

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-14867

(P2010-14867A)

(43) 公開日 平成22年1月21日(2010.1.21)

(51) Int.Cl.
G02B 15/12 (2006.01)F1
G02B 15/12テーマコード (参考)
2H087

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2008-173293 (P2008-173293)
(22) 出願日 平成20年7月2日(2008.7.2)(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 100086818
弁理士 高梨 幸雄
(72) 発明者 木村 友紀
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 KA01 LA30 PA02 PA04 PA17
PA18 PB03 PB04 QA02 QA06
QA12 QA21 QA25 QA37 QA39
QA41 QA45 SA87

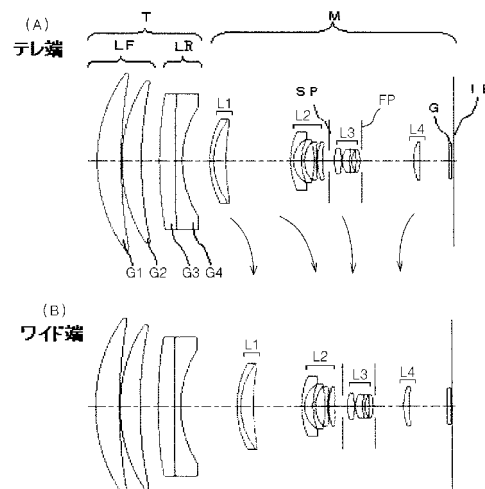
(54) 【発明の名称】 テレコンバータレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 光学全長が短く、しかもマスターレンズに装着したときの諸収差の変動が少なく、高い光学性能を有するテレコンバータレンズを得ること。

【解決手段】 マスターレンズの物体側に装着するテレコンバータレンズであって、物体側から像面側へ順に、正の屈折力の前群と、負の屈折力の後群から構成され、該前群は、物体側の面が凸でメニスカス形状の正の第1レンズと、物体側の面が凸でメニスカス形状の正の第2レンズから成り、該後群は、1つの正レンズと像面側の面が凹形状の負レンズから成り、該第1レンズの物体側と像面側の面の曲率半径R11、R12、該第2レンズの物体側と像面側の面の曲率半径R21、R22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】

マスターレンズの物体側に装着するテレコンバータレンズであって、
 物体側から像面側へ順に、正の屈折力の前群と、負の屈折力の後群から構成され、
 該前群は、物体側の面が凸でメニスカス形状の正の第 1 レンズと、物体側の面が凸でメニスカス形状の正の第 2 レンズから成り、
 該後群は、1 つの正レンズと像面側の面が凹形状の負レンズから成り、
 該第 1 レンズの物体側と像面側の面の曲率半径を各々 R_{11} 、 R_{12} 、該第 2 レンズの物体側と像面側の面の曲率半径を各々 R_{21} 、 R_{22} とするとき

$$1.0 < (R_{11} + R_{12}) / (R_{12} - R_{11}) < 20.0$$

$$1.0 < (R_{21} + R_{22}) / (R_{22} - R_{21}) < 20.0$$

なる条件を満足することを特徴とするテレコンバータレンズ。

10

【請求項 2】

前記第 1 レンズの材料のアッベ数を v_{d1} とするとき、

$$55 < v_{d1}$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のテレコンバータレンズ。

【請求項 3】

前記第 2 レンズの材料のアッベ数を v_{d2} とするとき、

$$55 < v_{d2}$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のテレコンバータレンズ。

20

【請求項 4】

前記後群の正レンズと負レンズの焦点距離を各々 f_3 、 f_4 とするとき、

$$0.05 < |f_4 / f_3| < 0.80$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のテレコンバータレンズ。

【請求項 5】

前記前群と前記後群との空気間隔を D 、前記後群の最も物体側に位置するレンズ面頂点から最も像面側に位置するレンズ面頂点までの光軸に沿った距離を DR とするとき、

$$0.1 < D / DR < 1.5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のテレコンバータレンズ。

30

【請求項 6】

前記後群の正レンズの物体側の面の曲率半径を R_{31} 、前記後群の負レンズの像面側の面の曲率半径を R_{42} とするとき、

$$-8.0 < (R_{31} + R_{42}) / (R_{42} - R_{31}) < -0.5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のテレコンバータレンズ。

【請求項 7】

前記第 1 レンズと前記第 2 レンズの焦点距離を各々 f_1 、 f_2 とするとき、

$$0.2 < f_1 / f_2 < 2.5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のテレコンバータレンズ。

40

【請求項 8】

前記テレコンバータレンズを構成する全てのレンズの光軸に沿った肉厚の合計を D_{glass} 、全ての空気間隔の光軸に沿った距離の合計を D_{air} とするとき、

$$0.05 < D_{air} / D_{glass} < 0.70$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のテレコンバータレンズ。

【請求項 9】

前記後群の正レンズと負レンズの材料のアッベ数を各々 v_{d3} 、 v_{d4} とするとき、

50

$$5.0 < |vd3 - vd4| < 30.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のテレコンバータレンズ。

【請求項 10】

前記第 2 レンズの像面側の面の曲率半径を R_{22} 、前記後群の最も物体側の面の曲率半径を R_{31} とするとき、

$$0.1 < R_{22} / R_{31} < 3.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のテレコンバータレンズ。

【請求項 11】

マスターレンズと、該マスターレンズの物体側に装着可能な請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項のテレコンバータレンズと、該テレコンバータレンズと該マスターレンズによって形成された像を受光する固体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、デジタルスチルカメラやビデオカメラ、放送用カメラなどに用いられる撮影レンズ（マスターレンズ）の物体側に着脱可能に装着して、全系の焦点距離をマスターレンズの本来の焦点距離に比べて長い方へ変化させるテレコンバータレンズに関する。

【背景技術】

【0002】

一般にマスターレンズ（撮影レンズ）の焦点距離を望遠側に変移させる（長い方に変移させる）方法として、マスターレンズの物体側にアフォーカルレンズを着脱可能に装着するフロント方式のテレコンバータレンズが知られている。この方式は、焦点距離を変移させても、マスターレンズの望遠端での F ナンバーを犠牲にしない（変化させない）という利点がある。

【0003】

近年、デジタルカメラ、ビデオカメラにおいては小型化及び CCD センサ等の固体撮像素子の高画素化が進み、それらに用いる撮影レンズには小型で色収差が良好に補正された高い光学性能を有することが要求されている。

【0004】

したがって、撮影レンズに装着するテレコンバータレンズにも同様に小型で高い光学性能を有することが要求されている。

【0005】

このフロント方式のテレコンバータレンズとして、物体側より像側へ順に正の屈折力の前群と、負の屈折力の後群より成るものが知られている。

【0006】

フロントテレコンバータにおいて、正の屈折力の前群と、負の屈折力の後群の各々を 1 枚のレンズにて構成した小型のテレコンバータレンズが知られている（例えば特許文献 1）。

【0007】

また、正の屈折力の前群を 2 枚の正レンズで構成し、後群を 1 枚又は 2 枚のレンズで構成した小型のテレコンバータレンズが知られている（例えば特許文献 2、3）。

【0008】

この他、前群を 1 枚の負レンズと 1 枚の正レンズより構成し、後群を正レンズと負レンズを有するように構成したテレコンバータレンズが知られている（特許文献 4）。

