

【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2002-244031(P2002-244031A)

【公開日】平成14年8月28日(2002.8.28)

【出願番号】特願2001-45125(P2001-45125)

【国際特許分類第7版】

G 02 B 13/04

G 02 B 13/18

【F I】

G 02 B 13/04 D

G 02 B 13/18

【手続補正書】

【提出日】平成16年9月17日(2004.9.17)

【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、反対側に配置されている後群レンズとを備えており、全レンズ系を構成しているレンズ群のレンズ面のうち少なくとも3面は非球面とされており、

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、前記前群レンズのアッペ数をdmとしたとき、次の条件式(1)、(2)および(3)を満足することを特徴とする広角レンズ。

$$0.5 < fm / fR < 3.0 \quad (1)$$

$$dm < 4.5 \quad (2)$$

$$0.5 < |F1 / F2| < 3.0 \quad (3)$$

【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。

【請求項3】 請求項1または2において、

前記2群レンズは2枚または3枚のレンズで構成されており、

当該2群レンズの前記後群レンズは、1枚のレンズ、2枚の接合レンズ、または2枚の分離したレンズで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、監視用カメラ、携帯電話搭載カメラ等に用いられる小型で軽量な後側焦点距離の長い広角レンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

最近、自動車等の後方確認や、携帯電話等に用いられる小型で高性能な画像取り込み角が水平方向で100度を超すような超広角レンズが求められている。ここで、これらの広角レンズを用いる小型カメラの受光素子にはほとんどCCDやCMOSが用いられており、これらの受光素子の特徴として、各画素に取り込める光線角度に制約がある。この性能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。

【0003】

このような現象を補正するために、例えば、特開平05-137062号公報に見られるような電気的な補正回路（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・コンパクト化の要望に合致しないことがある。電気的な補正以外としては、特開平05-110047号公報として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になり、実用性に乏しい。

【0004】

そこで、近年においては、これらの課題をレンズ系によって対応しようとする試みが一般化され、多くの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。この他にも、小型、軽量化を目的とした物体側より順に凹非球面レンズと、凸非球面レンズの2枚の非球面レンズを用いた特開平6-67091号公報などの提案もある。さらに、このレンズ系における凹非球面レンズと凸非球面レンズの間に色補正のための接合レンズを介在させた構成の特開平5-173067号公報も提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、多数枚の球面ガラスレンズを用いて、高性能で射出瞳の長い広角レンズを実現しようとすると、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い、実用的でない。

【0006】

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、倍率の色収差を押さ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生ずる。

【0007】

さらに、色補正のための接合レンズを凹レンズと凸レンズの2枚の非球面レンズの間に挿入した構成のものでは、長い射出瞳を得ることができないという欠点がある。

【0008】

以上のように、これらいづれのタイプの広角レンズにおいても、小型、軽量で低コストで、しかも倍率の色収差を抑えることができ、さらには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。

【0009】

そこで、本発明の課題は、小型・軽量で、低コストであり、倍率の色収差補正が可能であり、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。

【0010】

【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、反対側に配置されている後群レンズとを備えており、全レンズ系を構成しているレンズ群のレンズ面のうち少なくとも3面は非球面とされており；前記前群レンズには、アッベ数の小さいレンズを用いて、本来補正が難しい倍率の色収差を補正し、同時に、射出瞳の長い超広角レンズとなるように配慮したことを特徴としている。

【0011】

すなわち、本発明の広角レンズでは、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、前記前群レンズのアッベ数をdmとしたとき、次の条件式(1)、(2)および(3)を満足することを特徴とするものである。

$$0.5 < fm / fR < 3.0 \quad (1)$$

$$dm < 45 \quad (2)$$

$$0.5 < |F1 / F2| < 3.0 \quad (3)$$

【0012】

ここで、条件式(1)は倍率の色収差および射出瞳を制限するものである。上限値3.0を超えると倍率の色収差のうち、短波長の倍率が(-)方向へ増加し、画面周辺部での青色の色ずれが発生すると共に、軸外のサジタル像が(+)方向に増大し、画面の周辺部で非点収差が発生する。また、下限値0.5を下回ると、射出瞳の距離が短くなり、軸外光のCCD素子などへの入射角が増大し、この結果、周辺光量の減少を招くことになるばかりか、後側焦点距離が短くなり、本来の目的を達成できない。また、軸外の短波長像面が一方向に増大し、結像性能を阻害し、高性能な画像を得ることができない。

【0013】

条件式(2)は色収差の補正に関するものである。この条件を満たさない範囲では、倍率の色収差のうち、短波長の軸外色収差が増大し、その結果、周辺部に青色の色ずれが発生し、本来の性能を満たすことができない。特に、軸上の色収差および軸外の色収差は短波長に関して相反方向にあるので、設計上十分な注意が必要である。

【0014】

条件式(3)は後側焦点距離の制約と光学特性を制限するものである。上限値3.0を超えると、後側焦点距離が小さくなり、また、長い後側焦点距離を持った短焦点レンズを作ることができないと共に、像面の湾曲が増大するばかりでなく、当初の目的である画像取り込み角度の大幅な減少を招くことになる。次に、下限値0.5を下回ると、後側焦点距離は長くできるが、光学系全体の小型化を達成することができない。また、軸外の非点収差が増大し、結像性能を劣化させることになると共に、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安定的な性能を保つことができない。

