

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6843476号
(P6843476)

(45) 発行日 令和3年3月17日(2021.3.17)

(24) 登録日 令和3年2月26日(2021.2.26)

(51) Int.Cl.	F 1
G02B 13/00	(2006.01) G02B 13/00
G02B 13/18	(2006.01) G02B 13/18
H04N 5/225	(2006.01) H04N 5/225 400

請求項の数 6 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2019-90476 (P2019-90476)
(22) 出願日	令和1年5月13日(2019.5.13)
(65) 公開番号	特開2020-187221 (P2020-187221A)
(43) 公開日	令和2年11月19日(2020.11.19)
審査請求日	令和2年12月17日(2020.12.17)

早期審査対象出願

(73) 特許権者	391014055 カンタツ株式会社 東京都品川区南品川三丁目6番21号
(72) 発明者	鎌田 健一 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
(72) 発明者	橋本 雅也 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 下村 一石

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配置された、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、光軸近傍で負の屈折力を有する第3レンズと、光軸近傍で正、または負の屈折力を有する第4レンズと、第5レンズと、光軸近傍で正の屈折力を有する第6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7レンズとから構成され、以下の条件式(1)、(2)、(3a)および(4)を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$(1) 0.55 < d_2 / d_3 < 1.50$$

$$(2) 0.30 < r_2 / f < 2.70$$

$$(3a) 2.30 < |r_{13}| / f < 16.00$$

$$(4) 0.65 < T_2 / T_4 < 3.00$$

ただし、

d₂ : 第2レンズのd線に対するアッベ数d₃ : 第3レンズのd線に対するアッベ数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

r₁₃ : 第7レンズの物体側の面の近軸曲率半径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T₄ : 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

10

20

【請求項 2】

前記第6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。

$$(5) f_3 / f < -3.50$$

ただし、

f_3 ：第3レンズの焦点距離

f ：撮像レンズ全系の焦点距離

【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に記載の撮像レンズ。

$$(6) 0.60 < r_4 / f < 1.20$$

ただし、

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 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に記載の撮像レンズ。

$$(7) 1.50 < |r_5| / f < 6.80$$

ただし、

r_5 ：第3レンズの物体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(8)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。

$$(8) 0.90 < |r_6| / f < 9.00$$

ただし、

r_6 ：第3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

【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CMOS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、自動車等、様々な製品にカメラ機能が搭載されるようになった。今後も、カメラ機能を融合させた様々な商品開発が進んでいくものと考えられる。

【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、物体側が凸面で像側が凹面の正の屈折力を有する第1レンズと、像側が凹面で屈折力を有する第2レンズと、物体側が凹面で屈折力を有する第3レンズと、屈折力を有する第4レンズと、屈折力を有する第5レンズと、屈折力を有する第6レンズと、物体側が凸面で像側が光軸近傍で凹面の屈折力を有する第7レンズとを備え、全系の焦点距離と第1レンズの焦点距離との関係が、一定の条件を満たすよう構成された撮像レンズが開示されている。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】**【特許文献】****【0006】**

【特許文献1】中国特許出願公開第105116519号明細書

【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。

10

【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、平面とは光軸近傍（近軸）における形状を指すものと定義する。屈折力とは、光軸近傍（近軸）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IR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。

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、物体側から像側に向かって順に配置された、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、光軸近傍で負の屈折力を有する第3レンズと、光軸近傍で正、または負の屈折力を有する第4レンズと、第5レンズと、光軸近傍で正の屈折力を有する第6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7レンズとから構成されていることを特徴とする。

30

【0011】

上記構成の撮像レンズは、第1レンズは、屈折力を強めることで、低背化を図る。また、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。

【0012】

第2レンズは、球面収差、色収差、コマ収差、非点収差、歪曲収差を良好に補正する。

【0013】

第3レンズは、色収差、非点収差、歪曲収差を良好に補正する。

【0014】

第4レンズは、コマ収差、非点収差、歪曲収差を良好に補正する。

【0015】

第5レンズは、非点収差、像面湾曲、歪曲収差を良好に補正する。

40

【0016】

第6レンズは、低背化を維持しながら、コマ収差、非点収差、像面湾曲、歪曲収差を良好に補正する。

【0017】

第7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、光軸近傍で像側に凹面を向けることにより、低背化を維持しながらバックフォーカスを確保することが可能になる。

【0018】

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

50

凹面を向けた形状とすることが望ましい。

【0019】

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。

【0020】

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。

【0021】

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、球面収差、コマ収差、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

10

【0022】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、第6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。

【0023】

第6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、非点収差、像面湾曲、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0024】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、第6レンズの物体側の面は、光軸上以外の位置に極点を有する非球面が形成されていることが望ましい。

【0025】

第6レンズの像側の面に、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により、非点収差、像面湾曲、歪曲収差のより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、第7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ていることが望ましい。

【0027】

第7レンズの像側の面に、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により、非点収差、像面湾曲、歪曲収差のより良好な補正と、撮像素子への光線入射角の適切な制御が可能になる。

【0028】

30

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。

$$(1) 0.55 < d_2 / d_3 < 1.50$$

ただし、 d_2 は第2レンズのd線に対するアッペ数、 d_3 は第3レンズのd線に対するアッペ数である。

【0029】

条件式(1)は、第2レンズと第3レンズそれぞれの、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。

【0030】

40

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。

$$(2) 0.30 < r_2 / f < 2.70$$

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。

【0031】

条件式(2)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(2)の範囲を満足することで、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0032】

50

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。

$$(3) 1.85 < |r_{13}| / f$$

ただし、 r_{13} は第7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。

【0033】

条件式(3)は、第7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(3)の範囲を満足することで、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0034】

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。

$$(4) 0.65 < T_2 / T_4 < 3.00$$

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_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。

【0035】

条件式(4)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、および第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との関係を適切な範囲に規定するものである。条件式(4)の範囲を満足することで、第3レンズと第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をより効果的なものにする。その結果、低背化を図るとともに、コマ収差、非点収差、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(5)を満足することが望ましい。

$$(5) f_3 / f < -3.50$$

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。

【0037】

条件式(5)は、第3レンズの屈折力を適切な範囲に規定するものである。条件式(5)の範囲を満足することで、第3レンズの負の屈折力を適切なものとなり、色収差、非点収差、歪曲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(6)を満足することが望ましい。

$$(6) 0.60 < r_4 / f < 1.20$$

ただし、 r_4 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。

【0039】

条件式(6)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(6)の範囲を満足することで、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0040】

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。

$$(7) 1.50 < |r_5| / f < 6.80$$

ただし、 r_5 は第3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。

【0041】

条件式(7)は、第3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(7)の範囲を満足することで、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能

10

20

30

40

50

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(8)を満足することが望ましい。

$$(8) 0.90 < |r_6| / f < 9.00$$

ただし、 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。

【0043】

条件式(8)は、第3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(8)の範囲を満足することで、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。10

【0044】

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。

$$(9) 9.00 < d_3 < 39.00$$

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。

【0045】

条件式(9)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(9)の範囲を満足することで、色収差の良好な補正が可能になる。20

【0046】

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。

$$(10) 9.00 < d_5 < 39.00$$

ただし、 d_5 は第5レンズのd線に対するアッペ数である。

【0047】

条件式(10)は、第5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(10)の範囲を満足することで、色収差の良好な補正が可能になる。20

