

(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
2013年5月10日(10.05.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/065299 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 15/167 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/006979
- (22) 国際出願日: 2012年10月31日(31.10.2012)
- (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 2011-242311 2011年11月4日(04.11.2011) 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26番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 遠山 信明(TOYAMA, Nobuaki); 〒3310813 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).
長 倫生(CHO, Michio); 〒3310813 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324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KSビル 7階 柳田国際特許事務所 Kanagawa (JP).

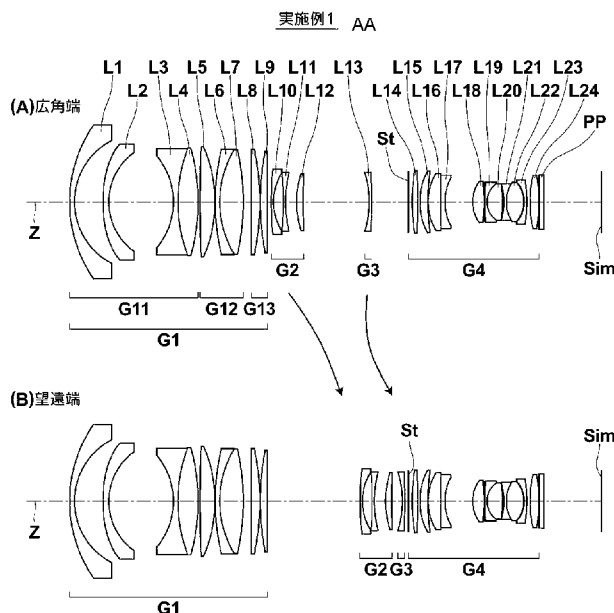
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, 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), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: ZOOM LENS AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: ズームレンズおよび撮像装置



(A) Wide-angle end
(B) Telephoto end
AA Embodiment 1

(57) Abstract: [Problem] To design a four-group zoom lens so as to minimize the change in angle of view when zooming and also achieve a sufficiently small form factor, sufficiently low weight, and sufficiently high performance. [Solution] This zoom lens comprises first, second, third, and fourth lens groups (G1-G4) having positive, negative, negative, and positive refractive power, respectively. The first lens group (G1) comprises an eleventh lens group (G11) that has negative refractive power and remains fixed when focusing, a twelfth lens group (G12) that has positive refractive power and moves when focusing, and a thirteenth lens group (G13) that has positive refractive power and remains fixed when focusing. The twelfth lens group (G12) comprises a positive lens (L5), wherein the surface thereof with the smaller radius-of-curvature absolute value faces the image side, and a cemented lens, wherein a negative lens (L6) on the object side and a positive lens (L7) on the image side are cemented together. The focal length (f12) of the twelfth lens group (G12) and the focal length (fw) of the entire system at the wide-angle end satisfy the relation $3.0 < f12/fw < 20.0$.

(57) 要約:

[続葉有]



(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))

【課題】 4 群構成のズームレンズにおいて、変倍時の画角変動を少なく抑える構成とし、さらに十分な小型軽量化および高性能化を達成する。 【解決手段】 それぞれ正、負、負、正の屈折力を有する第 1、2、3、4 レンズ群 (G 1 ~ G 4) からなり、第 1 レンズ群 (G 1) は、負の屈折力を有しフォーカシング時固定の第 1 1 レンズ群 (G 1 1)、正の屈折力を有しフォーカシング時に移動する第 1 2 レンズ群 (G 1 2)、正の屈折力を有しフォーカシング時固定の第 1 3 レンズ群 (G 1 3) から構成されたズームレンズにおいて、上記第 1 2 レンズ群 (G 1 2) を、曲率半径の絶対値がより小である方の面を像側に向けた正レンズ (L 5)、および物体側の負レンズ (L 6) と像側の正レンズ (L 7) とが接合されてなる接合レンズから構成する。そして第 1 2 レンズ群 (G 1 2) の焦点距離 f_{12} と、広角端における全系の焦点距離 f_w とに関して、 $3 \cdot 0 < f_{12} / f_w < 2 \cdot 0$ の関係を満足させる。

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] 本発明はズームレンズ、特に電子カメラ等の撮像装置に好適に用いることができるズームレンズに関するものである。

[0002] また本発明は、そのような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

[0003] デジタルカメラ、デジタルシネマカメラ、ビデオカメラ、放送用カメラ、監視用カメラ等の撮像装置においては、ズームレンズが搭載されることが多い。それらの撮像装置の中でも放送用カメラやデジタルシネマカメラ等においては、広画角でありながらフォーカシングによる画角の変動を抑えることが特に望まれており、その要求に応えるようにしたズームレンズが従来種々提案されている。

[0004] 例えば特許文献 1、2、3 および 4 には、第 1 レンズ群を、負の屈折力を有する第 1 1 レンズ群、正の屈折力を有する第 1 2 レンズ群、および正の屈折力を有する第 1 3 レンズ群に分け、第 1 2 レンズ群のみを移動させてフォーカシングを行うように構成したズームレンズが示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平 6－2 4 2 3 7 8 号公報

特許文献2：特開平 9－1 5 5 0 1 号公報

特許文献3：特開平 1 0－6 2 6 8 6 号公報

特許文献4：特公昭 5 9－4 6 8 6 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献 1～3 に記載された従来のズームレンズは、いず

れも主に高変倍を目指したものであって、結像するイメージサイズがさほど大きくないにもかかわらず、第1レンズ群が十分に小型化されているとはいえないものである。特に近年は、可搬型の放送用レンズの要求が増しており、大きなイメージサイズに対して小型軽量のズームレンズが求められているが、上記従来のズームレンズはそのような要求に十分応え得るものとはなっていない。

[0007] 特許文献4に記載された従来のズームレンズは、画角、F No. が示されていないものであるが、数値実施例から検討すると、十分に広画角とはいえない。

[0008] 本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、広画角でありながら変倍時の画角変動を少なく抑えることが可能で、さらに、十分な小型軽量化および高性能化を達成できるズームレンズを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明のズームレンズは、

実質的に、物体側から順に、正の屈折力を有し変倍時に固定とされる第1レンズ群、負の屈折力を有し広角端から望遠端への変倍時に物体側から像側に移動する第2レンズ群、負の屈折力を有し変倍時の像面の移動を補正する第3レンズ群、および正の屈折力を有し変倍時に固定とされる第4レンズ群が配置されてなり、

前記第1レンズ群は実質的に、物体側から順に、負の屈折力を有しフォーカシング時に固定とされる第1-1レンズ群、正の屈折力を有しフォーカシング時に移動する第1-2レンズ群、および正の屈折力を有しフォーカシング時に固定とされる第1-3レンズ群が配置されてなり、

前記第1-2レンズ群は実質的に、物体側から順に、曲率半径の絶対値がより小である方の面を像側に向けた正レンズ（正の屈折力を有するレンズ）、および物体側の負レンズ（負の屈折力を有するレンズ）と像側の正レンズとが物体側に凸面を向けた接合面で接合されてなる接合レンズが配置されてなり、

前記第 1 2 レンズ群の焦点距離を f_{12} 、広角端における全系の焦点距離を f_w として、下記条件式

$$3. \quad 0 < f_{12} / f_w < 20.0 \quad \dots (1)$$

を満足することを特徴とするものである。

[0010] なお上の 3 箇所に記載した「実質的に・・・配置されてなり」とは、それらの配置されたレンズ群やレンズ以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、絞りやカバーガラス等レンズ以外の光学要素、レンズフランジ、レンズバレル、撮像素子、手振れ補正機構等の機構部分等を持つ場合も含むものとする。

[0011] また、本発明のズームレンズにおけるレンズの面形状、屈折力の符号は、非球面が含まれているものについては近軸領域で考えるものとする。

[0012] 本発明のズームレンズにおいては、上記条件式 (1) が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$4. \quad 0 < f_{12} / f_w < 10.0 \quad \dots (1)'$$

を満足していることが望ましい。

[0013] また本発明のズームレンズにおいては、前記第 1 1 レンズ群の焦点距離を f_{11} 、広角端における全系の焦点距離を f_w として、下記条件式

$$-5. \quad 0 < f_{11} / f_w < -0.5 \quad \dots (2)$$

を満足していることが望ましい。

[0014] さらに、上記条件式 (2) が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$-3. \quad 0 < f_{11} / f_w < -1.2 \quad \dots (2)'$$

を満足していることがより望ましい。

[0015] また本発明のズームレンズにおいては、前記第 1 1 レンズ群が実質的に、物体側から順に配置された、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、同じく像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、および物体側の両凹レンズと像側の両凸レンズとが接合されてなる接合レンズからなる構成（以下、これを第 1 1 レンズ群の基本構成という）とされることが望ましい。

[0016] そして、第 1 1 レンズ群が上記基本構成を有する場合は、第 1 1 レンズ群

の物体側から２枚目の負メニスカスレンズと、該第１１レンズ群の前記接合レンズとの面間隔（光軸上の空気間隔）を D_4 、第１レンズ群の焦点距離を f_1 として、下記条件式

$$0.60 < D_4 / f_1 < 2.0 \quad \dots (3)$$

を満足していることが望ましい。

[0017] さらに、上記条件式（３）が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$0.70 < D_4 / f_1 < 1.0 \quad \dots (3)'$$

を満足していることがより望ましい。

[0018] また、第１１レンズ群が上記基本構成を有する場合は、該第１１レンズ群が含む前記接合レンズの物体側の面の曲率半径を R_5 、像側の面の曲率半径を R_7 として、下記条件式

$$-1.0 < (R_5 - R_7) / (R_5 + R_7) < -0.1 \quad \dots (4)$$

を満足していることが望ましい。

[0019] さらに、上記条件式（４）が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$-0.8 < (R_5 - R_7) / (R_5 + R_7) < -0.25 \quad \dots (4)'$$

を満足していることがより望ましい。

[0020] また、第１１レンズ群が上記基本構成を有する場合は、該第１１レンズ群の物体側から２枚目の負メニスカスレンズの d 線に対するアッベ数を ν_{d2} として、下記条件式

$$20.0 < \nu_{d2} < 35.0 \quad \dots (5)$$

を満足していることが望ましい。

[0021] さらに、上記条件式（５）が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$22.0 < \nu_{d2} < 32.0 \quad \dots (5)'$$

を満足していることがより望ましい。

[0022] また、第１１レンズ群が上記基本構成を有する場合は、該第１１レンズ群の接合レンズを構成する前記両凸レンズの d 線に対するアッベ数を ν_{d4} として、下記条件式

$$35.0 < \nu_{d4} < 100.0 \quad \dots (6)$$

を満足していることが望ましい。

[0023] さらに、上記条件式(6)が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$40.0 < \nu_d4 < 72.0 \quad \dots (6)'$$

を満足していることがより望ましい。

[0024] さらに、上記条件式(6)'が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$40.0 < \nu_d4 < 60.0 \quad \dots (6)''$$

を満足していることがより一層望ましい。

[0025] 他方、本発明による撮像装置は、以上説明した本発明による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

[0026] 本発明のズームレンズは、前述した通りの4群構成とされた上で、第1レンズ群が実質的に、物体側から順に、負の屈折力を有しフォーカシング時に固定とされる第11レンズ群、正の屈折力を有しフォーカシング時に移動する第12レンズ群、および正の屈折力を有しフォーカシング時に固定とされる第13レンズ群を配置して構成されているので、例えば前記特許文献4にも示されているように、フォーカシングによる画角変動を小さく抑えることができる。

[0027] さらに本発明のズームレンズにおいては、第12レンズ群が実質的に、物体側から順に、曲率半径の絶対値がより小である方の面を像側に向けた正レンズ、および物体側の負レンズと像側の正レンズとが物体側に凸面を向けた接合面で接合されてなる接合レンズを配置して構成されているので、フォーカシングによる収差の変動を小さく抑えることができる。特に接合面を上記の向きにすることにより、フォーカシング時の倍率色収差、および非点収差の変動を抑える効果が高くなる。

[0028] さらに本ズームレンズにおいては、前述した条件式(1)が満足されているので、下記の効果が得られる。すなわち、この条件式(1)は、広角端における全系の焦点距離に対する第12レンズ群の焦点距離の比を規定したものであり、その下限値を下回ると第12レンズ群の屈折力が過大となり、フ

フォーカシングによる収差の変動が大きくなる。逆にその上限値を上回ると、無限遠から至近距離までフォーカシングするために大きなスペースが必要となる上に、第11レンズ群および第12レンズ群の径が増大して、小型軽量化が困難になる。条件式(1)が満足されていれば上述の不具合を防止して、ズームレンズの小型軽量化を達成し、かつフォーカシングによる収差の変動を小さく抑えることができる。

[0029] 以上述べた効果は、条件式(1)が規定する範囲内で特に条件式(1)'も満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0030] また本発明のズームレンズにおいて、特に前記条件式(2)が満足されている場合は、以下の効果を得ることができる。すなわち、この条件式(2)は、広角端における全系の焦点距離に対する第11レンズ群の焦点距離の比を規定したものであり、その下限値を下回ると、無限遠から至近距離までフォーカシングするために大きなスペースが必要となる上に、第11レンズ群および第12レンズ群の径が増大して、小型軽量化が困難になる。逆にその上限値を上回ると、第11レンズ群の屈折力が過大となり、広角端での歪曲収差、望遠端での球面収差が増大する。条件式(2)が満足されていれば上述の不具合を防止して、ズームレンズの小型軽量化を達成し、かつ広角端での歪曲収差、望遠端での球面収差を小さく抑えることができる。

[0031] 以上述べた効果は、条件式(2)が規定する範囲内で特に条件式(2)'も満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0032] また本発明のズームレンズにおいて、特に第11レンズ群が前述した基本構成を有する場合は、該第11レンズ群を小径化することができ、また望遠端での高次の球面収差を小さく抑えることが可能になる。

[0033] そして本発明のズームレンズにおいて、第11レンズ群が上記基本構成とされた上で、特に前述した条件式(3)が満足されている場合は、以下の効果を得ることができる。すなわち、この条件式(3)は、第1レンズ群の焦点距離に対する第11レンズ群内の前記面間隔(物体側から2枚目の負メニスカスレンズと前記接合レンズとの面間隔)の比を規定したものであり、そ

の下限値を下回ると像面湾曲がアンダー傾向となり、他のレンズ群で補正しようとする高次の像面湾曲が発生して補正するのが難しくなる。逆にその上限値を上回ると、像面湾曲がオーバー傾向となり、他のレンズ群で補正しようとする高次の像面湾曲が発生して補正するのが難しくなる。条件式（３）が満足されていれば上述の不具合を防止して、像面湾曲を良好に補正可能となる。

[0034] 以上述べた効果は、条件式（３）が規定する範囲内で特に条件式（３）’も満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0035] また本発明のズームレンズにおいて、第１１レンズ群が上記基本構成とされた上で、特に前述した条件式（４）が満足されている場合は、以下の効果を得ることができる。すなわち、この条件式（４）は、第１１レンズ群内の前記接合レンズの物体側の面の曲率半径と像側の面の曲率半径との関係を規定したものであり、その下限値を下回ると像面湾曲がアンダー傾向となって補正が困難となる。逆にその上限値を上回ると、高次の像面湾曲が発生して補正が困難となる。条件式（４）が満足されていれば上述の不具合を防止して、像面湾曲を良好に補正可能となる。

[0036] 以上述べた効果は、条件式（４）が規定する範囲内で特に条件式（４）’も満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0037] また本発明のズームレンズにおいて、第１１レンズ群が上記基本構成とされた上で、特に前述した条件式（５）が満足されている場合は、以下の効果を得ることができる。すなわち、この条件式（５）は、第１１レンズ群内の２枚目の負メニスカスレンズのアップベ数を規定したものであり、その下限値を下回ると、広角端での倍率色収差が大きくなる。逆にその上限値を上回ると、該２枚目の負メニスカスレンズの比重が大きくなって、重量が増大する。条件式（５）が満足されていれば上述の不具合を防止して、広角端での倍率色収差を抑える一方、ズームレンズの軽量化も実現される。上記２枚目の負メニスカスレンズは、全系の中でも特に径が大きいレンズであるため、比重の小さい硝材を用いることはズームレンズの軽量化の上で非常に有利であ

る。

[0038] 以上述べた効果は、条件式（５）が規定する範囲内で特に条件式（５）’も満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0039] また本発明のズームレンズにおいて、第１１レンズ群が上記基本構成とされた上で、特に前述した条件式（６）が満足されている場合は、以下の効果を得ることができる。すなわち、この条件式（６）は、第１１レンズ群内の前記接合レンズを構成する両凸レンズのアップ数を規定したものであり、その下限値を下回ると倍率色収差が増大し、他の群で補正しようとする他のレンズのアップ数、例えば前記２枚目の負メニスカスレンズのアップ数が大きくなり、比重の大きい硝材を用いることからズームレンズの重量増を招く。逆にその上限値を上回ると、倍率色収差が増大して補正が難しくなる。条件式（６）が満足されていれば上述の不具合を防止して、倍率色収差を小さく抑える一方、ズームレンズの軽量化も実現される。

[0040] 以上述べた効果は、条件式（６）が規定する範囲内で特に条件式（６）’も満足されている場合はより顕著なものとなり、さらに条件式（６）”も満足されている場合はなお一層顕著なものとなる。

[0041] 他方、本発明による撮像装置は、以上説明した効果を奏する本発明のズームレンズを備えたものであるから、フォーカシング時の画角変動を防止した上で、フォーカシング時の各種収差の変動を抑えて高画質で撮像可能となり、また小型軽量化も達成される。

図面の簡単な説明

[0042] [図1]本発明の実施例１に係るズームレンズのレンズ構成を示す断面図

[図2]本発明の実施例２に係るズームレンズのレンズ構成を示す断面図

[図3]本発明の実施例３に係る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４に係る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５に係る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６に係る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７に係る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8に係る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9に係るズームレンズのレンズ構成を示す断面図

[図10] (A) ~ (H) は本発明の実施例1に係るズームレンズの各収差図

[図11] (A) ~ (H) は本発明の実施例2に係るズームレンズの各収差図

[図12] (A) ~ (H) は本発明の実施例3に係るズームレンズの各収差図

[図13] (A) ~ (H) は本発明の実施例4に係るズームレンズの各収差図

[図14] (A) ~ (H) は本発明の実施例5に係るズームレンズの各収差図

[図15] (A) ~ (H) は本発明の実施例6に係るズームレンズの各収差図

[図16] (A) ~ (H) は本発明の実施例7に係るズームレンズの各収差図

[図17] (A) ~ (H) は本発明の実施例8に係るズームレンズの各収差図

[図18] (A) ~ (H) は本発明の実施例9に係るズームレンズの各収差図

[図19]本発明の実施形態に係る撮像装置の概略構成図

発明を実施するための形態

[0043] 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、本発明の実施形態に係るズームレンズの構成例を示す断面図であり、後述する実施例1のズームレンズに対応している。また図2～図9は、本発明の実施形態に係る別の構成例を示す断面図であり、それぞれ後述する実施例2～9のズームレンズに対応している。図1～図9に示す例の基本的な構成は互いに同様であり、図示方法も同様であるので、ここでは主に図1を参照しながら、本発明の実施形態に係るズームレンズについて説明する。

