

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-49347

(P2017-49347A)

(43) 公開日 平成29年3月9日(2017.3.9)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 13/00 (2006.01)	G 0 2 B 13/00	2 H 0 8 7
G 0 2 B 13/18 (2006.01)	G 0 2 B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2015-171027 (P2015-171027)	(71) 出願人	708000650 株式会社オプトロジック 長野県伊那市西春近6554番地3
(22) 出願日	平成27年8月31日 (2015.8.31)	(71) 出願人	391014055 カンタツ株式会社 栃木県矢板市片岡1150番地23
		(72) 発明者	久保田 洋治 長野県伊那市西春近6554番地3 株式会社オプトロジック内
		(72) 発明者	深谷 尚生 栃木県矢板市片岡1150番地23 カンタツ株式会社内
		(72) 発明者	久保田 賢一 長野県伊那市西春近6554番地3 株式会社オプトロジック内

最終頁に続く

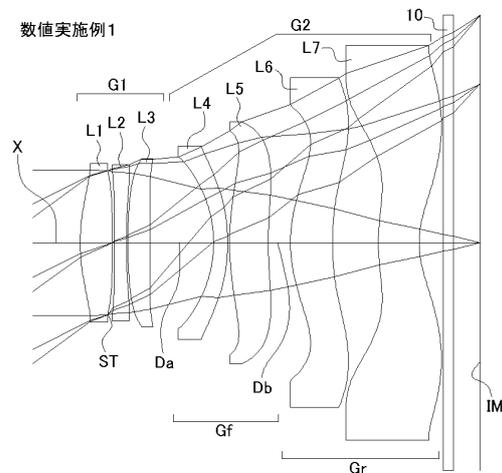
(54) 【発明の名称】 撮像レンズ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 諸収差が良好に補正される小型の撮像レンズを提供する。

【解決手段】 物体側から順に正の第1レンズ群G1と負の第2レンズ群G2とを配置して撮像レンズを構成する。第1レンズ群G1は正の第1レンズL1と負の第2レンズL2と第3レンズL3とから構成する。第2レンズ群G2は負の前側レンズ群Gfと正の後側レンズ群Grとから構成する。前側レンズ群Gfは第4レンズL4と第5レンズL5とから構成し、後側レンズ群Grは第6レンズL6と第7レンズL7とから構成する。当該構成において撮像レンズは、レンズ系全体の焦点距離をf、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の光軸上の距離をDa、第1レンズL1のアッベ数をd1、第2レンズL2のアッベ数をd2、第3レンズL3のアッベ数をd3としたとき次の各条件式を満足する。 $0.05 < Da / f < 0.3$ 、 $3.5 < d1 < 7.5$ 、 $1.5 < d2 < 3.5$ 、 $3.5 < d3 < 7.5$ 。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像面側に向かって順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群とを配置して構成され、

前記第 1 レンズ群は、正の屈折力を有する第 1 レンズと、負の屈折力を有する第 2 レンズと、第 3 レンズとから構成され、

前記第 2 レンズ群は、負の屈折力を有する前側レンズ群と、正の屈折力を有する後側レンズ群とから構成され、

前記前側レンズ群は、第 4 レンズと、第 5 レンズとから構成され、

前記後側レンズ群は、第 6 レンズと、第 7 レンズとから構成され、

レンズ系全体の焦点距離を f 、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間の光軸上の距離を D_a 、前記第 1 レンズのアッペ数を d_1 、前記第 2 レンズのアッペ数を d_2 、前記第 3 レンズのアッペ数を d_3 としたとき、

$$0.05 < D_a / f < 0.3、$$

$$3.5 < d_1 < 7.5、$$

$$1.5 < d_2 < 3.5、$$

$$3.5 < d_3 < 7.5、$$

を満足する撮像レンズ。

10

【請求項 2】

前記第 3 レンズは正の屈折力を有し、

前記第 4 レンズは負の屈折力を有する、
請求項 1 に記載の撮像レンズ。

20

【請求項 3】

前記第 6 レンズは正の屈折力を有し、

前記第 7 レンズは負の屈折力を有する、

請求項 1 または 2 に記載の撮像レンズ。

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を F_1 としたとき、

$$0.6 < F_1 / f < 1.3、$$

を満足する請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

30

【請求項 5】

前記前側レンズ群の焦点距離を F_f 、前記後側レンズ群の焦点距離を F_r としたとき、

$$-1.5 < F_f / F_r < -0.1、$$

を満足する請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

【請求項 6】

前記前側レンズ群と前記後側レンズ群との間の光軸上の距離を D_b としたとき、

$$0.02 < D_b / f < 0.1$$

を満足する請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

【請求項 7】

前記後側レンズ群の距離を F_r としたとき、

$$1 < F_r / f < 10、$$

を満足する請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

40

【請求項 8】

前記第 4 レンズの焦点距離を f_4 としたとき、

$$-3 < f_4 / f < -1、$$

を満足する請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

【請求項 9】

前記第 4 レンズの焦点距離を f_4 、前記第 6 レンズの焦点距離を f_6 としたとき、

$$-1.3 < f_4 / f_6 < -0.6、$$

を満足する請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

50

【請求項 10】

前記第 2 レンズ群の焦点距離を F_2 、前記第 6 レンズの焦点距離を f_6 としたとき、

$$-1.5 < f_6 / F_2 < -0.1、$$

を満足する請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、CCD センサや CMOS センサ等の撮像素子上に被写体像を形成する撮像レンズに係り、携帯電話機や携帯情報端末等の携帯機器に内蔵されるカメラ、デジタルスティルカメラ、セキュリティカメラ、車載カメラ、ネットワークカメラ等の比較的小型のカメラへの組み込みが好適な撮像レンズに関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

近年、音声通話主体の携帯電話機に代わり、音声通話機能に加えて様々なアプリケーションソフトウェアの実行が可能な多機能携帯電話機、いわゆるスマートフォン (smartphone) が普及している。スマートフォン上でアプリケーションソフトウェアを実行することにより、例えばデジタルスティルカメラやカーナビゲーション等の機能をスマートフォン上で実現することが可能になる。このような様々な機能を実現するために、スマートフォンの殆どの機種にはカメラが搭載されている。

20

【0003】

スマートフォンの製品群は、エントリーモデルからハイエンドモデルまで様々な仕様の製品から構成される。このうちハイエンドモデルに組み込まれる撮像レンズには、小型化はもちろんのこと、近年の高画素化された撮像素子にも対応することのできる高い解像度を有するレンズ構成が要求される。

【0004】

高解像度の撮像レンズを実現するための方法の一つとして、撮像レンズを構成するレンズの枚数を増加させる方法がある。しかし、安易なレンズ枚数の増加は撮像レンズの大型化を招き易い。撮像レンズの開発にあたっては、レンズ枚数の増加を抑制する等して光学全長 (TTL: Total Track Length) の短縮を図るとともに高解像度を実現する必要がある。

30

【0005】

ところで、撮像素子の高画素化技術や画像処理技術の著しい進歩に伴い、光学全長の短縮よりも高解像度の実現に重点を置いて開発された撮像レンズが組み込まれた製品も登場している。例えば、スマートフォンとは別体に構成され、高解像度の撮像レンズや撮像素子等から構成されたカメラユニットがある。当該カメラユニットをスマートフォンに装着することでスマートフォンにおいてデジタルスティルカメラのハイエンドモデルと比較しても遜色のない画像を得ることができる。しかし、カメラユニットの存在が携帯性を損ねており、カメラ内蔵型のスマートフォンの方が利便性や携帯性の面から優位に立っている。小型で高解像度の撮像レンズへの要求は依然として存在する。

【0006】

7 枚のレンズから成るレンズ構成は、撮像レンズを構成するレンズの枚数が多いことから設計上の自由度が高く、高解像度の撮像レンズに必要な諸収差の良好な補正と撮像レンズの小型化とをバランスよく実現することができる。7 枚構成の撮像レンズとしては、例えば特許文献 1 に記載の撮像レンズが知られている。

40

【0007】

特許文献 1 に記載の撮像レンズは、両凸形状の第 1 レンズと、当該第 1 レンズに接合された両凹形状の第 2 レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負の第 3 レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正の第 4 レンズと、物体側に凸面を向けた負の第 5 レンズと、両凸形状の第 6 レンズと、両凹形状の第 7 レンズとが物体側から順に配置されて構成される。特許文献 1 の撮像レンズによれば、第 1 レンズから第 4 レンズまでの

50

レンズで構成される第1レンズ群の焦点距離と、第5レンズから第7レンズまでのレンズで構成される第2レンズ群の焦点距離との比が一定の範囲内に抑制され、撮像レンズの小型化と諸収差の良好な補正とが図られる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2012-155223号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