【0048】

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。30

$$(11) 0.40 < (T_1 / TTL) \times 100 < 1.80$$

ただし、 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、 TTL は光学全長である。

【0049】

条件式(11)は、第1レンズと第2レンズの光軸上の間隔を適切な範囲に規定するものである。条件式(11)の範囲を満足することで、低背化を図るとともに、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0050】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(12)を満足することが望ましい。40

$$(12) 1.85 < (T_4 / TTL) \times 100 < 8.00$$

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、 TTL は光学全長である。

【0051】

条件式(12)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ものである。条件式(12)の範囲を満足することで、低背化を図るとともに、非点収差、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(13)を満足することが望ましい。50

(13) $0.03 < T_1 / T_2 < 0.25$

ただし、 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、 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である。

【0053】

条件式(13)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、および第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との関係を適切な範囲に規定するものである。条件式(13)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をより効果的なものにする。その結果、低背化を図るとともに、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

10

【0054】

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) $0.25 < r_2 / r_3 < 2.00$

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。

【0055】

条件式(14)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との関係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で、第1レンズの像側の面と第2レンズの物体側の面の屈折力を適切にバランスさせることができになる。その結果、色収差、コマ収差、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

20

【0056】

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) $0.15 < |r_6 / r_7| < 3.20$

ただし、 r_6 は第3レンズの像側の面の近軸曲率半径、 r_7 は第4レンズの物体側の面の近軸曲率半径である。

【0057】

条件式(15)は、第3レンズの像側の面の近軸曲率半径、および第4レンズの物体側の面の近軸曲率半径との関係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で、第3レンズの像側の面と第4レンズの物体側の面の屈折力を適切にバランスさせることができになる。その結果、コマ収差、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

30

【0058】

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) $1.75 < |r_7| / f$

ただし、 r_7 は第4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。

40

【0059】

条件式(16)は、第4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(16)の範囲を満足することで、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0060】

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) $0.20 < r_{11} / f < 1.75$

ただし、 r_{11} ：第6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。

50

【0061】

条件式(17)は、第6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(17)の範囲を満足することで、コマ収差、非点収差、像面湾曲、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0062】

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。

$$(18) 0.45 < |r_{12}| / f < 20.50$$

ただし、 r_{12} は第6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。

10

【0063】

条件式(18)は、第6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(18)の範囲を満足することで、コマ収差、非点収差、像面湾曲、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0064】

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。

$$(19) 0.60 < D_1 / b_f < 1.20$$

ただし、 D_1 は第1レンズの光軸上の厚み、 b_f はバックフォーカスである。

20

【0065】

条件式(19)は、第1レンズの光軸上の厚み、およびバックフォーカスとの関係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で、第1レンズの光軸上の厚み、およびバックフォーカスを適切にバランスさせることができになる。その結果、低背化が図られるとともに、第1レンズの成型性を良好にする。また、コマ収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0066】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(20)を満足することが望ましい。

$$(20) 0.40 < D_4 / T_4 < 3.50$$

ただし、 D_4 は第4レンズの光軸上の厚み、 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。

30

【0067】

条件式(20)は、第4レンズの光軸上の厚み、および第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との関係を適切な範囲に規定するものである。条件式(20)の上限値を下回ることで、第4レンズの光軸上の厚みが厚くなり過ぎることを防ぐとともに、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が小さくなり過ぎることを防ぐことが可能になる。一方、条件式(20)の下限値を上回ることで、第4レンズの光軸上の厚みが薄くなり過ぎることを防ぎ、レンズの成型性を良好にする。また、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が大きくなり過ぎることを防ぐことが可能になる。その結果、低背化に有利になるとともに、第5レンズ物体側への光線入射角の適切な制御が図られ、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

40

【0068】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(21)を満足することが望ましい。

$$(21) 0.20 < D_4 / D_7 < 1.65$$

ただし、 D_4 は第4レンズの光軸上の厚み、 D_7 は第7レンズの光軸上の厚みである。

【0069】

条件式(21)は、第4レンズの光軸上の厚み、および第7レンズの光軸上の厚みとの関係を適切な範囲に規定するものである。条件式(21)の範囲を満足することで、第4

50

レンズと第7レンズの光軸上の厚みを適切にバランスさせることができになる。その結果、低背化が図られるとともに、第1レンズ、および第7レンズの成型性を良好にする。また、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0070】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式(22)を満足することが望ましい。

$$(22) 1.90 < |f_4| / f$$

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。

【0071】

条件式(22)は、第4レンズの屈折力を適切な範囲に規定するものである。条件式(22)の範囲を満足することで、コマ収差、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。10

【発明の効果】

【0072】

本発明により、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】

【0073】

【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20。

【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30。

【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。

【発明を実施するための形態】

【0074】

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。

【0075】

図1、図3、図5、図7、図9、および図11はそれぞれ、本発明の実施形態の実施例1から6に係る撮像レンズの概略構成図を示している。40

【0076】

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配置された、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、光軸Xの近傍で負の屈折力を有する第3レンズL3と、光軸Xの近傍で正、または負の屈折力を有する第4レンズL4と、第5レンズL5と、光軸Xの近傍で正の屈折力を有する第6レンズL6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7レンズL7とから構成されている。

【0077】

また、第7レンズL7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。

【0078】

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。

【0079】

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、屈折力を強めることで、低背化を図りながら、球面収差、非点収差、歪曲収差を良好に補正している。

10

【0080】

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、コマ収差、非点収差、歪曲収差を良好に補正している。

【0081】

第3レンズL3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、色収差、非点収差、歪曲収差を良好に補正している。

【0082】

なお、第3レンズL3の形状は、図9に示す実施例5のように、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であってもよい。この場合、第3レンズL3への光線入射角度を適切に抑制し、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

20

【0083】

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、両面の正の屈折力によって、低背化を図りながら、コマ収差、非点収差、歪曲収差を良好に補正している。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。

【0084】

30

なお、第4レンズL4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であってもよい。この場合、第4レンズL4への光線入射角度を適切に抑制し、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。さらに、第4レンズL4の形状は、図7、図9、および図11に示す実施例4、実施例5、および実施例6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であってもよい。この場合、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0085】

また、第4レンズL4の屈折力は、図7、および図11に示す実施例4、および実施例6のように、負であってもよい。この場合、色収差の補正に有利になる。

40

【0086】

第5レンズL5は、光軸Xの近傍で物体側、および像側と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に形成されている。そのため、撮像レンズ全系の焦点距離に影響を与えること無く、両面に形成した非球面形状によって、周辺部の非点収差、像面湾曲、歪曲収差を良好に補正している。

【0087】

なお、第5レンズL5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であってもよい。この場合、第5レンズL5への光線入射角度を適切に抑制し、非点収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。さらに、第5レンズL5の形状は、図7

50

、図9、および図11に示す実施例4、実施例5、および実施例6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であってもよい。この場合、非点収差、像面湾曲、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0088】

また、第5レンズL5の屈折力は、図11に示す実施例6のように、正であってもよい。この場合、低背化に有利になる。

【0089】

第6レンズL6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、両面の正の屈折力によって、低背化を図りながら、コマ収差、非点収差、像面湾曲、歪曲収差を良好に補正している。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。10

【0090】

なお、第6レンズL6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であってもよい。この場合、コマ収差、非点収差、像面湾曲、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0091】

また、第6レンズL6の物体側の面は、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。そのため、非点収差、像面湾曲、歪曲収差をより良好に補正している。20

【0092】

第7レンズL7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。また、光軸Xの近傍で像側に凹面を向けることにより、低背化を維持しながらバックフォーカスを確保している。

