(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)公開番号
特開2024-101302
(P2024-101302A)
(43)公開日　令和6年7月29日(2024.7.29)

(51)国際特許分類			FI			テーマコード（参考）
Ｇ０２Ｂ	*15/20*	*(2006.01)*	Ｇ０２Ｂ	15/20		２Ｈ０８７
Ｇ０２Ｂ	*13/18*	*(2006.01)*	Ｇ０２Ｂ	13/18		

審査請求　未請求　請求項の数　31　ＯＬ　（全33頁）

(21)出願番号　特願2023-5206(P2023-5206)
(22)出願日　令和5年1月17日(2023.1.17)

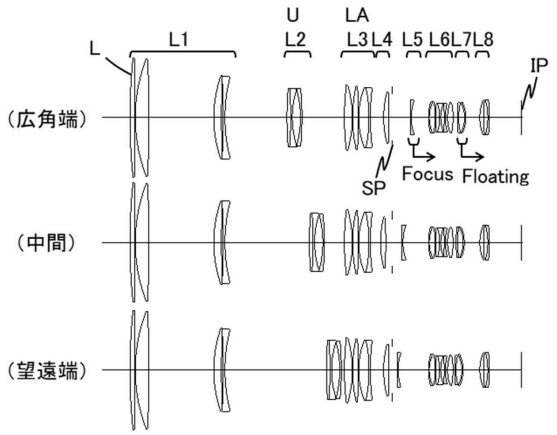
(71)出願人　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100110412
弁理士　藤元 亮輔
(74)代理人　100104628
弁理士　水本 敦也
(74)代理人　100121614
弁理士　平山 倫也
(72)発明者　齋藤 慎一郎
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
キヤノン株式会社内

Ｆターム（参考）　2H087　KA02 KA03 MA15 MA16 MA17 MA19 NA07 PA14 PA15 PA16 PB18 PB20

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、撮像システム

(57)【要約】
【課題】小型かつ大口径でありながら高い光学性能が得られるズームレンズを提供すること。
【解決手段】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、１又は２のレンズ群を含み負の屈折力の前群、開口絞りと１以上のレンズ群を含む後群を有し、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、第１レンズ群はフォーカシングに際して不動であり、第１レンズ群は最も物体側に配置された正レンズを含み、望遠端において正レンズから前群の最も像側のレンズまでの屈折力を合成した場合に合成屈折力は負となり、広角端における開口絞りから像面までの光軸上の距離、広角端におけるズームレンズの全長、第１レンズ群に含まれるレンズの最大屈折率、全ズーム域での第１レンズ群における空気間隔の最大値、全ズーム域での前群における空気間隔の最大値を各々適切に設定すること。
【選択図】図１



【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、１又は２つのレンズ群を含み全体として負の屈折力の前群、開口絞りと１つ以上のレンズ群を含む後群を有し、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、フォーカシングに際して像面に対して固定され、
前記第１レンズ群は、最も物体側に配置された正レンズを含み、
望遠端において、前記正レンズから前記前群の最も像側に配置されたレンズまでの屈折力を合成した場合に、合成屈折力は負となり、
広角端における前記開口絞りから像面までの光軸上の距離をｄｓｗ、広角端における前記ズームレンズの全長をＬｄｗ、前記第１レンズ群に含まれるレンズの最大屈折率をｎｄ１ｍａｘ、全ズーム域での前記第１レンズ群における空気間隔の最大値をｄ１ａ、全ズーム域での前記前群における空気間隔の最大値をｄＵａとするとき、
０．１０＜ｄｓｗ／Ｌｄｗ＜０．５０
１．４５＜ｎｄ１ｍａｘ≦１．８０
３＜ｄ１ａ／ｄＵａ＜３００
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】
前記前群に含まれるレンズのうち、屈折率が最大となる材料からなるレンズの屈折率をｎｄＵｖとするとき、
１．７５＜ｎｄＵｖ＜２．４０
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３】
前記前群に含まれるレンズのうち、屈折率が最大となる材料からなるレンズの部分分散比をθｇＦＵｖとするとき、
０．５６＜θｇＦＵｖ＜０．６８
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項４】
前記第１レンズ群に含まれるレンズのｄ線におけるアッベ数の平均値をｖｄ１ａとするとき、
５６＜ｖｄ１ａ＜１００
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項５】
望遠端における前記前群の横倍率をβＵｔとするとき、
－３５．００＜βＵｔ＜－０．４５
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項６】
望遠端における前記前群の横倍率をβＵｔとするとき、広角端における前記前群の横倍率をβＵｗとするとき、
１．７＜βＵｔ／βＵｗ＜２０．０
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項７】
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記後群の最も物体側に配置されたレンズ群の焦点距離をｆＬＡとするとき、
２．４＜ｆ１／ｆＬＡ＜１０．０
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項８】
望遠端における前記前群の焦点距離をｆＵ、望遠端における前記ズームレンズの焦点距離をｆｔとするとき、
－０．３５＜ｆＵ／ｆｔ＜－０．０５

なる条件式を満足することを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項９】
望遠端におけるバックフォーカスをｓｋｔとするとき、
０．０１＜ｓｋｔ／ｆｔ＜０．３５
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項１０】
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、望遠端における前記前群の焦点距離をｆＵとするとき、
－９．０＜ｆ１／ｆＵ＜－１．６
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項１１】
前記後群の最も物体側に配置されたレンズ群は、ズーミングに際して、像面に対して固定されることを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項１２】
前記第１レンズ群は、４枚以下のレンズにより構成されることを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項１３】
第１レンズ群Ｌ１は、１枚の負レンズ、及び２枚又は３枚の正レンズにより構成されることを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項１４】
前記前群は、少なくとも１枚の正レンズを含む３枚又は４枚の球面レンズにより構成されることを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項１５】
前記ズームレンズの最も像側に配置されたレンズ群は、ズーミングに際して、像面に対して固定されることを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項１６】
前記ズームレンズの最も像側に配置されたレンズは、像側が凸形状のレンズであることを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項１７】
前記開口絞りは、前記後群の最も物体側に配置されたレンズ群よりも像側に配置されることを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項１８】
前記開口絞りの像側に隣接して配置されるレンズは、物体側に凸形状の要素からなることを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項１９】
物体側から像側へ順に配置された、前記第１レンズ群、負の屈折力の第２レンズ群、前記後群を有することを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項２０】
前記後群は、正の屈折力の第３レンズ群、正の屈折力の第４レンズ群、負の屈折力の第５レンズ群、正の屈折力の第６レンズ群、負の屈折力の第７レンズ群、正の屈折力の第８レンズ群からなることを特徴とする請求項１９に記載のズームレンズ。
【請求項２１】
前記後群は、正の屈折力の第３レンズ群、正の屈折力の第４レンズ群、負の屈折力の第５レンズ群、負の屈折力の第６レンズ群、正の屈折力の第７レンズ群、負の屈折力の第８レンズ群からなることを特徴とする請求項１９に記載のズームレンズ。
【請求項２２】
前記後群は、正の屈折力の第３レンズ群、負の屈折力の第４レンズ群、正の屈折力の第５レンズ群からなることを特徴とする請求項１９に記載のズームレンズ。
【請求項２３】
物体側から像側へ順に配置された、前記第１レンズ群、負の屈折力の第２レンズ群、第

３レンズ群、前記後群を有することを特徴とする請求項１又は２に記載のズームレンズ。
【請求項２４】
前記後群は、正の屈折力の第４レンズ群、正の屈折力の第５レンズ群、負の屈折力の第６レンズ群、負の屈折力の第７レンズ群、正の屈折力の第８レンズ群、負の屈折力の第９レンズ群からなることを特徴とする請求項２３に記載のズームレンズ。
【請求項２５】
前記後群は、正の屈折力の第４レンズ群、正の屈折力の第５レンズ群、負の屈折力の第６レンズ群、正の屈折力の第７レンズ群、負の屈折力の第８レンズ群、正の屈折力の第９レンズ群からなることを特徴とする請求項２３に記載のズームレンズ。
【請求項２６】
前記後群は、正の屈折力の第４レンズ群、負の屈折力の第５レンズ群、正の屈折力の第６レンズ群からなることを特徴とする請求項２３に記載のズームレンズ。
【請求項２７】
請求項１又は２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とを有することを特徴とする撮像装置。
【請求項２８】
請求項１又は２に記載のズームレンズと、ズーミングに際して前記ズームレンズを制御する制御部とを有することを特徴とする撮像システム。
【請求項２９】
制御部は、前記ズームレンズとは別体として構成されており、前記ズームレンズを制御するための制御信号を送信する送信部を有することを特徴とする請求項２８に記載の撮像システム。
【請求項３０】
制御部は、前記ズームレンズとは別体として構成されており、前記ズームレンズを操作するための操作部を有することを特徴とする請求項２８に記載の撮像システム。
【請求項３１】
前記ズームレンズのズームに関する情報を表示する表示部を有することを特徴とする請求項２８に記載の撮像システム。
【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、監視用カメラ等に好適なものである。
【背景技術】
【０００２】
近年、ズーム機能を備え、小型かつ大口径でありながら高い光学性能を有する望遠レンズが求められている。特許文献１には、軽量化と望遠化を図るために、物体側から像側へ順に配置された、正、負、正の屈折力の第１乃至第３レンズ群、１以上のレンズ群を含む後続群により構成され、複数のコンバータレンズを有する光学系が開示されている。特許文献２には、小型軽量化と高画質化を両立するため、物体側から像側へ順に配置された、正、負の屈折力の第１及び第２レンズ群、１以上のレンズ群を含む後続群を有し、第１レンズ群が複数の部分群により構成される光学系が開示されている。特許文献３には、光学性能の改善と軽量化を両立するため、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、１以上のレンズ群を含む後続群を有し、第１レンズ群に空気間隔を確保する光学系が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２０１９－１２０７４６号公報
【特許文献２】特開２０２２－２６３９２号公報

【特許文献３】国際公開第２０２２／１２４１８４号
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、特許文献１の光学系では、第１レンズ群と第２レンズ群の屈折力を適正化して小型化を図りつつ、複数のコンバータレンズで望遠化を図ることも可能であるが、撮像素子が大型化した場合、小型化を実現することが困難である。特許文献２の光学系では、ズーミング時に主変倍群の間隔を変化、又は主変倍群の構成枚数を増やし、高画質化を図ることも可能だが、大口径化を実現することが困難である。特許文献３の光学系では、各レンズ群の構成を適正化し、軽量化と色収差抑制の両立を図っているが、大口径化を図ると、小型化を実現することが困難である。
【０００５】
本発明は、小型かつ大口径でありながら高い光学性能が得られる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】
【０００６】
本発明の一側面としてのズームレンズは、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、１又は２つのレンズ群を含み全体として負の屈折力の前群、開口絞りと１つ以上のレンズ群を含む後群を有し、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、第１レンズ群は、フォーカシングに際して像面に対して固定され、第１レンズ群は、最も物体側に配置された正レンズを含み、望遠端において、正レンズから前群の最も像側に配置されたレンズまでの屈折力を合成した場合に、合成屈折力は負となり、広角端における開口絞りから像面までの光軸上の距離をｄｓｗ、広角端におけるズームレンズの全長をＬｄｗ、第１レンズ群に含まれるレンズの最大屈折率をｎｄ１ｍａｘ、全ズーム域での第１レンズ群における空気間隔の最大値をｄ１ａ、全ズーム域での前群における空気間隔の最大値をｄＵａとするとき、

$$0.10 < dsw / Ldw < 0.50$$
$$1.45 < nd1max \leqq 1.80$$
$$3 < d1a / dUa < 300$$

なる条件式を満足することを特徴とする。
【発明の効果】
【０００７】
本発明によれば、小型かつ大口径でありながら高い光学性能が得られる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】
【０００８】
【図１】実施例１のズームレンズの広角端、中間ズーム位置、望遠端における断面図である。
【図２】（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）実施例１のズームレンズの広角端、中間ズーム位置、望遠端における収差図である。
【図３】実施例２のズームレンズの広角端、中間ズーム位置、望遠端における断面図である。
【図４】（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）実施例２のズームレンズの広角端、中間ズーム位置、望遠端における収差図である。
【図５】実施例３のズームレンズの広角端、中間ズーム位置、望遠端における断面図である。
【図６】（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）実施例３のズームレンズの広角端、中間ズーム位置、望遠端における収差図である。
【図７】実施例４のズームレンズの広角端、中間ズーム位置、望遠端における断面図である。

