

(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2005-292260

(P2005-292260A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G02B 15/20	G02B 15/20	2H087
G02B 13/18	G02B 13/18	
G02B 13/22	G02B 13/22	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2004-103942 (P2004-103942)	(71) 出願人	000005430
(22) 出願日	平成16年3月31日 (2004.3.31)		フジノン株式会社
			埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地
		(74) 代理人	100097984
			弁理士 川野 宏
		(72) 発明者	山本 力
			埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士写真光機株式会社内

最終頁に続く

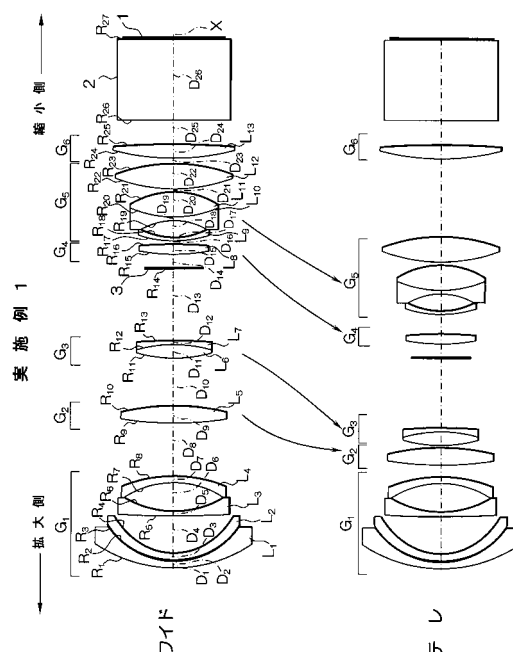
(54) 【発明の名称】ズームレンズおよびこれを用いた投写型表示装置

(57) 【要約】

【課題】投写型表示装置の投射レンズとして好適な、長いバックフォーカスと縮小側略テレセントリック性を備えながら、かつ画角60度超と広角でズーム比が1.5倍以上と大きく、諸収差が良好に補正されたズームレンズおよびこれを用いた投写型表示装置を得る。

【解決手段】正の第2～第4レンズ群G₂～G₄と負の第5レンズ群G₅とは変倍時に移動し、負の第1レンズ群G₁と正の第6レンズ群G₆とは変倍時に固定とされ、第9レンズL₉と第10レンズL₁₀との間には空気負レンズL_nが形成され、空気負レンズL_nを含むレンズ群をレンズ群G_n、空気負レンズL_nの拡大側で最も近い移動群をレンズ群G_pとした時、(1)-2.0<Fn/Fw<-0.5、(2)1.5<Fp/Fw<5.0、(3)-0.85 d/Fn -0.10、を満足する。ただし、Fw、Fn、Fpは各々、ワイド端でのズームレンズ全体、ワイド端での空気負レンズL_n、レンズ群G_pの焦点距離。dは、レンズ群G_nとレンズ群G_pとの最大間隔。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

変倍の際に移動する移動群として 3 群以上のレンズ群を備え、縮小側が略テレセントリックに構成されたズームレンズにおいて、

縮小側の面が縮小側に凹形状とされた拡大側レンズ、および該拡大側レンズの縮小側に隣接して配され該拡大側レンズの前記縮小側の面に対向する面が拡大側に凹形状とされた縮小側レンズにより、該拡大側レンズと該縮小側レンズとの間に形成される空気負レンズのうち、最も縮小側に位置する空気負レンズ L_n を含むレンズ群 G_n の拡大側には、前記移動群が少なくとも 1 つ配設され、このうち前記空気負レンズ L_n に最も近い前記移動群をレンズ群 G_p としたとき、以下の条件式 (1) ~ (5) を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$-2.0 < F_n / F_w < -0.5 \quad \dots (1)$$

$$1.5 < F_p / F_w < 5.0 \quad \dots (2)$$

$$-0.85 < d / F_n < -0.10 \quad \dots (3)$$

$$1.0 < B_f / F_w < 1.8 \quad \dots (4)$$

$$1.5 < F_t / F_w \quad \dots (5)$$

ただし、

F_w : ワイド端におけるズームレンズ全体の焦点距離

F_t : テレ端におけるズームレンズ全体の焦点距離

F_n : ワイド端における空気負レンズ L_n の焦点距離

F_p : レンズ群 G_p の焦点距離

d : レンズ群 G_n とレンズ群 G_p との最大間隔

B_f : ズームレンズ全体のバックフォーカス

【請求項 2】

最も拡大側に、負の屈折力を有し変倍の際固定でフォーカス作用を担うレンズ群が配され、最も縮小側に、正の屈折力を有し変倍の際固定のレンズ群が配されてなることを特徴とする請求項 1 記載のズームレンズ。

【請求項 3】

前記空気負レンズ L_n を形成する前記拡大側レンズと前記縮小側レンズとの空気間隔が、変倍の際に一定とされていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記レンズ群 G_p とこのレンズ群 G_p よりも縮小側に配された全てのレンズとで構成されたレンズ部 B において、以下の条件式 (6) および (7) 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 項記載のズームレンズ。

$$-2.0 < F_{Bw} / F_w < 0.5 \quad \dots (6)$$

$$|F_{Bt} - F_{Bw}| / F_w < 2.0 \quad \dots (7)$$

ただし、

F_{Bw} : ワイド端におけるレンズ部 B の拡大側レンズ頂点から拡大側焦点位置までの距離

F_{Bt} : テレ端におけるレンズ部 B の拡大側レンズ頂点から拡大側焦点位置までの距離

【請求項 5】

前記レンズ部 B において以下の条件式 (8) および (9) を満足することを特徴とする請求項 4 記載のズームレンズ。

$$-1.5 < F_{Bw} / F_w < 0.0 \quad \dots (8)$$

$$|F_{Bt} - F_{Bw}| / F_w < 1.2 \quad \dots (9)$$

【請求項 6】

以下の条件式 (10) を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のうちいずれか 1 項記載のズームレンズ。

$$60^\circ < 2 \quad \dots (10)$$

10

20

30

40

50

ただし、

2 : ワイド端における画角

【請求項 7】

拡大側より順に、負の第 1 レンズ群、正の第 2 レンズ群、第 3 レンズ群、正の第 4 レンズ群、第 5 レンズ群、および正の第 6 レンズ群が配列されてなり、変倍に際し該第 2 レンズ群、該第 3 レンズ群、該第 4 レンズ群、および該第 5 レンズ群が前記移動群として、各々独立して移動することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のうちいずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第 1 レンズ群に、少なくとも 1 枚の、以下の条件式 (1 1) を満足する非球面レンズを備えていることを特徴とする請求項 7 記載のズームレンズ。 10

$$4.0 < |F_{as}| / F_w \dots (11)$$

ただし、

F_{as} : 第 1 レンズ群中の非球面レンズ焦点距離

【請求項 9】

前記第 1 レンズ群が全て負レンズより構成され、以下の条件式 (1 2) を満足することを特徴とする請求項 7 または 8 記載のズームレンズ。

$$-2.5 < F_1 / F_w < -0.7 \dots (12)$$

ただし、

F_1 : 第 1 レンズ群の焦点距離 20

【請求項 10】

前記空気負レンズ L_n が前記第 5 レンズ群に配置されていることを特徴とする請求項 7 記載のズームレンズ。

【請求項 11】

前記移動群となる前記レンズ群同士の間、または前記移動群となる前記レンズ群のレンズ群中に、少なくとも 1 つの可変絞りが配設され、変倍に際し、該可変絞りが少なくとも 1 つの前記移動群となる前記レンズ群と一体に、または該可変絞りが単体で、移動することを特徴とする請求項 1 ~ 10 のうちいずれか 1 項記載のズームレンズ。

【請求項 12】

光源と、この光源からの光束を光変調するライトバルブと、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 ~ 11 のうちいずれか 1 項記載のズームレンズを備え、前記ライトバルブで光変調された前記光束を該ズームレンズにより投写することを特徴とする投写型表示装置。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、CCD、撮像管などの撮像素子や、フィルム等を用いたカメラに使用される結像レンズ、および投写型テレビの投映レンズ等のズームレンズに関し、特に、投映レンズの縮小側を略テレセントリックに構成することを前提とするようなライトバルブを備えた投写型表示装置において、ライトバルブの情報を拡大投写する投映レンズとして好適なズームレンズ、およびこれを用いた投写型表示装置に関するものである。 40

【背景技術】

【0002】

ライトバルブの情報を拡大投写しコンピュータ画像やテレビ画像として表示する投写型表示装置の発展は、近年、目覚ましいものがある。その投写型表示装置に用いられる投映レンズとしては、画像の大きさを変えることができるズームレンズを用いること多く、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。