【0093】

また、第7レンズL7の物体側の面は、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。そのため、非点収差、像面湾曲、歪曲収差をより良好に補正している。

【0094】

本実施の形態に係る撮像レンズは、第1レンズL1から第7レンズL7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。30

【0095】

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。

【0096】

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。40

【0097】

本実施形態における撮像レンズは、以下の条件式(1)から(22)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。

$$(1) 0.55 < d_2 / d_3 < 1.50$$

$$(2) 0.30 < r_2 / f < 2.70$$

$$(3) 1.85 < |r_{13}| / f$$

$$(4) 0.65 < T_2 / T_4 < 3.00$$

$$(5) f_3 / f < -3.50$$

(6) $0.60 < r_4 / f < 1.20$
 (7) $1.50 < |r_5| / f < 6.80$
 (8) $0.90 < |r_6| / f < 9.00$
 (9) $9.00 < d_3 < 39.00$
 (10) $9.00 < d_5 < 39.00$
 (11) $0.40 < (T_1 / TTL) \times 100 < 1.80$
 (12) $1.85 < (T_4 / TTL) \times 100 < 8.00$
 (13) $0.03 < T_1 / T_2 < 0.25$
 (14) $0.25 < r_2 / r_3 < 2.00$
 (15) $0.15 < |r_6 / r_7| < 3.20$ 10
 (16) $1.75 < |r_7| / f$
 (17) $0.20 < r_{11} / f < 1.75$
 (18) $0.45 < |r_{12}| / f < 20.50$
 (19) $0.60 < D_1 / b_f < 1.20$
 (20) $0.40 < D_4 / T_4 < 3.50$
 (21) $0.20 < D_4 / D_7 < 1.65$
 (22) $1.90 < |f_4| / f$

ただし、

d₂ : 第2レンズL₂のd線に対するアッベ数
 d₃ : 第3レンズL₃のd線に対するアッベ数 20
 d₅ : 第5レンズL₅のd線に対するアッベ数
 D₁ : 第1レンズL₁の光軸X上の厚み
 D₄ : 第4レンズL₄の光軸X上の厚み
 D₇ : 第7レンズL₇の光軸X上の厚み
 T₁ : 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
 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
 T₄ : 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
 f : 撮像レンズ全系の焦点距離
 TTL : 光学全長
 b_f : バックフォーカス 30
 f₃ : 第3レンズL₃の焦点距離
 f₄ : 第4レンズL₄の焦点距離
 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
 r₅ : 第3レンズL₃の物体側の面の近軸曲率半径
 r₆ : 第3レンズL₃の像側の面の近軸曲率半径
 r₇ : 第4レンズL₄の物体側の面の近軸曲率半径
 r₁₁ : 第6レンズL₆の物体側の面の近軸曲率半径
 r₁₂ : 第6レンズL₆の像側の面の近軸曲率半径 40
 r₁₃ : 第7レンズL₇の物体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。

【0098】

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(22a)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) $0.65 < d_2 / d_3 < 1.25$
 (2a) $0.75 < r_2 / f < 2.20$
 (3a) $2.30 < |r_{13}| / f < 16.00$
 (4a) $0.95 < T_2 / T_4 < 2.60$ 50

(5 a) - 6 0 . 0 0 < f 3 / f < - 5 . 0 0
 (6 a) 0 . 7 0 < r 4 / f < 1 . 0 5
 (7 a) 1 . 8 0 < | r 5 | / f < 5 . 5 0
 (8 a) 1 . 4 0 < | r 6 | / f < 8 . 0 0
 (9 a) 1 4 . 0 0 < d 3 < 3 2 . 0 0
 (1 0 a) 1 4 . 0 0 < d 5 < 3 2 . 0 0
 (1 1 a) 0 . 5 0 < (T 1 / T T L) × 1 0 0 < 1 . 5 5
 (1 2 a) 2 . 4 5 < (T 4 / T T L) × 1 0 0 < 7 . 0 0
 (1 3 a) 0 . 0 5 < T 1 / T 2 < 0 . 2 2
 (1 4 a) 0 . 3 5 < r 2 / r 3 < 1 . 7 5 10
 (1 5 a) 0 . 2 0 < | r 6 / r 7 | < 2 . 8 0
 (1 6 a) 2 . 1 5 < | r 7 | / f < 1 5 . 0 0
 (1 7 a) 0 . 4 0 < r 1 1 / f < 1 . 5 5
 (1 8 a) 0 . 6 0 < | r 1 2 | / f < 1 7 . 0 0
 (1 9 a) 0 . 7 0 < D 1 / b f < 1 . 0 5
 (2 0 a) 0 . 7 5 < D 4 / T 4 < 3 . 0 5
 (2 1 a) 0 . 4 0 < D 4 / D 7 < 1 . 4 5
 (2 2 a) 2 . 2 5 < | f 4 | / f < 1 6 5 . 0 0

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。

【 0 0 9 9 】

20

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 10、A 12、A 14、A 16、A 18、A 20としたとき数式 1 により表わされる。

【 0 1 0 0 】

【 数 1 】

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

30

【 0 1 0 1 】

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、r 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、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) の符号を附加して示す。

【 0 1 0 2 】

40

(実施例 1)

【 0 1 0 3 】

基本的なレンズデータを以下の表 1 に示す。

【 0 1 0 4 】

【表1】

単位mm

$f = 5.99$
 $Fno = 1.85$
 $\omega(^{\circ}) = 42.5$
 $ih = 5.60$
 $TTL = 6.64$

面データ

i	r	d	Nd	νd	
(物面) 1(絞り)	Infinity	Infinity			
2*	2.0200	0.8927	1.544	55.93	(νd1)
3*	6.8631	0.0606			
4*	13.7704	0.3000	1.671	19.24	(νd2)
5*	5.5147	0.4194			
6*	12.8088	0.3037	1.671	19.24	(νd3)
7*	10.9872	0.2674			
8*	43.8565	0.3710	1.544	55.93	(νd4)
9*	-29.9920	0.3436			
10*	Infinity	0.4133	1.614	25.59	(νd5)
11*	Infinity	0.4815			
12*	8.0376	0.5157	1.535	55.69	(νd6)
13*	-11.2188	0.6195			
14*	-18.2021	0.6402	1.535	55.69	(νd7)
15*	2.4793	0.4500			
18	Infinity	0.2100	1.517	64.20	
19	Infinity	0.4189			
像面	Infinity				

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	b f	バックフォーカス	
1	2	4.938		1.007	
2	4	-13.917			
3	6	-123.443			
4	8	32.782			
5	10	Infinity			
6	12	8.838			
7	14	-4.037			

