

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6452643号
(P6452643)

(45) 発行日 平成31年1月16日(2019.1.16)

(24) 登録日 平成30年12月21日(2018.12.21)

(51) Int.Cl. F 1
G O 2 B 13/00 (2006.01)
G O 2 B 13/18 (2006.01)

G O 2 B 13/00
 G O 2 B 13/18

請求項の数 12 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2016-96676 (P2016-96676)	(73) 特許権者	391014055
(22) 出願日	平成28年5月13日 (2016.5.13)		カンタツ株式会社
(65) 公開番号	特開2017-203933 (P2017-203933A)		栃木県矢板市片岡 1 1 5 0 番地 2 3
(43) 公開日	平成29年11月16日 (2017.11.16)	(72) 発明者	久保田 洋治
審査請求日	平成30年5月22日 (2018.5.22)		長野県伊那市西春近 6 5 5 4 番地 3 株式
早期審査対象出願			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 1 1 5 0 番地 2 3 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 6 5 5 4 番地 3 株式
			会社オプトロジック内
		(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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像素子上に被写体像を形成する撮像レンズであって、

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 レンズと、正の屈折力を有する第 2 レンズと、第 3 レンズと、第 4 レンズと、第 5 レンズと、負の屈折力を有する第 6 レンズとを配置して構成され、

前記第 6 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に形成され、

レンズ系全体の焦点距離を f 、前記第 6 レンズの像面側の面の曲率半径を $R_6 r$ 、第 4 レンズのアッベ数を d_4 としたとき、

$$-1.0 < R_6 r / f < -1$$

$$1.5 < d_4 < 3.5$$

を満足する撮像レンズ。

【請求項 2】

撮像素子上に被写体像を形成する撮像レンズであって、

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 レンズと、正の屈折力を有する第 2 レンズと、第 3 レンズと、第 4 レンズと、第 5 レンズと、負の屈折力を有する第 6 レンズとを配置して構成され、

前記第 5 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正となる形状に形成され、

前記第 6 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に形成され、

レンズ系全体の焦点距離を f 、前記第 2 レンズの焦点距離を f_2 、前記第 3 レンズの焦点距離を f_3 、前記第 6 レンズの像面側の面の曲率半径を R_{6r} としたとき、

$$\begin{aligned} -1.0 < R_{6r} / f < -1 \\ 0.2 < |f_3 / f_2| < 1.2 \end{aligned}$$

を満足する撮像レンズ。

【請求項 3】

前記第 2 レンズの焦点距離を f_2 、前記第 3 レンズの焦点距離を f_3 としたとき、

$$0.2 < |f_3 / f_2| < 1.2$$

を満足する請求項 1 に記載の撮像レンズ。

【請求項 4】

前記第 4 レンズの物体側の面の曲率半径を R_{4f} 、前記第 4 レンズの像面側の面の曲率半径を R_{4r} としたとき、

$$0.5 < |R_{4f} / R_{4r}| < 2.0$$

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。

【請求項 5】

レンズ系全体の焦点距離を f 、前記第 3 レンズの焦点距離を f_3 としたとき、

$$-2.0 < f_3 / f < -0.5$$

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】

前記第 3 レンズの焦点距離を f_3 、前記第 6 レンズの焦点距離を f_6 としたとき、

$$0.5 < f_3 / f_6 < 1.5$$

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】

レンズ系全体の焦点距離を f 、前記第 6 レンズの焦点距離を f_6 としたとき、

$$-2.0 < f_6 / f < -0.5$$

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。

【請求項 8】

レンズ系全体の焦点距離を f 、前記第 5 レンズと前記第 6 レンズとの間の光軸上の距離を D_{56} としたとき、

$$0.05 < D_{56} / f < 0.2$$

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 5 レンズの光軸上の厚さを T_5 、前記第 6 レンズの光軸上の厚さを T_6 としたとき、

$$0.5 < T_5 / T_6 < 3.0$$

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。

【請求項 10】

レンズ系全体の焦点距離を f 、前記第 5 レンズおよび前記第 6 レンズの合成焦点距離を f_{56} としたとき、

$$-1.0 < f_{56} / f < -0.5$$

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。

【請求項 11】

上記第 2 レンズはメニスカスレンズとなる形状に形成される、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

【請求項 12】

前記第 5 レンズのアッペ数を d_5 としたとき、

$$3.5 < d_5 < 7.5$$

を満足する請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

10

20

30

40

50

【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。

【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カメラが搭載されている。

10

【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。

20

【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、レンズ枚数の増加は撮像レンズの大型化を招き易く、スマートフォン等の小型のカメラへの組み込みに対しては不利になる。撮像レンズの開発においては、撮像レンズを構成するレンズの枚数を抑制しつつ、撮像レンズの高解像度化を図る必要があった。

【0005】

近年になり、撮像素子の高画素化技術の進歩とともにレンズの製造技術が飛躍的に進歩し、レンズ枚数において従来の撮像レンズと同等の撮像レンズを、従来よりも小型に製造することができるようになった。一方で、撮像レンズを構成するレンズ枚数の多寡によってその撮像レンズの光学性能の高さが議論されることがある。撮像レンズが組み込まれるカメラの内蔵スペースの制約から、撮像レンズの小型化は依然として重要であるものの、高解像度の撮像レンズの実現が従来にも増して重要になった。

30

【0006】

6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とされる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できる可能性を秘めている。6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。

【0007】

特許文献1に記載の撮像レンズは、物体側に凸面を向けた正の第1レンズと、像面側に凹面を向けた負の第2レンズと、物体側に凹面を向けた負の第3レンズと、像面側に凸面を向けた正の第4レンズおよび第5レンズと、物体側に凹面を向けた負の第6レンズとが配置されて構成される。この特許文献1の撮像レンズでは、第1レンズおよび第3レンズの焦点距離の比、および第2レンズの焦点距離とレンズ系全体の焦点距離との比に関する条件式を満足することにより歪曲収差および色収差の良好な補正を実現している。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2013-195587号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

携帯電話機やスマートフォンの高機能化や小型化は年々進展しており、撮像レンズに要求される小型化のレベルは以前にも増して高くなってきている。上記特許文献1に記載の撮像レンズは第1レンズの物体側の面から撮像素子の像面までの距離が長いため、こうした要求に応えて撮像レンズのより一層の小型化を図りつつ良好な収差補正を実現するには自ずと限界が生じる。なお、携帯電話機やスマートフォンとは別体にカメラを構成して撮像レンズに対する小型化の要求レベルを緩和する方法もある。しかし、カメラ内蔵型の携帯電話機やスマートフォンの方が利便性や携帯性の面から優位であるため、小型で高解像度の撮像レンズへの要求が依然として存在する。

10

【0010】

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、近年特に高機能化や小型化が進んでいる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】

本発明の目的は、小型でありながらも諸収差を良好に補正す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】

20

上記目的を達成するために本発明の撮像レンズは、撮像素子上に被写体像を形成する撮像レンズであって、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レンズと、正の屈折力を有する第2レンズと、第3レンズと、第4レンズと、第5レンズと、負の屈折力を有する第6レンズとを配置して構成される。第6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に形成される。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6レンズの像面側の面の曲率半径を $R_6 r$ 、第4レンズのアッペ数を d_4 としたとき、次の条件式(1)および(15)を満足する。

$$-1.0 < R_6 r / f < -1 \quad (1)$$

$$1.5 < d_4 < 3.5 \quad (15)$$

【0013】

30

さらに、本発明の撮像レンズは、撮像素子上に被写体像を形成する撮像レンズであって、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レンズと、正の屈折力を有する第2レンズと、第3レンズと、第4レンズと、第5レンズと、負の屈折力を有する第6レンズとを配置して構成され、第5レンズが、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正となる形状に形成されるとともに、第6レンズが、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に形成される。当該構成において本発明の撮像レンズは、レンズ系全体の焦点距離を f 、第2レンズの焦点距離を f_2 、第3レンズの焦点距離を f_3 、第6レンズの像面側の面の曲率半径を $R_6 r$ としたとき次の条件式(1)および(3)を満足する。

$$-1.0 < R_6 r / f < -1 \quad (1)$$

$$0.2 < |f_3 / f_2| < 1.2 \quad (3)$$

40

【0014】

本発明の撮像レンズでは、正の屈折力を有する第1および第2レンズによって撮像レンズの小型化が好適に図られるとともに、条件式(1)を満足することにより諸収差が良好に補正される。条件式(1)は、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(1)は、撮像レンズから出射した光線の撮像素子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。

