

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7112894号
(P7112894)

(45)発行日 令和4年8月4日(2022.8.4)

(24)登録日 令和4年7月27日(2022.7.27)

(51)国際特許分類

<i>G 0 2 B</i>	13/00 (2006.01)	F I	G 0 2 B	13/00
<i>G 0 2 B</i>	13/18 (2006.01)		G 0 2 B	13/18

請求項の数 9 (全27頁)

(21)出願番号	特願2018-115908(P2018-115908)
(22)出願日	平成30年6月19日(2018.6.19)
(65)公開番号	特開2019-219476(P2019-219476)
	A)
(43)公開日	令和1年12月26日(2019.12.26)
審査請求日	令和3年6月18日(2021.6.18)

(73)特許権者	521351719 東京晨美光学電子株式会社 東京都中央区渋1-7-4 MJビル7F
(74)代理人	100112520 弁理士 林 茂則
(72)発明者	黄 運柏 福島県須賀川市横山町88番地 カンタ ツ株式会社 須賀川工場内
審査官	岡田 弘

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】**

物体側から像側に向かって順に、光軸近傍で物体側の面が物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第1レンズと、光軸近傍で負の屈折力を有する第2レンズと、第3レンズと、光軸近傍で正の屈折力を有する第4レンズと、光軸近傍で像側の面が像側に凹面を向けた負の屈折力を有する第5レンズとから構成され、前記第5レンズの像側の面は、光軸上以外の位置に極点を有する非球面が形成された形状であり、前記第4レンズと前記第5レンズの合成屈折力は、光軸近傍で負の屈折力を有するとともに、以下の条件式(1)、(2)、(3)、および(4)を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$(1) 10.00 < d_3 < 39.00$$

$$(2) 0.25 < T_2 / T_3 < 1.00$$

$$(3) 0.50 < r_2 / f < 1.65$$

$$(4) -5.00 < r_9 / r_{10} < -2.20$$

ただし、

d₃ : 第3レンズのd線に対するアッベ数T₂ : 第2レンズの像側の面から第3レンズの物体側の面までの光軸上の距離T₃ : 第3レンズの像側の面から第4レンズの物体側の面までの光軸上の距離r₂ : 第1レンズの像側の面の近軸曲率半径

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

r₉ : 第5レンズの物体側の面の近軸曲率半径

10

20

r_{10} : 第 5 レンズの像側の面の近軸曲率半径

【請求項 2】

前記第 2 レンズの物体側の面は、光軸近傍で物体側に凸面を向けていることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像レンズ。

【請求項 3】

以下の条件式(5)を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像レンズ。

$$(5) \quad 1.90 < (T_4/f) \times 100 < 10.00$$

ただし、

T_4 : 第 4 レンズの像側の面から第 5 レンズの物体側の面までの光軸上の距離

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

10

【請求項 4】

以下の条件式(7)を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像レンズ。

$$(7) \quad 1.10 < T_3/T_4 < 5.50$$

ただし、

T_3 : 第 3 レンズの像側の面から第 4 レンズの物体側の面までの光軸上の距離

T_4 : 第 4 レンズの像側の面から第 5 レンズの物体側の面までの光軸上の距離

【請求項 5】

以下の条件式(10)を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像レンズ。

$$(10) \quad 0.35 < r_4/f < 1.25$$

ただし、

20

r_4 : 第 2 レンズの像側の面の近軸曲率半径

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

【請求項 6】

以下の条件式(12)を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像レンズ。

$$(12) \quad 0.20 < r_2/r_3 < 1.30$$

ただし、

r_2 : 第 1 レンズの像側の面の近軸曲率半径

r_3 : 第 2 レンズの物体側の面の近軸曲率半径

30

【請求項 7】

以下の条件式(13)を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像レンズ。

$$(13) \quad 1.00 < r_3/r_4 < 9.50$$

ただし、

r_3 : 第 2 レンズの物体側の面の近軸曲率半径

r_4 : 第 2 レンズの像側の面の近軸曲率半径

【請求項 8】

前記第 2 レンズと前記第 3 レンズは、プラスチック材料で構成されるとともに、以下の条件式(14)、および(15)を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像レンズ。

$$(14) \quad 1.65 < N_d 2$$

$$(15) \quad 1.60 < N_d 3 < 1.70$$

40

ただし、

$N_d 2$: 第 2 レンズの d 線に対する屈折率

$N_d 3$: 第 3 レンズの d 線に対する屈折率

【請求項 9】

以下の条件式(16)を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像レンズ。

$$(16) \quad TTL/Epd \quad 2.50$$

ただし、

TTL : 光学全長

Epd : 入射瞳直径

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】**【0001】**

本発明は、撮像装置に使用されるC C D センサやC - M O S センサの固体撮像素子上に被写体の像を結像させる撮像レンズに係り、特に、小型化、高性能化が進むスマートフォンや携帯電話機、およびP D A (P e r s o n a l D i g i t a l A s s i s t a n t) やゲーム機、P C 、ロボットなどの情報機器等、さらにはカメラ機能が付加された家電製品、および監視用カメラや自動車等に搭載される撮像レンズに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

近年、家電製品や情報端末機器、自動車や公共交通機関にカメラ機能が搭載されることが一般的となった。また、カメラ機能を融合させた商品の需要はますます高まる状況にあり、様々な商品開発が進んでいる。

10

【0003】

このような機器に搭載される撮像レンズは、小型でありながらも高い解像性能が求められる。

【0004】

従来の高性能化を目指した撮像レンズとしては、例えば、以下の特許文献1のような撮像レンズが知られている。

【0005】

特許文献1には、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状で正の屈折力を有する第1レンズと、両凹形状で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、正の屈折力を有する第4レンズと、両凹形状で負の屈折力を有する第5レンズとを備えた撮像レンズが開示されている。

20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0006】****【文献】国際公開第2014 / 119283号****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

特許文献1に記載のレンズ構成で、広角化と低背化、および低Fナンバー化を図ろうとした場合、周辺部における収差補正が非常に困難であり、良好な光学性能を得ることはできない。

30

【0008】

本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであり、広角化と低背化、および低Fナンバー化の要求をバランスよく満足しながらも、諸収差が良好に補正された高い解像力を備える撮像レンズを提供することを目的とする。

【0009】

また、本発明において使用する用語に関し、レンズの面の凸面、凹面、平面とは近軸(光軸近傍)における形状を指すものと定義する。屈折力とは、近軸(光軸近傍)における屈折力を指すものと定義する。極点とは接平面が光軸と垂直に交わる光軸上以外における非球面上の点として定義する。光学全長とは、最も物体側に位置する光学素子の物体側の面から撮像面までの光軸上の距離として定義する。なお、光学全長やバックフォーカスは、撮像レンズと撮像面との間に配置されるI R カットフィルタやカバーガラス等の厚みを空気換算して得られる距離とする。

40

【課題を解決するための手段】**【0010】**

本発明による撮像レンズは、物体側から像側に向かって順に、光軸近傍で物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第1レンズと、光軸近傍で負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、光軸近傍で像側に凹面を向けた負の屈折力を有する第5

50

レンズとから構成され、第5レンズの像側の面は、光軸上以外の位置に極点を有する非球面を形成して構成される。

【0011】

上記構成の撮像レンズは、第1レンズは、光軸近傍で物体側に凸面を向けることにより、球面収差、歪曲収差を良好に補正する。第2レンズは、第1レンズで発生する球面収差、色収差を良好に補正する。第3レンズは、周辺部の収差を良好に補正する。第4レンズは、非点収差、像面湾曲、歪曲収差を良好に補正する。第5レンズは、色収差、非点収差、像面湾曲、歪曲収差を良好に補正する。また、第5レンズの像側の面は、光軸近傍で像側に凹面を向けており、光軸上以外の位置に極点を有する非球面形状を形成することで、像面湾曲、歪曲収差、撮像素子への光線入射角度の制御をより良好に行うことができる。

10

【0012】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、第1レンズの像側の面は、光軸近傍で像側に凹面を向けた形状とすることが望ましい。

【0013】

第1レンズの像側の面を光軸近傍で像側に凹面とすることで、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0014】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、第2レンズの物体側の面は、光軸近傍で物体側に凸面を向けた形状とすることが望ましい。

20

【0015】

第2レンズの物体側の面を光軸近傍で物体側に凸面とすることで、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0016】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、第4レンズの光軸近傍における屈折力は、正であることが望ましい。

【0017】

第4レンズを正の屈折力にすることで、低背化をより容易なものとする。

【0018】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(1)を満足することが望ましい。

30

$$(1) \ 10.00 < d_3 < 39.00$$

ただし、 d_3 は第3レンズのd線に対するアッペ数である。

【0019】

条件式(1)は、第3レンズの、d線に対するアッペ数を適切な範囲に規定するものである。条件式(1)を満足することで、色収差の良好な補正が可能になる。

【0020】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$(2) \ 0.25 < T_2 / T_3 < 1.00$$

ただし、 T_2 は第2レンズの像側の面から第3レンズの物体側の面までの光軸上の距離、 T_3 は第3レンズの像側の面から第4レンズの物体側の面までの光軸上の距離である。

40

【0021】

条件式(2)は、第2レンズと第3レンズとの間隔、および第3レンズと第4レンズとの間隔を適切な範囲に規定するものである。条件式(2)を満足することにより、第2レンズと第3レンズとの間隔、および第3レンズと第4レンズとの間隔の差が大きくなることが抑制され、低背化が図られる。また、条件式(2)の範囲を満足することで、第3レンズは最適な位置に配置され、当該レンズによる諸収差補正機能がより効果的なものとなる。