10

上記特許文献1に記載の撮像レンズは小型であるものの、像面の補正が不十分であり、特に歪曲収差が比較的大きいため、高性能の撮像レンズを実現する上では自ずと限界が生じる。上記特許文献1に記載のレンズ構成では、撮像レンズの小型化を図りつつより良好な収差補正を実現することは困難である。

【0010】

なお、こうした問題は携帯電話機やスマートフォンに組み込まれる撮像レンズに特有の問題ではなく、デジタルスティルカメラ、携帯情報端末、セキュリティカメラ、車載カメラ、ネットワークカメラ等の比較的小型のカメラに組み込まれる撮像レンズにおいて共通の問題である。

【0011】

20

本発明の目的は、撮像レンズの小型化と良好な収差補正との両立を図ることのできる撮像レンズを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の撮像レンズは、物体側から像面側に向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群とを配置して構成される。第1レンズ群は、第1レンズと、第2レンズと、第3レンズとから構成され、第2レンズ群は、第4レンズと、第5レンズと、第6レンズと、第7レンズとから構成される。なお、本発明において「レンズ」とは、屈折力を有する光学要素を指すものとする。よって、光の進行方向を変えるプリズムや平板のフィルタ等の光学要素は本発明の「レンズ」に含まれず、これら光学要素は適宜、撮像レンズの前後や各レンズ間に配置することができる。

30

【0013】

本発明の撮像レンズは、レンズ系全体の焦点距離を f 、第1レンズの物体側の面から像面までの光軸上の距離を L_a としたとき、次の条件式(1)を満足することが望ましい。当該条件式(1)を満足することにより、撮像レンズの小型化を好適に図ることができる。

$$1.2 < L_a / f < 1.8 \quad (1)$$

【0014】

ところで近年、撮像レンズを通じてより広い範囲を撮影したいといった要望が強くなってきた。このため、撮像レンズには、小型化と広角化との両立が以前にも増して要求されている。特に薄型の携帯機器、例えばスマートフォンに内蔵される撮像レンズにおいては、限られたスペース内に撮像レンズを収納する必要があることから、撮像レンズの光軸方向の長さについて厳しい制約が課されることが多い。そこで、本願発明の撮像レンズは、最大像高を H_{max} としたとき、次の条件式(2)を満足することが望ましい。

40

$$1.3 < L_a / H_{max} < 1.8 \quad (2)$$

【0015】

本発明の撮像レンズにおいては、第1レンズから第7レンズまでの各レンズが、空気間隔を隔てて配列されることが望ましい。各レンズが空気間隔を隔てて配列されることにより、本発明の撮像レンズは接合レンズを一枚も含まないレンズ構成になる。このようなレンズ構成では、撮像レンズを構成する7枚のレンズの全てをプラスチック材料から形成す

50

ることができるため、撮像レンズの製造コストを好適に抑制することが可能となる。

【0016】

本発明の撮像レンズにおいて、第1レンズから第7レンズまでの各レンズはその両面が非球面形状に形成されることが望ましい。各レンズの両面が非球面形状に形成されることにより、レンズの光軸近傍から周辺部に亘って諸収差がより良好に補正されるようになる。特にレンズ周辺部における諸収差は良好に補正される。

【0017】

第1レンズ群は、正の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズと、第3レンズとから構成されることが望ましい。

【0018】

第2レンズ群は、負の屈折力を有する前側レンズ群と、正の屈折力を有する後側レンズ群とから構成され、前側レンズ群は、第4レンズと、第5レンズとから構成され、後側レンズ群は、第6レンズと、第7レンズとから構成されることが望ましい。

【0019】

撮像レンズとしてこのような構成によれば、屈折力の配列は物体側から順に、第1レンズ群の正、前側レンズ群の負、後側レンズ群の正、すなわち「正負正」となり、諸収差が良好に補正されることになる。

【0020】

本発明の撮像レンズは、レンズ系全体の焦点距離を f 、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間の光軸上の距離を D_a としたとき、次の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$0.05 < D_a / f < 0.3 \quad (3)$$

【0021】

条件式(3)は、撮像レンズの小型化を図りつつ、色収差、非点収差、像面湾曲、および歪曲収差をバランスよく良好に補正するための条件である。上限値「0.3」を超えると、撮像レンズの小型化には有利となるもののバックフォーカス(back focal length)の確保が困難になる。また、軸上色収差が補正不足(基準波長の焦点位置に対して短波長の焦点位置が物体側に移動)になるとともに倍率色収差が補正過剰(基準波長の結像点に対して短波長の結像点が光軸から遠ざかる方向に移動)になる。非点収差においては、サジタル像面が像面側に倒れるため非点隔差が増大する。また、結像面が像面側に湾曲して像面湾曲が補正過剰の状態になるとともに歪曲収差が正方向に増大する。このため、良好な結像性能を得ることが困難となる。一方、下限値「0.05」を下回ると、色収差を補正し易くなる。しかし、非点収差のうちサジタル像面が物体側に倒れて非点隔差が増大するとともに、結像面が物体側に湾曲して像面湾曲が補正不足の状態になる。よって、良好な結像性能を得ることが困難となる。

【0022】

本発明の撮像レンズは、第1レンズのアップ数を d_1 、第2レンズのアップ数を d_2 、第3レンズのアップ数を d_3 としたとき、次の条件式(4)~(6)を満足することが望ましい。

$$3.5 < d_1 < 7.5 \quad (4)$$

$$1.5 < d_2 < 3.5 \quad (5)$$

$$3.5 < d_3 < 7.5 \quad (6)$$

【0023】

条件式(4)~(6)を満足することにより、第1レンズ群における色収差が良好に補正される。

【0024】

本発明の撮像レンズでは、第1レンズが物体側に凸面を向けた形状に形成され、第7レンズが像面側の面の曲率半径が正となる形状、すなわち、光軸近傍において像面側に凹面を向けた形状に形成されることが望ましい。

【0025】

10

20

30

40

50

また、本発明の撮像レンズにおいては、第 1 レンズが正の屈折力を有し、第 2 レンズが負の屈折力を有し、第 3 レンズが正の屈折力を有し、第 4 レンズが負の屈折力を有することが望ましい。

【 0 0 2 6 】

第 1 レンズから第 4 レンズまでの各レンズがこのような屈折力を有することにより、物体側から第 4 レンズまでの屈折力の配列は順に「正負正負」となる。正の屈折力と負の屈折力が交互に配列されるレンズ構成は、ペッツバル・サムを抑制する上で非常に有効なレンズ構成となる。このようなレンズ構成によれば、非点収差および像面湾曲が良好に補正される。

【 0 0 2 7 】

本発明の撮像レンズにおいて第 4 レンズは、物体側の面の曲率半径が負となる形状に形成されることが望ましい。なお、物体側の面の曲率半径が負となる形状としては、光軸近傍において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる形状や、光軸近傍において両凹レンズとなる形状の二種類がある。

【 0 0 2 8 】

本発明の撮像レンズは、レンズ系全体の焦点距離を f 、第 4 レンズの物体側の面の曲率半径を $R_4 f$ としたとき、次の条件式 (7) を満足することが望ましい。

$$- 0.6 < R_4 f / f < - 0.1 \quad (7)$$

【 0 0 2 9 】

また、本発明の撮像レンズは、レンズ系全体の焦点距離を f 、第 4 レンズの像面側の面の曲率半径を $R_4 r$ としたとき、次の条件式 (8) を満足することが望ましい。

$$- 1.2 < R_4 r / f < - 0.3 \quad (8)$$

【 0 0 3 0 】

本発明の撮像レンズにおいて第 4 レンズは、物体側の面の曲率半径および像面側の面の曲率半径が共に負となる形状、すなわち光軸近傍において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる形状に形成されることが望ましい。

【 0 0 3 1 】

このように第 4 レンズが、光軸近傍において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる形状に形成される場合、本発明に係る撮像レンズはさらに上記条件式 (7) および (8) を満足することが望ましい。

