

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4874688号
(P4874688)

(45) 発行日 平成24年2月15日(2012.2.15)

(24) 登録日 平成23年12月2日(2011.12.2)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/20	(2006.01)	GO2B 15/20
G02B 15/167	(2006.01)	GO2B 15/167
G02B 13/18	(2006.01)	GO2B 13/18
G03B 21/00	(2006.01)	GO3B 21/00

D

請求項の数 10 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2006-93770 (P2006-93770)
(22) 出願日	平成18年3月30日 (2006.3.30)
(65) 公開番号	特開2007-271669 (P2007-271669A)
(43) 公開日	平成19年10月18日 (2007.10.18)
審査請求日	平成20年11月20日 (2008.11.20)

(73) 特許権者	306037311 富士フィルム株式会社 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	永原 晓子 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 井上 信

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) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

変倍の際に固定でフォーカシングを行うための負の屈折力を有する第1レンズ群と、
連続変倍のため、およびその連続変倍によって生じる像面移動の補正のため、相互に関
係をもって移動する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
および負の屈折力を有する第4レンズ群と、

変倍の際に固定の正の屈折力を有する第5レンズ群とを拡大側より順に配設してなり、
前記第1レンズ群は、いずれも拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状をなすガラスレン
ズおよびプラスチックレンズを拡大側より順に配列してなり、該プラスチックレンズは
、少なくとも1面が非球面とされ、該ガラスレンズは、下記の条件式(1)および(2)
を満足し、

前記第2レンズ群は、2枚の正レンズを配列してなり、

前記第2レンズ群および前記第3レンズ群において、下記の条件式(3)および(4)
を満足し、

前記第4レンズ群は、拡大側より順に配列される、負レンズ、および負レンズと正レン
ズを接合してなる接合レンズを含むことを特徴とするズームレンズ。

$$1.56 < N_d < 1.80 \dots (1)$$

$$d > 4.5 \dots (2)$$

$$1.0 < F_2 / F < 2.0 \dots (3)$$

$$2.0 < F_3 / F < 7.0 \dots (4)$$

ただし、

N_d : d 線における屈折率

d : d 線におけるアッベ数

F : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離

F₂ : 第2レンズ群の焦点距離

F₃ : 第3レンズ群の焦点距離

【請求項2】

前記第2レンズ群、前記第3レンズ群および前記第4レンズ群は、球面レンズのみにより構成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】

前記第2レンズ群および前記第3レンズ群は、広角端から望遠端への変倍に際して、拡大側へ移動す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】

前記第4レンズ群において、下記の条件式(5)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。

$$F_4 / F < -1.0 \dots (5)$$

ただし、

F : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離

F₄ : 第4レンズ群の焦点距離

【請求項5】

前記第4レンズ群は、最も縮小側に単独の正レンズが配設されてなり、前記第5レンズ群は、正レンズ1枚からなることを特徴とする請求項1～4のうちいずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項6】

前記第5レンズ群は拡大側より順に、プラスチックよりなる正レンズ、およびガラスよりなる正レンズを配列してなることを特徴とする請求項1～4のうちいずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項7】

前記第4レンズ群は、最も縮小側に単独の正レンズが配設されてなり、前記第5レンズ群は、正レンズ1枚からなり、前記第4レンズ群の最も縮小側の正レンズは、少なくとも1面が非球面とされ、プラスチックから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8】

前記第2レンズ群および前記第3レンズ群は、広角端から望遠端への変倍に際して、拡大側へ移動す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9】

前記第4レンズ群において、下記の条件式(5)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。

$$F_4 / F < -1.0 \dots (5)$$

ただし、

F : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離

F₄ : 第4レンズ群の焦点距離

【請求項10】

光源、ライトバルブ、および該ライトバルブにより変調された光による光学像をスクリーン上に投映するための投映レンズとして請求項1～9のうちいずれか1項記載のズームレンズを備えたことを特徴とする投写型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、CCDや撮像管等の撮像素子あるいは銀塩フィルム等を用いたカメラの結像

10

20

30

40

50

用ズームレンズ、さらには投映型テレビの投映用ズームレンズに関し、特に、液晶表示素子やDMD(デジタル・マイクロミラー・デバイス)等を用いた投写型表示装置に用いられる投映用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。

【背景技術】

【0002】

従来のズームレンズとして、下記特許文献1等に記載された5群構成のものが知られている。このズームレンズは、拡大側より順に、負、正、正、負、正のパワー配置とされており、ガラス球面レンズのみを使用し、非球面レンズは使用していないにも拘わらず、小型化を実現している。また、縮小側でのテレセントリック性、および適切なバックフォーカスを得ることができる構成になっている。5群構成で同様のパワー配置の他のズームレンズとしては、下記特許文献2に記載された、変倍範囲全体に亘ってテレセントリック性を維持したズームレンズが知られている。10

【0003】

【特許文献1】特開2002-148516号公報

【特許文献2】特開2000-111797号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1のものはディストーションの補正に改善の余地があり、明るさも十分ではなかった。また、特許文献2では、第1レンズ群の第1レンズの前面に非球面を設けており、成形の容易さと低廉化のために、第1レンズをプラスチックレンズとしているが、損傷を受けやすい状態とされる第1レンズをプラスチックで形成することは、耐候性の面から好ましいことではなかった。20

【0005】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、軽量、小型で広画角、かつ諸収差を良好に補正し得る、耐候性に優れた明るい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。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のズームレンズは、変倍の際に固定でフォーカシングを行うための負の屈折力を有する第1レンズ群と、30

連続変倍のため、およびその連続変倍によって生じる像面移動の補正のため、相互に関係をもって移動する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レンズ群および負の屈折力を有する第4レンズ群と、

変倍の際に固定の正の屈折力を有する第5レンズ群とを拡大側より順に配設してなり、前記第1レンズ群は、いずれも拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状をなすガラスレンズおよびプラスチックレンズを拡大側より順に配列してなり、該プラスチックレンズは、少なくとも1面が非球面とされ、該ガラスレンズは、下記の条件式(1)および(2)を満足し、

前記第2レンズ群は、2枚の正レンズを配列してなり、

前記第2レンズ群および前記第3レンズ群において、下記の条件式(3)および(4)を満足し、

前記第4レンズ群は、拡大側より順に配列される、負レンズ、および負レンズと正レンズを接合してなる接合レンズを含むことを特徴とするものである。

【0007】

$$1.56 < N_d < 1.80 \dots\dots (1)$$

$$d > 4.5 \dots\dots (2)$$

$$\frac{1}{1.0} < F_2 / F < 2.0 \dots\dots (3)$$

$$\frac{2}{2.0} < F_3 / F < 7.0 \dots\dots (4)$$

ただし、

10

20

30

40

50

N_d : d 線における屈折率

d : d 線におけるアッベ数

F : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離

F₂ : 第2レンズ群の焦点距離

F₃ : 第3レンズ群の焦点距離

【0008】

また、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群および前記第4レンズ群は、球面レンズのみにより構成されることが好ましい。

