

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4944436号  
(P4944436)

(45) 発行日 平成24年5月30日(2012.5.30)

(24) 登録日 平成24年3月9日(2012.3.9)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/20 (2006.01)  
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/20  
G02B 13/18

請求項の数 5 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2005-353640 (P2005-353640)  
 (22) 出願日 平成17年12月7日 (2005.12.7)  
 (65) 公開番号 特開2007-156251 (P2007-156251A)  
 (43) 公開日 平成19年6月21日 (2007.6.21)  
 審査請求日 平成20年12月4日 (2008.12.4)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100086818  
 弁理士 高梨 幸雄  
 (72) 発明者 畠田 隆弘  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ  
 ャノン株式会社内  
 審査官 殿岡 雅仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群より構成され、広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が大きくなり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が小さくなり、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が大きくなり、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が小さくなるズームレンズにおいて、前記第2レンズ群は、アッベ数をd2、部分分散比を2とするとき、

$$-1.62 \times 10^{-3} < d_2 + 0.642 < 2 \\ 55 \quad d_2$$

10

なる条件を満足する材料で構成される負レンズを含む3枚以上の負レンズを有し、前記第2レンズ群の焦点距離をf2、広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々fw、ftとするとき、

$$0.3 < |f_2/f_w| < 1.0 \\ 2.5 \quad f_t/f_w$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

## 【請求項 2】

前記第2レンズ群は、物体側から像側へ順に、負レンズ、負レンズ、複数のレンズを有することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

20

**【請求項 3】**

前記第2レンズ群の像側に開口絞りが配置されていることを特徴とする請求項1または2に記載のズームレンズ。

**【請求項 4】**

固体撮像素子に像を形成することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のズームレンズ。

**【請求項 5】**

請求項1乃至4のいずれか1項に記載のズームレンズと、前記ズームレンズ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】**

10

**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関し、特に、デジタルカメラ、ビデオカメラ、フィルム用カメラ等の撮像装置に用いられるズームレンズに関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

近年、デジタルカメラ等の撮像装置に用いられる固体撮像素子は年々高画素化と高精細化が進んでいる。現状の固体撮像素子の1画素(ピクセル)の大きさは、数 $\mu\text{m}$ 程度である。

20

**【0003】**

さらに、デジタルカメラは画像の拡大が容易で、ユーザーがピクセル等倍で画像を確認できる。このため、デジタルカメラ用の撮影レンズに要求される光学性能は非常に高い。とりわけ、白色光下での撮影においては、色のにじみによる画質の劣化を防ぐ必要がある。具体的には、倍率色収差を可視域全体の波長帯で非常に小さく補正されることが望まれている。

**【0004】**

特に、ズームレンズは、単一焦点距離の撮影レンズに比べて倍率色収差等の色収差が多く発生しやすい。このためズームレンズには補正不足となりがちな二次スペクトルの改善が強く求められている。

30

**【0005】**

比較的、高ズーム比で望遠型のズームレンズとして、最も物体側のレンズ群を正の屈折力のレンズ群とした所謂ポジティブリード型のズームレンズがある。

**【0006】**

このタイプのズームレンズのうち、軸外主光線の入射高の高い第1レンズ群と、最終レンズ群中の正レンズに異常分散ガラスを用いて色収差を補正したズームレンズが知られている(例えば特許文献1~3)。

**【0007】**

また、物体側から像側へ順に、正・負・正の屈折力のレンズ群の3群からなるポジティブリード型の3群ズームレンズが知られている。この3群ズームレンズにおいて負の屈折力の第2レンズ群中の負レンズに異常分散性を持つ硝材を使用し、ズーミングに際しての倍率色収差の変動を小さくしたズームレンズが知られている(特許文献4)。

40

**【0008】**

又、物体側から像面側へ順に正、負、正、負、正の屈折力のレンズ群より成る5群ズームレンズで、異常分散性を持つ材料を用いて色収差を良好に補正したズームレンズが知られている(特許文献5、6)。

**【特許文献1】特開平6-43363号公報**

**【特許文献2】特開2002-62478号公報**

**【特許文献3】特開平8-248317号公報**

**【特許文献4】特開昭59-198416号公報**

50

【特許文献 5】特開 2001 - 350093 号公報

【特許文献 6】特開 2002 - 62474 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献 1, 2, 3 は、固体撮像素子の高画素化が進み画素ピッチが小さくなつたデジタルカメラ等の撮影光学系としては、倍率色収差の補正が必ずとも十分とはいえない。

【0010】

また、特許文献 4 では、ズーミングに際して倍率色収差の変動は小さく抑えられているが、ズーム比が必ずしも十分でない。又、F ナンバーが 8 であり、明るさも十分でない。

10

【0011】

引用文献 4 の構成において、ズーム比を大きくすると倍率色収差が大きくなつてきて、これを補正するのが難しくなつてくる。

【0012】

本発明は、ズーミングに伴い変動する倍率色収差を良好に補正し、全ズーム範囲にわたり良好なる光学性能を有したズームレンズ及びそれを用いた撮像装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群より構成され、広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が大きくなり、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が小さくなり、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との間隔が大きくなり、前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群との間隔が小さくなるズームレンズにおいて、前記第 2 レンズ群は、アベ数を  $d_2$ 、部分分散比を  $\nu_2$  とするとき、

$$-1.62 \times 10^{-3} < d_2 + 0.642 < 2$$

$$5.5 < d_2$$

なる条件を満足する材料で構成される負レンズを含む 3 枚以上の負レンズを有し、前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$ 、広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々  $f_w$ 、 $f_t$  とするとき、

$$0.3 < |f_2 / f_w| < 1.0$$

$$2.5 < f_t / f_w$$

20

なる条件を満足することを特徴としている。

30

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、ズーミングに伴い変動する倍率色収差を良好に補正し、全ズーム範囲にわたり良好なる光学性能を実現したズームレンズ及びそれを用いた撮像装置を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0015】

