

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6710473号
(P6710473)

(45) 発行日 令和2年6月17日 (2020.6.17)

(24) 登録日 令和2年5月29日 (2020.5.29)

(51) Int. Cl. F 1
G O 2 B 13/04 (2006.01) G O 2 B 13/04 D
G O 2 B 13/18 (2006.01) G O 2 B 13/18

請求項の数 11 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2017-168241 (P2017-168241)	(73) 特許権者	391014055
(22) 出願日	平成29年9月1日 (2017.9.1)		カンタツ株式会社
(65) 公開番号	特開2019-45665 (P2019-45665A)		東京都品川区南品川三丁目6番21号
(43) 公開日	平成31年3月22日 (2019.3.22)	(72) 発明者	山崎 郁
審査請求日	令和2年3月13日 (2020.3.13)		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
早期審査対象出願		審査官	堀井 康司
		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、負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、正の屈折力を有する第4レンズと、第5レンズとから構成され、以下の条件式(2)、(3)、および(9)を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$(2) \quad 9 < r_3 / r_4 < 20$$

$$(3) \quad -0.1 < r_5 / r_6 < 1.4$$

$$(9) \quad 14.5 < |f_5| / f$$

ただし、

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

r3：第2レンズの物体側の面の近軸曲率半径

r4：第2レンズの像側の面の近軸曲率半径

r5：第3レンズの物体側の面の近軸曲率半径

r6：第3レンズの像側の面の近軸曲率半径

f5：第5レンズの焦点距離

f：撮像レンズ全系の焦点距離

【請求項2】

物体側から像側に向かって順に、負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、第5レンズとから構成され、前記第4レンズは光軸近傍で両面に凸面を向けた両凸形状に形成されるとともに、以下の条件式(1)、(3)、(4)、および(5')を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$(1) \quad 0.1 < T2 / T3 < 1.16$$

$$(3) \quad -0.1 < r5 / r6 < 1.4$$

$$(4) \quad -1.85 < (r9 + r10) / (r9 - r10) < 5.00$$

$$(5') \quad -5.1 < f2 / f \leq -3.78$$

ただし、

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

10

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

r5：第3レンズの物体側の面の近軸曲率半径

r6：第3レンズの像側の面の近軸曲率半径

r9：第5レンズの物体側の面の近軸曲率半径

r10：第5レンズの像側の面の近軸曲率半径

f2：第2レンズの焦点距離

f：撮像レンズ全系の焦点距離

【請求項3】

前記第5レンズの像側の面は、光軸近傍で像側に凹面を向けていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の撮像レンズ。

20

【請求項4】

以下の条件式(6)を満足することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の撮像レンズ。

$$(6) \quad -3.5 < f123 / f < -1.0$$

ただし、

f123：第1レンズと第2レンズと第3レンズの合成焦点距離

f：撮像レンズ全系の焦点距離

【請求項5】

以下の条件式(7)を満足することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の撮像レンズ。

30

$$(7) \quad -9.5 < f1 / f < -2.5$$

ただし、

f1：第1レンズの焦点距離

f：撮像レンズ全系の焦点距離

【請求項6】

以下の条件式(8)を満足することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の撮像レンズ。

$$(8) \quad 5.7 < f3 / f$$

ただし、

f3：第3レンズの焦点距離

40

f：撮像レンズ全系の焦点距離

【請求項7】

以下の条件式(9)を満足することを特徴とする請求項2に記載の撮像レンズ。

$$(9) \quad 14.5 < |f5| / f$$

ただし、

f5：第5レンズの焦点距離

f：撮像レンズ全系の焦点距離

【請求項8】

以下の条件式(10)を満足することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の撮像レンズ。

50

$$(10) 1.85 < r_1 / r_2 < 5.75$$

ただし、

r_1 : 第1レンズの物体側の面の近軸曲率半径

r_2 : 第1レンズの像側の面の近軸曲率半径

【請求項9】

以下の条件式(11)を満足することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の撮像レンズ。

$$(11) -1.85 < r_7 / r_8 < -0.55$$

ただし、

r_7 : 第4レンズの物体側の面の近軸曲率半径

r_8 : 第4レンズの像側の面の近軸曲率半径

【請求項10】

以下の条件式(12)を満足することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の撮像レンズ。

$$(12) 28 < v_{d4} - v_{d5} < 78$$

ただし、

v_{d4} : 第4レンズのd線に対するアッベ数

v_{d5} : 第5レンズのd線に対するアッベ数

【請求項11】

以下の条件式(13)を満足することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の撮像レンズ。

$$(13) F_{no} \leq 2.4$$

ただし、

F_{no} : Fナンバー

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置に使用されるCCDセンサやC-MOS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PDA(Personal Digital Assistant)やゲーム機、PC、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装置に内蔵す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、監視用カメラや車載用カメラ等の撮像装置を構成する撮像素子は、年々小型化および高画素化が進んでおり、それに伴って撮像レンズも小型化や高性能化が求められている。

【0003】

監視用カメラや車載用カメラに用いられる撮像レンズには、例えば全画角で180度を超えるものが望まれる等、広角化に対する要望が強まってきている。さらに、高画素化に伴いより明るい撮像レンズが要求されている。

【0004】

従来の広角化と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、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、負の屈折力を有する第3レンズと、負の屈折力を有する第4レンズと、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。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第5706584号公報

【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。

【0008】

10

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、低背、低Fナンバー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し、屈折力とは、近軸における屈折力を指すものと定義し、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。さらに、光学全長は、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し、撮像レンズと撮像面との間に配置されるIRカットフィルタやカバーガラス等の厚みは、空気換算するものとする。

20

【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、固体撮像素子上に被写体の像を結像させる撮像レンズであって、物体側から像側に向かって順に、負の屈折力を有する第1レンズと、第2レンズと、第3レンズと、第4レンズと、第5レンズとから構成される。