【0003】

また投写時に画像を投写型表示装置に対し大きくずらす、所謂レンズシフト投写機能や 50

、投写型表示装置に近い投写位置で大きな画像を見られる機能も要求されるようになってきているが、そのためにはズームレンズの広角化が必要となる。

【0004】

従来より、変倍の際に移動する移動群として3群以上のレンズ群を備え、縮小側が略テレセントリックに構成されたズームレンズとして、例えば下記特許文献1～7記載のものが知られている。特許文献1～3記載のものは、ズーム比1.5倍以上のズームレンズであるが、画角に関しては、現在、市場ではさらに広角なレンズが求められている。また、特許文献4～7記載のものは、画角60度以上の広角ズームレンズであるが、ズーム比は比較的小さい。

【0005】

10

【特許文献1】特許第3362613号公報

【特許文献2】特開2001-337275号公報

【特許文献3】特開2001-350096号公報

【特許文献4】特開2002-131641号公報

【特許文献5】特開2003-015036号公報

【特許文献6】特開2003-015037号公報

【特許文献7】特開2003-015038号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

20

上述のとおり、従来例としては、現在要請されているような広角化またはズーム比拡大のいずれかを達成したものは存在しているが、その両方を達成しているものはない。まさに、投写型表示装置の投映レンズとして用い得るようなズームレンズで、広角化とズーム比拡大の両立の難しさを示しているともいえる。

【0007】

これは、その用途の特性から、比較的長いバックフォーカスを確保することと、縮小側を略テレセントリックに構成することが求められるためでもある。すなわち投写型表示装置では、投映レンズの縮小側には、複数のライトバルブからの情報を合成したり、照明光と投写光を分離したりするためのプリズム等を挿入するためのスペースが必要となる。また、プリズム等での分光透過率は入射角により変化するので、投写画像において各色の明るさが画角により変化して見づらい画像になることを避けるため、このプリズム等に入射する光束は、各光線の入射角度が光軸と略平行な状態となっていることが好ましい。

30

【0008】

長いバックフォーカスを確保するために、一般にこのようなズームレンズでは、最も拡大側には強い負のレンズ群が配されている。したがって、変倍に大きく寄与するレンズはその負のレンズ群より縮小側に配置された正レンズ群となり、ズーム比を大きくするためにはこの正レンズ群の移動量を大きくすることになる。

【0009】

しかしながら一方で、広角なズームレンズの構成としては、ズームレンズ中に強いパワーを持つ空気負レンズを配置することで、像面の平坦性などを保つことが効果的である。広角化を図るためにはこの空気負レンズのパワーをより強くする必要がある。

40

【0010】

そのため、ズーム比拡大のために正レンズの移動量を大きくするとともに、広角化のために空気負レンズのパワーを強くすると、空気負レンズで広げられた光束が、より離れた位置で移動群に入射される状態が生じることになり、レンズ設計の自由度が制約され、その上さらにズーム領域の全体に亘ってテレセントリック性を維持するように構成することは難しくなる。また、光学性能を良好に維持することも難しくなる。

【0011】

本発明は、上記事情に鑑みなさたもので、投写型表示装置の投映レンズとしても用い得るような、長いバックフォーカスと縮小側での略テレセントリック性を備えながら、かつ

50

広角でズーム比が大きく諸収差が良好に補正されたズームレンズおよびこれを用いた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。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明のズームレンズは、変倍の際に移動する移動群として3群以上のレンズ群を備え、縮小側が略テレセントリックに構成されたズームレンズにおいて、

縮小側の面が縮小側に凹形状とされた拡大側レンズ、および該拡大側レンズの縮小側に隣接して配され該拡大側レンズの前記縮小側の面に対向する面が拡大側に凹形状とされた縮小側レンズにより、該拡大側レンズと該縮小側レンズとの間に形成される空気負レンズのうち、最も縮小側に位置する空気負レンズ L_n を含むレンズ群 G_n の拡大側には、前記移動群が少なくとも1つ配設され、このうち前記空気負レンズ L_n に最も近い前記移動群をレンズ群 G_p としたとき、以下の条件式(1)~(5)を満足することを特徴とするものである。

$$-2.0 < F_n / F_w < -0.5 \quad \dots (1)$$

$$1.5 < F_p / F_w < 5.0 \quad \dots (2)$$

$$-0.85 < d / F_n < -0.10 \quad \dots (3)$$

$$1.0 < B_f / F_w < 1.8 \quad \dots (4)$$

$$1.5 < F_t / F_w \quad \dots (5)$$

ただし、

F_w : ワイド端におけるズームレンズ全体の焦点距離

F_t : テレ端におけるズームレンズ全体の焦点距離

F_n : ワイド端における空気負レンズ L_n の焦点距離

F_p : レンズ群 G_p の焦点距離

d : レンズ群 G_n とレンズ群 G_p との最大間隔

B_f : ズームレンズ全体のバックフォーカス

【0013】

なお、上記「最も縮小側に位置する空気負レンズ L_n を含むレンズ群 G_n 」は、この空気負レンズ L_n がレンズ群とレンズ群との間に形成されている場合には、最も縮小側に位置する空気負レンズ L_n を形成する縮小側レンズを含むレンズ群および拡大側レンズを含むレンズ群を一体として、レンズ群 G_n とするものである。

【0014】

また、最も拡大側に、負の屈折力を有し変倍の際固定でフォーカス作用を担うレンズ群が配され、最も縮小側に、正の屈折力を有し変倍の際固定のレンズ群が配されてなることが好ましい。

【0015】

また、前記空気負レンズ L_n を形成する前記拡大側レンズと前記縮小側レンズとの空気間隔が、変倍の際に一定とされていることが好ましい。

【0016】

また、前記レンズ群 G_p とこのレンズ群 G_p よりも縮小側に配された全てのレンズとで構成されたレンズ部Bにおいて、以下の条件式(6)および(7)を満足することが好ましい。

$$-2.0 < F_{Bw} / F_w < 0.5 \quad \dots (6)$$

$$| F_{Bt} - F_{Bw} | / F_w < 2.0 \quad \dots (7)$$

ただし、

F_{Bw} : ワイド端におけるレンズ部Bの拡大側レンズ頂点から拡大側焦点位置までの距離

F_{Bt} : テレ端におけるレンズ部Bの拡大側レンズ頂点から拡大側焦点位置までの距離

【0017】

また、前記レンズ部Bにおいて以下の条件式(8)および(9)を満足することがより

好ましい。

$$-1.5 < FBw / Fw < 0.0 \quad \dots (8)$$

$$|FBt - FBw| / Fw < 1.2 \quad \dots (9)$$

【0018】

また、以下の条件式(10)を満足することが好ましい。

$$60^\circ < 2 \quad \dots (10)$$

ただし、

2 : ワイド端における画角

【0019】

また、このズームレンズは、拡大側より順に、負の第1レンズ群、正の第2レンズ群、第3レンズ群、正の第4レンズ群、第5レンズ群、および正の第6レンズ群が配列されてなり、変倍に際し該第2レンズ群、該第3レンズ群、該第4レンズ群、および該第5レンズ群が前記移動群として、各々独立して移動することが好ましい。

10

【0020】

また、前記第1レンズ群に、少なくとも1枚の、以下の条件式(11)を満足する非球面レンズを備えていることが好ましい。

$$4.0 < |Fas| / Fw \quad \dots (11)$$

ただし、

Fas : 第1レンズ群中の非球面レンズ焦点距離

【0021】

また、前記第1レンズ群が全て負レンズより構成され、以下の条件式(12)を満足することが好ましい。

20

$$-2.5 < F1 / Fw < -0.7 \quad \dots (12)$$

ただし、

F1 : 第1レンズ群の焦点距離

【0022】

また、前記空気負レンズLnが前記第5レンズ群に配置されていることが好ましい。

【0023】

また、前記移動群となる前記レンズ群同士の間、または前記移動群となる前記レンズ群のレンズ群中に、少なくとも1つの可変絞りが配設され、変倍に際し、該可変絞りが少なくとも1つの前記移動群となる前記レンズ群と一体に、または該可変絞りが単体で、移動することが好ましい。

30

【0024】

本発明の投写型表示装置は、光源と、この光源からの光束を光変調するライトバルブと、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、上記いずれかのズームレンズを備え、前記ライトバルブで光変調された前記光束を該ズームレンズにより投写することを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、ズームレンズ中に配された空気負レンズのうち最も縮小側に位置する空気負レンズと、その空気負レンズを含むレンズ群の拡大側で最もこの空気負レンズの近くに配された移動群との関係に着目し、これらの関係を所定の条件式により適切に設定することにより、投写型表示装置の投映レンズとしても用い得るような、長いバックフォーカスと縮小側での略テレセントリック性を備えながら、かつ広角でズーム比が大きく諸収差が良好に補正されたズームレンズを得ることができる。また、このズームレンズを用いることにより本発明の投写型表示装置は、広角でズーム比の大きい投写型表示装置とすることができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

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、本発明に係るズーム

50

レンズを代表するものとしての、本発明の実施例 1 に係るズームレンズの基本構成を示すもので、ワイド端およびテレ端におけるレンズ構成、ならびにワイド側からテレ側に到る各レンズ群の移動軌跡が示されている。

