

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5466603号  
(P5466603)

(45) 発行日 平成26年4月9日(2014.4.9)

(24) 登録日 平成26年1月31日(2014.1.31)

(51) Int.Cl. F 1  
**G 0 2 B 13/04 (2006.01)** G 0 2 B 13/04 D

請求項の数 9 (全 16 頁)

|  |   |
|--|---|
| <p>(21) 出願番号 特願2010-205085 (P2010-205085)<br/>                 (22) 出願日 平成22年9月14日 (2010.9.14)<br/>                 (65) 公開番号 特開2012-63380 (P2012-63380A)<br/>                 (43) 公開日 平成24年3月29日 (2012.3.29)<br/>                 審査請求日 平成25年1月23日 (2013.1.23)</p> | <p>(73) 特許権者 306037311<br/>                 富士フイルム株式会社<br/>                 東京都港区西麻布2丁目26番30号<br/>                 (74) 代理人 100073184<br/>                 弁理士 柳田 征史<br/>                 (74) 代理人 100090468<br/>                 弁理士 佐久間 剛<br/>                 (72) 発明者 鈴木 隆<br/>                 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324<br/>                 番地 富士フイルム株式会社内<br/> <br/>                 審査官 堀井 康司</p> <p>(56) 参考文献 特開2011-227351 (JP, A)<br/>                 )</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p> |
|--|---|

(54) 【発明の名称】 レトロフォーカス型広角レンズおよびこれを備えたカメラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、全体として負の屈折力を有する第1レンズ群と、全体として正の屈折力を有する第2レンズ群と、絞りと、全体として正の屈折力を有する第3レンズ群とからなり、

前記第1レンズ群は、2枚の物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなり、  
 前記第2レンズ群および前記第3レンズ群はそれぞれ、1組の3枚接合レンズを含み、  
前記第3レンズ群の前記3枚接合レンズは、像側に凹面を向けた負レンズ、両凸形状の正レンズ、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズが物体側からこの順に接合されたものであることを特徴とするレトロフォーカス型広角レンズ。

10

【請求項2】

前記第2レンズ群の前記3枚接合レンズは、両凸形状の正レンズ、両凹形状の負レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズが物体側からこの順に接合されたものであることを特徴とする請求項1記載のレトロフォーカス型広角レンズ。

【請求項3】

以下の条件式(1)を満足するように構成されていることを特徴とする請求項1または2記載のレトロフォーカス型広角レンズ。

$$3p > 75 \dots (1)$$

ただし、

3p : 前記第3レンズ群の前記3枚接合レンズにおける前記正レンズのd線に対するア

20

ツベ数

【請求項 4】

以下の条件式(2)を満足するように構成されていることを特徴とする請求項1から3のうちいずれか1項記載のレトロフォーカス型広角レンズ。

$$Nd_{31} - Nd_{32} > 0.13 \dots \dots (2)$$

ただし、

$Nd_{31}$ ：前記第3レンズ群の前記3枚接合レンズにおける前記負レンズと前記負メニスカスレンズのうち、d線に対する屈折率が高い方のレンズの該屈折率

$Nd_{32}$ ：前記第3レンズ群の前記3枚接合レンズにおける前記正レンズのd線に対する屈折率

10

【請求項 5】

前記第2レンズ群の前記3枚接合レンズは、正レンズ、負レンズ、正レンズが物体側からこの順に接合されたものであり、

以下の条件式(3)を満足するように構成されていることを特徴とする請求項1から4のうちいずれか1項記載のレトロフォーカス型広角レンズ。

$$Nd_{21} - Nd_{22} > 0.15 \dots \dots (3)$$

ただし、

$Nd_{21}$ ：前記第2レンズ群の前記3枚接合レンズにおける2枚の前記正レンズのうち、d線に対する屈折率が高い方のレンズの該屈折率

$Nd_{22}$ ：前記第2レンズ群の前記3枚接合レンズにおける前記負レンズのd線に対する屈折率

20

【請求項 6】

前記第2レンズ群の前記3枚接合レンズと前記絞りとの間には、前記絞りに凸面を向けたメニスカスレンズが配置されていることを特徴とする請求項1から5のうちいずれか1項記載のレトロフォーカス型広角レンズ。

【請求項 7】

前記第3レンズ群の前記3枚接合レンズと前記絞りとの間には、前記絞りに凸面を向けたメニスカスレンズが配置されていることを特徴とする請求項1から6のうちいずれか1項記載のレトロフォーカス型広角レンズ。

【請求項 8】

30

無限遠物体から近距離物体へのフォーカス調整は、前記第3レンズ群を物体側に移動させることにより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7のうちいずれか1項記載のレトロフォーカス型広角レンズ。

【請求項 9】

請求項1から8のいずれか1項記載のレトロフォーカス型広角レンズを備えたことを特徴とするカメラ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レトロフォーカス型広角レンズおよびこれを備えたカメラに関し、より詳しくは、バックフォーカスが長く、例えば中判一眼レフカメラに好適に使用可能なレトロフォーカス型広角レンズ、および該レトロフォーカス型広角レンズを備えたカメラに関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

一般に、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、物体側から順に、負レンズ群、正レンズ群を配置し、絞りに対して前後非対称なレトロフォーカス型のレンズ構成を採用しているものが多い。このようなレトロフォーカス型の広角レンズとしては、例えば以下の特許文献1～3に記載のものがある。

【先行技術文献】

50

## 【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2002-214526号公報

【特許文献2】特開2003-29141号公報

【特許文献3】特開2004-219610号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、レトロフォーカス型のレンズは、長いバックフォーカスを確保することには適しているが、前述のように絞りに対して非対称な構成にしているため、画角に係する収差の補正、特に倍率色収差の補正が困難となる。一方近年では、デジタルカメラが普及しており、フィルムに代わるデジタルバックなどの装着時には、その受光特性から、より良好に倍率色収差が補正されていることが要求される。上記各特許文献記載のレンズでは、この倍率色収差の補正において不十分なところがある。例えば特許文献1では、後群に特殊低分散ガラスを2枚用いることにより倍率色収差の補正を行っていると考えられるが、それでも補正が十分とは言えなかった。

10

【0005】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、バックフォーカスが長く、倍率色収差が良好に補正されて、高い光学性能を有するレトロフォーカス型広角レンズ、および該レトロフォーカス型広角レンズを備えたカメラを提供することにある。