【0011】

上記構成の撮像レンズは、第1レンズは、負の屈折力を有することにより、光学系の広角化を図る。第2レンズは、第3レンズに入射する光線の角度を小さく抑え、非点収差や像面湾曲を良好に補正する。第3レンズは、低背化を維持しながら、歪曲収差や非点収差を良好に補正する。第4レンズは、低背化を維持しながら、球面収差や色収差を良好に補正する。第5レンズは、色収差、歪曲収差、非点収差、像面湾曲を良好に補正する。

30

【0012】

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。

(1) $0.1 < T2 / T3 < 1.16$

ただし、T2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、T3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。

【0013】

条件式（1）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レンズとの間隔の比について、低背化と良好な収差補正を図るための条件である。条件式（1）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を抑制し、低背化が図られる。また、条件式（1）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をより効果的なものとする。

40

【0014】

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) $9 < r3 / r4 < 20$

ただし、r3は第2レンズの物体側の面の近軸曲率半径、r4は第2レンズの像側の面の近軸曲率半径である。

50

【0015】

条件式(2)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り、良好な収差補正と製造誤差に対する感度の低減を図るための条件である。条件式(2)の上限値を下回ること、第2レンズの像側の面の屈折力を維持しながら、この面で発生する非点収差と歪曲収差を抑制し、製造誤差に対する感度も低減することが容易となる。一方、条件式(2)の下限値を上回ること、像面湾曲を良好に補正できる。

【0016】

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。

$$(3) -0.1 < r_5 / r_6 < 1.4$$

ただし、 r_5 は第3レンズの物体側の面の近軸曲率半径、 r_6 は第3レンズの像側の面の近軸曲率半径である。

【0017】

条件式(3)の上限値を下回ること、第3レンズの屈折力が適切なものとなり、低背化が可能になる。一方、条件式(3)の下限値を上回ること、歪曲収差を良好に補正できる。

【0018】

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

$$(4) -1.85 < (r_9 + r_{10}) / (r_9 - r_{10}) < 5.00$$

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。

【0019】

条件式(4)は、第5レンズの形状について規定するものであり、バックフォーカスの確保と低背化、および良好な収差補正を図るための条件である。条件式(4)の範囲を満足することにより、バックフォーカスを確保しながら低背化を容易にし、さらに歪曲収差、色収差、非点収差、像面湾曲を良好に補正できる。

【0020】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、第2レンズの屈折力は、負であることが望ましく、さらには以下の条件式(5)を満足することがより望ましい。

$$(5) -5.1 < f_2 / f < -2.65$$

ただし、 f_2 は第2レンズの焦点距離、 f は撮像レンズ全系の焦点距離である。

【0021】

第2レンズを負の屈折力にすることで、広角化を図りながら、非点収差やコマ収差を良好に補正できる。また、条件式(5)は、第2レンズの屈折力を規定するものであり、低背化と良好な収差補正を図るための条件である。条件式(5)の上限値を下回ること、第2レンズの負の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(5)の下限値を上回ること、像面湾曲を良好に補正できる。

【0022】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、第4レンズは、光軸近傍で両面に凸面を向けた両凸レンズとすることが望ましい。

【0023】

第4レンズを両凸形状にすることで、物体側、および像側の面の正の屈折力によって、低背化をより容易なものとする。また、両面を凸面にすることで強い曲率になることを抑え、製造誤差に対する感度を低減させる効果が得られる。

【0024】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、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いることが望ましい。さらには光軸上以外の位置に極点を有する非球面が形成されていることがより望ましい。

10

20

30

40

50

【0025】

第5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、像面湾曲や歪曲収差の良好な補正が図れる。また、第5レンズの像側の面に、光軸上以外の位置に極点を形成することにより、像面湾曲や歪曲収差を良好に補正できる。

【0026】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、第1レンズと第2レンズと第3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(6)を満足することがより望ましい。

$$(6) -3.5 < f_{123} / f < -1.0$$

ただし、 f_{123} は第1レンズと第2レンズと第3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。

10

【0027】

第1レンズと第2レンズと第3レンズの合成屈折力を負にすることで、広角化をより容易なものとする。また、条件式(6)は、撮像レンズ全系の焦点距離に対する第1レンズと第2レンズと第3レンズの合成焦点距離の範囲を規定するものであり、広角化と低背化、および良好な収差補正を図るための条件である。条件式(6)の上限値を下回ること、第1レンズと第2レンズと第3レンズの負の合成屈折力が適切なものとなり、球面収差や歪曲収差の補正が容易になる。また、低背化も可能となる。一方、条件式(6)の下限値を上回ること、広角化が可能となる。

【0028】

20

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。

$$(7) -9.5 < f_1 / f < -2.5$$

ただし、 f_1 は第1レンズの焦点距離、 f は撮像レンズ全系の焦点距離である。

【0029】

条件式(7)は、第1レンズの屈折力を規定するものであり、広角化と低背化、および良好な収差補正を図るための条件である。条件式(7)の上限値を下回ること、第1レンズの負の屈折力が適切なものとなり、球面収差の補正が容易になる。また、低背化も可能となる。一方、条件式(7)の下限値を上回ること、広角化が可能となる。

【0030】

30

また、上記構成の撮像レンズにおいては、第3レンズの屈折力は、正であることが望ましく、さらには以下の条件式(8)を満足することがより望ましい。

$$(8) 5.7 < f_3 / f$$

ただし、 f_3 は第3レンズの焦点距離、 f は撮像レンズ全系の焦点距離である。

【0031】

第3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。また、条件式(8)は、第3レンズの屈折力を規定するものであり、低背化と良好な収差補正を図るための条件である。条件式(8)の下限値を上回ること、光学全長を短くしつつ、コマ収差と非点収差を良好に補正できる。

【0032】

40

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。

$$(9) 14.5 < |f_5| / f$$

ただし、 f_5 は第5レンズの焦点距離、 f は撮像レンズ全系の焦点距離である。

【0033】

条件式(9)は、第5レンズの屈折力を規定するものであり、低背化と良好な収差補正を図るための条件である。条件式(9)の下限値を上回ること、光学全長を短くしつつ、色収差と像面湾曲を良好に補正できる。

