

【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20年8月7日(2008.8.7)

【公開番号】特開2007-10912(P2007-10912A)

【公開日】平成19年1月18日(2007.1.18)

【年通号数】公開・登録公報2007-002

【出願番号】特願2005-190540(P2005-190540)

【国際特許分類】

G 02 B 15/20 (2006.01)

G 02 B 13/18 (2006.01)

【F I】

G 02 B 15/20

G 02 B 13/18

【手続補正書】

【提出日】平成20年6月23日(2008.6.23)

【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】

物体側から順に、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、及び正の屈折力の第4レンズ群からなり、

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と第2レンズ群のレンズ群間隔が減少し、第2レンズ群と第3レンズ群のレンズ群間隔が増大し、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が減少する広角ズームレンズ系において、

次の条件式(1)ないし(5)を満足することを特徴とする広角ズームレンズ系。

$$(1) 1.1 < |f_1| / f_w < 2.0 \quad (f_1 < 0)$$

$$(2) 2.0 < f_4 / f_w < 3.5$$

$$(3) 2.5 < f_Bw / f_w < 3.5$$

$$(4) 0.5 < f_2 / f_t < 1.2$$

$$(5) 0.5 < |f_3| / f_t < 1.4 \quad (f_3 < 0)$$

但し、

f₁：第1レンズ群の焦点距離；

f₂：第2レンズ群の焦点距離；

f₃：第3レンズ群の焦点距離；

f₄：第4レンズ群の焦点距離；

f_w：短焦点距離端の全系の焦点距離、

f_t：長焦点距離端の全系の焦点距離；及び

f_{Bw}：短焦点距離端におけるバックフォーカス。

【請求項2】

物体側から順に、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、及び正の屈折力の第4レンズ群からなり、

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と第2レンズ群のレンズ群間隔が減少し、第2レンズ群と第3レンズ群のレンズ群間隔が増大し、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が減少する広角ズームレンズ系において、

次の条件式(4)及び(5)を満足することを特徴とする広角ズームレンズ系。

(4) $0.5 < f_2 / f_t < 1.2$
 (5) $0.5 < |f_3| / f_t < 1.4$ ($f_3 < 0$)

但し、

f_2 : 第2レンズ群の焦点距離 ;
 f_3 : 第3レンズ群の焦点距離 ; 及び
 f_t : 長焦点距離端の全系の焦点距離。

【請求項3】

請求項2記載の広角ズームレンズ系において、次の条件式(1)及び(2)を満足する広角ズームレンズ系。

(1) $1.1 < |f_1| / f_w < 2.0$ ($f_1 < 0$)
 (2) $2.0 < f_4 / f_w < 3.5$

但し、

f_1 : 第1レンズ群の焦点距離 ;
 f_4 : 第4レンズ群の焦点距離 ; 及び
 f_w : 短焦点距離端の全系の焦点距離。

【請求項4】

請求項1ないし3のいずれか1項記載の広角ズームレンズ系において、負の屈折力の第1レンズ群は物体側から順に少なくとも、物体側に凸の負メニスカスレンズ、物体側に凸の負メニスカスレンズ、像側に凹の負レンズ、及び正レンズを含む広角ズームレンズ系。

【請求項5】

請求項1ないし4のいずれか1項記載の広角ズームレンズ系において、正の屈折力の第2レンズ群は、一組の正の屈折力の接合レンズと正レンズ、あるいは二組の正の屈折力の接合レンズからなる広角ズームレンズ系。

【請求項6】

請求項1ないし5のいずれか1項記載の広角ズームレンズ系において、負の屈折力の第3レンズ群は、一組の負の屈折力の接合レンズと正レンズ、あるいは二組の負の屈折力の接合レンズからなる広角ズームレンズ系。

【請求項7】

請求項1ないし6のいずれか1項記載の広角ズームレンズ系において、正の屈折力の第4レンズ群は、一組の接合レンズと二枚の正レンズ、あるいは二組の接合レンズと正レンズからなる広角ズームレンズ系。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】広角ズームレンズ系

【技術分野】

【0001】

本発明は、一眼レフカメラ用、特にデジタル一眼レフ(SLR)カメラ用として好適な広角ズームレンズ系に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルSLRカメラは、撮像素子サイズが銀塩SLRカメラのフィルムサイズより小さいことから、より広角(短焦点距離)の光学系が必要となる。このような広角ズームレンズ系としては、例えば、特開平10-325923号公報、特開平11-174328号公報、特開2004-240038号公報、及び特開2002-287031号公報で提案されるような、負正の2群ズームレンズ系又は負正負正の4群ズームレンズ系がよく用いられている。

【特許文献1】特開平10-325923号公報
 【特許文献2】特開平11-174328号公報
 【特許文献3】特開2004-240038号公報
 【特許文献4】特開2002-287031号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

従来の広角ズームレンズ系は、変倍比が2倍程度のものがほとんどであり、2倍を超えるものでも、APS-Cサイズのような画面サイズの小さい撮像素子用の広角ズームレンズ系では、画角が100°を越えるものは知られていない。