【特許文献 1】特開昭 55 - 32046 号公報

【特許文献 2】特開平 4 - 191717 号公報

【特許文献 3】特開 2005 - 331851 号公報

【特許文献 4】特開平 10 - 197792 号公報

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

テレコンバータレンズは、光学全長（第1レンズ面から最終レンズ面までの長さ）が短く、全体が小型で、しかもマスターレンズに装着したとき、高い光学性能が維持できるようなレンズ枚数が少なく、かつ収差変動が少ないことが要望される。

【0010】

一般に、テレコンバータレンズをマスターレンズの物体側に装着し、全系の焦点距離を長い方へ変移させると、望遠側において球面収差、軸上色収差、倍率色収差等の諸収差が大きく変化してくる。

10

【0011】

またマスターレンズがズームレンズの場合、ズーミングに伴う諸収差の変動を小さく抑えることも重要である。

【0012】

テレコンバータレンズ全体の小型化を図りつつ、高い光学性能を維持するには、正の屈折力の前群と負の屈折力の後群のレンズ構成を適切に設定することが重要になってくる。例えば、全体を構成するレンズ枚数及び正の屈折力の前群を構成する各レンズのレンズ形状を適切に設定しないと、全系の小型化を図りつつ、良好なる光学性能を維持するのが困難になってくる。

【0013】

20

本発明は、光学全長が短く、しかもマスターレンズに装着したときの諸収差の変動が少なく、高い光学性能を有するテレコンバータレンズの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明のテレコンバータレンズは、マスターレンズの物体側に装着するテレコンバータレンズであって、

物体側から像面側へ順に、正の屈折力の前群と、負の屈折力の後群から構成され、

該前群は、物体側の面が凸でメニスカス形状の正の第1レンズと、物体側の面が凸でメニスカス形状の正の第2レンズから成り、

該後群は、1つの正レンズと像面側の面が凹形状の負レンズから成り、

30

該第1レンズの物体側と像面側の面の曲率半径を各々 R_{11} 、 R_{12} 、該第2レンズの物体側と像面側の面の曲率半径を各々 R_{21} 、 R_{22} とするとき

$$1.0 < (R_{11} + R_{12}) / (R_{12} - R_{11}) < 20.0$$

$$1.0 < (R_{21} + R_{22}) / (R_{22} - R_{21}) < 20.0$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、光学全長が短く、しかもマスターレンズに装着したときの諸収差の変動が少なく、高い光学性能を有するテレコンバータレンズが得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0016】

以下、本発明のテレコンバータレンズ（テレコンバータ）及びそれをマスターレンズ（主レンズ系）に装着したときの撮影系及び該撮影系を用いた撮像装置について説明する。尚、本発明のテレコンバータレンズは、カメラ本体と一体的に構成されたマスターレンズ、或いはカメラ本体に脱着可能な交換レンズいずれかの物体側に装着可能なレンズである。

【0017】

本発明のテレコンバータレンズは、物体側から像面側へ順に、正の屈折力の前群と、負の屈折力の後群から構成されている。そして前群は、物体側の面が凸でメニスカス形状の正の第1レンズと、物体側の面が凸でメニスカス形状の正の第2レンズから成っている。

50

又、後群は、１つの正レンズと像面側の面が凹形状の１つの負レンズから成っている。

【００１８】

図１（Ａ）、（Ｂ）は、本発明の実施例１のテレコンバータレンズをマスターレンズＭの物体側に装着したときの望遠端（長焦点距離端）と広角端（短焦点距離端）のズーム位置におけるレンズ断面図である。

【００１９】

図２、図３は、本発明の実施例１のテレコンバータレンズをマスターレンズＭの物体側に装着したときの望遠端と広角端のズーム位置における収差図である。

【００２０】

図４は、本発明の実施例２のテレコンバータレンズのレンズ断面図である。

10

【００２１】

図５、図６は、本発明の実施例２のテレコンバータレンズをマスターレンズＭの物体側に装着したときの望遠端と広角端のズーム位置における収差図である。

【００２２】

図７は、本発明の実施例３のテレコンバータレンズのレンズ断面図である。

【００２３】

図８、図９は、本発明の実施例３のテレコンバータレンズをマスターレンズＭの物体側に装着したときの望遠端と広角端のズーム位置における収差図である。

【００２４】

図１０は、本発明の実施例４のテレコンバータレンズのレンズ断面図である。

20

【００２５】

図１１、図１２は、本発明の実施例４のテレコンバータレンズをマスターレンズＭの物体側に装着したときの望遠端と広角端のズーム位置における収差図である。

【００２６】

図１３は、本発明の実施例５のテレコンバータレンズのレンズ断面図である。

【００２７】

図１４、図１５は、本発明の実施例５のテレコンバータレンズをマスターレンズＭの物体側に装着したときの望遠端と広角端のズーム位置における収差図である。

【００２８】

図１６は、本発明の実施例６のテレコンバータレンズのレンズ断面図である。

30

【００２９】

図１７、図１８は、本発明の実施例６のテレコンバータレンズをマスターレンズＭの物体側に装着したときの望遠端と広角端のズーム位置における収差図である。

【００３０】

図１９は、本発明の実施例７のテレコンバータレンズのレンズ断面図である。

【００３１】

図２０、図２１は、本発明の実施例７のテレコンバータレンズをマスターレンズＭの物体側に装着したときの望遠端と広角端のズーム位置における収差図である。

【００３２】

図２２は、本発明のテレコンバータレンズを有する撮像装置の説明図である。

40

【００３３】

レンズ断面図において、Ｔはテレコンバータレンズ、Ｍはマスターレンズである。

【００３４】

レンズ断面図において、左方が物体側で、右方が像側である。

【００３５】

収差図において、 d 、 g は d 線及び g 線である。 ΔM 、 ΔS はメリジオナル像面、サジタル像面である。倍率色収差は g 線によって表している。

【００３６】

fno は F ナンバーである。 ω は半画角である。

【００３７】

50

各実施例のテレコンバータレンズTは、マスターレンズMの物体側に装着して全系の焦点距離をマスターレンズ単独のときの焦点距離に比べて拡大する方向へと変化させている。

【0038】

各実施例のテレコンバータレンズTは略アフォーカル系を構成している。そして、物体側から数えて像側へ順に最も広い空気間隔を境にして、正の屈折力（焦点距離の逆数、光学的パワー）の前群LFと負の屈折力の後群LRより成っている。

【0039】

前群LFと後群LRの主点間隔を前群LFと後群LRの焦点距離の和に略等しくしており、これにより全体としてアフォーカル系を構成している。

【0040】

前群LFは、物体側の面が凸でメニスカス形状の正の第1レンズG1と、物体側の面が凸でメニスカス形状の正の第2レンズG2から成っている。

【0041】

後群LRは、1つの正レンズG3と像面側の面が凹形状の負レンズG4から成っている。

【0042】

マスターレンズMはズームレンズより成り、図1において、テレコンバータレンズTを装着したときに実用範囲となる広角端(W)と望遠端(T)でのレンズ断面図を示している。

【0043】

ここで実用範囲とは、マスターレンズMの最大像高で光量が十分確保できるいわゆる「けられ」が少ない状態で使用できる範囲を指す。

【0044】

またけられのない画面の中心部のみを使用することで、さらに広角側で使用することも可能である。

マスターレンズMの構成は、次のとおりである。

【0045】

図1のレンズ断面図において、L1は正の屈折力（光学パワー＝焦点距離の逆数）の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は正の屈折力の第4レンズ群である。SPは開口絞りであり、第3レンズ群L3の物体側に位置している。FPはフレア絞りであり、第3レンズ群L3の像側に配置されフレア光をカットしている。