【0034】

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

50

しい。

$$(10) \quad 1.85 < r_1 / r_2 < 5.75$$

ただし、 r_1 は第1レンズの物体側の面の近軸曲率半径、 r_2 は第1レンズの像側の面の近軸曲率半径である。

【0035】

条件式(10)は、第1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り、良好な収差補正を図るための条件である。条件式(10)の上限値を下回ること、非点収差を良好に補正できる。条件式(10)の下限値を上回ること、像面湾曲を良好に補正できる。

【0036】

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

$$(11) \quad -1.85 < r_7 / r_8 < -0.55$$

ただし、 r_7 は第4レンズの物体側の面の近軸曲率半径、 r_8 は第4レンズの像側の面の近軸曲率半径である。

【0037】

条件式(11)は、第4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り、良好な収差補正と製造誤差に対する感度の低減を図るための条件である。条件式(11)を満足することで、物体側の面、および像側の面の屈折力が過剰になることを抑制することができる。その結果、良好な収差補正が図られる。また、第4

【0038】

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。

$$(12) \quad 28 < v_{d4} - v_{d5} < 78$$

ただし、 v_{d4} は第4レンズのd線に対するアッペ数、 v_{d5} は第5レンズのd線に対するアッペ数である。

【0039】

条件式(12)は、第4レンズ、および第5レンズそれぞれの、d線に対するアッペ数の関係について規定するものであり、色収差の良好な補正を図るための条件である。条件式(12)を満足することで、良好な色収差補正が図れる。

【0040】

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。

$$(13) \quad F_{no} \leq 2.4$$

ただし、 F_{no} はFナンバーである。

【0041】

条件式(13)は、Fナンバーを規定するものであり、条件式(13)の上限値を下回ることにより、携帯モバイルやデジタルカメラ、監視用カメラ、車載用カメラ等に搭載した際、近年撮像レンズに要求される明るさを十分確保することが可能となる。

【0042】

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ていることが望ましい。

【0043】

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、コマ収差や像面湾曲の良好な補正が図れる。

【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。

$$(14) \quad -186 < (1 - N3) / (r_6 \times f) \times 1000 < 8$$

ただし、 N_3 は第3レンズのd線における屈折率、 r_6 は第3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。

【0045】

条件式(14)は、第3レンズの像側の面の屈折力を適切な範囲に規定するものであり、良好な収差補正と製造誤差に対する感度の低減を図るための条件である。条件式(14)を満足することで、第3レンズの像側の面の屈折力が適切なものとなり、第3レンズで発生する球面収差を抑制する効果と、製造誤差に対する感度を低減させる効果が得られる。

【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。

$$(15) \quad -5 < (N_5 - 1) / (r_9 \times f) \times 1000 < 100$$

ただし、 N_5 は第5レンズのd線における屈折率、 r_9 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。

【0047】

条件式(15)は、第5レンズの物体側の面の屈折力を適切な範囲に規定するものであり、良好な収差補正と製造誤差に対する感度の低減を図るための条件である。条件式(15)を満足することで、第5レンズの物体側の面の屈折力が適切なものとなり、第5レンズで発生する球面収差を抑制する効果と、製造誤差に対する感度を低減させる効果が得られる。

【0048】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、第4レンズの屈折力は、正であることが望ましく、さらには以下の条件式(16)を満足することがより望ましい。

$$(16) \quad 1.0 < f_4 / f < 3.5$$

ただし、 f_4 は第4レンズの焦点距離、 f は撮像レンズ全系の焦点距離である。

【0049】

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。また、条件式(16)は、第4レンズの屈折力を規定するものであり、低背化と良好な収差補正を図るための条件である。条件式(16)の上限値を下回することで、第4レンズの正の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(16)の下限値を上回することで、球面収差やコマ収差を良好に補正できる。

【0050】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(17)を満足することが望ましい。

$$(17) \quad 1.55 < b_f / f < 3.20$$

ただし、 b_f は第5レンズの像面側の面から像面までの光軸上の距離(バックフォーカス)、 f は撮像レンズ全系の焦点距離である。

【0051】

条件式(17)は、バックフォーカスの確保と低背化を図るための条件である。条件式(17)の上限値を下回することで、低背化が可能となる。一方、条件式(17)の下限値を上回することで、バックフォーカスの確保が容易となる。

【発明の効果】

【0052】

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】

【0053】

【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。

10

【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。

【発明を実施するための形態】

【0054】

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。

【0055】

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

【0056】

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、負の屈折力を有する第 1 レンズ L 1 と、第 2 レンズ L 2 と、第 3 レンズ L 3 と、第 4 レンズ L 4 と、第 5 レンズ L 5 とから構成される。

20

【0057】

また、第 5 レンズ L 5 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。

【0058】

第 1 レンズ L 1 は、負の屈折力を有するレンズであり、負の屈折力を有することで広角化を図っている。第 1 レンズ L 1 の形状は、光軸 X の近傍で物体側に凸面を向けたメニスカス形状にしているため、歪曲収差の良好な補正が図られている。

30

【0059】

第 2 レンズ L 2 は、負の屈折力を有するレンズであり、広角化を図りながら、非点収差や像面湾曲を良好に補正している。第 2 レンズ L 2 の形状は、光軸 X の近傍で物体側に凸面を向けたメニスカス形状にしているため、球面収差、コマ収差、および像面湾曲の良好な補正が図られている。

