

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-11906

(P2013-11906A)

(43) 公開日 平成25年1月17日(2013.1.17)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
G02B 13/00 (2006.01) G02B 13/00 2H087
G02B 13/18 (2006.01) G02B 13/18

審査請求 有 請求項の数 13 O L (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2012-205362 (P2012-205362)	(71) 出願人	391014055 カンタツ株式会社
(22) 出願日	平成24年9月19日 (2012. 9. 19)		栃木県矢板市片岡 1 1 5 0 番地 2 3
(62) 分割の表示	特願2009-84695 (P2009-84695) の分割	(74) 代理人	100091694 弁理士 中村 守
原出願日	平成21年3月31日 (2009. 3. 31)	(72) 発明者	伊勢 善男 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
		(72) 発明者	橋本 雅也 福島県須賀川市横山町88番地 カンタツ 株式会社須賀川工場内
		Fターム(参考)	2H087 KA01 LA01 PA05 PA17 PB05 QA02 QA06 QA12 QA14 QA22 QA25 QA26 QA37 QA41 QA45 QA46 RA05 RA12 RA13 RA34 RA42 UA01

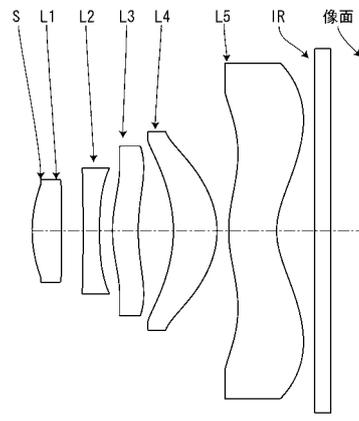
(54) 【発明の名称】 固体撮像素子用撮像レンズ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 諸収差が良好に補正された高解像度・高品位の画像が得られ、小型で低コストの固体撮像素子用撮像レンズを提供する。

【解決手段】 物体側から順に、光軸上で物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第1レンズL1と、光軸上で物体側に凹面を向けた負の屈折力を有する第2レンズL2と、負の屈折力を有する第3レンズL3と、光軸上で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第4レンズL4と、光軸上で像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5レンズL5とから成る。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固体撮像素子用撮像レンズであって、物体側から順に、
光軸上で物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第 1 レンズと、
光軸上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、
光軸上で物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 3 レンズと、
光軸上で像側に凸面を向けた正の屈折率を有するメニスカス形状の第 4 レンズと、
光軸上で像側に凹面を向けた負の屈折率を有するメニスカス形状の第 5 レンズとから成る
ことを特徴とする固体撮像素子用撮像レンズ。

【請求項 2】

前記第 1 レンズ、及び前記第 2 レンズに使用する材料のアップベ数に関して、下記条件式
(1) 及び (2) を満足することを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子用撮像レンズ
。

$$4.5 < 1 < 9.0 \quad (1)$$

$$2.2 < 2 < 3.5 \quad (2)$$

ただし、

1 : 第 1 レンズの d 線におけるアップベ数

2 : 第 2 レンズの d 線におけるアップベ数

【請求項 3】

前記第 2 レンズ、前記第 3 レンズ、前記第 4 レンズ及び前記第 5 レンズは、少なくとも
一面が非球面形状を採り、樹脂材料により製作される、所謂プラスチックレンズであるこ
とを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

【請求項 4】

開口絞りは、第 1 レンズの物体側に配置されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3
の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

【請求項 5】

前記第 5 レンズの物体側面と像側面は、レンズ中心部から周辺部に行くに従って少なく
とも一つの変曲点を有する非球面形状であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何
れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

【請求項 6】

前記第 1 レンズ及び前記第 2 レンズは、下記条件式 (3) , (4) を満足することを特
徴とする請求項 1 乃至請求項 5 の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

$$0.5 < f_1 / f < 1.0 \quad (3)$$

$$-1.5 < f_2 / f < -0.6 \quad (4)$$

ただし、

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f₁ : 第 1 レンズの焦点距離

f₂ : 第 2 レンズの焦点距離

【請求項 7】

前記第 4 レンズ及び前記第 5 レンズは、下記条件式 (5) , (6) を満足することを特
徴とする請求項 1 乃至請求項 6 の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

$$0.9 < f_4 / f < 1.5 \quad (5)$$

$$-1.7 < f_5 / f < -0.8 \quad (6)$$

ただし、

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f₄ : 第 4 レンズの焦点距離

f₅ : 第 5 レンズの焦点距離

【請求項 8】

前記第 1 レンズと前記第 3 レンズは、下記条件式 (7) を満足することを特徴とする請
求項 1 乃至請求項 7 の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

10

20

30

40

50

$$-0.15 < f_1 / f_3 < 0.37 \quad (7)$$

ただし、

f_1 : 第1レンズの焦点距離

f_3 : 第3レンズの焦点距離

【請求項9】

前記第2レンズ、前記第3レンズ及び前記第4レンズは、下記条件式(8)を満足することを特徴とする請求項1乃至請求項8の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

$$0.0 < f_{2 \cdot 3 \cdot 4} \quad (8)$$

ただし、

$f_{2 \cdot 3 \cdot 4}$: 第2レンズ、第3レンズ、第4レンズの合成焦点距離

【請求項10】

前記第1レンズ、前記第2レンズ、前記第3レンズ、前記第4レンズ及び前記第5レンズは、下記条件式(9)、(10)、(11)を満足することを特徴とする請求項1乃至請求項9の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

$$f_1 < |f_2| < |f_3| \quad (9)$$

$$f_1 < f_4 < |f_3| \quad (10)$$

$$f_1 < |f_5| < |f_3| \quad (11)$$

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

【請求項11】

前記第1レンズの曲率半径に関して、下記条件式(12)を満足することを特徴とする請求項1乃至請求項10の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

$$-0.40 < r_1 / r_2 < 0.10 \quad (12)$$

ただし、

r_1 : 第1レンズ物体側面の曲率半径

r_2 : 第1レンズ像側面の曲率半径

【請求項12】

前記第4レンズの曲率半径に関して、下記条件式(13)を満足することを特徴とする請求項1乃至請求項11の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

$$1.4 < r_7 / r_8 < 3.0 \quad (13)$$

ただし、

r_7 : 第4レンズ物体側面の曲率半径

r_8 : 第4レンズ像側面の曲率半径

【請求項13】

前記撮像光学系の光学長と焦点距離に関して、下記条件式(14)を満足することを特徴とする請求項1乃至請求項12の何れか一項に記載の撮像レンズ。

$$1.05 < L / f < 1.30 \quad (14)$$

ただし、

L : 第1レンズ前面より像面までの距離

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

【請求項14】

前記第1レンズの有効径に関して、下記条件式(15)を満足することを特徴とする請求項1乃至請求項13の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

$$0.30 < CA_1 / f < 0.50 \quad (15)$$

ただし、

10

20

30

40

50

C A 1 : 開口絞りの直径

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、携帯端末、PDA (Personal Digital Assistance) 等の小型で薄型の電子機器に用いられる小型撮像装置に使用される固体撮像素子用撮像レンズに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、撮像装置を備えた携帯端末の市場の拡大に伴い、この撮像装置には高画素数で小型の固体撮像素子が搭載されるようになった。

【0003】

このような撮像素子の小型化・高画素化に対応し、撮像レンズについても解像度と画像品位の面でより高い性能が求められ、且つその普及とともに、低コスト化も要求されている。

【0004】

高性能化への要求に応えるため、複数枚のレンズで構成された撮像レンズが一般化しており、2枚～4枚のレンズ構成に比べ、より高性能化が可能な5枚のレンズ構成の撮像レンズも提案されている。

【0005】

例えば、特許文献1には、物体側から順に、物体側の面が凸形状の正の屈折力を有する第1レンズと、像面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、像面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第3レンズと、両面が非球面形状で光軸上において像面側の面が凹形状の負の屈折力を有する第4レンズと、両面が非球面形状の正または負の屈折力を有する第5レンズとの構成をとり、高性能化を目指した撮像レンズが開示されている。

【0006】

また、特許文献2には、物体側より順に、開口絞りと、正の屈折力を有する第1レンズと、第1レンズと接合された負の屈折力を有する第2レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第3レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の第4レンズと、少なくとも1面が非球面とされた物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第5レンズとを配置することで、高性能化をめざした撮像レンズが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2007-264180号公報

【特許文献2】特開2007-298572号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記特許文献1及び特許文献2記載の撮像レンズは、5枚レンズの構成にすることによる高性能化を目指しているが、光学長という観点から見れば、小型化・薄型化への対応は、不十分であった。

【0009】

本発明は、前述した事情に鑑み、小型且つ高性能で、低コスト化にも対応可能な固体撮像素子用撮像レンズを得ること目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題は、固体撮像素子用撮像レンズを以下の構成にすることにより解決される。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

