

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5654384号
(P5654384)

(45) 発行日 平成27年1月14日(2015. 1. 14)

(24) 登録日 平成26年11月28日(2014. 11. 28)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 2 B 13/00 (2006.01)

G O 2 B 13/00

G O 2 B 13/18 (2006.01)

G O 2 B 13/18

G O 2 B 13/22 (2006.01)

G O 2 B 13/22

請求項の数 9 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2011-41734 (P2011-41734)
 (22) 出願日 平成23年2月28日(2011. 2. 28)
 (65) 公開番号 特開2012-177852 (P2012-177852A)
 (43) 公開日 平成24年9月13日(2012. 9. 13)
 審査請求日 平成26年1月23日(2014. 1. 23)

(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
 (74) 代理人 100091694
 弁理士 中村 守
 (72) 発明者 米澤 友浩
 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 橋本 雅也
 福島県須賀川市横山町 8 8 番地 カンタツ
 株式会社 須賀川工場内

審査官 原田 英信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固体撮像素子用の撮像レンズであって、物体側から像面側に向かって順に、開口絞りと、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第 1 レンズと、光軸近傍で物体側に凸面を向けた負の屈折力を有する第 2 レンズと、光軸近傍で物体側に凸面を向けた負の屈折力を有する第 3 レンズと、光軸近傍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、光軸近傍で像側に凹面を向けた負の屈折力を有する第 5 レンズとで構成し、前記第 1 レンズと前記第 2 レンズの合成焦点距離を f_{12} 、前記第 3 レンズと前記第 4 レンズと前記第 5 レンズの合成焦点距離を f_{345} としたときに、以下の条件式 (7) ' を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$0.172 \leq f_{12} / f_{345} < 0.5 \quad (7)'$$

【請求項 2】

固体撮像素子用の撮像レンズであって、物体側から像面側に向かって順に、開口絞りと、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第 1 レンズと、光軸近傍で物体側に凸面を向けた負の屈折力を有する第 2 レンズと、光軸近傍で物体側に凸面を向けた負の屈折力を有する第 3 レンズと、光軸近傍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、光軸近傍で物体側と像側に凹面を向けた負の屈折力を有する第 5 レンズとで構成したことを特徴とする撮像レンズ。

【請求項 3】

前記第 3 レンズは、光軸から離れるに従って、周辺では負から正のパワーに変化する両

面非球面で形成され、レンズ系全体の焦点距離を f 、第3レンズの焦点距離を f_3 としたときに、以下の条件式 (1) を満足することを特徴とする請求項1又は2に記載の撮像レンズ。

$$-0.05 < f / f_3 < 0.0 \quad (1)$$

【請求項4】

前記第3レンズの物体側の曲率半径を r_5 、像側の面の曲率半径を r_6 としたときに、以下の条件式 (2)、(3) を満足することを特徴とする請求項3に記載の撮像レンズ。

$$0.9 < r_5 / r_6 < 1.2 \quad (2)$$

$$1.2 < r_5 / f \quad (3)$$

【請求項5】

前記第5レンズの焦点距離を f_5 、レンズ系全体の焦点距離を f としたときに、以下の条件式 (4) を満足することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$-0.8 < f_5 / f < -0.3 \quad (4)$$

【請求項6】

前記第5レンズの物体側の曲率半径を r_9 、像側の面の曲率半径を r_{10} としたときに、以下の条件式 (5) を満足することを特徴とする請求項5に記載の撮像レンズ。

$$5.0 < r_9 / r_{10} < 10.0 \quad (5)$$

【請求項7】

前記第5レンズの物体側の曲率半径を r_9 、像側の面の曲率半径を r_{10} としたときに、以下の条件式 (6) を満足することを特徴とする請求項5に記載の撮像レンズ。

$$-7.0 < r_9 / r_{10} < -2.0 \quad (6)$$

【請求項8】

前記第1レンズと前記第2レンズの合成焦点距離を f_{12} 、前記第3レンズと前記第4レンズと前記第5レンズの合成焦点距離を f_{345} としたときに、以下の条件式 (7) 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。

$$0.1 < f_{12} / f_{345} < 0.5 \quad (7)$$

【請求項9】

前記開口絞りの直径を EPD 、レンズ全系の焦点距離を f としたときに、以下の条件式 (8) を満足することを特徴とする請求項1又は8に記載の撮像レンズ。

$$2.0 < f / EPD < 2.8 \quad (8)$$

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、携帯電話機や携帯ゲーム機などの携帯端末、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、3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。

【 0 0 0 5 】

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近傍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。

【 0 0 0 6 】

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、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 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 7 - 2 6 4 1 8 0 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 7 - 2 9 8 5 7 2 号公報

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

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って高性能化を目指しているが、レンズ系の全長が長いため、撮像レンズの小型化と良好な収差補正との両立を図ることは困難である。また、ガラス材料を使用しているため低コスト化の実現にも課題が残る。

【 0 0 0 9 】

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とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

固体撮像素子用の撮像レンズであって、物体側から像面側に向かって順に、開口絞りと、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第 1 レンズと、光軸近傍で物体側に凸面を向けた負の屈折力を有する第 2 レンズと、光軸近傍で物体側に凸面を向けた負の屈折力を有する第 3 レンズと、光軸近傍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、光軸近傍で像側に凹面を向けた負の屈折力を有する第 5 レンズとで構成し、前記第 1 レンズと前記第 2 レンズの合成焦点距離を f_{12} 、前記第 3 レンズと前記第 4 レンズと前記第 5 レンズの合成焦点距離を f_{345} としたときに、以下の条件式 (7) ' を満足する。

$$0.172 \leq f_{12} / f_{345} < 0.5 \quad (7)'$$

また、固体撮像素子用の撮像レンズは、物体側から像面側に向かって順に、開口絞りと、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第 1 レンズと、光軸近傍で物体側に凸面を向けた負の屈折力を有する第 2 レンズと、光軸近傍で物体側に凸面を向けた負の屈折力を有する第 3 レンズと、光軸近傍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、光軸近傍で物体側と像側に凹面を向けた負の屈折力を有する第 5 レンズとで構成した。

【 0 0 1 1 】

上記の構成において、第 1 レンズ及び第 2 レンズは必要なパワーの発生と色収差の補正を大局的に実施し、第 3 ~ 第 5 レンズは、主として非点収差及び像面湾曲の補正を実施している。第 2 レンズを光軸近傍で物体側に凸面を向けた負の屈折力を有する形状にするこ

