

(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

G O 2 B 15/20 (2006.01)

G O 2 B 15/20

G O 2 B 13/18 (2006.01)

G O 2 B 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 柳田 太郎  
 長野県茅野市中大塩23-11 株式会社  
 コダック デジタル プロダクト センタ  
 ー内  
 (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ミ  
 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  $f_1$ 、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  $f_w$  と  
 する場合、  
 $1.0 < f_1 / f_w < 3.5$   
 を満足することを特徴とするズームレンズ。

## 【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ム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  $n_d$ 、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、  
 $1.6 < n_d < 1.85$   
 $d < 40$   
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。

10

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、途中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ニスカスレンズと、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ことが必要である。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、比較的に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ム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 $f_1$ 、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 $f_w$ とする場合、

$$1.0 < f_1 / f_w < 3.5$$

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

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ム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  $n_d$ 、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、

$$1.6 < n_d < 1.85$$

$$d < 40$$

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】

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る。

【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】

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、「 $S_i$ 」は物体側から数えて  $i$  番目の面、「 $R_i$ 」は面  $S_i$  の曲率半径、「 $d_i$ 」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、「 $n_{dLi}$ 」はレンズ  $L_i$  の d 線（波長  $587.6\text{ nm}$ ）における屈折率、「 $d_{Li}$ 」はレンズ  $L_i$  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、「 $\omega$ 」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。

【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】

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

【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

10

20

30

40

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、入射光束が入射瞳孔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、入射瞳孔Ｄをある程度の大きさを確保するため、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、フォ

50

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。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、 $0.8 < |D_{34W} / f_4| < 1.4$ 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。 $|D_{34W} / f_4|$ 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 $f_1$ 、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】

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

#### 【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略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 $n_d$ 、d線におけるアッペ数を $d$ 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】

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

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

#### 【0047】

屈折率 $n_d$ が式(5)の上限である1.85を上回り、アッペ数 $d$ 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】

50

## 【 0 0 4 8 】

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。

## 【 0 0 4 9 】

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  $\theta$  が略  $11^\circ$  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。

## 【 0 0 5 0 】

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、 $d$ 、 $f$  の間には、次式の関係式が成り立つことが知られている。

10

## 【 0 0 5 1 】

$$d = f \times \tan \theta$$

## 【 0 0 5 2 】

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。

## 【 0 0 5 3 】

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

## 【 0 0 5 4 】

## 〔 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  $G_1$  を構成する正レンズ群は、正の屈折力を有する単レンズ  $L_1$  から構成される。第 2 レンズ群  $G_2$  は、物体側から順に、両凹レンズ  $L_3$  と、両凹レンズ  $L_4$  及び両凸レンズ  $L_5$  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  $G_3$  は、物体側から順に、両凸レンズ  $L_6$  と、両凸レンズ  $L_7$  及び両凹レンズ  $L_8$  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  $G_4$  は、両凸レンズ  $L_9$  及び両凹レンズ  $L_{10}$  を接合した接合レンズから構成される。

## 【 0 0 5 5 】

ここで、単レンズ  $L_1$  は、アッペ数が 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

## 【 0 0 5 6 】

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、「 $f$ 」、「 $F_{no}$ 」及び「 $\theta$ 」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。

## 【 0 0 5 7 】

【表 1】

f=20.0 - 28.28 - 40.01 Fno= 4.71 - 4.71 - 4.63 $\omega$ = 10.5° - 7.3° - 5.1°									
レンズ番号	面番号	曲率半径R		面間隔d		屈折率ndL		アッベ数 $\nu$ dL	
L1	S1	R1	31.624	d1	1.800	ndL1	1.4970	$\nu$ dL1	81.6
	S2	R2	1380.000	d2	0.600		--		--
L2	S3	R3	INF	d3	13.000	ndL2	1.8467	$\nu$ dL2	23.8
	S4	R4	INF	d4	可変		--		--
L3	S5	R5	-12.672	d5	0.800	ndL3	1.8467	$\nu$ dL3	23.8
	S6	R6	53.978	d6	0.600		--		--
L4	S7	R7	-15.118	d7	0.700	ndL4	1.7495	$\nu$ dL4	35.0
L5	S8	R8	10.353	d8	2.000	ndL5	1.8052	$\nu$ dL5	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	$\nu$ dL6	61.2
	S12	R12	-52.372	d12	0.500		--		--
L7	S13	R13	12.562	d13	2.800	ndL7	1.5891	$\nu$ dL7	61.3
L8	S14	R14	-7.281	d14	0.550	ndL8	1.6477	$\nu$ dL8	33.8
	S15	R15	7.674	d15	可変		--		--
L9	S16	R16	23.274	d16	2.000	ndL9	1.5814	$\nu$ dL9	40.9
L10	S17	R17	-5.950	d17	0.600	ndL10	1.5891	$\nu$ dL10	61.3
	S18	R18	41.160	d18	可変		--		--
IF	S19	R19	INF	d19	1.500	ndL11	1.5168	$\nu$ dL11	64.2
	S20	R20	INF	d20	--		--		--

