

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6403711号

(P6403711)

(45) 発行日 平成30年10月10日(2018.10.10)

(24) 登録日 平成30年9月21日(2018.9.21)

(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 18 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2016-74946 (P2016-74946)
 (22) 出願日 平成28年4月4日(2016.4.4)
 (65) 公開番号 特開2017-187565 (P2017-187565A)
 (43) 公開日 平成29年10月12日(2017.10.12)
 審査請求日 平成30年3月13日(2018.3.13)

早期審査対象出願

(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 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
 (72) 発明者 鎌田 健一
 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 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メニスカス形状で正の屈折力を有する第1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2レンズと、光軸近傍で像側に凹面を向けた両面が非球面で正の屈折力を有する第3レンズと、光軸近傍で物体側に凹面を向けたメニスカス形状で正の屈折力を有する第4レンズと、両面が非球面の第5レンズと、光軸近傍で像側に凹面を向けたメニスカス形状で両面が非球面で負の屈折力を有する第6レンズとから構成され、以下の条件式(1)、(2)、(7)、(11)および(17)を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$(1) \quad 0.6 < d/f < 1.0$$

$$(2) \quad 0.5 < (T1/f) * 100 < 2.0$$

$$(7) \quad 2.0 < (T5/f) * 100 < 8.0$$

$$(11) \quad 0.5 < f4/f < 1.0$$

$$(17) \quad 3.0 < |d3 - d4|$$

ただし、

d：第1レンズの物体側の面から第6レンズの像側の面までの光軸上の距離

f：全系の焦点距離

T1：前記第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

T5：第5レンズの像側の面から前記第6レンズの物体側の面までの光軸上の距離

f4：第4レンズの焦点距離

d 3 : 第 3 レンズの d 線に対するアッペ数

d 4 : 第 4 レンズの d 線に対するアッペ数

【請求項 2】

以下の条件式 (3) 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。

$$(3) \quad 0.5 < r_4 / f < 1.5$$

ただし、

r_4 : 第 2 レンズの像側の面の曲率半径

【請求項 3】

前記第 3 レンズは光軸近傍で物体側に凸面を向けたメニスカス形状であることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像レンズ。

10

【請求項 4】

前記第 5 レンズは、光軸近傍で物体側の面および像側の面がともに平面であ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 5】

前記第 2 レンズは、d 線における屈折率が 1.64 より大きくかつ 1.70 より小さいことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像レンズ。

【請求項 6】

前記第 3 レンズ、前記第 4 レンズおよび前記第 5 レンズのうち、少なくとも 1 つのレンズは d 線における屈折率が 1.64 よりも大きくかつ 1.70 よりも小さいことを特徴とする請求項 5 に記載の撮像レンズ。

20

【請求項 7】

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。

$$(4) \quad TTL / 2ih = 0.8$$

ただし、

TTL : 第 1 レンズの物体側の面から撮像面までの光軸上の距離

ih : 最大像高

【請求項 8】

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

$$(5) \quad 0.4 < T_2 / T_3 < 1.5$$

ただし、

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

T_3 : 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

30

【請求項 9】

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。

$$(6) \quad 0.2 < (T_4 / f) * 100 < 4.0$$

ただし、

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

【請求項 10】

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。

$$(8) \quad -0.7 < f_1 / f_2 < -0.15$$

ただし、

f_1 : 第 1 レンズの焦点距離

f_2 : 第 2 レンズの焦点距離

40

【請求項 11】

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。

$$(9) \quad -4.5 < f_2 / f < -1.2$$

f_2 : 第 2 レンズの焦点距離

【請求項 12】

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。

$$(10) \quad 3.0 < f_3 / f$$

50

ただし、

f_3 : 第 3 レンズの焦点距離

【請求項 13】

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。

$$(12) \quad -2.5 < f_6 / f < -0.5$$

ただし、

f_6 : 第 6 レンズの焦点距離

【請求項 14】

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。

$$(13) \quad 0.07 < r_1 / r_2 < 0.35$$

10

ただし、

r_1 : 第 1 レンズの物体側の面の曲率半径

r_2 : 第 1 レンズの像側の面の曲率半径

【請求項 15】

以下の条件式 (14) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像レンズ。

$$(14) \quad 0.8 < r_7 / r_8 < 3.5$$

ただし、

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

【請求項 16】

以下の条件式 (15) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像レンズ。

$$(15) \quad 1.5 < r_{11} / r_{12} < 4.0$$

ただし、

r_{11} : 第 6 レンズの物体側の面の曲率半径

r_{12} : 第 6 レンズの像側の面の曲率半径

【請求項 17】

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

$$(16) \quad 30 < d_1 - d_2$$

ただし、

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 18】

以下の条件式 (18) 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。

$$(18) \quad 0.4 < |r_7| / f < 1.5$$

ただし、

r_7 : 第 4 レンズの物体側の面の曲率半径

【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、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や自動車等に搭載される撮像装置に内蔵する撮像レンズに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、多くの情報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。

40

50

【 0 0 0 3 】

このような情報機器に搭載される撮像レンズとして、例えば、以下の特許文献 1、特許文献 2 に 6 枚構成の撮像レンズが開示されている。

【 0 0 0 4 】

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 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、負の屈折力を有する第 4 レンズ群と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群と、負の屈折力を有する第 6 レンズ群とを備える撮像レンズが開示されている。

【 0 0 0 5 】

特許文献 2 には、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正の屈折力の第 1 レンズと、第 2 レンズと、第 3 レンズと、少なくとも 1 つの非球面を有する第 4 レンズと、物体側が凸面で像側が凹面の第 5 レンズと、物体側および像側に凹面を向けた少なくとも 1 つの非球面を有する第 6 レンズとからなる撮像レンズが開示されている。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 2 - 1 5 5 2 2 3 号公報

【 特許文献 2 】 U S 2 0 1 2 / 0 2 4 3 1 0 8 公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

20

【 0 0 0 7 】

しかしながら、上記特許文献 1 に記載の撮像レンズは、光学全長は約 8 mm、撮影画角は約 66° ~ 70° であるので、低背化および広角化を十分に満足することはできない。また、特許文献 1 に記載のレンズ構成で低背化と広角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。

【 0 0 0 8 】

また、上記特許文献 2 に記載の撮像レンズは、撮影画角は約 70° 付近にしか対応できず、また F ナンバーは 2.6 ~ 3.0 程度であるので、小型で高画素の撮像素子に十分対応できるだけの明るさを有しているとはいえない。特許文献 2 の実施例 5 には F 2.4 で明るい撮像レンズが開示されているが、画角が 67° であり広角化への対応が不十分である。特許文献 2 に記載のレンズ構成もまた、低背化を図りながら、広角化および明るいレンズ系を実現しようとした場合、周辺部における諸収差の補正が課題となる。

30

【 0 0 0 9 】

本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであり、低背化を効果的に実現し、低 F ナンバーおよび広角化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提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

なお、ここでいう低背とは、光学全長が 5.5 mm 未満、全長対角比が 0.8 未満のレベルを、低 F ナンバーとは F 2.3 以下の明るさを、広角とは全画角で 75° 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、撮像レンズに最大画角から入射した光線が撮像素子の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。

40

【 0 0 1 1 】

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する。さらに、光学全長は、例えば、最終段の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撮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 】

50

【 0 0 1 2 】

本発明による撮像レンズは、光軸近傍で物体側に凸面を向けたメニスカス形状で正の屈折力を有する第1レンズと、光軸近傍で像側に凹面を向けた負の屈折力を有する第2レンズと、光軸近傍で像側に凹面を向けた両面が非球面で正の屈折力を有する第3レンズと、光軸近傍で物体側に凹面を向けたメニスカス形状で正の屈折力を有する第4レンズと、両面が非球面の第5レンズと、光軸近傍で像側に凹面を向けたメニスカス形状で両面が非球面で負の屈折力を有する第6レンズとから構成され、以下の条件式(1)、(2)、(7)、(11)および(17)を満足する。

$$(1) \quad 0.6 < d/f < 1.0$$

$$(2) \quad 0.5 < (T1/f) * 100 < 2.0$$

$$(7) \quad 2.0 < (T5/f) * 100 < 8.0$$

$$(11) \quad 0.5 < f4/f < 10.0$$

$$(17) \quad 3.0 < |d3 - d4|$$

ただし、 d は第1レンズの物体側の面から第6レンズの像側の面までの光軸上の距離、 f は全系の焦点距離、 $T1$ 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、 $T5$ は第5レンズの像側の面から第6レンズの物体側の面までの距離、 $f4$ は第4レンズの焦点距離、 $d3$ は第3レンズの d 線に対するアッペ数、 $d4$ は第4レンズの d 線に対するアッペ数である。

10

【 0 0 1 3 】

第1レンズは、正の屈折力に設定されている。第1レンズは、6枚で構成される撮像レンズのなかで比較的強い正の屈折力に設定されることで、より撮像レンズの低背化と広角化が図られる。

