(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5462081号
(P5462081)
(45)発行日　平成26年4月2日(2014.4.2)　(24)登録日　平成26年1月24日(2014.1.24)

(51)Int.Cl.　F I
G02B 15/16 (2006.01)　G02B 15/16

請求項の数 12　(全 35 頁)

(21)出願番号　特願2010-135905(P2010-135905)
(22)出願日　平成22年6月15日(2010.6.15)
(65)公開番号　特開2012-2900(P2012-2900A)
(43)公開日　平成24年1月5日(2012.1.5)
審査請求日　平成25年1月18日(2013.1.18)

(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　河村　大樹
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　森内　正明

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ズームレンズおよび撮像装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側より順に、変倍時に光軸方向に対して固定される正の屈折力を有する第１レンズ群、変倍時に光軸方向へ移動させる負の屈折力を有する第２レンズ群、変倍時に光軸方向に対して固定される正の屈折力を有する第３レンズ群、変倍時に光軸方向へ移動させて前記変倍に伴う像面位置の変動を補正し合焦させる正の屈折力を有する第４レンズ群からなり、
前記第１レンズ群が、物体側より順に配された、負の屈折力を有する第１群第１レンズ、正の屈折力を有する第１群第２レンズ、正の屈折力を有する第１群第３レンズ、正の屈折力を有する第１群第４レンズの４枚のレンズのみで構成されたものであり、
前記第１群第１レンズと前記第１群第２レンズとは両者の間に間隙が形成されるように配置されたものであり、
前記第２レンズ群が、物体側より順に、負の屈折力を有する第２群第１レンズ、負の屈折力を有する第２群第２レンズ、正の屈折力を有する第２群第３レンズ、負の屈折力を有する第２群第４レンズより構成されるものであり、
以下の条件式（１）を満足するものであることを特徴とするズームレンズ。
－２．０＜（Ｒ１１ｒ＋Ｒ１１ｆ）／（Ｒ１１ｒ－Ｒ１１ｆ）＜－０．４・・・（１）
ただし、
Ｒ１１ｆ：第１群第１レンズの物体側のレンズ面の曲率半径
Ｒ１１ｒ：第１群第１レンズの像側のレンズ面の曲率半径

【請求項２】
物体側より順に、変倍時に光軸方向に対して固定される正の屈折力を有する第１レンズ群、変倍時に光軸方向へ移動させる負の屈折力を有する第２レンズ群、変倍時に光軸方向に対して固定される正の屈折力を有する第３レンズ群、変倍時に光軸方向へ移動させて前記変倍に伴う像面位置の変動を補正し合焦させる正の屈折力を有する第４レンズ群からなり、
前記第１レンズ群が、物体側より順に配された、負の屈折力を有する第１群第１レンズ、正の屈折力を有する第１群第２レンズ、正の屈折力を有する第１群第３レンズ、正の屈折力を有する第１群第４レンズの４枚のレンズのみで構成されたものであり、
前記第１群第１レンズと前記第１群第２レンズとは両者の間に間隙が形成されるように配置されたものであり、
前記第４レンズ群が、３枚の正の屈折力を有するレンズと１枚の負の屈折力を有するレンズとから構成されたものであり、
以下の条件式（１）を満足するものであることを特徴とするズームレンズ。
－２．０＜（Ｒ１１ｒ＋Ｒ１１ｆ）／（Ｒ１１ｒ－Ｒ１１ｆ）＜－０．４・・・（１）
ただし、
Ｒ１１ｆ：第１群第１レンズの物体側のレンズ面の曲率半径
Ｒ１１ｒ：第１群第１レンズの像側のレンズ面の曲率半径
【請求項３】
前記第１レンズ群が、以下の条件式（２）を満足するものであ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。
－２．０＜ｆ１１／ｆ１＜－１．２　・・・（２）
ただし、
ｆ１：第１レンズ群の焦点距離。
ｆ１１：第１群第１レンズの焦点距離
【請求項４】
前記第１レンズ群に属する正の屈折力を有するレンズのうちの少なくとも１枚のレンズについてのｄ線を基準としたアッベ数νｄ１ｐが、以下の条件式（３）を満足することを特徴とする請求項１から３のいずれか１項記載のズームレンズ。
６５＜νｄ１ｐ　・・・（３）
【請求項５】
以下の条件式（４）を満足することを特徴とする請求項１から４のいずれか１項記載のズームレンズ。
－２．９＜ｆ２／ｆｗ＜－１．８　・・・（４）
ただし、
ｆｗ：ズーム設定が広角端に定められたときのズームレンズ全系の焦点距離
ｆ２：第２レンズ群の焦点距離
【請求項６】
以下の条件式（５）を満足することを特徴とする請求項１から５のいずれか１項記載のズームレンズ。
０．５５＜ｆ１／ｆｔ＜０．８８　・・・（５）
ただし、
ｆｔ：ズーム設定が望遠端に定められたときのズームレンズ全系の焦点距離
ｆ１：第１レンズ群の焦点距離
【請求項７】
前記第２レンズ群が、３枚の負の屈折力を有するレンズと１枚の正の屈折力を有するレンズとから構成されたものであることを特徴とする請求項１から６のいずれか１項記載のズームレンズ。
【請求項８】
前記第１レンズ群が、以下の条件式（６）を満足するものであることを特徴とする請求

項１から７のいずれか１項記載のズームレンズ。
０．１＜Ｄ２／ＴＬ１＜０．４　・・・（６）
ただし、
Ｄ２：第１群第１レンズと第１群第２レンズとの空気間隔
ＴＬ１：第１レンズ群の厚み
【請求項９】
以下の条件式（７）を満足することを特徴とする請求項１から８のいずれか１項記載のズームレンズ。
２．５＜ｆ３／ｆ４＜６．０　・・・（７）
ただし、
ｆ３：第３レンズ群の焦点距離
ｆ４：第４レンズ群の焦点距離
【請求項１０】
前記第３レンズ群は、光軸直交方向へ移動させて前記ズームレンズを通して形成される光学像を光軸直交方向に変位させるシフトレンズ群と、光軸直交方向に対して固定された固定レンズ群とを有し、
前記シフトレンズ群は、全体として正の屈折力を有し、１枚の正の屈折力を有するレンズと１枚の負の屈折力を有するレンズの２枚で構成されたものであり、
前記固定レンズ群は、全体として負の屈折力を有するものであることを特徴とする請求項１から９のいずれか１項記載のズームレンズ。
【請求項１１】
前記第３レンズ群は、物体側より順に、第３ａレンズ群、第３ｂレンズ群、第３ｃレンズ群を備えたものであり、
前記第３ａレンズ群は、少なくとも１枚以上の正の屈折力を有するレンズと１枚以上の負の屈折力を有するレンズとを配したものであり、
前記第３ｂレンズ群は、全体として正の屈折力を有し、１枚の正の屈折力を有するレンズと１枚の負の屈折力を有するレンズの２枚で構成されたものであり、
前記第３ｃレンズ群は、負の屈折力を有するものであり、
前記第３ｂレンズ群は、該第３ｂレンズ群を光軸直交方向へ移動させて前記ズームレンズを通して形成される光学像を光軸直交方向に変位させるものであることを特徴とする請求項１から９のいずれか１項記載のズームレンズ。
【請求項１２】
請求項１から１１のいずれか１項記載のズームレンズを備えたものであることを特徴とする撮像装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、広角で変倍比の大きいズームレンズおよびこのズームレンズを備えた撮像装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
近年、民生用ビデオカメラ、ＴＶ放送に用いられる動画撮影用カメラ、および業務用の監視カメラ等に対し、広角かつ変倍比の大きいズームレンズを用いたいという要請がある。
【０００３】
このような要請に適合するズームレンズとして、物体側より順に、正の屈折力を有する第１レンズ群、負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レンズ群の４つのレンズ群を有し、第２レンズ群を移動させて変倍を行い、第４レンズ群を移動させてその変倍に伴う像面位置を補正し合焦させる４群構成からなるリアフォーカス式ズームレンズが広く知られている（特許文献１参照）。

【０００４】
このような４群構成からなるリアフォーカス式ズームレンズで製品化されているものは、いずれも、第１レンズ群や第２レンズ群に対して非常によく似たレンズタイプを採用しており、殆どのものが、第１レンズ群に１枚または２枚の正の屈折力を有するレンズと接合レンズとを配する構成を採用している（特許文献１参照）。
【０００５】
特許文献１に開示されているズームレンズは、２０倍以上の大きな変倍比を有しているが、ズーム設定が広角端に定められたときの最大画角はさほど大きくなく６０度程度である。このようなレンズタイプを採用したズームレンズの最大画角をさらに大きくするには、ズーム設定が広角端に定められたときに第１レンズ群へ入射する軸外光束の入射高を高くするために、このズームレンズの前玉の径を大きくする必要がある。
【０００６】
しかしながら、このようなリアフォーカス式ズームレンズを採用した撮像装置において、第１レンズ群へ入射する軸外光束（線）の入射高を高くして、大きな画角と大きな変倍比とを両立させようとすると、光学系が大型化するため、そのようなズームレンズは殆ど製品化されていないのが現状である。
【０００７】
一方、前玉の径を大きくすることなくズームレンズを広角化することができるワイドコンバージョンレンズが多数提案されている。例えば、物体側より順に、負の屈折力を有するレンズと正の屈折力を有するレンズとが配された２枚構成のワイドコンバージョンレンズが知られている（特許文献２参照）。
【０００８】
さらに、特許文献２に開示されているワイドコンバージョンレンズとこのワイドコンバージョンレンズが装着されるズームレンズであるマスターレンズとが一体化された広角のズームレンズ、すなわち、ワイドコンバージョンレンズに相当する光学系とマスターレンズ中の第１レンズ群に相当する光学系とが一体化され最適化されるように構成された広角のズームレンズも提案されている。
【０００９】
そのような広角のズームレンズ、すなわち、ワイドコンバージョンレンズに相当する光学系とマスターレンズに相当する光学系とを分離することを想定していない広角のズームレンズとして、例えば、ズーム設定を広角端に定めたときの画角が非常に大きいズームレンズ（最大画角８８度）が知られている（特許文献３参照）。
【００１０】
なお、特許文献２や特許文献３に開示されているズームレンズは、負の屈折力を有するレンズ群と正の屈折力を有するレンズ群との間に大きな空気間隔を有するアフォーカル光学系を採用することにより、それ以降のレンズへ入射する光線の傾きを小さくして広角化を実現している。なお、特許文献２のズームレンズは、上記アフォーカル光学系を構成するための負の屈折力を有するレンズ群と正の屈折力を有するレンズ群とがそれぞれ１枚のレンズで構成されている。
【００１１】
このように、アフォーカル光学系を適用して広角化を図ろうとするズームレンズでは、第１レンズ群だけでも非常に大きくなるとともに、装置コストが高くなる。さらに、このようなズームレンズについて変倍比をも大きくしようとすると装置サイズと装置コストが両方共にさらに増大してしまう。そのため、通常、このようなアフォーカル光学系を適用した広角のズームレンズの変倍比は８～１０倍程度に留められている。
【００１２】
また、第１レンズ群を４枚と少ないレンズ枚数で構成しつつ約７０～８０度の最大画角を実現しているズームレンズも知られている（例えば、特許文献４および特許文献５参照）。これらの広角のズームレンズの大きな特徴は、第１群第１レンズと第１群第２レンズとの間に空気間隔（間隙）を有していることである。なお、一般に知られている多くの広

角ズームレンズは、特許文献１のズームレンズのように、第１群第１レンズと第１群第２レンズとが接合されている。

【００１３】

上記特許文献４および特許文献５に開示されている広角ズームレンズは、空気間隔（空気レンズ）を有効に利用し、ズーム設定を広角端に定めたときの歪曲収差や像面湾曲を良好に補正している。特許文献４および特許文献５の広角ズームレンズでは、第１レンズと第２レンズとが、特許文献２に示されているワイドコンバージョンレンズのような役割を担っていると考えることもでき、レンズ径の拡大を抑えるようなレンズ構成となっている。このように、第１レンズ群のレンズ径を大きくすることなく、かつレンズ枚数を少なくして広角化を実現できるズームレンズも知られている。

【００１４】

なお、特許文献４および特許文献５に開示されているズームレンズは、小型で、かつ７０～８０度程度の広画角を得られるが、このようなタイプのズームレンズについても変倍比が小さく、その変倍比は１２倍程度である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１５】

【特許文献１】特開２００６－２４３３５５号公報
【特許文献２】特許第３３４２１５７号公報
【特許文献３】特開２００９－９２９２２号公報
【特許文献４】特許第３３６３６８８号公報
【特許文献５】特開２００９－３３４２号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１６】

ところで、特許文献４および特許文献５に示されているような、小型でありながら７０～８０度程度の広画角の得られるズームレンズの変倍比を２０倍程度にまで引き上げたいという要請がある。

【００１７】

しかしながら、例えば、８０度もの広画角が得られる特許文献５に示されているズームレンズでは、第１群第１レンズを曲率の大きな両凹形状をなすものとしており、このようなレンズ構成において、さらに２０倍という高変倍比を得ようとすると、ズーム設定を広角端に定めたときの像面湾曲および歪曲収差と、ズーム設定を望遠端に定めたときの球面収差とのバランスを保つことが難しくなる。

【００１８】

また、高変倍比化に伴う１つの大きな課題として、軸上色収差の補正が挙げられる。例えば、特許文献５に示されているズームレンズにおいて、第１レンズ群を構成する正の屈折力を有するレンズには、アッベ数がいずれも５０～６０程度の材料が用いられており、このような材料を用いたままさらに変倍比を大きくしようとすると、ズーム設定を望遠端に定めたときの色収差が非常に大きくなってしまう。

