

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5413206号
(P5413206)

(45) 発行日 平成26年2月12日 (2014. 2. 12)

(24) 登録日 平成25年11月22日 (2013. 11. 22)

(51) Int. Cl. F 1
G O 2 B 15/20 (2006. 01)
G O 2 B 13/18 (2006. 01)

G O 2 B 15/20
 G O 2 B 13/18

請求項の数 19 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2010-4757 (P2010-4757)
 (22) 出願日 平成22年1月13日 (2010. 1. 13)
 (65) 公開番号 特開2010-191413 (P2010-191413A)
 (43) 公開日 平成22年9月2日 (2010. 9. 2)
 審査請求日 平成24年7月2日 (2012. 7. 2)
 (31) 優先権主張番号 特願2009-10717 (P2009-10717)
 (32) 優先日 平成21年1月21日 (2009. 1. 21)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001270
 コニカミノルタ株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
 (74) 代理人 100109221
 弁理士 福田 充広
 (72) 発明者 山下 敦司
 東京都八王子市石川町2970番地コニカ
 ミノルタオプト株式会社内

審査官 堀井 康司

(56) 参考文献 特開2008-268833 (JP, A)
)
 特開2009-192771 (JP, A)
)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ及び撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像素子の撮像面に被写体像を結像させるためのズームレンズであって、

物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、及び負の屈折力を有する第5レンズ群を有し、前記第2レンズ群、前記第4レンズ群、及び前記第5レンズ群を光軸に沿って移動させることにより変倍を行い、

前記第1レンズ群は、光線を反射させることで光路を折り曲げる作用を有する反射光学素子と、正レンズと、負レンズとから構成され、

前記第5レンズ群は、負レンズ1枚から構成され、

以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$n_{1n} > \frac{1.93}{1n} < \frac{2.0}{|f_w / f_5|} < 0.5$$

但し、

 n_{1n} : 前記第1レンズ群の負レンズのd線における屈折率 $1n$: 前記第1レンズ群の負レンズのアップ数 f_w : 広角端における全系の焦点距離 f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離

【請求項 2】

撮像素子の撮像面に被写体像を結像させるためのズームレンズであって、
 物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群、負の屈折力を有する第 2 レンズ群、
 正の屈折力を有する第 3 レンズ群、正の屈折力を有する第 4 レンズ群、負の屈折力を有
 する第 5 レンズ群、及び正の屈折力を有する第 6 レンズ群から構成され、前記第 2 レンズ
 群、前記第 4 レンズ群、及び前記第 5 レンズ群を光軸に沿って移動させることにより変倍
 を行い、

前記第 1 レンズ群は、光線を反射させることで光路を折り曲げる作用を有する反射光学
 素子と、正レンズと、負レンズとから構成され、

前記第 5 レンズ群は、負レンズ 1 枚から構成され、

前記第 6 レンズ群は、正のプラスチックレンズ 1 枚から構成され、

以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$\begin{aligned} n_{1n} &> 1.90 \\ 1n &< 2.5 \\ |f_w / f_5| &< 0.5 \\ f_w / f_6 &< 0.15 \end{aligned}$$

但し、

n_{1n} : 前記第 1 レンズ群の負レンズの d 線における屈折率

$1n$: 前記第 1 レンズ群の負レンズのアップベ数

f_w : 広角端における全系の焦点距離

f_5 : 前記第 5 レンズ群の焦点距離

f_6 : 前記第 6 レンズ群の焦点距離

【請求項 3】

前記第 1 レンズ群は、前記反射光学素子より物体側に負レンズを有し、以下の条件式を
 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。

$$3 < d_{L1PR} / (2Y / f_w) < 7$$

但し、

d_{L1PR} : 前記第 1 レンズ群の負レンズの物体側の頂点から前記反射光学素子の反射
 面までの光軸上の距離

$2Y$: 前記撮像素子の対角長

f_w : 広角端における全系の焦点距離

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群は、前記反射光学素子より物体側に負レンズを有し、以下の条件式を
 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。

$$4 < d_{L1PR} / (2Y / f_w) < 6$$

但し、

d_{L1PR} : 前記第 1 レンズ群の負レンズの物体側の頂点から前記反射光学素子の反射
 面までの光軸上の距離

$2Y$: 前記撮像素子の対角長

f_w : 広角端における全系の焦点距離

【請求項 5】

前記第 2 レンズ群は、以下の条件式を満足する正レンズと、負レンズとを有することを
 特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載のズームレンズ。

$$\begin{aligned} n_{2p} &> 1.90 \\ 2p &< 2.5 \end{aligned}$$

但し、

n_{2p} : 前記第 2 レンズ群の正レンズの d 線における屈折率

$2p$: 前記第 2 レンズ群の正レンズのアップベ数

【請求項 6】

撮像素子の撮像面に被写体像を結像させるためのズームレンズであって、
 物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群、負の屈折力を有する第 2 レンズ群

10

20

30

40

50

、正の屈折力を有する第 3 レンズ群、正の屈折力を有する第 4 レンズ群、負の屈折力を有する第 5 レンズ群、及び正の屈折力を有する第 6 レンズ群から構成され、前記第 2 レンズ群、前記第 4 レンズ群、及び前記第 5 レンズ群を光軸に沿って移動させることにより変倍を行い、

前記第 1 レンズ群は、光線を反射させることで光路を折り曲げる作用を有する反射光学素子を有し、

前記第 2 レンズ群は、正レンズと、少なくとも 1 枚の負レンズとを有し、

前記第 5 レンズ群は、負のレンズ 1 枚から構成され、

前記第 6 レンズ群は、正のプラスチックレンズ 1 枚から構成され、

以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

10

$$n_{2p} > 1.90$$

$$2p < 25$$

$$0.5 < |f_2 / f_w| < 0.9$$

$$|f_w / f_5| < 0.5$$

$$f_w / f_6 < 0.15$$

但し、

n_{2p} : 前記第 2 レンズ群の正レンズの d 線における屈折率

$2p$: 前記第 2 レンズ群の正レンズのアップ数

f_2 : 前記第 2 レンズ群の焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

20

f_5 : 前記第 5 レンズ群の焦点距離

f_6 : 前記第 6 レンズ群の焦点距離

【請求項 7】

前記第 2 レンズ群の正レンズは、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 6 に記載のズームレンズ。

$$n_{2p} > 1.93$$

$$2p < 20$$

但し、

n_{2p} : 前記第 2 レンズ群の正レンズの d 線における屈折率

$2p$: 前記第 2 レンズ群の正レンズのアップ数

30

【請求項 8】

前記第 1 レンズ群は正レンズと以下の条件式を満足する負レンズとを有することを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載のズームレンズ。

$$n_{1n} > 1.90$$

$$1n < 25$$

但し、

n_{1n} : 前記第 1 レンズ群の負レンズの d 線における屈折率

$1n$: 前記第 1 レンズ群の負レンズのアップ数

【請求項 9】

前記ズームレンズは、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載のズームレンズ。

40

$$0.4 < |f_2 / f_w| < 1.0$$

但し、

f_2 : 前記第 2 レンズ群の焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

【請求項 10】

前記ズームレンズは、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載のズームレンズ。

$$0.5 < |f_2 / f_w| < 0.9$$

但し、

50

f_2 : 前記第 2 レンズ群の焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

【請求項 1 1】

前記第 3 レンズ群は、その近傍に開口絞りが配置され、少なくとも 1 面に非球面を有し、変倍に際し固定されていることを特徴とする請求項 1 ~ 1 0 の何れか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 2】

前記第 3 レンズ群は、正レンズ 1 枚から構成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 1 1 の何れか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 3】

前記第 4 レンズ群の最も物体側に位置するレンズは、少なくとも 1 面に非球面を有することを特徴とする請求項 1 ~ 1 2 の何れか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 4】

前記ズームレンズは、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 1 3 の何れか 1 項に記載のズームレンズ。

$$1.0 < f_4 / f_w < 2.0$$

但し、

f_4 : 前記第 4 レンズ群の焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

【請求項 1 5】

前記ズームレンズは、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 1 3 の何れか 1 項に記載のズームレンズ。

$$1.2 < f_4 / f_w < 1.8$$

但し、

f_4 : 前記第 4 レンズ群の焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

【請求項 1 6】

前記ズームレンズは、前記第 5 レンズ群を移動させて無限遠から有限距離への合焦を行うことを特徴とする請求項 1 ~ 1 5 の何れか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 7】

前記第 5 レンズ群は、負のプラスチックレンズ 1 枚から構成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 1 6 の何れか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 8】

前記ズームレンズは、前記第 5 レンズ群の像側に正の屈折力を有する第 6 レンズ群が配置されて構成され、前記第 6 レンズ群は、正のプラスチックレンズ 1 枚から構成され、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 1 7 の何れか 1 項に記載のズームレンズ。

$$f_w / f_6 < 0.10$$

但し、

f_w : 広角端における全系の焦点距離

f_6 : 前記第 6 レンズ群の焦点距離

【請求項 1 9】

請求項 1 ~ 1 8 の何れか 1 項に記載のズームレンズと、撮像素子とを備えた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、CCD（電荷結合素子）やCMOS（相補型金属酸化物半導体）を備えたデジタルカメラやビデオカメラ等に好適であり、変倍比が 2.5 以上で広角端の画角が 60 度程度であって、カメラの厚み寸法を薄くすることが可能なズームレンズ、及び該ズーム

10

20

30

40

50

レンズを備えた撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

CCDやCMOSを用いたデジタルスチルカメラやビデオカメラにおいては、カメラの厚みが薄くできるズームレンズの需要が高まっている。厚みが薄いタイプのカメラには、プリズム等の反射光学素子を用いて光軸を90度折り曲げる屈曲光学系が多く用いられており、特許公報に開示されている（例えば、特許文献1，2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-34064号公報

【特許文献2】特開2007-219316号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献1，2においては、3群構成と簡素ではあるが、プリズムが厚く広角端のFナンバーが暗かったり、4群構成でFナンバーが比較的明るい、やはりプリズムが厚く光学全長が長かったりし、コンパクト性や明るさを同時に満たすことが困難であった。

【0005】

本発明はかかる問題に鑑みてなされたものであり、カメラの厚み方向が薄く、全長が短いながらもFナンバーの明るさを維持し、更に諸収差が良好に補正されたズームレンズ及び該ズームレンズを備えた撮像装置を提供することを発明の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記目的は、下記に記載した発明により達成される。

【0007】

1．撮像素子の撮像面に被写体像を結像させるためのズームレンズであって、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、及び負の屈折力を有する第5レンズ群を有し、前記第2レンズ群、前記第4レンズ群、及び前記第5レンズ群を光軸に沿って移動させることにより変倍を行い、

前記第1レンズ群は、光線を反射させることで光路を折り曲げる作用を有する反射光学素子と、正レンズと、負レンズとから構成され、前記第5レンズ群は、負レンズ1枚から構成され、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【0008】

$$\begin{aligned} n_{1n} &> \frac{1.93}{1} & (3) \\ n_{1n} &< \frac{2.0}{1} & (4) \\ |f_w / f_5| &< 0.5 & (16) \end{aligned}$$

但し、

n_{1n} ：前記第1レンズ群の負レンズのd線における屈折率

n_{1n} ：前記第1レンズ群の負レンズのアップ数

f_w ：広角端における全系の焦点距離

f_5 ：前記第5レンズ群の焦点距離

【0009】

正負正正4群構成からなるズームレンズは正レンズ群先行の代表的なレンズタイプであるが、このタイプのズームレンズでは第2レンズ群の移動のみで変倍を行う場合が多い。この方式では単一群のみに変倍負荷がかかり、ズームレンズをコンパクトにしようとする変倍群のパワーが増大する傾向がある。これにより、ズームレンズの光学性能劣化や誤差感度増加が起こる虞がある。この光学性能劣化や誤差感度増加を避ける為に、変倍時の

