-1.250541
B1	-6.82484E-04
B2	3.45152E-04
B3	-2.32602E-05
B4	9.47257E-07
B5	-1.26477E-08
B6	-1.66032E-09
B7	-1.03665E-10
B8	1.67715E-13
C01	-1.49011E-02
C20	3.96952E-04
C02	3.67249E-04
C21	-1.36218E-05
C03	-9.40889E-06
C40	5.35422E-07
C22	1.15394E-06
C04	6.91339E-07
C41	2.50325E-08
C23	5.71762E-08
C05	-1.08453E-08
C60	-3.80212E-09
C42	-1.23508E-08
C24	-1.28831E-08
C06	-2.11020E-09
C61	-2.39356E-11
C43	-6.72301E-11
C25	-6.93038E-11
C07	-7.82596E-11
C80	4.73637E-12
C62	1.99552E-11
C44	3.05239E-11
C26	2.07948E-11
C08	5.76531E-12

10

20

30

【 0 0 2 5 】

【表 5】

実施の形態 1, 4	
パワーミラー表面 S22	
k	-3.664743
B1	6.13020E-02
B2	1.36365E-04
B3	-3.75871E-06
B4	-1.18317E-08
B5	4.08461E-10
B6	-2.98885E-12
B7	1.05945E-14
B8	-2.03109E-17
C01	-9.82700E-04
C20	4.55419E-04
C02	4.70290E-04
C21	-3.27659E-07
C03	-6.49259E-07
C40	-1.68674E-08
C22	-3.96780E-08
C04	-1.12181E-08
C41	1.00864E-10
C23	2.14167E-10
C05	-1.05421E-11
C60	4.00586E-13
C42	1.29009E-12
C24	8.37083E-13
C06	8.35030E-13
C61	-6.55935E-15
C43	-1.69320E-14
C25	-1.18846E-14
C07	-4.90585E-15
C80	6.78260E-18
C62	4.55356E-17
C44	8.10580E-17
C26	5.01907E-17
C08	1.39469E-17

10

20

30

【0026】

なお、実施の形態 1 に係る投写型画像表示装置 100 において、パワーミラー 5 の光軸は、屈折レンズ群 4 の光軸 10 から鉛直上方向にオフセット量 3.10 mm だけ偏心している。ここで、「パワーミラー 5 の光軸」とは、式 (2) の右辺から第 3 項

40

$$C_{j k} \cdot x^j \cdot y^k$$

を除いた式、すなわち、以下に示す回転対称形状の式

$$Z_3(r) = c \cdot r^2 / [1 + \{1 - (1 + k) c^2 \cdot r^2\}^{1/2}] + B_i \cdot r^i$$

の光軸である。

【0027】

図 3 は、屈折レンズ群の光軸に対する DMD 中心位置のオフセット量がゼロである比較例における DMD の動作を説明するための図である。図 3 において、符号 40 は DMD のミラー表面 (基準面) を、符号 41 は OFF 状態の微小ミラーを、符号 42 は ON 状態の

50

微小ミラーを示す。また、図3において、破線50は照明光学系(図1における構成1及び2)の光軸を、実線51は照明光を、破線60は照明光の光軸50がON状態の微小ミラー42により反射された投写光の光軸を、実線61は照明光がON状態の微小ミラー42により反射され、投写レンズ群4の入射瞳方向に向かう投写光を示す。また、図3において、破線70は照明光がOFF状態の微小ミラー41により反射され、投写に寄与しないOFF光の光軸を、実線71はOFF光を示す。また、図3において、角度 θ はDMDのティルト角(すなわち、基準面40に対する微小ミラーの角度)を示す。また、角度 θ は照明光51が照明光学系の光軸とのなす最大の角度、及び、投写光61が投写光の光軸とのなす最大の角度を示す。また、角度 θ は照明光の光軸50と投写光の光軸60とのなす角度を示す。なお、投写光の光軸60は、図1における投写レンズ群4の光軸10と同一である。DMDは、ON状態にある微小ミラー42が、照明光51を投写光学系の入射瞳方向に反射し、反射された投写光61は、投写光学系を構成する屈折レンズ群4に入射して、屈折及び透過を繰り返し、パワーミラー5によりスクリーン6の方向に反射され、スクリーン6に画像が表示される。なお、OFF状態の微小ミラー41で反射されたOFF光71は、投写光学系に入射せず、画像形成には寄与しない。

10

【0028】

一般に、投写光学系の明るさを示す指標として、Fナンバー F_{no} が用いられる。Fナンバー F_{no} は、投写光61の角度 θ を用いて、次式(3)で表される。

$$F_{no} = 1 / (2 \cdot \sin \theta) \quad \dots (3)$$

高輝度の投写型画像表示装置を得るためには、投写光学系のFナンバー小さくする、すなわち、投写光61の角度 θ を大きくする必要がある。しかし、DMDのオフセット量が0の場合に、照明光51と投写光61との重なりを避けるためには、投写光61の角度 θ は、DMDのティルト角 θ_0 より大きくすることはできない。現行のDMDのティルト角 θ_0 は 12° であり、ティルト角 θ_0 と投写光の角度 θ が等しいとすると、投写光学系のFナンバーは約2.4となる。

20

【0029】

図4は、全反射プリズムを使用した比較例の構成及び照明光と投写光の光路を示す図である。通常、DMDのオフセット量が0の場合には、全反射プリズムを用いて、照明光と投写光とを分離する方法が採用される。図4に示される全反射プリズム80は、第1のプリズム81と、第2のプリズム82とを、第1のプリズム81の傾斜面と第2のプリズム82の傾斜面を対向させて配置している。照明光90は、全反射プリズム80を構成する第1のプリズム81に入射する。第1のプリズム81に入射した照明光90は、照明光90と傾斜面83とのなす角度が臨界角より大きくなるよう、傾斜面83の角度が設定されているため、傾斜面83により全反射作用を受けて、DMD3に入射し、DMDのティルト角に応じて進行方向を変えて反射した後、再び第1のプリズム81に入射する。このとき、投写光91と傾斜面83とのなす角度が臨界角以下となるため、投写光91は傾斜面83を透過し、投写光91はプリズム82を透過して、投写光学系を構成する投写レンズの入射瞳に向かう。通常、投写レンズの入射瞳は、無限遠に設定される。しかし、全反射プリズムを使用する場合、OFF光のプリズム内における散乱による迷光等が原因で投写画像のコントラストが劣化しやすい。また、全反射プリズムは高価であり、装置のコストアップ要因ともなる。

30

40

【0030】

図5は、屈折レンズ群4の光軸10に対するDMD中心位置のオフセット量が大きい実施の形態1におけるDMDの動作を説明するための図である。なお、実施の形態1を示す図5において、比較例を示す図4に示される構成等と同一又は対応する構成等には同じ符号を付す。DMDの中心位置を屈折レンズ群4の光軸10に対して図1における下方向にオフセットした場合、DMDで反射された投写光の光軸60は、DMDの基準面40の法線方向に対して、オフセット量と投写光学系入射瞳位置に応じた、ある角度を有することになる。DMDに入射する照明光の光軸50とDMDの基準面40の法線方向とのなす角 θ_0 は、図3に示すDMDのオフセット量が0の場合よりも、大きくなる。そのため、照明光

50

5 1の光軸と投写光6 1の光軸のなす角度が大きくなり、照明光5 1と投写光6 1とを大きく分離できる。さらに、照明光5 1や投写光6 1と、OFF光7 1との分離角も大きくなる。よって、実施の形態1に係る投写型画像表示装置1 0 0においては、照明光5 1と投写光6 1とを分離するための、図4に示されるような全反射プリズムを使用する必要がない。

【0 0 3 1】

図6は、全反射プリズムを使用しない実施の形態1の場合の、照明光と投写光の光路を示す図である。DMDを大きくオフセットした実施の形態1の場合には、全反射プリズムを用いることなく、照明光と投写光を分離することが可能となる。図6において、図4に示される構成等と同一又は対応する構成等には、同じ符号を付す。図6において、符号9 2は、投写光学系の入射瞳を示す。このような構成の場合には、投写光9 0と照明光9 1との分離が容易であり、また、投写光学系の入射瞳9 2は、DMDに比較的近い場所に設定できることから、投写光学系の入射瞳径が小さくなるため、投写光学系を小型化でき、より低コストなレンズとすることができるとともに、画像に寄与しない不要光の、投写光学系への入射を低減でき、高コントラストな投写画像を得ることができる。よって、ライトバルブをオフセットすることにより、投写型画像表示装置の薄型化が可能になるとともに、低コスト化、高コントラスト化を図ることもできる。

【0 0 3 2】

しかし、ライトバルブ3のオフセット量が大きくなると、スクリーン6上の投写画像のオフセット量も大きくなり、結果として、投写型画像表示装置の下端からスクリーン3上の投写画像の下端までの高さ、すなわち、スクリーン下の部分が大きくなってしまう。この点について以下に説明する。

【0 0 3 3】

通常、投写光学系の倍率は、物体のサイズと像のサイズとの比により表される。これに対応して、一般に画像投写においては、投写倍率Mは、投写画像の対角寸法D_iと、ライトバルブ3の対角寸法D_lを用いて、次式(4)で表される。

$$M = D_i / D_l \quad \dots (4)$$

ライトバルブの対角寸法D_lは、通常1インチから0.5インチ程度、投写画像対角寸法D_iは、通常40インチから80インチ程度で、投写倍率Mは、一般に50倍～100倍程度である。投写型画像表示装置1 0 0においては、ライトバルブの対角寸法D_lは0.79インチであり、投写画像の対角寸法D_iは66.34インチであり、投写倍率Mは約84倍である。

【0 0 3 4】

また、一般に、歪曲が十分に補正された投写光学系においては、物体面上に置かれた、屈折レンズ群4の光軸1 0からの高さyの物体は、像面上で、屈折レンズ群の光軸からの高さM・yの大きさに結像される。よって、ライトバルブのオフセット量L_lを大きくすると、投写倍率Mに応じて、投写画像のオフセット量L_iも増大し、それらの関係は、次式(5)で表される。

$$L_i = M \cdot L_l \quad \dots (5)$$

【0 0 3 5】

以上のことから、通常、照明光と投写光とを分離するために、ライトバルブのオフセット量のある一定値、最低でもDMDの短辺の0.5倍より大きくする必要があり、それに伴い、投写画像のオフセット量も大きくなり、結果として装置の下端から投写画像下端までの高さが大きくなっていった。この領域は、投写型画像表示装置として有効な機能を果たさない、不必要な領域であり、装置の小型化の点からも、この高さをできるだけ小さくすることが望ましい。

【0 0 3 6】

次に、投写型画像表示装置1 0 0の投写光学系の作用について説明する。図7は、図1に示される投写型画像表示装置1 0 0の構成を概略的に示す図である。図7において、L_lはライトバルブ3の中心と屈折レンズ群4の光軸1 0との距離を示し、L_iは投写画像

10

20

30

40

50

の画面中心と屈折レンズ群 4 の光軸 10 との距離を示し、P は投写画像下端と屈折レンズ群 4 の光軸 10 との距離を示している。なお、符号 106、131、132、133 は、同一条件における、従来の投写光学系に対応したスクリーン 6、及びパワーミラー 5 からスクリーン 6 に向かう光線を示し、実施の形態 1 における、符号 6、31、32、33 にそれぞれ対応している。図 7 において、図 1 に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。

【0037】

前記のように、屈折レンズ群 4 の光軸 10 からオフセットされた DMD 3 から斜め上方に射出された投写光は、屈折レンズ群 4 により屈折して透過した後に、パワーミラー 5 で反射・拡大され、スクリーン 6 に入射し、画像が投影される。

10

【0038】

一般に、投写光学系の歪曲は、各主光線の屈折レンズ群の光軸 10 からの高さが高くなる位置に素子を配置して補正することが有効である。従来の投写光学系においては、パワーミラー 5 の形状を、屈折レンズ群の光軸 10 を中心とする回転対称な非球面形状とすることで補正可能であり、投写画像の画面中心と屈折レンズ群の光軸 10 との距離は、式(5)により表される。

【0039】

それに対し、実施の形態 1 に係る投写型画像表示装置 100 においては、パワーミラー 5 の形状を、自由曲面形状として自由度を追加し、歪曲補正能力に加え、鉛直方向の画面位置を制御する機能を付加したので、DMD 3 を射出する各主光線のスクリーン到達位置を、通常の投写倍率で決まる到達位置よりも、屈折レンズ群 4 の光軸 10 により近い位置となるよう制御することができ、画面下端から屈折レンズ群 4 の光軸 10 までの距離 P を小さくすることが可能である。

20

【0040】

屈折レンズ群 4 は、最もパワーミラー 5 に近いレンズ面を自由曲面形状とし、歪曲補正と画面位置制御を優先しているパワーミラー 5 で発生した諸収差を良好に補正している。屈折レンズ群 4 のレンズ構成は、8 群 10 枚であり、従来の投写型画像表示装置と同等の構成が可能である。

【0041】

実施の形態 1 に係る投写型画像表示装置 100 は、以下の条件式(6)~(8)を満足する。

30

$$0.8 \leq L_i / \{ (D_i / D_1) \cdot L_1 \} < 1.0 \quad \dots (6)$$

$$L_i / \{ H_1 \cdot (D_i / D_1) \} > 0.5 \quad \dots (7)$$

$$L_1 / H_1 \leq 0.54 \quad \dots (8)$$

【0042】

条件式(6)は、DMD 中心と屈折レンズ群 4 の光軸 10 との距離 L_1 と投写倍率 $M (= D_i / D_1)$ とに基づいて計算される、従来の投写光学系により投影される投写画像中心と屈折レンズ群の光軸との距離 $(M \cdot L_1)$ に対する、投写型画像表示装置により投影される、投写画像中心と屈折レンズ群 4 の光軸 10 との距離 L_i の割合である $L_i / \{ (D_i / D_1) \cdot L_1 \}$ の適正範囲を示している。

40

【0043】

条件式(6)における $L_i / \{ (D_i / D_1) \cdot L_1 \}$ が、下限値 0.8 を下回ると、画面中心位置が、投写倍率 M に基づいて計算される、従来の投写光学系により投影される画面位置よりも、大幅に光軸 10 に近づくことになり、パワーミラー 5 による画面位置制御が困難になり、また、それにより発生する諸収差を、屈折レンズ群 4 で補正することが困難になる。また、この場合には、屈折レンズ群 4 から射出する主光線 23 とスクリーン 6 との干渉が生じてしまう。

【0044】

また、条件式(6)における $L_i / \{ (D_i / D_1) \cdot L_1 \}$ が、上限値 1.0 を上回ると、従来の投写光学系よりも投写画像中心位置が屈折レンズ群 4 の光軸 10 から遠ざか

50

ることとなり、装置が大型化してしまう。

【0045】

条件式(7)は、画面位置の光軸10からの位置関係を規定しており、屈折レンズ群4の光軸10から画面中心までの距離 L_i に対する、画面の鉛直方向の寸法 $\{H_1 \cdot (D_i / D_1)\}$ の比が0.5より大きいこと、すなわち、画面全体が投写光学系の鉛直上方に位置することが必要であることを意味する。

【0046】

もし、条件式(7)における $L_i / \{H_1 \cdot (D_i / D_1)\}$ が、下限値0.5以下となると、スクリーン6と投写光路又は投写光学系との干渉が生じてしまう。

【0047】

条件式(8)は、ライトバルブ3のオフセット量 L_1 を規定しており、オフセット量 L_1 に対するライトバルブの短辺 H_1 の比が、0.54以上であることを意味する。

【0048】

もし、条件式(8)における L_1 / H_1 が下限値0.54より小さくなると、オフセット量 L_1 が小さくなりすぎ、画面位置が屈折レンズ群4の光軸10に近づき過ぎるため、スクリーン6と投写光路又は投写光学系との干渉が生じてしまう。また、この場合には、照明光と投写光の分離も困難になってしまう。

【0049】

なお、実施の形態1に係る投写型画像表示装置100においては、投写光学系のFナンバーは3.5であり、DMD中心と屈折レンズ群4の光軸10との距離 L_1 は7.2mmであり、投写倍率 $M = D_i / D_1$ は83.87倍であり、投写画像中心と屈折レンズ群4の光軸10との距離 L_i は550mmである。また、条件式(6)における $L_i / \{(D_i / D_1) \cdot L_1\}$ は0.91であり、条件式(7)における $L_i / \{H_1 \cdot (D_i / D_1)\}$ は0.67であり、条件式(8)における L_1 / H_1 は0.73である。また、TV歪曲は0.12%以下であり、上限の許容値の目安である1%程度よりも十分に小さい。

【0050】

また、図8及び図9は、実施の形態1に係る投写型画像表示装置100の収差図である。この収差図の縦軸の最大値は ± 5 mmである。本出願の収差図において、横軸(PY、PX)は瞳座標を表し、縦軸(EX、EY)は収差を表す。また、PY-EYの図はタンジェンシャル方向、PX-EXの図はサジタル方向の瞳座標と収差の関係をそれぞれ表す。また、収差図は、3つの波長(実線は波長460nm、細かい破線は波長546nm、粗い破線は波長650nm)の光についてプロットされている。

【0051】

以上に説明したように、実施の形態1に係る投写型画像表示装置100によれば、スクリーン6の法線に対して傾斜を有する方向に進む投写光を照射する斜め投写を採用しているにもかかわらず、当該装置の奥行きを薄型化及びスクリーン下の部分の高さの縮小を実現することができる。また、実施の形態1に係る投写型画像表示装置100によれば、非球面形状のレンズに加え、レンズ表面及びパワーミラー5の表面に自由曲面形状を採用しているため、パワーミラー5により発生する収差を良好に補正することができる。

【0052】

実施の形態2

以下に、本発明の実施の形態2に係る投写型画像表示装置200を、図10～図13を参照しながら説明する。

【0053】

図10は、実施の形態2に係る投写型画像表示装置200の内部構成及び光路を示す側面図である。図10において、図1に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。また、図11は、投写型画像表示装置200のライトバルブ3及び屈折レンズ群4の構成を示す断面図である。図11において、図2に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

表 6 は、投写型画像表示装置 2 0 0 の光学系の光学データを示す。また、表 7 ~ 表 9 は、投写型画像表示装置 2 0 0 の屈折レンズ群 4 のレンズ表面 S 3 , S 2 0 , S 2 1 の光学データを示す。また、表 1 0 は、投写型画像表示装置 2 0 0 のパワーミラー 5 の表面 (ミラー面) S 2 2 の光学データを示す。表 6 ~ 表 1 0 における光学データの記載方法は、実施の形態 1 において説明された表 1 ~ 表 5 における光学データの記載方法と同じである。