【実施例】

【0016】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の実施例について説明する。

【0017】

図 1 は、実施例 1 のズームレンズの要部断面図、図 2 ~ 図 4 は実施例 1 のズームレンズの広角端(短焦点距離)、中間焦点距離、望遠端(長焦点距離)における収差図である。

【0018】

図 5 は、実施例 2 のズームレンズの要部断面図、図 6 ~ 図 8 は実施例 2 のズームレンズの広角端、中間焦点距離、望遠端における収差図である。

50

**【0019】**

図9は、実施例3のズームレンズの要部断面図、図10～図12は実施例3のズームレンズの広角端、中間焦点距離、望遠端における収差図である。

**【0020】**

図13は、実施例4のズームレンズの要部断面図、図14～図16は実施例4のズームレンズの広角端、中間焦点距離、望遠端における収差図である。

**【0021】**

図17はアッベ数  $d$  と部分分散比  $g F$  との関係を示す説明図である。

**【0022】**

図18は、ズームレンズにおいて、倍率色収差を補正するときの補正原理の説明図である。図19は本発明の撮像装置の概略図である。10

**【0023】**

図1、図5、図9、図13に示した実施例1～4のズームレンズのレンズ断面図において、 $L_1$  は正の屈折力の第1レンズ群、 $L_2$  は負の屈折力の第2レンズ群、 $L_R$  は複数のレンズ群を有し、全体として正の屈折力の後続レンズ群である。

**【0024】**

$S_P$  は開口絞りであり、後続レンズ群  $L_R$  の前方に位置している。

**【0025】**

後続レンズ群  $L_R$  は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第3レンズ群  $L_3$  、負の屈折力の第4レンズ群  $L_4$  、正の屈折力の第5レンズ群  $L_5$  を有している。20

**【0026】**

$I_P$  は像面であり、CCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面が位置している。又レンズ断面図において左方が物体側（前方）で右方が像側（後方）である。

**【0027】**

各実施例では、広角端から望遠端へのズーミングに際して矢印のように各レンズ群を移動させている。

**【0028】**

尚、広角端と望遠端とは変倍用のレンズ群が機構上、光軸方向に移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。30

**【0029】**

各実施例では、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群  $L_1$  と第2レンズ群  $L_2$  の間隔が広がるように第1レンズ群  $L_1$  を物体側へ移動させている。

**【0030】**

第2レンズ群  $L_2$  と絞り  $S_P$  との間隔が狭まるように第2レンズ群  $L_2$  を像側へ移動させている。又、第2レンズ群  $L_2$  と第3レンズ群  $L_3$  との間隔が狭まるように第3レンズ群  $L_3$  を物体側へ移動させている。

**【0031】**

数値実施例に示すように第3レンズ群  $L_3$  と第4レンズ群  $L_4$  の間隔が広がるように第4レンズ群  $L_4$  は移動している。第4レンズ群  $L_4$  と第5レンズ群  $L_5$  をいずれも双方の間隔が狭まるように物体側へ移動させている。40

**【0032】**

各実施例では、第3レンズ群  $L_3$  と第5レンズ群  $L_5$  を一体的に移動させて機構の簡略化を図っているが、互いに独立に移動させても良い。

**【0033】**

尚、絞り  $S_P$  はズーミングの際に第3レンズ群  $L_3$  と一緒に移動させても、又別体にて移動させても良い。一体とすると移動するユニットの数が少くなり、メカ構造を簡素化しやすくなる。

**【0034】**

収差図において、 $d$  ,  $g$  は  $d$  線 ,  $g$  線である。 $S_C$  は正弦条件である。  $M$  ,  $S$  はメ50

リディオナル像面、サジタル像面、倍率色収差は  $g$  線によって表している。  $\theta$  は半画角である。

**【0035】**

次に各実施例の特徴について説明する。

**【0036】**

各実施例において第2レンズ群  $L_2$  は、アッベ数を  $d_2$ 、部分分散比を  $\nu_2$  とするとき、

$$-1.62 \times 10^{-3} \cdot d_2 + 0.642 < 2 \quad (1)$$

$$55 \quad d_2 \quad (2)$$

なる条件を満足する材料で構成される負レンズを含む3枚以上の負レンズを有している。

10

**【0037】**

そして更に、第2レンズ群  $L_2$  の焦点距離を  $f_2$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき、

$$0.3 < |f_2 / f_w| < 1.0 \quad (3)$$

なる条件を満足している。

**【0038】**

ここで波長  $436\text{nm}$  ( $g$  線)、波長  $486\text{nm}$  ( $F$  線)、波長  $588\text{nm}$  ( $d$  線)、波長  $656\text{nm}$  ( $C$  線) のそれぞれに対する硝材の屈折率をそれぞれ、 $n_g$ 、 $n_F$ 、 $n_d$ 、 $n_C$  とするとき、アッベ数  $d$  と部分分散比  $\nu$  は次のとおりである。

**【0039】**

$$\begin{aligned} d &= (n_d - 1) / (n_F - n_C) \\ &= (n_g - n_F) / (n_F - n_C) \end{aligned}$$

各実施例のズームレンズにおいて、例えば、第2レンズ群  $L_2$  を2枚以下の負レンズで構成すると次のような問題が生じてくる。異常分散ガラスは一般的に屈折率が低いため所望の屈折力を得るために曲率がきつく(曲率半径が小さく)なる。この結果、主として広角端での負の歪曲収差が増大し、これを補正するのが困難になる。

**【0040】**

図17は光学材料のアッベ数  $d$  と部分分散比  $\nu$  の関係を示したグラフである。図17において点Aは株式会社オハラ社製の製品名PBM2( $d = 36.26$ 、 $\nu = 0.5828$ )の値を示す。

