

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 7 月 31 日(31.07.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/115230 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 15/20 (2006.01) **G02B 13/18** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/007643
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 26 日(26.12.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-008848 2013 年 1 月 22 日(22.01.2013) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布 2 丁目 2 6 番 3 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小松 大樹(KOMATSU, Daiki); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 長 倫生(CHO, Michio); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 柳田 征史, 外(YANAGIDA, Masashi et al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-3 新横浜 K S ビル 7 階 柳田国際特許事務所 Kanagawa (JP).

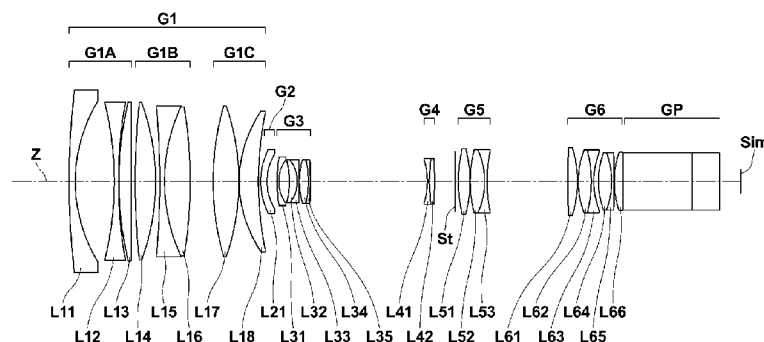
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ZOOM LENS AND IMAGE CAPTURING DEVICE

(54) 発明の名称: ズームレンズおよび撮像装置



(57) Abstract: [Problem] To provide a zoom lens capable of achieving a small F number and high performance while maintaining compactness, and an image capturing device provided with the zoom lens. [Solution] The zoom lens comprises, in order from the object side, a positive first lens group (G1), a negative second lens group (G2), a negative third lens group (G3), a negative fourth lens group (G4), a positive fifth lens group (G5), and a positive sixth lens group (G6). When zooming from the wide-angle end to the telephoto end, the first lens group (G1) and the sixth lens group (G6) are fixed in relation to the field, the gap between the first lens group (G1) and the second lens group (G2) widens, the gap between the second lens group (G2) and the third lens group (G3) changes, the gap between the third lens group (G3) and the fourth lens group (G4) changes, the gap between the fourth lens group (G4) and the fifth lens group (G5) changes, and the gap between the fifth lens group (G5) and the sixth lens group (G6) changes.

(57) 要約: 【課題】コンパクト性を維持しつつ、小さな F ナンバーと高性能化を実現可能な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を提供する。

[続葉有]



WO 2014/115230 A1

【解決手段】ズームレンズは、物体側から順に、正の第1レンズ群（G1）、負の第2レンズ群（G2）、負の第3レンズ群（G3）、負の第4レンズ群（G4）、正の第5レンズ群（G5）、正の第6レンズ群（G6）からなる。広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群（G1）と第6レンズ群（G6）が像面に対して固定され、第1レンズ群（G1）と第2レンズ群（G2）の間隔が広がり、第2レンズ群（G2）と第3レンズ群（G3）の間隔が変化し、第3レンズ群（G3）と第4レンズ群（G4）の間隔が変化し、第4レンズ群（G4）と第5レンズ群（G5）の間隔が変化し、第5レンズ群（G5）と第6レンズ群（G6）の間隔が変化する。

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、ズームレンズおよび撮像装置に関し、より詳しくは、デジタルカメラ、監視用カメラ、映画撮影用カメラ、放送用カメラ等への搭載に好適なズームレンズ、およびこのズームレンズを備えた撮像装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、ズームレンズ、特に映画撮影用カメラ、放送用カメラに適したズームレンズとしては、4つのレンズ群からなり、各レンズ群の屈折力の符号を物体側から順に、正負正正、もしくは正負負正とし、変倍の際にそのうちの2つのレンズ群を相対的に移動させたものが広く知られている。また、変倍の際に相対的に移動させるレンズ群の数を増やしたものも提案されており、例えば、下記特許文献1～3には、各レンズ群の屈折力の符号を物体側から順に、正負負正正、もしくは正負正正正とした5群構成のズームレンズが記載されており、下記特許文献4、5には、各レンズ群の屈折力の符号を物体側から順に、正負正正負正とした6群構成のズームレンズが記載されている。

先行技術文献

特許文献

- [0003] 特許文献1：特開平10-31157号公報
特許文献2：特開2000-267003号公報
特許文献3：特開2009-128491号公報
特許文献4：特開平10-268194号公報
特許文献5：特開平11-72705号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 近年の上記分野のカメラでは、レンズ系とCCD (Charge Coupled Device) 等の撮像素子とを組み合わせ使用することが一般的である。年々進化している撮像素子の高画素化に対応可能なように、レンズ系に対しても高画質な画像を取得可能なように高性能化が求められている。また、上記分野のカメラでは屋内等の低照度の条件下でも良好に撮影可能なようにFナンバーが小さいことも求められている。高性能化や小さなFナンバーを実現するためにレンズ枚数を増加させることが考えられるが、映画撮影用カメラ、放送用カメラ等では使用者がカメラを肩に載せて使用したり、携行したりすることが多いことから、安易な装置の大型化は市場では容認されにくく、コンパクト性を維持することが要望される。

[0005] 近年の上記要望に応えるために、特許文献1、2に記載のズームレンズについてはFナンバーをより小さくすること、特許文献3に記載のズームレンズについてはレンズ系の全長の短縮やコンパクト化、特許文献4、5に記載のズームレンズについては望遠側の明るさ不足の改善やさらなる高性能化が望まれる。

[0006] 本発明は、上記事情に鑑みなされたものであり、コンパクト性を維持しつつ、小さなFナンバーと高性能化が実現されたズームレンズ、およびこのようなズームレンズを備えた撮像装置を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[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レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群と、正の屈折力を有する第6レンズ群との6つのレンズ群から実質的に構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群と第6レンズ群が像面に対して固定され、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が広がり、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔が変化し、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が変化し、第4レンズ群と第5レンズ群の間隔が変化し、第5レンズ群

と第6レンズ群の間隔が変化することを特徴とするものである。

[0008] 本発明のズームレンズにおいては、以下の条件式(1)～(6)、(4-1)、(5-1)、(6-1)のいずれかを満足することが好ましい。なお、好ましい態様としては、条件式(1)～(6)、(4-1)、(5-1)、(6-1)のいずれか一つを満足するものでもよく、あるいは任意の組合せを満足するものでもよい。

$$D3T < D3W \quad \cdots \quad (1)$$

$$D5T < D5W \quad \cdots \quad (2)$$

$$D2W < D2T \quad \cdots \quad (3)$$

$$0.8 < f6 / f5 < 1.3 \quad \cdots \quad (4)$$

$$0.9 < f6 / f5 < 1.2 \quad \cdots \quad (4-1)$$

$$1.5 < ft / f1 < 3.0 \quad \cdots \quad (5)$$

$$1.8 < ft / f1 < 2.5 \quad \cdots \quad (5-1)$$

$$-4.0 < ft / f2 < -0.5 \quad \cdots \quad (6)$$

$$-3.0 < ft / f2 < -0.6 \quad \cdots \quad (6-1)$$

ただし、

D3T：望遠端での第3レンズ群と第4レンズ群の光軸上の空気間隔

D3W：広角端での第3レンズ群と第4レンズ群の光軸上の空気間隔

D5T：望遠端での第5レンズ群と第6レンズ群の光軸上の空気間隔

D5W：広角端での第5レンズ群と第6レンズ群の光軸上の空気間隔

D2W：広角端での第2レンズ群と第3レンズ群の光軸上の空気間隔

D2T：望遠端での第2レンズ群と第3レンズ群の光軸上の空気間隔

f6：第6レンズ群の焦点距離

f5：第5レンズ群の焦点距離

ft：望遠端での全系の焦点距離

f1：第1レンズ群の焦点距離

f2：第2レンズ群の焦点距離

[0009] 本発明のズームレンズにおいては、第5レンズ群の最も像側のレンズ面よ

り物体側に絞りが配設され、広角端から望遠端への変倍の際に、絞りが第5レンズ群と一体的に移動することが好ましい。

[0010] 本発明のズームレンズにおいては、第2レンズ群が、少なくとも1面に非球面を有し、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズから実質的に構成されることが好ましい。

[0011] 本発明のズームレンズにおいては、第5レンズ群が、物体側から順に、両凸レンズと、両凸レンズおよび両凹レンズが物体側からこの順に接合された接合レンズとから実質的に構成されることが好ましい。

[0012] 本発明のズームレンズにおいては、第3レンズ群が、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と、2組の接合レンズとから実質的に構成されるか、あるいは、第3レンズ群が、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と、1組の接合レンズと、正レンズと、負レンズとから実質的に構成されることが好ましい。

[0013] 本発明の撮像装置は、上記記載の本発明のズームレンズを備えたことを特徴とするものである。

[0014] なお、上記各「レンズ群」は、必ずしも複数のレンズから構成されるものだけでなく、1枚のレンズのみで構成されるものも含むものとする。

[0015] なお、上記の「実質的に構成され」とは、挙げた構成要素以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、絞りやカバーガラスやフィルタ等の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、手ぶれ補正機構等の機構部分、等を含んでもよいことを意図するものである。

[0016] なお、上記の屈折力の符号やレンズの面形状は、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。

発明の効果

[0017] 本発明のズームレンズによれば、6つのレンズ群からなるように構成し、レンズ群の屈折力の配列を好適に設定し、変倍の際の固定群の設定および各レンズ群間隔の変化を好適に設定しているため、コンパクト性を維持しつつ、小さなFナンバーと高性能化を実現することができる。

[0018] 本発明の撮像装置によれば、本発明のズームレンズを備えているため、装置を大型化することなく、高画質の画像を取得可能であり、低照度の条件下でも良好に撮影可能である。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の一実施形態に係るズームレンズの広角端におけるレンズ構成を示す断面図

[図2]本発明の実施例1の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2のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

[図4]本発明の実施例3のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

[図5]本発明の実施例4のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

[図6]図6(A)～図6(L)は本発明の実施例1のズームレンズの各収差図

[図7]図7(A)～図7(L)は本発明の実施例2のズームレンズの各収差図

[図8]図8(A)～図8(L)は本発明の実施例3のズームレンズの各収差図

[図9]図9(A)～図9(L)は本発明の実施例4のズームレンズの各収差図

[図10]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

[0020] 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に、本発明の一実施形態に係るズームレンズの広角端における断面図を示す。図1に示す例は後述の実施例1に対応している。

[0021] 本実施形態のズームレンズは、光軸Zに沿って物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5と、正の屈折力を有する第6レンズ群G6との6つのレンズ群から実質的に構成される。

[0022] なお、ズームレンズが撮像装置に搭載される際には、撮像素子の撮像面を保護するカバーガラスや、撮像装置の仕様に応じた色分解プリズム等のプリズム、ローパスフィルタや赤外線カットフィルタ等の各種フィルタを備えるように撮像装置を構成することが好ましいため、図1では、これらを想定し

た光学部材G Pをレンズ系と像面S i mとの間に配置した例を示しているが、光学部材G Pは本発明のズームレンズに必須の構成要素ではない。

[0023] 本実施形態のズームレンズは、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群G 1と第6レンズ群G 6が像面S i mに対して固定され、第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2の間隔が広がり、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3の間隔が変化し、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4の間隔が変化し、第4レンズ群G 4と第5レンズ群G 5の間隔が変化し、第5レンズ群G 5と第6レンズ群G 6の間隔が変化するように構成される。

[0024] 一方、従来、物体側から順に、変倍の際に固定されている正の屈折力を有する第1レンズ群と、変倍の際に移動する負の屈折力を有する第2レンズ群と、変倍の際に移動して変倍に伴う結像位置の移動を補正する負の屈折力を有する第3レンズ群と、変倍の際に固定されている正の屈折力を有する第4レンズ群とからなる、正負負正タイプの4群ズームレンズが知られている。

[0025] 本実施形態のズームレンズは、物体側から順に、正負負負正正のレンズ群が配列されており、上記従来の正負負正タイプの4群ズームレンズの第2レンズ群と第4レンズ群をそれぞれ2つのレンズ群に分割して改良を加えたものと捉えることができる。概略的には、上記従来の4群ズームレンズの負の屈折力を有する第2レンズ群を分割して本実施形態のズームレンズの負の屈折力を有する第2レンズ群G 2、負の屈折力を有する第3レンズ群G 3を形成し、上記従来の4群ズームレンズの正の屈折力を有する第4レンズ群を分割して本実施形態のズームレンズの正の屈折力を有する第5レンズ群G 5、正の屈折力を有する第6レンズ群G 6を形成したと考えることができる。