特開平10-325923号公報の広角ズームレンズ系は、100°に近い十分な画角を有しているが、変倍比は2倍以下である。特開平11-174328号公報の広角ズームレンズ系は、変倍比が2.8倍程度であるが、十分な画角は得られない。特開2004-240038号公報、特開2002-287031号公報の広角ズームレンズ系はそれぞれ、変倍比が2.2倍程度、2倍程度であって、画角も不十分である。

【0004】

本発明は、小型の撮像素子を備えるデジタルSLR用に好適な、短焦点距離端の画角が100°程度と広く、かつ変倍比（ズーム比）が2.5から3倍程度の広角ズームレンズ系を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の広角ズームレンズ系は、物体側から順に、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、及び正の屈折力の第4レンズ群からなり、

短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と第2レンズ群のレンズ群間隔が減少し、第2レンズ群と第3レンズ群のレンズ群間隔が増大し、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が減少する広角ズームレンズ系において、

次の条件式(1)ないし(5)を満足することを特徴とする広角ズームレンズ系。

$$(1) 1.1 < |f_1| / f_w < 2.0 \quad (f_1 < 0)$$

$$(2) 2.0 < f_4 / f_w < 3.5$$

$$(3) 2.5 < f_Bw / f_w < 3.5$$

$$(4) 0.5 < f_2 / f_t < 1.2$$

$$(5) 0.5 < |f_3| / f_t < 1.4 \quad (f_3 < 0)$$

但し、

f₁：第1レンズ群の焦点距離；

f₂：第2レンズ群の焦点距離；

f₃：第3レンズ群の焦点距離；

f₄：第4レンズ群の焦点距離；

f_w：短焦点距離端の全系の焦点距離、

f_t：長焦点距離端の全系の焦点距離；及び

f_{Bw}：短焦点距離端におけるバックフォーカス、
である。

【0006】

また、本発明の広角ズームレンズ系は、物体側から順に、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、及び正の屈折力の第4レンズ群からなり、短焦点距離端から長焦点距離端への変倍に際し、第1レンズ群と第2レンズ群のレンズ群間隔が減少し、第2レンズ群と第3レンズ群のレンズ群間隔が増大し、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が減少する広角ズームレンズ系において、次の条件式(4)及び(5)を満足することを特徴とする。

$$(4) 0.5 < f_2 / f_t < 1.2$$

(5) $0 . 5 < | f_3 | / f_t < 1 . 4$ ($f_3 < 0$)

但し、

f_2 : 第 2 レンズ群の焦点距離 ;

f_3 : 第 3 レンズ群の焦点距離 ; 及び

f_t : 長焦点距離端の全系の焦点距離、

である。

【0007】

上記の広角ズームレンズ系は、次の条件式(1)及び(2)を満足すると好ましい。

(1) $1 . 1 < | f_1 | / f_w < 2 . 0$ ($f_1 < 0$)

(2) $2 . 0 < f_4 / f_w < 3 . 5$

但し、

f_1 : 第 1 レンズ群の焦点距離 ;

f_4 : 第 4 レンズ群の焦点距離 ; 及び

f_w : 短焦点距離端の全系の焦点距離、

である。

【0008】

本発明の広角ズームレンズ系の第 1 レンズ群は、物体側から順に少なくとも、物体側に凸の負メニスカスレンズ、物体側に凸の負メニスカスレンズ、像側に凹の負レンズ、及び正レンズを含むことが好ましい。

【0009】

本発明の広角ズームレンズ系の第 2 レンズ群は、一組の正の屈折力の接合レンズと正レンズ、あるいは二組の正の屈折力の接合レンズからなることが好ましい。

【0010】

本発明の広角ズームレンズ系の第 3 レンズ群は、一組の負の屈折力の接合レンズと正レンズ、あるいは二組の負の屈折力の接合レンズからなることが好ましい。

【0011】

本発明の広角ズームレンズ系の第 4 レンズ群は、一組の接合レンズと二枚の正レンズあるいは二組の接合レンズと正レンズからなることが好ましい。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、画角が 100° 程度と広く、かつ変倍比(ズーム比)が 2.5 から 3 倍程度の広角ズームレンズ系を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本実施形態の広角ズームレンズ系は、図 25 の簡易移動図に示すように、物体側から順に、負の屈折力の第 1 レンズ群 10 、正の屈折力の第 2 レンズ群 20 、負の屈折力の第 3 レンズ群 30 、及び正の屈折力の第 4 レンズ群 40 からなり、短焦点距離端(W)から長焦点距離端(T)へのズーミングに際し、第 1 レンズ群 10 は一旦像側に移動してから U ターンして物体側に移動し、第 2 レンズ群 20 、第 3 レンズ群 30 及び第 4 レンズ群 40 はそれぞれ物体側に単調に移動する。このとき、第 1 レンズ群 10 と第 2 レンズ群 20 のレンズ群間隔は、最初は大きく減少した後徐々に減少し、第 2 レンズ群 20 と第 3 レンズ群 30 のレンズ群間隔は単調に増大し、第 3 レンズ群 30 と第 4 レンズ群 40 のレンズ群間隔は単調に減少し、第 4 レンズ群 40 と像面の間隔は単調に増大する。絞り S は、第 2 レンズ群 20 または第 3 レンズ群 30 と一緒に移動する。

