(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7642726号
(P7642726)

(45)発行日　令和7年3月10日(2025.3.10)

(24)登録日　令和7年2月28日(2025.2.28)

(51)国際特許分類

Ｇ０２Ｂ	*15/20*	*(2006.01)*	Ｇ０２Ｂ	15/20
Ｇ０２Ｂ	*13/18*	*(2006.01)*	Ｇ０２Ｂ	13/18

ＦＩ

請求項の数　25　（全48頁）

(21)出願番号　特願2023-101410(P2023-101410)
(22)出願日　令和5年6月21日(2023.6.21)
(65)公開番号　特開2025-1758(P2025-1758A)
(43)公開日　令和7年1月9日(2025.1.9)
審査請求日　令和6年5月1日(2024.5.1)
早期審査対象出願

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100126240
弁理士　阿部 琢磨
(74)代理人　100223941
弁理士　高橋 佳子
(74)代理人　100159695
弁理士　中辻 七朗
(74)代理人　100172476
弁理士　冨田 一史
(74)代理人　100126974
弁理士　大朋 靖尚
(72)発明者　小宮山 貴洋
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キ
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第１レンズ群、第２レンズ群、負の屈折力の第３レンズ群、１つ以上のレンズ群を有する後群からなり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第１レンズ群は、ズーミングに際して不動であり、かつ最も物体側に配置された正の屈折力の第１正レンズを有し、

無限遠から至近へのフォーカシングに際して、前記第１レンズ群は不動であり、

前記後群は、広角端において正の屈折力を有し、

前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、望遠端におけるレンズ全長をＬｔ、望遠端における全系の焦点距離をｆｔとするとき、

１．２３９≦ｆ１／｜ｆ２｜＜２．００

０．４０＜Ｌｔ／ｆｔ＜０．６５

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項２】

前記後群は、無限遠から至近へのフォーカシングに際して移動する第１フォーカスレンズ群を有することを特徴とする請求項１に記載のズームレンズ。

【請求項３】

前記第１フォーカスレンズ群は負の屈折力を有し、無限遠から至近へのフォーカシングに際して像側に移動することを特徴とする請求項２に記載のズームレンズ。

【請求項４】
　望遠端において、全系の横倍率が－０．２となる物体距離にフォーカシングしたときの前記第１フォーカスレンズ群の横倍率をβＬＲＦ１とするとき、
　１．１＜βＬＲＦ１＜４．０
なる条件式を満足することを特徴とする請求項３に記載のズームレンズ。
【請求項５】
　望遠端において、全系の横倍率が－０．２となる物体距離にフォーカシングしたときの前記第１フォーカスレンズ群の横倍率をβＬＲＦ１、前記第１フォーカスレンズ群より像側に配置されたすべてのレンズ群の合成横倍率をβＲ１とするとき、
　－１０．０＜（１－βＬＲＦ１×βＬＲＦ１）×βＲ１×βＲ１＜－３．０
なる条件式を満足することを特徴とする請求項３に記載のズームレンズ。
【請求項６】
　広角端および望遠端におけるバックフォーカスのうち小さいバックフォーカスをｓｋとするとき、
　０．０９＜ｓｋ／Ｌｔ＜０．３
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１に記載のズームレンズ。
【請求項７】
　前記後群に配置された正の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に配置されたレンズ群の焦点距離をｆＬＰとするとき、
　１．２＜ｆ１／ｆＬＰ＜６．０
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１に記載のズームレンズ。
【請求項８】
　前記第３レンズ群の焦点距離をｆ３とするとき、
　－５．０＜ｆ１／ｆ３＜－０．５
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１に記載のズームレンズ。
【請求項９】
　前記第１正レンズの物体側の面の曲率半径をｒ１、前記第１正レンズの像側の面の曲率半径をｒ２とするとき、
　０．０＜（ｒ２＋ｒ１）／（ｒ２－ｒ１）＜１．５
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１に記載のズームレンズ。
【請求項１０】
　０．１＜ｆ１／ｆｔ＜０．８
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１に記載のズームレンズ。
【請求項１１】
　前記第１フォーカスレンズ群の最も物体側の面の曲率半径をｒ１ＬＲＦ、前記第１フォーカスレンズ群の最も像側の面の曲率半径をｒ２ＬＲＦとするとき、
　－３．５＜（ｒ２ＬＲＦ＋ｒ１ＬＲＦ）／（ｒ２ＬＲＦ－ｒ１ＬＲＦ）＜－０．２
なる条件式を満足することを特徴とする請求項３に記載のズームレンズ。
【請求項１２】
　前記第１レンズ群において配置された負レンズのうち、最も物体側に配置された負レンズのアッベ数をｖｄ＿Ｎ、ｇ線とＦ線に対する部分分散比をθｇＦ＿Ｎとするとき、
　－０．０１＜θｇＦ＿Ｎ－（－０．００１６１７８×ｖｄ＿Ｎ＋０．６４１４６）＜０．０１
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１に記載のズームレンズ。
【請求項１３】
　前記後群は、軸上光束を決定する開口絞りを有し、かつ該開口絞りより像側に配置された複数の正レンズを有し、該複数の正レンズのうち少なくとも２枚の正レンズのそれぞれのアッベ数をｖｄ＿ＰＲ、ｇ線とＦ線に対する部分分散比をθｇＦ＿ＰＲとするとき、前記少なくとも２枚の正レンズはそれぞれ
　－０．０１２＜θｇＦ＿ＰＲ－（－０．００１６１７８×ｖｄ＿ＰＲ＋０．６４１４６

）＜０．００５
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１に記載のズームレンズ。
【請求項１４】
前記ズームレンズは、第２フォーカスレンズ群を有し、前記第１フォーカスレンズ群と、前記第２フォーカスレンズ群とは、無限遠から至近へのフォーカシングに際して、異なる軌跡で移動することを特徴とする請求項３に記載のズームレンズ。
【請求項１５】
前記第１フォーカスレンズ群と前記第２フォーカスレンズ群のうち、物体側に配置されたレンズ群を物体側フォーカスレンズ群、像側に配置されたレンズ群を像側フォーカスレンズ群とし、
前記物体側フォーカスレンズ群の焦点距離をｆＬＦ１、前記像側フォーカスレンズ群の焦点距離をｆＬＦ２とするとき、
０．４＜ｆＬＦ１／ｆＬＦ２＜３．０
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１４に記載のズームレンズ。
【請求項１６】
前記第１フォーカスレンズ群と前記第２フォーカスレンズ群のうち、物体側に配置されたレンズ群を物体側フォーカスレンズ群、像側に配置されたレンズ群を像側フォーカスレンズ群とし、
望遠端において、無限遠から全系の横倍率が－０．２となる物体距離にフォーカシングしたときの前記物体側フォーカスレンズ群の移動量の絶対値をＭＬＦ１、前記像側フォーカスレンズ群の移動量の絶対値をＭＬＦ２とするとき、
０．２＜ＭＬＦ１／ＭＬＦ２＜５．０
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１４に記載のズームレンズ。
【請求項１７】
望遠端において、全系の横倍率が－０．３となる物体距離にフォーカシングしたときの前記第１フォーカスレンズ群の最も像側の面と、前記第１フォーカスレンズ群の像側に隣り合って配置されたレンズの物体側の面との光軸上の距離をＴ、前記第１フォーカスレンズ群の横倍率をβＬＲＦ２、前記第１フォーカスレンズ群より像側に配置されたすべてのレンズ群の合成横倍率をβＲ２とするとき、
０．０１＜Ｔ×｜（１－βＬＲＦ２×βＬＲＦ２）×βＲ２×βＲ２｜／ｆ＜０．５０
なる条件式を満足することを特徴とする請求項３に記載のズームレンズ。
【請求項１８】
前記第３レンズ群の焦点距離をｆ３とするとき、
－１０００．０＜｜ｆ２｜／ｆ３＜－０．３
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１に記載のズームレンズ。
【請求項１９】
前記第１フォーカスレンズ群の焦点距離をｆＬＲＦとするとき、
－１．００＜ｆＬＲＦ／ｆ１＜－０．０５
なる条件式を満足することを特徴とする請求項３に記載のズームレンズ。
【請求項２０】
物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第１レンズ群、第２レンズ群、負の屈折力の第３レンズ群、１つ以上のレンズ群を有する後群からなり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、
前記第１レンズ群は、ズーミングに際して不動であり、かつ最も物体側に配置された正の屈折力の第１正レンズを有し、
前記後群は、広角端において正の屈折力を有し、
前記第１レンズ群は、第１部分群と、該第１部分群の像側に隣り合って配置された第２部分群とからなり、
前記第１レンズ群における隣り合うレンズの光軸上の空気間隔のうち、前記第１部分群と前記第２部分群との光軸上の空気間隔が最大であり、

前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、望遠端におけるレンズ全長をＬｔ、望遠端における全系の焦点距離をｆｔ、前記第１部分群の最も像側の面と前記第２部分群の最も物体側の面との光軸上の距離をｄ１ＡＢ、前記第１部分群の焦点距離をｆ１Ａとするとき、
１．２３９≦ｆ１／｜ｆ２｜＜２．００
０．４０＜Ｌｔ／ｆｔ＜０．６５
０．０２＜ｄ１ＡＢ／ｆ１Ａ＜０．３５
なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。
【請求項２１】
物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第１レンズ群、第２レンズ群、負の屈折力の第３レンズ群、１つ以上のレンズ群を有する後群からなり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、
前記第１レンズ群は、ズーミングに際して不動であり、かつ最も物体側に配置された正の屈折力の第１正レンズを有し、
前記第１レンズ群は、４枚以下のレンズで構成され、
前記後群は、広角端において正の屈折力を有し、
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、望遠端におけるレンズ全長をＬｔ、望遠端における全系の焦点距離をｆｔとするとき、
１．２３９≦ｆ１／｜ｆ２｜＜２．００
０．４０＜Ｌｔ／ｆｔ＜０．６５
なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。
【請求項２２】
物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第１レンズ群、第２レンズ群、負の屈折力の第３レンズ群、１つ以上のレンズ群を有する後群からなり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、
前記第１レンズ群は、ズーミングに際して不動であり、かつ最も物体側に配置された正の屈折力の第１正レンズを有し、
前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第４レンズ群、第５レンズ群、第６レンズ群を有し、かつ広角端において正の屈折力を有し、
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、望遠端におけるレンズ全長をＬｔ、望遠端における全系の焦点距離をｆｔとするとき、
１．２３９≦ｆ１／｜ｆ２｜＜２．００
０．４０＜Ｌｔ／ｆｔ＜０．６５
なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。
【請求項２３】
物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第１レンズ群、第２レンズ群、負の屈折力の第３レンズ群、１つ以上のレンズ群を有する後群からなり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、
前記第１レンズ群は、ズーミングに際して不動であり、かつ最も物体側に配置された正の屈折力の第１正レンズを有し、
前記後群は、広角端において正の屈折力を有し、
前記後群は、無限遠から至近へのフォーカシングに際して移動する第１フォーカスレンズ群を有し、
前記第１フォーカスレンズ群は負の屈折力を有し、無限遠から至近へのフォーカシングに際して像側に移動し、かつ正レンズと負レンズとからなる接合レンズを有し、
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、望遠端におけるレンズ全長をＬｔ、望遠端における全系の焦点距離をｆｔ、前記接合レンズに含まれる前記負レンズのアッベ数をｖｄ＿ＲＦ１Ｎとするとき、
１．２３９≦ｆ１／｜ｆ２｜＜２．００
０．４０＜Ｌｔ／ｆｔ＜０．６５

５０＜ｖｄ＿ＲＦ１Ｎ＜１００
なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。
【請求項２４】
物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第１レンズ群、第２レンズ群、負の屈折力の第３レンズ群、１つ以上のレンズ群を有する後群からなり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、
前記第１レンズ群は、ズーミングに際して不動であり、かつ最も物体側に配置された正の屈折力の第１正レンズを有し、
前記後群は、広角端において正の屈折力を有し、
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、前記第３レンズ群の焦点距離をｆ３、望遠端におけるレンズ全長をＬｔ、望遠端における全系の焦点距離をｆｔ、前記後群に配置された正の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に配置されたレンズ群の焦点距離をｆＬＰ、とするとき、
０．０５＜ｆ１／｜ｆ２｜＜２．００
０．４０＜Ｌｔ／ｆｔ＜０．６５
１．２＜ｆ１／ｆＬＰ≦３．７２６
－３．０５２≦ｆ１／ｆ３＜－０．５
なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。
【請求項２５】
請求項１乃至２４のいずれか１項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する撮像素子を有す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、ズームレンズに関し、デジタルビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、放送用カメラ、銀塩フィルム用カメラ等の撮像装置に好適なものである。
【背景技術】
【０００２】
近年、撮像装置に用いる撮像光学系としては、望遠端を長焦点距離化しながら、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有し、小型軽量なズームレンズであることが求められている。
【０００３】
望遠端が長焦点距離であるズームレンズとして、特許文献１は、ポジティブリード型の光学系を開示している。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【文献】特開２０１８－１１６１８２号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
特許文献１のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第１レンズ群、負の屈折力の第２レンズ群を有し、第１レンズ群がズーミングに際して不動である。しかしながら、第１レンズ群の屈折力が弱いため、全系の主点が像側に配置されて、レンズ全長が長くなってしまう。
【０００６】
そこで本発明は、高い光学性能を有し、長焦点距離かつ小型軽量なズームレンズ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】
【０００７】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第１レンズ群、第２レンズ群、負の屈折力の第３レンズ群、１つ以上のレンズ群を有する後群からなり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、
前記第１レンズ群は、ズーミングに際して不動であり、かつ最も物体側に配置された正の屈折力の第１正レンズを有し、
無限遠から至近へのフォーカシングに際して、前記第１レンズ群は不動であり、
前記後群は、広角端において正の屈折力を有し、
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、望遠端におけるレンズ全長をＬｔ、望遠端における全系の焦点距離をｆｔとするとき、
１．２３９≦ｆ１／｜ｆ２｜＜２．００
０．４０＜Ｌｔ／ｆｔ＜０．６５
なる条件式を満足することを特徴とする。

【発明の効果】

【０００８】

本発明によれば、高い光学性能を有し、長焦点距離かつ小型軽量なズームレンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】実施例１のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図
【図２】実施例１のズームレンズにおいて無限遠にフォーカシングしたときの（Ａ）広角端、（Ｂ）望遠端における収差図
【図３】実施例１のズームレンズにおいて至近にフォーカシングしたときの（Ａ）広角端、（Ｂ）望遠端における収差図
【図４】実施例２のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図
【図５】実施例２のズームレンズにおいて無限遠にフォーカシングしたときの（Ａ）広角端、（Ｂ）望遠端における収差図
【図６】実施例２のズームレンズにおいて至近にフォーカシングしたときの（Ａ）広角端、（Ｂ）望遠端における収差図
【図７】実施例３のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図
【図８】実施例３のズームレンズにおいて無限遠にフォーカシングしたときの（Ａ）広角端、（Ｂ）望遠端における収差図
【図９】実施例３のズームレンズにおいて至近にフォーカシングしたときの（Ａ）広角端、（Ｂ）望遠端における収差図
【図１０】実施例４のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図
【図１１】実施例４のズームレンズにおいて無限遠にフォーカシングしたときの（Ａ）広角端、（Ｂ）望遠端における収差図
【図１２】実施例４のズームレンズにおいて至近にフォーカシングしたときの（Ａ）広角端、（Ｂ）望遠端における収差図
【図１３】実施例５のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図
【図１４】実施例５のズームレンズにおいて無限遠にフォーカシングしたときの（Ａ）広角端、（Ｂ）望遠端における収差図
【図１５】実施例５のズームレンズにおいて至近にフォーカシングしたときの（Ａ）広角端、（Ｂ）望遠端における収差図
【図１６】実施例６のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図
【図１７】実施例６のズームレンズにおいて無限遠にフォーカシングしたときの（Ａ）広角端、（Ｂ）望遠端における収差図
【図１８】実施例６のズームレンズにおいて至近にフォーカシングしたときの（Ａ）広角端、（Ｂ）望遠端における収差図
【図１９】実施例７のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図
【図２０】実施例７のズームレンズにおいて無限遠にフォーカシングしたときの（Ａ）広

