

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5111059号  
(P5111059)

(45) 発行日 平成24年12月26日(2012.12.26)

(24) 登録日 平成24年10月19日(2012.10.19)

(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 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2007-287273 (P2007-287273)  
 (22) 出願日 平成19年11月5日 (2007.11.5)  
 (65) 公開番号 特開2009-115958 (P2009-115958A)  
 (43) 公開日 平成21年5月28日 (2009.5.28)  
 審査請求日 平成22年11月2日 (2010.11.2)

(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 猿渡 浩  
 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 堀井 康司

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、ズーミングに際して各レンズ群が光軸方向に移動するズームレンズにおいて、前記第2レンズ群は、ズーミングに際して像側に凸状の軌跡を描いて移動し、広角端に比べて望遠端で前記第1レンズ群は物体側に位置し、広角端に比べて望遠端で前記第2レンズ群は像側に位置し、前記第2レンズ群の焦点距離を $f_2$ 、前記ズームレンズの広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 $f_w$ 、 $f_t$ 、前記第2レンズ群の広角端と望遠端における結像倍率を各々 $2w$ 、 $2t$ とし、前記第3レンズ群の広角端と望遠端における結像倍率を各々 $3w$ 、 $3t$ とするとき、

$$-0.7 < f_2 / (f_w + f_t) < -0.2$$

$$2.23 \leq (2t / 2w) / (3t / 3w) \leq 9.0$$

なる条件を満たすことを特徴とするズームレンズ。

## 【請求項 2】

広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の移動量を各々 $m_1$ 、 $m_2$ とするとき、

$$-7.0 < m_1 / m_2 < -1.0$$

なる条件を満たすことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

## 【請求項 3】

10

20

前記第5レンズ群は、ズーミングに際して物体側に凸状の軌跡を描いて移動することを特徴とする請求項1又は2のいずれか1項に記載のズームレンズ。

**【請求項4】**

$$f_m = (f_w \cdot f_t)$$

としたとき、全系の焦点距離が $f_m$ であるズーム位置における前記第5レンズ群の最も像側の面から像面までの空気換算長を $b_f m$ 、望遠端における前記第5レンズの最も像側の面から像面までの空気換算長を $b_f t$ とするとき、

$$1.2 < b_f m / b_f t < 3.0$$

なる条件を満たす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。

10

**【請求項5】**

前記第1レンズ群は、ズーミングに際して像側に凸状の軌跡を描いて移動することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のズームレンズ。

**【請求項6】**

ズーミングに際して各レンズ群とは独立して移動する絞りが前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間に配置されていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のズームレンズ。

**【請求項7】**

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6のいずれか1項に記載のズームレンズ。

20

**【請求項8】**

請求項1乃至7のいずれか1項のズームレンズと、該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を有することを特徴とする撮像装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明はズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関し、例えばビデオカメラや電子スチルカメラやTVカメラ、そして銀塩写真用のカメラ等に好適なものである。

**【背景技術】**

**【0002】**

30

近年、固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、放送用カメラ、そして銀塩フィルムを用いたカメラ等の撮像装置は高機能化され、又装置全体が小型化されている。そしてそれに用いる撮影光学系としてレンズ全長が短く、コンパクトでしかも高解像力、高ズーム比のズームレンズが要求されている。

**【0003】**

ズームレンズとして、最も物体側のレンズ群が正の屈折力のレンズ群より成るポジティブリード型のズームレンズは、全系の小型化を図りつつ、高ズーム比化が比較的容易であるという特徴がある。

**【0004】**

このうち、物体側より像側へ順に、正、負、正、負の屈折力の4つのレンズ群を有し、複数のレンズ群を移動させてズーミングを行うポジティブリード型の4群ズームレンズが知られている（特許文献1、2）。

40

**【0005】**

又、物体側から像側へ順に、正、負、正、負、正の屈折力の5つのレンズ群より成り、このうち複数のレンズ群を移動させてズーミングを行うポジティブリード型の5群ズームレンズが知られている（特許文献3～7）。

**【0006】**

この5群ズームレンズは、4群ズームレンズに比べて前玉を通る軸外光線高を低くすることができるので、高ズーム比化を図りつつ、前玉径を小さくすることが容易となる。

**【0007】**

50

又、前述のポジティブリード型の5群ズームレンズにおいて、第3レンズ群を光軸と垂直方向に移動させて、ズームレンズが振動したときに生ずる画像ブレを補正するようにしたズームレンズが知られている（特許文献8）。

【特許文献1】特開平9-61717号公報

【特許文献2】特開平11-352401号公報

【特許文献3】特開2001-194590号公報

【特許文献4】特開2003-255228号広報

【特許文献5】特開2006-285021号公報

【特許文献6】特開2000-227551号公報

【特許文献7】特開2002-228931号公報

【特許文献8】特開2000-298235号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

一般にズームレンズにおいて、所定のズーム比を確保しつつ、全系の小型化を図るためにには、ズームレンズを構成する各レンズ群の屈折力を強めつつ、レンズ枚数を削減すれば良い。

【0009】

しかしながら、このようにしたズームレンズは、各面の屈折力の増加に伴いレンズ肉厚が増してしまい、レンズ系の短縮効果が不十分になると同時に諸収差の補正が困難になつてくる。

【0010】

またカメラの非使用時に各レンズ群を沈胴して収納しようとするとメカ構造的にどうしてもレンズ及びレンズ群の倒れなどの誤差が大きくなつてくる。このときレンズ及びレンズ群の敏感度が大きいと光学性能の劣化やズーミング時の像ゆれが生じてしまう。