請求項 1 記載の固体撮像素子用撮影レンズは、物体側から順に、光軸上で物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第 1 レンズと、光軸上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、光軸上で物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 3 レンズと、光軸上で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第 4 レンズと、光軸上で像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 5 レンズとを配置する。

【 0 0 1 2 】

請求項 2 の固体撮像素子用撮影レンズは、前記第 1 レンズ、及び前記第 2 レンズに使用する材料のアップ数に関して、下記条件式 (1) 及び (2) を満足することを特徴とする撮像レンズであること。

$$4.5 < f_1 < 9.0 \quad (1)$$

$$2.2 < f_2 < 3.5 \quad (2)$$

ただし、

1 : 第 1 レンズの d 線におけるアップ数

2 : 第 2 レンズの d 線におけるアップ数

【 0 0 1 3 】

上記条件式 (1) は、第 1 レンズのアップ数を規定するものである。条件式 (1) の下限を超える場合は、第 2 レンズとの分散値の差が少なくなり、色収差の補正が不十分になる。逆に上限を超える場合は、軸上色収差と倍率色収差のバランスが悪くなり、画面周辺部での性能劣化を生じる。

【 0 0 1 4 】

上記条件式 (2) は、第 2 レンズのアップ数を規定するものである。条件式 (2) の下限を超える場合は、軸上色収差と軸外色収差のバランスが悪くなり、画面周辺部での性能劣化を生じる。逆に上限を超える場合は、第 1 レンズとの分散値の差が少なくなり、色収差の補正が不十分になる。

【 0 0 1 5 】

請求項 3 記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記第 2 レンズ、前記第 3 レンズ、前記第 4 レンズ及び前記第 5 レンズは、少なくとも一面が非球面形状を採り、樹脂材料により製作される、所謂プラスチックレンズである。

【 0 0 1 6 】

安価で生産効率の良い樹脂材料を使用し、少なくとも、第 2 レンズ、第 3 レンズ、第 4 レンズ、及び第 5 レンズを製作することにより、低コスト化が可能となる。

【 0 0 1 7 】

請求項 4 記載の固体撮像素子用撮影レンズは、開口絞りを、第 1 レンズの物体側に配置する。

【 0 0 1 8 】

開口絞りを、第 1 レンズよりも物体側に備えることにより、CRA (Chief Ray Angle) は小さくし易く、光量の低下する像面の周辺部分での光量確保が容易となる。

【 0 0 1 9 】

請求項 5 記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記第 5 レンズの物体側面と像側面は、レンズ中心部から周辺部に行くに従って少なくとも一つの変曲点を有する非球面形状とする。

【 0 0 2 0 】

上記の第 5 レンズの物体側面と像側面は、レンズ中心部から周辺部に行くに従って少なくとも一つの変曲点を有する非球面形状にすることにより、軸外性能や CRA の確保を図ることが可能になる。

【 0 0 2 1 】

請求項 6 記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記第 1 レンズ及び前記第 2 レンズは、下記条件式 (3) , (4) を満足することを特徴とする撮像レンズであること。

10

20

30

40

50

$$0.50 < f_1 / f < 1.00 \quad (3)$$

$$-1.50 < f_2 / f < -0.65 \quad (4)$$

ただし、

f：撮像レンズ全系の合成焦点距離

f₁：第1レンズの焦点距離

f₂：第2レンズの焦点距離

【0022】

上記条件式(3)は、第1レンズの焦点距離範囲を全系の焦点距離に対して規定するものである。条件式(3)の下限を超える場合は、第1レンズの焦点距離が短くなり過ぎ、球面収差やコマ収差の補正が困難になる。逆に上限を超える場合は、光学長が長くなり過ぎ、本特許の目的である撮像レンズの薄型化に反する。

10

【0023】

上記条件式(4)は、第2レンズの焦点距離範囲を全系の焦点距離に対して規定するものである。条件式(4)の下限を超える場合は、第2レンズのパワーが不足することになり、色収差の補正が不十分になる。逆に上限を超える場合は、第2レンズの焦点距離が短くなり過ぎ、球面収差やコマ収差の補正が困難になり、製作時の誤差感度も厳しくなる。

【0024】

請求項7記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記第4レンズ及び前記第5レンズは、下記条件式(5)、(6)を満足することを特徴とする撮像レンズであること。

$$0.9 < f_4 / f < 1.50 \quad (5)$$

$$-1.70 < f_5 / f < -0.85 \quad (6)$$

20

ただし、

f：撮像レンズ全系の合成焦点距離

f₄：第4レンズの焦点距離

f₅：第5レンズの焦点距離

【0025】

上記条件式(5)は、第4レンズの焦点距離範囲を全系の焦点距離に対して規定するものである。条件式(5)の下限を超える場合は、第4レンズの焦点距離が短くなり過ぎ、非点収差やコマ収差の補正が困難になり、製作時の誤差感度も厳しくなる。逆に上限を超える場合は、倍率色収差や非点収差が補正不足になり、所望の性能が得られなくなる。

30

【0026】

上記条件式(6)は、第5レンズの焦点距離範囲を全系の焦点距離に対して規定するものである。条件式(6)の下限を超える場合は、第5レンズのパワーが不足することになり、光学長を短くすることが困難となる。逆に上限を超える場合は、CRAを低角度にすることが困難になったり、低像高での製作時の誤差感度が厳しくなる。

【0027】

請求項8記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記第1レンズと前記第3レンズは、下記条件式(7)を満足することを特徴とする撮像レンズであること。

$$-0.15 < f_1 / f_3 < 0.37 \quad (7)$$

ただし、

f₁：第1レンズの焦点距離

f₃：第3レンズの焦点距離

40

【0028】

上記条件式(7)は、第1レンズの焦点距離と第3レンズの焦点距離の比を規定するものである。条件式(7)の下限を超える場合は、第3レンズの焦点距離が負で短くなり過ぎ、収差補正が困難になる。逆に上限を超える場合は、第3レンズの焦点距離が正で短くなり過ぎ、非点収差やコマ収差のバランスが悪くなり、製作時の誤差感度も厳しくなる。

【0029】

請求項9記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記第2レンズ、前記第3レンズ及び前記第4レンズは、下記条件式(8)を満足することを特徴とする撮像レンズであること。

50

$$0.0 < f_{2 \cdot 3 \cdot 4} \quad (8)$$

ただし、

$f_{2 \cdot 3 \cdot 4}$: 第2レンズ、第3レンズ、第4レンズの合成焦点距離

【0030】

上記条件式(8)は、第2レンズ、第3レンズ及び第4レンズの合成焦点距離を規定するものである。条件式(8)の下限を超える場合は、第2レンズの負のパワーが強くなり過ぎ、製作時の誤差感度が厳しくなり過ぎるか、第4レンズの正のパワーが弱くなり過ぎ、非点収差や歪曲収差の補正が困難になる。

【0031】

請求項10記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記第1レンズ、前記第2レンズ、前記第3レンズ、前記第4レンズ及び前記第5レンズは、下記条件式(9)、(10)、(11)を満足することを特徴とする撮像レンズであること。

$$f_1 < |f_2| < |f_3| \quad (9)$$

$$f_1 < f_4 < |f_3| \quad (10)$$

$$f_1 < |f_5| < |f_3| \quad (11)$$

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

【0032】

上記条件式(9)は、第1レンズ、第2レンズ、及び第3レンズのそれぞれのパワーすなわち、焦点距離の大小関係を規定するものである。条件式(9)の下限を超える場合は、第2レンズの負のパワーが強くなり過ぎ、光学長が長くなったり、製作時の誤差感度が厳しくなる。逆に上限を超える場合は、第3レンズのパワーが強くなり過ぎ、軸外性能の確保が困難になる。

【0033】

上記条件式(10)は、第1レンズ、第3レンズ、及び第4レンズのそれぞれのパワーすなわち、焦点距離の大小関係を規定するものである。条件式(10)の下限を超える場合は、第4レンズのパワーが強くなり過ぎ、光学長が長くなったり、非点収差や歪曲収差の補正が困難になる。逆に上限を超える場合は、第3レンズのパワーが強くなり過ぎ、軸外性能の確保が困難になる。

【0034】

上記条件式(11)は、第1レンズ、第3レンズ、及び第5レンズのそれぞれのパワーすなわち、焦点距離の大小関係を規定するものである。条件式(11)の下限を超える場合は、第5レンズの負のパワーが強くなり過ぎ、コマ収差や非点収差の補正が困難になる。逆に上限を超える場合は、第3レンズのパワーが強くなり過ぎ、軸外性能の確保が困難になる。

【0035】

ここで、第3レンズは最も弱いパワーであるが、前後面の非球面が第2レンズで発生した収差を緩和するのに有効に働いている。特に4次の非球面係数が有効な働きをし、5枚構成ならでの性能を得るのに重要な役割を果たしている。

