

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5818702号
(P5818702)

(45) 発行日 平成27年11月18日(2015.11.18)

(24) 登録日 平成27年10月9日(2015.10.9)

(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

請求項の数 4 (全 25 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-11272 (P2012-11272) (22) 出願日 平成24年1月23日 (2012.1.23) (65) 公開番号 特開2013-148834 (P2013-148834A) (43) 公開日 平成25年8月1日 (2013.8.1) 審査請求日 平成26年11月27日 (2014.11.27)</p>	<p>(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 (74) 代理人 100091694 弁理士 中村 守 (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 審査官 堀井 康司 (56) 参考文献 特開2012-058407 (JP, A)) 特開平04-095912 (JP, A)</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から像面側に向かって順に、開口絞りと、光軸近傍で物体側と像側の両側に凸面を向けた正の屈折力を有する両凸形状の第1レンズと、光軸近傍で物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカス形状の第2レンズと、光軸近傍で物体側に凹面を向けた正の屈折力を有するメニスカス形状の第3レンズと、光軸近傍で物体側と像側の両側に凹面を向けた両凹形状の負の屈折力を有する第4レンズとで構成され、下記の条件式(1)及び(5)を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$(1) \quad 0.6 < f_1 / f < 0.8$$

$$(5) \quad 0.28 < Bf / TTL < 0.35$$

但し、 f_1 は第1レンズの焦点距離、 f は撮像レンズ全系の焦点距離、 Bf は第4レンズの像面側から像面までの光軸上の距離(空気換算長)、 TTL は第1レンズの物体側の面から像面までの光軸上の距離(空気換算長)である。

【請求項2】

以下の条件式(2)、及び(3)を満足することを特徴とする請求項1記載の撮像レンズ。

$$(2) \quad f_3 < f_1$$

$$(3) \quad 0.9 < f_3 / |f_4| < 1.10$$

但し、 f_3 は第3レンズの焦点距離、 f_4 は第4レンズの焦点距離である。

【請求項3】

以下の条件式(4)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

$$(4) \quad 0.7 < |f_2| / f < 1.2$$

但し、 f_2 は第2レンズの焦点距離である。

【請求項4】

以下の条件式(6)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

$$(6) \quad 0.7 < IH / f < 0.80$$

但し、 IH は最大像高である。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、小型の撮像装置に使用されるCCDセンサやC-MOSセンサの固体撮像素子上に被写体の像を結像させる撮像レンズに関し、特に、小型化、薄型化が進む携帯電話機やスマートフォンなどの携帯端末、及びPDA(Personal Digital Assistance)、さらには、ゲーム機やPC等の情報端末に搭載される撮像装置に内蔵される撮像レンズに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、特に撮像装置を備えた携帯端末の市場は益々拡大する状況にある。これら携帯端末は、ほとんどの製品にカメラ機能が付加されるようになった。そして、そのカメラ性能は、今やデジタルスチルカメラに匹敵するほどの高画素タイプが主流になってきている。また、携帯端末の利便性、デザイン性などの理由から、特に薄型化の要求が強まっており、内蔵する撮像装置の小型化、薄型化への要求も当然厳しくなっている。また、携帯端末において、イン・カメラ、サブ・カメラと呼ばれる自分撮影用のカメラに搭載される撮像レンズにおいても、従来VGAクラスのものから、1メガピクセルを超えた高画素タイプが主流になっている。このような高画素の撮像素子を用いた撮像装置に組み込まれる撮像レンズには、更なる高解像度化、小型化、薄型化とともに、小さなF値が求められている。同時に、広範囲な被写体の像を撮影可能な、広い画角に対応することも強く望まれている。

20

30

【0003】

このような小型化、薄型化、高性能化の流れに適応する撮像レンズは、複数枚で構成することが一般的である。従来、VGA~1メガピクセル程度の画素数に対応するのであれば、2枚構成や3枚構成の撮像レンズがサイズ、コストの面で有利なため、広く採用されてきた。しかし上述したような小型、高画素に対応するために、3枚構成よりも、さらに高性能化が可能な4枚構成の撮像レンズが多く提案されている。

【0004】

例えば、特許文献1には、物体側から順に、開口絞りと、正の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有し像側に凹面を向けた第2レンズと、正の屈折力を有する第3レンズと、負の屈折力を有し像側に凹面を向けた第4レンズとの構成を採り、全系の焦点距離に対する第2レンズの像側の面の曲率半径の値を適切な範囲に設定することによって、高性能化を目指した撮像レンズが開示されている。

40

【0005】

また、特許文献2には、物体側から順に、開口絞りと、正の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力の第2レンズと、正の屈折力の第3レンズと、少なくとも1面が非球面形状を有し、負の屈折力を有する物体側に凹面を向けた第4レンズとの構成を採り、第1レンズのパワー、及び第4レンズの物体側の面と像側の面との曲率半径の関係を適切な範囲に設定することで、高性能化を目指した撮像レンズが開示されている。

【0006】

50

また、特許文献 3 には、物体側から順に、開口絞りと、正の屈折力を有する第 1 レンズと、負の屈折力の第 2 レンズと、正の屈折力の第 3 レンズと、少なくとも 1 面が非球面であって負の屈折力を有する両凹形状の第 4 レンズとの構成を採り、全系の焦点距離と第 1 レンズ、及び第 3 レンズの焦点距離の比を適切な範囲に設定することで、高性能化を目指した撮像レンズが開示されている。

【0007】

また、特許文献 4 には、物体側より順に、絞りと、両凸形状で正のパワーを有する第 1 レンズと、物体側に凸面を向けた負のパワーを有するメニスカス形状の第 2 レンズと、像側に凸面を向けた正のパワーを有するメニスカス形状の第 3 レンズと、物体側に凸面を向けた負のパワーを有するメニスカス形状の第 4 レンズとを配置し、第 1 レンズの中心厚と第 1 レンズの焦点距離との関係、及び、第 2 レンズと第 3 レンズのアッペ数を適切な範囲にすることで、高性能化を目指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】

【0008】

【特許文献 1】特開 2007 - 286153 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 046526 号公報

