

(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 3 月 20 日(20.03.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/041776 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 15/20 (2006.01) **G02B 13/18** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/005293
- (22) 国際出願日: 2013 年 9 月 6 日(06.09.2013)
- (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 2012-202352 2012 年 9 月 14 日(14.09.2012) 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: 河村 大樹(KAWAMURA, Daiki); 〒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, 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).

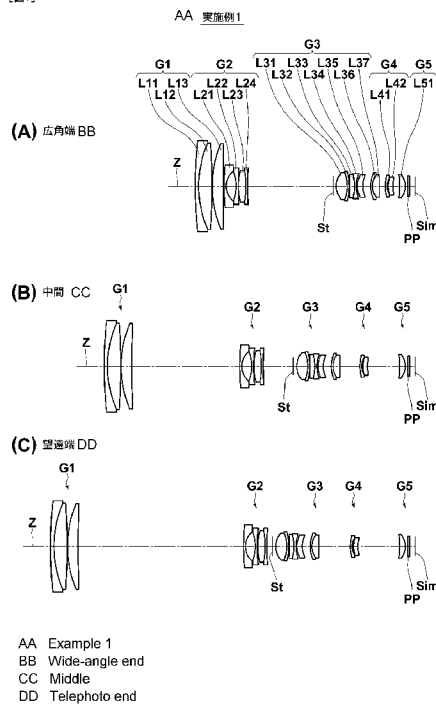
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ZOOM LENS AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: ズームレンズおよび撮像装置

【図1】



AA Example 1
BB Wide-angle end
CC Middle
DD Telephoto end

(57) Abstract: [Problem] To obtain a zoom lens, which, while having a high variable power ratio, is small in size and has satisfactory correction of various aberrations. [Solution] The present invention comprises, in order from the object, a first lens group (G1) having a positive refractive power, a second lens group (G2) having a negative refractive power, a third lens group (G3) having a positive refractive power, a fourth lens group (G4) having a negative refractive power, and a fifth lens group (G5) having a positive refractive power, the intervals between each lens group changing during variation of magnification, the first lens group (G1) being positioned further toward the object side in a telephoto-end state than in a wide-angle-end state, the first lens group (G1) comprising, in order from the object, three lenses including an eleventh lens (L11) having a negative refractive power, a twelfth lens (L12) having a positive refractive power, and a thirteenth lens (L13) having a positive refractive power, and the following conditional expressions being satisfied. (1): $1.75 < Nd_{11}$; (2): $28 < vd_{11} < 44$; (3): $63 < vd_{12}$; (4): $0.020 < |f_2|/f_t < 0.053$

(57) 要約: 【課題】高変倍比でありながら、小型で、諸収差が良好に補正されたズームレンズとする。【解決手段】物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群 (G1)、負の屈折力を有する第2レンズ群 (G2)、正の屈折力を有する第3レンズ群 (G3)、負の屈折力を有する第4レンズ群 (G4)、正の屈折力を有する第5レンズ群 (G5) からなり、変倍に際して各レンズ群の間隔が変化し、第1レンズ群 (G1) は、望遠端状態において広角端状態よりも物体側に位置し、第1レンズ群 (G1) は、物体側から順に、負の屈折力を有する第11レンズ (L11)、正の屈折力を有する第12レンズ (L12)、正の屈折力を有する第13レンズ (L13) の3枚のレンズからなり、下記条件式を満足する

ものとする。 1. $75 < Nd_{11}$... (1) 2. $28 < vd_{11} < 44$... (2) 3. $63 < vd_{12}$... (3) 4. $0.020 < |f_2|/f_t < 0.053$... (4)

明 細 書

発明の名称 : ズームレンズおよび撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、ズームレンズおよび撮像装置に関し、より詳しくは、デジタルカメラ、放送用カメラ、監視用カメラ、映画撮影用カメラ等の電子カメラに用いられるズームレンズおよび該ズームレンズを備えた撮像装置に関するものである。

背景技術

[0002] CCD (Charge Coupled Device) やCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の撮像素子を記録媒体とするビデオカメラや電子スチルカメラ等の撮像装置に用いられるズームレンズでは、高変倍比化への要求が高まっている。高変倍比を実現するズームレンズのタイプとして、物体側より順に、正、負、正、正、あるいは、正、負、正、負等の群配置を有する4群方式のズームレンズや、正、負、正、正、正、あるいは、正、負、正、負、正等の群配置を有する5群方式のズームレンズが知られている（例えば特許文献1～4）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2011-186417号公報
特許文献2：特開2011-123337号公報
特許文献3：特開2009-294513号公報
特許文献4：特開2009-251280号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1では、実施例8～11において変倍比2.8のズームレンズ、特許文献2では、変倍比が2.0～3.0のズームレンズ、特許文献3では、変倍比が2.5～3.0のズームレンズが開示されている。

- [0005] 高変倍比ズームレンズにおける1つの大きな課題として、光学性能、特に、望遠側での色収差と、レンズ系の大きさのバランスを図ることが挙げられる。
- [0006] 特許文献1に開示されているズームレンズでは、収差が非常に良好に補正されているが、望遠端の焦点距離に対して、レンズ群の操出量（望遠端での光学全長）がやや大きい。従って、このような構成、パワー配置において、さらなる高変倍比化を図った場合には、非常に大きなレンズとなってしまう。変倍比を大きくした場合、そのレンズが搭載されるカメラのサイズをその分大きくすることができればよいが、市場で求められるカメラのサイズにはある程度限度があるため、単純に比例拡大的に大きくなることは望まれない。
- [0007] また、変倍比が大きくなっても、レンズ系のサイズが大型化し過ぎないようにする、それはつまり、特許文献1の例において、望遠側の色収差等の光学性能を犠牲にしないように小型化を図ることと同じことであるが、そのためには、例えば、第1レンズ群に用いられている材料やパワー配置に選択に改善の余地がある。このような4群または5群構成のズームレンズにおいて、第1レンズ群は、最も物体側に負レンズと正レンズの接合レンズと、1枚または2枚の正レンズを配置した構成となっているものが一般的である。
- [0008] 特許文献1においては、第1レンズにアッベ数25.4のガラス、第2レンズにアッベ数64.2あるいは70.2のガラスが使用されている。例えば、このような構成において色収差の増大を抑えつつ、小型化を図る、あるいは、変倍比を大きくするためには、第2レンズに用いられる材料のアッベ数をより低分散側にシフトさせ、異常分散性を利用して補正を行うことが考えられる。一般に、異常分散性を有する材料を用いると、高価になる傾向があるため、コストとの兼ね合いもあるが、必要なスペック、光学性能に応じて、選択することが必要となる。その上で、サイズが大きくなりすぎないように、レンズ構成や、パワー配置、特に、第1レンズ群や第2レンズ群等のパワーを最適に設定する必要がある。

[0009] また、第1レンズの負レンズに用いる材料のアッベ数をさらに低分散側に設定すれば、二次スペクトルの補正に対して有利であり、特許文献2では、第1レンズに、アッベ数33.3の材料が用いられた例が示されているが、変倍比は29.9倍までにとどまっている。また、特許文献3では、第2レンズに、アッベ数が95.0の異常分散ガラスを用いた例が開示されているが、製造コストが増大してしまうという課題がある。この例においても、変倍比は30にとどまっている。

[0010] 特許文献4では、第1レンズ群を4枚で構成することによって、変倍比39.6倍～58.3倍を得ているが、レンズ系全体が大型化してしまうという問題がある。また、第1レンズ群に配置されたレンズは、その他の群に配置されたレンズに比べて、圧倒的に外径が大きいため、材料費の高いガラスでなくともコストの増大の問題が大きい。

[0011] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、高変倍比でありながら、小型で、諸収差が良好に補正されたズームレンズおよび該ズームレンズを備えた撮像装置を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、負の屈折力を有する第4レンズ群、正の屈折力を有する第5レンズ群からなり、変倍に際して各レンズ群の間隔が変化し、第1レンズ群は、望遠端状態において広角端状態よりも物体側に位置し、第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力を有する第11レンズ、正の屈折力を有する第12レンズ、正の屈折力を有する第13レンズの3枚のレンズからなり、下記条件式を満足することを特徴とする。

[0013] $1.75 < N_{d11} \cdots (1)$

$2.8 < \nu_{d11} < 4.4 \cdots (2)$

$6.3 < \nu_{d12} \cdots (3)$

$0.020 < |f_2|/f_t < 0.050 \cdots (4)$

ただし、 N_{d11} ：第11レンズのd線における屈折率、 ν_{d11} ：第11レンズのd線におけるアッベ数、 ν_{d12} ：第12レンズのd線に対するアッベ数、 f_2 ：第2レンズ群の焦点距離、 f_t ：望遠端における全系の焦点距離とする。

[0014] 本発明のズームレンズにおいては、第2レンズ群中に少なくとも1枚の正レンズを含み、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0015] \quad 1.5 < \nu_{d2p} < 2.3 \quad \dots (5)$$

ただし、 ν_{d2p} ：第2レンズ群中の少なくとも1枚の正レンズのd線におけるアッベ数とする。

[0016] また、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0017] \quad 5.0 < \nu_{d13} < 7.5 \quad \dots (6)$$

ただし、 ν_{d13} ：第13レンズのアッベ数とする。

[0018] また、第3レンズ群は、正レンズを含む少なくとも1組の接合レンズを有し、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0019] \quad 6.5 < \nu_{d3pc} \quad \dots (7)$$

ただし、 ν_{d3pc} ：接合レンズを構成する正レンズのd線におけるアッベ数とする。

[0020] なお、第3レンズ群中に、3枚以上の接合レンズがある場合や、接合レンズが複数ある場合等、第3レンズ群中の接合レンズに含まれる正レンズが複数ある場合には、第3レンズ群中の接合レンズに含まれる正レンズのうち少なくとも1枚の正レンズが条件式(7)を満たしていればよい。

[0021] また、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0022] \quad 8.5 < f_1 / |f_2| < 16.0 \quad \dots (8)$$

ただし、 f_1 ：第1レンズ群の焦点距離とする。

[0023] また、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0024] \quad 0.3 < |f_4| / (f_w \times f_t)^{1/2} < 1.4 \quad \dots (9)$$

ただし、 f_4 ：第4レンズ群の焦点距離、 f_w ：広角端における全系の焦点距離とする。

[0025] また、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0026] \quad 0.3 < f_5 / |f_4| < 1.5 \quad \dots (10)$$

ただし、 f_5 : 第5レンズ群の焦点距離、 f_4 : 第4レンズ群の焦点距離とする。

[0027] また、望遠端状態において、広角端状態よりも、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が増大、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔が減少、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が増大、第4レンズ群と第5レンズ群の間隔が増大するように、少なくとも第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群が移動することが好ましい。

[0028] また、第2レンズ群は、物体側から順に、負レンズ、負レンズ、正レンズと負レンズの接合レンズの4枚のレンズからなることが好ましい。

[0029] また、第3レンズ群は、少なくとも2枚以上の正レンズと、少なくとも2枚以上の負レンズとを含むことが好ましい。

[0030] また、第5レンズ群は、1枚のレンズからなることが好ましい。

[0031] また、第5レンズ群は、常時固定されていることが好ましい。

[0032] また、第4レンズ群は、正レンズと負レンズの2枚のレンズからなることが好ましい。

[0033] また、第4レンズ群を移動させることによりフォーカシングを行うことが好ましい。

[0034] また、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0035] \quad 1.78 < Nd_{11} \quad \dots (1-1)$$

$$2.9 < \nu_{d11} < 43 \quad \dots (2-1)$$

$$6.6 < \nu_{d12} < 85 \quad \dots (3-1)$$

$$0.023 < |f_2| / f_t < 0.050 \quad \dots (4-1)$$

さらに好ましくは、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0036] \quad 1.78 < Nd_{11} \quad \dots (1-1)$$

$$3.0 < \nu_{d11} < 42 \quad \dots (2-2)$$

$$6.6 < \nu_{d12} < 85 \quad \dots (3-1)$$

$$0.027 < |f_2| / f_t < 0.050 \quad \dots (4-2)$$

また、第2レンズ群中に少なくとも1枚の正レンズを含み、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0037] \quad 1.6 < \nu_{d2p} < 2.2 \quad \dots (5-1)$$

また、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0038] \quad 5.2 < \nu_{d13} < 7.2 \quad \dots (6-1)$$

また、第3レンズ群は、正レンズを含む少なくとも1組の接合レンズを有し、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0039] \quad 6.7 < \nu_{d3pc} \quad \dots (7-1)$$

さらに好ましくは、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0040] \quad 8.0 < \nu_{d3pc} \quad \dots (7-2)$$

また、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0041] \quad 9.0 < f_1 / |f_2| < 15.0 \quad \dots (8-1)$$

さらに好ましくは、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0042] \quad 10.0 < f_1 / |f_2| < 14.0 \quad \dots (8-2)$$

また、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0043] \quad 0.4 < |f_4| / (f_w \times f_t)^{1/2} < 1.3 \quad \dots (9-1)$$

さらに好ましくは、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0044] \quad 0.5 < |f_4| / (f_w \times f_t)^{1/2} < 1.1 \quad \dots (9-2)$$

また、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0045] \quad 0.4 < f_5 / |f_4| < 1.3 \quad \dots (10-1)$$

さらに好ましくは、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0046] \quad 0.5 < f_5 / |f_4| < 1.2 \quad \dots (10-2)$$

本発明の撮像装置は、上記記載の本発明のズームレンズを備えたことを特徴とするものである。

発明の効果

[0047] 本発明のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群

、負の屈折力を有する第4レンズ群、正の屈折力を有する第5レンズ群からなり、変倍に際して各レンズ群の間隔が変化し、第1レンズ群は、望遠端状態において広角端状態よりも物体側に位置し、第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力を有する第11レンズ、正の屈折力を有する第12レンズ、正の屈折力を有する第13レンズの3枚のレンズからなり、下記条件式を満足するものとしたので、高変倍比でありながら、小型で、諸収差が良好に補正されたズームレンズとすることが可能となる。

[0048] $1.75 < Nd_{11} \dots (1)$

$$2.8 < \nu_{d11} < 4.4 \dots (2)$$

$$6.3 < \nu_{d12} \dots (3)$$

$$0.020 < |f_2| / f_t < 0.050 \dots (4)$$

また、本発明の撮像装置は、本発明のズームレンズを備えているため、高変倍比で、高画質の映像を得ることができるとともに、装置の小型化も可能となる。

図面の簡単な説明

[0049] [図1]本発明の一実施形態にかかるズームレンズ（実施例1と共通）のレンズ構成を示す断面図

[図2]上記ズームレンズの各レンズ群の移動軌跡を示す断面図

[図3]本発明の実施例2のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

[図4]本発明の実施例3のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

[図5]本発明の実施例4のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

[図6]本発明の実施例5のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

[図7]本発明の実施例6のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

[図8]本発明の実施例7のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

[図9]本発明の実施例1のズームレンズの各収差図（A～L）

[図10]本発明の実施例2のズームレンズの各収差図（A～L）

[図11]本発明の実施例3のズームレンズの各収差図（A～L）

[図12]本発明の実施例4のズームレンズの各収差図（A～L）

[図13]本発明の実施例5のズームレンズの各収差図(A~L)

[図14]本発明の実施例6のズームレンズの各収差図(A~L)

[図15]本発明の実施例7のズームレンズの各収差図(A~L)

[図16]本発明の実施形態にかかる撮像装置の概略構成図

発明を実施するための形態

[0050] 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。図1は本発明の一実施形態にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図、図2は上記ズームレンズの各レンズ群の移動軌跡を示す断面図である。図1、2に示す構成例は、後述の実施例1のズームレンズの構成と共通である。図1、2においては、左側が物体側、右側が像側である。

[0051] このズームレンズは、光軸Zに沿って、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1、負の屈折力を有する第2レンズ群G2、開口絞りSt、正の屈折力を有する第3レンズ群G3、負の屈折力を有する第4レンズ群G4、正の屈折力を有する第5レンズ群G5からなり、変倍に際して各レンズ群の間隔が変化し、第1レンズ群G1は、望遠端状態において広角端状態よりも物体側に位置するものである。ここで、図1、2に示す開口絞りSt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。

[0052] このズームレンズを撮像装置に適用する際には、レンズを装着するカメラ側の構成に応じて、光学系と像面Simの間にカバーガラス、プリズム、赤外線カットフィルタやローパスフィルタなどの各種フィルタを配置することが好ましいため、図1、2では、これらを想定した平行平板状の光学部材PPを第5レンズ群G5と像面Simとの間に配置した例を示している。

[0053] 第1レンズ群G1は、物体側から順に、負の屈折力を有する第11レンズL11、正の屈折力を有する第12レンズL12、正の屈折力を有する第13レンズL13の3枚のレンズからなる。

[0054] 色収差をはじめとする光学性能と、大きさやコストをバランス良く両立させた高変倍比のズームレンズを得るためには、特に、第1レンズ群G1中に

配置されるレンズの材料およびパワー配置や、第2レンズ群G2のパワー配置を最適に設定する必要がある。

[0055] 従って、本実施形態のズームレンズは、下記条件式(1)、(2)、(3)、(4)を満足するように構成されている。

[0056] $1.75 < N_{d11} \dots (1)$

$2.8 < \nu_{d11} < 4.4 \dots (2)$

$6.3 < \nu_{d12} \dots (3)$

$0.020 < |f_2| / f_t < 0.050 \dots (4)$

ただし、 N_{d11} ：第11レンズのd線における屈折率、 ν_{d11} ：第11レンズのd線におけるアッベ数、 ν_{d12} ：第12レンズのd線に対するアッベ数、 f_2 ：第2レンズ群の焦点距離、 f_t ：望遠端における全系の焦点距離とする。

[0057] 条件式(1)は、第11レンズL11の屈折率を規定しており、条件式(1)の下限を下回ると、補正過剰のペッツバル和が発生し、像面湾曲を抑えることが困難になる。

[0058] 条件式(2)は、第11レンズL11のアッベ数を規定しており、条件式(2)の下限を下回ると、第1レンズ群G1に配置された正レンズとの組み合わせによって、色消しを行う際に、正レンズとの分散の差が大きくなり、第1レンズ群G1内のレンズのパワーが弱くなるため、球面収差の補正には有利になるが、望遠側での短波長側の色収差の発生を抑えることが困難になる。逆に、条件式(2)の上限を上回ると、第1レンズ群G1内に配置された各レンズのパワーが強くなるため、特に望遠側での球面収差の補正が困難になる。

[0059] 条件式(3)は、第12レンズL12のアッベ数を規定しており、条件式(3)の下限を下回ると、望遠側での軸上色収差を補正することが困難になる。特に、条件式(2)を満たす材料で構成された第11レンズL11との組み合わせによる色収差補正を考えた場合、レンズのパワーが大きくなって、望遠側での球面収差や像面湾曲の補正が困難になる。

[0060] 条件式(4)は、第2レンズ群G2の焦点距離と望遠端における全系の焦点距離の関係を規定しており、条件式(4)の下限を下回ると、第2レンズ群G2のパワーが強くなり過ぎ、諸収差の補正が困難になる。特に、広角端における像面湾曲の補正が困難になる。逆に、条件式(4)の上限を上回ると、第2レンズ群G2のパワーが不十分で変倍比を稼げないか、全長が長くなったり、第1レンズ群G1を構成するレンズの径が大きくなったりして、鏡筒全体が大きくなる。

[0061] また、下記条件式(1-1)、(2-1)、(3-1)、(4-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

$$[0062] \quad \begin{aligned} 1. \quad & 7.8 < N_{d11} \cdots (1-1) \\ 2. \quad & 9 < \nu_{d11} < 43 \cdots (2-1) \\ 3. \quad & 6.6 < \nu_{d12} < 85 \cdots (3-1) \\ 4. \quad & 0.023 < |f_2|/f_t < 0.050 \cdots (4-1) \end{aligned}$$

