

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6529320号
(P6529320)

(45) 発行日 令和1年6月12日(2019.6.12)

(24) 登録日 令和1年5月24日(2019.5.24)

(51) Int.Cl. F 1
G O 2 B 13/00 (2006.01)
G O 2 B 13/18 (2006.01)

G O 2 B 13/00
 G O 2 B 13/18

請求項の数 8 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2015-82714 (P2015-82714)
 (22) 出願日 平成27年4月14日(2015.4.14)
 (65) 公開番号 特開2016-200776 (P2016-200776A)
 (43) 公開日 平成28年12月1日(2016.12.1)
 審査請求日 平成30年3月16日(2018.3.16)

(73) 特許権者 391014055
 カンタツ株式会社
 栃木県矢板市片岡 1 1 5 0 番地 2 3
 (72) 発明者 橋本 雅也
 福島県須賀川市横山町 8 8 番地 カンタツ
 株式会社 須賀川工場内
 (72) 発明者 深谷 尚生
 福島県須賀川市横山町 8 8 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】

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、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、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有する第2レンズと、正又は負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、像側に凹面を向けた負の屈折力を有する両面が非球面の第5レンズとから構成され、以下の条件式(1b)、(2)から(4b)、(5a)、(6b)、(10)、(12a)、(13)および(15)を満足することを特徴とする撮像レンズ。

(1b) $F n o \quad 2.24$ (2) $T T L / 2 i h < 0.9$ (3) $f 45 < 0$ (4b) $0.10 \leq r 5 / r 6 \leq 2.58$ (5a) $0.5 < (r 7 + r 8) / (r 7 - r 8) < 2.0$ (6b) $0.58 \leq (r 9 + r 10) / (r 9 - r 10) \leq 1.50$ (10) $0.08 < T 3 / T T L < 0.16$ (12a) $1.5 < r 3 / r 4 < 3.6$ (13) $2.0 < d 1 - d 2 < 4.0$ (15) $0.70 < i h / f < 1.0$

ただし、

10

20

F n o : F ナンバー

i h : 最大像高

T T L : 光学全長

f 4 5 : 第 4 レンズと第 5 レンズの合成焦点距離

r 5 : 第 3 レンズの物体側の面の曲率半径

r 6 : 第 3 レンズの像側の面の曲率半径

r 7 : 第 4 レンズの物体側の面の曲率半径

r 8 : 第 4 レンズの像側の面の曲率半径

r 9 : 第 5 レンズの物体側の面の曲率半径

r 1 0 : 第 5 レンズの像側の面の曲率半径

10

r 3 : 第 2 レンズの物体側の面の曲率半径

r 4 : 第 2 レンズの像側の面の曲率半径

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

T 3 : 第 3 レンズの像側の面と第 4 レンズの物体側の面との光軸上の距離

T T L : 光学全長

d 1 : 第 1 レンズの d 線に対するアッペ数

d 2 : 第 2 レンズの d 線に対するアッペ数

【請求項 2】

以下の条件式 (7) を満足することを請求項 1 に記載の撮像レンズ。

$$(7) \quad 3 . 0 < | f 3 / f |$$

20

ただし、

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

f 3 : 第 3 レンズの焦点距離

【請求項 3】

以下の条件式 (8) を満足することを請求項 1 に記載の撮像レンズ。

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

ただし、

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

f 4 : 第 4 レンズの焦点距離

【請求項 4】

30

以下の条件式 (9) を満足することを請求項 1 に記載の撮像レンズ。

$$(9) \quad - 1 . 2 < f 5 / f < - 0 . 2$$

ただし、

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

f 5 : 第 5 レンズの焦点距離

【請求項 5】

以下の条件式 (1 1) 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。

$$(1 1) \quad 0 . 5 < f 1 / f < 2 . 0$$

ただし、

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

40

f 1 : 第 1 レンズの焦点距離

【請求項 6】

前記第 4 レンズは像側に凸面を向けた形状であることを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の撮像レンズ。

【請求項 7】

前記第 5 レンズの像側の面の光軸上以外の位置に変極点が形成されていることを特徴とする請求項 1 または 4 に記載の撮像レンズ。

【請求項 8】

以下の条件式 (1 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。

$$(1 4) \quad 5 0 < d 3 < 7 0$$

50

ただし、

d 3 : 第 3 レンズの d 線に対するアッペ数

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、小型の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、低背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 などの情報端末機器等、さらにはカメラ機能が付加された家電製品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。

10

【背景技術】

【0002】

近年、多くの情報端末機器にカメラ機能が搭載されることが一般的となった。また、カメラ付きの家電製品など、利便性に優れた製品が次々と登場しており、このような家電製品や情報端末機器にカメラ機能を融合させた商品の需要は今後もますます高まり、それに伴う製品開発が急速に進むと予想される。

【0003】

また、これらの製品に搭載する撮像レンズは、高画素化に対応した高い解像力を備えることはもちろんのこと、機器の薄型化に十分対応可能な小型、低背であること、明るいレンズ系であることに加えて、広い画角に対応することが強く求められている。

20

【0004】

しかしながら、低背、低 F 値、撮影画角の広角化の要求を全て満足する撮像レンズを実現するには、特に、周辺部における収差補正が困難であり、画面全体にわたって良好な光学性能を確保することに課題があった。

【0005】

従来の技術において、小型で高解像力を備えた撮像レンズとして、例えば、以下の特許文献 1 や特許文献 2 の撮像レンズが知られている。

【0006】

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、物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカス形状の第 2 レンズと、正の屈折力を有する第 3 レンズと、光軸近傍において物体側に凹面を向けた正の屈折力を有するメニスカス形状の第 4 レンズと、光軸近傍において負の屈折力を有し周辺部において正の屈折力を有する第 5 レンズとから構成される撮像レンズが開示されている。

30

【0007】

特許文献 2 には、物体側より順に、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、像側の面が凸形状で正の屈折力を有する第 3 レンズと、像側に凸面を向けたメニスカス形状の第 4 レンズと、中心から周辺部にいくに従い負の屈折力が次第に弱まり周辺部で正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】

40

【0008】

【特許文献 1】特開 2011-257447 号公報

【特許文献 2】特開 2011-141396 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上記特許文献 1 に記載の撮像レンズは、F 1.9 程度と明るく、光学全長と撮像素子の有効撮像面の対角線の長さとの比（以下、全長対角比という）は約 1.0 で、比較的低背でありながら諸収差が良好に補正されている。しかし、撮影画角は約 65° で従来要求されてきたレベルにしか対応できない。F 値と全長対角比を維持したまま、さらなる広角化

50

を実現しようとする、光学系における正の屈折力を相対的に強める必要性から、それぞれのレンズのパワーバランスを取ることが困難になり、軸上色収差や周辺部の諸収差の補正に限界が生じる。

【0010】

上記特許文献2に記載の撮像レンズも、F2.0程度と明るく、全長対角比は1.0程度で、比較的low背でありながら良好な光学性能を確保している。しかし、撮影画角は約60°付近にしか対応できない。特許文献2に記載の撮像レンズにおいても、F値と全長対角比、光学性能を維持したまま、例えば70°を超える画角に対応させることはできない。

【0011】

本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであり、low背、low F値、撮影画角の広角化の要求をバランスよく満足するとともに、諸収差が良好に補正された高解像力を備える小型の撮像レンズを提供することを目的とする。

【0012】

なお、ここでいうlow背とは、光学全長が5mm未満、テレフォトリ比が1.2未満で、全長対角比が0.9よりも小さいレベルを指し、low F値とはF2.4以下の明るさを指し、広角とは全画角で70°以上の範囲を撮影可能なレベルをそれぞれ指している。なお、全長対角比を表す際の、撮像素子の有効撮像面の対角線の長さは、最大画角から入射した光線が撮像面に結像する際の光軸から垂直な高さ、すなわち最大像高の2倍の長さであり、有効撮像円の直径と同じものとして扱う。

【0013】

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、凹面とは近軸（光軸近傍）における形状を指すものと定義し、変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、IRカットフィルタやカバーガラス等の光の発散・収束に関与しない光学素子の厚みを空気換算したときの最も物体側に位置する光学素子の物体側の面から像面までの光軸上の距離として定義する。

【課題を解決するための手段】

【0014】

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、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、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有する第2レンズと、正又は負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、像側に凹面を向けた負の屈折力を有する両面が非球面の第5レンズとから構成され、以下の条件式(1b)、(2)から(4)、(5a)、(6)、(12)および(15)を満足する。

$$(1b) \quad Fno \leq 2.24$$

$$(2) \quad TTL / 2ih < 0.9$$

$$(3) \quad f45 < 0$$

$$(4) \quad 0 < r5 / r6 < 4.0$$

$$(5a) \quad 0.5 < (r7 + r8) / (r7 - r8) < 2.0$$

$$(6) \quad 0.4 < (r9 + r10) / (r9 - r10) < 4.0$$

$$(12) \quad 1.5 < r3 / r4 < 5.0$$

$$(15) \quad 0.70 < ih / f < 1.0$$

ただし、FnoはFナンバー、ihは最大像高、TTLは光学全長、f45は第4レンズと第5レンズの合成焦点距離、r5は第3レンズの物体側の面の曲率半径、r6は第3レンズの像側の面の曲率半径、r7は第4レンズの物体側の面の曲率半径、r8は第4レンズの像側の面の曲率半径、r9は第5レンズの物体側の面の曲率半径、r10は第5レンズの像側の面の曲率半径、r3は第2レンズの物体側の面の曲率半径、r4は第2レンズの像側の面の曲率半径、fは撮像レンズ全系の焦点距離である。