【特許文献 3】特開 2008 - 242180 号公報

【特許文献 4】特開 2009 - 014899 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上記特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3 に記載の撮像レンズは、光学全長 (TTL) と最大像高 (IH) の比 (TTL / 2IH) が 1.0 前後で、比較的小型化が実現されている。しかし、半画角は 30° ~ 31° であり、広画角化の要求には不十分である。また、F 値は 2.88 ~ 3.29 であり、高画素化が進む撮像素子に十分対応する明るさを確保しているとは言えない。また、特許文献 4 に記載の撮像レンズも比較的小型化を実現しているが、F 値が 3.2 であり、十分な明るさを達成しているとは言えない。このように、これらの従来技術では小型化、広画角化、小さな F 値の要求に対して同時に応えることは困難であった。

【0010】

本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであり、小型化、薄型化が可能で、且つ F 値が小さく、諸収差が良好に補正され、比較的広画角でさらには低コスト化にも対応可能な撮像レンズを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明による撮像レンズは、物体側から像面側に向かって順に、開口絞りと、光軸近傍で物体側と像側の両側に凸面を向けた正の屈折力を有する両凸形状の第 1 レンズと、光軸近傍で物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカス形状の第 2 レンズと、光軸近傍で物体側に凹面を向けた正の屈折力を有するメニスカス形状の第 3 レンズと、光軸近傍で物体側と像側の両側に凹面を向けた両凹形状の負の屈折力を有する第 4 レンズとで構成され、下記の条件式 (1) を満足する。

$$(1) 0.6 < f_1 / f < 0.8$$

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

【0012】

上記の構成は、第 1 レンズの像側の凸面に向かい合う第 2 レンズの物体側の面が凹面であり、第 2 レンズの像側の凸面に向かい合う第 3 レンズの物体側の面が凹面であり、第 3 レンズの像側の凸面に向かい合う第 4 レンズの物体側の面が凹面というように、像側の凸面と物体側の凹面とがそれぞれ向かい合うよう配置されている。また、第 2 レンズ、第 3 レンズ、第 4 レンズのそれぞれの物体側に形成される凹面は、光軸上以外に変極点を持た

10

20

30

40

50

ない非球面で形成されている。このように、像側の凸面と、変極点を持たない物体側の凹面とを向かい合わせにすることで、各レンズの間隔を最小に設定する事を可能にしている。即ち、本発明の面構成により光学全長を短く設定できるため、撮像レンズの小型化・薄型化を図ることが可能になる。(なお、変極点とは、接平面が光軸に垂直に交わる非球面上の点を意味するものとする。)また、像側の凸面と物体側の凹面とを互いに向かい合わせにした構成は、凸面から出射した光線が凹面を通過するときの、光線の偏角度合いを比較的小さくすることができるため、特にレンズ間の偏心感度を低く抑えることが可能となり、製造を容易にする。

【0013】

一方、広画角化のためには全系の焦点距離を短く設定する必要があるが、短くしすぎると、適切なバックフォーカスが確保できなくなるという問題が生じる。本発明の構成は、焦点距離をある程度短く設定して広画角化を実現しながら、適切なバックフォーカスを確保することが可能である。特に、第2レンズを物体側が凹面のメニスカス形状とすることで、第2レンズの像側主点位置を物体側へ移動させることができるため、バックフォーカスの確保が容易になる。

10

【0014】

また、開口絞りを最も物体側に配置することによって、射出瞳位置を像面から遠ざける事が出来るため、撮像素子への光線入射角度を抑制して良好な像側テレセントリック性を確保することが可能になる。

【0015】

条件式(1)は全系のパワーに対する第1レンズのパワーの比を規定するものである。条件式(1)の上限値を上回ると、光学全長が長くなり、バックフォーカスの確保は容易になるが、小型化が困難になるとともに広画角化が困難になる。一方、下限値を下回ると、小型化には有利になるが、全系のパワーに対する第1レンズの正のパワーが強くなり過ぎて、高次の球面収差やコマ収差を抑制することが困難になる。

20

【0016】

条件式(1)に関して、以下の範囲とすることがさらに好ましい。

$$(1) a \quad 0.64 < f_1 / f < 0.75$$

【0017】

さらに、上記構成の撮像レンズは以下の条件式(2)、及び(3)を満足することが望ましい。

$$(2) \quad f_3 < f_1 \quad (3) \quad 0.9 < f_3 / |f_4| < 1.10$$

但し、 f_3 は第3レンズの焦点距離、 f_4 は第4レンズの焦点距離である。

30

【0018】

条件式(2)は第1レンズのパワーと第3レンズのパワーの関係を規定するものであり、小型化を達成するための条件である。第3レンズの正のパワーを第1レンズよりも強く設定することによって、さらに小型化が可能になる。

【0019】

また、条件式(3)は第3レンズと第4レンズのパワーの関係を規定するものである。条件式(2)を満足することで、第3レンズは光学系を構成する正のパワーの2つのレンズのうち、最も強い正のパワーを持つことになる。しかし、単に第3レンズに強いパワーを設定すると、軸上色収差、倍率色収差、及び像面湾曲が悪化する傾向になる。そこで、条件式(3)を満足することにより、第3レンズで発生する諸収差を、第4レンズの負のパワーで打ち消すことを可能にする。即ち、条件式(3)の範囲は第4レンズの負のパワーと第3レンズの正のパワーとを同等に設定することを意味し、この範囲に規定すれば、第3レンズの正のパワーを第1レンズの正のパワーより強くしても、色収差及び像面湾曲を良好に補正することが出来る。従って、条件式(2)と条件式(3)を同時に満足することにより、更なる小型化と良好な収差補正が可能になる。

40

【0020】

さらに、上記構成の撮像レンズは、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

50

$$(4) \quad 0.7 < |f_2| / f < 1.2$$

但し、 f_2 は第2レンズの焦点距離である。

【0021】

条件式(4)は、全系のパワーに対する第2レンズの負のパワーを規定するものであり、適切なバックフォーカスを維持しながら、撮像素子への光線入射角を抑制するための条件である。

【0022】

条件式(4)の上限値を上回ると、軸上色収差を抑制することが困難になり、また撮像レンズ内の正のパワーが強くなるため全長が小さくなりすぎてしまい、撮像素子への光線入射角の制御が困難になる。

10

一方、条件式(4)の下限値を下回ると撮像レンズ内の負のパワーが強くなるためバックフォーカスの確保には有利だが、小型化に困難となる。

【0023】

さらに、上記構成の撮像レンズは、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$(5) \quad 0.28 < Bf / TTL < 0.35$$