【0014】

条件式(1)は、第 1 レンズ群の焦点距離と短焦点距離端における全系の焦点距離の比に関する条件式である。条件式(1)の上限を超えて、第 1 レンズ群の負のパワーが弱くなると、所定のバックフォーカスを確保するために、第 3 レンズ群の負のパワーを強くしなければならず、球面収差及びコマ収差が補正過剰となってしまう。条件式(1)の下限を超えて、第 1 レンズ群の負のパワーが強くなると、短焦点距離端における歪曲収差及び

非点収差が大きくなり補正が困難になる。また、第2レンズ群に強い正のパワーが必要となるため、長焦点距離端において球面収差が大きくなる。

より好ましくは、次の条件式(1')を満足するのがよい。

$$(1') 1.3 < |f_1| / f_w < 1.8$$

【0015】

条件式(2)は、第4レンズ群の焦点距離と短焦点距離端における全系の焦点距離の比に関する条件式である。条件式(2)の上限を超えて、第4レンズ群の正のパワーが弱くになると、歪曲収差が良好に補正できない。条件式(2)の下限を超えて、第4レンズ群の正のパワーが強くなると、球面収差及びコマ収差が大きく発生するとともに、短焦点距離端における倍率色収差を良好に補正できない。

より好ましくは、次の条件式(2')を満足するのがよい。

$$(2') 2.4 < f_4 / f_w < 3.3$$

【0016】

条件式(3)は、短焦点距離端におけるバックフォーカスと短焦点距離端における全系の焦点距離の比に関する条件式である。条件式(3)の上限を超えて、バックフォーカスが長くなると、レンズ全長が長くなり、前玉径も増大する。条件式(3)の下限を超えると、一眼レフカメラに必要な十分なバックフォーカスが確保できなくなる。

より好ましくは、次の条件式(3')を満足するのがよい。

$$(3') 2.95 < f_Bw / f_w < 3.25$$

【0017】

条件式(4)は、第2レンズ群の焦点距離と長焦点距離端における全系の焦点距離の比に関する条件式である。条件式(4)の上限を超えて、第2レンズ群の正のパワーが弱くになると、所望の変倍比を達成するためには第4レンズ群に強い正のパワーを与える必要がある。この場合、短焦点距離端における倍率色収差が良好に補正できない。条件式(4)の下限を超えて、第2レンズ群の正のパワーが強くなると、特に長焦点距離端における球面収差及びコマ収差が大きく発生してしまう。

より好ましくは、次の条件式(4')を満足するのがよい。

$$(4') 0.6 < f_2 / f_t < 1.05$$

【0018】

条件式(5)は、第3レンズ群の焦点距離と長焦点距離端における全系の焦点距離の比に関する条件式である。条件式(5)の上限を超えて、第3レンズ群の負のパワーが弱くになると、ズーム全域での像面湾曲や球面収差の補正が不十分となる。条件式(5)の下限を超えて、第3レンズ群の負のパワーが強くなると、球面収差及びコマ収差及び非点収差等が補正過剰となる。

より好ましくは、次の条件式(5')を満足するのがよい。

$$(5') 0.5 < |f_3| / f_t < 1.1$$

【0019】

第1レンズ群は、具体的には例えば、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ、物体側に凸の負メニスカスレンズ、像側に凹の負レンズ、及び正レンズを含む構成とすることができる。

【0020】

第1レンズ群は、より具体的には、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ、物体側に凸の負メニスカスレンズ、像側に凹の負レンズ、及び正レンズから構成することができる。また、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズ、物体側に凸の負メニスカスレンズ、正レンズ、像側に凹の負レンズ、及び正レンズから構成することもできる。

第1レンズ群の最も物体側のレンズ(物体側に凸の負メニスカスレンズ)に非球面を用いることによって、広角ズームレンズ系(レンズ系)で発生する歪曲収差及び非点収差を良好に補正することができる。非球面は、レンズの周辺に行くに従って負のパワーが弱くなる形状をしている。この非球面を第1レンズ群の最も物体側のレンズの物体側の面に用い

ると、特に歪曲収差を良好に補正することができる。または、この非球面を第1レンズ群の最も物体側のレンズの像側の面に用いると、第1レンズ群の最も物体側のレンズの厚み(物体側中心から像側コバ面までの距離)を薄くすることができる。

