(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3759221号
(P3759221)
(45)発行日　平成18年3月22日(2006.3.22)　(24)登録日　平成18年1月13日(2006.1.13)

(51)Int.Cl.　F I
G02B 13/04 (2006.01)　G02B 13/04 C

請求項の数 13 (全 19 頁)

(21)出願番号　特願平8-27756
(22)出願日　平成8年2月15日(1996.2.15)
(65)公開番号　特開平9-222555
(43)公開日　平成9年8月26日(1997.8.26)
審査請求日　平成14年12月3日(2002.12.3)

前置審査

(73)特許権者　000000376
オリンパス株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号
(74)代理人　100097777
弁理士　韮澤　弘
(74)代理人　100088041
弁理士　阿部　龍吉
(74)代理人　100092495
弁理士　蛭川　昌信
(74)代理人　100095120
弁理士　内田　亘彦
(74)代理人　100095980
弁理士　菅井　英雄
(74)代理人　100094787
弁理士　青木　健二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】広角レンズ系

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

物体側から順に、負・正の２つの群で構成され、さらに、その中間に開口絞りを有し、

前記負の群は、物体側から順に、正レンズ、像側が凹面の負メニスカスレンズの２枚のレンズからなり、

前記正の群は、物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、両凸正レンズ、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズの２枚接合レンズの３枚のレンズからなり、

前記負の群における最も物体側の前記正レンズのパワーと形状に関して以下の条件を満足することを特徴とする広角レンズ系。

$$2.5 < f_1 / f < 10 \quad \cdots (1)$$

$$-2.5 < (r_{11}+r_{12})/(r_{11}-r_{12}) < -0.7 \quad \cdots (2)$$

$$0.25 < d_1 / f < 0.8 \quad \cdots (3)$$

ただし、ｆは全系の焦点距離、f_1、r_{11}、r_{12}、d_1は、それぞれ前記の最も物体側の正レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径、光軸上の厚みである。

【請求項２】

物体側から順に、負・正の２つの群で構成され、さらに、その中間に開口絞りを有し、

前記負の群は、物体側から順に、正レンズ、像側が凹面の負メニスカスレンズの２枚のレンズからなり、

前記正の群は、負レンズと２枚の両凸レンズの３枚のレンズからなり、
最も像側のレンズが前記両凸レンズの一方であり、その最も像側の両凸レンズのパワーと形状に関して以下の条件を満足することを特徴とする広角レンズ系。

$1.4 < f_R / f < 3$ ・・・（４）
$-0.5 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.5$ ・・・（５）
$0.5 < d_R / f < 1$ ・・・（６）

ただし、ｆは全系の焦点距離、f_R、r_{R1}、r_{R2}、d_Rは、それぞれ前記の最も像側の両凸レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径、光軸上の厚みである。

【請求項３】
物体側から順に、負・正の２つの群で構成され、さらに、その中間に開口絞りを有し、
前記負の群は、物体側から順に、正レンズ、像側が凹面の負メニスカスレンズの２枚のレンズからなり、
前記正の群は、負レンズと２枚の両凸レンズの３枚のレンズからなり、
最も像側のレンズが前記両凸レンズの一方であり、その最も像側の両凸レンズ及び最も物体側の前記正レンズのパワーと形状に関して以下の条件を満足することを特徴とする広角レンズ系。

$2.5 < f_1 / f < 10$ ・・・（１）
$1.4 < f_R / f < 3$ ・・・（４）
$-2.5 < (r_{11} + r_{12}) / (r_{11} - r_{12}) < -0.7$ ・・・（２）
$-0.5 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.5$ ・・・（５）
$0.25 < d_1 / f < 0.8$ ・・・（３）
$0.5 < d_R / f < 1$ ・・・（６）

ただし、ｆは全系の焦点距離、f_1、r_{11}、r_{12}、d_1は、それぞれ前記の最も物体側の正レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径、光軸上の厚み、f_R、r_{R1}、r_{R2}、d_Rは、それぞれ前記の最も像側の両凸レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径、光軸上の厚みである。

【請求項４】
物体側から順に、負・正の２つの群で構成され、さらに、その中間に開口絞りを有し、
物体側から順に、前記の負群は、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズ、像側に凹面を向けた負のメニスカスレンズの２枚のレンズであり、物体側から順に、前記の正群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、両凸レンズ、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズの合計３枚のレンズであり、前記の正群における負レンズは隣接する正レンズと接合され、
前記負の群における最も物体側の前記正レンズのパワーと形状に関して以下の条件を満足することを特徴とする広角レンズ系。

$2.5 < f_1 / f < 10$ ・・・（１）
$-2.5 < (r_{11} + r_{12}) / (r_{11} - r_{12}) < -0.7$ ・・・（２）
$0.25 < d_1 / f < 0.8$ ・・・（３）

ただし、ｆは全系の焦点距離、f_1、r_{11}、r_{12}、d_1は、それぞれ前記の最も物体側の正レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径、光軸上の厚みである。

【請求項５】
物体側から順に、負・正の２つの群で構成され、さらに、その中間に開口絞りを有し、
物体側から順に、前記の負群は、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズ、像側に凹面を向けた負のメニスカスレンズの２枚のレンズであり、物体側から順に、前記の正群は、両凹レンズ、２枚の両凸レンズの合計３枚のレンズからなり、
前記負の群における最も物体側の前記正レンズのパワーと形状に関して以下の条件を満足することを特徴とする広角レンズ系。

$2.5 < f_1 / f < 10$ ・・・（１）

$-2.5<(r_{11}+r_{12})/(r_{11}-r_{12})<-0.7$ ・・・（２）

$0.25<d_1/f<0.8$ ・・・（３）

ただし、ｆは全系の焦点距離、f_1、r_{11}、r_{12}、d_1は、それぞれ前記の最も物体側の正レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径、光軸上の厚みである。

【請求項６】

前記の正群における負レンズは隣接する正レンズと接合されていることを特徴とする請求項５記載の広角レンズ系。

【請求項７】

前記の最も像側の両凸レンズの物体側の面が非球面で構成され、以下の条件を満足することを特徴とする請求項２、３、５、６の何れか１項記載の広角レンズ系。

$0.5<D_{SR1}/f<3$ ・・・（７）

$0.2<(D_{SR2}-D_{SR1})/D_{SR1}<3$ ・・・（８）

ただし、D_{SR1}は前記の最も像側の両凸レンズの物体側の面の前記開口絞りからの距離、D_{SR2}は前記の最も像側の両凸レンズの像側の面の前記開口絞りからの距離である。

【請求項８】

前記の最も像側の両凸レンズの像側の面が球面で構成されていることを特徴とする請求項７記載の広角レンズ系。

【請求項９】

以下の条件を満足することを特徴とする請求項１から８の何れか１項記載の広角レンズ系。

$0.2<n_1-n_2<0.45$ ・・・（９）

$10<\nu_2-\nu_1<60$ ・・・（10）

ただし、n_1、ν_1はそれぞれ前記の最も物体側の正レンズの媒質屈折率とアッベ数、n_2、ν_2はそれぞれ前記の像側に凹面を向けた負のメニスカスレンズの媒質屈折率とアッベ数である。

