

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6643787号  
(P6643787)

(45) 発行日 令和2年2月12日(2020.2.12)

(24) 登録日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int.Cl. F 1  
**G 0 2 B 13/00 (2006.01)** G O 2 B 13/00  
**G 0 2 B 13/18 (2006.01)** G O 2 B 13/18

請求項の数 7 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2019-7907 (P2019-7907)	(73) 特許権者	391014055
(22) 出願日	平成31年1月21日 (2019.1.21)		カンタツ株式会社
(62) 分割の表示	特願2016-166945 (P2016-166945) の分割		東京都品川区南品川三丁目6番21号
原出願日	平成28年8月29日 (2016.8.29)	(72) 発明者	久保田 洋治
(65) 公開番号	特開2019-56946 (P2019-56946A)		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
(43) 公開日	平成31年4月11日 (2019.4.11)	(72) 発明者	深谷 尚生
審査請求日	平成31年1月22日 (2019.1.22)		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
		(72) 発明者	平野 整
			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) 【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、負の屈折力を有する第2レンズと、正の屈折力を有する第3レンズと、第4レンズと、負の屈折力を有する第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1レンズは、物体側の面の曲率半径が正となり、像面側の面の曲率半径が負となる形状に形成され、

前記第3レンズは、像面側の面の曲率半径が負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1レンズの焦点距離を  $f_1$ 、前記第2レンズの焦点距離を  $f_2$ 、前記第4レンズと前記第5レンズとの間の光軸上の距離を  $D_{45}$ 、前記第6レンズの物体側の面の曲率半径を  $R_{6f}$ 、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、

$$f_1 < |f_2|、$$

$$0.02 < D_{45} / f < 0.5、$$

$$3 < |R_{6r} / R_{6f}| < 150、$$

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、負の屈折力を有する第2レンズと、正の屈折力を有する第3レンズと、第4レンズと、負の屈折力を有する第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1レンズは、物体側の面の曲率半径が正となり、像面側の面の曲率半径が負となる形状に形成され、

前記第3レンズは、像面側の面の曲率半径が負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1レンズの焦点距離を  $f_1$ 、前記第2レンズの焦点距離を  $f_2$ 、前記第4レンズと前記第5レンズとの間の光軸上の距離を  $D_{45}$ 、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、

$$\begin{aligned} & f_1 < |f_2|、 \\ & 0.02 < D_{45} / f < 0.5、 \\ & -80 < R_{6r} / f < -5、 \end{aligned}$$

を満足する撮像レンズ。

【請求項3】

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、負の屈折力を有する第2レンズと、正の屈折力を有する第3レンズと、第4レンズと、負の屈折力を有する第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1レンズは、物体側の面の曲率半径が正となり、像面側の面の曲率半径が負となる形状に形成され、

前記第3レンズは、像面側の面の曲率半径が負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1レンズの焦点距離を  $f_1$ 、前記第2レンズの焦点距離を  $f_2$ 、前記第6レンズの焦点距離を  $f_6$ 、前記第4レンズと前記第5レンズとの間の光軸上の距離を  $D_{45}$  としたとき、

$$\begin{aligned} & f_1 < |f_2|、 \\ & 0.02 < D_{45} / f < 0.5、 \\ & -3.0 < f_6 / f < -0.5、 \end{aligned}$$

を満足する撮像レンズ。

【請求項4】

$$-1.0 < f_1 / f_2 < -0.1、$$

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】

前記第3レンズの焦点距離を  $f_3$  としたとき、

$$1 < f_3 / f < 5、$$

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、

$$-2.0 < f_{56} / f < -0.1、$$

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】

前記第3レンズの像面側の面の有効径を  $\phi_3$ 、前記第6レンズの像面側の面の有効径を  $\phi_6$  としたとき、

$$1.5 < \phi_6 / \phi_3 < 3、$$

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。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

## 【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。

## 【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。

20

## 【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。このため、従来の撮像レンズに比較して撮像レンズを構成するレンズの枚数は増加する傾向にある。しかしながら、撮像レンズが組み込まれるカメラの内蔵スペースには制約があることから、撮像レンズの小型化と撮像レンズの高解像度化、すなわち諸収差の良好な補正との両立を従来にも増してバランスよく図ることが重要になってきた。

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。こうした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。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、こうした要求に応じ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限界がある。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があるものの、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れているため、小型で高解像度の撮像レンズへの要求は依然として強いのが実情である。

10

## 【0010】

このような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】

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において、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、負の屈折力を有する第2レンズと、正の屈折力を有する第3レンズと、第4レンズと、負の屈折力を有する第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1レンズは、物体側の面の曲率半径が正となり、像面側の面の曲率半径が負となる形状に形成され、第3レンズは、像面側の面の曲率半径が負となる形状に形成され、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1レンズの焦点距離を $f_1$ 、第2レンズの焦点距離を $f_2$ 、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(1)および(2)を満足する。

20

$$f_1 < |f_2| \quad (1)$$

$$0.02 < D_{45} / f < 0.5 \quad (2)$$

30

## 【0013】

周知のように、撮像素子上に被写体像を形成する撮像レンズに特有の問題として、撮像レンズから出射した光線の一部が撮像素子の像面、多くはカバーガラスで反射して撮像レンズの像面側のレンズから入射するといった問題点がある。この撮像素子からの反射光はフレアの原因となり、撮像レンズの光学性能の劣化を招くことになる。この点、本発明の撮像レンズに係る第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、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。このため、像面側に最も近い位置に配置されるレンズの形状が像面側に凸面を向けた形状となり、上記反射光の撮像レンズ内部への入射が好適に抑制され、良好な結像性能を得ることができる。

40

## 【0014】

また、条件式(1)に示されるように、本発明の撮像レンズでは、正の屈折力を有する第1レンズの屈折力が負の屈折力を有する第2レンズの屈折力よりも強くなっている。撮像レンズにおいて最も物体側に配置されるレンズの屈折力を強くすることにより、撮像レンズの全長を圧縮できるため、撮像レンズの小型化を好適に図ることができる。なお、本発明の撮像レンズにおいてはさらに、撮像レンズを構成する全てのレンズの中で第1レンズの屈折力を最も強くすることが望ましい。

## 【0015】

50

条件式(2)は、非点収差および像面湾曲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、非点収差のタンジェンシャル像面およびサジタル像面が共に像面側に倒れて非点隔差が増大する。これにより、像面湾曲が補正過剰の状態になるため、良好な結像性能を得ることが困難になる。一方、下限値「0.02」を下回ると、非点収差のタンジェンシャル像面およびサジタル像面が共に物体側に倒れて非点隔差が増大する。これによって像面湾曲が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。

【0016】

上記構成の撮像レンズにおいては、諸収差を良好に補正するために次の条件式(2A)をさらに満足することが望ましい。

$$0.03 < D45 / f < 0.5 \quad (2A)$$

【0017】

上記構成の撮像レンズにおいてより良好に諸収差を補正するためには、次の条件式(2B)をさらに満足することが望ましい。

$$0.05 < D45 / f < 0.5 \quad (2B)$$

【0018】

上記構成の撮像レンズは、第6レンズの物体側の面の曲率半径をR6f、第6レンズの像面側の面の曲率半径をR6rとしたとき、次の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$3 < |R6r / R6f| < 150 \quad (3)$$