【0022】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

50

い。

$$(3) 0.50 < r_2 / f < 1.65$$

ただし、 r_2 は第 1 レンズの像側の面の近軸曲率半径、 f は撮像レンズ全系の焦点距離である。

【0023】

条件式(3)は、第 1 レンズの像側の面の近軸曲率半径を適切な範囲に規定するものである。条件式(3)の上限値を下回ることで、非点収差の良好な補正が可能になる。一方、条件式(3)の下限値を上回ることで、第 1 レンズの像側の面の屈折力を維持しながら、この面で発生する球面収差を抑制し、製造誤差に対する感度も低減することが容易となる。

10

【0024】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$(4) -5.00 < r_9 / r_{10} < -2.20$$

ただし、 r_9 は第 5 レンズの物体側の面の近軸曲率半径、 r_{10} は第 5 レンズの像側の面の近軸曲率半径である。

【0025】

条件式(4)は、第 5 レンズの物体側の面、および像側の面の近軸曲率半径の関係について規定するものである。条件式(4)の範囲を満足することで、球面収差、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

20

【0026】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$(5) 1.90 < (T_4 / f) \times 100 < 10.00$$

ただし、 T_4 は第 4 レンズの像側の面から第 5 レンズの物体側の面までの光軸上の距離、 f は撮像レンズ全系の焦点距離である。

【0027】

条件式(5)は、第 4 レンズと第 5 レンズの光軸上の間隔を適切な範囲に規定するための条件である。条件式(5)の範囲を満足することで、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

30

【0028】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(6)を満足することが望ましい。

$$(6) 1.20 < T_2 / T_1 < 7.00$$

ただし、 T_2 は第 2 レンズの像側の面から第 3 レンズの物体側の面までの光軸上の距離、 T_1 は第 1 レンズの像側の面から第 2 レンズの物体側の面までの光軸上の距離である。

【0029】

条件式(6)は、第 2 レンズと第 3 レンズとの間隔、および第 1 レンズと第 2 レンズとの間隔を適切な範囲に規定するものである。条件式(6)を満足することにより、第 2 レンズと第 3 レンズとの間隔、および第 1 レンズと第 2 レンズとの間隔の差が大きくなることが抑制され、低背化が図られる。また、条件式(6)の範囲を満足することで、第 2 レンズは最適な位置に配置され、当該レンズによる諸収差補正機能がより効果的なものとなる。

40

【0030】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(7)を満足することが望ましい。

$$(7) 1.10 < T_3 / T_4 < 5.50$$

ただし、 T_3 は第 3 レンズの像側の面から第 4 レンズの物体側の面までの光軸上の距離、 T_4 は第 4 レンズの像側の面から第 5 レンズの物体側の面までの光軸上の距離である。

【0031】

50

条件式(7)は、第3レンズと第4レンズとの間隔、および第4レンズと第5レンズとの間隔を適切な範囲に規定するものである。条件式(7)を満足することにより、第3レンズと第4レンズとの間隔、および第4レンズと第5レンズとの間隔の差が大きくなることが抑制され、低背化が図られる。また、条件式(7)の範囲を満足することで、第4レンズは最適な位置に配置され、当該レンズによる諸収差補正機能がより効果的なものとなる。

【0032】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(8)を満足することが望ましい。

$$(8) 2.30 < D_1 / D_2 < 3.80$$

ただし、D₁は第1レンズの光軸上の厚み、D₂は第2レンズの光軸上の厚みである。

【0033】

条件式(8)は、第1レンズの光軸上の厚み、および第2レンズの光軸上の厚みを適切な範囲に規定するものである。条件式(8)の上限値を下回ることで、像面湾曲の良好な補正が可能になる。一方、条件式(8)の下限値を上回ることで、球面収差、コマ収差、非点収差の良好な補正が可能になる。

【0034】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(9)を満足することが望ましい。

$$(9) 0.50 < r_3 / f < 9.00$$

ただし、r₃は第2レンズの物体側の面の近軸曲率半径、fは撮像レンズ全系の焦点距離である。

【0035】

条件式(9)は、第2レンズの物体側の面の近軸曲率半径を適切な範囲に規定するものである。条件式(9)の上限値を下回ることで、非点収差、コマ収差の良好な補正が可能になる。一方、条件式(9)の下限値を上回ることで、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0036】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(10)を満足することが望ましい。

$$(10) 0.35 < r_4 / f < 1.25$$

ただし、r₄は第2レンズの像側の面の近軸曲率半径、fは撮像レンズ全系の焦点距離である。

【0037】

条件式(10)は、第2レンズの像側の面の近軸曲率半径を適切な範囲に規定するものである。条件式(10)の上限値を下回ることで、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。一方、条件式(10)の下限値を上回ることで、球面収差の良好な補正が可能になる。

【0038】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(11)を満足することが望ましい。

$$(11) -2.30 < r_9 / f < -0.85$$

ただし、r₉は第5レンズの物体側の面の近軸曲率半径、fは撮像レンズ全系の焦点距離である。

【0039】

条件式(11)は、第5レンズの物体側の面の近軸曲率半径を適切な範囲に規定するものである。条件式(11)の上限値を下回ることで、球面収差の良好な補正が可能になる。一方、条件式(11)の下限値を上回ることで、非点収差、像面湾曲、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0040】

10

20

30

40

50

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(12)を満足することが望ましい。

$$(12) 0.20 < r_2 / r_3 < 1.30$$

ただし、 r_2 は第1レンズの像側の面の近軸曲率半径、 r_3 は第2レンズの物体側の面の近軸曲率半径である。

【0041】

条件式(12)は、第1レンズの像側の面の近軸曲率半径、および第2レンズの物体側の面の近軸曲率半径の関係について規定するものである。条件式(12)の範囲を満足することにより、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0042】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(13)を満足することが望ましい。

$$(13) 1.00 < r_3 / r_4 < 9.50$$

ただし、 r_3 は第2レンズの物体側の面の近軸曲率半径、 r_4 は第2レンズの像側の面の近軸曲率半径である。

【0043】

条件式(13)は、第2レンズの物体側、および像側の面の近軸曲率半径の関係について規定するものである。条件式(13)の範囲を満足することにより、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0044】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(14)を満足することが望ましい。

$$(14) 1.65 < N_d 2$$

ただし、 $N_d 2$ は第2レンズのd線に対する屈折率である。

【0045】

条件式(14)は、第2レンズのd線に対する屈折率を適切な範囲に規定するものである。条件式(14)の範囲を満足することにより、色収差の良好な補正が可能になり、かつ低コストのプラスチック材料の選択を可能にしている。

【0046】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(15)を満足することが望ましい。

$$(15) 1.60 < N_d 3 < 1.70$$

ただし、 $N_d 3$ は第3レンズのd線に対する屈折率である。

【0047】

条件式(15)は、第3レンズのd線に対する屈折率を適切な範囲に規定するものである。条件式(15)の範囲を満足することにより、色収差の良好な補正が可能になり、かつ低コストのプラスチック材料の選択を可能にしている。

【0048】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(16)を満足することが望ましい。

$$(16) T T L / E P d = 2.50$$

ただし、 $T T L$ は光学全長、 $E P d$ は入射瞳直径である。

【0049】

条件式(16)は、光学全長、および入射瞳直径の関係について規定するものである。条件式(16)の範囲を満足することにより、光学全長を小さくしながら、周辺光量の低下を抑制することができ、画面中心から周辺まで十分に明るい画像が得られる。

【0050】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、第4レンズと第5レンズの合成屈折力は、負であることが望ましく、さらには以下の条件式(17)を満足することがより望ましい。

$$(17) -22.00 < f_{45} / f < -1.50$$

10

20

30

40

50

ただし、 f_{45} は第4レンズと第5レンズの合成焦点距離、 f は撮像レンズ全系の焦点距離である。

【0051】

第4レンズと第5レンズの合成屈折力を負にすることで、色収差の補正に有利になる。条件式(17)は、第4レンズと第5レンズの合成屈折力を適切な範囲に規定するものである。条件式(17)の上限値を下回ることで、第4レンズと第5レンズの負の合成屈折力が適切なものとなり、低背化が可能となる。一方、条件式(17)の下限値を上回ることで、非点収差、像面湾曲、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0052】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(18)を満足することが望ましい。

$$(18) 3.50 < (T_2 / f) \times 100 < 10.00$$

ただし、 T_2 は第2レンズの像側の面から第3レンズの物体側の面までの光軸上の距離、 f は撮像レンズ全系の焦点距離である。

【0053】

条件式(18)は、第2レンズと第3レンズの光軸上の間隔を適切な範囲に規定するための条件である。条件式(18)の範囲を満足することで、非点収差、像面湾曲の良好な補正が可能になる。

【0054】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(19)を満足することが望ましい。

$$(19) 0.30 < D_2 / D_3 < 0.75$$

ただし、 D_2 は第2レンズの光軸上の厚み、 D_3 は第3レンズの光軸上の厚みである。

【0055】

条件式(19)は、第2レンズの光軸上の厚み、および第3レンズの光軸上の厚みを適切な範囲に規定するものである。条件式(19)の範囲を満足することにより、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【発明の効果】

【0056】

本発明により、広角化、低背化、低Fナンバー化の要求をバランスよく満足しながらも、諸収差が良好に補正された解像力の高い撮像レンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図1】本発明の実施例1の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図2】本発明の実施例1の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図3】本発明の実施例2の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図4】本発明の実施例2の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図5】本発明の実施例3の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図6】本発明の実施例3の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図7】本発明の実施例4の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図8】本発明の実施例4の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図9】本発明の実施例5の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図10】本発明の実施例5の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図11】本発明の実施例6の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図12】本発明の実施例6の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図13】本発明の実施例7の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図14】本発明の実施例7の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

