

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5280326号
(P5280326)

(45) 発行日 平成25年9月4日(2013.9.4)

(24) 登録日 平成25年5月31日(2013.5.31)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 13/02 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 13/02
G02B 13/18

請求項の数 6 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2009-216323 (P2009-216323)
 (22) 出願日 平成21年9月18日 (2009.9.18)
 (65) 公開番号 特開2011-64989 (P2011-64989A)
 (43) 公開日 平成23年3月31日 (2011.3.31)
 審査請求日 平成24年9月6日 (2012.9.6)

(73) 特許権者 708000650
 株式会社オプトロジック
 長野県伊那市西春近6554番地3
 (73) 特許権者 391014055
 カンタツ株式会社
 栃木県矢板市片岡1150番地23
 (72) 発明者 久保田 洋治
 長野県伊那市伊那部2833番地6 株式会社オプトロジック内
 (72) 発明者 久保田 賢一
 長野県伊那市伊那部2833番地6 株式会社オプトロジック内
 (72) 発明者 平野 整
 長野県伊那市伊那部2833番地6 株式会社オプトロジック内

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、正の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズと、負の屈折力を有する第3レンズと、負の屈折力を有する第4レンズとを配置して構成され、

前記第1レンズは、物体側の面の曲率半径が正となり、像面側の面の曲率半径が負となる形状に形成されており、

前記第3レンズは、物体側の面の曲率半径および像面側の面の曲率半径が共に負となる形状に形成されており、

前記第4レンズは、物体側の面の曲率半径および像面側の面の曲率半径が共に正となる形状に形成されており、

レンズ系全体の焦点距離をf、前記第1レンズの物体側の面から前記第4レンズの像面側の面までの光軸上の距離をL14としたとき、

$$0.5 < L14 / f \leq 0.708$$

を満足することを特徴とする撮像レンズ。

【請求項 2】

前記第2レンズは、物体側の面の曲率半径および像面側の面の曲率半径が共に負となる形状に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。

【請求項 3】

前記第1レンズの焦点距離をf1、前記第2レンズの焦点距離をf2、前記第1レンズ

10

20

および前記第2レンズの合成焦点距離をf₁₂、前記第3レンズおよび前記第4レンズの合成焦点距離をf₃₄としたとき、

$$\begin{array}{r} -0.8 < f_1 / f_2 < -0.3 \\ \hline -0.3 < f_3 / f_4 < -0.05 \\ -0.3 < f_{12} / f_{34} < -0.05 \end{array}$$

を満足することを特徴とする請求項1または2に記載の撮像レンズ。

【請求項4】

前記第1レンズおよび前記第2レンズの合成焦点距離をf₁₂、前記第3レンズおよび前記第4レンズの合成焦点距離をf₃₄としたとき、

$$-0.14 < f_{12} / f_{34} < -0.05$$

10

を満足することを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

【請求項5】

前記第1レンズのアッペ数をd₁、前記第2レンズのアッペ数をd₂としたとき、
d₁ > 50 かつ d₂ < 30

を満足することを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

【請求項6】

前記第3レンズのアッペ数をd₃、前記第4レンズのアッペ数をd₄としたとき、
d₁ = d₄ かつ d₂ = d₃

を満足することを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、CCDセンサやCMOSセンサ等の撮像素子上に被写体像を形成する撮像レンズに係り、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比較的小型のカメラに搭載されて好適な撮像レンズに関するものである。

【背景技術】

【0002】

上記小型のカメラに搭載される撮像レンズには、小型化とともに、近年の高画素化された撮像素子にも対応することのできる高い光学性能が要求される。従来のように撮像素子の画素数が低かった時代には、2枚構成や3枚構成の撮像レンズによつても、撮像素子の解像度に応じた十分な光学性能の確保と小型化との両立を図ることが可能であった。しかしながら、撮像素子の高画素化に伴つて要求される光学性能も高くなり、2枚や3枚のレンズ構成では、収差の良好に補正された高い光学性能の確保と小型化との両立を図ることが困難になつた。

30

【0003】

そこで、レンズの枚数を一枚増加させて、4枚のレンズからなるレンズ構成の採用が検討されている。例えば、特許文献1に記載の撮像レンズは、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、物体側に凸面を向けた負のメニスカス形状の第2レンズと、物体側に凹面を向けた負の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メニスカス形状の第4レンズとから構成される。当該構成において、撮像レンズの焦点距離と第3レンズの焦点距離との比率、および第1レンズの物体側の面から第4レンズの像面側の面までの光軸上の距離と撮像レンズの焦点距離との比率についてそれ好ましい範囲を設定し、当該範囲内に各比率を收めることによつて撮像レンズの全長の増大を抑制しつつ良好な光学性能を実現している。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-98513号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記特許文献1に記載の撮像レンズによれば、比較的良好な収差を得ることは可能である。しかしながら、上記小型のカメラに搭載される機器そのものの小型化や高機能化は年々進展しており、撮像レンズに要求される小型化のレベルも厳しいものとなっている。上記特許文献1に記載のレンズ構成では、こうした要求に応えて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。

【0006】

本発明は上記のような従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、小型でありながらも収差を良好に補正することのできる撮像レンズを提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明では、物体側から像面側に向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズと、負の屈折力を有する第3レンズと、負の屈折力を有する第4レンズとを配置し、第1レンズを、物体側の面の曲率半径が正となり、像面側の面の曲率半径が負となる形状に形成し、第3レンズを、物体側の面の曲率半径および像面側の面の曲率半径が共に負となる形状に形成し、第4レンズを、物体側の面の曲率半径および像面側の面の曲率半径が共に正となる形状に形成し、レンズ系全体の焦点距離を f 、第1レンズの物体側の面から第4レンズの像面側の面までの光軸上の距離を L_{14} としたとき、下記条件式(1)を満足するように構成した。

20

$$0.5 < L_{14} / f < 0.8 \quad (1)$$

【0008】

条件式(1)は、良好な収差補正を図りつつ、撮像レンズの光軸に沿った長さ(厚さ)を短縮するための条件である。上限値「0.8」を超えると、焦点距離に対して、第1レンズの物体側の面から第4レンズの像面側の面までの光軸上の距離が長くなり、撮像レンズの小型化を図ることが困難となる。一方、下限値「0.5」を下回ると、撮像レンズの小型化には有利となるものの、撮像レンズを構成する各レンズの肉厚が極端に薄くなり、加工性・生産性が大幅に低下してしまう。また、収差を良好に補正することも困難となる。

30

【0009】

上記構成の撮像レンズにおいては、第1レンズの焦点距離を f_1 、第2レンズの焦点距離を f_2 としたとき、下記条件式(2)を満足することが望ましい。

$$-0.8 < f_1 / f_2 < -0.3 \quad (2)$$

【0010】

条件式(2)は、撮像レンズの厚さを短縮しつつ、軸上の色収差、軸外の倍率色収差、およびコマ収差を良好な範囲内にバランスよく抑制するための条件である。上限値「-0.3」を超えると、第2レンズの屈折力が弱くなり、軸上の色収差および軸外の倍率色収差が補正不足(基準波長に対し短波長が-方向に増大)となる。また、軸外光束の収差のうちで外方コマ収差が増大することになる。一方、下限値「-0.8」を下回ると、第2レンズの屈折力が強くなり、軸上の色収差は良好に補正されるものの、軸外の倍率色収差が補正過剰(基準波長に対し短波長が+方向に増大)となる。また、軸外光束の収差のうちで内方コマ収差が増大する。いずれの場合も、良好な結像性能を得ることが困難となる。

40

【0011】

上記構成の撮像レンズにおいては、第3レンズおよび第4レンズの合成焦点距離を f_{34} としたとき、下記条件式(3)を満足することが望ましい。

$$-0.3 < f / f_{34} < -0.05 \quad (3)$$

【0012】

条件式(3)は、撮像レンズの小型化を図るための条件である。上限値「-0.05」を超えると、レンズ系の焦点距離に対して第3レンズおよび第4レンズの合成焦点距離が

50

相対的に長くなるため（第3レンズおよび第4レンズの合成屈折力が弱くなる）、撮像レンズの小型化が困難となる。一方、下限値「-0.3」を下回ると、レンズ系の焦点距離に対して第3レンズおよび第4レンズの合成焦点距離が相対的に短くなり（第3レンズおよび第4レンズの合成屈折力が強くなる）、レンズ系の主点の位置が物体側に移動することになる。このため、撮像レンズの小型化には有利となるものの、各レンズの屈折力を強くする必要が生じ、球面収差やコマ収差等を良好な範囲内にバランスよく抑制することが困難となる。