但し、 Bf は第4レンズの像側の面から像面までの光軸上の距離(空気換算長)、 TTL は第1レンズの物体側の面から像面までの光軸上の距離(空気換算長)である。

【0024】

条件式(5)は適切なバックフォーカスを確保するための条件である。条件式(5)の上限値を上回ると、バックフォーカスが長くなりすぎ、小型化が困難になる。一方、条件式(5)の下限値を下回ると、小型化には有利になるがバックフォーカスが短くなりすぎ、IRカットフィルターやカバーガラス等の配置スペースの確保が困難になる。なお、 Bf 、及び TTL の距離はIRカットフィルターやカバーガラス等を除いた状態における空気換算距離とする。

20

【0025】

さらに、上記構成の撮像レンズは、以下の条件式(6)を満足することが望ましい。

$$(6) \quad 0.7 < IH / f < 0.80$$

但し、 IH は最大像高である。

【0026】

条件式(6)は撮像レンズの全系の焦点距離に対する最大像高の比を規定するものであり、比較的広い画角を達成するための条件である。

30

本発明のレンズは、全系の焦点距離と最大像高をこの比の範囲に設定することにより、広画角と、破綻の無い画質との両立が可能である。

【0027】

さらに、上記構成の撮像レンズは、すべての面を非球面で形成することで諸収差を良好に補正している。また、第4レンズの像側の非球面は光軸近傍が凹面であり、光軸上以外の位置に変極点を有することが望ましい。このような非球面形状に形成することによって、撮像素子への光線入射角度を適切に抑制し、さらにテレセントリック性を高める事が可能となる。

【0028】

40

また、本発明の撮像レンズは全てのレンズをプラスチック材料で構成する事が好ましい。プラスチック材料にすることによって、諸収差を良好に補正する自由度が高くなる。また、射出成型により大量生産が可能のため、低コスト化が容易になる。

【0029】

また、本発明の撮像レンズは、以下の条件式(7)を満足することが望ましい。

$$(7) \quad 2.2 < f / EP < 2.5$$

但し、 EP は入射瞳の直径である。

条件式(7)は撮像レンズの明るさを規定するものである。条件式(7)の範囲にすることによって、近年の高画素化された撮像素子に適應する明るいレンズ系を得ることが出来る。

50

【発明の効果】

【0030】

本発明により、諸収差が良好に補正され、小型化、薄型化に対応した比較的広画角で明るい撮像レンズを得る事が出来る。

また、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、大量生産に向けた、低コスト化が可能な撮像レンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】実施例1の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図2】実施例1の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

10

【図3】実施例2の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図4】実施例2の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図5】実施例3の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図6】実施例3の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図7】実施例4の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図8】実施例4の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図9】実施例5の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図10】実施例5の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図11】実施例6の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図12】実施例6の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0032】

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。

図1、図3、図5、図7、図9、図11はそれぞれ、本実施形態の実施例1～6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一であるため、ここでは実施例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。

【0033】

図1に示すように、本実施形態の撮像レンズは、物体側から像面側に向かって順に、開口絞りSTと、正の屈折力を有する第1レンズL1と、負の屈折力を有する第2レンズL2と、正の屈折力を有する第3レンズL3と、負の屈折力を有する第4レンズL4で構成されている。第4レンズL4と像面IMとの間にはフィルタIRが配置されている。なお、このフィルタIRは省略する事が可能である。

30

【0034】

上記構成の撮像レンズにおいて、第1レンズL1は光軸X近傍で物体の面r1と像側の面r2が共に凸面の両凸レンズであり、第2レンズL2は光軸X近傍で物体側の面r3が凹面であり、像側の面r4が凸面のメニスカスレンズであり、第3レンズL3は光軸X近傍で物体側の面r5が凹面であり、像側の面r6が凸面のメニスカスレンズであり、第4レンズL4は光軸X近傍で物体側の面r7と像側の面r8が共に凹面の両凹レンズである。

40

【0035】

上記の構成は、第1レンズL1の像側の凸面r2に向かい合う第2レンズL2の物体側の面r3が凹面であり、第2レンズの像側の凸面r4に向かい合う第3レンズL3の物体側の面r5が凹面であり、第3レンズL3の像側の凸面r6に向かい合う第4レンズL4の物体側の面r7が凹面となっており、凸面と凹面とがそれぞれ向かい合うよう配置された構成になっている。また、すべてのレンズ面は非球面で形成されており、第2レンズL2、第3レンズL3、第4レンズL4のそれぞれの物体側の凹面r3、r5、r7は、光軸上以外に変極点を持たない、また変曲点も持たない非球面で形成されている。(ここで言う変極点とは、接平面が光軸に垂直に交わる非球面上の点を意味するものとし、変曲点とは曲率半径の向きが反転する非球面上の点を意味するものとする。)

50

【0036】

このように、本実施形態は、第1レンズL1、第2レンズL2、第3レンズL3それぞれの像側の凸面から出射する光線は凹面に入射する。このような面の配列にすることで、各レンズの間隔を最小に設定している。特に、第2レンズL2と第3レンズL3をととも物体側面が凹面のメニスカス形状としているので、第2レンズL2と第3レンズL3との間隔を短く設定することが小型化に寄与している。また、レンズ間隔が狭くなることは、その分、光路長が短くなるため、レンズ間の偏心による誤差感度を低くすることが出来るという利点もある。

なお、ここでいう小型化、薄型化とは、撮像素子の撮像面の対角長(2IH)に対する光学全長(TTL)の比(TTL/(2IH))が、1.0以下のレベルを指している。

10

【0037】

また、正の第1レンズL1と負の第2レンズL2で構成される正の合成パワーを必要以上に大きくしない事で、小型化を維持しながら、高次の球面収差やコマ収差の発生を抑制し、正の第3レンズL3、及び負の第4レンズL4に適切なパワーをバランスさせることで、諸収差の発生を抑制している。

【0038】

開口絞りSTは、第1レンズL1の物体側の凸面の頂点位置から第1レンズL1の物体側の周縁部の間に配置されているが、この範囲に限定するものではない。例えば、第1レンズL1の物体側の凸面の頂点位置よりも物体側に配置しても、第1レンズL1の物体側の凸面の有効径端部に設定してもかまわない。第1レンズL1の物体側近傍に配置することで、射出瞳位置を像面から遠ざけ、テレセントリック性を高める事が可能となる。