【 0 0 5 5 】

【表 6】

実施の形態 2, 5				
Surf	Radius (mm)	Thickness (mm)	nd	vd
OBJ	Infinity	0.44	-	-
S1	Infinity	3	1.487489	70.44113
S2	Infinity	30	-	-
S3*	455.7934	5	1.6935	53.20078
S4	-644.809	4.711591	-	-
STO(S5)	Infinity	0.998649	-	-
S6	-82.6707	3.16153	1.784719	25.7208
S7	121.4887	1.028178	-	-
S8	35.50485	9.274496	1.612718	58.57814
S9	-14.0997	3.550446	1.7552	27.53047
S10	-36.503	13.20996	-	-
S11	150.1102	5.479273	1.846663	23.78481
S12	-48.3733	6.004484	-	-
S13	-282.32	9.967689	1.56732	42.8407
S14	-18.3982	8.843036	1.806105	40.73435
S15	420.1285	24.9338	-	-
S16	-25.6319	5.529522	1.805181	25.45642
S17	-131.907	3.219561	-	-
S18	-411.455	20.08815	1.670028	47.19646
S19	-40.9227	5	-	-
S20*	-78.4996	5	1.53116	56.04383
S21**	-81.6036	400	-	-
S22**	33.08252	-100	-	MIRROR
IMA	Infinity	-	-	-

10

20

30

【 0 0 5 6 】

【表 7】

実施の形態 2, 5	
レンズ表面 S3	
k	-1204.543
A4	-1.50435E-05
A6	-1.23664E-08
A8	6.62898E-10
A10	-5.59706E-12

40

【 0 0 5 7 】

50

【表 8】

実施の形態 2, 5	
レンズ表面 S20	
k	3.183855
A4	-5.35960E-07
A6	-4.81130E-09
A8	-2.50530E-12
A10	3.70685E-15

10

【0058】

【表 9】

実施の形態 2, 5	
レンズ表面 S21	
k	-1.075599
B1	-9.71631E-04
B2	3.59297E-04
B3	-2.32363E-05
B4	9.50729E-07
B5	-1.31851E-08
B6	-1.63333E-09
B7	-1.04348E-10
B8	2.24998E-13
C01	-2.35383E-02
C20	5.08778E-04
C02	4.40951E-04
C21	-1.92830E-05
C03	-1.05713E-05
C40	5.04513E-07
C22	1.19574E-06
C04	6.16170E-07
C41	3.06252E-08
C23	6.62134E-08
C05	-9.62471E-09
C60	-3.71244E-09
C42	-1.24644E-08
C24	-1.31660E-08
C06	-2.03059E-09
C61	-2.77516E-11
C43	-7.05863E-11
C25	-7.45360E-11
C07	-8.35762E-11
C80	4.70826E-12
C62	2.00129E-11
C44	3.06851E-11
C26	2.10489E-11
C08	5.86034E-12

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

【 表 1 0 】

実施の形態 2, 5	
パワーミラー表面 S22	
k	-3.674742
B1	5.86898E-02
B2	1.37392E-04
B3	-3.70597E-06
B4	-1.19668E-08
B5	4.07638E-10
B6	-2.98789E-12
B7	1.06170E-14
B8	-2.03236E-17
C01	-1.89283E-03
C20	4.64473E-04
C02	4.72614E-04
C21	-3.64094E-07
C03	-5.88851E-07
C40	-1.70267E-08
C22	-3.93004E-08
C04	-1.13962E-08
C41	9.74534E-11
C23	2.04417E-10
C05	-1.32348E-11
C60	3.86741E-13
C42	1.32781E-12
C24	8.58209E-13
C06	8.36735E-13
C61	-6.08390E-15
C43	-1.70489E-14
C25	-1.13765E-14
C07	-4.82260E-15
C80	6.73949E-18
C62	4.23721E-17
C44	8.15167E-17
C26	4.75454E-17
C08	1.37351E-17

10

20

30

40

【 0 0 6 0 】

なお、実施の形態 2 に係る投写型画像表示装置 2 0 0 において、パワーミラー 5 の光軸は、屈折レンズ群 4 の光軸 1 0 から鉛直上方向にオフセット量 3 . 1 0 mm だけ偏心している。ここで、「パワーミラー 5 の光軸」とは、式 (2) の右辺から第 3 項を除いた上記式 Z 3 (r) の光軸である。

【 0 0 6 1 】

実施の形態 2 に係る投写型画像表示装置 2 0 0 は、実施の形態 1 に係る投写型画像表示装置 1 0 0 において、DMD 寸法及び投写画像寸法、屈折レンズ群 4 の構成枚数等の条件を同一にしたまま、さらにパワーミラー 5 の画面位置制御を高め、投写画像を屈折レンズ

50

群 4 の光軸 1 0 に近づくようにシフトさせた構成である。パワーミラー 5 のサイズも同一としながら、投写画像と、屈折レンズ群 4 を射出した主光線 2 3 との干渉が生じない程度に、できるだけ投写画像を屈折レンズ群 4 の光軸 1 0 に近づけている。

【 0 0 6 2 】

なお、実施の形態 2 に係る投写型画像表示装置 2 0 0 においては、投写光学系の F ナンバーは 3 . 5 であり、DMD 中心と屈折レンズ群 4 の光軸 1 0 との距離 $L 1$ は 7 . 2 mm であり、投写倍率 $M = D i / D 1$ は 8 3 . 8 7 倍であり、投写画像中心と屈折レンズ群 4 の光軸 1 0 との距離 $L i$ は 5 2 0 mm である。また、条件式 (6) における $L i / \{ (D i / D 1) \cdot L 1 \}$ は、0 . 8 6 であり、条件式 (7) における $L i / \{ H 1 \cdot (D i / D 1) \}$ は、0 . 6 3 であり、条件式 (8) における $L 1 / H 1$ は、0 . 7 3 である。また、TV 歪曲は 0 . 1 3 % 以下であり、上限の許容値の目安である 1 % 程度よりも十分に小さい。また、図 1 2 及び図 1 3 は、投写型画像表示装置 2 0 0 の収差図である。この収差図の縦軸の最大値は ± 5 mm である。

10

【 0 0 6 3 】

以上に説明したように、実施の形態 2 に係る投写型画像表示装置 2 0 0 によれば、スクリーン 6 の法線に対して傾斜を有する方向に進む投写光を照射する斜め投写を採用しているにもかかわらず、当該装置の奥行きを薄型化及びスクリーン下の部分の高さの縮小を実現することができる。

【 0 0 6 4 】

なお、実施の形態 2 において、上記以外の点は、上記実施の形態 1 の場合と同じである。

20

【 0 0 6 5 】

実施の形態 3 .

以下に、本発明の実施の形態 3 に係る投写型画像表示装置 3 0 0 を、図 1 4 ~ 図 1 7 を参照しながら説明する。

【 0 0 6 6 】

図 1 4 は、実施の形態 3 に係る投写型画像表示装置 3 0 0 の内部構成及び光路を示す側面図である。図 1 4 において、図 1 に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。また、図 1 5 は、投写型画像表示装置 3 0 0 のライトバルブ 3 及び屈折レンズ群 4 の構成を示す断面図である。図 1 5 において、図 2 に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。

30

【 0 0 6 7 】

表 1 1 は、投写型画像表示装置 3 0 0 の光学系の光学データを示す。また、表 1 2 ~ 表 1 4 は、投写型画像表示装置 3 0 0 の屈折レンズ群 4 のレンズ表面 $S 3$, $S 2 0$, $S 2 1$ の光学データを示す。また、表 1 5 は、投写型画像表示装置 3 0 0 のパワーミラー 5 の表面 (ミラー面) $S 2 2$ の光学データを示す。表 1 1 ~ 表 1 5 における光学データの記載方法は、実施の形態 1 において説明した表 1 ~ 表 5 における光学データの記載方法と同じである。

【 0 0 6 8 】

【表 1 1】

実施の形態 3				
Surf	Radius (mm)	Thickness (mm)	nd	vd
OBJ	Infinity	0.44	-	-
S1	Infinity	3	1.4864	66.63
S2	Infinity	30	-	-
S3*	81.05368	2	1.7433	49.32589
S4	74.99469	6.402457	-	-
STO(S5)	Infinity	0.997345	-	-
S6	-28.2925	2	1.65412	39.62063
S7	-71.5275	1.007849	-	-
S8	35.40613	5	1.617998	63.39588
S9	-13.3001	2	1.7552	27.53047
S10	-36.3753	10.21255	-	-
S11	193.1863	5	1.846663	23.78481
S12	-37.2527	2.853425	-	-
S13	-221.65	5	1.56732	42.8407
S14	-16.848	3	1.806105	40.73435
S15	879.3366	20.07543	-	-
S16	-22.4056	2	1.805181	25.45642
S17	-71.7103	3.699096	-	-
S18	-380.494	10	1.66672	48.29731
S19	-38.6369	5	-	-
S20*	-70.0076	5	1.52996	55.8
S21**	-69.7126	350	-	-
S22**	29.34679	-120	-	MIRROR
IMA	-	-	-	-

10

20

【0069】

30

【表 1 2】

実施の形態 3	
レンズ表面 S3	
k	0
A4	-2.38055E-05
A6	2.54914E-07
A8	5.25915E-10
A10	-7.48051E-11

40

【0070】

【表 1 3】

実施の形態 3	
レンズ表面 S20	
k	5.244132
A4	-1.38043E-06
A6	-7.15592E-09
A8	-2.07618E-11
A10	1.82521E-14

50

【 0 0 7 1 】

【 表 1 4 】

実施の形態 3	
レンズ表面 S21	
k	-2.728927
B1	-9.23290E-04
B2	-1.05649E-04
B3	-2.66531E-05
B4	3.09901E-07
B5	3.96970E-08
B6	-2.65173E-09
B7	-9.65617E-11
B8	-8.67503E-13
C01	-3.52605E-02
C20	1.30874E-04
C02	-1.14163E-05
C21	-3.79040E-05
C03	-8.56157E-06
C40	7.85628E-07
C22	1.02598E-06
C04	-8.68708E-07
C41	1.29404E-07
C23	4.41887E-07
C05	1.16930E-07
C60	-1.21094E-08
C42	-4.00304E-08
C24	-5.90156E-08
C06	-9.39728E-09
C61	-2.97325E-10
C43	-9.87274E-10
C25	-8.62800E-11
C07	-4.40709E-10
C80	7.73212E-12
C62	4.60674E-11
C44	7.86310E-11
C26	4.01493E-11
C08	1.55937E-11

10

20

30

40

【 0 0 7 2 】

【表 15】

実施の形態 3	
パワーミラー表面 S22	
k	-3.549799
B1	2.86283E-02
B2	2.30528E-04
B3	-3.89185E-06
B4	-1.66396E-08
B5	4.30641E-10
B6	-2.91992E-12
B7	1.51473E-14
B8	-1.24976E-17
C01	-2.05110E-03
C20	5.21391E-04
C02	5.48545E-04
C21	-4.82685E-07
C03	-1.30505E-06
C40	-2.69603E-08
C22	-6.70078E-08
C04	-1.30144E-08
C41	2.11105E-10
C23	4.50309E-10
C05	3.70920E-12
C60	6.26662E-13
C42	2.45398E-12
C24	2.49729E-12
C06	5.02949E-13
C61	-2.01375E-14
C43	-6.27308E-14
C25	-5.79432E-14
C07	-3.09299E-15
C80	-1.72881E-17
C62	2.64895E-17
C44	1.36489E-16
C26	1.15819E-16
C08	-2.61177E-17

10

20

30

【0073】

なお、実施の形態 3 に係る投写型画像表示装置 300 において、パワーミラー 5 の光軸は、屈折レンズ群 4 の光軸 10 から鉛直上方向にオフセット量 4.23 mm だけ偏心している。ここで、「パワーミラー 5 の光軸」とは、式 (2) の右辺から第 3 項を除いた上記式 Z3(r) の光軸である。

40

【0074】

実施の形態 3 に係る投写型画像表示装置 300 は、実施の形態 2 に係る投写型画像表示装置 200 において、DMD 寸法及び投写画像寸法、屈折レンズ群 4 の構成枚数等の条件を同一にしたまま、投写光学系の F ナンバーをより大きくしたものであり、さらにパワーミラー 5 の画面位置制御を高め、投写画像を屈折レンズ群 4 の光軸 10 に近づくようにシフトさせた構成である。

50

【 0 0 7 5 】

一般的に、画像投写装置用の光源 1 には、超高圧水銀ランプが多く使用される。超高圧水銀ランプは、発光効率が良く、短アークギャップのものを使用すれば、光利用効率も比較的良くできる。しかし、現状の超高圧水銀ランプの寿命は十分に長くなく、輝度を上げるために、ランプの出力を上げると、さらに寿命が短くなる。また、光源から広い角度空間に渡って光が放射されるため、集光効率及び光利用効率の向上には限界があり、投写型画像表示装置の更なる高輝度化を図るには問題点もある。

【 0 0 7 6 】

そこで、ランプに代わる光源として、LED やレーザのような固体光源を用いることも可能である。LED の場合、光源から放出される光の発散角は大きい、長寿命である点
10
が有利である。一方、レーザは、光源から放射される光の発散角が小さいものを使用すれば、ランプと比べて、極めて光利用効率を高くできる。また、レーザの寿命は、ランプの寿命に比べても格段に長い。さらに、照明系及び投写光学系の F ナンバーも小さくできることから、装置を小型化できるメリットもある。

【 0 0 7 7 】

前述の通り、パワーミラー 5 のサイズが大きいほうが、歪曲補正及び画面位置制御の自由度が上がるため有利である。また、パワーミラー 5 をより大きくすることで、歪曲補正及び画面位置制御のみならず、非点収差や像面湾曲等の諸収差の補正にも自由度を割り当てることができ、屈折レンズ群 4 の収差補正の負担を軽減でき、屈折レンズ群 4 の構成の簡素化が図れるとともに、総合的な結像性能を向上することができる。
20

【 0 0 7 8 】

一方、パワーミラー 5 は、サイズが大きい、生産性を考慮すると、樹脂のモールド成型で製作することが望ましい。しかし、モールド成型の場合、金型への樹脂充填の際の均一性、冷却時間、ヒケ等による形状誤差といった要因により、成型体が大きくなるに従って製造誤差が増大し、製造コストも増大する。このような観点から、パワーミラー 5 はできる限り小さいほうが望ましい。

【 0 0 7 9 】

また、画面位置を屈折レンズ群 4 の光軸 1 0 に近づける際、投写画像の下端と屈折レンズ群 4 から射出される主光線 2 3 との干渉を避ける必要がある。パワーミラー 5 のサイズが大きくなると、主光線 2 3 はより屈折レンズ群 4 の光軸 1 0 から鉛直上方に離れる。このため、屈折レンズ群 4 から射出されパワーミラー 5 に向かう主光線 2 3 と、スクリーン 6 に向かう投写画像下端との干渉が生じやすくなる。よって、より画面位置を屈折レンズ群 4 の光軸 1 0 に近づける点からも、パワーミラー 5 のサイズは小さいほうが望ましい。
30

【 0 0 8 0 】

一般に、投写光学系の F ナンバーが小さくなるほど、良好な結像性能及び歪曲性能を確保することが難しくなり、それらを確保するために、投写光学系の大型化や構成の複雑化を招く。実施の形態 3 に係る投写型画像表示装置 3 0 0 においては、光源 1 としてレーザ等の固体光源を使用することによって、投写光学系の F ナンバーを大きくしているため、結像性能を確保しやすく、屈折レンズ群 4 のサイズを小さくでき、屈折レンズ群 4 を構成する個々のレンズの曲率も小さくでき構成を簡略にできる。また、パワーミラー 5 の小型化も図れる。よって、投写画像下端との干渉も生じにくく、スクリーン 6 下の部分の高さをより一層小さくすることができる。
40

【 0 0 8 1 】

なお、実施の形態 3 に係る投写型画像表示装置 3 0 0 においては、DMD 中心と屈折レンズ群 4 の光軸 1 0 との距離 L_1 は 7.2 mm であり、投写倍率 $M = D_i / D_1$ は 83.87 倍であり、投写画像中心と屈折レンズ群の光軸 1 0 との距離 L_i は 490 mm である。また、条件式 (6) における $L_i / \{ (D_i / D_1) \cdot L_1 \}$ は 0.81 であり、条件式 (7) における $L_i / \{ H_1 \cdot (D_i / D_1) \}$ は 0.59 であり、条件式 (8) における L_1 / H_1 は 0.73 である。また、TV 歪曲は 0.15 % 以下であり、上限の許容値の目安である 1 % 程度よりも十分に小さい。また、図 1 6 及び図 1 7 は、投写型画像表
50

示装置 300 の収差図である。この収差図の縦軸の最大値は $\pm 5 \text{ mm}$ である。

【0082】

以上に説明したように、実施の形態 3 に係る投写型画像表示装置 300 によれば、簡略な構成としつつ、スクリーン 6 の法線に対して傾斜を有する方向に進む投写光を照射する斜め投写を採用しているにもかかわらず、当該装置の奥行きを薄型化及びスクリーン下の部分の高さを縮小を実現することができる。

【0083】

なお、実施の形態 3 において、上記以外の点は、上記実施の形態 1 又は 2 の場合と同じである。

【0084】

実施の形態 4 .