【0060】

第 3 レンズ L 3 は、正の屈折力を有するレンズであり、低背化を維持しながら、歪曲収差や非点収差を良好に補正している。第 3 レンズ L 3 の形状は、光軸 X の近傍で物体側に凸面を向けたメニスカス形状にしているため、球面収差、コマ収差、および歪曲収差の良好な補正が図られている。なお、第 3 レンズ L 3 の形状は、図 7 に示す実施例 4 のように、光軸 X の近傍で物体側、および像側が凸面の両凸形状を採用してもよい。この場合、物体側、および像側の面の正の屈折力によって、低背化を図ることができる。また、両面を凸面にすることで強い曲率になることを抑え、製造誤差に対する感度を低減させる効果が得られる。また、図 9 に示す実施例 5 のように、光軸 X の近傍で物体側が凸面、光軸 X の近傍で像側が平面の形状を採用してもよい。この場合、像側の面は、レンズの屈折力に影響を与えることは無く、非球面により周辺部の収差を良好に補正する。

40

【0061】

開口絞り ST は、第 3 レンズ L 3 と第 4 レンズ L 4 との間に配置されている。開口絞り ST を、第 3 レンズ L 3 と第 4 レンズ L 4 との間に配置することにより、径方向の小型化を図ることができる。

50

【0062】

第4レンズL4は、正の屈折力を有するレンズであり、低背化を維持しながら、球面収差や色収差を良好に補正している。第4レンズL4の形状は、光軸Xの近傍で物体側、および像側が凸面の両凸形状にしているため、物体側、および像側の面の正の屈折力によって、低背化を図ることができる。また、両面を凸面にすることで強い曲率になることを抑え、製造誤差に対する感度を低減させる効果が得られる。

【0063】

第5レンズL5は、負の屈折力を有するレンズであり、色収差、歪曲収差、非点収差、像面湾曲を良好に補正している。第5レンズL5の形状は、光軸Xの近傍で物体側、および像側が凹面の両凹形状にしているため、色収差の良好な補正が図られている。なお、第5レンズL5の屈折力は、図5に示す実施例3のように、正であってもよい。この場合、低背化をより容易なものとする。また、第5レンズL5の形状は、図5、図7、および図9に示す実施例3、実施例4、および実施例5のように、光軸Xの近傍で物体側に凸面を向けたメニスカス形状でもよい。この場合、像面湾曲や歪曲収差をより良好に補正することができる。

【0064】

本実施形態において、第1レンズL1と第4レンズL4は、物体側の面、および像側の面ともに球面で形成したガラスレンズになっている。ガラス材料は、温度に伴う光学特性の変化が小さい。従って、本実施形態の撮像レンズを低温から高温に至る幅広い温度領域で使用する際も、高い品質を維持することが可能である。なお、レンズの材料をガラス材料にするか樹脂材料にするか、また、レンズ面を球面にするか非球面にするかは、使用環境や要求性能に応じて適宜選択すればよい。

【0065】

本実施の形態に係る撮像レンズは、全てのレンズが単レンズで構成されている。接合レンズを含まない構成は、非球面を多用することができるため、諸収差の良好な補正を容易にする。また、接合に係る工数が不要のため、低コストで製作することが可能となる。

【0066】

本実施形態における撮像レンズは、以下の条件式(1)から(17)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。

$$(1) \quad 0.1 < T2 / T3 < 1.16$$

$$(2) \quad 9 < r3 / r4 < 20$$

$$(3) \quad -0.1 < r5 / r6 < 1.4$$

$$(4) \quad -1.85 < (r9 + r10) / (r9 - r10) < 5.00$$

$$(5) \quad -5.1 < f2 / f < -2.65$$

$$(6) \quad -3.5 < f123 / f < -1.0$$

$$(7) \quad -9.5 < f1 / f < -2.5$$

$$(8) \quad 5.7 < f3 / f$$

$$(9) \quad 14.5 < |f5| / f$$

$$(10) \quad 1.85 < r1 / r2 < 5.75$$

$$(11) \quad -1.85 < r7 / r8 < -0.55$$

$$(12) \quad 28 < vd4 - vd5 < 78$$

$$(13) \quad Fno \leq 2.4$$

$$(14) \quad -186 < (1 - N3) / (r6 \times f) \times 1000 < 8$$

$$(15) \quad -5 < (N5 - 1) / (r9 \times f) \times 1000 < 100$$

$$(16) \quad 1.0 < f4 / f < 3.5$$

$$(17) \quad 1.55 < bf / f < 3.20$$

ただし、

vd4：第4レンズL4のd線に対するアッベ数

vd5：第5レンズL5のd線に対するアッベ数

T2：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

10

20

30

40

50

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

N 3 : 第 3 レンズ L 3 の d 線における屈折率

N 5 : 第 5 レンズ L 5 の d 線における屈折率

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

f 1 : 第 1 レンズ L 1 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 4 : 第 4 レンズ L 4 の焦点距離

f 5 : 第 5 レンズ L 5 の焦点距離

f 1 2 3 : 第 1 レンズ L 1 と第 2 レンズ L 2 と第 3 レンズ L 3 の合成焦点距離

10

r 1 : 第 1 レンズ L 1 の物体側の面の近軸曲率半径

r 2 : 第 1 レンズ L 1 の像側の面の近軸曲率半径

r 3 : 第 2 レンズ L 2 の物体側の面の近軸曲率半径

r 4 : 第 2 レンズ L 2 の像側の面の近軸曲率半径

r 5 : 第 3 レンズ L 3 の物体側の面の近軸曲率半径

r 6 : 第 3 レンズ L 3 の像側の面の近軸曲率半径

r 7 : 第 4 レンズ L 4 の物体側の面の近軸曲率半径

r 8 : 第 4 レンズ L 4 の像側の面の近軸曲率半径

r 9 : 第 5 レンズ L 5 の物体側の面の近軸曲率半径

r 1 0 : 第 5 レンズ L 5 の像側の面の近軸曲率半径

20

F n o : F ナンバー

b f : 第 5 レンズ L 5 の像面側の面から像面までの光軸 X 上の距離 (バックフォーカス)