【００１９】

このような大きな色収差が発生する原因は、画角を大きくするために負の屈折力を有するレンズのパワーを強くするとともに正の屈折力を有するレンズのパワーを強くし、さらにそれらのレンズ部材として低屈折率低分散材料を用いようとすると、レンズの曲率を大きくせねばならなくなってしまい、ズーム設定を広角端に定めたときの軸外光束の収差補正が困難になるためである。そのよう事態を避けるために、このズームレンズでは高屈折率材料である屈折率１．７以上の材料を用いているが、そのような材料を用いたことにより色収差の補正については不利になってしまう。このように、特許文献５に示されているズームレンズは、広角化には有利であっても、色収差の補正が難しくなるため高変倍比化には不向きな構成である。

【００２０】
上記のように、第１レンズ群のレンズ径の拡大やレンズ枚数の増加を抑えることにより装置サイズの大型化を抑制しつつ、広角化と高変倍比化とを両立させたズームレンズを実現しようとすると、収差の発生を抑えることが難しくなるという問題がある。
【００２１】
本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、装置サイズを大型化することなく収差を抑えて広角化と高変倍比化とを両立させることができるズームレンズおよび撮像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】
【００２２】
第１発明のズームレンズおよびこのズームレンズを備えた撮像装置は、物体側より順に、変倍時に光軸方向に対して固定される正の屈折力を有する第１レンズ群、変倍時に光軸方向へ移動させる負の屈折力を有する第２レンズ群、変倍時に光軸方向に対して固定される正の屈折力を有する第３レンズ群、変倍時に光軸方向へ移動させて前記変倍に伴う像面位置の変動を補正し合焦させる正の屈折力を有する第４レンズ群からなり、第１レンズ群が、物体側より順に配された、負の屈折力を有する第１群第１レンズ、正の屈折力を有する第１群第２レンズ、正の屈折力を有する第１群第３レンズ、正の屈折力を有する第１群第４レンズの４枚のレンズのみで構成されたものであり、第１群第１レンズと第１群第２レンズとは両者の間に間隙が形成されるように配置されたものであり、第２レンズ群が、物体側より順に、負の屈折力を有する第２群第１レンズ、負の屈折力を有する第２群第２レンズ、正の屈折力を有する第２群第３レンズ、負の屈折力を有する第２群第４レンズより構成されるものであり、第１群第１レンズの物体側のレンズ面の曲率半径をＲ１１ｆ、第１群第１レンズの像側のレンズ面の曲率半径をＲ１１ｒとしたときに、条件式（１）：－２．０＜（Ｒ１１ｒ＋Ｒ１１ｆ）／（Ｒ１１ｒ－Ｒ１１ｆ）＜－０．４を満足することを特徴とするものである。
第２発明のズームレンズおよびこのズームレンズを備えた撮像装置は、物体側より順に、変倍時に光軸方向に対して固定される正の屈折力を有する第１レンズ群、変倍時に光軸方向へ移動させる負の屈折力を有する第２レンズ群、変倍時に光軸方向に対して固定される正の屈折力を有する第３レンズ群、変倍時に光軸方向へ移動させて前記変倍に伴う像面位置の変動を補正し合焦させる正の屈折力を有する第４レンズ群からなり、第１レンズ群が、物体側より順に配された、負の屈折力を有する第１群第１レンズ、正の屈折力を有する第１群第２レンズ、正の屈折力を有する第１群第３レンズ、正の屈折力を有する第１群第４レンズの４枚のレンズのみで構成されたものであり、第１群第１レンズと第１群第２レンズとは両者の間に間隙が形成されるように配置されたものであり、第４レンズ群が、３枚の正の屈折力を有するレンズと１枚の負の屈折力を有するレンズとから構成されたものであり、第１群第１レンズの物体側のレンズ面の曲率半径をＲ１１ｆ、第１群第１レンズの像側のレンズ面の曲率半径をＲ１１ｒとしたときに、条件式（１）：－２．０＜（Ｒ１１ｒ＋Ｒ１１ｆ）／（Ｒ１１ｒ－Ｒ１１ｆ）＜－０．４を満足することを特徴とするものである。
【００２３】
なお、接合レンズを含む場合のレンズ枚数については、ｎ枚のレンズを接合してなる接合レンズはｎ枚のレンズからなるものとしてそのレンズ枚数をカウントする。
【００２４】
また、レンズ群は、複数のレンズで構成される場合に限らず、１枚のレンズのみで構成されるものをも含むものを意味する。
【００２５】
前記ズームレンズは、条件式（１′）：－１．９＜（Ｒ１１ｒ＋Ｒ１１ｆ）／（Ｒ１１ｒ－Ｒ１１ｆ）＜－０．４を満足するものとすることがより望ましい。
【００２６】
なお、曲率半径は物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。

【００２７】
前記第１レンズ群は、第１レンズ群の焦点距離をｆ１、第１群第１レンズの焦点距離をｆ１１としたときに、以下の条件式（２）：－２．０＜ｆ１１／ｆ１＜－１．２を満足するものとすることが望ましく、条件式（２′）：－１．９＜ｆ１１／ｆ１＜－１．３を満足するものとすることがより望ましい。
【００２８】
前記第１レンズ群に属する正の屈折力を有するレンズのうちの少なくとも１枚のレンズにおけるｄ線を基準としたアッベ数をνｄ１ｐとしたときに、条件式（３）：６５＜νｄ１ｐを満足することが望ましく、条件式（３′）：６７＜νｄ１ｐを満足するものとすることがより望ましい。
【００２９】
前記ズームレンズは、ズーム設定が広角端に定められたときのズームレンズ全系の焦点距離をｆｗ、第２レンズ群の焦点距離をｆ２としたときに、条件式（４）：－２．９＜ｆ２／ｆｗ＜－１．８を満足するものとすることが望ましく、条件式（４′）：－２．８＜ｆ２／ｆｗ＜－１．９を満足するものとすることがより望ましい。
【００３０】
前記ズームレンズは、ズーム設定が望遠端に定められたときのズームレンズ全系の焦点距離をｆｔ、第１レンズ群の焦点距離ｆ１としたときに、条件式（５）：０．５５＜ｆ１／ｆｔ＜０．８８を満足するものとすることが望ましく、条件式（５′）：０．５８＜ｆ１／ｆｔ＜０．８５を満足するものとすることがより望ましい。
【００３１】
前記第２レンズ群は、３枚の負の屈折力を有するレンズと１枚の正の屈折力を有するレンズとを備えたものとすることができる。この第２レンズ群は前記４枚のレンズのみで構成されたものとすることができる。
【００３３】
前記第１レンズ群は、第１群第１レンズと第１群第２レンズとの空気間隔をＤ２、第１レンズ群の厚みをＴＬ１としたときに、条件式（６）：０．１＜Ｄ２／ＴＬ１＜０．４を満足するものとすることが望ましく、条件式（６′）：０．１３＜Ｄ２／ＴＬ１＜０．３８を満足するものとすることがより望まく、条件式（６″）：０．１３＜Ｄ２／ＴＬ１＜０．１８を満足するものとすることがさらに望ましい。
【００３４】
前記ズームレンズは、第３レンズ群の焦点距離をｆ３、第４レンズ群の焦点距離をｆ４としたときに、条件式（７）：２．５＜ｆ３／ｆ４＜６．０を満足するものとすることが望ましく、条件式（７′）：２．６＜ｆ３／ｆ４＜５．９を満足するものとすることがより望ましい。
【００３６】
前記第３レンズ群は、光軸直交方向へ移動させて前記ズームレンズを通して形成される光学像を光軸直交方向に変位させるためのシフトレンズ群と、光軸直交方向に対して固定されている固定レンズ群とを有するものとすることができ、シフトレンズ群は、１枚の正の屈折力を有するレンズと１枚の負の屈折力を有するレンズの２枚から構成された全体として正の屈折力を有するものとし、固定レンズ群は、全体として負の屈折力を有するものとすることができる。
【００３７】
なお、光軸直交方向は、光軸に対して直交する方向を意味する。
【００３８】
前記第３レンズ群は、物体側より順に、第３ａレンズ群、第３ｂレンズ群、第３ｃレンズ群を備えたものとすることができ、第３ａレンズ群は、少なくとも１枚以上の正の屈折力を有するレンズと１枚以上の負の屈折力を有するレンズとを有し全体として正または負の屈折力を有するものとすることができ、第３ｂレンズ群は、１枚の正の屈折力を有するレンズと１枚の負の屈折力を有するレンズの２枚で構成された全体として正の屈折力を有

するものとすることができ、第３ｃレンズ群は、負の屈折力を有するものとすることができる。さらに、第３ｂレンズ群は、この第３ｂレンズ群を光軸直交方向に移動させて前記ズームレンズを通して形成される光学像を光軸直交方向に変位させるものとすることができる。なお、第３ｂレンズ群は、前記２枚のレンズのみで構成されたものとすることができる。

【００３９】

本発明の撮像装置は、前記ズームレンズと、このズームレンズを通して形成される光学像を撮像する撮像素子を備えたことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【００４０】

本発明のズームレンズおよび撮像装置によれば、第１レンズ群を４枚で構成しながら、第１群第１レンズＬ１と第１群第２レンズＬ２との間に間隙（空気間隔）を設け、さらに、第１群第１レンズの物体側および像側のレンズ面それぞれの曲率半径を適切に定めるようにしたので、ズーム設定を広角端の近傍に定めたときに生じる歪曲収差や像面湾曲、およびズーム設定を望遠端の近傍に定めたときに生じる球面収差を良好に補正した状態で広角化と高変倍比化とを実現することができる。

【００４１】

すなわち、レンズ径を増大させたりレンズ枚数を増加させたりすることなく、収差の発生を抑えて広角化と高変倍比化とを両立させることができ、大きな画角と高い変倍比とを有する小型のズームレンズを実現することができる。

【００４２】

なお、条件式（１）は、第１群第１レンズのシェイプファクターを規定しており、条件式（１）の下限を下回るようにズームレンズを構成すると、ズーム設定を望遠端に定めたときに生じる球面収差の補正が困難になる。また、これとは逆に、条件式（１）の上限を上回るようにこのズームレンズを構成すると、ズーム設定を広角端に定めたときに生じる歪曲収差の補正が困難になる。

【図面の簡単な説明】

【００４３】

【図１Ａ】本発明の実施の形態によるズームレンズを備えた撮像装置の概略構成を示す断面図

【図１Ｂ】撮像装置のズームレンズを広角端と望遠端とに設定したときの各状態を比較して示す図

【図２Ａ】実施例１のズームレンズの概略構成を示す断面図

【図２Ｂ】実施例１のズームレンズを広角端と望遠端とに設定したときの各状態を比較して示す図

【図３Ａ】実施例２のズームレンズの概略構成を示す断面図

【図３Ｂ】実施例２のズームレンズを広角端と望遠端とに設定したときの各状態を比較して示す図

【図４Ａ】実施例３のズームレンズの概略構成を示す断面図

【図４Ｂ】実施例３のズームレンズを広角端と望遠端とに設定したときの各状態を比較して示す図

【図５Ａ】実施例４のズームレンズの概略構成を示す断面図

【図５Ｂ】実施例４のズームレンズを広角端と望遠端とに設定したときの各状態を比較して示す図

【図６Ａ】実施例５のズームレンズの概略構成を示す断面図

【図６Ｂ】実施例５のズームレンズを広角端と望遠端とに設定したときの各状態を比較して示す図

【図７Ａ】実施例６のズームレンズの概略構成を示す断面図

【図７Ｂ】実施例６のズームレンズを広角端と望遠端とに設定したときの各状態を比較して示す図

【図８Ａ】実施例７のズームレンズの概略構成を示す断面図
【図８Ｂ】実施例７のズームレンズを広角端と望遠端とに設定したときの各状態を比較して示す図
【図９Ａ】実施例８のズームレンズの概略構成を示す断面図
【図９Ｂ】実施例８のズームレンズを広角端と望遠端とに設定したときの各状態を比較して示す図
【図１０】実施例１のズームレンズの諸収差を示す図である。
【図１１】実施例２のズームレンズの諸収差を示す図である。
【図１２】実施例３のズームレンズの諸収差を示す図である。
【図１３】実施例４のズームレンズの諸収差を示す図である。
【図１４】実施例５のズームレンズの諸収差を示す図である。
【図１５】実施例６のズームレンズの諸収差を示す図である。
【図１６】実施例７のズームレンズの諸収差を示す図である。
【図１７】実施例８のズームレンズの諸収差を示す図である。
【図１８】本発明のズームレンズを用いて構成したビデオカメラを示す図
【発明を実施するための形態】
【００４４】
以下、本発明のズームレンズおよびこのズームレンズを備えた撮像装置について図面を参照して説明する。
【００４５】
図１Ａ、図１Ｂは、本発明のズームレンズを備えた撮像装置の概略構成を示す断面図であり、図１Ａはズーム設定（ズームポジションともいう）を広角端に定めた状態を詳しく示す図、図１Ｂはズーム設定を広角端と望遠端とに定めたときの状態それぞれを比較して示す図である。図１Ｂ中の（Ｗ）で示す図はズーム設定を広角端に定めたときの状態を示し、図１Ｂ中の（Ｔ）で示す図はズーム設定を望遠端に定めたときの状態を示す。
【００４６】
図示の撮像装置２００は、小型軽量であることが要求されるハンドヘルドタイプ(手持ちタイプ)の業務用動画撮影装置である。
【００４７】
この撮像装置２００に搭載されているズームレンズ１００は、ＣＣＤやＣＭＯＳ等からなる撮像素子２１０の受光面２１０Ｊ上に被写体Ｈを表す光学像Ｈｋを結像させるものである。また、このズームレンズ１００は、レンズ径の拡大やレンズ枚数の増加を抑制しつつ、収差の発生を抑えて広角化と高変倍比化とを両立させたものである。
【００４８】
撮像装置２００に配されている撮像素子２１０は、ズームレンズ１００を通して結像される被写体Ｈを表す光学像Ｈｋを電気信号に変換して、この光学像Ｈｋを示す画像信号Ｐｋを出力するものである。
【００４９】
なお、以下の説明において、正の屈折力を有するレンズを正レンズまたは正のレンズともいう、また、負の屈折力を有するレンズを負レンズまたは負のレンズともいう、さらに、正の屈折力を有するレンズ群を正レンズ群または正のレンズ群ともいう、また、負の屈折力を有するレンズ群を負レンズ群または負のレンズ群ともいう。
【００５０】
＜ズームレンズの基本構成およびその作用、効果について＞
はじめに、ズームレンズの基本構成について説明する。ズームレンズ１００は、光軸Ｚ１に沿って物体側より順に、変倍時に固定される正の第１レンズ群Ｇ１、変倍時に移動させる負の第２レンズ群Ｇ２、変倍時に固定される正の第３レンズ群Ｇ３、変倍時に移動させてこの変倍に伴う結像位置の変動を補正しこのズームレンズ１００を通して結像される光学像Ｈｋを受光面２１０Ｊ上に合焦させるための正の第４レンズ群Ｇ４、および色分解光学系や各種フィルタ類である光学部材Ｃｇ１、Ｃｇ２を備えている。

