

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5367540号
(P5367540)

(45) 発行日 平成25年12月11日(2013.12.11)

(24) 登録日 平成25年9月20日(2013.9.20)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 2 B 15/20 (2006.01) G O 2 B 15/20
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G O 2 B 13/18

請求項の数 10 (全 35 頁)

| | |
|---|--|
| <p>(21) 出願番号 特願2009-256588 (P2009-256588) (22) 出願日 平成21年11月9日(2009.11.9) (65) 公開番号 特開2011-100080 (P2011-100080A) (43) 公開日 平成23年5月19日(2011.5.19) 審査請求日 平成24年6月29日(2012.6.29)</p> | <p>(73) 特許権者 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 審査官 堀井 康司</p> |
|---|--|

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) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のレンズ群のうち少なくとも2群を移動させて変倍操作を行う投写用ズームレンズにおいて、

縮小側がテレセントリックな系に構成されるとともに、

最も拡大側のレンズ群は、全体として負の屈折力を有してなり、変倍の際には固定とされ、縮小側に凹面を向けた負レンズおよび縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズを互いに接合してなる負の接合レンズを備えていることを特徴とする投写用ズームレンズ。

【請求項2】

下記条件式(1)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。 10

$$2.5 < d2 - d1 \dots (1)$$

ただし、

d1: 前記接合レンズのうち拡大側のレンズのアップ数

d2: 前記接合レンズのうち縮小側のレンズのアップ数

【請求項3】

下記条件式(2)を満足す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。

$$0.10 < nd2 - nd1 \dots (2)$$

ただし、

nd1: 前記接合レンズのうち拡大側のレンズの屈折率

n_{d2} : 前記接合レンズのうち縮小側のレンズの屈折率

【請求項 4】

下記条件式(3)を満足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。

$$1.0 < f_c / f_1 < 5.0 \dots (3)$$

ただし、

f_c : 前記接合レンズの焦点距離

f_1 : 前記最も拡大側のレンズ群の焦点距離

【請求項 5】

前記最も拡大側のレンズ群は、少なくとも1枚の非球面レンズを有し、

10

下記条件式(4)を満足す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。

$$4.0 < |f_{as}| / f_w \dots (4)$$

ただし、

f_{as} : 前記非球面レンズの焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

【請求項 6】

前記最も拡大側のレンズ群は、非球面レンズ、2枚のレンズを接合してなる前記接合レンズ、および両凹レンズの4枚のレンズにより構成されてな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。

20

【請求項 7】

前記接合レンズの拡大側または縮小側に隣接させて非球面レンズを配してな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 8】

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、負の屈折力を有する第4レンズ群、正の屈折力を有する第5レンズ群、正の屈折力を有する第6レンズ群を配設してなり、

変倍時には、6つの前記レンズ群のうち、前記第2レンズ群から前記第5レンズ群までの4つのレンズ群が光軸に沿って移動可能に構成されてなることを特徴とする請求項1~7のうちいずれか1項記載の投写用ズームレンズ。

30

【請求項 9】

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、正の屈折力を有する第5レンズ群を配設してなり、

変倍時には、5つの前記レンズ群のうち、前記第2レンズ群から前記第4レンズ群までの3つのレンズ群が光軸に沿って移動可能に構成されてなることを特徴とする請求項1~7のうちいずれか1項記載の投写用ズームレンズ。

【請求項 10】

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1~9のうちいずれか1項記載の投写用ズームレンズであって、かつ縮小側がテレセントリックとされてなる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。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、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】

50

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】

その投写型表示装置に用いられる投写レンズとしては、スクリーン上での画像のサイズを変えることができるズームレンズが用いられることが多く、最近では、その変化の割合の大きなもの、すなわちズーム比が大きいズームレンズが求められるようになってきている。

【0004】

また、投写される画像の中心を投写型表示装置に対して、例えば上方にずらすレンズシフト機能や、投写型表示装置から近い位置に大きな画像を投写し得るワイド化機能が要求されるようになってきているが、そのためにズームレンズの広角化が必要となる。

10

【0005】

また、ライトバルブを複数用いた光学系等では、各ライトバルブからの各色光束を合成する合成プリズムを挿入するスペースが必要となるため、長いバックフォーカスが要求されている。

【0006】

従来、この種の投写型ズームレンズとしては、例えば、下記特許文献1に記載されているものが知られている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】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】

【0008】

しかしながら、上記特許文献1に記載のものでは、ズーム比は1.5倍以上と比較的大きな値が確保されているものの、画角に関しては、近年の広角化の要望に応えたものとはされていない。

【0009】

30

また、近年、ライトバルブの小型化、画素の高精細化が進み、投写用ズームレンズには、倍率色収差のより一層の低減が求められているが、上記特許文献1に記載のものでは不十分である。特に、倍率色収差は画像品質を決定する大きな要因であり、倍率色収差がライトバルブの画素の半分以上になると、投写された画像品質は著しく損なわれるため、実用上の支障が発生する場合もある。

【0010】

本発明は、このような事情に鑑みなされたもので、広角でズーム比が大きく、合成プリズム等を挿入するための充分長いバックフォーカスを確保しつつ、特に倍率色収差を大幅に低減しうる投写用ズームレンズおよび投写型表示装置を提供することを目的とするものである。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の第1の投写用ズームレンズは、
複数のレンズ群のうち少なくとも2群を移動させて変倍操作を行う投写用ズームレンズにおいて、

縮小側がテレセントリックな系に構成されるとともに、

最も拡大側のレンズ群は、全体として負の屈折力を有してなり、変倍の際には固定とされ、縮小側に凹面を向けた負レンズおよび縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズを互いに接合してなる負の接合レンズを備えていることを特徴とするものである。

【0012】

50

また、本発明の第2の投写用ズームレンズは、前記第1の投写用ズームレンズにおいて

下記条件式(1)を満足することを特徴とするものである。

$$2.5 < d2 - d1 \cdots (1)$$

ただし、

d1：前記接合レンズのうち拡大側のレンズのアップベ数

d2：前記接合レンズのうち縮小側のレンズのアップベ数

【0013】

また、本発明の第3の投写用ズームレンズは、前記第1または第2の投写用ズームレンズにおいて、

下記条件式(2)を満足することを特徴とするものである。

$$0.10 < nd2 - nd1 \cdots (2)$$

ただし、

nd1：前記接合レンズのうち拡大側のレンズの屈折率

nd2：前記接合レンズのうち縮小側のレンズの屈折率

【0014】

また、本発明の第4の投写用ズームレンズは、前記第1～3の投写用ズームレンズのうちいずれか1の投写用ズームレンズにおいて、

下記条件式(3)を満足することを特徴とするものである。

$$1.0 < fc / f1 < 5.0 \cdots (3)$$

ただし、

fc：前記接合レンズの焦点距離

f1：前記最も拡大側のレンズ群の焦点距離

【0015】

また、本発明の第5の投写用ズームレンズは、前記第1～4の投写用ズームレンズのうちいずれか1の投写用ズームレンズにおいて、

前記最も拡大側のレンズ群が、少なくとも1枚の非球面レンズを有し、

下記条件式(4)を満足することを特徴とするものである。

$$4.0 < |fas| / fw \cdots (4)$$

ただし、

fas：前記非球面レンズの焦点距離

fw：広角端における全系の焦点距離

【0016】

また、本発明の第6の投写用ズームレンズは、前記第1～5の投写用ズームレンズのうちいずれか1の投写用ズームレンズにおいて、

前記最も拡大側のレンズ群は、非球面レンズ、2枚のレンズを接合してなる前記接合レンズ、および両凹レンズの4枚のレンズにより構成されてなることを特徴とするものである。

【0017】

また、本発明の第7の投写用ズームレンズは、前記第1～5の投写用ズームレンズのうちいずれか1の投写用ズームレンズにおいて、前記接合レンズの拡大側または縮小側に隣接させて非球面レンズを配してなることを特徴とするものである。

【0018】

また、本発明の第8の投写用ズームレンズは、前記第1～7の投写用ズームレンズのうちいずれか1の投写用ズームレンズにおいて、

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、負の屈折力を有する第4レンズ群、正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レンズ群を配設してなり、

変倍時には、6つの前記レンズ群のうち、前記第2レンズ群から前記第5レンズ群までの4つのレンズ群が光軸に沿って移動可能に構成されてなることを特徴とするものである

10

20

30

40

50

【0019】

また、本発明の第9の投写用ズームレンズは、前記第1～7の投写用ズームレンズのうちいずれか1の投写用ズームレンズにおいて、

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レンズ群および正の屈折力を有する第5レンズ群を配設してなり、

変倍時には、5つの前記レンズ群のうち、前記第2レンズ群から前記第4レンズ群までの3つのレンズ群が光軸に沿って移動可能に構成されてなることを特徴とするものである。

10

【0020】

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、前記第1から第9の投写用ズームレンズのうちいずれか1の投写用ズームレンズであって、縮小側がテレセントリックとされてなる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。

【0021】

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。

20

【発明の効果】

【0022】

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、広角でズーム比が大きく、合成プリズム等を挿入するための十分に長いバックフォーカスを確保しつつ、特に倍率色収差を大幅に低減することができる。

【0023】

一般に倍率色収差は、軸外光線が高い位置を通るレンズの影響を受けやすく、この位置に色消し作用をもったレンズ、あるいは接合レンズを配置することで効果的に倍率色収差を補正することが可能となる。本発明の投写用ズームレンズでは、最も拡大側のレンズ群に、縮小側に凹面を向けた負レンズと縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズとを接合した全体として負の接合レンズを備えるようにしているので、軸外光線の高い位置に接合レンズを配置することができ、倍率色収差の補正効果が大きいレンズ配置とすることができる。

30

【0024】

また負レンズ同士を接合した接合レンズとすることで、最も拡大側のレンズ群の負の屈折力を損なうことなく、比較的簡単に、大きな画角と長いバックフォーカスを確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】実施例1に係る投写用ズームレンズのレンズ構成、ならびに広角端（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2】実施例2に係る投写用ズームレンズのレンズ構成、ならびに広角端（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3に係る投写用ズームレンズのレンズ構成、ならびに広角端（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4】実施例4に係る投写用ズームレンズのレンズ構成、ならびに広角端（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5に係る投写用ズームレンズのレンズ構成、ならびに広角端（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。

40

50

【図6】実施例6に係る投写用ズームレンズのレンズ構成、ならびに広角端（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7】実施例7に係る投写用ズームレンズのレンズ構成、ならびに広角端（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8】実施例8に係る投写用ズームレンズのレンズ構成、ならびに広角端（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。

10

【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。

【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】実施例5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14】実施例6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15】実施例7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。

20

【図16】実施例8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17】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最良の形態】

【0026】

本発明の実施形態に係るズームレンズは、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れるものである。その要旨は、複数のレンズ群のうち少なくとも2群を移動させて変倍操作を行う投写用ズームレンズにおいて、縮小側がテレセントリックな系に構成されるとともに、最も拡大側のレンズ群は、全体として負の屈折力を有してなり、変倍の際には固定とされ、縮小側に凹面を向けた負レンズおよび縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズを互いに接合してなる負の接合レンズを備えている。