【図８】（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）実施例４のズームレンズの広角端、中間ズーム位置、望遠端における収差図である。
【図９】実施例５のズームレンズの広角端、中間ズーム位置、望遠端における断面図である。
【図１０】（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）実施例５のズームレンズの広角端、中間ズーム位置、望遠端における収差図である。
【図１１】実施例６のズームレンズの広角端、中間ズーム位置、望遠端における断面図である。
【図１２】（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）実施例６のズームレンズの広角端、中間ズーム位置、望遠端における収差図である。
【図１３】撮像装置の概略図である。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。各図において、同一の部材については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。
【００１０】
図１、図３、図５、図７、図９、図１１はそれぞれ、実施例１乃至６のズームレンズの広角端（短焦点距離端）、中間ズーム位置、望遠端（長焦点距離端）における断面図である。各実施例のズームレンズは、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、監視用カメラ等の撮像装置や交換レンズを含む光学機器に用いられる。なお、各実施例のズームレンズは、投写装置（プロジェクタ）用の投写光学系として用いることもできる。
【００１１】
各断面図において左方が物体側で、右方が像側である。各実施例のズームレンズは、複数のレンズ群を有して構成されている。本願明細書においてレンズ群とは、ズーミングに際して一体的に移動又は静止するレンズのまとまりである。すなわち、各実施例のズームレンズでは、ズーミングに際して隣接するレンズ群同士の間隔が変化する。なお、レンズ群は１枚のレンズから構成されていてもよいし、複数枚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。
【００１２】
各断面図において、Ｌｉは、ズームレンズに含まれるレンズ群のうち物体側から数えてｉ番目（ｉは自然数）のレンズ群を表している。
【００１３】
また、ＳＰは、開放Ｆナンバー（Ｆｎｏ）の光束を決定（制限）する開口絞りである。ＩＰは像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮影光学系として使用する際にはＣＣＤセンサやＣＭＯＳセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面が置かれる。また、各実施例のズームレンズ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。
【００１４】
フォーカス（Ｆｏｃｕｓ）及びフローティング（Ｆｌｏａｔｉｎｇ）に関する矢印は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際してのレンズ群の移動方向を示している。
【００１５】
なお、第１レンズ群Ｌ１の物体側に、レンズを保護するための保護ガラスを配置してもよい。更に、ズームレンズの最も像側に配置されたレンズと像面ＩＰとの間に保護ガラスやローパスフィルタを配置してもよい。このような保護ガラスやローパスフィルタ等の屈折力が極めて弱い光学部材は、ズームレンズを構成するレンズとしては扱わないものとする。なお、屈折力が極めて弱い光学部材とは、焦点距離の絶対値がズームレンズの焦点距離の３倍以上である光学部材である。
【００１６】
図２（Ａ）、図４（Ａ）、図６（Ａ）、図８（Ａ）、図１０（Ａ）、図１２（Ａ）はそ

れぞれ、実施例１乃至６のズームレンズの広角端における収差図である。図２（Ｂ）、図４（Ｂ）、図６（Ｂ）、図８（Ｂ）、図１０（Ｂ）、図１２（Ｂ）はそれぞれ、実施例１乃至６のズームレンズの中間ズーム位置における収差図である。図２（Ｃ）、図４（Ｃ）、図６（Ｃ）、図８（Ｃ）、図１０（Ｃ）、図１２（Ｃ）はそれぞれ、実施例１乃至６のズームレンズの望遠端における収差図である。

【００１７】

球面収差図においてＦｎｏはＦナンバーであり、ｄ線（波長５８７．６ｎｍ）、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ΔＳはサジタル像面における非点収差量、ΔＭはメリディオナル像面における非点収差量を示している。歪曲収差図においてｄ線に対する歪曲収差量を示している。色収差図ではｇ線における色収差量を示している。ωは、撮像半画角（°）であり、近軸計算による画角である。

【００１８】

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。

【００１９】

各実施例のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力（光学的パワー＝焦点距離の逆数）の第１レンズ群Ｌ１、１又は２つのレンズ群を含み全体として負の屈折力の前群Ｕ、開口絞りＳＰ及び１つ以上のレンズ群を含む後群を有する。望遠側の領域では、球面収差やコマ収差の製造誤差に対するばらつきが大きくなるため、各実施例のズームレンズを第１レンズ群Ｌ１が正の屈折力を有する所謂ポジティブリード型のズームレンズとしている。これにより、前群Ｕより像側に配置されたレンズ要素に対する軸上光線の入射高さを抑えることができ、ズームレンズの小型化を図りつつ、全ズーム域で色収差や球面収差等の諸収差を良好に補正することができる。

【００２０】

各実施例のズームレンズでは、第１レンズ群Ｌ１は、フォーカシングに際して、像面に対して固定される。また、実施例１，２，４，５のズームレンズでは、第１レンズ群Ｌ１は、ズーミングに際して、像面に対して固定される。ズーミングに際して第１レンズ群Ｌ１を像面に対して固定することで、ズーミング時のレンズ全長の変化を抑制することができる。また、可動群を減らすことができ、機構部品の簡素化につながる。機構部品の簡素化は、ゴミ等の発生を低減することができる。更に、フロントフィルターやコンバータレンズ等のアクセサリを取り付ける場合の強度を確保することができる。

【００２１】

各実施例のズームレンズでは、第１レンズ群Ｌ１は、最も物体側に配置された正レンズＬを含む。第１レンズ群Ｌ１は、軸上光線を収斂させ、望遠化や大口径化によるズームレンズの大型化を抑えている。第１レンズ群Ｌ１の最も物体側に正レンズＬを配置することにより、ズームレンズの小型化を図り、球面収差を良好に補正しやすくなる。また、正レンズＬにより軸上光束を収斂させ、適切な空気間隔を隔てて他のレンズを配置することで、各レンズを径小化することができ、軽量化が容易となる。

【００２２】

各実施例のズームレンズでは、望遠端において、正レンズから前群Ｕの最も像側に配置されたレンズまでの屈折力を合成した場合に、合成屈折力は負となる。前群Ｕは、変倍作用を主に分担しているレンズ群（主変倍群）である。所定のズーム比を得るためには、前群Ｕの屈折力を強める、又はズーミング時の移動量を大きくする必要がある。各実施例のズームレンズでは、前群Ｕの構成を簡素化しつつ、ズーミングの際の像面変動を抑制することでズームレンズの軽量化を図りやすい。前群Ｕを簡素な構成とすることで、広角域の像面湾曲補正と望遠域の球面収差補正を行いつつ、ズーミング時の倍率色収差の変動と偏心による望遠域の球面収差とコマ収差の製造誤差に対するばらつきを抑制することができる。

【００２３】

各実施例のズームレンズは、以下の条件式（１）乃至（３）を満足する。

【００２４】

０．１０＜ｄｓｗ／Ｌｄｗ＜０．５０　　・・・（１）
１．４５＜ｎｄ１ｍａｘ≦１．８０　　・・・（２）
３＜ｄ１ａ／ｄＵａ＜３００　　・・・（３）

ここで、ｄｓｗは、広角端における開口絞りＳＰから像面ＩＰまでの光軸上の距離である。Ｌｄｗは、広角端における各実施例のズームレンズの全長（レンズ全長。最も物体側のレンズ面から像面ＩＰまでの光軸上の距離）である。ｎｄ１ｍａｘは、第１レンズ群Ｌ１に含まれるレンズの最大屈折率である。ｄ１ａは、全ズーム域での第１レンズ群Ｌ１における空気間隔（レンズ間隔）の最大値である。ｄＵａは、全ズーム域での前群Ｕにおける空気間隔の最大値である。

【００２５】

条件式（１）は、広角端における開口絞りＳＰから像面ＩＰまでの光軸上の距離と広角端におけるズームレンズの全長とを規定している。条件式（１）を満足することで、ズームレンズの全長の短縮化と諸収差、特に歪曲収差や倍率色収差等の色収差の発生の抑制を実現することができる。条件式（１）の下限値を下回ると、ズームレンズの全長の増大を招くため、好ましくない。条件式（１）の上限値を上回ると、絞り径の増大や後群の径増大を招き、軽量化、特にフォーカスレンズ群の軽量化を図ることが難しくなる。

【００２６】

条件式（２）は、第１レンズ群Ｌ１に含まれるレンズのｄ線における屈折率の最大値（最大屈折率）を規定している。条件式（２）を満足することで、軽量化と色収差補正の両立を図ることができる。第１レンズ群Ｌ１に含まれるレンズにおいて、レプリカ樹脂層等の複合型光学素子（ハイブリッド非球面、レプリカ非球面と称される）は、その樹脂層を含めて単レンズ要素とする。具体的には、例えば光軸上の厚み０．３ｍｍ以下の樹脂層を含めた要素を単レンズ要素としている。また、材料を規定する場合は樹脂層を配慮せず算出する。一般に、レンズの材料の屈折率が高くなるにつれてアッベ数は小さくなる傾向がある。また、屈折率が高くなるにつれて、部分分散比θｇＦが大きくなり、比重が大きくなる傾向がある。条件式（２）の下限値を下回る材料を使用すると、屈折率が低くなり、アッベ数の小さなレンズを配置することが難しくなり、第１レンズ群Ｌ１内の色消しが不十分となりやすい。また、色消し作用を確保しようとすると、特に望遠側の球面収差の補正不足を招いてしまうため好ましくない。条件式（２）の上限値を上回る材料を使用すると、屈折率が高くなり、アッベ数が小さく部分分散比θｇＦが大きなレンズが配置されることになる。これにより、第１レンズ群Ｌ１においてズーム全域の軸上色収差や、望遠側の倍率色収差の補正不足を招いてしまうため好ましくない。また、高屈折率レンズを使用しレンズの構成枚数を削減してもレンズ質量の増加を招きやすいため好ましくない。

【００２７】

条件式（３）は、第１レンズ群Ｌ１及び前群Ｕにおける空気間隔の最大値を規定している。条件式（３）を満足することで、諸収差の抑制とズームレンズの軽量化を両立化することができる。条件式（３）の下限値を下回ると、望遠端で前群Ｕの主点を像側に配置することが難しくなる。所望の変倍比を確保しつつ小型化を図るためには、第１レンズ群Ｌ１や前群Ｕの屈折力を高める必要があり、レンズ枚数の増加を招きやすい。条件式（３）の上限値を上回ると、第１レンズ群Ｌ１の光軸上の厚みが大きく、正レンズＬの径方向の増大を招き、軽量化が難しくなる。また、望遠側のコマ収差抑制が難しくなる。

