

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年3月26日(26.03.2015)



(10) 国際公開番号

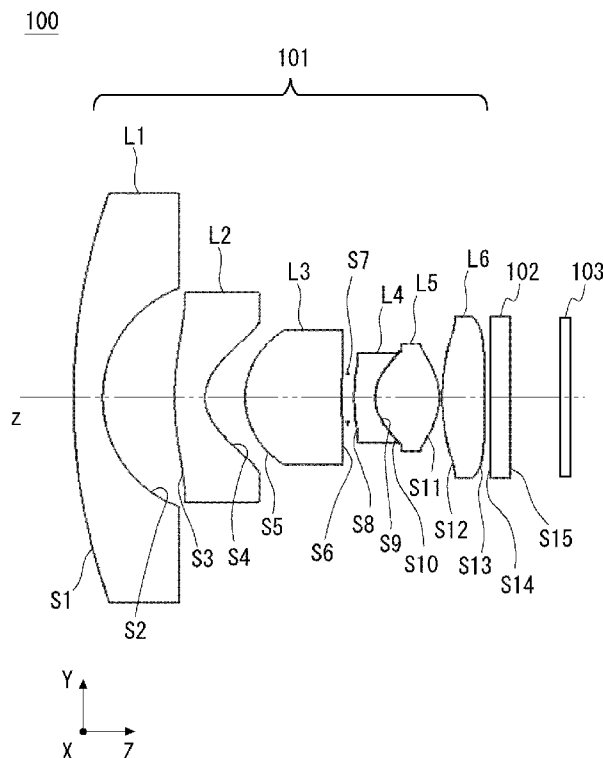
WO 2015/040808 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 13/04 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/004499
- (22) 国際出願日: 2014年9月2日(02.09.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-195936 2013年9月20日(20.09.2013) JP
- (71) 出願人: 日立マクセル株式会社 (HITACHI MAXELL, LTD.) [JP/JP]; 〒5678567 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 上高原 隆(KAMITAKAHARA, Takashi); 〒5678567 大阪府茨城市丑寅一丁目1番88号日立マクセル株式会社内 Osaka (JP). 杉山 隆(SUGIYAMA, Takashi); 〒5678567 大阪府茨城市丑寅一丁目1番88号日立マクセル株式会社内 Osaka (JP). 小原 隆史(OBARA, Takashi); 〒5678567 大阪府茨城市丑寅一丁目1番88号日立マクセル株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 家入 健(IEIRI, Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目33番8 アサヒビルディング10階 響国際特許事務所 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PICKUP LENS SYSTEM AND IMAGE PICKUP DEVICE

(54) 発明の名称: 撮像レンズ系および撮像装置



(57) Abstract: This image pickup lens system (101) is constituted by the following, in order from the object side to the image side: a first lens (L1) having a negative power and a meniscus shape with a concave surface which faces the image side; a second lens (L2) having a negative power and a concave surface which faces the image side; a third lens (L3) having a positive power and a convex surface which faces the object side; a fourth lens (L4) having a negative power; a fifth lens (L5) having a positive power; and a sixth lens (L6) having a positive power. In the image pickup lens system (101), the fourth lens (L4) and the fifth lens (L5) are joined using an adhesive layer provided between an image side lens surface (S9) of the fourth lens (L4) and an object side lens surface (S10) of the fifth lens (L5), and when the focal length of the entire lens system is f and the radius of curvature of the image side lens surface (S9) of the fourth lens (L4) is R_{4i} , conditional formula $0.9 \leq R_{4i}/f \leq 1.3$ is satisfied.

(57) 要約: 本発明の撮像レンズ系(101)は、物体側から像側に向かって順に、負のパワーを有し、像側に凹面を向けたメニスカス形状の第1レンズ(L1)と、負のパワーを有し、像側に凹面を向けた第2レンズ(L2)と、正のパワーを有し、物体側に凸面を向けた第3レンズ(L3)と、負のパワーを有する第4レンズ(L4)と、正のパワーを有する第5レンズ(L5)と、正のパワーを有する第6レンズ(L6)と、から構成される。撮像レンズ系(101)は、第4レンズ(L4)と第5レンズ(L5)とが、第4レンズ(L4)の像側レンズ面(S9)と第5レンズ

(L5)の物体側レンズ面(S10)との間にある接着層により接合されており、レンズ系全体の焦点距離を f 、第4レンズ(L4)の像側レンズ面(S9)の曲率半径を R_{4i} としたときに、条件式「 $0.9 \leq R_{4i}/f \leq 1.3$ 」を満たす。

WO 2015/040808 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：撮像レンズ系および撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、撮像レンズ系および撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 監視用途の光学系として、屋内外の安全性を確保する監視カメラ用レンズ系、車外および車内監視用の車載カメラ用レンズ系などがある。監視用途の光学系には、視界が極めて広く、かつ、高い解像力を有することが求められる。また、特に、車載カメラ用の撮像レンズ系では、コンパクトさも求められる。

[0003] 特許文献1には、広角かつ高解像力を有する広角レンズ系が記載されている。この広角レンズ系は、物体側から順に、負の第1レンズ、負の第2レンズ、正の第3レンズ、負の第4レンズ、正の第5レンズ、正の第6レンズの6枚レンズからなる。この広角レンズ系は、第4レンズの像側レンズ面と第5レンズの物体側レンズ面とが接合されている。接合レンズを用いることにより、レンズ系の組み立て時の部品点数の削減ができ、低コスト化に寄与する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5045300号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 複数のレンズを組み合わせたレンズ系の製造において手間がかかる作業として、接合レンズの貼り合わせがある。接合レンズの接合面においては、凹面と凸面とが接着剤等により貼り合わせられる。

[0006] 接合レンズの接合面の曲率がきつい場合には、凸面を凹面に嵌め込むのに手間取る上、レンズの嵌め合わせの際に接合面に傷がつきやすいという問題

がある。

一方、簡単に嵌めこめるように接合面の曲率を緩くすると、レンズ面に傷がつきにくくなる。しかし、接合面の曲率を緩くすると、十分な収差補正を行うことが難しくなる。

[0007] 本発明は、これらの問題を解決するためなされたものであり、製造しやすく、かつ、十分な収差補正能力を有する撮像レンズ系を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の撮像レンズ系は、
物体側から像側に向かって順に、
負のパワーを有し、像側に凹面を向けたメニスカス形状の第1レンズと、
負のパワーを有し、像側に凹面を向けた第2レンズと、
正のパワーを有し、物体側に凸面を向けた第3レンズと、
負のパワーを有する第4レンズと、
正のパワーを有する第5レンズと、
正のパワーを有する第6レンズと、から構成される撮像レンズ系であって、
、
前記第4レンズと前記第5レンズとが、前記第4レンズの像側レンズ面と前記第5レンズの物体側レンズ面との間にある接着層により接合されており、
、
レンズ系全体の焦点距離を f 、
前記第4レンズの像側レンズ面の曲率半径を R_{4i}
としたときに、以下の条件式(1)を満たすことを特徴とする。

$$0.9 \leq R_{4i} / f \leq 1.3 \quad (1)$$

[0009] 条件式(1)の下限を下回ると、第4レンズの像側レンズ面の曲率半径が小さくなるので、第5レンズの物体側レンズ面との接合が容易ではなくなり、接合レンズを製造する作業性が低下し、コスト高となる。一方、条件式(1)の上限を上回ると、色収差の補正が困難となり、撮像レンズ系の解像力

が低下する。

[0010] 上述の撮像レンズ系は、

前記第4レンズの像側レンズ面および前記第5レンズの物体側レンズ面が非球面形状であり、

前記第4レンズの像側レンズ面と前記第5レンズの物体側レンズ面とが接することがなく、

レンズ面から光軸まで下ろした垂線の足の長さを光軸からの高さとして、前記第5レンズの物体側レンズ面の有効径に相当する高さでのサグ量を S_{g2H} 、

前記第4レンズの像側レンズ面における、前記第5レンズの物体側レンズ面の有効径と同じ高さでのサグ量を S_{g1H} 、

としたときに、

以下の条件式(2)を満たすことを特徴とする。

$$S_{g1H} \leq S_{g2H} \quad (2)$$

[0011] 本発明の撮像レンズ系において、接合レンズを構成する2枚のレンズの接合面である、第4レンズの像側レンズ面と第5レンズの物体側レンズ面とが互いに異なる非球面形状となっている。この構成により、接合レンズを用いて球面収差や色収差などの諸収差を補正することが容易となるので、撮像レンズ系の解像力を高めることができる。

[0012] また、条件式(2)を満たすので、互いに異なる非球面形状である第4レンズの像側レンズ面と第5レンズの物体側レンズ面との間の接着層の厚さを大きくすることができる。すなわち、接合レンズを構成する2枚のレンズの接合面の間隔を広くすることができる。これにより、2枚のレンズを接着する接着作業中に接合面を互いに接触させるなどの事故を防止或いは抑制できる。したがって、接合レンズの製造が容易となる。

[0013] また、第4レンズと第5レンズとの接合面の間隔が広いので、接合面の間に樹脂接着剤が回り込み易くなる。これにより、2枚のレンズの間に気泡が残留することを防止できる。したがって、接合レンズの製造が容易となる。

- [0014] 上述の撮像レンズ系は、
レンズ系全体の焦点距離を f 、
前記第4レンズと前記第5レンズとの合成焦点距離を f_{45} 、
としたとき、以下の条件式（3）を満たすことを特徴とする。
$$2. \quad 8 \leq f_{45} / f \leq 3.7 \quad (3)$$

ただし、 f_{45} は、前記第4レンズと、前記第5レンズと、前記接着層と、
による合成焦点距離である。
- [0015] 条件式（3）について、さらに好ましくは、
$$3. \quad 0 \leq f_{45} / f \leq 3.4$$

とするのがよい。
- [0016] 条件式（3）の上限を上回ると接合レンズのパワーが相対的に弱くなり、
色収差の補正不足となる。一方、条件式（3）の下限を下回ると、接合レン
ズのパワーが相対的に強くなり、接合レンズの各面の曲率半径が小さくなる
ため、加工・接合の作業が困難になる。それとともに、バックフォーカスの
維持が困難となる。
- [0017] 上述の撮像レンズ系は、
レンズ系全体の焦点距離を f 、
前記第1レンズの物体側レンズ面から前記第6レンズの像側レンズ面まで
の距離を OL
としたとき、以下の条件式（4）を満たすことを特徴とする。
$$7. \quad 0 \leq OL / f \leq 1.2 \quad (4)$$
- [0018] 条件式（4）について、さらに好ましくは、
$$8. \quad 0 \leq OL / f \leq 1.1$$

とするのがよい。
- [0019] 条件式（4）の上限を上回ると、レンズ系の光学全長をコンパクトにする
ことが困難になる。一方、条件式（4）の下限を下回ると、レンズの最前面
から最後面までの距離に対してレンズ系全体の焦点距離が小さくなる。この
場合、各レンズのパワーが強くなるため曲率が大きくなり、加工・成形・接

合等の製造面で不利になる。

[0020] 上述の撮像レンズ系は、

前記第3レンズの焦点距離を f_3 、

前記第4レンズと前記第5レンズとの合成焦点距離を f_{45}

としたとき、以下の条件式(5)を満たすことを特徴とする。

$$0.8 \leq f_{45} / f_3 \leq 1.4 \quad (5)$$

ただし、 f_{45} は、前記第4レンズと、前記第5レンズと、前記接着層と、による合成焦点距離である。

[0021] 条件式(5)について、さらに好ましくは、

$$0.85 \leq f_{45} / f_3 \leq 1.35$$

とするのがよい。

[0022] 条件式(5)を満足することにより、撮像レンズ系において、良好に球面収差、コマ収差、軸上色収差、及び倍率色収差を補正することができる。条件式(5)の下限を下回ると、第4レンズと第5レンズとの合成焦点距離に対して、第3レンズの正のパワーが相対的に弱くなる。すると、色収差の補正不足となるので、解像力が低下する。一方、条件式(5)の上限を上回ると、第3レンズの正のパワーが相対的に強くなる。このため、色収差の補正が過剰になるとともに、球面収差及びコマ収差の悪化を招くため、解像力が低下する。

[0023] 上述の撮像レンズ系は、

前記第1レンズと前記第2レンズとの合成焦点距離を f_{12}

としたとき、以下の条件式(6)を満たすことを特徴とする。

$$-1.4 \leq f_{12} / f \leq -1.0 \quad (6)$$

[0024] 条件式(6)について、さらに好ましくは、

$$-1.35 \leq f_{12} / f \leq -1.1$$

とするのがよい。

[0025] 条件式(6)の下限を下回ると、第1レンズ及び第2レンズの負のパワーが弱くなる。このため、画角の大きい光線を大きく曲げにくくなるので、超

広角を達成することが困難になる。また、バックフォーカスが不足し、像面湾曲が補正不足になる。逆に、条件式（６）の上限を上回ると、第１レンズ及び第２レンズの負のパワーが強くなる。このため、第１レンズの像側レンズ面、第２レンズの像側レンズ面の曲率が強くなり、製造が困難になる。また、像面湾曲の補正が過剰となり、球面収差が正方向に補正過剰になるため、解像力が低下する。