50

【 0 0 1 5 】

条件式 (1) において上限値「 - 1 」を超えると、画像周辺部において非点隔差が増大するとともに歪曲収差が正方向 (像面側) に増大するため、良好な結像性能を得ることが困難になる。また、撮像レンズから出射した光線の像面への入射角度が大きくなり、当該入射角度を C R A の範囲内に抑制することが困難になる。一方、下限値「 - 1 0 」を下回ると、非点収差の補正には有利となるものの、画像周辺部において歪曲収差が負方向 (物体側) に増大するため、良好な結像性能を得ることが困難になる。また、撮像レンズから出射した光線の入射角度が小さくなり、当該入射角度を C R A の範囲内に抑制することが困難になる。

条件式 (1 5) を満足することにより、色収差がより良好に補正される。

10

【 0 0 1 6 】

条件式 (3) は、色収差および非点収差を良好に補正するための条件である。上限値「 1 . 2 」を超えると、軸外光束に対する倍率色収差の補正には有利となるものの、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。また、非点収差のうちサジタル像面が物体側に湾曲し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になる。一方、下限値「 0 . 2 」を下回ると、軸上色収差の補正には有利となるものの、軸外光束に対する倍率色収差が補正過剰になる。また、非点収差が増大するため、良好な結像性能を得ることが困難になる。

【 0 0 1 7 】

上記構成の撮像レンズは、第 4 レンズの物体側の面の曲率半径を R 4 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 (2) を満足することが望ましい。

20

$$0 . 5 < | R 4 f / R 4 r | < 2 . 0 \quad (2)$$

【 0 0 1 8 】

条件式 (2) は、像面湾曲、倍率色収差、および非点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「 2 . 0 」を超えると、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。また、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) となり、良好な結像性能を得ることが困難になる。一方、下限値「 0 . 5 」を下回ると、倍率色収差の補正には有利となるものの、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になる。

30

【 0 0 1 9 】

上記構成の撮像レンズは、レンズ系全体の焦点距離を f、第 3 レンズの焦点距離を f 3 としたとき、次の条件式 (4) を満足することが望ましい。

$$- 2 . 0 < f 3 / f < - 0 . 5 \quad (4)$$

【 0 0 2 0 】

条件式 (4) は、色収差および球面収差を良好に補正するための条件である。上限値「 - 0 . 5 」を超えると、軸上色収差の補正には有利となる。しかし、軸外光束に対する倍率色収差が補正過剰になるとともに、球面収差が正方向に増大して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「 - 2 . 0 」を下回ると、軸外光束に対する倍率色収差の補正には有利となるものの、軸上色収差が補正不足になる。また、球面収差が負方向に増大して補正不足の状態になるため、良好な結像性能を得ることが困難になる。

40

【 0 0 2 1 】

上記構成の撮像レンズは、第 3 レンズの焦点距離を f 3、第 6 レンズの焦点距離を f 6 としたとき、次の条件式 (5) を満足することが望ましい。

$$0 . 5 < f 3 / f 6 < 1 . 5 \quad (5)$$

【 0 0 2 2 】

条件式 (5) は、色収差、歪曲収差、および球面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「 1 . 5 」を超えると、歪曲収差や倍率色収

50

差の補正には有利となる。しかし、軸上色収差が補正不足になるとともに球面収差が補正不足になるため、良好な結像性能を得ることが困難になる。一方、下限値「0.5」を下回ると、軸上色収差の補正には有利となるものの、歪曲収差が正方向に増大するとともに球面収差が補正過剰になる。また、軸外光束に対する倍率色収差が補正過剰になるため、良好な結像性能を得ることが困難になる。

【0023】

上記構成の撮像レンズは、レンズ系全体の焦点距離を f 、第6レンズの焦点距離を f_6 としたとき、次の条件式(6)を満足することが望ましい。

$$-2.0 < f_6 / f < -0.5 \quad (6)$$

【0024】

条件式(6)は、撮像レンズの小型化を図りつつ、倍率色収差、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。上限値「-0.5」を超えると、撮像レンズの小型化には有利となる。しかし、倍率色収差が補正過剰になり、良好な結像性能を得ることが困難になる。また、撮像レンズから出射した光線の入射角度が大きくなり、当該入射角度をCRAの範囲内に抑制することが困難になる。一方、下限値「-2.0」を下回ると、軸外光束に対する倍率色収差の補正には有利となるものの、撮像レンズの小型化が困難になる。また、非点収差のうちタンジェンシャル像面が像面側に湾曲し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になる。

【0025】

上記構成の撮像レンズは、レンズ系全体の焦点距離を f 、第3レンズと第4レンズとの間の光軸上の距離を D_{34} としたとき、次の条件式(7)を満足することが望ましい。

$$0.05 < D_{34} / f < 0.2 \quad (7)$$

【0026】

条件式(7)は、歪曲収差、非点収差、像面湾曲、および倍率色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「0.2」を超えると、歪曲収差が正方向に増大するとともに像面湾曲が補正過剰になる。また、非点隔差が増大するとともに、軸外光束に対する倍率色収差が補正過剰になる。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「0.05」を下回ると、歪曲収差が負方向に増大するとともに像面湾曲が補正不足となる。また、非点隔差が増大するとともに球面収差が補正過剰になり、良好な結像性能を得ることが困難になる。

【0027】

上記構成の撮像レンズは、レンズ系全体の焦点距離を f 、第4レンズと第5レンズとの間の光軸上の距離を D_{45} としたとき、次の条件式(8)を満足することが望ましい。

$$0.02 < D_{45} / f < 0.2 \quad (8)$$

【0028】

条件式(8)は、歪曲収差、非点収差、球面収差、および倍率色収差を良好に補正するための条件である。上限値「0.2」を超えると、球面収差および像面湾曲が共に補正不足になるとともに非点隔差が増大する。また、歪曲収差が負方向に増大するとともに、軸外光束に対する倍率色収差が補正過剰になるため、良好な結像性能を得ることが困難になる。一方、下限値「0.02」を下回ると、歪曲収差の補正には有利となるものの、球面収差および像面湾曲が共に補正過剰になるとともに非点隔差が増大することとなり、良好な結像性能を得ることが困難になる。

【0029】

上記構成の撮像レンズは、レンズ系全体の焦点距離を f 、第5レンズと第6レンズとの間の光軸上の距離を D_{56} としたとき、次の条件式(9)を満足することが望ましい。

$$0.05 < D_{56} / f < 0.2 \quad (9)$$

【0030】

条件式(9)は、撮像レンズから出射した光線の入射角度をCRAの範囲内に抑制しつつ、歪曲収差、非点収差、および倍率色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「0.2」を超えると、上記入射角度をCRAの範囲内

10

20

30

40

50

に抑制し易くなるものの、非点収差のうち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。よって、良好な結像性能を得ることが困難になる。一方、下限値「0.05」を下回ると、歪曲収差が正方向に増大するとともに、軸外光束に対する倍率色収差が補正過剰になる。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になる。

【0031】

上記構成の撮像レンズは、第5レンズの光軸上の厚さをT5、第6レンズの光軸上の厚さをT6としたとき、次の条件式(10)を満足することが望ましい。

$$0.5 < T5 / T6 < 3.0 \quad (10)$$

【0032】

条件式(10)は、像面湾曲および非点収差を良好に補正するための条件である。上限値「3.0」を超えると、像面湾曲が補正過剰になるとともに、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。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「0.5」を下回ると、像面湾曲が補正不足になるとともに非点収差が増大するため、良好な結像性能を得ることが困難になる。

