

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6719840号
(P6719840)

(45) 発行日 令和2年7月8日 (2020.7.8)

(24) 登録日 令和2年6月19日 (2020.6.19)

(51) Int.Cl.

F I

GO 2 B 13/00 (2006.01)

GO 2 B 13/18 (2006.01)

GO 2 B 13/00

GO 2 B 13/18

請求項の数 10 (全 41 頁)

(21) 出願番号	特願2017-249708 (P2017-249708)	(73) 特許権者	391014055
(22) 出願日	平成29年12月26日 (2017.12.26)		カンタツ株式会社
(65) 公開番号	特開2019-117216 (P2019-117216A)		東京都品川区南品川三丁目6番21号
(43) 公開日	令和1年7月18日 (2019.7.18)	(72) 発明者	関根 幸男
審査請求日	令和2年5月8日 (2020.5.8)		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		(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	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、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、光軸近傍で正の屈折力を有する第3レンズと、光軸近傍で負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、以下の条件式(1)、(2)、および(3)を満足することを特徴とする撮像レンズ。

(1) $0.15 < d4 / d5 < 0.55$

(2) $0.7 < T1 / T2 < 3.0$

(3) $1.1 < |r7| / r8$

ただし、

d4：第4レンズのd線に対するアッペ数

d5：第5レンズのd線に対するアッペ数

T1：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

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

r7：第4レンズの物体側の面の近軸曲率半径

r8：第4レンズの像側の面の近軸曲率半径

【請求項2】

前記第3レンズの物体側の面は、光軸近傍で物体側に凹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 (4) 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。

$$(4) \quad 6 < (T1 / f) \times 100 < 18$$

ただし、

T1 : 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

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。

$$(6) \quad 0.7 < (T3 / f) \times 100 < 2.7$$

ただし、

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

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。

$$(7) \quad 2.35 < T2 / T3 < 8.10$$

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

【請求項 6】

以下の条件式 (9) 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。

$$(9) \quad -0.65 < r6 / f < -0.10$$

ただし、

r6 : 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

【請求項 7】

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。

$$(10) \quad 8.5 < (D3 / f3) \times 100 < 50.0$$

ただし、

D3 : 第 3 レンズの光軸上の厚み

f3 : 第 3 レンズの焦点距離

【請求項 8】

以下の条件式 (11) 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。

$$(11) \quad 0.35 < f3 / f < 1.60$$

ただし、

f3 : 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 9】

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。

$$(12) \quad -10.50 < f2 / f3 < -1.75$$

ただし、

f2 : 第 2 レンズの焦点距離

f3 : 第 3 レンズの焦点距離

【請求項 10】

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。

$$(13) \quad -1.10 < f3 / f5 < -0.15$$

ただし、

f3 : 第 3 レンズの焦点距離

f5 : 第 5 レンズの焦点距離

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【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10
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。

【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、正の屈折力を有する第1レンズと、第2レンズと、20
第3レンズと、正の屈折力を有する第4レンズと、負の屈折力を有し光軸近傍で像側に凹面を向けた形状の第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】特開2015-225246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。

【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。

【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、光軸近傍で正の屈折力を有する第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レンズとから構成され、前記第5レンズの像側の面は、光50

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。

【 0 0 1 1 】

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、広角化と低背化を図る。第 2 レンズは、球面収差と色収差を良好に補正する。第 3 レンズは、非点収差、コマ収差、歪曲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、色収差を良好に補正する。第 5 レンズは、低背化を維持しながらバックフォーカスを確保する。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良好に行うことができる。

【 0 0 1 2 】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、第 3 レンズの物体側の面は、光軸近傍で物体側に凹面を向けていることが望ましい。

【 0 0 1 3 】

第 3 レンズの物体側の面を光軸近傍で物体側に凹面にすることで、第 3 レンズの物体側の面への光線入射角度を適切に抑制し、非点収差や歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【 0 0 1 4 】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、第 3 レンズの像側の面は、光軸近傍で像側に凸面を向けていることが望ましい。

【 0 0 1 5 】

第 3 レンズの像側の面を、光軸近傍で像側に凸面にすることで、第 3 レンズの像側の面への光線入射角度を適切に抑制し、コマ収差や球面収差の良好な補正が可能になる。

【 0 0 1 6 】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、第 5 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。

【 0 0 1 7 】

第 5 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、像面湾曲、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【 0 0 1 8 】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、第 5 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た形状であることが望ましい。

【 0 0 1 9 】

第 5 レンズの物体側の面に、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、像面湾曲、歪曲収差、撮像素子への光線入射角度の良好な補正が可能になる。

【 0 0 2 0 】

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。

$$(1) 0 . 1 5 < d 4 / d 5 < 0 . 5 5$$

ただし、 $d 4$ は第 4 レンズの d 線に対するアッペ数、 $d 5$ は第 5 レンズの d 線に対するアッペ数である。

【 0 0 2 1 】

条件式 (1) は、第 4 レンズと第 5 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。

【 0 0 2 2 】

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。

$$(2) 0 . 7 < T 1 / T 2 < 3 . 0$$

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。

【 0 0 2 3 】

条件式(2)は、第1レンズと第2レンズの光軸上の間隔と、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ものである。条件式(2)の範囲を満足することによって、それぞれのレンズ間隔が適切なものとなり、光学全長を短く抑えることができる。また、条件式(2)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とする。

【0024】

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。

$$(3) \quad 1.1 < |r_7| / r_8$$

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。

10

【0025】

条件式(3)は、第4レンズの物体側の面と像側の面の形状を近軸曲率半径の比で規定するものである。条件式(3)の下限値を上回ることによって、球面収差と歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0026】

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。

$$(4) \quad 6 < (T_1 / f) \times 100 < 18$$

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、 f は撮像レンズ全系の焦点距離である。

20

【0027】

条件式(4)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、光学全長を短くしながら、非点収差と歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0028】

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。

$$(5) \quad 1.6 < |r_7| / f$$

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。

30

【0029】

条件式(5)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(5)の下限値を上回ることによって、球面収差と歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0030】

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。

$$(6) \quad 0.7 < (T_3 / f) \times 100 < 2.7$$

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、 f は撮像レンズ全系の焦点距離である。

40

【0031】

条件式(6)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、光学全長を短くしながら、コマ収差と歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0032】

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

$$(7) \quad 2.35 < T_2 / T_3 < 8.10$$

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、

50

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。

【 0 0 3 3 】

条件式 (7) は、第 2 レンズと第 3 レンズの光軸上の間隔と、第 3 レンズと第 4 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 (7) の範囲を満足することによって、それぞれのレンズ間隔が適切なものとなり、光学全長を短く抑えることができる。また、条件式 (7) 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。

【 0 0 3 4 】

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。

$$(8) \quad 0.55 < D4 / D5 < 1.20$$

ただし、D 4 は第 4 レンズの光軸上の厚み、D 5 は第 5 レンズの光軸上の厚みである。

【 0 0 3 5 】

条件式 (8) は、第 4 レンズの光軸上の厚みと、第 5 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) の範囲を満足することによって、それぞれのレンズの厚みが適切なものとなり、光学全長を短く抑えることができる。また、レンズの成型性を良好にする。

【 0 0 3 6 】

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。

$$(9) \quad -0.65 < r6 / f < -0.10$$

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。

【 0 0 3 7 】

条件式 (9) 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 (9) の上限値を下回ることによって、第 3 レンズの像体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 (9) の下限値を上回ることによって、非点収差と像面湾曲の良好な補正が可能になる。

【 0 0 3 8 】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式 (1 0) を満足することが望ましい。

$$(10) \quad 8.5 < (D3 / f3) \times 100 < 50.0$$

ただし、D 3 は第 3 レンズの光軸上の厚み、f 3 は第 3 レンズの焦点距離である。

【 0 0 3 9 】

条件式 (1 0) は、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 (1 0) の上限値を下回ることによって、第 3 レンズの光軸上の厚さが厚くなり過ぎることを防ぎ、第 3 レンズの物体側、および像側の空気間隔の確保を容易にする。その結果、低背化を維持できる。一方、条件式 (1 0) の下限値を上回ることによって、第 3 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。

【 0 0 4 0 】

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

$$(11) \quad 0.35 < f3 / f < 1.60$$

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。

【 0 0 4 1 】

条件式 (1 1) 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 (1 1) の上限値を下回ることによって、第 3 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 (1 1) の下限値を上回ることによって、球面収差、コマ収差、歪曲収差の良好な補正が可能になる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式 (1 2) を満足することが望ましい。

$$(1 2) - 1 . 0 < f 2 / f 3 < - 1 . 7 5$$

ただし、 $f 2$ は第 2 レンズの焦点距離、 $f 3$ は第 3 レンズの焦点距離である。

【 0 0 4 3 】

条件式 (1 2) は、第 2 レンズと第 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 (1 2) の上限値を下回ること、コマ収差と非点収差の良好な補正が可能になる。一方、条件式 (1 2) の下限値を上回ること、像面湾曲の良好な補正が可能になる。

10

【 0 0 4 4 】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式 (1 3) を満足することが望ましい。

$$(1 3) - 1 . 1 0 < f 3 / f 5 < - 0 . 1 5$$

ただし、 $f 3$ は第 3 レンズの焦点距離、 $f 5$ は第 5 レンズの焦点距離である。

【 0 0 4 5 】

条件式 (1 3) は、第 3 レンズと第 5 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 (1 3) の上限値を下回ること、非点収差の良好な補正が可能になる。一方、条件式 (1 3) の下限値を上回ること、第 3 レンズの屈折力が適切なものとなり、低背化が可能となる。また、色収差の良好な補正が可能になる。

20

【 0 0 4 6 】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、以下の条件式 (1 4) を満足することが望ましい。

$$(1 4) 1 . 0 < r 8 / f < 5 . 1$$

ただし、 $r 8$ は第 4 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。

【 0 0 4 7 】

条件式 (1 4) は、第 4 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 (1 4) の上限値を下回ること、非点収差とコマ収差の良好な補正が可能になる。一方、条件式 (1 4) の下限値を上回ること、第 4 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。

