

(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 7 月 3 日(03.07.2014)



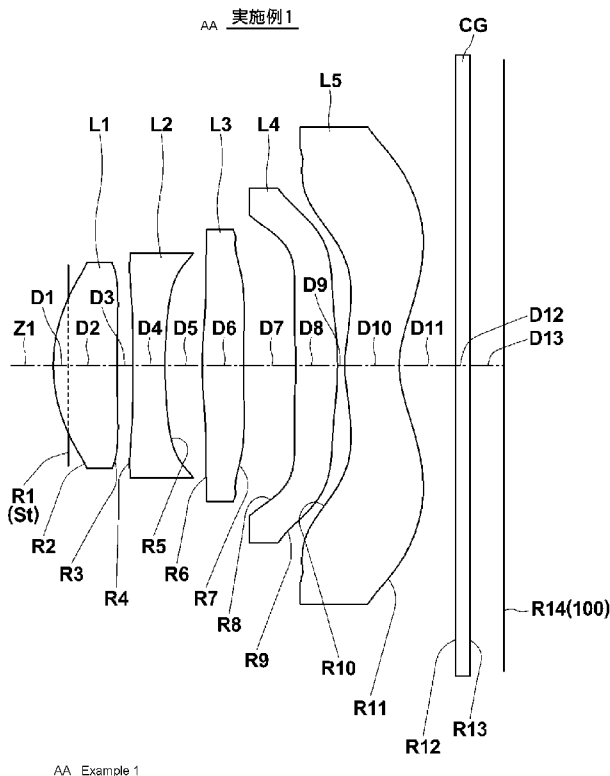
(10) 国際公開番号
WO 2014/103199 A1

- (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/JP2013/007226
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 9 日(09.12.2013)
- (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 2012-281684 2012 年 12 月 25 日(25.12.2012) JP
61/755,041 2013 年 1 月 22 日(22.01.2013) US
- (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: 近藤 雅人(KONDO, Masato); 〒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 PROVIDED 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



(57) Abstract: An imaging lens with reduced overall length and increased resolution, and an imaging device provided with said imaging lens. This imaging lens essentially comprises five lenses which are, in order from the object side, a first lens (L1) having a positive refractive power and having a meniscus shape with the convex surface facing the object side, a second lens (L2) having a biconcave shape with the surface with the smaller absolute value of radius of curvature facing the image side, a third lens (L3) having a meniscus shape with the convex surface facing the object side, a fourth lens (L4) having a negative refractive power and having a meniscus shape with the convex surface facing the image side, and a fifth lens (L5) having a negative refractive power, having a meniscus shape with the concave surface facing the image side, and having at least one inflection point on the image-side surface.

(57) 要約: 全長の短縮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。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メニスカス形状である第1レンズ(L1)と、両凹形状であり、像側に曲率半径の絶対値の小さい方の面を向けた第2レンズ(L2)と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状である第3レンズ(L3)と、負の屈折力を有し、像側に凸面を向けたメニスカス形状である第4レンズ(L4)と、負の屈折力を有し、像側に凹面を向けたメニスカス形状であり、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個のレンズからなる。

WO 2014/103199 A1



(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] 近年、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、負の屈折力を有する第４レンズ、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を提案している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：中国実用新案第202330845号明細書

特許文献2：米国特許出願公開第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の要求が益々高まっている。このために、上記特許文献1および2に記載の撮像レンズは全長をさらに短縮化することが求められる。

[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メニスカス形状である第1レンズと、両凹形状であり、像側に曲率半径の絶対値の小さい方の面を向けた第2レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状である第3レンズと、負の屈折力を有し、像側に凸面を向けたメニスカス形状である第4レンズと、負の屈折力を有し、像側に凹面を向けたメニスカス形状であり、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個のレンズからなることを特徴とする。

[0008] 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。

[0009] 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。

[0010] 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。

[0011] 本発明の撮像レンズは、以下の条件式(1)から(9)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)のいずれか一つを満たすものでもよく、あるいは任意の組合せを満たすものでもよい。

$$-0.7 < f / f_{45} < -0.1 \quad (1)$$

$$-0.45 < f / f_{45} < -0.23 \quad (1-1)$$

$$0.5 < f \cdot \tan \omega / R_{5r} < 1.0 \quad (2)$$

$$1.5 < f \cdot \tan \omega / R_{5r} < 4.5 \quad (2-1)$$

$$1 < f_3 / f_1 < 1.2 \quad (3)$$

$$2 < f_3 / f_1 < 1.0 \quad (3-1)$$

$$-1 < (R_{3f} - R_{3r}) / (R_{3f} + R_{3r}) < 0 \quad (4)$$

$$-0.7 < (R_{3f} - R_{3r}) / (R_{3f} + R_{3r}) < 0.05 \quad (4-1)$$

$$0 < (R_{2r} - R_{3f}) / (R_{2r} + R_{3f}) < 1 \quad (5)$$

$$0 < (R_{2r} - R_{3f}) / (R_{2r} + R_{3f}) < 0.5 \quad (5-1)$$

$$0.8 < f / f_1 < 1.5 \quad (6)$$

$$0.9 < f / f_1 < 1.4 \quad (6-1)$$

$$0.1 < f / f_3 < 0.6 \quad (7)$$

$$0.1 < f / f_3 < 0.5 \quad (7-1)$$

$$-1 < f / f_2 < -0.2 \quad (8)$$

$$-0.8 < f / f_2 < -0.4 \quad (8-1)$$

$$0.05 < D_7 / f < 0.2 \quad (9)$$

ただし、

f_{45} : 第4レンズと第5レンズの合成焦点距離

f : 全系の焦点距離

ω : 半画角

R_{5r} : 第5レンズの像側の面の近軸曲率半径

f_3 : 第3レンズの焦点距離

f_1 : 第1レンズの焦点距離

R_{3f} : 第3レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{3r} : 第3レンズの像側の面の近軸曲率半径

R_{2r} : 第2レンズの像側の面の近軸曲率半径

f_2 : 第2レンズの焦点距離

D_7 : 第3レンズと第4レンズの光軸上の間隔

とする。

[0012] 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。

[0013] 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

[0014] 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3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、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。

[0015] 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

[0016] [図1]本発明の一実施の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]本発明の一実施の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]本発明の一実施の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]本発明の一実施の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]図1に示す撮像レンズの光線図である。

[図6]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)は正弦条件違反量、(C)は非点収差(像面湾曲)、(D)は歪曲収差、(E)は倍率色収差を示す。

[図7]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)は正弦条件違反量、(C)は非点収差(像面湾曲)、(D)は歪曲収差、(E)は倍率色収差を示す。

[図8]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)は正弦条件違反量、(C)は非点収差(像面湾曲)、(D)は歪曲収差、(E)は倍率色収差を示す。

[図9]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)は正弦条件違反量、(C)は非点収差(像面湾曲)、(D)は歪曲収差、(E)は倍率色収差を示す。

[図10]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11]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

[0017] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0018] 図1は、本発明の第1の実施の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乃至第4の実施形態に係る撮像レンズに対応する第2乃至第4の構成例の断面構成を図2～図4に示す。第2乃至第4の構成例は、後述の第2乃至第4の数値実施例（表3～表8）のレンズ構成に対応している。図1～図4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4の構成例についても説明する。また、図5は図1に示す撮像レンズ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。

[0019] 本発明の実施の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 Z_1 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。

[0020] 図10に、本発明の実施の形態にかかる撮像装置1である携帯電話端末の概観図を示す。本発明の実施の形態に係る撮像装置1は、本実施の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。

[0021] 図11に、本発明の実施の形態にかかる撮像装置501であるスマートフ

オンの概観図を示す。本発明の実施の形態に係る撮像装置501は、本実施の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（像面R14）に配置される。

[0022] 第5レンズL5と撮像素子100との間には、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良い。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良い。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良い。

[0023] また、光学部材CGを用いずに、第5レンズL5にコートを施す等して光学部材CGと同等の効果を持たせるようにしても良い。これにより、部品点数の削減と全長の短縮を図ることができる。

[0024] この撮像レンズLはまた、第2レンズL2の物体側の面より物体側に配置された開口絞りStを備えることが好ましい。このように、開口絞りStを第2レンズL2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。この効果を更に高めるために、開口絞りStを、第1レンズL1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L2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L2の物体側の面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L1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L1の物体側の面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。

[0025] さらに、開口絞りStを光軸方向において第1レンズL1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。なお、第1乃至第4の実施形態に係る撮像レンズ（図1～4）は、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、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された構成例である。また、本実施の形態に限定されず、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。

[0026] 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メニスカス形状である。第1乃至第4の実施形態に示すように、最も物体側のレンズである第1レンズ L_1 を光軸近傍において正の屈折力を有するものとし、かつ、光軸近傍で物体側に凸面を向けたメニスカス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乃至第4の実施形態に示すように、第1レンズ L_1 を、光軸近傍において曲率半径の絶対値の小さい方の面を物体側に向けた両凸形状とすることが好ましい。第1レンズ L_1 を、光軸近傍において曲率半径の絶対値の小さい方の面を物体側に向けた両凸形状とした場合には、光軸近傍で曲率半径の絶対値の小さい方の面を像側に向けた両凸形状とした場合よりも第1レンズ L_1 の後側主点位置を物体側に寄せることができるため、全長をより好適に短縮化できる。

[0027] 第2レンズ L_2 は、光軸近傍において負の屈折力を有する。このことより、光線が第1レンズ L_1 を通過する際に生じた球面収差および軸上の色収差を良好に補正することができる。また、第2レンズ L_2 は、光軸近傍で両凹

