

(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

G02B 13/00 (2006.01)  
G02B 13/18 (2006.01)G02B 13/00  
G02B 13/18

請求項の数 12 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2016-96676 (P2016-96676)
(22) 出願日	平成28年5月13日 (2016.5.13)
(65) 公開番号	特開2017-203933 (P2017-203933A)
(43) 公開日	平成29年11月16日 (2017.11.16)
審査請求日	平成30年5月22日 (2018.5.22)

早期審査対象出願

(73) 特許権者	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
(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、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<sub>6r</sub>、第4レンズのアッペ数をd<sub>4</sub>としたとき、

$$-10 < R_{6r} / f < -1$$

$$15 < d_4 < 35$$

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、

10

20

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狀に形成され、

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<sub>2</sub>、前記第3レンズの焦点距離をf<sub>3</sub>、前記第6レンズの像面側の面の曲率半径をR<sub>6r</sub>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<sub>2</sub>、前記第3レンズの焦点距離をf<sub>3</sub>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<sub>4f</sub>、前記第4レンズの像面側の面の曲率半径をR<sub>4r</sub>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<sub>3</sub>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<sub>3</sub>、前記第6レンズの焦点距離をf<sub>6</sub>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<sub>6</sub>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<sub>56</sub>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<sub>5</sub>、前記第6レンズの光軸上の厚さをT<sub>6</sub>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<sub>56</sub>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狀に形成される、  
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<sub>5</sub>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、デジタルスタイルカメラ、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、例えばデジタルスタイ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なようになった。

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 $R_{6r}$ 、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。

$$-1.0 < R_{6r} / f < -1 \quad (1)$$

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

**【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 $R_{6r}$ としたとき次の条件式(1)および(3)を満足する。

$$-1.0 < R_{6r} / f < -1 \quad (1)$$

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

**【0014】**

40

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

## 【0015】

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CRAの範囲内に抑制することが困難になる。一方、下限値「-10」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CRAの範囲内に抑制することが困難になる。

条件式(15)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

## 【0016】

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。

## 【0017】

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R4f、第4レンズの像面側の面の曲率半径をR4rとしたとき、次の条件式(2)を満足することが望ましい。

20

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

## 【0018】

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

## 【0019】

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f3としたとき、次の条件式(4)を満足することが望ましい。

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

## 【0020】

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

## 【0021】

上記構成の撮像レンズは、第3レンズの焦点距離をf3、第6レンズの焦点距離をf6としたとき、次の条件式(5)を満足することが望ましい。

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

## 【0022】

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

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】

10

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】

20

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レンズのアッベ数をd1、第2レンズのアッベ数をd2、および第3レンズのアッベ数を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】

30

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レンズのアッベ数をd5、および第6レンズのアッベ数を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。

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

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

40

#### 【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

50

、その像面側の面が、レンズの周辺部に向かうについて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CRA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。10

#### 【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。30

【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40

。

【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r1および像面側の面の曲率半径r2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r2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r1が無限大となり、上記曲率半径r2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r1および上記曲率半径r2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r3が正となり、像面側の面の曲率半径r4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r3および上記曲率半径r4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r3および上記曲率半径r4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r5および像面側の面の曲率半径r6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r6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r5が負となり、上記曲率半径r6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r7および像面側の面の曲率半径r8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。

#### 【 0 0 5 0 】

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。

10

#### 【 0 0 5 1 】

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。

20

#### 【 0 0 5 2 】

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 I M への入射角度が C R A の範囲内により好適に抑制されることになる。

30

#### 【 0 0 5 3 】

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。

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

$$0.5 < |R_4 f / R_4 r| < 2.0 \quad (2)$$

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

$$-2.0 < f_3 / f < -0.5 \quad (4)$$

$$0.5 < f_3 / f_6 < 1.5 \quad (5)$$

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

$$0.05 < D_3 4 / f < 0.2 \quad (7)$$

$$0.02 < D_4 5 / f < 0.2 \quad (8)$$

$$0.05 < D_5 6 / f < 0.2 \quad (9)$$

$$0.5 < T_5 / T_6 < 3.0 \quad (10)$$

$$-1.0 < f_5 6 / f < -0.5 \quad (11)$$

40

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

$f_3$  : 第 3 レンズ L 3 の焦点距離

$f_6$  : 第 6 レンズ L 6 の焦点距離

$f_5 6$  : 第 5 レンズ L 5 および第 6 レンズ L 6 の合成焦点距離

$R_4 f$  : 第 4 レンズ L 4 の物体側の面の曲率半径 ( $= r_7$ )

