

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 9 月 7 日(07.09.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/117720 A1

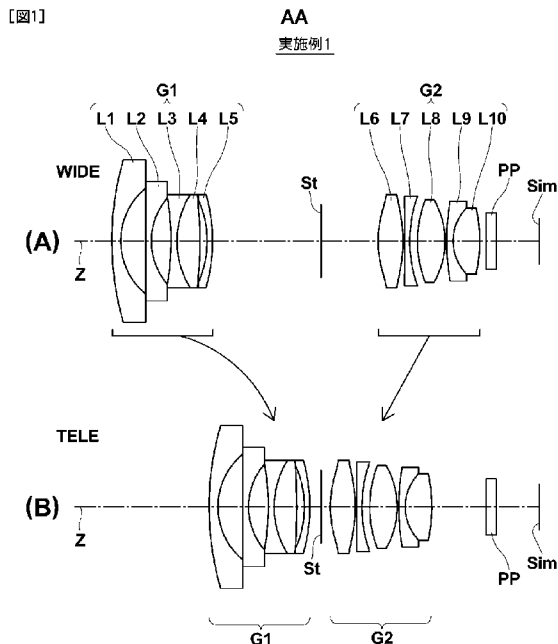
- (51) 国際特許分類:
G02B 15/16 (2006.01) *G02B 13/18* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/001335
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 28 日(28.02.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-041470 2011 年 2 月 28 日(28.02.2011) JP
特願 2011-225616 2011 年 10 月 13 日(13.10.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布 2 丁目 2 番 3 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 梶瀬 高志 (KUNUGISE, Takashi) [JP/JP]; 〒3310813 埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).

- (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 3-1 8-3 新横浜 K S ビル 7 階 柳田国際特許事務所 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: VARIABLE POWER OPTICAL SYSTEM AND IMAGE CAPTURING DEVICE

(54) 発明の名称: 変倍光学系および撮像装置



AA Example 1

(57) Abstract: [Problem] To provide a variable power optical system which can be configured to be compact and inexpensive while achieving a wide angle and a high magnifying power, can be used within a wide wavelength range ranging from a visible range to a near-infrared range, and has high performance. [Solution] A variable power optical system is provided with, in order from the object side, a first lens group (G1) having negative refractive power, and a second lens group (G2) having positive refractive power, and the space in an optical axis direction between the first lens group (G1) and the second lens group (G2) changes when the magnifying power is varied. A negative meniscus lens with a concave surface facing the object side is disposed on the side closest to the image side of the first lens group (G1), and the following conditional expression (1) is satisfied: $0.5 < d_{45} < d_5 < 3.0 \dots (1)$ Where d_5 is the thickness on the optical axis of the negative meniscus lens, and d_{45} is the air space on the axis between the negative meniscus lens and a lens immediately in front of the object side of the negative meniscus lens.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/117720 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】変倍光学系において、広角と高倍率を両立させながら、小型かつ安価に構成可能で、可視域から近赤外域にわたる広い波長域で使用可能であり、高性能である。【解決手段】変倍光学系は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群（G1）と、正の屈折力を有する第2レンズ群（G2）とを備え、変倍時に第1レンズ群（G1）と第2レンズ群（G2）との光軸方向の間隔が変化する。第1レンズ群（G1）の最も像側に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズが配置され、該負メニスカスレンズの光軸上の厚さを d_5 とし、該負メニスカスレンズと該負メニスカスレンズの物体側直前のレンズとの軸上空気間隔を d_{45} としたとき、下記条件式（1）を満足する。 $0.5 < d_{45} / d_5 < 3.0 \dots (1)$

明 細 書

発明の名称：変倍光学系および撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、ビデオカメラや電子スチルカメラ等に用いられる変倍光学系および撮像装置に関し、特に監視カメラ用途として好適で、可視域から近赤外域にわたる広い波長域で使用可能な変倍光学系および該変倍光学系を備えた撮像装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、防犯や記録等の目的で監視カメラが用いられている。このような監視カメラ用の光学系としては、小型で安価に構成可能で、低照度の撮影条件下でも被写体を特定できるように大口径比であり、かつ、広い範囲を撮影可能なように広角であり、高い光学性能を有することが要求される。さらに、近年では変倍機能付きの監視カメラの需要が高まっていることから、変倍光学系が主流になりつつあり、高変倍比であることも求められている。

[0003] また、昼夜兼用の監視カメラ用途では、無人の施設に設置し、昼間は可視光、夜間は近赤外光による撮影が行われることが多いため、可視域から近赤外域にわたる広い波長域で色収差が良好に補正されていることが求められ、特に軸上色収差が良好に補正されていることが求められる。

[0004] 上記分野のカメラ用ズームレンズとしては、例えば、負の第1レンズ群と正の第2レンズ群とからなる2群構成のものが従来知られている（下記特許文献1～3参照）。特許文献1には、第1レンズ群が、物体側から順に、負レンズと、負レンズと、負レンズと、正レンズおよび負レンズが接合された接合レンズとからなるズームレンズが記載されている。特許文献2には、第1レンズ群が、物体側から順に、負レンズと、負レンズと、負レンズと、正レンズと、負レンズとからなり、第1レンズ群の最も像側に両凹レンズを配置したズームレンズが記載されている。特許文献3には、第1レンズ群が、物体側から順に、負レンズと、負レンズと、負レンズと、正レンズと、正レ

ンズとからなるズームレンズが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-94371号公報

特許文献2：特開2009-271165号公報

特許文献3：特開2008-216591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、2に記載の2群構成のズームレンズはともに、全画角が 180° 程度あるが、変倍比が低く、近年の要望を満たすものとはいえない。特許文献3に記載のズームレンズは、全画角が 120° 程度しかなく、さらに非球面レンズを2枚以上使用しているためコスト的に不利である。また、特許文献1～3に記載のズームレンズは、必ずしも可視域から近赤外域にわたる広い波長域での使用を想定したものではない。

[0007] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、広角と高倍率を両立させながら、小型かつ安価に構成可能で、可視域から近赤外域にわたる広い波長域で使用可能な高性能の変倍光学系および該変倍光学系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

[0008] 本発明の第1の変倍光学系は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とからなり、変倍時に第1レンズ群と第2レンズ群との光軸方向の間隔が変化する変倍光学系であって、第1レンズ群の最も像側に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズが配置され、該負メニスカスレンズの光軸上の厚さを d_5 とし、該負メニスカスレンズと該負メニスカスレンズの物体側直前のレンズとの軸上空気間隔を d_{45} としたとき、下記条件式(1)を満足することを特徴とするものである。

$$0.5 < d_{45} / d_5 < 3.0 \quad \dots \quad (1)$$

[0009] 本発明の第1の変倍光学系においては、上記条件式(1)に代わり、下記条件式(1-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(1-2)を満足することがさらにより好ましい。

$$0.88 < d_{45} / d_5 < 1.82 \quad \dots \quad (1-1)$$

$$1.1 < d_{45} / d_5 < 1.4 \quad \dots \quad (1-2)$$

[0010] 本発明の第1の変倍光学系においては、第1レンズ群の最も物体側の面から第1レンズ群の最も像側の面までの光軸上の厚さをLG1としたとき、下記条件式(2)を満足することが好ましく、下記条件式(2-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(2-2)を満足することがさらにより好ましい。

$$0.05 < d_{45} / LG1 < 0.15 \quad \dots \quad (2)$$

$$0.05 < d_{45} / LG1 < 0.1 \quad \dots \quad (2-1)$$

$$0.06 < d_{45} / LG1 < 0.08 \quad \dots \quad (2-2)$$

[0011] 本発明の第1の変倍光学系においては、第1レンズ群の焦点距離をfG1とし、第1レンズ群の最も像側の負メニスカスレンズの焦点距離をf5としたとき、下記条件式(3)を満足することが好ましく、下記条件式(3-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(3-2)を満足することがさらにより好ましい。

$$5.5 < f_5 / f_{G1} < 12.0 \quad \dots \quad (3)$$

$$5.5 < f_5 / f_{G1} < 9.3 \quad \dots \quad (3-1)$$

$$7.5 < f_5 / f_{G1} < 8.5 \quad \dots \quad (3-2)$$

[0012] 本発明の第2の変倍光学系は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とからなり、変倍時に第1レンズ群と第2レンズ群との光軸方向の間隔が変化する変倍光学系であって、第1レンズ群は、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第1レンズと、物体側より像側の面の曲率半径の絶対値が小さく、像側に凹面を向けた負の第2レンズと、負の第3レンズおよび正の第4レンズ

が接合された接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズである第5レンズとからなることを特徴とするものである。

[0013] 本発明の第2の変倍光学系においては、第2レンズの物体側の面の曲率半径を R_3 とし、第2レンズの像側の面の曲率半径を R_4 としたとき、下記条件式(4)を満足することが好ましく、下記条件式(4-1)を満足することがより好ましい。

$$0.8 < (R_3 - R_4) / (R_3 + R_4) < 1.5 \quad \dots \quad (4)$$

$$0.9 < (R_3 - R_4) / (R_3 + R_4) < 1.2 \quad \dots \quad (4-1)$$

[0014] 本発明の第3の変倍光学系は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とからなり、変倍時に第1レンズ群と第2レンズ群との光軸方向の間隔が変化する変倍光学系であって、第2レンズ群は、物体側から順に、正の第6レンズと、負の第7レンズと、正の第8レンズと、負の第9レンズおよび正の第10レンズが接合された接合レンズとからなり、第6レンズ、第8レンズ、第10レンズの3枚の正レンズは全て両凸レンズであり、第2レンズ群のこれら3枚の正レンズのうち少なくとも2枚のレンズは、 d 線におけるアッベ数を ν_d とし、 g 線、 d 線、 F 線、 C 線における屈折率をそれぞれ N_g 、 N_d 、 N_F 、 N_C とし、 g 線と F 線間の部分分散比 θ_{gF} を $\theta_{gF} = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$ で定義したとき、下記条件式(5)、(6)を満足することを特徴とするものである。

$$80.0 < \nu_d \quad \dots \quad (5)$$

$$0.530 < \theta_{gF} \quad \dots \quad (6)$$

[0015] 本発明の第3の変倍光学系においては、第7レンズの d 線におけるアッベ数、焦点距離をそれぞれ ν_{d7} 、 f_7 とし、第9レンズの d 線におけるアッベ数、焦点距離をそれぞれ ν_{d9} 、 f_9 としたとき、下記条件式(7)～(9)を満足することが好ましい。

$$60.0 < \nu_{d7} + \nu_{d9} < 85.0 \quad \dots \quad (7)$$

$$\nu_{d7} > \nu_{d9} \quad \dots \quad (8)$$

$$2. \ 0 < f_7 / f_9 < 4.5 \quad \dots \quad (9)$$

[0016] 本発明の第3の変倍光学系においては、上記条件式(7)に代わり、下記条件式(7-1)を満足することがより好ましい。

$$65. \ 0 < \nu_d 7 + \nu_d 9 < 80.0 \quad \dots \quad (7-1)$$

[0017] 本発明の第3の変倍光学系においては、上記条件式(9)に代わり、下記条件式(9-1)を満足することがより好ましい。

$$2. \ 0 < f_7 / f_9 < 3.6 \quad \dots \quad (9-1)$$

[0018] 本発明の第1～第3の変倍光学系においては、広角端から望遠端への変倍率が、2.6倍以上であることが好ましい。

[0019] 本発明の第1～第3の変倍光学系においては、第2レンズ群の最も物体側のレンズが非球面レンズであり、全系における他のレンズは全て球面レンズであることが好ましい。

[0020] なお、上記本発明の変倍光学系における「～とからなり」、「～とからなる」は、実質的なことを意味するものであり、本発明の変倍光学系は、構成要件として挙げ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、等を含んでもよいものとする。

[0021] なお、上記本発明の変倍光学系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。

[0022] なお、曲率半径の符号は、物体側に凸面を向けた形状のものを正とし、像側に凸面を向けた形状のものを負とすることにする。

[0023] 本発明の撮像装置は、上記記載の本発明の変倍光学系を備えたことを特徴とするものである。

発明の効果

[0024] 本発明の第1の変倍光学系は、物体側から順に、負の第1レンズ群と、正の第2レンズ群とからなり、変倍時に第1レンズ群と第2レンズ群の光軸方向の間隔が変化する変倍光学系において、第1レンズ群の最も像側に物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズを配置し、この負メニスカスレンズの中

心厚と、この負メニスカスレンズの物体側直前の空気間隔との比を好適に設定しているため、広角と高倍率を両立させながら、小型かつ安価に構成可能で、可視域から近赤外域にわたる広帯域において色収差を良好に補正可能で、高性能の変倍光学系を実現することができる。

[0025] 本発明の第2の変倍光学系は、物体側から順に、負の第1レンズ群と、正の第2レンズ群とからなり、変倍時に第1レンズ群と第2レンズ群の光軸方向の間隔が変化する変倍光学系において、第1レンズ群を構成する各レンズの屈折力や形状を詳細に好適に設定しているため、広角と高倍率を両立させながら、小型かつ安価に構成可能で、可視域から近赤外域にわたる広帯域において色収差を良好に補正可能で、高性能の変倍光学系を実現することができる。

[0026] 本発明の第3の変倍光学系は、物体側から順に、負の第1レンズ群と、正の第2レンズ群とからなり、変倍時に第1レンズ群と第2レンズ群の光軸方向の間隔が変化する変倍光学系において、第2レンズ群を構成する各レンズの屈折力や形状を好適に設定し、さらに第2レンズ群の正レンズに関する分散特性を好適に設定しているため、広角と高倍率を両立させながら、小型かつ安価に構成可能で、可視域から近赤外域にわたる広帯域において色収差を良好に補正可能で、高性能の変倍光学系を実現することができる。

[0027] 本発明の撮像装置は、本発明の変倍光学系を備えているため、小型で安価に構成でき、広い画角および高い倍率での撮像が可能であり、可視域から近赤外域にわたる広帯域で良好な映像を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]図1(A)、図1(B)はそれぞれ本発明の実施例1の変倍光学系の広角端、望遠端におけるレンズ構成を示す断面図

[図2]図2(A)～図2(H)は本発明の実施例1の変倍光学系の各収差図

[図3]図3(A)、図3(B)はそれぞれ本発明の実施例2の変倍光学系の広角端、望遠端におけるレンズ構成を示す断面図

[図4]図4(A)～図4(H)は本発明の実施例2の変倍光学系の各収差図

[図5]図5（A）、図5（B）はそれぞれ本発明の実施例3の変倍光学系の広角端、望遠端におけるレンズ構成を示す断面図

[図6]図6（A）～図6（H）は本発明の実施例3の変倍光学系の各収差図

[図7]図7（A）、図7（B）はそれぞれ本発明の実施例4の変倍光学系の広角端、望遠端におけるレンズ構成を示す断面図

[図8]図8（A）～図8（H）は本発明の実施例4の変倍光学系の各収差図

[図9]図9（A）、図9（B）はそれぞれ本発明の実施例5の変倍光学系の広角端、望遠端におけるレンズ構成を示す断面図

[図10]図10（A）～図10（H）は本発明の実施例5の変倍光学系の各収差図

[図11]図11（A）、図11（B）はそれぞれ本発明の実施例6の変倍光学系の広角端、望遠端におけるレンズ構成を示す断面図

[図12]図12（A）～図12（H）は本発明の実施例6の変倍光学系の各収差図

[図13]図13（A）、図13（B）はそれぞれ本発明の実施例7の変倍光学系の広角端、望遠端におけるレンズ構成を示す断面図

[図14]図14（A）～図14（H）は本発明の実施例7の変倍光学系の各収差図

[図15]図15（A）、図15（B）はそれぞれ本発明の実施例8の変倍光学系の広角端、望遠端におけるレンズ構成を示す断面図

[図16]図16（A）～図16（H）は本発明の実施例8の変倍光学系の各収差図

[図17]図17（A）、図17（B）はそれぞれ本発明の実施例9の変倍光学系の広角端、望遠端におけるレンズ構成を示す断面図

[図18]図18（A）～図18（H）は本発明の実施例9の変倍光学系の各収差図

[図19]図19（A）、図19（B）はそれぞれ本発明の実施例10の変倍光学系の広角端、望遠端におけるレンズ構成を示す断面図

[図20]図20(A)～図20(H)は本発明の実施例10の変倍光学系の各収差図

[図21]図21(A)、図21(B)はそれぞれ本発明の実施例11の変倍光学系の広角端、望遠端におけるレンズ構成を示す断面図

[図22]図22(A)～図22(H)は本発明の実施例11の変倍光学系の各収差図

[図23]図23(A)、図23(B)はそれぞれ本発明の実施例12の変倍光学系の広角端、望遠端におけるレンズ構成を示す断面図

[図24]図24(A)～図24(H)は本発明の実施例12の変倍光学系の各収差図

[図25]本発明の実施形態にかかる撮像装置の概略構成図

発明を実施するための形態

[0029] 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。本発明の一実施形態にかかる変倍光学系の断面図を図1(A)、図1(B)に示す。図1(A)、図1(B)に示す構成例は、図1(A)の上方に実施例1と記載しているように、後述の実施例1の変倍光学系に対応している。ここでは、この図1(A)、図1(B)に示す構成例を参照しながら、本発明の実施形態にかかる変倍光学系について説明する。