10

20

30

40

50

【図15】本発明の実施例8の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図16】本発明の実施例8の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0058】

以下、本発明に係る実施形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0059】

図1、図3、図5、図7、図9、図11、図13、および図15はそれぞれ、本発明の実施形態の実施例1から8に係る撮像レンズの概略構成図を示している。

【0060】

図1に示すように、本実施形態の撮像レンズは、物体側から像側に向かって順に、光軸Xの近傍で物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第1レンズL1と、光軸Xの近傍で負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、光軸Xの近傍で像側に凹面を向けた負の屈折力を有する第5レンズL5とから構成されている。第5レンズL5の像側の面は、光軸X上以外の位置に極点を有する非球面が形成されている。

【0061】

また、第5レンズL5と撮像面IMG(すなわち、撮像素子の撮像面)との間には赤外線カットフィルタやカバーガラス等のフィルタIRが配置されている。なお、このフィルタIRは省略することが可能である。

【0062】

開口絞りSTは、第1レンズL1の物体側に配置しているため、諸収差の補正を容易にするとともに、高像高の光線が撮像素子に入射する際の角度の制御を容易にしている。

【0063】

第1レンズL1は、正の屈折力を有し、光軸Xの近傍で物体側に凸面を向けているとともに、像側に凹面を向けたメニスカス形状に形成されている。そのため、球面収差、非点収差、歪曲収差を良好に補正している。

【0064】

第2レンズL2は、負の屈折力を有し、光軸Xの近傍で物体側に凸面を向けているとともに、像側に凹面を向けたメニスカス形状に形成されている。そのため、球面収差、色収差、非点収差、歪曲収差を良好に補正している。

【0065】

第3レンズL3は、正の屈折力を有し、光軸Xの近傍で物体側に凸面を向けているとともに、像側に凸面を向けた両凸形状に形成されている。そのため、非点収差、歪曲収差を良好に補正している。さらに、両面を凸面にすることで強い曲率になることを抑え、製造誤差感度を低減させている。なお、第3レンズL3の形状は、図3、および図5に示す実施例2、および実施例3のように、光軸Xの近傍で物体側に凸面を向けているとともに、像側に凹面を向けたメニスカス形状を採用してもよい。この場合、コマ収差、像面湾曲の良好な補正が図られている。また、図7、図9、図11、図13、および図15に示す実施例4、実施例5、実施例6、実施例7、および実施例8のように、光軸Xの近傍で物体側、および像側ともに平面に形成され、光軸Xの近傍で実質的に屈折力を有しない形状を採用してもよい。この場合、全系の焦点距離や他のレンズの屈折力配分に影響を与えることなく、両面に形成された非球面によって、周辺部の非点収差、像面湾曲、歪曲収差の良好な補正が図られる。

【0066】

第4レンズL4は、正の屈折力を有し、光軸Xの近傍で物体側に凹面を向けているとともに、像側に凸面を向けたメニスカス形状に形成されている。そのため、第4レンズL4への光線入射角度が適切なものとなり、非点収差、像面湾曲、歪曲収差を良好に補正している。

【0067】

第5レンズL5は、負の屈折力を有し、光軸Xの近傍で物体側に凹面を向けているとと

10

20

30

40

50

もに、像側に凹面を向けた両凹形状に形成されている。そのため、色収差、非点収差、像面湾曲、歪曲収差を良好に補正している。さらに、両面を凹面にすることで強い曲率になることを抑え、製造誤差感度を低減させている。

【0068】

本実施の形態に係る撮像レンズは、第1レンズL1から第5レンズL5のすべてが、それぞれ単レンズで構成されていることが好ましい。単レンズのみの構成は、非球面を多用することができる。本実施形態においては、すべてのレンズ面に適切な非球面を形成することで、良好な諸収差の補正が行われている。また、接合レンズを採用する場合に比較して工数を削減できるため、低コストで製作することが可能となる。

【0069】

また、本実施の形態に係る撮像レンズは、すべてのレンズにプラスチック材料を採用することで製造を容易にし、低コストでの大量生産を可能にしている。

【0070】

なお、採用するレンズ材料はプラスチック材料に限定されるものではない。ガラス材料を採用することで、さらなる高性能化を目指すことも可能である。また、すべてのレンズ面を非球面で形成することが望ましいが、要求される性能によっては、製造が容易な球面を採用してもよい。

【0071】

本実施形態における撮像レンズは、以下の条件式(1)から(19)を満足することにより、好ましい効果を奏するものである。

$$(1) 10.00 < d_3 < 39.00$$

$$(2) 0.25 < T_2 / T_3 < 1.00$$

$$(3) 0.50 < r_2 / f < 1.65$$

$$(4) -5.00 < r_9 / r_{10} < -2.20$$

$$(5) 1.90 < (T_4 / f) \times 100 < 10.00$$

$$(6) 1.20 < T_2 / T_1 < 7.00$$

$$(7) 1.10 < T_3 / T_4 < 5.50$$

$$(8) 2.30 < D_1 / D_2 < 3.80$$

$$(9) 0.50 < r_3 / f < 9.00$$

$$(10) 0.35 < r_4 / f < 1.25$$

$$(11) -2.30 < r_9 / f < -0.85$$

$$(12) 0.20 < r_2 / r_3 < 1.30$$

$$(13) 1.00 < r_3 / r_4 < 9.50$$

$$(14) 1.65 < N_{d2}$$

$$(15) 1.60 < N_{d3} < 1.70$$

$$(16) TTL / EPd = 2.50$$

$$(17) -22.00 < f_{45} / f < -1.50$$

$$(18) 3.50 < (T_2 / f) \times 100 < 10.00$$

$$(19) 0.30 < D_2 / D_3 < 0.75$$

ただし、

N_{d2} : 第2レンズL2のd線に対する屈折率

N_{d3} : 第3レンズL3のd線に対する屈折率

d_3 : 第3レンズL3のd線に対するアッペ数

D_1 : 第1レンズL1の光軸X上の厚み

D_2 : 第2レンズL2の光軸X上の厚み

D_3 : 第3レンズL3の光軸X上の厚み

T_1 : 第1レンズL1の像側の面から第2レンズL2の物体側の面までの光軸X上の距離

T_2 : 第2レンズL2の像側の面から第3レンズL3の物体側の面までの光軸X上の距離

T_3 : 第3レンズL3の像側の面から第4レンズL4の物体側の面までの光軸X上の距離

T_4 : 第4レンズL4の像側の面から第5レンズL5の物体側の面までの光軸X上の距離

10

20

30

40

50

T T L : 光学全長

E P d : 入射瞳直径

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

f₄₅ : 第4レンズL4と第5レンズL5の合成焦点距離

r₂ : 第1レンズL1の像側の面の近軸曲率半径

r₃ : 第2レンズL2の物体側の面の近軸曲率半径

r₄ : 第2レンズL2の像側の面の近軸曲率半径

r₉ : 第5レンズL5の物体側の面の近軸曲率半径

r₁₀ : 第5レンズL5の像側の面の近軸曲率半径

なお、上記の各条件式をすべて満足する必要はなく、それぞれの条件式を単独に満たすことで、各条件式に対応した作用効果を得ることができる。

10

【0072】

また、本実施形態における撮像レンズは、以下の条件式(1a)から(19a)を満足することにより、より好ましい効果を奏するものである。

$$(1a) 15.00 < d_3 < 32.00$$

$$(2a) 0.40 < T_2 / T_3 < 0.98$$

$$(3a) 0.80 < r_2 / f < 1.50$$

$$(4a) -4.50 < r_9 / r_{10} < -2.50$$

$$(5a) 2.90 < (T_4 / f) \times 100 < 9.25$$

$$(6a) 1.80 < T_2 / T_1 < 6.00$$

20

$$(7a) 1.20 < T_3 / T_4 < 4.50$$

$$(8a) 2.60 < D_1 / D_2 < 3.60$$

$$(9a) 1.00 < r_3 / f < 7.50$$

$$(10a) 0.50 < r_4 / f < 1.15$$

$$(11a) -1.90 < r_9 / f < -0.95$$

$$(12a) 0.22 < r_2 / r_3 < 1.00$$

$$(13a) 1.50 < r_3 / r_4 < 8.00$$

$$(14a) 1.66 < N_d 2$$

$$(15a) 1.60 < N_d 3 < 1.68$$

$$(16a) T T L / E P d = 2.30$$

30

$$(17a) 18.5 < f_{45} / f < -2.80$$

$$(18a) 5.50 < (T_2 / f) \times 100 < 9.80$$

$$(19a) 0.50 < D_2 / D_3 < 0.72$$

ただし、各条件式の符号は前の段落での説明と同様である。

【0073】

本実施形態において、レンズ面の非球面に採用する非球面形状は、光軸方向の軸をZ、光軸に直交する方向の高さをH、近軸曲率半径をR、円錐係数をk、非球面係数をA₄、A₆、A₈、A₁₀、A₁₂、A₁₄、A₁₆、A₁₈、A₂₀としたとき数式1により表わされる。

【0074】

40

【数1】

$$Z = \frac{H^2}{\frac{R}{1 + \sqrt{1 - (k+1) \frac{H^2}{R^2}}}} + A_4 H^4 + A_6 H^6 + A_8 H^8 + A_{10} H^{10} + A_{12} H^{12} + A_{14} H^{14} + A_{16} H^{16} + A_{18} H^{18} + A_{20} H^{20}$$