50

R 4 r : 第 4 レンズ L 4 の像面側の面の曲率半径 (= r 8)  
 R 6 r : 第 6 レンズ L 6 の像面側の面の曲率半径 (= r 12)  
 D 3 4 : 第 3 レンズ L 3 と第 4 レンズ L 4 との間の光軸上の距離  
 D 4 5 : 第 4 レンズ L 4 と第 5 レンズ L 5 との間の光軸上の距離  
 D 5 6 : 第 5 レンズ L 5 と第 6 レンズ L 6 との間の光軸上の距離  
 T 5 : 第 5 レンズ L 5 の光軸上の厚さ  
 T 6 : 第 6 レンズ L 6 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。

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

10

但し、

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  
 d 5 : 第 5 レンズ L 5 のアッベ数  
 d 6 : 第 6 レンズ L 6 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 n o は F ナンバー、i 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	$\nu d$	[mm]
	$\infty$	$\infty$			
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 $\infty$	0.210	1.5168	64.2	
	14 $\infty$	0.543			
(IM)	$\infty$				

10

【0059】

20

f56=-8.684mm

T5=0.636mm

T6=0.585mm

【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

【0060】

各条件式の値を以下に示す。

R6 r/f=-4.21

40

|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

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5.732mmであり、撮像レンズの小型化が図られている。

### 【0061】

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11、図14、図17、および図20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、図15、図18、および図21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

### 【0062】

#### 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	v d	[mm]
		$\infty$	$\infty$			
L1	1*	2.294	0.523	1.5348	55.7	$f_1=4.433$
	2*(ST)	65.389	0.168			
L2	3*	-7.269	0.589	1.5348	55.7	$f_2=9.980$
	4*	-3.165	0.043			
L3	5*	12.655	0.282	1.6503	21.5	$f_3=-6.382$
	6*	3.098	0.799	(=D34)		
L4	7*	89.212	0.381	1.6142	25.6	$f_4=70.954$
	8*	-85.067	0.377	(=D45)		
L5	9*	2.152	0.647	1.5348	55.7	$f_5=17.156$
	10*	2.518	0.480	(=D56)		
L6	11*	-2.909	0.605	1.5348	55.7	$f_6=-6.435$
	12*	-20.173	0.100			
	13	$\infty$	0.210	1.5168	64.2	
	14	$\infty$	0.600			
	(IM)	$\infty$				

10

20

30

### 【0063】

$f_{56}=-12.969\text{mm}$

$T_5=0.647\text{mm}$

$T_6=0.605\text{mm}$

【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

## 【0064】

各条件式の値を以下に示す。

$$R6r/f = -3.98$$

$$|R4f/R4r| = 1.05$$

$$|f3/f2| = 0.64$$

$$f3/f = -1.26$$

$$f3/f6 = 0.99$$

$$f6/f = -1.27$$

$$D34/f = 0.16$$

$$D45/f = 0.07$$

$$D56/f = 0.09$$

$$T5/T6 = 1.07$$

$$f56/f = -2.56$$

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5.732mmであり、撮像レンズの小型化が図られている。

## 【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

10

20

30

【表5】

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

i	r	d	n d	$\nu d$	[mm]
	$\infty$	$\infty$			
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 $\infty$	0.210	1.5168	64.2	
	14 $\infty$	0.589			
(IM)	$\infty$				

10

【0067】

20

f56=-8.554mm

T5=0.632mm

T6=0.632mm

【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

【0068】

各条件式の値を以下に示す。

R6r/f=-3.93

40

|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

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5.732mmであり、撮像レンズの小型化が図られている。

### 【0069】

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。

### 【0070】

#### 数値実施例4

##### 基本的なレンズデータ

【表7】

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

i	r	d	n d	v d	[mm]
	$\infty$	$\infty$			
L1	1*	2.238	0.518	1.5348	55.7 $f_1=4.367$
	2*(ST)	49.357	0.182		
L2	3*	-7.010	0.597	1.5348	55.7 $f_2=10.087$
	4*	-3.139	0.031		
L3	5*	11.516	0.273	1.6503	21.5 $f_3=-6.710$
	6*	3.135	0.818 (=D34)		
L4	7*	47.016	0.362	1.6142	25.6 $f_4=-101.330$
	8*	26.705	0.372 (=D45)		
L5	9*	2.121	0.659	1.5348	55.7 $f_5=15.810$
	10*	2.524	0.486 (=D56)		
L6	11*	-2.912	0.666	1.5348	55.7 $f_6=-6.557$
	12*	-18.541	0.100		
	13	$\infty$	0.210	1.5168	64.2
	14	$\infty$	0.542		
	(IM)	$\infty$			