20

【0039】

また、第4レンズのL4の像側の面は、光軸X近傍が凹面であり、光軸Xから離れるに従って凸面に変化する、すなわち光軸X上以外に変極点を有する非球面で形成されている。このように、最も像面に近い第4レンズの像側の面の周辺位置に変極点を持たせることにより、中心の負のパワーが周辺に向かうに従って正のパワーへ変化するため、撮像素子の周辺に入射する軸外の光線角度を適切に抑制することが可能になる。

【0040】

また、本実施形態の撮像レンズはすべてプラスチック材料を採用している。実施例1~5は第1レンズL1、第3レンズL3、第4レンズL4にシクロオレフィンポリマーを、第2レンズL2にポリカーボネートを用いている。

30

実施例6は第1レンズL1と第4レンズL4にシクロオレフィンポリマーを、第2レンズL2にポリカーボネートを、第3レンズL3にシクロオレフィンコポリマーを用いている。

すべてのレンズにプラスチック材料を採用することで、安定した大量生産が可能となり、低コスト化が容易である。

【0041】

本発明の撮像レンズは以下の条件式を満足する。

$$(1) \quad 0.6 < f_1 / f < 0.8$$

$$(2) \quad f_3 < f_1$$

40

$$(3) \quad 0.9 < f_3 / |f_4| < 1.10$$

$$(4) \quad 0.7 < |f_2| / f < 1.2$$

$$(5) \quad 0.28 < Bf / TTL < 0.35$$

$$(6) \quad 0.7 < IH / f < 0.80$$

$$(7) \quad 2.2 < f / EP < 2.5$$

但し、

f : 撮像レンズ全系の焦点距離

f1 : 第1レンズの焦点距離

f2 : 第2レンズの焦点距離

f3 : 第3レンズの焦点距離

50

f₄ : 第4レンズの焦点距離

B_f : 第4レンズの像側の面から像面までの光軸上の距離(空気換算長)

TTL : 第1レンズの物体側の面から像面までの光軸上の距離(空気換算長)

I_H : 最大像高

E_P : 入射瞳直径

【0042】

本実施形態では、すべてのレンズ面を非球面で形成している。これらの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、A₁₂、A₁₄、A₁₆としたとき次式により表される。

10

【数1】

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

【0043】

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は撮像レンズ全系の焦点距離を、F_{no}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)に対する屈折率、ν_dはd線に対するアッペ数をそれぞれ示す。なお、非球面に関しては、面番号iの後に*(アスタリスク)の符号を付加して示す。

20

【実施例1】

【0044】

基本的レンズデータを以下の表1に示す。

【表 1】
実施例1
単位mm

$$f = 2.143$$

$$Fno = 2.408$$

$$\omega = 36.91^\circ$$

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd	
絞リ	Infinity	Infinity			10
1*	1.4685	-0.034	1.534622	56.1603	
2*	-1.4872	0.586	1.635489	23.9114	
3*	-0.5655	0.27	1.534622	56.1603	
4*	-1.2411	0.4988	1.534622	56.1603	
5*	-8.7135	0.0381	1.534622	56.1603	
6*	-0.5154	0.3	1.534622	56.1603	
7*	-106.5454	0.28	1.514798	54.1983	20
8*	0.5687	0.3			
9	Infinity	0.4244			
10 像面	Infinity				

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	1.4789	
2	3	-1.9222	
3	5	0.9992	30
4	7	-1.0528	

非球面データ

	第1面	第2面	第3面	第4面
k	0	-26.3	-0.311	-1.63
A4	-2.179E-01	-1.304E+00	6.668E-01	8.918E-03
A6	-7.746E-01	1.496E+00	-2.500E+00	2.435E+00
A8	2.453E+00	-1.059E+00	3.525E+01	-1.255E+01
A10	-1.367E+01	-3.647E+00	-1.084E+02	4.448E+01
A12	0.000E+00	1.447E+00	1.227E+02	-7.945E+01
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.302E+01
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

10

	第5面	第6面	第7面	第8面
k	0	-4.8	0	-6.7
A4	-1.262E-01	-4.535E-01	-1.093E-01	-4.872E-01
A6	2.018E+00	2.619E+00	-6.658E-01	9.329E-01
A8	-1.029E+01	-7.665E+00	1.092E+00	-1.806E+00
A10	2.359E+01	1.211E+01	-5.954E-01	2.293E+00
A12	-2.444E+01	-7.822E+00	1.011E-01	-1.749E+00
A14	7.624E+00	3.970E-01	0.000E+00	7.210E-01
A16	0.000E+00	9.976E-01	0.000E+00	-1.244E-01

20

【0045】

実施例1の撮像レンズは、表7に示すように条件式(1)~(7)の全てを満たしている。

【0046】

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。これら収差図は、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、非点収差図にはデジタル像面S、タンジェンシャル像面Tにおける収差量をそれぞれ示している。図2に示すように、各収差は良好に補正されている事が分かる。

30

【0047】

また、光学全長TTLと最大像高IHの比(TTL/2IH)は0.898であり、小型化が実現されている。さらに、半画角が36.91°で比較的広画角でありながら、歪曲収差の最大値は約0.5%であり、歪の少ない画像が得られている。

【実施例2】

【0048】

基本的レンズデータを以下の表2に示す。

【表 2】
 実施例2
 単位mm

$$f = 2.113$$

$$Fno = 2.414$$

$$\omega = 37.31^\circ$$

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd	
絞リ	Infinity	Infinity	-0.03		10
1*	1.53	0.583	1.534622	56.1603	
2*	-1.4053	0.269			
3*	-0.5542	0.27	1.635489	23.9114	
4*	-1.1767	0.0483			
5*	-6.3097	0.5193	1.534622	56.1603	
6*	-0.4766	0.02			
7*	-99.0084	0.3	1.534622	56.1603	
8*	0.524492	0.28			20
9	Infinity	0.3	1.514798	54.1983	
10 像面	Infinity	0.4272			

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	1.4675	
2	3	-1.9697	
3	5	0.9323	30
4	7	-0.9717	

非球面データ

	第1面	第2面	第3面	第4面
k	0	-21.8	-0.34	-2.2
A4	-2.260E-01	-1.305E+00	7.278E-01	3.080E-02
A6	-8.538E-01	1.510E+00	-2.477E+00	2.405E+00
A8	2.592E+00	-1.029E+00	3.497E+01	-1.258E+01
A10	-1.406E+01	-3.746E+00	-1.082E+02	4.436E+01
A12	0.000E+00	1.447E+00	1.227E+02	-7.945E+01
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.302E+01
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

