(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6529215号
(P6529215)
(45)発行日　令和1年6月12日(2019.6.12)　(24)登録日　令和1年5月24日(2019.5.24)

(51)Int.Cl.			F I	
G02B	15/167	(2006.01)	G02B	15/167
G02B	13/18	(2006.01)	G02B	13/18
G02B	15/20	(2006.01)	G02B	15/20

請求項の数 9　(全 36 頁)

(21)出願番号　特願2013-234394(P2013-234394)
(22)出願日　平成25年11月12日(2013.11.12)
(65)公開番号　特開2015-94869(P2015-94869A)
(43)公開日　平成27年5月18日(2015.5.18)
審査請求日　平成28年10月24日(2016.10.24)

(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　100094112
弁理士　岡部　讓
(74)代理人　100101498
弁理士　越智　隆夫
(74)代理人　100106183
弁理士　吉澤　弘司
(74)代理人　100128668
弁理士　齋藤　正巳
(72)発明者　中村　智之
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

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、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第１レンズ群と、広角端から望遠端へのズーミングのために像側へ移動する負の屈折力の第２レンズ群と、ズーミングのために移動する第３レンズ群と、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第４レンズ群とから構成されるズームレンズであって、

ズーミングのために、互いに隣接するレンズ群どうしの間隔はいずれも変化し、

前記第２レンズ群を構成するレンズのうち最も像側の２つのレンズは、正レンズと負レンズとから構成され、前記正レンズの部分分散比およびアッベ数をそれぞれθｐおよびνｐとし、前記負レンズの部分分散比およびアッベ数をそれぞれθｎおよびνｎとし、前記第２レンズ群の全てのレンズの屈折率の平均値をｎａｖｅとし、無限遠に合焦している状態で無限遠より軸上光束が入射した場合の前記第４レンズ群の広角端における横倍率をβｎｗとして、

$$-3.0\times10^{-3}<(\theta p-\theta n)/(\nu p-\nu n)<0$$

$$1.7<nave<2.0$$

$$-2.7<\beta nw<-1.50$$

なる条件式を満足し、

前記第２レンズ群を構成するレンズのうち物体側から像側へｉ番目のレンズは、その部分分散比およびアッベ数をそれぞれθｉおよびνｉとして、

$$0.648<\theta i+2.53\times10^{-3}\times\nu i<0.678$$

なる条件式を満足する正レンズである、
ことを特徴とするズームレンズ。
但し、アッベ数ν及び部分分散比θは、ｇ線における屈折率をｎｇとし、Ｆ線における屈折率をｎＦとし、ｄ線における屈折率をｎｄとし、Ｃ線における屈折率をｎＣとして、それぞれ

ν＝（ｎｄ－１）／（ｎＦ－ｎＣ）および

θ＝（ｎｇ－ｎＦ）／（ｎＦ－ｎＣ）

なる式で表される。

【請求項２】

前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２とし、前記ズームレンズの広角端における焦点距離をｆｗとして、

－２．５＜ｆ２／ｆｗ＜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３】

前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１とし、前記第２レンズ群の焦点距離をｆ２として、

－５．０＜ｆ１／ｆ２＜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４】

前記第２レンズ群を構成するレンズのうち物体側から像側へｉ番目のレンズは、その屈折率およびアッベ数をそれぞれｎｉおよびνｉとして、

１．８＜ｎｉ＜２．２

１５＜νｉ＜３０

なる条件式を満足する正レンズであることを特徴とする請求項１乃至３のうちいずれか１項に記載のズームレンズ。

【請求項５】

前記第２レンズ群は、唯一の正レンズを含むことを特徴とする請求項４に記載のズームレンズ。

【請求項６】

前記第２レンズ群は、３つの負レンズと１つの正レンズとを有することを特徴とする請求項１乃至５のうちいずれか１項に記載のズームレンズ。

【請求項７】

前記第１レンズ群は、物体側から像側へ順に、焦点調整のためには移動しない負の屈折力の第１１レンズ群、焦点調整のために光軸に沿って移動する正の屈折力の第１２レンズ群、焦点調整のためには移動しない正の屈折力の第１３レンズ群から構成され、前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１とし、前記第１１レンズ群の焦点距離をｆ１１とし、前記第１３レンズ群の焦点距離をｆ１３として、

－９．０＜ｆ１１／ｆ１＜－０．９

－１．５＜ｆ１３／ｆ１１＜－０．５

なる条件式を満足することを特徴とする請求項１乃至６のうちいずれか１項に記載のズームレンズ。

【請求項８】

前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１とし、前記ズームレンズの広角端における焦点距離をｆｗとして、

１．５＜ｆ１／ｆｗ＜９．０

なる条件式を満足することを特徴とする請求項１乃至７のうちいずれか１項に記載のズームレンズ。

【請求項９】

請求項１乃至８のうちいずれか１項に記載のズームレンズと、
前記ズームレンズの像面に配された撮像素子と、
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及びそれを有する撮像装置に関し、特に、放送用テレビカメラ、映画用カメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、監視用カメラ、銀塩写真用カメラ等に好適なズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、テレビカメラ、映画用カメラ、銀塩フィルム用カメラ、デジタルカメラ、ビデオカメラ等の撮像装置には、広画角、高ズーム比でしかも高い光学性能を有したズームレンズが要望されている。広画角、高ズーム比のズームレンズとして、正の屈折力の第１群、ズーム用の負の屈折力の第２群、ズームに伴う像面変動補正用の負の屈折力の第３群、結像用の正の屈折力の第４群より成る４群ズームレンズが知られている。（特許文献１、２）
【０００３】
特許文献１では、ズーム比８倍程度、広角端の撮影画角８７°程度であるズームレンズが開示されている。特許文献２では、ズーム比２．９倍程度、広角端の撮影画角９４°程度であるズームレンズが開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開平９－１５５０１号公報
【特許文献２】特開２００４－３４１２３７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
前述した構成の４群ズームレンズは、広画角化が比較的容易であるが、この４群ズームレンズで高い光学性能を得るには、全ズーム範囲において倍率色収差を良好に補正することが重要である。異常分散性を有する光学材料を使用すれば、倍率色収差を良好に補正するのが容易になる。しかしながら、単に異常分散性の光学材料より成るレンズを用いても色収差を良好に補正することは難しい。前述した４群ズームレンズにおいて全ズーム範囲にわたり、高い光学性能を得るには、ズーミングに際して移動する第２レンズ群に含まれる各レンズの材料を適切に設定することが重要になっている。
【０００６】
また、前述した構成の４群ズームレンズは、高ズーム化が比較的容易であるが、高ズーム化と小型化を両立するためには、レンズの屈折力配置を適切に設定することが重要である。特に前述した構成の４群ズームレンズは、主に第２レンズ群がズーム変化の役割を担うため、第２レンズ群のレンズ構成及び第２レンズ群に含まれる各レンズの材料を適切に設定することが重要になっている。
【０００７】
本発明は、例えば、広画角、高ズーム比、および全ズーム範囲にわたる高い光学性能の点で有利なズームレンズの提供を目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第１レンズ群と、広角端から望遠端へのズーミングのために像側へ移動する負の屈折力の第２レンズ群と、ズーミングのために移動する第３レンズ群と、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第４レンズ群とから構成されるズームレンズであって、ズーミングのために、互いに隣接するレンズ群どうしの間隔はいずれも変化し、前記第２レンズ群を構成するレンズのうち最も像側の２つのレンズは、正レンズと負レンズとから

構成され、前記正レンズの部分分散比およびアッベ数をそれぞれθｐおよびνｐとし、前記負レンズの部分分散比およびアッベ数をそれぞれθｎおよびνｎとし、前記第２レンズ群の全てのレンズの屈折率の平均値をｎａｖｅとし、無限遠に合焦している状態で無限遠より軸上光束が入射する際の前記第４レンズ群の広角端における横倍率をβｎｗとして、

$$-3.0\times10^{-3}<(\theta p-\theta n)/(\nu p-\nu n)<0$$

$$1.7<nave<2.0$$

$$-2.7<\beta nw<-1.50$$

なる条件式を満足し、

前記第２レンズ群を構成するレンズのうち物体側から像側へｉ番目のレンズは、その部分分散比およびアッベ数をそれぞれθｉおよびνｉとして、

$$0.648<\theta i+2.53\times10^{-3}\times\nu i<0.678$$

なる条件式を満足する正レンズである、

ことを特徴としている。

【０００９】

但し、アッベ数ν及び部分分散比θは、ｇ線における屈折率をｎｇとし、Ｆ線における屈折率をｎＦとし、ｄ線における屈折率をｎｄとし、Ｃ線における屈折率をｎＣとして、それぞれ

$$\nu=(nd-1)/(nF-nC)\quad \text{および}$$

$$\theta=(ng-nF)/(nF-nC)$$

なる式で表される。

【発明の効果】

【００１０】

本発明によれば、例えば、広画角、高ズーム比、および全ズーム範囲にわたる高い光学性能の点で有利なズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】本発明の数値実施例１に係るズームレンズの広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図

【図２】本発明の数値実施例１に係るズームレンズの（Ａ）広角端、（Ｂ）ズーム中間、（Ｃ）望遠端で無限遠物体に合焦したときの収差図

【図３】本発明の数値実施例２に係るズームレンズの広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図

【図４】本発明の数値実施例２に係るズームレンズの（Ａ）広角端、（Ｂ）ズーム中間、（Ｃ）望遠端で無限遠物体に合焦したときの収差図

【図５】本発明の数値実施例３に係るズームレンズの広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図

【図６】本発明の数値実施例３に係るズームレンズの（Ａ）広角端、（Ｂ）ズーム中間、（Ｃ）望遠端で無限遠物体に合焦したときの収差図

【図７】本発明の数値実施例４に係るズームレンズの広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図

【図８】本発明の数値実施例４に係るズームレンズの（Ａ）広角端、（Ｂ）ズーム中間、（Ｃ）望遠端で無限遠物体に合焦したときの収差図

【図９】本発明の数値実施例５に係るズームレンズの広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図

【図１０】本発明の数値実施例５に係るズームレンズの（Ａ）広角端、（Ｂ）ズーム中間、（Ｃ）望遠端で無限遠物体に合焦したときの収差図

【図１１】本発明の数値実施例６に係るズームレンズの広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図

【図１２】本発明の数値実施例６に係るズームレンズの（Ａ）広角端、（Ｂ）ズーム中間、（Ｃ）望遠端で無限遠物体に合焦したときの収差図

【図１３】本発明の数値実施例７に係るズームレンズの広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図
【図１４】本発明の数値実施例７に係るズームレンズの（Ａ）広角端、（Ｂ）ズーム中間、（Ｃ）望遠端で無限遠物体に合焦したときの収差図
【図１５】本発明の撮像装置の要部概略図
【図１６】光学材料のアッベ数νと部分分散比θの分布の模式図
【図１７】本発明のズームレンズの広角端及び望遠端における光路図
【図１８】本発明の撮像装置の要部概略図
【発明を実施するための形態】
【００１２】
以下には、本発明の実施の形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。実施例１～６に記載の本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第１レンズ群を有する。更にズーミングに際して移動する負の屈折力の第２レンズ群、ズーミングに際して移動する負の屈折力の第３レンズ群、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第４レンズ群から構成されている。
【００１３】
実施例７に記載の本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第１レンズ群を有する。更にズーミングに際して移動する負の屈折力の第２レンズ群、ズーミングに際して移動する負の屈折力の第３レンズ群、ズーミングに際して移動する負の屈折力の第４レンズ群、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第５レンズ群から構成されている。
【００１４】
ここでレンズ群がズーミングのためには移動しないというのは、該レンズ群がズーミングを行う目的で駆動されることは無いが、ズーミングとフォーカシングとを同時に行う場合があれば、フォーカシングのために移動することはあり得るということである。
【００１５】
図１は本発明の実施例１（数値実施例１）のズームレンズの広角端（焦点距離、ｆ＝１８．００ｍｍ）で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図２は、数値実施例１に係るズームレンズの（Ａ）広角端、（Ｂ）ズーム中間（焦点距離、ｆ＝６３．００ｍｍ）、（Ｃ）望遠端（焦点距離、ｆ＝１８０．００ｍｍ）における無限遠物体に合焦しているときの収差図である。但し、焦点距離は数値実施例の値をｍｍ単位で表したときの値である。これは以下の各実施例において全て同じである。
【００１６】
図３は本発明の実施例２（数値実施例２）のズームレンズの広角端（焦点距離、ｆ＝１５．００ｍｍ）で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図４は、数値実施例２に係るズームレンズの（Ａ）広角端、（Ｂ）ズーム中間（焦点距離、ｆ＝３５．００ｍｍ）、（Ｃ）望遠端（焦点距離、ｆ＝７５．００ｍｍ）における無限遠物体に合焦しているときの収差図である。
【００１７】
図５は本発明の実施例３（数値実施例３）のズームレンズの広角端（焦点距離、ｆ＝２０．００ｍｍ）で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図６は、数値実施例３に係るズームレンズの（Ａ）広角端、（Ｂ）ズーム中間（焦点距離、ｆ＝６０．００ｍｍ）、（Ｃ）望遠端（焦点距離、ｆ＝１６０．００ｍｍ）における無限遠物体に合焦しているときの収差図である。
【００１８】
図７は本発明の実施例４（数値実施例４）のズームレンズの広角端（焦点距離、ｆ＝１９．００ｍｍ）で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図８は、数値実施例４に係るズームレンズの（Ａ）広角端、（Ｂ）ズーム中間（焦点距離、ｆ＝４５．００ｍｍ）、（Ｃ）望遠端（焦点距離、ｆ＝９５．００ｍｍ）における無限遠物体に合焦しているときの収差図である。

