

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5963360号
(P5963360)

(45) 発行日 平成28年8月3日(2016.8.3)

(24) 登録日 平成28年7月8日(2016.7.8)

(51) Int.Cl.

G02B 13/00 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)

F 1

G02B 13/00
G02B 13/18

請求項の数 7 (全 43 頁)

(21) 出願番号	特願2012-254881 (P2012-254881)
(22) 出願日	平成24年11月21日 (2012.11.21)
(65) 公開番号	特開2014-102408 (P2014-102408A)
(43) 公開日	平成26年6月5日 (2014.6.5)
審査請求日	平成27年9月4日 (2015.9.4)

(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	110002181 特許業務法人IP-FOCUS
(74) 代理人	100091694 弁理士 中村 守
(72) 発明者	深谷 尚生 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 濱戸 息吹

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結像させる固定焦点の撮像レンズであって、物体側から像側に向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成され、前記第1レンズ群は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、光軸近傍で像側に凹面を向けた負の屈折力を有する第2レンズとが物体側から順に配置されて構成されており、前記第2レンズ群は、それぞれ、少なくとも一面が非球面で形成された第3レンズと第4レンズとが物体側から順に配置されて構成されており、前記第3レンズ群は、光軸近傍で物体側に凹面を向けた負の屈折力を有する第5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第6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7レンズとが物体側から順に配置されて構成されており、すべてのレンズは接合されずに配置されており、前記第7レンズの像側の面は光軸から離れるに従って凹面から凸面に変化する非球面で形成されていることを特徴とする撮像レンズ。

10

【請求項 2】

以下の条件式(1)、(2)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。
。

$$(1) 4.5 < d_1 < 7.0 \\ (2) 2.0 < d_2 < 3.5$$

ただし、

20

d 1 : 第 1 レンズの d 線に対するアッペ数

d 2 : 第 2 レンズの d 線に対するアッペ数

【請求項 3】

以下の条件式(4)、(5)を満足することを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。

$$(4) 2.0 < d_5 < 3.5$$

$$(5) 4.5 < d_6 < 7.0$$

ただし、

d 5 : 第 5 レンズの d 線に対するアッペ数

d 6 : 第 6 レンズの d 線に対するアッペ数

【請求項 4】

以下の条件式(7)、(8)を満足することを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。

$$(7) 0.62 < f_1 / f < 1.01$$

$$(8) -2.58 < f_2 / f < -0.87$$

ただし、

f : 撮像レンズ系全体の焦点距離

f 1 : 第 1 レンズの焦点距離

f 2 : 第 2 レンズの焦点距離

10

20

【請求項 5】

以下の条件式(9)を満足することを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。

$$(9) 0.96 < f_{12} / f < 2.07$$

ただし、

f : 撮像レンズ系全体の焦点距離

f 12 : 第 1 レンズ群の合成焦点距離

【請求項 6】

以下の条件式(10)を満足することを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。

$$(10) 0.65 < f_{12} / f_{34} < 1.67$$

ただし、

30

f 12 : 第 1 レンズ群の合成焦点距離

f 34 : 第 2 レンズ群の合成焦点距離

【請求項 7】

以下の条件式(11)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。

$$(11) -2.37 < f_{567} / f < -0.55$$

ただし、

f : 撮像レンズ系全体の焦点距離

f 567 : 第 3 レンズ群の焦点距離

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【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関し、特に、小型化、薄型化が進むスマートフォンや携帯電話機などの携帯端末、及び P D A (P e r s o n a l D i g i t a l Assistant)、さらには、ゲーム機や P C 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、スマートフォンに代表されるタブレット型多機能端末等の市場は急速に拡大している。それら携帯端末等に搭載されるカメラ性能は、今やデジタルスチルカメラに匹敵す

50

るほどの高性能、高品質であることが一般化しつつあり、8メガピクセルを超える高画素タイプが主流になってきている。このような高画素化への流れは今後も加速するとの予測から、撮像装置に内蔵される撮像レンズも、更なる高画素化に対応した高い性能を備えたものが望まれている。また、携帯端末は、携帯性、利便性などが重視されるため、薄型化されたデザインの要求が強い。従って、撮像装置やそこに内蔵される撮像レンズに対して、薄型化への対応が一層強まっている。また、高画素化に伴う明るいレンズ系であることや、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望まれている。

【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として、従来多く提案されてきた4枚構成に加えて、5枚構成、6枚構成も提案されるようになってきている。
10

【0004】

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第1レンズと像面側に凹面を向けた負の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第4レンズと両面が非球面形状の正または負の第5レンズとを備えた撮像レンズが開示されている。

【0005】

また、特許文献2には、物体側から物体側に凸状の第1レンズを含む第1レンズ群、結像側に凹状の第2レンズを含む第2レンズ群、物体側に凹状のメニスカス形状の第3レンズを含む第3レンズ群、物体側に凹状のメニスカス形状の第4レンズを含む第4レンズ群、及び物体側に変曲点を有する非球面が配されたメニスカス形状の第5レンズを含む第5レンズ群を備えた撮像レンズ系、及び当該レンズ系の物体側に僅かに凸状のレンズ面を有し像側に僅かに凹状のレンズ面を有する正のパワーのレンズを配置した6枚から構成される撮像レンズが開示されている。
20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2007-264180号公報

【特許文献2】特開2011-085733号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記特許文献1に記載の撮像レンズは、5枚構成において、レンズ材料およびレンズの面形状を最適化することで、軸上色収差および倍率色収差の補正効果を得、高画素化に対応した高性能の撮像レンズ系を実現している。しかし、光学全長は8mm前後であり、薄型化が進む装置への適用には課題が残る。また、F値は2.8程度、画角は32(deg)程度であり、近年要求されている、明るいレンズ系や広い画角に十分に対応することはできない。

【0008】

また、上記特許文献2には、高解像力を備えた撮像レンズが開示されており、光学全長は5枚構成の撮像レンズで6mm前後、6枚構成の撮像レンズで6.6mm程度であり、比較的低背化が実現されている。しかし、F値は2.8程度、画角は32(deg)程度で、この文献においても、近年要求されている高解像度、低背、明るいレンズ系、広い画角を同時に満足することは困難である。
40

【0009】

本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、低F値であっても、諸収差を良好に補正することができるとともに、構成枚数を増やして高性能化を実現しながらも、従来よりも低背化が可能であり、比較的広画角にも対応可能な撮像レンズを低成本で提供することを目的とするものである。
50

【0010】

なお、本発明で言う低背化とは、撮像レンズの光学全長（最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離）と撮像素子の有効撮像面の対角線の長さとの比（以後、「全長対角比」という）が1.0以下、すなわち撮像レンズの光学全長の方が、有効撮像面の対角線の長さよりも短いレベルを指している。また、本発明で言うF値が小さく明るいレンズとは、F値が2.0以下のレベルを指しており、さらに広画角とは全画角で70（deg）以上のレベルを指している。

【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、被写体の像を固体撮像素子上に結像させる固定焦点の撮像レンズであって、物体側から像側に向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とで構成されている。ここで、第1レンズ群は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、光軸近傍で像側に凹面を向けた負の屈折力を有する第2レンズとを物体側から順に配置して構成し、第2レンズ群は、それぞれ、少なくとも一面が非球面で形成された第3レンズと第4レンズとを物体側から順に配置して構成し、第3レンズ群は、光軸近傍で物体側に凹面を向けた負の屈折力を有する第5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第6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7レンズとを物体側から順に配置して構成し、すべてのレンズを接合せずに配置し、前記第7レンズの像側の面を光軸から離れるに従って凹面から凸面に変化する非球面で形成している。

10

【0012】

上記構成の撮像レンズは、3群で構成されるレンズ群のうち、最も物体側に配置される第1レンズ群と、第1レンズ群の像側に配置する第2レンズ群を共に正の屈折力とし、最も像側に配置される第3レンズ群を負の屈折力としている。これは、所謂テレフォトタイプに近い構成であり、レンズ系の像側主点位置を物体側に移動させやすい構成である。このようなパワー配列を探ることで、光学全長の短縮化を図っている。

【0013】

第1レンズ群は物体側に凸面を向けた正の屈折力の第1レンズと像側に凹面を向けた負の屈折力の第2レンズで構成することによって、第1レンズで発生した色収差を第2レンズで補正することを容易にしている。

30

【0014】

ここで、第1レンズは両面を凸形状にすることが望ましい。物体側と像側の面を共に凸面にすることによって、正の屈折力を両方の面で分担できるため、必要以上に曲率半径を小さくすることなく、必要な屈折力を得ることが出来る。レンズ面の屈折力を小さくすることは、製造誤差感度を低下させるのに有効である。

【0015】

また、第2レンズの物体側の面は光軸近傍で凸面とし、周辺に向かうに従って、正の屈折力が弱まるような非球面形状とすることが望ましい。第2レンズの物体側の面をこのような非球面形状にすることによって、周辺部における負の屈折力を強めることができるために、軸外の光線を適切な高さに制御することが可能になる。その結果、第1レンズ群と第2レンズ群との距離を短く設定することができ、低背化に有利になる。

40

【0016】

第2レンズ群は合成焦点距離が正となる、正または負の屈折力を有する第3レンズと、正又は負の屈折力を有する第4レンズとの組み合わせで構成している。また、双方のレンズの少なくとも一面に非球面を形成することによって、第1レンズ群で発生した球面収差、および軸外におけるコマ収差と非点収差の良好な補正を容易にしている。

【0017】

ここで、第3レンズは光軸近傍で両凸形状、メニスカス形状、両凹形状を採用する事が可能であり、第4レンズは光軸近傍で物体側に凸面を向けた両凸形状またはメニスカス形状を採用することが可能である。また、第2レンズ群を構成する全ての面を非球面で形成

50

すれば、球面収差、コマ収差、非点収差の補正に加えて、倍率色収差、歪曲収差の補正効果を高めることができる。さらに、レンズの中心部と周辺部とで厚みの変化が少なく、且つそれぞれの面の Sag 量の変化が小さい非球面で形成することによって、第 1 レンズ群と第 3 レンズ群との間隔を短くすることができる。

【0018】

第 3 レンズ群は、最も物体側に配置される第 5 レンズに負の屈折力を持たせることで、第 2 レンズ群で発生する色収差を補正するとともに、物体側の凹面によって、軸外の光線を適切な高さに制御している。また、第 6 レンズに比較的強い正の屈折力を持たせて全長を抑えるとともに光軸近傍で像側に凹面を向けた比較的強い負の屈折力を有する第 7 レンズを配置することによって、バックフォーカスを確保しながら光学全長の短縮化を図っている。10

【0019】

なお、第 6 レンズは光軸近傍で両凸形状にすれば、強い正の屈折力を得ることが出来るため光学全長の短縮化に有利になる。また、第 6 レンズの両面を非球面とし、周辺が物体側に変化する非球面形状にすれば、諸収差の抑制と撮像素子への主光線入射角度を良好に制御することが容易になる。

【0020】

また、第 7 レンズの像側の面は、光軸近傍の面形状を凹面にすることで光学全長の短縮化を容易にし、光軸から離れるに従って凹面から凸面に変化する非球面で形成することによって、高像高における諸収差の補正を容易にするとともに、主光線の撮像素子への入射角度を適切に制御することを可能にしている。20