【００２８】

上述した構成を有することで、小型かつ大口径でありながら高い光学性能が得られるズームレンズを実現することができる。

【００２９】

なお、条件式（１）乃至（３）の数値範囲を以下の条件式（１ａ）乃至（３ａ）の数値範囲とすることが好ましい。

【００３０】

０．２０＜ｄｓｗ／Ｌｄｗ＜０．４９　　・・・（１ａ）
１．５５＜ｎｄ１ｍａｘ≦１．８０　　・・・（２ａ）

３．５＜ｄ１ａ／ｄＵａ＜５０．０　　・・・（３ａ）

また、条件式（１）乃至（３）の数値範囲を以下の条件式（１ｂ）乃至（３ｂ）の数値範囲とすることが更に好ましい。

【００３１】

０．３０＜ｄｓｗ／Ｌｄｗ＜０．４９　　・・・（１ｂ）

１．６０＜ｎｄ１ｍａｘ≦１．８０　　・・・（２ｂ）

３．８＜ｄ１ａ／ｄＵａ＜１０．０　　・・・（３ｂ）

次に、各実施例のズームレンズにおいて、満足することが好ましい構成について述べる。

【００３２】

第１レンズ群Ｌ１は、４枚以下のレンズにより構成されることが好ましい。レンズ径の大きな第１レンズ群Ｌ１の構成枚数を少なくすることで、小型化と軽量化を図ることができる。また、第１レンズ群Ｌ１から射出する光線高さを下げることができ、コマ収差や像面湾曲等の軸外の諸収差を良好に補正することができる。

【００３３】

第１レンズ群Ｌ１は、１枚の負レンズ、及び２枚又は３枚の正レンズにより構成されることが好ましい。このような構成により、ズーム全域での軸上色収差や倍率色収差を良好に補正し、かつ、大口径化に伴う望遠側の球面収差及び軸上色収差を良好に補正することが容易になる。

【００３４】

前群Ｕは、少なくとも１枚の正レンズを含む、３枚又は４枚の球面レンズにより構成されることが好ましい。これにより、非球面レンズで発生しやすい面形状の誤差（所謂アスやクセ成分の誤差）を抑えることができる。また、第２レンズ群Ｌ２の屈折力を高めつつ、広角域における倍率色収差及び像面湾曲の補正と望遠域における球面収差の補正を両立することができる。

【００３５】

後群は、最も物体側に配置され、正の屈折力のレンズ群ＬＡを有し、レンズ群ＬＡは、ズーミングに際して、像面ＩＰに対して固定されることが好ましい。これにより、大口径化やズームレンズの全長の短縮化に伴う偏心位置精度を確保しやすく、製造誤差によって生じるズーミング時の偏心コマ収差や偏心非点隔差を減らすことができる。また、ズーミングの際に可動群を減らすことができ、ズームレンズの小型化や構成の簡素化を図ることができ、ズームレンズの結像性能を確保しやすくなる。

【００３６】

レンズ群ＬＡは、少なくとも３枚の正レンズを有することが好ましい。これにより、大口径化に伴う軸上色収差や球面収差の波長ごとのばらつきを良好に補正することができる。

【００３７】

最も像側に配置されたレンズ群は、ズーミングに際して、像面ＩＰに対して固定されることが好ましい。これにより、ズームレンズの取り外しを行った際のゴミ等の発生を低減することができ、耐久性を確保しやすくなる。

【００３８】

ズームレンズの最も像側に配置されたレンズは、像側に凸形状のレンズであることが好ましい。これにより、バックフォーカスの確保が比較的容易となり、また、撮像素子に起因する不要光（ゴースト）の集光を抑えることができる。

【００３９】

開口絞りＳＰは、レンズ群ＬＡよりも像側に配置されていることが好ましい。これにより、大口径化に伴う絞り部材の大型化を抑制しやすい。

【００４０】

開口絞りＳＰの像側に隣接して配置されるレンズは、物体側に凸形状の要素（単レンズ又は接合レンズ）からなることが好ましい。これにより、大口径化に伴う球面収差の抑制

と広角域における軸外の諸収差の補正がしやすくなる。また、凸形状の要素が接合レンズである場合、球面収差やコマ収差の補正と像面湾曲の補正が両立しやすい。

【００４１】

各実施例のズームレンズは、回折光学素子を含まないことが好ましい。回折光学素子を設けると、回折フレアが発生するため好ましくない。

【００４２】

広角端に比べ望遠端での第１レンズ群Ｌ１と前群Ｕとの間隔が広く、前群Ｕと後群との間隔が狭くなるようにズーミングを行うことが好ましい。これにより、大口径化を図りつつ軽量化することができる。

【００４３】

前群Ｕが２つのレンズ群からなる場合、ズーミングに際して、前群Ｕの間隔を変化させることが好ましい。これにより、ズーミングに伴う球面収差や像面湾曲の変動を良好に補正することができる。

【００４４】

次に、各実施例のズームレンズが満足することが好ましい条件について述べる。各実施例のズームレンズは、以下の条件式（４）乃至（１２）のうち１つ以上を満足することが好ましい。

【００４５】

$$1.75<ndUv<2.40 \quad \cdots(4)$$
$$0.56<\theta gFUv<0.68 \quad \cdots(5)$$
$$56<vd1a<100 \quad \cdots(6)$$
$$-35.00<\beta Ut<-0.45 \quad \cdots(7)$$
$$1.7<\beta Ut/\beta Uw<20.0 \quad \cdots(8)$$
$$2.4<f1/fLA<10.0 \quad \cdots(9)$$
$$-0.35<fU/ft<-0.05 \quad \cdots(10)$$
$$0.01<skt/ft<0.35 \quad \cdots(11)$$
$$-9.0<f1/fU<-1.6 \quad \cdots(12)$$

ここで、ｎｄＵＶは、前群Ｕに含まれるレンズのうち、屈折率が最大となる材料からなるレンズの屈折率である。θｇＦＵｖは、前群Ｕに含まれるレンズのうち、屈折率が最大となる材料からなるレンズの部分分散比である。ｖｄ１ａは、第１レンズ群Ｌ１に含まれるレンズのｄ線におけるアッベ数の平均値である。βＵｔは、望遠端における前群Ｕの横倍率（前群Ｕが複数のレンズ群により構成される場合、合成横倍率）である。βＵｗは、広角端における前群Ｕの横倍率（結像倍率。前群Ｕが複数のレンズ群により構成される場合、合成横倍率）である。ｆ１は、第１レンズ群Ｌ１の焦点距離である。ｆＬＡは、後群の最も物体側に配置されたレンズ群ＬＡの焦点距離である。ｆＵは、望遠端における前群Ｕの焦点距離（前群Ｕが複数のレンズ群により構成される場合、合成焦点距離）である。ｆｔは、望遠端におけるズームレンズの焦点距離である。ｓｋｔは、望遠端におけるバックフォーカス（最も像側のレンズ面から像面ＩＰまでの光軸上の距離）である。

【００４６】

条件式（４）は、前群Ｕに含まれるレンズのうち、屈折率が最大となる材料からなるレンズの屈折率を規定している。ガラスの特性上、屈折率が大きくなるにつれて、アッベ数が小さくなる一方で、部分分散比が大きくなる傾向がある。全体として負の屈折力を有する前群Ｕの正レンズに高屈折率の材料を採用した場合、前群Ｕの色消しとズームレンズの軸上色収差や倍率色収差の二次スペクトルの補正を行いやすくなる。また、高屈折率の材料で構成することで、曲率が小さく（曲率半径が大きく）なり、球面収差の補正もしやすくなる。また、像面湾曲や非点隔差を良好に補正した上で比較的径の大きい前群Ｕの構成枚数を削減しやすくなる。条件式（４）の下限値を下回ると、像面湾曲を補正するために前群Ｕの屈折力を弱める必要があり、結果としてズームレンズの全長の増大や前群Ｕの移動量の増加を招くため、好ましくない。条件式（４）の上限値を上回ると、倍率色収差の像高ごとのばらつき（曲がり）が大きくなる。

【００４７】
条件式（５）は、前群Ｕに含まれるレンズのうち、屈折率が最大となる材料からなるレンズの部分分散比を規定している。条件式（５）を満足することで、ズーミング時の倍率色収差と軸上色収差を始めとする色収差の変動を抑えつつ、望遠域での倍率色収差を抑えるバランスを良くすることができる。条件式（５）の下限値を下回ると、前群Ｕが有する正レンズの軸上色収差補正効果が弱くなり、第１レンズ群Ｌ１の収斂作用を強め、第１レンズ群Ｌ１の像側に配置された第２レンズ群Ｌ２に入射する光線高さを抑える必要性が生じる。それにより、第１レンズ群Ｌ１の屈折力が強くなり、構成枚数が増加すると共に質量が増加するため好ましくない。条件式（５）の上限値を上回ると、ズーミング時の軸上色収差変動や、球面収差やコマ収差の波長ごとのばらつきが増えるため好ましくない。

【００４８】
条件式（６）は、第１レンズ群Ｌ１に含まれるレンズのｄ線におけるアッベ数の平均値を規定している。条件式（６）を満足することで、ズームレンズを軽量化しつつ色収差をはじめとした諸収差を良好に補正することが可能となる。条件式（６）の下限値を下回ると、第１レンズ群Ｌ１の色収差の発生量が大きくなりすぎ、ズームレンズ全体で色収差をはじめとした諸収差をバランス良く補正することが困難となる。条件式（６）の上限値を上回ると、レンズを構成するガラス材料の透過率を確保することが難しくなる。

【００４９】
条件式（７）は、望遠端における前群Ｕの横倍率を規定している。条件式（７）の下限値を下回ると、所望の変倍比を得ることが難しく、後群が変倍を分担することとなり、ズームレンズが大型化してしまう。条件式（７）の上限値を上回ると、高変倍比の確保には有利になるが、前群Ｕの望遠端における倍率が大きくなり過ぎ、広角域において像面湾曲や歪曲収差を抑制することが難しくなる。

【００５０】
条件式（８）は、望遠端と広角端における前群Ｕの横倍率の関係を規定している。条件式（８）を満足することで、高変倍比を確保することができる。条件式（８）の下限値を下回ると、前群Ｕの変倍作用が小さく、後群で変倍作用を確保する必要があり、望遠域での倍率色収差や歪曲収差の抑制が難しくなり、小型化を図ることが困難となる。条件式（８）の上限値を上回ると、ズーミング時の像面変動が大きくなり、高い光学性能を維持することが困難となる。

【００５１】
条件式（９）は、第１レンズ群Ｌ１の焦点距離と後群の最も物体側に配置されたレンズ群ＬＡの焦点距離との関係を規定している。条件式（９）を満足することで、球面収差やコマ収差を良好に抑えつつ、大口径化を図ることができる。条件式（９）の下限値を下回ると、球面収差やコマ収差の補正が難しいため、好ましくない。条件式（９）の上限値を上回ると、第１レンズ群Ｌ１の屈折力が小さく、ズームレンズの全長を短縮することが困難となり、好ましくない。また、高ズーム比化を達成することが難しくなる。

【００５２】
条件式（１０）は、望遠端における前群Ｕの焦点距離と望遠端におけるズームレンズの焦点距離との関係を規定している。条件式（１０）を満足することで、高変倍化と小型化を両立することができる。条件式（１０）の下限値を下回ると、ペッツバール和が負に大きくなり、像面湾曲の増大を招き好ましくない。条件式（１０）の上限値を上回ると、高変倍化のために、第２レンズ群Ｌ２の移動量を大きくする、又は第２レンズ群Ｌ２の像側に配置されたレンズ群での変倍作用を大きくする必要がある。第２レンズ群Ｌ２の移動量を大きくすると、ズームレンズの全長が長くなるため好ましくない。また、第２レンズ群Ｌ２の像側に配置されたレンズ群での変倍作用を大きくすると、ズームレンズの全長が長くなったり、レンズ枚数が増加したりするため好ましくない。

【００５３】
条件式（１１）は、望遠端におけるバックフォーカスと望遠端におけるズームレンズの焦点距離との関係、所謂レトロ比を規定している。条件式（１１）の下限値を下回ると、