【0046】

Gは光学フィルター、フェースプレート等に相当する光学ブロックである。IPは像面であり、ビデオカメラやデジタ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、銀塩フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際にはフィルム面に相当する。

【0047】

望遠端から広角端へのズームングに際して矢印のように、第1レンズ群L1、第2レンズ群L2及び第3レンズ群L3は望遠端に比べて広角端で像側に位置するように移動する。また、第4レンズ群L4は物体側に凸の軌跡となるように移動する。

【0048】

また第4レンズ群L4を光軸上移動させてフォーカシングを行うリアフォーカス式を採用している。無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合には、第4レンズ群L4を前方に繰り出すことで行っている。

【0049】

各実施例においてテレコンバータレンズは、前群LFの第1レンズG1の物体側と像面側の面の曲率半径を各々R11、R12とする。第2レンズG2の物体側と像面側の曲率

10

20

30

40

50

半径を各々 R_{21} 、 R_{22} とする。このとき

$$1.0 < (R_{11} + R_{12}) / (R_{12} - R_{11}) < 20.0 \cdots (1)$$

$$1.0 < (R_{21} + R_{22}) / (R_{22} - R_{21}) < 20.0 \cdots (2)$$

なる条件を満足している。

【0050】

次に、条件式(1)および(2)の技術的意味について説明する。

【0051】

条件式(1)は、前群LFの正レンズG1のレンズ形状に関するものである。

【0052】

条件式(1)の値が1を超えると物体側に凸面を向けたメニスカス形状、1.0のときは物体側に凸面を向けた平凸レンズ形状、-1.0～1.0の範囲の値を取るときには両凸形状となる。

10

【0053】

前群LFの正レンズG1が、条件式(1)の下限を超えて像面側の面が平面もしくは像側に凸形状になると、軸外光束の射出角が大きくなりすぎる。この結果、正レンズG1で発生する像面湾曲や倍率色収差の高次成分が増大し、これらを後群LRで補正するのが困難になる。

【0054】

また前群LFの主点間隔が像面側にシフトするため、前群LFと後群LRの空気間隔が拡大し、テレコンバータレンズTの光学全長(第1レンズ面から最終レンズ面までの距離)が増大するので良くない。

20

【0055】

逆に前群LFの正レンズG1が、条件式(1)の上限を超えて物体側の面の曲率半径が小さくなりすぎると、正レンズG1の入射面で発生する球面収差が増大し、これを後群LRで補正するのが困難となる。この結果テレコンバータレンズTをマスターレンズMに装着したとき良好な光学特性を得るのが難しくなる。

【0056】

条件式(2)は、前群LFの正レンズG2のレンズ形状に関するものである。

【0057】

前群LFの正レンズG2が、条件式(2)の下限を超えて像面側の面が平面もしくは像側に凸形状になると、軸外光束の射出角が大きくなりすぎる。この結果、正レンズG2で発生する像面湾曲や倍率色収差の高次成分が増大し、これを後群LRで補正するのが困難になる。

30

【0058】

また前群LFの主点間隔が像面側にシフトするため、前群LFと後群LRの空気間隔が拡大し、テレコンバータレンズTの光学全長が増大するので良くない。

【0059】

逆に前群LFの正レンズG2が、条件式(2)の上限を超えて物体側の面の曲率半径が小さくなりすぎると、正レンズG2の入射面で発生する球面収差が増加し、これを後群LRで補正するのが困難となる。この結果、テレコンバータレンズTをマスターレンズMに装着したとき、良好な光学特性を得るのが難しくなる。

40

【0060】

以上のように構成することによって軸上色収差、倍率色収差、球面収差、像面湾曲等の諸収差が良好に補正され、高画素のデジタルカメラ、ビデオカメラに対応可能な高性能かつ小型のテレコンバータレンズを実現している。

【0061】

各実施例において更に好ましくは次の諸条件のうちの1以上を満足するのが良い。

第1レンズG1と第2レンズG2の材料のアッペ数を各々 v_{d1} 、 v_{d2} とする。

後群LRの正レンズG3と負レンズG4の材料のアッペ数を各々 v_{d3} 、 v_{d4} とする。

第1レンズG1と第2レンズG2の焦点距離を各々 f_1 、 f_2 とする。

50

後群 L R の正レンズ G 3 と負レンズ G 4 の焦点距離を各々 f_3 、 f_4 とする。

前群 L F と後群 L R との空気間隔を D、後群 L R の最も物体側に位置するレンズ面頂点から最も像面側に位置するレンズ面頂点までの光軸に沿った距離を D R とする。

テレコンバータレンズ T を構成する全てのレンズの光軸に沿った肉厚の合計を D g l a s s、全ての空気間隔の光軸に沿った距離の合計を D a i r とする。

後群の正レンズ G 3 の物体側の面（後群 L R の最も物体側の面）の曲率半径を R_{31} 、後群の負レンズ G 4 の像面側の面の曲率半径を R_{42} とする。

第 2 レンズ G 2 の像面側の面の曲率半径を R_{22} とする。

【0062】

このとき

$$5.5 < v_{d1} \cdots (3)$$

$$5.5 < v_{d2} \cdots (4)$$

$$0.05 < |f_4 / f_3| < 0.80 \cdots (5)$$

$$0.1 < D / DR < 1.5 \cdots (6)$$

$$-8.0 < (R_{31} + R_{42}) / (R_{42} - R_{31}) < -0.5 \cdots (7)$$

$$0.2 < f_1 / f_2 < 2.5 \cdots (8)$$

$$0.05 < Dair / Dglass < 0.70 \cdots (9)$$

$$5.0 < |v_{d3} - v_{d4}| < 30.0 \cdots (10)$$

$$0.1 < R_{22} / R_{31} < 3.0 \cdots (11)$$

なる条件のうち 1 以上を満足するのが良い。

【0063】

次に前述した各条件式の技術的意味について説明する。

【0064】

条件式 (3) は、第 1 レンズ G 1 の材料を規定するものである。

【0065】

条件式 (3) の下限を超えて第 1 レンズ G 1 の材料のアッベ数 v_{d1} が小さくなりすぎると、第 1 レンズ G 1 で発生する軸上色収差および倍率色収差が増大し、これを後群 L R で補正するのが困難になる。

【0066】

条件式 (4) は、第 2 レンズ G 2 の材料を規定するものである。

【0067】

条件式 (4) の下限を超えて第 2 レンズ G 2 の材料のアッベ数 v_{d2} が小さくなりすぎると、第 2 レンズ G 2 で発生する軸上色収差および倍率色収差が増大し、これを後群 L R で補正するのが困難になる。

【0068】

条件式 (5) は後群 L R の正レンズ G 3 と負レンズ G 4 の焦点距離の比に関する。

【0069】

条件式 (5) の下限を超えて後群 L R の負レンズ G 4 の焦点距離が小さくなりすぎると（屈折力が弱くなりすぎると）、負レンズ G 4 で発生する倍率色収差と軸外の色フレアが増大し、これを正レンズ G 3 で補正するのが困難になる。