【0011】

このためズームレンズにおいては、レンズやレンズ群の敏感度はなるべく小さくなるように構成するのが高い光学性能を得るのに望ましい。

【0012】

ポジティブリード型のズームレンズにおいて、全系の小型化と、高ズーム比を確保しつつ高い光学性能を得るには、ズームレンズの各要素を適切に設定することが重要となつてくる。例えばズームタイプ（レンズ群の数や各レンズ群の屈折力）、各レンズ群のズーミングに伴う移動軌跡、そして各レンズ群の変倍負担等の構成を適切に設定することが重要である。

【0013】

これらの構成が適切でないと、高ズーム比化を図る際に全系が大型化し、又、ズーミングに伴う諸収差の変動が増大し、全ズーム範囲、及び画面全体にわたり高い光学性能を得るのが大変難しくなつてくる。

【0014】

本発明は、レンズ系全体が小型で、高ズーム比の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。

【0015】

この他本発明は、高ズーム化を図ると共に、前玉径の小型化を維持して広角端から望遠端に至る全ズーム範囲にわたり良好なる光学性能を有する、ズームレンズ及びそれを有する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】

【0016】

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、ズーミングに際して各レンズ群が光軸方向に移動するズ

10

20

30

40

50

ームレンズにおいて、前記第2レンズ群は、ズーミングに際して像側に凸状の軌跡を描いて移動し、広角端に比べて望遠端で前記第1レンズ群は物体側に位置し、広角端に比べて望遠端で前記第2レンズ群は像側に位置し、前記第2レンズ群の焦点距離を $f_2$ 、前記ズームレンズの広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 $f_w$ 、 $f_t$ 、前記第2レンズ群の広角端と望遠端における結像倍率を各々 $2_w$ 、 $2_t$ とし、前記第3レンズ群の広角端と望遠端における結像倍率を各々 $3_w$ 、 $3_t$ とするとき、

$$\begin{aligned} -0.7 < f_2 / (f_w \cdot f_t) &< -0.2 \\ 2.23 \quad (2_t / 2_w) / (3_t / 3_w) &< 9.0 \end{aligned}$$

なる条件を満たすことを特徴としている。

**【0018】**

なる条件を満たすことを特徴としている。

**【発明の効果】**

**【0019】**

本発明によれば、レンズ系全体が小型で、高ズーム比のズームレンズ及びそれを用いた撮像措置が得られる。

**【発明を実施するための最良の形態】**

**【0020】**

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。

**【0021】**

本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、ズーミング時に光軸方向に移動する正の屈折力の第1レンズ群、ズーミング時に像側に凸状の軌跡を描いて移動する負の屈折力の第2レンズ群を有している。更に、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レンズ群の5つのレンズ群より構成されている。

**【0022】**

図1は本発明の実施例1のズームレンズの広角端（短焦点距離端）におけるレンズ断面図である。図2、図3はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端、望遠端（長焦点距離端）における収差図である。

**【0023】**

図4は本発明の実施例2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図5、図6はそれぞれ実施例2のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。

**【0024】**

図7は本発明の実施例3のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図8、図9はそれぞれ実施例3のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。

**【0025】**

図10は本発明の実施例4のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図11、図12はそれぞれ実施例4のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。

**【0026】**

図13は本発明のズームレンズを備えるカメラ（撮像装置）の要部概略図である、各実施例のズームレンズはビデオカメラやデジタルカメラそして銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。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】**

尚、各実施例のズームレンズをプロジェクター等の投射レンズとして用いても良い。このときは左方がスクリーン、右方が被投射画像となる。

**【0028】**

レンズ断面図において、 $i$ は物体側からのレンズ群の順番を示し、 $L_i$ は第*i*レンズ群である。

**【0029】**

レンズ断面図において、 $L_1$ は正の屈折力（光学的パワー = 焦点距離の逆数）の第1レンズ群、 $L_2$ は負の屈折力の第2レンズ群、 $L_3$ は正の屈折力の第3レンズ群、 $L_4$ は負

の屈折力の第4レンズ群、L5は正の屈折力の第5レンズ群である。

【0030】

SPは開口絞りであり、第3レンズ群L3の物体側に配置している。

【0031】

Gは光学フィルター、フェースプレート、水晶ローパスフィルター、赤外カットフィルター等に相当する光学プロックである。

【0032】

IPは像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮影光学系として使用する際にはCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面に、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する感光面が置かれる。

10

【0033】

収差図において、d、gは各々d線及びg線、M、Sはメリディオナル像面、サジタル像面、倍率色収差はg線によって表している。は半画角、fnoはFナンバーである。

【0034】

尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用のレンズ群が機構上光軸上を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。

【0035】

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。

20

【0036】

具体的には、図1、図4の実施例1、2では広角端から望遠端へのズーミングに際して図中矢印のように第1レンズ群L1を像側に凸状の軌跡を描いて移動させている。又、第2レンズ群L2を像側に凸状の軌跡を描きながら移動させている。

