(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 3 月 13 日(13.03.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/038146 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 13/04 (2006.01) *G02B 13/18* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/004896

(22) 国際出願日: 2013 年 8 月 19 日(19.08.2013)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2012-194655 2012 年 9 月 5 日(05.09.2012) JP

(71) 出願人: 富士フイルム株式会社(**FUJIFILM CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布２丁目２６番３０号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 鈴木　隆(**SUZUKI, Takashi**); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町１丁目３２４番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 佐藤　賢一(**SATO, Kenichi**); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町１丁目３２４番地　富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 野田　大雅(**NODA, Taiga**); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町１丁目３２４番地　富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).

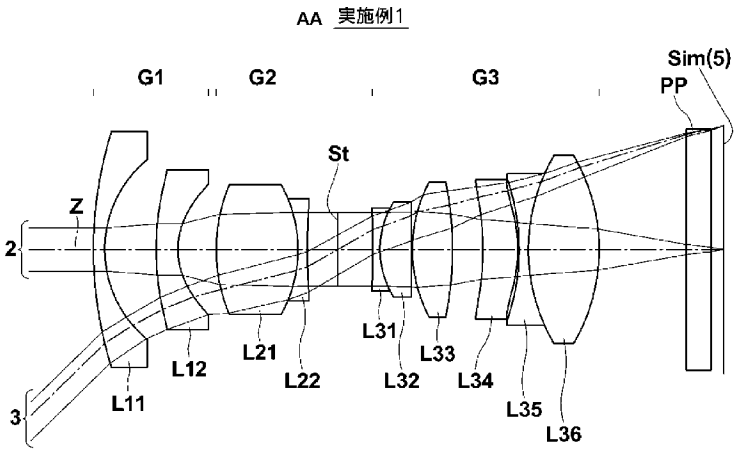
(74) 代理人: 柳田　征史，外(**YANAGIDA, Masashi** et al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜３－１８－３　新横浜ＫＳビル　７階　柳田国際特許事務所 Kanagawa (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,

[続葉有]

(54) **Title**: WIDE ANGLE LENS, AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称 : 広角レンズおよび撮像装置



AA Example 1

(57) **Abstract**: This wide angle lens is suitable for compact imaging devices and has optical properties with which magnification chromatic aberrations are satisfactorily corrected. The wide angle lens comprises, in order from the object side, a negative first lens group (G1), a positive second lens group (G2), a stop, and a positive third lens group (G3). The first lens group (G1) includes two negative meniscus lenses, the convex surfaces of which face the object side. The second lens group (G2) includes one cemented lens set. The third lens group (G3) includes two cemented lens sets and at least one aspheric surface.

(57) 要約: 広角レンズにおいて、小型の撮像装置に好適で、倍率色収差が良好に補正されて優れた光学性能を有する。 広角レンズは、物体側から順に、負の第１レンズ群（Ｇ１）、正の第２レンズ群（Ｇ２）、絞り、正の第３レンズ群（Ｇ３）からなる。第１レンズ群（Ｇ１）は２枚の物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズを含む。第２レンズ群（Ｇ２）は１組の接合レンズを含む。第３レンズ群（Ｇ３）は２組の接合レンズと少なくとも１面の非球面を含む。

WO 2014/038146 A1

SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 広角レンズおよび撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、広角レンズおよび撮像装置に関し、より詳しくは、デジタルカメラ等に好適に使用可能な広角レンズ、および該広角レンズを備えた撮像装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、一眼レフカメラ用の広角レンズでは、バックフォーカスを十分に確保する必要があるため、レトロフォーカス型のレンズ系が多用されていた。レトロフォーカス型のレンズ系は、物体側から順に、負のレンズ群、正のレンズ群を配置し、絞りに対して非対称な構成を有し、一般にバックフォーカスが長い。一方、近年では撮像レンズとその像面との間にミラーが配置されていない、いわゆるミラーレスカメラが小型・軽量という長所から人気を博すようになっており、これに伴い、このような小型のカメラ用のレンズ系の開発が進められている。ミラーレスカメラ用の広角レンズでは、長いバックフォーカスは必要とされないが、良好な像を得るために像面へ入射する光線の角度を比較的小さくすることが必要とされるため、負先行のレンズタイプが採用されることが多い。従来知られている負先行のレンズ系としては、例えば下記特許文献１、２に記載のものを挙げることができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００４－２１９６１０号公報

特許文献2：特開２０１１－２０９３７７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 近年要望されている、カメラの小型化、特に光軸方向の厚みの薄型化に対応するためにはレンズ系の全長を短縮することが望まれる。また、近年広く

普及しているデジタルカメラに対応するためには良好な倍率色収差の補正が要求され、最近では撮像素子の高画素化とともにその要求レベルが高いものとなってきている。しかしながら、従来の一眼レフカメラ用のレトロフォーカス型の広角レンズ系は、バックフォーカスが長いためレンズ系が大型化しやすく、絞りに対する対称性が低いため倍率色収差を良好に補正することが困難であった。特許文献１に記載されたレンズ系は、バックフォーカスが長いためレンズ系が大型化しやすい。また、特許文献２に記載されたレンズ系は、倍率色収差の補正が十分とは言えない。

[0005] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、小型の撮像装置に好適で、倍率色収差が良好に補正されて優れた光学性能を有する広角レンズ、および該広角レンズを備えた撮像装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の広角レンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第３レンズ群とから実質的に構成され、第１レンズ群が、２枚の物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズを含み、第２レンズ群が、１組の接合レンズを含み、第３レンズ群が、２組の接合レンズと少なくとも１面の非球面を含むことを特徴とするものである。

[0007] 本発明の広角レンズの第３レンズ群は、物体側から順に、１組の接合レンズと、非球面レンズと、１組の接合レンズとを含み、第３レンズ群内の最も像側の接合レンズは、像側に凹面を向けた負レンズおよび両凸形状の正レンズを物体側からこの順に接合したものであることが好ましい。

[0008] 本発明の広角レンズの第１レンズ群は、少なくとも１面の非球面を含むことが好ましい。また、本発明の広角レンズにおいては、第１レンズ群を構成するレンズが、全て負レンズであることが好ましい。さらに、本発明の広角レンズにおいては、第１レンズ群が、２枚または３枚の物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズのみから構成されていることが好ましい。

[0009] 本発明の広角レンズの第２レンズ群は、両凸形状の正レンズおよび物体側

に凹面を向けた負レンズを接合した１組の接合レンズのみから構成されるようにしてもよい。

[0010] 本発明の広角レンズにおいては、下記条件式（１）を満足することが好ましく、下記条件式（１’）を満足することがより好ましい。

１．３＜ｆ３／ｆ＜２ … （１）

１．５＜ｆ３／ｆ＜１．８ … （１’）

ただし、

ｆ３：第３レンズ群の焦点距離

ｆ：全系の焦点距離

とする。

[0011] 本発明の広角レンズにおいては、下記条件式（２）を満足することが好ましく、下記条件式（２’）を満足することがより好ましい。

０．４＜Ｙ／ｆ３＜０．９ … （２）

０．５＜Ｙ／ｆ３＜０．８ … （２’）

ただし、

Ｙ：最大像高

ｆ３：第３レンズ群の焦点距離

とする。

[0012] 本発明の広角レンズにおいては、下記条件式（３）を満足することが好ましい。

０．８＜ＢＦ／ｆ＜１．３ … （３）

ただし、

ＢＦ：空気換算距離でのバックフォーカス

ｆ：全系の焦点距離

とする。例えば、最も像側のレンズと像面との間にフィルタやカバーガラス等の屈折力を持たない部材が挿入されているときは、この部材の厚みを空気換算してＢＦを算出するものとする。

[0013] 本発明の広角レンズにおいては、第３レンズ群内の最も像側の接合レンズ

が正レンズを含み、下記条件式（４）を満足することが好ましい。

７５＜ν３ｐ … （４）

ただし、

ν３ｐ：第３レンズ群内の最も像側の接合レンズに含まれる最も像側の正レンズのｄ線に対するアッベ数

とする。

[0014] 本発明の広角レンズの第３レンズ群は、物体側から順に、接合レンズと、正レンズと、非球面レンズと、像側に凹面を向けた負レンズおよび両凸形状の正レンズを物体側からこの順に接合した接合レンズとから構成されることが好ましい。第３レンズ群をこのように構成した場合は、第３レンズ群の上記非球面レンズが正レンズであることが好ましい。

[0015] 本発明の広角レンズにおいては、無限遠物体から至近距離物体へのフォーカスは、第３レンズ群のみを物体側に移動させて行うように構成されていることが好ましい。フォーカスをこのように行う場合は、下記条件式（５）を満足することが好ましい。

－０．３＜ｆ／ｆ１２＜０．５ … （５）

ただし、

ｆ：全系の焦点距離

ｆ１２：第１レンズ群と第２レンズ群の合成焦点距離

とする。

[0016] 本発明の広角レンズにおいては、全画角が８０度以上であることが好ましい。

[0017] 本発明の撮像装置は、本発明の広角レンズを備えたことを特徴とするものである。

[0018] なお、上記の「～とから実質的に構成され」の「実質的に」とは、挙げた構成要素以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、絞りやカバーガラスやフィルタ等のレンズ以外の光学要素、レンズフランジ、レンズバレル、撮像素子、手ぶれ補正機構等の機構部分、等を含んでもよいことを意図するもの

である。

[0019] なお、上記の本発明の広角レンズにおける屈折力の符号、レンズの面形状は、非球面が含まれているものについては近軸領域で考えることとする。

[0020] なお、条件式（２）に係る最大像高は、例えば、広角レンズの仕様や、広角レンズが搭載される撮像装置の仕様により求めることができる。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、負先行のレンズタイプにおいて、第１レンズ群が有する構成を好適に設定し、絞りの物体側の第２レンズ群と像側の第３レンズ群にそれぞれ１組の接合レンズと２組の接合レンズを配置し、第３レンズ群が非球面レンズを含むように構成しているため、小型の撮像装置に好適に使用可能で、倍率色収差が良好に補正されて優れた光学性能を有する広角レンズ、および該広角レンズを備えた撮像装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の実施例１の広角レンズの構成を示す断面図

