

(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 2014/155465 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/JP2013/007616
- (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 2013-072273 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: 小泉 昇(KOIZUMI, Noboru); 〒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). 神田 秀雄(KANDA, Hideo); 〒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 ー

1 8 ー 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 (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))

(54) Title: IMAGE PICKUP LENS AND IMAGE PICKUP DEVICE PROVIDED WITH IMAGE PICKUP 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

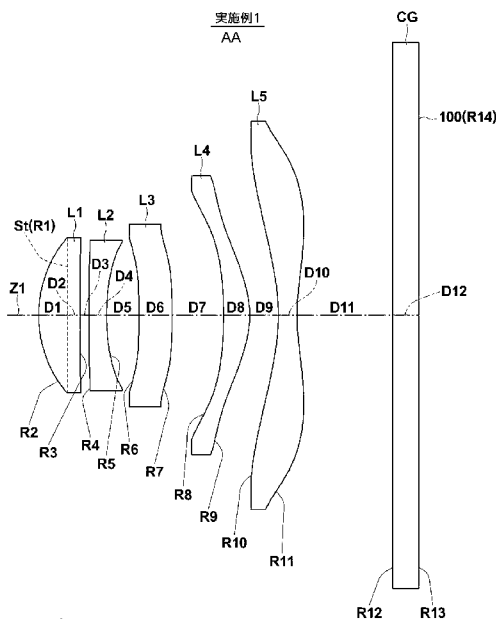


FIG. 1:
AA Embodiment 1

(57) Abstract: [Problem] To achieve an image pickup lens for which shortening of the entire length and high resolution are achieved, and an image pickup device provided with the image pickup lens. [Solution] Provided is an image pickup lens that is effectively formed from six lenses and comprises, in order from the object side, the following: a first lens (L1) having a biconvex shape; a second lens (L2) having a biconcave shape; a third lens (L3) having a positive refractive power and a meniscus shape the protruding surface of which faces the image side; a fourth lens (L4) having a positive refractive power and a meniscus shape the protruding surface of which faces the image side; and a fifth lens (L5) having a negative refractive power, a recessed surface of which faces the image side, and having on the image side surface thereof at least one inflection point. The image pickup lens satisfies the following: conditional formula (1): $0 < f/f_3 < 0.6$, which relates to the focal distance (f) of the entire system and the focal distance (f_3) of the third lens; and conditional formula (2): $0.12 < D_7/f < 0.3$, which relates to the focal distance (f) of the entire system and the gap (D_7), on the optical axis, between the third lens (L3) and the fourth lens (L4).

(57) 要約: 【課題】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。【解決手段】撮像レンズが、物体側から順に、両凸形状である第1レンズ(L1)、両凹形状である第2レンズ(L2)、正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3レンズ(L3)、正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)、負の屈折力を有し像側に凹面を向け、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)から構成される実質的に6個のレンズからなり、全系の焦点距離 f と第3レンズの焦点距離 f_3 に関する条件式 (1): $0 < f/f_3 < 0.6$ 、および、全系の焦点距離 f と第3レンズ(L3)と第4レンズ(L4)との光軸上の間隔 (D_7) に関する条件式 (2): $0.12 < D_7/f < 0.3$ を満足する。

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、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高画素化が進んでおり、それに伴い撮像レンズの高解像、高性能化が要求されている。特に、スマートフォンではこの傾向が著しく、近年スマートフォンに搭載される撮像レンズは５枚構成が主流になってきている。５枚構成の上記分野の撮像レンズとして、例えば、下記特許文献１～３に記載されたものが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：米国特許第８１７９６１３号明細書

特許文献２：中国実用新案第２０２１１０３２５号明細書

特許文献３：中国特許出願公開第１０１７１０２０７号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 近年では撮像素子のコンパクト化も進んでおり、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。さらに、携帯電話、スマートフォン、タブレット型端末等のような薄型化が進む装置に搭載さ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。上記要求に応えるために、上記特許文献 1 ～ 3 に記載の 5 枚構成の撮像レンズは、全長をさらに短縮化することが求められる。

[0005] 本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、全長を短縮化しつつ、高画素化に対応可能な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

[0006] 本発明の撮像レンズは、物体側から順に、両凸形状である第 1 レンズと、両凹形状である第 2 レンズと、正の屈折力を有し、像側に凸面を向けたメニスカス形状である第 3 レンズと、正の屈折力を有し、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、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、下記条件式を満足する撮像レンズである。

$$0 < f / f_3 < 0.6 \quad (1)$$

$$0.12 < D_7 / f < 0.3 \quad (2)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_3 : 第 3 レンズの焦点距離

D_7 : 第 3 レンズと第 4 レンズとの光軸上の間隔

とする。

[0007] 本発明の撮像レンズは、以下の条件式 (1-1) から (8-1) 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 (1-1) から (8-1) のいずれか一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。

$$0 < f / f_3 < 0.5 \quad (1-1)$$

$$0 < f / f_3 < 0.4 \quad (1-2)$$

$$0.13 < D_7 / f < 0.25 \quad (2-1)$$

$$0.14 < D_7 / f < 0.2 \quad (2-2)$$

$$1.5 < f / f_1 < 3 \quad (3)$$

$$1.7 < f / f_1 < 2.7 \quad (3-1)$$

$$1.85 < f / f_1 < 2.5 \quad (3-2)$$

$$-5 < f / f_5 < -1 \quad (4)$$

$$-4 < f / f_5 < -1.2 \quad (4-1)$$

$$0 < f_1 / f_3 < 0.5 \quad (5)$$

$$0 < f_1 / f_3 < 0.4 \quad (5-1)$$

$$0 < (R_{3f} - R_{3r}) / (R_{3f} + R_{3r}) < 0.6 \quad (6)$$

$$0 < (R_{3f} - R_{3r}) / (R_{3f} + R_{3r}) < 0.55 \quad (6-1)$$

$$0.2 < f \cdot \tan \omega / R_{5r} < 10 \quad (7)$$

$$0.5 < f \cdot \tan \omega / R_{5r} < 5 \quad (7-1)$$

$$-2 < f / f_2 < -0.5 \quad (8)$$

$$-1.8 < f / f_2 < -0.7 \quad (8-1)$$

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_3 : 第3レンズの焦点距離

f_5 : 第5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_{5r} : 第5レンズの像側の面の近軸曲率半径

D7：第3レンズと第4レンズとの光軸上の間隔

ω ：半画角

とする。

[0008] 本発明の撮像レンズにおいて、開口絞りが第2レンズの物体側の面より物体側に配置されていることが好ましい。

[0009] なお、上記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。

[0010] なお、上記本発明の撮像レンズおよびその好ましい構成におけるレンズの面形状、屈折力の符号は、非球面が含まれているものは特に断りがない限り光軸近傍（近軸領域）におけるものとする。また、曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負とすることにする。

[0011] 本発明による撮像装置は、本発明の撮像レンズを備えている。

発明の効果

[0012] 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、第2レンズ、第3レンズ、第4レンズ、第5レンズの形状を好適に構成し、所定の条件式を満足するように構成したので、全長を短縮化しながらも、高い結像性能を有するレンズ系を実現できる。

[0013] また、本発明の撮像装置によれば、上記本発明の撮像レンズを備えているので、撮像レンズの光軸方向の装置サイズを短縮化することが可能であり、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

[0014] [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 3 に示す撮像レンズの光路図である。

[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）は非点収差、（C）は歪曲収差、（D）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）は非点収差、（C）は歪曲収差、（D）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）は非点収差、（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 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、（C）は歪曲収差、（D）は倍率色収差を示す。

[図10]本発明の一実施の形態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である。

[図11]本発明の一実施の形態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である。

発明を実施するための形態

[0015] 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。

[0016] 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。同様にして、後述の第 2 乃至第 4 の実施形態に係る数値実施例（表 3～表 8）のレンズ構成に対応する第 2 乃至第 4 の構成例の断

面構成を、図2～図4に示す。図1～図4において、符号 R_i は、 i 番目（ $i = 1, 2, 3, \dots$ ）の面の曲率半径を示し、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3に示す撮像レンズ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。

[0017] 本発明の実施の形態に係る撮像レンズは、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。

[0018] 図10に、本発明の実施の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。

[0019] 図11に、本発明の実施の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。

[0020] 図1に示すように、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。図1～3にそれぞれ示す第1乃至第3の構成例の撮像レンズにおいては、光学部材CGの像側の面と撮像素子100の結像面（像面R14）とは一致している。

- [0021] 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行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として例えば平行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を使用しても良い。
- [0022] 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化を図ることができる。
- [0023] 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。また、撮像レンズLは、開口絞りStが光軸方向において第1レンズL1の像側の面よりも物体側に配置されることがさらに好ましい。このように開口絞りStを第1レンズL1の像側の面よりも物体側に配置したことにより、より好適に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、より高い光学性能を実現することができる。
- [0024] なお、開口絞りStが「第2レンズの物体側の面より物体側に配置され」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し、開口絞りStが「第1レンズの像側の面より物体側に配置され」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の像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] また、本実施の形態において、開口絞りStは第1レンズL1の物体側の面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Stは第1レンズL1の物体側の面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 の物体側の面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 の物体側の面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。なお、図1～図5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 上の位置を示すものである。