### 【0071】

$f_{56}=-14.525\text{mm}$

$T_5=0.659\text{mm}$

$T_6=0.666\text{mm}$

【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

### 【0072】

各条件式の値を以下に示す。

$R6r/f=-3.61$

10

20

30

40

50

$|R4f/R4r|=1.76$   
 $|f3/f2|=0.67$   
 $f3/f=-1.31$   
 $f3/f6=1.02$   
 $f6/f=-1.28$   
 $D34/f=0.16$   
 $D45/f=0.07$   
 $D56/f=0.09$   
 $T5/T6=0.99$   
 $f56/f=-2.83$

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5.744mmであり、撮像レンズの小型化が図られている。

## 【0073】

図11は像高比Hに対応する横収差を示したものであり、図12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11および図12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。

## 【0074】

## 数値実施例5

20

## 基本的なレンズデータ

## 【表9】

$f=5.49\text{mm}$   $F\text{no}=2.17$   $\omega=32.6^\circ$

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

30

## 【0075】

$f56=-25.637\text{mm}$

$T5=0.481\text{mm}$

$T6=0.414\text{mm}$

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

## 【0076】

各条件式の値を以下に示す。

$$R6r/f = -2.69$$

$$|R4f/R4r| = 0.79$$

$$|f3/f2| = 0.43$$

$$f3/f = -1.37$$

$$f3/f6 = 1.12$$

$$f6/f = -1.22$$

$$D34/f = 0.12$$

$$D45/f = 0.09$$

$$D56/f = 0.17$$

$$T5/T6 = 1.16$$

$$f56/f = -4.67$$

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。

## 【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

10

20

30

## 【表 1 1】

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

i	r	d	n d	$\nu d$	[mm]
	$\infty$	$\infty$			
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 $\infty$	0.210	1.5168	64.2	
	14 $\infty$	0.544			
(IM)	$\infty$				

10

## 【0079】

20

f56=-6.471mm

T5=0.698mm

T6=0.539mm

## 【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	-8.080E-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

## 【0080】

各条件式の値を以下に示す。

R6 r / f = -2.41

40

| R4 f / R4 r | = 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

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5.735mmであり、撮像レンズの小型化が図られている。

#### 【0081】

図17は像高比Hに対応する横収差を示したものであり、図18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17および図18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。

#### 【0082】

数値実施例7

基本的なレンズデータ

#### 【表13】

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

	i	r	d	n d	v d	[mm]
		$\infty$	$\infty$			
L1	1*	2.125	0.534	1.5348	55.7	$f_1=4.132$
	2*(ST)	50.377	0.198			
L2	3*	-8.418	0.641	1.5348	55.7	$f_2=8.159$
	4*	-2.950	0.030			
L3	5*	16.499	0.273	1.6503	21.5	$f_3=-5.651$
	6*	2.986	0.552	(=D34)		
L4	7*	-3.574	0.477	1.6142	25.6	$f_4=12.047$
	8*	-2.532	0.273	(=D45)		
L5	9*	-29.841	0.775	1.5348	55.7	$f_5=-228.717$
	10*	-39.827	0.804	(=D56)		
L6	11*	-2.553	0.394	1.5348	55.7	$f_6=-5.242$
	12*	-30.151	0.100			
	13	$\infty$	0.210	1.5168	64.2	
	14	$\infty$	0.545			
	(IM)	$\infty$				

10

20

30

#### 【0083】

$f_{56}=-5.063\text{mm}$

$T_5=0.775\text{mm}$

$T_6=0.394\text{mm}$

#### 【表14】

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

40

#### 【0084】

各条件式の値を以下に示す。

50

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

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 10 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、60° 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 65 . 2 ° ~ 70 . 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。上記数値実施例 1 ~ 7 の撮像レンズの F no 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、デジタルスタイルルカメラ、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 】

40

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、デジタルスタイルルカメラ、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 】