20

【 0 0 1 4 】

第2レンズは、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。なお、第2レンズの形状は、光軸近傍において像側に凹面を向けていればよく、像側に凹面を向けたメニスカス形状、あるいは光軸近傍で両面が凹形状でもよい。

【 0 0 1 5 】

第3レンズは、両面に形成された非球面により、軸上色収差および高次の球面収差やコマ収差、像面湾曲を補正する。

30

【 0 0 1 6 】

第4レンズは、軸上色収差および高次の球面収差やコマ収差、像面湾曲を補正する。また、適切な正の屈折力を設定することで低背化を維持する。

【 0 0 1 7 】

第5レンズの両面に形成された非球面は、第6レンズが担う像面湾曲補正、歪曲収差補正、撮像素子への光線入射角度の制御の負担を軽減させるような形状に形成されている。第5レンズの形状は、物体側に凸面あるいは凹面を向けたメニスカス形状、または光軸近傍で両面が凸形状あるいは凹形状でもよい。または、第5レンズの形状は、光軸近傍で一方の面または両面が平面でもよい。

40

【 0 0 1 8 】

第6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、両面に形成された非球面によって、像面湾曲補正、歪曲収差補正、撮像素子への光線入射角度の制御を担う。また、像側の面は、光軸から離れた位置で凸面に変化するような非球面形状に形成することが望ましい。すなわち、像側の面は、光軸上以外の位置に極点を有していることが望ましい。このような形状にすることによって、撮像面への光線入射角度を適切に制御することが可能となる。(ここでいう極点とは、接平面が光軸に対して垂直に交わる非球面上の点を意味する。)

【 0 0 1 9 】

50

上記構成の撮像レンズにおいて、第1レンズおよび第2レンズの合成屈折力が正となり、第4レンズ、第5レンズおよび第6レンズの合成屈折力が負となる構成にすることで、光学全長を短く抑える。

【0020】

このような構成では、第1レンズと第2レンズとから構成される合成屈折力が正のレンズ群が、撮像レンズの低背化、広角化、および色収差の良好な補正を担う。

【0021】

なお、第1レンズと第2レンズとから構成される合成焦点距離を f_{12} 、全系の焦点距離を f としたときに、以下の条件式 (a) を満足することがより好ましい条件となる。

$$(a) \quad 0.5 < f_{12} / f < 2.0$$

10

【0022】

また、第3レンズは、焦点距離の絶対値が比較的長く、すなわち、屈折力が比較的小さく、両面に形成された非球面により、諸収差の補正を担う。

【0023】

また、第4レンズ、第5レンズおよび第6レンズで構成される合成屈折力が負、または比較的弱い正のレンズ群が、低背化を維持しつつ、主に軸外の諸収差の補正を担う。

【0024】

なお、第4レンズ、第5レンズおよび第6レンズで構成される合成焦点距離を f_{456} 、全系の焦点距離を f としたときに、第4レンズ、第5レンズおよび第6レンズで構成される合成屈折力が負となる場合、以下の条件式 (b) を、正となる場合は以下の条件式 (b')

20

$$(b) \quad -5.0 < f_{456} / f < -1.0$$

$$(b') \quad 1.0 < f_{456} / f$$

【0025】

(i) 上記構成の撮像レンズは、条件式 (1) を満足することで、撮像レンズの低背化が図られる。

【0027】

条件式 (2) は、第1レンズと第2レンズとの間隔を適切な範囲に規定するものである。上限値を下回ることにより、歪曲収差のプラス側への増大、画面周辺部における非点隔差の増大が抑制され、良好な結像性能が得られる。一方、下限値を上回ることにより、歪曲収差がマイナス側へ増大する現象と、像面湾曲がマイナス側へ増大する現象が抑制され、良好な結像性能が得られる。さらに、上限値を下回ることにより、第1レンズと第2レンズとの間隔が広くなることを抑制されるため、低背化に有利であり、かつ第1レンズと第2レンズの偏芯による誤差感度を低下させることができる。

30

【0028】

(iii) また、上記構成の撮像レンズは、第2レンズの像側の面の曲率半径を r_4 、全系の焦点距離を f としたときに、以下の条件式 (3) を満足することが望ましい。

$$(3) \quad 0.5 < r_4 / f < 1.5$$

【0029】

40

条件式 (3) は、第2レンズの像側の面の曲率半径と撮像レンズ全系の焦点距離との関係を適切な範囲に規定するものである。上限値を下回ることにより、第1レンズで発生する軸上色収差が良好に補正される。一方、下限値を上回ることにより、第2レンズの像側面の周辺部の光線の入射角が大きくなることを抑制し、コマ収差の発生を抑えとともに、製造誤差に対する感度を低下させる。

【0030】

(iv) また、上記構成の撮像レンズにおいて、第3レンズは光軸近傍で物体側に凸面を向けたメニスカス形状であることが望ましい。

【0031】

第3レンズを光軸近傍で物体側に凸面を向けたメニスカス形状とすることで、軸上色収

50

差および高次の球面収差やコマ収差、像面湾曲をより好適に補正する。

【0032】

(v) また、上記構成の撮像レンズにおいて、第5レンズの物体側の面および像側の面は光軸近傍でともに平面に形成されており、光軸近傍では実質的に屈折力を有しない光学素子としてのレンズであることが望ましい。これは、第5レンズを除いた他の屈折力を有する5枚のレンズによって、ある程度完成された光学系を得て、そこに光軸近傍では実質的に屈折力を有しない両面に非球面形状が形成された光学素子としての第5レンズを加えることで、全系の焦点距離やそれぞれの屈折力を有するレンズの屈折力配分に影響を与えることなく、両面に形成した非球面が諸収差を良好に補正する。

【0033】

なお、第5レンズの物体側の面および像側の面は、光軸近傍でともに平面に限定されるわけではなく、全系の焦点距離やそれぞれのレンズの屈折力への影響を小さく抑えられる屈折力の範囲内であれば、光軸近傍において、物体側へ凸面を向けたメニスカス形状、物体側と像側に凸面を向けた両凸形状、物体側に凹面を向けたメニスカス形状、物体側と像側に凹面を向けた両凹形状、さらには物体側が平面で像側が凸面または凹面、像側が平面で物体側が凸面または凹面など、様々な形状の選択が可能である。その際、第5レンズの焦点距離を f_5 、全系の焦点距離を f としたときに、以下の条件式(c)を満足することが好ましい条件となる。

$$(c) \quad 4.0 < |f_5| / f$$

【0034】

(vi) また、上記構成の撮像レンズにおいて、第2レンズのd線における屈折率は1.64より大きくかつ1.70より小さいことが望ましい。

【0035】

第2レンズは、第1レンズで発生する球面収差、色収差を補正する機能を備えているが、d線における屈折率を1.64から1.70の範囲に設定することで、より良好な収差補正効果が得られる。また、この範囲は安価なプラスチック材料の選択が可能であり、製造を容易にする。

【0036】

(vii) また、上記構成の撮像レンズにおいて、第3レンズ、第4レンズ、および第5レンズのうち、少なくとも1つのレンズはd線における屈折率が1.64よりも大きくかつ1.70よりも小さいことが望ましい。

【0037】

例えば正の屈折力を有する第3レンズ、または第4レンズに上述した範囲の屈折率を採用することにより、低背化を維持しながら当該レンズにおける収差補正を容易にする。また、実質的に屈折力を有しない第5レンズに採用することにより、レンズ間隔を狭く維持した状態で、周辺部の収差補正を容易にする。

【0038】

(viii) また、上記構成の撮像レンズにおいて、第1レンズの物体側の面から撮像面までの光軸上の距離をTTL、最大像高をihとしたとき、以下の条件式(4)を満足することが、十分に低背化された撮像レンズを得る観点から望ましい。

$$(4) \quad TTL / 2ih \leq 0.8$$

【0039】

(ix) また、上記構成の撮像レンズにおいて、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をT2、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距離をT3としたとき、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$(5) \quad 0.4 < T2 / T3 < 1.5$$

【0040】

条件式(5)は、第1レンズと第2レンズとで構成される一のレンズ群と、第4レンズ、第5レンズ、および第6レンズで構成される他のレンズ群との間に配置される第3レンズに関し、その物体側の間隔、および像側の間隔を適切に規定し、低背化と良好な収差補

10

20

30

40

50

正を行うための条件である。上限値を下回ることにより、第2レンズと第3レンズとの間隔が大きくなりすぎることを抑制し、低背化を容易にする。一方、下限値を上回ることにより、第3レンズと第4レンズとの間隔が大きくなりすぎることを抑制し低背化を容易にする。また、条件式(5)の範囲を満足することにより、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。