角端、（Ｂ）望遠端における収差図
【図２１】実施例７のズームレンズにおいて至近にフォーカシングしたときの（Ａ）広角端、（Ｂ）望遠端における収差図
【図２２】実施例８のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図
【図２３】実施例８のズームレンズにおいて無限遠にフォーカシングしたときの（Ａ）広角端、（Ｂ）望遠端における収差図
【図２４】実施例８のズームレンズにおいて至近にフォーカシングしたときの（Ａ）広角端、（Ｂ）望遠端における収差図
【図２５】撮像装置を示す概略図
【発明を実施するための形態】
【００１０】
以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の実施例について、添付の図面に基づいて説明する。
【００１１】
図１、４、７、１０、１３、１６、１９、２２は、それぞれ実施例１から８のズームレンズＬ０の広角端における断面図である。各実施例のズームレンズＬ０はデジタルビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、放送用カメラ、銀塩フィルム用カメラ、監視用カメラ、車載用カメラ等の撮像装置に用いられるズームレンズである。
【００１２】
各レンズ断面図において左方が物体側で、右方が像側である。尚、各実施例のズームレンズＬ０をプロジェクターなどの投射レンズとして用いても良い。このときは左方がスクリーン側、右方が被投射画像側となる。
【００１３】
各実施例のズームレンズＬ０は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第１レンズ群Ｌ１、第２レンズ群Ｌ２、負の屈折力の第３レンズ群Ｌ３、１つ以上のレンズ群を有する後群ＬＲからなる。そして、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化する。各レンズ群は１枚のレンズから構成されていてもよいし、複数のレンズから構成されていてもよい。また、レンズ群は、開口絞りを含んでいてもよい。
【００１４】
各レンズ断面図の下方に向けて示した実線の矢印は、広角端から望遠端へのズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡を表している。また、各レンズ断面図の上方に示した実線の矢印は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して移動するレンズ群の移動方向と、像ぶれ補正に際して移動するレンズ群の移動方向を示している。
【００１５】
各レンズ断面図において、ＳＰは開口絞りである。ＩＰは像面であり、各実施例のズームレンズＬ０をデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラに使用する際にはＣＣＤセンサやＣＭＯＳセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面が配置される。各実施例のズームレンズＬ０を銀塩フィルム用カメラの撮影光学系として使用する際には像面ＩＰにはフィルム面に相当する感光面が置かれる。
【００１６】
ＦＬは光学フィルター、フェースプレート、水晶ローパスフィルター、赤外カットフィルター等に相当する光学ブロックである。
【００１７】
図２、５、８、１１、１４、１７、２０、２３は、それぞれ実施例１から８のズームレンズの広角端及び望遠端において、無限遠にフォーカシングしたときの収差図である。
【００１８】
図３、６、９、１２、１５、１８、２１、２４は、それぞれ実施例１から８のズームレンズの広角端及び望遠端において、至近にフォーカシングしたときの収差図である。
【００１９】
球面収差図においてＦｎｏはＦナンバーであり、実線はｄ線（波長５８７．６ｎｍ）、

破線はｇ線（波長４３５．８ｎｍ）に対する球面収差量を示している。非点収差図において実線はサジタル像面における収差量、破線はメリディオナル像面における収差量を示している。歪曲収差図ではｄ線に対する歪曲収差量を示している。色収差図ではｇ線に対する倍率色収差量を示している。ωは撮像半画角（°）である。

【００２０】

次に、各実施例のズームレンズにおける特徴的な構成について述べる。

【００２１】

各実施例のズームレンズＬ０において、第１レンズ群Ｌ１の屈折力を正とすることで、主点を物体側に配置しやすく、レンズ全長を短くしている。ここで、レンズ全長とは、ズームレンズＬ０の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離と、バックフォーカスを足した値である。ここでバックフォーカスとは、ズームレンズＬ０の最も像側の面と像面との光軸上の距離を空気換算した値である。

【００２２】

また、第２レンズ群Ｌ２を配置することで、特に広角端における軸外の諸収差を補正している。第３レンズ群Ｌ３の屈折力を負とすることで、特に広角端における倍率色収差を補正している。さらに、１つ以上のレンズ群を有する後群ＬＲを配置することで、ズーミングに際して発生する諸収差の変動を抑制している。

【００２３】

また、広角端から望遠端へのズーミングに際して第１レンズ群Ｌ１を不動とすることで、製造誤差等で発生するズーミングに際しての第１レンズ群Ｌ１の偏心を抑制し、偏心による諸収差の変動を低減している。

【００２４】

また、後群ＬＲは、広角端において正の屈折力を有する。すなわち、後群ＬＲに配置されたすべてのレンズ群の合成焦点距離は正である。後群ＬＲが広角端において正の屈折力を有することで、特に広角端における球面収差等を補正している。

【００２５】

また、第１レンズ群Ｌ１は、最も物体側に配置された正の屈折力の第１正レンズＧＰ１を有することで、第１正レンズＧＰ１を通過する軸上光束を収斂し、正レンズＧＰ１より像側に配置された各レンズの径を小さくしている。

【００２６】

また、各実施例のズームレンズＬ０は以下の条件式を満足するように構成している。

０．０５＜ｆ１／｜ｆ２｜＜２．００・・・（１）

０．４０＜Ｌｔ／ｆｔ＜０．６５・・・（２）

【００２７】

ここでｆ１は、第１レンズ群Ｌ１の焦点距離である。ｆ２は、第２レンズ群Ｌ２の焦点距離である。Ｌｔは、望遠端におけるレンズ全長である。ｆｔは、望遠端における全系の焦点距離である。

【００２８】

条件式（１）及び条件式（２）は諸収差の良好な補正、長焦点距離化、及び小型軽量化を実現するためのものである。

【００２９】

条件式（１）の上限を上回ると、第１レンズ群Ｌ１の屈折力が弱くなりすぎて、全系の主点が像側に配置される。その結果、レンズ全長が長くなり好ましくない。条件式（１）の下限を下回ると、第１レンズ群Ｌ１の屈折力が強くなりすぎて、特に望遠端における球面収差や軸上色収差の補正が困難となる。

【００３０】

条件式（２）の上限を上回ると、望遠端におけるレンズ全長が長くなり好ましくない。条件式（２）の下限を下回って、望遠端におけるレンズ全長が短くなると、各レンズ群の屈折力が強くなりすぎて、諸収差の補正が困難となる。

【００３１】

以上の構成により、高い光学性能を有し、長焦点距離かつ小型軽量なズームレンズを実現することが可能となる。

【００３２】

なお、条件式（１）、（２）のいずれかの数値範囲の上限または下限の少なくとも一方を以下の条件式（１ａ）、（２ａ）の数値とすることが好ましい。

０．１０＜ｆ１／｜ｆ２｜＜１．９５・・・（１ａ）

０．４４＜Ｌｔ／ｆｔ＜０．６３・・・（２ａ）

【００３３】

さらに好ましくは、条件式（１）、（２）のいずれかの数値範囲の上限または下限の少なくとも一方を、以下の条件式（１ｂ）、（２ｂ）の範囲とすることが好ましい。

０．１５＜ｆ１／｜ｆ２｜＜１．９０・・・（１ｂ）

０．４７＜Ｌｔ／ｆｔ＜０．６２・・・（２ｂ）

【００３４】

次に、各実施例のズームレンズＬ０の好ましい構成について述べる。

【００３５】

後群ＬＲは、無限遠から至近へのフォーカシングに際して移動する第１フォーカスレンズ群ＬＲＦを有することが好ましい。後群ＬＲに配置された各レンズは比較的径が小さいため、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦがフォーカシングに際して移動することで、フォーカシングに際して移動するレンズ群を軽量化することができる。

【００３６】

さらに、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦは負の屈折力を有し、無限遠から至近へのフォーカシングに際して像側に移動することが好ましい。これにより、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの位置敏感度、すなわち第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの移動量に対する像面位置の移動量の絶対値を大きくすることができる。その結果、フォーカシングに際しての第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの移動量を低減し、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの径を小さくすることができる。

【００３７】

さらに、後群ＬＲは、第２フォーカスレンズ群ＬＦ２を有し、無限遠から至近へのフォーカシングに際して、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦと第２フォーカスレンズ群ＬＦ２とが異なる軌跡で移動することが好ましい。異なる軌跡で移動することで、フォーカシングに際して発生する諸収差の変動を抑制しやすくなる。

【００３８】

第１レンズ群Ｌ１は、４枚以下のレンズで構成されることが好ましい。第１レンズ群Ｌ１に配置されたレンズの径は比較的大きいため、４枚以下のレンズで構成されることにより、軽量化している。

【００３９】

第１レンズ群Ｌ１は、第１部分群Ｌ１Ａと、第１部分群Ｌ１Ａの像側に隣り合って配置された第２部分群Ｌ１Ｂとからなる。さらに、第１レンズ群Ｌ１における隣り合うレンズの光軸上の空気間隔のうち、第１部分群Ｌ１Ａと第２部分群Ｌ１Ｂとの光軸上の空気間隔が最大であり、第１部分群Ｌ１Ａは２枚以下のレンズで構成されることが好ましい。第１レンズ群Ｌ１において物体側に配置されたレンズの径は比較的大きいため、第１部分群Ｌ１Ａを２枚以下で構成することにより、軽量化することができる。

【００４０】

各実施例のズームレンズＬ０は、以下の条件式のうちの１つ以上を満足することが好ましい。

０．０２＜ｄ１ＡＢ／ｆ１Ａ＜０．３５・・・（３）

１．１＜βＬＲＦ１＜４．０・・・（４）

－１０．０＜（１－βＬＲＦ１×βＬＲＦ１）×βＲ１×βＲ１＜－３．０・・・（５）

０．０９＜ｓｋ／Ｌｔ＜０．３・・・（６）

１．２＜ｆ１／ｆＬＰ＜６．０・・・（７）

－５．０＜ｆ１／ｆ３＜－０．５・・・（８）
０．０＜（ｒ２＋ｒ１）／（ｒ２－ｒ１）＜１．５・・・（９）
０．１＜ｆ１／ｆｔ＜０．８・・・（１０）
－３．５＜（ｒ２ＬＲＦ＋ｒ１ＬＲＦ）／（ｒ２ＬＲＦ－ｒ１ＬＲＦ）＜－０．２・・・（１１）
－０．０１＜θｇＦ＿Ｎ－（－０．００１６１７８×ｖｄ＿Ｎ＋０．６４１４６）＜０．０１・・・（１２）
－０．０１２＜θｇＦ＿ＰＲ－（－０．００１６１７８×ｖｄ＿ＰＲ＋０．６４１４６）＜０．００５・・・（１３）
０．４＜ｆＬＦ１／ｆＬＦ２＜３．０・・・（１４）
０．２＜ＭＬＦ１／ＭＬＦ２＜５．０・・・（１５）
０．０１＜Ｔ×｜（１－βＬＲＦ２×βＬＲＦ２）×βＲ２×βＲ２｜／ｆ＜０．５０・・・（１６）
５０＜ｖｄ＿ＲＦ１Ｎ＜１００・・・（１７）
－１０００．０＜｜ｆ２｜／ｆ３＜－０．３・・・（１８）
－１．００＜ｆＬＲＦ／ｆ１＜－０．０５・・・（１９）

【００４１】

ここで、ｄ１ＡＢは第１部分群Ｌ１Ａの最も像側の面と第２部分群Ｌ１Ｂの最も物体側の面との光軸上の距離である。ｆ１Ａは第１部分群Ｌ１Ａの焦点距離である。

【００４２】

βＬＲＦ１は、望遠端において、全系の横倍率が－０．２となる物体距離にフォーカシングしたときの第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの横倍率である。βＲ１は、望遠端において、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦより像側に配置されたすべてのレンズ群の合成横倍率である。

【００４３】

ｓｋは、広角端および望遠端におけるバックフォーカスのうち小さいバックフォーカスである。広角端および望遠端のバックフォーカスが同じ値の場合は、広角端または望遠端において、いずれかのバックフォーカスをｓｋとする。

【００４４】

ｆＬＰは、後群ＬＲに配置された正の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に配置されたレンズ群の焦点距離である。ｆ３は、第３レンズ群Ｌ３の焦点距離である。ｒ１は、第１正レンズＧＰ１の物体側の面の曲率半径、ｒ２は第１正レンズＧＰ１の像側の面の曲率半径である。

【００４５】

ｒ１ＬＲＦは、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの最も物体側の面の曲率半径、ｒ２ＬＲＦは、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの最も像側の面の曲率半径である。

【００４６】

ｖｄ＿Ｎ、θｇＦ＿Ｎはそれぞれ、第１レンズ群Ｌ１において配置された負レンズのうち、最も物体側に配置された負レンズＧＮ１のアッベ数、ｇ線とＦ線に対する部分分散比である。

【００４７】

後群ＬＲは、軸上光束を決定する開口絞りＳＰを有し、ｖｄ＿ＰＲ、θｇＦ＿ＰＲはそれぞれ、開口絞りＳＰより像側に配置された少なくとも２枚の正レンズのアッベ数、ｇ線とＦ線に対する部分分散比である。

【００４８】

ズームレンズＬ０は、第２フォーカスレンズ群ＬＦ２を有し、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦと第２フォーカスレンズ群ＬＦ２のうち、物体側に配置されたレンズ群を物体側フォーカスレンズ群、像側に配置されたレンズ群を像側フォーカスレンズ群とする。このとき、ｆＬＦ１は物体側フォーカスレンズ群の焦点距離、ｆＬＦ２は像側フォーカスレンズ群の焦点距離である。

【００４９】
ＭＬＦ１、ＭＬＦ２はそれぞれ、望遠端において、無限遠から全系の横倍率が－０．２となる物体距離にフォーカシングしたときの物体側フォーカスレンズ群の移動量の絶対値、像側フォーカスレンズ群の移動量の絶対値である。
【００５０】
Ｔは、望遠端において、全系の横倍率が－０．３となる物体距離にフォーカシングしたときの第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの最も像側の面と、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの像側に隣り合って配置されたレンズの物体側の面との光軸上の距離である。
【００５１】
βＬＲＦ２、βＲ２はそれぞれ、全系の横倍率が－０．３となる物体距離にフォーカシングしたときの第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの横倍率、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦより像側に配置されたすべてのレンズ群の合成横倍率である。
【００５２】
第１フォーカスレンズ群ＬＲＦは正レンズと負レンズとからなる接合レンズを有する。このとき、ｖｄ＿ＲＦ１Ｎは前記負レンズのアッベ数である。ｆＬＲＦは、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの焦点距離である。
【００５３】
次に前述の条件式（３）～（１９）の技術的意味について説明する。
【００５４】
条件式（３）の上限を上回ると、第１部分群Ｌ１Ａと第２部分群Ｌ１Ｂとの光軸上の距離が長くなりすぎて、レンズ全長が長くなる。条件式（３）の下限を下回ると、第２部分群Ｌ１Ｂに入射する軸上光束の光軸からの高さが高くなりすぎて、第２部分群Ｌ１Ｂの径が大きくなる。その結果、軽量化することが困難となる。
【００５５】
条件式（４）の上限を上回ると、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの屈折力が強くなりすぎるため、フォーカシングに際しての球面収差や像面湾曲の変動を抑制することが困難となる。条件式（４）の下限を下回ると、フォーカシングに際して発生する第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの移動量が大きくなりすぎるため、レンズ全長が長くなる。
【００５６】
条件式（５）は、全系の横倍率が－０．２となる物体距離にフォーカシングしたときの第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの位置敏感度を表している。条件式（５）の上限を上回ると、フォーカシングに際しての第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの移動量が大きくなりすぎるため、レンズ全長が長くなる。条件式（５）の下限を下回ると、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの屈折力が強くなりすぎるため、フォーカシングに際して発生する球面収差や像面湾曲の変動を抑制することが困難となる。
【００５７】
条件式（６）の上限を上回ると、広角端および望遠端のバックフォーカスが長くなりすぎて、広角端および望遠端のレンズ全長が長くなる。条件式（６）の下限を下回ると、広角端または望遠端のバックフォーカスが短くなりすぎる。その結果、撮像素子を配置した際に撮像素子と最も像側に配置されたレンズの像側の面とで反射して発生するゴースト光が撮像素子で結像しやすくなるため好ましくない。
【００５８】
条件式（７）の上限を上回ると、後群ＬＲに配置された正の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に配置されたレンズ群の屈折力が強くなりすぎて、特に広角端における球面収差を補正することが困難となる。条件式（７）の下限を下回ると、後群ＬＲに配置された正の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に配置されたレンズ群の屈折力が弱くなりすぎて、最も像側に配置されたレンズ群の径が大きくなる。
【００５９】
条件式（８）の上限を上回ると、第３レンズ群Ｌ３の屈折力が弱くなりすぎる。その結果、所望の変倍比を得るためには、ズーミングに際しての第３レンズ群Ｌ３の移動量が大

きくなりすぎて、レンズ全長が長くなる。条件式（８）の下限を下回ると、第３レンズ群Ｌ３の屈折力が強くなりすぎるため、ズーミングに際して発生する球面収差や軸上色収差等の変動を抑制することが困難となる。

【００６０】

条件式（９）は、第１正レンズＧＰ１の形状因子を規定している。条件式（９）の上限値を上回って第１正レンズＧＰ１の物体側面の曲率半径の絶対値が小さくなると、特に望遠端における球面収差の補正が困難となる。条件式（９）の下限を下回って第１正レンズＧＰ１の像側の曲率半径の絶対値が小さくなると、全系の主点が比較的像側に配置されるためレンズ全長が長くなる。

【００６１】

条件式（１０）の上限を上回ると、第１レンズ群Ｌ１の屈折力が弱くなりすぎて、全系の主点が像側に配置される。その結果、レンズ全長が長くなり好ましくない。条件式（１０）の下限を下回ると、第１レンズ群Ｌ１の屈折力が強くなりすぎて、特に望遠端における球面収差や軸上色収差の補正が困難となる。

【００６２】

条件式（１１）の上限を上回ると、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの最も物体側の面の曲率の絶対値と、最も像側の面の曲率の絶対値とが、いずれも大きい両凹形状となる。その結果、フォーカシングに際して発生する球面収差等の変動が大きくなる。条件式（１１）の下限を下回ると、最も像側の面の曲率の絶対値が大きくなりすぎる。その結果、フォーカシングに際しての第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの移動量が大きくなるため、レンズ全長が長くなる。その結果、フォーカシングに際して発生する像面湾曲等の変動が大きくなる。

【００６３】

条件式（１２）は、第１レンズ群Ｌ１において配置された負レンズのうち、最も物体側に配置された負レンズＧＮ１の異常分散性を規定している。条件式（１２）の上限を上回ると、望遠端における倍率色収差の補正が困難となる。条件式（１２）の下限を下回ると、広角端における倍率色収差の補正が困難となる。

