

(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
2012 年 12 月 27 日(27.12.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/176437 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/JP2012/003987
- (22) 国際出願日: 2012 年 6 月 19 日(19.06.2012)
- (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 2011-137061 2011 年 6 月 21 日(21.06.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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 番 3 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中 剛 (TANAKA, Takashi) [JP/JP]; 〒3310813 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) [JP/JP]; 〒3310813 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 -

18-3 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, 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, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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), ユーロッパ (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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

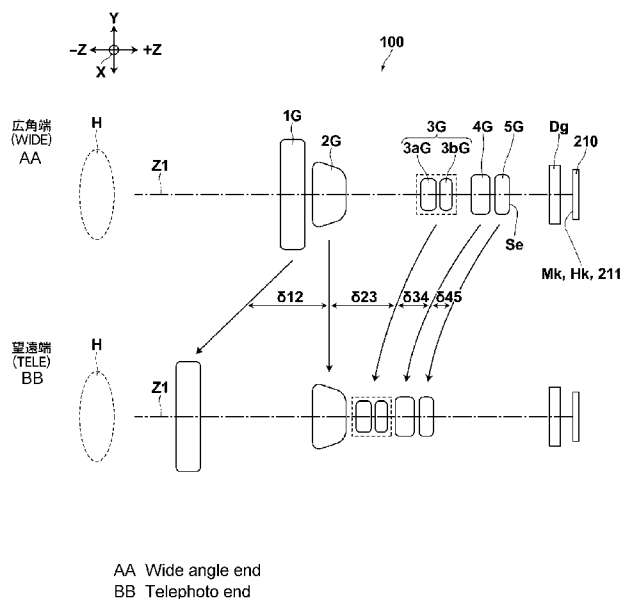
添付公開書類:

— 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】



(57) Abstract: [Problem] To provide a zoom lens having a high variable power ratio while enabling a reduction in size and an increase in performance. [Solution] A zoom lens comprising, in order from the object side, a positive first lens group (1G), a negative second lens group (2G), a positive third lens group (3G), a positive fourth lens group (4G), and a negative fifth lens group (5G). When zooming from the wide angle end to the telephoto end, the clearance (δ12) between the first lens group (1G) and second lens group (2G) is always increased, the clearance (δ23) between the second lens group (2G) and third lens group (3G) is always decreased, the clearance (δ34) between the third lens group (3G) and fourth lens group (4G) is always decreased, the clearance (δ45) between the fourth lens group (4G) and the fifth lens group (5G) is changed, and all of the lens groups are displaced relative to the imaging position. When the point of focus is shifted from the infinity side to the near side and focused, only the fifth lens group (5G) is shifted from the object side to towards the image side, and the fifth lens group (5G) has at least one negative lens and at least one positive lens.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/176437 A1



【課題】ズームレンズにおいて、高変倍比としつつ小型化、高性能化する。【解決手段】物体側から順に、正の第1レンズ群(1G)、負の第2レンズ群(2G)、正の第3レンズ群(3G)、正の第4レンズ群(4G)、負の第5レンズ群(5G)から構成され、広角端から望遠端へ変倍させる際に、第1、第2レンズ群(1G、2G)の間隔 δ_{12} を常に増加させ、第2、第3レンズ群(2G、3G)の間隔 δ_{23} を常に減少させ、第3、第4レンズ群(3G、4G)の間隔 δ_{34} を常に減少させ、第4、第5レンズ群(4G、5G)の間隔 δ_{45} を変化させるとともに、全てのレンズ群を結像位置に対して移動させるようにし、さらに、ピント位置を無限遠側から至近側へ移動させて合焦させる際に、第5レンズ群(5G)のみを物体側から像側へ移動させるようにし、第5レンズ群(5G)を、少なくとも1枚の負のレンズと、少なくとも1枚の正のレンズとを有するものとする。

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、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラや放送用カメラ、監視用カメラ等の電子カメラに用いられる高変倍比のズームレンズおよびこのズームレンズを用いた撮像装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来より、変倍比の比較的大きなズームレンズとして物体側から順に、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、正の屈折力を有する第4レンズ群、負の屈折力を有する第5レンズ群からなるものが知られている。このようなレンズ構成を有するズームレンズは、大きな変倍比と小型化とを両立させるのに適していることが知られている（特許文献1，2，3参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平4－70707号公報
特許文献2：特開平9－197271号公報
特許文献3：特開平11－64728号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、近年、小型であっても大きな変倍比を有するズームレンズ、例えば、12倍を超えるような高変倍比でありながら小型で高性能なズームレンズを使用したいという要請がある。

[0005] しかしながら、従来より知られている小型で高性能なズームレンズ、例えば、特許文献1～3に記載のズームレンズは、いずれも変倍比が10倍に満たないものであり、必ずしも高変倍比とは言えないものである。

[0006] 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

小型で高性能なズームレンズおよびこのズームレンズを用い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

- [0007] 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、正の屈折力を有する第4レンズ群、負の屈折力を有する第5レンズ群から構成され、広角端から望遠端へ変倍させる際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔を常に増加させ、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を常に減少させ、第3レンズ群と第4レンズ群との間隔を常に減少させ、第4レンズ群と第5レンズ群との間隔を変化させるとともに、全ての前記レンズ群を結像位置に対して移動させるように構成されたものであり、ピント位置を無限遠側から至近側へ移動させて合焦させる際に、第5レンズ群のみを物体側から像側へ移動させるように構成され、第5レンズ群が、少なくとも1枚の負の屈折力を持つレンズと、少なくとも1枚の正の屈折力を持つレンズとを有することを特徴とするものである。
- [0008] 前記ズームレンズは、実質的に5個のレンズ群からなるものとしてできる。なお、「実質的にn個のレンズ群からなるズームレンズ」とは、n個のレンズ群以外に、実質的に屈折力を有さないレンズ、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、等を持つズームレンズである。
- [0009] 前記第5レンズ群は、少なくとも1つの非球面を有し、条件式(A)： $10 < \nu_{5n} - \nu_{5p} < 30$ 、および条件式(B)： $1.77 < N_{5n}$ を同時に満足することが望ましく、条件式(A')： $12 < \nu_{5n} - \nu_{5p} < 25$ 、条件式(B')： $1.79 < N_{5n}$ を満足することがより望ましい。
- [0010] ただし、 ν_{5n} は第5レンズ群を構成する負の屈折力を持つ各レンズのアッベ数(d線基準)の平均値、 ν_{5p} は第5レンズ群を構成する正の屈折力を持つ各レンズのアッベ数(d線基準)の平均値、 N_{5n} は第5レンズ群を構成する負の屈折力を持つ各レンズの屈折率(d線)の平均値とする。

[0011] 前記ズームレンズは、条件式 (C) : $-6.0 < 1 - \beta_{5T}^2 < -2.5$ を満足することが望ましく、条件式 (C') : $-5.5 < 1 - \beta_{5T}^2 < -2.9$ を満足することがより望ましい。ただし、 β_{5T} は望遠端での無限遠合焦時における第5レンズ群の結像倍率とする。

[0012] 前記第5レンズ群は、物体側から、正の屈折力を持つレンズ、負の屈折力を持つレンズをこの順に配置してなるものとしてすることができる。

[0013] 本発明の撮像装置は、前記ズームレンズを搭載したことを特徴とするものである。

発明の効果

[0014] 本発明のズームレンズおよびこのズームレンズを用いた撮像装置によれば、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、正の屈折力を有する第4レンズ群、負の屈折力を有する第5レンズ群を配置して構成し、広角端から望遠端へ変倍させる際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔を常に増加させ、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を常に減少させ、第3レンズ群と第4レンズ群との間隔を常に減少させ、第4レンズ群と第5レンズ群との間隔を変化させるとともに、各レンズ群を結像位置に対して移動させるようにし、無限遠側から至近側へピント位置を移動させる際に、第5レンズ群のみを物体側から像側へ移動させ、第5レンズ群を、少なくとも1枚の負レンズと、少なくとも1枚の正レンズとを有するものとしたので、高変倍比でありながら小型で高性能なズームレンズとすることができる。

[0015] すなわち、例えば、広角端の全画角が75度を超える大きな画角でありながら、12倍を超える高変倍比を有し、かつ小型で高性能なズームレンズを得ることができる。

[0016] また、第5レンズ群を、少なくとも1枚の負レンズと、少なくとも1枚の正レンズとを有するものとし、無限遠側から至近側に向けて合焦する際に、この第5レンズ群のみを物体側から像側へ移動させるように構成したので、合焦時における性能劣化を抑えつつ、移動群であるこの第5レンズ群を小型

化および軽量化することができる。これにより、このズームレンズを用いた撮像装置における合焦機構の負担を軽減することができ、例えば高速で合焦させる事が可能となる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施の形態によるズームレンズおよびこのズームレンズを備えた撮像装置の概略構成を示す断面図

[図2A]実施例1のズームレンズを示す断面図

[図2B]実施例1のズームレンズのズーム設定を広角端と望遠端とに定めた各場合を示す断面図

[図3A]実施例2のズームレンズを示す断面図

[図3B]実施例2のズームレンズのズーム設定を広角端と望遠端とに定めた各場合を示す断面図

[図4A]実施例3のズームレンズを示す断面図

[図4B]実施例3のズームレンズのズーム設定を広角端と望遠端とに定めた各場合を示す断面図

[図5A]実施例4のズームレンズを示す断面図

[図5B]実施例4のズームレンズのズーム設定を広角端と望遠端とに定めた各場合を示す断面図

[図6A]実施例5のズームレンズを示す断面図

[図6B]実施例5のズームレンズのズーム設定を広角端と望遠端とに定めた各場合を示す断面図

[図7]実施例1のズームレンズの収差図

[図8]実施例2のズームレンズの収差図

[図9]実施例3のズームレンズの収差図

[図10]実施例4のズームレンズの収差図

[図11]実施例5のズームレンズの収差図

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明のズームレンズおよびこのズームレンズを用いた撮像装置に

ついて図面を参照して説明する。

[0019] 図1は、本発明のズームレンズ、およびこのズームレンズを備えた撮像装置の概略構成を示す断面図である。

[0020] 図示のズームレンズ100は、高変倍比でありながら小型で高性能なズームレンズであり、このズームレンズ100を搭載した撮像装置200は、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラや放送用カメラ、および監視用カメラなどとして用いられるものである。

[0021] ズームレンズ100は、物体側（図中-Zの側）から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群1G、負の屈折力を有する第2レンズ群2G、正の屈折力を有する第3レンズ群3G、正の屈折力を有する第4レンズ群4G、負の屈折力を有する第5レンズ群5Gの5群から構成されている。

[0022] このズームレンズ100は、広角端から望遠端へズーミングさせる（連続変倍させる）際に、第1レンズ群1Gと第2レンズ群2Gとの間隔 $\delta 12$ を常に増加させ、第2レンズ群2Gと第3レンズ群3Gとの間隔 $\delta 23$ を常に減少させ、第3レンズ群3Gと第4レンズ群4Gとの間隔 $\delta 34$ を常に減少させ、第4レンズ群4Gと第5レンズ群5Gとの間隔 $\delta 45$ を変化させるとともに、全てのレンズ群1G～5Gをズームレンズ100の結像位置である結像面Mkに対して移動させるように構成されたものである。

[0023] また、上記ズームレンズ100は、ピント位置を無限遠側から至近側へ移動させて合焦させる際に、第5レンズ群5Gのみを物体側（図中-Zの側）から像側（図中+Zの側）へ移動させて合焦させるように構成されている。

[0024] さらに、上記第5レンズ群5Gは、少なくとも1枚の負の屈折力を持つレンズ（以後、省略して負レンズとも言う）と、少なくとも1枚の正の屈折力を持つレンズ（以後、省略して正レンズとも言う）とを有している。

[0025] 以上、ズームレンズ100の基本構成について説明した。

[0026] なお、この第5レンズ群5Gは、少なくとも1つのレンズ面を非球面とし、条件式（A）： $10 < \nu_{5n} - \nu_{5p} < 30$ 、および条件式（B）： $1.77 < N_{5n}$ を同時に満足するように構成されたものとするのが望ましく、条件

式 (A') : $1.2 < \nu_{5n} - \nu_{5p} < 2.5$ 、および (B') : $1.79 < N_{5n}$ を同時に満足するように構成されたものとするのがさらに望ましい。

[0027] ただし、 ν_{5n} は、第5レンズ群5Gを構成する負の屈折力を持つ各レンズの (d線を基準とした) アッベ数の平均値、 ν_{5p} は第5レンズ群5Gを構成する正の屈折力を持つ各レンズの (d線を基準とした) アッベ数の平均値、 N_{5n} : は第5レンズ群5Gを構成する負の屈折力を持つ各レンズの (d線に対する) 屈折率の平均値とする。

[0028] 上記のように、第5レンズ群を、少なくとも1面に非球面を有するものとするれば、合焦時における性能変化を良好に抑えることができる。

[0029] 条件式 (A) は、第5レンズ群5Gを構成する負レンズおよび正レンズの d線に対するアッベ数を規定するものである。条件式 (A) の下限を下回るようにズームレンズ100を構成すると、第5レンズ群5G内における色収差の補正が補正不足となり、合焦移動させたときの色収差が問題となってしまふ。一方、条件式 (A) の上限を上回るように構成すると、第5レンズ群5G内における色収差の補正は十分であるものの、結果的に負レンズの屈折率を小さくせざるを得なくなり、周辺像の像面湾曲が大きくなるという問題が生じる。

[0030] 条件式 (B) は、第5レンズ群5G内の負レンズの d線に対する屈折率を規定するものである。条件式 (B) の下限を下回るようにズームレンズ100を構成すると、第5レンズ群5G内の負レンズの屈折率が小さくなりすぎて、周辺像の像面湾曲が発生しやすくなるという問題が生じる。

[0031] また、ズームレンズ100は、条件式 (C) : $-6.0 < 1 - \beta_{5T}^2 < -2.5$ を満足するものとするのが望ましく条件式 (C') : $-5.5 < 1 - \beta_{5T}^2 < -2.9$ を満足するものとするのがさらに望ましい。

[0032] ただし、 β_{5T} は望遠端での無限遠合焦時における第5レンズ群5Gの結像倍率とする。

[0033] 条件式 (C) は、第5レンズ群5Gの望遠端の無限遠合焦時における合焦移動に対する像移動の感度を規定するものである。条件式 (C) の下限を下

回るようにズームレンズ１００を構成すると、望遠端での第５レンズ群５Ｇの合焦移動に対する像移動の感度が高くなりすぎて、ベストピント位置を探すための第５レンズ群５Ｇの振幅移動量が小さくなりすぎる。その結果、例えば、この第５レンズ群５Ｇの合焦移動が止まってしまう等フォーカス制御が困難になってしまうという問題が生じる。一方、条件式（Ｃ）の上限を超えると、第５レンズ群５Ｇの合焦移動に対する像移動の感度が望遠端では問題ないものの、結果的に広角端での感度が低くなりすぎて、ベストピント位置を探すための第５レンズ群５Ｇの振幅移動量が大きくなりすぎる。その結果、例えば、合焦移動時に合焦機構から異音が発生する等の不具合が発生してしまうという問題が生じる。

