

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-282159

(P2010-282159A)

(43) 公開日 平成22年12月16日(2010.12.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G02B 15/20 (2006.01)</b>	G02B 15/20	2H087
<b>G02B 15/167 (2006.01)</b>	G02B 15/167	2H088
<b>G03B 21/14 (2006.01)</b>	G03B 21/14 Z	2K103
<b>G02F 1/13 (2006.01)</b>	G02F 1/13 505	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2009-137751 (P2009-137751)  
 (22) 出願日 平成21年6月8日(2009.6.8)

(71) 出願人 306037311  
 富士フイルム株式会社  
 東京都港区西麻布2丁目26番30号  
 (74) 代理人 100073184  
 弁理士 柳田 征史  
 (74) 代理人 100090468  
 弁理士 佐久間 剛  
 (72) 発明者 天野 賢  
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324  
 番地 フジノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投写用ズームレンズおよび投写型表示装置

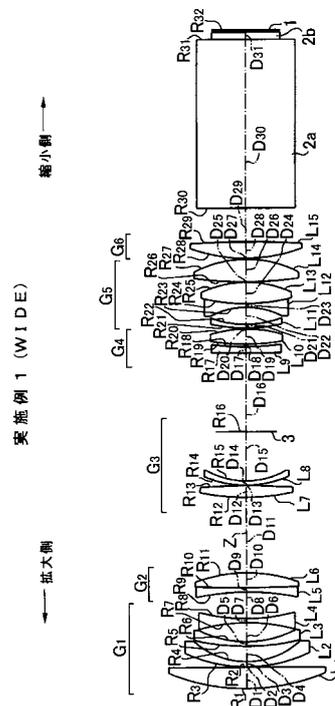
(57) 【要約】

【課題】 6群構成の投写用ズームレンズにおいて、充分に長いバックフォーカスを確保しつつ、変倍の全領域において、諸収差も十分に抑制し得る高解像度な投写用ズームレンズおよびこのような投写用ズームレンズを搭載した投写型表示装置を得る。

【解決手段】 拡大側から、負の第1群G<sub>1</sub>、正の第2群G<sub>2</sub>、正の第3群G<sub>3</sub>、正の第4群G<sub>4</sub>、負の第5群G<sub>5</sub>、正の第6群G<sub>6</sub> からなり、縮小側がテレセントリック系とされ、変倍の際に、第1群G<sub>1</sub>、第2群G<sub>2</sub> および第6群G<sub>6</sub> は固定、第3~5群G<sub>3</sub>~G<sub>5</sub> は移動とされ、さらに第1群G<sub>1</sub> はフォーカシングを行う群とされる。さらに、式(1)~(3)を満足する。 $3.0 < f_3 / f_w < 5.0$  (1)、 $1.8 < Bf / f_w < 3.0$  (2)、 $55 < d56$  (3)

ただし、f<sub>w</sub> : 広角端レンズ全系の焦点距離、f<sub>3</sub> : 第3群G<sub>3</sub>の焦点距離、d56 : 第5群G<sub>5</sub>と第6群G<sub>6</sub>の正レンズのアップベ数平均値、Bf : 縮小側バックフォーカス

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

拡大側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群、正の屈折力を有する第 2 レンズ群、正の屈折力を有する第 3 レンズ群、正の屈折力を有する第 4 レンズ群、負の屈折力を有する第 5 レンズ群、および正の屈折力を有する第 6 レンズ群が配設されるとともに、縮小側がテレセントリックな構成とされ、

変倍時において、前記第 3 レンズ群から第 5 レンズ群までの各レンズ群は光軸に沿って移動し、前記第 1 レンズ群および前記第 6 レンズ群は固定とされ、さらに前記第 2 レンズ群は前記光軸に沿って移動もしくは固定とされるとともに、フォーカシング時において、前記第 1 レンズ群が該光軸に沿って移動するように構成されてなり、

さらに、下記条件式 ( 1 ) ~ ( 3 ) を満足することを特徴とする投写用ズームレンズ。

$$3.0 < f_3 / f_w < 5.0 \quad \dots (1)$$

$$1.8 < Bf / f_w < 3.0 \quad \dots (2)$$

$$55 < d_{56} \quad \dots (3)$$

ただし、

$f_w$  : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離

$f_3$  : 前記第 3 レンズ群における焦点距離

$d_{56}$  : 前記第 5 レンズ群と前記第 6 レンズ群に含まれる正レンズのアップベ数の平均値

$Bf$  : レンズ全系の縮小側の空気換算バックフォーカス

## 【請求項 2】

下記条件式 ( 4 ) を満足することを特徴とする請求項 1 記載の投写用ズームレンズ。

$$55 < d_4 \quad \dots (4)$$

ただし、

$d_4$  : 前記第 4 レンズ群を構成する正の屈折力を有するレンズの  $d$  線におけるアップベ数の平均値

## 【請求項 3】

前記第 2 レンズ群は、拡大側に凹面を向けた負の屈折力を有するレンズと、縮小側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズとで構成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の投写用ズームレンズ。

## 【請求項 4】

全変倍領域において、 $Fno.$  の一定化を図るべく、開口径を可変とし得る開口絞りを、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群の間に配設することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のうちいずれか 1 項記載の投写用ズームレンズ。

## 【請求項 5】

前記第 1 レンズ群は、拡大側から順に、正の屈折力を有するレンズ、負の屈折力を有するレンズ、負の屈折力を有するレンズおよび負の屈折力を有するレンズ、からなる 4 枚のレンズにより構成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のうちいずれか 1 項記載の投写用ズームレンズ。

## 【請求項 6】

前記第 2 レンズ群は、拡大側から順に、負の屈折力を有するレンズおよび正の屈折力を有するレンズ、からなる 2 枚のレンズにより構成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のうちいずれか 1 項記載の投写用ズームレンズ。

## 【請求項 7】

光源と、ライトバルブと、該光源からの光束を該ライトバルブへ導く照明光学部と、請求項 1 から 6 のうちいずれか 1 項記載の投写用ズームレンズとを備え、前記光源からの光束を前記ライトバルブで光変調し、前記投写用ズームレンズによりスクリーンに投写することを特徴とする投写型表示装置

## 【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、投写型表示装置等に搭載される投写用ズームレンズおよびその投写用ズームレンズを搭載した投写型表示装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、透過型や反射型の液晶表示装置、DMD表示装置等の各種ライトバルブを用いた比較的バックフォーカスの長い投写型表示装置が広く普及し、かつ高性能化してきている。

## 【0003】

このような高性能な投写型表示装置では、反射型液晶表示素子やDMDを3枚用いた方式のものが採用されており、色合成プリズム挿入のために、より長いバックフォーカスが必要とされ、また良好なテレセントリック性が求められている。

## 【0004】

またライトバルブの解像度が高くなるのに応じて、投写レンズの解像性能をより向上させる必要が生じるので、色収差の低下に伴う解像性能の劣化が問題となる。

## 【0005】

従来、縮小側のテレセントリック性を確保しつつ、大きなバックフォーカスを有するズームレンズとしては、下記特許文献1や下記特許文献2に記載されているものが知られている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【特許文献1】特開2005-62226号公報

【特許文献2】特開2005-106948号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

しかしながら、上記特許文献1に記載されたものでは、大きなバックフォーカスを有しているものの、変倍時における球面収差の変動が大きく、また非点収差も大きいという問題があった。

## 【0008】

また、上記特許文献2に記載されたものでは、大きなバックフォーカスを有しており、かつ変倍時における球面収差の変動も抑制されてはいるものの、倍率色収差が大き過ぎる、という問題があった。