【００５１】
第１レンズ群Ｇ１は、物体側より順に配された、負の第１群第１レンズＬ１、正の第１群第２レンズＬ２、正の第１群第３レンズＬ３、正の第１群第４レンズＬ４からなるものであり、４枚のレンズのみで構成されたものである。
【００５２】
なお、ｎ枚のレンズを接合して形成した接合レンズについては、ｎ枚のレンズで構成されたものとしてレンズ枚数をカウントする。
【００５３】
また、第１群第１レンズＬ１と第１群第２レンズＬ２とは離れており、両者の間に隙間（空気間隔）が形成されるように配置されている。すなわち、第１群第１レンズＬ１と第１群第２レンズＬ２とは空気間隔を隔てて配置されている。
【００５４】
第１群第１レンズＬ１は、この第１群第１レンズＬ１の物体側のレンズ面Ｓ１の曲率半径をＲ１１ｆ、第１群第１レンズＬ１の像側のレンズ面Ｓ２の曲率半径をＲ１１ｒとしたときに、条件式（１）：－２．０＜（Ｒ１１ｒ＋Ｒ１１ｆ）／（Ｒ１１ｒ－Ｒ１１ｆ）＜－０．４、を満足している。
【００５５】
条件式（１）は、第１群第１レンズＬ１を構成する２つのレンズ面の曲率半径の関係を規定するものである。
【００５６】
第１群第１レンズＬ１と第１群第２レンズＬ２との間に間隙を設けるようにして条件式（１）を満足するようにズームレンズを構成すれば、ズーム設定を広角端近傍に定めたときの歪曲収差や像面湾曲を良好に補正しつつ広角化を実現することができる。
【００５７】
しかしながら、条件式（１）の下限を下回るようにズームレンズを構成すると、ズーム設定を望遠端に定めたときの球面収差の補正が困難になるという問題が生じる。
【００５８】
また、逆に、条件式（１）の上限を上回るようにズームレンズを構成すると、ズーム設定を広角端に定めたときの歪曲収差の補正が困難になるという問題が生じる。
【００５９】
なお、本発明のズームレンズ１００においては、中間倍率から望遠端にわたって、開放径を絞り込む規制を行うことが好ましく、望遠端においてＦ２．９程度になるように開口絞りの径を制御することを想定している。
【００６０】
＜ズームレンズの基本構成をさらに限定する構成およびその作用、効果について＞
次に、このズームレンズ１００および撮像装置２００の備える上記基本構成をさらに限定する構成要素およびその作用、効果について説明する。なお、基本構成をさらに限定するこれらの構成要素は本発明のズームレンズ１００および撮像装置２００にとって必須の構成ではない。
【００６１】
なお、本願発明のズームレンズ１００および撮像装置２００は、上記基本構成をさらに限定する構成要素のうち、１つのみを満足するものとしてもよいし、２つ以上を組合わせたものを満足するものとしてもよい。
【００６２】
また、条件式（２）～（７）において記号で示す各パラメータの意味をまとめて以下に示す。
【００６３】
Ｒ１１ｆ：第１群第１レンズの物体側のレンズ面の曲率半径
Ｒ１１ｒ：第１群第１レンズの像側のレンズ面の曲率半径
ｆ１：第１レンズ群の焦点距離

ｆ１１：第１群第１レンズの焦点距離
νｄ１ｐ：第１群中のいずれかの正レンズのｄ線を基準としたアッベ数
ｆｗ：ズーム設定が広角端に定められたときのズームレンズ全系の焦点距離
ｆ２：第２レンズ群の焦点距離
ｆｔ：ズーム設定が望遠端に定められたときのズームレンズ全系の焦点距離
Ｄ２：第１群第１レンズと第１群第２レンズとの空気間隔（光軸Ｚ１上における間隔）
ＴＬ１：第１レンズ群の厚み（光軸Ｚ１上における厚み）
ｆ３：第３レンズ群の焦点距離
ｆ４：第４レンズ群の焦点距離

なお、光学部材のｄ線を基準としたアッベ数νは、ν＝（Ｎｄ－１）／（ＮＦ－ＮＣ）の式で求められる値である。ただし、ＮＦ：Ｆ線（４８６．１ｎｍ）に対する光学部材の屈折率、Ｎｄ：ｄ線（５８７．６ｎｍ）に対する光学部材の屈折率、ＮＣ：Ｃ線（６５６．３ｎｍ）に対する光学部材の屈折率である。

【００６４】

◇条件式（１）に対応する限定構成

なお、第１群第１レンズＬ１は、条件式（１′）：－１．９＜（Ｒ１１ｒ＋Ｒ１１ｆ）／（Ｒ１１ｒ－Ｒ１１ｆ）＜－０．４、を満足するものとすることがより望ましい。

【００６５】

条件式（１′）を満足するようにズームレンズを構成すれば、上記条件式（１）を満足する場合よりもさらに望ましい上記効果を奏することができる。

【００６６】

◇条件式（２）に対応する限定構成

ズームレンズの構成を限定する条件式（２）：－２．０＜ｆ１１／ｆ１＜－１．２、および、より望ましい条件式である条件式（２′）：－１．９＜ｆ１１／ｆ１＜－１．３、は、第１群第１レンズＬ１の焦点距離ｆ１１と第１レンズ群Ｇ１全体の焦点距離ｆ１との関係、すなわち第１レンズ群Ｇ１全系のパワーに対する第１群第１レンズＬ１のパワーを規定するものである。

【００６７】

条件式（２）の下限を下回るようにズームレンズ１００を構成すると、第１群第１レンズＬ１のパワーが強くなり、広角端における像面湾曲や歪曲収差と望遠端における球面収差のバランスを保つことが困難になったり、第１レンズ群１Ｇ全体のパワーが弱くなって、レンズ系が大型化してしまうという問題が生じる。

【００６８】

また、これとは逆に、条件式（２）の上限を上回るようにズームレンズ１００を構成すると、広角化が困難になり、そのようなパワー配分において所望の画角を実現しようとするとレンズの外径を大きくしなければならないという問題が生じる。

【００６９】

なお、条件式（２）または条件式（２′）を満足するようにズームレンズ１００を構成すれば、上記のような問題が生じないようにズームレンズ１００を構成することができる。なお、条件式（２′）を満足するようにズームレンズを構成すれば、上記条件式（２）を満足する場合よりもさらに望ましいレンズ性能を得ることができる。

【００７０】

◇条件式（３）に対応する限定構成

ズームレンズの構成を限定する条件式（３）：６５＜νｄ１ｐ、および、より望ましい条件式である条件式（３′）：６７＜νｄ１ｐは、第１レンズ群１Ｇを構成する正レンズに用いられる光学部材の分散特性を規定するものである。

【００７１】

また、これとは逆に、条件式（３）の下限を下回るようにズームレンズ１００を構成すると、ズーム設定を望遠端の近傍としたときの軸上色収差が増大してしまう。

【００７２】

なお、条件式（３）または条件式（３′）を満足するようにズームレンズ１００を構成すれば、上記のような問題が生じないようにズームレンズ１００を構成することができる。なお、条件式（３′）を満足するようにズームレンズを構成すれば、上記条件式（３）を満足する場合よりもさらに望ましいレンズ特性を得ることができる。

【００７３】

◇条件式（４）に対応する限定構成

ズームレンズの構成を限定する条件式（４）：－２．９＜ｆ２／ｆｗ＜－１．８、および、より望ましい条件式である条件式（４′）：－２．８＜ｆ２／ｆｗ＜－１．９、は、広角端におけるズームレンズ全系の焦点距離ｆｗに対する第２レンズ群Ｇ２の焦点距離ｆ２の比率を規定するものである。

【００７４】

条件式（４）の下限を下回るようにズームレンズ１００を構成すると、第２レンズ群Ｇ２のパワーが強くなりすぎて、像面湾曲およびコマ収差の補正が困難になるとともに、変倍に伴う収差変動が大きくなる。さらに、製造誤差の許容量が小さくなるという問題が生じる。

【００７５】

また、これとは逆に、条件式（４）の上限を上回るようにズームレンズ１００を構成すると、第２レンズ群Ｇ２の移動量が増大し装置サイズが大きくなるという問題が生じる。

【００７６】

なお、条件式（４）または条件式（４′）を満足するようにズームレンズを構成すれば、上記のような問題が生じないようにズームレンズ１００を構成することができる。なお、条件式（４′）を満足するようにズームレンズを構成すれば、上記条件式（４）を満足する場合よりもさらに望ましいレンズ性能を得ることができる。

【００７７】

なお、製造誤差の許容量が小さくなるとは、加工誤差や組立て誤差等による性能劣化の感度（敏感度、あるいは性能劣化感度）が大きくなることを意味する。製造誤差の許容量が小さくなると、加工誤差や組立て誤差に対して敏感に性能の劣化が顕れるようになる。一方、製造誤差の許容量が大きくなると、すなわち、性能劣化感度が小さくなると、加工誤差や組立て誤差に対する性能の劣化度合いが鈍感になる。

【００７８】

◇条件式（５）に対応する限定構成

ズームレンズの構成を限定する条件式（５）：０．５５＜ｆ１／ｆｔ＜０．８８、および、より望ましい条件式である条件式（５′）：０．５８＜ｆ１／ｆｔ＜０．８５は、ズーム設定を望遠端に定めたときのズームレンズ全系の焦点距離ｆｔに対する第１レンズ群Ｇ１の焦点距離ｆ１の比率を規定するものである。

【００７９】

条件式（５）の下限を下回るようにズームレンズを構成すると、小型化には有利であるが、第１レンズ群Ｇ１の負担が大きくなり収差の補正が難しくなる。特に、望遠端近傍の球面収差や色収差の補正が困難になるとともに、第１レンズ群Ｇ１の製造誤差の許容量が小さくなるという問題が生じる。

【００８０】

また、これとは逆に、条件式（５）の上限を上回るようにズームレンズを構成すると、ズームレンズの全長が大きくなるという問題が生じる。

【００８１】

なお、条件式（５）または条件式（５′）を満足するようにズームレンズ１００を構成すれば、上記のような問題が生じないようにズームレンズ１００を構成することができる。なお、条件式（５′）を満足するようにズームレンズを構成すれば、上記条件式（５）を満足する場合よりもさらに望ましいレンズ特性を得ることができる。

【００８２】

◇第２レンズ群に対する限定構成

第２レンズ群Ｇ２は、３枚の負レンズと１枚の正レンズとから構成されたものとすることができる。第２レンズ群Ｇ２が負レンズを３枚有するものとすれば、第２レンズ群Ｇ２の物体側主点の位置を物体側に近づけ、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との主点間隔を短くし、軸外光束が第１レンズ群Ｇ１を通過する高さを低く保つことができるので、第１レンズ群Ｇ１を構成するレンズの大型化を防ぐことができる。

【００８３】

◇第２レンズ群に対する限定構成

第２レンズ群Ｇ２は、物体側より順に、負の屈折力を有する第２群第１レンズＬ５、負の屈折力を有する第２群第２レンズＬ６、正の屈折力を有する第２群第３レンズＬ７、負の屈折力を有する第２群第４レンズＬ８を備えたものとすることができる。

【００８４】

第２レンズ群Ｇ２の構成をそのようにすれば、第２レンズ群Ｇ２中の物体側に負の屈折力を集中させることができ、軸外光束が第１レンズ群Ｇ１を通過する高さをより低く保つことができるので、第１レンズ群Ｇ１の径を小さくすることができる。

【００８５】

◇条件式（６）に対応する限定構成

ズームレンズの構成を限定する条件式（６）：０．１＜Ｄ２／ＴＬ１＜０．４、より望ましい条件式である条件式（６′）：０．１３＜Ｄ２／ＴＬ１＜０．３８、および、さらに望ましい条件式である条件式（６″）：０．１３＜Ｄ２／ＴＬ１＜０．１８は、第１レンズ群Ｇ１全体の厚みＴＬ１に対する第１群第１レンズＬ１と第１群第２レンズＬ２との空気間隔Ｄ２の比率を規定するものである。

【００８６】

条件式（６）の下限を下回るようにズームレンズを構成すると、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２との主点間隔が増大し、第１レンズ群Ｇ１を構成するレンズの有効径が増大するという問題が生じる。

【００８７】

また、これとは逆に、条件式（６）の上限を上回るようにズームレンズを構成すると、ズームレンズの全長が大きくなりすぎるという問題が生じる。

【００８８】

なお、条件式（６）、条件式（６′）、または条件式（６″）を満足するようにズームレンズを構成すれば、上記のような問題が生じないようにズームレンズ１００を構成することができる。なお、条件式（６′）を満足するようにズームレンズを構成すれば、上記条件式（６）を満足する場合よりもより望ましいレンズ特性を得ることができる。また、条件式（６″）を満足するようにズームレンズを構成すれば、条件式（６′）を満足する場合よりもさらに望ましいレンズ特性を得ることができる。