【0027】

このズームレンズは、変倍の際に移動する移動群として 3 群以上のレンズ群を備え、縮小側が略テセントリックに構成されたズームレンズとされている。図 1 のズームレンズでは、拡大側から順に、変倍の際に固定の第 1 レンズ群 G_1 、変倍の際に移動する移動群としての第 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 、ならびに変倍の際に固定の第 6 レンズ群 G_6 が配列されている。

【0028】

このズームレンズの中には、例えば図 1 においては第 5 レンズ群 G_5 の第 9 レンズ L_9 とその縮小側に隣接して配された第 10 レンズ L_{10} との間に、空気負レンズが形成されている。すなわち、拡大側レンズ（第 9 レンズ L_9 ）は縮小側の面が縮小側に凹形状とされ、縮小側レンズ（第 10 レンズ L_{10} ）は拡大側の面が拡大側に凹形状とされており、レンズ材質に挟まれた空気間隔として、負レンズの作用を有する空気レンズが形成されている。この空気負レンズはこのズームレンズにおいて、最も縮小側に位置する空気負レンズとなっている。この空気負レンズを空気負レンズ L_n 、空気負レンズ L_n を含むレンズ群をレンズ群 G_n （図 1 において第 5 レンズ群 G_5 ）、空気負レンズ L_n の拡大側に位置する最も近い移動群（図 1 において第 4 レンズ群 G_4 ）をレンズ群 G_p としたとき、このズームレンズは以下の条件式（1）～（5）を満足する。

【0029】

$$-2.0 < F_n / F_w < -0.5 \quad \dots (1)$$

$$1.5 < F_p / F_w < 5.0 \quad \dots (2)$$

$$-0.85 < d / F_n < -0.10 \quad \dots (3)$$

$$1.0 < B_f / F_w < 1.8 \quad \dots (4)$$

$$1.5 < F_t / F_w \quad \dots (5)$$

ただし、

F_w : ワイド端におけるズームレンズ全体の焦点距離

F_t : テレ端におけるズームレンズ全体の焦点距離

F_n : ワイド端における空気負レンズ L_n の焦点距離

F_p : レンズ群 G_p の焦点距離

d : レンズ群 G_n とレンズ群 G_p との最大間隔

B_f : ズームレンズ全体のバックフォーカス

【0030】

なお、上記「最も縮小側に位置する空気負レンズ L_n を含むレンズ群 G_n 」は、この空気負レンズ L_n がレンズ群とレンズ群との間に形成されている場合には、最も縮小側に位置する空気負レンズ L_n を形成する縮小側レンズを含むレンズ群および拡大側レンズを含むレンズ群を一体として、レンズ群 G_n とするものである。

【0031】

本発明に係るズームレンズでは、最も縮小側に位置する空気負レンズ L_n と、その空気負レンズを含むレンズ群 G_n の拡大側で最もこの空気負レンズの近くに配された移動レンズ群 G_p との関係に着目し、これらの関係を上記条件式（1）～（3）により適切に設定することにより、投写型表示装置の投映レンズとしても用い得るようなズームレンズを得ることができる。上述したとおり、ズーム比拡大のためにはレンズ群 G_p の移動量を大きく設定し、広角化のためには空気負レンズ L_n のパワーを強く設定することが従来からの手法であるが、広角かつ高倍率なズームレンズで、適度に長いバックフォーカスと縮小側での略テセントリック性を確保するとともに光学性能を良好とするためには、これらの両立させにくい要請をバランスよく満足することが重要となる。

【0032】

上記条件式について説明すると、条件式（1）は全系に対する空気負レンズ L_n のパワ

10

20

30

40

50

一配分を規定したもので、下限値を超え空気負レンズ L_n の負のパワーが弱まると、収差補正が困難となり、特に像面の平坦性を保つことが困難となる。また、上限値を超え空気負レンズ L_n の負のパワーが強まると、レンズ光軸から離れた位置での S 像面フレア成分が増え、像面の平坦性が保てなくなったり、ズーム領域の全体に亘ってテレセントリック性を維持することが困難となったりする。

【0033】

条件式(2)は、全系に対する移動レンズ群 G_p のパワー配分を規定したもので、下限値を超えこのレンズ群 G_p の正のパワーが強まると収差をバランスよく補正することが困難になる。また、上限値を超えこのレンズ群 G_p の正のパワーが弱まると変倍に伴うこのレンズ群 G_p の移動量が多くなり、ズーム領域の全体に亘ってテレセントリック性を維持することが困難となる。

10

【0034】

条件式(3)は、空気負レンズ L_n の焦点距離に対して、ズーム領域の全体におけるレンズ群 G_n とレンズ群 G_p との最大間隔 d を規定している。図1においては、最大間隔 d はテレ端における第4レンズ群 G_4 と第5レンズ群 G_5 との間隔 (D_{16}) に相当する。この下限値を越えることはレンズ群 G_n とレンズ群 G_p との間隔が広がることになり、ズーム領域の全体に亘ってテレセントリック性を維持することが困難になる。またこの上限値を超えると、移動レンズ群 G_p の移動量が増えズームレンズが大型化したり、ズーム領域の全体に亘ってテレセントリック性を維持することが困難になったりする。

【0035】

条件式(4)および(5)は、各々このズームレンズのバックフォーカスとズーム比を規定するものであり、このズームレンズの主要な用途に対応する基本的な構成要件といってよいものである。条件式(4)の数値範囲は、このズームレンズを投写型表示装置の投射レンズとして用いる場合にプリズム等を挿入するためのスペースとして必要十分なバックフォーカスを設定するもので、条件式(5)の数値範囲は、ズーム比1.5倍以上とし高倍率であることを具体的数値により示すものである。換言すれば、本発明は、条件式(4)および(5)の条件を満足するような所定のバックフォーカスを有し高倍率なズームレンズにおいて、広角かつ縮小側での略テレセントリック性を確保するとともに光学性能が良好なズームレンズと成し得たことに、その意義がある。

20

【0036】

また、このズームレンズは、最も拡大側に、負の屈折力を有し変倍の際固定でフォーカス作用を担うレンズ群が配され、最も縮小側に、正の屈折力を有し変倍の際固定のレンズ群が配されてなることが好ましい。最も拡大側に強い負のレンズ群を配する構成は長いバックフォーカスを確保するために適しており、このレンズ群ではレンズ径が大きくなるので、変倍の際固定とすることが好ましい。他方、最も縮小側に配されるレンズ群は、リレーレンズとして作用する。

30

【0037】

また、このズームレンズは、空気負レンズ L_n を形成する拡大側のレンズと縮小側のレンズ(図1において第9レンズ L_9 と第10レンズ L_{10})との空気間隔が、変倍の際に一定とされていることが好ましい。これは、空気負レンズ L_n のパワーが強いので、空気負レンズ L_n を形成する拡大側のレンズと縮小側のレンズの欠陥や製造誤差に対して感度が高く、空気間隔が変動すると性能に与える影響が大きくなるためである。

40

【0038】

また、このズームレンズでは、上記レンズ群 G_p とこのレンズ群 G_p よりも縮小側に配された全てのレンズ(図1において第8レンズ L_8 ~ 第13レンズ L_{13})とで構成されたレンズ部 B において、以下の条件式(6)および(7)を満足することが好ましい。

$$-2.0 < FBW / FW < 0.5 \quad \dots (6)$$

$$|FBt - FBW| / FW < 2.0 \quad \dots (7)$$

ただし、

FBW : ワイド端におけるレンズ部 B の拡大側レンズ頂点から拡大側焦点位置までの

50

距離

F B t : テレ端におけるレンズ部 B の拡大側レンズ頂点から拡大側焦点位置までの距離

【0039】

条件式(6)では、この下限値を超えると収差をバランスよく補正することが困難になり、上限値を超えるとズームレンズが大型化してしまう。条件式(7)では、この上限値を超えるとズーム領域の全体に亘ってのFナンバーの変化が大きくなる。また、条件式(7)を満足することによりズームレンズ全体での瞳の変動を抑制することができ、縮小側テレセントリック性を維持しつつ可変絞りを挿入するのに適した構成となる。なお、条件式(6)および(7)に対応する値は、以下の条件式(8)および(9)に示すようにさらに限定した数値範囲とすることにより、より高い効果を得ることができる。

$$-1.5 < FBw / Fw < 0.0 \quad \dots (8)$$

$$|FBt - FBw| / Fw < 1.2 \quad \dots (9)$$

【0040】

また、このズームレンズの使用形態としては、以下の条件式(10)に具体的数値を示すとおり広画角なズームレンズとして、実用上十分な光学性能を備えたものとすることができる。

$$60^\circ < 2 \quad \dots (10)$$

ただし、

$$2 : \text{ワイド端における画角}$$

【0041】

またこのズームレンズは、図1に示すように、拡大側より順に、負の第1レンズ群G₁、正の第2レンズ群G₂、第3レンズ群G₃、正の第4レンズ群G₄、第5レンズ群G₅、および正の第6レンズ群G₆が配列されてなり、変倍に際し第2レンズ群G₂、第3レンズ群G₃、第4レンズ群G₄、および第5レンズ群G₅が移動群として、各々独立して移動する構成とすることにより、簡易な構成でその作用効果を得ることができる。