【００６４】

条件式（１３）は、開口絞りＳＰより像側に配置された少なくとも２枚の正レンズの異常分散性を規定している。条件式（１３）の上限を上回ると、望遠端における倍率色収差の補正が困難となる。条件式（１３）の下限を下回ると、広角端における倍率色収差の補正が困難となる。さらに、条件式（１３）を満たす正レンズを３枚乃至５枚とすることで、広角端、および望遠端における倍率色収差をより低減することができる。

【００６５】

条件式（１４）の上限を上回ると、像側フォーカスレンズ群の屈折力が強くなりすぎて、フォーカシングに際して発生する諸収差の変動を抑制することが困難となる。条件式（１４）の下限を下回ると、物体側フォーカスレンズ群の屈折力が強くなりすぎて、フォーカシングに際して発生する諸収差の変動を抑制することが困難となる。

【００６６】

条件式（１５）の上限を上回ると、物体側フォーカスレンズ群の移動量が大きくなりすぎて、周辺光量を確保するためには物体側フォーカスレンズ群の径が大きくなるため好ましくない。条件式（１５）の下限を下回ると、像側フォーカスレンズ群の移動量が大きくなりすぎて、周辺光量を確保するためには像側フォーカスレンズ群の径が大きくなるため好ましくない。

【００６７】

条件式（１６）は、望遠端において、全系の横倍率が－０．３となる物体距離にフォーカシングを可能にするための条件を定めたものである。レンズの製造誤差により、設計値の像面位置から実際の像面位置がずれてしまうことがある。そのため、像面位置のずれを所定の像面位置に補正するように、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの光軸方向の設計上の所定の位置から、レンズの製造誤差を考慮した調整により光軸方向の位置を変更可能であ

ることが好ましい。
【００６８】
したがって、光軸上の距離であるＴを、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの位置敏感度に応じて確保することが必要である。
【００６９】
第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの位置敏感度の絶対値が大きい場合は、光軸上の間隔Ｔは小さくてよく、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの位置敏感度の絶対値が小さい場合は、光軸上の間隔Ｔを大きくとることが好ましい。
【００７０】
条件式（１６）の上限を上回ると、光軸上の間隔Ｔが大きくなりすぎて、レンズ全長が長くなるため好ましくない。条件式（１６）の下限を下回ると、光軸上の間隔Ｔが小さくなりすぎて、全系の横倍率が－０．３となる物体距離にフォーカシングすることが困難となる。なお、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの位置敏感度は、（１－βＬＲＦ２×βＬＲＦ２）×βＲ２×βＲ２で求められる値である。
【００７１】
条件式（１７）の上限を上回ると、第１フォーカスレンズ群ＬＲＦに配置された負レンズの屈折率が小さくなる。その結果、負レンズの物体側あるいは像側の面の曲率の絶対値が大きくなるため、特にフォーカシングに際して発生する像面湾曲の変動が大きくなる。条件式（１７）の下限を下回ると、フォーカシングに際して発生する色収差の変動が大きくなる。
【００７２】
条件式（１８）の上限を上回って第３レンズ群Ｌ３の屈折力が弱くなると、ズーミングに際しての第３レンズ群Ｌ３の移動量が大きくなりすぎる。その結果、レンズ全長が長くなる。条件式（１８）の下限を下回って第３レンズ群Ｌ３の屈折力が強くなると、ズーミングに際して発生する軸上色収差や非点収差等の変動が大きくなる。
【００７３】
条件式（１９）の上限を上回って第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの屈折力が強くなると、フォーカシングに際しての像面湾曲等の変動が大きくなる。条件式（１９）の下限を下回って第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの屈折力が弱くなると、フォーカシングに際しての第１フォーカスレンズ群ＬＲＦの移動量が大きくなりすぎる。その結果、レンズ全長が長くなる。
【００７４】
なお、条件式（３）～（１９）の上限と下限の少なくとも一方を以下の数値範囲のように設定することがより好ましい。

０．０２５＜ｄ１ＡＢ／ｆ１Ａ＜０．３０・・・（３ａ）
１．２＜βＬＲＦ１＜３．７・・・（４ａ）
－９．５＜（１－βＬＲＦ１×βＬＲＦ１）×βＲ１×βＲ１＜－３．２・・・（５ａ）
０．０９５＜ｓｋ／Ｌｔ＜０．２７０・・・（６ａ）
１．４＜ｆ１／ｆＬＰ＜５．５・・・（７ａ）
－４．５＜ｆ１／ｆ３＜－０．７・・・（８ａ）
０．１＜（ｒ２＋ｒ１）／（ｒ２－ｒ１）＜１．３・・・（９ａ）
０．１４＜ｆ１／ｆｔ＜０．７０・・・（１０ａ）
－３．０＜（ｒ２ＬＲＦ＋ｒ１ＬＲＦ）／（ｒ２ＬＲＦ－ｒ１ＬＲＦ）＜－０．４・・・（１１ａ）
－０．００８＜θｇＦ＿Ｎ－（－０．００１６１７８×ｖｄ＿Ｎ＋０．６４１４６）＜０．００８・・・（１２ａ）
－０．０１１＜θｇＦ＿ＰＲ－（－０．００１６１７８×ｖｄ＿ＰＲ＋０．６４１４６）＜０．００４・・・（１３ａ）
０．４５＜ｆＬＦ１／ｆＬＦ２＜２．６０・・・（１４ａ）
０．３＜ＭＬＦ１／ＭＬＦ２＜４．２・・・（１５ａ）

０．０１５＜Ｔ×｜（１－βＬＲＦ２×βＬＲＦ２）×βＲ２×βＲ２｜／ｆ＜０．４００・・・（１６ａ）
５４＜ｖｄ＿ＲＦ１Ｎ＜９６・・・（１７ａ）
－１００．０＜｜ｆ２｜／ｆ３＜－０．４・・・（１８ａ）
－０．９０＜ｆＬＲＦ／ｆ１＜－０．０８・・・（１９ａ）

【００７５】

また、条件式（３）～（１９）の上限と下限の少なくとも一方を以下の数値範囲のように設定することがさらに好ましい。

０．０３＜ｄ１ＡＢ／ｆ１Ａ＜０．２５・・・（３ｂ）
１．４＜βＬＲＦ１＜３．２・・・（４ｂ）
－９．０＜（１－βＬＲＦ１×βＬＲＦ１）×βＲ１×βＲ１＜－３．５・・・（５ｂ）
０．１０＜ｓｋ／Ｌｔ＜０．２５・・・（６ｂ）
１．６＜ｆ１／ｆＬＰ＜５．０・・・（７ｂ）
－４．０＜ｆ１／ｆ３＜－０．９・・・（８ｂ）
０．２＜（ｒ２＋ｒ１）／（ｒ２－ｒ１）＜１．１・・・（９ｂ）
０．１８＜ｆ１／ｆｔ＜０．６０・・・（１０ｂ）
－２．５＜（ｒ２ＬＲＦ＋ｒ１ＬＲＦ）／（ｒ２ＬＲＦ－ｒ１ＬＲＦ）＜－０．５・・・（１１ｂ）
－０．００６＜θｇＦ＿Ｎ－（－０．００１６１７８×ｖｄ＿Ｎ＋０．６４１４６）＜０．００６・・・（１２ｂ）
－０．０１０＜θｇＦ＿ＰＲ－（－０．００１６１７８×ｖｄ＿ＰＲ＋０．６４１４６）＜０．００３・・・（１３ｂ）
０．５＜ｆＬＦ１／ｆＬＦ２＜２．２・・・（１４ｂ）
０．４＜ＭＬＦ１／ＭＬＦ２＜３．５・・・（１５ｂ）
０．０２＜Ｔ×｜（１－βＬＲＦ２×βＬＲＦ２）×βＲ２×βＲ２｜／ｆ＜０．３０・・・（１６ｂ）
５７＜ｖｄ＿ＲＦ１Ｎ＜９２・・・（１７ｂ）
－５０．０＜｜ｆ２｜／ｆ３＜－０．５・・・（１８ｂ）
－０．７０＜ｆＬＲＦ／ｆ１＜－０．１１・・・（１９ｂ）

【００７６】

次に、各実施例のズームレンズＬ０の構成の詳細について述べる。実施例２以降は、主に実施例１との差について述べる。

【００７７】

［実施例１］

実施例１のズームレンズＬ０は、物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第１レンズ群Ｌ１、負の屈折力の第２レンズ群Ｌ２、負の屈折力の第３レンズ群Ｌ３、広角端において正の屈折力を有する後群ＬＲから構成される。後群ＬＲは、物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第４レンズ群Ｌ４、正の屈折力の第５レンズ群Ｌ５、負の屈折力の第６レンズ群Ｌ６、負の屈折力の第７レンズ群Ｌ７、正の屈折力の第８レンズ群Ｌ８からなる。正の屈折力のレンズ群と負の屈折力のレンズ群を適切に配置することで、ズーム全域における諸収差を良好に補正している。

【００７８】

フォーカシングに際して、第６レンズ群Ｌ６と、第７レンズ群Ｌ７とが異なる軌跡で像側へ移動することで、フォーカシングに際して発生する諸収差の変動を抑制している。

【００７９】

像ぶれ補正に際して、第４レンズ群Ｌ４に配置された防振群ＬＶＲが光軸に垂直な方向を含むように移動する。第４レンズ群Ｌ４に配置された各レンズは比較的径が小さいため、防振群ＬＶＲを第４レンズ群Ｌ４に配置することで、防振群ＬＶＲの径を小さくすることができる。

【００８０】

また、各実施例において、光線を遮光するフレアカット絞りＦＣを配置することが好ましい。各数値実施例にはフレアカット絞りＦＣを配置する一例を示している。

【００８１】

第１レンズ群Ｌ１の物体側に隣り合った位置、あるいは第１レンズ群Ｌ１の最も物体側の面と最も像側との間の位置に少なくとも１つのフレアカット絞りＦＣを有することが好ましい。これによって、望遠端における軸上の不要なマージナル光線を適切に遮光し、ゴーストを低減することができる。

【００８２】

第２レンズ群Ｌ２の物体側に隣り合った位置、あるいは第２レンズ群Ｌ２の最も物体側の面と最も像側との間の位置に少なくとも１つのフレアカット絞りＦＣを有することが好ましい。これによって、広角端やズーム中間域における軸外の不要なマージナル光線や主光線を適切に遮光し、コマ収差やゴーストを低減することができる。

【００８３】

第３レンズ群Ｌ３の物体側に隣り合った位置、あるいは第３レンズ群Ｌ３の最も物体側の面と最も像側との間の位置に少なくとも１つのフレアカット絞りＦＣを有することが好ましい。これによって、広角端やズーム中間域における軸外の不要なマージナル光線や主光線を適切に遮光し、コマ収差やゴーストを低減することができる。

【００８４】

ズームレンズＬ０において最も像側に配置されたレンズ群の物体側に隣り合った位置、あるいは最も像側に配置されたレンズ群の像側に隣り合った位置に少なくとも１つのフレアカット絞りＦＣを有することが好ましい。これによって、広角端における軸外の不要なマージナル光線や主光線を適切に遮光し、コマ収差やゴーストを低減することができる。

【００８５】

上述したフレアカット絞りＦＣの好ましい配置は実施例１に限られるものではなく、実施例２乃至８においても同様の配置によりコマ収差やゴーストを低減することができる。

【００８６】

［実施例２］

実施例２のズームレンズＬ０は、物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第１レンズ群Ｌ１、負の屈折力の第２レンズ群Ｌ２、負の屈折力の第３レンズ群Ｌ３、広角端において正の屈折力を有する後群ＬＲから構成される。後群ＬＲは、物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第４レンズ群Ｌ４、負の屈折力の第５レンズ群Ｌ５、負の屈折力の第６レンズ群Ｌ６、正の屈折力の第７レンズ群Ｌ７からなる。実施例１に対して、レンズ群の数を減らすことで、ズーミングに際して発生する各レンズ群の相対偏心による収差の変動を抑制しやすくしている。

【００８７】

［実施例３］

実施例３のズームレンズＬ０は、物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第１レンズ群Ｌ１、正の屈折力の第２レンズ群Ｌ２、負の屈折力の第３レンズ群Ｌ３、広角端において正の屈折力を有する後群ＬＲから構成される。後群ＬＲは、物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第４レンズ群Ｌ４、負の屈折力の第５レンズ群Ｌ５、負の屈折力の第６レンズ群Ｌ６、正の屈折力の第７レンズ群Ｌ７からなる。第２レンズ群Ｌ２が正の屈折力を有することで、特にズーミングに際して発生する球面収差等の変動を抑制しやすくしている。

【００８８】

［実施例４］

実施例４のズームレンズＬ０は、ズーミングに際して第３レンズ群Ｌ３を不動としている。これにより、ズーミングに際して発生する第３レンズ群Ｌ３の偏心を抑制し、諸収差の変動を低減しやすくしている。

【００８９】

［実施例５］

実施例５のズームレンズＬ０は、物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第１レンズ群Ｌ１、負の屈折力の第２レンズ群Ｌ２、負の屈折力の第３レンズ群Ｌ３、広角端において正の屈折力を有する後群ＬＲから構成される。後群ＬＲは、正の屈折力の第４レンズ群Ｌ４、負の屈折力の第５レンズ群Ｌ５、正の屈折力の第６レンズ群Ｌ６からなる。実施例１に対して、レンズ群の数を減らすことで、ズーミングに際して発生する各レンズ群の相対偏心による収差の変動を抑制しやすくしている。

【００９０】

第６レンズ群Ｌ６は非球面レンズを有することでズーミングに際して発生する像面湾曲や歪曲収差の変動を抑制しやすくしている。

【００９１】

［実施例６］

実施例６のズームレンズＬ０は、ズーミングに際して第３レンズ群Ｌ３を不動としている。これにより、ズーミングに際して発生する第３レンズ群Ｌ３の偏心を抑制し、諸収差の変動を低減しやすくしている。また、第２レンズ群Ｌ２が３枚のレンズを有することにより、ズーミングに際して発生する像面湾曲等の変動を抑制しやすくしている。

【００９２】

［実施例７］

実施例７のズームレンズＬ０は、ズーミングに際して第８レンズ群Ｌ８を不動としている。これにより、ズーミングに際して発生する第８レンズ群Ｌ８の偏心を抑制し、諸収差の変動を低減しやすくしている。

【００９３】

［実施例８］

実施例８のズームレンズＬ０は、フォーカシングに際して、第３レンズ群Ｌ３と、第６レンズ群Ｌ６とが異なる軌跡で像側へ移動することで、フォーカシングに際して発生する諸収差の変動を抑制している。

【００９４】

各実施例のズームレンズＬ０は、任意のレンズ面を非球面とするとより好ましい。これにより、ズーミングに際しての球面収差や像面湾曲等の変動を抑制できる。特に、開口絞りＳＰより像側のレンズを非球面とすることで、非球面の製造誤差によるコマ収差や像面湾曲の悪化を抑制できるためさらに好ましい。

【００９５】

各実施例のズームレンズＬ０は、第１レンズ群Ｌ１または、第２レンズ群Ｌ２にアッベ数が８０以上かつ１００以下の材料の正レンズを１枚以上含むとよい。これにより、望遠端の軸上色収差を良好に補正することできる。より好ましくは、アッベ数が９０以上かつ９６以下の材料の正レンズを１枚以上含むと良い。

【００９６】

各実施例のズームレンズＬ０は、第１レンズ群Ｌ１の有する正レンズの少なくとも１枚のレンズの材料の比重を３．０以下とし、かつアッベ数を６５以上かつ１００以下と良い。

【００９７】

これにより、第１レンズ群Ｌ１を軽量化しつつ、望遠端の軸上色収差を良好に補正することができる。各実施例のズームレンズＬ０において、第１レンズＧ１はオハラのＳ－ＦＳＬ７であり、比重は２．４６である。そのほかに一例として、比重が２．４５である光ガラスのＪ－ＦＫ５等でもよいが、これに限定されるものではない。

【００９８】

各実施例のズームレンズＬ０は、負レンズＧＮ１の材料のアッベ数が２５以上かつ４０以下であるとよい。これにより、ズーム全域での軸上色収差と倍率色収差を補正しやすくしている。

【００９９】

各実施例のズームレンズＬ０において、最も物体側に配置されたレンズの物体側の面と、最も像側に配置されたレンズの像側の面には、フッ素コートを蒸着すると良い。最も物

体側に配置されたレンズの物体側の面と、最も像側に配置されたレンズの像側の面は外界に触れやすいため、フッ素コートを蒸着することで、撥水性や撥油性を高め、フレアを抑制し高い光学性能を得ることができる。特に、最も物体側に配置されたレンズの物体側の面は径が大きいため、フッ素コートを蒸着することが好ましい。

【０１００】

各実施例のズームレンズＬ０において配置された接合レンズにおいて、少なくとも１つの接合レンズを構成する正レンズと負レンズは、光軸上の厚みが０．００５ｍｍ以上かつ０．０５ｍｍ以下の接着剤で接着されることが好ましい。０．００５ｍｍより小さいと、剥がれやすく、また０．０３ｍｍより大きいと、接合レンズの最も物体側の面から像側の面までの光軸上の距離が長くなるため、レンズ全長が長くなる。より好ましくは０．００８ｍｍ以上かつ０．０２ｍｍ以下を満足すると良い。

【０１０１】

各実施例のズームレンズＬ０に配置された少なくとも１つのレンズには、反射を防止するための反射防止膜が付与されており、前記反射防止膜は複数の膜で構成されている。ここで、最も空気界面側の膜のｄ線に対する屈折率をＮｄとしたとき、Ｎｄが１．３２以下である反射防止膜ＰＣであることが好ましい。Ｎｄを１．３２以下とすることで、空気との屈折率差を小さくすることができるため、光の反射をより少なくすることが可能になり、ゴーストを低減することができる。

