

(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
2014 年 10 月 2 日(02.10.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/155460 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 13/00 (2006.01) *G02B 13/18* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/007604
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 26 日(26.12.2013)
- (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 2013-072283 2013 年 3 月 29 日(29.03.2013) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布 2 丁目 2 6 番 3 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 西畑 純弘(NISHIHATA, Sumihiro); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).
長 倫生(CHO, Michio); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 柳田 征史, 外(YANAGIDA, Masashi et al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜 3-1 8-3 新横浜 K S ビル 7 階 柳田国際特許事務所 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, JP, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI

[続葉有]

(54) Title: IMAGING LENS AND IMAGING DEVICE EQUIPPED WITH IMAGING LENS

(54) 発明の名称: 撮像レンズおよび撮像レンズを備えた撮像装置

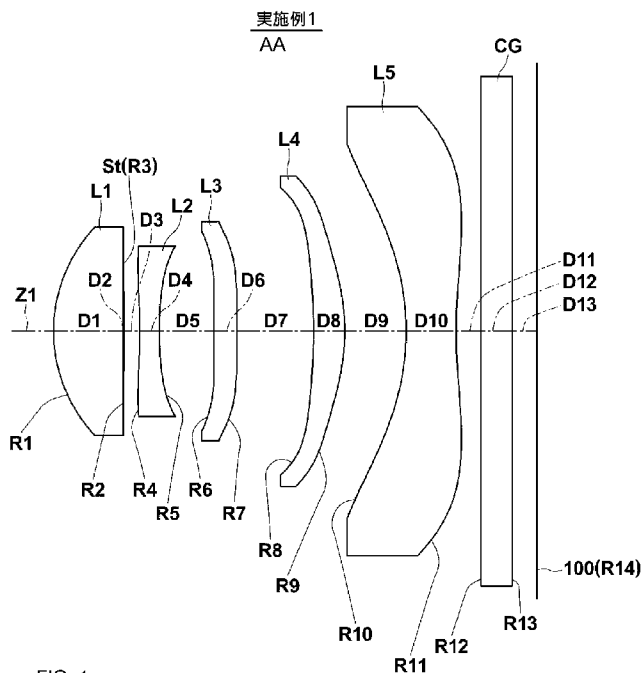


FIG. 1:
AA Embodiment 1

(57) Abstract: [Problem] To provide an imaging lens such that a shorter total length, wide viewing angle, and high resolution are achieved, and an imaging device equipped with the imaging lens. [Solution] An imaging lens comprises substantially five lenses constituted by, in order from the object side: a first lens (L1) which has a positive refractive power and is convex on the object side; a second lens (L2) concave on both sides; a third lens (L3) convex on both sides; a fourth lens (L4) which has a negative refractive power; and a fifth lens (L5) which has a negative refractive power, is concave on the image side, and has at least one inflection point on the image-side surface. The imaging lens satisfies a prescribed conditional expression.

(57) 要約: 【課題】全長の短縮化、広画角化および高解像化を実現した撮像レンズおよびこの撮像レンズを備えた撮像装置を実現する。【解決手段】撮像レンズが、物体側から順に、正の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた形状である第1レンズ(L1)と、両凹形状である第2レンズ(L2)と、両凸形状である第3レンズ(L3)と、負の屈折力を有する第4レンズ(L4)と、負の屈折力を有し、像側に凹面を向けた形状であり、像側の面に少なくとも1つの変曲点を有する第5レンズ(L5)とから構成される実質的に5個のレンズからなり、所定の条件式を満足する。

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, 添付公開書類:
MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：撮像レンズおよび撮像レンズを備えた撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）やＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）等の撮像素子上に被写体の光学像を結像させる固定焦点の撮像レンズ、およびその撮像レンズを搭載して撮影を行うデジタルスチルカメラやカメラ付き携帯電話機および情報携帯端末（ＰＤＡ：Personal Digital Assistance）、スマートフォン、タブレット型端末および携帯型ゲーム機等の撮像装置に関する。

背景技術

[0002] パーソナルコンピュータの一般家庭等への普及に伴い、撮影した風景や人物像等の画像情報をパーソナルコンピュータに入力することができるデジタルスチルカメラが急速に普及している。また、携帯電話、スマートフォン、またはタブレット型端末に画像入力用のカメラモジュールが搭載されることも多くなっている。このような撮像機能を有する機器には、ＣＣＤやＣＭＯＳなどの撮像素子が用いられている。近年、これらの撮像素子のコンパクト化が進み、撮像機器全体ならびにそれに搭載される撮像レンズにも、コンパクト性が要求されている。また同時に、撮像素子の高画素化も進んでおり、撮像レンズの高解像、高性能化が要求されている。例えば５メガピクセル以上、よりさらに好適には８メガピクセル以上の高画素に対応した性能が要求されている。

[0003] このような要求を満たすために、撮像レンズをレンズ枚数が比較的多い５枚または６枚構成とすることが考えられる。例えば、特許文献１および２には、物体側から順に正の屈折力を有する第１レンズ、負の屈折力を有する第２レンズ、正の屈折力を有する第３レンズ、正の屈折力を有する第４レンズ、および負の屈折力を有する第５レンズからなる５枚構成の撮像レンズが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-189894号公報

特許文献2：米国公開特許2012/0087019号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一方、特に携帯端末、スマートフォンまたはタブレット端末のような薄型化が進む装置に用いられる撮像レンズには、レンズ全長の短縮化および広画角化の要求が益々高まっている。しかしながら、上記特許文献1の撮像レンズは、全長が十分に短縮化ができていない。また、上記特許文献2の撮像レンズは、画角が狭いという問題がある。

[0006] 本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、その目的は、全長の短縮化および広画角化を図りつつ、中心画角から周辺画角まで高い結像性能を実現することができる撮像レンズ、およびその撮像レンズを搭載して高解像の撮像画像を得ることができる撮像装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の撮像レンズは、物体側から順に、正の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた形状である第1レンズと、
両凹形状である第2レンズと、
両凸形状である第3レンズと、
正の屈折力を有する第4レンズと、
負の屈折力を有し、像側に凹面を向けた形状であり、像側の面に少なくとも1つの変曲点を有する第5レンズと、
から構成される実質的に5個のレンズからなり、下記条件式(1)を満足することを特徴とするものである。

[0008] $0.13 < d_{45} / f_{1234} < 0.3$ (1)

ただし、

d_{45} : 第4レンズと第5レンズとの光軸上の間隔

f_{1234} : 第1レンズから第4レンズの合成焦点距離

とする。

[0009] 本発明の撮像レンズによれば、全体として5枚というレンズ構成において、第1レンズから第5レンズの各レンズ要素の構成を最適化したので、全長を短縮化し、かつ広画角化を図りながらも、高解像性能を有するレンズ系を実現することができる。

[0010] なお、本発明の撮像レンズにおいて、「実質的に5個のレンズからなり」とは、本発明の撮像レンズが、5個のレンズ以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、絞りやカバーガラス等レンズ以外の光学要素、レンズフランジ、レンズバレル、撮像素子、手振れ補正機構等の機構部分、等を持つものも含むことを意味する。また、上記のレンズの面形状や屈折力の符号は、非球面が含まれているものについては近軸領域で考えるものとする。

[0011] 本発明の撮像レンズにおいて、さらに、次の好ましい構成を採用して満足することで、光学性能をより良好なものとすることができる。

[0012] 本発明の撮像レンズにおいて、第2レンズの物体側の面より物体側に配置された開口絞りをさらに備えていることが好ましい。

[0013] 本発明の撮像レンズは、以下の条件式(1-1)から(9-1)のいずれかを満足することが好ましい。なお、好ましい態様としては、条件式(1)から(9-1)のいずれか1つを満足するものでもよく、あるいは任意の組合せを満足するものでもよい。なお条件式(3)、(3-1)においては、 $|R_{2f}| > |R_{2r}|$ であるものとする。

[0014] $0.14 < d_{45} / f_{1234} < 0.25$ (1-1)

$0.11 < d_{45} / f < 0.3$ (2)

$0.11 < d_{45} / f < 0.25$ (2-1)

$0 < (R_{2f} + R_{2r}) / (R_{2f} - R_{2r}) < 0.5$ (3)

$0.1 < (R_{2f} + R_{2r}) / (R_{2f} - R_{2r}) < 0.35$ (3-

1)

$$-1 < (R5f + R5r) / (R5f - R5r) < 0.08 \quad (4)$$

$$-0.5 < (R5f + R5r) / (R5f - R5r) < 0.07 \quad (4-1)$$

$$0.5 < f \cdot \tan \omega / R5r < 10 \quad (5)$$

$$0.7 < f \cdot \tan \omega / R5r < 3 \quad (5-1)$$

$$0.7 < f / f_{12} < 1.2 \quad (6)$$

$$0.8 < f / f_{12} < 1 \quad (6-1)$$

$$0.8 < f / f_1 < 2.5 \quad (7)$$

$$1 < f / f_1 < 2 \quad (7-1)$$

$$-2.5 < f / f_5 < -1.2 \quad (8)$$

$$-2 < f / f_5 < -1.4 \quad (8-1)$$

$$-2.5 < f / f_2 < -0.7 \quad (9)$$

$$-1.3 < f / f_2 < -0.8 \quad (9-1)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_1 : 第1レンズの焦点距離

f_2 : 第2レンズの焦点距離

f_5 : 第5レンズの焦点距離

f_{12} : 第1レンズと第2レンズとの合成焦点距離

f_{1234} : 第1レンズから第4レンズの合成焦点距離

$R2f$: 第2レンズの物体側の面の近軸曲率半径

$R2r$: 第2レンズの像側の面の近軸曲率半径

$R5f$: 第5レンズの物体側の面の近軸曲率半径

$R5r$: 第5レンズの像側の面の近軸曲率半径

ω : 半画角

本発明による撮像装置は、本発明の撮像レンズを備えたものである。

[0015] 本発明による撮像装置では、本発明の撮像レンズによって得られた高解像の光学像に基づいて高解像の撮像信号を得ることができる。

発明の効果

[0016] 本発明の撮像レンズによれば、全体として5枚というレンズ構成において、各レンズ要素の構成を最適化し、特に第1レンズおよび第5レンズの形状を好適に構成したので、全長を短縮化しつつ、広画角化を図ることができ、かつ中心画角から周辺画角まで高い結像性能を有するレンズ系を実現できる。

[0017] また、本発明の撮像装置によれば、本発明の高い結像性能を有する撮像レンズによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力するようにしたので、高解像の撮影画像を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の一実施形態に係る撮像レンズの第1の構成例を示すものであり、実施例1に対応するレンズ断面図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る撮像レンズの第2の構成例を示すものであり、実施例2に対応するレンズ断面図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る撮像レンズの第3の構成例を示すものであり、実施例3に対応するレンズ断面図である。

[図4]本発明の一実施形態に係る撮像レンズの第4の構成例を示すものであり、実施例4に対応するレンズ断面図である。

[図5]本発明の一実施形態に係る撮像レンズの第5の構成例を示すものであり、実施例5に対応するレンズ断面図である。

[図6]本発明の一実施形態に係る撮像レンズの第6の構成例を示すものであり、実施例6に対応するレンズ断面図である。

[図7]図2に示す撮像レンズの光線図である。

[図8]本発明の実施例1に係る撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差(像面湾曲)、(C)は歪曲収差、(D)は倍率色収差を示す。

[図9]本発明の実施例2に係る撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差(像面湾曲)、(C)は歪曲収差、(D)

は倍率色収差を示す。

[図10]本発明の実施例3に係る撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（A）は球面収差、（B）は非点収差（像面湾曲）、（C）は歪曲収差、（D）は倍率色収差を示す。

[図11]本発明の実施例4に係る撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（A）は球面収差、（B）は非点収差（像面湾曲）、（C）は歪曲収差、（D）は倍率色収差を示す。

[図12]本発明の実施例5に係る撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（A）は球面収差、（B）は非点収差（像面湾曲）、（C）は歪曲収差、（D）は倍率色収差を示す。

[図13]本発明の実施例6に係る撮像レンズの諸収差を示す収差図であり、（A）は球面収差、（B）は非点収差（像面湾曲）、（C）は歪曲収差、（D）は倍率色収差を示す。

[図14]本発明に係る撮像レンズを備えた携帯電話端末である撮像装置を示す図。

[図15]本発明に係る撮像レンズを備えたスマートフォンである撮像装置を示す図。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0020] 図1は、本発明の第1の実施形態に係る撮像レンズの第1の構成例を示している。この構成例は、後述の第1の数値実施例（表1、表2）のレンズ構成に対応している。同様に、後述の第2から第6の実施形態に係る数値実施例（表3～表12）のレンズ構成に対応する第2から第6の構成例の断面構成を図2～図6に示す。図1～図6において、符号 R_i は、最も物体側のレンズ要素の面を1番目として、像側（結像側）に向かうに従い順次増加するようにして符号を付した i 番目の面の曲率半径を示す。符号 D_i は、 i 番目の面と $i+1$ 番目の面との光軸 Z_1 上の面間隔を示す。なお、各構成例共に基本的な構成は同じであるため、以下では、図1に示した撮像レンズの

構成例を基本にして説明し、必要に応じて図2～図6の構成例についても説明する。また、図7は図2に示す第2の実施形態に係る撮像レンズLにおける光路図であり、無限遠の距離にある物点からの軸上光束2および最大画角の光束3の各光路を示す。

[0021] 本発明の実施形態に係る撮像レンズLは、CCDやCMOS等の撮像素子を用いた各種撮像機器、特に比較的小型の携帯端末機器、例えばデジタルスチルカメラ、カメラ付き携帯電話機、スマートフォン、タブレット型端末およびPDA等に用いて好適なものである。この撮像レンズLは、光軸Z1に沿って、物体側から順に、第1レンズL1と、第2レンズL2と、第3レンズL3と、第4レンズL4と、第5レンズL5とを備えている。