以下に、本発明の実施の形態 4 に係る投写型画像表示装置 400 を、図 18 及び図 19 を参照しながら説明する。

【0085】

図 18 及び図 19 は、本発明の実施の形態 4 に係る投写型画像表示装置 400 の内部構成及び光路を示す側面図である。図 18 は、スクリーン 6 を水平方向（図 18 における左方向）に向けて投写型画像表示装置 400 を設置した場合の投写型画像表示装置 400 の内部構成及び光路を示す。また、図 19 は、投写型画像表示装置 400 をスクリーンに向かって正面から見た場合の内部構成及び光路を示す。図 18 及び図 19 において、図 1 に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。

【0086】

実施の形態 4 に係る投写型画像表示装置 400 は、屈折レンズ群 4 からパワーミラー 5 に至る光路の途中に、屈折レンズ群 4 からの光画像の進行方向を折り返す 2 枚の平面ミラー 8, 7 を介在させた点が、上記実施の形態 1 に係る投写型画像表示装置 100 と相違する。図 18 及び図 19 に示されるように、平面ミラー 7 は、スクリーン 6 とパワーミラー 5 との間に配置され、平面ミラー 8 は、パワーミラー 5 の鉛直上方に配置されている。なお、実施の形態 4 においては、平面ミラー 8, 7 を介在させずに、屈折レンズ群 4 からパワーミラー 5 に至る光路を直線とみなした場合において、前記条件式 (6) ~ (8) を満足させるように照明光学系（光源 1 及び光学系 2）、ライトバルブ 3、屈折レンズ群 4、パワーミラー 5、及びスクリーン 6 を配置している。

【0087】

平面ミラー 7 は、スクリーン 6 面に対して平行な水平軸に対して、反射面を鉛直上方に向けて傾いて配置され、平面ミラー 8 は、スクリーン 6 中心を通る鉛直面に対して、反射面を鉛直下向に向けて傾いて配置されている。投写型画像表示装置 400 は、屈折レンズ群 4 から射出され、平面ミラー 8 により反射された投写光は、平面ミラー 7 により反射され、さらにパワーミラー 5 により反射され、スクリーン 6 に向かう投写光を横切るように構成されている。また、このように構成することで、屈折レンズ群 4 を、その光軸がスクリーン面と略並行となるよう、パワーミラー 5 の鉛直上方であってスクリーン 6 の背面側に配置して、装置の筐体内にコンパクトに収納できるように構成されている。

【0088】

平面ミラー 8 の法線と、水平面とのなす角度 ($^{\circ}$) (上方を正方向とする) を θ_1 とすると、投写型画像表示装置 400 は、以下の条件式 (9) を満足することが望ましい。

$$22 < \theta_1 < 37$$

$$\dots (9)$$

【0089】

条件式 (9) において、角度 θ_1 が下限値 22° を下回ると、平面ミラー 8 から平面ミラー 7 に向かう光線と、パワーミラー 5 との干渉が生じてしまう。また、角度 θ_1 が上限値 37° を上回ると、屈折レンズ群 4 及び平面ミラー 8 と、パワーミラー 5 からスクリーン 6 に向かう投写光との干渉が生じてしまう。

【0090】

なお、実施の形態 4 に係る投写型画像表示装置 400 における屈折レンズ群 4 及びパワ

10

20

30

40

50

ーミラー 5 の形状等の光学的特性は、実施の形態 1 に係る投写型画像表示装置 100 に関して示された表 1 ~ 表 5 の光学データと同じである。

【0091】

以上に説明したように、実施の形態 4 に係る投写型画像表示装置 400 によれば、スクリーン 6 の法線に対して傾斜を有する方向に進む投写光を照射する斜め投写を採用しているにもかかわらず、当該装置の奥行き、薄型化及びスクリーン下の部分の高さの縮小を実現することができる。

【0092】

なお、実施の形態 4 において、上記以外の点は、上記実施の形態 1 の場合と同じである。

10

【0093】

また、実施の形態 4 における平面ミラー 7, 8 を、実施の形態 1 以外の実施の形態の構成に適用することも可能である。

【0094】

実施の形態 5 .

以下に、本発明の実施の形態 5 に係る投写型画像表示装置 500 を、図 20 及び図 21 を参照しながら説明する。

【0095】

図 20 及び図 21 は、本発明の実施の形態 5 に係る投写型画像表示装置 500 の内部構成及び光路を示す側面図である。図 20 は、スクリーン 6 を水平方向（図 20 における左方向）に向けて投写型画像表示装置 500 を設置した場合の投写型画像表示装置 500 の内部構成及び光路を示す。また、図 21 は、投写型画像表示装置 500 をスクリーンに向かって正面から見た場合の内部構成及び光路を示す。図 20 及び図 21 において、図 1 に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。

20

【0096】

実施の形態 5 に係る投写型画像表示装置 500 は、屈折レンズ群 4 からパワーミラー 5 に至る光路の途中に、屈折レンズ群 4 からの光画像の進行方向を折り返す 1 枚の平面ミラー 7 を介在させた点が、上記実施の形態 1 に係る投写型画像表示装置 100 と相違する。図 20 及び図 21 に示されるように、平面ミラー 7 は、スクリーン 6 とパワーミラー 5 との間に配置されている。なお、実施の形態 5 においては、平面ミラー 7 を介在させずに、屈折レンズ群 4 からパワーミラー 5 に至る光路を直線とみなした場合において、前記条件式 (6) ~ (8) を満足させるように照明光学系 1, 2、ライトバルブ 3、及び屈折レンズ群 4 を配置している。

30

【0097】

平面ミラー 7 は、スクリーン面に対して平行な水平軸に対して、反射面を鉛直上方に向けて傾いて配置され、屈折レンズ群 4 を射出した投写光が、平面ミラー 7 により反射された後、さらにパワーミラー 5 により反射され、スクリーン 6 に向かう投写光を横切るように構成されている。このように構成することで、屈折レンズ群 4 を、パワーミラー 5 の鉛直上方に配置して、装置の筐体内にコンパクトに収納することができる。

【0098】

また、投写型画像表示装置 500 は、条件式 (9) を満足することが望ましい。条件式 (9) において、角度 θ_1 が下限値 22° を下回ると、屈折レンズ群 4 を射出して平面ミラー 7 に向かう光線と、パワーミラー 5 との干渉が生じてしまう。また、角度 θ_1 が上限値 37° を上回ると、屈折レンズ群 4 と、パワーミラー 5 を射出してスクリーン 6 に向かう投写光との干渉が生じてしまう。

40

【0099】

なお、実施の形態 5 に係る投写型画像表示装置 500 における屈折レンズ群 4 及びパワーミラー 5 の形状等の光学的特性は、実施の形態 2 に係る投写型画像表示装置 200 に関して示された表 6 ~ 表 10 の光学データと同じである。

【0100】

50

以上に説明したように、実施の形態 5 に係る投写型画像表示装置 5 0 0 によれば、スクリーン 6 の法線に対して傾斜を有する方向に進む投写光を照射する斜め投写を採用しているにもかかわらず、当該装置の奥行きが薄型化及びスクリーン下の部分の高さの縮小を実現することができる。

【 0 1 0 1 】

なお、実施の形態 5 において、上記以外の点は、上記実施の形態 1 の場合と同じである。

【 0 1 0 2 】

また、実施の形態 4 における平面ミラー 7 を、実施の形態 1 以外の実施の形態の構成に適用することも可能である。

【 0 1 0 3 】

実施の形態 6 .

以下に、本発明の実施の形態 6 に係る投写型画像表示装置 6 0 0 を、図 2 2 ~ 図 2 9 を参照しながら説明する。

【 0 1 0 4 】

図 2 2 は、実施の形態 6 に係る投写型画像表示装置 6 0 0 の内部構成及び光路を示す側面図である。図 2 2 において、図 1 に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。また、図 2 3 は、投写型画像表示装置 6 0 0 のライトバルブ 3 及び屈折レンズ群 4 の構成を示す断面図である。図 2 3 において、図 2 に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。

【 0 1 0 5 】

表 1 6 は、投写型画像表示装置 6 0 0 の光学系の光学データを示す。また、表 1 7 ~ 表 1 9 は、投写型画像表示装置 6 0 0 の屈折レンズ群 4 のレンズ表面 S 3 , S 2 0 , S 2 1 の光学データを示す。また、表 2 0 は、投写型画像表示装置 6 0 0 のパワーミラー 5 の表面 (ミラー面) S 2 2 の光学データを示す。表 1 6 ~ 表 2 0 における光学データの記載方法は、表 1 ~ 表 5 における光学データの記載方法と同じである。

【 0 1 0 6 】

【表 1 6】

実施の形態 6				
Surf	Radius (mm)	Thickness (mm)	nd	vd
OBJ	Infinity	0.44	-	-
S1	Infinity	3	1.4864	66.63
S2	Infinity	20	-	-
S3*	-11.87016	4.241196	1.7433	49.32589
S4	-16.90923	5.366219	-	-
ST0 (S5)	Infinity	0.88331	-	-
S6	26.145	2.252362	1.65412	39.620626
S7	128.3657	0.9607549	-	-
S8	49.16713	6	1.617998	63.395881
S9	-12.72543	2	1.7552	27.530471
S10	156.9358	9.120097	-	-
S11	63.15963	5	1.846663	23.784813
S12	-78.92296	4.131059	-	-
S13	57.12068	6	1.56732	42.840704
S14	-29.65526	3	1.806105	40.734352
S15	-231.8219	10.4866	-	-
S16	-18.54953	3	1.805181	25.456421
S17	-43.74682	9.582531	-	-
S18	-55.96514	8	1.66672	48.297307
S19	-36.87165	6.725316	-	-
S20*	-28.63626	5	1.52996	55.8
S21**	-30.15284	209.4375	-	-
S22**	22.63877	-120	-	MIRROR
IMA	-	-	-	-

10

20

【0 1 0 7】

【表 1 7】

実施の形態 6	
レンズ表面 S3	
k	0.00000E+00
A4	-8.17959E-06
A6	6.79892E-07
A8	-1.85602E-08
A10	2.56502E-10

30

40

【0 1 0 8】

【表 18】

実施の形態 6	
レンズ表面 S20	
k	-1.014898
A4	2.33000E-06
A6	-4.89587E-08
A8	2.86923E-11
A10	-8.25542E-14

10

【0109】

【表 19】

実施の形態 6	
レンズ表面 S21	
k	-1.432732
B1	0
B2	4.05811E-04
B3	5.30533E-05
B4	4.82346E-06
B5	-3.68346E-07
B6	-8.74090E-09
B7	-2.54953E-11
B8	1.47527E-12
C01	-1.98334E-02
C20	6.25865E-04
C02	6.28375E-04
C21	-3.04565E-05
C03	-6.40786E-05
C40	1.27793E-06
C22	1.92477E-06
C04	4.62722E-06
C41	1.62309E-07
C23	5.83184E-07
C05	5.59720E-08
C60	-6.50011E-10
C42	-1.04595E-08
C24	-3.28657E-08
C06	-7.31826E-09
C61	-3.61824E-10
C43	-1.20756E-09
C25	-3.62810E-10
C07	-4.40188E-11
C80	-3.32252E-12
C62	7.39509E-12
C44	2.99096E-11
C26	1.03639E-11
C08	-6.13284E-13

20

30

40

50

【 0 1 1 0 】

【 表 2 0 】

実施の形態 6	
パワーミラー表面 S22	
k	-3.02174
B1	4.21703E-03
B2	2.22525E-04
B3	-4.73969E-06
B4	-5.28030E-09
B5	3.08457E-10
B6	9.24743E-13
B7	-1.24580E-14
B8	-3.88400E-17
C01	-2.70184E-02
C20	-5.41700E-04
C02	-1.62782E-05
C21	8.53120E-06
C03	-5.08960E-07
C40	4.00593E-08
C22	-1.10439E-07
C04	-1.28619E-08
C41	-1.33501E-09
C23	2.80467E-10
C05	9.22052E-11
C60	-4.57656E-12
C42	1.44729E-11
C24	-2.37852E-12
C06	-1.13626E-12
C61	6.26558E-14
C43	-1.26346E-13
C25	2.72849E-14
C07	-1.37806E-14
C80	1.60159E-16
C62	-5.62129E-17
C44	9.42268E-16
C26	9.70484E-17
C08	1.80121E-16

10

20

30

40

【 0 1 1 1 】

なお、実施の形態 6 に係る投写型画像表示装置 6 0 0 において、ライトバルブ 3 は、屈折レンズ群 4 の光軸 1 0 とライトバルブ 3 表示面を拡張した平面との交点を含む水平軸（光軸 1 0 に直交する方向の水平軸であって、図 2 2 が描かれている紙面に垂直な方向の軸）を中心として、ライトバルブ 3 の画面上辺を表示する部分（図 2 2 における下側）が屈折レンズ群 4 を構成するレンズから遠ざかる方向に 2 . 7 1 ° 回転して（すなわち、図 2 3 における O B J の下部を左に移動させた姿勢で）配置されている。

【 0 1 1 2 】

ここで、ライトバルブ 3 を回転して配置する実施の形態 6 に係る投写型画像表示装置 6 0 0 の効果について説明する。図 2 4 は、図 7 において破線で示した従来の光学系におい

50

て、パワーミラー 5 を、面頂点を含みスクリーン面に対して平行な水平軸を中心にして、パワーミラー 5 の上部がスクリーン 6 に近づく方向に回転させた比較例の場合の構成を示す図である。この場合、画面位置は、従来よりも屈折レンズ群 4 の光軸 10 に近づけることができるが、画面上部部がよりパワーミラー 5 からより遠ざかる方向に結像面が傾き、さらに、図 25 に示すような、画面上方に凸となるような形状の歪曲が生じてしまう。

【 0 1 1 3 】

図 26 には、図 24 において、ライトバルブ 3 を、屈折レンズ群 4 の光軸 10 とライトバルブ 3 表示面を拡張した平面との交点を含む、図 26 の紙面に垂直な方向の水平軸を中心として、ライトバルブ 3 の画面上辺を表示する部分（図 26 におけるライトバルブ 3 の下側）が屈折レンズ群 4 を構成するレンズから遠ざかる方向に回転して配置した構成を示す図である。

10

【 0 1 1 4 】

この構成においては、ライトバルブ 3 の表示面の中でも、屈折レンズ群 4 の光軸 10 に沿った距離で、屈折レンズ群 4 に対して遠い部分ほど、パワーミラー 5 により近い位置に結像されるため、従来例を示す図 24 で発生した結像面の傾きが補正できる。同時に、図 27 で示すように、歪曲のない画像を投写することもできる。

【 0 1 1 5 】

以上に説明したように、ライトバルブ 3 を、屈折レンズ群 4 の光軸 10 とライトバルブ 3 表示面を拡張した平面との交点を含む、図 26 の紙面に垂直な方向の水平軸を中心として、回転して配置した構成にすることで、より良好な結像性能及び歪曲性能が実現できる。

20

【 0 1 1 6 】

なお、投写型画像表示装置 600 においては、投写光学系の F ナンバーは 5 であり、DMD 中心と屈折レンズ群 4 の光軸 10 との距離 $L1$ は 7.2 mm であり、投写倍率 $M = Di / D1$ は 83.87 倍であり、投写画像中心と屈折レンズ群の光軸 10 との距離 Li は 477.1 mm である。また、条件式 (6) における $Li / \{ (Di / D1) \cdot L1 \}$ は 0.79 であり、条件式 (7) における $Li / \{ H1 \cdot (Di / D1) \}$ は 0.58 であり、条件式 (8) における $L1 / H1$ は 0.73 である。また、TV 歪曲は 0.35 % 以下であり、上限の許容値の目安である 1 % 程度よりも十分に小さい。また、図 28 及び図 29 は、投写型画像表示装置 600 の収差図である。この収差図の縦軸の最大値は ± 5 m

30

【 0 1 1 7 】

以上に説明したように、実施の形態 6 に係る投写型画像表示装置 600 によれば、スクリーン 6 の法線に対して傾斜を有する方向に進む投写光を照射する斜め投写を採用しているにもかかわらず、当該装置の奥行きを薄型化及びスクリーン下の部分の高さの縮小を実現することができる。

【 0 1 1 8 】

なお、実施の形態 6 において、上記以外の点は、上記実施の形態 1 の場合と同じである。

【 0 1 1 9 】

また、実施の形態 6 におけるライトバルブ 3 の配置を、実施の形態 6 以外の他の実施の形態の構成に適用することも可能である。

40

【 0 1 2 0 】

参考例 .

以下に、参考例の投写型画像表示装置 650 を、図 30 ~ 図 33 を参照しながら説明する。

【 0 1 2 1 】

図 30 は、参考例の投写型画像表示装置 650 の内部構成及び光路を示す側面図である。図 30 において、図 1 に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。また、図 31 は、投写型画像表示装置 650 のライトバルブ 3 及び屈折レンズ群 4 の構成

50

を示す断面図である。図 3 1 において、図 2 に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。

【 0 1 2 2 】

表 2 1 は、投写型画像表示装置 6 5 0 の光学系の光学データを示す。また、表 2 2 ~ 表 2 4 は、投写型画像表示装置 6 5 0 の屈折レンズ群 4 のレンズ表面 S 3 , S 2 0 , S 2 1 の光学データを示す。また、表 2 5 は、投写型画像表示装置 2 0 0 のパワーミラー 5 の表面 (ミラー面) S 2 2 の光学データを示す。表 2 1 ~ 表 2 5 における光学データの記載方法は、実施の形態 1 において説明された表 1 ~ 表 5 における光学データの記載方法と同じである。

【 0 1 2 3 】

【表 2 1】

参考例				
Surf	Radius (mm)	Thickness (mm)	nd	vd
OBJ	Infinity	0.44	-	-
S1	Infinity	3	1.4864	66.63
S2	Infinity	20	-	-
S3*	8.897271	2	1.7433	49.32589
S4	10.90418	5	-	-
ST0 (S5)	Infinity	1.648224	-	-
S6	89.71473	2	1.65412	39.620626
S7	70.92672	1.120256	-	-
S8	42.94136	3	1.617998	63.395881
S9	-9.392054	2	1.7552	27.530471
S10	-337.3434	1.157372	-	-
S11	151.3438	3	1.846663	23.784813
S12	-18.45031	0.7164093	-	-
S13	-25.7047	5	1.56732	42.840704
S14	-12.62336	2	1.806105	40.734352
S15	-286.0501	2.466793	-	-
S16	-30.19358	2	1.805181	25.456421
S17	-90.8901	0.8687819	-	-
S18	176.2309	4	1.66672	48.297307
S19	-45.2333	5	-	-
S20*	-21.19869	4	1.52996	55.8
S21**	-23.81494	160	-	-
S22**	16.36297	-120	-	MIRROR
IMA	16.36297	-	-	-

【 0 1 2 4 】

【表 2 2】

参考例	
レンズ表面 S3	
k	-0.4826509
A4	-2.65011E-05
A6	-3.60669E-07
A8	1.22327E-08
A10	-3.01266E-10

10

20

30

40

50

【 0 1 2 5 】

【 表 2 3 】

参考例	
レンズ表面 S20	
k	-0.4703932
A4	1.68176E-05
A6	-4.25090E-07
A8	7.13984E-10
A10	-2.01424E-12