【0070】

逆に条件式 (5) の上限を超えて後群 L R の負レンズ G 4 の焦点距離が大きくなりすぎると（屈折力が強くなりすぎると）、後群 L R に十分な負の屈折力を付与するのができなくなる。この結果、前群 L F と後群 L R の空気間隔が拡大し、テレコンバータレンズ T が大型化してくるので良くない。

【0071】

条件式 (6) は、前群 L F と後群 L R との空気間隔 D と、後群 L R の最も物体側に位置するレンズ面頂点から最も像面側に位置するレンズ面頂点までの光軸に沿った距離 D R との比に関する。

【0072】

10

20

30

40

50

条件式(6)の下限を超えて、前群L Fと後群L Rとの空気間隔Dが小さくなり、前群L Fと後群L Rの主点間隔が短くなりすぎると、前群L Fおよび後群L Rの屈折力が強くなる。この結果、前群L Fで発生する球面収差等の諸収差を後群L Rで補正するのが困難となる。

【0073】

逆に条件式(6)の上限を超えて、前群L Fと後群L Rとの空気間隔Dが大きくなりすぎると、テレコンバータレンズTの光学全長が増大してくるので良くない。

【0074】

条件式(7)は後群L Rの正レンズG 3の物体側のレンズ面(入射面)の曲率半径R 3 1と、後群L Rの負レンズG 4の像面側のレンズ面(射出面)の曲率半径R 4 2に関する。

10

【0075】

条件式(7)の下限を超えて後群L Rの射出面の曲率半径R 4 2が小さい、すなわち射出面の曲率がきつくなりすぎると、後群L Rの射出面で発生する球面収差と非点収差の高次成分が増大してくる。このときの収差を、後群L Rの他のレンズ面で補正するのが困難になる。

【0076】

条件式(7)の上限を超えて後群L Rの入射面が強い曲率の凹面になりすぎると、後群L Rに入射する軸外光束の入射角が大きくなる。この結果、入射面R 3 1で発生する球面収差と非点収差の高次成分が増大し、後群L Rの他のレンズ面で補正するのが困難になる。

20

【0077】

条件式(8)は第1レンズG 1と第2レンズG 2の焦点距離の比に関する。

【0078】

条件式(8)は前群L Fにおける2つの正レンズG 1、G 2の屈折力分担比を規定するものである。

【0079】

条件式(8)の下限を超えて正レンズG 1の屈折力が強くなりすぎると、正レンズG 1で発生する高次の球面収差および非点収差が増加し、これを後群L Rで補正するのが困難になる。

30

【0080】

逆に条件式(8)の上限を超えて正レンズG 2の屈折力が強くなりすぎると、正レンズG 2で発生する高次の球面収差および非点収差が増加し、これを後群L Rで補正するのが困難になる。

【0081】

条件式(9)は、テレコンバータレンズTを構成する全てのレンズの光軸に沿った肉厚の合計D_{glass}と、全ての空気間隔の光軸に沿った距離の合計D_{air}との比に関する。

【0082】

条件式(9)の下限を超えてテレコンバータレンズT内の空気間隔が小さくなりすぎると、テレコンバータレンズTの射出面での軸外光束の光線高さが高くなり、非点収差が増大するので良くない。

40

【0083】

逆に条件式(9)の上限を超えてテレコンバータレンズT内の空気間隔が大きくなりすぎると、テレコンバータレンズTが大型化してくるので良くない。

【0084】

条件式(10)は後群L Rの正レンズG 3と負レンズG 4のアッペ数 $v_d 3$ 、 $v_d 4$ の差に関する。

【0085】

条件式(10)の下限を超えて後群L Rの正レンズG 3と負レンズG 4の材料のアッペ数の差が小さくなりすぎると、前群L Fで発生する軸上色収差および倍率色収差を十分に

50

打ち消すことが困難になる。

【 0 0 8 6 】

逆に条件式 (1 0) の上限を超えて後群 L R の正レンズ G 3 と負レンズ G 4 の材料のアップベ数の差が大きくなりすぎると、負レンズ G 4 の材料のアップベ数 $v d 4$ が小さくなる。そうすると、負レンズ G 4 で発生するオーバーの軸上色収差とアンダーの倍率色収差が増大するので良くない。

【 0 0 8 7 】

その結果、後群 L R において、前群 L F で発生する軸上色収差および倍率色収差を打ち消す補正効果が過剰となり、良くない。

【 0 0 8 8 】

条件式 (1 1) は、第 2 レンズ G 2 の像面側の面 (射出面) の曲率半径 $R 2 2$ と、後群 L R の最も物体側の面 (入射面) の曲率半径 $R 3 1$ との比に関し、前群 L F と後群 L R との間の空気レンズの形状を規定するものである。

【 0 0 8 9 】

条件式 (1 1) の下限を超えて前群 L F の射出面の曲率がきつくなりすぎると、前群 L F の第 2 レンズ G 2 で発生する高次の球面収差が増大し、これを後群 L R で補正するのが困難になる。

【 0 0 9 0 】

条件式 (1 1) の上限を超えて後群 L R の入射面の曲率が凸形状方向にきつくなりすぎると、後群 L R の入射面で発生する高次の球面収差が増大する。又、それと共に、負の屈折力の後群 L R の負レンズ G 4 の射出面の曲率が凹形状方向にきつくなりすぎるので良くない。

【 0 0 9 1 】

その結果、後群 L R の射出面で発生する球面収差と非点収差の高次成分が増大し、これを後群 L R の他のレンズ面で補正するのが困難になる。

【 0 0 9 2 】

各実施例では、以上のように構成することによって球面収差、非点収差、軸上色収差、倍率色収差を良好に補正しながら、光学全長の短い小型のテレコンバータレンズを達成している。

【 0 0 9 3 】

各実施例のテレコンバータレンズにおいて、更に、好ましくは条件式 (1) ~ (1 1) の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【 0 0 9 4 】

$$1.3 < (R11 + R12) / (R12 - R11) < 10.0 \quad \dots (1a)$$

$$1.05 < (R21 + R22) / (R22 - R21) < 15.0 \quad \dots (2a)$$

$$6.0 < v d 1 \quad \dots (3a)$$

$$6.0 < v d 2 \quad \dots (4a)$$

$$0.08 < |f4 / f3| < 0.60 \quad \dots (5a)$$

$$0.15 < D / DR < 1.20 \quad \dots (6a)$$

$$-7.0 < (R31 + R42) / (R42 - R31) < -0.7 \quad \dots (7a)$$

$$0.25 < f1 / f2 < 2.10 \quad \dots (8a)$$

$$0.10 < D_{air} / D_{glass} < 0.60 \quad \dots (9a)$$

$$5.0 < |v d 3 - v d 4| < 27.0 \quad \dots (10a)$$

$$0.2 < R22 / R31 < 2.5 \quad \dots (11a)$$

また、さらに好ましくは条件式 (1 a) ~ (1 1 a) の数値範囲を次の如く設定すると、先に述べた各条件式が意味する効果を最大限に得られる。

【 0 0 9 5 】

$$1.5 < (R11 + R12) / (R12 - R11) < 6.0 \quad \dots (1b)$$

$$1.1 < (R21 + R22) / (R22 - R21) < 10.0 \quad \dots (2b)$$

$$6.3 < v d 1 \quad \dots (3b)$$

$$\begin{aligned}
63 < v d 2 & \dots (4b) \\
0.1 < |f 4 / f 3| < 0.5 & \dots (5b) \\
0.2 < D / D R < 1.0 & \dots (6b) \\
-6.0 < (R 3 1 + R 4 2) / (R 4 2 - R 3 1) < -0.9 \dots (7b) \\
0.3 < f 1 / f 2 < 1.8 & \dots (8b) \\
0.12 < D a i r / D g l a s s < 0.50 & \dots (9b) \\
5.0 < |v d 3 - v d 4| < 24.0 & \dots (10b) \\
0.3 < R 2 2 / R 3 1 < 2.0 & \dots (11b)
\end{aligned}$$