[0030] この変倍光学系は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2とが配列されて構成される。変倍時には、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との光軸方向の間隔が変化する。図1(A)、図1(B)はそれぞれ、無限遠物体に合焦した状態でのこの変倍光学系の広角端、望遠端におけるレンズ配置を示しており、図の左側が物体側、右側が像側である。また、図1(A)、図1(B)の間には変倍に伴い移動するレンズ群の移動軌跡を模式的に矢印で示してある。

[0031] 変倍光学系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。図1（A）、図1（B）では、これらを想定した平行平板状の光学部材PPを第2レンズ群G2と像面S_{im}との間に配置した例を示している。

[0032] 図1に示す例では、開口絞りS_tは第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間に位置し、変倍時に固定されている。なお、図1（A）、図1（B）に示す開口絞りS_t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。

[0033] 本変倍光学系は、2群構成で、物体側から順に、負、正のパワー配置とし、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔変動により変倍を行うものであり、このような構成は広角化に有利となる。

[0034] 第1レンズ群G1は、例えば図1（A）に示すように、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第1レンズL1と、物体側より像側の面の曲率半径の絶対値が小さく、像側に凹面を向けた負の第2レンズL2と、負の第3レンズL3および正の第4レンズL4が接合された接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズである第5レンズL5とが配列されてなる5枚構成とすることができる。

[0035] また、第2レンズ群G2は、例えば図1（A）に示すように、物体側から順に、正の第6レンズL6と、負の第7レンズL7と、正の第8レンズL8と、負の第9レンズL9および正の第10レンズL10が接合された接合レンズとが配列されてなる5枚構成とすることができる。

[0036] 上記のように、第1レンズ群G1の物体側に3枚の負レンズを配置した場合には、広角化に有利となる。また、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2ともに、負レンズおよび正レンズが接合された接合レンズを有する場合には、色収差の補正に有利となる。

[0037] 本変倍光学系においては、小型化と低コスト化のためには、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2ともに5枚構成とすることが好ましい。また、上述した第1レンズL1～第5レンズL5からなる第1レンズ群G1において、第3レンズL3を両凹レンズ、第4レンズL4を両凸レンズとした場合には

、色収差を良好に補正することができる。また、上述した第6レンズL 6～第10レンズL 10からなる第2レンズ群G 2において、第9レンズL 9を像側に凹面を向けた負メニスカスレンズとすることが好ましく、これにより軸上色収差を良好に補正することができる。

[0038] 第1レンズ群G 1の最も像側に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ（図1（A）の例では第5レンズL 5）を配置した場合には、変倍により生じる像面変動やマージナル光線に起因する色収差を抑制することが可能になる。この第1レンズ群G 1の最も像側に配置される物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズは、第1レンズ群G 1で発生する収差変動を緩和する役割を果たすことができる。

[0039] すなわち、第1レンズ群G 1の最も像側のレンズをメニスカス形状とすることで、このレンズの屈折力をあまり強くないようにして第1レンズ群G 1に寄与する量を適度に設定しながら、第1レンズ群G 1で発生する諸収差を良好に補正することが容易になる。また、第1レンズ群G 1の最も像側の負メニスカスレンズを単レンズとして物体側に凹面を向けた形状とすることで、小型化を図りながら、その物体側直前のレンズ（図1（A）の例では第4レンズL 4）との間に空気レンズを形成することが可能になり、球面収差や色収差を良好に補正することが可能になる。

[0040] 第1レンズ群G 1の最も像側の負メニスカスレンズの光軸上の厚さを d_5 とし、この負メニスカスレンズと、該負メニスカスレンズの物体側直前のレンズとの軸上空気間隔を d_{45} としたとき、下記条件式（1）を満足することが好ましい。

$$0.5 < d_{45} / d_5 < 3.0 \quad \dots \quad (1)$$

[0041] 条件式（1）は、第1レンズ群G 1の最も像側の負メニスカスレンズの中心厚と、このレンズの物体側直前の空気間隔の比の関係式である。条件式（1）の下限を下回ると、第1レンズ群G 1の最も像側の負メニスカスレンズとその物体側直前のレンズとの空気間隔が小さくなり、広角側において周辺光量を確保するためにこの負メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径の絶

対値を大きくしなければならず、そうすると色収差を抑制する効果が弱まってしまう。

[0042] 条件式(1)の上限を上回ると、第1レンズ群G1の総厚(第1レンズ群G1の最も物体側の面から第1レンズ群G1の最も像側の面までの光軸上の厚さ)が大きくなる傾向にあり、変倍によるレンズ群の移動量が制限され、全体の小型化や高倍率化に不利となる。また、軸上色収差と倍率色収差のバランスが悪化する。

[0043] 上記事情から、条件式(1)に代わり、下記条件式(1-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(1-2)を満足することがさらに好ましい。

$$0.88 < d_{45} / d_5 < 1.82 \quad \dots \quad (1-1)$$

$$1.1 < d_{45} / d_5 < 1.4 \quad \dots \quad (1-2)$$

[0044] また、第1レンズ群G1の総厚を L_{G1} とすると、上記 d_{45} とこの総厚 L_{G1} に関して、下記条件式(2)を満足することが好ましい。

$$0.05 < d_{45} / L_{G1} < 0.15 \quad \dots \quad (2)$$

[0045] 条件式(2)は、第1レンズ群G1の総厚と、第1レンズ群G1の最も像側の負メニスカスレンズの物体側直前の空気間隔の比の関係式である。条件式(2)の下限を下回ると、この空気間隔が短くなり収差補正の効果が弱まる、または、第1レンズ群G1の総厚が長くなり小型化に不利になる。条件式(2)の上限を上回ると、この空気間隔が長くなり小型化、高変倍率化が困難になる、または、第1レンズ群G1の総厚が短くなり第1レンズ群G1の他のレンズに対する厚みや形状等の制約が厳しくなり、収差補正をする際の自由度が低下する。

[0046] 上記事情から、条件式(2)に代わり、下記条件式(2-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(2-2)を満足することがさらに好ましい。

$$0.05 < d_{45} / L_{G1} < 0.1 \quad \dots \quad (2-1)$$

$$0.06 < d_{45} / L_{G1} < 0.08 \quad \dots \quad (2-2)$$

[0047] また、本変倍光学系においては、第1レンズ群G1の焦点距離を f_{G1} とし、第1レンズ群G1の最も像側の負メニスカスレンズの焦点距離を f_5 としたとき、下記条件式(3)を満足することが好ましい。

$$5. \quad 5 < f_5 / f_{G1} < 12.0 \quad \dots \quad (3)$$

[0048] 第1レンズ群G1の焦点距離である f_{G1} は、レンズ系全体の焦点距離や第2レンズ群G2との屈折力配置にも関係する量である。条件式(3)は、第1レンズ群G1全体の屈折力と、第1レンズ群G1の最も像側の負メニスカスレンズの屈折力の比の関係式であり、第1レンズ群G1に対する、この負メニスカスレンズの寄与の量を示す関係式である。

[0049] 条件式(3)の下限を下回ると、この負メニスカスレンズの寄与が大きくなりすぎ、第1レンズ群G1中の屈折力配置を乱してしまう。本変倍光学系のような負レンズ群先行の2群構成の変倍光学系において全系の広角化を図るには、第1レンズ群G1の物体側に負レンズが配置されることになり、例えば図1(A)に示す例のように、物体側に負の第1レンズL1、負の第2レンズL2が配置され、全系の広角化を図るためにこれら2枚のレンズが比較的強い負の屈折力を有し、第1レンズ群G1全体の負の屈折力に対して支配的となる。ここで、第1レンズ群G1の最も像側の負メニスカスレンズの屈折力が必要以上に強くなると、第1レンズ群G1の物体側の負レンズや第1レンズ群G1全体の屈折力が変わり、広角化や高倍率化に影響し、所望の画角や変倍率が得られなくなる。逆に、条件式(3)の上限を上回ると、第1レンズ群G1の最も像側の負メニスカスレンズの寄与が小さくなりすぎ、色収差を補正する効果が弱まってしまう。

[0050] 上記事情から、条件式(3)に代わり、下記条件式(3-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(3-2)を満足することがさらに好ましい。

$$5. \quad 5 < f_5 / f_{G1} < 9.3 \quad \dots \quad (3-1)$$

$$7. \quad 5 < f_5 / f_{G1} < 8.5 \quad \dots \quad (3-2)$$

[0051] また、本変倍光学系においては、第1レンズ群G1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である第1レンズL1と、物体側より像側の曲率半径の絶対値が小さく、像側に凹面を向けた負の第2レンズL2と、負の第3レンズL3および正の第4レンズL4が接合された接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズである第5レンズL5とからなる5枚構成である場合、第2レンズL2の物体側の面の曲率半径をR3とし、像側の面の曲率半径をR4としたとき、下記条件式(4)を満足することが好ましい。

$$0.8 < (R3 - R4) / (R3 + R4) < 1.5 \quad \dots \quad (4)$$

[0052] 条件式(4)の下限を満足し、かつ $(R3 - R4) / (R3 + R4) < 1$ となる場合は第2レンズL2はメニスカスレンズとなり、 $(R3 - R4) / (R3 + R4) > 1$ の場合は第2レンズL2は両凹レンズとなる。 $(R3 - R4) / (R3 + R4)$ が大きいほど、高画角域で歪曲収差が大きく、画角も大きくなる。同時に高画角域での像面変動に対する第2レンズL2の寄与が大きくなる。条件式(4)の下限を下回ると、広角端でタンジェンシャル像面が像側に倒れ、望遠端で球面収差が大きくなる傾向を補正することが困難になる。条件式(4)の上限を上回ると、広角端で特にサジタル像面が高画角域で急激に物体側に倒れる傾向を補正することが困難になる。

[0053] 上記事情から、条件式(4)に代わり、下記条件式(4-1)を満足することがより好ましい。

$$0.9 < (R3 - R4) / (R3 + R4) < 1.2 \quad \dots \quad (4-1)$$

[0054] また、本変倍光学系においては、第2レンズ群G2が、物体側から順に、正の第6レンズL6と、負の第7レンズL7と、正の第8レンズL8と、負の第9レンズL9および正の第10レンズL10が接合された接合レンズとからなり、第2レンズ群G2の上記3枚の正レンズ(第6レンズL6、第8レンズL8、第10レンズL10)は全て両凸レンズであり、上記3枚の正レンズのうち少なくとも2枚のレンズは、下記条件式(5)、(6)を満足することが好ましい。ここで、 ν_d はd線におけるアッペ数であり、 θ_{gF} はg線とF線間の部分分散比であり、g線、d線、F線、C線における屈折

率をそれぞれ N_g 、 N_d 、 N_F 、 N_C とし、 $\theta_g F = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$ で定義されるものである。

$$80.0 < \nu_d \quad \dots \quad (5)$$

$$0.530 < \theta_g F \quad \dots \quad (6)$$

[0055] 条件式 (5) および条件式 (6) は、第 2 レンズ群 G_2 中の両凸レンズに関する式である。第 2 レンズ群 G_2 中の上記 3 枚の正レンズのうち、少なくとも 2 枚のレンズについて条件式 (5) および (6) を満足することで、第 2 レンズ群 G_2 の少なくとも 2 枚の両凸レンズを異常分散性を有する材料で構成されたレンズ（以下、異常分散レンズという）とすることができる。異常分散レンズは、色収差の 2 次スペクトルの低減に必要であり、可視域から近赤外域までの広波長帯域での色収差補正には少なくとも 2 枚の異常分散レンズの使用が有効である。

[0056] 第 2 レンズ群 G_2 が、上記の第 5 レンズ L_5 ～第 10 レンズ L_{10} の 5 枚のレンズからなり、上記条件式 (5)、(6) を満足する場合、第 1 レンズ群 G_1 は図 1 に示す構成とは異なる別の態様を採ることが可能である。別の態様とは、例えば後述の実施例に示すように、第 1 レンズ群は、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第 1 レンズと、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズである第 2 レンズと、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズである第 3 レンズと、両凹形状の第 4 レンズと、像側に凹面を向けた正メニスカスレンズである第 5 レンズとが配列されてなる 5 枚構成とすることができる。

[0057] 上記の別の態様の例では、第 1 レンズ群の物体側に、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズを 3 枚連続して配置することで広角化に有利となる。また、両凹レンズである第 4 レンズの像側直後に、物体側の面が凸面となるメニスカス形状の第 5 レンズを配置することで、小型化を図りながら、球面収差を良好に補正することが可能になる。また、第 2 レンズ群 G_2 が、上記の第 5 レンズ L_5 ～第 10 レンズ L_{10} の 5 枚のレンズからなり、上記条件式 (5)、(6) を満足する場合は、第 1 レンズ群を接合されていない単レン

ズのみで構成することも可能であり、その場合はコスト的に有利となる。

- [0058] 第2レンズ群G2が、上記の第5レンズL5～第10レンズL10の5枚のレンズを備えている場合、第7レンズL7のd線におけるアッベ数、焦点距離をそれぞれ $\nu_d 7$ 、 f_7 とし、第9レンズL9のd線におけるアッベ数、焦点距離をそれぞれ $\nu_d 9$ 、 f_9 としたとき、下記条件式(7)～(9)を満足することが好ましい。

$$60.0 < \nu_d 7 + \nu_d 9 < 85.0 \quad \dots \quad (7)$$

$$\nu_d 7 > \nu_d 9 \quad \dots \quad (8)$$

$$2.0 < f_7 / f_9 < 4.5 \quad \dots \quad (9)$$

- [0059] 可視域から近赤外域までの広波長帯域での色収差の低減には、正レンズに異常分散材料を用いるだけでなく、色消しの対となる負レンズの性質をも適切に選択する必要がある。条件式(7)および(8)は、第2レンズ群G2の上記2枚の負レンズ(第7レンズL7、第9レンズL9)のアッベ数に関する条件式であり、条件式(9)は、各負レンズの単レンズとしての焦点距離に関する条件である。

- [0060] 第2レンズ群G2の上記2枚の負レンズは、第2レンズ群G2の上記少なくとも2枚の異常分散レンズとの組み合わせで色収差を抑える働きをする。条件式(7)の下限を下回ると、2次スペクトルを抑えることが困難になる。条件式(7)の上限を上回ると、1次の色消しについて補正不足となる。

- [0061] 条件式(8)、(9)は、第2レンズ群G2中の2枚の負レンズの、色収差低減に対する役割に差があることを示す式である。第2レンズ群G2中の、より物体側の負レンズである第7レンズL7は、特に広角端において光束径が広く、このレンズの分散が強いとマージナル光線において短波長側の収差が大きくなる。第2レンズ群G2において、第7レンズL7より第9レンズL9の屈折力を強くし、分散の大きい材料を用いることにより、色収差を良好に補正することが可能となる。条件式(9)の下限を下回ると、望遠側での非点収差が増大し、要求される性能を満たせなくなる。条件式(9)の上限を上回ると、特に広角側において近赤外域までの軸上色収差を補正する