10

【 0 1 2 6 】

【表 2 4】

参考例	
レンズ表面 S21	
k	-3.410336
B1	0.00000E+00
B2	-5.52772E-03
B3	-2.80854E-05
B4	-6.60552E-07
B5	-2.62577E-06
B6	-3.09755E-08
B7	3.54961E-09
B8	-1.26732E-10
C01	5.68802E-04
C20	-3.45092E-03
C02	-3.44564E-03
C21	-1.08560E-05
C03	-1.19943E-05
C40	7.73438E-06
C22	1.79944E-05
C04	6.21393E-06
C41	9.23838E-08
C23	-1.23422E-07
C05	1.04522E-06
C60	-2.00242E-08
C42	-8.37755E-08
C24	-5.69115E-08
C06	-1.85388E-07
C61	-2.35722E-10
C43	1.32269E-09
C25	9.81831E-11
C07	1.13663E-08
C80	-2.58988E-10
C62	-9.68287E-10
C44	-1.57953E-09
C26	-1.03466E-09
C08	-5.47423E-10

10

20

30

【 0 1 2 7 】

40

【表 25】

参考例	
パワーミラー表面 S22	
k	-3.400786
B1	0.00000E+00
B2	8.61239E-04
B3	-2.70965E-05
B4	-1.38554E-07
B5	2.03361E-09
B6	-1.11316E-11
B7	1.47690E-13
B8	6.61934E-15
C01	-1.43259E-03
C20	7.36512E-04
C02	5.68727E-04
C21	2.34704E-06
C03	1.46987E-05
C40	1.96183E-07
C22	2.55613E-07
C04	-2.20684E-07
C41	-2.85220E-10
C23	2.38255E-09
C05	3.73967E-09
C60	-1.62823E-11
C42	-1.77008E-11
C24	-5.32050E-11
C06	2.49087E-11
C61	-3.91411E-14
C43	-5.59333E-13
C25	-9.68687E-14
C07	-9.89827E-13
C80	-6.59604E-15
C62	-2.75124E-14
C44	-3.84260E-14
C26	-2.74456E-14
C08	-1.70818E-15

10

20

30

【0128】

なお、投写型画像表示装置 650 においては、投写光学系の F ナンバーは 5 であり、DMD 中心と屈折レンズ群 4 の光軸 10 との距離 $L1$ は 5.42 mm であり、投写倍率 $M = Di / D1$ は 83.87 倍であり、投写画像中心と屈折レンズ群の光軸 10 との距離 Li は 454.4 mm である。また、条件式 (6) における $Li / \{ (Di / D1) \cdot L1 \}$ は 1.0 であり、条件式 (7) における $Li / \{ H1 \cdot (Di / D1) \}$ は 0.55 であり、条件式 (8) における $L1 / H1$ は 0.55 である。また、TV 歪曲は 0.21% 以下であり、上限の許容値の目安である 1% 程度よりも十分に小さい。また、図 30 及び図 31 は、投写型画像表示装置 650 の収差図である。この収差図の縦軸の最大値は ± 5 m である。

40

【0129】

この参考例の構成は、条件式 (6) における $Li / \{ (Di / D1) \cdot L1 \}$ が 1.0

50

であり、条件式(6)を満たさないものである。

【0130】

なお、参考例において、上記以外の点は、上記実施の形態1の場合と同じである。

【0131】

実施の形態7.

以下に、本発明の実施の形態7に係る投写型画像表示装置700を、図34~図37を参照しながら説明する。

【0132】

図34は、実施の形態7に係る投写型画像表示装置700の内部構成及び光路を示す側面図である。図34において、図1に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。また、図35は、投写型画像表示装置700のライトバルブ3及び屈折レンズ群4の構成を示す断面図である。図35において、図2に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。

【0133】

表26は、投写型画像表示装置700の光学系の光学データを示す。また、表27~表29は、投写型画像表示装置700の屈折レンズ群4のレンズ表面S3, S20, S21の光学データを示す。また、表30は、投写型画像表示装置700のパワーミラー5の表面(ミラー面)S22の光学データを示す。表26~表30における光学データの記載方法は、実施の形態1において説明された表1~表5における光学データの記載方法と同じである。

【0134】

【表26】

実施の形態7				
Surf	Radius (mm)	Thickness (mm)	nd	vd
OBJ	Infinity	0.44	-	-
S1	Infinity	3	1.4864	66.63
S2	Infinity	20	-	-
S3*	8.803116	2	1.7433	49.32589
S4	10.78925	5	-	-
STO(S5)	Infinity	1.675454	-	-
S6	94.62695	2	1.65412	39.620626
S7	71.12958	1.063515	-	-
S8	42.76166	3	1.617998	63.395881
S9	-9.354582	2	1.7552	27.530471
S10	-803.5416	1.098236	-	-
S11	101.7173	3	1.846663	23.784813
S12	-19.27034	0.8201252	-	-
S13	-25.73153	5	1.56732	42.840704
S14	-12.99068	2	1.806105	40.734352
S15	-291.42	2.512996	-	-
S16	-29.47298	2	1.805181	25.456421
S17	-87.75246	0.8878537	-	-
S18	245.1789	4	1.66672	48.297307
S19	-40.65589	5	-	-
S20*	-20.89467	4	1.52996	55.8
S21**	-23.68881	160	-	-
S22**	16.42281	-120	-	MIRROR
IMA	Infinity	-	-	-

10

20

30

40

50

【 0 1 3 5 】

【 表 2 7 】

実施の形態 7	
レンズ表面 S3	
k	-0.4699607
A4	-2.39718E-05
A6	-4.62099E-07
A8	1.59547E-08
A10	-3.27937E-10

10

【 0 1 3 6 】

【 表 2 8 】

実施の形態 7	
レンズ表面 S20	
k	-0.4061143
A4	1.54871E-05
A6	-4.38215E-07
A8	8.37189E-10
A10	-2.21822E-12

20

【 0 1 3 7 】

【表 29】

実施の形態 7	
レンズ表面 S21	
k	-2.930329
B1	0.00000E+00
B2	-5.50431E-03
B3	-1.13126E-05
B4	-1.02011E-06
B5	-2.63881E-06
B6	-2.52686E-08
B7	3.80203E-09
B8	-8.94712E-11
C01	-4.68402E-03
C20	-3.44605E-03
C02	-3.42608E-03
C21	-2.10345E-05
C03	-1.23264E-05
C40	8.87955E-06
C22	1.96796E-05
C04	5.18888E-06
C41	1.03596E-07
C23	-6.22370E-08
C05	9.10489E-07
C60	-4.14101E-08
C42	-1.42259E-07
C24	-1.06607E-07
C06	-1.37407E-07
C61	-4.52275E-10
C43	3.05886E-10
C25	-2.72535E-09
C07	5.24968E-09
C80	-2.50454E-10
C62	-9.49970E-10
C44	-1.52813E-09
C26	-9.20061E-10
C08	-3.81337E-10

10

20

30

【0138】

40

【表 3 0】

実施の形態 7	
パワーミラー表面 S22	
k	-3.372706
B1	0.00000E+00
B2	8.51669E-04
B3	-2.76657E-05
B4	-1.36218E-07
B5	2.08325E-09
B6	-1.11073E-11
B7	1.44128E-13
B8	6.62091E-15
C01	-3.78149E-03
C20	6.91507E-04
C02	5.64823E-04
C21	3.64517E-06
C03	1.49800E-05
C40	2.11291E-07
C22	2.54696E-07
C04	-2.12423E-07
C41	-6.67052E-10
C23	2.18329E-09
C05	3.60904E-09
C60	-1.86739E-11
C42	-1.62610E-11
C24	-5.23274E-11
C06	2.41152E-11
C61	-3.29636E-16
C43	-5.49206E-13
C25	-9.80172E-14
C07	-9.76364E-13
C80	-6.44679E-15
C62	-2.77084E-14
C44	-3.83526E-14
C26	-2.73923E-14
C08	-1.71096E-15

10

20

30

【0139】

40

なお、投写型画像表示装置 700 においては、投写光学系の F ナンバーは 5 であり、DMD 中心と屈折レンズ群 4 の光軸 10 との距離 L_1 は 5.42 mm であり、投写倍率 $M = D_i / D_l$ は 83.87 倍であり、投写画像中心と屈折レンズ群 4 の光軸 10 との距離 L_i は 445.3 mm である。また、条件式 (6) における $L_i / \{ (D_i / D_l) \cdot L_1 \}$ は 0.98 であり、条件式 (7) における $L_i / \{ H_l \cdot (D_i / D_l) \}$ は 0.54 であり、条件式 (8) における L_1 / H_l は 0.55 である。また、TV 歪曲は 0.24 % 以下であり、上限の許容値の目安である 1 % 程度よりも十分に小さい。また、図 36 及び図 37 は、投写型画像表示装置 700 の収差図である。この収差図の縦軸の最大値は ± 5 mm である。

【0140】

50

以上に説明したように、実施の形態 7 に係る投写型画像表示装置 700 によれば、スクリーン 6 の法線に対して傾斜を有する方向に進む投写光を照射する斜め投写を採用しているにもかかわらず、当該装置の奥行きが薄型化及びスクリーン下の部分の高さの縮小を実現することができる。

【0141】

なお、実施の形態 7 において、上記以外の点は、上記実施の形態 1 の場合と同じである。

【0142】

実施の形態 8 .

以下に、本発明の実施の形態 8 に係る投写型画像表示装置 800 を、図 38 ~ 図 41 を参照しながら説明する。

10

【0143】

図 38 は、実施の形態 8 に係る投写型画像表示装置 800 の内部構成及び光路を示す側面図である。図 38 において、図 1 に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。また、図 39 は、投写型画像表示装置 800 のライトバルブ 3 及び屈折レンズ群 4 の構成を示す断面図である。図 39 において、図 2 に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。

【0144】

表 31 は、投写型画像表示装置 800 の光学系の光学データを示す。また、表 32 ~ 表 34 は、投写型画像表示装置 800 の屈折レンズ群 4 のレンズ表面 S3, S20, S21 の光学データを示す。また、表 35 は、投写型画像表示装置 800 のパワーミラー 5 の表面 (ミラー面) S22 の光学データを示す。表 31 ~ 表 35 における光学データの記載方法は、実施の形態 1 において説明された表 1 ~ 表 5 における光学データの記載方法と同じである。

20

【0145】

【表 3 1】

実施の形態 8, 1 2				
Surf	Radius (mm)	Thickness (mm)	nd	vd
OBJ	Infinity	0.44	-	-
S1	Infinity	3	1.4864	66.63
S2	Infinity	20	-	-
S3*	7.80094	2	1.7433	49.32589
S4	9.121552	5	-	-
ST0(S5)	Infinity	0.9944201	-	-
S6	17.8293	2	1.65412	39.620626
S7	24.28169	0.9873299	-	-
S8	157.2159	3	1.617998	63.395881
S9	-7.72531	2	1.7552	27.530471
S10	-133.6681	1.723256	-	-
S11	89.10284	3	1.846663	23.784813
S12	-20.47705	0.7707695	-	-
S13	-28.05063	5	1.56732	42.840704
S14	-11.3584	2	1.806105	40.734352
S15	-160.8085	1.782721	-	-
S16	-34.44347	2	1.805181	25.456421
S17	-81.60952	0.9387168	-	-
S18	238.3351	4	1.66672	48.297307
S19	-59.04434	5	-	-
S20*	-24.77272	4	1.52996	55.8
S21**	-20.25793	131.83307	-	-
S22**	15.25299	-120	-	MIRROR
IMA	Infinity	-	-	-

10

20

30

【 0 1 4 6 】

【表 3 2】

実施の形態 8, 1 2	
レンズ表面 S3	
k	-0.4597444
A4	-8.45846E-06
A6	-1.44506E-07
A8	1.59271E-08
A10	-3.26662E-10

40

【 0 1 4 7 】

【表 3 3】

実施の形態 8, 1 2	
レンズ表面 S20	
k	0.6466217
A4	3.64122E-06
A6	-1.76860E-07
A8	-9.63589E-11
A10	-4.26284E-13

10

【0 1 4 8】

【表 3 4】

実施の形態 8, 1 2	
レンズ表面 S21	
k	-0.0414147
B1	0.00000E+00
B2	-1.43229E-03
B3	9.10876E-05
B4	3.79274E-06
B5	-3.91359E-07
B6	-1.99313E-08
B7	-7.30258E-10
B8	-5.41654E-11
C01	-1.40709E-02
C20	-1.39911E-03
C02	-1.45841E-03
C21	-5.32852E-05
C03	-1.78139E-05
C40	7.88622E-06
C22	1.85025E-05
C04	1.07421E-06
C41	2.17266E-07
C23	1.76409E-07
C05	8.52766E-07
C60	-2.10583E-08
C42	-9.57627E-08
C24	-4.46189E-08
C06	-4.74383E-08
C61	-1.08076E-09
C43	-1.91527E-09
C25	-7.28954E-09
C07	-1.01669E-09
C80	-1.40199E-10
C62	-4.47347E-10
C44	-7.22673E-10
C26	-3.03073E-10
C08	-1.18145E-10

20

30

40

【0 1 4 9】

50

【表 3 5】

実施の形態 8, 1 2	
パワーミラー表面 S22	
k	-3.229909
B1	0.00000E+00
B2	6.65713E-04
B3	-2.92883E-05
B4	-1.34598E-07
B5	2.13105E-09
B6	-1.10815E-11
B7	1.42032E-13
B8	6.64265E-15
C01	-1.18451E-02
C20	3.68390E-04
C02	4.07553E-04
C21	8.31370E-06
C03	1.63078E-05
C40	2.74822E-07
C22	2.43882E-07
C04	-2.12588E-07
C41	-1.78417E-09
C23	2.75203E-09
C05	3.83405E-09
C60	-2.56076E-11
C42	-2.35517E-12
C24	-6.13223E-11
C06	2.41695E-11
C61	7.81816E-14
C43	-7.32756E-13
C25	-5.62685E-14
C07	-1.02073E-12
C80	-5.96145E-15
C62	-2.82681E-14
C44	-3.72912E-14
C26	-2.75428E-14
C08	-1.45040E-15

10

20

30

【0150】

なお、投写型画像表示装置 800 においては、投写光学系の F ナンバーは 5 であり、DMD 中心と屈折レンズ群 4 の光軸 10 との距離 $L1$ は 5.9 mm であり、投写倍率 $M = Di / D1$ は 83.87 倍であり、投写画像中心と屈折レンズ群の光軸 10 との距離 Li は 470.9 mm である。また、条件式 (6) における $Li / \{ (Di / D1) \cdot L1 \}$ は 0.95 であり、条件式 (7) における $Li / \{ H1 \cdot (Di / D1) \}$ は 0.57 であり、条件式 (8) における $L1 / H1$ は 0.60 である。また、TV 歪曲は 0.27% 以下であり、上限の許容値の目安である 1% 程度よりも十分に小さい。また、図 40 及び図 41 は、投写型画像表示装置 800 の収差図である。この収差図の縦軸の最大値は ± 5 mm である。

40

【0151】

50

以上に説明したように、実施の形態 8 に係る投写型画像表示装置 800 によれば、スクリーン 6 の法線に対して傾斜を有する方向に進む投写光を照射する斜め投写を採用しているにもかかわらず、当該装置の奥行きを薄型化及びスクリーン下の部分の高さを縮小を実現することができる。

【0152】

なお、実施の形態 8 において、上記以外の点は、上記実施の形態 1 の場合と同じである。

【0153】

実施の形態 9 .

以下に、本発明の実施の形態 9 に係る投写型画像表示装置 900 を、図 42 ~ 図 45 を参照しながら説明する。

10

【0154】

図 42 は、実施の形態 9 に係る投写型画像表示装置 900 の内部構成及び光路を示す側面図である。図 42 において、図 1 に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。また、図 43 は、投写型画像表示装置 200 のライトバルブ 3 及び屈折レンズ群 4 の構成を示す断面図である。図 43 において、図 2 に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。

【0155】

表 36 は、投写型画像表示装置 900 の光学系の光学データを示す。また、表 37 ~ 表 39 は、投写型画像表示装置 900 の屈折レンズ群 4 のレンズ表面 S3, S20, S21 の光学データを示す。また、表 40 は、投写型画像表示装置 900 のパワーミラー 5 の表面 (ミラー面) S22 の光学データを示す。表 36 ~ 表 40 における光学データの記載方法は、実施の形態 1 において説明された表 1 ~ 表 5 における光学データの記載方法と同じである。

20

【0156】

【表 3 6】

実施の形態 9				
Surf	Radius (mm)	Thickness (mm)	nd	vd
OBJ	Infinity	0.44	-	-
S1	Infinity	3	1.4864	66.63
S2	Infinity	20	-	-
S3*	7.805265	2	1.7433	49.32589
S4	8.968621	5	-	-
ST0 (S5)	Infinity	1.066144	-	-
S6	15.49726	2	1.65412	39.620626
S7	20.90074	1.300077	-	-
S8	154.74	3	1.617998	63.395881
S9	-7.669869	2	1.7552	27.530471
S10	-151.706	1.834847	-	-
S11	61.81888	3	1.846663	23.784813
S12	-22.78372	0.8502932	-	-
S13	-27.94782	5	1.56732	42.840704
S14	-11.39499	2	1.806105	40.734352
S15	-159.0931	1.836352	-	-
S16	-34.60693	2	1.805181	25.456421
S17	-81.96791	0.9277784	-	-
S18	637.7986	4	1.66672	48.297307
S19	-52.41407	5	-	-
S20*	-23.54319	4	1.52996	55.8
S21**	-19.43364	131.87117	-	-
S22**	15.05825	-120	-	MIRROR
IMA	Infinity	-	-	-

10

20

30

【 0 1 5 7 】

【表 3 7】

実施の形態 9	
レンズ表面 S3	
k	-0.4530099
A4	2.35775E-07
A6	-2.94521E-07
A8	2.38724E-08
A10	-3.95265E-10

40

【 0 1 5 8 】

【表 3 8】

実施の形態 9	
レンズ表面 S20	
k	0.522661
A4	1.45956E-05
A6	-2.09639E-07
A8	-1.28103E-10
A10	-6.48444E-13

10

【0159】

【表 3 9】

実施の形態 9	
レンズ表面 S21	
k	-0.1224388
B1	0.00000E+00
B2	-1.58245E-03
B3	1.10212E-04
B4	4.58541E-06
B5	-6.27320E-07
B6	-1.43724E-08
B7	7.66966E-12
B8	-1.15430E-10
C01	-2.08372E-02
C20	-1.55528E-03
C02	-1.60409E-03
C21	-6.52012E-05
C03	-1.76996E-05
C40	1.22732E-05
C22	2.63756E-05
C04	1.08089E-06
C41	2.11775E-07
C23	3.45468E-07
C05	1.31752E-06
C60	-1.03062E-08
C42	-5.47492E-08
C24	-1.55444E-08
C06	-4.56115E-08
C61	-1.27862E-09
C43	-3.50112E-09
C25	-8.23915E-09
C07	-2.13178E-09
C80	-2.48715E-10
C62	-9.05416E-10
C44	-1.38004E-09
C26	-7.62327E-10
C08	-2.00578E-10