【請求項１０】

以下の条件を満足することを特徴とする請求項９記載の広角レンズ系。

$0.5<D_{2S}/f<1.5$ ・・・（11）

$0.3<r_{22}/f<1$ ・・・（12）

ただし、D_{2S}は前記の負のメニスカスレンズの最も像側の面から前記開口絞りまでの距離、r_{22}は前記の負のメニスカスレンズの最も像側の面の曲率半径である。

【請求項１１】

前記開口絞りと前記の最も像側の両凸レンズの間に配された、前記両凸レンズと前記負レンズについて、以下の条件を満足することを特徴とする請求項２、３、５、６、７、８の何れか１項記載の広角レンズ系。

$2<(D_{S41}+D_{S42}+D_{SR1}+D_{SR2})/2(D_{S31}+D_{S32})<10$ ・・・（13）

ただし、D_{S31}、D_{S32}、D_{S41}、D_{S42}はそれぞれ前記開口絞りから前記負レンズの物体側の面、像側の面と、開口絞りと両凸レンズに挟まれた前記両凸レンズの物体側の面、像側の面までの距離、D_{SR1}は前記の最も像側の両凸レンズの物体側の面の前記開口絞りからの距離、D_{SR2}は前記の最も像側の両凸レンズの像側の面の前記開口絞りからの距離である。

【請求項１２】

前記開口絞りと前記の最も像側の両凸レンズの間を、物体側から前記負レンズ、前記両凸レンズの順で接合されたレンズとし、前記接合されたレンズについて以下の条件を満足することを特徴とする請求項１１記載の広角レンズ系。

$1<r_{41}/f<4$ ・・・（14）

$0<n_3-n_4<0.2$ ・・・（15）

$1.6<n_4<1.85$ ・・・（16）

$0.5 < (D_{S42} - D_{S41}) / D_{S41} < 4$ ・・・（17）

ただし、r_{41}は前記正レンズの物体側の面の曲率半径、n_3、n_4はそれぞれ前記負レンズ、正レンズの媒質屈折率である。

【請求項１３】

以下の条件を満足することを特徴とする請求項１から１２の何れか１項記載の広角レンズ系。

$-5 < f_N / f < -1.5$ ・・・（18）

$0.7 < f_P / f < 2$ ・・・（19）

$1 < D_{FS} / f < 3$ ・・・（20）

$1 < D_{SR} / f < 5$ ・・・（21）

ただし、f_N、f_Pは前記のそれぞれ負群、正群の合成焦点距離、D_{FS}は最も物体側の面から前記開口絞りまでの距離、D_{SR}は前記開口絞りから最も像側の面までの距離である。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、広角レンズ系に関し、特に、焦点距離の極めて短い結像レンズ系と電子撮像素子との間にプリズムやフィルター等の多くの光学素子を挿入するために、焦点距離に対して長いバックフォーカスを確保し、かつ、加工組立性の良好な小型で構成枚数の少ないシンプルな電子カメラ用広角撮影レンズに関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

最近では、銀塩３５ｍｍフィルム（通称ライカ版）カメラに代わる次世代カメラとして電子カメラ（デジタルカメラ）が注目されつつある。そのデジタルカメラの撮像素子として用いられるもののサイズは、銀塩３５ｍｍフィルムの場合と比較すると、対角長で数分の一から十数分の一である。したがって、同じ画角の画像を得る場合、結像レンズ系の焦点距離をそれに比例して極めて短くする必要が出てくる。理屈の上からはレンズ系のサイズもそれに比例して極めて小さくなるため、構成要素も当然その分だけ小さくなる。したがって、レンズの加工は困難を極めることになる。一方では、電子撮像素子の特性上、結像レンズ系からの光線射出角が極力撮像素子に対して垂直であることが望まれる。したがって、従来の銀塩３５ｍｍフィルムカメラ用の広角レンズ系（例えば、レトロフォーカスレンズ系）をそのままデジタルカメラ用とするのは困難である。

【０００３】

【発明が解決しようとする課題】

本発明はこのような問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、レンズ構成要素の緑肉や中肉の厚みや組立上必要なスペースを十分確保することを行いつつも、所定のバックフォーカスや射出瞳位置、かつ、良好な結像性能を有したデジタルカメラに適した小型で構成枚数の少ないシンプルで製作性の良好な広角レンズ系を提供することである。

【０００４】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の広角レンズ系は、物体側から順に、負・正の２つの群で構成され、さらに、その中間に開口絞りを有し、

前記負の群は、物体側から順に、正レンズ、像側が凹面の負メニスカスレンズの２枚のレンズからなり、

前記正の群は、物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、両凸正レンズ、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズの２枚接合レンズの３枚のレンズからなり、

前記負の群における最も物体側の前記正レンズのパワーと形状に関して以下の条件を満足することを特徴とするものである。

$2.5 < f_1 / f < 10$ ・・・（１）

$-2.5<(r_{11}+r_{12})/(r_{11}-r_{12})<-0.7$ ・・・（２）
$0.25<d_1/f<0.8$ ・・・（３）
ただし、ｆは全系の焦点距離、f_1、r_{11}、r_{12}、d_1は、それぞれ前記の最も物体側の正レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径、光軸上の厚みである。

【０００５】
本発明のもう１つの広角レンズ系は、物体側から順に、負・正の２つの群で構成され、さらに、その中間に開口絞りを有し、
前記負の群は、物体側から順に、正レンズ、像側が凹面の負メニスカスレンズの２枚のレンズからなり、
前記正の群は、負レンズと２枚の両凸レンズの３枚のレンズからなり、
最も像側のレンズが前記両凸レンズの一方であり、その最も像側の両凸レンズのパワーと形状に関して以下の条件を満足することを特徴とするものである。
$1.4<f_R/f<3$ ・・・（４）
$-0.5<(r_{R1}+r_{R2})/(r_{R1}-r_{R2})<0.5$ ・・・（５）
$0.5<d_R/f<1$ ・・・（６）
ただし、ｆは全系の焦点距離、f_R、r_{R1}、r_{R2}、d_Rは、それぞれ前記の最も像側の両凸レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径、光軸上の厚みである。