第12レンズL12について、条件式(3-1)の上限を上回るような材料を用いた場合には、異常分散性が高くなるため色収差補正においては、有利であるが、製造コストが増大してしまうため、必要なスペックや光学性能次第では、条件式(3-1)の上限を超えない材料を選択することがより好ましい。

[0063] また、下記条件式(1-1)、(2-2)、(3-1)、(4-2)を満足するものとすれば、さらに良好な特性とすることができる。

$$[0064] \quad \begin{aligned} 1. \quad & 7.8 < N_{d11} \cdots (1-1) \\ 2. \quad & 30 < \nu_{d11} < 42 \cdots (2-2) \\ 3. \quad & 6.6 < \nu_{d12} < 85 \cdots (3-1) \\ 4. \quad & 0.027 < |f_2|/f_t < 0.050 \cdots (4-2) \end{aligned}$$

本実施形態のズームレンズにおいては、第2レンズ群G2中に少なくとも1枚の正レンズを含み、下記条件式(5)を満足することが好ましい。条件式(5)は、第2レンズ群G2に配置された正レンズのアップ数を規定しており、条件式(5)の下限を下回ると、2次スペクトルを抑えることが困難

になる。逆に、条件式（５）の上限を上回ると、一次の色消しを効果的に行えなくなってしまう。なお、下記条件式（５－１）を満足するものとするれば、より良好な特性とすることができる。

$$[0065] \quad 1.5 < \nu_d 2p < 2.3 \quad \dots (5)$$

$$1.6 < \nu_d 2p < 2.2 \quad \dots (5-1)$$

ただし、 $\nu_d 2p$ ：第２レンズ群中の少なくとも１枚の正レンズのｄ線におけるアッベ数とする。

[0066] また、下記条件式（６）を満足することが好ましい。条件式（６）は、第１３レンズ L_{13} のアッベ数を規定しており、条件式（６）の範囲を外れると、ズーム全域における軸上色収差と倍率色収差をバランスよく補正することが困難になる。特に、条件式（６）の下限を下回ると、望遠側での軸上色収差の補正が困難になり、逆に、条件式（６）の上限を上回ると、広角側での倍率色収差の補正が困難になる。なお、下記条件式（６－１）を満足するものとするれば、より良好な特性とすることができる。

$$[0067] \quad 5.0 < \nu_d 13 < 7.5 \quad \dots (6)$$

$$5.2 < \nu_d 13 < 7.2 \quad \dots (6-1)$$

ただし、 $\nu_d 13$ ：第１３レンズのアッベ数とする。

[0068] また、第３レンズ群 G_3 は、正レンズを含む少なくとも１組の接合レンズを有し、下記条件式（７）を満足することが好ましい。条件式（７）は、第３レンズ群 G_3 に配置された接合レンズを構成する正レンズのアッベ数を規定している。小型化等の目的によって、第２レンズ群 G_2 について条件式（４）の上限を下回るように負のパワーを強くしたとき、あるいは、条件式（５）を満足するような正レンズを配置したとき、それらのレンズは高屈折率高分散材料で構成することになり、その場合、第２レンズ群 G_2 内での色収差が補正不足となる傾向にある。条件式（７）の下限を下回ると、第２レンズ群 G_2 で発生した色収差を補正しきれなくなってしまう。なお、下記条件式（７－１）、より好ましくは条件式（７－２）を満足するものとするれば、より良好な特性とすることができる。

[0069] $6.5 < \nu d 3 p c \cdots (7)$

$$6.7 < \nu d 3 p c \cdots (7-1)$$

$$8.0 < \nu d 3 p c \cdots (7-2)$$

ただし、 $\nu d 3 p c$ ：接合レンズを構成する正レンズのd線におけるアッベ数とする。

[0070] また、下記条件式(8)を満足することが好ましい。条件式(8)は、第1レンズ群G1の焦点距離と第2レンズ群G2の焦点距離の関係を規定しており、条件式(8)の下限を下回ると、第1レンズ群G1のパワーが強くなり、小型化には有利であるが、第1レンズ群G1において発生する収差が大きくなる。また、広角側で発生する倍率色収差の補正が困難になる。あるいは、第2レンズ群G2のパワーが弱くなって、変倍比を稼げないか、全長が長くなる。逆に、条件式(8)の上限を上回ると、第1レンズ群G1のパワー弱くなり、レンズ全長が大きくなるとともに、第1レンズ群G1の外径も大きくなる。あるいは、第2レンズ群G2のパワーが強くなり、第2レンズ群G2で発生する収差が大きくなる。なお、下記条件式(8-1)、より好ましくは条件式(8-2)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

[0071] $8.5 < f 1 / | f 2 | < 16.0 \cdots (8)$

$$9.0 < f 1 / | f 2 | < 15.0 \cdots (8-1)$$

$$10.0 < f 1 / | f 2 | < 14.0 \cdots (8-2)$$

ただし、 $f 1$ ：第1レンズ群の焦点距離とする。

[0072] また、下記条件式(9)を満足することが好ましい。条件式(9)は、第4レンズ群G4の焦点距離と、広角端および望遠端における全系の焦点距離との関係を規定しており、条件式(9)の下限を下回ると、第4レンズ群G4のパワーが強くなるため、小型化には有利であるが、第4レンズ群G4で発生する収差が増大されるために、ズーム全域において収差を良好に補正することが困難となる。逆に、条件式(9)の上限を上回ると、第4レンズ群G4のパワーが弱くなり、小型化が難しくなる。なお、下記条件式(9-1

）、より好ましくは条件式（９－２）を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

$$[0073] \quad 0.3 < |f_4| / (f_w \times f_t)^{1/2} < 1.4 \quad \dots (9)$$

$$0.4 < |f_4| / (f_w \times f_t)^{1/2} < 1.3 \quad \dots (9-1)$$

$$0.5 < |f_4| / (f_w \times f_t)^{1/2} < 1.1 \quad \dots (9-2)$$

ただし、 f_4 ：第４レンズ群の焦点距離、 f_w ：広角端における全系の焦点距離とする。

[0074] また、下記条件式（１０）を満足することが好ましい。条件式（１０）は、第４レンズ群 G_4 の焦点距離と第５レンズ群 G_5 の焦点距離の比を規定しており、条件式（１０）の下限を下回ると、第５レンズ群 G_5 のパワーが強くなり、広角側でのコマ収差の補正が困難になる。逆に、条件式（１０）の上限を上回ると、第４レンズ群 G_4 のパワーが強くなり、望遠側での球面収差の補正が困難になる。なお、下記条件式（１０－１）、より好ましくは条件式（１０－２）を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

$$[0075] \quad 0.3 < f_5 / |f_4| < 1.5 \quad \dots (10)$$

$$0.4 < f_5 / |f_4| < 1.3 \quad \dots (10-1)$$

$$0.5 < f_5 / |f_4| < 1.2 \quad \dots (10-2)$$

ただし、 f_5 ：第５レンズ群の焦点距離、 f_4 ：第４レンズ群の焦点距離とする。

[0076] また、望遠端状態において、広角端状態よりも、第１レンズ群 G_1 と第２レンズ群 G_2 の間隔が増大、第２レンズ群 G_2 と第３レンズ群 G_3 の間隔が減少、第３レンズ群 G_3 と第４レンズ群 G_4 の間隔が増大、第４レンズ群 G_4 と第５レンズ群 G_5 の間隔が増大するように、少なくとも第１レンズ群 G_1 、第２レンズ群 G_2 、第３レンズ群 G_3 、第４レンズ群 G_4 が移動することが好ましい。これにより、高変倍比化が容易となる。

[0077] また、第２レンズ群 G_2 は、物体側から順に、負レンズ、負レンズ、正レンズと負レンズの接合レンズの４枚のレンズからなることが好ましい。この

ように、第2レンズ群G 2内において、物体側に負の単レンズを2枚配置する構成とすることにより、第2レンズ群G 2の物体側の主点位置を第1レンズ群G 1に近づけることができるため、第1レンズ群G 1の径および光軸方向の大きさの両方について小型化することができる。

[0078] また、第3レンズ群G 3は、少なくとも2枚以上の正レンズと、少なくとも2枚以上の負レンズとを含むことが好ましい。これにより、F N o. を明るくしてもズーム全域での諸収差をバランスよく補正することができる。また、軸上色収差補正に対しても有利である。

[0079] また、第5レンズ群G 5は、1枚のレンズからなることが好ましい。これにより、小型化および低コスト化を実現できる。

[0080] また、第5レンズ群G 5は、移動機構を持たず常時固定とされていることが好ましい。これにより、デジタルカメラ等の撮像装置に搭載した場合に、撮像素子へのゴミやほこりの付着を低減することができる。

[0081] また、第4レンズ群G 4は、正レンズと負レンズの2枚のレンズからなることが好ましい。これにより、第4レンズ群G 4の移動に伴う収差変動を小さく抑えることができる。

[0082] また、第4レンズ群G 4を移動させることによりフォーカシングを行うことが好ましい。このように、他のレンズ群と比較して構成枚数が少なくレンズ径の小さい第4レンズ群G 4でフォーカシングすることにより、フォーカシングの高速化を実現できる。

[0083] 本ズームレンズにおいて、最も物体側に配置される材料としては、具体的にはガラスを用いることが好ましく、あるいは透明なセラミックスを用いてもよい。

[0084] また、本ズームレンズが厳しい環境において使用される場合には、保護用の多層膜コートが施されることが好ましい。さらに、保護用コート以外にも、使用時のゴースト光低減等のための反射防止コートを施すようにしてもよい。

[0085] また、図1に示す例では、レンズ系と像面S i mとの間に光学部材P Pを

配置した例を示したが、ローパスフィルタや特定の波長域をカットするような各種フィルタ等をレンズ系と像面 S_{im} との間に配置する代わりに、各レンズの間にこれらの各種フィルタを配置してもよく、あるいは、いずれかのレンズのレンズ面に、各種フィルタと同様の作用を有するコートを施してもよい。

[0086] 次に、本発明のズームレンズの数値実施例について説明する。

[0087] まず、実施例 1 のズームレンズについて説明する。実施例 1 のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図 1 に示す。なお、図 1 および後述の実施例 2～7 に対応した図 3～8 においては、光学部材 PP も合わせて示しており、左側が物体側、右側が像側であり、図示されている開口絞り St 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。

[0088] 実施例 1 のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G_1 、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G_2 、開口絞り St 、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G_3 、負の屈折力を有する第 4 レンズ群 G_4 、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G_5 からなる。

[0089] 第 1 レンズ群 G_1 は、物体側から順に、負レンズ L_{11} 、負レンズ L_{11} と接合された正レンズ L_{12} 、正レンズ L_{13} の 3 枚で構成される。負レンズ L_{11} と正レンズ L_{12} からなる接合レンズは、望遠側における軸上色収差を補正する効果を有し、正レンズ L_{13} は望遠端における像面湾曲を補正する効果を有する。また、第 1 レンズ群 G_1 を 3 枚のレンズで構成することにより、レンズ系の小型化、低コスト化を実現している。

[0090] 第 2 レンズ群 G_2 は、物体側から順に、負レンズ L_{21} 、負レンズ L_{22} 、正レンズ L_{23} 、正レンズ L_{23} と接合された負レンズ L_{24} の 4 枚で構成される。物体側から順に、負の単レンズを 2 枚配置することによって、第 2 レンズ群 G_2 の物体側主点位置を第 1 レンズ群 G_1 に近づけることができ、第 1 レンズ群 G_1 の径を小さくすることができる。また、正レンズ L_{23} と負レンズ L_{24} によって構成された接合レンズは、広角端における倍率色収差を補正する効果を有する。

- [0091] 第3レンズ群G3は、物体側から順に、正レンズL31、正レンズL31と接合された負レンズL32、正レンズL33、正レンズL33と接合された負レンズL34、非球面形状を有する正レンズL35、負レンズL36、負レンズL36と接合された正レンズL37の7枚で構成される。正レンズL31と負レンズL32からなる接合レンズは、全変倍域における球面収差と軸上色収差を補正する効果を有し、正レンズL33と負レンズL34からなる接合レンズは、全変倍域における軸上色収差と倍率色収差を補正する効果を有し、非球面形状を有する正レンズL35は、望遠側での球面収差および像面湾曲を補正する効果を有し、負レンズL36と正レンズL37からなる接合レンズは、全変倍域における倍率色収差を補正する効果を有する。
- [0092] 第4レンズ群G4は、物体側から順に、負レンズL41、非球面形状を有する正レンズL42の2枚で構成される。正レンズと負レンズを各々1枚配置することによって、第4レンズ群G4の移動に伴う色収差の変動を小さく抑えることができる。
- [0093] 第5レンズ群G5は、1枚の非球面形状を有する正レンズL51で構成される。正レンズL51は、全変倍域において、歪曲収差および、像面湾曲を補正する効果を有する。また、1枚のレンズで構成することによって、小型、軽量化、および、低コスト化を図っている。
- [0094] 上記ズームレンズは、望遠端状態において、広角端状態よりも、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔が増大、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔が減少、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔が増大、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の間隔が増大するように、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4が移動し、第5レンズ群G5は固定されている。
- [0095] 合焦は、第4レンズ群G4を移動させることによって行われる。
- [0096] 負レンズL36と正レンズL37からなる接合レンズは防振のために光軸上と垂直な方向へ移動可能となるように構成される。防振用のレンズを接合レンズで構成することによって、レンズの移動による色収差の変動を小さく

抑えることができる。

[0097] 実施例1のズームレンズの基本レンズデータを表1に、諸元に関するデータを表2に、移動面の間隔に関するデータを表3に、非球面係数に関するデータを表4に示す。以下では、表中の記号の意味について、実施例1のものを例にとり説明するが、実施例2～7についても基本的に同様である。

[0098] 表1のレンズデータにおいて、 S_i の欄には最も物体側の構成要素の面を1番目として像側に向かうに従い順次増加する i 番目($i = 1, 2, 3, \dots$)の面番号を示し、 R_i の欄には i 番目の面の曲率半径を示し、 D_i の欄には i 番目の面と $i + 1$ 番目の面との光軸 Z 上の面間隔を示す。また、 N_{d_j} の欄には最も物体側の光学要素を1番目として像側に向かうに従い順次増加する j 番目($j = 1, 2, 3, \dots$)の光学要素の d 線(波長 587.6 nm)に対する屈折率を示し、 ν_{d_j} の欄には同じく j 番目の光学要素の d 線(波長 587.6 nm)に対するアッペ数を示す。

[0099] なお、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している。基本レンズデータには、開口絞り S_t 、光学部材 PP も含めて示している。開口絞り S_t に相当する面の面番号の欄には面番号とともに(絞り)という語句を記載している。

[0100] また、表1のレンズデータにおいて、変倍時に間隔が変化する面間隔の欄にはそれぞれ $DD[i]$ と記載している。また、 D_i の最下欄の値は、光学部材 PP の像側の面と像面 S_{im} との間隔である。

[0101] 表2の諸元に関するデータに、広角・中間・望遠の各々の、ズーム倍率、焦点距離 f' 、 F 値 FN_o 、および全画角 2ω の値を示す。

[0102] 基本レンズデータ、諸元に関するデータ、および移動面の間隔に関するデータにおいて、角度の単位としては度を用い、長さの単位としては mm を用いているが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても使用可能なため他の適当な単位を用いることもできる。

[0103] 表1のレンズデータでは、非球面の面番号に*印を付しており、非球面の曲率半径として近軸の曲率半径の数値を示している。表4の非球面係数に関

するデータには、非球面の面番号 S_i と、これら非球面に関する非球面係数を示す。非球面係数は、以下の式 (A) で表される非球面式における各係数 K_A 、 A_m ($m=3, 4, 5, \dots, 20$) の値である。

$$[0104] \quad Z_d = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - K_A \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum A_m \cdot h^m \quad \dots (B)$$

ただし、

Z_d : 非球面深さ (高さ h の非球面上の点から、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)

h : 高さ (光軸からの距離)

C : 近軸曲率半径の逆数

K_A 、 A_m : 非球面係数 ($m=3, 4, 5, \dots, 20$)

[表1]

実施例1・レンズデータ

S_i (面番号)	R_i (曲率半径)	D_i (面間隔)	N_{dj} (屈折率)	ν_{dj} (アッベ数)
1	190.5660	1.51	1.83400	37.16
2	47.6350	5.95	1.48749	70.23
3	-265.1477	0.11		
4	48.4503	4.78	1.60311	60.64
5	661.0686	DD[5]		
6	102.1754	0.86	1.83481	42.73
7	8.5281	4.46		
8	-17.7998	0.88	1.90366	31.32
9	76.2591	0.11		
10	24.0501	3.35	1.94595	17.98
11	-37.8880	0.80	1.72916	54.68
12	117.0060	DD[12]		
13(絞り)	∞	1.50		
14	9.1387	4.91	1.49700	81.54
15	-15.6820	0.88	1.80400	46.58
16	-24.3585	0.20		
17	-157.6928	2.09	1.80100	34.97
18	-20.2930	0.88	1.76200	40.10
19	15.3575	0.41		
*20	7.6717	2.40	1.56864	58.62
*21	9.5799	3.60		
22	14.3576	0.76	1.61772	49.81
23	8.1030	3.10	1.49700	81.54
24	-80.1409	DD[24]		
25	19.7873	0.80	1.79952	42.22
26	7.1947	0.51		
*27	8.3796	2.10	1.53391	55.89
*28	10.9061	DD[28]		
*29	469.3592	2.60	1.53391	55.89
*30	-7.3909	1.10		
31	∞	0.80	1.51680	64.20
32	∞	2.55		

[表2]

実施例1・諸元 (d線)

	広角	中間	望遠
ズーム倍率	1.0	7.7	47.1
f	4.44	34.30	209.39
FNo.	2.98	6.04	6.80
$2\omega[^\circ]$	92.2	12.4	2.0

[表3]

実施例1・ズーム間隔

	広角	中間	望遠
DD[5]	0.58	48.12	73.66
DD[12]	37.99	13.41	2.45
DD[24]	2.65	8.91	14.05
DD[28]	2.91	14.27	18.46

[表4]

実施例1・非球面係数

面番号	20	21	27
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	2.6840949E-05	9.6307265E-06	-4.5533282E-04
A4	-4.0306307E-04	7.3621072E-05	-1.2918285E-03
A5	2.5198056E-06	-2.6145919E-06	3.2078380E-04
A6	-9.5112872E-06	-4.5823516E-06	-1.0687848E-04
A7	-2.6237590E-06	-3.5876523E-06	-1.6051072E-05
A8	2.1471331E-07	-4.5619492E-07	1.6277933E-05
A9	-7.1179356E-09	2.6697425E-08	1.0136115E-06
A10	-1.6215254E-09	3.7583410E-08	-1.2342175E-06
A11	-3.2592544E-09	5.5519309E-09	1.8817130E-09
A12	-5.5670711E-10	-1.4229821E-09	-2.8331680E-08
A13	-2.1318200E-11	-9.5993415E-10	-3.1637844E-09
A14	6.1660347E-11	1.2919125E-10	3.3690565E-09
A15	9.4765495E-12	3.2299721E-12	1.1375237E-09
A16	2.2768029E-13	7.2930789E-13	2.0965110E-10
A17	-4.2298985E-13	1.4521435E-13	-1.9468436E-11
A18	-1.9822796E-13	2.5577813E-14	-5.7315055E-11
A19	-1.9192457E-14	-4.5492169E-16	1.1707052E-11
A20	1.0838208E-14	-1.5156669E-15	-8.8917300E-13

面番号	28	29	30
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	-7.8046373E-04	4.1389256E-03	6.4276109E-03
A4	-9.0593396E-04	-1.7407938E-03	-2.1835610E-03
A5	-3.6516432E-04	-1.8614071E-04	3.7348826E-04
A6	9.5544087E-05	5.8185227E-05	-3.8126997E-05
A7	3.5954706E-05	-7.1731920E-07	-6.2222952E-06
A8	-1.3611027E-05	-1.0090005E-06	1.3099766E-06
A9	-2.4072648E-06	-4.8213431E-08	3.4186661E-07
A10	1.8850003E-07	6.7023680E-08	7.0027606E-09
A11	6.3401887E-07	4.3549929E-09	-5.2174530E-09
A12	-9.3299572E-08	4.5644935E-10	-1.3116009E-09
A13	-3.9007838E-09	-1.5366353E-10	-6.1769255E-11
A14	-4.4058901E-09	-7.7327336E-11	2.4659817E-11
A15	-6.7430841E-10	-1.3480473E-11	1.9511726E-12
A16	4.6896009E-11	-2.8760743E-13	-1.3535040E-12
A17	-5.3144357E-12	3.0669242E-13	-3.9170140E-14
A18	7.7085581E-11	1.2921973E-13	1.9739940E-14
A19	-2.4348533E-12	1.5038695E-14	1.8928268E-14
A20	-2.8770423E-12	-4.6753424E-15	-2.5889239E-15

[0105] 実施例1のズームレンズの各収差図を図9(A)～(L)に示す。図9(A)～(D)はそれぞれ広角の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示し、図9(E)～(H)はそれぞれ中間の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示し、図9(I)～(L)はそれぞれ望遠の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す。

[0106] 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587.6nm)を基準波長とした収差を示す。球面収差図にはd線(波長587.