【0036】

請求項11記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記第1レンズの曲率半径に関して、下記条件式(12)を満足することを特徴とする撮像レンズであること。

$$-0.40 < r_1 / r_2 < 0.10 \quad (12)$$

ただし、

r_1 : 第1レンズ物体側面の曲率半径

r_2 : 第1レンズ像側面の曲率半径

10

20

30

40

50

【0037】

上記条件式(12)は、第1レンズのレンズ形状を規定するものである。条件式(12)の下限を超える場合は、光学長の短縮化に不利になると共に、第1レンズの製作時の誤差感度も厳しくなる。逆に上限を超える場合は、収差バランスを保つのが困難になり、所望の性能が得られなくなる。

【0038】

請求項12記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記第4レンズの曲率半径に関して、下記条件式(13)を満足することを特徴とする撮像レンズであること。

$$1.4 < r7 / r8 < 3.0 \quad (13)$$

ただし、

r7：第4レンズ物体側面の曲率半径

r8：第4レンズ像側面の曲率半径

【0039】

上記条件式(13)は、第4レンズのレンズ形状を規定するものである。条件式(13)の下限を超える場合は、第4レンズのパワーが弱くなり過ぎ、諸収差の補正が困難になり性能劣化を来す。逆に上限を超える場合は、第4レンズのパワーが強くなり過ぎるか、メニスカス度の少ないレンズになり、この場合も収差バランスを保つのが困難になり、所望の性能が得られなくなる。

【0040】

請求項13記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記撮像光学系の光学長と焦点距離に関して、下記条件式(14)を満足することを特徴とする撮像レンズであること。

$$1.05 < L / f < 1.30 \quad (14)$$

ただし、

L：第1レンズ前面より像面までの距離

f：撮像レンズ全系の合成焦点距離

【0041】

上記条件式(14)は、光学長を焦点距離との関係で規定するものである。条件式(14)の下限を超える場合は、光学長が短くなり過ぎ、諸収差の補正が困難になると共に、製作時の誤差感度も厳しくなり過ぎる。逆に上限を超える場合は、光学長が長くなり過ぎることとなり、撮像レンズの薄型化が困難となる。

【0042】

請求項14記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記第1レンズの有効径に関して、下記条件式(15)を満足することを特徴とする撮像レンズであること。

$$0.30 < CA1 / f < 0.50 \quad (15)$$

ただし、

CA1：開口絞りの直径

f：撮像レンズ全系の合成焦点距離

【0043】

上記条件式(15)は、レンズの明るさ、Fnoを規定するものである。条件式(15)の下限を超える場合は、Fnoが大きくなり過ぎ、要求される明るさを満たさないことが多い。逆に上限を超える場合は、Fnoが小さくなり過ぎるか、絞り(Fno光束規制板)と第1レンズ前面との距離が大きくなり過ぎ、何れの場合も所望の光学性能が得られなくなる。

【発明の効果】

【0044】

本発明によれば、第1レンズ乃至第5レンズを備えた5枚レンズ構成にし、第3レンズに従来の4枚レンズ構成に無かった役割を与えることにより、高解像化に伴った撮像素子の大型化や画素の高細密化にも対応できるように諸収差が良好に補正された高性能なレンズをコンパクトな構成で、安価に提供できる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

【 図 1 】 本発明の実施例 1 を示す撮像レンズの断面図である。

【 図 2 】 同上、諸収差図である。

【 図 3 】 本発明の実施例 2 を示す撮像レンズの断面図である。

【 図 4 】 同上、諸収差図である。

【 図 5 】 本発明の実施例 3 を示す撮像レンズの断面図である。

【 図 6 】 同上、諸収差図である。

【 図 7 】 本発明の実施例 4 を示す撮像レンズの断面図である。

【 図 8 】 同上、諸収差図である。

【 図 9 】 本発明の実施例 5 を示す撮像レンズの断面図である。

10

【 図 1 0 】 同上、諸収差図である。

【 図 1 1 】 本発明の実施例 6 を示す撮像レンズの断面図である。

【 図 1 2 】 同上、諸収差図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 4 6 】

以下に、本発明の実施例を具体的な数値を示し説明する。実施例 1 から実施例 6 は、物体側から開口絞り S、第 1 レンズ L 1、第 2 レンズ L 2、第 3 レンズ L 3、第 4 レンズ L 4、及び第 5 レンズ L 5、平行平面ガラス I R、像面の順の配列で構成されている。

【 0 0 4 7 】

また、実施例 1 から実施例 6 において、第 2 レンズ L 2、第 3 レンズ L 3、第 4 レンズ L 4 及び前記第 5 レンズ L 5 は、少なくとも一面が非球面形状を採り、樹脂材料により製作される、所謂プラスチックレンズであるとともに、開口絞り S は、第 1 レンズ L 1 の物体側に配置される。

20

【 0 0 4 8 】

前記第 5 レンズ L 5 の物体側面と像側面は、レンズ中心部から周辺部に行くに従って少なくとも一つの変曲点を有する非球面形状であるとともに、各実施例における非球面の形状については、面の頂点を原点とし、光軸方向に Z 軸をとり、光軸と垂直方向の高さを h として、以下の非球面式で表す。

$$Z = (h^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + K) (h^2 / r^2)\}^{1/2}] + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + \dots$$

30

【 0 0 4 9 】

ただし、上記非球面式及び各実施例に使用する記号は下記の通りである。

A_i : i 次の非球面係数

r : 曲率半径

K : 円錐定数

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

F : F ナンバー

d : 軸上面間隔

n_d : レンズ材料の d 線に対する屈折率

: レンズ材料のアッペ数

40

また、以降（表のレンズデータを含む）において、10 のべき乗数（例えば、4 . 5 × 10^{-0.4}）を E（例えば、4 . 5 E - 0 4）を用いて表し、レンズデータの面番号は第 1 レンズ L 1 の物体側を 1 面とし順に付与した。

【 実施例 1 】

【 0 0 5 0 】

実施例 1 の撮像レンズについて、数値データを表 1 に示す。また、図 1 は撮像レンズの断面図、図 2 は諸収差図である。

【 0 0 5 1 】

【表 1】

$$f = 4.815 \quad F = 2.8$$

面番号	r	d	n d	ν	K		
1 (S)	2.297	0.550	1.5247	56.26	0.175		
2	8384.615	0.411			0		
3	-6.170	0.299	1.6142	25.58	2.471		
4	8.586	0.242			0		
5	2.383	0.481	1.5247	56.26	-7.218		
6	3.460	0.658			-1.443		
7	-2.320	0.815	1.5094	56.00	-0.455		
8	-1.502	0.217			-0.645		
9	2.288	0.897	1.5094	56.00	-3.909		
10	1.274	0.714			-3.515		
11	∞	0.300	1.5168	64.20			
12	∞	0.635					
面番号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1 (S)	-5.423E-3	-2.923E-3	-1.511E-2	2.424E-3	-1.233E-2	3.275E-3	4.002E-3
2	8.525E-3	-2.136E-2	-1.410E-2	-1.071E-2	3.924E-3	0	0
3	1.427E-1	-1.124E-1	5.307E-2	-1.649E-2	-1.541E-2	1.183E-2	0
4	9.163E-2	-4.267E-2	9.557E-3	1.336E-2	-1.497E-2	5.154E-3	0
5	-4.203E-2	-4.711E-3	-2.518E-3	2.523E-3	0	0	0
6	-4.458E-2	-3.915E-3	-4.687E-4	4.421E-4	0	0	0
7	5.934E-2	-4.778E-2	2.552E-2	-7.375E-3	9.592E-4	0	0
8	2.946E-2	-6.592E-3	-1.052E-3	1.407E-3	-1.257E-4	0	0
9	-6.925E-2	1.547E-2	-1.984E-3	4.124E-5	2.050E-5	-1.537E-6	-5.993E-9
10	-4.400E-2	1.076E-2	-2.049E-3	2.486E-4	-1.983E-5	1.014E-6	-2.577E-8

【実施例 2】

【0052】

実施例 2 の撮像レンズについて、数値データを表 2 に示す。また、図 3 は撮像レンズの断面図、図 4 は諸収差図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