【 0 0 3 2 】

本発明の撮像レンズは、レンズ系全体の焦点距離を f 、第 7 レンズの像面側の面の曲率半径を $R_7 r$ としたとき、次の条件式 (9) を満足することが望ましい。

$$0.2 < R_7 r / f < 0.6 \quad (9)$$

【 0 0 3 3 】

本発明において、第 6 レンズは正の屈折力を有し、第 7 レンズは負の屈折力を有することが望ましい。

【 0 0 3 4 】

また、本発明において第 6 レンズおよび第 7 レンズは、少なくとも片面が変曲点を有する非球面形状に形成されることが望ましい。

【 0 0 3 5 】

上記構成の撮像レンズにおいては、第 4 レンズのアッペ数を d_4 としたとき、次の条件式 (10) を満足することが望ましい。

$$1.5 < d_4 < 3.5 \quad (10)$$

【 0 0 3 6 】

条件式 (10) を満足することにより、色収差がより良好に補正される。

【 0 0 3 7 】

上記構成の撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離を f 、第 1 レンズ群の焦点距離を F_1 としたとき、次の条件式 (11) を満足することが望ましい。

$$0.6 < F_1 / f < 1.3 \quad (11)$$

10

20

30

40

50

【0038】

条件式(11)は、撮像レンズの小型化を図りつつ、色収差および非点収差を良好な範囲内に抑制するための条件である。上限値「1.3」を超えると、軸上色収差が補正過剰(基準波長の焦点位置に対して短波長の焦点位置が像面側に移動)になるとともに倍率色収差が補正不足(基準波長の結像点に対して短波長の結像点が光軸に近づく方向に移動)になる。また、非点収差のうちサジタル像面が像面側に倒れて非点隔差が増大する。像面湾曲は補正過剰の状態になる。このため、良好な結像性能を得ることが困難になる。一方、下限値「0.6」を下回ると、撮像レンズの小型化には有利となる。しかし、軸上色収差が補正不足になるとともに倍率色収差が補正過剰になる。非点収差においては、サジタル像面が物体側に倒れて非点隔差が増大する。よって、良好な結像性能を得ることが困難となる。

10

【0039】

上記構成の撮像レンズにおいては、第1レンズ群の焦点距離をF1、第2レンズの焦点距離をf2としたとき、次の条件式(12)を満足することが望ましい。

$$-8 < f2 / F1 < -1.5 \quad (12)$$

【0040】

条件式(12)は、撮像レンズの小型化を図りつつ、色収差、非点収差、およびコマ収差を良好に補正するための条件である。上限値「-1.5」を超えると、軸上色収差が補正過剰になるとともに倍率色収差が補正不足となる。また、軸外光束に対する内方コマ収差が増大する。非点収差にあっては、サジタル像面が像面側に倒れて非点隔差が増大する。像面湾曲は補正過剰の状態になる。このため、良好な結像性能を得ることが困難となる。一方、下限値「-8」を下回ると、撮像レンズの小型化には有利となる。しかし、軸上色収差が補正不足になるとともに非点隔差が増大する。また、軸外光束に対して外方コマ収差が増大するため、良好な結像性能を得ることが困難となる。

20

【0041】

上記構成の撮像レンズにおいては、前側レンズ群の焦点距離をFf、後側レンズ群の焦点距離をFrとしたとき、次の条件式(13)を満足することが望ましい。

$$-1.5 < Ff / Fr < -0.1 \quad (13)$$

【0042】

条件式(13)は、色収差、非点収差、および歪曲収差を良好な範囲内にバランスよく抑制するための条件である。上限値「-0.1」を超えると、倍率色収差が補正過剰になるとともに、非点収差のサジタル像面が物体側に倒れて非点隔差が増大する。また、歪曲収差が正方向に増大する。このため、良好な結像性能を得ることが困難となる。一方、下限値「-1.5」を下回ると、軸上色収差および倍率色収差が共に補正不足になるとともに、非点収差のサジタル像面が像面側に倒れて非点隔差が増大する。よって、良好な結像性能を得ることが困難となる。

30

【0043】

上記構成の撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離をf、前側レンズ群と後側レンズ群との間の光軸上の距離をDbとしたとき、次の条件式(14)を満足することが望ましい。

$$0.02 < Db / f < 0.1 \quad (14)$$

40

【0044】

条件式(14)は、非点収差、歪曲収差、および像面湾曲をバランスよく良好に補正するための条件である。上限値「0.1」を超えると、歪曲収差が正方向に増大するとともに非点隔差が増大し、良好な結像性能を得ることが困難となる。一方、下限値「0.02」を下回ると、歪曲収差が負方向に増大するとともに、非点収差のうちサジタル像面が物体側に倒れて非点隔差が増大する。また、結像面が物体側に湾曲して像面湾曲が補正不足の状態になる。このため、良好な結像性能を得ることが困難となる。

【0045】

上記構成の撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離をf、後側レンズ群の距離

50

を F_r としたとき、次の条件式 (15) を満足することが望ましい。

$$1 < F_r / f < 1.0 \quad (15)$$

【0046】

条件式 (15) は、撮像レンズの小型化を図りつつ、色収差、非点収差、および歪曲収差を良好に補正するための条件である。また、条件式 (15) は、撮像レンズから出射した光線の撮像素子の像面への入射角度を主光線角度 (CRA: Chief Ray Angle) の範囲内に抑制するための条件でもある。周知のように撮像素子には、その像面に取り込むことのできる光線の範囲が CRA として定められている。CRA の範囲外の光線の撮像素子への入射はシェーディング (shading) の原因となり、良好な結像性能を実現する上での障害となる。

10

【0047】

条件式 (15) において上限値「1.0」を超えると、撮像レンズの小型化には有利となるものの、軸外光束において非点隔差が増大するため良好な結像性能を得ることが困難となる。一方、下限値「1」を下回ると、色収差を補正し易くなるものの、歪曲収差が正方向に増大するとともに非点隔差が増大するため、良好な結像性能を得ることが困難となる。また、撮像レンズから出射した光線の入射角度を CRA の範囲内に抑制することが困難になる。

【0048】

上記構成の撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離を f 、第4レンズの焦点距離を f_4 としたとき、次の条件式 (16) を満足することが望ましい。

20

$$-3 < f_4 / f < -1 \quad (16)$$

【0049】

条件式 (16) は、色収差、非点収差、像面湾曲、および歪曲収差をバランスよく良好に補正するための条件である。上限値「-1」を超えると、軸上色収差が補正過剰になるとともに倍率色収差が補正不足となる。非点収差においては、サジタル像面が物体側に倒れて非点隔差が増大する。像面湾曲は補正不足の状態となる。このため、良好な結像性能を得ることが困難となる。一方、下限値「-3」を下回ると、軸上色収差および倍率色収差が共に補正不足になるとともに、非点収差のうちサジタル像面が像面側に倒れて非点隔差が増大する。また、像面湾曲が補正過剰になるとともに歪曲収差が正方向に増大する。このため、良好な結像性能を得ることが困難となる。

30

【0050】

上記構成の撮像レンズにおいては、第2レンズ群において第5レンズの屈折力が最も弱いことが望ましい。

【0051】

また、本発明の撮像レンズは、レンズ系全体の焦点距離を f 、第5レンズの焦点距離を f_5 としたとき、次の条件式 (17) を満足することが望ましい。

$$3 < |f_5| / f < 6.0 \quad (17)$$

【0052】

本発明の撮像レンズは、第4レンズの焦点距離を f_4 、第6レンズの焦点距離を f_6 としたとき、次の条件式 (18) を満足することが望ましい。

40

$$-1.3 < f_4 / f_6 < -0.6 \quad (18)$$

【0053】

条件式 (18) は、撮像レンズの小型化を図りつつ、色収差および非点収差を良好な範囲内に抑制するための条件である。上限値「-0.6」を超えると、撮像レンズの小型化には有利となるもののバックフォーカスの確保が困難になる。また、非点収差のうちサジタル像面が物体側に倒れて非点隔差が増大するため、良好な結像性能を得ることが困難となる。一方、下限値「-1.3」を下回ると、軸上色収差および倍率色収差が共に補正不足になるとともに、非点収差のうちサジタル像面が像面側に倒れて非点隔差が増大する。また、像面湾曲が補正過剰の状態となる。このため、良好な結像性能を得ることが困難となる。

50

【0054】

本発明の撮像レンズは、第2レンズ群の焦点距離をF2、第6レンズの焦点距離をf6としたとき、次の条件式(19)を満足することが望ましい。

$$-1.5 < f6 / F2 < -0.1 \quad (19)$$

【0055】

条件式(19)は、色収差、像面湾曲、および歪曲収差のそれぞれを良好な範囲内にバランスよく抑制するための条件である。上限値「-0.1」を超えると、軸上色収差および倍率色収差が共に補正過剰となる。非点収差については、サジタル像面が像面側に倒れて非点隔差が増大する。像面湾曲は補正過剰の状態となる。また、歪曲収差は正の方向に増大する。このため、良好な結像性能を得ることが困難となる。一方、下限値「-1.5」を下回ると、色収差の補正には有利となるものの、非点収差のうちサジタル像面が物体側に倒れて非点隔差が増大するため良好な結像性能を得ることが困難となる。

10

【0056】

本発明の撮像レンズは、画角を 2θ としたとき、 $70^\circ < 2\theta$ を満足することが望ましい。本条件式を満足することにより、撮像レンズの広角化が図られ、撮像レンズの小型化と広角化との両立が好適に図られる。