6 nm)、C線(波長656.3 nm)、F線(波長486.1 nm)、g線(波長435.8 nm)についての収差をそれぞれ実線、長破線、短破線、点線で示す。非点収差図にはサジタル方向、タンジェンシャル方向の収差をそれぞれ実線と破線で示す。倍率色収差図にはC線(波長656.3 nm)、F線(波長486.1 nm)、g線(波長435.8 nm)についての収差をそれぞれ長破線、短破線、点線で示す。なお、球面収差図のFno.はF値、その他の収差図の ω は半画角を意味する。

[0107] 次に、実施例2のズームレンズについて説明する。実施例2のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図3に示す。

[0108] 実施例2のズームレンズは、実施例1のズームレンズに対して、第3レンズ群G3の構成のみが異なる。

[0109] 実施例2のズームレンズの第3レンズ群G3は、物体側より順に、正レンズL31、正レンズL31と接合された負レンズL32、正レンズL33、正レンズL33と接合された負レンズL34、非球面形状を有する正レンズL35の5枚で構成される。正レンズL31と負レンズL32からなる接合レンズは、全変倍域における球面収差と軸上色収差を補正する効果を有し、正レンズL33と負レンズL34からなる接合レンズは、全変倍域における軸上色収差と倍率色収差を補正する効果を有し、非球面形状を有する正レンズL35は、望遠側での球面収差および像面湾曲を補正する効果を有する。

[0110] なお、第3レンズ群G3全体を防振のために光軸と垂直な方向へ移動可能となるように構成してもよい。

[0111] また、実施例2のズームレンズの基本レンズデータを表5に、諸元に関するデータを表6に、移動面の間隔に関するデータを表7に、非球面係数に関するデータを表8に、各収差図を図10(A)～(L)に示す。

[表5]

実施例2・レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	N _{dj} (屈折率)	ν_{dj} (アッペ数)
1	126.0626	1.51	1.90366	31.32
2	64.3848	5.63	1.49700	81.54
3	-320.7357	0.10		
4	56.2313	4.80	1.59282	68.63
5	200.0000	DD[5]		
6	130.1741	0.95	1.83481	42.71
7	8.0771	4.80		
8	-20.7044	0.88	1.80610	40.92
9	54.3462	0.10		
10	19.2493	3.41	1.92286	20.88
11	-32.9858	0.88	1.88300	40.76
12	57.2176	DD[12]		
13(絞り)	∞	1.50		
14	8.7978	4.81	1.49700	81.54
15	-11.4527	0.88	1.82232	41.92
16	-23.4480	0.20		
17	44.1961	4.00	1.71299	53.87
18	-11.3799	0.88	1.79952	42.22
19	47.6322	0.40		
*20	7.0327	2.50	1.56864	58.62
*21	7.3629	DD[21]		
22	89.3762	0.80	1.83400	37.16
23	7.8423	0.60		
*24	8.5045	2.20	1.53391	55.89
*25	32.8653	DD[25]		
*26	3459.9189	2.70	1.53391	55.89
*27	-7.3838	1.10		
28	∞	0.80	1.51680	64.20
29	∞	2.76		

[表6]

実施例2・諸元 (d線)

	広角	中間	望遠
ズーム倍率	1.0	7.5	47.1
f	4.26	31.93	200.44
FNo.	3.18	5.21	6.76
$2\omega[^\circ]$	95.8	13.4	2.4

[表7]

実施例2・ズーム間隔

	広角	中間	望遠
DD[5]	0.58	47.49	76.42
DD[12]	29.83	10.33	1.80
DD[21]	2.87	7.58	11.44
DD[25]	2.00	14.27	19.26

[表8]

実施例2・非球面係数

面番号	20	21	24
KA	0.0000000E+00	0.0000000E+00	9.9858849E-01
A3	3.5194825E-05	2.4877428E-05	-7.9448771E-04
A4	-9.1259035E-05	2.7370653E-04	-1.4106330E-04
A5	-3.4848057E-05	9.7021289E-06	-1.8868792E-04
A6	-2.8299394E-06	-1.7770410E-05	5.3762494E-06
A7	-1.6336898E-06	-4.6460453E-06	2.2735299E-05
A8	-3.6190710E-07	-5.2997309E-07	4.1530284E-06
A9	-1.0333655E-07	-7.6318024E-08	1.1800520E-09
A10	-1.2786129E-08	-3.4229251E-09	-4.0983097E-07
A11	-1.8566621E-09	5.0110763E-10	-8.2334264E-08
A12	1.8000150E-10	2.3836828E-10	-2.8331680E-08
A13	1.0931229E-10	4.4141144E-11	-3.1637844E-09
A14	2.5380661E-11	7.0902347E-12	3.3690565E-09
A15	9.4765495E-12	3.2299721E-12	1.1375237E-09
A16	2.2768029E-13	7.2930789E-13	2.0965110E-10
A17	-4.2298985E-13	1.4521435E-13	-1.9468436E-11
A18	-1.9822796E-13	2.5577813E-14	-5.7315055E-11
A19	-1.9192457E-14	-4.5492169E-16	1.1707052E-11
A20	1.0838208E-14	-1.5156669E-15	-8.8917300E-13

面番号	25	26	27
KA	-3.4356281E-02	-1.5919206E-02	6.0897382E-01
A3	-3.7929976E-04	3.8177383E-03	5.3885518E-03
A4	-6.9961451E-04	-1.6572658E-03	-1.7916006E-03
A5	1.0168216E-04	5.3459736E-05	5.5287290E-04
A6	7.3843981E-06	7.2602184E-05	-4.3329082E-05
A7	-1.6226768E-06	-4.8974929E-06	-9.9407611E-06
A8	2.0881076E-07	-1.8692134E-06	1.1038055E-06
A9	3.1749046E-07	1.5162102E-08	3.1755849E-07
A10	2.7569861E-07	5.9534773E-08	3.0676327E-08
A11	2.8387925E-08	9.1638701E-09	-2.3009594E-09
A12	6.0966231E-09	5.7322777E-10	-1.1315956E-09
A13	-3.9007838E-09	-2.0838522E-10	-1.8971726E-10
A14	-4.4058901E-09	-7.7327336E-11	-1.2784100E-11
A15	-6.7430841E-10	-1.3480473E-11	1.9511726E-12
A16	4.6896009E-11	-2.8760743E-13	-5.4179089E-14
A17	-5.3144357E-12	3.0669242E-13	-3.9170140E-14
A18	7.7085581E-11	1.2921973E-13	1.9739940E-14
A19	-2.4348533E-12	1.5038695E-14	1.8928268E-14
A20	-2.8770423E-12	-4.6753424E-15	-2.5889239E-15

[0112] 次に、実施例3のズームレンズについて説明する。実施例3のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図4に示す。

[0113] 実施例3のズームレンズは、実施例2のズームレンズと同様の形状である。

[0114] また、実施例3のズームレンズの基本レンズデータを表9に、諸元に関するデータを表10に、移動面の間隔に関するデータを表11に、非球面係数に関するデータを表12に、各収差図を図11(A)～(L)に示す。

[表9]

実施例3・レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν_{dj} (アッペ数)
1	223.5393	1.51	1.80440	39.60
2	53.9454	6.68	1.49700	81.54
3	-186.7839	0.10		
4	50.2252	4.80	1.59282	68.63
5	289.1225	DD[5]		
6	132.0095	0.95	1.83481	42.71
7	8.2291	4.80		
8	-19.1341	0.88	1.80610	40.92
9	56.2574	0.10		
10	20.8053	3.46	1.92286	18.90
11	-51.1072	0.88	1.88300	40.76
12	90.3183	DD[12]		
13(絞り)	∞	1.50		
14	8.6339	4.81	1.48749	70.23
15	-11.3782	0.88	1.83400	37.16
16	-23.7354	0.20		
17	47.7867	4.27	1.71299	53.87
18	-11.0001	0.88	1.79952	42.22
19	50.2516	0.40		
*20	7.0001	2.50	1.56864	58.62
*21	7.3558	DD[21]		
22	74.9762	0.80	1.83400	37.16
23	7.7289	0.60		
*24	8.3679	2.20	1.53391	55.89
*25	30.5001	DD[25]		
*26	1086.5832	2.70	1.53391	55.89
*27	-7.4023	1.10		
28	∞	0.80	1.51680	64.20
29	∞	2.75		

[表10]

実施例3・諸元 (d線)

	広角	中間	望遠
ズーム倍率	1.0	7.5	47.1
f	4.35	32.65	204.95
FNo.	3.39	5.41	6.76
$2\omega[^\circ]$	94.8	13.2	2.4

[表11]

実施例3・ズーム間隔

	広角	中間	望遠
DD[5]	0.58	47.35	74.95
DD[12]	31.45	11.33	1.81
DD[21]	2.62	7.36	11.36
DD[25]	3.28	15.54	18.67

[表12]

実施例3・非球面係数

面番号	20	21	24
KA	0.0000000E+00	0.0000000E+00	9.9858849E-01
A3	3.5194825E-05	2.4877428E-05	-7.9448771E-04
A4	-9.1259035E-05	2.7370653E-04	-1.4106330E-04
A5	-3.4848057E-05	9.7021289E-06	-1.8868792E-04
A6	-2.8299394E-06	-1.7770410E-05	5.3762494E-06
A7	-1.6336898E-06	-4.6460453E-06	2.2735299E-05
A8	-3.6190710E-07	-5.2997309E-07	4.1530284E-06
A9	-1.0333655E-07	-7.6318024E-08	1.1800520E-09
A10	-1.2786129E-08	-3.4229251E-09	-4.0983097E-07
A11	-1.8566621E-09	5.0110763E-10	-8.2334264E-08
A12	1.8000150E-10	2.3836828E-10	-2.8331680E-08
A13	1.0931229E-10	4.4141144E-11	-3.1637844E-09
A14	2.5380661E-11	7.0902347E-12	3.3690565E-09
A15	9.4765495E-12	3.2299721E-12	1.1375237E-09
A16	2.2768029E-13	7.2930789E-13	2.0965110E-10
A17	-4.2298985E-13	1.4521435E-13	-1.9468436E-11
A18	-1.9822796E-13	2.5577813E-14	-5.7315055E-11
A19	-1.9192457E-14	-4.5492169E-16	1.1707052E-11
A20	1.0838208E-14	-1.5156669E-15	-8.8917300E-13

面番号	25	26	27
KA	-3.4356281E-02	-1.5919206E-02	6.0897382E-01
A3	-3.7929976E-04	3.8177383E-03	5.3885518E-03
A4	-6.9961451E-04	-1.6572658E-03	-1.7916006E-03
A5	1.0168216E-04	5.3459736E-05	5.5287290E-04
A6	7.3843981E-06	7.2602184E-05	-4.3329082E-05
A7	-1.6226768E-06	-4.8974929E-06	-9.9407611E-06
A8	2.0881076E-07	-1.8692134E-06	1.1038055E-06
A9	3.1749046E-07	1.5162102E-08	3.1755849E-07
A10	2.7569861E-07	5.9534773E-08	3.0676327E-08
A11	2.8387925E-08	9.1638701E-09	-2.3009594E-09
A12	6.0966231E-09	5.7322777E-10	-1.1315956E-09
A13	-3.9007838E-09	-2.0838522E-10	-1.8971726E-10
A14	-4.4058901E-09	-7.7327336E-11	-1.2784100E-11
A15	-6.7430841E-10	-1.3480473E-11	1.9511726E-12
A16	4.6896009E-11	-2.8760743E-13	-5.4179089E-14
A17	-5.3144357E-12	3.0669242E-13	-3.9170140E-14
A18	7.7085581E-11	1.2921973E-13	1.9739940E-14
A19	-2.4348533E-12	1.5038695E-14	1.8928268E-14
A20	-2.8770423E-12	-4.6753424E-15	-2.5889239E-15

[0115] 次に、実施例4のズームレンズについて説明する。実施例4のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図5に示す。

[0116] 実施例4のズームレンズも、実施例2のズームレンズと同様の形状である。

[0117] また、実施例4のズームレンズの基本レンズデータを表13に、諸元に関するデータを表14に、移動面の間隔に関するデータを表15に、非球面係数に関するデータを表16に、各収差図を図12(A)～(L)に示す。

[表13]

実施例4・レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν_{dj} (アッペ数)
1	249.0543	1.51	1.91082	35.25
2	59.7272	5.08	1.49700	81.54
3	-167.8441	0.10		
4	52.2327	4.60	1.71299	53.87
5	214.9513	DD[5]		
6	91.5449	0.95	1.83481	42.71
7	8.1932	4.80		
8	-18.9326	0.88	1.80610	40.92
9	69.7288	0.10		
10	20.2111	3.41	1.94595	17.98
11	-62.4594	0.88	1.88300	40.76
12	46.7052	DD[12]		
13(絞り)	∞	1.50		
14	8.7009	4.81	1.49700	81.54
15	-11.3086	0.88	1.83481	42.71
16	-22.1811	0.20		
17	48.6840	3.61	1.71299	53.87
18	-11.6906	0.88	1.79952	42.22
19	40.6208	0.40		
*20	7.1108	2.50	1.56864	58.62
*21	7.6871	DD[21]		
22	92.3966	0.80	1.83400	37.16
23	7.8599	0.60		
*24	9.0267	2.20	1.53391	55.89
*25	31.9656	DD[25]		
*26	825.7211	2.70	1.53391	55.89
*27	-7.1501	1.10		
28	∞	0.80	1.51680	64.20
29	∞	3.04		

[表14]

実施例4・諸元 (d線)

	広角	中間	望遠
ズーム倍率	1.0	7.5	56.0
f	4.01	30.07	224.54
FNo.	3.22	5.23	6.84
$2\omega[^\circ]$	98.2	14.0	1.8

[表15]

実施例4・ズーム間隔

	広角	中間	望遠
DD[5]	0.58	48.01	77.60
DD[12]	31.59	11.98	1.81
DD[21]	3.07	7.66	12.93
DD[25]	2.00	14.55	17.85

[表16]

実施例4・非球面係数

面番号	20	21	24
KA	0.0000000E+00	0.0000000E+00	9.9858849E-01
A3	3.5194825E-05	2.4877428E-05	-7.9448771E-04
A4	-9.1259035E-05	2.7370653E-04	-1.4106330E-04
A5	-3.4848057E-05	9.7021289E-06	-1.8868792E-04
A6	-2.8299394E-06	-1.7770410E-05	5.3762494E-06
A7	-1.6336898E-06	-4.6460453E-06	2.2735299E-05
A8	-3.6190710E-07	-5.2997309E-07	4.1530284E-06
A9	-1.0333655E-07	-7.6318024E-08	1.1800520E-09
A10	-1.2786129E-08	-3.4229251E-09	-4.0983097E-07
A11	-1.8566621E-09	5.0110763E-10	-8.2334264E-08
A12	1.8000150E-10	2.3836828E-10	-2.8331680E-08
A13	1.0931229E-10	4.4141144E-11	-3.1637844E-09
A14	2.5380661E-11	7.0902347E-12	3.3690565E-09
A15	9.4765495E-12	3.2299721E-12	1.1375237E-09
A16	2.2768029E-13	7.2930789E-13	2.0965110E-10
A17	-4.2298985E-13	1.4521435E-13	-1.9468436E-11
A18	-1.9822796E-13	2.5577813E-14	-5.7315055E-11
A19	-1.9192457E-14	-4.5492169E-16	1.1707052E-11
A20	1.0838208E-14	-1.5156669E-15	-8.8917300E-13

面番号	25	26	27
KA	-3.4356281E-02	-1.5919206E-02	6.0897382E-01
A3	-3.7929976E-04	3.8177383E-03	5.3885518E-03
A4	-6.9961451E-04	-1.6572658E-03	-1.7916006E-03
A5	1.0168216E-04	5.3459736E-05	5.5287290E-04
A6	7.3843981E-06	7.2602184E-05	-4.3329082E-05
A7	-1.6226768E-06	-4.8974929E-06	-9.9407611E-06
A8	2.0881076E-07	-1.8692134E-06	1.1038055E-06
A9	3.1749046E-07	1.5162102E-08	3.1755849E-07
A10	2.7569861E-07	5.9534773E-08	3.0676327E-08
A11	2.8387925E-08	9.1638701E-09	-2.3009594E-09
A12	6.0966231E-09	5.7322777E-10	-1.1315956E-09
A13	-3.9007838E-09	-2.0838522E-10	-1.8971726E-10
A14	-4.4058901E-09	-7.7327336E-11	-1.2784100E-11
A15	-6.7430841E-10	-1.3480473E-11	1.9511726E-12
A16	4.6896009E-11	-2.8760743E-13	-5.4179089E-14
A17	-5.3144357E-12	3.0669242E-13	-3.9170140E-14
A18	7.7085581E-11	1.2921973E-13	1.9739940E-14
A19	-2.4348533E-12	1.5038695E-14	1.8928268E-14
A20	-2.8770423E-12	-4.6753424E-15	-2.5889239E-15

[0118] 次に、実施例5のズームレンズについて説明する。実施例5のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図6に示す。

[0119] 実施例5のズームレンズも、実施例2のズームレンズと同様の形状である。

[0120] また、実施例5のズームレンズの基本レンズデータを表17に、諸元に関するデータを表18に、移動面の間隔に関するデータを表19に、非球面係数に関するデータを表20に、各収差図を図13(A)～(L)に示す。

[表17]

実施例5・レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	N _{dj} (屈折率)	ν_{dj} (アッペ数)
1	160.2199	1.51	1.91082	35.25
2	61.1364	5.37	1.49700	81.54
3	-205.8867	0.10		
4	51.9196	4.63	1.61800	63.33
5	200.3257	DD[5]		
6	107.0743	0.95	1.83481	42.71
7	8.0242	4.80		
8	-18.2149	0.88	1.80610	40.92
9	71.9095	0.10		
10	20.0014	3.41	1.94595	17.98
11	-69.0618	0.88	1.88300	40.76
12	46.7003	DD[12]		
13(絞り)	∞	1.50		
14	8.7582	4.81	1.49700	81.54
15	-11.5278	0.88	1.83481	42.71
16	-21.9949	0.20		
17	50.2452	3.54	1.71299	53.87
18	-11.9076	0.88	1.79952	42.22
19	38.6290	0.40		
*20	7.1234	2.50	1.56864	58.62
*21	7.7253	DD[21]		
22	80.5396	0.80	1.83400	37.16
23	7.8803	0.60		
*24	9.1368	2.20	1.53391	55.89
*25	32.4118	DD[25]		
*26	553.2121	2.70	1.53391	55.89
*27	-7.1331	1.10		
28	∞	0.80	1.51680	64.20
29	∞	2.91		

[表18]

実施例5・諸元 (d線)

	広角	中間	望遠
ズーム倍率	1.0	7.5	58.8
f	4.12	30.91	242.33
FNo.	3.30	5.43	6.78
$2\omega[^\circ]$	96.2	13.6	1.8