【0013】

上記構成の撮像レンズにおいては、第1レンズおよび第2レンズの合成焦点距離を f_{12} としたとき、下記条件式（4）を満足することが望ましい。

$$-0.3 < f_{12} / f_{34} < -0.05 \quad (4)$$

【0014】

条件式（4）は、撮像レンズを小型化しつつ、像面湾曲を良好な範囲内に抑制するための条件である。上限値「-0.05」を超えると、第1レンズおよび第2レンズの合成焦点距離に対して第3レンズおよび第4レンズの合成焦点距離が相対的に長くなり、撮像レンズの厚さを短縮することが困難となる。また、像面が+方向に補正過剰となるため、良好な結像性能を得ることも難しくなる。なお、この場合には、非点収差の補正も困難となる。一方、下限値「-0.3」を下回ると、第1レンズおよび第2レンズの合成焦点距離に対して第3レンズおよび第4レンズの合成焦点距離が相対的に短くなるため、撮像レンズの小型化には有利になるものの、像面が-方向に補正不足となり、やはり良好な結像性能を得ることが困難となる。

【0015】

上記構成の撮像レンズにおいては、第1レンズのアッベ数を d_1 、第2レンズのアッベ数を d_2 としたとき、下記条件式（5）および（6）を満足することが望ましい。

$$d_1 > 50 \quad (5)$$

$$d_2 < 30 \quad (6)$$

【0016】

これら条件式（5）および（6）を満足することにより、色収差を良好に補正することができる。第1レンズのアッベ数または第2レンズのアッベ数が条件式（5）あるいは条件式（6）から外れると、軸上の色収差が補正不足となり、良好な結像性能を得ることが困難となる。

【0017】

上記構成の撮像レンズにおいては、第3レンズのアッベ数を d_3 、第4レンズのアッベ数を d_4 としたとき、下記条件式（7）および（8）を満足することが望ましい。

$$d_1 = d_4 \quad (7)$$

$$d_2 = d_3 \quad (8)$$

【0018】

条件式（7）および（8）を満足することにより、軸上の色収差および軸外の倍率色収差を一層良好に補正することが可能となる。

【0019】

また、上記構成の撮像レンズにおいて、第1レンズの硝材および第4レンズの硝材を同一とするとともに、第2レンズの硝材および第3レンズの硝材を同一とすれば、撮像レンズを構成する硝材が2種類のみとなるため、撮像レンズの製造コストを低減することができる。

【0020】

ところで、本発明では上述のように、物体側から像面側に向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズと、負の屈折力を有する第3レンズと、負の屈折力を有する第4レンズとを配置することから、唯一の正レンズである第1レンズの屈折力が必然的に強くなる。そこで、上記構成の撮像レンズにおいては、第2レンズの物体側の面および像面側の面を共に球面で形成することがより望ましい。

10

20

30

40

50

【0021】

このように第2レンズの両面を球面で形成することにより、第1レンズのディセンタ(軸ずれ)やチルト等による結像性能の劣化を有効に抑制することができる。また、こうした結像性能の劣化が抑制されることによって撮像レンズの製造も容易になり、ひいては製造コストの低減を図ることができる。

【発明の効果】**【0022】**

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提供することができる。

【図面の簡単な説明】**【0023】**

【図1】本発明の一実施の形態について、数値実施例1に係る撮像レンズの概略構成を示すレンズ断面図である。

【図2】同数値実施例1に係る撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図3】同数値実施例1に係る撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図4】本発明の一実施の形態について、数値実施例2に係る撮像レンズの概略構成を示すレンズ断面図である。

【図5】同数値実施例2に係る撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図6】同数値実施例2に係る撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図7】本発明の一実施の形態について、数値実施例3に係る撮像レンズの概略構成を示すレンズ断面図である。

【図8】同数値実施例3に係る撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図9】同数値実施例3に係る撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図10】本発明の一実施の形態について、数値実施例4に係る撮像レンズの概略構成を示すレンズ断面図である。

【図11】同数値実施例4に係る撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図12】同数値実施例4に係る撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図13】本発明の一実施の形態について、数値実施例5に係る撮像レンズの概略構成を示すレンズ断面図である。

【図14】同数値実施例5に係る撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図15】同数値実施例5に係る撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図16】本発明の一実施の形態について、数値実施例6に係る撮像レンズの概略構成を示すレンズ断面図である。

【図17】同数値実施例6に係る撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図18】同数値実施例6に係る撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【発明を実施するための形態】**【0024】**

以下、本発明を具体化した一実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0025】

図1、図4、図7、図10、図13、図16はそれぞれ、本実施の形態の数値実施例1～6に対応するレンズ断面図を示したものである。いずれの数値実施例も基本的なレンズ構成は同一であるため、ここでは数値実施例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。

10

20

30

40

50

【0026】

図1に示すように、本実施の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、負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とが配列されて構成される。第4レンズL4と像面との間には、カバーガラス10が配置されている。なお、このカバーガラス10は、割愛することも可能である。また、本実施の形態では、開口絞りを、第1レンズL1の物体側面の頂点接平面上に配置している。この開口絞りの位置は、本実施の形態における位置に限定されるものではなく、例えば、第1レンズL1の物体側面の頂点接平面よりも物体側、あるいは当該頂点接平面と第1レンズL1の像面側面との間でもよい。

10

【0027】

上記構成の撮像レンズにおいて、第1レンズL1の形状は、物体側の面の曲率半径R2が正となり、像面側の面の曲率半径R3が負となる形状、すなわち光軸近傍において両凸レンズとなる形状に形成されている。

【0028】

第2レンズL2は、物体側の面の曲率半径R4および像面側の面の曲率半径R5が共に負であり、光軸近傍において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる形状に形成されている。

20

【0029】

この第2レンズL2の形状は、光軸近傍において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる形状に限定されるものではない。数値実施例1～4は、第2レンズL2の形状が、上述のように光軸近傍において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる例である。これに対して数値実施例5は、第2レンズL2の形状が、物体側の面の曲率半径R4が負となり、像面側の面の曲率半径R5が正となる形状、すなわち光軸近傍において両凹レンズとなる例である。また、数値実施例6は、第2レンズL2の形状が、物体側の面の曲率半径R4および像面側の面の曲率半径R5が共に正となる形状、すなわち光軸近傍において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる例である。

【0030】

第3レンズL3は、物体側の面の曲率半径R6および像面側の面の曲率半径R7が共に負となる形状であって、光軸近傍において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる形状に形成されている。なお、この第3レンズL3は、物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するレンズであればよく、光軸近傍において両凹レンズとなる形状でもよい。

30

【0031】

第4レンズL4は、物体側の面の曲率半径R8および像面側の面の曲率半径R9が共に正となる形状であり、光軸近傍において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状に形成されている。また、この第4レンズL4の像面側の面は、光軸近傍において物体側に凸形状で且つ周辺部において物体側に凹形状となる非球面形状に形成されている。第4レンズL4のこのような形状により、撮像レンズから出射した光の像面への入射角が好適に抑制される。