[0044] 図1では、左側が物体側、右側が像側として、(A)は無縁遠合焦状態であつ広角端（最短焦点距離状態）での光学系配置を、(B)は無縁遠合焦状態であつ望遠端（最長焦点距離状態）での光学系配置を示している。これは、後述する図2～9においても同様である。

[0045] 本実施形態のズームレンズは、レンズ群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G1、負の屈折力を有する第2レンズ群G2、負の屈折力を有する第3レンズ群G3、および正の屈折力を有する第4レンズ群G4が配列されてなる。

[0046] そして上記第1レンズ群G1は、物体側から順に、負の屈折力を有しフォーカシング時に固定とされる第11レンズ群G11、正の屈折力を有しフォーカシング時に移動する第12レンズ群G12、および正の屈折力を有しフォーカシング時に固定とされる第13レンズ群G13が配置されてなる。

[0047] なお第4レンズ群G4には、開口絞りStが含まれている。ここに示す開口絞り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。またここに示すSimは像面であり、後述するようにこの位置に、例えばCCD (Charge Coupled Device) やCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等からなる撮像素子が配置される。

[0048] また図1には、第4レンズ群G4と像面Simとの間に、平行平板状の光学部材PPが配置された例を示している。ズームレンズを撮像装置に適用する際には、レンズを装着する撮像装置側の構成に応じて、光学系と像面Simの間にカバーガラス、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等を配置することが多い。上記光学部材PPは、それらを想定したものである。また、近年の撮像装置は高画質化のために各色毎にCCDを用いる3CCD方式を採用しているものがあり、この3CCD方式に対応するためには、色分解プリズム等の色分解光学系をレンズ系と像面Simの間に挿入することになる。光学部材PPとして、そのような色分解光学系が配置されてもよい。

[0049] 本実施形態のズームレンズにおいては、変倍する際に第2レンズ群G2および第3レンズ群G3が光軸Zに沿って移動する。より具体的には、広角端から望遠端に変倍する際に、第2レンズ群G2は変倍のために曲線の軌跡を描きながら像面Sim側に移動し、第3レンズ群G3は同じく曲線の軌跡を描きながら像面Sim側に移動して、変倍時の像面の移動を補正する。したがって、広角端から望遠端に変倍する際に、第2レンズ群G2と第1レンズ群G1との間隔は次第に広くなり、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は変化し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔も変化する。他方、第1レンズ群G1および第4レンズ群G4は、変倍時に固定とされ

る。

[0050] なお図 1 には、広角端から望遠端へ変倍するときの第 2 レンズ群 G 2 および第 3 レンズ群 G 3 の移動軌跡を、(A) と (B) との間に付した実線の矢印で模式的に示してある。ただし、各レンズ群の移動軌跡はこれに限られるものではない。本実施形態における第 2 レンズ群 G 2 および第 3 レンズ群 G 3 の基本的な移動軌跡は、実施例 1 ～ 9 において共通であるので、図 2 ～ 図 9 においては上記移動軌跡を示す矢印は省略してある。

[0051] 以下、各レンズ群を構成するレンズについて説明する。上記第 1 1 レンズ群 G 1 1 は、物体側から順に第 1 レンズ L 1、第 2 レンズ L 2、第 3 レンズ L 3、および第 4 レンズ L 4 を配置して構成されている。例えば第 1 レンズ L 1 は像側（つまり像面 S_{im}側で図 1 中の右方）に凹面を向けた負メニスカスレンズ、第 2 レンズ L 2 は同じく像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、第 3 レンズ L 3 は両凹レンズ、第 4 レンズ L 4 は両凸レンズとされている。なお図 1 の例では、第 3 レンズ L 3 と第 4 レンズ L 4 は接合されて接合レンズを構成している。

[0052] 第 1 2 レンズ群 G 1 2 は、物体側から順に第 5 レンズ L 5、第 6 レンズ L 6 および第 7 レンズ L 7 を配置して構成されている。例えば第 5 レンズ L 5 は両凸レンズ、第 6 レンズ L 6 は像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、第 7 レンズ L 7 は両凸レンズとされている。なお図 1 の例では、正レンズつまり正の屈折力を有するレンズである第 5 レンズ L 5 は、曲率半径の絶対値がより小である方の面を像側に向けて配置されている。そして第 6 レンズ L 6 と第 7 レンズ L 7 は、接合されて接合レンズを構成している。なおこの接合レンズの接合面は、物体側（図 1 中の左方）に凸面を向けたものとなっている。

[0053] 第 1 3 レンズ群 G 1 3 は、物体側から順に第 8 レンズ L 8、および第 9 レンズ L 9 を配置して構成されている。例えば第 8 レンズ L 8 は像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、第 9 レンズ L 9 は物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとされている。

[0054] 他方、第2レンズ群G2は、物体側から順に第10レンズL10、第11レンズL11、および第12レンズL12を配置して構成されている。例えば第10レンズL10は像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、第11レンズL11は両凹レンズ、第12レンズL12は物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとされている。

[0055] 第3レンズ群G3は1枚の第13レンズL13からなる。この第13レンズL13は例えば、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとされている。

[0056] 第4レンズ群G4は、物体側から順に開口絞りSt、第14レンズL14、第15レンズL15、第16レンズL16、第17レンズL17、第18レンズL18、第19レンズL19、第20レンズL20、第21レンズL21、第22レンズL22、第23レンズL23、および第24レンズL24を配置して構成されている。例えば第14レンズL14は両凸レンズ、第15レンズL15は物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、第16レンズL16は物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、第17レンズL17は像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、第18レンズL18は両凸レンズ、第19レンズL19は像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、第20レンズL20は両凸レンズ、第21レンズL21は両凹レンズ、第22レンズL22は両凸レンズ、第23レンズL23は物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、第24レンズL24は両凸レンズとされている。なお以下の2枚ずつのレンズつまり、第16レンズL16と第17レンズL17、第19レンズL19と第20レンズL20、そして第21レンズL21と第22レンズL22は互いに接合されている。

[0057] 以上述べたように本ズームレンズにおいては、第1レンズ群G1が実質的に、物体側から順に、負の屈折力を有しフォーカシング時に固定とされる第11レンズ群G11、正の屈折力を有しフォーカシング時に移動する第12レンズ群G12、および正の屈折力を有しフォーカシング時に固定とされる第13レンズ群G13を配置して構成されている。以上の構成とすることに

より、例えば前記特許文献4にも示されているように、フォーカシングによる画角変動を小さく抑えることができる。

[0058] その上で本ズームレンズにおいては、上記第12レンズ群G12が実質的に、物体側から順に、曲率半径の絶対値がより小である方の面を像側に向けた正レンズである第5レンズL5と、第6レンズL6および第7レンズL7が接合されてなる接合レンズとを配置して構成され、またこの接合レンズの接合面は物体側に凸面を向けたものとされている。以上の構成とすることにより、フォーカシングによる収差の変動を小さく抑えることができる。特に接合面を上記の向きにすることにより、フォーカシング時の倍率色収差、および非点収差の変動を抑える効果が高くなる。

[0059] さらに本ズームレンズにおいては、第12レンズ群G12の焦点距離を f_{12} 、広角端における全系の焦点距離を f_w として、下記条件式

$$3. \quad 0 < f_{12} / f_w < 20.0 \quad \dots (1)$$

が満足されている。さらには、この条件式(1)が規定する範囲内で下記条件式

$$4. \quad 0 < f_{12} / f_w < 10.0 \quad \dots (1)'$$

も満足されている。

[0060] なお本実施形態の数値実施例については、後に表1～28を参照してまとめて説明するが、例えば実施例1の広角端における全系の焦点距離 f_w は表2の諸元 f の「広角端」欄に示してある。また実施例2の広角端における全系の焦点距離 f_w は表5の同欄に示してあり、以下同様である。そして各実施例における「 f_{12} / f_w 」の値は表28に示してあり、後に述べる条件式(2)～(6)の値についても同様である。

[0061] 条件式(1)が満足されていることにより、本実施形態のズームレンズは下記の効果を奏するものとなっている。すなわち、この条件式(1)は、広角端における全系の焦点距離に対する第12レンズ群G12の焦点距離の比を規定したものであり、その下限値を下回ると第12レンズ群G12の屈折力が過大となり、フォーカシングによる収差の変動が大きくなる。逆にその

上限値を上回ると、無限遠から至近距離までフォーカシングするために大きなスペースが必要となる上に、第11レンズ群G11および第12レンズ群G12の径が増大して、小型軽量化が困難になる。条件式(1)が満足されていれば上述の不具合を防止して、ズームレンズの小型軽量化を達成し、かつフォーカシングによる収差の変動を小さく抑えることができる。

[0062] 本実施形態のズームレンズでは、条件式(1)が規定する範囲内で条件式(1)'も満足されているので、上述した効果が特に顕著なものとなる。

[0063] また、本実施形態のズームレンズにおいては、第11レンズ群G11の焦点距離を f_{11} 、広角端における全系の焦点距離を f_w としたとき、下記条件式

$$-5.0 < f_{11} / f_w < -0.5 \quad \dots (2)$$

が満足されている。さらには、この条件式(2)が規定する範囲内で下記条件式

$$-3.0 < f_{11} / f_w < -1.2 \quad \dots (2)'$$

も満足されている(表28参照)。

[0064] 条件式(2)が満足されていることにより、本実施形態のズームレンズは下記の効果を奏するものとなっている。すなわち、この条件式(2)は、広角端における全系の焦点距離に対する第11レンズ群G11の焦点距離の比を規定したものであり、その下限値を下回ると、無限遠から至近距離までフォーカシングするために大きなスペースが必要となる上に、第11レンズ群G11および第12レンズ群G12の径が増大して、小型軽量化が困難になる。逆にその上限値を上回ると、第11レンズ群G11の屈折力が過大となり、広角端での歪曲収差、望遠端での球面収差が増大する。条件式(2)が満足されていれば上述の不具合を防止して、ズームレンズの小型軽量化を達成し、かつ広角端での歪曲収差、望遠端での球面収差を小さく抑えることができる。

[0065] 本実施形態のズームレンズでは、条件式(2)が規定する範囲内で条件式(2)'も満足されているので、上述した効果が特に顕著なものとなる。

[0066] また本実施形態のズームレンズにおいては、第11レンズ群G11が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ（第1レンズL1）、同じく像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ（第2レンズL2）、および物体側の両凹レンズ（第3レンズL3）と像側の両凸レンズ（第4レンズL4）とが接合されてなる接合レンズから構成されている。第11レンズ群G11を以上の基本構成とすることにより、該第11レンズ群G11を小径化することができ、また望遠端での高次の球面収差を抑えることが可能になる。

[0067] そして本実施形態のズームレンズにおいては、第11レンズ群G11を上記基本構成とした上で、その物体側から2枚目の負メニスカスレンズ（第2レンズL2）と、接合レンズ（レンズL3、L4からなる接合レンズ）との間の面間隔をD4、第1レンズ群G1の焦点距離をf1としたとき、下記条件式

$$0.60 < D4 / f1 < 2.0 \quad \dots (3)$$

が満足されている。なお上記の面間隔は、光軸上の空気間隔である。さらには、この条件式（3）が規定する範囲内で下記条件式

$$0.70 < D4 / f1 < 1.0 \quad \dots (3)'$$

も満足されている（表28参照）。

[0068] 条件式（3）が満足されていることにより、本実施形態のズームレンズは下記の効果を奏するものとなっている。すなわち、この条件式（3）は、第1レンズ群G1の焦点距離に対する上記面間隔の比を規定したものであり、その下限値を下回ると像面湾曲がアンダー傾向となり、他のレンズ群で補正しようとする高次の像面湾曲が発生して補正するのが難しくなる。逆にその上限値を上回ると、像面湾曲がオーバー傾向となり、他のレンズ群で補正しようとする高次の像面湾曲が発生して補正するのが難しくなる。条件式（3）が満足されていれば上述の不具合を防止して、像面湾曲を良好に補正可能となる。

[0069] 本実施形態のズームレンズでは、条件式（3）が規定する範囲内で条件式

(3)'も満足されているので、上述した効果が特に顕著なものとなる。

[0070] また本実施形態のズームレンズにおいては、第11レンズ群G11を上記基本構成とした上で、そのレンズL3およびL4からなる接合レンズの物体側の面の曲率半径をR5、像側の面の曲率半径をR7としたとき、下記条件式

$$-1.0 < (R5 - R7) / (R5 + R7) < -0.1 \quad \dots (4)$$

が満足されている。さらには、この条件式(4)が規定する範囲内で下記条件式

$$-0.8 < (R5 - R7) / (R5 + R7) < -0.25 \quad \dots (4)'$$

も満足されている(表28参照)。

[0071] 条件式(4)が満足されていることにより、本実施形態のズームレンズは下記の効果を奏するものとなっている。すなわち、この条件式(4)は、上記接合レンズの物体側の面の曲率半径と像側の面の曲率半径との関係を規定したものであり、その下限値を下回ると像面湾曲がアンダー傾向となって補正が困難となる。逆にその上限値を上回ると、高次の像面湾曲が発生して補正が困難となる。条件式(4)が満足されていれば上述の不具合を防止して、像面湾曲を良好に補正可能となる。

[0072] 本実施形態のズームレンズでは、条件式(4)が規定する範囲内で条件式(4)'も満足されているので、上述した効果が特に顕著なものとなる。

[0073] また本実施形態のズームレンズにおいては、第11レンズ群G11を上記基本構成とした上で、前記2枚目の負メニスカスレンズである第2レンズL2のd線に対するアッベ数を ν_{d2} としたとき、下記条件式

$$20.0 < \nu_{d2} < 35.0 \quad \dots (5)$$

が満足されている。さらには、この条件式(5)が規定する範囲内で下記条件式

$$22.0 < \nu_{d2} < 32.0 \quad \dots (5)'$$

も満足されている(表28参照)。

[0074] 条件式(5)が満足されていることにより、本実施形態のズームレンズは

下記の効果を奏するものとなっている。すなわち、このアッベ数 $\nu_d 2$ が条件式（５）の下限値を下回ると、広角端での倍率色収差が大きくなる。逆にその上限値を上回ると、該第２レンズ L_2 の比重が大きくなって、重量が増大する。条件式（５）が満足されていれば上述の不具合を防止して、広角端での倍率色収差を抑える一方、ズームレンズの軽量化も実現される。上記第２レンズ L_2 は、全系の中でも特に径が大きいレンズであるため、比重の小さい硝材を用いることはズームレンズの軽量化の上で非常に有利である。

[0075] 本実施形態のズームレンズでは、条件式（５）が規定する範囲内で条件式（５）'も満足されているので、上述した効果が特に顕著なものとなる。

[0076] また本実施形態のズームレンズにおいては、第１１レンズ群 G_{11} を上記基本構成とした上で、その接合レンズを構成する両凸レンズつまり第４レンズ L_4 の d 線に対するアッベ数を $\nu_d 4$ としたとき、下記条件式

$$35.0 < \nu_d 4 < 100.0 \quad \dots (6)$$

が満足されている。さらには、この条件式（６）が規定する範囲内で下記条件式

$$40.0 < \nu_d 4 < 72.0 \quad \dots (6)'$$

も満足され、その上さらに下記条件式

$$40.0 < \nu_d 4 < 60.0 \quad \dots (6)''$$

も満足されている（表２８参照）。

[0077] 条件式（６）が満足されていることにより、本実施形態のズームレンズは下記の効果を奏するものとなっている。すなわち、このアッベ数 $\nu_d 4$ が条件式（６）の下限値を下回ると倍率色収差が増大し、他の群で補正しようとする他のレンズのアッベ数、例えば前記第２レンズ L_2 のアッベ数 $\nu_d 2$ が大きくなり、比重の大きい硝材を用いることからズームレンズの重量増を招く。逆にその上限値を上回ると、倍率色収差が増大して補正が難しくなる。条件式（６）が満足されていれば上述の不具合を防止して、倍率色収差を小さく抑える一方、ズームレンズの軽量化も実現される。

[0078] 本実施形態のズームレンズでは、条件式（６）が規定する範囲内で条件式

(6) ' も満足され、さらには条件式 (6) ” も満足されているので、上述した効果が特に顕著なものとなる。

[0079] 次に、本発明のズームレンズの実施例について、特に数値実施例を主に詳しく説明する。

[0080] <実施例 1>

前述した通り、実施例 1 のズームレンズの広角端、望遠端におけるレンズ群の配置を図 1 に示す。なお、図 1 の構成におけるレンズ群および各レンズの詳細な説明は前述した通りであるので、以下では特に必要の無い限り重複した説明は省略する。

[0081] 表 1 に、実施例 1 のズームレンズの基本レンズデータを示す。ここでは、光学部材 P P も含めて示している。表 1 において、S i の欄には最も物体側に有る構成要素の物体側の面を 1 番目として像側に向かうに従い順次増加するように構成要素に面番号を付したときの i 番目 (i = 1、2、3、...) の面番号を示す。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 上の面間隔を示している。また、N d j の欄には最も物体側の構成要素を 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、...) の構成要素の d 線 (波長 587.6 nm) に対する屈折率を示し、ν d j の欄には j 番目の構成要素の d 線に対するアッペ数を示している。また、この基本レンズデータには、開口絞り S t も含めて示しており、開口絞り S t に相当する面の曲率半径の欄には、∞ (開口絞り) と記載している。

[0082] 表 1 の曲率半径 R および面間隔 D の値の単位は、mm である。また表 1 中では、所定の桁でまるめた数値を記載している。そして曲率半径の符号は、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。

[0083] 面間隔 D のうち、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔、および第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔は変倍時に変化する可変間隔であり、これらの間隔に相当する欄にはそれぞれ、当該間隔の前側の面番号を付して可変間隔 16、可

変間隔 2 2、可変間隔 2 4 と記載している。

[0084] また表 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。

[0085] 以上は、後述する表 4、7、10、13、16、19、22、および 25 においても同様である。

[0086] また表 2 に、実施例 1 のズームレンズが変倍する際の広角端、望遠端における全系の焦点距離 f と、上記可変間隔 1 6、可変間隔 2 2、可変間隔 2 4 の値を示す。またこの表 2 には、実施例 1 のズームレンズのバックフォーカス BF 、 F 値 $FNo.$ 、および全画角 2ω を併せて示してある。この表 2 においても長さの単位は mm であり、一方、全画角 2ω の単位は度 ($^{\circ}$) である。そしてここでも、所定の桁で丸めた数値を記載している。この表 2 に示される通り本実施例のズームレンズは、広角端での全画角が 91.82° と、十分に広画角なものとなっている。

[0087] 以上述べた表 2 の記載の仕方は、後述する表 5、8、11、14、17、20、23、および 26 においても同様である。なお、それらに示された実施例 2～9 のズームレンズも、広角端での全画角が $91.80^{\circ} \sim 91.84^{\circ}$ の範囲にあり、十分な広画角化が達成されている。