【0057】

なお、本発明においては、上述のようにレンズの形状を曲率半径の符号を用いて特定している。曲率半径が正か負かは一般的な定義、すなわち光の進行方向を正として、曲率中心がレンズ面からみて像面側にある場合には曲率半径を正とし、物体側にある場合には曲率半径を負とする定義に従っている。よって、「曲率半径が正となる物体側の面」とは、物体側の面が凸面であることを指し、「曲率半径が負となる物体側の面」とは、物体側の面が凹面であることを指す。また、「曲率半径が正となる像面側の面」とは、像面側の面が凹面であることを指し、「曲率半径が負となる像面側の面」とは、像面側の面が凸面であることを指す。なお、本明細書での曲率半径は近軸の曲率半径を指しており、レンズ断面図におけるレンズの概形にそぐわない場合がある。

20

【発明の効果】

【0058】

本発明の撮像レンズによれば、諸収差が良好に補正された高い解像度を有しながらも、小型のカメラへの組込みに特に適した小型の撮像レンズを提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】本発明の一実施の形態について、数値実施例1に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図2】図1に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図3】図1に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図4】本発明の一実施の形態について、数値実施例2に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図5】図4に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図6】図4に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

40

【図7】本発明の一実施の形態について、数値実施例3に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図8】図7に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図9】図7に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図10】本発明の一実施の形態について、数値実施例4に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図11】図10に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図12】図10に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図13】本発明の一実施の形態について、数値実施例5に係る撮像レンズの概略構成を

50

示す断面図である。

【図14】図13に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図15】図13に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0060】

以下、本発明を具体化した一実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0061】

図1、図4、図7、図10、および図13は、本実施の形態の数値実施例1～5に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。いずれの数値実施例も基本的なレンズ構成は同一であるため、ここでは数値実施例1の概略断面図を参照しながら、本実施の形態に係る撮像レンズについて説明する。

10

【0062】

図1に示すように本実施の形態に係る撮像レンズは、物体側から像面側に向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2とが配列されて構成される。第2レンズ群G2は、負の屈折力を有する前側レンズ群Gfと、正の屈折力を有する後側レンズ群Grとから構成される。第2レンズ群G2と撮像素子の像面IMとの間にはフィルタ10が配置される。このフィルタ10は割愛することも可能である。

20

【0063】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズL1と、開口絞りSTと、負の屈折力を有する第2レンズL2と、正の屈折力を有する第3レンズL3とから構成される。本実施の形態に係る撮像レンズでは、第1レンズL1の像面側の面に開口絞りSTを設けている。なお、開口絞りSTの位置は、本数値実施例1の撮像レンズのように第1レンズL1と第2レンズL2との間に限定されるものではない。例えば、第1レンズL1の物体側に開口絞りSTを配置するようにしてもよい。このように撮像レンズの物体側に開口絞りSTを配置する、いわゆる前絞りタイプのレンズ構成の場合、撮像レンズの組立性の向上や製造コストの低減を図ることができる。一方、本数値実施例1のように第1レンズL1と第2レンズL2との間に開口絞りSTを配置する、いわゆる中絞り

30

【0064】

第1レンズ群G1において第1レンズL1は、物体側の面の曲率半径 r_1 が正となり、像面側の面の曲率半径 r_2 が負となる形状であり、光軸Xの近傍において両凸レンズとなる形状に形成される。この第1レンズL1の形状は本数値実施例1に係る形状に限定されるものではない。第1レンズL1の形状は、物体側の面の曲率半径 r_1 が正となる形状であればよく、曲率半径 r_2 が正となる形状であって、光軸近傍において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状でもよい。

40

【0065】

第2レンズL2は、物体側の面の曲率半径 r_3 が負となり、像面側の面の曲率半径 r_4 が正となる形状であり、光軸Xの近傍において両凹レンズとなる形状に形成される。この第2レンズL2の形状は本数値実施例1に係る形状に限定されず、物体側の面の曲率半径 r_3 が負となる形状であればよい。数値実施例2～4は、第2レンズL2の形状が、曲率半径 r_4 が負となる形状、すなわち光軸Xの近傍において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる形状の例である。

【0066】

第3レンズL3は、物体側の面の曲率半径 r_5 および像面側の面の曲率半径 r_6 が共に正となる形状であって、光軸Xの近傍において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズと

50

なる形状に形成される。この第3レンズL3の形状は本数値実施例1に係る形状に限定されず、物体側の面の曲率半径 r_5 が正となる形状であればよい。数値実施例2~5は、第3レンズL3の形状が、曲率半径 r_6 が負となる形状、すなわち光軸Xの近傍において両凸レンズとなる形状の例である。

【0067】

第2レンズ群G2は、物体側から順に、負の屈折力を有する第4レンズL4と、正の屈折力を有する第5レンズL5と、正の屈折力を有する第6レンズL6と、負の屈折力を有する第7レンズL7とから構成される。この第2レンズ群G2においては、第5レンズL5の屈折力が最も弱くなっている。第2レンズ群G2は、これら4枚のレンズの合成屈折力が負となる構成であればよい。数値実施例1~4は、第2レンズ群G2のうち第5レンズL5の屈折力が正となるレンズ構成の例であり、数値実施例5は、第2レンズ群G2のうち第5レンズL5の屈折力が負となるレンズ構成の例である。

10

【0068】

第2レンズ群G2において第4レンズL4は、物体側の面の曲率半径 r_7 (= $R_4 f$) および像面側の面の曲率半径 r_8 (= $R_4 r$) が共に負となる形状であり、光軸Xの近傍において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる形状に形成される。第4レンズL4の形状は本数値実施例1に係る形状に限定されず、物体側の面の曲率半径 r_7 が負となる形状であればよい。

【0069】

第5レンズL5は、物体側の面の曲率半径 r_9 および像面側の面の曲率半径 r_{10} が共に正となる形状であり、光軸Xの近傍において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状に形成される。

20

【0070】

第6レンズL6は、物体側の面の曲率半径 r_{11} および像面側の面の曲率半径 r_{12} が共に正となる形状であって、光軸Xの近傍において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状に形成される。この第6レンズL6の形状は本数値実施例1に係る形状に限定されず、物体側の面の曲率半径 r_{11} が正となる形状であればよい。数値実施例4は、第6レンズL6の形状が、曲率半径 r_{12} が負となる形状、すなわち光軸Xの近傍において両凸レンズとなる形状の例である。

【0071】

第7レンズL7は、物体側の面の曲率半径 r_{13} および像面側の面の曲率半径 r_{14} (= $R_7 r$) が共に正となる形状であって、光軸Xの近傍において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状に形成される。この第7レンズL7の形状は本数値実施例1に係る形状に限定されず、曲率半径 r_{14} が正となる形状であればよい。数値実施例4は、第7レンズL7の形状が、曲率半径 r_{13} が負となる形状、すなわち光軸Xの近傍において両凹レンズとなる形状の例である。

30

【0072】

また、上記第5レンズL5~上記第7レンズL7において物体側の面および像面側の面の両面、あるいはどちらか一方の面は変曲点を有する非球面形状に形成される。本数値実施例1に係る撮像レンズでは、第5レンズL5、第6レンズL6、および第7レンズL7の各レンズの両面が変曲点を有する非球面形状に形成されている。第5レンズL5~第7レンズL7の有するこのような形状により、軸上の色収差のみならず軸外の倍率色収差が良好に補正されるとともに、撮像レンズから出射した光線の像面IMへの入射角度がCRAの範囲内に好適に抑制されることになる。なお、要求される光学性能や撮像レンズの小型化の程度によっては、第5レンズL5および第6レンズL6の両方、あるいはどちらか一方のレンズの両面を変曲点の無い非球面形状に形成してもよい。