【0010】

また、前記第2レンズ群および前記第3レンズ群は、広角端から望遠端への変倍に際して、拡大側へ移動することが好ましい。

10

【0014】

また、前記第4レンズ群は、最も縮小側に単独の正レンズが配設されてなり、前記第5レンズ群は、正レンズ1枚からなることが好ましい。

【0015】

また、前記第4レンズ群の最も縮小側の正レンズは、少なくとも1面が非球面とされ、プラスチックからなることが好ましい。

【0016】

また、前記第4レンズ群において、下記の条件式(5)を満足することが望ましい。

【0017】

$F_4 / F < -1.0 \dots \dots (5)$

20

ただし

F : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離

F₄ : 第4レンズ群の焦点距離

【0018】

また、前記第5レンズ群は拡大側より順に、プラスチックよりなる正レンズ、およびガラスよりなる正レンズを配列してなることが好ましい。

【0019】

さらに、本発明の投写型表示装置は、光源、ライトバルブ、および該ライトバルブにより変調された光による光学像をスクリーン上に投映するための投映レンズとして上述したいずれかのズームレンズを備えたことを特徴とするものである。

30

【発明の効果】

【0020】

本発明の5群からなるズームレンズによれば、第1レンズ群を負とし、広画角かつ明るいズームレンズとすることができる。また、負の屈折力を有する第1レンズ群は、拡大側に凸面を向けた2枚の負メニスカスレンズにより構成され、その材質は拡大側より順にガラス、プラスチックとされている。2枚のレンズが共に拡大側に凸面を向けた負メニスカス形状とされることで、拡大側のレンズ凹面に、縮小側のレンズの凸面が入り込むよう構成することができ、レンズ径方向およびレンズ長さ方向共に小型化に有利となる。さらに、該ガラスよりなる負メニスカスレンズが条件式(1)および(2)を満足することにより、軽量化が図られ、諸収差、特に倍率色収差が良好に補正されるようになっている。また、外部環境に曝される最も物体側のレンズの材質をガラスにすることで、耐候性の向上が図られている。また、該プラスチックよりなる負メニスカスレンズは、軽量化、低廉化に有効であることから、これを外部環境には曝されない第2レンズとして用い、このレンズに非球面を設けることで良好なディストーション補正ができるようになっている。また、第2レンズ群に、2枚の正レンズを配列することで、良好に球面収差の補正がなされるようになっており、条件式(3)および(4)を満足することにより、小型化を図りながら収差が良好に補正されるようになっている。さらに、第4レンズ群G4を、拡大側より順に配列される、負レンズ、および負レンズと正レンズよりなる接合レンズを含むようにすることで、像面湾曲、軸上色収差および倍率色収差を良好に補正することができる。

40

50

【0021】

本発明のズームレンズは、上記のような第1レンズ群を備えた5群構成にすることで、軽量化、小型化、明るさの向上および広画角化を図ることができ、さらに諸収差を良好に補正することができるようになっており、耐候性の面でも優れたものになっている。

【発明を実施するための最良の形態】**【0022】**

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は本発明に係る実施例1のズームレンズの基本構成を示すものであり、広角端におけるレンズ構成図(ワイド)および望遠端におけるレンズ構成図(テレ)を示すものである。この実施例に1に係るズームレンズを本実施形態の代表例として、以下に説明する。

10

【0023】

すなわちこのズームレンズは、変倍の際に固定でフォーカシングを行うための負の屈折力を有する第1レンズ群G₁と、連続変倍のため、およびその連続変倍によって生じる像面移動の補正のため、相互に関係をもって移動する正の屈折力を有する第2レンズ群G₂、正の屈折力を有する第3レンズ群G₃および負の屈折力を有する第4レンズ群G₄と、変倍の際に固定の正の屈折力を有する第5レンズ群G₅とを拡大側より順に配設されてなる。なお、第5レンズ群G₅と液晶表示素子やDMD等の表示面1との間には、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)に相当するガラスプロック2が配列されている。また、図中Xは光軸を表している。

【0024】

20

ここで、第1レンズ群G₁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1レンズL₁および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L₂からなり、第2レンズ群G₂は、正メニスカスレンズよりなる第3レンズL₃および正レンズよりなる第4レンズL₄からなり、第3レンズ群G₃は、負レンズよりなる第5レンズL₅および正レンズよりなる第6レンズL₆からなり、第4レンズ群G₄は、負メニスカスレンズよりなる第7レンズL₇と、負レンズよりなる第8レンズL₈および正レンズよりなる第9レンズL₉により構成される接合レンズと、正レンズよりなる第10レンズL₁₀からなり、第5レンズ群G₅は、正レンズよりなる第11レンズL₁₁からなる。

【0025】

上記第1レンズ群G₁は、変倍の際に固定でフォーカシング機能を有し、上記第2、3、4の各レンズ群G₂、G₃、G₄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う機能を有する。なお第5レンズ群G₅は変倍の際に固定のリレーレンズである。

30

【0026】

また、このズームレンズは、第2、3、4の各レンズ群G₂、G₃、G₄の各レンズを球面レンズにより形成することで、移動群が全て球面レンズとされるので、製品全体として製造を容易にできる。

【0027】

また、第4レンズ群G₄を、拡大側より順に配列される、負レンズ、および負レンズと正レンズよりなる接合レンズを含むようにすることで、像面湾曲、軸上色収差および倍率色収差を良好に補正することができる。

40

【0028】

また、第2レンズ群G₂および第3レンズ群G₃を、広角端から望遠端への変倍に際して、拡大側へ移動するように構成することで、小型化を図ることができる。

【0029】

また、第2レンズ群G₂は、2枚の正レンズを配列することで、良好に球面収差の補正がなされるようになっている。

【0030】

また、第4レンズ群G₄の、最も縮小側に単独の正レンズを配設し、第5レンズ群G₅は正レンズ1枚からなるようにすることで、小型化を図ることができる。

50

【0031】

また、第4レンズ群G₄の最も縮小側の正レンズは、少なくとも1面が非球面とされ、プラスチックからなるようにすることで、更に小型化を図ることができる。

【0032】

さらに、第5レンズ群G₅は、拡大側より順にプラスチックよりなる正レンズ、およびガラスよりなる正レンズを配列することで、移動群のレンズ枚数および移動量が減ることになる。その結果、移動機構の部品が減少することで、径方向の小型化を図ることができる。また、径の大きなレンズをプラスチックとすることで、軽量化も図ることができる。

【0033】

また、本実施形態における各非球面は、下記非球面式により表される。

10

【0034】

【数1】

$$Z = \frac{Y^2 / R}{1 + \sqrt{1 - K \times Y^2 / R^2}} + \sum_{i=3}^{14} A_i Y^i$$