【0015】

本発明の撮像レンズは、物体側から順に、第1レンズと第2レンズと第3レンズとから構成される合成屈折力が正のレンズ群と、第4レンズと第5レンズとから構成される合成屈折力が負のレンズ群とを配置した、いわゆるテレフォトタイプになっている。また、テレフォト比を1.20以下となるよう設定することで光学全長を短く抑え、低背化を図っている。

【0016】

上記構成において、第1レンズと第2レンズと第3レンズとから構成される正レンズ群は、撮像レンズの低背化、広角化、及び色収差の良好な補正を担う。第1レンズは物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズとし、強い正の屈折力によって撮像レンズの低背化と広角化を図る。第2レンズは物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するレンズとし、第1レンズで発生する球面収差および色収差を良好に補正する。第3レンズは撮像レンズを構成するレンズにおいて最も弱い屈折力を有するレンズとし、主に高次の球面収差やコマ収差、非点収差を補正する。

10

【0017】

第4レンズと第5レンズとから構成される負レンズ群は、撮像レンズの低背化、広角化、および諸収差の良好な補正を担う。強い正の屈折力を有する第4レンズは、正の屈折力を第1レンズと適切にバランスさせることで撮像レンズの低背化と広角化を図りながら、非点収差および像面湾曲を良好に補正する。また、第5レンズは、像側の面を凹面とした負の屈折力を有する両面非球面のレンズにすることで、第4レンズで発生した球面収差および色収差の補正と、像面湾曲の補正と、撮像素子への主光線入射角度の制御を効果的に行う。

20

【0018】

条件式(1)は、レンズの明るさを適切に設定するための条件である。条件式(1)の上限値を上回る場合、小型で高画素の撮像素子に対して明るさが不足し、画像の鮮明さが損なわれる恐れがあるため好ましくない。

【0019】

条件式(2)は、全長対角比を規定するものである。条件式(2)の上限値を上回る場合、光学全長が長くなりすぎるため、低背化の要求への対応が困難となる。

【0020】

条件式(3)は、第4レンズと第5レンズの合成屈折力を規定するものであり、第4レンズと第5レンズの合成屈折力が負であることを示している。物体側に配置された3枚で構成される正レンズ群と像側に配置された2枚で構成される負レンズ群とによってテレフォト性を高め、光学全長を好適に短縮できる。

30

【0021】

条件式(4)は、近軸における第3レンズの形状を規定するものであり、非点収差の発生を抑制するための条件である。条件式(4)を満足することにより、第3レンズは光軸近傍においてメニスカス形状となるため、非点収差を好適に補正できる。

【0022】

条件式(5)は、近軸における第4レンズの形状を規定するものであり、撮像レンズの低背化を図りながら諸収差を補正するための条件である。条件式(5)の上限値を上回る場合、第4レンズの像側の面の屈折力が強くなりすぎ、像面湾曲等の高次収差の補正が困難となる。一方、条件式(5)の下限値を下回る場合、第4レンズの像側の面の屈折力が弱くなるため、光学全長の短縮が困難となる。条件式(5)の範囲を満足することによって、第4レンズの像側の面の屈折力が過剰に強くなることを抑えながら、撮像レンズの低背化と、像面湾曲や非点収差等の高次収差の補正を両立できる。

40

【0023】

条件式(6)は、近軸における第5レンズの形状を規定するものであり、諸収差を良好に補正するための条件である。条件式(6)の上限値を上回る場合、第5レンズの像側の面の曲率半径が強くなりすぎ、光線が発散しすぎるため像面湾曲の補正が困難となる。一方、条件式(6)の下限値を下回る場合、第5レンズの物体側の面の屈折力が強くなりす

50

ぎ、球面収差および像面湾曲の補正が困難となる。

【0024】

また、本発明の撮像レンズにおいて、以下の条件式(7)を満足することが望ましい。

$$(7) \quad 3.0 < |f_3 / f|$$

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

【0025】

条件式(7)は、撮像レンズ全系の焦点距離に対する第3レンズの焦点距離の比を適切な範囲に規定するものである。第3レンズの屈折力は撮像レンズを構成する5枚レンズのうち、最も弱い屈折力に設定されており、撮像レンズ全系の屈折力や他のそれぞれのレンズの屈折力への影響を抑えている。これにより、軸上の収差の発生を抑え、像面湾曲や歪曲収差を良好に補正することができる。

10

【0026】

また、本発明の撮像レンズにおいて、以下の条件式(8)を満足することが望ましい。

$$(8) \quad 0.4 < f_4 / f < 1.5$$

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

【0027】

条件式(8)は、撮像レンズ全系の焦点距離に対する第4レンズの焦点距離の比を適切な範囲に規定するものであり、撮像レンズの低背化を図りながら諸収差を良好に補正するための条件である。条件式(8)の上限値を上回る場合、第4レンズの屈折力が弱くなりすぎ、光学全長の短縮が困難となる。一方、条件式(8)の下限値を下回る場合、第4レンズの屈折力が強くなりすぎ、球面収差やコマ収差が増大し、良好な光学性能を得ることが困難となる。

20

【0028】

また、本発明の撮像レンズにおいて、以下の条件式(9)を満足することが望ましい。

$$(9) \quad -1.2 < f_5 / f < -0.2$$

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

【0029】

条件式(9)は、撮像レンズ全系の焦点距離に対する第5レンズの焦点距離の比を適切な範囲に規定するものであり、光学全長を短縮しながら収差を良好に補正するための条件である。条件式(9)の上限値を上回る場合、第5レンズの負の屈折力が強くなりすぎ、周辺部でのコマ収差や歪曲収差、像面湾曲の補正が困難となる。また、バックフォーカスが長くなるため光学全長が長くなる。一方、条件式(9)の下限値を下回る場合、第5レンズの屈折力が弱くなりすぎ、光学全長の短縮には有利だが、第4レンズで発生する球面収差および色収差の補正が困難となる。

30

【0030】

また、本発明の撮像レンズにおいて、以下の条件式(10)を満足することが望ましい。

$$(10) \quad 0.08 < T_3 / TTL < 0.16$$

ただし、 T_3 は第3レンズの像側の面と第4レンズの物体側の面との光軸上の距離、 TTL は光学全長である。

40

【0031】

条件式(10)は、第3レンズと第4レンズの空気間隔を適切な範囲に規定するための条件である。条件式(10)の上限値を上回る場合、第3レンズと第4レンズの空気間隔が広くなりすぎ、光学全長を短く抑えることが困難となる。一方、条件式(10)の下限値を下回る場合、第3レンズと第4レンズの空気間隔が狭くなりすぎるため、これらレンズの形状的自由度に制限がかかり、その結果、収差補正が困難となる。

【0032】

また、本発明の撮像レンズにおいて、以下の条件式(11)を満足することが望ましい。

$$(11) \quad 0.5 < f_1 / f < 2.0$$

50

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

【0033】

条件式 (11) は、撮像レンズ全系の焦点距離に対する第 1 レンズの焦点距離の比を適切な範囲に規定するものであり、球面収差の発生を抑制しながら低背化と広角化を図るための条件である。条件式 (11) の上限値を上回る場合、第 1 レンズの正の屈折力が弱くなりすぎ、球面収差の発生量を抑えるには有効だが、撮像レンズの低背化および広角化が困難になる。一方、条件式 (11) の下限値を下回る場合、第 1 レンズの正の屈折力が強くなりすぎ、撮像レンズの低背化および広角化には有利だが、球面収差が増大する。

【0035】

条件式 (12) は、近軸における第 2 レンズの形状を規定するものであり、諸収差を良好に補正するための条件である。条件式 (12) の範囲内で第 2 レンズの像側の面の屈折力を強くすることで、第 1 レンズで発生する色収差を補正しながら、コマ収差、像面湾曲、非点収差を良好に補正する。

【0036】

また、本発明の撮像レンズにおいて、第 4 レンズは像側に凸面を向けた形状であることが望ましい。

【0037】

第 4 レンズの像側の面を凸面に形成することによって、当該面から射出する光線の射出角を小さくすることができる。これにより、光学全長の短縮化に伴って増大する歪曲収差、倍率色収差および非点収差の補正が容易となり、良好な光学性能を確保できる。

【0038】

また、本発明の撮像レンズにおいて、第 5 レンズの像側の面は、光軸上以外の位置に変極点が形成されていることが望ましい。

【0039】

第 5 レンズの像側の面に、光軸上以外の位置に変極点を形成することにより、歪曲収差および像面湾曲の補正と、撮像素子への主光線入射角度の制御をより効果的に行うことができる。