30

【0027】

図1は本発明の実施例1に係るズームレンズの広角端および望遠端におけるレンズ構成を示すものであり、このレンズを代表例として、以下に実施形態を詳細に説明する。

【0028】

すなわち、本実施形態の一例は、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 、変倍時に光軸Zに沿って移動する正の屈折力を有する第2レンズ群 G_2 、正の屈折力を有する第3レンズ群 G_3 、負の屈折力を有する第4レンズ群 G_4 、および正の屈折力を有する第5レンズ群 G_5 （実施例8は、正の屈折力を有する第2レンズ群 G_2 、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 ）、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 （実施例8は正の屈折力を有する第5レンズ群 G_5 ）、を備えたものである。

40

【0029】

また、前記第2レンズ群 G_2 、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8は、第2レンズ群 G_2 、第3レンズ群 G_3 および第4レンズ群 G_4 ）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（一旦縮小側に移動した後、拡大側に移動するものを含む（実施例8以外の各実施例では第4レンズ群 G_4 が一旦縮小側に移動した後、拡大側に移動するように設定されている））ことが好ましい。

【0030】

50

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。

【0031】

前述したように、最も拡大側のレンズ群である第1レンズ群 G_1 は、全体として負の屈折力を有してなり、縮小側に凹面を向けた負レンズおよび縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズを互いに接合してなる負の接合レンズを備えている。

【0032】

このように、最も拡大側のレンズ群である第1レンズ群 G_1 に、縮小側に凹面を向けた負レンズと縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズとを接合した全体として負の接合レンズを配するようになっているので、軸外光線が高くなる位置に接合レンズを配置することができ、倍率色収差の補正効果が大きいレンズ配置とすることができる。

10

【0033】

また、接合レンズを構成する上記2つのレンズは、いずれも負レンズであることから、第1レンズ群 G_1 の負の屈折力を損なうことなく、比較的簡単に、大きな画角と長いバックフォーカスを確保することができる。

【0034】

また、前記第4レンズ群 G_4 は、拡大側に凹面を向けた負の単レンズ1枚からなり、また前記第5レンズ群 G_5 は、2枚以上の正レンズと2枚以上の負レンズを有することにより構成される。

【0035】

また、例えば、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1枚（実施例8は7枚）のレンズ L_9 により構成され、第5レンズ群 G_5 は5枚（実施例8は1枚）のレンズ $L_{10} \sim L_{14}$ により構成され、第6レンズ群 G_6 は2枚（実施例8は0枚）のレンズ L_{15} 、 L_{16} により構成される。

20

【0036】

また、フォーカシングは、例えば、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。

【0037】

なお、前記第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（ローパスフィルタ等の各種フィルタを含む（以下同じ）。）が配設されている。

30

【0038】

また、最も拡大側のレンズ群である第1レンズ群 G_1 は、非球面レンズ、2枚のレンズを接合してなる接合レンズ、および両凹レンズの4枚のレンズにより構成することが好ましい。第1レンズ群 G_1 をこのようなレンズ構成とすることにより、コンパクトな構成にて、倍率色収差を始めとする諸収差を良好なものとすることができる。

【0039】

また、前記接合レンズの拡大側または縮小側に非球面レンズを備えていることが好ましい。このように非球面レンズを配置することにより、光線が高くなる位置において非球面レンズによる収差補正を行うことができ、ディストーション等の諸収差を効率よく低減することができる。

40

【0040】

また、前記第5レンズ群 G_5 は、拡大側から、負、正、負、正の順に並んだ4つのレンズを含んでなることが好ましい。全体として正の屈折力を有する第5レンズ群を、2枚以上の正レンズと2枚以上の負レンズを含むように構成することで、負レンズと正レンズの組合せによる色消し効果を増幅することができるとともに、広角化を図ることにより生じ得る像面湾曲（サジタル方向の像面湾曲）を効果的に補正することができる、という作用効果を奏することができる。

50

【0041】

また、これら負、正、負、正の順に並んだ4つのレンズは、2組の、負と正の接合レンズを構成していることが好ましい。このように2組の負正接合レンズを配列することにより、上記色消し効果および像面湾曲の補正効果をより良好なものとすることができる。

【0042】

また、前記第1レンズ群G₁には、少なくとも1面の非球面を設けることが好ましい。これにより、光束径が大きくなる、第1レンズ群G₁中に非球面が配置されることとなり、諸収差を効率よく低減することができる。

【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(1)を満足することが好ましい。 10

$$2.5 < d2 - d1 \dots (1)$$

ただし、

d1：第1レンズ群G₁中の接合レンズのうち拡大側のレンズのアップベ数

d2：第1レンズ群G₁中の接合レンズのうち縮小側のレンズのアップベ数

【0044】

上記条件式(1)は、倍率色収差を効果的に補正するための式であり、この下限を下回ると、倍率色収差が過大となり補正が困難となる。

【0045】

このような観点から、上記条件式(1)に替えて以下の条件式(1')を満足するように構成することがより好ましい。 20

$$3.0 < d2 - d1 < 7.0 \dots (1')$$

【0046】

また、上記条件式(1')に替えて以下の条件式(1'')を満足するように構成することが、さらに好ましい。

$$3.4 < d2 - d1 < 6.5 \dots (1'')$$

【0047】

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)を満足することが好ましい。

$$0.10 < nd2 - nd1 \dots (2)$$

ただし、

nd1：第1レンズ群G₁中の接合レンズのうち拡大側のレンズの屈折率

nd2：第1レンズ群G₁中の接合レンズのうち縮小側のレンズの屈折率

【0048】

この条件式(2)は、接合された2つのレンズのうち、縮小側のレンズの屈折率と拡大側のレンズの屈折率との差を規定するものであり、この下限を下回ると、2つのレンズの屈折率の差が小さくなることで、レンズ同士の境界面上での光線の折り曲げ角が小さくなり、軸外収差を良好に補正することが困難となる。

【0049】

このような観点から、上記条件式(2)に替えて以下の条件式(2')を満足するように構成することがより好ましい。 40

$$0.15 < nd2 - nd1 \dots (2')$$

【0050】

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)を満足することが好ましい。

$$1.0 < f_c / f_1 < 5.0 \dots (3)$$

ただし、

f_c：第1レンズ群G₁中の接合レンズの焦点距離

f₁：第1レンズ群G₁の焦点距離

【0051】

この条件式(3)は、第1レンズ群G₁中の接合レンズの屈折力と第1レンズ群G₁全体の屈折力の差を規定するための式であり、この上限を上回ると、接合レンズの負の屈折力が弱くなりすぎて、第1レンズ群G₁のレンズ径を大きくせざるを得ず、これによりレンズ系全体の大型化につながる。一方、この下限を下回ると、接合レンズの負の屈折力が強くなりすぎて、像面湾曲等の軸外収差を良好に保つのが困難になる。

【0052】

このような観点から、上記条件式(3)に替えて以下の条件式(3')を満足するように構成することがより好ましい。

$$1.3 \leq f_c / f_1 \leq 4.0 \dots (3')$$

【0053】

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

$$4.0 \leq |f_{as}| / f_w \dots (4)$$

ただし、

f_{as} : 第1レンズ群G₁中の非球面レンズの焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

【0054】

条件式(4)の下限を下回ると、非球面レンズのパワーが強くなりすぎて、プラスチックなどの、温度変化に伴う収差変動が大きな材質を使用することが難しくなるので、コストや軽量化の点で不利となる。

【0055】

このような観点から、上記条件式(4)に替えて以下の条件式(4a')または条件式(4b')を満足するように構成することがより好ましい。

接合レンズの拡大側に非球面レンズを配置する場合

$$3.0 \leq |f_{as}| / f_w \dots (4a')$$

接合レンズの縮小側に非球面レンズを配置する場合

$$5.0 \leq |f_{as}| / f_w \dots (4b')$$

【0056】

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17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。

【0057】

図17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。

【0058】

なお、図17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】

【0059】

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

10

20

30

40

50

ている。

<実施例 1 >

図 1 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、およびその移動軌跡を示すものである。

【0060】

このレンズにおいて、第 1 レンズ群 G_1 は、拡大側から順に、パワーの弱い両面非球面レンズよりなる第 1 レンズ L_1 と、縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第 2 レンズ L_2 および第 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 L_2 と第 3 レンズ L_3 とは互いに接合されて接合レンズを構成している。

【0061】

第 2 レンズ群 G_2 は、拡大側から順に、両凸レンズよりなる第 5 レンズ L_5 と、拡大側に凸面を向けた正メニスカスレンズよりなる第 6 レンズ L_6 からなる。

【0062】

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、縮小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 からなり、第 7 レンズ L_7 と第 8 レンズ L_8 とは互いに接合されて接合レンズを構成している。

【0063】

また、第 4 レンズ群 G_4 は、両凹レンズよりなる第 9 レンズ L_9 のみからなり、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 10 レンズ L_{10} と、両凸レンズよりなる第 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} からなり、第 10 レンズ L_{10} と第 11 レンズ L_{11} 、および第 12 レンズ L_{12} と第 13 レンズ L_{13} は、各々互いに接合されて接合レンズを構成している。

【0064】

また、第 6 レンズ群 G_6 は、拡大側から順に、縮小側に凸面を向けた負メニスカス形状の両面非球面レンズよりなる第 15 レンズ L_{15} と、縮小側に凸面を向けた正メニスカスレンズよりなる第 16 レンズ L_{16} からなる。

【0065】

上記第 1 レンズ L_1 および上記第 15 レンズ L_{15} の両面の非球面形状は、下記に示す非球面式により規定される。

【0066】

【数 1】

$$Z = \frac{Y^2/R}{1 + \sqrt{1 - K \times Y^2/R^2}} + \sum_{i=3}^{12} A_i Y^i$$

ただし、

Z : 光軸から距離 Y の非球面上の点より非球面頂点の接平面（光軸に垂直な平面）に下ろした垂線の長さ

Y : 光軸からの距離

R : 非球面の光軸近傍の曲率半径

K : 離心率

A_i : 非球面係数 ($i = 3 \sim 12$)

【0067】

図 1 に示すように、変倍時において、上記第 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。

【0068】

また、縮小側は略テレセントリックとされている。

【0069】

10

20

30

40

50

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3、5、7、9、11、13、15において同じ）。

【0070】

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3、5、7、9、11、13、15において同じ）。また、各非球面を表す非球面係数を表2に示す。

【0071】

【表1】

焦点距離 F=1.00 ~ 1.54 ~ 2.10

| | R | D | Nd | νd |
|-----|----------|-------|--------|---------|
| 1* | -6.749 | 0.258 | 1.4910 | 57.6 |
| 2* | -6.806 | 0.082 | | |
| 3 | 65.413 | 0.094 | 1.8081 | 22.8 |
| 4 | 4.003 | 0.089 | 1.5891 | 61.1 |
| 5 | 1.301 | 0.601 | | |
| 6 | -2.381 | 0.078 | 1.4970 | 81.5 |
| 7 | 3.184 | (移動1) | | |
| 8 | 4.004 | 0.376 | 1.5955 | 39.2 |
| 9 | -3.447 | 0.010 | | |
| 10 | 4.973 | 0.141 | 1.8052 | 25.4 |
| 11 | 16.741 | (移動2) | | |
| 12 | 2.445 | 0.182 | 1.6034 | 38.0 |
| 13 | -2.445 | 0.054 | 1.8052 | 25.4 |
| 14 | -5.262 | (移動3) | | |
| 15 | -2.784 | 0.049 | 1.6968 | 55.5 |
| 16 | 3.236 | (移動4) | | |
| 17 | 3.974 | 0.056 | 1.8340 | 37.2 |
| 18 | 1.460 | 0.394 | 1.4970 | 81.5 |
| 19 | -1.460 | 0.035 | | |
| 20 | -1.204 | 0.066 | 1.8340 | 37.2 |
| 21 | 5.914 | 0.335 | 1.4970 | 81.5 |
| 22 | -1.560 | 0.009 | | |
| 23 | 6.004 | 0.404 | 1.4970 | 81.5 |
| 24 | -1.720 | (移動5) | | |
| 25* | -2.471 | 0.164 | 1.4910 | 57.6 |
| 26* | -3.587 | 0.014 | | |
| 27 | -7.109 | 0.191 | 1.8052 | 25.4 |
| 28 | -2.681 | 1.960 | | |
| 29 | ∞ | 1.690 | 1.5163 | 64.1 |
| 30 | ∞ | | | |