[0034] なお、第５レンズ群５Ｇは、正レンズと負レンズとからなるものとし、物体側から順に、正レンズ、負レンズを配置してなるものとするのが望ましい。これにより、合焦時における性能変化を抑えることができる必要最小限のレンズ枚数でこの第５レンズ群５Ｇを構成することができるので、合焦機構への負担をより小さくすることができ、高速で合焦させることが可能となる。また、物体側から順に正レンズ、負レンズを配置することで、第５レンズ群５Ｇを構成する各面について像側に凸を向けるレンズ面が多くなるので、撮像素子の撮像面で反射してこの第５レンズ群５Ｇに戻ってきた光に対して、各レンズ面における反射光が発散しやすくなり、目立つゴーストが発生しにくくなる。

[0035] また、図１に示す撮像装置２００は、上記ズームレンズ１００と、このズームレンズ１００を通して形成された光学像Ｈｋ（被写体Ｈを表す光学像）を撮像するＣＣＤやＣＭＯＳなどからなる撮像素子２１０とを備えている。この撮像素子２１０の撮像面２１１が、上記撮像レンズ１００の結像位置（結像面Ｍｋ）となる。

[0036] なお、ズームレンズ１００を構成する最も像側のレンズ（図１に示すズームレンズ１００においては符号Ｓ_eで示す）と撮像面２１１との間には、光学部材Ｄ_gが配置されている。

[0037] この光学部材D_gとしては、撮像レンズ100が装着される撮像装置200の構成に応じて、種々のものを配置することができる。例えば、光学部材D_gとして、撮像面保護用のカバーガラス、赤外線カットフィルタ、NDフィルタ等に対応する部材を1枚または複数枚配置することができる。

実施例

[0038] 以下、本発明のズームレンズの具体的な実施例1～5について、図2A、図2B、・・・図6A、図6B、図7・・・図11等を参照して説明する。

[0039] なお、実施例1～5の各ズームレンズは、上記ズームレンズ100の構成を満足するとともに、以下の構成要素を有するものである。

[0040] 実施例1～5のズームレンズそれぞれは、3枚のレンズからなる第1レンズ群1G、4枚のレンズからなる第2レンズ群2G、5枚のレンズからなる第3レンズ群3G、3枚のレンズからなる第4レンズ群4G、2枚のレンズからなる第5レンズ群5Gを配置して構成されたものである。

[0041] ここで、第1レンズ群1Gは、物体側から順に、第1群第1レンズL1、第1群第2レンズL2、第1群第3レンズL3を配置してなるものである。

[0042] また、第2レンズ群2Gは、物体側から順に、第2群第1レンズL4、第2群第2レンズL5、第2群第3レンズL6、第2群第4レンズL7を配置してなるものである。

[0043] また、第3レンズ群3Gは、物体側から順に、第3群第1レンズL8、第3群第2レンズL9、第3群第3レンズL10、第3群第4レンズL11、第3群第5レンズL12を配置してなるものである。

[0044] また、第4レンズ群4Gは、物体側から順に、第4群第1レンズL13、第4群第2レンズL14、第4群第3レンズL15を配置してなるものである。

[0045] さらに、第5レンズ群5Gは、物体側から順に、第5群第1レンズL16、第5群第2レンズL17を配置してなるものである。

[0046] また、上記のように5枚のレンズからなる第3レンズ群3Gは、最も物体側に配された3枚のレンズ（正の屈折力を持つ第3aレンズ群3aG）と、

最も像側に配された2枚のレンズ（負の屈折力を持つ第3 b レンズ群 3 b G）とから構成されたものであり、第3 b レンズ群 3 b G を光軸直交方向（X-Y 平面の延びる方向）へ移動可能に構成することにより、手ぶれ補正の機能を奏することができる。

[0047] ここで、第3 a レンズ群 3 a G は、第3 群第1 レンズ L 8、第3 群第2 レンズ L 9、第3 群第3 レンズ L 10 からなるものであり、第3 b レンズ群 3 b G は、第3 群第4 レンズ L 11、第3 群第5 レンズ L 12 からなるものである。

[0048] なお、開口絞り S t は、第2 レンズ群 2 G と第3 レンズ群 3 G との間に配置され、変倍時には第3 レンズ群 3 G と一体となって光軸 Z 1 方向へ移動されるように構成されている。

[0049] <実施例 1>

図 2 A、図 2 B に実施例 1 のズームレンズを示す。図 2 A は実施例 1 のズームレンズの構成を詳しく示す図である。図 2 B は、実施例 1 のズームレンズに関し、上段にズーム設定を広角端に定めたときの状態（図中に「W I D E」で示す）、下段にズーム設定を望遠端に定めたときの状態（図中に「T E L E」で示す）を示すとともに、広角端から望遠端への変倍時の各群の移動経路を矢線で示す図である。

[0050] なお、実施例 1 のズームレンズにおける第5 レンズ群 5 G は、物体側から、負レンズ、正レンズの順に2枚のレンズを配置してなるものである。

[0051] また、後述する表 1 A に実施例 1 のズームレンズに関する諸データを示す。表 1 A の上段にはレンズデータを、中段にはズームレンズの概略仕様を、下段には各レンズ群の焦点距離を示す。

[0052] 表 1 A の上段のレンズデータにおいて、面番号 i は、最も物体側から像側に向かうに従い順次増加する i 番目（ $i = 1, 2, 3, \dots$ ）のレンズ面等の番号を示す。なお、これらのレンズデータには開口絞り S t や光学部材 D g も含めて記載している。

[0053] 曲率半径 R_i は i 番目（ $i = 1, 2, 3, \dots$ ）の面の曲率半径を示し

、面間隔 D_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) は i 番目の面と $i + 1$ 番目の面との光軸 Z_1 上における面間隔を示す。レンズデータの記号 R_i および記号 D_i は、レンズ面等を示す記号 S_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) と対応している。

[0054] なお、面間隔 D_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) の欄には面間隔を示す数値が記載されている場合と、記号 D_m (m は整数) が記載されている場合があるが、記号 D_m が記載されているところはレンズ群間の面間隔 (空気間隔) に対応しており、それらの面間隔 (空気間隔) は変倍比 (ズーム倍率) の変更に応じて変化する。

[0055] N_j は物体側から像側に向かうに従い順次増加する j 番目 ($j = 1, 2, 3, \dots$) の光学要素について波長 587.6 nm (d 線) に対する屈折率を示し、 ν_j は j 番目の光学要素の d 線を基準としたアッペ数を示す。

[0056] 表 1 A のレンズデータにおいて、曲率半径および面間隔の単位は mm であり、曲率半径は物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。

[0057] なお、上記のような光学系は、一般にレンズ等の光学要素の寸法を比例拡大または比例縮小しても所定の性能を維持することが可能なため、上記レンズデータ全体を比例拡大または比例縮小したズームレンズについても本発明に係る実施例とすることができる。

[0058] また、表 1 A の中段には、広角端 ($W I D E$) と変倍途中 ($M I D$) と望遠端 ($T E L E$) とにおける各値、すなわち、各レンズ群間の間隔: D_5 、 D_{13} 、 D_{23} 、 D_{28} 、 D_{32} 、および、 f : レンズ全系の焦点距離 (各値の単位 mm)、 F_{no} : F ナンバー、 2ω : 全画角 (単位は「 $^\circ$ 」) を示す。なお、変倍途中 ($M I D$) は、中間焦点距離位置ということもある。

[0059] さらに、表 1 A の下段には、各群の焦点距離を示す。ここで、 f_1 : 第 1 レンズ群 1 G の焦点距離、 f_2 : 第 2 レンズ群 2 G の焦点距離、 f_3 : 第 3 レンズ群 3 G の焦点距離、 f_4 : 第 4 レンズ群 4 G の焦点距離、 f_5 : 第 5 レンズ群 5 G の焦点距離、 f_{3a} : 第 3 a レンズ群 3 a G の焦点距離、 f_{3b} : 第 3 b レンズ群 3 b G の焦点距離である。

[0060] なお、表 1 A 中に記載されている「第 3 b 群 (O I S)」(O I S : Optical Image Stabilization) は、この第 3 b レンズ群 3 b G を光軸直交方向 (X-Y 平面の延びる方向) へ移動可能とすることにより、手ぶれ補正の機能を奏することができることを示している。

[表1A]

実施例1

面番号	Ri	Di	Nj	ν_j	群構成
1	85.7554	1.950	1.84661	23.9	第1群
2	62.5697	9.119	1.49700	81.5	
3	-31126.9375	0.100			
4	77.2118	4.299	1.61800	63.3	
5	186.7731	D5			
6	108.0235	1.350	1.88300	40.8	第2群
7	18.6071	8.337			
8	-55.8960	1.000	1.88300	40.8	
9	66.9403	0.700			
10	37.4987	6.589	1.84661	23.9	
11	-38.9747	0.362			
12	-34.0881	1.000	1.75500	52.3	
13	105.4506	D13			
(開口絞り)14	∞	1.000			第3a群
15	33.7005	3.568	1.56732	42.8	
16	-52.6106	0.363			
17	28.4699	4.073	1.49700	81.5	
18	-32.0211	0.900	1.90366	31.3	
19	211.4451	2.505			
* 20	-67.2274	1.500	1.80348	40.4	第3b群 (OIS)
21	24.5327	1.041			
22	27.2898	2.358	1.84661	23.9	
23	69.3194	D23			
* 24	49.0350	4.377	1.51560	63.1	第4群
* 25	-43.0727	0.169			
26	46.1728	1.000	1.84661	23.9	
27	22.9572	6.496	1.51680	64.2	
28	-48.8859	D28			
* 29	85.0541	1.500	1.80348	40.4	第5群
* 30	20.5630	0.099			
31	19.5078	2.277	1.92286	20.9	
32	25.9096	D32			
33	∞	3.700	1.51680	64.2	Dg
34	∞				

	WIDE	MID	TELE
D5	0.950	32.298	66.596
D13	42.834	15.932	3.617
D23	12.578	6.213	3.622
D28	2.153	3.937	1.901
D32	35.505	66.444	82.661
f	18.384	67.549	248.190
Fno	3.60	5.48	6.49
$2\omega [^\circ]$	76.61	22.49	6.22

f_1	111.303
f_2	-17.195
f_3	89.768
f_4	28.523
f_5	-59.029
f_{3a}	33.607
f_{3b} (OIS)	-39.462

[0061] また、表1Bに実施例1のズームレンズにおける非球面の非球面係数を示

す。なお、表 1 Aにおけるレンズデータの面番号に付加した*印はその面が非球面であることを示しており、それらの面番号に対応する非球面の非球面係数が表 1 Bに示されている。

[0062] なお、表 1 Bに記載されている非球面係数は、下記非球面式に適用して非球面形状が定められるように作成されたものである。

$$[0063] \quad Z = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - K \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum A_n \cdot h^n$$

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)

K : 2次曲面を表す非球面係数

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

[表1B]

記号	非球面係数				
	*20	*24	*25	*29	*30
K	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00
A3	-6.660866E-06	2.113073E-05	1.195308E-05	6.668667E-07	1.051388E-05
A4	1.068409E-05	-1.787018E-05	9.213718E-07	-1.182857E-07	-3.423284E-06
A5	-6.114474E-07	-3.133994E-07	2.202715E-08	-9.254225E-09	7.184053E-07
A6	3.008719E-08	1.883512E-07	-6.561077E-10	-4.950193E-10	-1.065630E-08
A7	2.785752E-09	-2.494012E-08	-1.302087E-10	-1.901654E-11	-4.565539E-09
A8	-7.187710E-11	1.247161E-09	-1.087276E-11	-1.551834E-13	-1.629647E-11
A9	-1.749371E-11	9.724427E-14	-6.432469E-13	7.118640E-14	4.500121E-11
A10	5.214071E-13	-1.350450E-12	-2.148723E-14	1.063682E-14	-1.679259E-12
A11	-9.928876E-17	9.672666E-16	-1.039705E-15	1.136476E-15	1.043516E-15
A12	-1.891767E-16	1.223378E-17	-3.166091E-17	1.069028E-16	7.735059E-17
A13	-6.521684E-17	-4.164422E-18	1.294460E-18	9.376248E-18	6.733229E-18
A14	-1.390141E-17	-7.285136E-19	3.747765E-19	7.834346E-19	6.654046E-19
A15	-1.714540E-18	7.231878E-20	8.216610E-20	2.319643E-19	2.466336E-19
A16	-2.682522E-19	4.235680E-21	9.394894E-21	1.747560E-20	2.657868E-20

[0064] 図7は、実施例1のズームレンズの広角端（W I D E）、変倍途中（中間、M I D）、および望遠端（T E L E）それぞれにおける球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す図である。図中には、d線、g線の各光に関する収差が示されている。なお、非点収差図には、サジタル像面およびタンジェンシャル像面に対する収差が示されている。

[0065] 図7中に示すように、記号（W a）、（M a）、（T a）で示す図が球面収差を、記号（W b）、（M b）、（T b）で示す図が非点収差を、記号（W c）、（M c）、（T c）で示す図がディストーションを、記号（W d）、（M d）、（T d）で示す図が倍率色収差を表している。

[0066] また、実施例の説明の最後に示す表6には、1から5の各実施例毎に条件式（A）、（B）、（C）の各値（条件式（A）、（B）、（C）中に記載されている各数式から求まる値）を示す。なお、各条件式中に記載されている数式の値は、表1A～表5A等を示すズームレンズに関する諸データ等から求めることができる。

[0067] 上記レンズデータ等から解るように実施例1のズームレンズは、高変倍比でありながら小型で高性能なズームレンズとすることができる。

[0068] なお、上記実施例1のズームレンズの構成を示す図2A、図2B、ズームレンズの収差を示す図7、ズームレンズのレンズデータ等を示す表1Aおよび表1B、条件式（A）、（B）、（C）中の各数式の値を示す表6等の読み取り方は、後述する実施例2～5についても同様なので、それらの説明は省略する。

[0069] <実施例2>

図3A、図3Bに実施例2のズームレンズを示す。図3Aは実施例2のズームレンズの構成を詳しく示す図である。図3Bは、実施例2のズームレンズに関し、上段にズーム設定を広角端に定めたときの状態（図中に「W I D E」で示す）、下段にズーム設定を望遠端に定めたときの状態（図中に「T E L E」で示す）を示すとともに、広角端から望遠端への変倍時の各群の移動経路を矢線で示す図である。

[0070] なお、実施例2のズームレンズにおける第5レンズ群5Gは、物体側から、正レンズ、負レンズの順に2枚のレンズを配置してなるものである。

[0071] また、表2Aに実施例2のズームレンズに関する諸データを示す。表2Aの上段にはレンズデータを、中段にはズームレンズの概略仕様を、下段には各レンズ群の焦点距離を示す。

[表2A]