[0022] 図14に、本発明の実施形態に係る撮像装置1である携帯電話端末の概観図を示す。本発明の実施形態に係る撮像装置1は、本実施形態に係る撮像レンズLと、この撮像レンズLによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力するCCDなどの撮像素子100（図1参照）とを備えて構成される。撮像素子100は、この撮像レンズLの結像面（像面R14）に配置される。

[0023] 図15に、本発明の実施形態に係る撮像装置501であるスマートフォンの概観図を示す。本発明の実施形態に係る撮像装置501は、本実施形態に係る撮像レンズLと、この撮像レンズLによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力するCCDなどの撮像素子100（図1参照）とを有するカメラ部541を備えて構成される。撮像素子100は、この撮像レンズLの結像面（撮像面）に配置される。

[0024] 第5レンズL5と撮像素子100の間には、レンズを装着するカメラ側の構成に応じて、種々の光学部材CGが配置されていてもよい。例えば撮像面保護用のカバーガラスや赤外線カットフィルタなどの平板状の光学部材が配置されていてもよい。この場合、光学部材CGとして例えば平板状のカバーガラスに、赤外線カットフィルタやNDフィルタ等のフィルタ効果のあるコートが施されたもの、あるいは同様の効果を有する材料を使用してもよい。

。

[0025] また、光学部材C Gを用いずに、第5レンズL 5にコートを施す等して光学部材C Gと同等の効果を持たせるようにしてもよい。これにより、部品点数の削減と全長の短縮化を図ることができる。

[0026] この撮像レンズL はまた、第2レンズL 2の物体側の面より物体側に配置された開口絞りS tを備えることが好ましい。このように、開口絞りS tを第2レンズL 2の物体側の面よりも物体側に配置したことにより、特に結像領域の周辺部において、光学系を通過する光線の結像面（撮像素子）への入射角が大きくなるのを抑制することができる。この効果をさらに高めるために、開口絞りS tを、第1レンズL 1の物体側の面より物体側に配置することが好ましい。なお、「第2レンズの物体側の面より物体側に配置」とは、光軸方向における開口絞りの位置が、軸上マージナル光線と第2レンズL 2の物体側の面との交点と同じ位置かそれより物体側にあることを意味する。同様に、「第1レンズの物体側の面より物体側に配置」とは、光軸方向における開口絞りの位置が、軸上マージナル光線と第1レンズL 1の物体側の面との交点と同じ位置かそれより物体側にあることを意味する。

[0027] 本実施形態において、第4から第6の構成例のレンズ（図4～6）が、開口絞りS tが第1レンズL 1の物体側の面より物体側に配置された構成例であり、第1から第3の構成例のレンズが（図1～3）、開口絞りS tが第2レンズL 2の物体側より物体側に配置された構成例である。なお、ここに示す開口絞りS tは必ずしも大きさや形状を表すものではなく、光軸Z 1上の位置を示すものである。

[0028] さらに、開口絞りS tを光軸方向において第1レンズL 1の物体側の面よりも物体側に配置した場合において、開口絞りS tを第1レンズL 1の面頂点よりも像側に配置することが好ましい。このように、開口絞りS tを第1レンズL 1の面頂点よりも像側に配置した場合には、開口絞りS tを含めた撮像レンズの全長を短縮化することができる。また、本実施形態において、開口絞りS tは第1レンズL 1の面頂点よりも像側に配置されているが、こ

れに限定されず、開口絞り S_t は第1レンズ L_1 の面頂点に配置されていてもよく、面頂点よりも物体側に配置されていてもよい。開口絞り S_t が第1レンズ L_1 の面頂点よりも物体側に配置されている場合には、開口絞り S_t が第1レンズ L_1 の面頂点よりも像側に配置されている場合より周辺光量の確保の観点からはやや不利であるが、結像領域の周辺部において、光学系を通過する光線の結像面（撮像素子）への入射角が大きくなるのをさらに好適に抑制することができる。

[0029] また、図1～3に示す第1から第3の実施形態に係る撮像レンズのように、開口絞り S_t を光軸方向において第1レンズ L_1 と第2レンズ L_2 との間に配置してもよい。この場合には、像面湾曲を良好に補正することができる。なお、開口絞り S_t を光軸方向において第1レンズ L_1 と第2レンズ L_2 との間に配置した場合には、開口絞り S_t を光軸方向において第1レンズ L_1 の物体側の面より物体側に配置した場合よりもテレセントリック性を確保する、すなわち、主光線を光軸にできるだけ平行な状態にする（撮像面における入射角度がゼロに近くなるようにする）ためには不利であるものの、撮像素子技術の発展に伴い近年実現された、入射角度の増大に起因する受光効率の低下や混色の発生が従来よりも低減された撮像素子を適用することにより、好適な光学性能を実現することができる。

[0030] この撮像レンズ L において、第1レンズ L_1 は、光軸近傍において正の屈折力を有し、光軸近傍において物体側に凸面を向けた形状である。最も物体側のレンズである第1レンズ L_1 を、正の屈折力を有し、光軸近傍で物体側に凸面を向けた形状とすることにより、全長を好適に短縮化できる。また、第1から第3および第6の実施形態に示されるように、第1レンズ L_1 が両凸形状である場合には、球面収差を良好に補正しつつ、好適に全長の短縮化を実現することができる。また、第4および第5の実施形態に示されるように、第1レンズ L_1 が物体側に凸面を受けたメニスカス形状である場合には、第1レンズ L_1 の後側主点位置を物体側に寄せやすくなり、全長を好適に短縮化できる。

- [0031] 第2レンズL2は、光軸近傍において両凹形状である。このことにより、軸上の色収差および球面収差を良好に補正しつつ、好適に全長の短縮化を実現することができる。
- [0032] 第3レンズL3は、光軸近傍において両凸形状である。このことにより、球面収差を良好に補正しつつ、好適に全長の短縮化を実現することができる。
- [0033] 第4レンズL4は、光軸近傍において正の屈折力を有する。このことにより、全長を好適に短縮化できる。第4レンズL4は、物体側に凹面を向けたメニスカス形状としてもよい。このことにより、非点収差を好適に補正することができる。
- [0034] 第5レンズL5は、光軸近傍において負の屈折力を有し、光軸近傍において像側に凹面を向けた形状である。撮像レンズの最も像側に光軸近傍において負の屈折力を有するレンズを配置することで、より好適に撮像レンズを全体としてテレフォト型の構成とすることができ、全長を好適に短縮化することができる。また、第5レンズL5が光軸近傍で負の屈折力を有することにより、像面湾曲を好適に補正することができる。また、第5レンズL5を光軸近傍において像側に凹面を向けた形状とすることにより、より好適に全長の短縮化を実現しつつ、像面湾曲を良好に補正することができる。この効果をさらに高めるために、各実施形態に示すように、第5レンズL5を光軸近傍において両凹形状とすることが好ましい。
- [0035] また、第5レンズL5は、像側の面の有効径内に少なくとも1つの変曲点を有する。第5レンズL5の像側の面における「変曲点」とは、第5レンズL5の像側の面形状が像側に対して凸形状から凹形状（または凹形状から凸形状）に切り替わる点を意味する。変曲点の位置は、第5レンズL5の像側の面の有効径内であれば光軸から半径方向外側の任意の位置に配置することができる。各実施形態に示すように、第5レンズL5の像側の面を少なくとも1つの変曲点を有する形状とすることにより、特に結像領域の周辺部において、光学系を通過する光線の結像面（撮像素子）への入射角が大きくなる

のを抑制することができる。

[0036] 上記撮像レンズLによれば、全体として5枚というレンズ構成において、第1から第5レンズL1～L5の各レンズ要素の構成を最適化したので、全長を短縮化しつつ、広画角化を図ることができ、かつ高解像性能を有するレンズ系を実現できる。

[0037] この撮像レンズLは、高性能化のために、第1レンズL1から第5レンズL5のそれぞれのレンズの少なくとも一方の面に、非球面を用いることが好適である。

[0038] また、撮像レンズLを構成する各レンズL1～L5は接合レンズでなく単レンズとすることが好ましい。各レンズL1～L5のいずれかを接合レンズとした場合よりも、非球面数が多いため、各レンズの設計自由度が高くなり、好適に全長の短縮化を図ることができるからである。

[0039] 次に、以上のように構成された撮像レンズLの条件式に関する作用および効果をより詳細に説明する。

[0040] まず、第4レンズL4と第5レンズL5との光軸上の間隔 d_{45} 、および第1レンズL1から第4レンズL4の合成焦点距離 f_{1234} は、以下の条件式(1)を満足することが好ましい。

[0041] $0.13 < d_{45} / f_{1234} < 0.3$ (1)

条件式(1)は、バックフォーカスを短縮し、かつ第1レンズL1から第5レンズL5の厚さのバランスを取ることにより、全長を短縮し、かつ像面湾曲を補正して広角化するための、第1レンズL1から第4レンズL4の合成焦点距離 f_{1234} に対する第4レンズL4と第5レンズL5との光軸上の間隔 d_{45} の比の好ましい数値範囲を規定するものである。本実施形態においては、第5レンズL5は負の屈折力を有するため、第1レンズL1から第4レンズL4の合成屈折力は必ず正となる。したがって、条件式(1)の下限以下とならないように、第1レンズL1から第4レンズL4の合成焦点距離 f_{1234} に対する第4レンズL4と第5レンズL5との光軸上の間隔 d_{45} を設定することにより、主点位置をより物体側にすることができ、バ

ックフォーカスが短くなるため、好適に全長を短縮化できる。また、ペッツバル和を小さくできるため、像面湾曲を良好に補正することができ、広画角化が可能となる。条件式（１）の上限以上とならないように、第１レンズＬ１から第４レンズＬ４の合成焦点距離 f_{1234} に対する第４レンズＬ４と第５レンズＬ５との光軸上の間隔 d_{45} を設定することにより、第１レンズＬ１から第５レンズＬ５の厚さを薄くできるため、好適に全長を短縮化できる。この効果をより高めるために、条件式（１－１）を満足することがより好ましく、条件式（１－２）を満足することがさらに好ましい。

$$[0042] \quad 0.14 < d_{45} / f_{1234} < 0.25 \quad (1-1)$$

$$0.15 < d_{45} / f_{1234} < 0.2 \quad (1-2)$$

また、第４レンズＬ４と第５レンズＬ５との光軸上の間隔 d_{45} および全系の焦点距離 f は、以下の条件式（２）を満足することが好ましい。

$$[0043] \quad 0.11 < d_{45} / f < 0.3 \quad (2)$$

条件式（２）は、（１）と同様に、バックフォーカスを短縮し、かつ第１レンズＬ１から第５レンズＬ５の厚さのバランスを取ることににより、全長を短縮し、かつ像面湾曲を補正して広角化するための、全系の焦点距離 f に対する第４レンズＬ４および第５レンズＬ５の光軸上の間隔 d_{45} の比の好ましい数値範囲を規定するものである。本実施形態においては、第５レンズＬ５は負の屈折力を有するため、第１レンズＬ１から第４レンズＬ４の合成屈折力は必ず正となる。したがって、条件式（２）の下限以下とならないように、全系の焦点距離 f に対する第４レンズＬ４と第５レンズＬ５との光軸上の間隔 d_{45} を設定することにより、主点位置をより物体側にすることができ、バックフォーカスが短くなるため、好適に全長を短縮化できる。また、ペッツバル和を小さくできるため、像面湾曲を良好に補正することができ、広画角化が可能となる。条件式（２）の上限以上とならないように、全系の焦点距離 f に対する第４レンズＬ４と第５レンズＬ５との光軸上の間隔 d_{45} を設定することにより、第１レンズＬ１から第５レンズＬ５の厚さを薄くできるため、好適に全長を短縮化できる。この効果をより高めるために、

条件式 (2-1) を満足することがより好ましく、条件式 (2-2) を満足することがさらに好ましい。

$$[0044] \quad 0.11 < d_{45} / f < 0.25 \quad (2-1)$$

$$0.12 < d_{45} / f < 0.2 \quad (2-2)$$

第2レンズL2の物体側の面の近軸曲率半径R2fおよび第2レンズL2の像側の面の近軸曲率半径R2rは、以下の条件式(3)を満足することが好ましい。

$$[0045] \quad 0 < (R_{2f} + R_{2r}) / (R_{2f} - R_{2r}) < 0.5 \quad (3)$$

ただし、 $|R_{2f}| > |R_{2r}|$ である。

[0046] 条件式(3)は、第2レンズL2の物体側の面の近軸曲率半径R2fおよび第2レンズL2の像側の面の近軸曲率半径R2rの好ましい数値範囲を規定するものである。条件式(3)の下限以下とならないように、第2レンズL2の物体側の面の近軸曲率半径R2fおよび第2レンズL2の像側の面の近軸曲率半径R2rを設定することにより、全長を好適に短縮化できる。条件式(3)の上限以上とならないように、第2レンズL2の物体側の面の近軸曲率半径R2fおよび第2レンズL2の像側の面の近軸曲率半径R2rを設定することにより、非点収差を良好に補正することができる。この効果をより高めるために、条件式(3-1)を満足することがより好ましく、条件式(3-2)を満足することがさらに好ましい。

$$[0047] \quad 0.1 < (R_{2f} + R_{2r}) / (R_{2f} - R_{2r}) < 0.35 \quad (3-1)$$

$$0.11 < (R_{2f} + R_{2r}) / (R_{2f} - R_{2r}) < 0.3 \quad (3-2)$$

第5レンズL5の物体側の面の近軸曲率半径R5fおよび第5レンズL5の像側の面の近軸曲率半径R5rは、以下の条件式(4)を満足することが好ましい。

$$[0048] \quad -1 < (R_{5f} + R_{5r}) / (R_{5f} - R_{5r}) < 0.08 \quad (4)$$

条件式（４）は、第５レンズＬ５の物体側の面の近軸曲率半径 $R5f$ および第５レンズＬ５の像側の面の近軸曲率半径 $R5r$ の好ましい数値範囲を規定するものである。条件式（４）の下限以下とならないように、第５レンズＬ５の物体側の面の近軸曲率半径 $R5f$ および第５レンズＬ５の像側の面の近軸曲率半径 $R5r$ を設定することにより、非点収差を良好に補正することができる。条件式（４）の上限以上とならないように、第５レンズＬ５の物体側の面の近軸曲率半径 $R5f$ および第５レンズＬ５の像側の面の近軸曲率半径 $R5r$ を設定することにより、全長を好適に短縮化できる。この効果をより高めるために、条件式（４－１）を満足することがより好ましく、条件式（４－２）を満足することがさらに好ましい。

