

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5448351号
(P5448351)

(45) 発行日 平成26年3月19日 (2014. 3. 19)

(24) 登録日 平成26年1月10日 (2014. 1. 10)

(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 11 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2008-51903 (P2008-51903)
 (22) 出願日 平成20年3月3日 (2008. 3. 3)
 (65) 公開番号 特開2009-210691 (P2009-210691A)
 (43) 公開日 平成21年9月17日 (2009. 9. 17)
 審査請求日 平成23年3月1日 (2011. 3. 1)

(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 酒井 秀樹
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内
 審査官 小倉 宏之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズおよ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レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、正の屈折力の第4レンズ群より構成され、ズーミングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、少なくとも前記第1レンズ群が移動するズームレンズにおいて、絞りを有し、前記第3レンズ群は少なくとも1枚の負レンズと最も像側に正レンズを有し、前記第3レンズ群の少なくとも1枚の負レンズのうち最も像側に配置された負レンズの像側頂点から前記絞りまでの光軸方向の距離を D_s 、広角端と望遠端におけるズームレンズの焦点距離を各々 f_w 、 f_t 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

$$-0.19 < D_s / (f_w \cdot f_t) < 0.3$$

$$1.7 < f_3 / f_w < 3.0$$

$$1.2 < f_3 / |f_2| < 2.0$$

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】

前記絞りは、前記第3レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点と最も像側に配置されたレンズの像側頂点との間に配置されている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】

前記絞りは、前記第3レンズ群中の凸レンズ面の頂点と、該凸レンズ面の外周部との交点

との間に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】

前記第 3 レンズ群の少なくとも 1 枚の負レンズのうち最も像側に配置された負レンズの像側の面の曲率半径を R_{3n} とするとき、

$$0.3 < R_{3n} / f_w < 0.9$$

なる条件を満足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】

前記第 3 レンズ群は、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズ、正レンズからな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。

10

【請求項 6】

前記第 3 レンズ群の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点と最も像側に配置されたレンズの像側頂点との光軸方向の距離を D_g とするとき、

$$0.4 < D_g / f_w < 0.85$$

なる条件を満足す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】

前記第 1 レンズ群は、1 枚の負レンズと 1 枚の正レンズからな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。

【請求項 8】

前記第 2 レンズ群は、2 枚の負レンズと 1 枚の正レンズからなることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

20

【請求項 9】

前記第 4 レンズ群は、1 枚の正レンズからなることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

固体撮像素子に像を形成するための光学系であることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、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。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はスチルカメラ、ビデオカメラ、放送用カメラ、そしてデジタルスチルカメラ等の撮像装置に好適なズームレンズに関するものである。

【背景技術】

【0002】

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等の撮像装置（カメラ）においては、高機能化とともに装置全体の小型化がなされている。

40

【0003】

そしてそれに伴って、これらに用いる撮影光学系は、レンズ全長が短くコンパクトで、高ズーム比で、しかも高い光学性能を有するズームレンズであることが要求されている。

【0004】

これらの要求に応えるズームレンズの 1 つとして、物体側の第 1 レンズ群以外のレンズ群を移動させてフォーカスを行う、所謂リヤフォーカス式のズームレンズが知られている。

【0005】

リヤフォーカス式のズームレンズとして、物体側より像側へ順に正、負、正、正の屈折力の第 1、第 2、第 3、第 4 レンズ群の 4 つのレンズ群を有する 4 群ズームレンズが知

50

られている。この４群ズームレンズにおいて、第２レンズ群を移動させて変倍を行い、第４レンズ群を移動させて変倍に伴う像面変動とフォーカスを行うズームレンズが知られている（特許文献１）。

【０００６】

一方、コンパクト化と高ズーム比化の双方を達成するために、非使用時（非撮影時）に各レンズ群の間隔を撮影状態と異なる間隔まで縮小し、カメラ本体からのレンズの突出量を少なくした所謂沈胴式を用いたズームレンズが知られている。

【０００７】

沈胴式のズームレンズとして、物体側より像側へ順に、正、負、正、正の屈折力のレンズ群より成り、各レンズ群を移動させてズーミングを行うズームレンズが知られている（特許文献２～４）。

10

【０００８】

特許文献２では各レンズ群の偏芯に対する敏感度を低く抑えて沈胴構造を用いて全系の小型化を図ったズームレンズを開示している。

【０００９】

特許文献３ではＦナンバー決定絞りを第３レンズ群の最も物体側のレンズ面頂点と、該レンズの物体側の面と外周部との交点との間に配し、全系の小型化を図った沈胴構造のズームレンズを開示している。

【００１０】

特許文献４では、第３レンズ群を物体側より順に正レンズ、負レンズ、正レンズのレンズ構成とすることで、組付誤差による光学性能の劣化を防止した沈胴構造のズームレンズを開示している。

20

【００１１】

一方、撮像装置が振動したときの像振れを補正する防振機能を有するズームレンズが知られている。このうち物体側より像側へ順に、正、負、正、正の屈折力の第１、第２、第３、第４レンズ群より成り、第３レンズ群を光軸と垂直方向に移動させて像振れを補正したズームレンズが知られている（特許文献５）。