[0026] 上述の撮像レンズ系は、

レンズ系全体の焦点距離を f 、

前記第１レンズと前記第２レンズとの合成焦点距離を f_{12}

前記第３レンズの焦点距離を f_3

としたときに、以下の条件式（７）を満たすことを特徴とする。

$$-2.8 \leq f_3 / f_{12} \leq -2.0 \quad (7)$$

[0027] 条件式（７）について、さらに好ましくは、

$$-2.6 \leq f_3 / f_{12} \leq -2.2$$

とするのがよい。

[0028] 条件式（７）を満足することにより、撮像レンズ系において、軸上色収差及び倍率色収差を補正し、良好な解像特性を得ることができる。条件式（７）の下限を下回ると、第１レンズと第２レンズとの合成パワーに対して、第３レンズの正のパワーが相対的に弱くなり、色収差の補正不足となる。逆に、条件式（７）の上限を上回ると、第３レンズ L_3 の正のパワーが相対的に強くなり、色収差が過剰に補正されるとともに、バックフォーカスの確保するのが難しくなる。

[0029] 上述の撮像レンズ系は、

前記第１レンズの焦点距離を f_1 、

前記第２レンズの焦点距離 f_2

としたとき、以下の条件式（８）を満たすことを特徴とする。

$$1.9 \leq f_1 / f_2 \leq 2.4 \quad (8)$$

[0030] 条件式（８）について、さらに好ましくは、

$$2. \quad 0 \leq f_1 / f_2 \leq 2.3$$

とするのがよい。

[0031] 条件式(8)は、第1レンズと第2レンズの焦点距離の比を規定したものである。この条件式(8)の上限を上回ると、第1レンズの負のパワーが弱くなる。すると、広角化に不利になるとともに、第1レンズの有効径が大きくなり大型化してしまう。また、バックフォーカスが短くなる要因ともなる。一方、条件式(8)の下限を下回ると第1レンズの負のパワーが相対的に強くなる。すると、像面湾曲の補正が難しくなり、解像力が低下する。

[0032] 上述の撮像レンズ系は、

前記第1レンズのアッベ数を ν_1 、

前記第2レンズのアッベ数を ν_2 、

前記第3レンズのアッベ数を ν_3 、

前記第4レンズのアッベ数を ν_4 、

前記第5レンズのアッベ数を ν_5 、

前記第6レンズのアッベ数を ν_6

としたとき、以下の条件式(9)～(14)の全てを満たすことを特徴とする。

$$\nu_1 \geq 40 \quad (9)$$

$$\nu_2 \geq 50 \quad (10)$$

$$\nu_3 \leq 35 \quad (11)$$

$$\nu_4 \leq 35 \quad (12)$$

$$\nu_5 \geq 50 \quad (13)$$

$$\nu_6 \geq 50 \quad (14)$$

[0033] 条件式(9)～(14)を満たすことにより、軸上色収差、倍率色収差が適正に補正され、高解像力を達成できる。

[0034] 上述の撮像レンズ系は、

最大画角における主光線入射角度を ϕ_H

としたときに、以下の条件式(15)を満たすことを特徴とする。

$$\phi_h \leq 16^\circ \quad (15)$$

[0035] 条件式(15)を満たすことにより、特に広画角側からの入射光束を効率的に撮像素子の各画素に導くことができ、撮像素子で発生するシェーディングを小さく抑えることができる。

[0036] さらに、上述の撮像レンズ系は、

前記第2レンズの光軸近傍において、物体側レンズ面が物体側へ凸であることを特徴とするものでもよい。

この構成をとることにより歪曲収差を補正しやすくなる。

[0037] また、上述の撮像レンズ系は、

前記第4レンズおよび前記第5レンズはプラスチックレンズであることを特徴とするものでもよい。

プラスチックレンズを多用することにより、軽量で安価な撮像レンズ系を提供できる。

[0038] さらに、上述の撮像レンズ系は、

前記第1レンズがガラスレンズであり、

前記第2レンズ、前記第3レンズ、前記第4レンズ、前記第5レンズ、および前記第6レンズはプラスチックレンズである

ことを特徴とするものでもよい。

第1レンズ以外をすべてプラスチックレンズとすることにより、さらなる軽量化及び製造コストの低減が可能となる。

[0039] また、上述の撮像レンズ系は、

前記第1レンズおよび前記第3レンズはガラスレンズであり、

前記第2レンズ、前記第4レンズ、前記第5レンズ、および前記第6レンズはプラスチックレンズである

ことを特徴とするものでもよい。

[0040] 第1レンズ以外をすべてプラスチックレンズとする場合と比べて、第3レンズに高屈折率のガラス材料を用いると、温度変化に対する撮像レンズ系のピントシフトが抑制される。これにより、オートフォーカス機構を持たない

撮像装置において、高温時および低温時での結像性能の劣化をより抑制することが期待できる。

- [0041] 本発明の撮像装置は、
上述の撮像レンズ系と、
前記撮像レンズ系の結像位置に配置された撮像素子と、を有する
ことを特徴とするものでもよい。

発明の効果

- [0042] 本発明によれば、製造しやすく、かつ、十分な収差補正能力を有する撮像レンズ系を提供できる。

図面の簡単な説明

- [0043] [図1]実施の形態1にかかる撮像装置の構成を示す図である。
[図2]実施の形態1にかかる撮像レンズ系の第4レンズと第5レンズのサグ量の条件について説明する模式図である。
[図3]実施例1の撮像レンズ系の構成を示す図である。
[図4]実施例1の撮像レンズ系の収差図である。
[図5]実施例2の撮像レンズ系の構成を示す図である。
[図6]実施例2の撮像レンズ系の収差図である。
[図7]実施例3の撮像レンズ系の構成を示す図である。
[図8]実施例3の撮像レンズ系の収差図である。
[図9]実施例4の撮像レンズ系の構成を示す図である。
[図10]実施例4の撮像レンズ系の収差図である。
[図11]実施例5の撮像レンズ系の構成を示す図である。
[図12]実施例5の撮像レンズ系の収差図である。

発明を実施するための形態

- [0044] [実施の形態1]

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本実施形態にかかる撮像装置100の構成を示す図である。撮像装置100は、撮像レンズ系101と、カバーガラス102と、撮像素子1

03と、を備える。

[0045] 撮像素子103は、受光した光を電気信号に変換する素子であり、例えば、CCDイメージセンサやCMOSイメージセンサが用いられる。撮像素子103は、撮像レンズ系101の結像位置に配置されている。

カバーガラス102は、撮像素子103を異物から保護するために、撮像素子103上に設けられている。

[0046] 撮像レンズ系101は、物体側から像側に向かって順に、負のパワーを有する第1レンズL1と、負のパワーを有する第2レンズL2と、正のパワーを有する第3レンズL3と、絞りと、負のパワーを有する第4レンズL4と、正のパワーを有する第5レンズL5と、正のパワーを有する第6レンズL6と、から構成される。図1に示すように、撮像レンズ系101の各レンズ面はS1～S13、カバーガラス102の各面はS14、S15と表される。

[0047] 第1レンズL1は、像側に凹面を向けたメニスカス形状のレンズである。第2レンズL2は、少なくとも1面が非球面形状であり、像側に凹面を向けている。第3レンズL3は、物体側に凸面を向けている。

[0048] 第4レンズL4は、像側レンズ面S9が非球面形状であり、像側に凹面を向けている。第5レンズL5は、物体側レンズ面S10が非球面形状であり、物体側に凸面を向けている。第4レンズL4の像側レンズ面S9と第5レンズL5の物体側レンズ面S10とが、接触しないように配置され、接着層により接合されている。第6レンズL6は、少なくとも一つのレンズ面が非球面形状である。接着層としては、例えば、樹脂接着剤が用いられる。

[0049] 撮像レンズ系101は、少なくとも1面が非球面形状であり、正のパワーを有する第6レンズL6を、レンズ系の最も像側に配置することにより、テレセントリック性を向上させることができる。

[0050] 本実施形態にかかる撮像レンズ系101は、
レンズ面から光軸zまで下ろした垂線の足の長さを光軸からの高さとして、第5レンズL5の物体側レンズ面S10の有効径に相当する高さHでのサ

グ量を $S_{g2}H$ 、

第4レンズL4の像側レンズ面S9における、第5レンズL5の物体側レンズ面S10の有効径と同じ高さHでのサグ量を $S_{g1}H$ 、

としたときに、

以下の条件式(1)を満たす。

$$S_{g1}H \leq S_{g2}H \quad (1)$$

[0051] 図2を用いて、レンズのサグ量と上述のパラメータ $S_{g1}H$ および $S_{g2}H$ について説明する。レンズ面上の任意の位置から光軸zまで下ろした垂線の足の長さを、光軸zからの高さhとする。レンズ面から光軸zに下ろされた垂線は、光軸zと直交する方向(y軸方向)を向く。光軸zからの高さhにおけるレンズ面のサグ量とは、レンズ面と光軸z(z軸方向)との交点を含んだ光軸zと直交する平面を基準面としたときに、光軸zからの高さhの位置における、基準面からレンズ面までのz軸方向の距離である。

[0052] 図2において、第4レンズL4の像側レンズ面S9の基準面をP1、第5レンズL5の物体側レンズ面S10の基準面をP2とする。第5レンズL5の物体側レンズ面S10の有効径に相当する光軸zからの高さをHとすると、 $S_{g2}H$ は、高さHにおける基準面P2からレンズ面S10までの距離である。 $S_{g1}H$ は、 $S_{g2}H$ と同じ高さHにおける基準面P1からレンズ面S9までの距離である。

[0053] 接合レンズを構成する第4レンズL4の像側レンズ面S9と第5レンズL5の物体側レンズ面S10との間にある接着層の厚さについて考える。撮像レンズ系101の光軸zに沿った方向の接着層の厚さをDとすると、

接着層の厚さDは以下の条件を満たすことが望ましい。

$$20\mu m \leq D \leq 100\mu m \quad (16)$$

[0054] 撮像レンズ系101の設計時においては、接着層の厚さDを $20\mu m$ として、接合面間の接着層による屈折も考慮されている。設計段階で接着層の存在を予め考慮せずに製造段階で接着剤を使用すると、接合面間の接着層の影響により、タンジェンシャル面における像面湾曲のプラス側へのシフトが大

きくなる傾向がある。タンジェンシャル面における像面湾曲のプラス側へのシフトを、設計時に予め考慮しておくことにより、像面湾曲のプラス側へのシフトを抑制した設計が可能となる。

[0055] また、接着層の厚さDが100 μ m以下であれば、第4レンズL4と第5レンズL5との間隔が広くなることに起因するタンジェンシャル面での像面湾曲のプラス側へのシフトを、補正が可能な範囲に収めることができる。

[0056] 以上、説明したように、本実施形態の構成により、製造しやすく、かつ、十分な収差補正能力を有する撮像レンズ系101を提供することができる。

[0057] 接合レンズの接合面は通常は球面であり、その場合、接合する2面の曲率半径は等しくなっていることが多い。よって、球面同士の接合レンズを用いると、接合しない2つの面にのみしか非球面を用いることができず、さらに、レンズ設計における自由度が4面から3面に減少する。

本実施形態の撮像レンズ系101では、接合面の形状が異なる2枚のレンズを接合した接合レンズを用いているので、レンズ設計において4面分の自由度があり、解像力を高めることができる。さらに、4面すべてに非球面を用いることもできるので、解像力をより高めることが可能である。ただし、本発明から球面同士を貼り合わせた接合レンズを含む撮像レンズ系を除外するものではない。

実施例 1

[0058] 以下、本発明の撮像レンズ系101の実施例について説明する。

実施例1、3、および5の撮像レンズ101は、第1レンズL1がガラスレンズであり、第2レンズL2、第3レンズL3、第4レンズL4、第5レンズL5、および第6レンズL6はプラスチックレンズである。

[0059] 実施例2および4の撮像レンズ101は、第1レンズL1および第3レンズL3がガラスレンズであり、第2レンズL2、第4レンズL4、第5レンズL5、および第6レンズL6はプラスチックレンズである。

[0060] (実施例1)

図3は、実施例1の撮像レンズ系101の構成を示す図である。

実施例1の撮像レンズ系101は、物体側から像側に向かって順に、負のパワーを有する第1レンズL1と、負のパワーを有する第2レンズL2と、正のパワーを有する第3レンズL3と、絞りと、負のパワーを有する第4レンズL4と、正のパワーを有する第5レンズL5と、正のパワーを有する第6レンズL6と、から構成される。