【0033】

上記構成の撮像レンズは、レンズ系全体の焦点距離をf、第5レンズおよび第6レンズの合成焦点距離をf56としたとき、次の条件式(11)を満足することが望ましい。

$$-1.0 < f56 / f < -0.5 \quad (11)$$

【0034】

条件式(11)は、色収差、非点収差、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「-0.5」を超えると、倍率色収差の補正には有利となるものの、軸上色収差が補正不足になる。また、非点収差のうちタンジェンシャ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になる。一方、下限値「-1.0」を下回ると、軸上色収差の補正には有利となるものの、非点収差のうちタンジェンシャル像面が像面側に倒れて非点隔差が増大する。また、球面収差が補正過剰となり、良好な結像性能を得ることが困難になる。

【0035】

上記構成の撮像レンズは、色収差を良好に補正するために、第1レンズのアッペ数をd1、第2レンズのアッペ数をd2、および第3レンズのアッペ数をd3としたとき、以下の条件式(12)～(14)を満足することが望ましい。

$$3.5 < d1 < 7.5 \quad (12)$$

$$3.5 < d2 < 7.5 \quad (13)$$

$$1.5 < d3 < 3.5 \quad (14)$$

【0036】

また、上記構成の撮像レンズは、色収差をより良好に補正するために、第5レンズのアッペ数をd5、および第6レンズのアッペ数をd6としたとき、以下の条件式(16)および(17)を満足することが望ましい。

$$3.5 < d5 < 7.5 \quad (16)$$

$$3.5 < d6 < 7.5 \quad (17)$$

【0037】

上記構成の撮像レンズにおいて、第6レンズの像面側の面は、光軸に直交する方向の光軸からの距離が長くなるにつれて曲率が単調に大きくなるような非球面に形成されることが望ましい。

【0038】

上述のように、撮像素子にはCRAが定められており、良好な結像性能を得るためには、撮像レンズから出射した光線の像面への入射角度をCRAの範囲内に抑制する必要がある。撮像レンズの一層の小型化を図ろうとすると、第6レンズの像面側の面から出射する光線の出射角度がレンズ周辺部において大きくなるため、画像全体にわたって像面への入射角度をCRAの範囲内に抑制することが困難になる。この点、本発明の第6レンズでは

10

20

30

40

50

、その像面側の面が、レンズの周辺部に向かうについで曲率が大きくなるような非球面、すなわち、レンズ周辺部での曲率が大きくなる形状に形成されるため、レンズ周辺部からの光線の出射角度が小さく保たれ、画像全体にわたって像面への入射角度がC R Aの範囲内に好適に抑制される。

【0039】

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。

【発明の効果】

【0040】

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み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。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】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】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。

【図7】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】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】数値実施例5に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【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。

。

【図16】数値実施例6に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図17】図16に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図18】図16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19】数値実施例7に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図20】図19に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図21】図19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】

【0042】

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。

。

【0043】

10

20

30

40

50

図 1、図 4、図 7、図 10、図 13、図 16、および図 19 は、本実施の形態の数値実施例 1 ~ 7 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。

【0044】

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 L1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ L2 と、第 3 レンズ L3 と、第 4 レンズ L4 と、第 5 レンズ L5 と、負の屈折力を有する第 6 レンズ L6 とが配列されて構成される。第 6 レンズ L6 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。

10

【0045】

第 1 レンズ L1 は、物体側の面の曲率半径 r_1 および像面側の面の曲率半径 r_2 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。当該第 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ず、種々の形状に形成することが可能である。数値実施例 3 および 6 の第 1 レンズ L1 は像面側の面の曲率半径 r_2 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。この他にも、第 1 レンズ L1 は、上記曲率半径 r_1 が無限大となり、上記曲率半径 r_2 が負となる形状であって、光軸 X の近傍において物体側に平面を向けた平凸レンズとなる形状や、上記曲率半径 r_1 および上記曲率半径 r_2 が共に負となる形状であって、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てもよい。

20

【0046】

本実施の形態に係る撮像レンズでは、第 1 レンズ L1 と第 2 レンズ L2 との間に開口絞り ST を設けている。このような位置に開口絞り ST を設けることにより、カメラにおける撮像レンズの存在感が強調されるため、当該カメラの意匠の一部として高級感やレンズ性能の高さ等をユーザに訴えることが可能となる。なお、開口絞り ST の位置は本数値実施例 1 に記載の位置に限定されない。例えば、撮像レンズの組立性の向上等を目的として、第 1 レンズ L1 の物体側に開口絞り ST を設けるようにしてもよい。

【0047】

第 2 レンズ L2 は、物体側の面の曲率半径 r_3 が正となり、像面側の面の曲率半径 r_4 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。当該第 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ない。数値実施例 2、3、4、6、及び 7 の撮像レンズは、上記曲率半径 r_3 および上記曲率半径 r_4 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の例である。一方、数値実施例 5 に係る撮像レンズは、上記曲率半径 r_3 および上記曲率半径 r_4 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の例である。

30

【0048】

第 3 レンズ L3 は、負の屈折力を有するとともに、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なる形状に形成される。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ないものの、像面側の面の曲率半径 r_6 が正となる形状が望ましい。数値実施例 3 の撮像レンズは、上記曲率半径 r_5 が負となり、上記曲率半径 r_6 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の例である。

40

【0049】

第 4 レンズ L4 は正の屈折力を有するとともに、物体側の面の曲率半径 r_7 および像面側の面の曲率半径 r_8 が共に負となる形状であって、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。この第 4 レンズ L4 の屈折力は正に限定されない。数値実施例 4 および 5 に係る撮像レンズは、第 4 レンズ L4 の屈折力が負となるレンズ構成の例である。また、第 4 レンズ L4 の形状についても本数値実施例 1 に

50

係る形状に限定されない。数値実施例 2 の撮像レンズは、上記曲率半径 r_7 が正となり、上記曲率半径 r_8 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の例である。一方、数値実施例 4 の撮像レンズは、上記曲率半径 r_7 および上記曲率半径 r_8 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の例である。また、第 4 レンズ L 4 は、光軸近傍において上記曲率半径 r_7 および上記曲率半径 r_8 が共に無限大となり、レンズ周辺部で屈折力を有するような形状に形成されてもよい。

【0050】

第 5 レンズ L 5 は正の屈折力を有するとともに、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。当該 5 レンズ L 5 の屈折力は正に限定されない。数値実施例 6 および 7 に係る撮像レンズは、第 5 レンズ L 5 の屈折力が負となるレンズ構成の例である。また、第 5 レンズ L 5 の形状についても数値実施例 1 に係る形状に限定されず、メニスカスレンズとなる形状であればよい。数値実施例 7 の撮像レンズは、上記曲率半径 r_9 および上記曲率半径 r_{10} 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の例である。なお、第 5 レンズ L 5 は、光軸近傍において上記曲率半径 r_9 および上記曲率半径 r_{10} が共に無限大となり、レンズ周辺部で屈折力を有するような形状に形成されてもよい。

【0051】

第 6 レンズ L 6 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 6 レンズ L 6 の像面側の面は、変曲点を有しない非球面形状に形成される。詳しくは、第 6 レンズ L 6 の像面側の面は、光軸 X に直交する方向の光軸からの距離が長くなるにつれて曲率が単調に大きくなるような非球面に形成されている。

【0052】

上記第 5 レンズ L 5 の像面側の面および上記第 6 レンズ L 6 の物体側の面は変曲点を有する非球面形状に形成される。第 5 レンズ L 5 および第 6 レンズ L 6 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 の範囲内により好適に抑制されることになる。

【0053】

本実施の形態に係る撮像レンズは、以下に示す条件式 (1) ~ (11) を満足する。

$$-1.0 < R6r/f < -1 \quad (1)$$

$$0.5 < |R4f/R4r| < 2.0 \quad (2)$$

$$0.2 < |f3/f2| < 1.2 \quad (3)$$

$$-2.0 < f3/f < -0.5 \quad (4)$$

$$0.5 < f3/f6 < 1.5 \quad (5)$$

$$-2.0 < f6/f < -0.5 \quad (6)$$

$$0.05 < D34/f < 0.2 \quad (7)$$

$$0.02 < D45/f < 0.2 \quad (8)$$

$$0.05 < D56/f < 0.2 \quad (9)$$

$$0.5 < T5/T6 < 3.0 \quad (10)$$

$$-1.0 < f56/f < -0.5 \quad (11)$$

但し、

f : レンズ系全体の焦点距離

$f2$: 第 2 レンズ L 2 の焦点距離

$f3$: 第 3 レンズ L 3 の焦点距離

$f6$: 第 6 レンズ L 6 の焦点距離

$f56$: 第 5 レンズ L 5 および第 6 レンズ L 6 の合成焦点距離

$R4f$: 第 4 レンズ L 4 の物体側の面の曲率半径 (= r_7)