20

## 【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1の観点にかかるレトロフォーカス型広角レンズは、物体側から順に、全体として負の屈折力を有する第1レンズ群と、全体として正の屈折力を有する第2レンズ群と、絞りと、全体として正の屈折力を有する第3レンズ群とからなり、第1レンズ群は、2枚の物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなり、第2レンズ群および第3レンズ群はそれぞれ、1組の3枚接合レンズを含み、第3レンズ群の3枚接合レンズは、像側に凹面を向けた負レンズ、両凸形状の正レンズ、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズが物体側からこの順に接合されたものであることを特徴とするものである。

30

【0008】

本発明の第1の観点にかかるレトロフォーカス型広角レンズにおいては、第2レンズ群の3枚接合レンズは、両凸形状の正レンズ、両凹形状の負レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズが物体側からこの順に接合されたものであることが好ましい。

【0009】

本発明の第1の観点にかかるレトロフォーカス型広角レンズにおいては、以下の条件式(1)、(2)のいずれか一方または両方を満足するように構成されていることが好ましい。

$$3p > 75 \dots \dots (1)$$

$$Nd_{31} - Nd_{32} > 0.13 \dots \dots (2)$$

ただし、

3p : 第3レンズ群の3枚接合レンズにおける正レンズのd線に対するアッベ数  
 Nd<sub>31</sub> : 第3レンズ群の3枚接合レンズにおける負レンズと負メニスカスレンズのうち、d線に対する屈折率が高い方のレンズの該屈折率  
 Nd<sub>32</sub> : 第3レンズ群の3枚接合レンズにおける正レンズのd線に対する屈折率

40

【0010】

本発明の第1の観点にかかるレトロフォーカス型広角レンズにおいては、第2レンズ群の3枚接合レンズが、正レンズ、負レンズ、正レンズが物体側からこの順に接合されたものである場合は、以下の条件式(3)を満足するように構成されていることが好ましい。

$$Nd_{21} - Nd_{22} > 0.15 \dots \dots (3)$$

ただし、

50

N d 2 1 : 第 2 レンズ群の 3 枚接合レンズにおける 2 枚の正レンズのうち、d 線に対する屈折率が高い方のレンズの該屈折率

N d 2 2 : 第 2 レンズ群の 3 枚接合レンズにおける負レンズの d 線に対する屈折率

【 0 0 1 1 】

本発明の第 1 の観点にかかるレトロフォーカス型広角レンズにおいては、第 2 レンズ群の 3 枚接合レンズと絞りとの間には、絞りに凸面を向けたメニスカスレンズが配置されていることが好ましい。

【 0 0 1 2 】

本発明の第 1 の観点にかかるレトロフォーカス型広角レンズにおいては、第 3 レンズ群の 3 枚接合レンズと絞りとの間には、絞りに凸面を向けたメニスカスレンズが配置されていることが好ましい。

10

【 0 0 1 5 】

さらに、本発明の第 1 の観点にかかるレトロフォーカス型広角レンズにおいては、無限遠物体から近距離物体へのフォーカス調整は、第 3 レンズ群を物体側に移動させることにより行うように構成されていることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

なお、上記の本発明の第 1 のレトロフォーカス型広角レンズ、およびその好ましい態様における、レンズの屈折力の符号、形状は、当該レンズが非球面レンズの場合は、近軸領域で考えるものとする。

【 0 0 1 7 】

20

本発明のカメラは、上記記載の本発明の第 1 の観点にかかるレトロフォーカス型広角レンズを備えたことを特徴とするものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

本発明の第 1 のレトロフォーカス型広角レンズによれば、物体側から順に、負、正、正のレンズ群配置とし、各レンズ群に含まれるレンズの構成を好適に設定しているため、長いバックフォーカスを確保でき、倍率色収差の良好な補正が可能であり、高い光学性能を実現することができる。

【 0 0 2 0 】

本発明のカメラによれば、上記本発明の第 1 のレトロフォーカス型広角レンズを備えたものであるため、例えば一眼レフカメラ等の態様が可能であり、広い画角で良好な像を得ることができる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】本発明の実施例 1 のレトロフォーカス型広角レンズのレンズ構成と光路を示す断面図

【 図 2 】本発明の実施例 2 のレトロフォーカス型広角レンズのレンズ構成と光路を示す断面図

【 図 3 】本発明の実施例 3 のレトロフォーカス型広角レンズのレンズ構成と光路を示す断面図

40

【 図 4 】本発明の実施例 4 のレトロフォーカス型広角レンズのレンズ構成と光路を示す断面図

【 図 5 】本発明の実施例 5 のレトロフォーカス型広角レンズのレンズ構成と光路を示す断面図

【 図 6 】図 6 ( A ) ~ 図 6 ( D ) は本発明の実施例 1 のレトロフォーカス型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 2 のレトロフォーカス型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 3 のレトロフォーカス型広角レンズの各収差図

50

【図9】図9(A)～図9(D)は本発明の実施例4のレトロフォーカス型広角レンズの各収差図

【図10】図10(A)～図10(D)は本発明の実施例5のレトロフォーカス型広角レンズの各収差図

【図11】本発明の実施形態にかかるカメラの構成を示す斜視図

【発明を実施するための形態】

【0022】

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5は、本発明の第1の実施形態にかかるレトロフォーカス型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～実施例5に対応している。図1～図5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点からの軸上光束、最大画角の軸外光束も合わせて示している。図1～図5に示す符号 $R_i$  ( $i$ は整数)は、曲率半径を示すものであり、これについては、後述の実施例の説明において詳述する。なお、図1～図5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。

10

【0023】

本発明の第1の実施形態にかかるレトロフォーカス型広角レンズは、光軸 $Z$ に沿って、物体側から順に、全体として負の屈折力を有する第1レンズ群 $G_1$ と、全体として正の屈折力を有する第2レンズ群 $G_2$ と、開口絞り $S_t$ と、全体として正の屈折力を有する第3レンズ群 $G_3$ とを備え、第1レンズ群 $G_1$ は少なくとも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 $G_2$ と第3レンズ群 $G_3$ はそれぞれ、少なくとも1組の3枚接合レンズを含むように構成される。なお、図1に示す開口絞り $S_t$ 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。

20

【0024】

このレトロフォーカス型広角レンズは、物体側から順に、負、正、正の屈折力をもつレンズ群配置とすることで、バックフォーカスを長くとることができる。第1レンズ群 $G_1$ が少なくとも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、広角かつ長いバックフォーカスの実現に有利となる。また、開口絞り $S_t$ の両側の第2レンズ群 $G_2$ と第3レンズ群 $G_3$ それぞれが少なくとも1組の3枚接合レンズを含むことで、色収差の補正、特に広角レンズ特有の課題となる倍率色収差の補正に有利となる。