10

	第5面	第6面	第7面	第8面
k	0	-4.58	0	-6.9
A4	-1.316E-01	-5.276E-01	-9.070E-02	-4.632E-01
A6	2.076E+00	2.673E+00	-6.649E-01	9.046E-01
A8	-1.012E+01	-7.614E+00	1.076E+00	-1.792E+00
A10	2.337E+01	1.217E+01	-6.227E-01	2.298E+00
A12	-2.433E+01	-7.864E+00	1.214E-01	-1.758E+00
A14	7.624E+00	3.477E-01	0.000E+00	7.230E-01
A16	0.000E+00	9.708E-01	0.000E+00	-1.242E-01

20

【0049】

実施例2の撮像レンズは、表7に示すように条件式(1)~(7)の全てを満たしている。

【0050】

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。これら収差図は、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、非点収差図にはデジタル像面S、タンジェンシャル像面Tにおける収差量をそれぞれ示している。図4に示すように、各収差は良好に補正されている事が分かる。

30

【0051】

また、光学全長TTLと最大像高IHの比(TTL/2IH)は0.901であり、小型化が実現されている。さらに、半画角が37.31°で比較的広画角でありながら、歪曲収差の最大値は約0.49%であり、歪の少ない画像が得られている。

【実施例3】

【0052】

基本的レンズデータを以下の表3に示す。

【表3】
実施例3
単位mm

$$f = 2.158$$

$$Fno = 2.407$$

$$\omega = 36.73^\circ$$

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd	
絞リ	Infinity	Infinity			10
1*	1.2676	-0.045	1.534622	56.1603	
2*	-1.8129	0.587	1.534622	56.1603	
3*	-0.5789	0.2324	1.635489	23.9114	
4*	-1.0863	0.27	1.635489	23.9114	
5*	-1.0863	0.0814	1.534622	56.1603	
6*	-2.5675	0.4638	1.534622	56.1603	
7*	-0.4705	0.02	1.534622	56.1603	
8*	-100	0.3	1.534622	56.1603	
9	0.5424	0.28	1.534622	56.1603	20
10	Infinity	0.3	1.514798	54.1983	
像面	Infinity	0.4747			

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	1.4900	
2	3	-2.4434	
3	5	0.9971	30
4	7	-1.0047	

非球面データ

	第1面	第2面	第3面	第4面
k	0	-41	-0.3501	-2.9019
A4	-2.135E-01	-1.232E+00	2.837E-01	4.750E-02
A6	-1.939E-01	3.398E-01	-3.272E+00	2.188E+00
A8	5.075E-01	1.356E+00	3.821E+01	-1.284E+01
A10	-1.176E+01	-5.494E+00	-1.100E+02	4.564E+01
A12	0.000E+00	3.441E+00	1.208E+02	-7.967E+01
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.049E+01
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

10

	第5面	第6面	第7面	第8面
k	12.4393	-4.4632	0	-7.6648
A4	3.463E-01	-4.380E-01	-2.850E-02	-4.506E-01
A6	1.515E+00	2.610E+00	-6.764E-01	8.781E-01
A8	-9.376E+00	-7.169E+00	1.052E+00	-1.748E+00
A10	2.296E+01	1.207E+01	-4.537E-01	2.258E+00
A12	-2.591E+01	-8.519E+00	2.230E-02	-1.741E+00
A14	1.201E+01	-2.458E-01	0.000E+00	7.191E-01
A16	-3.600E+00	1.742E+00	0.000E+00	-1.215E-01

20

実施例3の撮像レンズは、表7に示すように条件式(1)~(7)の全てを満たしている。

【0053】

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。これら収差図は、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における収差量をそれぞれ示している。図6に示すように、各収差は良好に補正されている事が分かる。

30

【0054】

また、光学全長TTLと最大像高IHの比(TTL/2IH)は0.891であり、小型化が実現されている。さらに、半画角が36.73°で比較的広画角でありながら、歪曲収差の最大値は約-0.5%であり、歪の少ない画像が得られている。

【実施例4】

【0055】

基本的レンズデータを以下の表4に示す。

【表4】
実施例4
単位mm

$$f = 2.167$$

$$Fno = 2.407$$

$$\omega = 36.61^\circ$$

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd	
絞リ	Infinity	Infinity	-0.03		10
1*	1.4652	0.5314	1.534622	56.1603	
2*	-1.5354	0.2651			
3*	-0.6107	0.2718	1.635489	23.9114	
4*	-1.2008	0.08425			
5*	-2.6561	0.4805	1.534622	56.1603	
6*	-0.4672	0.02			
7*	-45	0.3085	1.534622	56.1603	
8*	0.5368	0.28			20
9	Infinity	0.3	1.514798	54.1983	
10 像面	Infinity	0.4465			

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	1.4900	
2	3	-2.3671	
3	5	0.9818	30
4	7	-0.9867	

非球面データ

	第1面	第2面	第3面	第4面
k	0	-20	-0.34	-4.27
A4	-3.043E-01	-1.158E+00	4.918E-01	0.000E+00
A6	-2.113E-01	2.789E-01	-3.253E+00	3.970E-02
A8	-8.214E-01	2.633E+00	3.719E+01	2.099E+00
A10	-1.151E+01	-1.003E+01	-1.112E+02	-1.264E+01
A12	0.000E+00	3.441E+00	1.208E+02	4.592E+01
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-8.025E+01
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.049E+01

10

	第5面	第6面	第7面	第8面
k	12.5	-4.3	0	-7.2
A4	2.199E-01	-4.861E-01	-1.540E-02	-4.417E-01
A6	1.786E+00	2.611E+00	-7.065E-01	8.557E-01
A8	-9.466E+00	-7.061E+00	1.083E+00	-1.721E+00
A10	2.250E+01	1.208E+01	-5.021E-01	2.236E+00
A12	-2.475E+01	-8.574E+00	-7.264E-03	-1.736E+00
A14	1.201E+01	-3.735E-01	1.640E-02	7.277E-01
A16	-3.600E+00	1.931E+00	0.000E+00	-1.278E-01