形状である。光軸近傍で同程度の強さの負の屈折力を有する第2レンズを実現するためには、第2レンズL2を光軸近傍でメニスカス形状のレンズとした場合よりも、第2レンズL2を光軸近傍で両凹形状とした場合の方が、第2レンズL2の光軸近傍の曲率半径の絶対値を相対的に大きくすることができる。このため、第2レンズL2を光軸近傍で両凹形状とすることにより、球面収差の発生をより好適に抑制できる。また、第1乃至第4の実施形態に示すように、第2レンズL2は、光軸近傍において両凹形状であり、光軸近傍において像側に曲率半径の絶対値の小さい方の面を向けている。このため、光軸近傍で両凹形状であることにより、球面収差を良好に補正しつつ、光軸近傍において像側に曲率半径の絶対値の小さい方の面を向けていることにより、第2レンズL2の後側主点位置を物体側に寄せることができるため、より好適に全長の短縮化を実現できる。

[0028] 第3レンズL3は、光軸近傍において正の屈折力を有することが好ましい。このことにより、球面収差をより良好に補正することができる。また、第1乃至第4の実施形態に示すように、第3レンズL3は、光軸近傍において物体側に凸面を向けたメニスカス形状である。第3レンズL3が光軸近傍において物体側に凸面を向けたメニスカス形状である場合には、第3レンズL3の後側主点位置をより好適に物体側に寄せることができるため、好適に全長の短縮化を実現することができる。

[0029] 第4レンズL4は、光軸近傍において負の屈折力を有する。第4レンズL4と後述の第5レンズL5を光軸近傍において負の屈折力を有するものとすることにより、第1レンズL1から第3レンズL3を1つの正の屈折力を有する光学系としてみなし、第4レンズL4と第5レンズL5を負の屈折力を有する1つの光学系としてみなすと、撮像レンズLを全体としてテレフト型の構成とすることができるため、撮像レンズ全体の後側主点位置を物体側に寄せることができ、全長を好適に短縮化することができる。また、第1乃至第4の実施形態に示すように、第4レンズL4は、光軸近傍において像側に凸面を向けたメニスカス形状である。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。

[0030] 第5レンズL5は、光軸近傍において負の屈折力を有する。上述のように、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1乃至第4の実施形態に示すように、第5レンズL5は光軸近傍において像側に凹面を向けたメニスカス形状である。このことにより、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。

[0031] 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、好ましくは、第5レンズL5の半径方向外側に向かって最大有効半径の4割から7割に配置することが好ましい。第1乃至第4の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。なお、ここでいう周辺部は、最大有効半径の略5から7割より半径方向外側を意味する。

[0032] 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ないし第5レンズの各レンズ要素の構成を最適化したので、全長を短縮化しつつ、高解像性能を有するレンズ系を実現できる。

[0033] この撮像レンズLは、高性能化のために、第1レンズL1乃至第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。

[0034] また、撮像レンズLを構成する各レンズL1乃至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乃至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。

[0035] 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。

[0036] まず、全系における焦点距離 f と第4レンズL4および第5レンズL5の合成焦点距離 f_{45} は、以下の条件式(1)を満足することが好ましい。

$$-0.7 < f / f_{45} < -0.1 \quad (1)$$

条件式(1)は、第4レンズL4および第5レンズL5の合成焦点距離 f_{45} に対する全系における焦点距離 f の比の好ましい数値範囲を規定する。条件(1)の下限を下回ると、全系の屈折力に対して第4レンズL4と第5レンズL5による負の屈折力が強すぎて、特に中間画角で、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十分抑制することが難しくなる。また、条件式(1)の上限を上回ると、全系の屈折力に対して第4レンズL4と第5レンズL5の2つのレンズによる負の屈折力が弱すぎて、後側主点位置を十分に物体側に寄せることが難しくなるため、全長の短縮化に不利である。このため、条件式(1)を満たすことにより、後側主点位置を十分に物体側に寄せて、好適に全長を短縮化でき、また、特に中間画角で、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(1-1)を満たすことがさらに好ましい。

$$-0.45 < f / f_{45} < -0.23 \quad (1-1)$$

[0037] 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 R_{5r} は、以下の条件式(2)を満足することが好ましい。

$$0.5 < f \cdot \tan \omega / R_{5r} < 10 \quad (2)$$

条件式(2)は、第5レンズL5の像側の面の近軸曲率半径 R_{5r} 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(2)の下限を下回る場合には、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て、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難しくなる。また、条件式 (2) の上限を上回る場合には、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て、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難しくなる。このため、条件式 (2) の範囲を満たすことで、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好適に抑制しながらも、全長の短縮化を実現し、かつ、好適に像面湾曲を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 (2-1) を満たすことが好ましい。

$$1.5 < f \cdot \tan \omega / R5r < 4.5 \quad (2-1)$$

[0038] また、第3レンズ $L3$ の焦点距離 $f3$ および第1レンズ $L1$ の焦点距離 $f1$ は、以下の条件式 (3) を満足することが好ましい。

$$1 < f3 / f1 < 1.2 \quad (3)$$

条件式 (3) は、第3レンズ $L3$ の焦点距離 $f3$ および第1レンズ $L1$ の焦点距離 $f1$ の比の好ましい数値範囲を規定するものである。条件式 (3) の下限を下回ると、第3レンズ $L3$ の屈折力が第1レンズ $L1$ の屈折力に対して強くなりすぎて、全長の短縮化を実現することが難しくなる。条件式 (3) の上限を上回ると、第3レンズ $L3$ の屈折力が第1レンズ $L1$ の屈折力に対して弱くなりすぎて、球面収差を良好に補正することが難しくなる。このため、条件式 (3) の範囲を満たすことで、全長の短縮化を実現しつつ、球面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) を満たすことが好ましい。

$$2 < f3 / f1 < 1.0 \quad (3-1)$$

[0039] また、第3レンズ $L3$ の物体側の面の近軸曲率半径 $R3f$ と第3レンズ $L3$ の像側の面の近軸曲率半径 $R3r$ は、以下の条件式 (4) を満足することが好ましい。

$$-1 < (R3f - R3r) / (R3f + R3r) < 0 \quad (4)$$

)

条件式(4)は、第3レンズL3の物体側の面の近軸曲率半径 R_{3f} と第3レンズL3の像側の面の近軸曲率半径 R_{3r} の好ましい数値範囲をそれぞれ規定する。条件式(4)の下限を下回る場合には、全長の短縮化に不利である。条件式(4)の上限を上回る場合には、球面収差の補正が難しくなる。このため、条件式(4)を満足することで、好適に全長の短縮化を図りつつ、球面収差を良好に補正できる。この効果をより高めるために、下記条件式(4-1)を満たすことがより好ましい。

$$-0.7 < (R_{3f} - R_{3r}) / (R_{3f} + R_{3r}) < 0.05 \quad (4-1)$$

[0040] また、第3レンズL3の物体側の面の近軸曲率半径 R_{3f} と第2レンズL2の像側の面の近軸曲率半径 R_{2r} は、以下の条件式(5)を満足することが好ましい。

$$0 < (R_{2r} - R_{3f}) / (R_{2r} + R_{3f}) < 1 \quad (5)$$

条件式(5)は、第3レンズL3の物体側の面の近軸曲率半径 R_{3f} と第2レンズL2の像側の面の近軸曲率半径 R_{2r} の好ましい数値範囲をそれぞれ規定する。条件式(5)の上限を上回る場合にも、下限を下回る場合にも、正弦条件違反量の絶対値が増大してコマ収差の発生を招きやすくなるため、コマ収差を十分に補正することが難しくなる。このため、条件式(5)を満足することで、特に低画角において正弦条件違反量の絶対値の増大を抑制して正弦条件違反量を適切に設定することができ、コマ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、下記条件式(5-1)を満たすことがより好ましい。

$$0 < (R_{2r} - R_{3f}) / (R_{2r} + R_{3f}) < 0.5 \quad (5-1)$$

[0041] 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(6)を満足することがより好ましい。

$$0.8 < f / f_1 < 1.5 \quad (6)$$

条件式(6)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(6)の下限を下回る場合には、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て、全長を短縮化することが難しくなる。条件式(6)の上限を上回る場合には、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て、特に球面収差の補正が難しくなる。このため、条件式(6)の範囲を満たすことで、全長を短縮化しつつ、球面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)を満たすことがより好ましい。

$$0.9 < f / f_1 < 1.4 \quad (6-1)$$

[0042] また、第3レンズL3の焦点距離 f_3 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。

$$0.1 < f / f_3 < 0.6 \quad (7)$$

条件式(7)は、第3レンズL3の焦点距離 f_3 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)の下限を下回る場合には、全系の屈折力に対して第3レンズL3の屈折力が弱くなりすぎて、全長を短縮化することが難しくなる。条件式(7)の上限を上回る場合には、全系の屈折力に対して第3レンズL3の屈折力が強くなりすぎて、球面収差の補正が難しくなる。このため、条件式(7)の範囲を満たすことで、全長を短縮化しつつ、球面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(7-1)を満たすことがより好ましい。

$$0.1 < f / f_3 < 0.5 \quad (7-1)$$

[0043] 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(8)を満足することが好ましい。

$$-1 < f / f_2 < -0.2 \quad (8)$$

条件式(8)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(8)の下限を下

回る場合には、全系の正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て、全長を短縮化することが難しくなる。条件式(8)の上限を上回る場合には、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て、軸上色収差の補正が難しくなる。このため、条件式(8)の範囲を満たすことで、全長を短縮化しつつ、好適に軸上色収差を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(8-1)を満たすことがより好ましい。

$$-0.8 < f / f_2 < -0.4 \quad (8-1)$$

[0044] また、第3レンズL3と第4レンズL4の光軸上の間隔D7と全系の焦点距離fは、以下の条件式(9)を満足することが好ましい。

$$0.05 < D7 / f < 0.2 \quad (9)$$

条件式(9)は、全系の焦点距離fに対する第3レンズL3と第4レンズL4の光軸上の間隔D7の比の好ましい数値範囲を規定するものである。先述のように、本各実施形態に係る撮像レンズは、第1レンズL1から第3レンズL3を1つの正の屈折力を有する光学系(第1のレンズ群)としてみなし、第4レンズL4と第5レンズL5を負の屈折力を有する1つの光学系(第2のレンズ群)としてみなすと、撮像レンズ全体としてテレフォト型の構成とされている。条件式(9)の下限を下回る場合には、第1のレンズ群と第2のレンズ群の光軸上の距離が小さくなりすぎて、撮像レンズLを上記のようにテレフォト型の構成にしたことによる全長の短縮化の効果が弱くなってしまう。また、条件式(9)の上限を上回る場合には、第1のレンズ群の正の屈折力に対して第2のレンズ群の負の屈折力を強くする必要が生じやすく、非点収差を良好に補正することが難しくなる。このため、条件式(9)の範囲を満たすことで、全長を短縮化しつつ、非点収差を良好に補正することができる。