【0042】

また、第1レンズ群G₁には、少なくとも1枚の、以下の条件式(11)を満足する非球面レンズを備えていることが収差補正上好ましい。この下限値を超え非球面レンズのパワーが強くなると、プラスチックなどの、温度による変化の大きな材質が使用できなくなるので、コストや軽量化の点で不利となる。なお、非球面形状は、下記非球面式によって表される(後述する各実施例においても同じ)。

$$4.0 < |Fas| / Fw \quad \dots (11)$$

ただし、

$$Fas : \text{第1レンズ群G}_1 \text{中の非球面レンズ焦点距離}$$

【0043】

10

20

30

【数 1】

$$Z = \frac{C \cdot Y^2}{1 + \sqrt{1 - K \cdot C^2 \cdot Y^2}} + A_4 Y^4 + A_6 Y^6 + A_8 Y^8 + A_{10} Y^{10}$$

ここで、

ただし、

Z : 光軸から高さ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 : 光軸からの高さ

K : 離心率

C : 非球面の近軸曲率半径 R の逆数

A_4, A_6, A_8, A_{10} : 第4, 6, 8, 10次の非球面係数

10

【0044】

また、第1レンズ群 G_1 は全て負レンズより構成され、以下の条件式(12)を満足することが好ましい。下限値を超え第1レンズ群 G_1 のパワーが弱くなると所定のバックフォーカスを確保することが非常に困難となる。また上限値を超え第1レンズ群 G_1 のパワーが強くなると、収差をバランスよく補正することが難しくなる。

20

$$-2.5 < F1 / Fw < -0.7 \quad \dots (12)$$

ただし、

F1 : 第1レンズ群 G_1 の焦点距離

【0045】

また、このズームレンズでは、空気負レンズ L_n は移動群のうち最も縮小側のレンズ群(図1において第5レンズ群 G_5)に配置されていることが好ましい。空気負レンズ L_n は強い負のパワーを有しているので、この位置に配することでテレセントリック性を確保しながらレンズ全体としてコンパクトに構成することが可能となる。

【0046】

また、このズームレンズでは、移動群となるレンズ群同士の間、または移動群となるレンズ群のレンズ群中に、少なくとも1つの可変絞りが配設されることが好ましく、この可変絞りは変倍に際し、少なくとも1つの前記移動群となるレンズ群と一体に、または可変絞りが単体で、移動するように構成することができる。可変絞りを移動群となるレンズ群と一体に、または絞り単体で移動させる構成では、拡大側のレンズをコンパクトに構成することができ、さらに、上述した(6)および(7)または(8)および(9)の条件を満足することにより、テレセントリック性を保ちつつ拡大側のレンズを一層コンパクトに構成することができる。なお、図1においては、第4レンズ群 G_4 と一体に移動するマスク3が可変絞りとされている。

30

【0047】

なお、以下に5つの実施例について具体的に説明するが、各実施例の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明については省略する。

40

【0048】

<実施例1~3>

図1~3は、それぞれ実施例1~3に係るズームレンズの基本構成を示すもので、ワイド端およびテレ端におけるレンズ構成、ならびにワイド側からテレ側に到る各レンズ群の移動軌跡が示されている。

【0049】

実施例1および実施例3に係るズームレンズは図1および図3に示すように、拡大側より順に、負の第1レンズ群 G_1 、正の第2レンズ群 G_2 、正の第3レンズ群 G_3 、正の第4レンズ群 G_4 、負の第5レンズ群 G_5 、および正の第6レンズ群 G_6 が配列されてなり

50

、変倍に際し第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 が移動群としてそれぞれ独立して移動する。また、実施例2に係るズームレンズは図2に示すように、上記実施例1のものと、第5レンズ群 G_5 が正となっている点だけが異なっている。各移動群は、相互に関係をもって移動することで、連続変倍、およびその連続変倍によって生じる像面移動の補正を行なう機能を有する。また、第1レンズ群 G_1 および第6レンズ群 G_6 は変倍に際し固定とされ、第1レンズ群 G_1 はフォーカス作用を担っている。

【0050】

また、これらのズームレンズでは、周辺光束をカットするマスクが適宜配設されている。特に、テレセントリック性を確保するためには、図面上下方向（タンジェンシャル方向）の周辺光束をバランスよくカットすることが重要となる。実施例1に係るズームレンズでは、第4レンズ群 G_4 の拡大側にマスク3が配設されており、このマスク3は変倍に際し第4レンズ群 G_4 と一体に移動する。実施例2に係るズームレンズでは、第3レンズ群 G_3 と第4レンズ群 G_4 との間にマスク3A、3Bが配設されており、マスク3Aは変倍に際し第3レンズ群 G_3 と一体に移動し、マスク3Bは変倍に際し第4レンズ群 G_4 と一体に移動する。実施例3に係るズームレンズでは、第3レンズ群 G_3 の縮小側にマスク3が配設されており、このマスク3は変倍に際し第3レンズ群 G_3 と一体に移動する。

【0051】

なお、これらのズームレンズでは、第6レンズ群 G_6 の縮小側には、赤外線をカットするフィルタやローパスフィルタさらには色合成光学系（色分解光学系）に相当するガラスブロック2、および液晶表示パネルやDMD等の画像変調ライトバルブ1が配列されている（以下の実施例4および5においても同様である）。また、図中、Xは光軸を表している（以下の実施例4および5においても同様である）。また、これらのズームレンズは縮小側が略テレセントリックな光学系となっている。

【0052】

ここで、第1レンズ群 G_1 は、拡大側から順に、負の第1レンズ L_1 、負の第2レンズ L_2 、負の第3レンズ L_3 、および負の第4レンズ L_4 が配列されてなる。第1レンズ群 G_1 は全て負レンズより構成されている。第1レンズ群 G_1 において第2レンズ L_2 は、両面に非球面が形成された非球面レンズとされている。第2レンズ群 G_2 は、正の第5レンズ L_5 からなる。第3レンズ群 G_3 は、拡大側から順に、正の第6レンズ L_6 と負の第7レンズ L_7 との接合レンズからなる。第4レンズ群 G_4 は、正の第8レンズ L_8 からなる。第5レンズ群 G_5 は、拡大側から順に、縮小側の面が縮小側に凹形状とされた負の第9レンズ L_9 、拡大側の面が拡大側に凹形状とされた負の第10レンズ L_{10} と正の第11レンズ L_{11} との接合レンズ、および正の第12レンズ L_{12} が配列されてなる。第6レンズ群 G_6 は、正の第13レンズ L_{13} からなる。

【0053】

これらのズームレンズにおいて、最も縮小側に位置する空気負レンズ L_n は、移動群のうち最も縮小側のレンズ群となる第5レンズ群 G_5 中の、第9レンズ L_9 と第10レンズ L_{10} との間に形成され、この空気間隔は変倍の際に一定とされている。また、空気負レンズ L_n を含むレンズ群 G_n は第5レンズ群 G_5 、空気負レンズ L_n の拡大側に位置する最も近い移動レンズ群 G_p は第4レンズ群 G_4 、レンズ群 G_n とレンズ群 G_p との最大間隔 d はテレ端における第4レンズ群 G_4 と第5レンズ群 G_5 との間隔（実施例1および実施例3において D_{16} 、実施例2において D_{17} ）に相当する。これらのズームレンズに関する条件式(1)～(12)に対応する値は、後述する実施例のものと併せて後段に表16として示すが、これらのズームレンズは条件式(1)～(12)を全て満足している。

【0054】

下記表1、4、7に、この実施例1～3に係るズームレンズのワイド端、中間およびテレ端における焦点距離、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 D 、各レンズの e 線における屈折率 N およびアッペ数を示す。なお、この表1

、 4、 7 および後述する表 10、 13 における曲率半径 R と空気間隔 D の数値は、 それぞれのワイド端における全系の焦点距離を 1 として規格化した場合の値を示すものであり、各記号 R、 D、 N、 ν に対応させた数字は物体側から順次増加している。

【 0 0 5 5 】

また、下記表 2、 5、 8 に、表 1、 4、 7 において可変値とされた空気間隔 D について、ワイド端（ワイド）、中間（ミドル）およびテレ端（テレ）における第 1 レンズ群 G_1 と第 2 レンズ群 G_2 の距離（移動 1）、第 2 レンズ群 G_2 と第 3 レンズ群 G_3 の距離（移動 2）、第 3 レンズ群 G_3 と第 4 レンズ群 G_4 の距離（移動 3）、第 4 レンズ群 G_4 と第 5 レンズ群 G_5 の距離（移動 4）および第 5 レンズ群 G_5 と第 6 レンズ群 G_6 の距離（移動 5）を示す。

10

【 0 0 5 6 】

また、下記表 3、 6、 9 は、これらのズームレンズ中の非球面レンズの非球面形状を上記非球面式で表した場合の非球面係数を示すものである。

【 0 0 5 7 】

[実施例 1]