【0032】

40

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)を満足する。

$$0.5 < L14 / f < 0.8 \quad (1)$$

$$-0.8 < f1 / f2 < -0.3 \quad (2)$$

$$-0.3 < f / f34 < -0.05 \quad (3)$$

$$-0.3 < f12 / f34 < -0.05 \quad (4)$$

但し、

f : レンズ系全体の焦点距離

f_1 : 第1レンズL1の焦点距離

f_2 : 第2レンズL2の焦点距離

f_{12} : 第1レンズL1と第2レンズL2との合成焦点距離

50

f_{34} : 第3レンズL3と第4レンズL4との合成焦点距離

L_{14} : 第1レンズL1の物体側の面から第4レンズL4の像面側の面までの光軸上の距離

【0033】

また、本実施の形態に係る撮像レンズは、上記条件式(1)～(4)に加えて以下に示す条件式(5)および(6)を満足する。

$$d_1 > 50 \quad (5)$$

$$d_2 < 30 \quad (6)$$

【0034】

さらに、本実施の形態に係る撮像レンズは、下記条件式(4A)を満足する。

$$-0.14 < f_{12} / f_{34} < -0.05 \quad (4A)$$

上記条件式(4A)を満足することにより、像面湾曲を良好な範囲内に好適に抑制しつつ、小型でありながらも一層良好な結像性能を得ることができるようになる。

【0035】

なお、上記条件式(1)～(6)、および(4A)の全てを満たす必要はなく、それぞれを単独に満たすことにより、各条件式に対応する作用効果をそれぞれ得ることができる。

【0036】

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 $A_4, A_6, A_8, A_{10}, A_{12}, A_{14}, A_{16}$ としたとき、次式により表される。

【数1】

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

【0037】

次に、本実施の形態に係る撮像レンズの数値実施例を示す。各数値実施例において、 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 線に対するアッベ数をそれぞれ示す。なお、非球面の面には、面番号*i*の後に*(アスタリスク)の符号を附加して示すこととする。

【0038】

数値実施例1

基本的なレンズデータを以下に示す。

$f=4.708\text{mm}$ 、 $Fno=2.850$ 、 $\theta=31.38^\circ$

単位 mm

面データ

面番号*i*

R

d

N_d

d

(物面)

1(絞り)

0.0000

2*

1.798

0.6906

1.52470

56.2 (= d1)

3*

-4.031

0.0800

4*

-2.759

0.2800

1.61420

26.0 (= d2)

5*

-154.385

1.0937

6*

-1.687

0.5709

1.58500

29.0 (= d3)

7*

-2.002

0.0500

10

20

30

40

50

8*	1.418	0.5241	1.52470	56.2 (= d 4)
9*	1.211	0.7000		
10		0.3000	1.51633	64.12
11		0.9933		

(像面)

【0 0 3 9】

f 1 = 2 . 4 7 0
 f 2 = - 4 . 5 7 7
 f 1 2 = 4 . 5 0 5
 f 3 4 = - 3 3 . 4 2 4
 L 1 4 = 3 . 2 8 9 3

10

【0 0 4 0】

非球面データ

第 2 面

k = 1.571017, A 4 = -3.342315E-02, A 6 = -4.586463E-02, A 8 = 2.730000E-02,
 A 10 = -4.766587E-02

第 3 面

k = -2.520942E+01, A 4 = -4.909610E-02, A 6 = -5.119660E-02, A 8 = 8.254607E-02,
 A 10 = -3.449533E-02

第 4 面

k = -1.059182E-01, A 4 = 3.141603E-03, A 6 = -2.682348E-02, A 8 = -6.913735E-03,
 A 10 = 2.460075E-02, A 12 = 3.442312E-02, A 14 = 6.872702E-03, A 16 = -4.015291E-02

20

第 5 面

k = -4.863359E+04, A 4 = -1.262516E-02, A 6 = -1.940305E-02, A 8 = -3.192435E-02,
 A 10 = 3.606677E-03, A 12 = 2.010626E-02, A 14 = 1.704966E-02, A 16 = -2.626204E-02

第 6 面

k = -5.716084, A 4 = -9.223254E-02, A 6 = -5.833441E-02, A 8 = -5.171274E-02,
 A 10 = -7.519929E-02, A 12 = -3.126697E-02, A 14 = 2.246523E-02, A 16 = 1.403221E-02

第 7 面

k = 9.654409E-01, A 4 = 2.802955E-02, A 6 = -8.131358E-04, A 8 = -2.209322E-02,
 A 10 = 2.622822E-03, A 12 = 2.621381E-03, A 14 = 1.033431E-03, A 16 = 5.319060E-04

30

第 8 面

k = -3.500065, A 4 = -1.424412E-01, A 6 = 3.164511E-02, A 8 = 9.201159E-04,
 A 10 = -1.043757E-03, A 12 = -5.199960E-05, A 14 = 3.130281E-05, A 16 = -8.138176E-07

第 9 面

k = -3.218878, A 4 = -1.319913E-01, A 6 = 3.749502E-02, A 8 = -5.269001E-03,
 A 10 = -2.571854E-04, A 12 = 1.170692E-04, A 14 = 4.428978E-06, A 16 = -2.562172E-06

【0 0 4 1】

各条件式の値を以下に示す。

L 1 4 / f = 0 . 6 9 9
 f 1 / f 2 = - 0 . 5 4 0
 f / f 3 4 = - 0 . 1 4 1
 f 1 2 / f 3 4 = - 0 . 1 3 5
 d 1 (= 5 6 . 2) > 5 0
 d 2 (= 2 6 . 0) < 3 0
 d 3 (= 2 9 . 0)
 d 4 (= 5 6 . 2)

40

このように、本数値実施例 1 に係る撮像レンズは、条件式 (1) ~ (6) および (4 A) を満足している。

【0 0 4 2】

50

図2は、数値実施例1の撮像レンズについて、半画角に対応する横収差をタンジェンシャル方向とサジタル方向に分けて示したものである(図5、図8、図11、図14、図17において同じ)。また、図3は、数値実施例1の撮像レンズについて、球面収差SA(mm)、非点収差AS(mm)、および歪曲収差DIST(%)をそれぞれ示したものである。これら収差図において、球面収差図には、587.56nm、435.84nm、656.27nm、486.13nm、546.07nmの各波長に対する収差量とともに、正弦条件違反量OSCを併せて示し、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6、図9、図12、図15、図18において同じ)。図2および図3に示されるように、本数値実施例1に係る撮像レンズによれば、各種収差が良好に補正される。

10

【0043】

数値実施例2

基本的なレンズデータを以下に示す。

f=4.743mm、Fno=2.850、=31.20°

単位 mm

面データ

面番号 i (物面)	R	d	N d	d	
1(絞り)		0.0000			
2*	1.663	0.6357	1.52470	56.2 (= d 1)	20
3*	-5.760	0.1000			
4*	-2.631	0.2800	1.58500	29.0 (= d 2)	
5*	-100.000	1.0989			
6*	-1.682	0.5597	1.58500	29.0 (= d 3)	
7*	-1.943	0.0500			
8*	1.530	0.5772	1.52470	56.2 (= d 4)	
9*	1.301	0.7000			
10		0.3000	1.51633	64.12	
11		0.9908			

(像面)

30

【0044】

f 1 = 2.534
f 2 = -4.624
f 12 = 4.653
f 34 = -4.9.454
L 14 = 3.3015

【0045】

非球面データ

第2面

k = 1.158218, A₄ = -2.443693E-02, A₆ = -4.392440E-02, A₈ = 5.723048E-02,
A₁₀ = -9.506118E-02

40

第3面

k = -4.790985E+01, A₄ = -4.674993E-02, A₆ = -8.525632E-02, A₈ = 3.374960E-02,
A₁₀ = 1.214815E-02

第4面

k = 0.000000, A₄ = 6.144210E-03, A₆ = -7.089520E-02, A₈ = 2.941188E-03,
A₁₀ = 7.248592E-02, A₁₂ = 5.730934E-02, A₁₄ = -9.076456E-03, A₁₆ = -3.704716E-02

第5面

k = 0.000000, A₄ = 2.446296E-02, A₆ = -1.100040E-02, A₈ = -2.055485E-02,
A₁₀ = 1.198287E-02, A₁₂ = 5.167391E-02, A₁₄ = 4.259750E-02, A₁₆ = -7.234741E-02

50

第 6 面

$k = -7.371656$, $A_4 = -1.006393E-01$, $A_6 = -6.249011E-02$, $A_8 = -2.699109E-02$,
 $A_{10} = -5.240785E-02$, $A_{12} = -2.755751E-02$, $A_{14} = 1.471831E-02$, $A_{16} = 7.613020E-03$