【0040】

また、本発明の撮像レンズにおいて、以下の条件式 (13) を満足することが望ましい。

$$(13) \quad 2.0 < d_1 - d_2 < 4.0$$

ただし、 d_1 は第 1 レンズの d 線に対するアッペ数、 d_2 は第 2 レンズの d 線に対するアッペ数である。

【0041】

条件式 (13) は、第 1 レンズおよび第 2 レンズの d 線に対するアッペ数の範囲を規定するものであり、色収差を良好に補正するための条件である。条件式 (13) の範囲を満足する材料を採用することで、色収差を良好に補正できる。

【0042】

また、本発明の撮像レンズにおいて、以下の条件式 (14) を満足することが望ましい。

$$(14) \quad 5.0 < d_3 < 7.0$$

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。

【0043】

条件式 (14) は、第 3 レンズの d 線に対するアッペ数の範囲を規定するものである。条件式 (14) の範囲を満足する材料を採用することで、軸上色収差を良好に補正できる。また、レンズ材料のコストを抑えられる。

【0045】

条件式 (15) は、撮影画角の範囲を規定するものである。条件式 (15) の上限値を上回る場合、画角が広くなりすぎて収差を良好に補正できる範囲を超えることにより光学性能の劣化に繋がる。一方、条件式 (15) の下限値を下回る場合、収差補正が容易とな

10

20

30

40

50

るため光学性能の向上には有利だが、広角化への対応が不十分となる。

【発明の効果】

【0046】

本発明により、低背、低F値、撮影画角の広角化の要求をバランスよく満足し、且つ、諸収差が良好に補正された高解像力を備える小型の撮像レンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】実施例1の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図2】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】実施例2の撮像レンズの概略構成を示す図である。

10

【図4】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】実施例3の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図6】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】実施例4の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図8】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】実施例5の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図10】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】実施例6の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図12】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】実施例7の撮像レンズの概略構成を示す図である。

20

【図14】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】実施例8の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図16】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】実施例9の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図18】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。

【発明を実施するための形態】

【0048】

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。

【0049】

図1、図3、図5、図7、図9、図11、図13、図15、および図17はそれぞれ、本実施形態の実施例1から9に係る撮像レンズの概略構成図を示している。いずれも基本的なレンズ構成は同様であるため、ここでは主に実施例1の概略構成図を参照しながら、本実施形態の撮像レンズ構成について説明する。

30

【0050】

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、開口絞りSTと、正の屈折力を有する第1レンズL1と、負の屈折力を有する第2レンズL2と、正の屈折力を有する第3レンズL3と、正の屈折力を有する第4レンズL4と、負の屈折力を有する第5レンズL5とで構成される。

【0051】

また、第5レンズL5と像面IM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。フィルタIRの厚みによって光学系の結像位置は変化するため、本発明における光学全長は、IRカットフィルタやカバーガラス等の光学素子の厚みを空気換算したときの最も物体側に位置する光学素子の物体側の面から像面までの光軸上の距離として定義している。

40

【0052】

上記5枚構成の撮像レンズは、第1レンズL1と第2レンズL2と第3レンズL3とから構成される合成屈折力が正のレンズ群と、第4レンズL4と第5レンズL5とから構成される合成屈折力が負のレンズ群を配置したテレフォトタイプであり、光学全長を短縮する上で有利な構成になっている。

【0053】

50

上記 5 枚構成の撮像レンズにおいて、第 1 レンズ L 1 は物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する両凸レンズである。物体側の面の曲率半径を像側の面の曲率半径よりも小さくした両凸形状とし、両面に正の屈折力を適切に配分することで球面収差の発生を抑えながら、強い正の屈折力で撮像レンズの低背化および広角化を図っている。なお、第 1 レンズ L 1 の像側の面は凹面でもよく、その際の曲率半径の大きさは、屈折力が低下し過ぎず、また球面収差量が増大しない範囲で、物体側の面の曲率半径よりも大きく設定することが望ましい。実施例 4 から実施例 9 は、第 1 レンズ L 1 を物体側に凸面を向けたメニスカス形状とした例である。

【 0 0 5 4 】

第 2 レンズ L 2 は、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するレンズであり、第 1 レンズ L 1 で発生する球面収差および色収差を良好に補正している。

10

【 0 0 5 5 】

第 3 レンズ L 3 は、撮像レンズを構成するレンズにおいて最も弱い屈折力を有するレンズであり、両面に形成した非球面によって、高次の球面収差、コマ収差、非点収差を補正している。また、第 3 レンズ L 3 の形状は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状に形成されており、像側の凹面の発散作用によって、軸上色収差を良好に補正している。なお、第 3 レンズ L 3 の屈折力は、本実施例では弱い正の屈折力に設定されているが、実施例 4 のように弱い負の屈折力であってもよい。また、形状についてもメニスカス形状であればよく、実施例 4 から実施例 9 のように物体側に凹面を向けたメニスカス形状であってもよい。

20

【 0 0 5 6 】

第 4 レンズ L 4 は、像側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカス形状のレンズであり、第 1 レンズ L 1 の屈折力と適切にバランスさせることで撮像レンズの低背化と広角化を図っている。また、物体側の面に、周辺部が物体側に湾曲する非球面を形成しており、非点収差および像面湾曲の良好な補正が図られている。なお、第 4 レンズ L 4 は両凸形状であってもよく、その場合には物体側の面および像側の面に正の屈折力を適切に配分させることにより、製造誤差感度を抑えながら、撮像レンズの低背化、広角化を図ることができる。実施例 4 から実施例 9 は、第 4 レンズ L 4 を両凸形状とした例である。

【 0 0 5 7 】

第 5 レンズ L 5 は、像側に凹面を向けた負の屈折力を有するレンズであり、両面に非球面が形成され、像側の非球面上には光軸 X 上以外の位置に変極点が形成されている。これらの非球面形状によって、第 4 レンズ L 4 で発生する球面収差および色収差、像面湾曲を良好に補正しつつ、撮像素子への主光線入射角度を適切な範囲内となるよう制御している。また、本実施例では、第 5 レンズ L 5 の物体側の面は凹形状になっており、光線の屈折角を小さく抑えながら像面 I M へ導くことで、像面湾曲の補正をより良好なものとしている。なお、第 5 レンズ L 5 の形状は、実施例 5 から実施例 9 のように、像側に凹面を向け、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のレンズであってもよい。

30

【 0 0 5 8 】

また、開口絞り S T は、第 1 レンズ L 1 の物体側の面の面頂と当該面の終端部の間に配置しているため、入射瞳位置が像面 I M から遠ざかり、テレセントリック性の確保が容易になっている。

40

【 0 0 5 9 】

本実施の形態に係る撮像レンズは、全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。また、全てのレンズの両面に適切な非球面を形成しており、諸収差をより好適に補正している。

【 0 0 6 0 】

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、更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良い。

50

【 0 0 6 1 】

本実施形態における撮像レンズは、以下の条件式 (1) から (1 5) 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) $F n o = 2 . 4$
- (2) $T T L / 2 i h < 0 . 9$
- (3) $f 4 5 < 0$
- (4) $0 < r 5 / r 6 < 4 . 0$
- (5) $0 . 5 < (r 7 + r 8) / (r 7 - r 8) < 3 . 0$
- (6) $0 . 4 < (r 9 + r 1 0) / (r 9 - r 1 0) < 4 . 0$
- (7) $3 . 0 < | f 3 / f |$
- (8) $0 . 4 < f 4 / f < 1 . 5$
- (9) $- 1 . 2 < f 5 / f < - 0 . 2$
- (1 0) $0 . 0 8 < T 3 / T T L < 0 . 1 6$
- (1 1) $0 . 5 < f 1 / f < 2 . 0$
- (1 2) $1 . 5 < r 3 / r 4 < 5 0$
- (1 3) $2 0 < d 1 - d 2 < 4 0$
- (1 4) $5 0 < d 3 < 7 0$
- (1 5) $0 . 7 0 < i h / f < 1 . 0$

10

ただし、

$F n o$: F ナンバー

20

$i h$: 最大像高

$T T L$: 光学全長

$r 3$: 第 2 レンズ $L 2$ の物体側の面の曲率半径

$r 4$: 第 2 レンズ $L 2$ の像側の面の曲率半径

$r 5$: 第 3 レンズ $L 3$ の物体側の面の曲率半径

$r 6$: 第 3 レンズ $L 3$ の像側の面の曲率半径

$r 7$: 第 4 レンズ $L 4$ の物体側の面の曲率半径

$r 8$: 第 4 レンズ $L 4$ の像側の面の曲率半径

$r 9$: 第 5 レンズ $L 5$ の物体側の面の曲率半径

$r 1 0$: 第 5 レンズ $L 5$ の像側の面の曲率半径

30

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

$f 3$: 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

$f 4 5$: 第 4 レンズ $L 4$ と第 5 レンズ $L 5$ の合成焦点距離

$T 3$: 第 3 レンズ $L 3$ の像側の面と第 4 レンズ $L 4$ の物体側の面との光軸 X 上の距離

$d 1$: 第 1 レンズ $L 1$ の d 線に対するアッベ数

$d 2$: 第 2 レンズ $L 2$ の d 線に対するアッベ数

$d 3$: 第 3 レンズ $L 3$ の d 線に対するアッベ数

40

【 0 0 6 2 】

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 5 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) $F n o = 2 . 3$
- (2 a) $T T L / 2 i h < 0 . 8 5$
- (3 a) $f 4 5 < 0$
- (4 a) $0 < r 5 / r 6 < 3 . 0$
- (5 a) $0 . 5 < (r 7 + r 8) / (r 7 - r 8) < 2 . 0$
- (6 a) $0 . 4 < (r 9 + r 1 0) / (r 9 - r 1 0) < 3 . 0$
- (7 a) $3 . 5 < | f 3 / f |$