## 【0009】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、十分に長いバックフォーカスを確保しつつ、変倍の全領域において、球面収差およびその変動、非点収差ならびに倍率色収差を始めとし、軸上色収差や像面湾曲等を含む諸収差を十分に抑制し得る高解像度な投写用ズームレンズおよびこのような投写用ズームレンズを搭載した投写型表示装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

本発明の投写用ズームレンズは、

拡大側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、負の屈折力を有する第5レンズ群、および正の屈折力を有する第6レンズ群が配設されるとともに、縮小側がテレセントリックな構成とされ、

変倍時において、前記第3レンズ群から第5レンズ群までの各レンズ群は光軸に沿って移動し、前記第1レンズ群および前記第6レンズ群は固定とされ、さらに前記第2レンズ

10

20

30

40

50

群は前記光軸に沿って移動もしくは固定とされるとともに、フォーカシング時において、前記第1レンズ群が該光軸に沿って移動するように構成されてなり、

さらに、下記条件式(1)~(3)を満足することを特徴とするものである。

$$3.0 < f_3 / f_w < 5.0 \quad \dots (1)$$

$$1.8 < Bf / f_w < 3.0 \quad \dots (2)$$

$$55 < d56 \quad \dots (3)$$

ただし、

$f_w$  : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離

$f_3$  : 前記第3レンズ群における焦点距離

$d56$  : 前記第5レンズ群と前記第6レンズ群に含まれる正レンズのアップ数

の平均値

$Bf$  : レンズ全系の縮小側の空気換算バックフォーカス

【0011】

また、下記条件式(4)を満足することが好ましい。

$$55 < d4 \quad \dots (4)$$

ただし、

$d4$  : 前記第4レンズ群を構成する正の屈折力を有するレンズのd線におけるアップ数の平均値

【0012】

また、前記第2レンズ群は、拡大側に凹面を向けた負の屈折力を有するレンズと、縮小側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズとで構成されていることが好ましい。

【0013】

また、全変倍領域において、レンズ系のFno.の一定化を図るべく、開口径を可変とし得る開口絞りを、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間に配設することが好ましい。

【0014】

また、前記第1レンズ群は、拡大側から順に、正の屈折力を有するレンズ、負の屈折力を有するレンズ、負の屈折力を有するレンズおよび負の屈折力を有するレンズ、からなる4枚のレンズにより構成されていることが好ましい。

【0015】

また、前記第2レンズ群は、拡大側から順に、負の屈折力を有するレンズおよび正の屈折力を有するレンズ、からなる2枚のレンズにより構成されていることが好ましい。

【0016】

また、本発明の投写型表示装置は、光源と、ライトバルブと、該光源からの光束を該ライトバルブへ導く照明光学部と、上記いずれかの投写用ズームレンズとを備え、前記光源からの光束を前記ライトバルブで光変調し、前記投写用ズームレンズによりスクリーンに投写することを特徴とするものである。

【0017】

なお、上記「拡大側」とは、被投写側(スクリーン側)を意味し、縮小投影する場合も、便宜的にスクリーン側を拡大側と称するものとする。一方、上記「縮小側」とは、原画像表示領域側(ライトバルブ側)を意味し、縮小投影する場合も、便宜的にライトバルブ側を縮小側と称するものとする。

【0018】

また、上記「開口絞りを、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間に配設する」とは、前記第3レンズ群の最も縮小側のレンズと前記第4レンズ群の最も拡大側のレンズとの間という意味であって、前記第3レンズ群または前記第4レンズ群内の要素とされる場合も含まれるものとする。

【発明の効果】

【0019】

本発明の投写用ズームレンズおよびこれを用いた投写型表示装置によれば、縮小側がテ

10

20

30

40

50

レセントリック系とされるとともに、拡大側より順に、変倍時に固定でフォーカシングを行う負の第1レンズ群と、変倍時に移動または固定の正の屈折力を有する第2レンズ群と、変倍時に各々移動する正の第3レンズ群、正の第4レンズ群、および負の第5レンズ群と、変倍時に固定の正の第6レンズ群が配設されてなり、さらに、上述した条件式(1)~(3)を満足するように構成されてなる。

【0020】

特に、上記条件式(1)を満足することによって、第3レンズ群のパワーが適切に規定され、十分なバックフォーカスを確保することができるとともに、第5レンズ群に入射する光線の高さを低く抑えて、球面収差やコマ収差などの諸収差を良好に補正することができる。

10

【0021】

また、上記条件式(2)を満足することによって、レンズの大型化を抑制しつつ、十分なバックフォーカスを得ることが可能となる。

【0022】

また、上記条件式(3)を満足することによって、倍率色収差を良好に補正することができる。

【0023】

これにより、十分に長いバックフォーカスを確保しつつ、変倍の全領域において諸収差を十分に補正し得る高解像度な投写用ズームレンズおよびこのような投写用ズームレンズを搭載した投写型表示装置を得ることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】実施例1に係る投写用ズームレンズのレンズ構成図である。

【図2】実施例1に係る投写用ズームレンズの広角端(ワイド)および望遠端(テレ)における、各レンズ群の移動位置を示す図である。

【図3】実施例2に係る投写用ズームレンズのレンズ構成図である。

【図4】実施例2に係る投写用ズームレンズの広角端(ワイド)および望遠端(テレ)における、各レンズ群の移動位置を示す図である。

【図5】実施例3に係る投写用ズームレンズのレンズ構成図である。

【図6】実施例3に係る投写用ズームレンズの広角端(ワイド)および望遠端(テレ)における、各レンズ群の移動位置を示す図である。

30

【図7】実施例4に係る投写用ズームレンズのレンズ構成図である。

【図8】実施例4に係る投写用ズームレンズの広角端(ワイド)および望遠端(テレ)における、各レンズ群の移動位置を示す図である。

【図9】実施例1に係る投写用ズームレンズの、広角端(ワイド)、中間位置(ミドル)および望遠端(テレ)における各収差図である。

【図10】実施例2に係る投写用ズームレンズの、広角端(ワイド)、中間位置(ミドル)および望遠端(テレ)における各収差図である。

【図11】実施例3に係る投写用ズームレンズの、広角端(ワイド)、中間位置(ミドル)および望遠端(テレ)における各収差図である。

40

【図12】実施例4に係る投写用ズームレンズの、広角端(ワイド)、中間位置(ミドル)および望遠端(テレ)における各収差図である。

【図13】本実施形態に係る投写型表示装置の一部を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。図1は本発明の実施例1に係るズームレンズの広角端におけるレンズ構成図を示すものである。以下、このレンズを代表例として実施形態を説明する。

【0026】

すなわちこのレンズは、投写型表示装置に搭載される投写用ズームレンズとして用いら

50

れるものであって、一例として、拡大側より順に、変倍時に固定でフォーカシングを行う負の屈折力を有する第1レンズ群 $G_1$ 、変倍時に固定の正の屈折力を有する第2レンズ群 $G_2$ （実施例4は変倍時に移動する）、変倍時に各々光軸 $Z$ に沿って移動する正の屈折力を有する第3レンズ群 $G_3$ 、正の屈折力を有する第4レンズ群 $G_4$ 、および負の屈折力を有する第5レンズ群 $G_5$ 、ならびに変倍時に固定で正の屈折力を有する第6レンズ群 $G_6$ を、備えたものである。

【0027】

また、前記第3レンズ群 $G_3$ 、前記第4レンズ群 $G_4$ および前記第5レンズ群 $G_5$ （実施例4では第2レンズ群 $G_2$ も変倍時に移動する）は各々、広角端から望遠端への変倍時において、縮小側から拡大側に移動することが好ましい。ただし、下記実施例4において