[0026] このように、従来の1つのレンズ群を分割して2つのレンズ群を形成するにあたり、本実施形態では分割前のレンズ群と同符号の屈折力を有する2つのレンズ群を形成するようにしている。これにより、分割後の各レンズ群の屈折力を極端に強くすることなく諸収差を良好に補正することができる。仮に、上記従来の4群ズームレンズの負の屈折力を有する第2レンズ群を分割して、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

の2つのレンズ群を形成した場合は、分割後の第2レンズ群の負の屈折力を強くしなくてはならず、諸収差の良好な補正が困難となる。

[0027] 上記従来の4群ズームレンズの第2レンズ群を、本実施形態では分割して第2レンズ群G2、第3レンズ群G3という2つのレンズ群を形成し、変倍の際にこれら2つのレンズ群を相対的に移動させることにより、変倍の際の諸収差の変動を抑えることができる。

[0028] また、上記従来の4群ズームレンズの変倍の際に固定されている第4レンズ群を、本実施形態では分割して第5レンズ群G5、第6レンズ群G6という2つのレンズ群を形成し、さらに第5レンズ群G5を変倍の際に移動させるよう構成することにより、レンズ系の全長を長くすることなく第2レンズ群G2、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4の光軸方向の可動範囲を大きく取ることができ、高いズーム倍率を維持しながら各レンズ群の屈折力を抑え、諸収差の良好な補正を容易とすることができる。また、球面収差や軸上色収差の良好な補正も容易となるため、Fナンバーを小さくすることも容易となる。

[0029] 上記構成の本実施形態のズームレンズによれば、コンパクト性および高いズーム倍率を維持しつつ、Fナンバーが小さく、諸収差が良好に補正され、変倍の際の諸収差の変動も抑制されて、高画質の画像を取得可能な高い光学性能を実現することができる。

[0030] なお、変倍の際に移動するレンズ群としては、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3、第5レンズ群G5の3つのレンズ群でもよく、あるいは第2レンズ群G2、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5の3つのレンズ群でもよく、または第2レンズ群G2～第5レンズ群G5の4つのレンズ群でもよい。変倍の際に4つのレンズ群が移動する場合は、変倍の際の諸収差の変動をより抑制することができる。

[0031] 本実施形態のズームレンズは、下記条件式(1)～(6)のいずれか1つ、または任意の組合せを満足することが好ましい。

$$D3T < D3W \quad \cdots \quad (1)$$

$$D5T < D5W \quad \dots \quad (2)$$

$$D2W < D2T \quad \dots \quad (3)$$

$$0.8 < f6 / f5 < 1.3 \quad \dots \quad (4)$$

$$1.5 < ft / f1 < 3.0 \quad \dots \quad (5)$$

$$-4.0 < ft / f2 < -0.5 \quad \dots \quad (6)$$

ただし、

D3T：望遠端での第3レンズ群と第4レンズ群の光軸上の空気間隔

D3W：広角端での第3レンズ群と第4レンズ群の光軸上の空気間隔

D5T：望遠端での第5レンズ群と第6レンズ群の光軸上の空気間隔

D5W：広角端での第5レンズ群と第6レンズ群の光軸上の空気間隔

D2W：広角端での第2レンズ群と第3レンズ群の光軸上の空気間隔

D2T：望遠端での第2レンズ群と第3レンズ群の光軸上の空気間隔

f6：第6レンズ群の焦点距離

f5：第5レンズ群の焦点距離

ft：望遠端での全系の焦点距離

f1：第1レンズ群の焦点距離

f2：第2レンズ群の焦点距離

[0032] 条件式(1)を満足することにより、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の光軸上の空気間隔を広角端よりも望遠端で狭くすることができ、ズーム倍率を大きくすることができる。

[0033] 条件式(2)を満足することにより、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6の光軸上の空気間隔を広角端よりも望遠端で狭くすることができ、レンズ系の全長を長くすることなく第2レンズ群G2、第3レンズ群G3、第4レンズ群G4の光軸方向の可動範囲を大きく取ることができ、高いズーム倍率を維持しながら各レンズ群の屈折力を抑え、諸収差の良好な補正を容易とすることができる。また、球面収差や軸上色収差の良好な補正も容易となるため、Fナンバーを小さくすることも容易となる。

[0034] 条件式(3)を満足することにより、第2レンズ群G2と第3レンズ群G

3の光軸上の空気間隔を望遠端よりも広角端で狭くすることができ、広角端での第1レンズ群G1のレンズの有効径の小径化、および望遠端での球面収差の良好な補正に有利となる。

[0035] 条件式(4)の下限を満たさないと、第6レンズ群G6のレンズ径が大きくなってしまう。条件式(4)の上限を満たさないと、レンズ系と像面S_imとの間にプリズムやフィルタ等を配置するために必要な適切な長さのバックフォーカスを確保することが困難になる。また、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6との間には、焦点距離変換光学系が挿入されることがあるため、第1レンズ群G1～第5レンズ群G5を合成した合成光学系は略アフォーカル光学系とすることが好ましいが、条件式(4)を満足しないと、この合成光学系を略アフォーカル光学系とすることが困難となる。条件式(4)を満足することにより、第6レンズ群G6のレンズ径の大型化を抑制することができ、適切な長さのバックフォーカスを確保することができ、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6との間に焦点距離変換光学系を挿入して焦点距離を変換することが可能となる。

[0036] 上記事情から、条件式(4)に代えて下記条件式(4-1)を満足することがより好ましい。

$$0.9 < f_6 / f_5 < 1.2 \quad \dots \quad (4-1)$$

[0037] 条件式(5)の下限を満たさないと、レンズ系の全長が増大する。条件式(5)の上限を満たさないと、望遠端での球面収差が悪化する。条件式(5)を満足することにより、レンズ系の小型化と望遠端での球面収差の良好な補正が容易になる。

[0038] 上記事情から、条件式(5)に代えて下記条件式(5-1)を満足することがより好ましい。

$$1.8 < f_t / f_1 < 2.5 \quad \dots \quad (5-1)$$

[0039] 条件式(6)の下限を満たさないと、広角端での歪曲収差と結像領域周辺部の像面湾曲が悪化する。条件式(6)の上限を満たさないと、変倍の際の収差変動を補正する効果が弱くなる。条件式(6)を満足することにより、

広角端での歪曲収差と結像領域周辺部の像面湾曲の良好な補正、および変倍の際の収差変動の良好な補正が容易になる。

[0040] 上記事情から、条件式(6)に代えて下記条件式(6-1)を満足することがより好ましい。

$$-3.0 < f_t / f_2 < -0.6 \quad \dots \quad (6-1)$$

[0041] 本実施形態のズームレンズを構成する各レンズ群は例えば、以下に述べるような構成を採ることができる。まず、第1レンズ群G1は、物体側から順に、フォーカスの際に固定され負の屈折力を有する第1Aレンズ群G1Aと、無限遠物体から近距離物体へのフォーカスの際に物体側から像側へ移動する正の屈折力を有する第1Bレンズ群G1Bと、フォーカスの際に固定され正の屈折力を有する第1Cレンズ群G1Cとからなるように構成することができる。このような構成を採った場合は、フォーカスの際の収差変動と倍率変動を抑制することができる。

[0042] 例えば図1に示す例では、第1レンズ群G1は上記3つのレンズ群からなるように構成されており、第1Aレンズ群G1Aは、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であるレンズL11、両凹レンズであるレンズL12、両凸レンズであるレンズL13からなり、第1Bレンズ群G1Bは、物体側から順に、両凸レンズであるレンズL14、両凹レンズであるレンズL15および両凸レンズであるレンズL16を物体側からこの順に接合した接合レンズからなり、第1Cレンズ群G1Cは、物体側から順に、両凸レンズであるレンズL17、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズであるレンズL18からなる。第1Bレンズ群G1Bを、物体側から順に、両凸レンズ、両凹レンズおよび両凸レンズを接合した接合レンズからなるように構成することで、フォーカスの際の収差変動の抑制がより容易になる。

[0043] 第1レンズ群G1の最も物体側のレンズは、非球面レンズとしてもよく、そのようにした場合は、主に広角端での歪曲収差を良好に補正することができる。また、第1レンズ群G1の最も像側のレンズは、非球面レンズとしてもよく、そのようにした場合は、望遠端での球面収差を抑制することができる。

る。例えば、図 1 に示す例では、レンズ L 1 1 の物体側の面とレンズ L 1 8 の物体側の面が非球面である。

[0044] 第 1 レンズ群 G 1 が上記のようなレンズ L 1 1 ~ L 1 8 からなる場合、レンズ L 1 6、L 1 7 に異常分散材料を用いるようにしてもよく、そのようにした場合は、特に望遠側の色収差を良好に補正することができる。第 1 レンズ群 G 1 が上記のようなレンズ L 1 1 ~ L 1 8 からなる場合、レンズ L 1 6、L 1 7 の材料の d 線に対するアッペ数が 80 より大きくなるように設定してもよく、そのようにした場合は、特に望遠側の色収差を良好に補正することができる。

[0045] 第 2 レンズ群 G 2 は、像側に凹面を向けた 1 枚の負メニスカスレンズからなることが好ましく、このようにした場合は、望遠側で球面収差の良好な補正が容易となる。さらに、第 2 レンズ群 G 2 は、像側に凹面を向けた 1 枚の負メニスカスレンズからなり、少なくとも 1 面に非球面を有することが好ましく、このようにした場合は、広角側で歪曲収差の良好な補正が可能となり、像面湾曲の良好な補正が容易となる。例えば図 1 に示す例の第 2 レンズ群 G 2 は、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズであるレンズ L 2 1 のみからなる。

[0046] 第 3 レンズ群 G 3 は、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と、2 組の接合レンズとからなることが好ましい。あるいは、第 3 レンズ群 G 3 は、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と、1 組の接合レンズと、正レンズと、負レンズとからなることが好ましい。第 3 レンズ群 G 3 の上記いずれの好ましい構成を採った場合も、変倍の際の収差変動を抑制することができる。なお、第 3 レンズ群 G 3 の上記 2 つの好ましい構成における接合レンズとは、正レンズおよび負レンズを含むものであり、前者の構成における物体側の接合レンズおよび後者の構成における接合レンズは、正レンズ、負レンズが物体側からこの順に接合されたものであることが好ましい。これにより、特に望遠側の球面収差、像面湾曲が補正しやすくなる。また、前者および後者の構成における像側から 1、2 番目の 2

枚のレンズは、物体側から順に、正レンズ、負レンズの順にあることが好ましい。これにより、変倍の際の収差変動を抑制しやすくなる。

[0047] 例えば図1に示す例の第3レンズ群G3は、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であるレンズL31、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズであるレンズL32および両凹レンズであるレンズL33を物体側からこの順に接合した接合レンズ、両凸レンズであるレンズL34および物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズであるレンズL35を物体側からこの順に接合した接合レンズからなる。

[0048] 第4レンズ群G4は、例えば、正レンズおよび負レンズを含む1組の接合レンズからなるように構成することができ、このようにした場合は、小型化を図りながら、変倍の際の収差変動の抑制に貢献することができる。例えば図1に示す例の第4レンズ群G4は、両凹レンズであるレンズL41および両凸レンズであるレンズL42を物体側からこの順に接合した接合レンズからなる。

[0049] 第5レンズ群G5は、物体側から順に、両凸レンズと、両凸レンズおよび両凹レンズを物体側からこの順に接合した接合レンズとからなることが好ましく、このようにした場合は、球面収差や軸上色収差の良好な補正が可能となる。

[0050] 例えば図1に示す例の第5レンズ群G5は、物体側から順に、両凸レンズであるレンズL51、両凸レンズであるレンズL52および両凹レンズであるレンズL53を物体側からこの順に接合した接合レンズからなる。

[0051] また、第5レンズ群G5の最も物体側のレンズは、非球面レンズとしてもよく、そのようにした場合は、球面収差を抑制して小さなFナンバーのレンズ系とすることに有利となる。例えば、図1に示す例では、レンズL51の物体側の面が非球面である。

[0052] 第6レンズ群G6は、例えば、物体側から順に、正レンズと、2組の接合レンズと、正レンズとからなるように構成することができる。なお、上記第6レンズ群G6の採りうる構成における接合レンズとは、正レンズおよび負

レンズを含むものであり、これら正レンズと負レンズの接合レンズ内の物体側からの順は問わない。

[0053] 例えば図1に示す例の第6レンズ群G6は、物体側から順に、両凸レンズであるレンズL61、両凸レンズであるレンズL62および両凹レンズであるレンズL63を物体側からこの順に接合した接合レンズ、両凸レンズであるレンズL64および物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズであるレンズL65を物体側からこの順に接合した接合レンズ、両凸レンズであるレンズL66からなる。

[0054] 第6レンズ群G6が上記のようなレンズL61～L66からなる場合、レンズL64に異常分散材料を用いるようにしてもよく、そのようにした場合は、軸上色収差を良好に補正することができる。第6レンズ群G6が上記のようなレンズL61～L66からなる場合、レンズL64の材料のd線に対するアッベ数が71より大きくなるように設定してもよく、そのようにした場合は、軸上色収差を良好に補正することができる。