【0019】

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「150」を超えると、軸上色収差を補正し易くなる。しかし、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となる。一方、下限値「3」を下回ると、倍率色収差を補正し易くなるものの、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。

【0020】

上記構成の撮像レンズは、第6レンズの像面側の面の曲率半径をR6rとしたとき、次の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$-80 < R6r / f < -5 \quad (4)$$

【0021】

条件式(4)は、歪曲収差、非点収差、および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「-5」を超えると、歪曲収差が正方向(像面側)に増大するとともに倍率色収差が補正過剰になる。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。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「-80」を下回ると、歪曲収差および倍率色収差の補正には有利となる。しかしながら、非点収差のタンジェンシャル像面およびサジタル像面が共に物体側に倒れて補正不足の状態になる。これにより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。

【0022】

上記構成の撮像レンズは、次の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$-1.0 < f1 / f2 < -0.1 \quad (5)$$

【0023】

条件式(5)は、撮像レンズの小型化を図りつつ、色収差、球面収差、非点収差、および像面湾曲を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、撮像レンズの小型化には有利となるものの球面収差が補正過剰になる。また、非点収差のタンジェンシャル像面およびサジタル像面が共に補正不足の状態となり、結像面が物体側に湾曲する。これによって像面湾曲が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。一方、下限値「-1.0」を下回ると、バックフォーカス(back focal length)を確保し易くなるものの、撮像レンズの小型化が困難になる。また、軸上色収差が

10

20

30

40

50

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、非点収差のタンジェンシャル像面およびサジタル像面が共に像面側に倒れて補正過剰の状態になる。これにより結像面が像面側に湾曲するため、像面湾曲は補正過剰の状態になる。したがって、この場合も良好な結像性能を得ることが困難になる。

【0024】

上記構成の撮像レンズは、次の条件式（6）を満足することが望ましい。

$$-2.0 < f_2 / f < -0.5 \quad (6)$$

【0025】

条件式（6）は、撮像レンズの小型化を図りつつ、色収差、コマ収差、および非点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「-0.5」を超えると、撮像レンズの小型化には有利となる。しかし、軸上色収差および倍率色収差が共に補正過剰になるとともに、非点収差のうちタンジェンシャル像面が補正過剰の状態になって非点隔差が増大する。また、軸外光束において内方コマ収差が増大する。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「-2.0」を下回ると、バックフォーカスを確保し易くなるものの撮像レンズの小型化が困難になる。また、非点収差のうちサジタル像面が補正不足の状態になるとともに軸外光束におい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になる。

【0026】

上記構成の撮像レンズは、第3レンズの焦点距離を  $f_3$  としたとき、次の条件式（7）を満足することが望ましい。

$$1 < f_3 / f < 5 \quad (7)$$

【0027】

条件式（7）は、非点収差および像面湾曲を良好に補正するための条件である。また、条件式（7）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。

【0028】

条件式（7）において上限値「5」を超えると、非点収差のタンジェンシャル像面およびサジタル像面が共に補正不足の状態となって、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CRAの範囲内に抑制することが困難になる。一方、下限値「1」を下回ると、上記入射角度をCRAの範囲内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補正過剰となって非点隔差が増大する。したがって、この場合も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、第5レンズおよび第6レンズの合成焦点距離を  $f_{56}$  としたとき、次の条件式（8）を満足することが望ましい。

$$-2.0 < f_{56} / f < -0.1 \quad (8)$$

【0030】

条件式（8）は、撮像レンズの小型化を図りつつ、色収差、非点収差、および像面湾曲のそれぞれを好ましい範囲内に抑制するための条件である。上限値「-0.1」を超えると、撮像レンズの小型化には有利となる。しかし、非点収差のうちサジタル像面が物体側に倒れ、像面湾曲が補正不足の状態になる。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、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、非点収差のうちサジタル像面が像面側に倒れるため像面湾曲が補正過剰の状態になり、良好な結像性能を得ることが困難になる。

10

20

30

40

50

## 【0031】

上記構成の撮像レンズは、第6レンズの焦点距離を $f_6$ としたとき、次の条件式(9)を満足することが望ましい。

$$-3.0 < f_6 / f < -0.5 \quad (9)$$

## 【0032】

条件式(9)は、色収差、歪曲収差、および非点収差を良好に補正するための条件であるとともに、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CRAの範囲内に抑制するための条件である。上限値「-0.5」を超えると、色収差の補正には有利となる。しかしながら、倍率色収差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CRAの範囲内に抑制することが困難になる。一方、下限値「-3.0」を下回ると、上記入射角度をCRAの範囲内に抑制し易くなるものの、非点収差のうちタンジェンシャル像面が補正過剰になり、非点隔差が増大する。これにより、良好な結像性能を得ることが困難になる。

10

## 【0033】

上記構成の撮像レンズにおいては、第2レンズと第3レンズとの間の光軸上の距離を $D_{23}$ としたとき、次の条件式(10)を満足することが望ましい。

$$0.01 < D_{23} / f < 0.5 \quad (10)$$

## 【0034】

条件式(10)は、非点収差、像面湾曲、および歪曲収差を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、歪曲収差が正方向に増大する。また、非点収差のタンジェンシャル像面およびサジタル像面が共に像面側に倒れて非点隔差が増大する。これによって像面湾曲が補正過剰の状態になり、良好な結像性能を得ることが困難になる。一方、下限値「0.01」を下回ると、非点収差のタンジェンシャル像面およびサジタル像面が共に物体側に倒れて非点隔差が増大するため、像面湾曲が補正不足の状態になる。したがって、この場合も良好な結像性能を得ることが困難となる。

20

## 【0035】

上記構成の撮像レンズは、第3レンズの像面側の面の有効径を $\phi_3$ 、第6レンズの像面側の面の有効径を $\phi_6$ としたとき、次の条件式(11)を満足することが望ましい。

$$1.5 < \phi_6 / \phi_3 < 3 \quad (11)$$

30

## 【0036】

条件式(11)は、撮像レンズの小型化を図りつつ、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CRAの範囲内に抑制するための条件である。上限値「3」を超えると、有効径 $\phi_3$ と有効径 $\phi_6$ との差が大きくなり、第4レンズの物体側の面から第6レンズの像面側の面までの光軸上の距離を短縮し易くなるものの、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CRAの範囲内に抑制することが困難になる。一方、下限値「1.5」を下回ると、上記入射角度をCRAの範囲内に抑制し易くなるものの、第1レンズから第3レンズまでの各レンズが大型化するため、撮像レンズの小型化が困難になる。

## 【0037】

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ており、撮像レンズには、小型化と広角化との両立が要求されることも多い。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。そこで、本願発明の撮像レンズは、第1レンズの物体側の面から像面までの光軸上の距離(カバーガラス等の挿入物は空気換算長)を $L_a$ 、撮像素子の像面の最大像高を $H_{max}$ としたとき、次の条件式(12)を満足することが望ましい。

$$1.2 < L_a / H_{max} < 1.8 \quad (12)$$

40

## 【0038】

また、本発明の撮像レンズにおいては、第1レンズから第6レンズまでの各レンズが、

50

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6枚のレンズの全てをプラスチック材料から形成することが容易になるため、撮像レンズの製造コストを好適に抑制することができる。