【0037】

更に第3レンズ群L3を物体側へ、第4レンズ群L4を物体側へ移動させ、第5レンズ群L5を物体側に凸状の軌跡を描いて移動させている。

【0038】

開口絞りSPはズーミングに際し、第3レンズ群L3と一体的に移動している。

【0039】

又、第5レンズ群L5を光軸上移動させてフォーカスを行うリヤーフォーカス式を採用している。

30

【0040】

望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合には矢印5cに示すように第5レンズ群L5を前方に繰り出すことによって行っている。第5レンズ群L5の実線の曲線5aと点線の曲線5bは各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端へのズーミングに伴う際の像面変動を補正するための移動軌跡を示している。

【0041】

図7の実施例3では、広角端から望遠端へのズーミングに際して図中矢印のように第1レンズ群L1を像側に凸状の軌跡を描いて移動させている。又、第2レンズ群L2を像側に凸状の軌跡を描きながら移動させている。

40

【0042】

更に第3レンズ群L3を物体側へ移動させている。第4レンズ群L4と第5レンズ群L5は物体側に凸状の軌跡を描いて移動させている。

【0043】

開口絞りSPは、各レンズ群とは独立に物体側へ移動している。フォーカスは第5レンズ群L5で行っており、フォーカスの際の移動軌跡は実施例1、2と同じである。

【0044】

図10の実施例4は、図1、図4の実施例1、2に比べて広角端から望遠端へのズーミ

50

ング時において第4レンズ群L4を像側に非直線的に移動させる点が異なっている。この他の構成は実施例1、2と同じである。

#### 【0045】

各実施例では、ズーミングに際し、広角端に比べて望遠端において第1レンズ群L1と第3レンズ群L3が物体側に位置する様に移動させている。これにより広角端におけるレンズ全長を短くしつつ、大きなズーム比（高ズーム比）が得られるようにしている。

#### 【0046】

このとき第2レンズ群L2は像側に凸状の軌跡を描く事で、第3レンズ群L3の移動ストロークを確保している。

#### 【0047】

各実施例では、ズーミングに際して第3レンズ群L3を物体側に移動させることにより、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4にも変倍分担を持たせている。更に正の屈折力の第1レンズ群L1を物体側へ移動することで第2レンズ群L2に大きな変倍効果を持たせている。

#### 【0048】

これにより第1レンズ群L1と、第2レンズ群L2の屈折力をあまり強くすることなく高いズーム比が得られるようにしている。

#### 【0049】

また、各実施例においては、軽量な第5レンズ群L5を光軸上移動させてフォーカシングを行うリヤーフォーカス式を採用している。

10

#### 【0050】

各実施例では、軽量な第5レンズ群L5をフォーカスの為に移動することで迅速なフォーカスを、例えば自動焦点検出を容易にしている。また、フォーカスレンズ群の選択は第5レンズ群に限定されるものではなく、第4レンズ群L4を光軸方向に移動させることによっても達成可能である。

#### 【0051】

各実施例においては、第3レンズ群L3を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて光学系全体が振動したときの像ぶれを補正するようにしている。

#### 【0052】

これにより、可変頂角プリズム等の光学部材や防振のためのレンズ群を新たに付加することなく防振を行うようにし、光学系全体が大型化するのを防止している。

20

#### 【0053】

なお、実施例1、2、4においては、開口絞りSPはズーミング時に第3レンズ群L3と一緒に移動している。このため、移動／可動で分けられる群数が少なくなり、メカ構造が簡素化しやすくなる。

#### 【0054】

一方、実施例3では、開口絞りSPはズーミングに際して第3レンズ群L3と別体で移動している。これによって、広画角域での入射瞳位置をより物体側に近づけるようにして、前玉径（第1レンズ群L1の有効径）を小さくする事に大きく寄与している。

#### 【0055】

尚、開口絞りSPを固定とする場合は絞りユニットを移動させる必要がないため、ズーミングの際、駆動させるアクチュエータの駆動トルクを小さく設定できる省電力化の点で有利となる。

30

#### 【0056】

次に各レンズ群のレンズ構成に関して説明する。

#### 【0057】

まず第1レンズ群L1について説明する。第1レンズ群L1は有効レンズ径が大きくなるので、レンズ枚数が少ない方が小型、軽量化のために好ましい。

#### 【0058】

各実施例においては、負レンズと正レンズの各1枚を接合した接合レンズと、正レンズ

40

50

を加えて全体として3枚のレンズで第1レンズ群L1を構成している。これにより高ズーム比化を図る際に発生する球面収差と色収差を抑制している。

#### 【0059】

次に第2レンズ群L2について説明する。第2レンズ群L2は実施例1、2において、物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズ、両レンズ面が凹形状の負レンズ、物体側の面が凸形状の正レンズの独立した3つのレンズより構成している。これによってズーミング時の(ズーミングの際の)収差変動を少なくし、特に広角端における歪曲収差及び望遠端における球面収差を良好に補正している。

#### 【0060】

実施例3においては、第2レンズ群L2を物体側より順に3枚の負レンズと1枚の正レンズにより構成している。これにより、軸外収差の補正を良好に行い、広角端での画角の増大に適したレンズ群構成としている。10

#### 【0061】

実施例4においては、第2レンズ群L2を物体側より順に2枚の負レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズにより構成している。これにより、ズーミング時の色収差の変動を抑制するのに有利なレンズ群構成としている。

#### 【0062】

次に第3レンズ群L3について説明する。第3レンズ群L3は実施例1、2、3において2枚の正レンズと像面側の面が凹形状の負レンズを含むように構成している。これにより、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3間の主点間隔を小さくすることで第3レンズ群L3以降のレンズ長を短縮している。20