R_{4r} : 第4レンズL4の像面側の面の曲率半径 (= r_8)
 R_{6r} : 第6レンズL6の像面側の面の曲率半径 (= r_{12})
 D_{34} : 第3レンズL3と第4レンズL4との間の光軸上の距離
 D_{45} : 第4レンズL4と第5レンズL5との間の光軸上の距離
 D_{56} : 第5レンズL5と第6レンズL6との間の光軸上の距離
 T_5 : 第5レンズL5の光軸上の厚さ
 T_6 : 第6レンズL6の光軸上の厚さ

【0054】

本実施の形態に係る撮像レンズは、さらに次の条件式(12)～(17)を満足する。

$$\begin{aligned}
 3.5 < d_1 < 7.5 & (12) \\
 3.5 < d_2 < 7.5 & (13) \\
 1.5 < d_3 < 3.5 & (14) \\
 1.5 < d_4 < 3.5 & (15) \\
 3.5 < d_5 < 7.5 & (16) \\
 3.5 < d_6 < 7.5 & (17)
 \end{aligned}$$

10

但し、

d_1 : 第1レンズL1のアッベ数
 d_2 : 第2レンズL2のアッベ数
 d_3 : 第3レンズL3のアッベ数
 d_4 : 第4レンズL4のアッベ数
 d_5 : 第5レンズL5のアッベ数
 d_6 : 第6レンズL6のアッベ数

20

【0055】

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。

【0056】

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】

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

30

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

40

【0057】

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_{no} 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、 d はアッベ数を示す。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。

【0058】

数値実施例1

基本的なレンズデータ

【表 1】

f=5.00mm Fno=1.97 $\omega=35.0^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*	2.172	0.507	1.5348	55.7	f1=4.439
	2*(ST)	23.418	0.088			
L2	3*	62.059	0.930	1.5348	55.7	f2=7.188
	4*	-4.077	0.030			
L3	5*	13.009	0.185	1.6503	21.5	f3=-5.353
	6*	2.731	0.519	(=D34)		
L4	7*	-3.824	0.578	1.6142	25.6	f4=31.940
	8*	-3.384	0.356	(=D45)		
L5	9*	2.440	0.636	1.5348	55.7	f5=33.868
	10*	2.564	0.537	(=D56)		
L6	11*	-2.831	0.585	1.5348	55.7	f6=-6.187
	12*	-21.039	0.100			
	13	∞	0.210	1.5168	64.2	
	14	∞	0.543			
(IM)		∞				

10

【 0 0 5 9 】

f56=-8.684mm

T5=0.636mm

T6=0.585mm

20

【表 2】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	-2.865E-02	5.884E-03	-7.544E-02	1.114E-01	-1.201E-01	6.396E-02	-1.280E-02
2	0	-2.211E-02	-2.310E-02	-8.985E-03	2.161E-02	-2.415E-02	1.504E-02	-3.777E-03
3	0	2.807E-02	-5.775E-03	1.103E-02	-1.337E-03	1.671E-02	-1.450E-02	3.161E-03
4	0	3.791E-02	-7.263E-02	8.920E-02	-9.100E-02	5.844E-02	-1.912E-02	2.272E-03
5	0	-1.796E-01	5.171E-02	-3.727E-02	4.113E-02	-1.528E-02	3.716E-03	-8.146E-04
6	0	-1.747E-01	9.424E-02	-5.710E-02	2.347E-02	3.570E-03	-6.929E-03	2.056E-03
7	0	3.260E-02	-7.024E-02	9.834E-02	-1.217E-01	6.509E-02	-1.853E-02	1.120E-03
8	0	-8.894E-02	8.145E-02	-4.299E-02	2.172E-03	8.205E-03	-5.473E-03	1.319E-03
9	0	-2.250E-01	9.241E-02	-4.747E-02	1.902E-02	-5.979E-03	8.511E-04	-1.171E-06
10	0	-1.417E-01	3.036E-02	-6.219E-03	3.649E-04	1.686E-04	-2.906E-05	9.905E-07
11	0	-2.327E-02	5.474E-03	6.025E-04	4.197E-06	-2.712E-05	2.340E-06	-2.280E-08
12	0	-2.773E-02	9.926E-03	-1.636E-03	6.048E-05	9.800E-06	-1.086E-06	3.279E-08

30

【 0 0 6 0 】

各条件式の値を以下に示す。

R6r/f=-4.21

|R4f/R4r|=1.13

|f3/f2|=0.74

f3/f=-1.07

f3/f6=0.87

f6/f=-1.24

D34/f=0.10

D45/f=0.07

D56/f=0.11

T5/T6=1.09

f56/f=-1.74

40

50

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。第 1 レンズ L 1 の物体側の面から像面 I M までの光軸上の距離（フィルタ 1 0 は空気換算長）は 5 . 7 3 2 mm であり、撮像レンズの小型化が図られている。

【 0 0 6 1 】

図 2 は、最大像高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 1 1、図 1 4、図 1 7、および図 2 0 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 1 2、図 1 5、図 1 8、および図 2 1 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。

10

【 0 0 6 2 】

数値実施例 2

基本的なレンズデータ

【表 3】

$f=5.07\text{mm}$ $Fno=2.18$ $\omega=34.6^\circ$

	i	r	d	n d	νd	[mm]
		∞	∞			
L1	1* 2*(ST)	2.294 65.389	0.523 0.168	1.5348	55.7	$f1=4.433$
L2	3* 4*	-7.269 -3.165	0.589 0.043	1.5348	55.7	$f2=9.980$
L3	5* 6*	12.655 3.098	0.282 0.799	1.6503 (=D34)	21.5	$f3=-6.382$
L4	7* 8*	89.212 -85.067	0.381 0.377	1.6142 (=D45)	25.6	$f4=70.954$
L5	9* 10*	2.152 2.518	0.647 0.480	1.5348 (=D56)	55.7	$f5=17.156$
L6	11* 12*	-2.909 -20.173	0.605 0.100	1.5348	55.7	$f6=-6.435$
	13	∞	0.210	1.5168	64.2	
	14	∞	0.600			
(IM)		∞				

20

30

【 0 0 6 3 】

$f56=-12.969\text{mm}$

$T5=0.647\text{mm}$

$T6=0.605\text{mm}$

【表 4】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	-2.692E-02	9.316E-03	-8.017E-02	1.220E-01	-1.226E-01	6.307E-02	-1.235E-02
2	0	-3.010E-02	-1.722E-02	-4.431E-03	2.087E-02	-2.030E-02	1.343E-02	-3.668E-03
3	0	3.456E-02	-1.087E-02	9.471E-03	1.704E-03	1.842E-02	-1.623E-02	3.470E-03
4	0	5.285E-02	-8.893E-02	1.021E-01	-9.374E-02	5.507E-02	-1.598E-02	1.632E-03
5	0	-1.652E-01	5.051E-02	-3.245E-02	3.253E-02	-1.103E-02	1.493E-03	-9.939E-05
6	0	-1.851E-01	1.116E-01	-7.913E-02	5.353E-02	-1.749E-02	7.893E-04	6.998E-04
7	0	-1.136E-02	-3.660E-02	7.062E-02	-8.119E-02	3.936E-02	-9.096E-03	5.715E-04
8	0	-1.366E-01	1.250E-01	-7.186E-02	8.515E-03	9.790E-03	-5.874E-03	1.091E-03
9	0	-2.500E-01	9.359E-02	-4.967E-02	2.134E-02	-7.284E-03	1.113E-03	-5.552E-06
10	0	-1.484E-01	2.914E-02	-5.570E-03	3.415E-04	1.494E-04	-2.686E-05	9.678E-07
11	0	-2.392E-02	6.575E-03	1.564E-04	8.575E-05	-3.812E-05	3.225E-06	-4.240E-08
12	0	-2.156E-02	7.804E-03	-1.431E-03	6.737E-05	8.209E-06	-1.059E-06	3.564E-08