【0039】

さらに、本発明の撮像レンズにおいて第1レンズから第6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。

10

【0040】

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  $d_1$ 、第2レンズのアッペ数を  $d_2$ 、および第3レンズのアッペ数を  $d_3$  としたとき、次の条件式(13)~(15)を満足することが望ましい。

$$3.5 < d_1 < 7.5 \quad (13)$$

$$1.5 < d_2 < 3.5 \quad (14)$$

$$3.5 < d_3 < 7.5 \quad (15)$$

条件式(13)~(15)を満足することにより、第1および第3レンズと第2レンズとは、低分散の材料と高分散の材料との組合せとなる。こうしたアッペ数の組合せと、第1レンズから第3レンズまでの屈折力の配列「正負正」とによって色収差がより良好に補正される。

20

【0041】

上記構成の撮像レンズにおいて第4レンズの屈折力が正の場合には、第2レンズの物体側の面の曲率半径は正であることが望ましい。このように物体側の面の曲率半径が正となる形状は2種類ある。一つは、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であり、もう一つは、物体側の面の曲率半径が正となり像面側の面の曲率半径が負となる形状である。第2レンズの形状としてはこれらのいずれかの形状が望ましい。なお、前者は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あり、後者は光軸近傍において両凸レンズとなる形状である。

【0042】

上記構成の撮像レンズにおいて第4レンズの屈折力が正の場合には、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。

$$0.5 < f_4 / f < 5.0 \quad (16)$$

30

【0043】

条件式(16)は、撮像レンズの小型化を図りつつ、歪曲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。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CRAの範囲内に抑制するための条件でもある。上限値「5.0」を超えると、撮像レンズの小型化には有利となる。しかし、歪曲収差が正方向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CRAの範囲内に抑制することが困難になる。一方、下限値「0.5」を下回ると、バックフォーカスを確保し易くなるものの撮像レンズの小型化が困難になる。歪曲収差は負方向(物体側)に増大する。また、非点収差のタンジェンシャル像面およびサジタル像面が共に物体側に倒れて非点隔差が増大する。画像中間部ではコマ収差が増大し、その補正が困難になる。したがって、良好な結像性能を得ることが困難になる。

40

【0044】

上記構成の撮像レンズにおいて第4レンズの屈折力が正の場合には、第3レンズの焦点距離を  $f_3$ 、第4レンズの焦点距離を  $f_4$  としたとき、次の条件式(17)を満足することが望ましい。

$$0.5 < f_3 / f_4 < 4.5 \quad (17)$$

50

## 【 0 0 4 5 】

条件式(17)は、撮像レンズの小型化を図りつつ、非点収差、像面湾曲、および歪曲収差をバランスよく抑制するための条件である。また、条件式(17)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CRAの範囲内に抑制するための条件でもある。上限値「4.5」を超えると、撮像レンズから出射した光線の像面への入射角度をCRAの範囲内に抑制し易くなる。しかしながら、非点収差のタンジェンシャル像面およびサジタル像面が共に補正不足になるとともに歪曲収差が負方向に増大するため、良好な結像性能を得ることが困難になる。一方、下限値「0.5」を下回ると、撮像レンズの小型化には有利となる。しかし、非点収差のタンジェンシャル像面およびサジタル像面が共に補正過剰になり、これによって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。よって、この場合も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CRAの範囲内に抑制することも困難になる。

10

## 【 0 0 4 6 】

上記構成の撮像レンズにおいて第4レンズの屈折力が正の場合には、第4レンズおよび第5レンズの合成焦点距離を $f_{45}$ としたとき、次の条件式(18)を満足することが望ましい。

$$2 < f_{45} / f < 8 \quad (18)$$

## 【 0 0 4 7 】

条件式(18)は、撮像レンズの小型化を図りつつ、非点収差、像面湾曲、およびコマ収差をバランスよく抑制するための条件である。また、条件式(18)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CRAの範囲内に抑制するための条件でもある。上限値「8」を超えると、撮像レンズの小型には有利となる。しかし、軸外光束において内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CRAの範囲内に抑制することが困難になる。一方、下限値「2」を下回ると、上記入射角度をCRAの範囲内に抑制し易くなるものの撮像レンズの小型化が困難になる。また、非点収差のうちサジタル像面が物体側に倒れることにより結像面が物体側に湾曲する。これにより、像面湾曲は補正不足の状態になる。さらに、軸外光束に対する外方コマ収差も増大する。したがって、良好な結像性能を得ることが困難になる。

20

30

## 【 0 0 4 8 】

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の絶対値が単調に増加するような非球面に形成されることが望ましい。

## 【 0 0 4 9 】

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、その像面側の面が、レンズの周辺部に向かうにつれて曲率の絶対値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面の曲がり具合が大きくなるような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、画像全域にわたって像面への入射角度がCRAの範囲内に好適に抑制されることになる。また、第6レンズとしてこのような形状を有することにより、上述の撮像素子の像面等からの上記反射光の撮像レンズ内部への入射をより好適に抑制することができる。

40

## 【 0 0 5 0 】

本発明の撮像レンズは、画角を $2\theta$ 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。

50

## 【0051】

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。

10

## 【発明の効果】

## 【0052】

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。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0053】

【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。

20

【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。

30

【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。

。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0054】

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

40

。

## 【0055】

図1、図4、図7、図10、図13、および図16は、本実施の形態の数値実施例1～6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。

## 【0056】

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、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、第4レンズL4と、負の屈折力を有する第5レンズL5

50

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。

【0057】

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2～6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。第1レンズL1の形状としてはこの他にも、例えば、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でもよい。

10

【0058】

第2レンズL2は、物体側の面の曲率半径 $r_3$ および像面側の面の曲率半径 $r_4$ 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6の第2レンズL2は、上記曲率半径 $r_3$ が負となり、上記曲率半径 $r_4$ が正となる形状であって、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。

20

【0059】

第3レンズL3は、物体側の面の曲率半径 $r_5$ が正となり、像面側の面の曲率半径 $r_6$ が負となる形状であって、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。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。数値実施例4は、曲率半径 $r_5$ および曲率半径 $r_6$ 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の例である。一方、数値実施例5は、曲率半径 $r_5$ および曲率半径 $r_6$ 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の例である。

【0060】

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5および6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。また、第4レンズL4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。

30

【0061】

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。第5レンズL5の形状は数値実施例1に係る形状に限定されない。数値実施例3および4は、曲率半径 $r_9$ が負となり、曲率半径 $r_{10}$ が正となる形状であって、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

【0062】

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L6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。一方、第6レンズL6の像面側の面は、変曲点を有しない非球面形状に形成さ

50

れる。また、この第6レンズL6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の絶対値が単調に増加するような非球面に形成される。第6レンズL6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。