10

【0028】

第5レンズ群 $G_5$ が、広角端から望遠端に向かうにしたがい一旦拡大側に向かった後、途中で反転して縮小側に向かうように移動する。

また、全変倍領域において、 $Fno.$ の一定化を図る開口3を、第3レンズ群 $G_3$ と第4レンズ群 $G_4$ の間に配設することが好ましい。すなわち、 $Fno.$ の一定化を図るべく、開口3が、第3レンズ群 $G_3$ と一体的に、あるいは第4レンズ群 $G_4$ と一体的に、あるいは、いずれのレンズ群からも独立して移動するように、または固定されるように設定してもよい。

また、縮小側が略テレセントリック（テレセントリック系）となるように構成されている。

20

【0029】

また、図示するように、第1レンズ群 $G_1$ は4枚のレンズ $L_1 \sim L_4$ により構成され、第2レンズ群 $G_2$ は2枚のレンズ $L_5$ 、 $L_6$ により構成され、第3レンズ群 $G_3$ は2枚のレンズ $L_7$ 、 $L_8$ により構成され、第4レンズ群 $G_4$ は2枚のレンズ $L_9$ 、 $L_{10}$ により構成され、第5レンズ群 $G_5$ は4枚のレンズ $L_{11} \sim L_{14}$ により構成され、第6レンズ群 $G_6$ は1枚のレンズ $L_{15}$ により構成される。

【0030】

これにより、投影スペースに応じて投影距離を変化させる必要がある場合にも、第3レンズ群 $G_3$ 、第4レンズ群 $G_4$ および第5レンズ群 $G_5$ （実施例4は、第2レンズ群 $G_2$ 、第3レンズ群 $G_3$ 、第4レンズ群 $G_4$ および第5レンズ群 $G_5$ ）を光軸 $Z$ 方向に互いに独立に移動せしめて変倍操作を行うとともに、可変絞り3は第3レンズ群 $G_3$ と第4レンズ群 $G_4$ との間に配設せしめて変倍操作を行うことによって、その要求に応じた、良好な画質の映像を、同様の明るさにてスクリーン上に映出することが可能となる。

30

【0031】

また、上記第1レンズ群 $G_1$ は、拡大側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ $L_1$ 、負の屈折力を有する第2レンズ $L_2$ 、負の屈折力を有する第3レンズ $L_3$ および負の屈折力を有する第4レンズ $L_4$ 、から構成されているものとすることができる。

【0032】

また、上記第2レンズ群 $G_2$ は、拡大側から順に、負の屈折力を有する第5レンズ $L_5$ および正の屈折力を有する第6レンズ $L_6$ 、から構成されているものとすることができる。

40

【0033】

上記第1レンズ群 $G_1$ と上記第2レンズ群 $G_2$ の少なくとも一方を、上記のようなレンズパワー配置とすることにより、十分に長いバックフォーカスを確保しつつ、変倍の全領域において、球面収差およびその変動、非点収差ならびに倍率色収差を始めとし、軸上色収差や像面湾曲等を含む諸収差を十分に抑制し得る高解像度な投写用ズームレンズを得るという本発明の課題を、より容易に達成することができる。

【0034】

また、上記第2レンズ群 $G_2$ は、拡大側に凹面を向けた負の屈折力を有する第5レンズ $L_5$ と、縮小側に凸面を向けた正の屈折力を有する第6レンズ $L_6$ とで構成されているこ

50

とが好ましい。このように構成することによって、軸外光束がレンズの高い位置を通過する態様とすることができ、特に、非点収差や像面湾曲を良好なものとすることができる。

【0035】

また、フォーカシングは、第1レンズ群  $G_1$  の全体を光軸 Z 方向に移動させることにより行なわれる。

【0036】

なお、第6レンズ群  $G_6$  は変倍の際に固定のリレーレンズであり、この第6レンズ群  $G_6$  とライトバルブとしての画像表示面 1 との間には、色合成プリズム 2 が配設されている。

【0037】

また、本実施形態の投写用ズームレンズは、以下の条件式 (1) ~ (3) を満足する。

$$3.0 < f_3 / f_w < 5.0 \quad \dots (1)$$

ただし、

$f_w$  : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離

$f_3$  : 第3レンズ群  $G_3$  における焦点距離

【0038】

上記条件式 (1) は、第3レンズ群  $G_3$  のパワーを適切に規定するための条件式である。

第3レンズ群  $G_3$  としては、第4レンズ群  $G_4$  および第5レンズ群  $G_5$  に入射する光線の高さを最適にすること、および十分なバックフォーカスとし得る程度のパワーとすること、が望ましいとされ、これらは、条件式 (1) を満足することにより達成される。すなわち、この条件式 (1) の下限を下回ると、第3レンズ群  $G_3$  のパワーが強くなりすぎて十分なバックフォーカスを確保することが困難となり、一方、この上限を上回ると、第3レンズ群  $G_3$  のパワーが弱くなり、第5レンズ群  $G_5$  に入射する光線が高くなり、球面収差やコマ収差を補正することが困難となる。

【0039】

このような観点から、上記条件式 (1) に替えて下記条件式 (1') を満足することがより好ましい。

$$3.3 < f_3 / f_w < 4.6 \quad \dots (1')$$

【0040】

また、本実施形態の投写用ズームレンズは、以下の条件式 (2) を満足する。

$$1.8 < Bf / f_w < 3.0 \quad \dots (2)$$

ただし、

$f_w$  : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離

$Bf$  : レンズ全系の縮小側の空気換算バックフォーカス

【0041】

上記条件式 (2) を満足することによって、レンズの大型化を抑制しつつ、十分なバックフォーカスを得ることが可能となる。すなわち、この条件式 (2) の下限を下回ると、投写ズームレンズとライトバルブとの間に色合成プリズム等の色合成光学系を挿入することが困難となり、その一方、この上限を上回ると、レンズの大型化につながってしまう。

【0042】

このような観点から、上記条件式 (2) に替えて下記条件式 (2') を満足することがより好ましい。

$$1.8 < Bf / f_w < 2.6 \quad \dots (2')$$

【0043】

また、本実施形態の投写用ズームレンズは、以下の条件式 (3) を満足する。

$$55 < d_{56} \quad \dots (3)$$

ただし、

$d_{56}$  : 第5レンズ群  $G_5$  と第6レンズ群  $G_6$  に含まれる正レンズのアッペ数の

の平均値

10

20

30

40

50

## 【0044】

上記条件式(3)を満足することによって、倍率色収差を良好に補正することができる。すなわち、この条件式(3)の下限を下回ると、倍率色収差が大きくなり補正が困難となる。

## 【0045】

また、本実施形態の投写用ズームレンズは、下記条件式(4)を満足することが好ましい。

$$5.5 < d_4 \quad \dots (4)$$

ただし、

$d_4$ ：第4レンズ群 $G_4$ を構成する正の屈折力を有するレンズの $d$ 線におけるアッペ数の平均値

10

## 【0046】

上記条件式(4)は、軸上色収差を良好に補正するための条件を規定するものである。すなわち、この条件式(4)の下限を下回ると、軸上色収差が大きくなり色滲みを発生させる原因となる。

## 【0047】

次に、本発明に係る投写型表示装置の実施形態について簡単に説明しておく。図13は本実施形態に係る投写型表示装置の概略構成図である。

## 【0048】

図13に示す投写型表示装置は、ライトバルブとして透過型液晶パネル11a~11cを備え、投写用レンズ10として上述した実施形態に係る投写用ズームレンズを用いている。また、光源20とダイクロイックミラー12の間には、フライアイ等のインテグレート(図示を省略)が配されており、光源20からの白色光は照明光学部を介して、3つの色光光束(G光、B光、R光)にそれぞれ対応する液晶パネル11a~11cに入射されて光変調され、クロスダイクロイックプリズム14により色合成され、投写レンズ10により図示されないスクリーン上に投映される。この装置は、色分解のためのダイクロイックミラー12、13、色合成のためのクロスダイクロイックプリズム14、コンデンサレンズ16a~16c、全反射ミラー18a~18cを備えている。この投写型表示装置は、本実施形態に係る投写用ズームレンズを用いているので、広角、かつ投写画像の画質が良好であり、明るくコンパクトな投写型表示装置とすることができる。