[表19]

実施例5・ズーム間隔

	広角	中間	望遠
DD[5]	0.58	47.70	77.70
DD[12]	30.39	11.82	1.80
DD[21]	3.56	8.63	13.50
DD[25]	2.14	14.60	16.95

[表20]

実施例5・非球面係数

面番号	20	21	24
KA	0.0000000E+00	0.0000000E+00	9.9858849E-01
A3	3.5194825E-05	2.4877428E-05	-7.9448771E-04
A4	-9.1259035E-05	2.7370653E-04	-1.4106330E-04
A5	-3.4848057E-05	9.7021289E-06	-1.8868792E-04
A6	-2.8299394E-06	-1.7770410E-05	5.3762494E-06
A7	-1.6336898E-06	-4.6460453E-06	2.2735299E-05
A8	-3.6190710E-07	-5.2997309E-07	4.1530284E-06
A9	-1.0333655E-07	-7.6318024E-08	1.1800520E-09
A10	-1.2786129E-08	-3.4229251E-09	-4.0983097E-07
A11	-1.8566621E-09	5.0110763E-10	-8.2334264E-08
A12	1.8000150E-10	2.3836828E-10	-2.8331680E-08
A13	1.0931229E-10	4.4141144E-11	-3.1637844E-09
A14	2.5380661E-11	7.0902347E-12	3.3690565E-09
A15	9.4765495E-12	3.2299721E-12	1.1375237E-09
A16	2.2768029E-13	7.2930789E-13	2.0965110E-10
A17	-4.2298985E-13	1.4521435E-13	-1.9468436E-11
A18	-1.9822796E-13	2.5577813E-14	-5.7315055E-11
A19	-1.9192457E-14	-4.5492169E-16	1.1707052E-11
A20	1.0838208E-14	-1.5156669E-15	-8.8917300E-13

面番号	25	26	27
KA	-3.4356281E-02	-1.5919206E-02	6.0897382E-01
A3	-3.7929976E-04	3.8177383E-03	5.3885518E-03
A4	-6.9961451E-04	-1.6572658E-03	-1.7916006E-03
A5	1.0168216E-04	5.3459736E-05	5.5287290E-04
A6	7.3843981E-06	7.2602184E-05	-4.3329082E-05
A7	-1.6226768E-06	-4.8974929E-06	-9.9407611E-06
A8	2.0881076E-07	-1.8692134E-06	1.1038055E-06
A9	3.1749046E-07	1.5162102E-08	3.1755849E-07
A10	2.7569861E-07	5.9534773E-08	3.0676327E-08
A11	2.8387925E-08	9.1638701E-09	-2.3009594E-09
A12	6.0966231E-09	5.7322777E-10	-1.1315956E-09
A13	-3.9007838E-09	-2.0838522E-10	-1.8971726E-10
A14	-4.4058901E-09	-7.7327336E-11	-1.2784100E-11
A15	-6.7430841E-10	-1.3480473E-11	1.9511726E-12
A16	4.6896009E-11	-2.8760743E-13	-5.4179089E-14
A17	-5.3144357E-12	3.0669242E-13	-3.9170140E-14
A18	7.7085581E-11	1.2921973E-13	1.9739940E-14
A19	-2.4348533E-12	1.5038695E-14	1.8928268E-14
A20	-2.8770423E-12	-4.6753424E-15	-2.5889239E-15

[0121] 次に、実施例6のズームレンズについて説明する。実施例6のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図7に示す。

[0122] 実施例6のズームレンズも、実施例2のズームレンズと同様の形状である。

[0123] また、実施例6のズームレンズの基本レンズデータを表21に、諸元に関するデータを表22に、移動面の間隔に関するデータを表23に、非球面係数に関するデータを表24に、各収差図を図14(A)～(L)に示す。

[表21]

実施例6・レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	N _{dj} (屈折率)	ν_{dj} (アッペ数)
1	246.6697	1.51	1.83400	37.16
2	47.9587	5.80	1.59282	68.63
3	-266.8129	0.10		
4	47.1889	4.34	1.62041	60.29
5	206.4799	DD[5]		
6	58.0093	0.95	1.88300	40.76
7	7.8001	4.80		
8	-19.6543	0.88	1.80400	46.57
9	134.8211	0.10		
10	17.9126	4.51	1.92286	20.88
11	-50.6965	0.88	1.88300	40.76
12	35.1919	DD[12]		
13(絞り)	∞	1.50		
14	8.4999	4.81	1.49700	81.54
15	-14.5662	0.88	1.83481	42.71
16	-58.2230	0.20		
17	24.7619	4.13	1.62041	60.29
18	-11.1393	0.88	1.79952	42.22
19	-125.6267	0.40		
*20	7.6333	2.50	1.56864	58.62
*21	8.5109	DD[21]		
22	-238.8755	0.80	1.83400	37.16
23	7.6538	0.60		
*24	8.4290	2.20	1.53391	55.89
*25	22.6778	DD[25]		
*26	-214748.3648	2.70	1.53391	55.89
*27	-7.3590	1.10		
28	∞	0.80	1.51680	64.20
29	∞	2.75		

[表22]

実施例6・諸元 (d線)

	広角	中間	望遠
ズーム倍率	1.0	6.3	36.0
f	4.45	28.04	160.30
FNo.	3.27	4.95	6.74
$2\omega[^\circ]$	91.2	15.2	3.0

[表23]

実施例6・ズーム間隔

	広角	中間	望遠
DD[5]	0.58	42.42	68.88
DD[12]	28.16	10.13	1.87
DD[21]	2.61	6.18	9.52
DD[25]	2.00	11.71	17.66

[表24]

実施例6・非球面係数

面番号	20	21	24
KA	0.0000000E+00	0.0000000E+00	9.9858849E-01
A3	3.5194825E-05	2.4877428E-05	-7.9448771E-04
A4	-9.1259035E-05	2.7370653E-04	-1.4106330E-04
A5	-3.4848057E-05	9.7021289E-06	-1.8868792E-04
A6	-2.8299394E-06	-1.7770410E-05	5.3762494E-06
A7	-1.6336898E-06	-4.6460453E-06	2.2735299E-05
A8	-3.6190710E-07	-5.2997309E-07	4.1530284E-06
A9	-1.0333655E-07	-7.6318024E-08	1.1800520E-09
A10	-1.2786129E-08	-3.4229251E-09	-4.0983097E-07
A11	-1.8566621E-09	5.0110763E-10	-8.2334264E-08
A12	1.8000150E-10	2.3836828E-10	-2.8331680E-08
A13	1.0931229E-10	4.4141144E-11	-3.1637844E-09
A14	2.5380661E-11	7.0902347E-12	3.3690565E-09
A15	9.4765495E-12	3.2299721E-12	1.1375237E-09
A16	2.2768029E-13	7.2930789E-13	2.0965110E-10
A17	-4.2298985E-13	1.4521435E-13	-1.9468436E-11
A18	-1.9822796E-13	2.5577813E-14	-5.7315055E-11
A19	-1.9192457E-14	-4.5492169E-16	1.1707052E-11
A20	1.0838208E-14	-1.5156669E-15	-8.8917300E-13

面番号	25	26	27
KA	-3.4356281E-02	-1.5919206E-02	6.0897382E-01
A3	-3.7929976E-04	3.8177383E-03	5.3885518E-03
A4	-6.9961451E-04	-1.6572658E-03	-1.7916006E-03
A5	1.0168216E-04	5.3459736E-05	5.5287290E-04
A6	7.3843981E-06	7.2602184E-05	-4.3329082E-05
A7	-1.6226768E-06	-4.8974929E-06	-9.9407611E-06
A8	2.0881076E-07	-1.8692134E-06	1.1038055E-06
A9	3.1749046E-07	1.5162102E-08	3.1755849E-07
A10	2.7569861E-07	5.9534773E-08	3.0676327E-08
A11	2.8387925E-08	9.1638701E-09	-2.3009594E-09
A12	6.0966231E-09	5.7322777E-10	-1.1315956E-09
A13	-3.9007838E-09	-2.0838522E-10	-1.8971726E-10
A14	-4.4058901E-09	-7.7327336E-11	-1.2784100E-11
A15	-6.7430841E-10	-1.3480473E-11	1.9511726E-12
A16	4.6896009E-11	-2.8760743E-13	-5.4179089E-14
A17	-5.3144357E-12	3.0669242E-13	-3.9170140E-14
A18	7.7085581E-11	1.2921973E-13	1.9739940E-14
A19	-2.4348533E-12	1.5038695E-14	1.8928268E-14
A20	-2.8770423E-12	-4.6753424E-15	-2.5889239E-15

[0124] 次に、実施例7のズームレンズについて説明する。実施例7のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図8に示す。

[0125] 実施例7のズームレンズも、実施例2のズームレンズと同様の形状である。

[0126] また、実施例7のズームレンズの基本レンズデータを表25に、諸元に関するデータを表26に、移動面の間隔に関するデータを表27に、非球面係数に関するデータを表28に、各収差図を図15(A)～(L)に示す。

[表25]

実施例7・レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッペ数)
1	274.7063	1.51	1.83400	37.16
2	48.1590	5.78	1.59282	68.63
3	-218.7696	0.10		
4	47.0606	4.48	1.62041	60.29
5	228.8206	DD[5]		
6	85.9908	0.95	1.88300	40.76
7	7.8070	4.23		
8	-19.6274	0.88	1.80400	46.57
9	128.3130	0.10		
10	17.7710	3.41	1.92286	20.88
11	-41.2907	0.88	1.88300	40.76
12	41.3492	DD[12]		
13(絞り)	∞	1.50		
14	8.6331	4.81	1.49700	81.54
15	-15.5307	0.88	1.83481	42.71
16	-55.4075	0.20		
17	29.1428	4.51	1.62041	60.29
18	-11.0001	0.88	1.79952	42.22
19	-1311.5652	0.40		
*20	7.3531	2.50	1.56864	58.62
*21	7.7778	DD[21]		
22	95.1774	0.80	1.83400	37.16
23	8.1399	0.60		
*24	8.4016	2.20	1.53391	55.89
*25	38.9216	DD[25]		
*26	2594.2187	2.70	1.53391	55.89
*27	-7.5011	1.10		
28	∞	0.80	1.51680	64.20
29	∞	2.75		

[表26]

実施例7・諸元 (d線)

	広角	中間	望遠
ズーム倍率	1.0	6.3	38.5
f	4.40	27.70	169.35
FNo.	3.17	4.81	6.31
2ω [°]	92.0	15.2	2.6

[表27]

実施例7・ズーム間隔

	広角	中間	望遠
DD[5]	0.58	41.13	67.24
DD[12]	28.75	10.98	2.20
DD[21]	2.61	6.62	9.16
DD[25]	2.69	13.62	20.59

[表28]

実施例7・非球面係数

面番号	20	21	24
KA	0.0000000E+00	0.0000000E+00	9.9858849E-01
A3	3.5194825E-05	2.4877428E-05	-7.9448771E-04
A4	-9.1259035E-05	2.7370653E-04	-1.4106330E-04
A5	-3.4848057E-05	9.7021289E-06	-1.8868792E-04
A6	-2.8299394E-06	-1.7770410E-05	5.3762494E-06
A7	-1.6336898E-06	-4.6460453E-06	2.2735299E-05
A8	-3.6190710E-07	-5.2997309E-07	4.1530284E-06
A9	-1.0333655E-07	-7.6318024E-08	1.1800520E-09
A10	-1.2786129E-08	-3.4229251E-09	-4.0983097E-07
A11	-1.8566621E-09	5.0110763E-10	-8.2334264E-08
A12	1.8000150E-10	2.3836828E-10	-2.8331680E-08
A13	1.0931229E-10	4.4141144E-11	-3.1637844E-09
A14	2.5380661E-11	7.0902347E-12	3.3690565E-09
A15	9.4765495E-12	3.2299721E-12	1.1375237E-09
A16	2.2768029E-13	7.2930789E-13	2.0965110E-10
A17	-4.2298985E-13	1.4521435E-13	-1.9468436E-11
A18	-1.9822796E-13	2.5577813E-14	-5.7315055E-11
A19	-1.9192457E-14	-4.5492169E-16	1.1707052E-11
A20	1.0838208E-14	-1.5156669E-15	-8.8917300E-13

面番号	25	26	27
KA	-3.4356281E-02	-1.5919206E-02	6.0897382E-01
A3	-3.7929976E-04	3.8177383E-03	5.3885518E-03
A4	-6.9961451E-04	-1.6572658E-03	-1.7916006E-03
A5	1.0168216E-04	5.3459736E-05	5.5287290E-04
A6	7.3843981E-06	7.2602184E-05	-4.3329082E-05
A7	-1.6226768E-06	-4.8974929E-06	-9.9407611E-06
A8	2.0881076E-07	-1.8692134E-06	1.1038055E-06
A9	3.1749046E-07	1.5162102E-08	3.1755849E-07
A10	2.7569861E-07	5.9534773E-08	3.0676327E-08
A11	2.8387925E-08	9.1638701E-09	-2.3009594E-09
A12	6.0966231E-09	5.7322777E-10	-1.1315956E-09
A13	-3.9007838E-09	-2.0838522E-10	-1.8971726E-10
A14	-4.4058901E-09	-7.7327336E-11	-1.2784100E-11
A15	-6.7430841E-10	-1.3480473E-11	1.9511726E-12
A16	4.6896009E-11	-2.8760743E-13	-5.4179089E-14
A17	-5.3144357E-12	3.0669242E-13	-3.9170140E-14
A18	7.7085581E-11	1.2921973E-13	1.9739940E-14
A19	-2.4348533E-12	1.5038695E-14	1.8928268E-14
A20	-2.8770423E-12	-4.6753424E-15	-2.5889239E-15

[0127] 実施例1～7のズームレンズの条件式(1)～(10)に対応する値を表29に示す。なお、全実施例ともd線を基準波長としており、下記の表29に示す値はこの基準波長におけるものである。

[表29]

式の番号	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	実施例7
(1)	$Nd11$	1.834	1.904	1.804	1.911	1.911	1.834	1.834
(2)	$\nu d11$	37.16	31.32	39.60	35.25	35.25	37.16	37.16
(3)	$\nu d12$	70.23	81.54	81.54	81.54	81.54	68.63	68.63
(4)	$ f2 /f$	0.0397	0.0392	0.0389	0.0341	0.0303	0.0481	0.0468
(5)	$\nu d2p$	17.98	20.88	18.90	17.98	17.98	20.88	20.88
(6)	$\nu d13$	60.64	68.63	68.63	53.87	63.33	60.29	60.29
(7)	$\nu d3pc$	81.54	81.54	70.23	81.54	81.54	81.54	81.54
(8)	$f1/ f2 $	11.296	12.657	11.965	12.731	13.239	11.911	11.092
(9)	$ f4 /(fw \times f1)^{1/2}$	0.607	0.710	0.694	0.632	0.613	0.523	0.885
(10)	$f5/ f4 $	0.737	0.666	0.665	0.701	0.682	0.987	0.580

[0128] 以上のデータから、実施例1～7のズームレンズは全て、条件式(1)～(10)を満たしており、高変倍比でありながら、小型で、諸収差が良好に補正されたズームレンズであることが分かる。

[0129] 次に、本発明の実施形態にかかる撮像装置について説明する。図16に、本発明の実施形態の撮像装置の一例として、本発明の実施形態のズームレンズを用いた撮像装置の概略構成図を示す。なお、図16では各レンズ群を概略的に示している。この撮像装置としては、例えば、CCDやCMOS等の固体撮像素子を記録媒体とするビデオカメラや電子スチルカメラ等を挙げる

ことができる。

[0130] 図16に示す撮像装置10は、ズームレンズ1と、ズームレンズ1の像側に配置されたローパスフィルタ等の機能を有するフィルタ6と、フィルタ6の像側に配置された撮像素子7と、信号処理回路8とを備えている。撮像素子7はズームレンズ1により形成される光学像を電気信号に変換するものであり、例えば、撮像素子7としては、CCD (Charge Coupled Device) やCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等を用いることができる。撮像素子7は、その撮像面がズームレンズ1の像面に一致するように配置される。

[0131] ズームレンズ1により撮像された像は撮像素子7の撮像面上に結像し、その像に関する撮像素子7からの出力信号が信号処理回路8にて演算処理され、表示装置9に像が表示される。

[0132] 以上、実施形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施形態および実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔、屈折率、アッペ数等の値は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得るものである。

請求の範囲

[請求項1]

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、負の屈折力を有する第4レンズ群、正の屈折力を有する第5レンズ群からなり、
変倍に際して各レンズ群の間隔が変化し、前記第1レンズ群は、望遠端状態において広角端状態よりも物体側に位置し、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1 1レンズ、正の屈折力を有する第1 2レンズ、正の屈折力を有する第1 3レンズの3枚のレンズからなり、

下記条件式を満足する

ことを特徴とするズームレンズ。

$$1. \quad 7.5 < N_{d11} \quad \dots (1)$$

$$2. \quad 8 < \nu_{d11} < 44 \quad \dots (2)$$

$$6. \quad 3 < \nu_{d12} \quad \dots (3)$$

$$0.020 < |f_2| / f_t < 0.050 \quad \dots (4)$$

ただし、

N_{d11} : 前記第1 1レンズのd線における屈折率

ν_{d11} : 前記第1 1レンズのd線におけるアッベ数

ν_{d12} : 前記第1 2レンズのd線に対するアッベ数

f_2 : 前記第2レンズ群の焦点距離

f_t : 望遠端における全系の焦点距離

とする。

[請求項2]

前記第2レンズ群中に少なくとも1枚の正レンズを含み、

下記条件式を満足する

ことを特徴とする請求項1記載のズームレンズ。

$$1. \quad 5 < \nu_{d2p} < 23 \quad \dots (5)$$

ただし、

ν_{d2p} : 前記第2レンズ群中の少なくとも1枚の正レンズのd線

におけるアッベ数

とする。

[請求項3] 下記条件式を満足する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のズームレンズ。

$$5.0 < \nu_{d13} < 75 \quad \dots (6)$$

ただし、

ν_{d13} : 前記第 13 レンズのアッベ数

とする。

[請求項4] 前記第 3 レンズ群は、正レンズを含む少なくとも 1 組の接合レンズ

を有し、

下記条件式を満足する

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

$$6.5 < \nu_{d3pc} \quad \dots (7)$$

ただし、

ν_{d3pc} : 前記接合レンズを構成する正レンズの d 線におけるアッベ数

とする。

[請求項5] 下記条件式を満足する

ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

$$8.5 < f_1 / |f_2| < 16.0 \quad \dots (8)$$

ただし、

f_1 : 前記第 1 レンズ群の焦点距離

とする。

[請求項6] 下記条件式を満足する

ことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載のズームレンズ。

$$0.3 < |f_4| / (f_w \times f_t)^{1/2} < 1.4 \quad \dots (9)$$

ただし、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

とする。

[請求項7]

下記条件式を満足する

ことを特徴とする請求項1から6のいずれか1項記載のズームレンズ。

$$0.3 < f_5 / |f_4| < 1.5 \quad \dots (10)$$

ただし、

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離

とする。

[請求項8]

望遠端状態において、広角端状態よりも、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増大、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間隔が増大、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群の間隔が増大するように、少なくとも前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、前記第4レンズ群が移動する

ことを特徴とする請求項1から7のいずれか1項記載のズームレンズ。

[請求項9]

前記第2レンズ群は、物体側から順に、負レンズ、負レンズ、正レンズと負レンズの接合レンズの4枚のレンズからなる

ことを特徴とする請求項1から8のいずれか1項記載のズームレンズ。

[請求項10]