【0063】

本実施の形態に係る撮像レンズは、以下に示す条件式(1)~(15)を満足する。

$$\begin{aligned} f_1 < |f_2| & \quad (1) \\ 0.02 < D_{45} / f < 0.5 & \quad (2) \\ 0.03 < D_{45} / f < 0.5 & \quad (2A) \\ 0.05 < D_{45} / f < 0.5 & \quad (2B) \\ 3 < |R_{6r} / R_{6f}| < 150 & \quad (3) \\ -80 < R_{6r} / f < -5 & \quad (4) \\ -1.0 < f_1 / f_2 < -0.1 & \quad (5) \\ -2.0 < f_2 / f < -0.5 & \quad (6) \\ 1 < f_3 / f < 5 & \quad (7) \\ -2.0 < f_{56} / f < -0.1 & \quad (8) \\ -3.0 < f_6 / f < -0.5 & \quad (9) \\ 0.01 < D_{23} / f < 0.5 & \quad (10) \\ 1.5 < \frac{6}{3} < 3 & \quad (11) \\ 1.2 < L_a / H_{max} < 1.8 & \quad (12) \\ 3.5 < d_1 < 7.5 & \quad (13) \\ 1.5 < d_2 < 3.5 & \quad (14) \\ 3.5 < d_3 < 7.5 & \quad (15) \end{aligned}$$

但し、

- f : レンズ系全体の焦点距離
- f<sub>1</sub> : 第1レンズL1の焦点距離
- f<sub>2</sub> : 第2レンズL2の焦点距離
- f<sub>3</sub> : 第3レンズL3の焦点距離
- f<sub>6</sub> : 第6レンズL6の焦点距離
- f<sub>56</sub> : 第5レンズL5および第6レンズL6の合成焦点距離
- R<sub>6f</sub> : 第6レンズL6の物体側の面の曲率半径 (= r<sub>11</sub>)
- R<sub>6r</sub> : 第6レンズL6の像面側の面の曲率半径 (= r<sub>12</sub>)
- D<sub>23</sub> : 第2レンズL2と第3レンズL3との間の光軸上の距離
- D<sub>45</sub> : 第4レンズL4と第5レンズL5との間の光軸上の距離
- 3 : 第3レンズL3の像面側の面の有効径
- 6 : 第6レンズL6の像面側の面の有効径
- L<sub>a</sub> : 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  
(フィルター10は空気換算長)
- H<sub>max</sub> : 像面IMの最大像高
- d<sub>1</sub> : 第1レンズL1のアッベ数
- d<sub>2</sub> : 第2レンズL2のアッベ数
- d<sub>3</sub> : 第3レンズL3のアッベ数

【0064】

また、第4レンズL4が正の屈折力を有する場合には、さらに以下の条件式(16)~(18)を満足する。

$$\begin{aligned} 0.5 < f_4 / f < 5.0 & \quad (16) \\ 0.5 < f_3 / f_4 < 4.5 & \quad (17) \\ 2 < f_{45} / f < 8 & \quad (18) \end{aligned}$$

但し、

f 4 : 第 4 レンズ L 4 の焦点距離

f 4 5 : 第 4 レンズ L 4 および第 5 レンズ L 5 の合成焦点距離

【 0 0 6 5 】

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。

【 0 0 6 6 】

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】

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

10

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

20

【 0 0 6 7 】

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、 $\theta$  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。また、本実施の形態に係る撮像レンズでは、第 1 レンズ L 1 の物体側の面に開口絞り S T を設けている。この開口絞り S T 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、第 3 レンズ L 3 と第 4 レンズ L 4 との間に開口絞り S T を設けるようにしてもよい。

【 0 0 6 8 】

30

数値実施例 1

基本的なレンズデータ

【表 1】

f=4.95mm Fno=2.1  $\omega=38.2^\circ$ 

	i	r	d	n d	$\nu$ d	[mm]
		$\infty$	$\infty$			
L1	1*(ST) 2*	1.822 215.129	0.672 0.036	1.5348	55.7	f1=3.432
L2	3* 4*	4.427 2.099	0.197 0.466	1.6422 (=D23)	22.4	f2=-6.430
L3	5* 6*	20.642 -8.523	0.637 0.245	1.5348	55.7	f3=11.366
L4	7* 8*	-3.102 -1.797	0.477 0.497	1.5348 (=D45)	55.7	f4=7.089
L5	9* 10*	-5.545 -50.095	0.632 0.304	1.6142	25.6	f5=-10.207
L6	11* 12*	-2.626 -50.199	0.600 0.100	1.5348	55.7	f6=-5.204
	13	$\infty$	0.210	1.5168	64.2	
	14	$\infty$	0.579			
(IM)		$\infty$				

10

【 0 0 6 9 】

Hmax=3.894mm

La=5.580mm

f45=22.706mm

f56=-3.292mm

3=2.47mm

6=6.00mm

20

【表 2】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	-5.968E-04	9.385E-03	-7.040E-03	3.997E-03	-2.454E-03	1.713E-03	1.041E-04
2	0	-4.982E-02	2.174E-01	-3.659E-01	3.902E-01	-2.633E-01	1.083E-01	-2.095E-02
3	0	-1.471E-01	3.346E-01	-4.447E-01	3.714E-01	-1.633E-01	2.777E-02	-2.182E-03
4	0	-1.017E-01	1.539E-01	-1.045E-01	2.251E-02	6.478E-02	-5.225E-02	9.219E-03
5	0	-5.026E-02	-6.455E-03	-2.755E-02	5.015E-02	-4.373E-02	2.499E-02	-4.950E-03
6	0	-8.405E-02	-1.203E-03	-5.107E-02	-3.497E-03	6.650E-02	-4.482E-02	8.496E-03
7	0	-4.505E-02	1.084E-01	-1.707E-01	1.235E-01	-3.303E-02	-6.195E-04	2.504E-04
8	0	3.144E-02	8.787E-02	-4.221E-02	1.442E-02	-4.726E-03	7.987E-04	5.678E-06
9	0	-1.001E-01	1.029E-01	-5.582E-02	1.174E-02	4.091E-04	-8.976E-04	1.675E-04
10	0	-1.408E-01	8.693E-02	-2.650E-02	2.669E-03	4.044E-04	-1.205E-04	8.286E-06
11	0	-6.456E-02	3.882E-02	-7.518E-03	7.360E-04	-1.123E-05	-6.447E-06	6.216E-07
12	0	3.172E-03	-4.995E-03	7.965E-04	-3.215E-05	-3.387E-06	3.331E-07	-8.286E-09

30

40

【 0 0 7 0 】

各条件式の値を以下に示す。

D45/f=0.10

|R6r/R6f|=19.12

R6r/f=-10.13

f1/f2=-0.53

f2/f=-1.30

f3/f=2.29

f56/f=-0.66

f6/f=-1.05

50

D23/f=0.09  
 6/ 3=2.43  
 La/Hmax=1.43  
 f4/f=1.43  
 f3/f4=1.60  
 f45/f=4.58

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。

【 0 0 7 1 】

図 2 は、最大像高 H m a x 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、および図 1 7 においても同じ)。また、図 3 は、球面収差 (m m)、非点収差 (m m)、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、および図 1 8 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 7 2 】

数値実施例 2

基本的なレンズデータ

【表 3】

f=5.45mm Fno=3.0  $\omega=35.5^\circ$

20

	i	r	d	n d	$\nu d$	[mm]
		$\infty$	$\infty$			
L1	1*(ST) 2*	1.966 -76.673	0.490 0.072	1.5348	55.7	f1=3.591
L2	3* 4*	5.554 2.186	0.245 0.499 (=D23)	1.6422	22.4	f2=-5.779
L3	5* 6*	19.784 -13.425	0.757 0.362	1.5348	55.7	f3=15.074
L4	7* 8*	57.999 -2.392	0.485 0.515 (=D45)	1.5348	55.7	f4=4.307
L5	9* 10*	-2.228 -19.290	0.824 0.303	1.5348	55.7	f5=-4.791
L6	11* 12*	-2.501 -54.473	0.600 0.100	1.5348	55.7	f6=-4.922
	13	$\infty$	0.210	1.5168	64.2	
	14	$\infty$	0.541			
(IM)		$\infty$				