【0015】

本発明の広角レンズによれば、CCD等への入射角度を小さく抑えることができると共に、プラスチックレンズやガラスモールドレンズ等の非球面レンズを使用して、小型・軽量で廉価な超広角レンズを提供できる。

【0016】

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。

【0017】

また、前記2群レンズを2枚または3枚のレンズで構成することができ、当該2群レンズの前記後群レンズを、1枚のレンズ、2枚の接合レンズ、または2枚の分離したレンズで構成することができる。

【0018】

【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。

【0019】

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。この図に示す広角レンズは後述の実施例1におけるものであり、当該広角レンズ100は、物体側より順に配置した負のパワーをもった1群レンズ10および正のパワーを有する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、反対側に配置されている後群レンズ40とを備えている。

【0020】

本例の1群レンズ10は1枚の凹の非球面レンズ1からなり、2群レンズ20の前群レンズ30は凸の非球面レンズ2からなり、後群レンズ40は分離された2枚のレンズ3からなり、当該分離されたレンズ3は、凹の球面レンズ31と凸の非球面レンズ32から構成されている。

【0021】

尚、本発明の実施例においては、後群レンズ40については、凹レンズと凸レンズとが接合されたもの、分離されたもの、及び1枚の凸レンズにて説明しているが、勿論、凸レンズと凸レンズに分離したものであっても差し支えないことを付記しておく。

【0022】

また、後群レンズ40を構成している凸の非球面レンズ32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。

【0023】

ここで、各光学素子1ないし7において、図1に示すように、それらの表面の曲率半径を物体側からR1ないしRn、面間距離をd1ないしdnとし、屈折率をNd1ないしNdnとし、アッベ数をd1ないしdnとする。また、非球面形状は光軸方向の軸をX、光軸と垂直方向の高さをH、円錐係数をk、非球面係数をA、B、C、Dとするとき、次の式(4)により表わされる。

【0024】

【数1】

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

【0025】

【実施例1】

実施例1に係るレンズ系は、図1に示すように、2群レンズ20の後群レンズ40を構成している負のパワーを持った凹の球面レンズ31と正のパワーを持った凸の非球面レンズ32を分離した形式のものである。本例では、1群レンズ10の凹レンズ1の片面と2群レンズ20を構成している非球面レンズ2の両面、凸の非球面レンズ32の両面の合計5面が非球面とされている。本例のレンズ系のデータを表1に示し、図2にはその収差図を示す。

【0026】

【表1】

	R	d	Nd	νd
(1)	-107.05	1.10	1.54231	55.47
(2)*	3.282	4.00		
(3)*	3.461	2.60	1.58547	29.91
(4)*	-47.193	0.50		
(5)	∞ (絞り)	0.70		
(6)	27.316	1.10	1.58547	29.91
(7)	3.957	0.20		
(8)*	11.234	2.40	1.54231	55.47
(9)*	-1.228	1.00		
(10)	∞	0.75	1.51633	64.17
(11)	∞	0.608		
(12)				
(13)				

*印は非球面で、係数は次の通りである。

	k	A	B	C	D
(2)	5.65790×10^{-1}	4.560998×10^{-2}	-1.752548×10^{-2}	3.809122×10^{-3}	-2.878647×10^{-4}
(3)	5.175151×10^{-1}	2.150423×10^{-2}	-9.538119×10^{-4}	-3.315544×10^{-4}	1.163291×10^{-4}
(4)	-7.731684×10^{-4}	3.337116×10^{-2}	-6.544320×10^{-3}	0	0
(8)	3.665839×10	-1.467112×10^{-3}	-1.448504×10^{-3}	0	0
(9)	-1.502272	-1.621468×10^{-2}	1.315614×10^{-3}	-2.132686×10^{-5}	-9.885419×10^{-5}

【 0 0 2 7 】

【実施例 2】

実施例 2 に係るレンズ系は、図 3 に示すように、2 群レンズ 2 0 の後群レンズ 4 0 を構成している負のパワーを持った凹の球面レンズ 3 1 と正のパワーを持った凸の球面レンズ 3 2 を接合した形式のものである。そのデータを表 2 に示し、図 4 にはその収差図を示す。

【 0 0 2 8 】

【表 2】

	R	d	Nd	νd
(1)	20.00	1.10	1.52270	52.23
(2)*	2.28	3.50		
(3)*	9.36	2.20	1.58547	29.91
(4)*	-3.77	0.00		
(5)	∞ (絞り)	1.60		
(6)	18.61	0.80	1.84666	23.83
(7)	2.80	2.50	1.74330	49.22
(8)	-3.87	1.50		
(9)	∞	0.70	1.51633	64.17
(10)	∞	0.6952		