【００１９】
図９は本発明の実施例５（数値実施例５）のズームレンズの広角端（焦点距離、ｆ＝１４ｍｍ）で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図１０は、数値実施例５に係るズームレンズの（Ａ）広角端、（Ｂ）ズーム中間（焦点距離、ｆ＝２８．００ｍｍ）、（Ｃ）望遠端（焦点距離、ｆ＝５６．００ｍｍ）における無限遠物体に合焦しているときの収差図である。
【００２０】
図１１は本発明の実施例６（数値実施例６）のズームレンズの広角端（焦点距離、ｆ＝８．００ｍｍ）で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図１２は、数値実施例６に係るズームレンズの（Ａ）広角端、（Ｂ）ズーム中間（焦点距離、ｆ＝３２．００ｍｍ）、（Ｃ）望遠端（焦点距離、ｆ＝１２０．００ｍｍ）における無限遠物体に合焦しているときの収差図である。
【００２１】
図１３は本発明の実施例７（数値実施例７）のズームレンズの広角端（焦点距離、ｆ＝１８．５０ｍｍ）で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図１４は、数値実施例７に係るズームレンズの（Ａ）広角端、（Ｂ）ズーム中間（焦点距離、ｆ＝４５．００ｍｍ）、（Ｃ）望遠端（焦点距離、ｆ＝１２０．２５ｍｍ）における無限遠物体に合焦しているときの収差図である。
【００２２】
図１５は倍率色収差の二次スペクトル補正原理である。
図１６は光学材料のアッベ数νと部分分散比θの分布の模式図である。
図１７は本発明の光路図である。
図１８は本発明の撮像装置の要部概略図である。
【００２３】
各レンズ断面図において、左方が被写体（物体）側（前方）で、右方が像側（後方）である。レンズ断面図において、Ｕ１はズーミングのためには移動しない正の屈折力の第１レンズ群（前玉レンズ群）である。Ｕ１２は第１レンズ群Ｕ１中のフォーカスレンズ群であり、無限遠物体から近距離物体へのフォーカスに際して、図１、３、５、７、９、１３では像側へ、図１１では物体側へ移動する。Ｕ１１、Ｕ１３は第１レンズ群Ｕ１中のフォーカスのためには移動しない固定レンズ群である。図１、３、５、７、９、１１において、Ｕ２、Ｕ３はズーミングに際して移動する負の屈折力の第２、第３レンズ群であり、Ｕ２及びＵ３の２つのレンズ群でズーム系（変倍群）を構成している。Ｕ４はズーミングのためには移動しない結像作用をする正の屈折力の第４レンズ群（リレーレンズ群）である。図１３において、Ｕ２、Ｕ３、Ｕ４はズーミングに際して移動する負の屈折力の第２、第３、第４レンズ群であり、Ｕ２、Ｕ３、Ｕ４の３つのレンズ群でズーム系（変倍群）を構成している。Ｕ５はズーミングのためには移動しない結像作用をする正の屈折力の第５レンズ群（リレーレンズ群）である。
【００２４】
ＳＰは絞り（開口絞り）である。Ｉは撮像面であり、放送用テレビカメラ、映画用カメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像を受光し、光電変換する固体撮像素子（光電変換素子）等の撮像面に相当している。フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像が感光するフィルム面に相当する。
【００２５】
収差図において、球面収差における直線と二点鎖線と一点鎖線と破線は各々ｅ線、ｇ線、Ｃ線、Ｆ線である。非点収差における破線と実線は各々メリディオナル像面，サジタル像面であり、倍率色収差における二点鎖線と一点鎖線と破線は各々ｇ線、Ｃ線、Ｆ線である。ωは半画角、ＦｎｏはＦナンバーである。尚、以下の各実施例においてズーム用のレンズ群が最も短焦点側の配置となった場合を広角端、最も長焦点側の配置となった場合を望遠端という。

各実施例において、本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第１レンズ群Ｕ１、ズーミングに際して移動する負の屈折力の第２レンズ群Ｕ２を有する。更に最も像側にズーミングのためには移動しない正の屈折力の第Ｎレンズ群ＵＮを有する。第２レンズ群Ｕ２は最も像側の２つのレンズが正レンズと負レンズから構成されている。第２レンズ群Ｕ２の正レンズの部分分散比とアッベ数を各々θｐ、νｐ、負レンズの部分分散比とアッベ数を各々θｎ、νｎとする。

【００２６】

このとき、

$$-3.0\times10^{-3}<(\theta p-\theta n)/(\nu p-\nu n)<0 \quad \cdots(1)$$

なる条件を満足している。

【００２７】

但し、νｐ、νｎはｄ線に関するアッベ数、θｐ、θｎはｇ線とＦ線に関する部分分散比である。

【００２８】

各実施例のズームレンズは、第２レンズ群Ｕ２のレンズ構成や各レンズの材料の分散特性の条件を適切に規定することを特徴としている。ここで条件式（１）は、全ての焦点距離において倍率色収差の二次スペクトルを適切に補正するための条件である。各実施例のズームレンズでは、第２レンズ群Ｕ２のレンズ構成やレンズの材料の分散特性が、全ての焦点距離において倍率色収差の二次スペクトルを良好に補正するために重要な要素となっている。条件式（１）を満足することにより、第２レンズ群Ｕ２において倍率色収差の二次スペクトルの残存量を減少させ、これにより広角端において倍率色収差の二次スペクトルを軽減している。通常、倍率色収差の二次スペクトルは広角端において光軸より離れる方向に残存し、望遠端において光軸に近い方向に残存している。よって、第２レンズ群Ｕ２の倍率色収差の二次スペクトルの残存量を減少させることで、望遠端において倍率色収差の二次スペクトルは増加する。しかしながら、広角端における二次スペクトルの補正量の方が大きいため、倍率色収差のズーム変動は補正される。

【００２９】

図１５は負の屈折力のレンズ群ＬＮによる２色の色消しと二次スペクトル残存に関する模式図である。図１６は現存する光学材料のアッベ数νと部分分散比θの分布の模式図である。ここでアッベ数νおよび部分分散比θは、ｇ線における屈折率をｎｇ、Ｆ線における屈折率をｎＦ、ｄ線における屈折率をｎｄ、Ｃ線における屈折率をｎＣとしたとき、

$$\nu=(nd-1)/(nF-nC) \quad \cdots(ア)$$

$$\theta=(ng-nF)/(nF-nC) \quad \cdots(イ)$$

である。図１６に示すように、現存する光学材料はアッベ数νに対し部分分散比θが狭い範囲に分布しており、アッベ数νが小さいほど部分分散比θが大きい傾向を持っている。

【００３０】

屈折力がφ１、φ２、材料のアッベ数がν１、ν２の２枚のレンズＧ１、Ｇ２で構成される薄肉系（合成の屈折力φ）の色収差の補正条件は、

$$\phi1/\nu1+\phi2/\nu2=E \quad \cdots(ウ)$$

であらわされる。ここで、

$$\phi=\phi1+\phi2 \quad \cdots(エ)$$

である。（ウ）式において、Ｅ＝０とするとＣ線－Ｆ線の結像位置が合致する。

【００３１】

図１５において、負の屈折力のレンズ群ＬＮの色消しでは正レンズＧ１としてアッベ数ν１の小さな材料、負レンズＧ２としてアッベ数ν２の大きな材料を用いる。したがって図１６より正レンズＧ１は部分分散比θ１が大きく、負レンズは部分分散比θ２が小さくなって、Ｆ線とＣ線で色収差を補正するとｇ線の結像点が像側にずれる。このずれ量を二次スペクトル量Δとして定義すると、

$$\Delta=-(1/\phi)\times(\theta1-\theta2)/(\nu1-\nu2) \quad \cdots(オ)$$

であらわされる。

【００３２】
また、各面における軸上マージナル光線高さをｈ、瞳近軸光線高さをｈｂａｒとしたとき、倍率色収差量Ｙは、

$$Y=-(\Sigma(h\times hbar\times E))\tan\omega \quad \cdots(カ)$$

であらわされる。つまり軸上マージナル光線高さｈと瞳近軸光線高さｈｂａｒの積に比例する。

【００３３】
図１７は広角端及び望遠端における光路図を示しており、軸上マージナル光線を実線、瞳近軸光線を破線で示している。第２レンズ群Ｕ２は、広角端において軸上マージナル光線高さが物体側から像側へ順に低くなり、瞳近軸光線高さは物体側から像側へ順に高くなっている。そして、第２レンズ群Ｕ２の各レンズにおける軸上マージナル光線高さｈと瞳近軸光線高さｈｂａｒの積は、殆ど変化がない。つまり第２レンズ群Ｕ２においてレンズの位置に依る倍率色収差の補正量に差は殆どない。

【００３４】
一方、望遠端において軸上マージナル光線高さが物体側から像側へ順に高くなり、瞳近軸光線高さは物体側から像側へ順に低くなっている。そして、第２レンズ群Ｕ２の各レンズにおける軸上マージナル光線高さｈと瞳近軸光線高さｈｂａｒの積は、像側のレンズの方が小さい。これは第２レンズＵ２が望遠端では絞りに近づき、瞳近軸光線高さが低いためである。よって、倍率色収差の二次スペクトルのズーム変動を補正するためには、第２レンズ群Ｕ２の像側のレンズに適切な材料を選択することが効果的である。つまり像側の正レンズに部分分散比の小さいレンズを用い、像側の負レンズに部分分散比の大きいレンズを用いるのが良い。

【００３５】
条件式（１）の上限を超えると、望遠端において第２レンズ群Ｕ２で補正する二次スペクトル量が小さくなり、軸上色収差を良好に補正することが困難となる。条件式（１）の下限を超えると、広角端において第２レンズ群Ｕ２の二次スペクトル量が大きくなり、広角端における倍率色収差及び倍率色収差のズーム変動を良好に補正することが困難となる。

【００３６】
更に好ましくは条件式（１）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$-2.9\times10^{-3}<(\theta p-\theta n)/(\nu p-\nu n)<-1.0\times10^{-3} \quad \cdots(1a)$$

さらに、本発明のズームレンズは、第２レンズ群Ｕ２の全てのレンズの屈折率の平均値をｎａｖｅとしたとき、

$$1.7<nave<2.0 \quad \cdots(2)$$

なる条件を満足している。

【００３７】
条件式（２）は、第２レンズ群Ｕ２の全てのレンズの平均屈折率を規定している。各実施例のズームレンズでは、レンズの大型化や諸収差の補正のために、第２レンズ群Ｕ２の全てのレンズの平均屈折率を設定している。条件式（２）を満足することにより、レンズの大型化を抑制しつつ、諸収差を良好に補正可能なズームレンズを得ることが可能となる。

【００３８】
条件式（２）の上限を超えると、現存する光学材料においては、正レンズと負レンズのアッベ数差が小さくなり、式（ウ）（エ）に示すように第２レンズ群Ｕ２の各レンズの屈折力が大きくなる。よって、諸収差、特に広角側の軸外収差変動や望遠側の球面収差変動を良好に補正することが困難となる。条件式（２）の下限を超えると、第２レンズ群Ｕ２の各レンズの屈折力を大きくすることができないので、ズーミングに必要な移動量が増大し、レンズが大型化してしまう。

【００３９】

更に好ましくは条件式（２）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【００４０】

１．７４＜ｎａｖｅ＜１．９５　・・・（２ａ）

以上の各条件を満たすことにより、本発明の各実施例はズーム全域において収差補正が良好に補正された、小型、軽量なズームレンズを得ている。

各実施例において、更に好ましくは、第２レンズ群Ｕ２の焦点距離をｆ２、広角端の焦点距離をｆｗとしたとき、

－２．５＜ｆ２／ｆｗ＜０　・・・（３）

なる条件を満足するのが良い。

条件式（３）は、第２レンズ群Ｕ２と広角端の焦点距離の比を規定している。

【００４１】

条件式（３）の上限を超えると、第２レンズ群Ｕ２の焦点距離が相対的に短くなるため、広角側のズームに伴う軸外諸収差の変動抑制、特に歪曲や像面湾曲の抑制や、望遠側のズームに伴う諸収差の変動抑制、特に球面収差の抑制が困難となる。条件式（３）の下限を超えると、第２レンズ群Ｕ２の焦点距離が相対的に長くなるため、ズームに必要な移動量が増え、レンズ全体の大型化に繋がる。

【００４２】

更に好ましくは条件式（３）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

－１．５０＜ｆ２／ｆｗ＜－１．００　・・・（３ａ）

各実施例において、更に好ましくは、第１レンズ群Ｕ１の焦点距離をｆ１としたとき、

－５．０＜ｆ１／ｆ２＜０　・・・（４）

なる条件を満足するのが良い。

条件式（４）は、第１レンズ群Ｕ１と第２レンズ群Ｕ２の焦点距離の比を規定している。

【００４３】

条件式（４）の上限を超えると、第１レンズ群Ｕ１の焦点距離が相対的に短くなるため、諸収差の補正、特に望遠側における色収差の補正が困難となる。また、製造誤差が性能に与える影響が大きくなるため、製造バラツキによる性能低下が大きくなる。

【００４４】

条件式（４）の下限を超えると、第１レンズ群Ｕ１の焦点距離が相対的に長くなるため、ズームに必要な移動量が増え、レンズ全体の大型化に繋がる。

【００４５】

更に好ましくは条件式（４）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

－２．５５＜ｆ１／ｆ２＜－１．００　・・・（４ａ）

各実施例において、更に好ましくは、第２レンズ群Ｕ２の物体側から像側へｉ番目のレンズの屈折率をｎｉ、アッベ数をνｉとしたとき、

１．８＜ｎｉ＜２．２　・・・（５）

１５＜νｉ＜３０　・・・（６）

なる条件を満足する少なくとも１つの正レンズを含むのが良い。但し、ｎｉはｄ線に関する屈折率、νｉはｄ線に関するアッベ数である。

条件式（５）は、第２レンズ群Ｕ２に少なくとも１つ含まれる正レンズの屈折率を規定している。

【００４６】

条件式（５）の上限を超えると、現存する光学材料においては、特に短波長側の透過率が低いため、カメラで感度補正をすると青色の被写体にノイズが発生し易くなる。条件式（５）の下限を超えると、諸収差の悪化、またはレンズ枚数の増加に繋がる。

【００４７】

条件式（６）は、第２レンズ群Ｕ２に少なくとも１つ含まれる正レンズのアッベ数を規定している。

【００４８】

条件式（６）の上限を超えると、式（ウ）（エ）に示すように、Ｃ線－Ｆ線の結像位置が合致させるためには、第２レンズＵ２の正レンズは小さいアッベ数である必要があるため、色収差が残存する。