$$[0049] \quad -0.5 < (R5f + R5r) / (R5f - R5r) < 0.07 \quad (4-1)$$

$$-0.4 < (R5f + R5r) / (R5f - R5r) < 0.06 \quad (4-2)$$

また、全系の焦点距離 f 、半画角 ω 、第５レンズＬ５の像側の面の近軸曲率半径 $R5r$ は、以下の条件式（５）を満足することが好ましい。

$$[0050] \quad 0.5 < f \cdot \tan \omega / R5r < 1.0 \quad (5)$$

条件式（５）は、第５レンズＬ５の像側の面の近軸曲率半径 $R5r$ に対する近軸像高（ $f \cdot \tan \omega$ ）の比の好ましい数値範囲を規定するものである。条件式（５）の下限以下とならないように、第５レンズＬ５の像側の面の近軸曲率半径 $R5r$ に対する近軸像高（ $f \cdot \tan \omega$ ）を設定することで、近軸像高（ $f \cdot \tan \omega$ ）に対して撮像レンズの最も像側の面である第５レンズＬ５の像側の面の近軸曲率半径 $R5r$ の絶対値が大きくなりすぎず、全長の短縮化を実現しつつ、像面湾曲を十分に補正することができる。また、条件式（５）の上限以上とならないように、第５レンズＬ５の像側の面の近軸曲率半径 $R5r$ に対する近軸像高（ $f \cdot \tan \omega$ ）を設定することで、近軸像高（ $f \cdot \tan \omega$ ）に対して撮像レンズの最も像側の面である第５レンズＬ５の像側の面の近軸曲率半径 $R5r$ の絶対値が小さくなりすぎず、特に

中間画角において、光学系を通過する光線の結像面（撮像素子）への入射角が大きくなるのを抑制することができる。この効果をより高めるために、条件式（5-1）を満足することが好ましい。

$$[0051] \quad 0.7 < f \cdot \tan \omega / R_{5r} < 3 \quad (5-1)$$

また、第1レンズL1と第2レンズL2との合成焦点距離 f_{12} および全系の焦点距離 f は、以下の条件式（6）を満足することが好ましい。

$$[0052] \quad 0.7 < f / f_{12} < 1.2 \quad (6)$$

条件式（6）は、第1レンズL1と第2レンズL2との合成焦点距離 f_{12} に対する全系の焦点距離 f の比の好ましい数値範囲を規定するものである。条件式（6）の下限以下とならないように、第1レンズL1と第2レンズL2との合成屈折力を確保することにより、全系の屈折力に対して第1レンズL1と第2レンズL2との合成屈折力が弱くなりすぎず、好適に全長を短縮化することができる。条件式（6）の上限以上とならないように、第1レンズL1と第2レンズL2との合成屈折力を維持することにより、全系の屈折力に対して第1レンズL1と第2レンズL2との合成屈折力が強くなりすぎず、特に球面収差および軸上色収差を良好に補正することができる。この効果をより高めるために、条件式（6-1）を満足することがより好ましい。

$$[0053] \quad 0.8 < f / f_{12} < 1 \quad (6-1)$$

また、第1レンズL1の焦点距離 f_1 および全系の焦点距離 f は、以下の条件式（7）を満足することが好ましい。

$$[0054] \quad 0.8 < f / f_1 < 2.5 \quad (7)$$

条件式（7）は、第1レンズL1の焦点距離 f_1 に対する全系の焦点距離 f の比の好ましい数値範囲を規定するものである。条件式（7）の下限以下とならないように、第1レンズL1の屈折力を確保することにより、全系の屈折力に対して第1レンズL1の正の屈折力が弱くなりすぎず、好適に全長を短縮化することができる。条件式（7）の上限以上とならないように、第1レンズL1の屈折力を維持することにより、全系の屈折力に対して第1レンズL1の正の屈折力が強くなりすぎず、特に球面収差が良好に補正できる。

この効果をより高めるために、条件式（7-1）を満足することがより好ましく、条件式（7-2）を満足することがさらに好ましい。

$$[0055] \quad 1 < f / f_1 < 2 \quad (7-1)$$

$$1.4 < f / f_1 < 1.8 \quad (7-2)$$

また、第5レンズL5の焦点距離 f_5 および全系の焦点距離 f は、以下の条件式（8）を満足することが好ましい。

$$[0056] \quad -2.5 < f / f_5 < -1.2 \quad (8)$$

条件式（8）は、第5レンズL5の焦点距離 f_5 に対する全系の焦点距離 f の比の好ましい数値範囲を規定するものである。条件式（8）の下限以下とならないように、第5レンズL5の屈折力を維持することにより、全系の正の屈折力に対して第5レンズL5の屈折力が強くなりすぎず、特に中間面角において、光学系を通過する光線の結像面（撮像素子）への入射角が大きくなるのを抑制することができる。条件式（8）の上限以上とならないように、第5レンズL5の屈折力を確保することにより、全系の屈折力に対して第5レンズL5の屈折力が弱くなりすぎず、像面湾曲を良好に補正しつつ、好適に全長の短縮化を実現することができる。この効果をより高めるために、条件式（8-1）を満足することがより好ましい。

$$[0057] \quad -2 < f / f_5 < -1.4 \quad (8-1)$$

また、第2レンズL2の焦点距離 f_2 および全系の焦点距離 f は、以下の条件式（9）を満足することが好ましい。

$$[0058] \quad -2.5 < f / f_2 < -0.7 \quad (9)$$

条件式（9）は、第2レンズL2の焦点距離 f_2 に対する全系の焦点距離 f の比の好ましい数値範囲を規定するものである。条件式（9）の下限以下とならないように、第2レンズL2の屈折力を維持することにより、全系の屈折力に対して第2レンズL2の屈折力が強くなりすぎず、好適に全長を短縮化することができる。条件式（9）の上限以上とならないように、第2レンズL2の屈折力を確保することにより、全系の屈折力に対して第2レンズL2の屈折力が弱くなりすぎず、特に軸上色収差を良好に補正することができ

る。この効果をより高めるために、条件式（9-1）を満足することがより好ましい。

[0059] $-1.3 < f_1 / f_2 < -0.8$ (9-1)

次に、図2～図6を参照しながら、本発明の第2から第6の実施形態に係る撮像レンズについて詳細に説明する。図1～図6に示す第1から第6の実施形態に係る撮像レンズは、第1レンズL1から第5レンズL5のすべての面が非球面形状とされている。また、本発明の第2から第6の実施形態に係る撮像レンズは、第1の実施形態と同様に、物体側から順に、正の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた形状である第1レンズL1と、両凹形状である第2レンズL2と、両凸形状である第3レンズL3と、正の屈折力を有する第4レンズL4と、負の屈折力を有し、像側に凹面を向けた形状であり、像側の面に少なくとも1つの変曲点を有する第5レンズL5とから構成される実質的に5個のレンズから構成される。このため、以下の第2から第6の実施形態においては、各レンズ群を構成する各レンズの他の詳細な構成についてのみ説明する。また、第1から第6の実施形態の間で互いに共通する構成の作用効果はそれぞれ同じ作用効果を有するため、実施形態の順番が早いものについて構成およびその作用効果を説明し、その他の実施形態の共通する構成およびその作用効果の重複説明を省略する。

[0060] 図2、図3および図6に示す第2、第3および第6の実施形態に係る撮像レンズLは、第1の実施形態と第1レンズL1から第5レンズL5のレンズの構成を共通としており、これらのレンズの各構成によれば第1の実施形態のそれぞれ対応する構成と同じ作用効果が得られる。

[0061] 図4および図5に示す第4および第5の実施形態に係る撮像レンズLは、第1レンズL1が物体側に凸面を向けたメニスカス形状を有するように構成し、第1レンズL1が物体側に凸面を向けたメニスカス形状を有することを除いて、第1の実施形態と第1レンズL1から第5レンズL5の構成を共通としている。第1レンズL1を物体側に凸面を向けたメニスカス形状を有するものとすることで、第1レンズL1の後側主点位置を物体側に寄せやすく

なり、全長をより好適に短縮化できる。また、第4および第5の実施形態において、第1の実施形態と共通する第1レンズL1から第5レンズL5の各構成によって第1の実施形態のそれぞれ対応する構成と同じ作用効果が得られる。

[0062] なお、第4から第6の実施形態に係る撮像レンズは、条件式(1-2)の上限を満足しないものとなっている。

[0063] 以上説明したように、本発明の実施形態に係る撮像レンズによれば、全体として5枚というレンズ構成において、各レンズ要素の構成を最適化したので、全長を短縮化しつつ、広画角化を図り、かつ高解像性能を有するレンズ系を実現できる。

[0064] また、適宜好ましい条件を満足することで、より高い結像性能を実現できる。また、本実施形態に係る撮像装置によれば、本実施形態に係る高性能の撮像レンズによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力するようにしたので、中心画角から周辺画角まで高解像の撮影画像を得ることができる。

[0065] 次に、本発明の実施形態に係る撮像レンズの具体的な数値実施例について説明する。以下では、複数の数値実施例をまとめて説明する。

[0066] 後掲の表1および表2は、図1に示した撮像レンズの構成に対応する具体的なレンズデータを示している。特に表1にはその基本的なレンズデータを示し、表2には非球面に関するデータを示す。表1に示したレンズデータにおける面番号 S_i の欄には、実施例1に係る撮像レンズについて、最も物体側のレンズ要素の面を1番目(開口絞り S_t を1番目)として、像側に向かって従い順次増加するようにして符号を付した i 番目の面の番号を示している。曲率半径 R_i の欄には、図1において付した符号 R_i に対応させて、物体側から i 番目の面の曲率半径の値(mm)を示す。面間隔 D_i の欄についても、同様に物体側から i 番目の面 S_i と $i+1$ 番目の面 S_{i+1} との光軸上の間隔(mm)を示す。 N_{dj} の欄には、物体側から j 番目の光学要素の d 線(587.56nm)に対する屈折率の値を示す。 ν_{dj} の欄には、物体側から j 番目の光学要素の d 線に対するアッペ数の値を示す。なお、各レ

ンスデータには、諸データとして、全系の焦点距離 f (mm) とバックフォーカス Bf (mm) とレンズ全長 TL (mm) の値をそれぞれ示す。なお、このバックフォーカス Bf は空気換算した値を表しており、レンズ全長 TL においてバックフォーカス分は同様に空気換算した値を用いている。

[0067] この実施例 1 に係る撮像レンズは、第 1 レンズ L_1 から第 5 レンズ L_5 の両面がすべて非球面形状となっている。表 1 の基本レンズデータには、これらの非球面の曲率半径として、光軸近傍の曲率半径（近軸曲率半径）の数値を示している。

[0068] 表 2 には実施例 1 の撮像レンズにおける非球面データを示す。非球面データとして示した数値において、記号 “E” は、その次に続く数値が 10 を底とした “べき指数” であることを示し、その 10 を底とした指数関数で表される数値が “E” の前の数値に乗算されることを示す。例えば、「1. 0E-02」であれば、「 1.0×10^{-2} 」であることを示す。

[0069] 非球面データとしては、以下の式 (A) によって表される非球面形状の式における各係数 A_i 、 K_A の値を記す。 Z は、より詳しくは、光軸から高さ h の位置にある非球面上の点から、非球面の頂点の接平面（光軸に垂直な平面）に下ろした垂線の長さ (mm) を示す。

$$[0070] \quad Z = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - K_A \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum A_i \cdot h^i \quad \dots\dots$$

(A)

ただし、

Z : 非球面の深さ (mm)

h : 光軸からレンズ面までの距離 (高さ) (mm)

C : 近軸曲率 = $1/R$

(R : 近軸曲率半径)

A_i : 第 i 次 (i は 3 以上の整数) の非球面係数

K_A : 非球面係数

とする。

[0071] 以上の実施例 1 の撮像レンズと同様にして、図 2 ～図 6 に示した撮像レン

ズの構成に対応する具体的なレンズデータを実施例2から実施例6として、表3～表12に示す。これらの実施例1～6に係る撮像レンズでは、第1レンズL1から第5レンズL5の両面がすべて非球面形状となっている。

[0072] 図8(A)～(D)はそれぞれ、実施例1の撮像レンズにおける球面収差、非点収差、ディストーション（歪曲収差）、および倍率色収差（倍率の色収差）図を示している。球面収差、非点収差（像面湾曲）、ディストーション（歪曲収差）を表す各収差図には、d線（波長587.56nm）を基準波長とした収差を示す。球面収差図、倍率色収差図には、g線（波長435.83nm）、F線（波長486.1nm）、およびC線（波長656.27nm）についての収差も示す。非点収差図において、実線はサジタル方向（S）、破線はタンジェンシャル方向（T）の収差を示す。また、Fno.はFナンバーを、 ω は半画角をそれぞれ示す。

[0073] 同様に、実施例2から実施例6の撮像レンズについての諸収差を図9(A)～(D)から図13(A)～(D)に示す。

[0074] また、表13には、本発明に係る各条件式(1)～(9)に関する値を、各実施例1～6についてそれぞれまとめたものを示す。

[0075] 以上の各数値データおよび各収差図から分かるように、各実施例について、全長を短縮化しながらも高い結像性能が実現されている。

[0076] なお、本発明の撮像レンズには、実施形態および各実施例に限定されず種々の変形実施が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔、屈折率、アッベ数、非球面係数の値などは、各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得る。