10

20

【 0 0 5 8 】

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。

【 0 0 5 9 】

【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

【 0 0 6 0 】

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。）。

【 0 0 6 1 】

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。

【 0 0 6 2 】

【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

【 0 0 6 3 】

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



【 0 0 6 4 】

【 表 4 】

(1)	$f1/fw$	3.25
(2)	$\beta 4T$	0.816
(3)	$ \beta 4T/\beta 4w $	1.057
(4)	$ D34w/f4 $	0.05
(5)	nd	1.8467
(6)	$\nu d$	23.8

10

【 0 0 6 5 】

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、＜ B ＞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

【 0 0 6 6 】

〔 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 G 1 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 L 1 及び正の屈折力を有する両凸レンズ L 2 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 G 4 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 L 10 から構成されている点で、第 1 実施例と異なる。

30

【 0 0 6 7 】

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。

【 0 0 6 8 】

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。

【 0 0 6 9 】

【表 5】

f=20.5 - 37.40 - 70.00 Fno= 4.86 - 4.89 - 4.96 $\omega$ = 10.2° - 5.5° - 2.9°									
レンズ番号	面番号	曲率半径R		面間隔d		屈折率ndL		アッベ数 $\nu$ dL	
L1	S1	R1	22.984	d1	0.750	ndL1	1.7495	$\nu$ dL1	35.0
L2	S2	R2	13.308	d2	2.800	ndL2	1.5891	$\nu$ dL2	61.3
	S3	R3	-146.940	d3	0.300		--		--
L3	S4	R4	INF	d4	13.000	ndL3	1.8467	$\nu$ dL3	23.8
	S5	R5	INF	d5	可変		--		--
L4	S6	R6	-51.688	d6	0.800	ndL4	1.8161	$\nu$ dL4	46.6
	S7	R7	16.471	d7	0.600		--		--
L5	S8	R8	-19.433	d8	0.700	ndL5	1.8061	$\nu$ dL5	40.7
L6	S9	R9	10.774	d9	1.800	ndL6	1.8467	$\nu$ dL6	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	$\nu$ dL7	61.2
	S13	R13	-36.158	d13	0.200		--		--
L8	S14	R14	11.143	d14	2.000	ndL8	1.5891	$\nu$ dL8	61.3
L9	S15	R15	-31.377	d15	0.800	ndL9	1.6477	$\nu$ dL9	33.8
	S16	R16	5.614	d16	可変		--		--
L10	S17	R17	13.100	d17	1.500	ndL10	1.4970	$\nu$ dL10	81.6
	S18	R18	26.470	d18	可変		--		--
IF	S19	R19	INF	d19	1.500	ndL11	1.5168	$\nu$ dL11	64.2
	S20	R20	INF		--		--		--

10

20

【 0 0 7 0 】

表 6 は、第 3 レンズ群 G 3 を構成する両凸レンズ L 7 の物体側の面 S 1 2 における非球面係数を示す。

【 0 0 7 1 】

【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

【 0 0 7 2 】

表 7 は、ズーミングによって可変する面間隔 d 5 , d 1 0 , d 1 6 及び d 1 8 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。

【 0 0 7 3 】

【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

30

40

【 0 0 7 4 】

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。

【 0 0 7 5 】

【表 8】

(1)	$f1/fw$	1.99
(2)	$\beta 4T$	0.9021
(3)	$ \beta 4T/\beta 4w $	1.337
(4)	$ D34w/f4 $	0.18
(5)	nd	1.8467
(6)	$\nu d$	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		アッベ数 $\nu dL$
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