【０００６】
本発明のさらにもう１つの広角レンズ系は、物体側から順に、負・正の２つの群で構成され、さらに、その中間に開口絞りを有し、
前記負の群は、物体側から順に、正レンズ、像側が凹面の負メニスカスレンズの２枚のレンズからなり、
前記正の群は、負レンズと２枚の両凸レンズの３枚のレンズからなり、
最も像側のレンズが前記両凸レンズの一方であり、その最も像側の両凸レンズ及び最も物体側の前記正レンズのパワーと形状に関して以下の条件を満足することを特徴とするものである。
$2.5<f_1/f<10$ ・・・（１）
$1.4<f_R/f<3$ ・・・（４）
$-2.5<(r_{11}+r_{12})/(r_{11}-r_{12})<-0.7$ ・・・（２）
$-0.5<(r_{R1}+r_{R2})/(r_{R1}-r_{R2})<0.5$ ・・・（５）
$0.25<d_1/f<0.8$ ・・・（３）
$0.5<d_R/f<1$ ・・・（６）
ただし、ｆは全系の焦点距離、f_1、r_{11}、r_{12}、d_1は、それぞれ前記の最も物体側の正レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径、光軸上の厚み、f_R、r_{R1}、r_{R2}、d_Rは、それぞれ前記の最も像側の両凸レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径、光軸上の厚みである。
本発明のさらにもう１つの広角レンズ系は、物体側から順に、負・正の２つの群で構成され、さらに、その中間に開口絞りを有し、
物体側から順に、前記の負群は、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズ、像側に凹面を向けた負のメニスカスレンズの２枚のレンズであり、物体側から順に、前記の正群は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、両凸レンズ、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズの合計３枚のレンズであり、前記の正群における負レンズは隣接する正レンズと接合され、
前記負の群における最も物体側の前記正レンズのパワーと形状に関して以下の条件を満足することを特徴とするものである。
$2.5<f_1/f<10$ ・・・（１）
$-2.5<(r_{11}+r_{12})/(r_{11}-r_{12})<-0.7$ ・・・（２）
$0.25<d_1/f<0.8$ ・・・（３）

ただし、ｆは全系の焦点距離、f_1、r_{11}、r_{12}、d_1は、それぞれ前記の最も物体側の正レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径、光軸上の厚みである。

本発明のさらにもう１つの広角レンズ系は、物体側から順に、負・正の２つの群で構成され、さらに、その中間に開口絞りを有し、

物体側から順に、前記の負群は、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズ、像側に凹面を向けた負のメニスカスレンズの２枚のレンズであり、物体側から順に、前記の正群は、両凹レンズ、２枚の両凸レンズの合計３枚のレンズからなり、

前記負の群における最も物体側の前記正レンズのパワーと形状に関して以下の条件を満足することを特徴とするものである。

$2.5 < f_1 / f < 10$ ・・・（１）

$-2.5 < (r_{11}+r_{12}) / (r_{11}-r_{12}) < -0.7$ ・・・（２）

$0.25 < d_1 / f < 0.8$ ・・・（３）

ただし、ｆは全系の焦点距離、f_1、r_{11}、r_{12}、d_1は、それぞれ前記の最も物体側の正レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径、光軸上の厚みである。

【０００７】

以下に、本発明において上記構成をとる理由と作用、また、更に好ましい構成について説明する。

【０００８】

デジタルカメラ用の結像レンズ系は、撮像素子のサイズが小さく、かつ、広角レンズ系であるために、焦点距離は極めて短く、一方では、フィルターや撮像素子のカバーガラスのためのスペースを確保をするために、バックフォーカスを焦点距離以上にする必要がある。そのために、本発明においては、物体側から順に、負・正の２つの群から構成した。したがって、後群にパワーが集中するため、レンズ枚数は後群に多くなり、一方では、レンズ構成要素の縁肉、中肉等を確保するために空気間隔はできるだけ詰める関係上、従来の銀塩３５ｍｍフィルム（通称ライカ版）カメラ用の広角レンズ系のように後群に絞りを入れることはせず、前記の２つの群の中間に開口絞りを設けた。

【０００９】

また、このように後群の厚みが増える傾向にあるため、バックフォーカスの確保のために、前記２つの群のそれぞれのパワーをさらに大きくする必要がある。これらの群のパワーを大きくすると、著しい湾曲収差が発生し、監視カメラならともかく、一般のデジタル写真用としては甚だ具合が悪い。そこで、本発明では、前記負の群（前群）の最も物体側に以下の条件を満足するような正レンズを配置した。そして、その焦点距離と形状ファクターを次のように規定した。

【００１０】

$2.5 < f_1 / f < 10$ ・・・（１）

$-2.5 < (r_{11}+r_{12}) / (r_{11}-r_{12}) < -0.7$ ・・・（２）

ただし、ｆは全系の焦点距離、f_1、r_{11}、r_{12}は、それぞれ前記の最も物体側の正レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径である。

【００１１】

上記条件（１）の上限の１０を越えると、歪曲収差補正効果が不足して、樽型の歪曲収差が発生しやすく、好ましくない。また、このレンズは色収差補正、そして、コマ収差、像面湾曲補正を兼ねており、これらの補正効果も少なくなる。一方、下限値の２．５を越えると、前群の負のパワーを維持するために高次の収差が発生しやすく、広い画角にわたって結像性能を維持し得なくなる。

【００１２】

また、条件（２）の上限－０．７、下限－２．５を越えると、コマ収差が悪化するが、特に下限を越えると、高次の倍率色収差、歪曲収差への悪影響が大きい。上限を越えると、非点収差への悪影響が大きい。

【００１３】
なお、本発明において、構成上の作用効果が得られる前提条件がある。それは、前述のようなデジタルカメラ用光学系として成り立つ条件である。つまり、レンズ構成要素の加工、組立上の条件、つまり、縁肉を十分に確保するための前提条件であり、次のように規定される。
$0.25 < d_1 / f < 0.8$　　・・・（３）
ただし、d_1 は前記の最も物体側の正レンズの光軸上の厚みである。
【００１４】
条件（３）の下限の０．２５を越えると、縁肉確保が十分できず、加工が困難になる。一方、上限の０．８を越えると、正レンズ先行型が往々にして陥りやすい径の大型化が問題となってくる。
【００１５】
次に、デジタル写真用として、前述の如く射出側テレセントリックにする必要がある。これを実施した場合、従来の銀塩３５ｍｍフィルムカメラ用の広角レンズ系と異なり、最も像側のレンズへの軸外光束の入射、射出角が大きく異なり、光軸に対しより小さくなっている。しかも、切る高さが軸上マージナル光線高や焦点距離のわりに高く、元来収差が発生しやすい。この軸外光束に対する収差を極小とするには、入射、射出角をそれぞれ小さくする必要がある。そのためには、最も像側レンズを両凸レンズとする必要がある。さらに、その焦点距離と形状ファクターを以下の範囲とするのがよい。
【００１６】
$1.4 < f_R / f < 3$　　・・・（４）
$-0.5 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.5$　　・・・（５）
ただし、f_R 、r_{R1}、r_{R2}は、それぞれ前記の最も像側の両凸レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径である。
【００１７】
これらの範囲を何れの方向に越えても、軸上、軸外光束の収差（特に、球面収差、コマ収差、非点収差）の補正が困難となる。さらに、条件（５）については、
$-0.1 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.4$　　・・・（5'）
とすればよりよくなる。
【００１８】
なお、本発明の構成上の作用効果が得られる前提条件がある。それは、前述のようなデジタルカメラ用光学系として成り立つ条件である。つまり、レンズ構成要素の加工、組立上の条件、つまり、縁肉を十分に確保するための前提条件であり、次のように規定される。
$0.5 < d_R / f < 1$　　・・・（６）
ただし、d_R は前記の最も像側の両凸レンズの光軸上の厚みである。
【００１９】
この条件（６）の下限の０．５を越えると、縁肉確保が十分できず、加工が困難になる。一方、上限の１を越えると、径が大きくなりやすく、また、バックフォーカスの確保が困難になる。
【００２０】
先にも述べたように、最も像側のレンズでは、軸外光束の切る高さが軸上マージナル光線高や焦点距離のわりに高く、また、このレンズ要素はパワーも大きくなるため、元来収差が発生しやすい。この軸外光束に対する収差を極小とするため、入射、射出角をそれぞれ小さくするような形状にするのがよいが、画素のピッチが細かく、高い解像力が必要な場合、これだけでは不十分である。後群のパワー確保と収差補正を両立させるためには、正レンズの枚数を増加するという常套手段があるが、先にも述べたように、小型化やバックフォーカス確保のため、増加するスペースがない。そこで、構成枚数を増加せずに収差補正を良好に実施するため、前記の最も像側の両凸レンズに非球面を導入し、それを物体側の面にした。それは、軸上、軸外共収差補正効果が著しく高く、かつ、加工がしやすいためである。特に、後の理由は、非球面の有効径の対製品径の比は極力小さい方がよいが、

