

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4903418号
(P4903418)

(45) 発行日 平成24年3月28日(2012.3.28)

(24) 登録日 平成24年1月13日(2012.1.13)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/20 (2006.01)

G02B 15/20

G02B 13/18 (2006.01)

G02B 13/18

請求項の数 2 (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願2005-334128 (P2005-334128)

(22) 出願日

平成17年11月18日 (2005.11.18)

(65) 公開番号

特開2007-140158 (P2007-140158A)

(43) 公開日

平成19年6月7日 (2007.6.7)

審査請求日

平成20年10月27日 (2008.10.27)

(73) 特許権者 590000846

イーストマン コダック カンパニー
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロチェスター ステート ストリート 343

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二

(74) 代理人 100096976

弁理士 石田 純

(72) 発明者 櫛田 太郎

長野県茅野市中大塙23-11 株式会社
コダック デジタル プロダクト センタ一内

(72) 発明者 上林 宣雅

長野県諏訪市大字中洲4710

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像面側へと順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、から成り、前記第2レンズ群と前記第4レンズ群とを光軸に沿って移動させることによりズームングを行うように構成され、前記第1レンズ群は、物体側から像面側へと順に、正の屈折力を有する正レンズ群と、光路を折り曲げる光路折り曲げ部材と、から成り、前記光路折り曲げ部材より物体側に配置され前記第1レンズ群を構成する全レンズ系の焦点距離をf1、前記ズームレンズを構成する全レンズ系の広角端での焦点距離をfwとする場合、1.0 < f1 / fw < 3.5を満足することを特徴とするズームレンズ。

10

20

【請求項 2】

物体側から像面側へと順に、

正の屈折力を有する第1レンズ群と、

負の屈折力を有する第2レンズ群と、

正の屈折力を有する第3レンズ群と、

正の屈折力を有する第4レンズ群と、

から成り、

前記第2レンズ群と前記第4レンズ群とを光軸に沿って移動させることによりズーミングを行うように構成され、

前記第1レンズ群は、

10

物体側から像面側へと順に、

正の屈折力を有する正レンズ群と、

光路を折り曲げる光路折り曲げ部材と、

から成り、

前記光路折り曲げ部材のd線における屈折率をnd、前記光路折り曲げ部材のd線におけるアッベ数をdとする場合、

前記光路折り曲げ部材は、

$1.6 < nd < 1.85$

$d < 40$

を満足するガラス硝材を用いたプリズムであることを特徴とするズームレンズ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルカメラの小型化や薄型化への要求が高い。また、デジタルカメラに搭載される撮像光学系についても小型化や薄型化およびコスト削減の要求が高い。これらの要求に対応するため、光学素子の数を削減しつつ、中途で光路を折り曲げるためのプリズム等の光学素子を配置した撮像光学系が実用化されてきている。

30

【0003】

また、近年、製品の付加価値を高めるため、良好に収差を補正することでCCD等の固体撮像素子の高画素化に対応させ、さらにFナンバーが5.0程度以下の十分な明るさを持ちながら長い焦点距離を実現することが可能な望遠ズームレンズへの要望も高い。

【0004】

例えば、特許文献1には、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから構成される望遠ズームレンズが開示されている。

【0005】

しかし、特許文献1に記載の望遠ズームレンズは、光軸が一直線であり、昨今要求されている薄型のデジタルカメラなどの撮像装置には適さない。

40

【0006】

一方、特許文献2乃至5には、第1レンズ群に光路を折り曲げるプリズム等の光路折り曲げ部材を配置することで、小型かつ薄型でありながら高い結像性能を得られるように構成された撮像レンズ系が開示されている。

【0007】

特許文献2の図4には、物体側から順に、物体側に凸面を向けた凹メンスカスレンズと、物体側に凸面を向けた平凸レンズとを、直角プリズムより物体側に配置する撮像レンズ系が開示されている。さらに、特許文献2の図5には、物体側から順に、両凹レンズと、両凸レンズと、物体側に凸面を向けた平凸レンズとを、直角プリズムより物体側に配置す

50

る撮像レンズ系が開示されている。

【0008】

つまり、特許文献2には、直角プリズムより物体側に正の屈折力を有するレンズ系を配置する撮像レンズ系が開示されている。しかし、特許文献2の図4や図5に示される直角プリズムより物体側に正の屈折力を有するレンズ系を配置する撮像レンズ系では、直角プリズムより物体側に配置される各レンズは離間しているため、直角プリズムの反射面より物体側の光軸が長くなる。よって、カメラの小型化や薄型化への障害となる。

【0009】

また、引用文献3, 4には、第1レンズ群を構成するレンズとして、光路を折り曲げるプリズムより物体側に負の屈折力を有するレンズを配置している撮像レンズ系が開示されている。さらに、特許文献5には、第1レンズ群が物体側から順に、負の屈折力を有するプリズムと、正の屈折力を有するレンズとから構成されている撮像レンズ系が開示されている。

【0010】

ところで、Fナンバーは、レンズの焦点距離をf、レンズの入射瞳径（有効径）をDとする場合、「 f / D 」で表される。よって、焦点距離が長い望遠側においてある程度のFナンバーを確保するためには入射瞳径Dをある程度大きな値を確保する必要がある。

【0011】

そこで、像の明るさを持ちながら長い焦点距離を有する望遠ズームレンズを、引用文献3-5に示されるようにプリズムの反射面より物体側を負の屈折力となるように構成すると、入射光束が入射瞳径より発散するため、プリズムやプリズムより像面側に配置されるレンズ群を比較的大きなものにする必要がある。よって、カメラの小型化や薄型化への障害となる。

【0012】

【特許文献1】特開昭57-138612号公報

【特許文献2】特開2003-202500号公報

【特許文献3】特開平08-248318号公報

【特許文献4】特開2000-131610号公報

【特許文献5】特開2005-173191号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明は、光路を折り曲げる光路折り曲げ部材を備えるズームレンズにおいて、比較的長い焦点距離でも高い結像性能を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明に係るズームレンズは、物体側から像面側へと順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、から成り、前記第2レンズ群と前記第4レンズ群とを光軸に沿って移動させることによりズーミングを行うように構成され、前記第1レンズ群は、物体側から像面側へと順に、正の屈折力を有する正レンズ群と、光路を折り曲げる光路折り曲げ部材と、から成り、前記光路折り曲げ部材より物体側に配置され前記第1レンズ群を構成する全レンズ系の焦点距離をf1、前記ズームレンズを構成する全レンズ系の広角端での焦点距離をfwとする場合、