【００４９】

条件式（６）の下限を超えると、現存する光学材料においては、図１６に示すようにアッベ数が小さいほど部分分散比が大きい傾向を持っているため、倍率色収差のズーム変動を良好に補正することが困難となる。

【００５０】

更に好ましくは条件式（５）（６）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$1.82 < ni < 2.05 \quad \cdots (5a)$$

$$20 < \nu i < 27 \quad \cdots (6a)$$

【００５１】

各実施例において、更に好ましくは、第２レンズ群Ｕ２の物体側から像側へｉ番目のレンズの、ｇ線とＦ線に関する部分分散比をθｉ、ｄ線に関するアッベ数をνｉとしたとき、

$$0.648 < \theta i + 2.53 \times 10^{-3} \times \nu i < 0.678 \quad \cdots (7)$$

なる条件を満足する少なくとも１つの正レンズを含むのが良い。

条件式（７）は、第２レンズ群Ｕ２に少なくとも１つ含まれる正レンズの部分分散比を規定している。

【００５２】

条件式（７）の上限を超えると、式（オ）に示すように、広角端において第２レンズ群Ｕ２の二次スペクトル量が大きくなり、広角端における倍率色収差及び倍率色収差のズーム変動を良好に補正することが困難となる。

【００５３】

条件式（７）の下限を超えると、式（オ）に示すように、望遠端において第２レンズ群Ｕ２で補正する二次スペクトル量が小さくなり、軸上色収差を良好に補正することが困難となる。

【００５４】

更に好ましくは条件式（７）の数値範囲は次の如く設定するのが良い。

$$0.658 < \theta i + 2.53 \times 10^{-3} \times \nu i < 0.670 \quad \cdots (7a)$$

【００５５】

各実施例において、更に好ましくは、条件式（５）～（７）を満足する正レンズは第２レンズＵ２の最も物体側の正レンズであるのが良い。これにより、倍率色収差の二次スペクトルのズーム変動の補正が容易になる。

【００５６】

各実施例において、更に好ましくは、第２レンズ群Ｕ２は、３つの負レンズと１つの正レンズを有するのが良い。これにより、諸収差の抑制、特に広角側の軸外諸収差のズーム変動の補正が容易となる。

【００５７】

実施例７において、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第１レンズ群Ｕ１、ズーミングに際して移動する負の屈折力の第２レンズ群Ｕ２、ズーミングに際して移動する第３レンズ群Ｕ３を有する。更に最も像側にズーミングのためには移動しない正の屈折力の第Ｎレンズ群ＵＮを有する。第２レンズ群Ｕ２及び第３レンズ群Ｕ３を構成するレンズのうち最も像側の２つのレンズは、正レンズ及び負レンズで構成されている。すなわち、第３レンズ群Ｕ３の最も像側の２つのレンズ、または第３レンズ群Ｕ３が１つのレンズで構成されている場合は、第３レンズ群Ｕ３と第２レンズ群Ｕ２の最も像側のレンズは、正レンズと負レンズから構成されている。その正レンズの部分分散比とアッベ数を各々θｐ２３、νｐ２３、負レンズの部分分散比とアッベ数を各々θｎ２３、νｎ２３とする。

【００５８】

このとき、

$$-3.0\times10^{-3}<(\theta p23-\theta n23)/(\nu p23-\nu n23)<0 \quad \cdots(8)$$

なる条件を満足している。

但し、νｐ２３、νｎ２３はｄ線に関するアッベ数、θｐ２３、θｎ２３はｇ線とＦ線に関する部分分散比である。

【００５９】

条件式（８）の上限を超えると、望遠端において第２レンズ群Ｕ２と第３レンズＵ３で補正する二次スペクトル量が小さくなり、軸上色収差を良好に補正することが困難となる。条件式（８）の下限を超えると、広角端において第２レンズ群Ｕ２と第３レンズＵ３の二次スペクトル量が大きくなり、広角端における倍率色収差及び倍率色収差のズーム変動を良好に補正することが困難となる。

【００６０】

更に好ましくは条件式（８）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$-2.9\times10^{-3}<(\theta p23-\theta n23)/(\nu p23-\nu n23)<-1.0\times10^{-3} \quad \cdots(8a)$$

【００６１】

また、実施例７におけるズームレンズは、第２レンズ群Ｕ２と第３レンズ群Ｕ３の全てのレンズの屈折率の平均値をｎａｖｅ２３とするとき、

$$1.7<nave23<2.0 \quad \cdots(9)$$

なる条件を満足している。

【００６２】

条件式（９）は、第２レンズ群Ｕ２と第３レンズＵ３の全てのレンズの平均屈折率を規定している。実施例７のズームレンズでは、レンズの大型化や諸収差の補正のために、第２レンズ群Ｕ２と第３レンズＵ３の全てのレンズの平均屈折率を設定している。条件式（９）を満足することにより、レンズの大型化を抑制しつつ、諸収差を良好に補正可能なズームレンズを得ることが可能となる。

【００６３】

条件式（９）の上限を超えると、現存する光学材料においては、正レンズと負レンズのアッベ数差が小さくなり、式（ウ）（エ）に示すように第２レンズ群Ｕ２と第３レンズ群Ｕ３の各レンズの屈折力が大きくなる。よって、諸収差、特に広角側の軸外収差変動や望遠側の球面収差変動を良好に補正することが困難となる。条件式（９）の下限を超えると、第２レンズ群Ｕ２と第３レンズ群Ｕ３の各レンズの屈折力を大きくすることができないので、ズーミングに必要な移動量が増大し、レンズが大型化してしまう。

【００６４】

更に好ましくは条件式（９）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$1.74<nave23<1.95 \quad \cdots(9a)$$

実施例７におけるズームレンズは、更に好ましくは、ズーミングのために移動する負の屈折力の第３レンズ群Ｕ３を有し、第２レンズＵ２と第３レンズ群Ｕ３の広角端における合成焦点距離をｆ２３としたとき、

$$-2.5<f23/fw<0 \quad \cdots(10)$$

なる条件を満足するのが良い。

条件式（１０）は、第２レンズ群Ｕ２と第３レンズ群Ｕ３の広角端における合成焦点距離と広角端焦点距離の比を規定している。

【００６５】

条件式（１０）の上限を超えると、広角端の合成焦点距離ｆ２３が相対的に短くなるため、広角側のズームに伴う軸外諸収差の変動抑制、特に歪曲や像面湾曲の抑制や、望遠側のズームに伴う諸収差の変動抑制、特に球面収差の抑制が困難となる。条件式（１０）の下限を超えると、広角端の合成焦点距離ｆ２３が相対的に長くなるため、ズームに必要な

移動量が増え、レンズ全体の大型化に繋がる。

【００６６】

更に好ましくは条件式（１０）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$-1.50 < f23/fw < -1.00 \quad \cdots (10a)$$

実施例７におけるズームレンズは、更に好ましくは、ズーミングのために移動する負の屈折力の第３レンズ群Ｕ３を有し、第２レンズＵ２と第３レンズ群Ｕ３の広角端における合成焦点距離をｆ２３としたとき、

$$-5.0 < f1/f23 < 0 \quad \cdots (11)$$

なる条件を満足するのが良い。

条件式（１１）は、第１レンズ群Ｕ１に対する第２レンズ群Ｕ２と第３レンズ群Ｕ３の広角端における焦点距離の比を規定している。

【００６７】

条件式（１１）の上限を超えると、第１レンズ群Ｕ１の焦点距離が相対的に短くなるため、諸収差の補正、特に望遠側における色収差の補正が困難となる。また、製造誤差が性能に与える影響が大きくなるため、製造バラツキによる性能低下が大きくなる。

【００６８】

条件式（１１）の下限を超えると、第１レンズ群Ｕ１の焦点距離が相対的に長くなるため、ズームに必要な移動量が増え、レンズ全体の大型化に繋がる。

【００６９】

更に好ましくは条件式（１１）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$-2.55 < f1/f23 < -1.00 \quad \cdots (11a)$$

【００７０】

実施例７におけるズームレンズは、更に好ましくは、第２レンズ群Ｕ２及び第３レンズ群Ｕ３の物体側から像側へｉ番目のレンズの屈折率をｎｉ２３、アッベ数をνｉ２３としたとき、

$$1.8 < ni23 < 2.2 \quad \cdots (12)$$

$$15 < \nu i23 < 30 \quad \cdots (13)$$

なる条件を満足する少なくとも１つの正レンズを含むのが良い。但し、ｎｉ２３はｄ線に関する屈折率、νｉ２３はｄ線に関するアッベ数である。

【００７１】

条件式（１２）は、第２レンズ群Ｕ２及び第３レンズ群Ｕ３に少なくとも１つ含まれる正レンズの屈折率を規定している。

条件式（１２）の上限を超えると、現存する光学材料においては、特に短波長側の透過率が低いため、カメラで感度補正をすると青色の被写体にノイズが発生し易くなる。条件式（１２）の下限を超えると、諸収差の悪化、またはレンズ枚数の増加に繋がる。

【００７２】

条件式（１３）は、第２レンズ群Ｕ２及び第３レンズ群Ｕ３に少なくとも１つ含まれる正レンズのアッベ数を規定している。

条件式（１３）の上限を超えると、式（ウ）（エ）に示すように、Ｃ線－Ｆ線の結像位置が合致させるためには、第２レンズＵ２及び第３レンズ群Ｕ３の正レンズは小さいアッベ数である必要があるため、色収差が残存する。

条件式（１３）の下限を超えると、現存する光学材料においては、図１６に示すようにアッベ数が小さいほど部分分散比が大きい傾向を持っているため、倍率色収差のズーム変動を良好に補正することが困難となる。

【００７３】

更に好ましくは条件式（１２）（１３）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$1.82 < ni23 < 2.05 \quad \cdots (12a)$$

$$20 < \nu i23 < 27 \quad \cdots (13a)$$

【００７４】

実施例７におけるズームレンズは、更に好ましくは、第２レンズ群Ｕ２及び第３レンズ

群Ｕ３の物体側から像側へｉ番目のレンズの、ｇ線とＦ線に関する部分分散比をθｉ２３、ｄ線に関するアッベ数をνｉ２３としたとき、

$$0.648<\theta i23+2.53\times10^{-3}\times\nu i23<0.678 \quad \cdots(14)$$

なる条件を満足する少なくとも１つの正レンズを含むのが良い。

条件式（１４）は、第２レンズ群Ｕ２及び第３レンズ群Ｕ３に少なくとも１つ含まれる正レンズの部分分散比を規定している。

【００７５】

条件式（１４）の上限を超えると、式（オ）に示すように、広角端において第２レンズ群Ｕ２及び第３レンズ群Ｕ３の二次スペクトル量が大きくなり、広角端における倍率色収差及び倍率色収差のズーム変動を良好に補正することが困難となる。

条件式（１４）の下限を超えると、式（オ）に示すように、望遠端において第２レンズ群Ｕ２及び第３レンズ群Ｕ３で補正する二次スペクトル量が小さくなり、軸上色収差を良好に補正することが困難となる。

【００７６】

更に好ましくは条件式（１４）の数値範囲は次の如く設定するのが良い。

$$0.658<\theta i23+2.53\times10^{-3}\times\nu i23<0.670 \quad \cdots(14a)$$

【００７７】

実施例７におけるズームレンズは、更に好ましくは、条件式（１２）～（１４）を満足する正レンズは第２レンズＵ２及び第３レンズ群Ｕ３のうち最も物体側の正レンズであるのが良い。これにより、倍率色収差の二次スペクトルのズーム変動の補正が容易になる。

【００７８】

実施例１～５、７におけるズームレンズは、更に好ましくは、第１レンズ群Ｕ１は、物体側から像側へ順に、焦点調整のためには移動しない負の屈折力の第１１レンズ群Ｕ１１有する。更に焦点調整の際に光軸に沿って移動する正の屈折力の第１２レンズ群Ｕ１２、焦点調整のためには移動しない正の屈折力の第１３レンズ群Ｕ１３から構成される。第１１レンズ群Ｕ１１の焦点距離をｆ１１としたとき、

$$-9.0<f11/f1<-0.9 \quad \cdots(15)$$

なる条件を満足するのが良い。

条件式（１５）は、第１レンズ群Ｕ１と第１１レンズ群Ｕ１１の焦点距離の比を規定している。

【００７９】

条件式（１５）の上限を超えると、第１１レンズ群Ｕ１１の焦点距離が相対的に短くなるため、広角側のズームに伴う軸外諸収差の変動抑制、特に歪曲や像面湾曲の抑制が困難となる。条件式（１５）の下限を超えると、第１レンズ群Ｕ１１の焦点距離が相対的に長くなるため、第１レンズ群Ｕ１のレンズ径が大きくなり広角化が困難となる。また、フォーカシング時の画界変化の抑制も困難となる。

【００８０】

更に好ましくは条件式（１５）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$-1.45<f11/f1<-0.95 \quad \cdots(15a)$$

実施例１～５、７におけるズームレンズは、更に好ましくは、第１１レンズ群Ｕ１１の焦点距離をｆ１１、第１３レンズ群Ｕ１３の焦点距離をｆ１３としたとき、

$$-1.5<f13/f11<-0.5 \quad \cdots(16)$$

なる条件を満足するのが良い。

条件式（１６）は、第１１レンズ群Ｕ１１と第１３レンズ群Ｕ１３の焦点距離の比を規定している。

【００８１】

条件式（１６）の上限を超えると、第１１レンズ群Ｕ１１の焦点距離が相対的に長くなることで第１レンズ群Ｕ１の主点を像側に近付けることが困難となり、第１レンズ群Ｕ１のレンズ径が大きくなり広角化が困難となる。条件式（１３）の下限を超えると、第１１レンズ群Ｕ１１の焦点距離が相対的に短くなることで第１１レンズ群Ｕ１１のレンズ枚数

増加に繋がり、第１レンズ群Ｕ１のレンズ径が大きくなり広角化が困難となる。

【００８２】

更に好ましくは条件式（１３）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$-1.35 < f13/f11 < -0.80 \quad \cdots (16a)$$