シャッター部材等の配置が難しくなる。条件式（１１）の上限値を上回ると、歪曲収差や像面湾曲の補正が難しくなり、レンズ枚数の増加を招くため、好ましくない。

【００５４】

条件式（１２）は、第１レンズ群Ｌ１の焦点距離と望遠端における前群Ｕの焦点距離との関係を規定している。望遠側が比較的明るいズームレンズでは第１レンズ群Ｌ１の屈折力を収差補正可能な範囲で適切に確保しないと望遠側のズームレンズの全長が増大し、更に、周辺光量を確保するために前玉径の大型化を招いてしまう。条件式（１２）を満足することで、適正な変倍比を保ち、ズームレンズを小型化することができる。条件式（１２）の下限値を下回ると、望遠側の球面収差を補正することが難しくなる。条件式（１２）の上限値を上回ると、ズーミングにおける第１レンズ群Ｌ１と前群Ｕの収差変動が大きくなり、特に像面湾曲を抑制することが難しくなる。

【００５５】

なお、条件式（４）乃至（１２）の数値範囲を以下の条件式（４ａ）乃至（１２ａ）の数値範囲とすることが好ましい。

【００５６】

１．７８＜ｎｄＵｖ＜２．１０　・・・（４ａ）
０．５７０＜θｇＦＵｖ＜０．６７５　・・・（５ａ）
６０＜ｖｄ１ａ＜１００　・・・（６ａ）
－３１．００＜βＵｔ＜－０．５０　・・・（７ａ）
１．８＜βＵｔ／βＵｗ＜１４．０　・・・（８ａ）
２．５＜ｆ１／ｆＬＡ＜８．０　・・・（９ａ）
－０．３０＜ｆＵ／ｆｔ＜－０．１０　・・・（１０ａ）
０．０３＜ｓｋｔ／ｆｔ＜０．３０　・・・（１１ａ）
－７．５＜ｆ１／ｆＵ＜－２．２　・・・（１２ａ）

また、条件式（４）乃至（１２）の数値範囲を以下の条件式（４ｂ）乃至（１２ｂ）の数値範囲とすることが更に好ましい。

【００５７】

１．８０＜ｎｄＵｖ＜２．００　・・・（４ｂ）
０．５７５＜θｇＦＵｖ＜０．６７０　・・・（５ｂ）
６２＜ｖｄ１ａ＜１００　・・・（６ｂ）
－３０．５０＜βＵｔ＜－０．５２　・・・（７ｂ）
１．９＜βＵｔ／βＵｗ＜１２．０　・・・（８ｂ）
２．６＜ｆ１／ｆＬＡ＜６．８　・・・（９ｂ）
－０．２５＜ｆＵ／ｆｔ＜－０．１５　・・・（１０ｂ）
０．０５＜ｓｋｔ／ｆｔ＜０．２５　・・・（１１ｂ）
－６．０＜ｆ１／ｆＵ＜－２．８　・・・（１２ｂ）

次に、各実施例のズームレンズについて詳細に述べる。

【００５８】

実施例１乃至３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Ｌ１、負の屈折力の第２レンズ群Ｌ２、後群により構成されている。実施例１乃至３のズームレンズでは、第２レンズ群Ｌ２が前群Ｕに相当する。実施例４乃至６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Ｌ１、負の屈折力の第２レンズ群Ｌ２、第３レンズ群Ｌ３、後群により構成されている。実施例４乃至６のズームレンズでは、第２レンズ群Ｌ２及び第３レンズ群Ｌ３が前群Ｕに相当する。

【００５９】

実施例１のズームレンズは、ズーム比１．４、開口比２．９～４．１程度のズームレンズである。実施例１では、後群は、物体側から像側へ順に配置された、正、正、負、正、負、正の屈折力の第３レンズ群Ｌ３乃至第８レンズ群Ｌ８からなる。物体距離無限遠の基準状態では、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、第３レンズ群Ｌ３、第６レンズ群Ｌ６、及び第８レンズ群Ｌ８は、像面ＩＰに対して固定されている

。第２レンズ群Ｌ２は像側に移動し、第４レンズ群Ｌ４は物体側に凸状の軌跡で移動し、第５レンズ群Ｌ５及び第７レンズ群Ｌ７は物体側に移動する。近距離物体へのフォーカシングに際して、第５レンズ群Ｌ５及び第７レンズ群Ｌ７は像側に移動する。

【００６０】

実施例２のズームレンズは、ズーム比１．９、開口比２．９～４．６程度のズームレンズである。実施例２では、後群は、物体側から像側へ順に配置された、正、正、負、負、正、負の屈折力の第３レンズ群Ｌ３乃至第８レンズ群Ｌ８からなる。物体距離無限遠の基準状態では、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、第３レンズ群Ｌ３、第６レンズ群Ｌ６、及び第８レンズ群Ｌ８は像面ＩＰに対して固定されている。第２レンズ群Ｌ２は像側に移動し、第４レンズ群Ｌ４は物体側に凸状の軌跡で移動し、第５レンズ群Ｌ５は物体側に移動し、第７レンズ群Ｌ７は像側に移動する。近距離物体へのフォーカシングに際して、第５レンズ群Ｌ５は像側に移動し、第７レンズ群Ｌ７は物体側に移動する。

【００６１】

実施例３のズームレンズは、ズーム比４．０、開口比４．１～４．１程度のズームレンズである。実施例３では、後群は、物体側から像側へ順に配置された、正、負、正の第３レンズ群Ｌ３乃至第５レンズ群Ｌ５からなる。物体距離無限遠の基準状態では、広角端から望遠端へのズーミングに際して、各レンズ群が移動する。近距離物体へのフォーカシングに際して、第４レンズ群Ｌ４は像側に移動する。

【００６２】

実施例４のズームレンズは、ズーム比１．９、開口比２．９～４．６程度のズームレンズである。実施例４では、後群は、物体側から像側へ順に配置された、正、正、負、負、正、負の屈折力の第４レンズ群Ｌ４乃至第９レンズ群Ｌ９からなる。物体距離無限遠の基準状態では、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、第４レンズ群Ｌ４、第７レンズ群Ｌ７、及び第９レンズ群Ｌ９は像面ＩＰに対して固定されている。第２レンズ群Ｌ２及び第３レンズ群Ｌ３は像側に移動し、第５レンズ群Ｌ５は物体側に凸状の軌跡で移動し、第６レンズ群Ｌ６は物体側に移動し、第８レンズ群Ｌ８は像側に移動する。近距離物体へのフォーカシングに際して、第６レンズ群Ｌ６は像側に移動し、第８レンズ群Ｌ８は物体側に移動する。

【００６３】

実施例５のズームレンズは、ズーム比１．４、開口比２．９～４．１程度のズームレンズである。実施例５では、後群は、物体側から像側へ順に配置された、正、正、負、正、負、正の屈折力の第４レンズ群Ｌ４乃至第９レンズ群Ｌ９からなる。物体距離無限遠の基準状態では、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、第４レンズ群Ｌ４、第７レンズ群Ｌ７、及び第９レンズ群Ｌ９は像面ＩＰに対し固定されている。第２レンズ群Ｌ２及び第３レンズ群Ｌ３は像側に移動し、第５レンズ群Ｌ５は物体側に凸状の軌跡で移動し、第６レンズ群Ｌ６は物体側に移動し、第８レンズ群Ｌ８は物体側に移動する。近距離物体へのフォーカシングに際して、第６レンズ群Ｌ６及び第８レンズ群Ｌ８は像側に移動する。

【００６４】

実施例６のズームレンズは、ズーム比２．９、開口比４．１～４．１程度のズームレンズである。実施例６では、後群は、物体側から像側へ順に配置された、正、負、正の第４レンズ群Ｌ４乃至第６レンズ群Ｌ６からなる。物体距離無限遠の基準状態では、広角端から望遠端へのズーミングに際して、各レンズ群が移動する。近距離物体へのフォーカシングに際して、第５レンズ群Ｌ５は像側に移動する。

【００６５】

なお、各実施例のズームレンズにおいて、いずれかのレンズ群全体又はその一部を、防振群として光軸に対して垂直な方向の成分を含むように移動させ、又は光軸を含む面内方向へ回転移動（揺動）させることにより、防振を行う構成とすることもできる。例えば実施例１のズームレンズでは第１６乃至１８レンズを光軸に対して垂直な方向の成分を含む

ように移動させ、防振を行うことができる。防振群のレンズ枚数や形状に特に制限はない。また、防振群は、全体として負の屈折力を有することが好ましい。

【００６６】

以下に、実施例１乃至６にそれぞれ対応する数値実施例１乃至６を示す。

【００６７】

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と部分分散比θｇＦは、フラウンホーファ線のｄ線（５８７．６ｎｍ）、Ｆ線（４８６．１ｎｍ）、Ｃ線（６５６．３ｎｍ）、ｇ線（４３５．８ｎｍ）における屈折率をＮｄ，ＮＦ，ＮＣ，Ｎｇとするとき、

ｖｄ＝（Ｎｄ－１）／（ＮＦ－ＮＣ）

θｇＦ＝（Ｎｇ－ＮＦ）／（ＮＦ－ＮＣ）

で表される。

【００６８】

なお、各数値実施例において、ｄ、焦点距離（ｍｍ）、Ｆナンバー、半画角（°）は全て各実施例のズームレンズが無限遠物体に焦点を合わせたときの値である。「バックフォーカス」は、レンズ最終面（最も像側のレンズ面）から近軸像面までの光軸上の距離を空気換算長により表記したものである。ズームレンズと撮像素子との間に屈折力の極めて弱い光学部材が配置されている場合、バックフォーカスはズームレンズと撮像素子との間に配置された屈折力の極めて弱い光学部材を空気換算した際の値が用いられる。「レンズ全長」は、ズームレンズの最前面（最も物体側のレンズ面）から最終面までの光軸上の距離にバックフォーカスを加えた長さである。「レンズ群」は、複数のレンズから構成される場合に限らず、１枚のレンズから構成される場合も含むものとする。

【００６９】

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，Ａ１２を各次数の非球面係数とするとき、

【００７０】

【数１】

$$X=\frac{\frac{H^2}{R}}{1+\sqrt{1-(1+K)(\frac{H}{R})^2}}+A4H^4+A6H^6+A8H^8+A10H^{10}+A12H^{12}$$

【００７１】

で表している。なお、各非球面係数における「ｅ±ＸＸ」は「×１０$^{\pm XX}$」を意味している。

【００７２】

[数値実施例１]

単位 ｍｍ

面データ

面番号	r	d	nd	νd	θgF
1	730.9556	5.892	1.51860	69.89	0.5318
2	-6243.5126	0.500			
3	198.7095	16.104	1.43387	95.10	0.5373
4	-3325.1197	79.136			
5	155.0904	9.320	1.43387	95.10	0.5373

6	1493.6041	1.635			
7	-1752.4247	2.500	1.65412	39.68	0.5737
8	198.0530	(可変)			
9	411.1739	4.561	1.89286	20.36	0.6393
10	-443.2523	1.800	1.75700	47.82	0.5565
11	111.4148	10.005			
12	-125.4127	1.800	1.61772	49.81	0.5603
13	-376.7073	(可変)			
14	323.1596	9.629	1.43387	95.10	0.5373
15	-143.7175	0.300			
16	174.5820	7.144	1.49700	81.54	0.5375
17	-610.1252	0.300			
18	102.2907	12.593	1.43875	94.66	0.5340
19	-170.4620	1.500	1.85150	40.78	0.5695
20	288.0578	(可変)			
21	122.2879	6.365	1.49700	81.54	0.5375
22	-891.3501	(可変)			
23(絞り)	∞	(可変)			
24	-1838.6951	1.000	1.77250	49.60	0.5520
25	63.1863	(可変)			
26	67.3791	1.000	1.89286	20.36	0.6393
27	45.1355	7.018	1.61772	49.81	0.5603
28	-148.0674	1.000			
29	617.5001	4.586	1.66565	35.64	0.5824
30	-59.6998	1.200	1.55200	70.70	0.5421
31	45.6096	4.496			
32	-116.6098	1.200	1.49700	81.54	0.5375
33	68.7125	2.622			
34	53.7871	6.809	1.58144	40.75	0.5774
35	-91.7944	(可変)			
36	290.3730	1.300	1.49700	81.54	0.5375
37	81.1764	7.199			
38	-38.3664	1.350	1.85896	22.73	0.6284
39	-44.9029	(可変)			
40	54.6122	4.669	1.54814	45.79	0.5686
41	225.7345	5.070			
42	-77.3223	1.500	1.49700	81.54	0.5375
43	-337.7382	39.500			
像面	∞				