$$1.0 < f1 / fw < 3.5$$

を満足することを特徴とする。

【0015】

また、本発明に係るズームレンズは、物体側から像面側へと順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、から成り、前記第2レンズ群と前記第4レンズ群とを光軸に沿って移動させることによりズーミングを行うように構成され、前記第1レンズ群は、物体側から像面側へと順に、正の屈折力を有する正レンズ群と、光路を折り曲げる光路折り曲げ部材と、から成り、前記光路折り曲げ部材より物体側に配置され前記第1レンズ群を構成する全レンズ系の焦点距離をf1、前記ズームレンズを構成する全レンズ系の広角端での焦点距離をfwとする場合、

$$1.0 < f1 / fw < 3.5$$

10

20

30

40

50

群とを光軸に沿って移動させることによりズーミングを行うように構成され、前記第1レンズ群は、物体側から像面側へと順に、正の屈折力を有する正レンズ群と、光路を折り曲げる光路折り曲げ部材と、から成り、前記光路折り曲げ部材のd線における屈折率をnd、前記光路折り曲げ部材のd線におけるアッペ数をdとする場合、前記光路折り曲げ部材は、

$$1.6 < nd < 1.85$$

$$d < 40$$

を満足するガラス硝材を用いたプリズムであることを特徴とする。

【発明の効果】

【0021】

10

本発明によれば、第1レンズ群が物体側から像面側へと順に、正の屈折力を有する正レンズ群と、光路を折り曲げる光路折り曲げ部材とから構成される。よって、望遠側の長い焦点距離においても比較的明るいFナンバーを確保しつつ、光路折り曲げ部材より物体側の光軸を比較的短くすることができます。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

本発明を実施するための最良の形態（以下、実施形態とする）について、以下図面を用いて説明する。なお、図1～図4は第1実施例、図5～図8は第2実施例、図9～図12は第3実施例、図13～図16は第4実施例に関する図である。

【0023】

20

初めに、各実施例における共通の事項について説明する。

【0024】

まず、以下の説明において、「Si」は物体側から数えてi番目の面、「Ri」は面Siの曲率半径、「di」は物体側からi番目の面とi+1番目の面との光軸上の面間隔、「ndLi」はレンズLiのd線（波長587.6nm）における屈折率、「dLi」はレンズLiのd線におけるアッペ数、「f」はレンズ全系の焦点距離、「Fno」は開放F値、「」は半画角をそれぞれ示すものとする。

【0025】

また、各実施例において用いられるレンズには、レンズ面が非球面によって構成されるものも含まれる。

30

【0026】

非球面形状は、レンズ面の頂点から光軸方向への距離を「x」、レンズ面の頂点から光軸と垂直方向への距離を「y」、近軸曲率半径をR、非球面係数をk,A,B,C,Dとしたとき、次式で表される。

【0027】

【数1】

$$x = \frac{(1/R)y^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(y/R)^2}} + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10}$$

40

【0028】

第1乃至第4実施例におけるズームレンズは、図1、図5、図9及び図13に示すように、物体側から像面IMGへと順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成される。図1、図5、図9及び図13では、それぞれ広角端での各レンズ群の位置関係を示している。

【0029】

さらに、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間には絞りIRが配置される。また

50

、第4レンズ群G4と像面IMGとの間には、光学等価部材IFが配置される。光学等価部材IFは、例えば物体側から順に、ローパスフィルタ、赤外カットフィルタ、固体撮像素子のカバーガラスから構成される。

【0030】

第2レンズ群G2は主にズーミングを担当し、広角端から望遠端へのズーミングの際に、光軸に沿って物体側から像面側へと移動する。第4レンズ群G4は、光軸に沿って非線形に移動することで、第2レンズ群G2の移動に伴う焦点位置の移動を補正する。

【0031】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、正の屈折力を有する正レンズ群と、光路を略90度屈曲させる光路折り曲げ部材とから構成される。

10

【0032】

従来、光路を折り曲げる光路折り曲げ部材を備えるズームレンズでは、光路折り曲げ部材より物体側には負の屈折力を有する負レンズを配置するのが一般的であった。このように構成することで、広角側において広い画角範囲からの光束をレンズへ入射させることができる。しかし、光路折り曲げ部材より物体側に負レンズを配置することで、入射光束が入射瞳径Dより発散するため、光路折り曲げ部材や光路折り曲げ部材より像面側に配置されるレンズ群を大きくする必要がある。特に、長い焦点距離となる望遠側でも比較的明るいFナンバーを確保するためには、入射瞳径Dをある程度の大きさを確保する必要があるため、光路折り曲げ部材より物体側に負レンズを配置する構成では、光路折り曲げ部材や光路折り曲げ部材より像面側に配置されるレンズ群を大きくせざるを得ない。

20

【0033】

そこで、本実施形態では、光路折り曲げ部材より物体側に正レンズ群を配置する。これにより、望遠側の長い焦点距離においても比較的明るいFナンバーを確保しつつ、光路折り曲げ部材より物体側の光軸を短くすることができる。

【0034】

また、本実施形態では、第1レンズ群G1の最も像面側に光路折り曲げ部材を配置する。つまり、光路折り曲げ部材より像面側に第1レンズ群G1を構成するレンズを配置しない。これにより、ズーミングを行う際に光軸に沿った移動を行う第2レンズ群の移動幅を確保しつつ、光路折り曲げ部材より像面側の光軸を短くすることができる。

【0035】

30

さらに、本実施形態では、図1、図5、図9及び図13の移動軌跡M2、M4に示すように、第2レンズ群G2が線形移動することによりズーミングを行う。また、第2レンズ群G2の移動に伴って生じる焦点位置の移動を補正するために、第4レンズ群G4が非線形移動する。特に、図17の移動軌跡M4、M4'に示すように第4レンズ群が物体側へ移動することによりフォーカス調整を行う場合には、第2レンズ群G2及び第4レンズ群G4を下記の式(1)～式(3)を満足させるように移動させることが望ましい。

【0036】

$$0.55 < 4_T < 0.92 \quad \dots (1)$$

$$0.8 < |4_T / 4_w| < 2.0 \quad \dots (2)$$

$$0.04 < |D_{34w} / f_4| < 0.4 \quad \dots (3)$$

40

【0037】

ここで、広角端において無限遠物体に合焦する際の第4レンズ群G4の横倍率を 4_w 、望遠端において無限遠物体に合焦する際の第4レンズ群G4の横倍率を 4_T 、広角端における第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔を D_{34w} 、第4レンズ群G4の合成焦点距離を f_4 とする。

【0038】

式(1)は、望遠端焦点距離における第4レンズ群G4と像面IMGとの空気間隔の条件を示している。第4レンズ群G4の横倍率 4_T が式(2)の上限を上回ると、第4レンズ群G4と像面IMGとの間に、光学等価部材IFを配置するスペースを確保するのが困難になる。また、第4レンズ群G4の横倍率 4_T が式(2)の下限を下回ると、フオ