[図2]本発明の実施例２の広角レンズの構成を示す断面図

[図3]本発明の実施例３の広角レンズの構成を示す断面図

[図4]本発明の実施例４の広角レンズの構成を示す断面図

[図5]図５（Ａ）～図５（Ｄ）は本発明の実施例１の広角レンズの各収差図

[図6]図６（Ａ）～図６（Ｄ）は本発明の実施例２の広角レンズの各収差図

[図7]図７（Ａ）～図７（Ｄ）は本発明の実施例３の広角レンズの各収差図

[図8]図８（Ａ）～図８（Ｄ）は本発明の実施例４の広角レンズの各収差図

[図9A]本発明の実施形態にかかる撮像装置の前側の斜視図

[図9B]本発明の実施形態にかかる撮像装置の背面側の斜視図

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図１～図４は、本発明の実施形態にかかる広角レンズの構成を示す断面図であり、それぞれ後述の実施例１～４に対応している。図１～図４においては、左側が物体側、右側が像側であり、無限遠の距離にある物体からの軸上光束２、

最大像高の光束３も合わせて示している。図１～図４に示す例の基本構成や図示方法は同じため、以下では主に、図１に示す構成例を代表的に参照しながら説明する。

[0024] 本発明の実施形態にかかる広角レンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、開口絞りＳｔと、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３とから実質的に構成される。なお、図１～図４に示す開口絞りＳｔは必ずしも大きさや形状を表すものではなく、光軸Ｚ上の位置を示すものである。

[0025] この広角レンズが撮像装置に搭載される際には、撮像素子を保護するためのカバーガラスや、撮像装置の仕様に応じたローパスフィルタや赤外線カットフィルタ等の各種フィルタを適宜備えるように撮像装置を構成することが考えられるため、図１ではこれらを想定した平行平板状の光学部材ＰＰを最も像側のレンズ面と像面Ｓｉｍとの間に配置した例を示している。しかし、光学部材ＰＰの位置は図１に示すものに限定されないし、光学部材ＰＰを省略した構成も可能である。

[0026] また、図１では、広角レンズが撮像装置に適用される場合を考慮して、広角レンズの像面Ｓｉｍに配置された撮像素子５も図示している。なお、図１では、撮像素子５を簡略的に示しているが、実際には撮像素子５の撮像面が像面Ｓｉｍの位置に一致するように配置される。撮像素子５は、広角レンズにより形成される光学像を撮像して電気信号に変換するものであり、例えばＣＣＤ（Charge Coupled Device）やＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）等を用いることができる。

[0027] 図１に示す例の各レンズ群を構成するレンズの構成は以下のようになっている。すなわち、第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズＬ１１と、近軸領域で物体側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズＬ１２とからなる。第２レンズ群Ｇ２は、物体側から順に、両凸形状のレンズＬ２１と、物体側に凹面を向けた負のレンズＬ２２とからなる。第３レンズ群Ｇ３は、物体側から順に、像側に凹面を向け

た負のレンズＬ３１と、物体側に凸面を向けた正のレンズＬ３２と、両凸形状のＬ３３と、近軸領域で像側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズＬ３４と、両凹形状のレンズＬ３５と、両凸形状のレンズＬ３６とからなる。レンズＬ２１とレンズＬ２２は接合され、レンズＬ３１とレンズＬ３２は接合され、レンズＬ３５とレンズＬ３６は接合されている。レンズＬ１２とレンズＬ３４はそれぞれ両面が非球面である。

[0028] 本発明の実施形態にかかる広角レンズは、広角と良好な光学性能を維持しながら、倍率色収差を良好に補正し、従来の一眼レフカメラ用のレトロフォーカスタイプの広角レンズよりもバックフォーカスの短縮を図るように考案されたものである。

[0029] 本実施形態にかかる広角レンズは、第１レンズ群Ｇ１が２枚の物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズを含み、第２レンズ群Ｇ２が１組の接合レンズを含み、第３レンズ群Ｇ３が２組の接合レンズと少なくとも１面の非球面を含むように構成されている。なお、ここでいう第２レンズ群Ｇ２が含む１組の接合レンズおよび第３レンズ群Ｇ３が含む２組の接合レンズはそれぞれ、正レンズと負レンズが接合された構成を有するものである。

[0030] 第１レンズ群Ｇ１が２枚の物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズを含むことで広角化に有利となる。また、第３レンズ群Ｇ３が少なくとも１面の非球面を有することで、像面湾曲の良好な補正に有利となる。

[0031] 倍率色収差の良好な補正のためには、できるだけ開口絞りＳｔから遠く像面Ｓｉｍに近い位置に正レンズと負レンズを含む接合レンズを配置することが有効である。また、良好な光学性能を実現するためには、倍率色収差だけでなく軸上色収差も良好に補正する必要がある。第３レンズ群Ｇ３が２組の接合レンズを含むことで、一方の接合レンズを開口絞りＳｔから遠い位置に配置して倍率色収差の補正に有利なものとし、他方の接合レンズを開口絞りＳｔの近傍に配置して軸上色収差の補正に有利なものとすることができる。

[0032] また、開口絞りＳｔより物体側の第２レンズ群Ｇ２の接合レンズと、開口絞りＳｔより像側の第３レンズ群Ｇ３の２組の接合レンズとの計３組の接合

レンズを有することで、倍率色収差と軸上色収差のバランスを良好に保持することができる。

[0033] さらにまた、広角を維持しつつ、バックフォーカスの短縮を図るために、本実施形態にかかる広角レンズでは、負先行のレンズタイプを採用しながら、従来の一眼レフカメラ用のレトロフォーカスタイプのレンズ系よりも対称性を向上させた光学系を構成するようにしている。すなわち、第３レンズ群Ｇ３が２組の接合レンズを含むことで、そのうちの１組の接合レンズを開口絞りＳｔの近くに配置することが可能となり、この第３レンズ群Ｇ３の接合レンズと、第２レンズ群Ｇ２の接合レンズとで、開口絞りＳｔに対して物体側と像側に関する対称性を高めることができ、バックフォーカスの短縮に貢献することができる。

[0034] 本実施形態にかかる広角レンズの各レンズ群はさらに以下に述べる構成を有することが好ましい。第１レンズ群Ｇ１は少なくとも１面の非球面を有することが好ましく、このようにした場合は、ディストーションを良好に補正することができる。

[0035] 第１レンズ群Ｇ１を構成するレンズは全て負レンズであることが好ましく、このようにした場合は、広角化に有利となる。

[0036] 第１レンズ群Ｇ１は、図１や図４に示す例のように、２枚または３枚の物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズのみから構成されることが好ましく、このようにした場合は、小型化を図りながらディストーションや非点収差を良好に補正することができる。第１レンズ群Ｇ１を１枚の物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズのみで構成した場合は、ディストーションや非点収差を良好に抑えることが困難になる。第１レンズ群Ｇ１を４枚以上のレンズで構成した場合は、レンズ系が大型化してしまう。

[0037] 第２レンズ群Ｇ２の最も物体側のレンズ成分は正の屈折力を有することが好ましく、このようにした場合は、物体側から進行して負の第１レンズ群Ｇ１を透過して発散傾向にある光束に対して、第２レンズ群Ｇ２の最も物体側の正のレンズ成分により収束作用を与えることができ、光線高を抑制するこ

とができるので収差の発生量を抑制することができる。なお、「レンズ成分」とは、光軸上での空気接触面が物体側の面と像側の面の２つのみのレンズであり、１つのレンズ成分とは１つの単レンズあるいは１組の接合レンズを意味する。すなわち、第２レンズ群Ｇ２の最も物体側には正の屈折力を有する単レンズか、正の屈折力を有する接合レンズが配置されることが好ましい。

[0038] 図１に示す例では、第２レンズ群Ｇ２の最も物体側に、正レンズと負レンズを接合した接合レンズが配置されている。第２レンズ群Ｇ２の最も物体側に配置される接合レンズを構成するレンズの配列順は、物体側から順に、正レンズ、負レンズとしてもよく、あるいは、その正負の順番を逆にしたものでもよい。

[0039] 図１に示す例では、第２レンズ群Ｇ２は、両凸形状の正レンズおよび物体側に凹面を向けた負レンズを接合した１組の接合レンズのみから構成されている。このようにした場合は、レンズ枚数を極力抑えてレンズ系の大型化を抑制しながら、倍率色収差を良好に補正することが容易になる。

[0040] 第３レンズ群Ｇ３は、物体側から順に、１組の接合レンズと、非球面レンズと、１組の接合レンズとを含み、第３レンズ群Ｇ３内の最も像側の接合レンズが、像側に凹面を向けた負レンズおよび両凸形状の正レンズを物体側からこの順に接合したものとすることが好ましい。第３レンズ群Ｇ３において、非球面レンズの物体側と像側それぞれに接合レンズを配置することで、倍率色収差と軸上色収差を良好に補正することができる。第３レンズ群Ｇ３内の最も像側の接合レンズを負レンズおよび正レンズを物体側からこの順に接合したものとすることで、倍率色収差を良好に補正することができる。またこの接合レンズの接合面を像側に凹面を向けた形状とすることで、この接合レンズを構成する正レンズの屈折力を強くすることができ、倍率色収差をより良好に補正することができる。

[0041] 図１に示す例の第３レンズ群Ｇ３では、レンズＬ３１、レンズＬ３２が接合されて接合レンズを構成し、レンズＬ３３が正レンズであり、レンズＬ３

４が非球面レンズであり、レンズＬ３５とレンズＬ３６が接合されて接合レンズを構成している。図１に示すように、第３レンズ群Ｇ３は、物体側から順に、接合レンズと、正レンズと、非球面レンズと、像側に凹面を向けた負レンズおよび両凸形状の正レンズを物体側からこの順に接合した接合レンズとから構成されることが以下に述べる事情から好ましい。

[0042] 倍率色収差を良好に補正するためには第３レンズ群Ｇ３の最も像側に負のレンズＬ３５と正のレンズＬ３６からなる接合レンズを配置することが好ましい。非球面レンズであるレンズＬ３４は、開口絞りＳｔからより離れた位置、より像側に配置するほど軸外収差の補正に有効であるので、第３レンズ群Ｇ３の中で像側から２番目に配置することが好ましい。この非球面レンズにより非点収差、像面湾曲を良好に補正することができる。軸上色収差を良好に補正するためには第３レンズ群Ｇ３の最も物体側に負のレンズＬ３１と正のレンズＬ３２からなる接合レンズを配置することが好ましい。正のレンズＬ３３は、第３レンズ群Ｇ３内の物体側の接合レンズを構成する正のレンズＬ３２と正の屈折力を分担し、球面収差を良好に補正することができる。正の屈折力を分担するためには、レンズＬ３３は両凸レンズであることが好ましい。