前記第3レンズ群は、少なくとも2枚以上の正レンズと、少なくとも2枚以上の負レンズとを含む

ことを特徴とする請求項1から9のいずれか1項記載のズームレン

ズ。

[請求項11] 前記第5レンズ群は、1枚のレンズからなることを特徴とする請求項1から10のいずれか1項記載のズームレンズ。

[請求項12] 前記第5レンズ群は、常時固定されていることを特徴とする請求項1から11のいずれか1項記載のズームレンズ。

[請求項13] 前記第4レンズ群は、正レンズと負レンズの2枚のレンズからなることを特徴とする請求項1から12のいずれか1項記載のズームレンズ。

[請求項14] 前記第4レンズ群を移動させることによりフォーカシングを行うことを特徴とする請求項1から13のいずれか1項記載のズームレンズ。

[請求項15] 下記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項記載のズームレンズ。

$$1.78 < N_{d11} \cdots (1-1)$$

$$3.0 < \nu_{d11} < 4.2 \cdots (2-2)$$

$$6.6 < \nu_{d12} < 8.5 \cdots (3-1)$$

$$0.027 < |f_2|/f_t < 0.050 \cdots (4-2)$$

[請求項16] 前記第2レンズ群中に少なくとも1枚の正レンズを含み、下記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項記載のズームレンズ。

$$1.6 < \nu_{d2p} < 2.2 \cdots (5-1)$$

ただし、

ν_{d2p} : 前記第2レンズ群中の少なくとも1枚の正レンズのd線におけるアッペ数

とする。

[請求項17]

下記条件式を満足する

ことを特徴とする請求項1から16のいずれか1項記載のズームレンズ。

$$5.2 < \nu d 13 < 7.2 \quad \dots (6-1)$$

ただし、

$\nu d 13$: 前記第13レンズの阿ッベ数

とする。

[請求項18]

前記第3レンズ群は、正レンズを含む少なくとも1組の接合レンズを有し、

下記条件式を満足する

ことを特徴とする請求項1から17のいずれか1項記載のズームレンズ。

$$8.0 < \nu d 3pc \quad \dots (7-2)$$

ただし、

$\nu d 3pc$: 前記接合レンズを構成する正レンズのd線における阿ッベ数

とする。

[請求項19]

下記条件式を満足する

ことを特徴とする請求項1から18のいずれか1項記載のズームレンズ。

$$10.0 < f1 / |f2| < 14.0 \quad \dots (8-2)$$

ただし、

$f1$: 前記第1レンズ群の焦点距離

とする。

[請求項20]

下記条件式を満足する

ことを特徴とする請求項1から19のいずれか1項記載のズームレンズ。

$$0.5 < |f_4| / (f_w \times f_t)^{1/2} < 1.1 \quad \dots (9-2)$$

ただし、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

とする。

[請求項21]

下記条件式を満足する

ことを特徴とする請求項1から20のいずれか1項記載のズームレンズ。

$$0.5 < f_5 / |f_4| < 1.2 \quad \dots (10-2)$$

ただし、

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離

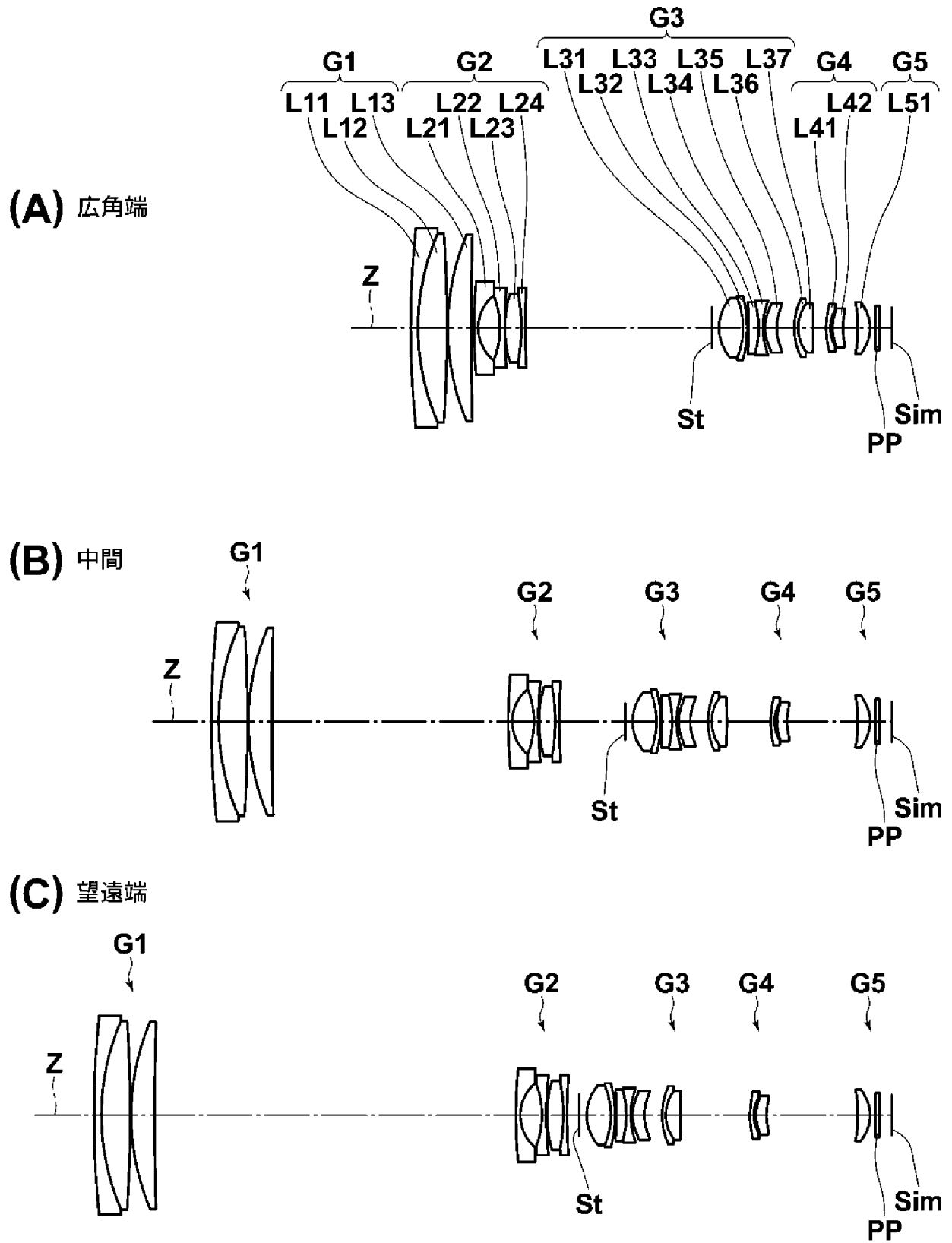
とする。

[請求項22]

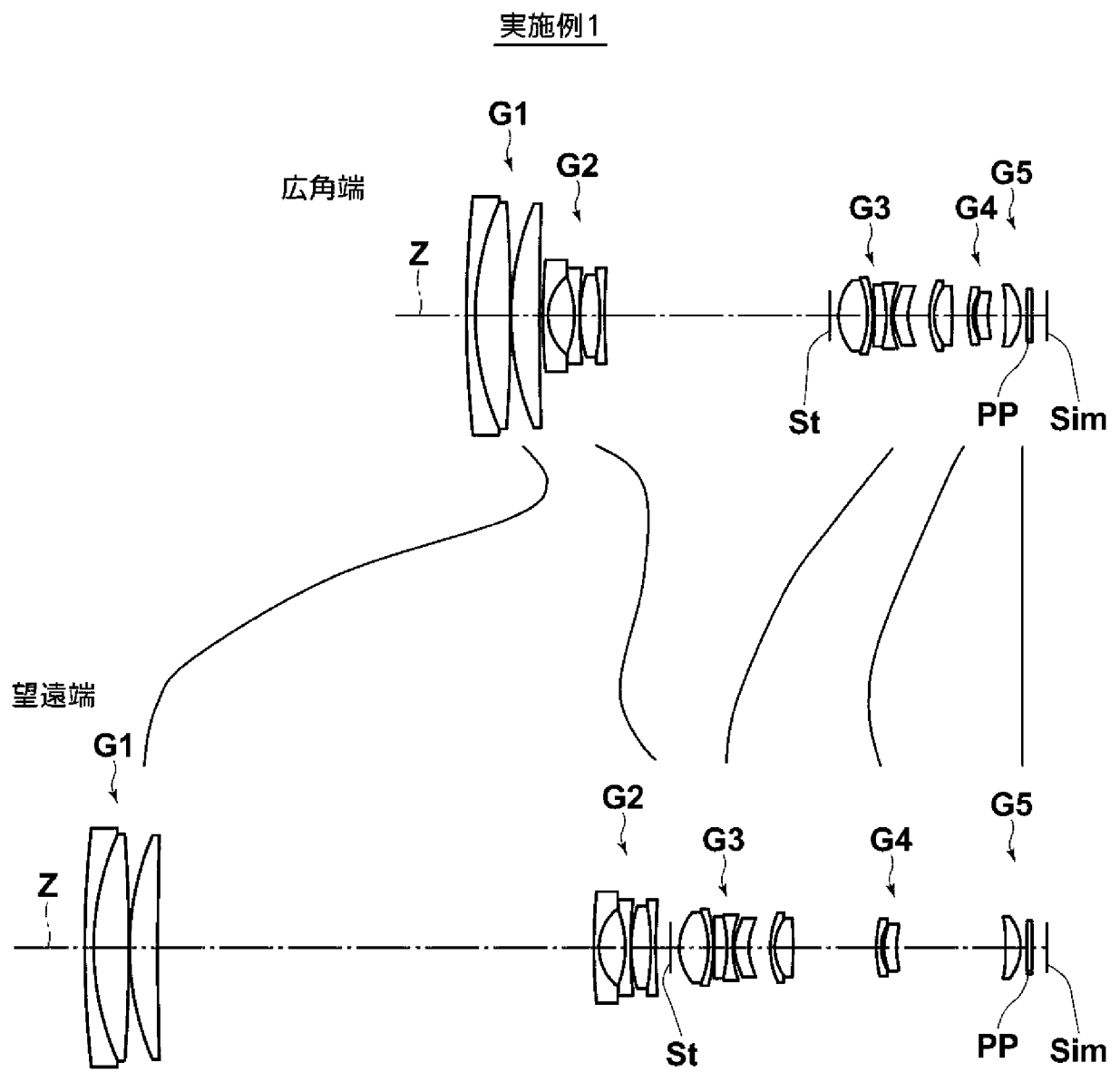
請求項1記載のズームレンズを備えたことを特徴とする撮像装置。

[図1]

実施例1



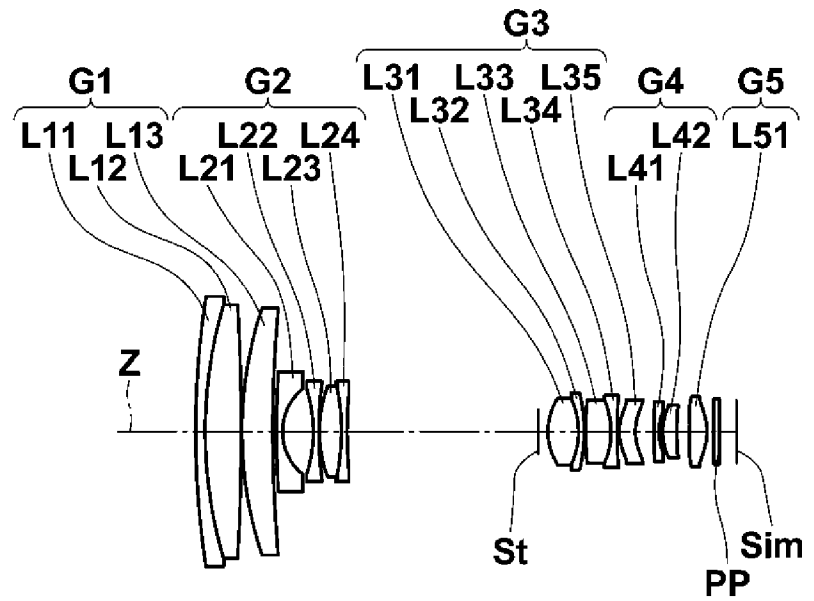
[図2]



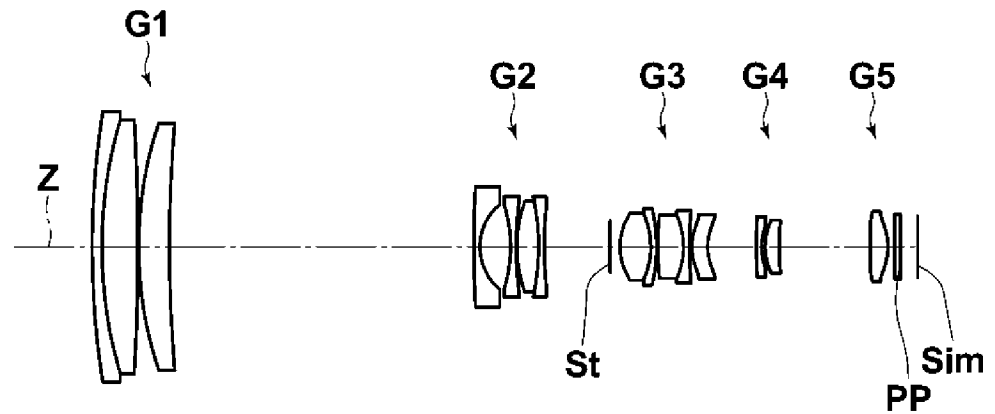
[図3]

実施例2

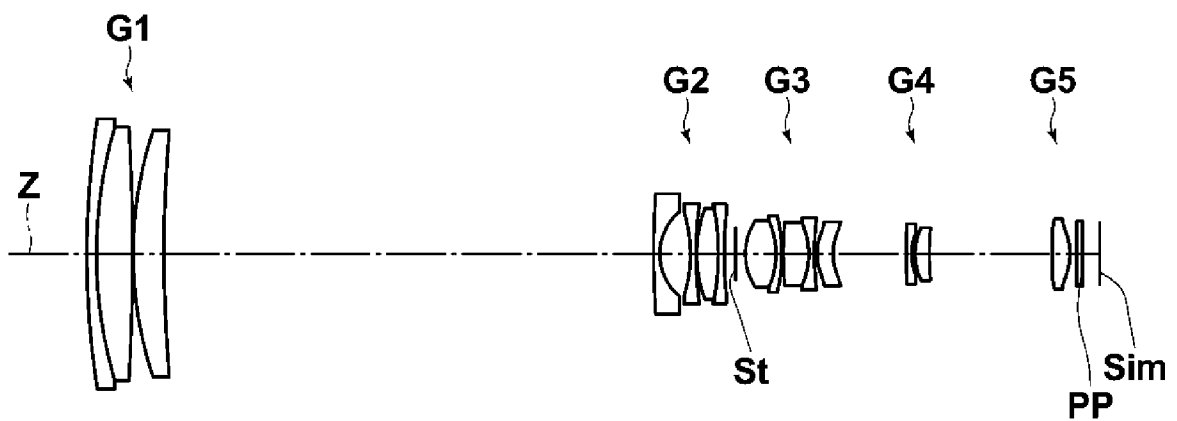
(A) 広角端



(B) 中間

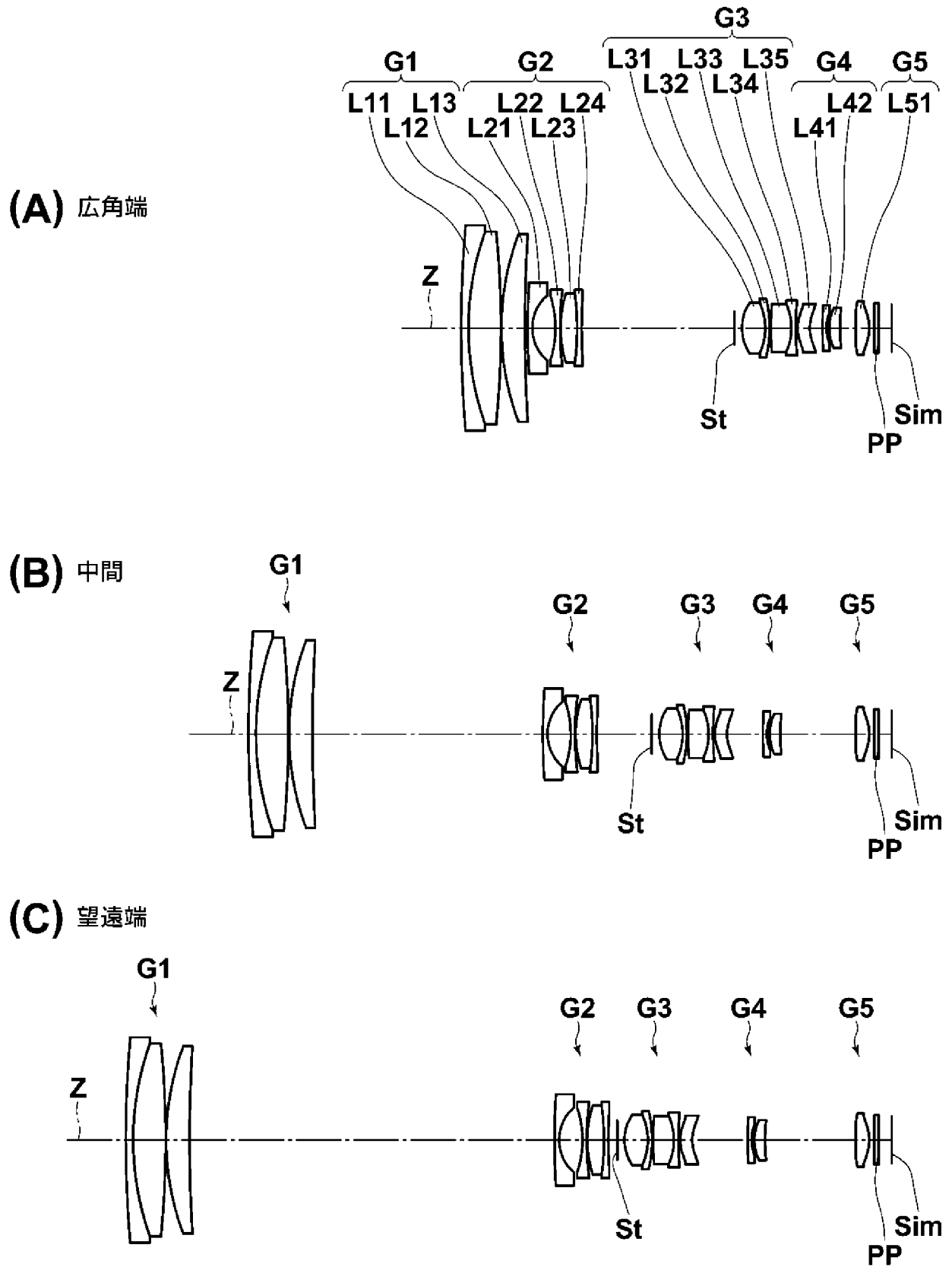


(C) 望遠端



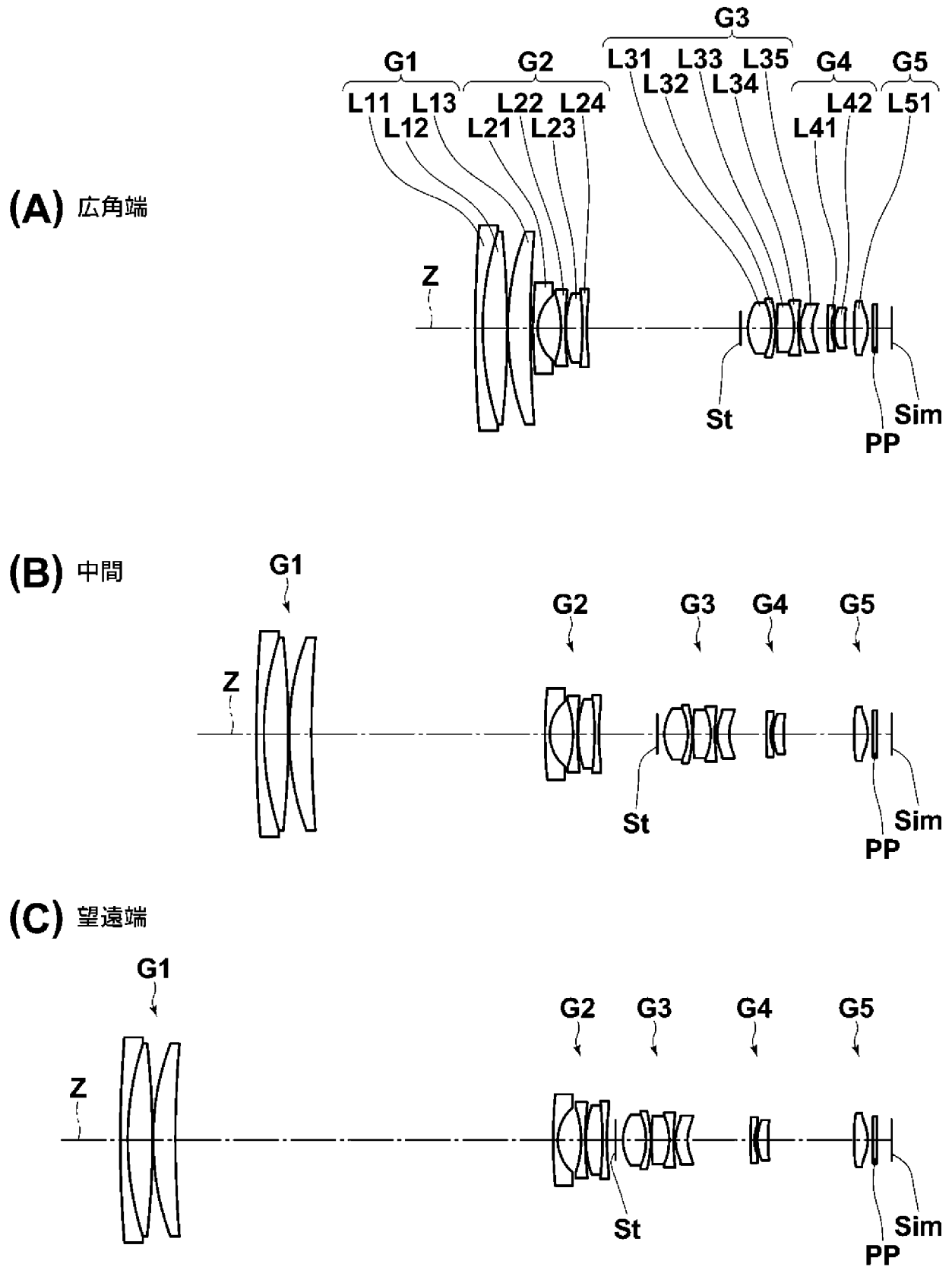
[図4]