【００１２】

この他、ズームレンズ全体がコンパクトで高ズーム比のズームレンズとして物体側より像側へ順に、正、負、正の屈折力の第１、第２、第３レンズ群より成り、各レンズ群を移動させてズーミングを行うズームレンズが知られている（特許文献６）。

30

【特許文献１】特開平１１－３０５１２４号公報

【特許文献２】特開２００６－１０６１１１号公報

【特許文献３】特開２００６－２８５０１９号公報

【特許文献４】特開２００５－１６４９０５号公報

【特許文献５】特開平０７－１２８６１９号公報

【特許文献６】特開２００５－１０６９２５号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１３】

40

一般にズームレンズを小型化するためには、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、ズーミングに伴う各レンズ群の移動量を少なくし、かつ各レンズ群のレンズ枚数を削減するのが良い。

【００１４】

しかしながら、このようにしたズームレンズは、ズーミングに伴う収差変動が増大し、全ズーム範囲にわたり又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ってくる。

【００１５】

このため、高ズーム比とレンズ系全体の小型化を図るには、ズームタイプ、各レンズ群の屈折力、そして各レンズ群のズーミングに伴う移動条件、そして開放Ｆナンバー光束を

50

制限するFナンバー絞りの光路中の位置等を適切に設定することが重要となる。

【0016】

特に前述した3群以上のレンズ群より成るズームレンズでは、ズームタイプ、第3レンズ群のレンズ構成、そしてFナンバー決定絞りの光路中の位置等を適切に設定することが重要となっている。

【0017】

これらの構成が不適切であると、高ズーム比を確保しつつ高い光学性能を有した小型のズームレンズを得るのが困難になってくる。

【0018】

本発明は、高ズーム比で、しかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能が得られる小型の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】

【0019】

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レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、正の屈折力の第4レンズ群より構成され、ズームングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、少なくとも前記第1レンズ群が移動するズームレンズにおいて、絞りを有し、前記第3レンズ群は少なくとも1枚の負レンズと最も像側に正レンズを有し、前記第3レンズ群の少なくとも1枚の負レンズのうち最も像側に配置された負レンズの像側頂点から前記絞りまでの光軸方向の距離をDs、広角端と望遠端におけるズームレンズの焦点距離を各々fw、ft、前記第3レンズ群の焦点距離をf3、前記第2レンズ群の焦点距離をf2とするとき、

$$-0.19 < Ds / (fw \cdot ft) < 0.3$$

$$1.7 < f3 / fw < 3.0$$

$$1.2 < f3 / |f2| < 2.0$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、高ズーム比で、しかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能が得られる小型のズームレンズが得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

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。

【0024】

各実施例のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、正の屈折力の第4レンズ群より構成されている。

【0025】

ズームングに際して、少なくとも第1レンズ群が移動する。光路中にズームングに際して独立又は他のレンズ群と一体的に移動する絞りを有している。この絞りは、開放Fナンバー光束を決定（制限）するFナンバー決定絞りである。

【0026】

図1は実施例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は実施例1のズームレンズの広角端における収差図、図3は実施例1のズームレンズの望遠端（長焦点距離端）における収差図である。

【0027】

図4は実施例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は実施例2のズームレンズの広角端における収差図、図6は実施例2のズームレンズの望遠端における収差図である。

【0028】

図7は実施例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は実施例3

10

20

30

40

50

のズームレンズの広角端における収差図、図 9 は実施例 3 のズームレンズの望遠端における収差図である。

【 0 0 2 9 】

図 1 0 は実施例 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 1 1 は実施例 4 のズームレンズの広角端における収差図、図 1 2 は実施例 4 のズームレンズの望遠端における収差図である。

【 0 0 3 0 】

図 1 3 は参考例 1 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 1 4 は参考例 1 のズームレンズの広角端における収差図、図 1 5 は参考例 1 のズームレンズの望遠端における収差図である。

10

【 0 0 3 1 】

図 1 6 は本発明のズームレンズを備える撮像装置の要部概略図である。

【 0 0 3 2 】

各実施例のズームレンズはデジタルスチルカメラやビデオカメラ等の撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。

【 0 0 3 3 】

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。

【 0 0 3 4 】

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るときは、左方がスクリーン、右方が被投射画像となる。

20

【 0 0 3 5 】

実施例 1 ~ 4 は全体として 4 つのレンズ群よりなる 4 群ズームレンズである。参考例 1 は全体として 3 つのレンズ群よりなる 3 群ズームレンズである。

【 0 0 3 7 】

実施例 1 ~ 4 の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 は正の屈折力の第 4 レンズ群である。

【 0 0 3 8 】

参考例 1 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 3 は正の屈折力の第 3 レンズ群である。

30

【 0 0 3 9 】

S P は開放 F ナンバー光束を制限する絞り（F ナンバー決定絞り）であり、第 3 レンズ群 L 3 の最も物体側に配置されたレンズの物体側頂点と最も像側に配置されたレンズの像側頂点との間に配置している。

【 0 0 4 0 】

尚、ここでいう絞り（F ナンバー決定絞り）は、開口面積が可変でも不変でも良い。F P はフレアー絞りであり、第 3 レンズ群 L 3 の像側に配置しており、不要光を遮光している。

【 0 0 4 1 】

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ブロックである。

40

【 0 0 4 2 】

I P 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 C C D センサや C M O S 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。