[0043] 第３レンズ群Ｇ３が上記構成の６枚のレンズからなる場合、第３レンズ群Ｇ３が有する非球面レンズは少なくとも近軸領域で正の屈折力を有することが好ましい。第３レンズ群Ｇ３のこの非球面レンズを正レンズとすることで、非点収差、像面湾曲をより良好に補正することができる。

[0044] なお、従来の一眼レフカメラ用のレトロフォーカスタイプの広角レンズでは、全系の最も像側に正の単レンズが配置された構成が多く、そのような構成では物体側のレンズ群に倍率色収差の補正の負担が大きくかかることになる。これに対して、図１に示す本実施形態の第３レンズ群Ｇ３の最も像側に接合レンズを配置した構成では、物体側のレンズ群の負担を大きくすることなく倍率色収差の良好な補正が可能となる。

[0045] また、上記の従来の全系の最も像側に正の単レンズが配置された構成に比

べて、図１に示す本実施形態の第３レンズ群Ｇ３の最も像側に接合レンズを配置した構成では、この接合レンズを１つのレンズ成分としてみたとき、全系の最も像側に配置されるレンズ成分の正の屈折力を弱めることができ、あるいは全系の最も像側に負の屈折力を有するレンズ成分を配置することが可能となり、従来の一眼レフカメラ用のレトロフォーカスタイプの広角レンズに比べてレンズ系の対称性を高めることができるので、バックフォーカスの短縮に寄与することができる。

[0046] 上記事情から、第３レンズ群Ｇ３の最も像側に配置されるレンズＬ３５、レンズＬ３６からなるレンズ成分は、メニスカス形状であることが好ましい。以上の事情から、レンズＬ３５は両凹レンズであることが好ましい。そして、小型化のためには、レンズＬ３５の物体側に位置するレンズＬ３４は近軸領域で像側に凸面を向けたメニスカスレンズであることが好ましい。

[0047] さらに、本実施形態の広角レンズは、下記条件式（１）を満足することが好ましい。

１．３＜ｆ３／ｆ＜２ … （１）

ただし、

ｆ３：第３レンズ群の焦点距離

ｆ：全系の焦点距離

とする。

[0048] 条件式（１）の下限を満足しない場合、第３レンズ群Ｇ３の負荷が大きくなり第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２を合成した光学系の負荷が小さくなり、第３レンズ群Ｇ３に入射する光線と光軸Ｚとのなす角度が大きくなるため、第３レンズ群Ｇ３での収差補正が困難となり、特に倍率色収差が悪化する。条件式（１）の上限を満足しない場合、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２を合成した光学系の負荷が大きくなり、第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２での収差補正が困難となり、特に像面湾曲が悪化する。また、条件式（１）の上限を満足しない場合、バックフォーカスが長くなりレンズ系の全長（最も物体側の面から像面Ｓｉｍまでの光軸上の距離）が長くなる。

条件式（１）を満足することで、バックフォーカスを短縮し、像面湾曲と倍率色収差を良好に補正することができる。

[0049] 上記事情から、バックフォーカスの短縮、像面湾曲と倍率色収差のより良好な補正のためには下記条件式（１’）を満足することがより好ましい。

１．５＜ｆ３／ｆ＜１．８ … （１’）

[0050] また、本実施形態の広角レンズは、下記条件式（２）を満足することが好ましい。

０．４＜Ｙ／ｆ３＜０．９ … （２）

ただし、

Ｙ：最大像高

ｆ３：第３レンズ群の焦点距離

とする。

[0051] 条件式（２）の下限を満足しない場合、レンズ系の全長が長くなる。条件式（２）の上限を満足しない場合、像面Ｓｉｍに入射する光線の角度が大きくなる。条件式（２）を満足することで、レンズ系の全長の短縮と、像面Ｓｉｍに入射する光線の角度の抑制が容易になる。

[0052] 上記事情から、レンズ系の全長の短縮と、像面Ｓｉｍに入射する光線の角度の抑制をより容易にするためには下記条件式（２’）を満足することがより好ましい。

０．５＜Ｙ／ｆ３＜０．８ … （２’）

[0053] また、本実施形態の広角レンズは、下記条件式（３）を満足することが好ましい。

０．８＜ＢＦ／ｆ＜１．３ … （３）

ただし、

ＢＦ：バックフォーカス（空気換算距離）

ｆ：全系の焦点距離

とする。

[0054] 条件式（３）の下限を満足しない場合、広角レンズを撮像装置に搭載する

際に像面近傍に配置される部材とレンズ系が干渉する虞がある。条件式（３）の上限を満足しない場合、開口絞りＳｔの物体側と像側の非対称性が大きくなり、倍率色収差の補正が困難となる。条件式（３）を満足することで、部材配置の必要なスペースを確保しつつ、倍率色収差を良好に補正することができる。

[0055] また、本実施形態の広角レンズは、第３レンズ群Ｇ３内の最も像側の接合レンズが正レンズを含むように構成し、下記条件式（４）を満足することが好ましい。

７５＜ν３ｐ … （４）

ただし、

ν３ｐ：第３レンズ群内の最も像側の接合レンズに含まれる最も像側の正レンズのｄ線に対するアッベ数

とする。

[0056] 条件式（４）を満足しない場合、倍率色収差の補正、特に高次の倍率色収差の補正が困難となる。条件式（４）を満足することで、倍率色収差をバランス良く補正することができる。

[0057] また、本実施形態の広角レンズは、無限遠物体から至近距離物体へのフォーカスは、第３レンズ群Ｇ３のみを物体側に移動させて行うことが好ましく、このようにした場合は、近距離物体にフォーカスするときの像面の倒れを抑制することができる。

[0058] 上記のように第３レンズ群Ｇ３でフォーカスを行う場合、下記条件式（５）を満足することが好ましい。条件式（５）を満足することで、フォーカス時の球面収差の変動を抑制することが容易になる。

－０．３＜ｆ／ｆ１２＜０．５ … （５）

ただし、

ｆ：全系の焦点距離

ｆ１２：第１レンズ群と第２レンズ群の合成焦点距離

とする。

[0059] また、本実施形態の広角レンズは、広角化を実現するために全画角が８０度以上であることが好ましい。

[0060] 上述した好ましい構成は、任意の組合せが可能であり、広角レンズに要求される仕様に応じて適宜選択的に採用されることが好ましい。好ましい構成を適宜採用することで、より良好な光学性能やより高い仕様に対応可能な光学系を実現することができる。

[0061] 次に、本発明の広角レンズの数値実施例について説明する。

［実施例１］

実施例１の広角レンズのレンズ断面図は図１に示したものである。その図示方法については上述したとおりであるので、ここでは重複説明を省略する。

[0062] 実施例１の広角レンズの概略構成は以下のようになっている。すなわち、物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、正の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、開口絞りＳｔと、正の屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３とからなる。第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズＬ１１と、近軸領域で物体側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズＬ１２とからなる。第２レンズ群Ｇ２は、物体側から順に、両凸形状のレンズＬ２１と、両凹形状のレンズＬ２２とからなる。第３レンズ群Ｇ３は、物体側から順に、両凹形状のレンズＬ３１と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズＬ３２と、両凸形状のＬ３３と、近軸領域で像側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズＬ３４と、両凹形状のレンズＬ３５と、両凸形状のレンズＬ３６とからなる。レンズＬ２１とレンズＬ２２は接合され、レンズＬ３１とレンズＬ３２は接合され、レンズＬ３５とレンズＬ３６は接合されており、その他のレンズは接合されていない単レンズである。レンズＬ１２とレンズＬ３４はそれぞれ両面が非球面である。

[0063] 実施例１の広角レンズの詳細構成として、表１に基本レンズデータ、表２に非球面係数を示す。表１の枠上に記載されているｆは全系の焦点距離、Ｂ

Ｆはバックフォーカス（空気換算距離）、２ωは全画角、ＦＮｏ．はＦナンバーであり、いずれもｄ線に関するものである。

[0064] 表１のＳｉの欄は最も物体側の構成要素の物体側の面を１番目として像側に向かうに従い順次増加するｉ番目（ｉ＝１、２、３、…）の面番号を示し、Ｒｉの欄はｉ番目の面の曲率半径を示し、Ｄｉの欄はｉ番目の面とｉ＋１番目の面との光軸Ｚ上の面間隔を示している。曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。

[0065] 表１のＮｄｊの欄は最も物体側の構成要素を１番目として像側に向かうに従い順次増加するｊ番目（ｊ＝１、２、３、…）の光学要素のｄ線（波長５８７．５６ｎｍ）に対する屈折率を示し、νｄｊの欄はｊ番目の光学要素のｄ線に対するアッベ数を示している。なお、表１には開口絞りＳｔと光学部材ＰＰも含めて示しており、開口絞りＳｔに相当する面の面番号の欄には面番号と（Ｓｔ）という語句を記載している。

[0066] 表１の面番号に＊印が付いた面は非球面であり、表１の非球面の曲率半径の欄には近軸の曲率半径の数値を示している。表２にこれら非球面の非球面係数を示す。表２のＳｉの欄は非球面の面番号を示している。表２の非球面係数の数値の「Ｅ－ｎ」（ｎ：整数）は「×１０$^{-n}$」を意味する。非球面係数は、下式で表される非球面式における各係数Ｋ、Ａｍ（ｍ＝３、４、５、…２０）の値である。

[0067] $Zd = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - K \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \Sigma Am \cdot h^m$

ただし、

Ｚｄ：非球面深さ（高さｈの非球面上の点から、非球面頂点が接する光軸に垂直な平面に下ろした垂線の長さ）

ｈ：高さ（光軸からのレンズ面までの距離）

Ｃ：近軸曲率

Ｋ、Ａｍ：非球面係数（ｍ＝３、４、５、…２０）

[0068] 以下に示す各表では、角度の単位には度を用い、長さの単位にはｍｍを用いているが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても使用可能なため他の適当

な単位を用いることも可能である。また、以下に示す各表では所定の桁でまるめた数値を記載している。

[0069] [表1]