20

**【0041】**

点Bは株式会社オハラ社製の製品名NSL7( $d = 60.49$ 、 $\nu = 0.5436$ )の値を示す。

30

**【0042】**

点A、点Bを結んだ線を基準線とする。アッベ数  $d$  が35程度より小さい高分散ガラスは、基準線より上側に位置するものが多い。又、アッベ数  $d$  が35から60程度までの低分散ガラスは、基準線より下側に位置するものが多い。

**【0043】**

一方、アッベ数  $d$  が60以上で、基準線より上側に位置する異常分散ガラスも存在する。低分散ガラスに関しては、基準線より上側に位置するものを使用するのが二次スペクトラルの補正に対し効果的であり基準線から離れるほど補正効果が高まる。

40

**【0044】**

条件式(1)は、使用するレンズ材料の  $g$  線と  $F$  線に対する異常分散性を、部分分散の基準線を基準として規定している。具体的には、条件式(1)の部分分散比  $\nu_2$  が  $g$  線と  $F$  線の使用レンズ材料の部分分散比を表しており、条件式(1)の右辺が基準ガラスの場合の部分分散比  $\nu_2$  を表している。

**【0045】**

つまり、条件式(1)を満足するレンズ材料とは、一般的に異常分散ガラスと呼ばれるものであり、部分分散比  $\nu_2$  が基準線より大きい場合とは、基準ガラスに比べて相対的に  $g$  線の屈折率が大きいことを表している。

50

## 【0046】

倍率色収差をズーム全域で少なくするためには、ズーム全域で全系の倍率色収差係数をゼロ近傍の値に制御する必要がある。

## 【0047】

ここで倍率色収差係数  $T$  は、レンズの屈折力を  $\alpha$  、レンズ面に入射する軸上光線入射高を  $h$  、レンズ面に入射する軸外主光線入射高を  $h_b$  、アッペ数を  $d$  としたとき、

$$T = (h \cdot h_b \cdot \alpha) / d$$

で表される。

## 【0048】

従って倍率色収差の変動は、軸外主光線入射高  $h_b$  の変動が大きいレンズ群の影響が支配的である。次いで屈折力  $\alpha$  の絶対値が大きいレンズ群、即ち各実施例では第2レンズ群  $L_2$  の影響が大きくなる。

10

## 【0049】

図18(a), (b)は各実施例のズームレンズの広角端と望遠端での近軸屈折力配置の模式図である。

## 【0050】

図18の近軸屈折力配置では、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群  $L_1$  と負の屈折力の第2レンズ群  $L_2$  及び正の屈折力の後続レンズ群  $L_R$  を有している。そして、全系の焦点距離が長くなるに従い第1レンズ群  $L_1$  と第2レンズ群  $L_2$  との距離が大きくなると共に第2レンズ群  $L_2$  と後続レンズ群  $L_R$  との距離が小さくなる。

20

## 【0051】

このようなズームレンズにおいて、軸外の主光線について考察する。広角端では、図18(a)のように、望遠端では図18(b)のように主光線は各レンズ群を通過する。なる。なお、図18(a), (b)では絞りSPより像側の後続レンズ群  $L_R$  での屈折は省略している。

## 【0052】

従来のズームレンズにおいて、 $g$ 線と $C$ 線の倍率色収差を像面上で同一位置になるように補正したとする。この場合、その像面上での位置は $d$ 線に対して、広角端では光軸 $L_a$ の外側にずれ、望遠端では光軸 $L_a$ の内側にずれることになる。

## 【0053】

30

このとき $g$ 線の倍率色収差は以下のようない原理によって補正される。負の屈折力を持つ第2レンズ群  $L_2$  の負レンズの材料に異常分散ガラスを用いたとする。この場合、光軸 $L_a$ の内側に $g$ 線を曲げる力が強くなる。

## 【0054】

これは異常分散ガラスの $g$ 線の屈折力が通常の硝材に対して相対的に高いからである。

## 【0055】

ここで広角端と望遠端での軸外主光線の高さ  $h_b$  に注目すると、望遠端では高さ  $h_b$  が小さくなるため、第2レンズ群  $L_2$  の影響が広角端に比べて小さくなる。

## 【0056】

そのため、条件式(1)を満たすことで望遠端の倍率色収差をさほど悪化させることなく望遠端の倍率色収差の二次スペクトルを大きく改善することができる。

40

## 【0057】

従って、条件式(1)の下限を超えて、第2レンズ群  $L_2$  に使用するレンズの材料の異常分散性が小さくなると、倍率色収差を充分小さくすることが難しくなる。

## 【0058】

また、条件式(2)の下限を超えると、各レンズ群の色消しが不十分になり、倍率色収差及び軸上色収差のズーミングによる収差変動が大きくなってくるので良くない。

## 【0059】

また各実施例では条件式(3)を満足するようにしてズーミングにおける収差変動を少なくしている。

50

**【0060】**

条件式(3)は、変倍作用の大部分を受け持つ第2レンズ群L2の焦点距離の適正な範囲を規定している。第2レンズ群L2の屈折力が条件式(3)の下限を超えて大きくなつたとする。この場合、ズーミングによる第2レンズ群L2の移動量は小さくなるがそれ以上に第2レンズ群L2で発生する諸収差が増大するため、ズーミングによる収差変動の補正が困難になる。

**【0061】**

また反対に、第2レンズ群L2の屈折力が条件式(3)の上限を超えて小さくなつたとする。この場合、ズーミングによる第2レンズ群L2の移動量が大きくなり、光学系全体が大型化してしまう。

10

**【0062】**

また、それに伴って第2レンズ群L2に使用する異常分散の材料より成るレンズ径が大きくなるため、重量が増えレンズ鏡筒構造が複雑になるので良くない。

**【0063】**

尚、更に好ましくは条件式(2), (3)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

**【0064】**

$$\begin{aligned} 6.0 & \quad d_2 & (2a) \\ 0.4 < |f_2/f_w| & < 0.9 & (3a) \end{aligned}$$