10

20

30

40

50

レンズ群の移動量を増加させると、今度はズームレンズのコンパクト性が失われてしまう虞がある。

【 0 0 1 0 】

前記 1 . の構成のように、2 つ以上のレンズ群の移動による変倍を行えば、それぞれのレンズ群に変倍機能を分担させることができるので、レンズ群のパワーが大きくなり過ぎたり、変倍時のレンズ群の移動量が多くなり過ぎたりせず、コンパクト性と良好な光学特性を両立させることが可能である。また、第 2 レンズ群と第 4 レンズ群の移動によって変倍時に生じるピント移動を、他のレンズ群の移動で補正させることができ、コンパクト且つ良好な光学特性を備えたズームレンズが達成できる。

【 0 0 1 1 】

また、前記 1 . の構成のように、第 1 レンズ群内に反射光学素子を配置させ、光路を折り曲げることで、第 2 レンズ群以降のレンズ群により光路を折り曲げるよりも、カメラの厚み方向を薄くすることができる。

【 0 0 1 2 】

また、第 1 レンズ群内に負レンズと正レンズを配置することで、第 1 レンズ群で発生する非点収差や倍率色収差などを小さく押さえることが可能である。

【 0 0 1 3 】

前記第 1 レンズ群の負レンズを、条件式 (3) を満たすようにすれば、比較的緩い曲率半径で所望の負の屈折力を得ることができるため、歪曲収差等の発生を小さく抑えることができたり、前玉径を小さくしたりすることが可能である。また、第 1 レンズ群は正の屈折力を有するため、条件式 (4) のように、このレンズ群内の負レンズに比較的大きい色分散を持たせることで、第 1 レンズ群内の色消しが効果的に行われ、良好な光学性能を得ることができる。

2 . 撮像素子の撮像面に被写体像を結像させるためのズームレンズであって、物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群、負の屈折力を有する第 2 レンズ群、正の屈折力を有する第 3 レンズ群、正の屈折力を有する第 4 レンズ群、負の屈折力を有する第 5 レンズ群、及び正の屈折力を有する第 6 レンズ群から構成され、前記第 2 レンズ群、前記第 4 レンズ群、及び前記第 5 レンズ群を光軸に沿って移動させることにより変倍を行い、

前記第 1 レンズ群は、光線を反射させることで光路を折り曲げる作用を有する反射光学素子と、正レンズと、負レンズとから構成され、前記第 5 レンズ群は、負レンズ 1 枚から構成され、前記第 6 レンズ群は、正のプラスチックレンズ 1 枚から構成され、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$\begin{array}{ll} \frac{n_{1n}}{1n} > 1.90 & (1) \\ \frac{1n}{1n} < 2.5 & (2) \\ |f_w / f_5| < 0.5 & (16) \\ f_w / f_6 < 0.15 & (17) \end{array}$$

但し、

$$\begin{array}{ll} n_{1n} : \text{前記第 1 レンズ群の負レンズの } d \text{ 線における屈折率} \\ 1n : \text{前記第 1 レンズ群の負レンズのアッベ数} \\ f_w : \text{広角端における全系の焦点距離} \\ f_5 : \text{前記第 5 レンズ群の焦点距離} \\ f_6 : \text{前記第 6 レンズ群の焦点距離} \end{array}$$

前記第 1 レンズ群の負レンズを、条件式 (1) を満たすようにすれば、比較的緩い曲率半径で所望の負の屈折力を得ることができるため、歪曲収差等の発生を小さく抑えることができたり、前玉径を小さくしたりすることが可能である。また、第 1 レンズ群は正の屈折力を有するため、条件式 (2) のように、このレンズ群内の負レンズに比較的大きい色分散を持たせることで、第 1 レンズ群内の色消しが効果的に行われ、良好な光学性能を得ることができる。

また、第 6 レンズ群において、プラスチックレンズ 1 枚で構成することで、レンズユニットの軽量化・ローコスト化に寄与することができる。更に条件式 (1 7) を満たすこと

10

20

30

40

50

で、温度変化による光学性能の変化を小さく抑えることが可能である。

また、正の第6レンズ群の収斂作用によりズームレンズのテレセントリック性が良好に保てるという利点がある。

【0014】

3．前記第1レンズ群は、前記反射光学素子より物体側に負レンズを有し、以下の条件式を満足することを特徴とする前記1又は2に記載のズームレンズ。

【0015】

$$3 < d_{L1PR} / (2Y / f_W) < 7 \quad (5)$$

但し、

d_{L1PR} ：前記第1レンズ群の負レンズの物体側の頂点から前記反射光学素子の反射面までの光軸上の距離

$2Y$ ：前記撮像素子の対角長

f_W ：広角端における全系の焦点距離

4．前記第1レンズ群は、前記反射光学素子より物体側に負レンズを有し、以下の条件式を満足することを特徴とする前記1又は2に記載のズームレンズ。

【0016】

$$4 < d_{L1PR} / (2Y / f_W) < 6 \quad (6)$$

但し、

d_{L1PR} ：前記第1レンズ群の負レンズの物体側の頂点から前記反射光学素子の反射面までの光軸上の距離

$2Y$ ：前記撮像素子の対角長

f_W ：広角端における全系の焦点距離

上記3、4の構成のように反射光学素子より物体側に負レンズを配置することにより、軸外光線角度を小さくすることができるので、反射光学素子の口径を小さくすることができ、カメラの厚みを薄くすることが可能である。

【0017】

条件式(5)は、第1レンズ群において、反射光学素子より前に位置する負レンズの物体側面から反射光学素子の反射面までの光軸上の距離 d_{L1PR} と、撮像素子の対角長 $2Y$ と、広角端におけるレンズ全系の焦点距離 f_W の関係を規定したものである。条件式(5)の値が下限値以上であれば、広角端の画角に対して、反射光学素子より前に位置する負レンズの物体側面から反射光学素子の反射面までの距離が小さ過ぎないので、広角端の前玉径を小さくするために軸外収差補正に無理が生じず、良好な光学性能を保つことができる。条件式(5)の値が上限値以下であれば、カメラの厚み寸法が大きくなり過ぎることによってコンパクト性を損なうことがない。更に、条件式(6)を満たすと前記効果がより高まる。

【0018】

5．前記第2レンズ群は、以下の条件式を満足する正レンズと、負レンズとを有することを特徴とする前記1～4の何れかに記載のズームレンズ。

【0019】

$$n_{2p} > 1.90 \quad (7)$$

$$2p < 2.5 \quad (8)$$

但し、

n_{2p} ：前記第2レンズ群の正レンズのd線における屈折率

$2p$ ：前記第2レンズ群の正レンズのアップ数

上記5．の構成のように、第2レンズ群内に負レンズと正レンズを配置し、正レンズに光屈折率高分散硝材を用いることで、このレンズ群で発生する非点収差や倍率色収差等を小さく抑えることが可能である。特に、正レンズに関しては条件式(7)、(8)を満たすことが望ましい。このように正レンズに屈折率の高い硝材を使用することにより、正のペッツバル和が小さくなり、像面湾曲を抑えることも可能である。

【0020】

6. 撮像素子の撮像面に被写体像を結像させるためのズームレンズであって、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、負の屈折力を有する第5レンズ群、及び正の屈折力を有する第6レンズ群から構成され、前記第2レンズ群、前記第4レンズ群、及び前記第5レンズ群を光軸に沿って移動させることにより変倍を行い、

前記第1レンズ群は、光線を反射させることで光路を折り曲げる作用を有する反射光学素子を有し、

前記第2レンズ群は、正レンズと、少なくとも1枚の負レンズとを有し、

前記第5レンズ群は、負のレンズ1枚から構成され、

前記第6レンズ群は、正のプラスチックレンズ1枚から構成され、

以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【0021】

$$n_{2p} > 1.90 \quad (7)$$

$$2p < 25 \quad (8)$$

$$0.5 < |f_2 / f_w| < 0.9 \quad (12)$$

$$|f_w / f_5| < 0.5 \quad (16)$$

$$f_w / f_6 < 0.15 \quad (17)$$

但し、

n_{2p} : 前記第2レンズ群の正レンズのd線における屈折率

$2p$: 前記第2レンズ群の正レンズのアップベ数

f_2 : 前記第2レンズ群の焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離

f_6 : 前記第6レンズ群の焦点距離

7. 前記第2レンズ群の正レンズは、以下の条件式を満足することを特徴とする前記6に記載のズームレンズ。

【0022】

$$n_{2p} > 1.93 \quad (9)$$

$$2p < 20 \quad (10)$$

但し、

n_{2p} : 前記第2レンズ群の正レンズのd線における屈折率

$2p$: 前記第2レンズ群の正レンズのアップベ数

前記6.の構成のように、2つ以上のレンズ群の移動による変倍を行えば、それぞれのレンズ群に変倍機能を分担させることができるので、レンズ群のパワーが大きくなり過ぎたり、変倍時のレンズ群の移動量が多くなり過ぎたりせず、コンパクト性と良好な光学特性を両立させることが可能である。また、第2レンズ群と第4レンズ群の移動によって変倍時に生じるピント移動を、他のレンズ群の移動で補正させることができ、コンパクト且つ良好な光学特性を備えたズームレンズが達成できる。

【0023】

また、上記6.の構成のように、第1レンズ群内に反射光学素子を配置させ、光路を折り曲げることで、第2レンズ群以降のレンズ群により光路を折り曲げるよりも、カメラの厚み方向を薄くすることができる。

【0024】

また、上記6.の構成のように、第2レンズ群内に負レンズと正レンズを配置し、正レンズに光屈折率高分散硝材を用いることで、このレンズ群で発生する非点収差や倍率色収差等を小さく抑えることが可能である。特に、正レンズに関しては条件式(7)、(8)を満たすことが望ましく、更に、条件式(9)、(10)を満たすと前記効果がより高まる。このように正レンズに屈折率の高い硝材を使用することにより、正のペッツバール和が小さくなり、像面湾曲を抑えることも可能である。

【0025】

10

20

30

40

50

8. 前記第1レンズ群は正レンズと以下の条件式を満足する負レンズとを有することを特徴とする前記6又は7に記載のズームレンズ。

【0026】

$$n_{1n} > 1.90 \quad (1)$$

$$1n < 2.5 \quad (2)$$

但し、

n_{1n} : 前記第1レンズ群の負レンズのd線における屈折率

$1n$: 前記第1レンズ群の負レンズのアップ数

上記8.の構成のように、第1レンズ群内に負レンズと正レンズを配置することで、第1レンズ群で発生する非点収差や倍率色収差などを小さく押さえることが可能である。

10

【0027】

上記負レンズを、条件式(1)を満たすようにすれば、比較的緩い曲率半径で所望の負の屈折力を得ることができるため、歪曲収差等の発生を小さく抑えることができたり、前玉径を小さくしたりすることが可能である。また、第1レンズ群は正の屈折力を有するため、条件式(2)のように、このレンズ群内の負レンズに比較的大きい色分散を持たせることで、第1レンズ群内の色消しが効果的に行われ、良好な光学性能を得ることができる。

【0028】

9. 前記ズームレンズは、以下の条件式を満足することを特徴とする前記1~5の何れか1項に記載のズームレンズ。

20

【0029】

$$0.4 < |f_2 / f_w| < 1.0 \quad (11)$$

但し、

f_2 : 前記第2レンズ群の焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

10. 前記ズームレンズは、以下の条件式を満足することを特徴とする前記1~5の何れか1項に記載のズームレンズ。

【0030】

$$0.5 < |f_2 / f_w| < 0.9 \quad (12)$$

但し、

f_2 : 前記第2レンズ群の焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

第2レンズ群の焦点距離が条件式(11)を満たすようにすることで、次のような利点を得られる。即ち、条件式(11)の下限値を上回することで、適度に第2レンズ群の負の屈折力を維持することができ、所望のズーム比を得る上で、第2レンズ群の移動量を小さくすることができる。これにより、ズームレンズの全長を短くすることができる。また、条件式(11)の上限値を下回ること、第2レンズ群の負の屈折力が大きくなり過ぎず、第2レンズ群での収差の発生や偏芯・形状誤差による収差変動を抑えることができる。更に、条件式(12)を満たすと前記効果がより高まる。

30

【0031】

11. 前記第3レンズ群は、その近傍に開口絞りが配置され、少なくとも1面に非球面を有し、変倍に際し固定されていることを特徴とする前記1~10の何れか1項に記載のズームレンズ。