ことが困難になる。

[0062] 上記事情から、条件式（７）に代わり、下記条件式（７－１）を満足することがより好ましい。

$$65.0 < \nu_d 7 + \nu_d 9 < 80.0 \quad \dots \quad (7-1)$$

[0063] 上記事情から、条件式（９）に代わり、下記条件式（９－１）を満足することがより好ましい。

$$2.0 < f_7 / f_9 < 3.6 \quad \dots \quad (9-1)$$

[0064] また、本変倍光学系においては、第２レンズ群Ｇ２の最も物体側のレンズが非球面レンズであり、全系における他のレンズは全て球面レンズであることが好ましい。第２レンズ群Ｇ２の最も物体側に非球面レンズを配置することで、変倍時の収差変動を抑制することが容易になる。また、この非球面レンズをこの位置に配置することで、非球面レンズの枚数を抑制して低コストに構成しながら効果的に良好な収差補正を行うことが可能になり、例えば、所望の仕様や性能を満足しながら全系における非球面レンズはこの１枚のみとすることが可能となる。

[0065] また、本変倍光学系においては、広角端から望遠端への変倍率が、２．６倍以上であることが好ましい。これにより、本変倍光学系の適用分野において近年要望されている程度の高変倍を実現することができる。

[0066] 具体的には例えば、本変倍光学系は、広角端での全画角が１４５°～１６５°程度、変倍率が２．７倍程度のレンズ系を実現するのに好適である。

[0067] なお、本変倍光学系が例えば屋外等の厳しい環境において使用される場合には、最も物体側に配置されるレンズには、風雨による表面劣化、直射日光による温度変化に強く、さらには油脂・洗剤等の化学薬品に強い材料、すなわち耐水性、耐候性、耐酸性、耐薬品性等が高い材料を用いることが好ましく、堅く、割れにくい材質を用いることが好ましい。これらの要望を満たすことが重視される場合は最も物体側に配置されるレンズの材質はガラスとすることが好ましく、または透明なセラミックスを用いてもよい。

[0068] また、本変倍光学系が厳しい環境において使用される場合には、保護用の

多層膜コートが施されることが好ましい。さらに、保護用コート以外にも、使用時のゴースト光低減等のための反射防止コート膜を施すようにしてもよい。

[0069] なお、図 1 (A)、図 1 (B) に示す例では、最も像側のレンズのさらに像側に光学部材 P P を配置した例を示したが、各種フィルタを各レンズの間に配置することも可能であり、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。

[0070] 次に、本発明の変倍光学系の数値実施例について説明する。実施例 1 の変倍光学系のレンズ断面図は図 1 (A)、図 1 (B) に示したものである。実施例 2 ～ 12 の変倍光学系のレンズ断面図をそれぞれ、図 3 (A)、図 3 (B)、図 5 (A)、図 5 (B)、図 7 (A)、図 7 (B)、図 9 (A)、図 9 (B)、図 11 (A)、図 11 (B)、図 13 (A)、図 13 (B)、図 15 (A)、図 15 (B)、図 17 (A)、図 17 (B)、図 19 (A)、図 19 (B)、図 21 (A)、図 21 (B)、図 23 (A)、図 23 (B) に示す。これら実施例 2 ～ 12 のレンズ断面図の図示方法は前述した実施例 1 のレンズ断面図のものと同様である。

[0071] 実施例 1 の変倍光学系の基本レンズデータを表 1 に、非球面係数を表 2 に示す。同様に、実施例 2 ～ 12 の変倍光学系の基本レンズデータ、非球面係数をそれぞれ表 3 ～ 表 24 に示す。以下では、表中の記号の意味について、実施例 1 のものを例にとり説明するが、実施例 2 ～ 12 のものについても特に断りがない限り基本的に同様であるため、実施例 2 ～ 12 の基本レンズデータ、非球面係数の表については重複説明を省略する。

[0072] 表 1 の上段の表において、 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光学要素を 1 番目として像側に向かうに従い順次増加する j 番目 ($j = 1, 2, 3, \dots$) の光学要素の d 線 (波長 58

7. 6 nm) に対する屈折率を示し、 νd_j の欄には j 番目の光学要素の d 線に対するアッベ数を示し、 $\theta g F_j$ の欄には j 番目の光学要素の g 線と F 線間の部分分散比を示している。

[0073] なお、曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。表 1 の上段の表には、開口絞り S_t 、光学部材 $P P$ 、像面も含めて示している。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、像面 $S_i m$ に相当する面の面番号の欄には「像面」と記載している。

[0074] 表 1 の上段の表において、変倍時に間隔が変化する面間隔の欄には可変 D_9 、可変 D_{10} 、可変 D_{19} と記載している。可変 D_9 は第 1 レンズ群 G_1 と開口絞り S_t との間隔であり、可変 D_{10} は開口絞り S_t と第 2 レンズ群 G_2 との間隔であり、可変 D_{19} は第 2 レンズ群 G_2 と光学部材 $P P$ との間隔である。ただし、実施例 10～12 では、上記の可変 D_9 、可変 D_{10} 、可変 D_{19} の代わりに可変 D_{10} 、可変 D_{11} 、可変 D_{20} を用いている。

[0075] 表 1 の下段には、変倍に関するデータとして、広角端と望遠端における、全系の焦点距離、 F 値 ($F n o.$)、全画角 2ω 、可変 D_9 、可変 D_{10} 、可変 D_{19} の値を示す。表 1 では、角度の単位としては度を用い、長さの単位としては mm を用いているが、光学系は比例拡大又は比例縮小して使用することが可能なため、他の適当な単位を用いることもできる。また、本明細書に記載する各表に示す数値は、所定の桁でまるめたものである。

[0076] 表 1 の上段の表では、非球面は面番号に * 印を付しており、非球面の曲率半径として近軸の曲率半径の数値を示している。表 2 は、これら非球面に関する非球面係数を示すものである。表 2 の非球面係数の数値の「 $E - n$ 」 (n : 整数) は「 $\times 10^{-n}$ 」を意味し、「 $E + n$ 」は「 $\times 10^n$ 」を意味する。非球面係数は、以下の式で表される非球面式における各係数 K 、 A_m ($m = 3, 4, 5, \dots, 20$) の値である。

[数1]

$$Zd = \frac{C \times Y^2}{1 + \sqrt{1 - K \times C^2 \times Y^2}} + \sum_m A_m Y^m$$

ただし、

Z d : 非球面深さ (高さ Y 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)

Y : 高さ (光軸からのレンズ面までの距離)

C : 近軸曲率

K、A m : 非球面係数 (m = 3、4、5、…20)

[0077]

[表1]

実施例1

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	θ gFj
1	44.2364	1.32	1.69895	30.13	0.6030
2	10.3760	3.75			
3	∞	0.86	1.80000	29.84	0.6017
4	9.9033	2.96			
5	-39.3417	0.89	1.51742	52.43	0.5564
6	13.3670	3.44	1.92286	20.88	0.6388
7	-69.9109	1.11			
8	-15.1676	0.81	1.56883	56.36	0.5489
9	-25.8550	可変 D9			
10	∞ (開口絞り)	可変 D10			
11*	14.3963	3.78	1.56868	58.27	0.5536
12*	-18.7999	0.22			
13	-1262.9268	0.76	1.56732	42.82	0.5731
14	20.0662	1.17			
15	17.2665	4.16	1.49700	81.54	0.5375
16	-12.4325	0.21			
17	34.2619	0.98	1.90366	31.32	0.5948
18	7.1980	3.99	1.49700	81.54	0.5375
19	-24.2428	可変 D19			
20	∞	1.50	1.51633	64.14	0.5353
21	∞	6.50			
像面	∞				

	焦点距離	Fno.	2ω	可変 D9	可変 D10	可変 D19
広角端	2.89	1.34	158.7	16.28	8.58	1.00
望遠端	7.82	2.15	50.0	1.66	1.38	8.20

[0078]

[表2]

実施例1

Si	K	A3	A4	A5	A6
11	0.0000000E+00	2.4731528E-05	-1.4767865E-04	1.2847457E-05	-2.0140639E-06
12	0.0000000E+00	1.8590957E-05	1.5466911E-04	2.4768486E-06	9.8925372E-07

Si	A7	A8	A9	A10	A11
11	-1.5435412E-07	-3.2362239E-09	2.2106502E-09	-1.2205481E-10	-6.3333639E-14
12	-6.5535922E-07	6.5461995E-08	-1.7615358E-09	4.9113926E-11	2.4295615E-13

Si	A12	A13	A14	A15	A16
11	-7.0882731E-13	-1.1822955E-14	-8.3289647E-15	-3.7639460E-15	-1.1749231E-15
12	-5.6507494E-14	-9.7015623E-15	-2.2335941E-16	-2.5893401E-17	-5.7284309E-16

Si	A17	A18	A19	A20
11	-5.8619725E-17	2.1869925E-17	1.8951588E-18	3.0181727E-19
12	-3.0889926E-16	5.1694973E-17	2.2423508E-18	1.0525292E-19

[0079]

[表3]

実施例2

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	θ gFj
1	22.0681	1.75	1.85026	32.27	0.5929
2	9.5622	4.51			
3	∞	0.86	1.80000	29.84	0.6017
4	9.4728	3.24			
5	-31.6826	0.84	1.51742	52.43	0.5564
6	13.5124	3.35	1.92286	20.88	0.6388
7	-69.9982	1.07			
8	-15.2000	0.82	1.57135	52.95	0.5553
9	-25.7000	可変 D9			
10	∞ (開口絞り)	可変 D10			
11*	14.3963	3.78	1.56868	58.27	0.5536
12*	-18.7999	0.21			
13	-201.1656	0.76	1.56732	42.82	0.5731
14	19.9569	0.96			
15	16.2384	4.25	1.49700	81.54	0.5375
16	-12.5808	0.30			
17	31.3223	1.00	1.90366	31.32	0.5947
18	7.1000	4.22	1.49700	81.54	0.5375
19	-23.1510	可変 D19			
20	∞	1.50	1.51633	64.14	0.5353
21	∞	6.32			
像面	∞				

	焦点距離	Fno.	2ω	可変 D9	可変 D10	可変 D19
広角端	2.81	1.32	147.2	15.67	8.56	1.00
望遠端	7.58	2.14	51.2	1.61	1.33	8.23

[0080]

[表4]

実施例2

Si	K	A3	A4	A5	A6
11	0.0000000E+00	2.4731528E-05	-1.4767865E-04	1.2847457E-05	-2.0140639E-06
12	0.0000000E+00	1.8590957E-05	1.5466911E-04	2.4768486E-06	9.8925372E-07

Si	A7	A8	A9	A10	A11
11	-1.5435412E-07	-3.2362239E-09	2.2106502E-09	-1.2205481E-10	-6.3333639E-14
12	-6.5535922E-07	6.5461995E-08	-1.7615358E-09	4.9113926E-11	2.4295615E-13

Si	A12	A13	A14	A15	A16
11	-7.0882731E-13	-1.1822955E-14	-8.3289647E-15	-3.7639460E-15	-1.1749231E-15
12	-5.6507494E-14	-9.7015623E-15	-2.2335941E-16	-2.5893401E-17	-5.7284309E-16

Si	A17	A18	A19	A20
11	-5.8619725E-17	2.1869925E-17	1.8951588E-18	3.0181727E-19
12	-3.0889926E-16	5.1694973E-17	2.2423508E-18	1.0525292E-19

[0081]

[表5]

実施例3

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	θ gFj
1	20.9935	1.75	1.85026	32.27	0.5929
2	9.3800	4.55			
3	∞	0.86	1.80000	29.84	0.6017
4	9.3955	3.26			
5	-27.6869	0.84	1.53172	48.84	0.5631
6	13.4334	3.51	1.92286	20.88	0.6388
7	-54.9989	1.01			
8	-15.0442	0.82	1.72000	43.69	0.5699
9	-22.4000	可変 D9			
10	∞ (開口絞り)	可変 D10			
11*	14.3963	3.78	1.56868	58.27	0.5536
12*	-18.7999	0.22			
13	8491.7411	0.76	1.58267	46.42	0.5671
14	19.2304	0.98			
15	15.8408	4.27	1.49700	81.54	0.5375
16	-12.6169	0.20			
17	36.3588	1.00	1.90366	31.32	0.5947
18	7.1000	4.10	1.49700	81.54	0.5375
19	-21.5832	可変 D19			
20	∞	1.50			0.5353
21	∞	6.48			
像面	∞				

	焦点距離	Fno.	2ω	可変 D9	可変 D10	可変 D19
広角端	2.81	1.33	145.6	15.95	8.56	1.00
望遠端	7.59	2.14	51.0	1.62	1.32	8.24

[0082]

[表6]

実施例3

Si	K	A3	A4	A5	A6
11	0.0000000E+00	2.4731528E-05	-1.4767865E-04	1.2847457E-05	-2.0140639E-06
12	0.0000000E+00	1.8590957E-05	1.5466911E-04	2.4768486E-06	9.8925372E-07

Si	A7	A8	A9	A10	A11
11	-1.5435412E-07	-3.2362239E-09	2.2106502E-09	-1.2205481E-10	-6.3333639E-14
12	-6.5535922E-07	6.5461995E-08	-1.7615358E-09	4.9113926E-11	2.4295615E-13

Si	A12	A13	A14	A15	A16
11	-7.0882731E-13	-1.1822955E-14	-8.3289647E-15	-3.7639460E-15	-1.1749231E-15
12	-5.6507494E-14	-9.7015623E-15	-2.2335941E-16	-2.5893401E-17	-5.7284309E-16

Si	A17	A18	A19	A20
11	-5.8619725E-17	2.1869925E-17	1.8951588E-18	3.0181727E-19
12	-3.0889926E-16	5.1694973E-17	2.2423508E-18	1.0525292E-19

[0083]

[表7]

実施例4

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	θ gFj
1	45.0007	1.30	1.71736	29.52	0.6047
2	10.5812	3.75			
3	∞	0.86	1.80000	29.84	0.6017
4	9.9517	3.00			
5	-39.8104	0.84	1.51742	52.43	0.5564
6	13.3628	3.35	1.92286	20.88	0.6388
7	-68.9983	1.08			
8	-15.6001	1.20	1.56883	56.36	0.5489
9	-26.4997	可変 D9			
10	∞ (開口絞り)	可変 D10			
11*	14.3963	3.78	1.56868	58.27	0.5536
12*	-18.7999	0.21			
13	136.6379	0.76	1.56732	42.82	0.5731
14	16.9648	1.31			
15	16.8005	4.15	1.49700	81.54	0.5375
16	-12.2050	0.27			
17	36.9909	1.00	1.90366	31.32	0.5947
18	7.1885	4.06	1.49700	81.54	0.5375
19	-25.4051	可変 D19			
20	∞	1.50	1.51633	64.14	0.5353
21	∞	6.35			
像面	∞				

	焦点距離	Fno.	2ω	可変 D9	可変 D10	可変 D19
広角端	2.89	1.38	158.7	17.10	8.56	1.00
望遠端	7.81	2.18	50.0	1.67	1.42	8.14

[0084]

[表8]

実施例4

Si	K	A3	A4	A5	A6
11	0.0000000E+00	2.4731528E-05	-1.4767865E-04	1.2847457E-05	-2.0140639E-06
12	0.0000000E+00	1.8590957E-05	1.5466911E-04	2.4768486E-06	9.8925372E-07

Si	A7	A8	A9	A10	A11
11	-1.5435412E-07	-3.2362239E-09	2.2106502E-09	-1.2205481E-10	-6.3333639E-14
12	-6.5535922E-07	6.5461995E-08	-1.7615358E-09	4.9113926E-11	2.4295615E-13