とによって、球面収差を良好に補正することが可能になり、第3レンズを光軸近傍で物体側に凸面を向けた負の屈折力を有する形状とし、僅かなパワーを持たせることによって、全系のパワーに対する影響を抑えながら、軸外の収差（特にコマ収差および像面湾曲）を良好に補正している。また、開口絞りを第1レンズの物体側に配置することにより、C R A (Chief Ray Angle) の制御を容易にしている。即ち、テレセントリック性が要求される撮像素子に対して光線入射角度の制御を容易にするとともに、光量が低下する周辺部分の光量確保を実現している。また、それぞれのレンズ形状、及びそれぞれのレンズの屈折力を最適にバランスさせることにより小型で高性能な撮像レンズを実現している。

また、条件式(7)'は、テレフト性を維持して全長を短縮し、かつ収差補正を良好に行うための条件である。第1レンズ及び第2レンズの合成パワーを第3レンズ～第5レンズの合成パワーに比較して強くすることにより、テレフト性（正レンズは物体側、負レンズは像面側）の傾向を強めることが出来、全長短縮に寄与する。

10

【0012】

上記構成の撮像レンズにおいて、第3レンズは光軸から離れるに従って、周辺では負から正のパワーに変化する両面非球面で形成した。

【0013】

条件式(1)は第3レンズのパワーを規定するものであり、小型化とコマ収差及び像面湾曲を良好に補正するための条件である。条件式(1)の上限値「0.0」を超えると、小型化には有利になるが、ペッツバル和がプラス側に变化して像面が物体側に湾曲することになり、好ましくない。一方、下限値「-0.05」を下回ると、第3レンズの負パワーが大きくなり過ぎ、小型化に不利になるとともに、全系の焦点距離を所望の値に納めることが困難になる。

20

【0014】

また、上記構成の撮像レンズにおいて、前記第3レンズの物体側の曲率半径を r_5 、像側の面の曲率半径を r_6 としたときに、以下の条件式(2)、(3)を満足することが望ましい。

$$0.9 < r_5 / r_6 < 1.2 \quad (2)$$

$$1.2 < r_5 / f \quad (3)$$

30

【0015】

上記条件式(2)は、第3レンズの形状を規定するための条件である。本発明では、第2レンズと第3レンズとの間隔、及び第3レンズと第4レンズとの間隔を極力小さくすることによって小型化を実現している。即ち、第3レンズの物体側の面と像側の面の基本曲率半径の比を1.0近傍に設定している。さらに、レンズ中心部と周辺部との肉厚の差を小さくするとともに、物体側の面及び像側の面の非球面サグ量の変化を極力抑えている。条件式(2)の上限値「1.2」を超えたり、下限値「0.9」を下回ると、どちらも偏肉度が増し、第3レンズが占有する体積が増加するため好ましくない。

【0016】

また、上記条件式(3)の下限値「1.2」を下回ると、この面のサグ量が大きくなる傾向となり、第3レンズの占有する体積が増すため、小型化が困難になる。

40

【0017】

上記構成の撮像レンズにおいては、前記第5レンズの焦点距離を f_5 、レンズ系全体の焦点距離を f としたときに、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$-0.8 < f_5 / f < -0.3 \quad (4)$$

【0018】

条件式(4)は良好な光学性能を維持しながら、光学全長を短縮するための条件である。第5レンズの負のパワーを比較的大きくすることによって、所謂テレフトタイプの構成に出来るため、小型化に寄与する。条件式(4)の上限値「-0.3」を超えると、第

50

5 レンズの負のパワーが大きくなり過ぎ、全長の短縮化には有利であるものの、製造誤差に対する感度が高くなり、安定した大量生産には不利な形状となる。一方、下限値「 -0.8 」を下回ると、第5レンズの負のパワーが小さくなり過ぎるため、全長の短縮化が困難となる。

【0019】

また、上記構成の撮像レンズにおいて、前記第5レンズの物体側の曲率半径を r_9 、像側の面の曲率半径を r_{10} としたときに、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$5.0 < r_9 / r_{10} < 10.0 \quad (5)$$

【0020】

上記条件式(5)は、第5レンズにおいて、球面収差を良好に補正しつつ、全長短縮と製造誤差に対する感度を緩和させるための条件である。第5レンズの物体側の面を凸面に、像側の面を凹面にして、球面収差に対する第5レンズの影響が最小限になるよう、ベンディングにて形状を決定する。条件式(5)の上限値「 10.0 」を超えると第5レンズの像側の面のパワーが強くなりすぎ、この面で発生する収差が大きくなる(収差係数の絶対値が大きくなる)為、製造誤差に対する感度が敏感になり、好ましくない。一方、下限値「 5.0 」を下回ると、第5レンズの負のパワーが弱くなり、テレフォト性が弱くなることから、全長短縮に不利になる。

【0021】

また、上記構成の撮像レンズにおいて、前記第5レンズの物体側の曲率半径を r_9 、像側の面の曲率半径を r_{10} としたときに、以下の条件式(6)を満足することが望ましい。

$$-7.0 < r_9 / r_{10} < -2.0 \quad (6)$$

【0022】

条件式(6)は第5レンズにおいて、全長短縮を図りながら、諸収差の増大、製造誤差に対する感度の上昇を最小限に収めるための条件である。第5レンズを光軸近傍で両凹レンズとし、かつ物体側の面のパワーを弱くすることにより、球面収差に対する第5レンズの影響を最小限に抑えることが可能になる。加えて、物体側の面が凸面、像側の面が凹面の構成よりも更なる小型化が可能となる。条件式(6)の上限値「 -2.0 」を超えると第5レンズの物体側の面の曲率半径が小さくなりすぎ、この面における高次収差の発生量が大きくなって、収差補正が困難になると共に、この面の製造誤差に対する感度が上昇するため好ましくない。一方、下限値「 -7.0 」を下回ると、第5レンズの像側の曲率半径が相対的に小さくなりすぎて、この面の製造誤差に対する感度が上昇するため好ましくない。

