

【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 17 年 6 月 16 日 (2005.6.16)

【公開番号】特開 2003-232998 (P2003-232998A)  
 【公開日】平成 15 年 8 月 22 日 (2003.8.22)  
 【出願番号】特願 2002-33898 (P2002-33898)  
 【国際特許分類第 7 版】

G 0 2 B 13/04

G 0 2 B 13/18

【F I】

G 0 2 B 13/04 D

G 0 2 B 13/18

【手続補正書】

【提出日】平成 16 年 9 月 22 日 (2004.9.22)

【手続補正 1】

【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】

【書類名】明細書

【発明の名称】広角レンズ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】物体側より順に配置した負のパワーを持った 1 群レンズおよび正のパワーを持った 2 群レンズを有し、

前記 2 群レンズは、絞りを挟み、物体側に配置されている前群レンズと像面側に配置されている後群レンズとを備えており、

前記後群レンズは、絞り側に配置した色消しのための少なくとも 1 枚のガラスレンズからなるガラスレンズ群を備えており、

全レンズ系を構成しているレンズ群のうち、少なくとも 3 枚のプラスチックレンズのレンズ面のうち、少なくとも 4 面は非球面であり、

前記 1 群レンズの焦点距離を  $F_1$ 、前記 2 群レンズの焦点距離を  $F_2$ 、前記 2 群レンズのうち絞りを介して前側の前記前群レンズの焦点距離を  $f_M$ 、前記後群レンズの焦点距離を  $f_R$ 、前記後群レンズにおける前記ガラスレンズ群の焦点距離を  $f_{R1}$ 、前記後群レンズにおける像面側のレンズ群の焦点距離を  $f_{R2}$ 、前記前群レンズのアッベ数を  $d_M$  としたとき、次の条件式 (1)、(2)、(3) および (4) を満足することを特徴とする広角レンズ。

$$1.6 < f_{R1} / f_{R2} < 3.7 \quad (1)$$

$$1.0 < f_M / f_R < 2.6 \quad (2)$$

$$0.5 < |F_1 / F_2| < 1.2 \quad (3)$$

$$d_M \leq 45 \quad (4)$$

【請求項 2】請求項 1 において、

前記 1 群レンズは、負のパワーを持った 1 枚のレンズ、または負のパワーを持った複数枚のレンズによって構成されていることを特徴とする広角レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、CCD や CMOS 等の受光素子を用いた車載用カメラ、携帯電話搭載カメラ等に用いられる小型で軽量な高画質対応の後側焦点距離の長い広角レンズに関するもので

ある。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

最近、自動車等の後方確認用カメラや監視用カメラ等においては、小型で、画像取り込み角度が水平方向で100度を超すような超広角レンズが求められている。このような広角レンズを用いた小型カメラの受光素子には、殆どCCDやCMOSが用いられている。これらの受光素子の特徴は、各画素に取り込める光線角度に制約があるということである。この性質を無視するような光学系が組み込まれたカメラでは、周辺光量が急激に減少し、いわゆる、周辺部の暗いカメラとなってしまう。

【 0 0 0 3 】

このような現象を補正するために、例えば、特許文献1に開示されているように、電氣的な補正回路(シェーディング補正回路)を組み込む方式が採用されている。しかしこの方式では回路基板が大型化し、小型・コンパクト化の要請に合致しない。電氣的な補正以外の方法として、特許文献2に開示されているように、受光素子と一対をなすマイクロレンズを配置し、素子面への受光角を拡大する方式も提案されている。しかし、この方式では大幅なコスト高を招くので、実用性に乏しい。

【 0 0 0 4 】

そこで、近年においては、上記課題をレンズ系によって解決しようとする試みが一般的に行われるようになってきている。例えば、多枚数の球面レンズを使用して、性能を整え、射出瞳の長いレンズを実現している。また、小型・軽量化を目的として、特許文献3に開示されているように、物体側より順に配列した凹非球面レンズおよび凸非球面レンズからなる2枚の非球面レンズを用いた提案もなされている。

【 0 0 0 5 】

【特許文献1】 特開平5 - 137062号公報

【特許文献2】 特開平5 - 110047号公報

【特許文献3】 特開平6 - 67091号公報

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、多数枚の球面レンズを用いて高性能で射出瞳の長い広角レンズを実現しようとする、レンズ光学系のトータルコストが極めて高くなるばかりか、レンズが大型化してしまうので実用に供しない。