[0077] また、各実施例では、すべて固定焦点で使用する前提での記載とされているが、フォーカス調整可能な構成とすることも可能である。例えばレンズ系全体を繰り出したり、一部のレンズを光軸上で動かしてオートフォーカス可能な構成とすることも可能である。

[表1]

実施例1

f=4.454, Bf=0.729, TL=4.605

Si	Ri	Di	ndj	ν dj
*1	1.45219	0.679	1.54400	55.90
*2	-23.32279	0.100		
3(開口絞り)	∞	0.035		
*4	-6.35596	0.191	1.63400	23.80
*5	3.72001	0.527		
*6	13.67873	0.225	1.63400	23.80
*7	-516.11350	0.740		
*8	-6.20907	0.302	1.54400	55.90
*9	-1.91680	0.594		
*10	-2.32330	0.483	1.53500	56.30
*11	4.65516	0.240		
12	∞	0.300	1.51700	64.20
13	∞	0.291		
14	∞			

*非球面

[表3]

実施例2

f=4.454, Bf=0.863, TL=4.604

Si	Ri	Di	ndj	ν dj
*1	1.42915	0.681	1.54400	55.90
*2	-51.19692	0.010		
3(開口絞り)	∞	0.115		
*4	-5.61877	0.154	1.63400	23.80
*5	4.40115	0.501		
*6	53.72163	0.266	1.63400	23.80
*7	-32.14791	0.779		
*8	-5.14940	0.355	1.54400	55.90
*9	-1.50362	0.534		
*10	-2.67690	0.346	1.53500	56.30
*11	2.49345	0.351		
12	∞	0.300	1.51700	64.20
13	∞	0.315		
14	∞			

*非球面

[表4]

実施例2・非球面データ						
面番号	KA	A4	A6	A8	A10	
1	-3.2308460E+00	1.8247298E-01	-7.7950683E-02	5.9096960E-02	-2.1002646E-02	
2	-2.0381740E+04	1.1969677E-02	1.8960781E-02	-4.4902294E-02	7.9876744E-02	
4	-1.1195360E+02	5.2110101E-02	1.3075487E-02	5.0711220E-02	-1.3577418E-01	
5	1.2428030E+01	9.8635724E-02	1.7519353E-02	4.2159066E-02	-9.0080209E-02	
6	-7.1350970E+03	-1.8622730E-01	-4.6933694E-02	4.8245647E-02	-7.9588998E-02	
7	1.0000000E+00	-1.5654478E-01	-2.0899996E-02	2.1053205E-02	-2.2821506E-02	
8	9.0199420E+00	1.0508175E-02	1.5539425E-02	-5.1621495E-02	3.8794521E-02	
9	-3.6089910E+00	-2.3664935E-02	5.5243667E-02	-4.1074818E-02	8.5220012E-03	
10	-1.0675030E+00	-1.5650477E-02	-5.3715853E-04	2.5453229E-03	-2.8762512E-04	
11	-2.3095940E+01	-4.0228964E-02	6.6396595E-03	-2.0973815E-03	3.2109609E-04	
	A12	A14				
1	8.2367395E-03	-2.4930025E-03				
2	-6.9231624E-02	2.1876014E-02				
4	1.2938918E-01	-3.9484706E-02				
5	5.4249856E-02	8.6341923E-02				
6	5.8291981E-02					
7	2.3006544E-02					
8	-2.0226471E-02	4.2452229E-03				
9	-1.1320107E-03	2.8762245E-04				
10	-3.4236548E-05	5.5712130E-06				
11	-2.4276932E-05	1.2175782E-06				

[表5]

実施例3

f=4.451, Bf=0.853, TL=4.603

Si	Ri	Di	ndj	ν dj
*1	1.43478	0.691	1.54400	55.90
*2	-57.13259	0.010		
3(開口絞り)	∞	0.123		
*4	-5.66016	0.154	1.63400	23.80
*5	4.45390	0.525		
*6	40.74845	0.264	1.63400	23.80
*7	-38.78278	0.770		
*8	-5.00824	0.320	1.54400	55.90
*9	-1.55119	0.531		
*10	-2.76821	0.362	1.53500	56.30
*11	2.76124	0.237		
12	∞	0.300	1.51700	64.20
13	∞	0.418		
14	∞			

*非球面

[表6]

実施例3・非球面データ						
面番号	KA	A4	A6	A8	A10	
1	-3.3199300E+00	1.8022776E-01	-7.8654831E-02	5.9762074E-02	-2.1236648E-02	
2	-2.1255220E+04	1.1130495E-02	1.7789724E-02	-4.6314868E-02	7.9576648E-02	
4	-1.1988640E+02	5.1297301E-02	1.2089253E-02	5.0979463E-02	-1.3430607E-01	
5	1.2824720E+01	9.9288293E-02	1.8986037E-02	4.3003549E-02	-9.4591536E-02	
6	-3.8180170E+03	-1.8415180E-01	-4.8001973E-02	4.6099590E-02	-8.0573804E-02	
7	1.0000000E+00	-1.5864911E-01	-2.1203920E-02	2.1577480E-02	-2.2065892E-02	
8	7.9672230E+00	9.6129552E-03	1.4753402E-02	-5.1178156E-02	3.8941295E-02	
9	-3.7754090E+00	-2.3221255E-02	5.4789159E-02	-4.1130153E-02	8.5133296E-03	
10	-1.0931820E+00	-1.5636796E-02	-5.4025426E-04	2.5447500E-03	-2.8776753E-04	
11	-2.4974670E+01	-4.0945650E-02	6.6799961E-03	-2.0934738E-03	3.2116055E-04	
	A12	A14				
1	7.3966372E-03	-3.5354205E-03				
2	-6.8937540E-02	2.1758847E-02				
4	1.3044455E-01	-3.9279142E-02				
5	4.6736735E-02	9.5778049E-02				
6	6.4931092E-02					
7	2.3021357E-02					
8	-2.0188373E-02	4.2516087E-03				
9	-1.1314430E-03	2.8988607E-04				
10	-3.4389457E-05	5.4988718E-06				
11	-2.4284408E-05	1.2173573E-06				

[表7]

実施例4

f=4.448, Bf=0.717, TL=4.922

Si	Ri	Di	ndj	ν dj
1(開口絞り)	∞	-0.479		
*2	1.54216	0.591	1.544	55.9
*3	21474.83648	0.156		
*4	-7.42046	0.158	1.63400	23.80
*5	4.96580	0.587		
*6	1735.46300	0.258	1.63400	23.80
*7	-49.93552	0.721		
*8	-7.49578	0.520	1.54400	55.90
*9	-1.78343	0.723		
*10	-3.24703	0.491	1.53500	56.30
*11	2.94349	0.372		
12	∞	0.300	1.51700	64.20
13	∞	0.147		
14	∞			

*非球面

[表8]

実施例4・非球面データ						
面番号	KA	A4	A6	A8	A10	
2	-3.2524380E+00	1.5065096E-01	-5.5982718E-02	3.8803414E-02	-1.2157592E-02	
3	-2.4900370E+09	7.6435492E-03	1.2138084E-02	-3.0313439E-02	4.4783018E-02	
4	-1.0909280E+02	4.4139517E-02	9.7437784E-03	3.2146520E-02	-7.6686941E-02	
5	1.2089540E+01	8.0625054E-02	1.4091644E-02	3.4953744E-02	-4.5159215E-02	
6	-3.2350740E+21	-1.4964513E-01	-2.6984555E-02	3.0485578E-02	-4.4023473E-02	
7	1.0000000E+00	-1.2220319E-01	-1.4043378E-02	1.4941629E-02	-1.2747263E-02	
8	2.0994210E+01	-1.3535042E-03	6.4694993E-03	-3.4299536E-02	2.1943063E-02	
9	-4.2987300E+00	-4.2851362E-02	3.6462513E-02	-2.5926612E-02	4.9370368E-03	
10	-3.8512820E+00	-1.2893548E-02	-3.8582306E-04	1.6359078E-03	-1.6309298E-04	
11	-1.1189530E+01	-2.6471382E-02	5.7727919E-03	-1.2940902E-03	1.7980930E-04	
	A12	A14	A16			
1	3.3485257E-03	-1.8404377E-03	0.0000000E+00			
2	-3.4176564E-02	9.9411196E-03	0.0000000E+00			
4	6.5157563E-02	-1.5315215E-02	0.0000000E+00			
5	2.5079954E-02	3.1888339E-02	0.0000000E+00			
6	3.4422885E-02	0.0000000E+00	0.0000000E+00			
7	1.2040687E-02	0.0000000E+00	0.0000000E+00			
8	-9.9879048E-03	1.9077107E-03	0.0000000E+00			
9	-6.0026315E-04	9.5240511E-05	0.0000000E+00			
10	-1.7629494E-05	2.2176601E-06	0.0000000E+00			
11	-1.3117482E-05	3.4808324E-07	0.0000000E+00			

[表9]

実施例5

f=4.453, Bf=0.707, TL=4.920

Si	Ri	Di	ndj	ν dj
1(開口絞り)	∞	-0.479		
*2	1.54280	0.592	1.544	55.9
*3	21474.83648	0.155		
*4	-7.43748	0.159	1.63400	23.80
*5	4.99290	0.588		
*6	2256.31900	0.256	1.63400	23.80
*7	-52.03853	0.730		
*8	-7.47168	0.513	1.54400	55.90
*9	-1.78445	0.724		
*10	-3.22136	0.496	1.53500	56.30
*11	2.92139	0.341		
12	∞	0.300	1.51700	64.20
13	∞	0.169		
14	∞			

*非球面

[表10]

実施例5・非球面データ							
面番号	KA	A4	A6	A8	A10		
2	-3.2638470E+00	1.5066095E-01	-5.5977984E-02	3.8803719E-02	-1.2157672E-02		
3	-5.9762770E+09	7.6419585E-03	1.2141008E-02	-3.0303218E-02	4.4787680E-02		
4	-1.0872610E+02	4.4164627E-02	9.7373772E-03	3.2136889E-02	-7.6697060E-02		
5	1.2244360E+01	8.0597528E-02	1.4130448E-02	3.4988561E-02	-4.5166430E-02		
6	-3.2415350E+21	-1.4971704E-01	-2.6990874E-02	3.0426774E-02	-4.4074399E-02		
7	1.0000000E+00	-1.2224228E-01	-1.4076476E-02	1.4986706E-02	-1.2692603E-02		
8	1.9842780E+01	-1.3571746E-03	6.5127268E-03	-3.4309265E-02	2.1937121E-02		
9	-4.3382240E+00	-4.2868768E-02	3.6500939E-02	-2.5927469E-02	4.9326137E-03		
10	-4.5224980E+00	-1.3003011E-02	-4.1506473E-04	1.6349094E-03	-1.6317561E-04		
11	-1.1174200E+01	-2.5588070E-02	5.8404713E-03	-1.3008082E-03	1.7962257E-04		
	A12	A14	A16				
1	3.3480104E-03	-1.8410405E-03	0.0000000E+00				
2	-3.4181618E-02	9.9381618E-03	0.0000000E+00				
4	6.5155534E-02	-1.5304355E-02	0.0000000E+00				
5	2.5045503E-02	3.1849838E-02	0.0000000E+00				
6	3.4386194E-02	0.0000000E+00	0.0000000E+00				
7	1.2077945E-02	0.0000000E+00	0.0000000E+00				
8	-9.9873292E-03	1.9093451E-03	0.0000000E+00				
9	-6.0248064E-04	9.4432424E-05	0.0000000E+00				
10	-1.7631948E-05	2.2178424E-06	0.0000000E+00				
11	-1.3107522E-05	3.4750991E-07	0.0000000E+00				

[表11]

実施例6

f=4.006, Bf=0.563, TL=4.601

Si	Ri	Di	ndj	ν dj
1(開口絞り)	∞	-0.370		
*2	1.53205	0.594	1.544	55.9
*3	-244.2533	0.161		
*4	-7.63619	0.160	1.63400	23.80
*5	5.04447	0.572		
*6	131.92940	0.256	1.63400	23.80
*7	-38.39986	0.644		
*8	-7.97505	0.458	1.54400	55.90
*9	-1.77020	0.751		
*10	-3.26810	0.442	1.53500	56.30
*11	2.95747	0.228		
12	∞	0.300	1.51700	64.20
13	∞	0.137		
14	∞			

*非球面

[表12]

実施例6・非球面データ						
面番号	KA	A4	A6	A8	A10	
2	-3.2750100E+00	1.5093680E-01	-5.5896831E-02	3.8853577E-02	-1.2138676E-02	
3	1.0000000E+00	7.7518953E-03	1.2240027E-02	-3.0268578E-02	4.4763164E-02	
4	-1.1147020E+02	4.3950916E-02	9.4982248E-03	3.2017255E-02	-7.6662717E-02	
5	1.2185120E+01	8.0628371E-02	1.4258265E-02	3.5200716E-02	-4.4900228E-02	
6	1.0000000E+00	-1.4835939E-01	-2.7138216E-02	3.0155911E-02	-4.4298907E-02	
7	1.0000000E+00	-1.2257684E-01	-1.3933147E-02	1.5063692E-02	-1.2675846E-02	
8	1.9880970E+01	-2.3029630E-03	6.7083678E-03	-3.4116174E-02	2.1964796E-02	
9	-4.4307060E+00	-4.2646577E-02	3.6062420E-02	-2.6066979E-02	4.9180318E-03	
10	-5.6146200E+00	-1.1668238E-02	-3.7319308E-04	1.6379329E-03	-1.6272805E-04	
11	-8.2204650E+00	-2.4797844E-02	5.8304716E-03	-1.3054526E-03	1.7976597E-04	
	A12	A14	A16			
1	3.3515733E-03	-1.8191446E-03	1.1636071E-05			
2	-3.4182713E-02	9.9502052E-03	8.2276940E-06			
4	6.5142837E-02	-1.5392543E-02	-7.1977633E-05			
5	2.5266330E-02	3.1707511E-02	-1.5037464E-05			
6	3.4353299E-02	-8.4908319E-05	-4.3328445E-05			
7	1.2108124E-02	1.7124310E-05	2.1742717E-05			
8	-9.9841170E-03	1.9122032E-03	-1.9145444E-06			
9	-5.9906351E-04	9.3911565E-05	5.9508721E-07			
10	-1.7573077E-05	2.2139280E-06	-8.0069936E-10			
11	-1.3101326E-05	3.4687308E-07	-2.9514350E-11			