第 7 面

$k = 7.772284E-01$, $A_4 = 2.372029E-02$, $A_6 = -8.258576E-04$, $A_8 = -2.139467E-02$,
 $A_{10} = 2.494698E-03$, $A_{12} = 2.103248E-03$, $A_{14} = 7.043756E-04$, $A_{16} = 5.062604E-04$

第 8 面

$k = -3.766188$, $A_4 = -1.368176E-01$, $A_6 = 3.151324E-02$, $A_8 = 5.962702E-04$,
 $A_{10} = -1.075255E-03$, $A_{12} = -4.577329E-05$, $A_{14} = 3.324458E-05$, $A_{16} = -1.178042E-06$

第 9 面

$k = -2.969849$, $A_4 = -1.365649E-01$, $A_6 = 4.018573E-02$, $A_8 = -5.391275E-03$,
 $A_{10} = -3.644221E-04$, $A_{12} = 1.206243E-04$, $A_{14} = 7.498908E-06$, $A_{16} = -2.564202E-06$

【 0 0 4 6 】

各条件式の値を以下に示す。

$L_{14} / f = 0.696$
 $f_1 / f_2 = -0.548$
 $f / f_{34} = -0.096$
 $f_{12} / f_{34} = -0.094$
 $d_1 (= 56.2) > 50$
 $d_2 (= 29.0) < 30$
 $d_3 (= 29.0) = d_2$
 $d_4 (= 56.2) = d_1$

このように、本数値実施例 2 に係る撮像レンズは、条件式 (1) ~ (6) および (4 A) を満足する。

【 0 0 4 7 】

また、本数値実施例 2 に係る撮像レンズは、下記条件式 (7) および (8) も満足している。

$$\begin{aligned} d_1 &= d_4 & (7) \\ d_2 &= d_3 & (8) \end{aligned}$$

これら条件式 (7) および (8) を満足することにより、軸上の色収差および軸外の倍率色収差が良好に補正される。

【 0 0 4 8 】

図 5 は、数値実施例 2 の撮像レンズについて、半画角 α に対応する横収差を示したものであり、図 6 は、球面収差 SA (mm)、非点収差 AS (mm)、および歪曲収差 DIT (%) をそれぞれ示したものである。これら図 5 および図 6 に示されるように、本数値実施例 2 に係る撮像レンズによっても、数値実施例 1 と同様に、像面が良好に補正され、各種収差が好適に補正される。

【 0 0 4 9 】

数値実施例 3

$f=4.645\text{mm}$ 、 $Fno=2.850$ 、 $\alpha=31.73^\circ$

単位 mm

面データ

面番号 i (物面)	R	d	N d	d
1 (絞り)		0.0000		
2*	1.663	0.7331	1.52470	56.2 (= d 1)
3*	-6.029	0.1748		
4	-1.767	0.3141	1.61420	26.0 (= d 2)
5	-4.369	0.8962		
6*	-1.636	0.6362	1.58470	29.0 (= d 3)

10

20

30

40

50

7*	-1.925	0.0500		
8*	1.300	0.4724	1.52470	56.2 (= d 4)
9*	1.116	0.7000		
10		0.3000	1.51633	64.12
11		1.0047		

(像面)

【0 0 5 0】

f 1 = 2 . 5 6 8
 f 2 = - 5 . 0 6 3
 f 1 2 = 4 . 4 5 3
 f 3 4 = - 4 8 . 9 9 7
 L 1 4 = 3 . 2 7 6 8

【0 0 5 1】

非球面データ

第2面

k = 3.270325E-01, A₄ = -2.963646E-03, A₆ = -4.917528E-02, A₈ = 9.754150E-02,
 A₁₀ = -1.004564E-01

第3面

k = -8.039746, A₄ = -5.150944E-02, A₆ = -5.247068E-02, A₈ = 3.278602E-02,
 A₁₀ = -5.914838E-02

第6面

k = -6.283229, A₄ = -1.582275E-01, A₆ = -2.449629E-02, A₈ = -1.052557E-01,
 A₁₀ = -1.038348E-01, A₁₂ = 4.941694E-02, A₁₄ = 8.339438E-02, A₁₆ = -1.131806E-01

第7面

k = 2.360634E-01, A₄ = 9.188514E-03, A₆ = -2.048402E-03, A₈ = -2.086958E-02,
 A₁₀ = 7.115067E-03, A₁₂ = 1.389927E-03, A₁₄ = -1.191326E-03, A₁₆ = 5.152975E-04

第8面

k = -3.139332, A₄ = -1.388668E-01, A₆ = 4.335681E-02, A₈ = -2.127754E-03,
 A₁₀ = -1.657294E-03, A₁₂ = 7.108948E-05, A₁₄ = 7.601098E-05, A₁₆ = -1.436767E-05

第9面

k = -3.152212, A₄ = -1.258348E-01, A₆ = 3.649518E-02, A₈ = -3.777574E-03,
 A₁₀ = -5.465368E-04, A₁₂ = 6.847761E-05, A₁₄ = 2.155501E-05, A₁₆ = -4.608296E-06

【0 0 5 2】

各条件式の値を以下に示す。

L 1 4 / f = 0 . 7 0 5
 f 1 / f 2 = - 0 . 5 0 7
 f / f 3 4 = - 0 . 0 9 5
 f 1 2 / f 3 4 = - 0 . 0 9 1
 d 1 (= 5 6 . 2) > 5 0
 d 2 (= 2 6 . 0) < 3 0
 d 3 (= 2 9 . 0)
 d 4 (= 5 6 . 2)

このように、本数値実施例3に係る撮像レンズは、条件式(1)～(6)および(4A)を満足する。

【0 0 5 3】

また、本数値実施例3に係る撮像レンズでは、第2レンズL2の物体側の面および像面側の面が共に球面で構成されている。このため、屈折力の強い第1レンズL1のディセンタ(軸ずれ)やチルト等による結像性能の劣化が有効に抑制される。

【0 0 5 4】

図8は、数値実施例3の撮像レンズについて、半画角に対応する横収差を示したもの

であり、図9は、球面収差SA(mm)、非点収差AS(mm)、および歪曲収差DIS-T(%)をそれぞれ示したものである。これら図8および図9に示されるように、本数値実施例3に係る撮像レンズによても、数値実施例1と同様に、像面が良好に補正され、各種収差が好適に補正される。

【0055】

数値実施例4

基本的なレンズデータを以下に示す。

$f=4.654\text{mm}$ 、 $\text{Fno}=2.850$ 、 $=31.68^\circ$

単位 mm

面データ

面番号 i

R

d

N d

d

(物面)

1(絞り)

0.0000

2*

1.695

0.6338

1.52470

56.2 (= d 1)

3*

-3.839

0.0800

4

-2.363

0.3089

1.58500

29.0 (= d 2)

5

-106.518

1.0497

6*

-1.593

0.6699

1.58500

29.0 (= d 3)

7*

-1.892

0.0500

8*

1.358

0.5015

1.52470

56.2 (= d 4)

9*

1.161

0.7000

10

0.3000

1.51633

64.12

11

0.9961

(像面)

【0056】

$f_1 = 2.333$

$f_2 = -4.135$

$f_{12} = 4.429$

$f_{34} = -4.7781$

$L_{14} = 3.2938$

【0057】

非球面データ

第2面

$k=4.198477E-01$, $A_4=1.181523E-03$, $A_6=-6.495178E-02$, $A_8=1.363026E-01$,

$A_{10}=-1.374222E-01$

第3面

$k=-1.297813E+01$, $A_4=-4.268352E-02$, $A_6=-4.601343E-02$, $A_8=7.908415E-02$,

$A_{10}=-9.983359E-02$

第6面

$k=-4.565055$, $A_4=-1.221993E-01$, $A_6=1.937259E-02$, $A_8=-9.214001E-02$,

$A_{10}=-1.103217E-01$, $A_{12}=4.127733E-02$, $A_{14}=9.204231E-02$, $A_{16}=-8.709760E-02$

第7面

$k=-1.343932E-02$, $A_4=7.209626E-03$, $A_6=2.324196E-02$, $A_8=-2.653377E-02$,

$A_{10}=2.967600E-03$, $A_{12}=1.794455E-03$, $A_{14}=-1.748302E-04$, $A_{16}=1.351646E-04$

第8面

$k=-1.949071$, $A_4=-1.509605E-01$, $A_6=3.938322E-02$, $A_8=-3.884382E-04$,

$A_{10}=-1.294363E-03$, $A_{12}=-5.706405E-05$, $A_{14}=2.970576E-05$, $A_{16}=-2.176238E-07$

第9面

$k=-2.201525$, $A_4=-1.448507E-01$, $A_6=3.944284E-02$, $A_8=-3.444687E-03$,

$A_{10}=-5.280442E-04$, $A_{12}=4.557904E-05$, $A_{14}=1.223691E-05$, $A_{16}=-1.966983E-06$

10

20

30

40

50

【0058】

各条件式の値を以下に示す。

$L_{14}/f = 0.708$
 $f_1/f_2 = -0.564$
 $f/f_{34} = -0.097$
 $f_{12}/f_{34} = -0.093$
 $d_1 (= 56.2) > 50$
 $d_2 (= 29.0) < 30$
 $d_3 (= 29.0) = d_2$
 $d_4 (= 56.2) = d_1$