20

30

40

50

【 0 1 6 0 】

【 表 4 0 】

実施の形態 9	
パワーミラー表面 S22	
k	-3.217843
B1	0.00000E+00
B2	6.73328E-04
B3	-2.97358E-05
B4	-1.33996E-07
B5	2.16506E-09
B6	-1.10684E-11
B7	1.39526E-13
B8	6.64292E-15
C01	-1.21688E-02
C20	3.70642E-04
C02	4.18984E-04
C21	8.38625E-06
C03	1.63257E-05
C40	2.77310E-07
C22	2.46113E-07
C04	-2.11674E-07
C41	-1.78201E-09
C23	2.66341E-09
C05	3.80445E-09
C60	-2.70505E-11
C42	-2.77426E-12
C24	-6.04579E-11
C06	2.40050E-11
C61	7.79630E-14
C43	-7.24959E-13
C25	-5.49791E-14
C07	-1.01663E-12
C80	-5.66806E-15
C62	-2.83777E-14
C44	-3.71876E-14
C26	-2.75997E-14
C08	-1.43921E-15

10

20

30

40

【 0 1 6 1 】

なお、投写型画像表示装置 900 においては、投写光学系の F ナンバーは 5 であり、DMD 中心と屈折レンズ群 4 の光軸 10 との距離 $L1$ は 5.9 mm であり、投写倍率 $M = Di / D1$ は 83.87 倍であり、投写画像中心と屈折レンズ群の光軸 10 との距離 Li は 470.0 mm である。また、条件式 (6) における $Li / \{ (Di / D1) \cdot L1 \}$ は 0.93 であり、条件式 (7) における $Li / \{ H1 \cdot (Di / D1) \}$ は 0.56 であり、条件式 (8) における $L1 / H1$ は 0.60 である。また、TV 歪曲は 0.35% 以下であり、上限の許容値の目安である 1% 程度よりも十分に小さい。また、図 44 及び図 45 は、投写型画像表示装置 900 の収差図である。この収差図の縦軸の最大値は ± 5 m である。

50

【 0 1 6 2 】

以上に説明したように、実施の形態 9 に係る投写型画像表示装置 9 0 0 によれば、斜め投写ながら、スクリーン 6 の法線に対して傾斜を有する方向に進む投写光を照射する斜め投写を採用しているにもかかわらず、当該装置の奥行きを薄型化及びスクリーン下の部分の高さの縮小を実現することができる。

【 0 1 6 3 】

なお、実施の形態 9 において、上記以外の点は、上記実施の形態 1 の場合と同じである。

【 0 1 6 4 】

実施の形態 1 0 .

以下に、本発明の実施の形態 1 0 に係る投写型画像表示装置 1 0 0 0 を、図 4 6 ~ 図 4 9 を参照しながら説明する。

【 0 1 6 5 】

図 4 6 は、実施の形態 1 0 に係る投写型画像表示装置 1 0 0 0 の内部構成及び光路を示す側面図である。図 4 6 において、図 1 に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。また、図 4 7 は、投写型画像表示装置 1 0 0 0 のライトバルブ 3 及び屈折レンズ群 4 の構成を示す断面図である。図 4 7 において、図 2 に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。

【 0 1 6 6 】

表 4 1 は、投写型画像表示装置 1 0 0 0 の光学系の光学データを示す。また、表 4 2 ~ 表 4 4 は、投写型画像表示装置 1 0 0 0 の屈折レンズ群 4 のレンズ表面 S 3 , S 2 0 , S 2 1 の光学データを示す。また、表 4 5 は、投写型画像表示装置 1 0 0 0 のパワーミラー 5 の表面 (ミラー面) S 2 2 の光学データを示す。表 4 1 ~ 表 4 5 における光学データの記載方法は、実施の形態 1 において説明された表 1 ~ 表 5 における光学データの記載方法と同じである。

【 0 1 6 7 】

10

20

【表 4 1】

実施の形態 1 0				
Surf	Radius (mm)	Thickness (mm)	nd	vd
OBJ	Infinity	0.44	-	-
S1	Infinity	3	1.4864	66.63
S2	Infinity	20	-	-
S3*	-12.99866	3.246568	1.7433	49.32589
S4	-18.72345	4.58074	-	-
ST0 (S5)	Infinity	0.9136568	-	-
S6	24.48443	4.047548	1.65412	39.620626
S7	72.66856	0.9872337	-	-
S8	52.34027	6	1.617998	63.395881
S9	-11.67939	2	1.7552	27.530471
S10	432.4528	6.499687	-	-
S11	76.51153	5	1.846663	23.784813
S12	-51.77673	4.133472	-	-
S13	61.3393	6	1.56732	42.840704
S14	-28.28773	3	1.806105	40.734352
S15	-194.2632	8.375257	-	-
S16	-18.73642	3	1.805181	25.456421
S17	-41.04625	8.414748	-	-
S18	-69.91575	8	1.66672	48.297307
S19	-42.19895	13.64489	-	-
S20*	-27.39433	5	1.52996	55.8
S21**	-28.26053	208.4756	-	-
S22**	22.37936	-120	-	MIRROR
IMA	Infinity	-	-	-

10

20

30

【 0 1 6 8 】

【表 4 2】

実施の形態 1 0	
レンズ表面 S3	
k	0
A4	-1.70695E-05
A6	7.27795E-07
A8	-2.33661E-08
A10	3.26574E-10

40

【 0 1 6 9 】

【表 4 3】

実施の形態 1 0	
レンズ表面 S20	
k	-2.007506
A4	6.70278E-06
A6	-5.10350E-08
A8	4.23756E-11
A10	-7.01656E-14

10

【 0 1 7 0】

【表 4 4】

実施の形態 1 0	
レンズ表面 S21	
k	-2.059589
B1	0.00000E+00
B2	2.84091E-04
B3	1.47705E-05
B4	6.44597E-06
B5	-3.97847E-07
B6	-9.54093E-09
B7	9.32021E-11
B8	1.39665E-12
C01	-1.12461E-02
C20	4.47858E-04
C02	4.28068E-04
C21	-2.16331E-05
C03	-2.54504E-05
C40	5.91799E-06
C22	1.21942E-05
C04	5.82170E-06
C41	1.03637E-07
C23	2.79137E-07
C05	1.46972E-07
C60	-4.49807E-09
C42	-2.00061E-08
C24	-2.66687E-08
C06	-8.01539E-09
C61	-1.98402E-10
C43	-5.39218E-10
C25	-3.93763E-10
C07	-2.13203E-10
C80	-3.20848E-12
C62	-1.38975E-12
C44	4.51199E-12
C26	3.79776E-12
C08	2.48489E-12

20

30

40

50

【 0 1 7 1 】

【 表 4 5 】

実施の形態 1 0	
パワーミラー表面 S22	
k	-3.139757
B1	1.51372E-02
B2	2.19320E-04
B3	-5.23834E-06
B4	-8.37390E-09
B5	3.07087E-10
B6	8.68625E-13
B7	-1.32779E-14
B8	-4.08985E-17
C01	-1.39519E-02
C20	-2.81949E-04
C02	-3.01621E-05
C21	5.28448E-06
C03	1.27176E-06
C40	2.35620E-08
C22	-8.04539E-08
C04	-2.54413E-08
C41	-8.57156E-10
C23	3.86365E-10
C05	5.25265E-11
C60	-3.03870E-12
C42	9.42423E-12
C24	-4.05633E-12
C06	-1.20171E-13
C61	4.35429E-14
C43	-8.80827E-14
C25	3.02719E-14
C07	-7.00790E-15
C80	1.28092E-16
C62	6.56945E-17
C44	8.33985E-16
C26	1.55583E-16
C08	1.17009E-16

10

20

30

40

【 0 1 7 2 】

なお、実施の形態 1 0 に係る投写型画像表示装置 1 0 0 0 において、ライトバルブ 3 は、屈折レンズ群 4 の光軸 1 0 とライトバルブ 3 表示面を拡張した平面との交点を含む水平軸（光軸 1 0 に直交する方向の水平軸であって、図 4 6 が描かれている紙面に垂直な方向の軸）を中心として、ライトバルブ 3 の画面上辺を表示する部分（図 4 6 における下側）が屈折レンズ群 4 を構成するレンズから遠ざかる方向に 1 . 3 3 ° 回転して（すなわち、図 2 3 における O B J の下部を左に移動させた姿勢で）配置されている。

【 0 1 7 3 】

投写型画像表示装置 1 0 0 0 においては、投写光学系の F ナンバーは 5 であり、D M D 中心と屈折レンズ群 4 の光軸 1 0 との距離 L 1 は 6 . 5 m m であり、投写倍率 $M = D i /$

50

$D1$ は 83.87 倍であり、投写画像中心と屈折レンズ群 4 の光軸 10 との距離 L_i は 479.7 mm である。また、条件式 (6) における $L_i / \{ (D_i / D1) \cdot L1 \}$ は、 0.88 であり、条件式 (7) における $L_i / \{ H1 \cdot (D_i / D1) \}$ は 0.58 であり、条件式 (8) における $L1 / H1$ は 0.66 である。また、TV 歪曲は 0.25% 以下であり、上限の許容値の目安である 1% 程度よりも十分に小さい。また、図 48 及び図 49 は、投写型画像表示装置 1000 の収差図である。この収差図の縦軸の最大値は ± 5 mm である。

【0174】

以上に説明したように、実施の形態 10 に係る投写型画像表示装置 1000 によれば、スクリーン 6 の法線に対して傾斜を有する方向に進む投写光を照射する斜め投写を採用しているにもかかわらず、当該装置の奥行きを薄型化及びスクリーン下の部分の高さの縮小を実現することができる。

10

【0175】

なお、実施の形態 10 において、上記以外の点は、上記実施の形態 1 の場合と同じである。

【0176】

実施の形態 11 .

以下に、本発明の実施の形態 11 に係る投写型画像表示装置 1100 を、図 50 ~ 図 53 を参照しながら説明する。

【0177】

図 50 は、実施の形態 11 に係る投写型画像表示装置 1100 の内部構成及び光路を示す側面図である。図 50 において、図 1 に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。また、図 51 は、投写型画像表示装置 1100 のライトバルブ 3 及び屈折レンズ群 4 の構成を示す断面図である。図 50 において、図 2 に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。

20

【0178】

表 46 は、投写型画像表示装置 1100 の光学系の光学データを示す。また、表 47 ~ 表 49 は、投写型画像表示装置 1100 の屈折レンズ群 4 のレンズ表面 $S3$, $S20$, $S21$ の光学データを示す。また、表 50 は、投写型画像表示装置 1100 のパワーミラー 5 の表面 (ミラー面) $S22$ の光学データを示す。表 46 ~ 表 50 における光学データの記載方法は、実施の形態 1 において説明した表 1 ~ 表 5 における光学データの記載方法と同じである。

30

【0179】

【表 4 6】

実施の形態 1 1				
Surf	Radius (mm)	Thickness (mm)	nd	vd
OBJ	Infinity	0.44	-	-
S1	Infinity	3	1.4864	66.63
S2	Infinity	20	-	-
S3*	-12.25692	3.6228	1.7433	49.32589
S4	-17.67783	5.196875	-	-
STO(S5)	Infinity	0.9040914	-	-
S6	25.28301	2.20933	1.65412	39.620626
S7	101.1299	0.9764954	-	-
S8	52.04173	6	1.617998	63.395881
S9	-12.22046	2	1.7552	27.530471
S10	234.2124	7.414941	-	-
S11	70.60706	5	1.846663	23.784813
S12	-63.91163	4.331939	-	-
S13	53.56442	6	1.56732	42.840704
S14	-28.49286	3	1.806105	40.734352
S15	-194.1664	9.649609	-	-
S16	-18.20485	3	1.805181	25.456421
S17	-40.91057	10.10822	-	-
S18	-59.21408	8	1.66672	48.297307
S19	-38.53732	7.280076	-	-
S20*	-26.6702	5	1.52996	55.8
S21**	-28.23852	209.017	-	-
S22**	22.64156	-120	-	MIRROR
IMA	Infinity	-	-	-

10

20

【0180】

【表 4 7】

実施の形態 1 1	
レンズ表面 S3	
k	0
A4	-1.21781E-05
A6	6.72373E-07
A8	-1.91893E-08
A10	2.64696E-10

30

40

【0181】

【表 4 8】

実施の形態 1 1	
レンズ表面 S20	
k	-1.451246
A4	4.43518E-06
A6	-5.59496E-08
A8	3.78319E-11
A10	-9.04292E-14

50

【 0 1 8 2 】

【 表 4 9 】

実施の形態 1 1	
レンズ表面 S21	
k	-1.831524
B1	0.00000E+00
B2	4.41316E-04
B3	3.29083E-05
B4	6.14207E-06
B5	-4.06257E-07
B6	-1.04009E-08
B7	9.33257E-12
B8	1.28630E-12
C01	-1.54607E-02
C20	5.82147E-04
C02	5.81708E-04
C21	-2.80117E-05
C03	-5.52372E-05
C40	2.79438E-06
C22	5.35031E-06
C04	5.78432E-06
C41	1.49128E-07
C23	5.02524E-07
C05	5.26867E-08
C60	-2.53392E-09
C42	-1.60978E-08
C24	-3.60831E-08
C06	-9.52538E-09
C61	-3.22446E-10
C43	-1.01165E-09
C25	-2.08757E-10
C07	2.68750E-11
C80	-2.31667E-12
C62	1.00280E-11
C44	2.99298E-11
C26	9.92676E-12
C08	-8.97982E-13

10

20

30

40

【 0 1 8 3 】

【表 5 0】

実施の形態 1 1	
パワーミラー表面 S22	
k	-3.04995
B1	1.10318E-02
B2	2.03169E-04
B3	-4.94962E-06
B4	-5.34620E-09
B5	3.09204E-10
B6	9.09252E-13
B7	-1.26104E-14
B8	-3.97559E-17
C01	-2.45851E-02
C20	-5.03358E-04
C02	-4.02138E-05
C21	8.13877E-06
C03	1.36806E-07
C40	3.95100E-08
C22	-9.95361E-08
C04	-1.54400E-08
C41	-1.29804E-09
C23	2.38761E-10
C05	8.23561E-11
C60	-4.36530E-12
C42	1.35914E-11
C24	-2.90128E-12
C06	-9.23896E-13
C61	6.17546E-14
C43	-1.13668E-13
C25	3.11378E-14
C07	-1.28995E-14
C80	1.51752E-16
C62	-4.48964E-17
C44	8.89067E-16
C26	1.09332E-16
C08	1.69447E-16

10

20

30

【0184】

40

なお、実施の形態 1 1 に係る投写型画像表示装置 1 1 0 0 において、ライトバルブ 3 は、屈折レンズ群 4 の光軸 1 0 とライトバルブ 3 表示面を拡張した平面との交点を含む水平軸（光軸 1 0 に直交する方向の水平軸であって、図 5 0 が描かれている紙面に垂直な方向の軸）を中心として、ライトバルブ 3 の画面上辺を表示する部分（図 5 0 における下側）が屈折レンズ群 4 を構成するレンズから遠ざかる方向に 2.11° 回転して（すなわち、図 2 3 における O B J の下部を左に移動させた姿勢で）配置されている。

【0185】

投写型画像表示装置 1 1 0 0 において、投写光学系の F ナンバーは 5 であり、DMD 中心と屈折レンズ群の光軸 1 0 との距離 L_1 は 7.0 mm であり、投写倍率 $M = D_i / D_1$ は 83.87 倍であり、投写画像中心と屈折レンズ群の光軸 1 0 との距離 L_i は $487.$

50

3 mmである。また、条件式(6)における $L_i / \{ (D_i / D_1) \cdot L_1 \}$ は0.83であり、条件式(7)における $L_i / \{ H_1 \cdot (D_i / D_1) \}$ は0.59であり、条件式(8)における L_1 / H_1 は0.71である。また、TV歪曲は0.32%以下であり、上限の許容値の目安である1%程度よりも十分に小さい。また、図52及び図53は、投写型画像表示装置1100の収差図である。この収差図の縦軸の最大値は±5 mmである。

【0186】

以上に説明したように、実施の形態11に係る投写型画像表示装置1100によれば、スクリーン6の法線に対して傾斜を有する方向に進む投写光を照射する斜め投写を採用しているにもかかわらず、当該装置の奥行きを薄型化及びスクリーン下の部分の高さの縮小を実現することができる。

10

【0187】

なお、実施の形態11において、上記以外の点は、上記実施の形態1の場合と同じである。

【0188】

実施の形態12.