以上説明したように各実施例のズームレンズでは、ズームレンズ全体の倍率色収差に大きく影響する第2レンズ群L2が、前述した所定の関係を満足する負レンズを備えている。これにより、高ズーム比でありながらズーム全域で諸収差を良好に補正し、高解像、高コントラストな光学性能を得ている。

20

**【0070】**

各実施例では広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々f\_w, f\_tとするとき

$$2.5 \quad f_t/f_w \quad (4)$$

なる条件を満足している。

**【0071】**

条件式(4)はズーム比に関する。各実施例では各レンズ群の屈折力と移動条件を適切に設定してズーム比2.5以上のズームレンズを得ている。

30

**【0072】**

ズーム比が2.5より小さくなると、一眼レフカメラの撮影レンズとしてズーム比が不十分となり、好ましくない。

**【0073】**

尚、更に好ましくは条件式(4)の数値を次の如く設定するのが良い。

**【0074】**

$$3.0 \quad f_t/f_w \quad (4a)$$

各実施例では、第2レンズ群L2は、物体側から像側へ順に、負レンズ、負レンズ、そして複数のレンズを有するように構成している。

**【0075】**

これによってズーミングにおける収差変動が少なくなるようにしている。

40

**【0076】**

各実施例はレンズ枚数を大幅に増やすことなく諸収差を良好に補正するために、いくつかのレンズ面を非球面形状としている。

**【0077】**

各実施例のレンズ構成において、第2レンズ群L2或いは第5レンズ群L5の少なくとも1面を非球面形状とするのが良い。

**【0078】**

これによれば主として広角端の非点収差や歪曲収差を良好に補正することが容易となる。

**【0079】**

50

第2レンズ群L2よりも像側であって、後続レンズ群LR中または後続レンズ群の物体側に開口絞りSPを配置している。

【0080】

これによって前玉有効径の増大を防止しつつ、レンズ系全体の小型化を図っている。

【0081】

以下に、実施例1～4に各々対応する数値実施例1～4を示す。各数値実施例において、 $i$ は物体側からの面の順番を示し、 $r_i$ は各面の曲率半径、 $d_i$ は第*i*面と第(*i*+1)面との間の間隔、 $n_i$ 、 $e_i$ はそれぞれd線を基準とした屈折率、アッベ数を示す。非球面形状は、光軸からの高さ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、

10

【0082】

【数1】

$$X = \frac{(1/R) \times H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K) \times (H/R)^2}} + C_4 \times H^2 + C_6 \times H^4 + C_8 \times H^6 + C_{10} \times H^8 + C_{12} \times H^{10}$$

【0083】

で表される。但し、Rは近軸曲率半径、Kは円錐定数、C4、C6、C8、C10、C12は非球面係数である。又「e<sup>-x</sup>」は[×10<sup>-x</sup>]を意味している。fは焦点距離、Fn0はFナンバー、L1～L5は第1～第5レンズ群を示す。

20

【0084】

中心厚、間隔d\_iの最終値は、レンズ面と像面との間隔である。

【0085】

又、前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を<<表1>>に示す。

【0086】

【表1】

&lt;&lt;数値実施例1&gt;&gt;

$f = 17.6 \sim 82.4$   
 $Fno = 4.12 \sim 5.77$

No	曲率半径 $r_i$	中心厚・間隔 $d_i$	屈折率 $n_i$	アッベ数 $\nu_i$	
1	164.462	1.400	1.805181	25.42	10
2	73.163	8.304	1.56907	71.3	
3	-12788.773	0.120			
4	58.774	5.603	1.43875	94.99	
5	245.074	0.120			
6	36.684	5.963	1.43875	94.99	
7	103.080	可変			
8	82.828*	1.200	1.5924	68.3	
9	10.852	4.837			
10	15864.589	0.800	1.5924	68.3	
11	20.446	2.219			20
12	-78.360	0.800	1.882997	40.76	
13	30.548	0.150			
14	20.996	4.841	1.805181	25.42	
15	-52.820	0.188			
16	-37.798	1.000	1.804	46.57	
17	-240.365	可変			
18	絞り	可変			
19	23.923	0.800	1.924722	40	
20	18.218	2.601	1.428909	70.23	
21	-46.722	0.150			30
22	46.433	4.300	1.569634	70	
23	-13.726	0.900	1.86687	39.99	
24	-23.429	可変			
25	-43.369	2.638	1.84666	23.93	
26	-20.274	0.800	1.762001	40.1	
27	277.598	8.700			
28	-34.395	1.200	1.603112	60.64	
29	-276.640	可変			
30	-6421.703	5.776	1.43875	94.99	
31	-22.887*	0.120			40
32	35.232	8.460	1.43875	94.99	
33	-22.613	2.100	1.7495	35.33	
34	-65.770	可変			

【0087】

【表2】

	f	d7	d17	d18	d24	d29	d34
広角端	17.6	0.86	12.43	8.39	0.74	6.31	35.99
中間位置	35.1	12.75	7.69	3.78	3.51	3.54	45.10
望遠端	82.4	26.67	2.88	1.68	6.27	0.77	52.94

【0088】

【表3】

## 非球面係数

8面	
k	-28.51744
c4	-2.77561E-06
c6	-1.60957E-08
c8	5.65876E-11
c10	-6.73877E-14
c12	1.68113E-16

10

20

31面	
k	-1.70012
c4	-9.78460E-06
c6	-1.84428E-09
c8	1.48947E-10
c10	-1.00847E-12
c12	1.47544E-15

30

【0089】

【表4】

&lt;&lt;数值実施例2&gt;&gt;