実施例2

面番号	Ri	Di	Nj	ν_j	群構成
1	85.2292	2.520	1.84661	23.9	第1群
2	61.7335	9.054	1.49700	81.5	
3	-1963.5475	0.100			
4	66.8404	4.168	1.60300	65.4	
5	147.8987	D5			
6	88.0438	1.400	1.88300	40.8	第2群
7	18.3402	8.245			
8	-50.9539	1.050	1.83481	42.7	
9	63.5833	1.045			
10	37.5330	6.423	1.84661	23.9	
11	-37.5330	0.405			
12	-32.6020	1.050	1.77250	49.6	
13	97.2521	D13			第3a群
(開口絞り)14	∞	1.000			
15	33.0761	3.238	1.54814	45.8	
16	-58.1129	0.218			
17	29.9896	4.828	1.49700	81.5	
18	-29.9896	0.900	1.85026	32.3	第3b群 (OIS)
19	200.1256	4.148			
* 20	-64.3421	1.500	1.80168	40.7	
* 21	24.7941	0.835			
22	27.9314	2.293	1.84661	23.9	
23	67.4658	D23			第4群
* 24	52.0924	4.603	1.51530	62.8	
* 25	-41.7940	0.118			
26	48.9063	1.050	1.75520	27.5	
27	23.5612	5.631	1.48749	70.2	
28	-52.7318	D28			第5群
29	-77.6900	2.362	1.80518	25.4	
30	-34.1433	1.323			
* 31	-38.3946	1.500	1.80168	40.7	
* 32	175.1091	D32			
33	∞	5.200	1.51680	64.2	Dg
34	∞				

	WIDE	MID	TELE
D5	0.900	34.251	61.985
D13	43.622	17.798	3.965
D23	10.401	5.906	3.496
D28	3.770	5.315	1.700
D32	33.109	60.979	85.617
f	18.388	67.562	248.238
Fno	3.60	5.18	6.47
$2\omega [^\circ]$	76.59	22.60	6.27

f_1	105.536
f_2	-16.856
f_3	97.458
f_4	29.520
f_5	-84.482
f_{3a}	35.192
f_{3b} (OIS)	-37.423

[0072] また、表2Bに実施例2のズームレンズを構成する非球面の非球面係数を

示す。

[表2B]

記号	非球面係数 面番号					
	*20	*21	*24	*25	*31	*32
K	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00
A3	-6.214885E-06	1.210237E-06	2.670344E-05	1.418960E-05	-6.078072E-06	7.219238E-07
A4	1.178008E-05	-2.059917E-07	-1.699876E-05	3.117539E-07	-8.397924E-08	-1.310513E-07
A5	-5.734545E-07	-7.148778E-09	-2.869234E-07	2.819776E-09	-3.195286E-07	-3.857289E-09
A6	2.988894E-08	1.380535E-10	1.883256E-07	-7.772038E-10	-4.462125E-09	-5.848393E-10
A7	2.617898E-09	2.608762E-11	-2.502808E-08	-9.142656E-11	2.561994E-09	-7.783658E-11
A8	-9.134118E-11	1.435216E-13	1.237420E-09	-6.908198E-12	7.007254E-11	-7.925124E-12
A9	-1.920389E-11	-3.192440E-13	-6.986446E-13	4.003267E-13	-2.680817E-11	-7.016044E-13
A10	3.923019E-13	-5.843137E-14	-1.406596E-12	-1.483360E-14	9.907504E-13	-5.825802E-14
A11	-7.929852E-15	-7.084585E-15	-2.653633E-15	-1.835598E-15	-9.622458E-15	-4.777413E-15
A12	-6.308512E-16	-6.646965E-16	-2.176749E-16	-2.125550E-16	-9.379487E-16	-4.039401E-16
A13	-5.271484E-17	-4.473916E-17	-2.116950E-17	-2.258551E-17	-8.488742E-17	-3.628087E-17
A14	-2.605892E-18	-6.306085E-19	-2.497013E-18	-2.231667E-18	-7.080190E-18	-3.496352E-18
A15	1.622270E-18	4.767090E-19	-2.199383E-19	-3.898770E-19	-6.276121E-19	-8.095367E-19
A16	3.760341E-19	1.155446E-19	-2.569275E-20	-4.124631E-20	-3.345415E-20	-9.331008E-20

[0073] 図8は、実施例2のズームレンズの広角端（W I D E）、変倍途中（中間、M I D）、および望遠端（T E L E）それぞれにおける球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す図である。

[0074] このように構成された実施例2のズームレンズは、高変倍比でありながら小型で高性能なズームレンズとすることができる。

[0075] <実施例3>

図4A、図4Bに実施例3のズームレンズを示す。図4Aは実施例3のズームレンズの構成を詳しく示す図である。図4Bは、実施例3のズームレン

ズに関し、上段にズーム設定を広角端に定めたときの状態（図中に「W I D E」で示す）、下段にズーム設定を望遠端に定めたときの状態（図中に「T E L E」で示す）を示すとともに、広角端から望遠端への変倍時の各群の移動経路を矢線で示す図である。

[0076] なお、実施例3のズームレンズにおける第5レンズ群5Gは、物体側から、正レンズ、負レンズの順に2枚のレンズを配置してなるものである。

[0077] また、表3Aに実施例3のズームレンズに関する諸データを示す。表3Aの上段にはレンズデータを、中段にはズームレンズの概略仕様を、下段には各レンズ群の焦点距離を示す。

[表3A]

実施例3

面番号	Ri	Di	Nj	ν_j	群構成
1	86.1227	1.650	1.84661	23.9	第1群
2	62.0701	9.553	1.49700	81.5	
3	-4250.8858	0.200			
4	69.0201	5.134	1.61800	63.3	
5	173.7706	D5			
6	143.9195	1.250	1.88300	40.8	第2群
7	17.9097	8.359			
* 8	-54.1875	0.200	1.52771	41.8	
9	-52.5929	1.000	1.80400	46.6	
10	61.2864	1.229			
11	38.6886	5.875	1.84661	23.9	
12	-38.4723	1.010	1.80400	46.6	
13	99.9343	D13			第3a群
(開口絞り)14	∞	1.000			
15	32.7747	3.500	1.54814	45.8	
16	-52.1190	1.172			
17	28.6007	4.608	1.49700	81.5	
18	-31.7142	1.000	1.90366	31.3	第3b群 (OIS)
19	247.9630	2.532			
* 20	-62.9067	1.500	1.80348	40.4	
21	24.4096	1.000			
22	26.9299	2.518	1.84661	23.9	
23	65.6490	D23			第4群
* 24	49.2954	4.978	1.51560	63.1	
* 25	-44.8007	1.459			
26	47.4064	0.900	1.84661	23.9	
27	23.0755	6.115	1.51680	64.2	
28	-45.9160	D28			第5群
29	-225.5534	2.848	1.84661	23.9	
30	-35.6067	0.500			
* 31	-39.1114	1.500	1.80348	40.4	
* 32	54.4009	D32			
33	∞	3.700	1.51680	64.2	Dg
34	∞				

	WIDE	MID	TELE
D5	0.999	31.879	61.061
D13	42.746	17.373	4.203
D23	11.516	5.965	3.499
D28	1.951	3.394	1.885
D32	35.490	64.031	78.012
f	18.382	64.988	229.769
Fno	3.62	5.22	6.08
$2\omega [^\circ]$	76.61	23.33	6.73

f_1	103.033
f_2	-16.513
f_3	87.566
f_4	29.127
f_5	-66.647
f_{3a}	33.407
f_{3b} (OIS)	-37.492

[0078] また、表3Bに実施例3のズームレンズを構成する非球面の非球面係数を

示す。

[表3B]

記号	非球面係数 面番号					
	*8	*20	*24	*25	*31	*32
K	1.464548E+00	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00
A3	0.000000E+00	-6.784837E-06	2.196427E-05	1.195660E-05	-1.149323E-05	-1.143922E-06
A4	2.212057E-06	1.073941E-05	-1.784348E-05	8.656127E-07	-3.692099E-07	8.049956E-10
A5	0.000000E+00	-6.120021E-07	-3.189917E-07	2.476411E-08	-3.237427E-07	-3.487018E-10
A6	-8.509320E-09	2.983909E-08	1.875408E-07	-4.076491E-11	-4.237706E-09	-1.612101E-10
A7	0.000000E+00	2.765409E-09	-2.501350E-08	-6.934857E-11	2.612386E-09	-2.141371E-11
A8	1.827402E-11	-7.300686E-11	1.241716E-09	-6.189639E-12	7.725014E-11	-1.924803E-12
A9	0.000000E+00	-1.754200E-11	-2.534825E-13	-3.333725E-13	-2.592973E-11	-1.269553E-13
A10	-1.356278E-13	5.200665E-13	-1.369651E-12	-3.716054E-15	1.087591E-12	-4.597426E-15
A11		4.577131E-17	2.121105E-16	-2.243534E-16	2.093262E-16	3.219858E-16
A12		-1.519797E-16	1.643937E-17	-1.434839E-17	-8.269620E-18	9.836844E-17
A13		-5.440776E-17	1.428068E-18	-9.633478E-19	-2.966776E-18	1.494300E-17
A14		-1.137249E-17	1.494776E-19	-8.031938E-20	-4.355006E-19	1.856954E-18

[0079] 図9は、実施例3のズームレンズの広角端（W I D E）、変倍途中（中間、M I D）、および望遠端（T E L E）それぞれにおける球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す図である。

[0080] このように構成された実施例3のズームレンズは、高変倍比でありながら小型で高性能なズームレンズとすることができる。

[0081] <実施例4>

図5A、図5Bに実施例4のズームレンズを示す。図5Aは実施例4のズ

ームレンズの構成を詳しく示す図である。図5Bは、実施例4のズームレンズに関し、上段にズーム設定を広角端に定めたときの状態（図中に「W I D E」で示す）、下段にズーム設定を望遠端に定めたときの状態（図中に「T E L E」で示す）を示すとともに、広角端から望遠端への変倍時の各群の移動経路を矢線で示す図である。

[0082] なお、実施例4のズームレンズにおける第5レンズ群5Gは、物体側から、正レンズ、負レンズの順に2枚のレンズを配置してなるものである。

[0083] また、表4Aに実施例4のズームレンズに関する諸データを示す。表4Aの上段にはレンズデータを、中段にはズームレンズの概略仕様を、下段には各レンズ群の焦点距離を示す。

[表4A]

実施例4

面番号	Ri	Di	Nj	ν_j	群構成
1	84.9463	1.950	1.84661	23.9	第1群
2	62.2446	8.693	1.49700	81.5	
3	∞	0.100			
4	68.3452	4.363	1.60300	65.4	
5	153.8323	D5			
6	89.2120	1.350	1.88300	40.8	第2群
7	18.2963	8.233			
8	-58.1632	1.000	1.88300	40.8	
9	67.7426	0.948			
10	37.5173	6.506	1.84661	23.9	
11	-38.5206	0.408			
12	-33.7911	1.000	1.77250	49.6	
13	99.4178	D13			第3a群
(開口絞り)14	∞	1.000			
15	33.6716	3.293	1.51742	52.4	
16	-58.3051	0.100			
17	28.2935	4.126	1.49700	81.5	
18	-31.9738	0.900	1.83400	37.2	第3b群 (OIS)
19	127.3405	2.569			
20	-68.3981	2.272	1.84661	23.9	
21	-26.8082	0.886			
22	-24.8406	1.500	1.80348	40.4	第4群
* 23	62.6811	D23			
* 24	49.8918	4.452	1.51560	63.1	
* 25	-42.8733	0.100			
26	53.2553	1.000	1.80518	25.4	
27	23.3404	5.973	1.51823	58.9	第5群
28	-46.7603	D28			
29	-81.9572	2.357	1.80518	25.4	
30	-34.7267	1.493			
* 31	-38.2183	1.500	1.80348	40.4	
* 32	179.9979	D33			Dg
33	∞	4.900	1.51680	64.2	
34	∞				

	WIDE	MID	TELE
D5	0.900	33.799	63.266
D13	44.713	17.634	3.566
D23	11.185	6.816	4.357
D28	3.245	4.848	1.970
D32	34.996	63.954	86.941
f	18.366	67.481	247.941
Fno	3.60	5.26	6.55
$2\omega [^\circ]$	76.64	22.68	6.28

f_1	107.872
f_2	-17.446
f_3	116.489
f_4	29.082
f_5	-85.750
f_{3a}	37.832
f_{3b} (OIS)	-39.192

[0084] また、表4Bに実施例4のズームレンズを構成する非球面の非球面係数を

示す。

[表4B]

記号	非球面係数				
	面番号				
	*23	*24	*25	*31	*32
K	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00
A3	1.288744E-05	2.647809E-05	1.085607E-05	-7.403052E-06	-1.039624E-07
A4	-1.078292E-05	-1.725827E-05	4.339778E-07	-1.719981E-07	-1.241135E-07
A5	6.382901E-07	-2.952664E-07	7.445503E-09	-3.195104E-07	-6.411543E-09
A6	-2.635804E-08	1.884390E-07	-7.830304E-10	-4.172605E-09	-7.019777E-10
A7	-2.463874E-09	-2.498717E-08	-1.006144E-10	2.599459E-09	-6.791905E-11
A8	9.303492E-11	1.241227E-09	-7.050127E-12	7.428064E-11	-5.579190E-12
A9	1.836592E-11	-4.496962E-13	-3.044782E-13	-2.634935E-11	-4.226272E-13
A10	-5.521081E-13	-1.394620E-12	3.515842E-15	1.038713E-12	-3.175412E-14
A11	-1.312550E-14	-2.307759E-15	5.035691E-16	-4.914561E-15	-2.523663E-15
A12	-1.649716E-15	-2.136162E-16	3.668331E-17	-5.118335E-16	-2.219919E-16
A13	-1.438455E-16	-1.859723E-17	1.097923E-18	-5.040249E-17	-2.163300E-17
A14	-6.585779E-18	-1.568050E-18	-1.859078E-19	-4.774574E-18	-2.263951E-18
A15	-4.147342E-19	-2.121945E-20	-2.309610E-19	-5.390733E-19	-6.968129E-19
A16	1.147946E-19	8.062655E-21	-3.078231E-20	-4.101269E-20	-8.198580E-20

[0085] 図10は、実施例4のズームレンズの広角端（W I D E）、変倍途中（中間、M I D）、および望遠端（T E L E）それぞれにおける球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す図である。

[0086] このように構成された実施例4のズームレンズは、高変倍比でありながら小型で高性能なズームレンズとすることができる。

[0087] <実施例5>

図6A、図6Bに実施例5のズームレンズを示す。図6Aは実施例5のズームレンズの構成を詳しく示す図である。図6Bは、実施例5のズームレンズに関し、上段にズーム設定を広角端に定めたときの状態（図中に「W I D E」で示す）、下段にズーム設定を望遠端に定めたときの状態（図中に「T

ELE」で示す)を示すとともに、広角端から望遠端への変倍時の各群の移動経路を矢線で示す図である。

[0088] なお、実施例5のズームレンズにおける第5レンズ群5Gは、物体側から、正レンズ、負レンズの順に2枚のレンズを配置してなるものである。

[0089] また、表5Aに実施例5のズームレンズに関する諸データを示す。表5Aの上段にはレンズデータを、中段にはズームレンズの概略仕様を、下段には各レンズ群の焦点距離を示す。

[表5A]