【 表 2 】

f = 5. 3 7 2 F = 2. 8

面番号	r	d	n d	ν	K		
1 (S)	2. 035	0. 605	1. 497	81. 60	0. 145		
2	-19. 788	0. 233			0		
3	-4. 221	0. 295	1. 6142	25. 58	-1. 602		
4	13. 376	0. 341			0		
5	3. 098	0. 486	1. 5247	56. 26	-11. 308		
6	4. 140	0. 731			0. 271		
7	-2. 446	0. 818	1. 5247	56. 26	-0. 334		
8	-1. 493	0. 239			-0. 653		
9	3. 310	0. 855	1. 5247	56. 26	-12. 446		
1 0	1. 488	0. 849			-4. 788		
1 1	∞	0. 300	1. 5168	64. 20			
1 2	∞	0. 803					
面番号	A 4	A 6	A 8	A 10	A 12	A 14	A 16
1 (S)	-7. 452E-3	-1. 617E-4	-1. 335E-2	4. 383E-3	-9. 221E-3	4. 483E-3	-3. 834E-3
2	1. 998E-2	-2. 240E-2	-1. 467E-2	-1. 152E-2	3. 209E-3	0	0
3	1. 470E-1	-1. 118E-1	5. 112E-2	-1. 648E-2	-1. 373E-2	1. 325E-2	0
4	9. 526E-2	-4. 060E-2	1. 128E-2	1. 414E-2	-1. 462E-2	5. 794E-3	0
5	-4. 356E-2	-4. 909E-3	-2. 662E-3	2. 513E-3	0	0	0
6	-4. 106E-2	-3. 596E-3	3. 640E-7	6. 811E-4	0	0	0
7	5. 620E-2	-4. 763E-2	2. 579E-2	-7. 309E-3	9. 426E-4	0	0
8	3. 109E-2	-6. 202E-3	-9. 889E-4	1. 388E-3	-1. 345E-4	0	0
9	-7. 078E-2	1. 540E-2	-1. 993E-3	4. 351E-5	2. 090E-5	1. 538E-6	-1. 030E-8
1 0	-4. 561E-2	1. 071E-2	-2. 036E-3	2. 488E-4	-1. 998E-5	9. 963E-7	-2. 502E-8

10

20

30

40

【 実施例 3 】

【 0 0 5 4 】

実施例 3 の撮像レンズについて、数値データを表 3 に示す。また、図 5 は撮像レンズの

50

断面図、図 6 は諸収差図である。

【 0 0 5 5 】

【 表 3 】

$f = 5.269$ $F = 2.8$

面番号	r	d	nd	ν	K		
1 (S)	2.093	0.608	1.5441	56.00	0.123		
2	-25.611	0.211			0		
3	-4.074	0.307	1.5850	30.00	-1.357		
4	11.977	0.336			0		
5	3.166	0.478	1.5441	56.00	-11.659		
6	4.064	0.731			0.351		
7	-2.478	0.790	1.5247	56.26	-0.290		
8	-1.540	0.274			-0.648		
9	3.353	0.859	1.5247	56.26	-12.746		
10	1.488	0.794			-4.901		
11	∞	0.300	1.5168	64.20			
12	∞	0.713					
面番号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1 (S)	-8.004E-3	4.932E-5	-1.335E-2	4.345E-3	-9.202E-3	4.586E-3	-3.708E-3
2	1.747E-2	-2.375E-2	-1.468E-2	-1.094E-2	3.436E-3	0	0
3	1.466E-1	-1.114E-1	5.110E-2	-1.663E-2	-1.384E-2	1.328E-2	0
4	9.639E-2	-4.030E-2	1.113E-2	1.390E-2	-1.439E-2	5.879E-3	0
5	-4.371E-2	-5.274E-3	-3.020E-3	2.317E-3	0	0	0
6	-4.084E-2	-3.546E-3	-2.715E-5	7.200E-4	0	0	0
7	5.558E-2	-4.774E-2	2.575E-2	-7.317E-3	9.431E-4	0	0
8	3.087E-2	-6.449E-3	-1.021E-3	1.386E-3	-1.344E-4	0	0
9	-7.043E-2	1.531E-2	-2.006E-3	4.195E-5	2.091E-5	-1.493E-6	8.400E-10
10	-4.574E-2	1.069E-2	-2.047E-3	2.484E-4	-1.994E-5	1.002E-6	-2.527E-8

10

20

30

40

【 実施例 4 】

【 0 0 5 6 】

50

実施例 4 の撮像レンズについて、数値データを表 4 に示す。また、図 7 は撮像レンズの断面図、図 8 は諸収差図である。

【 0 0 5 7 】

【 表 4 】

$$f = 5.187 \quad F = 2.7$$

面番号	r	d	n d	ν	K		
1 (S)	2.119	0.626	1.5441	56.00	0.177		
2	-11.544	0.208			0		
3	-3.147	0.298	1.5850	30.00	-5.094		
4	9.796	0.373			0		
5	2.701	0.428	1.5441	56.00	-11.168		
6	3.842	0.837			0.129		
7	-2.253	0.750	1.5247	56.26	-0.654		
8	-1.467	0.401			-0.694		
9	1.656	0.587	1.5247	56.26	-10.501		
10	0.981	0.874			-4.578		
11	∞	0.300	1.5168	64.20			
12	∞	0.742					
面番号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1 (S)	-7.510E-3	1.743E-3	-1.246E-2	5.493E-3	-8.377E-3	4.978E-3	-3.500E-3
2	2.507E-2	-1.481E-2	-1.129E-2	-1.181E-2	3.172E-3	0	0
3	1.526E-1	-1.113E-1	5.074E-2	-1.533E-2	-1.395E-2	1.133E-2	0
4	9.710E-2	-4.050E-2	1.124E-2	1.365E-2	-1.474E-2	5.407E-3	0
5	-3.599E-2	-8.738E-3	-4.179E-3	2.048E-3	0	0	0
6	-4.051E-2	-4.801E-3	-6.520E-4	5.650E-4	0	0	0
7	6.564E-2	-4.702E-2	2.607E-2	-7.359E-3	8.648E-4	0	0
8	3.490E-2	-3.356E-3	-1.098E-3	1.296E-3	-1.421E-4	0	0
9	-7.077E-2	1.589E-2	-1.963E-3	4.145E-5	2.045E-5	-1.557E-6	-2.866E-9
10	-5.003E-2	1.088E-2	-1.968E-3	2.477E-4	-2.068E-5	9.622E-7	-1.548E-8

10

20

30

40

【 実施例 5 】

50

【 0 0 5 8 】

実施例 5 の撮像レンズについて、数値データを表 5 に示す。また、図 9 は撮像レンズの断面図、図 1 0 は諸収差図である。

【 0 0 5 9 】

【表 5】

f = 5. 7 0 0 F = 2. 8

面番号	r	d	n d	ν	K		
1 (S)	1. 974	0. 720	1. 5311	56. 00	0. 260		
2	-14. 375	0. 150			0		
3	-4. 100	0. 350	1. 6142	25. 58	1. 248		
4	55. 800	0. 360			0		
5	5. 600	0. 340	1. 5311	56. 00	-20. 645		
6	3. 868	0. 750			1. 356		
7	-3. 010	0. 820	1. 5311	56. 00	-0. 508		
8	-1. 634	0. 270			-0. 656		
9	4. 156	0. 880	1. 5311	56. 00	-29. 637		
1 0	1. 582	0. 830			-5. 617		
1 1	∞	0. 300	1. 5168	64. 20			
1 2	∞	0. 770					
面番号	A 4	A 6	A 8	A 10	A 12	A 14	A 16
1 (S)	-6. 011E-3	4. 555E-3	-1. 140E-2	5. 896E-3	-7. 660E-3	5. 633E-3	-3. 706E-3
2	3. 346E-2	-2. 148E-2	-1. 342E-2	-1. 061E-2	3. 525E-3	0	0
3	1. 407E-1	-1. 057E-1	4. 976E-2	-1. 790E-2	-1. 431E-2	1. 182E-2	0
4	1. 000E-1	-4. 704E-2	1. 326E-2	1. 542E-2	-1. 468E-2	5. 766E-3	0
5	-5. 387E-2	-6. 340E-3	-1. 971E-3	2. 628E-3	0	0	0
6	-4. 023E-2	2. 476E-4	1. 005E-3	6. 170E-4	0	0	0
7	5. 679E-2	-4. 556E-2	2. 594E-2	-7. 443E-3	8. 944E-4	0	0
8	3. 073E-2	-5. 791E-3	-8. 590E-4	1. 367E-3	-1. 517E-4	0	0
9	-6. 996E-2	1. 530E-2	-1. 966E-3	5. 619E-5	2. 207E-5	-1. 613E-6	-4. 417E-8
1 0	-4. 594E-2	1. 064E-2	-2. 039E-3	2. 506E-4	-2. 003E-5	9. 526E-7	-2. 202E-8

10

20

30

40

50

【実施例 6】

【0060】

実施例 6 の撮像レンズについて、数値データを表 6 に示す。また、図 1 1 は撮像レンズの断面図、図 1 2 は諸収差図である。

【0061】

【表 6】

$$f = 4.986 \quad F = 2.8$$

面番号	r	d	nd	ν	K		
1 (S)	2.084	0.604	1.5311	56.00	0.168		
2	-21.296	0.222			0		
3	-3.958	0.300	1.6142	25.58	-1.423		
4	13.768	0.323			0		
5	3.075	0.497	1.5311	56.00	-11.809		
6	4.139	0.624			0.275		
7	-2.412	0.870	1.5247	56.26	-0.378		
8	-1.484	0.208			-0.649		
9	3.407	0.955	1.5247	56.26	-5.620		
10	1.561	0.802			-4.276		
11	∞	0.300	1.5168	64.20			
12	∞	0.674					
面番号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1 (S)	-6.789E-3	2.618E-4	-1.386E-2	3.682E-3	-9.711E-3	4.535E-3	-2.955E-3
2	1.842E-2	-2.358E-2	-1.510E-2	-1.166E-2	3.030E-3	0	0
3	1.465E-1	-1.117E-1	5.082E-2	-1.681E-2	-1.391E-2	1.334E-2	0
4	9.611E-2	-4.021E-2	1.153E-2	1.421E-2	-1.461E-2	5.550E-3	0
5	-4.518E-2	-5.504E-3	-2.914E-3	2.385E-3	0	0	0
6	-4.104E-2	-3.503E-3	-5.896E-5	6.932E-4	0	0	0
7	5.684E-2	-4.751E-2	2.584E-2	-7.290E-3	9.508E-4	0	0
8	3.092E-2	-6.249E-3	-1.018E-3	1.379E-3	-1.373E-4	0	0
9	-6.971E-2	1.550E-2	-1.986E-3	4.363E-5	2.079E-5	-1.571E-6	-1.765E-8
10	-4.447E-2	1.070E-2	-2.036E-3	2.489E-4	-1.996E-5	1.000E-6	-2.448E-8