$f = 17.4 \sim 82.5$   
 $Fno = 4.12 \sim 5.77$

No	曲率半径 $r_i$	中心厚・間隔 $d_i$	屈折率 $n_i$	アッベ数 $\nu_i$	
1	134.196	1.400	1.84666	23.93	10
2	52.908	8.320	1.603112	60.64	
3	-2694.841	0.120			
4	41.865	5.668	1.719995	50.22	
5	116.308	可変			
6	130.658	1.200	1.5924	68.3	
7	10.585	5.277			
8	759.561	0.789	1.5924	68.3	
9	42.108	1.604			
10	-78.380	1.000	1.882997	40.76	
11	56.296	0.150			20
12	20.327	4.764	1.805181	25.42	
13	-75.220	-0.008			
14	-79.239	1.000	1.804	46.57	
15	37.788	可変			
16	絞り	可変			
17	45.196	0.800	1.719995	50.22	
18	14.909	2.848	1.48749	70.23	
19	-42.813	0.150			
20	21.931	4.300	1.48749	70.23	
21	-13.131	0.900	1.688931	31.07	30
22	-21.559	可変			
23	-46.798	1.871	1.84666	23.93	
24	-15.375	0.800	1.762001	40.1	
25	75.657	8.671			
26	-32.945	1.200	1.603112	60.64	
27	-1979.373	可変			
28	65.35194*	7.098	1.583126	59.4	
29	-23.044	1.077			
30	1953.980	4.663	1.48749	70.23	
31	-23.528	2.100	1.84666	23.93	40
32	-180.719	可変			

【0090】

【表5】

	f	d5	d15	d16	d22	d27	d32
広角端	17.6	2.17	13.66	6.83	0.78	6.89	39.01
中間位置	35.3	17.90	6.89	5.40	4.10	3.57	44.44
望遠端	82.5	33.03	3.16	1.89	7.12	0.55	53.04

非球面係数

28面	
k	20.58309
c4	-2.90186E-05
c6	3.53446E-09
c8	-1.26663E-10
c10	-1.39538E-12
c12	3.61240E-15

10

【0091】

【表6】

&lt;&lt;数値実施例3&gt;&gt;

$f = 22.5 \sim 95.1$   
 $Fno = 4.12 \sim 5.77$

No	曲率半径 $r_i$	中心厚・ 間隔 $d_i$	屈折率 $n_i$	アッベ数 $\nu_i$	
1	57.537	1.400	1.84666	23.93	10
2	31.620	9.677	1.496999	81.54	
3	333.820	0.120			
4	29.138	5.657	1.719995	50.22	
5	98.404	可変			
6	25.796	71.987	1.5924	68.3	
7	10.514	5.616			
8	-78.438	1.000	1.882997	40.76	
9	27.359	0.150			
10	18.536	6.861	1.805181	25.42	
11	-30.557	0.119			20
12	-26.853	1.000	1.804	46.57	
13	22.152	可変			
14	絞り	可変			
15	13.573	19.260	1.719995	50.22	
16	12.410	4.335	1.48749	70.23	
17	-81.697	0.150			
18	30.470	4.300	1.48749	70.23	
19	-15.663	0.900	1.688931	31.07	
20	-22.360	可変			
21	11.767	-30.228	1.84666	23.93	30
22	-14.092	0.800	1.762001	40.1	
23	-107.964	1.044			
24	11.605	-37.547	1.603112	60.64	
25	37.005	可変			
26	15.499*	40.160	1.583126	59.4	40
27	-30.027	1.501			
28	-197.144	4.344	1.48749	70.23	
29	-15.799	1.298	1.84666	23.93	
30	-30.994	可変			

【0092】

【表7】

	f	d5	d13	d14	d20	d25	d30
広角端	22.5	2.10	13.43	3.01	0.80	6.56	41.06
中間位置	36.3	8.17	9.05	1.69	2.73	4.62	51.52
望遠端	95.1	16.48	2.90	3.00	6.76	0.60	61.84

非球面係数

26面	
k	9.40588
c4	-3.31590E-05
c6	-3.38198E-08
c8	-1.18433E-09
c10	2.47885E-11
c12	-2.02187E-13

10

【0093】

【表8】

&lt;&lt;数值実施例4&gt;&gt;

f = 15.5~51.6  
Fno= 4.12~5.77

No	曲率半径 ri	中心厚・間隔 di	屈折率 ni	アッベ数 νi	
1	153.867	1.400	1.84666	23.93	10
2	62.935	6.484	1.603112	60.64	
3	483.541	0.120			
4	50.558	5.240	1.719995	50.22	
5	141.877	可変			
6	28.628	73.072	1.5924	68.3	
7	10.824	5.795			
8	195.002	0.795	1.5924	68.3	
9	32.804	1.879			
10	-107.468	1.000	1.882997	40.76	
11	36.079	0.150			
12	19.193	4.993	1.805181	25.42	
13	-122.125	-0.249			20
14	2090.660	1.000	1.804	46.57	
15	35.486	可変			
16	絞り	可変			
17	9.900	66.407	1.719995	50.22	
18	13.036	3.459	1.48749	70.23	
19	-47.663	0.150			
20	20.383	4.300	1.48749	70.23	
21	-13.571	0.900	1.688931	31.07	
22	-20.608	可変			
23	10.912	-40.369	1.84666	23.93	
24	-15.274	0.800	1.762001	40.1	
25	152.914	8.695			
26	15.933	-43.446	1.603112	60.64	
27	141.579	可変			
28	22.707*	65.695	1.583126	59.4	
29	-25.148	1.311			
30	818.400	5.521	1.496999	81.54	
31	-22.056	2.083	1.84666	23.93	
32	-44.931	可変			40

【0094】

## 【表9】

	f	D5	D15	D16	D22	D27	D32
広角端	15.5	2.18	15.53	3.40	0.86	8.16	34.93
中間位置	29.4	18.28	7.40	3.23	5.06	3.96	41.74
望遠端	51.6	32.03	3.79	1.79	8.43	0.59	51.62

非球面係数

28面	
k	17.76203
c4	-2.26484E-05
c6	2.26242E-09
c8	-7.76303E-11
c10	-6.08896E-13
c12	1.10848E-15