[0061] 第1レンズL1は、負のパワーを有する球面メニスカスレンズである。第1レンズL1の物体側レンズ面S1および像側レンズ面S2は、それぞれが正の曲率を備えた球面である。物体側レンズ面S1は物体側に凸面を向けており、像側レンズ面S2は像側に凹面を向けている。

[0062] 第2レンズL2は、負のパワーを有する非球面レンズである。物体側レンズ面S3および像側レンズ面S4は、正の曲率を備えた非球面である。物体側レンズ面S3は物体側に凸面を向けており、像側レンズ面S4は像側に凹面を向けている。

[0063] 第3レンズL3は、正のパワーを有する非球面レンズである。物体側レンズ面S5は正の曲率を備えた非球面であり、像側レンズ面S6は負の曲率を備えた非球面である。物体側レンズ面S5は物体側に突出する凸形状の曲面部分を備えており、像側レンズ面S6は像側に突出する凸形状の曲面部分を備えている。

[0064] 第4レンズL4は、負のパワーを有する非球面レンズである。物体側レンズ面S8および像側レンズ面S9は、それぞれが正の曲率を備えた非球面である。物体側レンズ面S8は物体側に突出する凸形状の曲面部分を備えており、像側レンズ面S9は物体側に突出する凸形状の曲面部分を備えている。

[0065] 第5レンズL5は、正のパワーを有する非球面レンズである。物体側レンズ面S10は正の曲率を備えた非球面であり、像側レンズ面S11は負の曲率を備えた非球面である。物体側レンズ面S10は物体側に突出する凸形状の曲面部分を備えており、像側レンズ面S11は像側に突出する凸形状の曲面部分を備えている。

[0066] 第6レンズL6は、正のパワーを有する非球面レンズである。物体側レン

ズ面 S 1 2 は正の曲率を備えた非球面であり、像側レンズ面 S 1 3 は負の曲率を備えた非球面である。物体側レンズ面 S 1 2 は物体側に突出する凸形状の曲面部分を備えており、像側レンズ面 S 1 3 は像側に突出する凸形状の曲面部分を備えている。

[0067] 表 1 に、撮像レンズ系 1 0 1 の各レンズ面のレンズデータを示す。レンズデータとしては、各面の曲率半径、面間隔、屈折率、およびアッペ数を載せている。「*印」がついた面は、非球面であることを示している。

[0068] [表1]

実施例1
レンズデータ

	曲率半径	面間隔	nd(屈折率)	ν d(abbe数)
第1面	20.800	1.000	1.773	49.6
第2面	4.000	2.470		
第3面*	8.760	1.050	1.535	56.0
第4面*	1.300	1.380		
第5面*	2.530	3.340	1.635	24.0
第6面*	-24.700	0.190		
(絞り)第7面	Infinity	0.230		
第8面*	12.270	0.710	1.640	24.0
第9面*	1.580	0.020	1.502	51.0
第10面*	1.615	2.190	1.535	56.0
第11面*	-2.205	0.100		
第12面*	6.834	1.460	1.535	56.0
第13面*	-100.000	0.200		
第14面	Infinity	0.700	1.517	64.2
第15面	Infinity	1.582		

[0069] レンズ面に採用する非球面形状は、Y をサグ量、c を曲率半径の逆数、K を円錐係数、h を光軸からの光線高さとして、4 次、6 次、8 次、1 0 次、1 2 次、1 4 次、1 6 次の非球面係数をそれぞれ A 4、A 6、A 8、A 1 0、A 1 2、A 1 4、A 1 6 としたときに、次式により表わされる。

[0070] [数1]

$$Y(h) = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (K + 1)c^2h^2}} + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10} + A_{12}h^{12} + A_{14}h^{14} + A_{16}h^{16}$$

[0071] 表 2 に、実施例 1 の撮像レンズ系 1 0 1 において、非球面とされたレンズ

面の非球面形状を規定するための非球面係数を示す。表2において、例えば「 $-2.1058E-03$ 」は、「 -2.1058×10^{-3} 」を意味する。

[0072] [表2]

実施例1

非球面係数

	第3面	第4面	第5面	第6面	第8面
k	-1.484333E+00	-1.421434E+00	-1.620249E+00	-2.091697E+03	0.000000E+00
A4	-2.105800E-03	8.637415E-03	6.488969E-03	3.622244E-02	3.842569E-02
A6	3.314065E-05	-8.572462E-04	1.973740E-03	1.480411E-02	-1.178668E-02
A8	-1.731997E-07	-4.857446E-05	-1.657386E-04	5.533629E-03	-4.215387E-03
A10	-3.179735E-07	-5.853922E-06	-1.248852E-05	-1.208937E-02	3.897600E-03
A12	2.251194E-09	-8.592678E-07	4.667274E-06	4.014238E-03	1.391219E-03
A14	1.241810E-09	-2.086788E-07	7.637530E-07	1.110999E-02	-7.849971E-04
A16	-6.709219E-11	3.993908E-08	-1.827560E-07	-7.343172E-03	-8.856597E-04

	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面
k	9.813834E+01	-4.872938E-01	-6.322230E-01	-4.502662E-01	2.782270E+00
A4	7.235133E-02	1.085298E-01	5.598998E-03	-3.878764E-03	2.456649E-04
A6	-6.743117E-02	-6.305720E-02	-2.919005E-04	3.536157E-04	-1.184754E-03
A8	1.197984E-02	-2.333613E-03	1.137075E-03	9.840331E-05	1.036465E-04
A10	1.953412E-03	4.363565E-03	-4.336772E-05	-4.143835E-06	7.922763E-06
A12	-3.063140E-04	5.492071E-04	-6.294242E-06	-4.195373E-06	-1.382913E-06
A14	-6.841158E-05	-6.133538E-05	8.046521E-06	1.975841E-07	-3.406164E-07
A16	-8.629110E-06	-6.200889E-05	-2.680505E-07	9.976153E-09	3.249769E-08

[0073] 図4 (a) ~ (c) は、実施例1の撮像レンズ系101の縦収差図、像面湾曲図、歪曲収差図である。図4 (a) の縦収差図では、横軸は光線が光軸zと交わる位置を示し、縦軸は瞳径での高さを示す。図4 (a) では、波長の異なる複数の光線 (436 nm、546 nm、656 nm) によるシミュレーション結果を示してある。図4 (b) の像面湾曲図では、横軸は光軸z方向の距離を示し、縦軸は像高 (画角) を示す。図4 (b) において、Sagはサジタル面における像面湾曲を示し、Tanはタンジェンシャル面における像面湾曲を示す。図4 (c) の歪曲収差図では、横軸は像の歪み量 (%) を示し、縦軸は像高 (画角) を示す。図4 (b) および図4 (c) では、波長546 nmの光線によるシミュレーション結果を示してある。

[0074] (実施例2)

図5は、実施例2の撮像レンズ系101の構成を示す図である。

実施例2の撮像レンズ系101においては、第1レンズL1、第2レンズL2、第3レンズL3、第4レンズL4、および第5レンズL5は、実施例1の撮像レンズ系101と同様の形状をしている。

[0075] 第6レンズL6は、正のパワーを有する非球面レンズである。物体側レンズ面S12は正の曲率を備えた非球面であり、像側レンズ面S13も正の曲率を備えた非球面である。物体側レンズ面S12および像側レンズ面S13は、物体側に突出する凸形状の曲面部分を備えている。

[0076] 表3に、撮像レンズ系101の各レンズ面のレンズデータを示す。「*印」がついた面は、非球面であることを示している。

[0077] [表3]

実施例2
レンズデータ

	曲率半径	面間隔	nd(屈折率)	ν d(abbe数)
第1面	20.546	0.910	1.804	46.5
第2面	4.413	2.346		
第3面*	7.675	1.184	1.535	56.0
第4面*	1.353	1.615		
第5面*	3.484	4.062	1.821	24.5
第6面*	-35.532	0.189		
(絞り)第7面	Infinity	0.175		
第8面*	11.071	0.667	1.635	24.0
第9面*	1.536	0.020	1.502	51.0
第10面*	1.585	2.071	1.535	56.0
第11面*	-2.134	0.100		
第12面*	7.849	1.506	1.535	56.0
第13面*	828.498	0.200		
第14面	Infinity	0.700	1.517	64.2
第15面	Infinity	1.442		

[0078] 表4に、本実施例の撮像レンズ系101において、非球面とされたレンズ面の非球面形状を規定するための非球面係数を示す。

[0079]

[表4]

実施例2

非球面係数

	第3面	第4面	第5面	第6面	第8面
k	-1.076729E-01	-1.177419E+00	-1.696557E+00	-1.481672E+02	6.474551E+01
A4	-2.828932E-03	4.159409E-03	5.719135E-03	4.333101E-02	1.883895E-02
A6	-2.483991E-05	-7.616121E-04	1.390438E-04	-5.639642E-02	-8.422078E-03
A8	2.711798E-06	-2.992246E-05	6.472564E-05	9.997269E-02	-2.357209E-04
A10	-7.376416E-08	4.349300E-06	-8.433352E-06	-3.490617E-02	-8.037339E-05
A12	1.164796E-09	3.715584E-07	4.001552E-07	-9.146710E-02	5.632911E-05
A14	1.183854E-10	1.001689E-08	2.003859E-08	1.079506E-01	3.687574E-05
A16	-4.545132E-12	-2.760621E-09	2.421294E-09	-3.425412E-02	1.699255E-04

	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面
k	-3.532814E-01	-5.530730E-01	-3.462018E-01	-2.429449E+00	-4.623476E+03
A4	1.101161E-02	5.268591E-02	3.292746E-03	-4.167975E-03	1.981963E-04
A6	-2.046346E-02	-1.038836E-02	-1.370770E-04	-1.686825E-03	-2.230855E-03
A8	-3.424355E-03	-1.570851E-02	3.557230E-04	-2.162502E-04	3.251002E-05
A10	6.813038E-04	3.338968E-03	-1.629978E-04	1.976235E-05	-2.130381E-06
A12	6.125718E-05	2.477442E-04	-9.487086E-06	4.769137E-06	1.497786E-07
A14	1.044067E-06	9.137559E-05	2.605621E-05	-2.724707E-07	7.387754E-08
A16	-1.112372E-05	-8.610890E-05	-7.421913E-07	-5.890275E-07	-2.684809E-08

[0080] 図6(a)～(c)は、実施例2の撮像レンズ系101の縦収差図、像面湾曲図、歪曲収差図である。

[0081] (実施例3)

図7は、実施例3の撮像レンズ系101の構成を示す図である。

実施例3の撮像レンズ系101においては、第1レンズL1、第2レンズL2、第4レンズL4、および第5レンズL5は、実施例1の撮像レンズ系101と同様の形状をしている。

[0082] 第3レンズL3は、正のパワーを有する非球面レンズである。物体側レンズ面S5および像側レンズ面S6は正の曲率を備えた非球面である。物体側レンズ面S5および像側レンズ面S6は、物体側に突出する凸形状の曲面部分を備えている。

[0083] 第6レンズL6は、正のパワーを有する非球面レンズである。物体側レンズ面S12および像側レンズ面S13は正の曲率を備えた非球面である。物体側レンズ面S12および像側レンズ面S13は、物体側に突出する凸形状の曲面部分を備えている。

[0084] 表5に、撮像レンズ系101の各レンズ面のレンズデータを示す。「*印」がついた面は、非球面であることを示している。

[0085] [表5]

実施例3
レンズデータ

	曲率半径	面間隔	nd(屈折率)	ν d(abbé数)
第1面	24.075	1.000	1.773	49.6
第2面	4.900	2.240		
第3面*	6.650	1.161	1.535	56.0
第4面*	1.530	1.873		
第5面*	3.290	4.003	1.635	24.0
第6面*	25.530	0.394		
(絞り)第7面	Infinity	0.079		
第8面*	9.390	0.911	1.635	23.0
第9面*	1.640	0.020	1.502	51.0
第10面*	1.690	2.136	1.533	56.0
第11面*	-2.710	0.069		
第12面*	4.630	1.808	1.532	56.0
第13面*	24.780	0.200		
第14面	Infinity	0.700	1.517	64.2
第15面	Infinity	1.942		

[0086] 表6に、本実施例の撮像レンズ系101において、非球面とされたレンズ面の非球面形状を規定するための非球面係数を示す。

[0087]

[表6]

実施例3
非球面係数

	第3面	第4面	第5面	第6面	第8面
k	1.003906E-02	-1.100475E+00	-1.169295E+00	9.050708E+01	1.220345E+01
A4	-2.849800E-03	3.370243E-03	5.864064E-03	3.828034E-02	2.056096E-02
A6	-3.057787E-05	-5.709613E-04	3.936231E-04	6.143102E-03	-2.708864E-03
A8	3.853956E-06	-1.369644E-05	1.401467E-05	-1.514055E-03	2.366553E-03
A10	-1.144273E-07	-2.987223E-07	-5.412744E-06	3.347777E-03	-1.679249E-05
A12	7.252903E-10	1.303247E-07	6.866341E-07	-2.435610E-04	5.732334E-04
A14	3.969795E-12	-6.377359E-10	-3.126601E-09	3.312977E-04	3.577393E-04
A16	1.666761E-13	-2.385910E-10	-1.392920E-09	-2.011078E-04	-4.921932E-04