40

【0073】

本実施の形態に係る撮像レンズは、以下に示す条件式(1)~(19)を満足する。

$$1.2 < L a / f < 1.8 \quad (1)$$

$$1.3 < L a / H m a x < 1.8 \quad (2)$$

50

$$0.05 < D a / f < 0.3 \quad (3)$$

$$3.5 < d 1 < 7.5 \quad (4)$$

$$1.5 < d 2 < 3.5 \quad (5)$$

$$3.5 < d 3 < 7.5 \quad (6)$$

$$-0.6 < R 4 f / f < -0.1 \quad (7)$$

$$-1.2 < R 4 r / f < -0.3 \quad (8)$$

$$0.2 < R 7 r / f < 0.6 \quad (9)$$

$$1.5 < d 4 < 3.5 \quad (10)$$

$$0.6 < F 1 / f < 1.3 \quad (11)$$

$$-8 < f 2 / F 1 < -1.5 \quad (12)$$

$$-1.5 < F f / F r < -0.1 \quad (13)$$

$$0.02 < D b / f < 0.1 \quad (14)$$

$$1 < F r / f < 10 \quad (15)$$

$$-3 < f 4 / f < -1 \quad (16)$$

$$3 < | f 5 | / f < 60 \quad (17)$$

$$-1.3 < f 4 / f 6 < -0.6 \quad (18)$$

$$-1.5 < f 6 / F 2 < -0.1 \quad (19)$$

10

但し、

- f : レンズ系全体の焦点距離
- f 2 : 第 2 レンズ L 2 の焦点距離
- f 4 : 第 4 レンズ L 4 の焦点距離
- f 5 : 第 5 レンズ L 5 の焦点距離
- f 6 : 第 6 レンズ L 6 の焦点距離
- F 1 : 第 1 レンズ群 G 1 の焦点距離
- F 2 : 第 2 レンズ群 G 2 の焦点距離
- F f : 前側レンズ群 G f の焦点距離
- F r : 後側レンズ群 G r の焦点距離
- L a : 第 1 レンズ L 1 の物体側の面から像面 I M までの光軸 X 上の距離
(フィルタ 10 は空気換算長)
- D a : 第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間の光軸上の距離
- D b : 前側レンズ群 G f と後側レンズ群 G r との間の光軸上の距離
- d 1 : 第 1 レンズ L 1 のアッベ数
- d 2 : 第 2 レンズ L 2 のアッベ数
- d 3 : 第 3 レンズ L 3 のアッベ数
- d 4 : 第 4 レンズ L 4 のアッベ数
- R 4 f : 第 4 レンズ L 4 の物体側の面の曲率半径
- R 4 r : 第 4 レンズ L 4 の像面側の面の曲率半径
- R 7 r : 第 7 レンズ L 7 の像面側の面の曲率半径

20

30

【0074】

なお、上記各条件式の全てを満たす必要はなく、上記各条件式のそれぞれを単独に満たすことにより、各条件式に対応する作用効果をそれぞれ得ることができる。

40

【0075】

本実施の形態では各レンズのレンズ面が非球面で形成されている。これら非球面の非球面式を次式に示す。

【数 1】

$$Z = \frac{C \cdot H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k) \cdot C^2 \cdot H^2}} + \sum (A_n \cdot H^n)$$

50

但し、

Z : 光軸方向の距離

H : 光軸に直交する方向の光軸からの距離

C : 近軸曲率 (= 1 / r 、 r : 近軸曲率半径)

k : 円錐定数

A n : 第 n 次の非球面係数

【 0 0 7 6 】

次に、本実施の形態に係る撮像レンズの数値実施例を示す。各数値実施例において、f はレンズ系全体の焦点距離、F n o は F ナンバー、 ω は半画角を示す。i は物体側より数えた面番号、r は曲率半径、d は光軸上のレンズ面間の距離 (面間隔) 、n d は屈折率、 ν d はアッペ数を示す。なお、* (アスタリスク) の符号が付加された面番号は非球面であることを示す。

10

【 0 0 7 7 】

数値実施例 1

基本的なレンズデータ

【表 1】

f=6.37mm Fno=2.1 ω =36.5°

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*	3.938	0.664	1.5346	56.1	f1=6.732
	2*(ST)	-39.287	0.043			
L2	3*	-20.392	0.249	1.6355	23.9	f2=-18.353
	4*	27.375	0.030			
L3	5*	12.783	0.454	1.5346	56.1	f3=27.920
	6*	87.942	1.321	(=Da)		
L4	7*	-2.706	0.290	1.6355	23.9	f4=-12.700
	8*	-4.241	0.039			
L5	9*	5.324	0.804	1.5346	56.1	f5=23.008
	10*	8.893	0.458	(=Db)		
L6	11*	3.023	0.870	1.5346	56.1	f6=10.154
	12*	6.139	0.948			
L7	13*	3.899	0.846	1.5346	56.1	f7=-8.371
	14*	1.926	0.500			
	15	∞	0.210	1.5168	64.2	
	16	∞	0.560			
(IM)		∞				

20

30

【 0 0 7 8 】

Hmax=4.71

La=8.214

F1=7.631

F2=-31.267

Ff=-27.920

Fr=58.077

40

【表 2】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	-9.524E-03	-3.649E-03	-1.721E-04	5.316E-05	-1.331E-05	-5.864E-06	1.745E-06
2	0	1.733E-02	-4.592E-02	2.795E-02	-8.522E-03	1.216E-03	-6.720E-05	3.155E-06
3	0	5.529E-02	-6.343E-02	3.238E-02	-8.938E-03	1.114E-03	8.147E-06	-9.325E-06
4	0	5.100E-02	-4.564E-02	1.684E-02	-3.284E-03	3.997E-05	1.961E-04	-3.990E-05
5	0	1.637E-02	-1.257E-02	7.554E-03	-9.676E-04	-1.287E-05	-2.479E-05	5.859E-06
6	0	-8.571E-03	2.437E-03	3.153E-03	-9.565E-04	5.912E-06	1.579E-05	-1.306E-06
7	0	-1.729E-02	4.024E-03	2.953E-03	-8.843E-04	-7.623E-05	1.622E-05	4.166E-08
8	0	-2.763E-02	8.731E-03	-4.653E-04	3.822E-04	-1.862E-04	7.797E-06	3.073E-06
9	0	-1.238E-02	5.084E-04	-2.256E-05	-3.302E-06	-9.424E-06	1.855E-06	-3.141E-07
10	0	-1.407E-02	-1.314E-03	1.460E-04	1.880E-07	4.684E-07	-6.436E-07	-1.461E-08
11	0	-1.483E-02	-1.411E-03	-6.919E-06	-1.842E-05	4.691E-07	3.865E-07	-3.283E-08
12	0	7.722E-03	-3.831E-03	3.406E-04	-7.814E-06	-2.073E-07	-1.517E-08	1.388E-09
13	0	-6.169E-02	5.589E-03	-1.484E-04	-2.147E-06	-8.704E-08	1.393E-08	-4.180E-10
14	-3.763	-2.616E-02	3.300E-03	-2.298E-04	6.135E-06	1.552E-07	-1.233E-08	2.098E-10

10

【0079】

各条件式の値を以下に示す。

$$La/f=1.29$$

$$La/Hmax=1.74$$

$$Da/f=0.21$$

$$R4f/f=-0.42$$

$$R4r/f=-0.67$$

$$R7r/f=0.30$$

$$F1/f=1.20$$

$$f2/F1=-2.41$$

$$Ff/Fr=-0.48$$

$$Db/f=0.07$$

$$Fr/f=9.12$$

$$f4/f=-1.99$$

$$|f5|/f=3.61$$

$$f4/f6=-1.25$$

$$f6/F2=-0.32$$

20

このように、本数値実施例 1 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。

【0080】

図 2 は、最大像高 H_{max} に対する各像高の比 H （以下、「像高比 H 」という）に対応する横収差をタンジェンシャル方向とサジタル方向とに分けて示した収差図である（図 5、図 8、図 11、および図 14 においても同じ）。また、図 3 は、球面収差（mm）、非点収差（mm）、および歪曲収差（%）をそれぞれ示した収差図である。このうち非点収差図において S はサジタル像面を、 T はタンジェンシャル像面をそれぞれ示す（図 6、図 9、図 12、および図 15 においても同じ）。図 2 および図 3 に示されるように、本数値実施例 1 に係る撮像レンズによれば諸収差が良好に補正される。

40

【0081】

数値実施例 2

基本的なレンズデータ

【表 3】

f=5.86mm Fno=2.1 $\omega=38.8^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*	4.247	0.530	1.5346	56.1	f1=6.562
	2*(ST)	-19.282	0.082			
L2	3*	-12.336	0.250	1.6355	23.9	f2=-29.787
	4*	-35.693	0.030			
L3	5*	21.621	0.593	1.5346	56.1	f3=17.006
	6*	-15.538	1.104	(=Da)		
L4	7*	-2.332	0.502	1.6355	23.9	f4=-7.972
	8*	-4.683	0.040			
L5	9*	8.514	0.651	1.5346	56.1	f5=243.113
	10*	8.868	0.283	(=Db)		
L6	11*	3.047	1.022	1.5346	56.1	f6=6.676
	12*	18.389	0.630			
L7	13*	3.882	1.047	1.5346	56.1	f7=-9.130
	14*	1.959	0.550			
	15	∞	0.210	1.5168	64.2	
	16	∞	0.527			
(IM)		∞				