50

一カス調整を行う際に第4レンズ群G4が第3レンズ群G3側へ移動するスペースが制限される。そのため、近距離撮影時において、第4レンズ群G4を光軸に沿って移動させることで合焦することができる被写体までの距離の下限が制限される。つまり、良好に結像可能な最短被写体距離が長くなる。

【0039】

また、式(2)は、広角端においてズーミングを行う際の第4レンズ群G4と像面IMGとの空気間隔と、望遠端においてズーミングを行う際の第4レンズ群G4と像面IMGとの空気間隔との差異についての条件を示している。この差異が式(2)の上限を超えると、ズーミングを行う際の第4レンズ群G4の移動幅が大きくなり、ズームレンズを構成するレンズ群の光軸方向の長さが長くなり、小型化や薄型化の障害となる。なお、式(2)は、より好ましくは、 $0.8 < |f_4_T / f_4_W| < 1.4$ を満たすことが望ましい。
10

【0040】

さらに、式(3)は、広角端焦点距離における第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔の条件を示している。 $|D_3 f_4_W / f_4|$ が式(3)の下限を下回ると、フォーカス調整を行う際に第4レンズ群G4が第3レンズ群G3側へ移動するスペースが制限される。そのため、近距離撮影時において、第4レンズ群G4を光軸に沿って移動させることで合焦することができる被写体までの距離の下限が制限される。

【0041】

以上のように、第2レンズ群G2及び第4レンズ群G4を式(1)～式(3)を満足させるように移動させることで、ズーミングによる焦点移動に伴うフォーカス調整に必要な第4レンズ群G4の移動空間を確保しつつ、光軸の全長を短縮化することができる。
20

【0042】

また、光路折り曲げ部材より物体側に配置され第1レンズ群G1を構成する光学部材(つまり、上述の正レンズ群)の焦点距離をf1、ズームレンズを構成する全レンズ系の広角端での焦点距離をfwとする場合、 $|f_1 / f_w|$ は下記の式(4)を満足することが望ましい。

【0043】

$$1.0 < f_1 / f_w < 3.5 \quad \dots \quad (4)$$

【0044】

$|f_1 / f_w|$ が式(4)の下限を下回る場合、光路折り曲げ部材より物体側に配置される光学部材の正の屈折力が強くなり過ぎる。そのため、比較的長い焦点距離を確保するのが困難になり、本レンズ配置により望遠ズームレンズを構成することが困難になる。また、この光学部材において屈折して透過した光線の光路を光路折り曲げ部材により約90度屈曲させるために十分な光線経路長を確保することが困難になる。また、 $|f_1 / f_w|$ が式(4)の上限を上回ると、光路折り曲げ部材より物体側に配置される光学部材の正の屈折力が弱くなり過ぎる。そのため、この光学部材より像面側に配置される光路折り曲げ部材、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3の有効径を大きくし、光軸全体を長くする必要が生じる。よって、この場合、カメラの小型化や薄型化の障害となる。なお、式(4)は、より好ましくは、 $1.8 < f_1 / f_w < 3.5$ を満足することが望ましい。
30

【0045】

さらに、光路折り曲げ部材には、ガラスプリズムを用いて、そのガラスプリズムのd線における屈折率をnd、d線におけるアッベ数をdとする場合、下記の式(5)及び式(6)を満足することが望ましい。
40

【0046】

$$1.6 < n_d < 1.85 \quad \dots \quad (5)$$

$$d < 40 \quad \dots \quad (6)$$

【0047】

屈折率ndが式(5)の上限である1.85を上回り、アッベ数dが式(6)の上限である40を上回るガラス硝材は、一般に高価であり、製造コスト削減の障害となる。

【実施例1】

【0048】

続いて、第1乃至第4実施例に係るズームレンズの固有の事項についてそれぞれ説明する。なお、第1乃至第4実施例に係るズームレンズは、デジタルカメラや監視カメラ、車載カメラなど各種カメラに搭載可能である。

【0049】

また、以下の各実施例では、望遠ズームレンズとして、主として無限遠合焦時に有効な最大半画角 ω が略 11° 以下 の範囲で可変することが可能な光学系について説明する。

【0050】

一般に、像面の有効像円径（像面上の最大像高）を d 、焦点距離を f とするとき、
 $d = f \times \tan \omega$

10

【0051】

$$d = f \times \tan \omega$$

【0052】

つまり、以下の各実施例では、ズームレンズを構成する全レンズ系の広角端での焦点距離を f_w としたとき、「 d / f_w 」が以下の式を満たすズームレンズ系について説明する。
 $d / f_w < \tan(11^\circ) = 0.194 \dots (7)$

10

【0053】

$$d / f_w < \tan(11^\circ) = 0.194 \dots (7)$$

【0054】

[第1実施例]

20

まず、第1実施例について説明する。第1実施例に係るズームレンズは、図1に示すように、第1レンズ群G1を構成する正レンズ群は、正の屈折力を有する単レンズL1から構成される。第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凹レンズL3と、両凹レンズL4及び両凸レンズL5を接合した接合レンズとから構成される。また、第3レンズ群G3は、物体側から順に、両凸レンズL6と、両凸レンズL7及び両凹レンズL8を接合した接合レンズとから構成される。加えて、第4レンズ群G4は、両凸レンズL9及び両凹レンズL10を接合した接合レンズから構成される。

【0055】

ここで、単レンズL1は、アッベ数が6.2以上の硝材を用いることが望ましい。これにより、一般に望遠側で問題となる軸上色収差を良好に補正することができる。

30

【0056】

表1は、第1実施例に係るズームレンズの各数値データを示す。なお、表中において、「 f 」、「 Fno 」及び「 ω 」の後に示される3つの値は、それぞれ左から順に、短焦点距離端（広角端）、中間焦点距離、長焦点距離端（望遠端）における焦点距離、Fナンバー、半画角の値を示す。

【0057】

【表 1】

f=20.0 - 28.28 - 40.01 Fno= 4.71 - 4.71 - 4.63		$\omega = 10.5^\circ - 7.3^\circ - 5.1^\circ$					
レンズ番号	面番号	曲率半径R	面間隔d	屈折率ndL	アッペ数νdL		
L1	S1	R1 31.624	d1 1.800	ndL1 1.4970	νdL1 81.6		
	S2	R2 1380.000	d2 0.600	--	--		
L2	S3	R3 INF	d3 13.000	ndL2 1.8467	νdL2 23.8		
	S4	R4 INF	d4 可変	--	--		
L3	S5	R5 -12.672	d5 0.800	ndL3 1.8467	νdL3 23.8		
	S6	R6 53.978	d6 0.600	--	--		
L4	S7	R7 -15.118	d7 0.700	ndL4 1.7495	νdL4 35.0		
L5	S8	R8 10.353	d8 2.000	ndL5 1.8052	νdL5 25.5		
	S9	R9 -11.050	d9 可変	--	--		
IR	S10	R10 --	d10 0.500	--	--		
L6	S11	R11 10.737	d11 2.000	ndL6 1.5891	νdL6 61.2		
	S12	R12 -52.372	d12 0.500	--	--		
L7	S13	R13 12.562	d13 2.800	ndL7 1.5891	νdL7 61.3		
L8	S14	R14 -7.281	d14 0.550	ndL8 1.6477	νdL8 33.8		
	S15	R15 7.674	d15 可変	--	--		
L9	S16	R16 23.274	d16 2.000	ndL9 1.5814	νdL9 40.9		
L10	S17	R17 -5.950	d17 0.600	ndL10 1.5891	νdL10 61.3		
	S18	R18 41.160	d18 可変	--	--		
IF	S19	R19 INF	d19 1.500	ndL11 1.5168	νdL11 64.2		
	S20	R20 INF	d20 --	--	--		