各種データ

ズーム比	1.424		
	広角	中間	望遠
焦点距離	409.335	505.051	582.738
Fナンバー	2.880	3.553	4.100
半画角（°）	3.025	2.453	2.126
像高	21.635	21.635	21.635
レンズ全長	475.002	475.002	475.002
BF	39.500	39.500	39.500
d 8	75.292	102.470	123.027
d13	51.451	24.274	3.716

d20	16.196	12.309	16.151
d22	4.395	8.282	4.440
d23	21.740	11.632	5.653
d25	20.779	30.887	36.866
d35	5.522	3.808	2.263
d39	17.024	18.738	20.283

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	410.021
2	9	-130.744
3	14	133.646
4	21	216.820
5	23	∞
6	24	-79.059
7	26	120.226
8	36	-135.543
9	40	326.087

Focus 24-25面/36-39面

	広角	中間	望遠
INF	0 /0	0 /0	0 /0
10m	4.425 /1.194	6.260 /1.702	7.991 /2.188
5m	8.968 /2.466	12.783 /3.570	16.500 /4.678

[数値実施例２]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	νd	θgF
1	570.3427	5.308	1.55397	71.76	0.5389
2	4110.5896	0.500			
3	180.9086	14.162	1.43387	95.10	0.5373
4	-16508.0671	79.751			
5	139.9369	7.584	1.43387	95.10	0.5373
6	653.8269	1.766			
7	-4831.6176	2.500	1.65412	39.68	0.5737
8	174.5670	(可変)			
9	518.2941	2.000	1.75500	52.32	0.5475
10	122.9643	8.588			
11	-110.2774	2.000	1.43875	94.66	0.5340
12	580.4461	2.754	1.94594	17.98	0.6546
13	-1719.8627	(可変)			
14	542.7184	9.491	1.43875	94.66	0.5340
15	-140.9845	0.300			
16	214.1095	8.022	1.43875	94.66	0.5340
17	-340.1080	0.300			
18	119.2253	13.087	1.43875	94.66	0.5340
19	-160.9653	1.800	1.88300	40.76	0.5667
20	422.5642	(可変)			
21	101.4565	8.513	1.43875	94.66	0.5340
22	-706.5165	(可変)			
23(絞り)	∞	(可変)			
24	272.7897	2.275	1.86966	20.02	0.6434

25	1503.3424	1.200	1.85150	40.78	0.5695
26	63.1952	(可変)			
27	56.6311	6.531	1.58313	59.38	0.5434
28	-168.5178	1.400	1.98612	16.48	0.6657
29	416.0912	1.895			
30	12335.3111	4.342	1.72047	34.71	0.5834
31	-66.3850	1.200	1.43875	94.66	0.5340
32	42.4384	5.451			
33	-79.6923	1.200	1.61800	63.40	0.5395
34	164.6449	4.073			
35	158.9082	3.926	1.89286	20.36	0.6393
36	-104.0776	1.882			
37	3107.5060	6.177	1.51680	64.20	0.5342
38	-38.1010	1.500	1.69350	53.21	0.5473
39	-76.7167	14.040			
40	-2495.0850	1.802	1.98612	16.48	0.6657
41	289.7081	4.371			
42	-55.9357	1.487	1.83400	37.34	0.5790
43	-224.9602	(可変)			
44	425.8906	5.874	1.65160	58.54	0.5390
45	-57.2522	(可変)			
46	-72.2123	1.500	1.43875	94.66	0.5340
47	-228.1975	41.785			
像面	∞				

各種データ

ズーム比	1.902		
	広角	中間	望遠
焦点距離	306.239	400.502	582.535
Fナンバー	2.900	3.284	4.600
半画角（°）	4.041	3.092	2.127
像高	21.635	21.635	21.635
レンズ全長	475.001	475.001	475.001
BF	41.785	41.785	41.785
d 8	30.863	63.518	113.126
d13	86.178	53.524	3.916
d20	16.045	5.554	14.429
d22	4.870	15.361	6.486
d23	25.268	12.546	3.652
d26	14.363	27.084	35.979
d43	6.069	8.177	12.155
d45	9.007	6.899	2.922

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	412.353
2	9	-136.937
3	14	152.746
4	21	202.855
5	23	∞
6	24	-97.865
7	27	-222.023

8 44 77.826
9 46 -241.489
Focus 24-25面/44-45面
広角 中間 望遠
INF 0 /0 0 /0 0 /0
10m 2.604 /-1.258 4.033 /-1.909 7.881 /-3.525
5m 5.322 /-2.473 8.265 /-3.676 16.515 /-6.419
[数値実施例３]
単位 mm
面データ
面番号 r d nd νd θgF
1 117.8476 10.117 1.59410 60.47 0.5550
2 -727.8101 18.200
3 94.9790 8.242 1.49700 81.61 0.5386
4 -252.5833 1.800 1.78800 47.37 0.5559
5 94.7236 (可変)
6 157.5616 1.500 1.79500 45.29 0.5600
7 39.1088 6.013
8 -383.4067 1.500 1.49700 81.61 0.5386
9 35.7445 7.507 1.83400 37.34 0.5790
10 -23201.6288 3.000
11 -63.2907 1.500 1.77250 49.63 0.5508
12 -264.1072 (可変)
13 79.9982 5.382 1.43700 95.10 0.5326
14 -193.1021 0.200
15 78.6173 5.052 1.49700 81.61 0.5386
16 -278.0686 0.200
17 61.2944 8.872 1.49700 81.61 0.5386
18 -60.7345 1.300 1.83481 42.72 0.5650
19 117.9451 2.700
20(絞り) ∞ 18.024
21 163.3512 1.200 1.83400 37.16 0.5776
22 40.5008 8.022 1.51823 58.90 0.5457
23 -84.0400 0.200
24 78.6064 3.008 1.83481 42.72 0.5650
25 1019.6835 (可変)
26 -288.7482 2.342 1.80518 25.46 0.6156
27 -60.1020 4.557
28 -49.2539 1.000 1.77250 49.60 0.5520
29 42.3947 (可変)
30 -45.0423 1.400 1.75211 25.05 0.6190
31 -62.7141 0.200
32 76.8156 3.984 1.83481 42.72 0.5650
33 -47317.2031 39.493
像面 ∞
各種データ
ズーム比 4.047
広角 中間 望遠
焦点距離 71.997 136.486 291.389
Fナンバー 4.120 4.120 4.120

半画角（°）	16.725	9.007	4.246
像高	21.635	21.635	21.635
レンズ全長	276.801	306.083	332.801
BF	39.493	58.857	64.844
d 5	2.000	49.361	107.654
d12	82.955	43.367	1.534
d25	3.802	5.786	15.562
d29	21.532	21.691	16.186
d33	39.493	58.857	64.844

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	357.575
2	6	-59.668
3	13	53.274
4	26	-45.937
5	30	153.963

［数値実施例４］

単位 ｍｍ

面データ

面番号	r	d	nd	νd	θgF	
1	509.4253	5.145	1.55397	71.76	0.5389	
2	1908.1748	0.500				
3	172.6878	14.918	1.43387	95.10	0.5373	
4	-6542.9443	79.356				
5	151.3594	7.360	1.43387	95.10	0.5373	
6	1005.1306	1.834				
7	-1171.2363	2.500	1.65412	39.68	0.5737	
8	185.1693	(可変)				
9	390.5571	2.000	1.75500	52.32	0.5474	
10	126.1889	8.294				
11	-115.1194	2.000	1.45860	90.19	0.5354	
12	256.0979	(可変)				
13	337.6115	2.846	1.94594	17.98	0.6546	
14	1629.6846	(可変)				
15	453.0790	10.195	1.43875	94.66	0.5340	
16	-135.6192	0.300				
17	202.0520	8.211	1.43875	94.66	0.5340	
18	-356.3936	0.300				
19	112.1278	13.346	1.43875	94.66	0.5340	
20	-167.8601	1.800	1.88300	40.76	0.5667	
21	351.9034	(可変)				
22	102.2878	8.157	1.43875	94.66	0.5340	
23	-848.5635	(可変)				
24(絞り)	∞	(可変)				
25	236.4199	2.191	1.86966	20.02	0.6434	
26	648.7493	1.200	1.83481	42.74	0.5648	
27	63.6631	(可変)				
28	56.2840	6.407	1.58313	59.38	0.5434	
29	-150.1497	1.400	1.98612	16.48	0.6657	
30	512.0374	1.816				

31	-4546.1831	4.028	1.72047	34.71	0.5834
32	-67.7594	1.200	1.43875	94.66	0.5340
33	40.8618	5.154			
34	-81.0754	1.200	1.61800	63.40	0.5395
35	151.7764	3.690			
36	155.9681	3.892	1.89286	20.36	0.6393
37	-89.4509	1.793			
38	846.1126	6.168	1.51680	64.20	0.5342
39	-37.8113	1.500	1.69350	53.21	0.5473
40	-83.0137	8.168			
41	-273.1606	1.495	1.98612	16.48	0.6657
42	962.3575	3.565			
43	-62.5689	1.489	1.85540	36.56	0.5782
44	2447.8470	(可変)			
45	211.7513	6.420	1.67790	50.72	0.5557
46	-56.4512	(可変)			
47	-65.0196	1.500	1.43875	94.66	0.5340
48	-161.4072	47.957			
像面	∞				

各種データ

ズーム比 1.904

	広角	中間	望遠
焦点距離	305.975	400.455	582.520
Fナンバー	2.900	3.300	4.600
半画角（°）	4.045	3.092	2.127
像高	21.635	21.635	21.635
レンズ全長	475.001	475.001	475.001
BF	47.957	47.957	47.957
d 8	30.113	61.786	109.903
d12	3.056	2.446	2.230
d14	82.767	51.705	3.803
d21	17.440	5.739	16.238
d23	4.813	16.515	6.016
d24	23.683	10.524	3.768
d27	18.180	31.340	38.095
d44	6.384	7.913	10.725
d46	7.269	5.740	2.928

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	416.444
2	9	-99.882
3	13	449.682
4	15	145.221
5	22	208.601
6	24	∞
7	25	-106.379
8	28	-128.199
9	45	66.388
10	47	-249.342

Focus 23-24面/35-38面

	広角		中間		望遠	
INF	0	/0	0	/0	0	/0
10m	2.633	/-1.267	4.081	/-1.877	8.230	/-3.552
5m	5.386	/-2.429	8.377	/-3.607	17.333	/-6.404