実施例5

面番号	Ri	Di	Nj	ν_j	群構成
1	85.2992	2.520	1.84661	23.9	第1群
2	61.8500	9.114	1.49700	81.5	
3	-2375.7864	0.100			
4	66.8941	4.269	1.60300	65.4	
5	146.5034	D5			
6	87.8998	1.400	1.88300	40.8	第2群
7	18.3570	8.315			
8	-51.0001	1.050	1.83481	42.7	
9	63.6139	0.815			
10	37.4113	6.407	1.84666	23.8	
11	-37.4113	0.388			
12	-32.5753	1.050	1.77250	49.6	
13	98.4906	D13			第3a群
(開口絞り)14	∞	1.100			
15	34.2381	3.329	1.54814	45.8	
16	-60.1143	0.937			
17	27.0475	4.232	1.49700	81.5	
18	-33.1140	0.900	1.85026	32.3	第3b群 (OIS)
19	163.6420	3.836			
* 20	-63.3026	1.500	1.80168	40.7	
* 21	24.7365	0.864			
22	28.0299	2.277	1.84666	23.8	
23	66.7227	D23			第4群
* 24	52.7776	4.675	1.51530	62.8	
* 25	-42.2885	0.105			
26	48.3349	1.050	1.75520	27.5	
27	23.5950	5.625	1.48749	70.2	
28	-52.9320	D28			第5群
29	-77.2285	2.360	1.80518	25.4	
30	-34.0317	1.053			
* 31	-38.4236	1.500	1.80168	40.7	
* 32	175.0302	D32			
33	∞	5.200	1.51680	64.2	Dg
34	∞				

	WIDE	MID	TELE
D5	0.900	36.423	62.766
D13	43.473	17.944	3.610
D23	10.708	6.338	3.715
D28	3.842	5.548	1.698
D32	33.106	58.073	84.416
f	18.389	67.564	248.247
Fno	3.62	5.02	6.39
$2\omega [^\circ]$	76.66	22.61	6.27

f_1	106.443
f_2	-16.902
f_3	94.599
f_4	29.607
f_5	-84.036
f_{3a}	34.301
f_{3b} (OIS)	-36.710

[0090] また、表5Bに実施例5のズームレンズを構成する非球面の非球面係数を

示す。

[表5B]

記号	非球面係数 面番号					
	*20	*21	*24	*25	*31	*32
K	1.00000E+00	1.00000E+00	1.00000E+00	1.00000E+00	1.00000E+00	1.00000E+00
A3	-6.165192E-06	1.136414E-06	2.646484E-05	1.455922E-05	-5.608010E-06	3.111280E-07
A4	1.180918E-05	-2.391292E-07	-1.700884E-05	3.247792E-07	-6.243737E-08	-1.509737E-07
A5	-5.712797E-07	-9.755106E-09	-2.879359E-07	3.790738E-09	-3.186333E-07	-4.800208E-09
A6	3.004106E-08	-5.784070E-11	1.882304E-07	-7.189621E-10	-4.429101E-09	-6.392048E-10
A7	2.628840E-09	1.065292E-11	-2.503214E-08	-8.915027E-11	2.562357E-09	-8.139704E-11
A8	-9.058174E-11	-1.062813E-12	1.237303E-09	-6.929168E-12	6.993044E-11	-8.143708E-12
A9	-1.916284E-11	-4.032273E-13	-6.914544E-13	-4.165896E-13	-2.683328E-11	-7.108067E-13
A10	3.931210E-13	-6.248737E-14	-1.404954E-12	-1.706208E-14	9.877237E-13	-5.801155E-14
A11	-8.205763E-15	-6.993822E-15	-2.471879E-15	-2.065580E-15	-9.923479E-15	-4.652135E-15
A12	-6.918798E-16	-6.032048E-16	-2.028307E-16	-2.332995E-16	-9.630020E-16	-3.833882E-16
A13	-6.145538E-17	-3.361798E-17	-2.032344E-17	-2.430529E-17	-8.645582E-17	-3.363706E-17
A14	-3.613976E-18	8.786762E-19	-2.491248E-18	-2.366453E-18	-7.105990E-18	-3.193881E-18
A15	1.528779E-18	6.479148E-19	-2.276198E-19	-4.001489E-19	-6.139199E-19	-7.773001E-19
A16	3.702179E-19	1.315589E-19	-2.724708E-20	-4.204166E-20	-3.018856E-20	-9.005424E-20

[0091] 図11は、実施例5のズームレンズの広角端（WIDE）、変倍途中（中間、MID）、および望遠端（TELE）それぞれにおける球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を示す図である。

[0092] このように構成された実施例5のズームレンズは、高変倍比でありながら小型で高性能なズームレンズとすることができる。

[表6]

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
条件式(A)	19.5	15.3	16.5	15.0	15.3
条件式(B)	1.803	1.802	1.803	1.803	1.802
条件式(C)	-5.00	-3.32	-3.99	-3.30	-3.30

[0093] なお、上記ズームレンズは、以下のような構成を有するものとしてすることができる。以下に示す構成は、上記実施例1から5のズームレンズいずれもが有するものである。

[0094] すなわち、本発明のズームレンズは、 f_w を広角端におけるレンズ全系の焦点距離、 f_1 を第1レンズ群1Gの焦点距離としたときに、条件式(D)： $0.10 < f_w / f_1 < 0.25$ を満足することが望ましく、条件式(D')： $0.15 < f_w / f_1 < 0.20$ を満足することがより望ましい。

[0095] 条件式(D)は広角端におけるレンズ全系の焦点距離と、第1レンズ群1Gの焦点距離との比を規定するものである。条件式(D)の下限を下回るようにズームレンズを構成すると、第1レンズ群1Gの焦点距離が大きくなり過ぎて、第1レンズ群1Gのレンズ外径や望遠端における光学系の全長が大きくなってしまいう問題が生じる。一方、条件式(D)の上限を上回るように構成すると、第1レンズ群1Gの正の屈折力が強くなり過ぎて、望遠端における光学性能の維持が困難になってしまうという問題が生じる。

[0096] また、上記ズームレンズは、 f_2 を第2レンズ群2Gの焦点距離としたときに、条件式(F)： $-1.5 < f_w / f_2 < -0.5$ を満足することが望ましく、条件式(F')： $-1.2 < f_w / f_2 < -1.0$ を満足することがより望ましい。

[0097] 条件式(F)は広角端におけるレンズ全系の焦点距離と、第2レンズ群2Gの焦点距離との比を規定するものである。条件式(F)の下限を下回るようにズームレンズを構成すると、第2レンズ群2Gの負の屈折力が強くなり過ぎて、周辺像の像面湾曲が大きくなるという問題が生じる。また、変倍時の光学性能の維持が困難になってしまうという問題も生じる。一方、条件式(F)の上限を上回るように構成すると、第2レンズ群2Gの負の屈折力が弱くなり過ぎて、変倍時の第1レンズ群1Gの移動量が大きくなってしま

。その結果、第1レンズ群1Gの外径や望遠端における光学系の全長が大きくなってしまいう問題が生じる。

[0098] また、上記ズームレンズは、 f_3 を第3レンズ群3Gの焦点距離としたときに、条件式(H)： $0.10 < f_w / f_3 < 0.50$ を満足することが望ましく、条件式(H')： $0.15 < f_w / f_3 < 0.30$ を満足することがより望ましい。

[0099] 条件式(H)は広角端におけるレンズ全系の焦点距離と、第3レンズ群3Gの焦点距離との比を規定するものである。条件式(H)の下限を下回るようにズームレンズを構成すると、第3レンズ群3Gの正の屈折力が弱くなり過ぎて、変倍時の第3レンズ群3Gの移動量が大きくなってしまいう。その結果、光学系の全長が大きくなってしまいう問題が生じる。一方、条件式(H)の上限を上回るように構成すると、第3レンズ群3Gの正の屈折力が強くなり過ぎて、変倍時の光学性能の維持が困難になってしまうという問題が生じる。

[0100] また、上記ズームレンズは、 f_4 を第4レンズ群4Gの焦点距離、 f_5 を第5レンズ群5Gの焦点距離としたときに、条件式(J)： $0.50 < f_w / f_4 < 0.65$ 、条件式(K)： $-0.32 < f_w / f_5 < -0.15$ を同時に満足することが望ましく、条件式(J')： $0.60 < f_w / f_4 < 0.65$ 、および/または条件式(K')： $-0.32 < f_w / f_5 < -0.20$ を満足することがより望ましい。

[0101] 条件式(J)は広角端におけるレンズ全系の焦点距離と、第4レンズ群4Gの焦点距離との比を規定するものである。条件式(J)の下限を下回るようにズームレンズを構成すると、第4レンズ群4Gの正の屈折力が弱くなり過ぎて、変倍時の第4レンズ群4Gの移動量が大きくなってしまいう。その結果、光学系の全長が大きくなってしまいう問題が生じる。一方、条件式(J)の上限を上回るように構成すると、第4レンズ群4Gの正の屈折力が強くなり過ぎて、変倍時の光学性能の維持が困難になってしまうという問題が生じる。

[0102] 条件式 (K) は広角端におけるレンズ全系の焦点距離と、第5レンズ群5 Gの焦点距離との比を規定するものである。条件式 (K) の下限を下回るようにズームレンズを構成すると、第5レンズ群5 Gの負の屈折力が強くなり過ぎて、バックフォーカスが長くなるため、光学系の全長が大きくなってしまふという問題が生じる。一方、条件式 (K) の上限を上回るように構成すると、第5レンズ群5 Gの負の屈折力が弱くなり過ぎて、バックフォーカスが短くなるため、例えば、このズームレンズを一眼レフカメラに装着して用いるときに、一眼レフカメラのミラーやフィルター等のスペースが確保できなくなってしまうという問題が生じる。また、合焦時の第5レンズ群5 Gの移動量が大きくなってしまい、更に第5レンズ群5 Gのレンズ外径が大きくなる。その結果、合焦機構への負担が大きくなってしまい、例えば高速で合焦させることが困難になるという問題が生じる。

[0103] なお、第3レンズ群3 Gは、物体側から順に、正の屈折力を有する第3 aレンズ群3 G a、負の屈折力を有する第3 bレンズ群3 G bからなり、第3 bレンズ群3 G bのみを光軸直交方向へ移動させて手ぶれ補正が行なわれるように構成されたものとすることもできる。

[0104] 上記ズームレンズは、 f_{3a} を第3 aレンズ群3 G aの焦点距離、 f_{3b} を第3 bレンズ群3 G bの焦点距離としたときに、条件式 (M) : $-2.00 < f_{3a} / f_{3b} < -0.85$ を満足することが望ましく、条件式 (M') : $-1.00 < f_{3a} / f_{3b} < -0.85$ を満足することがより望ましい。

[0105] 条件式 (M) は、第3 aレンズ群3 G aの焦点距離と、第3 bレンズ群3 G bの焦点距離との比を規定するものである。条件式 (M) の下限を下回るようにズームレンズ100を構成すると、第3 bレンズ群3 G bの負の屈折力が強くなって、手ぶれ補正時に必要な第3 bレンズ群3 G b光軸直交方向への移動量が小さくなり過ぎてしまい、小さな振動に対する手ぶれ補正群 (第3 bレンズ群3 G b) の制御が困難になってしまうという問題が生じる。一方、条件式 (M) の上限を上回るように構成すると、第3 bレンズ群3 G bの負の屈折力が弱くなって、手ぶれ補正時に必要な第3 bレンズ群3 G

bの移動量が大きくなり過ぎてしまい、手ぶれ補正機構の装置サイズも大きくなってしまおうという問題が生じる。

[0106] 第3 b レンズ群 3 G b は、1 枚の負レンズと1 枚の正レンズからなるものとしてすることができる。

[0107] 第3 b レンズ群 3 G b は、2 枚の単レンズからなり、少なくとも1 面を非球面とすることができる。

[0108] なお、本発明は、上記各実施例に限定されず、発明の要旨を変更しない限りにおいて種々の変形実施が可能である。例えば、各レンズの曲率半径、面間隔および屈折率の値などは、上記各表中に示した数値に限定されず、他の値を取り得る。

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、正の屈折力を有する第4レンズ群、負の屈折力を有する第5レンズ群から構成され、

広角端から望遠端へ変倍させる際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔を常に増加させ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔を常に減少させ、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔を常に減少させ、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔を変化させるとともに、全ての前記レンズ群を結像位置に対して移動させるように構成されたものであり、

ピント位置を無限遠側から至近側へ移動させて合焦させる際に、前記第5レンズ群のみを物体側から像側へ移動させるように構成され、

前記第5レンズ群が、少なくとも1枚の負の屈折力を持つレンズと、少なくとも1枚の正の屈折力を持つレンズとを有するものであることを特徴とするズームレンズ。

[請求項2] 前記第5レンズ群が、少なくとも1つの非球面を有し、以下の条件式(A)および(B)を同時に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。

$$1.0 < \nu_{5n} - \nu_{5p} < 3.0 \cdots (A)$$

$$1.77 < N_{5n} \cdots (B)$$

ただし、

ν_{5n} : 第5レンズ群を構成する負の屈折力を持つ各レンズのアッベ数(d線基準)の平均値

ν_{5p} : 第5レンズ群を構成する正の屈折力を持つ各レンズのアッベ数(d線基準)の平均値

N_{5n} : 第5レンズ群を構成する負の屈折力を持つ各レンズの屈折率(d線)の平均値

[請求項3] 以下の条件式 (A') を満足することを特徴とする請求項2記載のズームレンズ。

$$1.2 < \nu_{5n} - \nu_{5p} < 2.5 \cdots (A')$$

[請求項4] 以下の条件式 (B') を満足することを特徴とする請求項2または3記載のズームレンズ。

$$1.79 < N_{5n} \cdots (B')$$

[請求項5] 以下の条件式 (C) 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。

$$-6.0 < 1 - \beta_{5T}^2 < -2.5 \cdots (C)$$

ただし、

β_{5T} : 望遠端での無限遠合焦時における第5レンズ群の結像倍率

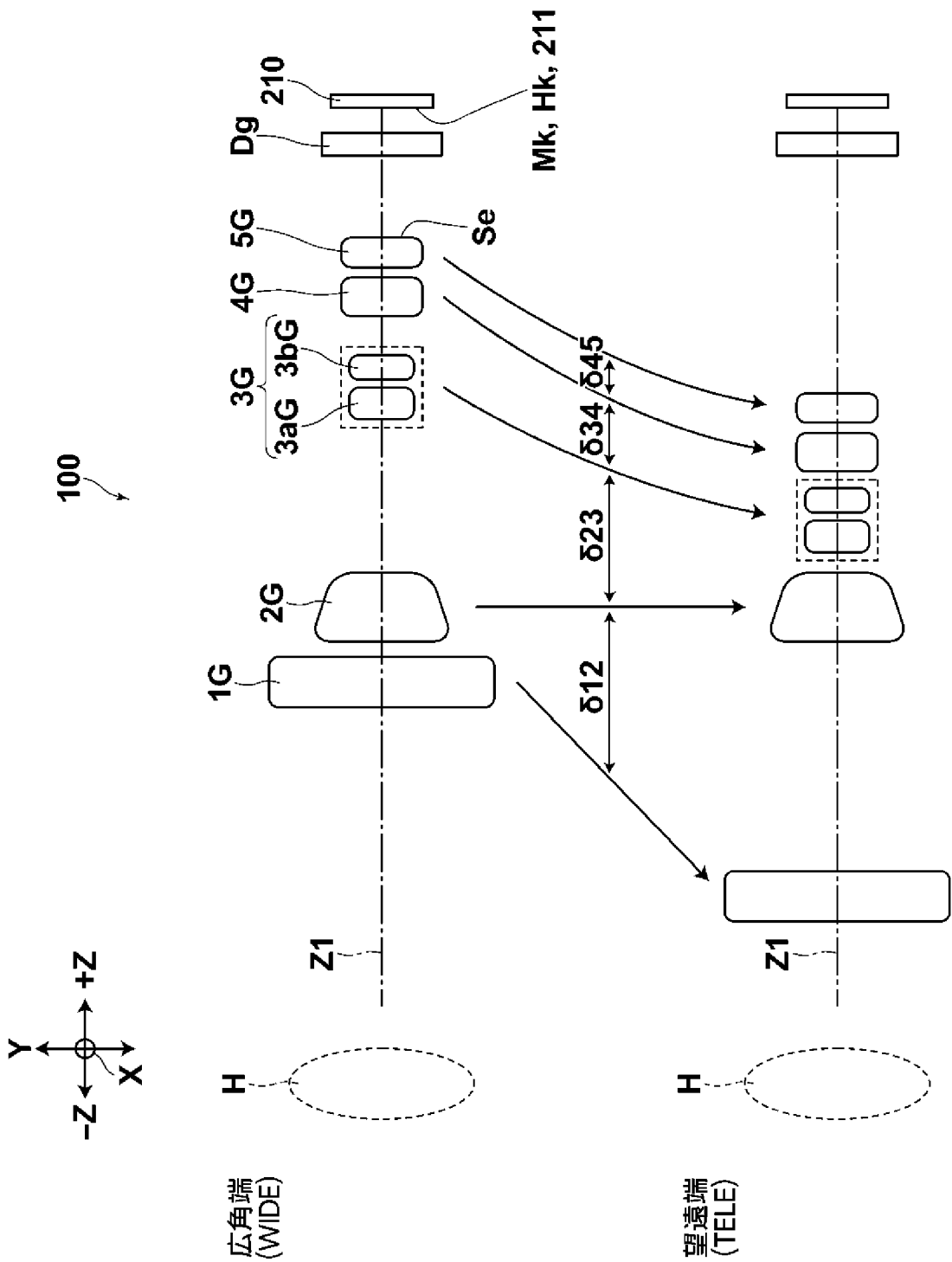
[請求項6] 以下の条件式 (C') を満足することを特徴とする請求項5記載のズームレンズ。