【 0 0 5 8 】

【表 1】

焦点距離 $F=1.00\sim 1.37\sim 1.60$

面番号	R	D	N_d	ν_d
1	2.3264	0.10806	1.62286	60.3
2	1.3182	0.02349		
3*	1.4491	0.11745	1.53260	55.2
4*	1.0119	0.63519		
5	15.1230	0.07987	1.68082	55.3
6	1.6120	0.48767		
7	-1.5073	0.11041	1.62286	60.3
8	-2.2634	(移動1)		
9	5.6017	0.29645	1.74678	49.3
10	-3.6925	(移動2)		
11	2.2584	0.23021	1.51976	52.4
12	-2.2584	0.06718	1.81263	25.4
13	-8.2534	(移動3)		
14	∞	0.23491 (マスク)		
15	3.0715	0.17524	1.85503	23.8
16	-5.9413	(移動4)		
17	1.9070	0.05638	1.74678	49.3
18	1.2138	0.28847		
19	-1.0874	0.05873	1.79172	26.3
20	1.8389	0.42659	1.49845	81.6
21	-1.3757	0.05356		
22	2.7601	0.42988	1.48915	70.2
23	-2.7601	(移動5)		
24	3.9615	0.23397	1.58547	59.4
25	-13.4357	0.40874		
26	∞	1.37656	1.51825	64.1
27	∞			

* は非球面

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

【 表 2 】

移動間隔	ワイド	ミドル	テレ
移動1	0.89714	0.28255	0.19897
移動2	0.81311	0.50943	0.03731
移動3	1.22863	1.05607	1.19228
移動4	0.05580	0.28671	0.33235
移動5	0.09517	0.95510	1.32895

【 0 0 6 0 】

10

【 表 3 】

非球面係数

	K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
3	1.2175	2.6681×10^{-2}	4.0586×10^{-3}	8.2636×10^{-4}	4.3105×10^{-6}
4	0.5804	2.4943×10^{-2}	1.3000×10^{-2}	-2.3125×10^{-4}	-7.6310×10^{-7}

【 0 0 6 1 】

[実施例 2]

【 0 0 6 2 】

【表 4】

焦点距離 $F=1.00\sim 1.48\sim 1.80$

面番号	R	D	N_e	ν_e	
1	3.0661	0.17674	1.62286	60.3	
2	1.8600	0.02611			
3*	1.6185	0.13054	1.53260	55.2	
4*	1.0481	0.76196			
5	3.1358	0.09399	1.59143	61.2	
6	1.7813	0.57662			
7	-3.2153	0.07832	1.59143	61.2	10
8	4.2656	(移動1)			
9	4.0410	0.40642	1.70557	41.2	
10	-5.1286	(移動2)			
11	2.6975	0.32598	1.57392	53.0	
12	-2.2938	0.05744	1.81263	25.4	
13	-17.3176	0.26108			
14	∞	(移動3)	(マスク)		
15	∞	0.31330	(マスク)		
16	4.2138	0.14981	1.85503	23.8	20
17	-7.4018	(移動4)			
18	1.6977	0.06479	1.80642	35.0	
19	1.2787	0.29470			
20	-1.1206	0.05221	1.74616	28.3	
21	2.4961	0.40010	1.49845	81.6	
22	-1.4008	0.23033			
23	4.1920	0.45746	1.51825	64.1	
24	-2.4951	(移動5)			
25	4.9555	0.23977	1.59143	61.2	30
26	-15.4863	0.45428			
27	∞	1.52995	1.51825	64.1	
28	∞				

* は非球面

【0063】

【表 5】

移動間隔	ワイド	ミドル	テレ	
移動1	1.42692	0.43486	0.35060	
移動2	0.91812	0.75822	0.04164	40
移動3	1.06690	0.58279	0.73133	
移動4	0.06240	0.65797	0.73031	
移動5	0.04163	1.08213	1.66209	

【0064】

【表 6】

非球面係数

	K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
3	0.7859	2.3518×10^{-3}	-1.5384×10^{-4}	2.4368×10^{-5}	-3.1172×10^{-6}
4	0.4869	5.4507×10^{-3}	-5.4330×10^{-4}	-4.5699×10^{-5}	8.7166×10^{-7}

【0065】

[実施例 3]

【0066】

【表 7】

焦点距離 $F=1.00 \sim 1.48 \sim 1.80$

面番号	R	D	N_d	ν_d
1	2.3295	0.11702	1.74678	49.3
2	1.4341	0.02344		
3*	1.3850	0.11702	1.53260	55.2
4*	0.9792	0.66597		
5	4.6766	0.08426	1.65425	58.5
6	1.7272	0.48421		
7	-1.9734	0.11677	1.51825	64.1
8	-8.4021	(移動1)		
9	5.0920	0.29151	1.80922	39.6
10	-5.0920	(移動2)		
11	2.4145	0.25825	1.61520	58.7
12	-2.4145	0.06319	1.81263	25.4
13	-22.8959	0.14043		
14	∞	(移動3)	(マスク)	
15	3.1382	0.12075	1.85503	23.8
16	-12.8085	(移動4)		
17	1.8117	0.05618	1.74794	44.8
18	1.2079	0.29756		
19	-1.0001	0.05848	1.74616	28.3
20	2.1672	0.43240	1.49845	81.6
21	-1.2899	0.00937		
22	3.1569	0.41566	1.51825	64.1
23	-2.6334	(移動5)		
24	5.2867	0.22659	1.60548	60.7
25	-7.7832	0.40723		
26	∞	1.37148	1.51825	64.1
27	∞			

* は非球面

【0067】

10

20

30

40

【表 8】

移動間隔	ワイド	ミドル	テレ
移動1	1.14421	0.28064	0.20892
移動2	0.86366	0.66799	0.03735
移動3	1.36904	1.02461	1.16283
移動4	0.05589	0.51660	0.56540
移動5	0.03735	0.98031	1.49565

【0068】

【表 9】

非球面係数

	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
3	0.8572	9.1069×10^{-3}	4.6919×10^{-4}	2.7327×10^{-4}	-4.3554×10^{-6}
4	0.4756	1.3075×10^{-2}	3.2609×10^{-3}	-1.3055×10^{-4}	1.2800×10^{-6}

【0069】

< 実施例 4 および実施例 5 >

図 4 および図 5 は、それぞれ実施例 4 および実施例 5 に係るズームレンズの基本構成を示すもので、ワイド端およびテレ端におけるレンズ構成、ならびにワイド側からテレ側に到る各レンズ群の移動軌跡が示されている。

【0070】

実施例 4 および実施例 5 に係るズームレンズは図示のとおり、拡大側より順に、負の第 1 レンズ群 G₁、正の第 2 レンズ群 G₂、正の第 3 レンズ群 G₃、正の第 4 レンズ群 G₄、負の第 5 レンズ群 G₅、および正の第 6 レンズ群 G₆ が配列されてなり、変倍に際し第 2 レンズ群 G₂、第 3 レンズ群 G₃、第 4 レンズ群 G₄、および第 5 レンズ群 G₅ が移動群としてそれぞれ独立して移動し、第 1 レンズ群 G₁ および第 6 レンズ群 G₆ は変倍に際し固定とされている。各移動群、および各固定群の作用は実施例 1 と同様である。また、これらのズームレンズは縮小側が略テレセントリックな光学系となっている。

【0071】

ここで、第 1 レンズ群 G₁ は、拡大側から順に、負の第 1 レンズ L₁、負の第 2 レンズ L₂、および負の第 3 レンズ L₃ が配列されてなる。第 1 レンズ群 G₁ は全て負レンズより構成されている。第 1 レンズ群 G₁ において第 2 レンズ L₂ は、両面に非球面が形成された非球面レンズとされている。第 2 レンズ群 G₂ は、正の第 4 レンズ L₄ からなる。第 3 レンズ群 G₃ は、拡大側から順に、正の第 5 レンズ L₅ と負の第 6 レンズ L₆ との接合レンズからなる。第 4 レンズ群 G₄ は、正の第 7 レンズ L₇ からなる。第 5 レンズ群 G₅ は、拡大側から順に、縮小側の面が縮小側に凹形状とされた負の第 8 レンズ L₈、拡大側の面が拡大側に凹形状とされた負の第 9 レンズ L₉ と正の第 10 レンズ L₁₀ との接合レンズ、および正の第 11 レンズ L₁₁ が配列されてなる。第 6 レンズ群 G₆ は、正の第 12 レンズ L₁₂ からなる。

【0072】

これらのズームレンズにおいて、最も縮小側に位置する空気負レンズ L_n は、移動群のうち最も縮小側のレンズ群となる第 5 レンズ群 G₅ 中の、第 8 レンズ L₈ と第 9 レンズ L₉ との間に形成され、この空気間隔は変倍の際に一定とされている。また、空気負レンズ L_n を含むレンズ群 G_n は第 5 レンズ群 G₅、空気負レンズ L_n の拡大側に位置する最も近い移動レンズ群 G_p は第 4 レンズ群 G₄、レンズ群 G_n とレンズ群 G_p との最大間隔 d はテレ端における第 4 レンズ群 G₄ と第 5 レンズ群 G₅ との間隔 D₁₃ に相当する。これらのズームレンズに関する条件式 (1) ~ (12) に対応する値は、後段に表 16 として示すが、実施例 4 に係るズームレンズは条件式 (1) ~ (12) を全て満足し、実施例 5 に係るズームレンズは条件式 (1) ~ (8) および (10) ~ (12) を満足している。

