

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6440173号
(P6440173)

(45) 発行日 平成30年12月19日(2018.12.19)

(24) 登録日 平成30年11月30日(2018.11.30)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 13/04 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 13/04
G02B 13/18

D

請求項の数 15 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2016-215076 (P2016-215076)
 (22) 出願日 平成28年11月2日 (2016.11.2)
 (65) 公開番号 特開2018-72716 (P2018-72716A)
 (43) 公開日 平成30年5月10日 (2018.5.10)
 審査請求日 平成30年6月22日 (2018.6.22)

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1150番地23
 (72) 発明者 関根 幸男
 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】

被写体の像を固体撮像素子上に撮像する撮像レンズであって、物体側から像側に向かって順に、

負の屈折力を有する第1レンズと、

正の屈折力を有する両凸形状の第2レンズと、

第3レンズと、

正の屈折力を有する第4レンズと、

両面に非球面が形成された負の屈折力を有する第5レンズと、

両面に非球面が形成された第6レンズとから構成され、

前記第1レンズは、光軸近傍で像側に凹面を向けており、

前記第6レンズは、光軸近傍で像側に凹面を向けており、像側の面における光軸上以外の位置に少なくとも1つ極点を有しております。

以下の条件式(1)、(5)、および(9)を満足することを特徴とする撮像レンズ。

(1) 45°

(5) -2.5 < f₁ / f < -1.0

(9) -6.0 < f₅ / f < -1.5

ただし、

: 半画角

f₁ : 第1レンズの焦点距離

10

20

f_5 : 第 5 レンズの焦点距離

f : 全系の焦点距離

とする。

【請求項 2】

被写体の像を固体撮像素子上に撮像する撮像レンズであって、物体側から像側に向かって順に、

負の屈折力を有する第 1 レンズと、

正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第 3 レンズと、

正の屈折力を有するメニスカス形状の第 4 レンズと、

両面に非球面が形成された負の屈折力を有する第 5 レンズと、

両面に非球面が形成された第 6 レンズとから構成され、

前記第 1 レンズは、光軸近傍で像側に凹面を向けており、

前記第 6 レンズは、光軸近傍で像側に凹面を向けており、像側の面における光軸上以外の位置に少なくとも 1 つ極点を有しており、

以下の条件式(1)、および(5)を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$(1) \quad 45^\circ$$

$$(5) -2.5 < f_1 / f < -1.0$$

ただし、

: 半画角

f_1 : 第 1 レンズの焦点距離

f : 全系の焦点距離

とする。

【請求項 3】

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

$$(2) 0.1 < S A G L 1 R / r_2 < 0.6$$

ただし、

SAGL1R : 第 1 レンズの像側の面の有効径端のサグ量

r_2 : 第 1 レンズの像側の面の曲率半径

とする。

【請求項 4】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

$$(3) 0.5 < r_2 / f < 1.5$$

ただし、

r_2 : 第 1 レンズの像側の面の曲率半径

f : 全系の焦点距離

とする。

【請求項 5】

前記第 2 レンズは、光軸近傍で物体側に凸面を向いていることを特徴とする請求項 2 に記載の撮像レンズ。

【請求項 6】

前記第 3 レンズは、

負の屈折力を有し、

光軸近傍で像側に凹面を向いていること

を特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

【請求項 7】

前記第 4 レンズは、光軸近傍で像側に凸面を向いていること

を特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

前記第 6 レンズは、
負の屈折力を有し、
光軸近傍で物体側に凸面を向けていること
を特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

【請求項 9】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

$$(4) f_2 - f_4 > 0$$

ただし、

f_2 : 第 2 レンズの焦点距離
 f_4 : 第 4 レンズの焦点距離
 とする。

【請求項 10】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像レンズ。

$$(6) 0.5 < f_2 / f < 1.5$$

$$(7) -6.0 < f_3 / f < -1.5$$

$$(8) 0.5 < f_4 / f < 1.5$$

$$(10) -2.5 < f_6 / f < -1.0$$

ただし、

f_2 : 第 2 レンズの焦点距離

f_3 : 第 3 レンズの焦点距離

f_4 : 第 4 レンズの焦点距離

f_6 : 第 6 レンズの焦点距離

f : 全系の焦点距離

とする。

【請求項 11】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 2 に記載の撮像レンズ。

$$(6) 0.5 < f_2 / f < 1.5$$

$$(7) -6.0 < f_3 / f < -1.5$$

$$(8) 0.5 < f_4 / f < 1.5$$

$$(9) -6.0 < f_5 / f < -1.5$$

$$(10) -2.5 < f_6 / f < -1.0$$

ただし、

f_2 : 第 2 レンズの焦点距離

f_3 : 第 3 レンズの焦点距離

f_4 : 第 4 レンズの焦点距離

f_5 : 第 5 レンズの焦点距離

f_6 : 第 6 レンズの焦点距離

f : 全系の焦点距離

とする。

【請求項 12】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 11 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

$$(11) 1.0 < f_{456} / f < 2.5$$

ただし、

f_{456} : 第 4 レンズ、第 5 レンズ、第 6 レンズの合成焦点距離

f : 全系の焦点距離

とする。

【請求項 13】

10

20

30

40

50

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 1_2 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

$$(12) 0.2 < t_1 / f < 0.6$$

ただし、

t_1 : 第 1 レンズと第 2 レンズの間の距離

f : 全系の焦点距離

とする。

【請求項 1_4】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 1_3 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

$$(13) 0.5 < C_A1 / i_h < 2.0$$

ただし、

C_A1 : 第 1 レンズの物体側の面の有効径

i_h : 最大像高

とする。

【請求項 1_5】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 1_4 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

$$(14) 0.05 < SAGL1F / CA1 < 0.50$$

$$(15) 0.05 < SAGL1R / CA2 < 0.50$$

ただし、

$SAGL1F$: 第 1 レンズの物体側の面の有効径端のサグ量

$SAGL1R$: 第 1 レンズの像側の面の有効径端のサグ量

$CA1$: 第 1 レンズの物体側の面の有効径

$CA2$: 第 1 レンズの像側の面の有効径

とする。

【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 C C D センサや C - M O S 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 P D A (Personal Digital Assistant) やゲーム機、 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】

このような情報機器等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 に 6 枚構成の撮像レンズが開示されている。

【0004】

特許文献 1 には、各々が物体側に向いた物体側の面と像側に向いた像側の面とを有するとともに屈折力を有する、第 1 のレンズ素子と、第 2 のレンズ素子と、第 3 のレンズ素子と、第 4 のレンズ素子と、第 5 のレンズ素子と、第 6 のレンズ素子と、を当該順序で光軸に沿って物体側から像側へ亘って備える撮像レンズが開示されている。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】**【0005】****【特許文献1】特開2016-31531号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、上記特許文献1に記載の撮像レンズは、撮像画角は約140～160°と広角だが、全長対角比が1.3～1.5と低背化を十分に満足していない。また、特許文献1に記載のレンズ構成で低背化を図ろうとした場合、周辺部における収差補正が非常に困難であり、良好な光学性能を得ることはできない。

10

【0007】

本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであり、撮影画角が広角でありながらも、低背化を効果的に実現し、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。

【0008】

なお、ここでいう広角とは半画角で45°以上（すなわち全画角で90°以上）の範囲を撮像可能なレベルを指し、低背とは光学全長が5.5mm未満で全長対角比が1.1未満の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の垂直な高さ、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。

20

【0009】

また、本発明において使用する用語に関し、特に断りが無い限り、レンズの面の凸面、凹面とは光軸近傍における形状を指すものと定義する。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と定義する。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、赤外線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。さらに、有効径とは、最大像高へ到達する光線束のうち、最も光軸から離れた位置を通過する光線とレンズ面との交点の光軸からの垂直な高さのことを示す。

【課題を解決するための手段】

30

【0010】

(i) 本発明の撮像レンズは、物体側から像側に向かって順に、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズと、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、両面に非球面が形成された第5レンズと、両面に非球面が形成された第6レンズとから構成され、前記第1レンズは、像側に凹面を向けており、前記第6レンズの像側の非球面は、光軸近傍で凹面を向いているとともに、光軸上以外の位置に少なくとも1つの極点を有しており、以下の条件式(1)を満足するよう構成される。

$$(1) \quad 45^\circ$$

ただし、

40

：半画角

とする。

【0011】

第1レンズは、負の屈折力を有し、像側に凹面を向いていることで、第1レンズに広い角度から入射した光線を光軸に対して平行に近づけた状態で、第2レンズへ入射させる。

【0012】

第2レンズは、正の屈折力を有することで、低背化に寄与する。

【0013】

第4レンズは、その正の屈折力について第2レンズの正の屈折力と適切なバランスを取ることで、低背化を図りつつ、非点収差および像面湾曲を補正する。

50

【0014】

第5レンズは、負の屈折力を有することで、色収差を補正する。また、第5レンズの形状は、両面に非球面が形成されることにより、撮像素子への光線入射角度を制御とともに、歪曲収差を良好に補正する。