10

20

30

40

【0062】

前記実施例 1 から実施例 6 に関し、下記の条件式 (1) ~ 条件式 (17) に対応する値を下記表 7 に示す。

【0063】

50

条件式(1)は第1レンズL1、条件式(2)は第2レンズL2に使用する材料のアッベ数に関するものである。

$$45 < 1 < 90 \quad \text{条件式(1)}$$

$$22 < 2 < 35 \quad \text{条件式(2)}$$

ただし、

1：第1レンズのd線におけるアッベ数

2：第2レンズのd線におけるアッベ数

【0064】

条件式(3)は、第1レンズL1の焦点距離範囲を全系の焦点距離に対して規定するものであり、条件式(4)は、第2レンズL2の焦点距離範囲を全系の焦点距離に対して規定するものである。

$$0.5 < f_1 / f < 1.00 \quad \text{条件式(3)}$$

$$-1.50 < f_2 / f < -0.65 \quad \text{条件式(4)}$$

ただし、

f：撮像レンズ全系の合成焦点距離

f₁：第1レンズの焦点距離

f₂：第2レンズの焦点距離

【0065】

条件式(5)は、第4レンズL4の焦点距離範囲を全系の焦点距離に対して規定するものであり、条件式(6)は、第5レンズL5の焦点距離範囲を全系の焦点距離に対して規定するものである。

$$0.9 < f_4 / f < 1.50 \quad \text{条件式(5)}$$

$$-1.70 < f_5 / f < -0.85 \quad \text{条件式(6)}$$

ただし、

f：撮像レンズ全系の合成焦点距離

f₄：第4レンズの焦点距離

f₅：第5レンズの焦点距離

【0066】

条件式(7)は、第1レンズL1の焦点距離と第3レンズL3の焦点距離の比を規定するものである。

$$-0.15 < f_1 / f_3 < 0.37 \quad \text{条件式(7)}$$

ただし、

f₁：第1レンズの焦点距離

f₃：第3レンズの焦点距離

【0067】

条件式(8)は、第2レンズL2、第3レンズL3及び第4レンズL4の合成焦点距離を規定するものである。

$$0.0 < f_2 \cdot 3 \cdot 4 \quad \text{条件式(8)}$$

【0068】

条件式(9)は、第1レンズL1、第2レンズL2、及び第3レンズL3のそれぞれのパワーすなわち、焦点距離の大小関係を規定するものであり、条件式(10)は、第1レンズL1、第3レンズL3、及び第4レンズL4のそれぞれのパワーすなわち、焦点距離の大小関係を規定し、条件式(11)は、第1レンズL1、第3レンズL3、及び第5レンズL5のそれぞれのパワーすなわち、焦点距離の大小関係を規定するものである。

ただし、

$$f_1 < |f_2| < |f_3| \quad \text{条件式(9)}$$

$$f_1 < f_4 < |f_3| \quad \text{条件式(10)}$$

$$f_1 < |f_5| < |f_3| \quad \text{条件式(11)}$$

【0069】

条件式(12)は、第1レンズL1のレンズ形状を規定するものである。

10

20

30

40

50

- $0.40 < r_1 / r_2 < 0.10$ 条件式 (1 2)

ただし、

r_1 : 第 1 レンズ物体側面の曲率半径

r_2 : 第 1 レンズ像側面の曲率半径

【 0 0 7 0 】

条件式 (1 3) は、第 4 レンズ L_4 のレンズ形状を規定するものである。

$1.4 < r_7 / r_8 < 3.0$ 条件式 (1 3)

ただし、

r_7 : 第 4 レンズ物体側面の曲率半径

r_8 : 第 4 レンズ像側面の曲率半径

【 0 0 7 1 】

条件式 (1 4) は、光学長を焦点距離との関係で規定するものである。

$1.05 < L / f < 1.30$ 条件式 (1 4)

ただし、

L : 第 1 レンズ前面より像面までの距離

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

【 0 0 7 2 】

条件式 (1 5) は、レンズの明るさ、 $F_n o$ を規定するものである。

$0.30 < CA1 / f < 0.50$ 条件式 (1 5)

ただし、

$CA1$: 開口絞りの直径

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

【 0 0 7 3 】

条件式 (1 6) は、前記第 2 レンズ L_2 の焦点距離範囲を全系の焦点距離に対して規定するものであり、条件式 (4) より厳しい条件を満たす場合を規定したものである。

- $1.30 < f_2 / f < -0.75$ 条件式 (1 6)

ただし、

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

f_2 : 第 2 レンズの焦点距離

【 0 0 7 4 】

条件式 (1 7) は、前記第 4 レンズ L_4 のレンズ形状を規定する条件式 (1 3) より厳しい条件を満たす場合を規定したものである。

$1.45 < r_7 / r_8 < 2.0$ 条件式 (1 7)

ただし、

r_7 : 第 4 レンズ物体側面の曲率半径

r_8 : 第 4 レンズ像側面の曲率半径

【 0 0 7 5 】

10

20

30

【表 7】

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6
条件式(1)	56.26	81.60	56.00	56.00	56.00	56.00
条件式(2)	25.58	25.58	30.00	30.00	25.58	25.58
条件式(3)	0.909	0.698	0.680	0.645	0.582	0.723
条件式(4)	-1.205	-0.966	-0.979	-0.778	-1.089	-0.997
条件式(5)	1.300	1.050	1.141	1.163	0.978	1.115
条件式(6)	-1.671	-1.144	-1.150	-1.262	-0.957	-1.340
条件式(7)	0.346	0.185	0.162	0.226	-0.131	0.186
条件式(8)	10.266	10.597	13.323	15.698	18.816	10.806
条件式(9)	4.379	3.747	3.584	3.344	3.319	3.606
f1	5.800	5.191	5.160	4.037	6.205	4.973
f2	12.647	20.214	22.174	14.764	25.268	19.382
f3						
条件式(10)	4.379	3.747	3.584	3.344	3.319	3.606
f1	6.258	5.638	6.011	6.033	5.577	5.558
f4	12.647	20.214	22.174	14.764	25.268	19.382
f3						
条件式(11)	4.379	3.747	3.584	3.344	3.319	3.606
f1	8.045	6.144	6.059	6.546	5.457	6.680
f5	12.647	20.214	22.174	14.764	25.268	19.382
f3						
条件式(12)	0.000	-0.103	-0.082	-0.184	-0.137	-0.098
条件式(13)	1.545	1.638	1.609	1.536	1.842	1.625
条件式(14)	1.292	1.220	1.215	1.238	1.147	1.279
条件式(15)	0.357	0.355	0.357	0.385	0.355	0.355

10

20

30

40

【0076】

本発明の実施例1～6は表7に示すように、前記条件式(1)～(17)の全ての条件を満たすものであって、第1レンズL1、第2レンズL2のアップ数を規定する条件式(1)、(2)に関しては条件式(1)、(2)の下限を超える場合は、第2レンズL2と

50

の分散値の差が少なくなり、色収差の補正が不十分となり、逆に上限を超える場合は、軸上色収差と倍率色収差のバランスが悪くなり、画面周辺部での性能劣化を生じるが、条件式(1)、(2)を満たすことによって、軸上色収差と軸外色収差のバランスも良好となり、画面周辺部での性能劣化を防止できるとともに、色収差の補正も良好となる。

【0077】

また、第1レンズL1と第2レンズL2の焦点距離範囲を全系の焦点距離に対して規定する条件式(3)、(4)に関し、条件式(3)の下限を超える場合は、第1レンズL1の焦点距離が短くなり過ぎ、球面収差やコマ収差の補正が困難になる。逆に上限を超える場合は、光学長が長くなり過ぎて撮像レンズの薄型化が困難となるとともに、条件式(4)の下限を超える場合は、第2レンズL2のパワーが不足することになり、色収差の補正が不十分になり、逆に上限を超える場合は、第2レンズL2の焦点距離が短くなり過ぎ、球面収差やコマ収差の補正が困難になり、製作時の誤差感度も厳しくなるが、条件式(3)、(4)を満たすことによって、球面収差やコマ収差の補正も良好となり、また、第2レンズL2のパワーも充分であり、色収差の補正が良好となるとともに、球面収差やコマ収差の補正も良好となる。