【 0 0 4 3 】

収差図において、M、S はメリディオナル像面、サジタル像面を示す。倍率色収差は g 線によって表している。は半画角、F n o は F ナンバーである。

【 0 0 4 4 】

以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用レンズ群（第 3 レンズ群）が機構上光

50

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。

【0045】

実施例1～4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、第1レンズ群L1は広角端よりも望遠端で物体側に位置するように移動している。第2レンズ群L2は像側へ凸状の軌跡で移動、第3レンズ群L3は物体側へ単調に移動している。

【0046】

又、変倍に伴う像面変動を第4レンズ群L4を物体側に凸状の軌跡を有するように移動させて補正している。

【0047】

また第4レンズ群L4を光軸上移動させてフォーカシングを行うリヤフォーカス式を採用している。

【0048】

第4レンズ群L4に関する実線の曲線4aと点線の曲線4b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変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡である。

【0049】

このように第4レンズ群L4を物体側へ凸状の軌跡とすることで第3レンズ群L3と第4レンズ群L4との間の空気の有効利用を図り、レンズ全長の短縮化を効果的に設定している。

【0050】

又、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4cに示すように第4レンズ群L4を前方に繰り出すことで行っている。

【0051】

参考例1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、第1レンズ群L1は広角端よりも望遠端で物体側に位置するように移動している。第2レンズ群L2は像側へ凸状の軌跡で移動、第3レンズ群L3は物体側へ単調に移動している。

【0052】

参考例1では第1レンズ群、又は全ての群を同時に光軸上移動させてフォーカスを行っている。

【0053】

各実施例では、ズーミングの際に第1レンズ群を移動させている。特に第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間隔が大きく変化するようにしており、これにより高いズーム比を得ている。

【0054】

又、第1レンズ群L1を広角端から望遠端へのズーミングに妻子、像側へ凸状の軌跡を描き、広角端に比べて望遠端において物体側に位置するように移動させている。

【0055】

このズーム構成は高ズーム化に適すると共に、軸外光束が最も広がる広角端近傍で第1レンズ群L1が最も像側に近づくので第1レンズ群L1を通過する光線の高さを抑えることができ、前玉径(第1レンズ群L1の径)の小型化が容易となる。

【0056】

第3レンズ群L3は少なくとも1つの負レンズを有している。これによって正の屈折力の第3レンズ群L3中でのコマ収差と像面湾曲を良好に補正している。

【0057】

又、各実施例において第3レンズ群L3は最も像側に正レンズを有している。これにより、第3レンズ群L3中の負レンズにて発生する軸外のコマ収差や像面湾曲を、負レンズとは逆符号の収差を発生することで効果的に補正している。

【0058】

各実施例において、第3レンズ群L3は少なくとも1枚の負レンズと最も像側に正レンズを有している。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

第3レンズ群L3の少なくとも1枚の負レンズのうち最も像側に配置された負レンズの像側頂点からFナンバー決定絞りSPまでの光軸方向の距離をDsとする。広角端におけるズームレンズの焦点距離をfw、望遠端におけるズームレンズの焦点距離をftとする。第3レンズ群L3の焦点距離をf3とする。

【 0 0 6 0 】

このとき、

【 0 0 6 1 】

$$0.19 < Ds / (fw \cdot ft) < 0.3 \quad \dots (1)$$

【 0 0 6 2 】

$$1.7 < f3 / fw < 3.0 \quad \dots (2)$$

なる条件を満足している。

【 0 0 6 3 】

尚、条件式(1)において距離Dsの符号は、第3レンズ群L3中で最も像側に配置された負レンズの像側頂点よりもFナンバー決定絞りSPが像側に配置される場合が正で、その逆が負である。

【 0 0 6 4 】

条件式(1)の下限を超えて、第3レンズ群L3中で最も像側に配置された負レンズの像側頂点よりもFナンバー決定絞りSPが物体側に配置されると、該負レンズの像側の面において、レンズ周縁に近い位置を軸外光線の一部が通過するようになる。

【 0 0 6 5 】

その結果、像面湾曲が補正過剰となり、さらに外向性のコマ収差等が発生してくる。

【 0 0 6 6 】

また、上限を超えると、像面湾曲が補正不足となり、さらに内向性のコマ収差等が発生してくる。

【 0 0 6 7 】

又、下限又は上限のいずれを越えてもズーム比5倍以上のズーム比を得ようとするすると諸収差の補正が困難になってくる。条件式(1)を満たすことで高ズーム比を図ったときの諸収差の発生を効果的に抑制することが容易となる。

【 0 0 6 8 】

条件式(2)の下限を下回って広角端の焦点距離に対して第3レンズ群L3の焦点距離が短くなると、第3レンズ群L3中の各レンズの曲率がきつくなってきて諸収差の補正が困難となる。

【 0 0 6 9 】

また、条件式(2)の上限を上回ると、第3レンズ群L3での変倍比を一定以上保つためには移動量を増やせねばならず、この結果、望遠端においてレンズ全長が増大するので良くない。

【 0 0 7 0 】

さらに好ましくは、条件式(1)、(2)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【 0 0 7 1 】

$$-0.19 < Ds / (fw \cdot ft) < 0.10 \quad \dots (1a)$$

【 0 0 7 2 】

$$1.7 < f3 / fw < 2.0 \quad (2a)$$

とするのが良い。

【 0 0 7 3 】

各実施例によれば以上の如く、レンズ構成を特定することにより高ズーム比でしかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有した小型のズームレンズが得られる。