10

20

【0058】

また、第3レンズ群G3を構成する両凸レンズL6の像面側の面S12は非球面によって構成されている。表2は、面S12における非球面係数を示す。

【0059】

【表2】

面番号	k	A	B	C	D
S12	-3.7600E-01	0.0000E+00	-8.4193E-07	7.4374E-08	0.0000E+00

30

【0060】

なお、表2中の「E」は、10を底とする指数表現を意味するものとする（後述する表6、表10及び表14においても同様とする。）。

【0061】

さらに、表3は、ズーミングによって可変する面間隔d4, d9, 15及びd18の短焦点距離端、中間焦点距離及び長焦点距離端における各値を示す。

【0062】

【表3】

焦点距離 f	20.001	28.284	40.014
面間隔d4	1.000	10.371	19.403
面間隔d9	19.902	10.531	1.500
面間隔d15	5.037	4.956	9.681
面間隔d18	12.372	12.453	7.727

40

【0063】

加えて、表4は、第1実施例における条件式(1)~(6)のパラメータの値を示す。

50

【0064】

【表4】

(1)	f_1/f_w	3.25
(2)	β_{4T}	0.816
(3)	$ \beta_{4T}/\beta_{4W} $	1.057
(4)	$ D_{34W}/f_4 $	0.05
(5)	nd	1.8467
(6)	νd	23.8

10

【0065】

図2乃至図4は、第1実施例に係るズームレンズの短焦点距離端、中間焦点距離、長焦点距離端における諸収差図である。図2乃至図4において、<A>は、球面収差を示しており、実線はd線、破線はF線、一点鎖線はC線での球面収差をそれぞれ示している。また、は、非点収差を示しており、実線はサジタル像面における値、破線はタンジェンシャル像面における値を示している。<C>は、歪曲収差を示している。なお、後に説明する図6乃至図8及び図10乃至図12も同様である。

20

【0066】

[第2実施例]

次に、第2実施例について説明する。図5に示すように、第2実施例では、第1レンズ群G1を構成する正レンズ群が、物体側から順に、凸面を物体側に向けた負の屈折力を有する凹メニスカスレンズL1及び正の屈折力を有する両凸レンズL2を接合した接合レンズから構成されている点で、第1実施例と異なる。また、第4レンズ群G4が、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する凸メニスカスレンズL10から構成されている点で、第1実施例と異なる。

30

【0067】

このように光路折り曲げ部材の物体側に正の屈折力を有する接合レンズを配置することで、正レンズ群を1枚の単レンズで構成するよりもさらに軸上色収差を補正することができ、より良好な結像性能を得ることができる。よって、より長い焦点距離に対応したズームレンズを提供することができる。

【0068】

表5は、第2実施例に係るズームレンズの各数値データを示す。

【0069】

【表5】

f=20.5 - 37.40 - 70.00 Fno= 4.86 - 4.89 - 4.96				$\omega = 10.2^\circ - 5.5^\circ - 2.9^\circ$	
レンズ番号	面番号	曲率半径R	面間隔d	屈折率ndL	アッペ数νdL
L1	S1	R1 22.984	d1 0.750	ndL1 1.7495	νdL1 35.0
	S2	R2 13.308	d2 2.800	ndL2 1.5891	νdL2 61.3
L2	S3	R3 -146.940	d3 0.300	--	--
	S4	R4 INF	d4 13.000	ndL3 1.8467	νdL3 23.8
L3	S5	R5 INF	d5 可変	--	--
	S6	R6 -51.688	d6 0.800	ndL4 1.8161	νdL4 46.6
	S7	R7 16.471	d7 0.600	--	--
L5	S8	R8 -19.433	d8 0.700	ndL5 1.8061	νdL5 40.7
L6	S9	R9 10.774	d9 1.800	ndL6 1.8467	νdL6 23.8
	S10	R10 -49.283	d10 可変	--	--
IR	S11	R11 --	d11 0.500	--	--
L7	S12	R12 8.240	d12 2.300	ndL7 1.5891	νdL7 61.2
	S13	R13 -36.158	d13 0.200	--	--
L8	S14	R14 11.143	d14 2.000	ndL8 1.5891	νdL8 61.3
L9	S15	R15 -31.377	d15 0.800	ndL9 1.6477	νdL9 33.8
	S16	R16 5.614	d16 可変	--	--
L10	S17	R17 13.100	d17 1.500	ndL10 1.4970	νdL10 81.6
	S18	R18 26.470	d18 可変	--	--
IF	S19	R19 INF	d19 1.500	ndL11 1.5168	νdL11 64.2
	S20	R20 INF	--	--	--

10

20

【0070】

表6は、第3レンズ群G3を構成する両凸レンズL7の物体側の面S12における非球面係数を示す。

【0071】

【表6】

面番号	k	A	B	C	D
S12	-9.8200E-01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

【0072】

30

表7は、ズーミングによって可変する面間隔d5, d10, d16及びd18の短焦点距離端、中間焦点距離及び長焦点距離端における各値を示す。

【0073】

【表7】

焦点距離f	20.502	37.399	70.003
面間隔d5	0.700	8.18	14.593
面間隔d10	15.393	7.913	1.500
面間隔d16	9.009	6.13	20.487
面間隔d18	12.491	15.37	1.013

40

【0074】

表8は、第2実施例における条件式(1)~(6)のパラメータの値を示す。

【0075】

【表8】

(1)	f_1/f_w	1.99
(2)	β_{4T}	0.9021
(3)	$ \beta_{4T}/\beta_{4w} $	1.337
(4)	$ D_{34w}/f_4 $	0.18
(5)	nd	1.8467
(6)	νd	23.8

10

【0076】

図6乃至図8は、第2実施例における諸収差図である。図6乃至図8に示す< A > ~ < C >の示す意味は、図2乃至図4と同様である。

【0077】

[第3実施例]