【００８９】

◇条件式（７）に対応する限定構成

ズームレンズの構成を限定する条件式（７）：２．５＜ｆ３／ｆ４＜６．０、および、より望ましい条件式である条件式（７′）：２．６＜ｆ３／ｆ４＜５．９は、第４レンズ群Ｇ４全系の焦点距離ｆ４に対する第３レンズ群Ｇ３全系の焦点距離ｆ３の比率を規定するものである。

【００９０】

条件式（７）の下限を下回るようにズームレンズを構成すると、色分解光学系や各種フィルタ類の挿入に必要なバックフォーカスを確保することが困難になるという問題が生じる。

【００９１】

また、これとは逆に、条件式（７）の上限を上回るようにズームレンズを構成すると、レンズ全長が長くなりすぎるとともに、ズーム設定を広角端近傍に定めたときの球面収差やコマ収差の補正が困難になるという問題が生じる。

【００９２】

なお、条件式（７）または条件式（７′）を満足するようにズームレンズを構成すれば、高画質タイプのビデオカメラや、放送用カメラ等に採用される３板方式に対応すべく、色分解光学系や各種フィルタ類を挿入できるだけの長いバックフォーカスを確保しつつ、ズームレンズの大型化を防止することができる。なお、条件式（７′）を満足するようにズームレンズを構成すれば、上記条件式（７）を満足する場合よりもさらに望ましいレンズ特性を得ることができる。

【００９３】

◇第４レンズ群に対する限定構成

第４レンズ群Ｇ４は、３枚の正の屈折力を有するレンズと１枚の負の屈折力を有するレンズとを備えたものとすることができる。

【００９４】

高変倍比化に際し、変倍に伴う収差変動および、望遠端近傍での合焦に伴う収差変動を抑制するためには、第４レンズ群Ｇ４を４枚のレンズで構成することが好ましい。例えば、３枚の正レンズと１枚の負レンズとで第４レンズ群Ｇ４を構成することにより、第４レンズ群Ｇ４に非球面レンズを配置する必要がなくなり、低コスト化を実現することができるとともに、製造誤差の許容量を大きくすることができる。

【００９５】

◇第３レンズ群に対応する限定構成

第３レンズ群Ｇ３は、光軸直交方向（光軸Ｚ１に対して直交する方向）へ移動させてズームレンズを通して形成される光学像を光軸直交方向に変位（シフト）させるシフトレンズ群Ｇ３ｓと、光軸直交方向に対して固定された固定レンズ群Ｇ３ｋとを有するものである。シフトレンズ群Ｇ３ｓは、全体として正の屈折力を有し、１枚の正レンズと１枚の負レンズの２枚から構成されたものとし、固定レンズ群Ｇ３ｋは、全体として負の屈折力を有し、シフトレンズ群Ｇ３ｓの物体側、あるいは像側に配置されたものとすることができる。

【００９６】

ここで、シフトレンズ群Ｇ３ｓをシフトさせて光学像Ｈｋを光軸直交方向にシフトさせるときに、レンズの偏心によって生じる色収差を小さく抑えるためには、シフトレンズ群Ｇ３ｓを、少なくとも１枚の正レンズと１枚の負レンズとから構成することが好ましい。

【００９７】

このように、撮影時の手ブレを防止するために光軸直交方向へシフトさせるシフトレンズ群Ｇ３ｓを少ないレンズ枚数で構成することにより、このシフトレンズ群をより軽量化することができ、手ブレ防止用の防振駆動系への負担を軽減することができる。

【００９８】

また、補正角度に対するシフト量が大きくなり過ぎないように、シフトレンズ群Ｇ３ｓはある程度強いパワーを有している必要があるが、第３レンズ群Ｇ３全体としては、適切なパワーに保たれている必要があり、負の固定レンズ群Ｇ３ｋを配置してパワーのバランスをとることが好ましい。特に、本発明のズームレンズのように、長いバックフォーカスを確保する必要があるズームレンズにおいては、第３レンズ群Ｇ３全体としては、弱い正の屈折力を持つことが好ましく、シフトレンズ群Ｇ３ｓのパワーを大きくするためには、ある程度のパワーを持った負の固定レンズ群Ｇ３ｋを配置する必要がある。

【００９９】

◇第３レンズ群に対応する限定構成

第３レンズ群Ｇ３は、物体側より順に、第３ａレンズ群Ｇ３ａ、第３ｂレンズ群Ｇ３ｂ、第３ｃレンズ群Ｇ３ｃを配したものである。第３ａレンズ群Ｇ３ａは、全体として正または負の屈折力を有し、少なくとも１枚以上の正レンズと１枚以上の負レンズとを有するものである。第３ｂレンズ群Ｇ３ｂは、全体として正の屈折力を有し、１枚の正レンズと１枚の負レンズの２枚のみからなるものである。第３ｃレンズ群Ｇ３ｃは、負の屈折力を有するものである。さらに、第３ｂレンズ群Ｇ３ｂは、この第３ｂレンズ群Ｇ３ｂを光軸直交方向に移動させたときにズームレンズを通して形成される光学像Ｈｋを光軸直交方向

に変位させるように構成されたものとすることができる。
【０１００】
上述のように、シフトレンズ群とは正負反対のパワーを有する固定レンズ群を配置することにより、すなわち、シフトレンズ群である第３ｂレンズ群Ｇ３ｂの像側に、固定レンズ群である負の屈折力を有する第３ｃレンズ群Ｇ３ｃを配置することにより、シフトレンズ群である第３ｂレンズ群Ｇ３ｂのシフト量と第３レンズ群Ｇ３全体の屈折力とのバランスを保つことができ、収差を良好に補正することができる。
【０１０１】
さらに、固定レンズ群である第３ａレンズ群Ｇ３ａを配置することにより、ズーム設定を広角端近傍に定めたときの球面収差や色収差を良好に補正することができる。
【０１０２】
より具体的には、例えば、ズーム設定を望遠端に定めたときに０．３°の回転方向の手ぶれが生じたときには、シフトレンズ群の平行偏心シフト量は、実施例６の場合では、０．５５ｍｍ、実施例７の場合では、０．５３ｍｍである。
【０１０３】
＜具体的な実施例＞
以下、図２Ａ、２Ｂ、・・・９Ａ、９Ｂ、表１～９を参照し、本発明のズームレンズの実施例１～８それぞれの数値データ等についてまとめて説明する。なお、上述のズームレンズ１００を示す図１中の符号と一致する図２Ａ、２Ｂ、・・・９Ａ、９Ｂ中の符号は互に対応する構成を示している。
【０１０４】
図２Ａ、２Ｂ、・・・９Ａ、９Ｂは、実施例１～８のズームレンズそれぞれの概略構成を示す断面図である。
【０１０５】
図２Ａ、３Ａ、・・・９Ａはズーム設定を望遠端に定めた状態を詳しく示す図、図２Ｂ、３Ｂ、・・・９Ｂはズーム設定を広角端に定めた状態と望遠端に定めた状態とを比較して示す図である。図２Ｂ～図９Ｂ中において、符号（Ｗ）で示す図はズーム設定を広角端に定めた状態を示し、（Ｔ）で示す図はズーム設定を望遠端に定めた状態を示す図である。
【０１０６】
また、図２Ａ、３Ａ、・・・９Ａの各図中に示すＬ１、Ｌ２、・・・の符号は、各レンズを指す符号であり、物体側から順に並ぶレンズの順番に対応している。
【０１０７】
表１～９は、実施例１～８のズームレンズそれぞれの基本的なデータを示す図である。表１～８の各表中の上部（図中符号（ａ）で示す）にレンズデータを、下部（図中符号（ｂ）で示す）にズームレンズの概略仕様を示す。
【０１０８】
なお、実施例６に対応する表６中の右部に示す表（ｃ）において、符号（ａ）で示すレンズデータ中の面番号Ｓｉに対応する各レンズ面の非球面係数を示す。
【０１０９】
ここで用いられる非球面式を以下に示す。

【数１】

$$Z = \frac{Y^2/R}{1+(1-K \cdot Y^2/R^2)^{1/2}} + \sum_{i=3}^{n} AiY^i$$

Ｚ：非球面深さ（高さＹの非球面上の点から、非球面頂点が接する
光軸に垂直な平面に下ろした垂線の長さ）（ｍｍ）

Ｙ：高さ（光軸からの距離）（ｍｍ）

Ｒ：近軸曲率半径（ｍｍ）

Ｋ，Ａｉ：非球面係数（ｉ＝３～ｎ）

【０１１０】

なお、実施例６以外の他の実施例については、ズームレンズを構成する全てのレンズ面が球面または平面である。

【０１１１】

また、表９は、実施例１～８のズームレンズに関し、条件式(１)～(７)それぞれの不等式によって範囲が定められる各値（実施例毎に定められる不等式中の計算式によって算出される値、あるいは不等式中に記号で示す光学系の定数に対応する値）を示す。

【０１１２】

表１～８の上部の各レンズデータにおいて、面番号Ｓｉは、最も物体側から像側に向かうに従い順次増加するｉ番目（ｉ＝１、２、３、・・・）のレンズ面等の番号を示す。なお、これらのレンズデータには開口絞りＳｔも含めて記載している。

【０１１３】

曲率半径Ｒｉはｉ番目（ｉ＝１、２、３、・・・）の面の曲率半径を示し、面間隔Ｄｉ（ｉ＝１、２、３、・・・）はｉ番目の面とｉ＋１番目の面との光軸Ｚ１上の面間隔を示す。レンズデータの符号Ｒｉおよび符号Ｄｉは、レンズ面等を示す符号Ｓｉ（ｉ＝１、２、３、・・・）と対応している。

【０１１４】

なお、面間隔Ｄｉ（ｉ＝１、２、３、・・・）の欄には面間隔を示す数字が記載されている場合と、符号Ｄｎ（ｎは数値）が記載されている場合があるが、符号Ｄｎが記載されているところはレンズ群間の面間隔（空気間隔）に対応しており、それらの面間隔（空気間隔）はズーム倍率の変更に伴い変化する。

【０１１５】

Ｎｄｊは物体側から像側に向かうに従い順次増加するｊ番目（ｊ＝１、２、３、・・・）の光学要素について波長５８７．６ｎｍ（ｄ線）に対する屈折率を示し、νｄｊはｊ番目の光学要素のｄ線を基準としたアッベ数を示す。

【０１１６】

表１～８のレンズデータにおいて、曲率半径および面間隔の単位はｍｍであり、曲率半径は物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。

【０１１７】

また、表１～８の下部に符号（ｂ）で示す欄に、広角端と望遠端とにおける各値、すなわち、ｆ：レンズ全系の焦点距離、Ｆｎｏ：Ｆナンバー、２ω：全画角、Ｄ８、Ｄ１５、Ｄ２０、Ｄ２７等：各レンズ群間の間隔を示す。

【０１１８】

なお、表１～９は「発明を実施するための形態」における説明の最後にまとめて示す。

【０１１９】

図１０～１７は、実施例１～実施例８の各ズームレンズの諸収差を示す図である。

【０１２０】

なお、図中には、波長５８７．６ｎｍ、波長４６０．０ｎｍ、波長６１５．０ｎｍの光

に関する収差が示されている。

【０１２１】

実施例１～８のズームレンズそれぞれの収差図を図１０～図１７に示す。図１０～図１７の各図中に示す符号（Ａ）～（Ｄ）に対応する各収差図は広角端におけるものであり、球面収差（Ａ）、非点収差（Ｂ）、ディストーション（歪曲収差）（Ｃ）、倍率色収差（倍率の色収差）（Ｄ）それぞれを示している。また、各図中に示す符号（Ｅ）～（Ｈ）に対応する各収差図は望遠端におけるものであり、球面収差（Ｅ）、非点収差（Ｆ）、ディストーション（歪曲収差）（Ｇ）、倍率色収差（倍率の色収差）（Ｈ）それぞれを示している。

【０１２２】

なお、ディストーションの図は、レンズ全系の焦点距離ｆ、半画角θ（変数扱い、０≦θ≦ω）を用いて、理想像高をｆ×ｔａｎθとし、それからのずれ量を示す。

【０１２３】

実施例１～８に関する数値データおよび収差図等からわかるように、本発明のズームレンズは、装置サイズを大型化することなく、収差を抑えて広角化と高変倍比化とを両立させることができる。

【０１２４】

なお、実施例６および実施例７は、手ブレ補正を可能にする構成を有するものであり、第３レンズ群Ｇ３中の固定レンズ群Ｇ３ｋを固定しシフトレンズ群Ｇ３ｓを光軸直交方向へ移動可能に保持することにより、ズームレンズを搭載した撮像装置の全体が振動したときに、このズームレンズを通して受光面２１０Ｊに結像される被写体Ｈを表す光学像Ｈｋが受光面Ｊに対して位置ずれすることを防ぐことができる。すなわち、撮像装置を手に持って被写体Ｈを撮影するときの手ブレを防ぐことができる。

【０１２５】

図１８は、本発明のズームレンズを用いて構成した撮像装置の一例であるビデオカメラの構成図を示すものである。なお、図１８では、ズームレンズ１が備える第１レンズ群Ｇ１、第２レンズ群Ｇ２、開口絞りＳｔ、第３レンズ群Ｇ３、第４レンズ群Ｇ４を概略的に示している。

【０１２６】

図示のビデオカメラ１０は、３つの撮像素子を有するいわゆる３ＣＣＤ方式の撮像装置であるが、本発明の撮像装置はこれに限定されず、１つの撮像素子で全波長帯域を撮像するものでもよい。ビデオカメラ１０は、ズームレンズ１と、ズームレンズ１の像側に配置されたローパスフィルタおよび赤外線カットフィルタ等の機能を有するフィルタ２と、フィルタ２の像側に配置された色分解プリズム３Ｒ、３Ｇ、３Ｂと、各色分解プリズムの端面に設けられた撮像素子４Ｒ、４Ｇ、４Ｂと、信号処理回路５とを備えている。撮像素子４Ｒ、４Ｇ、４Ｂはズームレンズ１により形成される光学像を電気信号に変換するものであり、例えば、ＣＣＤ（Ｃｈａｒｇｅ　Ｃｏｕｐｌｅｄ　Ｄｅｖｉｃｅ）を用いることができる。撮像素子４Ｒ、４Ｇ、４Ｂは、その撮像面がズームレンズ１を通して形成される各色毎の光学像の結像面それぞれに一致するように配置されている。