10

20

【 0 0 8 2 】

Hmax=4.71

La=7.979

F1=5.779

F2=-15.842

Ff=-8.053

Fr=10.953

【表 4】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	-1.264E-02	-5.082E-03	-6.651E-04	1.405E-04	-3.972E-05	-1.534E-05	1.483E-05
2	0	1.818E-02	-4.778E-02	2.785E-02	-8.590E-03	1.170E-03	4.453E-05	-1.634E-05
3	0	5.092E-02	-6.629E-02	3.599E-02	-1.131E-02	1.933E-03	-2.911E-05	-3.224E-05
4	0	4.735E-02	-4.459E-02	1.663E-02	-3.167E-03	1.456E-05	1.926E-04	-4.147E-05
5	0	2.314E-02	-1.340E-02	6.956E-03	-1.123E-03	7.064E-05	-2.643E-05	3.924E-06
6	0	-1.327E-02	2.457E-03	1.706E-03	-7.143E-04	6.572E-05	1.442E-06	4.841E-09
7	0	-1.401E-02	6.281E-03	3.671E-03	-9.785E-04	-1.194E-04	2.181E-05	6.022E-06
8	0	-2.634E-02	9.741E-03	-4.836E-04	3.794E-04	-1.563E-04	8.296E-06	1.995E-06
9	0	-1.307E-02	-5.845E-05	-5.725E-05	1.391E-06	-8.526E-06	1.623E-06	-3.398E-07
10	0	-2.203E-02	-1.065E-03	1.218E-04	-3.888E-06	6.221E-07	-6.052E-07	1.624E-08
11	0	-1.995E-02	-9.270E-04	-4.110E-05	-1.979E-05	8.362E-07	4.005E-07	-3.072E-08
12	0	8.237E-03	-4.140E-03	3.346E-04	-6.210E-06	-2.274E-07	-3.262E-09	1.169E-09
13	0	-6.342E-02	5.772E-03	-1.509E-04	-2.142E-06	-8.095E-08	-4.799E-09	7.192E-10
14	-3.745	-2.391E-02	2.985E-03	-1.995E-04	4.986E-06	1.627E-07	-1.316E-08	2.278E-10

30

40

【 0 0 8 3 】

各条件式の値を以下に示す。

La/f=1.36

La/Hmax=1.69

Da/f=0.19

50

$R4f/f=-0.40$
 $R4r/f=-0.80$
 $R7r/f=0.33$
 $F1/f=0.99$
 $f2/F1=-5.15$
 $Ff/Fr=-0.74$
 $Db/f=0.05$
 $Fr/f=1.87$
 $f4/f=-1.36$
 $|f5|/f=41.49$
 $f4/f6=-1.19$
 $f6/F2=-0.42$

10

このように、本数値実施例 2 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。

【 0 0 8 4 】

図 5 は像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 6 は球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、および歪曲収差 (%) をそれぞれ示したものである。図 5 および図 6 に示されるように、本数値実施例 2 に係る撮像レンズによっても諸収差が良好に補正される。

【 0 0 8 5 】

数値実施例 3

基本的なレンズデータ

20

【表 5】

$f=5.79\text{mm}$ $Fno=2.2$ $\omega=39.1^\circ$

	i	r	d	n d	νd	[mm]
		∞	∞			
L1	1*	5.165	0.393	1.5346	56.1	$f1=7.067$
	2*(ST)	-13.697	0.064			
L2	3*	-12.318	0.250	1.6355	23.9	$f2=-29.059$
	4*	-37.287	0.027			
L3	5*	20.086	0.576	1.5346	56.1	$f3=31.583$
	6*	-104.860	0.930	(=Da)		
L4	7*	-2.544	0.337	1.6355	23.9	$f4=-7.823$
	8*	-5.479	0.040			
L5	9*	4.743	0.773	1.5346	56.1	$f5=34.776$
	10*	6.006	0.178	(=Db)		
L6	11*	2.656	1.180	1.5346	56.1	$f6=6.236$
	12*	11.041	0.842			
L7	13*	3.699	1.231	1.5346	56.1	$f7=-9.377$
	14*	1.881	0.600			
	15	∞	0.210	1.5168	64.2	
	16	∞	0.507			
(IM)		∞				

30

40

【 0 0 8 6 】

$Hmax=4.71$
 $La=8.066$
 $F1=7.260$
 $F2=-53.458$
 $Ff=-9.692$
 $Fr=8.253$

【表 6】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	-1.094E-02	-4.386E-03	-5.344E-04	1.609E-04	-3.619E-05	-1.860E-05	9.232E-06
2	0	2.101E-02	-4.684E-02	2.797E-02	-8.624E-03	1.140E-03	3.033E-05	-1.788E-05
3	0	5.345E-02	-6.616E-02	3.609E-02	-1.125E-02	1.945E-03	-3.350E-05	-3.693E-05
4	0	5.127E-02	-4.407E-02	1.677E-02	-3.111E-03	3.625E-05	1.950E-04	-4.313E-05
5	0	1.904E-02	-1.314E-02	7.050E-03	-1.111E-03	7.178E-05	-2.641E-05	4.362E-06
6	0	-2.231E-02	2.784E-03	1.788E-03	-6.986E-04	7.193E-05	2.267E-06	-4.848E-07
7	0	-1.632E-02	4.605E-03	3.685E-03	-9.116E-04	-1.098E-04	1.800E-05	4.218E-06
8	0	-3.033E-02	8.741E-03	-6.101E-04	3.569E-04	-1.586E-04	8.677E-06	2.027E-06
9	0	-1.129E-02	7.423E-04	-2.441E-05	-3.801E-06	-9.774E-06	1.742E-06	-1.832E-07
10	0	-2.230E-02	-3.067E-04	1.750E-04	-1.477E-05	-1.374E-06	-5.129E-07	5.729E-08
11	0	-2.974E-02	-1.253E-04	-1.675E-04	-3.670E-05	4.570E-08	4.003E-07	-3.680E-08
12	0	9.254E-03	-3.571E-03	3.443E-04	-6.766E-06	-3.424E-07	-1.826E-08	2.515E-09
13	0	-6.145E-02	5.587E-03	-1.488E-04	-1.563E-06	-3.590E-08	-5.686E-09	4.612E-10
14	-3.649	-2.336E-02	2.890E-03	-2.031E-04	5.199E-06	1.752E-07	-1.298E-08	2.020E-10

10

【0087】

各条件式の値を以下に示す。

$$La/f=1.39$$

$$La/Hmax=1.71$$

$$Da/f=0.16$$

$$R4f/f=-0.44$$

$$R4r/f=-0.95$$

$$R7r/f=0.32$$

$$F1/f=1.25$$

$$f2/F1=-4.00$$

$$Ff/Fr=-1.17$$

$$Db/f=0.03$$

$$Fr/f=1.43$$

$$f4/f=-1.35$$

$$|f5|/f=6.01$$

$$f4/f6=-1.25$$

$$f6/F2=-0.12$$

20

このように、本数値実施例3に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。

【0088】

図8は像高比Hに対応する横収差を示したものであり、図9は球面収差(mm)、非点収差(mm)、および歪曲収差(%)をそれぞれ示したものである。図8および図9に示されるように、本数値実施例3に係る撮像レンズによっても諸収差が良好に補正される。

30

【0089】

数値実施例4

基本的なレンズデータ

40

【表 7】

f=6.37mm Fno=2.1 $\omega=36.5^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*	3.767	0.626	1.5346	56.1	f1=6.613
	2*(ST)	-54.068	0.080			
L2	3*	-11.579	0.254	1.6355	23.9	f2=-27.758
	4*	-33.982	0.030			
L3	5*	13.110	0.578	1.5346	56.1	f3=17.789
	6*	-34.097	1.080	(=Da)		
L4	7*	-2.595	0.531	1.6355	23.9	f4=-8.588
	8*	-5.340	0.071			
L5	9*	8.461	0.670	1.5346	56.1	f5=26.534
	10*	20.390	0.396	(=Db)		
L6	11*	3.908	0.726	1.5346	56.1	f6=6.842
	12*	-53.272	0.892			
L7	13*	-100.605	0.960	1.5346	56.1	f7=-5.556
	14*	3.071	0.450			
	15	∞	0.210	1.5168	64.2	
	16	∞	0.616			
(IM)		∞				

10

20

【 0 0 9 0 】

Hmax=4.71

La=8.098

F1=5.960

F2=-11.913

Ff=-13.024

Fr=58.076

【表 8】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	-9.250E-03	-4.217E-03	-1.604E-04	1.137E-04	-9.526E-05	-2.606E-05	1.481E-05
2	0	1.200E-02	-4.517E-02	2.779E-02	-8.608E-03	1.105E-03	3.494E-05	-1.162E-05
3	0	5.142E-02	-6.318E-02	3.517E-02	-1.130E-02	1.884E-03	-2.973E-05	-2.281E-05
4	0	5.179E-02	-4.356E-02	1.625E-02	-3.173E-03	3.828E-06	1.945E-04	-3.704E-05
5	0	1.451E-02	-1.389E-02	7.260E-03	-1.099E-03	1.207E-04	-3.821E-05	4.104E-06
6	0	-1.623E-02	3.820E-03	1.098E-03	-4.868E-04	5.218E-05	-1.199E-06	3.269E-09
7	0	-1.079E-02	4.811E-03	2.115E-03	-3.571E-04	-1.688E-04	9.883E-06	6.453E-06
8	0	-2.524E-02	9.124E-03	-5.580E-04	2.475E-04	-1.174E-04	9.584E-06	1.122E-06
9	0	-1.863E-02	1.062E-05	-2.786E-04	-4.143E-06	-1.028E-05	1.506E-06	-6.955E-07
10	0	-1.545E-02	-3.165E-03	1.732E-04	1.233E-05	-1.601E-06	-1.334E-06	-3.675E-09
11	0	-1.712E-02	7.142E-05	-2.383E-04	-2.020E-05	4.869E-06	2.348E-07	-5.874E-08
12	0	5.335E-03	-2.690E-03	1.764E-04	-1.881E-06	-8.073E-08	-4.802E-09	1.438E-09
13	0	-4.503E-02	4.602E-03	-4.544E-05	-5.327E-06	-3.290E-07	-5.447E-09	1.870E-09
14	-6.853	-1.842E-02	2.240E-03	-1.570E-04	4.092E-06	1.001E-07	-7.956E-09	1.096E-10