* は非球面

| 移動間隔 | 広角端 | 中間位置 | 望遠端 |
|------|-------|-------|-------|
| 移動1 | 0.618 | 0.287 | 0.206 |
| 移動2 | 1.838 | 1.164 | 0.044 |
| 移動3 | 0.129 | 0.905 | 1.306 |
| 移動4 | 1.135 | 0.587 | 0.518 |
| 移動5 | 0.024 | 0.802 | 1.670 |

【0072】

10

20

30

40

【表 2】

非球面係数
面番号

| | K | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ |
|----|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 19.40949 | -2.16048E-02 | 2.62828E-01 | -1.48178E-01 | -2.97724E-02 |
| | A ₇ | A ₈ | A ₉ | A ₁₀ | A ₁₁ |
| | 6.43213E-02 | -4.81675E-03 | -1.77156E-02 | -1.00295E-03 | 9.88286E-03 |
| | A ₁₂ | | | | |
| | -3.30187E-03 | | | | |
| 2 | K | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ |
| | -8.99554 | -1.76603E-02 | 2.26236E-01 | -1.53432E-01 | -2.79709E-03 |
| | A ₇ | A ₈ | A ₉ | A ₁₀ | A ₁₁ |
| | 1.35884E-02 | 6.64252E-03 | -7.41642E-04 | -1.32997E-03 | 2.23125E-03 |
| | A ₁₂ | | | | |
| | -1.61665E-03 | | | | |
| 25 | K | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ |
| | 1.00000 | 0.00000E+00 | -6.42221E-02 | -9.47620E-02 | 1.06517E-01 |
| | A ₇ | A ₈ | A ₉ | A ₁₀ | |
| | 5.79861E-02 | -4.48647E-02 | -5.00536E-02 | 3.45129E-02 | |
| 26 | K | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ |
| | 1.00000 | 0.00000E+00 | -5.16120E-02 | -7.14236E-02 | 7.87214E-02 |
| | A ₇ | A ₈ | A ₉ | A ₁₀ | |
| | 5.49187E-02 | -2.30056E-02 | -6.17501E-02 | 3.54761E-02 | |

10

20

【0073】

実施例 1 の投写用ズームレンズによれば、表 17 に示すように、条件式 (1) ~ (4)、(1')、(1'')、(2')、(3')、(4a') は全て満足されている。

【0074】

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 ~ 16 において同じ)。

30

【0075】

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。

【0076】

< 実施例 2 >

図 2 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、およびその移動軌跡を示すものである。

40

【0077】

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 G₁ を構成する第 2 レンズ L₂ が、縮小側に凹面を向けた平凹レンズとされている点、第 2 レンズ群 G₂ を構成する第 6 レンズ L₆ が両凸レンズとされている点、第 5 レンズ群 G₅ が、拡大側から順に、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形状の両面非球面レンズよりなる第 10 レンズ L₁₀ 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 11 レンズ L₁₁ と、両凸レンズよりなる第 12 レンズ L₁₂ と、両凹レンズよりなる第 13 レンズ L₁₃ と、両凸レンズよりなる第 14 レンズ L₁₄ と、両凸レンズよりなる第 15 レンズ L₁₅ からなり、第 11 レンズ L₁₁ と第 12 レンズ L₁₂、および第 13 レンズ L₁₃ と第 14 レンズ L₁₄ が、各々互いに接合されて接合レンズ

50

を構成している点、において上記実施例 1 のものと各々相違する。

【 0 0 7 8 】

図 2 に示すように上記実施例 1 のものと略同様に、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。

【 0 0 7 9 】

また、縮小側は略テレセントリックとされている。

【 0 0 8 0 】

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 3 に示す。

10

【 0 0 8 1 】

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。また、各非球面を表す非球面係数を表 4 に示す。

【 0 0 8 2 】

【表 3】

焦点距離 F=1.00 ~ 1.60 ~ 2.30

| | R | D | Nd | ν_d | |
|-----|----------|-------|--------|---------|----|
| 1* | -2.414 | 0.239 | 1.4910 | 57.6 | |
| 2* | -2.640 | 0.132 | | | |
| 3 | ∞ | 0.114 | 1.8081 | 22.8 | |
| 4 | 4.230 | 0.096 | 1.6180 | 63.3 | |
| 5 | 1.294 | 0.637 | | | |
| 6 | -2.468 | 0.081 | 1.4970 | 81.5 | |
| 7 | 4.357 | (移動1) | | | |
| 8 | 4.284 | 0.319 | 1.6990 | 30.1 | 10 |
| 9 | -5.456 | 0.010 | | | |
| 10 | 13.163 | 0.142 | 1.7552 | 27.5 | |
| 11 | -20.697 | (移動2) | | | |
| 12 | 2.841 | 0.209 | 1.6129 | 37.0 | |
| 13 | -2.147 | 0.060 | 1.8052 | 25.4 | |
| 14 | -4.290 | (移動3) | | | |
| 15 | -2.121 | 0.055 | 1.8040 | 46.6 | |
| 16 | 7.367 | (移動4) | | | |
| 17* | -5.251 | 0.224 | 1.5686 | 58.6 | |
| 18* | -1.405 | 0.010 | | | |
| 19 | 122.071 | 0.064 | 1.8040 | 46.6 | |
| 20 | 1.883 | 0.378 | 1.4970 | 81.5 | 20 |
| 21 | -1.403 | 0.038 | | | |
| 22 | -1.203 | 0.072 | 1.8061 | 40.9 | |
| 23 | 2.924 | 0.383 | 1.4970 | 81.5 | |
| 24 | -2.159 | 0.010 | | | |
| 25 | 8.147 | 0.534 | 1.4970 | 81.5 | |
| 26 | -1.477 | (移動5) | | | |
| 27* | -3.220 | 0.168 | 1.4910 | 57.6 | |
| 28* | -6.450 | 0.010 | | | |
| 29 | -5.190 | 0.193 | 1.8052 | 25.4 | |
| 30 | -2.631 | 2.276 | | | |
| 31 | ∞ | 1.717 | 1.5163 | 64.1 | |
| 32 | ∞ | | | | 30 |

* は非球面

| 移動間隔 | 広角端 | 中間位置 | 望遠端 |
|------|-------|-------|-------|
| 移動1 | 0.556 | 0.206 | 0.177 |
| 移動2 | 2.564 | 1.477 | 0.037 |
| 移動3 | 0.216 | 1.077 | 1.426 |
| 移動4 | 0.525 | 0.187 | 0.168 |
| 移動5 | 0.021 | 0.934 | 2.074 |

【 0 0 8 3 】

【表 4】

非球面係数
面番号

| | | | | | | |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----|
| 1 | K | A_3 | A_4 | A_5 | A_6 | 10 |
| | 1.82590 | -9.57258E-03 | 3.83470E-01 | -2.32984E-01 | -2.22317E-03 | |
| | A_7 | A_8 | A_9 | A_{10} | A_{11} | |
| | 4.50008E-02 | 4.14162E-03 | -8.72077E-03 | -2.53071E-03 | 2.68364E-03 | |
| | A_{12} | | | | | |
| | -2.82519E-04 | | | | | |
| 2 | K | A_3 | A_4 | A_5 | A_6 | 10 |
| | -1.24103 | -3.40605E-03 | 3.13404E-01 | -1.92720E-01 | -8.79290E-03 | |
| | A_7 | A_8 | A_9 | A_{10} | A_{11} | |
| | 1.76288E-02 | 8.90924E-03 | 5.27592E-04 | -2.32150E-03 | -8.85631E-04 | |
| | A_{12} | | | | | |
| | 4.16303E-04 | | | | | |
| 17 | K | A_4 | A_6 | A_8 | A_{10} | 10 |
| | 1.00000 | -1.35166E-01 | -1.26873E-01 | -1.67517E-01 | 1.79226E-01 | |
| 18 | K | A_4 | A_6 | A_8 | A_{10} | 20 |
| | 1.00000 | -7.30848E-02 | -6.97596E-02 | -1.99401E-01 | 1.48971E-01 | |
| 27 | K | A_3 | A_4 | A_5 | A_6 | 30 |
| | 1.00000 | 0.00000E+00 | -1.09369E-01 | 3.38263E-04 | 4.84136E-02 | |
| | A_7 | A_8 | A_9 | A_{10} | | |
| | -1.04148E-02 | -5.35689E-03 | 1.09867E-02 | -7.14610E-03 | | |
| 28 | K | A_3 | A_4 | A_5 | A_6 | 30 |
| | 1.00000 | 0.00000E+00 | -9.54722E-02 | 1.32362E-02 | 2.68614E-02 | |
| | A_7 | A_8 | A_9 | A_{10} | | |
| | 9.50946E-03 | -4.36643E-03 | -7.39309E-03 | 2.55718E-03 | | |

【0084】

実施例 2 の投写用ズームレンズによれば、表 17 に示すように、条件式 (1) ~ (4)、(1')、(1'')、(2')、(3')、(4a') は全て満足されている。

【0085】

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。

【0086】

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、ズームングに伴う球面収差、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。

【0087】

< 実施例 3 >

図 3 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、およびその移動軌跡を示すものである。

【0088】

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 2 レンズ L_2 が、両凹レンズよりなる点において、また第 2 レンズ群 G_2 が、両凸レンズよりなる第 5 レンズ L_5 のみからなる点において、また、第 5 レンズ群 G_5 が、拡大側から順に、縮小側に凸面を向けた正メニスカス形

10

20

30

40

50

状の両面非球面レンズよりなる第9レンズ L_9 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10レンズ L_{10} と、両凸レンズよりなる第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} からなり、第10レンズ L_{10} と第11レンズ L_{11} 、および第12レンズ L_{12} と第13レンズ L_{13} が、各々互いに接合されて接合レンズを構成している点、において上記実施例1のものと各々相違する。

【0089】

図3に示すように上記実施例1のものと略同様に、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。

【0090】

また、縮小側は略テレセントリックとされている。

【0091】

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 ν の値を表5に示す。

【0092】

なお、表5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。また、各非球面を表す非球面係数を表6に示す。