[0055] また、本実施形態のズームレンズにおいては、開口絞りStは、第5レンズ群G5の最も像側のレンズ面より物体側に配置され、広角端から望遠端への変倍の際に、開口絞りStが第5レンズ群G5と一体的に移動することが好ましい。このようにした場合は、開口絞りStより物体側のレンズの有効径の増大を防ぎ、変倍の際に移動するレンズ群の移動量を大きくとることができる。

[0056] 例えば図1に示す例の開口絞りStは、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の間に配置されており、このようにした場合は、変倍の際に開口絞りStと第5レンズ群G5を一体的に移動させることが容易になり、また、レンズの有効径の増大を抑制する点で有利となる。なお、図1に示す開口絞りStは大きさや形状を表すものではなく、光軸上での位置を示すものである。

[0057] 以上、図1に示す例を参照しながら説明したが、本発明のズームレンズの各レンズ群を構成するレンズ枚数やレンズ形状は図1に示す例に限定されず、他の構成のものも採用可能である。また、上述した好ましい構成や可能な

構成は、任意の組合せが可能であり、ズームレンズに要求される仕様に応じて適宜選択的に採用されることが好ましい。

[0058] 次に、本発明のズームレンズの具体的な実施例について説明する。

＜実施例 1＞

実施例 1 のズームレンズの構成を示す断面図を図 2 に示す。図 2 では、左側にそれぞれ W、M、T という記号が付された上段、中段、下段に、それぞれ広角端、中間焦点距離状態、望遠端における各レンズ群の配置と構成を示している。また、上段と中段の間、中段と下段の間には、変倍の際に移動する各レンズ群の概略的な移動軌跡を矢印で示している。

[0059] 実施例 1 のズームレンズの群構成としては、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、負の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 と、正の屈折力を有する第 6 レンズ群 G 6 との 6 つのレンズ群から構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第 1 レンズ群 G 1 と第 6 レンズ群 G 6 が像面 S i m に対して固定され、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間隔が広がり、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の間隔が変化し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の間隔が変化し、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 の間隔が変化し、第 5 レンズ群 G 5 と第 6 レンズ群 G 6 の間隔が変化し、開口絞り S t は第 5 レンズ群 G 5 と一体的に移動するように構成されている。広角端から望遠端への変倍の際に、第 2 レンズ群 G 2 ～第 5 レンズ群 G 5 の 4 つのレンズ群が光軸方向に移動する。

[0060] 実施例 1 のズームレンズの各レンズ群内のレンズの概略構成および開口絞り S t の位置は、実施形態の説明において図 1 に示す例として説明した通りである。また、図 2 においても、第 6 レンズ群 G 6 と像面 S i m の間に、プリズムや各種フィルタ等を想定した光学部材 G P を配置した例を示している。

[0061] 実施例 1 のズームレンズの基本レンズデータを表 1 に、諸元と可変面間隔

を表 2 に、非球面係数を表 3 に示す。

[0062] [表1]

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
*1	363.1238	3.00	1.81600	46.62
2	71.8591	18.75		
3	-150.0980	2.00	1.88300	40.76
4	210.3319	0.15		
5	156.1701	6.10	1.84661	23.78
6	-3197.8589	1.75		
7	336.6981	9.83	1.48749	70.23
8	-106.2608	1.99		
9	-391.8710	2.30	1.63679	34.52
10	82.6871	12.34	1.49700	81.54
11	-217.7373	10.99		
12	128.0432	12.39	1.43387	95.20
13	-106.3404	0.15		
*14	55.8755	9.28	1.59522	67.74
15	161.0771	DD[15]		
*16	32.8064	3.00	1.88300	40.76
17	24.5071	DD[17]		
18	71.3087	0.80	1.89800	34.00
19	17.1168	5.09		
20	-39.7283	3.84	1.80809	22.76
21	-16.0110	0.80	1.78800	47.37
22	350.4721	0.12		
23	33.9027	4.44	1.58144	40.75
24	-41.7614	0.90	1.75019	52.98
25	-249.1193	DD[25]		
26	-35.4319	1.00	1.88300	40.76
27	75.7928	2.39	1.92286	18.90
28	-221.8369	DD[28]		
29(St)	∞	1.51		
*30	59.7021	5.68	1.84456	43.54
31	-59.4345	0.10		
32	57.3105	6.90	1.56369	61.59
33	-36.0687	1.20	1.83400	37.16
34	70.1594	DD[34]		
35	283.5260	4.71	1.65116	54.53
36	-51.2763	0.30		
37	39.5810	6.34	1.54318	63.34
38	-56.8716	1.20	1.88300	40.76
39	36.8037	2.30		
40	41.7283	6.27	1.49700	81.54
41	-37.6618	1.20	1.81341	39.94
42	-471.3902	0.10		
43	42.4218	4.33	1.59522	67.74
44	-253.9690	0.00		
45	∞	33.00	1.60859	46.44
46	∞	13.20	1.51633	64.10
47	∞	10.34		

[0063] [表2]

	広角端	中間	望遠端
スーム倍率	1.0	3.1	16.5
f'	7.81	23.96	128.79
Bf'	39.56	39.56	39.56
$FNo.$	1.85	1.86	2.90
2ω	74.8	25.8	5.0
DD[15]	1.08	39.18	56.93
DD[17]	4.85	4.84	14.94
DD[25]	56.24	17.81	3.65
DD[28]	9.93	14.54	3.04
DD[34]	38.79	34.52	32.34

[0064] [表3]

面番号	1	14	16	30
KA	-1.1446585E+02	9.4548358E-01	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	-4.7200354E-07	1.0995953E-08	8.4829637E-06	-7.7231759E-07
A4	1.5232490E-07	-2.8962426E-07	-2.4093719E-06	-2.0311568E-06
A5	1.0867916E-07	2.0638953E-08	3.0334991E-08	-4.8204136E-08
A6	-1.4563200E-08	-1.4973715E-09	-4.3174749E-09	5.1847746E-09
A7	9.4863433E-10	1.5986277E-11	-3.8480689E-11	-5.9761410E-11
A8	-3.2868810E-11	1.4911250E-12	8.6531737E-12	-5.7808892E-12
A9	5.2646019E-13	1.6942358E-13	2.7149516E-13	-4.7353774E-14
A10	-5.0300263E-15	-2.1381474E-14	-2.1529049E-14	6.8941053E-15
A11	4.1944611E-16	7.1639241E-16	-3.2365538E-15	4.1453524E-16
A12	-2.0274039E-17	-3.7044917E-18	-9.4465216E-17	1.0184428E-17
A13	3.5191474E-19	-1.9011488E-19	9.2611757E-18	-2.1690769E-19
A14	-2.2070767E-22	-1.0749966E-21	2.8582737E-19	-3.7285864E-20
A15	-5.9721947E-23	1.4915997E-22	4.1177842E-20	-1.9736606E-21
A16	5.0004955E-25	-1.6469097E-24	-2.4623417E-21	6.6436118E-23

[0065] 表1において、 S_i の欄には最も物体側の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*i*番目（ $i = 1, 2, 3, \dots$ ）の面番号を示し、 R_i の欄には*i*番目の面の曲率半径を示し、 D_i の欄には*i*番目の面と*i* + 1番目の面との光軸Z上の面間隔を示している。また、 N_{dj} 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（ $j = 1, 2, 3, \dots$ ）の構成要素のd線（波長587.56nm）に対する屈折率を示し、 ν_{dj} 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。

[0066] 表1の曲率半径の符号は、物体側に凸面を向けた面形状の場合を正とし、像側に凸面を向けた面形状の場合を負としている。表1には、開口絞り S_t および光学部材GPも示しており、開口絞り S_t に相当する面の面番号の欄

には面番号と（S t）という語句を記載している。D i の最下欄の値は、光学部材G P の像側の面と像面S i mとの間隔である。

[0067] 表1のD i の欄に記載されている、DD [15]、DD [17]、DD [25]、DD [28]、DD [34] は変倍の際に間隔が変化する可変面間隔であり、それぞれ第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2の間隔、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3の間隔、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4の間隔、第4レンズ群G 4と開口絞りS tの間隔、第5レンズ群G 5と第6レンズ群G 6の間隔に対応する。

[0068] 表2に、広角端、中間焦点距離状態（表2では中間と略して記載）、望遠端それぞれにおけるd線に対する諸元と上記可変面間隔の値を示す。表2のf' は全系の焦点距離、B f' は空気換算距離でのバックフォーカス、F N o. はFナンバー、2ωは全画角（単位は度）である。

[0069] なお、表1では、非球面の面番号には*印を付しており、非球面の曲率半径の欄には近軸の曲率半径の数値を記載している。表3に、これら各非球面の非球面係数を示す。表3の非球面係数の数値の「E - n」（n：整数）は「 $\times 10^{-n}$ 」を意味する。非球面係数は、下式で表される非球面式における各係数K A、A m（m = 3、4、5、… 16）の値である。下式におけるΣはmの項に関する和を意味する。

$$Z d = C \cdot h^2 / \{ 1 + (1 - K A \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2} \} + \sum A m \cdot h^m$$

ただし、

Z d：非球面深さ（高さhの非球面上の点から、非球面頂点が接する光軸に垂直な平面に下ろした垂線の長さ）

h：高さ（光軸からのレンズ面までの距離）

C：近軸曲率

K A、A m：非球面係数（m = 3、4、5、… 16）

[0070] 表1～表3では、所定の桁でまるめた数値を記載している。表1～表3において、長さの単位としてmmを用いているが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても使用可能なため、他の適当な単位を用いることもできる。

[0071] 図6(A)～図6(D)にそれぞれ、広角端における実施例1のズームレンズの球面収差、非点収差、歪曲収差（ディストーション）、倍率色収差（倍率の色収差）の各収差図を示す。図6(E)～図6(H)にそれぞれ、中間焦点距離状態における実施例1のズームレンズの球面収差、非点収差、歪曲収差（ディストーション）、倍率色収差（倍率の色収差）の各収差図を示す。図6(I)～図6(L)にそれぞれ、望遠端における実施例1のズームレンズの球面収差、非点収差、歪曲収差（ディストーション）、倍率色収差（倍率の色収差）の各収差図を示す。図6(A)～図6(L)は全て無限遠物体合焦時のものである。図6の上段、中段、下段の左側に付された記号W、M、Tはそれぞれ広角端、中間焦点距離状態、望遠端を意味している。

[0072] 各収差図には、d線を基準波長とした収差を示すが、球面収差図にはC線（波長656.27nm）、F線（波長486.13nm）、g線（波長435.84nm）についての収差も示し、倍率色収差図ではC線、F線、g線についての収差を示している。非点収差図ではサジタル方向、タンジェンシャル方向それぞれに関する収差を実線、破線で示しており、線種の説明にそれぞれ（S）、（T）という記号を記入している。球面収差図のFNo.はFナンバー、その他の収差図の ω は半画角を意味する。

[0073] 上記の実施例1の説明で述べた各データの記号、意味、記載方法は、特に断りがない限り以下の実施例のものについても同様であるため、以下では重複説明を省略する。

[0074] <実施例2>

図3に実施例2のズームレンズのレンズ構成図を示す。実施例2のズームレンズの群構成、各レンズ群内のレンズの概略構成および開口絞りの位置は、上述した実施例1のものと同様である。表4、表5、表6にそれぞれ、実施例2のズームレンズの基本レンズデータ、諸元と可変面間隔、非球面係数を示す。図7(A)～図7(L)に実施例2のズームレンズの各収差図を示す。

[0075]

[表4]

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
*1	363.3974	3.01	1.81600	46.62
2	71.5577	18.90		
3	-147.9050	2.00	1.88300	40.76
4	219.1943	0.15		
5	159.5453	6.06	1.84661	23.78
6	-2289.6352	2.00		
7	342.8393	9.71	1.48749	70.23
8	-106.5916	1.85		
9	-391.3977	2.30	1.63886	34.37
10	83.4781	12.29	1.49700	81.54
11	-214.7287	11.03		
12	127.8809	12.39	1.43387	95.20
13	-106.5022	0.15		
*14	55.9266	9.25	1.59522	67.74
15	159.7509	DD[15]		
*16	32.6470	3.00	1.88300	40.76
17	24.4041	DD[17]		
18	71.6882	0.80	1.89800	34.00
19	17.0807	5.06		
20	-39.8272	3.82	1.80809	22.76
21	-16.0492	0.80	1.78800	47.37
22	331.3321	0.15		
23	33.7625	4.43	1.58144	40.75
24	-41.9712	0.90	1.74422	53.58
25	-247.6955	DD[25]		
26	-35.4670	1.00	1.88300	40.76
27	76.6202	2.30	1.92286	18.90
28	-218.9177	DD[28]		
29(St)	∞	1.51		
*30	59.9970	5.66	1.84998	43.00
31	-59.0221	0.10		
32	58.3858	6.85	1.56143	62.64
33	-35.7969	1.20	1.83400	37.16
34	71.0732	DD[34]		
35	277.4870	4.74	1.64850	56.38
36	-51.2301	0.30		
37	39.8484	6.36	1.54145	63.41
38	-56.5356	1.20	1.88300	40.76
39	36.6555	2.29		
40	41.3006	6.29	1.49700	81.54
41	-38.2712	1.20	1.81416	40.47
42	-425.9881	0.10		
43	42.6352	4.34	1.59522	67.74
44	-253.6873	0.00		
45	∞	33.00	1.60859	46.44
46	∞	13.20	1.51633	64.10
47	∞	10.35		