30

40

【 0 0 9 1 】

各条件式の値を以下に示す。

La/f=1.27

La/Hmax=1.72

Da/f=0.17

50

$R4f/f=-0.41$
 $R4r/f=-0.84$
 $R7r/f=0.48$
 $F1/f=0.94$
 $f2/F1=-4.66$
 $Ff/Fr=-0.22$
 $Db/f=0.06$
 $Fr/f=9.12$
 $f4/f=-1.35$
 $|f5|/f=4.17$
 $f4/f6=-1.26$
 $f6/F2=-0.57$

10

このように、本数値実施例 4 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。

【 0 0 9 2 】

図 1 1 は像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 1 2 は球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、および歪曲収差 (%) をそれぞれ示したものである。図 1 1 および図 1 2 に示されるように、本数値実施例 4 に係る撮像レンズによっても諸収差が良好に補正される。

【 0 0 9 3 】

数値実施例 5

20

基本的なレンズデータ

【表 9】

$f=6.00\text{mm}$ $Fno=2.1$ $\omega=38.1^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*	3.722	0.535	1.5346	56.1	$f1=6.475$
	2*(ST)	-46.957	0.079			
L2	3*	-20.768	0.275	1.6355	23.9	$f2=-20.445$
	4*	34.881	0.024			
L3	5*	14.193	0.648	1.5346	56.1	$f3=14.324$
	6*	-16.365	1.110	(=Da)		
L4	7*	-2.414	0.390	1.6355	23.9	$f4=-13.925$
	8*	-3.528	0.063			
L5	9*	4.793	0.547	1.5346	56.1	$f5=-269.532$
	10*	4.454	0.426	(=Db)		
L6	11*	4.019	0.940	1.5346	56.1	$f6=11.100$
	12*	11.443	0.436			
L7	13*	3.724	1.018	1.5346	56.1	$f7=-10.009$
	14*	1.987	0.520			
	15	∞	0.210	1.5168	64.2	
	16	∞	0.548			
(IM)		∞				

30

40

【 0 0 9 4 】

$Hmax=4.71$
 $La=7.697$
 $F1=5.836$
 $F2=-11.895$
 $Ff=-12.683$
 $Fr=54.582$

【表 10】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	-1.359E-02	-4.469E-03	-2.041E-03	8.120E-04	7.378E-05	-4.124E-05	-2.307E-07
2	0	1.080E-02	-4.660E-02	2.929E-02	-8.414E-03	9.440E-04	2.773E-05	-1.172E-05
3	0	4.918E-02	-6.650E-02	3.681E-02	-1.103E-02	1.621E-03	-1.727E-04	1.995E-05
4	0	5.289E-02	-4.723E-02	1.660E-02	-3.536E-03	2.018E-04	9.148E-05	-1.815E-05
5	0	2.289E-02	-1.315E-02	6.875E-03	-1.143E-03	9.490E-05	-2.895E-05	4.463E-06
6	0	-1.380E-02	1.696E-03	2.492E-03	-8.062E-04	1.068E-04	-2.532E-05	3.318E-06
7	0	-1.762E-02	6.260E-03	3.340E-03	-1.034E-03	-5.898E-05	1.966E-05	2.645E-06
8	0	-2.423E-02	9.781E-03	-3.939E-04	3.744E-04	-1.535E-04	8.418E-06	2.799E-06
9	0	-1.671E-02	6.725E-04	7.323E-06	2.023E-06	-7.353E-06	1.664E-06	-2.502E-07
10	0	-1.851E-02	-3.809E-04	8.922E-05	8.701E-06	1.083E-06	-5.314E-07	-2.072E-09
11	0	-1.331E-02	-2.209E-03	1.086E-05	-2.004E-05	8.310E-07	4.565E-07	-2.316E-08
12	0	5.541E-05	-4.116E-03	3.528E-04	-5.490E-06	-1.607E-07	7.459E-10	1.183E-09
13	0	-6.201E-02	5.794E-03	-1.649E-04	-2.483E-06	-1.099E-07	-4.418E-09	9.328E-10
14	-3.861	-2.471E-02	3.206E-03	-2.100E-04	4.851E-06	1.736E-07	-1.323E-08	2.359E-10

10

【0095】

各条件式の値を以下に示す。

$$La/f=1.28$$

$$La/Hmax=1.63$$

$$Da/f=0.19$$

$$R4f/f=-0.40$$

$$R4r/f=-0.59$$

$$R7r/f=0.33$$

$$F1/f=0.97$$

$$f2/F1=-3.50$$

$$Ff/Fr=-0.23$$

$$Db/f=0.07$$

$$Fr/f=9.10$$

$$f4/f=-2.32$$

$$|f5|/f=44.92$$

$$f4/f6=-1.25$$

$$f6/F2=-0.93$$

このように、本数値実施例 5 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。

【0096】

図 14 は像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 15 は球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、および歪曲収差 (%) をそれぞれ示したものである。図 14 および図 15 に示されるように、本数値実施例 5 に係る撮像レンズによっても諸収差が良好に補正される。

40

【0097】

以上説明した本実施の形態に係る撮像レンズは 70° 以上の非常に広い画角 (2) を有する。ちなみに、上述の数値実施例 1 ~ 5 に係る撮像レンズは 73.0° ~ 78.2° の画角を有する。本実施の形態に係る撮像レンズによれば、従来の撮像レンズよりも広い範囲を撮影することが可能となる。

【0098】

また近年では、撮像レンズを通じて得られた画像の任意の領域を画像処理によって拡大するデジタルズーム技術の進歩により、高画素の撮像素子と高解像度の撮像レンズとが組み合わせられることが多くなってきた。こうした高画素の撮像素子では 1 画素当りの受光面積が減少することが多く、撮影した画像が暗くなる傾向にある。数値実施例 1 ~ 5 の撮

50

像レンズのFnoは2.1~2.2と小さな値になっている。本実施の形態に係る撮像レンズによれば、上述のような高画素の撮像素子にも対応した十分に明るい画像を得ることができる。

【0099】

したがって、上記実施の形態に係る撮像レンズを携帯電話機、スマートフォン、携帯情報端末等の携帯機器に内蔵されるカメラや、デジタルスティルカメラ、セキュリティカメラ、車載カメラ、ネットワークカメラ等の撮像光学系に適用した場合、当該カメラの高機能化と小型化の両立を図ることができる。

【産業上の利用可能性】

【0100】

本発明は、携帯電話機、スマートフォン、携帯情報端末等の携帯機器に内蔵されるカメラ、デジタルスティルカメラ、セキュリティカメラ、車載カメラ、ネットワークカメラ等の比較的小型のカメラに組み込まれる撮像レンズに適用することができる。

【符号の説明】

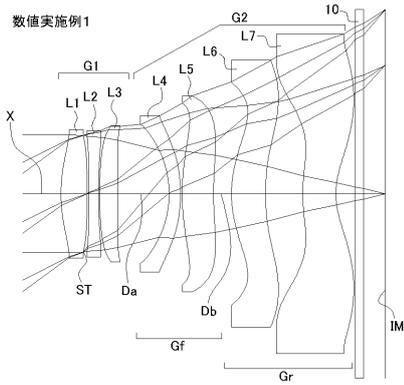
【0101】

- G1 第1レンズ群
- G2 第2レンズ群
- Gf 前側レンズ群
- Gr 後側レンズ群
- ST 開口絞り
- L1 第1レンズ
- L2 第2レンズ
- L3 第3レンズ
- L4 第4レンズ
- L5 第5レンズ
- L6 第6レンズ
- L7 第7レンズ
- 10 フィルタ