10

## 【0095】

## 【表10】

20

《表1》

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1)式の右辺	$\theta_2$	0.546	0.546	0.546
(1)式の左辺	$-0.00162 \cdot \nu d2 + 0.642$	0.531	0.531	0.531
(2)	$\nu d2$	68.3	68.3	68.3
(3)	$ f2/fw $	0.638	0.688	0.414
(4)	$ft/fw$	4.68	4.69	4.23
				3.33

## 【0096】

次に実施例1～4に示したズームレンズを撮像装置に適用した実施例を、図19を用いて説明する。

30

## 【0097】

図19は一眼レフカメラの要部概略図である。図19において、10は実施例1～4のズームレンズ1を有する撮影レンズである。

## 【0098】

ズームレンズ1は保持部材である鏡筒2に保持されている。

## 【0099】

20はカメラ本体である。カメラ本体20は、クイックリターンミラー3、焦点板4、ペンタダハブリズム5、接眼レンズ6等によって構成されている。クイックリターンミラー3は、撮影レンズ10からの光束を上方に反射する。焦点板4は、撮影レンズ10の像形成位置に配置されている。ペンタダハブリズム5は、焦点板4に形成された逆像を正立像に変換する。観察者は、その正立像を、接眼レンズ6を介して観察する

40

7は感光面であり、CCDセンサやCMOSセンサ等の像を受光する固体撮像素子（光電変換素子）や銀塩フィルムが配置される。撮影時にはクイックリターンミラー3が光路から退避して、感光面7上に撮影レンズ10によって像が形成される。

## 【0100】

実施例1～4にて説明した利益は、本実施例に開示したような光学機器において効果的に享受される。

## 【図面の簡単な説明】

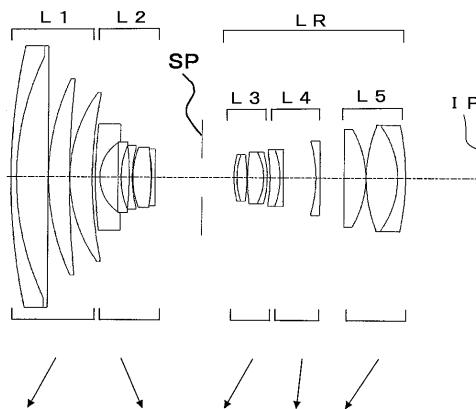
## 【0101】

## 【図1】実施例1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

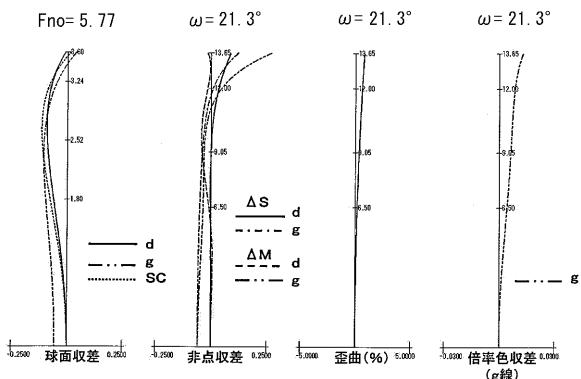
50

【図 2】実施例 1 のズームレンズの広角端の収差図	
【図 3】実施例 1 のズームレンズの中間のズーム位置の収差図	
【図 4】実施例 1 のズームレンズの望遠端の収差図	
【図 5】実施例 2 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図	
【図 6】実施例 2 のズームレンズの広角端の収差図	
【図 7】実施例 2 のズームレンズの中間のズーム位置の収差図	
【図 8】実施例 2 のズームレンズの望遠端の収差図	
【図 9】実施例 3 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図	
【図 10】実施例 3 のズームレンズの広角端の収差図	10
【図 11】実施例 3 のズームレンズの中間のズーム位置の収差図	
【図 12】実施例 3 のズームレンズの望遠端の収差図	
【図 13】実施例 4 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図	
【図 14】実施例 4 のズームレンズの広角端の収差図	
【図 15】実施例 4 のズームレンズの中間のズーム位置の収差図	
【図 16】実施例 4 のズームレンズの望遠端の収差図	
【図 17】アッベ数 $d$ と部分分散比 $g$ の関係を示す説明図	
【図 18】本発明のズームレンズにおける倍率色収差の補正原理を説明するための模式図	
【図 19】本発明の撮像装置の要部概略図	
【符号の説明】	
【0102】	20
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	
L R 後続レンズ群	
S P 開口絞り	
I P 像面	
d d 線	
g g 線	30
S . C 正弦条件	
S サジタル像面	
M メリディオナル像面	