さらに、各実施例におけるズームレンズは、

$$1.5 < f1/fw < 9.0 \quad \cdots (17)$$

なる条件を満足するのが良い。

条件式（１７）は、第１レンズ群Ｕ１の焦点距離と広角端の焦点距離の比を規定している。各実施例のズームレンズでは、第１レンズ群Ｕ１の焦点距離が高い光学性能と小型化を両立するために重要な要素となっている。条件式（１７）を満足することにより、広角端において第１レンズ群Ｕ１を通過する軸外の光束の高さを規定し、レンズの大型化を抑制しつつ、諸収差を良好に補正することが可能となる。

【００８３】

条件式（１７）の上限を超えると、第１レンズ群Ｕ１の屈折力が小さくなり、第１レンズ群Ｕ１を通過する軸外の光束の高さが高くなることで、レンズが大型化してしまう。条件式（１７）の下限を超えると、第１レンズ群Ｕ１の屈折力が大きくなり、特に望遠側における色収差及び諸収差の補正が困難となる。

【００８４】

更に好ましくは条件式（１７）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$2.00 < f1/fw < 3.30 \quad \cdots (17a)$$

さらに、各実施例におけるズームレンズは、無限遠に合焦している状態で無限遠より軸上光束が入射する際の前記第Ｎレンズ群の広角端における横倍率をβｎｗとしたとき、

$$-2.7 < \beta nw < -1.0 \quad \cdots (18)$$

なる条件を満足するのが良い。

条件式（１８）は、第Ｎレンズ群ＵＮの横倍率を規定している。各実施例のズームレンズでは、レンズの大型化や製造誤差が性能に与える影響を抑制するために、第Ｎレンズ群ＵＮの横倍率を適切に設定している。条件式（１８）を満足することにより、レンズの大型化を抑制しつつ、製造性の良いズームレンズを得ることが可能となる。

【００８５】

条件式（１８）の上限を超えると、第Ｎレンズ群ＵＮより前のレンズの大型化に繋がり、特に第１レンズ群Ｕ１の有効径が大きくなってしまう。条件式（１８）の下限を超えると、第Ｎレンズ群ＵＮより前のレンズの拡大率が大きくなり、諸収差の補正、特に望遠側における色収差の補正が困難となる。また、製造誤差が性能に与える影響が大きくなるため、製造バラツキによる性能低下が大きくなる。

【００８６】

更に好ましくは条件式（１８）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$-2.40 < \beta nw < -1.50 \quad \cdots (18a)$$

【００８７】

次に各実施例のレンズ構成の特徴について説明する。

第１実施例において、第１レンズ群Ｕ１は第１レンズ面～第２１レンズ面に対応する。第２レンズ群Ｕ２は第２２レンズ面～第３１レンズ面に対応する。第３レンズ群Ｕ３は第３２レンズ面～第３４レンズ面に対応する。第４レンズ群Ｕ４は第３６レンズ面～第５３レンズ面に対応する。

【００８８】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第２レンズ群Ｕ２が像側へ直線的に移動するとき、第３レンズ群Ｕ３は物体側に凸の軌跡を描きながら略往復移動する。

【００８９】

後述する表１に示すように数値実施例１は条件式（１）～（４）、（１５）～（１８）の何れの条件式も満足しており、また、数値実施例の数値データに示すように条件式（５），（６）を満たす。また、第２レンズ群Ｕ２の物体側から像側へ３番目と５番目のレン

ズが条件式（７）を満足する正レンズである。この構成により、１０．００倍の高ズーム比で広角端における撮影画角（画角）８１．６５°と広画角化を達成している。且つズーム全域において諸収差を良好に補正した高い光学性能を得ている。

【００９０】

第２実施例において、第１レンズ群Ｕ１は第１レンズ面～第１８レンズ面に対応する。第２レンズ群Ｕ２は第１９レンズ面～第２５レンズ面に対応する。第３レンズ群Ｕ３は第２６レンズ面～第２８レンズ面に対応する。第４レンズ群Ｕ４は第３０レンズ面～第４８レンズ面に対応する。

【００９１】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第２レンズ群Ｕ２が像側へ直線的に移動するとき、第３レンズ群Ｕ３は物体側に凸の軌跡を描きながら略往復移動する。

【００９２】

後述する表１に示すように数値実施例２は条件式（１）～（４）、（１５）～（１８）の何れの条件式も満足しており、また、数値実施例の数値データに示すように条件式（５），（６）を満たす。また、第２レンズ群Ｕ２の物体側から像側へ３番目のレンズが条件式（７）を満足する正レンズである。この構成により、５．００倍の高ズーム比で広角端における撮影画角（画角）９２．０６°と広画角化を達成している。且つズーム全域において諸収差を良好に補正した高い光学性能を得ている。

【００９３】

第３実施例において、第１レンズ群Ｕ１は第１レンズ面～第１８レンズ面に対応する。第２レンズ群Ｕ２は第１９レンズ面～第２７レンズ面に対応する。第３レンズ群Ｕ３は第２８レンズ面～第３０レンズ面に対応する。第４レンズ群Ｕ４は第３２レンズ面～第５１レンズ面に対応する。

【００９４】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第２レンズ群Ｕ２は像側へ直線的に移動するとき、第３レンズ群Ｕ３は物体側に凸の軌跡を描きながら略往復移動する。

【００９５】

後述する表１に示すように数値実施例３は条件式（１）～（４）、（１５）～（１８）の何れの条件式も満足しており、また、数値実施例の数値データに示すように条件式（５），（６）を満たす。また、第２レンズ群Ｕ２の物体側から像側へ２番目と５番目のレンズが条件式（７）を満足する正レンズである。この構成により、８．００倍の高ズーム比で広角端における撮影画角（画角）７５．７３°と広画角化を達成している。且つズーム全域において諸収差を良好に補正した高い光学性能を得ている。

【００９６】

第４実施例において、第１レンズ群Ｕ１は第１レンズ面～第１５レンズ面に対応する。第２レンズ群Ｕ２は第１６レンズ面～第２３レンズ面に対応する。第３レンズ群Ｕ３は第２４レンズ面～第２６レンズ面に対応する。第４レンズ群Ｕ４は第２８レンズ面～第４５レンズ面に対応する。

【００９７】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第２レンズ群Ｕ２が像側へ直線的に移動するとき、第３レンズ群Ｕ３は物体側に凸の軌跡を描きながら略往復移動する。

【００９８】

後述する表１に示すように数値実施例４は条件式（１）～（４）、（１５）～（１８）の何れの条件式も満足しており、また、数値実施例の数値データに示すように条件式（５），（６）を満たす。また、第２レンズ群Ｕ２の物体側から像側へ３番目のレンズが条件式（７）を満足する正レンズである。この構成により、５．００倍の高ズーム比で広角端における撮影画角（画角）７８．６０°と広画角化を達成している。且つズーム全域において諸収差を良好に補正した高い光学性能を得ている。

【００９９】

第５実施例において、第１レンズ群Ｕ１は第１レンズ面～第１９レンズ面に対応する。

第２レンズ群Ｕ２は第２０レンズ面〜第２７レンズ面に対応する。第３レンズ群Ｕ３は第２８レンズ面〜第３０レンズ面に対応する。第４レンズ群Ｕ４は第３２レンズ面〜第４８レンズ面に対応する。

【０１００】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第２レンズ群Ｕ２が像側へ直線的に移動するとき、第３レンズ群Ｕ３は物体側に凸の軌跡を描きながら略往復移動する。

【０１０１】

後述する表１に示すように数値実施例５は条件式（１）〜（４）、（１５）〜（１８）の何れの条件式も満足しており、また、数値実施例の数値データに示すように条件式（５），（６）を満たす。また、第２レンズ群Ｕ２の物体側から像側へ３番目のレンズが条件式（７）を満足する正レンズである。この構成により、４．００倍の高ズーム比で広角端における撮影画角（画角）９６．０１°と広画角化を達成している。且つズーム全域において諸収差を良好に補正した高い光学性能を得ている。

【０１０２】

第６実施例において、第１レンズ群Ｕ１は第１レンズ面〜第１１レンズ面に対応する。第２レンズ群Ｕ２は第１２レンズ面〜第２０レンズ面に対応する。第３レンズ群Ｕ３は第２１レンズ面〜第２３レンズ面に対応する。第４レンズ群Ｕ４は第２５レンズ面〜第４１レンズ面に対応する。第４２レンズ面〜第４４レンズ面はカメラの光学フィルタや色分解光学系を模したガラスブロックに対応する。

【０１０３】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第２レンズ群Ｕ２が像側へ直線的に移動するとき、第３レンズ群Ｕ３は物体側に凸の軌跡を描きながら略往復移動する。

【０１０４】

後述する表１に示すように数値実施例６は条件式（１）〜（４）、（１５）、（１７）、（１８）の何れの条件式も満足しており、また、数値実施例の数値データに示すように条件式（５），（６）を満たす。また、第２レンズ群Ｕ２の物体側から像側へ４番目のレンズが条件式（７）を満足する正レンズである。この構成により、１５．００倍の高ズーム比で広角端における撮影画角（画角）６９．０２°と広画角化を達成している。且つズーム全域において諸収差を良好に補正した高い光学性能を得ている。

【０１０５】

第７実施例において、第１レンズ群Ｕ１は第１レンズ面〜第２１レンズ面に対応する。第２レンズ群Ｕ２は第２２レンズ面〜第２６レンズ面に対応する。第３レンズ群Ｕ３は第２７レンズ面〜第３０レンズ面に対応する。第４レンズ群Ｕ４は第３１レンズ面〜第３３レンズ面に対応する。第５レンズ群Ｕ５は第３５レンズ面〜第５２レンズ面に対応する。

【０１０６】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第２レンズ群Ｕ２が像側へ直線的に移動するとき、第３レンズ群Ｕ３も像側へ略直線的に移動する。第２レンズ群Ｕ２と第３レンズ群Ｕ３の間隔は広角端から望遠端へのズーミング際して間隔が広がる方向に移動し、第４レンズ群Ｕ４は物体側に凸の軌跡を描きながら略往復移動する。

【０１０７】

後述する表１に示すように数値実施例７は条件式（１）〜（４）、（７）〜（１８）の何れの条件式も満足しており、また、数値実施例の数値データに示すように条件式（５）、（６）、（１２）、（１３）を満たす。また、第２レンズ群Ｕ２の物体側から像側へ２番目のレンズが条件式（７）、（１４）を満足する正レンズである。また、第３レンズ群Ｕ３の物体側から像側へ２番目のレンズが条件式（１４）を満足する正レンズである。この構成により、６．５０倍の高ズーム比で広角端における撮影画角（画角）８０．１０°と広画角化を達成している。且つズーム全域において諸収差を良好に補正した高い光学性能を得ている。

【０１０８】

以上のように各実施例によれば、各レンズ群の屈折力配置やズーム用の移動レンズ群の

移動軌跡等を適切に規定している。これにより、高ズーム比化と広画角化を両立しつつ、諸収差を良好に補正したズームレンズを得ている。

【０１０９】

図１８は実施例１～７のズームレンズを撮影光学系として用いた撮像装置（テレビカメラシステム）の要部概略図である。図１８において１０１は実施例１～７のいずれかのズームレンズである。１２４はカメラである。ズームレンズ１０１はカメラ１２４に対して着脱可能となっている。１２５はカメラ１２４にズームレンズ１０１を装着することで構成される撮像装置である。ズームレンズ１０１は第１レンズ群Ｆ、ズーム部ＬＺ、結像用の第Ｎレンズ群Ｒを有している。第１レンズ群Ｆはフォーカシングのために光軸上を移動するフォーカス用レンズ群Ｕ１２、フォーカシングの際に固定のレンズ群Ｕ１１、Ｕ１３が含まれている。

【０１１０】

ズーム部ＬＺは実施例１～６のズーミングのために光軸上を移動する第２、第３レンズ群Ｕ２、Ｕ３と、実施例７のズーミングのためには光軸上を移動する第２～第４レンズ群Ｕ２～Ｕ４が含まれている。ＳＰは開口絞りである。１１４、１１５は各々第１２レンズ群Ｕ１２、ズーム部ＬＺを光軸方向に駆動するヘリコイドやカム等の駆動機構である。

【０１１１】

１１６～１１８は駆動機構１１４、１１５および開口絞りＳＰを電動駆動するモータ（駆動手段）である。１１９～１２１は、第１２レンズ群Ｕ１２やズーム部ＬＺの光軸上の位置や、開口絞りＳＰの絞り径を検出するためのエンコーダやポテンショメータ、あるいはフォトセンサ等の検出器である。カメラ１２４において、１０９はカメラ１２４内の光学フィルタに相当するガラスブロック、１１０はズームレンズ１０１によって形成された被写体像を受光する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。

【０１１２】

また、１１１、１２２はカメラ１２４及びズームレンズ１０１の各種の駆動を制御するＣＰＵである。このように本発明のズームレンズをテレビカメラに適用することにより、高い光学性能を有する撮像装置を実現している。

【０１１３】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【０１１４】

以下に本発明の実施例１～７に対する数値実施例１～７を示す。各数値実施例において、ｉは物体側からの面の順序を示し、ｒｉは物体側より第ｉ番目の面の曲率半径、ｄｉは物体側より第ｉ番目と第ｉ＋１番目の間隔、ｎｄｉ，νｄｉは第ｉ番目の光学部材の屈折率とアッベ数である。非球面は面番号の横に＊印を付けている。各実施例と前述した条件式との対応を表１に示す。

【０１１５】

非球面形状は光軸方向にＸ軸、光軸と垂直方向にＨ軸、光の進行方向を正とし、Ｒを近軸曲率半径、ｋを円錐常数、Ａ４、Ａ６、Ａ８、Ａ１０、Ａ１２、Ａ１４、Ａ１６をそれぞれ非球面係数としたとき、次式で表している。また、「ｅ－Ｚ」は「×１０$^{-Z}$」を意味する。

【０１１６】

【数１】

$$X=\frac{H^2/R}{1+\sqrt{1-(1+k)(H/R)^2}}+A4H^4+A6H^6+A8H^8+A10H^{10}+A12H^{12}+A14H^{14}+A16H^{16}$$