以下に、本発明の実施の形態12に係る投写型画像表示装置1200を、図54及び図55を参照しながら説明する。

【0189】

図54は、実施の形態12に係る投写型画像表示装置1200を水平横方向から見た場合の内部構成及び光路を示す側面図であり、図55は、投写型画像表示装置1200を鉛直上方向から見た場合の内部構成及び光路を示す上面図である。図54及び図55のそれぞれにおいて、図38に示される構成と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。

20

【0190】

実施の形態12に係る投写型画像表示装置1200は、屈折レンズ群4からパワーミラー5に至る光路の途中に、屈折レンズ群4からの光画像の進行方向を折り返す1枚の平面ミラー11を介在させた点が、上記実施の形態8に係る投写型画像表示装置800と相違する。平面ミラー11は、屈折レンズ群4から射出された投写光を水平方向に折り曲げて、物理的な位置関係としてスクリーン6とパワーミラー5との間に屈折レンズ群4を配置させることで、投写光学系をコンパクトに筐体内に収納することを可能にしている。

30

【0191】

平面ミラー11により折り曲げられる前後の、投写光軸のなす角度(°)を θ_2 とすると、投写型画像表示装置1200は、以下の条件式(10)を満足することが望ましい。

$$20 < \theta_2 < 90 \quad \dots (10)$$

【0192】

条件式(10)において、角度 θ_2 が下限値 20° を下回ると、屈折レンズ群4及びライトバルブ3と、パワーミラー5及びパワーミラー5からスクリーン6に向かう投写光との干渉が生じてしまう。また、角度 θ_2 が上限値 90° を上回ると、屈折レンズ群4及びライトバルブ3がパワーミラー5から離れて位置することになり、投写光学系をコンパクトに配置することができなくなってしまう。

40

【0193】

なお、実施の形態12に係る投写型画像表示装置1200における屈折レンズ群4及びパワーミラー5の形状等の光学的特性は、実施の形態8に係る投写型画像表示装置800に関して示された表31～表35の光学データと同じである。

【0194】

以上に説明したように、実施の形態12に係る投写型画像表示装置1200によれば、スクリーン6の法線に対して傾斜を有する方向に進む投写光を照射する斜め投写を採用しているにもかかわらず、当該装置の奥行きを薄型化及びスクリーン下の部分の高さの縮小を実現することができる。

【0195】

50

なお、実施の形態 1 2 において、上記以外の点は、上記実施の形態 8 の場合と同じである。

【0196】

変形例。

上記各実施の形態においては、投写型画像表示装置がスクリーンを透過式とするリア投写型である場合を説明したが、本発明はリア投写型には限定されず、本発明をフロント投写型に適用することもできる。

【0197】

また、本発明の投写型画像表示装置を、上下、左右、又は、上下左右に並ぶように組み合わせることによって、複数のスクリーンからなるマルチ画面を構成することも可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0198】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係る投写型画像表示装置の内部構成及び光路を示す側面図である。

【図 2】実施の形態 1 に係る投写型画像表示装置のライトバルブ及び屈折レンズ群の構成を示す断面図である。

【図 3】屈折レンズ群の光軸に対する DMD 中心位置のオフセット量がゼロである比較例における DMD の動作を説明するための図である。

【図 4】全反射プリズムを使用した比較例における構成及び照明光と投写光の光路を概略的に示す図である。

20

【図 5】屈折レンズ群の光軸に対する DMD 中心位置のオフセットが存在する実施の形態 1 における DMD の動作を説明するための図である。

【図 6】全反射プリズムを使用しない実施の形態 1 の場合における照明光と投写光の光路を概略的に示す図である。

【図 7】実施の形態 1 に係る投写型画像表示装置の各構成の位置関係を概略的に示す図である。

【図 8】実施の形態 1 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 1）である。

【図 9】実施の形態 1 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 2）である。

【図 10】本発明の実施の形態 2 に係る投写型画像表示装置の内部構成及び光路を示す側面図である。

30

【図 11】実施の形態 2 に係る投写型画像表示装置のライトバルブ及び屈折レンズ群の構成を示す断面図である。

【図 12】実施の形態 2 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 1）である。

【図 13】実施の形態 2 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 2）である。

【図 14】本発明の実施の形態 3 に係る投写型画像表示装置の内部構成及び光路を示す側面図である。

【図 15】実施の形態 3 に係る投写型画像表示装置のライトバルブ及び屈折レンズ群の構成を示す断面図である。

【図 16】実施の形態 3 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 1）である。

40

【図 17】実施の形態 3 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 2）である。

【図 18】本発明の実施の形態 4 に係る投写型画像表示装置の内部構成及び光路を示す側面図である。

【図 19】実施の形態 4 に係る投写型画像表示装置の内部構成及び光路をスクリーン正面又は背面から見た図である。

【図 20】本発明の実施の形態 5 に係る投写型画像表示装置の内部構成及び光路を示す側面図である。

【図 21】実施の形態 5 に係る投写型画像表示装置の内部構成及び光路をスクリーン正面又は背面から見た図である。

【図 22】本発明の実施の形態 6 に係る投写型画像表示装置の内部構成及び光路を示す側

50

面図である。

【図 2 3】実施の形態 6 に係る投写型画像表示装置のライトバルブ及び屈折レンズ群の構成を示す断面図である。

【図 2 4】非球面ミラーを傾けて配置した比較例の場合の内部構成及び光路を概略的に示す図である。

【図 2 5】図 2 4 の比較例の構成における投写画像の歪曲を示す図である。

【図 2 6】ライトバルブを傾けて配置した実施の形態 6 の場合の内部構成及び光路を概略的に示す図である。

【図 2 7】図 2 6 に示される実施の形態 6 の構成における投写画像の歪曲を示す図である。

10

【図 2 8】実施の形態 6 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 1）である。

【図 2 9】実施の形態 6 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 2）である。

【図 3 0】参考例の投写型画像表示装置の内部構成及び光路を示す側面図である。

【図 3 1】参考例の投写型画像表示装置のライトバルブ及び屈折レンズ群の構成を示す断面図である。

【図 3 2】参考例の投写型画像表示装置の収差図（その 1）である。

【図 3 3】参考例の投写型画像表示装置の収差図（その 2）である。

【図 3 4】本発明の実施の形態 7 に係る投写型画像表示装置の内部構成及び光路を示す側面図である。

【図 3 5】実施の形態 7 に係る投写型画像表示装置のライトバルブ及び屈折レンズ群の構成を示す断面図である。

20

【図 3 6】実施の形態 7 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 1）である。

【図 3 7】実施の形態 7 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 2）である。

【図 3 8】本発明の実施の形態 8 に係る投写型画像表示装置の内部構成及び光路を示す側面図である。

【図 3 9】実施の形態 8 に係る投写型画像表示装置のライトバルブ及び屈折レンズ群の構成を示す断面図である。

【図 4 0】実施の形態 8 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 1）である。

【図 4 1】実施の形態 8 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 2）である。

【図 4 2】本発明の実施の形態 9 に係る投写型画像表示装置の内部構成及び光路を示す側面図である。

30

【図 4 3】実施の形態 9 に係る投写型画像表示装置のライトバルブ及び屈折レンズ群の構成を示す断面図である。

【図 4 4】実施の形態 9 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 1）である。

【図 4 5】実施の形態 9 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 2）である。

【図 4 6】本発明の実施の形態 10 に係る投写型画像表示装置の内部構成及び光路を示す側面図である。

【図 4 7】実施の形態 10 に係る投写型画像表示装置のライトバルブ及び屈折レンズ群の構成を示す断面図である。

【図 4 8】実施の形態 10 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 1）である。

40

【図 4 9】実施の形態 10 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 2）である。

【図 5 0】本発明の実施の形態 11 に係る投写型画像表示装置の内部構成及び光路を示す側面図である。

【図 5 1】実施の形態 11 に係る投写型画像表示装置のライトバルブ及び屈折レンズ群の構成を示す断面図である。

【図 5 2】実施の形態 11 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 1）である。

【図 5 3】実施の形態 11 に係る投写型画像表示装置の収差図（その 2）である。

【図 5 4】本発明の実施の形態 12 に係る投写型画像表示装置の内部構成及び光路を示す側面図である。

【図 5 5】実施の形態 12 に係る投写型画像表示装置の内部構成及び光路を示す上面図で

50

ある。

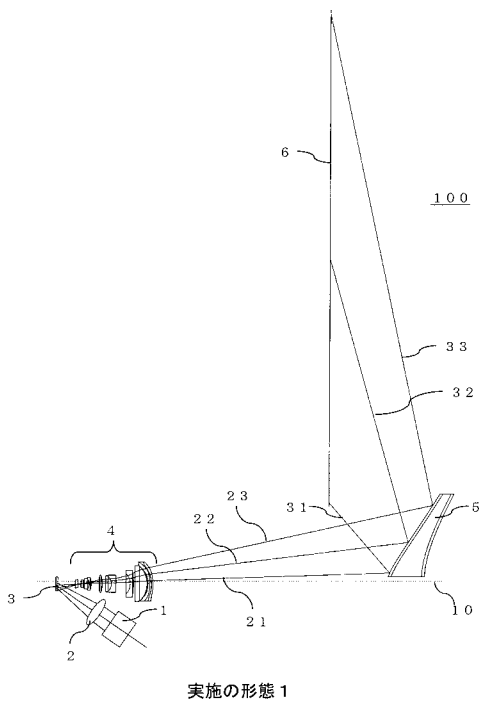
【符号の説明】

【0199】

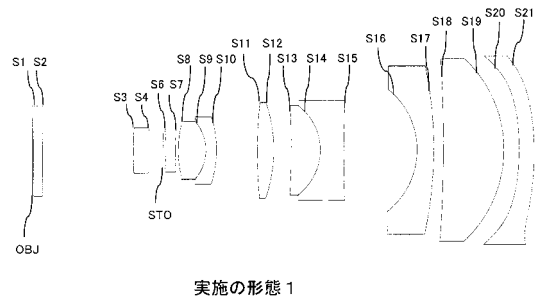
1 光源、 2 光学系、 3 ライトバルブ、 4 屈折レンズ群、 5 パワーミラー、 6 スクリーン、 7, 8 平面ミラー、 10 屈折レンズ群の光軸、 11 平面ミラー、 21, 22, 23 屈折レンズ群からパワーミラーに向かう主光線、 31, 32, 33 パワーミラーからスクリーンに向かう主光線、 40 DMDの基準面、 41 OFF状態の微小ミラー、 42 ON状態の微小ミラー、 50 照明光軸、 51 DMDに向かう照明光、 60 投写光軸、 61 DMDからの投写光、 70 OFF光の光軸、 71 OFF光、 80 全反射プリズム、 81 第1のプリズム、 82 第2のプリズム、 90 照明光、 91 投写光、 131, 132, 133 パワーミラーからスクリーンに向かう主光線、 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200 投写型画像表示装置。