30

【 0 0 4 8 】

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、光軸近傍で負であることが望ましく、さらには以下の条件式 (1 5) を満足することがより望ましい。

$$(1 5) - 7 . 3 < f 4 / f < - 1 . 3$$

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。

【 0 0 4 9 】

第 4 レンズの屈折力を負にすることで、色収差の良好な補正が可能になる。また、条件式 (1 5) 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 (1 5) の上限値を下回ること、第 4 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 (1 5) の下限値を上回ること、色収差と球面収差の良好な補正が可能になる。

40

【 0 0 5 0 】

また、上記構成の撮像レンズにおいては、第 2 レンズと第 3 レンズの合成屈折力は、正であることが望ましく、さらには以下の条件式 (1 6) を満足することがより望ましい。

$$(1 6) 0 . 3 5 < f 2 3 / f < 2 . 0 0$$

ただし、 $f 2 3$ は第 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。

【 0 0 5 1 】

50

第2レンズと第3レンズの合成屈折力を正にすることで、低背化をより容易なものとする。また、条件式(16)は、第2レンズと第3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(16)の上限値を下回することで、第2レンズと第3レンズの正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(16)の下限値を上回することで、球面収差とコマ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(17)を満足することが望ましい。

(17) $0.6 < f_1 / f_3 < 2.4$

ただし、 f_1 は第1レンズの焦点距離、 f_3 は第3レンズの焦点距離である。

10

【0053】

条件式(17)は、第1レンズと第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(17)の範囲を満たすことで、正の屈折力を第1レンズと第3レンズに適切にバランスさせ、低背化と広角化を図りながら、非点収差と歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【発明の効果】

【0054】

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】

20

【0055】

【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。

40

【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。

【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。

【図17】本発明の実施例9の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図18】本発明の実施例9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19】本発明の実施例10の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図20】本発明の実施例10の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図で

50

ある。

【図 2 1】本発明の実施例 1 1 の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図 2 2】本発明の実施例 1 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 2 3】本発明の実施例 1 2 の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図 2 4】本発明の実施例 1 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。

【発明を実施するための形態】

【0056】

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。

10

【0057】

図 1、図 3、図 5、図 7、図 9、図 1 1、図 1 3、図 1 5、図 1 7、図 1 9、図 2 1、および図 2 3 はそれぞれ、本発明の実施形態の実施例 1 から 1 2 に係る撮像レンズの概略構成図を示している。

【0058】

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 L 1 と、光軸 X の近傍で負の屈折力を有する第 2 レンズ L 2 と、光軸 X の近傍で正の屈折力を有する第 3 レンズ L 3 と、第 4 レンズ L 4 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 L 5 とから構成されている。前記第 5 レンズ L 5 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。

20

【0059】

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。

【0060】

開口絞り ST は、第 1 レンズ L 1 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。

【0061】

第 1 レンズ L 1 は、正の屈折力を有するレンズであり、屈折力を強めることで、広角化と低背化が図られている。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ているとともに、像側に凸面を向けた両凸形状に形成しているため、両面の正の屈折力によって、低背化が有利になる。また、第 1 レンズ L 1 の形状は、図 3、図 5、図 7、図 9、図 1 1、図 1 3、図 1 5、図 1 7、図 1 9、図 2 1、および図 2 3 に示す実施例 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、実施例 9、実施例 1 0、実施例 1 1、および実施例 1 2 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、球面収差、非点収差、歪曲収差の良好な補正が図られる。

30

【0062】

第 2 レンズ L 2 は、負の屈折力を有するレンズであり、球面収差と色収差の良好な補正が図られている。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しているため、第 2 レンズ L 2 への光線入射角度を適切に抑制し、コマ収差、非点収差、歪曲収差の良好な補正が図られている。なお、第 2 レンズ L 2 の形状は、図 7、図 9、図 1 1、図 1 3、図 1 7、図 1 9、図 2 1、および図 2 3 に示す実施例 4、実施例 5、実施例 6、実施例 7、実施例 9、実施例 1 0、実施例 1 1、および実施例 1 2 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、像側に凹面を向けた両凹形状を採用してもよい。この場合、両面の負の屈折力によって、色収差の補正が有利になる。また、図 1 5 に示す実施例 8 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、非点収差、像面湾曲、歪曲収差の良好な補正が図られる。

40

50

【 0 0 6 3 】

第3レンズL3は、正の屈折力を有するレンズであり、非点収差、コマ収差、歪曲収差の良好な補正が図られている。第3レンズL3の形状は、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しているため、第3レンズL3への光線入射角度を適切に抑制し、球面収差、非点収差、コマ収差、歪曲収差の良好な補正が図られている。

【 0 0 6 4 】

第4レンズL4は、負の屈折力を有するレンズであり、非点収差、像面湾曲、歪曲収差、色収差の良好な補正が図られている。第4レンズL4の形状は、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しているため、両面の負の屈折力によって、色収差の補正が有利になる。また、第4レンズL4の形状は、図5、図7、図9、図11、図13、図19、および図21に示す実施例3、実施例4、実施例5、実施例6、実施例7、実施例10、および実施例11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、非点収差、歪曲収差の良好な補正が図られる。

【 0 0 6 5 】

第5レンズL5は、負の屈折力を有するレンズであり、低背化を維持しながらバックフォーカスを確保する。第5レンズL5の形状は、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しているため、非点収差、像面湾曲、歪曲収差の良好な補正が図られている。

【 0 0 6 6 】

また、第5レンズL5の物体側の面、および像側の面に、光軸X上以外の位置に極点を有する非球面形状を形成しているため、像面湾曲、歪曲収差、撮像素子への光線入射角度の良好な補正が図られている。

【 0 0 6 7 】

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し、良好な諸収差の補正を行っている。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。

【 0 0 6 8 】

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。

【 0 0 6 9 】

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。

【 0 0 7 0 】

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。

$$(1) \quad 0.15 < d4 / d5 < 0.55$$

$$(2) \quad 0.7 < T1 / T2 < 3.0$$

$$(3) \quad 1.1 < |r7| / r8$$

$$(4) \quad 6 < (T1 / f) \times 100 < 18$$

$$(5) \quad 1.6 < |r7| / f$$

$$(6) \quad 0.7 < (T3 / f) \times 100 < 2.7$$

$$(7) \quad 2.35 < T2 / T3 < 8.10$$

$$(8) \quad 0.55 < D4 / D5 < 1.20$$

$$(9) \quad -0.65 < r6 / f < -0.10$$

$(10) 8.5 < (D3 / f3) \times 100 < 50.0$
 $(11) 0.35 < f3 / f < 1.60$
 $(12) -10.50 < f2 / f3 < -1.75$
 $(13) -1.10 < f3 / f5 < -0.15$
 $(14) 1.0 < r8 / f < 5.1$
 $(15) -7.3 < f4 / f < -1.3$
 $(16) 0.35 < f23 / f < 2.00$
 $(17) 0.6 < f1 / f3 < 2.4$

ただし、

d4：第4レンズL4のd線に対するアッベ数

10

d5：第5レンズL5のd線に対するアッベ数

D3：第3レンズL3の光軸X上の厚み

D4：第4レンズL4の光軸X上の厚み

D5：第5レンズL5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

T3：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

f：撮像レンズ全系の焦点距離

f1：第1レンズL1の焦点距離

f2：第2レンズL2の焦点距離

20

f3：第3レンズL3の焦点距離

f4：第4レンズL4の焦点距離

f5：第5レンズL5の焦点距離

f23：第2レンズL2と第3レンズL3の合成焦点距離

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

r8：第4レンズL4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。

【0071】

30

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(17a)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) $0.25 < d4 / d5 < 0.45$

(2a) $0.95 < T1 / T2 < 2.70$

(3a) $1.5 < |r7| / r8$

(4a) $7.5 < (T1 / f) \times 100 < 15$

(5a) $2.4 < |r7| / f$

(6a) $1.1 < (T3 / f) \times 100 < 2.3$

(7a) $2.55 < T2 / T3 < 6.80$

(8a) $0.70 < D4 / D5 < 1.10$

40

(9a) $-0.50 < r6 / f < -0.20$

(10a) $13 < (D3 / f3) \times 100 < 42$

(11a) $0.5 < f3 / f < 1.3$

(12a) $-8.5 < f2 / f3 < -2.6$

(13a) $-0.9 < f3 / f5 < -0.25$

(14a) $1.3 < r8 / f < 4.2$

(15a) $-6 < f4 / f < -2$

(16a) $0.55 < f23 / f < 1.65$

(17a) $0.95 < f1 / f3 < 2.00$

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。

50

【 0 0 7 2 】

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 0 7 3 】

【 数 1 】

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

【 0 0 7 4 】

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、 θ 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、 n_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) の符号を付加して示す。

20

【 0 0 7 5 】

(実施例 1)

【 0 0 7 6 】

基本的なレンズデータを以下の表 1 に示す。

【 0 0 7 7 】

【表 1】

単位mm

f= 2.68

Fno= 2.0

 $\omega(^{\circ})= 42.7$

ih= 2.52

TTL= 3.80

面データ

面番号 i	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd
(物面)	Infinity	Infinity		
1 (絞り)	Infinity	-0.1000		
2*	1.7534	0.6675	1.544	55.86 (vd1)
3*	-18.0331	0.2612		
4*	-5.6641	0.3965	1.671	19.48 (vd2)
5*	-195.0012	0.1101		
6*	-2.1474	0.6225	1.544	55.86 (vd3)
7*	-0.7610	0.0400		
8*	-44.5583	0.3043	1.661	20.37 (vd4)
9*	7.4586	0.1037		
10*	1.7928	0.3205	1.544	55.86 (vd5)
11*	0.7411	0.4000		
12	Infinity	0.2100	1.563	51.30
13	Infinity	0.4407		
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
1	2	2.971	f23 2.106
2	4	-8.696	
3	6	1.870	
4	8	-9.641	
5	10	-2.600	

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	1.700000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-4.395077E+00
A4	-4.292674E-02	-2.085610E-01	-3.887626E-01	-1.562806E-01	9.332490E-02	-3.217702E-01
A6	-8.648802E-02	6.065863E-03	-1.505054E-02	1.428316E-04	2.546871E-01	6.905901E-01
A8	1.967162E-01	-1.423671E-01	6.593095E-02	1.206215E-01	-9.235782E-01	-1.281982E+00
A10	-4.321972E-01	-3.190463E-01	-1.379052E-01	-1.295732E-01	1.437001E+00	1.643944E+00
A12	5.075353E-03	6.533212E-01	2.206496E-01	2.820534E-02	-1.255610E+00	-1.348278E+00
A14	2.121003E-06	-3.926484E-01	5.318551E-04	1.134159E-02	6.669504E-01	6.847948E-01
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.634663E-01	-1.422708E-01
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