10

このように、本数値実施例4に係る撮像レンズは、条件式(1)～(8)および(4A)を満足する。また、本数値実施例4に係る撮像レンズは、上記数値実施例3に係る撮像レンズと同様、第2レンズL2の物体側の面および像面側の面が共に球面で構成されている。

【0059】

図11は、数値実施例4の撮像レンズについて、半画角に対応する横収差を示したものであり、図12は、球面収差SA(mm)、非点収差AS(mm)、および歪曲収差DIST(%)をそれぞれ示したものである。これら図11および図12に示されるように、本数値実施例4に係る撮像レンズによれば、各種収差が良好に補正される。

【0060】

20

数値実施例5

基本的なレンズデータを以下に示す。

$f=4.798\text{mm}$ 、 $Fno=2.800$ 、 $=30.90^\circ$

単位 mm

面データ

面番号 i (物面)	R	d	N	d
1(絞り)		0.0000		
2*	1.699	0.5690	1.52470	56.2 (= d1)
3*	-5.293	0.1000		
4	-3.408	0.3089	1.58500	29.0 (= d2)
5	11.287	1.1659		
6*	-1.697	0.5610	1.58500	29.0 (= d3)
7*	-1.958	0.0500		
8*	1.390	0.5596	1.52470	56.2 (= d4)
9*	1.173	0.7000		
10		0.3000	1.51633	64.12
11		0.9914		

30

(像面)

【0061】

40

$f_1 = 2.522$
 $f_2 = -4.440$
 $f_{12} = 4.757$
 $f_{34} = -50.305$
 $L_{14} = 3.3144$

【0062】

非球面データ

第2面

$k=4.749279E-01$, $A_4=3.476760E-04$, $A_6=-6.356825E-02$, $A_8=1.175342E-01$,
 $A_{10}=-1.011567E-01$

50

第3面

$k = -4.156986E+01$, $A_4 = -2.684020E-02$, $A_6 = -3.758279E-02$, $A_8 = 8.237750E-02$,
 $A_{10} = -8.343967E-02$

第6面

$k = -9.739629$, $A_4 = -1.223769E-01$, $A_6 = 2.995828E-02$, $A_8 = -5.331111E-02$,
 $A_{10} = -9.433028E-02$, $A_{12} = 1.673157E-02$, $A_{14} = 6.532112E-02$, $A_{16} = -4.486481E-02$

第7面

$k = 2.161561E-01$, $A_4 = 2.297158E-02$, $A_6 = 1.518263E-02$, $A_8 = -2.936526E-02$,
 $A_{10} = 3.163314E-03$, $A_{12} = 2.745350E-03$, $A_{14} = 2.635187E-04$, $A_{16} = -2.468953E-05$

第8面

$k = -3.207069$, $A_4 = -1.521974E-01$, $A_6 = 4.057291E-02$, $A_8 = -4.701675E-05$,
 $A_{10} = -1.260621E-03$, $A_{12} = -3.692410E-05$, $A_{14} = 3.763761E-05$, $A_{16} = -1.774216E-06$

第9面

$k = -2.976996$, $A_4 = -1.374443E-01$, $A_6 = 3.695446E-02$, $A_8 = -3.644394E-03$,
 $A_{10} = -3.609778E-04$, $A_{12} = 6.578660E-05$, $A_{14} = 5.918320E-06$, $A_{16} = -1.434863E-06$

【0063】

各条件式の値を以下に示す。

$L14/f = 0.691$
 $f1/f2 = -0.568$
 $f/f34 = -0.095$
 $f12/f34 = -0.095$
 $d1 (= 56.2) > 50$
 $d2 (= 29.0) < 30$
 $d3 (= 29.0) = d2$
 $d4 (= 56.2) = d1$

このように、本数値実施例5に係る撮像レンズは、条件式(1)~(8)および(4A)を満足する。また、本数値実施例5に係る撮像レンズも、上記数値実施例3に係る撮像レンズと同様、第2レンズL2の物体側の面および像面側の面が共に球面で構成されている。

【0064】

図14は、数値実施例5の撮像レンズについて、半画角に対応する横収差を示したものであり、図15は、球面収差SA(mm)、非点収差AS(mm)、および歪曲収差DIS(%)をそれぞれ示したものである。これら図14および図15に示されるように、本数値実施例5に係る撮像レンズによっても、像面が良好に補正され、各種収差が好適に補正される。

【0065】

数値実施例6

基本的なレンズデータを以下に示す。

$f=4.787\text{mm}$ 、 $Fno=2.800$ 、 $=30.96^\circ$

単位 mm

面データ

面番号 i (物面)	R	d	N	d	d
1(絞り)		0.0000			
2*	1.717	0.5855	1.52470	56.2 (= d1)	
3*	-7.143	0.0500			
4	101.561	0.2800	1.58500	29.0 (= d2)	
5	2.965	1.1446			
6*	-1.358	0.5804	1.58500	29.0 (= d3)	
7*	-1.606	0.0500			

10

20

30

40

50

8*	1.721	0.6703	1.52470	56.2 (= d 4)
9*	1.452	0.7000		
10		0.3000	1.51633	64.12
11		0.9770		

(像面)

【0 0 6 6】

$f_1 = 2.700$
 $f_2 = -5.226$
 $f_{12} = 4.587$
 $f_{34} = -50.449$
 $L_{14} = 3.3608$

10

【0 0 6 7】

非球面データ

第2面

$k = 2.845553E-01$, $A_4 = -4.949311E-03$, $A_6 = -8.999397E-02$, $A_8 = 1.403312E-01$,
 $A_{10} = -1.330315E-01$

第3面

$k = -1.024526E+02$, $A_4 = -2.359451E-02$, $A_6 = -4.992230E-02$, $A_8 = 6.457818E-02$,
 $A_{10} = -8.417329E-02$

第6面

20

$k = -6.880553$, $A_4 = -1.547665E-01$, $A_6 = 7.877087E-02$, $A_8 = -4.928846E-02$,
 $A_{10} = -1.142651E-01$, $A_{12} = 2.340331E-02$, $A_{14} = 8.391176E-02$, $A_{16} = -5.957121E-02$

第7面

$k = -2.013437E-01$, $A_4 = 4.677112E-02$, $A_6 = 1.962590E-02$, $A_8 = -2.873583E-02$,
 $A_{10} = 3.892953E-03$, $A_{12} = 2.578774E-03$, $A_{14} = 2.305930E-05$, $A_{16} = 4.291869E-06$

第8面

$k = -1.019482$, $A_4 = -1.609470E-01$, $A_6 = 3.703774E-02$, $A_8 = -5.941197E-04$,
 $A_{10} = -1.121737E-03$, $A_{12} = 1.887399E-05$, $A_{14} = 4.291904E-05$, $A_{16} = -4.626061E-06$

第9面

$k = -2.352517$, $A_4 = -1.314209E-01$, $A_6 = 3.462338E-02$, $A_8 = -3.618695E-03$,
 $A_{10} = -3.019371E-04$, $A_{12} = 6.447691E-05$, $A_{14} = 5.153162E-06$, $A_{16} = -1.152407E-06$