そのためにわざわざ製品径を大きくすると、縁肉が不足してレンズ厚を大きくしなくてはならない。それは、今までの議論から分かる通り都合が悪い。一方、このレンズは像側の方が有効径が大きいため、製品径は像側の事情で決まる。したがって、非球面の有効径の対製品径の比は小さくしやすく、好ましい。

【００２１】

$0.5 < D_{SR1} / f < 3$ ・・・（７）

$0.2 < (D_{SR2} - D_{SR1}) / D_{SR1} < 3$ ・・・（８）

ただし、D_{SR1} は前記の最も像側の両凸レンズの物体側の面の開口絞りからの距離、D_{SR2} は前記の最も像側の両凸レンズの像側の面の開口絞りからの距離である。

【００２２】

条件（７）は非球面の絞りからの距離を規定したものである。下限の０．５を越えると、非球面の各収差への補正効果が小さくなり、好ましくない。上限の３を越えると、バックフォーカスの確保が困難になる。条件（８）は最も像側のレンズの非球面（物体側）と像側の面の絞りからの距離の差をその非球面（物体側）の絞りからの距離で割った値を規定したものである。下限の０．２を越えると、両面の有効径の差が小さく、非球面の有効径の対製品径の比は小さくし難く、これを小さくするために製品径を大きくせざるを得ず、好ましくない。上限の３を越えると、バックフォーカスの確保が困難になる。なお、像側面は球面であってよい。

【００２３】

さて、前群は負の屈折力を有するので、負レンズ要素が必要である。そして、それは前記の最も物体側の正のメニスカスレンズと開口絞りの間に配置される。また、その負レンズは比較的パワーが大きくなるため、特に軸外収差への影響が大きい。したがって、この軸外光束に対する収差を極小とするため、入射、射出角をそれぞれ小さくする必要がある。そのため、少なくとも像側に強い凹面を向けた負のメニスカスレンズが必要となる。一方、焦点距離に対しかなりの厚肉系であり、かつ、構成要素が少ないため、このレンズ系全体は、特に色収差、像面湾曲の補正も困難である。中でも像面湾曲と色収差を同時に補正するには、後群の正レンズの屈折率、アッベ数共に高く、負レンズはその逆としたいが、現実にそれを満足するガラスが存在しない。一方、前群では正レンズの屈折率は高く、アッベ数は低く、負レンズはその逆となるので、現実の硝材での組み合せがある程度可能である。そこで、

$0.2 < n_1 - n_2 < 0.45$ ・・・（９）

$10 < \nu_2 - \nu_1 < 60$ ・・・（10）

$0.5 < D_{2S} / f < 1.5$ ・・・（11）

ただし、n_1、ν_1 はそれぞれ前記の最も物体側の正レンズの媒質屈折率とアッベ数、n_2、ν_2 はそれぞれ前記の像側に強い凹面を向けた負のメニスカスレンズの媒質屈折率とアッベ数、D_{2S}は前記の負のメニスカスレンズの最も像側の面から前記開口絞りまでの距離である。

【００２４】

条件（９）、（１０）はそれぞれ前群の２枚のレンズの屈折率差、アッベ数差を規定したものであるが、共に下限値を越えると、像面湾曲、色収差の補正が十分に行えない。一方、上限側には現実の硝材がない。なお、後群に比べ前群はパワーが小さいため、少々径を大きくしても縁肉の確保は容易である。したがって、絞り面つまり軸上マージナル光線を決定する面（部材）は極力後群に近付け、絞り関連の部材の挿入等は絞りよりも前にするようにし、そのためのスペースの確保が必要である。

【００２５】

条件（１１）は負メニスカスレンズの最も像側の面から絞りまでの距離を規定したものである。言うなれば、これは本発明構成上の作用効果が得られる前提条件である。それは、前述のようなデジタルカメラ用光学系として成り立つ条件である。つまり、組立上の条件、すなわち、絞り等の部材挿入に係わるスペースを確保するための前提条件である。下限の０．５を越えると、絞り等の部材挿入に係わるスペースを十分確保できないし、また、

前後群の主点位置が近くなりすぎ、バックフォーカス確保のために両群共パワーが大きくなりがちで、好ましくない。上限の１．５を越えると、前群の径が大きくなりやすい。

【００２６】

また、前記の像側に強い凹面を向けた負メニスカスレンズを１枚のみとしたとき、その像側の曲率の大きい凹面は前群の主たるパワーとなっているので、極力軸外収差への影響を少なくするために、その曲率中心を絞り面と光軸との交点に近くした方がよい。すなわち、

$$0.3 < r_{22}/f < 1 \quad \cdots (12)$$

ただし、r_{22}は前記の負のメニスカスレンズの最も像側の面の曲率半径である。この条件の下限値の０．３を越えると、軸外収差が悪化しやすく、また、半球に近い凹面となり、加工が困難となる。上限の１を越えると、前群の負のパワーが維持できなくなる。

【００２７】

さらに、後群については、パワー、結像性能、バックフォーカスの確保、径の小型化の点で、絞りと最も像側の両凸レンズの間に、正レンズ、負レンズ共各１枚ずつにするとよい。そして、次の条件を満足することが好ましい。

$$2 < (D_{S41} + D_{S42} + D_{SR1} + D_{SR2})/2(D_{S31} + D_{S32}) < 10 \quad \cdots (13)$$

ただし、D_{S31}、D_{S32}、D_{S41}、D_{S42}はそれぞれ開口絞りから負レンズの物体側の面、像側の面と、正レンズの物体側の面、像側の面までの距離、D_{SR1}は前記の最も像側の両凸レンズの物体側の面の開口絞りからの距離、D_{SR2}は前記の最も像側の両凸レンズの像側の面の開口絞りからの距離である。