	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面
k	-4.915773E-01	-6.601375E-01	-1.482810E-01	-3.803974E+00	0.000000E+00
A4	-1.518254E-02	-2.979824E-03	8.942995E-04	3.886824E-03	7.852638E-03
A6	-1.837238E-02	-1.444808E-02	-5.117998E-05	-2.924924E-04	-1.575350E-03
A8	3.158969E-03	-1.040933E-03	7.547356E-04	-1.898858E-05	2.780983E-05
A10	1.904658E-03	4.518571E-03	-1.069541E-04	4.414182E-06	2.317100E-06
A12	-2.891545E-04	-6.328448E-04	3.349316E-06	-7.334333E-09	1.562918E-07
A14	-2.176600E-05	6.849162E-05	7.287869E-06	-1.571822E-09	3.923354E-10
A16	-1.413446E-05	-6.118631E-05	-3.668991E-07	2.685085E-10	7.127978E-10

[0088] 図8(a)～(c)は、実施例3の撮像レンズ系101の縦収差図、像面湾曲図、歪曲収差図である。

[0089] (実施例4)

図9は、実施例4の撮像レンズ系101の構成を示す図である。

実施例4の撮像レンズ系101においては、第1レンズL1、第2レンズL2、第4レンズL4、第5レンズL5、および第6レンズL6は、実施例1の撮像レンズ系101と同様の形状をしている。

[0090] 第3レンズL3は、正のパワーを有する非球面レンズである。物体側レンズ面S5および像側レンズ面S6は正の曲率を備えた非球面である。物体側レンズ面S5および像側レンズ面S6は、物体側に突出する凸形状の曲面部分を備えている。

[0091] 表7に、撮像レンズ系101の各レンズ面のレンズデータを示す。「*印」がついた面は、非球面であることを示している。

[0092]

[表7]

実施例4

レンズデータ

	曲率半径	面間隔	nd(屈折率)	ν d(abbe数)
第1面	25.819	1.000	1.773	49.6
第2面	5.089	2.128		
第3面 *	9.925	1.205	1.535	56.0
第4面 *	1.676	1.634		
第5面 *	3.504	3.654	1.821	24.5
第6面 *	13.445	0.511		
(絞り)第7面	Infinity	0.078		
第8面 *	20.877	0.596	1.635	24.0
第9面 *	1.698	0.020	1.502	51.0
第10面 *	1.687	2.085	1.535	56.0
第11面 *	-2.907	0.284		
第12面 *	4.574	2.515	1.535	56.0
第13面 *	-46.409	0.200		
第14面	Infinity	0.700	1.517	64.2
第15面	Infinity	1.920		

[0093] 表8に、本実施例の撮像レンズ系101において、非球面とされたレンズ面の非球面形状を規定するための非球面係数を示す。

[0094]

[表8]

実施例4

非球面係数

	第3面	第4面	第5面	第6面	第8面
k	0.000000E+00	-1.162711E+00	-1.142980E+00	0.000000E+00	5.235074E+01
A4	-3.218574E-03	1.964183E-03	5.527962E-03	3.231162E-02	2.404975E-02
A6	-3.362997E-05	-6.709427E-04	3.082430E-04	8.836275E-03	-2.350243E-03
A8	4.320738E-06	-1.823859E-05	1.493117E-05	-2.548068E-03	2.607154E-03
A10	-8.372891E-08	-5.081856E-07	-5.347241E-06	3.171636E-03	0.000000E+00
A12	-5.309016E-10	2.351197E-07	4.204787E-07	-9.523232E-05	0.000000E+00
A14	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面
k	-4.324308E-01	-7.646072E-01	-1.347675E-02	-4.036008E+00	0.000000E+00
A4	-8.214779E-03	-8.777405E-03	-6.167268E-04	3.704544E-03	9.902832E-03
A6	-2.153326E-02	-1.198978E-02	-6.008544E-04	-2.794624E-04	-1.592174E-03
A8	4.358730E-03	-1.441888E-05	7.407869E-04	-1.326459E-05	2.356713E-05
A10	2.372909E-03	5.987878E-03	-9.427752E-05	4.606843E-06	1.736760E-06
A12	-6.373445E-04	-1.504928E-03	4.063031E-06	-1.572314E-07	1.989274E-07
A14	0.000000E+00	0.000000E+00	5.424464E-06	0.000000E+00	0.000000E+00
A16	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

[0095] 図10(a)～(c)は、実施例4の撮像レンズ系101の縦収差図、像面湾曲図、歪曲収差図である。

[0096] (実施例5)

図11は、実施例5の撮像レンズ系101の構成を示す図である。

実施例5の撮像レンズ系101は、実施例1の撮像レンズ系101と同様の形状をしている。

[0097] 表9に、撮像レンズ系101の各レンズ面のレンズデータを示す。「*印」がついた面は、非球面であることを示している。

[0098]

[表9]

実施例5
レンズデータ

	曲率半径	面間隔	nd(屈折率)	ν_d (abbe数)
第1面	21.860	1.355	1.804	46.5
第2面	4.355	2.569		
第3面*	8.000	1.186	1.535	56.0
第4面*	1.316	1.403		
第5面*	2.710	3.421	1.635	24.0
第6面*	-15.510	0.171		
(絞り)第7面	Infinity	0.213		
第8面*	11.349	0.706	1.635	24.0
第9面*	1.517	0.020	1.502	51.0
第10面*	1.545	2.062	1.535	56.0
第11面*	-2.077	0.100		
第12面*	8.350	1.076	1.533	55.0
第13面*	-100.000	0.200		
第14面	Infinity	0.700	1.517	64.2
第15面	Infinity	1.687		

[0099] 表10に、本実施例の撮像レンズ系101において、非球面とされたレンズ面の非球面形状を規定するための非球面係数を示す。

[0100]

[表10]

実施例5
非球面係数

	第3面	第4面	第5面	第6面	第8面
k	1.758145E-01	-1.171392E+00	-1.508555E+00	-1.696923E+02	7.554185E+01
A4	-2.681461E-03	4.027979E-03	7.929357E-03	4.398263E-02	2.798362E-02
A6	-2.186657E-05	-8.156351E-04	1.163493E-03	3.531607E-03	-7.568274E-03
A8	2.598539E-06	-3.376298E-05	-2.264050E-05	3.185917E-03	0.000000E+00
A10	-8.577983E-08	1.737774E-06	-5.174248E-06	1.186278E-03	0.000000E+00
A12	-7.173046E-10	-1.288856E-07	2.576613E-06	-3.487696E-04	-9.396131E-04
A14	2.875558E-11	-2.039919E-08	2.996765E-08	1.848350E-03	2.598607E-05
A16	2.592930E-12	-1.619908E-09	-2.090407E-09	3.242486E-04	3.694650E-04

	第9面	第10面	第11面	第12面	第13面
k	-3.293427E-01	-5.653886E-01	-3.968241E-01	-5.468962E+00	1.818001E+03
A4	1.599004E-02	5.233143E-02	4.517989E-03	-5.067717E-03	-1.223918E-03
A6	-2.109593E-02	-9.517741E-03	1.724361E-05	-2.012933E-03	-2.168920E-03
A8	-3.364211E-03	-1.589809E-02	4.108764E-04	-2.282261E-04	2.137330E-05
A10	5.449119E-04	2.934445E-03	-1.619313E-04	1.097396E-05	-6.434900E-06
A12	-3.165533E-05	9.841247E-06	-1.287950E-05	8.638731E-07	-1.124387E-06
A14	9.955516E-06	4.248228E-05	2.665691E-05	-8.023430E-07	-1.124704E-07
A16	2.375254E-05	-4.366123E-06	5.578155E-07	-5.211501E-07	-7.250462E-12

[0101] 図12(a)～(c)は、実施例5の撮像レンズ系101の縦収差図、像面湾曲図、歪曲収差図である。

[0102] 表11に、実施例1～5の撮像レンズ系101の特性値を計算した結果を示す。撮像レンズ系101において、Fナンバーを $FNo.$ 、全画角（最大画角）を 2ω 、第1レンズL1の物体側レンズ面S1から撮像レンズ系101の結像面までの距離をTL、第1レンズL1の物体側レンズ面S1から第6レンズL6の像側レンズ面S13までの距離をOL、レンズ系全体の焦点距離を f 、第1レンズL1の焦点距離を f_1 、第2レンズL2の焦点距離を f_2 、第3レンズL3の焦点距離を f_3 、第4レンズL4の焦点距離を f_4 、第5レンズL5の焦点距離を f_5 、第6レンズL6の焦点距離を f_6 、第1レンズL1と第2レンズL2との合成焦点距離 f_{12} 、第3レンズL3と第4レンズL4と第5レンズL5との合成焦点距離（接着層を含む）を f_{345} 、第4レンズL4と第5レンズL5との合成焦点距離（接着層を含む）を f_{45} 、第4レンズL4の像側レンズ面S9の曲率半径 R_{4i} 、水平画角における主光線入射

角度を ϕ_h 、としたときのこれらの特性値は、表 1 1 に示す通りである。全画面角 2ω 、主光線入射角度 ϕ_h 、および各種の焦点距離は、546 nmの波長の光線を用いて計算した。

[0103] [表11]

項目	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	単位
F No.	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	---
TL	16.622	17.186	18.538	18.531	16.382	mm
OL	14.140	14.844	15.696	15.711	14.282	mm
2ω	201.3	189.8	167.1	169.5	189.6	度
f	1.333	1.369	1.599	1.867	1.315	mm
f_1	-6.551	-7.132	-8.111	-8.342	-6.969	mm
f_2	-2.990	-3.274	-4.017	-3.957	-3.125	mm
f_3	3.759	4.016	5.503	4.900	3.882	mm
f_4	-2.881	-2.859	-3.247	-2.919	-2.809	mm
f_5	2.171	2.103	2.341	2.363	2.059	mm
f_6	11.972	14.749	10.334	7.892	14.446	mm
f_{12}	-1.540	-1.716	-2.131	-2.160	-1.619	mm
f_{345}	4.256	4.271	4.970	4.822	4.103	mm
f_{45}	4.386	4.170	5.154	6.236	4.074	mm
R_{4i}	1.580	1.536	1.640	1.698	1.517	mm
ϕ_h	7.874	12.603	14.700	13.195	15.109	度

[0104] 表 1 2 に、実施例 1 ～ 5 の撮像レンズ系 1 0 1 において、条件式 (1) ～ (1 6) のパラメータとなる特性値を計算した結果を示す。

[0105] [表12]

項目	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	単位
f_{12}/f	-1.155	-1.253	-1.333	-1.157	-1.231	---
f_{345}/f	3.192	3.119	3.108	2.583	3.120	---
f_{45}/f	3.290	3.046	3.224	3.341	3.098	---
f_6/f	8.980	10.773	6.464	4.228	10.985	---
f_3/f_{12}	-2.441	-2.341	-2.582	-2.269	-2.398	---
f_1/f_2	2.191	2.178	2.019	2.108	2.230	---
f_{45}/f_3	1.167	1.038	0.937	1.273	1.049	---
R_{4i}/f	1.185	1.122	1.026	0.910	1.153	---
OL/f	10.606	10.843	9.817	8.417	10.860	---

[0106] なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。例えば、本発明の撮像レンズ系 1 0 1 の用途は、車載カメラや監視カメラに限定されるものではなく、携帯電話等の小型電子機器に搭載する等の他の用途にも用いることができる。

[0107] この出願は、2013年9月20日に出願された日本出願特願2013-195936を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込

む。

符号の説明

- [0108] 1 0 0 撮像装置
1 0 1 撮像レンズ
1 0 2 カバーガラス
1 0 3 撮像素子
L 1 ～ L 6 第1レンズ～第6レンズ
S 1 ～ S 1 3 レンズ面
S 1 4、S 1 5 カバーガラスの面

請求の範囲

[請求項1]

物体側から像側に向かって順に、
 負のパワーを有し、像側に凹面を向けたメニスカス形状の第1レンズと、
 負のパワーを有し、像側に凹面を向けた第2レンズと、
 正のパワーを有し、物体側に凸面を向けた第3レンズと、
 負のパワーを有する第4レンズと、
 正のパワーを有する第5レンズと、
 正のパワーを有する第6レンズと、から構成される撮像レンズ系であって、
 前記第4レンズと前記第5レンズとが、前記第4レンズの像側レンズ面と前記第5レンズの物体側レンズ面との間にある接着層により接合されており、
 レンズ系全体の焦点距離を f 、
 前記第4レンズの像側レンズ面の曲率半径を R_{4i}
 としたときに、以下の条件式(1)を満たすことを特徴とする撮像レンズ系。

$$0.9 \leq R_{4i} / f \leq 1.3 \quad (1)$$

[請求項2]