[0026] この撮像レンズ L において、第1レンズ L_1 は、光軸近傍において両凸形状である。第1レンズ L_1 を光軸近傍において両凸形状とすることにより、第1レンズ L_1 の各面に屈折力を分散することができるため、正の屈折力を確保しつつ、第1レンズ L_1 の各面の屈折力が強くなり過ぎるのを抑制することができ、全長の短縮化を実現しつつ球面収差をはじめとする諸収差の補正に有利である。

[0027] 第2レンズ L_2 は、光軸近傍において両凹形状である。第2レンズ L_2 が光軸近傍において負の屈折力を有することにより、色収差を良好に補正することができる。第2レンズ L_2 を光軸近傍で両凹形状とすることにより、色収差を補正しつつ、球面収差が補正過剰になるのを防ぐのに有利である。

[0028] 第3レンズ L_3 は、光軸近傍において正の屈折力を有しており、光軸近傍において像側に凸面を向けたメニスカスレンズである。第3レンズ L_3 を光軸近傍において像側に凸面を向けたメニスカスレンズとすることにより、非点収差の発生を抑えるのに有利である。また、正の屈折力を有することにより、球面収差の補正に有利である。また、第3レンズ L_3 を光軸近傍において像側に凸面を向けた形状とすることにより、第2レンズ L_2 の像側の面が凹面に第3レンズ L_3 の物体側の面の凸面が対応した形状となるため、第2レンズ L_2 と第3レンズ L_3 の光軸上の距離を短くすることができ、全長をより短縮化することができる。

[0029] 第4レンズ L_4 は、光軸近傍において正の屈折力を有しており、光軸近傍において像側に凸面を向けたメニスカスレンズである。第4レンズ L_4 を光

軸近傍において像側に凸面を向けたメニスカスレンズとすることにより、非点収差の補正に有利である。また、正の屈折力を有することにより、特に中間画角において光学系を通過する光線の撮像素子100への入射角が大きくなるのを抑制することができる。

[0030] 第5レンズL5は、光軸近傍において負の屈折力を有している。第5レンズL5が、光軸近傍において負の屈折力を有することにより、全長の短縮化、および像面湾曲の補正に有利となる。また、第5レンズL5の像側の面は、光軸近傍で像側に凹面を向けており、かつ、有効径内に少なくとも1つの変曲点を有している。第5レンズL5の像側の面に関する「変曲点を有する」とは、有効径内での光軸Z1を含むレンズ断面において像側の面からなる曲線を考えたとき、この曲線が凸形状から凹形状（または凹形状から凸形状）に切り替わる点を有することを意味する。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Z1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。第5レンズL5の像側の面を、光軸近傍で像側に凹面を向け、かつ、有効径内に少なくとも1つの変曲点を有する形状とすることにより、像面湾曲を補正しつつ、周辺光線の像面への入射角を小さくするのに有利である。

[0031] また、第5レンズL5は、図1～図3にそれぞれ示す第1乃至第3の構成例のように、光軸近傍において両凹形状とすることが好ましい。第5レンズL5を光軸近傍において両凹形状とすることにより、第5レンズL5の各面の曲率の絶対値が大きくなりすぎることを抑制しつつ、第5レンズL5の負の屈折力を十分強めることができ、全長の短縮に効果がある。また、第5レンズL5を光軸近傍において両凹形状とすることにより、像面湾曲を好適に補正することができる。

[0032] また、第5レンズL5は、図4に示す第4の構成例のように、像側に凹面を向けたメニスカス形状とすることが好ましい。第5レンズL5を像側に凹面を向けたメニスカス形状とすることにより、諸収差を良好に補正しつつ、全長の短縮を実現することができる。

[0033] 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L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L1乃至第5レンズL5の各々のレンズの形状を好適に構成したので、全長を短縮化しながらも、高い結像性能を有するレンズ系を実現できる。

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] また、上記撮像レンズLを構成する第1レンズL1乃至第5レンズL5は接合レンズでなく単レンズとすることが好ましい。第1レンズL1乃至第5レンズL5のいずれかを接合レンズとした場合よりも、面数が多くなり、またそれにより非球面数を多くすることが可能なため、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。

[0037] また、例えば図5に示す例のように全画角が60度以上となるように、上記撮像レンズLの第1レンズL1乃至第5レンズL5の各レンズ構成を設定した場合には、近距離撮影の機会が多い携帯電話端末などに撮像レンズLを好適に適用することができる。

[0038] 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。

[0039] まず、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(1)、全系の焦点距離 f および第3レンズL3と第4レンズL4との光軸上の間隔 D_7 は、以下の条件式(2)をそれぞれ満足することが好ましい。

$$0 < f / f_3 < 0.6 \quad (1)$$

$$0.12 < D_7 / f < 0.3 \quad (2)$$

[0040] 条件式(1)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(1)の下限以下とならないように第3レンズL3の屈折力を確保することで、好適に全長の短縮化を実現することができる。条件式(1)の上限以上とならないように第3レンズL3の屈折力を抑えることで、球面収差を良好に補正することができる。

[0041] 条件式(1)を満足するように構成することで、レンズ系全体の長さを短縮しつつ、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(1-1)を満たすことがより好ましく、条件式(1-2)を満たすことがさらにより好ましい。

$$0 < f / f_3 < 0.5 \quad (1-1)$$

$$0 < f / f_3 < 0.4 \quad (1-2)$$

[0042] 条件式(2)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 D_7 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)の下限以下とならないように、全系の焦点距離 f に対して第3レンズL3と第4レンズL4の光軸上の間隔 D_7 を確保することで、全長を短縮化した場合に発生しやすい歪曲収差を好適に抑制することができる。条件式(9)の上限以上とならないように、全系の焦点距離 f に対して第3レンズL3と第4レンズL4の光軸上の間隔 D_7 を維持することにより、非点収差を良好に補正することができる。

[0043] 条件式(2)を満足するように構成することで、レンズ系全体の長さを短縮しつつ、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(2-1)を満たすことがより好ましく、条件式(2-2)を満たすことがさらにより好ましい。

$$0.13 < D_7 / f < 0.25 \quad (2-1)$$

$$0.14 < D_7 / f < 0.2 \quad (2-2)$$

[0044] 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(3)を満足することが好ましい。

$$1. \quad 5 < f / f_1 < 3 \quad (3)$$

条件式(3)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(3)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で、全系の屈折力に対して第1レンズL1の屈折力が弱くなりすぎず、好適に全長の短縮化を実現することができる。条件式(3)の上限以上とならないように第1レンズL1の屈折力を抑えることで、全系の屈折力に対して第1レンズL1の屈折力が強くなりすぎず、球面収差を良好に補正することができる。

[0045] 条件式(3)を満足するように構成することで、球面収差を良好に補正しつつ、好適にレンズ系全体の長さを短縮化できる。この効果をより高めるために、条件式(3-1)を満たすことがより好ましく、条件式(3-2)を満たすことがさらに好ましい。

$$1. \quad 7 < f / f_1 < 2.7 \quad (3-1)$$

$$1. \quad 8.5 < f / f_1 < 2.5 \quad (3-2)$$

[0046] 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(4)を満足することが好ましい。

$$-5 < f / f_5 < -1 \quad (4)$$

条件式(4)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(4)の下限以下とならないように第5レンズL5の屈折力を抑えることで、全系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、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の屈折力を確保することで、全長の短縮化に有利となり、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することができる。

[0047] 条件式（４）を満足するように構成することで、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つつ、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（４－１）を満たすことが好ましく、条件式（４－２）を満たすことがさらにより好ましい。

$$-4 < f / f_5 < -1.2 \quad (4-1)$$

$$-3.5 < f / f_5 < -1.3 \quad (4-2)$$

[0048] また、第３レンズＬ３の焦点距離 f_3 および第１レンズＬ１の焦点距離 f_1 は、以下の条件式（５）を満足することが好ましい。

$$0 < f_1 / f_3 < 0.5 \quad (5)$$

条件式（５）は、第３レンズＬ３の焦点距離 f_3 に対する第１レンズＬ１の焦点距離 f_1 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１レンズＬ１の正の屈折力を確保することで、第３レンズＬ３の正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、全長の短縮化に有利となる。また条件式（５）の上限以上とならないように、第１レンズＬ１の正の屈折力を抑えることで、第３レンズＬ３の正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、球面収差の補正に有利となる。