10

【0078】

第4レンズL4の焦点距離範囲を全系の焦点距離に対して規定する条件式(5)に関し、条件式(5)の下限を超える場合は、第4レンズL4の焦点距離が短くなり過ぎ、非点収差やコマ収差の補正が困難になり、製作時の誤差感度も厳しくなり、逆に上限を超える場合は、倍率色収差や非点収差が補正不足になり、所望の性能が得られなくなるが、条件式(5)の条件を満たすことによって、非点収差やコマ収差の補正が容易となるとともに、倍率色収差や非点収差の補正が容易となり、所望の性能が得られる。

20

【0079】

第5レンズL5の焦点距離範囲を全系の焦点距離に対して規定する条件式(6)に関し、条件式(6)の下限を超える場合は、第5レンズL5のパワーが不足することになり、光学長を短くすることが困難となり、逆に上限を超える場合は、CRAを低角度にすることが困難になったり、低像高での製作時の誤差感度が厳しくなるが、条件式(6)の条件を満たすことによって、第5レンズL5のパワー不足を解消して光学長を短くすることが可能となるとともに、CRAを低角度に設定することが容易となり、低像高での製作時の誤差感度も向上する。

30

【0080】

第1レンズL1の焦点距離と第3レンズL3の焦点距離の比を規定する条件式(7)に関し、条件式(7)の下限を超える場合は、第3レンズL3の焦点距離が負で短くなり過ぎて収差補正が困難になり、逆に上限を超える場合は、第3レンズL3の焦点距離が正で短くなり過ぎて非点収差やコマ収差のバランスが悪くなり、製作時の誤差感度も厳しくなるが、条件式(7)の条件を満たすことによって、収差補正も容易となるとともに、第3レンズL3の焦点距離が正で短くなり過ぎることなく、非点収差やコマ収差のバランスも良好となる。

【0081】

第2レンズL2、第3レンズL3及び第4レンズL4の合成焦点距離を規定する条件式(8)に関し、条件式(8)の下限を超える場合は、第2レンズL2の負のパワーが強くなり過ぎ、製作時の誤差感度が厳しくなり過ぎるか、第4レンズL4の正のパワーが弱くなり過ぎて非点収差や歪曲収差の補正が困難になるが、条件式(8)の条件を満たすことによって、非点収差や歪曲収差の補正が容易となる。

40

【0082】

第1レンズL1、第2レンズL2、及び第3レンズL3のそれぞれのパワーすなわち、焦点距離の大小関係を規定する条件式(9)に関し、条件式(9)の下限を超える場合は、第2レンズL2の負のパワーが強くなり過ぎ、光学長が長くなったり、製作時の誤差感度が厳しくなり、逆に上限を超える場合は、第3レンズのパワーが強くなり過ぎ、軸外性能の確保が困難になるが、条件式(9)の条件を満たすことによって、光学長を短く設定

50

できるとともに、軸外性能の確保も容易となる。

【0083】

第1レンズL1、第3レンズL3、及び第4レンズL4のそれぞれのパワーすなわち、焦点距離の大小関係を規定する条件式(10)に関し、条件式(10)の下限を超える場合は、第4レンズのパワーL4が強くなり過ぎて光学長が長くなったり、非点収差や歪曲収差の補正が困難になり、逆に上限を超える場合は、第3レンズのパワーL3が強くなり過ぎて、軸外性能の確保が困難になるが、条件式(10)の条件を満たすことによって、非点収差や歪曲収差の補正が容易となるとともに、軸外性能の確保も容易となる。

【0084】

第1レンズL1、第3レンズL3、及び第5レンズL5のそれぞれのパワーすなわち、焦点距離の大小関係を規定する条件式(11)に関し、条件式(11)の下限を超える場合は、第5レンズL5の負のパワーが強くなり過ぎて、コマ収差や非点収差の補正が困難になり、逆に上限を超える場合は、第3レンズL3のパワーが強くなり過ぎて、軸外性能の確保が困難になるが、条件式(11)の条件を満たすことによって、コマ収差や非点収差の補正が容易となるとともに、軸外性能の確保も容易となる。

10

【0085】

第1レンズL1のレンズ形状を規定する条件式(12)に関し、条件式(12)の下限を超える場合は、光学長の短縮化に不利になると共に、第1レンズL1の製作時の誤差感度も厳しくなり、逆に上限を超える場合は、収差バランスを保つのが困難になり、所望の性能が得られなくなるが、条件式(12)の条件を満たすことによって、光学長の短縮化に有利となるとともに、収差バランスを良好に保つことができるとともに、所望の性能が得られる。

20

【0086】

さらに、第4レンズL4のレンズ形状を規定する条件式(13)に関し、条件式(13)の下限を超える場合は、第4レンズL4のパワーが弱くなり過ぎて、諸収差の補正が困難になり性能劣化を来し、逆に上限を超える場合は、第4レンズL4のパワーが強くなり過ぎるか、メニスカス度の少ないレンズになり、この場合も収差バランスを保つのが困難になり、所望の性能が得られなくなるが、条件式(13)の条件を満たすことによって、諸収差の補正が容易となるとともに、収差バランスを保つのが容易となり、所望の性能が得られる。

30

【0087】

さらに、光学長を焦点距離との関係で規定する条件式(14)に関し、条件式(14)の下限を超える場合は、光学長が短くなり過ぎて、諸収差の補正が困難になると共に、製作時の誤差感度も厳しくなり過ぎて、逆に上限を超える場合は、光学長が長くなり過ぎることであり、撮像レンズの薄型化が困難となるが、条件式(14)の条件を満たすことによって、諸収差の補正が容易となると共に、光学長が短くなり過ぎることもなく撮像レンズの薄型化にも有利である。

【0088】

さらに、レンズの明るさ、Fnoを規定する条件式(15)に関し、条件式(15)の下限を超える場合は、Fnoが大きくなり過ぎて、要求される明るさを満たさないことが多く、逆に上限を超える場合は、Fnoが小さくなり過ぎるか、絞り(Fno光束規制板)と第1レンズ前面との距離が大きくなり過ぎて、何れの場合も所望の光学性能が得られなくなるが条件式(15)の条件を満たすことによって、所望の光学性能が得られ易い。

40

【0089】

また、第2レンズL2、前記第3レンズL3、前記第4レンズL4及び前記第5レンズL5は、少なくとも一面が非球面形状を採り、樹脂材料により製作される所謂プラスチックレンズであるから、安価で生産効率の良い樹脂材料を使用し、少なくとも、第2レンズL2、第3レンズL3、第4レンズL4、及び第5レンズL5を製作することにより、低コスト化が可能となる。

【0090】

50

さらに、開口絞りSを、第1レンズL1の物体側に配置することにより、CRA (Chief Ray Angle) は小さくし易く、光量の低下する像面の周辺部分での光量確保が容易となる。

【0091】

また、前記第5レンズL5の物体側面と像側面は、レンズ中心部から周辺部に行くに従って少なくとも一つの変曲点を有する非球面形状とすることにより、軸外性能やCRAの確保を図ることが可能になる。

【0092】

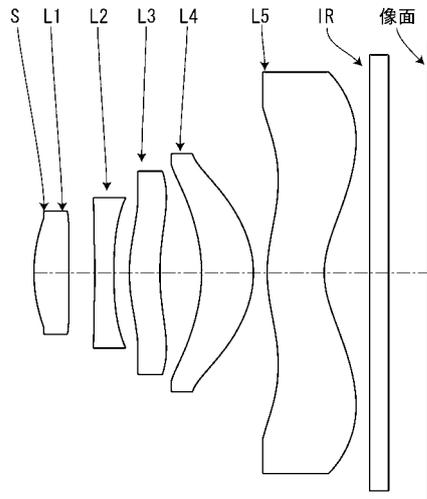
以上、本発明の各実施例について詳述したが、本発明は前記各実施例に限定されるものではなく本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。