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。

【0067】

また、本実施形態における撮像レンズは、以下の条件式 (1 a) から (1 7 a) 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。

$$(1 a) \quad 0.15 < T2 / T3 < 1.00$$

$$(2 a) \quad 12.5 < r3 / r4 < 18.0$$

$$(3 a) \quad -0.08 < r5 / r6 < 1.15$$

30

$$(4 a) \quad -1.70 < (r9 + r10) / (r9 - r10) < 4.65$$

$$(5 a) \quad -4.5 < f2 / f < -3.2$$

$$(6 a) \quad -2.95 < f123 / f < -1.35$$

$$(7 a) \quad -7.9 < f1 / f < -4.3$$

$$(8 a) \quad 8.5 < f3 / f$$

$$(9 a) \quad 21.0 < |f5| / f$$

$$(10 a) \quad 2.75 < r1 / r2 < 4.80$$

$$(11 a) \quad -1.55 < r7 / r8 < -0.85$$

$$(12 a) \quad 39 < vd4 - vd5 < 67$$

$$(13 a) \quad Fno \leq 2.2$$

40

$$(14 a) \quad -155 < (1 - N3) / (r6 \times f) \times 1000 < 6.6$$

$$(15 a) \quad -4 < (N5 - 1) / (r9 \times f) \times 1000 < 83$$

$$(16 a) \quad 1.6 < f4 / f < 2.9$$

$$(17 a) \quad 1.8 < bf / f < 2.7$$

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。

【0068】

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 A 4、A 6、A 8、A 1 0、A 1 2、A 1 4、A 1 6 としたとき数式 1 により表わされる。

50

【0069】

【数1】

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

【0070】

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 は撮像レンズ全系の焦点距離を、 $F_n o$ はFナンバーを、 ω は半画角を、 $i h$ は最大像高を、 $T T L$ 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、 $v d$ は d 線に対するアッベ数をそれぞれ示す。なお、非球面に関しては、面番号 i の後に* (アスタリスク) の符号を付加して示す。

10

【0071】

(実施例1)

【0072】

基本的なレンズデータを以下の表1に示す。

【0073】

20

【表 1】

単位mm
 $f = 0.93$
 $Fno = 2.0$
 $\omega(^{\circ}) = 103.3$
 $ih = 1.85$
 $TTL = 12.76$

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	11.0636	1.0000	1.744	44.72 (vd1)
2	2.8886	2.9813		
3*	28.0000	0.5000	1.544	55.86 (vd2)
4*	1.8000	0.2870		
5*	7.4239	2.0713	1.661	20.37 (vd3)
6*	30.5101	1.0668		
7 (絞り)	Infinity	0.3597		
8	2.0779	1.6910	1.553	71.68 (vd4)
9	-1.7978	0.0500		
10*	-1657.8100	0.7730	1.661	20.37 (vd5)
11*	27.3866	0.3302		
12	Infinity	0.6100	1.517	64.17
13	Infinity	1.2488		
像面	Infinity			

10

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	合成焦点距離	バックフォーカス
1	1	-5.544	f123	-1.939
2	3	-3.558		b f
3	5	14.337		1.981
4	8	2.063		
5	10	-40.767		

非球面データ

	第3面	第4面	第5面	第6面	第10面	第11面
k	0.000000E+00	-1.040000E+01	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A4	-1.548087E-03	2.336991E-01	1.119540E-01	1.003553E-01	-4.806784E-02	2.241104E-03
A6	-1.771412E-02	-9.614101E-02	5.558553E-03	-1.645894E-02	-1.172421E-01	-3.769237E-02
A8	8.041703E-03	1.168752E-02	-1.555787E-02	2.440992E-02	1.129415E-01	1.371282E-02
A10	-1.646977E-03	0.000000E+00	2.861995E-03	0.000000E+00	-8.265675E-02	-7.167589E-03
A12	1.647444E-04	0.000000E+00	-2.000000E-16	0.000000E+00	0.000000E+00	1.537473E-03
A14	-6.491633E-06	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

30

【0074】

実施例1の撮像レンズは、表6に示すように条件式(1)から(17)を満たしている。

40

【0075】

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(486nm)、d線(588nm)、C線(656nm)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においても同じ)。

【0076】

(実施例2)

【0077】

基本的なレンズデータを以下の表2に示す。

50

【0078】

【表2】

単位mm
 $f = 0.93$
 $Fno = 2.0$
 $\omega(^{\circ}) = 103.3$
 $ih = 1.85$
 $TTL = 12.76$

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd
1	Infinity	Infinity		
2	11.0636	1.0000	1.744	44.72 (vd1)
3*	2.8886	2.9940		
4*	28.0000	0.5000	1.535	56.16 (vd2)
5*	1.8000	0.2879		
6*	7.6453	2.0459	1.661	20.37 (vd3)
7 (絞り)	33.4017	1.0738		
8	Infinity	0.3474		
9	2.0938	1.6995	1.553	71.68 (vd4)
10*	-1.7925	0.0500		
11*	-232.6656	0.7814	1.661	20.37 (vd5)
12	31.0419	0.3308		
13	Infinity	0.6100	1.517	64.17
像面	Infinity	1.2473		

10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	合成焦点距離	バックフォーカス
1	1	-5.544	f123	-1.966
2	3	-3.622		b f
3	5	14.546		1.980
4	8	2.067		
5	10	-41.401		

20

非球面データ

	第3面	第4面	第5面	第6面	第10面	第11面
k	0.000000E+00	-1.080000E+01	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A4	-3.904487E-03	2.398638E-01	1.152417E-01	1.023612E-01	-4.978045E-02	-2.296058E-03
A6	-1.681899E-02	-9.918802E-02	3.814480E-03	-2.278481E-02	-1.158165E-01	-3.377176E-02
A8	7.896167E-03	1.209868E-02	-1.533138E-02	2.887793E-02	1.138644E-01	1.310583E-02
A10	-1.638335E-03	0.000000E+00	2.884126E-03	0.000000E+00	-8.197834E-02	-7.257480E-03
A12	1.647444E-04	0.000000E+00	-2.000000E-16	0.000000E+00	0.000000E+00	1.537473E-03
A14	-6.491633E-06	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