[0045] 以上説明したように、本発明の実施の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、全長が短縮化され、高解像性能を有するレンズ系を実現できる。

[0046] 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、本実施の形態に係る撮像装置によれば、本実施の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。

[0047] 次に、本発明の実施の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。

[0048] 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、各レンズデータには、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）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いる。

[0049] この実施例1に係る撮像レンズは、第1レンズ L_1 乃至第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。

[0050] 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。

[0051] 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。

[0052] $Z = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - K_A \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum A_i \cdot h^i \dots\dots (A)$

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。

[0053] 以上の実施例1の撮像レンズと同様にして、図2～図4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乃至実施例4として、表3～表8に示す。これらの実施例1～4に係る撮像レンズでは、第1レンズL1乃至第5レンズL5の両面がすべて非球面形状となっている。

[0054] 図6(A)～(E)はそれぞれ、実施例1の撮像レンズにおける球面収差、正弦条件違反量、非点収差、ディストーション（歪曲収差）、倍率色収差（倍率の色収差）図を示している。球面収差、正弦条件違反量、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、F線（波長486.1nm）、C線（波長656.27nm）についての収差も示す。また、球面収差図には、g線（波長435.83nm）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、 $F_{no.}$ はFナンバーを、 ω は半画角をそれぞれ示す。

[0055] 同様に、実施例2乃至実施例4の撮像レンズについての諸収差を図7（A）～（E）乃至図9（A）～（E）に示す。

[0056] また、表9には、本発明に係る各条件式（1）～（9）に関する値を、各実施例1～4についてそれぞれまとめたものを示す。

[0057] 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。

[0058] なお、本発明の撮像レンズには、実施の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。

[0059] 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。また、本発明の撮像レンズは、光軸近傍でメニスカス形状とされた各レンズにおいて、光軸近傍でメニスカス形状の曲率半径の絶対値が大きい面を、光軸近傍で平面として構成してもよい。言い換えると、光軸近傍でメニスカス形状とされたレンズを、該レンズのメニスカス形状の曲率半径の絶対値が大きい面を光軸近傍で平面とした平凸形状のレンズまたは平凹形状のレンズとしてもよい。

[表1]

実施例1

f=3.885, Bf=1.003

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1(開口絞り)	∞	-0.150		
*2	1.55991	0.640	1.54488	54.87
*3	8.99307	0.162		
*4	-68.00613	0.320	1.63351	23.63
*5	4.72827	0.376		
*6	4.16258	0.415	1.54488	54.87
*7	17.24976	0.521		
*8	-4.25003	0.419	1.63351	23.63
*9	-5.66233	0.074		
*10	1.24948	0.544	1.54488	54.87
*11	0.90833	0.567		
12	∞	0.145	1.51633	64.14
13	∞	0.340		
14	∞			

*: 非球面

[表2]

実施例1・非球面データ					
面番号	KA	A3	A4	A5	A6
2	-1.6563005E+01	-9.3156650E-03	6.8677112E-01	-8.3010733E-01	1.5587319E+00
3	-9.4945267E+01	5.3452688E-03	-1.2771812E-01	4.5184761E-01	-1.2412990E+00
4	-9.1752496E-01	2.5210800E-02	-3.1863205E-01	5.6522072E-01	4.4991762E-03
5	-7.0332054E-01	4.0717722E-02	-3.7503054E-01	1.1956866E+00	-2.2439481E+00
6	-1.4000364E+02	-7.8678012E-02	7.5961359E-01	-2.2362499E+00	2.7437731E+00
7	9.9928482E-01	3.3157598E-02	-1.0224920E-01	-1.4662191E-02	2.4551509E-01
8	-6.6128708E+01	-2.6325577E-02	4.7766280E-01	-8.7082758E-01	1.1277945E+00
9	-9.3974402E+00	-2.1298059E-01	-2.0709244E-01	1.2196422E+00	1.2862826E+00
10	-4.9691843E+01	3.0433055E-01	-6.7710927E-01	-2.4116343E-01	1.5196922E+00
11	-2.9753541E+00	1.7624424E-01	-1.3314159E+00	2.6516925E+00	-2.9969790E+00
	A7	A8	A9	A10	A11
2	-8.3277242E+00	2.1950992E+01	-2.5963350E+01	7.9312283E+00	8.0843651E+00
3	7.6076277E-01	2.9534247E+00	-5.7000033E+00	1.2994379E+00	4.3640177E+00
4	-2.2542346E+00	2.4154933E+00	5.0707020E+00	-9.5965108E+00	-3.5591981E+00
5	1.8206815E+00	1.6023010E+00	-4.1227864E+00	3.0390906E+00	-2.8474884E+00
6	-2.7964153E-01	-2.4000051E+00	-2.1532469E+00	1.1230270E+01	-1.0954020E+01
7	-7.4117267E-01	1.2111541E+00	-1.8153487E+00	1.7531053E+00	-3.4956635E-01
8	-7.5033010E-01	-3.4688858E-01	6.4311663E-01	-1.0948005E-01	-1.9382824E-01
9	-8.0219147E+00	1.2582168E+01	-9.9304099E+00	2.8036403E+00	1.9162612E+00
10	-1.4168644E+00	4.3931737E-01	-1.8405498E-01	2.8898581E-01	-1.3603927E-01
11	1.7907063E+00	-3.5995046E-02	-7.9297113E-01	5.4611529E-01	-1.2791104E-01
	A12	A13	A14	A15	A16
2	2.3578492E+00	-1.6272391E+01	9.8678892E+00	4.2543055E-01	-1.3030601E+00
3	-2.7822758E+00	-9.1053177E-01	6.4716974E-01	4.3392290E-01	-2.3715292E-01
4	1.7155255E+01	-8.5725042E+00	-6.1175690E+00	6.9397336E+00	-1.7852751E+00
5	5.2759586E+00	-5.2163310E+00	1.8275321E+00	4.7378423E-01	-3.9196321E-01
6	2.2098004E+00	5.3790225E-01	2.5421408E+00	-2.6311111E+00	6.8296089E-01
7	-4.2480231E-01	-7.7981451E-02	1.3432176E-01	1.8229000E-01	-1.0945871E-01
8	2.2966933E-01	-2.4829162E-01	1.6972793E-01	-5.9588467E-02	9.4995395E-03
9	-1.8505842E+00	2.3626104E-01	3.2879103E-01	-1.5996992E-01	2.2544132E-02
10	-9.5422991E-03	2.6766154E-02	-1.3635445E-02	4.7231926E-03	-7.2578477E-04
11	1.8647706E-03	-1.2074949E-02	1.2333190E-02	-3.6794777E-03	3.7338118E-04

[表3]

実施例2

f=3.870, Bf=1.007

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1(開口絞り)	∞	-0.150		
*2	1.56322	0.636	1.54488	54.87
*3	8.00000	0.162		
*4	-68.00559	0.320	1.63351	23.63
*5	5.08086	0.375		
*6	4.09041	0.416	1.54488	54.87
*7	17.73310	0.521		
*8	-4.24994	0.419	1.63351	23.63
*9	-5.65023	0.074		
*10	1.25477	0.542	1.54488	54.87
*11	0.91005	0.567		
12	∞	0.145	1.51633	64.14
13	∞	0.345		
14	∞			

*: 非球面

[表4]