20

30

## 【0049】

なお、図13に示す投写型表示装置は、本発明の一実施形態を示すものであって、種々の態様の変更が可能である。例えば、ライトバルブとして、透過型液晶パネルに替えて反射型の液晶パネルやDMDを用いることも勿論可能である。

## 【実施例】

## 【0050】

以下、具体的な実施例を用いて、本発明の投写用ズームレンズをさらに説明する。なお、以下に示すR、D等の各数値データは、広角端の焦点距離が1となるように規格化されている。

## 【0051】

40

## &lt;実施例1&gt;

この実施例1にかかる投写用ズームレンズは、前述したように図1に示す如き構成とされている。すなわちこのレンズは、第1レンズ群 $G_1$ は、拡大側から順に、拡大側に凸面を向けた正メニスカスレンズよりなる第1レンズ $L_1$ と、拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズよりなる第2レンズ $L_2$ と、拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズよりなる第3レンズ $L_3$ と、両凹レンズよりなる第4レンズ $L_4$ からなり、第2レンズ群 $G_2$ は、拡大側から順に、両凹レンズよりなる第5レンズ $L_5$ と、両凸レンズよりなる第6レンズ $L_6$ を互いに接合してなる。

## 【0052】

また、第3レンズ群 $G_3$ は、拡大側から順に、両凸レンズよりなる第7レンズ $L_7$ と、

50

拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズよりなる第8レンズ $L_8$ とからなり、また、第4レンズ群 $G_4$ は、拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズよりなる第9レンズ $L_9$ と両凸レンズよりなる第10レンズ $L_{10}$ とからなり、第5レンズ群 $G_5$ は、拡大側から順に、拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズよりなる第11レンズ $L_{11}$ と、両凹レンズよりなる第12レンズ $L_{12}$ と、両凸レンズよりなる第13レンズ $L_{13}$ と、両凸レンズよりなる第14レンズ $L_{14}$ とからなり、第12レンズ $L_{12}$ と第13レンズ $L_{13}$ とは互いに接合されて接合レンズを構成している。

また、第6レンズ群 $G_6$ は、両凸レンズよりなる第15レンズ $L_{15}$ のみからなる。

【0053】

図2は、実施例1の投写用ズームレンズにおいて、広角端（ワイド）および望遠端（テレ）における、各レンズ群の移動位置を示すものである。

10

図2に示すように、変倍時において、上記第1レンズ群 $G_1$ 、第2レンズ群 $G_2$ および第6レンズ群 $G_6$ は固定群とされ、第3～5レンズ群 $G_3 \sim G_5$ は移動群とされている。

【0054】

また、開口（可変絞り）3は、第3レンズ群 $G_3$ と第4レンズ群 $G_4$ の間に配され、変倍時には、変倍に伴う $Fno.$ の変動量が略0となるように、第3レンズ群 $G_3$ と一体的に（第3レンズ群 $G_3$ の一要素として）移動する。

また、縮小側は略テレセントリックとされている。

【0055】

この投写用ズームレンズの各レンズ面の曲率半径 $R$ 、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔（以下、これらを総称して軸上面間隔という） $D$ 、各レンズの $d$ 線における、屈折率 $N$ およびアッペ数の値を表1に示す。なお、表中の数字は、拡大側からの順番を表すものである（以下の表2～4において同じ）。

20

【0056】

なお、表1の下段には、広角端（ワイド）、中間（ミドル）および望遠端（テレ）における各レンズ群間隔を示す（無限遠にフォーカスした時：以下の表2～4において同じ）。

【0057】

また、表1の下段には、広角端（ワイド）、中間（ミドル）および望遠端（テレ）における開口（可変絞り）3の開口径（絞り径）が示されており、広角端（ワイド）において0.909、中間（ミドル）において1.264、望遠端（テレ）において1.349とされており、変倍によっても、明るさ（ $Fno.$ ）が変化しないように構成されている。

30

【0058】

【表 1】

焦点距離:F=1.00 ~ 1.16 ~ 1.39

面番号	R	D	$N_d$	$\nu_d$	
1	2.902	0.333	1.5182	58.9	
2	1685.530	0.008			
3	2.065	0.083	1.6204	60.3	
4	1.137	0.240			
5	3.288	0.072	1.6204	60.3	
6	1.517	0.294			
7	-2.563	0.064	1.8081	22.8	10
8	2.580	0.420			
9	-3.618	0.069	1.5163	64.1	
10	19.879	0.232	1.7552	27.5	
11	-2.143	(移動1)			
12	3.256	0.180	1.8061	33.3	
13	-9.325	0.008			
14	1.560	0.064	1.4875	70.2	
15	1.155	0.774			
16 (可変絞り)	$\infty$	(移動2)			
17	20.847	0.098	1.8052	25.4	20
18	3.701	0.041			
19	3.078	0.235	1.4970	81.5	
20	-1.783	(移動3)			
21	2.333	0.057	1.6968	55.5	
22	1.447	0.265			
23	-1.105	0.057	1.8040	46.6	
24	2.600	0.334	1.6180	63.3	
25	-1.539	0.008			
26	5.410	0.351	1.4388	94.9	
27	-1.626	(移動4)			30
28	2.325	0.257	1.4970	81.5	
29	-12.713	0.522			
30	$\infty$	2.641	1.5163	64.1	
31	$\infty$	0.113	1.4875	70.2	
32	$\infty$				
		ワイド	ミドル	テレ	
移動間隔	移動1	1.178	0.751	0.326	
	移動2	1.232	1.140	0.977	
	移動3	0.015	0.335	0.875	40
	移動4	0.015	0.214	0.262	
絞り径		0.909	1.264	1.349	

【0059】

実施例 1 の投写用ズームレンズによれば、表 5 に示すように、条件式 (1) ~ (4)、(1')、(2') は全て満足されている。

【0060】

また、図 9 は、実施例 1 の投写用ズームレンズの広角端 (ワイド)、中間 (ミドル) および望遠端 (テレ) における球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。なお、非点収差図には、サジタル像面およびタンジェンシャル像面に対する収差が示されている (図 10 ~ 12 において同じ)。

## 【0061】

これらの収差図から明らかなように、実施例1の投写用ズームレンズによれば、ズームに伴う球面収差、非点収差を始めとする諸収差の変動量を極めて小さくすることができるとともに、諸収差を極めて良好に補正することができる。

## 【0062】

また、本実施例1の投写用ズームレンズによれば、広角端（ワイド）、中間（ミドル）および望遠端（テレ）におけるFno.は全て2.40となっており、ズームに伴うFno.の変動量は略0とされている。

## 【0063】

<実施例2>

実施例2に係る投写用ズームレンズの概略構成を図3に示す。この投写用ズームレンズは上記実施例1のものと略同様の6群構成とされているが、第1レンズ群 $G_1$ を構成する第1レンズ $L_1$ が両凸レンズよりなり、第4レンズ群 $G_4$ を構成する第9レンズ $L_9$ が、拡大側に凹面を向けた平凹レンズよりなる点において相違している。

## 【0064】

図4は、実施例2の投写用ズームレンズにおいて、広角端（ワイド）および望遠端（テレ）における、各レンズ群の移動位置を示すものである。

図4に示すように、変倍時において、第1レンズ群 $G_1$ 、第2レンズ群 $G_2$ および第6レンズ群 $G_6$ は固定群とされ、第3～5レンズ群 $G_3 \sim G_5$ は移動群とされている。