[0049] 条件式（５）を満足するように構成することで、球面収差を良好に補正しつつ、好適にレンズ系全体の長さを短縮化できる。この効果をより高めるために、条件式（５－１）を満たすことが好ましく、条件式（５－２）を満たすことがさらにより好ましい。

$$0 < f_1 / f_3 < 0.4 \quad (5-1)$$

$$0 < f_1 / f_3 < 0.3 \quad (5-2)$$

[0050] また、第３レンズＬ３の物体側の面の近軸曲率半径 R_{3f} および第３レンズＬ３の像側の面の近軸曲率半径 R_{3r} は、以下の条件式（６）を満足することが好ましい。

$$0 < (R_{3f} - R_{3r}) / (R_{3f} + R_{3r}) < 0.6 \quad (6)$$

条件式（６）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} に関する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３レンズＬ３の物体側、像側の面の近軸曲率半径をそれぞれ設定することで、全長の短縮化に有利となる。条件式（６）の上限以上とならないように第３レンズＬ３の物体側、像側の面の近軸曲率半径をそれぞれ設定することで、球面収差を良好に補正することができる。

[0051] 条件式（６）を満足するように構成することで、球面収差を良好に補正しつつ、好適にレンズ系全体の長さを短縮化できる。この効果をより高めるために、条件式（６－１）を満たすことが好ましく、条件式（６－２）を満たすことがさらに好ましい。

$$0 < (R_{3f} - R_{3r}) / (R_{3f} + R_{3r}) < 0.55 \quad (6-1)$$

$$0 < (R_{3f} - R_{3r}) / (R_{3f} + R_{3r}) < 0.5 \quad (6-2)$$

[0052] また、全系の焦点距離 f 、半画角 ω 、第５レンズの像側の面の近軸曲率半径 R_{5r} は、以下の条件式（７）を満足することが好ましい。

$$0.2 < f \cdot \tan \omega / R_{5r} < 1.0 \quad (7)$$

条件式（７）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（７）の下限以下とならないように、近軸像高（ $f \cdot \tan \omega$ ）および第５レンズＬ５の像側の面の近軸曲率半径 R_{5r} 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 R_{5r} 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、像面湾曲を好適に補正することができる。また、条件式（７）の上限以上とならないように、近軸像高（ $f \cdot \tan \omega$ ）および第５レンズＬ５の像側の面の近軸曲率半径 R_{5r} 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 R_{5r} の絶対値が小さくなりすぎず、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。

- [0053] 条件式（７）を満足するように構成することで、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（７－１）を満たすことが好ましく、条件式（７－２）を満たすことがさらに好ましい。

$$0.5 < f \cdot \tan \omega / R_5r < 5 \quad (7-1)$$

$$1 < f \cdot \tan \omega / R_5r < 3 \quad (7-2)$$

- [0054] 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。

$$-2 < f / f_2 < -0.5 \quad (8)$$

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）の下限以下とならないように、第２レンズＬ２の屈折力を確保することで、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ず、全長を短縮化することができる。条件式（８）の上限以上とならないように、第２レンズＬ２の屈折力を抑えることで、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、軸上色収差の補正に有利である。

- [0055] 条件式（８）を満足するように構成することで、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く、条件式（８－２）を満たすことがさらに好ましい。

$$-1.8 < f / f_2 < -0.7 \quad (8-1)$$

$$-1.6 < f / f_2 < -1 \quad (8-2)$$

- [0056] 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。

- [0057] 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。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、開口絞り S_t の面を 1 番目とし、最も物体側のレンズ面（第 1 レンズ L_1 の物体側の面）を 2 番目とし、以降は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 番目の面の番号を示している。曲率半径 R_i の欄には、 i 番目の面の曲率半径の値（mm）を示しており、これは図 1 において付した符号 R_i に対応している。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（587.56 nm）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、曲率半径の符号は、物体側に凸面を向けた面形状の場合を正とし、像側に凸面を向けた面形状の場合を負としている。

[0058] なお、表 1 の枠外上部には、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、F ナンバー $Fno.$ と、全画角 2ω （°）と、レンズ全長 TL （mm）をそれぞれ示す。なお、バックフォーカス Bf は空気換算した値を表している。レンズ全長 TL は第 1 レンズ L_1 の物体側の面から像面までの光軸上の距離であり、バックフォーカス Bf 分を空気換算した値を表している。

[0059] 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。

[0060] 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。

[0061] 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_n 、 K 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、非球面頂点が接する光軸に垂直な平面に下ろした垂線の長さ（mm）を示す。

$$[0062] \quad Z = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - K \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum A_n \cdot h^n \dots\dots (A)$$

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_n ：第 n 次（ n は3以上の整数）の非球面係数

K ：非球面係数

[0063] 以上の実施例1の撮像レンズと同様にして、図2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として、表3および表4に示す。また同様にして、図3および図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それぞれ実施例3、実施例4として、表5～表8に示す。これらの実施例1乃至実施例4に係る撮像レンズでは、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。

[0064] 図6（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、歪曲収差（ディストーション）、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、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）、 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。

[0065] 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）～（D）乃至図9（A）～（D）に示す。図6（A）～（D）乃至図9（

A) ～ (D) に示す収差図は全て物体距離が無限遠のときのものである。

[0066] また、表 9 には、本発明に係る各条件式 (1) ～ (8) 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。

[0067] 以上の各数値データおよび各収差図から分かるように、実施例 1 ～ 4 の撮像レンズは、レンズ全長 TL と全系の焦点距離 F の比である TL/f が 1.01 ～ 1.03 の範囲にあり、全長が短縮化されながらも、諸収差が良好に補正されて高い結像性能が実現されている。

[0068] なお、本発明の撮像レンズには、上記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、上記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。

[0069] また、上記各実施例では、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。

[0070] [表1]

実施例1

$f=4.161$, $Bf=1.319$, $Fno.=2.41$, $2\omega=70.0$, $TL=4.298$

Si	Ri	Di	Ndj	ν_{dj}
1 (開口絞り)	∞	-0.329		
*2	1.30879	0.480	1.544	55.9
*3	-31.74999	0.102		
*4	-54.30018	0.200	1.634	23.8
*5	2.41282	0.375		
*6	-7.98740	0.381	1.634	23.8
*7	-7.38751	0.593		
*8	-4.32852	0.301	1.544	55.9
*9	-1.04953	0.330		
*10	-2.15016	0.217	1.544	55.9
*11	2.21156	1.100		
12	∞	0.300	1.517	64.2
13	∞	0.000		
14 (像面)	∞			

*: 非球面

[0071]

[表2]

面番号	2	3	4	5	6
KA	-3.2840570E+00	-4.9080244E+03	1.3673209E+03	7.5103505E+00	8.6234646E+00
A4	2.3249128E-01	2.1684954E-02	2.5253463E-02	-4.6623925E-02	-1.6846512E-01
A6	-6.5725463E-02	4.1952954E-02	1.0519749E-01	1.1892149E-01	-5.2650516E-02
A8	3.0020555E-03	-3.9662271E-02	-4.3538391E-02	-8.4139268E-02	1.1954399E-01
A10	1.9290445E-02	3.2487386E-02	-1.3379753E-01	-4.7358865E-02	7.2238024E-02
A12	1.4560101E-01	-1.2224883E-01	-2.0472502E-01	-1.9954892E-01	2.1192731E-02
A14	-1.5989871E-01	3.4940718E-02	3.0889551E-01	2.6481256E-01	-7.7932208E-02
A16	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
面番号	7	8	9	10	11
KA	5.0667259E+01	8.3170980E+00	-2.7562475E+00	-7.5169207E+00	-2.9897113E+01
A4	-1.3308137E-01	-3.6302538E-02	-3.5587565E-03	1.9882258E-02	-5.7649918E-02
A6	-1.0420644E-02	-1.8572529E-03	6.0410559E-02	-7.2783985E-03	1.2506477E-02
A8	4.5463937E-02	-3.9462780E-02	-2.8994467E-02	1.9332581E-03	-3.1743483E-03
A10	3.8125142E-02	3.2605836E-02	5.1317655E-03	-1.3671127E-04	2.9266443E-04
A12	3.3923060E-02	2.3838611E-04	-3.7112367E-04	-1.5773436E-05	5.7144308E-06
A14	1.1521292E-03	-2.5013665E-03	-4.1378170E-05	2.2972038E-06	1.6904993E-06
A16	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00

[0072]

[表3]

実施例2

f=4.201, Bf=1.299, Fno.=2.41, $2\omega=70.0$, TL=4.299

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1(開口絞り)	∞	-0.329		
*2	1.34266	0.387	1.544	55.9
*3	-8.58169	0.088		
*4	-30.61767	0.200	1.634	23.8
*5	2.21569	0.529		
*6	-9.09332	0.336	1.634	23.8
*7	-7.45786	0.670		
*8	-3.34064	0.261	1.544	55.9
*9	-0.98453	0.329		
*10	-2.00189	0.200	1.544	55.9
*11	2.28571	1.100		
12	∞	0.300	1.517	64.2
13	∞	0.000		
14(像面)	∞			

*: 非球面

[0073]

[表4]