非球面データ

k	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面	第8面	
A4	-1.897390E-01	-1.004923E+01	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	
A6	-3.403957E-02	-1.445157E-02	-1.943312E-02	-9.347567E-03	7.131241E-03	-5.016306E-02	1.076671E-02	
A8	1.339093E-01	-5.327979E-02	-2.849413E-02	9.128225E-02	-2.891398E-01	8.871529E-02	-7.765582E-02	
A10	-2.679514E-01	1.790552E-01	1.950621E-01	-1.753665E-01	1.004019E+00	-2.889650E-01	1.070230E-01	
A12	3.331874E-01	-2.637550E-01	-3.651538E-01	2.619365E-01	-2.105216E+00	5.424434E-01	-9.144181E-02	
A14	1.322542E-01	-1.253997E-01	-2.486261E-01	-2.583123E-01	2.754117E+00	-6.270030E-01	5.049119E-02	
A16	-4.107038E-02	4.240644E-02	9.703402E-02	-5.859297E-02	1.139700E+00	-1.977791E-01	3.501469E-03	
A18	7.187197E-03	-8.223618E-03	-2.103989E-02	9.911676E-03	-3.195175E-01	4.807883E-02	-3.848544E-04	
A20	-5.451942E-04	6.986180E-04	1.938348E-03	-2.350152E-04	3.830912E-02	-4.973947E-03	1.745000E-05	
k	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面	第15面	
A4	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.073273E+01	
A6	3.781598E-02	6.180126E-02	4.191225E-02	3.944219E-02	3.790054E-02	-1.094890E-01	-5.443553E-02	
A8	-1.153633E-01	-1.239703E-01	-8.074851E-02	-4.602305E-02	-2.833472E-02	3.113214E-02	1.641538E-02	
A10	1.334181E-01	1.063273E-01	5.505381E-02	2.158792E-02	1.178912E-02	-1.666118E-03	-2.967208E-03	
A12	-9.872242E-02	-5.777258E-02	-2.239962E-02	-7.092310E-03	-2.968539E-03	-7.889285E-04	3.437877E-04	
A14	4.777827E-02	2.017964E-02	5.878898E-03	1.624919E-03	4.617888E-04	1.911197E-04	-2.780548E-05	
A16	-1.446810E-02	-4.432580E-03	-9.888127E-04	-2.489823E-04	-4.482551E-05	-2.012228E-05	1.621601E-06	
A18	2.618651E-03	5.867283E-04	1.020781E-04	2.384480E-05	2.610423E-06	1.153222E-06	-6.847407E-08	
A20	-2.587961E-04	-4.248196E-05	-5.861663E-06	-1.269815E-06	-8.171509E-08	-3.510512E-08	1.937668E-09	
	1.074579E-05	1.284399E-06	1.429945E-07	2.843021E-08	1.023464E-09	4.461858E-10	-2.683160E-11	40

【0105】

実施例1の撮像レンズは、表7に示すように条件式(1)から(22)を満たしている

。

【0106】

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、および図12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。

【0107】

(実施例2)

【0108】

基本的なレンズデータを以下の表2に示す。

【0109】

【表2】

単位mm

$f = 6.00$
 $Fno = 1.85$
 $\omega(^{\circ}) = 42.5$
 $i_h = 5.60$
 $TTL = 6.73$

10

面データ

i (物面) 1(絞り)	r Infinity	d -0.7346	Nd	νd
2*	2.0991	0.9006	1.544	55.86 ($\nu d1$)
3*	7.7551	0.0877		
4*	14.2730	0.3000	1.671	19.24 ($\nu d2$)
5*	5.6046	0.4632		
6*	17.2323	0.3024	1.671	19.24 ($\nu d3$)
7*	14.6493	0.3266		
8*	-15.2860	0.5154	1.544	55.86 ($\nu d4$)
9*	-5.6101	0.2071		
10*	-7.7429	0.3500	1.614	25.58 ($\nu d5$)
11*	-13.3466	0.4727		
12*	4.3358	0.4938	1.535	55.66 ($\nu d6$)
13*	26.3323	0.8144		
14*	-46.2684	0.4885	1.535	55.66 ($\nu d7$)
15*	2.4126	0.5000		
18	Infinity	0.2100	1.517	64.20
19	Infinity	0.3733		
像面	Infinity			

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	b f	バックフォーカス
1	2	5.007		
2	4	-13.952		
3	6	-152.889		
4	8	15.983		
5	10	-30.756		
6	12	9.630		
7	14	-4.273		

30

非球面データ

k	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面	第8面
A4	-8.659805E-03	-2.115791E-02	-2.394471E-02	6.776405E-04	-3.401783E-02	-3.150289E-02	2.276415E-02
A6	3.984680E-02	-6.924930E-03	1.566713E-02	6.732392E-03	-7.323921E-02	-3.764940E-02	-1.005609E-01
A8	-8.600588E-02	6.110782E-02	4.911377E-02	8.270538E-02	1.925657E-01	5.750398E-02	1.310412E-01
A10	1.160771E-01	-1.038780E-01	-1.107711E-01	-2.261395E-01	-3.216354E-01	-4.624596E-02	-1.130312E-01
A12	-9.941662E-02	1.016046E-01	1.233596E-01	3.367440E-01	3.491313E-01	1.429590E-02	6.447965E-02
A14	5.436623E-02	-6.193053E-02	-8.244983E-02	-3.042983E-01	-2.500637E-01	6.285879E-03	-2.267655E-02
A16	-1.840820E-02	2.308273E-02	3.327145E-02	1.664197E-01	1.142403E-01	-6.722787E-03	4.684227E-03
A18	3.520965E-03	-4.798549E-03	-7.414933E-03	-5.053824E-02	-3.004843E-02	2.128183E-03	-5.206481E-04
A20	-2.922635E-04	4.228235E-04	6.973783E-04	6.597329E-03	3.468647E-03	-2.402540E-04	2.396016E-05
k	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面	第15面
A4	0.000000E+00	0.000000E+00	1.575631E+01	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.234749E+01
A6	9.660862E-02	1.181149E-01	3.742618E-02	7.230974E-03	3.385297E-02	-1.222202E-01	-5.749816E-02
A8	-2.078428E-01	-2.250105E-01	-1.094823E-01	-3.384261E-02	-1.796568E-02	6.226629E-02	2.176425E-02
A10	1.938508E-01	1.806097E-01	8.767225E-02	1.737918E-02	3.902453E-03	-1.789503E-02	-4.977587E-03
A12	-1.154473E-01	-8.531582E-02	-3.790016E-02	-6.283319E-03	-6.720338E-04	3.067764E-03	6.708940E-04
A14	4.604788E-02	2.614711E-02	1.021021E-02	1.581934E-03	9.416346E-05	-3.254921E-04	-5.386425E-05
A16	-1.176352E-02	-5.263986E-03	-1.756486E-03	-2.679972E-04	-1.043472E-05	2.170097E-05	2.455177E-06
A18	1.818205E-03	6.700304E-04	1.869092E-04	2.864472E-05	8.337239E-07	-8.883978E-07	-5.285235E-08
A20	-1.540798E-04	-4.870267E-05	-1.117287E-05	-1.709518E-06	-3.927643E-08	2.045422E-08	1.014102E-10
	5.470000E-06	1.534326E-06	2.861525E-07	4.286808E-08	7.783790E-10	-2.030599E-10	9.927600E-12

40

【0110】

実施例2の撮像レンズは、表7に示すように条件式(1)から(22)を満たしている

。

【0111】

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。

【0 1 1 2】

(実施例3)

【0 1 1 3】

基本的なレンズデータを以下の表3に示す。

【0 1 1 4】

【表3】

単位mm

$f = 6.00$
 $F_{no} = 1.85$
 $\omega(^{\circ}) = 42.5$
 $i_h = 5.60$
 $TTL = 6.73$