【0015】

第6レンズは、光軸近傍で像側に凹面を向けることでバックフォーカスを確保する。また、第6レンズの形状は、両面に非球面が形成され、像側の面の非球面形状は、極点を有することにより光軸から離れた位置で凸面に変化する。このような非球面形状を備えることで、第5レンズと合わせ、撮像素子への光線入射角度を制御とともに、歪曲収差を良好に補正する。

10

【0016】

上記構成の撮像レンズにおいて、以下の条件式(a)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。

$$(a) \quad TTL / 2ih = 1.1$$

ただし、

TTL : 光学全長

ih : 最大像高

とする。

【0017】

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

20

$$(2) \quad 0.1 < SAG_{L1R} / r_2 < 0.6$$

ただし、

SAG_{L1R} : 第1レンズの像側の面の有効径端のサグ量

r₂ : 第1レンズの像側の面の曲率半径

とする。

【0018】

条件式(2)は、広角化および製造の容易性をより向上させる条件を規定するものである。条件式(2)の範囲を満足することで、第1レンズを出射する光線の角度を適切にした状態で、第2レンズへ光線を入射させることができる。そのため、より容易に広角化することができる。また、第1レンズの偏肉度を抑えることができ、より容易に製造を行うことができる。

30

【0019】

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

$$(3) \quad 0.5 < r_2 / f < 1.5$$

ただし、

r₂ : 第1レンズの像側の曲率半径

f : 全系の焦点距離

とする。

40

【0020】

条件式(3)は、広角化の容易性をより向上させ、諸収差の補正をより良好にする条件を規定するものである。条件式(3)の範囲を満足することで、第1レンズの像側の面の曲率半径が最適なものになり、第1レンズを出射する光線の角度を適切にした状態で、第2レンズへ光線を入射させることができる。そのため、より容易に広角化することができる。

【0021】

(i v) また、上記構成の撮像レンズにおいて、前記第2レンズは、光軸近傍で物体側に凸面を向けていることが望ましい。このようにすることで、光学全長を短くすることができる。

50

【0022】

(v) また、上記構成の撮像レンズにおいて、前記第3レンズは、負の屈折力を有し、光軸近傍で像側に凹面を向けていることが望ましい。このようにすることで、第1レンズ及び第2レンズで発生した色収差を良好に補正することができる。

【0023】

(vi) また、上記構成の撮像レンズにおいて、前記第4レンズは、光軸近傍で像側に凸面を向けていることが望ましい。このようにすることで、光軸外からの光線を小さな屈折角で第5レンズへ導き、非点収差および像面湾曲を良好に補正することができる。

【0024】

(vii) また、上記構成の撮像レンズにおいて、前記第6レンズは、負の屈折力を有し、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。このようにすることで物体側の面に形成された非球面形状と合わせ、撮像素子への光線入射角度を制御することができる。また、第6レンズの形状がメニスカス形状となるので、第6レンズの偏肉度が抑えられ、より容易に製造を行うことができる。 10

【0025】

(viii) また、上記構成の撮像レンズにおいて、以下の条件式(4)を満たすことが望ましい。

$$(4) \quad f_2 - f_4 > 0$$

ただし、

f_2 : 第2レンズの焦点距離

f_4 : 第4レンズの焦点距離

とする。 20

【0026】

条件式(4)は、第2レンズの焦点距離と第4レンズの焦点距離との関係について、非点収差および像面湾曲の適切な補正を効果的に実現する条件を規定するものである。条件式(4)を満足することで、非点収差および像面湾曲を良好に補正することができる。

【0027】

(ix) また、上記構成の撮像レンズにおいて、以下の条件式(5)、(6)、(7)、(8)、(9)、(10)を満たすことが望ましい。

$$(5) \quad -2.5 < f_1 / f < -1.0$$

30

$$(6) \quad 0.5 < f_2 / f < 1.5$$

$$(7) \quad -6.0 < f_3 / f < -1.5$$

$$(8) \quad 0.5 < f_4 / f < 1.5$$

$$(9) \quad -6.0 < f_5 / f < -1.5$$

$$(10) \quad -2.5 < f_6 / f < -1.0$$

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

f_3 : 第3レンズの焦点距離

f_4 : 第4レンズの焦点距離

f_5 : 第5レンズの焦点距離

f_6 : 第6レンズの焦点距離

f : 全系の焦点距離

40

とする。

【0028】

条件式(5)は、第1レンズの焦点距離と全系の焦点距離との比について、広角化の容易性ならびに像面湾曲および歪曲収差の良好な補正を効果的に実現する条件を規定するものである。条件式(5)の範囲を満足することで、第1レンズの負の屈折力が弱くなることを抑え、第1レンズを出射する光線の角度を適切にした状態で第2レンズへ光線を入射させることができる。そのため、より容易に広角化することができる。また、全系の焦点 50

距離に対する第1レンズの屈折力のバランスが強くなりすぎることを抑え、像面湾曲と歪曲収差を良好に補正することができる。

【0029】

条件式(6)は、第2レンズの焦点距離と全系の焦点距離との比について、公差感度および諸収差の抑制ならびに光学全長の短縮化を効果的に実現する条件を規定するものである。条件式(6)の範囲を満足することで、第2レンズの正の屈折力が大きくなることを抑え、第2レンズで発生する公差感度、球面収差、コマ収差を小さく抑えることができる。また、第2レンズの正の屈折力が小さくなることを抑えることで、第2レンズから第4レンズまでの合成主点がより物体側へ移動するため、光学全長を短くすることができる。

【0030】

条件式(7)は、第3レンズの焦点距離と全系の焦点距離との比について、色収差の良好な補正ならびに公差感度および諸収差の抑制を効果的に実現する条件を規定するものである。条件式(7)の範囲を満足することで、第3レンズの負の屈折力が小さくなることを抑え、色収差を良好に補正することができる。また、第3レンズの負の屈折力が大きくなることを抑え、公差感度及び諸収差を小さく抑えることができる。

【0031】

条件式(8)は、第4レンズの焦点距離と全系の焦点距離との比について、公差感度の抑制および光学全長の短縮化を効果的に実現する条件を規定するものである。条件式(8)の範囲を満足することで、第4レンズの正の屈折力が強くなることを抑え、公差感度を小さく抑えることができる。また、第4レンズの正の屈折力が弱くなることを抑え、光学全長を短くすることができる。

【0032】

条件式(9)は、第5レンズの焦点距離と全系の焦点距離との比について、色収差の良好な補正および光学全長の短縮化を効果的に実現する条件を規定するものである。条件式(9)の範囲を満足することで、第5レンズの負の屈折力が小さくなることを抑え、色収差を良好に補正することができる。また、第5レンズの負の屈折力が大きくなることを抑え、光学全長を短くすることができる。

【0033】

条件式(10)は、第6レンズの焦点距離と全系の焦点距離との比について、バックフォーカスの確保および光学全長の短縮化を効果的に実現する条件を規定するものである。条件式(10)の範囲を満足することで、第6レンズの負の屈折力が小さくなることを抑え、バックフォーカスを確保することができる。また、負の屈折力が大きくなることを抑え、光学全長を短くすることができる。

【0034】

(x) また、上記構成の撮像レンズにおいて、以下の条件式(11)を満たすことが望ましい。

$$(11) \quad 1.0 < f_{456} / f < 2.5$$

ただし、

f_{456} : 第4レンズ、第5レンズ、第6レンズの合成焦点距離

f : 全系の焦点距離

とする。

【0035】

条件式(11)は、第4レンズ、第5レンズ、第6レンズの合成焦点距離と全系の焦点距離との比について、像面湾曲の良好な補正および光学全長の短縮化を効果的に実現する条件を規定するものである。条件式(11)の範囲を満足することで、像面湾曲を良好に補正し、光学全長を短くすることができる。

【0036】

(xi) また、上記構成の撮像レンズにおいて、以下の条件式(12)を満たすことが望ましい。

$$(12) \quad 0.2 < t_1 / f < 0.6$$

10

20

30

40

50

ただし、

t_1 : 第1レンズと第2レンズの間の光軸上の距離

f : 全系の焦点距離

とする。

【0037】

条件式(12)は、第1レンズと第2レンズの間の光軸上の距離と全系の焦点距離との比について、諸収差の良好な補正および低背化を効果的に実現する条件を規定するものである。条件式(12)の範囲を満足することで、第1レンズの非球面形状の設計自由度を確保し、諸収差を良好に補正することができる。また、光学全長を短くすることができる。

