

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 6 部門第 2 区分
 【発行日】平成 25 年 3 月 7 日 (2013.3.7)

【公開番号】特開 2011-150240 (P2011-150240A)
 【公開日】平成 23 年 8 月 4 日 (2011.8.4)
 【年通号数】公開・登録公報 2011-031
 【出願番号】特願 2010-13068 (P2010-13068)
 【国際特許分類】

G 0 2 B 15/20 (2006.01)

G 0 2 B 13/18 (2006.01)

G 0 2 B 15/163 (2006.01)

【F I】

G 0 2 B 15/20

G 0 2 B 13/18

G 0 2 B 15/163

【手続補正書】

【提出日】平成 25 年 1 月 22 日 (2013.1.22)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群を有し、

ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、該第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 、該第 3 レンズ群の望遠端における横倍率を $3t$ 、該第 4 レンズ群の望遠端における横倍率を $4t$ 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$2.0 < |f_3 / f_w| < 5.0$$

$$0.0 < |4t / 3t| < 0.1$$

$$0.7 < |3t \times 4t| < 1.0$$

なる条件式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 3 レンズ群の広角端における横倍率を $3w$ とするとき、

$$0.3 < |3t / 3w| < 30.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 のズームレンズ。

【請求項 3】

前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 とするとき、

$$1.5 < |f_4 / f_w| < 5.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 のズームレンズ。

【請求項 4】

広角端から望遠端へのズームングに際して、前記第 1 レンズ群は像側へ移動し、前記第 2 レンズ群は物体側へ移動し、前記第 3 レンズ群は物体側へ凸状の軌跡を描いて移動し、前記第 4 レンズ群は物体側へ移動することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 5】

物体側より像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群、正の屈折力の第 6 レンズ群より構成されていることを特徴する請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 6】

広角端から望遠端へのズームングに際して、前記第 1 レンズ群は像側へ移動し、前記第 2 レンズ群は物体側へ移動し、前記第 3 レンズ群は物体側へ凸状の軌跡を描いて移動し、前記第 4 レンズ群は前記第 2 レンズ群と一体的に物体側へ移動し、前記第 5 レンズ群は物体側へ凸状の軌跡を描いて移動し、ズームングのためには前記第 6 レンズ群は不動であることを特徴とする請求項 5 のズームレンズ。

【請求項 7】

最も像側に位置するレンズ群は正レンズと負レンズを少なくとも 1 枚ずつ含むことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項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る像を受光する光電変換素子を有することを特徴とする撮像装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群を有し、

ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、該第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 、該第 3 レンズ群の望遠端における横倍率を $3t$ 、該第 4 レンズ群の望遠端における横倍率を $4t$ 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$2.0 < |f_3 / f_w| < 5.0$$

$$0.0 < |4t / 3t| < 0.1$$

$$0.7 < |3t \times 4t| < 1.0$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

以下に、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の形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群を有する。そしてズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化する。第 4 レンズ群の像側に屈折力があり、ズームングの際に移動又は固定の少なくとも 1 つのレンズ群を有していても良い。この他本発明のズームレンズにおいて、第 1 レンズ群 L1 の物体側又は / 及び最終レンズ群の像側にコンバーターレンズやアフォーカルレンズ群等の屈折力のあるレンズ群が位置していても良い。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

次に各条件式の技術的意味について説明する。条件式(1)は、第3レンズ群L3の屈折力に関し、主に長いバックフォーカスを確保するためと、像面湾曲を良好に補正するためのものである。レトロフォーカス型のレンズ系の屈折力配置は、正の屈折力のレンズ群の前方(物体側)に負の屈折力のレンズ群を配置し、バックフォーカスを焦点距離よりも長くすることができる特長がある。このレトロフォーカスタイプのレンズ系において、後方レンズ群の正の屈折力を弱めると、長いバックフォーカスを確保することが困難になる。これに対し本発明の各実施例では、第3レンズ群L3の負の屈折力を弱めることで、広角端での第2レンズ群L2以降の合成の正の屈折力を強めている。これによって、長いバックフォーカスを確保しながら開口絞りSPより後方のレンズ群の屈折力を弱め、広角端において像面湾曲を改善している。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

ここで条件式(1)の上限を超えるほど第3レンズ群L3の屈折力が弱くなると、ズームングによる球面収差の変動を軽減することが困難になる。また下限を超えるほど第3レンズ群L3の屈折力が強くなると、第2レンズ群L2以降の合成の正の屈折力が弱くなり、広角端において長いバックフォーカスを確保するのが困難になる。条件式(2)、(3)は、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の望遠端における横倍率に関し、主に高いズーム比を確保するためのものである。広角端において像面湾曲を改善するために、後方の正の屈折力のレンズ群の屈折力を弱めると、全系で高いズーム比を保つことが困難となる。そこで各実施例では第4レンズ群L4の正の屈折力が弱まった分の変倍を、第3レンズ群L3に分担させることで、全系のズーム比を高く保ちつつ、後方の正の屈折力のレンズ群の屈折力を弱め、広角端において像面湾曲を改善している。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