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

20

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 ~ 14)

【0035】

また、本実施形態においては以下に示す条件式(1)~(5)を満足している。

【0036】

$$1.56 < N_d < 1.80 \quad \dots \dots (1)$$

$$d > 4.5 \quad \dots \dots (2)$$

$$1.0 < F_2 / F < 2.0 \quad \dots \dots (3)$$

30

$$2.0 < F_3 / F < 7.0 \quad \dots \dots (4)$$

$$F_4 / F < -1.0 \quad \dots \dots (5)$$

ただし、

N_d : d線における屈折率

d : d線におけるアッペ数

F : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離

F₂ : 第2レンズ群の焦点距離

F₃ : 第3レンズ群の焦点距離

F₄ : 第4レンズ群の焦点距離

【0037】

40

ここで、上述した条件式(1)~(5)の技術的意義について説明する。

上記条件式(1)は、第1レンズL₁の屈折率を規定するもので、上限を上回ると一般的にレンズの比重が大きくなり軽量化に不利となる。また、硝材が高価にもなるため、低廉化においても不利となる。一方、下限を下回ると、パワーを得るために曲率が強くなり過ぎてしまい、収差補正が困難となる。

【0038】

上記条件式(2)は、第1レンズL₁のアッペ数を規定するもので、下限を下回ると倍率色収差の補正が困難となる。

【0039】

上記条件式(3)は、第2レンズ群G₂のパワーを規定するものである。上限を上回る

50

と第2レンズ群G₂の移動量が大きくなり過ぎるため、小型化しようとすると他のレンズ群とのパワーバランスが悪くなるので、結果的に良好な収差補正が困難となる。一方、下限を下回ると、第2レンズ群G₂での収差発生量が大きくなり過ぎることになる。

【0040】

上記条件式(4)は、第3レンズ群G₃のパワーを規定するものである。上限を上回ると第3レンズ群G₃の移動量が大きくなり過ぎるため、小型化しようとすると他のレンズ群とのパワーバランスが悪くなるので、結果的に収差補正が困難となる。一方、下限を下回ると、第3レンズ群G₃での収差発生量が大きくなり過ぎることになる。

【0041】

上記条件式(5)は、第4レンズ群G₄のパワーを規定するものである。すなわち、この上限を上回ると第4レンズ群G₄の負のパワーが強くなり過ぎる。このためズーミング時に光線軌跡がレンズ径方向に大きく変化しないように第5レンズ群G₅のパワーを強くする必要が生じ、レンズ群間のパワーバランスが悪くなり、結果として良好な収差補正が困難となる。

【0042】

また、本発明に係る投写型表示装置は、光源、ライトバルブ、および上述した本発明に係るズームレンズを備えた装置である。この装置において本発明に係るズームレンズは、ライトバルブにより変調された光による光学像をスクリーン上に投映するための投映レンズとして機能する。例えば、図1に示すズームレンズを備えた液晶ビデオプロジェクタの場合には、紙面右側の光源部(図示せず)から略平行光束が入射され、液晶表示パネル等のライトバルブの表示面1に照射される。この表示面1に映出された画像の情報を担持した光束は、ガラスブロック2を介しこのズームレンズにより、紙面左側方向のスクリーン(図示せず)に拡大投写される。なお、図1には1つの表示面1のみが記載されているが、液晶ビデオプロジェクタにおいて一般には、光源からの光束をダイクロイックミラーからなる色分離光学系によりR、G、Bの3原色光に分離し、各原色光用に3つの表示面1を配設してフルカラー画像を表示可能な構成とされる。ガラスブロック2はこの3原色光を合成するダイクロイックプリズムとすることができます。

【実施例】

【0043】

以下、各実施例についてデータを用いて具体的に説明する。

<実施例1>

この実施例1にかかるズームレンズは、前述したように図1に示す如き構成とされている。すなわちこのズームレンズは拡大側より順に、第1レンズ群G₁が、拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズよりなる第1レンズL₁および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L₂からなり、第2レンズ群G₂が、縮小側に凸面を向けた正メニスカスレンズよりなる第3レンズL₃および両凸レンズよりなる第4レンズL₄からなり、第3レンズ群G₃が、両凹レンズよりなる第5レンズL₅および両凸レンズよりなる第6レンズL₆からなり、第4レンズ群G₄が、拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズよりなる第7レンズL₇、両凹レンズよりなる第8レンズL₈と両凸レンズよりなる第9レンズL₉により構成される接合レンズ、および平凸レンズよりなる第10レンズL₁₀からなり、第5レンズ群G₅が、両凸レンズよりなる第11レンズL₁₁からなる。

【0044】

この実施例1における各レンズ面の曲率半径R(広角端におけるレンズ全系の焦点距離を1として規格化されている；以下の各表において同じ)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔D(上記曲率半径Rと同様の焦点距離で規格化されている；以下の各表において同じ)、各レンズのd線における屈折率N_dおよびアッベ数dを表1の上段に示す。なお、この表1および後述する表3、5、7、9において、各記号R、D、N_d、dに対応させた数字は拡大側から順次増加するようになっている。

【0045】

10

20

30

40

50

また、広角端（ワイド）、中間（ミドル）および望遠端（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 D_4 、第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 の距離 D_8 、第3レンズ群 G_3 と第4レンズ群 G_4 の距離 D_{12} 、および第4レンズ群 G_4 と第5レンズ群 G_5 の距離 D_{19} 、ならびに各位置での焦点距離 f を表1の中段に示す。さらに、表1の下段に実施例1における上記各条件式(1)～(5)に対応する数値を示す。

【0046】

【表1】

面	R	D	Nd	ν_d	
1	2.901	0.088	1.71300	53.9	10
2	1.069	0.053			
* 3	0.479	0.113	1.53159	55.4	
* 4	0.372	可変(D4)			
5	-43.168	0.141	1.83400	37.2	
6	-3.935	0.010			
7	2.115	0.226	1.77250	49.6	
8	-7.411	可変(D8)			
9	-18.698	0.049	1.51742	52.4	
10	1.570	0.059			
11	1.125	0.219	1.48749	70.2	20
12	-2.055	可変(D12)			
13	1.258	0.049	1.71300	53.9	
14	0.758	0.287			
15	-0.633	0.054	1.75520	27.5	
16	2.350	0.345	1.48749	70.2	
17	-0.900	0.010			
18	∞	0.228	1.77250	49.6	
19	-1.577	可変(D19)			
20	2.591	0.262	1.71300	53.9	
21	-3.585	0.344			
22	∞	1.252	1.51633	64.1	30
23	∞				

*は非球面

	ズーム比	D4	D8	D12	D19	f
ワイド	1.00	1.042	0.661	0.042	0.089	0.994
ミドル	1.10	0.891	0.608	0.127	0.209	1.090
テレ	1.20	0.753	0.555	0.223	0.302	1.194