【０１０２】

具体的な反射防止膜ＰＣの構成の例としては、特開２０１２－２３０２１１号公報、特開２０１４－９５８７７号公報等に記載されているウェット法を用いた多層膜が挙げられるが、これらに限定されるものではない。より好ましくは、Ｎｄを１．３０以下とすることで、ゴーストをさらに低減することができる。

【０１０３】

ここで、ズームレンズＬ０に配置された負レンズのうち、像側に凹面を向けた負レンズの像側面に反射防止膜ＰＣを付与することが好ましい。像側に凹面を向けた負レンズで反射する光は、像側に凹面を向けた負レンズの面の法線方向に対して大きい角度で反射しやすいため反射率が高くなりやすい。また、像側に凹面を向けた負レンズで反射する光は、像面において集光しやすいため、ゴーストが目立ちやすい。よって、像側に凹面を向けた負レンズの像側面に反射防止膜ＰＣを付与することで、ゴーストを低減することができる。

【０１０４】

以下に、実施例１から８にそれぞれ対応する数値実施例１～８を示す。

【０１０５】

各数値実施例の面データにおいて、ｒは各光学面の曲率半径、ｄ（ｍｍ）は第ｍ面と第（ｍ＋１）面との間の軸上間隔（光軸上の距離）を表わしている。ただし、ｍは光入射側から数えた面の番号である。また、ｎｄは各光学部材のｄ線に対する屈折率、ｖｄは光学部材のアッベ数を表わしている。なお、ある材料のアッベ数ｖｄは、フラウンホーファ線のｄ線（波長５８７．６ｎｍ）、Ｆ線（波長４８６．１ｎｍ）、Ｃ線（波長６５６．３ｎｍ）、ｇ線（波長４３５．８ｎｍ）における屈折率をＮｄ、ＮＦ、ＮＣとするとき、

$$vd=(Nd-1)/(NF-NC)$$

で表される。

【０１０６】

バックフォーカスＢＦは最終レンズ面から像面までの距離である。レンズ全長は第１レンズ面から最終レンズ面までの距離にバックフォーカスを加えた値である。

【０１０７】

また、光学面が非球面の場合は、面番号の右側に、＊の符号を付している。非球面形状は、Ｘを光軸方向の面頂点からの変位量、ｈを光軸と垂直な方向の光軸からの高さ、Ｒを近軸曲率半径、ｋを円錐定数、Ａ４、Ａ６、Ａ８、Ａ１０を各次数の非球面係数とするとき、

$$x=(h^2/R)/[1+\{1-(1+k)(h/R)^2\}^{1/2}]+A4\times h^4+A6$$

×ｈ^{6}＋Ａ８×ｈ^{8}＋Ａ１０×ｈ^{10}
で表している。なお、各非球面係数における「ｅ±ＸＸ」は「×１０±^{XX}」を意味している。

【０１０８】

レンズ構成長は、各レンズ群において最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離を表している。

【０１０９】

非図示のＦＣは、不要光をカットするためのフレアカット絞りを表している。第ｍ面にＦＣと記載されている場合、第ｍ面と第（ｍ＋１）面との間にフレアカット絞りを配置することを意味している。

【０１１０】

［数値実施例１］

単位 ｍｍ

面データ

面番号	ｒ	ｄ	ｎｄ	ｖｄ	有効径
1	170.806	11.52	1.48749	70.2	89.81
2	-394.114	29.08			89.29
3	157.819	10.80	1.43387	95.1	75.42
4	-223.673	2.00	1.72047	34.7	74.11
5（ＦＣ）	805.986	(可変)			72.44
6	110.937	4.80	1.64769	33.8	54.28
7	217.526	1.80	1.72916	54.7	52.89
8（ＦＣ）	86.185	(可変)			51.07
9	957.252	1.65	1.72916	54.7	47.82
10	158.741	4.75			47.18
11	-101.332	1.65	1.69680	55.5	47.15
12	117.664	3.18	1.84666	23.8	47.94
13（ＦＣ）	640.828	(可変)			48.02
14	78.130	7.53	1.49700	81.5	48.97
15	-203.211	0.15			48.78
16	68.586	5.52	1.49700	81.5	47.26
17	532.441	0.20			46.51
18	58.838	7.09	1.49700	81.5	44.17
19	-222.977	1.50	1.85150	40.8	43.02
20	97.389	4.86			40.77
21(絞り)	∞	18.11			39.35
22	76.887	5.90	1.85478	24.8	29.15
23	-41.187	1.40	2.00100	29.1	28.22
24	31.126	4.09			25.80
25	47.159	1.40	2.00069	25.5	26.35
26	29.597	4.95	1.65412	39.7	25.84
27	-378.885	(可変)			25.76
28	35.744	6.15	1.56732	42.8	25.24
29	-49.358	0.20			24.44
30	-116.989	1.20	1.80400	46.5	23.33
31	36.862	3.16	1.58144	40.8	21.98
32	-1748.879	(可変)			21.47
33	306.743	1.83	1.62280	57.0	20.12
34	-98.774	1.20	1.49700	81.5	19.67
35	28.966	(可変)			18.30

36	-496.398	2.02	1.66565	35.6	17.56
37	-46.067	3.87			17.63
38	-36.886	1.30	1.71300	53.9	17.58
39（ＦＣ）	56.282	(可変)			18.19
40	-448.749	4.64	1.65412	39.7	41.82
41	-64.608	(可変)			42.26
42	∞	1.30	1.51633	64.1	50.00
43	∞	0.80			50.00
像面	∞				

各種データ

ズーム比	3.15		
焦点距離	185.00	300.00	582.00
Fナンバー	5.15	5.70	6.48
半画角	6.67	4.12	2.13
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	329.56	329.56	329.56
BF	39.56	39.56	39.56
d 5	1.80	16.70	39.92
d 8	6.17	13.42	13.57
d13	90.07	51.71	1.40
d27	2.96	2.31	1.70
d32	6.34	7.47	2.10
d35	4.53	4.07	11.28
d39	18.62	34.82	60.52
d41	37.90	37.90	37.90

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	214.23	53.40	3.21	-41.76
L2	6	-486.51	6.60	15.73	11.41
L3	9	-91.78	11.24	4.26	-4.07
L4	14	100.36	62.70	-48.89	-68.87
L5	28	66.71	10.72	-0.65	-7.37
L6	33	-72.61	3.03	2.29	0.36
L7	36	-57.67	7.19	8.85	2.61
L8	40	114.84	4.64	3.26	0.47

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	246.08
2	3	215.11
3	4	-242.82
4	6	343.47
5	7	-196.89
6	9	-261.21
7	11	-77.89
8	12	169.76
9	14	114.56
10	16	157.78
11	18	94.46
12	19	-79.43
13	22	32.12

14 23 -17.54
15 25 -82.72
16 26 42.17
17 28 37.52
18 30 -34.74
19 31 62.13
20 33 120.17
21 34 -44.93
22 36 76.15
23 38 -31.07
24 40 114.84

【０１１１】

［数値実施例２］

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	νd	有効径
1	194.596	9.09	1.48749	70.2	89.81
2	-847.706	0.20			89.40
3	358.793	5.10	1.49700	81.5	88.24
4	-9722.189	43.61			87.62
5	164.846	8.91	1.43387	95.1	67.93
6	-232.134	2.00	1.66565	35.6	66.69
7（ＦＣ）	299.163	(可変)			64.75
8	86.451	2.46	1.84666	23.8	46.26
9	134.316	1.80	1.77250	49.6	45.67
10	72.113	3.54			44.14
11	2673.406	1.65	1.77250	49.6	44.09
12（ＦＣ）	130.175	(可変)			43.44
13	-114.555	1.65	1.72916	54.7	43.04
14	94.135	3.40	1.85883	30.0	43.77
15（ＦＣ）	578.623	(可変)			43.86
16	100.358	5.47	1.49700	81.5	45.65
17	-262.039	0.15			45.62
18	62.075	6.19	1.43700	95.1	45.01
19	14246.998	0.20			44.40
20	50.974	6.48	1.49700	81.5	42.25
21	-1348.868	1.50	1.91082	35.2	41.21
22	104.784	16.40			39.61
23(絞り)	∞	6.83			32.12
24	85.940	6.50	1.85478	24.8	28.00
25	-41.040	1.40	2.00100	29.1	26.66
26	31.921	3.42			24.60
27	46.614	1.40	2.05090	26.9	24.98
28	28.770	4.69	1.70154	41.2	24.47
29	-336.143	1.70			24.35
30	35.709	5.42	1.62004	36.3	23.69
31	-54.260	1.37			22.89
32	-103.671	1.20	1.80400	46.5	20.85
33	29.018	2.68	1.65412	39.7	19.49
34	77.015	(可変)			18.90

35 -266.666 2.30 1.69350 53.2 17.41
36 -35.138 1.20 1.59282 68.6 17.07
37 31.939 (可変) 16.13
38 -64.597 1.30 1.49700 81.5 26.74
39（ＦＣ）-178.602 (可変) 27.45
40 960.057 4.31 1.66565 35.6 40.97
41 -83.955 (可変) 41.00
42 ∞ 1.30 1.54400 66.3 50.00
43 ∞ 0.80 50.00
像面 ∞

各種データ

ズーム比	2.85		
焦点距離	204.00	350.00	582.00
Fナンバー	5.15	5.70	6.48
半画角	6.05	3.54	2.13
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	344.54	344.54	344.54
BF	49.54	47.39	45.54
d 7	2.60	28.53	47.44
d12	6.06	8.29	8.86
d15	84.08	41.39	1.40
d34	2.75	5.30	2.75
d37	32.01	30.04	40.92
d39	2.00	18.10	32.13
d41	47.90	45.75	43.90

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	239.65	68.91	-9.07	-65.67
L2	8	-147.68	9.45	9.64	2.55
L3	13	-154.18	5.05	0.43	-2.34
L4	16	66.96	72.99	-3.88	-56.16
L5	35	-54.50	3.50	1.92	-0.18
L6	38	-204.39	1.30	-0.49	-1.37
L7	40	116.17	4.31	2.38	-0.21

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	325.58
2	3	696.34
3	5	223.69
4	6	-196.07
5	8	279.93
6	9	-204.15
7	11	-177.19
8	13	-70.63
9	14	130.48
10	16	146.74
11	18	142.65
12	20	98.98
13	21	-106.70

14	24	33.28
15	25	-17.77
16	27	-74.51
17	28	37.98
18	30	35.55
19	32	-28.09
20	33	69.64
21	35	58.12
22	36	-28.04
23	38	-204.39
24	40	116.17

【０１１２】

［数値実施例３］

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	νd	有効径
1	171.183	11.80	1.48749	70.2	89.81
2（ＦＣ）	-365.868	(可変)			89.27
3	156.403	10.88	1.43875	94.7	73.06
4	-174.417	2.00	1.72047	34.7	71.89
5（ＦＣ）	1520.907	(可変)			70.21
6	1457.410	1.65	1.72916	54.7	50.42
7	90.618	6.26			49.14
8	-116.957	1.65	1.61997	63.9	49.12
9	101.643	3.39	1.96300	24.1	50.08
10（ＦＣ）	341.950	(可変)			50.10
11	80.016	7.53	1.43700	95.1	50.93
12	-251.597	0.15			50.75
13	75.326	5.81	1.49700	81.5	49.57
14	1255.391	0.20			48.89
15	56.201	7.88	1.49700	81.5	46.23
16	-237.070	1.50	1.80400	46.5	45.02
17	107.504	11.75			42.68
18(絞り)	∞	13.02			37.17
19	121.140	4.48	1.84666	23.8	29.19
20	-53.408	1.40	2.00100	29.1	28.49
21	34.485	4.20			26.48
22	49.075	1.40	2.05090	26.9	26.98
23	31.559	6.00	1.65412	39.7	26.45
24	-384.167	3.57			26.29
25	41.062	5.54	1.60342	38.0	25.48
26	-56.350	0.20			24.78
27	-111.876	1.20	1.90366	31.3	23.94
28	33.303	4.68	1.77047	29.7	22.71
29	-705.298	(可変)			21.99
30	115.786	1.90	1.61340	44.3	20.41
31	-722.133	1.10	1.59282	68.6	19.84
32	31.234	(可変)			18.74
33	-166.953	1.81	1.73037	32.2	18.75
34	-49.201	6.18			18.94

35 -38.662 1.30 1.77250 49.6 18.94
36（ＦＣ） 85.508 (可変) 19.61
37 2295.727 4.64 1.66565 35.6 41.97
38 -76.977 (可変) 42.35
39 ∞ 1.30 1.51633 64.1 50.00
40 ∞ 0.80 50.00
像面 ∞
各種データ
ズーム比 3.15
焦点距離 185.00 300.00 582.00
ＦナンバーFナンバー 5.15 5.70 6.48
半画角 6.67 4.12 2.13
像高 21.64 21.64 21.64
レンズ全長 329.56 329.56 329.56
BF 42.03 42.03 42.03
d 2 23.56 30.24 34.26
d 5 3.70 23.66 44.96
d10 93.66 54.53 1.40
d29 8.19 9.09 2.10
d32 7.24 4.20 11.25
d36 16.11 30.75 58.50
d38 40.37 40.37 40.37
ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	240.96	11.80	2.55	-5.44
L2	3	1313.47	12.88	-21.48	-29.73
L3	6	-79.71	12.96	3.71	-6.10
L4	11	75.79	80.50	28.44	-61.33
L5	30	-74.26	3.00	2.63	0.74
L6	33	-59.61	9.29	11.85	3.25
L7	37	111.98	4.64	2.70	-0.09

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	240.96
2	3	189.85
3	4	-217.08
4	6	-132.59
5	8	-87.46
6	9	149.16
7	11	139.89
8	13	160.97
9	15	92.23
10	16	-91.82
11	19	44.30
12	20	-20.77
13	22	-87.73
14	23	44.84
15	25	40.22
16	27	-28.29

17 28 41.39
18 30 162.82
19 31 -50.48
20 33 94.90
21 35 -34.31
22 37 111.98

【０１１３】

［数値実施例４］

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	νd	有効径
1	158.077	11.31	1.48749	70.2	89.22
2	-509.174	21.59			88.65
3	125.655	11.09	1.43387	95.1	77.50
4	-391.341	2.00	1.66565	35.6	76.07
5（ＦＣ）	465.930	(可変)			74.15
6	110.080	1.65	1.61997	63.9	47.90
7	67.228	6.32			46.40
8	-142.124	1.65	1.72916	54.7	46.30
9	68.545	4.91	1.84666	23.8	45.97
10（ＦＣ）	321.092	(可変)			45.81
11	-171.311	1.80	1.90366	31.3	45.70
12（ＦＣ）	463.335	(可変)			46.12
13	92.510	7.28	1.49700	81.5	49.24
14	-162.381	0.15			49.26
15	77.224	6.55	1.49700	81.5	48.44
16	-436.402	0.20			47.83
17	54.618	8.24	1.49700	81.5	44.83
18	-160.002	1.50	1.83481	42.7	43.57
19	104.805	4.75			41.25
20(絞り)	∞	18.00			39.87
21	81.974	6.01	1.85478	24.8	29.97
22	-41.584	1.40	2.00100	29.1	29.07
23	33.797	4.92			26.71
24	50.482	1.40	2.00069	25.5	27.32
25	31.689	4.85	1.65412	39.7	26.80
26	-523.338	(可変)			26.71
27	41.853	6.12	1.54814	45.8	26.23
28	-47.351	0.20			25.53
29	-94.947	1.20	1.69680	55.5	24.49
30	26.092	3.80	1.65412	39.7	22.77
31	138.243	(可変)			22.19
32	145.141	1.80	1.61340	44.3	20.89
33	-188.510	1.20	1.59282	68.6	20.49
34	38.372	(可変)			19.54
35	335.097	2.31	1.61340	44.3	17.32
36	-45.404	4.40			17.48
37	-36.559	1.30	1.77250	49.6	17.27
38（ＦＣ）	60.896	(可変)			17.81
39	-181.598	4.14	1.73800	32.3	40.53

40 -57.611 (可変) 41.04
41 ∞ 1.30 1.51633 64.1 50.00
42 ∞ 0.80 50.00
像面 ∞
各種データ
ズーム比 3.35
焦点距離 204.00 300.00 682.50
Fナンバー 5.15 5.70 7.65
半画角 6.05 4.12 1.82
像高 21.64 21.64 21.64
レンズ全長 344.56 344.56 344.56
BF 44.71 44.71 44.71
d 5 19.84 32.40 51.33
d10 36.84 24.28 5.35
d12 56.48 41.63 1.40
d26 2.89 2.11 1.94
d31 7.57 8.28 2.10
d34 3.62 3.62 27.83
d38 18.59 33.50 55.88
d40 43.05 43.05 43.05
ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	184.67	45.99	6.16	-31.94
L2	6	-102.59	14.53	6.39	-4.47
L3	11	-138.22	1.80	0.25	-0.69
L4	13	78.74	65.24	-34.53	-62.10
L5	27	87.80	11.32	-2.30	-9.18
L6	32	-90.98	3.00	2.61	0.72
L7	35	-61.78	8.01	11.44	4.12
L8	39	112.74	4.14	3.44	1.09

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	248.83
2	3	220.66
3	4	-319.23
4	6	-282.73
5	8	-63.21
6	9	102.02
7	11	-138.22
8	13	119.72
9	15	132.58
10	17	82.99
11	18	-75.66
12	21	33.02
13	22	-18.45
14	24	-88.36
15	25	45.84
16	27	41.54
17	29	-29.25
18	30	48.52