40

【0032】

開口絞りを本ズームレンズの略中央部にあたる第3レンズ群近辺に設けることによって、軸外収差をバランスよく補正でき、前玉径と後玉径に大きな差が生じ難くなるため、カメラ厚み方向のレンズユニット形状を平坦にし易く、カメラのレイアウトをし易くしたりする等の利点がある。更に、第3レンズ群付近は撮像素子から十分に離れて位置しているので、CCD・CMOS光学系で要求されるテレセントリック性も十分に確保し易い。

【0033】

50

また、第3レンズ群は開口絞り近辺に位置するため、球面収差、コマ収差等への影響が大きい。このレンズ群に非球面を配置することで、これらの収差を良好に補正することが可能である。特に、Fナンバーの明るい光学系にしようとすると、ここを通過する光束径は太くなるが、その際にも非球面による収差補正効果は大きい。

【0034】

12. 前記第3レンズ群は、正レンズ1枚から構成されていることを特徴とする前記1～11の何れか1項に記載のズームレンズ。

【0035】

上記12.の構成のように、第3レンズ群を正レンズ1枚から構成することにより、第3レンズ群の占める体積が小さくて済み、第2レンズ群及び第4レンズ群の変倍時の可動領域を確保し易い。

【0036】

13. 前記第4レンズ群の最も物体側に位置するレンズは、少なくとも1面に非球面を有することを特徴とする前記1～12の何れか1項に記載のズームレンズ。

【0037】

本発明の光学系では、第3レンズ群を通過した軸上光束は、略平行光となって第4レンズ群に入射しているため、第4レンズ群の最も物体側のレンズ面に非球面を配置することによっても、球面収差等を良好に補正することができる。特に、Fナンバーの明るい光学系にしようとすると、ここを通過する光束径は太くなるが、その際にも非球面による収差補正効果は大きい。

【0038】

14. 前記ズームレンズは、以下の条件式を満足することを特徴とする前記1～13の何れか1項に記載のズームレンズ。

【0039】

$$1.0 < f_4 / f_w < 2.0 \quad (13)$$

但し、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

15. 前記ズームレンズは、以下の条件式を満足することを特徴とする前記1～13の何れか1項に記載のズームレンズ。

【0040】

$$1.2 < f_4 / f_w < 1.8 \quad (14)$$

但し、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

第4レンズ群の焦点距離を条件式(13)を満たすようにすることで、次のような利点を得られる。即ち、条件式(13)の値が下限値を上回ることによって、第4レンズ群の正の屈折力を適度に維持することができる。これにより、所望のズーム比を得る上で、第4レンズ群の移動量を小さくすることができるので、ズームレンズの全長を短くすることができる。また、条件式(13)の値が上限値を下回ることによって、第4レンズ群の正の屈折力が大きくなり過ぎず、第4レンズ群での収差の発生や偏芯・形状誤差による収差変動を抑えることができる。更に、条件式(14)を満たすと前記効果がより高まる。

【0041】

16. 前記ズームレンズは、前記第5レンズ群を移動させて無限遠から有限距離への合焦を行うことを特徴とする前記1～15の何れか1項に記載のズームレンズ。上記構成においては、無限遠物体から近距離物体へ合焦する際に第5レンズ群を移動させている。フォーカシングを第2レンズ群や第4レンズ群で行おうとした場合、前者では像側へ、後者では物体側へ群移動を行う必要があるため、特に望遠端では共に第3レンズ群と第2レンズ群や第4レンズ群との空気間隔を確保する必要性が生じる。その結果、レンズ系のコンパクト性を維持することが困難になってしまう。一方、第5レンズ群においては、光学全長

に影響を与えずに、フォーカシングに必要な空気間隔を得ることが比較的容易であるため、電力消費が少なく、簡略な構造で、コンパクト性に優れたレンズを実現することができる。

【0042】

17. 前記第5レンズ群は、負のプラスチックレンズ1枚から構成されていることを特徴とする前記1～16の何れか1項に記載のズームレンズ。

【0044】

上記17の構成では、第5レンズ群が1枚の負レンズのみから構成されており、駆動機構への負荷を最小限に抑えることができる。

【0045】

第5レンズ群内のレンズを、プラスチックレンズとすることで、非点収差等の補正に効果的な非球面付加が容易となり、また少なくともズーミング時に可動である第5レンズ群を軽量化できるので、駆動機構への負荷を小さく抑えることができる。また、プラスチックレンズは射出成形による大量生産が可能であり、コストダウンにも寄与する。プラスチックレンズは温度変化により屈折率・形状が変化するが、プラスチックレンズの屈折力を条件式(15)の範囲内に抑えれば、前記屈折率・形状変化による光学性能の変化を小さくすることが可能である。条件式(16)を満たすことができればより好ましい。

【0047】

18. 前記ズームレンズは、前記第5レンズ群の像側に正の屈折力を有する第6レンズ群が配置されて構成され、前記第6レンズ群は、正のプラスチックレンズ1枚から構成され、以下の条件式を満足することを特徴とする前記1～17の何れか1項に記載のズームレンズ。

【0048】

$$f_w / f_6 < 0.10 \quad (18)$$

但し、

f_w : 広角端における全系の焦点距離

f_6 : 前記第6レンズ群の焦点距離

正の第6レンズ群の収斂作用によりズームレンズのテレセントリック性が良好に保てるという利点がある。

【0049】

条件式(18)を満たすことができればより好ましい。

【0050】

19. 前記1～18の何れか1項に記載のズームレンズと、撮像素子とを備えたことを特徴とする撮像装置。

【0051】

上記構成によれば、上記1～18に記載のズームレンズと同様の効果を得ることができる。

【発明の効果】

【0052】

本発明によれば、搭載するカメラの厚み方向が薄くなり、全長が短いながらもFナンバーの明るさを維持することができ、更に諸収差を良好に補正することができるズームレンズ及び該ズームレンズを備えた撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】撮像装置のブロック図である。

【図2】携帯電話機の内部構成を示すブロック図である。

【図3】実施例1における広角端のレンズ構成図である。

【図4】実施例1における広角端の収差図である。

【図5】実施例1における中間焦点距離の収差図である。

【図 6】実施例 1 における望遠端の収差図である。

【図 7】実施例 2 における広角端のレンズ構成図である。

【図 8】実施例 2 における広角端の収差図である。

【図 9】実施例 2 における中間焦点距離の収差図である。

【図 10】実施例 2 における望遠端の収差図である。

【図 11】実施例 3 における広角端のレンズ構成図である。

【図 12】実施例 3 における広角端の収差図である。

【図 13】実施例 3 における中間焦点距離の収差図である。

【図 14】実施例 3 における望遠端の収差図である。

【図 15】実施例 4 における広角端のレンズ構成図である。

10

【図 16】実施例 4 における広角端の収差図である。

【図 17】実施例 4 における中間焦点距離の収差図である。

【図 18】実施例 4 における望遠端の収差図である。

【図 19】実施例 5 における広角端のレンズ構成図である。

【図 20】実施例 5 における広角端の収差図である。

【図 21】実施例 5 における中間焦点距離の収差図である。

【図 22】実施例 5 における望遠端の収差図である。

【図 23】実施例 6 における広角端のレンズ構成図である。

【図 24】実施例 6 における広角端の収差図である。

【図 25】実施例 6 における中間焦点距離の収差図である。

20

【図 26】実施例 6 における望遠端の収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0054】

本発明のズームレンズを搭載した撮像装置の実施の形態について、図 1 及び図 2 を参照して説明する。図 1 は撮像装置のブロック図である。

【0055】

図 1 において、撮像装置 100 は、ズームレンズ 101、撮像素子 102、A/D 変換部 103、制御部 104、光学系駆動部 105、タイミング発生部 106、撮像素子駆動部 107、画像メモリ 108、画像処理部 109、画像圧縮部 110、画像記録部 111、表示部 112、及び操作部 113 より構成される。

30

【0056】

ズームレンズ 101 は、被写体像を撮像素子 102 の撮像面に結像させる機能を有する。

【0057】

撮像素子 102 は、CCD（電荷結合素子）や CMOS（相補型金属酸化物半導体）からなり、入射光を RGB 毎に光電変換し、そのアナログ信号を出力する。

【0058】

A/D 変換部 103 は、アナログ信号をデジタルの画像データに変換する。

【0059】

制御部 104 は、撮像装置 100 の各部を制御する。制御部 104 は、CPU（Central Processing Unit）、RAM（Random Access Memory）、ROM（Read Only Memory）を含み、ROM から読み出されて RAM に展開された各種プログラムと CPU との協働で各種処理を実行する。

40

【0060】

光学系駆動部 105 は、制御部 104 の制御により、変倍、合焦、露出等において、ズームレンズ 101 を駆動制御する。

【0061】

タイミング発生部 106 は、アナログ信号出力用のタイミング信号を出力する。

【0062】

撮像素子駆動部 107 は、撮像素子 102 を走査駆動制御する。

50

【 0 0 6 3 】

画像メモリ 1 0 8 は、画像データを読み出し及び書き込み可能に記憶する。

【 0 0 6 4 】

画像処理部 1 0 9 は、画像データに各種画像処理を施す。

【 0 0 6 5 】

画像圧縮部 1 1 0 は、J P E G (J o i n t P h o t o g r a p h i c E x p e r t s G r o u p) 等の圧縮方式により、撮像画像データを圧縮する。

【 0 0 6 6 】

画像記録部 1 1 1 は、図示しないスロットにセットされた、メモリカード等の記録メディアに画像データを記録する。

10

【 0 0 6 7 】

表示部 1 1 2 は、カラー液晶パネル等であり、撮影後の画像データ、撮影前のスルー画像、及び各種操作画面等を表示する。

【 0 0 6 8 】

操作部 1 1 3 は、リリースボタン及び各種モード等を設定するための各種操作キーを含み、ユーザにより操作入力された情報を制御部 1 0 4 に出力する。

【 0 0 6 9 】

ここで、撮像装置 1 0 0 における動作を説明する。撮影時に、被写体のモニタリング（スルー画像表示）と、画像撮影実行とが行われる。モニタリングにおいては、ズームレンズ 1 0 1 を介して得られた被写体の像が、撮像素子 1 0 2 の受光面に結像される。撮像素子 1 0 2 は、タイミング発生部 1 0 6 及び撮像素子駆動部 1 0 7 によって走査駆動され、一定周期毎に結像した光像に対応する光電変換出力としてのアナログ信号を 1 画面分出力する。

20

【 0 0 7 0 】

このアナログ信号は、R G B の各原色成分毎に適宜ゲイン調整された後に、A / D 変換部 1 0 3 でデジタルデータに変換される。そのデジタルデータは、画像処理部 1 0 9 により、画素補間処理及び Y 補正処理を含むカラープロセス処理が行なわれて、デジタル値の輝度信号 Y 及び色差信号 C b , C r (画像データ) が生成されて画像メモリ 1 0 8 に格納され、定期的にその信号が読み出されてそのビデオ信号が生成されて、表示部 1 1 2 に出力される。

30

【 0 0 7 1 】

この表示部 1 1 2 は、モニタリングにおいては電子ファインダとして機能し、撮像画像をリアルタイムに表示することとなる。この状態で、随時、ユーザの操作部 1 1 3 を介する操作入力に基づいて、光学系駆動部 1 0 5 の駆動によりズームレンズ 1 0 1 の変倍、合焦、露出等が設定される。

【 0 0 7 2 】

このようなモニタリング状態において、ユーザが操作部 1 1 3 のリリースボタンを操作することにより、静止画像データが撮影される。リリースボタンの操作に応じて、画像メモリ 1 0 8 に格納された 1 コマの画像データが読み出されて、画像圧縮部 1 1 0 により圧縮される。その圧縮された画像データが、画像記録部 1 1 1 により記録メディアに記録される。

40

【 0 0 7 3 】

なお、上述の撮像装置 1 0 0 は本発明に好適な撮像装置の一例であり、これに限定されるものではない。

【 0 0 7 4 】

即ち、ズームレンズを搭載した撮像装置としては、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、撮像機能付の携帯電話機、P H S (P e r s o n a l H a n d y p h o n e S y s t e m) 、 P D A (P e r s o n a l D i g i t a l A s s i s t a n t) 等であってもよい。