【0093】

【表5】

焦点距離 F=1.00 ~ 1.54 ~ 2.10

| | R | D | Nd | νd | |
|-----|----------|-------|--------|---------|----|
| 1* | -2.906 | 0.224 | 1.4910 | 57.6 | |
| 2* | -3.029 | 0.319 | | | |
| 3 | -8.748 | 0.094 | 1.8081 | 22.8 | |
| 4 | 3.432 | 0.088 | 1.5163 | 64.1 | |
| 5 | 1.280 | 0.444 | | | |
| 6 | -2.967 | 0.078 | 1.4970 | 81.5 | |
| 7 | 4.062 | (移動1) | | | |
| 8 | 4.475 | 0.265 | 1.8052 | 25.4 | 10 |
| 9 | -4.109 | (移動2) | | | |
| 10 | 2.702 | 0.212 | 1.6477 | 33.8 | |
| 11 | -2.166 | 0.058 | 1.8052 | 25.4 | |
| 12 | -4.573 | (移動3) | | | |
| 13 | -1.657 | 0.052 | 1.7725 | 49.6 | |
| 14 | 19.873 | (移動4) | | | |
| 15* | -4.013 | 0.217 | 1.5686 | 58.6 | |
| 16* | -1.271 | 0.009 | | | |
| 17 | 14.624 | 0.059 | 1.8061 | 33.3 | |
| 18 | 1.529 | 0.350 | 1.4970 | 81.5 | |
| 19 | -1.381 | 0.038 | | | |
| 20 | -1.139 | 0.070 | 1.8061 | 40.9 | 20 |
| 21 | 2.434 | 0.344 | 1.4970 | 81.5 | |
| 22 | -2.202 | 0.010 | | | |
| 23 | 6.144 | 0.477 | 1.4970 | 81.5 | |
| 24 | -1.396 | (移動5) | | | |
| 25* | -4.553 | 0.156 | 1.4910 | 57.6 | |
| 26* | -52.392 | 0.014 | | | |
| 27 | -8.957 | 0.205 | 1.8052 | 25.4 | |
| 28 | -2.688 | 1.874 | | | |
| 29 | ∞ | 1.690 | 1.5163 | 64.1 | |
| 30 | ∞ | | | | |

* は非球面

| 移動間隔 | 広角端 | 中間位置 | 望遠端 |
|------|-------|-------|-------|
| 移動1 | 0.581 | 0.302 | 0.293 |
| 移動2 | 2.264 | 1.218 | 0.040 |
| 移動3 | 0.375 | 1.019 | 1.269 |
| 移動4 | 0.345 | 0.142 | 0.147 |
| 移動5 | 0.023 | 0.907 | 1.838 |

【 0 0 9 4 】

10

20

30

【表 6】

非球面係数
面番号

| | | | | | |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | K | A_3 | A_4 | A_5 | A_6 |
| | 3.41481 | -1.95122E-02 | 3.89318E-01 | -2.21177E-01 | -3.72573E-02 |
| | A_7 | A_8 | A_9 | A_{10} | A_{11} |
| 2 | 7.86534E-02 | 6.17284E-03 | -2.05624E-02 | -4.12282E-03 | 8.34529E-03 |
| | A_{12} | | | | |
| | -1.68025E-03 | | | | |
| 15 | K | A_4 | A_6 | A_8 | A_{10} |
| | 1.21545 | -1.74420E-02 | 3.62126E-01 | -2.43184E-01 | 2.01088E-02 |
| | A_7 | A_8 | A_9 | A_{10} | A_{11} |
| 16 | 2.09668E-02 | 3.59892E-03 | -2.28955E-03 | -1.24320E-03 | 1.48309E-03 |
| | A_{12} | | | | |
| | -1.05939E-03 | | | | |
| 25 | K | A_4 | A_6 | A_8 | A_{10} |
| | 1.00000 | -8.69374E-02 | -8.76185E-02 | -2.00536E-01 | 4.65857E-01 |
| | A_7 | A_8 | A_9 | A_{10} | A_{11} |
| 26 | 5.11123E-03 | -1.89020E-02 | 9.68672E-04 | -1.41954E-03 | |
| | K | A_3 | A_4 | A_5 | A_6 |
| | 1.00000 | 0.00000E+00 | -1.81453E-01 | 3.27399E-02 | 6.63067E-02 |
| 30 | A_7 | A_8 | A_9 | A_{10} | |
| | 1.68995E-02 | -1.64092E-02 | -2.47189E-02 | 1.39104E-02 | |
| | | | | | |

【0095】

実施例 3 の投写用ズームレンズによれば、表 17 に示すように、条件式 (1) ~ (4)、(1')、(1'')、(2')、(3')、(4a') は全て満足されている。

【0096】

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。

【0097】

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、ズームングに伴う球面収差、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。

【0098】

< 実施例 4 >

図 4 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、およびその移動軌跡を示すものである。

【0099】

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 2 レンズ L_2 が、縮小側に凹面を向けた平凹レンズとされている点、第 6 レンズ群 G_6 を構成するレンズのうち、第 15 レンズ L_{15} が縮小側に凸面を向けた正メニスカスレンズよりなる一方、第 16 レンズ L_{16} が両面非球

10

20

30

40

50

面レンズよりなる点、において上記実施例 1 のものと各々相違する。

【 0 1 0 0 】

図 4 に示すように上記実施例 1 のものと略同様に、変倍時において、第 1 レンズ群 G₁ および第 6 レンズ群 G₆ は固定群とされ、第 2 ~ 5 レンズ群 G₂ ~ G₅ は移動群とされている。

【 0 1 0 1 】

また、縮小側は略テレセントリックとされている。

【 0 1 0 2 】

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 7 に示す。

10

【 0 1 0 3 】

なお、表 7 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。また、各非球面を表す非球面係数を表 8 に示す。

【 0 1 0 4 】

【表 7】

焦点距離 F=1.00 ~ 1.54 ~ 2.10

| | R | D | Nd | νd |
|-----|----------|-------|--------|---------|
| 1* | -6.386 | 0.258 | 1.4910 | 57.6 |
| 2* | -6.180 | 0.072 | | |
| 3 | ∞ | 0.094 | 1.8081 | 22.8 |
| 4 | 3.963 | 0.087 | 1.5891 | 61.1 |
| 5 | 1.312 | 0.600 | | |
| 6 | -2.345 | 0.078 | 1.4970 | 81.5 |
| 7 | 3.540 | (移動1) | | |
| 8 | 3.914 | 0.376 | 1.5955 | 39.2 |
| 9 | -3.492 | 0.010 | | |
| 10 | 5.577 | 0.136 | 1.8052 | 25.4 |
| 11 | 18.581 | (移動2) | | |
| 12 | 2.469 | 0.187 | 1.6200 | 36.3 |
| 13 | -2.469 | 0.054 | 1.8052 | 25.4 |
| 14 | -5.604 | (移動3) | | |
| 15 | -2.420 | 0.049 | 1.6204 | 60.3 |
| 16 | 3.293 | (移動4) | | |
| 17 | 3.688 | 0.056 | 1.8340 | 37.2 |
| 18 | 1.445 | 0.408 | 1.4970 | 81.5 |
| 19 | -1.445 | 0.036 | | |
| 20 | -1.194 | 0.073 | 1.8340 | 37.2 |
| 21 | 7.187 | 0.336 | 1.4970 | 81.5 |
| 22 | -1.626 | 0.009 | | |
| 23 | 7.038 | 0.411 | 1.4970 | 81.5 |
| 24 | -1.724 | (移動5) | | |
| 25 | -2.815 | 0.198 | 1.8052 | 25.4 |
| 26 | -1.837 | 0.014 | | |
| 27* | -23.727 | 0.165 | 1.4910 | 57.6 |
| 28* | 101.544 | 1.872 | | |
| 29 | ∞ | 1.690 | 1.5163 | 64.1 |
| 30 | ∞ | | | |

20

30

40

* は非球面

| 移動間隔 | 広角端 | 中間位置 | 望遠端 |
|------|-------|-------|-------|
| 移動1 | 0.554 | 0.243 | 0.186 |
| 移動2 | 2.078 | 1.310 | 0.046 |
| 移動3 | 0.139 | 0.935 | 1.263 |
| 移動4 | 1.020 | 0.502 | 0.503 |
| 移動5 | 0.020 | 0.821 | 1.813 |

50

【 0 1 0 5 】

【 表 8 】

非球面係数

面番号

| | K | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ |
|----|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 16.94258 | -8.06640E-03 | 2.20829E-01 | -1.10864E-01 | -3.92618E-02 |
| | A ₇ | A ₈ | A ₉ | A ₁₀ | A ₁₁ |
| | 6.06818E-02 | -3.54785E-03 | -1.69356E-02 | -1.31120E-03 | 9.48391E-03 |
| | A ₁₂ | | | | |
| | -3.10990E-03 | | | | |
| 2 | K | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ |
| | -8.18860 | -6.29397E-03 | 1.89092E-01 | -1.33392E-01 | 5.92269E-03 |
| | A ₇ | A ₈ | A ₉ | A ₁₀ | A ₁₁ |
| | 9.55112E-03 | 2.56187E-03 | -1.55805E-03 | -4.26487E-04 | 3.03065E-03 |
| | A ₁₂ | | | | |
| | -1.84422E-03 | | | | |
| 27 | K | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ |
| | 1.00000 | 0.00000E+00 | -2.41684E-01 | -9.06829E-02 | 4.80509E-02 |
| | A ₇ | A ₈ | A ₉ | A ₁₀ | |
| | 5.73358E-02 | -1.17728E-02 | -5.70040E-02 | 4.23772E-02 | |
| 28 | K | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ |
| | 1.00000 | 0.00000E+00 | -2.25678E-01 | -1.02322E-01 | 1.01576E-01 |
| | A ₇ | A ₈ | A ₉ | A ₁₀ | |
| | 4.66553E-02 | -2.70768E-02 | -3.39232E-02 | 2.53492E-02 | |

10

20

【 0 1 0 6 】

実施例 4 の投写用ズームレンズによれば、表 1 7 に示すように、条件式 (1) ~ (4)、(1')、(1')、(2')、(3')、(4 a') は全て満足されている。

【 0 1 0 7 】

また、図 1 2 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。

30

【 0 1 0 8 】

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、ズームングに伴う球面収差、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。

【 0 1 0 9 】

< 実施例 5 >

図 5 は、実施例 5 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、およびその移動軌跡を示すものである。

40

【 0 1 1 0 】

この投写用ズームレンズは、基本的には上記実施例 2 のものと略同様の 6 群構成とされているが、第 5 レンズ群 G₅ を構成する第 1 1 レンズ L_{1 1} が、両凹レンズからなる点、および第 6 レンズ群 G₆ が拡大側に凸面を向けた平凸レンズよりなる第 1 6 レンズ L_{1 6} のみからなる点、において上記実施例 2 のものと各々相違する。

【 0 1 1 1 】

図 5 に示すように上記実施例 1 のものと略同様に、変倍時において、第 1 レンズ群 G₁ および第 6 レンズ群 G₆ は固定群とされ、第 2 ~ 5 レンズ群 G₂ ~ G₅ は移動群とされている。

【 0 1 1 2 】

50

また、縮小側は略テレセントリックとされている。

【 0 1 1 3 】

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 9 に示す。

【 0 1 1 4 】

なお、表 9 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。また、各非球面を表す非球面係数を表 10 に示す。