20

次に、第3実施例について説明する。図9に示すように、第3実施例では、第3レンズ群G3が、物体側から順に、正の屈折力を有する両凸レンズL7と、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有する凹メニスカスレンズL8とから構成されている点で、第2実施例と異なる。

【0078】

表9は、第3実施例に係るズームレンズの各数値データを示す。

【0079】

【表9】

f=20.0 - 37.11 - 59.99		Fno= 4.76 - 4.99 - 4.92		$\omega = 10.5^\circ - 5.5^\circ - 3.4^\circ$			
レンズ番号	面番号	曲率半径R		面間隔d	屈折率ndL	アッペ数 νdL	
L1	S1	R1	24.638	d1 0.750	ndL1 1.7495	$\nu dL1$	35.0
L2	S2	R2	13.773	d2 2.800	ndL2 1.5891	$\nu dL2$	61.3
	S3	R3	-124.680	d3 0.400	--	--	--
L3	S4	R4	INF	d4 13.000	ndL3 1.8467	$\nu dL3$	23.8
	S5	R5	INF	d5 可変	--	--	--
L4	S6	R6	-54.920	d6 0.800	ndL4 1.8161	$\nu dL4$	46.6
	S7	R7	17.080	d7 0.600	--	--	--
L5	S8	R8	-22.764	d8 0.700	ndL5 1.8061	$\nu dL5$	40.7
L6	S9	R9	8.650	d9 1.800	ndL6 1.8467	$\nu dL6$	23.8
	S10	R10	-198.370	d10 可変	--	--	--
IR	S11	R11	--	d11 0.500	--	--	--
L7	S12	R12	6.219	d12 3.000	ndL7 1.5891	$\nu dL7$	61.2
	S13	R13	-23.520	d13 0.917	--	--	--
L8	S14	R14	11.742	d14 0.800	ndL8 1.5891	$\nu dL8$	61.3
	S15	R15	4.934	d15 可変	--	--	--
L9	S16	R16	9.738	d16 1.500	ndL9 1.4875	$\nu dL9$	70.4
	S17	R17	16.563	d17 可変	--	--	--
IF	S18	R18	INF	d18 1.500	ndL10 1.5168	$\nu dL10$	64.2
	S19	R19	INF	--	--	--	--

30

【0080】

表10は、第3レンズ群G3を構成する両凸レンズL7の物体側の面S12と像面側の面S13における非球面係数を示す。

40

50

【0081】

【表10】

面番号	k	A	B	C	D
S12	-1.46766E+00	3.3200E-04	-7.0583E-06	8.1340E-09	0.0000E+00
S13	1.61655E+00	1.7900E-04	-8.7983E-06	5.1447E-08	0.0000E+00

【0082】

表11は、ズーミングによって可変する面間隔d5, d10, d15及びd17の短焦点距離端、中間焦点距離及び長焦点距離端における各値を示す。

10

【0083】

【表11】

焦点距離f	19.999	34.114	59.990
面間隔d5	0.700	8.125	13.604
面間隔d10	14.404	6.979	1.500
面間隔d15	11.323	5.359	6.500
面間隔d17	10.177	16.141	15.000

20

【0084】

表12は、第3実施例における条件式(1)～(6)のパラメータの値を示す。

【0085】

【表12】

(1)	f1/fw	2.13
(2)	β_{4T}	0.5526
(3)	$ \beta_{4T}/\beta_{4W} $	0.837
(4)	$ D_{34W}/f_4 $	0.25
(5)	nd	1.8467
(6)	ν_d	23.8

30

【0086】

図10乃至図12は、第3実施例における諸収差図である。図10乃至図12に示す< A >～< C >の示す意味は、図2乃至図4と同様である。

40

【0087】

[第4実施例]

次に、第4実施例について説明する。図13に示すように、第4実施例では、第1レンズ群G1が、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有する凹メンスカスレンズL1及び正の屈折力を有する両凸レンズL2を接合した接合レンズと、正の屈折力を有する両凸レンズL3と、光路折り曲げ部材L4とから構成される点で、第2実施例と異なる。

【0088】

このように、凹メンスカスレンズL1及び両凸レンズL2を接合した接合レンズと、両

50

凸レンズ L3 とから正レンズ群を構成することで、軸外に発生するコマ収差や像面湾曲などと、軸上色収差とを同時に補正し、より良好な結像性能を得ることができる。

【0089】

表13は、第4実施例に係るズームレンズの各数値データを示す。

【0090】

【表13】

$f=20.0 - 34.7 - 60.01 \ Fno= 4.92 - 4.93 - 4.87 \ \omega = 10.3^\circ - 5.9^\circ - 3.4^\circ$							
レンズ番号	面番号	曲率半径R	面間隔d	屈折率ndL	アッペ数νdL		
L1	S1	R1 500.000	d1 0.900	ndL1 1.8061	νdL1 40.7		
L2	S2	R2 22.301	d2 2.500	ndL2 1.5168	νdL2 64.2		
	S3	R3 -63.748	d3 0.200		--		
L3	S4	R4 22.433	d4 2.000	ndL3 1.5891	νdL3 61.3		
	S5	R5 -180.211	d5 0.300		--		
L4	S6	R6 INF	d6 13.000	ndL4 1.8467	νdL4 23.8		
	S7	R7 INF	d7 可変		--		
L5	S8	R8 -35.254	d8 0.800	ndL5 1.8161	νdL5 46.6		
	S9	R9 19.465	d9 0.600		--		
L6	S10	R10 -32.314	d10 0.700	ndL6 1.8061	νdL6 40.7		
L7	S11	R11 7.124	d11 1.800	ndL7 1.8467	νdL7 23.8		
	S12	R12 77.809	d12 可変		--		
IR	S13	R13 --	d13 0.500		--		
L8	S14	R14 8.296	d14 1.800	ndL8 1.5891	νdL8 61.2		
	S15	R15 -22.074	d15 0.300		--		
L9	S16	R16 10.811	d16 2.300	ndL9 1.5891	νdL9 61.3		
L10	S17	R17 -15.633	d17 0.800	ndL10 1.6477	νdL10 33.8		
	S18	R18 5.600	d18 可変		--		
L11	S19	R19 14.906	d19 1.500	ndL11 1.4875	νdL11 70.4		
	S20	R20 22.659	d20 可変		--		
IF	S21	R21 INF	d21 1.500	ndL12 1.5168	νdL12 64.2		
	S22	R22 INF	--	--	--		