50

- (8 a) $0.4 < f_4 / f < 1.2$
 (9 a) $-1.0 < f_5 / f < -0.3$
 (10 a) $0.08 < T_3 / TTL < 0.14$
 (11 a) $0.5 < f_1 / f < 1.3$
 (12 a) $1.5 < r_3 / r_4 < 3.6$
 (13 a) $2.2 < d_1 - d_2 < 3.7$
 (14 a) $5.2 < d_3 < 6.8$
 (15 a) $0.70 < i_h / f < 0.9$

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 6 3 】

10

さらに、本実施形態における撮像レンズは、以下の条件式 (1 b) から (1 5 b) を満足することにより、特に好ましい効果を奏するものである。

- (1 b) $Fno \geq 2.24$
 (2 b) $TTL / 2i_h \leq 0.83$
 (3 b) $f_{45} < 0$
 (4 b) $0.10 \leq r_5 / r_6 \leq 2.56$
 (5 b) $0.72 \leq (r_7 + r_8) / (r_7 - r_8) \leq 1.42$
 (6 b) $0.58 \leq (r_9 + r_{10}) / (r_9 - r_{10}) \leq 1.50$
 (7 b) $3.97 \leq |f_3 / f|$
 (8 b) $0.63 \leq f_4 / f \leq 1.01$
 (9 b) $-0.71 \leq f_5 / f \leq -0.47$
 (10 b) $0.10 \leq T_3 / TTL \leq 0.13$
 (11 b) $0.62 \leq f_1 / f \leq 0.88$
 (12 b) $2.79 \leq r_3 / r_4 \leq 2.5$
 (13 b) $2.5 \leq d_1 - d_2 \leq 3.5$
 (14 b) $5.4 \leq d_3 \leq 6.5$
 (15 b) $0.71 \leq i_h / f \leq 0.82$

20

ただし、各条件式の符号は前々段落での説明と同様である。

【 0 0 6 4 】

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、円錐係数を k、非球面係数を A₄、A₆、A₈、A₁₀、A₁₂、A₁₄、A₁₆ としたとき数式 1 により表わされる。

30

【 0 0 6 5 】

【 数 1 】

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

40

【 0 0 6 6 】

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、Fno は F ナンバーを、 θ は半画角を、i_h は最大像高をそれぞれ示す。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、 ν_d は d 線に対するアッペ数をそれぞれ示す。なお、非球面に関しては、面番号 i の後に * (アスタリスク) の符号を付加して示す。

【 実施例 1 】

【 0 0 6 7 】

基本的なレンズデータを以下の表 1 に示す。

50

【 0 0 6 8 】

【 表 1 】

数値実施例1

単位mm

f= 3.778

Fno= 2.20

 $\omega(^{\circ})= 37.8$

ih= 2.934

TTL= 4.304

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	-0.205		
2*	1.576	0.612	1.5438	55.57
3*	-6.282	0.023		
4*	74.000	0.280	1.6349	23.97
5*	2.081	0.314		
6*	4.433	0.395	1.5438	55.57
7*	9.390	0.470		
8*	-7.936	0.548	1.5438	55.57
9*	-1.145	0.204		
10*	-5.130	0.445	1.5438	55.57
11*	1.225	0.300		
12	Infinity	0.300	1.5168	64.20
13	Infinity	0.505		
像面	Infinity			

10

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	2	2.382
2	4	-3.377
3	6	15.017
4	8	2.394
5	10	-1.774

テレフォト比

TTL/f= 1.139

30

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A4	-3.332E-03	1.766E-01	1.109E-01	-8.144E-02	-1.407E-01	-9.482E-02
A6	-4.671E-02	-2.547E-01	-3.682E-02	2.735E-01	2.100E-02	-7.109E-02
A8	7.098E-02	5.446E-02	-1.817E-01	-2.854E-01	8.373E-02	8.356E-02
A10	-7.910E-02	1.628E-03	1.461E-01	1.344E-01	-4.031E-02	-4.954E-02
A12	-8.260E-03	0.000E+00	6.796E-03	1.052E-02	1.767E-02	3.807E-02
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	第8面	第9面	第10面	第11面		
k	0.000E+00	-6.728E+00	0.000E+00	-9.707E+00		
A4	9.822E-02	-1.661E-02	-9.314E-02	-1.074E-01		
A6	-8.990E-02	1.861E-01	2.970E-02	4.970E-02		
A8	-7.577E-03	-2.093E-01	-2.216E-03	-2.010E-02		
A10	-1.495E-02	8.111E-02	0.000E+00	4.853E-03		
A12	0.000E+00	-1.110E-02	0.000E+00	-6.433E-04		
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	3.185E-05		
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	8.235E-07		

40

【 0 0 6 9 】

50

実施例 1 の撮像レンズは、表 10 に示すように条件式 (1) から (15) を満たしている。

【 0 0 7 0 】

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、タンジェンシャル像面 T における d 線の収差量をそれぞれ示している (図 4、図 6、図 8、図 10、図 12、図 14、図 16 および図 18 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。

【 実施例 2 】

【 0 0 7 1 】

基本的なレンズデータを以下の表 2 に示す。

【 0 0 7 2 】

【表 2】

数値実施例2

単位mm

f= 3.819

Fno= 2.24

 $\omega(^{\circ})= 37.4$

ih= 2.934

TTL= 4.304

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(絞り)	Infinity	Infinity		
2*	1.570	0.624	1.5438	55.57
3*	-6.260	0.023		
4*	38.416	0.280	1.6349	23.97
5*	2.021	0.303		
6*	5.947	0.373	1.5438	55.57
7*	20.654	0.502		
8*	-7.135	0.491	1.5438	55.57
9*	-1.234	0.243		
10*	-5.266	0.455	1.5438	55.57
11*	1.349	0.300		
12	Infinity	0.300	1.5168	64.20
13	Infinity	0.503		
像面	Infinity			

10

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	2	2.375
2	4	-3.369
3	6	15.222
4	8	2.664
5	10	-1.928

テレフォト比

TTL/f= 1.127

30

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A4	-2.493E-03	1.878E-01	1.185E-01	-7.711E-02	-1.426E-01	-1.072E-01
A6	-4.740E-02	-2.371E-01	-2.976E-02	2.633E-01	1.811E-02	-6.076E-02
A8	8.128E-02	2.181E-02	-2.207E-01	-3.034E-01	9.473E-02	8.592E-02
A10	-7.570E-02	1.638E-02	1.459E-01	1.497E-01	-4.140E-02	-5.935E-02
A12	-8.190E-03	0.000E+00	1.886E-02	9.327E-03	2.412E-02	5.221E-02
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

40

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	0.000E+00	-7.318E+00	0.000E+00	-1.049E+01
A4	1.108E-01	2.440E-03	-7.654E-02	-9.858E-02
A6	-1.083E-01	1.766E-01	2.387E-02	4.532E-02
A8	1.172E-02	-2.099E-01	-1.708E-03	-1.945E-02
A10	-2.310E-02	8.126E-02	0.000E+00	4.904E-03
A12	0.000E+00	-1.093E-02	0.000E+00	-6.545E-04
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	3.058E-05
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	9.824E-07

【 0 0 7 3 】

実施例 2 の撮像レンズは、表 1 0 に示すように条件式 (1) から (1 5) を満たしてい

50

る。

【 0 0 7 4 】

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。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。

【 実施例 3 】

【 0 0 7 5 】

基本的なレンズデータを以下の表 3 に示す。

【 0 0 7 6 】

【表 3】

数値実施例3

単位mm

f= 4.116

Fno= 1.89

 $\omega(^{\circ})= 35.3$

ih= 2.934

TTL= 4.872

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(絞り)	Infinity	Infinity		
2*	1.761	0.672	1.5438	55.57
3*	-23.473	0.072		
4*	12.642	0.264	1.6349	23.97
5*	2.244	0.363		
6*	5.145	0.679	1.5346	56.16
7*	11.921	0.486		
8*	-11.000	0.517	1.5438	55.57
9*	-1.299	0.337		
10*	-5.600	0.416	1.5346	56.16
11*	1.484	0.227		
12	Infinity	0.210	1.5168	64.20
13	Infinity	0.695		
像面	Infinity			

10

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	2	3.041
2	4	-4.339
3	6	16.358
4	8	2.659
5	10	-2.150