【 0 1 1 5 】

【表 9】

焦点距離 F=1.00 ~ 1.50 ~ 2.10

| | R | D | Nd | ν_d |
|-----|----------|-------|--------|---------|
| 1* | -2.323 | 0.238 | 1.4910 | 57.6 |
| 2* | -2.599 | 0.094 | | |
| 3 | ∞ | 0.114 | 1.8081 | 22.8 |
| 4 | 4.645 | 0.095 | 1.6180 | 63.3 |
| 5 | 1.377 | 0.734 | | |
| 6 | -2.288 | 0.081 | 1.4970 | 81.5 |
| 7 | 5.483 | (移動1) | | |
| 8 | 4.907 | 0.376 | 1.6200 | 36.3 |
| 9 | -4.545 | 0.010 | | |
| 10 | 9.576 | 0.195 | 1.6990 | 30.1 |
| 11 | -12.726 | (移動2) | | |
| 12 | 3.201 | 0.199 | 1.5955 | 39.2 |
| 13 | -2.959 | 0.068 | 1.8052 | 25.4 |
| 14 | -5.317 | (移動3) | | |
| 15 | -1.962 | 0.060 | 1.8040 | 46.6 |
| 16 | 64.100 | (移動4) | | |
| 17* | -2.947 | 0.293 | 1.5686 | 58.6 |
| 18* | -1.274 | 0.009 | | |
| 19 | -9.729 | 0.064 | 1.8040 | 46.6 |
| 20 | 1.611 | 0.447 | 1.4970 | 81.5 |
| 21 | -1.402 | 0.039 | | |
| 22 | -1.226 | 0.072 | 1.8061 | 40.9 |
| 23 | 23.886 | 0.319 | 1.4970 | 81.5 |
| 24 | -2.062 | 0.010 | | |
| 25 | 14.472 | 0.529 | 1.4970 | 81.5 |
| 26 | -1.567 | (移動5) | | |
| 27 | 6.945 | 0.167 | 1.8052 | 25.4 |
| 28 | ∞ | 2.275 | | |
| 29 | ∞ | 1.716 | 1.5163 | 64.1 |
| 30 | ∞ | | | |

* は非球面

| 移動間隔 | 広角端 | 中間位置 | 望遠端 |
|------|-------|-------|-------|
| 移動1 | 0.513 | 0.212 | 0.163 |
| 移動2 | 2.936 | 1.638 | 0.038 |
| 移動3 | 0.256 | 1.249 | 1.663 |
| 移動4 | 0.411 | 0.166 | 0.166 |
| 移動5 | 0.021 | 0.871 | 2.107 |

【 0 1 1 6 】

10

20

30

40

【表 10】

非球面係数

面番号

| 面番号 | K | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ |
|-----|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 1.54123 | -6.23864E-03 | 3.42730E-01 | -1.81621E-01 | -2.03048E-02 |
| | A ₇ | A ₈ | A ₉ | A ₁₀ | A ₁₁ |
| | 3.80876E-02 | 6.77609E-03 | -6.38258E-03 | -2.98989E-03 | 2.01084E-03 |
| | A ₁₂ | | | | |
| | -9.51649E-05 | | | | |
| 2 | K | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ |
| | -0.86615 | -4.33948E-04 | 2.69552E-01 | -1.36321E-01 | -2.44915E-02 |
| | A ₇ | A ₈ | A ₉ | A ₁₀ | A ₁₁ |
| | 1.23757E-02 | 8.94411E-03 | 1.34887E-03 | -1.80234E-03 | -7.85928E-04 |
| | A ₁₂ | | | | |
| | 2.95652E-04 | | | | |
| 17 | K | A ₄ | A ₆ | A ₈ | A ₁₀ |
| | 1.00000 | -1.76829E-01 | -1.22854E-01 | -2.32882E-01 | -1.00256E-01 |
| 18 | K | A ₄ | A ₆ | A ₈ | A ₁₀ |
| | 1.00000 | -7.95212E-02 | -6.53347E-02 | -1.24811E-01 | -8.90628E-02 |

10

20

【0117】

実施例5の投写用ズームレンズによれば、表17に示すように、条件式(1)~(4)、(1')、(1'')、(2')、(3')、(4a')は全て満足されている。

【0118】

また、図13は、実施例5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。

【0119】

これらの収差図から明らかなように、実施例5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。同時に、諸収差を極めて良好に補正することができる。

30

【0120】

<実施例6>

図6は、実施例6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、およびその移動軌跡を示すものである。

【0121】

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G₁を構成する第2レンズL₂が、両凹レンズよりなる点において、また第2レンズ群G₂を構成する第6レンズL₆が両凸レンズよりなる点において、第5レンズ群G₅を構成する第13レンズL₁₃が、縮小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、および第6レンズ群G₆が、両凸レンズよりなる第15レンズL₁₅のみからなる点において、上記実施例1のものと各々相違する。

40

【0122】

図6に示すように上記実施例1のものと略同様に、変倍時において、第1レンズ群G₁および第6レンズ群G₆は固定群とされ、第2~5レンズ群G₂~G₅は移動群とされている。

【0123】

また、縮小側は略テレセントリックとされている。

【0124】

50

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 の値を表 1 1 に示す。

【 0 1 2 5 】

なお、表 1 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。また、各非球面を表す非球面係数を表 1 2 に示す。

【 0 1 2 6 】

【表 1 1】

焦点距離 F=1.00 ~ 1.54 ~ 2.10

| | R | D | Nd | νd | |
|----|----------|-------|--------|---------|----|
| 1* | -2.219 | 0.218 | 1.4910 | 57.6 | 10 |
| 2* | -2.321 | 0.046 | | | |
| 3 | -46.945 | 0.094 | 1.8081 | 22.8 | |
| 4 | 5.430 | 0.085 | 1.5163 | 64.1 | |
| 5 | 1.370 | 0.662 | | | |
| 6 | -2.308 | 0.078 | 1.4970 | 81.5 | |
| 7 | 4.137 | (移動1) | | | |
| 8 | 5.744 | 0.343 | 1.5955 | 39.2 | |
| 9 | -4.007 | 0.010 | | | |
| 10 | 4.983 | 0.210 | 1.6727 | 32.1 | |
| 11 | -23.364 | (移動2) | | | 20 |
| 12 | 2.663 | 0.177 | 1.5673 | 42.8 | |
| 13 | -3.372 | 0.057 | 1.8052 | 25.4 | |
| 14 | -6.761 | (移動3) | | | |
| 15 | -2.600 | 0.052 | 1.5481 | 45.8 | |
| 16 | 3.057 | (移動4) | | | |
| 17 | 6.293 | 0.059 | 1.8040 | 46.6 | |
| 18 | 1.385 | 0.377 | 1.4970 | 81.5 | |
| 19 | -1.381 | 0.044 | | | |
| 20 | -1.101 | 0.070 | 1.8340 | 37.2 | |
| 21 | -31.620 | 0.315 | 1.4970 | 81.5 | 30 |
| 22 | -1.476 | 0.009 | | | |
| 23 | 7.767 | 0.434 | 1.4970 | 81.5 | |
| 24 | -1.670 | (移動5) | | | |
| 25 | 6.995 | 0.147 | 1.8052 | 25.4 | |
| 26 | -24.648 | 1.732 | | | |
| 27 | ∞ | 1.690 | 1.5163 | 64.1 | |
| 28 | ∞ | | | | |

* は非球面

| 移動間隔 | 広角端 | 中間位置 | 望遠端 |
|------|-------|-------|-------|
| 移動1 | 0.711 | 0.321 | 0.220 |
| 移動2 | 2.106 | 1.251 | 0.037 |
| 移動3 | 0.136 | 1.154 | 1.683 |
| 移動4 | 0.964 | 0.398 | 0.298 |
| 移動5 | 0.022 | 0.813 | 1.701 |

40

【 0 1 2 7 】

【表 1 2】

非球面係数
面番号

| 面番号 | K | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ |
|-----|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0.75345 | -2.34447E-02 | 3.99734E-01 | -2.35035E-01 | -3.86790E-02 |
| | A ₇ | A ₈ | A ₉ | A ₁₀ | A ₁₁ |
| | 7.89696E-02 | 1.73114E-03 | -1.87743E-02 | -3.89326E-03 | 8.13871E-03 |
| | A ₁₂ | | | | |
| | -1.90757E-03 | | | | |
| 2 | K | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ |
| | -4.07447 | -1.93169E-02 | 3.05063E-01 | -2.17535E-01 | 1.49264E-02 |
| | A ₇ | A ₈ | A ₉ | A ₁₀ | A ₁₁ |
| | 2.06471E-02 | 3.49502E-03 | -3.57396E-03 | -1.61202E-03 | 2.85838E-03 |
| | A ₁₂ | | | | |
| | -1.05097E-03 | | | | |

10

【0 1 2 8】

実施例 6 の投写用ズームレンズによれば、表 1 7 に示すように、条件式 (1) ~ (4)、(1')、(1')、(2')、(3')、(4 a') は全て満足されている。

【0 1 2 9】

また、図 1 4 は、実施例 6 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。

20

【0 1 3 0】

これらの収差図から明らかなように、実施例 6 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。

< 実施例 7 >

図 7 は、実施例 7 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、およびその移動軌跡を示すものである。

【0 1 3 1】

この投写用ズームレンズは、基本的には上記実施例 6 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 G₁ が、拡大側から順に、縮小側に凹面を向けた負メニスカスレンズよりなる第 1 レンズ L₁ と、縮小側に凹面を向けた負メニスカスレンズよりなる第 2 レンズ L₂ と、両面非球面レンズよりなる第 3 レンズ L₃ と、両凹レンズよりなる第 4 レンズ L₄ からなり、かつ第 1 レンズ L₁ と第 2 レンズ L₂ が互いに接合されて接合レンズを構成しており、この接合レンズの縮小側に非球面レンズ L₃ が配されている点において、また、第 5 レンズ群 G₅ を構成する第 1 2 レンズ L_{1 2} が両凹レンズよりなる一方、第 1 3 レンズ L_{1 3} が両凸レンズよりなる点において、上記実施例 6 のものと各々相違する。

30

【0 1 3 2】

図 7 に示すように上記実施例 1 のものと略同様に、変倍時において、第 1 レンズ群 G₁ および第 6 レンズ群 G₆ は固定群とされ、第 2 ~ 5 レンズ群 G₂ ~ G₅ は移動群とされている。

40

【0 1 3 3】

また、縮小側は略テレセントリックとされている。

【0 1 3 4】

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 1 3 に示す。

【0 1 3 5】

なお、表 1 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

50

おける各レンズ群間隔を示す。また、各非球面を表す非球面係数を表 1 4 に示す。

【 0 1 3 6 】

【表 1 3】

焦点距離 F=1.00 ~ 1.54 ~ 2.10

| | R | D | Nd | νd |
|----|----------|-------|--------|---------|
| 1 | 3.078 | 0.094 | 1.8081 | 22.8 |
| 2 | 1.937 | 0.085 | 1.6180 | 63.3 |
| 3 | 1.249 | 0.410 | | |
| 4* | 15.748 | 0.218 | 1.4910 | 57.6 |
| 5* | 2.556 | 0.449 | | |
| 6 | -2.586 | 0.078 | 1.4970 | 81.5 |
| 7 | 4.272 | (移動1) | | |
| 8 | 5.611 | 0.286 | 1.5955 | 39.2 |
| 9 | -4.593 | 0.010 | | |
| 10 | 4.582 | 0.200 | 1.6477 | 33.8 |
| 11 | -25.188 | (移動2) | | |
| 12 | 2.695 | 0.189 | 1.6034 | 38.0 |
| 13 | -2.420 | 0.056 | 1.8052 | 25.4 |
| 14 | -5.520 | (移動3) | | |
| 15 | -2.592 | 0.052 | 1.5174 | 52.4 |
| 16 | 2.896 | (移動4) | | |
| 17 | 6.718 | 0.059 | 1.8000 | 45.8 |
| 18 | 1.337 | 0.382 | 1.4970 | 81.5 |
| 19 | -1.377 | 0.042 | | |
| 20 | -1.105 | 0.070 | 1.8340 | 37.2 |
| 21 | 101.530 | 0.327 | 1.4970 | 81.5 |
| 22 | -1.468 | 0.009 | | |
| 23 | 7.152 | 0.433 | 1.4970 | 81.5 |
| 24 | -1.654 | (移動5) | | |
| 25 | 7.598 | 0.147 | 1.8052 | 25.4 |
| 26 | -25.045 | 1.732 | | |
| 27 | ∞ | 1.689 | 1.5163 | 64.1 |
| 28 | ∞ | | | |