10

20

30

【0091】

表14は、第3レンズ群G3を構成する両凸レンズL8の物体側の面S14における非球面係数を示す。

【0092】

【表14】

面番号	k	A	B	C	D
S14	-1.3119E+00	0.0000E+00	-3.0304E-06	1.3919E-07	0.0000E+00

【0093】

表15は、ズーミングによって可変する面間隔d7, d12, d18及びd20の短焦点距離端、中間焦点距離及び長焦点距離端における各値を示す。

【0094】

40

【表15】

焦点距離f	20.007	34.651	60.012
面間隔d7	0.700	7.066	12.604
面間隔d12	13.404	7.038	1.500
面間隔d18	17.000	6.000	15.000
面間隔d20	2.500	13.500	4.500

【0095】

10

表16は、第4実施例における条件式(1)～(6)のパラメータの値を示す。

【0096】

【表16】

(1)	f1/fw	1.86
(2)	β_{4T}	0.8867
(3)	$ \beta_{4T}/\beta_{4W} $	0.974
(4)	$ D_{34W}/f_4 $	0.202
(5)	nd	1.8467
(6)	ν_d	23.8

【0097】

図14乃至図16は、第4実施例における諸収差図である。図14乃至図16に示す< A >～< C >の示す意味は、図2乃至図4と同様である。

30

【0098】

次に、このズームレンズが搭載された撮像装置について説明する。図18は、上記のズームレンズを搭載したデジタルカメラの構成の一例を示す図である。このデジタルカメラは、被写体の像を取得するレンズブロック10と、撮像信号の各種処理や像撮像に必要な各種制御を行う本体部20に大別される。レンズブロック10は、記述した4群のレンズ群からなるズームレンズ12と、当該ズームレンズ12によって導かれた被写体像を電気信号に変換する固体撮像素子14と、を備えている。固体撮像素子14は、電気信号に変換された被写体像を、画像データとして本体部20に出力する。

【0099】

本体部20は、操作部26を介して入力されたユーザからの指示に基づき、制御部24が各種処理を実行している。また、信号処理部28は、固体撮像素子14から出力された画像データに対し、A/D変換やノイズ除去などの各種信号処理を実行する。信号処理後の画像データは、表示部30や記録媒体32に出力される。記録媒体32は、メモリカードなどからなるデータ記憶媒体であり、撮像された画像データはこの記録媒体に記録される。表示部30は、LCD等の表示装置であり、ユーザは、この表示部30を介して撮像した画像の確認等を行う。レンズ駆動制御部22は、フォーカシングやズーミングが必要なときに、ズームレンズに搭載されたレンズ移動機構に対して駆動信号を出し、レンズ群の移動を指示する。ズームレンズに搭載されたレンズ移動機構のモータは、この指示に応じて駆動し、レンズ群を移動させる。

40

【図面の簡単な説明】

50

【0100】

【図1】第1実施例におけるズームレンズの光軸断面を示す図である。

【図2】第1実施例における短焦点距離端の諸収差図である。

【図3】第1実施例における中間焦点距離の諸収差図である。

【図4】第1実施例における長焦点距離端の諸収差図である。

【図5】第2実施例におけるズームレンズの光軸断面を示す図である。

【図6】第2実施例における短焦点距離端の諸収差図である。

【図7】第2実施例における中間焦点距離の諸収差図である。

【図8】第2実施例における長焦点距離端の諸収差図である。

【図9】第3実施例におけるズームレンズの光軸断面を示す図である。

10

【図10】第3実施例における短焦点距離端の諸収差図である。

【図11】第3実施例における中間焦点距離の諸収差図である。

【図12】第3実施例における長焦点距離端の諸収差図である。

【図13】第4実施例におけるズームレンズの光軸断面を示す図である。

【図14】第4実施例における短焦点距離端の諸収差図である。

【図15】第4実施例における中間焦点距離の諸収差図である。

【図16】第4実施例における長焦点距離端の諸収差図である。

【図17】ズームレンズにおけるズーミング動作の様子を示す図である。

【図18】ズームレンズを搭載したデジタルカメラの構成の一例を示す図である。

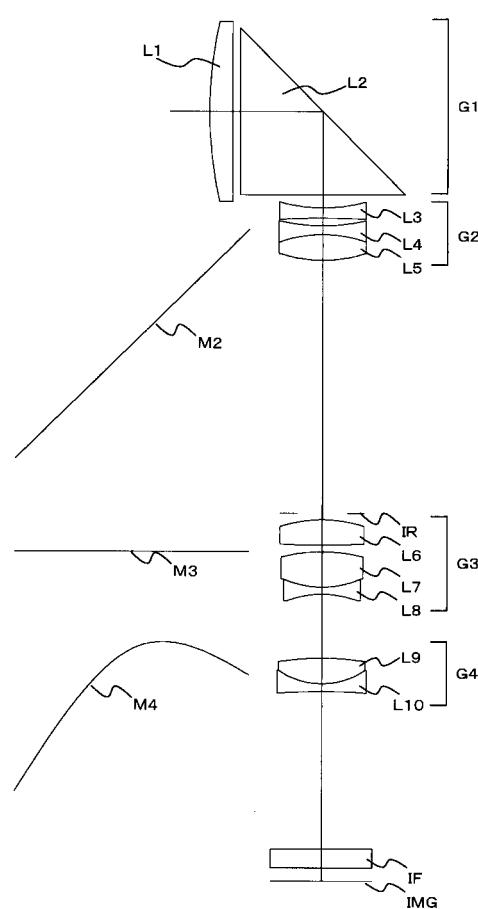
【符号の説明】

20

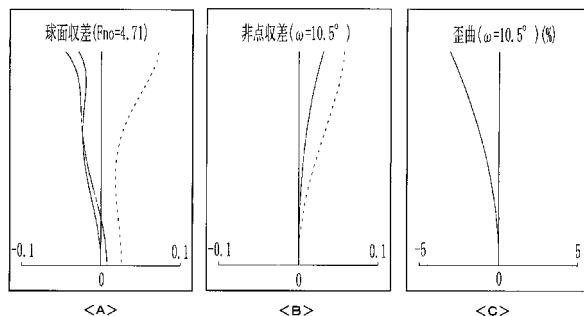
【0101】

G1 第1レンズ群、G2 第2レンズ群、G3 第3レンズ群、G4 第4レンズ群
 、I F 光学等価部材、I M G 像面、1 0 レンズプロック、1 2 ズームレンズ、1
 4 固体撮像素子、2 0 本体部、2 2 レンズ駆動制御部、2 4 制御部、2 6 操作
 部、2 8 信号処理部、3 0 表示部、3 2 記録媒体。