40

【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。

50

【 0 0 8 1 】

【表 1 0】

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

【 0 0 8 2 】

表 1 1 は、ズーミングによって可変する面間隔  $d_5$ 、 $d_{10}$ 、 $d_{15}$  及び  $d_{17}$  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

【 0 0 8 3 】

【表 1 1】

焦点距離 $f$	19.999	34.114	59.990
面間隔 $d_5$	0.700	8.125	13.604
面間隔 $d_{10}$	14.404	6.979	1.500
面間隔 $d_{15}$	11.323	5.359	6.500
面間隔 $d_{17}$	10.177	16.141	15.000

20

【 0 0 8 4 】

表 1 2 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。

【 0 0 8 5 】

【表 1 2】

(1)	$f_1/f_w$	2.13
(2)	$\beta_{4T}$	0.5526
(3)	$ \beta_{4T}/\beta_{4w} $	0.837
(4)	$ D_{34w}/f_4 $	0.25
(5)	$nd$	1.8467
(6)	$\nu_d$	23.8

30

【 0 0 8 6 】

図 1 0 乃至図 1 2 は、第 3 実施例における諸収差図である。図 1 0 乃至図 1 2 に示す  $\langle A \rangle \sim \langle C \rangle$  の示す意味は、図 2 乃至図 4 と同様である。

40

【 0 0 8 7 】

〔第 4 実施例〕

次に、第 4 実施例について説明する。図 1 3 に示すように、第 4 実施例では、第 1 レンズ群  $G_1$  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ニスカスレンズ  $L_1$  及び正の屈折力を有する両凸レンズ  $L_2$  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  $L_3$  と、光路折り曲げ部材  $L_4$  とから構成される点で、第 2 実施例と異なる。

【 0 0 8 8 】

このように、凹メニスカスレンズ  $L_1$  及び両凸レンズ  $L_2$  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		アッベ数 $\nu$ dL	
L1	S1	R1	500.000	d1	0.900	ndL1	1.8061	$\nu$ dL1	40.7
L2	S2	R2	22.301	d2	2.500	ndL2	1.5168	$\nu$ dL2	64.2
	S3	R3	-63.748	d3	0.200		--		--
L3	S4	R4	22.433	d4	2.000	ndL3	1.5891	$\nu$ dL3	61.3
	S5	R5	-180.211	d5	0.300		--		--
L4	S6	R6	INF	d6	13.000	ndL4	1.8467	$\nu$ dL4	23.8
	S7	R7	INF	d7	可変		--		--
L5	S8	R8	-35.254	d8	0.800	ndL5	1.8161	$\nu$ dL5	46.6
	S9	R9	19.465	d9	0.600		--		--
L6	S10	R10	-32.314	d10	0.700	ndL6	1.8061	$\nu$ dL6	40.7
L7	S11	R11	7.124	d11	1.800	ndL7	1.8467	$\nu$ dL7	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	$\nu$ dL8	61.2
	S15	R15	-22.074	d15	0.300		--		--
L9	S16	R16	10.811	d16	2.300	ndL9	1.5891	$\nu$ dL9	61.3
L10	S17	R17	-15.633	d17	0.800	ndL10	1.6477	$\nu$ dL10	33.8
	S18	R18	5.600	d18	可変		--		--
L11	S19	R19	14.906	d19	1.500	ndL11	1.4875	$\nu$ dL11	70.4
	S20	R20	22.659	d20	可変		--		--
IF	S21	R21	INF	d21	1.500	ndL12	1.5168	$\nu$ dL12	64.2
	S22	R22	INF		--		--		--

【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】

【表 1 5】

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

【 0 0 9 5】

10

表 1 6 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。

【 0 0 9 6】

【表 1 6】

(1)	$f1/fw$	1.86
(2)	$\beta 4T$	0.8867
(3)	$ \beta 4T/\beta 4w $	0.974
(4)	$ D34w/f4 $	0.202
(5)	$nd$	1.8467
(6)	$\nu d$	23.8

20

【 0 0 9 7】

図 1 4 乃至図 1 6 は、第 4 実施例における諸収差図である。図 1 4 乃至図 1 6 に示す  $\langle A \rangle \sim \langle C \rangle$  の示す意味は、図 2 乃至図 4 と同様である。