10

面データ					
i	r	d	Nd	v d	
(物面) 1 (絞り)	Infinity	Infinity	-0.7649		
2*	2.0741	0.9053	1.544	55.86	(vd1)
3*	6.8380	0.0844			
4*	9.4830	0.3000	1.671	19.24	(vd2)
5*	4.8541	0.4558			
6*	13.6257	0.3068	1.671	19.24	(vd3)
7*	12.4150	0.2978			
8*	-24.4084	0.4689	1.544	55.86	(vd4)
9*	-6.5781	0.2079			
10*	-9.0141	0.3994	1.671	19.24	(vd5)
11*	-15.9057	0.4746			
12*	4.9797	0.5056	1.535	55.66	(vd6)
13*	81.5273	0.6542			
14*	-63.8017	0.6500	1.535	55.66	(vd7)
15*	2.3801	0.7677			
18	Infinity	0.2100	1.517	64.20	
19	Infinity	0.1179			
像面	Infinity				

20

単レンズデータ			バックフォーカス		
レンズ	始面	焦点距離	b	f	
1	2	5.126			
2	4	-15.222			
3	6	-231.900			
4	8	16.392			
5	10	-31.756			
6	12	9.894			
7	14	-4.276			

30

非球面データ							
k	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面	第8面
A4	-9.150742E-03	-1.935426E-02	-3.018013E-02	-3.811334E-03	-2.800410E-02	-3.014295E-02	3.019231E-02
A6	4.049141E-02	-3.348826E-02	9.220281E-03	1.603758E-02	-7.657328E-02	-2.134739E-02	-1.129202E-01
A8	-8.731692E-02	1.318769E-01	7.337861E-02	4.989992E-02	1.902288E-01	4.407642E-03	1.451732E-01
A10	1.192862E-01	-2.092355E-01	-1.491288E-01	-1.432832E-01	-2.877850E-01	4.942049E-02	-1.194406E-01
A12	-1.040792E-01	1.984865E-01	1.606020E-01	2.094367E-01	2.661115E-01	-9.330147E-02	6.421202E-02
A14	5.808425E-02	-1.177012E-01	-1.052038E-01	-1.828910E-01	-1.505095E-01	8.215917E-02	-2.156607E-02
A16	-2.004009E-02	4.264877E-02	4.174606E-02	9.672251E-02	4.902664E-02	-3.958092E-02	4.329875E-03
A18	3.892169E-03	-8.614908E-03	-9.162730E-03	-2.853416E-02	-7.694755E-03	1.013245E-02	-4.751641E-04
A20	-3.259019E-04	7.392554E-04	8.481002E-04	3.676668E-03	3.344298E-04	-1.077323E-03	2.193501E-05

40

第9面								第10面		第11面		第12面		第13面		第14面		第15面	
k	0.000000E+00	0.000000E+00	1.640000E+01	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.090000E+01	
A4	9.814787E-02	1.094561E-01	4.632825E-02	3.111593E-02	4.323965E-02	-1.091282E-01	-4.662820E-02												
A6	-2.082760E-01	-2.074618E-01	-1.081383E-01	-4.162420E-02	-1.784015E-02	4.740471E-02	1.334122E-02												
A8	1.952191E-01	1.670775E-01	8.222513E-02	1.842882E-02	2.744398E-03	-1.148147E-02	-2.163037E-03												
A10	-1.160455E-01	-7.935525E-02	-3.455050E-02	-5.897741E-03	-1.532936E-04	1.744305E-03	1.369883E-04												
A12	4.844636E-02	2.433211E-02	9.083893E-03	1.293129E-03	-2.159023E-05	-1.734779E-04	9.628293E-06												
A14	-1.204952E-02	-4.869360E-03	-1.526586E-03	-1.836771E-04	5.691686E-06	1.139949E-05	-2.405530E-06												
A16	1.912398E-03	6.138619E-04	1.590424E-04	1.612198E-05	-5.738720E-07	-4.794964E-07	1.797055E-07												
A18	-1.678893E-04	-4.420186E-05	-9.346665E-06	-7.939241E-07	2.849376E-08	1.170801E-08	-6.201218E-09												
A20	6.235382E-06	1.383962E-06	2.366816E-07	1.675304E-08	-5.622106E-10	-1.259539E-10	8.345870E-11												

【0 1 1 5】

実施例3の撮像レンズは、表7に示すように条件式(1)から(22)を満たしている

【0116】

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。

【0117】

(実施例4)

【0118】

基本的なレンズデータを以下の表4に示す。

【0119】

【表4】

単位mm

$f = 3.90$
 $Fno = 1.55$
 $\omega(^{\circ}) = 38.4$
 $ih = 3.15$
 $TTL = 4.94$

面データ

i (物面) 1 (絞り)	r Infinity Infinity	d -0.4070	Nd	v d
2*	1.8620	0.6911	1.544	55.86 ($\nu d1$)
3*	5.9743	0.0351		
4*	4.3552	0.2200	1.661	20.37 ($\nu d2$)
5*	3.5663	0.4140		
6*	14.5691	0.2300	1.671	19.24 ($\nu d3$)
7*	11.2601	0.0996		
8*	18.7418	0.4357	1.535	55.66 ($\nu d4$)
9*	17.3784	0.2290		
10*	4.3620	0.2642	1.614	25.58 ($\nu d5$)
11*	2.5984	0.1094		
12*	2.3507	0.5592	1.535	55.66 ($\nu d6$)
13*	-2.9168	0.3097		
14*	11.0000	0.4294	1.535	55.66 ($\nu d7$)
15*	1.2455	0.2500		
18	Infinity	0.2100	1.517	64.20
19	Infinity	0.5252		
像面	Infinity			

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	b f	バックフォーカス
1	2	4.692		
2	4	-33.499		
3	6	-76.036		
4	8	-502.629		
5	10	-11.096		
6	12	2.527		
7	14	-2.667		

非球面データ

k	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面	第8面
A4	0.000000E+00	0.000000E+00	3.579870E+00	-1.433916E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A6	-2.879571E-03	-9.063926E-02	-8.784637E-02	2.208839E-02	1.616469E-02	8.096085E-02	-1.475449E-04
A8	1.135722E-03	1.798202E-02	-4.313097E-02	-1.809259E-01	-1.558701E-01	-3.934715E-01	-2.553176E-01
A10	3.174250E-03	-3.042054E-02	6.532477E-02	3.943992E-01	1.345622E-01	8.535627E-01	6.907474E-01
A12	-8.396044E-03	1.606866E-01	1.257429E-01	-4.743360E-01	-1.723786E-01	-1.231386E+00	-8.857353E-01
A14	2.175425E-03	-2.114925E-01	-2.310505E-01	3.524512E-01	8.701926E-02	9.451489E-01	5.836128E-01
A16	7.198892E-04	1.128694E-01	1.328762E-01	-1.585439E-01	-1.448190E-02	-3.627480E-01	-1.794432E-01
A18	-7.206630E-04	-2.195085E-02	-2.547925E-02	3.302828E-02	0.000000E+00	5.497897E-02	1.827355E-02
A20	0.000000E+00						
k	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面	第15面
A4	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-9.500000E+00	-6.500000E+00	0.000000E+00	-5.996438E+00
A6	-1.333043E-01	-1.969999E-01	-3.011957E-01	5.031873E-02	2.229059E-01	-2.694439E-01	-1.476702E-01
A8	1.205376E-01	2.771811E-01	1.763174E-01	-1.850231E-01	-1.865637E-01	1.939521E-01	1.069773E-01
A10	-2.788012E-01	-2.642428E-01	1.280361E-01	2.797289E-01	1.427901E-01	-1.139643E-01	-5.883388E-02
A12	3.707915E-01	1.288321E-01	-3.690965E-01	-2.629355E-01	-1.126600E-01	5.925362E-02	2.255227E-02
A14	-2.675485E-01	-4.710746E-02	3.434844E-01	1.367848E-01	5.868841E-02	-2.163025E-02	-5.774777E-03
A16	1.064185E-01	3.246398E-02	-1.775710E-01	-4.116516E-02	-1.798205E-02	4.964881E-03	9.612594E-04
A18	-1.756349E-02	-2.390043E-02	5.386505E-02	7.410329E-03	3.164477E-03	-6.819106E-04	-1.000253E-04
A20	0.000000E+00	8.775803E-03	-8.926465E-03	-7.711893E-04	-2.980960E-04	5.127354E-05	5.935884E-06
	0.000000E+00	-1.170000E-03	6.213651E-04	3.695076E-05	1.174215E-05	-1.630154E-06	-1.543460E-07