【0021】

第1レンズ群は、例えば、2枚の負メニスカスレンズのうち、物体側に配置される負メニスカスレンズの物体側に正レンズを配置することもできる。この正レンズは好ましくは、両凸正レンズであることがよい。すなわち、第1レンズ群は、物体側から順に、両凸正レンズ、物体側に凸の負メニスカスレンズ、物体側に凸の負メニスカスレンズ、負レンズと正レンズの接合レンズから構成することができる。2枚の負メニスカスレンズのうち、像側に配置される負メニスカスレンズを合成樹脂製非球面レンズにすると、歪曲収差及び非点収差を補正することができる。そして、最も物体側に両凸正レンズを配置すると、合成樹脂製非球面レンズの歪曲収差を補正することができる。

合成樹脂製レンズは耐久性に乏しいため、最も物体側のレンズに使用することは好ましくない。そして、径が大きすぎると、コバ厚が大きくなり、温度変化による収差の変動が大きくなるため好ましくない。そのため、第1レンズ群のレンズのうちで比較的小径なレンズ(2枚の負メニスカスレンズのうち、像側に配置される負メニスカスレンズ)に合成樹脂製非球面レンズを使用することができる。負メニスカスレンズの曲率の小さい面に非球面を設けると、レンズ周辺部の曲率を大きく(緩く)することができ、温度変化による収差の変化を小さくすることができる。

【0022】

第2レンズ群は、具体的には例えば、一組の正の屈折力の接合レンズと正レンズ、あるいは二組の正の屈折力の接合レンズから構成することができる。より具体的には、物体側から順に、負レンズと正レンズの接合レンズ、正レンズから構成することができる。また、物体側から順に、負レンズと正レンズの接合レンズ、正レンズと負レンズの接合レンズから構成することができる。一組ないし二組の接合レンズは、第2レンズ群で発生しうる球面収差及びコマ収差を良好に補正している。

【0023】

第3レンズ群は、具体的には例えば、一組の負の屈折力の接合レンズと正レンズ、あるいは二組の負の屈折力の接合レンズから構成することができる。より具体的には、物体側から順に、正レンズと負レンズの接合レンズ、正レンズから構成することができる。また、物体側から順に、正レンズと負レンズの接合レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズから構成することができる。一組ないし二組の接合レンズは、第3レンズ群で発生しうる球面収差及び色収差を良好に補正している。

【0024】

第4レンズ群は、具体的には例えば、一組の接合レンズと二枚の正レンズ、あるいは二組の接合レンズと正レンズから構成することができる。より具体的には、物体側から順に、正レンズ、正レンズと負レンズの接合レンズ、正レンズから構成することができる。また、物体側から順に、正レンズ、正レンズと負レンズの接合レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズから構成することができる。第4レンズ群は、三枚の正レンズを含むことができる。

条件式(6)は、第4レンズ群の最も物体側の正レンズのアッベ数(Np1)に関する条件式であり、条件式(7)は、真ん中の正レンズのアッベ数(Np2)に関する条件式である。

$$(6) Np1 > 70$$

$$(7) Np2 > 65$$

最も物体側の正レンズは、より好ましくは、次の条件式(10')を満足するとよい。

$$(6') Np1 > 80$$

【0025】

条件式(10)及び(11)を満たすことによって、倍率色収差を良好に補正することが容易となる。真ん中の正レンズの像側には、さらに正レンズを配置し、この正レンズ(

最も像側の正レンズ)の正のパワーを適度に分配すると、球面収差及びコマ収差の発生をより容易に抑えることができる。

【0026】

次に具体的な実施例を示す。諸収差図及び表中、S Aは球面収差、S Cは正弦条件、球面収差で表される色収差(軸上色収差)図及び倍率色収差図中のd線、g線、C線はそれぞれの波長に対する収差、Sはサジタル、Mはメリディオナル、Wは半画角(°)、FはFナンバー、fは全系の焦点距離、fBはバックフォーカス、rは曲率半径、dはレンズ厚またはレンズ間隔、N_dはd線の屈折率、はアッベ数を示す。表中のF、f、W、fB、及び変倍に伴って間隔が変化するレンズ間隔の値(d値)は、短焦点距離端-中間焦点距離-長焦点距離端の順に示している。

また、回転対称非球面は次式で定義される。

$$x = cy^2 / [1 + [1 - (1+K)c^2y^2]^{1/2}] + A4y^4 + A6y^6 + A8y^8 + A10y^{10} + A12y^{12} \dots$$

(但し、cは曲率(1/r)、yは光軸からの高さ、Kは円錐係数、A4、A6、A8、……は各次数の非球面係数)

【実施例1】

【0027】

図1ないし図4と表1は本発明による広角ズームレンズ系の実施例1を示している。図1は短焦点距離端におけるレンズ構成図、図2はその諸収差図、図3は長焦点距離端におけるレンズ構成図、図4はその諸収差図、表1はその数値データである。