[表5]

	広角端	中間	望遠端
ズーム倍率	1.0	3.1	16.5
f'	7.80	23.95	128.74
Bf'	39.57	39.57	39.57
$FNo.$	1.85	1.86	2.90
2ω	74.8	25.8	5.0
DD[15]	1.06	39.25	57.03
DD[17]	4.94	4.88	14.94
DD[25]	56.13	17.79	3.73
DD[28]	9.87	14.48	2.90
DD[34]	38.96	34.56	32.36

[0077] [表6]

面番号	1	14	16	30
KA	-1.1446585E+02	9.4548358E-01	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	-4.7200354E-07	1.0995953E-08	8.4829637E-06	-7.7231759E-07
A4	1.5232490E-07	-2.8962426E-07	-2.4093719E-06	-2.0311568E-06
A5	1.0867916E-07	2.0638953E-08	3.0334991E-08	-4.8204136E-08
A6	-1.4563200E-08	-1.4973715E-09	-4.3174749E-09	5.1847746E-09
A7	9.4863433E-10	1.5986277E-11	-3.8480689E-11	-5.9761410E-11
A8	-3.2868810E-11	1.4911250E-12	8.6531737E-12	-5.7808892E-12
A9	5.2646019E-13	1.6942358E-13	2.7149516E-13	-4.7353774E-14
A10	-5.0300263E-15	-2.1381474E-14	-2.1529049E-14	6.8941053E-15
A11	4.1944611E-16	7.1639241E-16	-3.2365538E-15	4.1453524E-16
A12	-2.0274039E-17	-3.7044917E-18	-9.4465216E-17	1.0184428E-17
A13	3.5191474E-19	-1.9011488E-19	9.2611757E-18	-2.1690769E-19
A14	-2.2070767E-22	-1.0749966E-21	2.8582737E-19	-3.7285864E-20
A15	-5.9721947E-23	1.4915997E-22	4.1177842E-20	-1.9736606E-21
A16	5.0004955E-25	-1.6469097E-24	-2.4623417E-21	6.6436118E-23

[0078] <実施例3>

図4に実施例3のズームレンズのレンズ構成図を示す。実施例3のズームレンズの群構成、各レンズ群内のレンズの概略構成および開口絞りの位置は、上述した実施例1のものと同様である。表7、表8、表9にそれぞれ、実施例3のズームレンズの基本レンズデータ、諸元と可変面間隔、非球面係数を示す。図8(A)～図8(L)に実施例3のズームレンズの各収差図を示す。

[0079]

[表7]

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
*1	381.1125	3.00	1.80400	46.58
2	71.5036	18.21		
3	-149.5273	2.04	1.88300	40.76
4	221.2226	0.15		
5	177.6722	5.89	1.84661	23.78
6	-1370.4304	2.00		
7	267.4912	10.25	1.48749	70.23
8	-110.0303	1.95		
9	-390.4320	2.30	1.62004	36.26
10	83.8898	12.67	1.43875	94.93
11	-188.7612	11.13		
12	119.6232	12.88	1.43387	95.20
13	-101.2366	0.33		
*14	56.2252	8.70	1.59522	67.74
15	144.4949	DD[15]		
*16	33.1789	3.00	1.83481	42.73
17	25.3077	DD[17]		
18	69.5282	0.80	1.89800	34.00
19	17.0850	5.19		
20	-38.9084	3.72	1.80809	22.76
21	-16.4933	0.80	1.77250	49.60
22	220.6378	0.25		
23	34.3707	4.43	1.58144	40.75
24	-42.0042	0.90	1.72916	54.68
25	-271.1257	DD[25]		
26	-34.8897	1.00	1.88300	40.76
27	80.8227	2.34	1.92286	18.90
28	-210.3084	DD[28]		
29(St)	∞	1.51		
*30	61.9886	5.50	1.84978	42.96
31	-57.0623	0.10		
32	63.6571	6.56	1.55899	60.74
33	-35.3275	1.20	1.83400	37.16
34	83.6579	DD[34]		
35	273.4894	4.82	1.62164	58.72
36	-51.2585	0.30		
37	39.9107	6.50	1.53597	63.62
38	-56.2366	1.20	1.88300	40.76
39	36.0261	2.31		
40	41.0295	6.39	1.49700	81.54
41	-39.7608	1.20	1.82179	39.55
42	-263.2496	0.10		
43	42.1360	4.49	1.59522	67.74
44	-259.1695	0.00		
45	∞	33.00	1.60859	46.44
46	∞	13.20	1.51633	64.10
47	∞	10.36		

[0080]

[表8]

	広角端	中間	望遠端
ズーム倍率	1.0	3.1	16.5
f'	7.71	23.66	127.16
Bf'	39.58	39.58	39.58
FN_o	1.85	1.86	2.90
2ω	75.4	26.2	5.0
DD[15]	1.16	39.75	59.09
DD[17]	4.76	4.91	14.02
DD[25]	56.34	15.74	2.63
DD[28]	8.95	14.00	2.27
DD[34]	39.09	35.89	32.29

[0081] [表9]

面番号	1	14	16	30
KA	-1.1446585E+02	9.4548358E-01	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	-4.7200354E-07	1.0995953E-08	8.4829637E-06	-7.7231759E-07
A4	1.5232490E-07	-2.8962426E-07	-2.4093719E-06	-2.0311568E-06
A5	1.0867916E-07	2.0638953E-08	3.0334991E-08	-4.8204136E-08
A6	-1.4563200E-08	-1.4973715E-09	-4.3174749E-09	5.1847746E-09
A7	9.4863433E-10	1.5986277E-11	-3.8480689E-11	-5.9761410E-11
A8	-3.2868810E-11	1.4911250E-12	8.6531737E-12	-5.7808892E-12
A9	5.2646019E-13	1.6942358E-13	2.7149516E-13	-4.7353774E-14
A10	-5.0300263E-15	-2.1381474E-14	-2.1529049E-14	6.8941053E-15
A11	4.1944611E-16	7.1639241E-16	-3.2365538E-15	4.1453524E-16
A12	-2.0274039E-17	-3.7044917E-18	-9.4465216E-17	1.0184428E-17
A13	3.5191474E-19	-1.9011488E-19	9.2611757E-18	-2.1690769E-19
A14	-2.2070767E-22	-1.0749966E-21	2.8582737E-19	-3.7285864E-20
A15	-5.9721947E-23	1.4915997E-22	4.1177842E-20	-1.9736606E-21
A16	5.0004955E-25	-1.6469097E-24	-2.4623417E-21	6.6436118E-23

[0082] <実施例4>

図5に実施例4のズームレンズのレンズ構成図を示す。実施例4のズームレンズの群構成、各レンズ群内のレンズの概略構成および開口絞りの位置は、上述した実施例1のものと略同様であるが、レンズL34とレンズL35が接合されていない点の実施例1のものと異なる。表10、表11、表12にそれぞれ、実施例4のズームレンズの基本レンズデータ、諸元と可変面間隔、非球面係数を示す。図9(A)～図9(L)に実施例4のズームレンズの各収差図を示す。

[0083]

[表10]

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
*1	377.5280	3.00	1.77250	49.60
2	70.3516	18.36		
3	-116.7899	2.37	1.83481	42.73
4	202.4192	0.85		
5	173.9110	8.34	1.84661	23.78
6	-737.4878	3.01		
7	237.7869	10.78	1.48749	70.23
8	-115.4508	0.16		
9	-805.1842	2.30	1.65550	33.18
10	83.6826	13.49	1.43875	94.93
11	-153.8597	9.55		
12	112.2089	12.43	1.43387	95.20
13	-119.9041	0.15		
*14	55.0829	9.42	1.59522	67.74
15	161.0490	DD[15]		
*16	36.5073	3.02	1.88301	36.05
17	21.7393	DD[17]		
18	55.6666	1.24	1.91082	35.25
19	18.3589	4.72		
20	-41.2319	4.69	1.80809	22.76
21	-16.6262	0.80	1.77134	50.87
22	1022.7966	0.26		
23	34.0694	4.47	1.56708	42.42
24	-47.2607	0.30		
25	-37.5617	0.90	1.71373	55.81
26	-192.0186	DD[26]		
27	-33.1377	1.00	1.88300	40.76
28	84.1516	2.37	1.92286	18.90
29	-157.6119	DD[29]		
30(St)	∞	1.51		
*31	62.7873	5.40	1.84747	43.25
32	-55.5224	1.11		
33	84.5516	6.19	1.55899	61.49
34	-32.7553	1.20	1.83501	36.02
35	116.4936	DD[35]		
36	187.8568	5.02	1.56528	61.78
37	-50.5936	0.30		
38	39.9450	6.34	1.53352	63.71
39	-58.5107	1.20	1.88300	40.76
40	34.1388	2.37		
41	40.0319	6.52	1.49700	81.54
42	-39.7262	1.20	1.83501	43.35
43	-192.9357	0.10		
44	40.4831	4.69	1.59522	67.74
45	-254.2655	0.00		
46	∞	33.00	1.60859	46.44
47	∞	13.20	1.51633	64.10
48	∞	10.36		

[0084]

[表11]

	広角端	中間	望遠端
ズーム倍率	1.0	3.1	16.5
f'	7.61	23.35	125.52
Bf'	39.58	39.58	39.58
$FNo.$	1.85	1.86	2.90
2ω	76.2	26.6	5.2
DD[15]	1.33	36.33	53.63
DD[17]	5.88	5.18	15.43
DD[26]	52.79	17.55	2.49
DD[29]	9.04	13.05	1.35
DD[35]	36.26	33.18	32.39

[0085] [表12]

面番号	1	14	16	31
KA	-1.1446585E+02	9.4548358E-01	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	-4.7200354E-07	1.0995953E-08	8.4829637E-06	-7.7231759E-07
A4	1.5232490E-07	-2.8962426E-07	-2.4093719E-06	-2.0311568E-06
A5	1.0867916E-07	2.0638953E-08	3.0334991E-08	-4.8204136E-08
A6	-1.4563200E-08	-1.4973715E-09	-4.3174749E-09	5.1847746E-09
A7	9.4863433E-10	1.5986277E-11	-3.8480689E-11	-5.9761410E-11
A8	-3.2868810E-11	1.4911250E-12	8.6531737E-12	-5.7808892E-12
A9	5.2646019E-13	1.6942358E-13	2.7149516E-13	-4.7353774E-14
A10	-5.0300263E-15	-2.1381474E-14	-2.1529049E-14	6.8941053E-15
A11	4.1944611E-16	7.1639241E-16	-3.2365538E-15	4.1453524E-16
A12	-2.0274039E-17	-3.7044917E-18	-9.4465216E-17	1.0184428E-17
A13	3.5191474E-19	-1.9011488E-19	9.2611757E-18	-2.1690769E-19
A14	-2.2070767E-22	-1.0749966E-21	2.8582737E-19	-3.7285864E-20
A15	-5.9721947E-23	1.4915997E-22	4.1177842E-20	-1.9736606E-21
A16	5.0004955E-25	-1.6469097E-24	-2.4623417E-21	6.6436118E-23

[0086] 上記実施例1～4のズームレンズのd線に対する各レンズ群の焦点距離と条件式(1)～(3)に係する値および条件式(4)～(6)の対応値を表13に示す。表13の f_1 は第1レンズ群G1の焦点距離、 f_2 は第2レンズ群G2の焦点距離、 f_3 は第3レンズ群G3の焦点距離、 f_4 は第4レンズ群G4の焦点距離、 f_5 は第5レンズ群G5の焦点距離、 f_6 は第6レンズ群G6の焦点距離である。

[0087]

[表13]

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
f1	64.90	64.82	65.73	58.74
f2	-132.10	-131.99	-154.60	-67.32
f3	-23.09	-23.12	-22.70	-27.88
f4	-49.88	-50.06	-49.43	-49.90
f5	45.35	45.35	44.79	45.32
f6	49.09	49.01	48.74	48.18
D3T	3.65	3.73	2.63	2.49
D3W	56.24	56.13	56.34	52.79
D5T	32.34	32.36	32.29	32.39
D5W	38.79	38.96	39.09	36.26
D2W	4.85	4.94	4.76	5.88
D2T	14.94	14.94	14.02	15.43
f6/f5	1.08	1.08	1.09	1.06
ft/f1	1.98	1.99	1.93	2.14
ft/f2	-0.97	-0.98	-0.82	-1.86