【0041】

(x) また、上記構成の撮像レンズにおいて、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を T_4 、全系の焦点距離を f としたとき、以下の条件式(6)を満足することが望ましい。

$$(6) \quad 0.2 < (T_4 / f) * 100 < 4.0$$

10

【0042】

第4レンズ、第5レンズ、および第6レンズで構成されるレンズ群に関し、条件式(6)は、第4レンズと第5レンズとの間隔を適切な範囲に規定するものであり、条件式(7)は第5レンズと第6レンズとの間隔を適切な範囲に規定するものである。

【0043】

条件式(6)の上限値を下回ること、第4レンズと第5レンズとの間隔が大きくなりすぎることを抑制し、低背化を容易にする。一方、条件式(6)の下限値を上回ること、第5レンズが第4レンズに接近しすぎ、接触することを防止する。

【0044】

20

条件式(7)の上限値を下回ること、第5レンズと第6レンズとの間隔が大きくなりすぎることを抑制し、低背化を容易にする。一方、条件式(7)の下限値を上回ること、第5レンズが第6レンズに接近しすぎることを防止し、双方のレンズ面に形成する非球面形状の自由度を向上させる。

【0045】

(xi) また、上記構成の撮像レンズにおいて、第1レンズの焦点距離を f_1 、第2レンズの焦点距離を f_2 としたとき、以下の条件式(8)を満足することが望ましい。

$$(8) \quad -0.7 < f_1 / f_2 < -0.15$$

【0046】

条件式(8)は、撮像レンズの低背化を図りながら、色収差、非点収差、および像面湾曲を好ましい範囲内に抑制するための条件である。上限値を下回ることにより、第1レンズの屈折力が相対的に強くなりすぎるものが抑制され、軸上の色収差が良好に補正される。また、非点隔差や像面湾曲の増大が抑制され、良好な結像性能を得ることができる。一方、下限値を上回ることにより、第1レンズの屈折力が相対的に弱くなりすぎるものが抑制され、低背化を容易にする。また、非点隔差の増大が抑制されるため、良好な結像性能を得ることができる。

30

【0047】

(xii) また、上記構成の撮像レンズにおいて、第2レンズの焦点距離を f_2 、全系の焦点距離を f としたとき、以下の条件式(9)を満足することが望ましい。

$$(9) \quad -4.5 < f_2 / f < -1.2$$

40

【0048】

条件式(9)は、全系の焦点距離に対する第2レンズの焦点距離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と色収差の良好な補正を両立するための条件である。上限値を下回ることにより、第2レンズの負の屈折力が強くなりすぎるものが抑制され、撮像レンズの低背化に有利になるとともに、色収差も補正過剰の状態(基準波長に対して短波長側がプラス方向に増大)になることを抑制する。また、製造誤差感度が上昇することを防止できる。一方、下限値を上回ることにより、第2レンズの負の屈折力が弱くなりすぎるものが抑制され、色収差が補正不足の状態(基準波長に対して短波長側がマイナス方向に増大)になることを抑制する。

【0049】

50

(x i i i) また、上記構成の撮像レンズにおいて、第 3 レンズの焦点距離を f_3 、全系の焦点距離を f としたとき、以下の条件式 (1 0) を満足することが望ましい。

$$(1 0) \quad 3.0 < f_3 / f$$

【 0 0 5 0 】

条件式 (1 0) は、全系の焦点距離に対する第 3 レンズの焦点距離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維持しつつ、非点隔差と球面収差を補正するための条件である。下限値を上回ることにより、第 3 レンズの正の屈折力が強くなりすぎることが抑制され、球面収差が良好に補正される。また、非点隔差が増大すること抑制する。

【 0 0 5 2 】

条件式 (1 1) は、全系の焦点距離に対する第 4 レンズの焦点距離を適切な範囲に規定するものであり、バックフォーカスを確保しつつ、低背化と諸収差の良好な補正をするための条件である。上限値を下回ることにより、第 4 レンズの正の屈折力が弱くなりすぎることが抑制され、撮像レンズの像側の主点位置が物体側に移動することを抑制し、適切なバックフォーカス量を確保しながら、低背化を容易にする。一方、下限値を上回ることにより、第 4 レンズの正の屈折力が強くなりすぎることが抑制され、撮像レンズの像側の主点位置が像側に移動することを抑制し、適切なバックフォーカス量を確保しながら、低背化を容易にする。また、条件式 (1 1) の範囲にバランスさせることによって、球面収差およびコマ収差の発生を抑制することが可能になる。

【 0 0 5 3 】

(x v) また、上記構成の撮像レンズにおいて、第 6 レンズの焦点距離を f_6 、全系の焦点距離を f としたとき、以下の条件式 (1 2) を満足することが望ましい。

$$(1 2) \quad -2.5 < f_6 / f < -0.5$$

【 0 0 5 4 】

条件式 (1 2) は、撮像レンズ全系の焦点距離に対する第 6 レンズの焦点距離を適切な範囲に規定し、低背化と諸収差を補正するための条件である。上限値を下回ることにより、第 6 レンズの負の屈折力が強くなりすぎることが抑制され、低背化を容易にする。一方、下限値を上回ることにより、第 6 レンズの負の屈折力が弱くなりすぎることが抑制され、歪曲収差、および像面湾曲が良好に補正される。

【 0 0 5 5 】

(x v i) また、上記構成の撮像レンズにおいて、第 1 レンズの物体側の面の曲率半径を r_1 、像側の面の曲率半径を r_2 としたとき、以下の条件式 (1 3) を満足することが望ましい。

$$(1 3) \quad 0.07 < r_1 / r_2 < 0.35$$

【 0 0 5 6 】

条件式 (1 3) は、第 1 レンズの光軸近傍における形状を規定するものであり、低背化を図りながら球面収差を良好に補正するための条件である。上限値を下回ることにより、第 1 レンズの物体側の面の屈折力が弱くなりすぎることが抑制され、低背化が容易になる。一方、下限値を上回ることにより、第 1 レンズの物体側の面の屈折力が強くなりすぎることが抑制され、球面収差の補正を容易にする。

【 0 0 5 7 】

(x v i i) また、上記構成の撮像レンズにおいて、第 4 レンズの物体側の面の曲率半径を r_7 、像側の面の曲率半径を r_8 としたとき、以下の条件式 (1 4) を満足することが望ましい。

$$(1 4) \quad 0.8 < r_7 / r_8 < 3.5$$

【 0 0 5 8 】

条件式 (1 4) は、光軸近傍における第 4 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 (1 4) の範囲を満足することにより、周辺部におけるコマ収差や像面湾曲の補正が容易になるとともに、非点収差の増大が抑制される。

10

20

30

40

50

【0059】

(xviii) また、上記構成の撮像レンズにおいて、第6レンズの物体側の面の曲率半径を r_{11} 、像側の面の曲率半径を r_{12} としたとき、以下の条件式(15)を満足することが望ましい。

$$(15) \quad 1.5 < r_{11} / r_{12} < 4.0$$

【0060】

条件式(15)は、第6レンズの光軸近傍における形状を適切な範囲に規定するものである。条件式(15)の範囲を満足することにより、適切なバックフォーカスを確保しながら、低背化を容易にし、非点収差、像面湾曲の補正が容易になる。

【0061】

(xix) また、上記構成の撮像レンズにおいて、第1レンズのd線に対するアッペ数を d_1 、第2レンズのd線に対するアッペ数を d_2 としたとき、以下の条件式(16)を満足することが望ましい。

$$(16) \quad 3.0 < d_1 - d_2$$

【0062】

条件式(16)は、第1レンズと第2レンズのd線に対するアッペ数の関係を適切な範囲に規定するものであり、条件式(16)の下限値を上回ることにより、良好な色収差補正が可能となる。

【0063】

条件式(17)は、第3レンズと第4レンズのd線に対するアッペ数の関係を適切な範囲に規定するものであり、条件式(17)の下限値を上回ることにより、良好な色収差補正が可能となる。

【0064】

条件式(16)、および条件式(17)を同時に満足することにより、より良好な色収差補正が可能になる。

【0065】

(xx) また、上記構成の撮像レンズにおいて、第4レンズの物体側の面の曲率半径を r_7 、全系の焦点距離を f としたとき、以下の条件式(18)を満足することが望ましい。

$$(18) \quad 0.4 < |r_7| / f < 1.5$$

【0066】

条件式(18)は、第4レンズの光軸近傍における物体側の面の形状を規定するものであり、条件式(18)の範囲を満足することにより、当該面に入射する軸外光線の入射角度が大きくなることが抑制され、当該面における収差の発生を抑制することができる。また、条件式(18)の範囲を満足することにより、第3レンズと第4レンズとの適切な間隔が維持される。

【0067】

(xxi) また、上記構成の撮像レンズにおいて、開口絞りは第1レンズの物体側に配置することが望ましい。

【0068】

開口絞りを第1レンズの物体側に配置することで、入射瞳位置が像面から遠ざかるため、撮像素子への光線入射角度の制御、テレセントリック性の制御が容易になる。

【発明の効果】

【0069】

本発明により、低背化を効果的に実現し、低Fナンバーおよび撮影画角の広角化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た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】