【 0 0 7 4 】

本発明の目的とするズームレンズは以上の如く構成することによって得られる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 5 】

次に各実施例において更に好ましい構成について述べる。但し、以下の構成は望ましい構成であって、必ずしも必須要件ではない。

【 0 0 7 6 】

開放 F n o (開放 F ナンバー) 光束を決定する開放 F ナンバー決定絞り S P は第 3 レンズ群中の収斂作用を有する凸レンズ面の頂点と、該凸レンズ面の外周部との交点との間に配置されている。

【 0 0 7 7 】

これにより、開放 F ナンバー決定絞り S P を第 3 レンズ群 L 3 の内部に設けることができ、第 3 レンズ群 L 3 とは別に絞り部材を設けなくて済む。その結果、ズーム時に各レンズ群の間隔を狭めることが容易となり、レンズ全長の増大を防止しつつ高ズーム比化が容易になる。

10

【 0 0 7 8 】

実施例 1、3、4、参考例 1では開放 F ナンバー決定絞り S P が、第 3 レンズ群 L 3 中の収斂作用を有する凸面の面頂点と凸面の外周部との交点との間に配置されている。即ちこれは、レンズと開放 F ナンバー決定絞り S P を重ねて配置することに等しく、開放 F ナンバー決定絞り S P を配置する空間を別途確保する必要がない。

【 0 0 7 9 】

このためレンズ全長の小型化に有利である。また、開放 F ナンバー決定絞り S P と収斂作用を有する凸面が接近するために、該凸面を通過する軸上光線の高さを抑えることもでき、球面収差や、軸上のコマ収差等を効果的に補正することができる。又、この構成は沈胴方式を用いてレンズ全長を短縮するのが容易となる。

20

【 0 0 8 0 】

第 3 レンズ群 L 3 は、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズ、正レンズから構成されている。特に第 3 レンズ群 L 3 は、物体側から像側へ順に、物体側の面が凸形状の正レンズ、像側の面が凹形状の負レンズ、両凸形状の正レンズからなっている。

【 0 0 8 1 】

これにより、負レンズにより発生する軸外のコマ収差や像面湾曲を、負レンズよりも像側の正レンズにより効果的に補正している。また、構成レンズ枚数を 3 枚とすることで第 3 レンズ群 L 3 を小型にしている。第 3 レンズ群 L 3 を構成するレンズは、実施例 1、2、4、5 のように物体側の正レンズと負レンズを接合すれば製造が容易となる。

30

【 0 0 8 2 】

一方、実施例 3 のようにそれぞれを単レンズとして非球面を 1 以上用いれば、諸収差をより良く補正することが容易となる。

【 0 0 8 3 】

第 3 レンズ群 L 3 中で最も像側に配置された負レンズの像側の面の曲率半径を R_{3n} とする。このとき、

$$0.3 < R_{3n} / f_w < 0.9 \cdots (3)$$

なる条件を満足している。

【 0 0 8 4 】

条件式 (3) の下限を下回ると、広角端の焦点距離に対して負レンズの像側の面の曲率半径が小さくなりすぎる。このため、軸上と軸外で光線が負レンズの像側の面に入射する角度が大きく変わってくる。

40

【 0 0 8 5 】

その結果、コマ収差や像面湾曲が大きく発生してこれらの補正が困難になる。また、上限を超えると、コマ収差や像面湾曲が補正過剰となってくる。

【 0 0 8 6 】

さらに好ましくは、条件式 (3) の数値範囲を

$$0.5 < R_{3n} / f_w < 0.8 \cdots (3a)$$

とするのが良い。

50

【0087】

第2レンズ群L2の焦点距離を f_2 とする。このとき、

$$1.2 < f_3 / |f_2| < 2.0 \dots (4)$$

なる条件を満足している。

【0088】

条件式(4)の下限を下回ると、第3レンズ群L3の焦点距離が第2レンズ群L2に対して短くなりすぎ、第3レンズ群L3内の各レンズの屈折力を高めることが必要になる。その結果、コマ収差や像面湾曲等の補正が困難になってくる。

【0089】

同様に、上限を超えた場合には第2レンズ群L2の焦点距離が短くなりすぎ、やはりコマ収差や像面湾曲等の補正が困難になる。

10

【0090】

さらに好ましくは、条件式(4)の数値範囲を

$$1.3 < f_3 / |f_2| < 1.6 \dots (4a)$$

とするのが良い。

【0091】

第3レンズ群L3中で最も物体側のレンズ頂点と最も像側のレンズ頂点との、光軸方向の距離を Dg_3 とする。このとき、

$$0.4 < Dg_3 / fw < 0.85 \dots (5)$$

なる条件を満足している。

20

【0092】

条件式(5)の下限を下回ると、第3レンズ群L3中に強い屈折力をもったレンズを複数枚配置することが難しくなり、結果として、高ズーム比を保ちつつ、色収差等の諸収差を良好に補正するのが困難になる。また、上限を超えると、レンズ全長および沈胴長を十分に短縮することが困難になる。