テレフォト比

TTL/f= 1.184

30

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	7.054E-01	0.000E+00	0.000E+00	-9.530E+00	1.671E+01	0.000E+00
A4	-8.459E-03	-7.177E-02	-2.307E-01	-1.142E-01	-1.525E-01	-7.901E-02
A6	-1.350E-02	3.202E-01	6.381E-01	3.343E-01	4.911E-02	1.855E-03
A8	-4.763E-03	-6.204E-01	-9.930E-01	-3.530E-01	-5.117E-02	-1.749E-02
A10	-1.297E-03	8.088E-01	1.101E+00	2.676E-01	6.746E-02	1.546E-02
A12	1.951E-02	-6.098E-01	-7.857E-01	-1.589E-01	-2.733E-02	0.000E+00
A14	-1.568E-02	1.774E-01	2.355E-01	5.025E-02	0.000E+00	0.000E+00
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

40

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	0.000E+00	-4.989E+00	0.000E+00	-9.190E+00
A4	2.852E-02	-1.791E-02	-8.610E-02	-7.708E-02
A6	-1.802E-03	5.383E-02	1.479E-02	2.425E-02
A8	-2.316E-02	-2.953E-02	2.929E-03	-6.025E-03
A10	7.417E-03	4.940E-03	-7.563E-04	8.001E-04
A12	-1.358E-03	-2.359E-04	4.008E-05	-5.848E-05
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.362E-06
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【 0 0 7 7 】

実施例 3 の撮像レンズは、表 1 0 に示すように条件式 (1) から (1 5) を満たしてい

50

る。

【 0 0 7 8 】

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。

【 実施例 4 】

【 0 0 7 9 】

基本的なレンズデータを以下の表 4 に示す。

【 0 0 8 0 】

【表 4】

数値実施例4

単位mm

f= 3.996

Fno= 2.06

 $\omega(^{\circ})= 38.8$

ih= 3.261

TTL= 4.431

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	-0.330		
2*	1.389	0.623	1.5438	55.57
3*	4.228	0.045		
4*	16.387	0.210	1.6499	21.53
5*	5.684	0.443		
6*	-29.317	0.269	1.5348	55.66
7*	-300.000	0.553		
8*	30.528	0.579	1.5438	55.57
9*	-1.833	0.291		
10*	-21.203	0.425	1.5348	55.66
11*	1.354	0.300		
12	Infinity	0.210	1.5168	64.20
13	Infinity	0.561		
像面	Infinity			

10

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	2	3.531
2	4	-13.494
3	6	-60.776
4	8	3.200
5	10	-2.364

テレフォト比

TTL/f= 1.109

30

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-1.074E+00	0.000E+00	0.000E+00	-3.597E+00	0.000E+00	0.000E+00
A4	3.669E-02	-2.176E-01	-2.298E-01	-2.663E-02	-2.511E-01	-2.448E-01
A6	8.608E-02	-4.573E-01	-1.711E-01	2.063E-01	-1.408E-01	1.722E-01
A8	-2.121E-01	2.315E+00	2.579E+00	6.038E-01	4.578E-01	-8.510E-01
A10	3.025E-01	-3.884E+00	-5.677E+00	-1.334E+00	-5.571E-01	2.154E+00
A12	-2.132E-01	3.213E+00	6.113E+00	1.755E-01	-1.836E-01	-2.893E+00
A14	1.884E-02	-1.325E+00	-3.259E+00	1.845E+00	8.593E-01	2.012E+00
A16	0.000E+00	2.033E-01	6.814E-01	-1.176E+00	-3.382E-01	-5.385E-01

40

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	3.037E+01	-8.406E+00	0.000E+00	-6.775E+00
A4	1.072E-01	1.704E-01	-5.379E-02	-9.370E-02
A6	-8.508E-02	-7.184E-02	-6.595E-02	3.061E-02
A8	-3.766E-02	-2.608E-02	7.353E-02	-8.226E-03
A10	6.257E-02	2.688E-02	-2.837E-02	1.588E-03
A12	-3.956E-02	-7.899E-03	5.391E-03	-1.780E-04
A14	1.239E-02	9.167E-04	-5.098E-04	8.359E-06
A16	-1.448E-03	-2.685E-05	1.923E-05	-1.446E-08

【 0 0 8 1 】

実施例 4 の撮像レンズは、表 1 0 に示すように条件式 (1) から (1 5) を満たしてい

50

る。

【 0 0 8 2 】

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。

【 実施例 5 】

【 0 0 8 3 】

基本的なレンズデータを以下の表 5 に示す。

【 0 0 8 4 】

【表 5】

数値実施例5

単位mm

f= 4.043

Fno= 2.08

 $\omega(^{\circ})= 38.5$

ih= 3.261

TTL= 4.579

面データ

面番号 i	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッペ数 vd
(物面)	Infinity	Infinity		
1(絞り)	Infinity	-0.295		
2*	1.486	0.600	1.5438	55.57
3*	6.059	0.056		
4*	18.484	0.218	1.6499	21.53
5*	4.892	0.452		
6*	-14.483	0.314	1.5348	55.66
7*	-11.043	0.596		
8*	12.799	0.664	1.5438	55.57
9*	-2.044	0.148		
10*	8.352	0.442	1.5348	55.66
11*	1.084	0.300		
12	Infinity	0.210	1.5168	64.20
13	Infinity	0.657		
像面	Infinity			

10

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	2	3.462
2	4	-10.302
3	6	84.264
4	8	3.293
5	10	-2.380

テレフォト比

TTL/f= 1.133

30

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-1.344E+00	0.000E+00	0.000E+00	-2.670E+01	0.000E+00	0.000E+00
A4	4.030E-02	-2.313E-01	-2.629E-01	-4.550E-02	-2.439E-01	-2.094E-01
A6	4.273E-02	5.078E-02	3.760E-01	4.477E-01	1.796E-01	9.685E-02
A8	-8.874E-02	6.704E-01	3.821E-01	-9.168E-01	-1.084E+00	-5.197E-01
A10	7.367E-02	-1.422E+00	-1.310E+00	2.842E+00	3.617E+00	1.362E+00
A12	-3.360E-02	1.213E+00	1.168E+00	-5.924E+00	-6.383E+00	-1.793E+00
A14	-2.225E-02	-4.396E-01	-2.053E-01	6.420E+00	5.705E+00	1.193E+00
A16	0.000E+00	2.752E-02	-1.317E-01	-2.649E+00	-1.914E+00	-2.956E-01

40

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	3.037E+01	-1.077E+01	0.000E+00	-6.378E+00
A4	1.193E-01	3.171E-01	-7.693E-02	-9.603E-02
A6	-1.733E-01	-3.293E-01	-4.885E-02	3.270E-02
A8	6.656E-02	1.824E-01	4.331E-02	-9.903E-03
A10	7.410E-03	-6.522E-02	-1.259E-02	2.045E-03
A12	-2.235E-02	1.436E-02	1.804E-03	-2.340E-04
A14	8.810E-03	-1.724E-03	-1.275E-04	1.155E-05
A16	-1.073E-03	8.529E-05	3.463E-06	-7.844E-08

【 0 0 8 5 】

実施例 5 の撮像レンズは、表 1 0 に示すように条件式 (1) から (1 5) を満たしてい

50

る。

【 0 0 8 6 】

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。

【 実施例 6 】

【 0 0 8 7 】

基本的なレンズデータを以下の表 6 に示す。

【 0 0 8 8 】

【表 6】

数値実施例6

単位mm

f= 4.020

Fno= 2.09

 $\omega(^{\circ})= 38.5$

ih= 3.261

TTL= 4.568

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	-0.297		
2*	1.479	0.598	1.5438	55.57
3*	6.925	0.051		
4*	13.999	0.235	1.6391	23.25
5*	3.987	0.429		
6*	-27.561	0.310	1.5348	55.66
7*	-15.424	0.591		
8*	20.185	0.676	1.5438	55.57
9*	-1.987	0.105		
10*	6.632	0.491	1.5348	55.66
11*	1.061	0.500		
12	Infinity	0.210	1.5168	64.20
13	Infinity	0.460		
像面	Infinity			

10

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	2	3.329
2	4	-8.805
3	6	64.911
4	8	3.362
5	10	-2.435

テレフォト比

TTL/f= 1.136

30

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-1.285E+00	0.000E+00	0.000E+00	-8.315E+00	0.000E+00	0.000E+00
A4	4.054E-02	-2.243E-01	-2.605E-01	-4.713E-02	-2.380E-01	-2.040E-01
A6	3.976E-02	6.678E-02	3.780E-01	4.073E-01	1.642E-01	9.471E-02
A8	-9.090E-02	6.807E-01	3.805E-01	-8.723E-01	-1.063E+00	-5.197E-01
A10	8.105E-02	-1.444E+00	-1.298E+00	2.862E+00	3.633E+00	1.362E+00
A12	-3.128E-02	1.188E+00	1.152E+00	-5.963E+00	-6.408E+00	-1.788E+00
A14	-2.739E-02	-4.297E-01	-2.754E-01	6.385E+00	5.683E+00	1.193E+00
A16	0.000E+00	4.058E-02	-6.600E-02	-2.619E+00	-1.894E+00	-2.998E-01