実施例2

面番号	2	3	4	5	6
KA	-3.2063270E+00	-2.6603771E+02	7.1218117E+02	6.3341257E+00	2.9169116E+01
A4	2.1932444E-01	1.9791771E-02	2.3293449E-03	-1.1235581E-01	-1.7543339E-01
A6	-6.7907471E-02	2.5346572E-02	1.0228139E-01	1.5555563E-01	-2.4135660E-02
A8	8.0873815E-03	-3.1585726E-02	-1.1434160E-03	-8.9059798E-02	9.9442135E-02
A10	1.7879906E-03	8.4304957E-02	-7.3992276E-02	-4.8008765E-02	1.1970404E-01
A12	1.2116206E-01	-8.3308008E-02	-1.8389653E-01	-2.3416821E-01	5.3907558E-02
A14	-5.5284165E-02	1.3524320E-02	1.7600070E-01	1.3348570E-01	-1.8640081E-01
A16	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
面番号	7	8	9	10	11
KA	4.8343181E+01	3.0188898E+00	-2.5312330E+00	-1.1108612E+01	-2.9122046E+01
A4	-1.3331537E-01	-4.4124136E-02	-1.6116580E-02	6.5497858E-03	-6.1791574E-02
A6	-1.9567957E-02	3.7862002E-03	5.8262410E-02	-6.7496945E-03	1.1808867E-02
A8	7.1112136E-02	-4.3094909E-02	-2.8014422E-02	2.0874952E-03	-2.8907327E-03
A10	5.3381122E-02	3.1621065E-02	5.6230378E-03	-1.1854505E-04	2.7771414E-04
A12	3.2545623E-02	4.9414590E-04	-2.4339938E-04	-1.6565242E-05	-7.7094020E-06
A14	-2.4581923E-02	-2.1385952E-03	-3.7834991E-05	7.9929912E-07	1.2209356E-06
A16	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00

[0074]

[表5]

実施例3

f=4.198, Bf=1.298, Fno.=2.41, $2\omega=70.0$, TL=4.297

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1(開口絞り)	∞	-0.329		
*2	1.32502	0.498	1.544	55.9
*3	-6.39502	0.055		
*4	-13.43033	0.200	1.634	23.8
*5	2.02977	0.407		
*6	-20.07914	0.224	1.634	23.8
*7	-7.41746	0.876		
*8	-17.49205	0.391	1.544	55.9
*9	-0.87780	0.143		
*10	-1.15602	0.205	1.544	55.9
*11	2.18741	1.100		
12	∞	0.300	1.517	64.2
13	∞	0.000		
14(像面)	∞			

*: 非球面

[0075]

[表6]

実施例3

面番号	2	3	4	5	6
KA	-3.4887066E+00	-2.0372622E+02	1.2938531E+02	4.5786401E+00	5.3395407E+02
A4	2.4057431E-01	2.4014645E-02	7.7315613E-03	-1.5592300E-01	-2.4368213E-01
A6	-8.1154332E-02	4.7196342E-02	1.6196312E-01	3.0962513E-01	1.3070219E-01
A8	-5.5692811E-03	-2.3507685E-04	-7.6843673E-02	-3.2704077E-01	-2.0751928E-01
A10	3.0343883E-02	4.5058668E-02	-1.0880257E-01	5.0389271E-02	1.8803017E-01
A12	1.7357156E-01	-1.9809017E-01	-1.1579168E-01	-3.0777038E-02	5.3075490E-01
A14	-1.4997032E-01	8.8472460E-02	1.6672223E-01	1.5716758E-01	-4.5361889E-01
A16	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
面番号	7	8	9	10	11
KA	5.8107139E+01	9.6262968E+01	-2.4355781E+00	-3.7189675E+00	-3.0770637E+01
A4	-1.8343421E-01	-1.8243760E-01	-4.9740510E-02	2.4879091E-02	-6.9016962E-02
A6	1.0382915E-01	7.7594938E-02	4.4986356E-02	-7.1722005E-03	1.4153212E-02
A8	-7.9873656E-02	-5.3650777E-02	-2.5590476E-02	1.8836560E-03	-3.4211094E-03
A10	6.4440668E-02	7.1871384E-03	7.9016391E-03	-1.1374960E-04	2.4031438E-04
A12	2.2894711E-01	-9.5478118E-04	2.8862971E-04	-1.1859333E-05	-4.1393964E-07
A14	-9.2138306E-02	2.0825439E-03	-4.6087356E-04	1.1300339E-06	6.6830370E-06
A16	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00

[0076]

[表7]

実施例4

f=4.249, Bf=1.121, Fno.=2.40, $2\omega=68.0$, TL=4.304

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1(開口絞り)	∞	-0.237		
*2	1.39735	0.762	1.54340	56.04
*3	-6.90532	0.071		
*4	-5.81296	0.157	1.63551	23.90
*5	3.08720	0.309		
*6	-2.84254	0.347	1.63551	23.90
*7	-2.35227	0.699		
*8	-1.28531	0.120	1.54340	56.04
*9	-0.90768	0.618		
*10	35.14900	0.100	1.54340	56.04
*11	1.48473	0.500		
12	∞	0.300	1.51680	64.20
13	∞	0.424		
14(像面)	∞			

*: 非球面

[0077]

[表8]

実施例4

面番号	2	3	4	5	6
KA	-5.0308512E+00	-9.0000088E+00	1.1000009E+01	1.1000002E+01	-9.0000082E+00
A4	2.6776183E-01	2.8661247E-02	8.6320933E-02	-2.9715640E-03	-3.3242412E-01
A6	-2.0946358E-01	-9.7747744E-02	-1.0556282E-01	5.1898505E-02	-1.0455811E-01
A8	1.5261242E-01	-1.5240743E-01	1.6945607E-01	9.5596204E-02	2.5757813E-01
A10	-3.0728044E-02	2.7345650E-01	-6.1229755E-01	-3.2079715E-01	-2.2749978E-01
A12	-6.5186407E-02	-3.5190557E-01	8.2649152E-01	4.1935659E-01	8.7071658E-02
A14	-1.9121372E-02	1.2982817E-01	-4.5039136E-01	-1.8773877E-01	
面番号	7	8	9	10	11
KA	3.8000222E+00	1.1455439E+00	-1.1274096E+00	-2.9000009E+01	-9.0000090E+00
A4	-1.8238610E-01	9.9202037E-02	8.8552282E-02	-5.6405157E-02	-8.1295135E-02
A6	-5.2919477E-02	1.2452311E-01	9.9166134E-02	1.7870124E-02	3.1321367E-02
A8	1.1974003E-01	-1.9618932E-01	-1.1529137E-01	-5.1557564E-03	-1.0885263E-02
A10	-4.5653906E-02	1.9916849E-01	4.3410481E-02	1.3262844E-03	2.2083524E-03
A12	1.5093614E-02	-9.6026169E-02	-9.5689140E-03	-1.9462584E-04	-2.5191942E-04
A14		1.6889931E-02	6.7956382E-04	1.1032805E-05	1.2398343E-05

[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_3	0.033	0.069	0.228	0.252
(2)	d_6 / f	0.143	0.159	0.159	0.165
(3)	f / f_1	1.792	1.941	2.034	1.922
(4)	f / f_5	-2.113	-2.176	-3.085	-1.488
(5)	f_1 / f_3	0.018	0.036	0.112	0.131
(6)	$\frac{R_{3f} - R_{3r}}{R_{3f} + R_{3r}}$	0.039	0.099	0.460	0.094
(7)	$\frac{f \cdot \tan \omega}{R_{5r}}$	1.317	1.287	1.344	1.930
(8)	f / f_2	-1.144	-1.292	-1.517	-1.348

請求の範囲

[請求項1]

物体側から順に、
 両凸形状である第1レンズと、
 両凹形状である第2レンズと、
 正の屈折力を有し、像側に凸面を向けたメニスカス形状である第3レンズと、
 正の屈折力を有し、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、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、下記条件式を満足する撮像レンズ。

$$0 < f / f_3 < 0.6 \quad (1)$$

$$0.12 < D_7 / f < 0.3 \quad (2)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_3 : 前記第3レンズの焦点距離

D_7 : 前記第3レンズと前記第4レンズとの光軸上の間隔

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に記載の撮像レンズ。

$$1.5 < f / f_1 < 3 \quad (3)$$

ただし、

f_1 : 前記第1レンズの焦点距離

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に記載の撮像レンズ。

$$-5 < f / f_5 < -1 \quad (4)$$

ただし、

f_5 : 前記第5レンズの焦点距離
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項に記載の撮像レンズ。

$$0 < f_1 / f_3 < 0.5 \quad (5)$$

ただし、

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請求項1から4のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$0 < (R_{3f} - R_{3r}) / (R_{3f} + R_{3r}) < 0.6 \quad (6)$$

ただし、

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請求項1から5のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$0.2 < f \cdot \tan \omega / R_{5r} < 1.0 \quad (7)$$

ただし、

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項に記載の撮像レンズ。

$$-2 < f / f_2 < -0.5 \quad (8)$$

ただし、

f_2 : 前記第2レンズの焦点距離

とする。

[請求項8] 開口絞りが前記第2レンズの物体側の面より物体側に配置されている請求項1から7のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

[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項に記載の撮像レンズ。

$$0 < f / f_3 < 0.5 \quad (1-1)$$

[請求項10] さらに以下の条件式を満足する請求項1から9のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$0.13 < D_7 / f < 0.25 \quad (2-1)$$