本実施例の広角ズームレンズ系は、物体側から順に、負の第1レンズ群10、絞りS、正の第2レンズ群20、負の第3レンズ群30、及び正の第4レンズ群40からなる。第1レンズ群10は、物体側から順に、いずれも物体側に凸の2枚の負メニスカスレンズ、物体側に凸の正メニスカスレンズ、両凹負レンズ、及び両凸正レンズからなる。第2レンズ群20は、物体側から順に、負レンズと正レンズの貼合せレンズ、及び正レンズからなる。第3レンズ群30は、物体側から順に、正レンズと負レンズの貼合せレンズ、及び負レンズと正レンズの貼合せレンズからなる。第4レンズ群40は、物体側から順に、正レンズ、正レンズと負レンズの貼合せレンズ、及び正レンズからなる。第4レンズ群40中の最も像側の正レンズの物体側の面には、合成樹脂材料による非球面層が接着形成されている。絞りSは、第11面(第2レンズ群20)の極から前方1.44にある。

(表1)

F	= 1: 3.6	-	4.1	-	4.6
f	= 12.30	-	20.00	-	34.50
W	= 50.5	-	35.3	-	22.1
fB	= 37.88	-	46.97	-	61.92
面NO.	r		d	N _d	
1*	83.806		2.20	1.77250	49.6
2	23.704		4.80	-	-
3	42.658		1.70	1.77200	49.6
4	21.410		4.20	-	-
5	55.556		1.50	1.80400	41.1
6*	60.074		7.70	-	-
7	-78.903		1.60	1.80400	46.6
8	29.209		1.61	-	-
9	32.968		3.55	1.74935	27.6
10	-536.613	29.61-13.12-3.94		-	-
11	36.070		1.00	1.80518	25.4
12	17.456		4.51	1.55202	51.1
13	-51.973		0.10	-	-
14	23.284		3.50	1.49700	81.6
15	-100.265	2.96-6.27-11.77		-	-

16	-67.918	2.23	1.84699	23.8
17	-15.648	1.20	1.80610	40.9
18	70.896	1.09	-	-
19	-38.916	1.00	1.80400	46.6
20	16.575	2.86	1.68419	30.8
21	-136.202	9.36-6.88-2.20	-	-
22	47.505	4.49	1.49700	81.6
23	-18.378	0.10	-	-
24	-80.669	5.03	1.49788	68.9
25	-13.545	1.00	1.79973	28.9
26	-63.739	0.10	-	-
27*	-523.909	0.10	1.52972	42.7
28	-523.909	2.34	1.48749	70.2
29	-41.321	-	-	-

*は回転対称非球面。

非球面データ(表示していない非球面係数は0.00である。);

面No.	K	A 4	A 6	A 8	A 10
1	0.00	0.16843×10^{-4}	-0.20067×10^{-7}	0.14141×10^{-10}	0.75460×10^{-10}
6	0.00	0.97713×10^{-5}	0.67160×10^{-8}	-0.25828×10^{-9}	0.85535×10^{-12}
27	0.00	-0.13257×10^{-4}	0.16564×10^{-7}		

【実施例2】

【0 0 2 8】

図5ないし図8と表2は本発明による広角ズームレンズ系の実施例2を示している。図5は短焦点距離端におけるレンズ構成図、図6はその諸収差図、図7は長焦点距離端におけるレンズ構成図、図8はその諸収差図、表2はその数値データである。

本実施例の広角ズームレンズ系は、物体側から順に、負の第1レンズ群10、正の第2レンズ群20、絞りS、負の第3レンズ群30、及び正の第4レンズ群40からなる。第1レンズ群10は、物体側から順に、両凸正レンズ、物体側に凸の2枚の負メニスカスレンズ、及び負レンズと正レンズの貼合せレンズからなり、この負レンズと正レンズの貼合せレンズの物体側の面には、合成樹脂材料による非球面層が接着形成されている。その他の基本的なレンズ構成は実施例1と同様である。絞りSは、第16面(第3レンズ群30)の極から前方0.26にある。

(表2)

F = 1: 3.6	- 4.0	- 5.9		
f = 12.30	- 18.00	- 34.50		
W = 50.6	- 38.6	- 22.1		
fB = 37.90	- 43.48	- 60.54		
面NO.	r	d	N _d	
1	676.746	2.47	1.70000	56.0
2	-999.538	0.20	-	-
3	68.073	2.00	1.80400	46.6
4	17.700	6.59	-	-
5	34.828	2.20	1.52538	56.3
6*	17.500	11.80	-	-
7*	398.061	0.20	1.52972	42.7
8	144.418	1.50	1.80400	46.6
9	21.015	4.33	1.73164	37.7
10	125.867	28.26-14.77-2.50	-	-
11	48.550	1.20	1.84666	23.8
12	17.180	3.33	1.54314	46.6

13	-50.922	4.07	-	-
14	25.804	2.99	1.56644	43.5
15	-48.378	3.06-6.43-13.66	-	-
16	-77.703	2.02	1.80518	25.4
17	-17.168	1.10	1.80400	46.6
18	72.013	0.87	-	-
19	-37.718	1.10	1.79602	37.5
20	15.992	2.87	1.80518	25.4
21	-281.628	12.80-9.43-2.20	-	-
22	36.399	4.64	1.49700	81.6
23	-22.550	0.10	-	-
24	330.366	5.42	1.48749	70.2
25	-15.070	1.20	1.83500	29.6
26	76.167	0.72	-	-
27*	208.903	0.10	1.52972	42.7
28	208.903	4.29	1.48749	70.2
29	-21.727	-	-	-