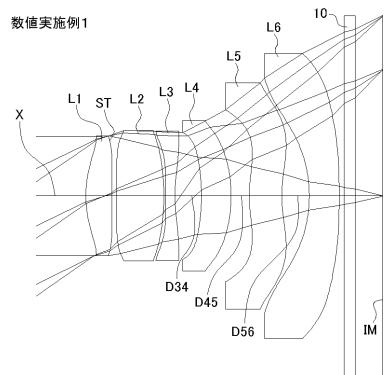
#### 【 0 0 9 0 】

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

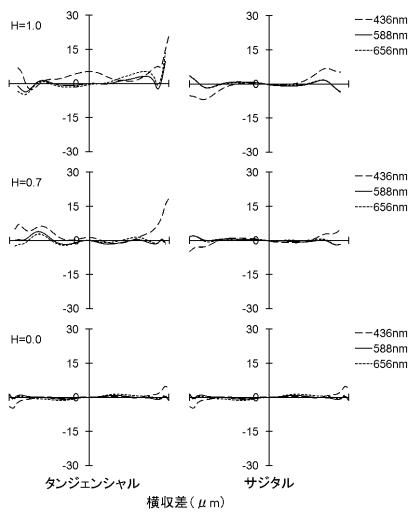
50

L 6 第6レンズ  
1 0 フィルタ

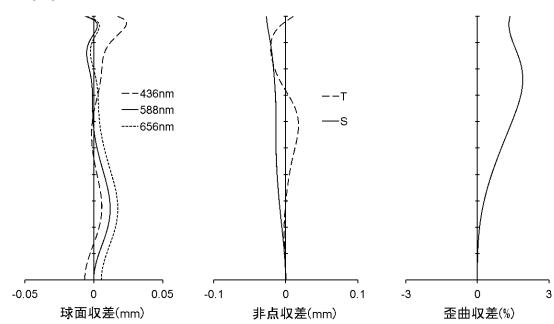
【図1】



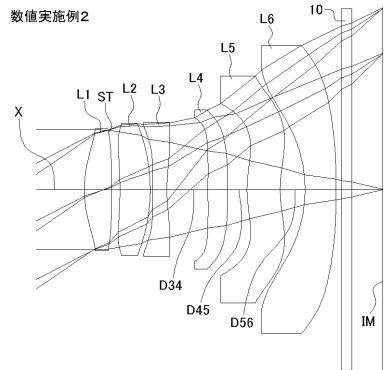
【図2】



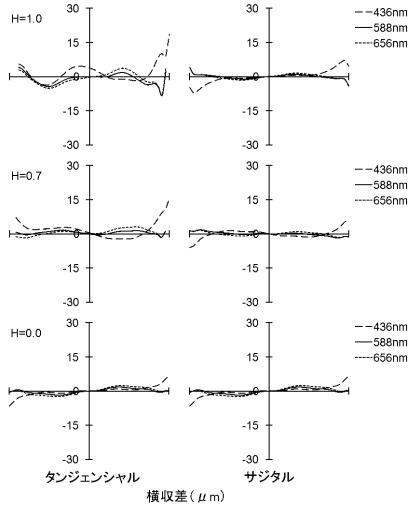
【図3】



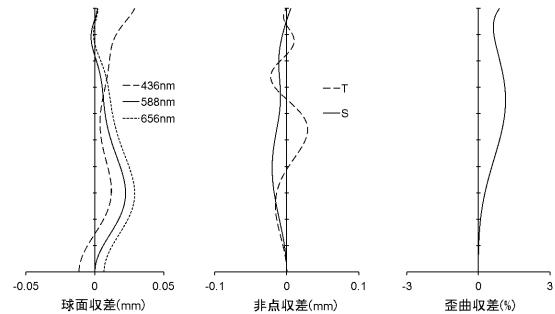
【図4】



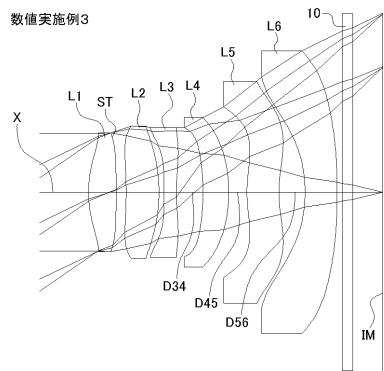