【 0 0 7 5 】

50

次に、図 2 を参照して、撮像装置 100 を搭載した携帯電話機 300 の例を説明する。図 2 は携帯電話機の内部構成を示すブロック図である。

【0076】

携帯電話機 300 は、各部を統括的に制御すると共に各処理に応じたプログラムを実行する制御部 (CPU) 310 と、番号等をキーにより操作入力するための操作部 320 と、所定のデータの他に撮像した映像等を表示する表示部 330 と、アンテナ 341 を介して外部サーバ等との間の各種情報通信を実現するための無線通信部 340 と、撮像装置 100 と、携帯電話機 300 のシステムプログラムや各種処理プログラム及び端末 ID 等の必要な諸データを記憶している記憶部 (ROM) 360 と、制御部 310 によって実行される各種処理プログラムやデータ、処理データ、若しくは撮像装置 100 による撮像データ等を一時的に格納する作業領域として用いられる一時記憶部 (RAM) 370 とを備えている。

10

【0077】

なお、撮像装置 100 の制御部 104 と、携帯電話機 300 の制御部 310 とは通信可能に接続されており、かかる場合に図 1 に示す表示部 112 や操作部 113 等の機能を携帯電話機 300 側に持たせることができるが、撮像装置 100 自体の動作は基本的に同様である。より具体的には、撮像装置 100 の外部接続端子 (不図示) は、携帯電話機 300 の制御部 310 と接続され、携帯電話機 300 側から撮像装置 100 側にリリース信号が送信され、撮像により得られた輝度信号や色差信号等の画像信号は撮像装置 100 側から制御部 310 側に出力する。かかる画像信号は、携帯電話機 300 の制御系により、記憶部 360 に記憶され、或いは表示部 330 で表示され、更には、無線通信部 340 を介して映像情報として外部に送信されることができる。

20

【0078】

その他に、ズームレンズを搭載した撮像装置としては、基板上に実装された撮像素子のみを有し、コネクタ等により制御部、画像処理部及び表示部等を備えた外部機器と接続可能なカメラモジュールであってもよい。

【実施例】

【0079】

上述した実施の形態に好適なズームレンズの実施例について説明する。但し、これらの実施例により本発明が限定されるものではない。

30

【0080】

図 3、7、11、15、19、23 に、実施例 1～6 のズームレンズの構成図を示す。各実施例におけるレンズ構成図において、ズームレンズは広角端にあるものとする。

【0081】

各実施例におけるレンズ構成図において、L1 は第 1 レンズ群、L2 は第 2 レンズ群、L3 は第 3 レンズ群、L4 は第 4 レンズ群、L5 は第 5 レンズ群、L6 は第 6 レンズ群、S は開口絞り、Fi はローパスフィルターとカバーガラス、P は結像面である。第 1 レンズ群 L1 中の Re は反射光学素子である。また、矢印は広角端からの変倍時におけるレンズ群の移動方向を示す。

【0082】

40

実施例 1、2、4、5、6 のズームレンズは正負正正負正の 6 レンズ群から構成され、変倍時には第 2 レンズ群 L2 が像側へ、第 4 レンズ群 L4、第 5 レンズ群 L5 が物体側へ移動する。

【0083】

また、実施例 3 のズームレンズは正負正正負の 5 レンズ群から構成され、変倍時には第 2 レンズ群 L2 が像側へ、第 4 レンズ群 L4、第 5 レンズ群が物体側へ移動する。

【0084】

各実施例のように、2 つ以上のレンズ群の移動による変倍を行えば、それぞれの群に変倍機能を分担できるので、群パワーが大きくなり過ぎたり、変倍移動量が多くなり過ぎたりせず、コンパクト性と良好な光学特性を両立させることが可能である。特に、第 2 レン

50

ズ群 L 2 の移動量が抑えられることで、第 1 レンズ群 L 1 から絞り S までの距離が小さくなり、前玉径、ひいてはプリズム径も小さくすることができ、カメラの厚みを薄くすることが可能となる。また、第 2 レンズ群 L 2 と第 4 レンズ群 L 4 の移動による変倍時に生じるピント移動を、他のレンズ群の移動で補正させることにより、高変倍でありながらコンパクト且つ良好な光学特性を備えたズームレンズが達成できる。

【0085】

各実施例において、第 1 レンズ群 L 1 は正の屈折力を有し、物体側から順に、負レンズと、光軸を 90 度折り曲げる反射光学素子 R e と、正レンズから構成される。

【0086】

第 1 レンズ群 L 1 において、光線を反射させることで光路を折り曲げる作用を持つ反射光学素子 R e として、プリズムが配置されているが、反射光学素子はこれに限定されるものではなく、例えばミラーであってもよい。反射光学素子をプリズムにより構成することで、反射光学系内を通過する光束径が小さくなり、よってプリズムを小型にでき、カメラの厚みを薄くすることができる。また、プリズムの屈折率を高くすることにより、プリズムを通過する光線高さを低く抑えることができ、やはりカメラの厚みを薄くすることができる。プリズムの前方に負レンズを配置することにより、軸外光線角度を小さくすることができるので、プリズム径を更に小さくすることができ、カメラの厚みも更に薄くすることが可能である。

【0087】

上記負レンズは条件式 (1)、(2) を満たす。上記負レンズを、条件式 (1) を満たすようにすれば、比較的緩い曲率半径で所望の負の屈折力を得ることができるため、歪曲収差等の発生を小さく抑えることができたり、前玉径を小さくしたりすることが可能である。また、第 1 レンズ群 L 1 は正の屈折力を有するため、条件式 (2) のように、このレンズ群内の負レンズに比較的大きい色分散を持たせることで、第 1 レンズ群 L 1 内の色消しが効果的に行われ、良好な光学性能を得ることができる。更に、条件式 (3)、(4) を満たせば、前記効果はより高まる。

【0088】

各実施例のズームレンズは条件式 (5) を満たす。条件式 (5) は、第 1 レンズ群 L 1 において、反射光学素子より前に位置するレンズの物体側面から反射光学素子の反射面までの距離 d_{L1PR} と、撮像素子の対角長 $2Y$ と、広角端におけるレンズ全系の焦点距離 f_w の関係を規定したものである。一例として、図 3 に d_{L1PR} の距離を示す。条件式 (5) の下限値以上であれば、広角端の画角に対して、反射光学素子より前に位置するレンズの物体側面から反射光学素子の反射面までの距離が小さ過ぎないので、広角端の前玉径を小さくするために軸外収差補正に無理が生じず、良好な光学性能を保つことができる。条件式 (5) の上限値以下であれば、カメラの厚み寸法が大きくなり過ぎることによってコンパクト性を損なうことがない。更に、条件式 (6) を満たすと前記効果がより高まる。

【0089】

また、各実施例において、第 2 レンズ群 L 2 は負の屈折力を有し、負レンズと、負レンズと正レンズからなる接合レンズとから構成される。

【0090】

第 2 レンズ群 L 2 を、2 枚の負レンズと 1 枚の正レンズで構成することで、負のパワーを 2 枚のレンズに分割でき、特に広角時に発生する歪曲収差や非点収差の抑制が可能である。また、負レンズと正レンズを接合させ、正レンズに高屈折率高分散硝材を用い、一方の負レンズに正レンズより屈折率が低く分散の小さい硝材を用いることで、両レンズ間に大きな屈折率差や分散差を与えることができるため、このレンズ群で発生する色収差や単色収差を小さく抑えられ、変倍時のこれら諸収差変動も小さくすることができる。特に、正レンズに関しては条件式 (7)、(8) を満たすことが望ましく、更に、条件式 (9)、(10) を満たすと前記効果がより高まる。このように正レンズに屈折率の高い硝材を使用することにより、正のベッツパール和が小さくなり、像面湾曲を抑えることも可能で

10

20

30

40

50

ある。

【0091】

第2レンズ群L2の焦点距離が条件式(11)を満たすようにすることで、次のような利点を得られる。即ち、条件式(11)の下限値を上回ること、適度に第2レンズ群L2の負の屈折力を維持することができ、所望のズーム比を得る上で、第2レンズ群L2の移動量を小さくすることができるので、ズームレンズの全長を短くすることができる。また、条件式(11)の上限値を下回ること、第2レンズ群L2の負の屈折力が大きくなり過ぎず、第2レンズ群での収差の発生や偏芯・形状誤差による収差変動を抑えることができる。更に、条件式(12)を満たすと前記効果がより高まる。

【0092】

第3レンズ群L3は正の屈折力を有し、正レンズ1枚から構成される。また、第3レンズ群L3は変倍に際し固定されている。

【0093】

各実施例においては、第3レンズ群は他のレンズ群に比べてパワーが弱いため、1枚の正レンズのみという簡素な構成でも球面収差、コマ収差、軸上色収差等の発生を小さく抑えられる。従って、第3レンズ群の占める体積が小さくて済み、第2レンズ群L2及び第4レンズ群L4の変倍時の可動領域を確保し易い。また、開口絞りSを本ズームレンズの略中央部にあたる第3レンズ群L3近辺に設けることによって、軸外収差をバランスよく補正でき、前玉径と後玉径に大きな差が生じ難くなるため、カメラ厚み方向のレンズユニット形状を平坦にし易く、カメラのレイアウトをし易くしたりする等の利点がある。更に、第3レンズ群L3付近は撮像素子Pから十分に離れて位置しているので、CCD・CMOS光学系で要求されるテレセントリック性も十分に確保し易い。各実施例では、このレンズ群が最も絞りSに近い、非球面を用いることにより球面収差やコマ収差等を良好に補正することができる。また、ここを通過する光束は軸上・軸外とも比較的太いため、本ズームレンズ中、レンズ面形状誤差の影響を受け易い箇所となっており、モールド非球面レンズで発生し易い面のうねり誤差(非球面誤差)を十分に小さく抑えておくことが好ましい。第3レンズ群L3を変倍時固定とすることで、第3レンズ群L3と絞りSを一体で移動させずに済み、駆動機構の簡略化が可能となる。

【0094】

各実施例において第4レンズ群L4は正の屈折力を有し、条件式(13)を満たす。

【0095】

第4レンズ群L4の焦点距離を条件式(13)を満たすようにすることで、次のような利点を得られる。即ち、条件式(13)の下限値を上回ること、適度に第4レンズ群L4の正の屈折力を維持することができ、所望のズーム比を得る上で、第4レンズ群L4の移動量を小さくすることができるので、ズームレンズの全長を短くすることができる。また、条件式(13)の上限値を下回ること、第4レンズ群L4の正の屈折力が大きくなり過ぎず、第4レンズ群L4での収差の発生や偏芯・形状誤差による収差変動を抑えることができる。更に、条件式(14)を満たすと前記効果がより高まる。

【0096】

各実施例においては、第5レンズ群L5は負の屈折力を有し、無限遠物体から近距離物体へ合焦する際に第5レンズ群を像側へ移動させる。また、第5レンズ群が1枚の負のプラスチックレンズのみから構成されており、駆動機構への負荷を最小限に抑えることができる。もしフォーカシングを第2レンズ群L2や第4レンズ群L4で行おうとした場合、前者では像側へ、後者では物体側へ群移動を行う必要があるため、特に望遠端では共に第3レンズ群との空気間隔を確保する必要がある。その結果、レンズ系のコンパクト性を維持することが困難になってしまう。一方、第5レンズ群L5においては、光学全長に影響を与えずに、フォーカシングに必要な空気間隔を得ることが比較的容易であるため、電力消費が少なく、簡略な構造で、コンパクト性に優れたレンズを実現することができる。第5レンズ群内のレンズを、プラスチックレンズとすることで、非点収差等の補正に効果的な非球面付加が容易となり、またズーミング時及びフォーカシング時に可動である第5

10

20

30

40

50

レンズ群を軽量化できるので、駆動機構への負荷を小さく抑えることができる。また、プラスチックレンズは射出成形による大量生産が可能であり、コストダウンにも寄与する。プラスチックレンズは温度変化により屈折率・形状が変化するが、プラスチックレンズの屈折力を条件式(15)の範囲内に抑えれば、前記屈折率・形状変化による光学性能の変化を小さくすることが可能である。条件式(16)を満たすことができればより好ましい。