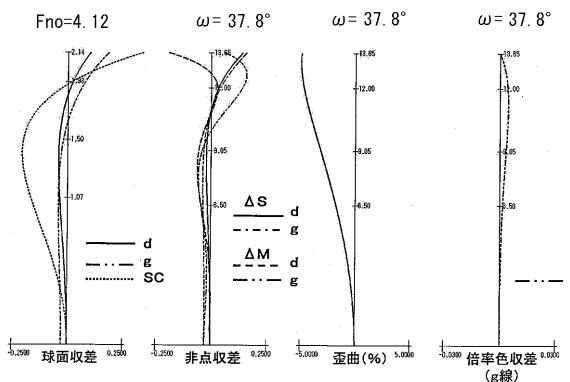
【図1】



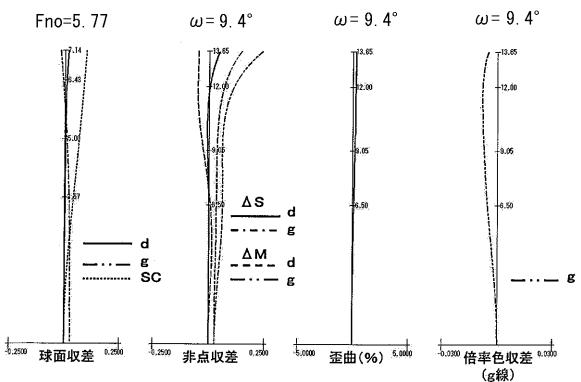
【図3】



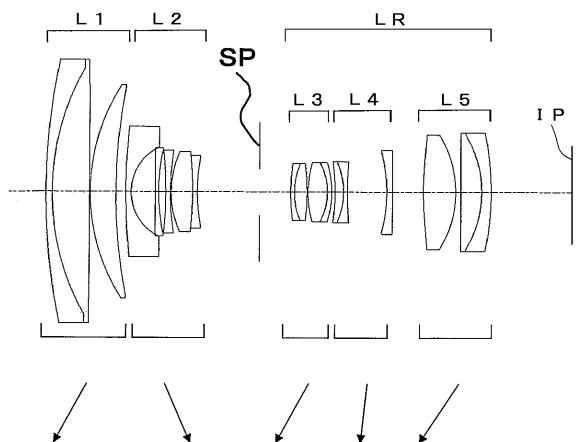
【図2】



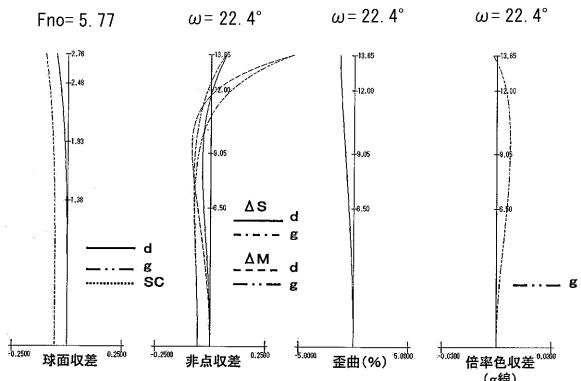
【図4】



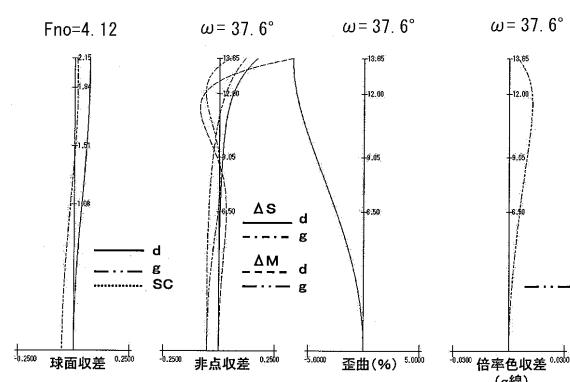
【図5】



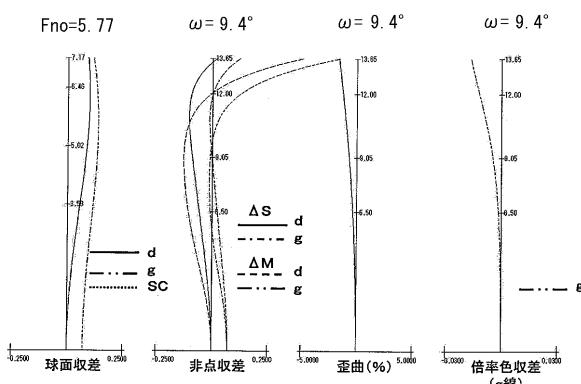
【図7】



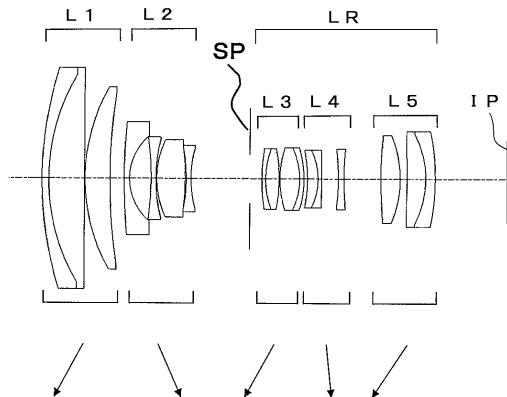
【図6】



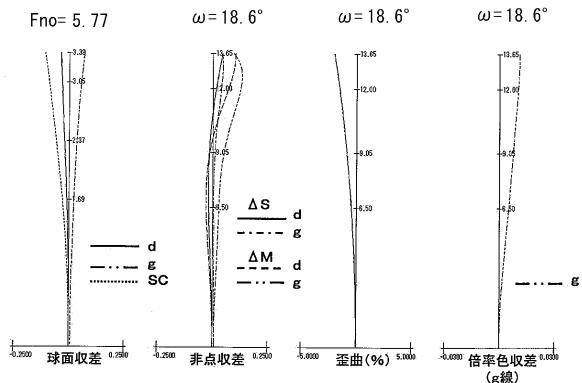
【図8】



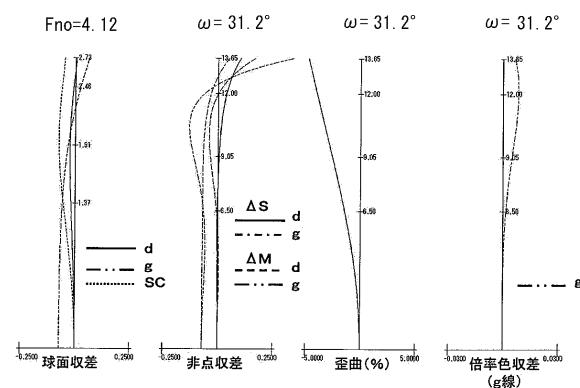
【図9】



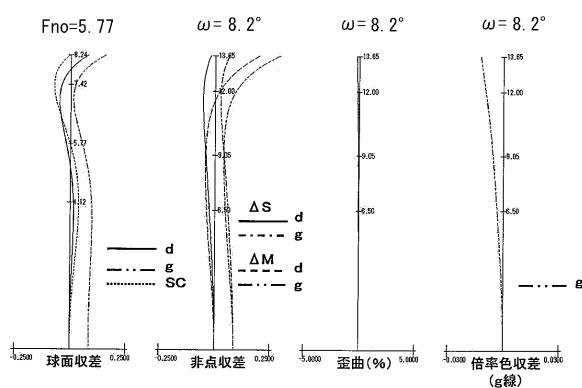
【図11】



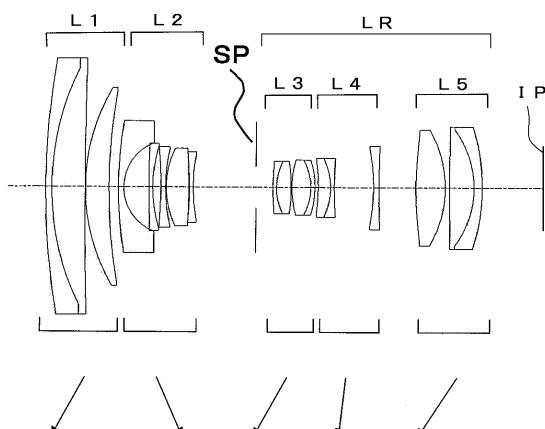
【図10】



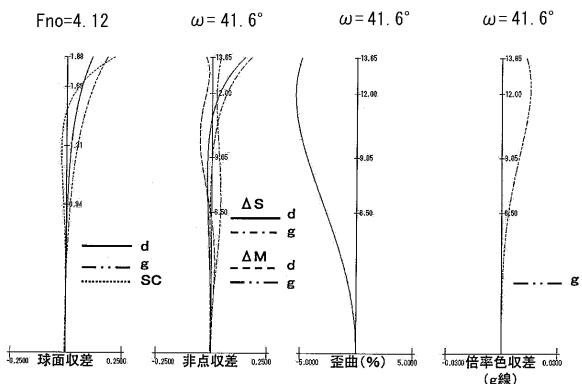
【図12】