請求項1に記載の撮像レンズ系であって、
 前記第4レンズの像側レンズ面および前記第5レンズの物体側レンズ面が非球面形状であり、
 前記第4レンズの像側レンズ面と前記第5レンズの物体側レンズ面とが接することがなく、
 レンズ面から光軸まで下ろした垂線の足の長さを光軸からの高さとして、前記第5レンズの物体側レンズ面の有効径に相当する高さでのサグ量を S_{g2H} 、
 前記第4レンズの像側レンズ面における、前記第5レンズの物体側レンズ面の有効径と同じ高さでのサグ量を S_{g1H} 、

としたときに、

以下の条件式（２）を満たすことを特徴とする撮像レンズ系。

$$S_g1H \leq S_g2H \quad (2)$$

[請求項3]

請求項１又は２に記載の撮像レンズ系であって、

レンズ系全体の焦点距離を f 、

前記第４レンズと前記第５レンズとの合成焦点距離を f_{45} 、

としたとき、以下の条件式（３）を満たすことを特徴とする撮像レンズ系。

$$2.8 \leq f_{45}/f \leq 3.7 \quad (3)$$

ただし、 f_{45} は、前記第４レンズと、前記第５レンズと、前記接着層と、による合成焦点距離である。

[請求項4]

請求項１～３のいずれか１項に記載の撮像レンズ系であって、

レンズ系全体の焦点距離を f 、

前記第１レンズの物体側レンズ面から前記第６レンズの像側レンズ面までの距離を OL

としたとき、以下の条件式（４）を満たすことを特徴とする撮像レンズ系。

$$7.0 \leq OL/f \leq 12 \quad (4)$$

[請求項5]

請求項１～４のいずれか１項に記載の撮像レンズ系であって、

前記第３レンズの焦点距離を f_3 、

前記第４レンズと前記第５レンズとの合成焦点距離を f_{45}

としたとき、以下の条件式（５）を満たすことを特徴とする撮像レンズ系。

$$0.8 \leq f_{45}/f_3 \leq 1.4 \quad (5)$$

ただし、 f_{45} は、前記第４レンズと、前記第５レンズと、前記接着層と、による合成焦点距離である。

[請求項6]

請求項１～５のいずれか１項に記載の撮像レンズ系であって、

レンズ系全体の焦点距離を f 、

前記第1レンズと前記第2レンズとの合成焦点距離を f_{12}

としたとき、以下の条件式(6)を満たすことを特徴とする撮像レンズ系。

$$-1.4 \leq f_{12}/f \leq -1.0 \quad (6)$$

[請求項7]

請求項1～6のいずれか1項に記載の撮像レンズ系であって、

前記第1レンズと前記第2レンズとの合成焦点距離を f_{12}

前記第3レンズの焦点距離を f_3

としたときに、以下の条件式(7)を満たすことを特徴とする撮像レンズ系。

$$-2.8 \leq f_3/f_{12} \leq -2.0 \quad (7)$$

[請求項8]

請求項1～7のいずれか1項に記載の撮像レンズ系であって、

前記第1レンズの焦点距離を f_1 、

前記第2レンズの焦点距離 f_2

としたとき、以下の条件式(8)を満たすことを特徴とする撮像レンズ系。

$$1.9 \leq f_1/f_2 \leq 2.4 \quad (8)$$

[請求項9]

請求項1～8のいずれか1項に記載の撮像レンズ系であって、

前記第1レンズのアッベ数を ν_1 、

前記第2レンズのアッベ数を ν_2 、

前記第3レンズのアッベ数を ν_3 、

前記第4レンズのアッベ数を ν_4 、

前記第5レンズのアッベ数を ν_5 、

前記第6レンズのアッベ数を ν_6

としたとき、以下の条件式(9)～(14)の全てを満たすことを特徴とする撮像レンズ系。

$$\nu_1 \geq 40 \quad (9)$$

$$\nu_2 \geq 50 \quad (10)$$

$$\nu_3 \leq 35 \quad (11)$$

$$\nu_4 \leq 35 \quad (12)$$

$$\nu_5 \geq 50 \quad (13)$$

$$\nu_6 \geq 50 \quad (14)$$

[請求項10] 請求項1～9のいずれか1項に記載の撮像レンズ系において、
最大画角における主光線入射角度を ϕ_H
としたときに、以下の条件式(15)を満たすことを特徴とする撮
像レンズ系。

$$\phi_H \leq 16^\circ \quad (15)$$

[請求項11] 請求項1～10のいずれか1項に記載の撮像レンズ系であって、
前記第2レンズの光軸近傍において、物体側レンズ面が物体側へ凸
であることを特徴とする撮像レンズ系。

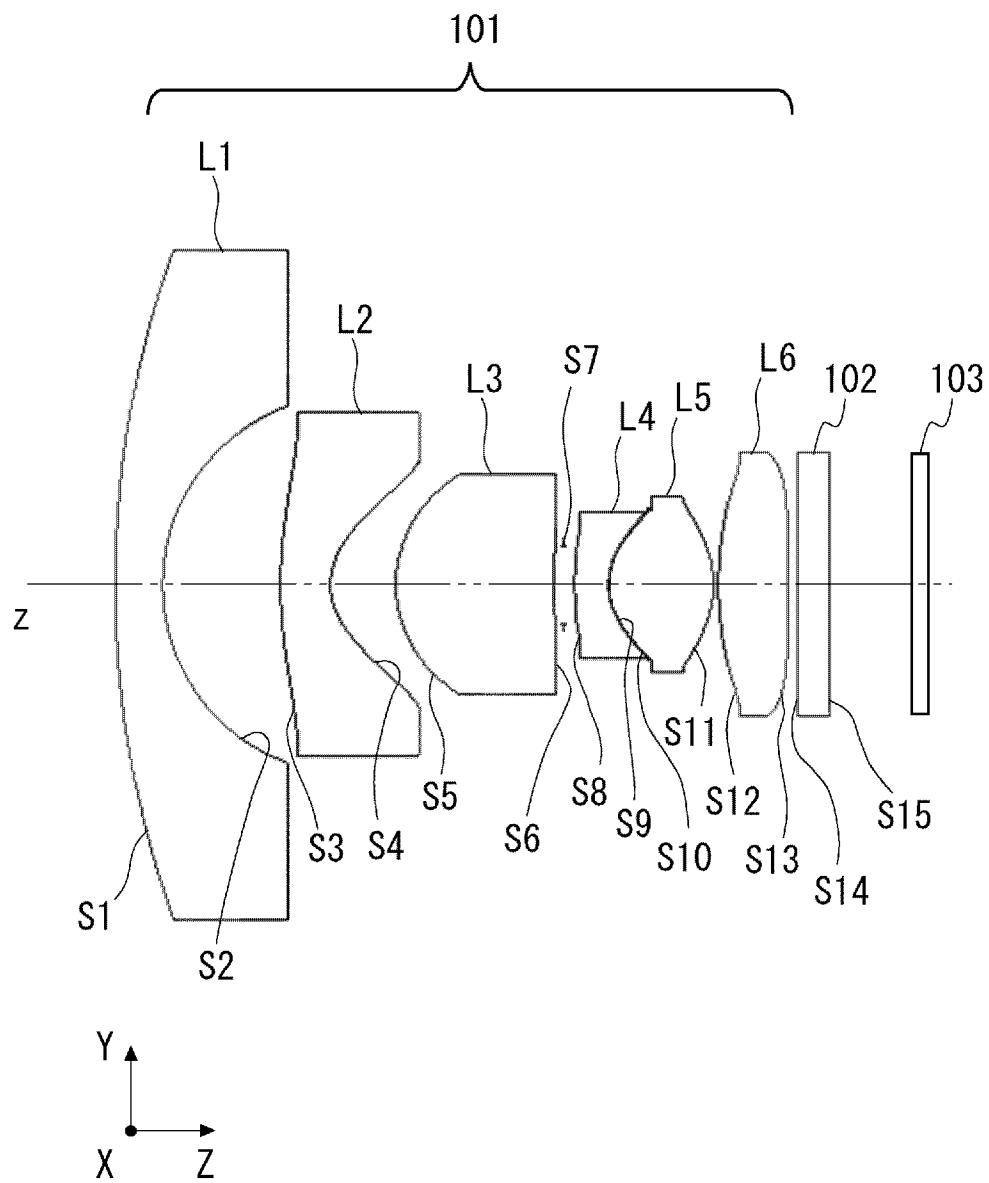
[請求項12] 請求項1～11のいずれか1項に記載の撮像レンズ系であって、
前記第4レンズおよび前記第5レンズはプラスチックレンズである
ことを特徴とする撮像レンズ系。

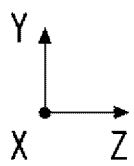
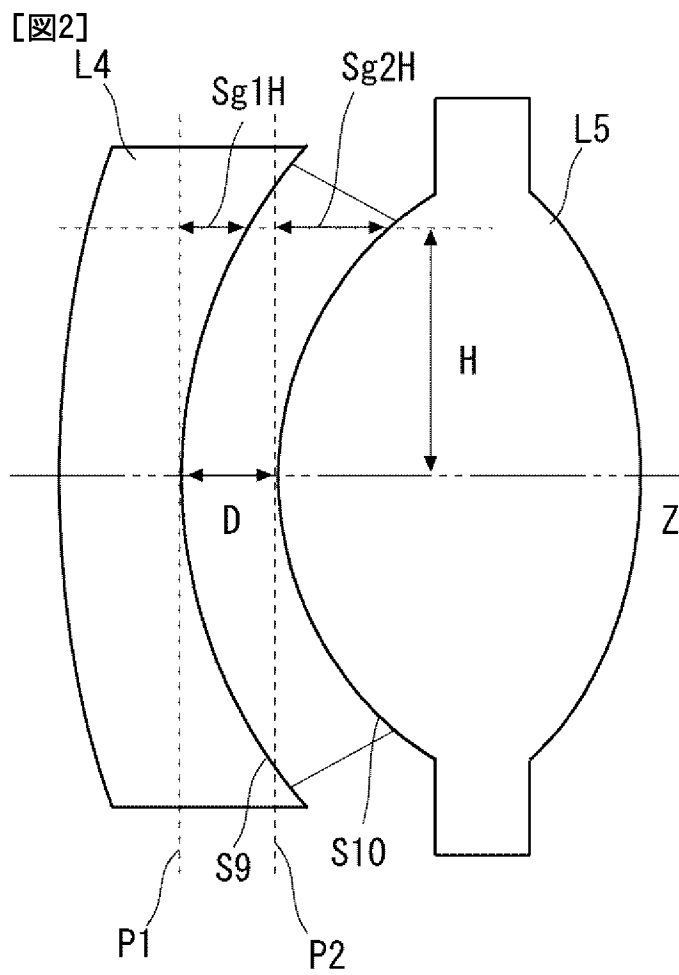
[請求項13] 請求項1～12のいずれか1項に記載の撮像レンズ系であって、
前記第1レンズがガラスレンズであり、
前記第2レンズ、前記第3レンズ、前記第4レンズ、前記第5レン
ズ、および前記第6レンズはプラスチックレンズである
ことを特徴とする撮像レンズ系。

[請求項14] 請求項1～12のいずれか1項に記載の撮像レンズ系であって、
前記第1レンズおよび前記第3レンズはガラスレンズであり、
前記第2レンズ、前記第4レンズ、前記第5レンズ、および前記第
6レンズはプラスチックレンズである
ことを特徴とする撮像レンズ系。