30

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-1.000000E+00	1.650704E+01	-6.155729E+00	-3.923916E+00
A4	2.909541E-01	1.784037E-01	-1.181658E-01	-1.597280E-01
A6	-6.183427E-01	-3.624817E-01	-3.399072E-01	-2.791641E-02
A8	7.656746E-01	2.383160E-01	4.635306E-01	1.330657E-01
A10	-9.033039E-01	-9.699358E-02	-2.583673E-01	-1.193019E-01
A12	7.201596E-01	2.560516E-02	7.811685E-02	6.105535E-02
A14	-3.264473E-01	-3.360505E-03	-1.286130E-02	-1.960171E-02
A16	6.268259E-02	7.155706E-05	9.212000E-04	3.856278E-03
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	1.168068E-05	-4.222043E-04
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	-3.689913E-06	1.962306E-05

40

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

【 0 0 7 9 】

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 (4 8 6 nm)、d 線 (5 8 8 nm)、C 線 (6 5 6 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 1 0、図 1 2、図 1 4、図 1 6、図 1 8、図 2 0、図 2 2、図 2 4 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。

10

【 0 0 8 0 】

(実施例 2)

【 0 0 8 1 】

基本的なレンズデータを以下の表 2 に示す。

【 0 0 8 2 】

【表 2】

単位mm

f= 2.68

Fno= 2.0

 $\omega(^{\circ})= 42.7$

ih= 2.52

TTL= 3.79

面データ

面番号 i	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd
(物面)	Infinity	Infinity		
1 (絞り)	Infinity	-0.1000		
2*	1.7426	0.6712	1.545	55.98 (vd1)
3*	35.3824	0.2466		
4*	-7.2012	0.3836	1.671	19.48 (vd2)
5*	-91.2745	0.1967		
6*	-2.4067	0.5068	1.545	55.98 (vd3)
7*	-0.9065	0.0400		
8*	-51.3889	0.3113	1.671	19.48 (vd4)
9*	7.2981	0.1506		
10*	1.0273	0.3300	1.545	55.98 (vd5)
11*	0.6285	0.4000		
12	Infinity	0.2100	1.563	51.30
13	Infinity	0.4231		
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
1	2	3.343	f23 2.730
2	4	-11.676	
3	6	2.387	
4	8	-9.507	
5	10	-4.199	

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-4.039101E+00
A4	-3.166508E-02	-1.858009E-01	-3.877875E-01	-2.738824E-01	-3.225875E-01	-6.226708E-01
A6	6.175063E-02	-7.483854E-02	2.171191E-01	6.335431E-01	1.331739E+00	1.709956E+00
A8	-5.484121E-01	-1.927776E-01	-1.743992E+00	-1.346926E+00	-1.189293E+00	-2.912531E+00
A10	1.218451E+00	-1.363446E-01	2.751087E+00	1.426215E+00	-9.369386E-01	3.248003E+00
A12	-1.211958E+00	5.828685E-01	-1.099870E+00	-7.857791E-01	2.794855E+00	-1.951271E+00
A14	1.501062E-03	-4.717217E-01	-1.661424E-01	1.835678E-01	-2.247615E+00	4.699240E-01
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	6.375000E-01	4.839694E-03
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

30

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-1.000000E+00	1.547492E+01	-9.377219E+00	-3.954190E+00
A4	2.638937E-01	3.436333E-01	-9.400596E-02	-1.833529E-01
A6	-1.228668E-01	-6.680560E-01	-2.397102E-01	4.631007E-02
A8	-5.562261E-01	6.108770E-01	2.851345E-01	3.555782E-02
A10	9.752468E-01	-3.539887E-01	-1.383891E-01	-5.258168E-02
A12	-7.608770E-01	1.222869E-01	3.643128E-02	3.160545E-02
A14	2.893807E-01	-2.212438E-02	-5.217288E-03	-1.041548E-02
A16	-4.291428E-02	1.568688E-03	3.259606E-04	1.914639E-03
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	3.190262E-06	-1.822258E-04
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.026926E-06	6.906664E-06

40

実施例 2 の撮像レンズは、表 1 3 に示すように条件式 (1) から (1 7) を満たしている。

【 0 0 8 4 】

図 4 は実施例 2 の撮像レンズについて、球面収差 (m m) 、非点収差 (m m) 、歪曲収差 (%) 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 0 8 5 】

(実施例 3)

【 0 0 8 6 】

基本的なレンズデータを以下の表 3 に示す。

【 0 0 8 7 】

【表 3】

単位mm

f= 2.69

Fno= 2.0

 $\omega(^{\circ})= 42.9$

ih= 2.52

TTL= 3.78

面データ

面番号 i	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd
(物面)	Infinity	Infinity		
1 (絞り)	Infinity	-0.0950		
2*	1.7241	0.6394	1.544	55.86 (vd1)
3*	24.5198	0.2645		
4*	-7.0908	0.3826	1.671	19.48 (vd2)
5*	-159.8378	0.2036		
6*	-2.4556	0.4843	1.544	55.86 (vd3)
7*	-0.9741	0.0418		
8*	8.6888	0.2900	1.671	19.48 (vd4)
9*	4.3039	0.2078		
10*	1.0679	0.3300	1.544	55.86 (vd5)
11*	0.6611	0.4000		
12	Infinity	0.2100	1.563	51.30
13	Infinity	0.3984		
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
1	2	3.374	f23 3.160
2	4	-11.063	
3	6	2.660	
4	8	-13.050	
5	10	-4.466	

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-4.116862E+00
A4	-3.992709E-02	-1.733135E-01	-3.877875E-01	-2.742323E-01	-3.221010E-01	-6.471027E-01
A6	9.175217E-02	-8.413288E-02	3.007926E-01	6.336667E-01	1.150857E+00	1.754452E+00
A8	-6.285308E-01	-1.526177E-01	-1.803132E+00	-1.338173E+00	-5.587719E-01	-3.222746E+00
A10	1.288895E+00	-1.551019E-01	2.795328E+00	1.427221E+00	-2.112198E+00	4.293519E+00
A12	-1.211958E+00	5.828682E-01	-1.099870E+00	-7.855377E-01	3.973062E+00	-3.542476E+00
A14	1.500962E-03	-4.717218E-01	-1.661425E-01	1.800000E-01	-2.872331E+00	1.564534E+00
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	7.826800E-01	-2.726496E-01
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

30

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-1.000000E+00	0.000000E+00	-1.056317E+01	-4.171937E+00
A4	2.256261E-01	3.577367E-01	-7.956763E-02	-1.649996E-01
A6	-2.302546E-01	-7.974840E-01	-1.959566E-01	4.433314E-02
A8	-2.277997E-01	8.431325E-01	2.159353E-01	1.560209E-02
A10	5.692864E-01	-5.876331E-01	-9.686822E-02	-2.565796E-02
A12	-4.842349E-01	2.742723E-01	2.356055E-02	1.480276E-02
A14	1.913509E-01	-8.606225E-02	-3.119005E-03	-4.683180E-03
A16	-2.878091E-02	1.821356E-02	1.798368E-04	8.269964E-04
A18	0.000000E+00	-2.431615E-03	1.581288E-06	-7.533516E-05
A20	0.000000E+00	1.535802E-04	-4.577922E-07	2.716481E-06

40

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

【 0 0 8 9 】

図 6 は実施例 3 の撮像レンズについて、球面収差 (m m) 、非点収差 (m m) 、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。

【 0 0 9 0 】

(実施例 4)

【 0 0 9 1 】

基本的なレンズデータを以下の表 4 に示す。

【 0 0 9 2 】

【表 4】

単位mm

f= 2.72

Fno= 2.0

 $\omega(^{\circ})= 42.8$

ih= 2.52

TTL= 3.84

面データ

面番号 i	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd
(物面)	Infinity	Infinity		
1 (絞り)	Infinity	-0.0900		
2*	1.7378	0.5328	1.544	55.86 (vd1)
3*	16.3358	0.3115		
4*	-13.5694	0.4168	1.671	19.48 (vd2)
5*	13.5325	0.1739		
6*	-2.5258	0.5245	1.544	55.86 (vd3)
7*	-0.9893	0.0490		
8*	48.3652	0.3085	1.671	19.48 (vd4)
9*	6.4931	0.1644		
10*	0.8953	0.3314	1.544	55.86 (vd5)
11*	0.6100	0.4000		
12	Infinity	0.2100	1.563	51.30
13	Infinity	0.4897		
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
1	2	3.527	f23 3.278
2	4	-10.030	
3	6	2.667	
4	8	-11.204	
5	10	-5.954	

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	6.553111E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-3.901457E+00
A4	-4.427761E-02	-1.596998E-01	-3.526594E-01	-2.671446E-01	-3.328307E-01	-6.826472E-01
A6	5.000608E-02	-1.164471E-01	2.888965E-01	6.418587E-01	1.150235E+00	1.907318E+00
A8	-5.715185E-01	-7.438352E-02	-1.847284E+00	-1.343959E+00	-5.473386E-01	-3.560098E+00
A10	1.175280E+00	-2.295903E-01	2.910761E+00	1.415569E+00	-2.101248E+00	4.426684E+00
A12	-1.222332E+00	5.760120E-01	-1.099870E+00	-7.699905E-01	3.967655E+00	-3.173502E+00
A14	-1.975582E-02	-4.822176E-01	-1.661425E-01	1.750000E-01	-2.872331E+00	1.145423E+00
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	7.826800E-01	-1.475043E-01
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