30

【 0 0 7 3 】

Hmax=3.894mm  
 La=5.931mm  
 f45=21.942mm  
 f56=-2.222mm  
 3=2.50mm  
 6=5.99mm

40

【表 4】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	6.809E-03	6.934E-03	8.236E-04	1.166E-02	-9.922E-04	-1.321E-04	-8.559E-03
2	0	-5.732E-02	2.081E-01	-3.609E-01	3.959E-01	-2.685E-01	9.526E-02	-3.876E-02
3	0	-1.603E-01	3.151E-01	-4.628E-01	3.684E-01	-1.572E-01	2.713E-02	-3.508E-02
4	0	-1.047E-01	1.495E-01	-1.112E-01	1.755E-02	6.154E-02	-5.294E-02	1.079E-02
5	0	-4.861E-02	-8.192E-04	-2.736E-02	4.827E-02	-4.508E-02	2.459E-02	-4.701E-03
6	0	-1.254E-01	1.722E-02	-5.150E-02	-7.986E-03	6.464E-02	-4.465E-02	9.382E-03
7	0	-7.612E-02	1.089E-01	-1.806E-01	1.191E-01	-3.306E-02	-9.963E-05	8.961E-04
8	0	2.051E-02	7.945E-02	-4.369E-02	1.408E-02	-4.783E-03	7.967E-04	7.706E-06
9	0	-7.660E-02	1.093E-01	-5.506E-02	1.191E-02	4.317E-04	-8.955E-04	1.681E-04
10	0	-1.362E-01	8.733E-02	-2.609E-02	2.700E-03	4.029E-04	-1.214E-04	8.175E-06
11	0	-5.338E-02	3.911E-02	-7.816E-03	7.540E-04	-3.865E-06	-5.268E-06	2.073E-07
12	0	4.832E-03	-5.184E-03	8.132E-04	-2.510E-05	-3.442E-06	2.691E-07	-1.127E-08

10

## 【0074】

各条件式の値を以下に示す。

$$D45/f=0.09$$

$$|R6r/R6f|=21.78$$

$$R6r/f=-9.99$$

$$f1/f2=-0.62$$

$$f2/f=-1.06$$

$$f3/f=2.77$$

$$f56/f=-0.41$$

$$f6/f=-0.90$$

$$D23/f=0.09$$

$$6/3=2.40$$

$$La/Hmax=1.52$$

$$f4/f=0.79$$

$$f3/f4=3.50$$

$$f45/f=4.03$$

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。

## 【0075】

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。

## 【0076】

数値実施例 3

基本的なレンズデータ

30

【表 5】

f=4.93mm Fno=2.1  $\omega=38.3^\circ$ 

	i	r	d	n d	$\nu$ d	[mm]
		$\infty$	$\infty$			
L1	1*(ST) 2*	1.848 -68.173	0.671 0.026	1.5348	55.7	f1=3.376
L2	3* 4*	5.005 2.206	0.197 0.460	1.6422 (=D23)	22.4	f2=-6.318
L3	5* 6*	22.302 -8.541	0.630 0.257	1.5348	55.7	f3=11.630
L4	7* 8*	-2.870 -1.837	0.443 0.504	1.5348 (=D45)	55.7	f4=8.307
L5	9* 10*	-9.145 53.875	0.666 0.337	1.6142	25.6	f5=-12.678
L6	11* 12*	-2.629 -49.259	0.600 0.100	1.5348	55.7	f6=-5.217
	13	$\infty$	0.210	1.5168	64.2	
	14	$\infty$	0.549			
(IM)		$\infty$				

10

【 0 0 7 7 】

Hmax=3.894mm

La=5.578mm

f45=23.465mm

f56=-3.563mm

3=2.43mm

6=6.09mm

20

【表 6】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	3.396E-04	8.050E-03	-6.936E-03	4.200E-03	-2.435E-03	1.639E-03	-5.211E-06
2	0	-4.838E-02	2.167E-01	-3.661E-01	3.900E-01	-2.635E-01	1.082E-01	-2.084E-02
3	0	-1.481E-01	3.349E-01	-4.449E-01	3.714E-01	-1.630E-01	2.812E-02	-1.925E-03
4	0	-1.027E-01	1.507E-01	-1.055E-01	2.266E-02	6.519E-02	-5.186E-02	9.364E-03
5	0	-5.072E-02	-6.816E-03	-2.708E-02	5.051E-02	-4.362E-02	2.477E-02	-5.400E-03
6	0	-8.340E-02	6.691E-04	-5.048E-02	-3.495E-03	6.640E-02	-4.484E-02	8.486E-03
7	0	-3.956E-02	1.092E-01	-1.703E-01	1.235E-01	-3.322E-02	-7.308E-04	2.653E-04
8	0	2.952E-02	8.734E-02	-4.234E-02	1.440E-02	-4.729E-03	7.978E-04	5.553E-06
9	0	-1.045E-01	1.025E-01	-5.588E-02	1.173E-02	4.080E-04	-8.987E-04	1.671E-04
10	0	-1.421E-01	8.662E-02	-2.652E-02	2.670E-03	4.047E-04	-1.204E-04	8.307E-06
11	0	-6.433E-02	3.887E-02	-7.524E-03	7.355E-04	-1.131E-05	-6.455E-06	6.216E-07
12	0	4.350E-03	-5.011E-03	7.915E-04	-3.186E-05	-3.378E-06	3.324E-07	-8.630E-09

30

40

【 0 0 7 8 】

各条件式の値を以下に示す。

D45/f=0.10

|R6r/R6f|=18.74

R6r/f=-10.00

f1/f2=-0.53

f2/f=-1.28

f3/f=2.36

f56/f=-0.72

f6/f=-1.06

50

D23/f=0.09  
 6/ 3=2.51  
 La/Hmax=1.43  
 f4/f=1.69  
 f3/f4=1.40  
 f45/f=4.76

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。

【 0 0 7 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。

10

【 0 0 8 0 】

数値実施例 4

基本的なレンズデータ

【表 7】

f=5.08mm Fno=2.1  $\omega=37.5^\circ$

	i	r	d	n d	$\nu$ d	[mm]
		$\infty$	$\infty$			
L1	1*(ST)	1.839	0.640	1.5348	55.7	f1=3.396
	2*	-127.657	0.033			
L2	3*	5.757	0.219	1.6422	22.4	f2=-6.108
	4*	2.298	0.539	(=D23)		
L3	5*	6.078	0.544	1.5348	55.7	f3=12.282
	6*	78.934	0.278			
L4	7*	-2.608	0.507	1.5348	55.7	f4=10.196
	8*	-1.884	0.489	(=D45)		
L5	9*	-42.125	0.690	1.6142	25.6	f5=-19.220
	10*	16.503	0.363			
L6	11*	-2.662	0.600	1.5348	55.7	f6=-5.276
	12*	-50.760	0.100			
	13	$\infty$	0.210	1.5168	64.2	
	14	$\infty$	0.541			
(IM)		$\infty$				