30

【 0 0 9 8】

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 1 8 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 1 0 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 2 0 に大別される。レンズブロック 1 0 は、記述した 4 群のレンズ群からなるズームレンズ 1 2 と、当該ズームレンズ 1 2 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 1 4 と、を備えている。固体撮像素子 1 4 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 2 0 に出力する。

【 0 0 9 9】

本体部 2 0 は、操作部 2 6 を介して入力されたユーザからの指示に基づき、制御部 2 4 が各種処理を実行している。また、信号処理部 2 8 は、固体撮像素子 1 4 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 3 0 や記録媒体 3 2 に出力される。記録媒体 3 2 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 3 0 は、LCD等の表示装置であり、ユーザは、この表示部 3 0 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 2 2 は、フォーカシングやズーミングが必要となときに、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力し、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

【 0 1 0 0 】

【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。

【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。

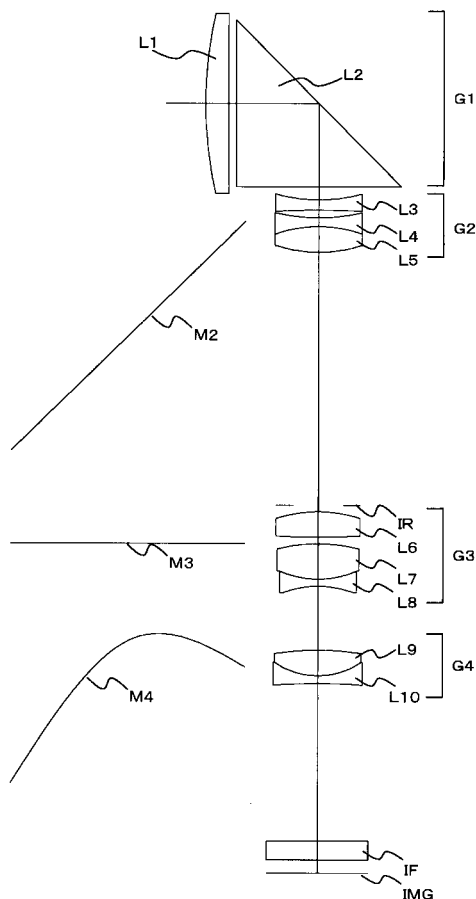
【図 18】ズームレンズを搭載したデジタルカメラの構成の一例を示す図である。

【符号の説明】

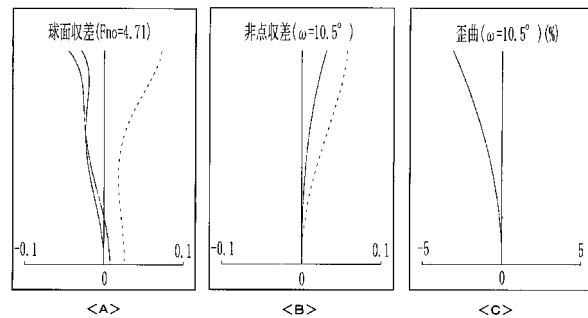
【 0 1 0 1 】

G 1 第 1 レンズ群、G 2 第 2 レンズ群、G 3 第 3 レンズ群、G 4 第 4 レンズ群、  
 IF 光学等価部材、IMG 像面、1 0 レンズブロック、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。