30

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-1.000000E+00	0.000000E+00	-7.006044E+00	-3.768665E+00
A4	2.506039E-01	3.916706E-01	-8.673810E-02	-1.649996E-01
A6	-2.350321E-01	-9.354420E-01	-1.958156E-01	4.433314E-02
A8	-2.002311E-01	1.187162E+00	2.158591E-01	1.560209E-02
A10	5.378664E-01	-1.024875E+00	-9.685480E-02	-2.565796E-02
A12	-4.658494E-01	6.060998E-01	2.356347E-02	1.480276E-02
A14	1.846440E-01	-2.436087E-01	-3.115118E-03	-4.683180E-03
A16	-2.764062E-02	6.407015E-02	1.808665E-04	8.269964E-04
A18	0.000000E+00	-9.894361E-03	1.587829E-06	-7.533516E-05
A20	0.000000E+00	6.720242E-04	-5.672567E-07	2.716481E-06

40

実施例 4 の撮像レンズは、表 1 3 に示すように条件式 (1) から (1 7) を満たしている。

【 0 0 9 4 】

図 8 は実施例 4 の撮像レンズについて、球面収差 (m m) 、非点収差 (m m) 、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 5 】

(実施例 5)

【 0 0 9 6 】

基本的なレンズデータを以下の表 5 に示す。

【 0 0 9 7 】

【表 5】

単位mm

f= 2.74

Fno= 2.0

 $\omega(^{\circ})= 42.6$

ih= 2.52

TTL= 3.86

面データ

面番号 i	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd
(物面)	Infinity	Infinity		
1 (絞り)	Infinity	-0.0900		
2*	1.6927	0.5395	1.544	55.86 (vd1)
3*	12.0537	0.2835		
4*	-13.6807	0.4570	1.671	19.48 (vd2)
5*	21.4204	0.1867		
6*	-2.4585	0.5370	1.544	55.86 (vd3)
7*	-0.9554	0.0400		
8*	38.8865	0.2901	1.671	19.48 (vd4)
9*	5.0499	0.1560		
10*	0.9112	0.3307	1.544	55.86 (vd5)
11*	0.6134	0.4000		
12	Infinity	0.2100	1.563	51.30
13	Infinity	0.5004		
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
1	2	3.553	f23 2.954
2	4	-12.370	
3	6	2.550	
4	8	-8.674	
5	10	-5.668	

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	4.554692E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-4.116605E+00
A4	-4.023847E-02	-1.553471E-01	-3.172611E-01	-2.265600E-01	-3.170714E-01	-6.920753E-01
A6	4.464759E-02	-1.454521E-01	2.722819E-01	6.318125E-01	1.152585E+00	1.954753E+00
A8	-5.454725E-01	-4.210982E-02	-1.857749E+00	-1.350551E+00	-5.521690E-01	-3.604809E+00
A10	1.177989E+00	-2.339187E-01	2.918573E+00	1.411969E+00	-2.102190E+00	4.420714E+00
A12	-1.211958E+00	5.828682E-01	-1.099870E+00	-7.583562E-01	3.966881E+00	-3.135972E+00
A14	1.500962E-03	-4.717218E-01	-1.661425E-01	1.800000E-01	-2.872331E+00	1.120006E+00
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	7.826800E-01	-1.440834E-01
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

30

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-1.000000E+00	0.000000E+00	-7.448085E+00	-3.873332E+00
A4	2.500947E-01	3.882162E-01	-8.282657E-02	-1.649996E-01
A6	-1.096226E-01	-9.172442E-01	-1.960582E-01	4.433314E-02
A8	-7.408894E-01	1.127193E+00	2.160321E-01	1.560209E-02
A10	1.706956E+00	-9.464389E-01	-9.690014E-02	-2.565796E-02
A12	-2.006681E+00	5.470441E-01	2.354518E-02	1.480276E-02
A14	1.454981E+00	-2.148211E-01	-3.117180E-03	-4.683180E-03
A16	-6.613164E-01	5.492036E-02	1.812283E-04	8.269964E-04
A18	1.735792E-01	-8.191832E-03	1.802780E-06	-7.533516E-05
A20	-1.994957E-02	5.344509E-04	-5.628340E-07	2.716481E-06

40

実施例 5 の撮像レンズは、表 1 3 に示すように条件式 (1) から (1 7) を満たしている。

【 0 0 9 9 】

図 1 0 は実施例 5 の撮像レンズについて、球面収差 (m m) 、非点収差 (m m) 、歪曲収差 (%) を示したものである。図 1 0 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 0 】

(実施例 6)

【 0 1 0 1 】

基本的なレンズデータを以下の表 6 に示す。

【 0 1 0 2 】

【表 6】

単位mm

f= 2.74

Fno= 2.0

 $\omega(^{\circ})= 42.6$

ih= 2.52

TTL= 3.85

面データ

面番号 i	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd
(物面)	Infinity	Infinity		
1 (絞り)	Infinity	-0.1050		
2*	1.5979	0.4792	1.544	55.86 (vd1)
3*	7.2010	0.3237		
4*	-17.9496	0.4648	1.671	19.48 (vd2)
5*	11.8453	0.1616		
6*	-3.4188	0.5849	1.544	55.86 (vd3)
7*	-1.0271	0.0400		
8*	314.3216	0.2900	1.671	19.48 (vd4)
9*	5.3822	0.1595		
10*	0.8524	0.3300	1.544	55.86 (vd5)
11*	0.5864	0.4000		
12	Infinity	0.2100	1.563	51.30
13	Infinity	0.4863		
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
1	2	3.662	f23 2.964
2	4	-10.563	
3	6	2.483	
4	8	-8.159	
5	10	-6.138	

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	1.530600E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-4.013323E+00
A4	-1.603102E-02	-1.158776E-01	-2.735526E-01	-2.846293E-01	-4.912862E-01	-6.354776E-01
A6	-2.490167E-01	-1.189313E-01	2.660931E-01	1.260027E+00	2.513346E+00	2.229363E+00
A8	1.431427E+00	-7.065170E-01	-3.217792E+00	-4.037836E+00	-5.156302E+00	-4.665262E+00
A10	-5.434699E+00	4.011197E+00	1.180330E+01	7.424801E+00	6.038367E+00	5.767060E+00
A12	9.486761E+00	-1.215966E+01	-2.601340E+01	-8.225118E+00	-3.965240E+00	-3.838331E+00
A14	-6.714228E+00	1.719658E+01	3.152558E+01	4.934667E+00	1.122387E+00	1.205911E+00
A16	0.000000E+00	-9.279303E+00	-1.492522E+01	-1.172221E+00	-1.900000E-02	-1.228021E-01
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

30

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-1.000000E+00	-1.000000E+00	-6.903890E+00	-3.838949E+00
A4	4.064007E-01	5.120812E-01	-1.102754E-01	-1.853627E-01
A6	-1.740639E-01	-9.384543E-01	-1.780394E-01	5.092792E-02
A8	-1.153493E+00	7.437067E-01	1.470280E-01	-4.639330E-03
A10	2.492257E+00	-3.033219E-01	1.009499E-02	1.243888E-02
A12	-2.702735E+00	2.812884E-02	-4.883970E-02	-1.315018E-02
A14	1.824901E+00	3.053676E-02	2.312855E-02	5.985262E-03
A16	-7.842765E-01	-1.459951E-02	-5.221225E-03	-1.438885E-03
A18	1.964154E-01	2.762246E-03	6.035201E-04	1.793947E-04
A20	-2.154769E-02	-2.028857E-04	-2.895362E-05	-9.132620E-06

40

実施例 6 の撮像レンズは、表 1 3 に示すように条件式 (1) から (1 7) を満たしている。

【 0 1 0 4 】

図 1 2 は実施例 6 の撮像レンズについて、球面収差 (m m) 、非点収差 (m m) 、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 5 】

(実施例 7)

【 0 1 0 6 】

基本的なレンズデータを以下の表 7 に示す。

【 0 1 0 7 】

【表 7】

単位mm

f= 2.71

Fno= 2.0

 $\omega(^{\circ})= 42.9$

ih= 2.52

TTL= 3.81

面データ

面番号 i	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd
(物面)	Infinity	Infinity		
1 (絞り)	Infinity	-0.0950		
2*	1.6724	0.4550	1.544	55.86 (vd1)
3*	8.7444	0.3066		
4*	-253.0982	0.4906	1.671	19.48 (vd2)
5*	9.9397	0.2051		
6*	-2.6898	0.5358	1.544	55.86 (vd3)
7*	-1.0251	0.0400		
8*	124.4341	0.2900	1.671	19.48 (vd4)
9*	6.9557	0.1316		
10*	0.8383	0.3328	1.544	55.86 (vd5)
11*	0.5732	0.4000		
12	Infinity	0.2100	1.563	51.30
13	Infinity	0.4927		
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
1	2	3.715	f23 3.183
2	4	-14.235	
3	6	2.733	
4	8	-10.985	
5	10	-5.975	

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-3.755696E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-4.087451E+00
A4	-4.131582E-02	-1.617101E-01	-2.306330E-01	-1.897078E-01	-4.244173E-01	-8.814107E-01
A6	-9.189661E-02	-9.221979E-02	-9.827846E-02	7.388353E-01	1.928457E+00	2.930723E+00
A8	3.727793E-01	-2.918887E-01	-3.576451E-01	-2.341751E+00	-2.989726E+00	-5.513796E+00
A10	-2.119682E+00	5.419414E-01	4.912319E-02	4.081449E+00	1.973645E+00	6.262532E+00
A12	3.906751E+00	-6.901032E-01	1.831949E+00	-4.200935E+00	2.897096E-01	-3.875267E+00
A14	-2.817468E+00	4.277638E-01	-1.377653E+00	2.397464E+00	-1.141152E+00	1.126391E+00
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-5.530000E-01	4.394464E-01	-1.017946E-01
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

30

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-1.000000E+00	-1.000000E+00	-8.000000E+00	-4.151051E+00
A4	2.141300E-01	4.887466E-01	-5.711763E-02	-1.464052E-01
A6	3.752468E-01	-9.059473E-01	-1.548945E-01	4.391342E-02
A8	-1.941442E+00	8.978682E-01	1.472532E-01	-1.073980E-04
A10	3.252609E+00	-6.100293E-01	-5.829026E-02	-9.749319E-03
A12	-3.151299E+00	2.910922E-01	1.292138E-02	6.233130E-03
A14	1.914899E+00	-9.579877E-02	-1.702983E-03	-1.899741E-03
A16	-7.195584E-01	2.063067E-02	1.185895E-04	2.973693E-04
A18	1.526619E-01	-2.589721E-03	-6.704529E-08	-2.218127E-05
A20	-1.394639E-02	1.414980E-04	-5.171992E-07	6.031059E-07