Si	A12	A13	A14	A15	A16
11	-7.0882731E-13	-1.1822955E-14	-8.3289647E-15	-3.7639460E-15	-1.1749231E-15
12	-5.6507494E-14	-9.7015623E-15	-2.2335941E-16	-2.5893401E-17	-5.7284309E-16

Si	A17	A18	A19	A20
11	-5.8609950E-17	2.1872059E-17	1.8959254E-18	3.0207690E-19
12	-3.0890818E-16	5.1693973E-17	2.2419712E-18	1.0512788E-19

[0085]

[表9]

実施例5

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	θ gFj
1	43.2304	1.56	1.71736	29.52	0.6047
2	10.2869	3.78			
3	∞	0.86	1.80000	29.84	0.6017
4	9.9222	2.95			
5	-39.4733	0.84	1.51742	52.43	0.5564
6	13.3017	3.49	1.92286	20.88	0.6388
7	-68.9983	1.42			
8	-15.2001	0.78	1.59950	65.59	0.5420
9	-25.7998	可変 D9			
10	∞ (開口絞り)	可変 D10			
11*	14.3963	7.31	1.56868	58.27	0.5536
12*	-18.7999	3.77			
13	-212.4320	0.21	1.56732	42.82	0.5731
14	21.6778	0.76			
15	17.4458	1.13	1.49700	81.54	0.5375
16	-12.5222	4.15			
17	32.0808	0.20	1.90366	31.32	0.5947
18	7.1779	1.00	1.49700	81.54	0.5375
19	-24.1470	可変 D19			
20	∞	1.50	1.51633	64.14	0.5353
21	∞	6.51			
像面	∞				

	焦点距離	Fno.	2ω	可変 D9	可変 D10	可変 D19
広角端	2.89	1.33	157.3	15.32	8.56	1.00
望遠端	7.80	2.16	50.1	1.40	1.26	8.30

[0086]

[表10]

実施例5

Si	K	A3	A4	A5	A6
11	0.0000000E+00	2.4731528E-05	-1.4570630E-04	1.2847457E-05	-1.9896915E-06
12	0.0000000E+00	1.8590957E-05	1.5641905E-04	2.4768486E-06	1.0230312E-06

Si	A7	A8	A9	A10	A11
11	-1.5435412E-07	-3.3921278E-09	2.2106502E-09	-1.1839908E-10	-6.3333639E-14
12	-6.5535922E-07	6.5115549E-08	-1.7615358E-09	4.7938695E-11	2.4295615E-13

Si	A12	A13	A14	A15	A16
11	-7.2661697E-13	-1.1822955E-14	-9.2101975E-15	-3.7639460E-15	-1.1750309E-15
12	-2.4080700E-14	-9.7015623E-15	1.1542768E-15	-2.5893401E-17	-5.5344483E-16

Si	A17	A18	A19	A20
11	-5.8619645E-17	2.2373778E-17	1.8951666E-18	3.1806991E-19
12	-3.0889925E-16	5.1745569E-17	2.2423504E-18	1.0532489E-19

[0087]

[表11]

実施例6

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	θ gFj
1	36.1165	1.52	1.73800	32.26	0.5899
2	10.7525	3.75			
3	-1255.2802	0.86	1.80000	29.84	0.6017
4	9.6553	2.95			
5	-52.7881	0.84	1.51742	52.43	0.5564
6	12.7465	3.35	1.92286	20.88	0.6388
7	-68.9983	1.10			
8	-15.2000	0.82	1.57099	50.80	0.5588
9	-37.8558	可変 D9			
10	∞ (開口絞り)	可変 D10			
11*	14.2999	3.64	1.56868	58.27	0.5536
12*	-19.5205	0.21			
13	-78.8269	0.76	1.59551	39.24	0.5803
14	25.3387	0.96			
15	17.6248	4.34	1.49700	81.54	0.5375
16	-12.6271	0.20			
17	24.0938	1.00	1.90366	31.32	0.5947
18	7.1000	4.00	1.49700	81.54	0.5375
19	-27.0564	可変 D19			
20	∞	1.50	1.51633	64.14	0.5353
21	∞	6.47			
像面	∞				

	焦点距離	Fno.	2ω	可変 D9	可変 D10	可変 D19
広角端	2.90	1.31	158.6	14.59	8.56	1.00
望遠端	7.83	2.09	49.9	1.53	1.33	8.23

[0088]

[表12]

実施例6

Si	K	A3	A4	A5	A6
11	0.0000000E+00	8.8839991E-05	-1.4767865E-04	1.2163204E-05	-2.0140639E-06
12	0.0000000E+00	6.6428694E-05	1.5466911E-04	1.6823674E-06	9.8925372E-07

Si	A7	A8	A9	A10	A11
11	-1.5465298E-07	-3.2362239E-09	2.2027264E-09	-1.2205481E-10	-6.1142731E-14
12	-6.5535953E-07	6.5461995E-08	-1.7653805E-09	4.9113926E-11	2.4194200E-13

Si	A12	A13	A14	A15	A16
11	-7.0882731E-13	-1.2022902E-14	-8.3289647E-15	-3.7639460E-15	-1.1749231E-15
12	-5.6507494E-14	-9.1789748E-15	-2.2335941E-16	-2.5893401E-17	-5.7284309E-16

Si	A17	A18	A19	A20
11	-5.8619725E-17	2.1869925E-17	1.8951588E-18	3.0181727E-19
12	-3.0889926E-16	5.1694973E-17	2.2423508E-18	1.0525292E-19

[0089]

[表13]

実施例7

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	θ gFj
1	42.9298	1.41	1.69895	30.13	0.6030
2	10.5205	3.89			
3	-179.2163	0.86	1.80000	29.84	0.6017
4	10.0184	2.95			
5	-45.3562	1.16	1.51742	52.43	0.5564
6	13.6879	3.35	1.92286	20.88	0.6388
7	-82.9570	1.06			
8	-16.2001	0.82	1.58913	61.14	0.5407
9	-25.7998	可変 D9			
10	∞ (開口絞り)	可変 D10			
11*	14.3963	3.76	1.56868	58.27	0.5536
12*	-18.7999	0.21			
13	-311.9117	0.76	1.56732	42.82	0.5731
14	19.2239	1.24			
15	17.2710	4.15	1.49700	81.54	0.5375
16	-12.3216	0.29			
17	33.5543	1.00	1.90366	31.32	0.5947
18	7.2965	4.01	1.49700	81.54	0.5375
19	-24.4765	可変 D19			
20	∞	1.50	1.51633	64.14	0.5353
21	∞	6.66			
像面	∞				

	焦点距離	Fno.	2ω	可変 D9	可変 D10	可変 D19
広角端	2.90	1.35	159.3	16.38	8.56	1.00
望遠端	7.83	2.19	50.0	1.67	1.25	8.31

[0090]

[表14]

実施例7

Si	K	A3	A4	A5	A6
11	0.0000000E+00	2.4731528E-05	-1.4538051E-04	1.2847457E-05	-2.0129599E-06
12	0.0000000E+00	1.8590957E-05	1.5700725E-04	2.4768486E-06	9.8580142E-07

Si	A7	A8	A9	A10	A11
11	-1.5435412E-07	-3.2362239E-09	2.2106502E-09	-1.2205481E-10	-6.3333639E-14
12	-6.5535922E-07	6.5461995E-08	-1.7615358E-09	4.9113926E-11	2.4295615E-13

Si	A12	A13	A14	A15	A16
11	-7.0882731E-13	-1.1822955E-14	-8.3289647E-15	-3.7639460E-15	-1.1749231E-15
12	-5.6507494E-14	-9.7015623E-15	-2.2335941E-16	-2.5893401E-17	-5.7284309E-16

Si	A17	A18	A19	A20
11	-5.8619725E-17	2.1869925E-17	1.8951588E-18	3.0181727E-19
12	-3.0889926E-16	5.1694973E-17	2.2423508E-18	1.0525292E-19

[0091]

[表15]

実施例8

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	θ gFj
1	45.0000	1.30	1.69895	30.13	0.6030
2	10.3073	3.75			
3	99.9964	0.86	1.80000	29.84	0.6017
4	9.6649	3.18			
5	-30.9522	0.94	1.51742	52.43	0.5564
6	13.6906	3.35	1.92286	20.88	0.6388
7	-69.0000	1.12			
8	-15.1171	0.82	1.56883	56.36	0.5489
9	-25.5998	可変 D9			
10	∞ (開口絞り)	可変 D10			
11*	14.3963	3.78	1.56868	58.27	0.5536
12*	-18.7999	0.26			
13	∞	0.87	1.56732	42.82	0.5731
14	19.0487	1.10			
15	16.9559	4.15	1.49700	81.54	0.5375
16	-12.3320	0.20			
17	33.4385	1.00	1.90366	31.32	0.5947
18	7.1880	4.00	1.49700	81.54	0.5375
19	-25.0656	可変 D19			
20	∞	1.50	1.51633	64.14	0.5353
21	∞	6.48			
像面	∞				

	焦点距離	Fno.	2ω	可変 D9	可変 D10	可変 D19
広角端	2.90	1.34	153.7	16.23	8.56	1.00
望遠端	7.83	2.16	49.9	1.61	1.35	8.21

[0092]

[表16]

実施例8

Si	K	A3	A4	A5	A6
11	0.0000000E+00	3.0658952E-05	-1.4767865E-04	1.3275139E-05	-2.0140639E-06
12	0.0000000E+00	2.2330075E-05	1.5466911E-04	2.9943397E-06	9.8925372E-07

Si	A7	A8	A9	A10	A11
11	-1.5287366E-07	-3.2362239E-09	2.2102878E-09	-1.2205481E-10	-6.3385963E-14
12	-6.5606444E-07	6.5461995E-08	-1.7610383E-09	4.9113926E-11	2.4329090E-13

Si	A12	A13	A14	A15	A16
11	-7.0882731E-13	-1.1822955E-14	-8.3289647E-15	-3.7639460E-15	-1.1749231E-15
12	-5.6507494E-14	-9.7015623E-15	-2.2335941E-16	-2.5893401E-17	-5.7284309E-16

Si	A17	A18	A19	A20
11	-5.8619725E-17	2.1869925E-17	1.8951588E-18	3.0181727E-19
12	-3.0889926E-16	5.1694973E-17	2.2423508E-18	1.0525292E-19

[0093]

[表17]

実施例9

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	θ gFj
1	42.9457	1.45	1.69895	30.13	0.6030
2	11.0000	3.82			
3	-113.9273	0.86	1.80000	29.84	0.6017
4	9.9721	2.95			
5	-43.7395	0.84	1.51742	52.43	0.5564
6	13.4801	3.35	1.92286	20.88	0.6388
7	-68.9983	1.11			
8	-15.2001	0.82	1.56883	56.36	0.5489
9	-25.5998	可変 D9			
10	∞ (開口絞り)	可変 D10			
11*	14.3963	3.78	1.56868	58.27	0.5536
12*	-18.7999	0.21			
13	-341.6947	0.76	1.56732	42.82	0.5731
14	21.2217	1.10			
15	17.3405	4.15	1.49700	81.54	0.5375
16	-12.4959	0.20			
17	35.1165	1.00	1.90366	31.32	0.5947
18	7.2155	4.11	1.49700	81.54	0.5375
19	-23.3631	可変 D19			
20	∞	1.50	1.51633	64.14	0.5353
21	∞	6.49			
像面	∞				

	焦点距離	Fno.	2ω	可変 D9	可変 D10	可変 D19
広角端	2.92	1.34	165.1	16.18	8.56	1.00
望遠端	7.87	2.16	49.8	1.72	1.33	8.23

[0094]

[表18]

実施例9

Si	K	A3	A4	A5	A6
11	0.0000000E+00	2.4731528E-05	-1.4767865E-04	1.2847457E-05	-2.0140639E-06
12	0.0000000E+00	1.8590957E-05	1.5466911E-04	2.4768486E-06	9.8925372E-07

Si	A7	A8	A9	A10	A11
11	-1.5435412E-07	-3.2362239E-09	2.2106502E-09	-1.2205481E-10	-6.3333639E-14
12	-6.5535922E-07	6.5461995E-08	-1.7615358E-09	4.9113926E-11	2.4295615E-13

Si	A12	A13	A14	A15	A16
11	-7.0882731E-13	-1.1822955E-14	-8.3289647E-15	-3.7639460E-15	-1.1749231E-15
12	-5.6507494E-14	-9.7015623E-15	-2.2335941E-16	-2.5893401E-17	-5.7284309E-16

Si	A17	A18	A19	A20
11	-5.8619725E-17	2.1869925E-17	1.8951588E-18	3.0181727E-19
12	-3.0889926E-16	5.1694973E-17	2.2423508E-18	1.0525292E-19

[0095]

[表19]

実施例10

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	θ gFj
1	27.7558	1.39	1.81600	46.62	0.5568
2	11.3755	3.38			
3	20.5844	1.08	1.81600	46.62	0.5568
4	8.8654	2.90			
5	20.4189	1.23	1.78800	47.37	0.5559
6	9.8415	3.05			
7	-57.3998	3.81	1.83481	42.73	0.5648
8	23.0870	1.00			
9	19.8954	2.36	1.95906	17.47	0.6598
10	119.8999	可変 D10			
11	∞ (開口絞り)	可変 D11			
12*	14.3963	3.78	1.56868	58.27	0.5536
13*	-18.7999	0.24			
14	∞	0.76	1.58144	40.75	0.5774
15	24.0250	0.96			
16	17.4260	4.16	1.49700	81.54	0.5375
17	-12.6873	0.43			
18	34.0024	0.69	1.90366	31.32	0.5947
19	6.7860	4.27	1.49700	81.54	0.5375
20	-22.0524	可変 D20			
21	∞	1.5	1.51633	64.14	0.5353
22	∞	6.35			
像面	∞				

	焦点距離	Fno.	2ω	可変 D10	可変 D11	可変 D20
広角端	2.24	1.34	164.2	13.98	9.03	1.00
望遠端	5.97	2.17	62.8	1.80	1.54	8.50

[0096]

[表20]

実施例10

Si	K	A3	A4	A5	A6
12	0.0000000E+00	2.4731528E-05	-1.4767865E-04	1.2847457E-05	-2.0140639E-06
13	0.0000000E+00	1.8590957E-05	1.5466911E-04	2.4768486E-06	9.8925372E-07

Si	A7	A8	A9	A10	A11
12	-1.5435412E-07	-3.2362239E-09	2.2106502E-09	-1.2205481E-10	-6.3333639E-14
13	-6.5535922E-07	6.5461995E-08	-1.7615358E-09	4.9113926E-11	2.4295615E-13

Si	A12	A13	A14	A15	A16
12	-7.0882731E-13	-1.1822955E-14	-8.3289647E-15	-3.7639460E-15	-1.1749231E-15
13	-5.6507494E-14	-9.7015623E-15	-2.2335941E-16	-2.5893401E-17	-5.7284309E-16

Si	A17	A18	A19	A20
12	-5.8619725E-17	2.1869925E-17	1.8951588E-18	3.0181727E-19
13	-3.0889926E-16	5.1694973E-17	2.2423508E-18	1.0525292E-19

[0097]

[表21]

実施例11

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	θ gFj
1	28.1107	1.38	1.81600	46.62	0.5568
2	11.3699	3.27			
3	19.8752	1.03	1.81600	46.62	0.5568
4	8.8400	2.99			
5	22.0299	0.98	1.77250	49.60	0.5520
6	10.1691	3.05			
7	-77.3028	4.88	1.83481	42.73	0.5648
8	21.6719	1.00			
9	19.4507	1.96	1.95906	17.47	0.6598
10	90.0351	可変 D10			
11	∞ (開口絞り)	可変 D11			
12*	14.3963	3.78	1.56868	58.27	0.5536
13*	-18.7999	0.37			
14	-943.1605	0.78	1.67300	38.15	0.5754
15	27.2420	0.90			
16	17.9974	3.95	1.49700	81.54	0.5375
17	-12.5801	0.68			
18	32.1594	0.68	1.90366	31.32	0.5947
19	6.7854	4.22	1.49700	81.54	0.5375
20	-22.9232	可変 D20			
21	∞	1.50	1.51633	64.14	0.5353
22	∞	6.28			
像面	∞				