［数値実施例５］

単位 ｍｍ

面データ

面番号	r	d	nd	νd	θgF
1*	233.5210	14.201	1.59349	67.00	0.5361
2	-3860.7690	75.218			
3	167.5081	9.741	1.43387	95.10	0.5373
4	1366.7274	2.895			
5	-907.6191	2.500	1.61340	44.27	0.5633
6	134.9541	10.172	1.43387	95.10	0.5373
7	733.9326	(可変)			
8	418.4886	2.923	1.98612	16.48	0.6657
9	2855.5393	1.800	1.51680	64.20	0.5342
10	91.7731	(可変)			
11	-158.0234	1.800	1.75500	52.32	0.5474
12	-1095.0250	(可変)			
13	274.5113	9.678	1.43387	95.10	0.5373
14	-157.2093	0.300			
15	147.8952	8.122	1.43387	95.10	0.5373
16	-581.1844	0.300			
17	105.1297	12.023	1.43875	94.66	0.5340
18	-187.0741	1.500	1.85150	40.78	0.5695
19	289.7811	(可変)			
20	123.0396	5.946	1.49700	81.54	0.5375
21	-2854.4014	(可変)			
22(絞り)	∞	(可変)			
23	613.1779	1.000	1.77250	49.60	0.5520
24	56.2042	(可変)			
25	53.9825	1.000	1.89286	20.36	0.6393
26	37.6134	7.374	1.61340	44.27	0.5633
27	-207.9132	0.981			
28	1552.5249	4.375	1.66565	35.64	0.5824
29	-58.2642	1.200	1.55200	70.70	0.5421
30	47.9290	3.954			
31	-144.3128	1.200	1.49700	81.54	0.5375
32	59.0492	2.499			
33	57.9347	6.233	1.58144	40.75	0.5774
34	-94.1465	(可変)			
35	220.2090	1.400	1.49700	81.54	0.5375
36	66.0540	7.287			
37	-38.9405	1.400	1.75211	25.05	0.6190
38	-45.3811	(可変)			
39	53.4770	3.715	1.54814	45.79	0.5686
40	112.3255	6.030			
41	-77.1110	1.500	1.49700	81.54	0.5375
42	-105.0245	39.500			

像面　　∞
非球面データ
第１面
Ｋ＝0.00000e+00　Ａ４＝7.18492e-10　Ａ６＝2.58156e-14　Ａ８＝1.34636e-18
各種データ
ズーム比　　1.424

	広角	中間	望遠
焦点距離	409.422	505.057	582.860
Fナンバー	2.880	3.553	4.100
半画角（°）	3.025	2.453	2.126
像高	21.635	21.635	21.635
レンズ全長	475.002	475.002	475.002
BF	39.500	39.500	39.500
d 7	78.590	105.041	124.799
d10	13.095	14.557	15.911
d12	51.821	23.907	2.796
d19	14.645	11.584	15.115
d21	4.855	7.917	4.386
d22	21.855	11.025	3.911
d24	19.450	30.279	37.393
d34	6.280	4.664	1.976
d38	14.644	16.260	18.948

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	385.915
2	8	-293.729
3	11	-244.803
4	13	132.759
5	20	237.492
6	22	∞
7	23	-80.161
8	25	127.025
9	35	-128.916
10	39	257.818

Focus　23-24面/35-38面

	広角	中間	望遠
INF	0 /0	0 /0	0 /0
10m	4.312 /1.809	6.062 /2.617	7.603 /3.365
5m	8.687 /3.911	12.273 /5.837	15.524 /7.739

［数値実施例６］
単位 ｍｍ
面データ

面番号	r	d	nd	νd	θgF
1	377.2064	4.992	1.55200	70.70	0.5421
2	-308.8554	23.000			
3	102.6869	7.325	1.43700	95.10	0.5326
4	-936.2210	1.800	1.80000	29.84	0.6017
5	358.7290	(可変)			
6	491.2972	1.500	1.75500	52.32	0.5474
7	45.1559	6.008			

8	-111.6719	1.500	1.49700	81.61	0.5386
9	45.1084	7.173	1.83400	37.34	0.5790
10	-305.1587	(可変)			
11	-56.4522	1.500	1.59349	67.00	0.5361
12	-506.1690	(可変)			
13	115.0689	5.104	1.43700	95.10	0.5326
14	-142.5829	0.200			
15	87.5168	4.562	1.49700	81.61	0.5386
16	-379.5702	0.200			
17	57.4849	7.714	1.49700	81.61	0.5386
18	-106.7474	1.300	1.83481	42.72	0.5650
19	129.8218	2.700			
20(絞り)	∞	12.700			
21	86.0973	1.200	1.74951	35.33	0.5818
22	32.4825	9.408	1.49700	81.61	0.5386
23	-144.5309	0.200			
24	76.8445	2.747	1.85150	40.78	0.5695
25	265.6436	(可変)			
26	-137.4492	4.251	1.72047	34.71	0.5834
27	-34.4731	1.000	1.59282	68.62	0.5458
28	42.2743	(可変)			
29	-40.2811	1.400	1.59270	35.45	0.5927
30	-66.3445	0.200			
31	82.0262	4.137	1.71300	53.87	0.5459
32	5947.4920	(可変)			
像面	∞				

各種データ

ズーム比	2.886		
	広角	中間	望遠
焦点距離	101.052	149.599	291.652
Fナンバー	4.120	4.120	4.120
半画角（°）	12.084	8.229	4.242
像高	21.635	21.635	21.635
レンズ全長	279.187	298.229	308.962
BF	39.496	46.458	52.523
d 5	15.457	41.395	71.518
d10	4.243	5.452	5.454
d12	50.522	34.089	1.454
d25	4.624	5.350	8.335
d28	51.023	51.663	55.855
d32	39.496	46.458	52.523

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	205.720
2	6	-116.803
3	11	-107.192
4	13	49.219
5	26	-63.658
6	29	330.139

各数値実施例における種々の値を、以下の表１にまとめて示す。

【００７３】
【表１】

	実施例１	実施例２	実施例３	実施例４	実施例５	実施例６
ｆｗ	409.335	306.239	71.997	305.975	409.422	101.052
ｆｔ	582.738	582.535	291.389	582.520	582.860	291.652
ｆ１	410.021	412.353	357.575	416.444	385.915	205.720
ｆ２	-130.744	-136.937	-59.668	-99.882	-293.729	-116.803
ｆ３	133.646	152.746	53.274	449.682	-244.803	-107.192
ｆ４	216.820	202.855	-45.937	145.221	132.759	49.219
ｆ５	-79.059	-97.865	153.963	208.601	237.492	-63.658
ｆ６	120.226	-222.023		-106.379	-80.161	330.139
ｆ７	-135.543	77.826		-128.199	127.025	
ｆ８	326.087	-241.489		66.388	-128.916	
ｆ９				-249.342	257.818	
ＴＤｗ	435.502	433.216	237.309	427.044	435.501	239.691
ＴＤｔ	435.502	433.216	267.957	427.044	435.501	256.439
ｓｋｗ	39.500	41.785	39.493	47.957	39.500	39.496
ｓｋｔ	39.500	41.785	64.844	47.957	39.500	52.523
ＬＤｗ	475.002	475.001	276.801	475.001	475.002	279.187
ＬＤｔ	475.002	475.001	332.801	475.001	475.002	308.962
ｄｓｗ	156.583	168.619	108.762	167.749	152.877	132.387
ｄｓｔ	156.583	168.619	140.529	167.749	152.877	153.957
β２ｗ	-2.169	-1.364	-0.274	-0.742	2.780	-2.174
β３ｗ	-0.397	-0.577	-0.373	1.673	-0.917	0.214
β２ｔ	-10.430	-7.548	-0.532	-1.822	1.934	49.850
β３ｔ	-0.098	-0.148	-0.693	2.780	-15.674	-0.019
ｆＬＡ	133.646	152.746	53.274	145.221	132.759	49.219
ｆＵ	-130.744	-136.937	-59.668	-130.677	-130.149	-50.585
ｄ１ａ	79.136	79.751	18.200	79.356	75.218	23.000
ｄＵａ	10.005	8.588	6.013	8.294	15.911	6.008
（１）ｄｓｗ／Ｌｄｗ	0.330	0.355	0.393	0.353	0.322	0.474
（２）ｎｄ１ｍａｘ	1.65412	1.65412	1.78800	1.65412	1.61340	1.80000
（３）ｄ１ａ／ｄＵａ	7.910	9.287	3.027	9.568	4.727	3.828
（４）ｎｄＵｖ	1.89286	1.94594	1.83400	1.94594	1.98612	1.83400
（５）θｇＦＵｖ	0.6393	0.6546	0.5790	0.6546	0.6657	0.5790
（６）νｄ１ａ	74.943	75.410	63.151	75.410	75.367	65.214
（７）βＵｔ	-10.430	-7.548	-0.532	-5.066	-30.315	-0.958
（８）βＵｔ／βＵｗ	4.808	5.534	1.943	4.081	11.889	2.057
（９）ｆ１／ｆＬＡ	3.068	2.700	6.712	2.868	2.907	4.180
（１０）ｆＵ／ｆｔ	-0.224	-0.235	-0.205	-0.224	-0.223	-0.173
（１１）ｓｋｔ／ｆｔ	0.068	0.072	0.223	0.082	0.068	0.180
（１２）ｆ１／ｆＵ	-3.136	-3.011	-5.993	-3.187	-2.965	-4.067

【００７４】
［撮像装置］
次に、各実施例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１３を用いて説明する。図１３において、１０はカメラ本体、１１は実施例１乃至６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影光学系である。１２はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系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センサ等の固体撮像素子（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良いし、

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良い。
【００７５】
このように各実施例のズームレンズをデジタルスチルカメラ等の撮像装置に適用することにより、レンズが小型である撮像装置を得ることができる。
［撮像システム］
なお、各実施例のズームレンズと、ズームレンズを制御する制御部とを含めた撮像システム（監視カメラシステム）を構成してもよい。この場合、制御部は、ズーミングやフォーカシング、像ブレ補正に際して各レンズ群が上述したように移動するようズームレンズを制御することができる。このとき、制御部がズームレンズと一体的に構成されている必要はなく、制御部をズームレンズとは別体として構成してもよい。例えば、ズームレンズの各レンズを駆動する駆動部に対して遠方に配置された制御部（制御装置）が、ズームレンズを制御するための制御信号（命令）を送る送信部を備える構成を採用してもよい。このような制御部によれば、ズームレンズを遠隔操作することができる。
【００７６】
また、ズームレンズを遠隔操作するためのコントローラーやボタンなどの操作部を制御部に設けることで、ユーザーの操作部への入力に応じてズームレンズを制御する構成を採ってもよい。例えば、操作部として拡大ボタン及び縮小ボタンを設けてもよい。この場合、ユーザーが拡大ボタンを押したらズームレンズの倍率が大きくなり、ユーザーが縮小ボタンを押したらズームレンズの倍率が小さくなるように、制御部からズームレンズの駆動部に信号が送られるように構成すればよい。
【００７７】
また、撮像システムは、ズームレンズのズームに関する情報（移動状態）を表示する液晶パネルなどの表示部を有していてもよい。ズームレンズのズームに関する情報とは、例えばズーム倍率（ズーム状態）や各レンズ群の移動量（移動状態）である。この場合、表示部に示されるズームレンズのズームに関する情報を見ながら、操作部を介してユーザーがズームレンズを遠隔操作することができる。このとき、例えばタッチパネルなどを採用することで表示部と操作部とを一体化してもよい。
【００７８】
本実施形態の開示は、以下の構成及び方法を含む。
【００７９】
（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、１又は２つのレンズ群を含み全体として負の屈折力の前群、開口絞りと１つ以上のレンズ群を含む後群を有し、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、フォーカシングに際して像面に対して固定され、
前記第１レンズ群は、最も物体側に配置された正レンズを含み、
望遠端において、前記正レンズから前記前群の最も像側に配置されたレンズまでの屈折力を合成した場合に、合成屈折力は負となり、
広角端における前記開口絞りから像面までの光軸上の距離をｄｓｗ、広角端における前記ズームレンズの全長をＬｄｗ、前記第１レンズ群に含まれるレンズの最大屈折率をｎｄ１ｍａｘ、全ズーム域での前記第１レンズ群における空気間隔の最大値をｄ１ａ、全ズーム域での前記前群における空気間隔の最大値をｄＵａとするとき、
０．１０＜ｄｓｗ／Ｌｄｗ＜０．５０
１．４５＜ｎｄ１ｍａｘ≦１．８０
３＜ｄ１ａ／ｄＵａ＜３００
なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。
（構成２）
前記前群に含まれるレンズのうち、屈折率が最大となる材料からなるレンズの屈折率をｎｄＵｖとするとき、
１．７５＜ｎｄＵｖ＜２．４０