* は非球面

| 移動間隔 | 広角端 | 中間位置 | 望遠端 |
|------|-------|-------|-------|
| 移動1 | 0.735 | 0.291 | 0.204 |
| 移動2 | 2.044 | 1.161 | 0.037 |
| 移動3 | 0.133 | 1.091 | 1.548 |
| 移動4 | 0.891 | 0.426 | 0.309 |
| 移動5 | 0.022 | 0.856 | 1.728 |

【 0 1 3 7 】

10

20

30

【表 1 4】

非球面係数
面番号

| | K | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ |
|---|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 4 | 109.20818 | -3.43308E-03 | 2.63749E-01 | -1.22169E-02 | -3.11665E-01 |
| | A ₇ | A ₈ | A ₉ | A ₁₀ | A ₁₁ |
| | 1.54259E-01 | 1.51678E-01 | -9.24327E-02 | -8.26828E-02 | 8.65208E-02 |
| | A ₁₂ | | | | |
| | -2.56756E-02 | | | | |
| 5 | K | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ |
| | 2.35682 | 6.00775E-03 | 1.66413E-01 | 1.57693E-01 | -5.57363E-01 |
| | A ₇ | A ₈ | A ₉ | A ₁₀ | A ₁₁ |
| | 2.56234E-01 | 1.37658E-01 | -2.37595E-02 | -1.04673E-01 | -1.88770E-02 |
| | A ₁₂ | | | | |
| | 3.25966E-02 | | | | |

10

【0138】

実施例7の投写用ズームレンズによれば、表17に示すように、条件式(1)~(4)、(1')、(1'')、(2')、(3')、(4a')は全て満足されている。

【0139】

また、図15は、実施例7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。

20

【0140】

これらの収差図から明らかなように、実施例7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。

【0141】

<実施例8>

図8は、実施例8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、およびその移動軌跡を示すものである。

30

【0142】

この投写用ズームレンズは、上述した実施例とは異なり5群構成とされている。

【0143】

このレンズにおいて、第1レンズ群G₁は、拡大側から順に、パワーの弱い両面非球面レンズよりなる第1レンズL₁と、両凹レンズよりなる第2レンズL₂と、縮小側に凹面を向けた負のメニスカスレンズよりなる第3レンズL₃と、両凹レンズよりなる第4レンズL₄からなり、第2レンズL₂と第3レンズL₃とは互いに接合されて接合レンズを構成している。

【0144】

第2レンズ群G₂は、拡大側から順に、両凸レンズよりなる第5レンズL₅と、両凸レンズよりなる第6レンズL₆からなる。

40

【0145】

また、第3レンズ群G₃は、拡大側から順に、両凸レンズよりなる第7レンズL₇と、縮小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L₈からなり、第7レンズL₇と第8レンズL₈とは互いに接合されて接合レンズを構成している。

【0146】

また、第4レンズ群G₄は、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9レンズL₉と、拡大側に凹面を向けた正メニスカス形状の両面非球面レンズよりなる第10レンズL₁₀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11レンズL₁₁と、両凸レンズよりなる第12レンズL₁₂と、両凹レンズよりなる第

50

13 レンズ L_{13} と、両凸レンズよりなる第14 レンズ L_{14} と、両凸レンズよりなる第15 レンズ L_{15} からなり、第11 レンズ L_{11} と第12 レンズ L_{12} 、および第13 レンズ L_{13} と第14 レンズ L_{14} は、各々互いに接合されて接合レンズを構成している。

【0147】

また、第5 レンズ群 G_5 は、両凸レンズよりなる第16 レンズ L_{16} のみからなる。

【0148】

また、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5 レンズ群 G_5 は固定群とされ、第2～4 レンズ群 $G_2 \sim G_4$ は移動群とされている。

【0149】

また、縮小側は略テレセントリックとされている。

10

【0150】

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15に示す。

【0151】

なお、表15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。また、各非球面を表す非球面係数を表16に示す。

【0152】

【表 1 5】

焦点距離 F=1.00 ~ 1.54 ~ 2.00

| | R | D | Nd | ν_d | |
|-----|----------|-------|--------|---------|----|
| 1* | -2.253 | 0.229 | 1.4910 | 57.6 | |
| 2* | -2.158 | 0.009 | | | |
| 3 | -40.363 | 0.094 | 1.8081 | 22.8 | |
| 4 | 10.411 | 0.088 | 1.5163 | 64.1 | |
| 5 | 1.266 | 0.534 | | | |
| 6 | -2.726 | 0.078 | 1.6180 | 63.3 | |
| 7 | 4.911 | (移動1) | | | |
| 8 | 38.765 | 0.204 | 1.6259 | 35.7 | 10 |
| 9 | -4.817 | 0.009 | | | |
| 10 | 3.904 | 0.188 | 1.7283 | 28.5 | |
| 11 | -93.975 | (移動2) | | | |
| 12 | 3.337 | 0.242 | 1.6700 | 47.2 | |
| 13 | -2.062 | 0.058 | 1.8010 | 35.0 | |
| 14 | -4.790 | (移動3) | | | |
| 15 | -2.028 | 0.052 | 1.7550 | 52.3 | |
| 16 | -18.376 | 0.243 | | | |
| 17* | -1.609 | 0.218 | 1.5686 | 58.6 | |
| 18* | -1.120 | 0.009 | | | |
| 19 | -23.887 | 0.059 | 1.8040 | 46.6 | |
| 20 | 1.373 | 0.384 | 1.4970 | 81.5 | 20 |
| 21 | -1.380 | 0.045 | | | |
| 22 | -1.117 | 0.070 | 1.8061 | 40.9 | |
| 23 | 9.350 | 0.310 | 1.4970 | 81.5 | |
| 24 | -1.816 | 0.009 | | | |
| 25 | 9.565 | 0.459 | 1.4970 | 81.5 | |
| 26 | -1.498 | (移動4) | | | |
| 27 | 13.399 | 0.152 | 1.8052 | 25.4 | |
| 28 | -10.949 | 1.976 | | | |
| 29 | ∞ | 1.692 | 1.5163 | 64.1 | |
| 30 | ∞ | | | | |

* は非球面

30

| 移動間隔 | 広角端 | 中間位置 | 望遠端 |
|------|-------|-------|-------|
| 移動1 | 0.734 | 0.375 | 0.368 |
| 移動2 | 2.611 | 1.137 | 0.034 |
| 移動3 | 0.328 | 1.156 | 1.445 |
| 移動4 | 0.020 | 1.025 | 1.846 |

【 0 1 5 3 】

【表 16】

非球面係数

面番号

| | | | | | | |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----|
| 1 | K | A_3 | A_4 | A_5 | A_6 | |
| | 0.58025 | -8.38878E-03 | 3.58783E-01 | -2.05323E-01 | -2.66364E-02 | |
| | A_7 | A_8 | A_9 | A_{10} | A_{11} | |
| | 5.49180E-02 | 6.08762E-03 | -1.28522E-02 | -4.56649E-03 | 3.56816E-03 | |
| | A_{12} | | | | | |
| | 7.40453E-04 | | | | | |
| 2 | K | A_3 | A_4 | A_5 | A_6 | 10 |
| | 1.90970 | -4.54706E-03 | 3.38294E-01 | -1.97737E-01 | 1.71293E-02 | |
| | A_7 | A_8 | A_9 | A_{10} | A_{11} | |
| | 1.51189E-02 | -2.01165E-03 | -3.89564E-03 | 1.94631E-03 | 5.46201E-03 | |
| | A_{12} | | | | | |
| | -2.06527E-03 | | | | | |
| 17 | K | A_4 | A_6 | A_8 | A_{10} | |
| | 1.00000 | -2.12118E-01 | -1.08689E-01 | -6.94447E-01 | 3.03102E-01 | |
| 18 | K | A_4 | A_6 | A_8 | A_{10} | 20 |
| | 1.00000 | -1.14652E-01 | -5.84968E-02 | -3.32923E-01 | 1.37266E-02 | |

【0154】

実施例 8 の投写用ズームレンズによれば、表 17 に示すように、条件式 (1) ~ (4)、(1')、(1'')、(2')、(3')、(4b') は全て満足されている。

【0155】

また、図 16 は、実施例 8 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。

【0156】

これらの収差図から明らかなように、実施例 8 の投写用ズームレンズによれば、ズームングに伴う球面収差、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。

【0157】

【表 17】

| | (1) $\nu d2 - \nu d1$ | (2) $nd2 - nd1$ | (3) $fc/f1$ | (4) fas/fw |
|------|-----------------------|-----------------|-------------|--------------|
| 実施例1 | 38.3 | 0.22 | 1.99 | 3367.22 |
| 実施例2 | 40.5 | 0.19 | 1.90 | -88.35 |
| 実施例3 | 41.3 | 0.29 | 1.69 | -359.26 |
| 実施例4 | 38.3 | 0.22 | 1.94 | 276.05 |
| 実施例5 | 40.5 | 0.19 | 1.97 | -61.99 |
| 実施例6 | 41.3 | 0.29 | 2.05 | -356.74 |
| 実施例7 | 40.5 | 0.19 | 2.94 | -6.25 |
| 実施例8 | 41.3 | 0.29 | 1.99 | 57.88 |

【0158】

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。

【0159】

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

10

20

30

40

50

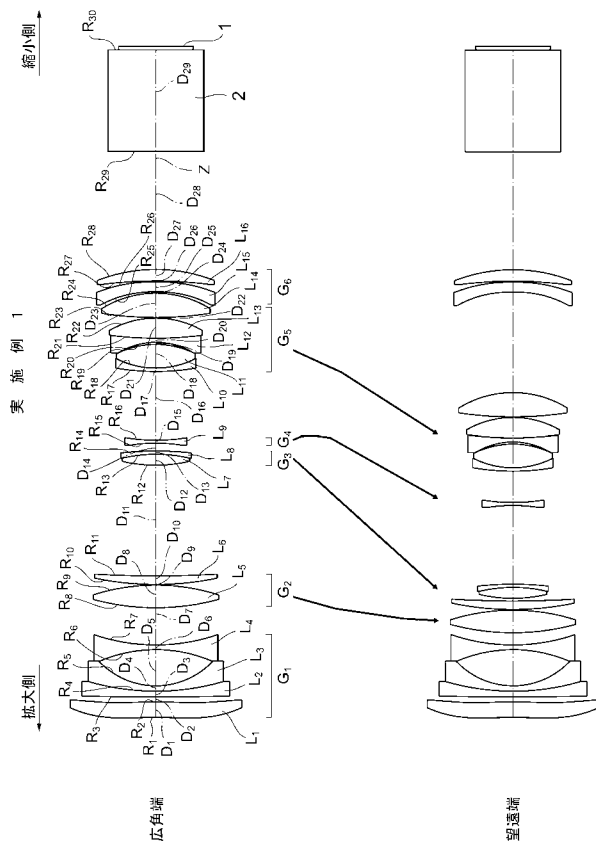
略平面上に多数形成された微小ミラー素子（例えば、テキサス・インスツルメント社製のデジタル・マイクロミラー・デバイス）を用いることができる。また、照明光学系としても、ライトバルブの種類に対応した適切な構成を採用することができる。