【0023】

上記構成の撮像レンズにおいては、前記第1レンズと前記第2レンズの合成焦点距離を f_{12} 、前記第3レンズと前記第4レンズと前記第5レンズの合成焦点距離を f_{345} としたときに、以下の条件式(7)を満足することが望ましい。

$$0.1 < f_{12} / f_{345} < 0.5 \quad (7)$$

【0024】

条件式(7)は、テレフォト性を維持して全長を短縮し、かつ収差補正を良好に行うための条件である。第1レンズ及び第2レンズの合成パワーを第3レンズ～第5レンズの合成パワーに比較して強くすることにより、テレフォト性(正レンズは物体側、負レンズは像面側)の傾向を強めることが出来、全長短縮に寄与する。条件式(7)の上限値「 0.5 」を超えると、第1レンズ及び第2レンズの合成パワーが弱くなりすぎ、全長短縮が困難になる。一方下限値「 0.1 」を下回ると、第1レンズ及び第2レンズの合成パワーが強くなりすぎ、主光線角度の制御が困難になる。

【0025】

また、上記構成の撮像レンズにおいて、前記開口絞りの直径をEPD、レンズ全系の焦

10

20

30

40

50

点距離を f としたときに、以下の条件式 (8) を満足することが望ましい。

$$2.0 < f / EPD < 2.8 \quad (8)$$

【0026】

上記条件式 (8) は、撮像レンズの小型化を図りつつ、F ナンバーを小さくするための条件である。上限値の「2.8」を超えると、レンズ系全体の焦点距離に対して開口径が小さくなるため、小型化には有利になるが、撮像素子に対する明るさが不十分となる。一方、下限値「2.0」を下回ると、レンズ全系の焦点距離に対して開口径が大きくなるため、F ナンバーが小さくなり明るい撮像レンズを構成することができるものの、小型化が困難になる。

【0027】

なお、全てのレンズはプラスチック材料で構成することが望ましい。全てのレンズをプラスチック材料で構成することによって、大量生産が可能となり、低コスト化が望める。また、本発明では、主な色収差補正を第2レンズで実施しており、第2レンズにはポリカーボネートのようなアッベ数の小さな材料を採用し、その他の第1レンズ、第3レンズ、第4レンズ、第5レンズはすべて同一のシクロオレフィンポリマー系のプラスチック材料を採用している。撮像レンズを構成するプラスチックレンズに、出来る限り同一のプラスチック材料を採用することで、製造工程が容易になる。

【発明の効果】

【0028】

本発明の撮像レンズによれば、撮像レンズの小型化と良好な収差補正との両立が図られ、各種の収差が良好に補正された小型の撮像レンズを低コストで提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【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。

【図10】同上、諸収差図である。

【図11】本発明の実施例6を示す撮像レンズの断面図である。

【図12】同上、諸収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明を具体化した実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0031】

図1、図3はそれぞれ、本発明の第1の実施形態の実施例1、2に対応するレンズ断面図を示したものである。いずれの実施例も基本的なレンズ構成は同一であるため、ここでは実施例1のレンズ断面図を参照しながら、本実施の形態に係る撮像レンズのレンズ構成について説明する。

【0032】

図1に示すように、第1の実施形態の撮像レンズは、物体側から像面側に向かって順に、開口絞りS、第1レンズL1と、第2レンズL2と、第3レンズL3と、第4レンズL4と、第5レンズL5とが配列されて構成されている。第5レンズL5と像面との間には、カバーガラスIRが配置されている。なお、このカバーガラスは、割愛することも可能である。第1レンズL1は物体側と像側に凸面を向けた両凸レンズであり、第2レンズL2は光軸近傍で物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するレンズであり、第3レンズL3

10

20

30

40

50

は光軸近傍で物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するレンズであり、第4レンズL4は光軸近傍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レンズであり、第5レンズL5は光軸近傍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レンズである。

【0033】

また、第3レンズL3は中心部で僅かな負のパワーを有しているが、光軸から離れるに従って、周辺では負から正のパワーに変化する両面非球面で形成されている。

【0034】

第1の実施形態に係る撮像レンズは、以下に示す条件式(1)~(5)、(7)、(8)を満足するように構成されている。

$$-0.05 < f/f_3 < 0.0 \quad (1)$$

$$0.9 < r_5/r_6 < 1.2 \quad (2)$$

$$1.2 < r_5/f \quad (3)$$

$$-0.8 < f_5/f < -0.3 \quad (4)$$

$$5.0 < r_9/r_{10} < 10.0 \quad (5)$$

$$0.1 < f_{12}/f_{345} < 0.5 \quad (7)$$

$$2.0 < f/EPD < 2.8 \quad (8)$$

但し、

f：レンズ系全体の焦点距離

f₃：第3レンズL3の焦点距離

r₅：第3レンズL3の物体側の面の曲率半径

r₆：第3レンズの像側の面の曲率半径

f₅：第5レンズL5の焦点距離

r₉：第5レンズの物体側の面の曲率半径

r₁₀：第5レンズの像側の面の曲率半径

f₁₂：第1レンズL1と第2レンズL2の合成焦点距離

f₃₄₅：第3レンズL3と第4レンズL4と第5レンズL5の合成焦点距離

EPD：開口径の直径

【0035】

また、本実施の形態では、必要に応じて、各レンズのレンズ面を非球面で形成している。これらレンズ面に採用する非球面形状は、光軸方向の軸をZ、光軸に直交する方向の高さをH、円錐係数をk、非球面係数をA₄、A₆、A₈、A₁₀としたとき、次式により表される。なお、後述の第2の実施の形態に係る撮像レンズにおいても、必要に応じて、各レンズのレンズ面を非球面で形成しており、これらレンズ面に採用する非球面形状は、本実施の形態と同様に、以下に示す式によって表わされる。

【数1】

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

【0036】

次に、本実施の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はレンズ系全体の焦点距離を、FnoはFナンバーを、θは半画角をそれぞれ示す。また、iは物体側より数えた面番号を示し、Rは曲率半径を示し、dは光軸に沿ったレンズ面間の距離(面間隔)を示し、N_dはd線に対する屈折率を、n_dはd線に対するアッペ数をそれぞれ示す。なお、非球面の面には、面番号iの後に*(アスタリスク)の符号を付加して示すこととする。なお、後述の第2の実施の形態に係る撮像レンズにおいても、同様とする。

【実施例1】

【0037】

実施例 1 の撮像レンズについて、基本的なレンズデータを表 1 に示す。

【表 1】

f=4.8341		Fno=2.405		$\omega=30.463^\circ$
i	R	d	Nd	νd
S(絞り)	∞	-0.245		
1*	1.920	0.698	1.535	56.2
2*	-4.989	0.023		
3*	11.316	0.348	1.614	25.6
4*	1.950	0.582		
5*	56.979	0.468	1.535	56.2
6*	51.798	0.36		
7*	-1.984	0.518	1.535	56.2
8*	-0.997	0.2045		
9*	12.783	0.5428	1.535	56.2
10*	1.466	0.5		
11	∞	0.3	1.517	64.2
12	∞	1.047		
IMA	∞			