40

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	3.642E+01	-1.003E+01	0.000E+00	-6.308E+00
A4	1.268E-01	3.179E-01	-7.767E-02	-9.351E-02
A6	-1.755E-01	-3.311E-01	-4.952E-02	3.193E-02
A8	6.600E-02	1.830E-01	4.322E-02	-9.814E-03
A10	7.642E-03	-6.521E-02	-1.258E-02	2.044E-03
A12	-2.219E-02	1.434E-02	1.808E-03	-2.345E-04
A14	8.836E-03	-1.727E-03	-1.274E-04	1.156E-05
A16	-1.092E-03	8.621E-05	3.393E-06	-8.227E-08

【 0 0 8 9 】

実施例 6 の撮像レンズは、表 10 に示すように条件式 (1) から (1 5) を満たしてい

50

る。

【 0 0 9 0 】

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。

【 実施例 7 】

【 0 0 9 1 】

基本的なレンズデータを以下の表 7 に示す。

【 0 0 9 2 】

【表 7】

数値実施例7

単位mm

f= 4.015

Fno= 2.09

 $\omega(^{\circ})= 38.5$

ih= 3.261

TTL= 4.564

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 (絞り)	Infinity	Infinity		
2*	1.452	0.607	1.5438	55.57
3*	6.566	0.050		
4*	13.775	0.235	1.6391	23.25
5*	3.959	0.407		
6*	-49.023	0.305	1.5348	55.66
7*	-21.904	0.560		
8*	70.555	0.652	1.5438	55.57
9*	-2.233	0.075		
10*	5.936	0.590	1.5348	55.66
11*	1.176	0.500		
12	Infinity	0.210	1.5168	64.20
13	Infinity	0.463		
像面	Infinity			

10

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	2	3.292
2	4	-8.776
3	6	73.749
4	8	3.992
5	10	-2.865

テレフォト比

TTL/f= 1.137

30

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-1.249E+00	0.000E+00	0.000E+00	-7.564E+00	0.000E+00	0.000E+00
A4	4.231E-02	-2.284E-01	-2.614E-01	-4.462E-02	-2.381E-01	-2.000E-01
A6	3.863E-02	8.173E-02	3.963E-01	4.093E-01	1.645E-01	8.782E-02
A8	-8.581E-02	6.825E-01	3.717E-01	-8.499E-01	-1.075E+00	-5.079E-01
A10	8.593E-02	-1.465E+00	-1.309E+00	2.844E+00	3.678E+00	1.357E+00
A12	-4.355E-02	1.174E+00	1.151E+00	-5.997E+00	-6.391E+00	-1.787E+00
A14	-2.169E-02	-4.016E-01	-2.889E-01	6.432E+00	5.540E+00	1.198E+00
A16	0.000E+00	3.596E-02	-4.053E-02	-2.624E+00	-1.804E+00	-3.057E-01

40

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-7.902E+01	-7.175E+00	0.000E+00	-6.465E+00
A4	1.344E-01	3.241E-01	-7.699E-02	-8.796E-02
A6	-1.837E-01	-3.337E-01	-4.928E-02	3.043E-02
A8	6.909E-02	1.834E-01	4.321E-02	-9.774E-03
A10	6.828E-03	-6.513E-02	-1.258E-02	2.054E-03
A12	-2.225E-02	1.433E-02	1.807E-03	-2.336E-04
A14	8.952E-03	-1.731E-03	-1.275E-04	1.158E-05
A16	-1.105E-03	8.645E-05	3.433E-06	-9.435E-08

【 0 0 9 3 】

実施例 7 の撮像レンズは、表 1 0 に示すように条件式 (1) から (1 5) を満たしてい

50

る。

【 0 0 9 4 】

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。

【 実施例 8 】

【 0 0 9 5 】

基本的なレンズデータを以下の表 8 に示す。

【 0 0 9 6 】

【表 8】

数値実施例8

単位mm

f= 4.008

Fno= 2.09

 $\omega(^{\circ})= 38.5$

ih= 3.261

TTL= 4.561

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(絞り)	Infinity	Infinity		
2*	1.456	0.601	1.5438	55.57
3*	6.812	0.048		
4*	14.147	0.235	1.6391	23.25
5*	3.912	0.409		
6*	-45.331	0.311	1.5348	55.66
7*	-17.673	0.574		
8*	65.750	0.646	1.5438	55.57
9*	-2.260	0.077		
10*	5.890	0.581	1.5348	55.66
11*	1.174	0.500		
12	Infinity	0.210	1.5168	64.20
13	Infinity	0.463		
像面	Infinity			

10

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	2	3.277
2	4	-8.536
3	6	53.951
4	8	4.031
5	10	-2.864

テレフオート比

TTL/f= 1.138

30

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-1.231E+00	0.000E+00	0.000E+00	-7.719E+00	0.000E+00	0.000E+00
A4	4.261E-02	-2.261E-01	-2.641E-01	-4.622E-02	-2.387E-01	-1.995E-01
A6	3.884E-02	8.193E-02	3.966E-01	3.997E-01	1.647E-01	8.611E-02
A8	-8.635E-02	6.852E-01	3.687E-01	-8.490E-01	-1.077E+00	-5.096E-01
A10	8.711E-02	-1.462E+00	-1.308E+00	2.852E+00	3.646E+00	1.354E+00
A12	-4.133E-02	1.177E+00	1.161E+00	-6.002E+00	-6.366E+00	-1.788E+00
A14	-2.312E-02	-4.011E-01	-2.777E-01	6.420E+00	5.553E+00	1.200E+00
A16	0.000E+00	3.044E-02	-6.036E-02	-2.604E+00	-1.805E+00	-3.034E-01

40

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-9.900E+01	-7.703E+00	0.000E+00	-6.449E+00
A4	1.325E-01	3.234E-01	-7.733E-02	-8.862E-02
A6	-1.836E-01	-3.341E-01	-4.928E-02	3.034E-02
A8	6.895E-02	1.835E-01	4.321E-02	-9.764E-03
A10	6.501E-03	-6.512E-02	-1.258E-02	2.056E-03
A12	-2.234E-02	1.433E-02	1.807E-03	-2.335E-04
A14	8.963E-03	-1.732E-03	-1.275E-04	1.158E-05
A16	-1.082E-03	8.641E-05	3.435E-06	-9.661E-08

【 0 0 9 7 】

実施例 8 の撮像レンズは、表 10 に示すように条件式 (1) から (1 5) を満たしてい

50

る。

【 0 0 9 8 】

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。

【 実施例 9 】

【 0 0 9 9 】

基本的なレンズデータを以下の表 9 に示す。

【 0 1 0 0 】

【表 9】

数値実施例9

単位mm

f= 4.030

Fno= 2.09

 $\omega(^{\circ})= 38.4$

ih= 3.261

TTL= 4.575

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッペ数 vd
1 (絞り)	Infinity	Infinity		
2*	1.454	0.599	1.5438	55.57
3*	6.011	0.052		
4*	11.135	0.235	1.6503	21.54
5*	3.984	0.413		
6*	-28.836	0.310	1.5348	55.66
7*	-18.091	0.557		
8*	45.466	0.659	1.5438	55.57
9*	-2.257	0.081		
10*	6.204	0.580	1.5348	55.66
11*	1.184	0.500		
12	Infinity	0.210	1.5168	64.20
13	Infinity	0.465		
像面	Infinity			

10

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	2	3.372
2	4	-9.665
3	6	89.872
4	8	3.974
5	10	-2.852

テレフォト比

TTL/f= 1.135

30

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-1.221E+00	0.000E+00	0.000E+00	-1.114E+01	0.000E+00	0.000E+00
A4	4.285E-02	-2.288E-01	-2.664E-01	-4.846E-02	-2.365E-01	-1.999E-01
A6	3.676E-02	7.823E-02	3.906E-01	4.099E-01	1.547E-01	8.300E-02
A8	-8.529E-02	6.788E-01	3.689E-01	-8.519E-01	-1.070E+00	-5.070E-01
A10	8.817E-02	-1.461E+00	-1.301E+00	2.844E+00	3.659E+00	1.354E+00
A12	-4.213E-02	1.188E+00	1.169E+00	-5.992E+00	-6.371E+00	-1.789E+00
A14	-2.306E-02	-3.894E-01	-2.729E-01	6.434E+00	5.532E+00	1.201E+00
A16	0.000E+00	1.377E-02	-7.337E-02	-2.616E+00	-1.790E+00	-3.049E-01

40

	第8面	第9面	第10面	第11面
k	9.900E+01	-7.086E+00	0.000E+00	-6.504E+00
A4	1.309E-01	3.258E-01	-7.647E-02	-8.871E-02
A6	-1.855E-01	-3.346E-01	-4.924E-02	3.026E-02
A8	7.032E-02	1.834E-01	4.319E-02	-9.753E-03
A10	6.241E-03	-6.511E-02	-1.258E-02	2.056E-03
A12	-2.256E-02	1.433E-02	1.806E-03	-2.336E-04
A14	8.945E-03	-1.731E-03	-1.275E-04	1.156E-05
A16	-1.048E-03	8.623E-05	3.445E-06	-1.005E-07