## 【0065】

また、開口（可変絞り）3は、第3レンズ群 $G_3$ と第4レンズ群 $G_4$ の間に配され、変倍時には、変倍に伴うFno.の変動量が略0となるように、第3レンズ群 $G_3$ と一体的に（第3レンズ群 $G_3$ の一要素として）移動する。

また、縮小側は略テレセントリックとされている。

## 【0066】

この投写用ズームレンズの各レンズ面の曲率半径 $R$ 、各レンズの軸上面間隔 $D$ 、各レンズの $d$ 線における、屈折率 $N$ およびアッペ数の値を表2に示す。

なお、表2の下段には、広角端（ワイド）、中間（ミドル）および望遠端（テレ）における各レンズ群間隔を示す。

## 【0067】

また、表2の下段には、広角端（ワイド）、中間（ミドル）および望遠端（テレ）における開口（可変絞り）3の開口径（絞り径）が示されており、広角端（ワイド）において0.845、中間（ミドル）において0.909、望遠端（テレ）において0.948とされており、変倍によっても、明るさ（Fno.）が変化しないように構成されている。

## 【0068】

10

20

30

【表 2】

焦点距離:F=1.00 ~ 1.16 ~ 1.25

面番号	R	D	$N_d$	$\nu_d$	
1	3.071	0.280	1.5163	64.1	
2	-62.112	0.008			
3	2.615	0.083	1.4875	70.2	
4	1.062	0.247			
5	3.593	0.072	1.5891	61.1	
6	1.498	0.299			
7	-2.003	0.064	1.8081	22.8	10
8	3.099	0.296			
9	-3.828	0.068	1.4875	70.2	
10	10.589	0.294	1.7400	28.3	
11	-1.881	(移動1)			
12	2.404	0.195	1.6398	34.5	
13	-8.426	0.251			
14	1.360	0.060	1.5174	52.4	
15	1.006	0.567			
16 (可変絞り)	$\infty$	(移動2)			
17	-5.056	0.057	1.8052	25.4	20
18	$\infty$	0.004			
19	3.546	0.205	1.4875	70.2	
20	-1.599	(移動3)			
21	1.846	0.057	1.7130	53.9	
22	1.204	0.252			
23	-0.982	0.057	1.8040	46.6	
24	2.114	0.326	1.6180	63.3	
25	-1.376	0.008			
26	3.908	0.352	1.4388	94.9	
27	-1.511	(移動4)			30
28	2.821	0.230	1.4970	81.5	
29	-6.476	0.521			
30	$\infty$	2.644	1.5163	64.1	
31	$\infty$	0.113	1.4875	70.2	
32	$\infty$				
		ワイド	ミドル	テレ	
移動間隔	移動1	0.917	0.513	0.342	
	移動2	1.147	1.036	0.958	
	移動3	0.015	0.317	0.506	40
	移動4	0.015	0.227	0.288	
絞り径		0.845	0.909	0.948	

## 【0069】

実施例2の投写用ズームレンズによれば、表4に示すように、条件式(1)~(4)、(1')、(2')は全て満足されている。

## 【0070】

また、図10は、実施例2の投写用ズームレンズの広角端(ワイド)、中間(ミドル)および望遠端(テレ)における球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。

## 【0071】

これらの収差図から明らかなように、実施例2の投写用ズームレンズによれば、ズームに伴う球面収差、非点収差を始めとする諸収差の変動量を極めて小さくすることができるとともに、諸収差を極めて良好に補正することができる。

## 【0072】

また、本実施例2の投写用ズームレンズによれば、広角端（ワイド）、中間（ミドル）および望遠端（テレ）におけるFno.は全て2.40となっており、ズームに伴うFno.の変動量は略0とされている。

## 【0073】

<実施例3>

実施例3に係る投写用ズームレンズの概略構成を図5に示す。この投写用ズームレンズは、基本的には上記実施例1のものと略同様の6群構成とされているが、第3レンズ群 $G_3$ の第7レンズ $L_7$ が、拡大側に凸面を向けた正メニスカスレンズよりなる点において、また第4レンズ群 $G_4$ の第9レンズ $L_9$ が、拡大側に凹面を向けた平凹レンズよりなる点において相違している。

## 【0074】

図6は、実施例3の投写用ズームレンズにおいて、広角端（ワイド）および望遠端（テレ）における、各レンズ群の移動位置を示すものである。

図6に示すように、変倍時において、第1レンズ群 $G_1$ 、第2レンズ群 $G_2$ および第6レンズ群 $G_6$ は固定群とされ、第3～5レンズ群 $G_3 \sim G_5$ は移動群とされている。

## 【0075】

また、開口（可変絞り）3は、第3レンズ群 $G_3$ と第4レンズ群 $G_4$ の間に配され、変倍時には、変倍に伴うFno.の変動量が略0となるように、第3レンズ群 $G_3$ と一体的に（第3レンズ群 $G_3$ の一要素として）移動する。

また、縮小側は略テレセントリックとされている。

## 【0076】

この投写用ズームレンズの各レンズ面の曲率半径 $R$ 、各レンズの軸上面間隔 $D$ 、各レンズの $d$ 線における、屈折率 $N$ およびアッベ数 $\nu$ の値を表3に示す。

なお、表3の下段には、広角端（ワイド）、中間（ミドル）および望遠端（テレ）における各レンズ群間隔を示す。

## 【0077】

また、表3の下段には、広角端（ワイド）、中間（ミドル）および望遠端（テレ）における開口（可変絞り）3の開口径（絞り径）が示されており、広角端（ワイド）において0.754、中間（ミドル）において0.827、望遠端（テレ）において0.870とされており、変倍によっても、明るさ（Fno.）が変化しないように構成されている。

## 【0078】

10

20

30

【表 3】

焦点距離:F=1.00 ~ 1.21 ~ 1.33

面番号	R	D	$N_d$	$\nu_d$	
1	1.941	0.302	1.5163	64.1	
2	35.379	0.006			
3	2.412	0.071	1.5163	64.1	
4	0.957	0.233			
5	3.681	0.061	1.4875	70.2	
6	1.368	0.257			
7	-2.046	0.055	1.8000	29.8	10
8	2.500	0.295			
9	-2.421	0.058	1.5174	52.4	
10	10.391	0.261	1.8061	33.3	
11	-1.695	(移動1)			
12	1.859	0.159	1.7859	44.2	
13	21.343	0.264			
14	1.257	0.051	1.5182	58.9	
15	0.930	0.515			
16 (可変絞り)	$\infty$	(移動2)			
17	-4.955	0.048	1.8052	25.4	20
18	$\infty$	0.003			
19	3.091	0.172	1.4970	81.5	
20	-1.574	(移動3)			
21	1.572	0.048	1.5163	64.1	
22	1.054	0.198			
23	-0.889	0.048	1.8040	46.6	
24	2.626	0.259	1.4388	94.9	
25	-1.128	0.049			
26	6.678	0.316	1.4970	81.5	
27	-1.192	(移動4)			30
28	2.011	0.186	1.5638	60.7	
29	-21.247	0.445			
30	$\infty$	2.252	1.5163	64.1	
31	$\infty$	0.096	1.4875	70.2	
32	$\infty$				
		ワイド	ミドル	テレ	
移動間隔	移動1	0.877	0.369	0.150	
	移動2	0.975	0.919	0.864	
	移動3	0.013	0.361	0.589	40
	移動4	0.013	0.228	0.274	
絞り径		0.754	0.827	0.870	

## 【0079】

実施例3の投写用ズームレンズによれば、表5に示すように、条件式(1)~(4)、(1')、(2')は全て満足されている。

## 【0080】

また、図11は、実施例3の投写用ズームレンズの広角端(ワイド)、中間(ミドル)および望遠端(テレ)における球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。