10

【0038】

(xiii) また、上記構成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、広角かつ諸収差が良好に補正された撮像レンズを得る観点から望ましい。

$$(13) \quad 0.5 < C A 1 / i h < 2.0$$

ただし、

$C A 1$: 第1レンズの物体側の面の有効径

$i h$: 最大像高

とする。

【0039】

条件式(13)は、最大像高と第1レンズの物体側の面の有効径との比について、広角化と撮像素子への光線入射角度の制御を効果的に実現する条件を規定するものである。条件式(13)の範囲を満足することで、撮像素子に対する第1レンズの物体側の面の有効径を適切な状態にすることができる。そのため、広角化と撮像素子への光線入射角度の制御をより容易にすることができます。

20

【0040】

(xiv) また、上記構成の撮像レンズにおいて、以下の条件式(14)、(15)を満足することが望ましい。

$$(14) \quad 0.05 < S A G \ L 1 F / C A 1 < 0.50$$

$$(15) \quad 0.05 < S A G \ L 1 R / C A 2 < 0.50$$

ただし、

30

$S A G \ L 1 F$: 第1レンズの物体側の面の有効径端のサグ量

$S A G \ L 1 R$: 第1レンズの像側の面の有効径端のサグ量

$C A 1$: 第1レンズの物体側の面の有効径

$C A 2$: 第1レンズの像側の面の有効径

とする。

【0041】

条件式(14)は、広角化および製造の容易性をより向上させる条件を規定するものである。条件式(14)の範囲を満足することにより、第1レンズの物体側の面を適切な状態にすることができる、広角化と製造をより容易に行うことができる。

40

【0042】

条件式(15)は、広角化および製造の容易性をより向上させる条件を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、第1レンズを出射する光線の角度を適切にした状態で、第2レンズへ光線を入射させることができる。これにより、より容易に広角化することができる。また、第1レンズの偏肉度が抑えられ、より容易に製造を行うことができる。

【発明の効果】

【0043】

本発明により、撮影画角が広角でありながら、低背化を効果的に実現し、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】

50

【0044】

【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】本発明の有効径を説明する図である。

【図14】本発明の第1レンズの有効径端のサグ量を説明する図である。

【発明を実施するための形態】**【0045】**

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。

【0046】

図1、図3、図5、図7、図9、および図11はそれぞれ、本発明の実施例1から実施例6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。

【0047】

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、負の屈折力を有し、光軸Xの近傍で像側に凹面を向けた第1レンズL1と、正の屈折力を有する第2レンズL2と、第3レンズL3と、正の屈折力を有する第4レンズL4と、負の屈折力を有し、両面に非球面が形成された第5レンズL5と、光軸Xの近傍で像側に凹面を向け、像側の面における光軸上以外の位置（すなわち光軸から外れた位置）に少なくとも1つ極点を有し、両面に非球面が形成された第6レンズL6とから構成されている。

【0048】

また、第6レンズL6と撮像面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。

【0049】

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。これにより、広い角度からの光線入射を可能にし、第1レンズL1を出射する光線の角度を適切にした状態で、第2レンズL2へ光線を入射させることができる。なお、第1レンズL1の形状は、光軸Xの近傍で像側の面が凹面であればよく、図5に示す実施例3のように、光軸Xの近傍で物体側、および像側の面がともに凹面の両凹形状や、図9に示す実施例5のように、光軸Xの近傍で物体側の面が平面、像側の面が凹面を向けた平凹形状でもよい。

【0050】

10

20

30

40

50

第2レンズL2は、光軸Xの近傍で物体側、および像側の面が凸面に形成された両凸形状である。第2レンズL2により、低背化を図っている。

【0051】

第3レンズL3は、負の屈折力を有し、光軸Xの近傍で物体側、および像側の面がともに凹面の両凹形状のレンズである。第3レンズL3は、第1レンズ及び第2レンズで発生した球面収差と色収差を補正している。なお、第3レンズL3の形状は、光軸Xの近傍で像側の面が凹面であればよく、図9に示す実施例5のように、光軸Xの近傍で物体側に凸面を向けたメニスカス形状のレンズでもよい。さらに、第3レンズL3の形状は、物体側の面が光軸Xの近傍で平面の平凹形状であってもよい。

【0052】

第4レンズL4は、光軸Xの近傍で物体側の面が凹面に形成され、像側の面が凸面に形成されたメニスカス形状のレンズである。第4レンズL4の屈折力と第2レンズL2の屈折力と適切なバランスを取ることで、低背化を図りながら、非点収差および像面湾曲を補正している。なお、第4レンズL4の形状は、光軸Xの近傍で像側の面が凸面であればよく、図9に示す実施例5のように、光軸Xの近傍で物体側、および像側の面がともに凸面の両凸形状でもよい。

【0053】

第5レンズL5は、光軸Xの近傍で物体側の面が凹面に形成され、像側の面が凸面に形成されたメニスカス形状のレンズである。第5レンズL5が負の屈折力に設定されることで、色収差を補正している。第5レンズL5の形状は両面に非球面が形成されており、撮像素子への光線入射角度を制御するとともに、歪曲収差を良好に補正している。なお、第5レンズL5の形状は、図3に示す実施例2のように、光軸Xの近傍で物体側、および像側の面がともに凹面の両凹形状でもよい。さらに、第5レンズL5の形状は、物体側の面および像側の面のいずれか一方において光軸近傍が平面でもよい。

【0054】

第6レンズL6は、負の屈折力に設定されている。また、光軸Xの近傍で物体側の面が凸面に形成されたメニスカス形状のレンズである。第6レンズL6の形状は、両面に非球面が形成されており、像側の面の非球面形状は、極点を有することにより光軸から離れた位置で凸面に変化している。このような非球面形状を備えることで、第5レンズL5と合わせ、撮像素子への光線入射角度を制御するとともに、歪曲収差を良好に補正している。

【0055】

また、本実施形態の撮像レンズは、以下の条件式(a)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。

$$(a) \quad T T L / 2 i h = 1.1$$

ただし、

TTL : 光学全長

i h : 最大像高

とする。

【0056】

また、本実施形態の撮像レンズは、以下の条件式(1)を満足しており、十分に広角化された撮像レンズが得られている。

$$(1) \quad 45^\circ$$

ただし、

: 半画角

とする。

【0057】

また、本実施形態の撮像レンズは、以下の条件式(2)を満足しており、広角化を図りつつ、製造を容易にしている。

$$(2) \quad 0.1 < S A G \cdot L 1 R / r_2 < 0.6$$

ただし、

10

20

30

40

50

S A G L 1 R : 第 1 レンズの像側の面の有効径端のサグ量

r 2 : 第 1 レンズの像側の面の曲率半径

とする。

【 0 0 5 8 】

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。

$$(2a) \quad 0.1 < SAG_{L1R} / r_2 < 0.55$$

$$(2b) \quad 0.15 < SAG_{L1R} / r_2 < 0.5$$

【 0 0 5 9 】

また、本実施形態の撮像レンズは、以下の条件式(3)を満足しており、広角化を図り 10
つつ、諸収差を良好に補正している。

$$(3) \quad 0.5 < r_2 / f < 1.5$$

ただし、

r 2 : 第 1 レンズの像側の面の曲率半径

f : 全系の焦点距離

とする。

【 0 0 6 0 】

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。

$$(3a) \quad 0.6 < r_2 / f < 1.3$$

$$(3b) \quad 0.65 < r_2 / f < 1.15$$

20

【 0 0 6 1 】

また、本実施形態の撮像レンズは、以下の条件式(4)を満足しており、第 2 レンズ L 2 の焦点距離と第 4 レンズ L 4 の焦点距離との関係が、非点収差および像面湾曲の適切な補正を効果的に実現するために適切なものとなっている。

$$(4) \quad f_2 - f_4 > 0$$

ただし、

f 2 : 第 2 レンズの焦点距離

f 4 : 第 4 レンズの焦点距離

とする。

30

【 0 0 6 2 】

また、本実施形態の撮像レンズは、以下の条件式(5)を満足しており、第 1 レンズ L 1 の焦点距離と全系の焦点距離との比が、広角化の容易性ならびに像面湾曲および歪曲収差の良好な補正を効果的に実現するために適切なものとなっている。

$$(5) \quad -2.5 < f_1 / f < -1.0$$

ただし、

f 1 : 第 1 レンズの焦点距離

f : 全系の焦点距離

とする。

【 0 0 6 3 】

40

なお、条件式(5)については、以下の条件式(5a)がより好ましい条件であり、条件式(5b)が特に好ましい範囲である。

$$(5a) \quad -2.3 < f_1 / f < -1.3$$

$$(5b) \quad -2.2 < f_1 / f < -1.5$$

【 0 0 6 4 】

また、本実施形態の撮像レンズは、以下の条件式(6)を満足しており、第 2 レンズ L 2 の焦点距離と全系の焦点距離との比が、公差感度および諸収差の抑制ならびに光学全長の短縮化を効果的に実現するために適切なものとなっている。