20

【0056】

実施例4の撮像レンズは、表7に示すように条件式(1)~(7)の全てを満たしている。

【0057】

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。これら収差図は、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における収差量をそれぞれ示している。図8に示すように、各収差は良好に補正されている事が分かる。

30

【0058】

また、光学全長TTLと最大像高IHの比(TTL/2IH)は0.896であり、小型化が実現されている。さらに、半画角が36.61°で比較的広画角でありながら、歪曲収差の最大値は約0.44%であり、歪の少ない画像が得られている。

【実施例5】

【0059】

基本的レンズデータを以下の表5に示す。

40

【表5】
実施例5
単位mm

$$f = 2.146$$

$$Fno = 2.438$$

$$\omega = 36.88^\circ$$

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd	
絞リ	Infinity	Infinity			10
1*	1.6	-0.0275	1.534622	56.1603	
2*	-1.3657	0.2228	1.635489	23.9114	
3*	-0.7623	0.1294	1.534622	56.1603	
4*	-2.0766	0.0675	1.534622	56.1603	
5*	-3.1254	0.3	1.514798	54.1983	
6*	-0.5	0.28			20
7*	-93	0.3850			
8*	0.5806				
9	Infinity				
10	Infinity				
像面	Infinity				

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	1.4690	
2	3	-2.0452	
3	5	1.0399	30
4	7	-1.0745	

非球面データ

	第1面	第2面	第3面	第4面
k	-0.95	-10.4	0.2	-5.5
A4	-2.783E-01	-9.113E-01	3.014E-01	-1.202E-01
A6	9.745E-02	-5.991E-01	-3.798E+00	1.627E+00
A8	-3.178E+00	5.714E+00	3.832E+01	-1.240E+01
A10	-2.582E+00	-1.313E+01	-1.103E+02	4.647E+01
A12	0.000E+00	4.448E+00	1.210E+02	-8.021E+01
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.040E+01
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

10

	第5面	第6面	第7面	第8面
k	14.2	-3.83	0	-6.2
A4	-8.860E-02	-5.646E-01	-1.390E-01	-5.009E-01
A6	1.798E+00	2.368E+00	-7.682E-01	8.970E-01
A8	-1.046E+01	-7.006E+00	1.447E+00	-1.664E+00
A10	2.359E+01	1.201E+01	-9.301E-01	2.156E+00
A12	-2.476E+01	-8.972E+00	0.000E+00	-1.730E+00
A14	1.219E+01	-3.039E-01	0.000E+00	7.515E-01
A16	-3.280E+00	3.857E+00	0.000E+00	-1.367E-01

20

【0060】

実施例5の撮像レンズは、表7に示すように条件式(1)~(7)の全てを満たしている。

【0061】

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。これら収差図は、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における収差量をそれぞれ示している。図10に示すように、各収差は良好に補正されている事が分かる。

30

【0062】

また、光学全長TTLと最大像高IHの比(TTL/2IH)は0.903であり、小型化が実現されている。さらに、半画角が36.88°で比較的広画角でありながら、歪曲収差の最大値は約-0.57%であり、歪の少ない画像が得られている。

【実施例6】

【0063】

基本的レンズデータを以下の表6に示す。

【表 6】
実施例6
単位mm

$$f = 2.121$$

$$Fno = 2.41$$

$$\omega = 37.20^\circ$$

面データ

面番号 i (物面) 絞り	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd	
	Infinity	Infinity			10
	Infinity	-0.00776751			
1*	1.469	0.542	1.534622	56.1603	
2*	-1.3409	0.155			
3*	-0.8873	0.27	1.61422	25.5765	
4*	-11.4478	0.127			
5*	-4.8349	0.552	1.544135	55.9763	
6*	-0.4297	0.02			
7*	-5.4294	0.329	1.534622	56.1603	
8*	0.5369	0.3			20
9	Infinity	0.3	1.514798	54.1983	
10 像面	Infinity	0.4077			
	Infinity				

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	1.3989	
2	3	-1.5670	
3	5	0.8264	30
4	7	-0.8921	

非球面データ

	第1面	第2面	第3面	第4面
k	-2.2	-2.55	0.01	-390
A4	-2.873E-01	-8.582E-01	-4.147E-01	-2.207E-01
A6	2.697E+00	-3.020E-01	-4.136E+00	1.190E+00
A8	-3.011E+01	8.824E-01	3.707E+01	-1.235E+01
A10	1.165E+02	-3.917E+00	-1.071E+02	4.705E+01
A12	-2.258E+02	-4.250E+00	1.218E+02	-7.913E+01
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.133E+01
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

10

	第5面	第6面	第7面	第8面
k	-155	-3.9	0	-7.7
A4	-8.230E-02	-7.161E-01	1.020E-01	-4.491E-01
A6	1.543E+00	2.924E+00	-1.271E+00	7.841E-01
A8	-1.018E+01	-6.898E+00	2.453E+00	-1.530E+00
A10	2.321E+01	1.146E+01	-1.681E+00	2.141E+00
A12	-2.487E+01	-9.341E+00	0.000E+00	-1.815E+00
A14	1.277E+01	-3.481E-01	0.000E+00	8.120E-01
A16	-4.992E-01	4.531E+00	0.000E+00	-1.503E-01

20

【0064】

実施例6の撮像レンズは、表7に示すように条件式(1)~(7)の全てを満たしている。

【0065】

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。これら収差図は、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における収差量をそれぞれ示している。図12に示すように、各収差は良好に補正されている事が分かる。

30

【0066】

また、光学全長TTLと最大像高IHの比(TTL/2IH)は0.907であり、小型化が実現されている。さらに、半画角が37.20°で比較的広画角でありながら、歪曲収差の最大値は約-1.58%であり、比較的歪の少ない画像が得られている。