実施例1 基本レンズデータ
f=14.47、 BF=13.30、 2ω=89.0、 FNo.=2.88

Si	Ri	Di	Ndj	νdj
1	45.470	1.28	1.57135	53.0
2	13.366	5.87		
*3	34.115	2.50	1.58312	59.4
*4	8.652	4.36		
5	19.242	9.35	1.88299	40.8
6	-15.365	1.04	1.59270	35.3
7	65.976	3.50		
8(St)	∞	4.00		
9	-135.660	0.81	1.54072	47.2
10	10.267	3.56	1.49700	81.5
11	310.980	0.15		
12	16.670	4.58	1.59522	67.7
13	-38.648	3.48		
*14	-31.646	3.99	1.58312	59.4
*15	-14.923	0.15		
16	-24.453	1.05	1.67300	38.1
17	21.331	8.08	1.49700	81.5
18	-21.331	11.46		
19	∞	2.80	1.51680	64.2
20	∞			

[0070] [表2]

実施例1 非球面係数

Si	3	4	14	15
K	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A3	1.0465349E-03	-2.0064589E-04	6.6209788E-04	1.8582591E-03
A4	-1.4397107E-03	8.7627361E-04	-3.0527109E-04	-2.2581890E-03
A5	1.0398983E-03	-4.6280566E-04	-3.7260454E-04	1.3297504E-03
A6	-3.1920537E-04	5.4357538E-05	5.0663981E-04	-2.6424215E-04
A7	9.8764948E-06	5.3965805E-05	-2.4264898E-04	-5.0654566E-05
A8	2.0049033E-05	-1.8881007E-05	3.8450732E-05	2.8177517E-05
A9	-4.5234440E-06	-1.2980213E-06	9.5922739E-06	-8.5212341E-07
A10	-1.2044515E-07	1.4300798E-06	-4.7789385E-06	-1.1794696E-06
A11	1.6644987E-07	-9.8782930E-08	4.4093736E-07	1.0703228E-07
A12	-1.5441504E-08	-4.7407088E-08	1.0955244E-07	3.2734368E-08
A13	-2.0089199E-09	6.8759162E-09	-2.6889472E-08	-4.4313123E-09
A14	4.2314856E-10	6.8689587E-10	5.1554995E-10	-5.5463438E-10
A15	-4.4798993E-12	-1.7107481E-10	4.1805549E-10	1.0524468E-10
A16	-4.0229593E-12	-1.2623540E-12	-4.3160704E-11	4.0137487E-12
A17	2.6771169E-13	1.9335761E-12	-6.5726519E-13	-1.3923536E-12
A18	8.8641130E-15	-6.5410638E-14	3.3491667E-13	2.3442922E-14
A19	-1.4680780E-15	-8.3761467E-15	-1.8401488E-14	7.1987544E-15
A20	4.1786408E-17	4.7807633E-16	2.8240933E-16	-3.4821496E-16

[0071] 図５（Ａ）～図５（Ｄ）にそれぞれ、実施例１の広角レンズの球面収差、非点収差、ディストーション（歪曲収差）、倍率色収差（倍率の色収差）の各収差図を示す。球面収差の図のＦＮｏ．はＦナンバーを意味し、その他の収差図のωは半画角を意味する。各収差図には、ｄ線（５８７．５６ｎｍ）を基準波長とした収差を示すが、球面収差図には、Ｃ線（波長６５６．２７ｎｍ）、ｇ線（波長４３５．８４ｎｍ）についての収差も示し、倍率色収差図ではＣ線、ｇ線についての収差を示している。非点収差図ではサジタル方向については実線で、タンジェンシャル方向については点線で示している。図５（Ａ）～図５（Ｄ）は物体距離が無限遠のときのものである。

[0072] 上記の実施例１のものに関する図示方法、各表中の記号、意味、記載方法は、特に断りがない限り以下の実施例のものについても同様であるため、以下では重複説明を省略する。

[0073] ［実施例２］

実施例２の広角レンズのレンズ断面図は図２に示したものである。実施例２の広角レンズの概略構成は、レンズＬ３１が像側に凹面を向けた負メニスカス形状である点以外は、実施例１のものと同様である。表３、表４にそれぞれ実施例２の広角レンズの基本レンズデータ、非球面係数を示す。図６（Ａ）～図６（Ｄ）に実施例２の広角レンズの各収差図を示す。

[0074]

[表3]

実施例2 基本レンズデータ

f=12.42、 BF=13.92、 2ω=98.4、 FNo.=2.88

Si	Ri	Di	Ndj	νdj
1	31.679	1.28	1.62041	60.3
2	21.755	6.18		
*3	41.937	2.50	1.55332	71.7
*4	6.257	6.30		
5	19.215	7.16	1.83481	42.7
6	-139.995	4.00	1.84666	23.8
7	536.465	3.50		
8(St)	∞	4.00		
9	67.404	0.80	1.51742	52.4
10	10.317	3.06	1.49700	81.5
11	50.345	0.15		
12	15.569	4.11	1.59522	67.7
13	-31.758	1.67		
*14	-52.044	3.18	1.58312	59.4
*15	-17.033	0.78		
16	-22.999	1.05	1.67300	38.1
17	16.134	7.39	1.49700	81.5
18	-19.673	12.07		
19	∞	2.80	1.51680	64.2
20	∞			

[0075] [表4]

実施例2 非球面係数

Si	3	4	14	15
K	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A3	2.3098156E-04	7.8944138E-04	8.5435899E-04	1.7560374E-03
A4	-7.9684527E-05	-7.4165233E-05	-3.5809953E-04	-2.1654364E-03
A5	7.4148043E-07	5.5987973E-06	-3.5108360E-04	1.3249362E-03
A6	2.6442388E-07	1.3540696E-07	5.0611688E-04	-2.6243663E-04
A7	-2.5981708E-09	6.3708343E-09	-2.4268228E-04	-5.0645193E-05
A8	-3.8647193E-10	-1.5971584E-10	3.8448718E-05	2.8174416E-05
A9	-1.0143574E-11	-3.3371890E-11	9.5921388E-06	-8.5230122E-07
A10	2.2413755E-14	-2.2169599E-12	-4.7789463E-06	-1.1794753E-06
A11	1.4040389E-14	-1.0562593E-13	4.4093697E-07	1.0703219E-07
A12	8.1153262E-16	-4.2305060E-15	1.0955242E-07	3.2734371E-08
A13	3.3705352E-17	-1.5205194E-16	-2.6889473E-08	-4.4313120E-09
A14	1.1986022E-18	-5.0758195E-18	5.1554992E-10	-5.5463435E-10
A15	3.8491657E-20	-1.6063042E-19	4.1805549E-10	1.0524469E-10
A16	1.1171501E-21	-4.8812100E-21	-4.3160704E-11	4.0137488E-12
A17	2.8284968E-23	-1.4368679E-22	-6.5726519E-13	-1.3923536E-12
A18	5.6264007E-25	-4.1224244E-24	3.3491667E-13	2.3442922E-14
A19	3.1461307E-27	-1.1579251E-25	-1.8401488E-14	7.1987544E-15
A20	-4.6068896E-28	-3.1954136E-27	2.8240933E-16	-3.4821496E-16

[0076] [実施例３]

実施例３の広角レンズのレンズ断面図は図３に示したものである。実施例３の広角レンズの概略構成は、レンズＬ２２が物体側に凹面を向けた負メニスカス形状である点、レンズＬ３２が両凸形状である点以外は、実施例１のものと同様である。表５、表６にそれぞれ実施例３の広角レンズの基本レンズデータ、非球面係数を示す。図７（Ａ）～図７（Ｄ）に実施例３の広角レンズの各収差図を示す。

[0077] [表5]

実施例3 基本レンズデータ

f=15.46、 BF=17.45、 2ω=85.9、 FNo.=2.88

Si	Ri	Di	Ndj	νdj
1	67.368	1.28	1.62041	60.3
2	14.272	2.33		
*3	9.467	2.50	1.69680	55.5
*4	6.253	7.99		
5	19.224	10.32	1.83481	42.7
6	-24.614	4.00	1.84666	23.8
7	-49.334	3.50		
8(St)	∞	4.00		
9	-14.173	0.80	1.51742	52.4
10	14.108	2.95	1.49700	81.5
11	-579.192	0.15		
12	26.417	5.15	1.59522	67.7
13	-14.112	0.16		
*14	-75.656	2.70	1.58312	59.4
*15	-15.853	0.15		
16	-14.184	1.05	1.67300	38.1
17	61.544	4.54	1.49700	81.5
18	-21.894	15.60		
19	∞	2.80	1.51680	64.2
20	∞			

[0078]

[表6]

実施例3 非球面係数

Si	3	4	14	15
K	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A3	2.3208661E-04	6.5424628E-04	1.0529056E-03	2.0038988E-03
A4	4.0524370E-05	-1.3653009E-05	-5.2257638E-04	-2.4316313E-03
A5	-1.4850516E-05	-7.1675113E-06	-3.4473682E-04	1.3262039E-03
A6	6.1217287E-07	-7.0296219E-07	5.0279297E-04	-2.6396988E-04
A7	1.2975616E-08	2.8444010E-08	-2.4284857E-04	-5.0891205E-05
A8	-1.1303789E-09	2.3450021E-09	3.8449764E-05	2.8162254E-05
A9	-6.5526765E-11	-2.9623894E-11	9.5929360E-06	-8.5213671E-07
A10	-2.5470778E-13	-1.1374226E-11	-4.7788576E-06	-1.1793944E-06
A11	1.4919223E-13	-7.6921193E-13	4.4094477E-07	1.0704065E-07
A12	9.7671945E-15	-2.0771859E-14	1.0955305E-07	3.2734998E-08
A13	2.2050248E-16	8.1358888E-16	-2.6889425E-08	-4.4312739E-09
A14	-1.4298172E-17	1.7301302E-16	5.1555347E-10	-5.5463237E-10
A15	-2.0056774E-18	1.4373148E-17	4.1805574E-10	1.0524477E-10
A16	-1.3015281E-19	9.1125714E-19	-4.3160688E-11	4.0137518E-12
A17	-4.8979331E-21	4.6402524E-20	-6.5726414E-13	-1.3923535E-12
A18	4.1230613E-23	1.8143374E-21	3.3491673E-13	2.3442918E-14
A19	2.7123602E-23	3.5704141E-23	-1.8401484E-14	7.1987538E-15
A20	3.1611918E-24	-2.3804147E-24	2.8240955E-16	-3.4821501E-16