次に図1に示した実施例1のテレコンバータレンズTのレンズ構成を説明する。

【0096】

10

前群LFは、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正の第1レンズG1と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正の第2レンズG2で構成されている。

【0097】

前群LFをこのようなレンズ構成とすることにより、前群LFの正の屈折力を第1レンズG1と第2レンズG2とで分担させ、球面収差および非点収差を良好に補正する。又、それと共に、前群LFの屈折力を強めてテレコンバータレンズTの小型化を容易にしている。

【0098】

また前群LFの第1レンズG1と第2レンズG2の両方を、物体側に凸面を向けたメニスカス形状とすることにより、前群LFの主点位置をより物体側に配置している。

20

【0099】

これにより、前群LFと後群LRの主点間隔をテレコンバータレンズT全体が略アフォーカル系となるように維持しながら、前群LFと後群LRの空気間隔を短縮することができ、テレコンバータレンズT全体の小型化を実現している。

【0100】

図1に示したマスターレンズMは広角端の撮影画角 2ω は 24.4° である。望遠端の撮影画角 2ω は 17.7° のズームレンズである。

【0101】

このような中望遠域のズームレンズであるマスターレンズMに装着するテレコンバータレンズTでは、前群LFの2つの正レンズG1、G2を物体側に凸面を向けたメニスカス形状とすることで、軸外光束の入射角を小さくすることができる。

30

【0102】

これにより、前群LFで発生する像面湾曲や倍率色収差の高次成分を低減している。

【0103】

後群LRは、物体側より像面側へ順に、正レンズG3と負レンズG4とを接合した負の屈折力の接合レンズで構成している。

【0104】

このような構成により後群LRで発生する軸上色収差を抑えると共に、前群LFで発生した軸上色収差を効果的に打ち消している。

【0105】

40

後群LRの最も像面側のレンズ面を凹形状にして、テレコンバータレンズTとマスターレンズMとの間の空気レンズ形状をコンセントリックに近い形状としている。

【0106】

これにより、マスターレンズに装着するテレコンバータレンズとして、後群LRの像面側のレンズ面において軸外光束の射出角が極端に大きくなりないようにし、非点収差、倍率色収差の高次成分の発生を低減している。

【0107】

図13の実施例5および図16の実施例6テレコンバータレンズTのレンズ構成は実施例1と同様の構成である。

【0108】

50

次に、図 4 の実施例 2 のテレコンバータレンズ T のレンズ構成を説明する。

【 0 1 0 9 】

前群 L F は、実施例 1 と同様に 2 つの物体側に凸面を向けた正のメニスカス形状の第 1、第 2 レンズ G 1、G 2 で構成している。

【 0 1 1 0 】

後群 L R は、物体側より像面側へ順に、空気間隔をはさんだ正レンズ G 3 と負レンズ G 4 とで構成している。

【 0 1 1 1 】

このようなレンズ構成により後群 L R で発生する軸上色収差と倍率色収差を抑えると共に、前群 L F で発生した軸上色収差および倍率色収差を効果的に打ち消している。

10

【 0 1 1 2 】

後群 L R の最も像面側のレンズ面を凹形状にして、テレコンバータレンズ T とマスターレンズ M との間の空気レンズ形状をコンセントリックに近い形状としている。

【 0 1 1 3 】

これにより、マスターレンズ M に装着するテレコンバータレンズ T として、後群 L R の像面側のレンズ面において軸外光束の射出角が極端に大きくならないようにし、非点収差、倍率色収差の高次成分の発生を低減している。

【 0 1 1 4 】

図 7 の実施例 3、図 10 の実施例 4、図 19 の実施例 7 のテレコンバータレンズ T は実施例 2 と同様のレンズ構成である。

20

【 0 1 1 5 】

次に、本発明の実施例 1 ~ 7 に各々対応する数値実施例 1 ~ 7 とマスターレンズ M の数値例を示す。

【 0 1 1 6 】

各数値実施例において面番号 i は物体側からの光学面の順序を示す。r は光学面の曲率半径、d は面間隔、n d と v d はそれぞれ d 線に対する光学部材の材料の屈折率、アッベ数を示す。

【 0 1 1 7 】

バックフォーカス (B F) は、レンズ最終面から近軸像面までの距離を空気換算した値である。レンズ全長は、レンズ最前面からレンズ最終面までの距離にバックフォーカス (B F) を加えた値と定義する。

30

【 0 1 1 8 】

長さの単位は、mm である。

【 0 1 1 9 】

また K を離心率、A4、A6、A8 を非球面係数、光軸からの高さ H の位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にして x とするとき、非球面形状は、

【 0 1 2 0 】

【 数 1 】

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

40

【 0 1 2 1 】

で表示される。

【 0 1 2 2 】

但し R は曲率半径である。また例えば「E - Z」の表示は「1 0 - Z」を意味する。

【 0 1 2 3 】

また、各数値実施例における上述した条件式との対応を表 1 に示す。

【 0 1 2 4 】

50

f は焦点距離、 Fno はFナンバー、 ω は半画角を示す。

【 0 1 2 5 】

テレコンバータの数値例における各種データはマスターレンズに装着したときの望遠端における値である。

【 0 1 2 6 】

[数値実施例 1]

面データ

面番号	r	d	nd	v d
1	47.193	7.50	1.48749	70.2
2	156.757	0.20		
3	45.803	6.20	1.48749	70.2
4	116.940	5.70		
5	130.516	5.10	1.62299	58.2
6	1426.354	2.00	1.77250	49.6
7	31.401	8.71		

10

各種データ

アフォーカル倍率 1.39

焦点距離 41.43

Fナンバー 4.56

画角 (ω) 6.40

20

【 0 1 2 7 】

[数値実施例 2]

面データ

面番号	r	d	nd	v d
1	47.737	7.50	1.48749	70.2
2	152.286	0.20		
3	44.476	6.20	1.48749	70.2
4	118.664	5.70		
5	148.146	3.50	1.48749	70.2
6	1000.000	1.00		
7	574.052	2.00	1.77250	49.6
8	32.273	8.71		

30

各種データ

アフォーカル倍率 1.39

焦点距離 41.43

Fナンバー 4.56

画角 (ω) 6.40

40

【 0 1 2 8 】

[数値実施例 3]

面データ

面番号	r	d	nd	v d
1	45.647	5.00	1.48749	70.2
2	73.968	0.20		
3	33.245	6.50	1.48749	70.2
4	54.995	2.45		

50

5	40.497	7.20	1.48749	70.2
6	3346.491	0.50		
7	795.494	2.00	1.71300	53.9
8	23.850	8.71		

各種データ

アフォーカル倍率 1.39

焦点距離 41.43

Fナンバー 4.56

画角 (ω) 6.40

10

【 0 1 2 9 】

[数値実施例 4]