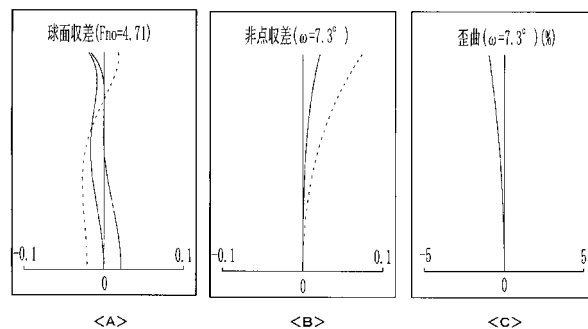
【図 1】



【図 2】



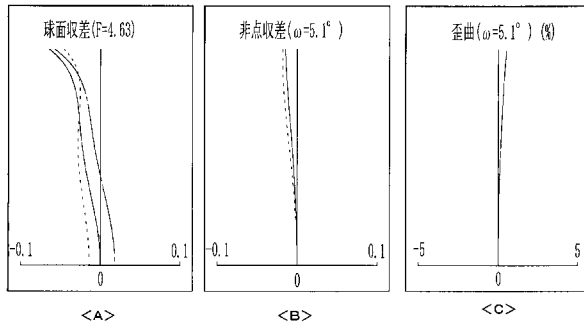
【図 3】



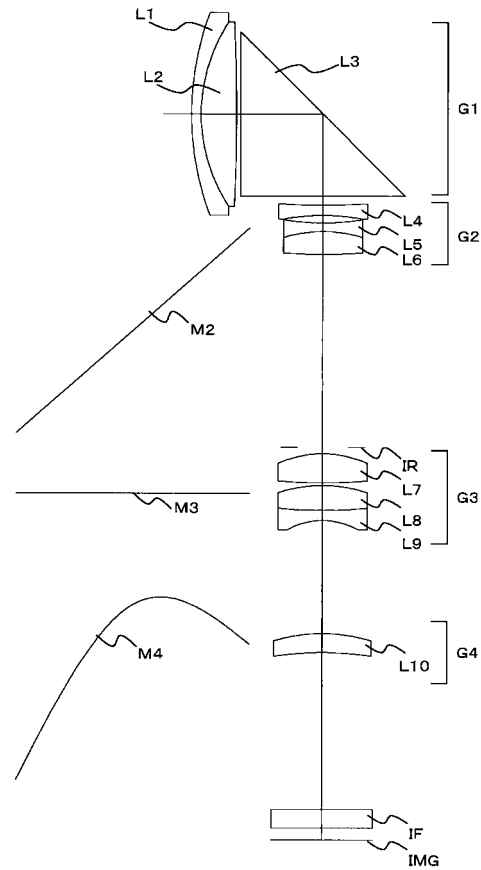
10

20

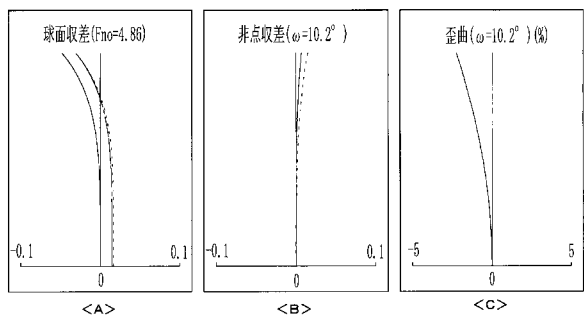
【図 4】



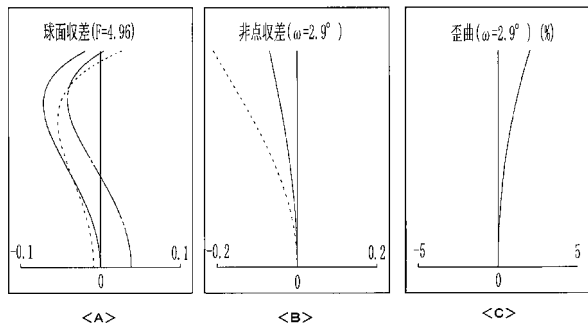
【図 5】



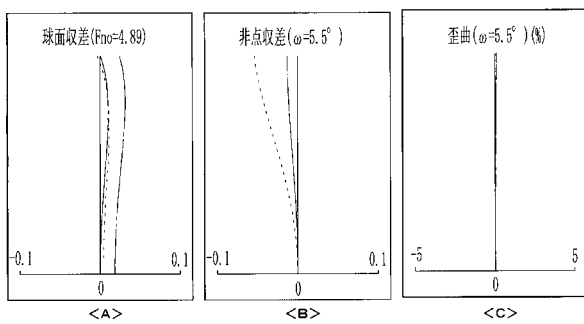
【図 6】