[0079] ［実施例４］

実施例４の広角レンズのレンズ断面図は図４に示したものである。実施例４の広角レンズの概略構成は、第１レンズ群Ｇ１が３枚構成であり、第１レンズ群Ｇ１の最も像側に物体側に凸面を向けた負メニスカス形状のレンズＬ１３が配設されている点、レンズＬ３１が像側に凹面を向けた負メニスカス形状である点以外は、実施例１のものと同様である。表７、表８に実施例４の広角レンズの基本レンズデータ、非球面係数を示す。図８（Ａ）～図８（Ｄ）に実施例４の広角レンズの各収差図を示す。

[0080]

[表7]

実施例4 基本レンズデータ

f=12.37、 BF=14.04、 2ω=99.0、 FNo.=2.88

Si	Ri	Di	Ndj	νdj
1	31.408	2.20	1.58913	61.3
2	17.011	3.22		
3	26.595	2.50	1.60311	60.7
4	12.683	7.25		
*5	75.860	2.65	1.58313	59.5
*6	10.509	3.00		
7	18.638	8.30	1.88299	40.8
8	-13.211	2.71	1.59270	35.3
9	44.449	2.60		
10(St)	∞	3.71		
11	67.064	1.16	1.53172	48.9
12	10.006	3.70	1.49700	81.5
13	37.905	0.30		
14	19.245	7.50	1.59522	67.7
15	-16.787	0.65		
*16	-31.713	4.30	1.58313	59.5
*17	-14.914	0.25		
18	-18.627	1.10	1.67300	38.1
19	21.196	7.01	1.49700	81.5
20	-21.196	12.19		
21	∞	2.80	1.51680	64.2
22	∞			

[0081] [表8]

実施例4 非球面係数

Si	5	6	16	17
K	-1.0285720E-02	1.4043536E-01	1.0240310E-03	-3.0740881E-01
A3	4.1728080E-03	2.8792190E-03	2.6703990E-03	2.7602110E-03
A4	-2.9830950E-03	-1.8728560E-03	-3.5429720E-03	-2.1348440E-03
A5	1.4714270E-03	9.5813300E-04	2.3253900E-03	8.8915700E-04
A6	-3.7469100E-04	-2.2139000E-04	-8.5342000E-04	-2.1861500E-04
A7	3.8312700E-05	2.3161700E-05	1.6286800E-04	4.4052300E-05
A8	3.2722100E-06	-2.1918400E-06	-1.3994000E-05	-1.2796700E-05
A9	-9.7799100E-07	1.1920100E-06	9.5147800E-07	3.5835600E-06
A10	-3.4560800E-08	-3.3863900E-07	-3.2431000E-07	-6.0927700E-07
A11	2.2076400E-08	2.9847600E-08	3.7693700E-08	5.9940200E-08
A12	-4.8081700E-10	2.4066400E-09	3.9788900E-09	-5.2200300E-09
A13	-1.8128300E-10	-4.4921100E-10	-8.9748000E-10	7.2453300E-10
A14	-1.6267800E-11	-1.6442100E-12	7.9101800E-11	-7.8309500E-11
A15	5.0473900E-12	-2.1115500E-12	-1.4937100E-11	6.0458400E-12
A16	-1.2428400E-13	5.1648300E-13	1.1027500E-12	-9.6095700E-13
A17	-2.4973700E-14	1.3842800E-13	8.6380700E-14	1.4273200E-13
A18	5.9618600E-16	-3.3436500E-14	8.4905400E-16	-9.8466000E-15
A19	1.2331100E-16	2.3612900E-15	-2.1987400E-15	2.3158500E-16
A20	-5.5625400E-18	-5.4516400E-17	1.2539700E-16	1.3202900E-18

[0082] 表９に上記実施例１～４の広角レンズの条件式（１）～（５）の対応値と、条件式に関連する値を示す。表９のＹは最大像高、ｆ３は第３レンズ群Ｇ３の焦点距離、ｆ１２は第１レンズ群Ｇ１と第２レンズ群Ｇ２の合成焦点距離である。表９に示す値はｄ線に関するものである。

[0083] [表9]

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
条件式(1)	f3/f	1.641	1.581	1.785	1.707
条件式(2)	Y/f3	0.598	0.723	0.514	0.673
条件式(3)	BF/f	0.919	1.121	1.129	1.135
条件式(4)	ν3p	81.5	81.5	81.5	81.5
条件式(5)	f/f12	-0.012	-0.253	0.396	-0.127
	Y	14.2	14.2	14.2	14.2
	f3	23.75	19.64	27.6	21.11
	f12	-1175.35	-49.01	39.05	-97.62

[0084] 以上のデータからわかるように、実施例１～４の広角レンズは、全系が１０～１１枚のレンズからなり小型に構成され、Ｆナンバーが２．８８であり、全画角が約８５°～９９°と広い画角を達成しつつ、倍率色収差を含めた諸収差が良好に補正されて高い光学性能を有する。実施例１～４の広角レンズは、従来多用されている一眼レフカメラ用のレトロフォーカス型の広角レンズよりもバックフォーカスが短縮されてレンズ系の全長が短い構成となっており、例えばミラーレスカメラに好適に使用可能である。

[0085] 次に、図９Ａ、図９Ｂを参照しながら本発明にかかる撮像装置の一実施形態について説明する。図９Ａ、図９Ｂに斜視形状を示すカメラ３０は、交換レンズ２０が取り外し自在に装着される、いわゆるミラーレス一眼形式のデジタルカメラであり、図９Ａはこのカメラ３０を前側から見た外観を示し、図９Ｂはこのカメラ３０を背面側から見た外観を示している。

[0086] このカメラ３０はカメラボディ３１を備え、その上面にはシャッターボタン３２と電源ボタン３３とが設けられている。またカメラボディ３１の背面には、操作部３４、３５と表示部３６とが設けられている。表示部３６は、撮像された画像や、撮像される前の画角内にある画像を表示するためのものである。

[0087] カメラボディ３１の前面中央部には、撮影対象からの光が入射する撮影

開口が設けられ、その撮影開口に対応する位置にマウント３７が設けられ、このマウント３７を介して交換レンズ２０がカメラボディ３１に装着されるようになっている。交換レンズ２０は、本発明の実施形態にかかる広角レンズ１を鏡筒内に収納したものである。

[0088] そしてカメラボディ３１内には、交換レンズ２０によって形成された被写体像を受け、それに応じた撮像信号を出力するＣＣＤ等の撮像素子（不図示）、その撮像素子から出力された撮像信号を処理して画像を生成する信号処理回路、およびその生成された画像を記録するための記録媒体等が設けられている。このカメラ３０では、シャッターボタン３２を押すことにより１フレーム分の静止画の撮影がなされ、この撮影で得られた画像データが上記記録媒体に記録される。

[0089] 以上、実施形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施形態および実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズの曲率半径、面間隔、屈折率、アッベ数、非球面係数等の値は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得るものである。

[0090] また、撮像装置の実施形態では、ミラーレス一眼形式のデジタルカメラに適用した例について図を示して説明したが、本発明はこの用途に限定されるものではなく、例えば、一眼レフ形式のカメラや、フィルムカメラ、ビデオカメラ等に適用することも可能である。

請求の範囲

[請求項1] 物体側から順に、負の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第３レンズ群とから実質的に構成され、

前記第１レンズ群が、２枚の物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズを含み、

前記第２レンズ群が、１組の接合レンズを含み、

前記第３レンズ群が、２組の接合レンズと少なくとも１面の非球面を含むことを特徴とする広角レンズ。

[請求項2] 前記第３レンズ群が、物体側から順に、１組の接合レンズと、非球面レンズと、１組の接合レンズとを含み、

前記第３レンズ群内の最も像側の接合レンズが、像側に凹面を向けた負レンズおよび両凸形状の正レンズを物体側からこの順に接合したものであることを特徴とする請求項１記載の広角レンズ。

[請求項3] 前記第１レンズ群が、少なくとも１面の非球面を含むことを特徴とする請求項１または２記載の広角レンズ。

[請求項4] 前記第１レンズ群を構成するレンズが、全て負レンズであることを特徴とする請求項１から３のいずれか１項記載の広角レンズ。

[請求項5] 前記第１レンズ群が、２枚または３枚の物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズのみから構成されていることを特徴とする請求項１から４のいずれか１項記載の広角レンズ。

[請求項6] 前記第２レンズ群が、両凸形状の正レンズおよび物体側に凹面を向けた負レンズを接合した１組の接合レンズのみから構成されていることを特徴とする請求項１から５のいずれか１項記載の広角レンズ。

[請求項7] 下記条件式（１）を満足することを特徴とする請求項１から６のいずれか１項記載の広角レンズ。

$$1.3 < f3/f < 2 \quad \cdots \quad (1)$$

ただし、

ｆ３：前記第３レンズ群の焦点距離

ｆ：全系の焦点距離

とする。

[請求項8] 下記条件式（２）を満足することを特徴とする請求項１から７のいずれか１項記載の広角レンズ。

０．４＜Ｙ／ｆ３＜０．９ … （２）

ただし、

Ｙ：最大像高

ｆ３：前記第３レンズ群の焦点距離

とする。

[請求項9] 下記条件式（３）を満足することを特徴とする請求項１から８のいずれか１項記載の広角レンズ。

０．８＜ＢＦ／ｆ＜１．３ … （３）

ただし、

ＢＦ：空気換算距離でのバックフォーカス

ｆ：全系の焦点距離

とする。

[請求項10] 前記第３レンズ群内の最も像側の接合レンズが正レンズを含み、下記条件式（４）を満足することを特徴とする請求項１から９のいずれか１項記載の広角レンズ。

７５＜ν３ｐ … （４）

ただし、

ν３ｐ：前記第３レンズ群内の最も像側の接合レンズに含まれる最も像側の正レンズのｄ線に対するアッベ数

とする。

[請求項11] 前記第３レンズ群が、物体側から順に、接合レンズと、正レンズと、非球面レンズと、像側に凹面を向けた負レンズおよび両凸形状の正レンズを物体側からこの順に接合した接合レンズとから構成されるこ