19 32 133.96
20 33 -53.67
21 35 65.34
22 37 -29.40
23 39 112.74

【０１１４】

［数値実施例５］

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	νd	有効径
1	173.604	7.74	1.48749	70.2	74.85
2	-668.668	0.20			74.47
3	260.347	5.10	1.49700	81.5	73.43
4	-4188.383	25.29			72.78
5	138.054	8.19	1.43387	95.1	60.49
6	-234.104	2.00	1.66565	35.6	59.21
7（ＦＣ）	210.639	(可変)			57.27
8	85.023	2.26	1.84666	23.8	37.21
9	154.793	1.80	1.81600	46.6	36.69
10（ＦＣ）	60.709	(可変)			35.32
11	-324.229	1.65	1.72916	54.7	33.56
12	158.255	2.75			33.26
13	-82.052	1.65	1.72916	54.7	33.26
14	92.545	2.70	1.85478	24.8	34.06
15（ＦＣ）	2019.792	(可変)			34.21
16	71.137	4.64	1.49700	81.5	36.20
17	-351.943	0.15			36.18
18	55.256	5.28	1.43700	95.1	35.91
19	-522.509	0.20			35.40
20	43.993	5.74	1.49700	81.5	33.83
21	-442.271	1.50	1.91082	35.2	32.71
22	90.035	8.79			31.43
23(絞り)	∞	5.60			28.14
24	83.679	6.50	1.85478	24.8	25.22
25	-37.048	1.40	2.00100	29.1	23.87
26	32.685	3.28			22.29
27	49.481	1.40	2.05090	26.9	22.63
28	28.848	4.09	1.74400	44.8	22.22
29	-280.577	1.70			22.11
30	40.975	4.74	1.66565	35.6	21.53
31	-44.897	0.59			20.87
32	-55.492	1.20	1.77250	49.6	19.97
33	106.409	(可変)			19.14
34	-257.743	2.83	1.63930	44.9	16.64
35	-25.508	1.20	1.59282	68.6	16.65
36（ＦＣ）	30.852	(可変)			16.62
37*	-93.406	2.00	1.58313	59.4	29.36
38	81.856	6.64	1.53172	48.8	30.88
39	-53.407	(可変)			34.00
40	∞	1.30	1.54400	66.3	50.00

41 ∞ 0.80 50.00
像面 ∞
非球面データ
第37面
K = 0.00000e+00 A 4=-5.61235e-07 A 6= 3.23010e-09 A 8=-1.63969e-11
A10= 3.48666e-14
各種データ
ズーム比 3.88

焦点距離	125.00	250.00	485.00
Fナンバー	5.15	5.70	6.48
半画角	9.82	4.95	2.55
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	299.54	299.54	299.54
BF	64.13	57.60	51.99
d 7	2.60	35.11	53.96
d10	5.56	7.66	10.06
d15	82.38	39.99	1.40
d33	2.61	8.27	10.15
d36	11.47	20.12	41.18
d39	62.49	55.96	50.35

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	203.74	48.52	-8.78	-46.56
L2	8	-295.40	4.06	8.86	6.45
L3	11	-66.75	8.75	2.25	-3.83
L4	16	54.68	56.80	5.95	-41.31
L5	34	-50.11	4.03	2.23	-0.24
L6	37	289.42	8.64	15.91	10.91

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	283.57
2	3	493.37
3	5	201.50
4	6	-166.27
5	8	219.54
6	9	-123.47
7	11	-145.64
8	13	-59.41
9	14	113.39
10	16	119.50
11	18	114.67
12	20	80.83
13	21	-82.02
14	24	30.81
15	25	-17.18
16	27	-68.20
17	28	35.36
18	30	32.91
19	32	-47.06

20 34 44.07
21 35 -23.37
22 37 -74.50
23 38 61.84

【０１１５】

［数値実施例６］

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	νd	有効径
1	185.136	10.53	1.48749	70.2	89.81
2	-468.666	11.50			89.35
3	135.136	9.87	1.43387	95.1	82.49
4	-1482.456	2.00	1.73800	32.3	81.26
5（ＦＣ）	678.705	(可変)			79.98
6	92.605	1.65	1.72916	54.7	54.06
7	72.502	6.83			52.64
8	-214.838	1.65	1.72916	54.7	52.53
9	65.101	5.45	1.84666	23.8	51.51
10（ＦＣ）	200.453	(可変)			51.21
11	-134.322	1.80	1.90366	31.3	50.95
12（ＦＣ）	564.979	(可変)			51.61
13	113.990	7.71	1.49700	81.5	52.98
14	-141.886	0.15			53.11
15	82.813	7.03	1.49700	81.5	52.49
16	-447.028	0.20			51.93
17	55.599	9.22	1.49700	81.5	48.72
18	-176.696	1.50	1.83481	42.7	47.44
19	115.041	4.92			45.01
20(絞り)	∞	20.19			43.64
21	78.019	6.51	1.85478	24.8	32.57
22	-47.199	1.40	2.00100	29.1	31.60
23	33.910	4.96			28.86
24	50.532	1.40	2.00069	25.5	29.58
25	31.163	5.54	1.67300	38.3	28.99
26	-644.614	(可変)			28.89
27	41.737	6.53	1.61340	44.3	28.34
28	-54.673	0.20			27.55
29	-122.333	1.20	1.80400	46.5	26.26
30	30.744	3.56	1.72047	34.7	24.43
31	151.153	(可変)			23.84
32	165.525	1.58	1.71700	47.9	22.70
33	-479.514	1.20	1.59282	68.6	22.30
34	36.614	(可変)			21.10
35	502.145	2.05	1.66565	35.6	17.98
36	-56.738	5.63			18.02
37	-42.218	1.30	1.81600	46.6	17.59
38	59.727	(可変)			18.10
39	-400.292	4.50	1.73800	32.3	42.45
40（ＦＣ）	-67.000	(可変)			42.90
41	∞	1.30	1.54400	66.3	50.00

42 ∞ 0.80 50.00
像面 ∞
各種データ
ズーム比 3.15

焦点距離	185.00	300.00	582.00
Fナンバー	5.15	5.70	6.48
半画角	6.67	4.12	2.13
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	329.54	329.54	329.54
BF	42.04	42.04	42.04
d 5	10.53	27.85	47.53
d10	44.08	26.76	7.08
d12	51.92	32.56	1.40
d26	3.28	2.17	1.72
d31	4.67	6.48	2.10
d34	4.82	3.94	17.83
d38	18.43	37.97	60.08
d40	40.40	40.40	40.40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	181.06	33.90	6.04	-20.65
L2	6	-124.70	15.59	8.77	-2.88
L3	11	-119.94	1.80	0.18	-0.76
L4	13	76.01	70.74	-31.21	-63.60
L5	27	80.91	11.49	-2.34	-9.03
L6	32	-87.10	2.78	2.34	0.65
L7	35	-57.06	8.98	12.56	4.08
L8	39	108.41	4.50	3.09	0.52

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	273.68
2	3	285.97
3	4	-630.59
4	6	-474.45
5	8	-68.35
6	9	111.81
7	11	-119.94
8	13	128.47
9	15	141.20
10	17	86.23
11	18	-83.27
12	21	35.25
13	22	-19.54
14	24	-84.30
15	25	44.32
16	27	39.61
17	29	-30.45
18	30	52.91
19	32	171.79
20	33	-57.33

21 35 76.70
22 37 -30.14
23 39 108.41

【０１１６】

［数値実施例７］

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	νd	有効径
1	150.309	11.96	1.48749	70.2	89.81
2	-481.314	31.52			89.20
3	131.122	11.14	1.43387	95.1	73.61
4	-245.600	2.00	1.72047	34.7	72.14
5（ＦＣ）	467.037	(可変)			70.21
6	127.182	3.62	1.73037	32.2	49.66
7	361.846	1.80	1.72916	54.7	48.80
8（ＦＣ）	72.346	(可変)			46.72
9	-2309.514	1.65	1.72916	54.7	44.23
10	330.094	3.52			43.89
11	-92.981	1.65	1.69680	55.5	43.87
12	97.379	3.08	1.84666	23.8	44.68
13（ＦＣ）	364.057	(可変)			44.76
14	66.257	7.78	1.49700	81.5	45.90
15	-180.827	0.15			45.70
16	75.550	4.81	1.49700	81.5	44.38
17	874.213	0.20			43.71
18	52.221	7.56	1.49700	81.5	41.39
19	-147.505	1.50	1.85150	40.8	40.14
20	93.480	4.64			37.93
21(絞り)	∞	14.72			36.60
22	74.302	6.23	1.85478	24.8	28.64
23	-36.705	1.40	2.00100	29.1	27.68
24	31.093	3.56			25.34
25	46.201	1.40	2.00069	25.5	25.87
26	28.960	4.92	1.65412	39.7	25.39
27	-365.718	(可変)			25.33
28	36.475	6.16	1.56732	42.8	24.89
29	-45.198	0.20			24.14
30	-98.335	1.20	1.80400	46.5	23.03
31	32.069	3.26	1.65412	39.7	21.65
32	504.250	(可変)			21.15
33	193.985	1.58	1.62280	57.0	19.93
34	-200.000	1.20	1.49700	81.5	19.53
35	31.124	(可変)			18.38
36	-256.193	2.00	1.66565	35.6	18.37
37	-45.934	5.20			18.45
38	-35.265	1.30	1.71300	53.9	17.67
39（ＦＣ）	60.693	(可変)			18.05
40	-336.312	4.54	1.65412	39.7	40.26
41	-59.940	(可変)			40.75
42	∞	1.30	1.51633	64.1	50.00

43 ∞ 0.80 50.00
像面 ∞
各種データ
ズーム比 3.77
焦点距離 154.50 300.00 582.00
Fナンバー 5.15 5.70 6.48
半画角 7.97 4.12 2.13
像高 21.64 21.64 21.64
レンズ全長 329.56 329.56 329.56
BF 44.56 44.56 44.56
d 5 1.80 23.69 44.51
d 8 6.58 16.02 13.98
d13 95.54 45.60 1.40
d27 2.79 1.90 1.84
d32 2.10 6.02 2.10
d35 4.05 4.05 12.36
d39 14.69 30.27 51.36
d41 42.90 42.90 42.90
ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	204.41	56.63	2.44	-45.17
L2	6	-240.49	5.42	7.59	4.32
L3	9	-91.55	9.91	4.03	-3.04
L4	14	87.16	58.86	-39.92	-60.74
L5	28	70.17	10.83	-1.08	-7.73
L6	33	-83.11	2.78	2.30	0.52
L7	36	-54.93	8.50	10.67	2.94
L8	40	110.79	4.54	3.32	0.59

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	236.43
2	3	198.81
3	4	-223.14
4	6	266.78
5	7	-124.34
6	9	-395.99
7	11	-68.02
8	12	156.19
9	14	98.60
10	16	166.06
11	18	78.59
12	19	-67.01
13	22	29.51
14	23	-16.64
15	25	-80.83
16	26	41.23
17	28	36.58
18	30	-29.95
19	31	52.21
20	33	158.36

21 34 -54.10
22 36 83.76
23 38 -31.11
24 40 110.79

【０１１７】

［数値実施例８］

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	νd	有効径
1	156.049	11.59	1.48749	70.2	89.82
2	-496.261	30.48			89.23
3	145.397	10.56	1.43387	95.1	74.81
4	-264.253	2.00	1.74951	35.3	73.48
5（ＦＣ）	691.229	(可変)			71.86
6	104.105	3.00	1.75520	27.5	57.27
7	168.323	1.80	1.72916	54.7	56.40
8	89.864	3.50			54.10
9	451.643	1.65	1.83481	42.7	54.02
10（ＦＣ）	118.638	(可変)			52.51
11	-113.512	1.65	1.69680	55.5	44.19
12	90.699	2.81	1.92119	24.0	44.67
13（ＦＣ）	226.240	(可変)			44.68
14	90.565	6.04	1.43700	95.1	45.29
15	-209.408	0.15			45.25
16	59.188	6.07	1.49700	81.5	44.50
17	1009.241	0.20			43.81
18	44.835	6.63	1.49700	81.5	41.26
19	2019.829	1.50	1.91082	35.2	40.11
20	108.557	9.77			38.47
21(絞り)	∞	7.71			32.99
22	117.629	6.50	1.84666	23.8	27.21
23	-42.821	1.40	2.00100	29.1	25.44
24	29.226	3.38			23.28
25	41.959	1.40	2.05090	26.9	23.56
26	27.197	4.39	1.65412	39.7	23.00
27	-493.461	(可変)			22.85
28	42.301	4.96	1.59551	39.2	21.95
29	-41.477	0.20			21.32
30	-74.047	1.20	1.80400	46.5	20.53
31	26.655	3.40	1.65412	39.7	19.32
32	1794.563	(可変)			18.87
33	180.718	2.25	1.61340	44.3	17.50
34	-66.401	1.20	1.59282	68.6	16.99
35	28.364	(可変)			15.98
36	-42.457	1.30	1.49700	81.5	21.41
37（ＦＣ）	449.975	(可変)			22.33
38	-1546.985	5.41	1.61340	44.3	38.27
39	-56.851	(可変)			41.00
40	∞	1.30	1.54400	66.3	50.00
41	∞	0.80			50.00

像面　　∞
各種データ
　ズーム比　　3.15
焦点距離　185.00　300.00　582.00
Fナンバー　5.15　5.70　6.48
半画角　　6.67　4.12　2.13
像高　　21.64　21.64　21.64
レンズ全長　329.54　329.54　329.54
BF　　45.54　45.54　46.21
d 5　　2.60　23.85　44.94
d10　　28.76　31.57　25.72
d13　　80.42　45.22　1.40
d27　　3.02　2.84　4.21
d32　　8.20　9.79　2.10
d35　　14.88　13.16　30.01
d37　　2.00　13.45　30.85
d39　　43.90　43.90　44.56
ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	208.29	54.63	3.87	-42.49
L2	6	-168.15	9.95	10.39	2.97
L3	11	-128.74	4.46	0.97	-1.46
L4	14	85.44	55.16	-46.35	-59.18
L5	28	84.24	9.76	-1.32	-7.25
L6	33	-58.68	3.45	2.61	0.44
L7	36	-77.99	1.30	0.07	-0.79
L8	38	96.08	5.41	3.48	0.13

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	244.96
2	3	217.87
3	4	-254.83
4	6	354.20
5	7	-266.98
6	9	-193.18
7	11	-72.11
8	12	162.72
9	14	145.57
10	16	126.24
11	18	92.16
12	19	-126.00
13	22	37.78
14	23	-17.19
15	25	-77.32
16	26	39.54
17	28	35.96
18	30	-24.25
19	31	41.33
20	33	79.44
21	34	-33.37

22　　36　　-77.99
23　　38　　96.08
【０１１８】
各数値実施例における無限遠から各物体距離に合焦した時の各レンズ群の繰り出し量を、以下の表１にまとめて示す。表１では物体側から像側に向かう方向を正とする、
【０１１９】
【表１】

表 1

		広角端	中間域	望遠端	
	移動群	横倍率-0.15	横倍率-0.2	横倍率-0.2	横倍率-0.3
実施例1	第1面から物体面	-1045.796	-1260.902	-2661.210	-1695.742
	第6レンズ群	1.711	7.022	11.072	16.691
	第7レンズ群	11.606	9.938	6.086	11.000
実施例2	第1面から物体面	-1149.698	-1489.351	-2747.821	-1747.718
	第5レンズ群	7.126	14.672	17.937	29.500
実施例3	第1面から物体面	-1073.783	-1273.545	-2658.958	-1693.927
	第5レンズ群	2.748	7.901	11.957	18.046
	第6レンズ群	9.454	10.008	5.913	11.000
実施例4	第1面から物体面	-1128.720	-1241.181	-3192.957	-2049.844
	第6レンズ群	3.523	8.885	15.288	23.618
	第7レンズ群	11.480	12.131	5.512	10.578
実施例5	第1面から物体面	-682.856	-1004.119	-2222.774	-1385.923
	第5レンズ群	4.077	11.092	17.507	29.001
実施例6	第1面から物体面	-1051.298	-1292.840	-2713.321	-1747.730
	第6レンズ群	2.070	7.584	12.209	18.207
	第7レンズ群	11.466	10.282	5.858	11.163
実施例7	第1面から物体面	-849.627	-1235.048	-2649.768	-1682.619
	第6レンズ群	1.967	8.814	13.653	20.695
	第7レンズ群	8.149	8.418	6.727	12.389
実施例8	第1面から物体面	-906.114	-1013.076	-2431.733	-1382.947
	第3レンズ群	-21.646	-23.360	-8.647	-18.604
	第6レンズ群	1.893	7.190	14.977	21.577