【０１２７】

ズームレンズ１を透過した光はフィルタ２により不要光成分が除去された後、色分解プリズム３Ｒ、３Ｇ、３Ｂにより赤、緑、青の各色光に分解され、撮像素子４Ｒ、４Ｇ、４Ｂの撮像面上に結像される。赤、緑、青の各色光に対応する撮像素子４Ｒ、４Ｇ、４Ｂからの出力信号は信号処理回路５で演算処理されてカラー画像信号が生成される。信号処理回路５で生成され出力されたカラー画像信号は表示装置６に入力され表示される。

【０１２８】

なお、本発明は、上記実施の形態および各実施例に限定されず、発明の要旨を変更しない限りにおいて種々の変形実施が可能である。例えば、各レンズの曲率半径、面間隔および屈折率の値などは、各表中に示した数値に限定されず、他の値を取り得る。

【表１】

実施例1

(a)基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (アッベ数)
1	495.8662	2.00	1.805181	25.42
2	61.8722	5.22		
3	254.3889	4.30	1.496999	81.54
4	-149.6168	0.10		
5	74.0147	5.50	1.487490	70.23
6	-4649.7670	0.10		
7	47.5000	6.20	1.712995	53.87
8	758.7485	D8		
9	83.6319	0.80	1.882997	40.76
10	9.4908	4.50		
11	-39.0578	0.70	1.834807	42.71
12	31.8462	0.20		
13	18.1423	3.81	1.808095	22.76
14	-38.1685	0.75	1.834807	42.71
15	1688.8852	D15		
16	∞(開口絞り)	3.50		
17	91.4644	2.00	1.846660	23.78
18	-63.7798	4.01		
19	-20.0399	0.80	2.000694	25.46
20	-29.0203	D20		
21	43.0687	3.00	1.603112	60.64
22	-49.2730	0.10		
23	44.3302	0.80	1.846660	23.78
24	16.0677	4.21	1.496999	81.54
25	-123.4309	0.10		
26	27.1428	3.00	1.754999	52.32
27	87.0734	D27		
28	∞	12.80	1.701546	41.10
29	∞	3.55	1.516798	64.20
30	∞	2.21		

(b)ズームに関するデータ		
諸元	広角端	望遠端
f	4.57	89.10
Fno.	1.65	2.88 (2.33)
2ω	73.2	4.0
D8	0.90	46.49
D15	48.33	2.74
D20	15.51	17.52
D27	8.33	6.31

Fno. ()内の数値は、開放規制しない場合

【表２】

実施例2

(a)基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (アッベ数)
1	518.7513	2.00	1.755199	27.51
2	54.9743	6.09		
3	86.7609	7.00	1.496999	81.54
4	−212.7918	0.25		
5	56.6780	7.70	1.496999	81.54
6	−330.2492	0.15		
7	41.2703	4.40	1.712995	53.87
8	134.3422	D8		
9	70.6765	0.80	1.882997	40.76
10	7.8834	4.40		
11	−23.1451	0.70	1.903658	31.32
12	50.2828	0.20		
13	19.2171	4.50	1.922860	20.88
14	−22.5407	0.76	1.806100	33.27
15	101.3185	D15		
16	∞(開口絞り)	3.20		
17	61.2722	1.20	1.922860	18.90
18	291.2759	2.51	1.487490	70.23
19	−20.9485	1.10		
20	−16.6811	1.20	1.882997	40.76
21	−31.0092	D21		
22	162.9679	3.00	1.618000	63.33
23	−24.0090	0.10		
24	38.6400	4.21	1.496999	81.54
25	−21.1675	0.80	2.000694	25.46
26	−158.5227	0.12		
27	29.9640	2.50	1.620411	60.29
28	−153.5412	D28		
29	∞	12.80	1.701546	41.10
30	∞	3.55	1.516798	64.20
31	∞	4.22		

(b)ズームに関するデータ		
諸元	広角端	望遠端
f	4.05	79.03
Fno.	1.66	2.88 (2.17)
2ω	78.8	4.6
D8	1.02	36.68
D15	37.30	1.64
D21	15.08	16.07
D28	4.05	3.06

Fno. ()内の数値は、開放規制しない場合

【表３】

実施例3

(a)基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (アッベ数)
1	330.2428	2.50	1.805181	25.42
2	61.4774	4.00		
3	146.4821	4.50	1.487490	70.23
4	-684.6452	0.20		
5	107.3772	6.00	1.496999	81.54
6	-221.4854	0.20		
7	47.5000	6.50	1.712995	53.87
8	758.7485	D8		
9	85.8549	0.80	1.882997	40.76
10	9.2454	4.50		
11	-39.9564	0.70	1.834807	42.71
12	30.8895	0.20		
13	17.3949	3.81	1.808095	22.76
14	-38.7563	0.75	1.834807	42.71
15	769.9194	D15		
16	∞(開口絞り)	3.50		
17	75.7040	2.00	1.846660	23.78
18	-99.5530	2.07		
19	-17.7979	0.80	2.000694	25.46
20	-22.1112	D20		
21	35.0500	3.00	1.603112	60.64
22	-52.3421	0.10		
23	25.1829	0.80	1.846660	23.78
24	12.4429	4.21	1.496999	81.54
25	339.9522	0.10		
26	38.8547	3.00	1.754999	52.32
27	76.6615	D27		
28	∞	12.80	1.701546	41.10
29	∞	3.55	1.516798	64.20
30	∞	2.21		

(b)ズームに関するデータ		
諸元	広角端	望遠端
f	4.58	89.25
Fno.	1.95	2.88 (2.26)
2ω	73.2	4.0
D8	0.90	48.38
D15	50.38	2.90
D20	15.72	16.05
D27	7.86	7.53

Fno. ()内の数値は、開放規制しない場合

【表４】

実施例4

(a)基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (アッベ数)
1	211.1338	2.00	1.805181	25.42
2	61.7034	3.25		
3	161.8932	5.00	1.487490	70.23
4	-382.3715	0.01		
5	77.9088	5.00	1.496999	81.54
6	-492.2882	0.17		
7	42.4463	6.00	1.622992	58.16
8	332.0792	D8		
9	97.0846	0.80	1.882997	40.76
10	9.5239	4.20		
11	-37.0460	0.70	1.834807	42.71
12	33.6906	0.20		
13	18.4461	3.81	1.808095	22.76
14	-35.3258	0.75	1.903658	31.32
15	-234.2352	D15		
16	∞(開口絞り)	3.50		
17	-382.0524	2.00	1.688931	31.07
18	-35.0005	3.49		
19	-15.5916	0.80	1.882997	40.76
20	-19.3499	D20		
21	-362.3125	2.80	1.712995	53.87
22	-27.3851	0.10		
23	33.8792	4.21	1.496999	81.54
24	-34.1547	0.80	1.922860	20.88
25	1688.4348	0.10		
26	27.1698	3.20	1.622992	58.16
27	125.9499	D27		
28	∞	12.80	1.701546	41.10
29	∞	3.55	1.516798	64.20
30	∞	2.19		

(b)ズームに関するデータ		
諸元	広角端	望遠端
f	4.83	94.28
Fno.	1.66	2.88 (2.40)
2ω	69.8	3.8
D8	0.90	45.64
D15	47.64	2.90
D20	19.62	22.60
D27	8.75	5.77

Fno. ()内の数値は、開放規制しない場合

【表５】

実施例5

(a)基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (アッベ数)
1	565.9071	2.50	1.805181	25.42
2	53.0460	4.00		
3	217.0424	4.40	1.487490	70.23
4	−149.5713	0.10		
5	55.9118	6.50	1.487490	70.23
6	−260.7301	0.10		
7	41.6781	5.40	1.712995	53.87
8	386.3808	D8		
9	121.0378	0.70	1.834807	42.71
10	8.9474	4.30		
11	−36.1415	0.70	1.785896	44.20
12	27.9279	0.15		
13	16.3671	3.60	1.805181	25.42
14	−28.5563	0.71	1.785896	44.20
15	150.6530	D15		
16	∞(開口絞り)	3.20		
17	123.5123	1.70	1.846660	23.78
18	−53.8546	2.24		
19	−17.2584	0.70	1.903658	31.32
20	−24.3648	D20		
21	511.6306	3.00	1.603112	60.64
22	−22.4037	0.10		
23	35.3710	4.41	1.487490	70.23
24	−20.6691	0.75	1.846660	23.78
25	539.7431	0.10		
26	24.0122	3.50	1.712995	53.87
27	399.5540	D27		
28	∞	12.80	1.701546	41.10
29	∞	3.55	1.516798	64.20
30	∞	2.20		

(b)ズームに関するデータ		
諸元	広角端	望遠端
f	4.57	59.37
Fno.	1.65	2.88 (1.70)
2ω	73.0	6.0
D8	0.85	35.75
D15	37.81	2.91
D20	18.61	19.26
D27	6.44	5.78

Fno. ()内の数値は、開放規制しない場合

【表６】

実施例6

(a)基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (アッベ数)
1	-322.5850	2.00	1.805181	25.42
2	80.8768	5.92		
3	1009.7182	6.30	1.487490	70.23
4	-84.3103	0.10		
5	88.5025	6.50	1.496999	81.54
6	-279.8801	0.10		
7	45.9429	6.00	1.754999	52.32
8	234.9593	D8		
9	56.7001	0.85	1.882997	40.76
10	8.7015	4.50		
11	-28.6757	0.70	1.834807	42.71
12	44.4760	0.20		
13	18.3892	4.81	1.805181	25.42
14	-17.3314	0.80	1.834807	42.71
15	375.2044	D15		
16	∞(開口絞り)	3.50		
17	45.7184	0.81	1.805181	25.42
18	13.2809	3.00	1.922860	20.88
19	45.9938	2.50		
20	92.5283	1.00	1.922860	18.90
21	33.3587	0.80		
*22	23.2017	4.00	1.690980	52.97
*23	-32.7215	2.50		
24	-24.4779	0.80	1.712995	53.87
25	205.5036	D25		
26	-1292.6634	2.80	1.516330	64.14
27	-25.2528	0.10		
28	41.5849	4.11	1.620411	60.29
29	-20.1408	0.80	1.846660	23.78
30	-136.7058	0.10		
31	43.8526	2.80	1.712995	53.87
32	-155.6717	D32		
33	∞	12.80	1.701546	41.10
34	∞	3.55	1.516798	64.20
35	∞	2.21		

*:非球面

(b)ズームに関するデータ		
諸元	広角端	望遠端
f	4.07	79.46
Fno.	1.66	2.88 (2.04)
2ω	80.0	4.5
D8	0.90	44.76
D15	45.45	1.59
D25	12.46	12.59
D32	6.82	6.69

Fno. ()内の数値は、開放規制しない場合

(c)非球面データ	
非球面係数	S22
K	0.98850877
A3	1.1550823E-04
A4	-6.7184844E-06
A5	-6.0432039E-06
A6	6.2240179E-07
A7	1.6828420E-07
A8	-3.5332754E-08
A9	1.7490082E-09
A10	2.9543259E-11
非球面係数	S23
K	1.00067816
A3	1.3910978E-04
A4	-1.7984312E-06
A5	1.0013732E-06
A6	-5.1482595E-07
A7	5.6552448E-08
A8	3.8484238E-08
A9	-8.4757381E-09
A10	5.0041292E-10

【表７】

実施例7

(a)基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (アッベ数)
1	-218.5520	2.00	1.805181	25.42
2	77.7717	6.22		
3	261.9329	6.60	1.603112	60.64
4	-105.2173	0.10		
5	63.9117	8.90	1.496999	81.54
6	-157.0037	0.10		
7	41.8417	5.10	1.772499	49.60
8	97.5088	D8		
9	40.5823	0.85	1.882997	40.76
10	7.7690	4.75		
11	-28.0381	0.70	1.834807	42.71
12	36.3338	0.20		
13	16.6403	4.40	1.808095	22.76
14	-22.8903	0.81	1.806098	40.92
15	99.1765	D15		
16	∞(開口絞り)	3.50		
17	54.4593	0.86	1.487490	70.23
18	12.6119	2.50	1.922860	20.88
19	18.8616	2.50		
20	23.6069	1.00	1.846660	23.78
21	13.2882	5.51	1.603112	60.64
22	-36.8897	2.50		
23	-13.7914	1.00	1.846660	23.78
24	-18.5718	D24		
25	224.0202	3.20	1.516330	64.14
26	-25.7384	0.10		
27	41.5952	3.71	1.620411	60.29
28	-23.4827	0.80	1.846660	23.78
29	-167.1463	0.10		
30	42.8057	2.60	1.603112	60.64
31	688.1782	D31		
32	∞	12.80	1.701546	41.10
33	∞	3.55	1.516798	64.20
34	∞	2.22		

(b)ズームに関するデータ		
諸元	広角端	望遠端
f	4.01	78.14
Fno.	1.66	2.89 (1.95)
2ω	80.6	4.6
D8	0.90	39.86
D15	41.11	2.15
D24	10.37	10.22
D31	5.90	6.05