#### 【0063】

また、これらの各実施例においては第3レンズ群L3が1以上の非球面を有するようにしている。これによってズーミングに伴う収差変動を良好に補正している。

#### 【0064】

更に実施例3では、負レンズと正レンズから成る接合レンズを用いる事で、ズーミング時の色収差の変動を抑制すると併に、第3レンズ群L3を光軸から偏芯させて防振動作を行う際の、偏芯による収差発生を抑えている。

#### 【0065】

実施例4において第3レンズ群L3は他の実施例とは異なり、像側に凸面を有するメニスカス状の負レンズと正レンズとを接合している。この形状は軸上光束の収差補正に効果的であり、Fナンバーを小さく明るくするのに適している。30

#### 【0066】

次に第4レンズ群L4について説明する。第4レンズ群L4は実施例1～4において、物体側の面が凸形状の1枚の負レンズ或いは、正レンズと負レンズの接合レンズを有するようにしている。実施例4においては、非球面を採用する事でズーミング中の収差変動を抑制している。

#### 【0067】

次に第5レンズ群L5について説明する。第5レンズ群L5は、1枚の正レンズで構成する場合は分散の小さい硝材を用い、フォーカス時の色収差の変動を抑制している。又、第5レンズ群L5を2枚以上のレンズで構成する場合は、接合レンズを有するようにして、同様に色収差の変動を抑制している。40

#### 【0068】

各実施例では以上のようなレンズ構成とすることで、高ズーム比でありながら前玉径が小さく及び沈胴長が短くコンパクトなズームレンズを達成している。

#### 【0069】

各実施例では以上のような構成とすることで高ズーム比でありながら全系がコンパクトなズームレンズを達成している。各実施例において、更に好ましくは以下の条件式のうち、少なくとも1つを満足するのが良い。これによれば、条件式に対応した効果を得ることができる。50

## 【0070】

第2レンズ群L2の焦点距離をf2とする。ズームレンズの広角端における全系の焦点距離をfwとする。望遠端における全系の焦点距離をftとする。第2レンズ群L2の広角端と望遠端における結像倍率を各々2w、2t、第3レンズ群L3の広角端と望遠端における結像倍率を各々3w、3tとする。

## 【0071】

広角端から望遠端へのズーミングにおける第1レンズ群L1の移動量をm1とする。同じく第2レンズ群L2の移動量をm2とする。このときの移動量は、移動レンズ群の広角端での像面に対する位置と、望遠端での像面に対する位置との差分であり、符号は、広角端に対し望遠端で像側に変位した場合を正とする。

10

## 【0072】

全系の焦点距離

## 【0073】

## 【数2】

$$f_m = \sqrt{(f_w \cdot f_t)}$$

## 【0074】

なるズーム位置における第5レンズ群L5の最も像側の面（屈折力のある面）から像面までの空気換算長をbfmとする。

20

## 【0075】

望遠端における該第5レンズ群L5の最も像側の面（屈折力のある面）から像面までの空気換算長をbftとする。このとき、

## 【0076】

## 【数3】

$$-0.7 < f_2 / \sqrt{(f_w \cdot f_t)} < -0.2 \quad \dots (1)$$

## 【0077】

なる条件を満足するのが良い。

30

## 【0078】

本発明において、条件式(1)は第2レンズ群L2の焦点距離を適切に選択する事で、ズームレンズの高ズーム比化を実現する条件式である。条件式(1)の下限を超えて第2レンズ群L2の焦点距離が小さくなると、小さな移動ストロークでの高ズーム比化が可能となる。しかしながら、屈折力の増加に伴う収差が増大し、これを抑制するのが困難となる。

## 【0079】

上限を超えて第2レンズ群L2の焦点距離が大きくなると、高ズーム比化のためにはレンズ群の移動量を大きくする必要が生じる。そうすると、レンズ全系の小型化が困難となる。

40

## 【0080】

また、本発明において好ましくは、

$$\frac{2.23}{-7.0} (2t / 2w) / (3t / 3w) < 9.0 \quad \dots (2)$$

$$-7.0 < m1 / m2 < -1.0 \quad \dots (3)$$

$$1.2 < bfm / bft < 3.0 \quad \dots (4)$$

なる条件のうち1以上を満足するのが良い。

## 【0081】

各実施例では、それぞれの条件式を満足することによって、それに応じた効果を得ている。

## 【0082】

50

次に各条件式の技術的な意味について説明する。

**【0083】**

条件式(2)は第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の変倍負担を定めたものである。通常、各実施例のズームタイプにおいては主変倍レンズ群は第2レンズ群である。条件式(2)の下限を超えて第2レンズ群L2の変倍負担が小さくなると、高ズーム比化が困難となる。

**【0084】**

逆に条件式(2)の上限を超えると第2レンズ群L2の変倍寄与が大きくなりすぎる。この結果、ズーミング時の収差変動や偏芯敏感度が増加してくるので、好ましくない。

**【0085】**

条件式(3)は第1レンズ群L1と第2レンズ群L2のズーミング時の移動量の比率を適切に定めたものである。条件式(3)の下限を超えると第1レンズ群L1と比較して第2レンズ群L2の移動量が大きくなりすぎるため、広角端において最も物体側の面と絞りSPとの間隔が大きくなり、入射瞳位置が、より像側になってくる。