10

i	k	A_4	A_6	A_8	A_{10}	A_{12}	A_{14}
1*	-8.984E-01	1.386E-02	-4.452E-03	-3.635E-03	6.925E-04	-8.637E-04	-5.237E-03
2*	-9.222E+01	-2.778E-03	1.138E-02	-2.995E-02	-1.127E-02	4.241E-03	2.486E-03
3*	2.370E+01	-2.865E-02	6.387E-02	-5.835E-02	4.217E-03	-2.627E-03	1.038E-02
4*	-3.288E-01	-1.219E-01	1.557E-01	-9.759E-02	3.109E-02	-6.668E-03	6.555E-03
5*	0.000E+00	-1.085E-01	2.088E-03	2.471E-02			
6*	0.000E+00	-8.922E-02	5.635E-02	-4.296E-02	1.935E-02	-2.144E-03	
7*	8.968E-01	4.373E-02	8.519E-02	-5.000E-02	1.419E-02	-7.279E-04	
8*	-2.541E+00	-1.130E-02	-9.215E-04	2.091E-02	-3.309E-03	-6.569E-04	
9*	2.998E+01	-7.461E-02	-5.870E-03	3.201E-03	5.679E-04	-2.374E-05	-2.461E-05
10*	-9.099E+00	-7.716E-02	2.012E-02	-5.983E-03	1.079E-03	-9.016E-05	

20

30

f3=-1095.56

f5=-3.1373

f12=5.72

f345=33.2885

EPD=2.01

【 0 0 3 8 】

実施例 1 における各条件式の値を以下に示す。

$f / f_3 = -0.0044$

$r_5 / r_6 = 1.100$

$r_5 / f = 11.787$

$f_5 / f = -0.649$

$r_9 / r_{10} = 8.719$

$f_{12} / f_{345} = 0.172$

$f / EPD = 2.405$

【 0 0 3 9 】

このように、実施例 1 による撮像レンズは条件式 (1) ~ (5), (7)、(8) を満たしている。

【 0 0 4 0 】

40

50

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 (像面湾曲) (mm)、および歪曲収差 (%) をそれぞれ示したものである。これら収差図には、587.56nm、656.27nm、486.13nm の各波長に対する収差量を示す。非点収差図には、サジタル像面 S における収差量とタンジェンシャル像面 T における収差量とをそれぞれ示す (図 4、図 6、図 8、図 10、図 12 において同じ)。

【0041】

図 2 に示されるように、実施例 1 に係る撮像レンズによれば、各種の収差が良好に補正される。しかも、第 1 レンズ L1 の物体側の面から像面までの空気換算距離は 5.49mm と短くなっており、撮像レンズの小型化も好適に図られている。

【実施例 2】

【0042】

実施例 2 の撮像レンズについて、基本的なレンズデータを表 2 に示す。

【表 2】

f=4.82595		Fno=2.400		$\omega=30.484^\circ$	
i	R	d	Nd	νd	
S(絞り)	∞	-0.25			
1*	1.920	0.679	1.535	56.2	
2*	-5.100	0.023			
3*	9.065	0.3605	1.614	25.6	
4*	1.853	0.592			
5*	51.000	0.439	1.535	56.2	
6*	50.000	0.375			
7*	-1.915	0.518	1.535	56.2	
8*	-0.988	0.191			
9*	9.679	0.5308	1.535	56.2	
10*	1.464	0.5			
11	∞	0.3	1.517	64.2	
12	∞	1.081			
IMA	∞				

i	k	A_4	A_6	A_8	A_{10}	A_{12}	A_{14}
1*	0.000E+00	-1.841E-03	-1.651E-02	1.820E-02	-1.883E-02		
2*	-8.187E+01	2.887E-03	4.435E-03	-2.313E-02			
3*	2.334E+00	-3.108E-02	6.707E-02	-5.101E-02	1.538E-02	-5.459E-03	4.460E-03
4*	0.000E+00	-1.341E-01	1.587E-01	-1.056E-01	4.540E-02	-4.181E-03	-8.490E-04
5*	0.000E+00	-1.226E-01	5.463E-03	2.911E-02			
6*	0.000E+00	-9.733E-02	3.206E-02	1.364E-03			
7*	8.240E-01	3.519E-02	9.267E-02	-4.094E-02	8.895E-03		
8*	-2.462E+00	-7.565E-03	3.357E-03	2.084E-02	-5.920E-03		
9*	1.627E+01	-6.498E-02	-7.256E-03	2.663E-03	5.157E-04	-1.164E-05	-2.080E-05
10*	-9.192E+00	-7.339E-02	1.842E-02	-5.591E-03	1.022E-03	-8.684E-05	

f3=-5609.97

f5=-3.2876

f12=5.782

f345=25.731

EPD=2.01

【0043】

実施例 2 における各条件式の値を以下に示す。

$f / f_3 = -0.0009$
 $r_5 / r_6 = 1.020$
 $r_5 / f = 10.568$
 $f_5 / f = -0.681$
 $r_9 / r_{10} = 6.610$
 $f_{12} / f_{345} = 0.225$
 $f / EPD = 2.40$

【0044】

このように、実施例2による撮像レンズは条件式(1)～(5)、(7)、(8)を満たしている。

10

【0045】

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(像面湾曲)(mm)、および歪曲収差(%)をそれぞれ示したものである。図4に示されるように、実施例2に係る撮像レンズによれば、各種の収差が良好に補正される。しかも、第1レンズL1の物体側の面から像面までの空気換算距離は5.49mmと短くなっており、撮像レンズの小型化も好適に図られている。

【0046】

次に、本発明を具体化した第2の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【0047】

図5、図7、図9、図11はそれぞれ、第2の実施形態の実施例3～6に対応するレンズ断面図を示したものである。いずれの実施例も基本的なレンズ構成は同一であるため、ここでは実施例3のレンズ断面図を参照しながら、本実施の形態に係る撮像レンズのレンズ構成について説明する。