[0088] また表 3 に、実施例 1 のズームレンズの非球面データを示す。ここでは、非球面の面番号と、その非球面に関する非球面係数を示す。ここで非球面係数の数値の「 $E-n$ 」(n : 整数) は、「 $\times 10^{-n}$ 」を意味する。なお非球面係数は、下記非球面式における各係数 KA 、 A_m ($m=3, 4, 5, \dots, 20$) の値である。

[0089]
$$Zd = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - KA \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum A_m \cdot h^m$$

ただし、

Zd : 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 (光軸からのレンズ面までの距離)

C : 近軸曲率半径の逆数

K A、A m：非球面係数（ $m = 3、4、5、\dots 20$ ）

以上述べた表3の記載の仕方は、後述する表6、9、12、15、18、21、24、および27においても同様である。

[0090] 以下に記載する表では全て、前述したように長さの単位としてmmを用い、角度の単位として度（°）を用いているが、光学系は比例拡大又は比例縮小して使用することが可能であるので、他の適当な単位を用いることもできる。

[表1]

実施例1・基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndj (屈折率)	ν dj (アッペ数)
1	70.6894	2.500	1.77250	49.60
2	36.2044	14.942		
*3	78.3014	3.000	1.71736	29.52
4	31.8282	33.886		
5	-37.1642	2.351	1.51742	52.43
6	79.1217	10.569	1.69680	55.53
7	-103.2282	1.007		
8	710.7794	7.791	1.49700	81.54
9	-72.7024	0.153		
10	119.9323	2.350	1.88300	40.76
11	53.1778	12.286	1.49700	81.54
12	-125.7910	4.180		
13	-11562.9370	4.509	1.49700	81.54
14	-132.5599	0.150		
15	132.0399	3.837	1.72916	54.68
16	214748.3648	可変間隔16		
17	176.3697	1.200	1.72916	54.68
18	29.1778	5.022		
19	-217.7742	1.200	1.56907	71.30
20	60.7196	5.862		
21	48.4550	3.309	1.71736	29.52
22	351.0532	可変間隔22		
23	-53.3473	1.200	1.49700	81.54
24	-430.3779	可変間隔24		
25	∞ (開口絞り)	2.000		
26	106.4359	2.947	1.81600	46.62
27	-275.7217	1.001		
28	34.0947	4.163	1.84139	24.56
29	106.1829	0.156		
30	28.5710	6.768	1.43875	94.93
31	172434.0964	2.000	1.88300	40.76
32	25.5769	14.617		
33	18.8629	5.981	1.49700	81.54
34	-105.5462	0.250		
35	147.7496	1.202	1.84661	23.78
36	11.6822	8.200	1.65160	58.55
37	-57.4503	0.602		
38	-33.8318	1.370	1.88300	40.76
39	19.0289	9.049	1.54814	45.79
40	-16.0911	0.365		
41	-15.0638	1.248	1.83481	42.71
42	-80.2654	1.644		
43	57.4547	4.779	1.84661	23.78
44	-73.5517	0.000		
45	∞	2.490	1.51632	64.00
46	∞	30.151		

*: 非球面

[表2]

実施例1・ズームに関するデータ

諸元 (d線)	広角端	望遠端
ズーム倍率	1.0	2.8
f	16.00	44.80
Bf	31.79	31.79
FNo.	2.65	2.65
$2\omega[^\circ]$	91.82	37.85
可変間隔16	2.000	48.516
可変間隔22	34.613	5.453
可変間隔24	19.357	2.002

[表3]

実施例1・非球面係数

面番号	3
KA	1.000000E+00
A3	-8.207591E-06
A4	3.612926E-06
A5	-9.721934E-08
A6	3.980679E-09
A7	-2.732476E-11
A8	-6.666219E-13
A9	2.921671E-15
A10	2.334960E-16
A11	4.493755E-18
A12	6.893503E-20
A13	9.185959E-22
A14	1.129241E-23
A15	1.316193E-25
A16	1.470968E-27
A17	1.574483E-29
A18	1.586896E-31
A19	1.429637E-33
A20	9.519133E-36

[0091] また表28に、前記条件式(1)～(6)が規定する条件、つまり文字式の部分の値を、実施例1～9の各々について示す。この表28の値はd線に関するものである。ここに示される通り、実施例1のズームレンズ並びに、後述する実施例2～9のズームレンズはいずれも条件式(1)～(6)の全てを満たし、さらにはそれらの条件式が規定する範囲内のより好ましい範囲を示す条件式(1)'～(6)'並びに(6)''も全て満たしている。それによって得られる効果は、先に詳しく説明した通りである。

[0092] ここで、実施例1のズームレンズの無限遠合焦状態でかつ広角端における球面収差、正弦条件、非点収差、歪曲収差（ディストーション）をそれぞれ図10の(A)～(D)に示し、無限遠合焦状態でかつ望遠端における球面

収差、正弦条件、非点収差、歪曲収差をそれぞれ同図の（E）～（H）に示す。各収差はd線（波長587.6nm）を基準としたものであるが、球面収差図ではC線（656.3nm）およびF線（波長486.1nm）に関する収差も示してある。また非点収差図では、サジタル方向については（S）と付記した実線で、タンジェンシャル方向については（T）と付記した破線で示している。球面収差図および正弦条件のFNo.はF値を意味し、その他の収差図の ω は半画角を意味する。

[0093] 以上述べた収差の表示方法は、後に示す図11～図18においても同様である。

[0094] <実施例2>

図2に、実施例2のズームレンズの広角端、望遠端におけるレンズ群の配置を示す。この実施例2のズームレンズは、前述した実施例1のズームレンズと略同様の構成とされているが、第13レンズ群G13の第8レンズL8が像側に凸面を向けた平凸レンズからなる点、第13レンズ群G13の第9レンズL9が物体側に凸面を向けた平凸レンズからなる点、第4レンズ群G4の第16レンズL16が物体側に凸面を向けた平凸レンズからなる点、第4レンズ群G4の第17レンズL17が像側に凹面を向けた平凹レンズからなる点、の4点において相違している。

[0095] なお、上に述べた実施例1に対する相違点は、後述する実施例2～9においても同様であり、実施例2～9の説明ではその点を繰り返し述べることはしない。

[0096] 表4に、実施例2のズームレンズの基本レンズデータを示す。また表5に、本実施例のズームレンズのズームに関するデータを示す。また表6に、本実施例のズームレンズの非球面データを示す。そして図11の（A）～（H）に、本実施例のズームレンズの各収差図を示す。

[表4]

実施例2・基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndj (屈折率)	ν dj (アッペ数)
1	74.3554	2.500	1.77250	49.60
2	37.0736	9.050		
*3	74.6705	3.000	1.71736	29.52
4	32.4015	40.474		
5	-39.3056	2.351	1.51742	52.43
6	79.4984	10.832	1.68976	55.87
7	-95.0396	1.000		
8	942.4408	6.741	1.49700	81.54
9	-84.1340	0.153		
10	143.5405	2.350	1.88300	40.76
11	54.9687	10.715	1.49700	81.54
12	-208.1561	4.636		
13	∞	5.479	1.49700	81.54
14	-90.5871	0.150		
15	130.9116	3.895	1.72735	54.79
16	∞	可変間隔16		
17	175.4952	1.200	1.72604	54.86
18	29.5678	5.094		
19	-188.4508	1.200	1.57071	61.97
20	62.4076	5.379		
21	48.8963	3.485	1.73296	28.72
22	389.6690	可変間隔22		
23	-57.8876	1.200	1.49700	81.54
24	-674.9530	可変間隔24		
25	∞ (開口絞り)	2.000		
26	106.0772	2.946	1.81600	46.62
27	-289.6274	1.001		
28	34.3478	4.199	1.84139	24.56
29	102.9588	0.156		
30	28.5956	7.020	1.43875	94.93
31	∞	2.000	1.88300	40.76
32	25.7137	14.356		
33	18.8684	6.008	1.49700	81.54
34	-102.4860	0.250		
35	152.1469	1.202	1.84661	23.78
36	11.7487	8.124	1.65160	58.55
37	-57.7285	0.607		
38	-33.8090	1.373	1.88300	40.76
39	19.2141	8.993	1.54814	45.79
40	-16.1301	0.405		
41	-14.9925	1.248	1.83481	42.71
42	-85.8896	1.744		
43	63.9804	4.694	1.84661	23.78
44	-62.5397	0.000		
45	∞	2.490	1.51632	64.00
46	∞	30.164		

*: 非球面

[表5]

実施例2・ズームに関するデータ

諸元(d線)	広角端	望遠端
ズーム倍率	1.0	2.8
f	16.00	44.81
Bf	31.81	31.81
FNo.	2.64	2.64
$2\omega[^\circ]$	91.80	37.83
可変間隔16	2.000	49.972
可変間隔22	35.468	5.587
可変間隔24	20.060	1.969

[表6]

実施例2・非球面係数

面番号	3
KA	1.000000E+00
A3	-9.549332E-06
A4	3.435302E-06
A5	-1.009670E-07
A6	3.938844E-09
A7	-2.766388E-11
A8	-6.688923E-13
A9	2.909841E-15
A10	2.334913E-16
A11	4.495057E-18
A12	6.896460E-20
A13	9.190880E-22
A14	1.129956E-23
A15	1.317149E-25
A16	1.472178E-27
A17	1.575950E-29
A18	1.588620E-31
A19	1.431612E-33
A20	9.541324E-36

[0097] <実施例3>

図3に、実施例3のズームレンズの広角端、望遠端におけるレンズ群の配置を示す。

[0098] 表7に、本実施例のズームレンズの基本レンズデータを示す。また表8に、本実施例のズームレンズのズームに関するデータを示す。また表9に、本実施例のズームレンズの非球面データを示す。そして図12の(A)～(H)に、この実施例3のズームレンズの各収差図を示す。

[表7]

実施例3・基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndj (屈折率)	v_dj (アッベ数)
1	72.2277	2.500	1.77250	49.60
2	36.0856	14.893		
*3	80.4940	3.000	1.71736	29.52
4	32.6052	34.044		
5	-37.4714	2.351	1.51742	52.43
6	75.6770	12.586	1.65858	57.45
7	-72.7386	1.000		
8	773.9693	6.164	1.49700	81.54
9	-98.1399	0.153		
10	123.0122	2.350	1.88300	40.76
11	55.0010	10.398	1.49700	81.54
12	-275.3506	4.967		
13	∞	5.551	1.49700	81.54
14	-89.8665	0.150		
15	139.9896	3.845	1.70856	55.73
16	∞	可変間隔16		
17	162.7064	1.200	1.73953	53.71
18	29.3009	5.205		
19	-228.9447	1.200	1.57378	56.13
20	64.0582	5.055		
21	47.8155	3.362	1.75181	27.76
22	299.6376	可変間隔22		
23	-53.8761	1.200	1.49700	81.54
24	-599.1561	可変間隔24		
25	∞ (開口絞り)	2.000		
26	106.3867	2.949	1.81600	46.62
27	-289.6165	1.001		
28	34.1859	4.164	1.84139	24.56
29	104.3918	0.156		
30	28.3734	6.969	1.43875	94.93
31	∞	2.000	1.88300	40.76
32	25.5927	14.474		
33	18.8530	5.958	1.49700	81.54
34	-103.8817	0.250		
35	151.7393	1.202	1.84661	23.78
36	11.6858	8.194	1.65160	58.55
37	-57.5361	0.606		
38	-33.7794	1.371	1.88300	40.76
39	18.9622	9.054	1.54814	45.79
40	-16.1173	0.392		
41	-15.0152	1.248	1.83481	42.71
42	-80.4952	1.617		
43	57.7359	4.667	1.84661	23.78
44	-70.2305	0.000		
45	∞	2.490	1.51632	64.00
46	∞	30.213		

*: 非球面

[表8]

実施例3・ズームに関するデータ

諸元 (d線)	広角端	望遠端
ズーム倍率	1.0	2.8
f	16.00	44.81
Bf	31.86	31.86
FNo.	2.65	2.65
$2\omega[^\circ]$	91.83	37.85
可変間隔16	2.000	50.595
可変間隔22	36.156	5.352
可変間隔24	19.759	1.968

[表9]

実施例3・非球面係数

面番号	3
KA	1.000000E+00
A3	-8.057230E-06
A4	3.581432E-06
A5	-9.816251E-08
A6	3.963765E-09
A7	-2.754498E-11
A8	-6.689182E-13
A9	2.902062E-15
A10	2.333707E-16
A11	4.493514E-18
A12	6.894495E-20
A13	9.188327E-22
A14	1.129623E-23
A15	1.316721E-25
A16	1.471641E-27
A17	1.575295E-29
A18	1.587841E-31
A19	1.430705E-33
A20	9.530987E-36

[0099] <実施例4>

図4に、実施例4のズームレンズの広角端、望遠端におけるレンズ群の配置を示す。

[0100] 表10に、本実施例のズームレンズの基本レンズデータを示す。また表11に、本実施例のズームレンズのズームに関するデータを示す。また表12に、本実施例のズームレンズの非球面データを示す。そして図13の(A)～(H)に、この実施例4のズームレンズの各収差図を示す。

[表10]

実施例4・基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndj (屈折率)	ν dj (アッペ数)
1	69.7272	2.500	1.77250	49.60
2	36.2998	14.981		
*3	76.8466	3.000	1.71736	29.52
4	31.7073	33.857		
5	-38.6477	2.351	1.51404	53.01
6	72.4553	9.919	1.71676	54.52
7	-133.1199	1.075		
8	956.5654	7.074	1.49700	81.54
9	-76.3360	0.153		
10	146.1610	2.350	1.88300	40.76
11	54.7391	10.998	1.49700	81.54
12	-176.7059	3.847		
13	∞	5.584	1.49700	81.54
14	-89.4220	0.150		
15	118.1062	4.258	1.74359	53.31
16	∞	可変間隔16		
17	165.3946	1.200	1.73735	53.93
18	29.5050	5.192		
19	-218.2346	1.200	1.57313	58.75
20	64.7617	5.630		
21	49.3403	3.279	1.74373	28.17
22	320.7702	可変間隔22		
23	-54.0614	1.200	1.49700	81.54
24	-443.2194	可変間隔24		
25	∞ (開口絞り)	2.000		
26	107.0968	2.976	1.81600	46.62
27	-272.9713	1.001		
28	34.2014	4.177	1.84139	24.56
29	103.6967	0.156		
30	28.7651	7.086	1.43875	94.93
31	∞	2.000	1.88300	40.76
32	25.5778	14.261		
33	18.8999	5.963	1.49700	81.54
34	-104.3511	0.250		
35	147.3058	1.202	1.84661	23.78
36	11.7114	8.208	1.65160	58.55
37	-57.4107	0.600		
38	-33.8701	1.371	1.88300	40.76
39	19.1249	9.018	1.54814	45.79
40	-16.1147	0.375		
41	-15.0564	1.247	1.83481	42.71
42	-81.5615	1.596		
43	58.2406	4.513	1.84661	23.78
44	-72.0276	0.000		
45	∞	2.490	1.51632	64.00
46	∞	30.483		

*: 非球面

[表11]

実施例4・ズームに関するデータ

諸元 (d線)	広角端	望遠端
ズーム倍率	1.0	2.8
f'	16.00	44.81
Bf	32.13	32.13
FNo.	2.64	2.64
$2\omega[^\circ]$	91.83	37.83
可変間隔16	2.000	51.275
可変間隔22	37.840	5.187
可変間隔24	18.590	1.968

[表12]

実施例4・非球面係数

面番号	3
KA	1.000000E+00
A3	-8.722002E-06
A4	3.661445E-06
A5	-9.859539E-08
A6	3.955822E-09
A7	-2.754342E-11
A8	-6.677827E-13
A9	2.919501E-15
A10	2.335228E-16
A11	4.493999E-18
A12	6.893300E-20
A13	9.185005E-22
A14	1.129051E-23
A15	1.315898E-25
A16	1.470564E-27
A17	1.573970E-29
A18	1.586279E-31
A19	1.428919E-33
A20	9.511023E-36

[0101] <実施例5>

図5に、実施例5のズームレンズの広角端、望遠端におけるレンズ群の配置を示す。

[0102] 表13に、本実施例のズームレンズの基本レンズデータを示す。また表14に、本実施例のズームレンズのズームに関するデータを示す。また表15に、本実施例のズームレンズの非球面データを示す。そして図14の(A)～(H)に、この実施例5のズームレンズの各収差図を示す。

[表13]

実施例5・基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndj (屈折率)	νdj (アッペ数)
1	64.6230	2.500	1.78974	49.03
2	35.3715	14.598		
*3	83.2567	3.000	1.71736	29.52
4	31.6880	34.190		
5	-37.0492	2.351	1.55688	47.99
6	69.7934	8.558	1.66978	46.74
7	-200.7063	1.000		
8	493.2329	9.053	1.49700	81.54
9	-57.9945	0.153		
10	136.6891	2.350	1.88300	40.76
11	57.6224	11.609	1.49700	81.54
12	-131.4761	2.749		
13	∞	5.166	1.49700	81.54
14	-107.1222	0.150		
15	120.3617	4.332	1.74734	53.27
16	∞	可変間隔16		
17	200.7794	1.200	1.73843	54.16
18	29.9830	5.170		
19	-307.2689	1.201	1.57401	62.15
20	77.8391	3.840		
21	46.4870	3.528	1.72840	28.64
22	277.7492	可変間隔22		
23	-54.8659	1.200	1.49700	81.54
24	-505.0282	可変間隔24		
25	∞(開口絞り)	2.000		
26	106.9126	3.037	1.81600	46.62
27	-348.1424	1.001		
28	34.6856	4.252	1.84139	24.56
29	99.4484	0.156		
30	29.5599	8.298	1.43875	94.93
31	∞	2.000	1.88300	40.76
32	25.5481	12.816		
33	18.9466	5.927	1.49700	81.54
34	-105.9301	0.250		
35	142.0797	1.202	1.84661	23.78
36	11.7515	8.194	1.65160	58.55
37	-54.2362	0.543		
38	-34.0434	1.369	1.88300	40.76
39	19.1526	9.023	1.54814	45.79
40	-16.0859	0.360		
41	-15.0703	1.247	1.83481	42.71
42	-83.5461	1.441		
43	57.5525	4.266	1.84661	23.78
44	-76.0426	0.000		
45	∞	2.490	1.51632	64.00
46	∞	31.101		

*: 非球面

[表14]

実施例5・ズームに関するデータ

諸元 (d線)	広角端	望遠端
ズーム倍率	1.0	2.8
f	16.00	44.81
Bf	32.74	32.74
FNo.	2.65	2.65
$2\omega[^\circ]$	91.82	37.82
可変間隔16	2.000	53.479
可変間隔22	35.918	5.751
可変間隔24	23.272	1.960

[表15]