【0021】

なお、第 7 レンズは光軸近傍で像側の面が凹面であれば良く、両凹レンズ、または像側に凹面を向けたメニスカス形状であっても良い。像側に凹面を向けたメニスカス形状を採用する場合、物体側の面は、光軸から離れるに従って凸面から凹面に変化する非球面で形成することで、諸収差の補正効果を高めることができる。

【0022】

また、本発明の撮像レンズは以下の条件式(1)、(2)を満足することが望ましい。

$$(1) \quad 4.5 < d_1 < 7.0$$

$$(2) \quad 2.0 < d_2 < 3.5$$

ただし、

d_1 : 第 1 レンズの d 線に対するアッベ数

d_2 : 第 2 レンズの d 線に対するアッベ数

【0023】

条件式(1)は第 1 レンズのアッベ数を規定するものであり、条件式(2)は第 2 レンズのアッベ数を規定するものであり、ともに色収差の補正を良好に行うための条件である。条件式(1)の下限値を下回る場合、及び条件式(2)の上限値を上回る場合は、第 1 レンズと第 2 レンズとの分散値の差が小さくなるため、色収差の補正が不十分になる。また、条件式(1)の上限値を上回る場合、及び条件式(2)の下限値を下回る場合、軸上色収差と倍率色収差のバランスが悪化し、周辺部における性能が劣化する。40

【0024】

第 1 レンズ、及び第 2 レンズのアッベ数に関して、上記条件式(1)、(2)を満足し、且つ以下の条件式(3)を満足するのがより好ましい。

$$(3) \quad 1.66 < d_1 / d_2 < 2.66$$

【0025】

条件式(3)を満足することによって色収差の補正効果を高めることが可能になる。

【0026】

また、本発明の撮像レンズは以下の条件式(4)、(5)を満足することが望ましい。

$$(4) \quad 2.0 < d_5 < 3.5$$

$$(5) \quad 4.5 < d_6 < 7.0$$

50

ただし、

d_5 : 第 5 レンズの d 線に対するアッベ数

d_6 : 第 6 レンズの d 線に対するアッベ数

【0027】

条件式(4)は第5レンズのアッベ数を規定するものであり、条件式(5)は第6レンズのアッベ数を規定するものである。条件式(4)の下限値を下回る場合、及び、条件式(5)の上限値を上回る場合は、第5レンズと第6レンズとの分散値の差が小さくなるため、色収差の補正が不十分になる。また、条件式(4)の上限値を上回る場合、及び条件式(5)の下限値を下回る場合、軸上色収差と倍率色収差のバランスが悪化し、周辺部における性能が劣化する。なお、条件式(4)は第3レンズ群よりも物体側に位置する第2レンズ群で発生する色収差の補正も兼ねている。

10

【0028】

第5レンズ、及び第6レンズのアッベ数に関して、条件式(4)、(5)を満足し、且つ以下の条件式(6)を満足するのがより好ましい。

$$(6) \quad 1.66 < d_6 / d_5 < 2.66$$

【0029】

条件式(6)を満足することによって色収差の補正効果を高めることが可能になる。

【0030】

また、本発明の撮像レンズは以下の条件式(7)、(8)を満足することが望ましい。

$$(7) \quad 0.62 < f_1 / f < 1.01$$

20

$$(8) \quad -2.58 < f_2 / f < -0.87$$

ただし、

f : 撮像レンズ系全体の焦点距離

f_1 : 第1レンズの焦点距離

f_2 : 第2レンズの焦点距離

【0031】

条件式(7)はレンズ系全体の焦点距離と第1レンズの焦点距離との比を適切な範囲に規定するものである。条件式(7)の下限値を下回る場合、レンズ系全体の屈折力に対して、第1レンズの屈折力が相対的に強くなり、収差補正が困難になると共に、製造誤差感度が上昇するため好ましくない。一方、条件式(7)の上限値を上回る場合、レンズ系全体の屈折力に対して、第1レンズの屈折力が相対的に弱くなり、光学全長の短縮化に不利になる。

30

【0032】

条件式(8)はレンズ系全体の焦点距離と第2レンズの焦点距離との比を適切な範囲に規定するものである。条件式(8)の下限値を下回る場合、レンズ系全体の屈折力に対して、第2レンズの屈折力が相対的に弱くなり、色収差の補正が困難になる。一方、条件式(8)の上限値を上回る場合、レンズ系全体の屈折力に対して、第2レンズの屈折力が相対的に強くなり、球面収差、コマ収差の補正が困難になる。

【0033】

条件式(7)、(8)に関して、以下の条件式(7a)、(8a)がより好ましい範囲である。

40

$$(7a) \quad 0.70 < f_1 / f < 0.93$$

$$(8a) \quad -2.37 < f_2 / f < -0.98$$

【0034】

また、本発明の撮像レンズは以下の条件式(9)を満足することが望ましい。

$$(9) \quad 0.96 < f_{12} / f < 2.07$$

ただし、

f : 撮像レンズ系全体の焦点距離

f_{12} : 第1レンズ群の合成焦点距離

【0035】

50

条件式(9)はレンズ系全体の焦点距離と第1レンズ群を構成する第1レンズと第2レンズの合成焦点距離との比を適切な範囲に規定するものである。条件式(9)の下限値を下回る場合、レンズ系全体の屈折力に対して、第1レンズ群の正の屈折力が相対的に強くなり、低背化には有利になるが、色収差の補正が困難となる。一方、条件式(9)の上限値を上回る場合、レンズ全系の屈折力に対して、第1レンズ群の正の屈折力が相対的に弱くなり、非点収差の補正が困難になる。また、低背化に不利になる。

【0036】

条件式(9)に関して、以下の条件式(9a)がより好ましい範囲である。

$$(9a) \quad 1.08 < f_{12} / f \leq 1.90$$

10

【0037】

また、本発明の撮像レンズは以下の条件式(10)を満足することが望ましい。

$$(10) \quad 0.65 < f_{12} / f_{34} < 1.67$$

ただし、

f_{12} ：第1レンズ群の合成焦点距離

f_{34} ：第2レンズ群の合成焦点距離

【0038】

条件式(10)は第1レンズ群を構成する第1レンズと第2レンズとの合成焦点距離と第2レンズ群を構成する第3レンズと第4レンズの合成焦点距離との比を適切な範囲に規定するものである。条件式(10)の下限値を下回る場合、第2レンズ群の屈折力に対して、第1レンズ群の屈折力が相対的に強くなり、色収差の補正が困難となる。一方、条件式(10)の上限値を上回る場合、第2レンズ群の屈折力に対して、第1レンズ群の屈折力が相対的に弱くなり、コマ収差、非点収差の補正が困難になる。

20

【0039】

条件式(10)に関して、以下の条件式(10a)がより好ましい範囲である。

$$(10a) \quad 0.73 < f_{12} / f_{34} < 1.53$$

【0040】

また、本発明の撮像レンズは以下の条件式(11)を満足することが望ましい。

$$(11) \quad -2.37 < f_{567} / f < -0.55$$

30

ただし、

f ：撮像レンズ系全体の焦点距離

f_{567} ：第3レンズ群の焦点距離

【0041】

条件式(11)はレンズ系全体の焦点距離と第3レンズ群を構成する第5レンズと第6レンズと第7レンズの合成焦点距離との比を適切な範囲に規定するものである。条件式(11)の下限値を下回る場合、レンズ系全体の屈折力に対して、第3レンズ群の屈折力が相対的に弱くなり、光学全長の短縮には有利になるが、色収差補正が困難となる。一方、条件式(11)の上限値を上回る場合、レンズ系全体の屈折力に対して、第3レンズ群の屈折力が相対的に強くなり、コマ収差、非点収差の補正が困難になる。

40

【0042】

条件式(11)に関して、以下の条件式(11a)がより好ましい範囲である。

$$(11a) \quad -2.18 < f_{567} / f < -0.62$$

【0043】

また、本発明の撮像レンズは、以下の条件式(12)を満足することが望ましい。

$$(12) \quad 0.77 < TLA / 2ih < 1.0$$

ただし、

TLA ：フィルタ類を取り外した際の、第1レンズの物体側の面から像面までの光軸上の距離（光学全長）

i_h ：最大像高

【0044】

50

条件式(12)は全長対角比を適切な範囲に規定するものであり、低背化を実現するための条件である。条件式(12)の上限値を上回る場合、撮像素子の有効撮像面の対角線の長さよりも撮像レンズの光学全長が長くなるため、低背化が困難になる。一方、下限値を下回る場合、光学全長が短くなり過ぎて、各レンズを配置することが困難になる。

【0045】

また、本発明の撮像レンズは以下の条件式(13)、(14)を満足することが望ましい。

$$(13) \quad 0.78 < d / TLA < 0.85$$

$$(14) \quad 0.15 < b_f / TLA < 0.22$$

ただし、

10

d : 第1レンズの物体側の面から第7レンズの像側の面までの光軸上の距離

b_f : フィルタ類を取り外した際の第7レンズの像側の面から像面までの光軸上の距離(バックフォーカス)

【0046】

条件式(13)、及び条件式(14)は各レンズを配置するスペースとバックフォーカスについて、適切な関係を光学全長との比を用いて規定したものである。条件式(13)の上限値を上回る場合、及び条件式(14)の下限値を下回る場合、バックフォーカスが短くなり過ぎてIRカットフィルタ等を配置するスペースの確保が困難になる。一方、条件式(13)の下限値を下回る場合、及び条件式(14)の上限を上回る場合、バックフォーカスの確保は容易になるが、各レンズを配置するスペースが減少するため、非球面形状を含めたレンズ形状の自由度が阻害され、性能を向上させることが困難になる。

20

【0047】

また、本発明の撮像レンズは、開口絞りを第1レンズと第2レンズとの間、または第1レンズの物体側に配置することが望ましい。開口絞りはレンズ系のより物体側に配置することで、射出瞳の位置を像面から遠ざけることが出来るため、画面周辺部に結像する光線の撮像素子への入射角度を制御しやすくなる。

【0048】

本発明の撮像レンズは、F値が2.0以下の明るいレンズ系を実現しており、より詳しくは $1.6 < F_{no} < 1.8$ の範囲の、非常に明るいレンズ系を可能にしている。

【0049】

30

一般に、F値を小さくすればするほど、入射瞳径、レンズの有効径が大きくなり、入射する光束の径は大きくなる。それは、球面収差のみならず、特に軸外光線の諸収差量の増大を意味する。従って、F値を小さくすればするほど、諸収差の増大を抑えるための補正手段が増えることになる。本発明では3群7枚の構成で、それぞれの群に、また、それぞれの群を構成するレンズに最適な屈折力を設定し、且つ全ての面に適切な非球面を形成することで、低F値でありながらも良好に収差が補正されたレンズ系を実現している。

【0050】

なお、上述したような明るさが求められないのであれば、入射瞳径を小さく抑えてレンズの径方向の縮小化を図ることが可能であるし、全ての面に非球面を用いることなく、同等の性能を実現することが可能である。

40

【0051】

さらに、本発明の撮像レンズは、全てのレンズにプラスチック材料を採用することが望ましい。すべてのレンズをプラスチック材料にすることによって、例えば射出成型で製造する場合、大量生産が可能で、低コスト化を実現できる。

【発明の効果】

【0052】

本発明により、非常に小さなF値に対応した、低背で、諸収差が良好に補正された、比較的広画角な撮像レンズを得ることが出来る。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、大量生産に向いた、低コスト化が可能な撮像レンズを得ることができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0053】