面データ

面番号	r	d	nd	v d
1	40.001	7.50	1.48749	70.2
2	97.050	0.20		
3	39.339	4.80	1.48749	70.2
4	51.886	2.84		
5	47.188	7.00	1.48749	70.2
6	-451.419	0.50		
7	-551.640	2.00	1.71300	53.9
8	26.367	8.71		

20

各種データ

アフォーカル倍率 1.39

焦点距離 41.43

Fナンバー 4.56

画角 (ω) 6.40

30

【 0 1 3 0 】

[数値実施例 5]

面データ

面番号	r	d	nd	v d
1	41.196	9.80	1.48749	70.2
2	154.033	0.20		
3	39.899	7.50	1.48749	70.2
4	111.122	3.98		
5	130.411	5.25	1.62299	58.2
6	-218.491	2.00	1.77250	49.6
7	26.070	8.71		

40

各種データ

アフォーカル倍率 1.50

焦点距離 44.81

Fナンバー 4.56

画角 (ω) 5.92

【 0 1 3 1 】

[数値実施例 6]

50

面 データ

面 番号	r	d	nd	v d
1	43.954	9.20	1.48749	70.2
2	142.651	0.20		
3	39.900	10.30	1.48749	70.2
4	610.253	4.50		
5	1277.383	5.70	1.60311	60.6
6	-150.815	2.00	1.78800	47.4
7	27.055	8.71		

10

各 種 データ

アフォーカル倍率 1.60
 焦点距離 47.70
 Fナンバー 4.56
 画角 (ω) 5.57

【 0 1 3 2 】

[数 値 実 施 例 7]

面 データ

面 番号	r	d	nd	v d
1	36.463	7.50	1.48749	70.2
2	80.438	0.20		
3	44.264	4.00	1.48749	70.2
4	58.922	2.50		
5	37.309	4.50	1.77250	49.6
6	51.581	2.30		
7	89.358	2.00	1.78590	44.2
8	24.347	8.71		

20

各 種 データ

アフォーカル倍率 1.39
 焦点距離 41.43
 Fナンバー 4.56
 画角 (ω) 6.40

30

【 0 1 3 3 】

< マスターレンズ >

面 データ

面 番号	r	d	nd	v d
1	27.364	1.20	1.84666	23.9
2	20.088	4.00	1.77250	49.6
3	66.608	(可変)		
4	21.154	0.95	1.88300	40.8
5	7.854	2.52		
6	17.211	0.90	1.88300	40.8
7	8.731	3.14		
8	-24.403	0.80	1.80400	46.6
9	166.576	0.20		
10	16.917	1.80	1.92286	18.9
11	94.775	(可変)		

40

50

12(絞り)	∞	1.50		
13*	12.089	2.20	1.58313	59.4
14*	-21.698	0.20		
15	6.003	2.40	1.48749	70.2
16	13.648	0.70	2.00069	25.5
17	5.537	1.46		
18	-19.438	1.20	1.48749	70.2
19	-10.131	0.50		
20	∞	(可変)		
21	15.301	2.00	1.48749	70.2
22	109.326	(可変)		
23	∞	1.10	1.51633	64.1
24	∞	(可変)		
像面	∞			

10

非球面データ

第13面

K = 1.43178e+000 A 4=-2.01411e-004 A 6=-1.69744e-006

A 8= 2.82246e-008

第14面

K =-6.18021e-001 A 4= 1.13642e-004 A 6=-6.70660e-007

A 8= 5.94851e-008

20

各種データ

ズーム比 1.39

広角 望遠

焦点距離 21.45 29.89

Fナンバー 4.01 4.57

画角 12.22 8.84

像高 4.65 4.65

レンズ全長 67.84 76.99

BF 13.20 10.32

d 3 15.31 20.58

d11 2.73 2.08

d20 8.93 16.35

d22 11.88 8.99

d24 0.60 0.60

30

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1 1 59.97

2 4 -8.99

3 12 13.91

4 21 36.24

40

【 0 1 3 4 】

【表 1】

表 1

条件式	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
(1)	1.86	1.91	4.22	2.40	1.73	1.89	3.81
(2)	2.29	2.20	4.06	7.27	2.12	1.14	5.01
(3)	70.2	70.2	70.2	70.2	70.2	70.2	70.2
(4)	70.2	70.2	70.2	70.2	70.2	70.2	70.2
(5)	0.18	0.12	0.41	0.40	0.23	0.13	0.28
(6)	0.80	0.88	0.25	0.30	0.55	0.58	0.32
(7)	-1.63	-1.56	-3.87	-3.53	-1.50	-1.04	-4.89
(8)	0.90	0.98	1.47	0.45	0.91	1.45	0.39
(9)	0.28	0.36	0.15	0.17	0.17	0.17	0.29
(10)	8.56	20.63	16.36	16.36	8.56	13.27	5.4
(11)	0.90	0.80	1.36	1.10	0.85	0.48	1.77

10

【0135】

次に本発明のテレコンバータレンズをマスターレンズに装着し、撮影光学系として用いたデジタルスチルカメラ（撮像装置）の実施例を図22を用いて説明する。

【0136】

図22において、20はカメラ本体、21は本発明のテレコンバータレンズをマスターレンズに装着した撮影光学系である。

20

【0137】

22はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系21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。

【0138】

23は撮像素子22によって光電変換された被写体像に対応する情報を記憶するメモリである。24は液晶ディスプレイパネル等によって構成され、固体撮像素子22上に形成された被写体像を観察するためのファインダーである。

【0139】

このように本発明の撮影光学系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、小型で高い光学性能を有する撮像装置を実現している。