実施例5・非球面係数

面番号	3
KA	1.000000E+00
A3	-8.028537E-06
A4	3.858002E-06
A5	-9.982085E-08
A6	3.904131E-09
A7	-2.815188E-11
A8	-6.710508E-13
A9	2.936930E-15
A10	2.342559E-16
A11	4.506490E-18
A12	6.910065E-20
A13	9.205020E-22
A14	1.131281E-23
A15	1.318271E-25
A16	1.473011E-27
A17	1.576436E-29
A18	1.588721E-31
A19	1.431308E-33
A20	9.534153E-36

[0103] <実施例6>

図6に、実施例6のズームレンズの広角端、望遠端におけるレンズ群の配置を示す。

[0104] 表16に、本実施例のズームレンズの基本レンズデータを示す。また表17に、本実施例のズームレンズのズームに関するデータを示す。また表18に、本実施例のズームレンズの非球面データを示す。そして図15の(A)～(H)に、この実施例6のズームレンズの各収差図を示す。

[表16]

実施例6・基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndj (屈折率)	ν dj (アッペ数)
1	70.1642	2.500	1.80010	39.22
2	35.9681	12.868		
*3	71.0371	3.000	1.80001	25.00
4	32.6673	34.625		
5	-38.2698	2.351	1.49185	59.35
6	75.2321	11.649	1.66340	58.27
7	-93.5909	1.000		
8	885.2254	6.700	1.49700	81.54
9	-87.7161	0.153		
10	132.8142	2.350	1.88300	40.76
11	54.7989	10.864	1.49700	81.54
12	-222.9344	4.489		
13	∞	5.643	1.49700	81.54
14	-89.2075	0.150		
15	133.5956	3.901	1.72916	54.68
16	∞	可変間隔16		
17	168.7916	1.200	1.72296	55.35
18	29.7188	5.366		
19	-207.9603	1.200	1.54923	58.07
20	62.1428	5.395		
21	48.6967	3.341	1.75072	27.90
22	292.6162	可変間隔22		
23	-53.0416	1.200	1.49700	81.54
24	-647.6773	可変間隔24		
25	∞ (開口絞り)	2.000		
26	104.5142	3.013	1.81600	46.62
27	-272.8281	1.001		
28	34.1968	4.185	1.84139	24.56
29	107.0891	0.156		
30	28.7635	6.472	1.43875	94.93
31	∞	2.000	1.88300	40.76
32	25.6580	15.770		
33	18.8143	6.186	1.49700	81.54
34	-106.5262	0.250		
35	146.0161	1.202	1.84661	23.78
36	11.7041	8.201	1.65160	58.55
37	-55.9370	0.579		
38	-33.8350	1.369	1.88300	40.76
39	19.9998	8.831	1.54814	45.79
40	-16.1330	0.392		
41	-15.0283	1.248	1.83481	42.71
42	-80.4046	1.451		
43	56.7494	4.424	1.84661	23.78
44	-84.8917	0.000		
45	∞	2.490	1.51632	64.00
46	∞	29.754		

*: 非球面

[表17]

実施例6・ズームに関するデータ

諸元 (d線)	広角端	望遠端
ズーム倍率	1.0	2.8
f	16.01	44.82
Bf	31.40	31.40
FNo.	2.64	2.64
$2\omega [^\circ]$	91.84	37.84
可変間隔16	2.000	51.576
可変間隔22	37.803	5.067
可変間隔24	19.340	2.500

[表18]

実施例6・非球面係数

面番号	3
KA	1.000000E+00
A3	-9.478749E-06
A4	3.429214E-06
A5	-9.984211E-08
A6	3.963807E-09
A7	-2.730521E-11
A8	-6.647467E-13
A9	2.951160E-15
A10	2.338501E-16
A11	4.497629E-18
A12	6.897615E-20
A13	9.190300E-22
A14	1.129701E-23
A15	1.316682E-25
A16	1.471491E-27
A17	1.575040E-29
A18	1.587489E-31
A19	1.430265E-33
A20	9.525775E-36

[0105] <実施例7>

図7に、実施例7のズームレンズの広角端、望遠端におけるレンズ群の配置を示す。

[0106] 表19に、本実施例のズームレンズの基本レンズデータを示す。また表20に、本実施例のズームレンズのズームに関するデータを示す。また表21に、本実施例のズームレンズの非球面データを示す。そして図16の(A)～(H)に、この実施例7のズームレンズの各収差図を示す。

[表19]

実施例7・基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndj (屈折率)	ν dj (アッペ数)
1	70.0579	2.500	1.77219	49.41
2	36.2423	10.214		
*3	76.5478	3.000	1.70164	29.92
4	32.8322	36.894		
5	-37.8913	2.351	1.50613	54.82
6	67.0982	12.438	1.59432	61.37
7	-84.2919	1.001		
8	673.8583	7.169	1.49700	81.54
9	-81.8695	0.153		
10	130.3846	2.350	1.88300	40.76
11	56.9430	10.719	1.49700	81.54
12	-242.0473	4.447		
13	∞	5.734	1.49700	81.54
14	-90.3235	0.150		
15	138.1575	3.878	1.72795	55.08
16	∞	可変間隔16		
17	164.9341	1.200	1.71879	55.27
18	29.5396	5.314		
19	-192.7389	1.200	1.56944	48.61
20	59.8216	5.443		
21	49.1912	3.338	1.76866	26.77
22	309.5695	可変間隔22		
23	-53.7796	1.200	1.49700	81.54
24	-547.9610	可変間隔24		
25	∞ (開口絞り)	2.000		
26	107.1775	3.072	1.81600	46.62
27	-273.1519	1.001		
28	34.2168	4.178	1.84139	24.56
29	104.0250	0.156		
30	28.5169	7.004	1.43875	94.93
31	∞	2.000	1.88300	40.76
32	25.5786	14.155		
33	18.8788	6.007	1.49700	81.54
34	-104.2122	0.250		
35	152.0637	1.202	1.84661	23.78
36	11.7126	8.178	1.65160	58.55
37	-58.0472	0.602		
38	-34.0208	1.371	1.88300	40.76
39	19.0287	9.060	1.54814	45.79
40	-16.0721	0.375		
41	-15.0221	1.248	1.83481	42.71
42	-82.2867	1.602		
43	59.6133	4.769	1.84661	23.78
44	-67.4261	0.000		
45	∞	2.490	1.51632	64.00
46	∞	30.260		

*: 非球面

[表20]

実施例7・ズームに関するデータ

諸元 (d線)	広角端	望遠端
ズーム倍率	1.0	2.8
f	16.00	44.81
Bf	31.90	31.90
FNo.	2.65	2.65
$2\omega[^\circ]$	91.82	37.84
可変間隔16	2.000	50.066
可変間隔22	36.097	5.333
可変間隔24	19.861	2.559

[表21]

実施例7・非球面係数

面番号	3
KA	1.000000E+00
A3	-9.583171E-06
A4	3.495978E-06
A5	-1.000529E-07
A6	3.946026E-09
A7	-2.761119E-11
A8	-6.682743E-13
A9	2.918938E-15
A10	2.336117E-16
A11	4.496398E-18
A12	6.897694E-20
A13	9.191739E-22
A14	1.129979E-23
A15	1.317087E-25
A16	1.472014E-27
A17	1.575672E-29
A18	1.588220E-31
A19	1.431085E-33
A20	9.534770E-36

[0107] <実施例8>

図8に、実施例8のズームレンズの広角端、望遠端におけるレンズ群の配置を示す。

[0108] 表22に、本実施例のズームレンズの基本レンズデータを示す。また表23に、本実施例のズームレンズのズームに関するデータを示す。また表24に、本実施例のズームレンズの非球面データを示す。そして図17の(A)～(H)に、この実施例8のズームレンズの各収差図を示す。

[表22]

実施例8・基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndj (屈折率)	ν dj (アッベ数)
1	68.9604	2.500	1.77251	49.01
2	35.9797	9.830		
*3	75.1989	3.000	1.70531	31.24
4	32.6579	37.081		
5	-38.9664	2.351	1.57624	40.71
6	66.9356	12.394	1.66582	42.75
7	-83.9221	1.001		
8	682.4675	7.130	1.49700	81.54
9	-81.8401	0.153		
10	131.5226	2.350	1.88300	40.76
11	57.0713	10.338	1.49700	81.54
12	-243.6474	4.376		
13	∞	5.538	1.49700	81.54
14	-90.2704	0.150		
15	136.2595	3.811	1.72849	55.08
16	∞	可変間隔16		
17	169.8939	1.200	1.70180	56.41
18	29.6420	5.377		
19	-186.4588	1.200	1.55412	54.54
20	60.3951	5.637		
21	49.4416	3.268	1.75285	27.79
22	289.5730	可変間隔22		
23	-55.0677	1.200	1.49700	81.54
24	-543.0122	可変間隔24		
25	∞ (開口絞り)	2.000		
26	107.7427	3.077	1.81600	46.62
27	-273.5605	1.001		
28	34.1779	4.178	1.84139	24.56
29	104.1767	0.156		
30	28.5567	6.967	1.43875	94.93
31	∞	2.000	1.88300	40.76
32	25.6116	14.181		
33	18.8878	5.956	1.49700	81.54
34	-103.1436	0.250		
35	151.0467	1.202	1.84661	23.78
36	11.7253	8.140	1.65160	58.55
37	-58.2364	0.607		
38	-33.9810	1.371	1.88300	40.76
39	19.0361	9.050	1.54814	45.79
40	-16.0831	0.383		
41	-15.0113	1.248	1.83481	42.71
42	-83.3657	1.672		
43	60.1489	4.942	1.84661	23.78
44	-65.9877	0.000		
45	∞	2.490	1.51632	64.00
46	∞	30.104		

*: 非球面

[表23]

実施例8・ズームに関するデータ

諸元 (d線)	広角端	望遠端
ズーム倍率	1.0	2.8
f	16.00	44.81
Bf	31.75	31.75
FNo.	2.65	2.65
$2\omega[^\circ]$	91.82	37.85
可変間隔16	2.000	51.054
可変間隔22	37.271	5.271
可変間隔24	19.018	1.963

[表24]

実施例8・非球面係数

面番号	3
KA	1.000000E+00
A3	-9.409151E-06
A4	3.493448E-06
A5	-1.001181E-07
A6	3.943622E-09
A7	-2.765256E-11
A8	-6.687414E-13
A9	2.914733E-15
A10	2.335778E-16
A11	4.496133E-18
A12	6.897478E-20
A13	9.191543E-22
A14	1.129959E-23
A15	1.317065E-25
A16	1.471988E-27
A17	1.575642E-29
A18	1.588185E-31
A19	1.431045E-33
A20	9.534323E-36

[0109] <実施例9>

図9に、実施例9のズームレンズの広角端、望遠端におけるレンズ群の配置を示す。

[0110] 表25に、本実施例のズームレンズの基本レンズデータを示す。また表26に、本実施例のズームレンズのズームに関するデータを示す。また表27に、本実施例のズームレンズの非球面データを示す。そして図18の(A)～(H)に、この実施例9のズームレンズの各収差図を示す。

[表25]

実施例9・基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndj (屈折率)	ν dj (アッベ数)
1	71.9586	2.500	1.77250	49.60
2	36.1245	14.901		
*3	78.0794	3.000	1.71736	29.52
4	32.3222	33.592		
5	-38.2381	2.351	1.51742	52.43
6	75.0400	11.387	1.69680	55.53
7	-92.3604	1.000		
8	908.8838	6.613	1.49700	81.54
9	-87.2167	0.153		
10	133.8313	2.350	1.88300	40.76
11	54.6580	10.728	1.49700	81.54
12	-227.7102	4.515		
13	∞	5.539	1.49700	81.54
14	-90.2733	0.150		
15	127.1125	4.023	1.72916	54.68
16	∞	可変間隔16		
17	152.3952	1.200	1.72916	54.68
18	29.4212	5.255		
19	-224.4541	1.200	1.56907	71.30
20	62.5176	5.928		
21	48.8107	3.279	1.71736	29.52
22	309.7564	可変間隔22		
23	-53.0405	1.200	1.49700	81.54
24	-398.1257	可変間隔24		
25	∞ (開口絞り)	2.000		
26	107.0313	2.944	1.81600	46.62
27	-284.4562	1.001		
28	34.1526	4.161	1.84139	24.56
29	104.9592	0.156		
30	28.5818	7.037	1.43875	94.93
31	∞	2.000	1.88300	40.76
32	25.5163	14.145		
33	18.8760	5.972	1.49700	81.54
34	-103.8754	0.250		
35	151.3530	1.202	1.84661	23.78
36	11.6950	8.166	1.65160	58.55
37	-58.5958	0.613		
38	-33.9526	1.371	1.88300	40.76
39	18.9300	9.074	1.54814	45.79
40	-16.0865	0.374		
41	-15.0366	1.248	1.83481	42.71
42	-80.5008	1.494		
43	58.5774	4.455	1.84661	23.78
44	-69.0070	0.000		
45	∞	2.490	1.51632	64.00
46	∞	30.822		

*: 非球面

[表26]

実施例9・ズームに関するデータ

諸元 (d線)	広角端	望遠端
ズーム倍率	1.0	2.8
f	16.00	44.81
Bf	32.46	32.46
FNo.	2.64	2.64
$2\omega [^\circ]$	91.84	37.84
可変間隔16	2.005	51.009
可変間隔22	37.567	5.193
可変間隔24	18.618	1.989

[表27]

実施例9・非球面係数

面番号	3
KA	1.000000E+00
A3	-8.344591E-06
A4	3.617715E-06
A5	-9.829526E-08
A6	3.965605E-09
A7	-2.745813E-11
A8	-6.677557E-13
A9	2.911158E-15
A10	2.334014E-16
A11	4.493082E-18
A12	6.893333E-20
A13	9.186511E-22
A14	1.129386E-23
A15	1.316440E-25
A16	1.471324E-27
A17	1.574950E-29
A18	1.587474E-31
A19	1.430322E-33
A20	9.527025E-36

[表28]

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	実施例8	実施例9
(1)	$f12/fw$	5.503	7.901	8.158	7.139	4.874	7.789	7.098	7.146	7.880
(2)	$f11/fw$	-1.938	-2.203	-2.329	-1.898	-1.410	-2.147	-2.103	-2.088	-2.349
(3)	$D4/f1$	0.763	0.898	0.748	0.732	0.745	0.746	0.808	0.799	0.727
(4)	$(R5-R7)/(R5+R7)$	-0.471	-0.415	-0.320	-0.550	-0.688	-0.429	-0.380	-0.356	-0.414
(5)	$v/2$	29.52	29.52	29.52	29.52	29.52	25.00	29.92	31.24	29.52
(6)	$v/4$	55.53	55.87	57.45	54.52	46.74	58.27	61.37	42.75	55.53

[0111] なお図1には、レンズ系と結像面との間に光学部材PP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。

[0112] 次に、本発明による撮像装置について説明する。図19に、本発明の一実施形態による撮像装置として、本発明の実施形態によるズームレンズ1を用

いた撮像装置 10 の概略構成を示す。この撮像装置 10 としては、例えばデジタルシネマ用カメラ、監視カメラ、ビデオカメラ、電子スチルカメラ等を挙げることができる。

[0113] 図 19 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フィルタ 2 と、ズームレンズ 1 によって結像される被写体の像を撮像する撮像素子 3 と、撮像素子 3 からの出力信号を演算処理する信号処理部 4 と、ズームレンズ 1 の変倍を行うための変倍制御部 5 と、フォーカス調整を行うためのフォーカス制御部 6 とを備えている。なお同図では、各レンズ群を概略的に示している。

[0114] ズームレンズ 1 は、物体側つまり図中の左方から順に、正の屈折力を有し変倍時に固定とされる第 1 レンズ群 G 1、負の屈折力を有し変倍時に移動する第 2 レンズ群 G 2、負の屈折力を有し変倍時に移動する第 3 レンズ群 G 3、および正の屈折力を有し変倍時に固定とされる第 4 レンズ群 G 4 が配置されてなるものである。

[0115] このズームレンズ 1 においては、広角端から望遠端側に変倍する際に、第 2 レンズ群 G 2 は光軸 Z に沿って物体側から像側に移動し、そして第 3 レンズ群 G 3 も光軸 Z に沿って移動して変倍時の像面の移動を補正する。これらのレンズ群 G 2 および G 3 の移動は、変倍制御部 5 によって制御される。

[0116] また上記第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、負の屈折力を有しフォーカシング時に固定とされる第 1 1 レンズ群 G 1 1、正の屈折力を有しフォーカシング時に移動する第 1 2 レンズ群 G 1 2、および正の屈折力を有しフォーカシング時に固定とされる第 1 3 レンズ群 1 3 が配置されてなる。第 1 2 レンズ群 G 1 2 の移動は、フォーカス制御部 6 によって制御される。

[0117] 撮像素子 3 は、ズームレンズ 1 により形成される光学像を撮像して電気信号を出力するものであり、その撮像面はズームレンズ 1 の像面に一致するように配置される。撮像素子 3 としては、例えば CCD や CMOS 等からなるものを用いることができる。

[0118] この撮像装置 10 は本発明によるズームレンズ 1 を備えたものであるから

、フォーカシング時の画角変動を防止した上で、フォーカシング時の各種収差の変動も抑えて高画質で撮像可能となり、また小型軽量化も達成される。

[0119] 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るものではなく、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、非球面係数等の値は、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] 実質的に、物体側から順に、正の屈折力を有し変倍時に固定とされる第1レンズ群、負の屈折力を有し広角端から望遠端への変倍時に物体側から像側に移動する第2レンズ群、負の屈折力を有し変倍時の像面の移動を補正する第3レンズ群、および正の屈折力を有し変倍時に固定とされる第4レンズ群が配置されてなり、

前記第1レンズ群は実質的に、物体側から順に、負の屈折力を有しフォーカシング時に固定とされる第1-1レンズ群、正の屈折力を有しフォーカシング時に移動する第1-2レンズ群、および正の屈折力を有しフォーカシング時に固定とされる第1-3レンズ群が配置されてなり、

前記第1-2レンズ群は実質的に、物体側から順に、曲率半径の絶対値がより小である方の面を像側に向けた正レンズ、および物体側の負レンズと像側の正レンズとが物体側に凸面を向けた接合面で接合されてなる接合レンズが配置されてなり、

下記条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$3. \quad 0 < f_{1-2} / f_w < 2.0 \quad \dots (1)$$

ただし、

f_{1-2} : 第1-2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

[請求項2] 下記条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$4. \quad 0 < f_{1-2} / f_w < 1.0 \quad \dots (1)'$$

[請求項3] 前記第1-1レンズ群に関して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に記載のズームレンズ。

$$-5. \quad 0 < f_{1-1} / f_w < -0.5 \quad \dots (2)$$

ただし、

f_{1-1} : 第1-1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

[請求項4] 下記条件式を満足することを特徴とする請求項3に記載のズームレンズ。

$$-3.0 < f_{11} / f_w < -1.2 \quad \dots (2)'$$

[請求項5] 前記第1レンズ群が実質的に、物体側から順に配置された、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、および物体側の両凹レンズと像側の両凸レンズとが接合されてなる接合レンズから構成されていることを特徴とする請求項1から4いずれか1項に記載のズームレンズ。