【符号の説明】

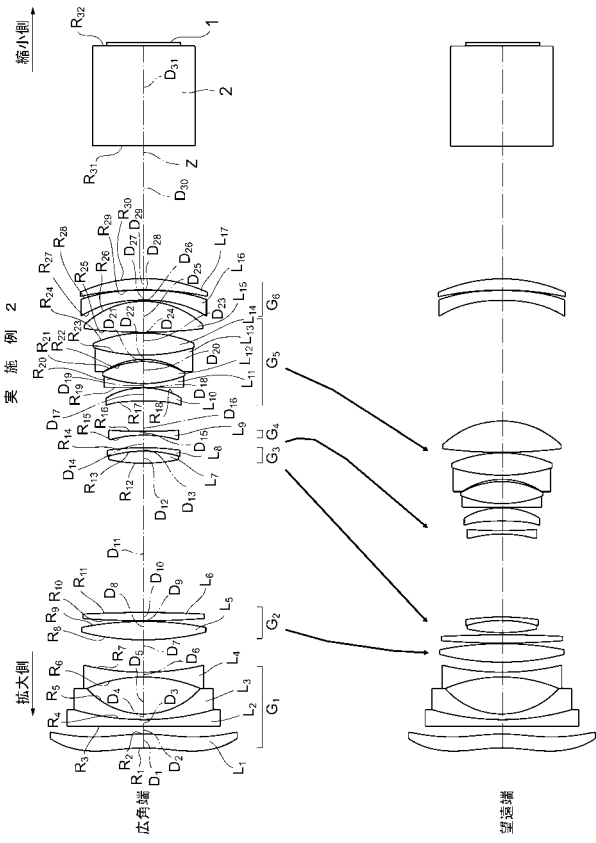
【0160】

- 1 画像表示面
- 2 色合成プリズム
- 10 投写用ズームレンズ
- 11 a ~ 11 c 透過型液晶パネル
- 12, 13 ダイクロイックミラー
- 18 a ~ 18 c 全反射ミラー
- 20 光源
- G₁ ~ G₆ レンズ群
- L₁ ~ L₁₇ レンズ
- R₁ ~ R₃₂ レンズ面等の曲率半径
- D₁ ~ D₃₁ 軸上面間隔
- Z 光軸