## 【0081】

これらの収差図から明らかなように、実施例3の投写用ズームレンズによれば、ズームに伴う球面収差、非点収差を始めとする諸収差の変動量を極めて小さくすることができるとともに、諸収差を極めて良好に補正することができる。

## 【0082】

また、本実施例3の投写用ズームレンズによれば、広角端（ワイド）、中間（ミドル）および望遠端（テレ）におけるFno.は全て2.40となっており、ズームに伴うFno.の変動量は略0とされている。

## 【0083】

<実施例4>

実施例4に係る投写用ズームレンズの概略構成を図7に示す。この投写用ズームレンズは、基本的には上記実施例1のものと略同様の6群構成とされているが、第1レンズ群 $G_1$ を構成する第1レンズ $L_1$ が両凸レンズよりなり、第3レンズ群 $G_3$ が、拡大側から順に、拡大側に凹面を向けた負メニスカスレンズよりなる第7レンズ $L_7$ および両凸レンズよりなる第8レンズ $L_8$ からなる点において、さらに変倍時において、第2レンズ群 $G_2$ も移動する点において相違している。

## 【0084】

図8は、実施例4の投写用ズームレンズにおいて、広角端（ワイド）および望遠端（テレ）における、各レンズ群の移動位置を示すものである。

図8に示すように、変倍時において、第1レンズ群 $G_1$ および第6レンズ群 $G_6$ は固定群とされ、第2～5レンズ群 $G_2 \sim G_5$ は移動群とされている。

## 【0085】

また、開口（可変絞り）3は、第3レンズ群 $G_3$ と第4レンズ群 $G_4$ の間に配され、変倍時には、変倍に伴うFno.の変動量が略0となるように、第3レンズ群 $G_3$ と一体的に（第3レンズ群 $G_3$ の一要素として）移動する。

また、縮小側は略テレセントリックとされている。

## 【0086】

この投写用ズームレンズの各レンズ面の曲率半径 $R$ 、各レンズの軸上面間隔 $D$ 、各レンズの $d$ 線における、屈折率 $N$ およびアッペ数の値を表4に示す。

なお、表4の下段には、広角端（ワイド）、中間（ミドル）および望遠端（テレ）における各レンズ群間隔を示す。

## 【0087】

また、表4の下段には、広角端（ワイド）、中間（ミドル）および望遠端（テレ）における開口（可変絞り）3の開口径（絞り径）が示されており、広角端（ワイド）において0.892、中間（ミドル）において0.974、望遠端（テレ）において1.136とされており、変倍によっても、明るさ（Fno.）が変化しないように構成されている。

## 【0088】

10

20

30

【表 4】

焦点距離:F=1.00 ~ 1.16 ~ 1.45

面番号	R	D	$N_d$	$\nu_d$	
1	3.919	0.236	1.5317	48.8	
2	-60.248	0.008			
3	2.528	0.083	1.5891	61.1	
4	1.234	0.210			
5	3.373	0.072	1.6204	60.3	
6	1.546	0.314			
7	-2.315	0.064	1.8081	22.8	10
8	3.607	(移動1)			
9	-6.466	0.098	1.6031	60.6	
10	11.707	0.306	1.7283	28.5	
11	-2.003	(移動2)			
12	-1.888	0.060	1.4875	70.2	
13	-2.763	0.008			
14	9.924	0.176	1.8340	37.2	
15	-3.806	1.266			
16 (可変絞り)	$\infty$	(移動3)			
17	46.163	0.057	1.8052	25.4	20
18	3.679	0.048			
19	3.025	0.191	1.5891	61.1	
20	-2.808	(移動4)			
21	1.863	0.057	1.8040	46.6	
22	1.284	0.268			
23	-0.906	0.057	1.7200	50.2	
24	3.126	0.340	1.4970	81.5	
25	-1.208	0.008			
26	5.837	0.371	1.4388	94.9	
27	-1.426	(移動5)			30
28	2.735	0.261	1.4970	81.5	
29	-5.635	0.527			
30	$\infty$	2.645	1.5163	64.1	
31	$\infty$	0.113	1.4875	70.2	
32	$\infty$				
		ワイド	ミドル	テレ	
移動間隔	移動1	0.373	0.334	0.274	
	移動2	1.095	0.699	0.290	
	移動3	0.824	0.723	0.371	
	移動4	0.015	0.467	1.371	40
	移動5	0.015	0.100	0.015	
絞り径		0.892	0.974	1.136	

【0089】

実施例4の投写用ズームレンズによれば、表5に示すように、条件式(1)~(4)、(1')、(2')は全て満足されている。

【0090】

また、図12は、実施例4の投写用ズームレンズの広角端(ワイド)、中間(ミドル)および望遠端(テレ)における球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す収差図である。

## 【0091】

これらの収差図から明らかなように、実施例4の投写用ズームレンズによれば、ズームに伴う球面収差、非点収差を始めとする諸収差の変動量を極めて小さくすることができるとともに、諸収差を極めて良好に補正することができる。

## 【0092】

また、本実施例4の投写用ズームレンズによれば、広角端（ワイド）、中間（ミドル）および望遠端（テレ）におけるFno.は全て2.40となっており、ズームに伴うFno.の変動量は略0とされている。

## 【0093】

## 【表5】

	(1)、(1')	(2)、(2')	(3)	(4)
	f3/fw	Bf/fw	$\nu d56$	$\nu d4$
実施例1	4.224	2.340	79.9	81.5
実施例2	4.245	2.341	79.9	70.2
実施例3	3.613	1.995	79.0	81.5
実施例4	4.383	2.339	86.0	61.1

10

## 【0094】

なお、本発明の投写用ズームレンズとしては、上記実施例のものに限られるものではなく種々の態様の変更が可能であり、例えば各レンズの曲率半径Rおよび軸上面間隔Dを適宜変更することが可能である。

20

## 【0095】

また、本発明の投写型表示装置としても、上記構成のものに限られるものではなく、本発明の投写用ズームレンズを備えた種々の装置構成が可能である。ライトバルブとしては、例えば、透過型または反射型の液晶表示素子や、傾きを変えることができる微小な鏡が略平面上に多数形成された微小ミラー素子（例えば、テキサス・インスツルメント社製のデジタル・マイクロミラー・デバイス）を用いることができる。また、照明光学系としても、ライトバルブの種類に対応した適切な構成を採用することができる。

## 【符号の説明】

## 【0096】

1	画像表示面	
2	色合成プリズム	
10	投写用ズームレンズ	
11a ~ 11c	透過型液晶パネル	
12, 13	ダイクロイックミラー	
18a ~ 18c	全反射ミラー	
20	光源	
G <sub>1</sub> ~ G <sub>6</sub>	レンズ群	
L <sub>1</sub> ~ L <sub>15</sub>	レンズ	
R <sub>1</sub> ~ R <sub>32</sub>	レンズ面等の曲率半径	
D <sub>1</sub> ~ D <sub>31</sub>	軸上面間隔	
Z	光軸	

30

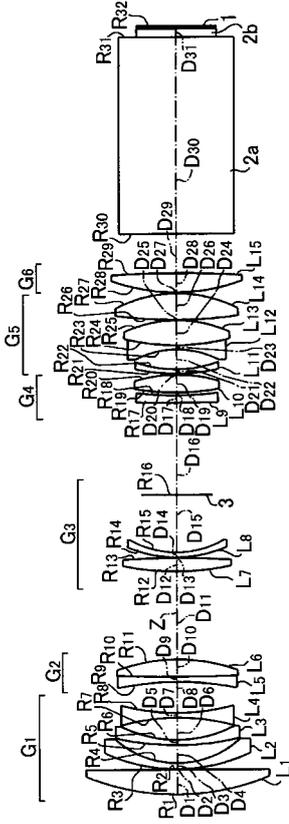
40

【図 1】

実施例 1 (WIDE)