40

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

【 0 1 0 9 】

図 1 4 は実施例 7 の撮像レンズについて、球面収差 (m m) 、非点収差 (m m) 、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とが分かる。

【 0 1 1 0 】

(実施例 8)

【 0 1 1 1 】

基本的なレンズデータを以下の表 8 に示す。

【 0 1 1 2 】

【表 8】

単位mm

f= 2.71

Fno= 2.0

 $\omega(^{\circ})= 42.8$

ih= 2.52

TTL= 3.82

面データ

面番号 i	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd
(物面)	Infinity	Infinity		
1 (絞り)	Infinity	-0.0900		
2*	1.7187	0.4585	1.544	55.86 (vd1)
3*	8.2904	0.2938		
4*	22.7571	0.4714	1.671	19.48 (vd2)
5*	8.2608	0.2138		
6*	-2.5369	0.5292	1.544	55.86 (vd3)
7*	-1.0259	0.0400		
8*	-48.9127	0.2900	1.671	19.48 (vd4)
9*	8.9759	0.1488		
10*	0.8455	0.3340	1.544	55.86 (vd5)
11*	0.5836	0.4000		
12	Infinity	0.2100	1.563	51.30
13	Infinity	0.5028		
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
1	2	3.888	f23 3.184
2	4	-19.572	
3	6	2.817	
4	8	-11.274	
5	10	-6.291	

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	2.731420E-03	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-4.408546E+00
A4	-5.539204E-02	-1.760578E-01	-2.268938E-01	-1.832438E-01	-4.414198E-01	-8.641750E-01
A6	-4.566846E-02	-1.346538E-01	-1.333223E-01	7.345695E-01	2.041873E+00	2.855922E+00
A8	2.489861E-01	-1.496236E-01	-3.514482E-01	-2.344614E+00	-3.232041E+00	-5.491596E+00
A10	-2.016995E+00	4.208135E-01	7.479592E-02	4.080322E+00	2.452802E+00	6.472237E+00
A12	3.903262E+00	-8.375687E-01	1.831957E+00	-4.201488E+00	-3.563543E-01	-4.192830E+00
A14	-2.823111E+00	6.815158E-01	-1.377654E+00	2.397463E+00	-7.215245E-01	1.289398E+00
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-5.520000E-01	3.421980E-01	-1.262332E-01
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

30

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-1.000000E+00	-1.000000E+00	-7.008728E+00	-3.871467E+00
A4	2.890478E-01	5.239752E-01	-7.543724E-02	-1.684883E-01
A6	2.984369E-01	-8.500708E-01	-9.414323E-02	1.009791E-01
A8	-1.980346E+00	7.416953E-01	7.965884E-02	-8.593674E-02
A10	3.520568E+00	-4.502991E-01	-2.607378E-02	6.334675E-02
A12	-3.589300E+00	1.983116E-01	4.813373E-03	-3.408121E-02
A14	2.295521E+00	-6.311169E-02	-5.330691E-04	1.270408E-02
A16	-9.072964E-01	1.363414E-02	3.310372E-05	-2.994257E-03
A18	2.019169E-01	-1.720905E-03	8.475984E-07	3.901472E-04
A20	-1.925764E-02	9.110647E-05	-5.094399E-07	-2.112400E-05

40

実施例 8 の撮像レンズは、表 1 3 に示すように条件式 (1) から (1 7) を満たしている。

【 0 1 1 4 】

図 1 6 は実施例 8 の撮像レンズについて、球面収差 (m m) 、非点収差 (m m) 、歪曲収差 (%) を示したものである。図 1 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。

【 0 1 1 5 】

(実施例 9)

【 0 1 1 6 】

基本的なレンズデータを以下の表 9 に示す。

【 0 1 1 7 】

【表 9】

単位mm

f= 2.71

Fno= 2.0

 $\omega(^{\circ})= 42.9$

ih= 2.52

TTL= 3.81

面データ

面番号 i	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd
(物面)	Infinity	Infinity		
1 (絞り)	Infinity	-0.0800		
2*	1.8393	0.4910	1.544	55.86 (vd1)
3*	42.2174	0.2725		
4*	-13.1165	0.4562	1.671	19.48 (vd2)
5*	112.5904	0.2159		
6*	-1.9688	0.4783	1.544	55.86 (vd3)
7*	-0.9296	0.0400		
8*	-444.2837	0.2951	1.671	19.48 (vd4)
9*	5.0907	0.1751		
10*	0.8963	0.3535	1.544	55.86 (vd5)
11*	0.6301	0.4000		
12	Infinity	0.2100	1.563	51.30
13	Infinity	0.5000		
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
1	2	3.518	f23 3.107
2	4	-17.473	
3	6	2.784	
4	8	-7.495	
5	10	-7.327	

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-9.204559E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-4.035841E+00
A4	-1.564626E-02	-1.562376E-01	-2.664890E-01	-1.374818E-01	-3.861989E-01	-7.972456E-01
A6	-5.214121E-01	-4.424907E-01	1.672586E-01	2.784691E-01	1.471973E+00	2.444824E+00
A8	2.694854E+00	1.056756E+00	-1.850478E+00	-1.660719E-01	-8.344788E-01	-4.826644E+00
A10	-8.735526E+00	-1.914628E+00	4.313052E+00	-1.188061E+00	-2.119737E+00	6.865748E+00
A12	1.317148E+01	1.519736E+00	-3.354240E+00	2.517386E+00	3.669822E+00	-6.217169E+00
A14	-7.918878E+00	-2.495658E-01	9.031632E-01	-1.889493E+00	-2.145629E+00	3.123140E+00
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	5.215864E-01	4.400000E-01	-6.489229E-01
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

30

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-1.000000E+00	-1.000000E+00	-7.814773E+00	-4.215417E+00
A4	3.218597E-01	4.100462E-01	-1.563817E-02	-1.212109E-01
A6	-1.567230E-01	-7.601103E-01	-1.433332E-01	6.087596E-02
A8	-6.515253E-01	7.302985E-01	1.220402E-01	-6.181284E-02
A10	1.376568E+00	-4.642058E-01	-5.689401E-02	5.678773E-02
A12	-1.379367E+00	1.997368E-01	1.655441E-02	-3.526185E-02
A14	8.181323E-01	-5.957709E-02	-2.384485E-03	1.371394E-02
A16	-2.952960E-01	1.256556E-02	3.654650E-05	-3.151384E-03
A18	6.106071E-02	-1.740896E-03	1.999760E-05	3.867536E-04
A20	-5.637794E-03	1.156375E-04	-4.722141E-07	-1.935422E-05

40

実施例 9 の撮像レンズは、表 1 3 に示すように条件式 (1) から (1 7) を満たしている。

【 0 1 1 9 】

図 1 8 は実施例 9 の撮像レンズについて、球面収差 (m m) 、非点収差 (m m) 、歪曲収差 (%) を示したものである。図 1 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 1 2 0 】

(実施例 1 0)

【 0 1 2 1 】

基本的なレンズデータを以下の表 1 0 に示す。

【 0 1 2 2 】

【表 10】

単位mm

f= 2.72

Fno= 2.0

 $\omega(^{\circ})= 42.7$

ih= 2.52

TTL= 3.83

面データ

面番号 i	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd
(物面)	Infinity	Infinity		
1 (絞り)	Infinity	-0.0950		
2*	1.7031	0.4564	1.544	55.86 (vd1)
3*	11.5488	0.3246		
4*	-17.7923	0.4480	1.671	19.48 (vd2)
5*	10.6754	0.1836		
6*	-3.1948	0.5473	1.544	55.86 (vd3)
7*	-1.0995	0.0400		
8*	18.4971	0.2900	1.671	19.48 (vd4)
9*	5.2048	0.1570		
10*	0.8265	0.3401	1.544	55.86 (vd5)
11*	0.5876	0.4000		
12	Infinity	0.2100	1.563	51.30
13	Infinity	0.5062		
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
1	2	3.611	f23 3.555
2	4	-9.876	
3	6	2.820	
4	8	-10.883	
5	10	-7.499	

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-7.782410E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-4.258590E+00
A4	6.102860E-03	-1.144022E-01	-2.570528E-01	-2.410347E-01	-4.912377E-01	-6.622362E-01
A6	-7.522543E-01	-5.574381E-01	-6.839608E-02	9.891942E-01	2.670212E+00	2.277988E+00
A8	4.384767E+00	1.802260E+00	-5.444681E-01	-3.092645E+00	-5.503754E+00	-4.538836E+00
A10	-1.425905E+01	-4.127938E+00	6.162567E-01	5.116262E+00	6.213471E+00	5.663698E+00
A12	2.171446E+01	4.264032E+00	1.428407E+00	-4.826749E+00	-3.840166E+00	-4.060501E+00
A14	-1.291841E+01	-1.446817E+00	-1.323981E+00	2.508490E+00	1.084248E+00	1.508191E+00
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-5.150000E-01	-7.028625E-02	-2.241548E-01
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

30

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-1.000000E+00	-1.000000E+00	-5.881437E+00	-3.754975E+00
A4	4.503842E-01	5.732420E-01	-1.561572E-01	-1.989208E-01
A6	-3.766646E-01	-1.042674E+00	3.384452E-02	1.368849E-01
A8	-6.032633E-01	9.344059E-01	-6.022825E-02	-1.092691E-01
A10	1.659893E+00	-5.296813E-01	6.993799E-02	7.374370E-02
A12	-1.875037E+00	1.949350E-01	-3.153056E-02	-3.376591E-02
A14	1.256075E+00	-4.488789E-02	6.765982E-03	9.965922E-03
A16	-5.162269E-01	5.578981E-03	-6.869177E-04	-1.808989E-03
A18	1.198274E-01	-1.614948E-04	2.792672E-05	1.822522E-04
A20	-1.195111E-02	-2.585506E-05	-5.050714E-07	-7.746905E-06

40

実施例 10 の撮像レンズは、表 13 に示すように条件式 (1) から (17) を満たしている。

【0124】

図 20 は実施例 10 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 20 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。

【0125】

(実施例 11)