【００２８】

条件（１３）は収斂面の絞りからの距離の平均値と発散面の絞りからの距離のの比を規定したものである。射出側テレセントリックとするには、絞り位置に対し、後群の前側焦点位置が一致すればよいが、上記条件の下限の２を越えると、絞り位置に対し後群の前側焦点位置が物体側に離れて行き、射出側テレセントリックの確保が難しくなる。上限の１０を越えると、同様に、射出側テレセントリックの確保が難しくなり、かつ、最も像側の正レンズの必要有効径が大きくなりすぎ、好ましくない。

【００２９】

なお、絞りと最も像側の両凸レンズの間の構成は、バックフォーカス長の確保、各収差補正（特に、色収差、ペッツバール和、球面収差、コマ収差）、組立性の点で、物体側から、負レンズ、正レンズの順で接合したものがよい。球面収差補正の点で、軸上光線高が比較的高く、物体側に向かって凹面を向けた面が必要であるが、一方では、それをコマ収差を始めとする軸外の収差の発生を極力少なくしようとした場合、その面への軸外光束の入射角を小さくする、つまり、瞳像点に対して曲率中心が近いのが好ましい。それらを両立させるには、後群の最も物体側の面を凹面とするのが好ましい。すると、後群の最も物体側のレンズは負レンズとし、次に正レンズの順とするのがよい。なお、この並び順は倍率色収差の補正がし難いので、どうしてもこの２つのエレメントのパワーを大きくする必要がある。したがって、両者を接合として、接合面の曲率半径を小さくするのがよい。すなわち、

$$1 < r_{41}/f < 4 \quad \cdots (14)$$

ただし、r_{41}は前記正レンズの物体側の面の曲率半径である。

【００３０】

この条件（１４）の上限値の４を越えると、倍率色収差の補正が困難となり、下限値の１ををを越えると、正レンズの縁肉が不足して、好ましくない。一方では、その接合面で球面収差の補正効果を得るために、負レンズの方の屈折率を高くする関係上、ペッツバール和が大きくなる方向であることも問題である。したがって、両レンズの屈折率差は極力小さくするのがよい。すなわち、

$$0 < n_3 - n_4 < 0.2 \quad \cdots (15)$$

ただし、n_3、n_4はそれぞれ前記負レンズ、正レンズの媒質屈折率である。

【００３１】

この条件（１５）の上限値の０．２を越えると、ペッツバール和が大きくなりすぎ、下限値０を越えると、球面収差補正効果がなくなり、補正不足となる。また、構成枚数も少ないので、屈折率そのものも高い方がよい。

【００３２】

$1.6 < n_4 < 1.85$ ・・・（16）

上限値の１．８５を越えると、現実の硝材が存在しなくなり、下限値の１．６を越えると、レンズの曲率が大きくなり、縁肉確保が難しい。

【００３３】

なお、レンズ系の絶対的サイズが極めて小さいため、絞りと後群の最も物体側の凹面との間にレンズを固定する鏡枠部位のためのスペースの確保が難しい。一方、軸外光束の光線高の関係上、正レンズの方が径が大きくなるので、径のより小さな負レンズを正レンズに接合してその正レンズの両面を抑えて固定するのがよい。それは、負レンズが正レンズより十分に径が小さいときにのみ可能な組み立て方式である。つまり、負レンズの像側の面の有効径が正レンズの像側の面の有効径より十分に小さくなる条件が必要である。すなわち

$0.5 < (D_{S42} - D_{S41}) / D_{S41} < 4$ ・・・（17）

を満足することが望ましい。下限値の０．５を越えると、負レンズの像側の面の有効径と正レンズのそれとの差が少なくなり、正レンズのみを枠に固定し難くなる。上限値の４を越えると、正レンズの厚みが大きくなり、最も像側のレンズの径が大きくなりすぎ、好ましくない。

【００３４】

さらに、以下の条件を満足するのが好ましい。

$-5 < f_N / f < -1.5$ ・・・（18）

$0.7 < f_P / f < 2$ ・・・（19）

$1 < D_{FS} / f < 3$ ・・・（20）

$1 < D_{SR} / f < 5$ ・・・（21）

ただし、f_N、f_Pは前記のそれぞれ負群、正群の合成焦点距離、D_{FS}は最も物体側の面から開口絞りまでの距離、D_{SR}は開口絞りから最も像側の面までの距離である。

【００３５】

条件（１８）ないし（２１）は、焦点距離が数ｍｍと極めて短く、そのために絶対的サイズの極めて小さな撮影レンズに対し、サイズと組立性や鏡枠設定可能性のバランスを良くするための条件である。これらのパラメータは、全般に焦点距離の長い光学系に比べると大きい。これらの条件の下限値を越えると、レンズの径や空気間隔が小さすぎて鏡枠設計や組立が困難となる。上限値を越えると、光学系が大きくなる。

【００３６】

なお、全体を通じ、（１）～（２１）各条件の範囲を以下のように限定すればさらに良好である。

$3.5 < f_1 / f < 5$ ・・・（１）’

$-2 < (r_{11} + r_{12}) / (r_{11} - r_{12}) < -0.7$ ・・・（２）’

$0.3 < d_1 / f < 0.8$ ・・・（３）’

$1.5 < f_R / f < 2.5$ ・・・（４）’

$-0.3 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.3$ ・・・（５）’

$0.6 < d_R / f < 1$ ・・・（６）’

$0.8 < D_{SR1} / f < 2$ ・・・（７）’

$0.5 < (D_{SR2} - D_{SR1}) / D_{SR1} < 2$ ・・・（８）’

$0.3 < n_1 - n_2 < 0.45$ ・・・（９）’

$35 < \nu_2 - \nu_1 < 60$ ・・・（10）’

$0.6 < D_{2S} / f < 1.3$ ・・・（11）’

$0.4 < r_{22} / f < 0.8$ ・・・（12）’

$2.5 < (D_{S41} + D_{S42} + D_{SR1} + D_{SR2}) / 2(D_{S31} + D_{S32}) < 7$ ・・・（13）

，

$1.4<r_{41}/f<3.5$ ・・・（14）’
$0.03<n_3-n_4<0.17$ ・・・（15）’
$1.65<n_4<1.8$ ・・・（16）’
$1<(D_{S42}-D_{S41})/D_{S41}<3$ ・・・（17）’
$-4<f_N/f<-1.5$ ・・・（18）’
$0.7<f_P/f<1.8$ ・・・（19）’
$1<D_{FS}/f<2.5$ ・・・（20）’
$1.2<D_{SR}/f<4$ ・・・（21）’