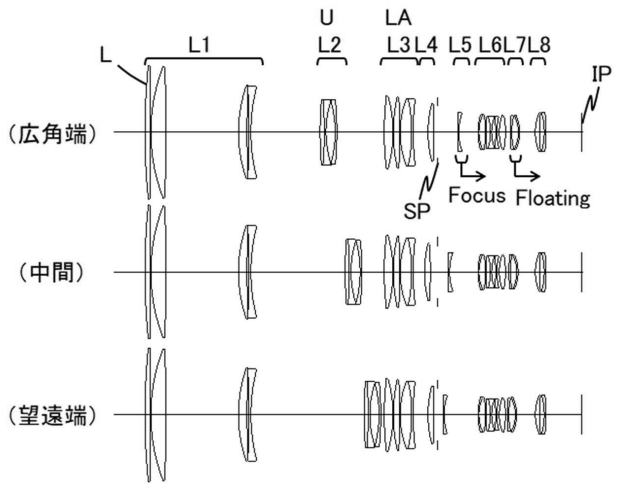
なる条件式を満足することを特徴とする構成１に記載のズームレンズ。
（構成３）
前記前群に含まれるレンズのうち、屈折率が最大となる材料からなるレンズの部分分散比をθｇＦＵｖとするとき、
０．５６＜θｇＦＵｖ＜０．６８
なる条件式を満足することを特徴とする構成１又は２に記載のズームレンズ。
（構成４）
前記第１レンズ群に含まれるレンズのｄ線におけるアッベ数の平均値をｖｄ１ａとするとき、
５６＜ｖｄ１ａ＜１００
なる条件式を満足することを特徴とする構成１乃至３の何れか一つの構成に記載のズームレンズ。
（構成５）
望遠端における前記前群の横倍率をβＵｔとするとき、
－３５．００＜βＵｔ＜－０．４５
なる条件式を満足することを特徴とする構成１乃至４の何れか一つの構成に記載のズームレンズ。
（構成６）
望遠端における前記前群の横倍率をβＵｔとするとき、広角端における前記前群の横倍率をβＵｗとするとき、
１．７＜βＵｔ／βＵｗ＜２０．０
なる条件式を満足することを特徴とする構成１乃至５の何れか一つの構成に記載のズームレンズ。
（構成７）
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、前記後群の最も物体側に配置されたレンズ群の焦点距離をｆＬＡとするとき、
２．４＜ｆ１／ｆＬＡ＜１０．０
なる条件式を満足することを特徴とする構成１乃至６の何れか一つの構成に記載のズームレンズ。
（構成８）
望遠端における前記前群の焦点距離をｆＵ、望遠端における前記ズームレンズの焦点距離をｆｔとするとき、
－０．３５＜ｆＵ／ｆｔ＜－０．０５
なる条件式を満足することを特徴とする構成１乃至７の何れか一つの構成に記載のズームレンズ。
（構成９）
望遠端におけるバックフォーカスをｓｋｔとするとき、
０．０１＜ｓｋｔ／ｆｔ＜０．３５
なる条件式を満足することを特徴とする構成１乃至８の何れか一つの構成に記載のズームレンズ。
（構成１０）
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、望遠端における前記前群の焦点距離をｆＵとするとき、
－９．０＜ｆ１／ｆＵ＜－１．６
なる条件式を満足することを特徴とする構成１乃至９の何れか一つの構成に記載のズームレンズ。
（構成１１）
前記後群の最も物体側に配置されたレンズ群は、ズーミングに際して、像面に対して固定されることを特徴とする構成１乃至１０の何れか一つの構成に記載のズームレンズ。
（構成１２）

前記第１レンズ群は、４枚以下のレンズにより構成されることを特徴とする構成１乃至１１の何れか一つの構成に記載のズームレンズ。
（構成１３）
第１レンズ群Ｌ１は、１枚の負レンズ、及び２枚又は３枚の正レンズにより構成されることを特徴とする構成１乃至１２の何れか一つの構成に記載のズームレンズ。
（構成１４）
前記前群は、少なくとも１枚の正レンズを含む３枚又は４枚の球面レンズにより構成されることを特徴とする構成１乃至１３の何れか一つの構成に記載のズームレンズ。
（構成１５）
前記ズームレンズの最も像側に配置されたレンズ群は、ズーミングに際して、像面に対して固定されることを特徴とする構成１乃至１４の何れか一つの構成に記載のズームレンズ。
（構成１６）
前記ズームレンズの最も像側に配置されたレンズは、像側が凸形状のレンズであることを特徴とする構成１乃至１５の何れか一つの構成に記載のズームレンズ。
（構成１７）
前記開口絞りは、前記後群の最も物体側に配置されたレンズ群よりも像側に配置されることを特徴とする構成１乃至１６の何れか一つの構成に記載のズームレンズ。
（構成１８）
前記開口絞りの像側に隣接して配置されるレンズは、物体側に凸形状の要素からなることを特徴とする構成１乃至１７の何れか一つの構成に記載のズームレンズ。
（構成１９）
物体側から像側へ順に配置された、前記第１レンズ群、負の屈折力の第２レンズ群、前記後群を有することを特徴とする構成１乃至１８の何れか一つの構成に記載のズームレンズ。
（構成２０）
前記後群は、正の屈折力の第３レンズ群、正の屈折力の第４レンズ群、負の屈折力の第５レンズ群、正の屈折力の第６レンズ群、負の屈折力の第７レンズ群、正の屈折力の第８レンズ群からなることを特徴とする構成１９に記載のズームレンズ。
（構成２１）
前記後群は、正の屈折力の第３レンズ群、正の屈折力の第４レンズ群、負の屈折力の第５レンズ群、負の屈折力の第６レンズ群、正の屈折力の第７レンズ群、負の屈折力の第８レンズ群からなることを特徴とする構成１９に記載のズームレンズ。
（構成２２）
前記後群は、正の屈折力の第３レンズ群、負の屈折力の第４レンズ群、正の屈折力の第５レンズ群からなることを特徴とする構成１９に記載のズームレンズ。
（構成２３）
物体側から像側へ順に配置された、前記第１レンズ群、負の屈折力の第２レンズ群、第３レンズ群、前記後群を有することを特徴とする構成１乃至１８の何れか一つの構成に記載のズームレンズ。
（構成２４）
前記後群は、正の屈折力の第４レンズ群、正の屈折力の第５レンズ群、負の屈折力の第６レンズ群、負の屈折力の第７レンズ群、正の屈折力の第８レンズ群、負の屈折力の第９レンズ群からなることを特徴とする構成２３に記載のズームレンズ。
（構成２５）
前記後群は、正の屈折力の第４レンズ群、正の屈折力の第５レンズ群、負の屈折力の第６レンズ群、正の屈折力の第７レンズ群、負の屈折力の第８レンズ群、正の屈折力の第９レンズ群からなることを特徴とする構成２３に記載のズームレンズ。
（構成２６）
前記後群は、正の屈折力の第４レンズ群、負の屈折力の第５レンズ群、正の屈折力の第

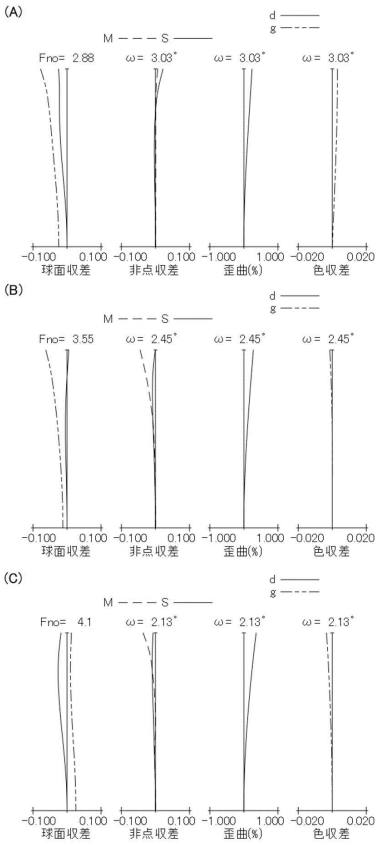
６レンズ群からなることを特徴とする構成２３に記載のズームレンズ。
（構成２７）
構成１乃至２６の何れか一つの構成に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する撮像素子とを有することを特徴とする撮像装置。
（構成２８）
構成１乃至２６の何れか一つの構成に記載のズームレンズと、ズーミングに際して前記ズームレンズを制御する制御部とを有することを特徴とする撮像システム。
（構成２９）
制御部は、前記ズームレンズとは別体として構成されており、前記ズームレンズを制御するための制御信号を送信する送信部を有することを特徴とする構成２８に記載の撮像システム。
（構成３０）
制御部は、前記ズームレンズとは別体として構成されており、前記ズームレンズを操作するための操作部を有することを特徴とする構成２８又は２９に記載の撮像システム。
（構成３１）
前記ズームレンズのズームに関する情報を表示する表示部を有することを特徴とする構成２８乃至３０の何れか一つの構成に記載の撮像システム。
【００８０】
以上、本発明の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】
【００８１】
Ｌ　正レンズ
Ｌ１　第１レンズ群
Ｕ　前群

【図面】

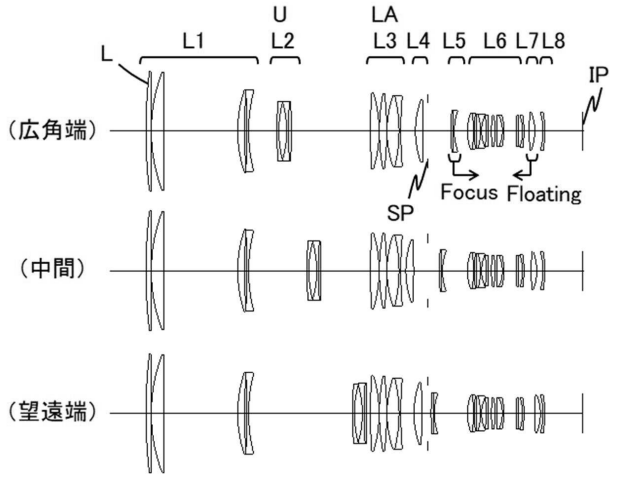
【図１】


L
L1
U
L2
LA
L3 L4
L5 L6 L7 L8
IP
（広角端）
（中間）
（望遠端）
SP
Focus
Floating

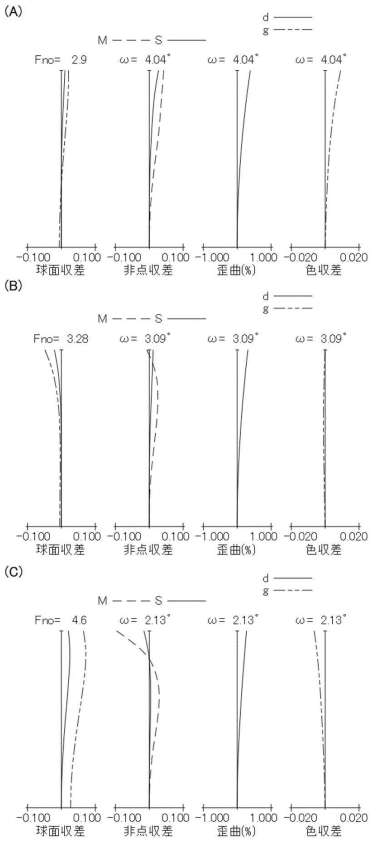
【図２】


(A)
Fno= 2.88
ω= 3.03°
(B)
Fno= 3.55
ω= 2.45°
(C)
Fno= 4.1
ω= 2.13°
球面収差
非点収差
歪曲(%)
色収差