**【0086】**

結果として広角端近傍で軸外光線の入射高が大きくなり、前玉径が増大してくるので小型化の目的には適さない。

**【0087】**

条件式(3)の上限を超えると、第1レンズ群L1の移動量が大きくなりすぎるため、望遠端において軸外光線の入射高が大きくなり、前玉径が増大してくるので好ましくない。

**【0088】**

条件式(4)は、ズーミングに伴う第5レンズ群L5と像面との間隔を適正化したものである。

**【0089】**

各実施例のズームレンズにおいて、高ズーム比化を図るためにレンズ群の繰出し量を十分に確保するためには、望遠端近傍で第4レンズ群L4と第5レンズ群L5の間隔が充分に確保される事が望ましい。

**【0090】**

単純にレンズ群間隔を広げると、レンズ全長の増大に繋がるので、ズーム中間域で第5レンズ群L5が物体側へ繰出し、望遠端近傍で像側へ繰り込む軌跡が好ましい。

**【0091】**

条件式(5)の上下限値は、高ズーム比化を実現しつつ、コンパクト化(レンズ全長の短縮化)を図るための条件である。下限を超えると至近被写体へのフォーカスの際の繰出し量の確保が困難になると同時に、第5レンズ群L5の変倍負担が減倍方向に働くため、高ズーム比化には不利となる。

**【0092】**

反対に上限を超えると、高ズーム比化には有利であるが、フォーカス敏感度が低下するために、部品公差や温度変化によるピント変動を第5レンズ群L5で補正する事が困難になる。

**【0093】**

尚、各実施例において、更に収差補正及びズーミングの際の収差変動を小さくしつつ高ズーム比化を図るには、条件式(1)~(4)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

**【0094】**

**【数4】**

$$-0.7 < f_2 / \sqrt{(f_w + f_t)} < -0.25 \quad \dots (1a)$$

**【0095】**

$$\underline{2.23} \quad (2t / 2w) / (3t / 3w) < 7.0 \quad \dots (2a)$$

10

20

40

50

- 5 . 0 < m 1 / m 2 < - 1 . 8 . . . ( 3 a )  
 1 . 3 < b f m / b f t < 2 . 5 . . . ( 4 a )

以上のように各実施例によれば、ズーミングにおける各レンズ群の移動量と各レンズ群の屈折力等を適切に設定することで、高ズーム比にもかかわらずレンズ全長の短い小型化のズームレンズを達成することが出来る。

#### 【 0 0 9 6 】

特に広角端から望遠端に至る全ズーム範囲にわたり良好なる光学性能を有するズームレンズを得ることが出来る。

#### 【 0 0 9 7 】

次に、本発明の実施例 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  $i$  は物体側からの光学面の順序を示す。  $r_i$  は第  $i$  番目の光学面（第  $i$  面）の曲率半径、  $d_i$  は第  $i$  面と第  $i + 1$  面との間の間隔、  $n_i$  と  $v_i$  はそれぞれ  $d$  線に対する第  $i$  番目の光学部材の材料の屈折率、アッペ数を示す。  
10

#### 【 0 0 9 8 】

また  $k$  を離心率、  $B$ 、  $C$ 、  $D$ 、  $E$  を非球面係数、光軸からの高さ  $h$  の位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にして  $x$  とするとき、非球面形状は、

$$x = ( h^2 / R ) / [ 1 + [ 1 - ( 1 + k ) ( h / R )^2 ]^{1/2} ] + B h^4 + C h^6 + D h^8 + E h^{10}$$

で表示される。

#### 【 0 0 9 9 】

但し  $R$  は曲率半径である。また例えば「E-Z」の表示は「10-Z」を意味する。  
20

#### 【 0 1 0 0 】

数値実施例において最後の 2 つの面は、フィルター、フェースプレート等の光学プロックの面である。

#### 【 0 1 0 1 】

また、各数値実施例における上述した条件式との対応を表 1 に示す。  $B_F$  は最終面から像面までの距離である。

#### 【 0 1 0 2 】

### [ 数値実施例 1 ]

30

単位 mm

面データ

面番号	$r$	$d$	$nd$	$d$
1	70.9695	1.300	1.806100	33.3
2	32.9073	4.500	1.496999	81.5
3	-111.7649	0.100	1.	
4	26.7420	2.400	1.603112	60.6
5	52.6149	可変		
6	28.2339	0.700	1.882997	40.8
7	6.1390	2.600	1.	
8	-22.7407	0.600	1.696797	55.5
9	23.8455	0.400	1.	
10	12.0313	1.700	1.922860	18.9
11	37.6285	可変		
12	( 紋り )	1.500	1.	
13	13.8130	2.000	1.693500	53.2
14*	-95.8833	3.000	1.	
15	51.5950	0.600	1.846660	23.9
16	10.7382	0.272	1.	
17	11.7596	1.700	1.603112	60.6

40

50

18	-18.7628	可变		
19	29.5071	1.200	1.761821	26.5
20	51.5358	0.600	1.603112	60.6
21	10.0344	可变		
22	18.6244	3.200	1.804000	46.6
23	-12.1545	0.600	1.805181	25.4
24	-54.2790	可变	1.	
25		1.200	1.516330	64.1
26		BF		

10

## 非球面データ

(第14面) k=-1.41507E+03      B=-5.53469E-05      C= 7.53066E-06  
 D-1.49270E-07

## 各種データ

ズーム比	14.75		
		広角	中間
焦点距離	6.10	23.40	89.99
Fナンバー	2.90	3.26	4.29
画角	30.3	8.7	2.3
像高	3.6	3.6	3.6
レンズ全長	67.99	82.94	98.99
BF	8.27	14.63	6.14
d5	0.70	23.50	38.58
d11	19.78	3.83	1.53
d18	1.50	3.55	3.65
d21	8.76	8.45	20.13
d24	5.58	11.94	3.44

20

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	56.05
2	6	-8.53
3	12	14.05
4	19	-27.98
5	22	17.68

30

## [数値実施例2]

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d
1	37.4429	1.100	1.805181	25.4
2	24.2372	3.300	1.487490	70.2
3	110.4237	0.200	1.	
4	32.7375	2.500	1.696797	55.5
5	153.2020	可変		
6	26.3687	0.800	1.804000	46.6
7	6.5704	3.89340	1.	
8	-18.9046	0.700	1.603112	60.6
9	26.4998	0.700	1.	