[請求項6] 前記第1レンズ群の物体側から2枚目の負メニスカスレンズと、該第1レンズ群の前記接合レンズに関して下記条件式を満足することを特徴とする請求項5に記載のズームレンズ。

$$0.60 < D_4 / f_1 < 2.0 \quad \dots (3)$$

ただし、

D_4 : 該2枚目の負メニスカスレンズと該接合レンズとの間の面間隔

f_1 : 第1レンズ群の焦点距離

[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6に記載のズームレンズ。

$$0.70 < D_4 / f_1 < 1.0 \quad \dots (3)'$$

[請求項8] 前記第1レンズ群の接合レンズに関して下記条件式を満足することを特徴とする請求項5から7いずれか1項に記載のズームレンズ。

$$-1.0 < (R_5 - R_7) / (R_5 + R_7) < -0.1 \quad \dots (4)$$

ただし、

R_5 : 該接合レンズの物体側の面の曲率半径

R_7 : 該接合レンズの像側の面の曲率半径

[請求項9] 下記条件式を満足することを特徴とする請求項8に記載のズームレ

ンズ。

$$-0.8 < (R5 - R7) / (R5 + R7) < -0.25 \quad \dots (4)'$$

[請求項10] 前記第1 1 レンズ群の物体側から2枚目の負メニスカスレンズに関して下記条件式を満足することを特徴とする請求項5から9いずれか1項に記載のズームレンズ。

$$20.0 < \nu d2 < 35.0 \quad \dots (5)$$

ただし、

$\nu d2$: 該2枚目の負メニスカスレンズのd線に対するアッベ数

[請求項11] 下記条件式を満足することを特徴とする請求項10に記載のズームレンズ。

$$22.0 < \nu d2 < 32.0 \quad \dots (5)'$$

[請求項12] 前記第1 1 レンズ群の接合レンズを構成する両凸レンズに関して下記条件式を満足することを特徴とする請求項5から11いずれか1項に記載のズームレンズ。

$$35.0 < \nu d4 < 100.0 \quad \dots (6)$$

ただし、

$\nu d4$: 該両凸レンズのd線に対するアッベ数

[請求項13] 下記条件式を満足することを特徴とする請求項12に記載のズームレンズ。

$$40.0 < \nu d4 < 72.0 \quad \dots (6)'$$

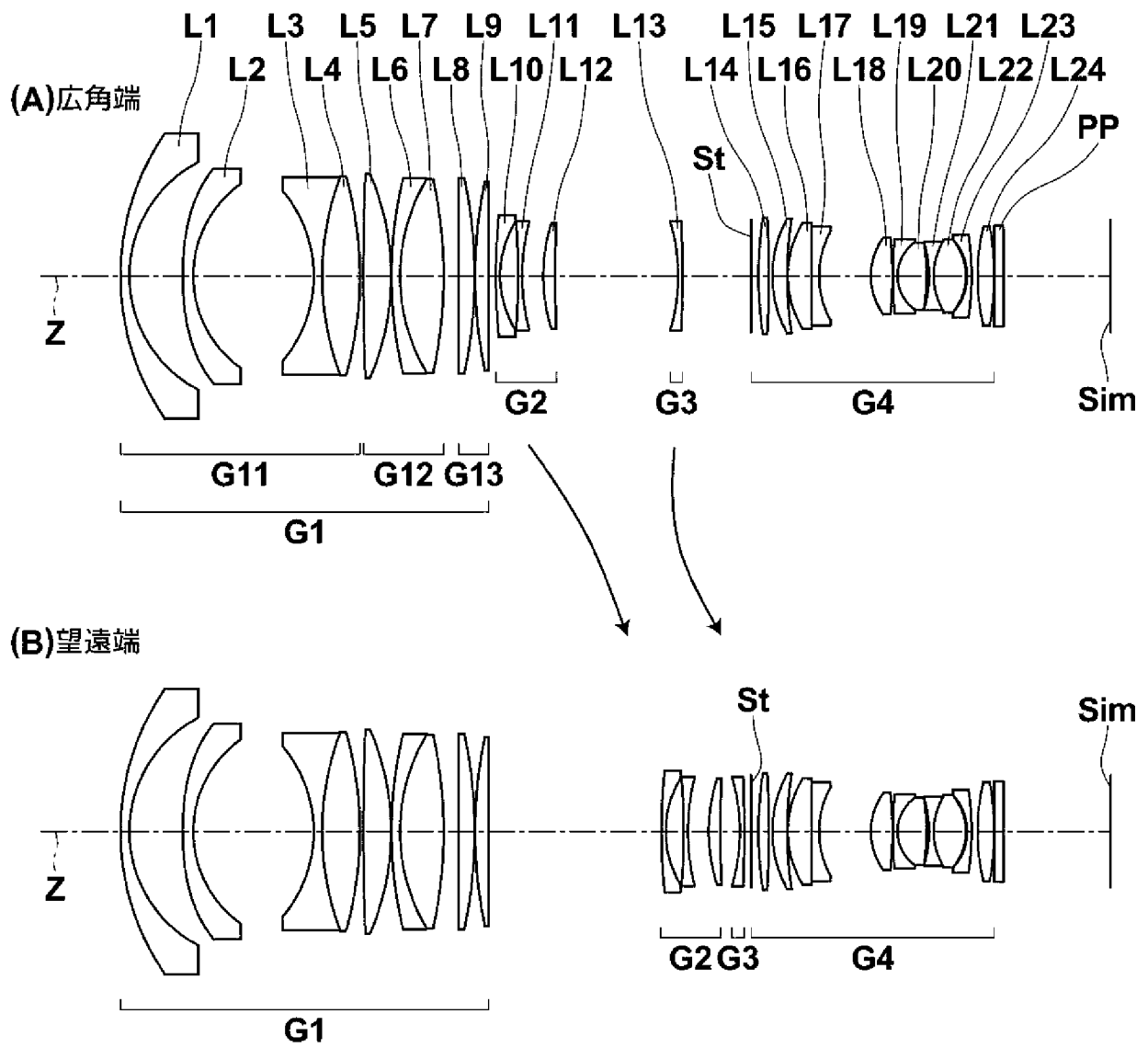
[請求項14] 下記条件式を満足することを特徴とする請求項13に記載のズームレンズ。

$$40.0 < \nu d4 < 60.0 \quad \dots (6)''$$

[請求項15] 請求項1から14いずれか1項に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。

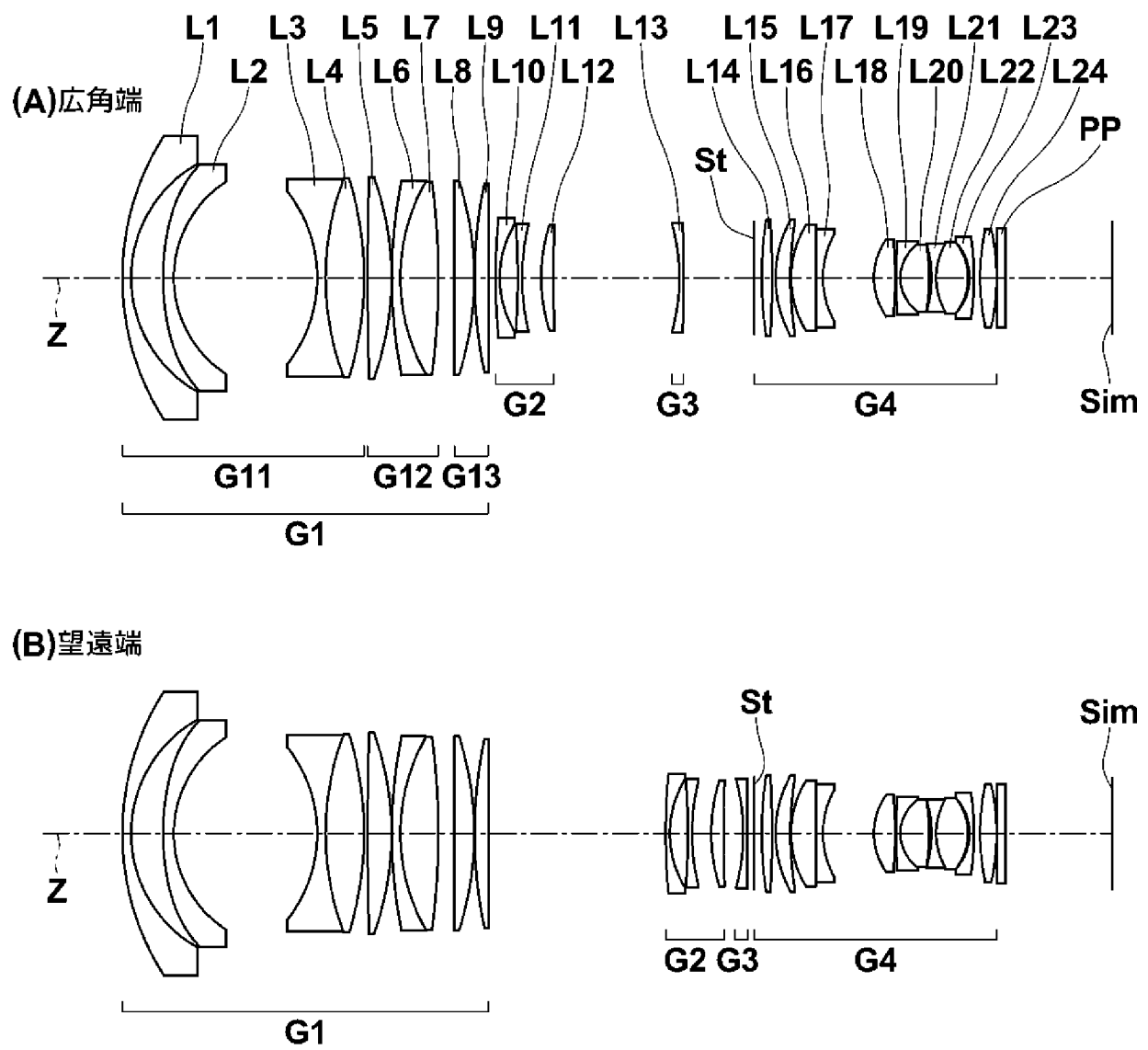
[図1]

実施例 1



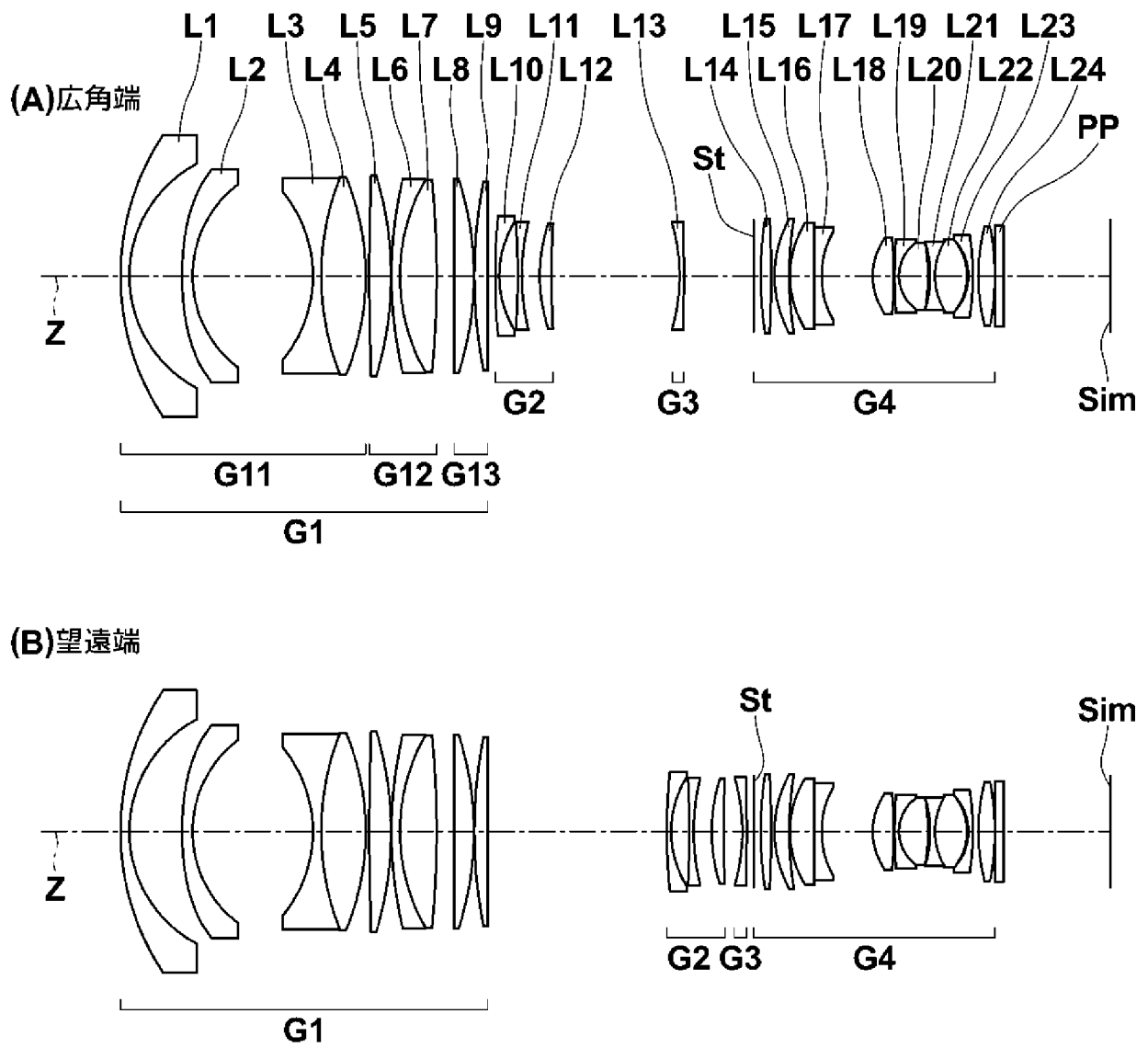
[図2]

実施例2



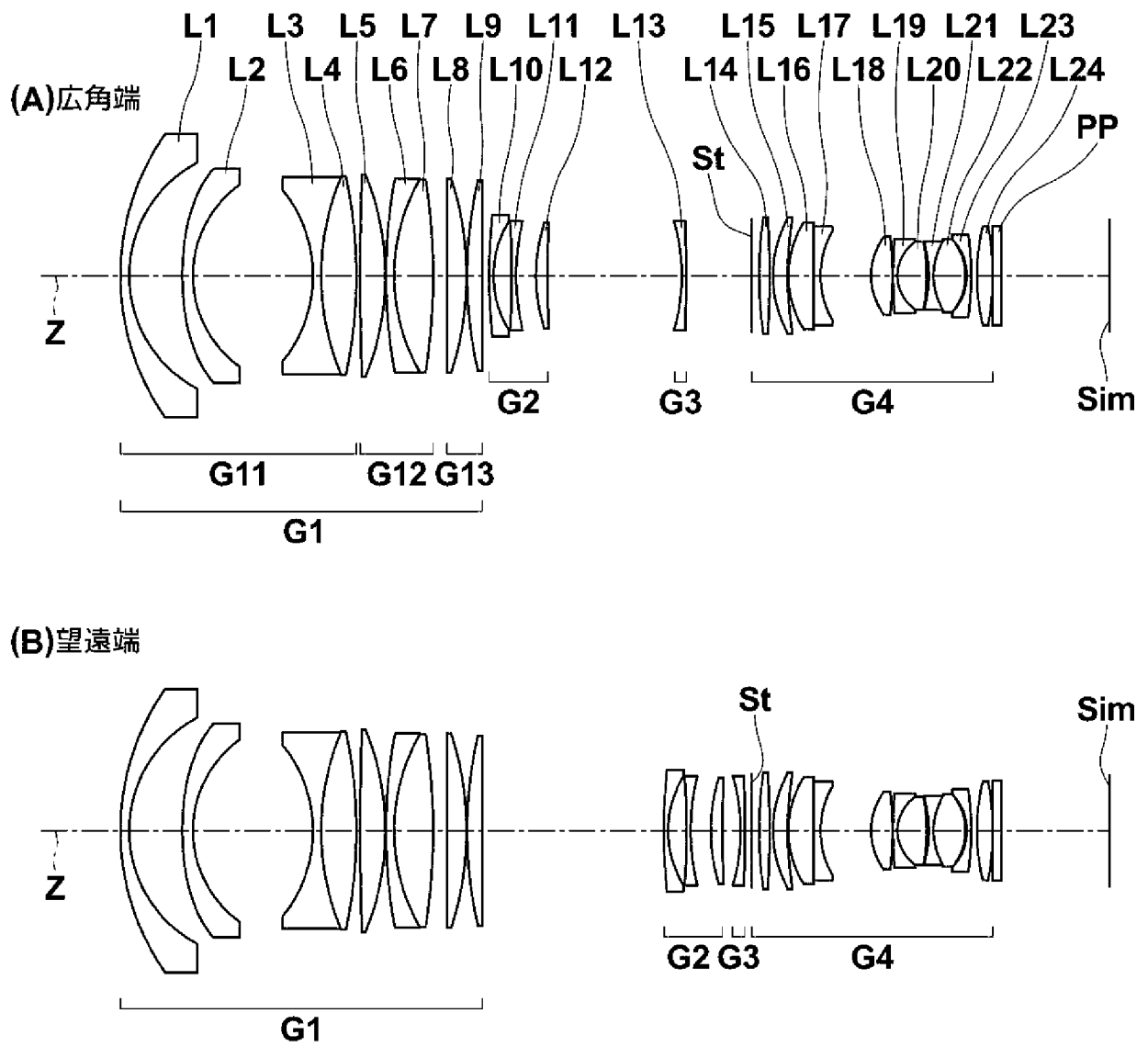
[図3]