$$-5.5 < 1 - \beta_{5T}^2 < -2.9 \cdots (C')$$

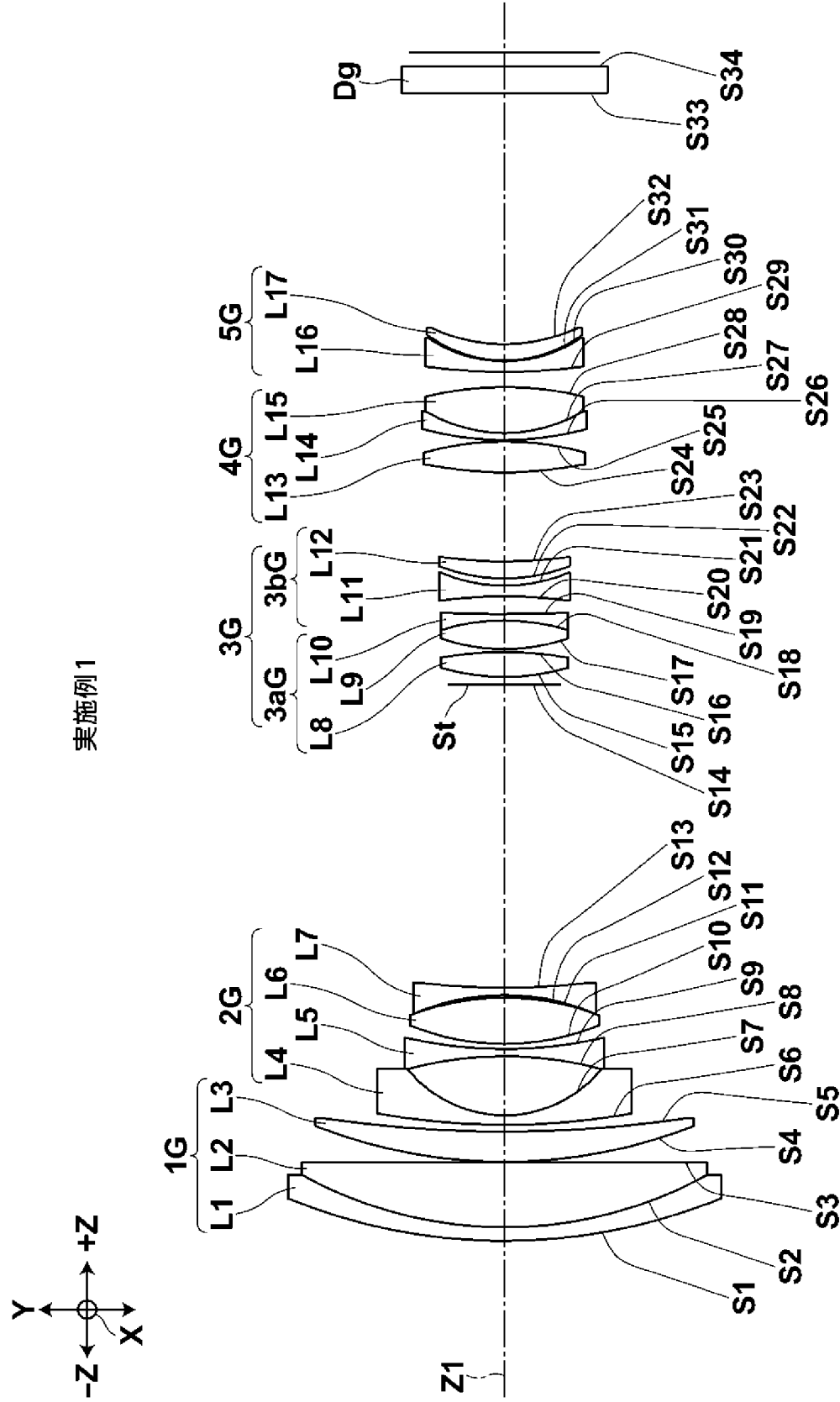
[請求項7] 前記第5レンズ群が、物体側から、正の屈折力を持つレンズ、負の屈折力を持つレンズをこの順に配置してなるものであることを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載のズームレンズ。

[請求項8] 請求項1から7のいずれか1項記載のズームレンズを搭載したことを特徴とする撮像装置。

[図1]

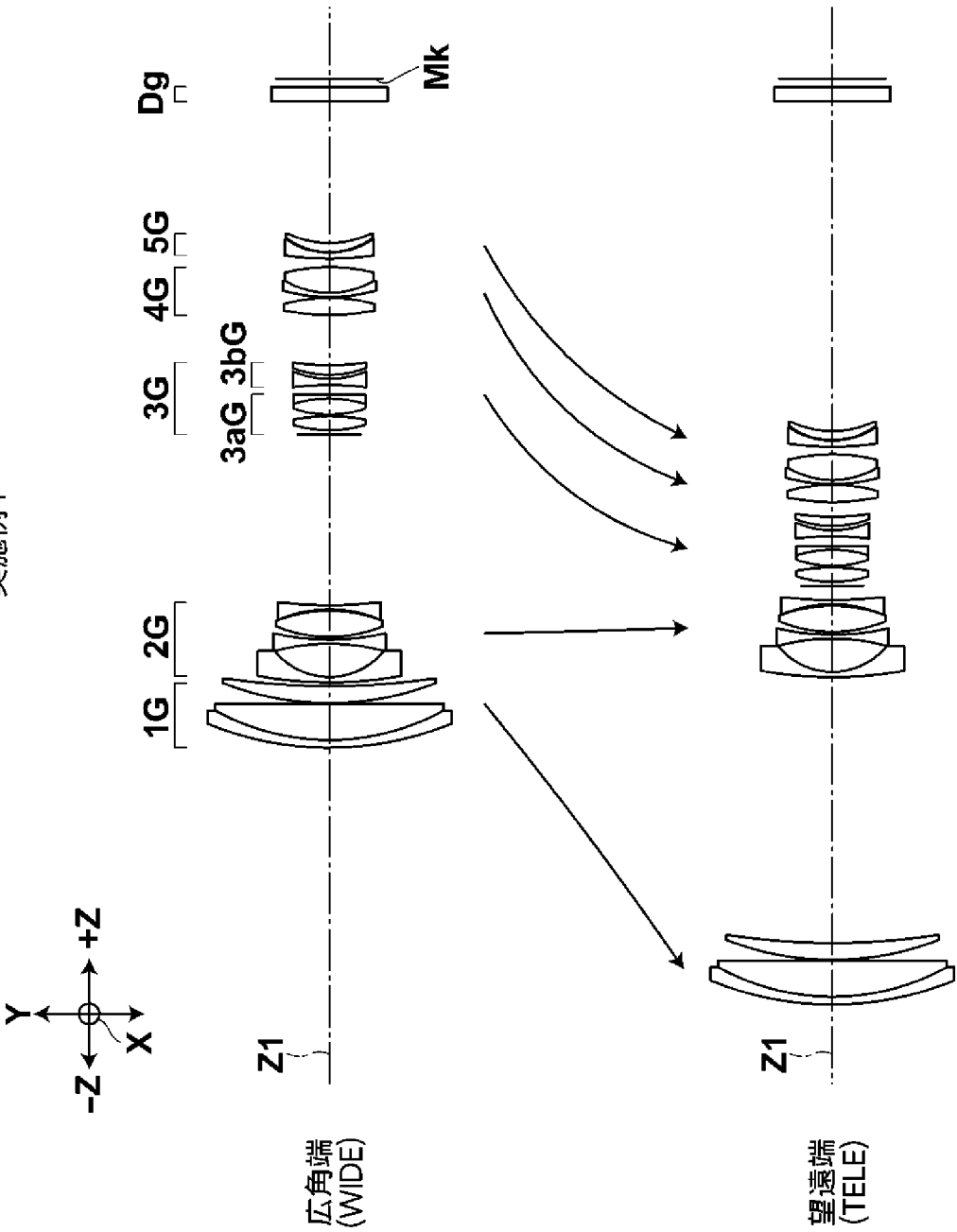


[図2A]

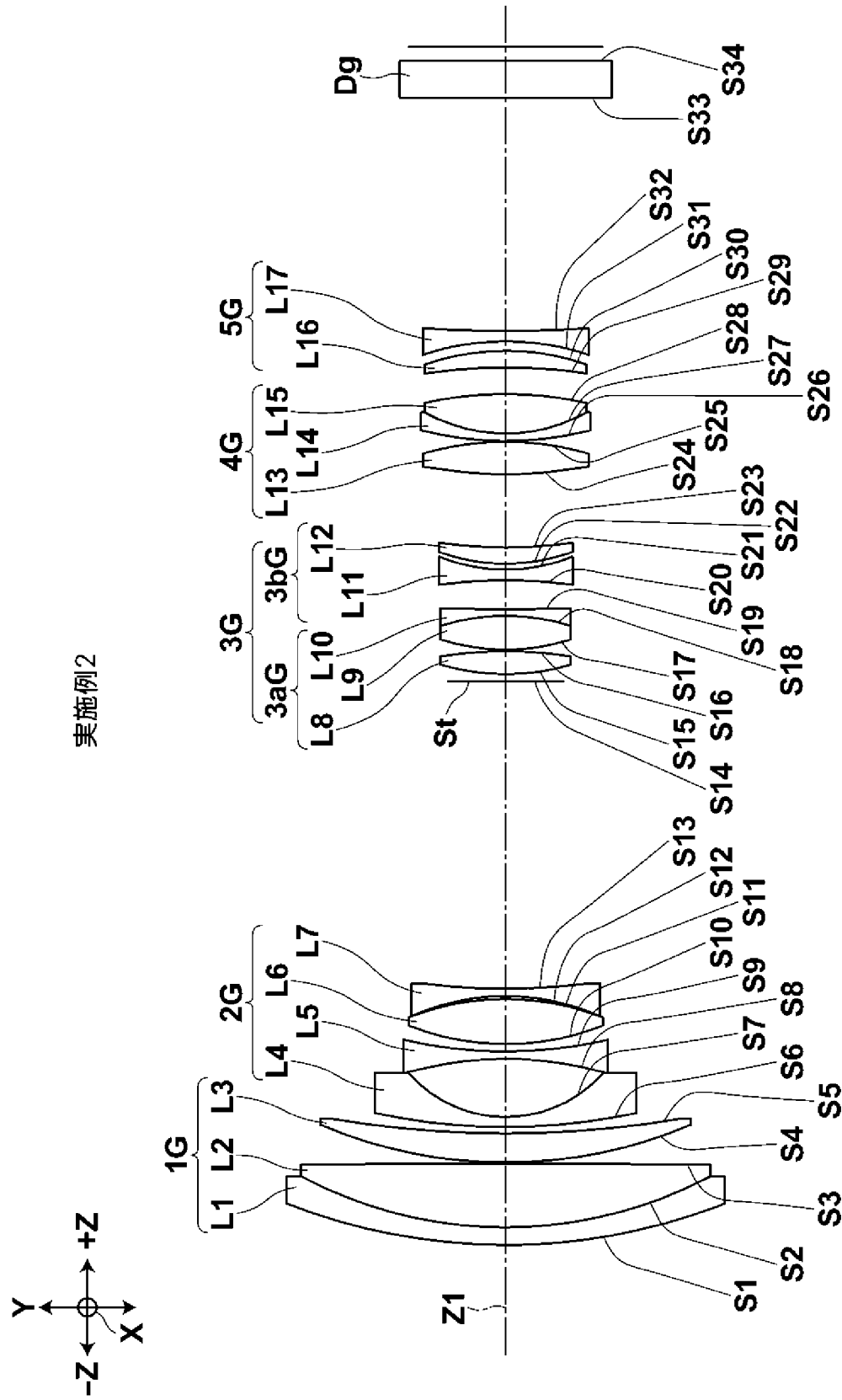


[図2B]