[表13]

式番号	条件式	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)	$d45/f1234$	0.18	0.17	0.16	0.21	0.21	0.23
(2)	$d45/f$	0.13	0.12	0.12	0.16	0.16	0.19
(3)	$(R2f+R2r)/(R2f-R2r)$	0.26	0.12	0.12	0.20	0.20	0.20
(4)	$(R5f+R5r)/(R5f-R5r)$	-0.33	0.04	0.00	0.05	0.05	0.05
(5)	$f \cdot \tan \omega / R5r$	0.64	1.20	1.09	1.02	1.03	0.91
(6)	$f/f12$	0.84	0.86	0.86	0.82	0.82	0.77
(7)	$f/f1$	1.73	1.73	1.72	1.57	1.57	1.43
(8)	$f/f5$	-1.56	-1.89	-1.76	-1.58	-1.60	-1.41
(9)	$f/f2$	-1.20	-1.15	-1.14	-0.95	-0.95	-0.84

請求の範囲

[請求項1] 物体側から順に、
 正の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた形状である第1レンズと、
 、
 両凹形状である第2レンズと、
 両凸形状である第3レンズと、
 正の屈折力を有する第4レンズと、
 負の屈折力を有し、像側に凹面を向けた形状であり、像側の面に少なくとも1つの変曲点を有する第5レンズと、
 から構成される実質的に5個のレンズからなり、下記条件式(1)を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$0.13 < d_{45} / f_{1234} < 0.3 \quad (1)$$

ただし、

d_{45} : 前記第4レンズと前記第5レンズとの光軸上の間隔

f_{1234} : 前記第1レンズから前記第4レンズの合成焦点距離とする。

[請求項2] さらに以下の条件式を満足する請求項1記載の撮像レンズ。

$$0.11 < d_{45} / f < 0.3 \quad (2)$$

ただし、

d_{45} : 前記第4レンズと前記第5レンズとの光軸上の間隔

f : 全系の焦点距離

とする。

[請求項3] さらに以下の条件式を満足する請求項1または2記載の撮像レンズ。

$$0 < (R_{2f} + R_{2r}) / (R_{2f} - R_{2r}) < 0.5 \quad (3)$$

ただし、

R_{2f} : 前記第2レンズの物体側の面の近軸曲率半径

$R_2 r$: 前記第2レンズの像側の面の近軸曲率半径

$$|R_2 f| > |R_2 r|$$

とする。

[請求項4] さらに以下の条件式を満足する請求項1から3のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$-1 < (R_5 f + R_5 r) / (R_5 f - R_5 r) < 0.08$$

(4)

ただし、

$R_5 f$: 前記第5レンズの物体側の面の近軸曲率半径

$R_5 r$: 前記第5レンズの像側の面の近軸曲率半径

とする。

[請求項5] さらに以下の条件式を満足する請求項1から4のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$0.5 < f \cdot \tan \omega / R_5 r < 1.0 \quad (5)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

ω : 半画角

$R_5 r$: 前記第5レンズの像側の面の曲率半径

とする。

[請求項6] さらに以下の条件式を満足する請求項1から5のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$0.7 < f / f_{12} < 1.2 \quad (6)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_{12} : 前記第1レンズと前記第2レンズとの合成焦点距離

とする。

[請求項7] さらに以下の条件式を満足する請求項1から6のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$0.8 < f / f_1 < 2.5 \quad (7)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_1 : 前記第1レンズの焦点距離

とする。

[請求項8] さらに以下の条件式を満足する請求項1から7のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$-2.5 < f / f_5 < -1.2 \quad (8)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_5 : 前記第5レンズの焦点距離

とする。

[請求項9] さらに以下の条件式を満足する請求項1から8のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$-2.5 < f / f_2 < -0.7 \quad (9)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_2 : 前記第2レンズの焦点距離

とする。

[請求項10] 前記第2レンズの物体側の面より物体側に配置された開口絞りをさらに備えた請求項1から9のいずれか1項記載の撮像レンズ。

[請求項11] さらに以下の条件式を満足する請求項1から10のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$0.14 < d_{45} / f_{1234} < 0.25 \quad (1-1)$$

ただし、

d_{45} : 前記第4レンズと前記第5レンズとの光軸上の間隔

f_{1234} : 前記第1レンズから前記第4レンズの合成焦点距離

とする。

[請求項12] さらに以下の条件式を満足する請求項1から11のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$0.11 < d_{45} / f < 0.25 \quad (2-1)$$

ただし、

d_{45} : 前記第4レンズと前記第5レンズとの光軸上の間隔

f : 全系の焦点距離

とする。

[請求項13] さらに以下の条件式を満足する請求項1から12のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$0.1 < (R_{2f} + R_{2r}) / (R_{2f} - R_{2r}) < 0.35 \quad (3-1)$$

ただし、

R_{2f} : 前記第2レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{2r} : 前記第2レンズの像側の面の近軸曲率半径

$$|R_{2f}| > |R_{2r}|$$

とする。

[請求項14] さらに以下の条件式を満足する請求項1から13のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$-0.5 < (R_{5f} + R_{5r}) / (R_{5f} - R_{5r}) < 0.07 \quad (4-1)$$

ただし、

R_{5f} : 前記第5レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{5r} : 前記第5レンズの像側の面の近軸曲率半径

とする。

[請求項15] さらに以下の条件式を満足する請求項1から14のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$0.7 < f \cdot \tan \omega / R_{5r} < 3 \quad (5-1)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

ω : 半画角

R_5 : 前記第 5 レンズの像側の面の曲率半径

とする。

[請求項16] さらに以下の条件式を満足する請求項 1 から 15 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

$$0.8 < f / f_{12} < 1 \quad (6-1)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_{12} : 前記第 1 レンズと前記第 2 レンズの合成焦点距離

とする。

[請求項17] さらに以下の条件式を満足する請求項 1 から 16 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

$$1 < f / f_1 < 2 \quad (7-1)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_1 : 第 1 レンズの焦点距離

とする。

[請求項18] さらに以下の条件式を満足する請求項 1 から 17 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

$$-2 < f / f_5 < -1.4 \quad (8-1)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_5 : 前記第 5 レンズの焦点距離

とする。

[請求項19] さらに以下の条件式を満足する請求項 1 から 18 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