【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。

【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。

10

【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。

【図13】実施例7の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図14】実施例7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15】実施例8の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図16】実施例8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17】実施例9の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図18】実施例9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

【図19】実施例10の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図20】実施例10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21】実施例11の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図22】実施例11の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0054】

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、図13、図15、図17、図19、図21はそれぞれ、本実施形態の実施例1～11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略同様であるため、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。

30

【0055】

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側に向かって順に、正の屈折力を有する2枚で構成された第1レンズ群L1Gと、正の屈折力を有する2枚で構成された第2レンズ群L2Gと、負の屈折力を有する3枚で構成された第3レンズ群L3Gなどで構成されている。

【0056】

上記3群7枚のレンズ構成の撮像レンズにおいて、第1レンズ群L1Gは物体側の面と像側の面が共に凸面で形成された両凸形状の第1レンズL1と、光軸Xの近傍において物体側の面が凸面で、像側の面が凹面のメニスカス形状の負の屈折力を有する第2レンズL2で構成され、群L1Gとして正の屈折力を有している。

40

【0057】

第2レンズの物体側の凸面は、光軸Xから離れるに従って、正の屈折力が弱まるような非球面形状が形成されている。

【0058】

開口絞りSTは第1レンズL1と第2レンズL2との間に配置されている。

【0059】

第2レンズ群L2Gは光軸Xの近傍において、物体側の面と像側の面が共に凸面で形成された両凸形状の第3レンズL3と光軸Xの近傍において物体側が凸面で、像側の面が凹面のメニスカス形状の正の屈折力を有する第4レンズL4で構成されており、群L2Gと

50

して正の屈折力を有している。また、第3レンズL3、及び第4レンズL4の両面には非球面が形成されている。

【0060】

第3レンズ群L3Gは光軸Xの近傍で物体側の面が凹面で像側の面が凸面のメニスカス形状の負の屈折力を有する第5レンズL5と、光軸Xの近傍で物体側の面と像側の面が共に凸面で形成された第6レンズL6と、物体側の面と像側の面が共に凹面で形成された第7レンズL7とで構成され、群L3Gとして負の屈折力を有している。また、第7レンズL7の像側の面は周辺に向かうに従って凹面から凸面に変化する非球面が形成されている。

【0061】

上述したように、正の第1レンズ群L1G、正の第2レンズ群L2G、負の第3レンズ群L3Gを物体側から配置することで、所謂テレフォトタイプに近いレンズ構成とし、像側の主点位置を物体側に移動して光学全長の短縮を図っている。

【0062】

第1レンズ群L1Gは、正の第1レンズL1で発生した色収差を負の第2レンズL2で効果的に補正している。

【0063】

また、第2レンズ群L2Gは主に球面収差、コマ収差、非点収差の補正を担っており、第1レンズ群L1Gの正の屈折力とほぼ同等になるような正の屈折力に設定している。さらに、第1レンズ群L1Gと第2レンズ群L2Gのそれぞれの正の屈折力はレンズ系全体の屈折力に対して比較的に弱く設定している。このような屈折力の配分は、レンズの各面の屈折力を弱め、誤差感度が高くなる面を排除する効果があり、製造を容易にする。また、第4レンズL4の物体側の面は凸面であり、周辺に向かうに従って正の屈折力が弱まり、周辺では凸面から凹面に変化する非球面が形成されている。このような非球面形状を形成することによって、軸外のコマ収差や非点収差を効果的に補正している。

【0064】

第3レンズ群L3Gは、最も物体側に負の屈折力を有する物体側に凹面を向けた第5レンズL5を配置することによって、第2レンズ群で発生する色収差を補正するとともに、物体側の凹面によって、軸外の光線の高さを適切にコントロールしている。また、光軸Xの近傍で両凸形状の比較的強い正の屈折力を有する第6レンズL6を配置し、その像側に両面が凹面で比較的強い負の屈折力を有する第7レンズL7を配置することで、光学全長の短縮化を図りながら、第7レンズL7の像側の面の非球面によって軸外の収差を補正するとともに、主光線が撮像素子に入射する角度が必要以上に大きくならない様に制御している。

【0065】

なお、第2レンズ群L2Gは合成屈折力が正となればよく、構成する第3レンズL3及び第4レンズL4は正、負のどちらであっても良い。また、形状について、第3レンズL3は光軸Xの近傍で両凸形状やメニスカス形状でも良く、第4レンズL4は光軸Xの近傍で両凸形状または物体側に凸面を向けたメニスカス形状でも良い。また、第7レンズL7は光軸Xの近傍で物体側の面を凸面にしてもよく、その際は周辺に向かうに従って凸面から凹面に変化するような非球面形状を形成するのが良い。これら、第2レンズ群L2Gの屈折力や面形状、第7レンズL7の面形状については実施例1に限定されない。以降説明する実施例2乃至実施例11の数値実施例には様々なアレンジが可能であることが示されている。

【0066】

さらに、開口絞りSTの位置は第1レンズL1と第2レンズL2との間に限定されず、第1レンズL1の物体側に配置してもよい。より物体側へ配置すれば射出瞳位置を像面から遠ざけるのに有利になり、主光線の撮像素子への入射角度をコントロールしやすくなる。

【0067】

10

20

30

40

50

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している。全てのレンズをプラスチック材料とすることで、低コスト化が望め、大量生産が可能になる。本発明では、第1レンズ群L1G内に構成される負の屈折力の第2レンズL2と第3レンズ群L3G内に構成される負の屈折力の第5レンズL5とを高分散の材料とし、その他のレンズ(第1レンズL1、第3レンズL3、第4レンズL4、第6レンズL6、第7レンズL7)を低分散の材料とすることで、良好な色収差補正を可能にしている。

【0068】

本発明の撮像レンズは以下の条件式を満足する。

- | | | |
|------|---------------------------------|----|
| (1) | $4.5 < d_1 < 7.0$ | 10 |
| (2) | $2.0 < d_2 < 3.5$ | |
| (3) | $1.66 < d_1 / d_2 < 2.66$ | |
| (4) | $2.0 < d_5 < 3.5$ | |
| (5) | $4.5 < d_6 < 7.0$ | |
| (6) | $1.66 < d_6 / d_5 < 2.66$ | |
| (7) | $0.62 < f_1 / f < 1.01$ | |
| (8) | $-2.58 < f_2 / f < -0.87$ | |
| (9) | $0.96 < f_{12} / f < 2.07$ | |
| (10) | $0.65 < f_{12} / f_{34} < 1.67$ | |
| (11) | $-2.37 < f_{567} / f < -0.55$ | |
| (12) | $0.77 < TLA / (2ih) < 1.0$ | 20 |
| (13) | $0.78 < d / TLA < 0.85$ | |
| (14) | $0.15 < bf / TLA < 0.22$ | |

ただし、

d_1 : 第1レンズのd線に対するアッベ数

d_2 : 第2レンズのd線に対するアッベ数

d_5 : 第5レンズのd線に対するアッベ数

d_6 : 第6レンズのd線に対するアッベ数

f : 撮像レンズ系全体の焦点距離

f_1 : 第1レンズの焦点距離

f_2 : 第2レンズの焦点距離

30

f_{12} : 第1レンズ群の合成焦点距離

f_{34} : 第2レンズ群の合成焦点距離

f_{567} : 第3レンズ群の焦点距離

TLA : フィルタ類を取り外した際の、第1レンズの物体側の面から像面までの光軸上の距離(光学全長)

ih : 最大像高

d : 第1レンズの物体側の面から第7レンズの像側の面までの光軸上の距離

bf : フィルタ類を取り外した際の第7レンズの像側の面から像面までの光軸上の距離(バックフォーカス)

【0069】

40

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わされる。

【0070】

【数1】

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

【0071】

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 は撮像レンズ系全体の焦点距離を、 $F n o$ 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、 α_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) の符号を付加して示す。10

【実施例1】

【0072】

基本的レンズデータを以下の表1に示す。

【0073】

【表1】

数値実施例1

単位mm

$$\begin{aligned}f &= 4.06 \\F_{no} &= 1.64 \\\omega(\text{deg}) &= 35.49 \\ih &= 2.934\end{aligned}$$

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	アッペ数 vd	
1*	2.120	0.706	1.535	56.16	
2*	-8.388	0.045			10
絞り	Infinity	0.000			
3*	2.328	0.280	1.635	23.91	
4*	1.271	0.304			
5*	11.499	0.488	1.535	56.16	
6*	-14.778	0.040			
7*	7.147	0.300	1.535	56.16	
8*	279.233	0.479			
9*	-1.724	0.308	1.635	23.91	
10*	-2.451	0.025			
11*	3.281	0.603	1.535	56.16	
12*	-2.276	0.106			20
13*	-2.768	0.500	1.535	56.16	
14*	1.939	0.150			
15	Infinity	0.300	1.517	64.20	
像面	Infinity	0.517			

非球面データ

	第1面	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-2.613E-01	0.000E+00	-1.337E+01	-3.683E+00	4.183E+01	0.000E+00	0.000E+00
A4	3.254E-03	4.130E-02	-9.523E-03	8.580E-04	6.036E-02	-1.033E-02	-9.734E-02
A6	-5.108E-04	-1.584E-02	-1.837E-02	1.710E-03	-2.284E-02	-1.354E-02	-2.892E-02
A8	-3.395E-03	-3.810E-03	2.118E-02	2.506E-02	2.337E-02	1.724E-02	3.955E-03
A10	-1.192E-03	4.403E-03	-2.901E-03	-2.479E-02	-3.673E-02	-8.876E-03	3.914E-02
A12	2.923E-03	7.487E-04	-3.172E-03	8.752E-03	2.799E-02	-7.400E-03	-1.458E-02
A14	-1.263E-03	-1.296E-03	4.167E-04	3.157E-04	-1.073E-02	-8.861E-12	1.587E-11
A16	0.000E+00	0.000E+00	5.039E-07	-5.850E-08	-8.096E-06	-6.139E-13	9.787E-13
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面
k	0.000E+00	7.240E-01	-1.804E+00	-1.321E+01	-2.578E+01	-3.711E+00	-1.822E+01
A4	-4.140E-02	2.245E-01	-1.129E-02	-9.798E-02	5.301E-02	-2.617E-03	-3.214E-02
A6	-4.822E-02	-1.627E-01	1.408E-02	2.567E-02	-4.127E-02	1.485E-03	5.137E-03
A8	-3.177E-03	8.516E-02	-7.161E-03	-1.845E-02	3.896E-03	1.225E-04	-7.897E-04
A10	4.302E-02	-1.878E-02	-2.788E-04	1.269E-03	1.419E-03	3.748E-05	-1.132E-05
A12	-1.925E-02	-3.120E-03	4.709E-04	8.921E-04	-2.734E-04	-2.633E-06	4.631E-06
A14	5.573E-03	2.388E-03	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-1.777E-06	6.436E-07
A16	2.179E-06	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.876E-07	-4.667E-09

10

20

30

40

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	3.241
2	3	-4.915
3	5	12.175
4	7	13.714
5	9	-10.937
6	11	2.612
7	13	-2.057

レンズ群データ

L1G	f12	6.334
L2G	f34	6.503
L3G	f567	-7.595

10

【0074】

実施例1の撮像レンズは、表12に示すように条件式(1)～(14)の全てを満たしている。

【0075】

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、g線(436nm)、F線(486nm)、e線(546nm)、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。(なお、収差図に関する説明は以降に記載する実施例2～実施例11においても同じである。)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。