【０１１７】

実施例１～６はズーミングのために移動するレンズ群が２つであるため、片方の移動軌

跡が決定されると他方の移動軌跡も決定する。しかし、実施例７はズーミングのために移動するレンズ群が３つであるため、１つのレンズ群の移動軌跡を決定しても他の２つのレンズ群の移動軌跡が決定されない。よって、実施例７は第２レンズ群と第３レンズ群の移動軌跡を示している。

【０１１８】

移動軌跡はｊをレンズ群の番号とし、光軸方向への移動量をｆｊ（ｙ）、光の進行方向を正、ｙは広角端から望遠端までの移動量を１として示し、Ｂｊ１、Ｂｊ２、Ｂｊ３、Ｂｊ４、Ｂｊ５、Ｂｊ６をそれぞれ移動係数としたとき、次式で表している。

【０１１９】

【数２】

$$fj(y)=Bj1y+Bj2y^2+Bj3y^3+Bj4y^4+Bj5y^5+Bj6y^6$$

【０１２０】

＜数値実施例１＞

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	θgF	有効径	焦点距離
1*	107.07477	3.50000	1.772499	49.60	0.5521	94.999	-94.002
2	42.77453	29.44657				74.747	
3	-111.18408	2.00000	1.772499	49.60	0.5521	74.020	-86.187
4	169.27879	0.19853				73.831	
5	111.15261	6.53424	1.959060	17.47	0.6599	74.684	162.844
6	362.57244	4.83576				74.310	
7*	402.11683	9.52789	1.620411	60.29	0.5426	73.646	143.795
8	-114.18218	7.22051				73.330	
9	273.53589	11.14023	1.496999	81.54	0.5374	67.740	131.565
10	-85.09102	1.32713				67.551	
11	-74.32274	2.00000	1.805181	25.42	0.6161	67.398	-164.470
12	-169.44313	1.00002				68.351	
13	2516.57481	1.80000	1.850259	32.27	0.5929	68.012	-98.133
14	81.30733	11.18444	1.438750	94.93	0.5343	67.555	149.790
15	-332.76941	0.20010				67.981	
16	7491.62170	5.08975	1.496999	81.54	0.5374	68.578	390.027
17	-199.54524	0.20000				69.118	
18	1595.58460	5.39098	1.595220	67.74	0.5442	69.947	305.715
19	-205.94799	0.20000				70.201	
20	216.17076	10.28079	1.730000	49.00	0.5575	70.182	104.355
21	-116.13168	(可変)				69.897	
22*	50.60782	1.00000	1.882997	40.76	0.5667	31.807	-41.311
23	21.07209	6.61768				27.724	
24	-79.54129	1.00000	1.754998	52.32	0.5476	27.582	-47.508
25	66.22881	0.99806				26.863	
26	48.90892	4.02300	1.882210	23.78	0.6036	26.802	40.333
27	-130.21404	1.94929				26.376	
28	-37.12529	1.00000	1.618000	63.33	0.5441	26.194	-55.128
29	438.13751	0.20000				25.725	
30	34.72260	1.88615	1.613397	44.30	0.5633	25.302	287.073
31	42.29949	(可変)				24.759	
32	-46.20252	1.00000	1.696797	55.53	0.5433	22.167	-45.199

33	101.17257	2.21450	1.808095	22.76	0.6307	23.128	112.579
34	-994.45522	(可変)				23.547	
35(絞り)	∞	1.29695				28.883	
36	143.50842	4.48049	1.816000	46.62	0.5568	29.930	47.136
37	-52.16988	0.20000				30.182	
38	52.13637	6.23615	1.487490	70.23	0.5300	29.349	48.593
39	-41.96851	1.20000	2.000690	25.46	0.6133	28.856	-39.407
40	781.32347	0.19891				28.725	
41	22.82507	9.56381	1.516330	64.14	0.5352	28.572	29.895
42	-41.33452	1.00000	1.834000	37.16	0.5775	27.399	-26.832
43	50.02430	6.99907				25.923	
44	386.69864	3.99920	1.487490	70.23	0.5300	25.416	67.610
45	-36.04126	1.08491				25.291	
46	34.86509	4.96949	1.922860	20.88	0.6282	22.498	20.574
47	-39.79509	0.90000	1.882997	40.76	0.5667	21.517	-18.496
48	28.27246	8.88270				18.955	
49	37.01797	4.62848	1.438750	94.93	0.5343	16.005	25.301
50	-15.30482	1.00000	1.953750	32.32	0.5898	15.736	-12.619
51	60.19086	2.75426				16.455	
52	45.70173	3.00473	1.620411	60.29	0.5426	18.630	48.353
53	-86.09140	50.07000				18.983	
像面	∞						

非球面データ

第1面

K = 1.92497e+000 A 4= 1.92902e-009 A 6= 6.26259e-011 A 8=-9.53828e-014 A10= 6.21216e-017 A12=-2.17747e-020 A14= 3.29927e-024 A16=-2.10130e-028

第7面

K =-2.29488e+001 A 4=-4.72874e-007 A 6= 4.95024e-011 A 8= 4.20753e-014 A10= -7.75550e-017 A12= 9.10273e-020 A14=-5.11370e-023 A16= 1.17437e-026

第22面

K = 5.48442e-001 A 4= 1.59884e-007 A 6=-3.77659e-009 A 8= 1.79255e-011 A10= -4.48568e-014 A12=-3.70888e-016 A14= 2.09083e-018 A16=-2.91328e-021

各種データ

ズーム比 10.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	18.00	63.00	180.00
Fナンバー	4.00	4.00	4.95
半画角	40.82	13.86	4.94
像高	15.55	15.55	15.55
レンズ全長	320.10	320.10	320.10
BF	50.07	50.07	50.07
d21	0.70	45.74	65.06
d31	60.47	8.62	6.48
d34	11.50	18.30	1.12

入射瞳位置	57.50	105.61	175.05
射出瞳位置	-33.80	-33.80	-33.80
前側主点位置	71.63	121.28	-31.27
後側主点位置	32.07	-12.93	-129.93

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
1	1	57.00	113.08	71.51	43.38
2	22	-26.70	18.67	3.98	-9.70
3	32	-76.10	3.21	-0.16	-1.98
4	35	31.05	62.40	-11.09	-41.97

【０１２１】

＜数値実施例２＞

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	θgF	有効径	焦点距離
1*	86.96069	2.80000	1.772499	49.60	0.5521	99.506	-85.846
2	37.19554	28.65314				72.568	
3	287.18991	2.20000	1.772499	49.60	0.5521	71.378	-151.018
4	82.96532	9.79457				68.012	
5	233.30951	2.20000	1.772499	49.60	0.5521	67.303	-81.001
6	49.32285	9.90654	1.922860	18.90	0.6495	64.827	83.114
7	122.07948	4.11145				64.165	
8	174.57379	7.40358	1.496999	81.54	0.5374	63.832	170.294
9*	-162.88781	10.55549				63.329	
10	219.22560	11.10101	1.618000	63.33	0.5441	61.797	87.081
11	-70.29224	0.51997				61.501	
12	-90.66362	2.00000	1.805181	25.42	0.6161	58.344	-51.316
13	77.98219	9.18481	1.496999	81.54	0.5374	56.765	117.857
14	-228.82556	0.21692				57.161	
15	229.51464	10.00000	1.595220	67.74	0.5442	57.792	89.884
16	-68.94195	0.20000				57.805	
17	57.54531	5.56934	1.730000	49.00	0.5575	50.901	114.868
18	174.06610	(可変)				50.045	
19*	222.99988	1.30000	1.772499	49.60	0.5521	29.397	-31.652
20	22.07423	8.73811				24.622	
21	-46.00024	0.90000	1.772499	49.60	0.5521	21.288	-21.359
22	26.14240	4.04203	1.846660	23.78	0.6034	21.985	24.438
23	-96.70044	2.91044				22.088	
24	-20.39226	0.90000	1.800999	34.97	0.5863	22.088	-89.160
25	-29.02640	(可変)				23.053	
26	-33.53567	0.90000	1.729157	54.68	0.5444	23.727	-29.601
27	62.00299	2.73134	1.846660	23.78	0.6205	25.908	73.336
28	5426.95120	(可変)				26.494	
29(絞り)	∞	1.04258				27.557	
30	144.60763	5.80564	1.834807	42.71	0.5642	29.049	38.100
31	-40.31316	0.20000				29.778	
32	140.01330	2.90947	1.570989	50.80	0.5588	29.573	116.796
33	-127.51474	0.20000				29.431	

34	62.82013	7.44444	1.496999	81.54	0.5374	28.583	43.611
35	-31.93064	1.20000	2.000690	25.46	0.6133	27.614	-30.706
36	1097.65571	0.20000				27.561	
37	27.33320	3.43062	1.531717	48.84	0.5630	27.568	130.948
38	42.89669	17.98679				26.842	
39	-77.25420	4.44564	1.487490	70.23	0.5300	23.060	306.323
40	-51.93660	20.78154				22.786	
41	72.70188	7.72582	1.487490	70.23	0.5300	25.172	30.867
42	-18.39119	0.85000	1.953750	32.32	0.5898	25.094	-21.994
43	-145.10189	2.61020				27.091	
44	837.85153	6.19253	2.102050	16.77	0.6721	29.071	32.378
45	-37.66305	0.85000	2.000690	25.46	0.6133	29.817	-29.178
46	136.96902	0.19086				30.863	
47	42.04543	7.61002	1.487490	70.23	0.5300	32.756	52.334
48	-61.55333	33.54000				33.050	
像面	∞						

非球面データ

第1面

K = 1.16599e+000 A 4= 2.14949e-007 A 6=-3.88534e-011 A 8= 1.50332e-014

第9面

K =-9.49193e+000 A 4= 5.68085e-007 A 6= 2.51185e-010 A 8= 5.19688e-014

第19面

K =-4.37435e+002 A 4= 1.00143e-005 A 6=-1.61464e-008 A 8= 2.99969e-011

各種データ

ズーム比 5.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	15.00	35.00	75.00
Fナンバー	3.00	3.00	3.00
半画角	46.03	23.96	11.71
像高	15.55	15.55	15.55
レンズ全長	300.20	300.20	300.20
BF	33.54	33.54	33.54
d18	0.99	21.34	32.89
d25	32.46	9.59	1.98
d28	2.70	5.23	1.28
入射瞳位置	50.74	66.16	86.04
射出瞳位置	-158.40	-158.40	-158.40
前側主点位置	64.57	94.78	131.73
後側主点位置	18.54	-1.46	-41.46

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
1	1	32.00	116.42	59.75	30.90
2	19	-18.80	18.79	3.92	-10.58

3	26	-50.00	3.63	-0.04	-2.03
4	29	40.41	91.68	23.49	-102.31

【０１２２】
＜数値実施例３＞
単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	θgF	有効径	焦点距離
1	1464.37780	3.20000	1.772499	49.60	0.5521	96.525	-86.352
2	64.03231	23.73215				82.301	
3	-120.19877	2.70000	1.772499	49.60	0.5521	81.903	-157.539
4	-7122.29818	0.19535				83.622	
5	135.38385	5.79104	1.922860	20.88	0.6282	85.855	267.092
6	290.21299	1.99903				85.522	
7	251.24989	14.76690	1.620411	60.29	0.5426	85.401	125.798
8*	-111.29663	0.19558				84.900	
9	15648.74980	11.63370	1.496999	81.54	0.5374	79.023	170.753
10	-85.55687	2.50000	1.800000	29.84	0.6017	78.575	-158.224
11	-263.13162	7.30434				78.571	
12	122.72575	2.50000	1.737999	32.26	0.5899	76.826	-152.090
13	58.33771	17.98321	1.496999	81.54	0.5374	74.254	99.970
14	-306.67066	0.20000				74.127	
15	103.17491	9.28268	1.537150	74.81	0.5390	72.301	169.230
16	-760.39964	0.20000				71.562	
17	86.72637	6.50027	1.790000	45.50	0.5720	66.388	174.512
18	224.07742	(可変)				64.720	
19*	74.69742	1.20000	1.882997	40.76	0.5667	31.251	-28.364
20	18.69569	4.61081				25.802	
21	111.19420	6.40794	1.846660	23.78	0.6034	25.666	21.564
22	-21.51662	0.70000	1.882997	40.76	0.5667	24.826	-21.788
23	195.15304	3.40085				22.613	
24	-23.61290	0.70000	1.531717	48.84	0.5630	22.613	-35.863
25	102.69381	0.16000				24.460	
26	51.03251	3.67799	1.613397	44.30	0.5633	25.331	56.753
27	-108.33345	(可変)				25.686	
28	-33.59267	0.90000	1.651597	58.55	0.5426	26.194	-41.043
29	135.24634	2.33683	1.808095	22.76	0.6307	28.358	123.681
30	-395.42324	(可変)				28.934	
31(絞り)	∞	1.29353				35.132	
32	1023.63042	4.51438	1.754998	52.32	0.5476	36.234	72.802
33	-58.25333	0.20000				36.777	
34	68.98860	5.01187	1.618000	63.33	0.5441	37.923	83.414
35	-201.24720	0.20000				37.777	
36	57.87442	5.13367	1.496999	81.54	0.5374	36.631	95.079
37	-253.95832	1.20000	2.001000	29.13	0.5997	36.011	-95.535
38	155.76709	0.19935				35.264	
39	43.83937	10.52855	1.516330	64.14	0.5352	34.451	47.261
40	-50.95133	1.10000	1.772499	49.60	0.5521	32.346	-41.715
41	89.67330	22.97015				30.835	
42	50.15394	4.85521	1.487490	70.23	0.5300	24.993	49.076

43	-44.57995	0.24116				24.899	
44	28.14197	5.77865	1.487490	70.23	0.5300	23.118	33.581
45	-36.79546	1.00000	2.000690	25.46	0.6133	22.243	-15.155
46	26.56639	2.41025				21.159	
47	180.15182	7.09223	1.808095	22.76	0.6307	21.404	18.393
48	-16.09271	1.00000	1.882997	40.76	0.5667	21.883	-16.763
49	204.71944	6.09212				23.295	
50	34.10624	4.80075	1.487490	70.23	0.5300	28.643	66.313
51	-632.14267	37.88000				28.727	
像面	∞						