ただし、以下の範囲がベストである。

【００３７】

$3.8<f_1/f<4.7$ ・・・（１）”
$-1.7<(r_{11}+r_{12})/(r_{11}-r_{12})<-0.7$ ・・・（２）”
$0.3<d_1/f<0.6$ ・・・（３）”
$1.6<f_R/f<2.1$ ・・・（４）”
$-0.25<(r_{R1}+r_{R2})/(r_{R1}-r_{R2})<0.25$ ・・・（５）”
$0.65<d_R/f<0.85$ ・・・（６）”
$1.0<D_{SR1}/f<1.7$ ・・・（７）”
$0.6<(D_{SR2}-D_{SR1})/D_{SR1}<1.5$ ・・・（８）”
$0.3<n_1-n_2<0.4$ ・・・（９）”
$40<\nu_2-\nu_1<60$ ・・・（10）”
$0.7<D_{2S}/f<1.1$ ・・・（11）”
$0.45<r_{22}/f<0.65$ ・・・（12）”
$3.2<(D_{S41}+D_{S42}+D_{SR1}+D_{SR2})/2(D_{S31}+D_{S32})<4.5$・・・（13）”
$1.8<r_{41}/f<2.5$ ・・・（14）”
$0.07<n_3-n_4<0.15$ ・・・（15）”
$1.67<n_4<1.78$ ・・・（16）”
$1.4<(D_{S42}-D_{S41})/D_{S41}<2.4$ ・・・（17）”
$-3.5<f_N/f<-1.8$ ・・・（18）”
$0.9<f_P/f<1.5$ ・・・（19）”
$1.2<D_{FS}/f<1.8$ ・・・（20）”
$1.6<D_{SR}/f<2.8$ ・・・（21）”

。

【００３８】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の広角レンズ系の実施例１～３について説明する。

図１～図３にそれぞれ実施例１～３のレンズ系の断面図を示す。また、図４～図６にそれぞれ実施例１～３のレンズ系の収差図を示す。これらの収差図中、（ａ）は球面収差、（ｂ）は非点収差、（ｃ）は歪曲収差、（ｄ）は倍率色収差である。

【００３９】

実施例１は、図１に断面を示すように、物体側から順に、負群ＧＮ、開口絞りＤ、正群ＧＰ、フィルター、カバーガラス等の平行平面板群Ｆからなり、負群ＧＮは、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズとからなり、正群ＧＰは、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、両凸レンズ、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズの２枚接合レンズとからなる。また、正群ＧＰ中の正メニスカスレンズの像側の面に非球面を用いている。

【００４０】

実施例２及び３は、それぞれ図２、図３に断面を示すように、物体側から順に、負群ＧＮ、開口絞りＤ、正群ＧＰ、フィルター、カバーガラス等の平行平面板群Ｆからなり、負

群ＧＮは、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズとからなり、正群ＧＰは、両凹レンズ、両凸レンズの２枚接合レンズと、両凸レンズとからなる。また、正群ＧＰ中の像側の両凸レンズの物体側の面に非球面を用いている。

【００４１】

各実施例のＦナンバーは、実施例１～３共２．７９、像高は、実施例１が３．３、実施例２が３．０、実施例３が３．０、全系の焦点距離（ｆ）は、実施例１～３共５．１５、半画角（ω）は、実施例１が３２．６５°、実施例２が３０．２２°、実施例３が３０．２２°である。

【００４２】

以下に、上記各実施例の数値データを示すが、記号は、r_1、r_2…は各レンズ面の曲率半径、d_1、d_2…は各レンズ面間の間隔、n_{d1}、n_{d2}…は各レンズのｄ線の屈折率、ν_{d1}、ν_{d2}…は各レンズのアッベ数である。なお、非球面形状は、光軸上光の進行方向をｘ、光軸に直交する方向をｙとしたとき、次の式で表される。

$$x=(y^2/r)/[1+\{1-(y/r)^2\}^{1/2}]+A_4y^4+A_6y^6+A_8y^8+A_{10}y^{10}$$

ただし、ｒは近軸曲率半径、A_4、A_6、A_8、A_{10}はそれぞれ４次、６次、８次、１０次の非球面係数である。

【００４３】

実施例１

r_1 = 17.8851	d_1 = 1.8000	n_{d1} =1.84666	ν_{d1} =23.78
r_2 = 336.9061	d_2 = 0.2500		
r_3 = 9.0262	d_3 = 0.7500	n_{d2} =1.57501	ν_{d2} =41.49
r_4 = 2.5636	d_4 = 4.9923		
r_5 = ∞（絞り）	d_5 = 2.8885		
r_6 = -10.6871	d_6 = 2.5116	n_{d3} =1.56384	ν_{d3} =60.70
r_7 = -5.4539（非球面）	d_7 = 0.3493		
r_8 = 9.1827	d_8 = 5.7000	n_{d4} =1.56384	ν_{d4} =60.70
r_9 = -4.8522	d_9 = 0.8500	n_{d5} =1.84666	ν_{d5} =23.78
r_{10}= -8.4474	d_{10}= 1.5000		
r_{11}= ∞	d_{11}= 1.6000	n_{d6} =1.51633	ν_{d6} =64.15
r_{12}= ∞	d_{12}= 2.3000	n_{d7} =1.54771	ν_{d7} =62.84
r_{13}= ∞	d_{13}= 1.5000		
r_{14}= ∞	d_{14}= 0.7500	n_{d8} =1.48749	ν_{d8} =70.21
r_{15}= ∞			

非球面係数

第７面

A_4 = 2.5592×10^{-6}

A_6 = 2.8708×10^{-5}

A_8 = 1.0675×10^{-5}

A_{10}= -9.2566×10^{-7}

。

【００４４】

実施例２

r_1 = 14.7669	d_1 = 2.4000	n_{d1} =1.84666	ν_{d1} =23.78
r_2 = 77.2137	d_2 = 0.2500		
r_3 = 8.6633	d_3 = 0.7500	n_{d2} =1.48749	ν_{d2} =70.21
r_4 = 2.6379	d_4 = 3.8149		
r_5 = ∞（絞り）	d_5 = 1.1000		
r_6 = -9.4638	d_6 = 1.2000	n_{d3} =1.84666	ν_{d3} =23.78

r_7 = 12.0733 d_7 = 3.6000 n_{d4} =1.72916 ν_{d4} =54.68
r_8 = -5.5956 d_8 = 0.1500
r_9 = 9.4226（非球面） d_9 = 3.8000 n_{d5} =1.56384 ν_{d5} =60.70
r_{10}= -12.3053 d_{10}= 1.5000
r_{11}= ∞ d_{11}= 1.6000 n_{d6} =1.51633 ν_{d6} =64.15
r_{12}= ∞ d_{12}= 2.3000 n_{d7} =1.54771 ν_{d7} =62.84
r_{13}= ∞ d_{13}= 1.0000
r_{14}= ∞ d_{14}= 0.7500 n_{d8} =1.48749 ν_{d8} =70.21
r_{15}= ∞
非球面係数
第９面
A_4 = -3.1037×10^{-4}
A_6 = -2.4543×10^{-5}
A_8 = 2.1418×10^{-6}
A_{10}= -7.2117×10^{-8} 。