Fno. ()内の数値は、開放規制しない場合

【表８】

実施例8

(a)基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (アッベ数)
1	-2703.4830	1.66	1.805181	25.42
2	61.3919	8.70		
3	551.8138	3.50	1.496999	81.54
4	-130.9192	0.08		
5	66.6148	6.50	1.496999	81.54
6	-110.8233	0.08		
7	41.6537	4.30	1.754999	52.32
8	121.9204	D8		
9	49.6057	0.80	1.882997	40.76
10	8.2745	4.30		
11	-29.5032	0.70	1.834807	42.71
12	32.3146	0.20		
13	17.1064	3.41	1.808095	22.76
14	-33.3742	0.75	1.834807	42.71
15	-446.4058	D15		
16	∞(開口絞り)	3.50		
17	163.6093	2.00	1.755199	27.51
18	-40.1406	0.80		
19	-19.2400	0.80	1.712995	53.87
20	-27.9517	D20		
21	34.7256	3.00	1.487490	70.23
22	-48.4289	0.10		
23	32.5097	0.80	1.922860	20.88
24	15.4269	4.21	1.496999	81.54
25	-389.6891	0.10		
26	31.9073	3.00	1.712995	53.87
27	106.8630	D27		
28	∞	12.80	1.701546	41.10
29	∞	3.55	1.516798	64.20
30	∞	2.21		

(b)ズームに関するデータ		
諸元	広角端	望遠端
f	4.60	89.80
Fno.	1.86	3.20 (2.68)
2ω	72.8	4.0
D8	0.90	42.19
D15	43.72	2.43
D20	18.62	21.77
D27	8.95	5.81

Fno. ()内の数値は、開放規制しない場合

【表９】

条件式No	不等式中の計算式	不等式中の計算式によって算出される値							
		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8
（1）	（Ｒ１１ｒ＋Ｒ１１ｆ）／（Ｒ１１ｒ－Ｒ１１ｆ）	−1.29	−1.24	−1.46	−1.83	−1.21	−0.60	−0.48	−0.96
（2）	ｆ１１／ｆ１	−1.47	−1.69	−1.50	−1.77	−1.47	−1.43	−1.39	−1.46
（3）	νｄ１ｐ	81.6	81.6	81.6	81.6	70.2	81.6	81.6	81.6
（4）	ｆ２／ｆｗ	−2.54	−2.17	−2.50	−2.47	−2.37	−2.58	−2.31	−2.64
（5）	ｆ１／ｆｔ	0.67	0.60	0.70	0.65	0.83	0.70	0.65	0.65
（6）	Ｄ２／ＴＬ１	0.22	0.22	0.17	0.15	0.17	0.22	0.21	0.35
（7）	ｆ３／ｆ４	5.05	3.47	4.24	5.20	5.76	4.13	2.72	3.27

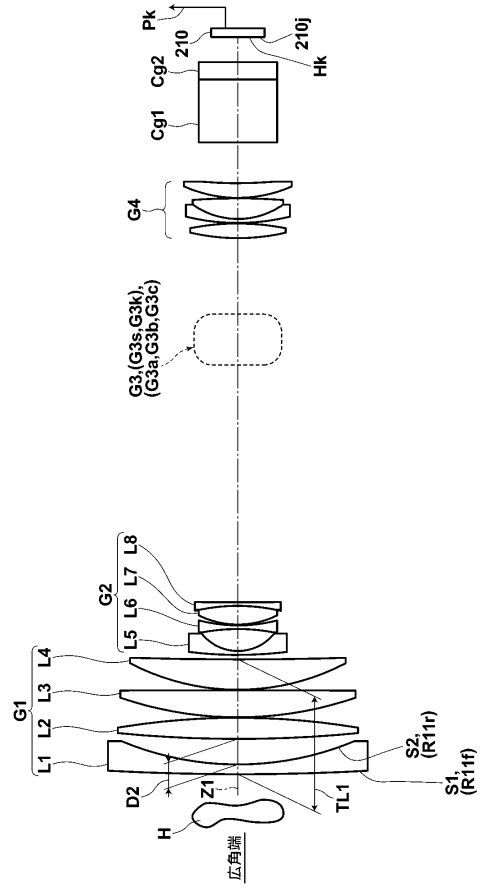
【符号の説明】

【０１２９】

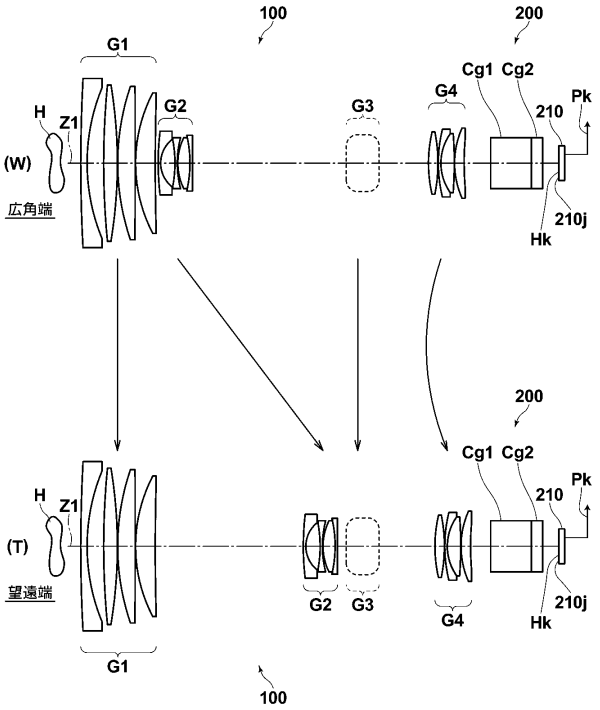
Ｇ１　　第１レンズ群
Ｇ２　　第２レンズ群
Ｇ３　　第３レンズ群

Ｇ４　　第４レンズ群
Ｌ１　　第１群第１レンズ
Ｌ２　　第１群第２レンズ
Ｌ３　　第１群第３レンズ
Ｌ４　　第１群第４レンズ
Ｓ１　　第１群第１レンズの物体側のレンズ面
Ｓ２　　第１群第１レンズの像側のレンズ面