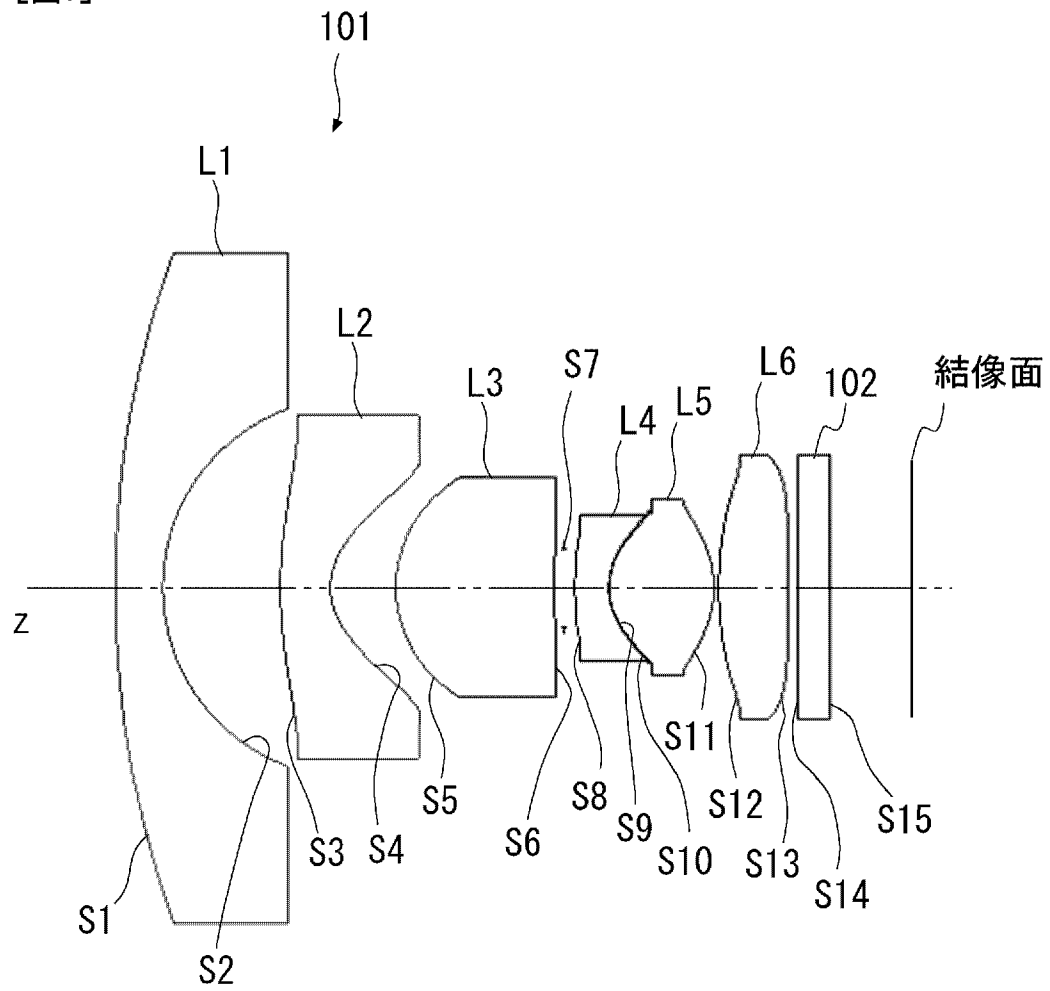
[請求項15] 請求項1～14のいずれか1項に記載の撮像レンズ系と、
前記撮像レンズ系の結像位置に配置された撮像素子と、を有する
ことを特徴とする撮像装置。

[図1]
100

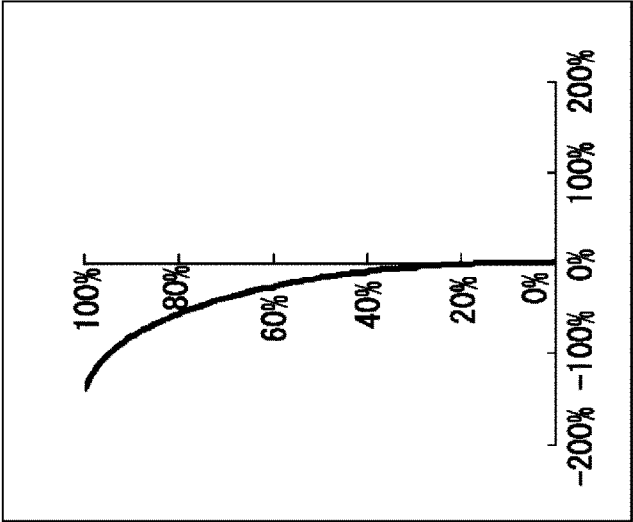




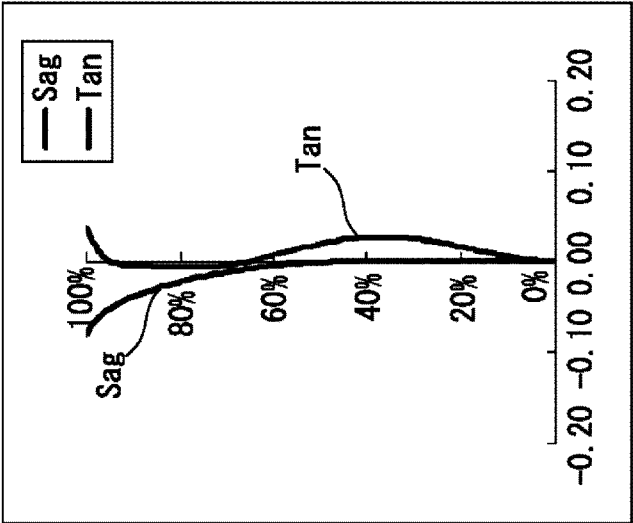
[図3]



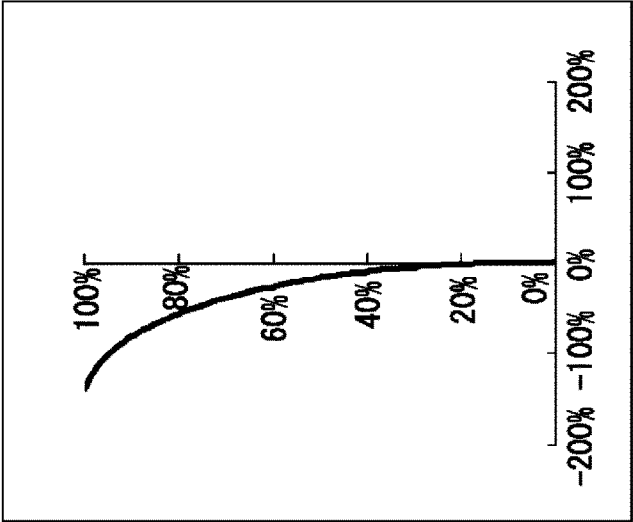
[図4]



(a) 縦収差 (mm)

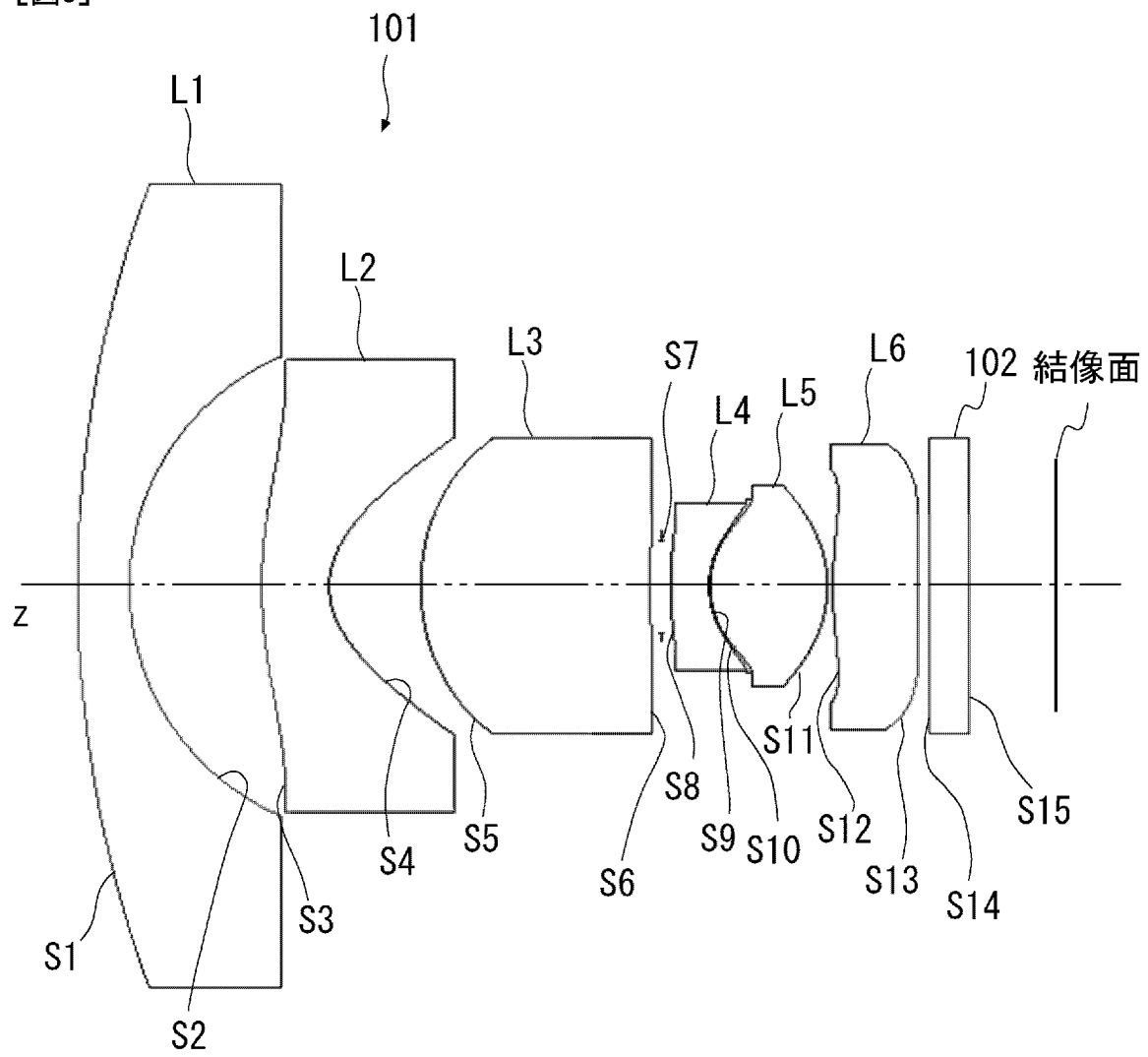


(b) 像面湾曲 (mm)

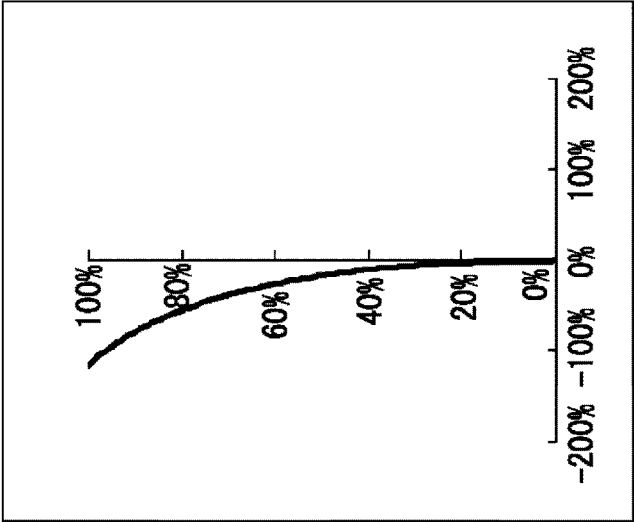


(c) 歪曲収差 (%)

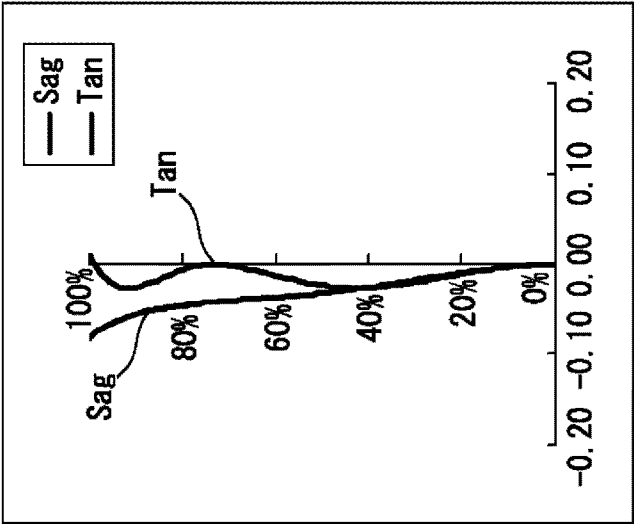
[図5]



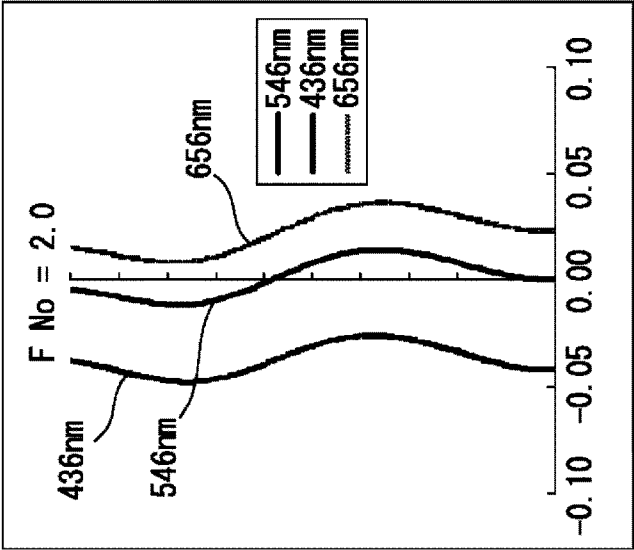
[図6]