20

【0048】

図5に示すように、第2の実施形態の撮像レンズは、物体側から像面側に向かって順に、開口絞りS、第1レンズL1と、第2レンズL2と、第3レンズL3と、第4レンズL4と、第5レンズL5とが配列されて構成されている。第5レンズL5と像面との間には、カバーガラスIRが配置されている。なお、このカバーガラスは、割愛することも可能である。第1レンズL1は物体側と像側に凸面を向けた両凸レンズであり、第2レンズL2は光軸近傍で物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するレンズであり、第3レンズL3は光軸近傍で物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するレンズであり、第4レンズL4は光軸近傍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レンズである。ここまでの構成は第1の実施形態と同様である。第5レンズL5は光軸近傍で物体側と像側に共に凹面を向けた両凹形状のレンズとした点で第1の実施形態と異なっている。

30

【0049】

また、第1の実施形態と同様に、第3レンズL3は中心部で僅かな負のパワーを有しているが、光軸から離れるに従って、周辺では負から正のパワーに変化する両面非球面で形成されている。

【0050】

本実施の形態に係る撮像レンズは、以下に示す条件式(1)～(4)、(6)～(8)を満足するように構成されている。

40

$-0.05 < f / f_3 < 0.0$ (1)
 $0.9 < r_5 / r_6 < 1.2$ (2)
 $1.2 < r_5 / f$ (3)
 $-0.8 < f_5 / f < -0.3$ (4)
 $-7.0 < r_9 / r_{10} < -2.0$ (6)
 $0.1 < f_{12} / f_{345} < 0.5$ (7)
 $2.0 < f / EPD < 2.8$ (8)

但し、

f：レンズ系全体の焦点距離

50

f_3 : 第3レンズL3の焦点距離
 r_5 : 第3レンズL3の物体側の面の曲率半径
 r_6 : 第3レンズの像側の面の曲率半径
 f_5 : 第5レンズL5の焦点距離
 r_9 : 第5レンズの物体側の面の曲率半径
 r_{10} : 第5レンズの像側の面の曲率半径
 f_{12} : 第1レンズL1と第2レンズL2の合成焦点距離
 f_{345} : 第3レンズL3と第4レンズL4と第5レンズL5の合成焦点距離
 EPD : 開口径の直径

【実施例3】

10

【0051】

実施例3の撮像レンズについて、基本的なレンズデータを表3に示す。

【表3】

$f=3.7579$		$Fno=2.54$		$\omega=37.32^\circ$
i	R	d	Nd	νd
S(絞り)	∞	-0.12		
1*	1.694	0.605	1.535	56.2
2*	-5.188	0.025		
3*	11.629	0.29	1.614	25.6
4*	1.857	0.38		
5*	8.068	0.49	1.535	56.2
6*	7.620	0.28		
7*	-7.166	0.7	1.535	56.2
8*	-0.908	0.17		
9*	-6.939	0.49	1.535	56.2
10*	1.049	0.43		
11	∞	0.3	1.517	64.2
12	∞	0.501		
IMA	∞			

20

30

i	k	A_4	A_6	A_8	A_{10}	A_{12}	A_{14}
1*	-1.549E+00	2.383E-02	4.477E-03	-6.883E-02			
2*	0.000E+00	1.060E-01	-2.933E-01	1.094E-01			
3*	0.000E+00	4.334E-02	-8.738E-02	-1.232E-01	1.590E-01		
4*	-5.326E-01	-7.034E-02	2.554E-01	-3.344E-01	2.352E-01	-5.973E-02	
5*	-1.875E+01	-1.148E-01	-3.624E-03	1.284E-01	-8.943E-02	2.052E-02	
6*	0.000E+00	-7.732E-02	-1.080E-01	1.003E-01	-5.631E-02	1.150E-02	
7*	0.000E+00	3.435E-02	-7.870E-02	-7.350E-02	8.048E-02	-3.213E-02	
8*	-4.072E+00	-1.299E-01	1.600E-01	-1.711E-01	8.840E-02	-1.531E-02	
9*	0.000E+00	-1.504E-01	5.571E-02	-5.591E-03			
10*	-7.576E+00	-1.208E-01	6.192E-02	-2.288E-02	4.966E-03	-5.853E-04	2.871E-05

40

$f_3=-413.22$

$f_5=-1.6612$

$f_{12}=5.2075$

$f_{345}=19.078$

$EPD=1.48$

【0052】

実施例3における各条件式の値を以下に示す。

50

$$f / f_3 = -0.0091$$

$$r_5 / r_6 = 1.059$$

$$r_5 / f = 2.147$$

$$f_5 / f = -0.442$$

$$r_9 / r_{10} = -6.617$$

$$f_{12} / f_{345} = 0.273$$

$$f / EPD = 2.54$$

【0053】

このように、実施例3による撮像レンズは条件式(1)~(4)、(6)~(8)を満たしている。

10

【0054】

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(像面湾曲)(mm)、および歪曲収差(%)をそれぞれ示したものである。図6に示されるように、実施例3に係る撮像レンズによれば、各種の収差が良好に補正される。しかも、第1レンズL1の物体側の面から像面までの空気換算距離は4.56mmと短くなっており、撮像レンズの小型化も好適に図られている。

【実施例4】

【0055】

実施例4の撮像レンズについて、基本的なレンズデータを表4に示す。

【表 4】

f=3.812		Fno=2.647		$\omega=37.053^\circ$
i	R	d	Nd	νd
S(絞り)	∞	-0.12		
1*	1.713	0.605	1.535	56.2
2*	-5.188	0.025		
3*	11.629	0.29	1.614	25.6
4*	1.868	0.35		
5*	8.068	0.45	1.535	56.2
6*	7.620	0.35		
7*	-7.166	0.7	1.535	56.2
8*	-0.902	0.17		
9*	-6.939	0.47	1.535	56.2
10*	1.049	0.43		
11	∞	0.3	1.517	64.2
12	∞	0.553		
IMA	∞			

10

i	k	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀	A ₁₂	A ₁₄
1*	-2.112E+00	3.636E-02	-1.523E-02	-4.869E-02			
2*	0.000E+00	6.175E-02	-1.849E-01	5.116E-02			
3*	0.000E+00	-7.981E-03	7.358E-02	-2.527E-01	1.908E-01		
4*	-5.326E-01	-9.710E-02	3.390E-01	-4.272E-01	2.613E-01	-5.235E-02	
5*	-8.897E-01	-1.475E-01	5.695E-02	1.107E-01	-8.720E-02	8.678E-03	
6*	0.000E+00	-1.327E-01	7.183E-03	2.671E-02	-1.900E-03	-2.762E-03	
7*	0.000E+00	-3.088E-02	-1.489E-02	-7.802E-02	7.150E-02	-2.059E-02	
8*	-4.031E+00	-1.308E-01	1.423E-01	-1.448E-01	7.419E-02	-1.303E-02	
9*	0.000E+00	-1.129E-01	3.835E-02	-3.609E-03			
10*	-7.506E+00	-1.076E-01	5.139E-02	-1.854E-02	3.991E-03	-4.714E-04	2.306E-05