実施例2・非球面データ					
面番号	KA	A3	A4	A5	A6
2	-1.6563008E+01	-8.2209044E-03	6.8471408E-01	-8.3640102E-01	1.5668189E+00
3	-9.4945264E+01	2.8337480E-03	-1.2535991E-01	4.6794192E-01	-1.2465842E+00
4	-9.1752482E-01	2.3219204E-02	-3.1816489E-01	5.6940918E-01	2.3890765E-03
5	-7.0331562E-01	4.3883764E-02	-3.7722020E-01	1.1705731E+00	-2.2199122E+00
6	-1.4000315E+02	-7.9746641E-02	7.6808228E-01	-2.2298675E+00	2.7246384E+00
7	9.9929070E-01	3.5483956E-02	-1.0271064E-01	-2.1353492E-02	2.5615502E-01
8	-6.6128695E+01	-2.5805114E-02	4.9538408E-01	-9.0883072E-01	1.1147555E+00
9	-9.3974386E+00	-2.1432000E-01	-2.0242092E-01	1.2212330E+00	1.2844157E+00
10	-4.9691842E+01	2.8362733E-01	-6.6765901E-01	-2.0100780E-01	1.5068955E+00
11	-2.9753558E+00	1.6403819E-01	-1.3177993E+00	2.6541646E+00	-3.0049876E+00
	A7	A8	A9	A10	A11
2	-8.3105809E+00	2.1930120E+01	-2.5991378E+01	7.9640311E+00	8.1118281E+00
3	7.1744563E-01	2.9561028E+00	-5.6377632E+00	1.3074156E+00	4.3142109E+00
4	-2.2679446E+00	2.4132241E+00	5.0976872E+00	-9.5856863E+00	-3.5850624E+00
5	1.9104099E+00	1.4969268E+00	-4.2947657E+00	3.2637318E+00	-2.6633281E+00
6	-2.9685206E-01	-2.3708663E+00	-2.1298943E+00	1.1208134E+01	-1.0970794E+01
7	-7.3095473E-01	1.1883825E+00	-1.8246839E+00	1.7768293E+00	-3.4466287E-01
8	-6.6855098E-01	-3.5677427E-01	5.6286547E-01	-8.5430384E-02	-1.5314109E-01
9	-8.0163077E+00	1.2582810E+01	-9.9378805E+00	2.8030474E+00	1.9200571E+00
10	-1.4544656E+00	4.4907880E-01	-1.6539035E-01	2.8471051E-01	-1.4103274E-01
11	1.7967229E+00	-3.8151153E-02	-7.9696262E-01	5.4897208E-01	-1.2690791E-01
	A12	A13	A14	A15	A16
2	2.3286319E+00	-1.6287362E+01	9.8818267E+00	4.2868827E-01	-1.3057230E+00
3	-2.7966579E+00	-8.8965433E-01	6.5632324E-01	4.3034395E-01	-2.3925462E-01
4	1.7146224E+01	-8.5605851E+00	-6.1160908E+00	6.9376536E+00	-1.7847865E+00
5	5.0279288E+00	-5.3202901E+00	1.9644341E+00	4.9776649E-01	-4.2182173E-01
6	2.2155047E+00	5.4372686E-01	2.5435778E+00	-2.6319201E+00	6.8226852E-01
7	-4.3834259E-01	-7.9342117E-02	1.3832960E-01	1.8244614E-01	-1.0994210E-01
8	2.1320631E-01	-2.5863264E-01	1.7468219E-01	-5.8546682E-02	8.9393268E-03
9	-1.8502030E+00	2.3538706E-01	3.2868687E-01	-1.5989432E-01	2.2553614E-02
10	-8.4776399E-03	2.7447946E-02	-1.3775655E-02	4.6858878E-03	-7.1822605E-04
11	9.9468139E-04	-1.2185724E-02	1.2444616E-02	-3.6748487E-03	3.6805944E-04

[表5]

実施例3

f=4.135, Bf=1.058

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1(開口絞り)	∞	-0.153		
*2	1.65477	0.728	1.54488	54.87
*3	19.85773	0.101		
*4	-11.94678	0.357	1.63351	23.63
*5	6.90472	0.443		
*6	3.47501	0.435	1.54488	54.87
*7	5.34619	0.509		
*8	-4.34377	0.407	1.63351	23.63
*9	-6.19729	0.083		
*10	1.43578	0.625	1.54488	54.87
*11	1.10635	0.579		
12	∞	0.146	1.51633	64.14
13	∞	0.382		
14	∞			

*: 非球面

[表6]

実施例3・非球面データ					
面番号	KA	A3	A4	A5	A6
2	-1.6481980E+01	-1.8666927E-02	5.8540234E-01	-3.9092143E-01	-7.0174915E-01
3	-9.0265376E+01	7.5565381E-03	-2.2083481E-01	6.8514287E-01	-1.8568872E+00
4	-1.0000090E+00	-1.7494888E-04	-1.2661413E-01	-2.8434311E-01	2.9604469E+00
5	2.5183678E-01	7.7678752E-02	-5.4001643E-01	1.7637600E+00	-3.4418274E+00
6	-1.4284198E+02	-2.5402127E-02	7.6288927E-01	-2.1487582E+00	2.0770727E+00
7	-3.3808509E-01	1.5322844E-02	-4.0046561E-02	1.7418066E-01	-3.7119406E-01
8	-7.8275044E+01	2.4007922E-02	4.7523409E-01	-7.3312679E-01	9.5730634E-01
9	-1.1867476E+01	1.1545135E-01	-7.6118212E-01	3.0562693E+00	-5.6862246E+00
10	-4.8152475E+01	4.7541531E-01	-7.0715439E-01	-2.2306201E-01	7.6016271E-01
11	-2.9761528E+00	1.7107731E-01	-9.2458978E-01	1.2373193E+00	-2.1266773E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
2	3.7638532E-01	2.3719391E+00	-2.8668046E+00	-1.0909201E+00	2.6941812E+00
3	2.7128330E+00	-1.3873772E+00	4.9354902E-02	-3.1619479E+00	7.1686377E+00
4	-8.8178130E+00	1.1139278E+01	1.5610611E+00	-1.7122400E+01	4.8258297E+00
5	3.7132753E+00	-1.8606259E-01	-2.3561382E+00	-2.0033314E+00	4.3133133E+00
6	7.7694469E-01	-4.6410460E+00	6.2192980E+00	-5.4920143E+00	5.4246103E+00
7	-1.1689568E+00	3.9859966E+00	-4.5303119E+00	2.1358565E+00	-3.6493386E-01
8	-1.4201261E+00	1.1851810E+00	-2.9625739E-01	-2.3600726E-01	1.8806844E-01
9	6.3907350E+00	-4.3132795E+00	1.0212757E+00	6.5466612E-01	-3.9703302E-01
10	-9.7928335E-02	-4.6741886E-01	1.8537931E-01	9.5002608E-02	-3.9199733E-02
11	-1.9026928E+00	3.1241379E+00	-2.2610974E+00	6.4234652E-01	1.3253834E-01
	A12	A13	A14	A15	A16
2	3.9556198E-01	-1.4318923E+00	-5.9981173E-01	1.1634836E+00	-3.4714122E-01
3	-5.1667537E+00	6.7290578E-01	9.6257662E-02	6.5893150E-01	-3.3055030E-01
4	2.5231845E+01	-3.0054537E+01	1.0022335E+01	2.1217080E+00	-1.4479517E+00
5	3.6224318E+00	-7.3937602E+00	-4.7292689E-01	4.9878454E+00	-1.9955140E+00
6	-5.2624350E+00	2.3473799E+00	7.8263263E-01	-1.1196902E+00	2.9060512E-01
7	5.2095049E-01	-5.6003684E-01	-2.5797416E-02	2.2923051E-01	-7.3476002E-02
8	-5.0965263E-02	-9.5536172E-03	4.0780677E-02	-3.4001278E-02	9.2887241E-03
9	-1.0720214E-02	-5.1929493E-02	1.1099049E-01	-4.9875051E-02	7.1473802E-03
10	-1.4556388E-02	2.5649583E-03	2.4813002E-03	-3.8274497E-04	-5.7413533E-05
11	-1.2013788E-01	-9.8779888E-05	1.8085903E-02	-5.4583545E-03	5.2327927E-04

[表7]

実施例4

f=4.131, Bf=1.066

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1(開口絞り)	∞	-0.153		
*2	1.65477	0.736	1.54488	54.87
*3	20.59377	0.085		
*4	-12.01401	0.378	1.63351	23.63
*5	7.69109	0.445		
*6	3.47501	0.428	1.54488	54.87
*7	4.34377	0.497		
*8	-4.34377	0.400	1.63351	23.63
*9	-5.64771	0.083		
*10	1.39842	0.621	1.54488	54.87
*11	1.08460	0.579		
12	∞	0.146	1.51633	64.14
13	∞	0.391		
14	∞			

*: 非球面

[表8]