30

【0 0 6 8】

各条件式の値を以下に示す。

$L_{14} / f = 0.702$
 $f_1 / f_2 = -0.517$
 $f / f_{34} = -0.095$
 $f_{12} / f_{34} = -0.091$
 $d_1 (= 56.2) > 50$
 $d_2 (= 29.0) < 30$
 $d_3 (= 29.0) = d_2$
 $d_4 (= 56.2) = d_1$

40

このように、本数値実施例6に係る撮像レンズは、条件式(1)～(8)および(4A)を満足する。また、本数値実施例6に係る撮像レンズも、上記数値実施例3に係る撮像レンズと同様、第2レンズL2の物体側の面および像面側の面が共に球面で構成されている。

【0 0 6 9】

図17は、数値実施例6の撮像レンズについて、半画角に対応する横収差を示したものであり、図18は、球面収差SA(mm)、非点収差AS(mm)、および歪曲収差DIST(%)をそれぞれ示したものである。これら図17および図18に示されるように、本数値実施例6に係る撮像レンズによっても、像面が良好に補正され、各種収差が好適

50

に補正される。

【0070】

ところで、本実施の形態に係る撮像レンズでは、全てのレンズがプラスチック系の硝材で形成されている。従来、屈折力の大きい第1レンズをガラス系の硝材で形成することが一般的であった。しかし、ガラス系の硝材はプラスチック系の硝材に比較してレンズに成形するまでのトータルコストが高くなるため、撮像レンズの製造コスト低減の面からも課題が残っていた。本実施の形態に係る撮像レンズでは、全てのレンズがプラスティック系の硝材で形成されているため、製造コストの低減を好適に図ることが可能である。

【0071】

したがって、上記各実施の形態に係る撮像レンズを、携帯電話機、デジタルスタイルカメラ、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。 10

【産業上の利用可能性】

【0072】

本発明は、撮像レンズとして小型化とともに良好な収差補正能力が要求される機器、例えば携帯電話機やデジタルスタイルカメラ等の機器に搭載される撮像レンズに適用することができる。