【 0 0 0 7 】

また、小型軽量化を目的とした凹レンズと凸レンズの2枚の非球面レンズを用いた方法では、長い射出瞳を得ることが難しいばかりか、倍率の色収差を抑えることも困難であり、結果的におのずとその用途に限界がある。

【 0 0 0 8 】

以上のように、これらいずれのタイプの広角レンズにおいても、小型軽量化および低コスト化を実現し、倍率の色収差を抑制し、長い射出瞳を得ようとする要求を同時に満たすことが極めて困難である。

【 0 0 0 9 】

そこで、本発明の課題は、小型軽量化および低コスト化を実現でき、高波長帯域に亘って十分な収差補正を行うことができ、しかも、射出瞳の長い超広角レンズを提案することにある。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明の広角レンズは、

物体側より順に配置した負のパワーを持った1群レンズおよび正のパワーを持った2群レンズを有し、

前記2群レンズは、絞りを挟み、物体側に配置されている前群レンズと像面側に配置されている後群レンズとを備えており、

前記後群レンズは、絞り側に配置した色消しのための少なくとも1枚のガラスレンズからなるガラスレンズ群を備えている。

【0011】

また、全レンズ系を構成しているレンズ群のうち少なくとも3枚のレンズを好ましくはプラスチックレンズとしている。

【0012】

さらに、これら3枚のレンズのレンズ面のうち、少なくとも4面は非球面とし、前記前群レンズにはアッペ数の小さいレンズを用い、ガラスレンズ群による色消し補正を行うようにしている。

【0013】

この構成によれば、本来補正の難しい近赤外領域を含めた倍率の色収差を補正し、良好な各種の収差補正を実現できる、高画質対応の射出瞳の長い超広角レンズを実現できる。

【0014】

詳細に説明すると、本発明の広角レンズは、前記1群レンズの焦点距離を $F1$ 、前記2群レンズの焦点距離を $F2$ 、前記2群レンズのうち絞りを介して前側の前記前群レンズの焦点距離を $fM$ 、前記後群レンズの焦点距離を $fR$ 、前記後群レンズの絞り側に配置した色消しのためのガラスレンズ群の焦点距離を $fR1$ 、前記後群レンズの像面側のレンズ群の焦点距離を $fR2$ 、前記前群レンズのアッペ数を $dM$ としたとき、次の条件式(1)、(2)、(3)および(4)を満足することを特徴とするものである。

$$1.6 < fR1 / fR2 < 3.7 \quad (1)$$

$$1.0 < fM / fR < 2.6 \quad (2)$$

$$0.5 < |F1 / F2| < 1.2 \quad (3)$$

$$dM \leq 4.5 \quad (4)$$

【0015】

ここで、条件式(1)は色収差および射出瞳に関するものであり、上限の3.7を超えると射出瞳は長くできるが、後群レンズのうち像面側の最終レンズ群のパワーが強くなり、各収差の補正が困難となると同時に、軸上および軸外の色収差を良好に保つことができなくなる。また、下限値の1.6を下回ると射出瞳の距離が短くなり、結像面の受光素子に対する周辺部への取り込み角度が増大し、周辺光量の低下を招くことになる。その結果、このような現象を補正するために、電気的な補正回路(シェーディング補正回路)による調節を行ったとしても、回路基板が大型化してしまい、コンパクト化の要請に合致しないばかりか、コストアップの要因となってしまう。加えて、軸外の色収差補正および非点収差の補正が難しく、レンズ系全体の性能を安定させることが難しい。

【0016】

条件式(2)は、軸上および軸外の色収差に関するもので、上限値の2.6を超えると、前群レンズのパワーが弱くなり、軸外の色収差の補正が困難となり、また、同時に軸上の色収差を良好に保つためには、絞りの直後に配置された色消しレンズの色収差補正値を少なくする必要があり、このため各波長( $\lambda = 400$ 乃至 $900\text{nm}$ )を理想の像面位置に一致させることが困難となる。また、下限値の1.0を下回ると前群レンズのパワーが強くなり、このために各収差の補正が難しくなると同時に、各レンズの曲率半径が極端に小さくなり、加工上の制約もあって良好な性能を保つことができない。また、上限値の場合と同様に各波長( $400$ 乃至 $900\text{nm}$ )を理想の像面位置に一致させることが難しいばかりか、軸上の色収差及び倍率の色収差を同時に満たすことが困難となる。