実施例3



[図5]

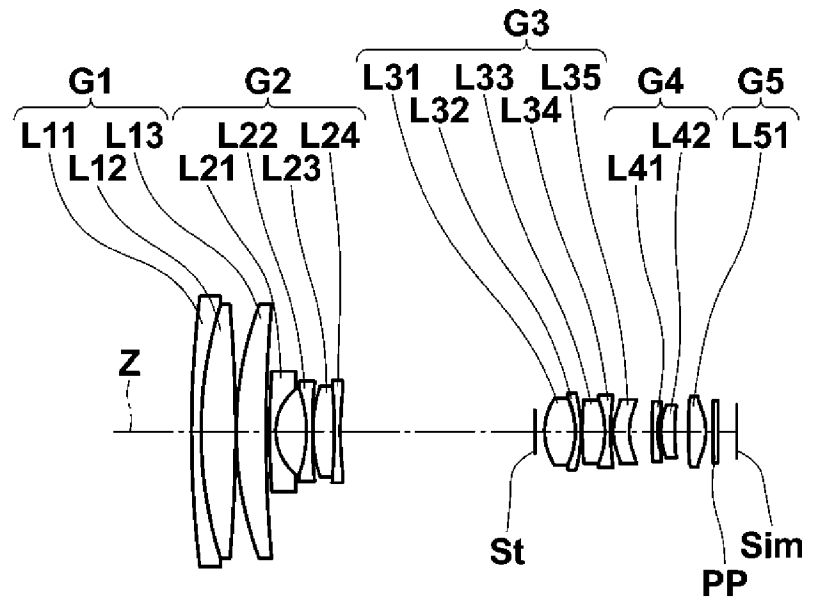
実施例4



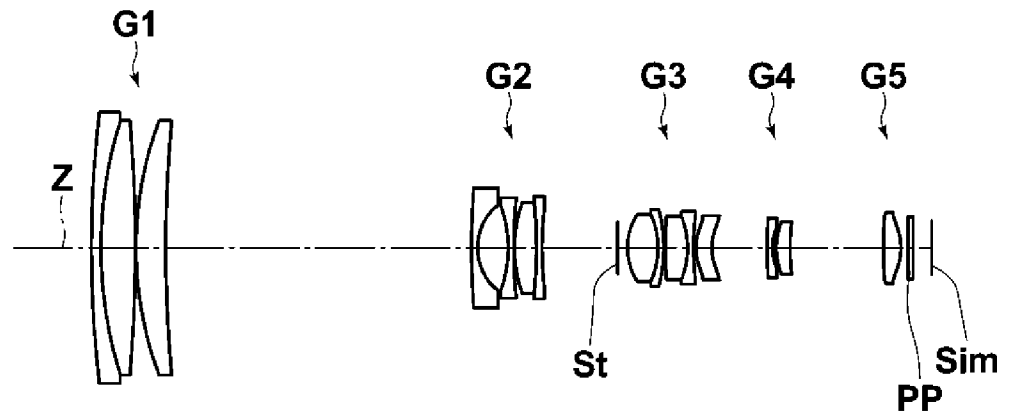
[図6]

実施例5

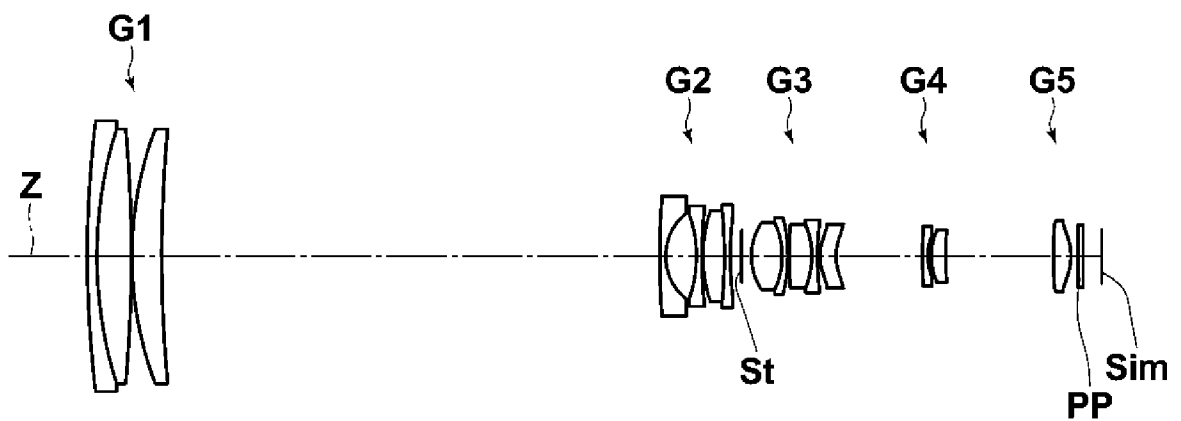
(A) 広角端



(B) 中間

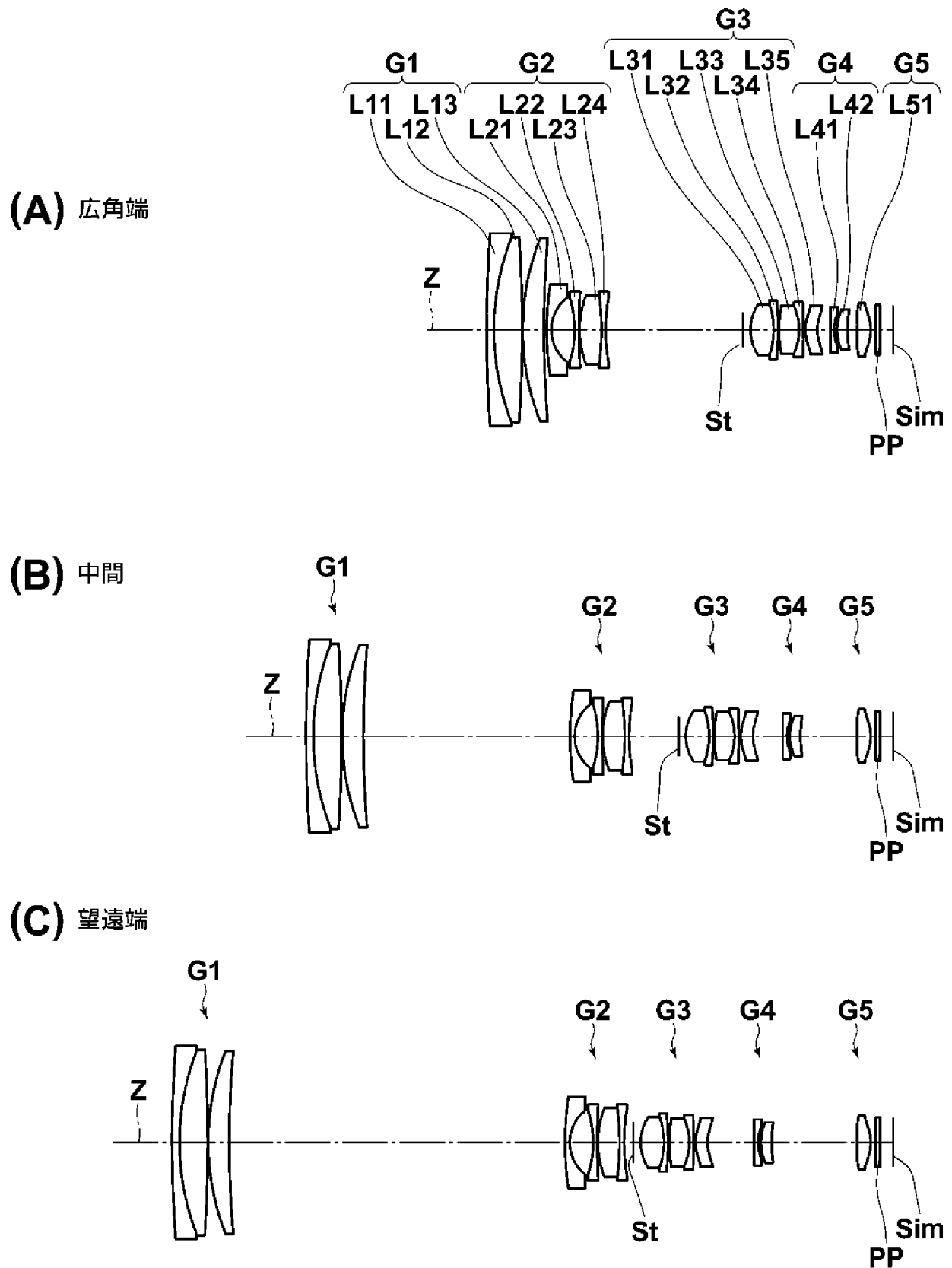


(C) 望遠端



[図7]

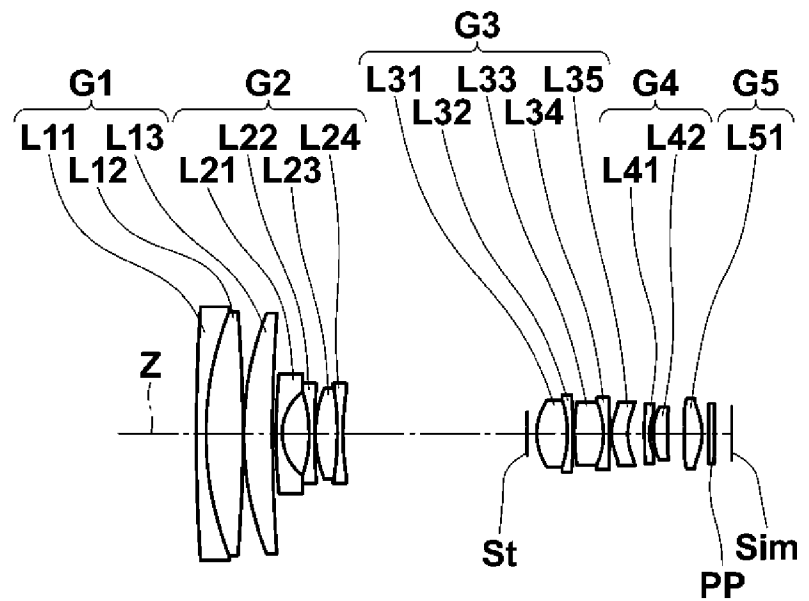
実施例6



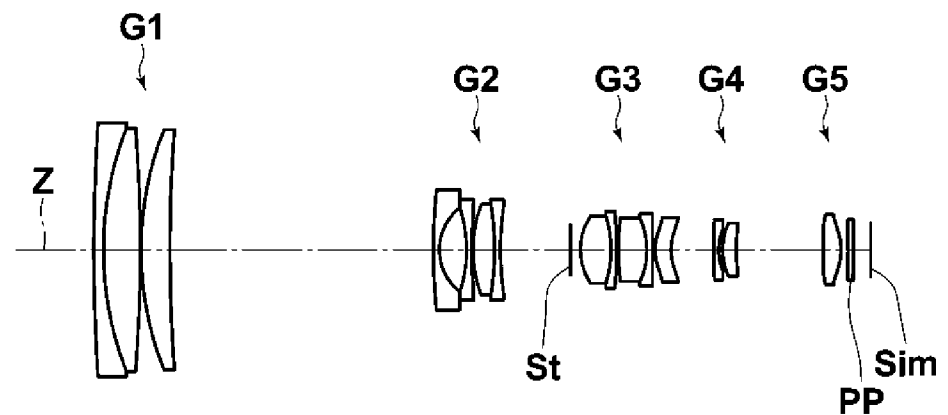
[図8]

実施例7

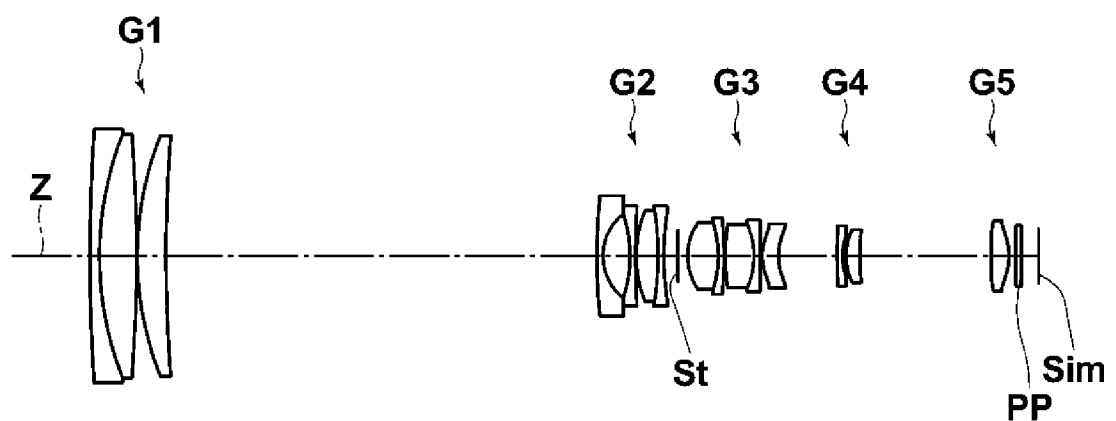
(A) 広角端



(B) 中間



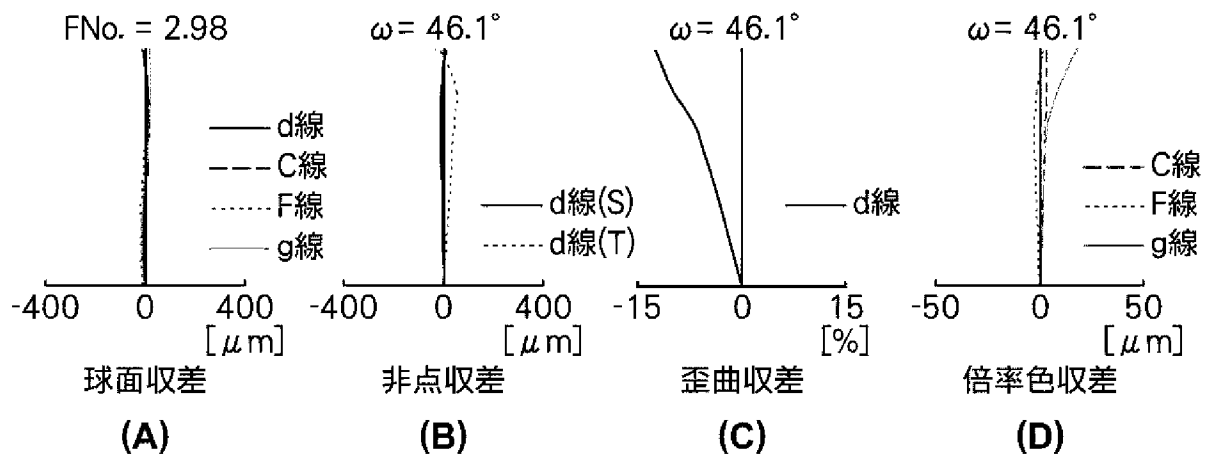
(C) 望遠端



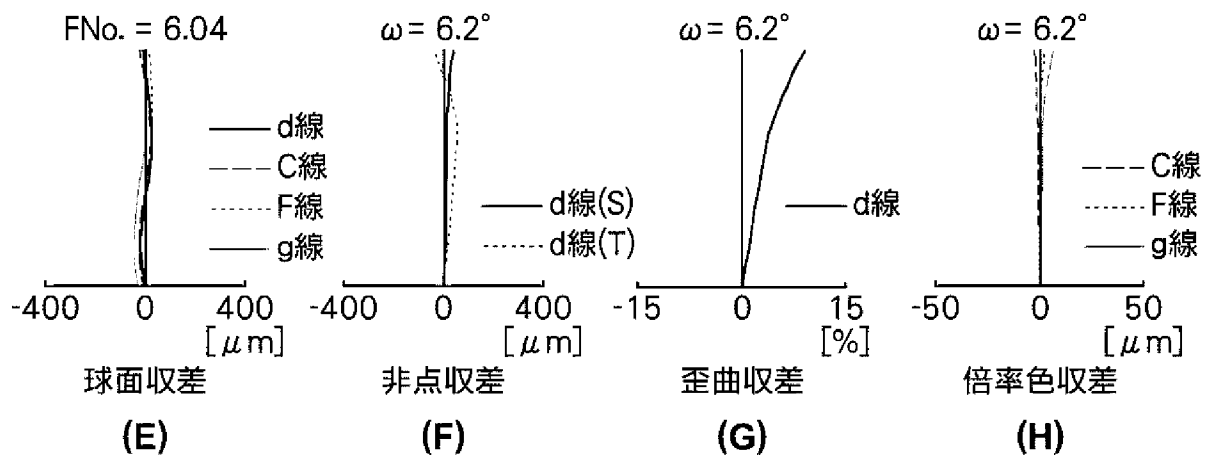
[図9]