【0093】

さらに好ましくは、条件式(5)の数値範囲を

$$0.6 < Dg_3 / fw < 0.8 \dots (5a)$$

とするのが良い。

【0094】

30

第3レンズ群L3は1以上の非球面形状の面を有している。これにより、球面収差等を効果的に補正している。

【0095】

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、光軸に対し垂直方向の結像位置を変移させている。これにより、防振のためのプリズムやレンズ群を新たに追加せずに、手ぶれを容易に抑制している。

【0096】

第1レンズ群L1は、1枚の負レンズと1枚の正レンズからなっている。

【0097】

特に物体側より像側へ順に、第1レンズ群L1は物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズと、正レンズとを接合した接合レンズより成っている。

40

【0098】

第2レンズ群L2は、2枚の負レンズと1枚の正レンズからなっている。

【0099】

特に第2レンズ群L2は、物体側から像側へ順に、物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズ、両凹形状の負レンズ、物体側の面が凸形状の正レンズより成っている。

【0100】

又、実施例1から実施例4において、第4レンズ群L4は、物体側が凸形状の単一の正レンズより成っている。

【0101】

50

各実施例では、各レンズ群を前述の如く構成することによってレンズ全長が短く、高ズーム比で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ている。

【 0 1 0 2 】

この他、各実施例によればズーム比が5倍以上と高く、しかも全系が小型で、広角端から望遠端までのズーム全域で良好な光学性能を有するズームレンズが得られる。

【 0 1 0 3 】

又、各レンズ群はレンズ枚数が少ないので、沈胴方式を用いて全長を短縮することが容易なズームレンズが得られる。

【 0 1 0 4 】

次に実施例 1 ~ 4、参考例 1 に対応する数値実施例 1 ~ 5 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す。

【 0 1 0 5 】

r i は物体側から順に、第 i 番目のレンズ面（第 i 面）の曲率半径である。d i は第 i 面と第（i + 1）面との間の間隔を示す。n d i と d i はそれぞれ、d 線を基準としたときの屈折率及びアッペ数を示す。

【 0 1 0 6 】

B F は、レンズ最終面から近軸像面までの、空気換算長を示す。また、長さに関する値の単位は、特に記載がない場合には、mm である。

【 0 1 0 7 】

最も像側の 2 つの面はフィルター部材を構成する面である。レンズ面が非球面形状を有する場合は、面番号の後に * を付加している。

【 0 1 0 8 】

また、その形状は以下のように表す。光軸方向での位置を X とし、光軸と直交する方向での位置を H とし、光の進行方向を正とする。R を近軸曲率半径とし、K を円錐係数とし、A, B, C, D, E, F をそれぞれ非球面係数とする。

【 0 1 0 9 】

このとき、

【 0 1 1 0 】

【 数 4 】

$$X = \frac{\left(\frac{1}{R}\right)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)\left(\frac{H}{R}\right)^2}} + AH^2 + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10} + FH^{12}$$

【 0 1 1 1 】

なる式で表す。なお、「e ± N」は、「× 10^{± N}」を示す。また、各実施例における上述した条件式との対応を表 - 1 に示す。

【 0 1 1 2 】

尚、数値実施例 1、3、4、5 において d 1 0 の値が負となっているが、これは物体側から順に、F ナンバー決定絞り S P、第 3 レンズ群 L 3 の物体側のレンズと数えた為である。

【 0 1 1 3 】

又、数値実施例 2 において d 1 3 の値が負となっているのは、F ナンバー決定絞り S P、次いで第 3 レンズ群 L 3 の像側の正レンズと数えた為である。

【 0 1 1 4 】

S P 絞りは F ナンバー決定絞り、F P 絞りはフレアーカット絞りを示している。

【 0 1 1 5 】

[数値実施例 1]

10

20

30

40

50

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	23.557	0.90	1.84666	23.9
2	16.240	3.00	1.77250	49.6
3	116.429	(可変)		
4	21.367	0.70	1.88300	40.8
5	5.991	3.30		
6	-71.384	0.60	1.77250	49.6
7	16.516	0.50		
8	10.194	1.50	1.92286	18.9
9	21.109	(可変)		
10(SP絞り)		-0.55		
11*	4.688	2.10	1.80447	40.9
12	15.418	0.60	1.80809	22.8
13	4.044	0.50		
14	12.154	1.30	1.69680	55.5
15	-24.112	0.18		
16(FP絞り)		(可変)		
17	17.660	1.60	1.60311	60.6
18	-693.969	(可変)		
19		1.00	1.51633	64.1
20		(可変)		

10

20

非球面データ

第11面

K=-1.09194e-001 A 4=-2.96824e-004 A 6=-4.98635e-006 A 8=-3.99063e-007

各種データ

ズーム比 5.82

30

焦点距離	6.30	19.14	36.67	27.20	10.69
Fナンバー	3.22	4.45	6.08	5.06	3.74
画角	31.58	11.45	6.03	8.11	19.92
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	43.39	48.90	58.10	53.47	43.88
BF	6.89	9.30	6.04	8.73	8.26

d 3	0.40	9.74	13.84	12.52	4.52
d 9	14.86	3.82	1.00	1.96	8.32
d16	5.02	9.81	20.99	14.03	6.54
d18	5.73	8.14	4.88	7.57	7.10
d20	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	39.54
2	4	-8.65
3	10	11.78