【0075】

次に、本実施形態に係る撮像レンズの実施例を示す。各実施例において、fは撮像レン

50

ズ全系の焦点距離を、 F n_o は F ナンバーを、 α は半画角を、 i_h は最大像高を、 TTL は光学全長をそれぞれ示す。また、 i は物体側から数えた面番号、 r は近軸曲率半径、 d は光軸上のレンズ面間の距離(面間隔)、 N_d は d 線(基準波長)の屈折率、 ν_d は d 線に対するアッペ数をそれぞれ示す。なお、非球面に関しては、面番号 i の後に * (アスタリスク) の符号を附加して示す。

【0076】

(実施例1)

【0077】

基本的なレンズデータを以下の表1に示す。

【0078】

10

20

30

40

50

【表 1】

単位mm

$f = 3.91$
 $Fno = 1.80$
 $\omega(^{\circ}) = 39.2$
 $lh = 3.26$
 $TTL = 4.44$

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r Infinity	面間隔 d Infinity	屈折率 Nd	アッベ数 vd
1(絞り)	Infinity	-0.4814		
2*	1.3689	0.6534	1.544	55.86 (vd1)
3*	5.3613	0.1193		
4*	23.3816	0.2050	1.671	19.48 (vd2)
5*	3.8547	0.2914		
6*	14.6657	0.3060	1.614	25.58 (vd3)
7*	-100.0000	0.5661		
8*	-6.0523	0.6147	1.544	55.86 (vd4)
9*	-1.2303	0.2193		
10*	-4.6976	0.4724	1.535	55.66 (vd5)
11*	1.4822	0.3000		
18	Infinity	0.2100	1.517	64.20
19	Infinity	0.5547		
像面	Infinity			

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	合成焦点距離		入射瞳直径
1	2	3.193	f45	-17.796	EPd 2.171
2	4	-6.904			
3	6	20.844			
4	8	2.715			
5	10	-2.052			

10

20

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面	第8面	第9面
k	-4.299753E-01	0.000000E+00	3.610184E+00	-7.890447E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-3.995005E+00
A4	-2.318410E-02	-1.175199E-01	-2.485784E-01	-9.884816E-02	-1.098417E-01	-2.211839E-01	3.824041E-03	-1.791052E-02
A6	2.827230E-01	2.084804E-01	8.319857E-01	2.917000E-01	-1.395804E+00	7.766844E-01	-1.194581E-01	-8.762901E-02
A8	-8.819309E-01	-3.532234E-01	-1.587194E+00	8.049515E-01	1.024455E+01	-4.896493E+00	1.451180E-01	1.562880E-01
A10	1.682842E+00	5.464508E-01	2.309647E+00	-3.961421E+00	-4.488816E+01	1.785519E+01	-1.290942E-01	-1.531295E-01
A12	-1.861018E+00	-5.616898E-01	-2.178206E+00	7.859119E+00	1.225627E+02	-4.045398E+01	5.766665E-02	1.057769E-01
A14	1.119598E+00	2.985161E-01	1.129680E+00	-7.786540E+00	-2.120026E+02	5.740463E+01	-5.417677E-03	-4.597759E-02
A16	-2.860000E-01	-6.850440E-02	-2.330586E-01	3.258570E+00	2.262368E+02	-4.954624E+01	-2.479561E-03	1.136325E-02
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.363540E+02	2.376842E+01	3.696206E-04	-1.414389E-03
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	3.560000E+01	-4.843561E+00	2.143266E-05	6.512666E-05

30

	第10面	第11面
k	-8.521254E-01	-9.126070E+00
A4	-1.448682E-01	-1.168388E-01
A6	3.487435E-02	6.703139E-02
A8	4.946513E-02	-2.957617E-02
A10	-4.060371E-02	8.768778E-03
A12	1.525388E-02	-1.619397E-03
A14	-3.410206E-03	1.452393E-04
A16	4.643512E-04	2.127473E-06
A18	-3.558811E-05	-1.440867E-06
A20	1.176856E-06	7.770920E-08

40

【0079】

実施例 1 の撮像レンズは、表 9 に示すように条件式 (1) から (19) を満たしている。

【0080】

図 2 は実施例 1 の撮像レンズについて、球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、歪曲収差 (%) を示したものである。球面収差図は、F 線 (486 nm)、d 線 (588 nm)、C 線 (656 nm) の各波長に対する収差量を示している。また、非点収差図にはサジタル像面 S における d 線の収差量 (実線)、タンジェンシャル像面 T における d 線の収差量 (破線) をそれぞれ示している (図 4、図 6、図 8、図 10、図 12、図 14、図 16 においても同じ)。図 2 に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

50

【 0 0 8 1 】

(実施例 2)

【 0 0 8 2 】

基本的なレンズデータを以下の表 2 に示す。

【 0 0 8 3 】

【 表 2 】

単位mm

 $f = 3.93$ $Fno = 1.80$ $\omega(^*) = 39.2$ $ih = 3.26$ $TTL = 4.48$

面データ				
面番号 i (物面)	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッペ数 vd
1 (紋り)	Infinity	Infinity	-0.4756	
2*	1.3660	0.6470	1.544	55.86 (vd1)
3*	4.9230	0.1222		
4*	15.3559	0.2050	1.671	19.48 (vd2)
5*	3.7822	0.2960		
6*	9.7439	0.3100	1.661	20.37 (vd3)
7*	15.1618	0.5666		
8*	-7.2545	0.6402	1.544	55.86 (vd4)
9*	-1.1599	0.1821		
10*	-4.8816	0.4710	1.535	55.66 (vd5)
11*	1.4023	0.3000		
18	Infinity	0.2100	1.517	64.20
19	Infinity	0.6056		
像面	Infinity			

10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	合成焦点距離	入射瞳直径
1	2	3.264	f45 -39.610	EPd 2.184
2	4	-7.528		
3	6	40.349		
4	8	2.446		
5	10	-1.985		

20

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面	第8面	第9面
k	-4.726951E-01	0.000000E+00	1.000008E+01	-8.332713E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-3.698988E+00
A4	-2.482468E-03	-1.254394E-01	-2.444044E-01	-9.799510E-02	-1.540347E-01	-1.487336E-01	8.156777E-03	-3.934181E-03
A6	1.568026E-01	2.417127E-01	8.326968E-01	2.944891E-01	-6.526734E-01	-3.990952E-02	-1.224879E-01	-1.247836E-01
A8	-4.540849E-01	-4.426186E-01	-1.583368E+00	8.110366E-01	3.756337E+00	4.335981E-01	1.445220E-01	1.948506E-01
A10	8.536950E-01	6.266254E-01	2.322305E+00	-3.953553E+00	-1.094578E+01	-2.027196E+00	-1.292895E-01	-1.821976E-01
A12	-9.527863E-01	-5.548048E-01	-2.178206E+00	7.887309E+00	1.298693E+01	5.000961E+00	5.750740E-02	1.194737E-01
A14	5.879519E-01	2.463519E-01	1.129680E+00	-7.762167E+00	8.800188E+00	-7.044935E+00	-5.498373E-03	-4.988675E-02
A16	-1.595000E-01	-4.543970E-02	-2.330586E-01	3.210163E+00	-4.387720E+01	5.698956E+00	-2.478901E-03	1.211943E-02
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	4.721995E+01	-2.432795E+00	3.777081E-04	-1.534305E-03	
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.750000E+01	4.214481E-01	2.953020E-05	7.674029E-05	

30

	第10面	第11面
k	-8.514554E-01	-9.125963E+00
A4	-1.394455E-01	-1.163086E-01
A6	2.372341E-02	6.679563E-02
A8	5.992698E-02	-2.960548E-02
A10	-4.147759E-02	9.252368E-03
A12	1.182572E-02	-1.999238E-03
A14	-1.419348E-03	2.832885E-04
A16	-2.583688E-05	-2.506560E-05
A18	2.262848E-05	1.340960E-06
A20	-1.563290E-06	-3.733894E-08

40

【 0 0 8 4 】

実施例 2 の撮像レンズは、表 9 に示すように条件式 (1) から (19) を満たしている。

【 0 0 8 5 】

図 4 は実施例 2 の撮像レンズについて、球面収差 (mm) 、非点収差 (mm) 、歪曲収

50

差(%)を示したものである。図4に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

【0086】

(実施例3)

【0087】

基本的なレンズデータを以下の表3に示す。

【0088】

【表3】

単位mm

$f= 3.94$
 $Fno= 1.80$
 $\omega(^{\circ})= 39.3$
 $ih= 3.26$
 $TTL= 4.48$

面データ

面番号 i (物面) 1 (紋り)	曲率半径 r Infinity	面間隔 d Infinity	屈折率 Nd	アッペ数 vd
2*	1.3958	0.6900	1.544	55.86 (vd1)
3*	5.3821	0.1204		
4*	13.2526	0.2050	1.671	19.48 (vd2)
5*	3.4045	0.2908		
6*	8.7789	0.3100	1.661	20.37 (vd3)
7*	15.3198	0.5480		
8*	-7.2178	0.6337	1.544	55.86 (vd4)
9*	-1.0795	0.1527		
10*	-5.0543	0.4559	1.535	55.66 (vd5)
11*	1.2831	0.3000		
18	Infinity	0.2100	1.517	64.20
19	Infinity	0.6388		
像面	Infinity			

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	合成焦点距離	入射瞳直径
1	2	3.263	f45 -60.434	EPd 2.186
2	4	-6.881		
3	6	30.543		
4	8	2.250		
5	10	-1.867		