【0017】

条件式(3)は、レンズ系の大きさがレンズ性能に及ぼす影響の度合いを示すものであり、上限値の1.2を超えると各レンズ群のパワーは弱くなり、レンズの生産性は良くなるが、レンズ系全体が大きくなると同時に、特に、軸外収差のうち、サジタル方向の性能が劣化する。また、下限値の0.5を下回ると各レンズ群のパワーが強くなり、レンズ系自身の小型化はできるが、レンズ性能を確保するためには、高い精度の加工性が要求されてコストアップの要因となる。

## 【 0 0 1 8 】

条件式(4)は、特に、軸外の色収差のうち、倍率の色収差を安定させるためのものであり、この条件を超えると軸上の色収差は小さくできるが、軸外の色収差が拡大し、本来の性能を満足することができない。

## 【 0 0 1 9 】

本発明の広角レンズによれば、CCDなどへの入射角度を小さく抑えることができるとともに、十分な色消しにより良好な収差補正ができ、高画質対応として小型軽量で安価な超広角レンズを提供できる。

## 【 0 0 2 0 】

ここで、前記1群レンズを、負のパワーを持った1枚のレンズ、または負のパワーを持った複数枚のレンズによって構成することができる。

## 【 0 0 2 1 】

## 【発明の実施の形態】

以下に、図面を参照して、本発明を適用した広角レンズの実施例を説明する。

## 【 0 0 2 2 】

各実施例の説明に先立って、図1を参照して、本発明による広角レンズの典型的な構成を説明する。

## 【 0 0 2 3 】

この図に示す広角レンズ100は後述の実施例1におけるものであり、当該広角レンズ100は、物体側から順に配列した負のパワーを持った1群レンズ10および正のパワーを持った2群レンズ20を有している。2群レンズ20は、絞り5を挟み、物体側に配置されている前群レンズ30と、その反対側(像面側)に配置されている後群レンズ40とを備えている。この後群レンズ40は、絞り5の側に配置したガラスレンズ群50と、像面側に配置したレンズ60を備えている。

## 【 0 0 2 4 】

本例の1群レンズ10は、2枚の凹レンズ11、12から構成されており、少なくとも凹レンズ12はプラスチックレンズである。2群レンズ20の前群レンズ30はプラスチックレンズからなる凸の非球面レンズ2からなり、後群レンズ40のガラスレンズ群50はガラスレンズ31および32からなり、レンズ60はプラスチックレンズからなる凸の非球面レンズ4からなっている。

## 【 0 0 2 5 】

図示の構成では、ガラスレンズ群50は凹レンズ31と凸レンズ32からなる接合レンズとなっているが、凹レンズと凸レンズを分離した構成とすることもできる。

## 【 0 0 2 6 】

また、後群レンズ40を構成している凸の非球面レンズ4と結像面8(受光素子の受光面)との間には、ローパスフィルタ6とカバーガラス7が配置されている。これらのローパスフィルタ6およびカバーガラス7は省略することも可能である。

## 【 0 0 2 7 】

加えて、当然のことながら、上記少なくとも3枚のプラスチックによる非球面レンズの全て、またはその一部のレンズをガラスモールドによる非球面レンズに置き換えても、同様の効果を得ることは言うまでもない。

## 【 0 0 2 8 】

ここで、広角レンズを構成しているレンズにおいて、それらの各表面を物体側から図において括弧書きの数字で示すように順番付けし、 $i$ 番目の表面の曲率半径を $R_i$ 、 $i$ 番目と $(i+1)$ 番目の表面の面間距離を $d_i$ とし、 $i$ 番目の表面の屈折率を $N_{di}$ とし、 $i$ 番目の表面のアッベ数を $d_i$ とする。また、非球面形状は光軸方向の軸を $X$ 、光軸に垂直な高さ方向を $H$ 、円錐係数を $k$ 、非球面係数を $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ とすると、次の式(5)により表わされる。

## 【 0 0 2 9 】

## 【数1】

$$X = \frac{\frac{H^2}{R}}{1 + \sqrt{1 - (k+1)\left(\frac{H}{R}\right)^2}} + AH^4 + BH^6 + CH^8 + DH^{10} \cdots \quad (4)$$

【 0 0 3 0 】

【 実施例 】

(実施例 1)