$$-1.3 < f / f_2 < -0.8 \quad (9-1)$$

ただし、

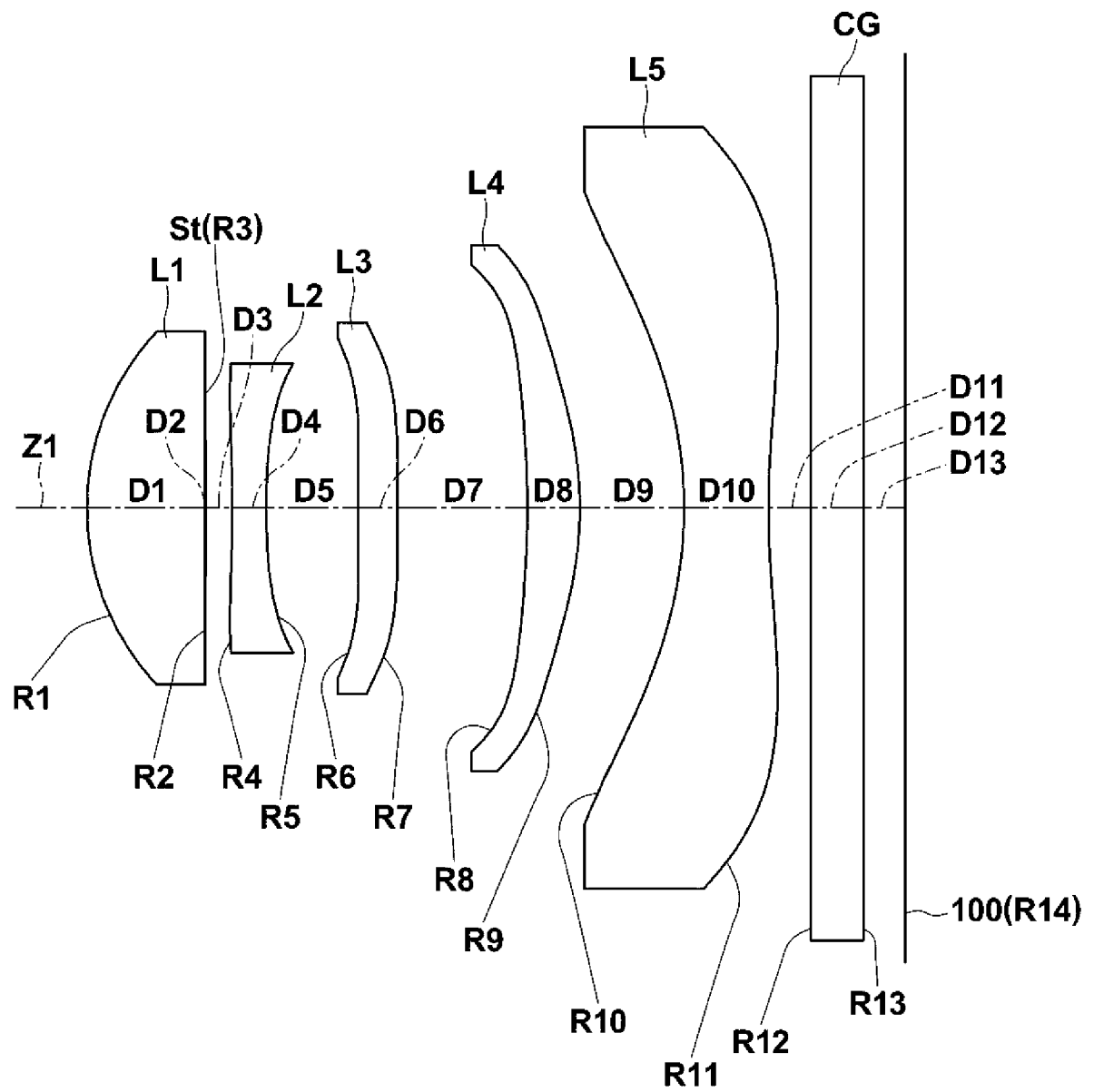
f : 全系の焦点距離

f_2 : 前記第 2 レンズの焦点距離

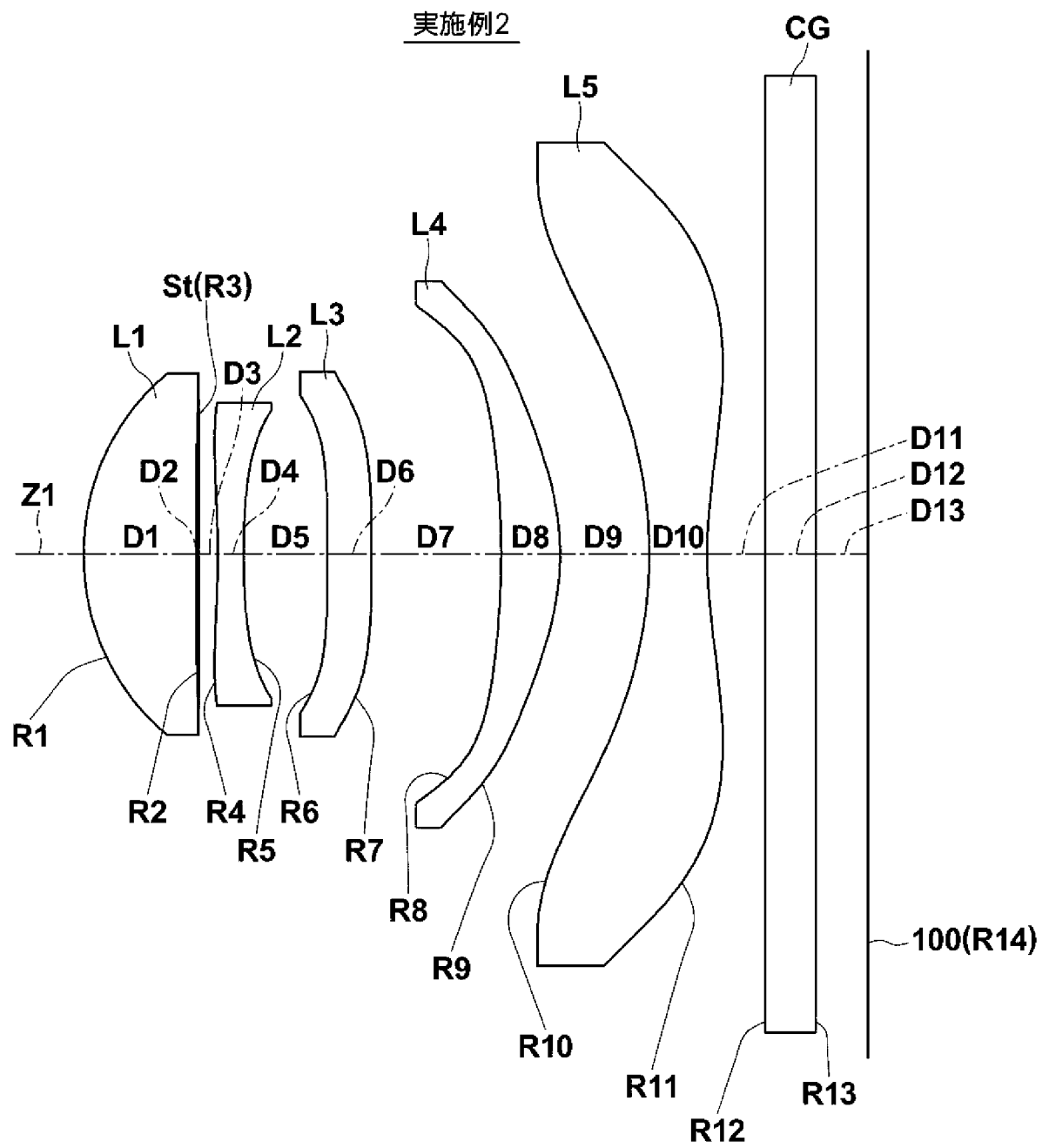
とする。

[請求項20] 請求項 1 に記載の撮像レンズを有する撮像装置。

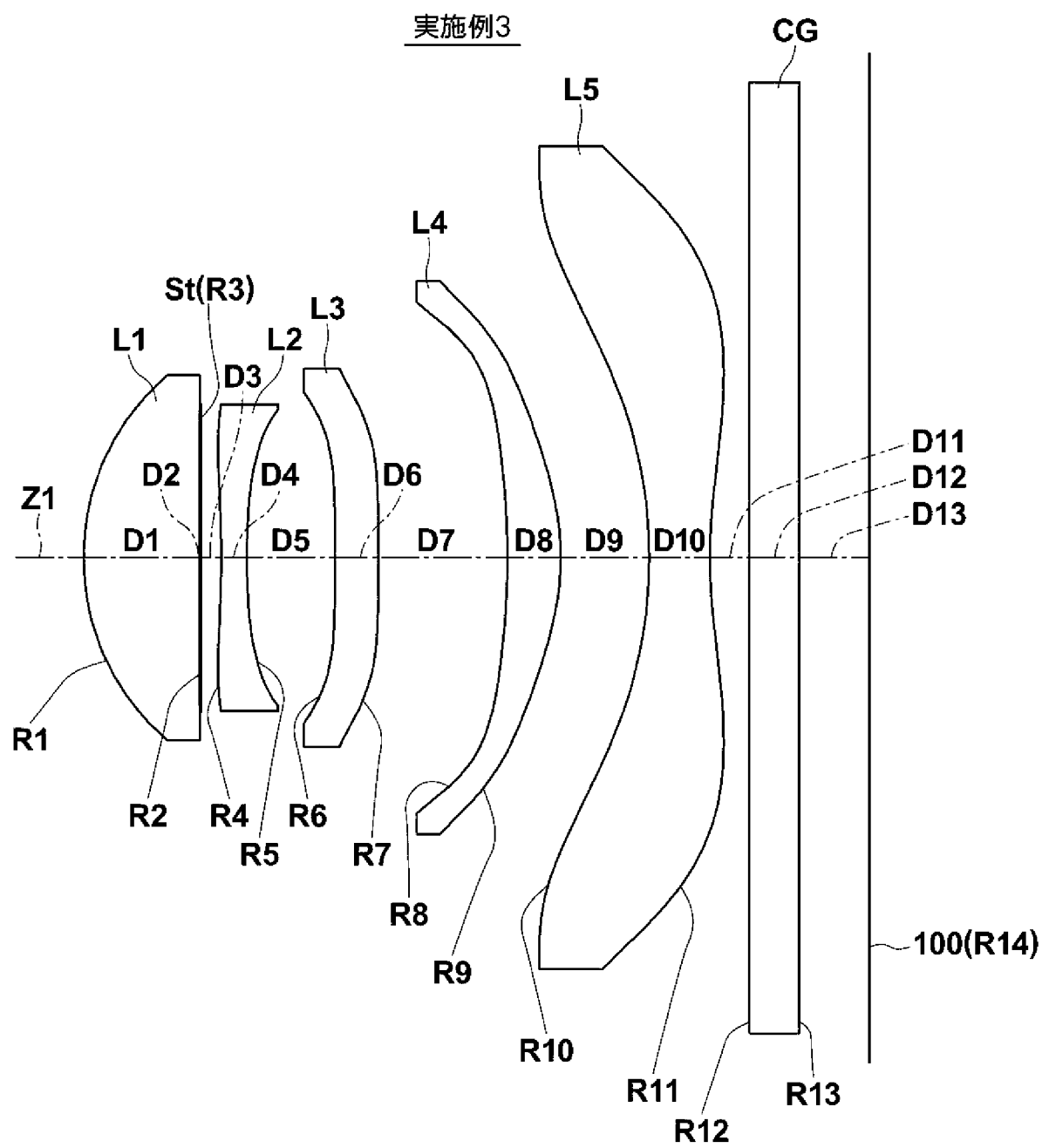
[図1]

実施例1

[図2]

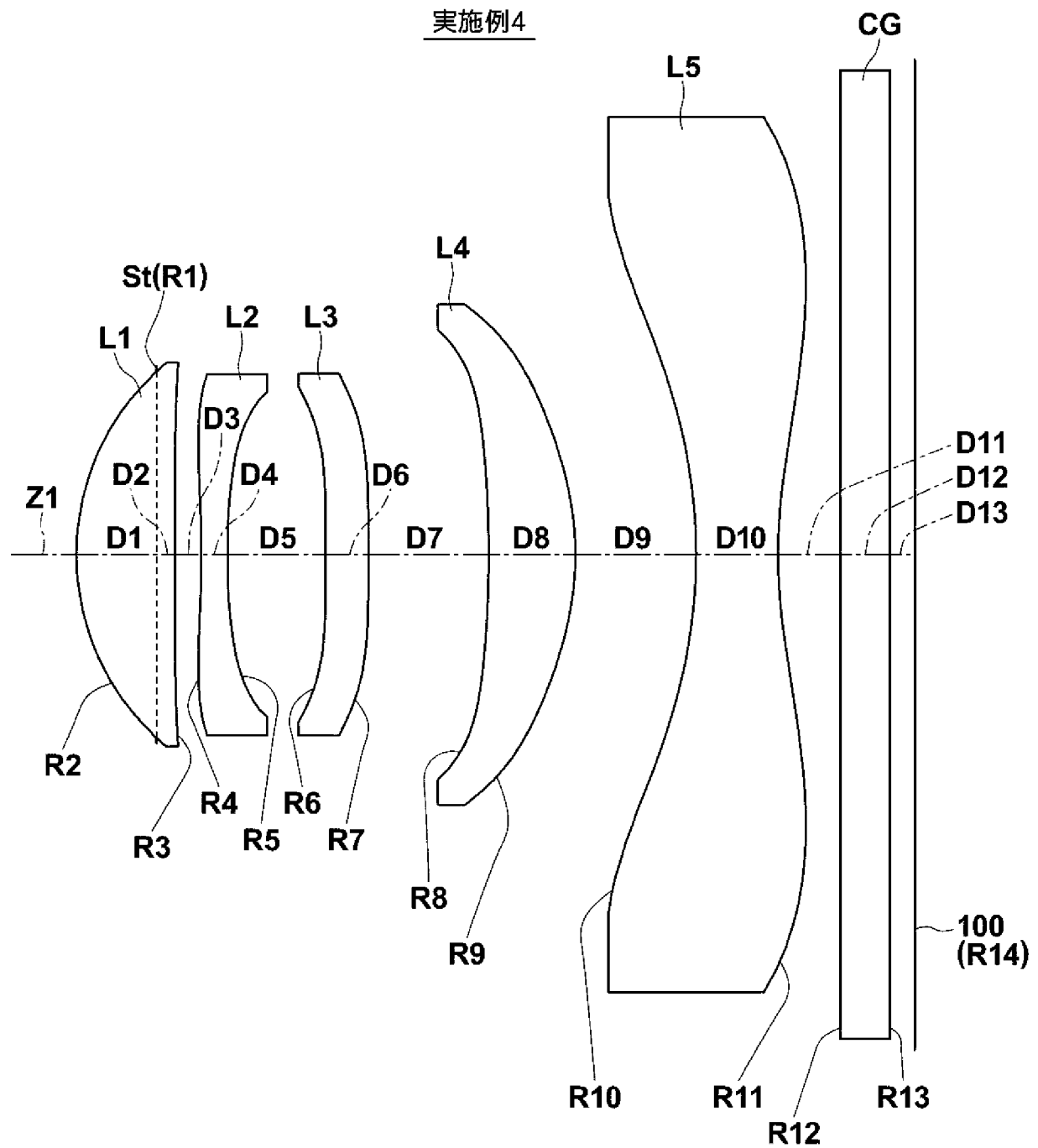


[図3]

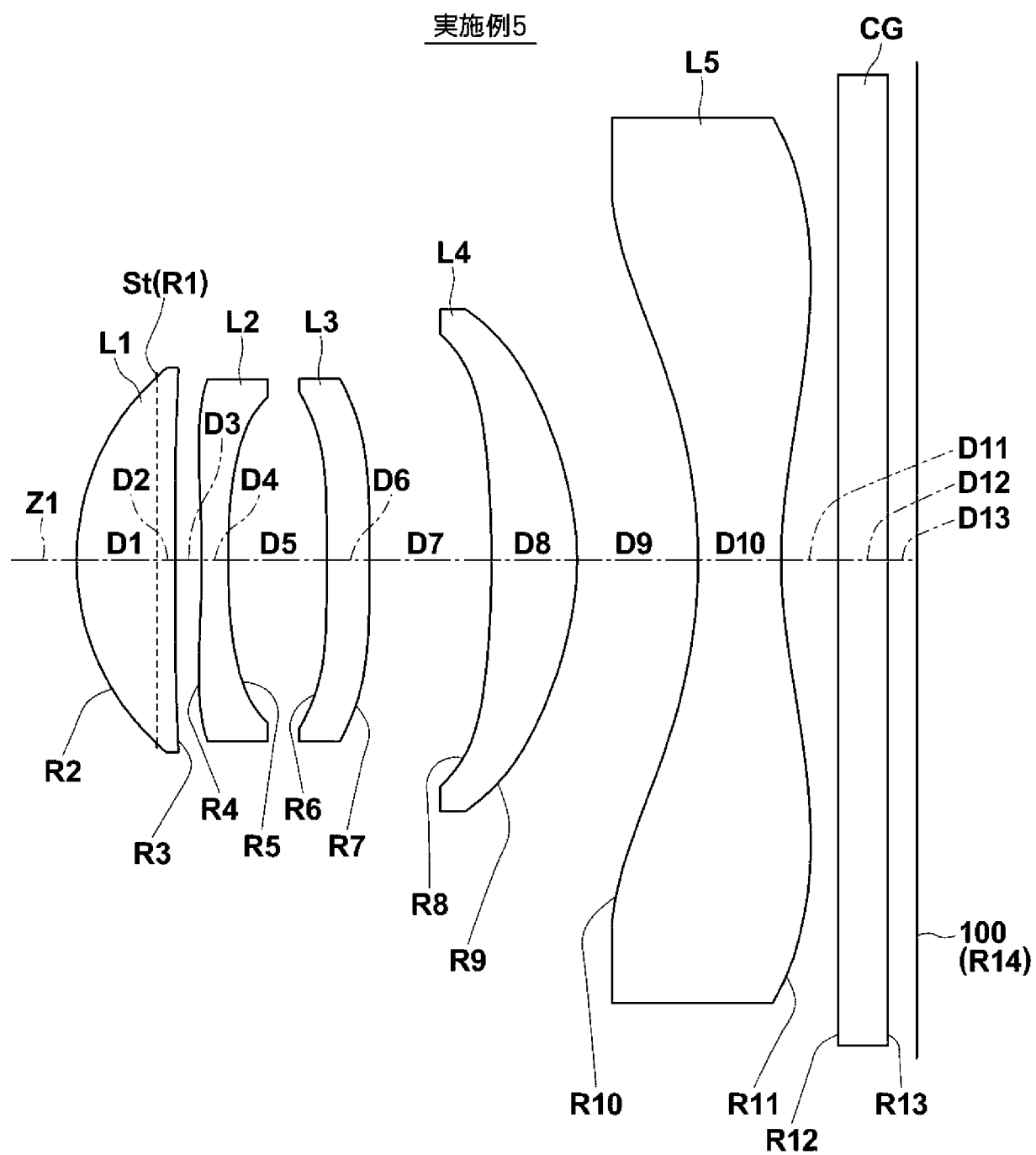


[図4]