とを特徴とする請求項１から１０のいずれか１項記載の広角レンズ。

[請求項12] 前記第３レンズ群の前記非球面レンズが正レンズであることを特徴とする請求項１１記載の広角レンズ。

[請求項13] 無限遠物体から至近距離物体へのフォーカスは、前記第３レンズ群のみを物体側に移動させて行うように構成されていることを特徴とする請求項１から１２のいずれか１項記載の広角レンズ。

[請求項14] 下記条件式（５）を満足することを特徴とする請求項１３記載の広角レンズ。

$$-0.3 < f / f_{12} < 0.5 \quad \cdots \quad (5)$$

ただし、

ｆ：全系の焦点距離

ｆ１２：前記第１レンズ群と前記第２レンズ群の合成焦点距離

とする。

[請求項15] 全画角が８０度以上であることを特徴とする請求項１から１４のいずれか１項記載の広角レンズ。

[請求項16] 下記条件式（１’）を満足することを特徴とする請求項１から１５のいずれか１項記載の広角レンズ。

$$1.5 < f_3 / f < 1.8 \quad \cdots \quad (1')$$

ただし、

ｆ３：前記第３レンズ群の焦点距離

ｆ：全系の焦点距離

とする。

[請求項17] 下記条件式（２’）を満足することを特徴とする請求項１から１６のいずれか１項記載の広角レンズ。

$$0.5 < Y / f_3 < 0.8 \quad \cdots \quad (2')$$

ただし、

Ｙ：最大像高

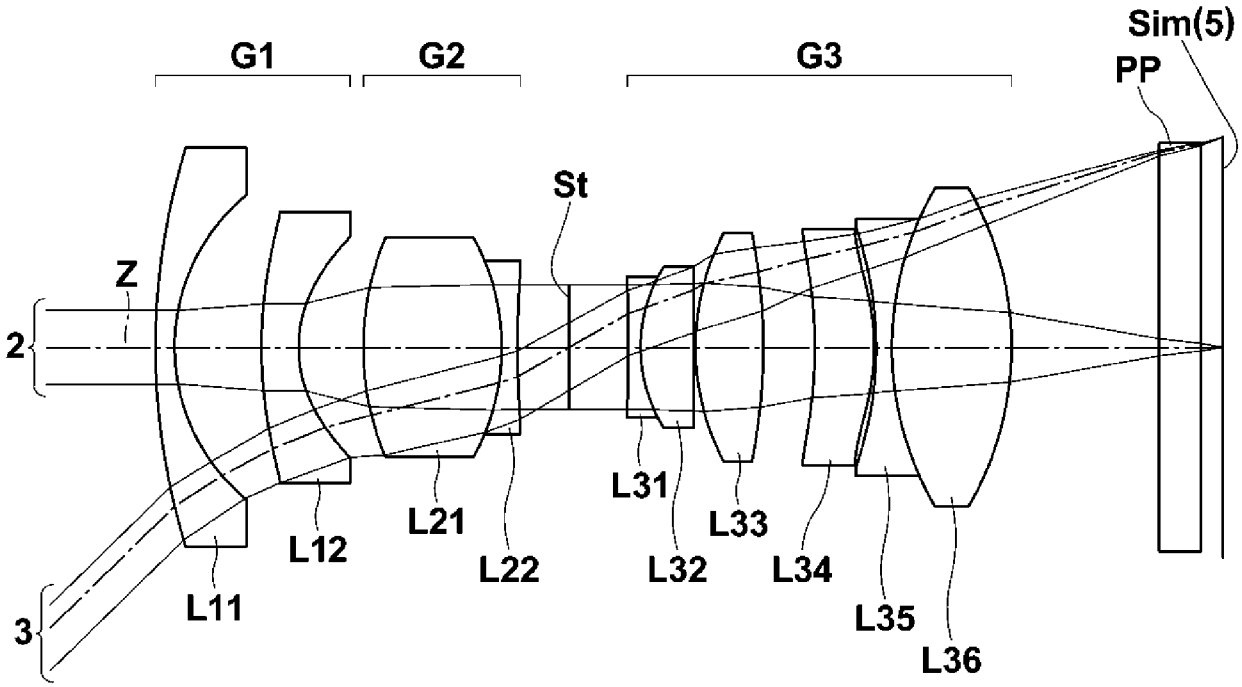
ｆ３：前記第３レンズ群の焦点距離

とする。

［請求項18］ 請求項１記載の広角レンズを備えたことを特徴とする撮像装置。

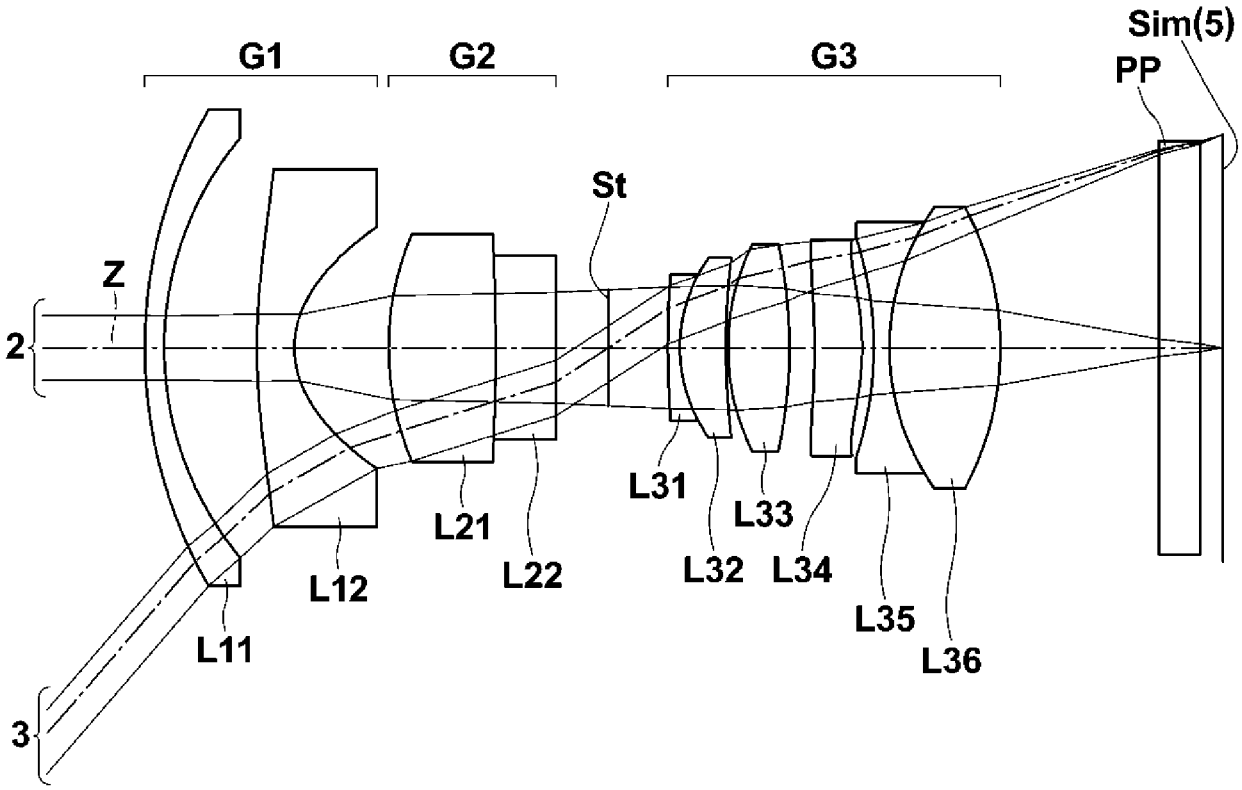
[図1]

実施例1



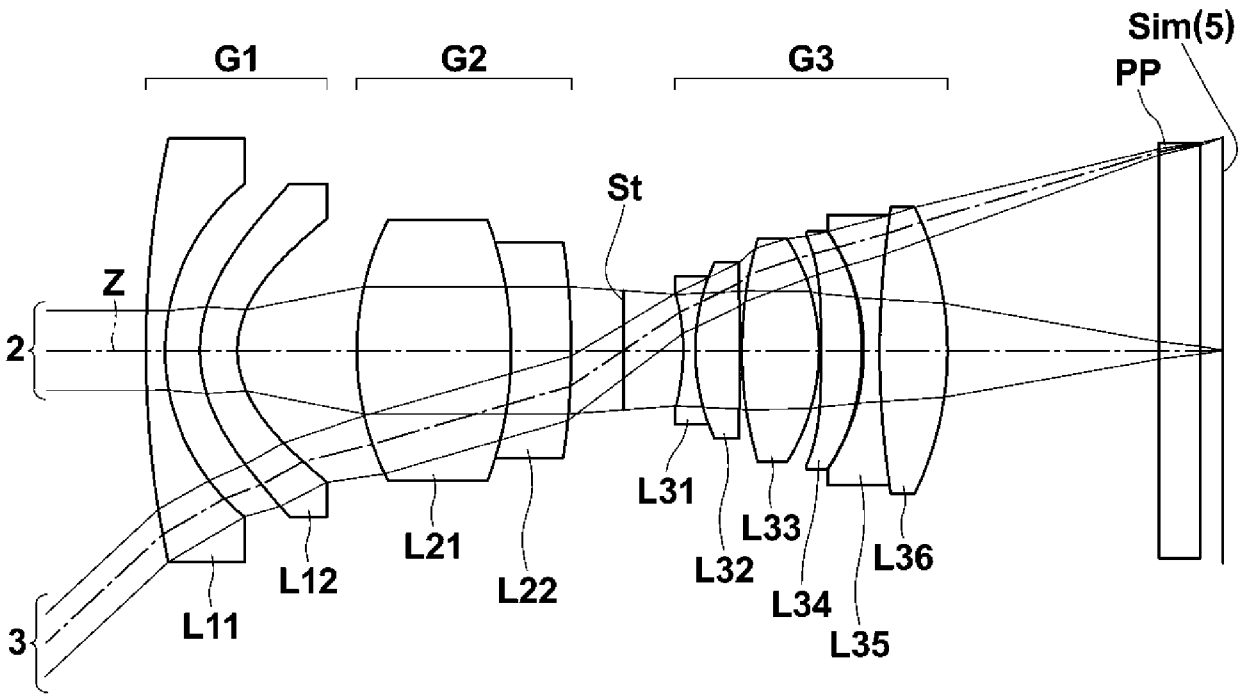
[図2]