	焦点距離	Fno.	2ω	可変 D10	可変 D11	可変 D20
広角端	2.25	1.34	164.4	13.98	9.00	1.00
望遠端	5.97	2.20	62.6	1.81	1.46	8.54

[0098]

[表22]

実施例11

Si	K	A3	A4	A5	A6
12	0.0000000E+00	2.4731528E-05	-1.4767865E-04	1.2847457E-05	-2.0140639E-06
13	0.0000000E+00	1.8590957E-05	1.5466911E-04	2.4768486E-06	9.8925372E-07

Si	A7	A8	A9	A10	A11
12	-1.5435412E-07	-3.2362239E-09	2.2106502E-09	-1.2205481E-10	-6.3333639E-14
13	-6.5535922E-07	6.5461995E-08	-1.7615358E-09	4.9113926E-11	2.4295615E-13

Si	A12	A13	A14	A15	A16
12	-7.0882731E-13	-1.1822955E-14	-8.3289647E-15	-3.7639460E-15	-1.1749231E-15
13	-5.6507494E-14	-9.7015623E-15	-2.2335941E-16	-2.5893401E-17	-5.7284309E-16

Si	A17	A18	A19	A20
12	-5.8619725E-17	2.1869925E-17	1.8951588E-18	3.0181727E-19
13	-3.0889926E-16	5.1694973E-17	2.2423508E-18	1.0525292E-19

[0099]

[表23]

実施例12

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	θ gFj
1	26.5999	1.30	1.81600	46.62	0.5568
2	10.9400	3.20			
3	18.0742	1.01	1.81600	46.62	0.5568
4	8.4900	3.52			
5	20.9736	0.89	1.77250	49.60	0.5520
6	10.5396	3.00			
7	-43.1810	5.06	1.83481	42.73	0.5648
8	25.5662	1.00			
9	21.9630	1.95	1.95906	17.47	0.6598
10	171.0658	可変 D10			
11	∞ (開口絞り)	可変 D11			
12*	14.3963	3.78	1.56868	58.27	0.5536
13*	-18.7999	0.50			
14	-8290.4077	0.76	1.72342	37.95	0.5836
15	27.8860	0.88			
16	18.1350	3.90	1.49700	81.54	0.5375
17	-12.4983	0.69			
18	31.5864	0.68	1.90366	31.32	0.5947
19	6.7800	4.20	1.49700	81.54	0.5375
20	-23.0930	可変 D20			
21	∞	1.50	1.51633	64.14	0.5353
22	∞	6.31			
像面	∞				

	焦点距離	Fno.	2ω	可変 D10	可変 D11	可変 D20
広角端	2.26	1.34	161.8	13.98	8.46	1.00
望遠端	6.00	2.22	62.2	1.79	0.89	8.58

[0100]

[表24]

実施例12

Si	K	A3	A4	A5	A6
12	0.0000000E+00	2.4731528E-05	-1.4767865E-04	1.2847457E-05	-2.0140639E-06
13	0.0000000E+00	1.8590957E-05	1.5466911E-04	2.4768486E-06	9.8925372E-07

Si	A7	A8	A9	A10	A11
12	-1.5435412E-07	-3.2362239E-09	2.2106502E-09	-1.2205481E-10	-6.3333639E-14
13	-6.5535922E-07	6.5461995E-08	-1.7615358E-09	4.9113926E-11	2.4295615E-13

Si	A12	A13	A14	A15	A16
12	-7.0882731E-13	-1.1822955E-14	-8.3289647E-15	-3.7639460E-15	-1.1749231E-15
13	-5.6507494E-14	-9.7015623E-15	-2.2335941E-16	-2.5893401E-17	-5.7284309E-16

Si	A17	A18	A19	A20
12	-5.8619725E-17	2.1869925E-17	1.8951588E-18	3.0181727E-19
13	-3.0889926E-16	5.1694973E-17	2.2423508E-18	1.0525292E-19

[0101] 実施例1の変倍光学系の概略構成は以下のとおりである。実施例1の変倍光学系は、物体側から順に、第1レンズ群G1が、像側に凹面を向けた負メニスカス形状の第1レンズL1と、物体側に平面を向けた平凹形状の第2レンズL2と、両凹形状の第3レンズL3および両凸形状の第4レンズL4が接合された接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の第5レンズL5とからなる5枚構成であり、第2レンズ群G2が、両凸形状の第6レンズL6と、両凹形状の第7レンズL7と、両凸形状の第8レンズL8と、像側に凹面を向けた負メニスカス形状の第9レンズL9および両凸形状の第10レンズL10が接合された接合レンズとからなる5枚構成である。非球面は、第6レンズL6の両側の面に形成されている。開口絞りStは変倍時に固定されている。

[0102] 実施例2、5の変倍光学系の概略構成は、上述した実施例1のものと同様である。実施例3、4の変倍光学系の概略構成は、第7レンズL7が像側に凹面を向けた負メニスカス形状である点のみ実施例1のものと異なる。実施例6、7、9の変倍光学系の概略構成は、第2レンズL2が両凹形状である

点のみ実施例 1 のものと異なる。実施例 8 の変倍光学系の概略構成は、第 2 レンズ L 2 が像側に凹面を向けた負メニスカス形状である点、第 7 レンズ L 7 が物体側に平面を向けた平凹形状である点のみ実施例 1 のものと異なる。

[0103] 実施例 10 の変倍光学系の概略構成は、以下のとおりである。実施例 10 の変倍光学系は、物体側から順に、第 1 レンズ群 G 1 が、像側に凹面を向けた負メニスカス形状の第 1 レンズ L 1 と、像側に凹面を向けた負メニスカス形状の第 2 レンズ L 2 と、像側に凹面を向けた負メニスカス形状の第 3 レンズ L 3 と、両凹形状の第 4 レンズ L 4 と、像側に凹面を向けた正メニスカス形状の第 5 レンズ L 5 とからなる 5 枚構成であり、第 2 レンズ群 G 2 が、両凸形状の第 6 レンズ L 6 と、物体側に平面を向けた平凹形状の第 7 レンズ L 7 と、両凸形状の第 8 レンズ L 8 と、像側に凹面を向けた負メニスカス形状の第 9 レンズ L 9 および両凸形状の第 10 レンズ L 10 が接合された接合レンズとからなる 5 枚構成である。非球面は、第 6 レンズ L 6 の両側の面に形成されている。開口絞り S t は変倍時に固定されている。実施例 11、12 の変倍光学系の概略構成は、第 7 レンズ L 7 が両凹形状である点のみ実施例 10 のものと異なる。

[0104] 実施例 1 の変倍光学系の広角端における球面収差、非点収差、ディストーション（歪曲収差）、倍率色収差（倍率の色収差）をそれぞれ図 2（A）～図 2（D）に示し、望遠端における球面収差、非点収差、ディストーション（歪曲収差）、倍率色収差（倍率の色収差）をそれぞれ図 2（E）～図 2（H）に示す。各収差図は d 線を基準としたものであるが、球面収差図では g 線（波長 435.8 nm）、C 線（波長 656.3 nm）、波長 880 nm に関する収差も示し、倍率色収差図では g 線と C 線に関する収差を示す。非点収差図では、サジタル方向については実線で、タンジェンシャル方向については点線で示している。球面収差図の F n o. 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。

[0105] 同様に、実施例 2～12 の変倍光学系の広角端、望遠端における各収差図を図 4（A）～図 4（H）、図 6（A）～図 6（H）、図 8（A）～図 8（

H)、図10(A)～図10(H)、図12(A)～図12(H)、図14(A)～図14(H)、図16(A)～図16(H)、図18(A)～図18(H)、図20(A)～図20(H)、図22(A)～図22(H)、図24(A)～図24(H)に示す。

[0106] 実施例1～12の変倍光学系の条件式(1)～(4)、(7)、(9)の対応値を表25に示す。条件式(5)、(6)、(8)の対応値については算出しなくても基本レンズデータを参照すれば明らかなため、表25への記載を省略する。

[0107] [表25]

		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
(1)	$d45/d5$	1.37	1.31	1.23	0.90	1.82
(2)	$d45/LG1$	0.073	0.065	0.061	0.070	0.091
(3)	$f5/fG1$	8.01	8.47	8.37	8.22	7.84
(4)	$(R3-R4)/(R3+R4)$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
(7)	$\nu d7 + \nu d9$	74.14	74.14	77.74	74.14	74.14
(9)	$f7/f9$	3.39	3.08	3.33	3.41	3.37

		実施例 6	実施例 7	実施例 8	実施例 9
(1)	$d45/d5$	1.35	1.30	1.37	1.35
(2)	$d45/LG1$	0.073	0.069	0.073	0.073
(3)	$f5/fG1$	5.65	9.23	8.06	8.16
(4)	$(R3-R4)/(R3+R4)$	1.02	1.12	0.82	1.19
(7)	$\nu d7 + \nu d9$	70.56	70.56	74.14	74.14
(9)	$f7/f9$	2.80	3.04	3.25	3.44

		実施例 10	実施例 11	実施例 12
(1)	$d45/d5$	0.42	0.51	0.51
(2)	$d45/LG1$	0.050	0.049	0.048
(3)	$f5/fG1$	-4.15	-4.31	-4.39
(4)	$(R3-R4)/(R3+R4)$	0.40	0.38	0.36
(7)	$\nu d7 + \nu d9$	72.07	69.38	69.27
(9)	$f7/f9$	4.35	4.08	3.97

[0108] 実施例1～12の変倍光学系は全て、10枚構成のレンズ系であり、全系での非球面レンズの使用枚数は1枚のみであり、小型で安価に作製可能であ

る。また、実施例 1 ～ 12 の変倍光学系は、広角端での F 値が 1.3 程度と大口径比を確保した上で、広角端での全画角が約 145° ～ 165° と広角であり、さらに変倍比が 2.6 ～ 2.7 倍と高倍率を実現しており、各収差が良好に補正され、特に、可視域の短波長側から波長 880 nm 付近の近赤外域までの広帯域において色収差が良好に補正されて高い光学性能を有する。

[0109] 図 25 に、本発明の実施形態の撮像装置の一例として、本発明の実施形態の変倍光学系を用いた撮像装置の概略構成図を示す。撮像装置としては、例えば、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。

[0110] 図 25 に示す撮像装置 10 は、変倍光学系 1 と、変倍光学系 1 の像側に配置されたフィルタ 2 と、変倍光学系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 を備える。変倍光学系 1 は、負の第 1 レンズ群 G1 と、開口絞り S_t と、正の第 2 レンズ群 G2 を有するものであり、図 25 では各レンズ群を概念的に示している。撮像素子 3 は、変倍光学系 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、その撮像面は変倍光学系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 等を用いることができる。

[0111] また、撮像装置 10 は、変倍光学系 1 の変倍を行うための変倍制御部 5 と、変倍光学系 1 のフォーカスを調整するためのフォーカス制御部 6 と、開口絞り S_t の絞り径を変更するための絞り制御部 7 を備える。なお、図 25 では、第 1 レンズ群 G1 を移動させることによりフォーカス調整する場合の構成を示しているが、本発明のフォーカス調整方法は必ずしもこの例に限定されない。

[0112] 以上、実施形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施形態および実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔、屈折率、アッペ数、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] 物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とからなり、変倍時に前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との光軸方向の間隔が変化する変倍光学系であって、

前記第1レンズ群の最も像側に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズが配置され、

該負メニスカスレンズの光軸上の厚さを d_5 とし、該負メニスカスレンズと該負メニスカスレンズの物体側直前のレンズとの軸上空気間隔を d_{45} としたとき、下記条件式(1)を満足することを特徴とする変倍光学系。

$$0.5 < d_{45} / d_5 < 3.0 \quad \dots \quad (1)$$

[請求項2] 前記第1レンズ群の最も物体側の面から前記第1レンズ群の最も像側の面までの光軸上の厚さを L_{G1} としたとき、下記条件式(2)を満足することを特徴とする請求項1に記載の変倍光学系。

$$0.05 < d_{45} / L_{G1} < 0.15 \quad \dots \quad (2)$$

[請求項3] 前記第1レンズ群の焦点距離を f_{G1} とし、前記第1レンズ群の前記負メニスカスレンズの焦点距離を f_5 としたとき、下記条件式(3)を満足することを特徴とする請求項1または2記載の変倍光学系。

$$5.5 < f_5 / f_{G1} < 12.0 \quad \dots \quad (3)$$

[請求項4] 下記条件式(1-1)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項に記載の変倍光学系。

$$0.88 < d_{45} / d_5 < 1.82 \quad \dots \quad (1-1)$$

[請求項5] 前記第1レンズ群の最も物体側の面から前記第1レンズ群の最も像側の面までの光軸上の厚さを L_{G1} としたとき、下記条件式(2-1)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項に記載の変倍光学系。

$$0.05 < d_{45} / L_{G1} < 0.1 \quad \dots \quad (2-1)$$

[請求項6] 前記第1レンズ群の焦点距離を f_{G1} とし、前記第1レンズ群の前

記負メニスカスレンズの焦点距離を f_5 としたとき、下記条件式 (3-1) 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 項に記載の変倍光学系。

$$5. \quad 5 < f_5 / f_{G1} < 9.3 \quad \dots \quad (3-1)$$

[請求項7] 下記条件式 (1-2) 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 項に記載の変倍光学系。

$$1. \quad 1 < d_{45} / d_5 < 1.4 \quad \dots \quad (1-2)$$

[請求項8] 前記第 1 レンズ群の最も物体側の面から前記第 1 レンズ群の最も像側の面までの光軸上の厚さを L_{G1} としたとき、下記条件式 (2-2) を満足することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系。

$$0.06 < d_{45} / L_{G1} < 0.08 \quad \dots \quad (2-2)$$

[請求項9] 前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_{G1} とし、前記第 1 レンズ群の前記負メニスカスレンズの焦点距離を f_5 としたとき、下記条件式 (3-2) を満足することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の変倍光学系。

$$7. \quad 5 < f_5 / f_{G1} < 8.5 \quad \dots \quad (3-2)$$

[請求項10] 物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群とからなり、変倍時に前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との光軸方向の間隔が変化する変倍光学系であって、

前記第 1 レンズ群は、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第 1 レンズと、物体側より像側の面の曲率半径の絶対値が小さく、像側に凹面を向けた負の第 2 レンズと、負の第 3 レンズおよび正の第 4 レンズが接合された接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズである第 5 レンズとからなることを特徴とする変倍光学系。

[請求項11] 前記第 2 レンズの物体側の面の曲率半径を R_3 とし、前記第 2 レンズの像側の面の曲率半径を R_4 としたとき、下記条件式 (4) を満足

することを特徴とする請求項 10 に記載の変倍光学系。

$$0.8 < (R3 - R4) / (R3 + R4) < 1.5 \quad \dots \quad (4)$$

[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 11 に記載の変倍光学系。

$$0.9 < (R3 - R4) / (R3 + R4) < 1.2 \quad \dots \quad (4-1)$$

[請求項13] 物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群とからなり、変倍時に前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との光軸方向の間隔が変化する変倍光学系であって、

前記第 2 レンズ群は、物体側から順に、正の第 6 レンズと、負の第 7 レンズと、正の第 8 レンズと、負の第 9 レンズおよび正の第 10 レンズが接合された接合レンズとからなり、