[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項に記載の撮像レンズ。

$$1.7 < f / f_1 < 2.7 \quad (3-1)$$

ただし、

f_1 : 前記第1レンズの焦点距離

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項に記載の撮像レンズ。

$$-4 < f / f_5 < -1.2 \quad (4-1)$$

ただし、

f_5 : 前記第5レンズの焦点距離

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項に記載の撮像レンズ。

$$0 < f_1 / f_3 < 0.4 \quad (5-1)$$

ただし、

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請求項1から13のいずれか1項に

記載の撮像レンズ。

$$0 < (R3f - R3r) / (R3f + R3r) < 0.55 \quad (6-1)$$

ただし、

$R3f$: 前記第3レンズの物体側の面の近軸曲率半径

$R3r$: 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請求項1から14のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$0.5 < f \cdot \tan \omega / R5r < 5 \quad (7-1)$$

ただし、

ω : 半画角

$R5r$: 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項に記載の撮像レンズ。

$$-1.8 < f / f2 < -0.7 \quad (8-1)$$

ただし、

$f2$: 前記第2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請求項1から16のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$0 < f / f3 < 0.4 \quad (1-2)$$

[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項に記載の撮像レンズ。

$$0.14 < D7 / f < 0.2 \quad (2-2)$$

[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項に記載の撮像レンズ。

$$1.85 < f / f_1 < 2.5 \quad (3-2)$$

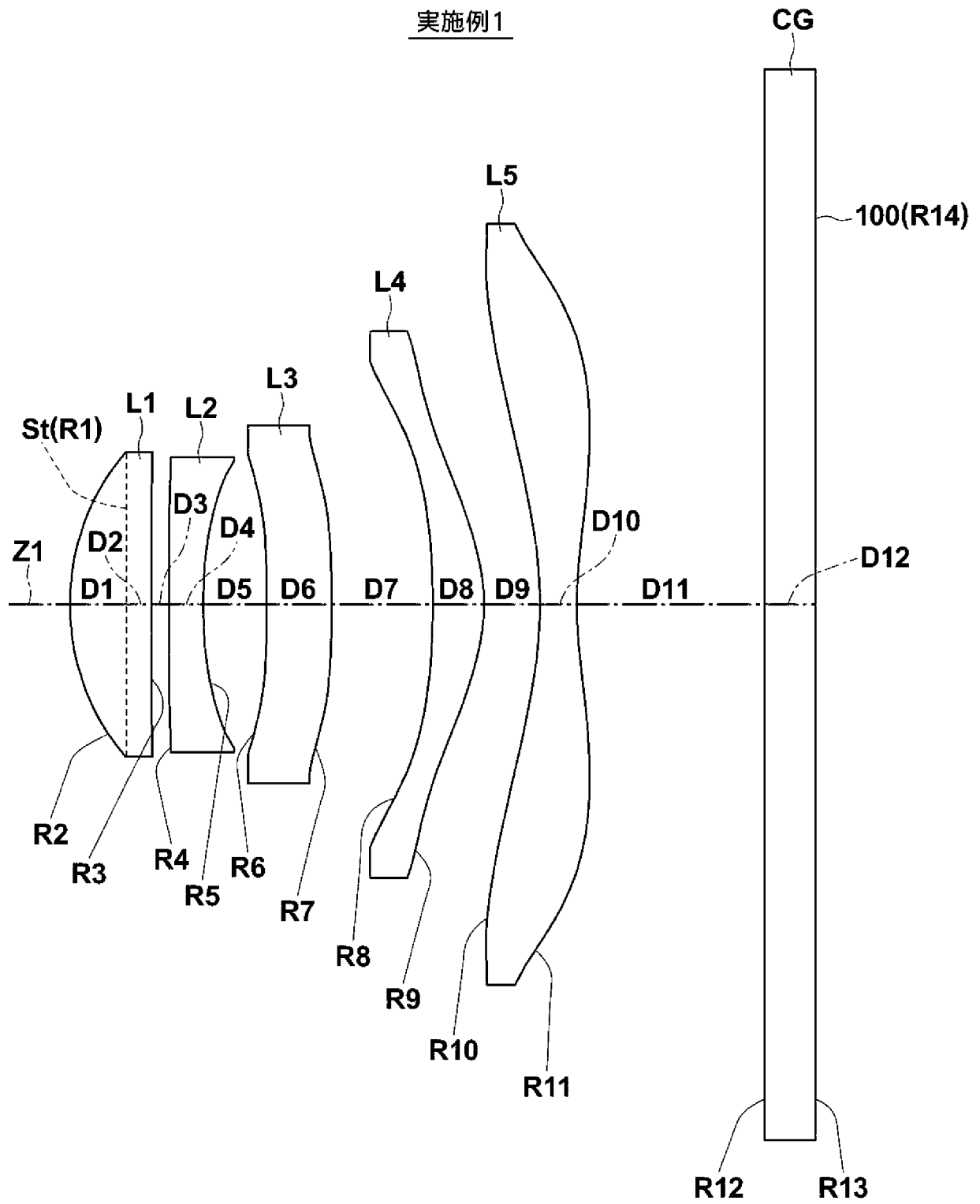
ただし、

f_1 : 前記第1レンズの焦点距離

とする。

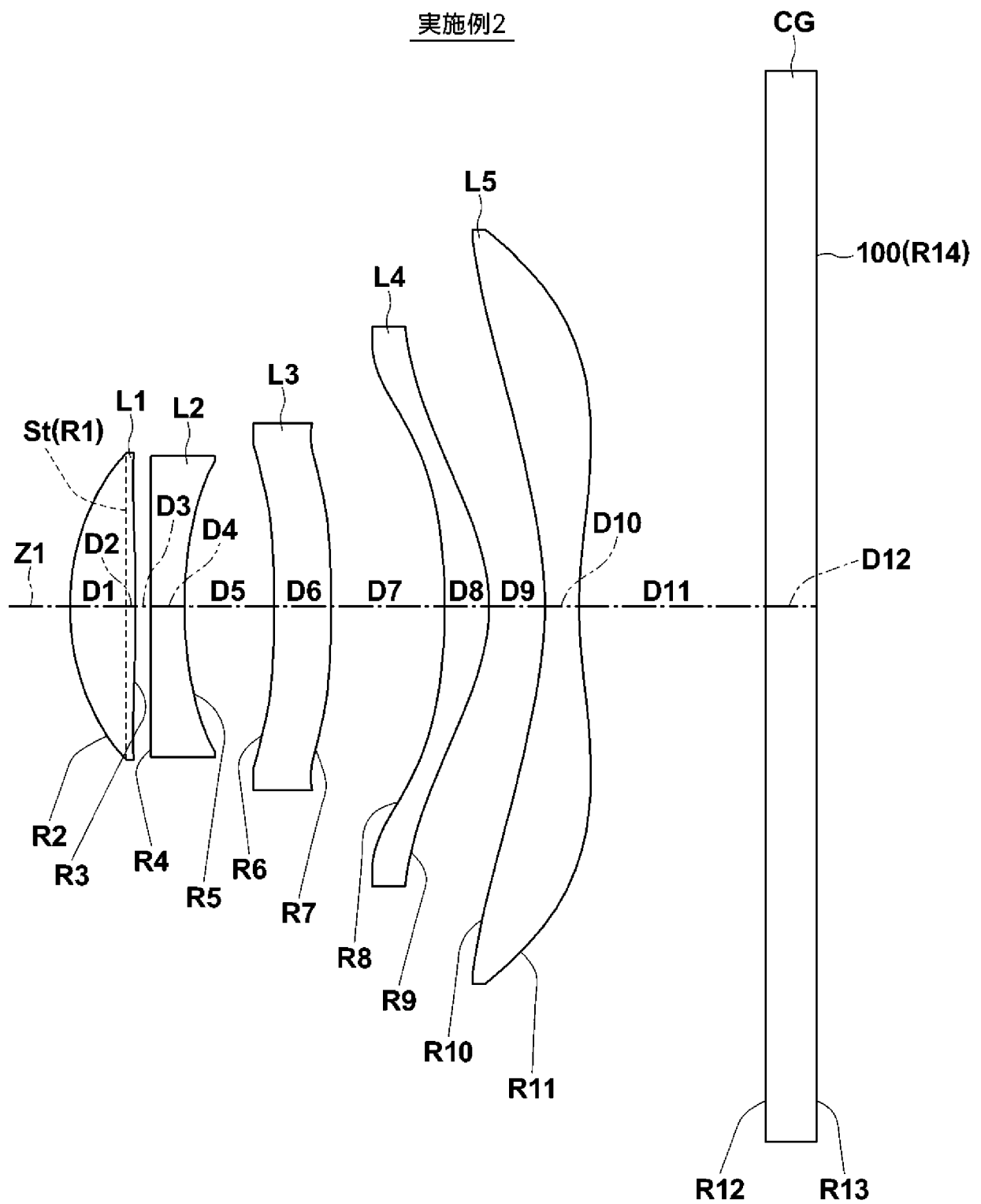
[請求項20] 請求項1に記載された撮像レンズを備えた撮像装置。

[図1]