実施例4

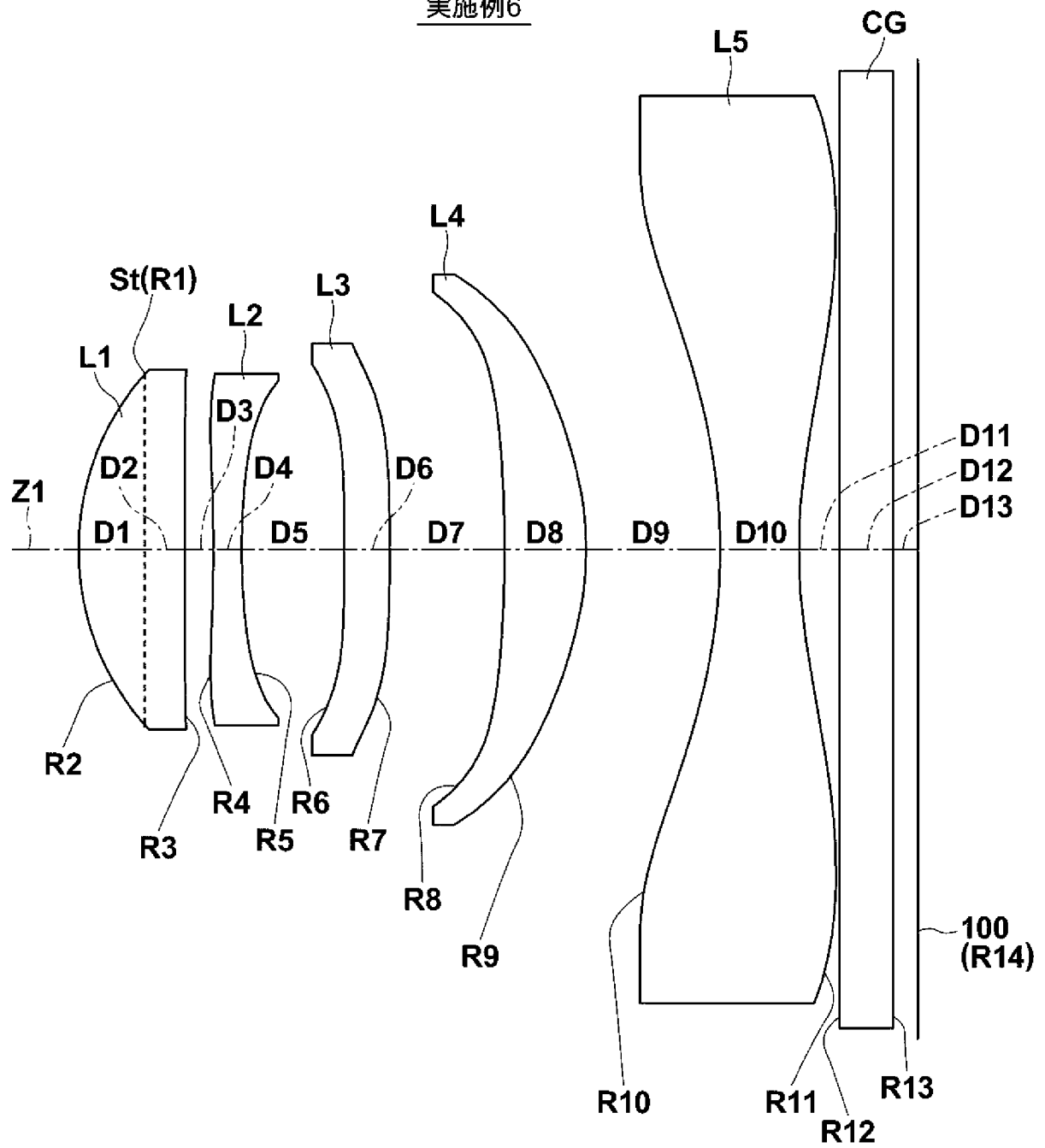


[図5]

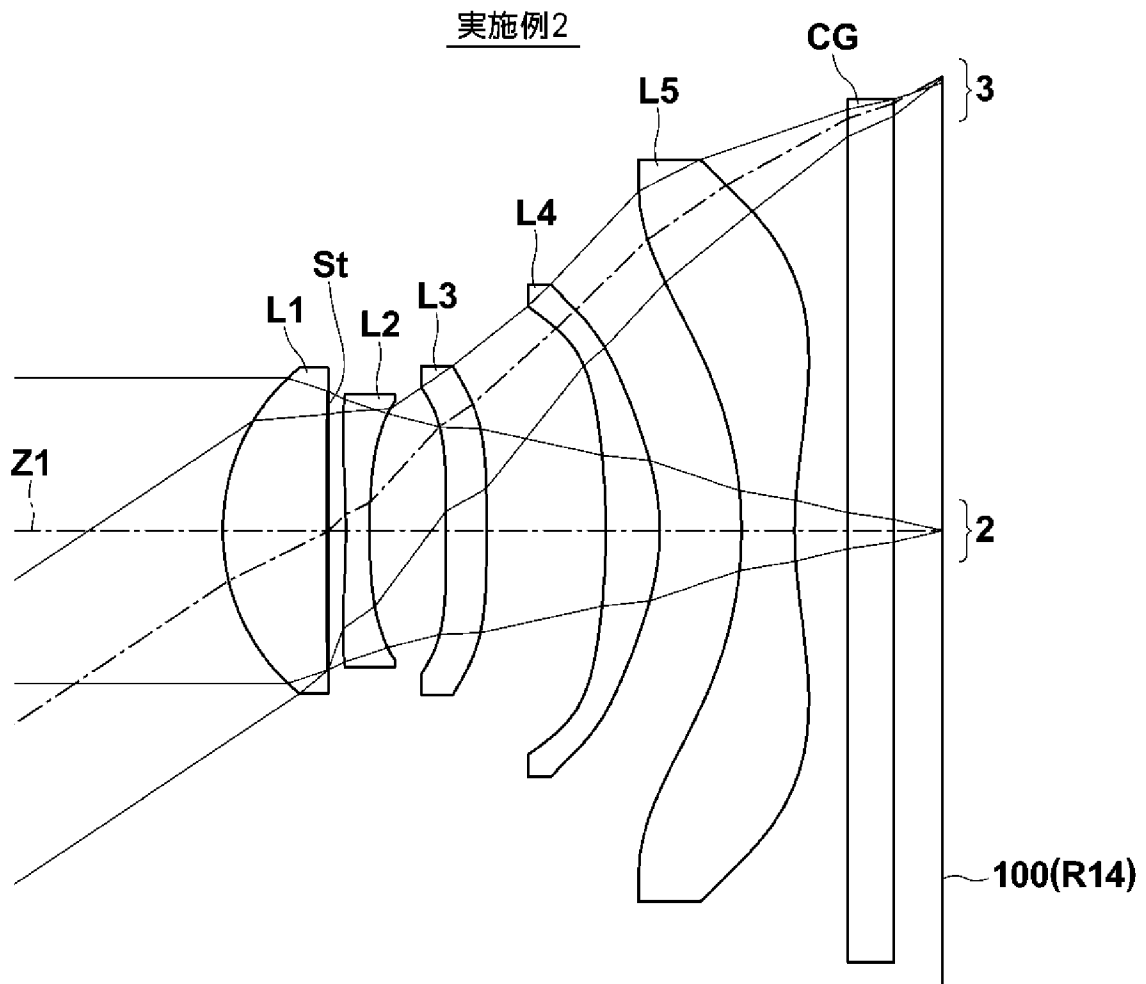


[図6]

実施例6

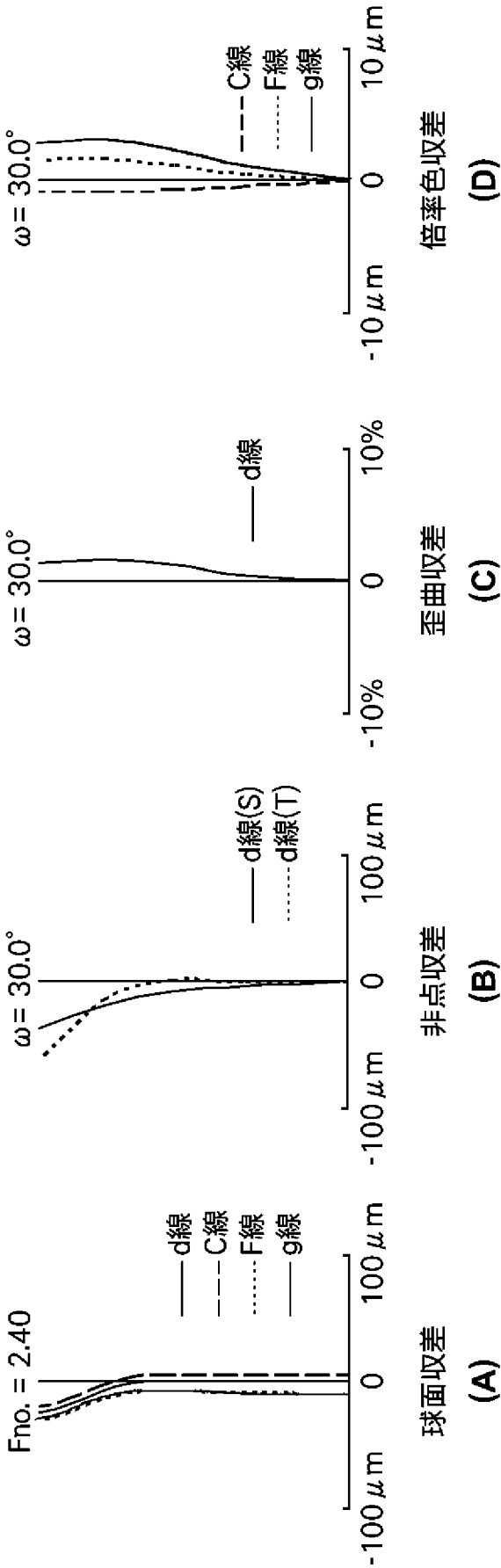


[図7]



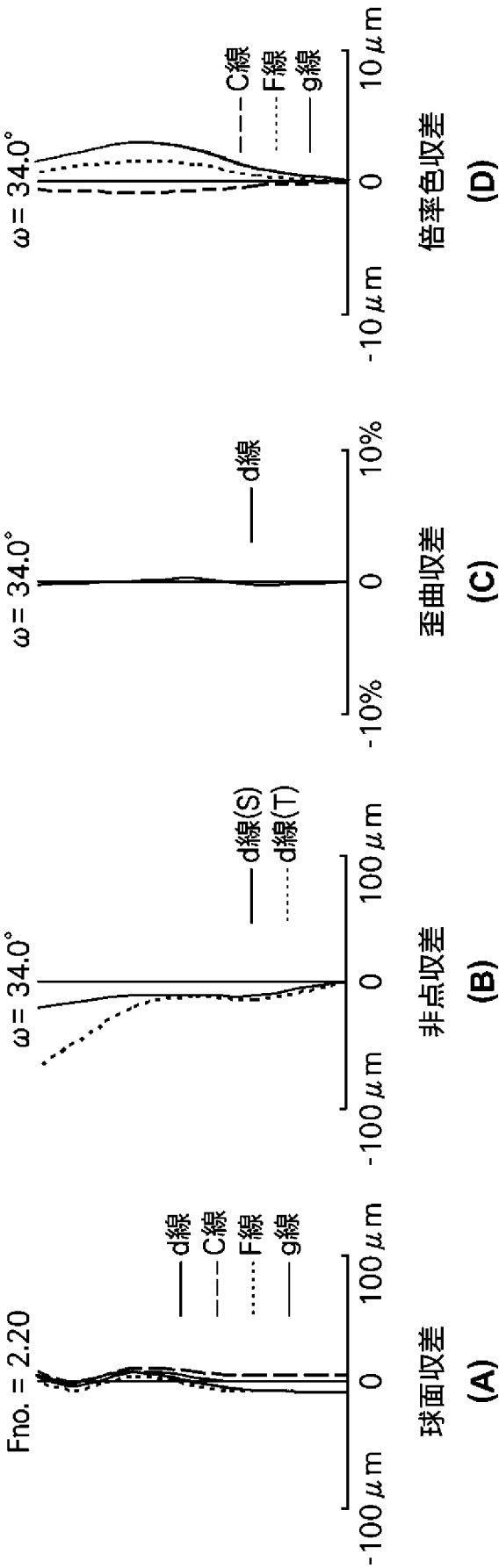
[図8]

実施例 1



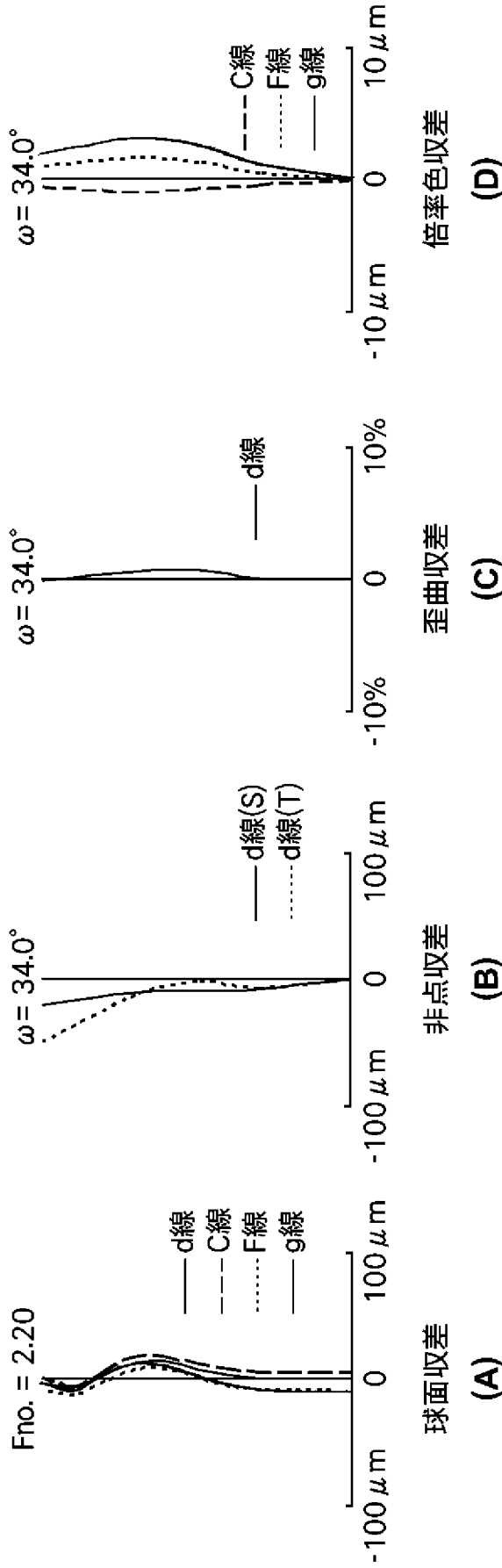
[図9]