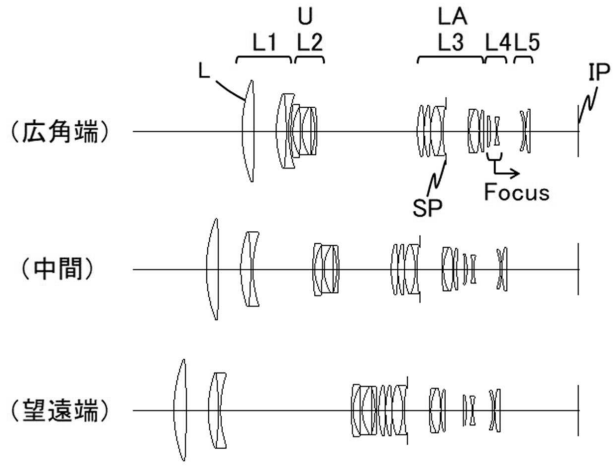
【図３】


L
L1
U
L2
LA
L3 L4
L5 L6 L7 L8
IP
（広角端）
（中間）
（望遠端）
SP
Focus
Floating

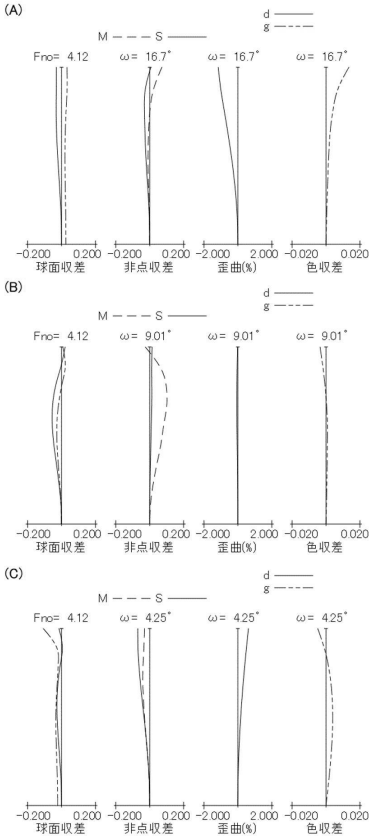
【図４】


(A)
Fno= 2.9
ω= 4.04°
(B)
Fno= 3.28
ω= 3.09°
(C)
Fno= 4.6
ω= 2.13°
球面収差
非点収差
歪曲(%)
色収差

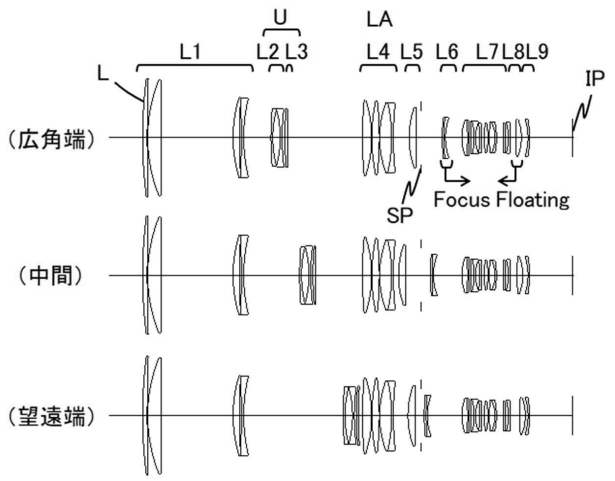
【図５】


U
L1 L2
LA
L3 L4L5
L
IP
（広角端）
SP
Focus
（中間）
（望遠端）

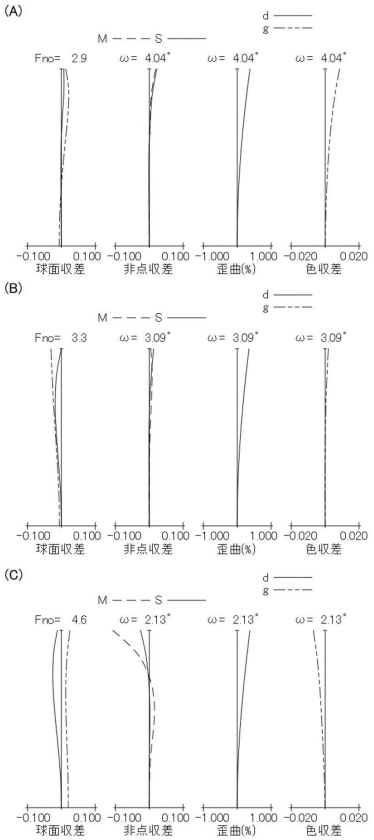
【図６】


(A)
M S
d
g
Fno= 4.12
ω= 16.7°
ω= 16.7°
ω= 16.7°
(B)
Fno= 4.12
ω= 9.01°
ω= 9.01°
ω= 9.01°
(C)
Fno= 4.12
ω= 4.25°
ω= 4.25°
ω= 4.25°
−0.200 0.200
球面収差
非点収差
−2.000 2.000
歪曲(%)
−0.020 0.020
色収差

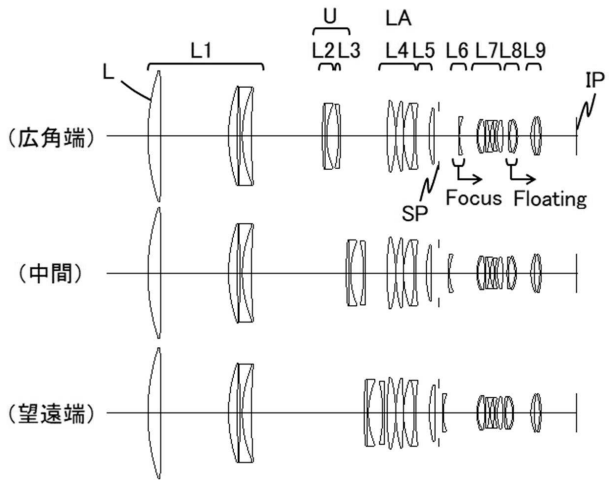
【図７】


U
LA
L1
L2 L3
L4 L5 L6 L7L8L9
L
IP
（広角端）
SP
Focus Floating
（中間）
（望遠端）

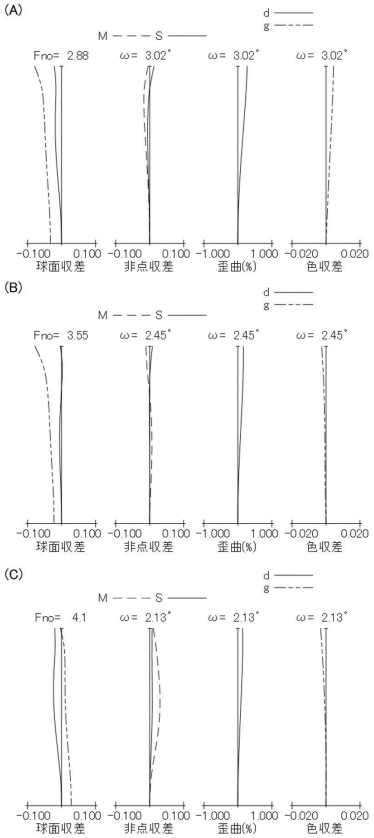
【図８】


(A)
M S
d
g
Fno= 2.9
ω= 4.04°
ω= 4.04°
ω= 4.04°
(B)
Fno= 3.3
ω= 3.09°
ω= 3.09°
ω= 3.09°
(C)
Fno= 4.6
ω= 2.13°
ω= 2.13°
ω= 2.13°
−0.100 0.100
球面収差
非点収差
−1.000 1.000
歪曲(%)
−0.020 0.020
色収差

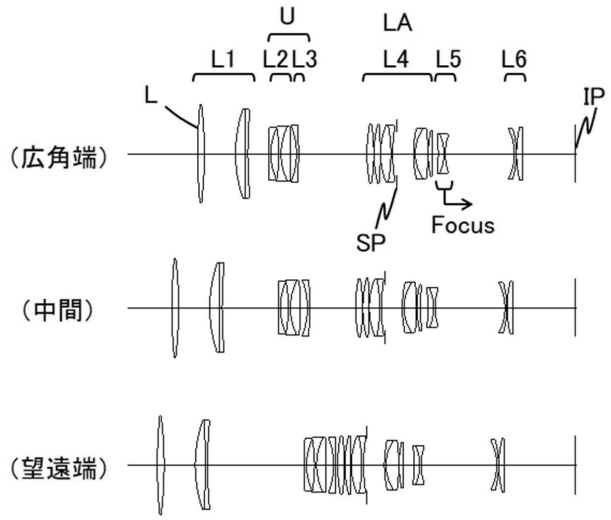
【図９】



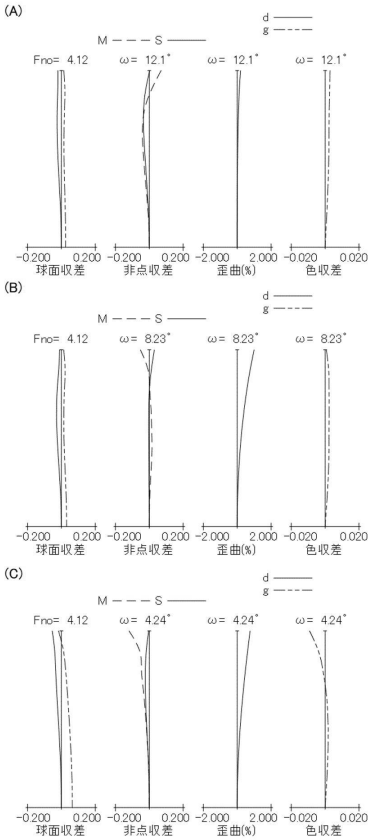
【図１０】



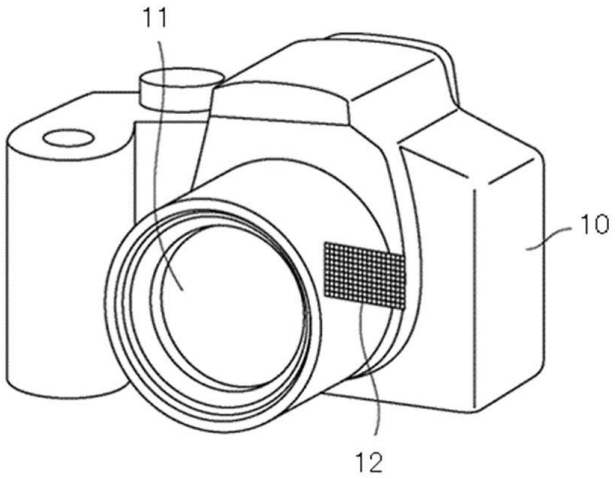
【図１１】



【図１２】



【図１３】



フロントページの続き

Ｆターム（参考） QA02 QA06 QA07 QA12 QA14 QA21 QA25 QA26 QA32 QA34
QA37 QA41 QA42 QA46 RA05 RA12 RA32 RA36 RA44 SA43 SA47
SA49 SA53 SA55 SA57 SA61 SA62 SA63 SA64 SA65 SA66 SA71
SA72 SA74 SA75 SB04 SB05 SB13 SB14 SB15 SB21 SB22 SB25
SB32 SB33 SB35 SB42 SB43