[0088] 以上のデータからわかるように、実施例1～4のズームレンズは、広角端でのFナンバーが1.85と小さく、広角端での全画角が75°程度と大きく、ズーム比が16.5倍ありながらも、コンパクトに構成され、各収差が良好に補正されて高い性能を有するものである。

[0089] 次に、図10を参照しながら、本発明の実施形態に係る撮像装置について説明する。図10に、本発明の実施形態の撮像装置の一例として、本発明の実施形態に係るズームレンズ1を用いたテレビカメラ10の概略構成図を示す。なお、図10では、ズームレンズ1が備える第1Aレンズ群G1A、第1Bレンズ群G1B、第1Cレンズ群G1C、第2レンズ群G2～第6レンズ群G6を概略的に図示している。

[0090] テレビカメラ10は、ズームレンズ1と、ズームレンズ1の像側に配置されたローパスフィルタおよび赤外線カットフィルタ等の機能を有するフィルタ2と、フィルタ2の像側に配置された色分解プリズム3R、3G、3Bと、各色分解プリズムの端面に設けられた撮像素子4R、4G、4Bとを備えている。撮像素子4R、4G、4Bはズームレンズ1により形成される光学像を電気信号に変換するものであり、例えば、CCDやCMOS等を用いることができる。撮像素子4R、4G、4Bは、その撮像面がズームレンズ1の像面に一致するように配置される。

- [0091] テレビカメラ 10 はまた、撮像素子 4 R、4 G、4 B からの出力信号を演算処理する信号処理部 5 と、信号処理部 5 により形成された像を表示する表示部 6 と、ズームレンズ 1 の変倍を制御するズーム制御部 7 と、ズームレンズ 1 のフォーカスを制御するフォーカス制御部 8 を備えている。なお、図 10 に示すテレビカメラ 10 は、3つの撮像素子を有するいわゆる 3CCD 方式の撮像装置であるが、本発明の撮像装置はこれに限定されず、1つの撮像素子で全波長帯域を撮像するものでもよい。また、図 10 では、第 1 B レンズ群 G 1 B を移動させてフォーカスを制御し、第 2 レンズ群 G 2 ~ 第 5 レンズ群 G 5 を移動させて変倍を制御する例を示しているが、本発明においてフォーカスや変倍に用いられるレンズ群は必ずしも図 10 に示すものに限定されない。
- [0092] 以上、実施形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施形態および実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズの曲率半径、面間隔、屈折率、アッベ数、非球面係数の値は、上記各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。
- [0093] また、撮像装置の実施形態では、テレビカメラを例に挙げ図を示して説明したが、本発明の撮像装置はこれに限定されるものではなく、例えば、ビデオカメラ、デジタルカメラ、監視用カメラ、映画撮影用カメラ、放送用カメラ等の撮像装置に本発明を適用することも可能である。

請求の範囲

[請求項1] 物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群と、正の屈折力を有する第6レンズ群との6つのレンズ群から実質的に構成され、

広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群と前記第6レンズ群が像面に対して固定され、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が広がり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が変化し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間隔が変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群の間隔が変化し、前記第5レンズ群と前記第6レンズ群の間隔が変化することを特徴とするズームレンズ。

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

$$D_{3T} < D_{3W} \quad \dots \quad (1)$$

ただし、

D_{3T} : 望遠端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の光軸上の空気間隔

D_{3W} : 広角端での前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の光軸上の空気間隔

[請求項3] 下記条件式(2)を満足することを特徴とする請求項1または2記載のズームレンズ。

$$D_{5T} < D_{5W} \quad \dots \quad (2)$$

ただし、

D_{5T} : 望遠端での前記第5レンズ群と前記第6レンズ群の光軸上の空気間隔

D_{5W} : 広角端での前記第5レンズ群と前記第6レンズ群の光軸上の空気間隔

[請求項4] 下記条件式（3）を満足することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載のズームレンズ。

$$D2W < D2T \quad \dots \quad (3)$$

ただし、

D2W：広角端での前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の光軸上の空気間隔

D2T：望遠端での前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の光軸上の空気間隔

[請求項5] 下記条件式（4）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。

$$0.8 < f6 / f5 < 1.3 \quad \dots \quad (4)$$

ただし、

f6：前記第6レンズ群の焦点距離

f5：前記第5レンズ群の焦点距離

[請求項6] 下記条件式（5）を満足することを特徴とする請求項1から5のいずれか1項記載のズームレンズ。

$$1.5 < ft / f1 < 3.0 \quad \dots \quad (5)$$

ただし、

ft：望遠端での全系の焦点距離

f1：前記第1レンズ群の焦点距離

[請求項7] 下記条件式（6）を満足することを特徴とする請求項1から6のいずれか1項記載のズームレンズ。

$$-4.0 < ft / f2 < -0.5 \quad \dots \quad (6)$$

ただし、

ft：望遠端での全系の焦点距離

f2：前記第2レンズ群の焦点距離

[請求項8] 前記第5レンズ群の最も像側のレンズ面より物体側に絞りが配設され、

広角端から望遠端への変倍の際に、前記絞りが前記第5レンズ群と一体的に移動することを特徴とする請求項1から7のいずれか1項記載のズームレンズ。

[請求項9] 前記第2レンズ群が、少なくとも1面に非球面を有し、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズから実質的に構成されることを特徴とする請求項1から8のいずれか1項記載のズームレンズ。

[請求項10] 前記第5レンズ群が、物体側から順に、両凸レンズと、両凸レンズおよび両凹レンズが物体側からこの順に接合された接合レンズとから実質的に構成されることを特徴とする請求項1から9のいずれか1項記載のズームレンズ。

[請求項11] 前記第3レンズ群が、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と、2組の接合レンズとから実質的に構成されるか、あるいは、前記第3レンズ群が、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と、1組の接合レンズと、正レンズと、負レンズとから実質的に構成されることを特徴とする請求項1から10のいずれか1項記載のズームレンズ。