【0097】

実施例1、2、4、5、6において、ズームレンズはさらに正の屈折力を有する第6レンズ群L6を有し、正負正正負正の6群構成を実施している。第6レンズ群L6は正のプラスチックレンズ1枚から構成される。

10

【0098】

正負正正負の5群構成と正負正正負正の6群構成とを比較した場合、後者の方が正の第6レンズ群の収斂作用によりテレセントリック性が良好に保てるという利点がある。

【0099】

同様に第6レンズ群L6においても、プラスチック非球面レンズ1枚で構成することで、簡素な構成ながら歪曲収差等を効果的に補正し、またレンズユニットの軽量化・ローコスト化に寄与することができる。更に条件式(17)を満たすことで、温度変化による光学性能の変化を小さく抑えることが可能である。条件式(18)を満たすことができればより好ましい。実施例1、2、4、5、6では第6レンズ群はズーミング中に固定なので、撮像素子近辺の密閉性を高め、ゴミや埃等の進入を防ぐ効果がある。

20

【0100】

第5レンズ群L5、第6レンズ群L6ともプラスチック非球面以外にも、ガラスモールド非球面やガラスと樹脂の複合(ハイブリッド)非球面を用いても良好な光学性能を得ることができる。

【0101】

また、各実施例において、赤外カットフィルターを、ローパスフィルター表面にコート処理を施した反射型とすれば、吸収型の赤外カットフィルターガラスを別途挿入する必要がないので、光軸方向の厚みを薄くすることができ、コンパクト性に有利な構成とすることが可能となる。

【0102】

30

また、各実施例においては、特に広角端において負の歪曲収差を比較的大きく発生させることにより、レンズ系のさらなる小型化を達成している。このとき、画像の品位を保つために、電子的な歪曲収差補正を行うことが好ましい。

【0103】

以下、各実施例のレンズデータを示す。

【0104】

各実施例における各符号の意味は以下の通りである。

【0105】

f：全系の焦点距離

F：Fナンバー

：半画角

R：曲率半径

d：レンズ間隔

n_d ：d線に対する屈折率

d ：アッペ数

2Y：撮像素子の対角線長(固体撮像素子の矩形実効画素領域の対角線長)

*：非球面

非球面の形状は、面の頂点を原点とし、光軸方向にX軸を取り、光軸と垂直方向の高さをhとして、以下の数1で表す。

【0106】

40

50

【数 1】

$$X = \frac{h^2 / R}{1 + \sqrt{1 - (1 + K) h^2 / R^2}} + \sum A_i h^i$$

【0107】

但し、

 A_i : i 次の非球面係数

R : 曲率半径

K : 円錐定数

(実施例 1)

面データを以下に示す。

面番号	R (mm)	d (mm)	n_d	d	
1		0.60	1.94595	18.0	
2	17.447	1.08			
3		7.25	1.84666	23.8	
4		0.20			
5 (＊)	11.178	2.49	1.80139	45.4	20
6 (＊)	-18.709	d1(可変)			
7	-19.212	0.50	1.90366	31.3	
8	9.863	0.90			
9	-26.012	0.50	1.72916	54.7	
10	5.918	1.08	1.94595	18.0	
11	14.138	d2(可変)			
12(絞り)		0.94			
13	14.860	0.90	1.80518	25.4	
14	73.122	d3(可変)			
15(＊)	6.319	1.43	1.58332	59.3	30
16(＊)	64.519	0.89			
17	14.673	0.55	1.90366	31.3	
18	4.378	2.48	1.49700	81.6	
19	-8.677	d4(可変)			
20(＊)	14.207	0.95	1.60700	27.0	
21(＊)	5.404	d5(可変)			
22(＊)	9.740	1.60	1.53048	55.7	
23(＊)	11.682	1.50			
24		1.20	1.51633	64.2	
25					40

非球面係数を以下に示す。

第 5 面

K=0, A4=-1.70736E-04, A6=-1.47541E-06, A8=1.55312E-07, A10=-7.62058E-09

第 6 面

K=0, A4=-2.11701E-06, A6=2.69375E-06, A8=-4.41401E-08, A10=-3.63105E-09

第15面

K=0, A4=-2.14515E-04, A6=3.53922E-05, A8=-5.45867E-06, A10=3.65419E-07

第16面

K=0, A4=5.43332E-04, A6=3.64851E-05, A8=-6.48052E-06, A10=4.59435E-07

第20面

50

K=0, A4=8.20665E-04, A6=-2.33247E-05, A8=6.62358E-06, A10=2.58481E-07

第21面

K=0, A4=1.06019E-03, A6=-1.58835E-05, A8=-5.54102E-07, A10=1.23587E-06

第22面

K=0, A4=-1.96443E-03, A6=1.98594E-04, A8=-2.04302E-05, A10=9.87164E-07,
A12=-1.45318E-08

第23面

K=0, A4=-4.11467E-03, A6=3.07054E-04, A8=-2.69047E-05, A10=1.21210E-06,
A12=-1.73429E-08

変倍時の各種データを以下に示す。

10

ズーム比	2.85		
	広角	中間	望遠
焦点距離	6.84	11.50	19.52
Fナンバー	4.01	4.66	5.59
半画角	29.7	18.8	11.3
像高	3.32	3.70	3.76
レンズ全長	44.27	44.25	44.27
バックフォーカス	4.10	4.08	4.10
d 1	0.450	2.426	4.085
d 2	5.017	3.041	1.382
d 3	4.485	2.599	0.500
d 4	3.269	3.435	3.000
d 5	2.619	4.339	6.873

20

ズームレンズ群データを以下に示す。

群	始面	焦点距離
1	1	11.06
2	7	-4.71
3	13	23.00
4	15	9.86
5	20	-14.98
6	22	85.92

30

プラスチックレンズの温度変化によるピント移動量を以下に示す。

【0108】

	広角	中間	望遠
f	6.84	11.50	19.52
ピント移動量	-0.027	-0.039	-0.061

また、図3は広角端におけるレンズ構成図、図4は広角端における収差図、図5は中間焦点距離における収差図、図6は望遠端における収差図である。

【0109】

なお、レンズ面20、21からなる第10レンズ、レンズ面22、23からなる第11レンズはプラスチックレンズである。また、撮像素子の対角長2Yは7.812である。

40

(実施例2)

面データを以下に示す。

面番号	R (mm)	d (mm)	n _d	d
1		0.60	1.94595	18.0
2	17.450	1.08		
3		7.24	1.84666	23.8
4		0.20		
5 (*)	11.212	2.45	1.80139	45.4
6 (*)	-19.301	d1(可変)		

50

7	-19.930	0.50	1.90366	31.3
8	9.774	0.92		
9	-24.206	0.50	1.72916	54.7
10	5.522	1.16	1.94595	18.0
11	14.450	d2(可変)		
12(絞り)		0.94		
13(*)	10.943	0.90	1.80892	40.5
14	25.943	d3(可変)		
15(*)	8.620	1.18	1.58313	59.4
16	-95.693	1.24		
17	12.190	0.55	1.90366	31.3
18	4.705	2.10	1.49700	81.6
19	-10.199	d4(可変)		
20(*)	10.665	0.95	1.60700	27.0
21(*)	4.834	d5(可変)		
22(*)	10.946	1.54	1.53048	55.7
23(*)	12.692	2.82		
24		1.10	1.51633	64.2
25				

非球面係数を以下に示す。

第5面

$K=0, A4=-1.79454E-04, A6=-4.53630E-06, A8=5.85513E-07, A10=-2.46516E-08,$
 $A12=4.01958E-10$

第6面

$K=0, A4=-6.34659E-06, A6=-5.68418E-06, A8=1.19784E-06, A10=-6.70188E-08,$
 $A12=1.34680E-09$

第13面

$K=0, A4=-1.59570E-04, A6=3.28915E-05, A8=-1.19704E-05, A10=1.29497E-06$

第15面

$K=0, A4=-4.29528E-04, A6=-5.87287E-06, A8=3.90181E-06, A10=-4.27847E-07$

第20面

$K=0, A4=3.45535E-04, A6=7.80149E-05, A8=-1.23397E-05, A10=1.51306E-06$

第21面

$K=0, A4=3.38841E-04, A6=1.19397E-04, A8=-2.88552E-05, A10=3.14864E-06$

第22面

$K=0, A4=-2.98757E-03, A6=2.95357E-04, A8=-2.68969E-05, A10=1.63830E-06,$
 $A12=-3.59111E-08$

第23面

$K=0, A4=-5.68030E-03, A6=4.81696E-04, A8=-4.11415E-05, A10=2.32371E-06,$
 $A12=-4.76451E-08$

変倍時の各種データを以下に示す。

ズーム比	2.85		
	広角	中間	望遠
焦点距離	6.87	11.54	19.57
Fナンバー	4.04	4.76	5.63
半画角	29.6	18.7	11.3
像高	3.32	3.70	3.78
レンズ全長	44.30	44.28	44.30
バックフォーカス	4.12	4.10	4.12
d1	0.450	2.385	4.141

10

20

30

40

50

d 2	5.070	3.135	1.379
d 3	4.512	2.463	0.500
d 4	3.282	3.333	3.018
d 5	2.809	4.807	7.085

ズームレンズ群データを以下に示す。

群	始面	焦点距離
1	1	11.30
2	7	-4.78
3	13	22.79
4	15	9.84
5	20	-15.52
6	22	114.92

10

プラスチックレンズの温度変化によるピント移動量を以下に示す。

【 0 1 1 0 】

	広角	中間	望遠
f	6.87	11.54	19.57
ピント移動量	0.005	-0.012	-0.033

また、図 7 は広角端におけるレンズ構成図、図 8 は広角端における収差図、図 9 は中間焦点距離における収差図、図 10 は望遠端における収差図である。

【 0 1 1 1 】

20

なお、レンズ面 2 0、2 1 からなる第 1 0 レンズ、レンズ面 2 2、2 3 からなる第 1 1 レンズはプラスチックレンズである。また、撮像素子の対角長 2 Y は 7 . 8 1 2 である。

(実施例 3)

面データを以下に示す。

面番号	R (mm)	d (mm)	n _d	d
1	-31.051	0.60	1.94595	18.0
2	38.191	0.57		
3		7.25	1.84666	23.8
4		0.20		
5 (*)	11.772	2.68	1.80139	45.4
6 (*)	-15.869	d1(可変)		
7	-17.080	0.50	1.90366	31.3
8	9.873	0.75		
9	-16.080	0.50	1.72916	54.7
10	5.890	1.21	1.94595	18.0
11	19.710	d2(可変)		
12(絞り)		0.94		
13(*)	12.112	1.28	1.69350	53.2
14(*)	103.878	d3(可変)		
15(*)	7.244	2.79	1.58332	59.3
16(*)	-20.372	0.66		
17	153.686	0.55	1.90366	31.3
18	5.506	1.85	1.49700	81.6
19	-8.596	d4(可変)		
20(*)	-143.316	1.67	1.53048	55.7
21(*)	11.262	d5(可変)		
22		1.20	1.51633	64.2
23				

30

40

非球面係数を以下に示す。

第 5 面

50

K=0, A4=-9.60158E-05, A6=1.72395E-06, A8=-1.13804E-07, A10=2.01990E-09

第 6 面

K=0, A4=1.61581E-04, A6=2.84909E-06, A8=-2.22540E-07, A10=4.75485E-09

第13面

K=0, A4=7.78907E-04, A6=-3.78182E-05, A8=1.78935E-05, A10=-1.64883E-06

第14面

K=0, A4=9.68317E-04, A6=-5.32543E-05, A8=2.27607E-05, A10=-1.86224E-06

第15面

K=0, A4=-2.62866E-04, A6=-5.04618E-06, A8=-1.28224E-07, A10=1.55000E-07

第16面

K=0, A4=4.24610E-04, A6=4.38495E-05, A8=-1.32002E-05, A10=1.35719E-06

第20面

K=0, A4=9.97729E-04, A6=1.43661E-04, A8=-2.00891E-05, A10=1.70862E-06

第21面

K=0, A4=1.18287E-03, A6=1.84810E-04, A8=-2.59074E-05, A10=2.48461E-06

変倍時の各種データを以下に示す。

ズーム比	2.85		
	広角	中間	望遠
焦点距離	6.84	11.50	19.52
F ナンバー	4.01	4.61	5.61
半画角	29.7	18.8	11.3
像高	3.32	3.87	4.03
レンズ全長	43.83	43.83	43.83
バックフォーカス	5.75	7.92	11.89
d 1	0.500	2.484	4.035
d 2	4.931	2.947	1.397
d 3	4.640	2.894	0.500
d 4	4.003	3.580	2.000
d 5	4.356	6.525	10.500