【符号の説明】

【0073】

S T 絞り

20

L 1 第1レンズ

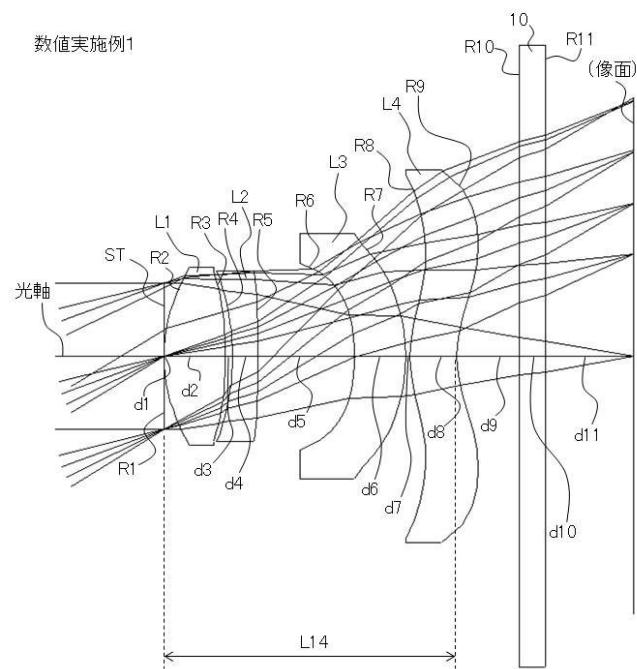
L 2 第2レンズ

L 3 第3レンズ

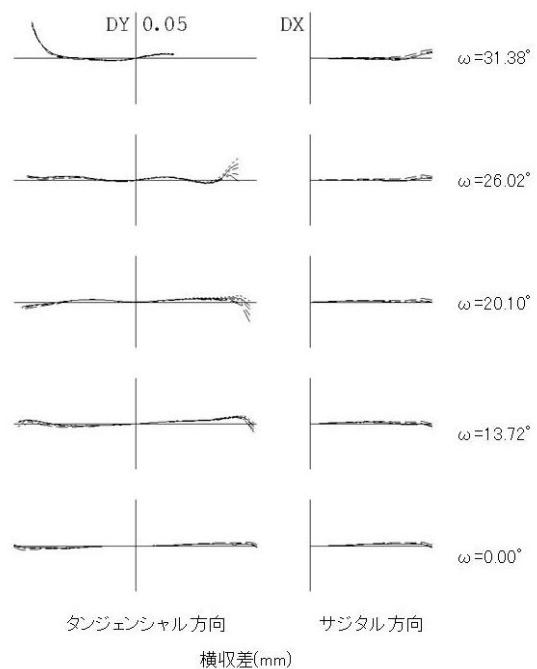
L 4 第4レンズ

10 カバーガラス

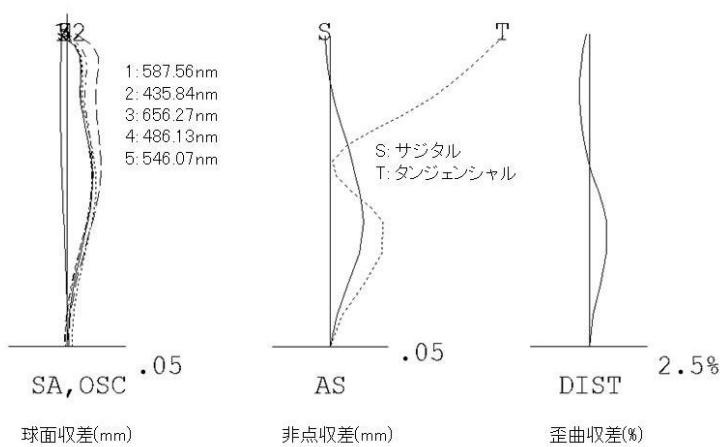
【図1】



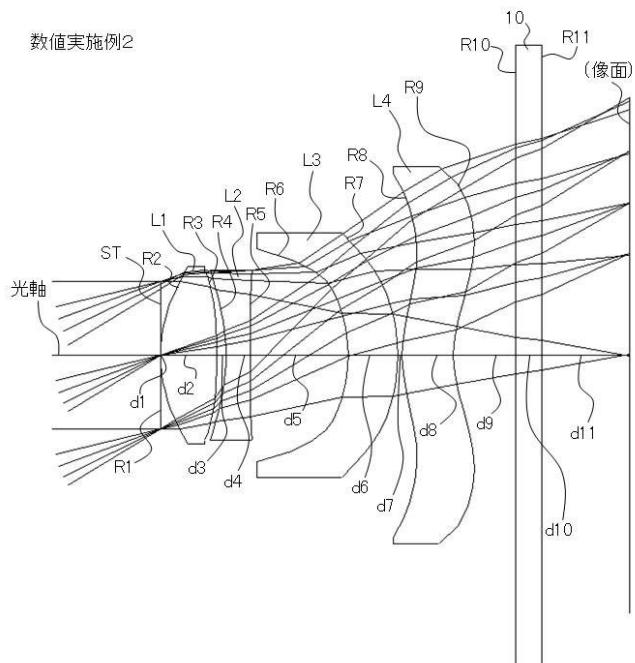
【図2】



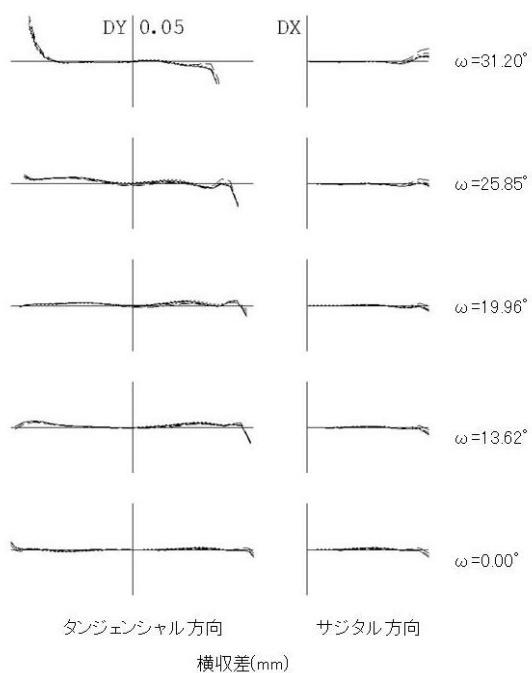
【図3】



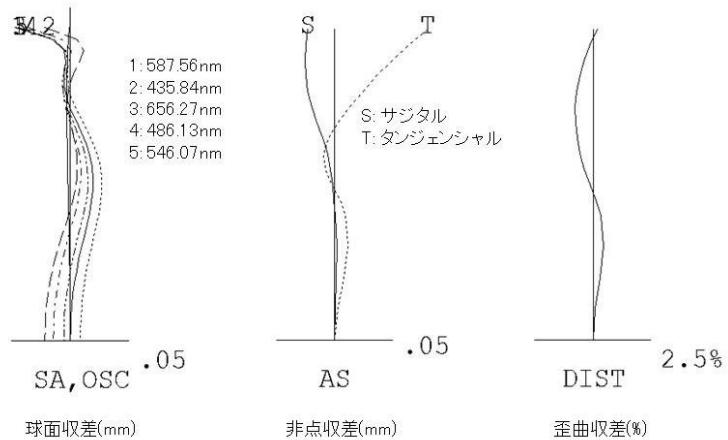
【図4】



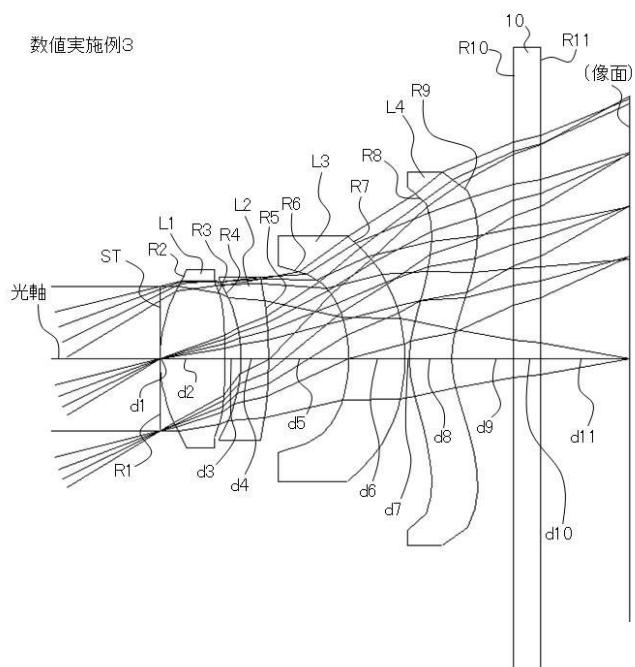
【図5】



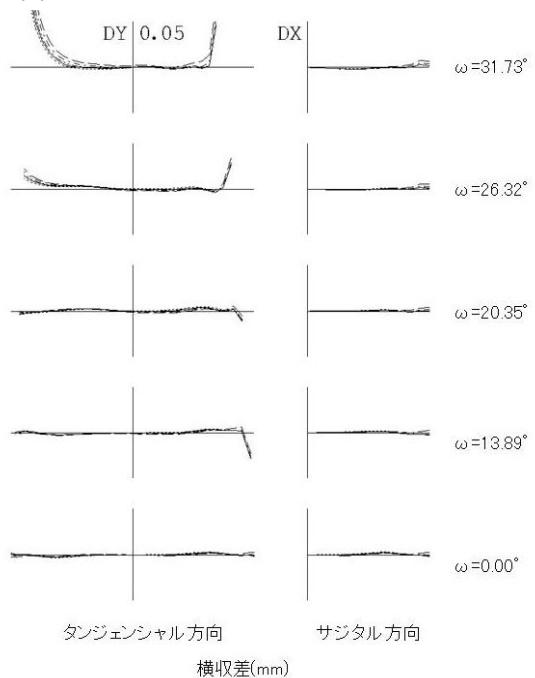
【図6】



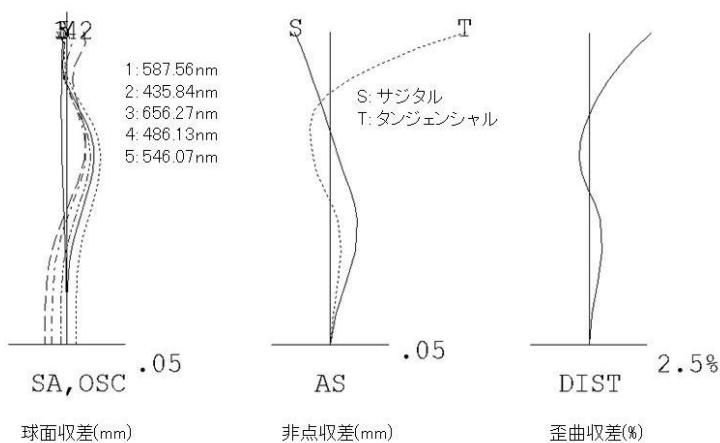
【図7】



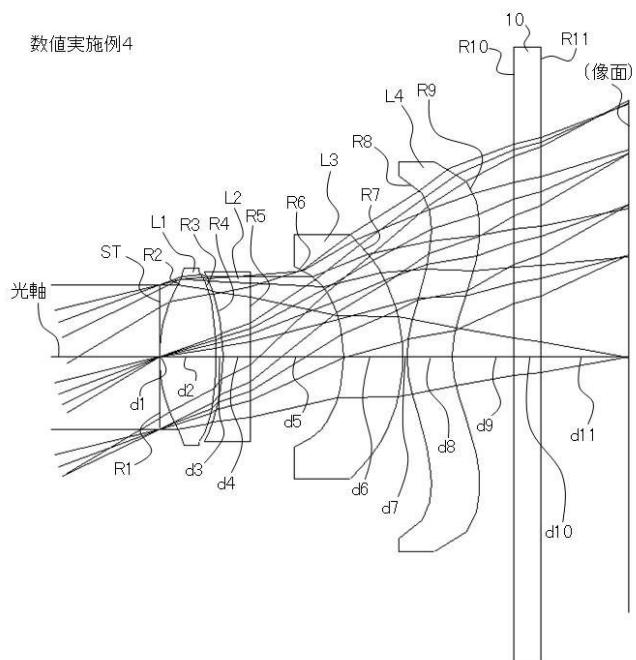
【図8】