20

30

f3=-393.382

f5=-1.66267

f12=5.27745

f345=18.4219

EPD=1.44

【 0 0 5 6 】

実施例 4 における各条件式の値を以下に示す。

f / f 3 = - 0 . 0 0 9 7

r 5 / r 6 = 1 . 0 5 9

r 5 / f = 2 . 1 2 1

f 5 / f = - 0 . 4 3 6

r 9 / r 1 0 = - 6 . 6 1 7

f 1 2 / f 3 4 5 = 0 . 2 8 6

f / E P D = 2 . 6 5

【 0 0 5 7 】

このように、実施例 4 による撮像レンズは条件式 (1) ~ (4)、(6) ~ (8) を満たしている。

【 0 0 5 8 】

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

40

50

m)、および歪曲収差(%)をそれぞれ示したものである。図8に示されるように、実施例4に係る撮像レンズによれば、各種の収差が良好に補正される。しかも、第1レンズL1の物体側の面から像面までの空気換算距離は4.59mmと短くなっており、撮像レンズの小型化も好適に図られている。

【実施例5】

【0059】

実施例5の撮像レンズについて、基本的なレンズデータを表5に示す。

【表5】

f=3.8096		Fno=2.5397		$\omega=37.0904$
i	R	d	Nd	νd
S(絞り)	∞	-0.12		
1*	1.779	0.605	1.535	56.2
2*	-4.255	0.025		
3*	5.162	0.29	1.614	25.6
4*	1.466	0.36		
5*	8.068	0.46	1.535	56.2
6*	7.620	0.3		
7*	-7.260	0.66	1.535	56.2
8*	-0.849	0.16		
9*	-3.179	0.47	1.535	56.2
10*	1.242	0.7		
11	∞	0.3	1.517	64.2
12	∞	0.324		
IMA	∞			

10

20

i	k	A_4	A_6	A_8	A_{10}	A_{12}	A_{14}
1*	-2.253E+00	2.267E-02	-3.731E-03	-8.286E-02			
2*	0.000E+00	8.325E-02	-2.496E-01	9.927E-02			
3*	0.000E+00	-3.343E-02	6.164E-02	-2.495E-01	2.337E-01		
4*	-3.902E+00	-3.845E-02	3.828E-01	-6.470E-01	5.490E-01	-1.653E-01	
5*	0.000E+00	-1.472E-01	5.881E-02	4.979E-02	-4.810E-02	1.320E-02	
6*	0.000E+00	-1.657E-01	4.461E-02	-9.158E-02	4.907E-02	4.102E-03	
7*	0.000E+00	-1.068E-01	1.447E-01	-1.734E-01	4.856E-02	5.291E-03	
8*	-3.631E+00	-1.207E-01	1.977E-01	-1.008E-01	2.428E-02	-2.405E-03	
9*	0.000E+00	2.545E-02	-1.127E-04				
10*	-1.011E+01	-8.615E-02	4.142E-02	-1.612E-02	3.700E-03	-4.699E-04	2.528E-05

30

f3=-399.233

f5=-1.61057

f12=5.30203

f345=15.3728

EPD=1.5

40

【0060】

実施例5における各条件式の値を以下に示す。

$$f / f_3 = -0.0095$$

$$r_5 / r_6 = 1.059$$

$$r_5 / f = 2.123$$

$$f_5 / f = -0.423$$

$$r_9 / r_{10} = -2.56$$

50

$$f_{12} / f_{345} = 0.345$$

$$f / EPD = 2.54$$

【0061】

このように、本実施例5による撮像レンズは条件式(1)～(4)、(6)～(8)を満たしている。

【0062】

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(像面湾曲)(mm)、および歪曲収差(%)をそれぞれ示したものである。図10に示されるように、実施例5に係る撮像レンズによれば、各種の収差が良好に補正される。しかも、第1レンズL1の物体側の面から像面までの空気換算距離は4.55mmと短くなっており、撮像レンズの小型化も好適に図られている。

【実施例6】

【0063】

実施例6の撮像レンズについて、基本的なレンズデータを表6に示す。

【表6】

f=3.7348		Fno=2.523		$\omega=37.27^\circ$	
i	R	d	Nd	νd	
S(絞り)	∞	-0.12			
1*	1.695	0.619	1.535	56.2	
2*	-5.187	0.025			
3*	28.084	0.29	1.614	25.6	
4*	2.032	0.37			
5*	7.899	0.489	1.535	56.2	
6*	7.618	0.332			
7*	-7.236	0.613	1.535	56.2	
8*	-0.902	0.183			
9*	-6.707	0.486	1.535	56.2	
10*	1.058	0.4			
11	∞	0.3	1.517	64.2	
12	∞	0.536			
IMA	∞				

i	k	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀	A ₁₂	A ₁₄
1*	-1.543E+00	2.455E-02	1.481E-02	-6.848E-02			
2*	0.000E+00	1.026E-01	-3.046E-01	1.204E-01			
3*	0.000E+00	3.524E-02	-9.636E-02	-1.443E-01	1.924E-01		
4*	-5.102E-01	-7.046E-02	2.384E-01	-3.299E-01	2.480E-01	-6.192E-02	
5*	-3.498E+01	-1.198E-01	-5.589E-03	1.233E-01	-9.417E-02	2.174E-02	
6*	0.000E+00	-8.138E-02	-1.020E-01	1.061E-01	-5.521E-02	9.084E-03	
7*	0.000E+00	4.200E-02	-6.957E-02	-7.079E-02	7.988E-02	-2.896E-02	
8*	-4.184E+00	-1.332E-01	1.594E-01	-1.711E-01	8.845E-02	-1.520E-02	
9*	0.000E+00	-1.550E-01	5.556E-02	-5.441E-03			
10*	-8.078E+00	-1.204E-01	6.156E-02	-2.281E-02	4.969E-03	-5.872E-04	2.829E-05