*は回転対称非球面。

非球面データ(表示していない非球面係数は0.00である。) ;

面NO	K	A 4	A 6	A 8
6	0.00	-0.35769×10^{-4}	-0.28693×10^{-7}	-0.23015×10^{-10}
7	0.00	0.59084×10^{-5}	0.41540×10^{-7}	0.15062×10^{-9}
27	0.00	-0.22019×10^{-4}	0.82729×10^{-9}	0.17784×10^{-9}

【実施例3】

【0 0 2 9】

図9ないし図12と表3は本発明による広角ズームレンズ系の実施例3を示している。図9は短焦点距離端におけるレンズ構成図、図10はその諸収差図、図11は長焦点距離端におけるレンズ構成図、図12はその諸収差図、表3はその数値データである。

本実施例の広角ズームレンズ系は、物体側から順に、負の第1レンズ群10、正の第2レンズ群20、絞りS、負の第3レンズ群30、及び正の第4レンズ群40からなる。第1レンズ群10は、物体側から順に、物体側に凸の2枚の負メニスカスレンズ、両凹負レンズ、及び正レンズからなる。第2レンズ群20は、物体側から順に、負レンズと正レンズの貼合せレンズ、及び正レンズと負レンズの貼合せレンズからなる。第3レンズ群30は、物体側から順に、正レンズと負レンズの貼合せレンズ、及び正レンズからなる。第4レンズ群40は、物体側から順に、正レンズ、正レンズと負レンズの貼合せレンズ、及び正レンズからなる。絞りSは、第15面(第3レンズ群30)の極から前方1.50にある。

(表3)

F	=	1: 3.6	-	4.1	-	5.6
f	=	12.30	-	20.00	-	34.50
W	=	50.7	-	35.3	-	22.0
fB	=	37.90	-	45.76	-	57.80
面NO.	r	d		N _d		
1	82.699	1.50		1.80400		46.6
2*	26.405	3.24		-		-
3	50.000	1.50		1.70885		55.4
4	22.384	12.23		-		-
5	-1373.625	1.80		1.60000		62.0
6*	35.996	1.60		-		-
7	40.052	3.00		1.84697		23.9
8	93.006	34.57-13.91-2.50		-		-

9	49.975	1.00	1.80518	25.4
10	33.006	2.72	1.48749	70.2
11	528.516	0.10	-	-
12	22.025	3.64	1.51600	53.3
13	-17.554	1.00	1.76469	31.4
14	-35.253	3.70-7.84-17.83	-	-
15	-27.880	2.40	1.84014	24.1
16	-11.234	1.00	1.77250	48.5
17	26.935	0.00	-	-
18	24.347	1.90	1.60839	37.1
19	103.507	7.70-6.28-2.20	-	-
20	139.405	4.18	1.56907	71.3
21*	-16.041	0.10	-	-
22	-21.792	4.48	1.48749	70.2
23	-11.770	1.00	1.80518	25.4
24	-30.176	0.10	-	-
25	377.351	2.74	1.67447	55.2
26	-46.476	-	-	-

*は回転対称非球面。

非球面データ(表示していない非球面係数は0.00である。);

面NO	K	A 4	A 6	A 8	A 10
2	0.00	-0.24359×10^{-4}	0.20991×10^{-7}	-0.23627×10^{-10}	-0.72657×10^{-14}
6	0.00	0.20405×10^{-4}	-0.11869×10^{-6}	0.39686×10^{-9}	-0.71209×10^{-12}
21	0.00	0.97953×10^{-5}	0.36036×10^{-7}	-0.34370×10^{-9}	

【実施例4】

【0030】

図13ないし図16と表4は本発明による広角ズームレンズ系の実施例4を示している。図13は短焦点距離端におけるレンズ構成図、図14はその諸収差図、図15は長焦点距離端におけるレンズ構成図、図16はその諸収差図、表4はその数値データである。

第3レンズ群30は、物体側から順に、正レンズと負レンズの貼合せレンズ、及び負レンズと正レンズの貼合せレンズからなる。その他の基本的なレンズ構成は実施例3と同様である。絞りSは、第15面(第3レンズ群30)の極から前方1.50にある。

(表4)

F =	1: 3.6	-	4.1	-	4.6
f =	12.30	-	20.00	-	34.66
W =	50.7	-	35.2	-	21.9
fB =	37.90	-	45.76	-	57.89
面NO.	r	d	N _d		
1	108.265	1.70	1.80400	46.6	
2*	30.165	1.03	-	-	
3	55.670	1.50	1.71741	54.4	
4	25.427	12.23	-	-	
5	-70.612	1.80	1.67536	57.1	
6*	48.166	2.43	-	-	
7	46.386	3.00	1.84697	23.9	
8	159.463	34.57-13.91-2.50	-	-	
9	46.552	1.00	1.80518	25.4	
10	38.847	2.72	1.48757	70.3	
11	-21079.764	0.10	-	-	
12	24.607	3.95	1.51610	63.2	