ズームレンズ群データを以下に示す。

群	始面	焦点距離
1	1	10.78
2	7	-4.66
3	13	19.66
4	15	10.67
5	20	-19.61

プラスチックレンズの温度変化によるピント移動量を以下に示す。

【 0 1 1 2 】

	広角	中間	望遠
f	6.84	11.50	19.52
ピント移動量	-0.015	-0.025	-0.051

また、図 1 1 は広角端におけるレンズ構成図、図 1 2 は広角端における収差図、図 1 3 は中間焦点距離における収差図、図 1 4 は望遠端における収差図である。

【 0 1 1 3 】

なお、レンズ面 2 0、2 1 からなる第 1 0 レンズはプラスチックレンズである。また、撮像素子の対角長 2 Y は 7 . 8 1 2 である。

(実施例 4)

面データを以下に示す。

面番号	R (mm)	d (mm)	n _d	d
1	45.294	0.60	2.14350	17.8

2	14.737	1.38		
3		7.24	1.84666	23.8
4		0.20		
5 (*)	11.730	2.12	1.80139	45.4
6 (*)	-40.551	d1(可変)		
7	-37.715	0.50	1.90366	31.3
8	7.535	1.13		
9	-24.873	0.50	1.72916	54.7
10	9.249	1.00	2.14350	17.8
11	32.789	d2(可変)		
12(絞り)		0.20		
13(*)	8.805	0.90	1.80892	40.5
14	16.182	d3(可変)		
15(*)	6.932	1.29	1.58313	59.4
16	2909.424	1.65		
17	9.206	0.51	1.90366	31.3
18	3.827	2.00	1.49700	81.6
19	-15.871	d4(可変)		
20(*)	-123.033	1.23	1.60700	27.0
21(*)	9.107	d5(可変)		
22(*)	13.630	1.59	1.53048	55.7
23(*)	16.844	2.93		
24		0.84	1.51633	64.2
25				

非球面係数を以下に示す。

第5面

K=0, A4=-1.08007E-04, A6=-5.87970E-06, A8=5.77649E-07, A10=-2.94665E-08, A12=3.70983E-10

第6面

K=0, A4=-3.56499E-05, A6=-6.87056E-06, A8=9.18136E-07, A10=-5.49404E-08, A12=9.83355E-10

第13面

K=0, A4=-1.82051E-04, A6=-2.67038E-06, A8=4.23975E-07, A10=-6.60600E-08

第15面

K=0, A4=-2.49413E-04, A6=4.70675E-07, A8=-4.82434E-07, A10=6.48394E-08

第20面

K=0, A4=-1.59508E-03, A6=1.78728E-05, A8=-5.53224E-06, A10=1.77901E-06

第21面

K=0, A4=-7.20235E-04, A6=5.98285E-05, A8=-1.60392E-05, A10=1.92352E-06

第22面

K=0, A4=-1.57926E-03, A6=3.74602E-04, A8=-3.42983E-05, A10=1.77168E-06, A12=-4.76967E-08

第23面

K=0, A4=-4.23329E-03, A6=4.63625E-04, A8=-3.61759E-05, A10=1.68228E-06, A12=-4.32667E-08

変倍時の各種データを以下に示す。

ズーム比	2.85		
	広角	中間	望遠
焦点距離	6.87	11.50	19.57
Fナンバー	4.04	4.77	5.63

10

20

30

40

50

半画角	30.6	19.4	11.7
像高	3.41	3.62	3.68
レンズ全長	44.40	44.40	44.40
バックフォーカス	4.07	4.08	4.08
d 1	0.450	3.260	5.537
d 2	6.387	3.577	1.300
d 3	4.605	2.669	0.500
d 4	2.084	2.893	4.057
d 5	2.760	3.887	4.892

ズームレンズ群データを以下に示す。

10

群	始面	焦点距離
1	1	16.51
2	7	-5.92
3	13	22.64
4	15	9.79
5	20	-13.92
6	22	114.99

プラスチックレンズの温度変化によるピント移動量を以下に示す。

【 0 1 1 4 】

	広角	中間	望遠
f	6.87	11.50	19.57
ピント移動量	-0.035	-0.044	-0.053

20

また、図 1 6 は広角端における収差図、図 1 7 は中間焦点距離における収差図、図 1 8 は望遠端における収差図である。

【 0 1 1 5 】

なお、レンズ面 2 0、2 1 からなる第 1 0 レンズ、レンズ面 2 2、2 3 からなる第 1 1 レンズはプラスチックレンズである。また、撮像素子の対角長 2 Y は 7 . 8 1 2 である。

(実施例 5)

面データを以下に示す。

面番号	R (mm)	d (mm)	n _d	d
1	-63.201	0.60	1.90681	21.2
2	23.245	0.84		
3		7.24	1.84666	23.8
4		0.20		
5 (*)	12.736	2.31	1.80139	45.4
6 (*)	-22.156	d1(可変)		
7	-44.307	0.50	1.90366	31.3
8	7.549	1.28		
9	-12.799	0.50	1.72916	54.7
10	8.085	1.23	1.90681	21.2
11	-937.000	d2(可変)		
12(絞り)		0.20		
13(*)	11.203	0.92	1.80892	40.5
14	31.415	d3(可変)		
15(*)	7.081	1.23	1.58313	59.4
16	119.136	1.16		
17	11.573	0.50	1.90366	31.3
18	4.374	1.88	1.49700	81.6
19	-15.916	d4(可変)		
20(*)	8.383	0.90	1.60700	27.0

30

40

50

21 (*)	4.642	d5 (可 変)		
22 (*)	9.112	1.59	1.53048	55.7
23 (*)	10.062	2.84		
24		0.85	1.51633	64.2
25				

非球面係数を以下に示す。

第 5 面

K=0, A4=-1.00612E-04, A6=-5.65833E-06, A8=6.71358E-07, A10=-3.13811E-08, A12=5.28309E-10

第 6 面

K=0, A4=3.10282E-05, A6=-6.37579E-06, A8=9.60967E-07, A10=-5.17969E-08, A12=9.91337E-10

第13面

K=0,

A4=-1.16542E-04, A6=-5.86821E-06, A8=1.27237E-06, A10=-1.54113E-07

第15面

K=0, A4=-3.29922E-04, A6=7.12583E-06, A8=-1.35164E-06, A10=1.33919E-07

第20面

K=0, A4=-3.00500E-04, A6=2.34037E-05, A8=-1.45128E-05, A10=1.92611E-06

第21面

K=0, A4=-3.41301E-04, A6=6.74802E-05, A8=-3.29495E-05, A10=3.53626E-06

第22面

K=0, A4=-3.23229E-03, A6=3.54187E-04, A8=-3.02748E-05, A10=1.57904E-06, A12=-3.82727E-08

第23面

K=0, A4=-5.88641E-03, A6=5.07681E-04, A8=-4.02984E-05, A10=1.96042E-06, A12=-4.37830E-08

変倍時の各種データを以下に示す。

ズーム比	2.85		
	広角	中間	望遠
焦点距離	6.87	11.50	19.57
F ナンバー	4.04	4.77	5.63
半画角	30.6	19.4	11.7
像高	3.42	3.74	3.80
レンズ全長	44.39	44.38	44.39
バックフォーカス	4.00	3.99	4.01
d 1	0.450	2.909	5.012
d 2	5.769	3.310	1.207
d 3	5.035	2.840	0.500
d 4	2.523	2.878	3.161
d 5	3.526	5.365	7.423

ズームレンズ群データを以下に示す。

群	始面	焦点距離
1	1	14.06
2	7	-5.57
3	13	21.10
4	15	10.96
5	20	-18.85
6	22	115.00

プラスチックレンズの温度変化によるピント移動量を以下に示す。

【 0 1 1 6 】

	広角	中間	望遠
f	6.87	11.50	19.57
ピント移動量	-0.023	-0.034	-0.048

また、図 2 0 は広角端における収差図、図 2 1 は中間焦点距離における収差図、図 2 2 は望遠端における収差図である。

【 0 1 1 7 】

なお、レンズ面 2 0、2 1 からなる第 1 0 レンズ、レンズ面 2 2、2 3 からなる第 1 1 レンズはプラスチックレンズである。また、撮像素子の対角長 2 Y は 7 . 8 1 2 である。
(実施例 6)

面データを以下に示す。

面番号	R (mm)	d (mm)	n_d	d
1	-40.544	0.60	1.92110	22.4
2	29.995	0.69		
3		7.24	1.84666	23.8
4		0.20		
5 (*)	13.820	2.32	1.80139	45.4
6 (*)	-19.944	d1(可変)		
7	-41.166	0.50	1.90366	31.3
8	7.616	1.30		
9	-12.754	0.50	1.72916	54.7
10	8.089	1.27	1.92110	22.4
11	-180.221	d2(可変)		
12(絞り)		0.20		
13(*)	10.571	0.93	1.80892	40.5
14	28.627	d3(可変)		
15(*)	7.369	1.24	1.58313	59.4
16	-244.489	0.87		
17	12.582	0.50	1.90366	31.3
18	4.284	1.85	1.49700	81.6
19	-21.061	d4(可変)		
20(*)	5.218	0.89	1.60700	27.0
21(*)	3.556	d5(可変)		
22(*)	11.492	1.83	1.53048	55.7
23(*)	13.377	2.47		
24		0.78	1.51633	64.2
25				

非球面係数を以下に示す。

第 5 面

K=0, A4=-1.06012E-04, A6=-5.40796E-06, A8=7.12809E-07, A10=-3.23538E-08, A12=5.97394E-10

第 6 面

K=0, A4=2.74851E-05, A6=-5.88210E-06, A8=9.66924E-07, A10=-4.98151E-08, A12=9.83116E-10

第 13 面

K=0, A4=-1.28727E-04, A6=-5.95887E-06, A8=1.12441E-06, A10=-1.28753E-07

第 15 面

K=0, A4=-3.18593E-04, A6=9.83999E-06, A8=-1.43800E-06, A10=1.37381E-07

第 20 面

K=0, A4=3.26510E-04, A6=6.85861E-06, A8=-1.64181E-05, A10=1.89533E-06

10

20

30

40

50

第21面

$K=0, A4=-2.46990E-04, A6=1.19056E-06, A8=-4.31224E-05, A10=3.70871E-06$

第22面

$K=0, A4=-3.52353E-03, A6=3.39536E-04, A8=-3.09308E-05, A10=1.66310E-06,$
 $A12=-3.65145E-08$

第23面

$K=0, A4=-6.55134E-03, A6=5.13038E-04, A8=-3.99815E-05, A10=1.91978E-06,$
 $A12=-3.80232E-08$

変倍時の各種データを以下に示す。

ズーム比	2.85			10
	広角	中間	望遠	
焦点距離	6.87	11.50	19.57	
Fナンバー	4.04	4.77	5.63	
半画角	30.6	19.4	11.7	
像高	3.42	3.81	3.87	
レンズ全長	44.42	44.40	44.42	
バックフォーカス	3.58	3.56	3.58	
d 1	0.450	2.962	5.170	
d 2	5.913	3.401	1.193	
d 3	5.232	2.918	0.500	20
d 4	3.010	3.051	3.000	
d 5	3.314	5.587	8.056	

ズームレンズ群データを以下に示す。

群	始面	焦点距離	
1	1	14.38	
2	7	-5.79	
3	13	20.25	
4	15	12.11	
5	20	-23.03	
6	22	115.01	30