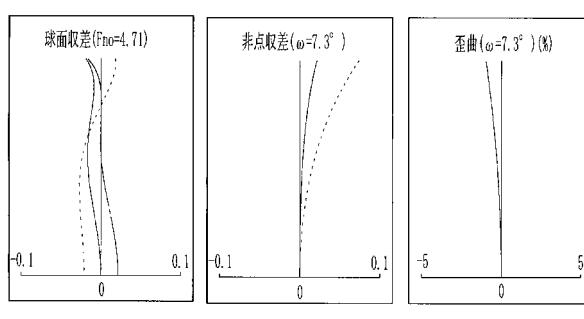
【図1】



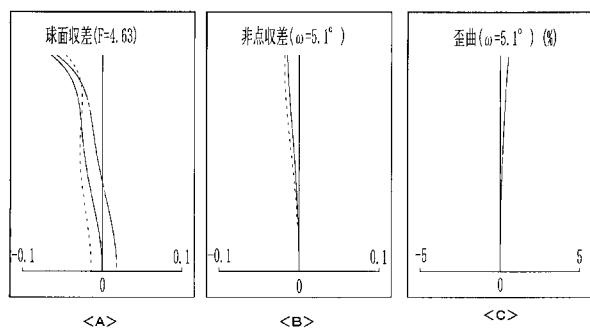
【図2】



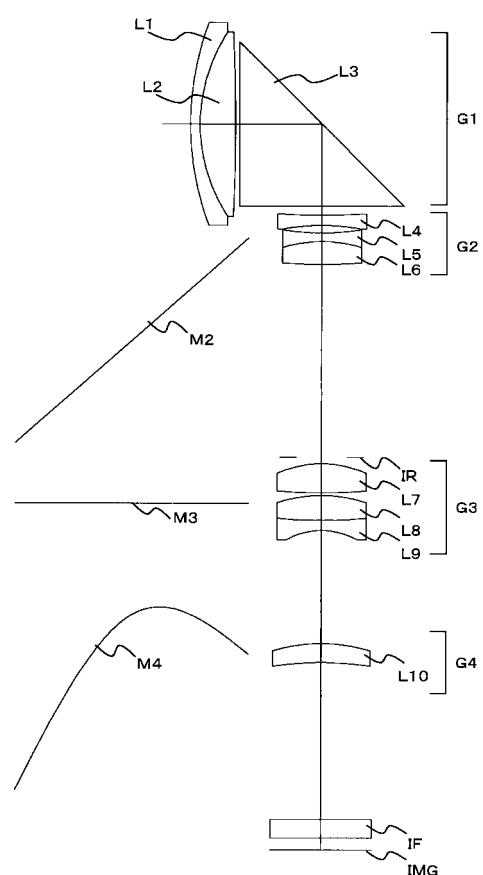
【図3】



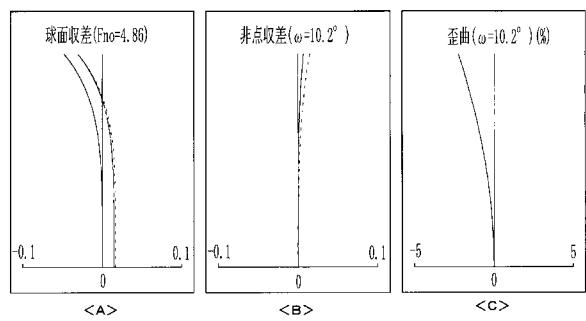
【図4】



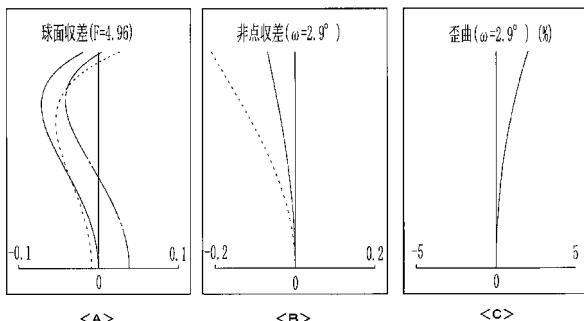
【図5】



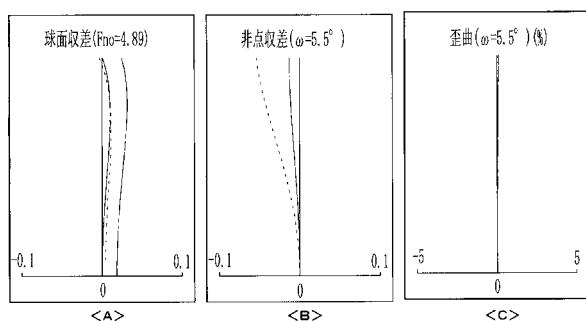
【図6】



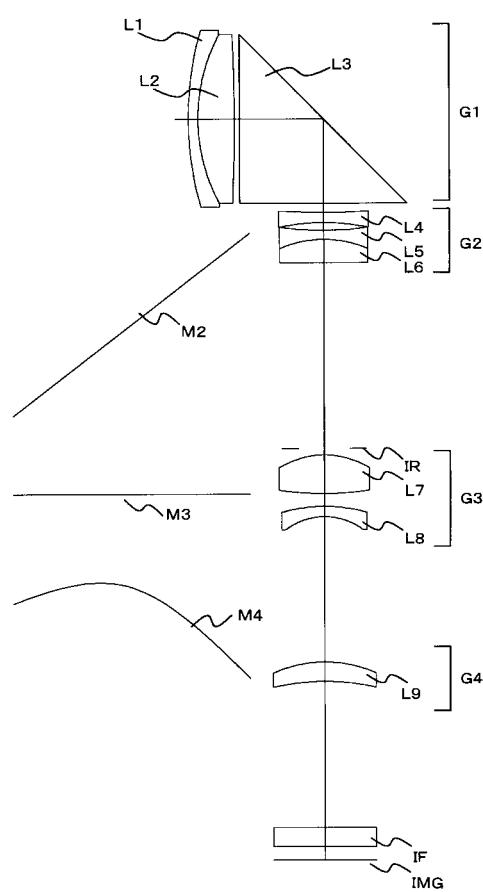
【図8】



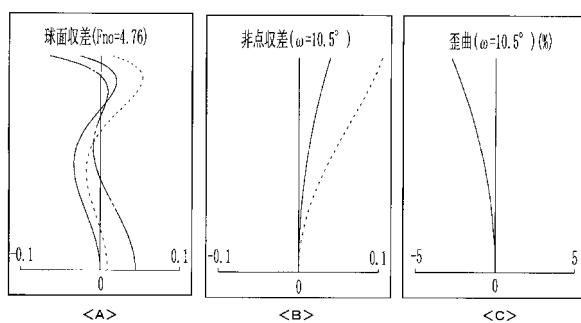
【図7】



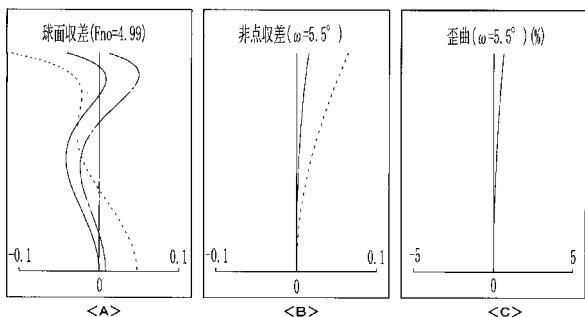
【図 9】



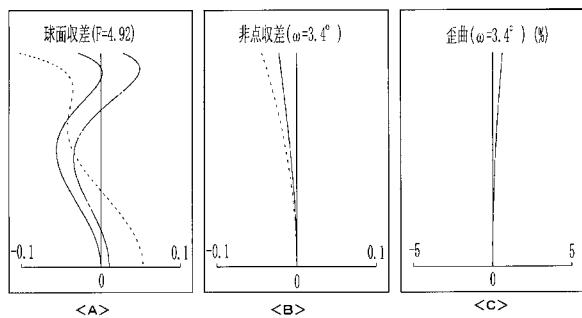
【図 10】



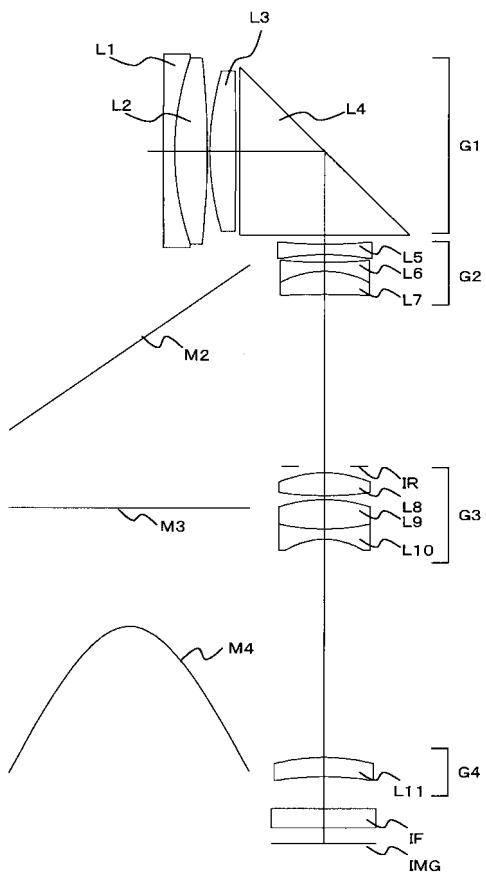
【図 11】



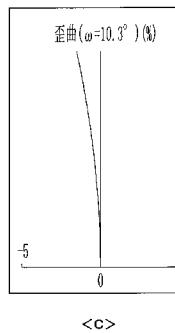
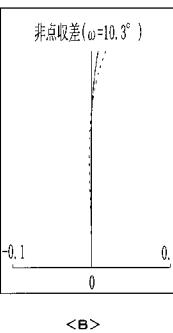
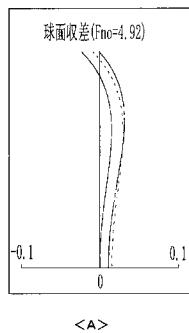
【図 12】