【００４５】
実施例３
r_1 = 14.4595 d_1 = 2.3000 n_{d1} =1.84666 ν_{d1} =23.78
r_2 = 73.2856 d_2 = 0.2500
r_3 = 8.3092 d_3 = 0.7500 n_{d2} =1.48749 ν_{d2} =70.21
r_4 = 2.6330 d_4 = 3.7620
r_5 = ∞（絞り） d_5 = 1.1000
r_6 = -7.4826 d_6 = 0.8000 n_{d3} =1.84666 ν_{d3} =23.78
r_7 = 10.0000 d_7 = 3.5000 n_{d4} =1.72916 ν_{d4} =54.68
r_8 = -5.5677 d_8 = 0.1500
r_9 = 10.1428（非球面） d_9 = 3.6000 n_{d5} =1.56384 ν_{d5} =60.70
r_{10}= -8.6705 d_{10}= 1.5000
r_{11}= ∞ d_{11}= 1.6000 n_{d6} =1.51633 ν_{d6} =64.15
r_{12}= ∞ d_{12}= 2.0200 n_{d7} =1.54771 ν_{d7} =62.84
r_{13}= ∞ d_{13}= 1.6500
r_{14}= ∞ d_{14}= 0.7500 n_{d8} =1.48749 ν_{d8} =70.21
r_{15}= ∞
非球面係数
第９面
A_4 = -5.5278×10^{-4}
A_6 = -2.0032×10^{-5}
A_8 = 2.1245×10^{-6}
A_{10}= -8.0626×10^{-8} 。

【００４６】
次に、上記実施例１～３の前記条件（１）～（２１）の値を示す。

	実施例１	実施例２	実施例３
1	4.320	4.115	4.058
2	−1.112	−1.473	−1.492
3	0.3496	0.4660	0.4466
4	*	1.961	1.729
5	*	−0.1327	0.07826
6	*	0.7378	0.6990
7	*	1.175	1.078
8	*	0.6281	0.6486
9	0.27165	0.35917	0.35917
10	17.71	46.43	46.43
11	0.9693	0.7407	0.7305
12	0.4977	0.5122	0.5113
13	*	3.544	3.667
14	*	2.344	1.942
15	*	0.1175	0.1175
16	*	1.72916	1.72916
17	*	1.565	1.842
18	−2.039	−3.180	−3.324
19	1.328	1.065	1.055
20	1.513	1.401	1.371
21	2.388	1.913	1.777

。

【００４７】
以上の本発明の広角レンズ系は例えば次のように構成することができる。
〔１〕　物体側から順に、負・正の２つの群で構成され、さらに、その中間に開口絞りを有し、最も物体側のレンズが正レンズからなり、その正レンズのパワーと形状に関して以下の条件を満足することを特徴とする広角レンズ系。
【００４８】
$2.5 < f_1 / f < 10$　　・・・（１）
$-2.5 < (r_{11} + r_{12}) / (r_{11} - r_{12}) < -0.7$　　・・・（２）
$0.25 < d_1 / f < 0.8$　　・・・（３）
ただし、ｆは全系の焦点距離、f_1、r_{11}、r_{12}、d_1は、それぞれ前記の最も物体側の正レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径、光軸上の厚みである。
【００４９】

〔２〕　物体側から順に、負・正の２つの群で構成され、さらに、その中間に開口絞りを有し、最も像側のレンズが両凸レンズからなり、その両凸レンズのパワーと形状に関して以下の条件を満足することを特徴とする広角レンズ系。

【００５０】

$1.4 < f_R / f < 3$　・・・（４）

$-0.5 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.5$　・・・（５）

$0.5 < d_R / f < 1$　・・・（６）

ただし、ｆは全系の焦点距離、f_R、r_{R1}、r_{R2}、d_Rは、それぞれ前記の最も像側の両凸レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径、光軸上の厚みである。

【００５１】

〔３〕　物体側から順に、負・正の２つの群で構成され、さらに、その中間に開口絞りを有し、最も物体側のレンズが正レンズからなり、かつ、最も像側のレンズが両凸レンズからなり、それらレンズのパワーと形状に関して以下の条件を満足することを特徴とする広角レンズ系。

【００５２】

$2.5 < f_1 / f < 10$　・・・（１）

$1.4 < f_R / f < 3$　・・・（４）

$-2.5 < (r_{11} + r_{12}) / (r_{11} - r_{12}) < -0.7$　・・・（２）

$-0.5 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.5$　・・・（５）

$0.25 < d_1 / f < 0.8$　・・・（３）

$0.5 < d_R / f < 1$　・・・（６）

ただし、ｆは全系の焦点距離、f_1、r_{11}、r_{12}、d_1は、それぞれ前記の最も物体側の正レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径、光軸上の厚み、f_R、r_{R1}、r_{R2}、d_Rは、それぞれ前記の最も像側の両凸レンズの焦点距離、物体側の面の曲率半径、像側の面の曲率半径、光軸上の厚みである。

【００５３】

〔４〕　前記の最も像側の両凸レンズの物体側の面が非球面で構成され、以下の条件を満足することを特徴とする上記〔２〕又は〔３〕記載の広角レンズ系。

$0.5 < D_{SR1} / f < 3$　・・・（７）

$0.2 < (D_{SR2} - D_{SR1}) / D_{SR1} < 3$　・・・（８）

ただし、D_{SR1}は前記の最も像側の両凸レンズの物体側の面の前記開口絞りからの距離、D_{SR2}は前記の最も像側の両凸レンズの像側の面の前記開口絞りからの距離である。

【００５４】

〔５〕　前記の最も像側の両凸レンズの像側の面が球面で構成されていることを特徴とする上記〔４〕記載の広角レンズ系。

【００５５】

〔６〕　前記の最も物体側の正レンズと前記開口絞りの間に、少なくとも像側に強い凹面を向けた負のメニスカスレンズを有し、以下の条件を満足することを特徴とする上記〔１〕又は〔３〕記載の広角レンズ系。

$0.2 < n_1 - n_2 < 0.45$　・・・（９）

$10 < \nu_2 - \nu_1 < 60$　・・・（10）

ただし、n_1、ν_1はそれぞれ前記の最も物体側の正レンズの媒質屈折率とアッベ数、n_2、ν_2はそれぞれ前記の像側に強い凹面を向けた負のメニスカスレンズの媒質屈折率とアッベ数である。

【００５６】

〔７〕　前記の最も物体側の正レンズと前記開口絞りの間に、１枚の像側に強い凹面を向けた負のメニスカスレンズを有し、以下の条件を満足することを特徴とする上記〔６〕記載の広角レンズ系。

$0.5 < D_{2S} / f < 1.5$　・・・（11）

$0.3 < r_{22}/f < 1$ ・・・（12）

ただし、D_{2S}は前記の負のメニスカスレンズの最も像側の面から前記開口絞りまでの距離、r_{22}は前記の負のメニスカスレンズの最も像側の面の曲率半径である。

【００５７】

〔８〕　前記開口絞りと前記の最も像側の両凸レンズの間に、正レンズと負レンズとも有し、以下の条件を満足することを特徴とする上記〔２〕から〔４〕の何れか１項記載の広角レンズ系。