プラスチックレンズの温度変化によるピント移動量を以下に示す。

【0 1 1 8】

	広角	中間	望遠
f	6.87	11.50	19.57
ピント移動量	-0.014	-0.023	-0.035

また、図24は広角端における収差図、図25は中間焦点距離における収差図、図26は望遠端における収差図である。

【0 1 1 9】

なお、レンズ面20、21からなる第10レンズ、レンズ面22、23からなる第11レンズはプラスチックレンズである。また、撮像素子の対角長2Yは7.812である。

【0 1 2 0】

実施例1～6の各条件式に対応する値を以下に示す。

【0 1 2 1】

【表 1】

	n_{1n}	ν_{1n}	$d_{L1PR}/(2Y/f_w)$	n_{2p}	ν_{2p}	$ f_2/f_w $	f_4/f_w	$ f_w/f_5 $	f_w/f_6
実施例 1	1.94595	18.0	4.64	1.94595	18.0	0.69	1.44	0.46	0.08
実施例 2	1.94595	18.0	4.66	1.94595	18.0	0.70	1.43	0.44	0.06
実施例 3	1.94595	18.0	4.20	1.94595	18.0	0.68	1.56	0.35	—
実施例 4	2.14350	17.8	4.92	2.14350	17.8	0.86	1.42	0.49	0.06
実施例 5	1.90681	21.2	4.45	1.90681	21.2	0.81	1.60	0.36	0.06
実施例 6	1.92110	22.4	4.32	1.92110	22.4	0.84	1.76	0.30	0.06

10

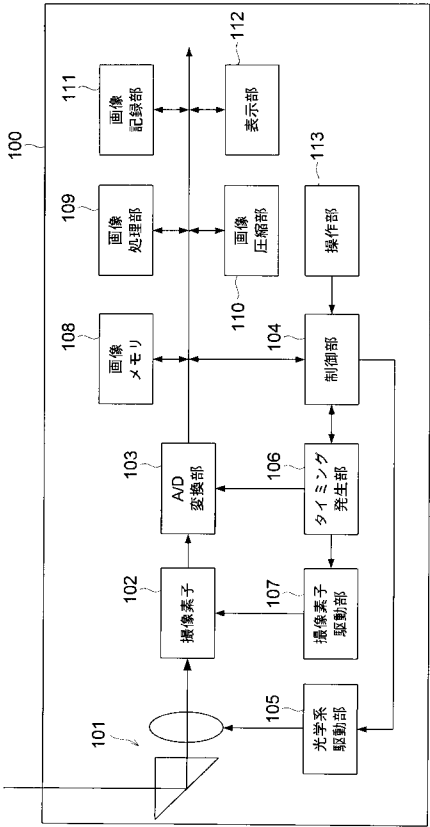
【符号の説明】

【 0 1 2 2 】

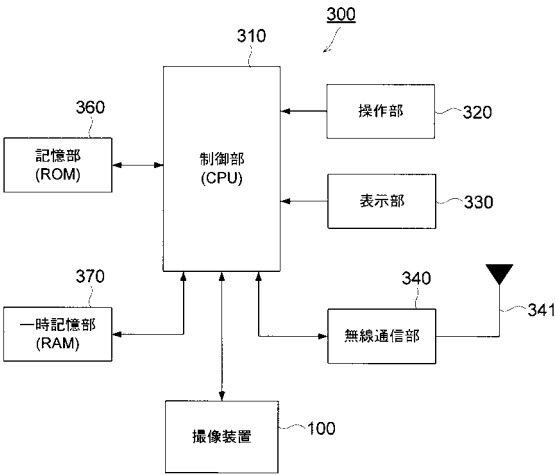
- L 1 第 1 レンズ群
- L 2 第 2 レンズ群
- L 3 第 3 レンズ群
- L 4 第 4 レンズ群
- L 5 第 5 レンズ群
- R e 反射光学素子
- S 開口絞り
- F i ローパスフィルターとカバーガラス
- P 結像面