30

【図面の簡単な説明】

【0140】

【図1】本発明の数値実施例1のテレコンバータをマスターレンズの広角端および望遠端に装着した際のレンズ断面図

【図2】本発明の数値実施例1のテレコンバータをマスターレンズに装着した際の望遠端での全系の収差図

【図3】本発明の数値実施例1のテレコンバータをマスターレンズに装着した際の広角端での全系の収差図

【図4】本発明の数値実施例2のテレコンバータのレンズ断面図

【図5】本発明の数値実施例2のテレコンバータをマスターレンズに装着した際の望遠端での全系の収差図

40

【図6】本発明の数値実施例2のテレコンバータをマスターレンズに装着した際の広角端での全系の収差図

【図7】本発明の数値実施例3のテレコンバータのレンズ断面図

【図8】本発明の数値実施例3のテレコンバータをマスターレンズに装着した際の望遠端での全系の収差図

【図9】本発明の数値実施例3のテレコンバータをマスターレンズに装着した際の広角端での全系の収差図

【図10】本発明の数値実施例4のテレコンバータのレンズ断面図

【図11】本発明の数値実施例4のテレコンバータをマスターレンズに装着した際の望遠

50

端での全系の収差図

【図 1 2】本発明の数値実施例 4 のテレコンバータをマスターレンズに装着した際の広角端での全系の収差図

【図 1 3】本発明の数値実施例 5 のテレコンバータのレンズ断面図

【図 1 4】本発明の数値実施例 5 のテレコンバータをマスターレンズに装着した際の望遠端での全系の収差図

【図 1 5】本発明の数値実施例 5 のテレコンバータをマスターレンズに装着した際の広角端での全系の収差図

【図 1 6】本発明の数値実施例 6 のテレコンバータのレンズ断面図

【図 1 7】本発明の数値実施例 6 のテレコンバータをマスターレンズに装着した際の望遠端での全系の収差図 10

【図 1 8】本発明の数値実施例 6 のテレコンバータをマスターレンズに装着した際の広角端での全系の収差図

【図 1 9】本発明の数値実施例 7 のテレコンバータのレンズ断面図

【図 2 0】本発明の数値実施例 7 のテレコンバータをマスターレンズに装着した際の望遠端での全系の収差図

【図 2 1】本発明の数値実施例 7 のテレコンバータをマスターレンズに装着した際の広角端での全系の収差図

【図 2 2】本発明の撮像装置の概略図

【符号の説明】 20

【 0 1 4 1 】

T テレコンバータレンズ部

M マスターレンズ部

G ガラスブロック

I P 像面

L F 前群

L R 後群

d d 線

g g 線

ΔM メリディオナル像面

ΔS サジタル像面

I P 結像面

S P 絞り

ω 半画角

F n o F ナンバー