20

30

【 0 0 8 1 】

Hmax=3.894mm  
 La=5.681mm  
 f45=21.468mm  
 f56=-4.063mm  
 3=2.43mm  
 6=6.22mm

40

【表 8】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	1.400E-03	7.938E-03	-6.804E-03	4.267E-03	-2.469E-03	1.567E-03	-4.231E-06
2	0	-4.734E-02	2.164E-01	-3.659E-01	3.902E-01	-2.634E-01	1.083E-01	-2.084E-02
3	0	-1.466E-01	3.357E-01	-4.450E-01	3.714E-01	-1.627E-01	2.868E-02	-1.474E-03
4	0	-1.038E-01	1.509E-01	-1.062E-01	2.181E-02	6.445E-02	-5.173E-02	9.879E-03
5	0	-5.313E-02	-6.693E-03	-2.627E-02	5.136E-02	-4.336E-02	2.433E-02	-6.096E-03
6	0	-8.286E-02	2.978E-03	-4.978E-02	-3.344E-03	6.654E-02	-4.470E-02	8.645E-03
7	0	-2.631E-02	1.073E-01	-1.701E-01	1.234E-01	-3.316E-02	-8.321E-04	2.029E-04
8	0	2.652E-02	8.689E-02	-4.254E-02	1.434E-02	-4.745E-03	7.925E-04	3.191E-06
9	0	-1.111E-01	1.029E-01	-5.581E-02	1.170E-02	3.931E-04	-9.049E-04	1.654E-04
10	0	-1.459E-01	8.618E-02	-2.650E-02	2.677E-03	4.052E-04	-1.205E-04	8.277E-06
11	0	-6.147E-02	3.891E-02	-7.554E-03	7.307E-04	-1.182E-05	-6.525E-06	6.149E-07
12	0	5.838E-03	-4.954E-03	8.023E-04	-3.274E-05	-3.526E-06	3.254E-07	-8.081E-09

10

## 【0082】

各条件式の値を以下に示す。

$$D45/f=0.10$$

$$|R6r/R6f|=19.07$$

$$R6r/f=-10.00$$

$$f1/f2=-0.56$$

$$f2/f=-1.20$$

$$f3/f=2.42$$

$$f56/f=-0.80$$

$$f6/f=-1.04$$

$$D23/f=0.11$$

$$6/3=2.56$$

$$La/Hmax=1.46$$

$$f4/f=2.01$$

$$f3/f4=1.21$$

$$f45/f=4.23$$

20

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。

## 【0083】

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。

## 【0084】

数値実施例 5

基本的なレンズデータ

30

40

【表 9】

f=5.52mm Fno=2.3  $\omega=35.2^\circ$ 

	i	r	d	n d	$\nu$ d	[mm]
		$\infty$	$\infty$			
L1	1*(ST) 2*	1.789 -196.637	0.737 0.022	1.5348	55.7	f1=3.319
L2	3* 4*	4.496 2.155	0.208 0.437	1.6422 (=D23)	22.4	f2=-6.679
L3	5* 6*	-37.900 -4.448	0.577 0.265	1.5348	55.7	f3=9.367
L4	7* 8*	-2.063 -2.310	0.274 0.749	1.5348 (=D45)	55.7	f4=-58.869
L5	9* 10*	-12.374 -14.580	0.668 0.318	1.6142	25.6	f5=-150.455
L6	11* 12*	-2.624 -55.094	0.600 0.100	1.5348	55.7	f6=-5.172
	13	$\infty$	0.210	1.5168	64.2	
	14	$\infty$	0.638			
(IM)		$\infty$				

10

【 0 0 8 5 】

Hmax=3.894mm

La=5.731mm

f45=-42.142mm

f56=-4.894mm

3=2.30mm

6=5.84mm

20

【表 1 0】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	1.074E-04	6.227E-03	-7.243E-03	4.295E-03	-2.450E-03	1.488E-03	-2.015E-04
2	0	-5.467E-02	2.170E-01	-3.653E-01	3.900E-01	-2.641E-01	1.079E-01	-2.066E-02
3	0	-1.513E-01	3.339E-01	-4.448E-01	3.721E-01	-1.624E-01	2.829E-02	-2.367E-03
4	0	-9.979E-02	1.493E-01	-1.054E-01	2.372E-02	6.639E-02	-5.140E-02	8.851E-03
5	0	-3.557E-02	-5.265E-03	-2.762E-02	5.050E-02	-4.326E-02	2.497E-02	-5.558E-03
6	0	-8.186E-02	6.038E-03	-4.782E-02	-3.669E-03	6.545E-02	-4.566E-02	8.025E-03
7	0	-4.361E-02	1.141E-01	-1.659E-01	1.236E-01	-3.433E-02	-1.620E-03	-6.826E-04
8	0	1.575E-02	8.503E-02	-4.292E-02	1.436E-02	-4.702E-03	8.206E-04	1.732E-05
9	0	-1.188E-01	1.022E-01	-5.548E-02	1.182E-02	4.122E-04	-9.004E-04	1.663E-04
10	0	-1.340E-01	8.555E-02	-2.660E-02	2.669E-03	4.065E-04	-1.202E-04	8.332E-06
11	0	-6.785E-02	3.889E-02	-7.508E-03	7.403E-04	-1.123E-05	-6.447E-06	6.128E-07
12	0	-3.759E-03	-4.935E-03	8.386E-04	-3.067E-05	-3.452E-06	2.959E-07	-1.144E-08

30

40

【 0 0 8 6 】

各条件式の値を以下に示す。

D45/f=0.14

|R6r/R6f|=21.00

R6r/f=-9.99

f1/f2=-0.50

f2/f=-1.21

f3/f=1.70

f56/f=-0.89

f6/f=-0.94

50

$$D23/f=0.08$$

$$6/3=2.54$$

$$La/Hmax=1.47$$

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 (1) ~ (15) を満足する。

【0087】

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。

10

【0088】

数値実施例 6

基本的なレンズデータ

【表 11】

$$f=5.41\text{mm } Fno=2.3 \quad \omega=35.8^\circ$$

	i	r	d	n d	$\nu d$	[mm]
		$\infty$	$\infty$			
L1	1*(ST)	1.805	0.790	1.5348	55.7	f1=3.249
	2*	-39.739	0.060			
L2	3*	-35.053	0.210	1.6422	22.4	f2=-6.012
	4*	4.349	0.299	(=D23)		
L3	5*	465.673	0.638	1.5348	55.7	f3=7.854
	6*	-4.236	0.255			
L4	7*	-2.015	0.260	1.5348	55.7	f4=-50.324
	8*	-2.276	0.759	(=D45)		
L5	9*	-13.366	0.632	1.6142	25.6	f5=-93.286
	10*	-17.747	0.358			
L6	11*	-2.625	0.600	1.5348	55.7	f6=-5.179
	12*	-54.051	0.100			
	13	$\infty$	0.210	1.5168	64.2	
	14	$\infty$	0.633			
(IM)		$\infty$				