【0073】

10

20

30

40

50

下記表 10、13 に、この実施例 4 および実施例 5 に係るズームレンズのワイド端、中間およびテレ端における焦点距離、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 D、各レンズの e 線における屈折率 N およびアッベ数 を示す。また、下記表 11、14 に、表 10、13 において可変値とされた空気間隔 D について、ワイド端（ワイド）、中間（ミドル）およびテレ端（テレ）における第 1 レンズ群 G₁ と第 2 レンズ群 G₂ の距離（移動 1）、第 2 レンズ群 G₂ と第 3 レンズ群 G₃ の距離（移動 2）、第 3 レンズ群 G₃ と第 4 レンズ群 G₄ の距離（移動 3）、第 4 レンズ群 G₄ と第 5 レンズ群 G₅ の距離（移動 4）および第 5 レンズ群 G₅ と第 6 レンズ群 G₆ の距離（移動 5）を示す。また、下記表 12、15 は、これらのズームレンズ中の非球面レンズの非球面形状を上記非球面式で表した場合の非球面係数を示すものである。

10

【 0 0 7 4 】

[実施例 4]

【 0 0 7 5 】

【 表 1 0 】

焦点距離 F=1.00~1.48~1.80

面番号	R	D	N _e	ν _e
1	2.7541	0.14790	1.58547	59.4
2	1.7353	0.14762		
3*	2.2356	0.10108	1.53260	55.2
4*	1.2446	0.52012		
5	-3.9978	0.06062	1.48915	70.2
6	2.5178	(移動1)		
7	5.4450	0.27631	1.80642	35.0
8	-3.4441	(移動2)		
9	2.3022	0.32459	1.51976	52.4
10	-2.5199	0.05559	1.80642	35.0
11	9.8084	(移動3)		
12	1.7886	0.22909	1.80642	35.0
13	-10.0971	(移動4)		
14	6.7227	0.04546	1.85503	23.8
15	1.1648	0.54984		
16	-0.8500	0.05078	1.85503	23.8
17	3.0990	0.31710	1.68082	55.3
18	-1.1238	0.07174		
19	8.2225	0.25545	1.81263	25.4
20	-2.2305	(移動5)		
21	2.3744	0.22691	1.62286	60.3
22	-24.9074	0.46346		
23	∞	1.48084	1.51825	64.1
24	∞			

20

30

40

* は非球面

【 0 0 7 6 】

【表 1 1】

移動間隔	ワイド	ミドル	テレ
移動1	1.50145	0.54863	0.26474
移動2	0.04026	0.24552	0.09636
移動3	1.27822	0.88641	0.73739
移動4	0.06032	0.32392	0.46803
移動5	0.04032	0.91609	1.35405

【0 0 7 7】

【表 1 2】

非球面係数

	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
3	0.9881	-7.3118 × 10 ⁻⁴	-6.3724 × 10 ⁻⁴	3.9255 × 10 ⁻⁴	-1.5889 × 10 ⁻⁴
4	0.4329	-4.1784 × 10 ⁻³	-6.8678 × 10 ⁻³	-8.8374 × 10 ⁻⁴	6.7416 × 10 ⁻⁴

【0 0 7 8】

[実施例 5]

【0 0 7 9】

【表 1 3】

焦点距離 F=1.00~1.59~2.00

面番号	R	D	N _e	ν _e
1	3.2166	0.19027	1.59143	61.2
2	2.1119	0.04163		
3*	2.0156	0.10872	1.53260	55.2
4*	1.2088	0.67743		
5	-4.1979	0.06522	1.48915	70.2
6	2.3634	(移動1)		
7	5.5481	0.28594	1.80642	35.0
8	-4.1911	(移動2)		
9	2.6680	0.39659	1.60891	43.7
10	-2.4927	0.05979	1.80642	35.0
11	5.9141	(移動3)		
12	1.7855	0.25407	1.83932	37.2
13	-18.1850	(移動4)		
14	5.7596	0.04891	1.85503	23.8
15	1.2597	0.61542		
16	-0.9279	0.06706	1.85503	23.8
17	3.4765	0.31442	1.62286	60.3
18	-1.1422	0.12441		
19	8.6504	0.26417	1.81263	25.4
20	-2.4020	(移動5)		
21	2.3218	0.25169	1.59143	61.2
22	-25.4150	0.44033		
23	∞	1.59278	1.51825	64.1
24	∞			

* は非球面

【0 0 8 0】

【表 1 4】

移動間隔	ワイド	ミドル	テレ
移動1	1.72974	0.56259	0.26851
移動2	0.04313	0.38025	0.17357
移動3	1.26479	0.65816	0.45091
移動4	0.06492	0.34653	0.50345
移動5	0.04339	1.19844	1.74953

【0081】

【表 1 5】

非球面係数

	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
3	1.0637	1.8851×10^{-3}	-2.6535×10^{-3}	1.0779×10^{-3}	-1.0576×10^{-4}
4	0.4325	2.7076×10^{-3}	-2.0500×10^{-3}	-9.5059×10^{-4}	-1.3326×10^{-4}

【0082】

図6～10は、実施例1～5のズームレンズのワイド端（ワイド）、中間（ミドル）およびテレ端（テレ）における諸収差（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、実施例1～3のズームレンズについては倍率 - 0.0091のときの収差を示し、実施例4および5のズームレンズについては倍率 - 0.0087のときの収差を示している。また、各非点収差図には、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6～10から明らかのように、実施例1～5のズームレンズによればズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされている。

【0083】

また、下記表16は実施例1～5のズームレンズに関する条件式(1)～(12)に対応する値を示すものである。

【0084】

【表 1 6】

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
(1)	-1.22	-1.23	-1.16	-0.86	-0.93
(2)	2.39	3.16	2.96	1.90	1.95
(3)	-0.27	-0.59	-0.49	-0.54	-0.54
(4)	1.32	1.46	1.31	1.44	1.49
(5)	1.60	1.80	1.80	1.80	2.00
(6)、(8)	-1.19	-1.08	-1.13	-0.21	-0.14
(7)、(9)	0.45	0.76	0.69	1.03	1.49
(10)	83°	89°	83°	61°	65°
(11)	6.95	6.07	6.98	5.47	5.95
(12)	-1.00	-1.07	-1.08	-1.49	-1.58

【0085】

このように実施例1～5のズームレンズは、最も縮小側に位置する空気負レンズL_nと、その拡大側に位置する最も近い移動レンズ群G_pとの関係において条件式(1)～(3)を満足するとともに、他の条件式をも満足しており、投写型表示装置の投映レンズとしても用い得るような、長いバックフォーカスと縮小側での略テレセントリック性を備えながら、かつ画角が60度より大きく広角でズーム比が1.5倍以上と大きく、諸収差が良好に補正されたズームレンズとされている。

【0086】

次に、上述したズームレンズを投映レンズとして搭載した投写型表示装置の一例を、図

10

20

30

40

50

11により説明する。本発明に係る投写型表示装置は、光源と、この光源からの光束を光変調するライトバルブと、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、本発明に係るズームレンズを備え、前記ライトバルブで光変調された前記光束を該ズームレンズにより投写するように構成することができる。図11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~cを備え、投映レンズ10として本発明に係るズームレンズを用いている。ダイクロイックミラー12の前段は図示を省略しているが、光源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~cに入射されて光変調され、色合成されて投映レンズ10により投写される。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~c、全反射ミラー18a~cを備えている。本発明に係るズームレンズを用いているので本発明の投写型表示装置は、広角でズーム比が大きく、投写画像の画質が良好な投写型表示装置とすることができる。

10

【0087】

なお、本発明のズームレンズおよび投写型表示装置としては上記実施例のものに限られるものではなく、例えばズームレンズの各レンズ群を構成するレンズの枚数および形状は適宜選択し得る。

【0088】

また、本発明のズームレンズには、周辺光束をカットするマスクを任意の位置に配設することができる。上記実施例1~5のズームレンズにおいても、マスクは例示した位置のものだけでなく適宜増減させて配することができる。なお、本発明のズームレンズにおいて、変倍に際し、移動群となるレンズ群と一体に、または単体で、移動する可変絞りを配する場合にも、その配設位置は任意であり、上記実施例1~5のズームレンズにおいても、例示したマスク位置に配することも、また、それ以外の位置に配することも可能である。

20

【0089】

また、上記実施例1~5のズームレンズはいずれも第3レンズ群 G_3 が正の屈折力を有する構成とされているが、これに限られず、本発明のズームレンズにおいて第3レンズ群 G_3 および第5レンズ群 G_5 は、正負いずれの屈折力を有する構成とされていてもよい。