【 0 1 0 1 】

実施例 9 の撮像レンズは、表 10 に示すように条件式 (1) から (1 5) を満たしてい

50

る。

【 0 1 0 2 】

図 1 8 は実施例 9 の撮像レンズについて、球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、歪曲収差 (%) を示したものである。図 1 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 0 3 】

以上、説明したように、本発明の実施形態に係る撮像レンズは、光学全長が 5 mm 未満、テレフォト比 (TTL/f) が 1.2 未満で、全長対角比が 0.9 未満の低背化と、 $F2.4$ 以下の明るさを達成し、さらに 70° から 78° の広い範囲の撮影を可能としながらも、諸収差が良好に補正された高解像力を備える小型の光学系を実現する。

10

【 0 1 0 4 】

表 1 0 に実施例 1 から 9 に係る条件式 (1) から (15) の値を示す。

【 0 1 0 5 】

【表 1 0】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9
条件式(1) Fno	2.20	2.24	1.89	2.06	2.08	2.09	2.09	2.09	2.09
条件式(2) $TTL/2ih$	0.73	0.73	0.83	0.68	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
条件式(3) $f45$	<u>-17.24</u>	<u>-15.61</u>	<u>-894.56</u>	<u>-28.53</u>	<u>-21.37</u>	<u>-21.04</u>	<u>-21.24</u>	<u>-19.85</u>	<u>-21.20</u>
条件式(4) $r5/r6$	0.47	0.29	0.43	0.10	1.31	1.79	2.24	2.56	1.59
条件式(5) $(r7+r8)/(r7-r8)$	1.34	1.42	1.27	0.89	0.72	0.82	0.94	0.93	0.91
条件式(6) $(r9+r10)/(r9-r10)$	0.61	0.59	0.58	0.88	1.30	1.38	1.49	1.50	1.47
条件式(7) $ f3/f $	3.98	3.99	3.97	15.21	20.84	16.15	18.37	13.46	22.30
条件式(8) $f4/f$	0.63	0.70	0.65	0.80	0.81	0.84	0.99	1.01	0.99
条件式(9) $f5/f$	-0.47	-0.50	-0.52	-0.59	-0.59	-0.61	-0.71	-0.71	-0.71
条件式(10) $T3/TTL$	0.11	0.12	0.10	0.12	0.13	0.13	0.12	0.13	0.12
条件式(11) $f1/f$	0.63	0.62	0.74	0.88	0.86	0.83	0.82	0.82	0.84
条件式(12) $r3/r4$	35.56	19.01	5.63	2.88	3.78	3.51	3.48	3.62	2.79
条件式(13) $vd1-vd2$	31.60	31.60	31.60	34.04	34.04	32.32	32.32	32.32	34.03
条件式(14) $vd3$	55.57	55.57	56.16	55.66	55.66	55.66	55.66	55.66	55.66
条件式(15) ih/f	0.78	0.77	0.71	0.82	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81

20

30

【産業上の利用可能性】

40

【 0 1 0 6 】

本発明に係る 5 枚構成の撮像レンズによれば、小型化、低背化が進むスマートフォンや携帯端末機器等、ゲーム機や PC などの情報端末機器等、さらにはカメラ機能が付加された家電製品等に搭載される撮像装置へ適用した場合、当該カメラの低背化、低 F 値化、広角化と高性能化を図ることができる。