【０１２０】
各数値実施例における種々の値を、以下の表２にまとめて示す。
【０１２１】

【表２】

表２

	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
ft	582.000	582.000	582.000	682.500	485.000	582.000	582.000	582.000
f1	214.225	239.654	240.959	184.667	203.735	181.056	204.415	208.294
f2	−486.513	−147.677	1313.472	−102.593	−295.395	−124.698	−240.493	−168.154
f3	−91.782	−154.178	−79.712	−138.216	−66.753	−119.944	−91.550	−128.741
fLP	100.365	66.964	75.786	78.737	54.679	76.005	87.162	85.445
f1A	246.085	223.011	240.959	248.829	181.132	273.678	236.425	244.956
sk	39.557	45.542	42.027	44.710	51.994	42.037	44.557	45.542
Lt	330.000	345.000	330.000	345.000	300.000	330.000	330.000	330.000
d1AB	29.080	43.606	23.563	21.586	25.287	11.500	31.523	30.478
βLRF1	1.732	2.738	1.755	1.766	2.750	1.713	1.638	2.065
βLRF2	1.714	2.526	1.734	1.723	2.521	1.699	1.615	1.952
βR1	1.967	0.936	1.875	1.812	0.858	1.920	1.898	1.346
βR2	1.911	0.936	1.822	1.762	0.858	1.863	1.836	1.346
r1	170.806	194.596	171.183	158.077	173.604	185.136	150.309	156.049
r2	−394.114	−847.706	−365.868	−509.174	−668.668	−468.666	−481.314	−496.261
r1LRF	306.743	−266.666	115.786	145.141	−257.743	165.525	193.985	180.718
r2LRF	28.966	31.939	31.234	38.372	30.852	36.614	31.124	28.364
fLRF	−72.608	−54.502	−74.262	−90.980	−50.108	−87.099	−83.111	−58.684
fLF1	−72.608		−74.262	−90.980		−87.099	−83.111	−58.684
fLF2	−57.669		−59.611	−61.779		−57.063	−54.930	−77.992
MLF1	11.072		11.957	15.288		12.209	13.653	8.647
MLF2	6.086		5.913	5.512		5.858	6.727	14.977
T	5.593	11.421	4.203	14.788	12.184	10.782	4.052	8.431
νd_RF1N	81.540	68.621	68.621	68.621	68.621	68.621	81.540	68.621
条件式(1)	0.440	1.623	0.183	1.800	0.690	1.452	0.850	1.239
条件式(2)	0.567	0.593	0.567	0.505	0.619	0.567	0.567	0.567
条件式(3)	0.118	0.196	0.098	0.087	0.140	0.042	0.133	0.124
条件式(4)	1.732	2.738	1.755	1.766	2.750	1.713	1.638	2.065
条件式(5)	−7.736	−5.699	−7.317	−6.952	−4.833	−7.134	−6.066	−5.909
条件式(6)	0.120	0.132	0.127	0.130	0.173	0.127	0.135	0.138
条件式(7)	2.134	3.579	3.179	2.345	3.726	2.382	2.345	2.438
条件式(8)	−2.334	−1.554	−3.023	−1.336	−3.052	−1.509	−2.233	−1.618
条件式(9)	0.395	0.627	0.363	0.526	0.588	0.434	0.524	0.522
条件式(10)	0.368	0.412	0.414	0.271	0.420	0.311	0.351	0.358
条件式(11)	−1.209	−0.786	−1.739	−1.719	−0.786	−1.568	−1.382	−1.372
条件式(12)	−0.0019	−0.0014	−0.0019	−0.0014	−0.0014	0.0008	−0.0019	−0.0025
条件式(14)	1.259		1.246	1.473		1.526	1.513	0.752
条件式(15)	1.819		2.022	2.773		2.084	2.029	0.577
条件式(16)	0.068	0.093	0.048	0.132	0.099	0.121	0.038	0.074
条件式(17)	81.540	68.621	68.621	68.621	68.621	68.621	81.540	68.621
条件式(18)	−5.301	−0.958	−16.478	−0.742	−4.425	−1.040	−2.627	−1.306
条件式(19)	−0.339	−0.227	−0.308	−0.493	−0.246	−0.481	−0.407	−0.282

【０１２２】

各数値実施例における条件式（１３）を満たすレンズおよびその数値を、以下の表３にまとめて示す。

【０１２３】

【表３】

表３

	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	
条件式(13)	G16	-0.0036	G20	-0.0036	G14	-0.0036	G15	-0.0036	G17	-0.00355	G15	-0.0039	G16	-0.0036	G16	-0.0036
	G20	-0.0028	G21	-0.0081	G18	-0.0065	G18	-0.0036	G18	-0.00137	G16	-0.0065	G19	-0.0036	G19	-0.0036
	G22	-0.0014	G24	-0.0014	G22	-0.0014	G19	-0.0065	G20	-0.00053	G18	-0.0019	G20	-0.0028	G20	-0.0065
	G24	-0.0036	/	/	/	/	G21	-0.0065	/	/	G19	-0.0034	G22	-0.0014	G23	-0.0065
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	G21	-0.0014	G24	-0.0036	/	/

【０１２４】

［撮像装置］

次に、本発明のズームレンズを撮像光学系として用いたデジタルスチルカメラ（撮像装置）の実施例について、図２５を用いて説明する。図２５において、１１は実施例１～８で説明したいずれかのズームレンズによって構成された撮像光学系である。１２はカメラ本体１０に内蔵され、撮像光学系１１によって形成された光学像を受光して光電変換するＣＣＤセンサやＣＭＯＳセンサ等の撮像素子（光電変換素子）である。カメラ本体１０はクイックターンミラーを有する所謂一眼レフカメラでもよいし、クイックターンミラーを有さない所謂ミラーレスカメラでもよい。

【０１２５】
このように、本発明のズームレンズＬ０をデジタルスチルカメラなどの撮像装置に適用することにより、高解像度で広画角な画像を得ることができる。
【０１２６】
各実施例の開示は、以下の構成を含む。
【０１２７】
（構成１）
物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第１レンズ群、第２レンズ群、負の屈折力の第３レンズ群、１つ以上のレンズ群を有する後群からなり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、
前記第１レンズ群は、ズーミングに際して不動であり、かつ最も物体側に配置された正の屈折力の第１正レンズを有し、
前記後群は、広角端において正の屈折力を有し、
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２、望遠端におけるレンズ全長をＬｔ、望遠端における全系の焦点距離をｆｔとするとき、
０．０５＜ｆ１／｜ｆ２｜＜２．００
０．４０＜Ｌｔ／ｆｔ＜０．６５
なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。
【０１２８】
（構成２）
前記後群は、無限遠から至近へのフォーカシングに際して移動する第１フォーカスレンズ群を有することを特徴とする構成１に記載のズームレンズ。
【０１２９】
（構成３）
前記第１フォーカスレンズ群は負の屈折力を有し、無限遠から至近へのフォーカシングに際して像側に移動することを特徴とする構成２に記載のズームレンズ。
【０１３０】
（構成４）
前記第１レンズ群は、第１部分群と、該第１部分群の像側に隣り合って配置された第２部分群とからなり、
前記第１レンズ群における隣り合うレンズの光軸上の空気間隔のうち、前記第１部分群と前記第２部分群との光軸上の空気間隔が最大であり、
前記第１部分群の最も像側の面と前記第２部分群の最も物体側の面の光軸上の距離をｄ１ＡＢ、前記第１部分群の焦点距離をｆ１Ａとするとき、
０．０２＜ｄ１ＡＢ／ｆ１Ａ＜０．３５
なる条件式を満足する構成１乃至３の何れか一構成に記載のズームレンズ。
【０１３１】
（構成５）
前記第１レンズ群は、４枚以下のレンズで構成されることを特徴とする構成１乃至４の何れか一構成に記載のズームレンズ。
【０１３２】
（構成６）
望遠端において、全系の横倍率が－０．２となる物体距離にフォーカシングしたときの前記第１フォーカスレンズ群の横倍率をβＬＲＦ１とするとき、
１．１＜βＬＲＦ１＜４．０
なる条件式を満足することを特徴とする構成３に記載のズームレンズ。
【０１３３】
（構成７）
望遠端において、全系の横倍率が－０．２となる物体距離にフォーカシングしたときの前記第１フォーカスレンズ群の横倍率をβＬＲＦ１、前記第１フォーカスレンズ群より像

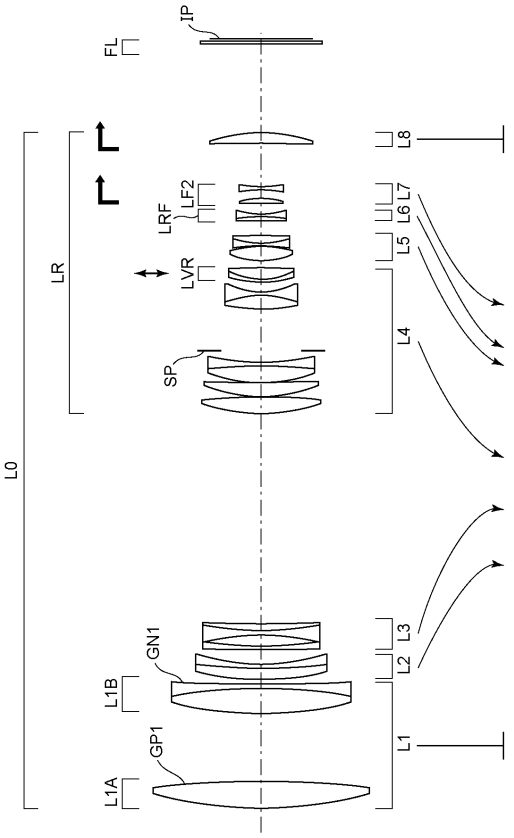
側に配置されたすべてのレンズ群の合成横倍率をβＲ１とするとき、
　－１０．０＜（１－βＬＲＦ１×βＬＲＦ１）×βＲ１×βＲ１＜－３．０
なる条件式を満足することを特徴とする構成３に記載のズームレンズ。
【０１３４】
　（構成８）
　広角端および望遠端におけるバックフォーカスのうち小さいバックフォーカスをｓｋ、望遠端におけるレンズ全長をＬｔとするとき、
　０．０９＜ｓｋ／Ｌｔ＜０．３
なる条件式を満足することを特徴とする構成１乃至７の何れか一構成に記載のズームレンズ。
【０１３５】
　（構成９）
　前記後群に配置された正の屈折力のレンズ群のうち、最も物体側に配置されたレンズ群の焦点距離をｆＬＰとするとき、
　１．２＜ｆ１／ｆＬＰ＜６．０
なる条件式を満足することを特徴とする構成１乃至８の何れか一構成に記載のズームレンズ。
【０１３６】
　（構成１０）
　前記第３レンズ群の焦点距離をｆ３とするとき、
　－５．０＜ｆ１／ｆ３＜－０．５
なる条件式を満足することを特徴とする構成１乃至９の何れか一構成に記載のズームレンズ。
【０１３７】
　（構成１１）
　前記第１正レンズの物体側の面の曲率半径をｒ１、前記第１正レンズの像側の面の曲率半径をｒ２とするとき、
　０．０＜（ｒ２＋ｒ１）／（ｒ２－ｒ１）＜１．５
なる条件式を満足することを特徴とする構成１乃至１０の何れか一構成に記載のズームレンズ。
【０１３８】
　（構成１２）
　無限遠から至近へのフォーカシングに際して、前記第１レンズ群は不動であることを特徴とする構成１乃至１１の何れか一構成に記載のズームレンズ。
【０１３９】
　（構成１３）
　０．１＜ｆ１／ｆｔ＜０．８
なる条件式を満足することを特徴とする構成１乃至１２の何れか一構成に記載のズームレンズ。
【０１４０】
　（構成１４）
　前記第１フォーカスレンズ群の最も物体側の面の曲率半径をｒ１ＬＲＦ、前記第１フォーカスレンズ群の最も像側の面の曲率半径をｒ２ＬＲＦとするとき、
　－３．５＜（ｒ２ＬＲＦ＋ｒ１ＬＲＦ）／（ｒ２ＬＲＦ－ｒ１ＬＲＦ）＜－０．２
なる条件式を満足することを特徴とする構成３に記載のズームレンズ。
【０１４１】
　（構成１５）
　前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第４レンズ群、第５レンズ群、第６レンズ群を有することを特徴とする構成１乃至１４の何れか一構成に記載のズームレンズ。

【０１４２】
（構成１６）
前記第１レンズ群において配置された負レンズのうち、最も物体側に配置された負レンズのアッベ数をｖｄ＿Ｎ、ｇ線とＦ線に対する部分分散比をθｇＦ＿Ｎとするとき、
－０．０１＜θｇＦ＿Ｎ－（－０．００１６１７８×ｖｄ＿Ｎ＋０．６４１４６）＜０．０１
なる条件式を満足することを特徴とする構成１乃至１５の何れか一構成に記載のズームレンズ。
【０１４３】
（構成１７）
前記後群は、軸上光束を決定する開口絞りを有し、かつ該開口絞りより像側に配置された複数の正レンズを有し、該複数の正レンズのうち少なくとも２枚の正レンズのアッベ数をｖｄ＿ＰＲ、ｇ線とＦ線に対する部分分散比をθｇＦ＿ＰＲとするとき、
－０．０１２＜θｇＦ＿ＰＲ－（－０．００１６１７８×ｖｄ＿ＰＲ＋０．６４１４６）＜０．００５
なる条件式を満足することを特徴とする構成１乃至１６の何れか一構成に記載のズームレンズ。
【０１４４】
（構成１８）
前記ズームレンズは、第２フォーカスレンズ群を有し、前記第１フォーカスレンズ群と、前記第２フォーカスレンズ群とは、無限遠から至近へのフォーカシングに際して、異なる軌跡で移動することを特徴とする構成３に記載のズームレンズ。
【０１４５】
（構成１９）
前記第１フォーカスレンズ群と前記第２フォーカスレンズ群のうち、物体側に配置されたレンズ群を物体側フォーカスレンズ群、像側に配置されたレンズ群を像側フォーカスレンズ群とし、
前記物体側フォーカスレンズ群の焦点距離をｆＬＦ１、前記像側フォーカスレンズ群の焦点距離をｆＬＦ２とするとき、
０．４＜ｆＬＦ１／ｆＬＦ２＜３．０
なる条件式を満足することを特徴とする構成１８に記載のズームレンズ。
【０１４６】
（構成２０）
前記第１フォーカスレンズ群と前記第２フォーカスレンズ群のうち、物体側に配置されたレンズ群を物体側フォーカスレンズ群、像側に配置されたレンズ群を像側フォーカスレンズ群とし、
望遠端において、無限遠から全系の横倍率が－０．２となる物体距離にフォーカシングしたときの前記物体側フォーカスレンズ群の移動量の絶対値をＭＬＦ１、前記像側フォーカスレンズ群の移動量の絶対値をＭＬＦ２とするとき、
０．２＜ＭＬＦ１／ＭＬＦ２＜５．０
なる条件式を満足することを特徴とする構成１８に記載のズームレンズ。
【０１４７】
（構成２１）
望遠端において、全系の横倍率が－０．３となる物体距離にフォーカシングしたときの前記第１フォーカスレンズ群の最も像側の面と、前記第１フォーカスレンズ群の像側に隣り合って配置されたレンズの物体側の面との光軸上の距離をＴ、前記第１フォーカスレンズ群の横倍率をβＬＲＦ２、前記第１フォーカスレンズ群より像側に配置されたすべてのレンズ群の合成横倍率をβＲ２とするとき、
０．０１＜Ｔ×｜（１－βＬＲＦ２×βＬＲＦ２）×βＲ２×βＲ２｜／ｆ＜０．５０
なる条件式を満足することを特徴とする構成３に記載のズームレンズ。

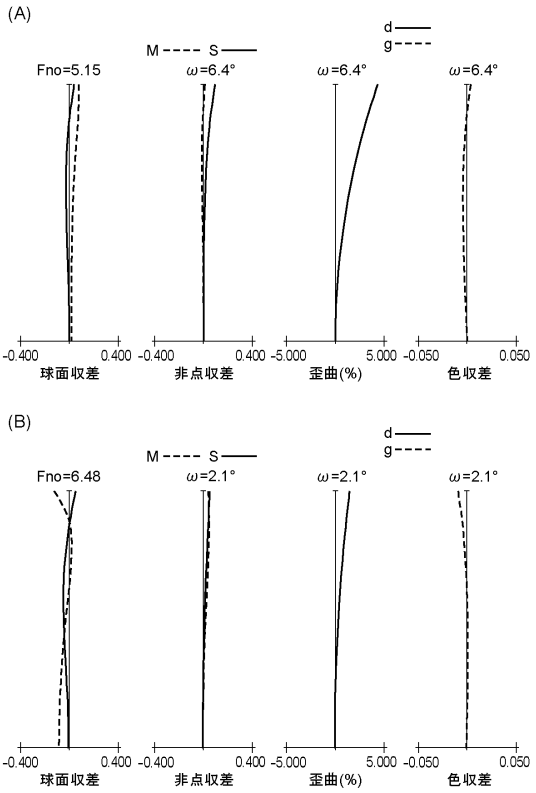
【０１４８】
（構成２２）
前記第１フォーカスレンズ群は正レンズと負レンズとからなる接合レンズを有し、該負レンズのアッベ数をｖｄ＿ＲＦ１Ｎとするとき、
５０＜ｖｄ＿ＲＦ１Ｎ＜１００
なる条件式を満足することを特徴とする、構成３に記載のズームレンズ。
【０１４９】
（構成２３）
前記第１部分群は２枚以下のレンズで構成されることを特徴とする構成４に記載のズームレンズ。
【０１５０】
（構成２４）
前記第３レンズ群の焦点距離をｆ３とするとき、
－１０００．０＜｜ｆ２｜／ｆ３＜－０．３
なる条件式を満足することを特徴とする構成１乃至２３の何れか一構成に記載のズームレンズ。
【０１５１】
（構成２５）
前記第１フォーカスレンズ群の焦点距離をｆＬＲＦとするとき、
－１．００＜ｆＬＲＦ／ｆ１＜－０．０５
なる条件式を満足することを特徴とする構成３に記載のズームレンズ。
【０１５２】
（構成２６）
構成１乃至２５のいずれか一構成に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する撮像素子を有することを特徴とする撮像装置。
【０１５３】
以上、本発明に好ましい実施形態及び実施例について説明したが、本発明はこれらの実施形態及び実施例に限定されず、その要旨の範囲内で種々の組合せ、変形及び変更が可能である。
【符号の説明】
【０１５４】
Ｌ０　ズームレンズ
Ｌ１　第１レンズ群
Ｌ２　第２レンズ群
Ｌ３　第３レンズ群
ＬＲ　後群
第１正レンズ　ＧＰ１