30

【0079】

実施例2の撮像レンズは、表6に示すように条件式(1)から(17)を満たしている

40

【0080】

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)、歪曲収差(%)を示したものである。

【0081】

(実施例3)

【0082】

基本的なレンズデータを以下の表3に示す。

【0083】

【表 3】

単位mm
 $f = 0.93$
 $Fno = 2.0$
 $\omega(^{\circ}) = 103.6$
 $ih = 1.85$
 $TTL = 12.75$

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	11.2778	1.0000	1.744	44.72 (vd1)
2	3.0295	2.6327		
3*	28.0000	0.5000	1.535	56.16 (vd2)
4*	1.8000	0.6796		
5*	5.3073	2.3333	1.661	20.37 (vd3)
6*	5.7086	0.8186		
7 (絞り)	Infinity	0.0000		
8	2.0451	2.0159	1.550	75.50 (vd4)
9	-1.7367	0.0500		
10*	17.1392	0.7499	1.661	20.37 (vd5)
11*	80.9075	0.3197		
12	Infinity	0.6100	1.517	64.17
13	Infinity	1.2482		
像面	Infinity			

10

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	合成焦点距離	バックフォーカス
1	1	-5.871	f123	-1.623
2	3	-3.622		b f
3	5	34.485		1.970
4	8	2.105		
5	10	32.758		

非球面データ

	第3面	第4面	第5面	第6面	第10面	第11面
k	-9.738778E-05	-5.150000E-01	-8.692110E-09	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A4	2.890614E-01	5.757366E-01	1.767472E-01	7.075482E-02	-9.200815E-02	-5.653677E-03
A6	-2.281365E-01	-1.106851E-01	-1.185494E-01	-9.929620E-03	1.170607E-01	-7.418940E-02
A8	8.115504E-02	-4.026218E-01	1.210995E-01	5.986825E-01	-5.368476E-01	7.918156E-02
A10	-1.642449E-02	3.698875E-01	-6.988168E-02	-2.133648E+00	1.017741E+00	-6.960440E-02
A12	1.950807E-03	-1.500902E-01	1.507711E-02	3.508070E+00	-1.129979E+00	3.621673E-02
A14	-1.267090E-04	3.063774E-02	1.389065E-04	-2.765045E+00	6.616892E-01	-1.017406E-02
A16	3.471092E-06	-2.534346E-03	-2.830904E-04	8.637626E-01	-1.674022E-01	1.170613E-03

30

【0084】

実施例3の撮像レンズは、表6に示すように条件式(1)から(17)を満たしている。

40

【0085】

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。

【0086】

(実施例4)

【0087】

基本的なレンズデータを以下の表4に示す。

【0088】

【表 4】

単位mm
 $f = 0.96$
 $Fno = 2.0$
 $\omega(^{\circ}) = 103.4$
 $ih = 1.85$
 $TTL = 12.76$

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	11.0909	1.0000	1.744	44.72 (vd1)
2	2.9040	2.7962		
3*	28.0000	0.5000	1.535	56.16 (vd2)
4*	1.8000	0.6288		
5*	7.6889	1.9698	1.661	20.37 (vd3)
6*	-130.3722	1.0471		
7 (絞り)	Infinity	0.2860		
8	2.1670	1.9165	1.550	75.50 (vd4)
9	-1.8443	0.0500		
10*	10.3920	0.5857	1.661	20.37 (vd5)
11*	6.4423	0.3301		
12	Infinity	0.6100	1.517	64.17
13	Infinity	1.2510		
像面	Infinity			

10

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	合成焦点距離	バックフォーカス
1	1	-5.578	f123	-2.348
2	3	-3.622		b f
3	5	11.051		1.983
4	8	2.180		
5	10	-27.261		

非球面データ

	第3面	第4面	第5面	第6面	第10面	第11面
k	0.000000E+00	-7.111143E-02	-4.700081E-08	0.000000E+00	2.250000E+01	0.000000E+00
A4	1.252826E-01	2.558687E-01	1.027121E-01	5.519620E-02	-7.584138E-02	-3.674875E-02
A6	-8.834606E-02	-9.745400E-02	-3.097525E-02	2.061782E-02	-8.866601E-02	-4.982746E-02
A8	2.562461E-02	-1.744333E-02	3.441519E-02	-1.329832E-02	5.822607E-02	2.066963E-02
A10	-3.969624E-03	1.055979E-02	-1.833207E-02	8.279252E-03	-4.587047E-02	-5.845123E-03
A12	3.241312E-04	-1.256678E-03	2.908028E-03	0.000000E+00	0.000000E+00	7.998377E-04
A14	-1.096162E-05	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

30

【0089】

実施例4の撮像レンズは、表6に示すように条件式(1)から(17)を満たしている。

40

【0090】

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。

【0091】

(実施例5)

【0092】

基本的なレンズデータを以下の表5に示す。

【0093】

【表 5】

単位mm
 $f = 0.94$
 $Fno = 2.0$
 $\omega(^{\circ}) = 108.0$
 $ih = 1.85$
 $TTL = 12.76$

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	11.0986	1.0000	1.744	44.72 (vd1)
2	2.9092	2.7939		
3*	28.0000	0.5300	1.535	56.16 (vd2)
4*	1.8000	0.5890		
5*	7.7274	2.0078	1.661	20.37 (vd3)
6*	Infinity	1.0568		
7 (絞り)	Infinity	0.2599		
8	2.1954	1.8970	1.550	75.50 (vd4)
9	-1.7899	0.0500		
10*	13.9835	0.5955	1.661	20.37 (vd5)
11*	8.4965	0.3303		
12	Infinity	0.6100	1.517	64.17
13	Infinity	1.2509		
像面	Infinity			

10

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	合成焦点距離	バックフォーカス
1	1	-5.590	f123	-2.268
2	3	-3.624		b f
3	5	11.695		1.983
4	8	2.156		
5	10	-34.249		