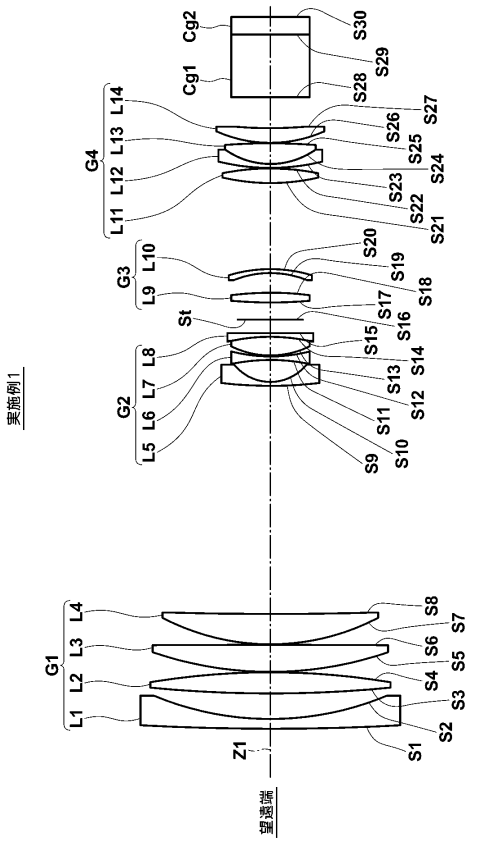
【図１Ａ】



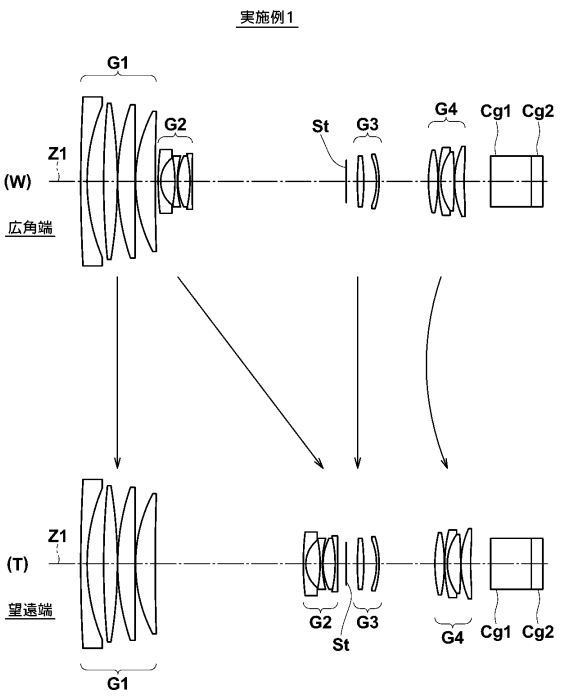
【図１Ｂ】



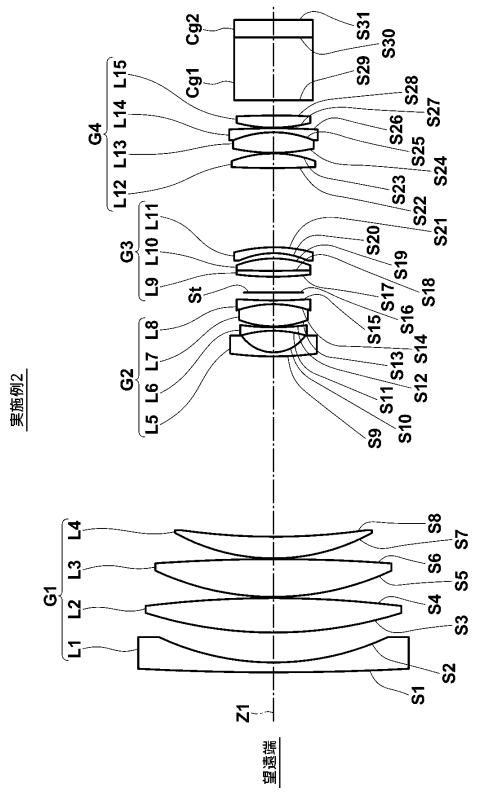
【図２Ａ】



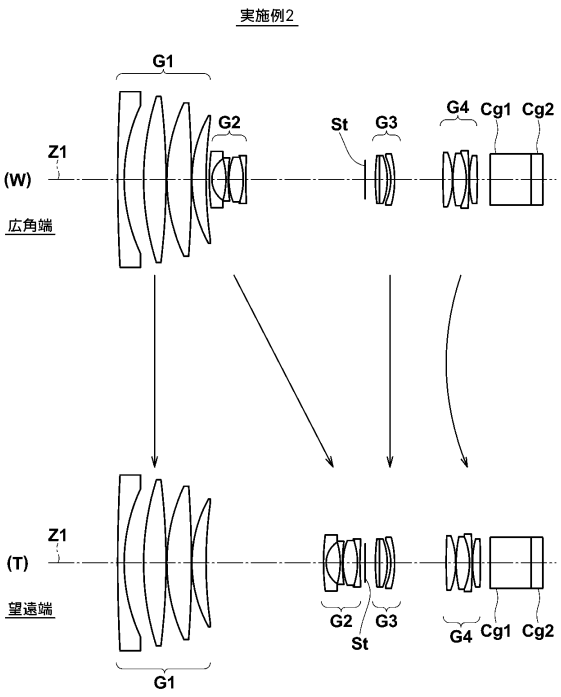
【図２Ｂ】



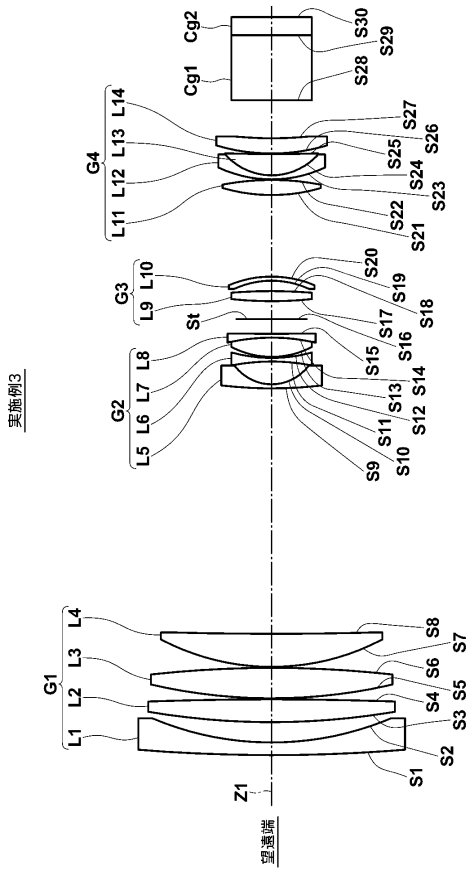
【図３Ａ】



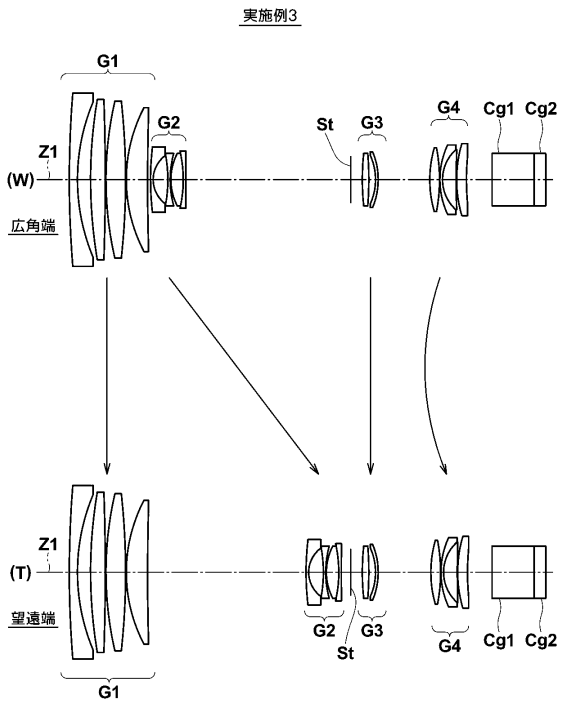
【図３Ｂ】



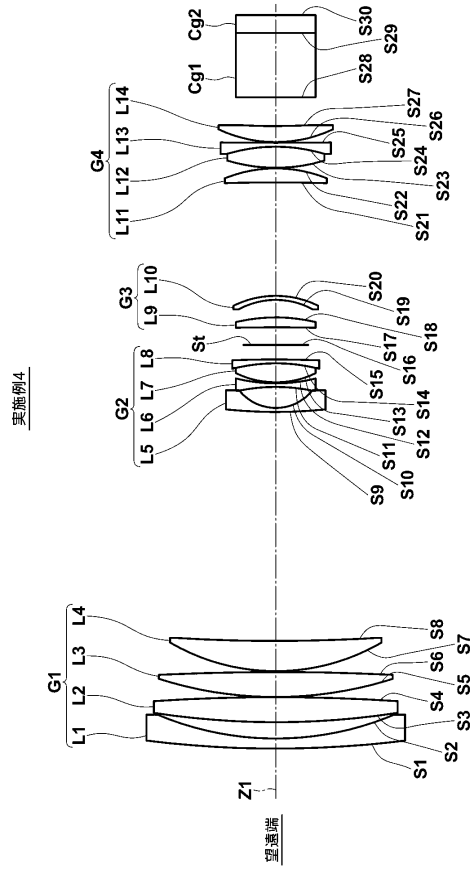
【図４Ａ】



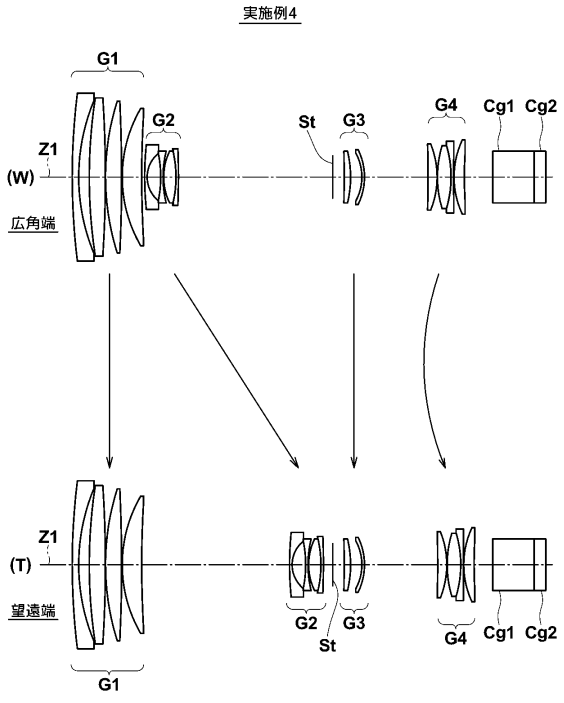
【図４Ｂ】



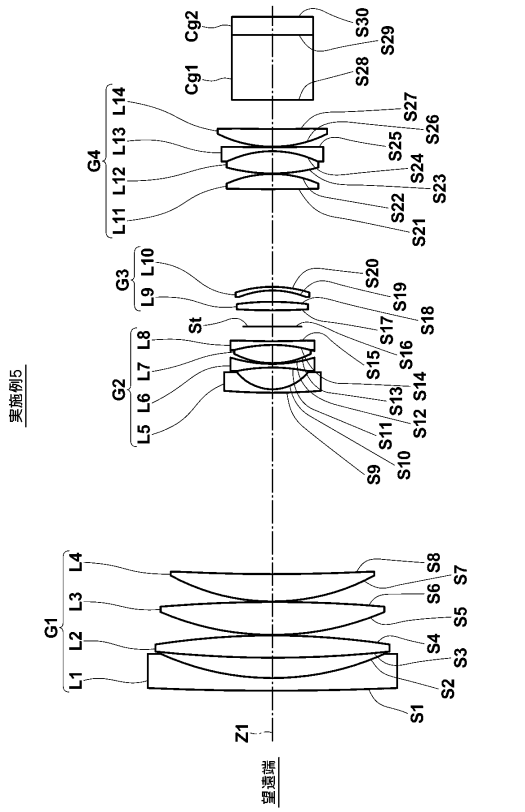
【図５Ａ】



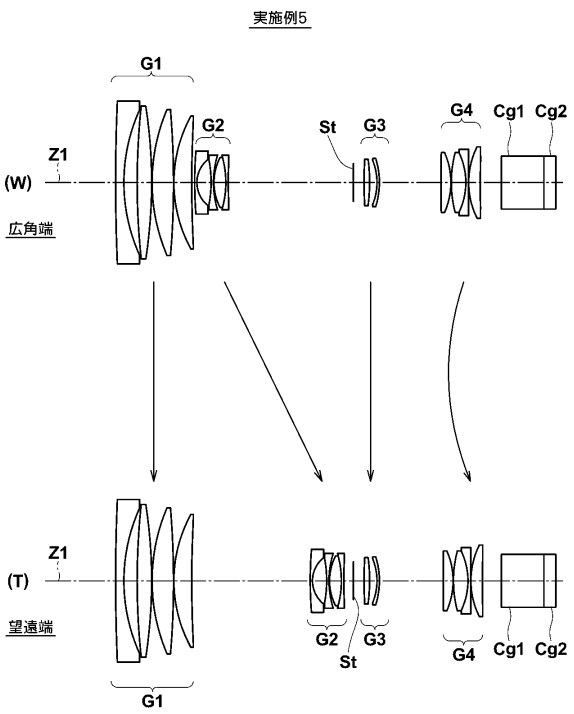
【図５Ｂ】



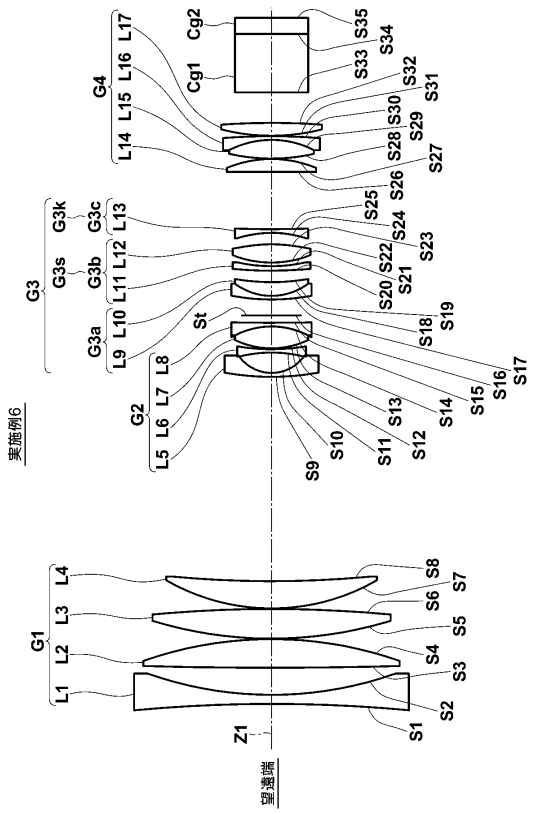
【図６Ａ】



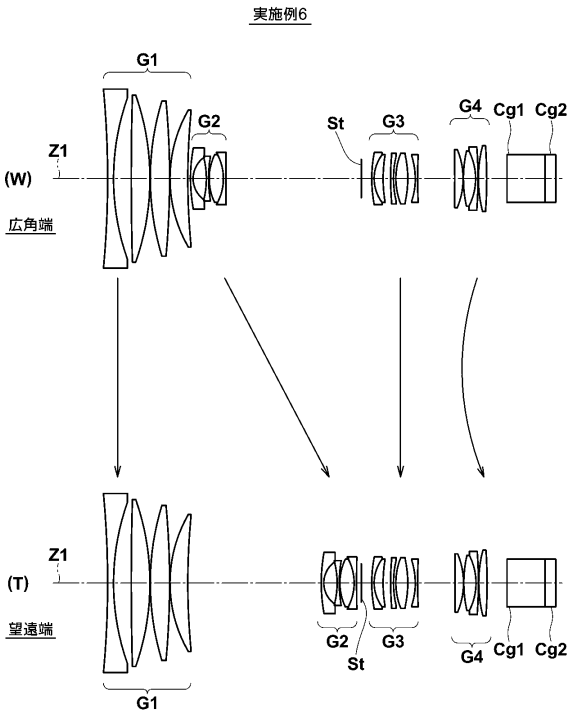
【図６Ｂ】



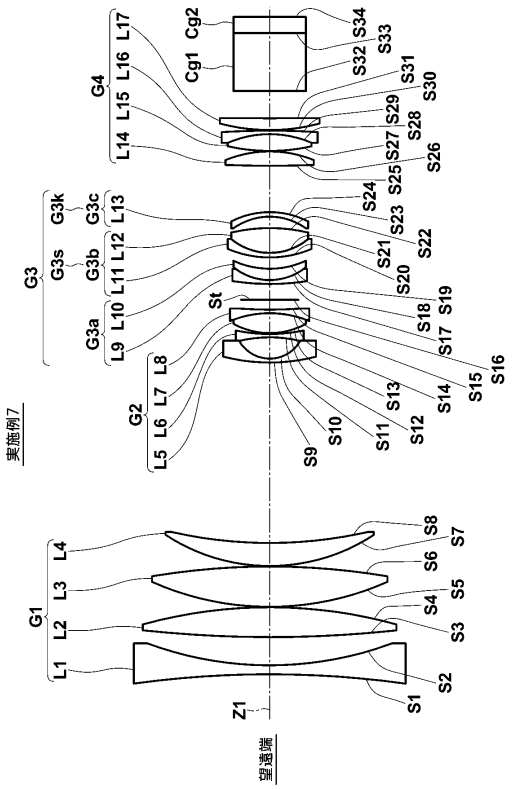
【図７Ａ】



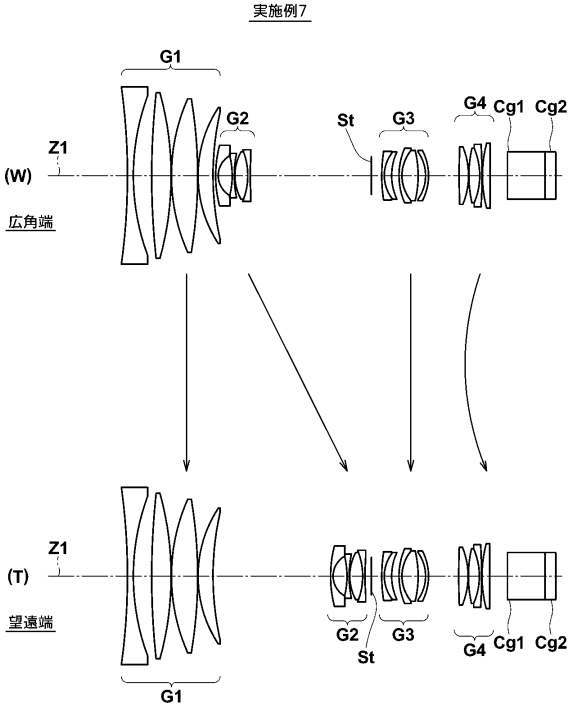
【図７Ｂ】



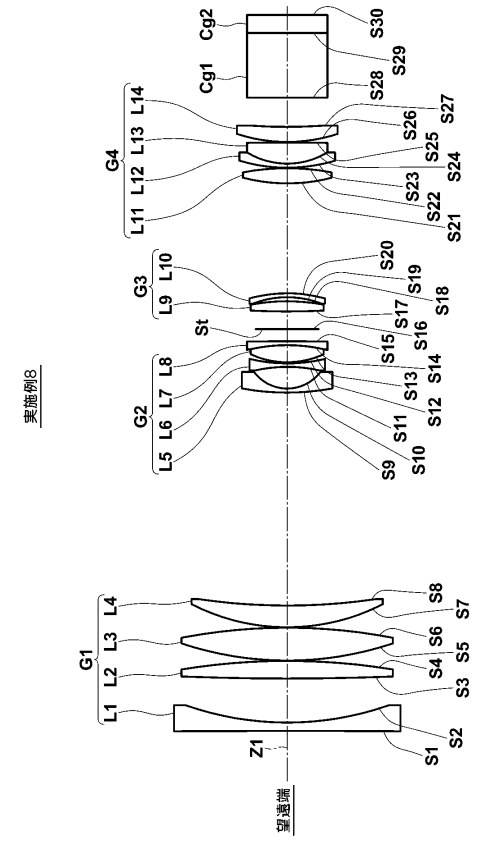
【図８Ａ】



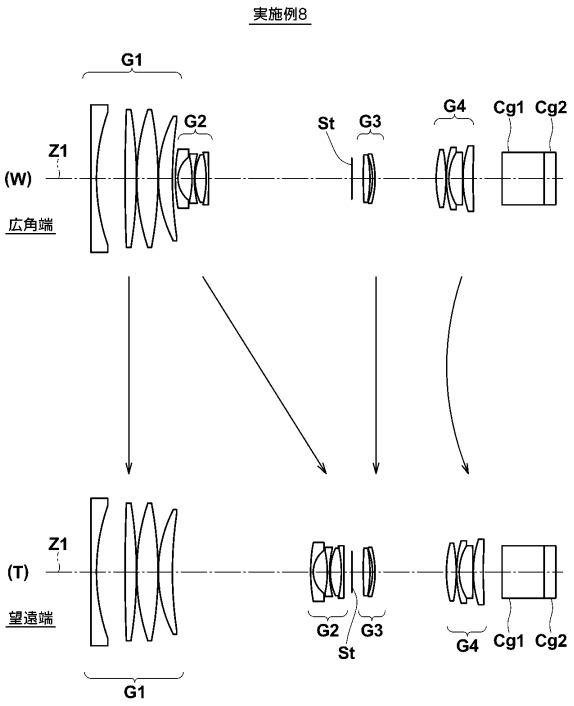
【図８Ｂ】