実施例4・非球面データ					
面番号	KA	A3	A4	A5	A6
2	-1.6482066E+01	-1.9460890E-02	5.8659792E-01	-3.8698189E-01	-7.2049700E-01
3	-9.0265376E+01	8.3637488E-03	-2.3337063E-01	6.8263638E-01	-1.7981759E+00
4	-1.0000084E+00	-8.4366600E-03	-1.0841039E-01	-2.6737324E-01	2.9102976E+00
5	2.5184850E-01	8.9105766E-02	-5.4185293E-01	1.6969938E+00	-3.3239569E+00
6	-1.4284199E+02	-1.6300540E-02	7.4448220E-01	-2.1845579E+00	2.1300841E+00
7	-3.3813663E-01	-8.9899010E-03	-2.8658867E-02	2.2560922E-01	-4.6550273E-01
8	-7.8275042E+01	2.8409689E-02	4.6600877E-01	-7.2494999E-01	9.9014549E-01
9	-1.1867475E+01	1.0594727E-01	-7.5380105E-01	3.0734192E+00	-5.6902781E+00
10	-4.8152457E+01	4.7750035E-01	-7.0696412E-01	-2.2718155E-01	7.6052411E-01
11	-2.9762467E+00	1.7050081E-01	-9.2623053E-01	1.2402751E+00	-2.1129077E-01
	A7	A8	A9	A10	A11
2	3.8631218E-01	2.4155214E+00	-2.9118053E+00	-1.1405151E+00	2.7577159E+00
3	2.7022163E+00	-1.5214230E+00	1.2395642E-01	-2.9902171E+00	7.0384966E+00
4	-8.8065332E+00	1.1199646E+01	1.4984559E+00	-1.7123131E+01	4.8895562E+00
5	3.9125880E+00	-6.5426827E-01	-2.6410760E+00	-1.1581051E+00	4.5108019E+00
6	8.3799927E-01	-4.7338325E+00	6.1611573E+00	-5.3964784E+00	5.4572586E+00
7	-1.2336467E+00	4.1750310E+00	-4.4908831E+00	1.9446073E+00	-3.7257324E-01
8	-1.4445674E+00	1.1452778E+00	-2.6823979E-01	-2.1060949E-01	1.7289375E-01
9	6.3762267E+00	-4.3128084E+00	1.0297982E+00	6.5483025E-01	-4.0020051E-01
10	-9.6091038E-02	-4.6783229E-01	1.8553790E-01	9.5179545E-02	-3.9474184E-02
11	-1.9048365E+00	3.1234169E+00	-2.2603379E+00	6.4260119E-01	1.3238112E-01
	A12	A13	A14	A15	A16
2	4.2610621E-01	-1.4728438E+00	-6.0938176E-01	1.1734469E+00	-3.4597873E-01
3	-5.2964536E+00	7.6350328E-01	1.5072971E-01	6.3648131E-01	-3.4036489E-01
4	2.5162354E+01	-3.0080154E+01	1.0082508E+01	2.1251345E+00	-1.4638129E+00
5	2.8171158E+00	-7.4517005E+00	-7.8980377E-02	4.9914173E+00	-2.0735433E+00
6	-5.3191976E+00	2.3372497E+00	8.0073603E-01	-1.1183495E+00	2.8820266E-01
7	6.2751113E-01	-5.6211141E-01	-5.6917359E-02	2.3000033E-01	-6.9748671E-02
8	-5.9930336E-02	-5.7106237E-03	4.2435628E-02	-3.4368828E-02	9.1643171E-03
9	-1.0746720E-02	-5.1315885E-02	1.1098600E-01	-4.9921400E-02	7.1481347E-03
10	-1.4595158E-02	2.6269135E-03	2.4856796E-03	-3.8718237E-04	-5.7618188E-05
11	-1.2019094E-01	-8.1022552E-05	1.8091578E-02	-5.4591758E-03	5.2303989E-04

[表9]

条件式に関する値					
式番号	条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
1	f/f_{45}	-0.445	-0.448	-0.359	-0.293
2	$f \cdot \tan \omega / R_{5r}$	3.130	3.299	2.775	2.829
3	f_3/f_1	2.962	2.802	5.155	8.339
4	$(R_{3f}-R_{3r})/(R_{3f}+R_{3r})$	-0.611	-0.625	-0.212	-0.111
5	$(R_{2r}-R_{3f})/(R_{2r}+R_{3f})$	0.064	0.108	0.330	0.378
6	f/f_1	1.156	1.123	1.266	1.268
7	f/f_3	0.390	0.401	0.246	0.152
8	f/f_2	-0.558	-0.520	-0.603	-0.562
9	D_7/f	0.134	0.135	0.123	0.120

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メニスカス形状である第1レンズと、
 両凹形状であり、像側に曲率半径の絶対値の小さい方の面を向けた第2レンズと、
 物体側に凸面を向けたメニスカス形状である第3レンズと、
 負の屈折力を有し、像側に凸面を向けたメニスカス形状である第4レンズと、
 負の屈折力を有し、像側に凹面を向けたメニスカス形状であり、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個のレンズからなることを特徴とする撮像レンズ。

[請求項2]

さらに以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の撮像レンズ。

$$-0.7 < f / f_{45} < -0.1 \quad (1)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_{45} : 前記第4レンズと前記第5レンズの合成焦点距離

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。

$$0.5 < f \cdot \tan \omega / R_{5r} < 1.0 \quad (2)$$

ここで、

f : 全系の焦点距離

ω : 半画角

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4] さらに以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$1 < f_3 / f_1 < 1.2 \quad (3)$$

ここで、

f_3 : 前記第3レンズの焦点距離

f_1 : 前記第1レンズの焦点距離

とする。

[請求項5] さらに以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$-1 < (R_{3f} - R_{3r}) / (R_{3f} + R_{3r}) < 0 \quad (4)$$

ここで、

R_{3f} : 前記第3レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{3r} : 前記第3レンズの像側の面の近軸曲率半径

とする。

[請求項6] さらに以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$0 < (R_{2r} - R_{3f}) / (R_{2r} + R_{3f}) < 1 \quad (5)$$

ここで、

R_{2r} : 前記第2レンズの像側の面の近軸曲率半径

R_{3f} : 前記第3レンズの物体側の面の近軸曲率半径

とする。

[請求項7] さらに以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$0.8 < f / f_1 < 1.5 \quad (6)$$

ここで、

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ことを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$0.1 < f / f_3 < 0.6 \quad (7)$$

ここで、

f : 全系の焦点距離

f_3 : 前記第3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ことを特徴とする請求項1から8のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$-1 < f / f_2 < -0.2 \quad (8)$$

ここで、

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] さらに以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から9のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$0.05 < D_7 / f < 0.2 \quad (9)$$

ここで、

f : 全系の焦点距離

D_7 : 前記第3レンズと前記第4レンズの光軸上の間隔とする。

[請求項11] さらに以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から10のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$-0.45 < f / f_{4.5} < -0.23 \quad (1-1)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_{45} : 前記第4レンズと前記第5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ことを特徴とする請求項1から11のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$1.5 < f \cdot \tan \omega / R_{5r} < 4.5 \quad (2-1)$$

ここで、

f : 全系の焦点距離

ω : 半画角

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13] さらに以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から12のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$2 < f_3 / f_1 < 10 \quad (3-1)$$

ここで、

f_3 : 前記第3レンズの焦点距離

f_1 : 前記第1レンズの焦点距離

とする。

[請求項14] さらに以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から13のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$-0.7 < (R_{3f} - R_{3r}) / (R_{3f} + R_{3r}) < 0.05 \quad (4-1)$$

ここで、

R_{3f} : 前記第3レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{3r} : 前記第3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ことを特徴とする請求項1から14のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

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

(5-1)

ここで、

$R_2 r$: 前記第2レンズの像側の面の近軸曲率半径

$R_3 f$: 前記第3レンズの物体側の面の近軸曲率半径

とする。

[請求項16] さらに以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から15のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$0.9 < f / f_1 < 1.4 \quad (6-1)$$

ここで、

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17] さらに以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から16のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$0.1 < f / f_3 < 0.5 \quad (7-1)$$

ここで、

f : 全系の焦点距離

f_3 : 前記第3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ことを特徴とする請求項1から17のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$-0.8 < f / f_2 < -0.4 \quad (8-1)$$