20

【実施例2】**【0076】**

基本的レンズデータを以下の表2に示す。

【表2】

数値実施例2

単位mm

$f = 4.05$
 $Fno = 1.64$
 $\omega(\text{deg}) = 35.64$
 $i_h = 2.934$

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	アッペ数 vd	
絞り	Infinity	-0.28			
1*	2.2252	0.687	1.535	56.16	10
2*	-7.402	0.026			
3*	2.350	0.280	1.635	23.91	
4*	1.319	0.258			
5*	7.691	0.499	1.535	56.16	
6*	38.675	0.135			
7*	5.597	0.345	1.535	56.16	
8*	-161.334	0.393			
9*	-1.671	0.324	1.635	23.91	
10*	-2.364	0.025			
11*	3.285	0.597	1.535	56.16	
12*	-2.381	0.092			
13*	-3.243	0.500	1.535	56.16	20
14*	1.764	0.200			
15	Infinity	0.300	1.517	64.20	
像面	Infinity	0.491			

非球面データ

	第1面	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-3.224E-01	0.000E+00	-1.410E+01	-3.794E+00	1.803E+01	0.000E+00	0.000E+00
A4	3.360E-03	3.552E-02	-9.091E-03	-7.625E-03	5.314E-02	-2.666E-02	-1.118E-01
A6	-8.460E-03	-1.679E-02	-2.136E-02	-7.935E-03	-2.481E-02	-1.773E-02	-3.708E-02
A8	4.952E-04	-1.572E-03	2.404E-02	3.938E-02	3.264E-02	2.145E-02	-8.888E-03
A10	-2.249E-03	1.713E-03	-4.435E-03	-3.624E-02	-3.619E-02	-1.122E-02	3.315E-02
A12	2.723E-03	1.828E-03	-3.965E-03	8.752E-03	2.799E-02	-7.501E-03	-1.488E-02
A14	-1.335E-03	-1.635E-03	4.167E-04	3.157E-04	-1.073E-02	-8.946E-12	1.604E-11
A16	0.000E+00	0.000E+00	5.039E-07	-5.850E-08	-8.096E-06	-6.121E-13	9.905E-13
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面
k	0.000E+00	7.274E-01	-2.177E+00	-1.240E+01	-2.953E+01	-2.652E+00	-1.482E+01
A4	-4.597E-02	2.315E-01	-6.352E-03	-9.851E-02	5.281E-02	-3.260E-03	-3.346E-02
A6	-6.003E-02	-1.665E-01	1.404E-02	2.760E-02	-4.036E-02	1.521E-03	5.291E-03
A8	-6.997E-03	8.268E-02	-7.531E-03	-1.871E-02	3.631E-03	1.420E-04	-7.542E-04
A10	4.383E-02	-1.296E-02	-3.198E-04	1.030E-03	1.343E-03	4.031E-05	-9.129E-06
A12	-1.933E-02	-3.120E-03	3.894E-04	8.713E-04	-2.607E-04	-2.131E-06	4.400E-06
A14	5.573E-03	2.388E-03	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-1.863E-06	5.875E-07
A16	2.179E-06	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.773E-07	-1.285E-08

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	3.282
2	3	-5.284
3	5	17.856
4	7	10.125
5	9	-10.955
6	11	2.681
7	13	-2.065

レンズ群データ

L1G	f12	6.156
L2G	f34	6.590
L3G	f567	-7.054

10

【0077】

実施例2の撮像レンズは、表12に示すように条件式(1)～(14)の全てを満たしている。

【0078】

図4は実施例2の撮像レンズの収差図を示したものである。図4に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

【実施例3】**【0079】**

20

基本的レンズデータを以下の表3に示す。

【0080】

【表3】

数値実施例3

単位mm

$$\begin{aligned} f &= 4.07 \\ Fno &= 1.64 \\ \omega(\text{deg}) &= 35.49 \\ ih &= 2.934 \end{aligned}$$

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	アッペ数 vd	
1*	2.2744	0.684	1.535	56.16	
2*	-7.158	0.045			10
絞り	Infinity	0.000			
3*	2.124	0.280	1.635	23.91	
4*	1.202	0.290			
5*	12.679	0.539	1.535	56.16	
6*	-3.643	0.030			
7*	21.213	0.300	1.535	56.16	
8*	9.110	0.520			
9*	-1.747	0.300	1.635	23.91	
10*	-2.476	0.025			
11*	3.108	0.572	1.535	56.16	
12*	-2.443	0.118			20
13*	-2.582	0.500	1.535	56.16	
14*	2.098	0.150			
15	Infinity	0.300	1.517	64.20	
像面	Infinity	0.495			

非球面データ

	第1面	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-2.650E-01	0.000E+00	-1.004E+01	-3.488E+00	9.900E+01	0.000E+00	0.000E+00
A4	2.045E-03	5.656E-02	-1.778E-02	-5.991E-03	6.906E-02	1.077E-03	-1.121E-01
A6	2.534E-03	-3.317E-02	-3.146E-02	-1.073E-02	-2.159E-02	-8.057E-03	-4.663E-02
A8	-6.022E-03	3.803E-03	2.480E-02	1.748E-02	3.366E-02	-1.037E-02	1.618E-02
A10	6.657E-05	1.036E-02	-1.311E-02	-3.230E-02	-5.239E-02	3.012E-02	4.921E-02
A12	3.009E-03	-8.273E-03	2.940E-03	8.910E-03	2.772E-02	-7.013E-03	-1.260E-02
A14	-1.531E-03	1.516E-03	3.342E-04	3.157E-04	-1.073E-02	-5.714E-04	-3.013E-04
A16	0.000E+00	0.000E+00	5.039E-07	-5.851E-08	-8.096E-06	-1.289E-11	1.431E-11
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面
k	0.000E+00	1.043E+00	-3.594E+00	-2.156E+00	-3.090E+01	-3.599E+00	-2.112E+01
A4	-6.010E-02	2.751E-01	3.911E-03	-1.322E-01	5.089E-02	-2.570E-03	-3.362E-02
A6	-5.881E-02	-1.725E-01	1.436E-02	2.969E-02	-4.546E-02	1.486E-03	5.100E-03
A8	1.754E-02	6.898E-02	-1.741E-02	-1.647E-02	5.108E-03	1.337E-04	-8.027E-04
A10	3.069E-02	-1.558E-02	-2.167E-03	-8.692E-04	1.510E-03	3.647E-05	-1.479E-05
A12	-2.269E-02	-3.256E-03	1.929E-03	1.222E-03	-3.246E-04	-1.753E-06	3.377E-06
A14	5.439E-03	2.575E-03	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-1.906E-06	6.186E-07
A16	2.179E-06	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.962E-07	5.302E-08

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	3.312
2	3	-4.943
3	5	5.355
4	7	-30.127
5	9	-11.123
6	11	2.653
7	13	-2.087

レンズ群データ

L1G	f12	6.628
L2G	f34	6.395
L3G	f567	-7.671

10

実施例3の撮像レンズは、表12に示すように条件式(1)～(14)の全てを満たしている。

【0081】

図6は実施例3の撮像レンズの収差図を示したものである。図6に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

【実施例4】**【0082】**

基本的レンズデータを以下の表4に示す。

20

【0083】

【表4】

数値実施例4

単位mm

$f = 4.06$
 $Fno = 1.77$
 $\omega(\text{deg}) = 35.40$
 $ih = 2.934$

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	アッペ数 vd	
絞り	Infinity	-0.160			
1*	2.935286	0.590	1.535	56.16	10
2*	-4.525	0.025			
3*	2.796	0.280	1.635	23.91	
4*	1.789	0.147			
5*	-158.499	0.467	1.535	56.16	
6*	19.222	0.158			
7*	5.675	0.500	1.535	56.16	
8*	-2.893	0.298			
9*	-1.252	0.523	1.635	23.91	
10*	-2.094	0.148			
11*	5.867	0.442	1.535	56.16	
12*	-3.556	0.198			
13*	-3.417	0.500	1.535	56.16	20
14*	2.085	0.200			
15	Infinity	0.300	1.517	64.20	
像面	Infinity	0.456			

非球面データ

	第1面	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-1.728E+00	0.000E+00	-1.452E+01	-4.495E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A4	-8.793E-03	1.666E-02	-2.736E-02	-2.917E-02	8.729E-02	-7.674E-02	-1.272E-01
A6	-8.864E-03	-2.131E-03	-2.717E-02	-4.670E-02	-1.203E-02	-1.755E-02	-3.075E-02
A8	-3.025E-03	-7.083E-03	-9.299E-03	2.392E-02	3.562E-02	6.117E-02	-7.124E-02
A10	8.049E-04	4.274E-03	1.555E-02	-1.117E-02	-3.257E-02	-1.808E-02	8.456E-02
A12	2.723E-03	1.827E-03	-3.963E-03	8.747E-03	2.798E-02	-7.479E-03	-1.490E-02
A14	-1.335E-03	-1.635E-03	4.183E-04	3.100E-04	-1.074E-02	1.834E-05	-1.890E-05
A16	0.000E+00	0.000E+00	1.745E-06	-5.850E-08	-8.096E-06	-7.485E-13	1.206E-12
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面
k	0.000E+00	1.032E-01	-8.453E-01	3.207E+00	-5.977E+01	-1.034E+00	-1.715E+01
A4	2.627E-02	2.287E-01	-8.115E-03	-1.104E-01	4.714E-02	-5.604E-03	-3.508E-02
A6	-1.158E-01	-1.590E-01	2.289E-02	2.421E-02	-3.006E-02	1.367E-03	4.955E-03
A8	4.283E-03	9.158E-02	-9.014E-03	-1.343E-02	2.261E-03	2.472E-04	-8.523E-04
A10	4.754E-02	-3.735E-03	-7.443E-05	1.447E-04	9.250E-04	5.213E-05	4.546E-06
A12	-1.930E-02	-3.095E-03	1.151E-03	2.587E-04	-1.738E-04	3.845E-06	6.425E-06
A14	5.602E-03	2.404E-03	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-4.390E-06	6.165E-07
A16	2.740E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	3.974E-07	-4.106E-08

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	3.424
2	3	-8.761
3	5	-32.036
4	7	3.659
5	9	-6.457
6	11	4.210
7	13	-2.348

レンズ群データ

L1G	f12	4.891
L2G	f34	4.071
L3G	f567	-2.818

10

【0084】

実施例4の撮像レンズは、表12に示すように条件式(1)～(14)の全てを満たしている。

【0085】

図8は実施例4の撮像レンズの収差図を示したものである。図8に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

【実施例5】**【0086】**

20

基本的レンズデータを以下の表5に示す。

【0087】

【表5】

数値実施例5

単位mm

 $f = 4.06$ $Fno = 1.70$ $\omega(\text{deg}) = 35.48$ $ih = 2.934$

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	アッペ数 vd	
絞り	Infinity	-0.280			
1*	2.199	0.673	1.535	56.16	10
2*	-7.201	0.025			
3*	2.952	0.280	1.635	23.91	
4*	1.568	0.270			
5*	-184.316	0.431	1.535	56.16	
6*	-300.000	0.091			
7*	3.444	0.321	1.535	56.16	
8*	45.345	0.470			
9*	-1.627	0.330	1.635	23.91	
10*	-2.488	0.025			
11*	3.497	0.587	1.535	56.16	
12*	-2.485	0.158			
13*	-3.670	0.500	1.535	56.16	20
14*	1.802	0.200			
15	Infinity	0.300	1.517	64.20	
像面	Infinity	0.488			