前記第 6 レンズ、前記第 8 レンズ、前記第 10 レンズの 3 枚の正レンズは全て両凸レンズであり、

前記第 2 レンズ群の前記 3 枚の正レンズのうち少なくとも 2 枚のレンズは、d 線におけるアッベ数を ν_d とし、g 線、d 線、F 線、C 線における屈折率をそれぞれ N_g 、 N_d 、 N_F 、 N_C とし、g 線と F 線間の部分分散比 θ_{gF} を $\theta_{gF} = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$ で定義したとき、下記条件式 (5)、(6) を満足することを特徴とする変倍光学系。

$$80.0 < \nu_d \quad \dots \quad (5)$$

$$0.530 < \theta_{gF} \quad \dots \quad (6)$$

[請求項14] 前記第 7 レンズの d 線におけるアッベ数、焦点距離をそれぞれ ν_d7 、 $f7$ とし、前記第 9 レンズの d 線におけるアッベ数、焦点距離をそれぞれ ν_d9 、 $f9$ としたとき、下記条件式 (7) ~ (9) を満足することを特徴とする請求項 13 に記載の変倍光学系。

$$60.0 < \nu_d7 + \nu_d9 < 85.0 \quad \dots \quad (7)$$

$$\nu d 7 > \nu d 9 \quad \dots \quad (8)$$

$$2.0 < f 7 / f 9 < 4.5 \quad \dots \quad (9)$$

[請求項15] 下記条件式 (7-1)、(8)、(9-1) を満足することを特徴とする請求項14に記載の変倍光学系。

$$65.0 < \nu d 7 + \nu d 9 < 80.0 \quad \dots \quad (7-1)$$

$$\nu d 7 > \nu d 9 \quad \dots \quad (8)$$

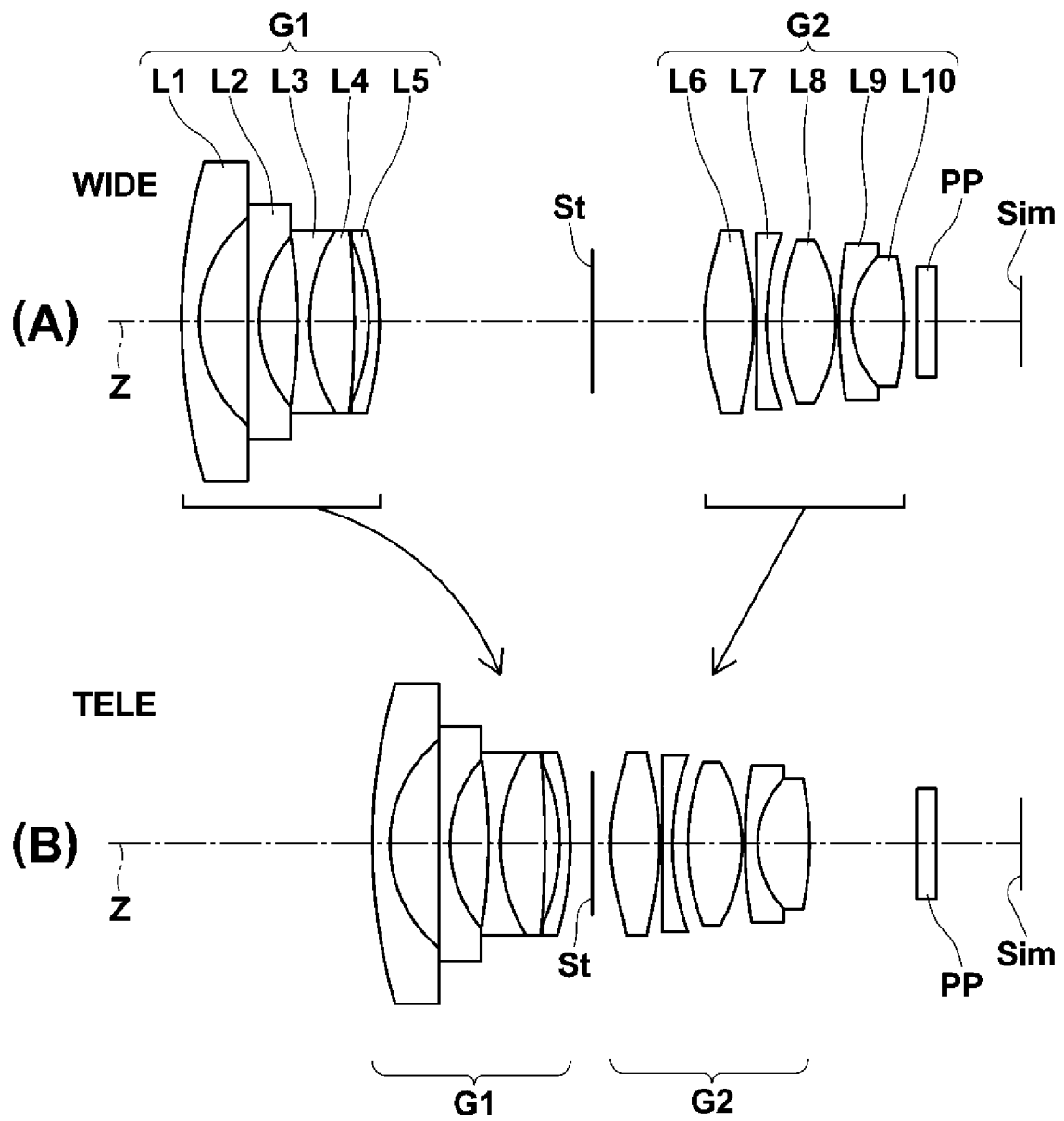
$$2.0 < f 7 / f 9 < 3.6 \quad \dots \quad (9-1)$$

[請求項16] 広角端から望遠端への変倍率が、2.6倍以上であることを特徴とする請求項1から15のいずれか1項に記載の変倍光学系。

[請求項17] 前記第2レンズ群の最も物体側のレンズが非球面レンズであり、全系における他のレンズは全て球面レンズであることを特徴とする請求項1から16のいずれか1項に記載の変倍光学系。

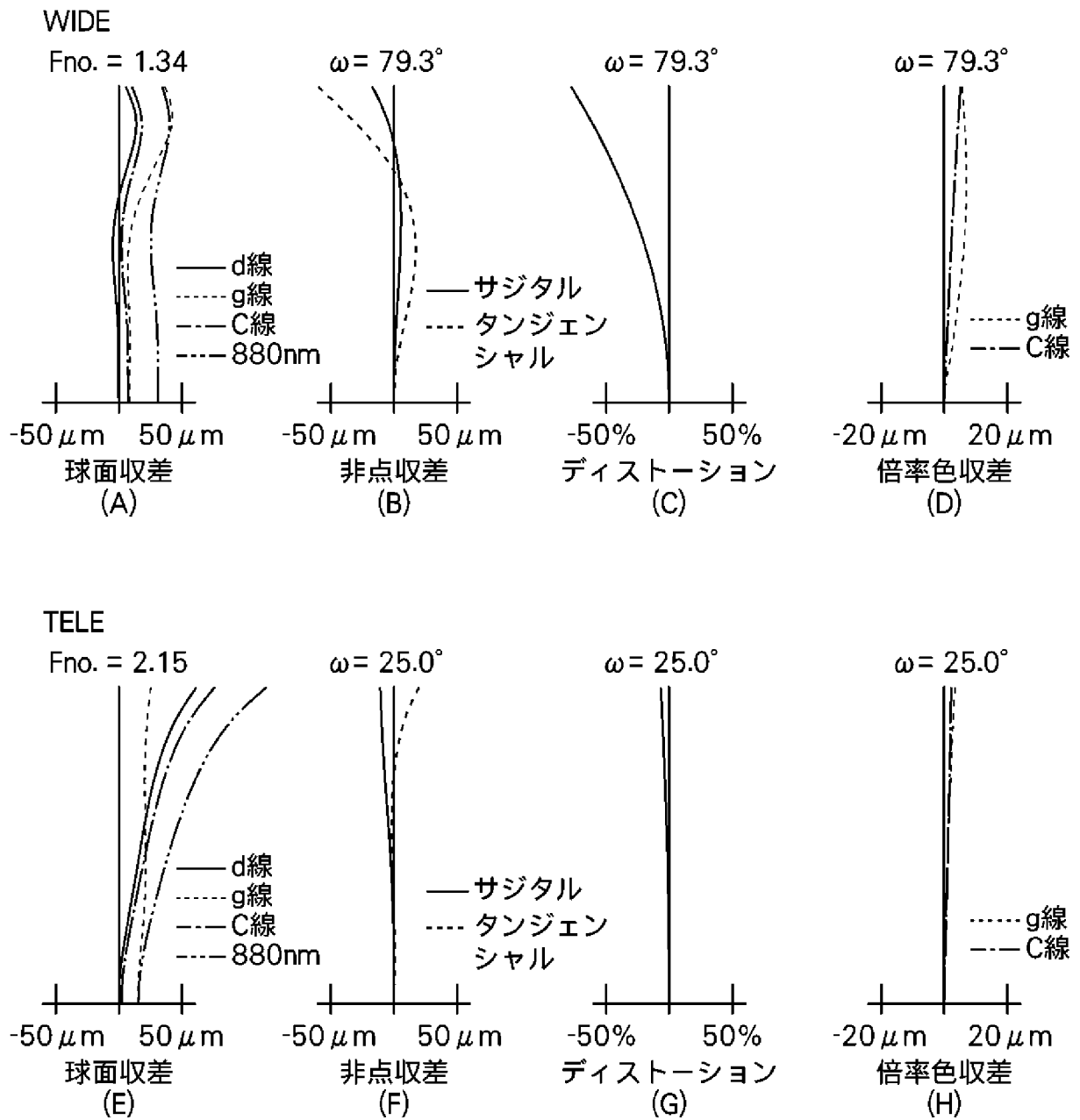
[請求項18] 請求項1から17のいずれか1項に記載の変倍光学系を備えたことを特徴とする撮像装置。

[図1]

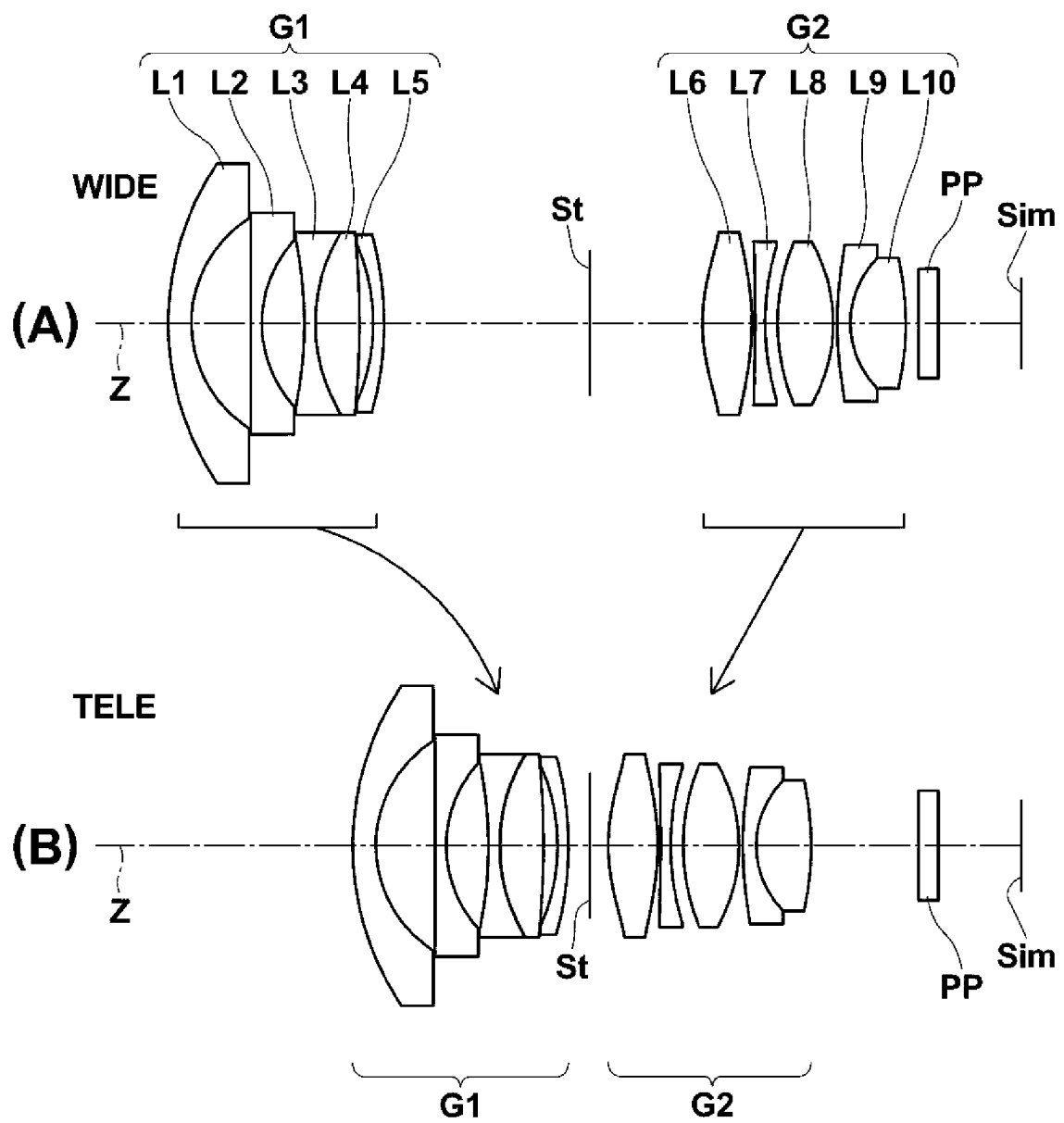
実施例 1

[図2]

実施例1

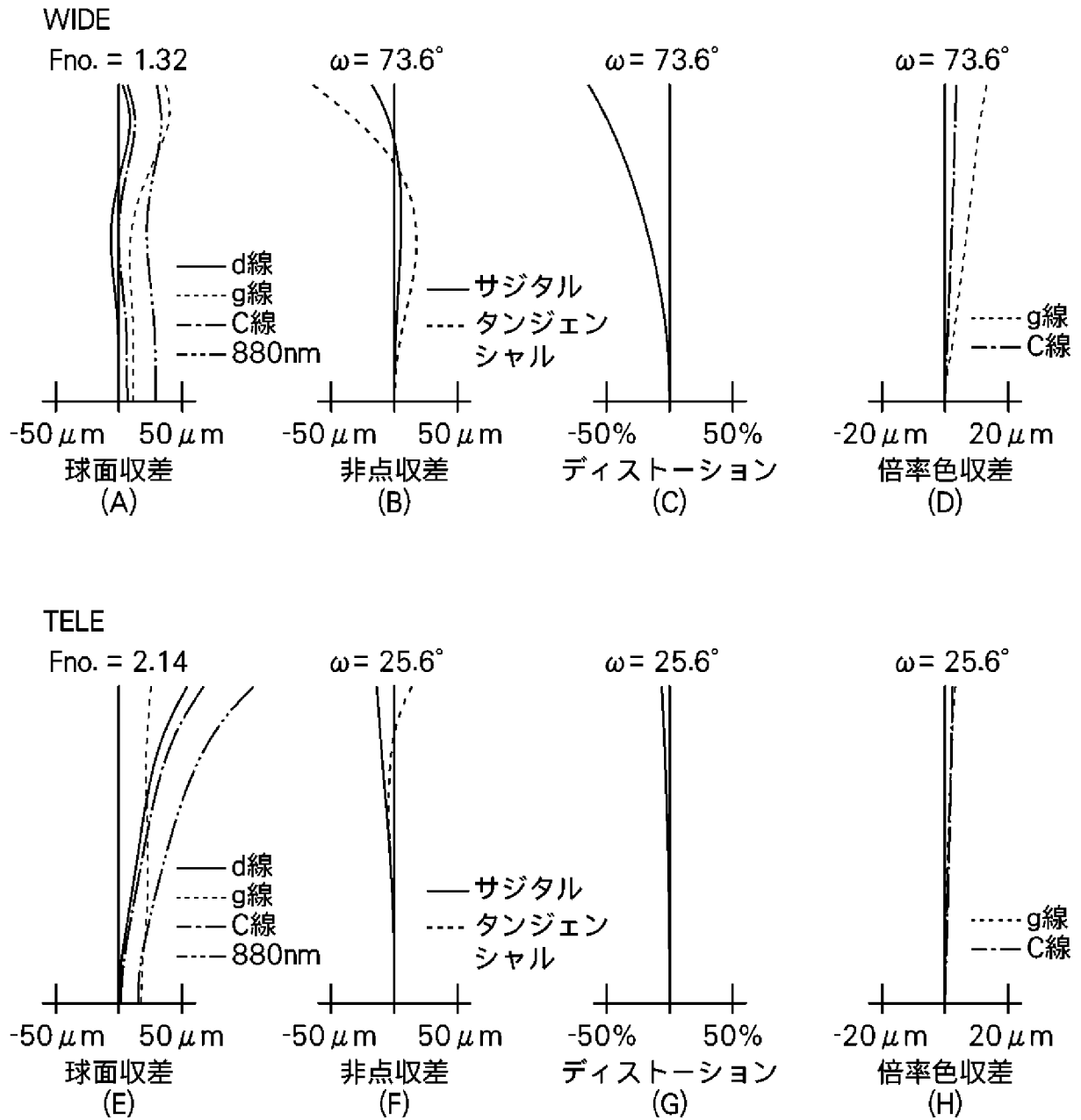


[図3]