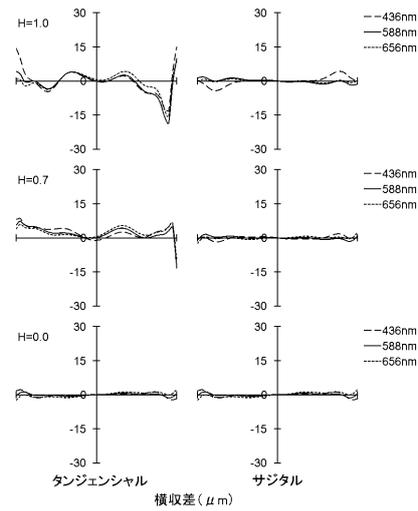
10

20

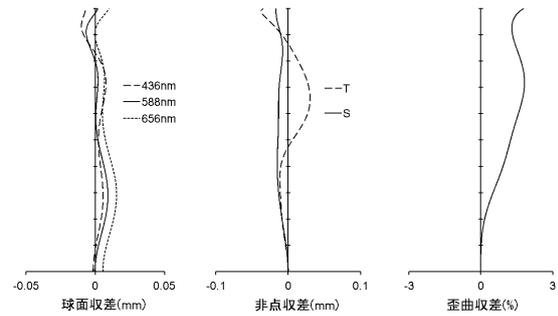
【図1】



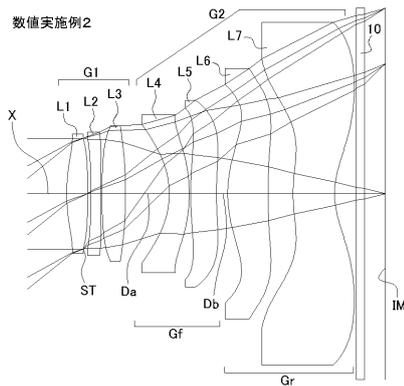
【図2】



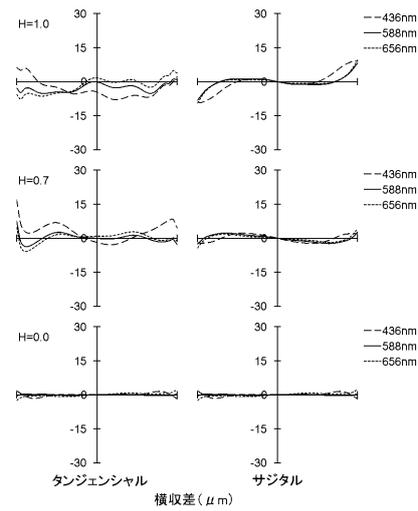
【図3】



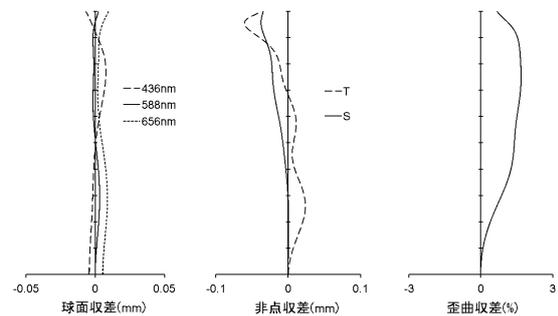
【図4】



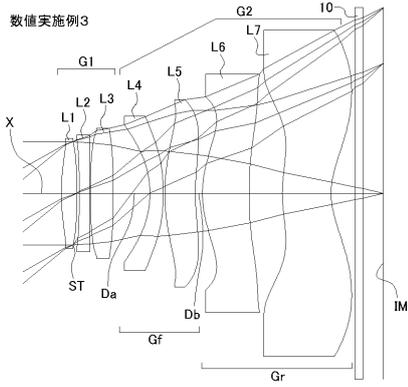
【図5】



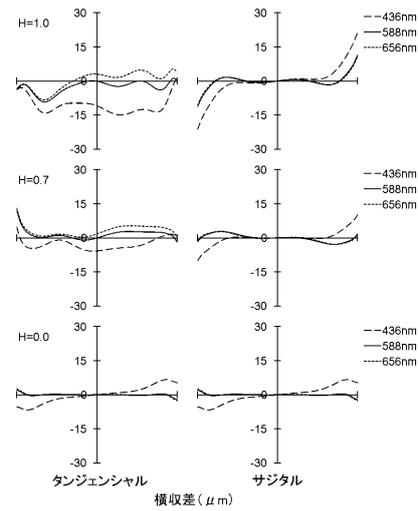
【図6】



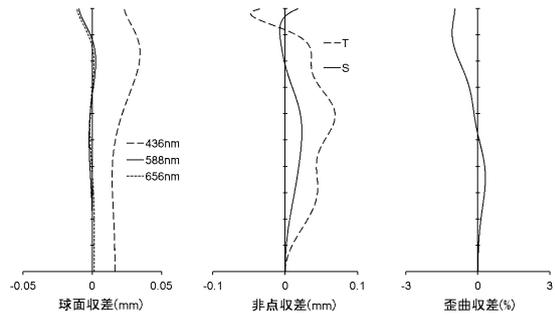
【図7】



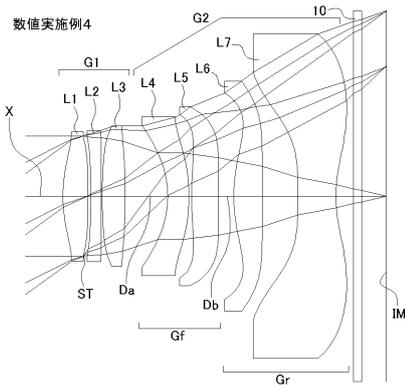
【図8】



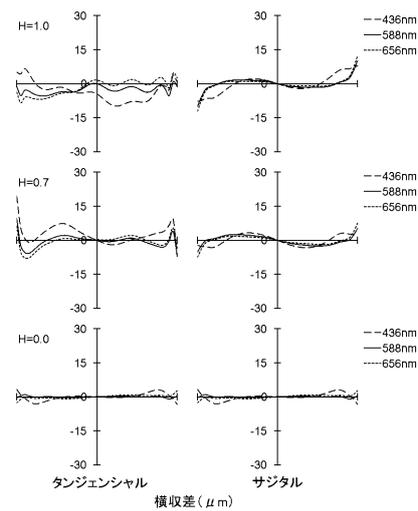
【図9】



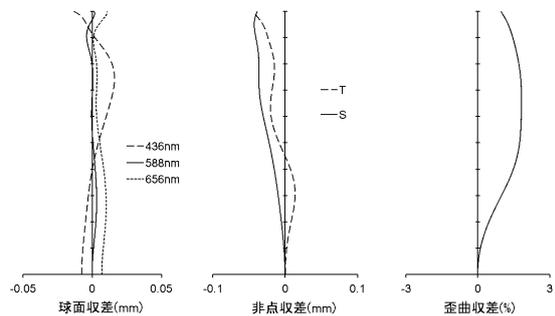
【図10】



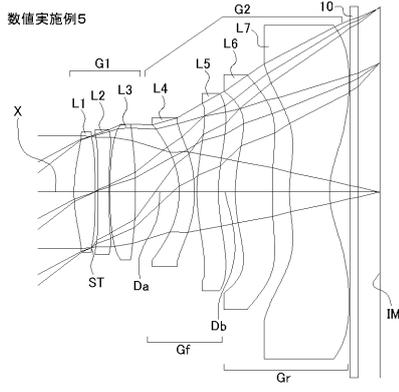
【図11】



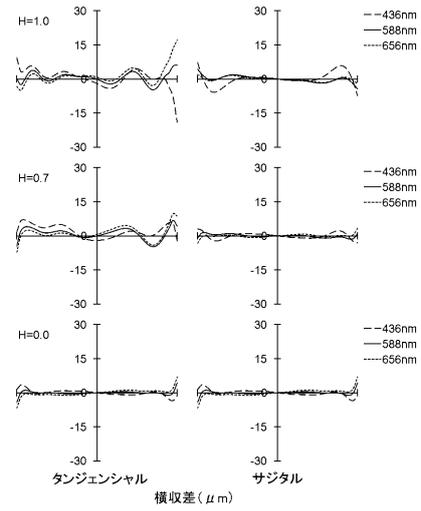
【図12】



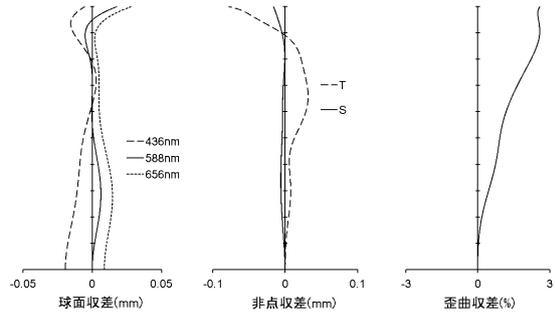
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 平野 整

長野県伊那市西春近 6 5 5 4 番地 3 株式会社オプトロジック内

Fターム(参考) 2H087 KA01 LA01 PA07 PA17 PB07 QA02 QA06 QA14 QA22 QA25
QA37 QA39 QA41 QA45 QA46 RA04 RA05 RA12 RA13 RA32
RA43 UA01