非球面データ

	第1面	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面	
k	-4.635E-01	0.000E+00	-2.022E+01	-4.265E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	
A4	1.355E-03	2.308E-02	-1.899E-02	-1.417E-02	8.388E-02	-4.456E-02	-1.365E-01	
A6	-8.860E-03	-7.265E-03	-1.492E-02	-1.925E-02	-5.132E-02	-1.264E-02	-4.332E-02	
A8	2.259E-03	-8.455E-03	1.867E-02	3.706E-02	3.655E-02	2.668E-02	-3.937E-02	
A10	-4.702E-03	2.588E-03	-1.077E-03	-2.419E-02	-2.647E-02	-1.062E-02	5.922E-02	30
A12	2.723E-03	1.828E-03	-3.965E-03	8.752E-03	2.799E-02	-7.501E-03	-1.488E-02	
A14	-1.335E-03	-1.635E-03	4.167E-04	3.157E-04	-1.073E-02	-9.935E-12	1.736E-11	
A16	0.000E+00	0.000E+00	5.039E-07	-5.850E-08	-8.096E-06	-6.662E-13	1.070E-12	
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面	
k	0.000E+00	5.475E-01	-1.575E+00	-1.255E+01	-2.975E+01	-7.984E-01	-1.433E+01	
A4	-2.061E-02	2.403E-01	-4.202E-03	-8.955E-02	6.374E-02	-6.524E-03	-3.372E-02	
A6	-9.788E-02	-1.629E-01	1.877E-02	3.517E-02	-3.547E-02	1.339E-03	5.072E-03	
A8	-1.090E-02	8.033E-02	-7.277E-03	-1.792E-02	2.462E-03	2.100E-04	-7.995E-04	
A10	5.618E-02	-1.141E-02	-2.522E-04	4.603E-04	1.071E-03	5.745E-05	-2.421E-06	
A12	-1.933E-02	-3.120E-03	3.664E-04	7.653E-04	-1.950E-04	8.438E-07	5.477E-06	
A14	5.573E-03	2.388E-03	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-1.789E-06	6.492E-07	40
A16	2.179E-06	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	4.723E-08	-2.806E-08	

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	3.232
2	3	-5.714
3	5	-895.215
4	7	6.953
5	9	-8.694
6	11	2.814
7	13	-2.191

レンズ群データ

L1G	f12	5.686
L2G	f34	7.001
L3G	f567	-6.290

【0088】

実施例5の撮像レンズは、表12に示すように条件式(1)～(14)の全てを満たしている。

【0089】

図10は実施例5の撮像レンズの収差図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。

【実施例6】**【0090】**

基本的レンズデータを以下の表6に示す。

【0091】

10

20

【表6】

数値実施例6

単位mm

$f = 4.06$
 $Fno = 1.70$
 $\omega(\text{deg}) = 35.43$
 $ih = 2.934$

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	アッペ数 vd	
絞り	Infinity	-0.280			
1*	2.205	0.673	1.535	56.16	10
2*	-7.131	0.025			
3*	2.963	0.280	1.635	23.91	
4*	1.572	0.268			
5*	-200.000	0.431	1.535	56.16	
6*	-164.292	0.093			
7*	3.501	0.320	1.535	56.16	
8*	48.834	0.472			
9*	-1.627	0.329	1.635	23.91	
10*	-2.492	0.025			
11*	3.480	0.588	1.535	56.16	
12*	-2.484	0.157			
13*	-3.645	0.500	1.535	56.16	20
14*	1.806	0.200			
15	Infinity	0.300	1.517	64.20	
像面	Infinity	0.488			

非球面データ

	第1面	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-4.675E-01	0.000E+00	-2.034E+01	-4.261E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A4	1.192E-03	2.321E-02	-1.884E-02	-1.443E-02	8.378E-02	-4.398E-02	-1.363E-01
A6	-9.122E-03	-7.462E-03	-1.513E-02	-1.905E-02	-5.046E-02	-1.311E-02	-4.411E-02
A8	2.504E-03	-7.946E-03	1.891E-02	3.613E-02	3.545E-02	2.577E-02	-3.942E-02
A10	-4.729E-03	2.339E-03	-1.513E-03	-2.437E-02	-2.629E-02	-1.024E-02	5.899E-02
A12	2.723E-03	1.828E-03	-3.965E-03	8.752E-03	2.799E-02	-7.501E-03	-1.488E-02
A14	-1.335E-03	-1.635E-03	4.167E-04	3.157E-04	-1.073E-02	-9.901E-12	1.730E-11
A16	0.000E+00	0.000E+00	5.039E-07	-5.850E-08	-8.096E-06	-6.649E-13	1.066E-12
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面
k	0.000E+00	5.498E-01	-1.568E+00	-1.282E+01	-2.938E+01	-8.484E-01	-1.428E+01
A4	-2.172E-02	2.400E-01	-4.363E-03	-8.905E-02	6.399E-02	-6.387E-03	-3.380E-02
A6	-9.730E-02	-1.628E-01	1.859E-02	3.502E-02	-3.560E-02	1.352E-03	5.113E-03
A8	-1.055E-02	8.035E-02	-7.275E-03	-1.798E-02	2.451E-03	2.099E-04	-7.957E-04
A10	5.592E-02	-1.149E-02	-2.444E-04	4.962E-04	1.074E-03	5.696E-05	-2.630E-06
A12	-1.933E-02	-3.120E-03	3.683E-04	7.618E-04	-1.944E-04	6.394E-07	5.422E-06
A14	5.573E-03	2.388E-03	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-1.767E-06	6.443E-07
A16	2.179E-06	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	4.729E-08	-2.866E-08

10

20

30

40

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	3.231
2	3	-5.716
3	5	1713.993
4	7	7.038
5	9	-8.651
6	11	2.808
7	13	-2.189

レンズ群データ

L1G	f12	5.685
L2G	f34	7.004
L3G	f567	-6.283

10

【0092】

実施例6の撮像レンズは、表12に示すように条件式(1)～(14)の全てを満たしている。

【0093】

図12は実施例6の撮像レンズの収差図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。

【実施例7】

【0094】

20

基本的レンズデータを以下の表7に示す。

【0095】

【表7】

数値実施例7

単位mm

$f = 4.05$
 $Fno = 1.75$
 $\omega(\text{deg}) = 35.61$
 $ih = 2.934$

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	アッペ数 vd	
1*	2.404	0.672	1.544	55.57	
2*	-5.382	0.045			10
絞り	Infinity	0.000			
3*	2.450	0.284	1.584	30.13	
4*	1.200	0.222			
5*	7.093	0.470	1.535	56.16	
6*	-31.373	0.140			
7*	8.345	0.403	1.535	56.16	
8*	-10.762	0.384			
9*	-1.624	0.454	1.635	23.91	
10*	-2.558	0.025			
11*	3.020	0.540	1.535	56.16	
12*	-2.637	0.119			20
13*	-3.083	0.500	1.535	56.16	
14*	1.881	0.150			
15	Infinity	0.300	1.517	64.20	
像面	Infinity	0.534			

非球面データ

	第1面	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-3.943E-01	0.000E+00	-1.683E+01	-3.972E+00	3.597E+01	0.000E+00	0.000E+00
A4	1.631E-03	5.694E-02	-3.154E-02	5.397E-03	8.776E-02	-2.498E-03	-1.017E-01
A6	-5.169E-03	-3.331E-02	-2.365E-02	-4.285E-03	-2.171E-02	-1.268E-02	-2.511E-02
A8	9.491E-05	2.332E-03	3.170E-02	9.553E-04	1.710E-02	2.576E-02	-1.011E-02
A10	-2.739E-03	1.010E-02	-1.689E-02	-2.118E-02	-4.550E-02	-2.670E-03	4.737E-02
A12	3.000E-03	-8.257E-03	2.964E-03	8.910E-03	2.772E-02	-7.013E-03	-1.260E-02
A14	-1.537E-03	1.528E-03	3.342E-04	3.157E-04	-1.073E-02	-5.714E-04	-3.013E-04
A16	0.000E+00	0.000E+00	5.039E-07	-5.851E-08	-8.096E-06	-1.278E-11	1.409E-11
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面
k	0.000E+00	7.301E-01	-1.766E+00	-1.113E+00	-3.365E+01	-3.366E+00	-1.524E+01
A4	-3.701E-02	2.275E-01	-7.766E-03	-1.179E-01	5.766E-02	-2.775E-03	-3.197E-02
A6	-6.692E-02	-1.632E-01	1.693E-02	2.820E-02	-4.280E-02	1.567E-03	4.905E-03
A8	8.470E-03	8.434E-02	-9.276E-03	-1.651E-02	4.030E-03	1.340E-04	-8.011E-04
A10	3.976E-02	-1.428E-02	-5.192E-04	4.376E-04	1.448E-03	3.784E-05	-7.948E-06
A12	-2.226E-02	-3.256E-03	8.022E-04	8.409E-04	-2.718E-04	-2.875E-06	5.054E-06
A14	5.439E-03	2.575E-03	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-1.884E-06	6.557E-07
A16	2.179E-06	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.029E-07	-1.064E-08

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	3.152
2	3	-4.398
3	5	10.867
4	7	8.857
5	9	-8.630
6	11	2.724
7	13	-2.111

レンズ群データ

L1G	f12	6.984
L2G	f34	5.008
L3G	f567	-5.961

10

【0096】

実施例7の撮像レンズは、表12に示すように条件式(1)～(14)の全てを満たしている。

【0097】

図14は実施例7の撮像レンズの収差図を示したものである。図14に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

【実施例8】

【0098】

20

基本的レンズデータを以下の表8に示す。

【0099】

【表8】

数値実施例8

単位mm

$$\begin{aligned}f &= 4.06 \\F_{no} &= 1.64 \\\omega(\text{deg}) &= 35.49 \\ih &= 2.934\end{aligned}$$

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	アッペ数 vd	
1*	2.253	0.693	1.525	56.27	
2*	-6.895	0.045			10
絞り	Infinity	0.000			
3*	2.164	0.280	1.638	23.25	
4*	1.232	0.275			
5*	8.330	0.520	1.535	56.16	
6*	-21.192	0.100			
7*	7.846	0.300	1.535	56.16	
8*	-269.017	0.459			
9*	-1.710	0.301	1.635	23.91	
10*	-2.398	0.025			
11*	3.168	0.579	1.535	56.16	
12*	-2.235	0.110			20
13*	-2.438	0.500	1.535	56.16	
14*	1.975	0.150			
15	Infinity	0.300	1.517	64.20	
像面	Infinity	0.513			