10

【0064】

各条件式の値を以下に示す。

$$R6r/f=-3.98$$

$$|R4f/R4r|=1.05$$

$$|f3/f2|=0.64$$

$$f3/f=-1.26$$

$$f3/f6=0.99$$

$$f6/f=-1.27$$

$$D34/f=0.16$$

$$D45/f=0.07$$

$$D56/f=0.09$$

$$T5/T6=1.07$$

$$f56/f=-2.56$$

20

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。第 1 レンズ L 1 の物体側の面から像面 I M までの光軸上の距離（フィルタ 10 は空気換算長）は 5.732 mm であり、撮像レンズの小型化が図られている。

30

【0065】

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。

【0066】

数値実施例 3

基本的なレンズデータ

【表 5】

f=5.02mm Fno=1.97 $\omega=34.9^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*	2.238	0.543	1.5348	55.7	f1=4.018
	2*(ST)	-49.092	0.199			
L2	3*	-7.363	0.648	1.5348	55.7	f2=8.825
	4*	-2.964	0.102			
L3	5*	-44.861	0.241	1.6503	21.5	f3=-5.153
	6*	3.630	0.526	(=D34)		
L4	7*	-4.221	0.507	1.6142	25.6	f4=19.645
	8*	-3.270	0.360	(=D45)		
L5	9*	2.470	0.632	1.5348	55.7	f5=40.930
	10*	2.536	0.515	(=D56)		
L6	11*	-2.872	0.632	1.5348	55.7	f6=-6.368
	12*	-19.750	0.100			
	13	∞	0.210	1.5168	64.2	
	14	∞	0.589			
(IM)		∞				

10

【 0 0 6 7 】

f56=-8.554mm

T5=0.632mm

T6=0.632mm

20

【表 6】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	-2.872E-02	5.810E-03	-7.546E-02	1.114E-01	-1.197E-01	6.404E-02	-1.292E-02
2	0	-2.332E-02	-1.970E-02	-8.639E-03	2.121E-02	-2.367E-02	1.550E-02	-4.017E-03
3	0	4.465E-02	-6.590E-03	1.054E-02	-1.721E-04	1.770E-02	-1.531E-02	3.327E-03
4	0	4.829E-02	-7.147E-02	8.883E-02	-9.111E-02	5.869E-02	-1.865E-02	2.218E-03
5	0	-1.808E-01	4.898E-02	-3.577E-02	4.245E-02	-1.596E-02	3.539E-03	-6.353E-04
6	0	-1.713E-01	9.174E-02	-5.773E-02	2.435E-02	3.641E-03	-7.007E-03	2.033E-03
7	0	3.805E-02	-6.926E-02	9.963E-02	-1.215E-01	6.509E-02	-1.810E-02	1.056E-03
8	0	-7.863E-02	8.382E-02	-4.335E-02	1.588E-03	8.100E-03	-5.489E-03	1.314E-03
9	0	-2.269E-01	9.307E-02	-4.732E-02	1.905E-02	-5.908E-03	8.398E-04	-4.881E-06
10	0	-1.460E-01	3.083E-02	-6.181E-03	3.532E-04	1.673E-04	-2.864E-05	9.672E-07
11	0	-2.305E-02	5.205E-03	6.072E-04	6.299E-06	-2.724E-05	2.324E-06	-1.965E-08
12	0	-2.737E-02	9.732E-03	-1.593E-03	5.875E-05	9.749E-06	-1.080E-06	3.212E-08

30

【 0 0 6 8 】

各条件式の値を以下に示す。

R6r/f=-3.93

|R4f/R4r|=1.29

|f3/f2|=0.58

f3/f=-1.03

f3/f6=0.81

f6/f=-1.27

D34/f=0.10

D45/f=0.07

D56/f=0.10

T5/T6=1.00

f56/f=-1.70

40

50

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。第 1 レンズ L 1 の物体側の面から像面 I M までの光軸上の距離（フィルタ 1 0 は空気換算長）は 5 . 7 3 2 mm であり、撮像レンズの小型化が図られている。

【 0 0 6 9 】

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。

【 0 0 7 0 】

数値実施例 4

基本的なレンズデータ

【表 7】

f=5.13mm Fno=2.00 $\omega=34.3^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*	2.238	0.518	1.5348	55.7	f1=4.367
	2*(ST)	49.357	0.182			
L2	3*	-7.010	0.597	1.5348	55.7	f2=10.087
	4*	-3.139	0.031			
L3	5*	11.516	0.273	1.6503	21.5	f3=-6.710
	6*	3.135	0.818	(=D34)		
L4	7*	47.016	0.362	1.6142	25.6	f4=-101.330
	8*	26.705	0.372	(=D45)		
L5	9*	2.121	0.659	1.5348	55.7	f5=15.810
	10*	2.524	0.486	(=D56)		
L6	11*	-2.912	0.666	1.5348	55.7	f6=-6.557
	12*	-18.541	0.100			
	13	∞	0.210	1.5168	64.2	
	14	∞	0.542			
(IM)		∞				

【 0 0 7 1 】

f56=-14.525mm

T5=0.659mm

T6=0.666mm

【表 8】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	-2.688E-02	8.887E-03	-8.019E-02	1.214E-01	-1.226E-01	6.317E-02	-1.233E-02
2	0	-2.989E-02	-1.808E-02	-4.497E-03	2.086E-02	-2.045E-02	1.337E-02	-3.563E-03
3	0	3.497E-02	-9.953E-03	9.446E-03	1.577E-03	1.838E-02	-1.625E-02	3.461E-03
4	0	5.312E-02	-8.872E-02	1.023E-01	-9.381E-02	5.499E-02	-1.606E-02	1.649E-03
5	0	-1.660E-01	5.095E-02	-3.198E-02	3.272E-02	-1.096E-02	1.476E-03	-1.253E-04
6	0	-1.851E-01	1.117E-01	-7.777E-02	5.380E-02	-1.767E-02	7.232E-04	7.930E-04
7	0	-1.576E-02	-3.730E-02	7.054E-02	-8.131E-02	3.932E-02	-9.131E-03	5.440E-04
8	0	-1.409E-01	1.247E-01	-7.193E-02	8.501E-03	9.786E-03	-5.871E-03	1.093E-03
9	0	-2.501E-01	9.351E-02	-4.968E-02	2.133E-02	-7.286E-03	1.113E-03	-5.593E-06
10	0	-1.478E-01	2.914E-02	-5.581E-03	3.404E-04	1.492E-04	-2.688E-05	9.633E-07
11	0	-2.394E-02	6.574E-03	1.563E-04	8.575E-05	-3.816E-05	3.224E-06	-4.213E-08
12	0	-2.118E-02	7.842E-03	-1.430E-03	6.739E-05	8.190E-06	-1.058E-06	3.557E-08

【 0 0 7 2 】

各条件式の値を以下に示す。

R6r/f=-3.61

$$|R4f/R4r|=1.76$$

$$|f3/f2|=0.67$$

$$f3/f=-1.31$$

$$f3/f6=1.02$$

$$f6/f=-1.28$$

$$D34/f=0.16$$

$$D45/f=0.07$$

$$D56/f=0.09$$

$$T5/T6=0.99$$

$$f56/f=-2.83$$

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。第 1 レンズ L 1 の物体側の面から像面 I M までの光軸上の距離（フィルタ 1 0 は空気換算長）は 5 . 7 4 4 mm であり、撮像レンズの小型化が図られている。

【 0 0 7 3 】

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 7 4 】

数値実施例 5

20

基本的なレンズデータ

【表 9】

$$f=5.49\text{mm} \quad Fno=2.17 \quad \omega=32.6^\circ$$

	i	r	d	n d	νd	[mm]
		∞	∞			
L1	1* 2*(ST)	2.287 27.158	0.519 0.038	1.5348	55.7	f1=4.637
L2	3* 4*	8.632 104.900	0.779 0.046	1.5348	55.7	f2=17.539
L3	5* 6*	11.690 3.415	0.247 0.642	1.6503 (=D34)	21.5	f3=-7.508
L4	7* 8*	-7.379 -9.343	0.542 0.503	1.6142 (=D45)	25.6	f4=-63.845
L5	9* 10*	2.000 2.708	0.481 0.941	1.5348 (=D56)	55.7	f5=11.565
L6	11* 12*	-2.855 -14.763	0.414 0.100	1.5348	55.7	f6=-6.698
	13	∞	0.210	1.5168	64.2	
	14	∞	0.544			
(IM)		∞				