$$(6) \quad 0.5 < f_2 / f < 1.5$$

ただし、

50

f_2 : 第 2 レンズの焦点距離

f : 全系の焦点距離

とする。

【0065】

なお、条件式(6)については、以下の条件式(6a)がより好ましい条件であり、条件式(6b)が特に好ましい範囲である。

$$(6a) \quad 0.7 < f_2/f < 1.3$$

$$(6b) \quad 0.8 < f_2/f < 1.2$$

【0066】

また、本実施形態の撮像レンズは、以下の条件式(7)を満足しており、第3レンズL3の焦点距離と全系の焦点距離との比が、色収差の良好な補正ならびに公差感度および諸収差の抑制を効果的に実現するために適切なものとなっている。

$$(7) \quad -6.0 < f_3/f < -1.5$$

ただし、

f_3 : 第 3 レンズの焦点距離

f : 全系の焦点距離

とする。

【0067】

なお、条件式(7)については、以下の条件式(7a)がより好ましい条件であり、条件式(7b)が特に好ましい範囲である。

$$(7a) \quad -5.5 < f_3/f < -1.8$$

$$(7b) \quad -5.3 < f_3/f < -2.0$$

【0068】

また、本実施形態の撮像レンズは、以下の条件式(8)を満足しており、第4レンズL4の焦点距離と全系の焦点距離との比が、公差感度の抑制および光学全長の短縮化を効果的に実現するために適切なものとなっている。

$$(8) \quad 0.5 < f_4/f < 1.5$$

ただし、

f_4 : 第 4 レンズの焦点距離

f : 全系の焦点距離

とする。

【0069】

なお、条件式(8)については、以下の条件式(8a)がより好ましい条件であり、条件式(8b)が特に好ましい範囲である。

$$(8a) \quad 0.5 < f_4/f < 1.2$$

$$(8b) \quad 0.6 < f_4/f < 1.0$$

【0070】

また、本実施形態の撮像レンズは、以下の条件式(9)を満足しており、第5レンズL5の焦点距離と全系の焦点距離との比が、色収差の良好な補正および光学全長の短縮化を効果的に実現するために適切なものとなっている。

$$(9) \quad -6.0 < f_5/f < -1.5$$

ただし、

f_5 : 第 5 レンズの焦点距離

f : 全系の焦点距離

とする。

【0071】

なお、条件式(9)については、以下の条件式(9a)がより好ましい条件であり、条件式(9b)が特に好ましい範囲である。

$$(9a) \quad -5.0 < f_5/f < -1.7$$

$$(9b) \quad -4.5 < f_5/f < -1.8$$

10

20

30

40

50

【0072】

また、本実施形態の撮像レンズは、以下の条件式(10)を満足しており、第6レンズL6の焦点距離と全系の焦点距離との比が、バックフォーカスの確保および光学全長の短縮化を効果的に実現するために適切なものとなっている。

$$(10) -2.5 < f_6 / f < -1.0$$

ただし、

f_6 : 第6レンズの焦点距離

f : 全系の焦点距離

とする。

【0073】

なお、条件式(10)については、以下の条件式(10a)がより好ましい条件であり、条件式(10b)が特に好ましい範囲である。

$$(10a) -2.3 < f_6 / f < -1.2$$

$$(10b) -2.1 < f_6 / f < -1.2$$

【0074】

また、本実施形態の撮像レンズは、以下の条件式(11)を満足しており、第4レンズL4、第5レンズL5、第6レンズL6の合成焦点距離と全系の焦点距離との比が、像面湾曲の良好な補正および光学全長の短縮化を効果的に実現するために適切なものとなっている。

$$(11) 1.0 < f_{456} / f < 2.5$$

ただし、

f_{456} : 第4レンズ、第5レンズ、第6レンズの合成焦点距離

f : 全系の焦点距離

とする。

【0075】

なお、条件式(11)については、以下の条件式(11a)がより好ましい条件であり、条件式(11b)が特に好ましい範囲である。

$$(11a) 1.2 < f_{456} / f < 2.3$$

$$(11b) 1.3 < f_{456} / f < 2.0$$

【0076】

また、本実施形態の撮像レンズは、以下の条件式(12)を満足しており、諸収差を良好に補正し、光学全長の短縮化を効果的に実現するために適切なものとなっている。

$$(12) 0.2 < t_1 / f < 0.6$$

ただし、

t_1 : 第1レンズと第2レンズの間の光軸上の距離

f : 全系の焦点距離

とする。

【0077】

なお、条件式(12)については、以下の条件式(12a)がより好ましい条件であり、条件式(12b)が特に好ましい範囲である。

$$(12a) 0.25 < t_1 / f < 0.58$$

$$(12b) 0.28 < t_1 / f < 0.55$$

【0078】

また、本実施形態の撮像レンズは、以下の条件式(13)を満足しており、広角化と撮像素子への光線入射角度の制御を効果的に実現するために適切なものとなっている。

$$(13) 0.5 < C A 1 / i h < 2.0$$

ただし、

$C A 1$: 第1レンズの物体側の面の有効径

$i h$: 最大像高

とする。

10

20

30

40

50

【0079】

なお、条件式(13)については、以下の条件式(13a)がより好ましい条件であり、条件式(13b)が特に好ましい範囲である。

$$(13a) \quad 0.6 < C A 1 / i h < 1.7$$

$$(13b) \quad 0.7 < C A 1 / i h < 1.5$$

【0080】

また、本実施形態の撮像レンズは、以下の条件式(14)を満足しており、広角化を図りつつ、製造を容易にするために適切なものとなっている。

$$(14) \quad 0.05 < S A G \ L 1 F / C A 1 < 0.50$$

ただし、

10

SAG L1F：第1レンズの物体側の面の有効径端のサグ量

CA1：第1レンズの物体側の面の有効径

とする。

【0081】

なお、条件式(14)については、以下の条件式(14a)がより好ましい条件であり、条件式(14b)が特に好ましい範囲である。

$$(14a) \quad 0.06 < S A G \ L 1 F / C A 1 < 0.30$$

$$(14b) \quad 0.07 < S A G \ L 1 F / C A 1 < 0.20$$

【0082】

また、本実施形態の撮像レンズは、以下の条件式(15)を満足しており、広角化を図りつつ、製造を容易にするために適切なものとなっている。

20

$$(15) \quad 0.05 < S A G \ L 1 R / C A 2 < 0.50$$

ただし、

SAG L1R：第1レンズの像側の面の有効径端のサグ量

CA2：第1レンズの像側の面の有効径

とする。

【0083】

なお、条件式(15)については、以下の条件式(15a)がより好ましい条件であり、条件式(15b)が特に好ましい範囲である。

$$(15a) \quad 0.10 < S A G \ L 1 R / C A 2 < 0.45$$

30

$$(15b) \quad 0.20 < S A G \ L 1 R / C A 2 < 0.40$$

【0084】

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。

【0085】

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。

【0086】

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。

40

【0087】

【数1】

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

50

【 0 0 8 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、 TTL 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、 ν_d は d 線に対するアッベ数をそれぞれ示す。なお、非球面に関しては、面番号 i の後に * (アスタリスク) の符号を附加して示す。

【 0 0 8 9 】**(実施例 1)**

基本的なレンズデータを以下の表 1 に示す。

【 0 0 9 0 】

【表1】

数値実施例1

単位mm

$f = 1.74$
 $Fno = 2.42$
 $\omega(^{\circ}) = 59.9$
 $ih = 2.49$
 $TTL = 4.42$

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r Infinity	面間隔 d 0.288	屈折率 Nd	アッベ数 vd	
1*	6.772	0.288	1.5443	55.86	10
2*	1.205	0.436			
3*	Infinity	0.092			
4*	1.634	0.515	1.5443	55.86	
5*	-1.547	0.149			
6*	-9.053	0.210	1.6510	21.52	
7*	3.195	0.105			
8*	-4.335	0.782	1.5348	55.66	
9*	-0.632	0.035			
10*	-1.991	0.310	1.6391	23.25	
11*	-3.546	0.050			
12*	1.778	0.440	1.5348	55.66	
13*	0.742	0.500			
14	Infinity	0.110	1.5168	64.20	20
15	Infinity	0.431			
像面	Infinity				

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	$f_1 = -2.74$	$f_{456} = 2.43$
2	4	$f_2 = 1.55$	$CA_1 = 1.95$
3	6	$f_3 = -3.60$	$CA_2 = 1.17$
4	8	$f_4 = 1.29$	$SAG\ L1F = 0.27$
5	10	$f_5 = -7.70$	$SAG\ L1R = 0.28$
6	12	$f_6 = -2.80$	