30

【0025】

具体的には例えば、図1に示す例のように、第1レンズ群 $G_1$ は、物体側から順に、レンズ $L_1$ とレンズ $L_2$ が配置された2群2枚構成とし、第2レンズ群 $G_2$ は、物体側から順に、レンズ $L_3$ ～レンズ $L_5$ が接合された3枚接合レンズと、レンズ $L_6$ とが配置された2群4枚構成とし、第3レンズ群 $G_3$ は、物体側から順に、レンズ $L_7$ と、レンズ $L_8$ ～レンズ $L_{10}$ が接合された3枚接合レンズと、レンズ $L_{11}$ とが配置された3群5枚構成とすることができる。

【0026】

なお、図1に示す例では、全てのレンズが第1レンズ群 $G_1$ 、第2レンズ群 $G_2$ 、第3レンズ群 $G_3$ のいずれかのレンズ群に属するように群分けしているが、本発明のレトロフォーカス型広角レンズは必ずしもこれに限定されない。例えば、図1に示すようなレンズ $L_1$ ～レンズ $L_{11}$ からなるレンズ系の場合、第2レンズ群 $G_2$ はレンズ $L_3$ ～レンズ $L_5$ の3枚のみからなる構成として、レンズ $L_6$ は第1レンズ群 $G_1$ 、第2レンズ群 $G_2$ 、第3レンズ群 $G_3$ のいずれのレンズ群にも属さないレンズと考えることが可能である。同様に、図1に示すようなレンズ $L_1$ ～レンズ $L_{11}$ からなるレンズ系の場合、レンズ $L_7$ またはレンズ $L_{11}$ は第1レンズ群 $G_1$ 、第2レンズ群 $G_2$ 、第3レンズ群 $G_3$ のいずれのレンズ群にも属さないレンズと考えることが可能である。

40

【0027】

第2レンズ群 $G_2$ の3枚接合レンズは、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、正レンズが配列されたものであることが好ましい。より詳しくは、第2レンズ群 $G_2$ の3枚接合

50

レンズは、両凸形状の正レンズ、両凹形状の負レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズが物体側からこの順に接合されたものであることが好ましい。このように構成することにより、色収差、特に倍率色収差を良好に補正することができる。

【 0 0 2 8 】

例えば、図 1 に示す例の第 2 レンズ群 G 2 では、レンズ L 3 が両凸レンズ、レンズ L 4 が両凹レンズ、レンズ L 5 が物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである。第 2 レンズ群 G 2 の 3 枚接合レンズは図 1 に示す例に限定されず、例えば、図 5 に示す例のようにレンズ L 5 を両凸レンズとした構成も可能である。

【 0 0 2 9 】

第 3 レンズ群 G 3 の 3 枚接合レンズは、物体側から順に、負レンズ、正レンズ、負レンズが配列されたものであることが好ましい。より詳しくは、第 3 レンズ群 G 3 の 3 枚接合レンズは、像側に凹面を向けた負レンズ、両凸形状の正レンズ、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズが物体側からこの順に接合されたものであることが好ましい。このように構成することにより、色収差、特に倍率色収差を良好に補正することができる。

【 0 0 3 0 】

例えば、図 1 に示す例の第 3 レンズ群 G 3 では、レンズ L 8 が両凹レンズ、レンズ L 9 が両凸レンズ、レンズ L 10 が物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズである。

【 0 0 3 1 】

第 2 レンズ群 G 2 の 3 枚接合レンズが、物体側から順に、両凸レンズ、両凹レンズ、正レンズからなり、かつ、第 3 レンズ群 G 3 の 3 枚接合レンズが、物体側から順に、負レンズ、両凸レンズ、負メニスカスレンズからなるように構成した場合は、開口絞り S t の物体側と像側で接合面の向きを逆にすることができ、倍率色収差を良好に補正することができる。

【 0 0 3 2 】

第 3 レンズ群 G 3 の 3 枚接合レンズが、負レンズ、正レンズ、負レンズが物体側からこの順に接合されたものである場合は、以下の条件式 ( 1 )、( 2 ) のいずれか一方または両方を満足するように構成されていることが好ましい。

$$3 p > 7 5 \dots \dots ( 1 )$$

$$N d 3 1 - N d 3 2 > 0 . 1 3 \dots \dots ( 2 )$$

ただし、

3 p : 第 3 レンズ群 G 3 の 3 枚接合レンズにおける正レンズの d 線に対するアッベ数  
 N d 3 1 : 第 3 レンズ群 G 3 の 3 枚接合レンズにおける 2 枚の負レンズのうち、d 線に対する屈折率が高い方のレンズの該屈折率  
 N d 3 2 : 第 3 レンズ群 G 3 の 3 枚接合レンズにおける正レンズの d 線に対する屈折率

【 0 0 3 3 】

条件式 ( 1 ) を満足することにより、色収差の補正が容易になり、特に、軸上色収差と倍率色収差の 2 次スペクトルの補正が容易になる。条件式 ( 1 ) を満足しない場合、倍率色収差において g 線 ( 波長 4 3 5 . 8 n m ) がオーバーとなる。

【 0 0 3 4 】

条件式 ( 2 ) を満足することにより、中間画角と最大画角の倍率色収差をバランス良く補正することができる。条件式 ( 2 ) を満足しない場合、最大画角で倍率色収差が良好になるように補正すると、中間画角での g 線の倍率色収差がアンダーとなる。

【 0 0 3 5 】

なお、より良好な色収差補正のためには、第 3 レンズ群 G 3 の 3 枚接合レンズが、像側に凹面を向けた負レンズ、両凸形状の正レンズ、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズが物体側からこの順に接合されたものであり、かつ、条件式 ( 1 ) または ( 2 ) を満足するように構成されていることが好ましい。

【 0 0 3 6 】

第 2 レンズ群 G 2 の 3 枚接合レンズが、正レンズ、負レンズ、正レンズが物体側からこの順に接合されたものである場合は、以下の条件式 ( 3 ) を満足するように構成されてい