【符号の説明】

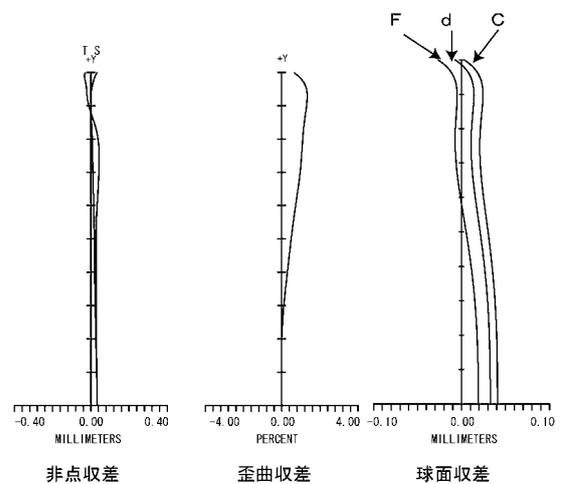
【0093】

- L1 第1レンズ
- L2 第2レンズ
- L3 第3レンズ
- L4 第4レンズ
- L5 第5レンズ
- S 開口絞り

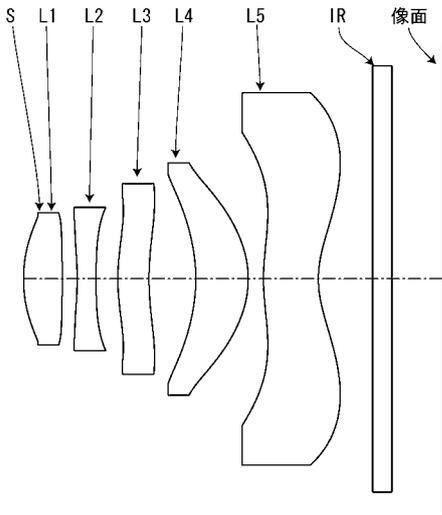
【図1】



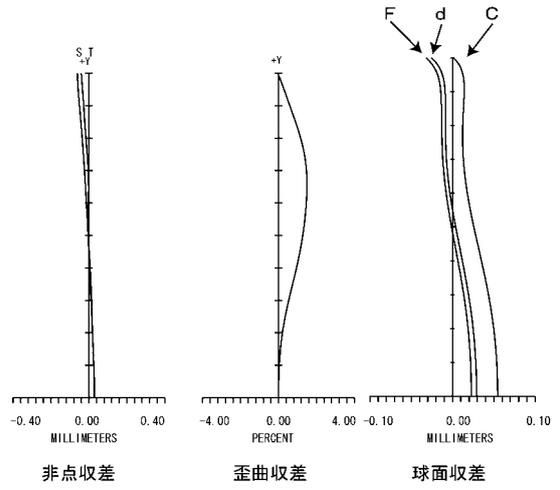
【図2】



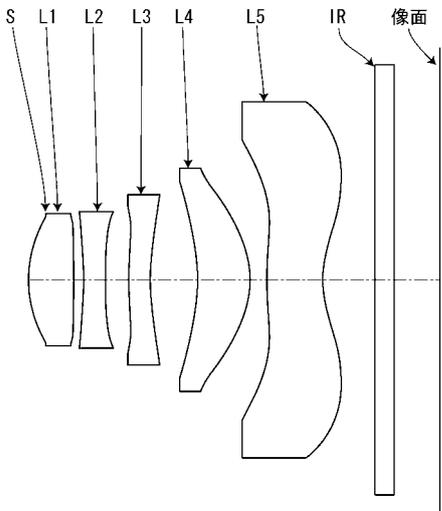
【图 3】



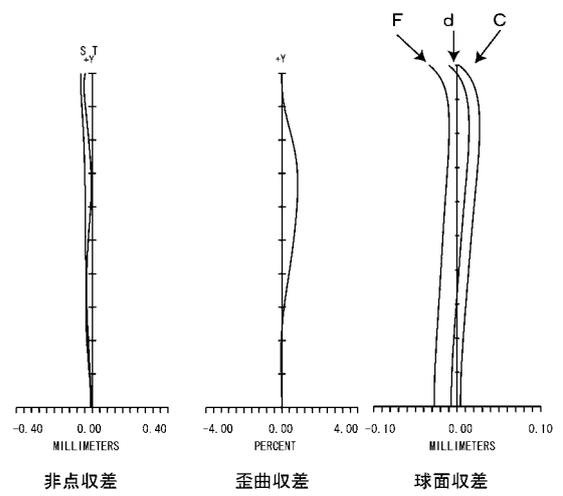
【图 4】



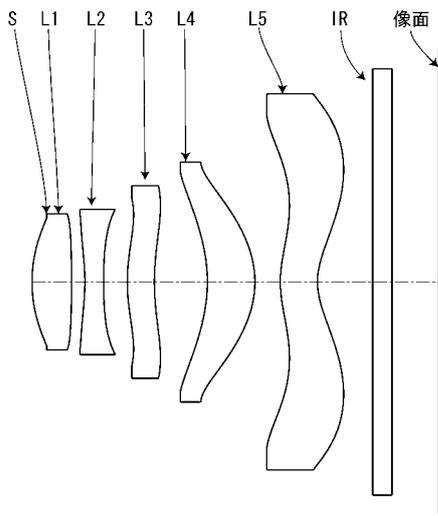
【图 5】



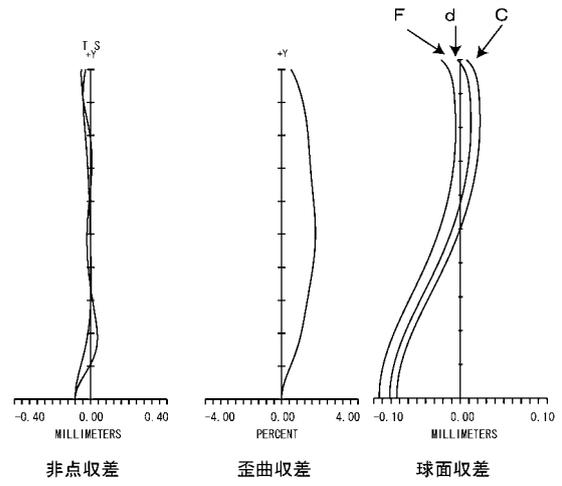
【图 6】



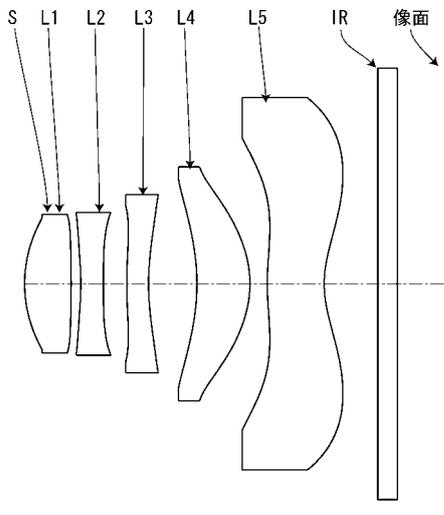
【图 7】



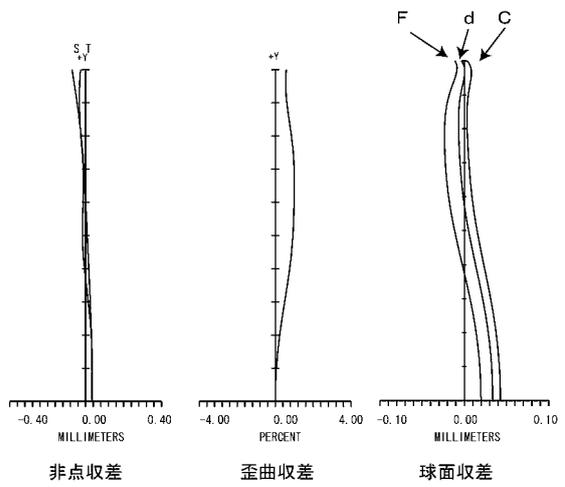
【图 8】



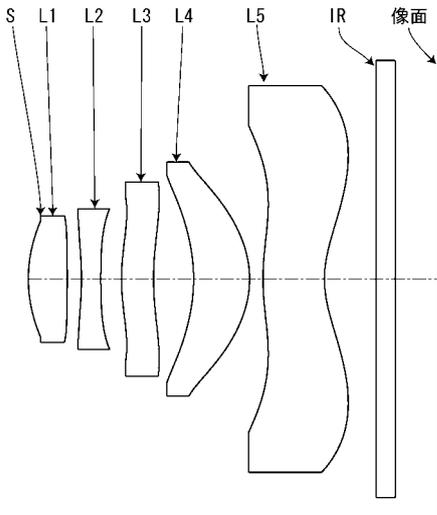
【图 9】



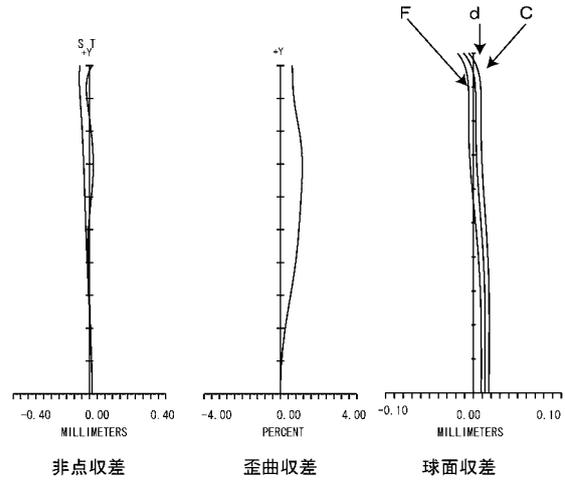
【图 10】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 手続補正書 】

【 提出日 】平成24年9月19日 (2012.9.19)