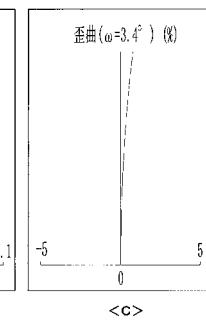
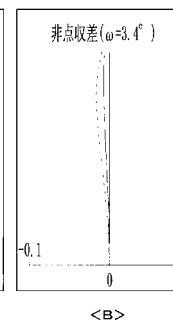
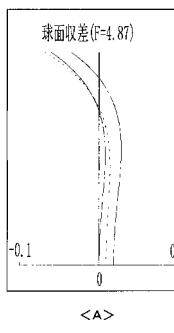
【図 13】



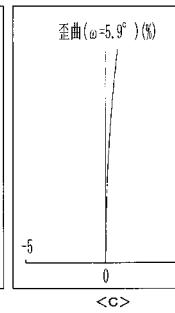
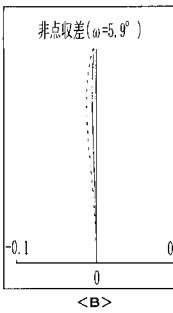
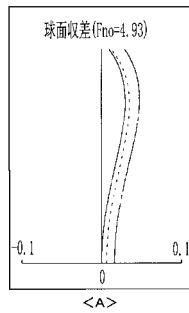
【図14】



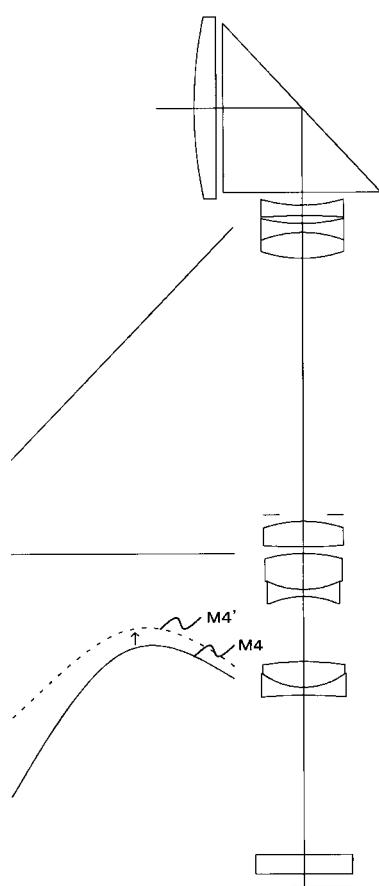
【図16】



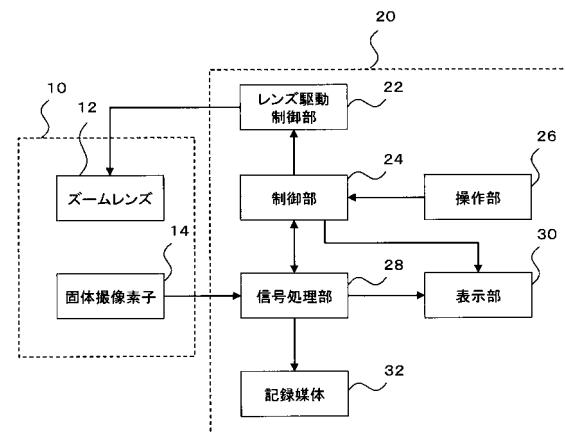
【図15】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 宮原 信治
長野県諏訪市大字中洲4710

審査官 原田 英信

(56)参考文献 特開平08-248317(JP,A)
特開平10-148757(JP,A)
特開2002-277736(JP,A)
特開2003-043356(JP,A)
特開2001-350091(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 9 / 00 - 17 / 08
G 02 B 21 / 02 - 21 / 04
G 02 B 25 / 00 - 25 / 04