実施例1

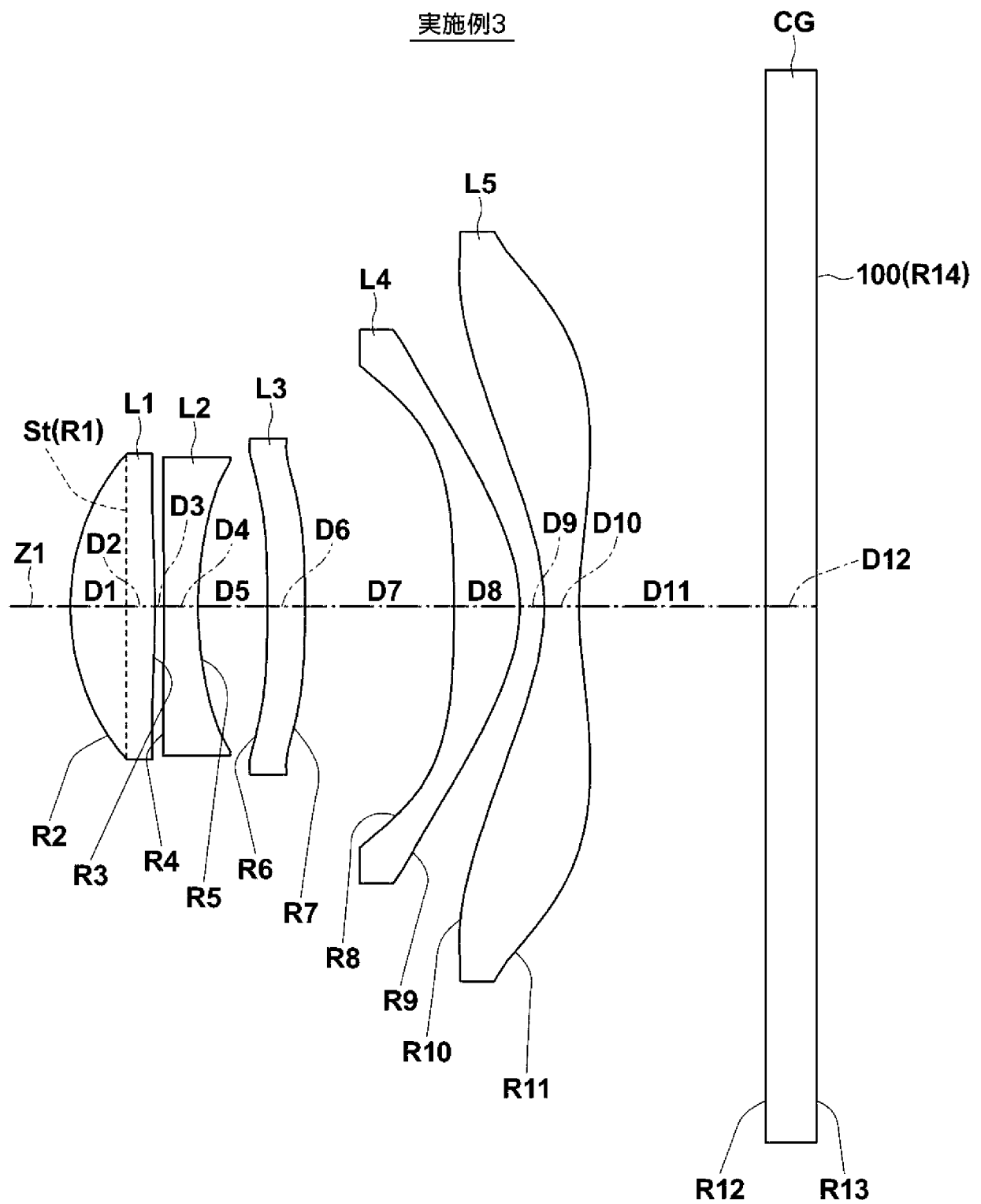
[図2]

実施例2

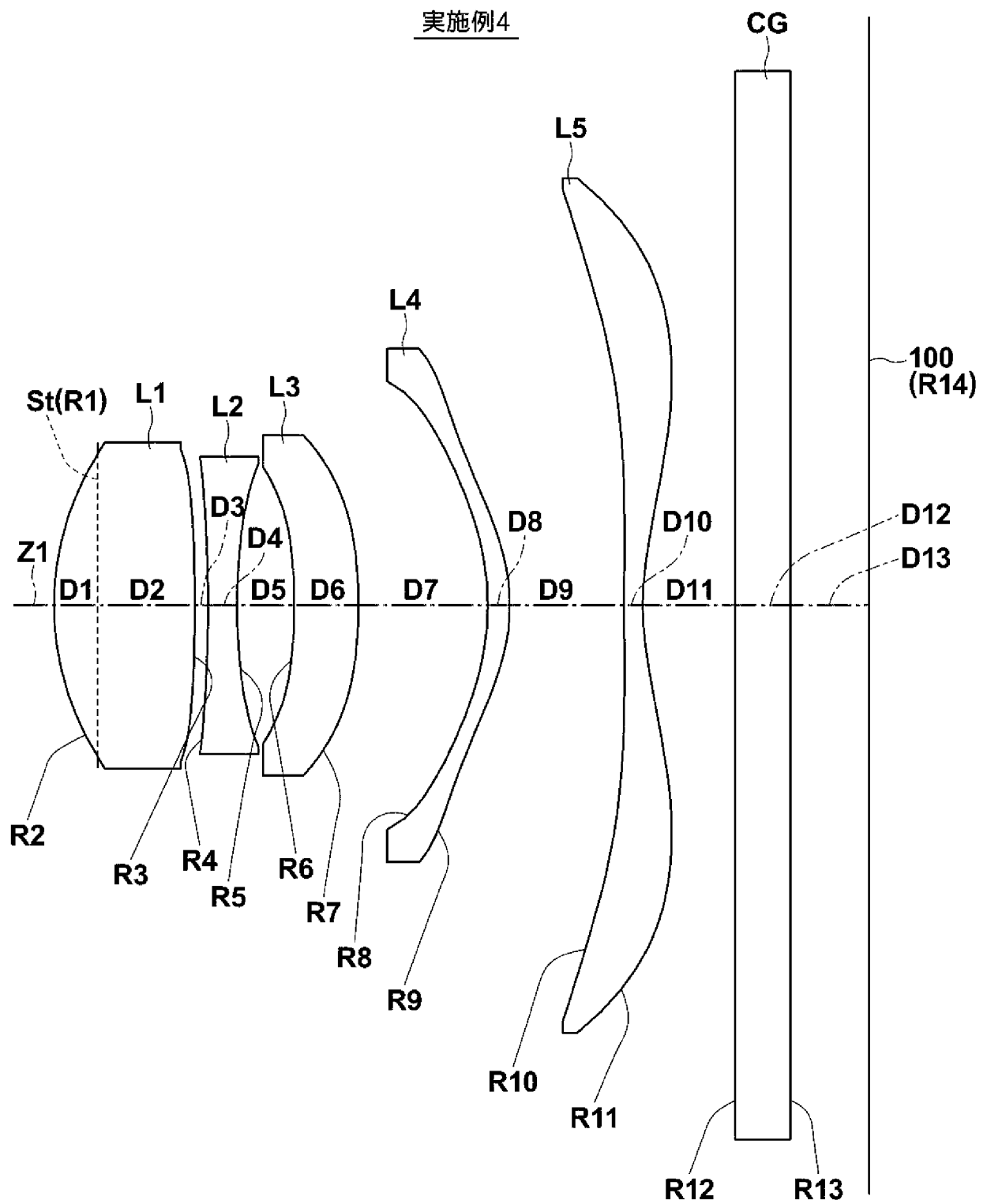


[図3]