【0120】

10

20

30

40

50

実施例 4 の撮像レンズは、表 7 に示すように条件式（1）から（22）を満たしている。

【0121】

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。

【0122】

（実施例 5）

【0123】

基本的なレンズデータを以下の表 5 に示す。

【0124】

10

【表5】

単位mm

$f = 4.03$
 $Fno = 1.60$
 $\omega(^{\circ}) = 37.6$
 $ih = 3.15$
 $TTL = 4.98$

面データ

i	r	d	Nd	νd	
(物面) 1(絞り)	Infinity	Infinity			
2*	1.8567	0.7203	1.544	55.86 ($\nu d1$)	
3*	6.8455	0.0300			
4*	4.7091	0.2200	1.661	20.37 ($\nu d2$)	10
5*	3.6151	0.4753			
6*	-15.0000	0.2200	1.614	25.58 ($\nu d3$)	
7*	-27.0000	0.0322			
8*	11.5529	0.4088	1.535	55.66 ($\nu d4$)	
9*	14.1023	0.2893			
10*	5.0048	0.2771	1.614	25.58 ($\nu d5$)	
11*	2.4466	0.0968			
12*	2.2586	0.5485	1.535	55.66 ($\nu d6$)	
13*	-3.1015	0.3621			
14*	12.8981	0.4249	1.535	55.66 ($\nu d7$)	
15*	1.2975	0.2500			
18	Infinity	0.2100			
19	Infinity	0.4905	1.517	64.20	
像面	Infinity				

単レンズデータ						
レンズ	始面	焦点距離			バックフォーカス	
1	2	4.454		b f	0.879	
2	4	-25.585				
3	6	-55.334				
4	8	113.171				
5	10	-8.128				
6	12	2.534				
7	14	-2.732				

非球面データ

k	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面	第8面	
A4	0.000000E+00	0.000000E+00	4.917624E+00	-7.134696E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	
A6	1.833886E-03	-8.732262E-02	-8.391951E-02	2.383373E-02	4.534082E-02	1.260953E-01	1.041465E-02	
A8	-4.913779E-03	2.125968E-02	-4.338536E-02	-1.794390E-01	-1.709044E-01	-3.974138E-01	-2.514462E-01	
A10	8.183591E-03	-3.183371E-02	6.500831E-02	3.926720E-01	1.394566E-01	8.386378E-01	6.823617E-01	
A12	-9.315407E-03	1.604416E-01	1.254239E-01	-4.722582E-01	-1.737128E-01	-1.228592E+00	-8.869848E-01	
A14	2.146906E-03	-2.114603E-01	-2.309702E-01	3.523238E-01	8.701916E-02	9.466144E-01	5.854609E-01	
A16	7.102429E-04	1.128806E-01	1.328762E-01	-1.585439E-01	-1.448190E-02	-3.627480E-01	-1.794432E-01	
A18	-7.206685E-04	-2.195085E-02	-2.547925E-02	3.302828E-02	0.000000E+00	5.497897E-02	1.827354E-02	
A20	0.000000E+00							
k	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面	第15面	
A4	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-8.023641E+00	-4.197578E+00	0.000000E+00	-6.235200E+00	
A6	-1.272472E-01	-1.784512E-01	-3.018977E-01	4.712374E-02	2.271820E-01	-2.710808E-01	-1.485719E-01	
A8	1.256989E-01	2.741462E-01	1.730977E-01	-1.842467E-01	-1.876279E-01	1.930390E-01	1.071019E-01	
A10	-2.795687E-01	-2.662603E-01	1.278980E-01	2.796696E-01	1.427401E-01	-1.135356E-01	-5.878938E-02	
A12	3.702332E-01	1.288454E-01	-3.690414E-01	-2.629667E-01	-1.125943E-01	5.918396E-02	2.254368E-02	
A14	-2.677071E-01	-4.686733E-02	3.434772E-01	1.367791E-01	5.869267E-02	-2.161968E-02	-5.775004E-03	
A16	1.063400E-01	3.244916E-02	-1.775737E-01	-4.116458E-02	-1.798200E-02	4.964981E-03	9.612600E-04	
A18	-1.756361E-02	-2.391384E-02	5.386579E-02	7.410592E-03	3.164421E-03	-6.819151E-04	-1.000091E-04	
A20	0.000000E+00	8.778938E-03	-8.925843E-03	-7.711494E-04	-2.981245E-04	5.123270E-05	5.936511E-06	

【0125】

実施例5の撮像レンズは、表7に示すように条件式(1)から(22)を満たしている

。

【0126】

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。

(実施例6)

【0127】

基本的なレンズデータを以下の表6に示す。

【0128】

【表6】

単位mm

$f = 3.91$
 $Fno = 1.55$
 $\omega (\text{°}) = 38.4$
 $ih = 3.15$
 $TTL = 4.89$

面データ

i (物面) 1 (絞り)	r Infinity	d Infinity	Nd	νd		
2*	1.8564	0.6989	1.544	55.86	(vd1)	10
3*	5.9410	0.0310				
4*	4.2834	0.2248	1.661	20.37	(vd2)	
5*	3.4881	0.3900				
6*	16.5755	0.2527	1.671	19.24	(vd3)	
7*	8.4564	0.0704				
8*	10.1776	0.4871	1.535	55.66	(vd4)	
9*	9.5154	0.1891				
10*	3.0000	0.2637	1.614	25.58	(vd5)	
11*	3.1000	0.2218				
12*	2.7124	0.4570	1.535	55.66	(vd6)	
13*	-3.9099	0.3148				
14*	15.0000	0.3821	1.535	55.66	(vd7)	
15*	1.3010	0.2500				
18	Infinity	0.2100	1.517	64.20		
19	Infinity	0.5192				
像面	Infinity					20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	b f	バックフォーカス
1	2	4.678		0.908
2	4	-32.018		
3	6	-26.065		
4	8	-367.713		
5	10	75.583		
6	12	3.068		
7	14	-2.690		