【図5】



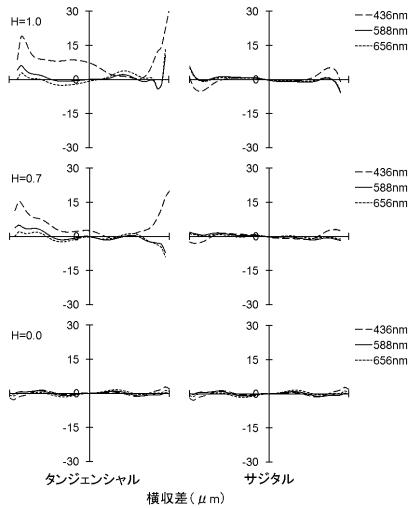
【図6】



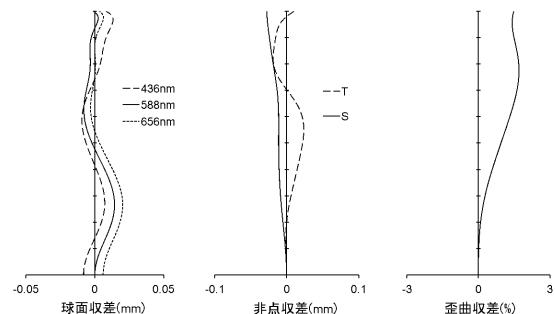
【図7】



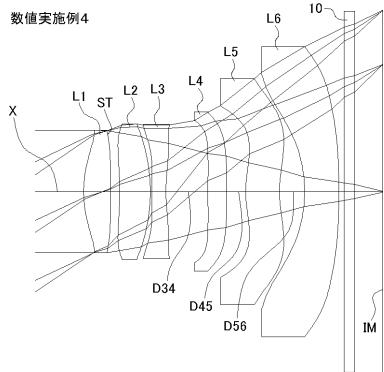
【図8】



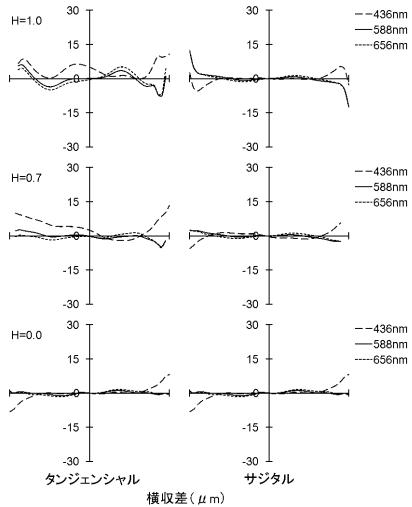
【図9】



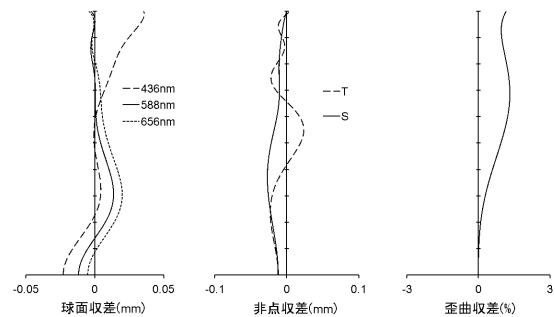
【図10】



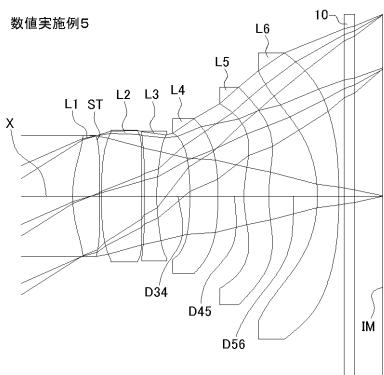
【図11】



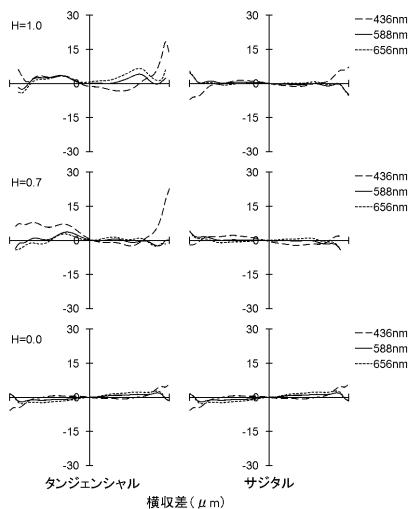
【図12】



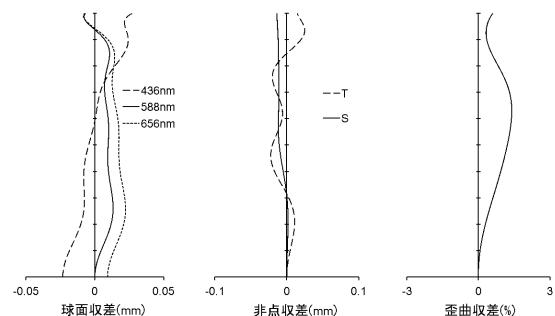
【図13】