ここで、

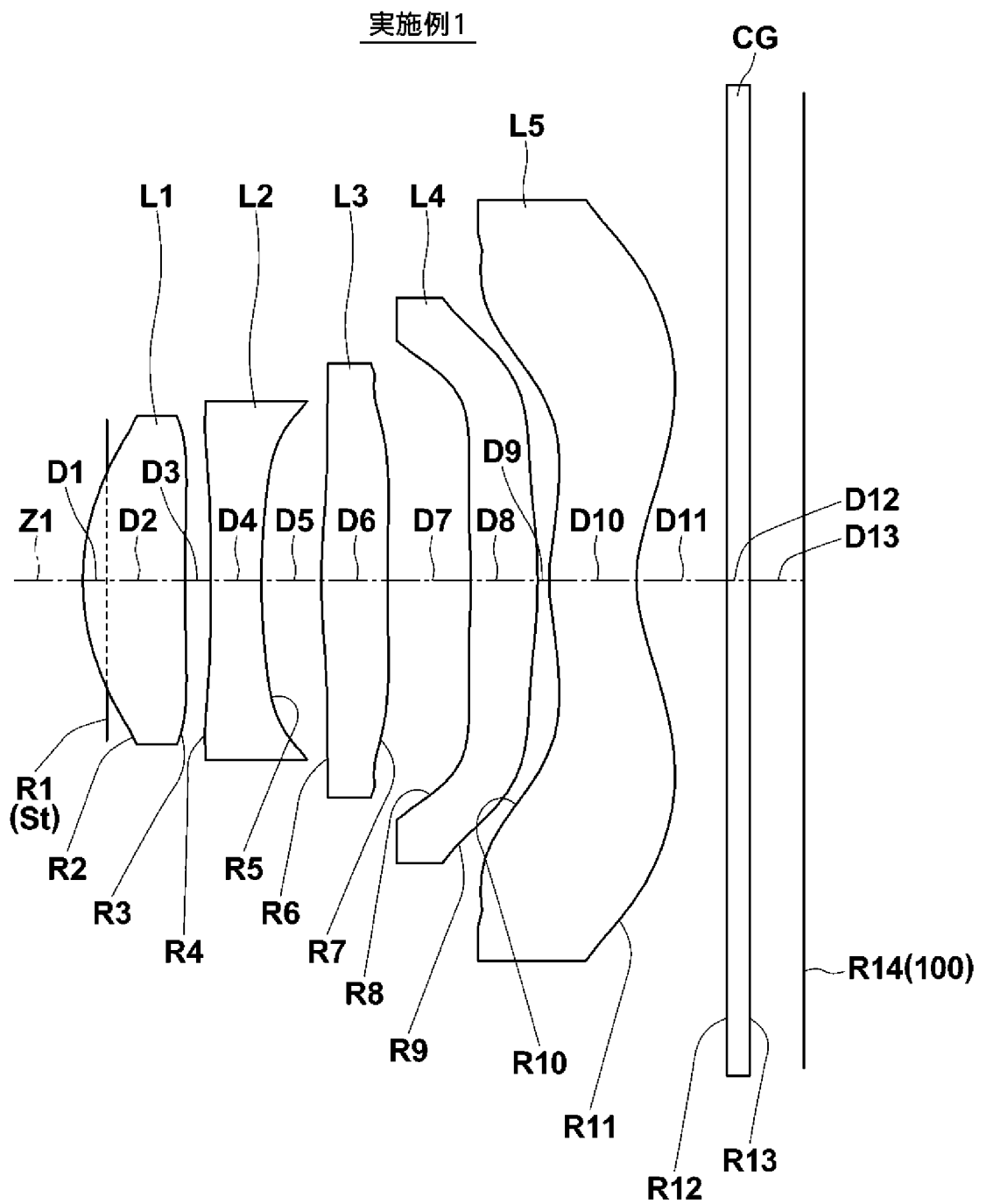
f : 全系の焦点距離

f_2 : 前記第2レンズの焦点距離

とする。

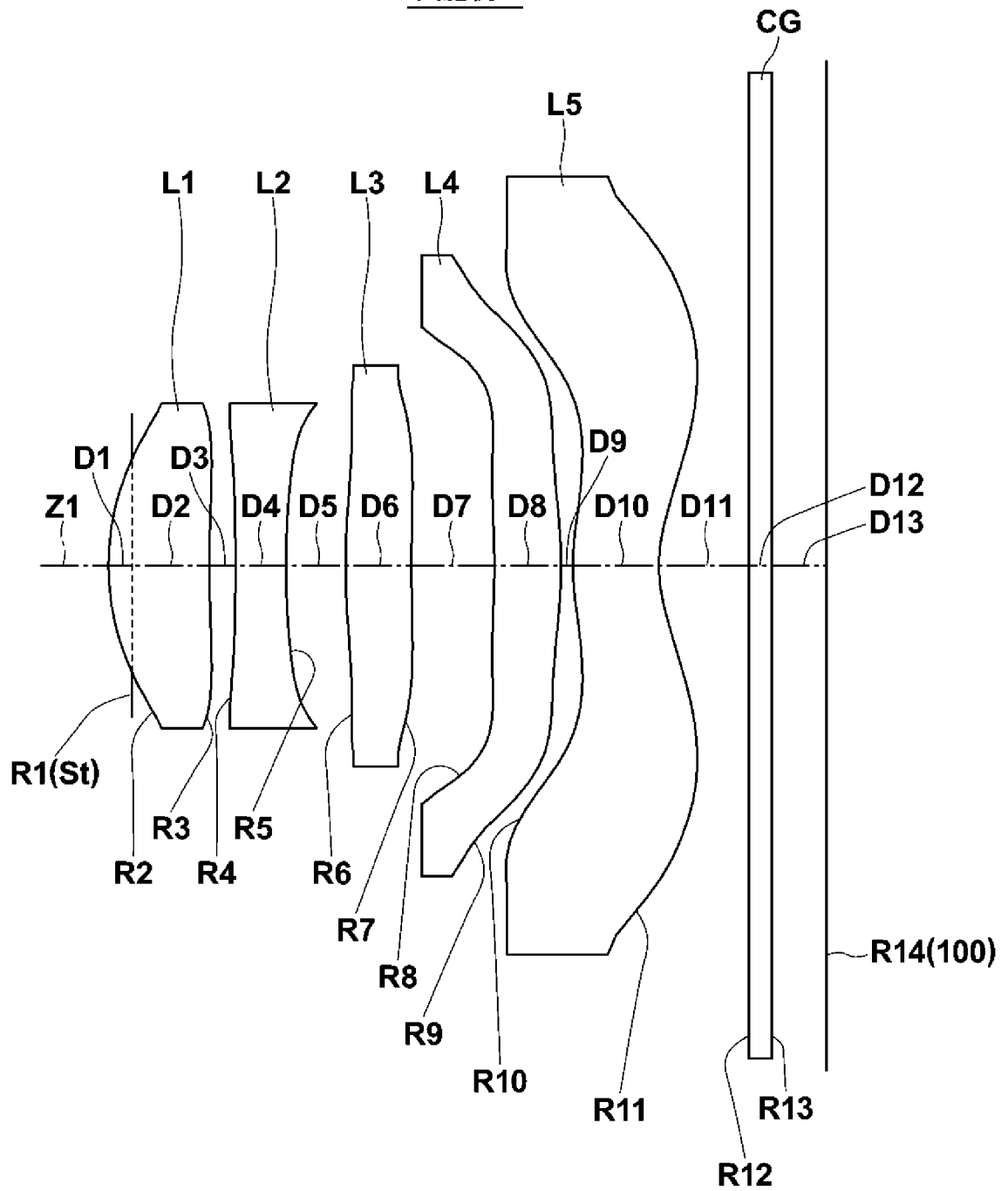
[請求項19] 請求項1に記載された撮像レンズを備えたことを特徴とする撮像装置。

[図1]



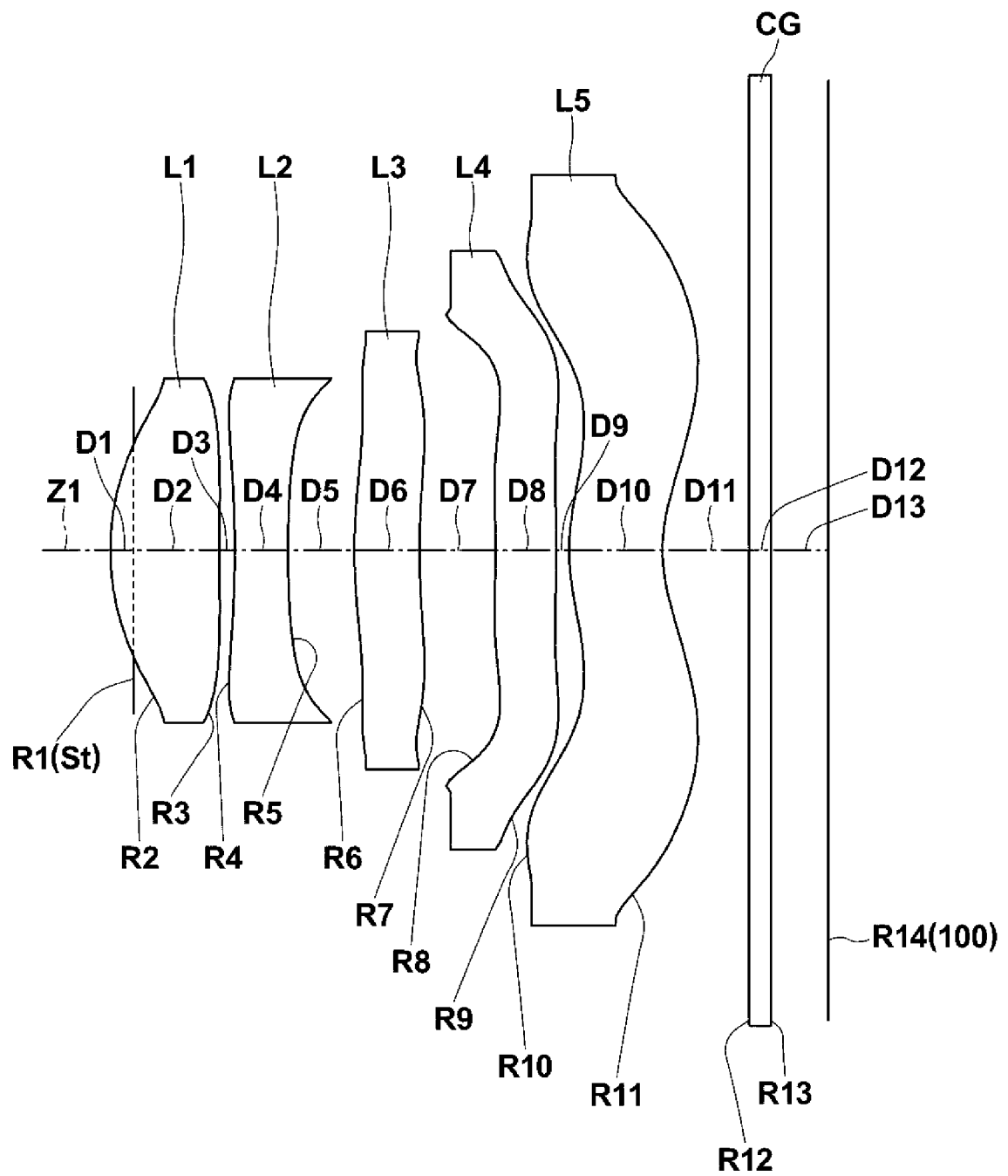
[図2]