非球面データ

k	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面	第8面	
k	0.000000E+00	0.000000E+00	3.851886E+00	-1.437085E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	
A4	-1.735334E-03	-9.140203E-02	-8.608593E-02	2.214169E-02	1.586151E-02	7.924553E-02	7.925303E-03	30
A6	-3.444868E-04	1.946475E-02	-4.419597E-02	-1.790290E-01	-1.572388E-01	-3.915451E-01	-2.569864E-01	
A8	3.827549E-03	-2.974838E-02	6.410713E-02	3.919986E-01	1.390015E-01	8.552480E-01	6.885524E-01	
A10	-7.766692E-03	1.604361E-01	1.244010E-01	-4.789131E-01	-1.697977E-01	-1.229126E+00	-8.850485E-01	
A12	2.181187E-03	-2.133555E-01	-2.299623E-01	3.567576E-01	8.703827E-02	9.439110E-01	5.834002E-01	
A14	4.846827E-04	1.136457E-01	1.329466E-01	-1.585439E-01	-1.448160E-02	-3.627525E-01	-1.794248E-01	
A16	-7.275807E-04	-2.195411E-02	-2.547585E-02	3.302828E-02	0.000000E+00	5.497884E-02	1.827390E-02	
A18	0.000000E+00							
A20	0.000000E+00							
k	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面	第15面	
k	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-5.639571E+00	-1.245811E+01	0.000000E+00	-6.276503E+00	
A4	-1.355391E-01	-2.100938E-01	-2.657720E-01	4.137586E-02	2.205649E-01	-2.620730E-01	-1.475559E-01	
A6	1.223620E-01	2.854368E-01	1.756926E-01	-1.833764E-01	-1.875235E-01	1.935345E-01	1.0591189E-01	
A8	-2.798371E-01	-2.643152E-01	1.265331E-01	2.798010E-01	1.427752E-01	-1.140371E-01	-5.872802E-02	
A10	3.731677E-01	1.280272E-01	-3.692540E-01	-2.630233E-01	-1.126370E-01	5.926052E-02	2.256831E-02	
A12	-2.683335E-01	-4.724373E-02	3.434502E-01	1.367640E-01	5.869072E-02	-2.163445E-02	-5.775061E-03	
A14	1.063333E-01	3.245155E-02	-1.775731E-01	-4.116828E-02	-1.798207E-02	4.964629E-03	9.610809E-04	40
A16	-1.757133E-02	-2.390180E-02	5.386509E-02	7.410175E-03	3.164386E-03	-6.820896E-04	-1.000364E-04	
A18	0.000000E+00	8.776053E-03	-8.926010E-03	-7.710423E-04	-2.981312E-04	5.128578E-05	5.934290E-06	
A20	0.000000E+00	-1.168010E-03	6.217370E-04	3.702160E-05	1.173233E-05	-1.625805E-06	-1.542660E-07	

【0129】

実施例6の撮像レンズは、表7に示すように条件式(1)から(16)を満たしている。

。

【0130】

図12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12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。

【0131】

表 7 に実施例 1 から実施例 6 に係る条件式 (1) から (22) の値を示す。

【0132】

【表 7】

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
(1) $v_d 2 / v_d 3$	1.00	1.00	1.00	1.06	0.80	1.06
(2) r_2 / f	1.15	1.29	1.14	1.53	1.70	1.52
(3) $ r_{13} / f$	3.04	7.71	10.63	2.82	3.20	3.83
(4) T_2 / T_4	1.22	2.24	2.19	1.81	1.64	2.06
(5) f_3 / f	-20.62	-25.48	-38.64	-19.47	-13.73	-6.66
(6) r_4 / f	0.92	0.93	0.81	0.91	0.90	0.89
(7) $ r_5 / f$	2.14	2.87	2.27	3.73	3.72	4.24
(8) $ r_6 / f$	1.84	2.44	2.07	2.88	6.70	2.16
(9) $v_d 3$	19.24	19.24	19.24	19.24	25.58	19.24
(10) $v_d 5$	25.59	25.58	19.24	25.58	25.58	25.58
(11) $(T_1 / TTL) \times 100$	0.91	1.30	1.25	0.71	0.60	0.63
(12) $(T_4 / TTL) \times 100$	5.18	3.08	3.09	4.64	5.81	3.87
(13) T_1 / T_2	0.14	0.19	0.19	0.08	0.06	0.08
(14) r_2 / r_3	0.50	0.54	0.72	1.37	1.45	1.39
(15) $ r_6 / r_7 $	0.25	0.96	0.51	0.60	2.34	0.83
(16) $ r_7 / f$	7.33	2.55	4.07	4.80	2.87	2.60
(17) r_{11} / f	1.34	0.72	0.83	0.60	0.56	0.69
(18) $ r_{12} / f$	1.87	4.39	13.58	0.75	0.77	1.00
(19) D_1 / b_f	0.89	0.89	0.88	0.76	0.82	0.77
(20) D_4 / T_4	1.08	2.49	2.26	1.90	1.41	2.58
(21) D_4 / D_7	0.58	1.05	0.72	1.01	0.96	1.27
(22) $ f_4 / f$	5.48	2.66	2.73	128.72	28.08	93.99

【産業上の利用可能性】

【0133】

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と低背化、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】