実施例2



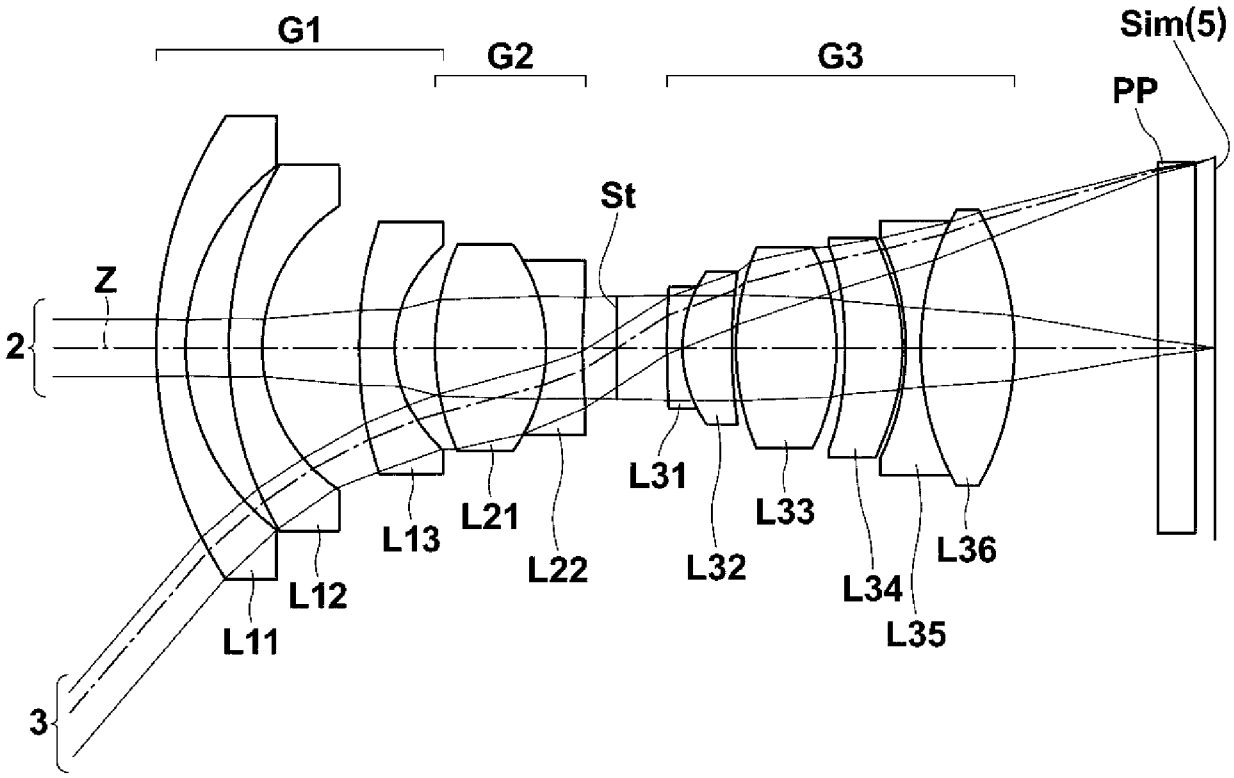
[図3]

実施例3

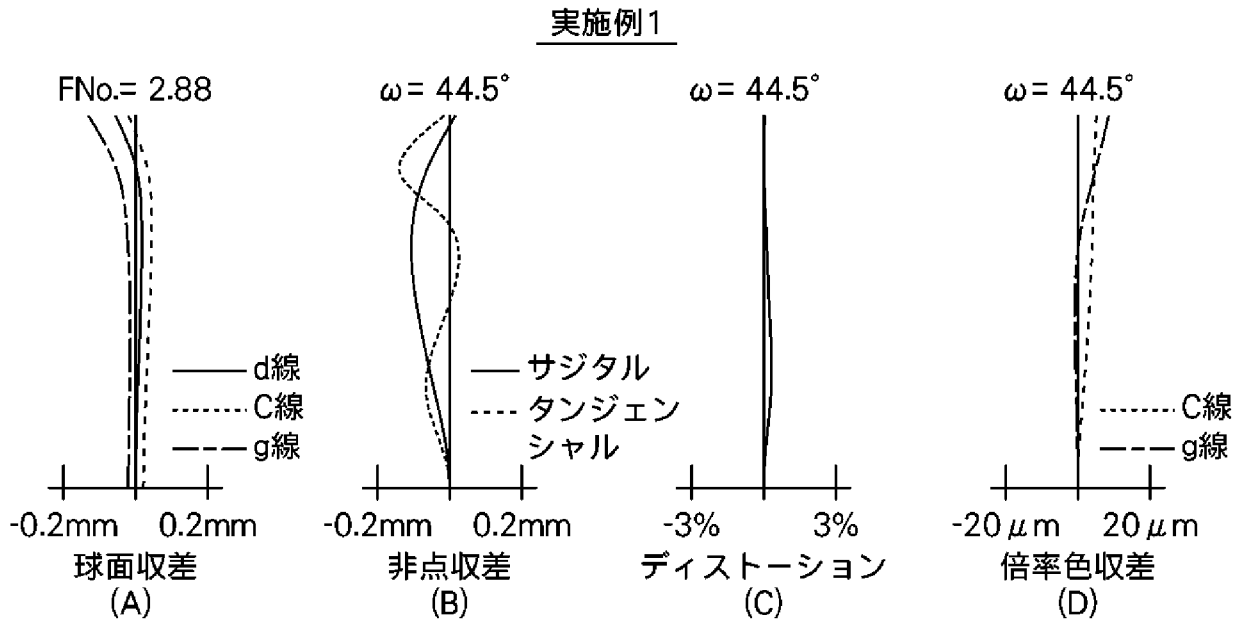


[図4]

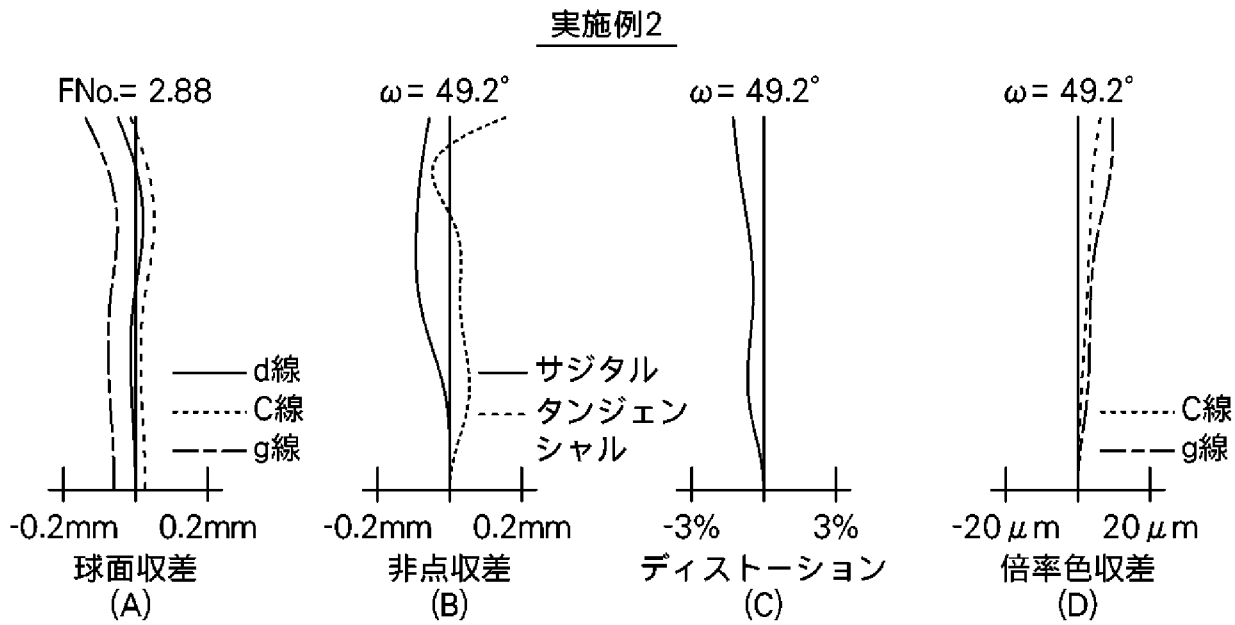
実施例4



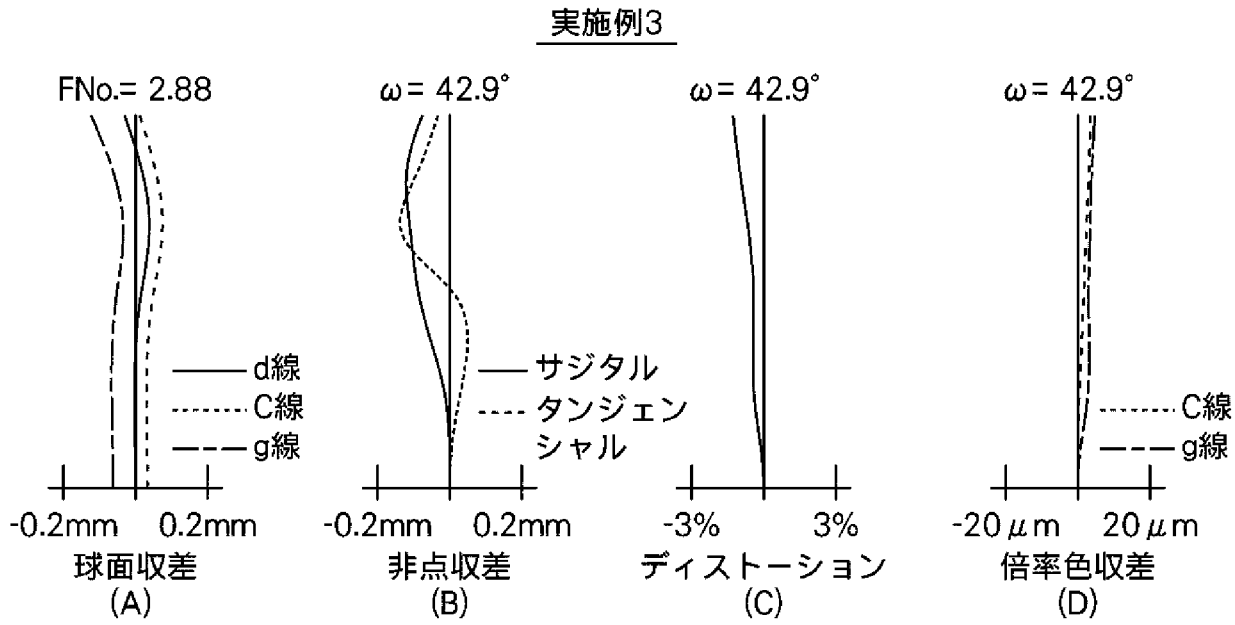
[図5]