非球面データ
第8面
K = 7.64826e-001 A 4= 2.02728e-007 A 6= 5.93168e-011 A 8=-1.76160e-013 A10= 2.73743e-016 A12=-2.26960e-019 A14= 9.46924e-023 A16=-1.56898e-026

第19面
K = 1.02944e+000 A 4= 4.84636e-006 A 6=-9.64701e-009 A 8= 5.80327e-011 A10= -3.77375e-013 A12= 1.18904e-015 A14=-9.44522e-019 A16=-1.67064e-021

各種データ
ズーム比 8.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	20.00	60.00	160.00
Fナンバー	2.80	2.80	3.60
半画角	37.87	14.53	5.55
像高	15.55	15.55	15.55
レンズ全長	310.06	310.06	310.06
BF	37.88	37.88	37.88
d18	0.69	30.37	44.35
d27	41.68	8.49	6.50
d30	9.40	12.91	0.93
入射瞳位置	60.15	110.86	190.18
射出瞳位置	-75.15	-75.15	-75.15
前側主点位置	76.61	139.01	123.71
後側主点位置	17.88	-22.12	-122.12

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
1	1	52.10	110.68	61.22	20.90
2	19	-21.50	20.86	3.10	-11.59
3	28	-62.00	3.24	-0.27	-2.11
4	31	35.32	85.62	5.69	-68.37

【０１２３】
＜数値実施例４＞
単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	θgF	有効径	焦点距離
1	131.14622	3.00000	1.772499	49.60	0.5521	90.070	-91.906
2	45.74280	23.07058				73.485	
3	-190.51759	2.50000	1.754998	52.32	0.5476	73.046	-92.545
4	111.76131	2.70555				72.305	
5	102.35624	6.78100	1.922860	20.88	0.6282	73.869	158.066
6	323.65984	2.07854				73.551	
7*	198.12409	7.52728	1.620411	60.29	0.5426	73.308	200.459
8	-332.71985	10.42728				72.900	
9	105.74456	10.78155	1.595220	67.74	0.5442	72.731	130.062
10	-281.63972	0.20000				72.228	
11	125.39952	2.00000	1.882210	23.78	0.6036	68.470	-90.324
12	48.64939	16.97372	1.438750	94.93	0.5343	64.323	93.643
13	-239.97566	0.20000				64.141	
14	84.45216	10.77658	1.772499	49.60	0.5521	62.316	78.504
15	-206.62606	(可変)				61.136	
16*	48.27098	1.20000	2.001000	29.13	0.5997	30.013	-27.936
17	17.57501	7.48668				24.778	
18	-36.17012	0.80000	1.816000	46.62	0.5568	24.550	-28.913
19	69.54013	0.49278				24.066	
20	43.80124	4.88511	2.000690	25.46	0.6133	24.142	21.424
21	-40.36572	1.36383				23.790	
22	-25.24489	0.90000	1.834807	42.71	0.5642	23.574	-52.907
23	-59.44507	(可変)				24.246	
24	-27.96339	0.80000	1.639999	60.08	0.5370	24.628	-34.341
25	105.79038	2.64502	1.808095	22.76	0.6307	26.665	93.540
26	-271.51570	(可変)				27.221	
27(絞り)	∞	1.47466				28.069	
28	-9897.87302	3.30206	1.772499	49.60	0.5521	28.982	78.066
29	-60.23523	0.20000				29.488	
30	192.97751	3.93909	1.589130	61.14	0.5406	30.056	79.968
31	-62.17424	0.20000				30.172	
32	69.45008	5.69407	1.516330	64.14	0.5352	29.533	52.091
33	-42.92720	1.20000	2.000690	25.46	0.6133	29.123	-41.036
34	1216.75385	0.19979				29.063	
35	25.32639	3.68828	1.516330	64.14	0.5352	29.028	132.828
36	38.07596	18.18838				28.193	
37	63.74293	0.90000	1.953750	32.32	0.5898	23.376	-27.840
38	18.71075	5.95175	1.808095	22.76	0.6307	22.225	18.964
39	-76.92161	1.38274				21.851	
40	76.61712	4.87566	1.438750	94.93	0.5343	21.406	42.347
41	-24.13109	1.00000	1.805181	25.42	0.6161	21.080	-17.668
42	36.10887	11.09401				21.337	
43	41.85392	7.51316	1.595220	67.74	0.5442	29.338	35.307
44	-39.65572	1.20000	1.882997	40.76	0.5667	29.517	-92.149
45	-78.02765	39.99000				30.027	
像面	∞						

非球面データ

第7面
K =-1.73761e+001 A 4=-3.20828e-007 A 6= 3.77274e-011 A 8=-1.60630e-014 A10=
-4.63233e-017 A12= 1.16115e-019 A14=-8.89475e-023 A16= 2.36508e-026

第16面
K =-9.35949e+000 A 4= 1.47026e-005 A 6=-1.49210e-008 A 8= 2.40783e-011 A10=
-3.38433e-014 A12= 1.88004e-015 A14=-1.26872e-017 A16= 2.79931e-020

各種データ

ズーム比	5.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	19.00	45.00	95.00
Fナンバー	2.70	2.70	2.70
半画角	39.30	19.06	9.30
像高	15.55	15.55	15.55
レンズ全長	271.52	271.52	271.52
BF	39.99	39.99	39.99
d15	0.70	22.76	34.43
d23	29.03	6.96	4.48
d26	10.20	10.21	1.02
入射瞳位置	56.43	86.13	122.86
射出瞳位置	-101.34	-101.34	-101.34
前側主点位置	72.88	116.80	154.00
後側主点位置	20.99	-5.01	-55.01

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
1	1	45.00	99.02	57.71	19.90
2	16	-24.80	17.13	1.21	-12.13
3	24	-55.00	3.45	-0.37	-2.32
4	27	39.90	72.00	19.18	-64.39

【０１２４】
＜数値実施例５＞
単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	θgF	有効径	焦点距離
1*	81.52156	2.80000	1.772499	49.60	0.5521	97.279	-83.251
2	35.50574	31.30681				70.026	
3	667.71915	2.20000	1.772499	49.60	0.5521	68.022	-135.261
4	90.59457	4.47839				64.610	
5	197.06072	2.20000	1.834807	42.71	0.5642	64.321	-66.614
6	43.33682	11.33919	1.922860	18.90	0.6495	60.874	69.654
7	113.32971	2.55719				59.842	
8	115.11681	9.51685	1.496999	81.54	0.5374	59.385	153.156
9*	-220.41107	0.20000				58.068	
10	185.45912	9.63439	1.618000	63.33	0.5441	57.517	91.373
11	-80.00592	2.00000	1.846660	23.78	0.6205	57.026	-103.318

12	-857.68120	5.60166				56.350	
13	-547.42488	2.00000	1.846660	23.78	0.6205	55.107	-95.810
14	96.50030	8.54469	1.496999	81.54	0.5374	56.048	126.294
15	-175.74550	0.20000				56.723	
16	248.42762	12.85098	1.595220	67.74	0.5442	58.081	80.834
17	-58.77230	0.20000				58.452	
18	56.55329	6.43207	1.763850	48.51	0.5587	50.476	91.827
19	271.97337	(可変)				49.270	
20*	75.52289	1.30000	1.816000	46.62	0.5568	27.970	-25.770
21	16.38581	7.94998				22.551	
22	-35.35061	0.90000	1.754998	52.32	0.5476	20.890	-28.150
23	54.49701	0.20000				20.318	
24	38.34698	4.04203	1.846660	23.78	0.6034	20.314	27.246
25	-56.47379	2.18661				19.859	
26	-20.15327	0.90000	1.882997	40.76	0.5667	19.635	-76.243
27	-29.29552	(可変)				20.447	
28	-28.24173	0.90000	1.729157	54.68	0.5444	21.748	-31.883
29	136.58830	2.26264	1.846660	23.78	0.6205	23.610	90.643
30	-177.80079	(可変)				24.238	
31(絞り)	∞	1.80831				26.366	
32	1876.46717	5.41221	1.816000	46.62	0.5568	27.823	37.988
33	-31.64154	0.20000				28.604	
34	60.10061	8.24256	1.496999	81.54	0.5374	28.186	38.709
35	-27.12183	1.20000	2.001000	29.13	0.5997	27.594	-34.449
36	-126.12274	0.20000				28.202	
37	27.44643	3.25073	1.612929	37.00	0.5862	28.528	139.096
38	38.53198	22.34855				27.776	
39	-524.12330	5.21590	1.517417	52.43	0.5564	24.011	121.284
40	-56.46271	11.54753				24.632	
41	111.79736	8.05123	1.496999	81.54	0.5374	24.704	33.474
42	-19.14232	0.85000	1.953750	32.31	0.5898	24.498	-25.679
43	-87.28015	3.16563				25.890	
44	436.69471	5.32440	1.959060	17.47	0.6599	27.387	38.954
45	-41.20307	0.85000	2.001000	29.13	0.5997	27.768	-24.479
46	62.31899	0.38161				28.514	
47	43.43683	7.60385	1.496999	81.54	0.5374	29.721	43.773
48	-41.28677	41.02000				30.288	
像面	∞						

非球面データ

第1面

K = 1.15930e+000 A 4= 3.25637e-007 A 6=-7.92964e-012 A 8= 8.93227e-015

第9面

K =-4.96791e+001 A 4= 8.83515e-007 A 6= 5.16367e-010 A 8= 5.70862e-014

第20面

K = 8.19089e+000 A 4= 5.61681e-006 A 6=-9.29022e-009 A 8= 2.78530e-011

各種データ

ズーム比 4.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	14.00	28.00	56.00
Fナンバー	3.00	3.00	3.00
半画角	48.00	29.05	15.52
像高	15.55	15.55	15.55
レンズ全長	297.27	297.27	297.27
BF	41.02	41.02	41.02
d19	1.00	17.72	28.94
d27	32.19	13.50	4.68
d30	2.70	4.67	2.27
入射瞳位置	48.68	60.09	76.35
射出瞳位置	-122.20	-122.20	-122.20
前側主点位置	61.48	83.29	113.13
後側主点位置	27.02	13.02	-14.98

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
1	1	30.00	114.06	57.47	29.47
2	20	-19.00	17.48	2.47	-11.25
3	28	-50.00	3.16	-0.44	-2.20
4	31	37.44	85.65	20.00	-79.28

【０１２５】

＜数値実施例６＞

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	θgF	有効径	焦点距離
1	-327.39176	2.20000	1.800999	34.97	0.5863	77.240	-159.412
2	212.30166	6.16736				73.645	
3	13317.83260	2.20000	1.846660	23.78	0.6036	71.962	-133.000
4	112.75087	10.43625	1.438750	94.93	0.5343	69.683	162.621
5	-190.12082	0.15000				69.612	
6	202.12097	8.24880	1.433870	95.10	0.5373	69.749	216.786
7	-174.56398	5.52252				69.593	
8	130.72546	7.75647	1.729157	54.68	0.5444	66.803	122.285
9	-277.21316	0.15000				66.223	
10	51.26048	5.75366	1.816000	46.62	0.5568	55.986	117.969
11	103.50442	(可変)				54.733	
12	40.30167	1.00000	1.882997	40.76	0.5667	27.162	-25.624
13	14.37480	6.64137				21.653	
14	-44.26823	4.12247	1.959060	17.47	0.6599	21.201	27.280
15	-17.34279	0.75000	1.882997	40.76	0.5667	20.813	-12.721
16	33.07750	0.30000				19.209	
17	23.07848	5.06268	1.613397	44.30	0.5633	19.205	22.525
18	-31.97426	1.00000				18.664	
19	-20.45576	0.75000	1.743198	49.34	0.5530	18.441	-37.760
20	-75.66571	(可変)				18.299	

21	-21.28881	0.75000	1.754998	52.32	0.5476	15.961	-16.353
22	30.16460	3.20766	1.846490	23.90	0.6217	17.695	36.371
23	962.85645	(可変)				18.492	
24(絞り)	∞	1.33800				22.519	
25	-513.75388	4.44000	1.670029	47.23	0.5627	23.522	46.335
26	-29.51785	0.15000				24.469	
27	42.71785	3.88000	1.487490	70.23	0.5300	25.553	98.440
28	367.25885	0.15000				25.432	
29	76.36769	5.32854	1.501270	56.50	0.5536	25.383	48.322
30	-34.85882	1.20000	1.882997	40.76	0.5667	25.102	-43.864
31	-336.68517	33.00000				25.244	
32	79.35416	6.19589	1.487490	70.23	0.5300	25.746	81.814
33	-78.66323	0.15000				25.343	
34	-174.28704	1.40000	1.834000	37.16	0.5775	25.117	-20.316
35	18.97040	7.07764	1.516330	64.15	0.5352	24.476	30.582
36	-84.05581	0.86168				24.889	
37	38.64148	7.67377	1.517417	52.43	0.5564	25.766	28.911
38	-22.91864	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	25.610	-29.857
39	-173.73960	0.15000				26.790	
40	119.16208	6.64543	1.517417	52.43	0.5564	27.392	43.094
41	-27.05740	4.70000				27.767	
42	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	40.000	
43	0.00000	13.20000	1.516330	64.15	0.5352	40.000	
44	0.00000	9.58000				40.000	
像面	∞						

各種データ

ズーム比	15.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	8.00	32.00	120.00
Fナンバー	1.80	1.80	2.35
半画角	34.51	9.75	2.62
像高	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	259.60	259.60	259.60
BF	9.58	9.58	9.58
d11	0.70	29.97	42.44
d20	40.32	8.35	2.77
d23	4.88	7.59	0.70
入射瞳位置	47.48	151.46	379.01
射出瞳位置	109.13	109.13	109.13
前側主点位置	56.13	193.74	643.67
後側主点位置	1.58	-22.42	-110.42

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
1	1	58.00	48.59	32.53	3.63
2	12	-14.00	19.63	3.63	-9.66
3	21	-30.00	3.96	0.02	-2.14