20

30

【0089】

$$Hmax=3.894\text{mm}$$

$$La=5.732\text{mm}$$

$$f45=-32.295\text{mm}$$

$$f56=-4.808\text{mm}$$

$$3=2.30\text{mm}$$

$$6=5.84\text{mm}$$

【表 1 2】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	0	6.466E-04	8.169E-03	-6.569E-03	4.473E-03	-2.516E-03	1.390E-03	-3.046E-04
2	0	-6.706E-02	2.156E-01	-3.636E-01	3.914E-01	-2.637E-01	1.075E-01	-2.135E-02
3	0	-1.424E-01	3.341E-01	-4.461E-01	3.716E-01	-1.621E-01	2.896E-02	-1.791E-03
4	0	-9.278E-02	1.477E-01	-1.089E-01	2.061E-02	6.522E-02	-5.023E-02	1.185E-02
5	0	-6.342E-02	-8.307E-03	-2.529E-02	5.360E-02	-4.185E-02	2.471E-02	-8.001E-03
6	0	-7.894E-02	8.528E-03	-4.625E-02	-3.034E-03	6.538E-02	-4.591E-02	7.971E-03
7	0	-4.189E-02	1.152E-01	-1.653E-01	1.238E-01	-3.416E-02	-1.860E-03	-1.049E-03
8	0	9.893E-03	8.493E-02	-4.248E-02	1.462E-02	-4.625E-03	8.413E-04	9.650E-06
9	0	-1.242E-01	1.031E-01	-5.508E-02	1.186E-02	4.091E-04	-9.043E-04	1.649E-04
10	0	-1.332E-01	8.567E-02	-2.656E-02	2.677E-03	4.068E-04	-1.203E-04	8.300E-06
11	0	-6.851E-02	3.892E-02	-7.508E-03	7.403E-04	-1.111E-05	-6.429E-06	6.158E-07
12	0	-4.158E-03	-4.916E-03	8.538E-04	-3.029E-05	-3.623E-06	2.829E-07	-9.740E-09

10

## 【0 0 9 0】

各条件式の値を以下に示す。

$$D45/f=0.14$$

$$|R6r/R6f|=20.59$$

$$R6r/f=-10.00$$

$$f1/f2=-0.54$$

$$f2/f=-1.11$$

$$f3/f=1.45$$

$$f56/f=-0.89$$

$$f6/f=-0.96$$

$$D23/f=0.06$$

$$6/3=2.54$$

$$La/Hmax=1.47$$

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 (1) ~ (15) を満足する。

20

## 【0 0 9 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。

30

## 【0 0 9 2】

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。具体的には、上述の数値実施例 1 ~ 6 に係る撮像レンズは70.4°~76.6°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。

40

## 【0 0 9 3】

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 9 4】

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】

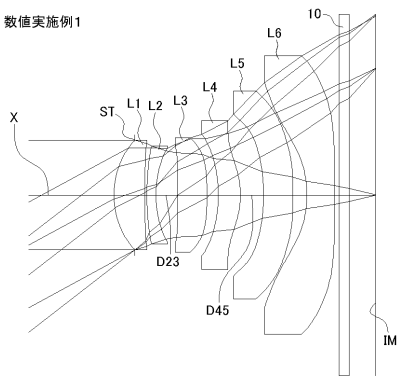
50

【 0 0 9 5 】

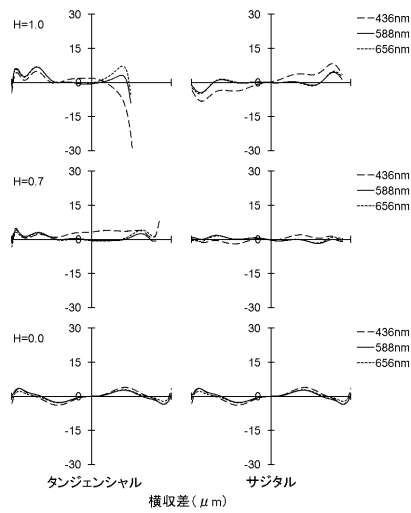
- S T 開口絞り
- L 1 第 1 レンズ
- L 2 第 2 レンズ
- L 3 第 3 レンズ
- L 4 第 4 レンズ
- L 5 第 5 レンズ
- L 6 第 6 レンズ
- 1 0 フィルタ