10

20

30

40

50

ることが好ましい。

$$N d 2 1 - N d 2 2 > 0 . 1 5 \dots \dots ( 3 )$$

ただし、

$N d 2 1$  : 第2レンズ群  $G 2$  の3枚接合レンズにおける2枚の正レンズのうち、 $d$ 線に対する屈折率が高い方のレンズの該屈折率

$N d 2 2$  : 第2レンズ群  $G 2$  の3枚接合レンズにおける負レンズの  $d$ 線に対する屈折率

【0037】

条件式(3)を満足することにより、中間画角と最大画角の倍率色収差をバランス良く補正することができる。条件式(3)を満足しない場合、最大画角で倍率色収差が良好になるように補正すると、中間画角での  $g$ 線の倍率色収差がアンダーとなる。

10

【0038】

なお、より良好な色収差補正のためには、第2レンズ群  $G 2$  の3枚接合レンズが、両凸形状の正レンズ、両凹形状の負レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズが物体側からこの順に接合されたものであり、かつ、条件式(3)を満足するように構成されていることが好ましい。

【0039】

さらに倍率色収差を良好に補正するためには、以下の条件式(2-1)、(3-1)のいずれか一方または両方を満足するように構成されていることがより好ましい。

$$N d 3 1 - N d 3 2 > 0 . 2 3 \dots \dots ( 2 - 1 )$$

$$N d 2 1 - N d 2 2 > 0 . 2 5 \dots \dots ( 3 - 1 )$$

20

【0040】

また、第2レンズ群  $G 2$  の3枚接合レンズと開口絞り  $S t$  との間には、開口絞り  $S t$  に凸面を向けたメニスカスレンズが配置されていることが好ましい。かかる構成によれば、像面湾曲を良好に補正することが容易になる。図1に示す例では、第2レンズ群  $G 2$  の3枚接合レンズと開口絞り  $S t$  との間に、開口絞り  $S t$  に凸面を向けた正メニスカスレンズであるレンズ  $L 6$  が配置されている。

【0041】

第3レンズ群  $G 3$  の3枚接合レンズと開口絞り  $S t$  との間には、開口絞り  $S t$  に凸面を向けたメニスカスレンズが配置されていることが好ましい。かかる構成によれば、像面湾曲を良好に補正することが容易になる。図1に示す例では、第3レンズ群  $G 3$  の3枚接合レンズと開口絞り  $S t$  との間に、開口絞り  $S t$  に凸面を向けた正メニスカスレンズであるレンズ  $L 1 1$  が配置されている。

30

【0042】

第2レンズ群  $G 2$  の3枚接合レンズと開口絞り  $S t$  との間に開口絞り  $S t$  に凸面を向けたメニスカスレンズが配置され、かつ、第3レンズ群  $G 3$  の3枚接合レンズと開口絞り  $S t$  との間に開口絞り  $S t$  に凸面を向けたメニスカスレンズが配置されている場合には、開口絞り  $S t$  に対して対称性が良くなるため、軸外収差の良好な補正に有利となる。

【0043】

なお、このレトロフォーカス型広角レンズにおけるフォーカス調整は、レンズ系の後群を移動させるリアフォーカス式で行うことができる。一般にリアフォーカス式のレンズ系は、レンズ系全体を移動させる全体フォーカス式に比べて、近距離での撮影性能が向上する上に、小さな駆動力でフォーカスを行うことができるため、自動焦点検出装置を有するカメラ等に好適である。

40

【0044】

本実施形態のレトロフォーカス型広角レンズにおいては、例えば、第3レンズ群  $G 3$  を光軸上で移動させることでフォーカス調整を行うように構成することができる。より詳しくは、第3レンズ群  $G 3$  を物体側に移動させることで、無限遠物体から近距離物体へのフォーカス調整を行うように構成することができる。フォーカス調整において、全レンズ群を移動させるのではなく、第3レンズ群  $G 3$  のみを移動させることで、駆動機構の負担を小さくでき、装置の小型化に貢献できる。

50

## 【 0 0 4 5 】

リアフォーカス式レンズ系においてフォーカス調整に際し良好な性能を得るためには、フォーカス用レンズ群と、それより物体側に配置されるレンズ群とで単独に倍率色収差の補正がされていることが好ましい。そのように構成した場合には、フォーカス用レンズ群をフォーカス調整のために移動しても、倍率色収差の変動を極力抑えることが可能になる。本実施形態においては、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3がともに3枚接合レンズを有しており、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3それぞれ単独で倍率色収差の補正が容易な構成となっているため、リアフォーカス式を採った場合でも、フォーカス調整時の倍率色収差の変動を抑制でき、高い光学性能を確保することができる。

## 【 0 0 4 6 】

また、このレトロフォーカス型広角レンズは、以下の条件式(4)を満足するように構成されていることが好ましい。

$$Bf / f > 1.1 \dots \dots (4)$$

ただし、

Bf：全系のバックフォーカス

f：全系の焦点距離

## 【 0 0 4 7 】

条件式(4)を満足することにより、長いバックフォーカスを確保でき、一眼レフカメラに好適に使用可能になる。

## 【 0 0 4 8 】

次に、本発明の第2の実施形態にかかるレトロフォーカス型広角レンズについて説明する。図1～図5に示したレトロフォーカス型広角レンズは、本発明の第2の実施形態にかかるレトロフォーカス型広角レンズの構成例でもある。

## 【 0 0 4 9 】

本発明の第2の実施形態にかかるレトロフォーカス型広角レンズは、光軸Zに沿って、物体側から順に、全体として負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、全体として正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りStと、全体として正の屈折力を有する第3レンズ群G3とを備え、第2レンズ群G2は、1組の3枚接合レンズを含み、該3枚接合レンズは、両凸形状の正レンズ、両凹形状の負レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズが物体側からこの順に接合されたものであり、この構成を有する第2レンズ群G2の3枚接合レンズにおいて、以下の条件式(3)を満足するように構成されている。

$$Nd_{21} - Nd_{22} > 0.15 \dots \dots (3)$$

ただし、

Nd<sub>21</sub>：第2レンズ群G2の3枚接合レンズにおける2枚の正レンズのうち、d線に対する屈折率が高い方のレンズの該屈折率

Nd<sub>22</sub>：第2レンズ群G2の3枚接合レンズにおける負レンズのd線に対する屈折率

## 【 0 0 5 0 】

第2の実施形態にかかるレトロフォーカス型広角レンズは、上述した第1の実施形態にかかるレトロフォーカス型広角レンズ、およびその好ましい態様と部分的に重複した構成を有するものであり、重複した構成の作用効果については、第1の実施形態において説明した通りであるのでここではその説明を省略する。