[請求項12] 下記条件式(4-1)を満足することを特徴とする請求項1から11のいずれか1項記載のズームレンズ。

$$0.9 < f_6 / f_5 < 1.2 \quad \dots \quad (4-1)$$

ただし、

f_6 : 前記第6レンズ群の焦点距離

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離

[請求項13] 下記条件式(5-1)を満足することを特徴とする請求項1から12のいずれか1項記載のズームレンズ。

$$1.8 < f_t / f_1 < 2.5 \quad \dots \quad (5-1)$$

ただし、

f_t : 望遠端での全系の焦点距離

f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離

[請求項14] 下記条件式（6－1）を満足することを特徴とする請求項1から13のいずれか1項記載のズームレンズ。

$$-3.0 < f_t / f_2 < -0.6 \quad \dots \quad (6-1)$$

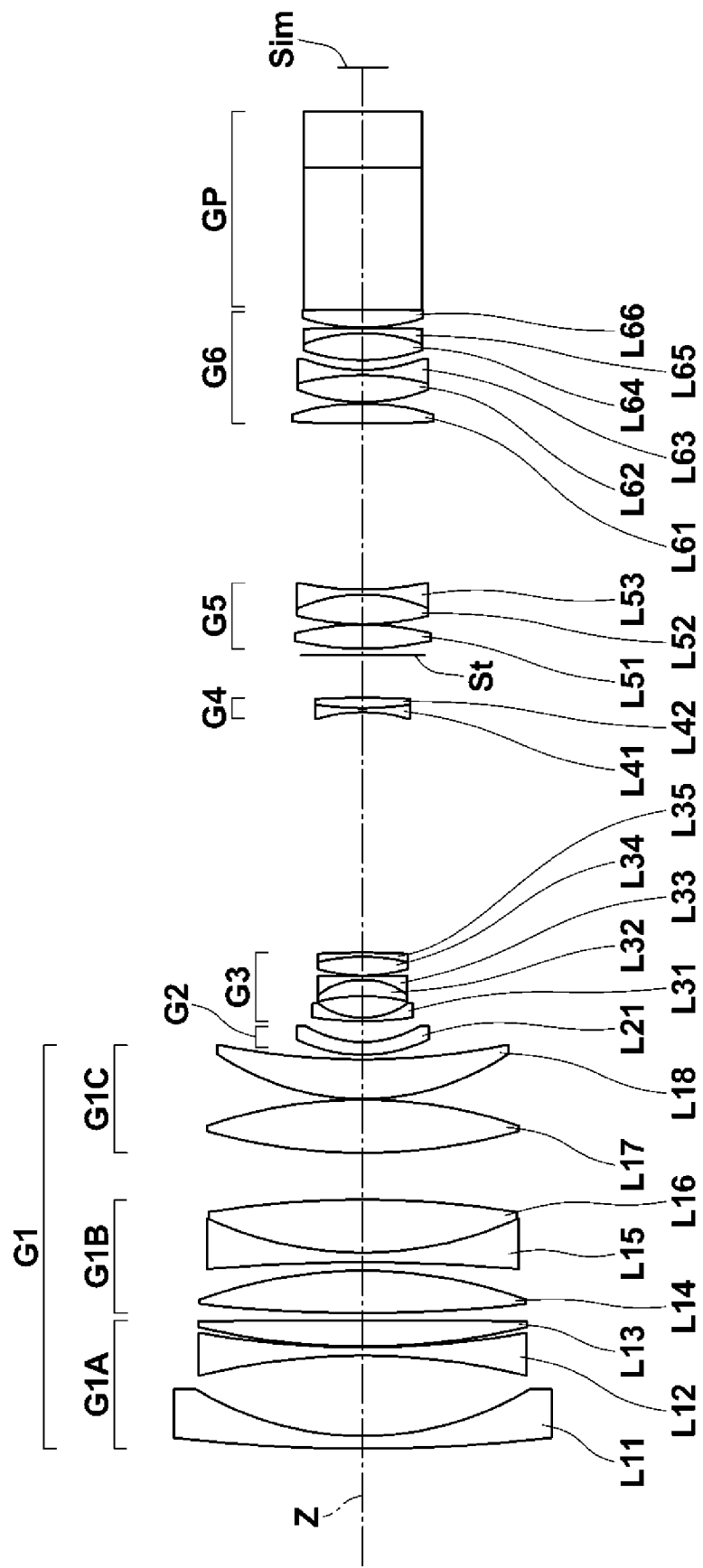
ただし、

f_t : 望遠端での全系の焦点距離

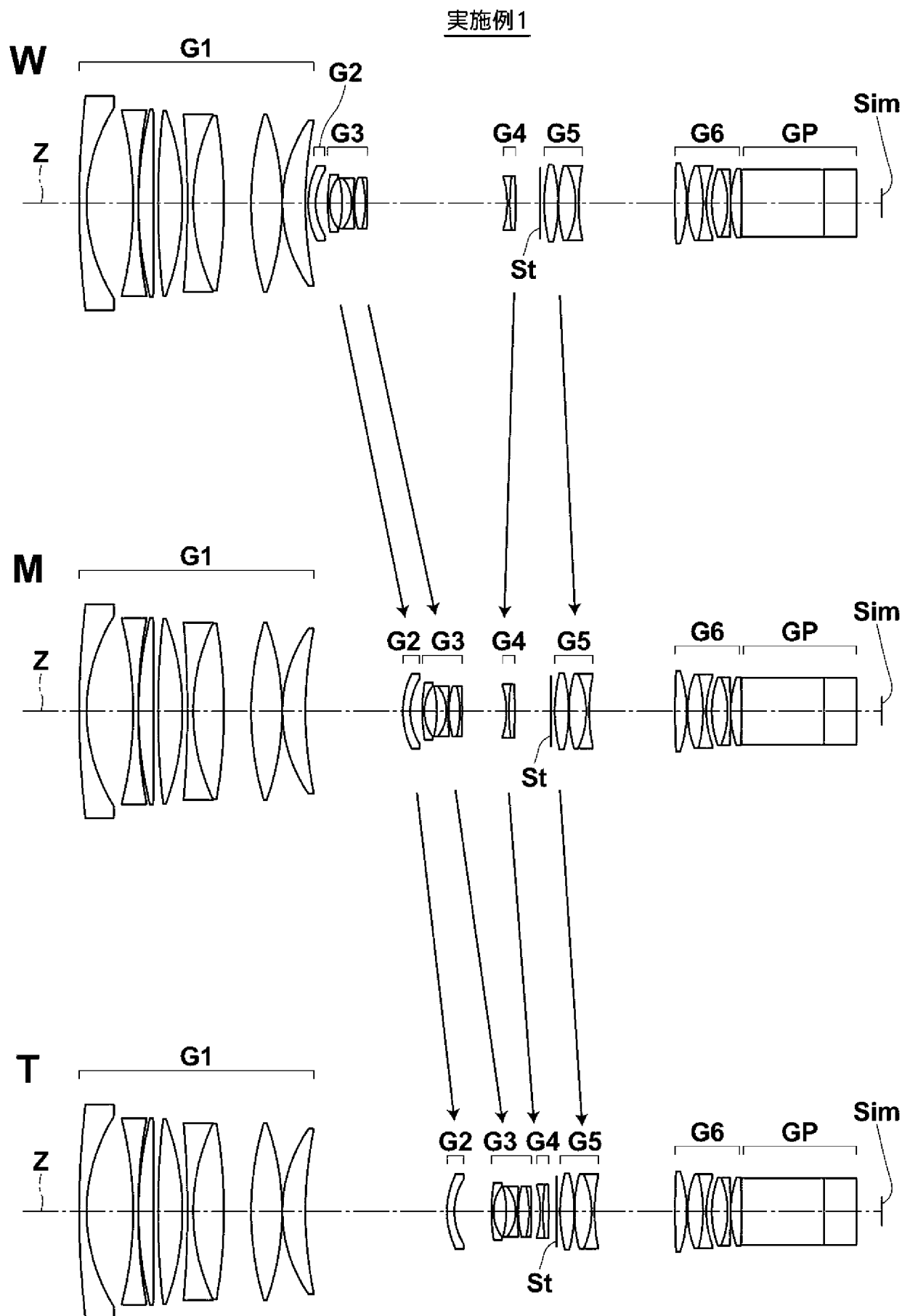
f_2 : 前記第2レンズ群の焦点距離

[請求項15] 請求項1から14のいずれか1項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。

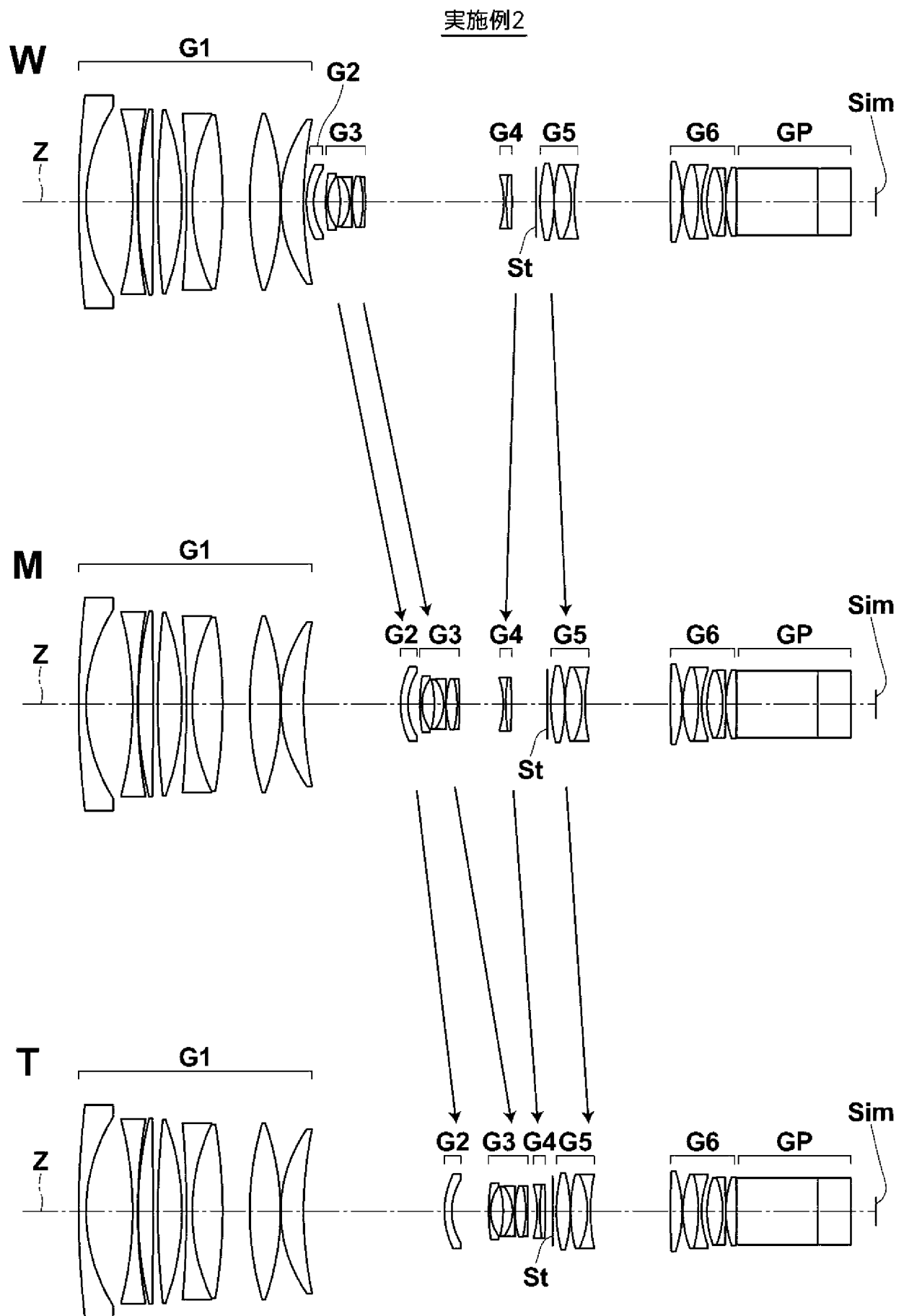
[図1]



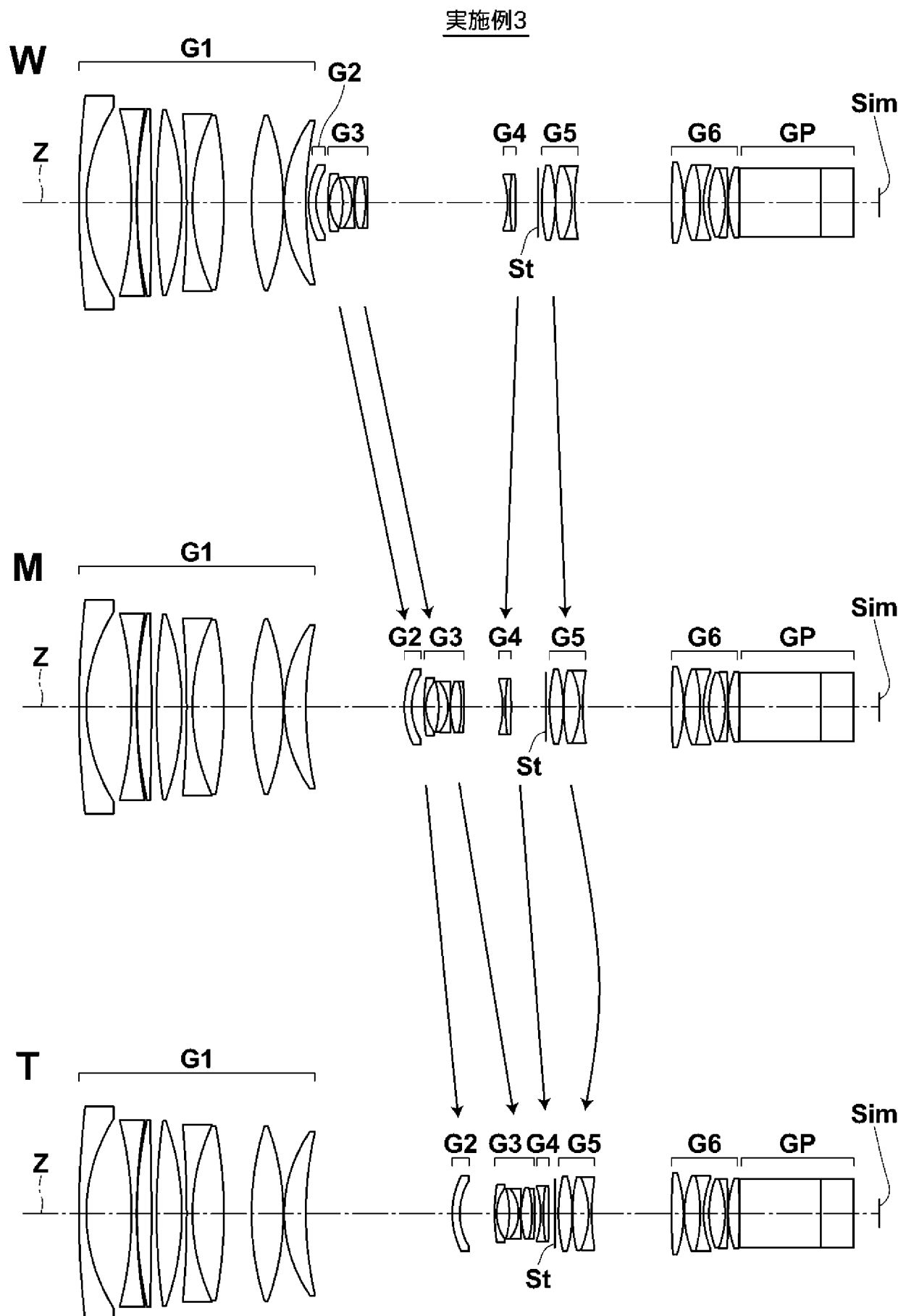
[図2]



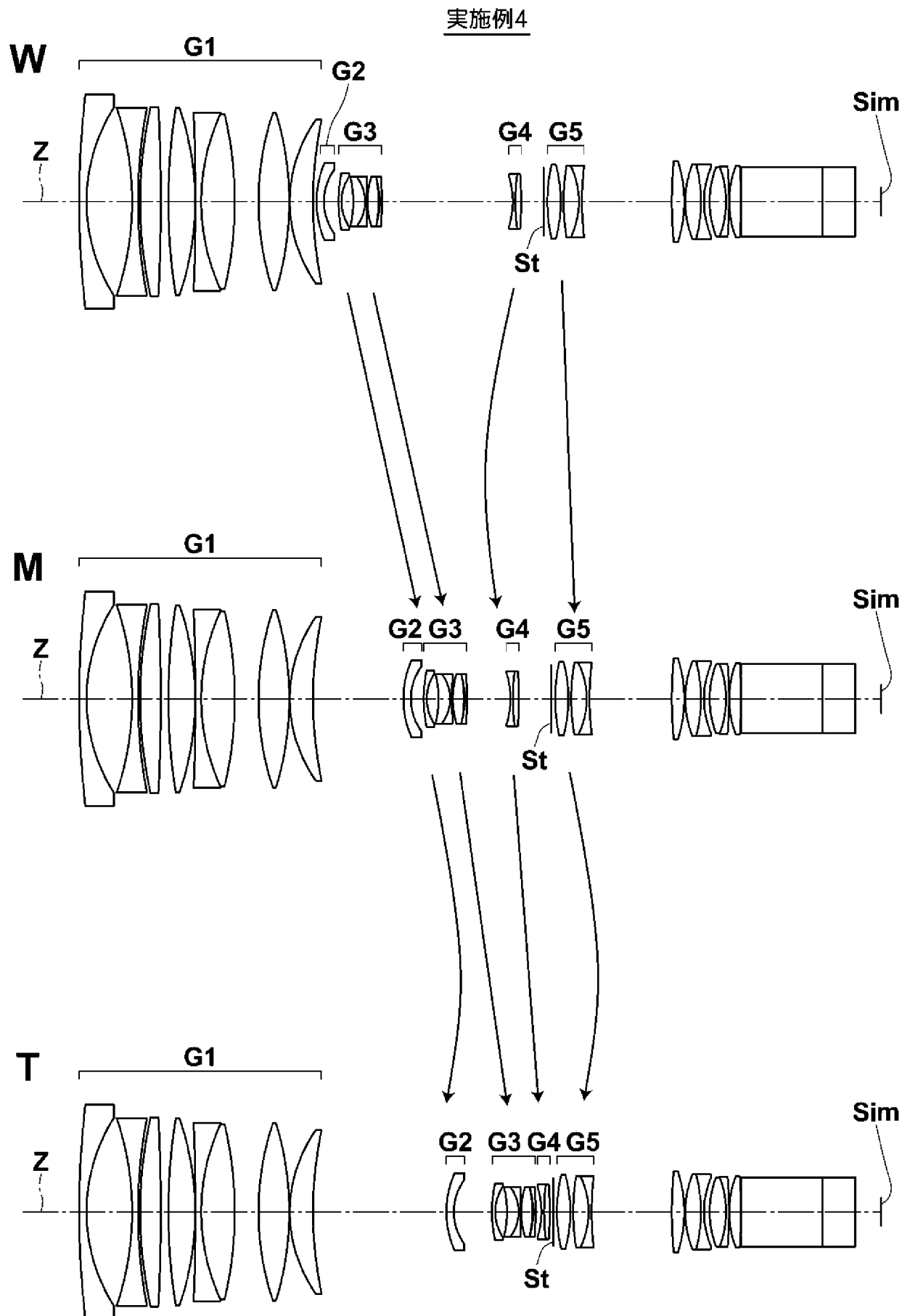
[図3]