実施例2



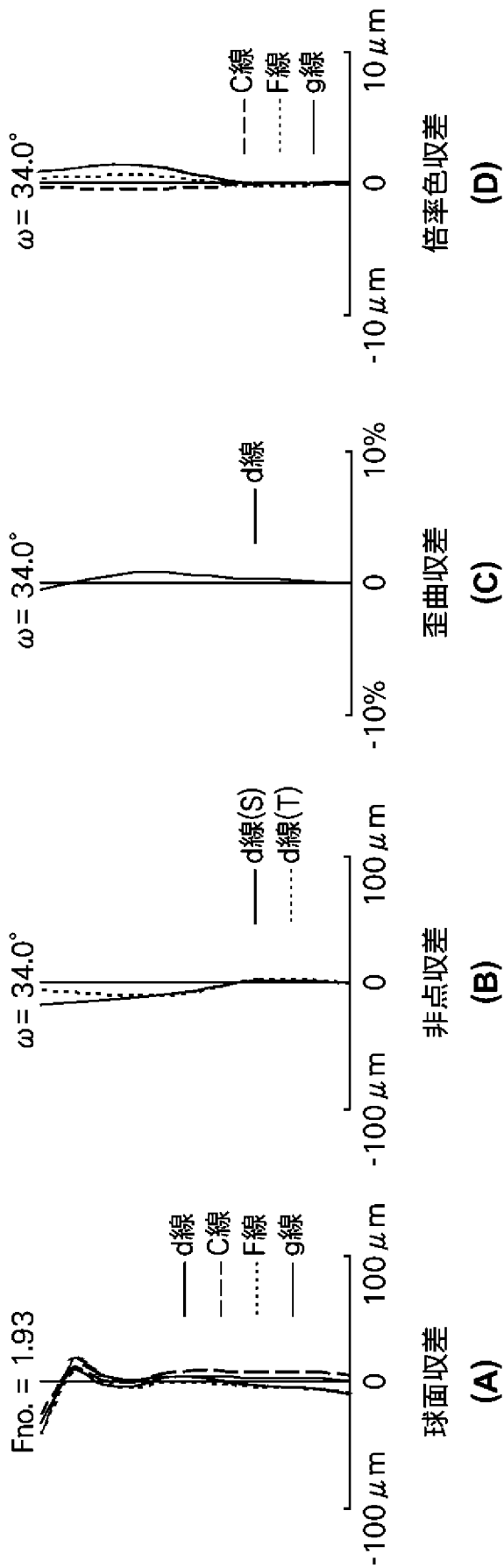
[図10]

実施例3



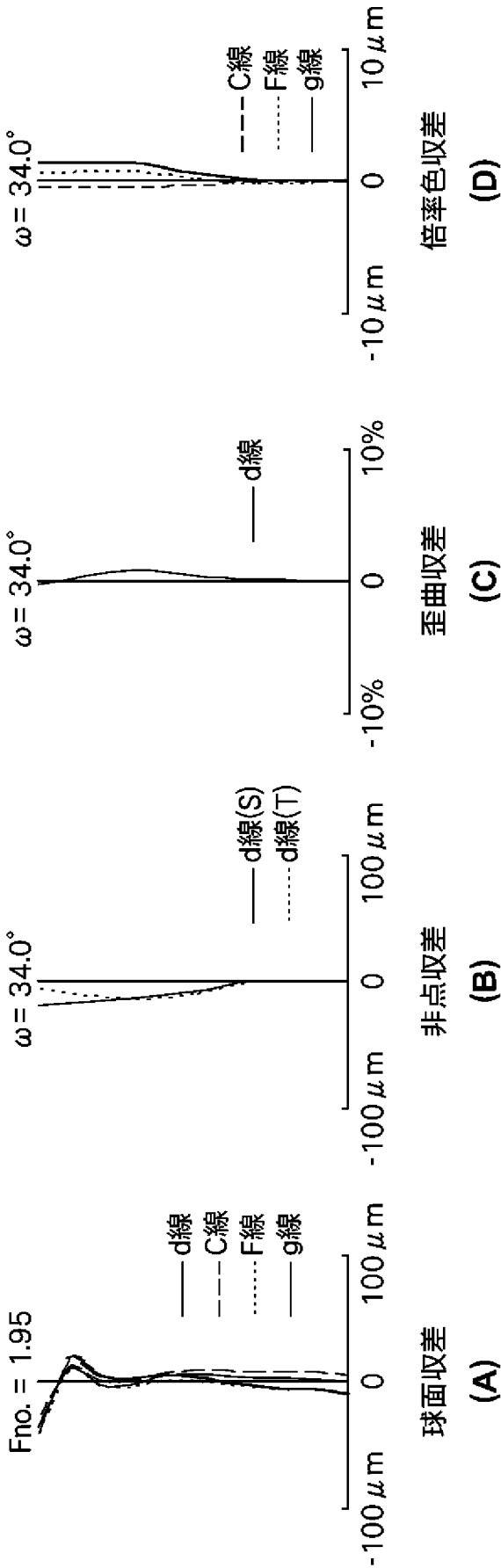
[図11]

実施例4



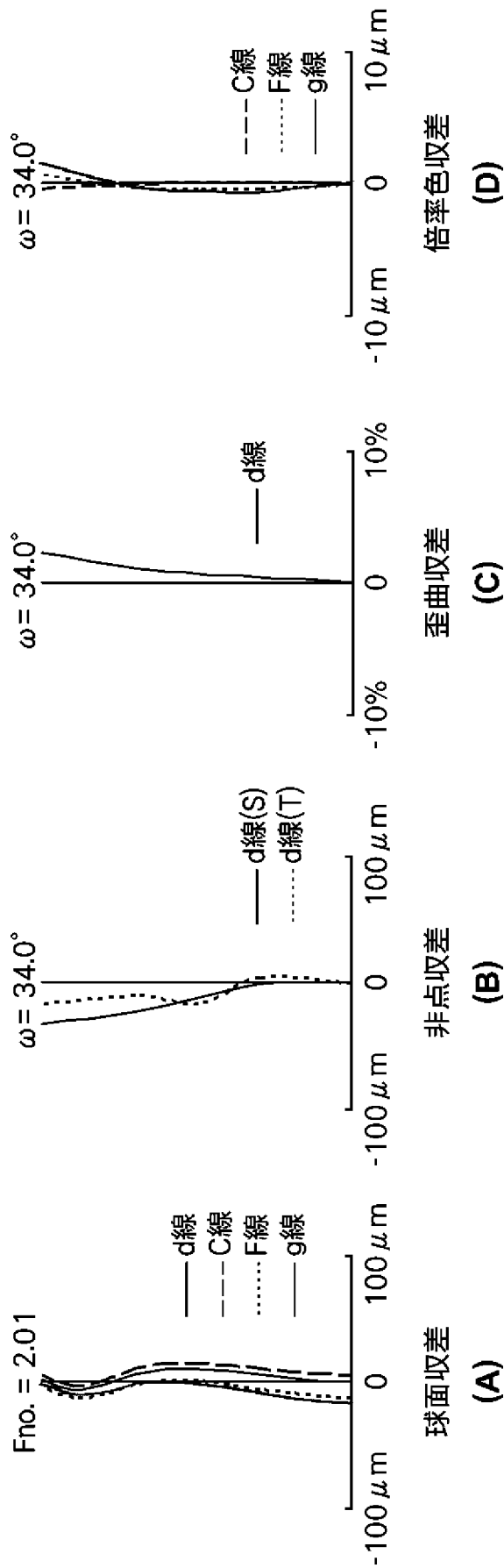
[図12]

実施例5

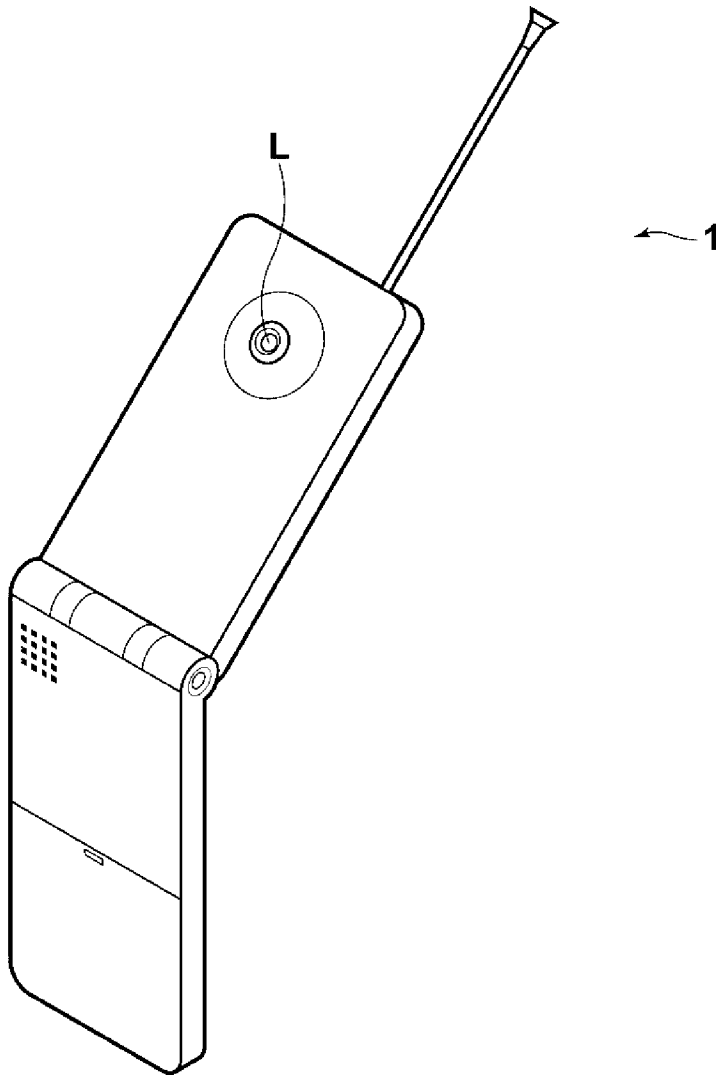


[図13]

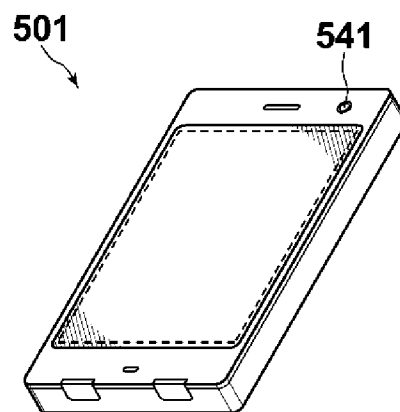
実施例6



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/007604

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/00(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)

G02B13/00, 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 A	JP 53-46729 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 26 April 1978 (26.04.1978), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'examples 2, 5') (Family: none)	1-2, 4, 7-9, 11-12, 14, 17-18, 20 3, 5-6, 10, 13, 15-16, 19
X A	JP 61-188510 A (Canon Inc.), 22 August 1986 (22.08.1986), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'numerical example 5') (Family: none)	1-2, 4, 7, 9, 11-12, 14, 20 3, 5-6, 8, 10, 13, 15-19
X A	JP 2-167516 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 27 June 1990 (27.06.1990), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'examples 1 to 4') (Family: none)	1, 3-4, 7-11, 14, 17-20 2, 5-6, 12-13, 15-16

☒ 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
07 April, 2014 (07.04.14)

Date of mailing of the international search report
15 April, 2014 (15.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/007604

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 5-113537 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 07 May 1993 (07.05.1993), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'example 2') & US 5386321 A	1-2, 4, 8-12, 18, 20 3, 5-7, 13-17, 19
X A	JP 10-123418 A (Ricoh Co., Ltd.), 15 May 1998 (15.05.1998), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'examples 4 to 6') (Family: none)	1, 4, 7-11, 17-18, 20 2-3, 5-6, 12-16, 19
X A	JP 62-251710 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 02 November 1987 (02.11.1987), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'examples 1, 4, 5') & US 4772106 A	1, 4, 7-8, 10-11, 14, 17-18, 20 2-3, 5-6, 9, 12-13, 15-16, 19
A	JP 2010-262269 A (Fujifilm Corp.), 18 November 2010 (18.11.2010), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'examples 2, 3, 5') & US 2010/0254029 A1 & CN 201508432 U & TWU 00M369459	1-20
A	JP 2011-227362 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 10 November 2011 (10.11.2011), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'example 6') (Family: none)	1-20

[illegible]

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 A	JP 61-188510 A (キヤノン株式会社) 1986. 08. 22, 全文、全図 (特に、「数値実施例 5」に関する欄等) (ファミリーなし)	1-2, 4, 7, 9, 11-12, 14, 20 3, 5-6, 8, 10, 13, 15 -19
X A	JP 2-167516 A (ミノルタカメラ株式会社) 1990. 06. 27, 全文、全図 (特に、「実施例 1」-「実施例 4」に関する欄等) (ファミリーなし)	1, 3-4, 7- 11, 14, 17 -20 2, 5-6, 12 -13, 15- 16
X A	JP 5-113537 A (オリンパス光学株式会社) 1993. 05. 07, 全文、全図 (特に、「実施例 2」に関する欄等) & US 5386321 A	1-2, 4, 8- 12, 18, 20 3, 5-7, 13 -17, 19
X A	JP 10-123418 A (株式会社リコー) 1998. 05. 15, 全文、全図 (特に、「実施例 4」-「実施例 6」に関する欄等) (ファミリーなし)	1, 4, 7-11, 17-18, 20 2-3, 5-6, 12-16, 19
X A	JP 62-251710 A (オリンパス光学工業株式会社) 1987. 11. 02, 全文、全図 (特に、「実施例 1」、「実施例 4」、「実施例 5」に関する欄等) & US 4772106 A	1, 4, 7-8, 10-11, 14, 17- 18, 20 2-3, 5-6, 9, 12-13, 15-16, 19
A	JP 2010-262269 A (富士フイルム株式会社) 2010. 11. 18, 全文、全図 (特に、「実施例 2」、「実施例 3」、「実施例 5」に関する欄等) & US 2010/0254029 A1 & CN 201508432 U & TWU 00M369459	1-20
A	JP 2011-227362 A (コニカミノルタオプト株式会社) 2011. 11. 10, 全文、全図 (特に、「実施例 6」に関する欄等) (ファミリーなし)	1-20