実施例1

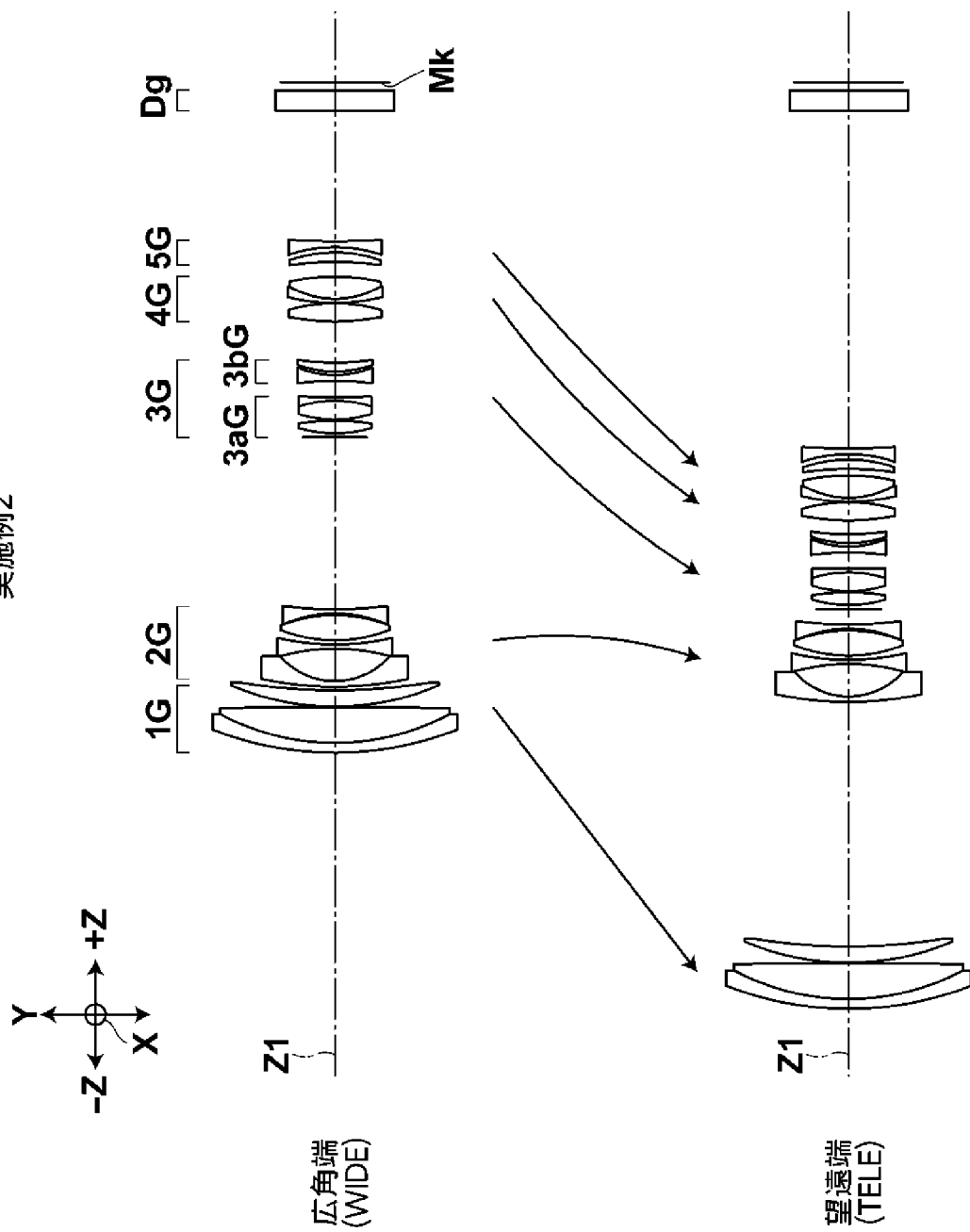


[図3A]

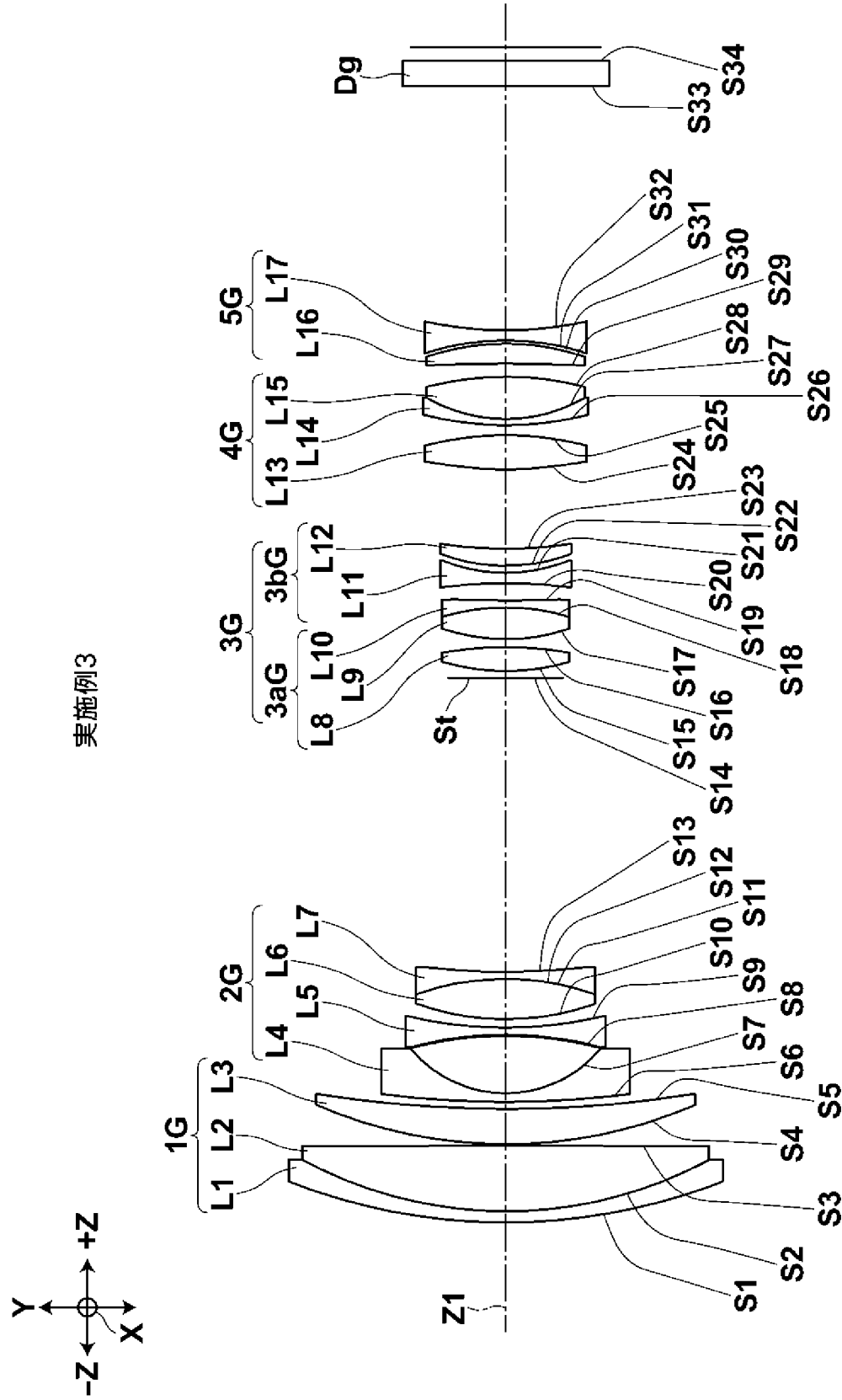


[図3B]

実施例2

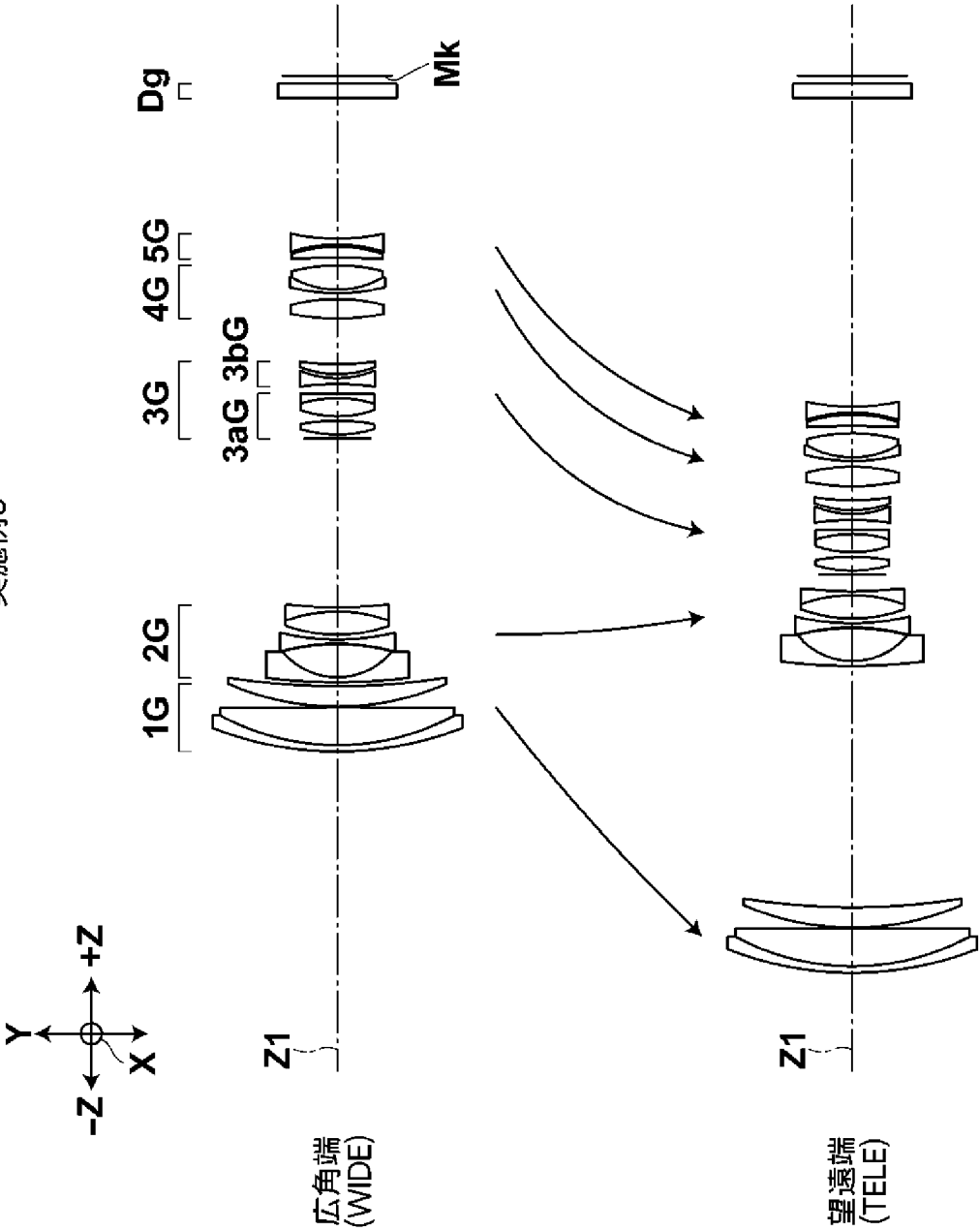


[図4A]

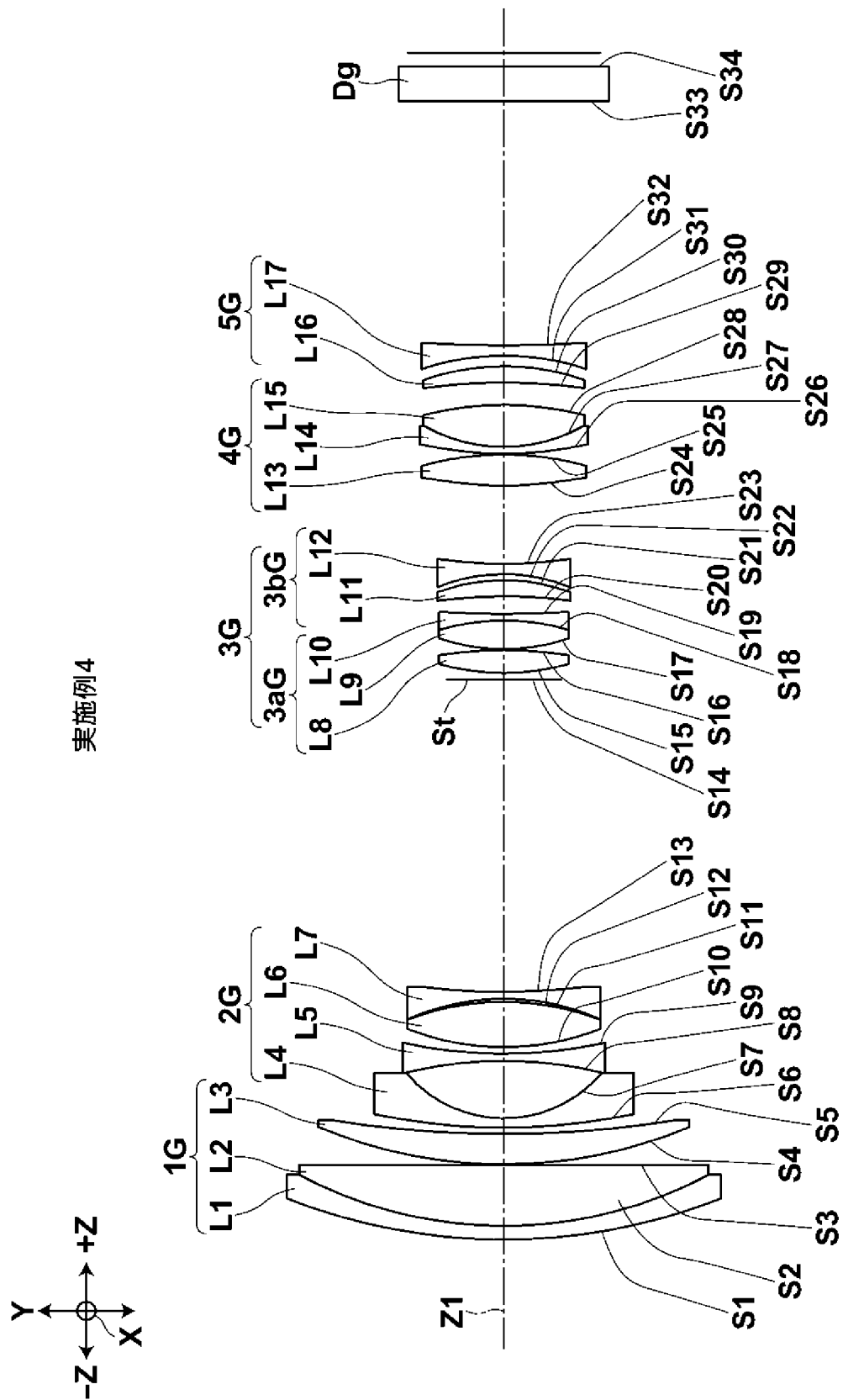


[図4B]