【0126】

基本的なレンズデータを以下の表 11 に示す。

【0127】

【表 1 1】

単位mm

f= 2.71

Fno= 2.0

 $\omega(^{\circ})= 42.8$

ih= 2.52

TTL= 3.82

面データ

面番号 i	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd
(物面)	Infinity	Infinity		
1 (絞り)	Infinity	-0.0950		
2*	1.6999	0.4646	1.544	55.86 (vd1)
3*	12.2927	0.3077		
4*	-20.6045	0.4519	1.661	20.37 (vd2)
5*	9.4493	0.1848		
6*	-3.3219	0.5615	1.544	55.86 (vd3)
7*	-1.0756	0.0400		
8*	182.8993	0.2900	1.661	20.37 (vd4)
9*	5.7935	0.1439		
10*	0.8292	0.3481	1.544	55.86 (vd5)
11*	0.5863	0.4000		
12	Infinity	0.2100	1.563	51.30
13	Infinity	0.4893		
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
1	2	3.569	f23 3.346
2	4	-9.740	
3	6	2.686	
4	8	-9.055	
5	10	-7.428	

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-1.000000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-4.286285E+00
A4	4.487368E-03	-1.208985E-01	-2.535558E-01	-2.014571E-01	-4.213956E-01	-6.281415E-01
A6	-7.627724E-01	-5.827388E-01	-1.506173E-01	7.644941E-01	2.298047E+00	2.112584E+00
A8	4.542540E+00	1.880193E+00	-2.974262E-01	-2.316713E+00	-4.487963E+00	-4.072307E+00
A10	-1.498714E+01	-4.282584E+00	2.010188E-01	3.552819E+00	4.587601E+00	4.877551E+00
A12	2.310008E+01	4.480315E+00	1.823208E+00	-2.986415E+00	-2.334505E+00	-3.338439E+00
A14	-1.390185E+01	-1.605237E+00	-1.479394E+00	1.353185E+00	3.447189E-01	1.171971E+00
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.304963E-01	7.700000E-02	-1.614541E-01
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

30

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-1.000000E+00	-1.000000E+00	-5.297503E+00	-3.595400E+00
A4	4.711497E-01	5.521735E-01	-2.431896E-01	-2.454296E-01
A6	-3.725131E-01	-9.564449E-01	2.340035E-01	2.327965E-01
A8	-6.573323E-01	8.142902E-01	-3.516862E-01	-2.282225E-01
A10	1.828345E+00	-4.525149E-01	3.254861E-01	1.626511E-01
A12	-2.201203E+00	1.709711E-01	-1.667088E-01	-7.425972E-02
A14	1.602404E+00	-4.286578E-02	5.047455E-02	2.136954E-02
A16	-7.184750E-01	6.339711E-03	-9.173097E-03	-3.758939E-03
A18	1.810201E-01	-3.520243E-04	9.393813E-04	3.685097E-04
A20	-1.943473E-02	-1.539000E-05	-4.222426E-05	-1.538780E-05

40

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

【 0 1 2 9 】

図 2 2 は実施例 1 1 の撮像レンズについて、球面収差 (m m)、非点収差 (m m)、歪曲収差 (%) を示したものである。図 2 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 3 0 】

(実施例 1 2)

【 0 1 3 1 】

基本的なレンズデータを以下の表 1 2 に示す。

【 0 1 3 2 】

【表 1 2】

単位mm

f= 2.72

Fno= 2.0

 $\omega(^{\circ})= 42.7$

ih= 2.52

TTL= 3.74

面データ

面番号 i	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd
(物面)	Infinity	Infinity		
1 (絞り)	Infinity	-0.1160		
2*	1.5553	0.4676	1.544	55.86 (vd1)
3*	7.7198	0.3089		
4*	-19.2164	0.3959	1.671	19.48 (vd2)
5*	14.6569	0.2072		
6*	-3.1075	0.5503	1.544	55.86 (vd3)
7*	-1.0614	0.0400		
8*	-71.1038	0.2900	1.671	19.48 (vd4)
9*	7.2426	0.1350		
10*	0.8761	0.3310	1.544	55.86 (vd5)
11*	0.5918	0.5000		
12	Infinity	0.2100	1.563	51.30
13	Infinity	0.3755		
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
1	2	3.485	f23 3.198
2	4	-12.327	
3	6	2.705	
4	8	-9.776	
5	10	-5.683	

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	6.712271E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-3.624018E+00
A4	-2.826142E-02	-8.344434E-02	-2.589091E-01	-2.189842E-01	-4.096661E-01	-4.119760E-01
A6	-4.381873E-01	-6.200138E-01	6.219977E-03	9.233039E-01	2.317097E+00	1.350275E+00
A8	2.398997E+00	2.011527E+00	-7.645834E-01	-3.294713E+00	-5.131220E+00	-2.566499E+00
A10	-7.879554E+00	-4.697798E+00	4.877592E-01	6.278956E+00	6.329554E+00	2.897257E+00
A12	1.165553E+01	4.891433E+00	2.242216E+00	-6.886154E+00	-4.359073E+00	-1.672684E+00
A14	-6.844923E+00	-1.735176E+00	-1.880684E+00	4.272659E+00	1.451595E+00	3.825434E-01
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.090000E+00	-1.557365E-01	-4.159682E-03
A18	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A20	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

30

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-1.000000E+00	-1.000000E+00	-4.637090E+00	-3.513701E+00
A4	6.305075E-01	6.698946E-01	-4.414791E-01	-3.670736E-01
A6	-1.084897E+00	-1.391112E+00	6.340044E-01	4.760173E-01
A8	7.759152E-01	1.534471E+00	-8.780010E-01	-5.215584E-01
A10	1.577039E-03	-1.183322E+00	7.958539E-01	3.919862E-01
A12	-6.667858E-01	6.426570E-01	-4.365305E-01	-1.883124E-01
A14	7.596714E-01	-2.324188E-01	1.473012E-01	5.681129E-02
A16	-4.249814E-01	5.161134E-02	-3.020435E-02	-1.040392E-02
A18	1.214883E-01	-6.167989E-03	3.472520E-03	1.055448E-03
A20	-1.401314E-02	2.901685E-04	-1.723020E-04	-4.545024E-05

40

実施例 12 の撮像レンズは、表 13 に示すように条件式 (1) から (17) を満たしている。

【0134】

図 24 は実施例 12 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 24 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。

【0135】

表 13 に実施例 1 から実施例 12 に係る条件式 (1) から (17) の値を示す。

【0136】

【表 13】

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) $v d 4 / v d 5$	0.36	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
(2) $T 1 / T 2$	2.37	1.25	1.30	1.79	1.52	2.00
(3) $ r 7 / r 8$	5.97	7.04	2.02	7.45	7.70	58.40
(4) $(T 1 / f) \times 100$	9.75	9.21	9.84	11.44	10.36	11.79
(5) $ r 7 / f$	16.63	19.19	3.23	17.77	14.21	114.53
(6) $(T 3 / f) \times 100$	1.49	1.49	1.56	1.80	1.46	1.46
(7) $T 2 / T 3$	2.75	4.92	4.87	3.55	4.67	4.04
(8) $D 4 / D 5$	0.95	0.94	0.88	0.93	0.88	0.88
(9) $r 6 / f$	-0.28	-0.34	-0.36	-0.36	-0.35	-0.37
(10) $(D 3 / f 3) \times 100$	33.29	21.24	18.20	19.67	21.06	23.55
(11) $f 3 / f$	0.70	0.89	0.99	0.98	0.93	0.90
(12) $f 2 / f 3$	-4.65	-4.89	-4.16	-3.76	-4.85	-4.25
(13) $f 3 / f 5$	-0.72	-0.57	-0.60	-0.45	-0.45	-0.40
(14) $r 8 / f$	2.78	2.73	1.60	2.39	1.85	1.96
(15) $f 4 / f$	-3.60	-3.55	-4.86	-4.12	-3.17	-2.97
(16) $f 2 3 / f$	0.79	1.02	1.18	1.20	1.08	1.08
(17) $f 1 / f 3$	1.59	1.40	1.27	1.32	1.39	1.47

条件式	実施例 7	実施例 8	実施例 9	実施例 10	実施例 11	実施例 12
(1) $v d 4 / v d 5$	0.35	0.35	0.35	0.35	0.36	0.35
(2) $T 1 / T 2$	1.49	1.37	1.26	1.77	1.66	1.49
(3) $ r 7 / r 8$	17.89	5.45	87.27	3.55	31.57	9.82
(4) $(T 1 / f) \times 100$	11.32	10.83	10.06	11.94	11.35	11.35
(5) $ r 7 / f$	45.95	18.02	164.04	6.80	67.47	26.13
(6) $(T 3 / f) \times 100$	1.48	1.47	1.48	1.47	1.48	1.47
(7) $T 2 / T 3$	5.13	5.35	5.40	4.59	4.62	5.18
(8) $D 4 / D 5$	0.87	0.87	0.83	0.85	0.83	0.88
(9) $r 6 / f$	-0.38	-0.38	-0.34	-0.40	-0.40	-0.39
(10) $(D 3 / f 3) \times 100$	19.61	18.78	17.18	19.41	20.91	20.34
(11) $f 3 / f$	1.01	1.04	1.03	1.04	0.99	0.99
(12) $f 2 / f 3$	-5.21	-6.95	-6.28	-3.50	-3.63	-4.56
(13) $f 3 / f 5$	-0.46	-0.45	-0.38	-0.38	-0.36	-0.48
(14) $r 8 / f$	2.57	3.31	1.88	1.91	2.14	2.66
(15) $f 4 / f$	-4.06	-4.15	-2.77	-4.00	-3.34	-3.59
(16) $f 2 3 / f$	1.18	1.17	1.15	1.31	1.23	1.18
(17) $f 1 / f 3$	1.36	1.38	1.26	1.28	1.33	1.29