【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】全文

【 補正方法 】変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

【 請求項 1 】

固体撮像素子用撮影レンズであって、物体側から順に、
 光軸上で物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第1レンズと、
 光軸上で物体側に凹面を向けた負の屈折力を有する第2レンズと、
負の屈折力を有する第3レンズと、
 光軸上で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第4レンズと、
 光軸上で像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5レンズとから成る

ことを特徴とする固体撮像素子用撮像レンズ。

【 請求項 2 】

前記第1レンズ、及び前記第2レンズに使用する材料のアッベ数に関して、下記条件式(1)及び(2)を満足することを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

$$4.5 < 1 < 9.0 \quad (1)$$

$$2.2 < 2 < 3.5 \quad (2)$$

ただし、

1 : 第1レンズのd線におけるアッベ数

2：第2レンズのd線におけるアッペ数

【請求項3】

前記第1レンズ、前記第2レンズ、前記第3レンズ、前記第4レンズ及び前記第5レンズは、少なくとも一面が非球面形状を採り、樹脂材料により製作される、所謂プラスチックレンズであることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

【請求項4】

開口絞りは、第1レンズの物体側に配置されることを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

【請求項5】

前記第5レンズの物体側面と像側面は、レンズ中心部から周辺部に行くに従って少なくとも一つの変曲点を有する非球面形状であることを特徴とする請求項1乃至請求項4の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

【請求項6】

前記第1レンズ及び前記第2レンズは、下記条件式(3)、(4)を満足することを特徴とする請求項1乃至請求項5の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

$$0.5 < f_1 / f < 1.00 \quad (3)$$

$$-1.50 < f_2 / f < -0.65 \quad (4)$$

ただし、

f：撮像レンズ全系の合成焦点距離

f₁：第1レンズの焦点距離

f₂：第2レンズの焦点距離

【請求項7】

前記第4レンズ及び前記第5レンズは、下記条件式(5)、(6)を満足することを特徴とする請求項1乃至請求項6の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

$$0.9 < f_4 / f < 1.50 \quad (5)$$

$$-1.70 < f_5 / f < -0.85 \quad (6)$$

ただし、

f：撮像レンズ全系の合成焦点距離

f₄：第4レンズの焦点距離

f₅：第5レンズの焦点距離

【請求項8】

前記第2レンズ、前記第3レンズ及び前記第4レンズは、下記条件式(8)を満足することを特徴とする請求項1乃至請求項7の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

$$0.0 < f_{2 \cdot 3 \cdot 4} \quad (8)$$

ただし、

f_{2・3・4}：第2レンズ、第3レンズ、第4レンズの合成焦点距離

【請求項9】

前記第1レンズ、前記第2レンズ、前記第3レンズ、前記第4レンズ及び前記第5レンズは、下記条件式(9)、(10)、(11)を満足することを特徴とする請求項1乃至請求項8の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

$$f_1 < |f_2| < |f_3| \quad (9)$$

$$f_1 < f_4 < |f_3| \quad (10)$$

$$f_1 < |f_5| < |f_3| \quad (11)$$

ただし、

f₁：第1レンズの焦点距離

f₂：第2レンズの焦点距離

f₃：第3レンズの焦点距離

f₄：第4レンズの焦点距離

f 5 : 第 5 レンズの焦点距離

【請求項 1 0】

前記第 1 レンズの曲率半径に関して、下記条件式 (1 2) を満足することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

$$- 0 . 4 0 < r 1 / r 2 < 0 . 1 0 \quad (1 2)$$

ただし、

r 1 : 第 1 レンズ物体側面の曲率半径

r 2 : 第 1 レンズ像側面の曲率半径

【請求項 1 1】

前記第 4 レンズの曲率半径に関して、下記条件式 (1 3) を満足することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 0 の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

$$1 . 4 < r 7 / r 8 < 3 . 0 \quad (1 3)$$

ただし、

r 7 : 第 4 レンズ物体側面の曲率半径

r 8 : 第 4 レンズ像側面の曲率半径

【請求項 1 2】

前記撮像光学系の光学長と焦点距離に関して、下記条件式 (1 4) を満足することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 1 の何れか一項に記載の撮像レンズ。

$$1 . 0 5 < L / f < 1 . 3 0 \quad (1 4)$$

ただし、

L : 第 1 レンズ前面より像面までの距離

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

【請求項 1 3】

前記開口絞りの直径に関して、下記条件式 (1 5) を満足することを特徴とする請求項 4 乃至請求項 1 2 の何れか一項に記載の固体撮像素子用撮像レンズ。

$$0 . 3 0 < C A 1 / f < 0 . 5 0 \quad (1 5)$$

ただし、

C A 1 : 開口絞りの直径

f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 1】

請求項 1 記載の固体撮像素子用撮影レンズは、物体側から順に、光軸上で物体側に凹面を向けた負の屈折力を有する第 2 レンズと、負の屈折力を有する第 3 レンズと、光軸上で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第 4 レンズと、光軸上で像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 5 レンズとを配置する。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 5】

請求項 3 記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記第 1 レンズ、前記第 2 レンズ、前記第 3 レンズ、前記第 4 レンズ及び前記第 5 レンズは、少なくとも一面が非球面形状を採り、樹脂材料により製作される、所謂プラスチックレンズである。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

安価で生産効率の良い樹脂材料を使用し、第1レンズ、第2レンズ、第3レンズ、第4レンズ、及び第5レンズを製作することにより、低コスト化が可能となる。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0027】

本発明の固体撮像素子用撮影レンズは、前記第1レンズと前記第3レンズは、下記条件式(7)を満足するものであってもよい。

$$-0.15 < f_1 / f_3 < 0.37 \quad (7)$$

ただし、

f₁ : 第1レンズの焦点距離f₃ : 第3レンズの焦点距離

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0029】

請求項8記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記第2レンズ、前記第3レンズ及び前記第4レンズは、下記条件式(8)を満足することを特徴とする撮像レンズであること。

$$0.0 < f_{2 \cdot 3 \cdot 4} \quad (8)$$

ただし、

f_{2・3・4} : 第2レンズ、第3レンズ、第4レンズの合成焦点距離

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0031】

請求項9記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記第1レンズ、前記第2レンズ、前記第3レンズ、前記第4レンズ及び前記第5レンズは、下記条件式(9)、(10)、(11)を満足することを特徴とする撮像レンズであること。

$$f_1 < |f_2| < |f_3| \quad (9)$$

$$f_1 < f_4 < |f_3| \quad (10)$$

$$f_1 < |f_5| < |f_3| \quad (11)$$

ただし、

f₁ : 第1レンズの焦点距離f₂ : 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

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0036
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【0036】

請求項 1_0 記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記第 1 レンズの曲率半径に関して、下記条件式 (12) を満足することを特徴とする撮像レンズであること。

$$-0.40 < r1 / r2 < 0.10 \quad (12)$$

ただし、

r 1 : 第 1 レンズ物体側面の曲率半径
 r 2 : 第 1 レンズ像側面の曲率半径

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0038
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【0038】

請求項 1_1 記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記第 4 レンズの曲率半径に関して、下記条件式 (13) を満足することを特徴とする撮像レンズであること。

$$1.4 < r7 / r8 < 3.0 \quad (13)$$

ただし、

r 7 : 第 4 レンズ物体側面の曲率半径
 r 8 : 第 4 レンズ像側面の曲率半径

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0040
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【0040】

請求項 1_2 記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記撮像光学系の光学長と焦点距離に関して、下記条件式 (14) を満足することを特徴とする撮像レンズであること。

$$1.05 < L / f < 1.30 \quad (14)$$

ただし、

L : 第 1 レンズ前面より像面までの距離
 f : 撮像レンズ全系の合成焦点距離

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0042
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【0042】

請求項 1_3 記載の固体撮像素子用撮影レンズは、前記開口絞りの直径に関して、下記条

件式(15)を満足することを特徴とする撮像レンズであること。

$$0.30 < CA1 / f < 0.50 \quad (15)$$

ただし、

CA1：開口絞りの直径

f：撮像レンズ全系の合成焦点距離

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0047】

また、実施例1から実施例6において、第2レンズL2、第3レンズL3、第4レンズL4及び前記第5レンズL5は、少なくとも一面が非球面形状を採り、樹脂材料により製作される、所謂プラスチックレンズであるとともに、開口絞りSは、第1レンズL1の物体側に配置される。また、以下の実施例1、2、3、4、6は第3レンズが正の屈折力を有しており、実施例5は第3レンズが負の屈折力を有しており、実施例1、2、3、4、6は参考例として示す。

【手続補正書】

【提出日】平成24年10月2日(2012.10.2)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

請求項1記載の固体撮像素子用撮影レンズは、物体側から順に、光軸上で物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第1レンズと、光軸上で物体側に凹面を向けた負の屈折力を有する第2レンズと、負の屈折力を有する第3レンズと、光軸上で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第4レンズと、光軸上で像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5レンズとを配置する。