10

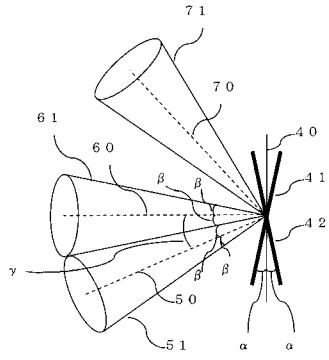
【図1】



【図2】

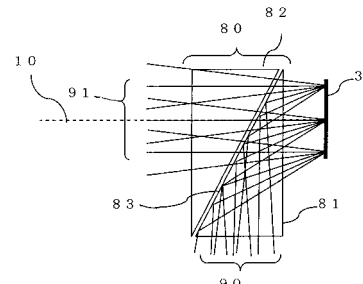


【図3】



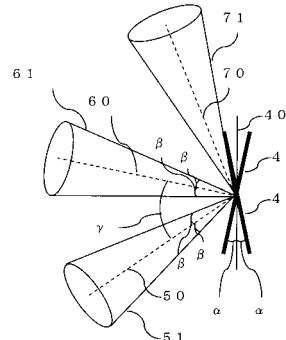
比較例

【図4】



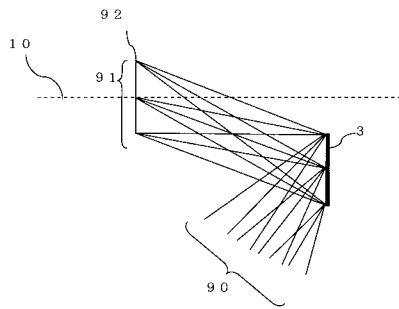
比較例

【図5】



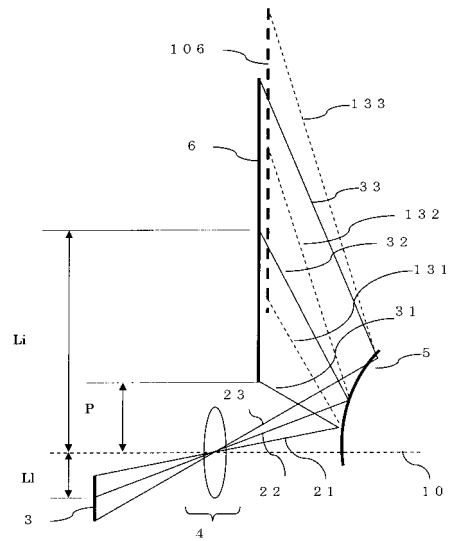
実施の形態1

【図6】



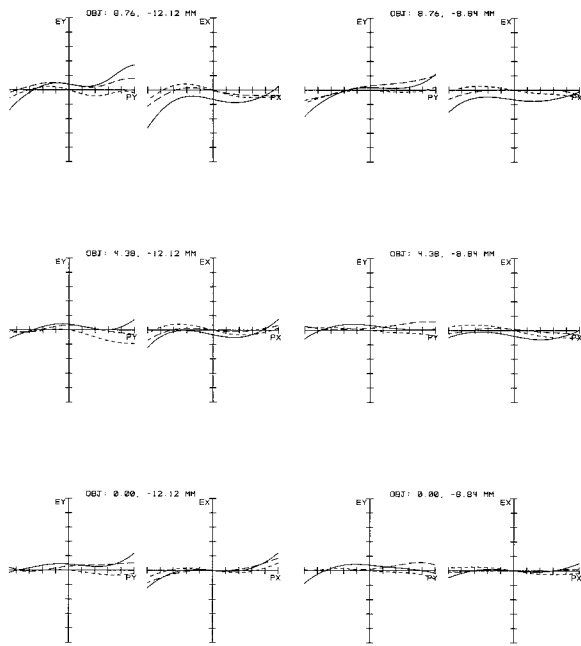
実施の形態1

【図7】

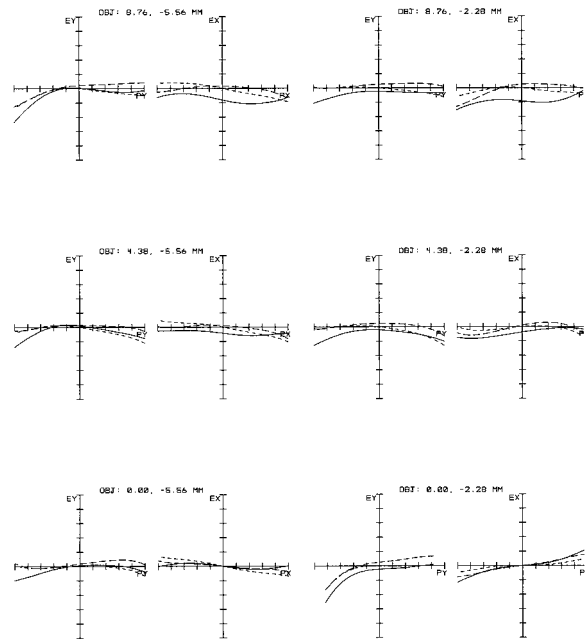


実施の形態1

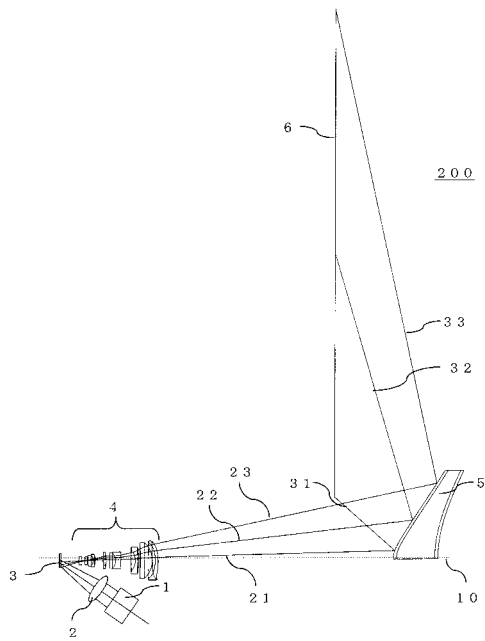
【図 8】



【図 9】

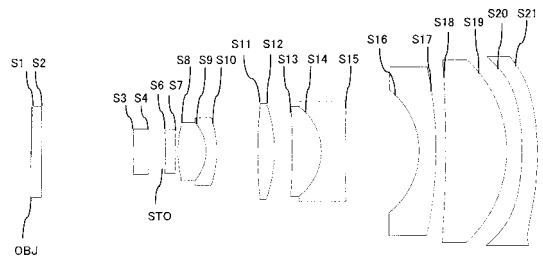


【図 10】



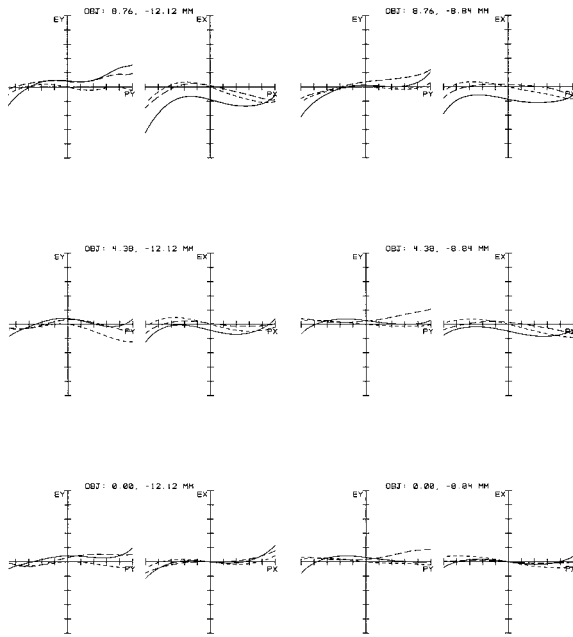
実施の形態 2

【図 11】

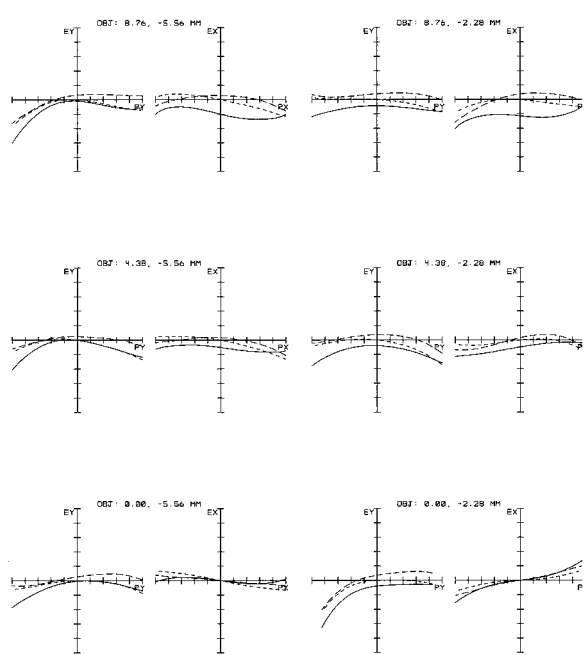


実施の形態 2

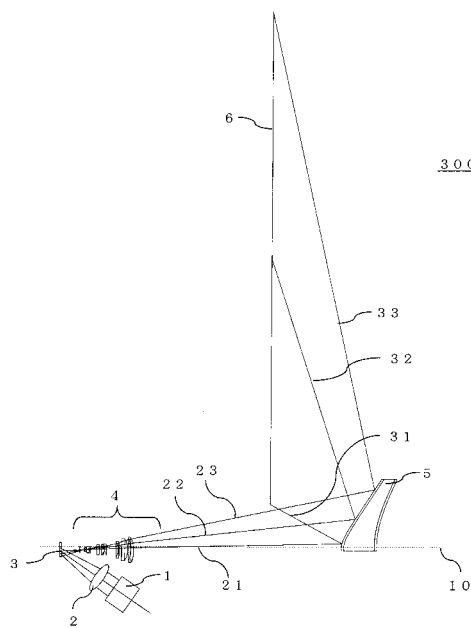
【図 1 2】



【図 1 3】

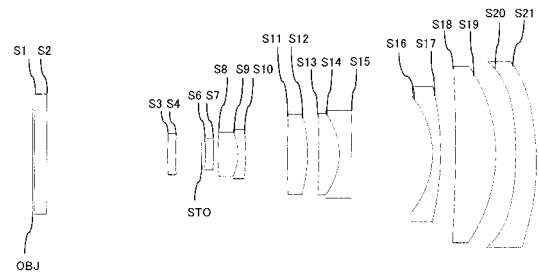


【図 1 4】



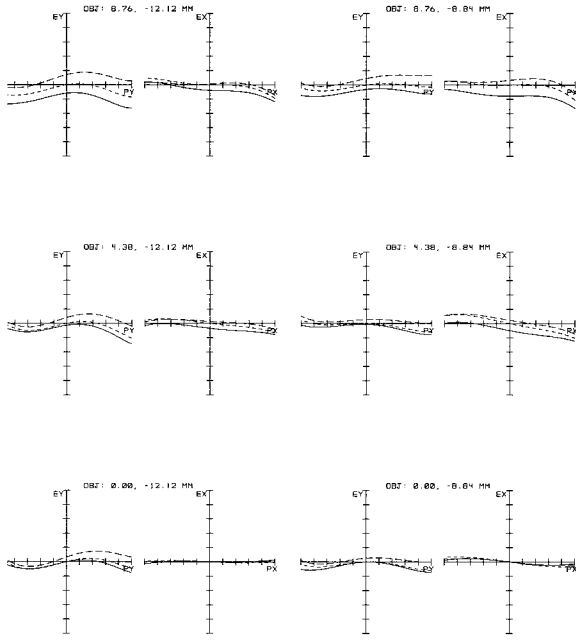
実施の形態 3

【図 1 5】

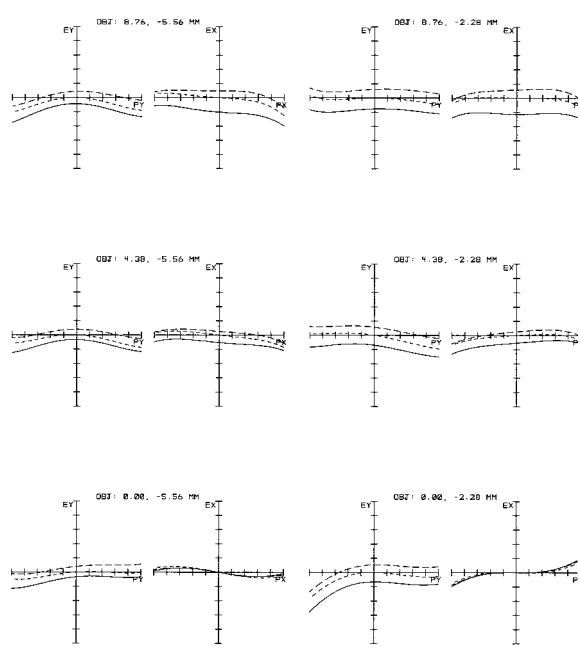


実施の形態 3

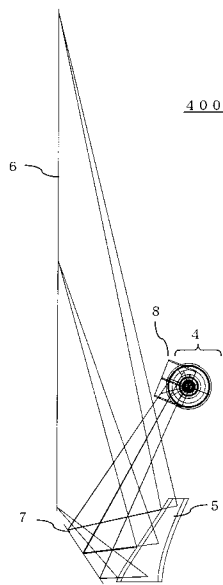
【図 16】



【図 17】

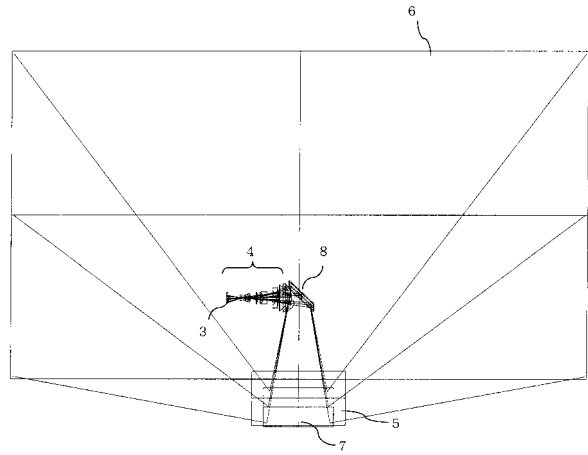


【図 18】



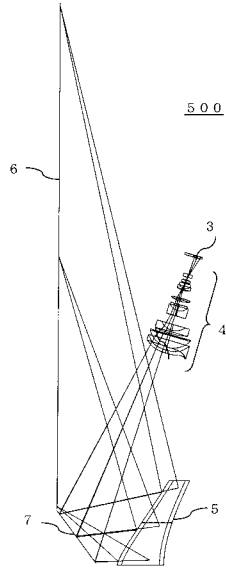
実施の形態 4

【図 19】



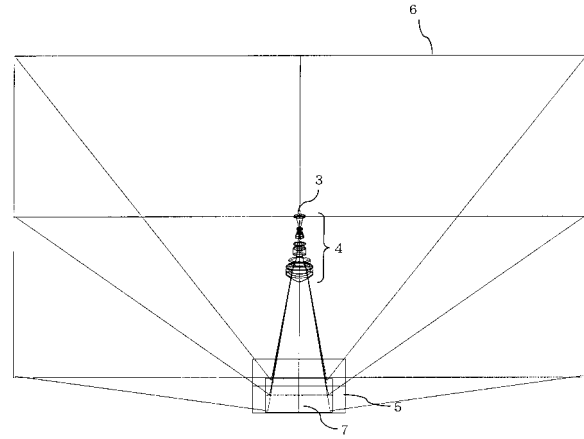
実施の形態 4

【図20】



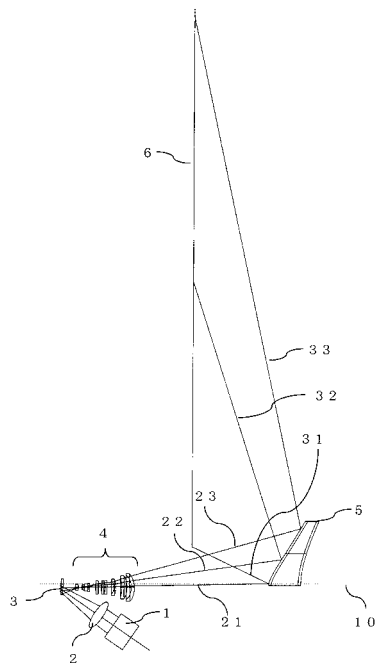
実施の形態5

【図21】



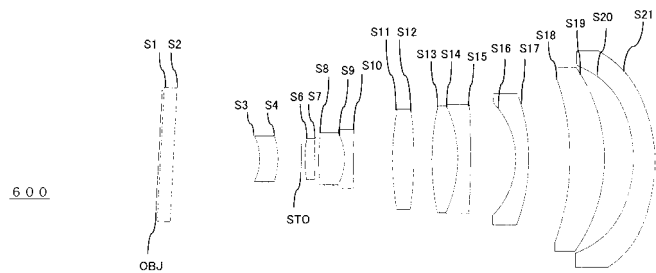
実施の形態5

【図22】



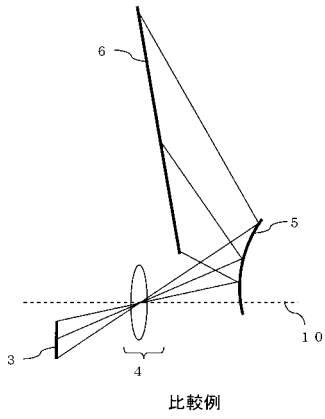
実施の形態6

【図23】

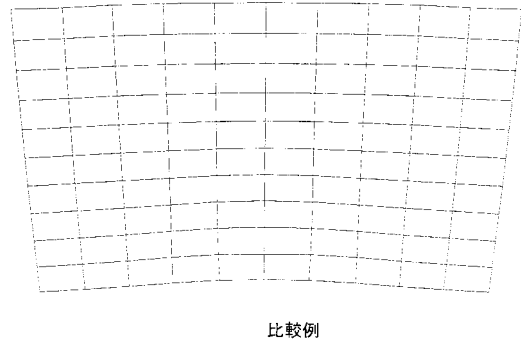


実施の形態6

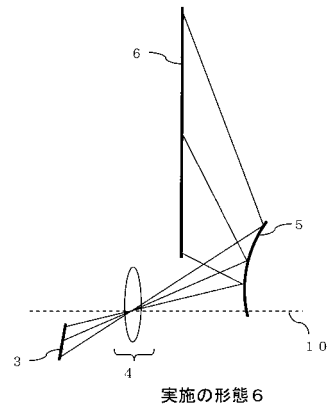
【図24】



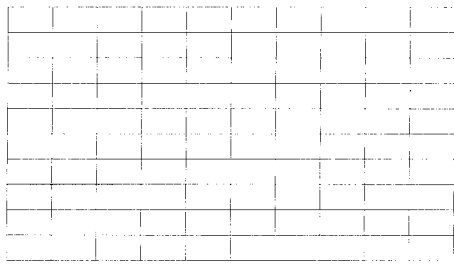
【図25】



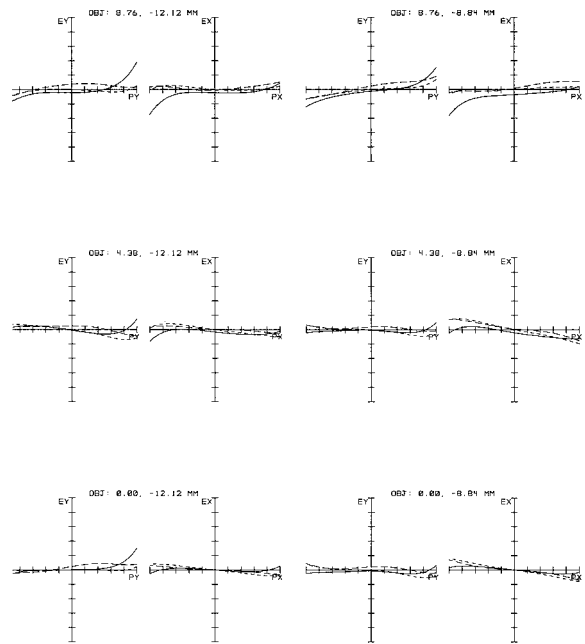
【図26】



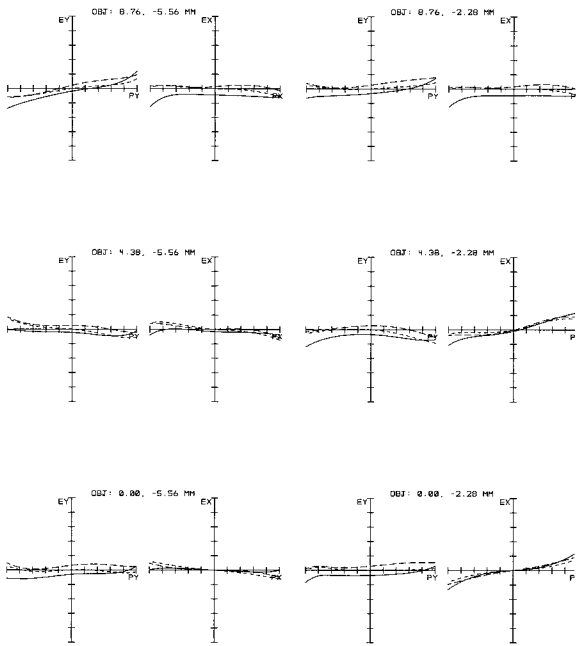
【図27】



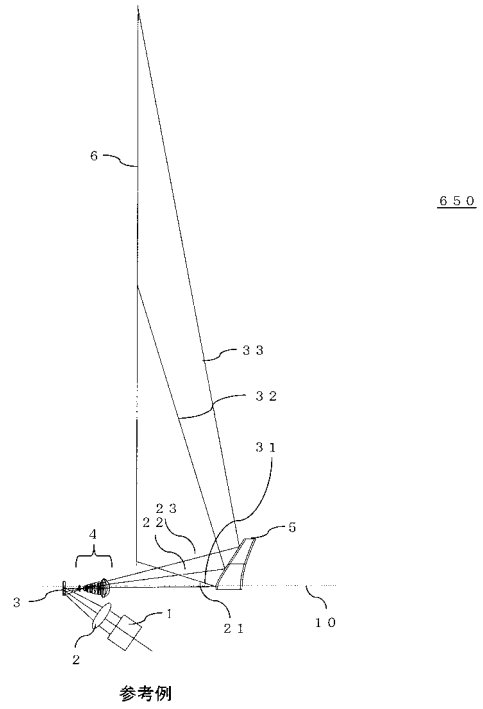
【図28】