## 【 0 0 5 1 】

この第2の実施形態にかかるレトロフォーカス型広角レンズは、光学系のほぼ中央付近に配置される第2レンズ群G2の構成に特に重点を置いたものである。良好な倍率色収差の補正のためには、通常、像面Simに近いレンズ群である第3レンズ群G3の構成に比較的注力しがちであるが、本実施形態のレトロフォーカス型広角レンズは、第2レンズ群G2に注目することにより、より高い光学性能を実現可能にするものである。

## 【 0 0 5 2 】

第2レンズ群G2が3枚接合レンズを含むように構成し、さらにその3枚接合レンズを構成するレンズ形状を上記のように設定することにより、2つの接合面の形状を物体側か

10

20

30

40

50

ら順に、像側に凸面を向けた形状、物体側に凸面を向けた形状とすることができる。また、条件式(3)を満足するように構成することで、中間画角と最大画角の倍率色収差をバランス良く補正することができる。

【0053】

さらに倍率色収差を良好に補正するためには、以下の条件式(3-1)を満足するように構成されていることがより好ましい。

$$N d 2 1 - N d 2 2 > 0 . 2 5 \dots \dots ( 3 - 1 )$$

【0054】

この第2の実施形態にかかるレトロフォーカス型広角レンズにおいては、第2レンズ群G2の3枚接合レンズと開口絞りStとの間には、開口絞りStに凸面を向けたメニスカスレンズが配置されていることが好ましい。かかる構成によれば、像面湾曲を良好に補正することが容易になる。図1に示す例では、第2レンズ群G2の3枚接合レンズと開口絞りStとの間に、開口絞りStに凸面を向けた正メニスカスレンズであるレンズL6が配置されている。

10

【0055】

また、第2の実施形態にかかるレトロフォーカス型広角レンズの第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ように構成してもよい。このように構成した場合には、広角かつ長いバックフォーカスの実現に有利となる。

【0056】

第2の実施形態にかかるレトロフォーカス型広角レンズの第3レンズ群G3は、少なくとも1組の3枚接合レンズを含むように構成してもよい。このように構成した場合には、色収差の補正、特に倍率色収差の補正がより容易になる。

20

【0057】

また、第2の実施形態にかかるレトロフォーカス型広角レンズにおいても、第1の実施形態にかかるレトロフォーカス型広角レンズの説明で述べた好ましい構成や可能な構成を採用することができる。例えば、第2の実施形態にかかるレトロフォーカス型広角レンズにおいても、第3レンズ群G3を物体側に移動させることで、無限遠物体から近距離物体へのフォーカス調整を行うように構成することが可能である。

【0058】

上述した第1および第2の実施形態にかかるレトロフォーカス型広角レンズは、図1～図5に示す例のように、全てのレンズが球面レンズからなる構成、すなわち非球面を用いない構成が可能であり、安価かつ製造性に優れたレンズ系を提供できる。

30

【0059】

また、上述した第1および第2の実施形態にかかるレトロフォーカス型広角レンズのように接合面の多い構成は、接合面の少ない構成に比べてゴーストの発生を抑制することができ、良好な像の取得に有利である。

【0060】

なお、図1～図5には示していないが、ゴーストの発生を抑制するための遮光手段を設けたり、レンズ系と像面Simとの間に各種フィルタ等を設けたりしてもよい。

【0061】

上述した第1および第2の実施形態にかかるレトロフォーカス型広角レンズは、焦点距離が固定された単焦点レンズとして使用可能であり、例えば中判一眼レフカメラ用の広角レンズとして好適に使用可能なものである。

40

【0062】

図11に、本発明の実施形態のレトロフォーカス型広角レンズが適用されるカメラの一例の斜視図を示す。図11に示すカメラ10は、デジタル一眼レフカメラであり、カメラボディ11と、カメラボディ11の前側に装着されるレトロフォーカス型広角レンズ12と、カメラボディ11の上側に設けられた閃光発光装置13と、シャッターボタン14と、モードダイヤル15とを備えている。また、カメラ10は、カメラボディ11の内部にレトロフォーカス型広角レンズ12により形成される光学像を電気信号に変換するCCD

50

やCMOS等の撮像素子16を備えている。

【0063】

次に、本発明のレトロフォーカス型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5のレトロフォーカス型広角レンズのレンズ断面図はそれぞれ図1～図5に示したものである。

【0064】

実施例1～実施例5にかかるレトロフォーカス型広角レンズのレンズデータをそれぞれ表1～表5に示す。レンズデータにおいて、Siの欄は最も物体側の構成要素の面を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。なお、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。

10

【0065】

レンズデータにおいて、Ndjの欄は最も物体側のレンズを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587.6nm)に対する屈折率を示し、νdjの欄はj番目の光学要素のd線に対するアッペ数を示している。なお、レンズデータには、開口絞りSt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、(開口絞り)という語句を合わせて記載している。

【0066】

また、レンズデータの表の下の括弧内には、全系の焦点距離f、バックフォーカスBf、全画角2θの値を記載している。各数値の単位としては、θについては「度」を用い、長さについては「mm」を用いている。しかし、これは一例であり、光学系は比例拡大また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できる。なお、本明細書の表に記載の数値は、所定の桁でまるめた数値である。

20

【0067】

【表1】

実施例1

| Si       | Ri       | Di    | Ndj     | νdj  |
|----------|----------|-------|---------|------|
| 1        | 44.666   | 9.20  | 1.83481 | 42.7 |
| 2        | 26.888   | 6.47  |         |      |
| 3        | 85.626   | 6.50  | 1.84666 | 23.9 |
| 4        | 26.887   | 8.32  |         |      |
| 5        | 97.855   | 9.89  | 1.88300 | 40.8 |
| 6        | -45.984  | 10.02 | 1.48749 | 70.2 |
| 7        | 33.114   | 9.55  | 1.83481 | 42.7 |
| 8        | 73.760   | 1.85  |         |      |
| 9        | -47.229  | 4.89  | 1.62041 | 60.3 |
| 10       | -28.844  | 6.75  |         |      |
| 11(開口絞り) | ∞        | 7.64  |         |      |
| 12       | 33.067   | 3.04  | 1.84666 | 23.9 |
| 13       | 47.032   | 7.21  |         |      |
| 14       | -175.660 | 1.30  | 1.80000 | 29.8 |
| 15       | 29.231   | 12.75 | 1.49700 | 81.5 |
| 16       | -19.077  | 1.63  | 1.70154 | 41.2 |
| 17       | -43.882  | 0.20  |         |      |
| 18       | -144.900 | 4.35  | 1.83481 | 42.7 |
| 19       | -46.430  |       |         |      |