$2 < (D_{S41} + D_{S42} + D_{SR1} + D_{SR2})/2(D_{S31} + D_{S32}) < 10$ ・・・（13）

ただし、D_{S31}、D_{S32}、D_{S41}、D_{S42}はそれぞれ前記開口絞りから前記負レンズの物体側の面、像側の面と、前記正レンズの物体側の面、像側の面までの距離、D_{SR1}は前記の最も像側の両凸レンズの物体側の面の前記開口絞りからの距離、D_{SR2}は前記の最も像側の両凸レンズの像側の面の前記開口絞りからの距離である。

【００５８】

〔９〕　前記開口絞りと前記の最も像側の両凸レンズの間に、物体側から負レンズ、正レンズの順で接合されたレンズを有し、以下の条件を満足することを特徴とする上記〔８〕記載の広角レンズ系。

$1 < r_{41}/f < 4$ ・・・（14）

$0 < n_3 - n_4 < 0.2$ ・・・（15）

$1.6 < n_4 < 1.85$ ・・・（16）

$0.5 < (D_{S42} - D_{S41})/D_{S41} < 4$ ・・・（17）

ただし、r_{41}は前記正レンズの物体側の面の曲率半径、n_3、n_4はそれぞれ前記負レンズ、正レンズの媒質屈折率である。

【００５９】

〔１０〕　以下の条件を満足することを特徴とする上記〔１〕から〔９〕の何れか１項記載の広角レンズ系。

$-5 < f_N/f < -1.5$ ・・・（18）

$0.7 < f_P/f < 2$ ・・・（19）

$1 < D_{FS}/f < 3$ ・・・（20）

$1 < D_{SR}/f < 5$ ・・・（21）

ただし、f_N、f_Pは前記のそれぞれ負群、正群の合成焦点距離、D_{FS}は最も物体側の面から前記開口絞りまでの距離、D_{SR}は前記開口絞りから最も像側の面までの距離である。

【００６０】

〔１１〕　物体側から順に、負・正の２つの群で構成され、さらに、その中間に開口絞りを有し、物体側から順に、前記の負群は、正のメニスカスレンズ、像側に強い凹面を向けた負のメニスカスレンズの２枚のレンズを有し、前記の正群は、両凹レンズ、２枚の両凸レンズの合計３枚のレンズを有することを特徴とする上記〔１〕から〔１０〕の何れか１項記載の広角レンズ系。

【００６１】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によると、電子カメラ（デジタルカメラ）のように撮像有効領域が極めて小さく、そのために焦点距離が極端に短くなるケースであっても、レンズ構成要素の縁肉や中肉の厚みや組立上必要なスペースを十分確保することを行いつつも、フィルター類が挿入できるだけの十分なバックフォーカス、十分遠い射出瞳位置、かつ、良好な結像性能を有した小型で構成枚数の少ないシンプルで製作性の良好なデジタルカメラに適した広角レンズ系を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明の広角レンズ系の実施例１の断面図である。

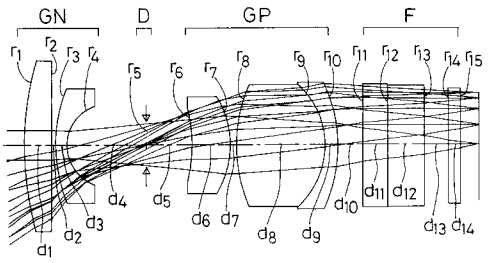
【図２】　本発明の広角レンズ系の実施例２の断面図である。

【図３】　本発明の広角レンズ系の実施例３の断面図である。

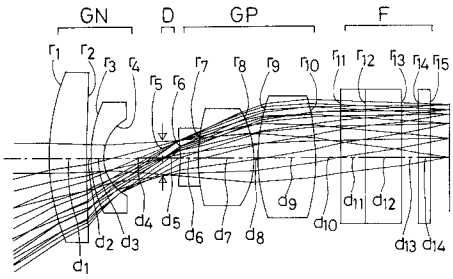
【図４】　本発明の広角レンズ系の実施例１の収差図である。

【図５】　本発明の広角レンズ系の実施例２の収差図である。
【図６】　本発明の広角レンズ系の実施例３の収差図である。
【符号の説明】
ＧＮ…負群
ＧＰ…正群
Ｄ　…開口絞り
Ｆ　…フィルター、カバーガラス等の平行平面板群

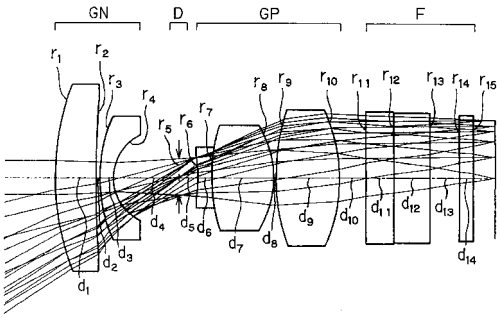
【図１】



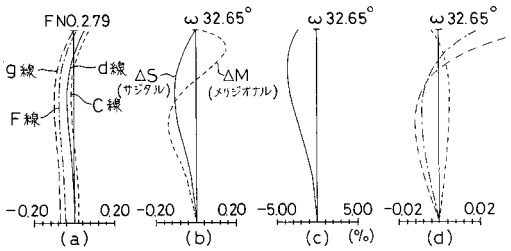
【図２】



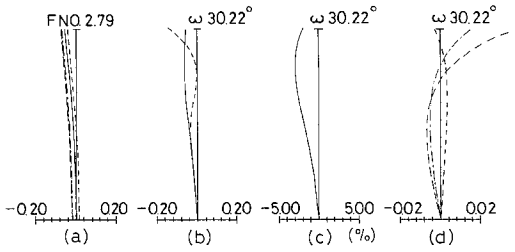
【図３】



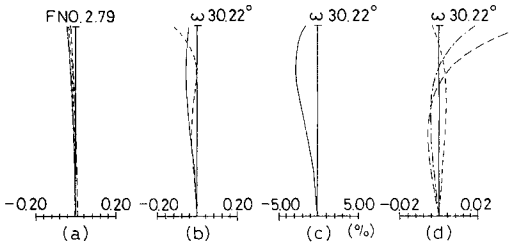
【図４】



【図５】


FNO 2.79
ω 30.22°
ω 30.22°
ω 30.22°
-0.20
0.20
-0.20
0.20
-5.00
5.00
-0.02
0.02
(a)
(b)
(c)
(%)
(d)

【図６】


FNO 2.79
ω 30.22°
ω 30.22°
ω 30.22°
-0.20
0.20
-0.20
0.20
-5.00
5.00
-0.02
0.02
(a)
(b)
(c)
(%)
(d)

フロントページの続き

(74)代理人　100091971
弁理士　米澤　明
(72)発明者　三原伸一
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号オリンパス光学工業株式会社内

審査官　森内　正明

(56)参考文献　特開昭６３－１４９６１８（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－２６２８１３（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－２９１６１３（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－　８１３１１（ＪＰ，Ａ）
特開平　７－１１３９５１（ＪＰ，Ａ）
特開平　６－２５８５７７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G02B　9/00　-　17/08
G02B　21/02　-　21/04
G02B　25/00　-　25/04