実施例 1 に係るレンズ系では、上述した図 1 に示すように、1 群レンズ 1 0 が 2 枚の負のレンズにより構成され、物体側より 1 枚目の負のレンズ 1 1 にはガラスレンズが使用されている。また、1 群レンズ 1 0 における 2 枚目の負のレンズ 1 2 の片面が非球面とされ、2 群レンズ 2 0 の前群レンズ 3 0 の両面および後群レンズ 4 0 の像面側のレンズ 4 の両面もそれぞれプラスチックの非球面とされている。本例のレンズ系のデータを表 1、2 に示し、図 3 にはその収差図を示し、S A は球面収差、O S C は正弦条件、A S は非点収差、D I S T はディストーションをそれぞれ表す。また、非点収差 A S における T はタンジェンシャル、S はサジタルの像面を表している。実施例 1 に係る広角レンズの性能は次の通りである。

明るさ            F N o . : 1.8  
 焦点距離        f = 1.45mm  
 水平画角        W = 125 °  
 射出瞳           e p = 157.48mm

【 0 0 3 1 】

【 表 1 】

## (実施例 1 のレンズデータ)

$i$	Ri	di	Ndi	$\nu$ di
1	17.89	1.10	1.58913	61.3
2	7.94	3.03		
3	247.37	1.30	1.52470	56.2
4 *	3.336	5.00		
5 *	6.95	3.30	1.58547	29.9
6 *	-11.35	1.10		
7	0.00	0.6		
8	-148.34	0.85	1.84666	23.8
9	2.521	2.00	1.69680	55.5
10	-4.162	0.10		
11 *	52.87	1.80	1.52470	56.2
12 *	-2.51	0.70		
13	0.00	0.75	1.51633	64.2
14	0.00	1.294		

(\* : 非球面)

【 0 0 3 2 】

【 表 2 】

(非球面係数)

$i$	k	A	B	C	D
4	-1.007725	$1.074398 \times 10^{-2}$	$-7.099510 \times 10^{-4}$	$8.783739 \times 10^{-5}$	$-3.125621 \times 10^{-6}$
5	$-1.310291 \times 10$	$1.420588 \times 10^{-2}$	$-6.901621 \times 10^{-4}$	$4.358884 \times 10^{-5}$	$2.211293 \times 10^{-6}$
6	$3.164096 \times 10$	$2.243945 \times 10^{-2}$	$-1.982297 \times 10^{-3}$	$3.111491 \times 10^{-4}$	$1.003535 \times 10^{-4}$
11	$-7.851902 \times 10^{-1}$	0	0	0	0
12	-1.279498	$3.373770 \times 10^{-3}$	$1.193177 \times 10^{-3}$	$-2.645536 \times 10^{-4}$	$2.327964 \times 10^{-5}$

【 0 0 3 3 】

(実施例 2)

実施例 2 に係るレンズ系の構成は、実施例 1 と同様に図 1 に示す通りであるが、1 群レンズ 1 0 のうち物体側より 1 枚目の負のレンズ 1 1 はガラスレンズとし、2 枚目の負のレンズ 1 2 の片面と 2 群レンズ 2 0 の前群レンズ 3 0 の両面および後群レンズの像面側のレンズ 4 の片面に非球面を施した。レンズ 1 2 と、前群レンズ 3 0 と、レンズ 4 はプラスチックレンズである。本例のレンズ系のデータを表 3、4 に示し、図 4 はその収差図である。

【 0 0 3 4 】

【 表 3 】

## (実施例 2 のレンズデータ)

$i$	$R_i$	$d_i$	$N_{di}$	$\nu_{di}$
1	18.00	1.10	1.58913	61.3
2	5.60	2.32		
3	121.64	1.10	1.52470	56.2
4 *	1.72	3.00		
5 *	2.55	2.20	1.58500	29.9
6 *	-10.05	0.65		
7	0.00	0.15		
8	-52.16	0.75	1.84666	23.8
9	1.91	1.60	1.69680	55.5
10	-4.41	0.10		
11	10.95	1.40	1.52470	56.2
12 *	-3.00	0.50		
13	0.00	0.70	1.51633	64.2
14	0.00	1.004		

(\* : 非球面)

【 0 0 3 5 】

【 表 4 】

(非球面係数)