*印は非球面で、係数は次の通りである。

	k	A	B	C	D
(2)	4.386471×10^{-1}	2.476282×10^{-2}	-1.410933×10^{-2}	4.315981×10^{-3}	-3.719990×10^{-4}
(3)	7.364755	1.912528×10^{-2}	-1.408214×10^{-2}	8.169467×10^{-3}	-1.287223×10^{-3}
(4)	9.126404	3.413742×10^{-2}	1.293223×10^{-2}	-3.249453×10^{-2}	4.469051×10^{-2}

【 0 0 2 9 】

【実施例 3】

実施例 3 に係るレンズ系は、図 5 に示すように、負のパワーを持った 1 群レンズ 1 0 を第 1 レンズ 1 1 と第 2 レンズ 1 2 に分割し、1 群レンズ 1 0 のレンズ 1 2 の片面を非球面とし、2 群レンズ 2 0 の前群レンズ 3 0 と後群レンズ 4 0 をそれぞれ 1 枚の非球面レンズ 2 、3 とした形式のもので、そのデータを表 3 に示し、図 6 にはその収差図を示す。

【 0 0 3 0 】

【表 3】

	R	d	Nd	νd
(1)	23.65	1.20	1.51633	64.17
(2)	5.40	2.53		
(3)	250.00	1.10	1.52270	52.23
(4)*	2.30	3.50		
(5)*	3.316	2.20	1.58547	29.91
(6)*	-7.82	0.80		
(7)	∞ (絞り)	0.50		
(8)*	-4.337	2.20	1.52270	52.23
(9)*	-1.271	0.57		
(10)	∞	0.75	1.51633	64.17
(11)	∞	1.3168		

*印は非球面で、係数は次の通りである。

	k	A	B	C	D
(4)	-5.063590×10^{-1}	4.971516×10^{-2}	-9.714219×10^{-3}	1.496138×10^{-3}	-8.169844×10^{-5}
(5)	-1.788132	2.357262×10^{-2}	-3.330908×10^{-3}	1.275831×10^{-3}	-1.524822×10^{-4}
(6)	-2.180650×10^{-1}	2.878179×10^{-2}	-7.667989×10^{-3}	-2.565740×10^{-3}	1.396626×10^{-3}
(8)	1.187126×10^{-1}				
(9)	-6.319857×10^{-1}	3.433088×10^{-2}	-4.522751×10^{-3}	-2.587925×10^{-4}	1.227049×10^{-3}

【0031】

以上の実施例1～3は、前述の条件式(1)～(3)に対し、満足している。すなわち

$$\begin{array}{l} \text{条件式} \quad (1) \quad 0.5 < f_m / f_R < 3.0 \\ \hline (2) \quad d_m < 4.5 \\ \hline (3) \quad 0.5 < |F_1 / F_2| < 3.0 \end{array}$$

実施例1は、焦点距離が $F_0 = 1.8\text{mm}$ 、 $F_1 = -5.85\text{mm}$ 、 $F_2 = 4.95\text{mm}$ 、 $f_m = 5.6\text{mm}$ 、 $f_R = 2.37\text{mm}$ で、条件式(1)が $f_m / f_R = 2.37$ 、(2)が $d_m = 29.91$ 、(3)が $|F_1 / F_2| = 1.18$ であり、

実施例2は、焦点距離が $F_0 = 2.4\text{mm}$ 、 $F_1 = -5.03\text{mm}$ 、 $F_2 = 4.36\text{mm}$ 、 $f_m = 4.89\text{mm}$ 、 $f_R = 5.13\text{mm}$ で、条件式(1)が $f_m / f_R = 0.95$ 、(2)が $d_m = 29.91$ 、(3)が $|F_1 / F_2| = 1.15$ であり、

実施例3は、焦点距離が $F_0 = 1.22\text{mm}$ 、 $F_1 = -2.89\text{mm}$ 、 $F_2 = 3.87\text{mm}$ 、 $f_m = 4.29\text{mm}$ 、 $f_R = 2.76\text{mm}$ で、条件式(1)が $f_m / f_R = 1.55$ 、(2)が $d_m = 29.91$ 、(3)が $|F_1 / F_2| = 0.75$ であり、

いずれも条件式を満足している。

【0032】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に従って構成した広角レンズは、小型・軽量で、廉価に製造することができ、しかも、倍率の色収差が補正され、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・軽量で射出瞳の長い高性能な広角レンズを廉価に実現できる。

【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例を示す図である。

【図2】

本発明の実施例1に係るレンズ光学系の諸収差を示すグラフである。

【図3】

本発明を適用した広角レンズの実施例2の構成図である。

【図4】

本発明の実施例2に係るレンズ光学系の諸収差を示すグラフである。

【図5】

本発明を適用した広角レンズの実施例3の構成図である。

【図6】

本発明の実施例3に係るレンズ光学系の諸収差を示すグラフである。

【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 凹の非球面レンズ

11、12 1群レンズを構成しているレンズ

20 2群レンズ

30 前群レンズ

2 凸の非球面レンズ

40 後群レンズ

3 合成レンズ

31 凹の球面レンズ

32 凸の非球面レンズ

5 絞り

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）

【手続補正2】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図1】