[図4]

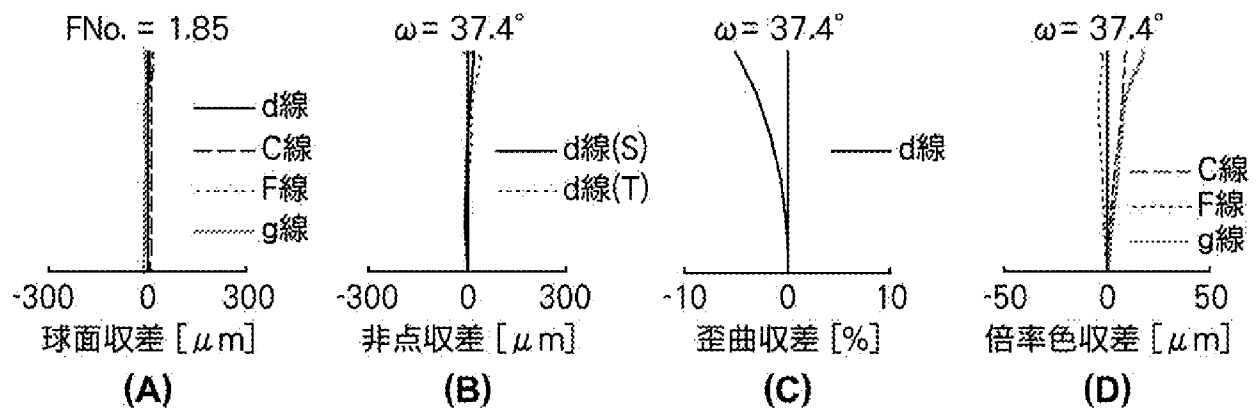
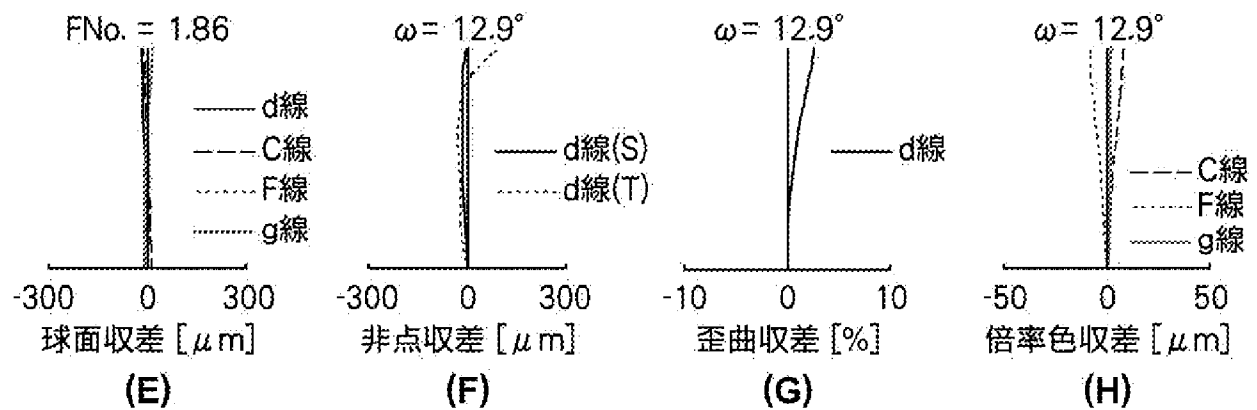
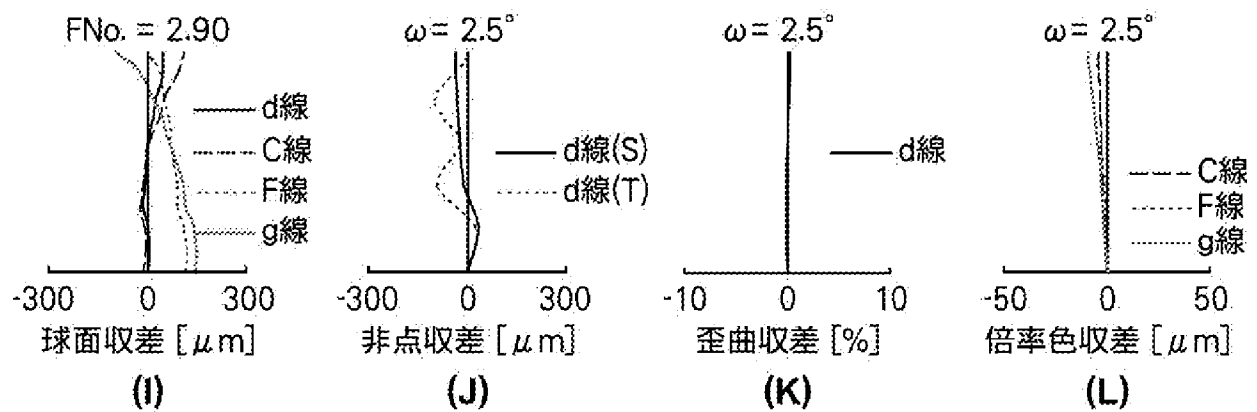


[図5]



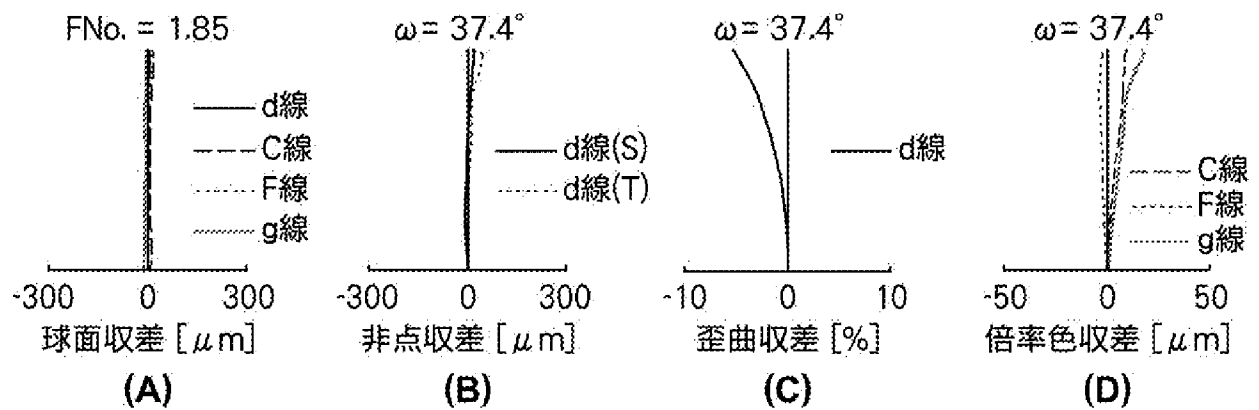
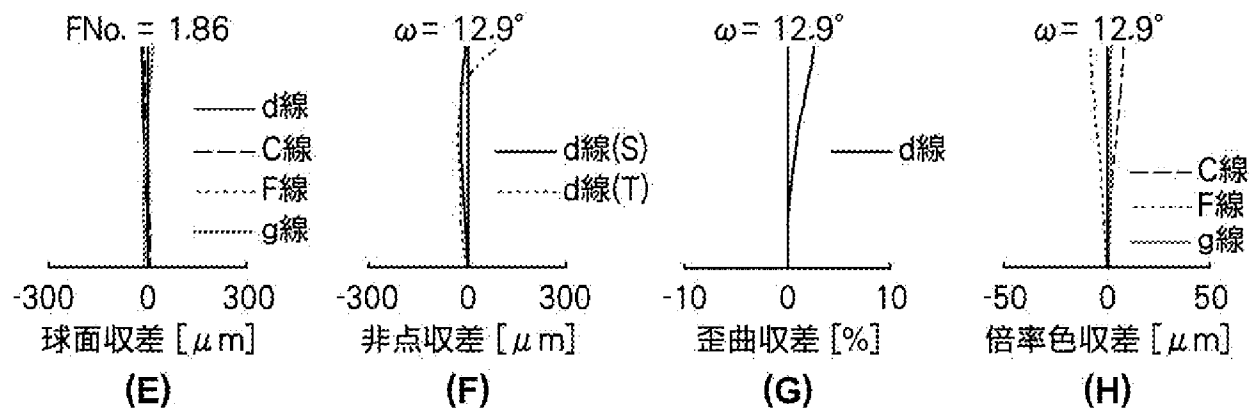
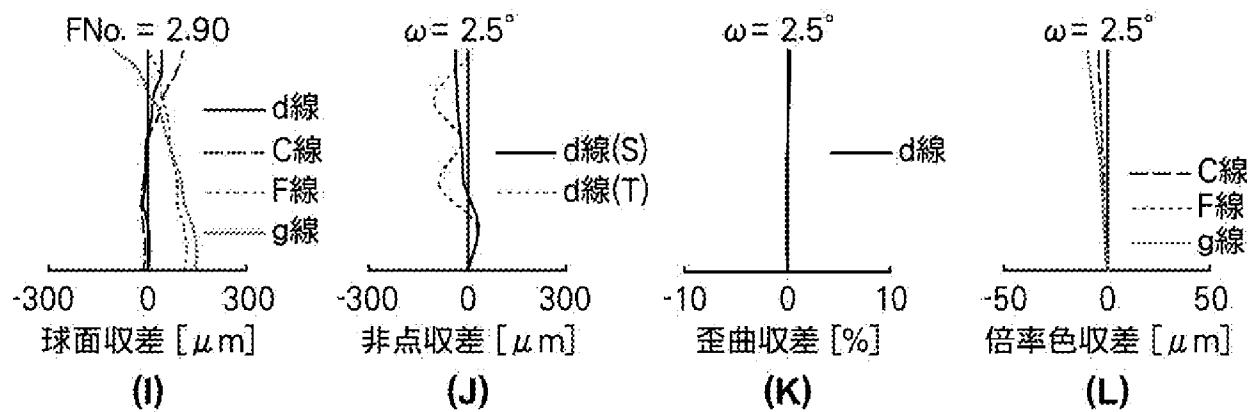
[図6]

実施例1

W**M****T**

[図7]

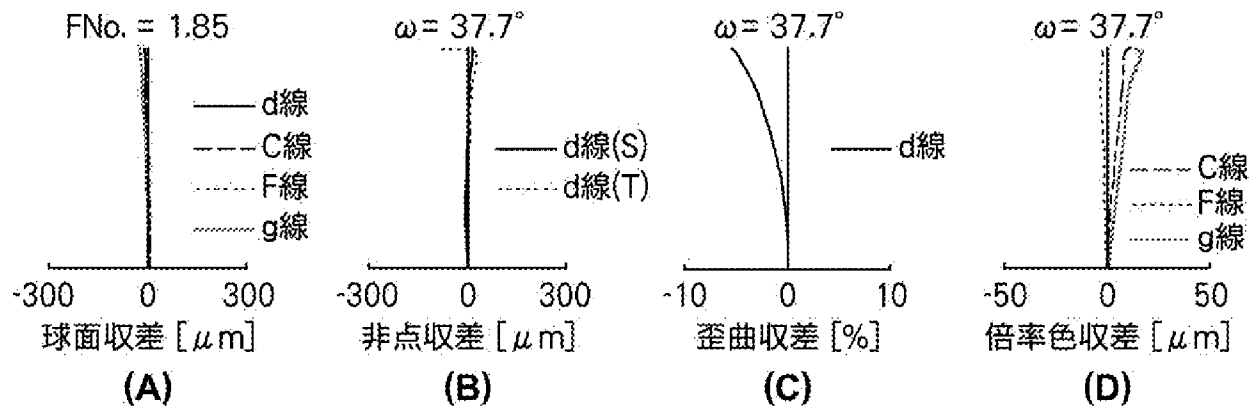
実施例2

W**M****T**

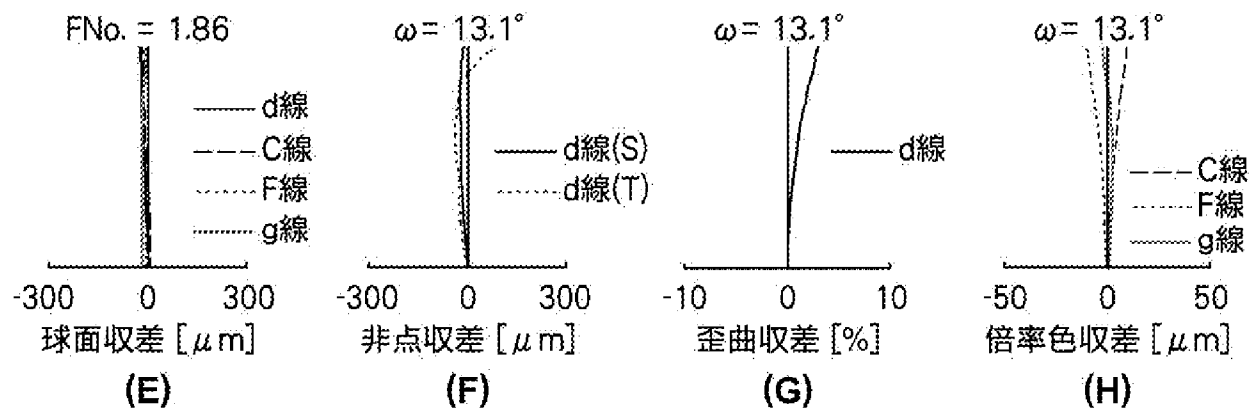
[図8]