実施例2



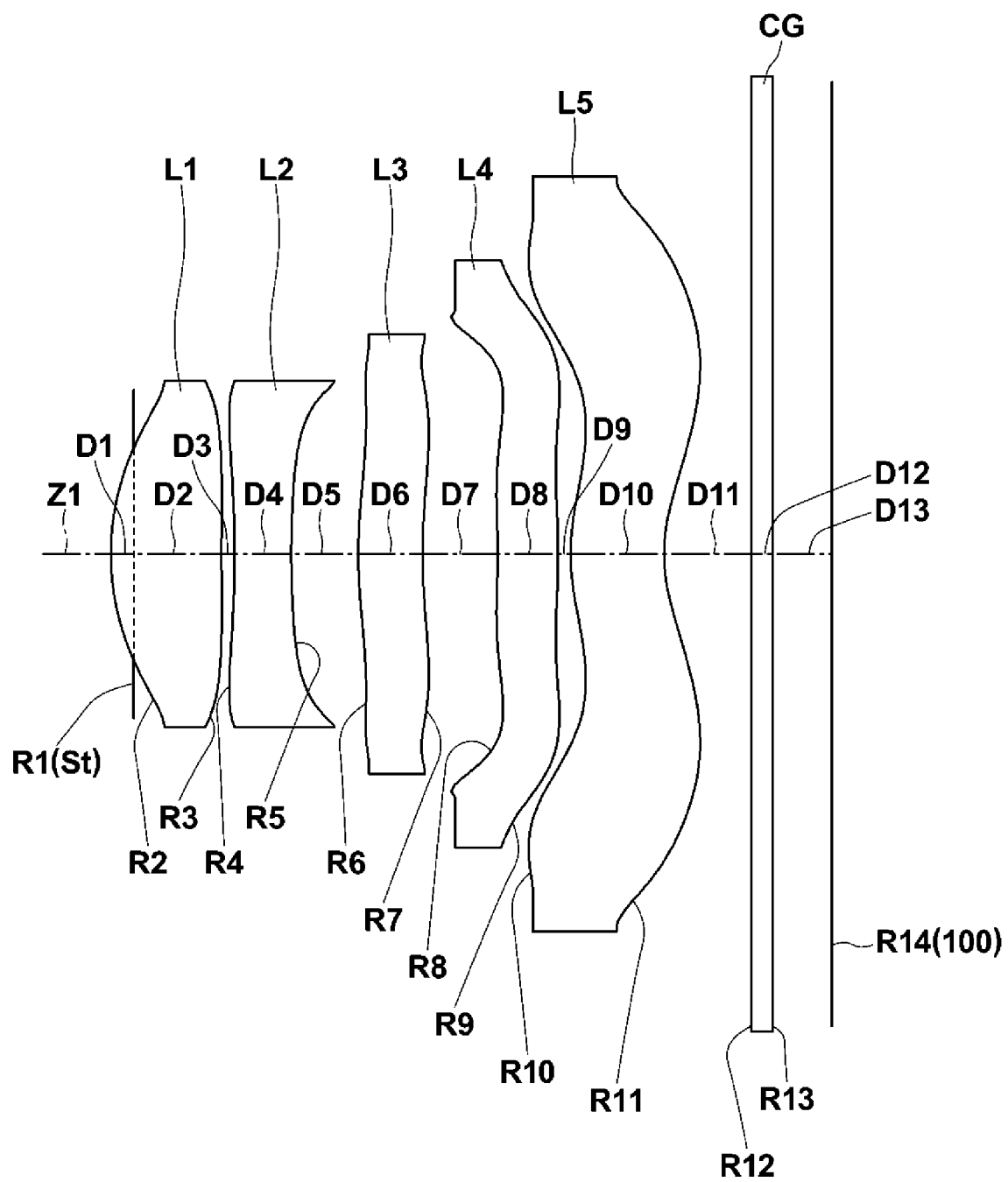
[図3]

実施例3

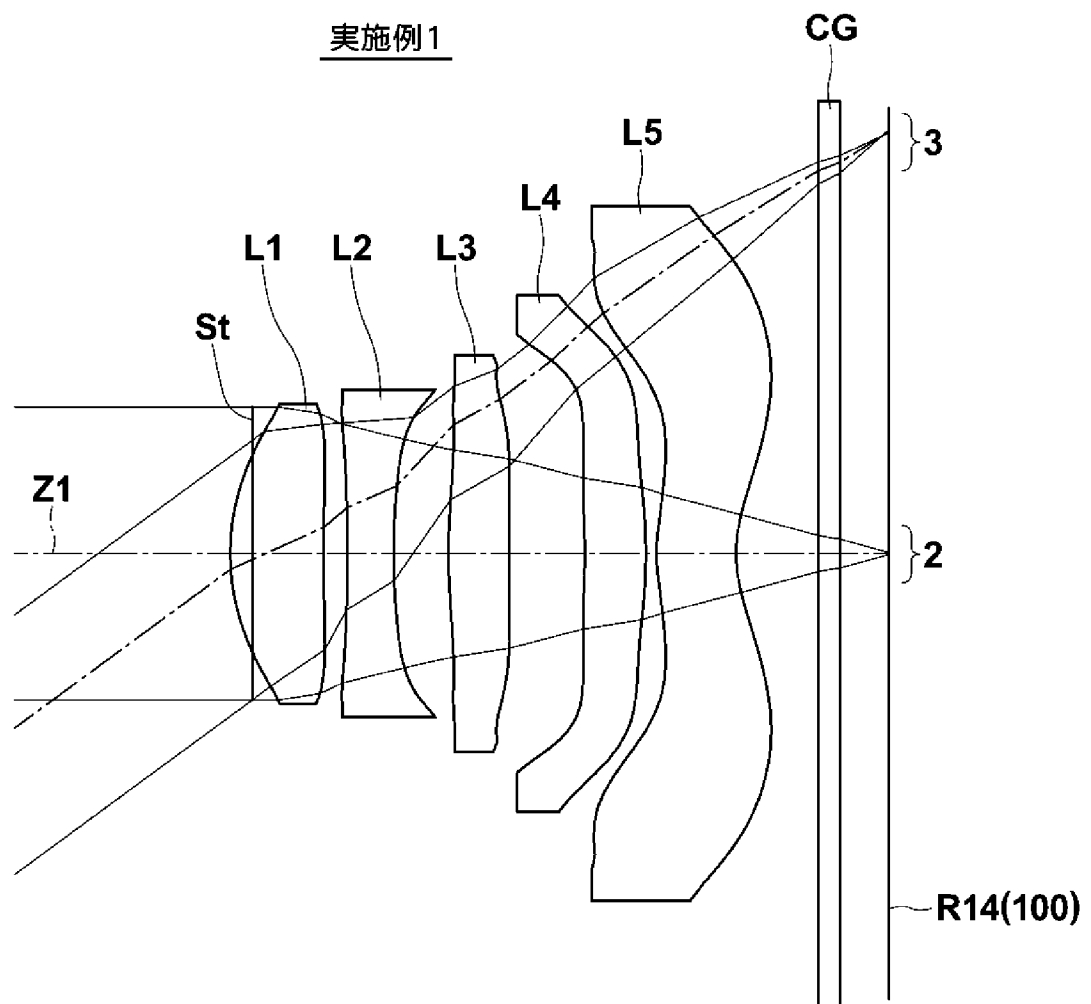


[図4]

実施例4

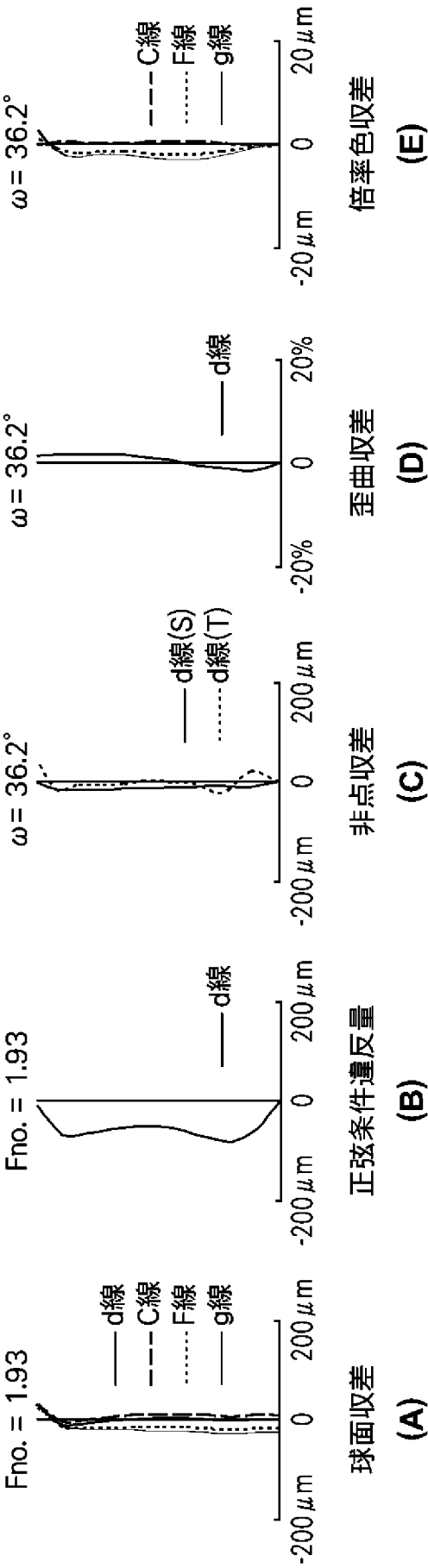


[図5]