13	-18.496	1.00	1.80500	33.3
14	-33.133	3.70-8.01-17.83	-	-
15	-33.406	2.40	1.84691	23.8
16	-11.731	1.00	1.79706	44.0
17	397.757	0.39	-	-
18	-105.116	1.00	1.80400	46.6
19	52.163	1.90	1.54642	46.3
20	-250.221	7.70-6.93-2.20	-	-
21	-541.821	3.53	1.56907	71.3
22	-18.581	0.10	-	-
23	-23.884	4.48	1.48749	70.2
24	-12.445	1.00	1.80518	25.4
25	-28.671	0.10	-	-
26*	231.912	2.88	1.75001	52.9
27	-46.797	-	-	-

*は回転対称非球面。

非球面データ(表示していない非球面係数は0.00である。) ;

面NO	K	A 4	A 6	A 8	A 10
2	0.00	-0.30737×10^{-4}	0.24909×10^{-7}	-0.14887×10^{-10}	-0.25869×10^{-14}
6	0.00	0.32117×10^{-4}	-0.59408×10^{-6}	0.11958×10^{-9}	-0.23576×10^{-12}
26	0.00	-0.27122×10^{-5}	0.17648×10^{-8}	0.22312×10^{-10}	

【実施例5】

【0031】

図17ないし図20と表5は本発明による広角ズームレンズ系の実施例5を示している。図17は短焦点距離端におけるレンズ構成図、図18はその諸収差図、図19は長焦点距離端におけるレンズ構成図、図20はその諸収差図、表5はその数値データである。

本実施例の広角ズームレンズ系は、物体側から順に、負の第1レンズ群10、絞りS、正の第2レンズ群20、負の第3レンズ群30、及び正の第4レンズ群40からなる(実施例4と比較して絞りSの位置が異なる)。第4レンズ群40は、物体側から順に、正レンズ、正レンズと負レンズの貼合せレンズ、及び正レンズからなっている。最終正レンズの物体側の面には、合成樹脂材料による非球面層が接着形成されている。その他の基本的なレンズ構成は、実施例4と同様である。絞りSは、第9面(第2レンズ群20)の極から前方1.44にある。

(表5)

F	= 1: 3.6 - 4.1 - 4.6	d	N _d	
f	= 12.30 - 20.00 - 34.50			
W	= 50.3 - 35.2 - 22.1			
fB	= 37.90 - 46.92 - 63.61			
面NO.	r	d	N _d	
1*	117.127	2.10	1.77250	49.6
2	29.886	4.14	-	-
3	50.059	1.70	1.73126	53.0
4	21.410	12.11	-	-
5	-135.838	1.95	1.74534	53.0
6*	27.089	2.49	-	-
7	29.994	3.64	1.82555	24.6
8	120.872	34.72-15.57-3.94	-	-
9	29.694	1.00	1.80518	25.4
10	16.604	3.96	1.52367	49.8
11	-141.762	0.10	-	-

12	27.470	4.90	1.49700	81.6
13	-18.337	1.00	1.80040	42.2
14	-29.306	2.75-5.97-11.25	-	-
15	-44.364	2.53	1.84666	23.8
16	-13.710	1.00	1.81674	38.0
17	438.367	0.93	-	-
18	-34.805	1.00	1.80400	46.6
19	23.818	2.20	1.80518	25.4
20	-194.537	6.09-5.20-2.20	-	-
21	97.963	4.33	1.49700	81.6
22	-17.216	0.10	-	-
23	-53.058	5.03	1.48749	70.2
24	-12.949	1.00	1.80518	25.4
25	-41.506	0.10	-	-
26*	-292.968	0.10	1.52972	42.7
27	-39.180	1.12	1.48749	70.2
28	-46.990	-	-	-

*は回転対称非球面。

非球面データ(表示していない非球面係数は0.00である。) ;

面NO	K	A 4	A 6	A 8	A 10
1	0.00	0.16314×10^{-4}	-0.23372×10^{-7}	0.28111×10^{-10}	-0.12557×10^{-13}
6	0.00	0.15008×10^{-4}	-0.39560×10^{-7}	-0.44122×10^{-10}	0.42243×10^{-12}
26	0.00	-0.12831×10^{-4}	-0.18041×10^{-7}	0.14011×10^{-9}	

【実施例6】

【0 0 3 2】

図21ないし図24と表6は本発明による広角ズームレンズ系の実施例6を示している。図21は短焦点距離端におけるレンズ構成図、図22はその諸収差図、図23は長焦点距離端におけるレンズ構成図、図24はその諸収差図、表6はその数値データである。