30

【 0 0 7 5 】

$$f56=-25.637\text{mm}$$

$$T5=0.481\text{mm}$$

$$T6=0.414\text{mm}$$

40

【表 10】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	-2.793E-02	7.178E-04	-8.124E-02	1.294E-01	-1.213E-01	5.877E-02	-1.138E-02
2	0	-4.139E-02	3.907E-03	-2.790E-02	5.134E-02	-5.109E-02	2.425E-02	-4.553E-03
3	0	1.045E-02	3.201E-02	-2.796E-02	5.620E-02	-5.726E-02	2.699E-02	-5.298E-03
4	0	7.741E-03	-5.130E-02	1.086E-01	-1.286E-01	7.041E-02	-2.013E-02	2.451E-03
5	0	-1.031E-01	4.931E-02	-2.892E-02	2.893E-02	-1.453E-02	4.166E-03	-7.346E-04
6	0	-8.813E-02	7.940E-02	-5.528E-02	1.216E-03	6.403E-02	-5.382E-02	1.518E-02
7	0	-5.052E-02	-1.158E-02	2.845E-02	-6.309E-02	4.081E-02	-1.279E-02	2.917E-04
8	0	-1.237E-01	8.648E-02	-4.983E-02	5.278E-03	9.637E-03	-5.935E-03	1.153E-03
9	0	-2.241E-01	8.108E-02	-4.820E-02	2.106E-02	-5.895E-03	7.952E-04	-3.267E-05
10	0	-1.472E-01	2.706E-02	-5.371E-03	4.066E-04	1.575E-04	-2.967E-05	8.922E-07
11	0	-3.244E-02	5.627E-03	5.941E-04	-2.230E-06	-2.509E-05	2.290E-06	-2.102E-08
12	0	-3.044E-02	9.192E-03	-1.559E-03	5.812E-05	9.549E-06	-1.041E-06	3.161E-08

10

【0076】

各条件式の値を以下に示す。

$$R6r/f=-2.69$$

$$|R4f/R4r|=0.79$$

$$|f3/f2|=0.43$$

$$f3/f=-1.37$$

$$f3/f6=1.12$$

$$f6/f=-1.22$$

$$D34/f=0.12$$

$$D45/f=0.09$$

$$D56/f=0.17$$

$$T5/T6=1.16$$

$$f56/f=-4.67$$

20

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。第1レンズL1の物体側の面から像面IMまでの光軸上の距離（フィルタ10は空気換算長）は5.934mmであり、撮像レンズの小型化が図られている。

30

【0077】

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。

【0078】

数値実施例6

基本的なレンズデータ

【表 1 1】

f=5.08mm Fno=1.99 $\omega=34.6^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*	2.209	0.542	1.5348	55.7	f1=4.001
	2*(ST)	-62.450	0.187			
L2	3*	-7.010	0.689	1.5348	55.7	f2=9.472
	4*	-3.041	0.030			
L3	5*	10.459	0.274	1.6503	21.5	f3=-5.822
	6*	2.751	0.607	(=D34)		
L4	7*	-4.332	0.512	1.6142	25.6	f4=17.675
	8*	-3.235	0.369	(=D45)		
L5	9*	3.293	0.698	1.5348	55.7	f5=-34.703
	10*	2.590	0.506	(=D56)		
L6	11*	-2.963	0.539	1.5348	55.7	f6=-7.457
	12*	-12.256	0.100			
	13	∞	0.210	1.5168	64.2	
	14	∞	0.544			
(IM)		∞				

10

【0 0 7 9】

f56=-6.471mm

T5=0.698mm

T6=0.539mm

20

【表 1 2】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	-2.596E-02	2.757E-03	-7.329E-02	1.144E-01	-1.207E-01	6.250E-02	-1.210E-02
2	0	-2.507E-02	-1.746E-02	-8.533E-03	2.027E-02	-1.992E-02	1.208E-02	-3.009E-03
3	0	4.373E-02	-9.242E-03	1.118E-02	2.401E-04	1.740E-02	-1.554E-02	3.395E-03
4	0	5.239E-02	-8.086E-02	9.592E-02	-8.975E-02	5.428E-02	-1.737E-02	2.179E-03
5	0	-1.763E-01	4.782E-02	-3.744E-02	3.990E-02	-1.545E-02	3.732E-03	-6.114E-04
6	0	-1.802E-01	9.505E-02	-5.914E-02	2.331E-02	4.798E-03	-7.399E-03	2.062E-03
7	0	3.553E-02	-6.708E-02	9.821E-02	-1.189E-01	6.506E-02	-1.899E-02	1.520E-03
8	0	-6.748E-02	7.804E-02	-4.361E-02	3.026E-03	7.772E-03	-5.511E-03	1.306E-03
9	0	-2.259E-01	1.122E-01	-7.908E-02	4.740E-02	-1.918E-02	3.802E-03	-2.417E-04
10	0	-1.436E-01	3.085E-02	-6.254E-03	3.463E-04	1.686E-04	-2.837E-05	9.943E-07
11	0	-1.051E-02	-3.019E-03	1.839E-03	1.404E-05	-4.169E-05	3.352E-06	-5.474E-08
12	0	-2.600E-02	9.413E-03	-1.578E-03	6.033E-05	9.496E-06	-1.076E-06	3.288E-08

30

【0 0 8 0】

各条件式の値を以下に示す。

R6r/f=-2.41

|R4f/R4r|=1.34

|f3/f2|=0.61

f3/f=-1.15

f3/f6=0.78

f6/f=-1.47

D34/f=0.12

D45/f=0.07

D56/f=0.10

T5/T6=1.29

f56/f=-1.27

40

50

このように、本数値実施例 6 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。第 1 レンズ L 1 の物体側の面から像面 I M までの光軸上の距離（フィルタ 1 0 は空気換算長）は 5 . 7 3 5 mm であり、撮像レンズの小型化が図られている。

【 0 0 8 1 】

図 1 7 は像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 1 8 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 7 および図 1 8 に示されるように、本数値実施例 6 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 2 】

数値実施例 7

基本的なレンズデータ

【表 1 3】

f=5.10mm Fno=1.99 $\omega=34.5^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1* 2*(ST)	2.125 50.377	0.534 0.198	1.5348	55.7	f1=4.132
L2	3* 4*	-8.418 -2.950	0.641 0.030	1.5348	55.7	f2=8.159
L3	5* 6*	16.499 2.986	0.273 0.552	1.6503 (=D34)	21.5	f3=-5.651
L4	7* 8*	-3.574 -2.532	0.477 0.273	1.6142 (=D45)	25.6	f4=12.047
L5	9* 10*	-29.841 -39.827	0.775 0.804	1.5348 (=D56)	55.7	f5=-228.717
L6	11* 12*	-2.553 -30.151	0.394 0.100	1.5348	55.7	f6=-5.242
	13	∞	0.210	1.5168	64.2	
	14	∞	0.545			
(IM)		∞				

【 0 0 8 3 】

f56=-5.063mm

T5=0.775mm

T6=0.394mm

【表 1 4】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	-2.256E-02	1.101E-02	-8.904E-02	1.367E-01	-1.362E-01	6.745E-02	-1.282E-02
2	0	-2.096E-02	-1.863E-02	-7.421E-03	2.117E-02	-2.215E-02	1.385E-02	-3.585E-03
3	0	3.715E-02	-5.004E-03	6.698E-03	-1.751E-04	2.257E-02	-1.857E-02	3.900E-03
4	0	4.774E-02	-7.266E-02	9.292E-02	-9.145E-02	5.784E-02	-1.890E-02	2.306E-03
5	0	-1.724E-01	4.875E-02	-2.364E-02	2.381E-02	-8.693E-03	3.145E-03	-8.407E-04
6	0	-1.748E-01	9.749E-02	-6.128E-02	2.437E-02	4.100E-03	-6.963E-03	1.967E-03
7	0	3.289E-02	-5.090E-02	8.599E-02	-1.176E-01	6.456E-02	-1.768E-02	1.431E-03
8	0	-4.464E-02	7.835E-02	-4.262E-02	8.000E-04	7.613E-03	-5.454E-03	1.565E-03
9	0	-1.865E-01	1.368E-01	-1.069E-01	6.038E-02	-2.243E-02	3.539E-03	3.101E-05
10	0	-1.051E-01	3.022E-02	-5.853E-03	4.123E-04	1.710E-04	-3.185E-05	7.277E-07
11	0	-5.623E-02	1.462E-02	1.978E-04	4.776E-06	-7.447E-05	1.126E-05	-3.647E-07
12	0	-2.865E-02	7.320E-03	-1.266E-03	6.345E-05	8.429E-06	-1.209E-06	3.517E-08