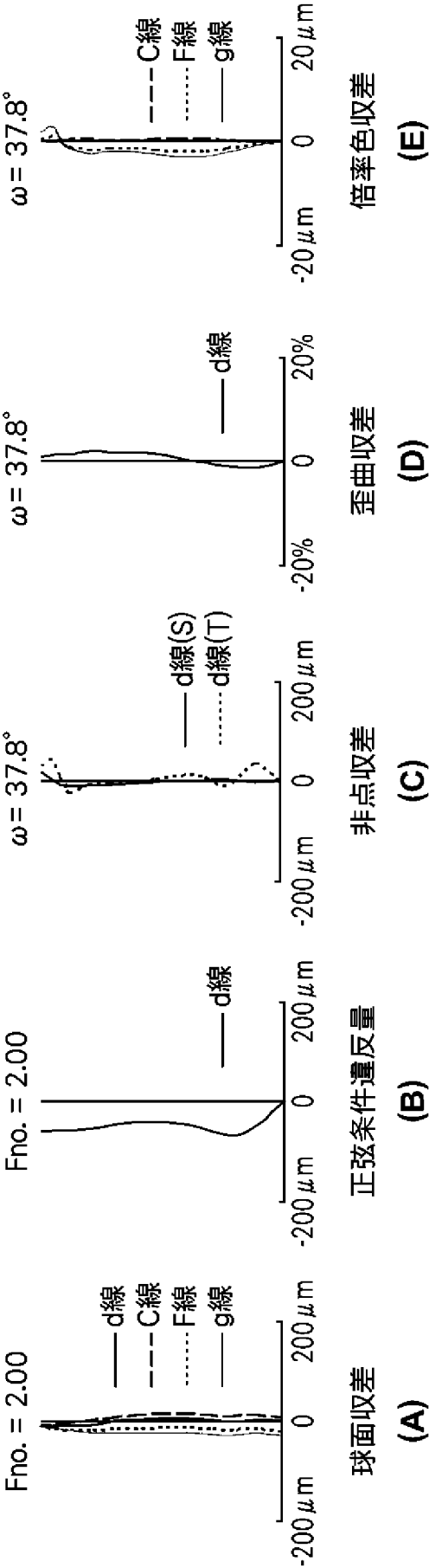
[図6]

実施例 1



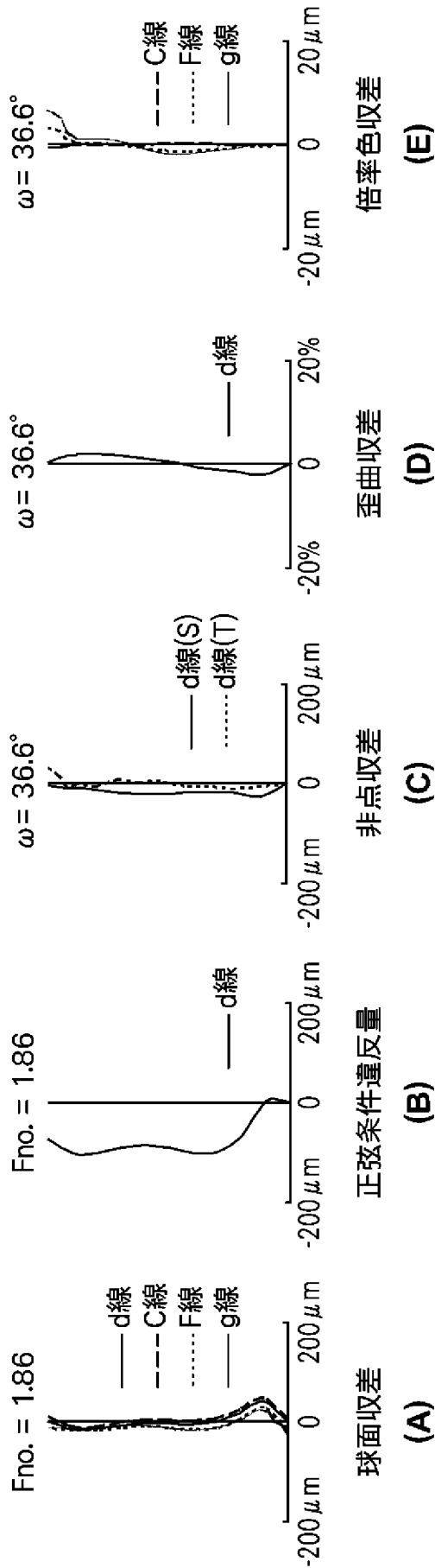
[図7]

実施例2



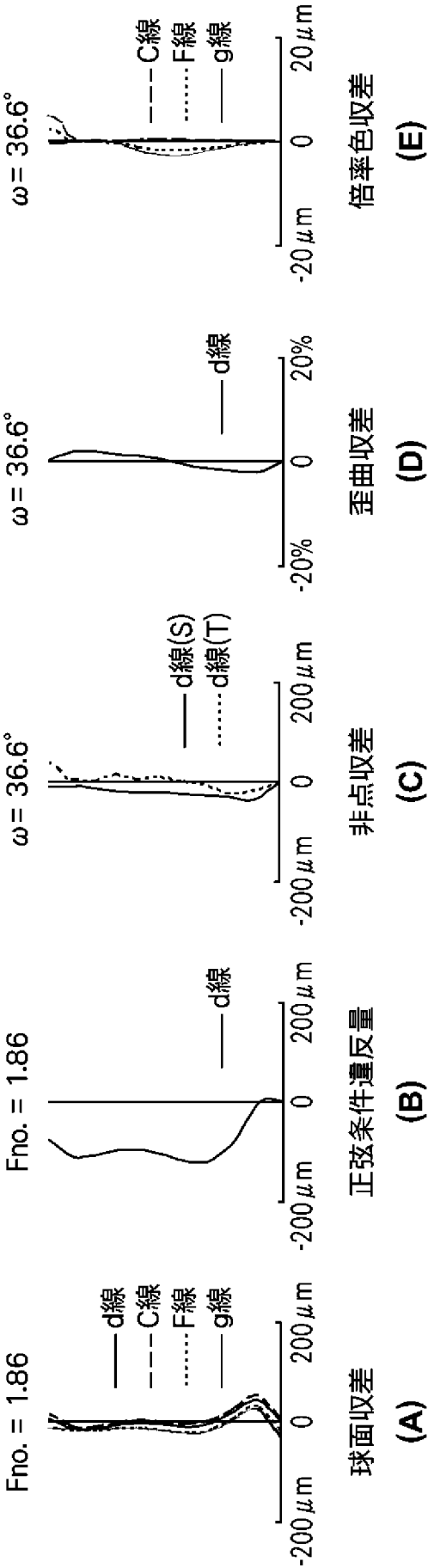
[図8]

実施例3

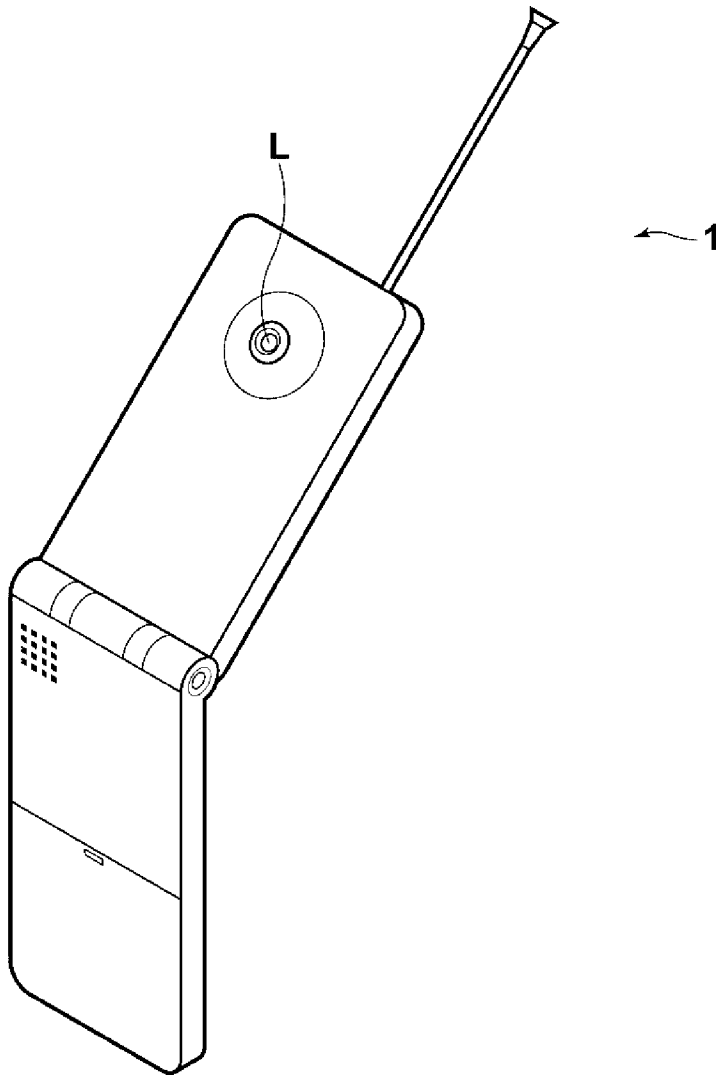


実施例4

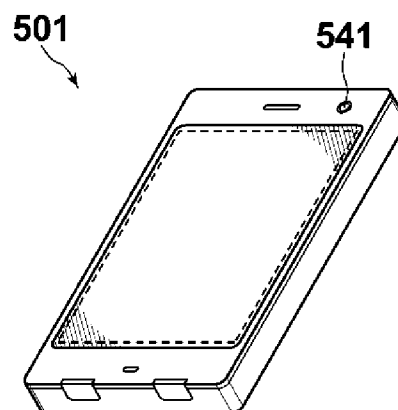
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/007226

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	CN 202583582 U (LARGAN PRECISION CO., LTD.), 05 December 2012 (05.12.2012), entire text; all drawings; particularly, 5th, 9th examples & US 2013/0182336 A1 & CN 103207447 A & TW 201329501 A	1-10, 12-19 11

☐ 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
17 March, 2014 (17.03.14)

Date of mailing of the international search report
01 April, 2014 (01.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B13/00(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. G02B13/00, 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 A	CN 202583582 U (LARGAN PRECISION CO., LTD.) 2012.12.05, 全文、 全図、特に、第 5, 9 実施例 & US 2013/0182336 A1 & CN 103207447 A & TW 201329501 A	1-10, 12-19 11

☐ 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

1 7 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 4 . 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