実施例1
FNo.= 2.88
d線
C線
g線
-0.2mm
0.2mm
球面収差
(A)
ω= 44.5°
サジタル
タンジェンシャル
-0.2mm
0.2mm
非点収差
(B)
ω= 44.5°
-3%
3%
ディストーション
(C)
ω= 44.5°
C線
g線
-20μm
20μm
倍率色収差
(D)

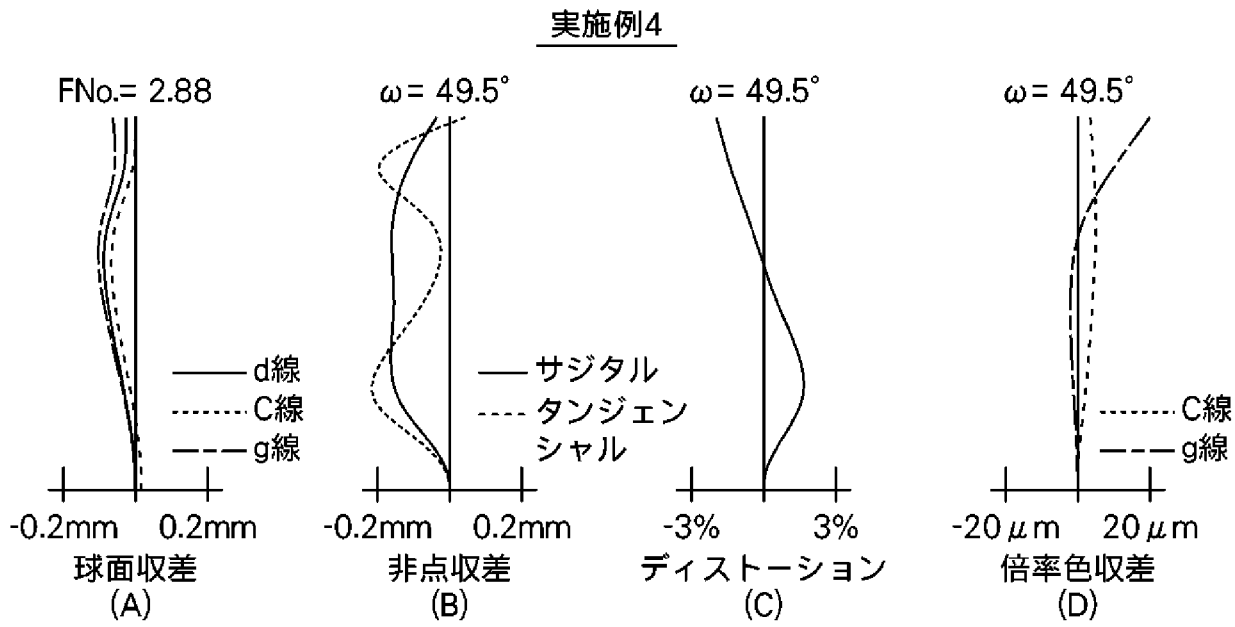
[図6]


実施例2
FNo.= 2.88
d線
C線
g線
-0.2mm
0.2mm
球面収差
(A)
ω= 49.2°
サジタル
タンジェンシャル
-0.2mm
0.2mm
非点収差
(B)
ω= 49.2°
-3%
3%
ディストーション
(C)
ω= 49.2°
C線
g線
-20μm
20μm
倍率色収差
(D)

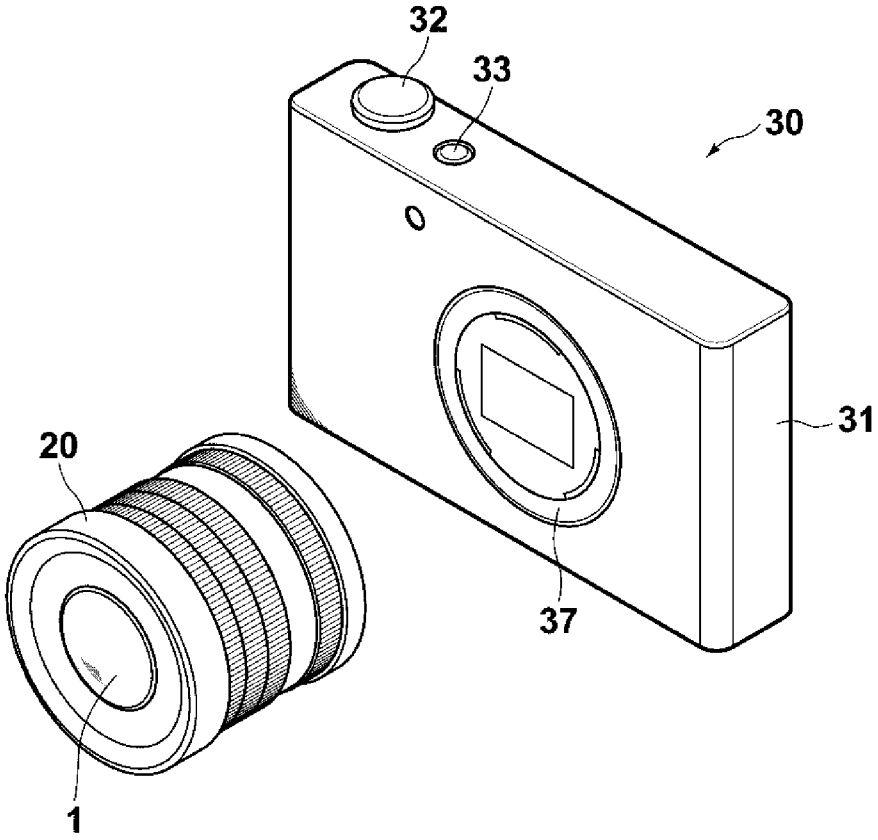
[図7]


実施例3
FNo.= 2.88
d線
C線
g線
-0.2mm
0.2mm
球面収差
(A)
ω= 42.9°
サジタル
タンジェンシャル
-0.2mm
0.2mm
非点収差
(B)
ω= 42.9°
-3%
3%
ディストーション
(C)
ω= 42.9°
C線
g線
-20μm
20μm
倍率色収差
(D)

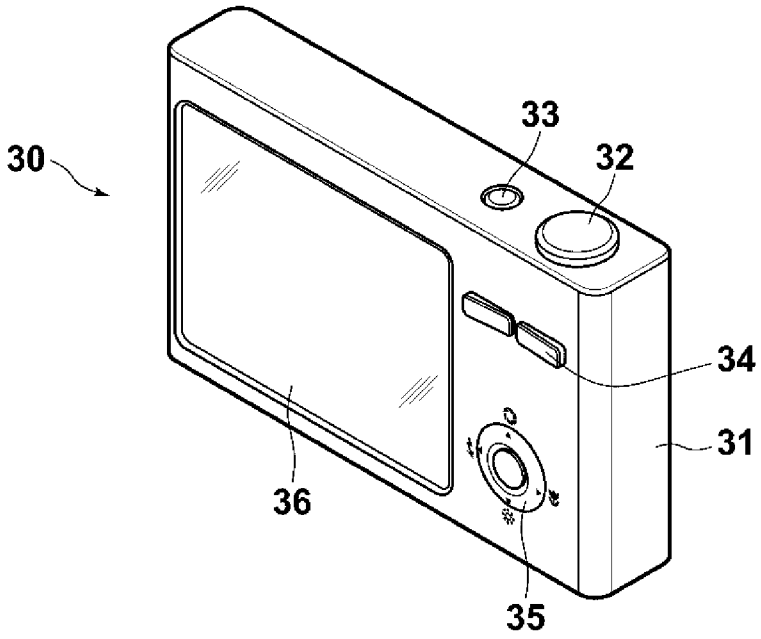
[図8]


実施例4
FNo.= 2.88
d線
C線
g線
-0.2mm
0.2mm
球面収差
(A)
ω= 49.5°
サジタル
タンジェンシャル
-0.2mm
0.2mm
非点収差
(B)
ω= 49.5°
-3%
3%
ディストーション
(C)
ω= 49.5°
C線
g線
-20μm
20μm
倍率色収差
(D)

[図9A]



[図9B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/004896

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B13/04(2006.01)i, *G02B13/18*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02B13/04, G02B13/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2012-027450 A (Nikon Corp.), 09 February 2012 (09.02.2012), 1st to 5th examples & US 2011/0317282 A1 & CN 102298197 A	1-18
X	JP 2009-104048 A (Fujinon Corp.), 14 May 2009 (14.05.2009), examples 1 to 6 & US 2009/0109543 A1 & CN 101441313 A	1-4,6,8-10, 12-15,17-18
X	JP 54-032319 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 09 March 1979 (09.03.1979), example 4 & US 4256373 A	1,3-10, 12-13,15-18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 December, 2013 (11.12.13)	24 December, 2013 (24.12.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/004896

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	JP 2013-125213 A (Olympus Imaging Corp.), 24 June 2013 (24.06.2013), example 7 & US 2013/0162886 A1	1,3-6,8-9, 12-14,17-18

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／００４８９６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B13/04(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B13/04, G02B13/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報　１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報　１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２０１３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2012-027450 A (株式会社ニコン) 2012.02.09, 第１－５実施例 & US 2011/0317282 A1 & CN 102298197 A	1-18
X	JP 2009-104048 A (フジノン株式会社) 2009.05.14, 実施例１－６ & US 2009/0109543 A1 & CN 101441313 A	1-4,6,8-10, 12-15,17-18
X	JP 54-032319 A (ミノルタカメラ株式会社) 1979.03.09, 実施例４ & US 4256373 A	1,3-10,12-13 ,15-18

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１１．１２．２０１３	２４．１２．２０１３

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）	
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	殿岡　雅仁	２Ｖ　４７４８
	電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７１	

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
P,X	JP 2013-125213 A（オリンパスイメージング株式会社）2013.06.24, 実施例７ & US 2013/0162886 A1	1,3-6,8-9,12-14,17-18