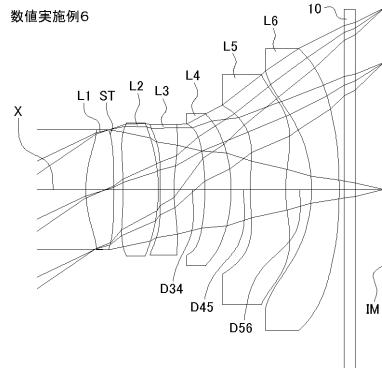
【図14】



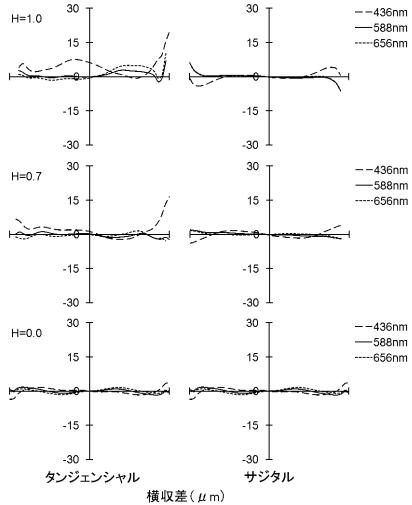
【図15】



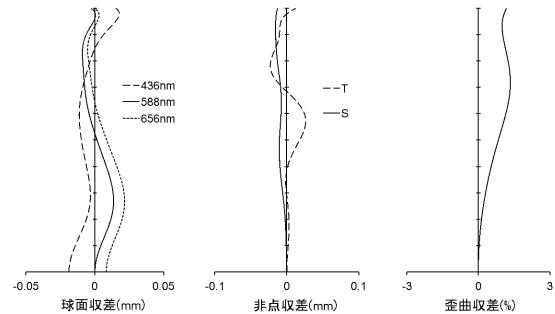
【図16】



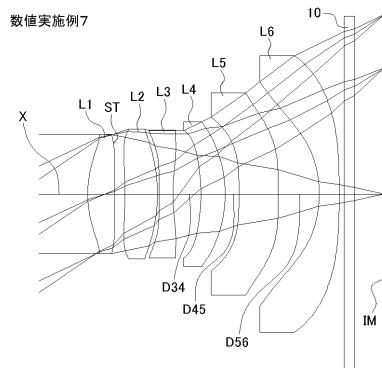
【図17】



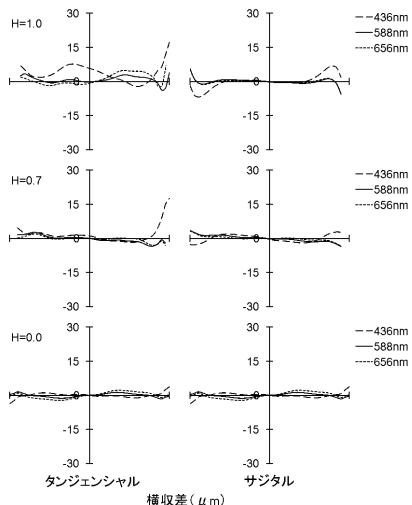
【図18】



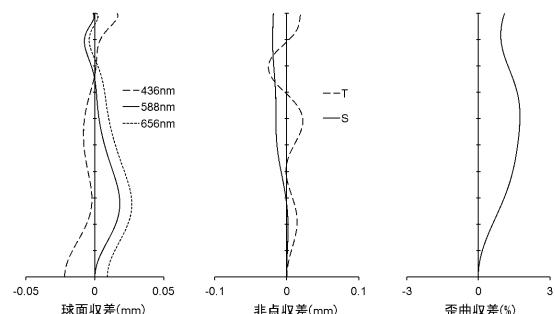
【図19】



【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)

G 02 B	9 / 00	-	17 / 08
G 02 B	21 / 02	-	21 / 04
G 02 B	25 / 00	-	25 / 04