非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面	第6面	第7面	
k	0.00000E+00	2.83986E+00	2.47910E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	7.61528E-01	
A4	4.40403E-01	5.83114E-01	2.74129E-02	-6.26256E-01	-1.60329E+00	-8.70183E-01	
A6	-4.84282E-01	6.00713E-01	-3.75983E-01	8.49792E-01	5.38048E-01	1.37465E+00	
A8	4.15053E-01	-6.67438E+00	9.66005E-01	-1.12126E+00	4.19575E+00	-1.57055E+00	
A10	-1.52367E-01	1.90574E+01	-1.92308E+00	4.11207E-01	-1.29396E+01	8.56445E-01	
A12	-4.61470E-03	-1.21594E+01	0.00000E+00	0.00000E+00	1.33176E+01	-1.49455E-02	
A14	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
A16	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	
k	0.00000E+00	-2.32485E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-4.09446E+00	
A4	1.74741E-01	-2.68765E-01	1.36592E-01	1.83882E-01	-2.39767E-01	-2.00244E-01	40
A6	-8.87073E-02	1.79338E-01	7.22718E-01	3.28525E-01	-5.10307E-03	1.09283E-01	
A8	2.58502E-01	1.00372E+00	-1.89771E+00	-9.50716E-01	2.89054E-03	-4.51186E-02	
A10	-1.87120E+00	-3.44653E+00	1.99535E+00	9.08022E-01	6.15432E-02	9.70167E-03	
A12	2.88222E+00	5.02706E+00	-1.31341E+00	-4.35087E-01	-4.75942E-02	-1.97692E-04	
A14	-1.47680E+00	-3.86363E+00	5.11826E-01	1.05641E-01	1.36563E-02	-2.96542E-04	
A16	0.00000E+00	1.30044E+00	-8.32630E-02	-1.04117E-02	-1.45718E-03	3.63276E-05	

【0091】

実施例1の撮像レンズは、表7に示すように条件式(a)および、条件式(1)から(15)を満たしている。

【0092】

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、図10、および図12においても同様である)。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。

【0093】

(実施例2)

基本的なレンズデータを以下の表2に示す。

【0094】

【表2】

数値実施例2

単位mm

$f = 1.63$
 $Fno = 2.39$
 $\omega(^{\circ}) = 60.1$
 $ih = 2.49$
 $TTL = 4.90$

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r Infinity	面間隔 d Infinity	屈折率 Nd	アッベ数 vd	
1*	11.809	0.345	1.5348	55.66	10
2*	1.202	0.883			
3(絞り)	Infinity	-0.009			
4*	1.827	0.697	1.5443	55.86	
5*	-1.405	0.198			
6*	23.439	0.210	1.6503	21.54	
7*	2.312	0.120			
8*	-159.598	0.737	1.5348	55.66	
9*	-0.747	0.035			
10*	-2.987	0.310	1.6391	23.25	
11*	82.236	0.051			
12*	1.977	0.410	1.5348	55.66	
13*	0.862	0.250			
14	Infinity	0.210	1.5168	64.20	20
15	Infinity	0.520			
像面	Infinity				

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	$f_1 = -2.53$	$f_{456} = 3.13$
2	4	$f_2 = 1.58$	$CA_1 = 2.69$
3	6	$f_3 = -3.96$	$CA_2 = 1.59$
4	8	$f_4 = 1.40$	$SAG\ L1F = 0.48$
5	10	$f_5 = -4.50$	$SAG\ L1R = 0.56$
6	12	$f_6 = -3.27$	

非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面	第6面	第7面	
k	0.00000E+00	5.31502E-01	-3.36243E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	4.00696E-01	
A4	3.71110E-01	4.86718E-01	-4.24428E-02	-4.06448E-01	-8.91305E-01	-5.97792E-01	
A6	-3.49809E-01	1.00383E+00	-6.67505E-01	-3.11136E-01	-3.19409E-01	5.61063E-01	
A8	2.54180E-01	-5.01632E+00	2.84787E+00	1.11316E+00	2.99668E+00	-1.48239E-01	
A10	-1.06048E-01	1.08784E+01	-1.37578E+01	-3.20483E+00	-8.05660E+00	-4.60255E-01	
A12	1.68999E-02	-8.02150E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	7.22205E+00	3.77686E-01	
A14	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
A16	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	
k	0.00000E+00	-3.02592E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-6.45245E+00	
A4	-1.45604E-01	-1.67774E-01	3.05311E-01	4.19085E-01	-1.74202E-01	-1.28923E-01	40
A6	7.35653E-01	-3.02623E-02	-3.17984E-01	-6.87332E-01	-2.99644E-03	4.27165E-02	
A8	-1.65845E+00	1.20562E+00	-8.51208E-02	5.47065E-01	1.37171E-03	-1.64241E-02	
A10	2.04582E+00	-2.98400E+00	2.99387E-01	-2.73205E-01	2.36033E-02	4.82842E-03	
A12	-1.44250E+00	3.57018E+00	-2.60502E-01	8.64238E-02	-1.47522E-02	-3.35157E-04	
A14	3.84760E-01	-2.16250E+00	1.03329E-01	-1.56533E-02	3.42094E-03	-1.24427E-04	
A16	0.00000E+00	5.29046E-01	-1.50137E-02	1.21529E-03	-2.95009E-04	1.68283E-05	

【0095】

実施例2の撮像レンズは、表7に示すように条件式(a)および、条件式(1)から(15)を満たしている。

【0096】

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。

【0097】

(実施例3)

基本的なレンズデータを以下の表3に示す。

【0098】

【表3】

数値実施例3

単位mm

$f = 1.89$
 $Fno = 2.25$
 $\omega(^{\circ}) = 60.0$
 $ih = 2.28$
 $TTL = 4.57$

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r Infinity	面間隔 d Infinity	屈折率 Nd	アッベ数 vd	
1*	-1984.021	0.538	1.5348	55.66	10
2*	1.962	0.629			
3(絞り)	Infinity	-0.043			
4*	1.754	0.584	1.5443	55.86	
5*	-2.754	0.096			
6*	-177.042	0.210	1.6503	21.54	
7*	6.450	0.110			
8*	-11.527	0.645	1.5348	55.66	
9*	-0.666	0.035			
10*	-2.640	0.310	1.6391	23.25	
11*	15.473	0.149			
12*	1.966	0.398	1.5348	55.66	
13*	0.773	0.290			
14	Infinity	0.145	1.5168	64.20	20
15	Infinity	0.525			
像面	Infinity				

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	$f_1 = -3.67$	$f_{456} = 3.56$
2	4	$f_2 = 2.06$	$CA_1 = 3.00$
3	6	$f_3 = -9.56$	$CA_2 = 1.62$
4	8	$f_4 = 1.29$	$SAG\ L1F = 0.30$
5	10	$f_5 = -3.51$	$SAG\ L1R = 0.34$
6	12	$f_6 = -2.69$	

非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面	第6面	第7面	
k	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
A4	1.43539E-01	3.90095E-01	4.33654E-03	-6.46283E-01	-8.26642E-01	-3.86847E-01	
A6	-8.83772E-02	-2.67894E-01	-6.41647E-01	9.17502E-01	4.96005E-01	8.88156E-01	
A8	4.82799E-02	6.80042E-01	1.97997E+00	-2.45505E+00	1.25283E+00	-1.51335E+00	
A10	-1.64677E-02	-3.79474E-01	-6.35760E+00	6.35850E-01	-7.75115E+00	9.44637E-01	
A12	2.28611E-03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	1.05420E+01	1.96700E-01	
A14	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
A16	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	
k	0.00000E+00	-3.16023E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-4.65433E+00	
A4	-2.55928E-01	-2.54785E-01	5.56199E-01	4.16255E-01	-1.72099E-01	-1.25077E-01	40
A6	1.76492E+00	6.34072E-01	-6.12178E-01	-5.72207E-01	-5.63640E-03	6.58266E-02	
A8	-4.22142E+00	-1.33848E-01	1.08046E-01	3.38187E-01	-3.18739E-03	-4.21030E-02	
A10	5.51485E+00	-2.34264E+00	1.71282E-01	-8.46553E-02	4.51248E-02	1.62408E-02	
A12	-4.10168E+00	5.71799E+00	-1.20888E-01	-6.23633E-03	-3.21187E-02	-2.88270E-03	
A14	1.20191E+00	-5.45873E+00	2.84071E-02	8.00436E-03	8.84350E-03	8.15540E-05	
A16	0.00000E+00	1.87436E+00	-4.72685E-03	-1.26107E-03	-8.93978E-04	2.32413E-05	

【0099】

実施例3の撮像レンズは、表7に示すように条件式(a)および、条件式(1)から(15)を満たしている。

【0100】

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。

【0101】

(実施例4)