4	24	86.75	131.94	120.79	-198.70

【０１２６】

＜数値実施例７＞

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	θgF	有効径	焦点距離
1	194.96209	3.00000	1.772499	49.60	0.5521	88.491	-88.490
2	50.45050	23.69287				73.351	
3	-101.22704	2.50000	1.772499	49.60	0.5521	72.885	-111.690
4	610.40944	0.19704				74.054	
5	112.46576	6.06429	1.922860	18.90	0.6495	75.732	194.404
6	287.65098	4.86350				75.347	
7	-1837.00765	7.27013	1.651597	58.55	0.5426	75.086	230.062
8	-139.33725	0.20000				74.929	
9	-472.70380	4.65675	1.595220	67.74	0.5442	72.970	424.413
10	-165.62101	8.66201				72.465	
11	-192.35145	6.46656	1.537150	74.81	0.5390	66.913	268.083
12	-83.47137	0.99766				66.556	
13	-78.26046	2.50000	1.800000	29.84	0.6017	66.067	-270.007
14	-123.92169	0.20000				67.015	
15	144.80685	2.00000	1.846660	23.78	0.6034	66.705	-142.303
16	65.69817	13.00429	1.496999	81.54	0.5374	65.115	106.901
17	-263.45069	0.20000				65.049	
18	131.23177	9.46925	1.496999	81.54	0.5374	64.015	146.867
19	-161.59164	0.20000				63.356	
20	61.37933	6.25108	1.730000	49.00	0.5575	56.603	136.191
21	152.31744	(可変)				55.097	
22*	123.35380	1.20000	1.882997	40.76	0.5667	32.089	-28.857
23	21.12344	6.38054				26.928	
24	-167.62168	4.33940	1.846660	23.78	0.6034	26.240	54.777
25	-37.04472	0.80000	1.772499	49.60	0.5521	25.538	-98.748
26	-72.37210	(可変)				24.901	
27	-25.91341	0.80000	1.834807	42.71	0.5642	24.536	-28.139
28	270.81861	0.16000				24.869	
29	87.77809	3.31174	1.846660	23.78	0.6034	25.043	51.048
30	-85.31340	(可変)				25.023	
31	-31.89775	0.90000	1.696797	55.53	0.5433	25.027	-34.635
32	102.09398	2.46844	1.808095	22.76	0.6307	27.236	92.767
33	-290.19380	(可変)				27.788	
34(絞り)	∞	1.28219				32.549	
35	∞	5.00427	1.816000	46.62	0.5568	33.538	57.344
36	-47.02989	0.20000				34.253	
37	121.66426	4.00000	1.589130	61.14	0.5406	34.746	118.312
38	-162.68134	0.20000				34.670	
39	53.21128	7.67575	1.496999	81.54	0.5374	33.912	52.816
40	-49.60645	1.20000	1.846660	23.78	0.6205	33.197	-43.964
41	156.92657	0.19575				32.533	
42	24.49279	7.89416	1.518229	58.90	0.5456	32.141	61.163
43	94.58401	1.10000	1.772499	49.60	0.5521	30.289	-78.875

44	36.97714	21.17659				28.740	
45	55.51715	6.46969	1.805181	25.42	0.6161	22.663	21.616
46	-24.35459	0.90000	1.882997	40.76	0.5667	22.365	-19.627
47	62.39214	8.45794				22.051	
48	118.59896	6.86089	1.438750	94.93	0.5343	23.601	34.489
49	-17.08788	1.00000	2.003300	28.27	0.5980	23.707	-26.491
50	-48.53765	7.21499				25.917	
51	55.89004	6.66022	1.487490	70.23	0.5300	32.106	59.353
52	-58.04968	39.99000				32.395	
像面	∞						

非球面データ
第22面
K = 3.15185e+001 A 4= 3.02637e-006 A 6=-5.86837e-009 A 8=-4.69891e-012

移動軌跡データ
B21=40.35954
B31=42.94793 B32= 3.88703 B33=-8.43442 B34= 3.38458 B35= 0.39726
B36= 0.38969

各種データ
ズーム比 6.50

	広角	中間	望遠
焦点距離	18.50	45.00	120.25
Fナンバー	2.80	2.80	3.43
半画角	40.05	19.06	7.37
像高	15.55	15.55	15.55
レンズ全長	300.07	300.07	300.07
BF	39.99	39.99	39.99
d21	0.68	25.34	41.04
d26	2.39	4.03	4.61
d30	39.84	10.82	3.22
d33	6.92	9.65	0.98
入射瞳位置	54.12	84.17	136.89
射出瞳位置	-165.72	-165.72	-165.72
前側主点位置	70.96	119.33	186.85
後側主点位置	21.49	-5.01	-80.26

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
1	1	46.00	102.40	59.41	25.26
2	22	-42.00	12.72	-2.77	-13.83
3	27	-67.00	4.27	-1.89	-4.39
4	31	-56.00	3.37	-0.33	-2.23
5	34	46.94	87.49	26.91	-102.68

【０１２７】

【表１】

表１　数値実施例１～７における各条件式対応値

		数値実施例1	数値実施例2	数値実施例3	数値実施例4	数値実施例5	数値実施例6	数値実施例7
	広角端焦点距離fw	18.00	15.00	20.00	19.00	14.00	8.00	18.50
	望遠端焦点距離	180.00	75.00	160.00	95.00	56.00	120.00	120.25
	ズーム倍率	10.00	5.00	8.00	5.00	4.00	15.00	6.50
	f1	57.00	32.00	52.10	45.00	30.00	58.00	46.00
	f2	−26.70	−18.80	−21.50	−24.80	−19.00	−14.00	−42.00
	f3	−76.10	−50.00	−62.00	−55.00	50.00	−30.00	−67.00
	f4	31.05	40.41	35.32	39.90	37.44	86.75	−56.00
	f5	—	—	—	—	—	—	46.94
	f23	—	—	—	—	—	—	−22.82
	f11	−56.03	−43.99	−66.86	−64.61	−39.10	−457.59	−61.80
	f12	143.79	170.29	133.83	200.46	124.97	60.11	150.18
	f13	73.69	49.34	68.81	54.51	45.59	—	60.83
	βnw	−1.96	−2.36	−2.01	−1.62	−2.22	−1.40	−2.04
	θp	0.5633	0.6034	0.5633	0.6133	0.6034	0.5633	0.6034
	θn	0.5441	0.5863	0.5630	0.5642	0.5667	0.5530	0.5521
	νp	44.30	23.78	44.30	25.46	23.78	44.30	23.78
	νn	63.33	34.97	48.64	42.71	40.76	49.34	49.60
	θp23	—	—	—	—	—	—	0.6034
	θn23	—	—	—	—	—	—	0.5642
	νp23	—	—	—	—	—	—	23.78
	νn23	—	—	—	—	—	—	42.71
条件式(1)	(θp−θn)/(νp−νn)	−1.01E−03	−1.53E−03	−6.61E−05	−2.85E−03	−2.16E−03	−2.04E−03	−1.99E−03
条件式(2)	nave	1.75	1.80	1.78	1.91	1.83	1.84	1.83
条件式(3)	f2／fw	−1.48	−1.25	−1.08	−1.31	−1.36	−1.75	−2.27
条件式(4)	f1／f2	−2.13	−1.70	−2.42	−1.81	−1.58	−4.14	−1.10
条件式(8)	(θp23−θn23)／(νp23−νn23)	—	—	—	—	—	—	−2.07E−03
条件式(9)	nave23	—	—	—	—	—	—	1.84
条件式(10)	f23／fw	—	—	—	—	—	—	−1.23
条件式(11)	f1／f23	—	—	—	—	—	—	−2.02
条件式(15)	f11／f1	−0.98	−1.37	−1.28	−1.44	−1.30	−7.89	−1.34
条件式(16)	f13／f11	−1.32	−1.12	−1.03	−0.84	−1.17	—	−0.98
条件式(17)	f1／fw	3.17	2.13	2.61	2.37	2.14	7.25	2.49
条件式(18)	βnw	−1.96	−2.36	−2.01	−1.62	−2.22	−1.40	−2.04