【 図 1 】

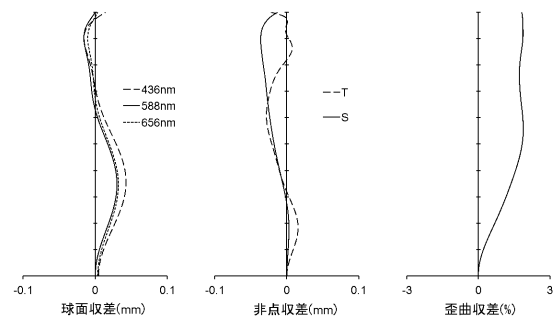
数値実施例1



【 図 2 】

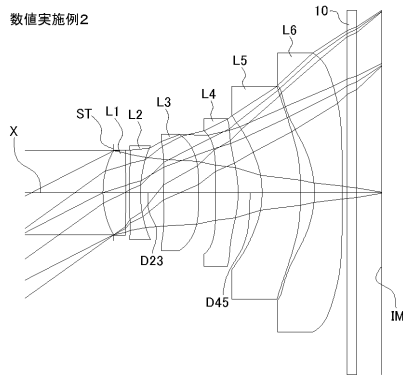


【 図 3 】

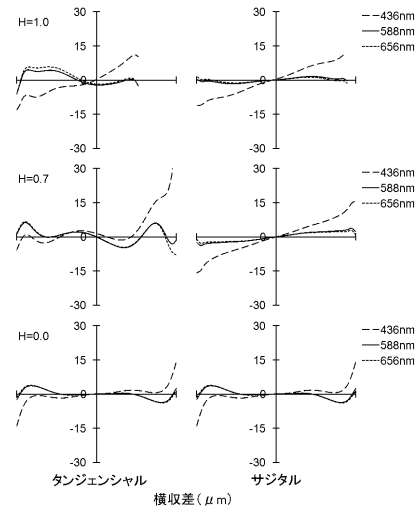


【図4】

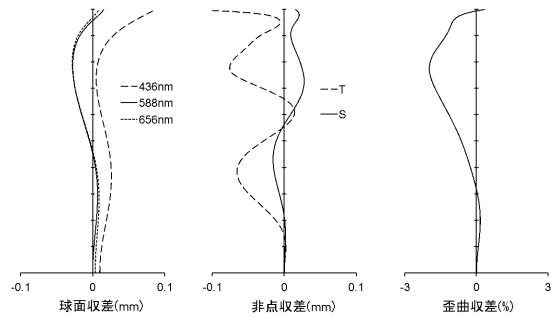
数値実施例2



【図5】

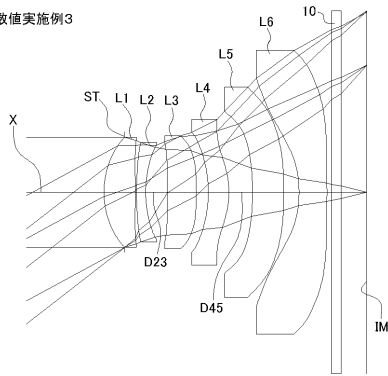


【図6】

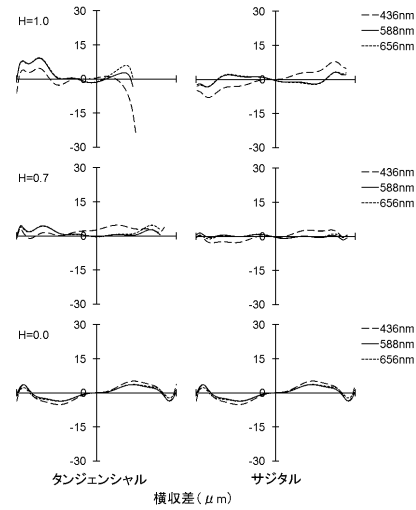


【図7】

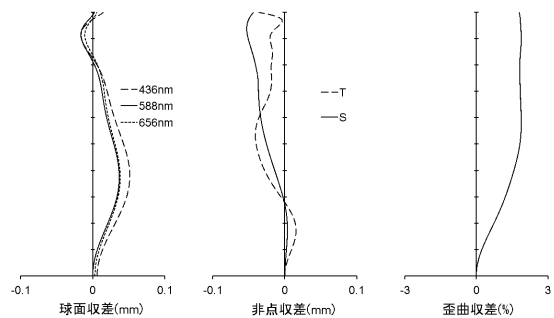
数値実施例3



【図8】

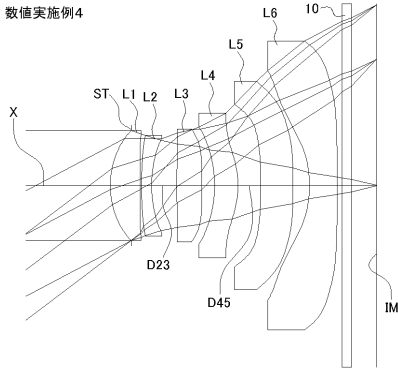


【図9】

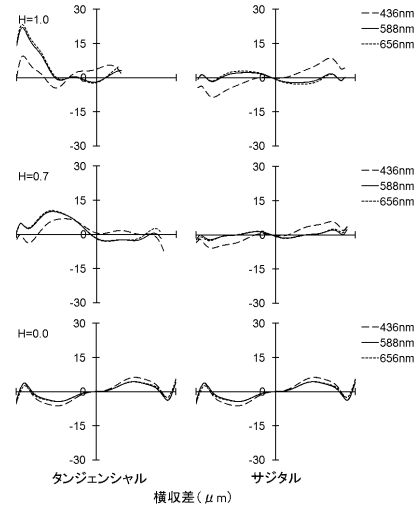


【図10】

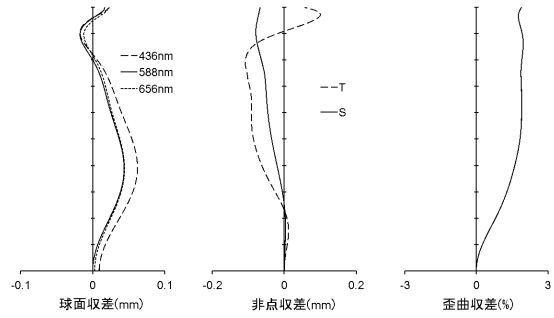
数値実施例4



【図11】

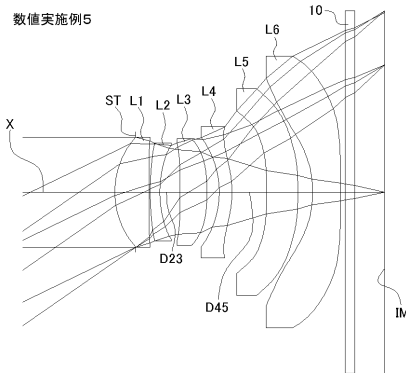


【図12】

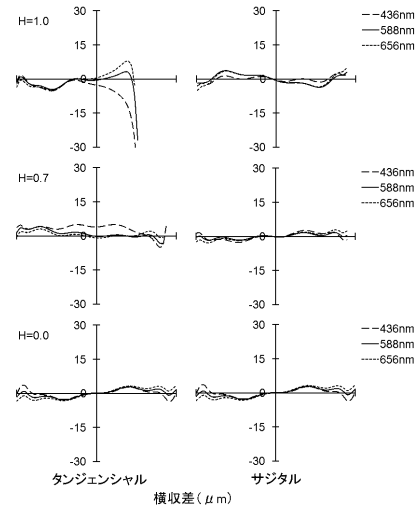


【図13】

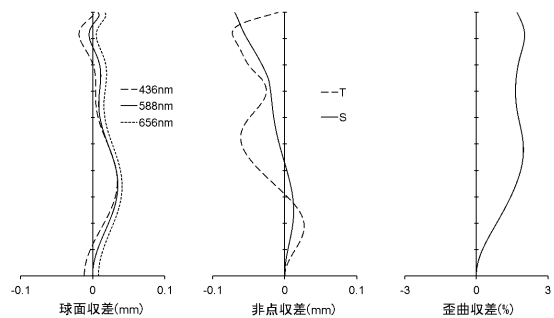
数値実施例5



【図14】

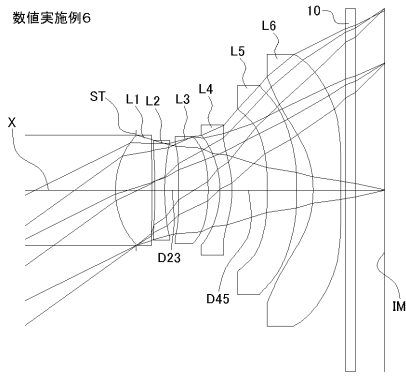


【図15】

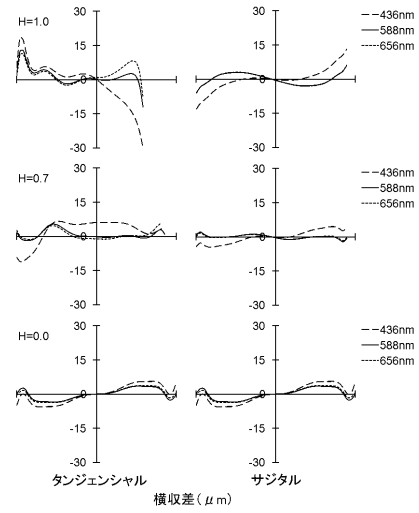


【図16】

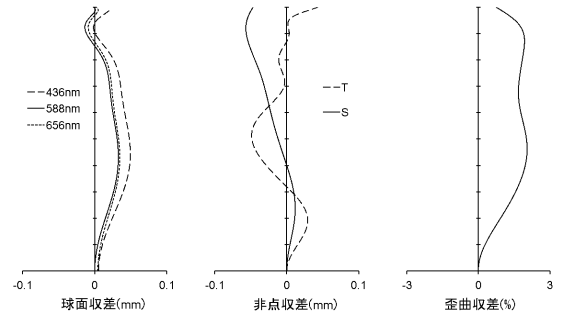
数値実施例6



【図17】



【図18】



---

フロントページの続き

審査官 堀井 康司

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0098239(US, A1)  
中国特許出願公開第103576297(CN, A)  
特開2015-121730(JP, A)  
特開昭61-148414(JP, A)  
米国特許出願公開第2012/0229917(US, A1)  
米国特許第09488808(US, B1)

(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