【 0 0 8 4 】

各条件式の値を以下に示す。

$R6r/f=-5.91$
 $|R4f/R4r|=1.41$
 $|f3/f2|=0.69$
 $f3/f=-1.11$
 $f3/f6=1.08$
 $f6/f=-1.03$
 $D34/f=0.11$
 $D45/f=0.05$
 $D56/f=0.16$
 $T5/T6=1.97$
 $f56/f=-0.99$

10

このように、本数値実施例 7 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。第 1 レンズ L 1 の物体側の面から像面 I M までの光軸上の距離（フィルタ 1 0 は空気換算長）は 5 . 7 3 4 mm であり、撮像レンズの小型化が図られている。

【 0 0 8 5 】

図 2 0 は像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 2 1 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 2 0 および図 2 1 に示されるように、本数値実施例 7 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 6 】

20

以上説明した本実施の形態に係る撮像レンズは、6 0 ° 以上の非常に広い画角（2 ）を有する。具体的には、上述の数値実施例 1 ~ 7 に係る撮像レンズは 6 5 . 2 ° ~ 7 0 . 0 ° の広い画角を有する。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。

【 0 0 8 7 】

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さ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。上記数値実施例 1 ~ 7 の撮像レンズの F n o は 1 . 9 7 ~ 2 . 1 8 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、高画素の撮像素子との組み合わせにおいても十分に明るい画像を得ることができる。

30

【 0 0 8 8 】

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】

【 0 0 8 9 】

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。

40

【符号の説明】

【 0 0 9 0 】

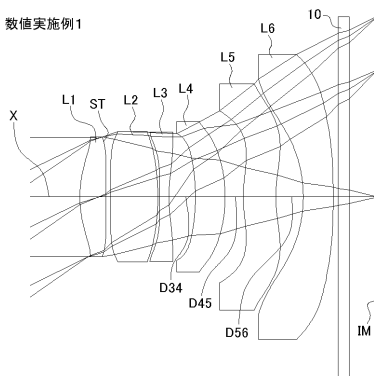
S T 開口絞り
 L 1 第 1 レンズ
 L 2 第 2 レンズ
 L 3 第 3 レンズ
 L 4 第 4 レンズ
 L 5 第 5 レンズ