(c) 歪曲収差 (%)

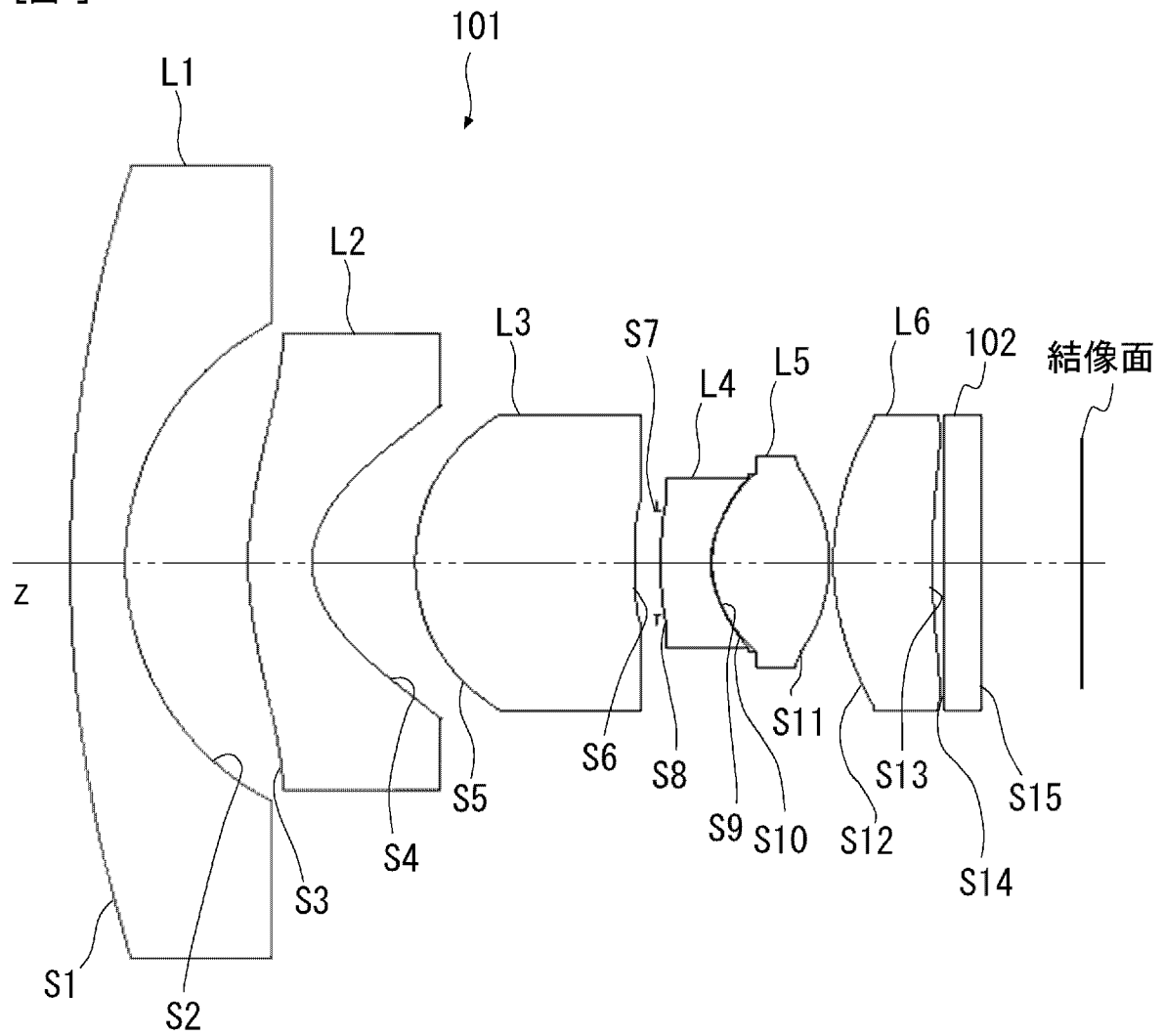


(b) 像面湾曲 (mm)

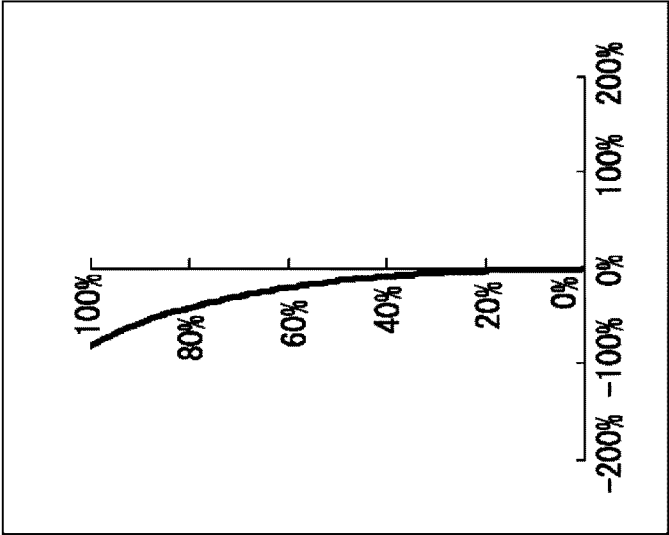


(a) 縦収差 (mm)

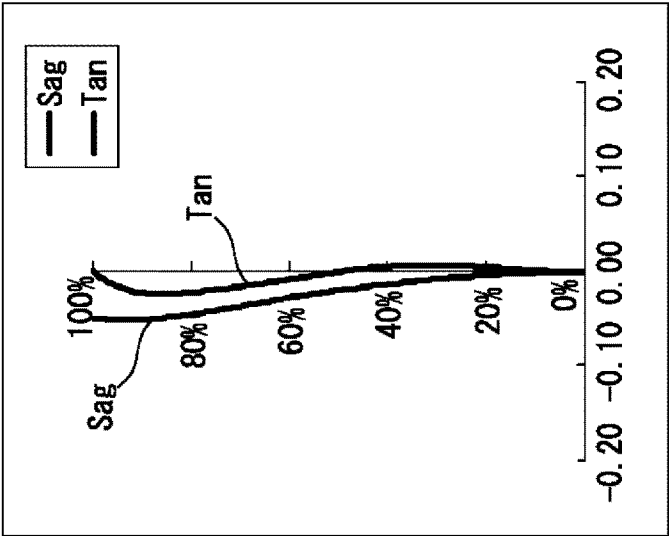
[図7]



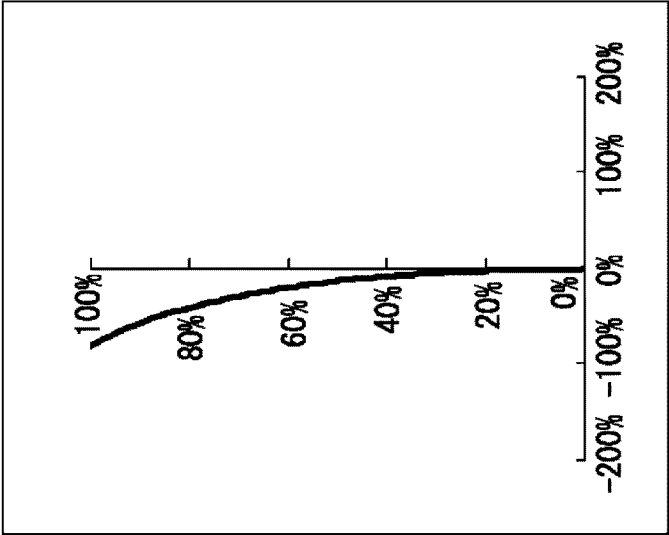
[図8]



(a) 縦収差 (mm)

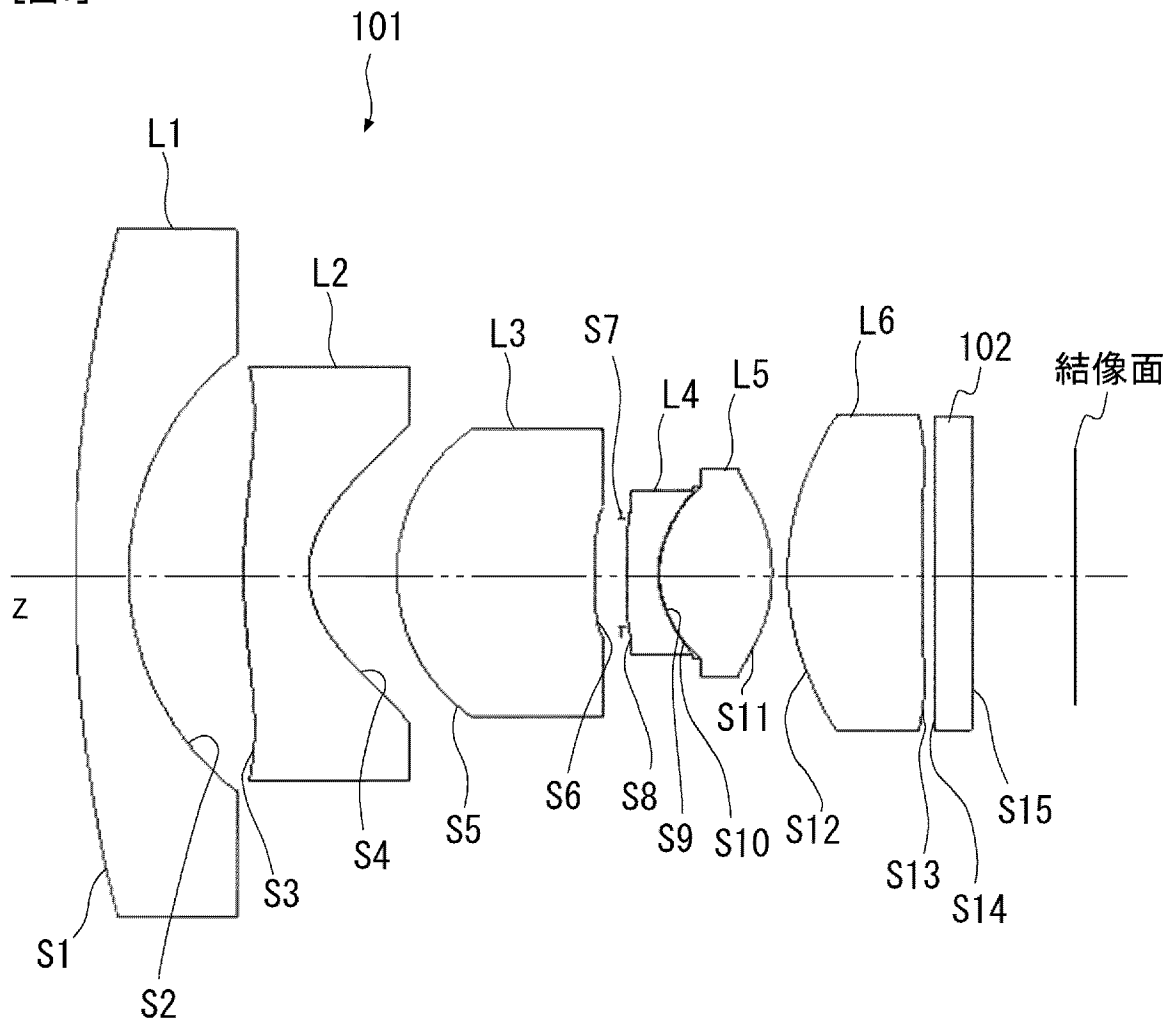


(b) 像面湾曲 (mm)

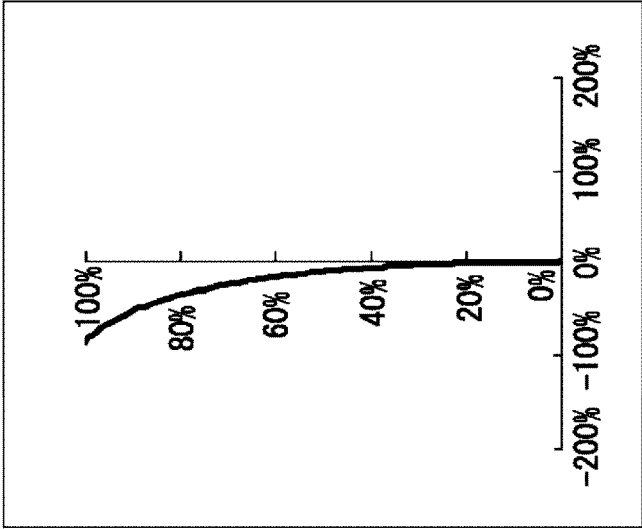


(c) 歪曲収差 (%)