【0067】

表7に実施例1~6の各パラメータの値と条件式(1)~(7)の値を示す。

【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	
f	2.143	2.113	2.158	2.167	2.146	2.121	
f1	1.479	1.467	1.490	1.490	1.469	1.399	
f2	-1.922	-1.970	-2.443	-2.367	-2.045	-1.567	
f3	0.999	0.932	0.997	0.982	1.040	0.826	
f4	-1.053	-0.972	-1.005	-0.987	-1.075	-0.892	
Bf(空気換算長)	0.878	0.890	0.914	0.923	0.863	0.927	
TTL(空気換算長)	2.892	2.900	2.869	2.885	2.908	2.922	
IH	1.610	1.610	1.610	1.610	1.610	1.610	
Fno	2.408	2.414	2.411	2.407	2.438	2.410	
$\omega(^{\circ})$	36.91	37.31	36.73	36.61	36.88	37.20	
EP	0.890	0.875	0.895	0.900	0.880	0.880	10
条件式							
(1) f1/f	0.690	0.695	0.690	0.688	0.685	0.659	
(2) f3<f1	0.999<1.479	0.932<1.467	0.997<1.490	0.982<1.490	1.040<1.469	0.826<1.399	
(3) f3/ f4	0.949	0.959	0.992	0.995	0.968	0.926	
(4) f2 /f	0.897	0.932	1.132	1.093	0.953	0.739	
(5) Bf/TTL	0.303	0.307	0.319	0.320	0.297	0.317	
(6) IH/f	0.751	0.762	0.746	0.743	0.750	0.759	
(7) f/EP	2.408	2.414	2.411	2.407	2.438	2.410	
TTL/2IH	0.898	0.901	0.891	0.896	0.903	0.907	
歪曲収差の最大値	0.50	0.49	-0.50	0.44	-0.57	-1.58	

表 7 に示すように、本発明の実施形態に係る撮像レンズは条件式 (1) ~ (7) の全てを満足している。

【 0 0 6 8 】

20

本発明の実施形態に係る撮像レンズは、半画角 が 37 ° 前後で、比較的広い画角の撮影を可能にしており、また、従来は達成が困難であった、広画角とバックフォーカスの確保、および、広画角と良好な収差補正 (特に歪曲収差) とを同時に両立している。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 9 】

上述したように、各実施の形態に係る撮像レンズを携帯電話機やスマートフォンなどの携帯端末、及び PDA (Personal Digital Assistance)、さらには、ゲーム機等に搭載される撮像装置に内蔵される光学系に適用した場合、当該カメラの高性能化と小型化の両立を図ることができる。