【0134】

S T 開口絞り

L 1 第 1 レンズ

L 2 第 2 レンズ

L 3 第 3 レンズ

L 4 第 4 レンズ

L 5 第 5 レンズ

L 6 第 6 レンズ

L 7 第 7 レンズ

i h 最大像高

I R フィルタ

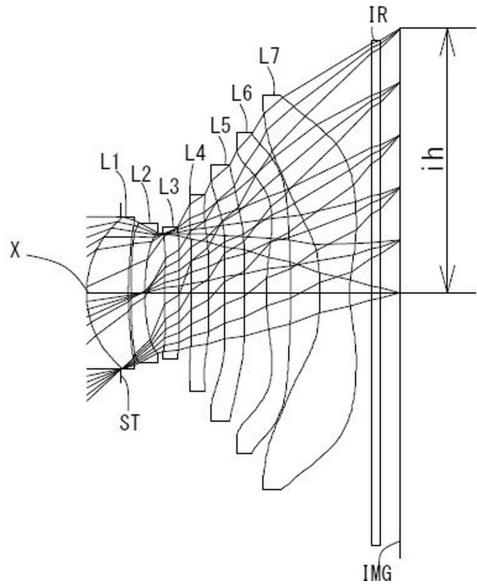
I M G 撮像面

10

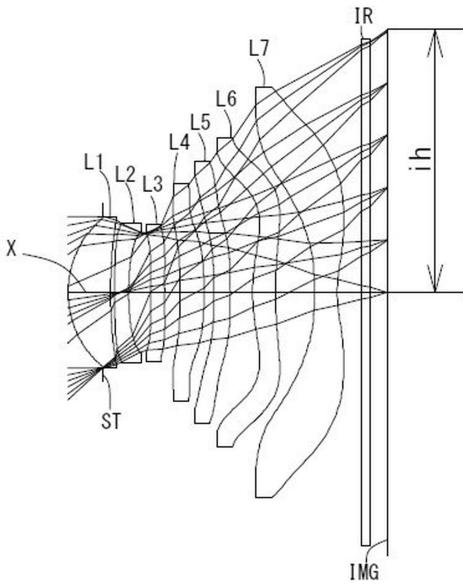
20

30

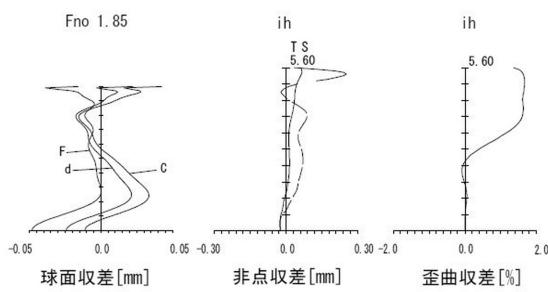
【図1】



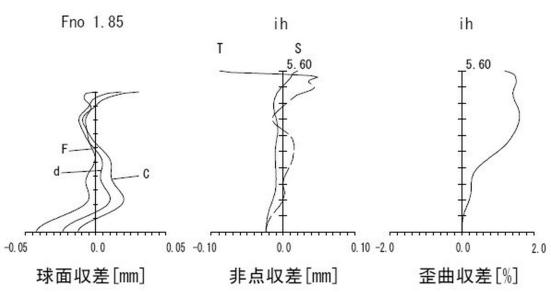
【図3】



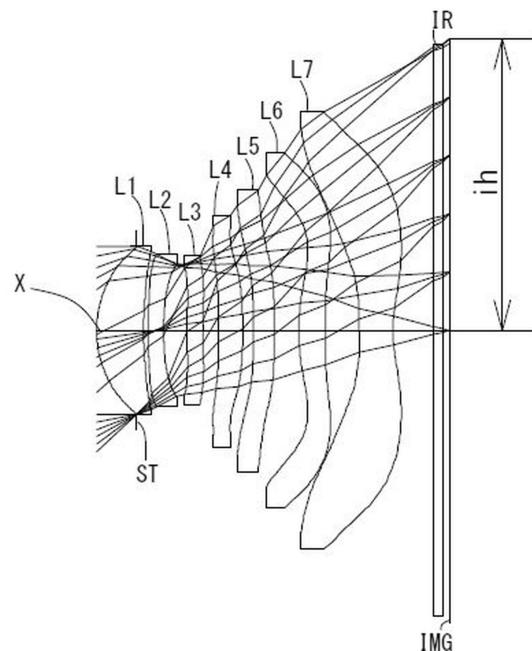
【図2】



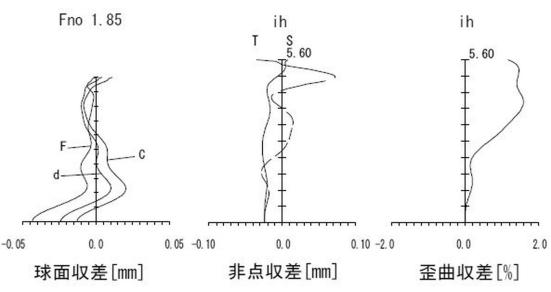
【図4】



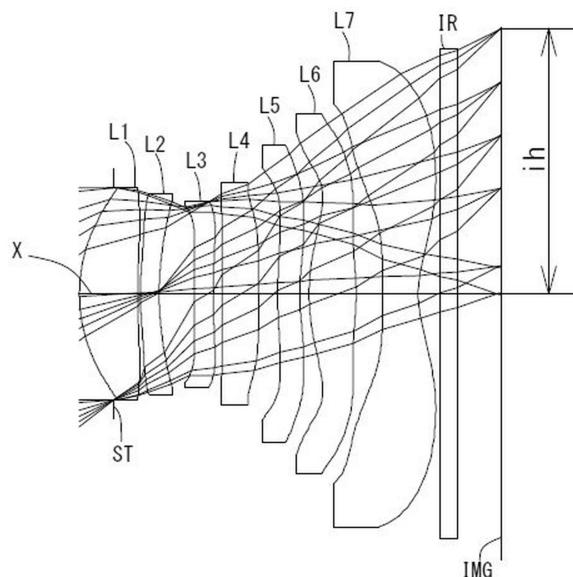
【図5】



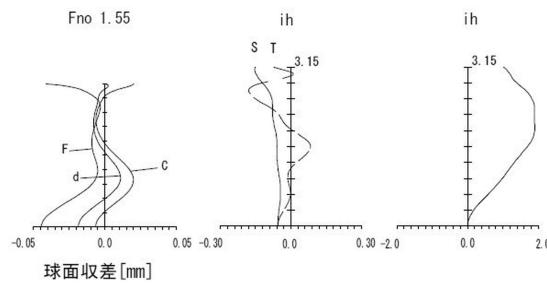
【図6】



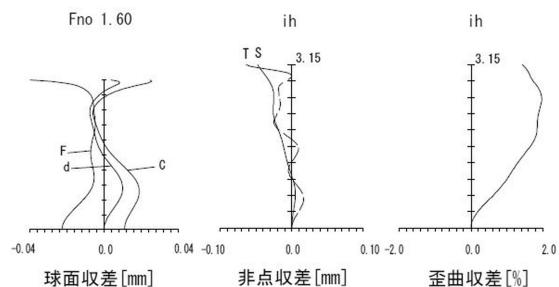
【図7】



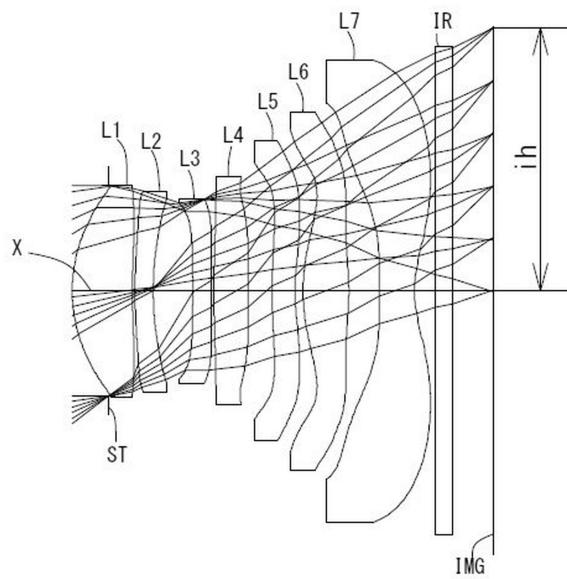
【図 8】



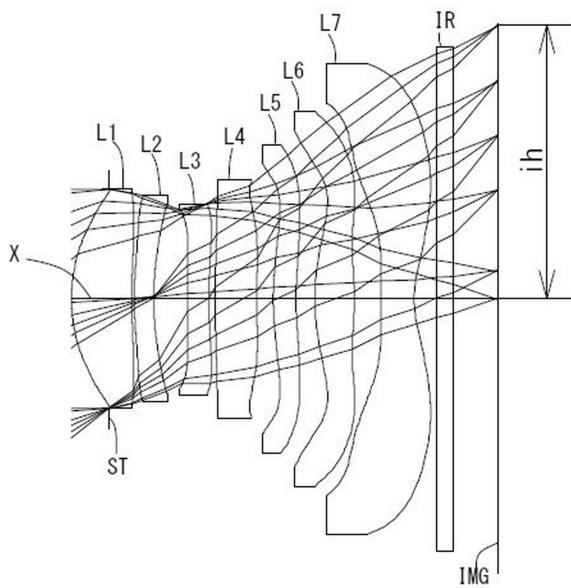
【図 10】



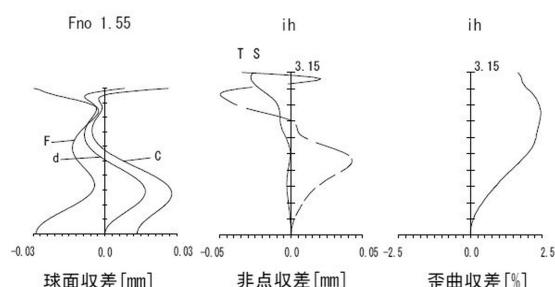
【図 9】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(56)参考文献 中国特許出願公開第108318998(CN,A)

特開2016-085431(JP,A)

特開2017-122876(JP,A)

特開平05-142472(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08

G02B21/02 - 21/04

G02B25/00 - 25/04