【0070】

10

20

30

40

50

【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。

10

【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。

【発明を実施するための形態】

【0071】

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。

【0072】

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

20

【0073】

図 1 に示すように、本実施形態の撮像レンズは、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、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 の近傍で像側に凹面を向けた負の屈折力を有する第 2 レンズ L 2 と、光軸 X の近傍で像側に凹面を向けた両面が非球面で正の屈折力を有する第 3 レンズ L 3 と、光軸 X の近傍で物体側に凹面を向けたメニスカス形状で正の屈折力を有する第 4 レンズ L 4 と、両面が非球面の第 5 レンズ L 5 と、光軸 X の近傍で像側に凹面を向けた両面が非球面で負の屈折力を有する第 6 レンズ L 6 とから構成されている。

30

【0074】

また、第 6 レンズ L 6 と撮像面 I M (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 I R が配置されている。なお、このフィルタ I R は省略することが可能である。フィルタ I R の厚みによって光学系の結像位置は変化するため、例えば、光学全長などの本発明における光軸方向の距離は、第 6 レンズ L 6 と像面 I M との間に配置される I R カットフィルタやカバーガラス等の厚みを空気換算したときの距離として定義している。

【0075】

40

本実施形態の撮像レンズは、物体側から順に、第 1 レンズ L 1 と第 2 レンズ L 2 から構成される合成屈折力が正のレンズ群と、正の屈折力の第 3 レンズ L 3 と、第 4 レンズ L 4 と第 5 レンズ L 5 と第 6 レンズ L 6 で構成される合成屈折力が負のレンズ群とを配置した構成により光学全長が短く抑えられている。もちろん、このような構成は一例であって、本発明の目的に反しない限り、これ以外の構成を採用してもよい。例えば、図 9 に示す実施例 5 では、物体側から順に、第 1 レンズ L 1 と第 2 レンズ L 2 から構成される合成屈折力が正のレンズ群と、正の屈折力の第 3 レンズ L 3 と、第 4 レンズ L 4 と第 5 レンズ L 5 と第 6 レンズ L 6 で構成される合成屈折力が正のレンズ群とを配置した構成の例である。

【0076】

第 1 レンズ L 1 と第 2 レンズ L 2 とから構成される合成屈折力が正のレンズ群により、

50

撮像レンズの低背化、広角化および色収差の良好な補正がなされている。

【0077】

第1レンズL1は、光軸Xの近傍で像側の面が凹面に形成されたメニスカス形状のレンズである。また、第1レンズL1は、6枚で構成される撮像レンズのなかで最も強い正の屈折力に設定されている。これにより撮像レンズの低背化と広角化が図られている。

【0078】

第2レンズL2は、光軸Xの近傍で像側に凹面を向けたメニスカス形状のレンズである。第2レンズL2は、第1レンズL1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。なお、第2レンズL2の形状は、光軸Xの近傍で像側に凹面を向けていればよく、図7に示す実施例4のように、光軸Xの近傍で物体側、および像側がともに凹面の両凹形状でもよい。

10

【0079】

第3レンズL3は、光軸Xの近傍で像側に凹面を向けたメニスカス形状のレンズである。両面に形成された非球面により、軸上色収差および高次の球面収差やコマ収差、像面湾曲を補正している。

【0080】

第4レンズL4、第5レンズL5、および第6レンズL6で構成される合成屈折力が負のレンズ群は、低背化を維持しつつ、主に軸外の諸収差を補正している。

【0081】

第4レンズL4は、光軸Xの近傍で物体側に凹面を向けたメニスカス形状のレンズである。第4レンズL4は、軸上色収差および高次の球面収差やコマ収差、像面湾曲の補正を担っている。また、適切な正の屈折力を設定することで低背化を維持している。

20

【0082】

第5レンズL5は、光軸Xの近傍で物体側および像側が平面に形成された、実質的に屈折力を有しないレンズである。両面に形成された非球面は、第6レンズL6が担う像面湾曲補正、歪曲収差補正、撮像素子への光線入射角度の制御の負担を軽減させる形状に形成されている。なお、第5レンズL5の形状は、光軸Xの近傍において、物体側へ凸面を向けたメニスカス形状、物体側と像側に凸面を向けた両凸形状、物体側に凹面を向けたメニスカス形状、物体側と像側に凹面を向けた両凹形状、さらには物体側が平面で像側が凸面または凹面、像側が平面で物体側が凸面または凹面など、様々な形状の選択が可能であり、図9に示す実施例5は、第5レンズL5は光軸Xの近傍で両凹形状になる例である。

30

【0083】

第6レンズL6は、光軸Xの近傍で像側凹面を向けたメニスカス形状のレンズである。第6レンズL6は、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。また、両面に形成された非球面によって、像面湾曲補正、歪曲収差補正、撮像素子への光線入射角度の制御を担っている。また、像側の面は、光軸Xの近傍では凹面だが、光軸Xから離れた位置では凸面に变化する非球面形状に形成されている。また、物体側の面は、光軸Xの近傍では凸面だが、光軸Xから離れるに従って凹面に变化しさらに有効径の周縁部で凸面に变化するような非球面形状に形成されている。

40

【0084】

また、本実施形態の撮像レンズは、第1レンズL1の物体側の面から第6レンズL6の像側の面までの光軸X上の距離を d 、全系の焦点距離を f としたとき、以下の条件式(1)を満足しており、低背化が図られている。

$$(1) \quad 0.6 < d/f < 1.0$$

【0085】

なお、条件式(1)については、以下の条件式(1a)がより好ましい条件であり、条件式(1b)が特に好ましい範囲である。

$$(1a) \quad 0.7 < d/f < 1.0$$

$$(1b) \quad 0.8 < d/f < 0.95$$

50

【0086】

また、本実施形態の撮像レンズは、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上の距離をT1、全系の焦点距離をfとしたとき、以下の条件式(2)を満足しており、歪曲収差、および非点隔差の増大が抑制されているとともに第1レンズL1と第2レンズL2との間隔が適切なものとなっている。

$$(2) \quad 0.5 < (T1/f) * 100 < 2.0$$

【0087】

なお、条件式(2)については、以下の条件式(2a)がより好ましい条件であり、条件式(2b)が特に好ましい範囲である。

$$(2a) \quad 0.8 < (T1/f) * 100 < 1.8$$

$$(2b) \quad 0.9 < (T1/f) * 100 < 1.5$$

【0088】

また、本実施形態の撮像レンズにおいて、開口絞りSTは第1レンズL1の物体側の面の頂点から当該面の周縁部との間に配置されている。従って、光学全長(TTL)は第1レンズL1から撮像面IMまでの光軸上の距離となる。開口絞りSTが第1レンズL1の面の頂点から物体側に離れた位置に配置される光学系と比較して低背化に寄与することがわかる。また、このような構成にすることで、テレセントリック性の制御が容易になっている。

【0089】

また、本実施形態の撮像レンズは、第2レンズL2の像側の面の曲率半径をr4、全系の焦点距離をfとしたときに、以下の条件式(3)を満足しており、軸上色収差の補正と、コマ収差の発生の抑制、製造誤差に対する感度の低減が図られている。

$$(3) \quad 0.5 < r4/f < 1.5$$

【0090】

なお、なお、条件式(3)については、以下の条件式(3a)がより好ましい条件であり、条件式(3b)が特に好ましい範囲である。

$$(3a) \quad 0.5 < r4/f < 1.4$$

$$(3b) \quad 0.6 < r4/f < 1.3$$

【0091】

また、本実施形態の撮像レンズにおいて、第2レンズL2のd線における屈折率は1.64より大きくかつ1.70より小さい範囲となっており、球面収差、色収差を良好に補正している。

【0092】

また、本実施形態の撮像レンズにおいて、第4レンズL4のd線における屈折率も1.64より大きくかつ1.70より小さい範囲となっており、低背化を維持しながら当該レンズにおける収差補正が容易になっている。

【0093】

なお、図3に示す実施例2では、第2レンズL2、第3レンズL3、および第5レンズL5が、図5に示す実施例3では、第2レンズL2、および第5レンズL5が、図7に示す実施例3では、第2レンズL2、第3レンズL3、および第5レンズL5が、それぞれd線における屈折率が1.64より大きくかつ1.70より小さい範囲になっている。

【0094】

また、本実施形態の撮像レンズは、第1レンズL1の物体側の面から撮像面までの光軸上の距離、すなわち光学全長をTTL、最大像高をihとしたとき、以下の条件式(4)を満足しており、十分に低背化された撮像レンズが得られている。

$$(4) \quad TTL/2ih < 0.8$$

【0095】

また、本実施形態の撮像レンズは、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上の距離をT2、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距離をT3としたとき、以下の条件式(5)を満足しており、第3レンズ