$$f_3 = -399.233$$

$$f_5 = -1.61057$$

$$f_{12} = 5.3654$$

$$f_{345} = 15.7079$$

$$EPD = 1.48$$

【 0 0 6 4 】

実施例 6 における各条件式の値を以下に示す。

$$f / f_3 = -0.0094$$

$$r_5 / r_6 = 1.037$$

$$r_5 / f = 1.339$$

$$f_5 / f = -0.431$$

$$r_9 / r_{10} = -6.34$$

$$f_{12} / f_{345} = 0.342$$

$$f / EPD = 2.52$$

10

【 0 0 6 5 】

このように、実施例 6 による撮像レンズは条件式 (1) ~ (4)、(6) ~ (8) を満たしている。

【 0 0 6 6 】

図 1 2 は実施例 6 の撮像レンズについて、球面収差 (mm)、非点収差 (像面湾曲) (mm)、および歪曲収差 (%) をそれぞれ示したものである。図 1 2 に示されるように、実施例 6 に係る撮像レンズによれば、各種の収差が良好に補正される。しかも、第 1 レンズ L 1 の物体側の面から像面までの空気換算距離は 4 . 5 4 mm と短くなっており、撮像レンズの小型化も好適に図られている。

20

【 0 0 6 7 】

したがって、本実施の形態に係る撮像レンズを、携帯電話機、デジタルスティルカメラ、携帯情報端末、セキュリティカメラ、車載カメラ、ネットワークカメラ等の撮像光学系に適用した場合、当該カメラ等の高機能化と小型化の両立を図ることができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 8 】