【符号の説明】

【０１２８】

Ｕ１　第１レンズ群

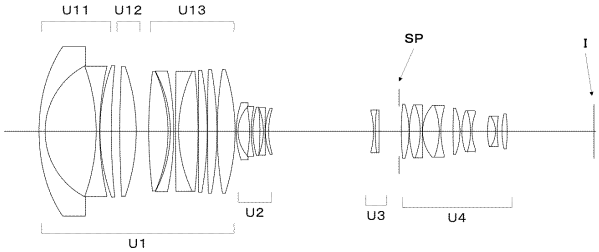
Ｕ２　第２レンズ群

Ｕ３　第３レンズ群

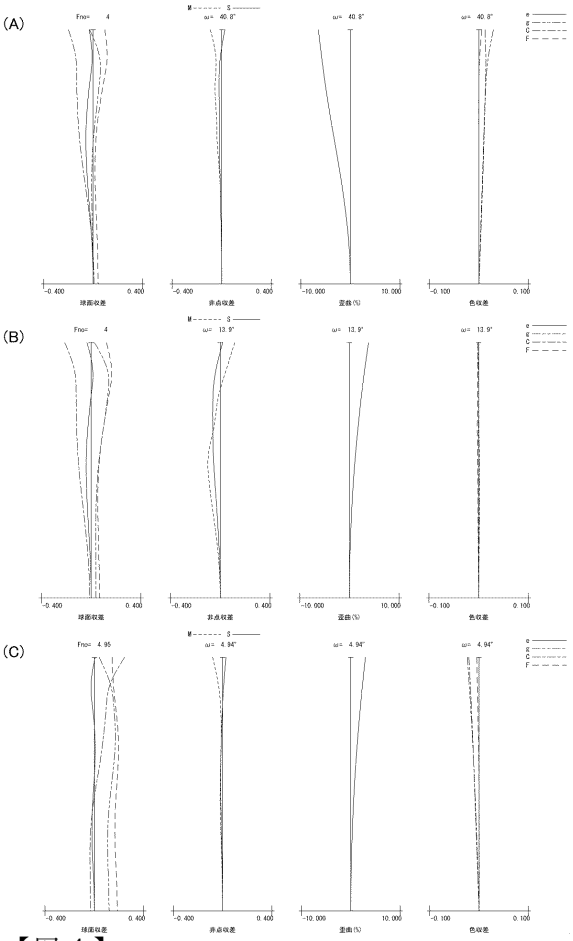
Ｕ４　第４レンズ群

Ｕ５　第５レンズ群

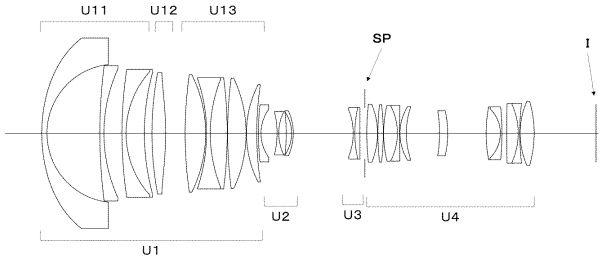
【図１】


U11
U12
U13
SP
I
U1
U2
U3
U4

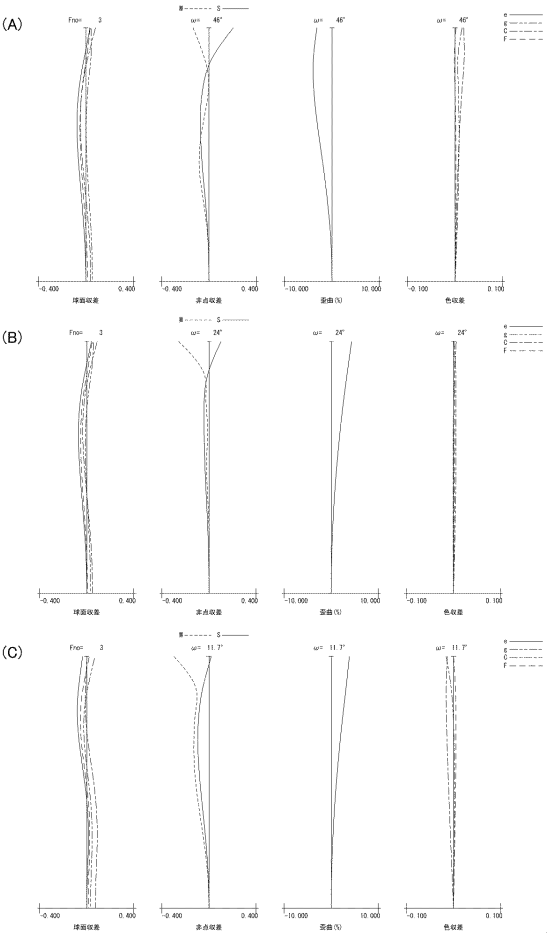
【図２】


(A)
(B)
(C)
M
S
球面収差
非点収差
歪曲(%)
色収差

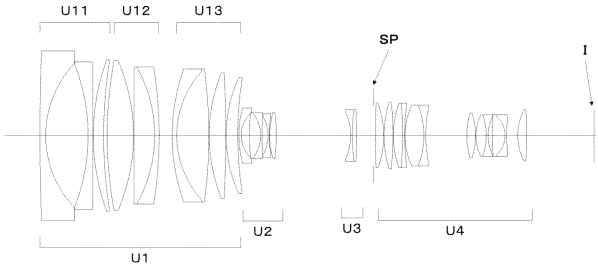
【図３】


U11
U12
U13
SP
I
U1
U2
U3
U4

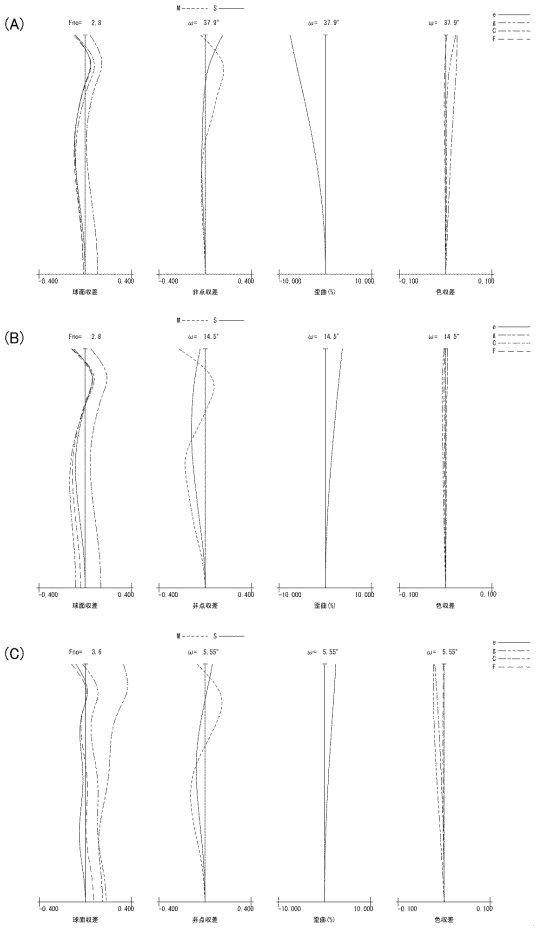
【図４】


(A)
(B)
(C)
M
S
球面収差
非点収差
歪曲(%)
色収差

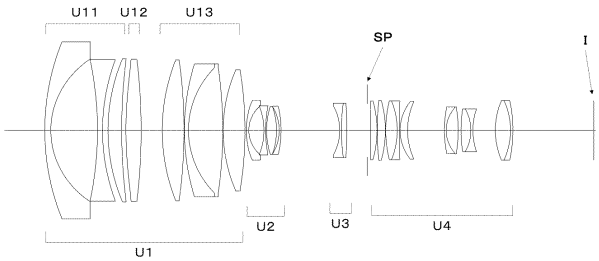
【図５】


U11
U12
U13
SP
I
U1
U2
U3
U4

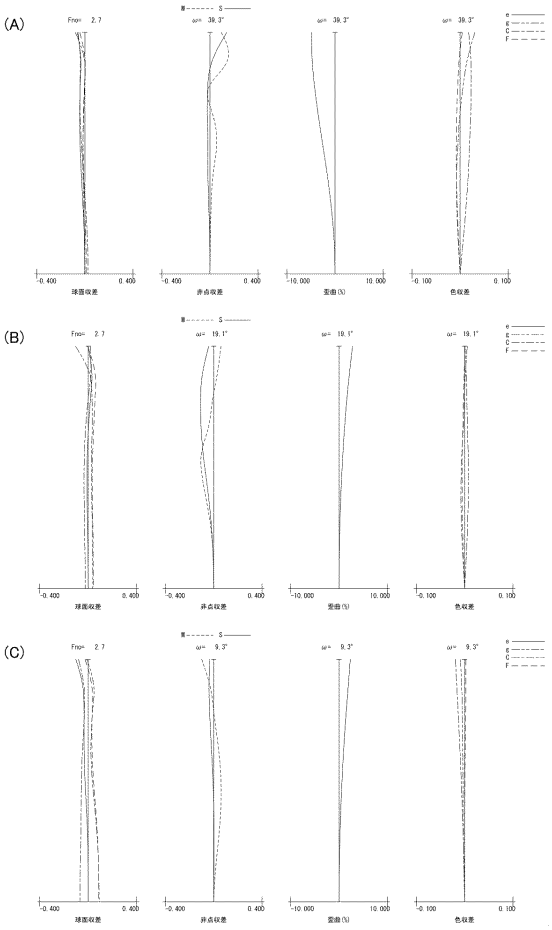
【図６】


(A)
(B)
(C)
M
S
Fno= 2.8
Fno= 3.6
ω= 37.9°
ω= 14.5°
ω= 5.55°
球面収差
非点収差
歪曲(%)
色収差

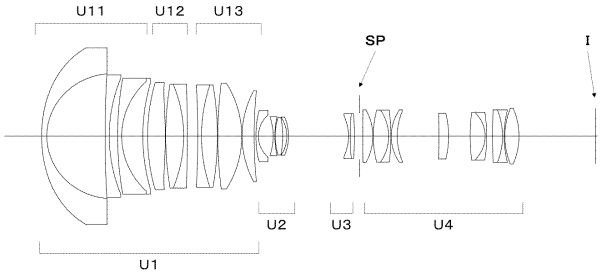
【図７】


U11
U12
U13
SP
I
U1
U2
U3
U4

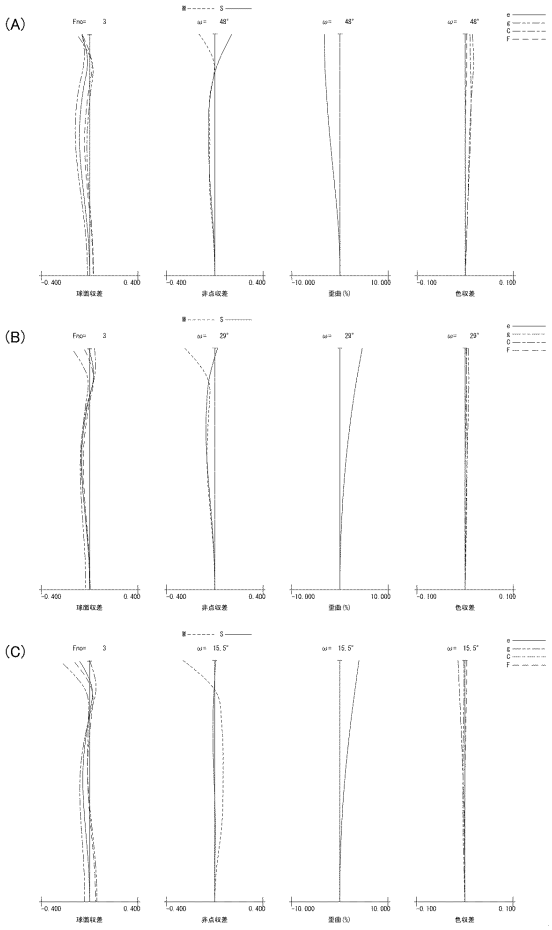
【図８】


(A)
(B)
(C)
M
S
Fno= 2.7
ω= 39.3°
ω= 19.1°
ω= 9.3°
球面収差
非点収差
歪曲(%)
色収差

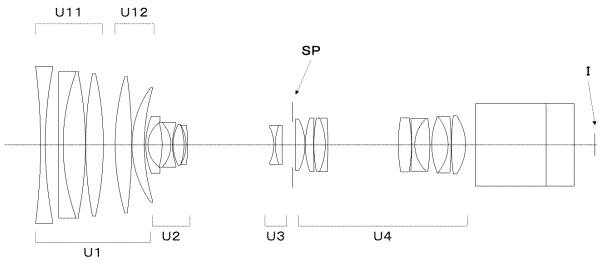
【図９】



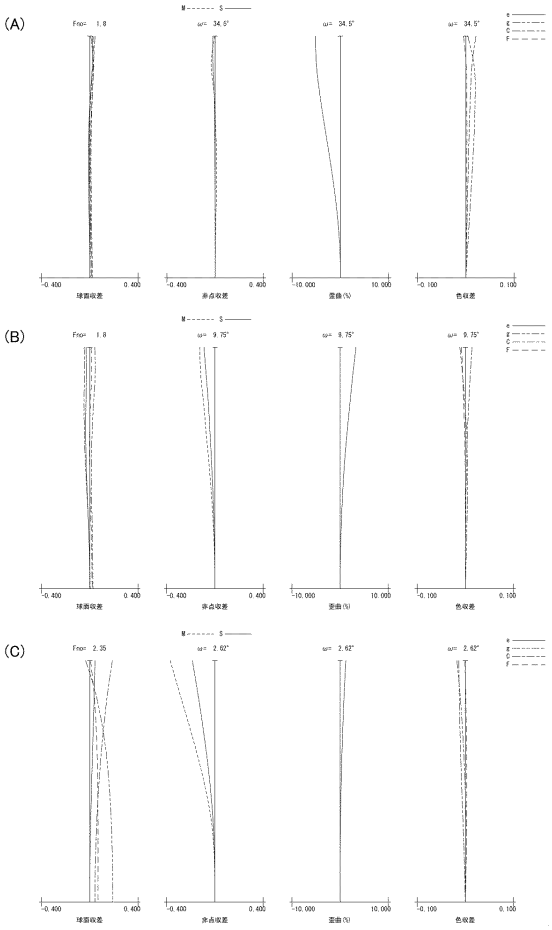
【図１０】



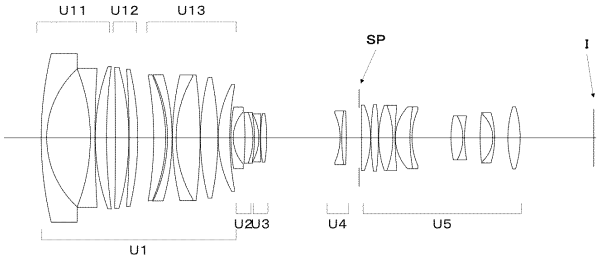
【図１１】



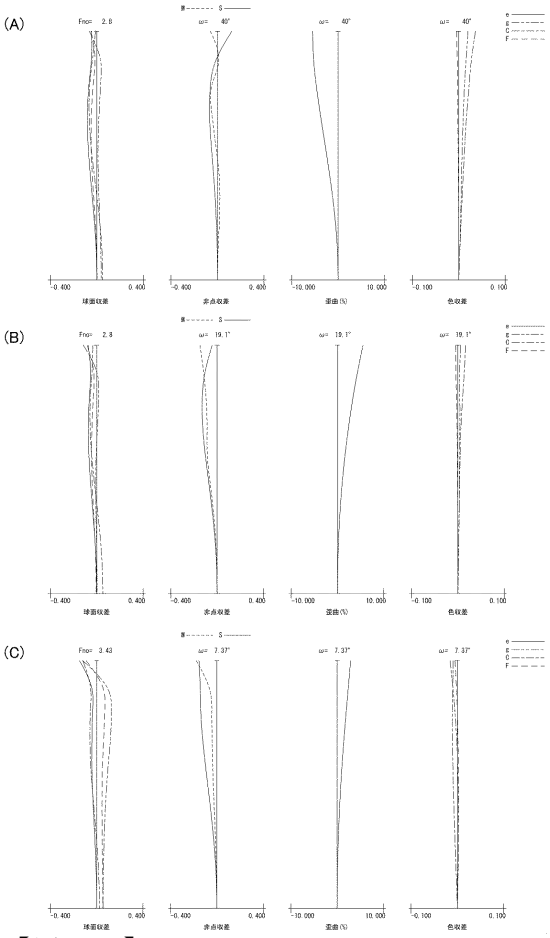
【図１２】



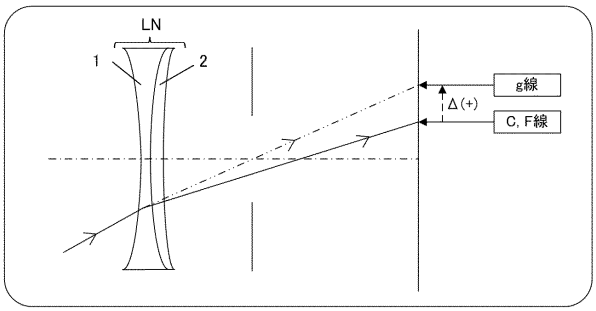
【図１３】



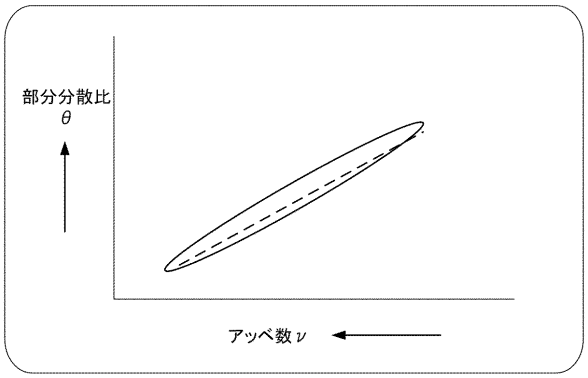
【図１４】



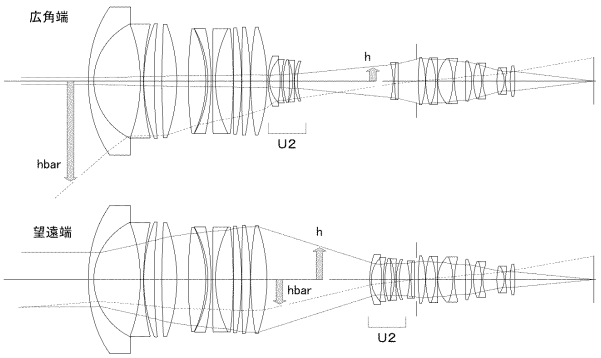
【図１５】



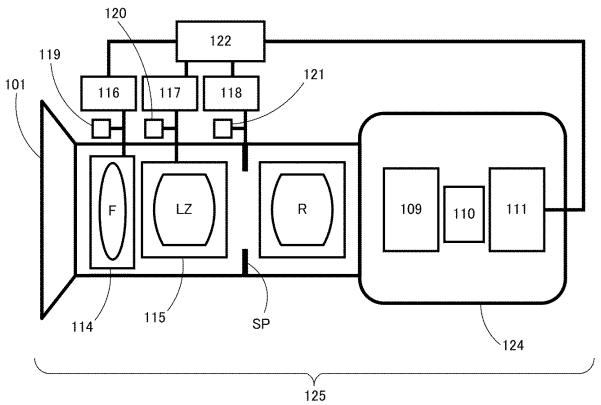
【図１６】



【図１７】



【図１８】



フロントページの続き

(72)発明者　下村　和也
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

審査官　小倉　宏之

(56)参考文献　特開２０１２－１１３０８２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－１８５２７２（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２５００８６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－１８６１７９（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－０４３６３０（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１６９０９１（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－０４９０７１（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２８２４１９（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１８４７５８（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０３５９７７（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２８９２９７（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－１６７９１７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－１３４３４７（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－３２１４９６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－０５８６６０（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－２１７７３５（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－３０９７６１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－０３９４００（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－０３３２４２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０２Ｂ　　１５／１６７
Ｇ０２Ｂ　　１５／００
Ｇ０２Ｂ　　１３／１８