実施例3



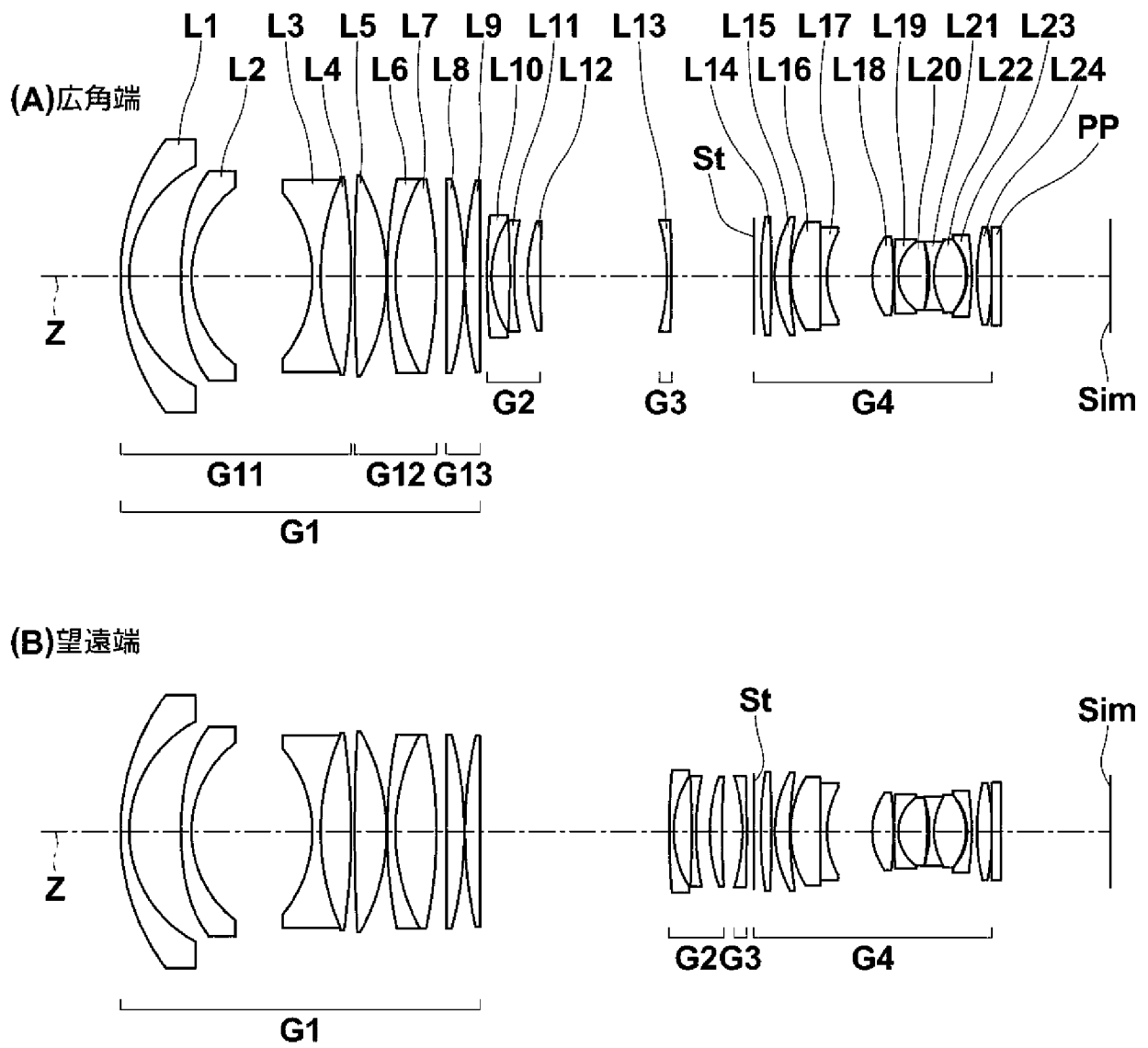
[図4]

実施例4



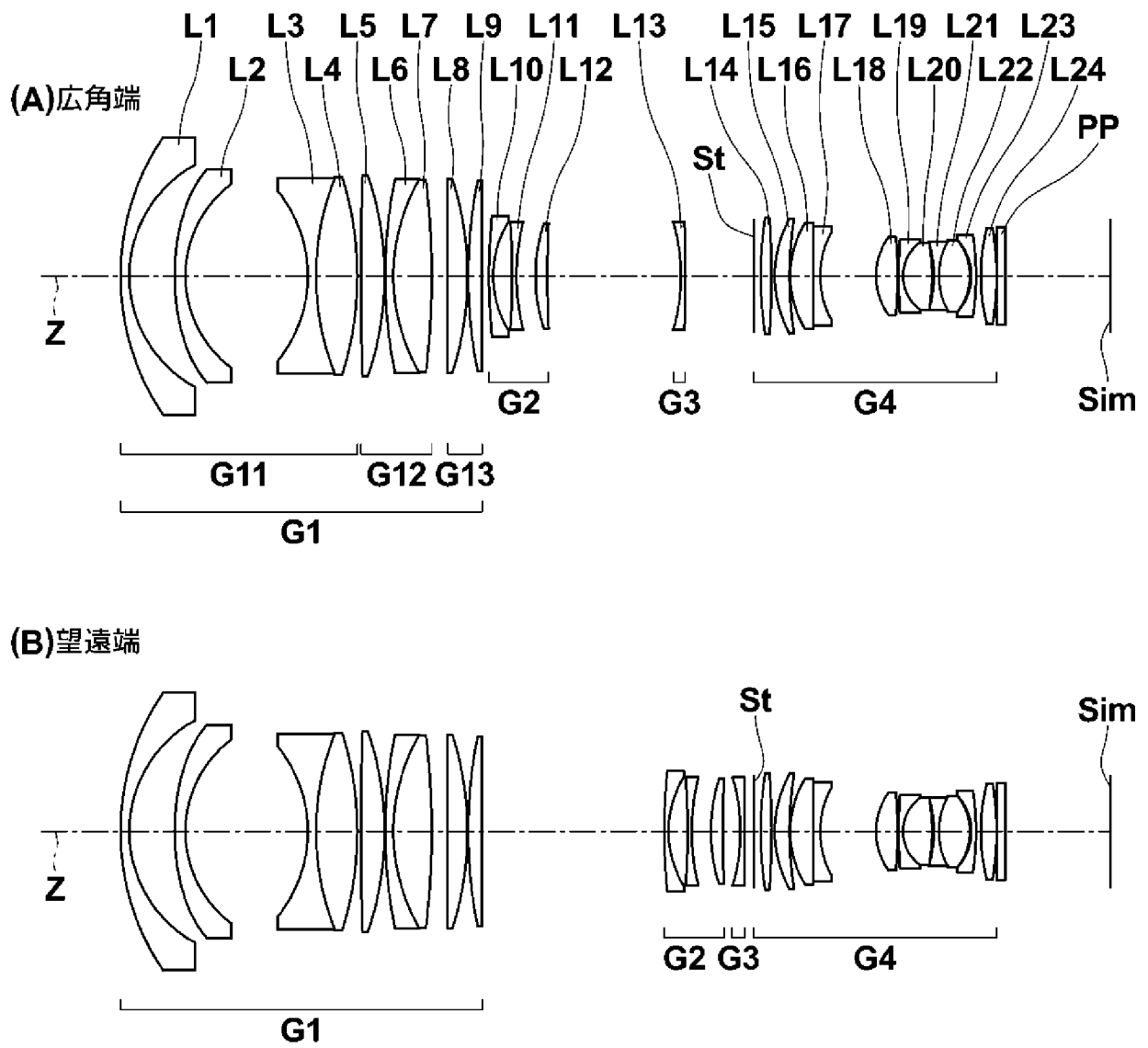
[図5]

実施例5



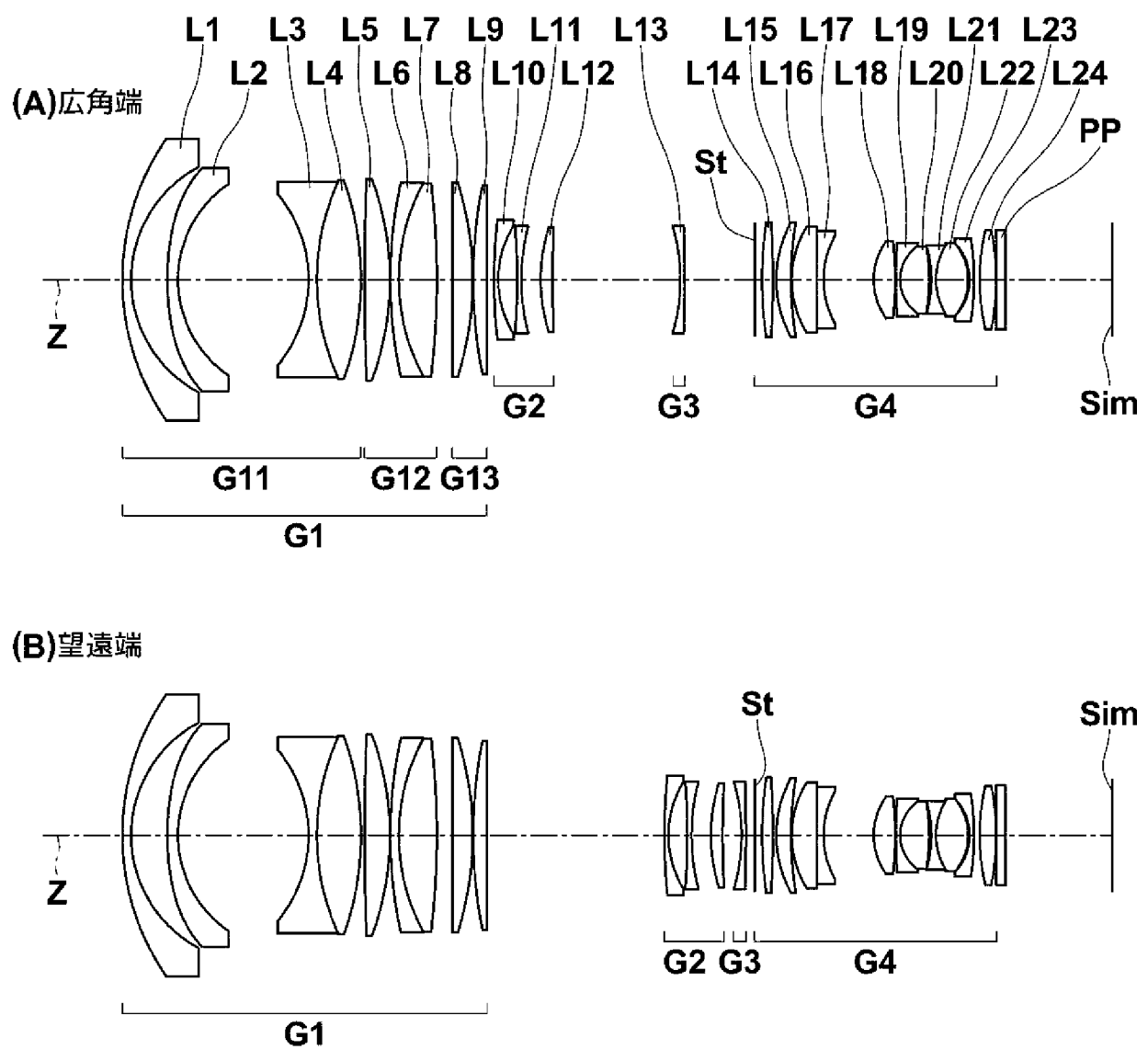
[図6]

実施例6



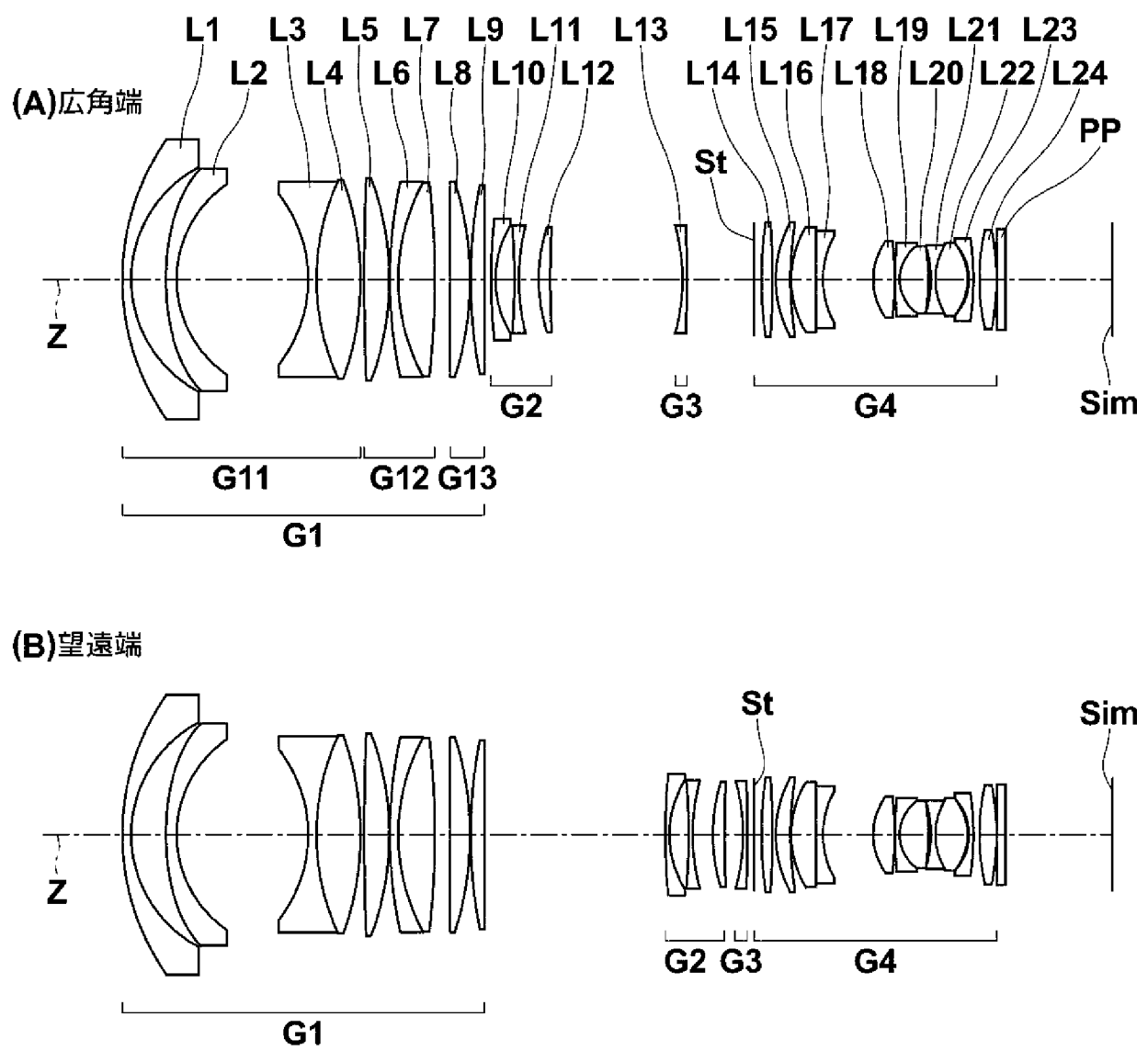
[図7]

実施例7



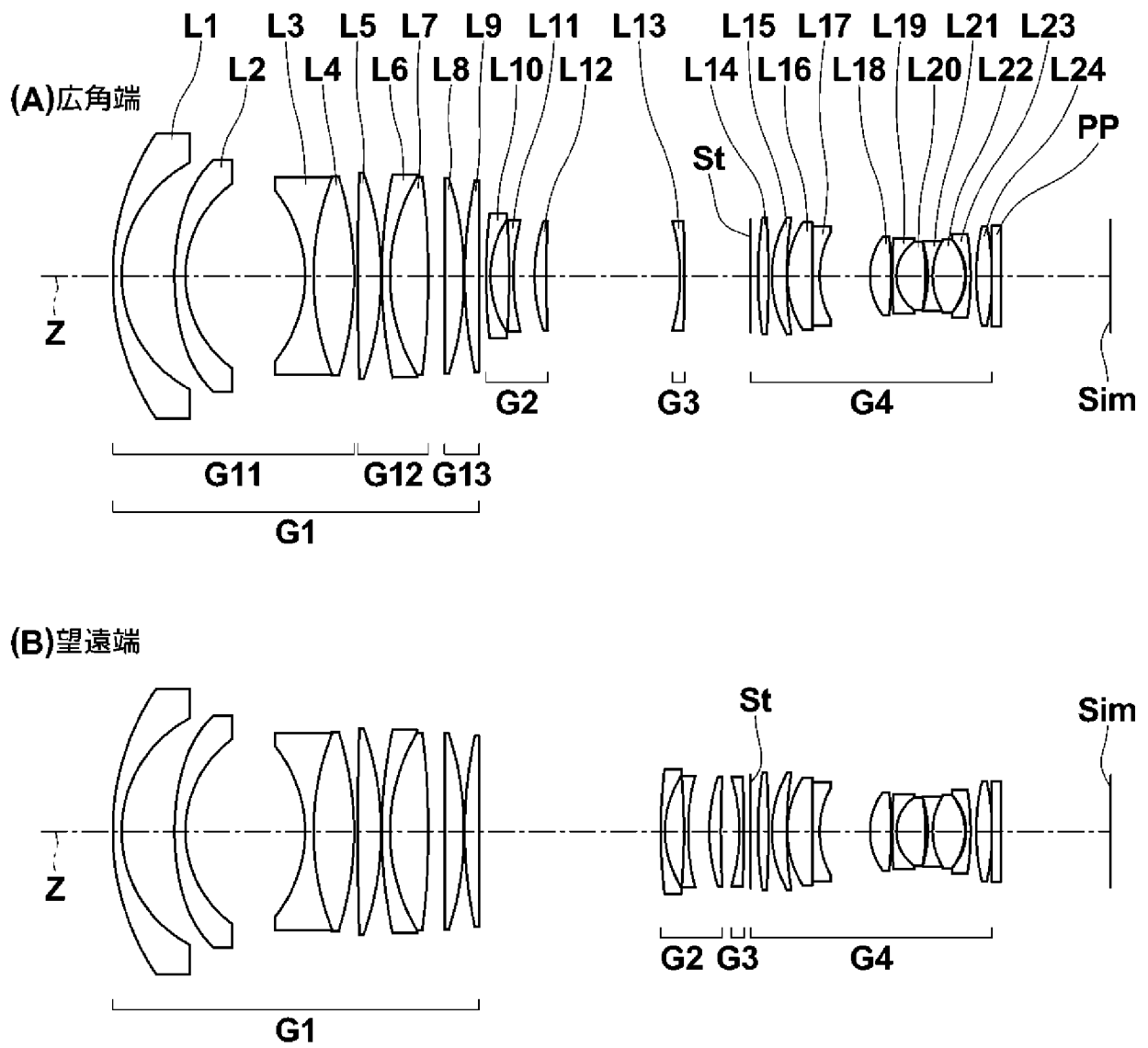
[図8]