20

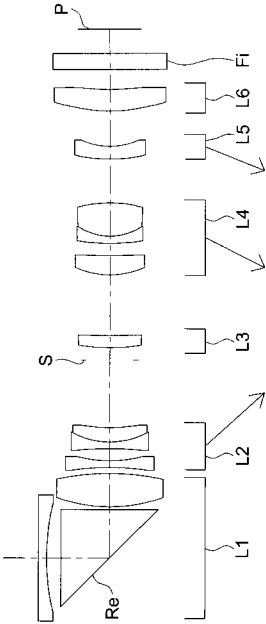
【図 1】



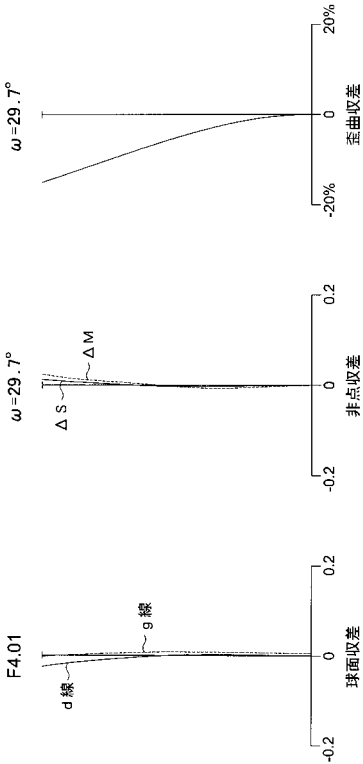
【図 2】



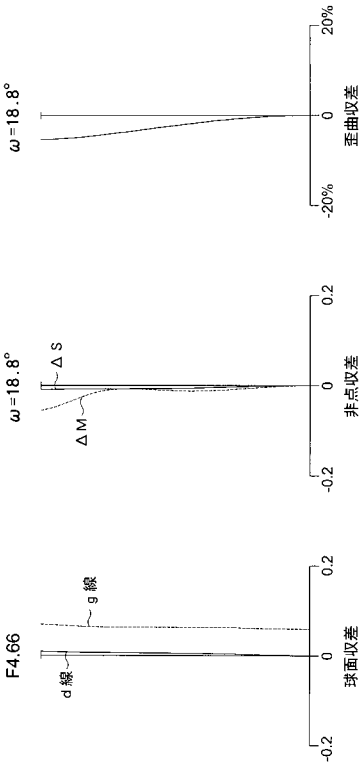
【 図 3 】



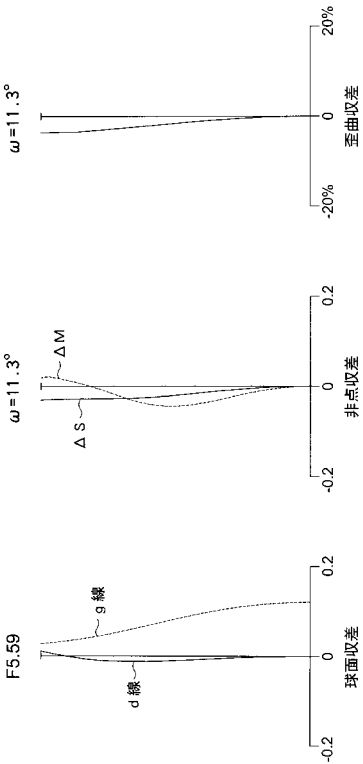
【 図 4 】



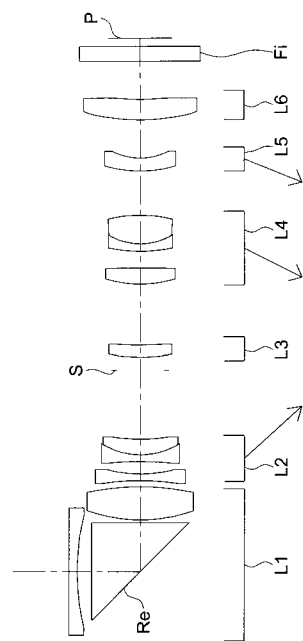
【 図 5 】



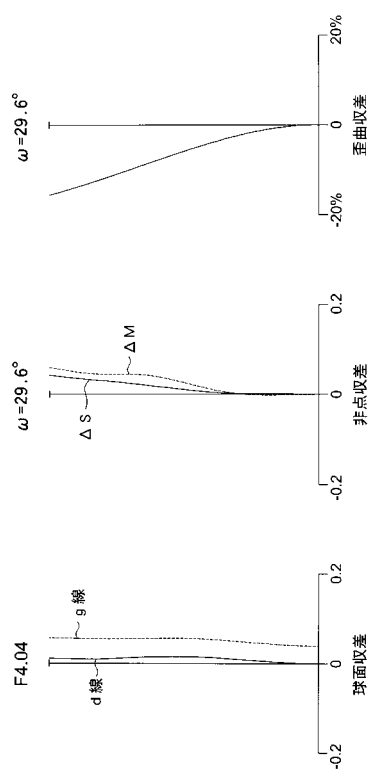
【 図 6 】



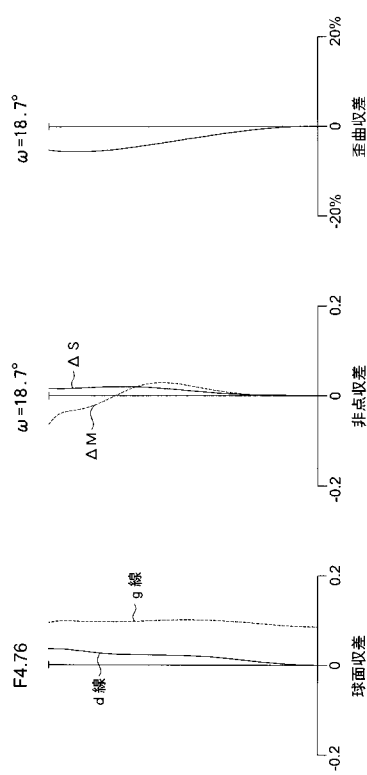
【 図 7 】



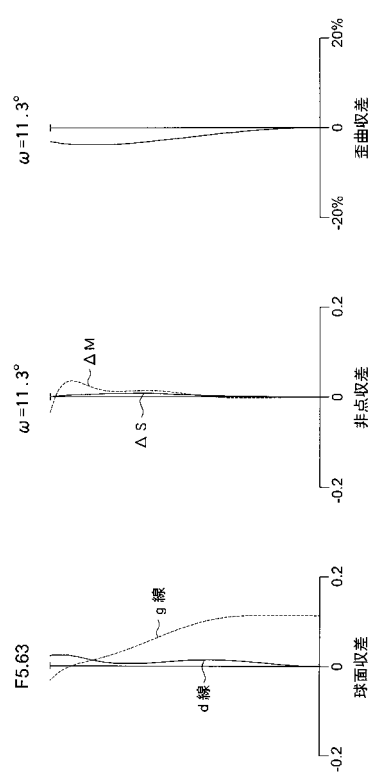
【 図 8 】



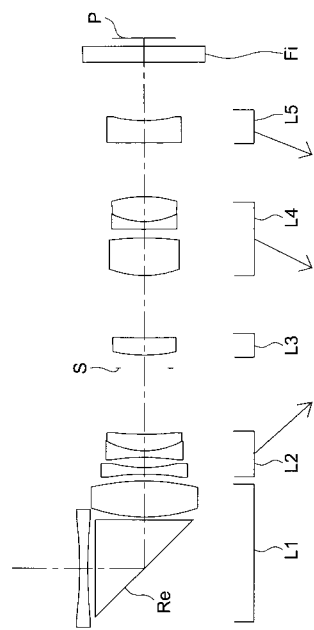
【 図 9 】



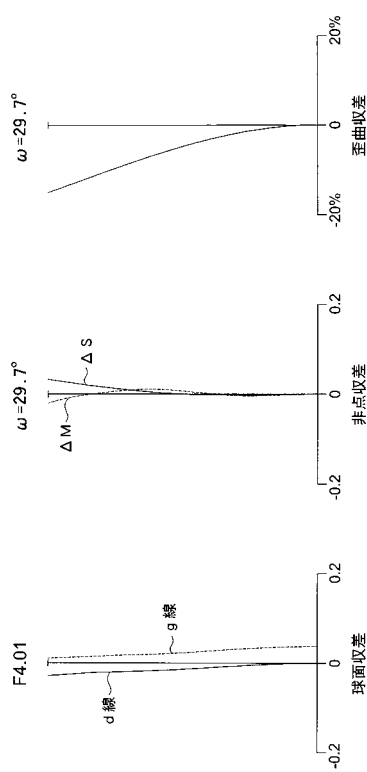
【 図 10 】



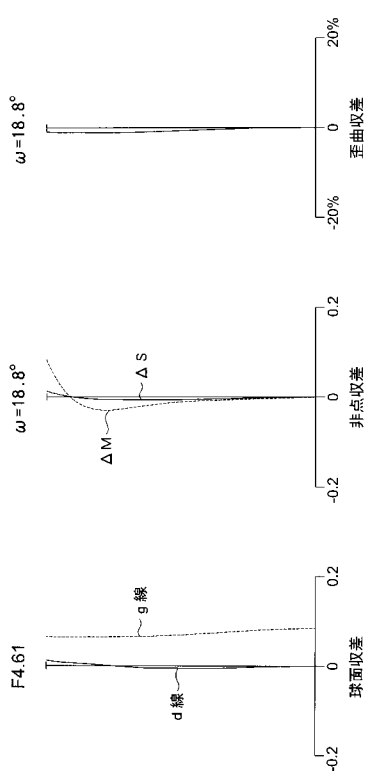
【図 1 1】



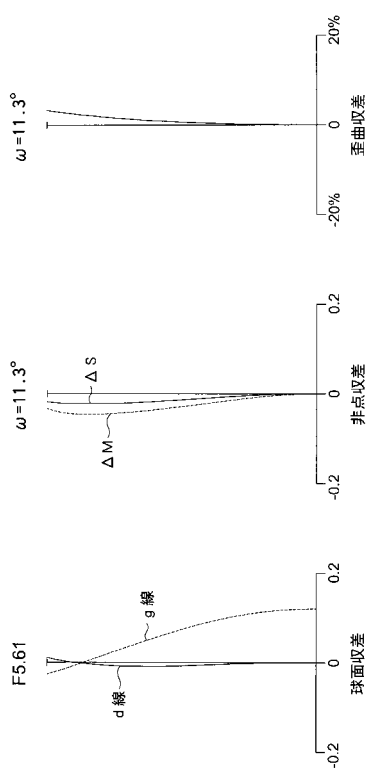
【図 1 2】



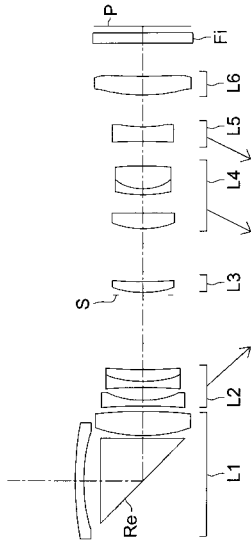
【図 1 3】



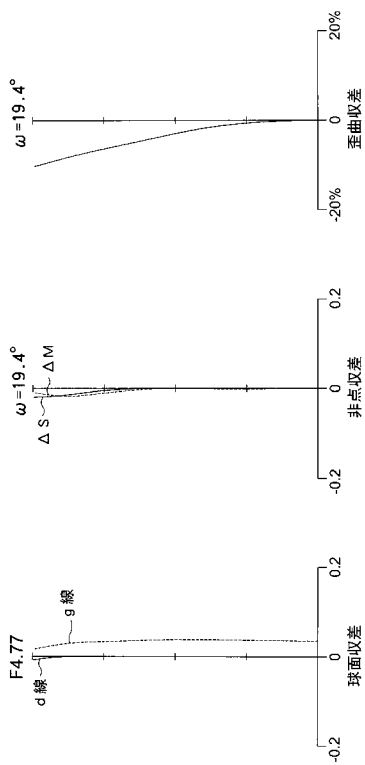
【図 1 4】



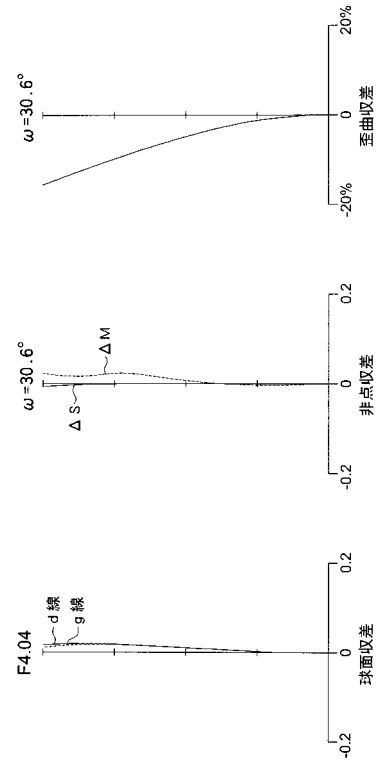
【図 15】



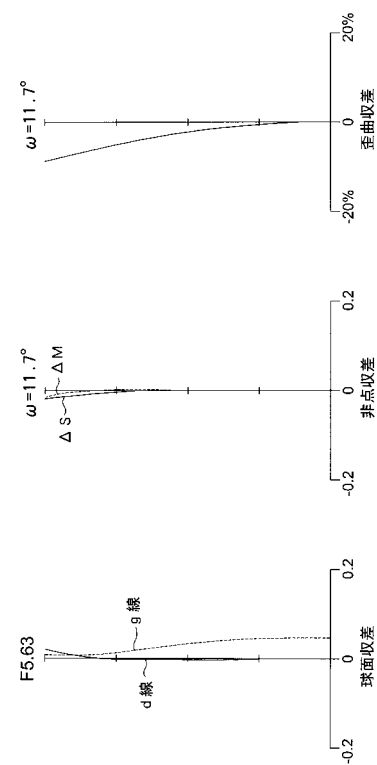
【図 17】



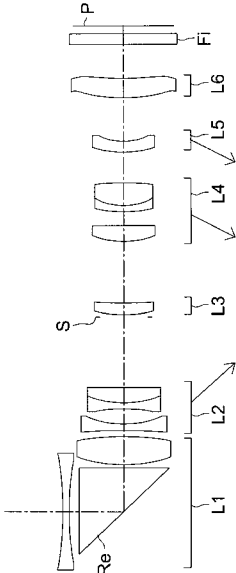
【図 16】



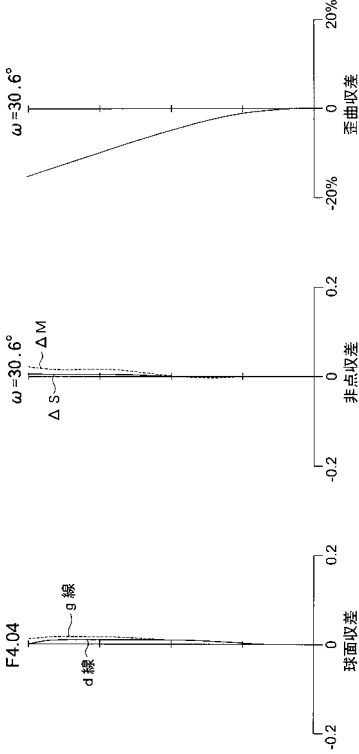
【図 18】



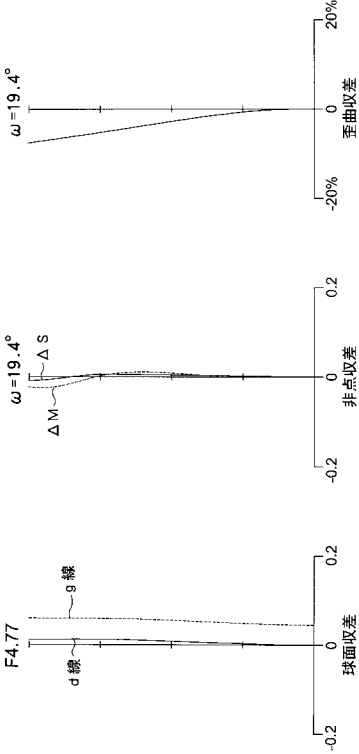
【 図 1 9 】



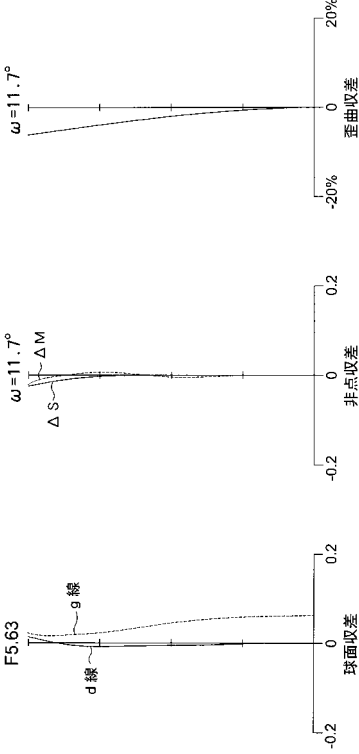
【 図 2 0 】



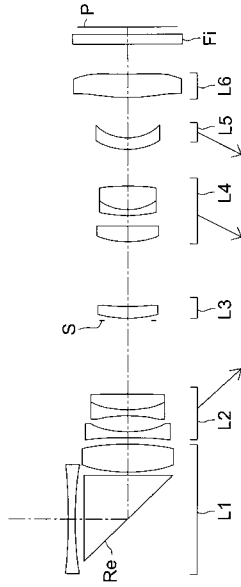
【 図 2 1 】



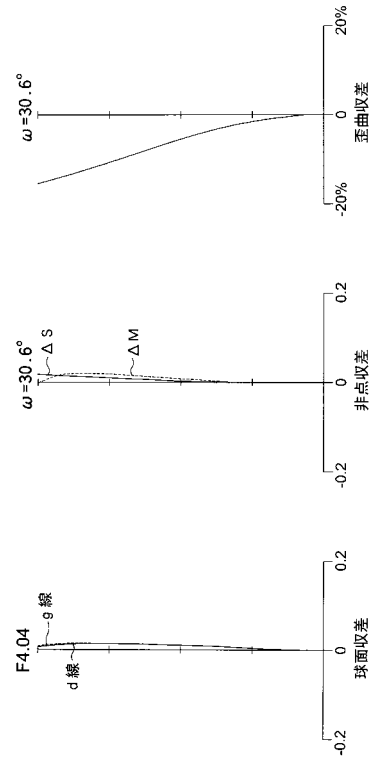
【 図 2 2 】



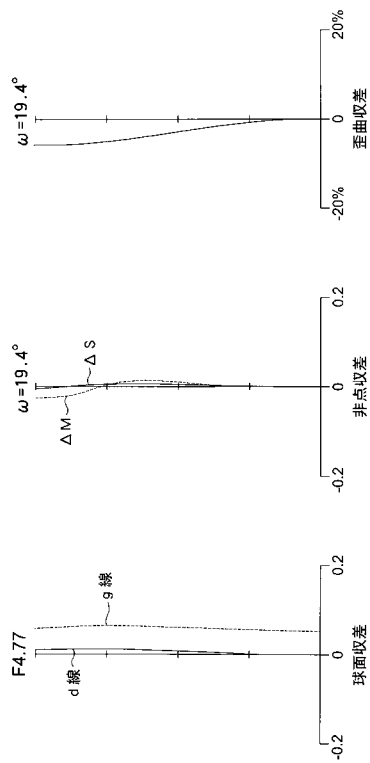
【図 2 3】



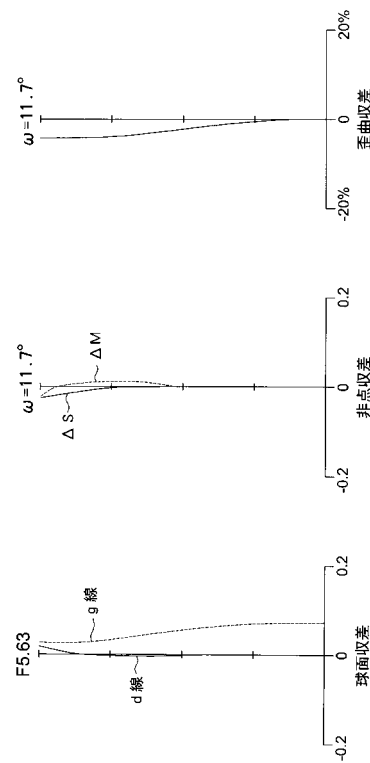
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B 1 5 / 2 0

G 0 2 B 1 3 / 1 8