縮小倍率 -0.0100

条件式(1)	Nd	1.71300
条件式(2)	ν_d	53.9
条件式(3)	F2	1.520
条件式(4)	F3	3.073
条件式(5)	F4	-8.080

F 1.000

F:拡大側共役距離が INF 時の全系焦点距離

【0047】

また、第3面と第4面は非球面とされており、表2に、これら各非球面について、上記非球面式の各定数K、 A_3 、 A_4 、 A_5 、 A_6 、 A_7 、 A_8 、 A_9 、 A_{10} 、 A_{11} 、 A_{12} 、 A_{13} 、 A_{14} の値を示す。

【0048】

【表2】

面番号	3	4	
K	-1.4875708	-0.1981091	
A_3	0.0000000	0.0000000	
A_4	1.4707017	3.1760446×10^{-1}	10
A_5	-5.7414626	-9.8776861	
A_6	4.7837822	2.3014130×10^{-1}	
A_7	-1.3315050	$-1.7925391 \times 10^{-1}$	
A_8	1.6326400×10^{-1}	4.9395198×10^{-1}	
A_9	$-3.2633208 \times 10^{-1}$	3.1193861	
A_{10}	1.4725443×10^{-1}	2.0634507	
A_{11}	7.4637088	-1.8425242	
A_{12}	-3.1650244	5.3985866×10^{-1}	
A_{13}	-2.0178408	$-1.8507288 \times 10^{-1}$	
A_{14}	7.3569086×10^{-3}	$-2.7933799 \times 10^{-4}$	20

【0049】

図6は上記実施例1の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、図6および以下の図7~10において、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おり、各倍率色収差図にはd線に対するF線およびC線の収差が示されている。

【0050】

この図6から明らかなように、実施例1のズームレンズによれば、広画角でありながらズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされるようになっている。さらに、広角端のFNoは1.60であり、従来よりも明るいズームレンズとなっている。

【0051】

また、表1の下段に示すように実施例1のズームレンズによれば、条件式(1)~(5)は全て満足されている。

【0052】

<実施例2>

実施例2に係るズームレンズの概略構成を図2に示す。この実施例2にかかるズームレンズは、実施例1のものと略同様の構成とされている。実施例1との主な相違点は、第3レンズ L_3 が両凸レンズよりなり、第4レンズ L_4 が拡大側に凸面を向けた正メニスカスレンズよりなり、第5レンズ L_5 が拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズよりなり、第10レンズ L_{10} が両凸レンズよりなる点である。

【0053】

この実施例2における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d線における屈折率N_dおよびアッペ数dを表3の上段に示す。

【0054】

また、広角端(ワイド)、中間(ミドル)および望遠端(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D_4、第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 の距離D_8、第3レンズ群 G_3 と第4レンズ群 G_4 の距離D_12、および第4レンズ群 G_4 と第5レンズ群 G_5 の距離D_19、ならびに各位置での焦点距離fを表3の中段に示す。さらに、表

10

20

30

40

50

3 の下段に実施例 2 における上記各条件式 (1) ~ (5) に対応する数値を示す。

【0055】

【表3】

面	R	D	Nd	νd	
1	4.710	0.095	1.56384	60.7	
2	1.039	0.115			
* 3	0.547	0.121	1.53159	55.4	
* 4	0.388	可変(D4)			
5	5.450	0.217	1.83400	37.2	10
6	-2.867	0.011			
7	1.627	0.134	1.77250	49.6	
8	2.232	可変(D8)			
9	3.870	0.053	1.69895	30.1	
10	1.213	0.041			
11	1.121	0.235	1.48749	70.2	
12	-1.915	可変(D12)			
13	1.372	0.053	1.62041	60.3	
14	0.882	0.235			
15	-0.746	0.058	1.83400	37.2	
16	2.716	0.362	1.49700	81.6	20
17	-0.820	0.011			
18	8.150	0.232	1.56384	60.7	
19	-2.018	可変(D19)			
20	2.969	0.304	1.62041	60.3	
21	-2.652	0.468			
22	∞	1.419	1.51633	64.1	
23	∞				

*は非球面

ズーム比	D4	D8	D12	D19	f
ワイド	1.00	1.053	0.865	0.037	0.235
ミドル	1.10	0.922	0.810	0.193	0.265
テレ	1.20	0.802	0.748	0.367	0.273

縮小倍率 -0.0104

条件式(1)	Nd	1.56384
条件式(2)	νd	60.7
条件式(3)	F2	1.692
条件式(4)	F3	3.320
条件式(5)	F4	-8.043

F 1.000

F:拡大側共役距離が INF 時の全系焦点距離

【0056】

また、第3面と第4面は非球面とされており、表4に、これら各非球面について、上記非球面式の各定数K、 A_3 、 A_4 、 A_5 、 A_6 、 A_7 、 A_8 、 A_9 、 A_{10} 、 A_{11} 、 A_{12} 、 A_{13} 、 A_{14} の値を示す。

30

40

50

【0057】

【表4】

面番号	3	4	
K	-2.7088768	-1.0633418	
A ₃	0.0000000	0.0000000	
A ₄	1.4443614	1.4583878	
A ₅	-5.1486611	-7.1311892	
A ₆	4.8952889	1.3153565 × 10	
A ₇	-1.3587737	-1.1532876 × 10	
A ₈	8.6326766	2.7807564	10
A ₉	-1.9324393 × 10	3.4181175	
A ₁₀	9.5706145	-5.5736760 × 10 ⁻²	
A ₁₁	6.1221299	-4.3143887	
A ₁₂	-2.1023394	-1.1820246	
A ₁₃	-6.6090427	4.1130515	
A ₁₄	3.8918095	-4.2767591 × 10 ⁻¹	

【0058】

図7は上記実施例2の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。

【0059】

この図7から明らかなように、実施例2のズームレンズによれば、広画角でありながらズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされるようになっている。さらに、広角端のFNoは1.80であり、従来よりも明るいズームレンズとなっている。

【0060】

また、表3の下段に示すように実施例2のズームレンズによれば、条件式(1)~(5)は全て満足されている。

【0061】

<実施例3>

実施例3に係るズームレンズの概略構成を図3に示す。この実施例3にかかるズームレンズは、実施例1のものと略同様の構成とされているが、主に第4レンズ群G₄が3枚構成である点、および第5レンズ群G₅が2枚構成である点が実施例1と異なる。すなわち、このズームレンズは拡大側より順に、第1レンズ群G₁が、拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズよりなる第1レンズL₁および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L₂からなり、第2レンズ群G₂が、両凸レンズよりなる第3レンズL₃および両凸レンズよりなる第4レンズL₄からなり、第3レンズ群G₃が、両凹レンズよりなる第5レンズL₅および両凸レンズよりなる第6レンズL₆からなり、第4レンズ群G₄が拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズよりなる第7レンズL₇、両凹レンズよりなる第8レンズL₈と両凸レンズよりなる第9レンズL₉により構成される接合レンズからなり、第5レンズ群G₅が、両凸レンズよりなる第10レンズL₁₀および両凸レンズよりなる第11レンズL₁₁からなる。