10

20

30

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面	第8面	第9面
k	-4.736398E-01	0.000000E+00	4.490399E+00	-7.594533E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-3.974508E+00
A4	3.139409E-03	-1.520894E-01	-2.479466E-01	-1.009827E-01	-1.998640E-01	-1.619674E-01	3.129797E-03	-1.199651E-02
A6	1.185715E-01	4.763667E-01	9.185524E-01	3.291764E-01	-4.510297E-02	1.623790E-01	-4.090294E-02	-8.588449E-02
A8	-3.669964E-01	-1.319504E+00	-2.076525E+00	5.606815E-01	-8.087428E-02	-9.950482E-01	-1.392205E-01	8.571423E-02
A10	7.294864E-01	2.495123E+00	3.707900E+00	-3.023702E+00	2.498081E+00	3.295423E+00	3.944472E-01	-2.278392E-02
A12	-8.387147E-01	-2.772797E+00	-4.255825E+00	5.886168E+00	-1.339239E+01	-6.567917E+00	-5.001498E-01	-3.252351E-03
A14	5.234120E-01	1.597178E+00	2.654877E+00	-5.571380E+00	3.535904E+01	8.168819E+00	3.520806E-01	3.755366E-03
A16	-1.396000E-01	-3.745647E-01	-6.769271E-01	2.193319E+00	-5.121699E+01	-6.225716E+00	-1.381154E-01	-1.411662E-03
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	3.894939E+01	2.695539E+00	2.829786E-02	3.249048E-04	
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.225001E+01	-5.098844E-01	-2.370447E-03	-3.288952E-05

	第10面	第11面
k	-8.379126E-01	-8.658319E+00
A4	-1.277279E-01	-1.308176E-01
A6	-7.635982E-03	8.319776E-02
A8	9.509768E-02	4.158989E-02
A10	-6.191041E-02	1.489375E-02
A12	1.876813E-02	-3.758137E-03
A14	-2.857193E-03	6.468312E-04
A16	1.523405E-04	-7.286912E-05
A18	1.062940E-05	4.951601E-06
A20	-1.234773E-06	-1.562603E-07

40

【0089】

実施例3の撮像レンズは、表9に示すように条件式(1)から(19)を満たしている。

50

【0090】

図6は実施例3の撮像レンズについて、球面収差(mm)、非点収差(mm)、歪曲収差(%)を示したものである。図6に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

【0091】

(実施例4)

【0092】

基本的なレンズデータを以下の表4に示す。

【0093】

【表4】

単位mm

$f= 3.94$

$Fno= 1.80$

$\omega(^{\circ})= 39.3$

$ih= 3.26$

$TTL= 4.48$

面データ

面番号 i (物面) 1(紋り)	曲率半径 r Infinity	面間隔 d -0.5172	屈折率 Nd	アッペ数 vd
2*	1.3536	0.6868	1.544	55.86 (vd1)
3*	4.9422	0.0888		
4*	6.4427	0.2050	1.671	19.48 (vd2)
5*	2.9394	0.3834		
6*	Infinity	0.3000	1.661	20.37 (vd3)
7*	Infinity	0.4324		
8*	-8.7094	0.7383	1.544	55.86 (vd4)
9*	-1.1450	0.1566		
10*	-5.0930	0.4897	1.535	55.66 (vd5)
11*	1.3156	0.3000		
18	Infinity	0.2100	1.517	64.20
19	Infinity	0.5634		
像面	Infinity			

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	合成焦点距離	入射瞳直径
1	2	3.208	f45	EPd 2.186
2	4	-8.245		
3	6	Infinity		
4	8	2.341		
5	10	-1.904		

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面	第8面	第9面
k	-3.623652E-01	0.000000E+00	5.620871E-01	-5.603531E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-5.863885E+00
A4	-2.301663E-02	-1.015925E-01	-1.775225E-01	-4.692701E-02	-9.478357E-02	-1.629287E-01	2.213665E-02	-1.400553E-01
A6	2.776364E-01	1.737286E-01	4.856179E-01	3.477112E-01	-9.089195E-01	2.671630E-01	-1.647670E-01	1.942153E-01
A8	-8.602113E-01	-1.673985E-01	-7.281896E-01	-1.704941E-01	5.950122E+00	-1.376180E+00	2.553021E-01	-2.696324E-01
A10	1.617600E+00	2.432356E-02	7.974302E-01	-9.603807E-01	-2.382490E+01	3.794339E+00	-2.808731E-01	2.853964E-01
A12	-1.739619E+00	2.378096E-01	-4.054231E-01	3.441896E+00	5.858529E+01	-6.071245E+00	2.064987E-01	-1.782860E-01
A14	1.009875E+00	-3.131118E-01	-8.529055E-02	-4.511002E+00	-8.799711E+01	5.750399E+00	-9.154503E-02	6.493708E-02
A16	-2.440000E-01	1.152604E-01	1.194529E-01	2.277353E+00	7.714298E+01	-3.047796E+00	2.346485E-02	-1.365712E-02
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	3.487274E+01	7.975242E-01	-3.221564E-03	1.537816E-03
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	5.630094E+00	-7.362294E-02	1.843476E-04	-7.173496E-05

第10面 第11面

k	-3.340484E-01	-8.395325E+00
A4	-1.313673E-01	-1.216473E-01
A6	1.655381E-02	7.688223E-02
A8	8.276029E-02	-3.604905E-02
A10	-6.518150E-02	1.186768E-02
A12	2.440675E-02	-2.695108E-03
A14	-5.332544E-03	4.046080E-04
A16	6.958247E-04	-3.747776E-05
A18	-5.046780E-05	1.906639E-06
A20	1.570298E-06	-4.001670E-08

【 0 0 9 4 】

実施例 4 の撮像レンズは、表 9 に示すように条件式 (1) から (1 9) を満たしている。

【 0 0 9 5 】

図 8 は実施例 4 の撮像レンズについて、球面収差 (mm) 、非点収差 (mm) 、歪曲収差 (%) を示したものである。図 8 に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

【 0 0 9 6 】

(実施例 5)

【 0 0 9 7 】

基本的なレンズデータを以下の表 5 に示す。

【 0 0 9 8 】

10

20

30

40

50

【表 5】

単位mm

$f = 3.93$
 $Fno = 2.00$
 $\omega(^{\circ}) = 39.3$
 $lh = 3.26$
 $TTL = 4.48$

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r Infinity	面間隔 d Infinity	屈折率 Nd	アッベ数 vd
1(絞り)	Infinity	-0.4053		
2*	1.3304	0.6315	1.544	55.86 (vd1)
3*	4.6353	0.0854		
4*	5.7178	0.2050	1.671	19.48 (vd2)
5*	2.7845	0.3812		
6*	Infinity	0.2912	1.661	20.37 (vd3)
7*	Infinity	0.4429		
8*	-9.6211	0.7331	1.544	55.86 (vd4)
9*	-1.1825	0.1555		
10*	-4.4413	0.5609	1.535	55.66 (vd5)
11*	1.3938	0.3000		
18	Infinity	0.2100	1.517	64.20
19	Infinity	0.5540		
像面	Infinity			

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	合成焦点距離		入射瞳直径
1	2	3.212	f45	-37.225	EPd 1.965
2	4	-8.318			
3	6	Infinity			
4	8	2.403			
5	10	-1.919			

10

20

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面	第8面	第9面
k	-3.269481E-01	0.000000E+00	2.775376E+00	-3.768602E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-5.746663E+00
A4	-1.713211E-02	-1.089584E-01	-1.711850E-01	-5.887829E-02	-1.330637E-01	-1.312209E-01	3.296891E-02	-1.371439E-01
A6	2.965612E-01	2.536160E-01	4.454429E-01	5.246716E-01	-5.244185E-01	1.731822E-02	-1.794857E-01	1.665533E-01
A8	-1.069950E+00	-5.498103E-01	-5.769788E-01	-1.449662E+00	3.353441E+00	-4.949485E-01	2.916495E-01	-2.188715E-01
A10	2.317118E+00	1.029081E+00	5.079442E-01	4.130582E+00	-1.434036E+01	2.225565E+00	-3.234608E-01	2.474729E-01
A12	-2.842019E+00	-1.204510E+00	-8.773472E-02	-7.250711E+00	4.053885E+01	-4.901903E+00	2.341311E-01	-1.645036E-01
A14	1.867537E+00	7.291260E-01	-2.942660E-01	6.912092E+00	-7.442541E+01	6.130849E+00	-1.029298E-01	6.297832E-02
A16	-5.100000E-01	-1.971849E-01	1.675457E-01	-2.561335E+00	8.463494E+01	-4.318377E+00	2.644304E-02	-1.384223E-02
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-5.356232E+01	1.597757E+00	-3.665840E-03	1.626339E-03
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	1.410000E+01	-2.436835E-01	2.127615E-04	-7.919567E-05

30

	第10面	第11面
k	-8.585841E-01	-8.108415E+00
A4	-1.435377E-01	-1.297728E-01
A6	2.112538E-02	8.904746E-02
A8	8.785141E-02	-4.667161E-02
A10	-7.012476E-02	1.762321E-02
A12	2.644983E-02	-4.684242E-03
A14	-5.844995E-03	8.414419E-04
A16	7.774442E-04	-9.628775E-05
A18	-5.800774E-05	6.310160E-06
A20	1.873014E-06	-1.797687E-07

40

【0099】

実施例 5 の撮像レンズは、表 9 に示すように条件式 (1) から (19) を満たしている。

【0100】

図 10 は実施例 5 の撮像レンズについて、球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、歪曲収差 (%) を示したものである。図 10 に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

【0101】

(実施例 6)