$i$	$k$	$A$	$B$	$C$	$D$
4	-1.544424	$4.397835 \times 10^{-2}$	$-9.569055 \times 10^{-3}$	$1.183242 \times 10^{-3}$	$-6.209699 \times 10^{-5}$
5	-1.205861	$1.776904 \times 10^{-2}$	$-2.905313 \times 10^{-3}$	$6.682478 \times 10^{-4}$	$2.370525 \times 10^{-5}$
6	$3.178175 \times 10$	$3.058031 \times 10^{-2}$	$-2.012975 \times 10^{-3}$	$2.136034 \times 10^{-3}$	$-3.981136 \times 10^{-4}$
12	$-5.000736 \times 10^{-1}$	$-1.927803 \times 10^{-2}$	$2.236990 \times 10^{-2}$	$-6.376581 \times 10^{-3}$	$7.370659 \times 10^{-4}$

【 0 0 3 6 】

(実施例 3)

実施例 3 に係るレンズ系の構成は、図 1 と同様であるが、このレンズ系の収差補正は、波長域 = 400 乃至 900 nm で良好な補正が得られるように配慮したもので、実施例 1、2 と同様に、1 群レンズ 1 0 の物体側より 1 枚目の負のレンズ 1 1 はガラスレンズとし、1 群レンズ 1 0 のうち 2 枚目の負のレンズ 1 2 の片面と 2 群レンズ 2 0 の前群レンズ 3 0 および後群レンズ 4 0 の像面側のレンズ 4 の両面に非球面補正を行った。実施例 1、2 と同様に、レンズ 1 2、2、4 はプラスチックレンズである。本例のレンズ系のデータを表 5、6 に示し、図 5 はその収差図である。

【 0 0 3 7 】

【 表 5 】

## (実施例 3 のレンズデータ)

$i$	$R_i$	$d_i$	$N_{di}$	$\nu_{di}$
1	17.70	1.10	1.58913	61.3
2	8.39	3.05		
3	86.26	1.30	1.52470	56.2
4 *	2.423	5.00		
5 *	3.71	3.30	1.58500	29.9
6 *	50.12	1.20		
7	0.00	0.60		
8	-51.00	0.75	1.84666	23.8
9	2.90	2.10	1.72916	55.5
10	-5.55	0.10		
11 *	8.97	1.80	1.52470	56.2
12 *	-5.70	0.70		
13	0.00	0.75	1.51633	64.2
14	0.00	1.926		

(\* : 非球面)

【 0 0 3 8 】

【 表 6 】

(非球面係数)

$i$	$k$	$A$	$B$	$C$	$D$
4	$-9.564394 \times 10^{-1}$	$8.925123 \times 10^{-3}$	$-9.722735 \times 10^{-4}$	$8.851151 \times 10^{-5}$	$-3.039771 \times 10^{-6}$
5	-4.598187	$1.286523 \times 10^{-2}$	$-5.711048 \times 10^{-4}$	$5.346659 \times 10^{-5}$	$2.283999 \times 10^{-6}$
6	$8.280513 \times 10^2$	$7.427019 \times 10^{-3}$	$3.256746 \times 10^{-3}$	$-1.130749 \times 10^{-5}$	$-1.917157 \times 10^{-4}$
11	$-7.851902 \times 10^{-1}$	0	0	0	0
12	$1.152619 \times 10^{-1}$	$-4.149561 \times 10^{-3}$	$2.035006 \times 10^{-3}$	$-2.807581 \times 10^{-4}$	$1.440680 \times 10^{-5}$

【 0 0 3 9 】

(実施例 4、5)

実施例 4 および 5 に係るレンズ系の構成は、図 2 に示すように、1 群レンズ 10 が 1 枚のレンズ 1 から形成されており、このレンズ 1 の片面と 2 群レンズ 20 の前群レンズ 30 および後群レンズ 40 の像面側のレンズ 4 の両面に非球面を施してある。これらのレンズはプラスチックレンズである。これ以外のレンズ構成は図 1 における場合と同様であるので、対応する部分には同一の符号を付し、それらの説明は省略するものとする。

【 0 0 4 0 】

実施例 4 のレンズ系のデータを表 7、8 に示し、その収差図を図 6 に示す。また、実施例 5 のレンズ系のデータを表 9、10 に示し、その収差図を図 7 に示す。