【図面】

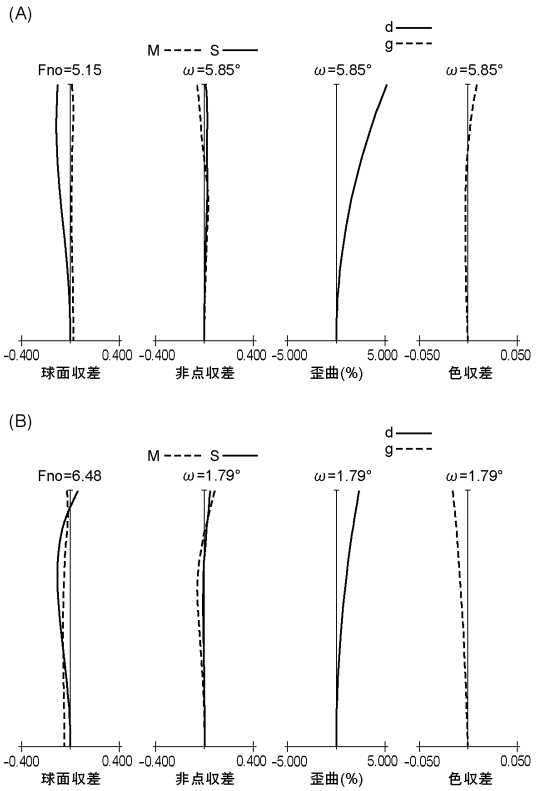
【図１】


IP
FL
L8
LF2
LRF
L6
L7
L5
LR
LVR
L4
SP
L0
L3
GN1
L2
L1B
L1
GP1
L1A

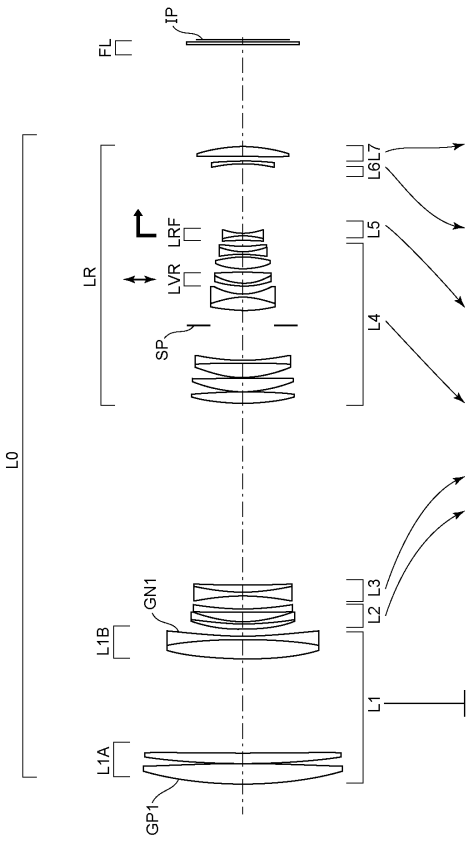
【図２】


(A)
M S
d
g
Fno=5.15
ω=6.4°
ω=6.4°
ω=6.4°
-0.400 0.400
-0.400 0.400
-5.000 5.000
-0.050 0.050
球面収差
非点収差
歪曲(%)
色収差
(B)
M S
d
g
Fno=6.48
ω=2.1°
ω=2.1°
ω=2.1°
-0.400 0.400
-0.400 0.400
-5.000 5.000
-0.050 0.050
球面収差
非点収差
歪曲(%)
色収差

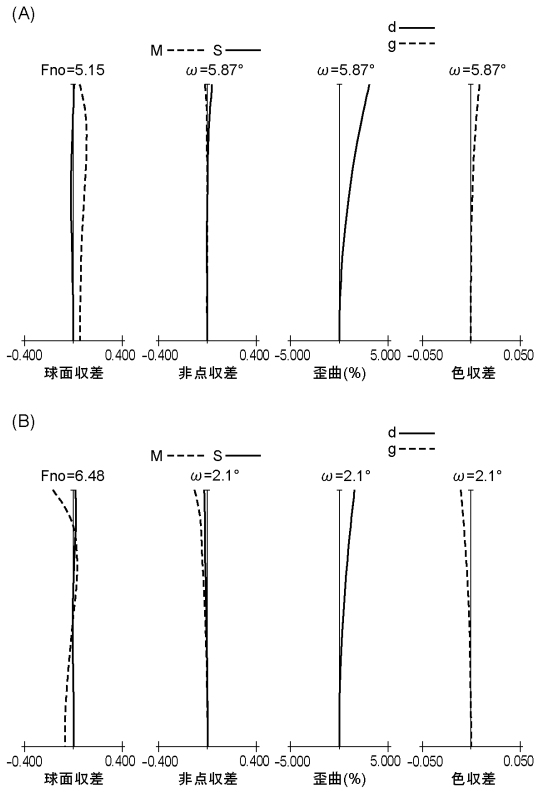
【図３】


(A)
M S
d
g
Fno=5.15
ω=5.85°
ω=5.85°
ω=5.85°
-0.400 0.400
-0.400 0.400
-5.000 5.000
-0.050 0.050
球面収差
非点収差
歪曲(%)
色収差
(B)
M S
d
g
Fno=6.48
ω=1.79°
ω=1.79°
ω=1.79°
-0.400 0.400
-0.400 0.400
-5.000 5.000
-0.050 0.050
球面収差
非点収差
歪曲(%)
色収差

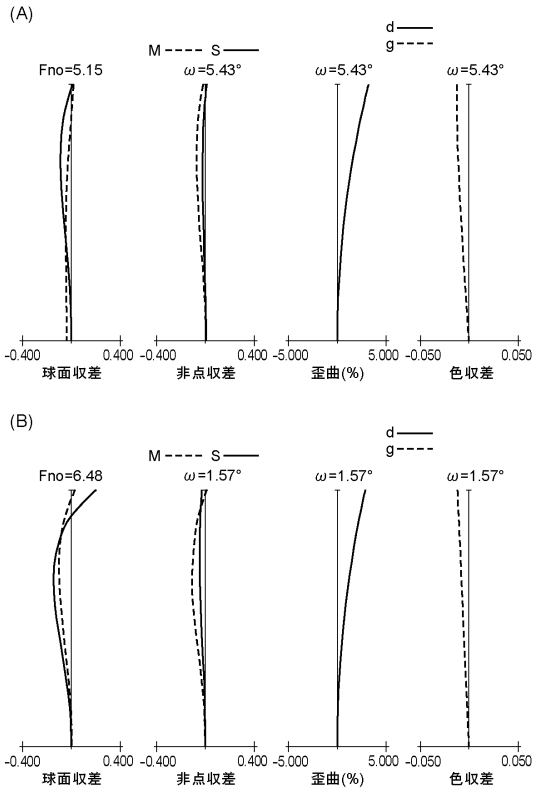
【図４】


IP
FL
L6L7
L5
LR
LRF
LVR
L4
SP
L0
L3
GN1
L2
L1B
L1
L1A
GP1

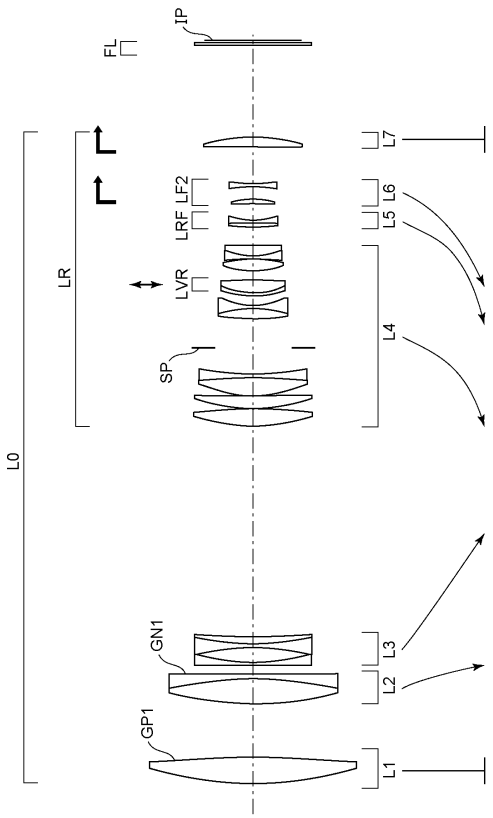
【図５】


(A)
M S
d
g
Fno=5.15
ω=5.87°
ω=5.87°
ω=5.87°
-0.400 0.400
球面収差
-0.400 0.400
非点収差
-5.000 5.000
歪曲(%)
-0.050 0.050
色収差
(B)
Fno=6.48
ω=2.1°
ω=2.1°
ω=2.1°
球面収差
非点収差
歪曲(%)
色収差

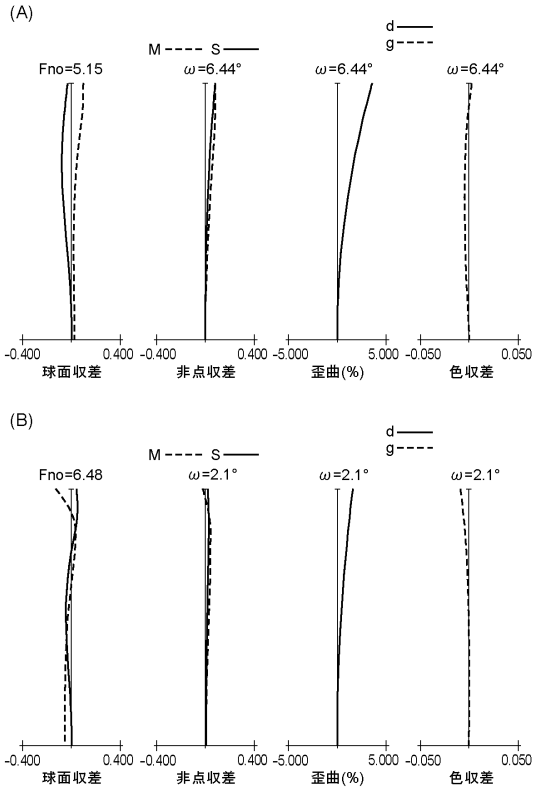
【図６】


(A)
M S
d
g
Fno=5.15
ω=5.43°
ω=5.43°
ω=5.43°
-0.400 0.400
球面収差
-0.400 0.400
非点収差
-5.000 5.000
歪曲(%)
-0.050 0.050
色収差
(B)
Fno=6.48
ω=1.57°
ω=1.57°
ω=1.57°
球面収差
非点収差
歪曲(%)
色収差

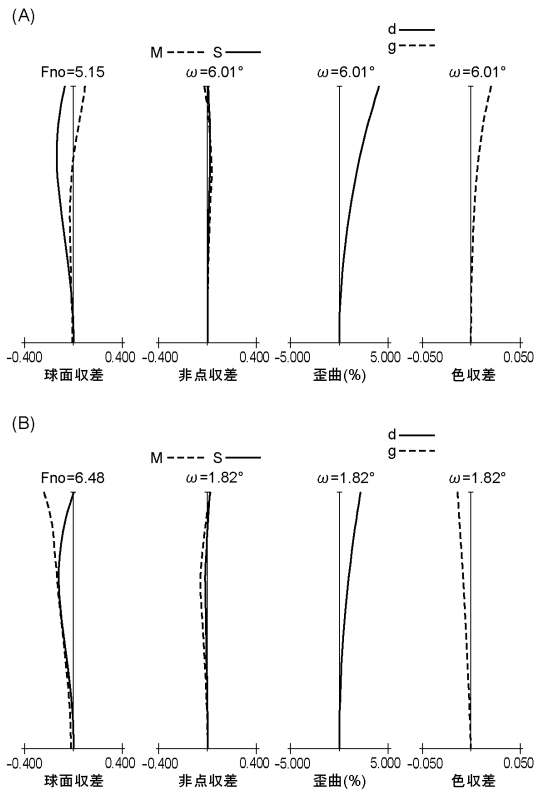
【図７】


IP
FL
L7
L6
L5
LF2
LRF
LVR
LR
L4
SP
L0
GN1
L3
L2
GP1
L1

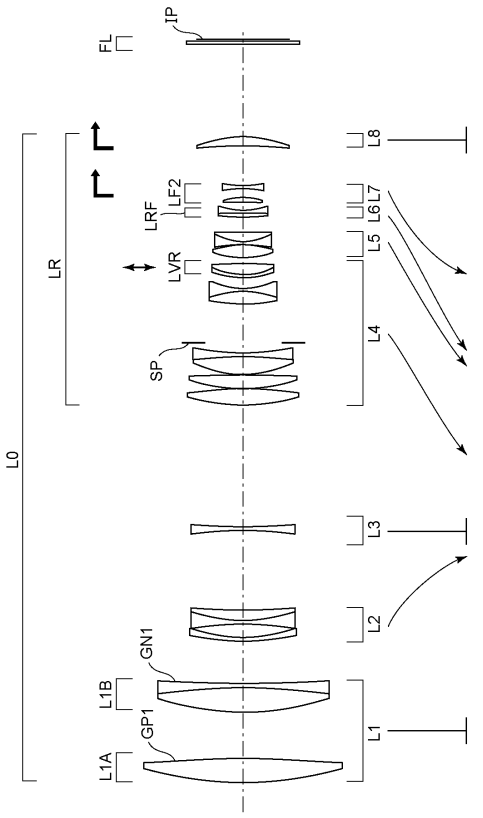
【図８】


(A)
M S
d
g
Fno=5.15
ω=6.44°
ω=6.44°
ω=6.44°
-0.400 0.400
球面収差
-0.400 0.400
非点収差
-5.000 5.000
歪曲(%)
-0.050 0.050
色収差
(B)
Fno=6.48
ω=2.1°
ω=2.1°
ω=2.1°
球面収差
非点収差
歪曲(%)
色収差