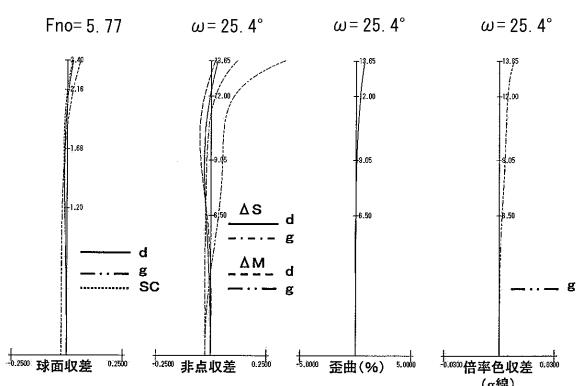
【図13】



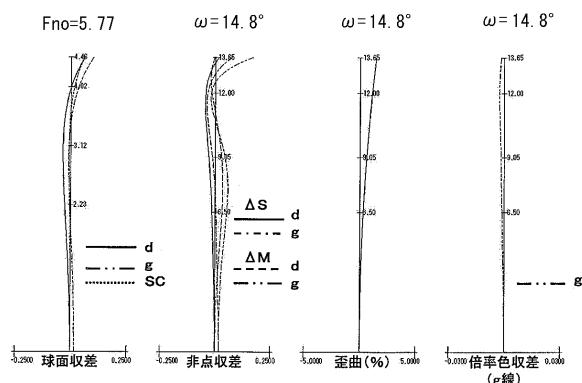
【図14】



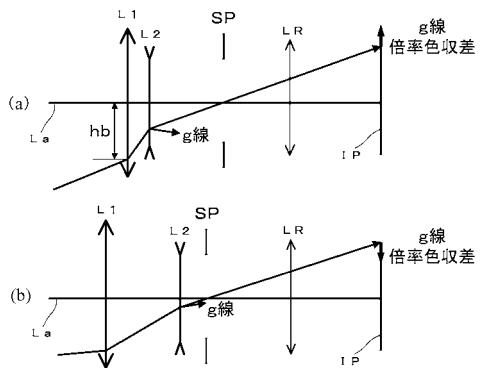
【図15】



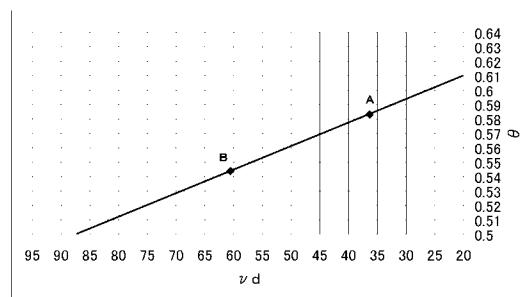
【図16】



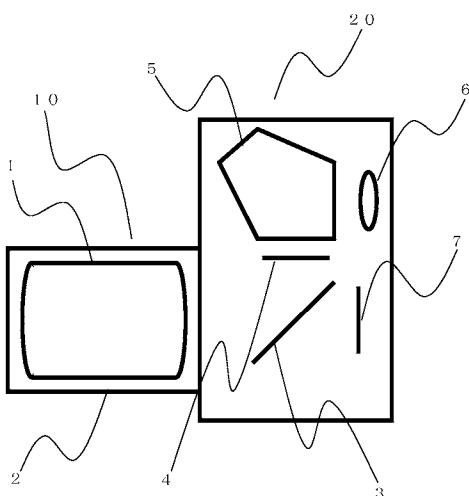
【図18】



【図17】



【図19】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-255228(JP,A)  
特開2005-189670(JP,A)  
特開2001-350093(JP,A)  
特開2002-062478(JP,A)  
特開昭61-270718(JP,A)  
特開2003-066334(JP,A)  
特開平08-136805(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B        9 / 0 0   -   1 7 / 0 8  
G 02 B        2 1 / 0 2   -   2 1 / 0 4  
G 02 B        2 5 / 0 0   -   2 5 / 0 4