40

50

10	13.7742	1.600	1.922860	18.9	
11	30.6924	可変			
12	( 絞り )	2.200	1.		
13*	9.2003	3.000	1.583126	59.4	
14	-61.1241	2.400	1.		
15	25.9673	0.700	1.846660	23.9	
16	8.7391	0.800	1.		
17	25.1623	2.000	1.487490	70.2	
18	-21.3178	可変			
19	38.4933	1.000	1.487490	70.2	10
20	22.0000	可変			
21	13.4000	2.000	1.487490	70.2	
22	-175.1720	可変			
23		0.800	1.498310	65.1	
24		BF			

## 非球面データ

( 第13面 ) k=-2.49846 B= 2.27368E-4 C=-6.59585E-7 D=-9.99386E-8  
 E= 3.92484E-9

## 各種データ

ズーム比	13.33				20
	広角	中間	望遠		
焦点距離	6.00	21.90	79.99		
Fナンバー	3.34	3.84	4.95		
画角	30.9	9.3	2.6		
像高	3.6	3.6	3.6		
レンズ全長	69.63	77.05	89.11		
BF	10.62	15.65	7.45		
d5	0.80	18.73	30.24		
d11	24.53	7.94	1.69		30
d18	2.16	2.31	5.57		
d20	2.63	3.73	15.27		
d22	5.10	10.13	1.92		

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離			
1	1	48.43			
2	6	-9.05			
3	12	17.91			
4	19	-107.46			40
5	21	25.62			

## [ 数値実施例 3 ]

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	75.6161	1.900	1.806100	33.3	
2	38.4904	5.500	1.496999	81.5	
3	1574.3184	0.200	1.		50

4	40.1987	4.300	1.603112	60.6	
5	195.3611	可变			
6	43.9723	1.000	1.882997	40.8	
7	10.3266	2.700	1.		
8	25.5214	0.850	1.834807	42.7	
9	10.7219	3.600	1.		
10	-23.5964	0.800	1.834807	42.7	
11	-171.2663	0.116	1.		
12	21.7930	2.250	1.922860	18.9	
13	487.0594	可变			10
14	( 絞り )	可变			
15*	12.0562	3.450	1.583126	59.4	
16	-82.0366	2.800	1.		
17	42.0042	1.150	1.603420	38.0	
18	12.5862	0.300	1.		
19	21.2243	0.800	2.003300	28.3	
20	8.5720	2.150	1.719995	50.2	
21	-58.7695	可变			
22	55.2648	1.000	1.761821	26.5	
23	69.9209	0.600	1.603112	60.6	20
24	18.0000	可变			
25	20.2436	4.000	1.772499	49.6	
26	-9.8847	0.600	1.806100	33.3	
27	-50.8951	可变			
28		0.800	1.516330	64.1	
29		BF			

## 非球面データ

( 第15面 ) k= 2.38663E-01 B=-9.34063E-05 C=-4.27892E-07 D= 3.73118E-08  
 E=-1.75451E-09

30

## 各種データ

ズーム比	17.48			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	5.15	21.52	89.99	
Fナンバー	2.87	3.85	5.22	
画角	36.8	10.1	2.4	
像高	3.9	3.9	3.9	
レンズ全長	92.73	102.23	125.15	
BF	10.53	17.93	10.75	40
d5	0.90	25.33	46.76	
d13	25.63	5.06	1.76	
d14	10.21	3.52	1.78	
d21	1.00	4.56	13.30	
d24	4.40	5.77	10.74	
d27	8.00	15.39	8.22	

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	70.34

50

2	6	-10.20
3	15	19.96
4	22	-46.37
5	25	20.27

## [ 数値実施例 4 ]

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	129.3681	3.000	1.846660	23.9	10
2	76.8780	7.500	1.583126	59.4	
3	3331.9206	0.200	1.		
4	74.1874	4.500	1.696797	55.5	
5	138.3490	可変			
6	52.4076	1.500	1.834807	42.7	
7	13.9045	7.800	1.		
8	-96.1039	1.100	1.772499	49.6	
9	43.8328	0.700	1.		
10	23.0329	4.400	1.846660	23.9	
11	-166.9463	1.100	1.834807	42.7	20
12	40.9356	可変			
13	( 絞り )	2.850	1.		
14	55.4646	2.600	1.696797	55.5	
15	-37.4229	0.500	1.		
16	143.4269	3.400	1.603112	60.6	
17	-18.5766	0.800	1.846660	23.9	
18	-52.0513	可変.			
19*	-16.4692	2.500	1.688931	31.1	
20	-12.3790	1.000	1.516330	64.1	
21	202.3067	可変			30
22	19.1851	5.000	1.696797	55.5	
23	-43.2878	0.200	1.		
24	15.6598	5.000	1.496999	81.5	
25	-19.3663	0.800	1.806100	33.3	
26	18.4800	1.300	1.		
27	-180.4304	2.400	1.583126	59.4	
28*	-51.6191	可変			
29		3.500	1.516330	64.2	
30		BF			40