非球面データ

	第1面	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-2.888E-01	0.000E+00	-1.061E+01	-3.696E+00	3.046E+01	0.000E+00	0.000E+00
A4	1.715E-03	4.801E-02	-1.886E-02	-9.807E-04	6.193E-02	-2.422E-02	-1.189E-01
A6	1.224E-03	-2.565E-02	-2.321E-02	-5.364E-03	-2.127E-02	-1.413E-02	-4.610E-02
A8	-6.208E-03	-1.335E-04	2.613E-02	8.317E-03	2.763E-02	1.309E-02	-8.883E-03
A10	2.955E-04	1.138E-02	-1.487E-02	-2.168E-02	-4.671E-02	-4.370E-03	4.991E-02
A12	3.009E-03	-8.273E-03	2.940E-03	8.910E-03	2.772E-02	-7.013E-03	-1.260E-02
A14	-1.531E-03	1.516E-03	3.342E-04	3.157E-04	-1.073E-02	-5.714E-04	-3.013E-04
A16	0.000E+00	0.000E+00	5.039E-07	-5.851E-08	-8.096E-06	-1.278E-11	1.412E-11
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面
k	0.000E+00	9.183E-01	-2.247E+00	-5.619E+00	-2.489E+01	-3.907E+00	-1.858E+01
A4	-4.675E-02	2.500E-01	-6.726E-03	-1.259E-01	5.112E-02	-2.344E-03	-3.200E-02
A6	-7.491E-02	-1.739E-01	1.220E-02	3.058E-02	-4.453E-02	1.555E-03	4.923E-03
A8	2.545E-03	7.428E-02	-1.265E-02	-1.777E-02	4.813E-03	1.297E-04	-8.109E-04
A10	4.829E-02	-1.224E-02	-7.321E-04	-2.495E-04	1.537E-03	3.729E-05	-9.330E-06
A12	-2.269E-02	-3.256E-03	1.164E-03	1.078E-03	-3.376E-04	-2.411E-06	4.774E-06
A14	5.439E-03	2.575E-03	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-1.838E-06	6.553E-07
A16	2.179E-06	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.873E-07	1.178E-10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	3.320
2	3	-5.081
3	5	11.254
4	7	14.266
5	9	-11.306
6	11	2.546
7	13	-1.963

レンズ群データ

L1G	f12	6.469
L2G	f34	6.379
L3G	f567	-7.219

10

【0100】

実施例8の撮像レンズは、表12に示すように条件式(1)～(14)の全てを満たしている。

【0101】

図16は実施例8の撮像レンズの収差図を示したものである。図16に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

【実施例9】**【0102】**

20

基本的レンズデータを以下の表9に示す。

【0103】

【表9】

数値実施例9

単位mm

$f = 4.07$
 $Fno = 1.64$
 $\omega(\text{deg}) = 35.49$
 $ih = 2.934$

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	アッペ数 vd	
1*	2.219	0.701	1.5346	56.16	
2*	-7.060	0.045			10
絞り	Infinity	0.000			
3*	2.297	0.280	1.6355	23.91	
4*	1.249	0.278			
5*	11.178	0.500	1.5346	56.16	
6*	-8.152	0.070			
7*	12.115	0.328	1.5346	56.16	
8*	-200.000	0.480			
9*	-1.691	0.300	1.5837	30.13	
10*	-2.311	0.025			
11*	3.479	0.569	1.5438	55.57	
12*	-2.236	0.113			20
13*	-2.374	0.500	1.5346	56.16	
14*	2.007	0.150			
15	Infinity	0.300	1.5168	64.20	
像面	Infinity	0.510			

非球面データ

	第1面	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-2.306E-01	0.000E+00	-1.277E+01	-3.911E+00	6.879E+01	0.000E+00	0.000E+00
A4	3.417E-03	5.124E-02	-2.163E-02	1.289E-03	7.098E-02	-7.027E-03	-1.065E-01
A6	-8.869E-05	-2.576E-02	-2.561E-02	-6.662E-03	-2.096E-02	-2.189E-02	-3.629E-02
A8	-2.895E-03	-1.315E-03	2.173E-02	1.358E-03	2.542E-02	1.831E-02	-4.598E-03
A10	-1.021E-03	1.155E-02	-1.143E-02	-1.840E-02	-5.076E-02	1.230E-03	5.102E-02
A12	3.009E-03	-8.273E-03	2.940E-03	8.910E-03	2.772E-02	-7.013E-03	-1.260E-02
A14	-1.531E-03	1.516E-03	3.342E-04	3.157E-04	-1.073E-02	-5.714E-04	-3.013E-04
A16	0.000E+00	0.000E+00	5.039E-07	-5.851E-08	-8.096E-06	-1.278E-11	1.412E-11
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面
k	0.000E+00	8.994E-01	-1.556E+00	-5.329E+00	-2.359E+01	-3.976E+00	-1.868E+01
A4	-4.849E-02	2.427E-01	-1.397E-02	-1.276E-01	4.748E-02	-2.325E-03	-3.234E-02
A6	-5.662E-02	-1.714E-01	1.298E-02	2.891E-02	-4.152E-02	1.579E-03	4.880E-03
A8	4.467E-03	7.792E-02	-9.685E-03	-1.658E-02	4.458E-03	1.285E-04	-8.080E-04
A10	3.979E-02	-1.340E-02	-1.206E-04	3.254E-04	1.421E-03	3.727E-05	-8.919E-06
A12	-2.269E-02	-3.256E-03	8.105E-04	8.954E-04	-3.154E-04	-3.178E-06	4.968E-06
A14	5.439E-03	2.575E-03	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-1.918E-06	6.610E-07
A16	2.179E-06	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.153E-07	-6.987E-09

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	3.243
2	3	-4.809
3	5	8.898
4	7	21.377
5	9	-13.145
6	11	2.594
7	13	-1.956

レンズ群データ

L1G	f12	6.535
L2G	f34	6.329
L3G	f567	-7.314

10

【0104】

実施例9の撮像レンズは、表12に示すように条件式(1)～(14)の全てを満たしている。

【0105】

図18は実施例9の撮像レンズの収差図を示したものである。図18に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

【実施例10】**【0106】**

基本的レンズデータを以下の表10に示す。

20

【表10】

数値実施例10

単位mm

$f = 4.06$
 $Fno = 1.70$
 $\omega(\text{deg}) = 35.53$
 $ih = 2.934$

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	アッペ数 vd	
1*	2.257	0.690	1.535	56.16	
2*	-6.770	0.045			10
絞り	Infinity	0.000			
3*	2.252	0.280	1.635	23.91	
4*	1.236	0.280			
5*	10.766	0.524	1.535	56.16	
6*	-7.092	0.064			
7*	15.875	0.312	1.535	56.16	
8*	-97.403	0.487			
9*	-1.679	0.300	1.638	23.25	
10*	-2.343	0.025			
11*	3.190	0.558	1.525	56.27	
12*	-2.218	0.123			20
13*	-2.470	0.500	1.535	56.16	
14*	1.990	0.150			
15	Infinity	0.300	1.517	64.20	
像面	Infinity	0.511			

非球面データ

	第1面	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-2.675E-01	0.000E+00	-1.235E+01	-3.890E+00	6.317E+01	0.000E+00	0.000E+00
A4	2.835E-03	5.081E-02	-2.094E-02	2.045E-03	7.098E-02	-4.407E-03	-1.081E-01
A6	-3.770E-04	-2.553E-02	-2.517E-02	-7.866E-03	-2.188E-02	-2.079E-02	-3.549E-02
A8	-3.074E-03	-1.665E-03	2.195E-02	1.421E-03	2.687E-02	1.573E-02	-2.417E-03
A10	-1.100E-03	1.161E-02	-1.180E-02	-1.851E-02	-5.269E-02	-1.153E-03	4.851E-02
A12	3.009E-03	-8.273E-03	2.940E-03	8.910E-03	2.772E-02	-7.013E-03	-1.260E-02
A14	-1.531E-03	1.516E-03	3.342E-04	3.157E-04	-1.073E-02	-5.714E-04	-3.013E-04
A16	0.000E+00	0.000E+00	5.039E-07	-5.851E-08	-8.096E-06	-1.276E-11	1.407E-11
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面
k	0.000E+00	8.737E-01	-1.988E+00	-5.827E+00	-2.402E+01	-3.572E+00	-1.847E+01
A4	-5.418E-02	2.372E-01	-1.233E-02	-1.219E-01	5.305E-02	-2.695E-03	-3.226E-02
A6	-5.584E-02	-1.670E-01	1.072E-02	3.061E-02	-4.250E-02	1.565E-03	4.844E-03
A8	5.910E-03	7.501E-02	-1.023E-02	-1.693E-02	4.137E-03	1.312E-04	-8.119E-04
A10	4.054E-02	-1.329E-02	-5.739E-04	2.135E-04	1.419E-03	3.660E-05	-8.884E-06
A12	-2.269E-02	-3.256E-03	8.171E-04	6.919E-04	-2.989E-04	-2.900E-06	4.995E-06
A14	5.439E-03	2.575E-03	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-2.031E-06	6.532E-07
A16	2.179E-06	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.280E-07	-1.226E-08

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	3.253
2	3	-4.829
3	5	8.080
4	7	25.557
5	9	-11.268
6	11	2.584
7	13	-1.984

レンズ群データ

L1G	f12	6.564
L2G	f34	6.181
L3G	f567	-7.127

10

【0107】

実施例10の撮像レンズは、表12に示すように条件式(1)～(14)の全てを満たしている。

【0108】

図20は実施例10の撮像レンズの収差図を示したものである。図20に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

【実施例11】**【0109】**

20

基本的レンズデータを以下の表11に示す。

【0110】

【表 1 1】

数値実施例11

単位mm

$f = 4.07$
 $Fno = 1.70$
 $\omega(\text{deg}) = 35.47$
 $ih = 2.934$

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	アッペ数 vd	
絞り	Infinity	-0.240			
1*	2.364	0.629	1.5346	56.16	10
2*	-7.303	0.025			
3*	2.330	0.280	1.6355	23.91	
4*	1.381	0.258			
5*	9.014	0.440	1.5346	56.16	
6*	7.703	0.124			
7*	3.159	0.333	1.5346	56.16	
8*	37.285	0.396			
9*	-1.602	0.366	1.6355	23.91	
10*	-2.441	0.025			
11*	4.919	0.659	1.5346	56.16	
12*	-2.331	0.055			
13*	200.000	0.591	1.5346	56.16	20
14*	1.364	0.300			
15	Infinity	0.300	1.5168	64.20	
像面	Infinity	0.487			

非球面データ

	第1面	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面	第7面
k	-6.277E-01	0.000E+00	-1.072E+01	-3.602E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A4	-1.162E-03	1.307E-02	-1.946E-02	2.841E-03	7.088E-02	-6.124E-02	-1.256E-01
A6	-9.783E-03	3.583E-03	2.596E-03	-2.403E-02	-3.019E-02	1.385E-02	-4.787E-02
A8	9.449E-05	-1.872E-02	1.065E-03	4.151E-02	3.806E-02	7.662E-03	-2.045E-02
A10	-4.001E-03	5.843E-03	4.905E-03	-3.297E-02	-4.648E-02	-1.205E-02	4.427E-02
A12	2.723E-03	1.827E-03	-3.963E-03	8.746E-03	3.390E-02	-4.133E-03	-1.275E-02
A14	-1.335E-03	-1.635E-03	4.185E-04	3.094E-04	-1.074E-02	1.862E-05	-1.889E-05
A16	0.000E+00	0.000E+00	1.919E-06	-6.113E-07	-7.977E-06	2.356E-07	4.033E-10
	第8面	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面	第14面
k	0.000E+00	5.568E-01	-4.175E+00	-3.774E+01	-2.542E+01	0.000E+00	-8.580E+00
A4	1.473E-04	2.574E-01	8.323E-04	-6.960E-02	7.362E-02	-2.101E-02	-3.434E-02
A6	-1.069E-01	-1.674E-01	1.556E-02	3.392E-02	-3.685E-02	6.698E-04	5.672E-03
A8	-1.050E-02	7.899E-02	-9.087E-03	-1.909E-02	2.447E-03	1.570E-04	-7.725E-04
A10	6.485E-02	-9.940E-03	-5.124E-04	4.036E-04	9.609E-04	5.446E-05	-9.950E-07
A12	-2.463E-02	-3.095E-03	7.749E-04	9.505E-04	-1.753E-04	7.430E-07	5.453E-06
A14	5.602E-03	2.404E-03	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-8.359E-07	5.391E-07
A16	2.736E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-1.966E-08	-5.616E-08