【0062】

この実施例3における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d線における屈折率N_dおよびアッベ数dを表5の上段に示す。また、広角端(ワイド)、中間(ミドル)および望遠端(テレ)における第1レンズ群G₁と第2レンズ群G₂の距離D₄、第2レンズ群G₂と第3レンズ群G₃の距離D₈、第3レンズ群G₃と第4レンズ群G₄の距離D₁₂、および第4レンズ群G₄と第5レンズ群G₅の距離D₁₇、ならびに各位置での焦点距離fを表5の中段に示す。さらに表5の下段に実施例3における上記各条件式(1)~(5)に対応する数値を示す。

【0063】

【表5】

面	R	D	Nd	ν_d	
1	12.482	0.079	1.62299	58.2	
2	1.058	0.256			
*	3	1.189	0.122	1.53039	55.2
*	4	0.782	可変(D4)		
5	4.656	0.265	1.80610	40.9	
6	-16.922	0.011			
7	3.245	0.265	1.80610	40.9	10
8	-7.224	可変(D8)			
9	-6.434	0.058	1.78472	25.7	
10	12.612	0.182			
11	4.120	0.265	1.71300	53.9	
12	-4.459	可変(D12)			
13	2.185	0.053	1.62299	58.2	
14	1.296	0.235			
15	-0.894	0.058	1.69895	30.1	
16	1.961	0.385	1.62041	60.3	
17	-1.301	可変(D17)			20
*	18	7.847	0.224	1.53039	55.2
*	19	-3.563	0.021		
20	3.598	0.416	1.62041	60.3	
21	-1.842	0.715			
22	∞	1.313	1.51633	64.1	
23	∞				

*は非球面

	ズーム比	D4	D8	D12	D17	f	
ワイド	1.00	0.700	0.897	0.177	0.053	0.997	
ミドル	1.10	0.598	0.578	0.601	0.048	1.092	
テレ	1.20	0.515	0.276	1.002	0.033	1.197	

縮小倍率 -0.0103

条件式(1)	Nd	1.62299					
条件式(2)	ν_d	58.2					
条件式(3)	F2	1.770					
条件式(4)	F3	6.212					40
条件式(5)	F4	-2.377					

F 1.000

F:拡大側共役距離が INF 時の全系焦点距離

【0064】

また、第3面、第4面、第18面および第19面は非球面とされており、表6に、これら各非球面について、上記非球面式の各定数K、 A_3 、 A_4 、 A_5 、 A_6 、 A_7 、 A_8 の値を示す。

【0065】

【表6】

面番号	3	4	18	19	
K	-5.0000298	-0.6568687	-4.9956237	3.2751599	
A ₃	-2.8654115 × 10 ⁻³	1.5666550 × 10 ⁻²	0.0000000	0.0000000	
A ₄	-8.5466024 × 10 ⁻²	-6.7334943 × 10 ⁻¹	1.9317201 × 10 ⁻²	1.0541612 × 10 ⁻¹	
A ₅	-2.1926182 × 10 ⁻²	1.0117742	1.7312138 × 10 ⁻²	-4.7545677 × 10 ⁻²	
A ₆	7.3061984 × 10 ⁻¹	-4.4457365 × 10 ⁻¹	2.5758225 × 10 ⁻²	9.5354593 × 10 ⁻²	
A ₇	-1.0333070	-1.8182238 × 10 ⁻¹	1.7343697 × 10 ⁻²	4.8945297 × 10 ⁻²	
A ₈	4.6909851 × 10 ⁻¹	1.1158279 × 10 ⁻¹	-2.4964598 × 10 ⁻²	-5.7074197 × 10 ⁻²	10

【0066】

図8は上記実施例3の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。

【0067】

この図8から明らかなように、実施例3のズームレンズによれば、広画角でありながらズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされるようになっている。さらに、広角端のFNoは1.60であり、従来よりも明るいズームレンズとなっている。

【0068】

また、表5の下段に示すように実施例3のズームレンズによれば、条件式(1)～(5)は全て満足されている。

【0069】

<実施例4>

実施例4に係るズームレンズの概略構成を図4に示す。この実施例4にかかるズームレンズは、実施例3のものと略同様の構成とされている。

【0070】

この実施例4における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d線における屈折率N_dおよびアッベ数v_dを表7の上段に示す。

【0071】

また、広角端(ワイド)、中間(ミドル)および望遠端(テレ)における第1レンズ群G₁と第2レンズ群G₂の距離D₄、第2レンズ群G₂と第3レンズ群G₃の距離D₈、第3レンズ群G₃と第4レンズ群G₄の距離D₁₂および第4レンズ群G₄と第5レンズ群G₅の距離D₁₇、ならびに各位置での焦点距離fを表7の中段に示す。さらに、表7の下段に実施例4における上記各条件式(1)～(5)に対応する数値を示す。

【0072】

20

30

【表7】

面	R	D	Nd	ν_d	
1	6.653	0.079	1.62041	60.3	
2	1.039	0.285			
* 3	0.909	0.122	1.53159	55.4	
* 4	0.640	可変(D4)			
5	4.502	0.184	1.83400	37.2	
6	-9.588	0.011			
7	4.124	0.192	1.78590	44.2	
8	-7.178	可変(D8)			10
9	-9.193	0.058	1.84666	23.8	
10	6.307	0.360			
11	3.740	0.167	1.69680	55.5	
12	-3.399	可変(D12)			
13	2.361	0.053	1.58913	61.2	
14	1.280	0.227			
15	-0.984	0.058	1.69895	30.1	
16	1.921	0.346	1.62041	60.3	
17	-1.663	可変(D17)			
* 18	8.487	0.248	1.53159	55.4	20
* 19	-2.749	0.015			
20	3.856	0.371	1.62041	60.3	
21	-1.936	0.643			
22	∞	1.391	1.51633	64.1	
23	∞				

*は非球面

	ズーム比	D4	D8	D12	D17	f	
ワイド	1.00	0.962	0.789	0.181	0.122	0.996	
ミドル	1.10	0.826	0.625	0.482	0.120	1.092	
テレ	1.20	0.715	0.476	0.770	0.093	1.196	

縮小倍率 -0.0103

条件式(1)	Nd	1.62041				
条件式(2)	ν_d	60.3				
条件式(3)	F2	1.780				
条件式(4)	F3	5.051				
条件式(5)	F4	-1.941				40