【図 8】

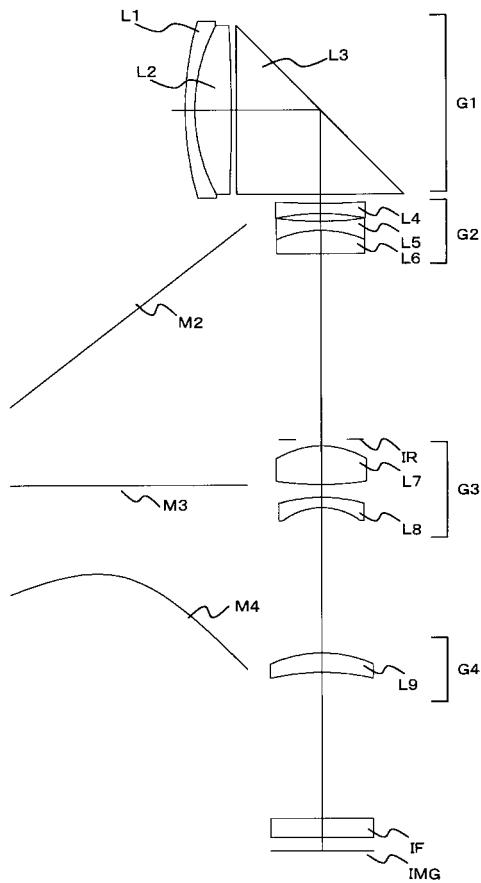


【図 7】

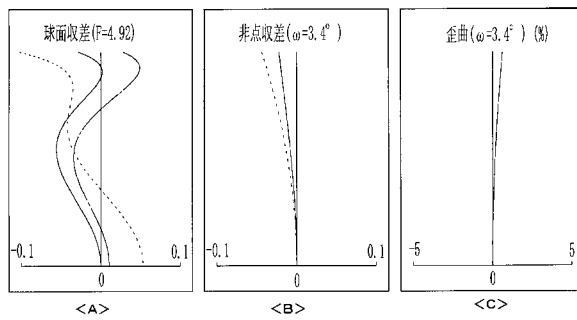




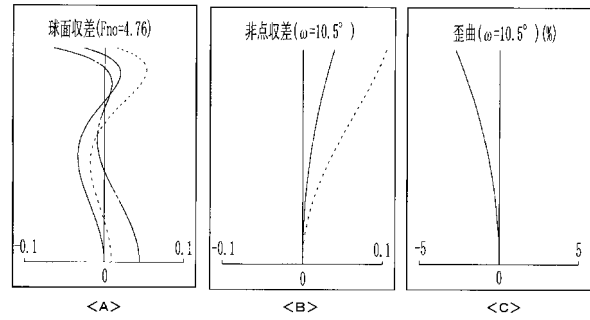
【図 9】



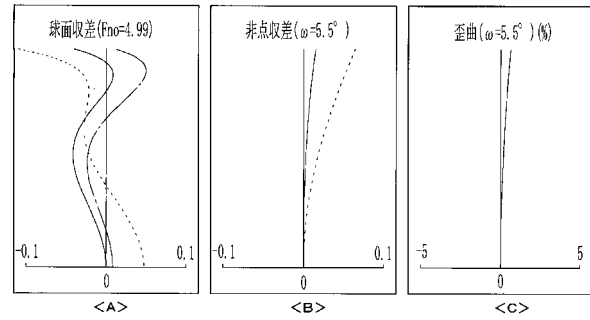
【図 12】



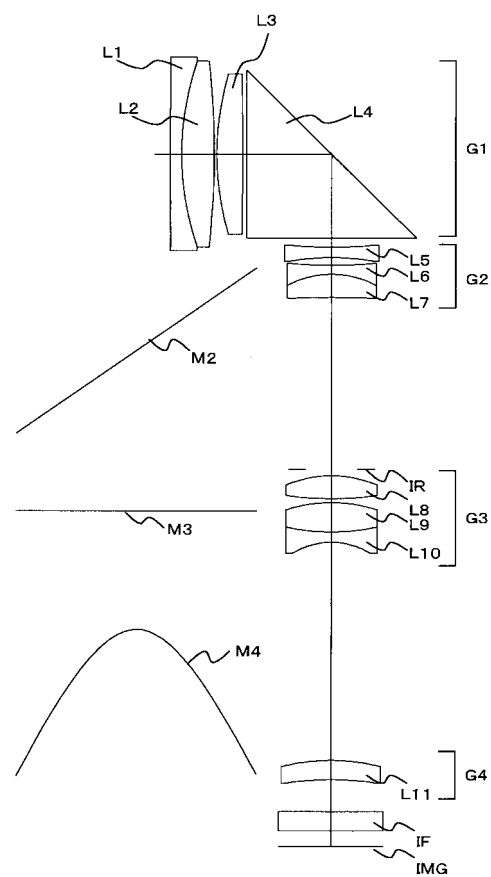
【図 10】



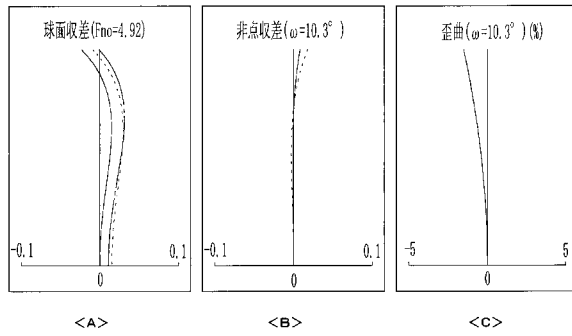
【図 11】