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	3.418
2	3	-6.029
3	5	-112.206
4	7	6.434
5	9	-8.836
6	11	3.055
7	13	-2.572

レンズ群データ

L1G	f12	6.011	10
L2G	f34	6.944	
L3G	f567	-8.047	

【0111】

実施例11の撮像レンズは、表12に示すように条件式(1)～(14)の全てを満たしている。

【0112】

図22は実施例11の撮像レンズの収差図を示したものである。図22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】

本発明の実施形態に係る撮像レンズは、光学全長が5.0mm～5.20mm程度で短く、全長対角比は0.9以下を達成しており、3群7枚構成でありながら低背化が図られていることがわかる。また、F値は1.6から1.8で非常に明るく、全画角が70(deg)以上で比較的広い画角の撮影を可能にし、さらに良好に収差が補正されている。

【0114】

表12に実施例1～11の条件式(1)～(14)の値を示す。

【0115】

【表12】

各パラメータの値

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
Fno	1.642	1.642	1.642	1.767	1.701	1.701
f	4.059	4.048	4.065	4.064	4.065	4.065
f1	3.239	3.279	3.309	3.424	3.232	3.231
f2	-4.915	-5.284	-4.943	-8.761	-5.714	-5.716
f12	6.322	6.145	6.615	4.891	5.686	5.685
f34	6.498	6.584	6.390	4.071	7.001	7.004
f567	-7.595	-7.054	-7.671	-2.818	-6.290	-6.283
TLA	5.035	5.033	5.036	5.123	5.041	5.041
lh	2.934	2.934	2.934	2.934	2.934	2.934
Σd	4.183	4.160	4.204	4.275	4.161	4.161
bf	0.853	0.873	0.832	0.848	0.879	0.879

10

	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11
Fno	1.751	1.643	1.644	1.700	1.703
f	4.045	4.065	4.066	4.059	4.065
f1	3.152	3.320	3.243	3.253	3.418
f2	-4.398	-5.081	-4.809	-4.829	-6.029
f12	6.984	6.469	6.535	6.564	6.011
f34	5.008	6.379	6.329	6.181	6.944
f567	-5.961	-7.219	-7.314	-7.127	-8.047
TLA	5.135	5.041	5.042	5.040	5.160
lh	2.934	2.934	2.934	2.934	2.934
Σd	4.258	4.187	4.190	4.188	4.183
bf	0.877	0.854	0.853	0.852	0.977

20

各条件式の値

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
(1) $45 < vd1 < 70$	56.16	56.16	56.16	56.16	56.16	56.16
(2) $20 < vd2 < 35$	23.91	23.91	23.91	23.91	23.91	23.91
(3) $1.66 < vd1/vd2 < 2.66$	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
(4) $20 < vd5 < 35$	23.91	23.91	23.91	23.91	23.91	23.91
(5) $45 < vd6 < 70$	56.16	56.16	56.16	56.16	56.16	56.16
(6) $1.66 < vd6/vd5 < 2.66$	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
(7) $0.62 < f1/f < 1.01$	0.798	0.812	0.815	0.842	0.795	0.794
(8) $-2.58 < f2/f < -0.87$	-1.211	-1.308	-1.217	-2.153	-1.405	-1.405
(9) $0.96 < f12/f < 2.07$	1.558	1.521	1.630	1.202	1.398	1.398
(10) $0.65 < f12/f34 < 1.67$	0.973	0.933	1.035	1.201	0.812	0.812
(11) $-2.37 < f567/f < -0.55$	-1.871	-1.746	-1.890	-0.693	-1.547	-1.545
(12) $0.77 < TLA/(2ih) < 1.0$	0.858	0.858	0.858	0.873	0.859	0.859
(13) $0.78 < \Sigma d/TLA < 0.85$	0.831	0.826	0.835	0.834	0.826	0.826
(14) $0.15 < bf/TLA < 0.22$	0.169	0.174	0.165	0.166	0.174	0.174

30

40

	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11
(1)45<vd1<70	55.57	56.27	56.16	56.16	56.16
(2)20<vd2<35	30.13	23.25	23.91	23.91	23.91
(3)1.66<vd1/vd2<2.66	1.84	2.42	2.35	2.35	2.35
(4)20<vd5<35	23.91	23.91	30.13	23.25	23.91
(5)45<vd6<70	56.16	56.16	55.57	56.27	56.16
(6)1.66<vd6/vd5<2.66	2.35	2.35	1.84	2.42	2.35
(7)0.62<f1/f<1.01	0.778	0.816	0.797	0.801	0.840
(8)-2.58<f2/f<-0.87	-1.085	-1.249	-1.181	-1.189	-1.482
(9)0.96<f12/f<2.07	1.724	1.590	1.605	1.616	1.478
(10)0.65<f12/f34<1.67	1.395	1.014	1.033	1.062	0.866
(11)-2.37<f567/f<-0.55	-1.471	-1.775	-1.797	-1.755	-1.978
(12)0.77<TLA/(2lh)<1.0	0.875	0.859	0.859	0.859	0.880
(13) 0.78< Σd /TLA<0.85	0.829	0.831	0.831	0.831	0.811
(14) 0.15<bf/TLA<0.22	0.171	0.169	0.169	0.169	0.189

【産業上の利用可能性】

【0116】

上述したように、各実施の形態に係る3群7枚レンズ構成の撮像レンズをスマートフォンや携帯電話機などの携帯端末、及びPDA(Personal Digital Assistant)、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低背化の両立を図ることができる。