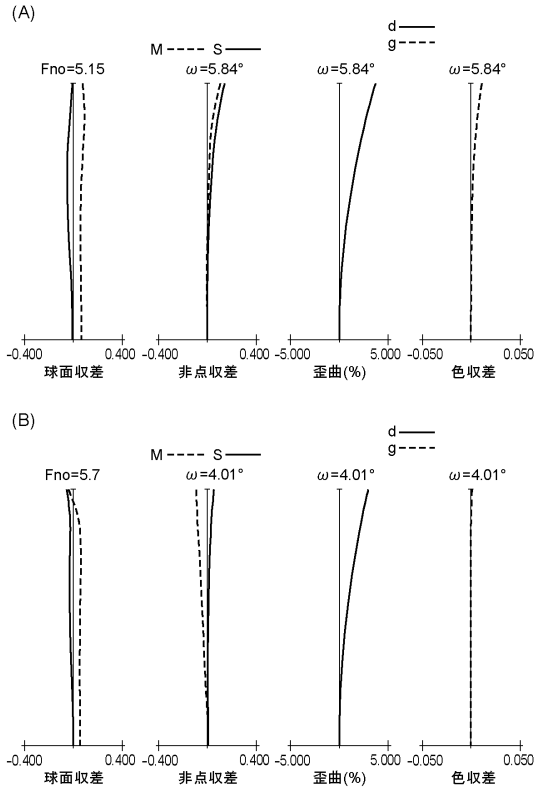
【図９】



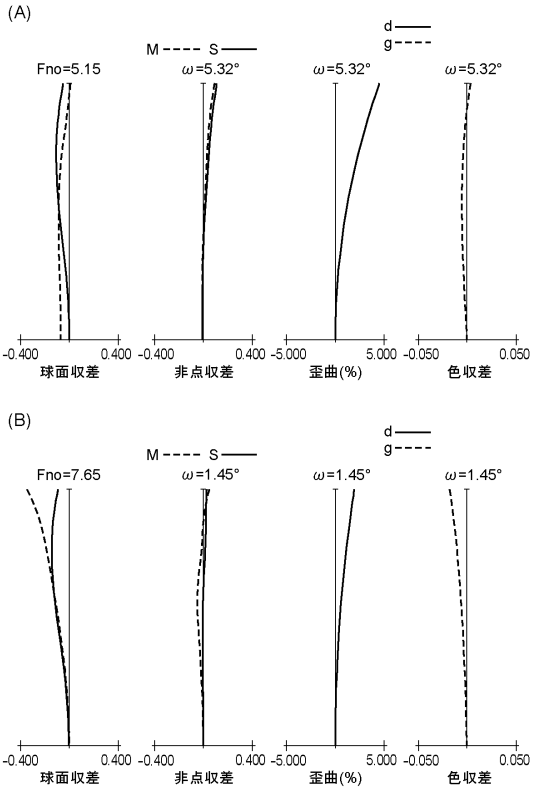
【図１０】



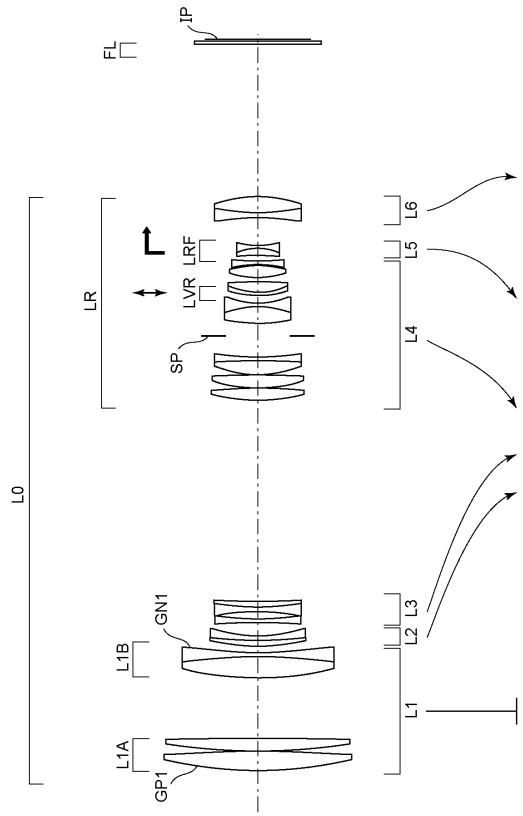
【図１１】



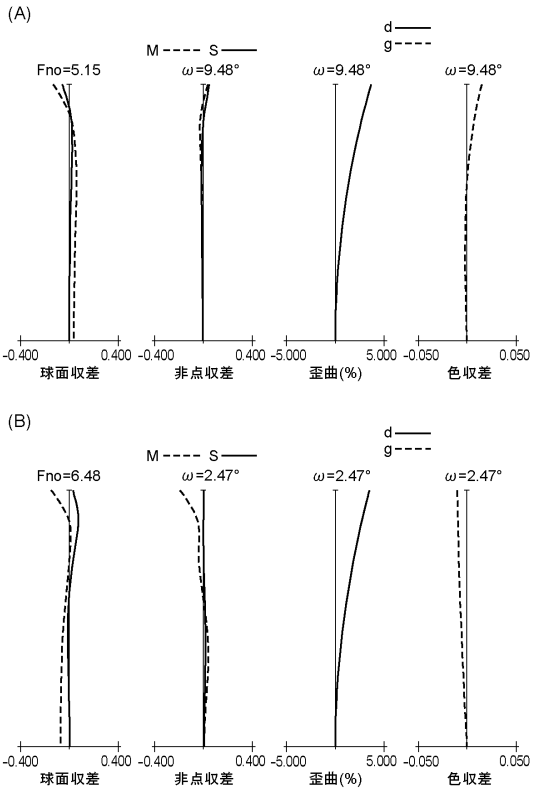
【図１２】



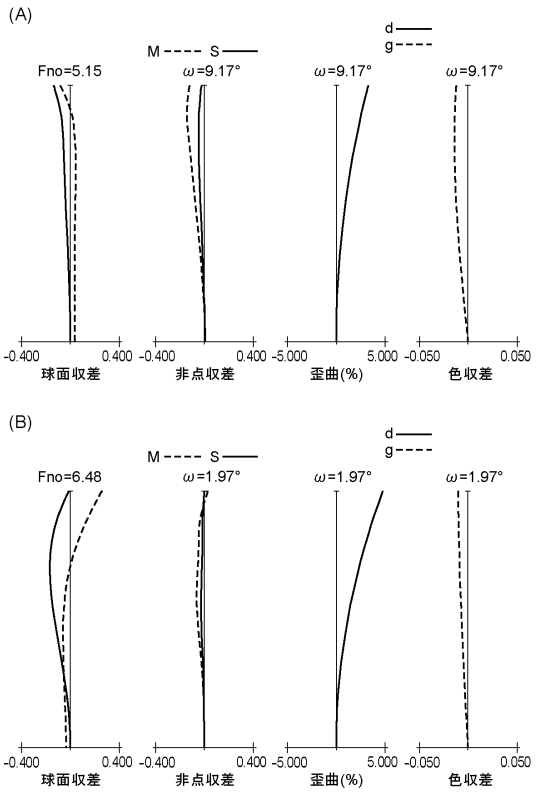
【図１３】



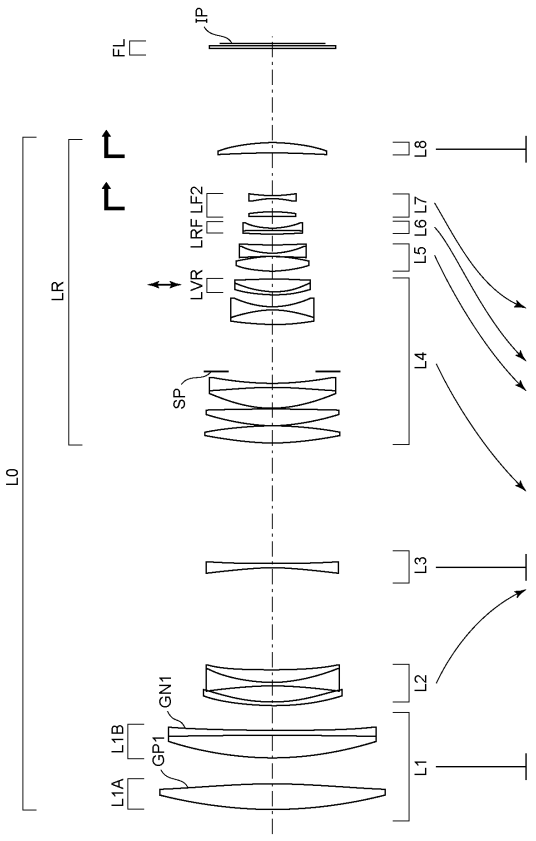
【図１４】



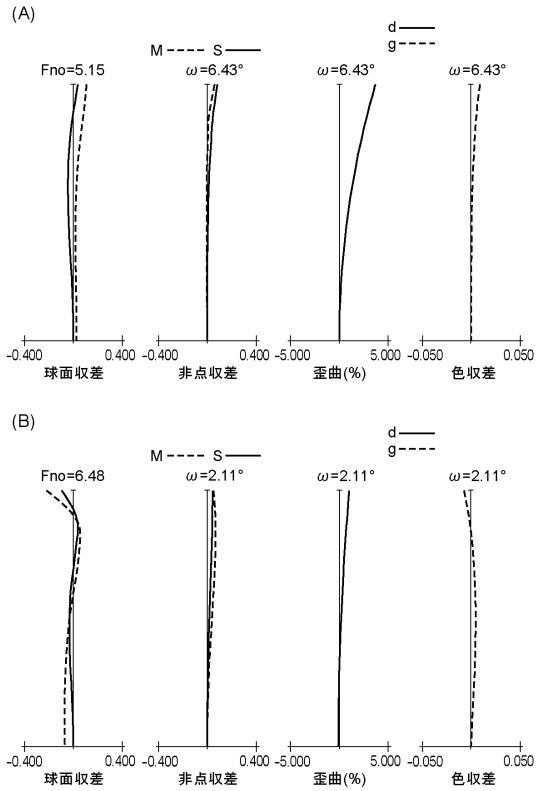
【図１５】



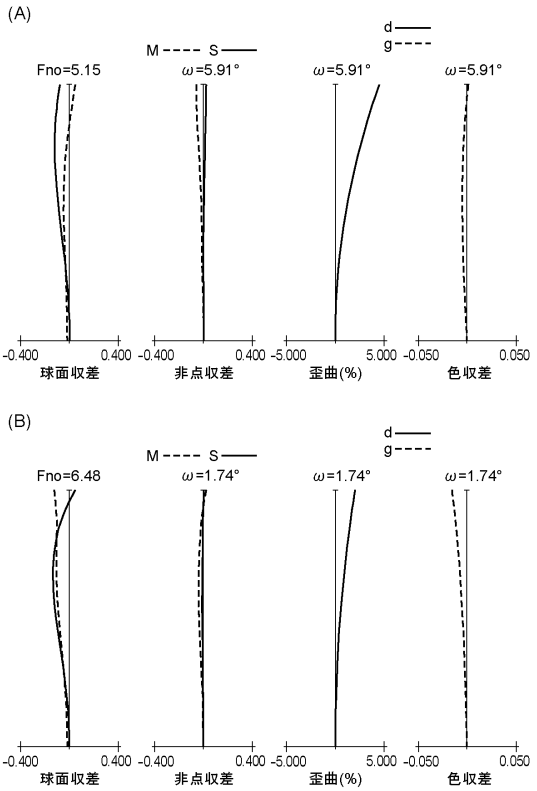
【図１６】



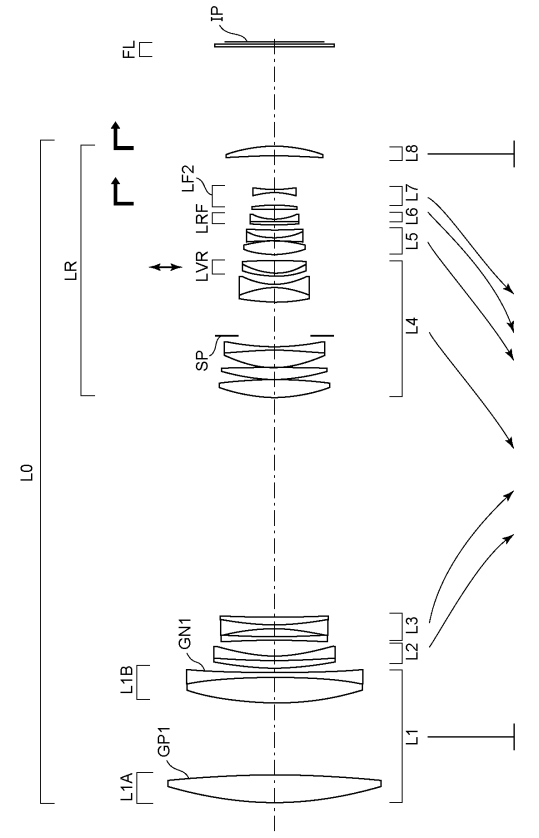
【図１７】



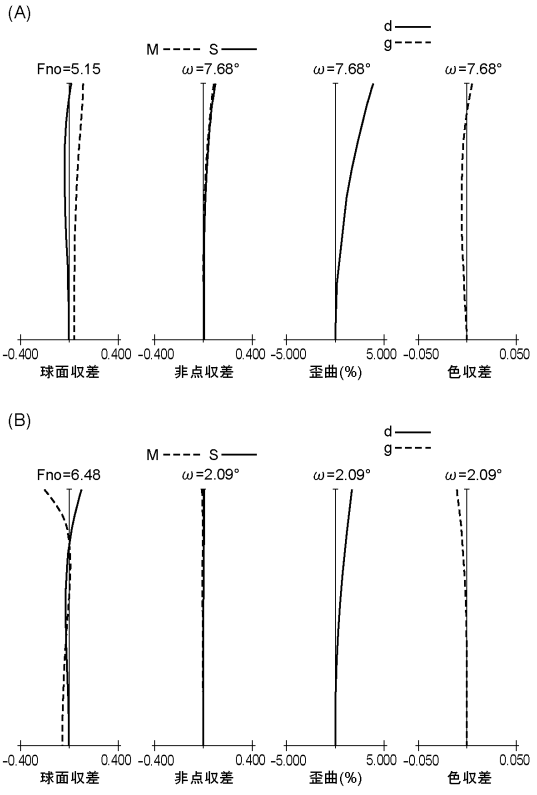
【図１８】



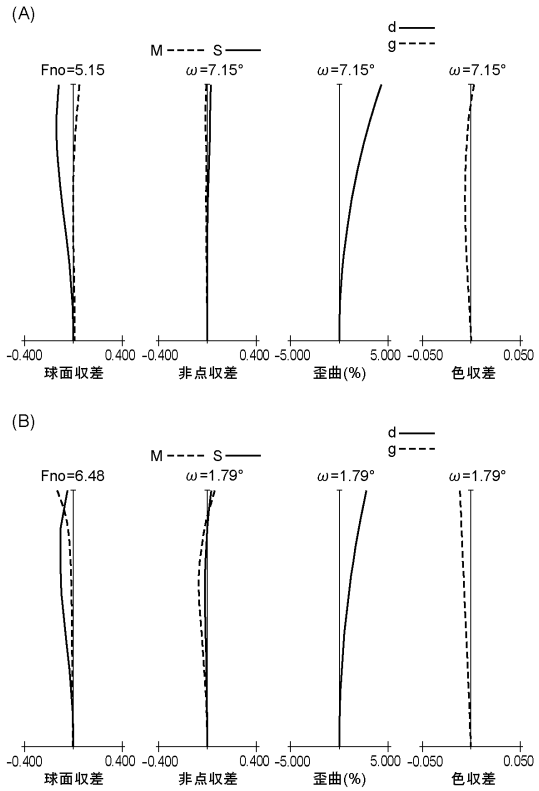
【図１９】



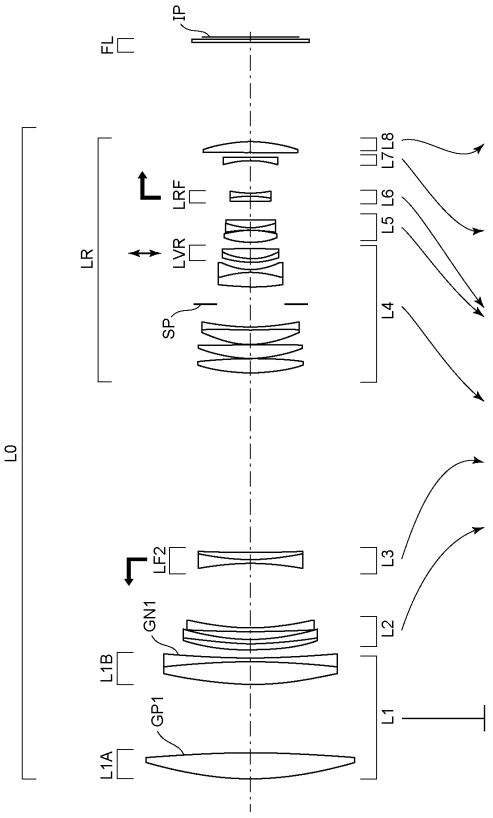
【図２０】



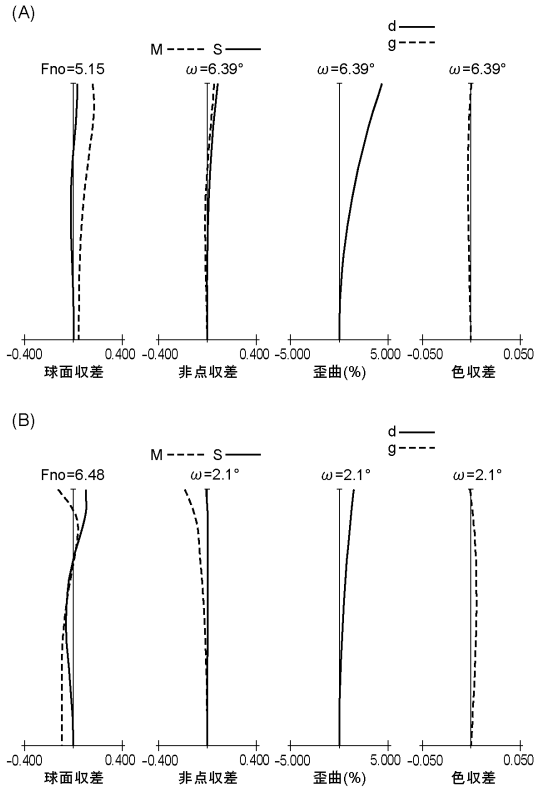
【図２１】



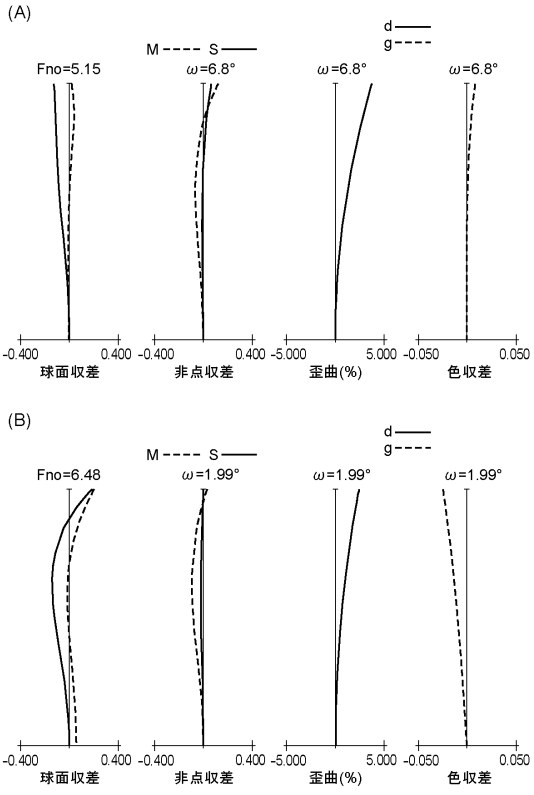
【図２２】



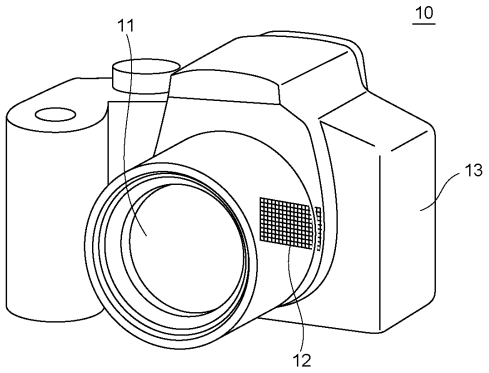
【図２３】



【図２４】



【図２５】



フロントページの続き

ヤノン株式会社内

審査官　瀬戸 息吹

(56)参考文献　特開２０１７－２０３９２７（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１８／１８０３５９（WO，Ａ１）

(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