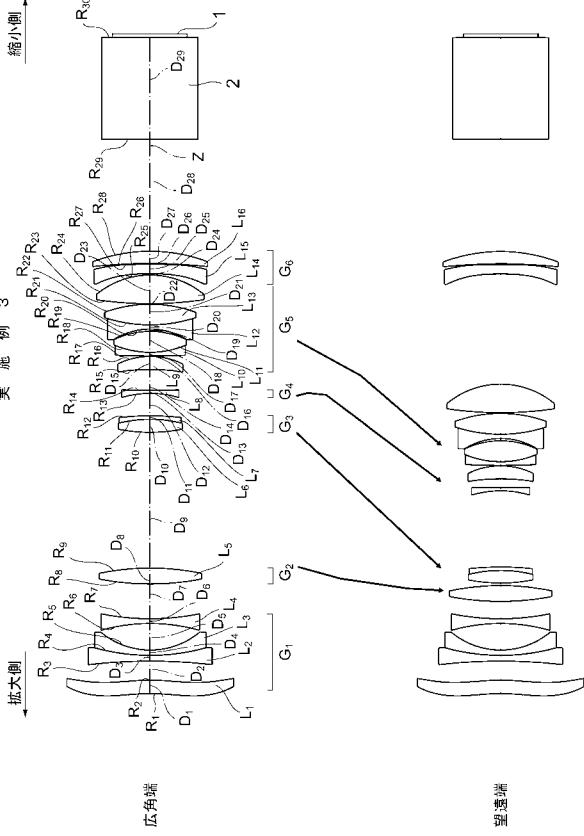
【図1】



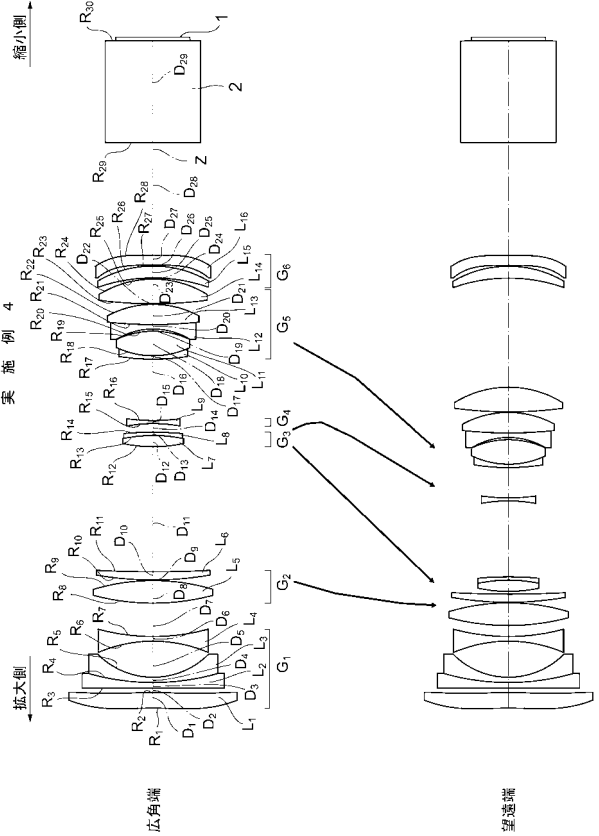
【図2】



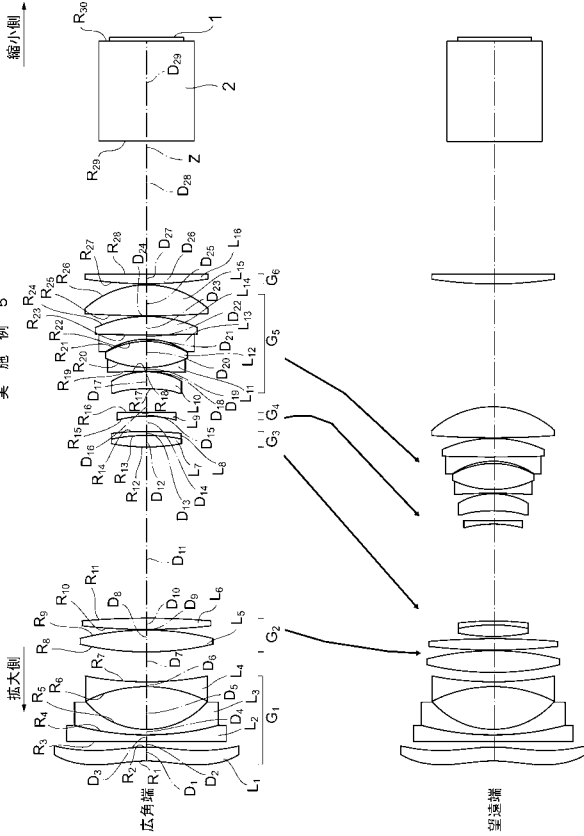
【図 3】



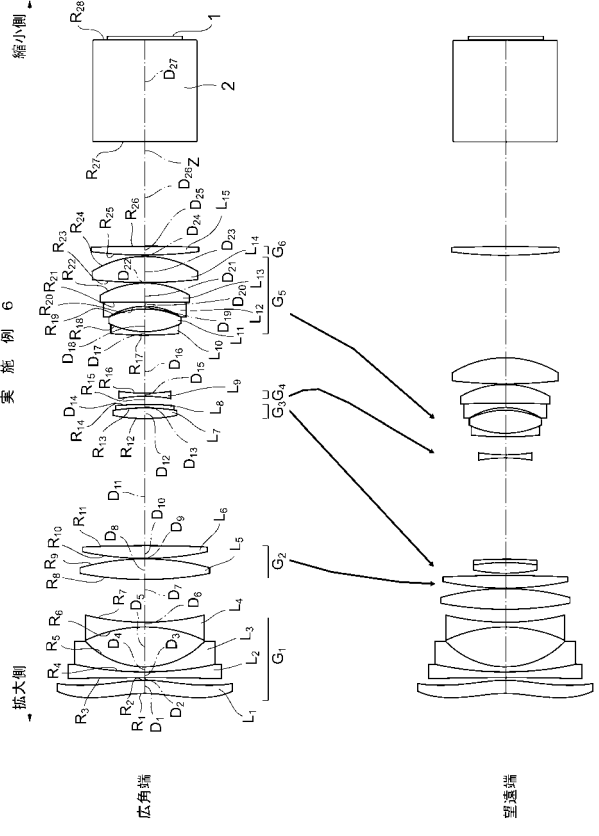
【図 4】



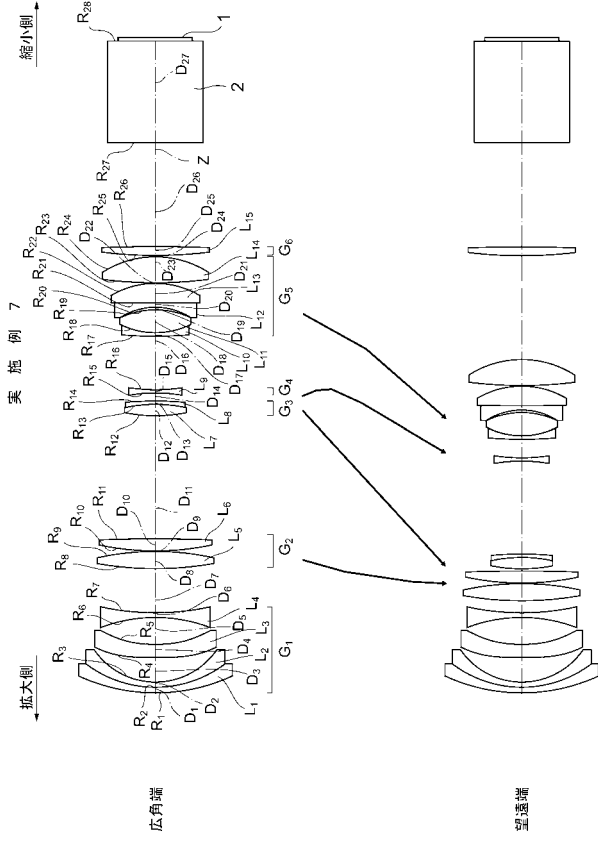
【図 5】



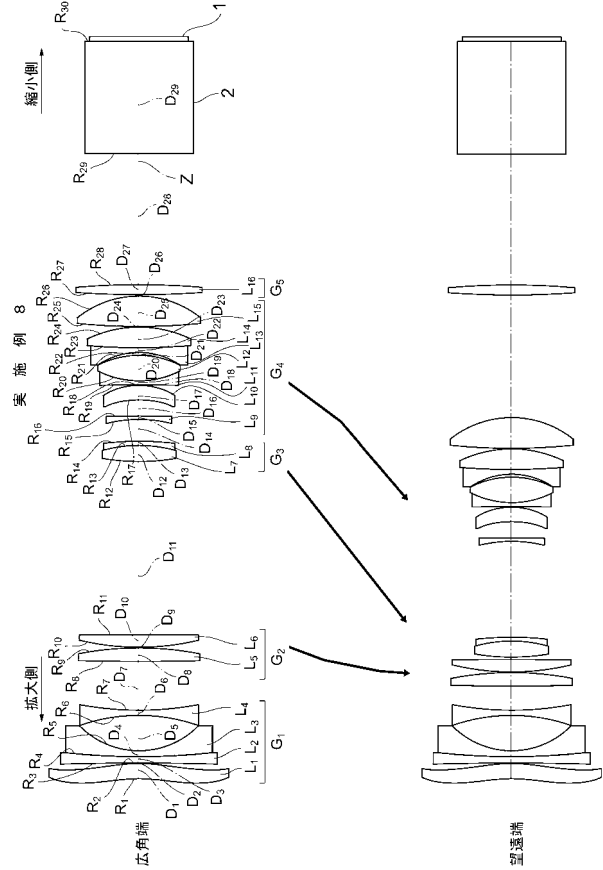
【図 6】



【図7】

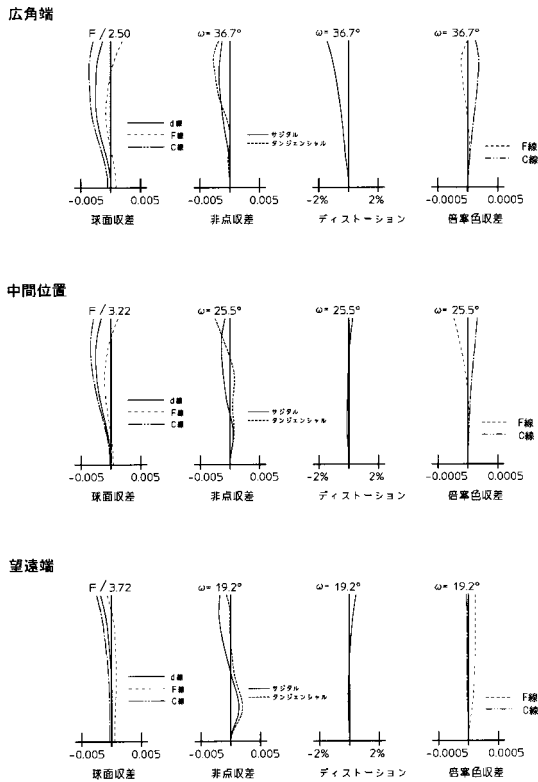


【図8】



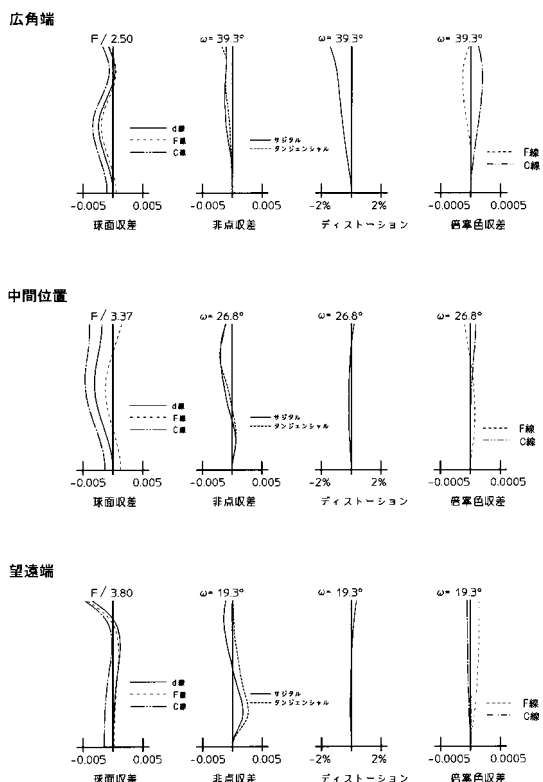
【図9】

実施例 1



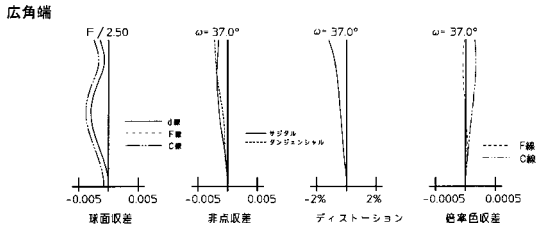
【図10】

実施例 2



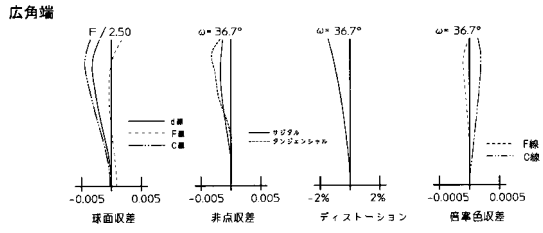
【図11】

実施例3

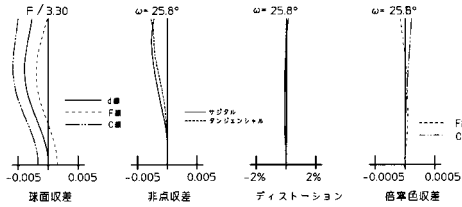


【図12】

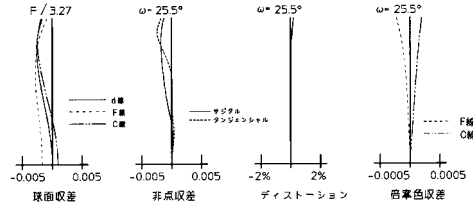
実施例4



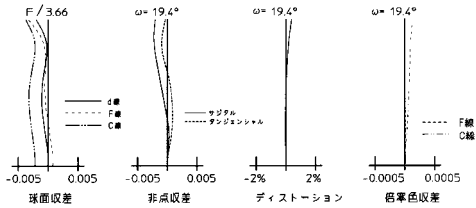
中間位置



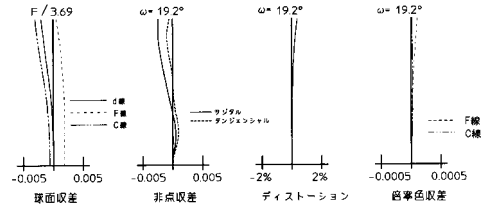
中間位置



望遠端

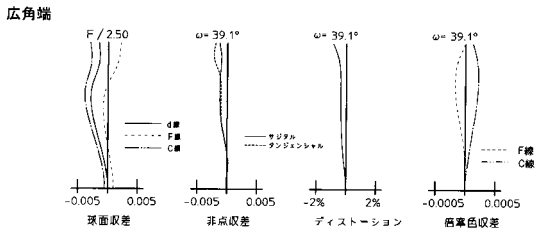


望遠端



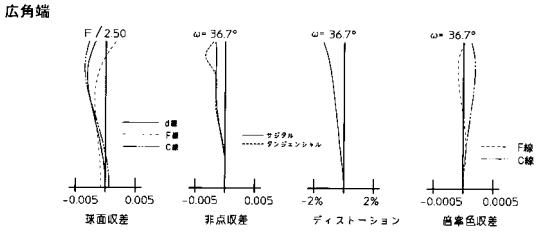
【図13】

実施例5

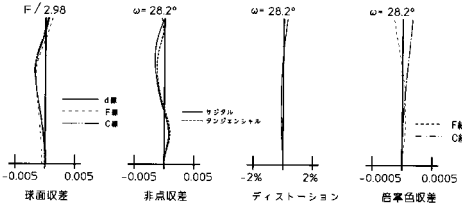


【図14】

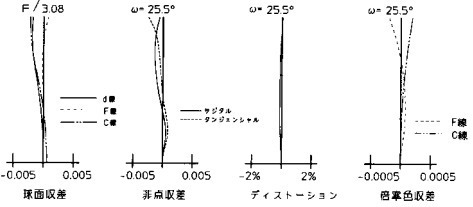
実施例6



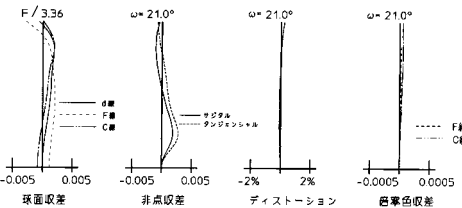
中間位置



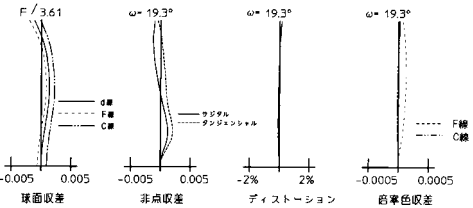
中間位置



望遠端



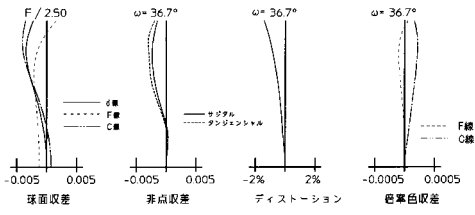
望遠端



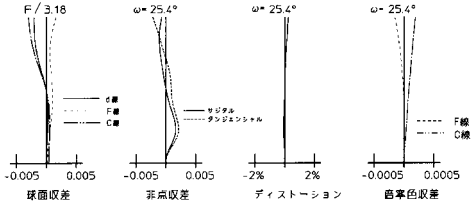
【図15】

実施例7

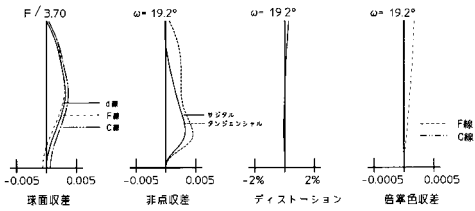
広角端



中間位置



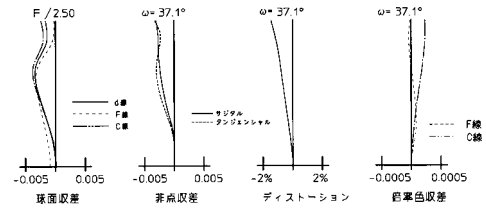
望遠端



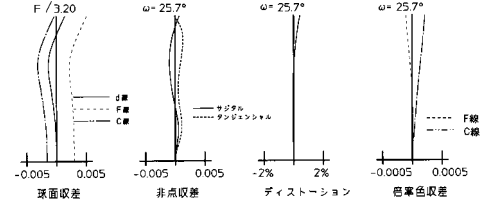
【図16】

実施例8

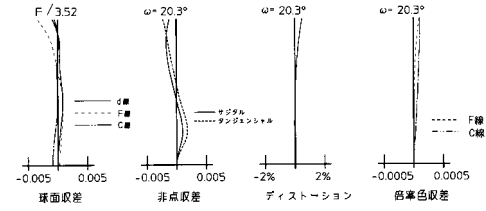
広角端



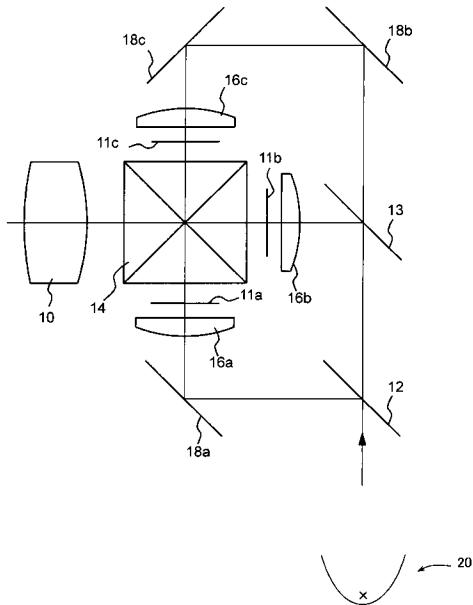
中間位置



望遠端



【図17】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04 - 051006 (JP, A)
特開2005 - 156828 (JP, A)
特開2005 - 164839 (JP, A)
特開2006 - 343554 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 15/20
G02B 13/18