【0090】

また、本発明のズームレンズは透過型の液晶表示パネルを用いた投写型表示装置の投映レンズとしての使用態様に限られるものではなく、反射型の液晶表示パネルあるいはDM D等の他の光変調手段を用いた装置の投映レンズ等として用いることも可能であるほか、CCD、撮像管等の撮像手段、さらには銀塩フィルム等を用いたカメラに使用されるズーム機能を有する結像レンズとして用いることも可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【0091】

【図1】本発明の実施例1に係るズームレンズのワイド端とテレ端のレンズ構成図

【図2】本発明の実施例2に係るズームレンズのワイド端とテレ端のレンズ構成図

【図3】本発明の実施例3に係るズームレンズのワイド端とテレ端のレンズ構成図

40

【図4】本発明の実施例4に係るズームレンズのワイド端とテレ端のレンズ構成図

【図5】本発明の実施例5に係るズームレンズのワイド端とテレ端のレンズ構成図

【図6】実施例1に係るズームレンズの各収差図

【図7】実施例2に係るズームレンズの各収差図

【図8】実施例3に係るズームレンズの各収差図

【図9】実施例4に係るズームレンズの各収差図

【図10】実施例5に係るズームレンズの各収差図

【図11】本発明の投写型表示装置の一例を示す概略構成図

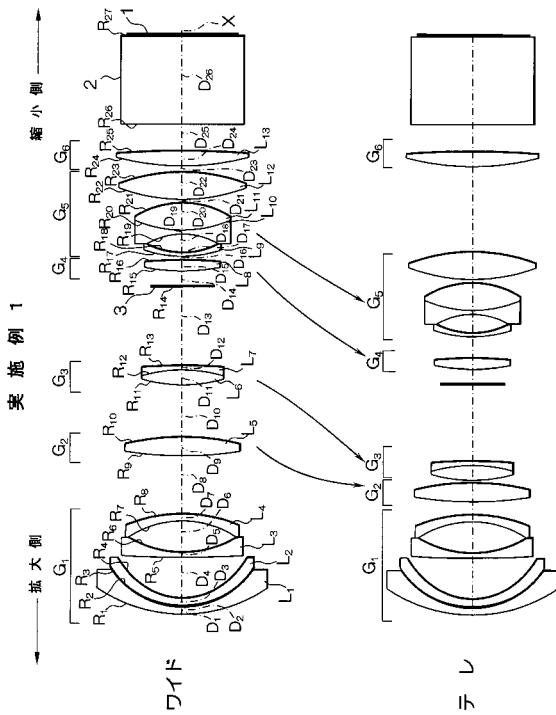
【符号の説明】

【0092】

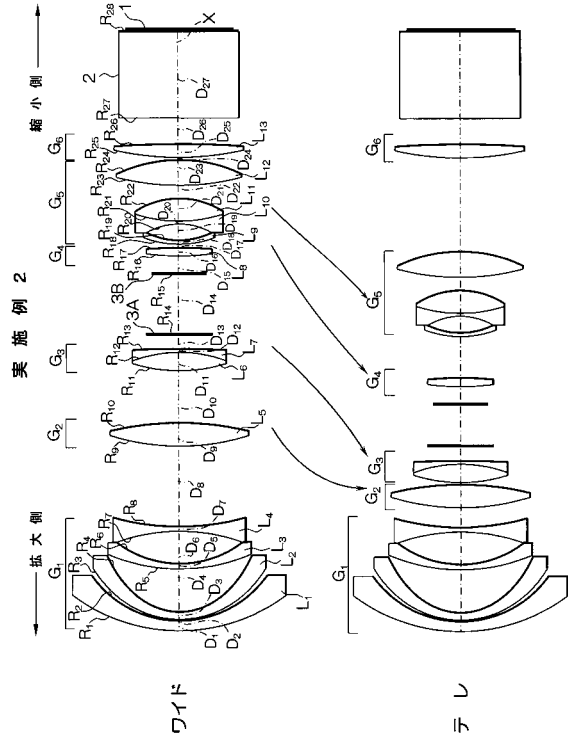
50

- 1 画像変調ライトバルブ
- 2 ガラスブロック
- 3、3 A、3 B マスク
- 10 投射レンズ
- 11 a ~ c 透過型液晶パネル
- 12、13 ダイクロイックミラー
- 14 クロスダイクロイックプリズム
- 16 a ~ c コンデンサレンズ
- 18 a ~ c 全反射ミラー
- L₁ ~ L₁₃ レンズ
- R₁ ~ R₂₇ レンズ面等の曲率半径
- D₁ ~ D₂₆ レンズ面間隔 (レンズ厚)
- X 光軸