非球面データ

	第3面	第4面	第5面	第6面	第10面	第11面
k	0.000000E+00	-8.459917E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	5.320000E+01	0.000000E+00
A4	1.564940E-01	3.424019E-01	1.402155E-01	5.683552E-02	-8.278411E-02	-3.558933E-02
A6	-1.148954E-01	-1.653788E-01	-9.368663E-02	2.922295E-02	-7.165862E-02	-4.555847E-02
A8	3.497470E-02	-8.983209E-03	1.125311E-01	-2.340495E-02	3.903469E-02	1.729529E-02
A10	-5.667772E-03	1.413531E-02	-7.114236E-02	1.540024E-02	-3.898372E-02	-4.937456E-03
A12	4.824406E-04	-1.918759E-03	1.925347E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	7.998377E-04
A14	-1.698716E-05	0.000000E+00	-1.834013E-03	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

30

【0094】

実施例5の撮像レンズは、表6に示すように条件式(1)から(17)を満たしている。

40

【0095】

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。

【0096】

表6に実施例1から実施例5に係る条件式(1)から(17)の値を示す。

【0097】

【表 6】

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
(1) $T2 / T3$	0.20	0.20	0.83	0.47	0.45
(2) $r3 / r4$	15.56	15.56	15.56	15.56	15.56
(3) $r5 / r6$	0.24	0.23	0.93	-0.06	7.73E-10
(4) $(r9 + r10) / (r9 - r10)$	0.97	0.76	-1.54	4.26	4.10
(5) $f2 / f$	-3.84	-3.88	-3.87	-3.78	-3.86
(6) $f123 / f$	-2.09	-2.11	-1.74	-2.45	-2.41
(7) $f1 / f$	-5.98	-5.94	-6.28	-5.82	-5.95
(8) $f3 / f$	15.48	15.59	36.89	11.54	12.44
(9) $ f5 / f$	44.01	44.36	35.04	28.46	36.44
(10) $r1 / r2$	3.83	3.83	3.72	3.82	3.82
(11) $r7 / r8$	-1.16	-1.17	-1.18	-1.17	-1.23
(12) $vd4 - vd5$	51.32	51.32	55.13	55.13	55.13
(13) Fno	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
(14) $(1 - N3) / (r6 \times f) \times 1000$	-23.38	-21.20	-123.81	5.29	-7.03E-08
(15) $(N5 - 1) / (r9 \times f) \times 1000$	-0.43	-3.04	41.24	66.39	50.27
(16) $f4 / f$	2.23	2.22	2.25	2.28	2.29
(17) bf / f	2.14	2.12	2.11	2.07	2.11

10

【産業上の利用可能性】

【0098】

20

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、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。

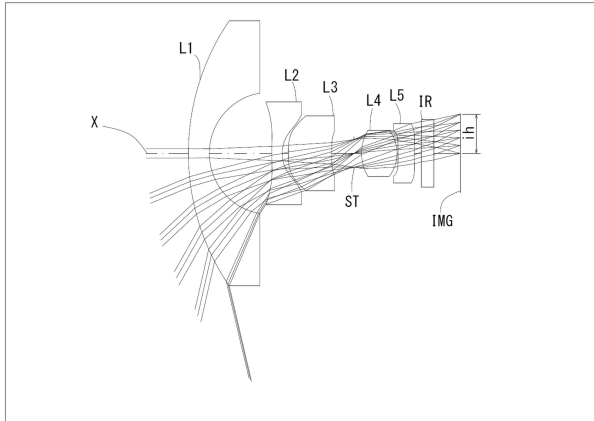
【符号の説明】

【0099】

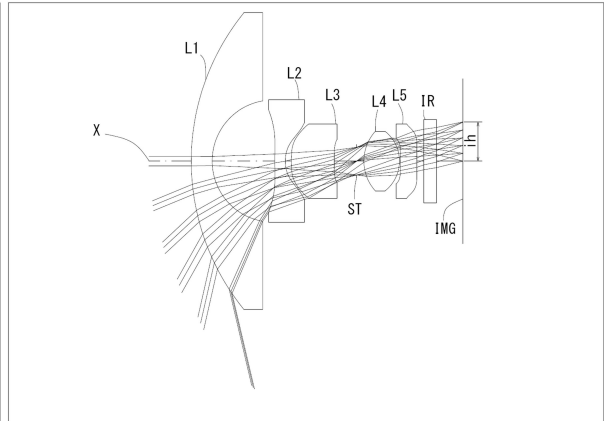
ST 開口絞り
 L1 第1レンズ
 L2 第2レンズ
 L3 第3レンズ
 L4 第4レンズ
 L5 第5レンズ
 ih 最大像高
 IR フィルタ
 IMG 撮像面