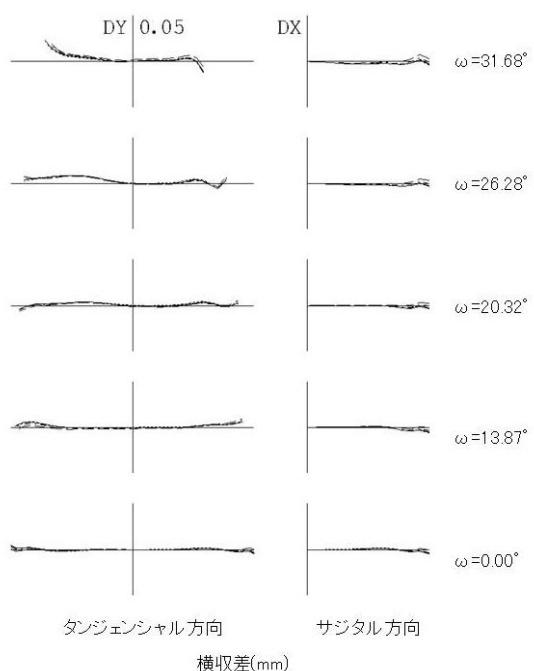
【図9】



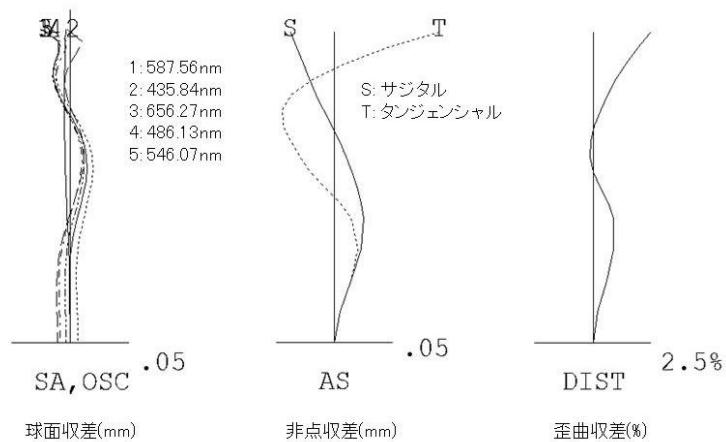
【図10】



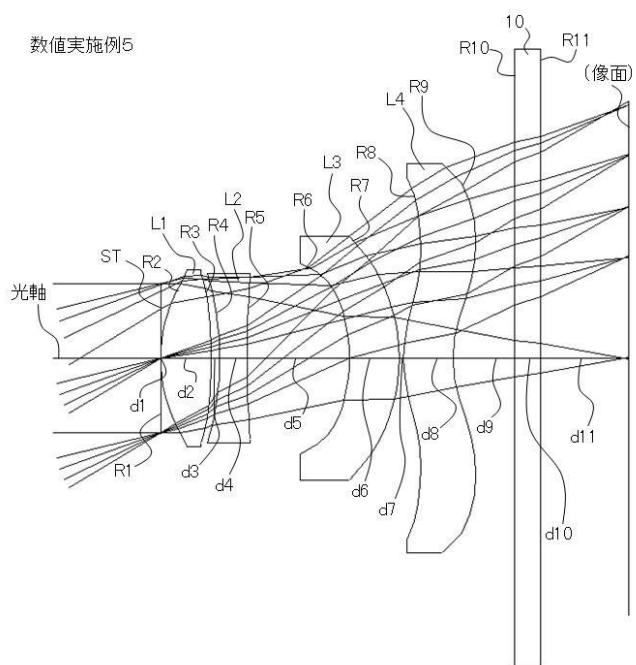
【図11】



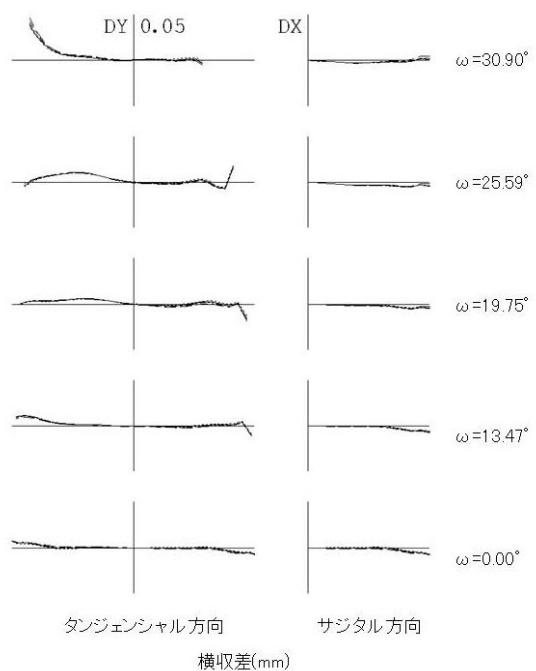
【図12】



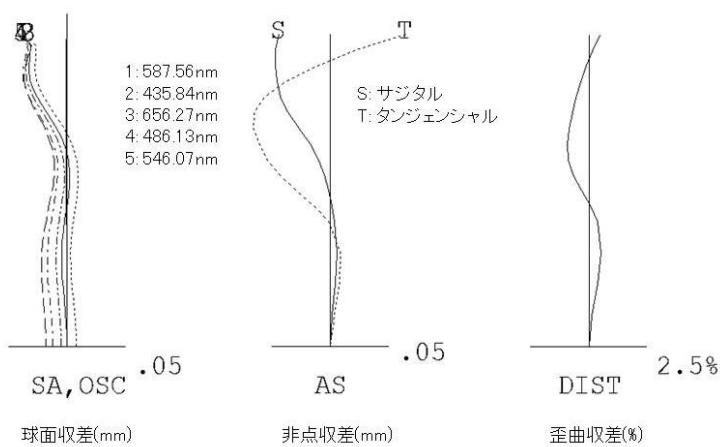
【図13】



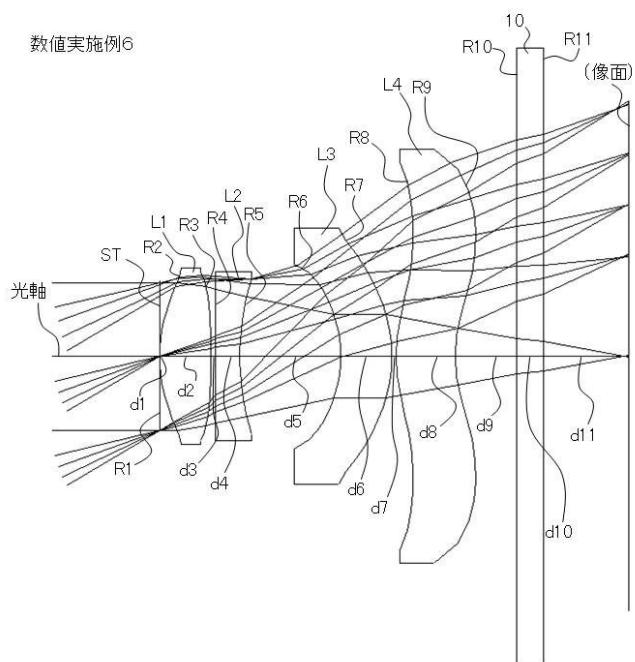
【図14】



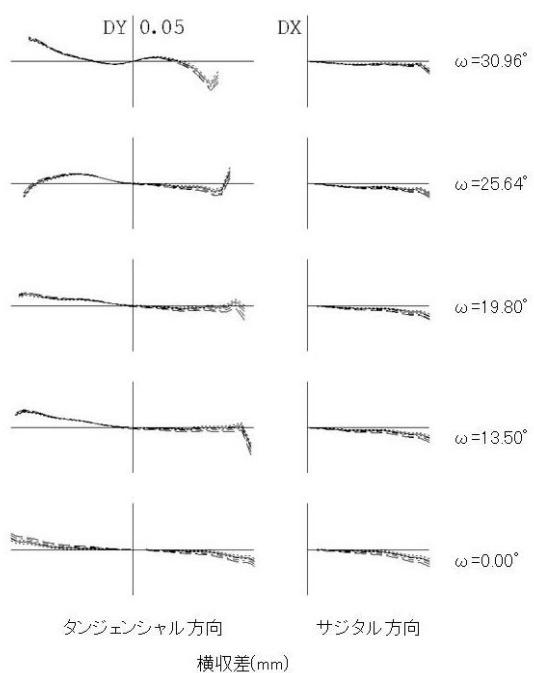
【図15】



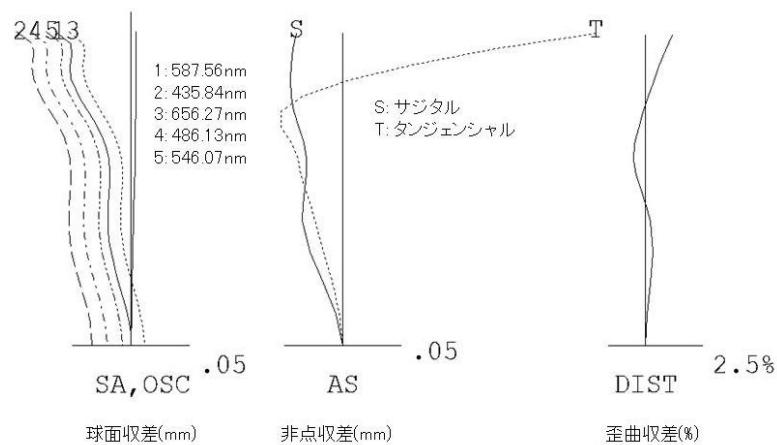
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 栗原 一郎
栃木県矢板市片岡1150番地23 カンタツ株式会社内

審査官 原田 英信

(56)参考文献 特開2009-98513 (JP, A)
特開2009-122634 (JP, A)

(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