30

40

(f=50.688, Bf=61.835, 2ω=69.3°)

【0068】

【表 2】

## 実施例2

| Si       | Ri       | Di    | Ndj     | $\nu$ dj |
|----------|----------|-------|---------|----------|
| 1        | 45.903   | 5.79  | 1.83481 | 42.7     |
| 2        | 27.505   | 5.59  |         |          |
| 3        | 77.934   | 5.81  | 1.84666 | 23.8     |
| 4        | 26.730   | 9.68  |         |          |
| 5        | 95.730   | 9.99  | 1.88300 | 40.8     |
| 6        | -47.642  | 9.99  | 1.48749 | 70.2     |
| 7        | 33.802   | 10.00 | 1.81600 | 46.6     |
| 8        | 70.562   | 2.23  |         |          |
| 9        | -48.198  | 4.04  | 1.62041 | 60.3     |
| 10       | -28.896  | 9.86  |         |          |
| 11(開口絞リ) | $\infty$ | 8.00  |         |          |
| 12       | 33.642   | 5.00  | 1.84666 | 23.8     |
| 13       | 46.383   | 6.66  |         |          |
| 14       | -261.750 | 1.29  | 1.75520 | 27.5     |
| 15       | 27.778   | 12.63 | 1.49700 | 81.5     |
| 16       | -19.183  | 1.59  | 1.70000 | 48.1     |
| 17       | -43.227  | 0.20  |         |          |
| 18       | -118.580 | 3.49  | 1.83481 | 42.7     |
| 19       | -50.249  |       |         |          |

(f=50.644, Bf=61.403,  $2\omega=69.3^\circ$ )

10

20

【 0 0 6 9 】

【表 3】

## 実施例3

| Si       | Ri       | Di    | Ndj     | $\nu$ dj |
|----------|----------|-------|---------|----------|
| 1        | 47.215   | 9.99  | 1.83481 | 42.7     |
| 2        | 27.409   | 4.46  |         |          |
| 3        | 69.140   | 3.37  | 1.84666 | 23.8     |
| 4        | 23.853   | 9.31  |         |          |
| 5        | 90.753   | 9.99  | 1.76200 | 40.1     |
| 6        | -41.981  | 10.00 | 1.48749 | 70.2     |
| 7        | 36.067   | 10.00 | 1.75700 | 47.8     |
| 8        | 107.350  | 1.61  |         |          |
| 9        | -51.859  | 3.94  | 1.62041 | 60.3     |
| 10       | -28.544  | 10.30 |         |          |
| 11(開口絞リ) | $\infty$ | 7.68  |         |          |
| 12       | 30.634   | 5.00  | 1.84666 | 23.8     |
| 13       | 41.579   | 6.73  |         |          |
| 14       | -365.390 | 1.29  | 1.75520 | 27.5     |
| 15       | 25.245   | 12.80 | 1.49700 | 81.5     |
| 16       | -18.678  | 1.59  | 1.69350 | 50.8     |
| 17       | -41.375  | 0.20  |         |          |
| 18       | -117.410 | 3.20  | 1.83481 | 42.7     |
| 19       | -54.649  |       |         |          |

(f=50.69, Bf=61.431,  $2\omega=69.3^\circ$ )

30

40

【 0 0 7 0 】

【表4】  
実施例4

| Si       | Ri       | Di    | Ndj     | $\nu$ dj |
|----------|----------|-------|---------|----------|
| 1        | 51.852   | 9.68  | 1.83481 | 42.7     |
| 2        | 26.581   | 3.83  |         |          |
| 3        | 56.498   | 4.31  | 1.84666 | 23.8     |
| 4        | 22.887   | 7.76  |         |          |
| 5        | 89.771   | 8.68  | 1.70154 | 41.2     |
| 6        | -38.728  | 9.67  | 1.48749 | 70.2     |
| 7        | 35.910   | 10.00 | 1.69350 | 50.8     |
| 8        | 183.360  | 2.91  |         |          |
| 9        | -60.124  | 4.08  | 1.62041 | 60.3     |
| 10       | -28.180  | 12.10 |         |          |
| 11(開口絞り) | $\infty$ | 7.91  |         |          |
| 12       | 29.271   | 4.99  | 1.84666 | 23.8     |
| 13       | 36.134   | 6.74  |         |          |
| 14       | -357.310 | 1.30  | 1.69895 | 30.1     |
| 15       | 24.245   | 13.00 | 1.49700 | 81.5     |
| 16       | -18.299  | 1.59  | 1.70000 | 48.1     |
| 17       | -38.147  | 0.20  |         |          |
| 18       | -98.268  | 2.70  | 1.83481 | 42.7     |
| 19       | -59.786  |       |         |          |

( $f=50.709$ ,  $Bf=61.477$ ,  $2\omega=69.3^\circ$ )

【0071】

【表5】  
実施例5

| Si       | Ri         | Di    | Ndj     | $\nu$ dj |
|----------|------------|-------|---------|----------|
| 1        | 53.450     | 7.15  | 1.83481 | 42.7     |
| 2        | 26.920     | 2.96  |         |          |
| 3        | 44.480     | 4.48  | 1.84666 | 23.8     |
| 4        | 22.410     | 7.08  |         |          |
| 5        | 124.300    | 9.52  | 1.63930 | 44.9     |
| 6        | -35.870    | 9.99  | 1.48749 | 70.2     |
| 7        | 39.130     | 10.00 | 1.65844 | 50.9     |
| 8        | -11600.000 | 3.71  |         |          |
| 9        | -61.820    | 4.01  | 1.62041 | 60.3     |
| 10       | -28.890    | 13.90 |         |          |
| 11(開口絞り) | $\infty$   | 8.14  |         |          |
| 12       | 26.810     | 4.99  | 1.84666 | 23.8     |
| 13       | 30.420     | 6.16  |         |          |
| 14       | -277.900   | 1.29  | 1.63980 | 34.5     |
| 15       | 22.350     | 14.00 | 1.49700 | 81.5     |
| 16       | -16.640    | 1.59  | 1.63930 | 44.9     |
| 17       | -39.880    | 0.20  |         |          |
| 18       | -87.650    | 2.32  | 1.83481 | 42.7     |
| 19       | -60.610    |       |         |          |

( $f=50.709$ ,  $Bf=61.198$ ,  $2\omega=69.3^\circ$ )