実施例1

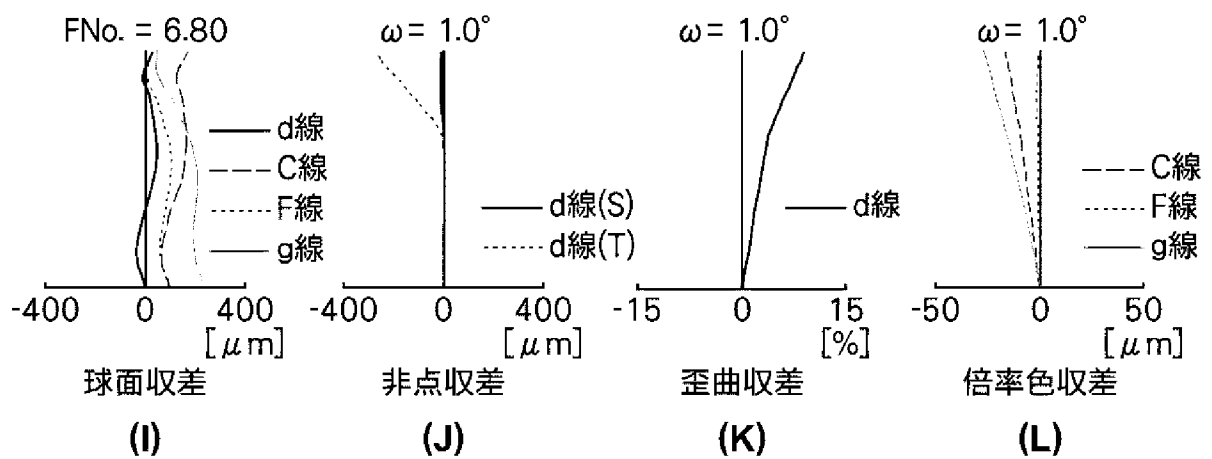
広角



中間



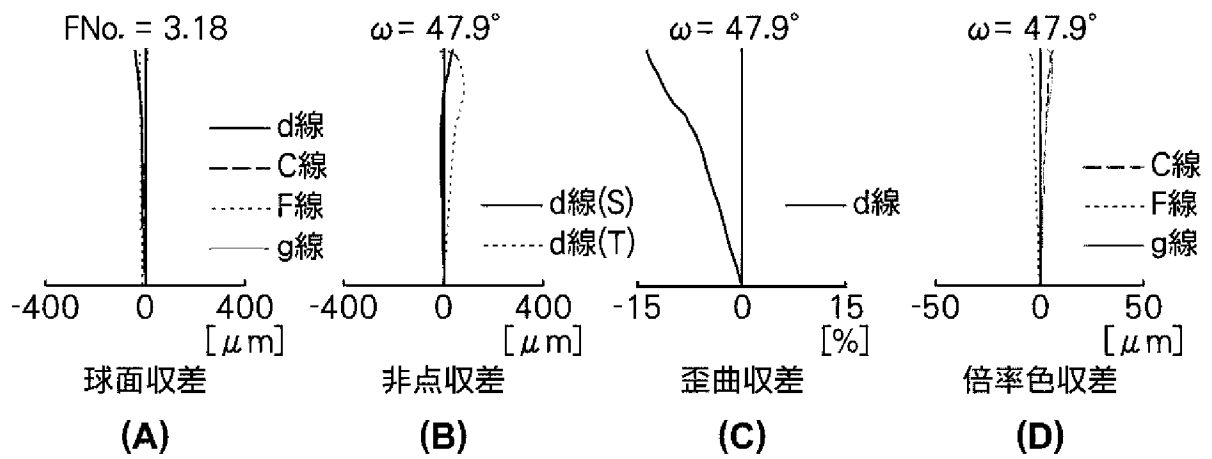
望遠



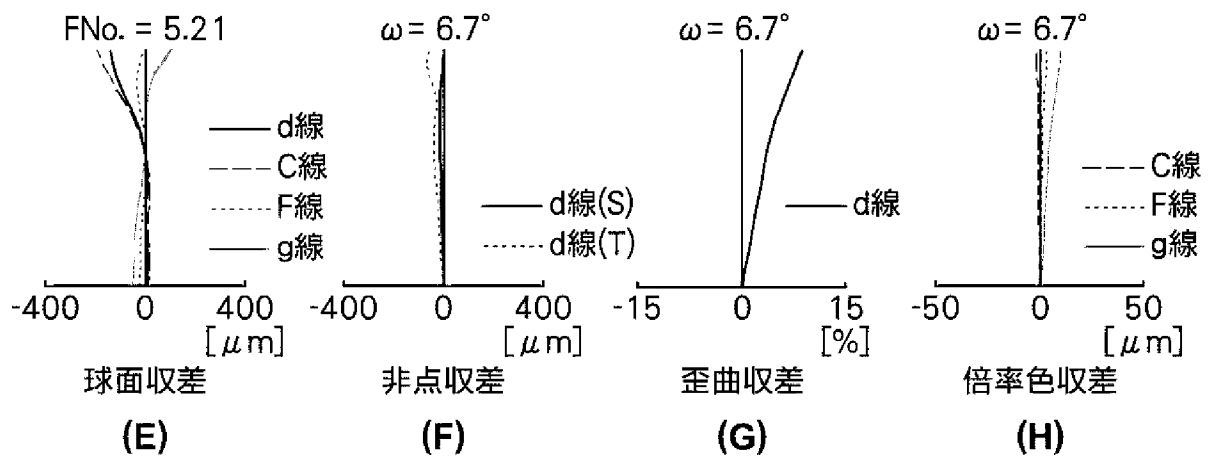
[図10]

実施例2

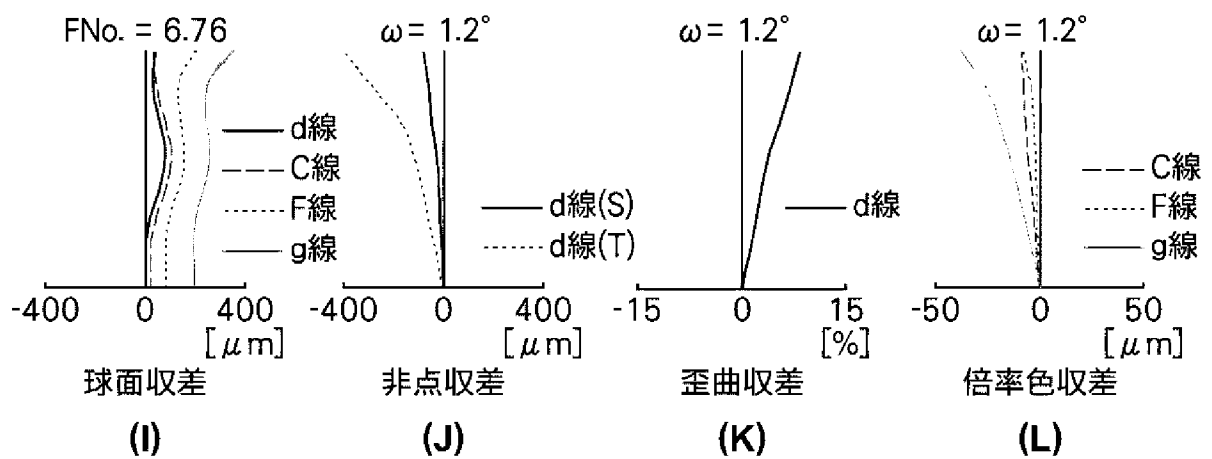
広角



中間



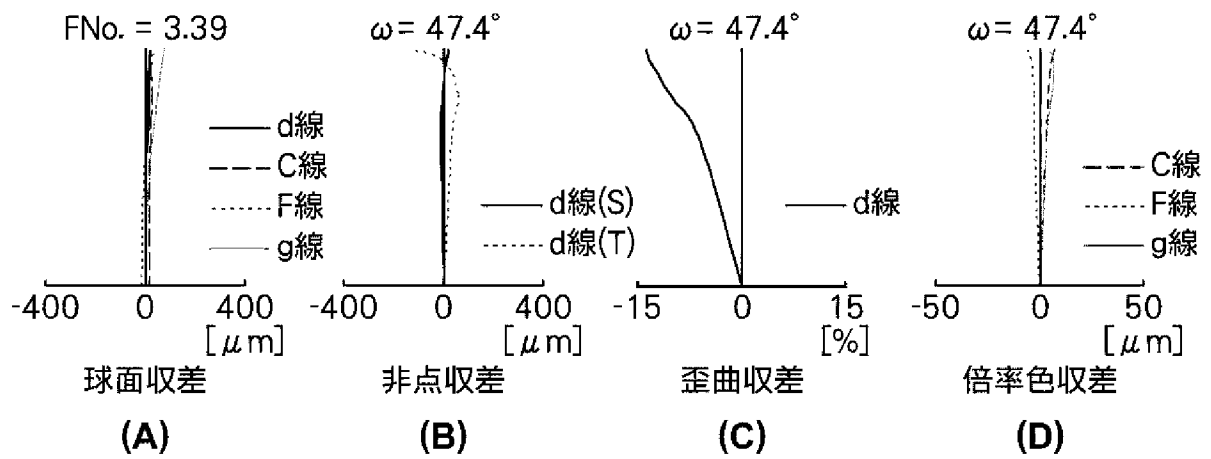
望遠



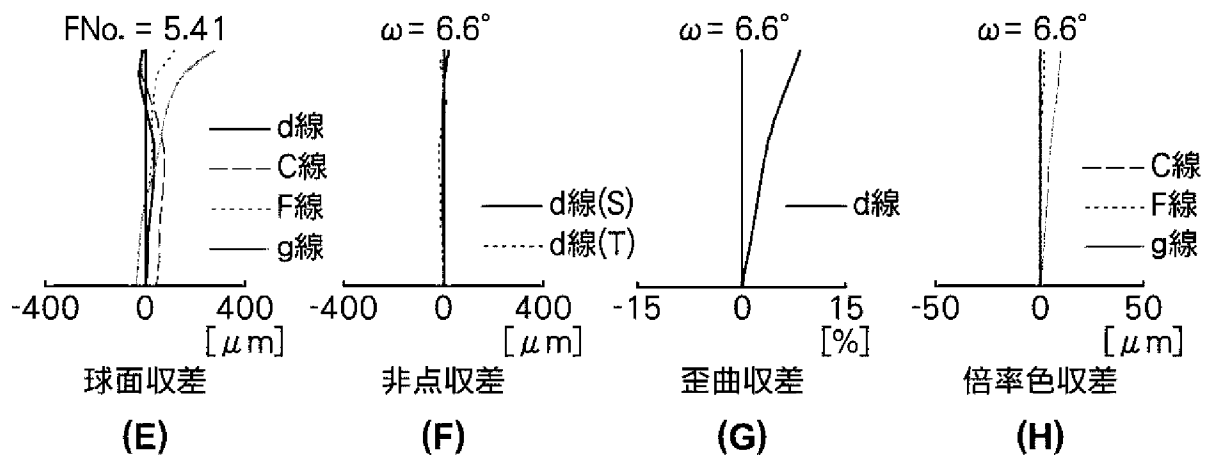
[図11]

実施例3

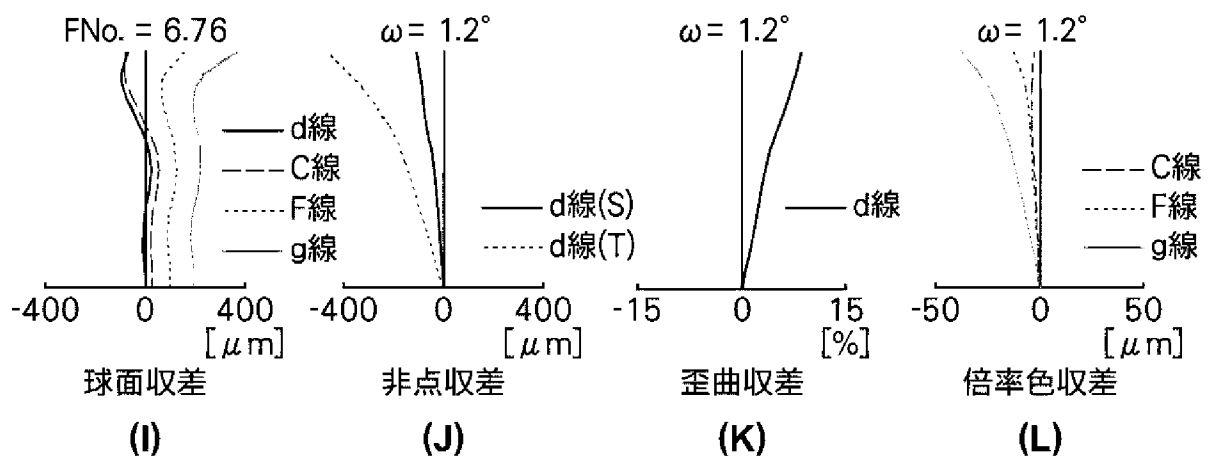
広角



中間



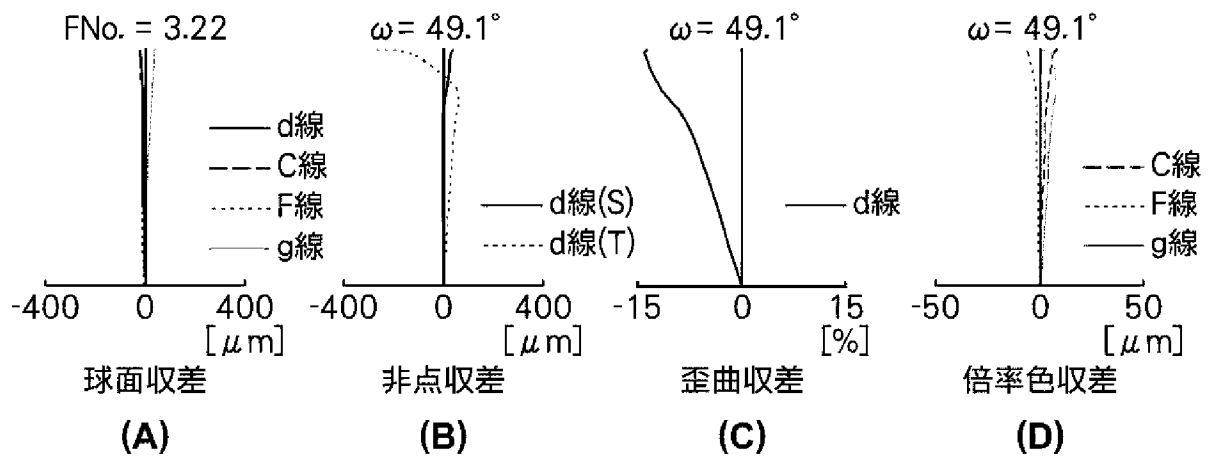
望遠



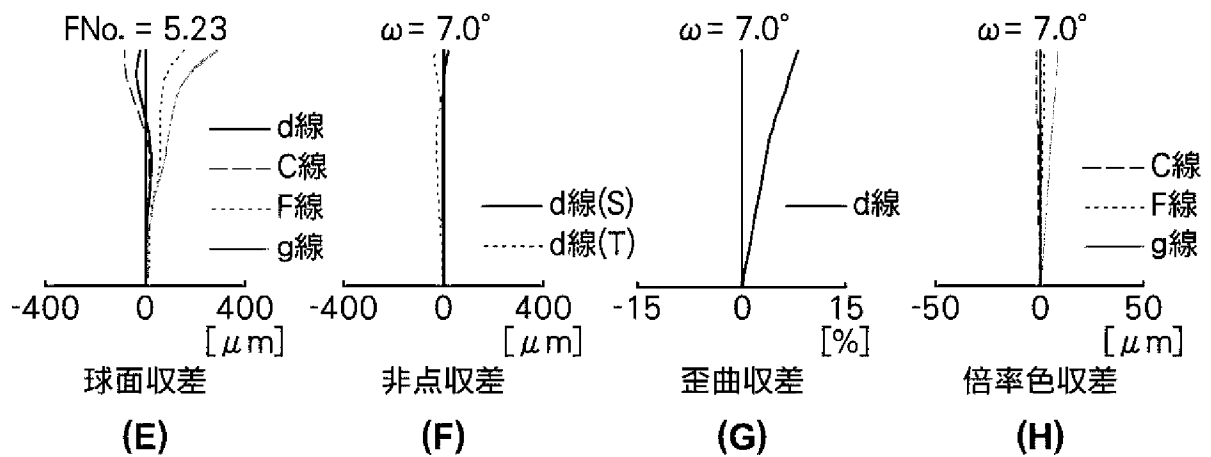
[図12]

実施例4

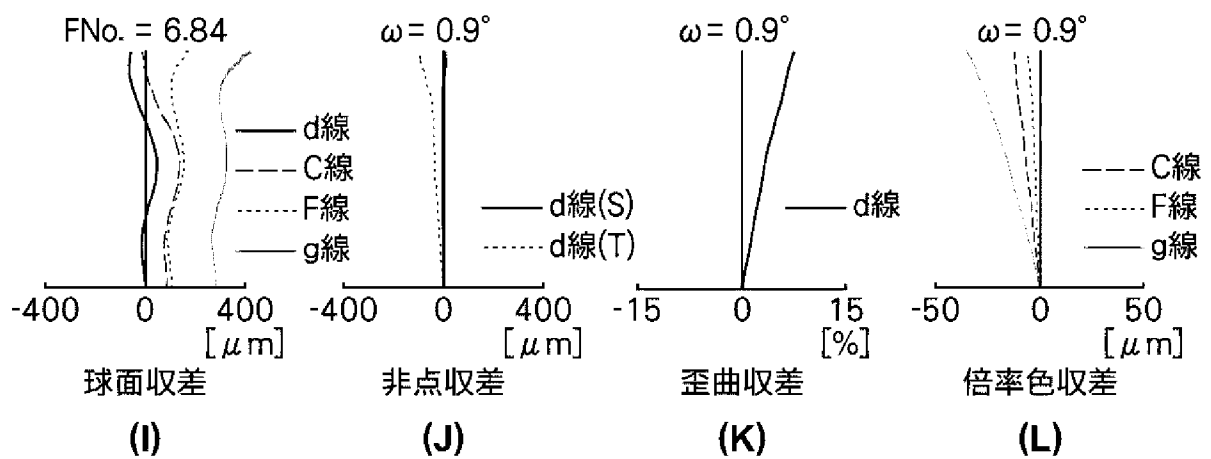
広角



中間



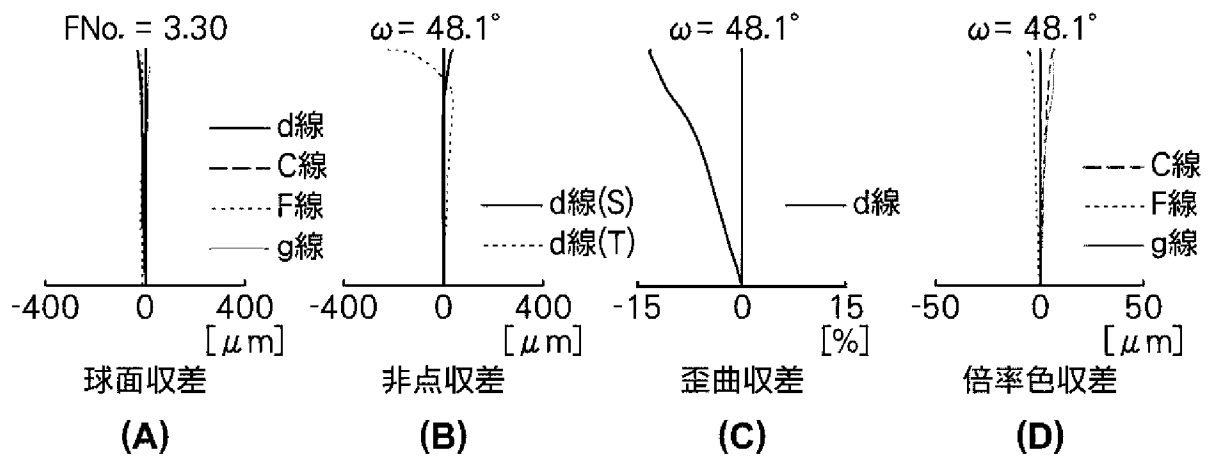
望遠



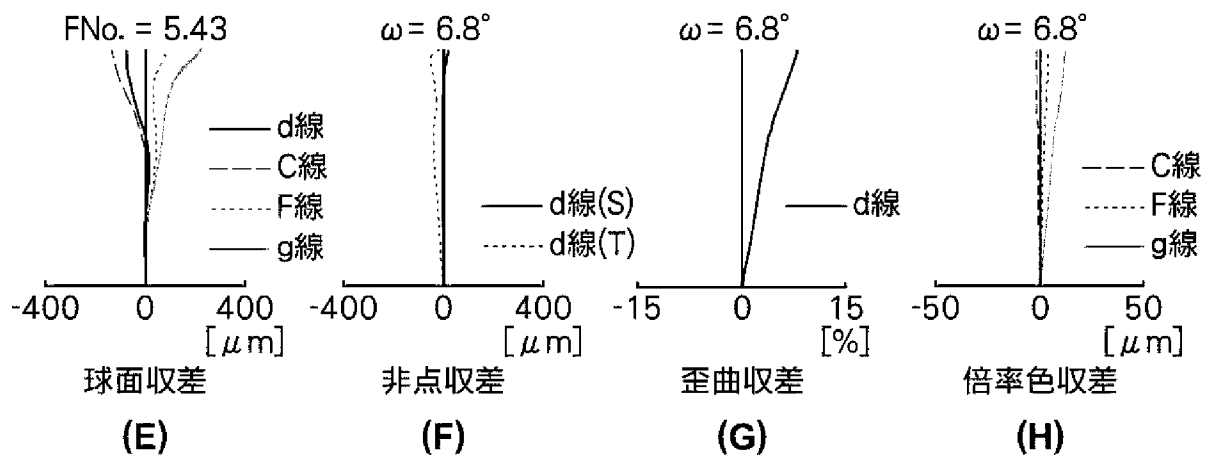
[図13]