10

20

30

40

50

L 3 の物体側の間隔、および像側の間隔が適切に設定され、低背化と良好な収差補正が実現されている。

$$(5) \quad 0.4 < T2 / T3 < 1.5$$

【0096】

なお、条件式(5)については、以下の条件式(5a)がより好ましい範囲である。

$$(5a) \quad 0.44 < T2 / T3 < 1.36$$

【0097】

また、本実施形態の撮像レンズは、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上の距離をT4、第5レンズL5の像側の面から第6レンズL6の物体側の面までの距離をT5としたとき、以下の条件式(6)、および条件式(7)を満足しており、第4レンズL4と第5レンズL5との間隔、および第5レンズL5第6レンズL6との間隔が低背化を図る上で最適なものとなっている。

$$(6) \quad 0.2 < (T4 / f) * 100 < 4.0$$

$$(7) \quad 2.0 < (T5 / f) * 100 < 8.0$$

【0098】

なお、条件式(6)および条件式(7)については、以下の条件式(6a)および条件式(7a)がより好ましい範囲である。

$$(6a) \quad 0.4 < (T4 / f) * 100 < 3.8$$

$$(7a) \quad 3.0 < (T5 / f) * 100 < 6.0$$

【0099】

また、本実施形態の撮像レンズは、第1レンズL1の焦点距離をf1、第2レンズL2の焦点距離をf2としたとき、以下の条件式(8)を満足しており、色収差、非点収差、および像面湾曲が好ましい範囲内に抑制されている。

$$(8) \quad -0.7 < f1 / f2 < -0.15$$

【0100】

なお、条件式(8)については、以下の条件式(8a)がより好ましい範囲である。

$$(8a) \quad -0.45 < f1 / f2 < -0.25$$

【0101】

また、本実施形態の撮像レンズは、第2レンズL2の焦点距離をf2、全系の焦点距離をfとしたとき、以下の条件式(9)を満足しており、撮像レンズの低背化と良好に色収差が補正されている。

$$(9) \quad -4.5 < f2 / f < -1.2$$

【0102】

なお、条件式(9)については、以下の条件式(9a)がより好ましい範囲である。

$$(9a) \quad -3.5 < f2 / f < -1.5$$

【0103】

また、本実施形態の撮像レンズは、第3レンズL3の焦点距離をf3、全系の焦点距離をfとしたとき、以下の条件式(10)を満足しており、撮像レンズの低背化を維持しつつ、非点隔差と球面収差が良好に補正されている。

$$(10) \quad 3.0 < f3 / f$$

【0104】

なお、条件式(10)については、以下の条件式(10a)がより好ましい範囲である。

$$(10a) \quad 4.5 < f3 / f < 20.0$$

【0105】

また、本実施形態の撮像レンズは、第4レンズL4の焦点距離をf4、全系の焦点距離をfとしたとき、以下の条件式(11)を満足しており、バックフォーカスを確保しつつ、低背化、諸収差の良好な補正が図られている。

$$(11) \quad 0.5 < f4 / f < 10.0$$

【0106】

なお、条件式(11)については、以下の条件式(11a)がより好ましい範囲である

10

20

30

40

50

。

$$(11a) \quad 0.6 < f_4 / f < 8.0$$

【0107】

また、本実施形態の撮像レンズは、第6レンズL6の焦点距離を f_6 としたとき、以下の条件式(12)を満足しており、歪曲収差、および像面湾曲が良好に補正されている。

$$(12) \quad -2.5 < f_6 / f < -0.5$$

なお、条件式(12)については、以下の条件式(12a)がより好ましい範囲である。

。

$$(12a) \quad -2.0 < f_6 / f < -0.6$$

【0108】

また、本実施形態の撮像レンズは、第1レンズL1の物体側の面の曲率半径を r_1 、像側の面の曲率半径を r_2 としたとき、以下の条件式(13)を満足しており、低背化を図りながら球面収差の発生が抑制されている。

$$(13) \quad 0.07 < r_1 / r_2 < 0.35$$

【0109】

また、本実施形態の撮像レンズは、第4レンズL4の物体側の面の曲率半径を r_7 、像側の面の曲率半径を r_8 としたとき、以下の条件式(14)を満足しており、周辺部におけるコマ収差や像面湾曲が良好に補正されており、また非点収差の増大が抑制されている。

。

$$(14) \quad 0.8 < r_7 / r_8 < 3.5$$

【0110】

なお、条件式(14)については、以下の条件式(14a)がより好ましい範囲である。

。

$$(14a) \quad 1.0 < r_7 / r_8 < 3.2$$

【0111】

また、本実施形態の撮像レンズは、第6レンズL6の物体側の面の曲率半径を r_{11} 、像側の面の曲率半径を r_{12} としたとき、以下の条件式(15)を満足しており、適切なバックフォーカスを確保しながら、低背化を容易にし、非点収差、像面湾曲の補正を容易にしている。

$$(15) \quad 1.5 < r_{11} / r_{12} < 4.0$$

【0112】

なお、条件式(15)については、以下の条件式(15a)がより好ましい範囲である。

。

$$(15a) \quad 1.8 < r_{11} / r_{12} < 3.0$$

【0113】

また、本実施形態の撮像レンズは、第1レンズL1のd線に対するアッベ数を d_1 、第2レンズL2のd線に対するアッベ数を d_2 、第3レンズL3のd線に対するアッベ数を d_3 、第4レンズL4のd線に対するアッベ数を d_4 としてとき、以下の条件式(16)、および(17)を満足しており、良好な色収差補正が図られている。

$$(16) \quad 3.0 < d_1 - d_2$$

$$(17) \quad 3.0 < |d_3 - d_4|$$

【0114】

また、本実施形態の撮像レンズは、第4レンズL4の物体側の面の曲率半径を r_7 としたとき、以下の条件式(18)を満足しており、当該面における軸外光線の入射角度が大きくなることが抑制され、当該面における収差の発生が抑制されている。

$$(18) \quad 0.4 < |r_7| / f < 1.5$$

【0115】

また、本実施形態の撮像レンズにおいて、すべての条件式を満足することが望ましいが、条件式を単独に満足することにより、条件式に対応する作用効果をそれぞれ得ることができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 6 】

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、曲率半径を R、円錐係数を k、非球面係数を A₄、A₆、A₈、A₁₀、A₁₂、A₁₄、A₁₆としたとき、数 1 により表わされる。

【 0 1 1 7 】

【 数 1 】

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

10

【 0 1 1 8 】

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 は第 1 レンズ L 1 の物体側の面から撮像面 I M までの光軸上の距離をそれぞれ示す。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。

【 実施例 1 】

20

【 0 1 1 9 】

基本的なレンズデータを以下の表 1 に示す。

【 0 1 2 0 】

【表 1】

数値実施例 1

単位mm

f= 4.61

Fno= 2.3

 $\omega(^{\circ})= 38.6$

ih= 3.74

TTL= 5.13

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	-0.29000		
2*	1.62322	0.72000	1.548	55.57
3*	8.60739	0.06476		
4*	16.40344	0.22500	1.661	20.37
5*	4.10999	0.28500		
6*	6.73431	0.25605	1.535	55.66
7*	16.61320	0.64328		
8*	-4.37335	0.41925	1.661	20.37
9*	-3.81566	0.02000		
10*	Infinity	0.39000	1.535	55.66
11*	Infinity	0.24250		
12*	3.11562	0.73612	1.535	55.66
13*	1.63700	0.30000		
14	Infinity	0.21000	1.517	64.20
15	Infinity	0.69314		
像面	Infinity			

10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	レンズ	合成焦点距離
1	2	3.550	1,2	5.290
2	4	-8.355	4,5,6	-10.211
3	6	20.986		
4	8	34.833		
5	10	Infinity		
6	12	-7.803		

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	-6.935686E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	5.564858E+00	-8.586935E+01	0.000000E+00
A4	-1.075443E-02	-2.009206E-01	-2.319826E-01	-1.276763E-01	-1.574337E-01	-1.370216E-01
A6	2.404084E-02	3.420964E-01	6.341226E-01	4.717057E-01	2.242865E-01	2.501055E-01
A8	-8.289718E-02	-3.073441E-01	-6.232426E-01	-5.789828E-01	-1.057775E+00	-1.081052E+00
A10	1.056228E-01	8.489774E-02	2.309015E-01	4.167214E-01	2.793823E+00	2.379325E+00
A12	-8.332987E-02	3.721538E-02	1.068843E-01	-1.021387E-01	-4.184183E+00	-2.869150E+00
A14	2.275009E-02	-2.292635E-02	-8.192567E-02	1.142128E-02	3.287366E+00	1.806645E+00
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.003406E+00	-4.472032E-01