実施例3

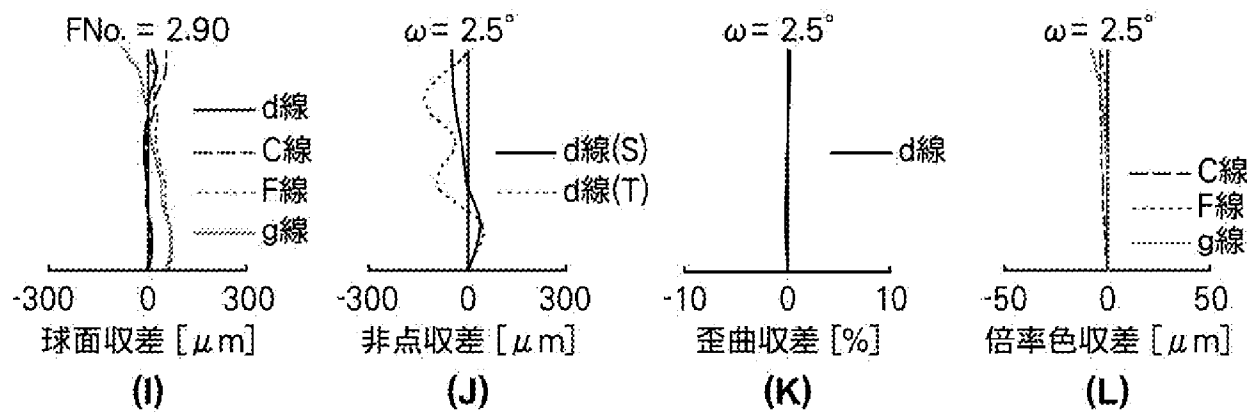
W



M

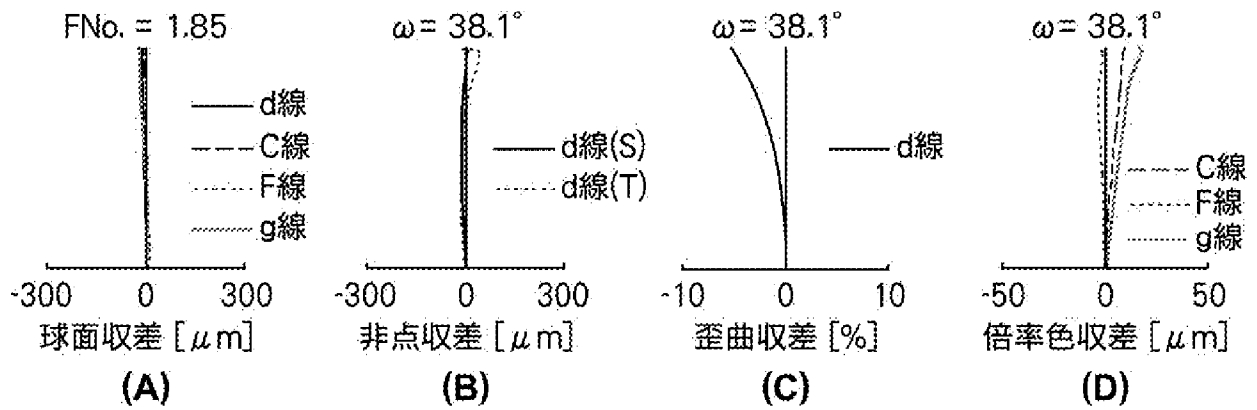
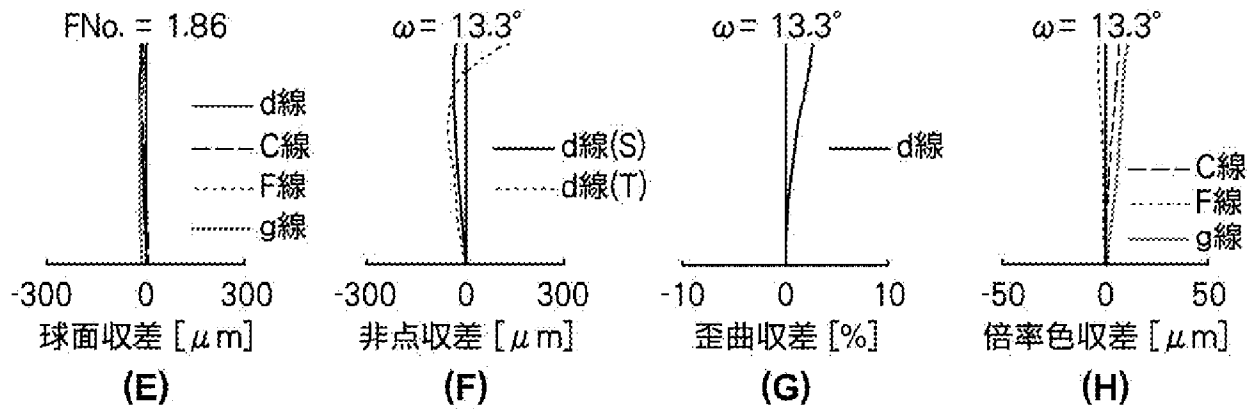
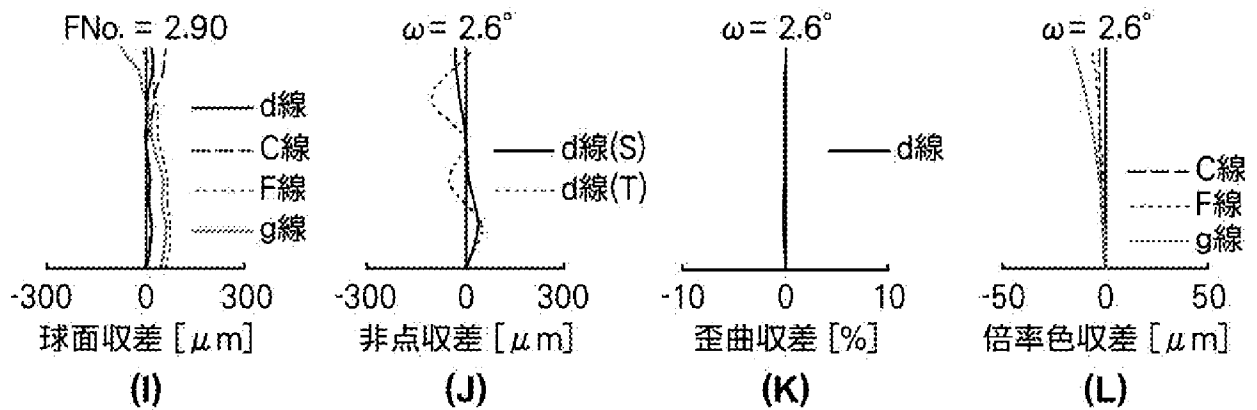


T

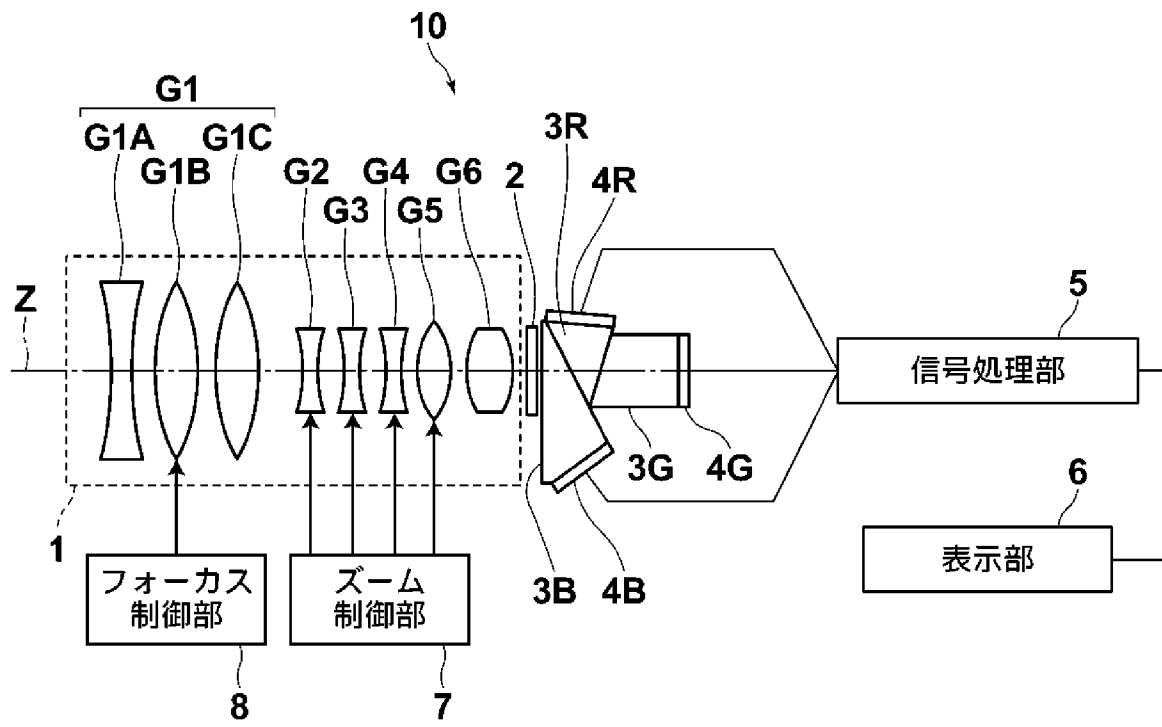


[図9]

実施例4

W**M****T**

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/007643

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2012-225988 A (Canon Inc.), 15 November 2012 (15.11.2012), examples 1 to 6 & US 2012/0262798 A1	1-9, 13-15 10-12
Y A	JP 2012-58607 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 22 March 2012 (22.03.2012), examples 2 to 4 (Family: none)	1-5, 7-9, 14, 15 6, 10-13
Y A	JP 2011-107693 A (Canon Inc.), 02 June 2011 (02.06.2011), examples 1 to 13 & US 2011/0090373 A1 & EP 2312365 A1	1-9, 12-15 10, 11

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

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
31 March, 2014 (31.03.14)

Date of mailing of the international search report
08 April, 2014 (08.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/007643

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-253539 A (Nikon Corp.), 03 October 1995 (03.10.1995), paragraph [0031] & US 5666229 A & KR 10-0301874 B1	1-9, 12-15
Y	JP 11-160620 A (Canon Inc.), 18 June 1999 (18.06.1999), paragraph [0027] & US 6084721 A & EP 919844 A1 & DE 69833908 D & DE 69833908 T & ES 2256909 T	1-9, 12-15
Y	JP 2008-151846 A (Canon Inc.), 03 July 2008 (03.07.2008), paragraph [0118] & US 2008/0144188 A1 & EP 1933185 A1 & DE 602007001661 D & CN 101206302 A & AT 437380 T	1-9, 12-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B15/20(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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2012-225988 A (キヤノン株式会社) 2012. 11. 15, 実施例 1-6 & US 2012/0262798 A1	1-9, 13-15 10-12
Y A	JP 2012-58607 A (コニカミノルタオプト株式会社) 2012. 03. 22, 実施例 2-4 (ファミリーなし)	1-5, 7-9, 14, 15 6, 10-13
Y A	JP 2011-107693 A (キヤノン株式会社) 2011. 06. 02, 実施例 1-13 & US 2011/0090373 A1 & EP 2312365 A1	1-9, 12-15 10, 11

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

3 1 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

堀井 康司

2 V

3 7 1 3

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 7-253539 A (株式会社ニコン) 1995. 10. 03, 【0031】 & US 5666229 A & KR 10-0301874 B1	1-9, 12-15
Y	JP 11-160620 A (キヤノン株式会社) 1999. 06. 18, 【0027】 & US 6084721 A & EP 919844 A1 & DE 69833908 D & DE 69833908 T & ES 2256909 T	1-9, 12-15
Y	JP 2008-151846 A (キヤノン株式会社) 2008. 07. 03, 【0118】 & US 2008/0144188 A1 & EP 1933185 A1 & DE 602007001661 D & CN 101206302 A & AT 437380 T	1-9, 12-15