【0072】

上記実施例1～実施例5にかかる条件式(1)～(4)に対応する値を表6に示す。実施例1～実施例5全て条件式(1)～(4)を満足している。

【0073】

【表 6】

|               | 実施例1    | 実施例2    | 実施例3    | 実施例4    | 実施例5    |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1) $\nu 3p$  | 81.5    | 81.5    | 81.5    | 81.5    | 81.5    |
| (2) Nd31-Nd32 | 0.30300 | 0.25820 | 0.25820 | 0.20300 | 0.14280 |
| (3) Nd21-Nd22 | 0.39551 | 0.39551 | 0.27451 | 0.21405 | 0.17095 |
| (4) Bf/f      | 1.22    | 1.21    | 1.21    | 1.21    | 1.21    |

## 【0074】

上記実施例1～実施例5にかかるレトロフォーカス型広角レンズの各収差図をそれぞれ、図6(A)～図6(D)、図7(A)～図7(D)、図8(A)～図8(D)、図9(A)～図9(D)、図10(A)～図10(D)に示す。以下に、実施例1の収差図を例にとり図示内容を説明するが、他の実施例の収差図についても基本的に同様である。

10

## 【0075】

図6(A)、図6(B)、図6(C)、図6(D)それぞれは、実施例1にかかるレトロフォーカス型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(倍率色収差)の収差図を示している。球面収差図のFno.はF値を意味し、その他の収差図の $\theta$ は半画角を意味する。ディストーションの図は、全系の焦点距離f、画角 $\theta$ (変数扱い、0 $\leq\theta\leq\theta_{max}$ )を用いて、理想像高を $f \times \tan(\theta)$ とし、それからのずれ量を示す。各収差図には、d線(波長587.56nm)を基準波長とした収差を示すが、球面収差図および倍率色収差図には、C線(波長656.27nm)、g線(波長435.8nm)についての収差も示す。

20

## 【0076】

以上のデータからわかるように、実施例1～実施例5のレトロフォーカス型広角レンズは、全画角が70°と広角であり、バックフォーカスが焦点距離の1.2倍以上と十分長く、倍率色収差を始めとする諸収差が良好に補正されて高い光学性能を有する。

## 【0077】

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、アッペ数の値は、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。

## 【0078】

また、カメラの実施形態では、デジタル一眼レフ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、ビデオカメラや、フィルムカメラ等にも適用可能である。

30

## 【符号の説明】

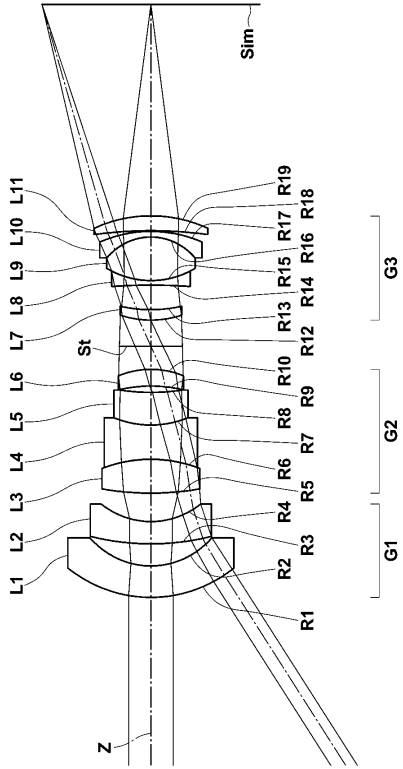
## 【0079】

- 10 カメラ
- 11 カメラボディ
- 12 レトロフォーカス型広角レンズ
- 13 閃光発光装置
- 14 シャッターボタン
- 15 モードダイヤル
- 16 撮像素子
- G1 第1レンズ群
- G2 第2レンズ群
- G3 第3レンズ群
- L1～L11 レンズ
- S i m 像面
- S t 開口絞り
- Z 光軸