【0102】

50

基本的なレンズデータを以下の表 6 に示す。

【0 1 0 3】

【表 6】

単位mm

$f= 3.89$
 $Fno= 2.00$
 $\omega(^{\circ})= 39.5$
 $ih= 3.26$
 $TTL= 4.39$

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r Infinity	面間隔 d -0.4170	屈折率 Nd	アッペ数 vd
1 (紋り)	Infinity	Infinity		
2*	1.2500	0.6125	1.544	55.86 (vd1)
3*	4.7872	0.0676		
4*	6.5821	0.2050	1.671	19.48 (vd2)
5*	2.8705	0.3313		
6*	Infinity	0.2929	1.661	20.37 (vd3)
7*	Infinity	0.3413		
8*	-6.2969	0.9199	1.544	55.86 (vd4)
9*	-1.1863	0.1700		
10*	-4.1481	0.4848	1.535	55.66 (vd5)
11*	1.4322	0.3000		
18	Infinity	0.2100	1.517	64.20
19	Infinity	0.5256		
像面	Infinity			

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	合成焦点距離	入射瞳直径
1	2	2.929	f45	-15.000
2	4	-7.754		
3	6	Infinity		
4	8	2.525		
5	10	-1.932		

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面	第8面	第9面
k	-2.934932E-01	0.000000E+00	1.000000E+01	5.195182E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-6.054045E+00
A4	-3.050068E-02	-1.029965E-01	-1.605665E-01	-8.432622E-02	-1.280848E-01	-1.615827E-01	-2.062556E-03	-1.601204E-01
A6	4.274044E-01	1.401359E-01	4.703780E-01	7.792853E-01	-9.489579E-01	2.623292E-01	-1.341591E-01	2.480958E-01
A8	-1.651910E+00	6.039360E-02	-5.411654E-01	-2.490635E+00	7.712287E+00	-1.781878E+00	2.601071E-01	-3.251245E-01
A10	3.818869E+00	-4.646193E-01	5.086571E-01	6.818162E+00	-3.837739E+01	6.705794E+00	-3.383965E-01	3.489917E-01
A12	-5.045238E+00	9.706283E-01	-1.405649E-01	-1.057207E+01	1.194765E+02	-1.465825E+01	3.298012E-01	-2.338378E-01
A14	3.589773E+00	-1.071579E+00	-3.235370E-01	8.360677E+00	-2.332328E+02	1.965618E+01	-2.015202E-01	9.321847E-02
A16	-1.068000E+00	4.190538E-01	2.318669E-01	-2.016764E+00	2.774298E+02	-1.557793E+01	7.071495E-02	-2.168448E-02
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.829336E+02	6.633183E+00	-1.305443E-02	2.723426E-03
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	5.050000E+01	-1.167457E+00	9.847315E-04	-1.427979E-04

	第10面	第11面
k	-7.590018E-01	-9.492810E+00
A4	-1.621482E-01	-1.305058E-01
A6	1.061741E-01	9.124288E-02
A8	-1.507094E-02	-4.872320E-02
A10	-2.479968E-03	1.859601E-02
A12	-1.455415E-03	-5.018168E-03
A14	1.517585E-03	9.274263E-04
A16	-4.213211E-04	-1.114817E-04
A18	5.121268E-05	7.848109E-06
A20	-2.373881E-06	-2.443819E-07

【0 1 0 4】

実施例 6 の撮像レンズは、表 9 に示すように条件式 (1) から (19) を満たしている。

【0 1 0 5】

図 1 2 は実施例 6 の撮像レンズについて、球面収差 (mm) 、非点収差 (mm) 、歪曲収差 (%) を示したものである。図 1 2 に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

【0 1 0 6】

10

20

30

40

50

(実施例 7)

【 0 1 0 7 】

基本的なレンズデータを以下の表 7 に示す。

【 0 1 0 8 】

【表 7 】

単位mm

$f = 3.84$
 $Fno = 2.00$
 $\omega(^{\circ}) = 39.9$
 $lh = 3.26$
 $TTL = 4.24$

面データ

面番号 i (物面) 1 (紋り)	曲率半径 r Infinity Infinity	面間隔 d -0.4039	屈折率 Nd	アッベ数 vd
2*	1.2331	0.5926	1.544	55.86 (vd1)
3*	4.4593	0.0832		
4*	7.1198	0.2050	1.671	19.48 (vd2)
5*	3.0207	0.2947		
6*	Infinity	0.3167	1.661	20.37 (vd3)
7*	Infinity	0.4208		
8*	-3.7380	0.6692	1.544	55.86 (vd4)
9*	-1.1355	0.2550		
10*	-4.9685	0.4149	1.535	55.86 (vd5)
11*	1.5299	0.3000		
18	Infinity	0.2100	1.517	64.20
19	Infinity	0.5513		
像面	Infinity			

10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	合成焦点距離	入射瞳直径
1	2	2.941	f45 -18.150	EPd 1.919
2	4	-7.975		
3	6	Infinity		
4	8	2.747		
5	10	-2.140		

20

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面	第8面	第9面
k	-2.776046E-01	0.000000E+00	9.997729E+00	-3.768602E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-5.746661E+00
A4	-2.347455E-02	-5.522808E-02	-1.647363E-01	-1.278209E-02	3.210278E-02	-1.546732E-01	4.214229E-02	-1.646906E-01
A6	3.974147E-01	-2.325356E-01	4.720793E-01	9.002267E-02	-3.453674E+00	4.044886E-01	-3.399513E-01	2.470854E-01
A8	-1.653135E+00	1.521647E+00	-5.343987E-01	1.672329E+00	3.032077E+01	-2.813012E+00	6.799686E-01	-4.806280E-01
A10	4.136272E+00	-3.962309E+00	5.348554E-01	-6.849645E+00	-1.632323E+02	1.026880E+01	-9.334996E-01	6.482495E-01
A12	-5.911851E+00	5.848236E+00	-1.476397E-01	1.548029E+01	5.537980E+02	-2.178576E+01	8.435352E-01	-4.883146E-01
A14	4.534197E+00	-4.707164E+00	-4.039318E-01	-1.840460E+01	-1.185504E+03	2.802871E+01	-4.459325E-01	2.121066E-01
A16	-1.450000E+00	1.518074E+00	2.793116E-01	9.536054E+00	1.551227E+03	-2.117238E+01	1.284441E-01	-5.321488E-02
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.130539E+03	8.560366E+00	-1.781859E-02	7.159626E-03
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	3.500000E+02	-1.423785E+00	8.241165E-04	-3.992068E-04

30

	第10面	第11面
k	-8.585933E-01	-8.108418E+00
A4	-7.102540E-02	-1.461866E-01
A6	-1.399207E-01	8.385831E-02
A8	2.590500E-01	-3.488984E-02
A10	-1.772498E-01	9.256221E-03
A12	6.752769E-02	-1.240191E-03
A14	-1.559452E-02	-2.782825E-05
A16	2.175661E-03	3.369285E-05
A18	-1.691344E-04	-4.128892E-06
A20	5.633624E-06	1.647107E-07

40

【 0 1 0 9 】

実施例 7 の撮像レンズは、表 9 に示すように条件式 (1) から (19) を満たしている。

【 0 1 1 0 】

図 1 4 は実施例 7 の撮像レンズについて、球面収差 (mm) 、非点収差 (mm) 、歪曲収差 (%) を示したものである。図 1 4 に示すように、各収差は良好に補正されているこ

50

とが分かる。

【0 1 1 1】

(実施例8)

【0 1 1 2】

基本的なレンズデータを以下の表8に示す。

【0 1 1 3】

【表8】

単位mm

f= 3.86
Fno= 2.00
 $\omega(^{\circ})$ = 39.7
ih= 3.26
TTL= 4.24

面データ

面番号i (物面) 1(絞り)	曲率半径r Infinity Infinity	面間隔d -0.4224	屈折率Nd	アッペ数vd
2*	1.2185	0.6068	1.544	55.86 (vd1)
3*	4.1789	0.0810		
4*	7.3956	0.2058	1.671	19.48 (vd2)
5*	3.1132	0.3163		
6*	Infinity	0.2923	1.661	20.37 (vd3)
7*	Infinity	0.4177		
8*	-3.1765	0.6512	1.544	55.86 (vd4)
9*	-1.1894	0.3249		
10*	-5.7306	0.4000	1.535	55.66 (vd5)
11*	1.6600	0.3000		
18	Infinity	0.2100	1.517	64.20
19	Infinity	0.5073		
像面	Infinity			

10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	合成焦点距離	入射瞳直径
1	2	2.947	f45 -15.659	EPd 1.932
2	4	-8.166		
3	6	Infinity		
4	8	3.132		
5	10	-2.362		

20

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面	第8面	第9面
k	-3.038393E-01	0.000000E+00	-8.269059E+00	-3.761383E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-7.498539E+00
A4	-6.024145E-02	-1.325889E-01	-1.643777E-01	2.836835E-02	9.589810E-03	-2.077573E-01	1.188154E-02	-2.988542E-01
A6	6.690535E-01	3.237328E-01	4.765472E-01	-3.011491E-01	-3.365808E+00	6.503287E-01	-2.776883E-01	5.716588E-01
A8	-2.692968E+00	-9.358810E-01	-5.033036E-01	4.032279E+00	2.916525E+01	-3.969239E+00	5.041654E-01	-1.034195E+00
A10	6.367578E+00	2.288232E+00	5.494091E-01	-1.467410E+01	-1.545314E+02	1.389328E+01	-6.513327E-01	1.266817E+00
A12	-8.615689E+00	-2.996831E+00	-2.017872E-01	3.031211E+01	5.160972E+02	-2.924138E+01	6.744085E-01	-9.264902E-01
A14	6.267278E+00	1.691803E+00	-6.117702E-01	-3.373969E+01	-1.088768E+03	3.806304E+01	-4.458442E-01	4.055453E-01
A16	-1.910000E+00	-3.154614E-01	5.440036E-01	1.629804E+01	1.405166E+03	-2.959642E+01	1.698094E-01	-1.045649E-01
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.010492E+03	1.251031E+01	-3.419341E-02	1.464379E-02	
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	3.085000E+02	-2.206747E+00	2.836214E-03	-8.586772E-04	