G 1 第 1 レンズ

G 2 第 2 レンズ

G 3 第 3 レンズ

G 4 第 4 レンズ

L 1 マスターレンズの第 1 レンズ群

L 2 マスターレンズの第 2 レンズ群

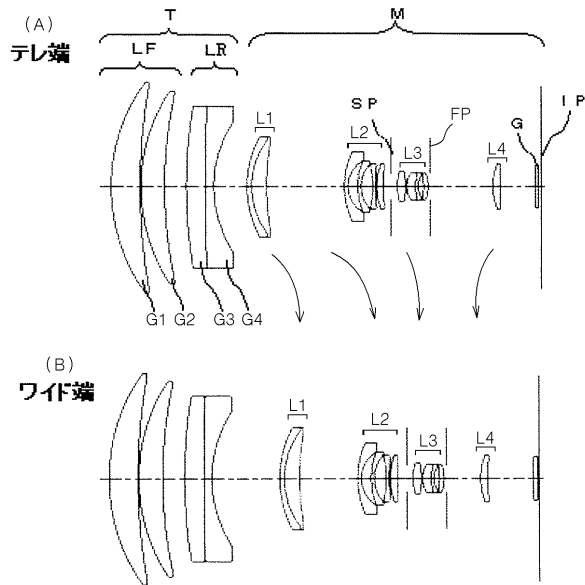
L 3 マスターレンズの第 3 レンズ群

L 4 マスターレンズの第 4 レンズ群

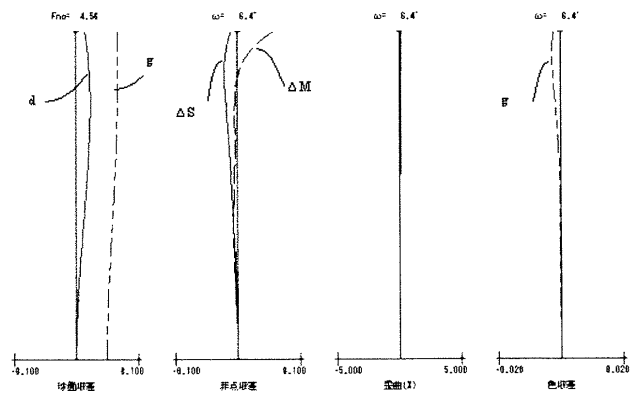
30

40

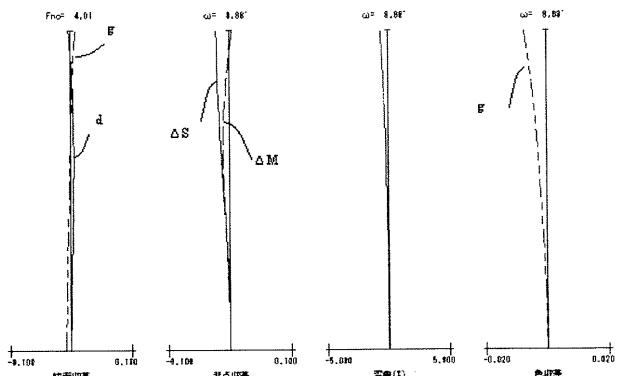
【図 1】



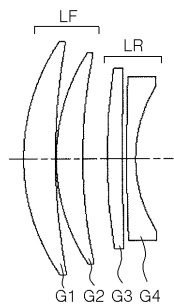
【図 2】



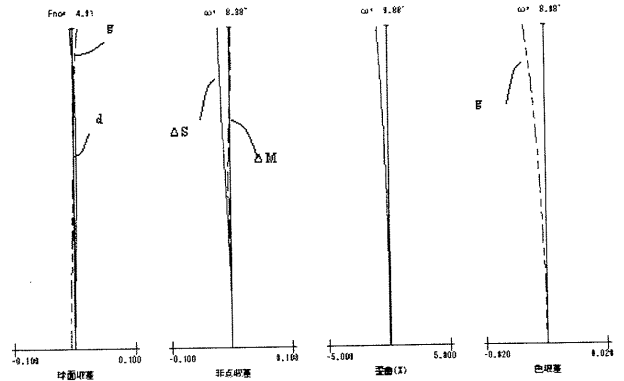
【図 3】



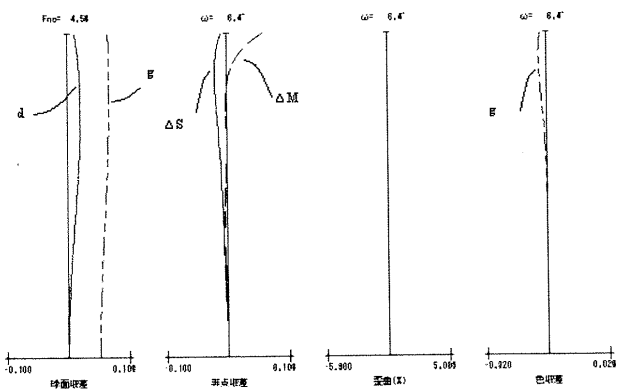
【図 4】



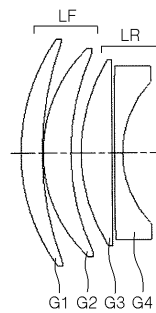
【図 6】



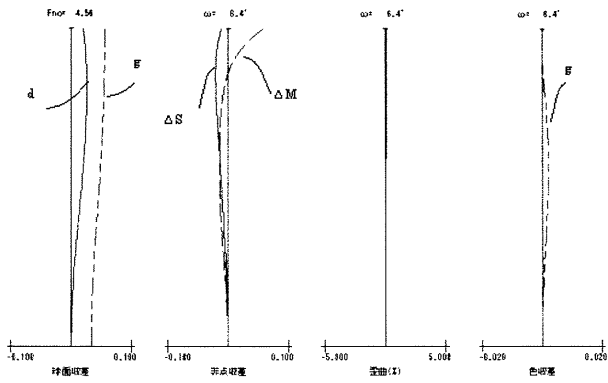
【図 5】



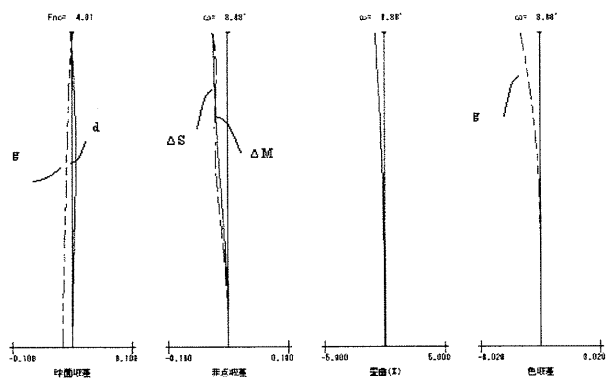
【図 7】



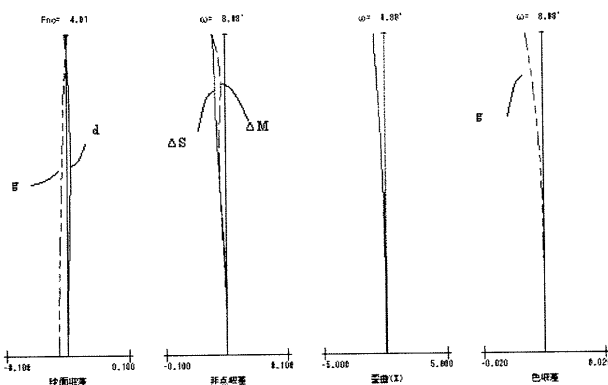
【図 8】



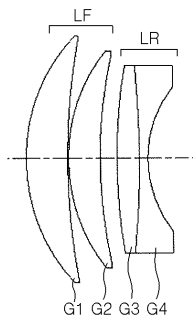
【図 9】



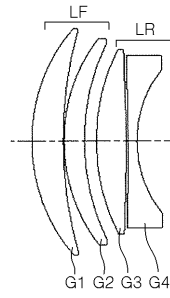
【図 12】



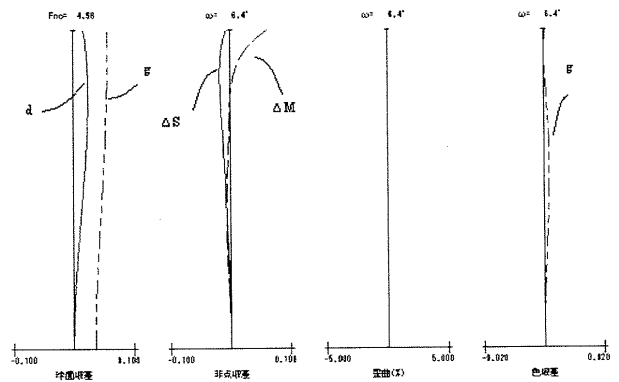
【図 13】



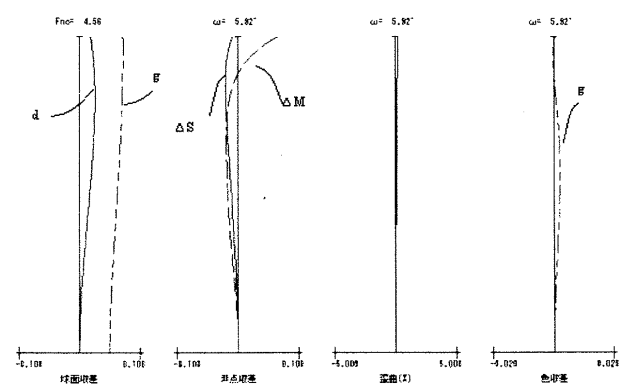
【図 10】



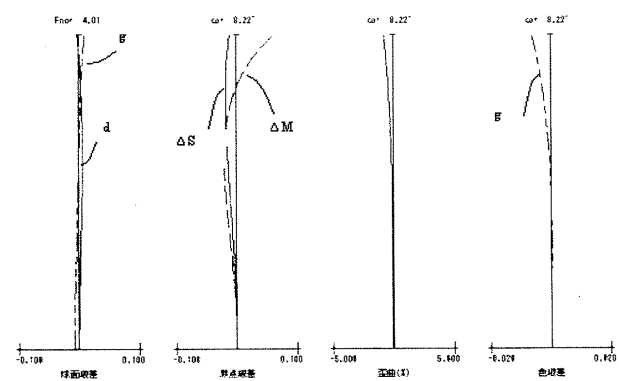
【図 11】



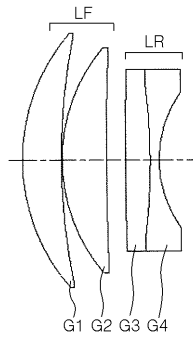
【図 14】



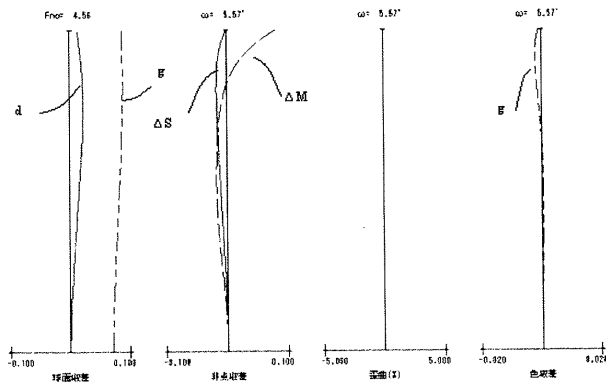
【図 15】



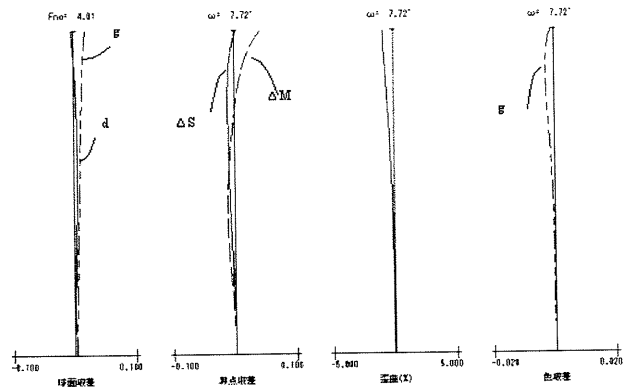
【図 16】



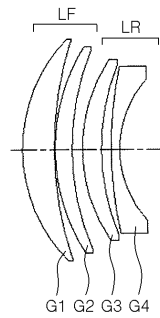
【図 17】



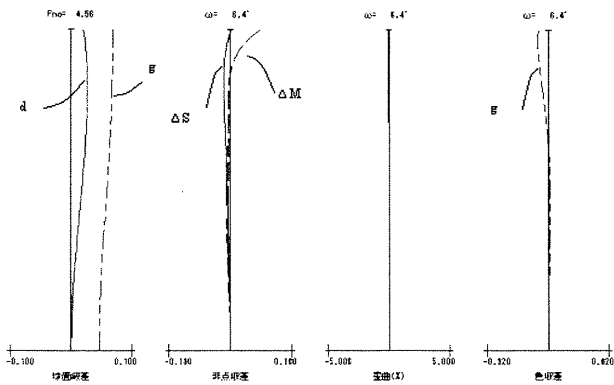
【図 18】



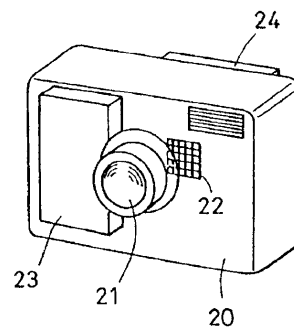
【図 19】



【図 20】



【図 22】



【図 21】