本実施例の広角ズームレンズ系は、物体側から順に、負の第1レンズ群10、正の第2レンズ群20、絞りS、負の第3レンズ群30、及び正の第4レンズ群40からなる。第1レンズ群10は、物体側から順に、物体側に凸の2枚の負メニスカスレンズ、像側に凸の負メニスカスレンズ、像側の面に合成樹脂材料による非球面層が接着形成されている両凹負レンズ、及び正レンズからなる。第4レンズ群40は、物体側から順に、正レンズ、正レンズと負レンズの貼合せレンズ、及び負レンズと正レンズの貼合せレンズからなり、最終貼合せレンズの物体側の面には、合成樹脂材料による非球面層が接着形成されている。その他の基本的なレンズ構成は、実施例1と同様である。絞りSは、第16面(第2レンズ群20)の極から後方0.57にある。

(表6)

F	= 1: 3.6 - 4.0 - 5.7	d	N _d	
f	= 12.26 - 17.96 - 34.36			
W	= 50.4 - 38.1 - 22.1			
fB	= 38.26 - 44.23 - 62.46			
面NO.	r	d	N _d	
1*	91.308	3.30	1.77250	49.6
2	24.186	4.55	-	-
3	47.162	1.70	1.72916	54.7
4	21.410	6.69	-	-
5	-111.822	1.50	1.80500	41.0
6	-360.039	7.62	-	-
7	-107.920	1.80	1.80400	46.6

8	46.561	0.10	1.52972	42.7
9*	46.561	3.39	-	-
10	42.070	3.12	1.65012	33.8
11	-910.711	30.56-15.95-2.50	-	-
12	46.942	1.00	1.84666	23.8
13	21.143	3.68	1.51700	52.8
14	-46.935	0.10	-	-
15	27.005	3.06	1.55779	45.8
16	-85.366	2.77-5.90-12.43	-	-
17	-87.582	2.02	1.80500	25.1
18	-23.350	1.00	1.80400	46.6
19	108.766	0.81	-	-
20	-40.143	1.00	1.80499	46.8
21	13.963	2.70	1.76978	32.1
22	-213.856	11.50-8.62-2.10	-	-
23	32.590	4.70	1.49700	81.6
24	-21.790	0.10	-	-
25	-151.933	4.89	1.49700	81.6
26	-14.615	1.00	1.80500	33.8
27	-38.844	0.40	-	-
28*	-131.487	0.10	1.52972	42.7
29	-131.487	1.20	1.83400	37.2
30	21.131	4.83	1.48749	70.2
31	-35.810	-	-	-

* は回転対称非球面。

非球面データ(表示していない非球面係数は0.00である。) ;

面NO	K	A 4	A 6	A 8	A 10
1	0.00	0.13779×10^{-4}	-0.18080×10^{-7}	0.22254×10^{-10}	-0.10645×10^{-13}
9	0.00	0.12062×10^{-4}	-0.24889×10^{-7}	-0.21219×10^{-9}	0.10481×10^{-11}
28	0.00	-0.17035×10^{-4}	-0.13130×10^{-7}	0.33070×10^{-9}	

【 0 0 3 3 】

各実施例の各条件式に対する値を表7に示す。

(表7)

	実施例 1	実施例 2	実施例 3
条件式(1)	1.36	1.32	1.75
条件式(2)	2.62	2.95	2.56
条件式(3)	3.08	3.08	3.08
条件式(4)	0.67	0.70	0.82
条件式(5)	0.64	0.73	0.85
	実施例 4	実施例 5	実施例 6
条件式(1)	1.69	1.47	1.35
条件式(2)	2.67	2.87	3.22
条件式(3)	3.08	3.08	3.13
条件式(4)	0.78	0.72	0.73
条件式(5)	0.85	0.76	0.81

【 0 0 3 4 】

表7から明らかなように、実施例1ないし6は条件式(1)~(5)を満足しており、また諸収差図から明らかなように諸収差は比較的よく補正されている。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明による広角ズームレンズ系の実施例1の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図2】図1の構成における諸収差図である。

【図3】同実施例1の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図4】図3の構成における諸収差図である。

【図5】本発明による広角ズームレンズ系の実施例2の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図6】図5の構成における諸収差図である。

【図7】同実施例2の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図8】図7の構成における諸収差図である。

【図9】本発明による広角ズームレンズ系の実施例3の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図10】図9の構成における諸収差図である。

【図11】同実施例3の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図12】図11の構成における諸収差図である。

【図13】本発明による広角ズームレンズ系の実施例4の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図14】図13の構成における諸収差図である。

【図15】同実施例4の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図16】図15の構成における諸収差図である。

【図17】本発明による広角ズームレンズ系の実施例5の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図18】図17の構成における諸収差図である。

【図19】同実施例5の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図20】図19の構成における諸収差図である。

【図21】本発明による広角ズームレンズ系の実施例6の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図22】図21の構成における諸収差図である。

【図23】同実施例6の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図24】図23の構成における諸収差図である。

【図25】本発明による広角ズームレンズ系のズーム軌跡を示す簡易移動図である。