30

	第10面	第11面
k	-8.322344E-01	-8.108480E+00
A4	-8.770013E-02	-1.385028E-01
A6	-8.810056E-02	7.321331E-02
A8	1.950804E-01	-2.643958E-02
A10	-1.357825E-01	5.385339E-03
A12	5.116958E-02	-1.421085E-04
A14	-1.153711E-02	-2.235068E-04
A16	1.559507E-03	5.459517E-05
A18	-1.168970E-04	-5.314718E-06
A20	3.741954E-06	1.908829E-07

40

【0 1 1 4】

実施例8の撮像レンズは、表9に示すように条件式(1)から(19)を満たしている。

【0 1 1 5】

50

図16は実施例8の撮像レンズについて、球面収差(mm)、非点収差(mm)、歪曲収差(%)を示したものである。図16に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

【0116】

表9に実施例1から実施例8に係る条件式(1)から(19)の値を示す。

【0117】

【表9】

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8
(1) $v d 3$	25.58	20.37	20.37	20.37	20.37	20.37	20.37	20.37
(2) $T 2 / T 3$	0.51	0.52	0.53	0.89	0.86	0.97	0.70	0.76
(3) $r 2 / f$	1.37	1.25	1.37	1.26	1.18	1.23	1.16	1.08
(4) $r 9 / r 10$	-3.17	-3.48	-3.94	-3.87	-3.19	-2.90	-3.25	-3.45
(5) $(T 4 / f) \times 100$	5.61	4.63	3.88	3.98	3.96	4.37	6.64	8.41
(6) $T 2 / T 1$	2.44	2.42	2.41	4.32	4.46	4.90	3.54	3.90
(7) $T 3 / T 4$	2.58	3.11	3.59	2.76	2.85	2.01	1.65	1.29
(8) $D 1 / D 2$	3.19	3.16	3.37	3.35	3.08	2.99	2.89	2.95
(9) $r 3 / f$	5.98	3.91	3.37	1.64	1.45	1.69	1.85	1.91
(10) $r 4 / f$	0.99	0.96	0.87	0.75	0.71	0.74	0.79	0.81
(11) $r 9 / f$	-1.20	-1.24	-1.28	-1.29	-1.13	-1.07	-1.29	-1.48
(12) $r 2 / r 3$	0.23	0.32	0.41	0.77	0.81	0.73	0.63	0.57
(13) $r 3 / r 4$	6.07	4.06	3.89	2.19	2.05	2.29	2.36	2.38
(14) $N d 2$	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67
(15) $N d 3$	1.61	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
(16) $T T L / E P d$	2.05	2.05	2.05	2.05	2.28	2.26	2.21	2.20
(17) $f 45 / f$	-4.55	-10.08	-15.36	-10.94	-9.47	-3.85	-4.73	-4.05
(18) $(T 2 / f) \times 100$	7.46	7.53	7.39	9.74	9.70	8.51	7.68	8.19
(19) $D 2 / D 3$	0.67	0.66	0.66	0.68	0.70	0.70	0.65	0.70