F 1.000

F:拡大側共役距離が INF 時の全系焦点距離

【0073】

また、第3面、第4面、第18面および第19面は非球面とされており、表8に、これら各非球面について、上記非球面式の各定数K、A₃、A₄、A₅、A₆、A₇、A₈、A₉、A₁₀の値を示す。

【0074】

【表8】

面番号	3	4	18	19	
K	-2.8879369	-0.7537870	-0.5061858	1.9415364	
A ₃	5.3877776×10^{-2}	9.8741174×10^{-2}	0.0000000	0.0000000	
A ₄	$-2.8640881 \times 10^{-1}$	$-9.9823750 \times 10^{-1}$	5.1671237×10^{-2}	1.0215868×10^{-1}	
A ₅	$-1.4059855 \times 10^{-1}$	1.3718067	$-9.9309339 \times 10^{-2}$	$-2.0234633 \times 10^{-2}$	
A ₆	1.2757781	$-4.1445488 \times 10^{-1}$	1.0060856×10^{-1}	$-1.4358487 \times 10^{-2}$	
A ₇	-1.0470261	$-1.2740256 \times 10^{-1}$	3.8960305×10^{-2}	1.2342509×10^{-1}	
A ₈	7.1822822×10^{-3}	2.9208377×10^{-2}	$-2.8676380 \times 10^{-2}$	$-5.4236291 \times 10^{-2}$	10
A ₉	$-1.0928494 \times 10^{-1}$	$-6.5345847 \times 10^{-1}$	1.3189145×10^{-2}	4.6812977×10^{-2}	
A ₁₀	3.5055314×10^{-1}	6.6518209×10^{-1}	8.7113197×10^{-3}	$-5.3168623 \times 10^{-3}$	

【0075】

図9は上記実施例4の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。

【0076】

この図9から明らかなように、実施例4のズームレンズによれば、広画角でありながらズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされるようになっている。さらに、広角端のFNoは1.70であり、従来よりも明るいズームレンズとなっている。

【0077】

また、表7の下段に示すように実施例4のズームレンズによれば、条件式(1)~(5)は全て満足されている。

【0078】

<実施例5>

実施例5に係るズームレンズの概略構成を図5に示す。この実施例5にかかるズームレンズは、実施例1のものと略同様の構成とされている。実施例1との主な相違点は、第3レンズL₃が両凸レンズよりなり、第10レンズL₁₀が両凸レンズよりなる点である。また、第4レンズ群G₄の最も縮小側のレンズを、非球面を備えたプラスチックレンズにすることで、更に軽量化および小型化を図ることができる。

【0079】

この実施例5における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d線における屈折率N_dおよびアッベ数dを表9の上段に示す。

【0080】

また、広角端(ワイド)、中間(ミドル)および望遠端(テレ)における第1レンズ群G₁と第2レンズ群G₂の距離D₄、第2レンズ群G₂と第3レンズ群G₃の距離D₈、第3レンズ群G₃と第4レンズ群G₄の距離D₁₂および第4レンズ群G₄と第5レンズ群G₅の距離D₁₉ならびに、各位置での焦点距離fを表9の中段に示す。さらに、表9の下段に実施例5における上記各条件式(1)~(5)に対応する数値を示す。

【0081】

10

20

30

40

【表9】

面	R	D	Nd	ν_d	
1	6.406	0.080	1.71300	53.9	
2	0.969	0.135			
* 3	0.676	0.122	1.53039	55.2	
* 4	0.498	可変(D4)			
5	3.716	0.171	1.83400	37.2	
6	-8.077	0.011			10
7	2.375	0.217	1.83400	37.2	
8	-6.713	可変(D8)			
9	-9.811	0.053	1.75520	27.5	
10	4.448	0.060			
11	2.027	0.155	1.62041	60.3	
12	-2.347	可変(D12)			
13	2.673	0.053	1.80518	25.4	
14	1.153	0.222			
15	-0.749	0.058	1.84666	23.8	
16	1.290	0.393	1.77250	49.6	
17	-1.220	0.011			
* 18	3.485	0.233	1.53039	55.2	20
* 19	-3.172	可変(D19)			
20	5.398	0.290	1.80518	25.4	
21	-2.056	0.403			
22	∞	1.288	1.51633	64.1	
23	∞				

*は非球面

	ズーム比	D4	D8	D12	D19	f	
ワイド	1.00	0.595	0.780	0.027	0.060	0.996	
ミドル	1.10	0.491	0.699	0.184	0.088	1.092	
テレ	1.20	0.397	0.615	0.351	0.099	1.197	

縮小倍率 -0.0103

条件式(1)	Nd	1.71300	
条件式(2)	ν_d	53.9	
条件式(3)	F2	1.276	
条件式(4)	F3	3.017	
条件式(5)	F4	-4.185	

F 1.000

F:拡大側共役距離が INF 時の全系焦点距離

【0082】

また、第3面、第4面、第18面および第19面は非球面とされており、表10に、これら各非球面について、上記非球面式の各定数K、 A_3 、 A_4 、 A_5 、 A_6 、 A_7 、 A_8 、 A_9 、 A_{10} の値を示す。

【0083】

【表10】

面番号	3	4	18	19	
K	-1.8011634	-1.3267551	4.9991167	3.5816730	
A ₃	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	
A ₄	-6.1081569 × 10 ⁻¹	-4.3163916 × 10 ⁻¹	-2.4559034 × 10 ⁻²	1.0937907 × 10 ⁻¹	
A ₅	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	
A ₆	1.1324121	6.6041200 × 10 ⁻¹	-2.7754687 × 10 ⁻¹	-2.6802249 × 10 ⁻¹	
A ₇	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	
A ₈	-9.2010993 × 10 ⁻¹	-3.6052764 × 10 ⁻¹	6.3940279 × 10 ⁻¹	5.8886087 × 10 ⁻¹	10
A ₉	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	
A ₁₀	3.0471568 × 10 ⁻¹	-2.1376069 × 10 ⁻¹	-8.0947352 × 10 ⁻¹	-6.8645835 × 10 ⁻¹	

【0084】

図10は上記実施例5の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。

【0085】

この図10から明らかなように、実施例5のズームレンズによれば、広画角でありながらズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされるようになっている。さらに、広角端のFNoは1.61であり、従来よりも明るいズームレンズとなっている。

【0086】

また、表9の下段に示すように実施例5のズームレンズによれば、条件式(1)~(5)は全て満足されている。

【0087】

なお、上記各実施例においては、本発明のレンズを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用いているが、本発明のズームレンズの使用態様はこれに限られるものではなく、反射型の液晶表示パネルを用いた装置の投映レンズあるいはDMD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。

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図1】実施例1に係るズームレンズの広角端と望遠端のレンズ構成図