50

4 17 28.58

【 0 1 1 6 】

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	20.188	0.90	1.84666	23.9
2	15.434	3.20	1.77250	49.6
3	73.267	(可変)		
4	20.861	0.70	1.88300	40.8
5	5.954	3.30		
6	-89.362	0.60	1.77250	49.6
7	16.002	0.50		
8	10.114	1.60	1.92286	18.9
9	19.851	(可変)		
10*	4.529	1.70	1.80447	40.9
11	13.800	0.50	1.80809	22.8
12	4.044	0.70		
13(SP絞り)		-0.10		
14	13.992	1.30	1.69680	55.5
15	-23.174	0.30		
16(FP絞り)		(可変)		
17	16.846	1.60	1.62299	58.2
18	-475.077	(可変)		
19		1.00	1.51633	64.1
20		(可変)		

10

20

非球面データ

30

第10面

K=-7.80965e-002 A 4=-3.25203e-004 A 6=-4.40757e-006 A 8=-7.81278e-007
A10=-1.14530e-008

各種データ

ズーム比 5.74

焦点距離	6.40	18.15	36.73	27.14	10.07
Fナンバー	3.08	4.27	6.08	5.10	3.49
画角	31.18	12.05	6.02	8.12	21.04
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	43.67	49.66	58.62	54.19	44.47
BF	7.64	7.75	6.37	6.63	8.21
d 3	0.40	8.26	11.11	10.47	3.80
d 9	14.23	4.64	0.45	2.32	8.94
d16	4.60	12.21	23.89	17.96	6.72
d18	6.49	6.59	5.22	5.47	7.05
d20	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

40

50

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	36.22
2	4	-8.49
3	10	12.27
4	17	26.15

【 0 1 1 7 】

[数値実施例 3]

単位 mm

10

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	21.017	1.10	1.84666	23.9
2	14.047	3.50	1.77250	49.6
3	96.418	(可変)		
4	28.407	0.70	1.88300	40.8
5	6.122	3.20		
6	-62.491	0.60	1.77250	49.6
7	14.195	0.40		
8	10.646	1.70	1.92286	18.9
9	30.111	(可変)		
10(SP絞り)		-0.65		
11*	5.045	2.25	1.80447	40.9
12*	38.529	0.20		
13	21.194	0.50	1.80809	22.8
14	4.183	0.60		
15	11.043	1.30	1.69680	55.5
16	-67.906	0.18		
17(FP絞り)		(可変)		
18	13.870	1.60	1.60311	60.6
19	81.251	(可変)		
20		1.00	1.51633	64.1
21		(可変)		

20

30

非球面データ

第11面

K=-7.29620e-004 A 4=-3.58262e-004 A 6=-2.87700e-006 A 8=-5.14369e-007

第12面

K =-2.13283e+001 A 4= 1.28553e-004 A 6= 1.02419e-005

40

各種データ

ズーム比 7.13

焦点距離	6.31	22.95	44.97	34.12	11.73
Fナンバー	2.67	4.02	6.08	4.86	3.19
画角	31.57	9.58	4.92	6.48	18.27
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	44.83	52.66	63.04	57.82	46.63

50

BF	6.84	8.17	5.19	6.90	7.93
d 3	0.30	10.11	12.08	12.03	5.28
d 9	15.46	4.06	1.00	2.08	8.74
d17	5.05	13.14	27.59	19.63	7.50
d19	5.68	7.01	4.03	5.74	6.77
d21	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	35.88
2	4	-8.11
3	10	12.01
4	18	27.49

10

【 0 1 1 8 】

[数値実施例 4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	23.256	0.90	1.84666	23.9
2	16.140	3.10	1.77250	49.6
3	110.969	(可変)		
4	23.631	0.70	1.88300	40.8
5	6.002	3.30		
6	-67.136	0.60	1.77250	49.6
7	15.646	0.50		
8	10.355	1.50	1.92286	18.9
9	23.088	(可変)		
10(SP絞り)		-0.10		
11*	4.828	2.20	1.80447	40.9
12	18.632	0.70	1.80809	22.8
13	4.147	0.50		
14	11.732	1.30	1.69680	55.5
15	-24.938	0.18		
16(FP絞り)		(可変)		
17	15.132	1.60	1.60311	60.6
18	115.888	(可変)		
19		1.00	1.51633	64.1
20		(可変)		

20

30

40

非球面データ

第11面

K=-1.05178e-001 A 4=-2.89807e-004 A 6=-4.13697e-006 A 8=-5.88566e-007

各種データ

ズーム比 6.12

焦点距離	6.00	19.22	36.68	27.64	10.45
------	------	-------	-------	-------	-------

50

Fナンバー	3.21	4.53	6.08	5.16	3.77
画角	32.36	11.40	6.03	7.98	20.34
像高	3.80	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	43.63	50.08	59.37	54.77	44.66
BF	6.85	9.16	7.09	8.87	8.03

d 3	0.40	10.16	14.17	12.96	4.77
d 9	14.66	3.59	0.59	1.65	8.14
d16	4.75	10.20	20.53	14.31	6.75
d18	5.69	8.00	5.94	7.71	6.87
d20	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

10

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	39.30
2	4	-8.29
3	10	11.69
4	17	28.69