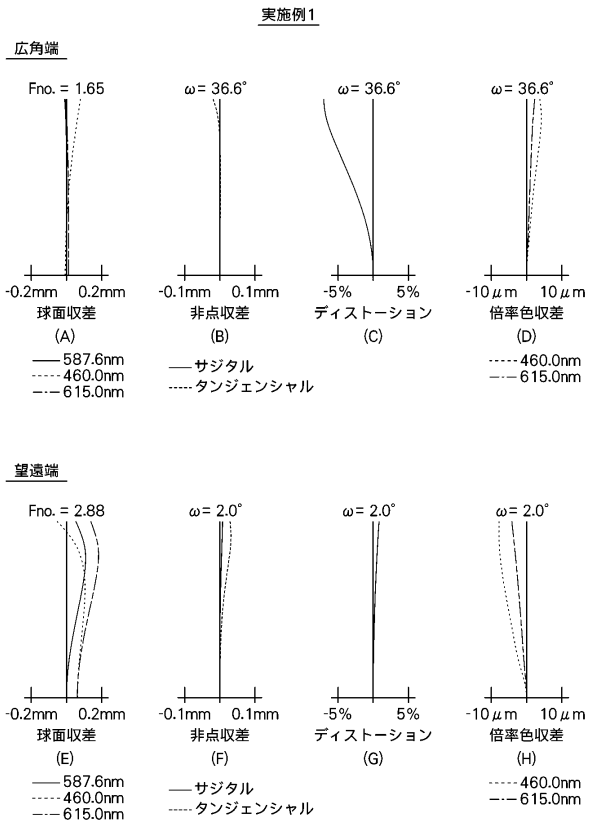
【図９Ａ】



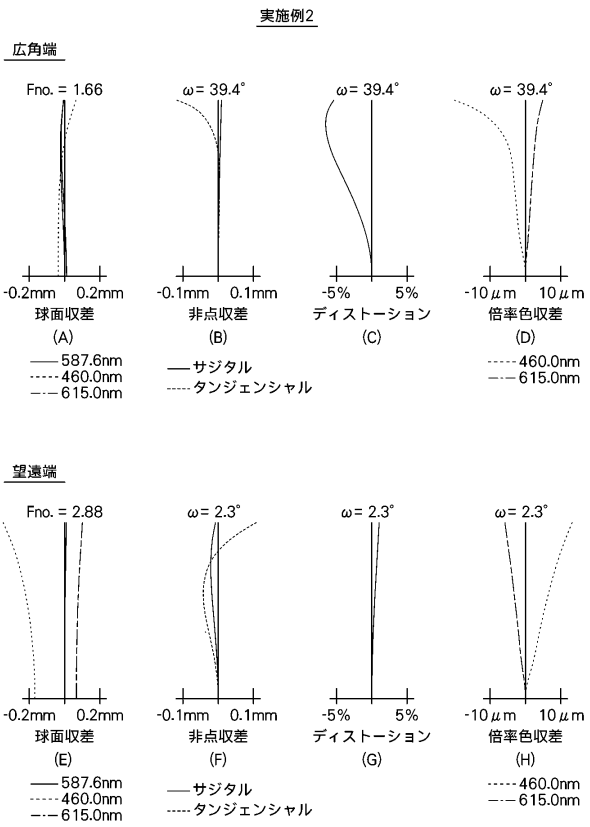
【図９Ｂ】



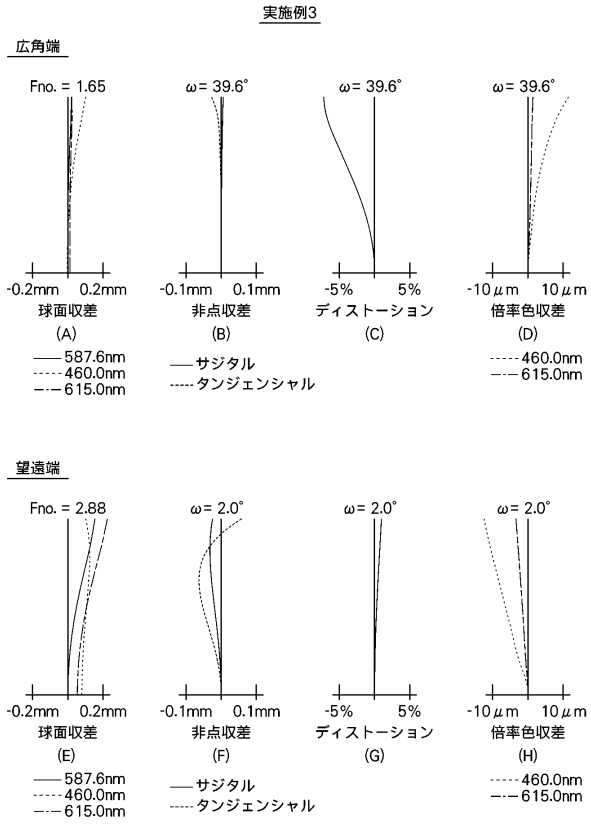
【図１０】



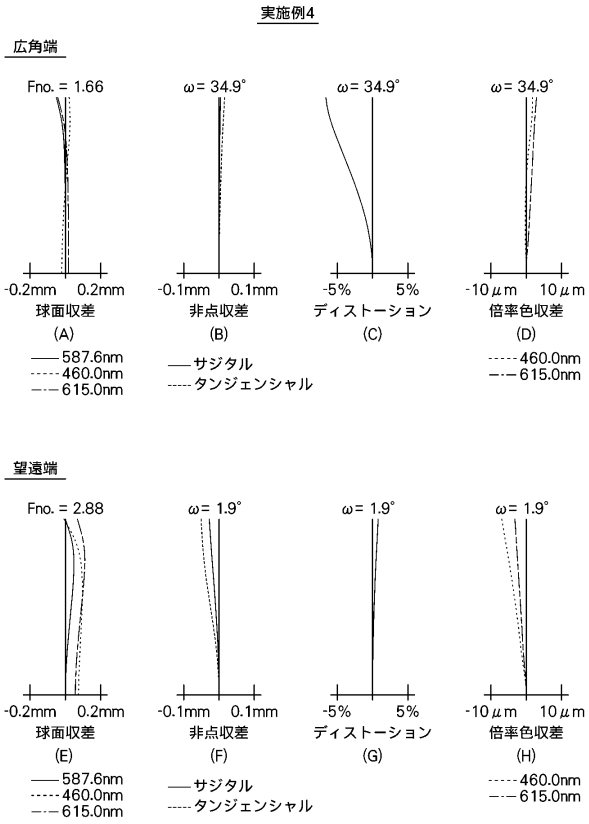
【図１１】



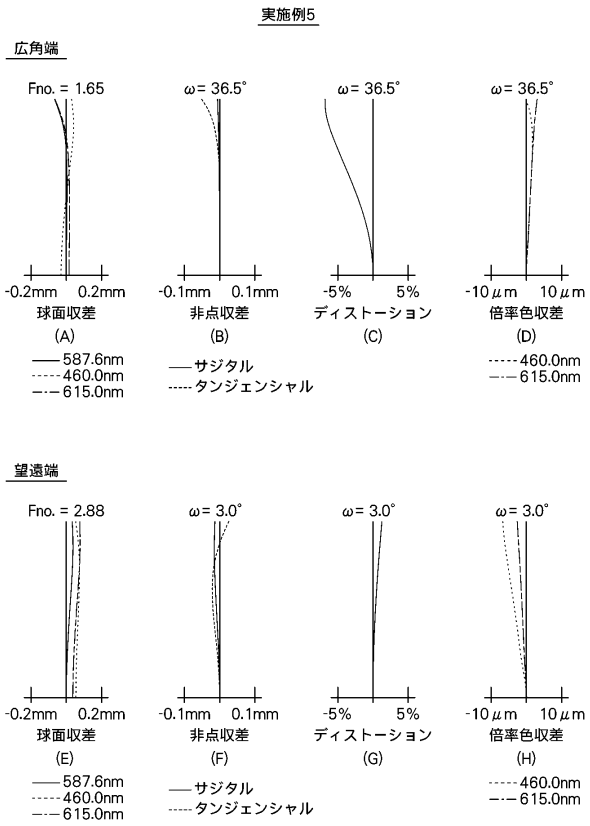
【図１２】



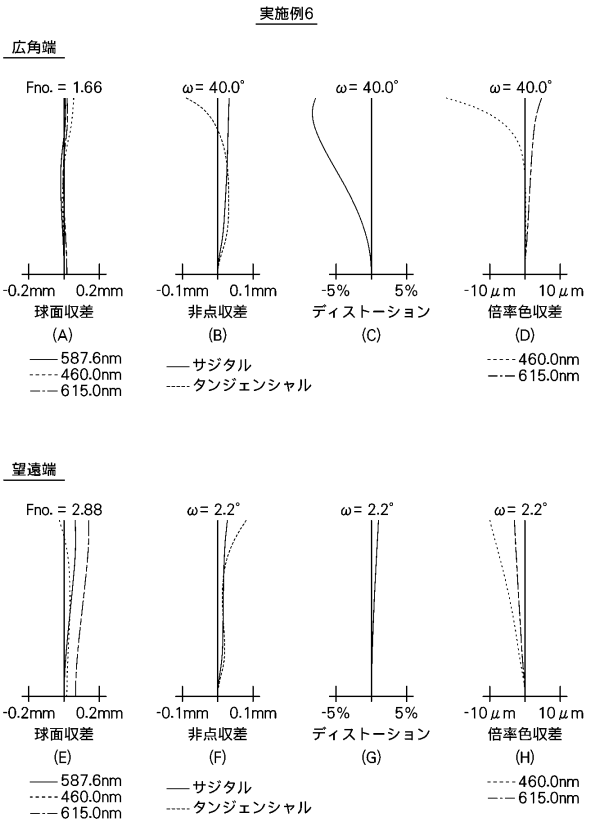
【図１３】



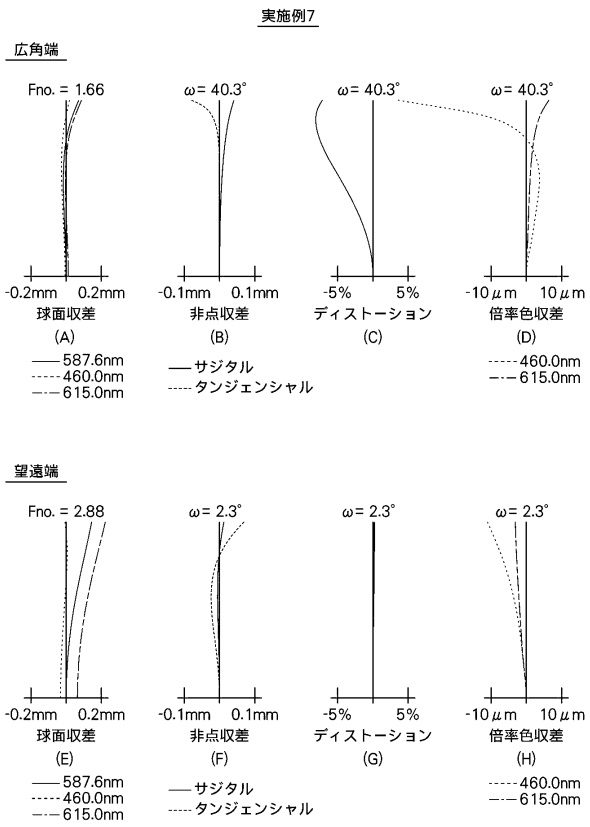
【図１４】



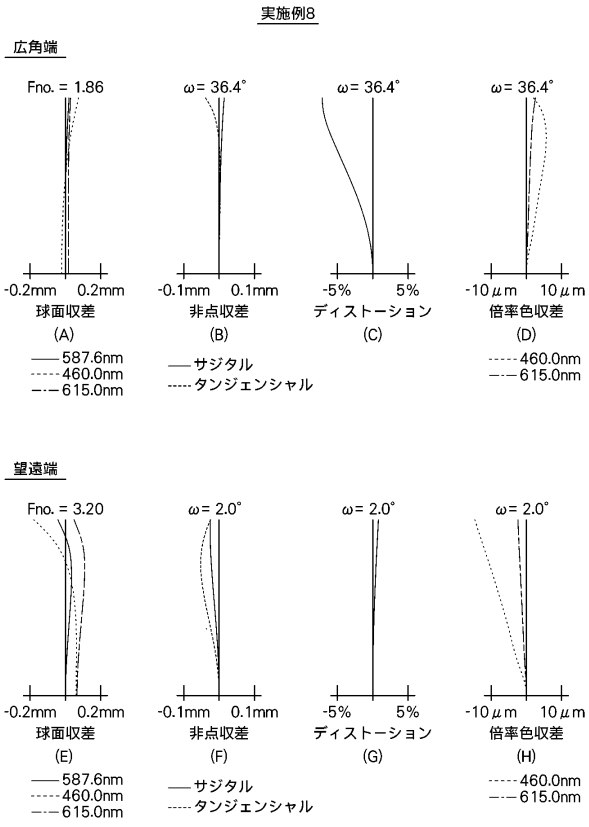
【図１５】



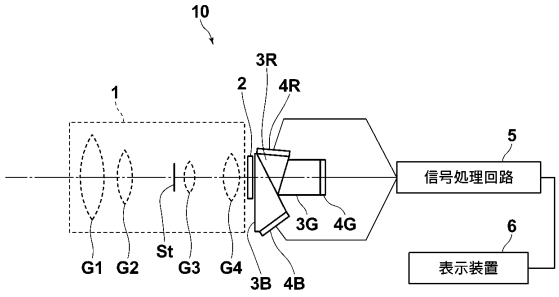
【図１６】



【図１７】



【図１８】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭６２－２４２１３（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－２３７４５６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－２５６８４５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－３９３７４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

Ｇ０２Ｂ	９／００	－	１７／０８
Ｇ０２Ｂ	２１／０２	－	２１／０４
Ｇ０２Ｂ	２５／００	－	２５／０４