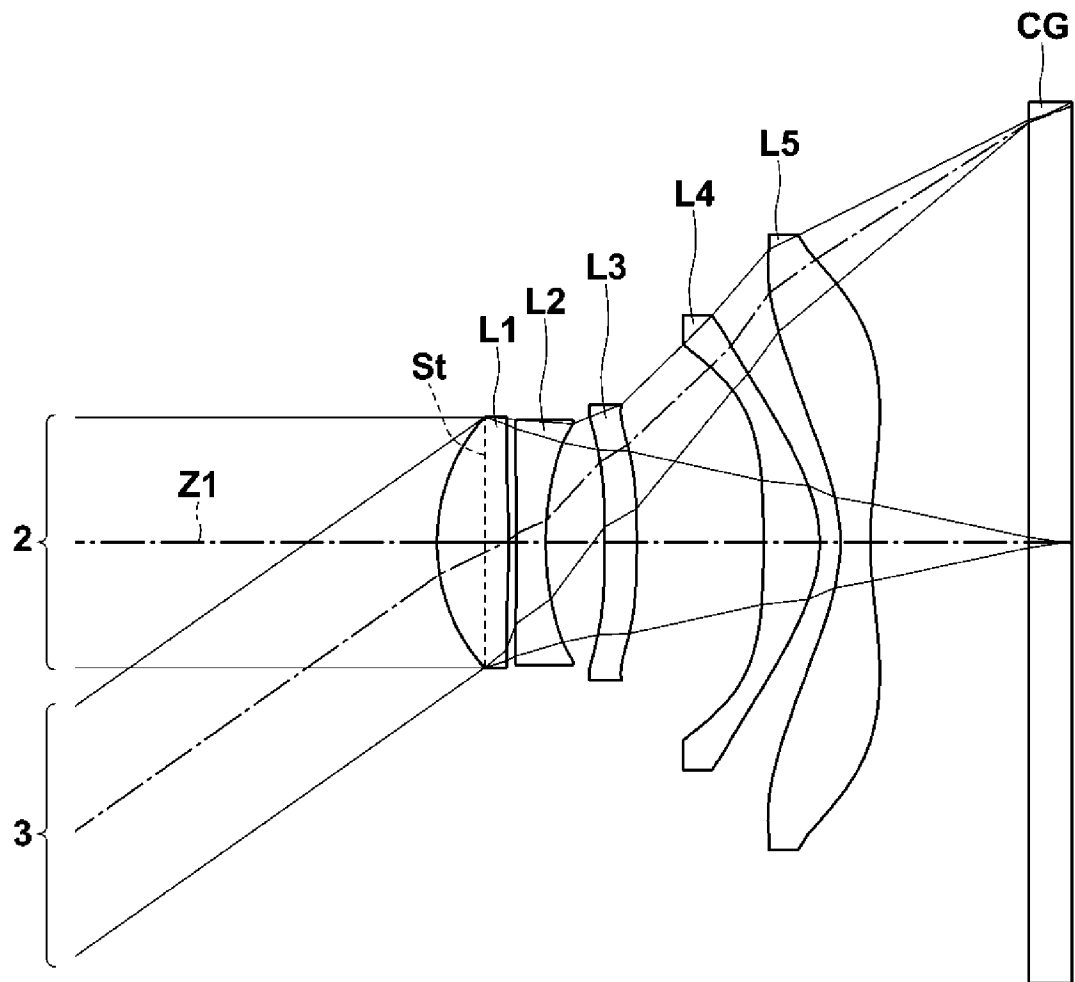
実施例3



[図4]

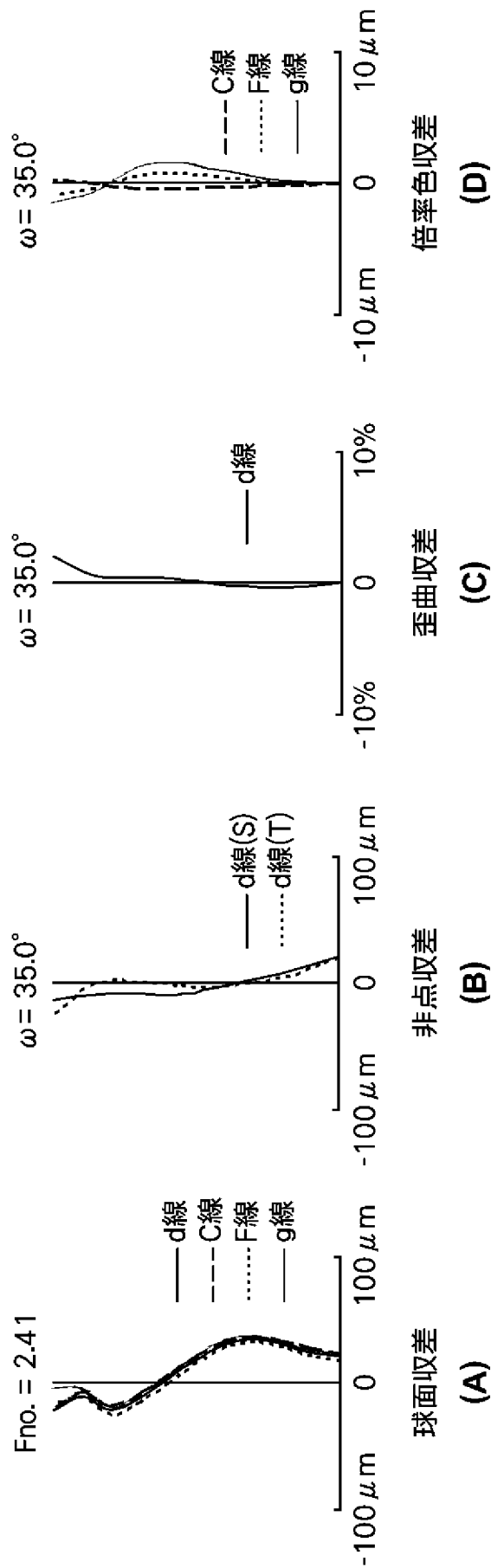
実施例4

[図5]



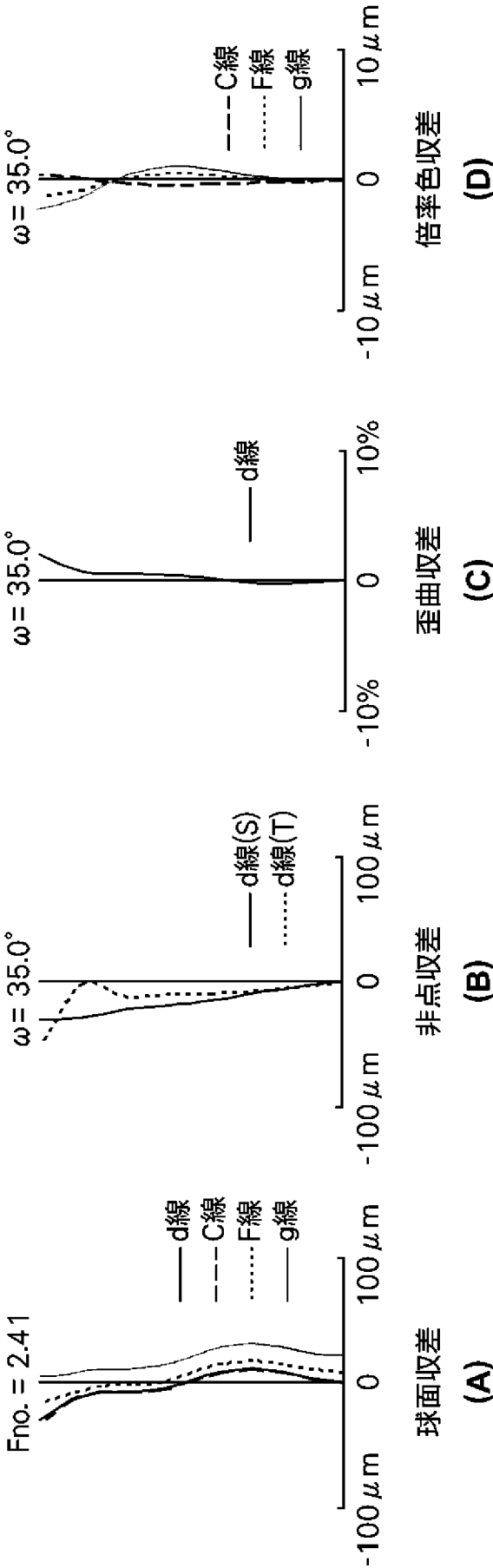
[図6]

実施例 1



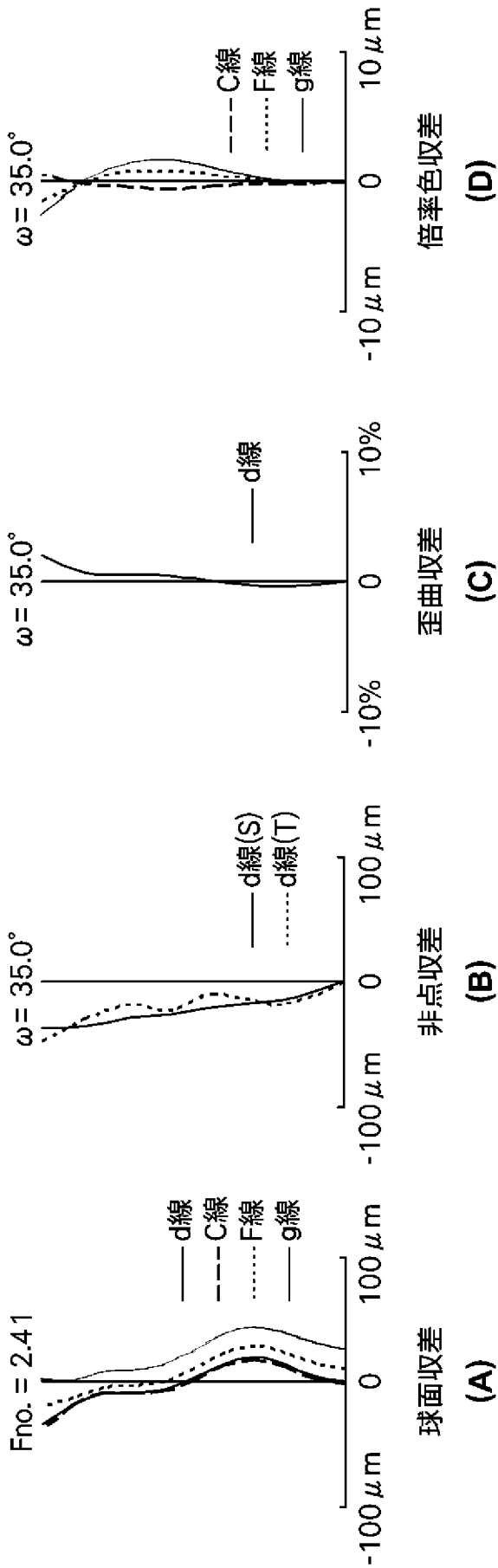
[図7]