縮小側 →

← 拡大側

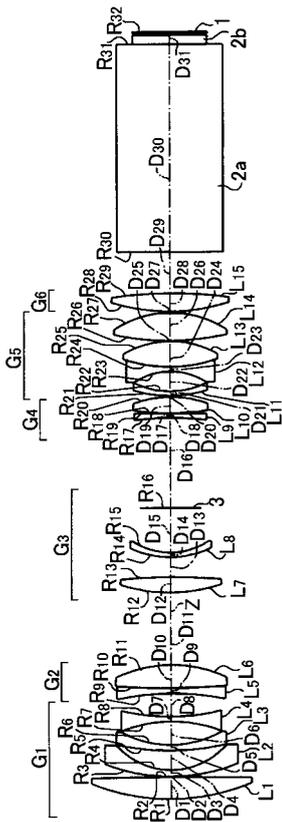


【図 3】

実施例 2 (WIDE)

縮小側 →

← 拡大側

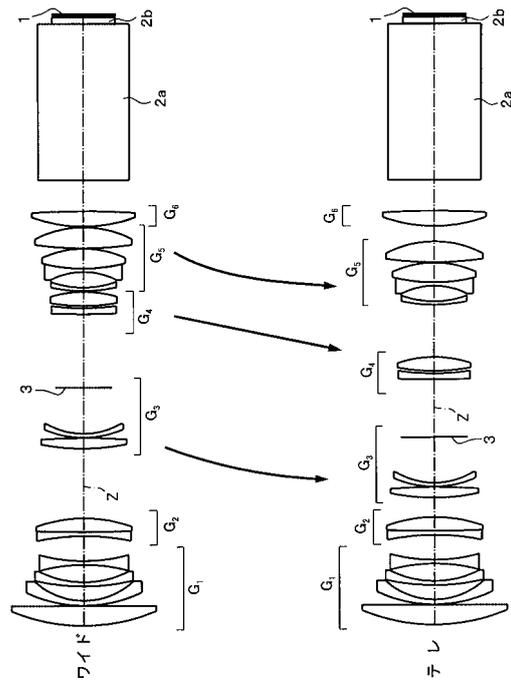


【図 2】

実施例 1

縮小側 →

← 拡大側

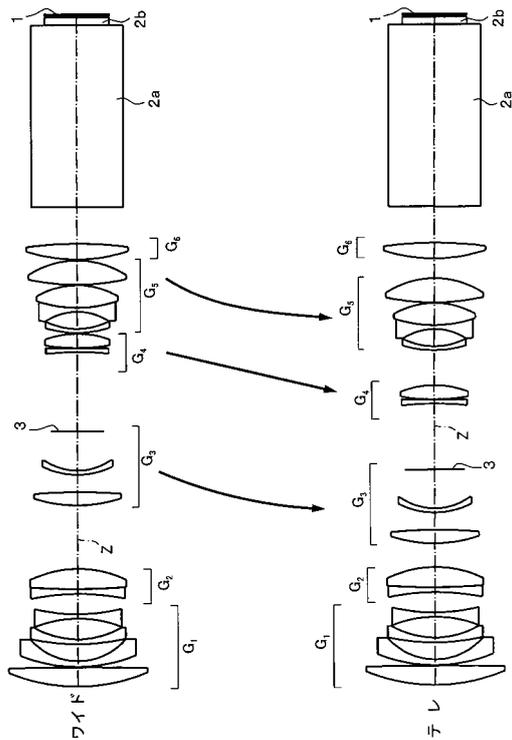


【図 4】

実施例 2

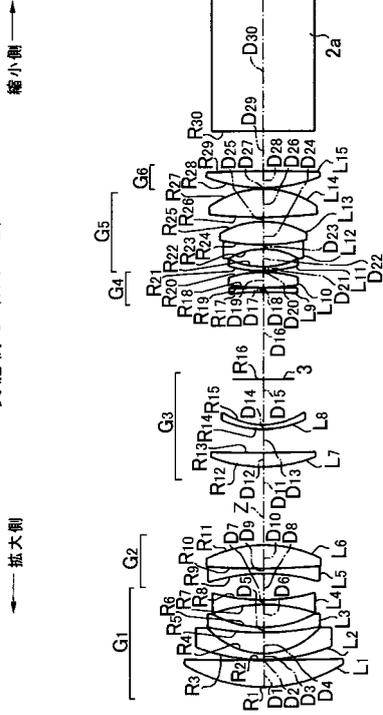
縮小側 →

← 拡大側



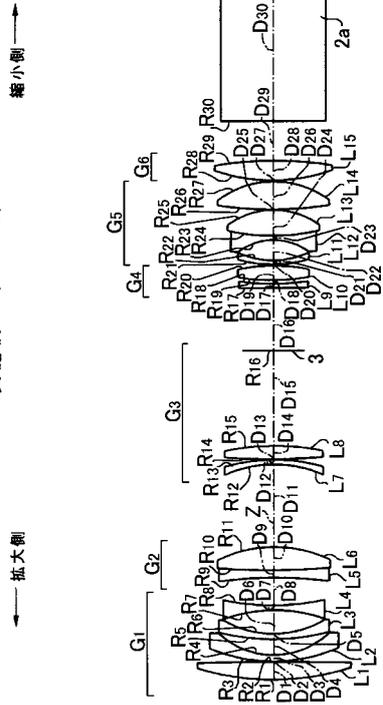
【図 5】

実施例 3 (WIDE)



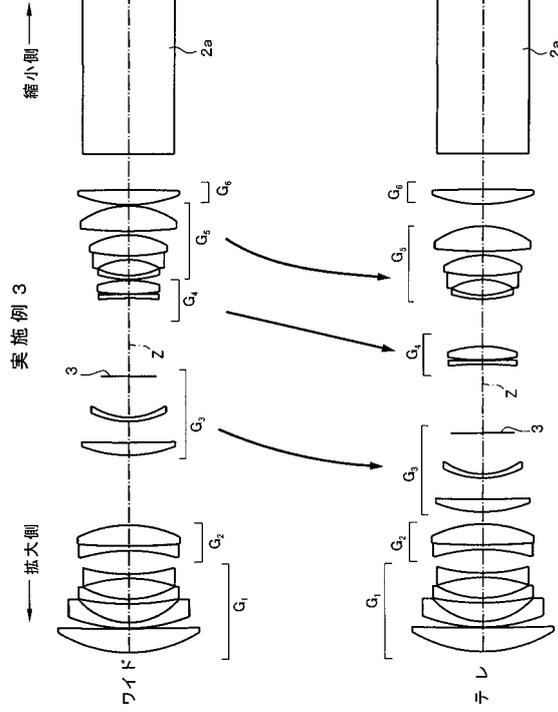
【図 7】

実施例 4 (WIDE)