【図2】実施例2に係るズームレンズの広角端と望遠端のレンズ構成図

【図3】実施例3に係るズームレンズの広角端と望遠端のレンズ構成図

【図4】実施例4に係るズームレンズの広角端と望遠端のレンズ構成図

【図5】実施例5に係るズームレンズの広角端と望遠端のレンズ構成図

【図6】実施例1に係るズームレンズの広角端、中間および望遠端における各収差図

【図7】実施例2に係るズームレンズの広角端、中間および望遠端における各収差図

【図8】実施例3に係るズームレンズの広角端、中間および望遠端における各収差図

【図9】実施例4に係るズームレンズの広角端、中間および望遠端における各収差図

【図10】実施例5に係るズームレンズの広角端、中間および望遠端における各収差図

【符号の説明】

【0089】

G₁ ~ G₅ レンズ群

L₁ ~ L₁₁ レンズ

R₁ ~ R₂₃ レンズ面等の曲率半径

D₁ ~ D₂₂ レンズ面間隔(レンズ厚)

X 光軸

1 表示面

10

20

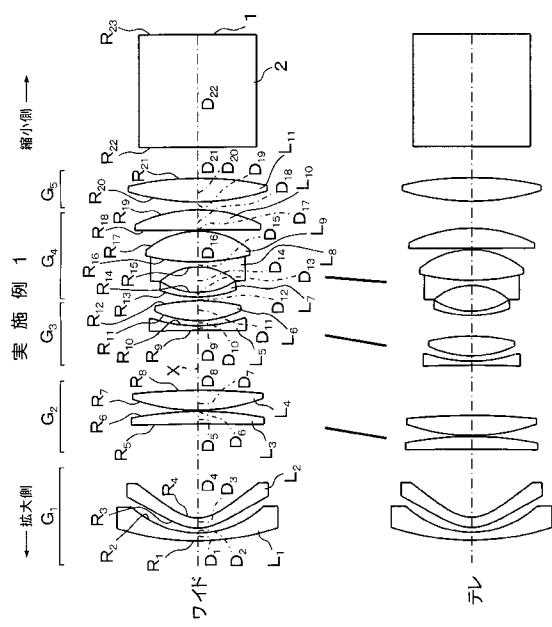
30

40

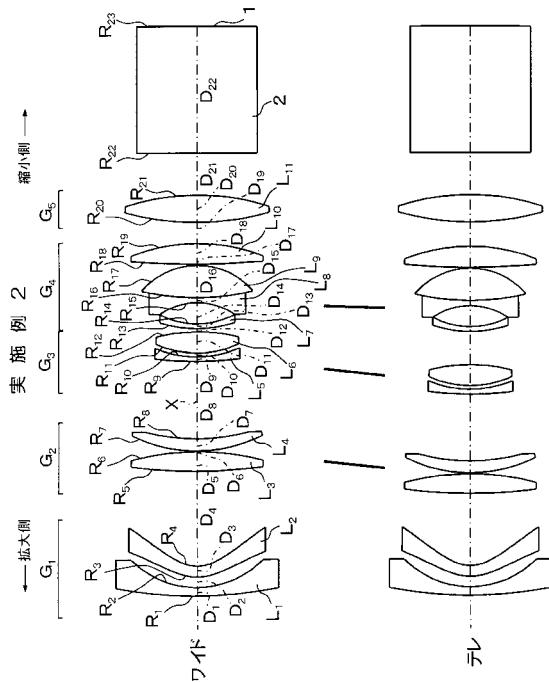
50

2 ガラスブロック

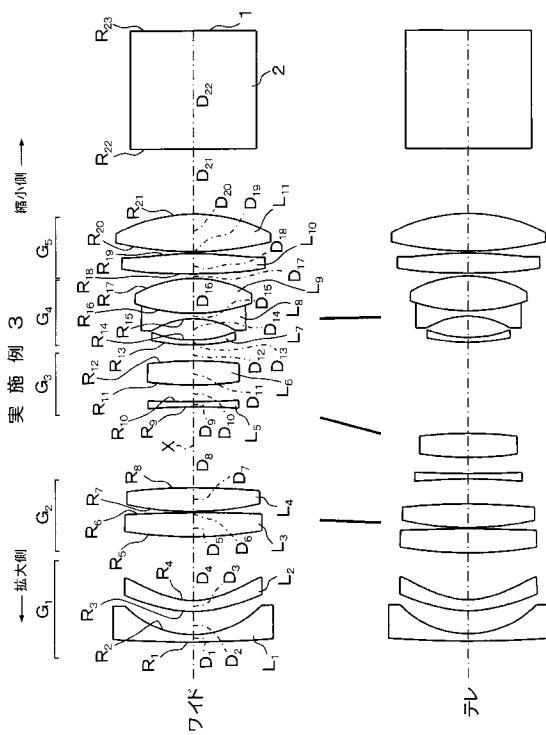
【図1】



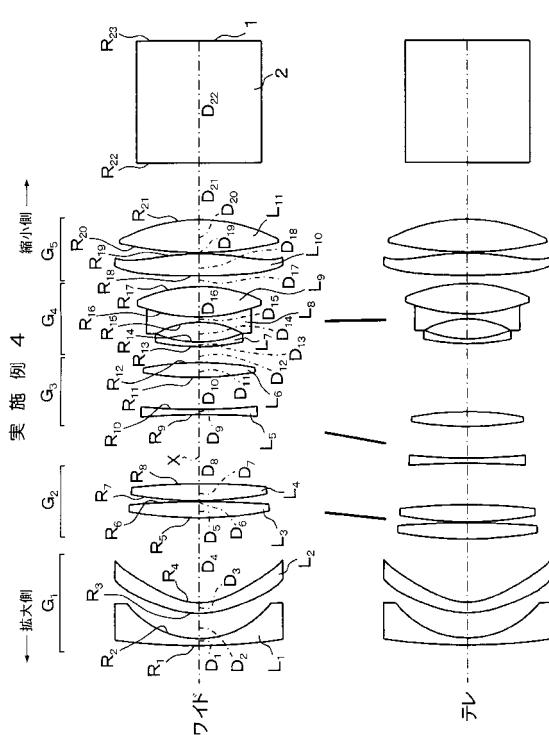
【図2】



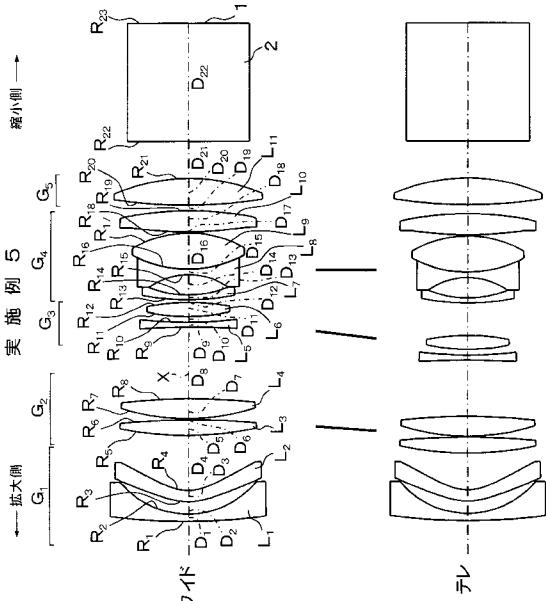
【図3】



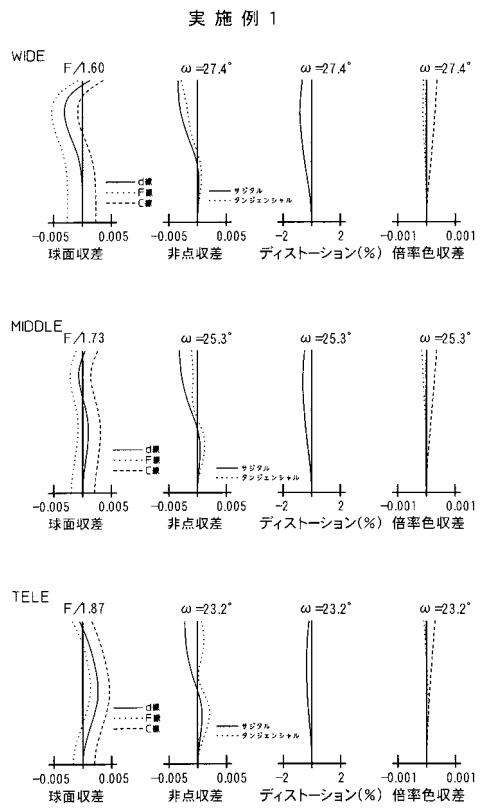
【図4】



【図5】