実施例3

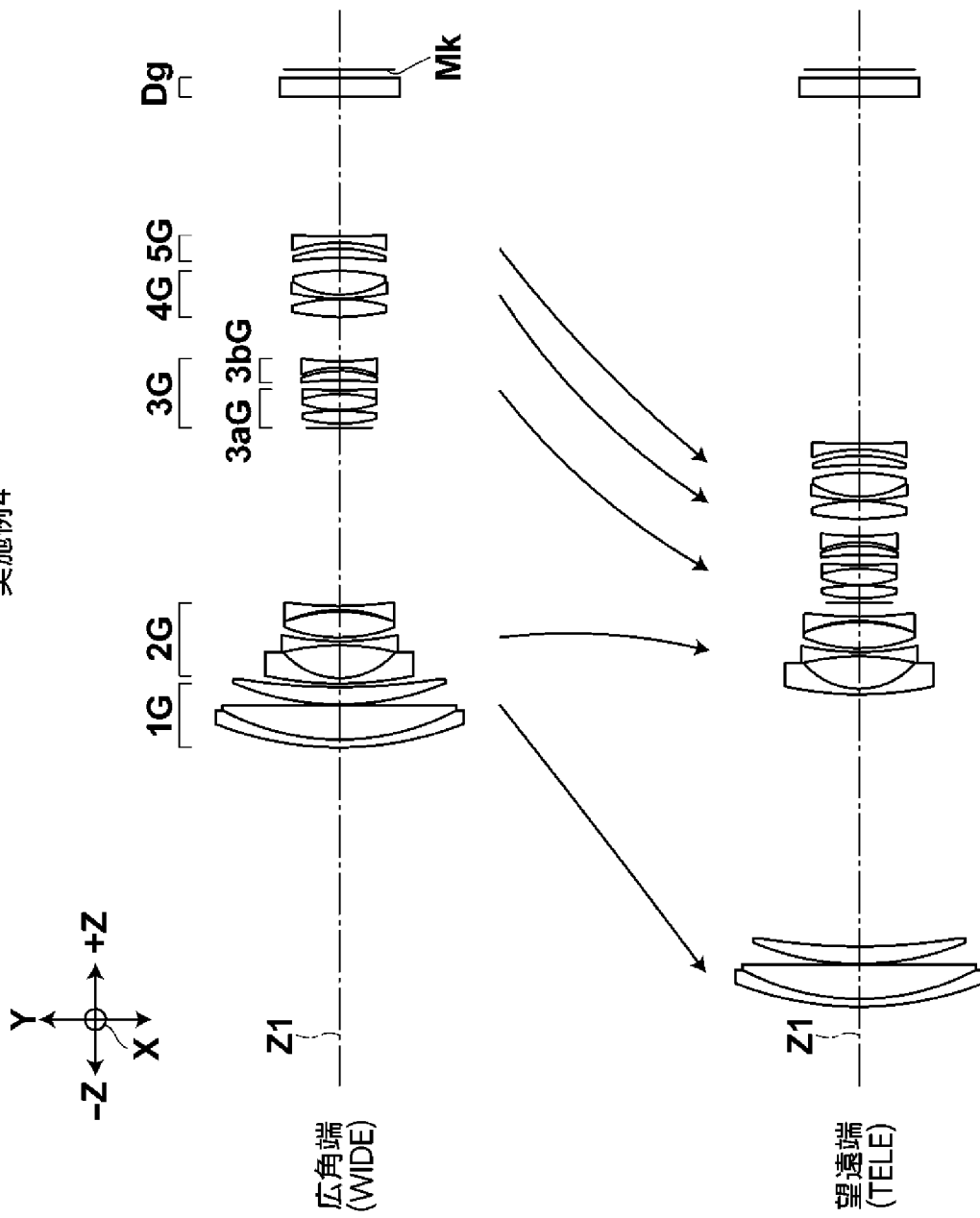


[図5A]

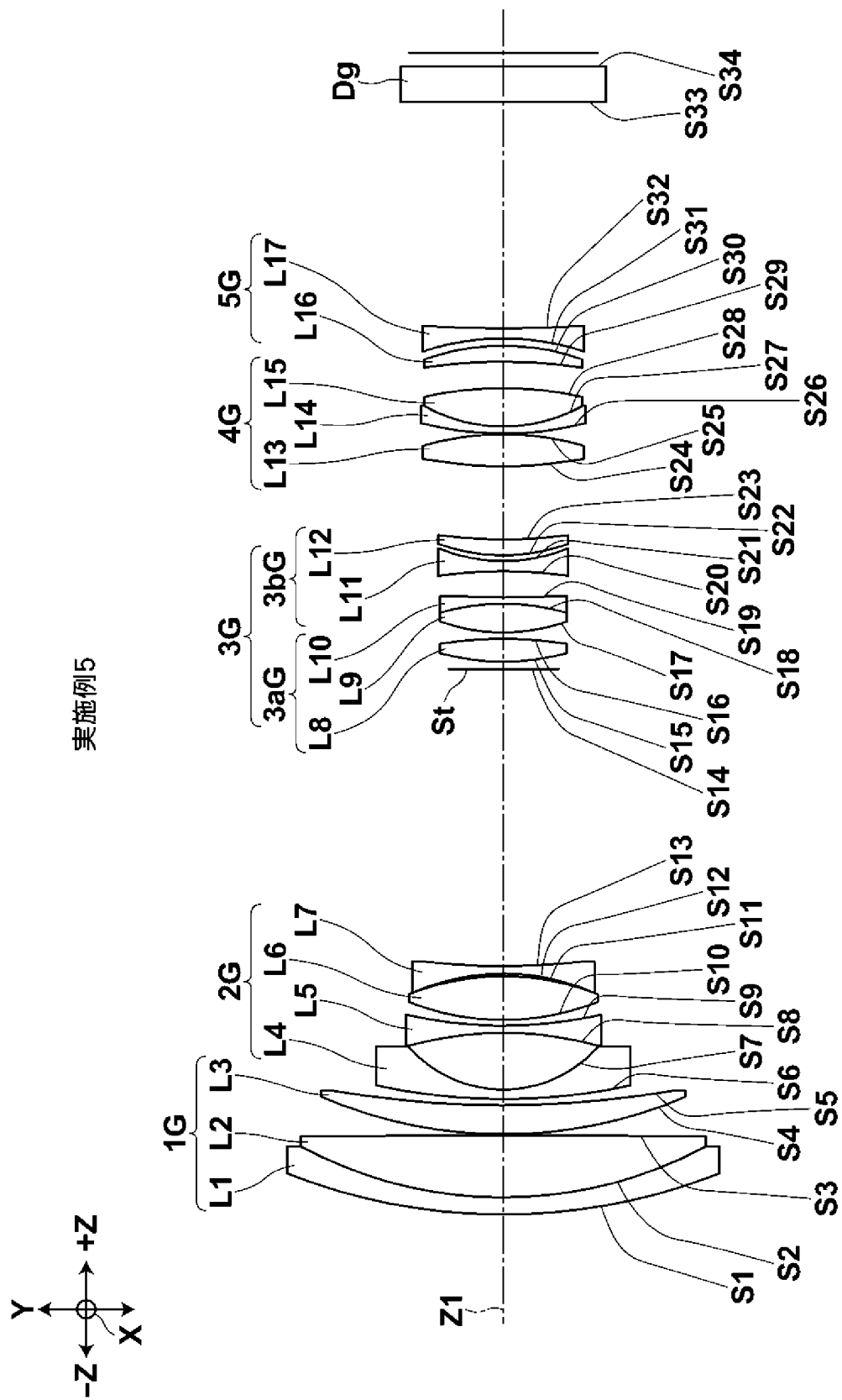


[図5B]

実施例4

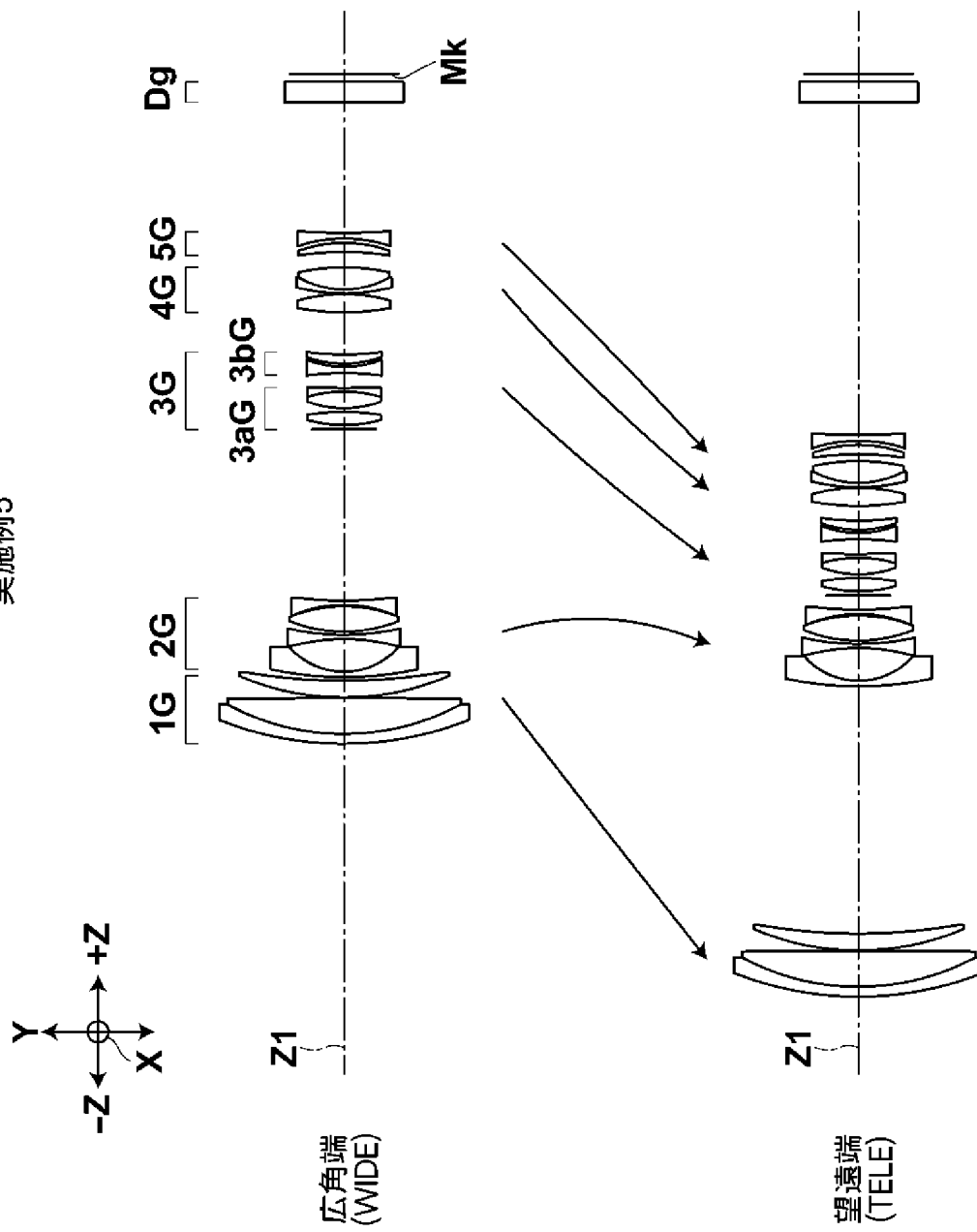


[図6A]



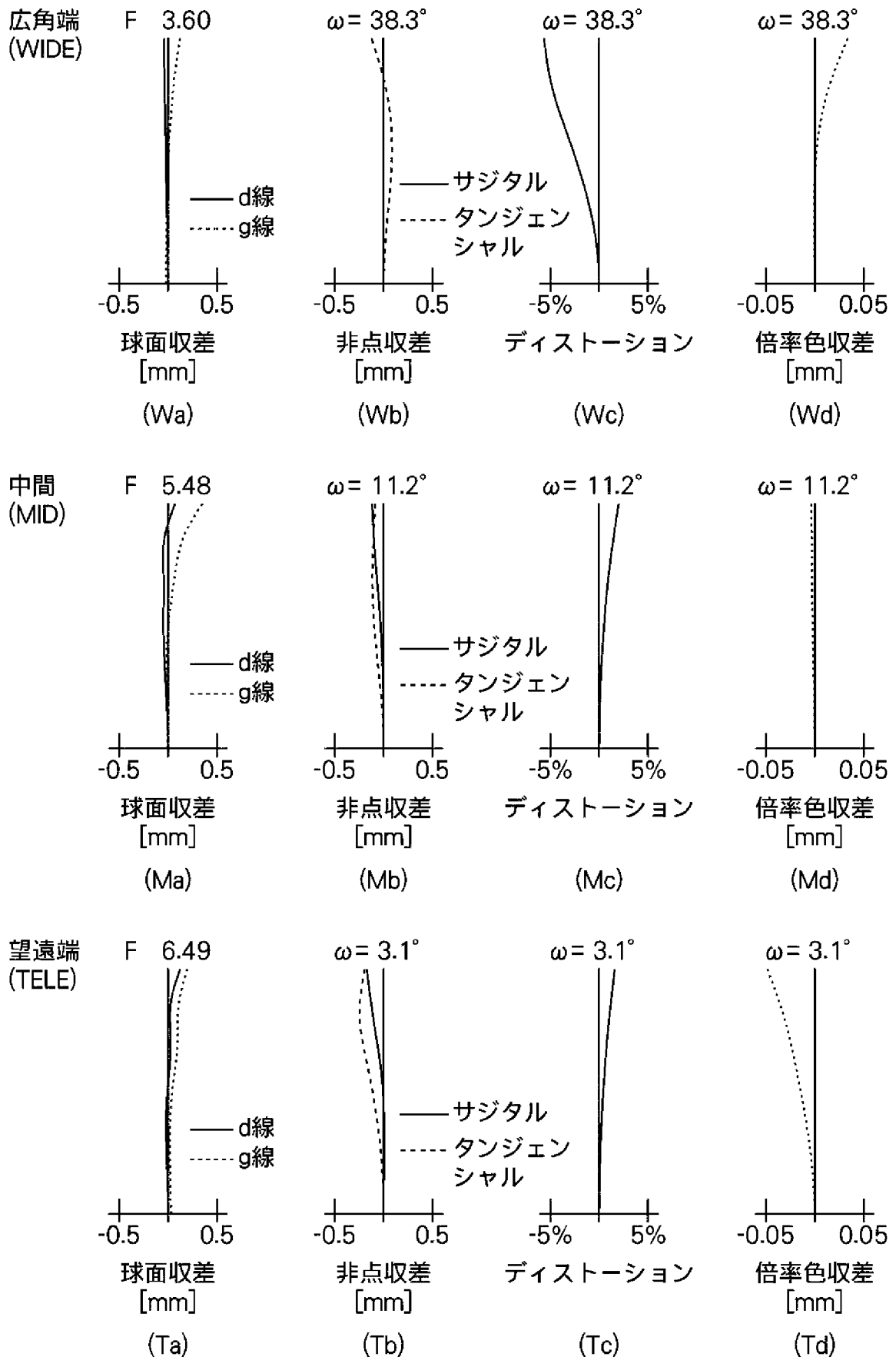
[図6B]