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

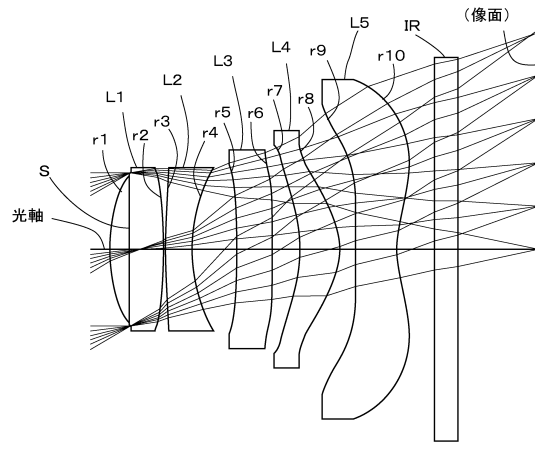
L 5 第 5 レンズ

S 開口絞り

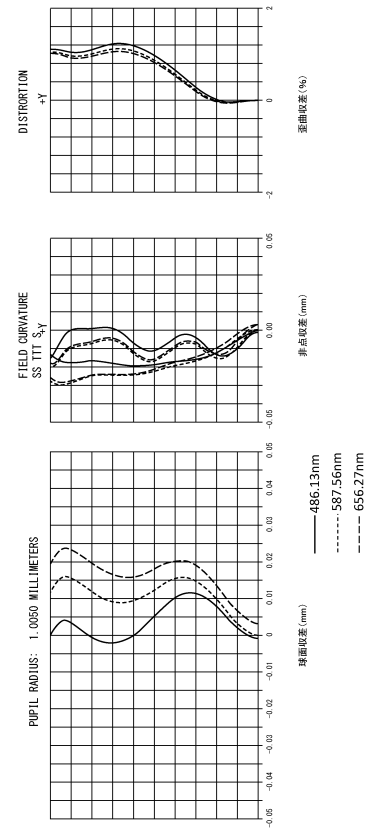
I R カバーガラス

30

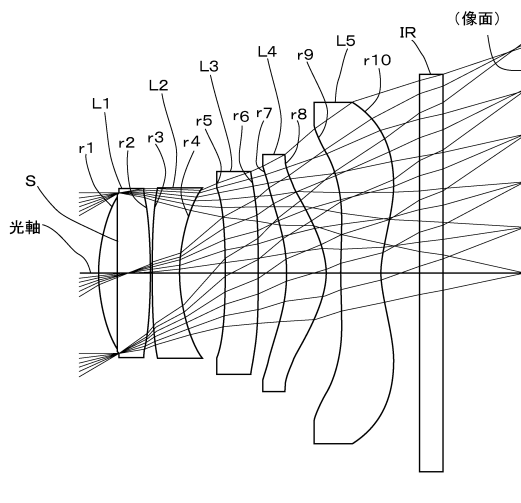
【図 1】



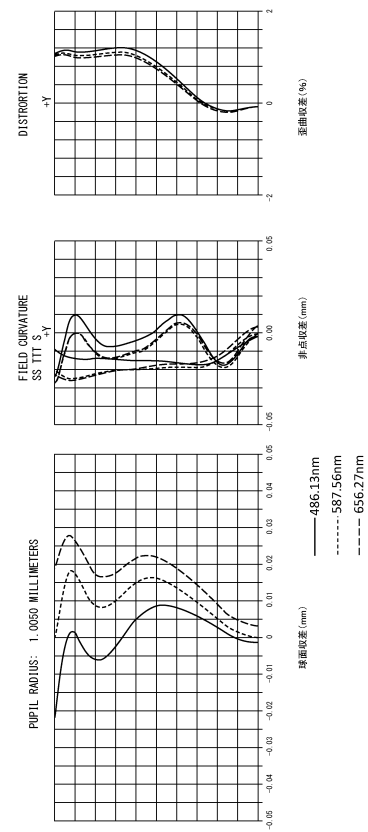
【図 2】



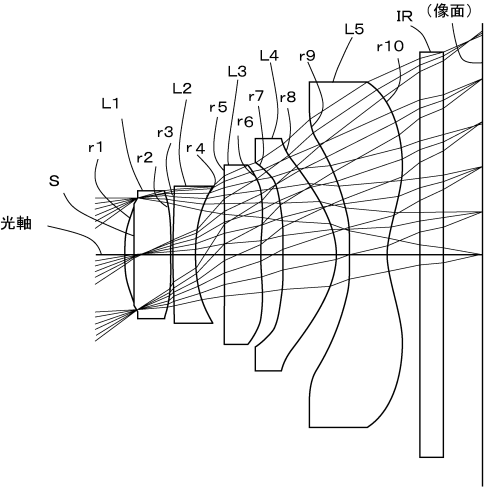
【図 3】



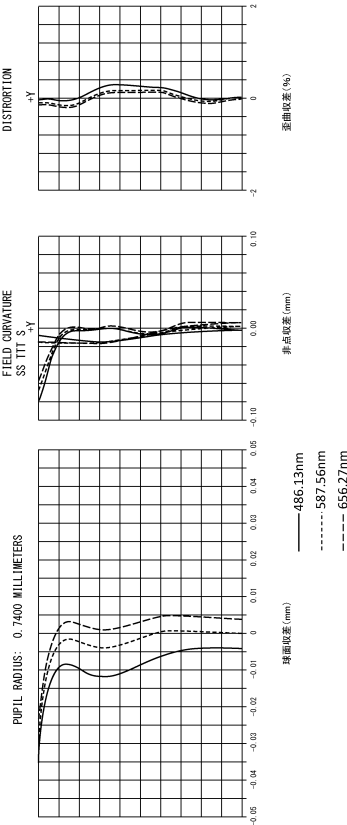
【図 4】



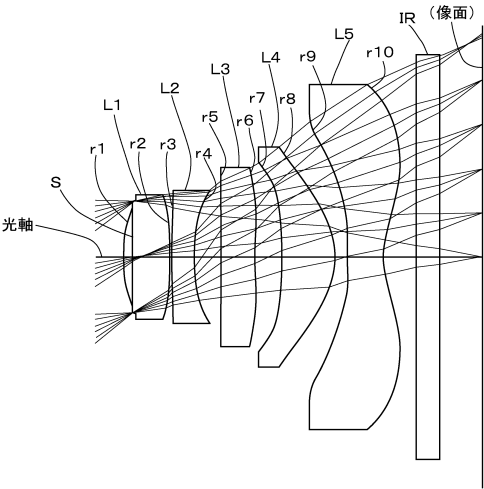
【図 5】



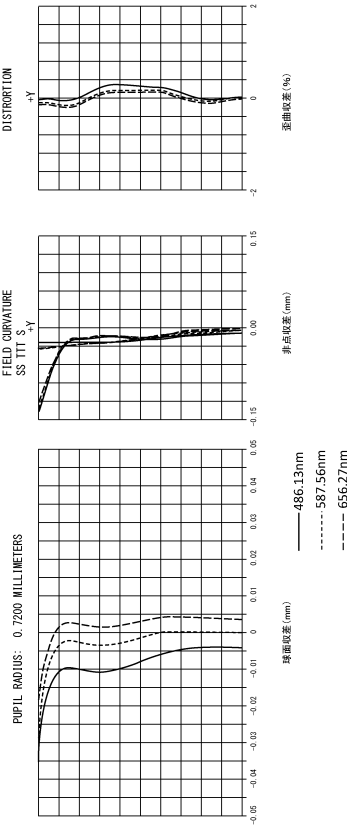
【図 6】



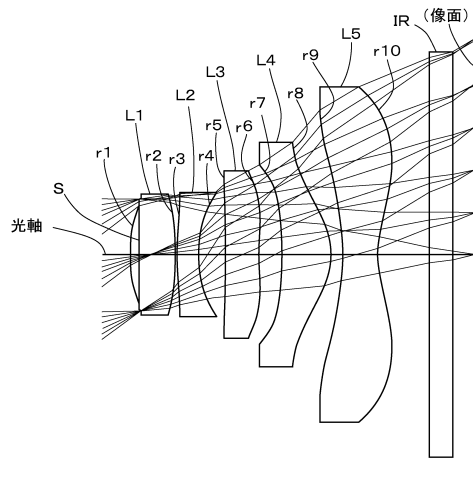
【図 7】



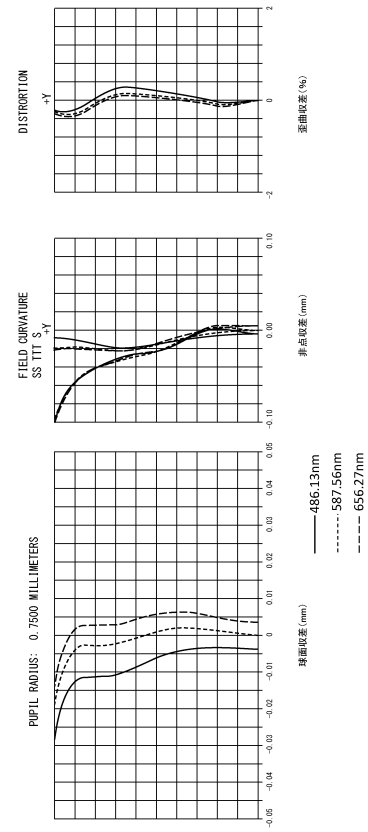
【図 8】



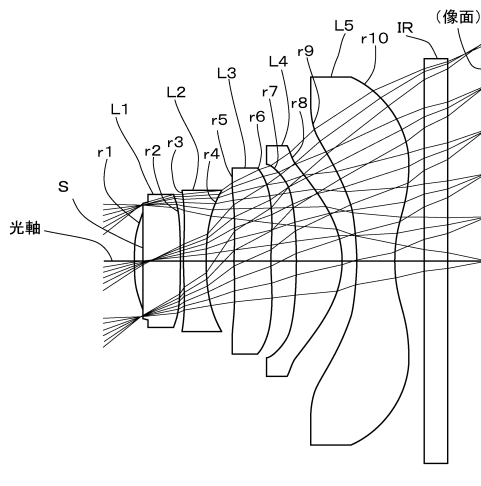
【図 9】



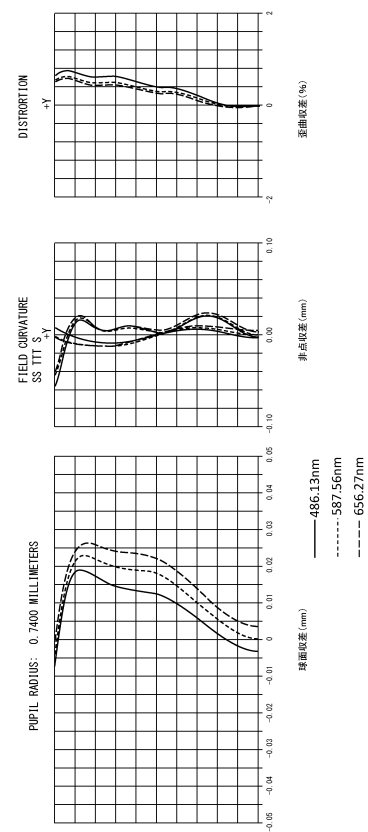
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2012/053367(WO, A1)

(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