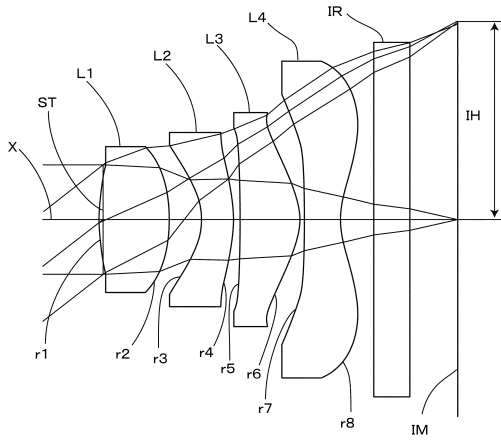
【 符号の説明 】

30

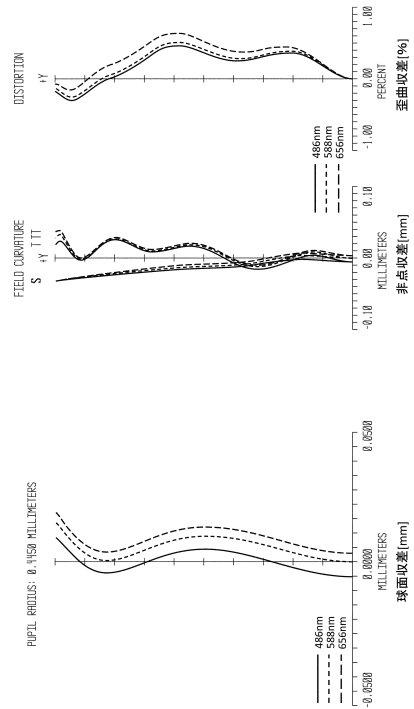
【 0 0 7 0 】

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
I R フィルター

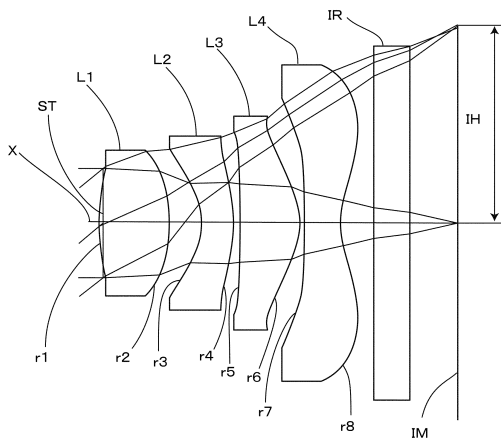
【 図 1 】



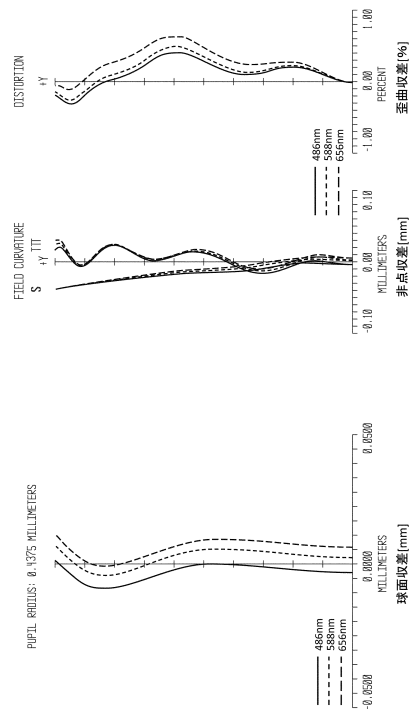
【 図 2 】



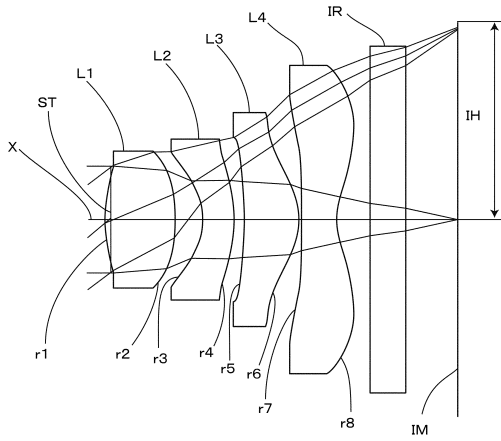
【 図 3 】



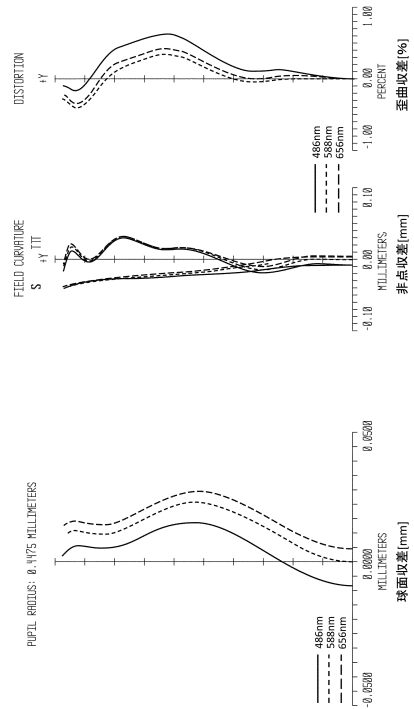
【 図 4 】



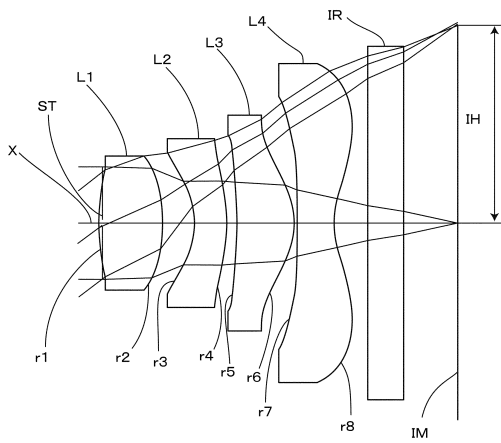
【 図 5 】



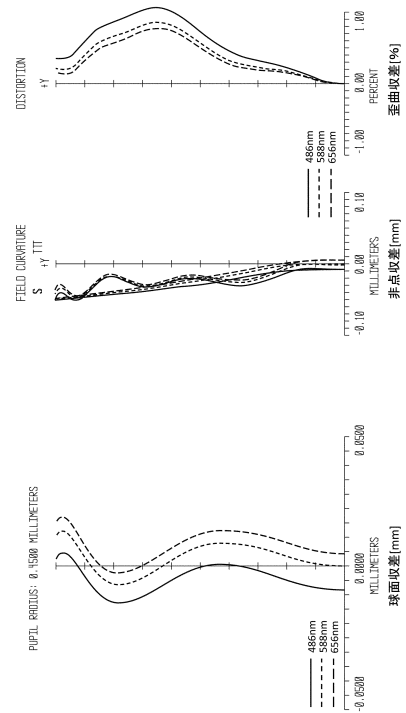
【 図 6 】



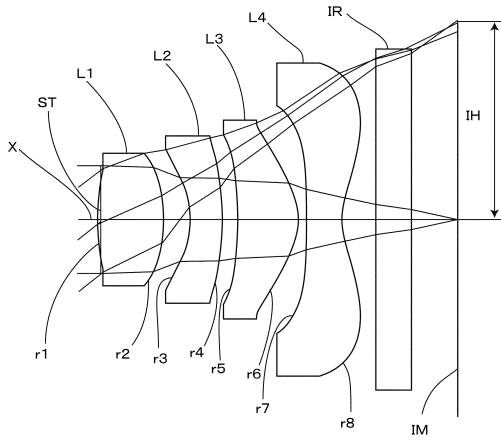
【 図 7 】



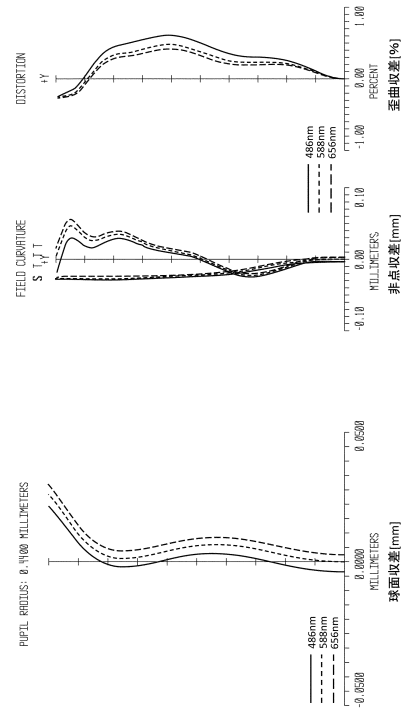
【 図 8 】



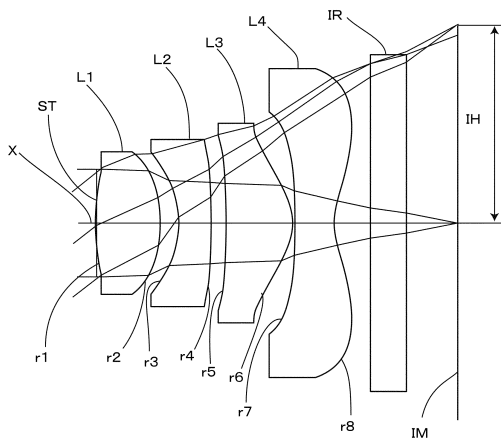
【 9 】



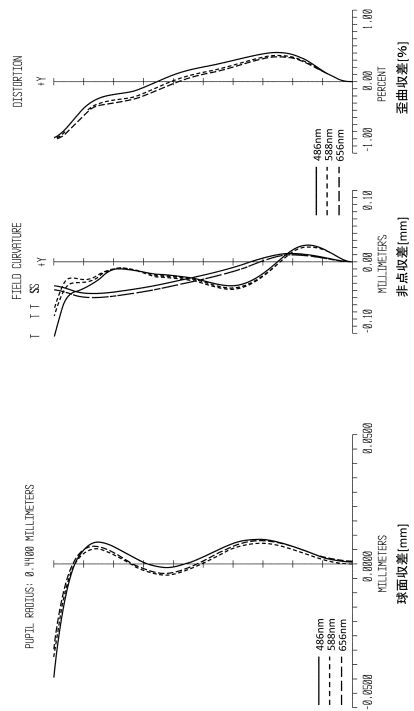
【 10 】



【 11 】



【 12 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 2 B 9 / 0 0 - 1 7 / 0 8

G 0 2 B 2 1 / 0 2 - 2 1 / 0 4

G 0 2 B 2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 4