【 0 1 1 9 】

20

[数値実施例 5]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	23.895	0.90	1.84666	23.9
2	16.446	3.00	1.77250	49.6
3	72.246	(可変)		
4	22.420	0.70	1.88300	40.8
5	6.000	3.30		
6	-86.989	0.60	1.77250	49.6
7	21.173	0.50		
8	10.171	1.50	1.92286	18.9
9	17.878	(可変)		
10(SP絞り)		-0.55		
11*	4.688	2.10	1.80447	40.9
12	13.523	0.60	1.80809	22.8
13	4.108	0.50		
14	14.088	1.30	1.71300	53.9
15	-15.973	1.00		
16(FP絞り)		(可変)		
17		1.00	1.51633	64.1
18		(可変)		

30

40

非球面データ

第11面

K=-9.98051e-002 A 4=-3.48756e-004 A 6=-5.83950e-006 A 8=-5.72197e-007

各種データ

ズーム比 5.01

50

焦点距離	6.99	14.43	35.04	21.04	11.55
Fナンバー	3.39	4.45	6.08	5.17	3.71
画角	28.99	15.03	6.31	10.43	18.55
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	43.57	43.84	54.95	47.53	48.91
BF	12.38	17.24	24.70	20.55	13.86

d 3	0.40	4.67	13.80	7.84	8.78
d 9	15.34	6.48	1.00	3.70	10.82
d16	11.22	16.08	23.54	19.39	12.70
d18	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

10

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	47.50
2	4	-8.93
3	10	10.74

【 0 1 2 0 】

20

【表 1】

表-1

条件式		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	参考例 1
(1)	$Ds/\sqrt{fw \cdot ft}$	-0.141	0.046	-0.137	-0.189	-0.137
(2)	$f3/fw$	1.868	1.917	1.904	1.949	1.536
(3)	$R3n/fw$	0.641	0.632	0.663	0.692	0.587
(4)	$f3/ f2 $	1.361	1.445	1.481	1.410	1.203
(5)	$Dg3/fw$	0.714	0.640	0.769	0.784	0.644

30

【 0 1 2 1 】

次に実施例 1 ~ 4、参考例 1 に示した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 16 を用いて説明する。

【 0 1 2 2 】

図 16 において、20 はカメラ本体、21 は実施例 1 ~ 4、参考例 1 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。

40

【 0 1 2 3 】

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。

【 0 1 2 4 】

尚、本発明のズームレンズは一眼レフカメラやビデオカメラ等にも同様に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 2 5 】

【図 1】実施例 1 のズームレンズの光学断面図

50

【図 2】実施例 1 のズームレンズの広角端での収差図
【図 3】実施例 1 のズームレンズの望遠端での収差図
【図 4】実施例 2 のズームレンズの光学断面図
【図 5】実施例 2 のズームレンズの広角端での収差図
【図 6】実施例 2 のズームレンズの望遠端での収差図
【図 7】実施例 3 のズームレンズの光学断面図
【図 8】実施例 3 のズームレンズの広角端での収差図
【図 9】実施例 3 のズームレンズの望遠端での収差図
【図 10】実施例 4 のズームレンズの光学断面図
【図 11】実施例 4 のズームレンズの広角端での収差図
【図 12】実施例 4 のズームレンズの望遠端での収差図
【図 13】参考例 1 のズームレンズの光学断面図
【図 14】参考例 1 のズームレンズの広角端での収差図
【図 15】参考例 1 のズームレンズの望遠端での収差図
【図 16】本発明の撮像装置の要部概略図

10

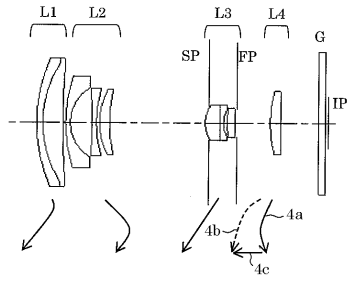
【符号の説明】

【 0 1 2 6 】

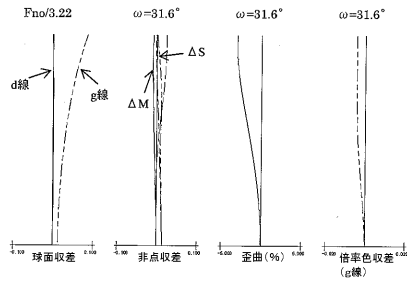
L 1 第 1 レンズ群
L 2 第 2 レンズ群
L 3 第 3 レンズ群
L 4 第 4 レンズ群
S P F ナンバー 決定絞り（開口絞り）
F P フレアークット絞り
I P 像面
G ガラスブロック
d 線 d 線
g 線 g 線
S サジタル像面
M メリディオナル像面