【 0 0 4 1 】



【表 7】

## (実施例 4 のレンズデータ)

$i$	$R_i$	$d_i$	$N_{di}$	$\nu_{di}$
1	26.06	1.10	1.52470	56.2
2 *	2.134	3.50		
3 *	3.78	2.20	1.58500	29.9
4 *	-7.77	0.55		
5	0.00	0.30		
6	-4.66	0.80	1.80518	25.5
7	3.73	1.70	1.69680	55.5
8	-3.13	0.10		
9 *	7.614	1.80	1.52470	56.2
10 *	-2.524	0.27		
11	0.00	0.70	1.51633	64.2
12	0.00	1.281		

(\* : 非球面)

【 0 0 4 2 】

【表 8】

## (非球面係数)

$i$	$k$	$A$	$B$	$C$	$D$
2	$8.798743 \times 10^{-3}$	$4.294322 \times 10^{-2}$	$-1.250867 \times 10^{-2}$	$2.282733 \times 10^{-3}$	$-1.867625 \times 10^{-4}$
3	$-6.327242 \times 10^{-2}$	$3.087895 \times 10^{-2}$	$-8.897338 \times 10^{-3}$	$2.680378 \times 10^{-3}$	$1.929412 \times 10^{-4}$
4	$2.556570 \times 10^{-1}$	$2.928032 \times 10^{-2}$	$4.526820 \times 10^{-2}$	$-9.457052 \times 10^{-2}$	$1.472547 \times 10^{-1}$
9	$-2.328429 \times 10^{-1}$	0	0	0	0
10	$-5.545903 \times 10^{-1}$	$2.176860 \times 10^{-3}$	$3.082678 \times 10^{-3}$	$-3.586189 \times 10^{-4}$	$1.465079 \times 10^{-5}$

【 0 0 4 3 】

【表 9】

## (実施例 5 のレンズデータ)

$i$	Ri	di	Ndi	$\nu$ di
1	20.15	1.10	1.52470	56.2
2 *	2.012	3.50		
3 *	3.04	2.20	1.58500	29.9
4 *	53.59	0.55		
5	0.00	0.20		
6	-25.00	0.75	1.80518	25.5
7	2.60	1.80	1.69680	55.5
8	-3.50	0.10		
9 *	24.60	1.60	1.52470	56.2
10 *	-2.09	0.27		
11	0.00	0.70	1.51633	64.2
12	0.00	1.176		

(\* : 非球面)

【 0 0 4 4 】

【 表 1 0 】

(非球面係数)

$i$	k	A	B	C	D
2	$-1.451122 \times 10^{-2}$	$4.797701 \times 10^{-2}$	$-1.206877 \times 10^{-2}$	$2.435810 \times 10^{-3}$	$-9.165302 \times 10^{-5}$
3	$9.586076 \times 10^{-1}$	$3.555083 \times 10^{-2}$	$-1.084966 \times 10^{-2}$	$1.712748 \times 10^{-3}$	$6.957204 \times 10^{-4}$
4	$-1.872329 \times 10^5$	$3.453195 \times 10^{-2}$	$7.179447 \times 10^{-2}$	$-1.467396 \times 10^{-1}$	$2.635208 \times 10^{-1}$
9	$-3.495005 \times 10^4$	0	0	0	0
10	$-7.459975 \times 10^{-1}$	$2.579236 \times 10^{-3}$	$4.299280 \times 10^{-3}$	$-6.407497 \times 10^{-4}$	$2.95000 \times 10^{-5}$