10

20

【符号の説明】

【0117】

S T 開口絞り

L 1 G 第1レンズ群

L 2 G 第2レンズ群

L 3 G 第3レンズ群

L 1 第1レンズ

L 2 第2レンズ

30

L 3 第3レンズ

L 4 第4レンズ

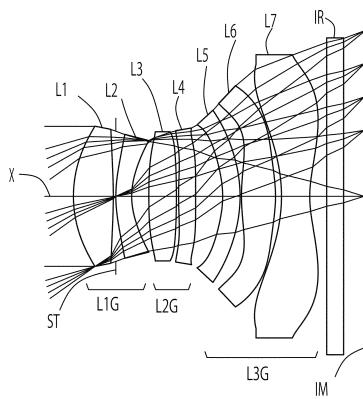
L 5 第5レンズ

L 6 第6レンズ

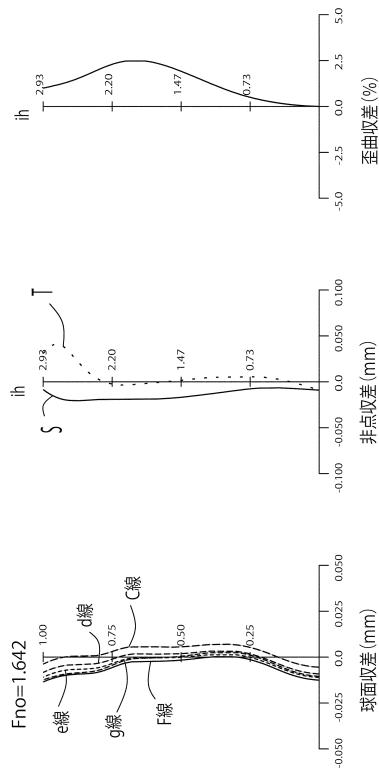
L 7 第7レンズ

I R フィルタ

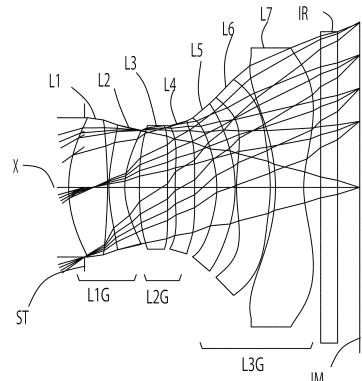
【図1】



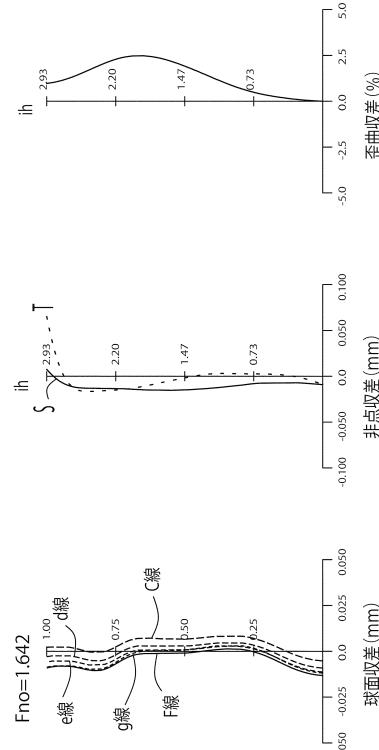
【図2】



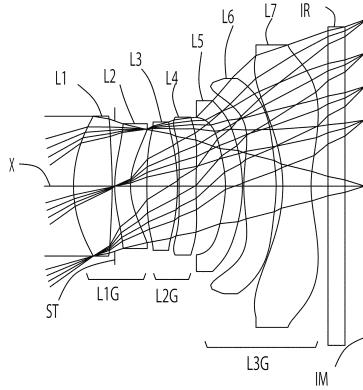
【図3】



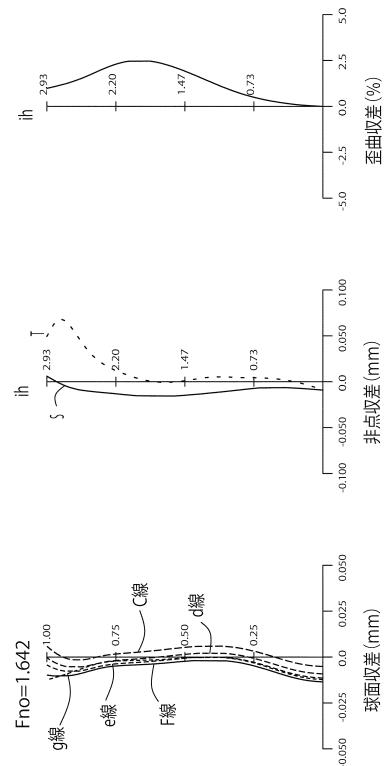
【図4】



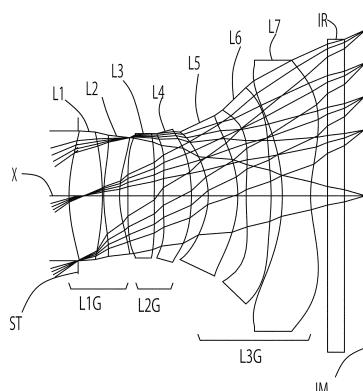
【図5】



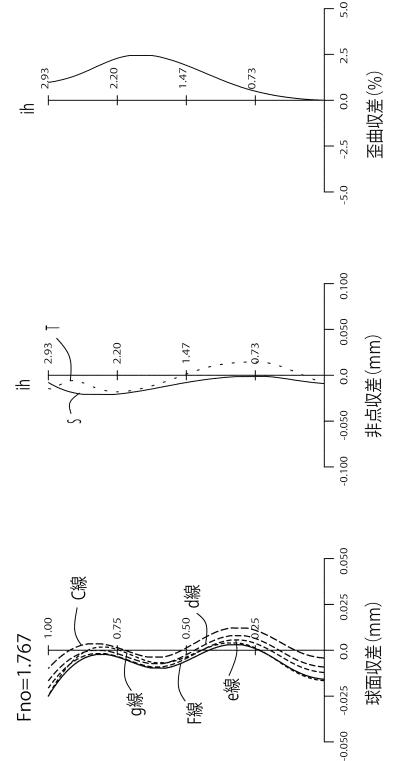
【図6】



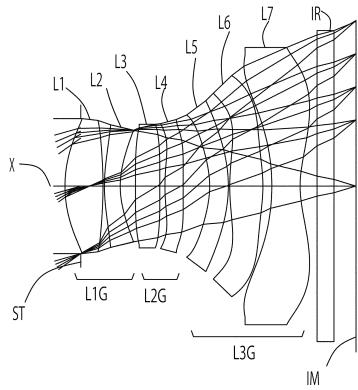
【図7】



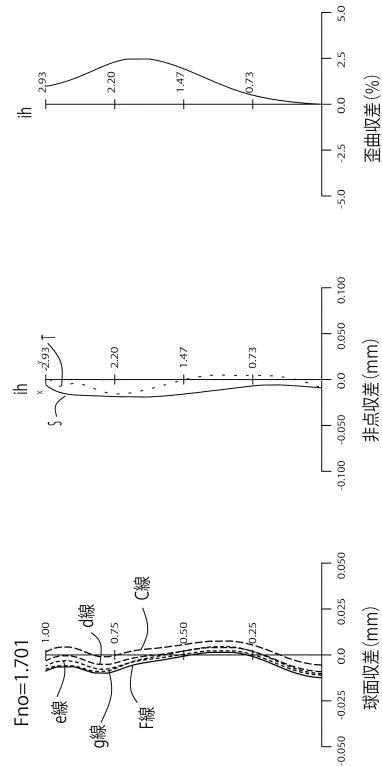
【図8】



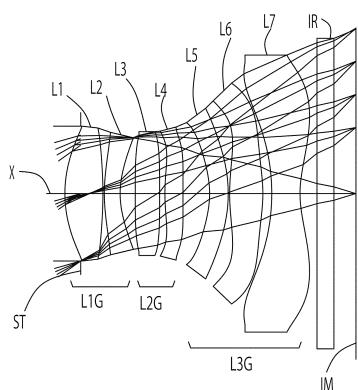
【図 9】



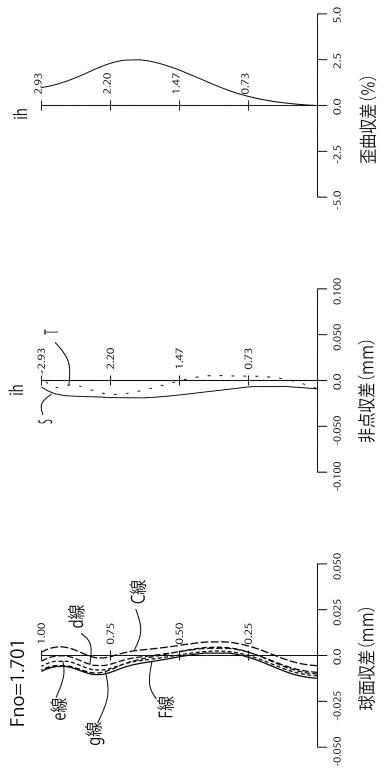
【図 10】



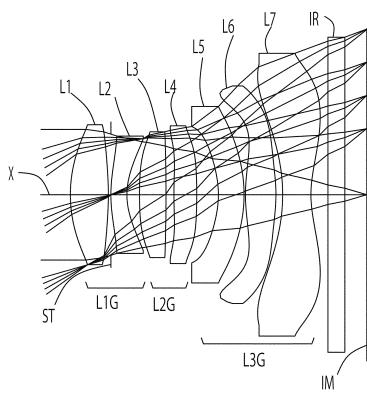
【図 11】



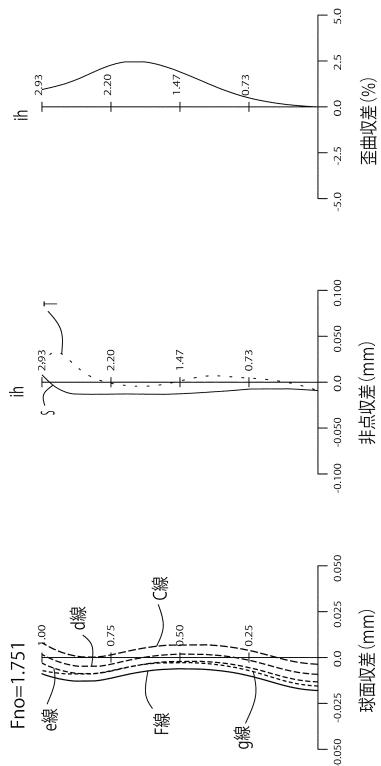
【図 12】



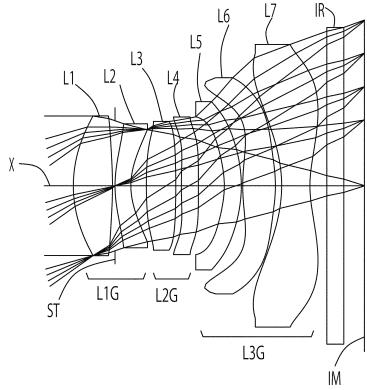
【図 1 3】



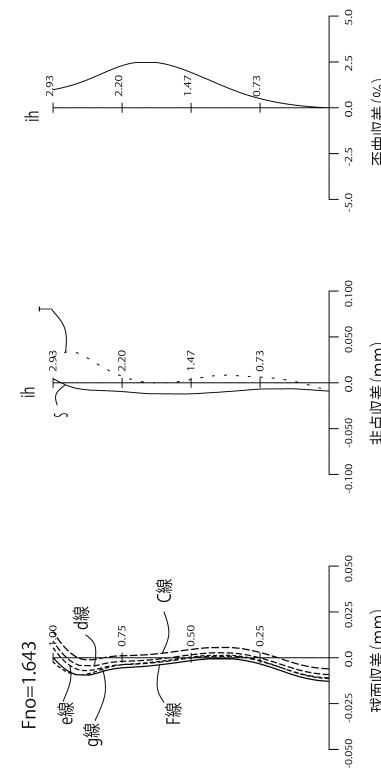
【図 1 4】



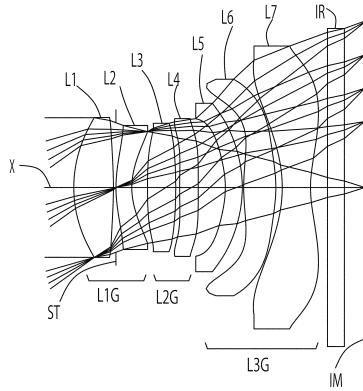
【図 1 5】



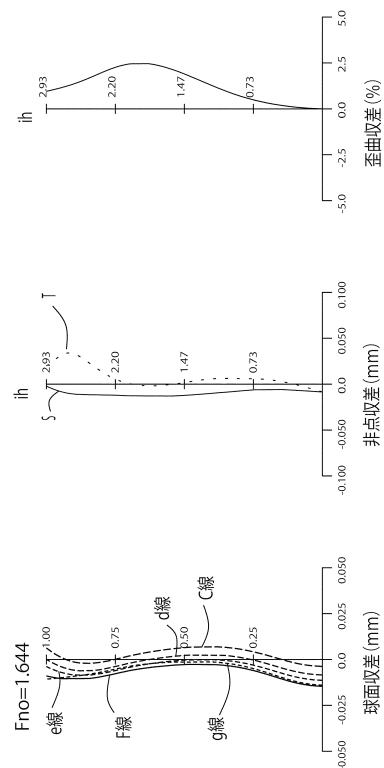
【図 1 6】



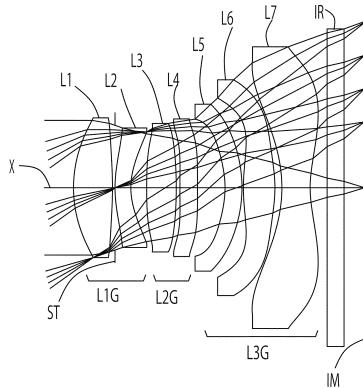
【図 17】



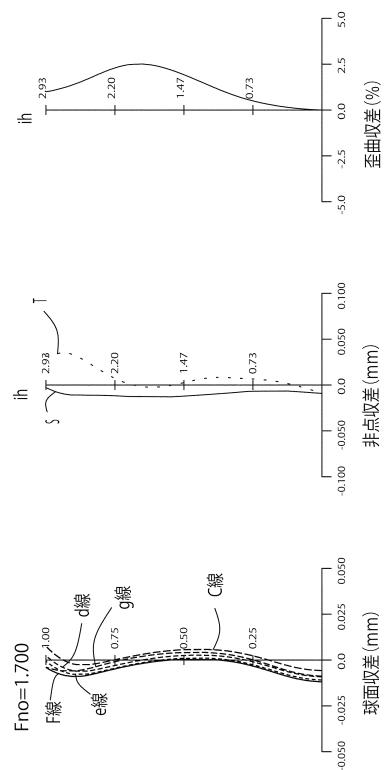
【図 18】



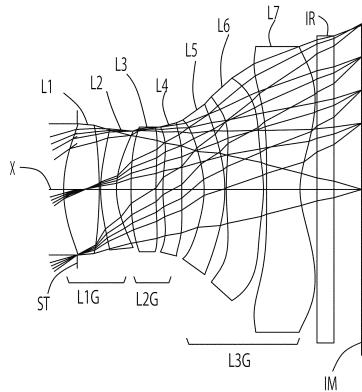
【図 19】



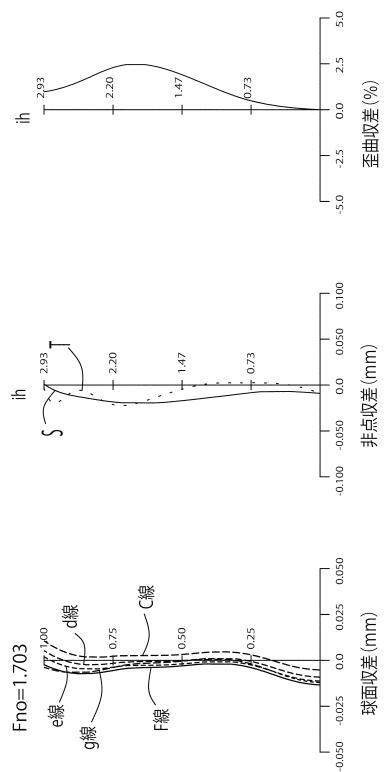
【図 20】



【図 2 1】



【図 2 2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-155223(JP,A)
特開2002-258158(JP,A)
特開平10-20193(JP,A)
特開昭51-124421(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0003193(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