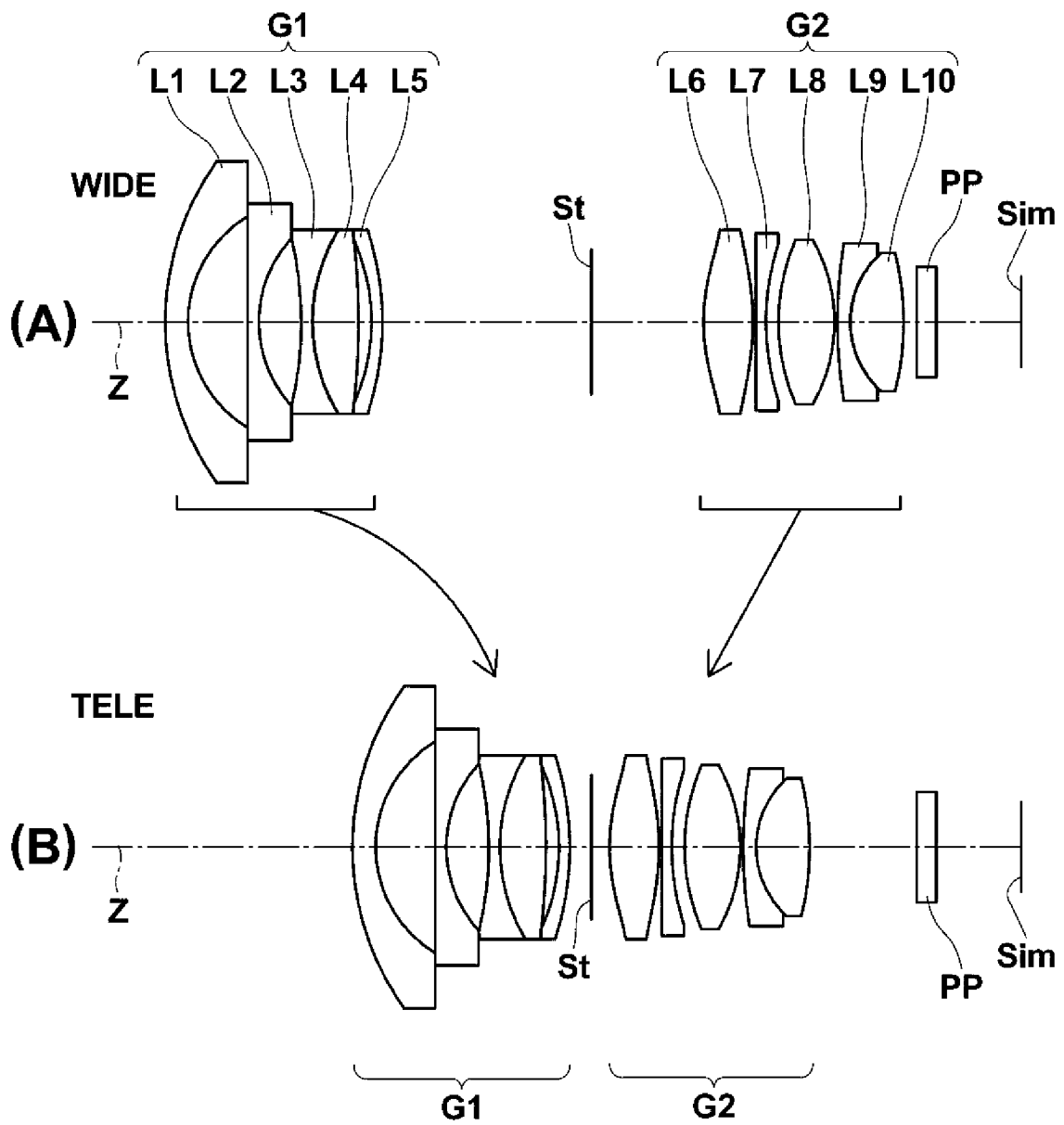
実施例2

[図4]

実施例2

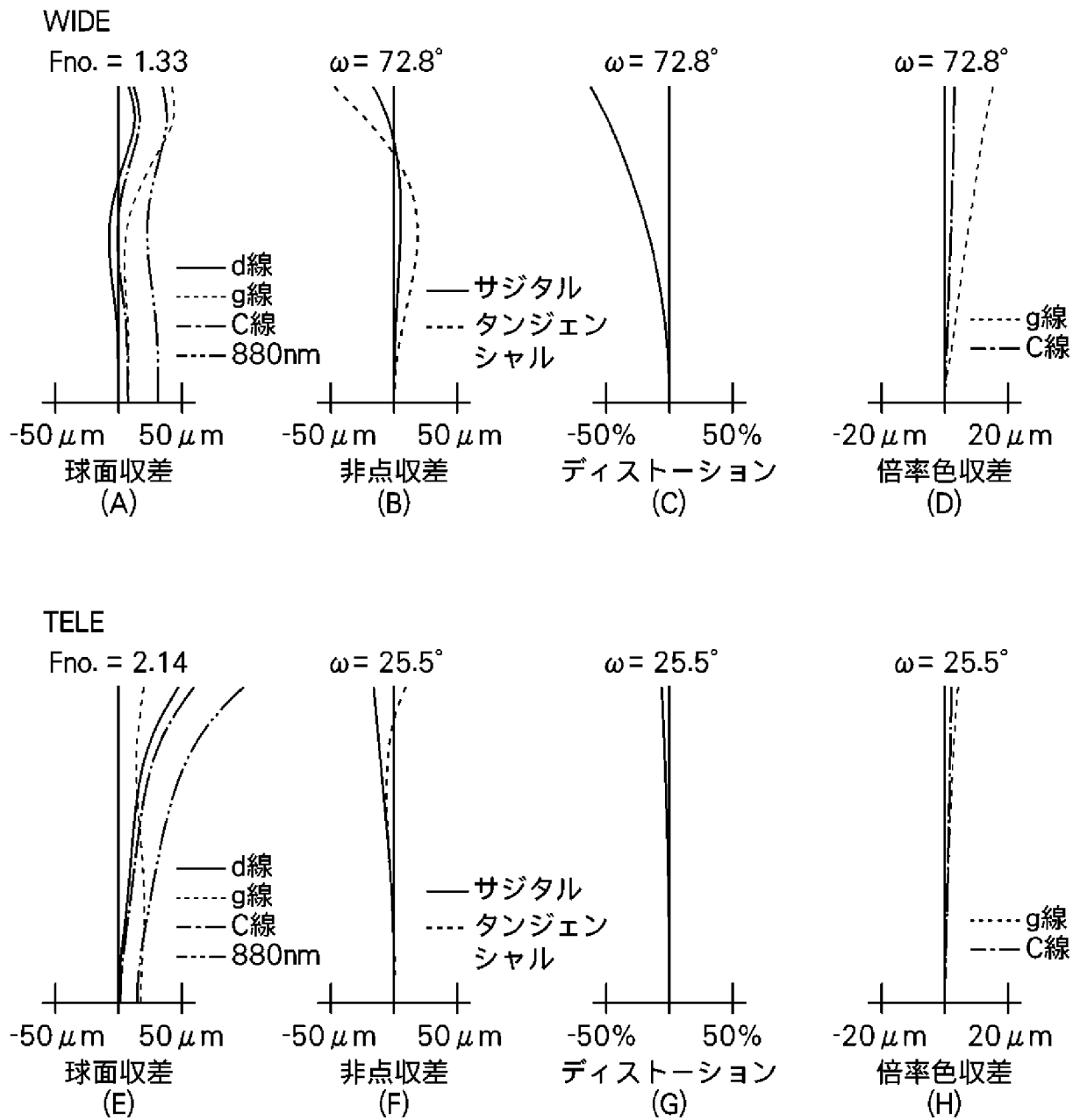


[図5]

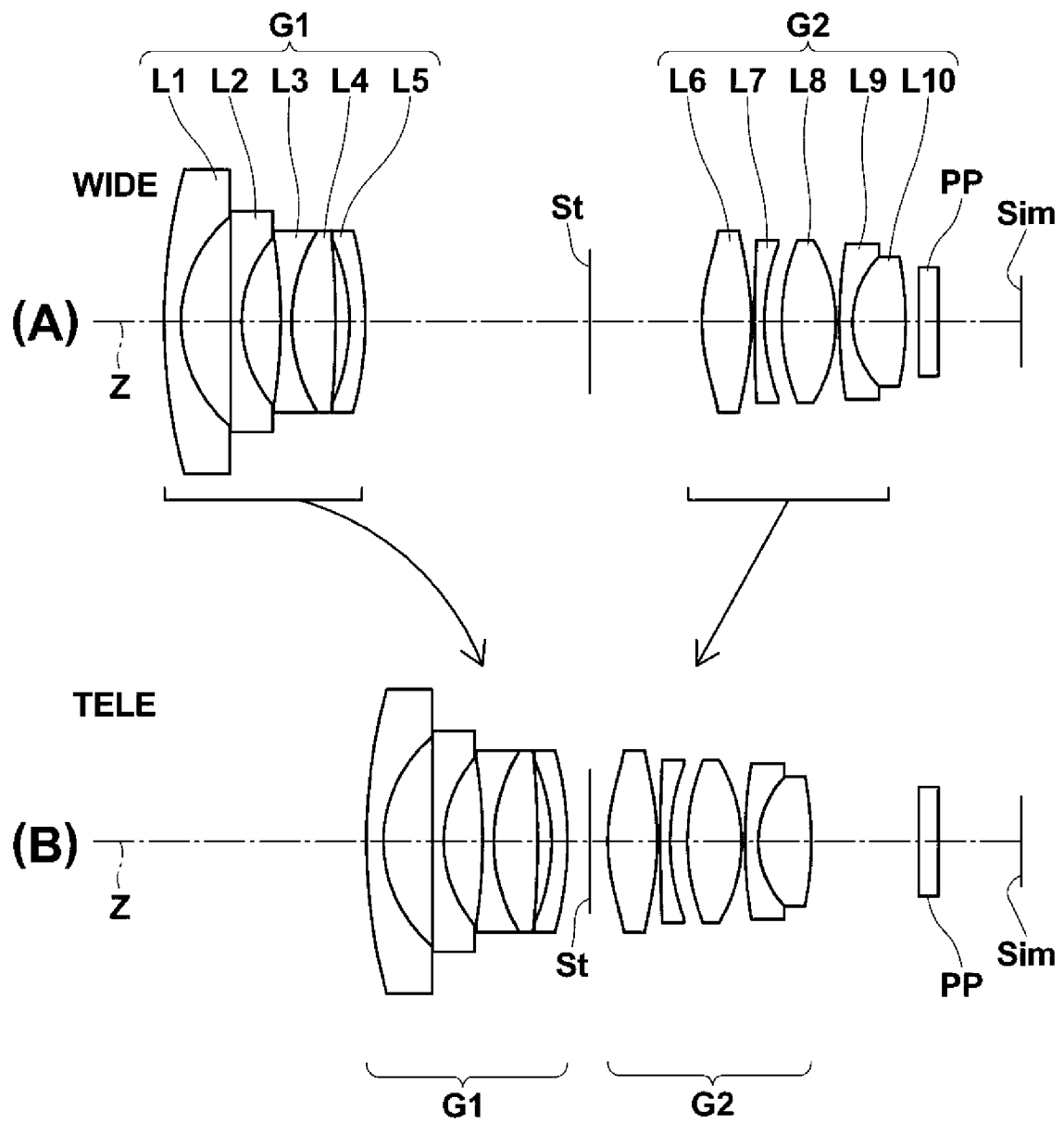
実施例3

[図6]

実施例3

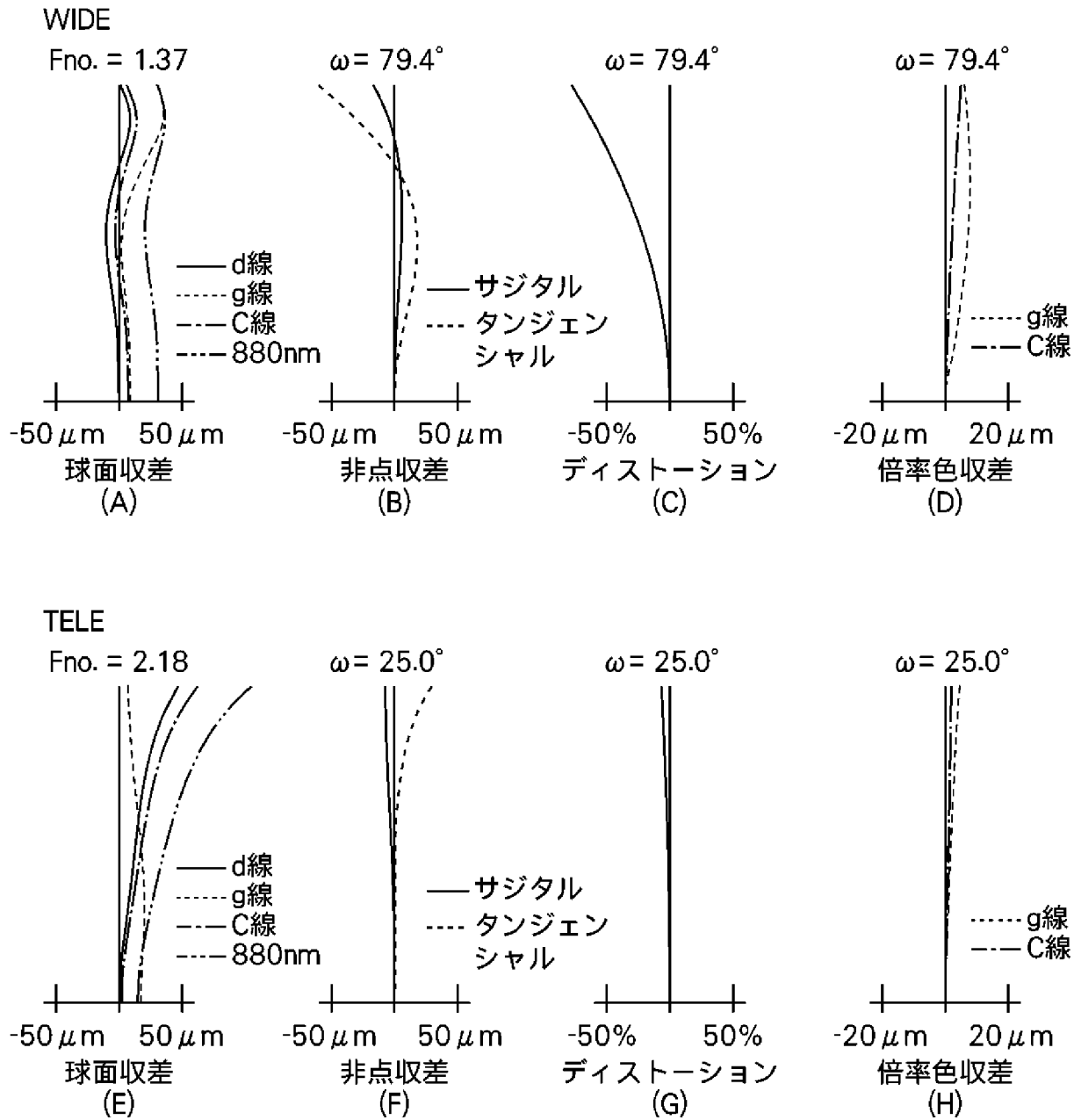


[図7]