20

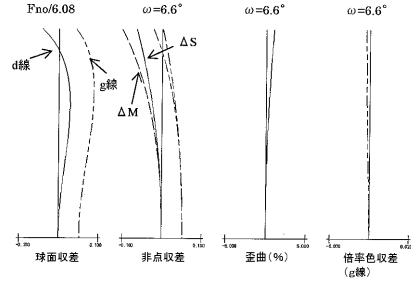
【図 1】



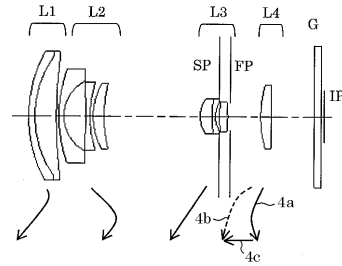
【図 2】



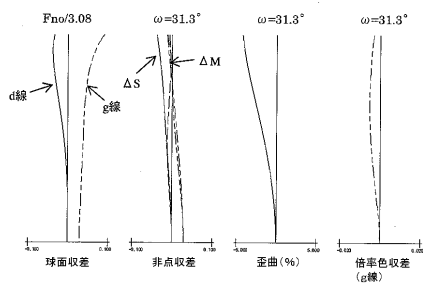
【図 3】



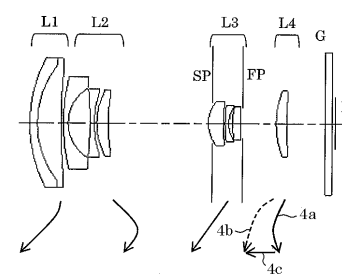
【図 4】



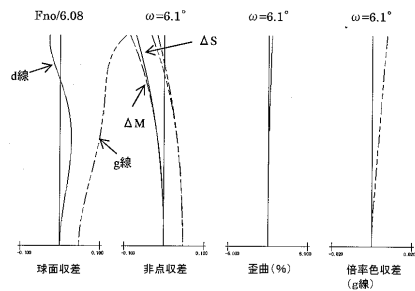
【図 5】



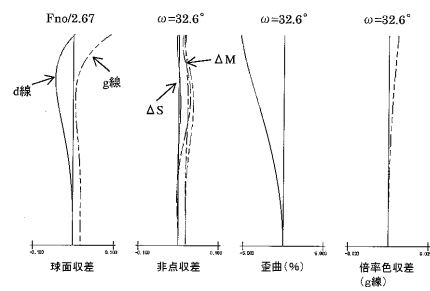
【図 7】



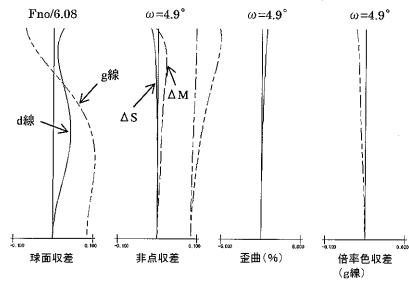
【図 6】



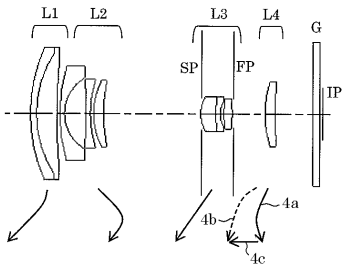
【図 8】



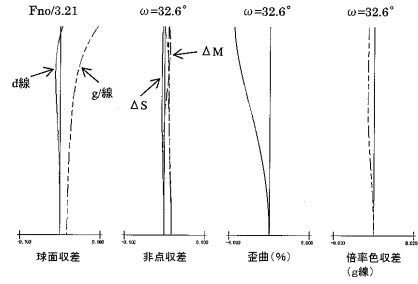
【図 9】



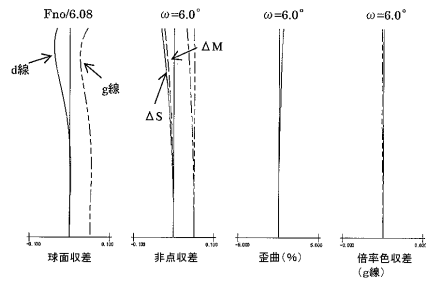
【図 10】



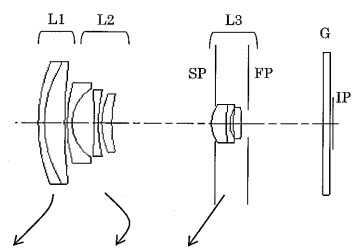
【図 11】



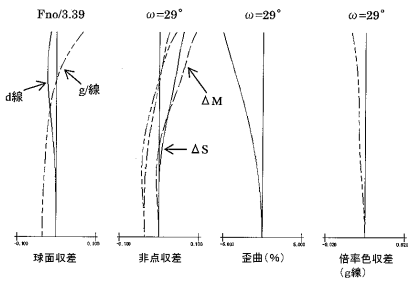
【図 12】



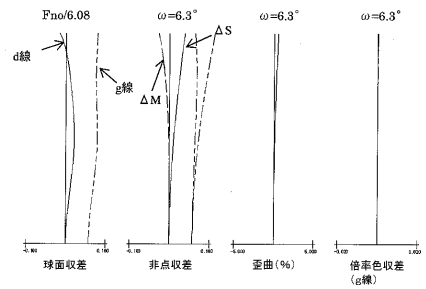
【図 13】



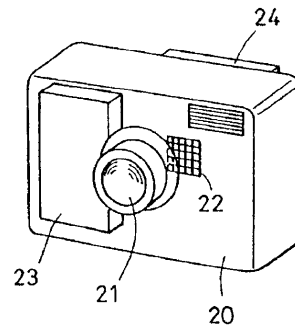
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平04-358108(JP,A)
特開2007-264381(JP,A)
特開2006-285019(JP,A)
特開2005-164905(JP,A)
特開2006-184416(JP,A)
特開平03-012622(JP,A)
特開昭63-073215(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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