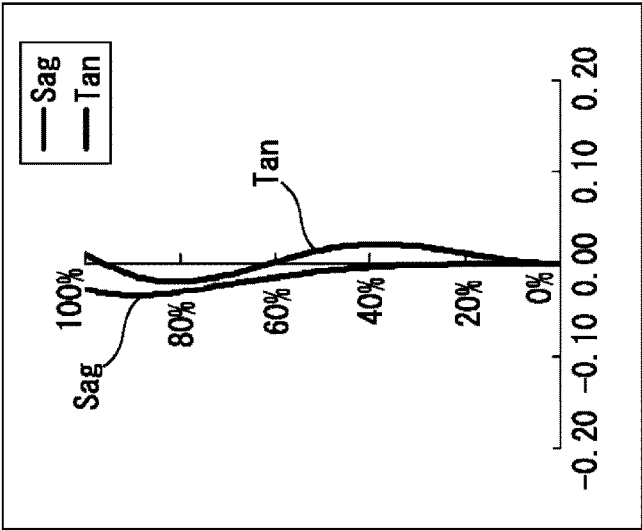
[図9]



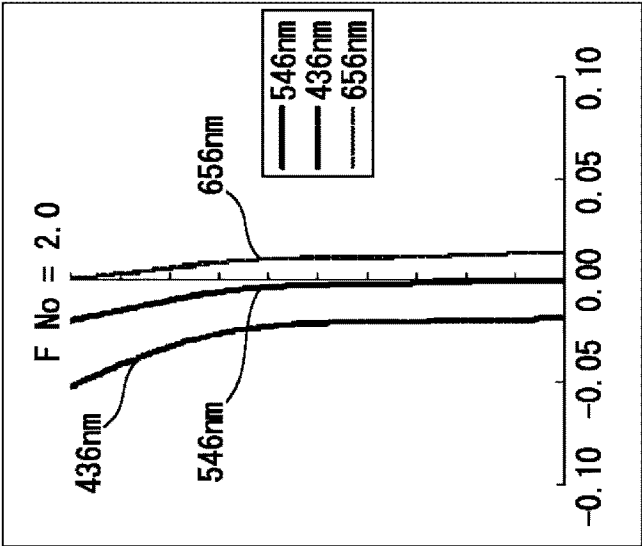
[図10]



(c) 歪曲収差 (%)

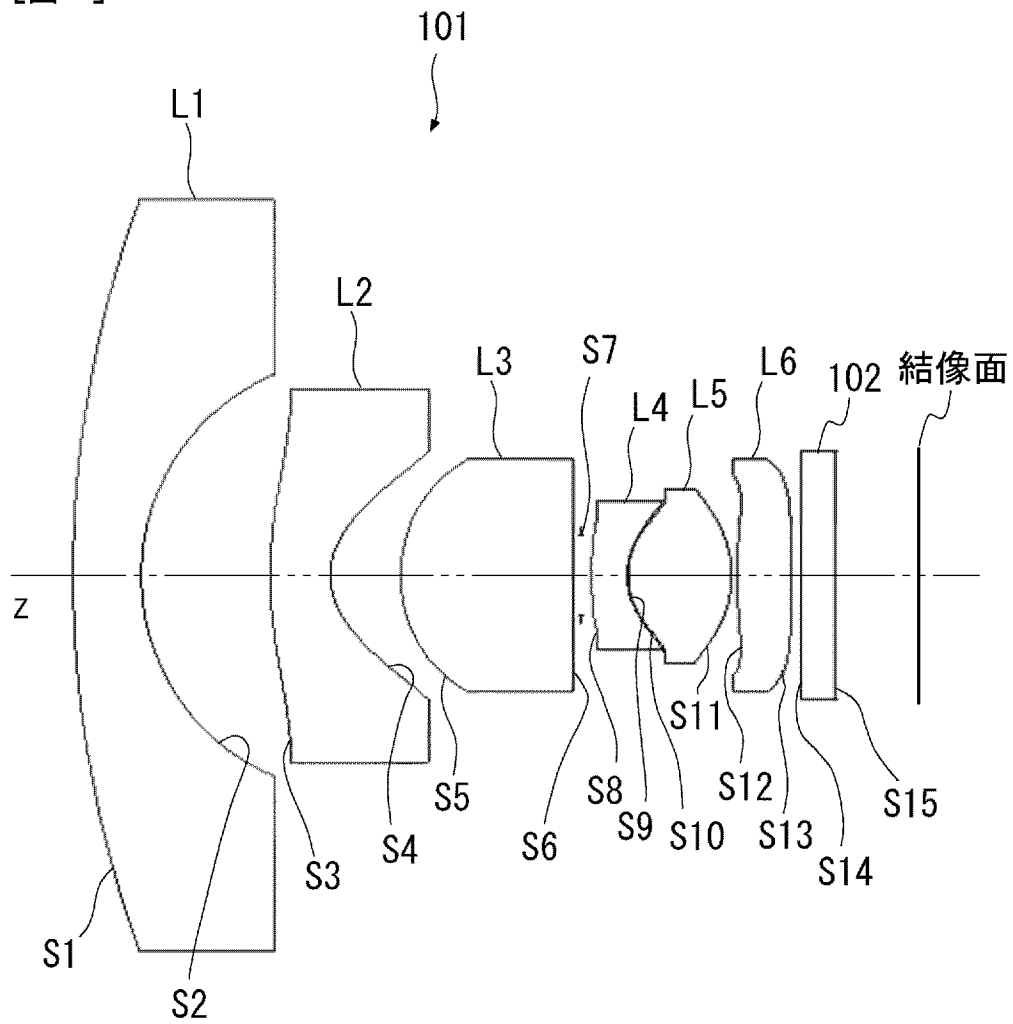


(b) 像面湾曲 (mm)

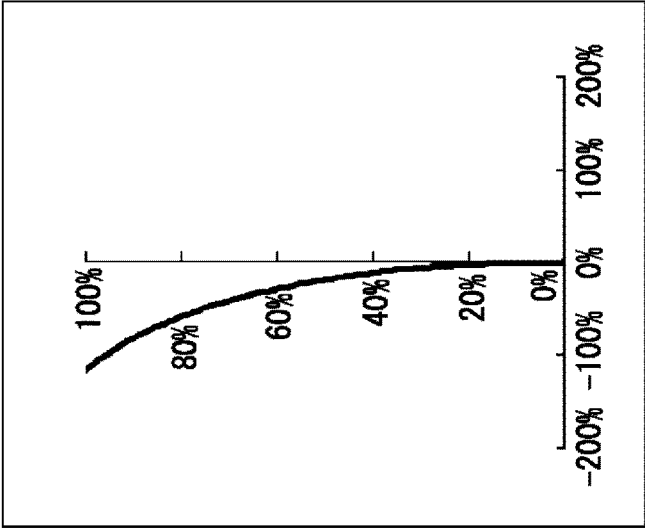


(a) 縦収差 (mm)

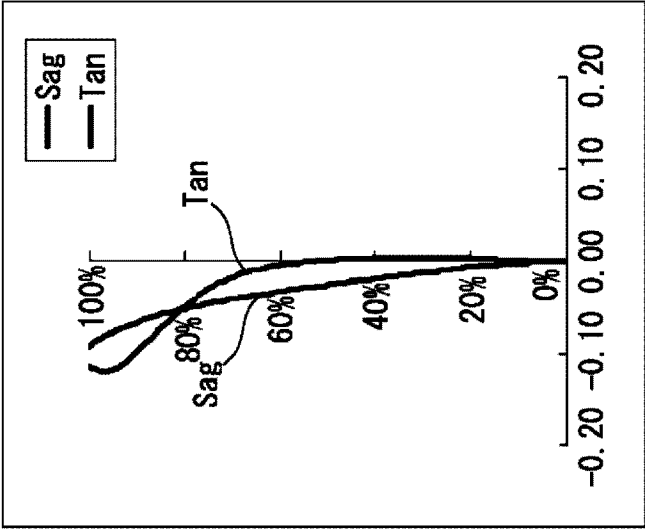
[図11]



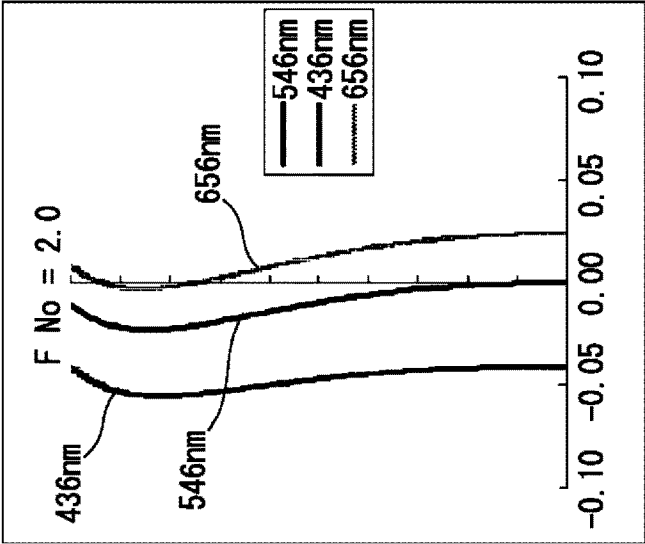
[図12]



(c) 歪曲収差 (%)



(b) 像面湾曲 (mm)



(a) 縦収差 (mm)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/004499

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/04(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B13/04, G02B13/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2013-40992 A (Pentax Ricoh Imaging Co., Ltd.), 28 February 2013 (28.02.2013), entire text; all drawings; particularly, numerical examples 1 to 3 & US 2013/0038950 A1 & US 8659841 B2	1, 4, 6-7, 10-15 2 3, 5, 8-9
X Y A	JP 2008-275666 A (Kyocera Corp.), 13 November 2008 (13.11.2008), entire text; all drawings; particularly, example 1 (numerical example 1) (Family: none)	1, 4, 6-7, 9-15 2 3, 5, 8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 October, 2014 (28.10.14)

Date of mailing of the international search report
11 November, 2014 (11.11.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/004499

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2008-40033 A (Sigma Corp.), 21 February 2008 (21.02.2008), entire text; all drawings; particularly, example 1 (Family: none)	1, 6, 10-15 2 3-5, 7-9
X Y A	JP 2004-245893 A (Tamron Co., Ltd.), 02 September 2004 (02.09.2004), entire text; all drawings; particularly, carrying-out modes 1 to 3 (Family: none)	1, 3, 5-15 2 4
X Y A	JP 11-249009 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 17 September 1999 (17.09.1999), entire text; all drawings; particularly, example 4 (Family: none)	1, 3, 6, 10-15 2 4-5, 7-9
Y	JP 2006-284620 A (NIDEC Nisshin Corp.), 19 October 2006 (19.10.2006), entire text; all drawings; particularly, claims 1 to 2, 6 to 7; paragraphs [0005] to [0008] (Family: none)	2-15
Y	JP 2009-63877 A (NIDEC Nisshin Corp.), 26 March 2009 (26.03.2009), entire text; all drawings; particularly, claims 1 to 2; paragraphs [0008], [0015] & US 2010/0188757 A1 & US 8134787 B2 & EP 2187250 A1 & WO 2009/031324 A1 & CN 101796449 A & CN 101796449 B & TW 200921143 A & JP 5064154 B2	2-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B13/04(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B13/04, G02B13/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2013-40992 A（ペンタックスリコーイメージング株式会社） 2013.02.28, 全文、全図、特に、数値実施例 1-3 & US 2013/0038950 A1 & US 8659841 B2	1, 4, 6-7, 10-15 2 3, 5, 8-9
X Y A	JP 2008-275666 A（京セラ株式会社）2008.11.13, 全文、全図、特に、実施例 1（数値実施例 1）（ファミリーなし）	1, 4, 6-7, 9-15 2 3, 5, 8

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 8 . 1 0 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 1 . 1 1 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

森内 正明

2 V

9 2 2 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2008-40033 A (株式会社シグマ) 2008. 02. 21, 全文、全図、特に、 実施例 1 (ファミリーなし)	1, 6, 10-15 2 3-5, 7-9
X Y A	JP 2004-245893 A (株式会社タムロン) 2004. 09. 02, 全文、全図、 特に、実施の形態 1-3 (ファミリーなし)	1, 3, 5-15 2 4
X Y A	JP 11-249009 A (旭光学工業株式会社) 1999. 09. 17, 全文、全図、 特に、実施例 4 (ファミリーなし)	1, 3, 6, 10-15 2 4-5, 7-9
Y	JP 2006-284620 A (日本電産ニッシン株式会社) 2006. 10. 19, 全文、 全図、特に、請求項 1-2, 6-7、段落[0005]-[0008] (ファミリーなし)	2-15
Y	JP 2009-63877 A (日本電産ニッシン株式会社) 2009. 03. 26, 全文、 全図、特に、請求項 1-2、段落[0008]、[0015] & US 2010/0188757 A1 & US 8134787 B2 & EP 2187250 A1 & WO 2009/031324 A1 & CN 101796449 A & CN 101796449 B & TW 200921143 A & JP 5064154 B2	2-15