【産業上の利用可能性】

【0137】

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】

【0138】

S T 開口絞り

10

20

30

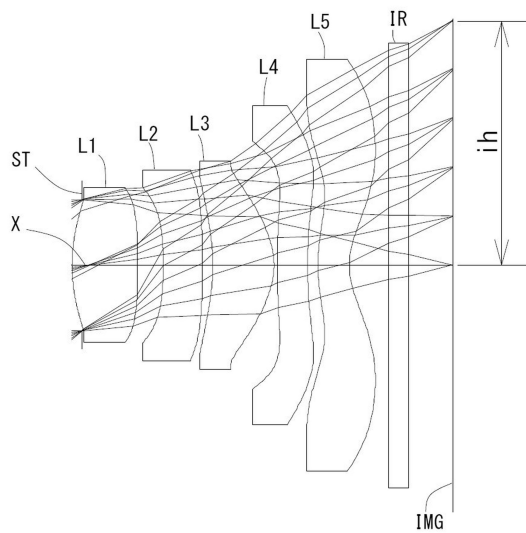
40

50

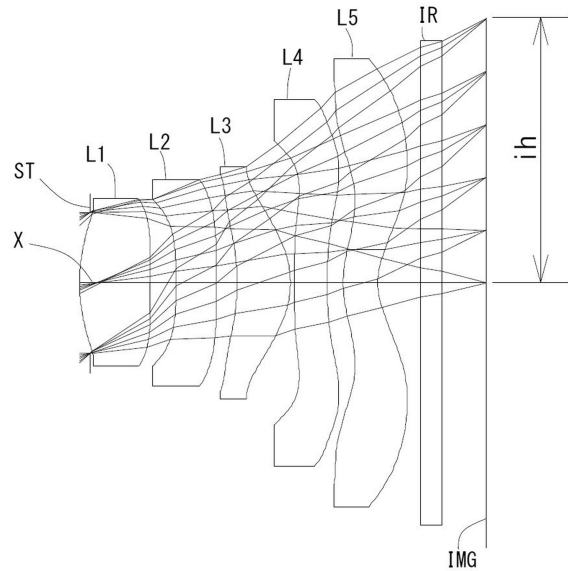
L 1 第 1 レンズ
 L 2 第 2 レンズ
 L 3 第 3 レンズ
 L 4 第 4 レンズ
 L 5 第 5 レンズ
 i h 最大像高
 I R フィルタ
 I M G 撮像面