実施例8



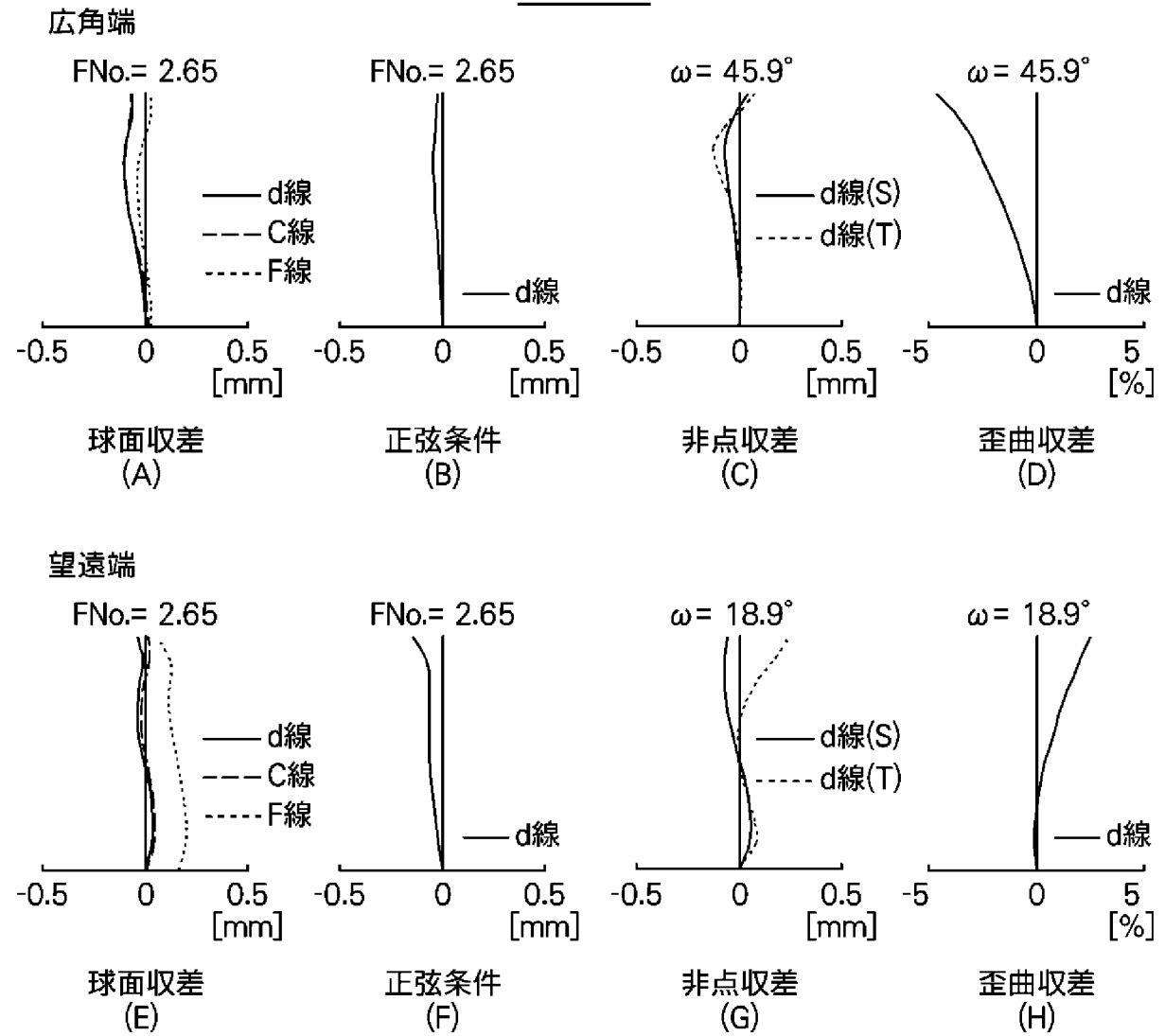
[図9]

実施例9



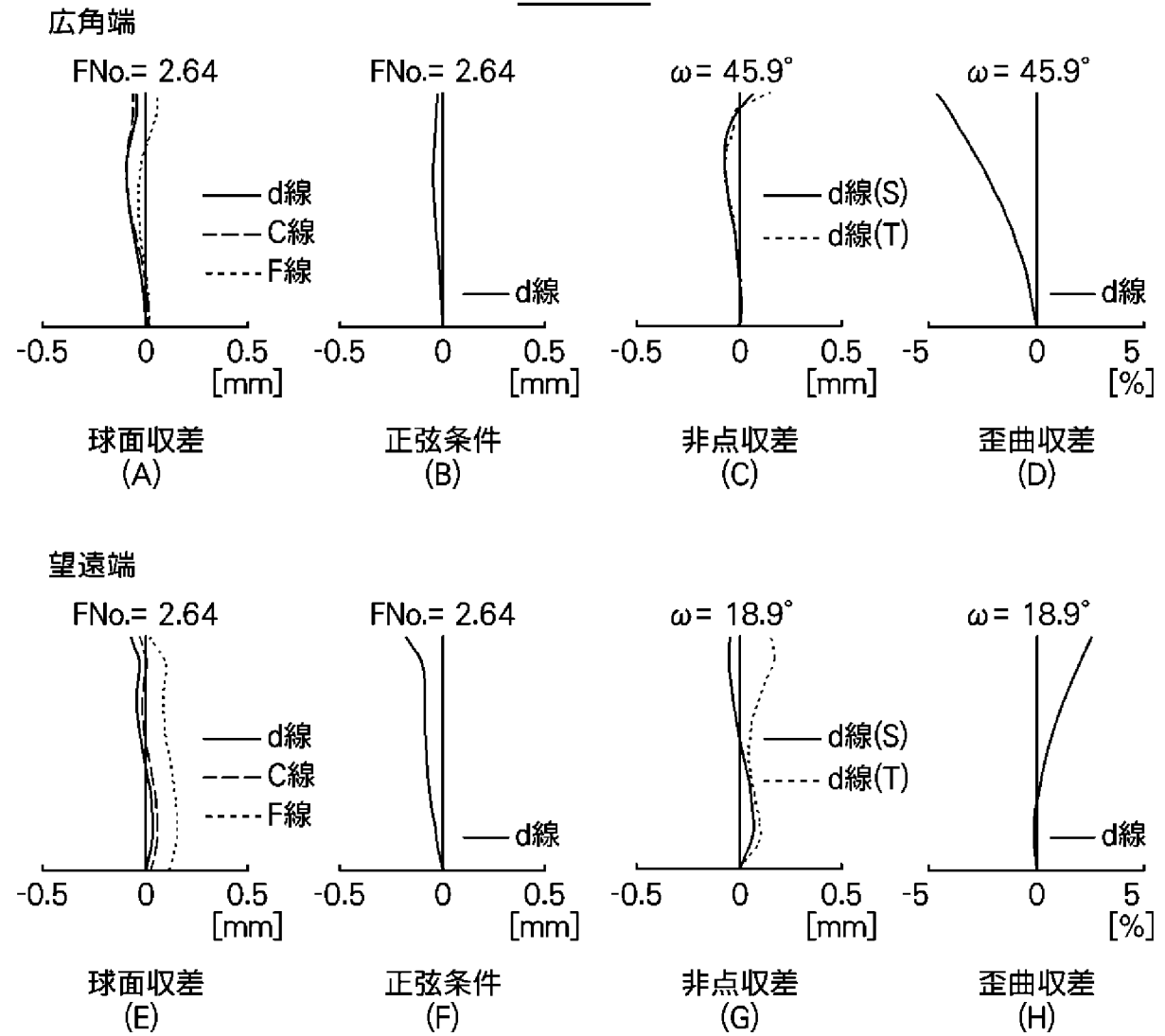
[図10]

実施例1



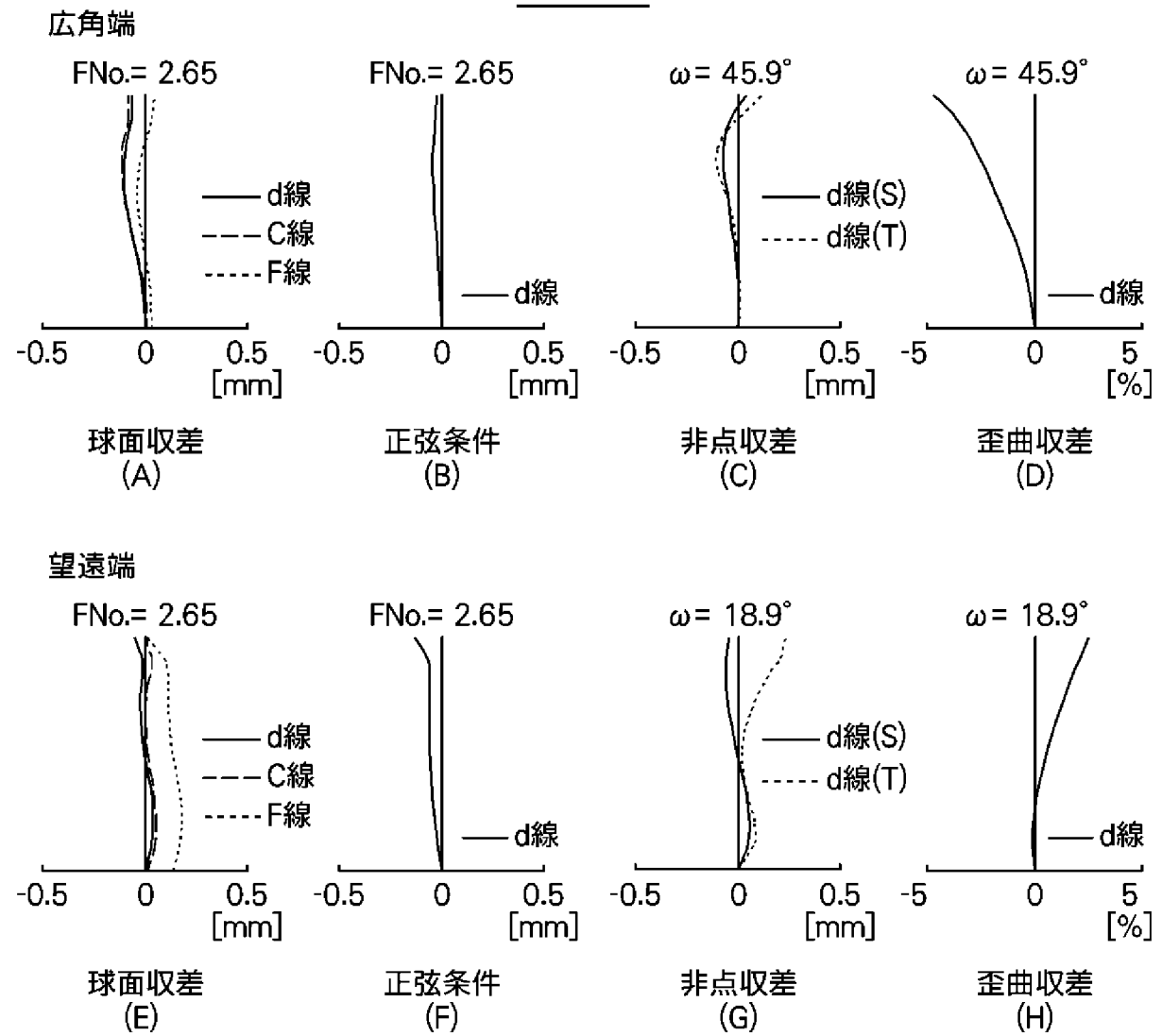
[図11]

実施例2



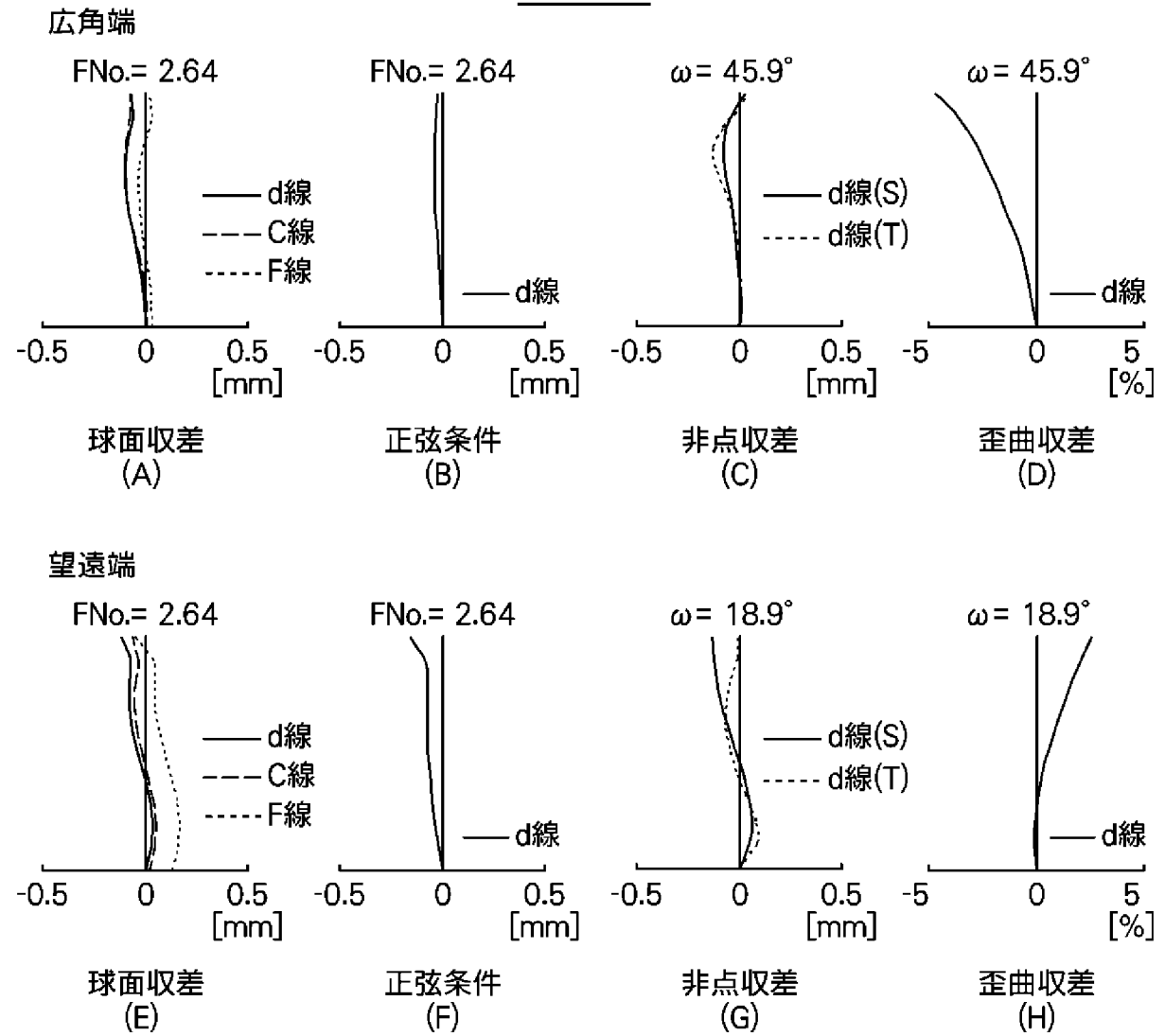
[図12]

実施例3



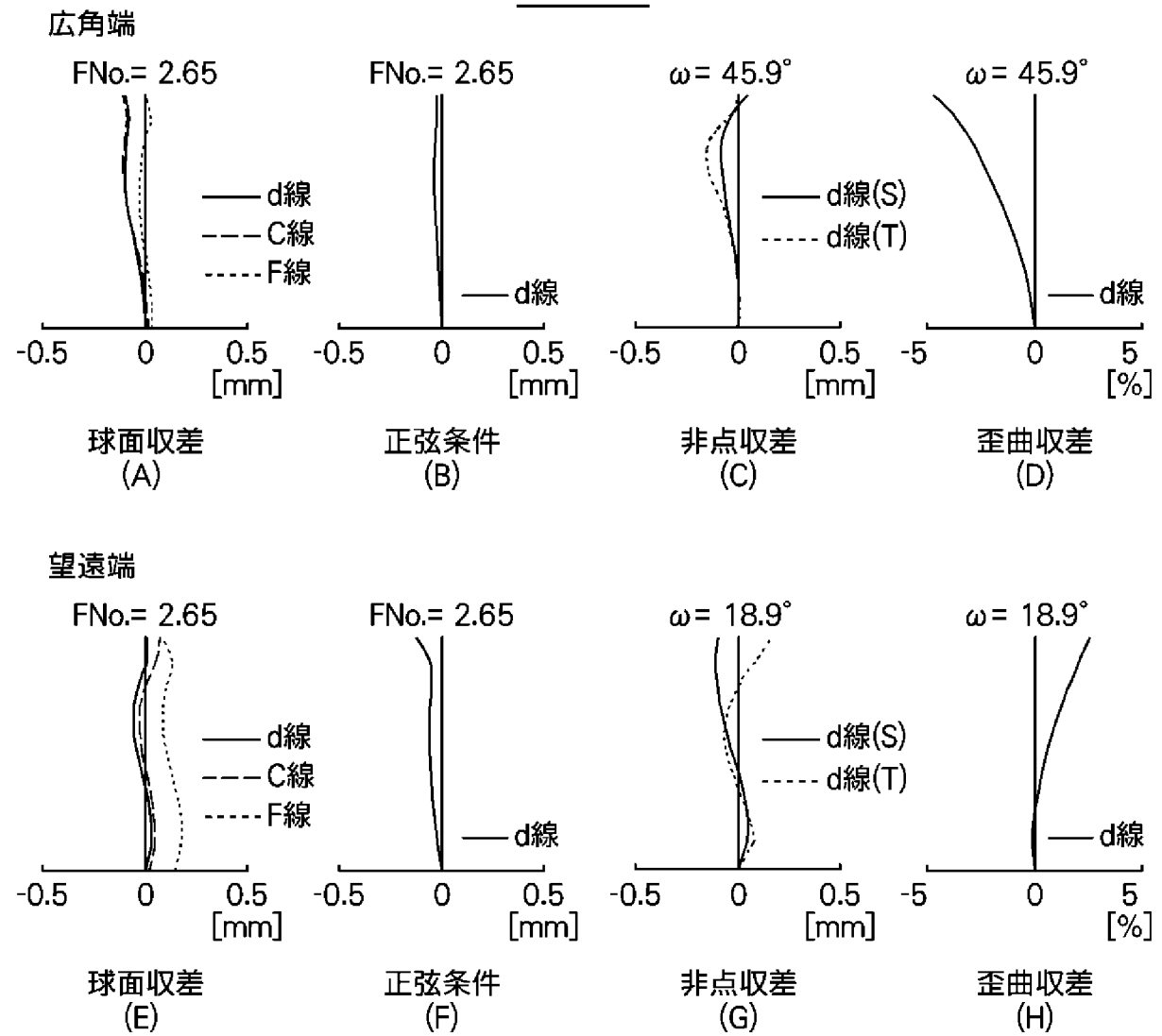
[図13]