40

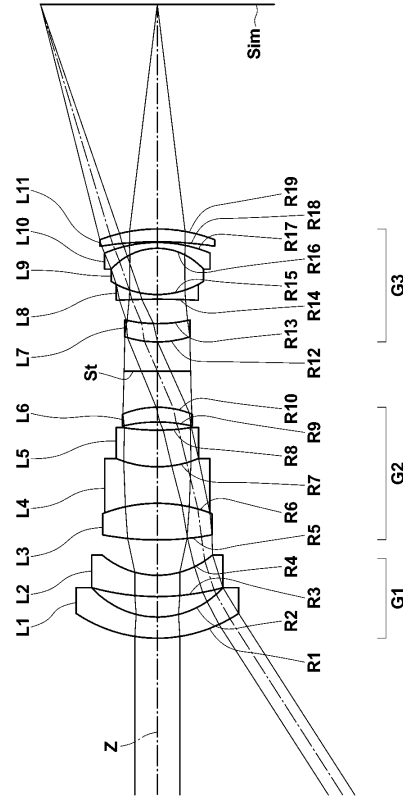
【 図 1 】

実施例1



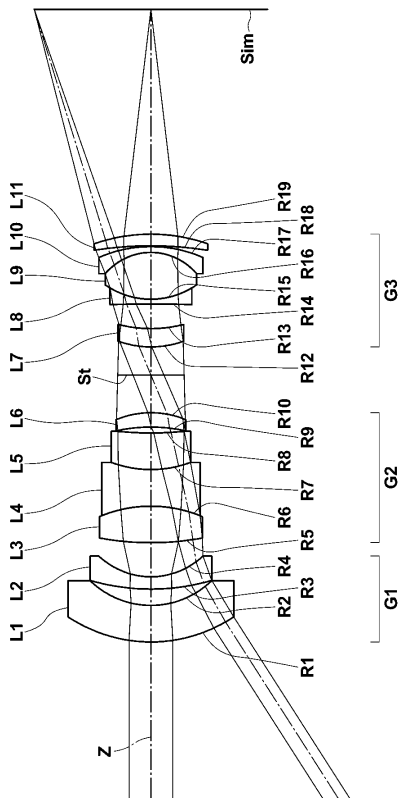
【 図 2 】

実施例2



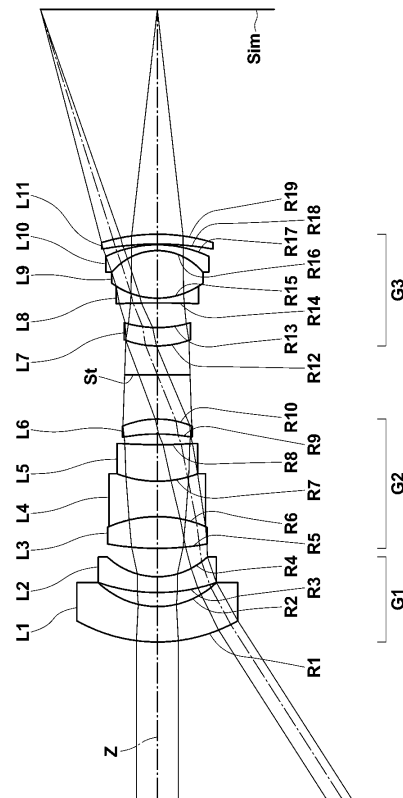
【 図 3 】

実施例3

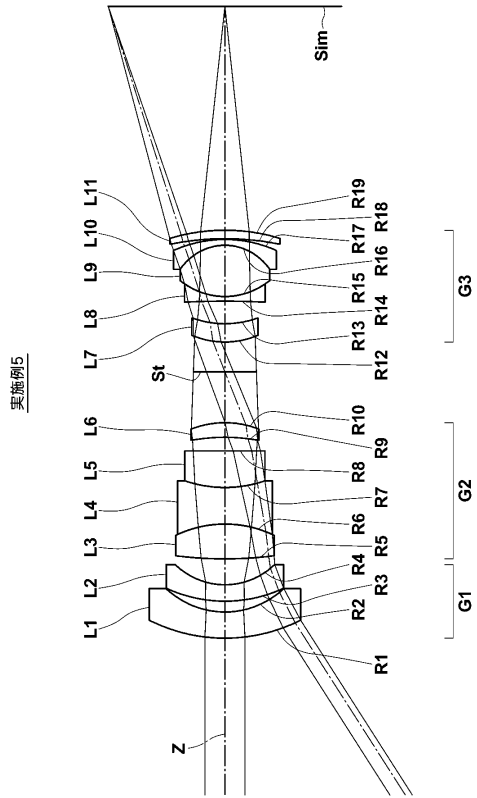


【 図 4 】

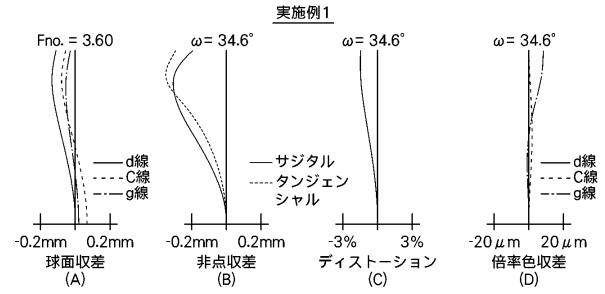
実施例4



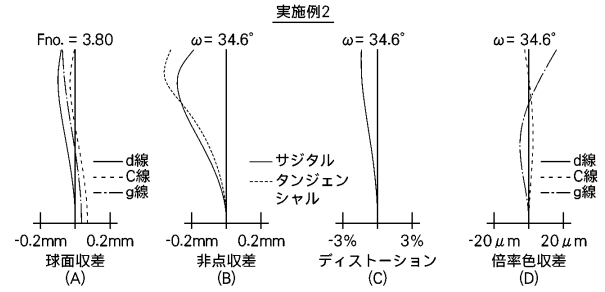
【 図 5 】



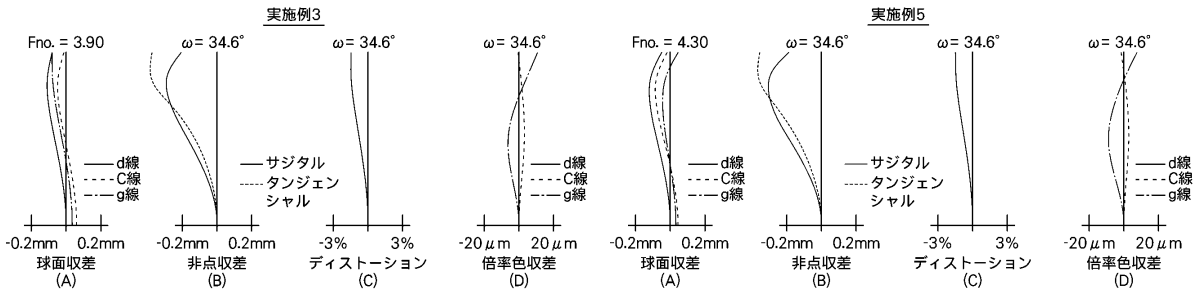
【 図 6 】



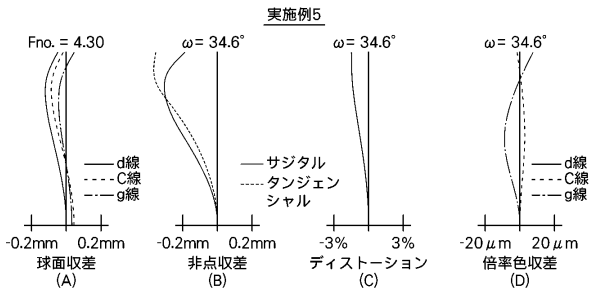
【 図 7 】



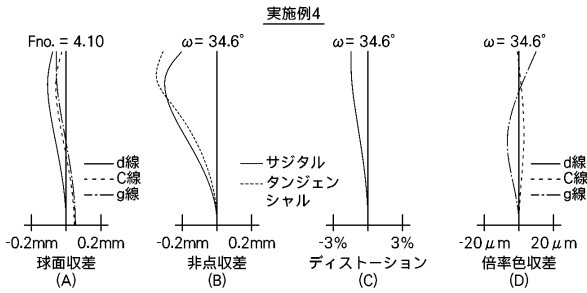
【 図 8 】



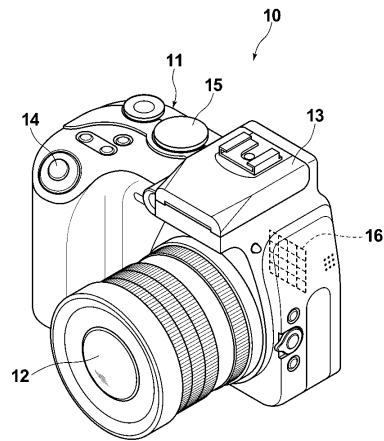
【 図 10 】



【 図 9 】



【 図 11 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 2 B 1 3 / 0 4