30

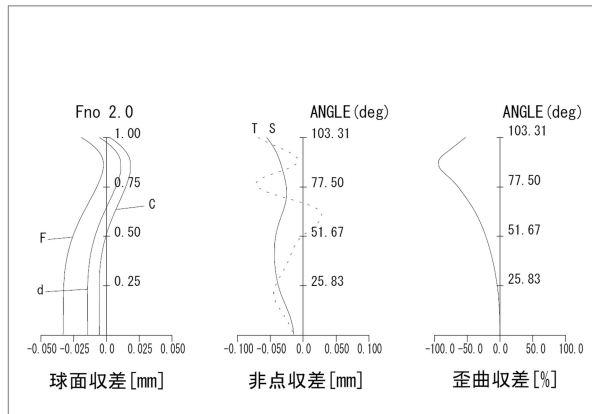
【図 1】



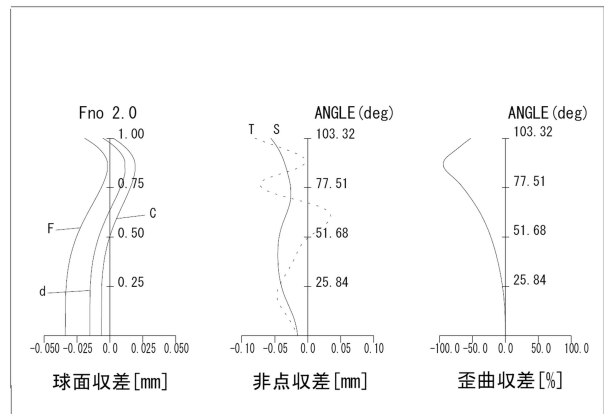
【図 3】



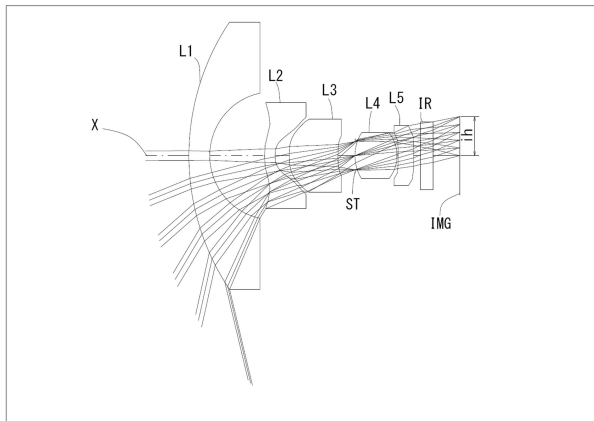
【図 2】



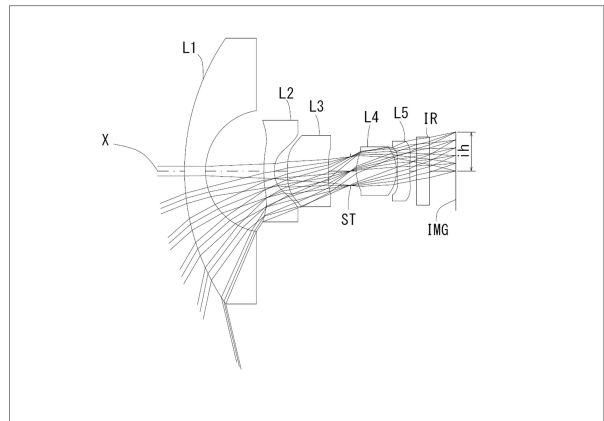
【図 4】



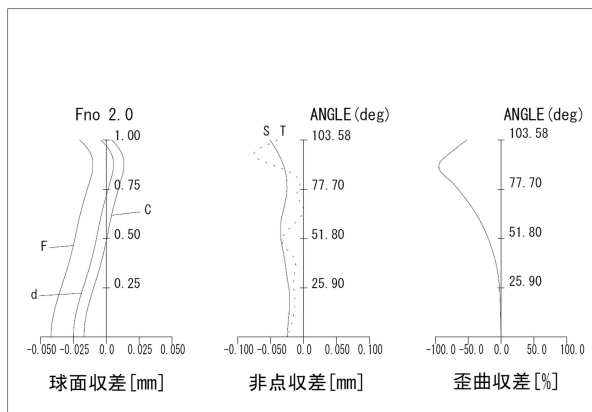
【図 5】



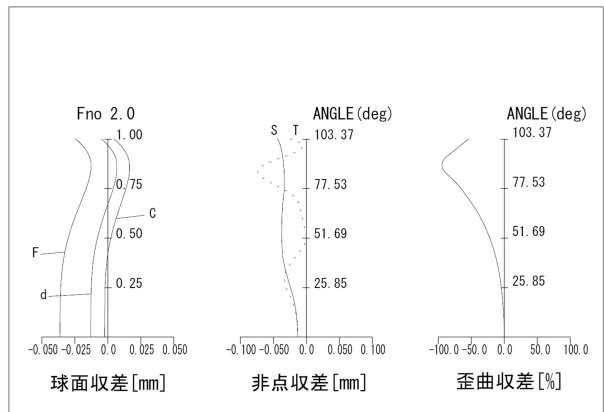
【図 7】



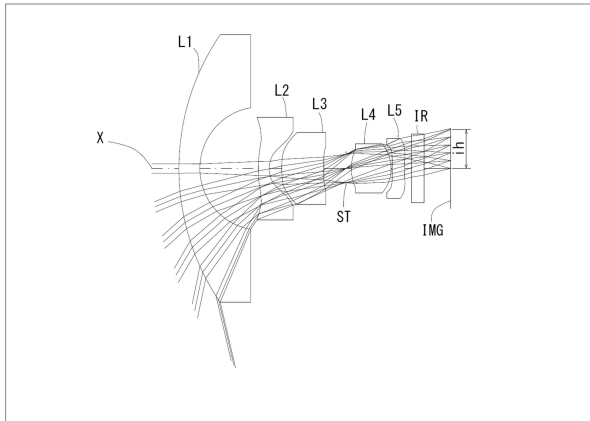
【図 6】



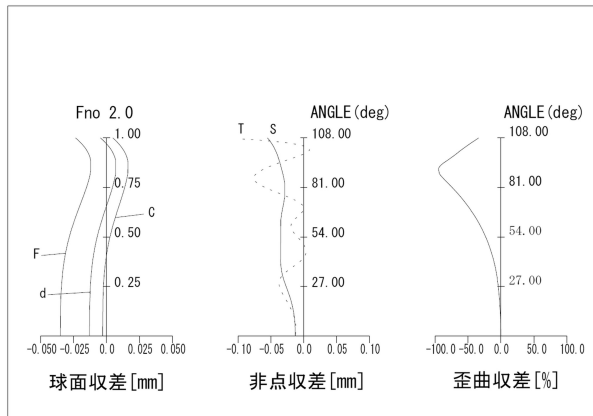
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-003267 (JP, A)
特開2016-070963 (JP, A)
特開平11-305125 (JP, A)
国際公開第2013/026369 (WO, A1)
特開2017-068164 (JP, 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