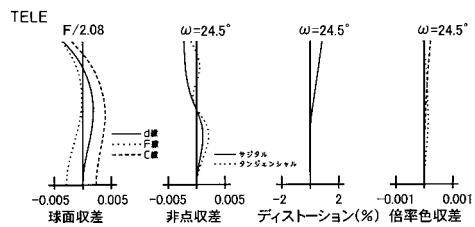
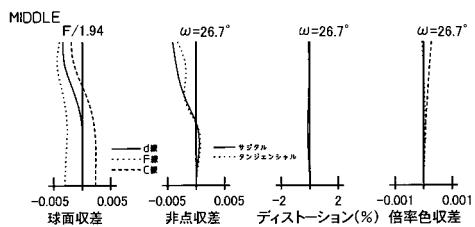
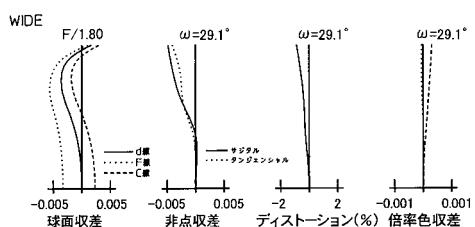


【図6】



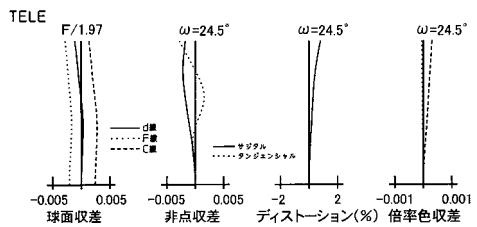
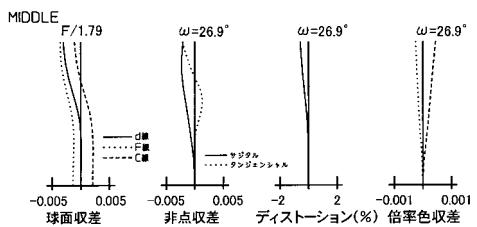
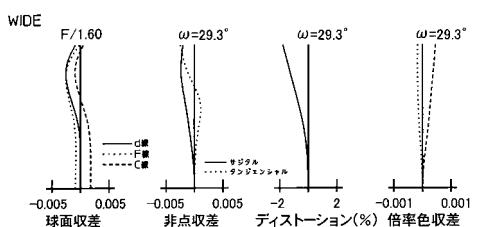
【図7】

実施例2



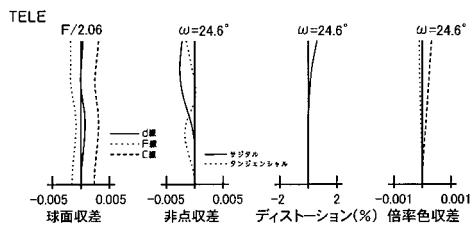
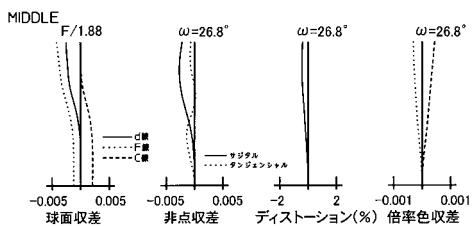
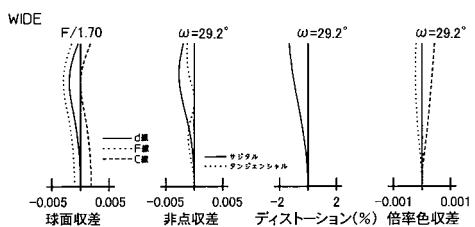
【図8】

実施例3



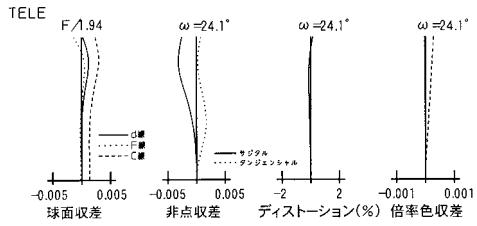
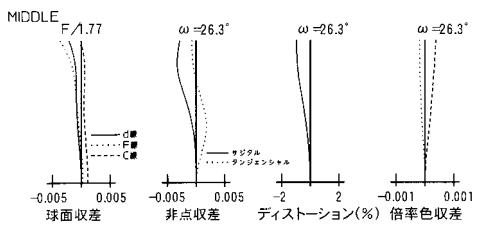
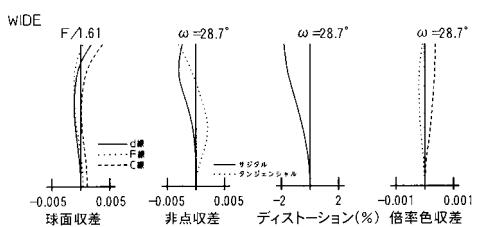
【図9】

実施例4



【図10】

実施例5



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-325699(JP,A)
特開2004-252084(JP,A)
特開2001-324677(JP,A)
特開2004-138812(JP,A)
特開2002-148516(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/00 - 15/28