50

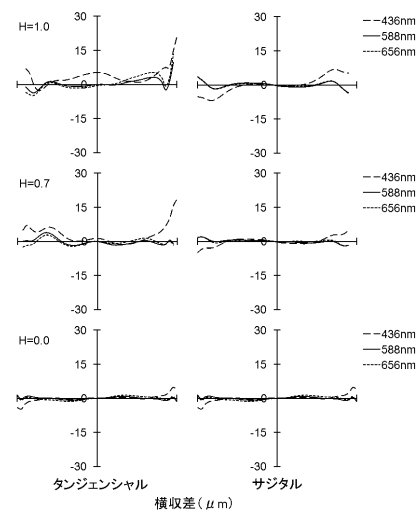
L 6 第 6 レンズ
1 0 フィルタ

【図 1】

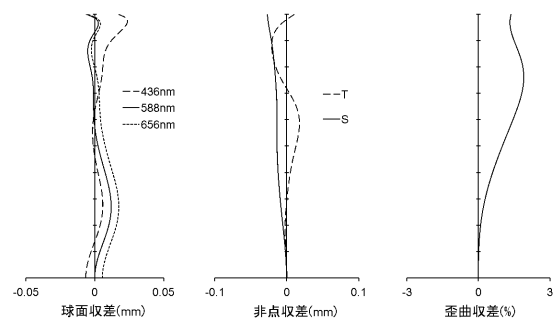
数値実施例1



【図 2】

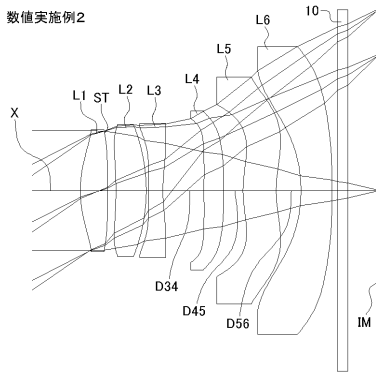


【図 3】

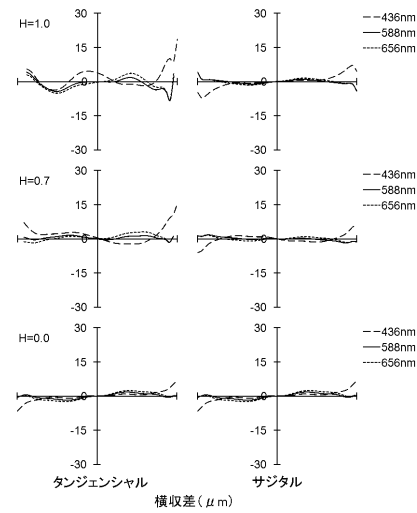


【図 4】

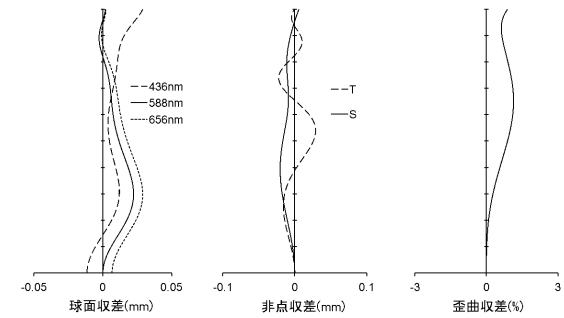
数値実施例2



【図 5】

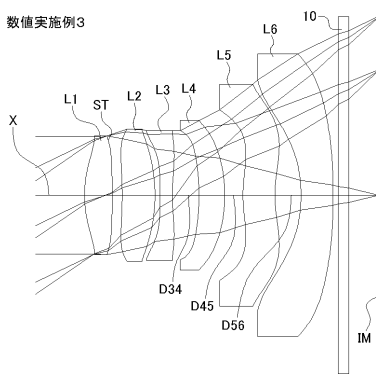


【図 6】

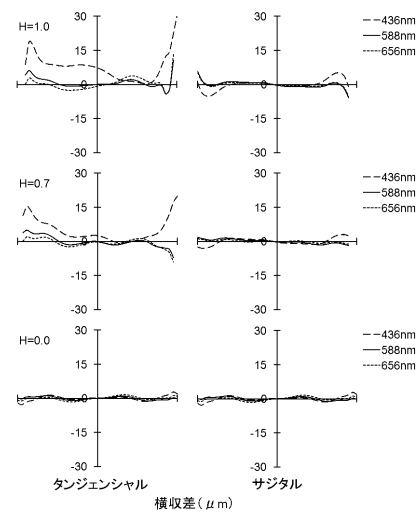


【図 7】

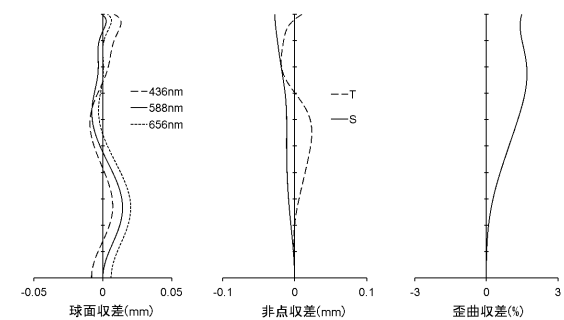
数値実施例3



【図 8】

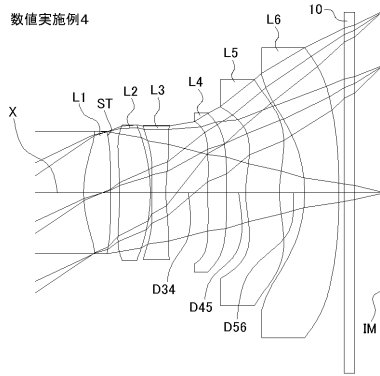


【図 9】

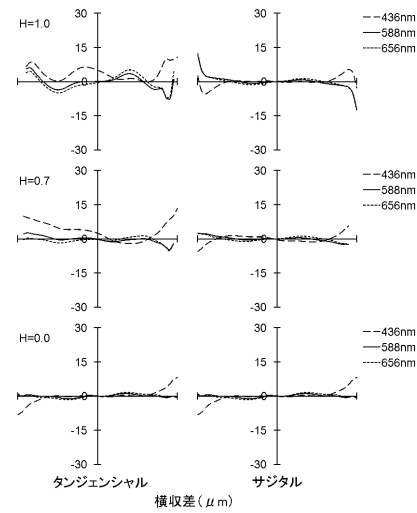


【図 10】

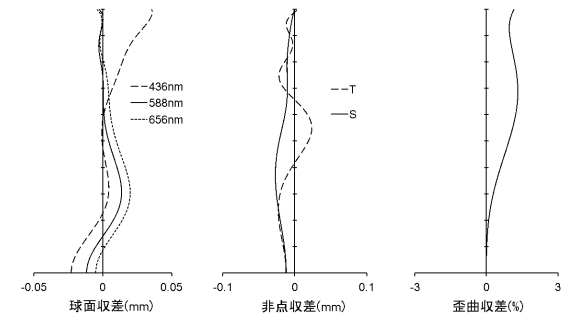
数値実施例4



【図 11】

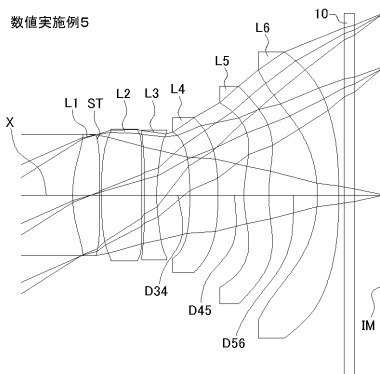


【図 12】

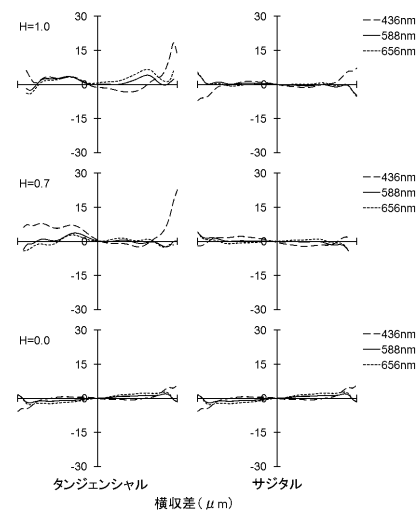


【図 13】

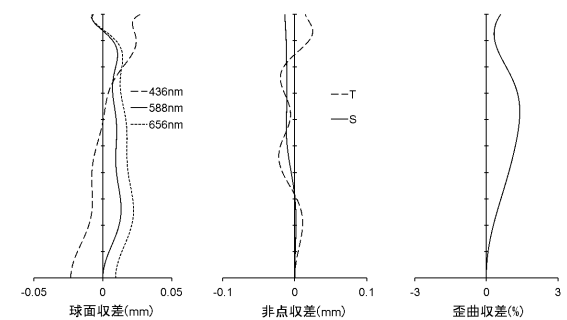
数値実施例5



【図 14】

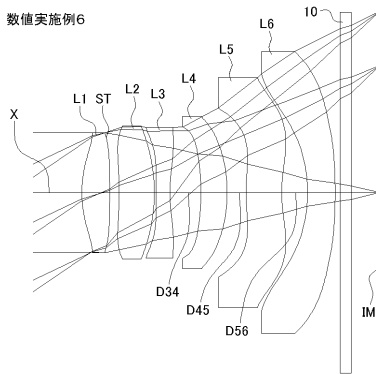


【図 15】

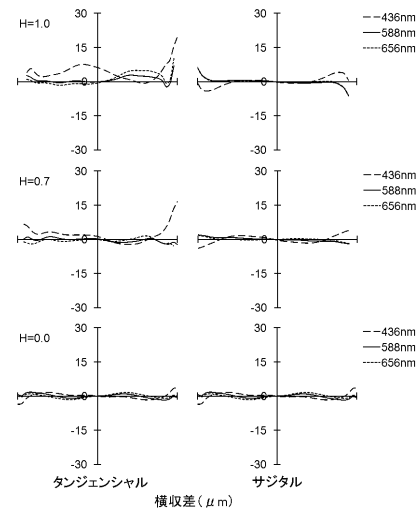


【図 16】

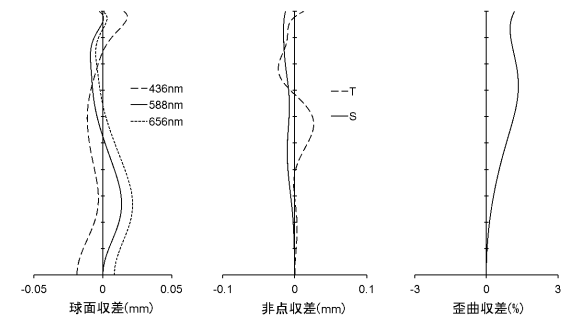
数値実施例6



【図 17】

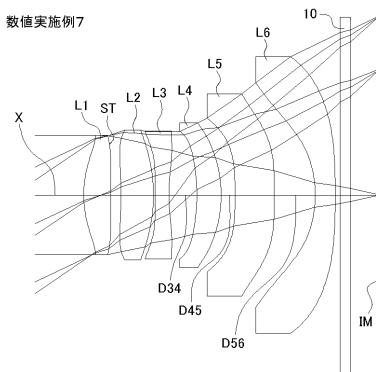


【図 18】

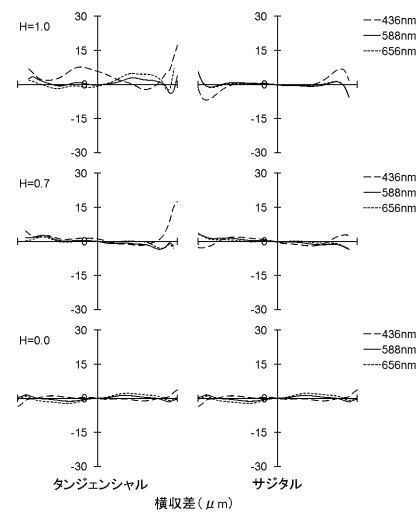


【図 19】

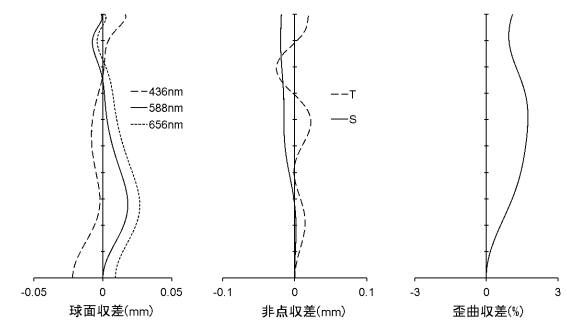
数値実施例7



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

審査官 森内 正明

- (56)参考文献 特開昭61-50110(JP,A)
特開2007-212951(JP,A)
特開昭60-191217(JP,A)
特開2016-14758(JP,A)
特開平7-181382(JP,A)
特開平1-130118(JP,A)
特開2003-302577(JP,A)
特開2008-250136(JP,A)
特開昭59-94727(JP,A)
特公昭29-3587(JP,B1)
米国特許出願公開第2015/0070784(US,A1)
米国特許出願公開第2012/0314301(US,A1)

(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