実施例5

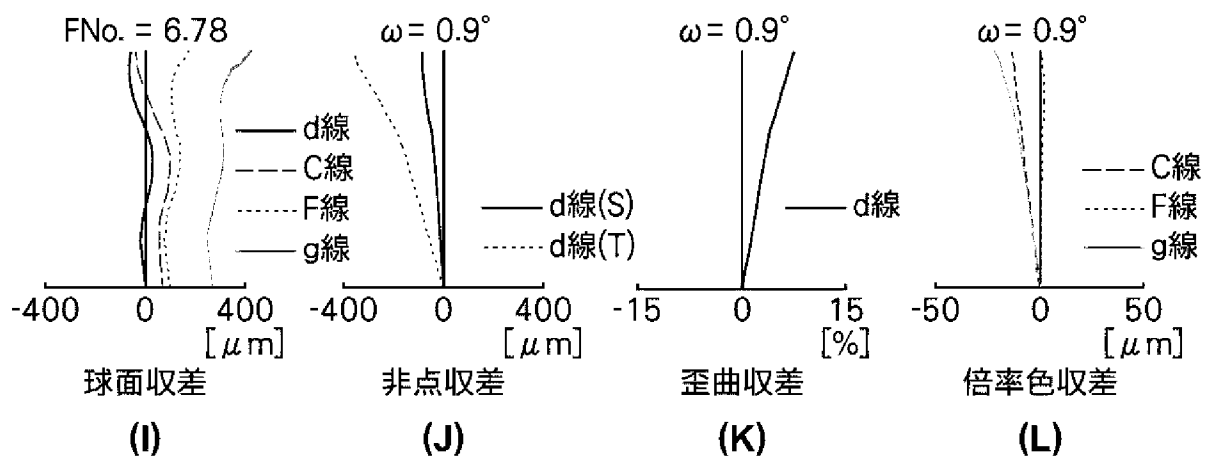
広角



中間



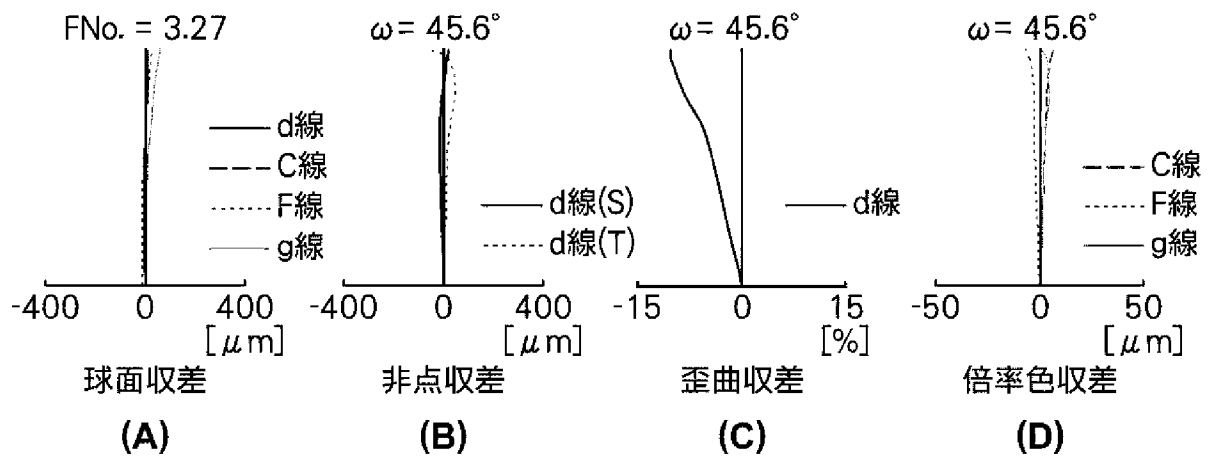
望遠



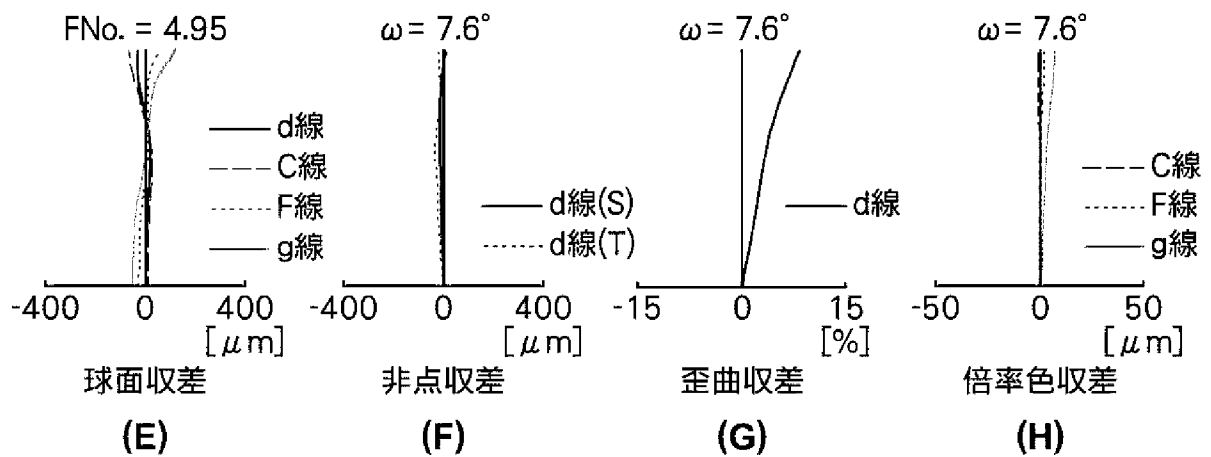
[図14]

実施例6

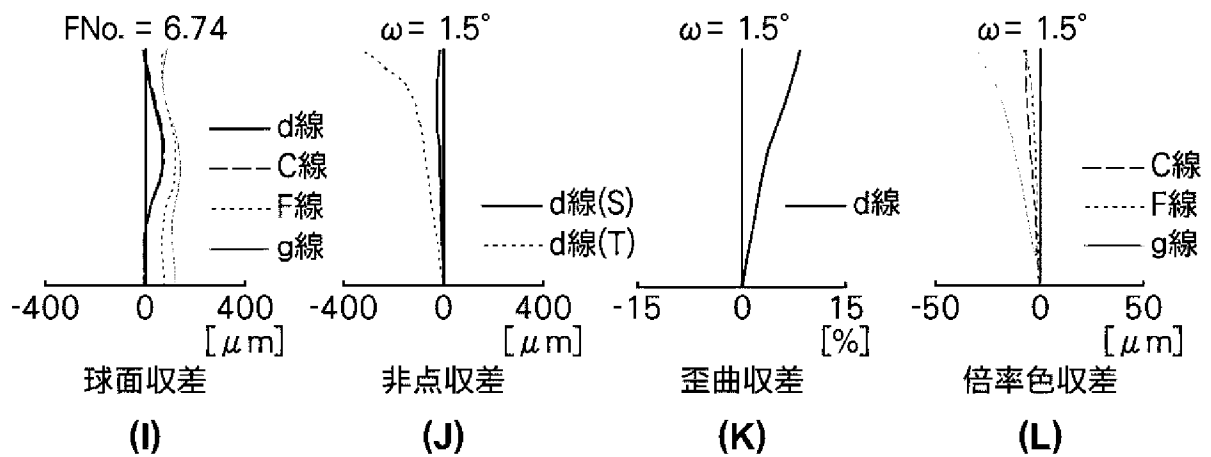
広角



中間



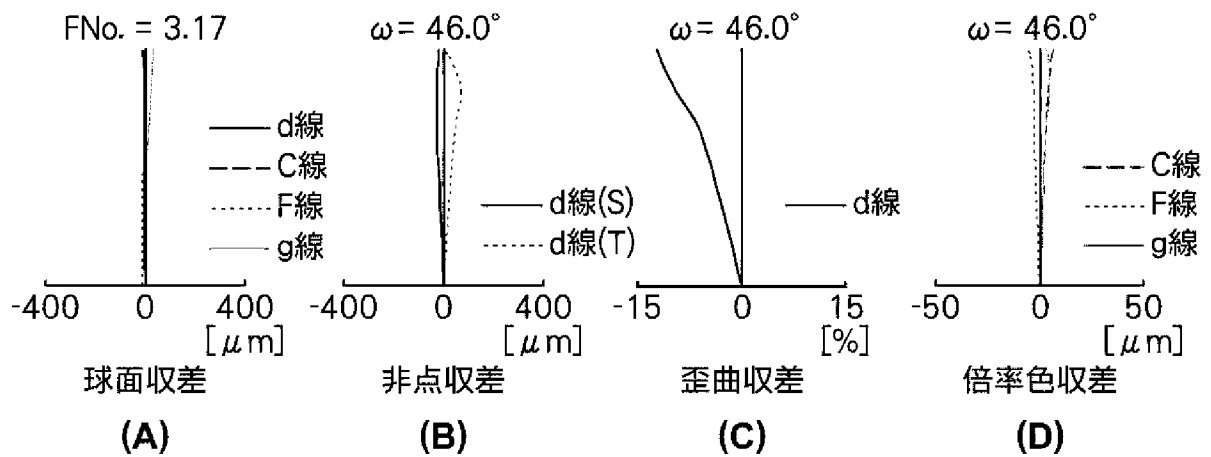
望遠



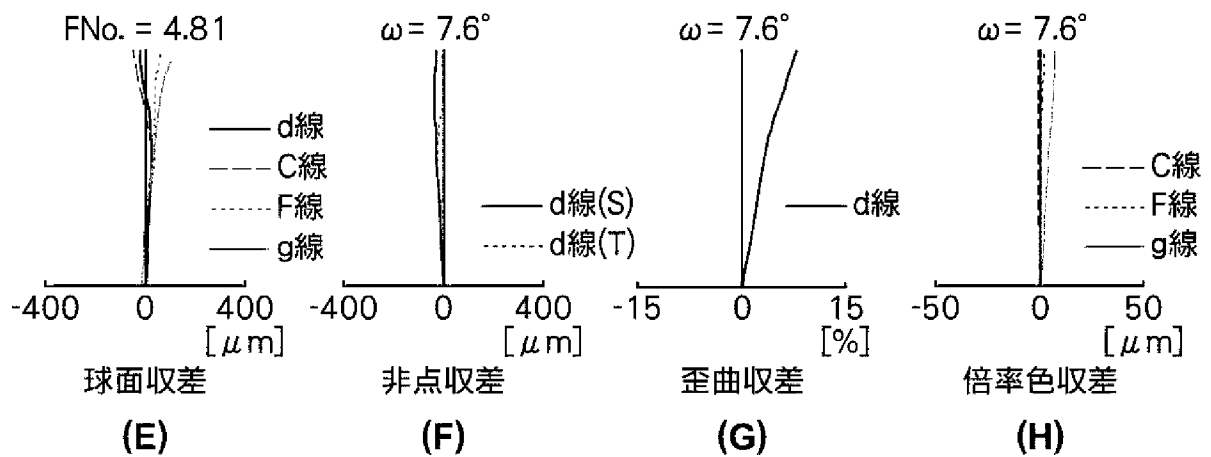
[図15]

実施例7

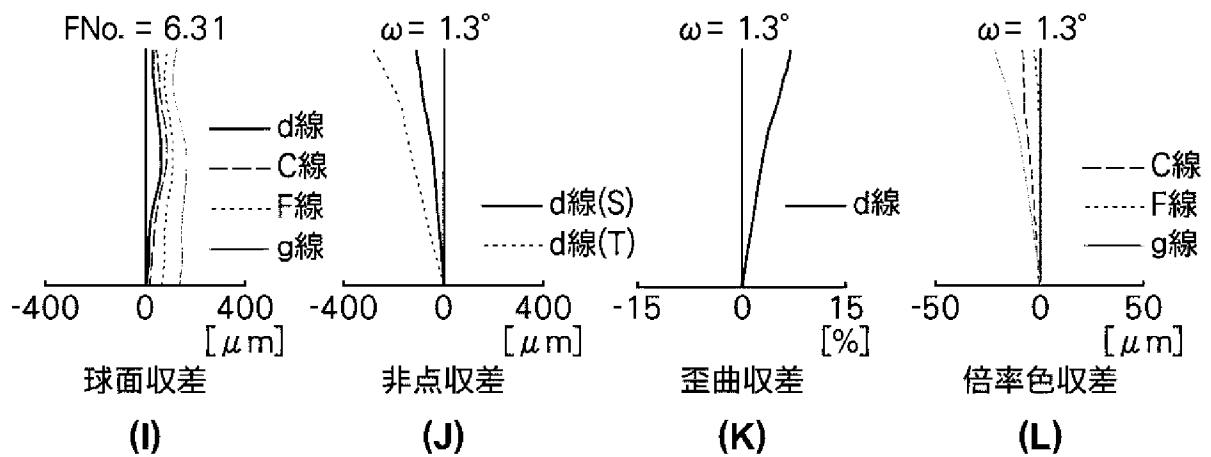
広角



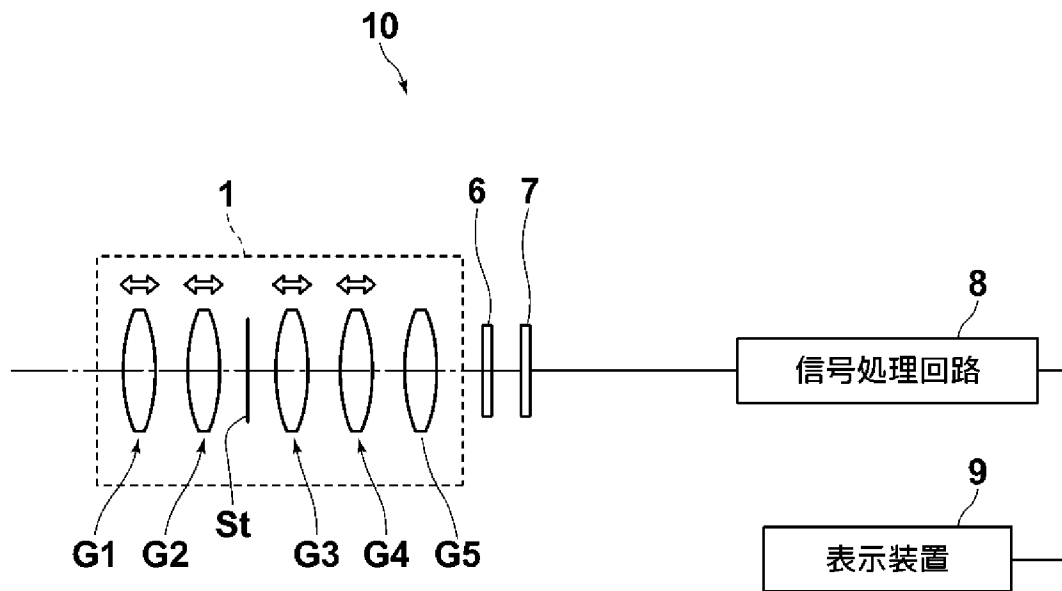
中間



望遠



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/005293

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B15/20(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)

G02B15/20, 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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2008-216440 A (Canon Inc.), 18 September 2008 (18.09.2008), example 3 & US 2008/0212206 A1 & EP 1965241 A1 & DE 602008001063 D & CN 101256271 A	1, 4, 6, 7, 14, 15, 20, 22 2, 3, 5, 8-13, 16-19, 21
X A	JP 2012-42807 A (Canon Inc.), 01 March 2012 (01.03.2012), examples 2, 3 & US 2012/0044388 A1 & CN 102375222 A	1-4, 6-8, 10, 14-17, 20, 22 5, 9, 11-13, 18, 19, 21
X A	JP 2012-155087 A (Nikon Corp.), 16 August 2012 (16.08.2012), example 4 & US 2012/0188647 A1 & CN 102621675 A	1-4, 6, 7, 14, 15, 17, 20-22 5, 8-13, 16, 18, 19

☒ 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
06 December, 2013 (06.12.13)

Date of mailing of the international search report
17 December, 2013 (17.12.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/005293

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	JP 2013-164455 A (Canon Inc.), 22 August 2013 (22.08.2013), examples 4, 5 (Family: none)	1-8, 10, 14-16, 19-22
P,X	JP 2013-178298 A (Konica Minolta, Inc.), 09 September 2013 (09.09.2013), examples 1 to 3, 5 (Family: none)	1-3, 5, 6, 8, 11, 12, 14-17, 20, 22
P,X	JP 2013-190741 A (Canon Inc.), 26 September 2013 (26.09.2013), examples 1, 7 (Family: none)	1, 2, 4-8, 10, 14-16, 18, 20, 22
P,X	JP 2013-224979 A (Hoya Corp.), 31 October 2013 (31.10.2013), examples 1 to 6 (Family: none)	1-4, 6, 8, 11, 14, 16, 17, 20, 22

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B15/20(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. G02B15/20, 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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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	JP 2008-216440 A（キヤノン株式会社）2008.09.18, 実施例 3 & US 2008/0212206 A1 & EP 1965241 A1 & DE 602008001063 D & CN 101256271 A	1, 4, 6, 7, 14, 15, 20, 22 2, 3, 5, 8-13, 16-19, 21
X A	JP 2012-42807 A（キヤノン株式会社）2012.03.01, 実施例 2, 3 & US 2012/0044388 A1 & CN 102375222 A	1-4, 6-8, 10, 14-17, 20, 22 5, 9, 11-13, 18, 19, 21

☒ 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

0 6 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 7 . 1 2 . 2 0 1 3

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）

堀井 康司

2 V

3 7 1 3

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2012-155087 A (株式会社ニコン) 2012.08.16, 実施例 4 & US 2012/0188647 A1 & CN 102621675 A	1-4, 6, 7, 14, 15, 17, 20-22 5, 8-13, 16, 18 , 19
P, X	JP 2013-164455 A (キヤノン株式会社) 2013.08.22, 実施例 4, 5 (ファミリーなし)	1-8, 10, 14-16 , 19-22
P, X	JP 2013-178298 A (コニカミノルタ株式会社) 2013.09.09, 実施例 1-3, 5 (ファミリーなし)	1-3, 5, 6, 8, 11 , 12, 14-17, 20 , 22
P, X	JP 2013-190741 A (キヤノン株式会社) 2013.09.26, 実施例 1, 7 (ファミリーなし)	1, 2, 4-8, 10, 14-16, 18, 20, 22
P, X	JP 2013-224979 A (HOYA株式会社) 2013.10.31, 実施例 1-6 (ファミリーなし)	1-4, 6, 8, 11, 14, 16, 17, 20, 22