【 0 0 4 5 】

上記実施例 1 ~ 5 は、条件式 (1) ~ (4) を満足している。すなわち、  
 (実施例 1) は、 $F_1 = -4.69\text{mm}$ 、 $F_2 = 4.60\text{mm}$ 、 $f_M = 7.888\text{mm}$ 、 $f_R = 3.143\text{mm}$ 、 $f_{R1} = 8.66\text{mm}$ 、 $f_{R2} = 4.62\text{mm}$  で、条件式 (1)  $f_{R1} / f_{R2} = 1.88$ 、(2)  $f_M / f_R = 2.51$ 、(3)  $|F_1 / F_2| = 1.02$ 、(4)  $d_M = 29.9$  となり、条件式を満足している。  
 (実施例 2) は、 $F_1 = -2.34\text{mm}$ 、 $F_2 = 4.18\text{mm}$ 、 $f_M = 3.716\text{mm}$ 、 $f_R = 3.34\text{mm}$ 、 $f_{R1} = 12.82\text{mm}$ 、 $f_{R2} = 4.65\text{mm}$  で、条件式 (1)  $f_{R1} / f_{R2} = 2.76$ 、(2)  $f_M / f_R = 1.114$ 、(3)  $|F_1 / F_2| = 0.56$ 、(4)  $d_M = 29.9$  となり、条件式を満足している。  
 (実施例 3) は、 $F_1 = -3.72\text{mm}$ 、 $F_2 = 6.18\text{mm}$ 、 $f_M = 6.67\text{mm}$ 、 $f_R = 4.37\text{mm}$ 、 $f_{R1} = 11.9\text{mm}$ 、 $f_{R2} = 6.94\text{mm}$  で、条件式 (1)  $f_{R1} / f_{R2} = 1.72$ 、(2)  $f_M / f_R = 1.53$ 、(3)  $|F_1 / F_2| = 0.6$ 、(4)  $d_M = 29.9$  となり、条件式を満足している。  
 (実施例 4) は、 $F_1 = -4.5\text{mm}$ 、 $F_2 = 3.81\text{mm}$ 、 $f_M = 4.676\text{mm}$ 、 $f_R = 2.55\text{mm}$ 、 $f_{R1} = 12.33\text{mm}$ 、 $f_{R2} = 3.848\text{mm}$  で、条件式 (1)  $f_{R1} / f_{R2} = 3.2$ 、(2)  $f_M / f_R = 1.83$ 、(3)  $|F_1 / F_2| = 1.18$ 、(4)  $d_M = 29.9$  となり、条件式を満足している。

(実施例 5) は、 $F_1 = -4.35\text{mm}$ 、 $F_2 = 3.93\text{mm}$ 、 $f_M = 5.42\text{mm}$ 、 $f_R = 2.545\text{mm}$ 、 $f_{R1} = 6.99\text{mm}$ 、 $f_{R2} = 3.75\text{mm}$ で、条件式(1)  $f_{R1} / f_{R2} = 1.865$ 、(2)  $f_M / f_R = 2.13$ 、(3)  $|F_1 / F_2| = 1.1$ 、(4)  $d_M = 29.9$ となり、条件式を満足している。

#### 【0046】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明による広角レンズでは、物体側より順に配置した負のパワーを持った1群レンズおよび正のパワーを持った2群レンズを有し、2群レンズは、絞りを挟み、物体側に配置されている前群レンズと像面側に配置されている後群レンズとを備えており、この後群レンズは、絞り側に配置した色消しのためのガラスレンズ群を備えている。また、全レンズ系を構成しているレンズ群のうち少なくともプラスチックレンズからなる3枚のレンズのレンズ面のうち、少なくとも4面は非球面とし、前群レンズにはアッペ数の小さいレンズを用い、ガラスレンズ群による色消し補正を行うようにしている。これにより、本来補正の難しい近赤外領域を含めた倍率の色収差を補正し、良好な各種の収差補正を実現できる、高画質対応の射出瞳の長い超広角レンズを実現するようにしている。

#### 【0047】

本発明による広角レンズは、小型軽量で、安価に製造でき、しかも、倍率の色収差が良好に補正され、射出瞳も十分に長いことが確認された。よって、本発明によれば、小型軽量で、高画質に対応できる射出瞳の長い超広角レンズを安価に実現できる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明を適用した広角レンズの典型的な構成を示す構成図である。

##### 【図2】

本発明を適用した広角レンズの実施例4、5の構成図である。

##### 【図3】

本発明の実施例1に係るレンズ光学系の諸収差を表わすグラフである。

##### 【図4】

本発明の実施例2に係るレンズ光学系の諸収差を表わすグラフである。

##### 【図5】

本発明の実施例3に係るレンズ光学系の諸収差を表わすグラフである。

##### 【図6】

本発明の実施例4に係るレンズ光学系の諸収差を表わすグラフである。

##### 【図7】

本発明の実施例5に係るレンズ光学系の諸収差を表わすグラフである。

##### 【符号の説明】

- 100 広角レンズのレンズ光学系
- 10 1群レンズ
- 1、11、12 1群レンズを構成しているレンズ
- 20 2群レンズ
- 30、2 前群レンズ
- 40 後群レンズ
- 50 後群レンズの前側のガラスレンズ群
- 31 凹のガラスレンズ
- 32 凸のガラスレンズ
- 60、4 後群レンズの後ろ側のレンズ
- 6 ローパスフィルタ
- 7 カバーガラス
- 8 結像面(受光素子の受光面)