10

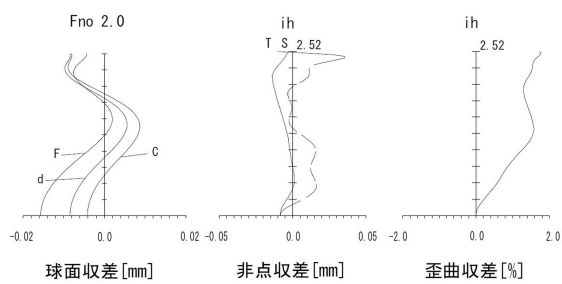
【図 1】



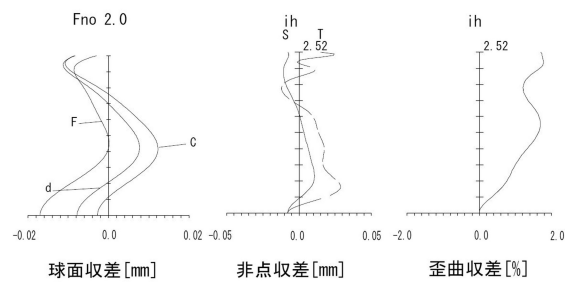
【図 3】



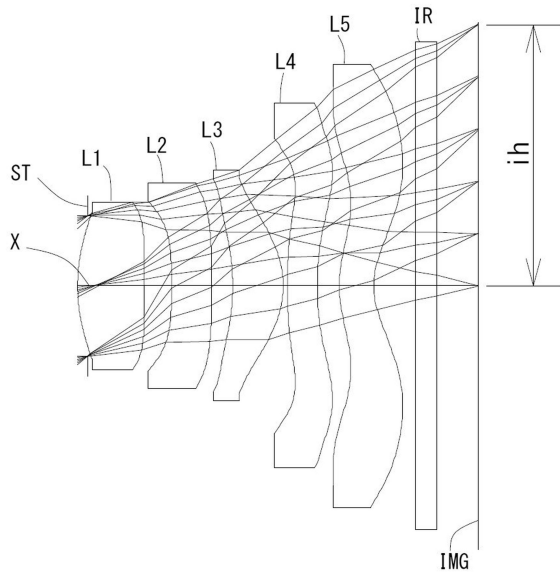
【図 2】



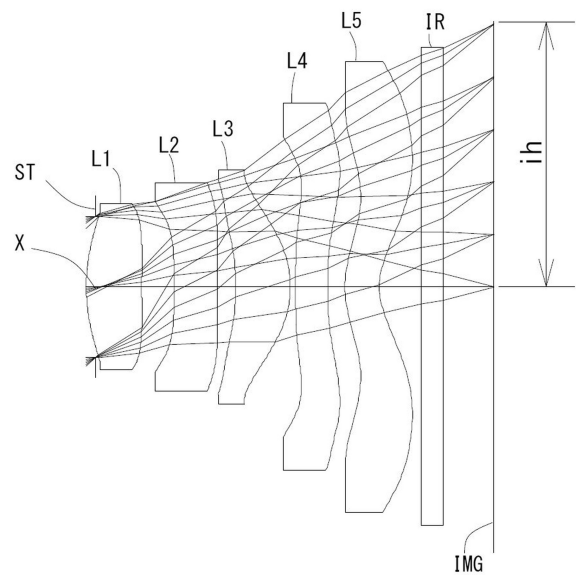
【図 4】



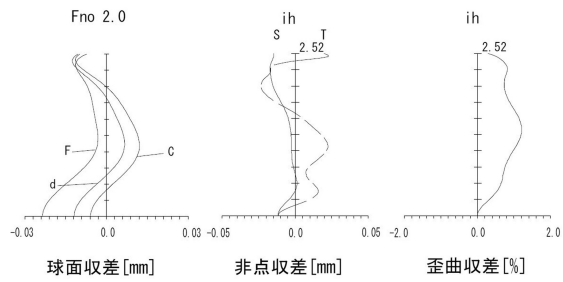
【図 5】



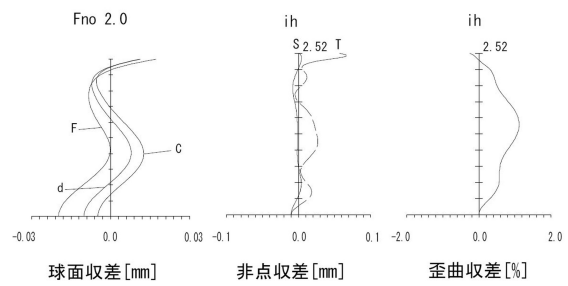
【図 7】



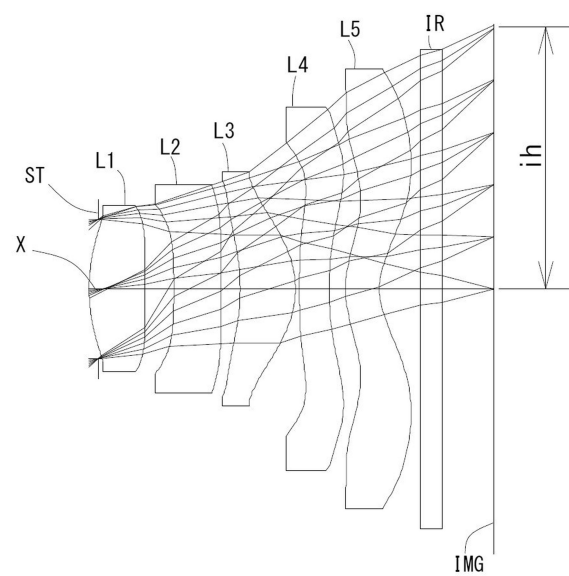
【図 6】



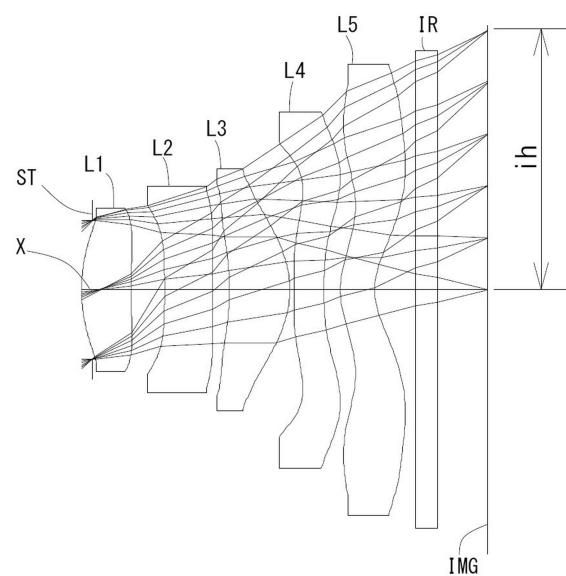
【図 8】



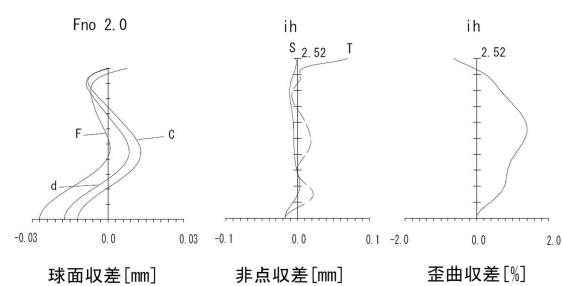
【図 9】



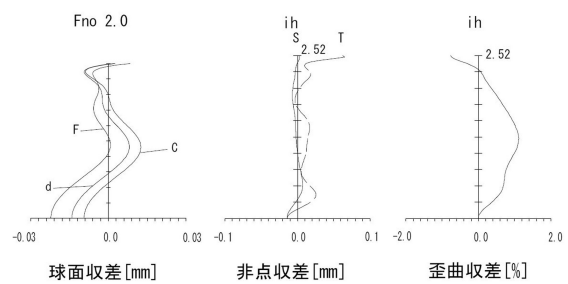
【図 1 1】



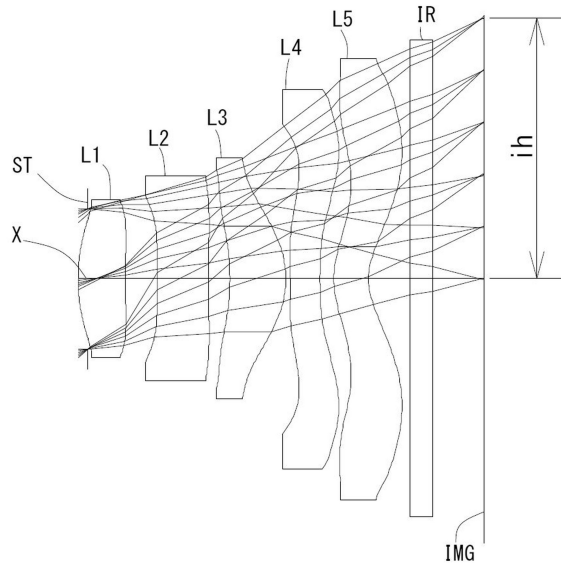
【図 1 0】



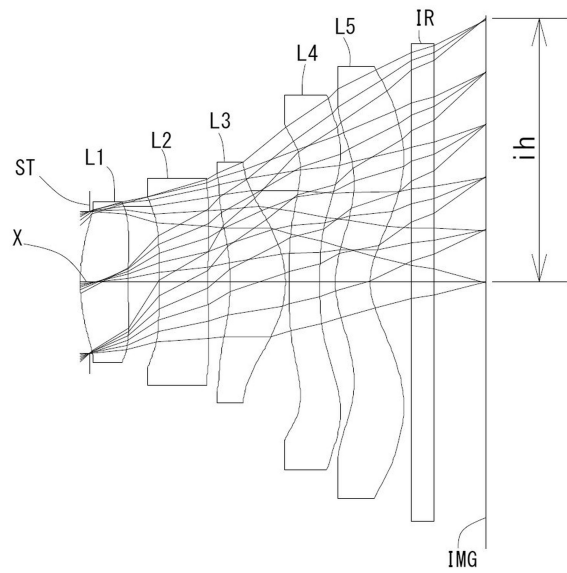
【図 1 2】



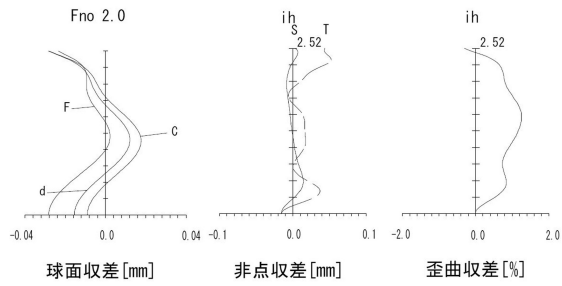
【図 13】



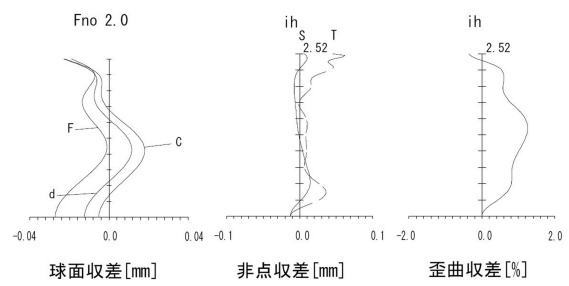
【図 15】



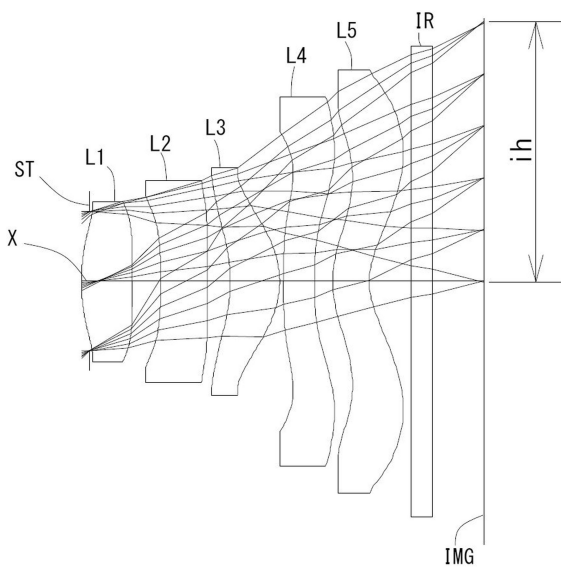
【図 14】



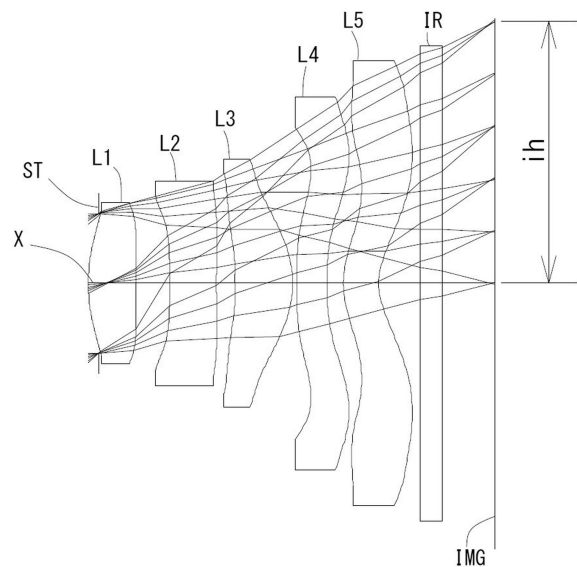
【図 16】



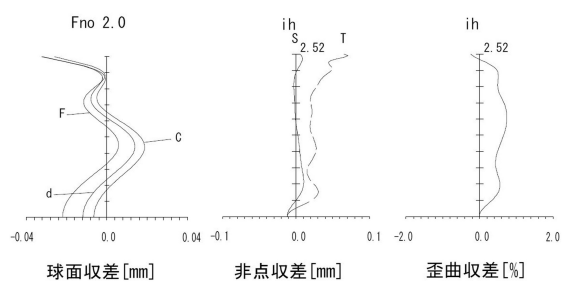
【図 17】



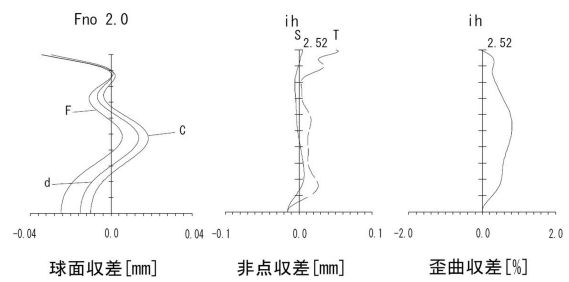
【図 19】



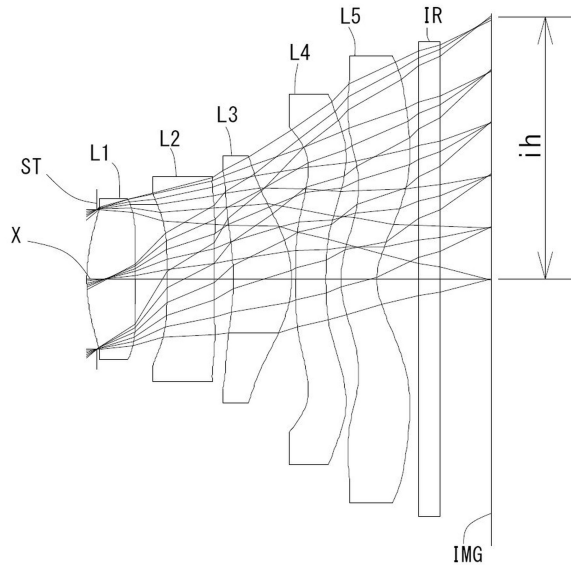
【図 18】



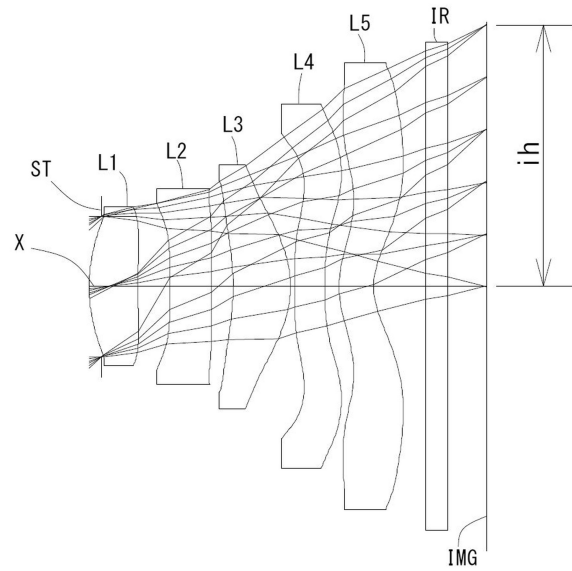
【図 20】



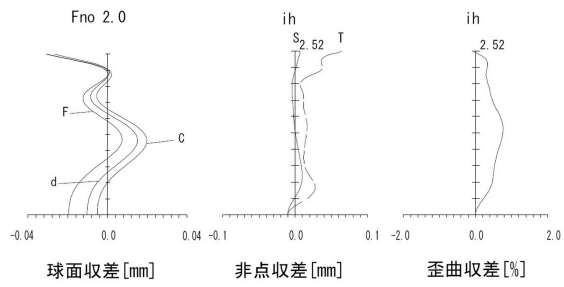
【図 2 1】



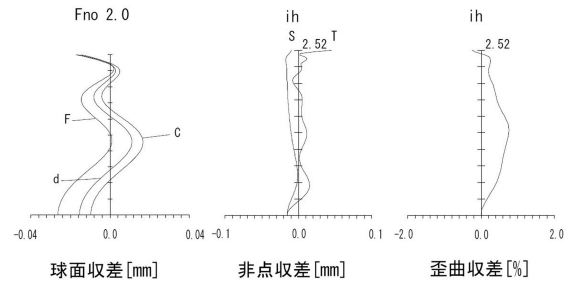
【図 2 3】



【図 2 2】



【図 2 4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2014 - 010331 (JP, A)
特開 2014 - 041388 (JP, A)
特開 2014 - 044443 (JP, A)
米国特許出願公開第 2015 / 0168695 (US, A1)
米国特許出願公開第 2016 / 0274334 (US, A1)
韓国公開特許第 10 - 2013 - 0056698 (KR, 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