【産業上の利用可能性】

【0118】

本発明に係る撮像レンズを、カメラ機能を備える製品へ適用した場合、当該カメラの広角化、低背化、および低Fナンバー化への寄与とともに、高性能化を図ることができる。

【符号の説明】

【0119】

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

i h 最大像高

I R フィルタ

I M G 撮像面

10

20

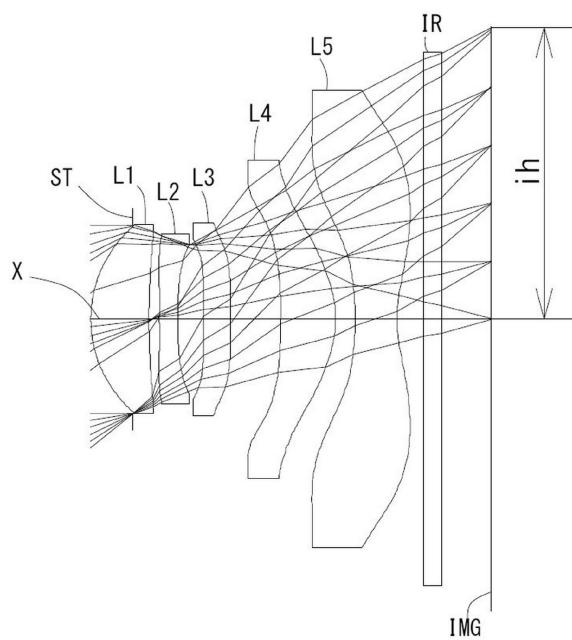
30

40

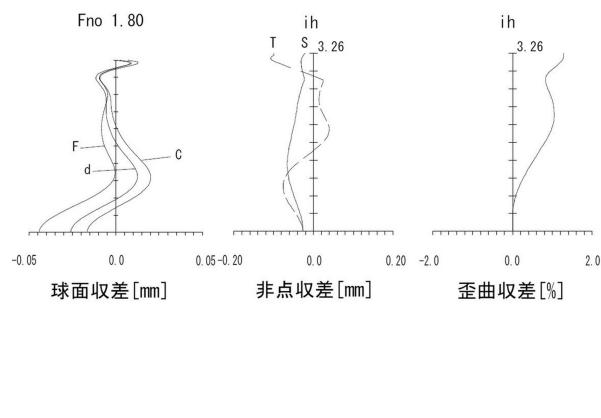
50

【図面】

【図 1】



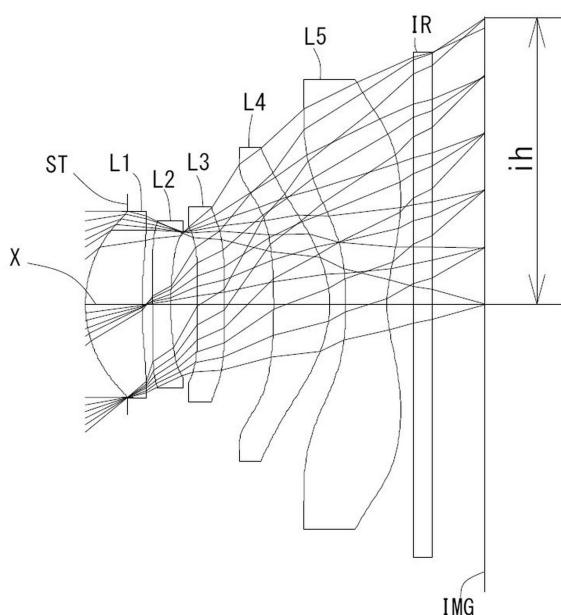
【図 2】



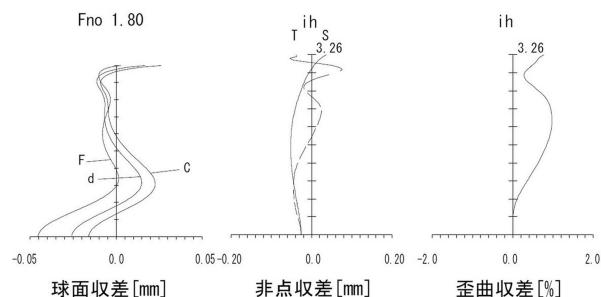
10

20

【図 3】



【図 4】

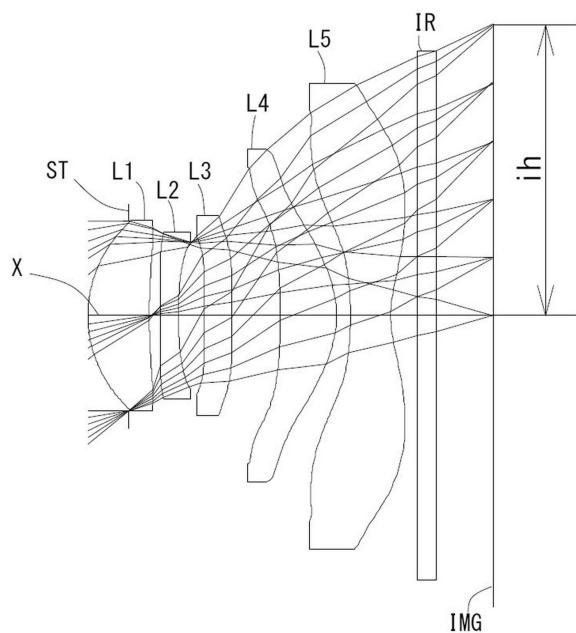


30

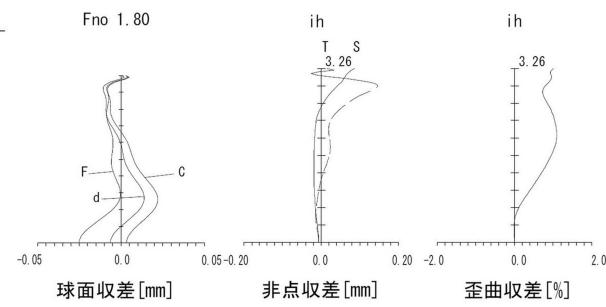
40

50

【図 5】

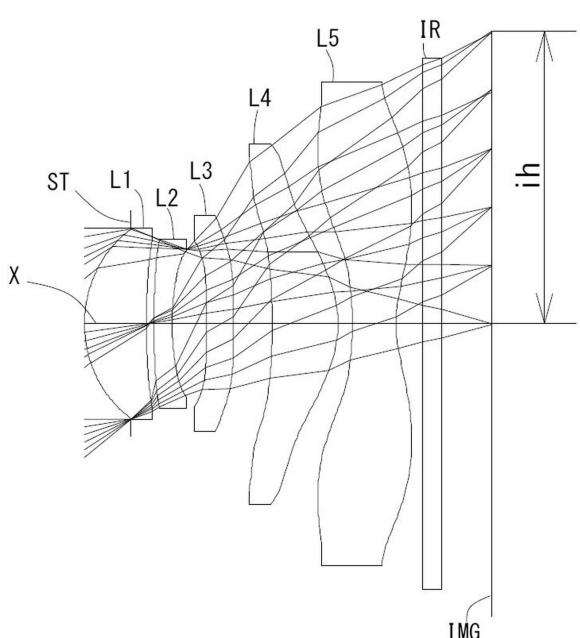


【図 6】

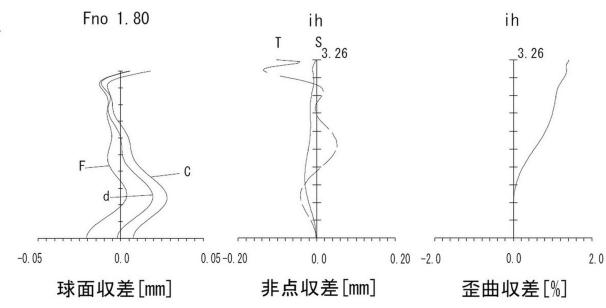


10

【図 7】



【図 8】



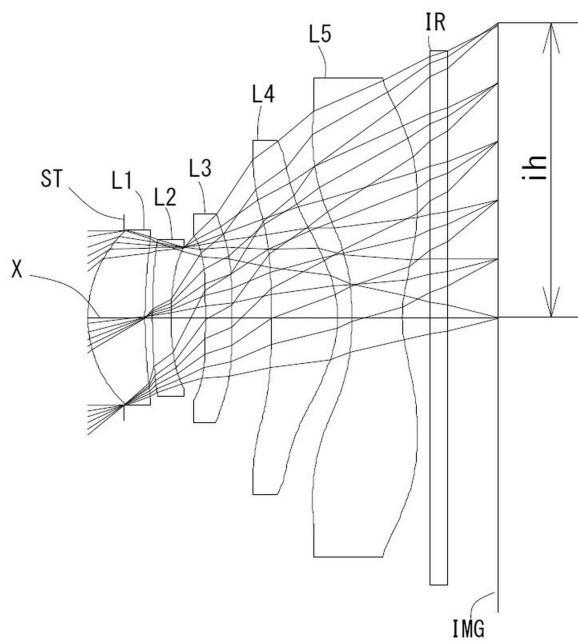
20

30

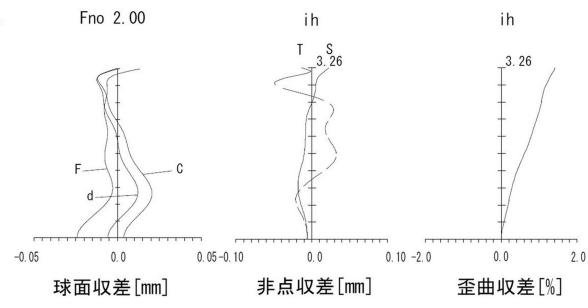
40

50

【図 9】

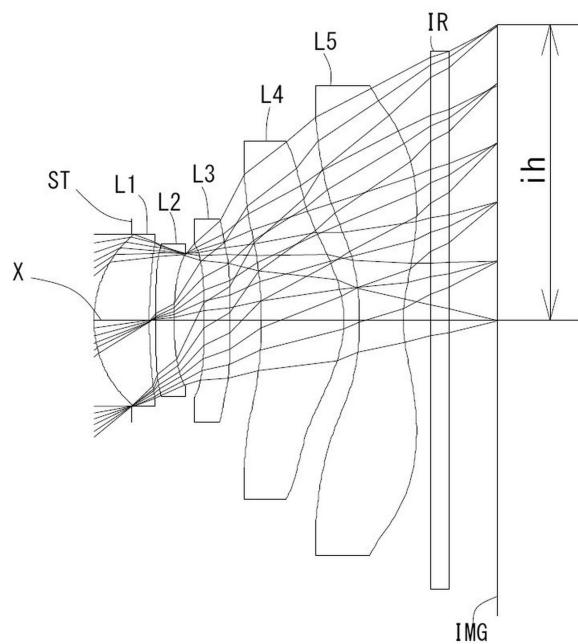


【図 10】

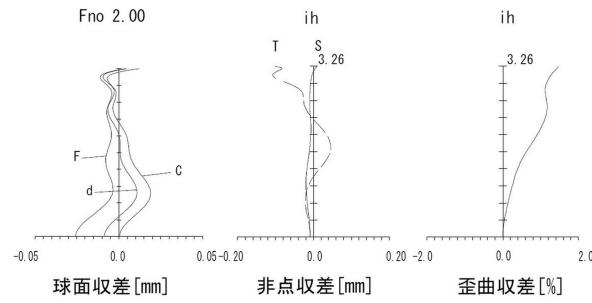


10

【図 11】



【図 12】

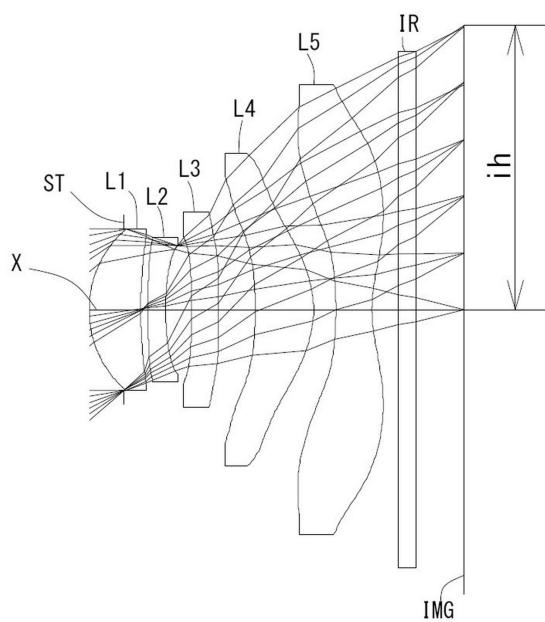


30

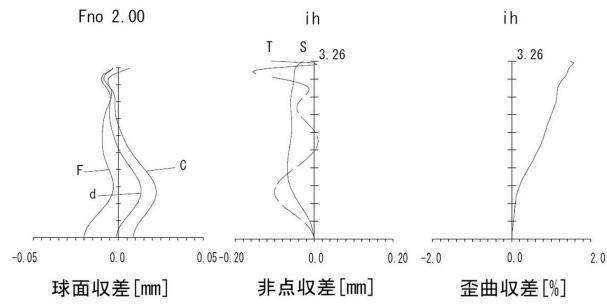
40

50

【図 1 3】

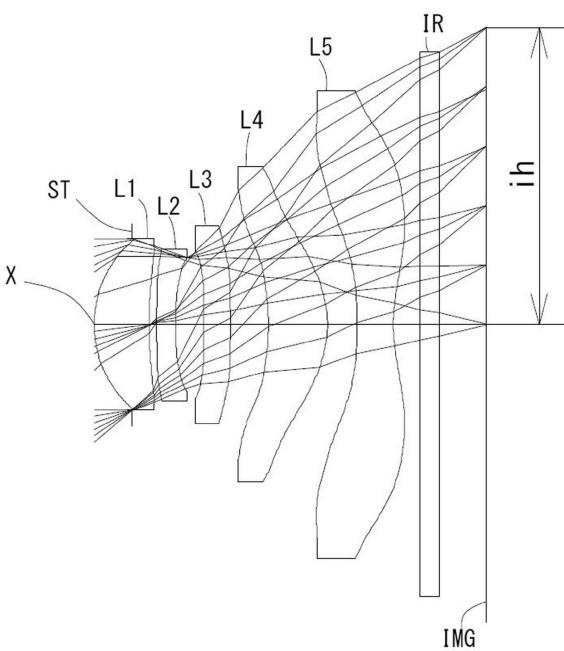


【図 1 4】

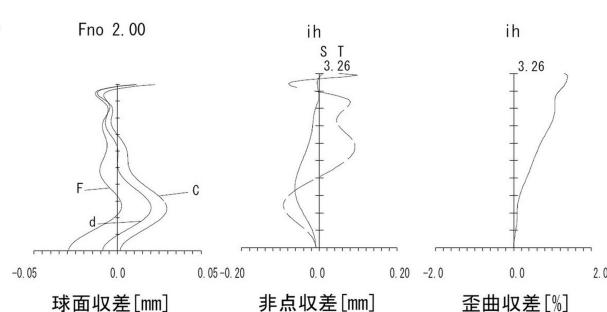


10

【図 1 5】



【図 1 6】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献
- 国際公開第2015/041123 (WO, A1)
特許第6313878 (JP, B1)
特開2013-156389 (JP, A)
米国特許出願公開第2016/0266352 (US, A1)
中国特許出願公開第108008524 (CN, A)
- (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