実施例4



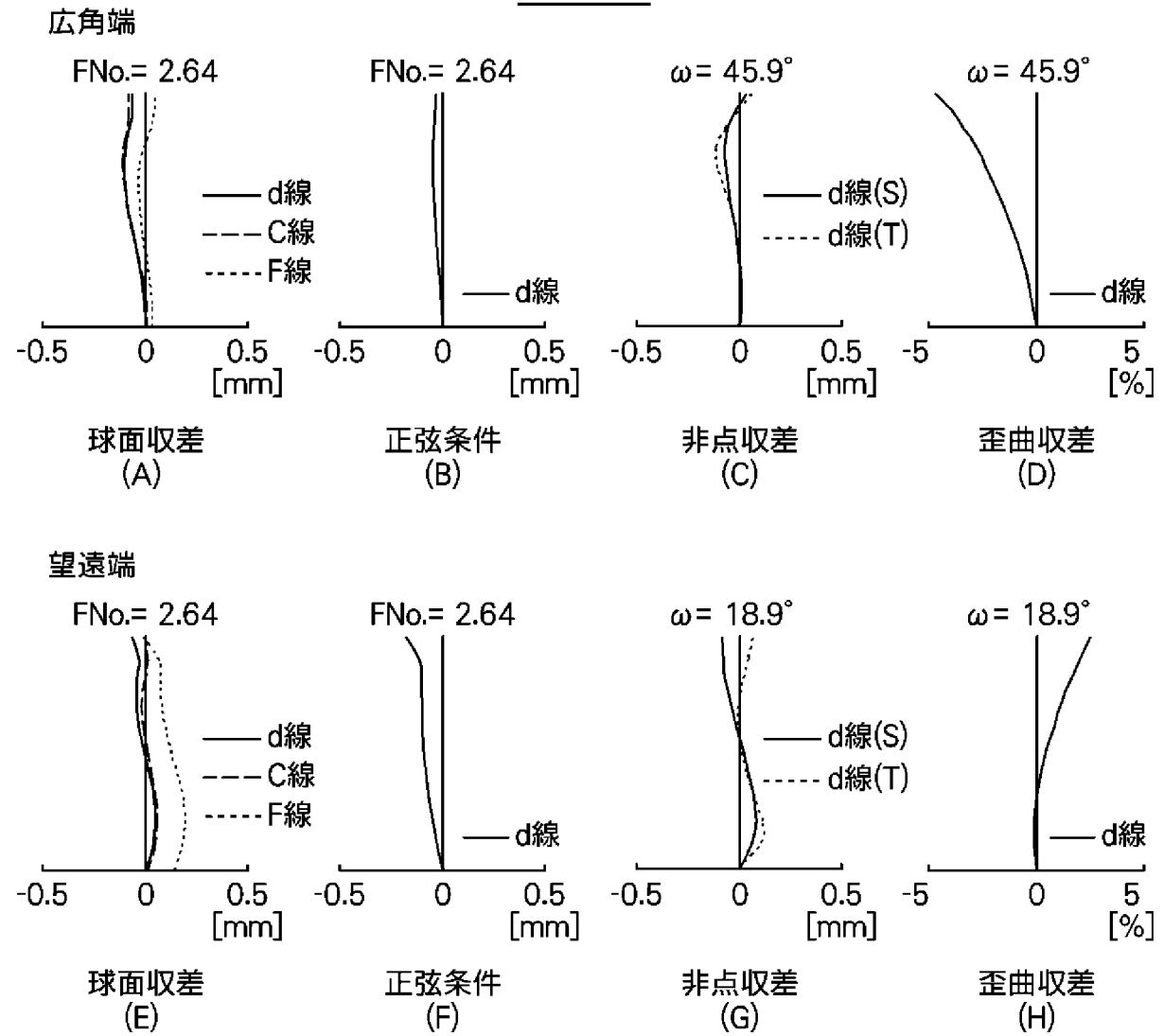
[図14]

実施例5



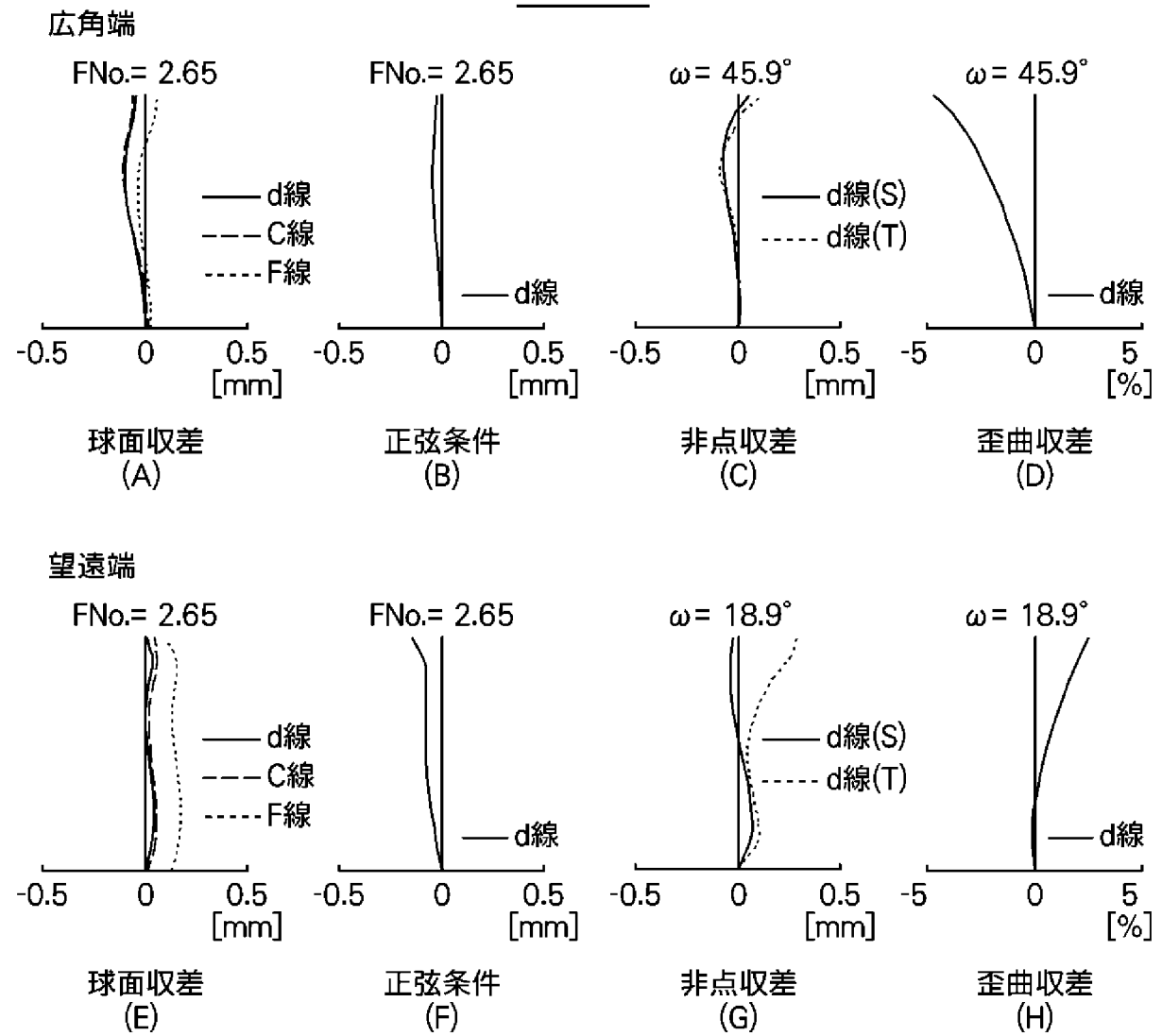
[図15]

実施例6



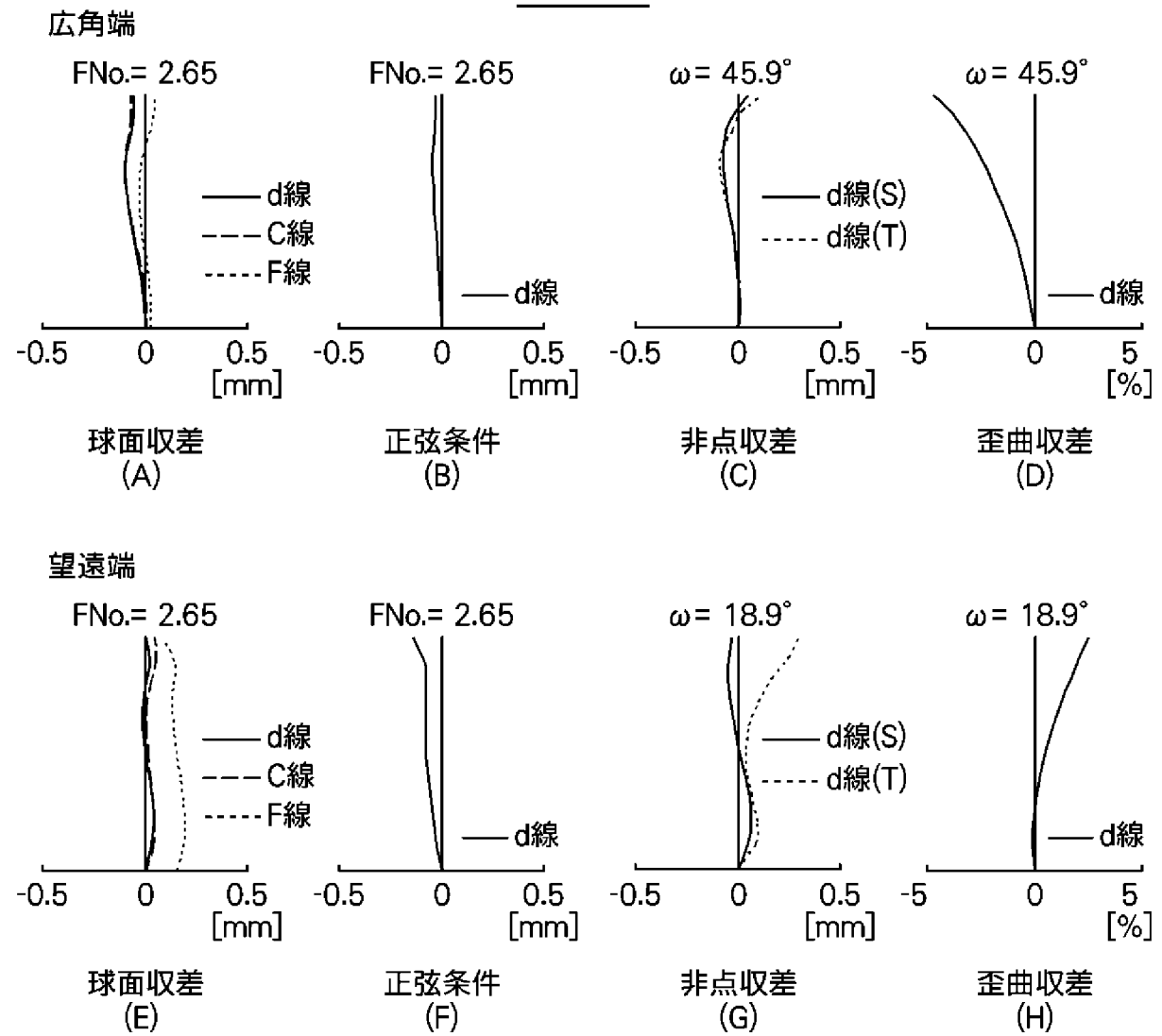
[図16]

実施例7



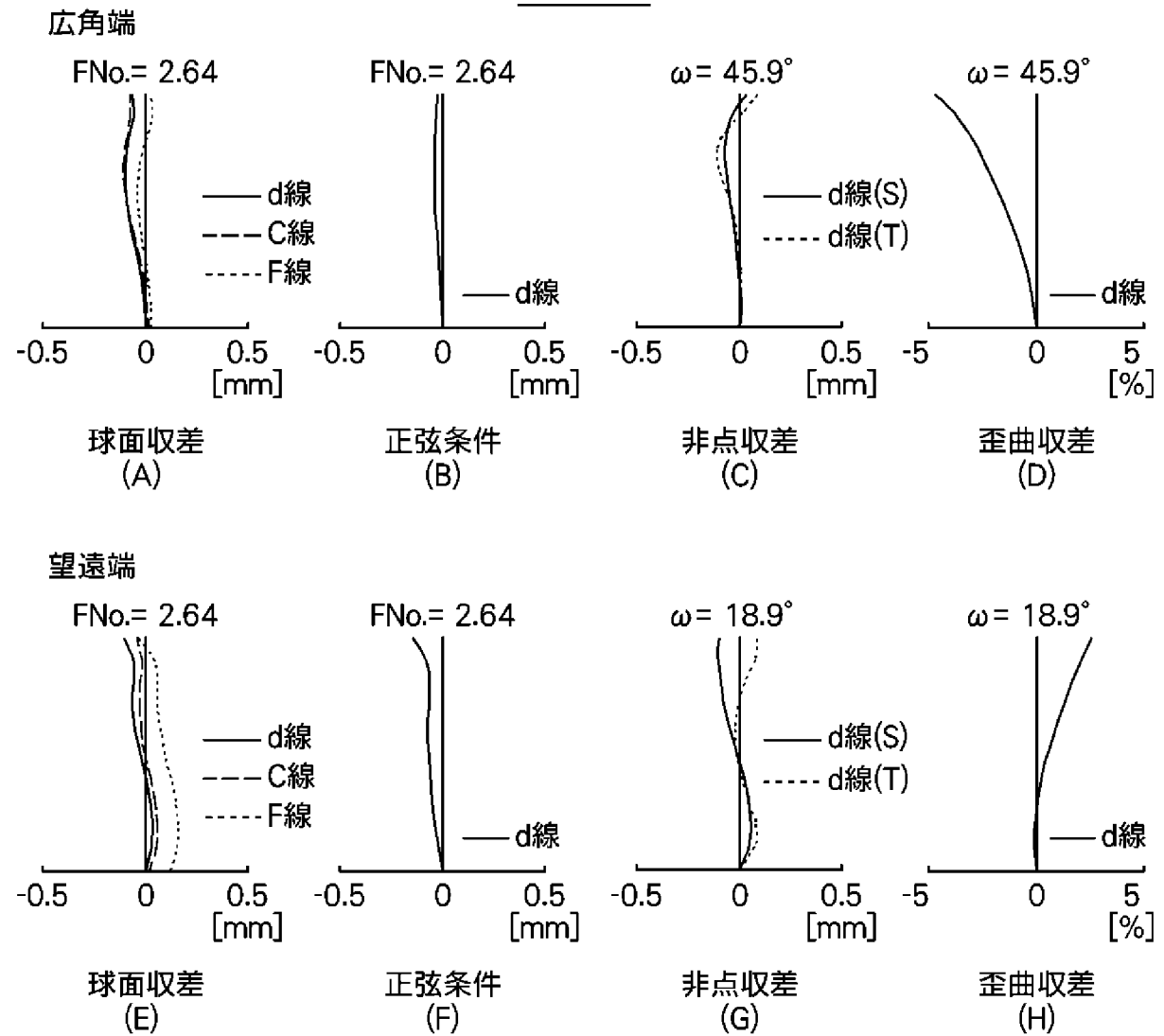
[図17]

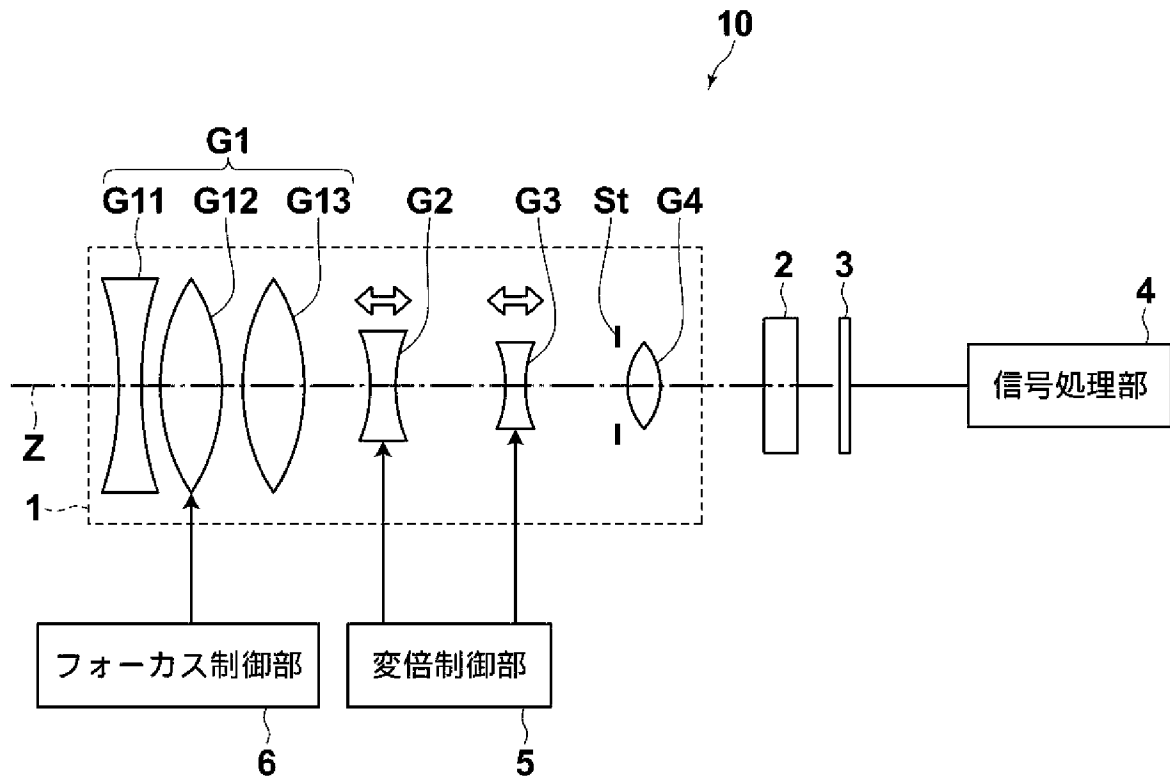
実施例8



[図18]

実施例9





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/006979

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B15/167(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)

G02B15/167, 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.
A	JP 2010-217735 A (Canon Inc.), 30 September 2010 (30.09.2010), paragraph [0010]; examples 1 to 6 & US 2010/0238566 A1 & EP 2230546 A1 & CN 101840060 A	1-15
A	JP 2009-042346 A (Canon Inc.), 26 February 2009 (26.02.2009), numerical examples 1 to 6 & US 2009/0046375 A1 & EP 2026113 A1	1-15
A	JP 2009-036844 A (Canon Inc.), 19 February 2009 (19.02.2009), numerical examples 1 to 4 & US 2009/0034097 A1 & EP 2020612 A1	1-15

☒ 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
10 December, 2012 (10.12.12)

Date of mailing of the international search report
18 December, 2012 (18.12.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/006979

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 2001-116993 A (Canon Inc.), 27 April 2001 (27.04.2001), examples 1 to 3 & US 6512637 B1 & FR 2799843 A	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. G02B15/167 (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. G02B15/167, 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
A	JP 2010-217735 A（キヤノン株式会社）2010.09.30, 段落【0010】、実施例1-6 & US 2010/0238566 A1 & EP 2230546 A1 & CN 101840060 A	1-15
A	JP 2009-042346 A（キヤノン株式会社）2009.02.26, 数値実施例1-6 & US 2009/0046375 A1 & EP 2026113 A1	1-15
A	JP 2009-036844 A（キヤノン株式会社）2009.02.19, 数値実施例1-4 & US 2009/0034097 A1 & EP 2020612 A1	1-15

☒ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

1 0 . 1 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 8 . 1 2 . 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）

殿岡 雅仁

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

2 V

4 7 4 8

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 2001-116993 A (キヤノン株式会社) 2001. 04. 27, 実施例 1 - 3 & US 6512637 B1 & FR 2799843 A	1 - 1 5