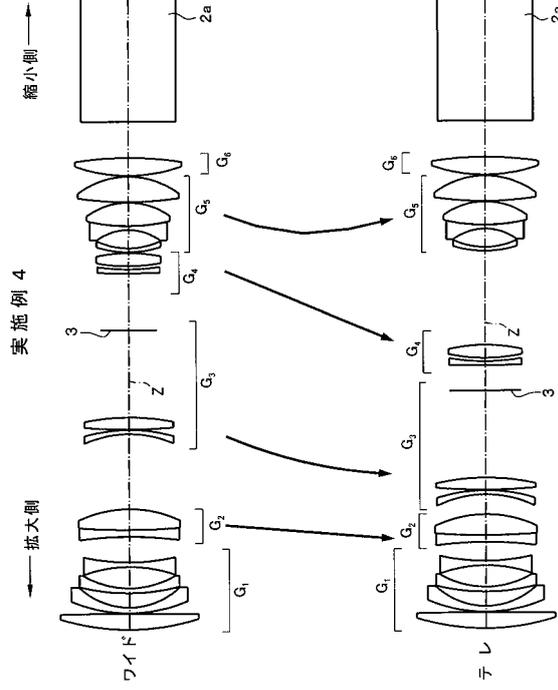
【図 6】

実施例 3

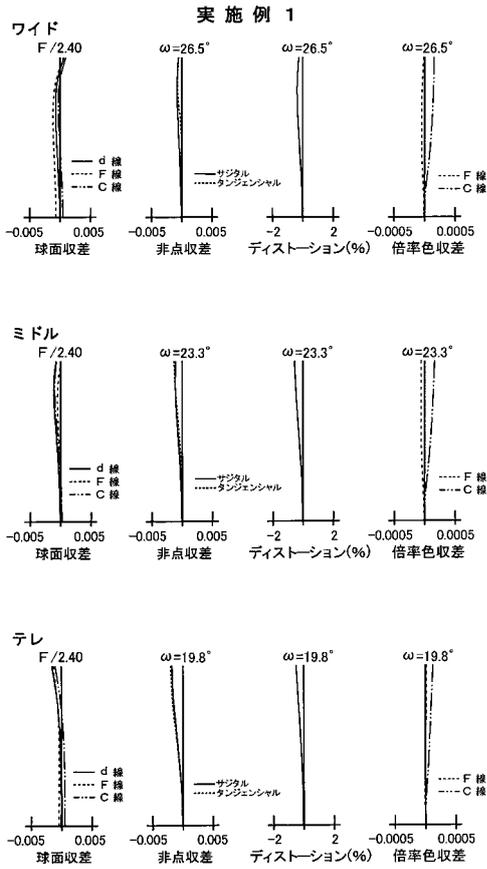


【図 8】

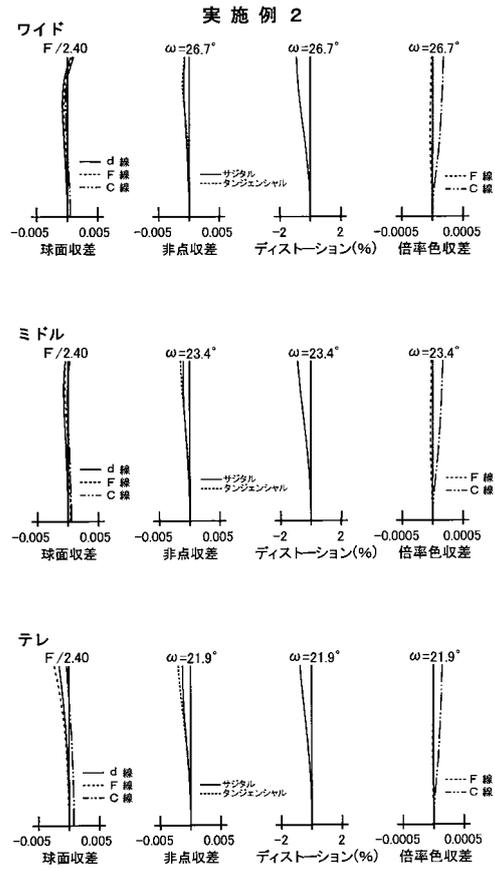
実施例 4



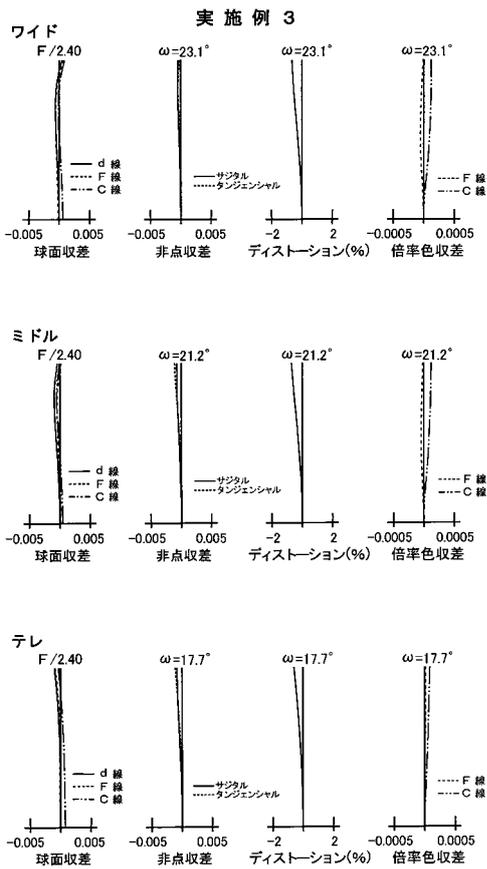
【図 9】



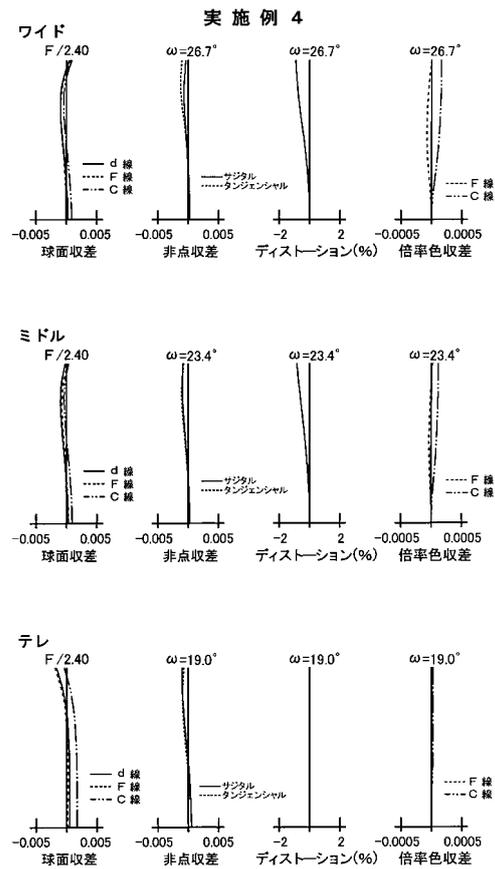
【図 10】



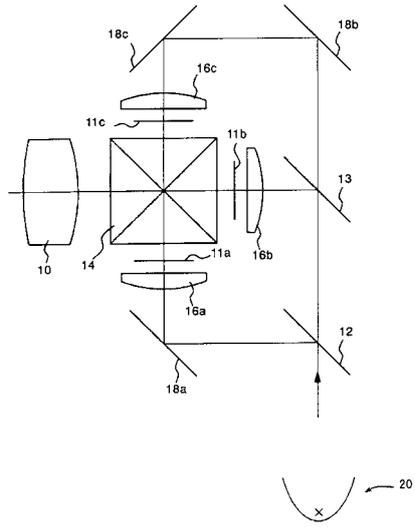
【図 11】



【図 12】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA06 LA01 MA06 MA12 MA18 NA02 PA13 PA19 PB15 QA02  
QA07 QA12 QA14 QA22 QA26 QA34 QA41 QA45 RA36 RA41  
RA42 RA45 SA44 SA46 SA49 SA53 SA55 SA57 SA63 SA64  
SA65 SA66 SA72 SA76 SB05 SB07 SB13 SB23 SB33 SB35  
SB42 SB45  
2H088 EA14 EA16  
2K103 AA01 AA05 AA07 AA16 AB08 AB10 BC23 BC27 BC28 BC43  
BC47 BC50 CA26 CA76