## 非球面データ

( 第19面 ) k= 1.48433E-1      B= 1.54153E-5      C= 3.68917E-7  
           D= -7.67521E-9  
 ( 第28面 ) k=-7.84496E+1      B= 5.99482E-5      C= 5.10736E-7  
           D= -1.13419E-9

## 各種データ

ズーム比	12.11		
	広角	中間	望遠
焦点距離	7.44	25.87	90.17

Fナンバー	2.50	3.10	3.60
画角	36.5	12.0	3.5
像高	5.5	5.5	5.5
レンズ全長	128.58	148.52	192.40
BF	11.59	14.85	10.57
d5	1.00	39.98	85.65
d12	40.33	9.34	1.80
d18	1.29	14.03	22.87
d21	14.22	10.17	11.35
d28	3.70	6.96	2.68

10

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	135.38
2	6	-17.77
3	13	26.64
4	19	-33.58
5	22	21.41

【0103】

20

【表1】

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1)	-0.36	-0.41	-0.47	-0.69
(2)	6.26	4.98	3.08	2.23
(3)	-4.51	-1.95	-2.41	-3.06
(4)	2.38	2.10	1.67	1.40

【0104】

30

次に各実施例に示したようなズームレンズを撮影光学系として用いたデジタルスチルカメラの実施形態を図13を用いて説明する。

【0105】

図13において、20はカメラ本体、21は実施例1～4で説明したいずれかのズームレンズによって構成された撮影光学系である。22はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系21によって形成された被写体像を受光するCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）である。23は固体撮像素子22によって光電変換された被写体像に対応する情報を記録するメモリである。24は液晶ディスプレイパネル等によって構成され、固体撮像素子22上に形成された被写体像を観察するためのファインダである。

【0106】

40

このように本発明のズームレンズをデジタルスチルカメラ等の撮像装置に適用することにより、小型で高い光学性能を有する撮像装置が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0107】