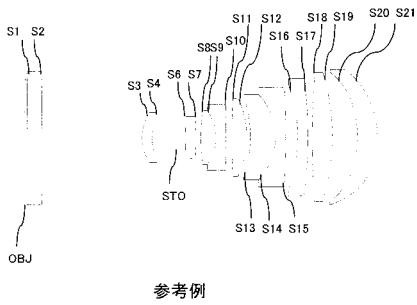
【図 29】



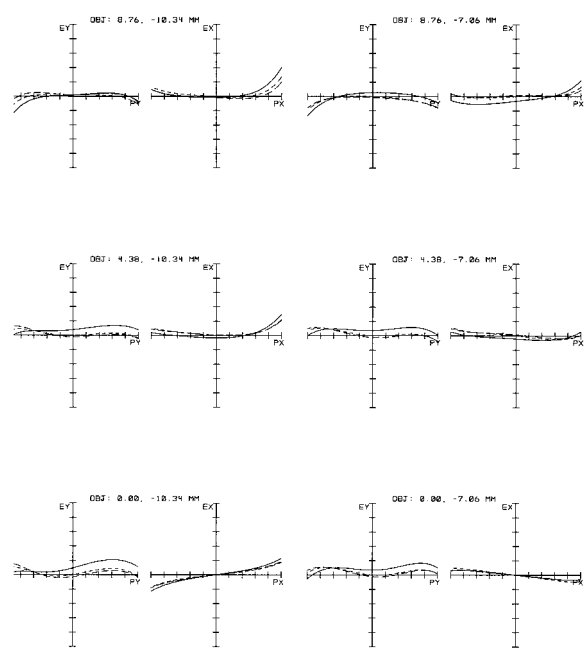
【図 30】



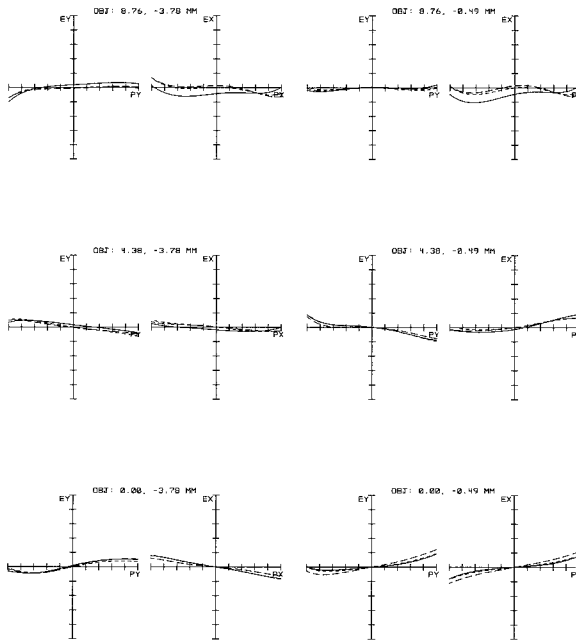
【図 31】



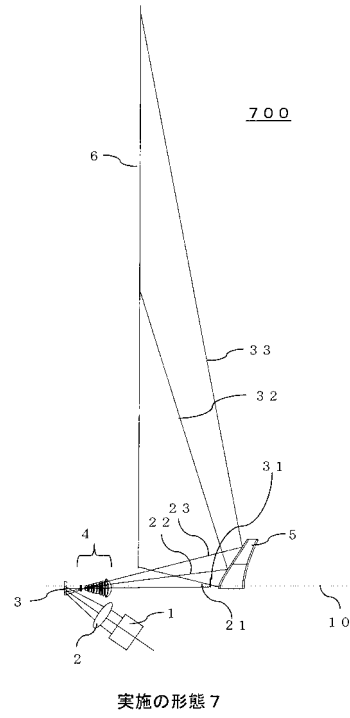
【図 32】



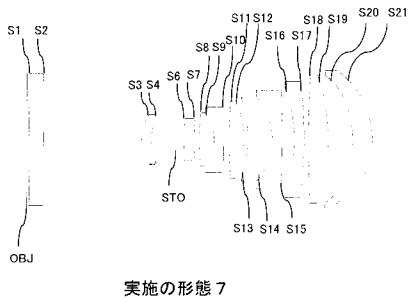
【図 33】



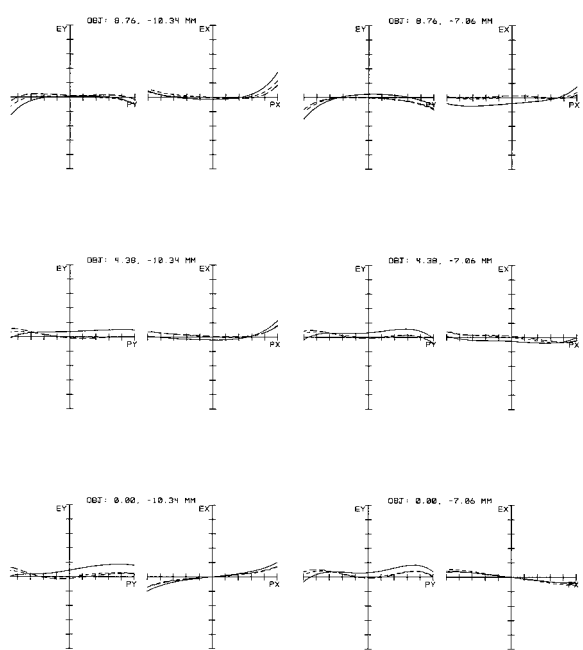
【図 34】



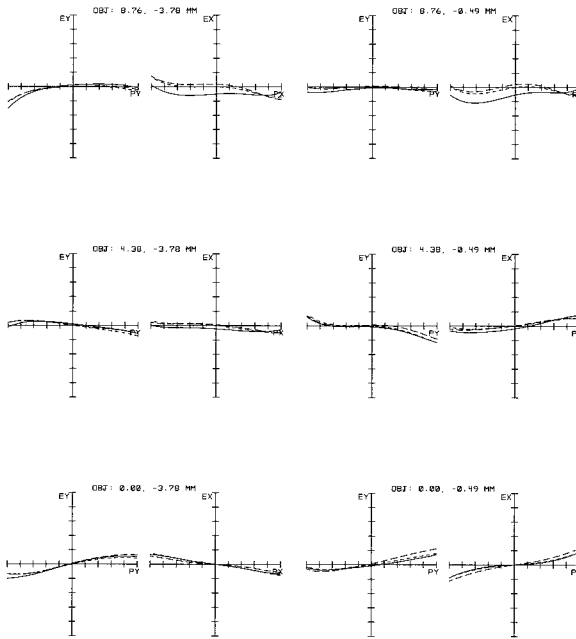
【図 35】



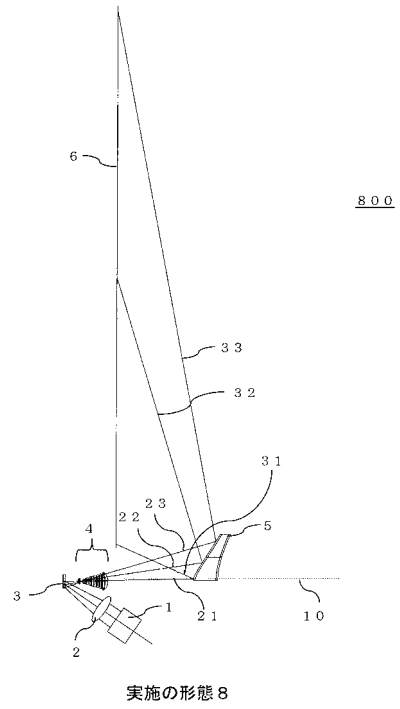
【図 36】



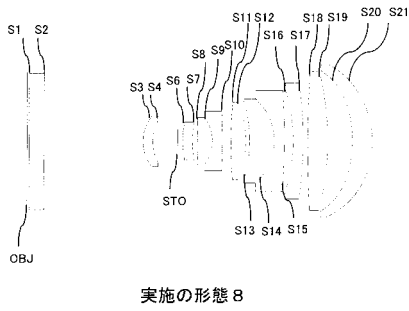
【図 37】



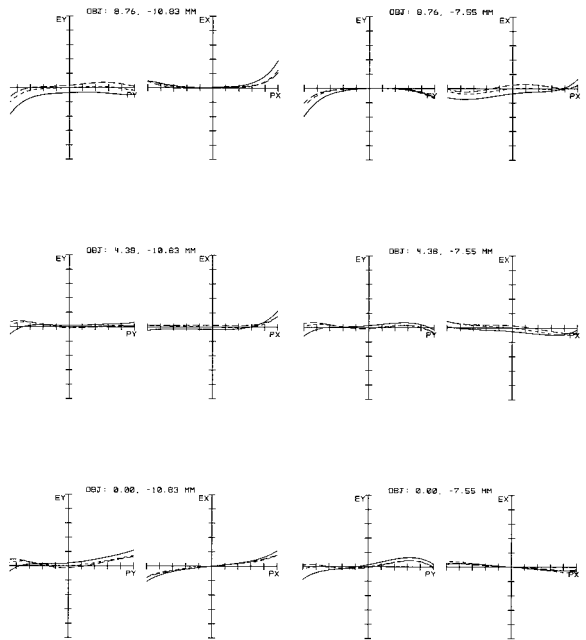
【図 38】



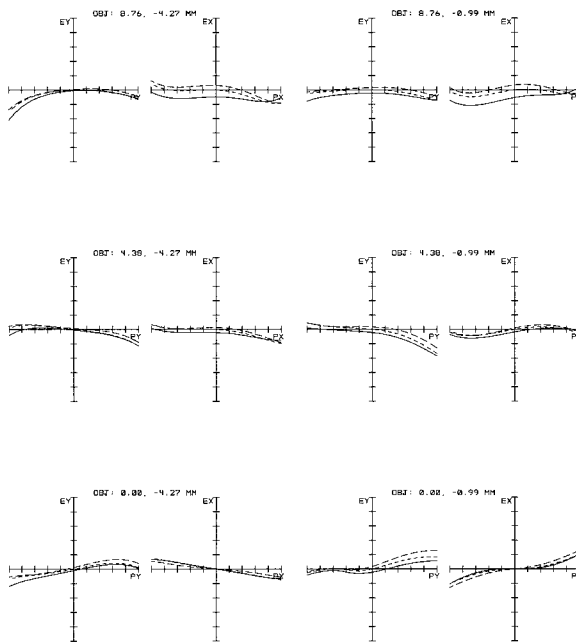
【図 39】



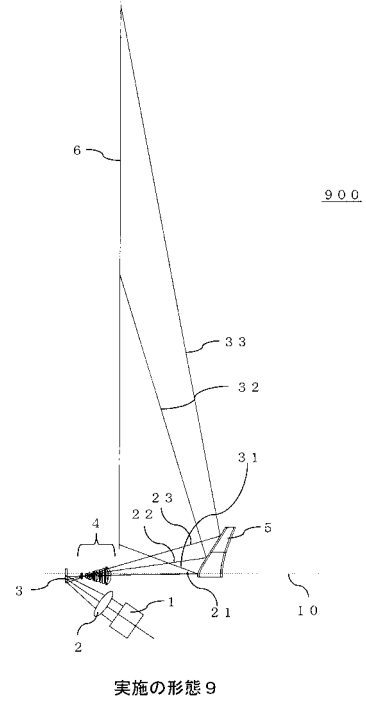
【図 40】



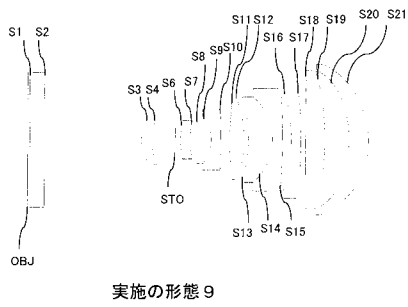
【図41】



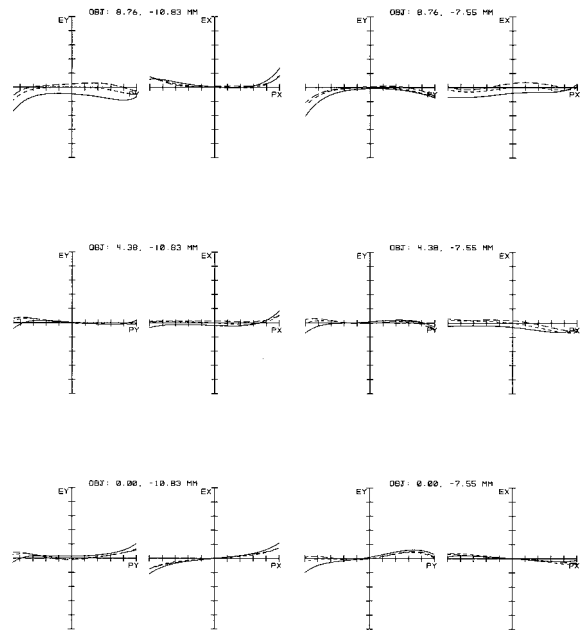
【図42】



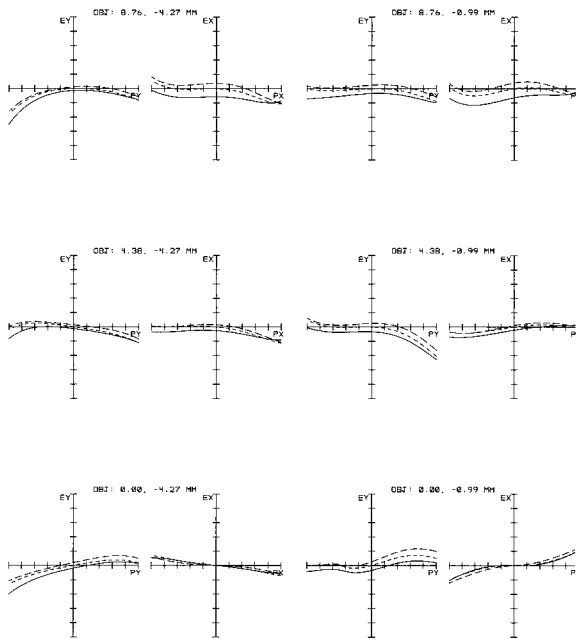
【図43】



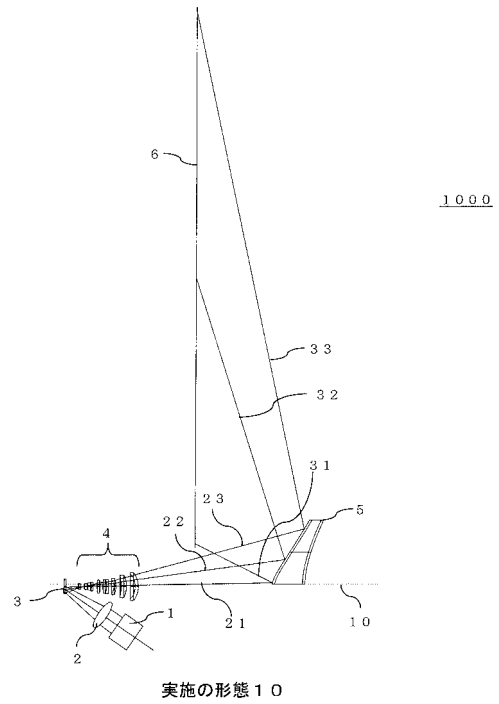
【図44】



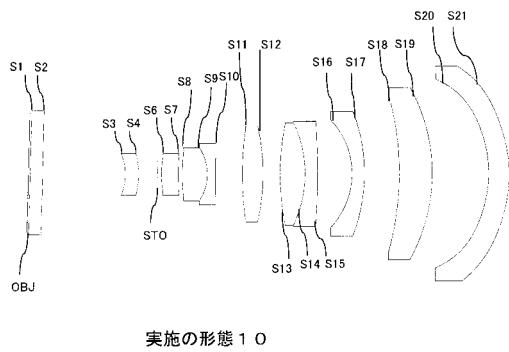
【図45】



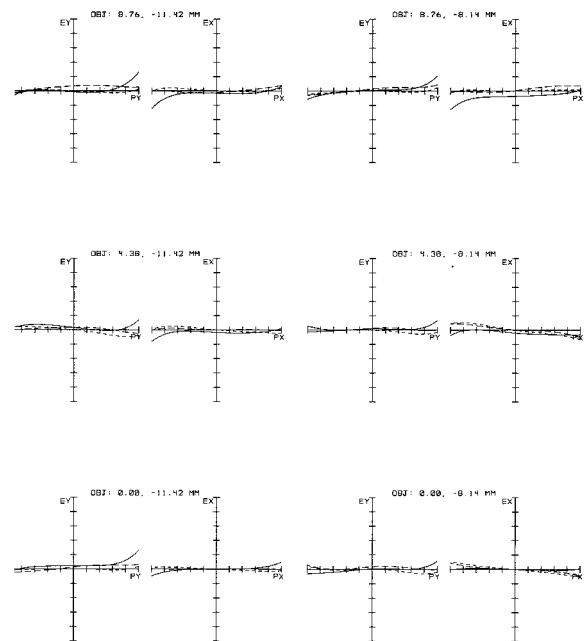
【図46】



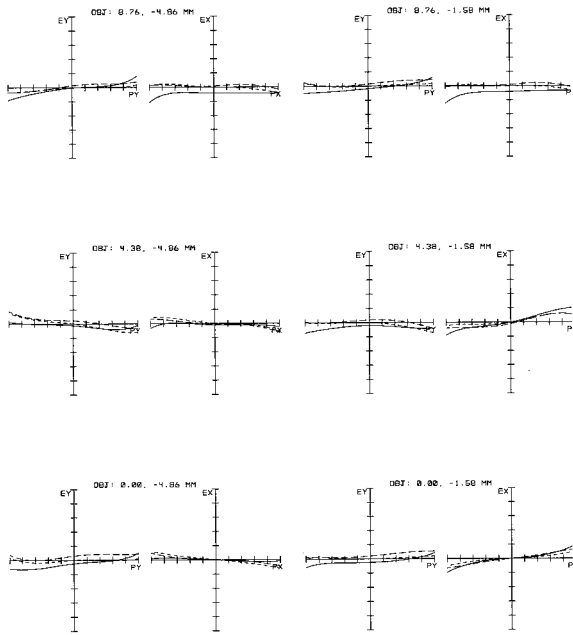
【図47】



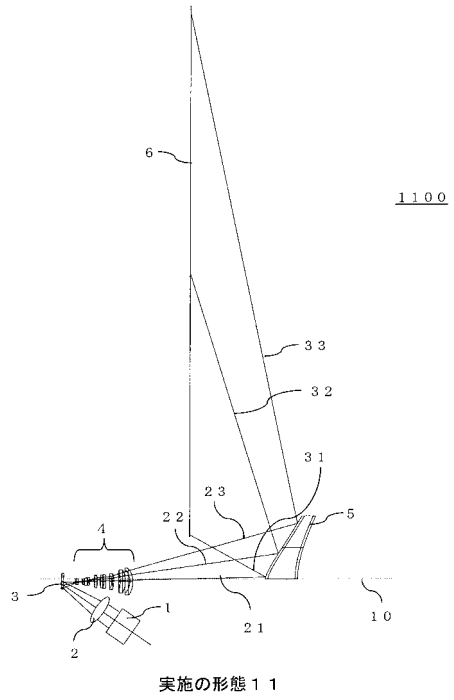
【図48】



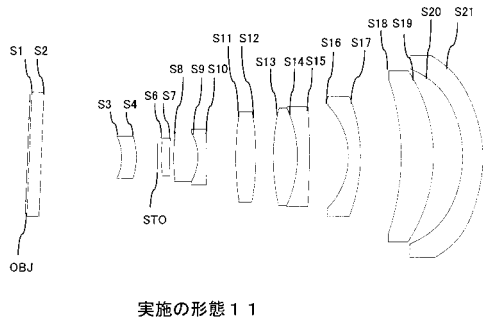
【図 49】



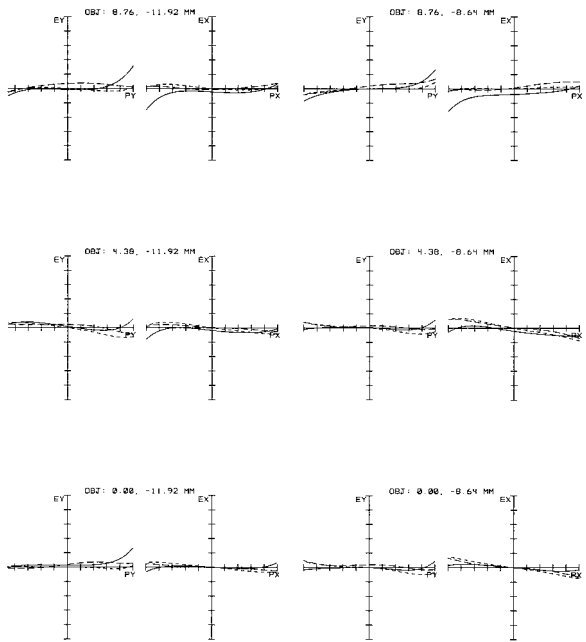
【図 50】



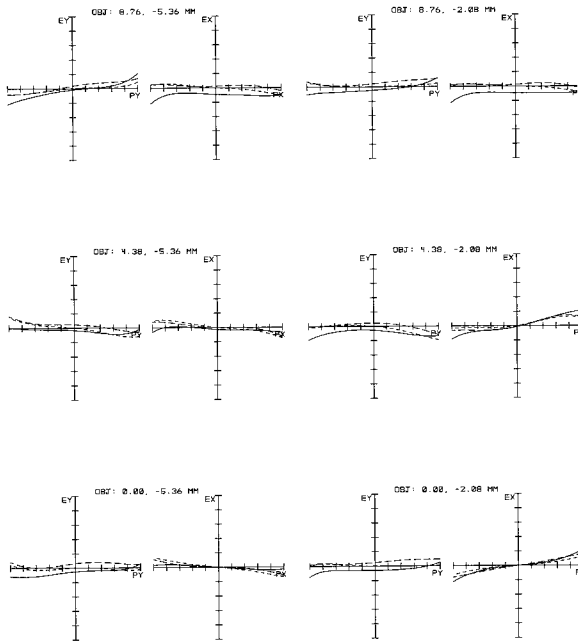
【図 51】



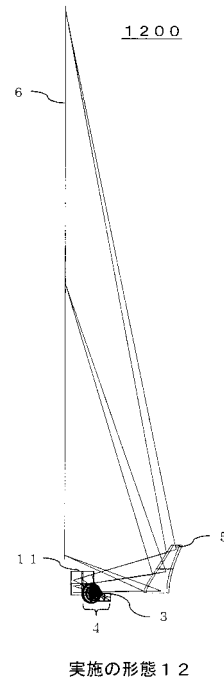
【図 52】



【図53】

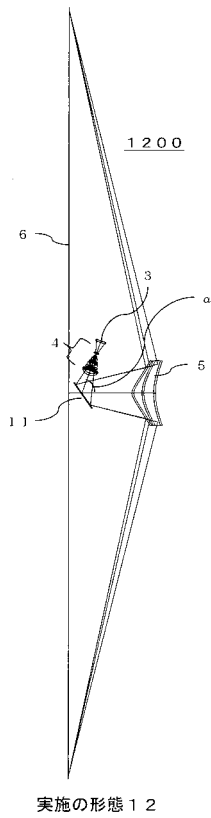


【図54】



実施の形態12

【図55】



実施の形態12

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-258218(JP,A)
特開2005-301074(JP,A)
特開2005-084576(JP,A)
特開2004-061961(JP,A)
特開2001-264634(JP,A)
特開2000-275515(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 17/08
G02B 13/18
G02B 13/24
G03B 21/00
G03B 21/28