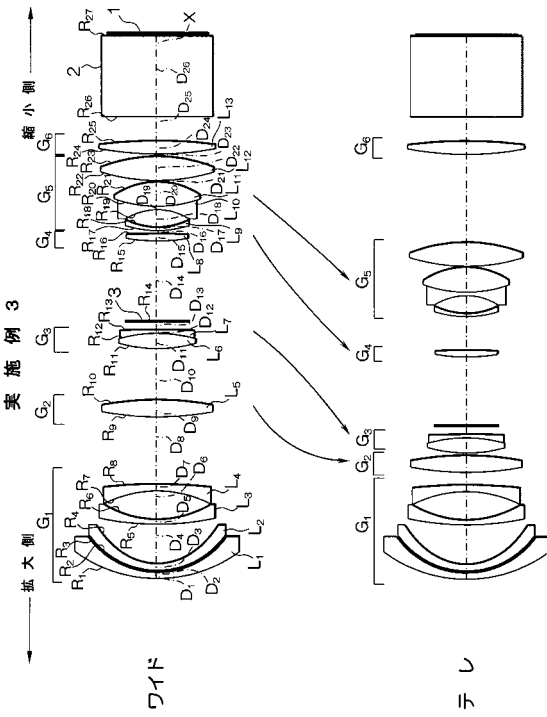
【 図 1 】



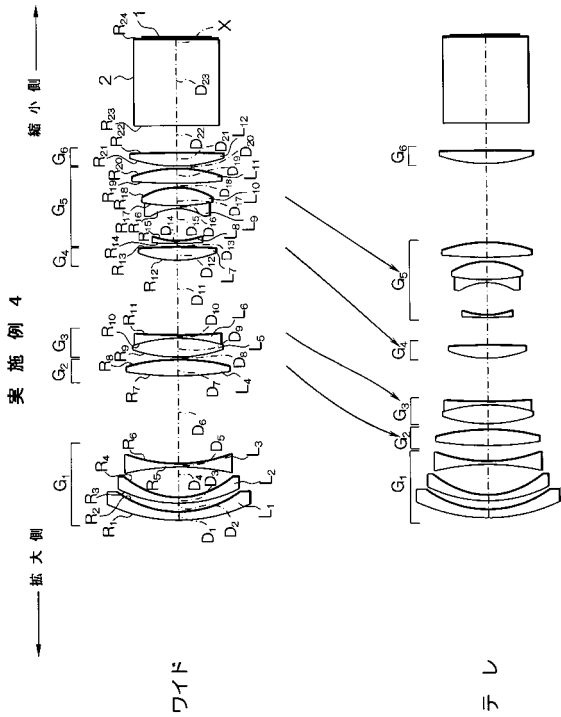
【 図 2 】



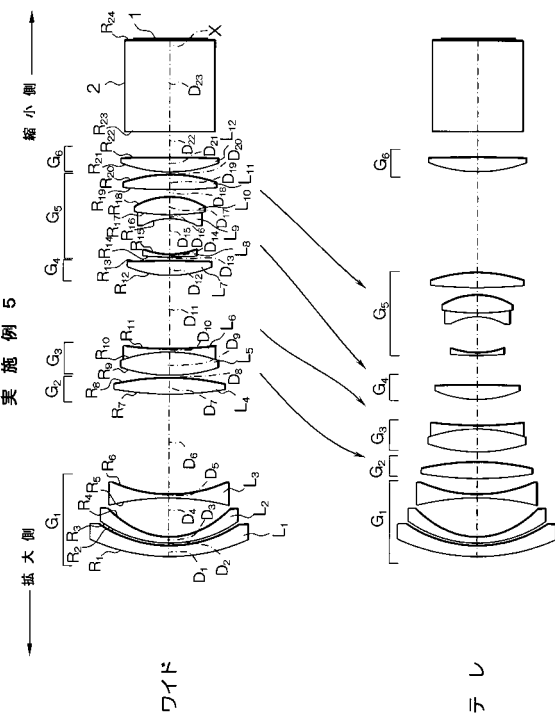
【 図 3 】



【 図 4 】

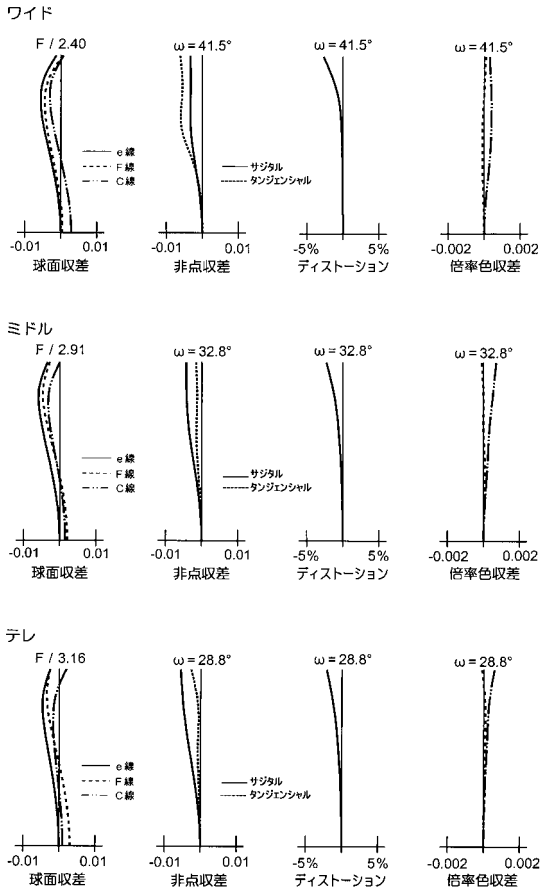


【 図 5 】



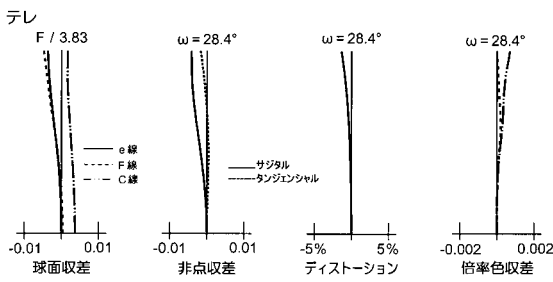
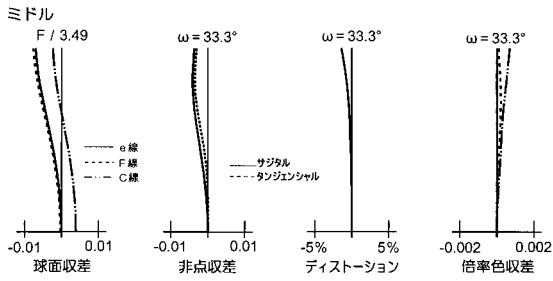
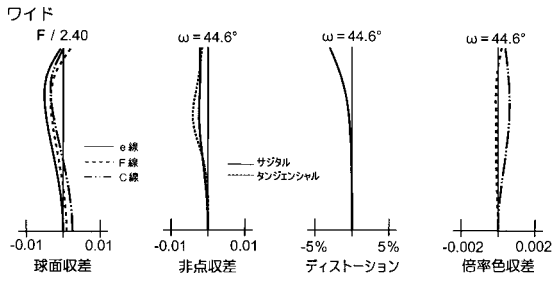
【 図 6 】

実施例 1



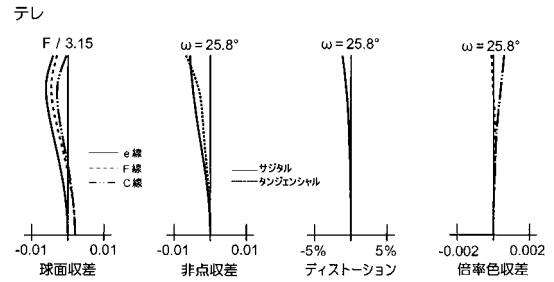
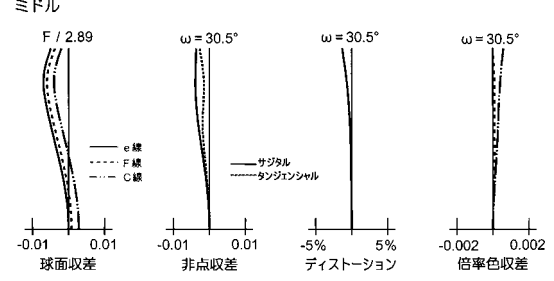
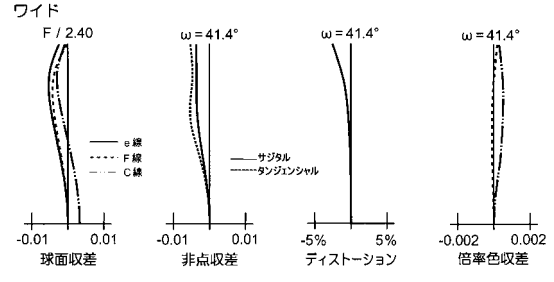
【 図 7 】

実施例 2



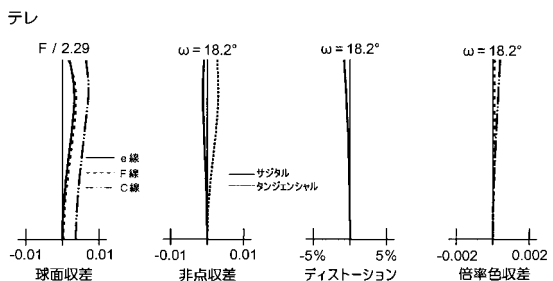
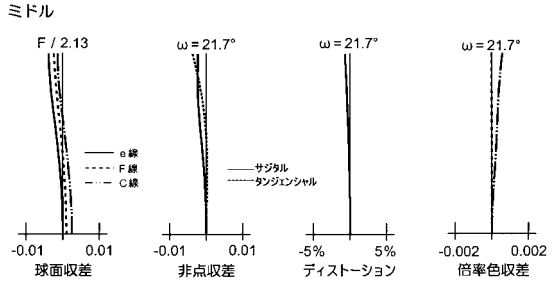
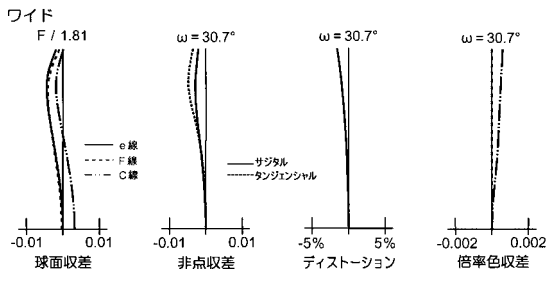
【 図 8 】

実施例 3



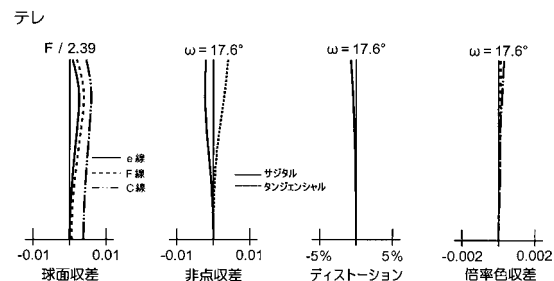
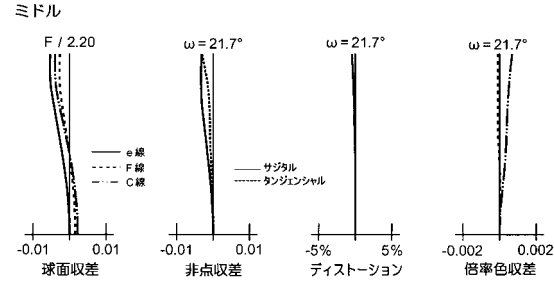
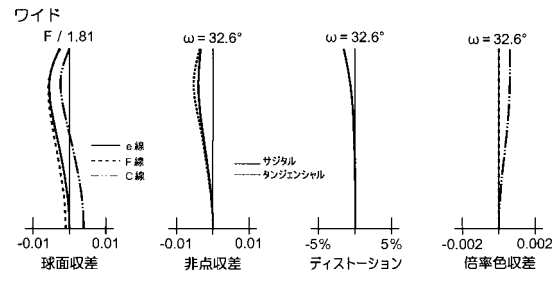
【 図 9 】

実施例 4

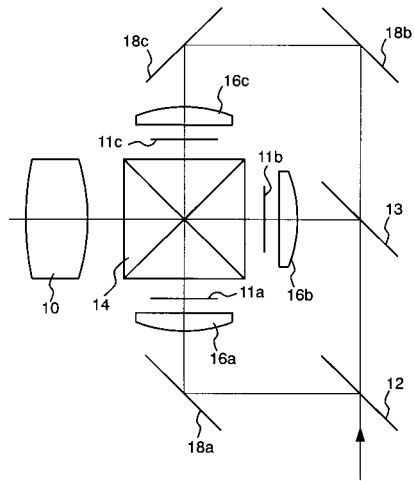


【 図 10 】

実施例 5



【 図 1 1 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA02 KA03 KA07 MA12 NA02 PA10 PA11 PA19 PB12 PB13
QA02 QA07 QA17 QA22 QA26 QA34 QA41 QA45 RA04 RA05
RA12 RA36 RA41 RA42 RA43 RA44 RA45 SA57 SA63 SA64
SA65 SA66 SA71 SA72 SB04 SB05 SB12 SB23 SB32 SB45
UA01