【図1】本発明の実施例1の広角端におけるレンズ断面図

【図2】本発明の実施例1に対応する数値実施例1の広角端における収差図

【図3】本発明の実施例1に対応する数値実施例1の望遠端における収差図

【図4】本発明の実施例2の広角端におけるレンズ断面図

【図5】本発明の実施例2に対応する数値実施例2の広角端における収差図

【図6】本発明の実施例2に対応する数値実施例2の望遠端における収差図

50

【図7】本発明の実施例3の広角端におけるレンズ断面図

【図8】本発明の実施例3に対応する数値実施例3の広角端における収差図

【図9】本発明の実施例3に対応する数値実施例3の望遠端における収差図

【図10】本発明の実施例4の広角端におけるレンズ断面図

【図11】本発明の実施例4に対応する数値実施例4の広角端における収差図

【図12】本発明の実施例4に対応する数値実施例4の望遠端における収差図

【図13】本発明の撮像装置の概略図

【符号の説明】

【0108】

L1 第1レンズ群

10

L2 第2レンズ群

L3 第3レンズ群

L4 第4レンズ群

L5 第5レンズ群

d d線

g g線

M メリディオナル像面

S サジタル像面

SP 紋り

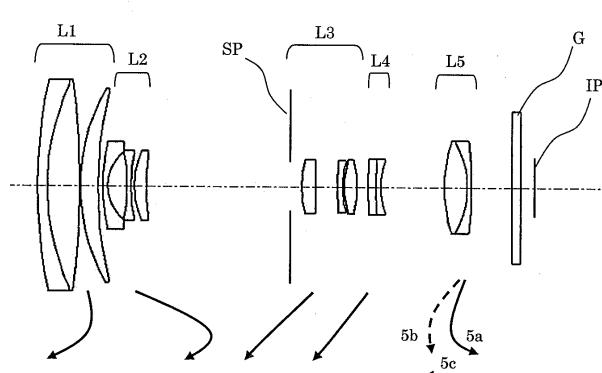
G CCDのフォースプレートやローパスフィルター等のガラスブロック

20

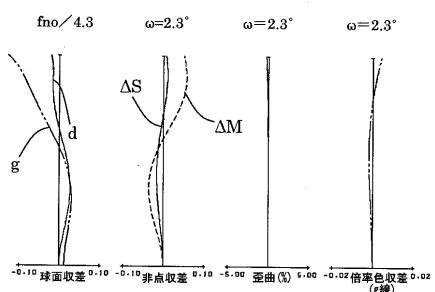
半画角

fno Fナンバー

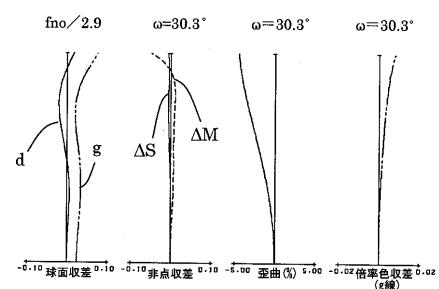
【図1】



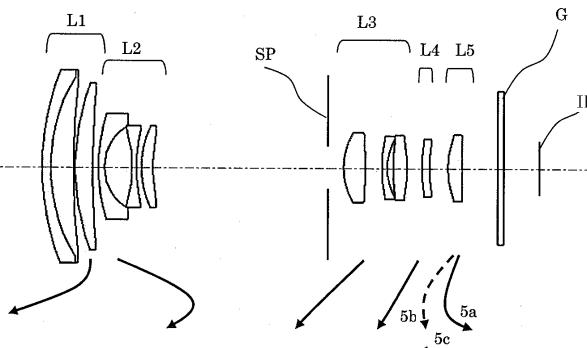
【図3】



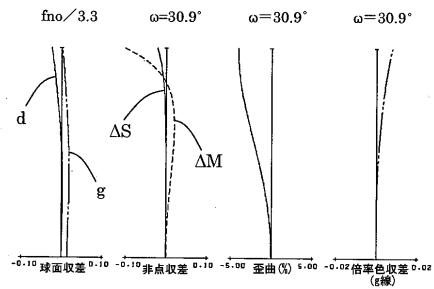
【図2】



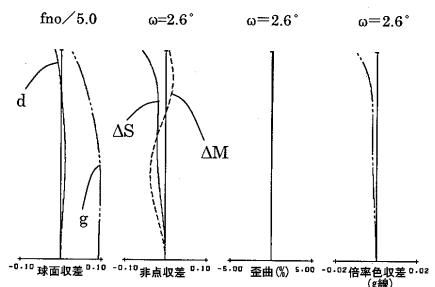
【図4】



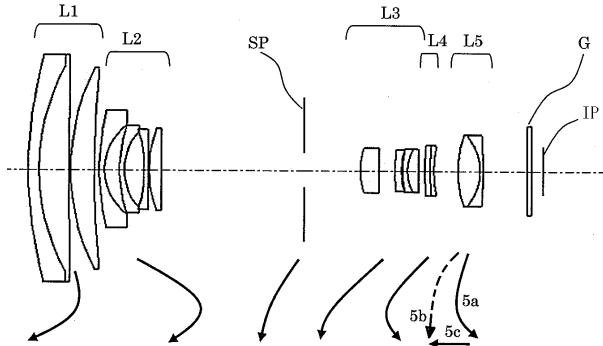
【図5】



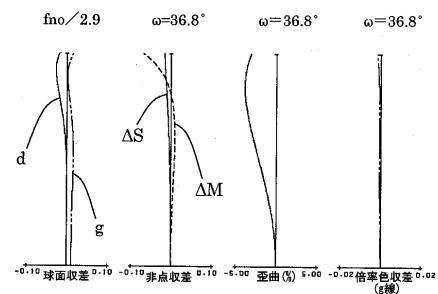
【図6】



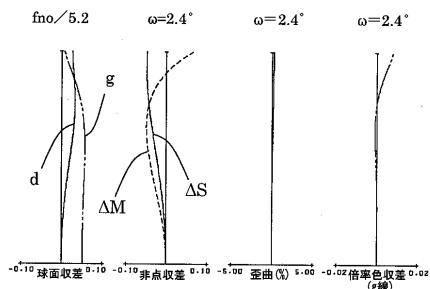
【図7】



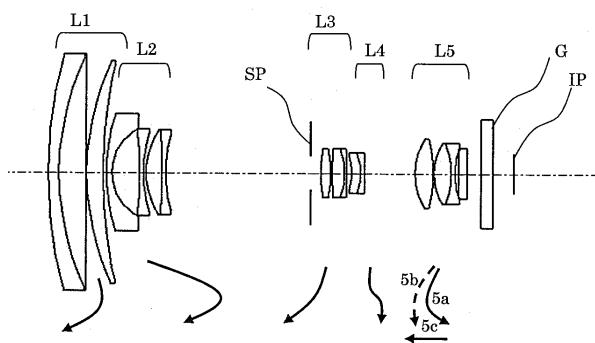
【図8】



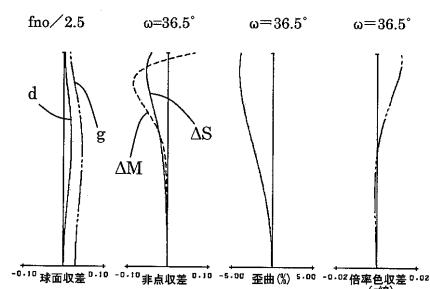
【図9】



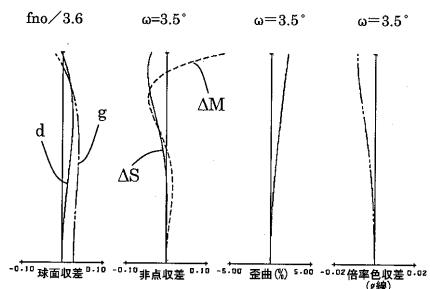
【図10】



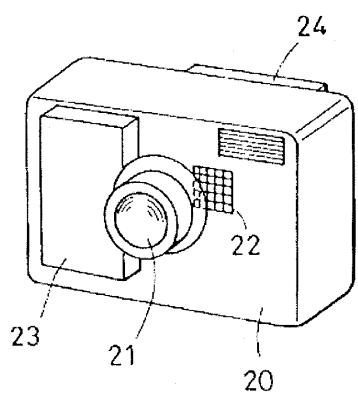
【図11】



【図12】



【図 1 3】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-279587(JP,A)  
特開2003-255228(JP,A)  
特開2006-234892(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/20  
G02B 13/18