条件式(2)の上限を超えるほど第4レンズ群L4の横倍率が大きいと、広角端において像面湾曲の補正が困難になる。また条件式(2)の下限を超えるほど第4レンズ群L4の横倍率が小さいと、高いズーム比の確保が困難になる。条件式(3)の上限を超えるほど第3、第4レンズ群L3、L4の横倍率が大きいと、広角端において像面湾曲の補正が困難になる。また条件式(3)の下限を超えるほど第3、第4レンズ群L3、L4の横倍率が小さいと、高いズーム比の確保が困難になる。更に好ましくは条件式(1)~(3)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0023】

$$2.05 < |f_3 / f_w| < 4.50 \quad (1a)$$

$$0.00 < |4t / 3t| < 0.05 \quad (2a)$$

$$0.705 < |3t \times 4t| < 0.895 \quad (3a)$$

各実施例では以上のように構成することにより、一眼レフカメラとして必要な長さのバックフォーカスを維持しながら、広角端の像面湾曲を低減し、画面周辺も含めて良好な光学性能を得ている。各実施例において更に好ましくは次の諸条件のうち1以上を満足するのが良い。第3レンズ群L3の広角端における横倍率を $3w$ とする。第4レンズ群L4の焦点距離を $f4$ とする。このとき、

$$0.3 < |3t / 3w| < 30.0 \quad (4)$$

$$1.5 < |f4 / fw| < 5.0 \quad (5)$$

なる条件式のうち1以上を満足するのが良い。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0027】

これに対して本発明者は第3レンズ群L3の負の屈折力を弱める事で第1レンズ群L1以外のレンズ群の合成の正の屈折力を強め、長いバックフォーカスを得ることができることを見出した。更に、開口絞りよりも後方のレンズ群に入射する軸外光線の光軸からの入射高さを低く保つことができることも見出した。これによって、本発明の各実施例では高次の収差係数 IV^{\wedge} が更に低減し、画面周辺の像面湾曲を良好に改善している。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0029】

実施例1のズームレンズのMTFディフォーカス特性図は、特許文献2と比較して、像高21.6mmのMTFピーク位置が明らかに像高0mmのピークに近づいており、像面湾曲が低減していることが分かる。表-1(a)に特許文献1の数値実施例2から引用した従来例と、本発明の数値実施例2において、5次の収差係数 IV^{\wedge} を比較した表を示す。また表-1(b)に、特許文献2の数値実施例1から引用した従来例と、本発明の数値実施例1、数値実施例3において、5次の収差係数 IV^{\wedge} を比較した表を示す。本発明のいずれの数値実施例においても、従来例と比較して開口絞りより後方のレンズ群の係数分担値が特に大きく減少し、全系の収差数値も減少していることが分かる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0032】

実施例1では、第1レンズ群L1の3つのレンズ面を非球面形状としている。これにより広角端において画角周辺のサジタル像面湾曲の改善によって急激な補正不足となるメリディオナル像面と、歪曲の補正を良好に行っている。実施例1では、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4にそれぞれ1つの非球面形状のレンズ面を配している。これにより、開口絞りSP近傍のレンズ群の屈折力が弱まったことにより生じる、ズーミングに伴う球面収差の変動を軽減している。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 3 3 】

実施例 2 において、第 1 レンズ群 L 1 は物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズ G 1 1、負レンズ G 1 2 と負レンズ G 1 2 の像側に樹脂性の非球面レンズ G 1 3 を付加した接合レンズ、両レンズ面が凹形状の負レンズ G 1 4 を有している。更に物体側の面が凸形状の正レンズ G 1 5 の全体として 5 つのレンズから成っている。第 2 レンズ群 L 2 と第 3 レンズ群 L 3 は実施例 1 と同じである。第 4 レンズ群 L 4 は負レンズ G 4 1、両レンズ面が凸面の正レンズ G 4 2、負レンズ G 4 3 と正レンズ G 4 4 とを接合した接合レンズより成っている。実施例 2 は第 1 レンズ群 L 1 に 2 つの非球面形状のレンズ面を配している。また第 4 レンズ群 L 4 に 1 つの非球面形状のレンズ面を配している。これにより広角端において画角周辺のサジタル像面湾曲の改善によって急激な補正不足となるメリディオナル像面と歪曲の補正を良好に行っている。また、実施例 2 は、第 3 レンズ群 L 3 に 1 つの非球面形状のレンズ面を配している。これにより開口絞り S P 近傍のレンズ群の屈折力が弱まったことにより生じる、ズーミングに伴う球面収差の変動を軽減している。