40

	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面
k	-2.604004E+00	-1.400707E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	-3.267145E-01	-6.272371E+00
A4	-9.195137E-02	-1.278364E-02	2.618433E-01	2.235555E-01	-1.533974E-01	-6.898616E-02
A6	1.533313E-01	3.551446E-02	-3.615656E-01	-2.516895E-01	3.288428E-02	1.273369E-02
A8	-9.123291E-02	-2.501535E-02	2.446099E-01	1.321398E-01	-1.537857E-03	-7.825509E-04
A10	-1.217005E-01	-1.702280E-02	-1.108312E-01	-4.358657E-02	-4.847041E-04	-9.488539E-05
A12	1.826897E-01	2.017306E-02	3.003335E-02	8.650515E-03	9.043436E-05	1.535803E-05
A14	-9.421453E-02	-6.679602E-03	-4.219625E-03	-9.140254E-04	-6.282404E-06	-5.568213E-07
A16	1.784456E-02	7.616528E-04	2.347361E-04	3.896800E-05	1.637203E-07	0.000000E+00

【0 1 2 1】

実施例 1 の撮像レンズは、表 6 に示すように条件式 (1) から (1 8) を満たしている

【 0 1 2 2 】

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、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、および図 10 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 1 2 3 】

基本的なレンズデータを以下の表 2 に示す。

10

【 0 1 2 4 】

【表 2】

数値実施例 2

単位mm

f= 4.30

Fno= 1.9

 $\omega(^{\circ})= 38.7$

ih= 3.51

TTL= 4.94

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	-0.41816		
2*	1.57262	0.74515	1.548	55.57
3*	4.93610	0.04327		
4*	8.05647	0.22000	1.661	20.37
5*	4.29851	0.36623		
6*	12.08809	0.27824	1.661	20.37
7*	16.97514	0.32104		
8*	-4.29501	0.47198	1.535	55.66
9*	-2.54093	0.16006		
10*	Infinity	0.36000	1.661	20.37
11*	Infinity	0.20570		
12*	2.60706	0.58997	1.535	55.66
13*	1.36463	0.30000		
14	Infinity	0.21000	1.517	64.20
15	Infinity	0.73676		
像面	Infinity			

10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	レンズ	合成焦点距離
1	2	3.933	1,2	4.954
2	4	-14.270	4,5,6	-22.164
3	6	62.099		
4	8	10.636		
5	10	Infinity		
6	12	-6.416		

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	6.079525E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	9.418222E+00	-2.260855E+01	0.000000E+00
A4	-5.779275E-03	-2.425595E-01	-2.618170E-01	-7.716969E-02	-1.338572E-01	-1.254856E-01
A6	9.004119E-03	3.261354E-01	5.559248E-01	2.631776E-01	-9.743204E-03	1.264685E-01
A8	-2.841852E-02	-2.428905E-01	-5.373126E-01	-1.688735E-01	-8.308054E-02	-4.851125E-01
A10	2.903236E-02	8.843742E-02	3.147971E-01	-4.225146E-02	1.193297E-01	8.309675E-01
A12	-1.860993E-02	-1.731142E-02	-7.292727E-02	1.266982E-01	-1.314535E-01	-8.327386E-01
A14	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	8.206725E-02	4.692771E-01
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	1.547658E-02	-1.044051E-01
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面
k	4.029325E+00	-1.228683E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-5.965581E-01	-5.879725E+00
A4	-5.993155E-02	-2.852613E-02	2.059285E-01	2.137125E-01	-2.640991E-01	-1.192080E-01
A6	2.209759E-01	5.492611E-02	-3.100974E-01	-2.904830E-01	8.067127E-02	4.304709E-02
A8	-3.350820E-01	-1.171161E-01	1.708845E-01	1.740389E-01	-7.482298E-03	-1.198369E-02
A10	2.583907E-01	1.443013E-01	-4.488904E-02	-6.282073E-02	-1.021806E-03	2.563637E-03
A12	-8.921496E-02	-7.767454E-02	7.223879E-04	1.356778E-02	2.969049E-04	-3.743860E-04
A14	8.086776E-03	1.887293E-02	2.078692E-03	-1.584203E-03	-2.490563E-05	3.083213E-05
A16	1.099422E-03	-1.725832E-03	-2.888518E-04	7.626639E-05	7.166834E-07	-1.036559E-06

40

【 0 1 2 5 】

実施例 2 の撮像レンズは、表 6 に示すように条件式 (1) から (1 8) を満たしている

【 0 1 2 6 】

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 1 2 7 】

基本的なレンズデータを以下の表 3 に示す。

【 0 1 2 8 】

【表 3】

数値実施例 3

単位mm

f= 4.04

Fno= 2.1

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

ih= 3.26

TTL= 4.74

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	-0.27000		
2*	1.58500	0.64829	1.548	55.57
3*	5.79685	0.04354		
4*	5.62707	0.22800	1.661	20.37
5*	3.31593	0.37372		
6*	6.48151	0.36035	1.535	55.66
7*	11.92532	0.36680		
8*	-2.70723	0.46994	1.535	55.66
9*	-1.60204	0.02000		
10*	Infinity	0.40143	1.661	20.37
11*	Infinity	0.23914		
12*	3.56715	0.51206	1.535	55.66
13*	1.29781	0.20000		
14	Infinity	0.21000	1.517	64.20
15	Infinity	0.73341		
像面	Infinity			

10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	レンズ	合成焦点距離
1	2	3.802	1,2	4.906
2	4	-12.710	4,5,6	-16.880
3	6	25.950		
4	8	6.391		
5	10	Infinity		
6	12	-4.140		

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	-4.186112E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	2.692548E+00	-2.278622E+01	0.000000E+00
A4	-5.763220E-03	-3.929316E-01	-4.419358E-01	-1.624167E-01	-1.351151E-01	-9.527946E-02
A6	-2.672447E-03	7.598335E-01	1.073598E+00	5.073494E-01	-1.319718E-01	-1.124166E-01
A8	-2.845398E-02	-7.917816E-01	-1.142317E+00	-5.203484E-01	4.332744E-01	1.863100E-01
A10	2.699524E-02	3.457254E-01	6.012876E-01	3.051486E-01	-7.443387E-01	-2.425444E-01
A12	-3.056750E-02	-4.841825E-02	-1.078655E-01	-3.467813E-02	6.188508E-01	1.717888E-01
A14	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.627232E-01	-3.471280E-02
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面
k	1.235409E+00	-1.790604E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	1.492406E-01	-5.984861E+00
A4	-6.981845E-02	3.307993E-02	2.587836E-01	2.679405E-01	-2.097243E-01	-1.295687E-01
A6	2.818156E-01	-3.772421E-03	-4.226901E-01	-3.988646E-01	1.360395E-02	4.567583E-02
A8	-5.191439E-01	-1.732586E-01	2.674038E-01	2.683288E-01	2.819196E-02	-1.359176E-02
A10	4.571964E-01	2.727359E-01	-7.928832E-02	-1.097681E-01	-1.063559E-02	3.771600E-03
A12	-1.752398E-01	-1.617803E-01	9.254363E-04	2.683413E-02	1.693992E-03	-7.392429E-04
A14	1.871747E-02	4.311316E-02	4.578216E-03	-3.544283E-03	-1.288808E-04	7.731902E-05
A16	1.925167E-03	-4.375018E-03	-6.756438E-04	1.935440E-04	3.788195E-06	-3.162844E-06

40

【 0 1 2 9 】

実施例 3 の撮像レンズは、表 6 に示すように条件式 (1) から (1 6)、および条件式 (1 8) を満たしている。

50

【 0 1 3 0 】

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 1 3 1 】

基本的なレンズデータを以下の表 4 に示す。

【 0 1 3 2 】

【表 4】

数値実施例 4

単位mm

f= 3.99

Fno= 2.2

 $\omega(^{\circ})= 39.0$

ih= 3.24

TTL= 4.53

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*	1.38911	0.5917	1.548	55.57
3*	10.31379	0.0518		
4*	-47.41683	0.2100	1.650	21.54
5*	5.04123	0.3507		
6*	9.29253	0.2571	1.650	21.54
7*	13.55295	0.2580		
8*	-2.23711	0.4657	1.535	55.66
9*	-1.72033	0.1110		
10*	Infinity	0.3339	1.650	21.54
11*	Infinity	0.1951		
12*	2.75347	0.5674	1.535	55.66
13*	1.32600	0.5000		
14	Infinity	0.2100	1.517	64.20
15	Infinity	0.5006		
像面	Infinity			

10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	レンズ	合成焦点距離
1	2	2.882	1,2	4.278
2	4	-6.996	4,5,6	-13.136
3	6	44.398		
4	8	10.597		
5	10	Infinity		
6	12	-5.551		