基本的なレンズデータを以下の表4に示す。

【0102】

【表4】

数値実施例4

単位mm

$f = 1.91$
 $Fno = 2.24$
 $\omega(^{\circ}) = 60.0$
 $ih = 2.28$
 $TTL = 4.60$

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r Infinity	面間隔 d Infinity	屈折率 Nd	アッベ数 vd	
1*	-1984.021	0.453	1.5348	55.66	10
2*	2.131	0.751			
3(絞り)	Infinity	-0.037			
4*	1.666	0.556	1.5443	55.86	
5*	-2.519	0.125			
6*	39.261	0.230	1.6503	21.54	
7*	3.404	0.110			
8*	-20.071	0.639	1.5348	55.66	
9*	-0.668	0.035			
10*	-2.403	0.365	1.6391	23.25	
11*	90.173	0.129			
12*	2.040	0.380	1.5348	55.66	
13*	0.746	0.400			
14	Infinity	0.145	1.5168	64.20	20
15	Infinity	0.368			
像面	Infinity				

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	$f_1 = -3.98$	$f_{456} = 3.58$
2	4	$f_2 = 1.93$	$CA_1 = 2.93$
3	6	$f_3 = -5.75$	$CA_2 = 1.74$
4	8	$f_4 = 1.28$	$SAG\ L1F = 0.28$
5	10	$f_5 = -3.66$	$SAG\ L1R = 0.38$
6	12	$f_6 = -2.45$	

非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面	第6面	第7面	
k	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
A4	1.59931E-01	3.52166E-01	-7.06583E-03	-4.58990E-01	-7.30950E-01	-4.33279E-01	
A6	-9.56205E-02	-1.57245E-01	-5.21484E-01	8.26557E-01	4.21595E-01	9.06329E-01	
A8	4.79054E-02	3.36255E-01	1.45943E+00	-2.57841E+00	1.53818E+00	-1.47861E+00	
A10	-1.62933E-02	-1.96624E-01	-4.66842E+00	9.41937E-01	-8.44883E+00	8.22954E-01	
A12	2.22134E-03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	1.05420E+01	1.96700E-01	
A14	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
A16	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	
k	0.00000E+00	-3.22727E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-4.81957E+00	
A4	-2.00309E-01	-2.03488E-01	5.63669E-01	4.07086E-01	-2.05033E-01	-1.48101E-01	40
A6	1.71872E+00	6.56608E-01	-6.32707E-01	-5.747794E-01	1.15316E-02	7.83579E-02	
A8	-4.22372E+00	-2.03342E-01	7.91350E-02	3.38045E-01	-3.82623E-03	-4.37351E-02	
A10	5.54648E+00	-2.31712E+00	1.80417E-01	-8.42641E-02	4.46792E-02	1.60705E-02	
A12	-4.10168E+00	5.71799E+00	-1.20888E-01	-5.92152E-03	-3.22016E-02	-2.85642E-03	
A14	1.20191E+00	-5.45873E+00	2.84071E-02	8.02353E-03	8.83820E-03	1.00351E-04	
A16	0.00000E+00	1.87436E+00	-4.72685E-03	-1.30936E-03	-8.83335E-04	1.84999E-05	

【0103】

実施例4の撮像レンズは、表7に示すように条件式(a)および、条件式(1)から(15)を満たしている。

【0104】

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。

【0105】

(実施例5)

基本的なレンズデータを以下の表5に示す。

【0106】

【表5】

数値実施例5

単位mm

$f = 2.03$
 $Fno = 2.23$
 $\omega(^{\circ}) = 60.0$
 $ih = 2.28$
 $TTL = 4.64$

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r Infinity	面間隔 d Infinity	屈折率 Nd	アッベ数 vd	
1*	Infinity	0.355	1.5348	55.66	10
2*	2.245	0.846			
3(絞り)	Infinity	-0.064			
4*	1.543	0.562	1.5443	55.86	
5*	-4.878	0.125			
6*	5.402	0.230	1.6503	21.54	
7*	2.674	0.110			
8*	43.709	0.629	1.5348	55.66	
9*	-0.770	0.035			
10*	-3.328	0.365	1.6391	23.25	
11*	8.919	0.281			
12*	2.717	0.380	1.5348	55.66	
13*	0.896	0.400			
14	Infinity	0.110	1.5168	64.20	20
15	Infinity	0.317			
像面	Infinity				

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	$f_1 = -4.20$	$f_{456} = 3.95$
2	4	$f_2 = 2.22$	$CA_1 = 2.93$
3	6	$f_3 = -8.42$	$CA_2 = 1.88$
4	8	$f_4 = 1.42$	$SAG\ L1F = 0.26$
5	10	$f_5 = -3.75$	$SAG\ L1R = 0.42$
6	12	$f_6 = -2.70$	

非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面	第6面	第7面	
k	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
A4	1.72875E-01	3.20721E-01	5.88135E-03	-3.90211E-01	-6.47512E-01	-4.11872E-01	
A6	-1.08661E-01	-1.05164E-01	-3.11728E-01	3.43197E-01	-2.66901E-01	5.93659E-01	
A8	4.63623E-02	1.24568E-01	9.08916E-01	-1.28559E+00	2.49035E+00	-1.06887E+00	
A10	-1.34416E-02	-6.53543E-02	-2.76101E+00	7.27879E-02	-9.45186E+00	5.54355E-01	
A12	1.73868E-03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	1.05420E+01	1.96700E-01	
A14	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
A16	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	
k	0.00000E+00	-3.26363E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-4.82616E+00	
A4	-2.70368E-01	-2.10367E-01	4.46342E-01	3.14351E-01	-2.41376E-01	-1.70148E-01	40
A6	1.73821E+00	6.12589E-01	-5.73026E-01	-5.39626E-01	4.85809E-02	9.37351E-02	
A8	-4.33791E+00	-4.87581E-01	-4.61254E-02	3.43589E-01	-8.64242E-03	-5.01025E-02	
A10	5.68448E+00	-1.99787E+00	2.68990E-01	-8.77252E-02	4.35727E-02	1.64341E-02	
A12	-4.10168E+00	5.71799E+00	-1.20260E-01	-6.14956E-03	-3.15635E-02	-2.76239E-03	
A14	1.20191E+00	-5.45873E+00	2.84071E-02	8.15030E-03	8.64100E-03	1.82605E-04	
A16	0.00000E+00	1.87436E+00	-4.72685E-03	-1.33079E-03	-8.53991E-04	1.15576E-06	

【0107】

実施例5の撮像レンズは、表7に示すように条件式(a)および、条件式(1)から(15)を満たしている。

【0108】

図10は実施例5の撮像レンズについて、球面収差(mm)、非点収差(mm)、歪曲

収差(%)を示したものである。図10に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

【0109】

(実施例6)

基本的なレンズデータを以下の表6に示す。

【0110】

【表6】

数値実施例6

単位mm

$f = 2.04$
 $Fno = 2.24$
 $\omega(^{\circ}) = 59.8$
 $ih = 2.28$
 $TTL = 4.64$

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r Infinity	面間隔 d Infinity	屈折率 Nd	アッベ数 vd	
1*	Infinity	0.355	1.5348	55.66	10
2*	2.265	0.838			
3(絞り)	Infinity	-0.072			
4*	1.514	0.550	1.5443	55.86	
5*	-5.955	0.125			
6*	6.172	0.220	1.6503	21.54	
7*	2.867	0.110			
8*	36.388	0.641	1.5348	55.66	
9*	-0.789	0.035			
10*	-3.810	0.365	1.6391	23.25	
11*	7.308	0.300			
12*	2.298	0.380	1.5348	55.66	
13*	0.865	0.500			
14	Infinity	0.110	1.5168	64.20	20
15	Infinity	0.222			
像面	Infinity				

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	$f_1 = -4.23$	$f_{456} = 3.71$
2	4	$f_2 = 2.28$	$CA_1 = 2.90$
3	6	$f_3 = -8.46$	$CA_2 = 1.86$
4	8	$f_4 = 1.45$	$SAG\ L1F = 0.26$
5	10	$f_5 = -3.87$	$SAG\ L1R = 0.41$
6	12	$f_6 = -2.86$	