実施例2



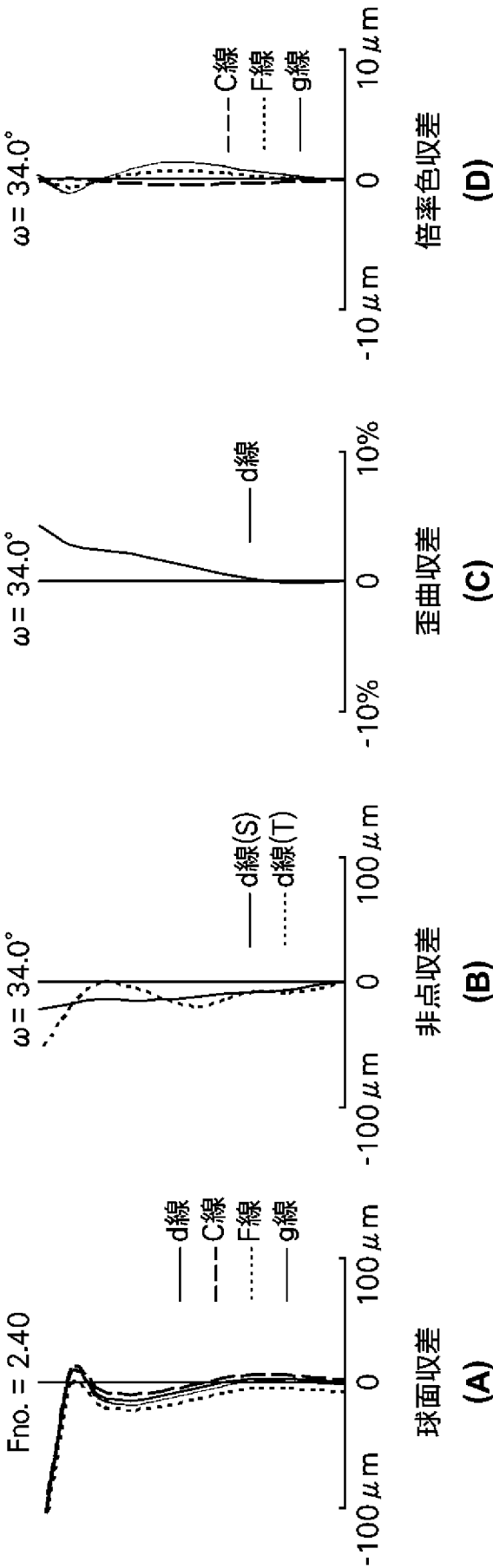
[図8]

実施例3

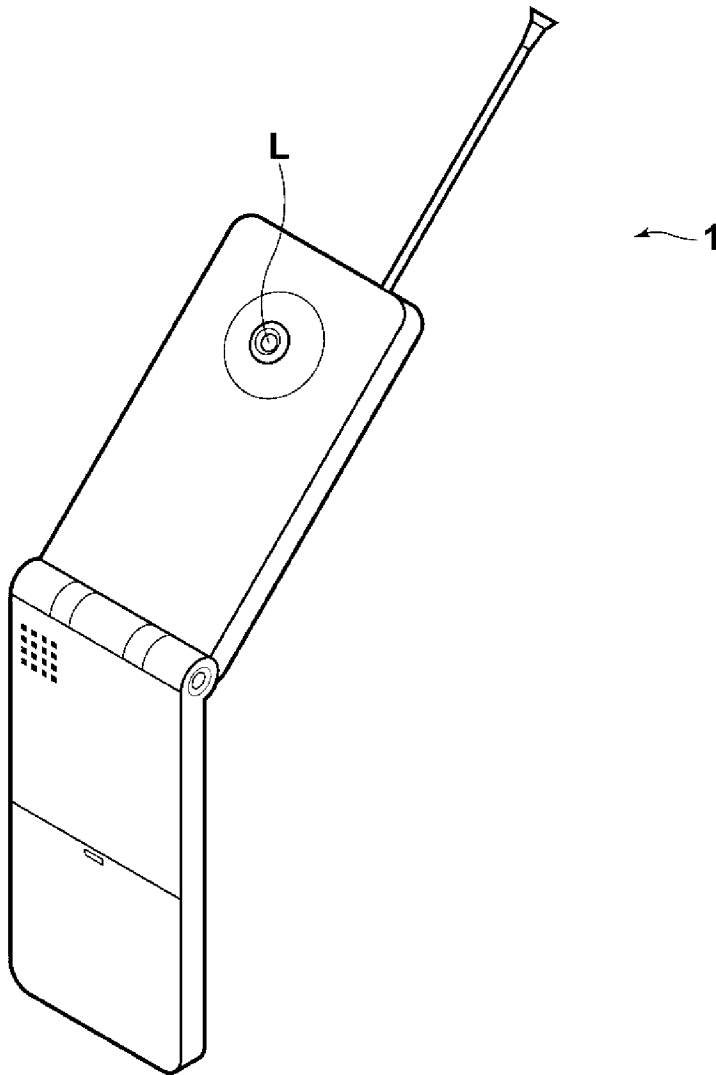


[図9]

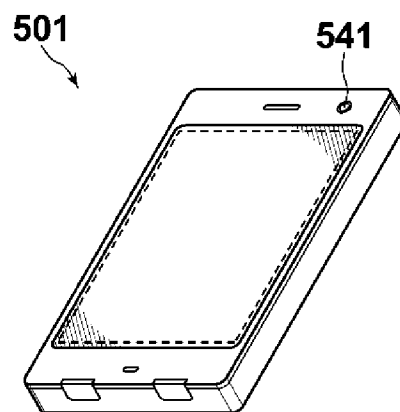
実施例4



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/007616

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.
A	JP 2010-224521 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 07 October 2010 (07.10.2010), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'examples 1, 6') & JP 2011-138175 A & US 2010/0220229 A1 & US 2013/0088635 A1 & US 2013/0229567 A1 & CN 101819315 A	1-20
A	WO 2011/021271 A1 (Konica Minolta Advanced Layers, Inc.), 24 February 2011 (24.02.2011), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'example 4') & US 2012/0140104 A1	1-20

☒ 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
18 March, 2014 (18.03.14)

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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/007616

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/004467 A1 (Konica Minolta Advanced Layers, Inc.), 13 January 2011 (13.01.2011), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'example 12') & US 2011/0188131 A1 & EP 2442166 A1 & CN 102047165 A & KR 10-2012-0039075 A	1-20
A	WO 2011/027690 A1 (Konica Minolta Advanced Layers, Inc.), 10 March 2011 (10.03.2011), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'example 13') & JP 2012-103717 A & JP 2012-113311 A & US 2011/0273611 A1 & CN 102483512 A	1-20
A	WO 2012/020554 A1 (Nalux Co., Ltd.), 16 February 2012 (16.02.2012), entire text; all drawings & JP 2012-37763 A & JP 4792605 B	1-20

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
A	JP 2010-224521 A（コニカミノルタオプト株式会社） 2010. 10. 07, 全文、全図（特に、「実施例 1」、「実施例 6」に関する欄等） & JP 2011-138175 A & US 2010/0220229 A1 & US 2013/0088635 A1 & US 2013/0229567 A1 & CN 101819315 A	1 - 2 0
A	WO 2011/021271 A1（コニカミノルタアドバンスドレイヤー株式会社） 2011. 02. 24, 全文、全図（特に「実施例 4」に関する欄等） & US 2012/0140104 A1	1 - 2 0

☒ 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 8 . 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）

小倉 宏之

2 V

4 4 6 4

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
A	WO 2011/004467 A1 (コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社) 2011. 01. 13, 全文、全図 (特に「実施例 1 2」に関する欄等) & US 2011/0188131 A1 & EP 2442166 A1 & CN 102047165 A & KR 10-2012-0039075 A	1 - 2 0
A	WO 2011/027690 A1 (コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社) 2011. 03. 10, 全文、全図 (特に「実施例 1 3」に関する欄等) & JP 2012-103717 A & JP 2012-113311 A & US 2011/0273611 A1 & CN 102483512 A	1 - 2 0
A	WO 2012/020554 A1 (ナルックス株式会社) 2012. 02. 16, 全文、全図 & JP 2012-37763 A & JP 4792605 B	1 - 2 0