【符号の説明】

【 0 1 0 7 】

S T 開口絞り

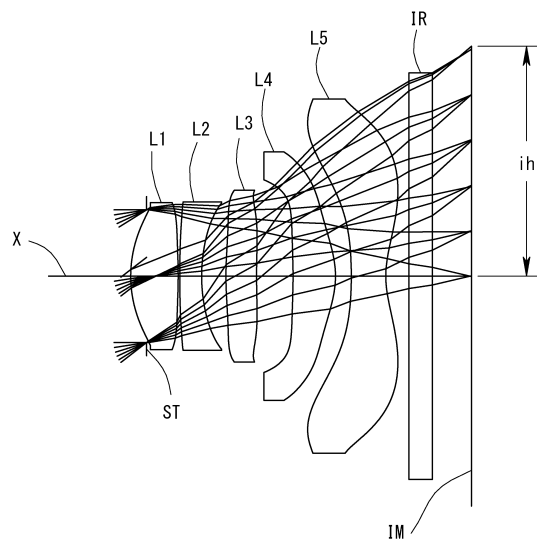
L 1 第 1 レンズ

L 2 第 2 レンズ

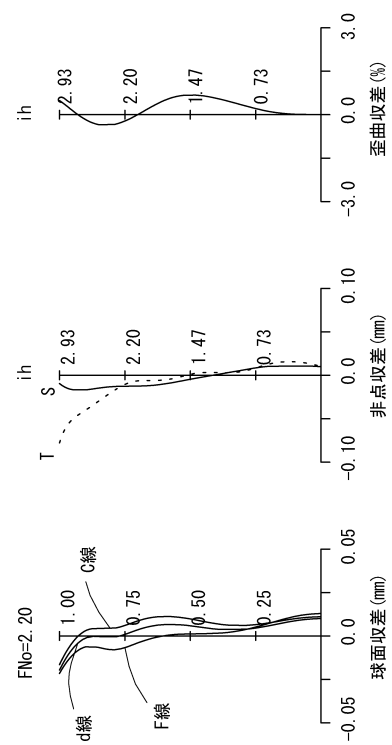
50

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

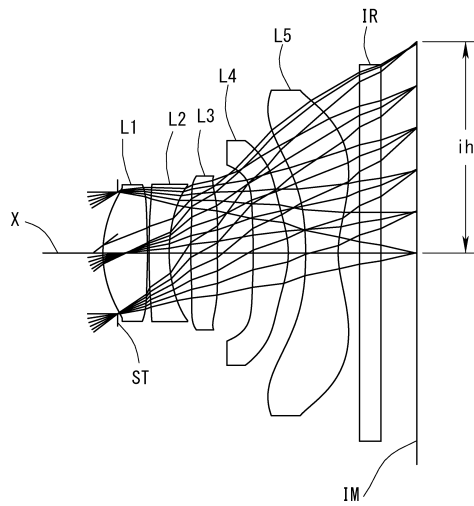
【図 1】



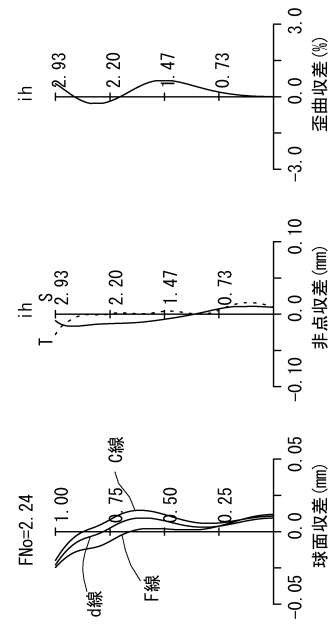
【図 2】



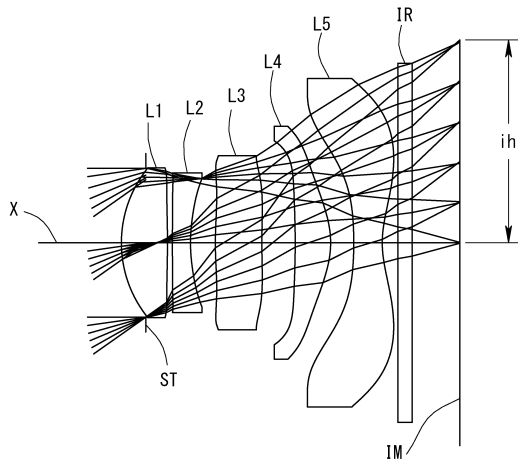
【図 3】



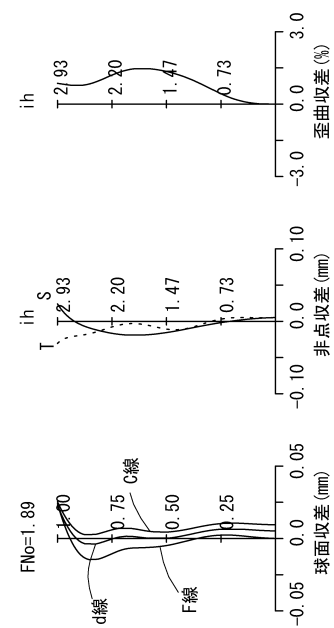
【図 4】



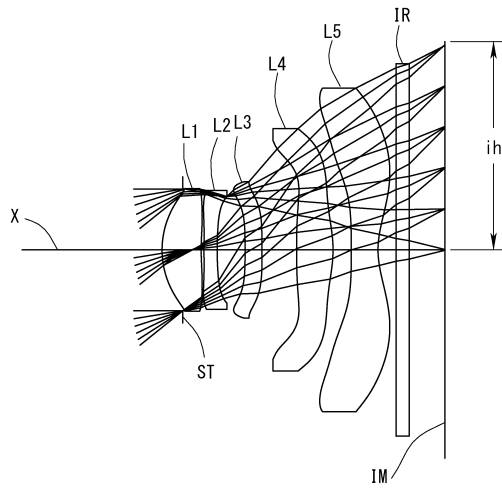
【図 5】



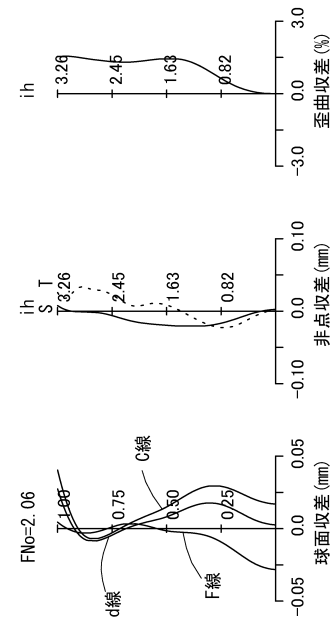
【図 6】



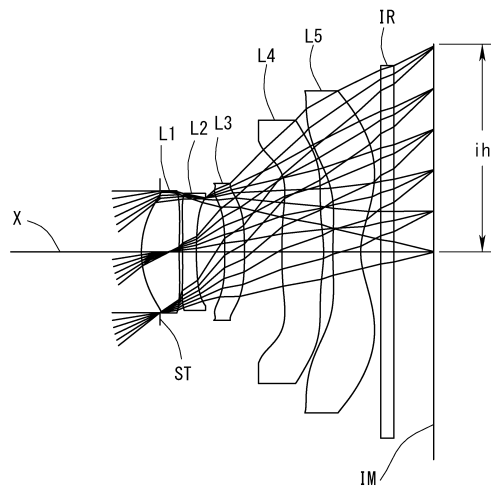
【図 7】



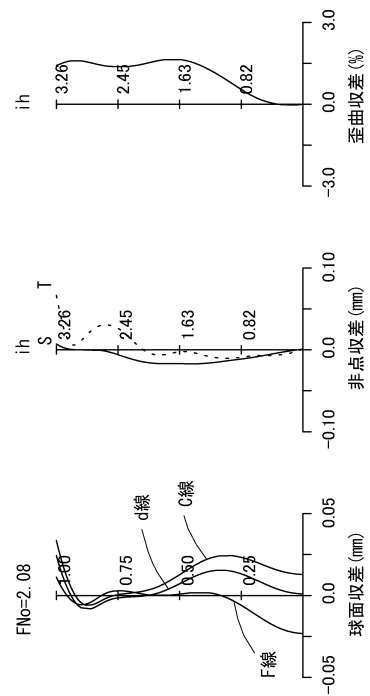
【図 8】



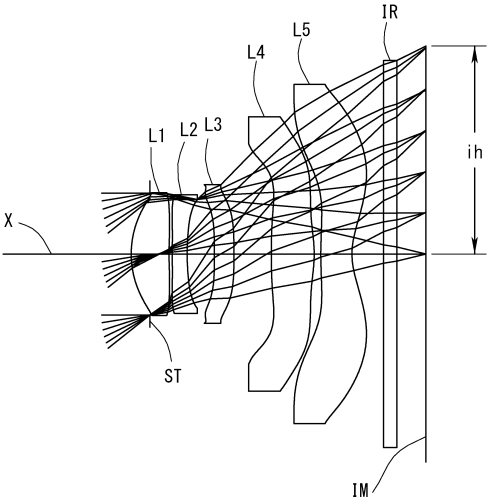
【図 9】



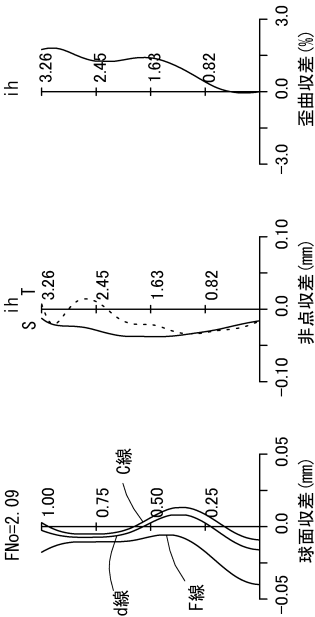
【図 10】



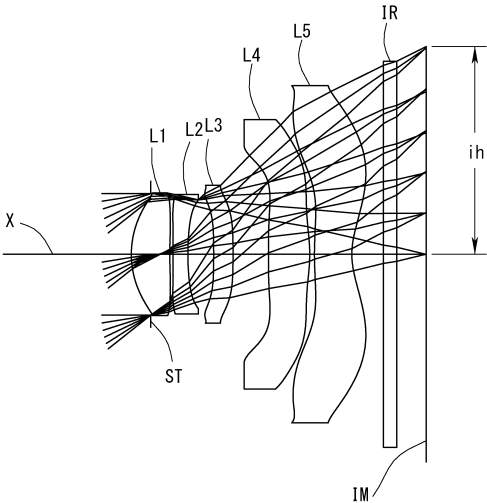
【図 1 1】



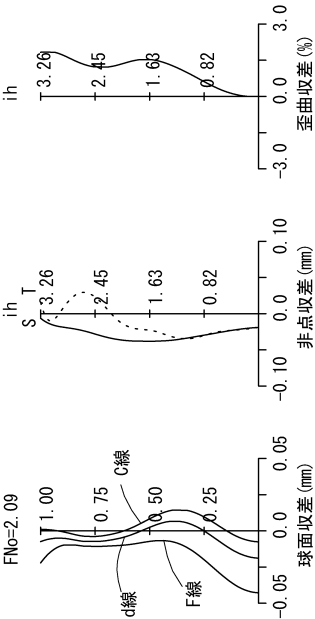
【図 1 2】



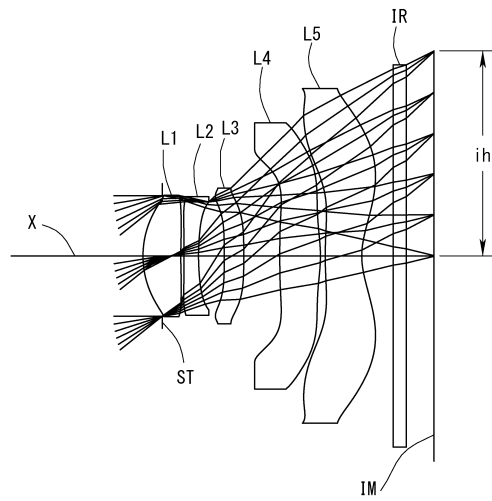
【図 1 3】



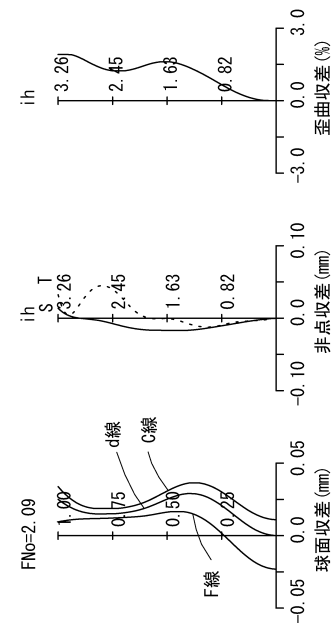
【図 1 4】



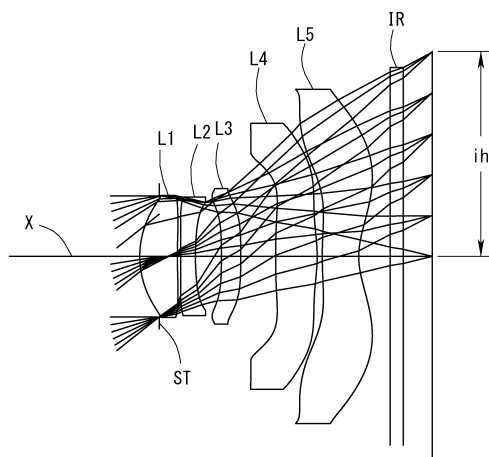
【図 15】



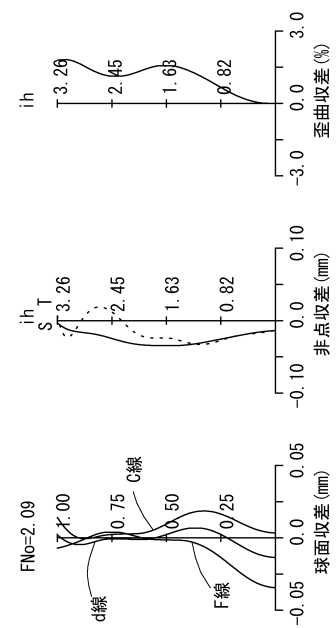
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2013/031122(WO,A1)
特開2014-153575(JP,A)
国際公開第2015/041123(WO,A1)
国際公開第2014/132796(WO,A1)
特開2010-262270(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0258164(US,A1)
米国特許出願公開第2013/0057966(US,A1)
特開2014-081626(JP,A)
国際公開第2010/024198(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08
G02B21/02 - 21/04
G02B25/00 - 25/04