非球面データ

	第1面	第2面	第4面	第5面	第6面	第7面	
k	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
A4	1.69505E-01	3.20721E-01	2.47869E-02	-3.56643E-01	-6.46652E-01	-4.24558E-01	
A6	-9.80824E-02	-1.07595E-01	-2.99024E-01	1.65878E-01	-4.28751E-01	5.58791E-01	
A8	3.97059E-02	1.87662E-01	9.44770E-01	-9.33836E-01	2.44503E+00	-1.05792E+00	
A10	-1.19501E-02	-1.17522E-01	-2.71258E+00	-2.63833E-01	-8.97831E+00	7.07424E-01	
A12	1.62839E-03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	1.05420E+01	1.96700E-01	
A14	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
A16	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	
k	0.00000E+00	-3.56367E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-4.51473E+00	
A4	-2.76251E-01	-2.76503E-01	4.27935E-01	3.04032E-01	-2.77926E-01	-1.69988E-01	40
A6	1.70020E+00	7.14179E-01	-5.59142E-01	-5.39856E-01	6.51094E-02	8.97879E-02	
A8	-4.30599E+00	-6.05258E-01	-5.10738E-02	3.46777E-01	-1.17695E-02	-4.67236E-02	
A10	5.68225E+00	-1.95804E+00	2.80629E-01	-8.74799E-02	4.26886E-02	1.61170E-02	
A12	-4.10168E+00	5.71799E+00	-1.20260E-01	-6.69764E-03	-3.11569E-02	-2.89685E-03	
A14	1.20191E+00	-5.45873E+00	2.84071E-02	7.97562E-03	8.59027E-03	1.84517E-04	
A16	0.00000E+00	1.87436E+00	-4.72685E-03	-1.23734E-03	-8.51266E-04	5.30290E-06	

【0 1 1 1】

実施例6の撮像レンズは、表7に示すように条件式(a)および、条件式(1)から(15)を満たしている。

【0 1 1 2】

図12は実施例6の撮像レンズについて、球面収差(mm)、非点収差(mm)、歪曲

収差(%)を示したものである。図12に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

【0113】

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、全画角(2α)が90°以上の広角でありながら、光学全長TTLが5.5mm未満で、全長対角比(TTL/2ih)が1.1未満に低背化し、諸収差が良好に補正された、解像力の高い撮像レンズの提供を可能にする。

【0114】

表7に実施例1から6に係る条件式(a)および、条件式(1)から条件式(15)の値を示す。

【0115】

【表7】

	条件式(a) TTL/2H	条件式(1) ω	条件式(2) SAG L1R/r2	条件式(3) r2/f	条件式(4) $f_2-f_4 > 0$	条件式(5) f_1/f	条件式(6) f_2/f	条件式(7) f_3/f	条件式(8) f_4/f	条件式(9) f_5/f	条件式(10) f_6/f	条件式(11) f_{456}/f	条件式(12) t_1/f	条件式(13) CA_1/lh	条件式(14) SAG L1F/CA1	条件式(15) SAG L1R/CA2
実施例1	0.89	59.9	0.23	0.69	0.26	-1.57	0.89	-2.07	0.74	-4.42	-1.61	1.39	0.30	0.78	0.14	0.24
実施例2	0.98	60.1	0.47	0.74	0.18	-1.55	0.97	-2.43	0.86	-2.76	-2.01	1.92	0.54	1.08	0.18	0.35
実施例3	1.00	60.0	0.18	1.04	0.77	-1.94	1.09	-5.07	0.69	-1.86	-1.43	1.89	0.31	1.31	0.10	0.21
実施例4	1.01	60.0	0.18	1.12	0.65	-2.09	1.01	-3.02	0.67	-1.92	-1.29	1.88	0.37	1.28	0.10	0.22
実施例5	1.02	60.0	0.19	1.11	0.80	-2.07	1.10	-4.15	0.70	-1.85	-1.33	1.95	0.39	1.28	0.09	0.22
実施例6	1.02	59.8	0.18	1.11	0.82	-2.08	1.12	-4.15	0.71	-1.90	-1.40	1.82	0.38	1.27	0.09	0.22