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	-1.967214E-03	0.000000E+00	0.000000E+00	9.185831E+00	-2.261108E+01	0.000000E+00
A4	-1.230843E-02	-1.492996E-01	-1.096284E-01	-2.076675E-02	-2.749720E-01	-2.337904E-01
A6	5.316380E-02	1.755109E-01	4.521449E-01	5.239162E-01	5.317845E-01	4.240610E-01
A8	-2.070441E-01	5.469286E-02	-3.273939E-01	-1.172253E+00	-2.772007E+00	-1.630070E+00
A10	2.846545E-01	-4.001771E-01	-2.444808E-02	2.191852E+00	7.686206E+00	3.513204E+00
A12	-2.062404E-01	1.660656E-01	7.727210E-02	-2.343305E+00	-1.253627E+01	-4.552804E+00
A14	0.000000E+00	4.978330E-02	6.390219E-02	1.260009E+00	1.086791E+01	3.247415E+00
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-3.610737E+00	-9.116352E-01
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面
k	1.346033E+00	2.810815E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	-3.290207E-01	-6.502101E+00
A4	-7.577301E-02	-1.068752E-01	9.006051E-02	1.212194E-01	-3.832958E-01	-1.596048E-01
A6	3.267880E-01	2.522699E-01	-2.875964E-01	-2.831811E-01	2.009147E-01	7.691817E-02
A8	-4.330790E-01	-3.581994E-01	1.758500E-01	1.998812E-01	-5.709034E-02	-2.363937E-02
A10	3.252284E-01	4.200004E-01	-4.801363E-02	-7.606610E-02	9.985621E-03	4.445327E-03
A12	-8.808337E-02	-2.346092E-01	6.797910E-04	1.685584E-02	-1.085040E-03	-5.427541E-04
A14	3.468094E-03	5.572865E-02	2.491055E-03	-2.094392E-03	6.795963E-05	4.440794E-05
A16	-6.150255E-03	-4.097313E-03	-2.915291E-04	1.170872E-04	-1.944248E-06	-1.850052E-06

40

【 0 1 3 3 】

実施例 4 の撮像レンズは、表 6 に示すように条件式 (1) から (1 8) を満たしている

【 0 1 3 4 】

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。

【 実施例 5 】

【 0 1 3 5 】

基本的なレンズデータを以下の表 5 に示す。

【 0 1 3 6 】

【表 5】

数値実施例 5

単位mm

f= 4.27

Fno= 2.1

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

ih= 3.43

TTL= 5.23

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	-0.2550		
2*	1.86178	0.6707	1.548	55.57
3*	21.76777	0.0532		
4*	7.07417	0.2100	1.635	23.97
5*	2.63643	0.4294		
6*	9.05306	0.5826	1.535	55.66
7*	41.58308	0.5188		
8*	-3.63280	0.5428	1.535	55.66
9*	-1.13730	0.0200		
10*	-12.35172	0.2842	1.614	25.58
11*	200.00000	0.1423		
12*	2.86396	0.4300	1.535	55.66
13*	0.96657	0.4000		
14	Infinity	0.2100	1.517	64.20
15	Infinity	0.8074		
像面	Infinity			

10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	レンズ	合成焦点距離
1	2	3.700	1,2	6.610
2	4	-6.743	4,5,6	60.226
3	6	21.504		
4	8	2.878		
5	10	-18.930		
6	12	-2.962		

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	2.972968E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.905292E+00	2.931844E+00	0.000000E+00
A4	-6.383646E-03	-2.086126E-01	-3.233565E-01	-1.465219E-01	-9.060342E-02	-5.808354E-02
A6	-7.929640E-03	4.641200E-01	7.787728E-01	4.042391E-01	-9.269508E-05	-4.195923E-03
A8	-8.934368E-03	-5.319908E-01	-8.962525E-01	-4.326454E-01	-3.329472E-02	-4.615407E-02
A10	1.739995E-02	2.534023E-01	4.756345E-01	2.287212E-01	9.766109E-02	5.869883E-02
A12	-1.721855E-02	-4.328440E-02	-8.709017E-02	-3.654397E-02	-1.255067E-01	-3.949908E-02
A14	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	5.340164E-02	1.047796E-02
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面
k	4.037163E+00	-2.822123E+00	0.000000E+00	3.925078E-01	6.698689E-02	-5.229519E+00
A4	-3.788506E-02	9.971118E-02	3.498470E-01	2.927777E-01	-2.745891E-01	-1.482677E-01
A6	2.282913E-01	-2.283374E-01	-5.137572E-01	-4.322567E-01	1.297225E-01	8.829294E-02
A8	-4.262543E-01	2.209017E-01	3.210641E-01	2.675333E-01	-4.366632E-02	-3.263190E-02
A10	4.063333E-01	-1.454457E-01	-1.109200E-01	-9.363435E-02	1.055905E-02	7.337939E-03
A12	-2.277229E-01	6.477896E-02	2.131299E-02	1.908369E-02	-1.629806E-03	-9.864258E-04
A14	7.084995E-02	-1.570687E-02	-2.101211E-03	-2.109248E-03	1.394233E-04	7.254945E-05
A16	-9.228534E-03	1.507351E-03	8.292536E-05	9.780182E-05	-5.022727E-06	-2.226674E-06

40

【 0 1 3 7 】

実施例 5 の撮像レンズは、表 6 に示すように条件式 (1) から (3)、条件式 (4) から (1 6)、および条件式 (1 8) を満たしている。

50

【 0 1 3 8 】

図 1 0 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 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 3 9 】

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 TTL が 5 . 5 mm 未満で、全長対角比 (TTL / 2 i h) が 0 . 8 未満に低背化した撮像レンズを実現するとともに、F ナンバー (F n o) が F 2 . 3 以下の明るさと全画角 (2) で 7 5 ° 以上の広い範囲の撮影を可能にする。

【 0 1 4 0 】

表 6 に実施例 1 から 5 に係る条件式 (1) から (1 8)、および条件式 (a) から (c) の値を示す。

【 0 1 4 1 】

【表 6】

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
(1) $\Sigma d/f$	0.87	0.87	0.91	0.85	0.91
(2) $(T1/f)*100$	1.41	1.01	1.08	1.30	1.25
(3) $r4/f$	0.89	1.00	0.82	1.26	0.62
(4) $TTL/2ih$	0.69	0.70	0.73	0.70	0.76
(5) $T2/T3$	0.44	1.14	1.02	1.36	0.83
(6) $(T4/f)*100$	0.43	3.72	0.49	2.78	0.47
(7) $(T5/f)*100$	5.26	4.78	5.92	4.89	3.34
(8) $f1/f2$	-0.42	-0.28	-0.30	-0.41	-0.55
(9) $f2/f$	-1.81	-3.32	-3.14	-1.75	-1.58
(10) $f3/f$	4.55	14.43	6.42	11.13	5.04
(11) $f4/f$	7.56	2.47	6.42	2.66	0.67
(12) $f6/f$	-1.69	-1.49	-1.02	-1.39	-0.69
(13) $r1/r2$	0.19	0.32	0.27	0.13	0.09
(14) $r7/r8$	1.15	1.69	1.69	1.30	3.19
(15) $r11/r12$	1.90	1.91	2.75	2.08	2.96
(16) $vd1-vd2$	35.20	35.20	35.20	34.03	31.60
(17) $ vd3-vd4 $	35.30	35.30	0.00	34.13	0.00
(18) $ r7 /f$	0.95	1.00	0.67	0.56	0.85
(a) $f12/f$	1.15	1.15	1.21	1.07	1.55
(b) $f456/f$	-2.22	-5.15	-4.18	-3.29	14.11
(c) $ f5 /f$	Infinity	Infinity	Infinity	Infinity	4.44

【産業上の利用可能性】

【 0 1 4 2 】

本発明に係る 6 枚構成の撮像レンズを、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 P C、ロボットなどの情報機器等、さらにはカメラ機能が付加された家電製品や自動車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および広角化への寄与とともに高性能化を図ることができる。

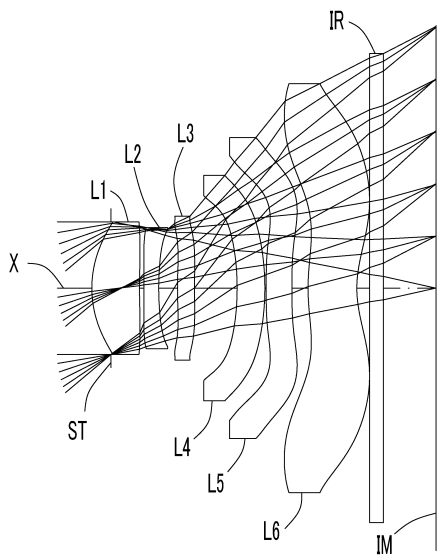
【符号の説明】

【 0 1 4 3 】

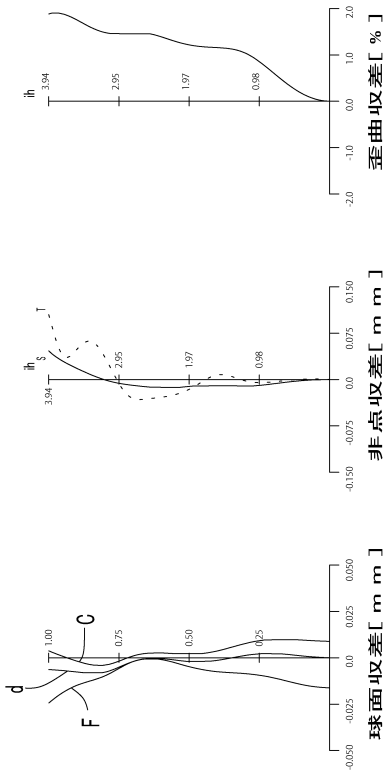
S T 開口絞り
 L 1 第 1 レンズ
 L 2 第 2 レンズ
 L 3 第 3 レンズ
 L 4 第 4 レンズ
 L 5 第 5 レンズ