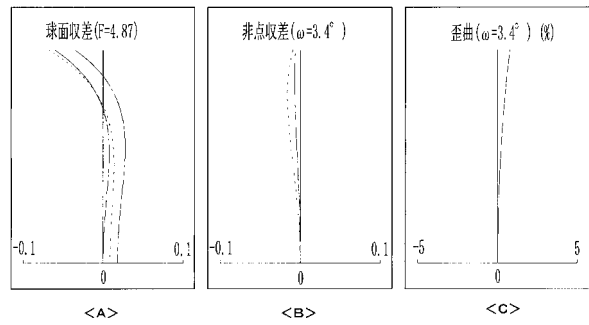
【図 13】



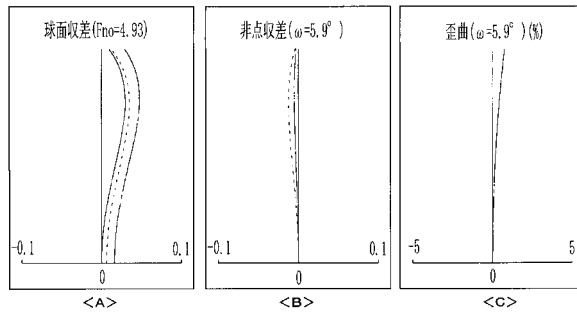
【図 14】



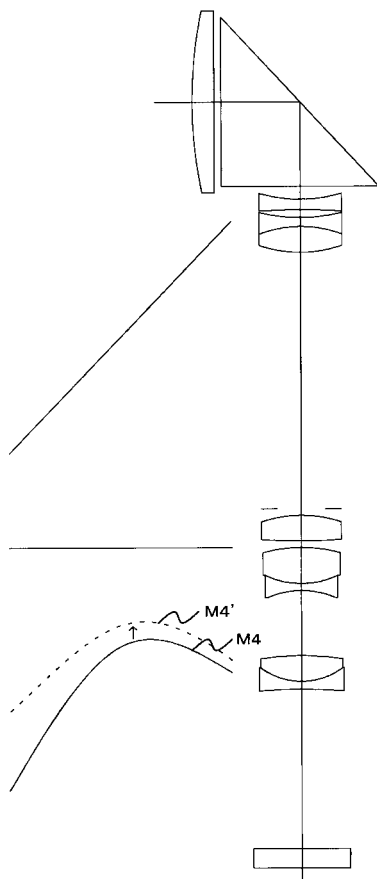
【図 16】



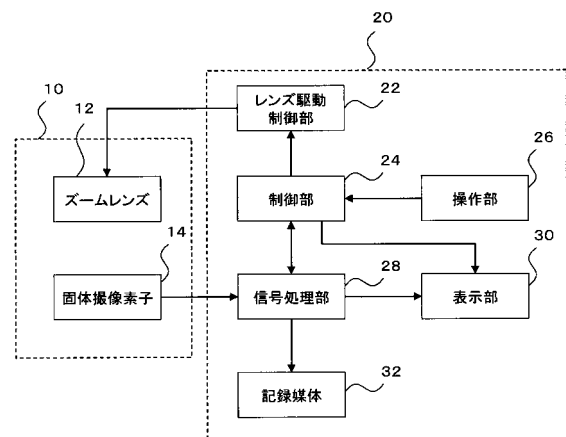
【図 15】



【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)  
G02B 9/00 - 17/08  
G02B 21/02 - 21/04  
G02B 25/00 - 25/04