実施例5



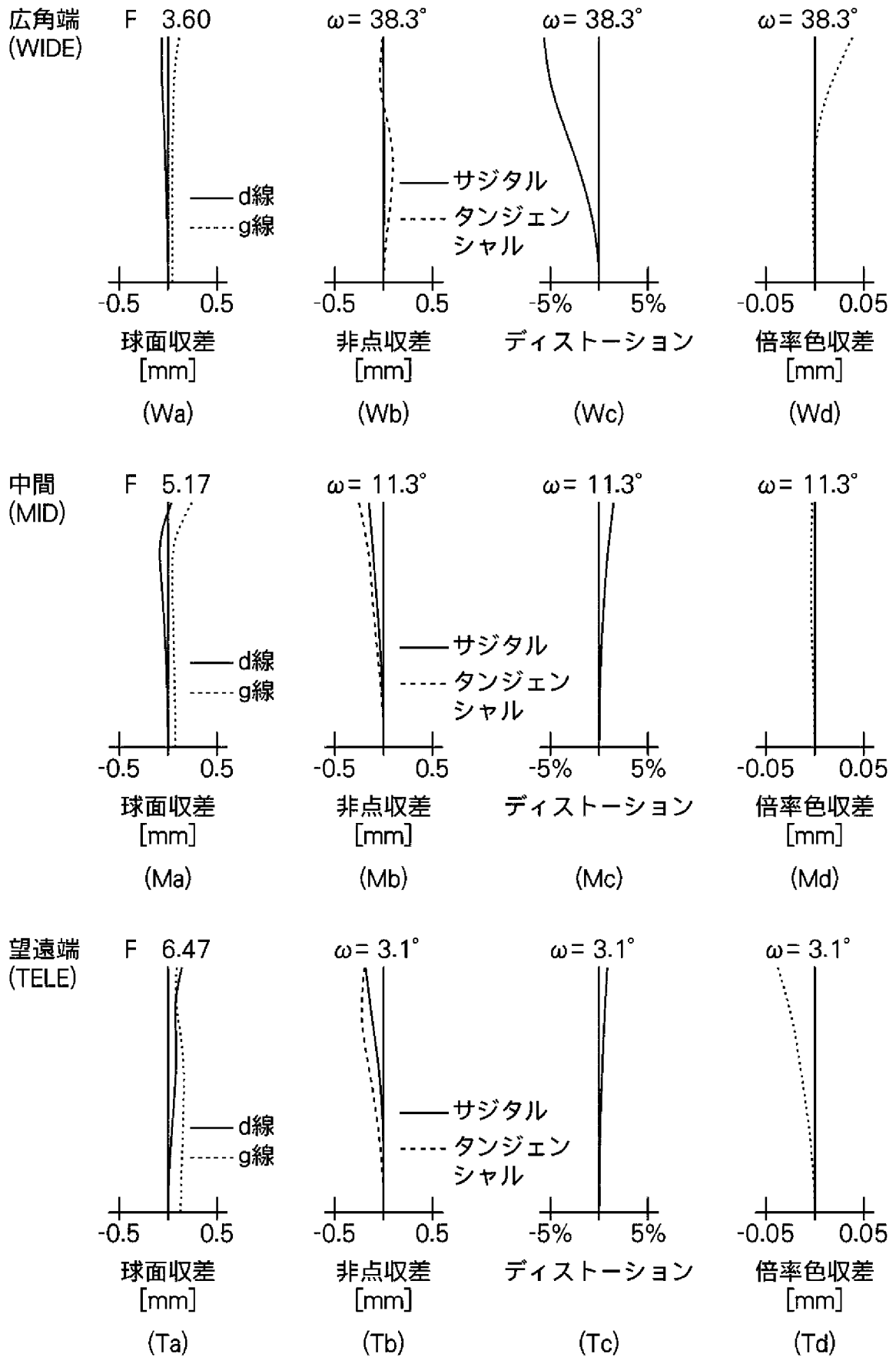
[図7]

実施例1



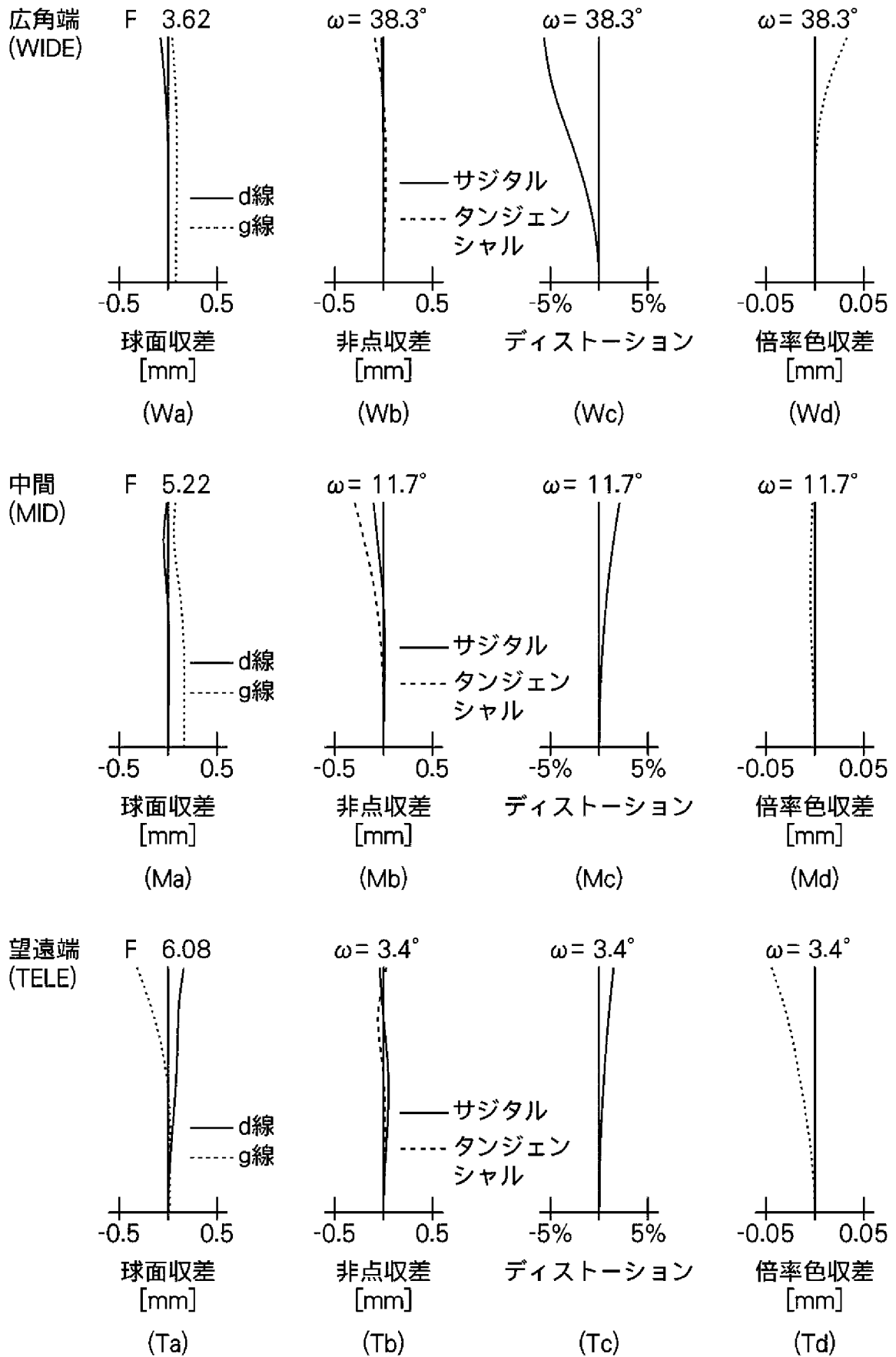
[図8]

実施例2



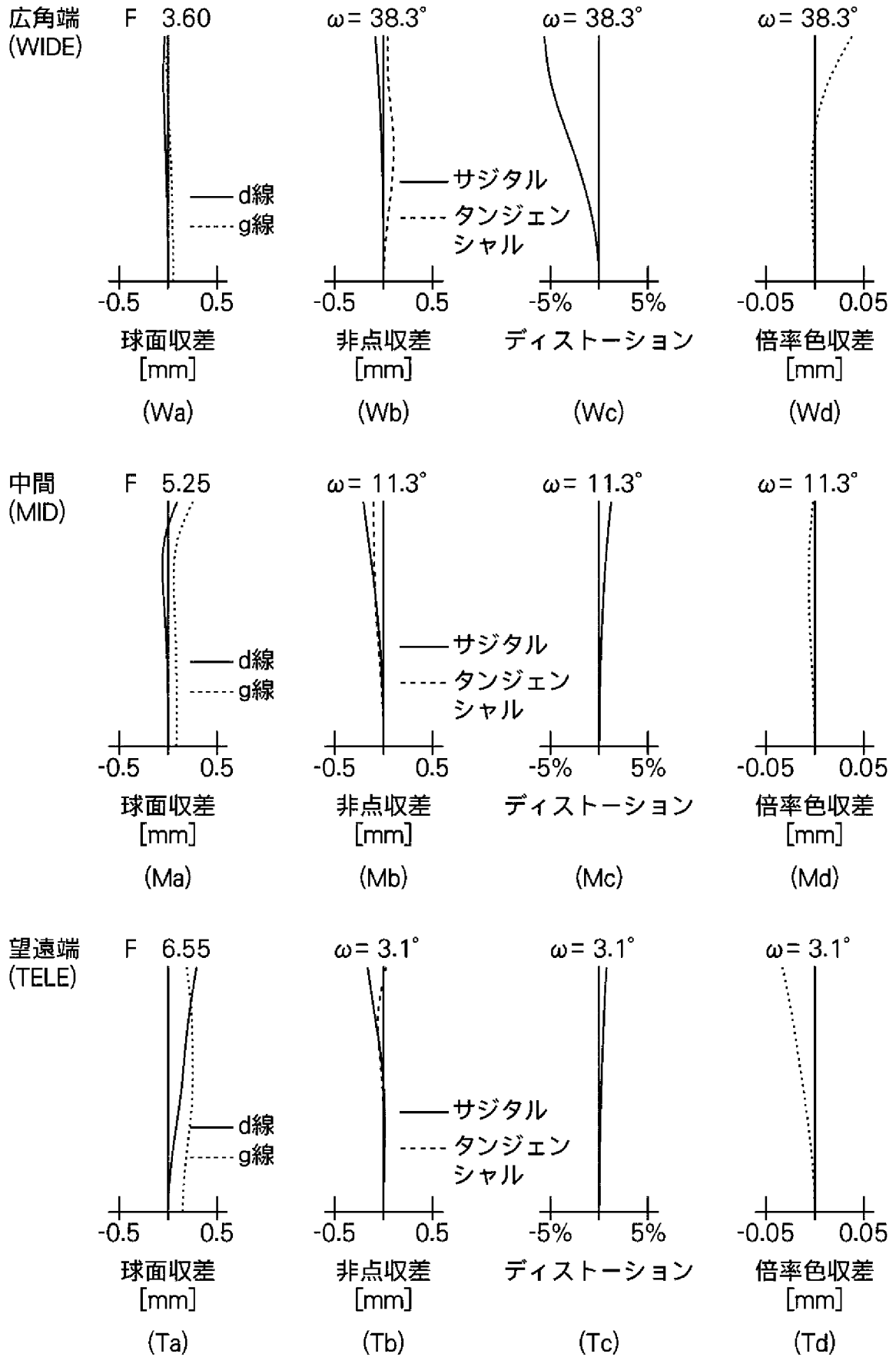
[図9]

実施例3



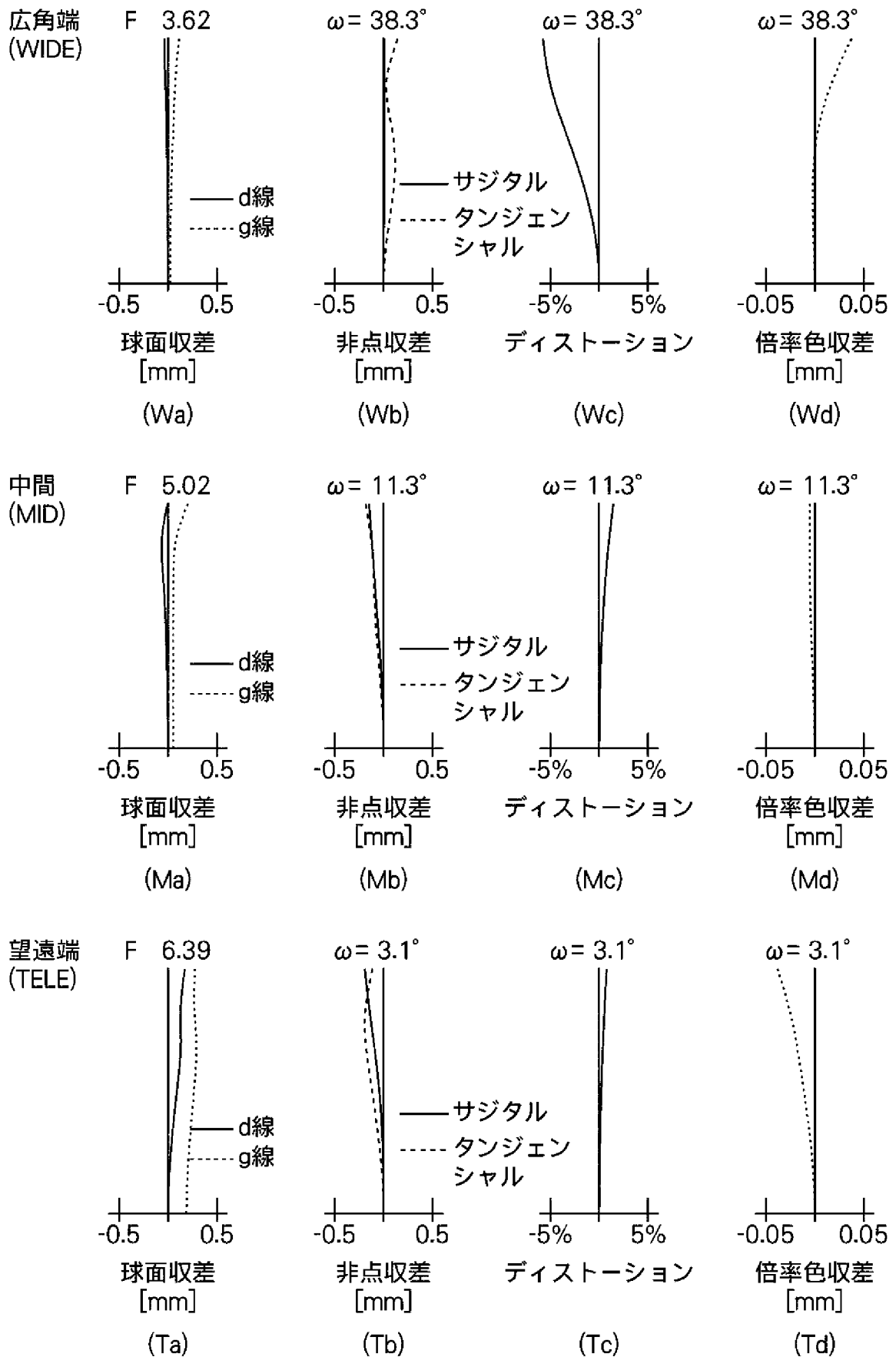
[図10]

実施例4



[図11]

実施例5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/003987

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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	JP 2011-90190 A (Canon Inc.), 06 May 2011 (06.05.2011), entire text (particularly, examples) (Family: none)	1-8
X	JP 10-206736 A (Canon Inc.), 07 August 1998 (07.08.1998), entire text (particularly, examples 1, 2) & US 6061186 A	1, 5, 8
Y	JP 9-197271 A (Minolta Co., Ltd.), 31 July 1997 (31.07.1997), entire text (particularly, example 2) & US 5872659 A	1, 5-8

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

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 September, 2012 (14.09.12)

Date of mailing of the international search report
02 October, 2012 (02.10.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/003987

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-64728 A (Minolta Co., Ltd.), 05 March 1999 (05.03.1999), entire text (particularly, examples) & US 6010537 A	1-8
A	JP 4-70707 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 05 March 1992 (05.03.1992), entire text (particularly, examples) & US 5185678 A	1-8

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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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	JP 2011-90190 A（キヤノン株式会社）2011.05.06, 全文（特に実施例参照）（ファミリーなし）	1-8
X	JP 10-206736 A（キヤノン株式会社）1998.08.07, 全文（特に実施例1、2参照） & US 6061186 A	1, 5, 8
Y	JP 9-197271 A（ミノルタ株式会社）1997.07.31, 全文（特に実施例2参照） & US 5872659 A	1, 5-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

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

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

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

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

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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 4 . 0 9 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 2 . 1 0 . 2 0 1 2

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100-8915

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）

原田 英信

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

2 V

3 7 0 2

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	JP 11-64728 A (ミノルタ株式会社) 1999.03.05, 全文 (特に実施例参照) & US 6010537 A	1-8
A	JP 4-70707 A (ミノルタカメラ株式会社) 1992.03.05, 全文 (特に実施例参照) & US 5185678 A	1-8