L 6 第 6 レンズ

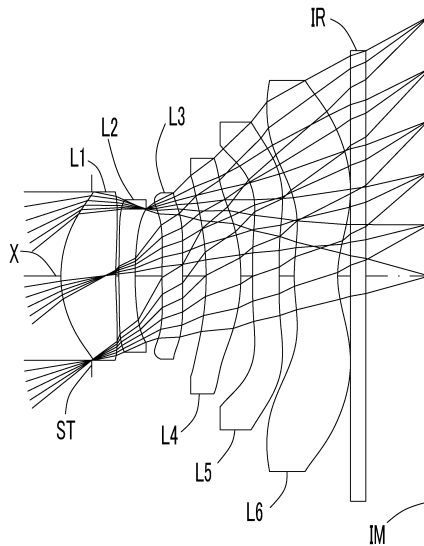
【 図 1 】



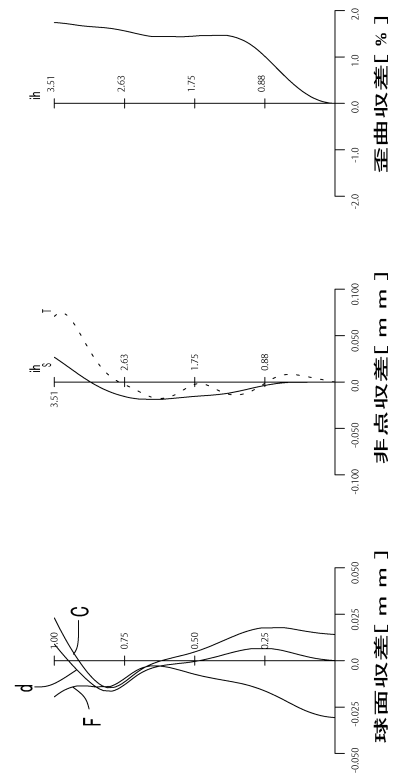
【 図 2 】



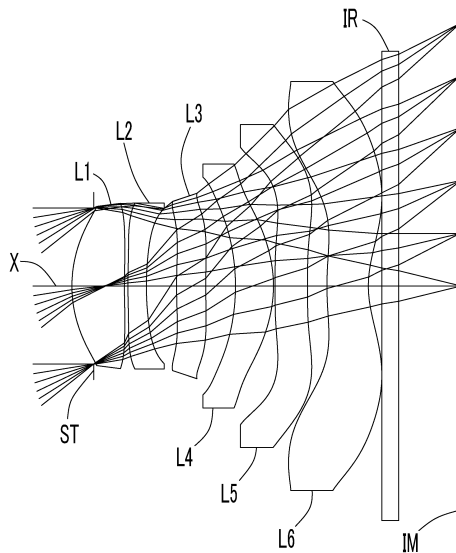
【図3】



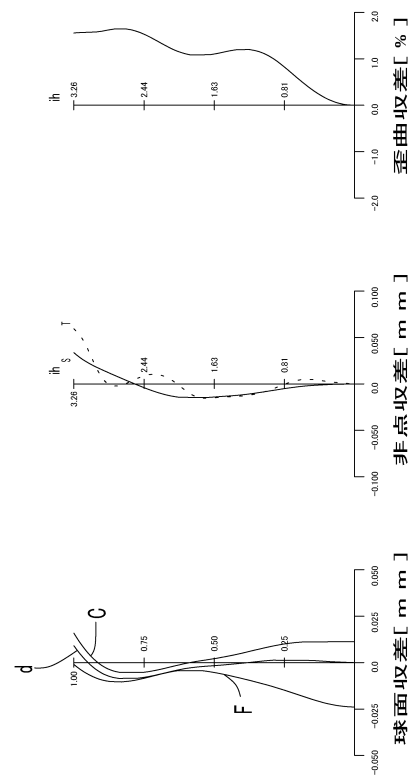
【図4】



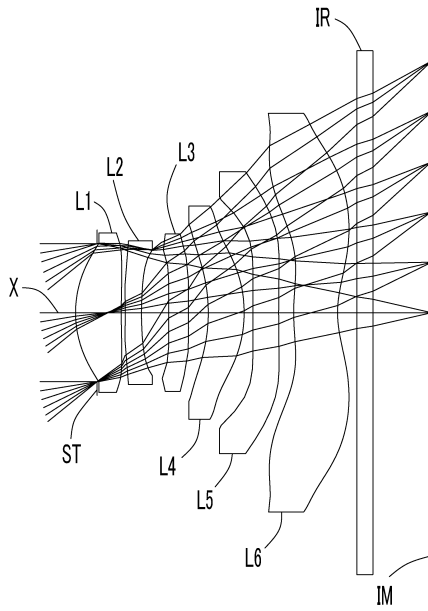
【図5】



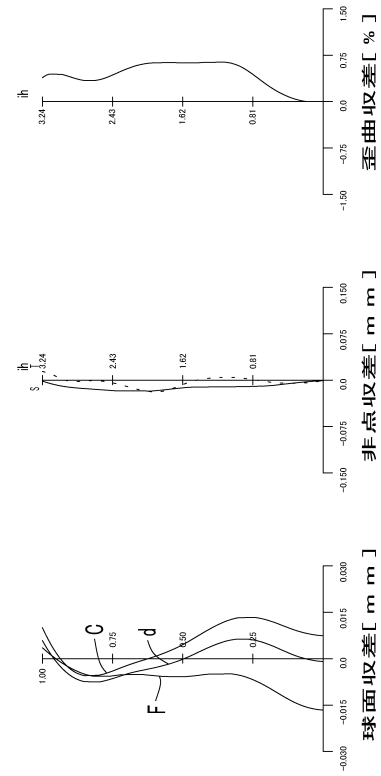
【図6】



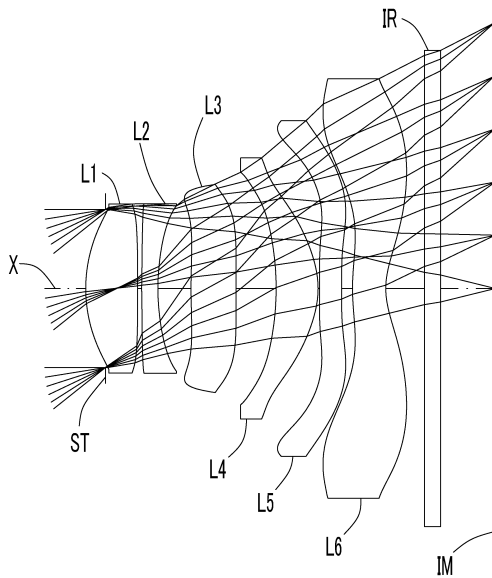
【図 7】



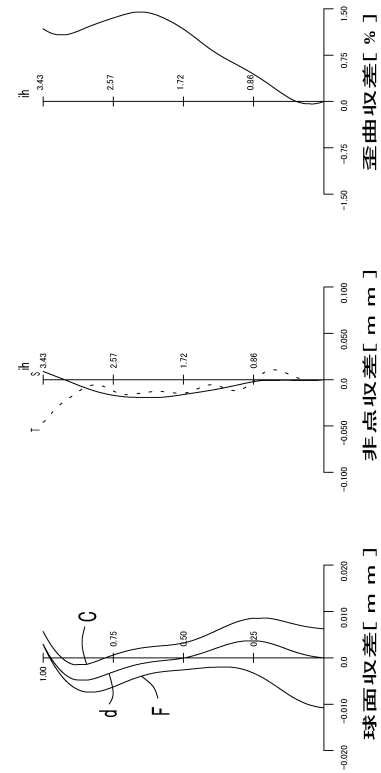
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0320980 (US, A1)
米国特許出願公開第2014/0320981 (US, A1)
特開2014-044373 (JP, A)
米国特許出願公開第2015/0085378 (US, A1)
米国特許出願公開第2014/0192422 (US, A1)
特開2015-158569 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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