【産業上の利用可能性】

【0116】

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】

【0117】

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

I R フィルタ

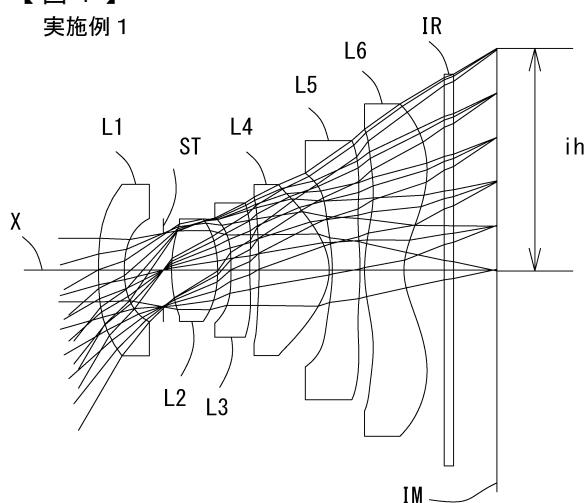
I M 撮像面

i h 最大像高

10

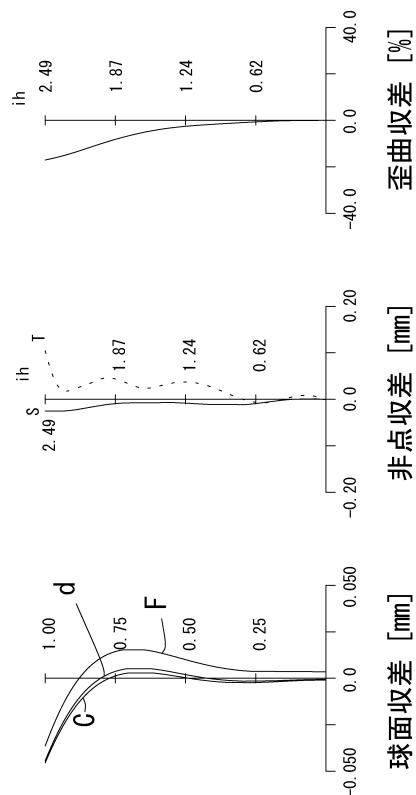
【図1】

実施例1

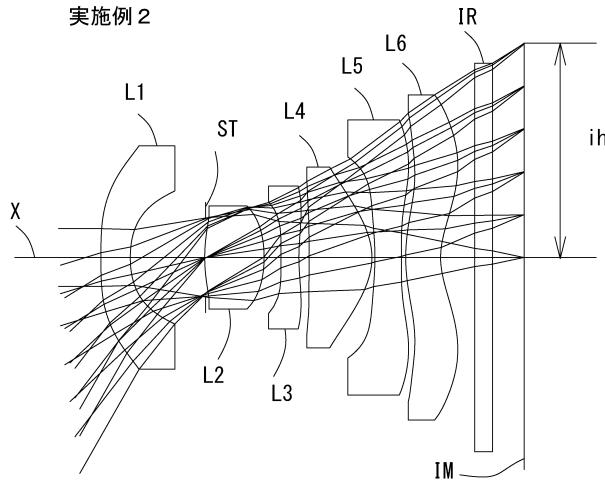


【図2】

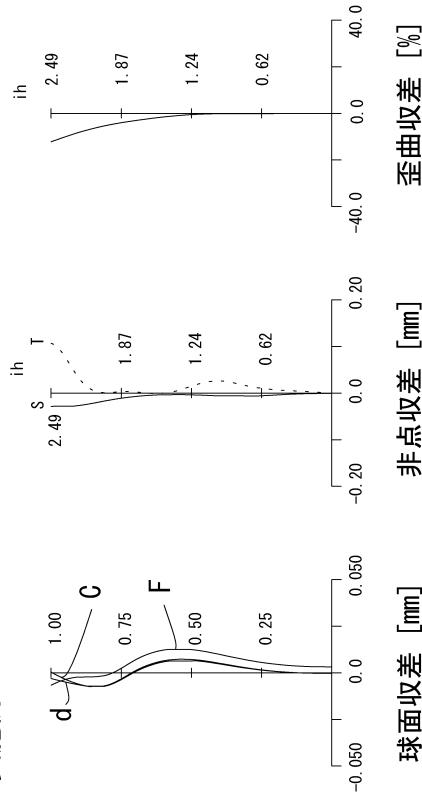
実施例1



【図3】
実施例2

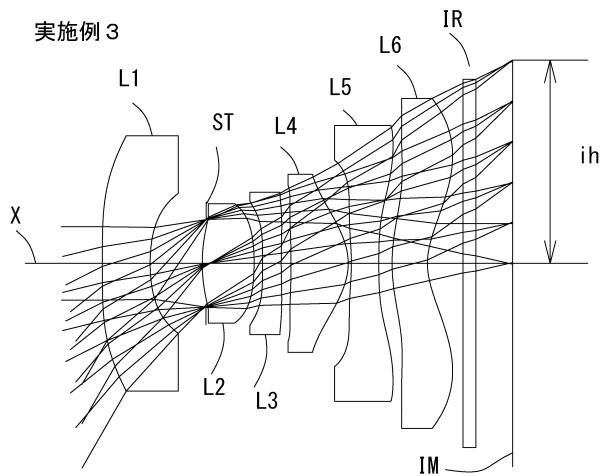


【図4】

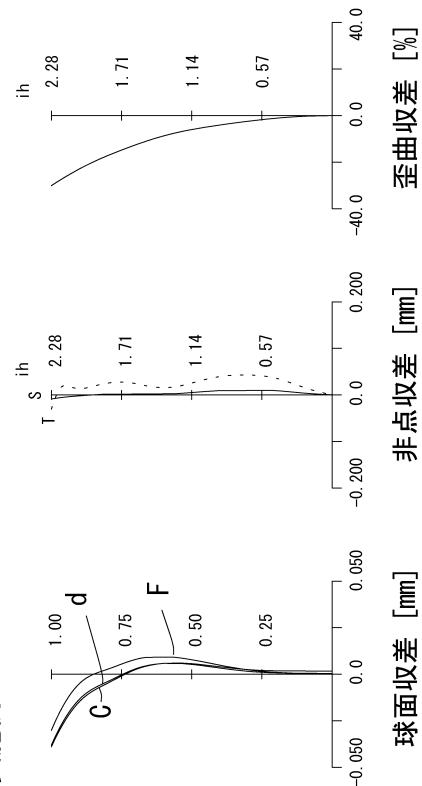


実施例2

【図5】
実施例3



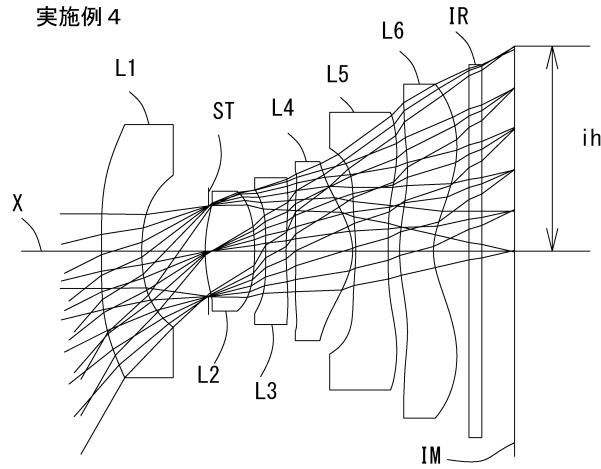
【図6】



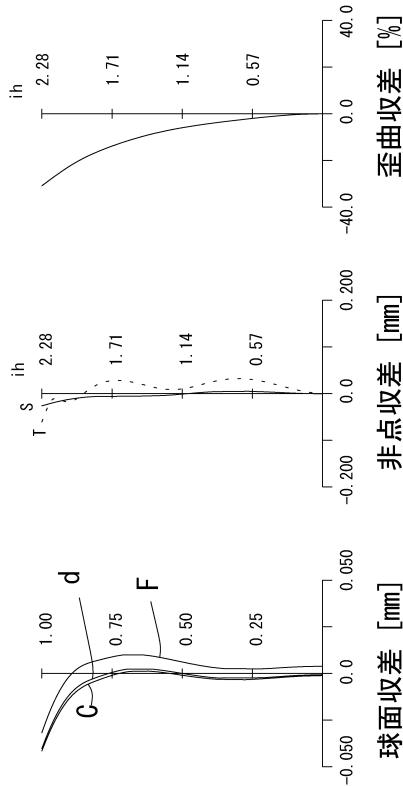
実施例3

【図7】

実施例4



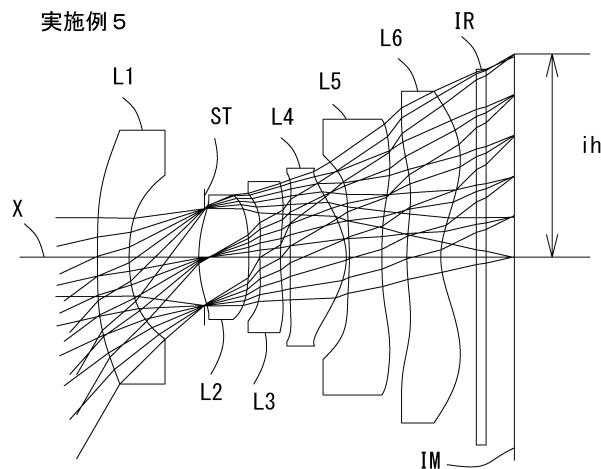
【図8】



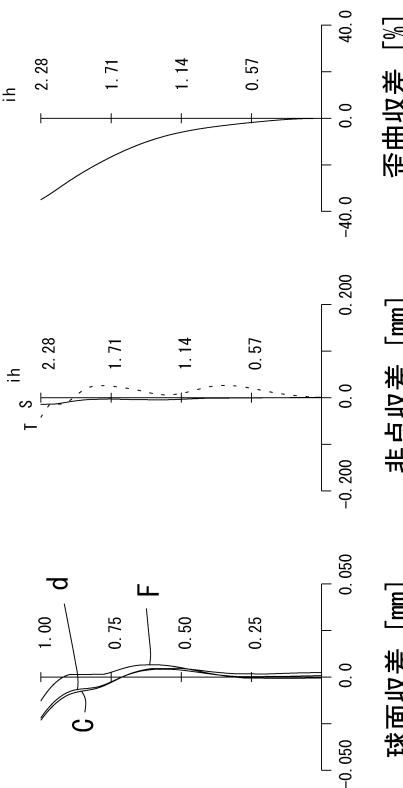
実施例4

【図9】

実施例5



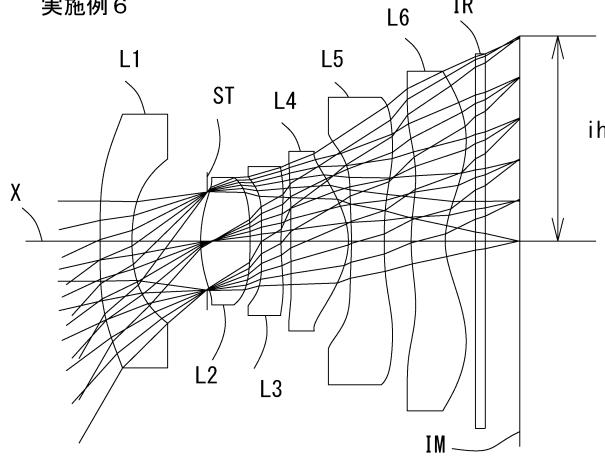
【図10】



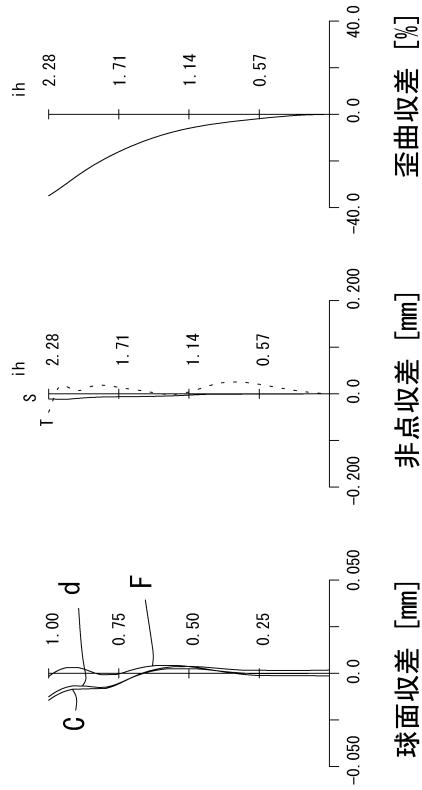
実施例5

【図 1 1】

実施例 6

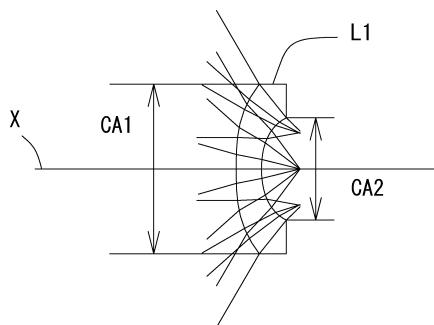


【図 1 2】

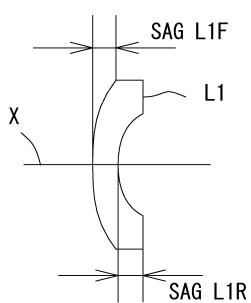


実施例 6

【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2015/0212296(US,A1)
米国特許出願公開第2017/0184817(US,A1)
韓国公開特許第10-2017-0093504(KR,A)
米国特許出願公開第2017/0336604(US,A1)
米国特許出願公開第2016/0252709(US,A1)
米国特許出願公開第2016/0139367(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 9/00 - 17/08
G 02 B 21/02 - 21/04
G 02 B 25/00 - 25/04