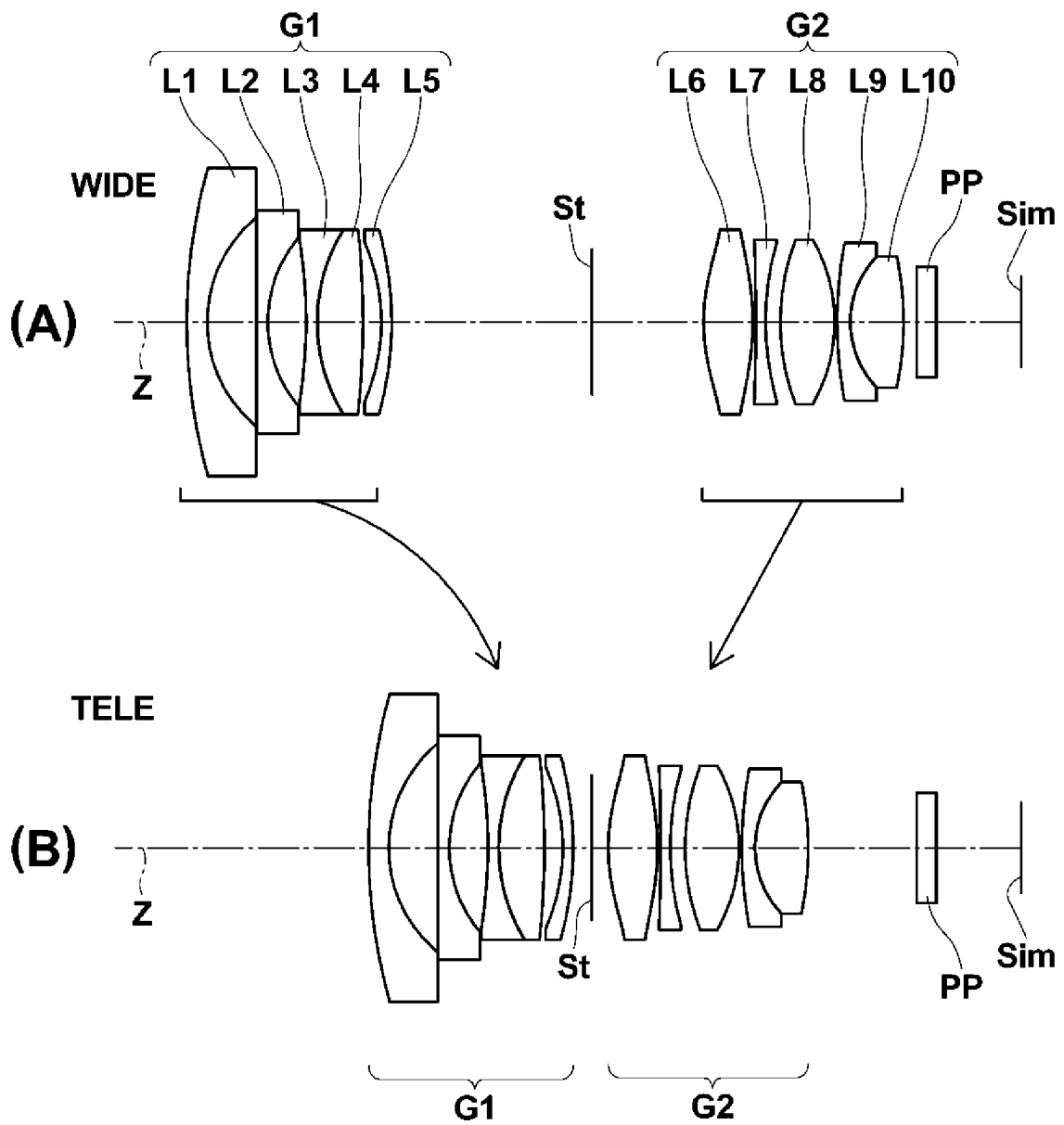
実施例4

[図8]

実施例4

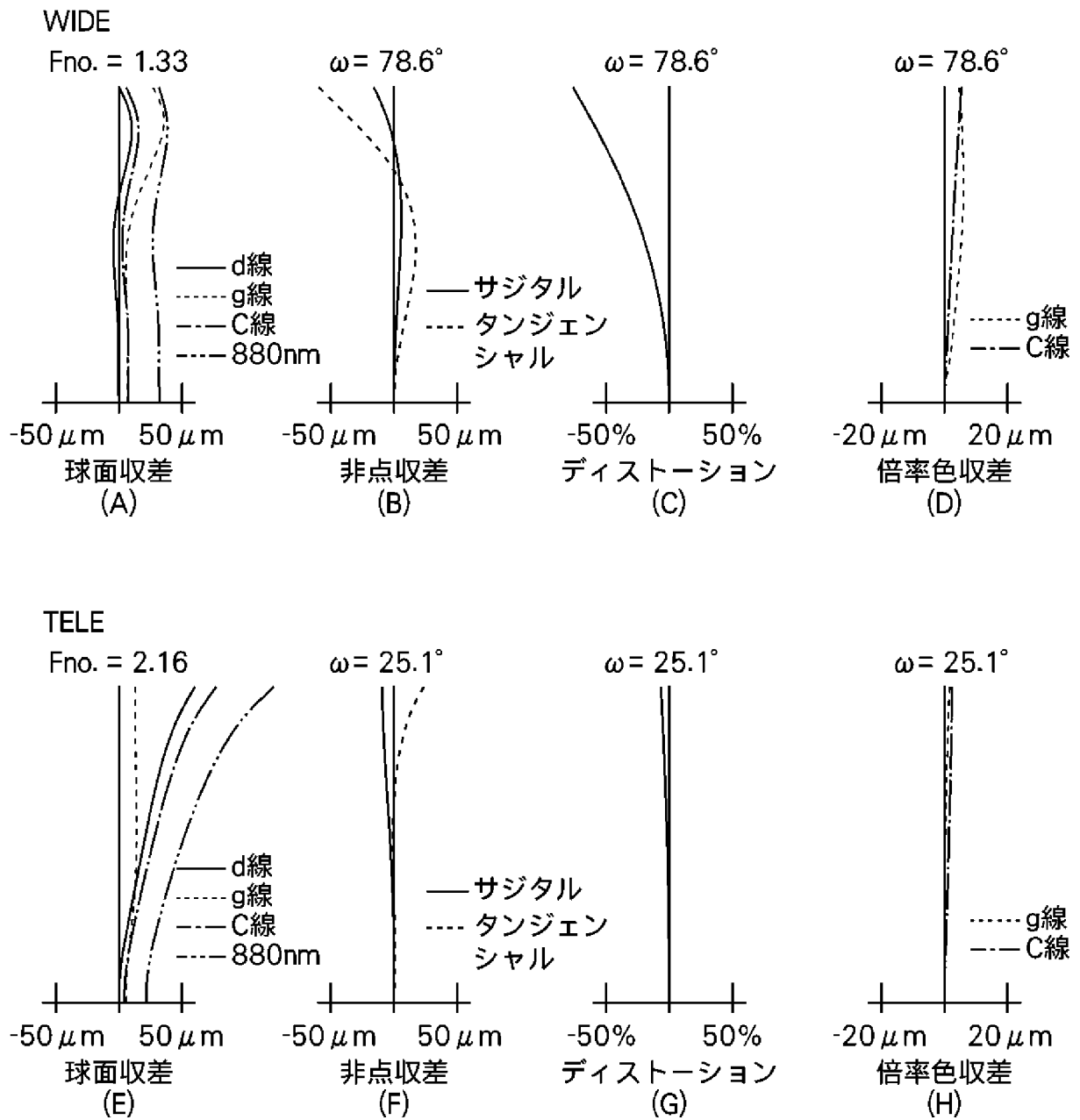


[図9]

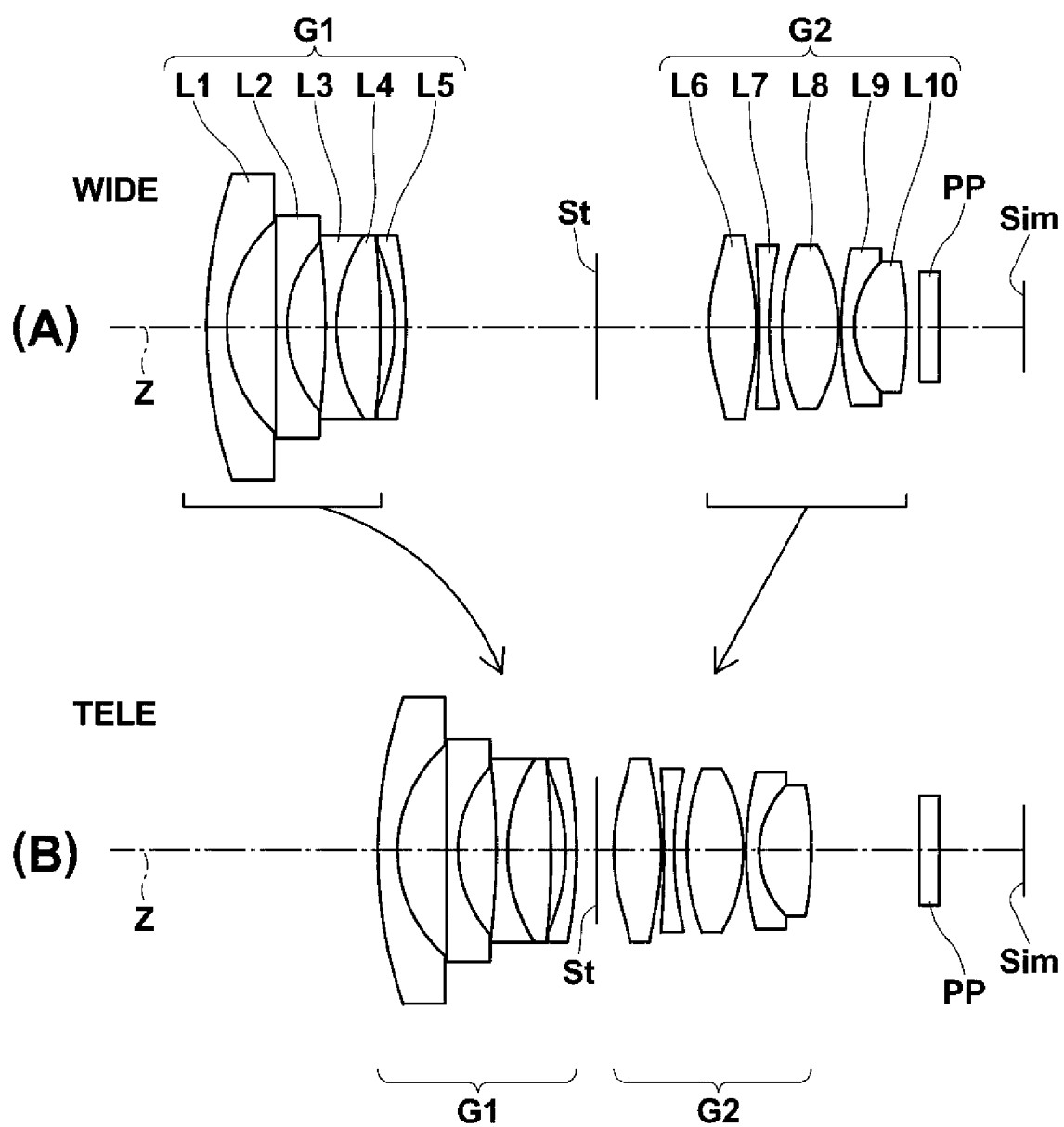
実施例5

[図10]

実施例5

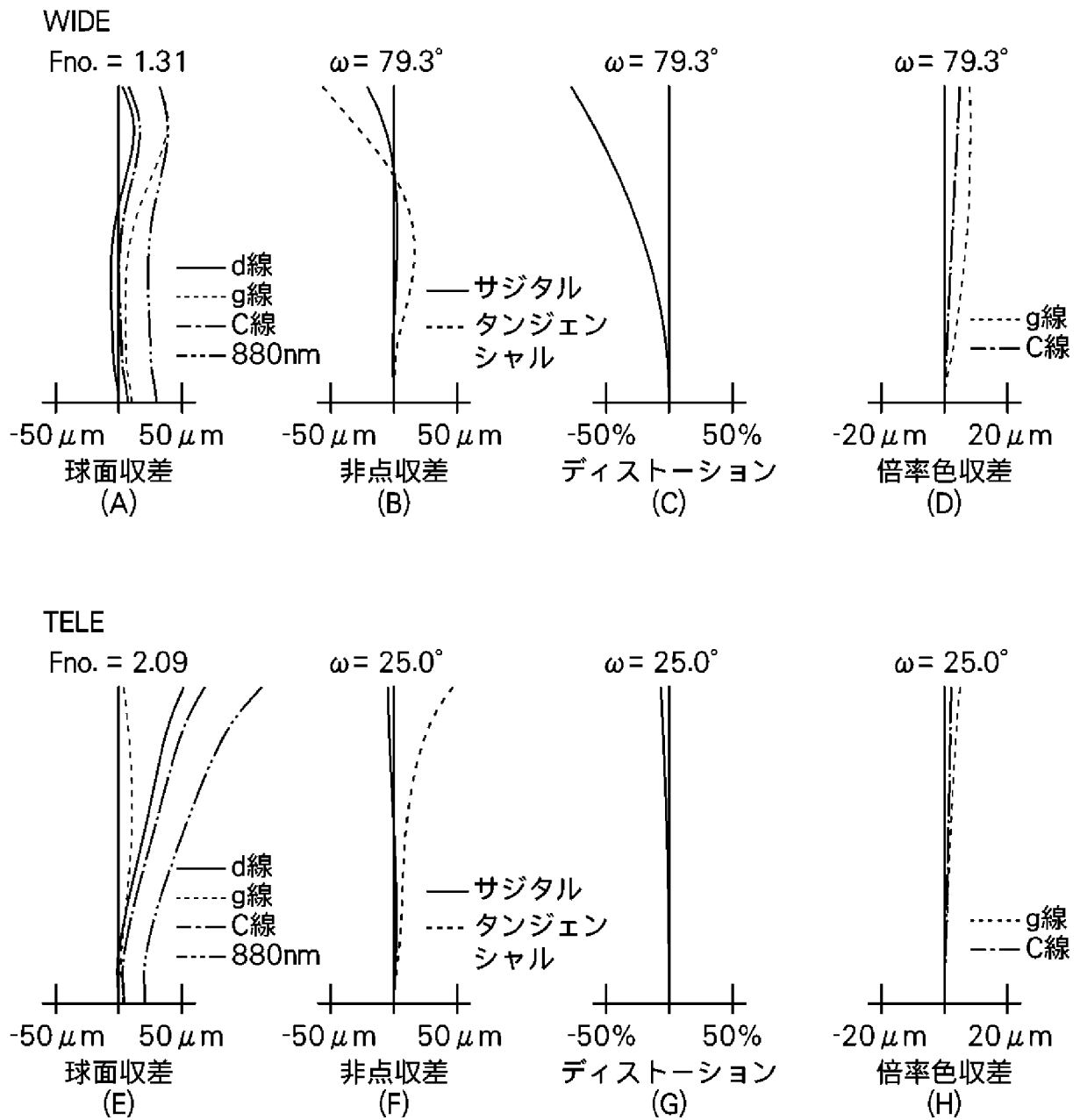


[図11]

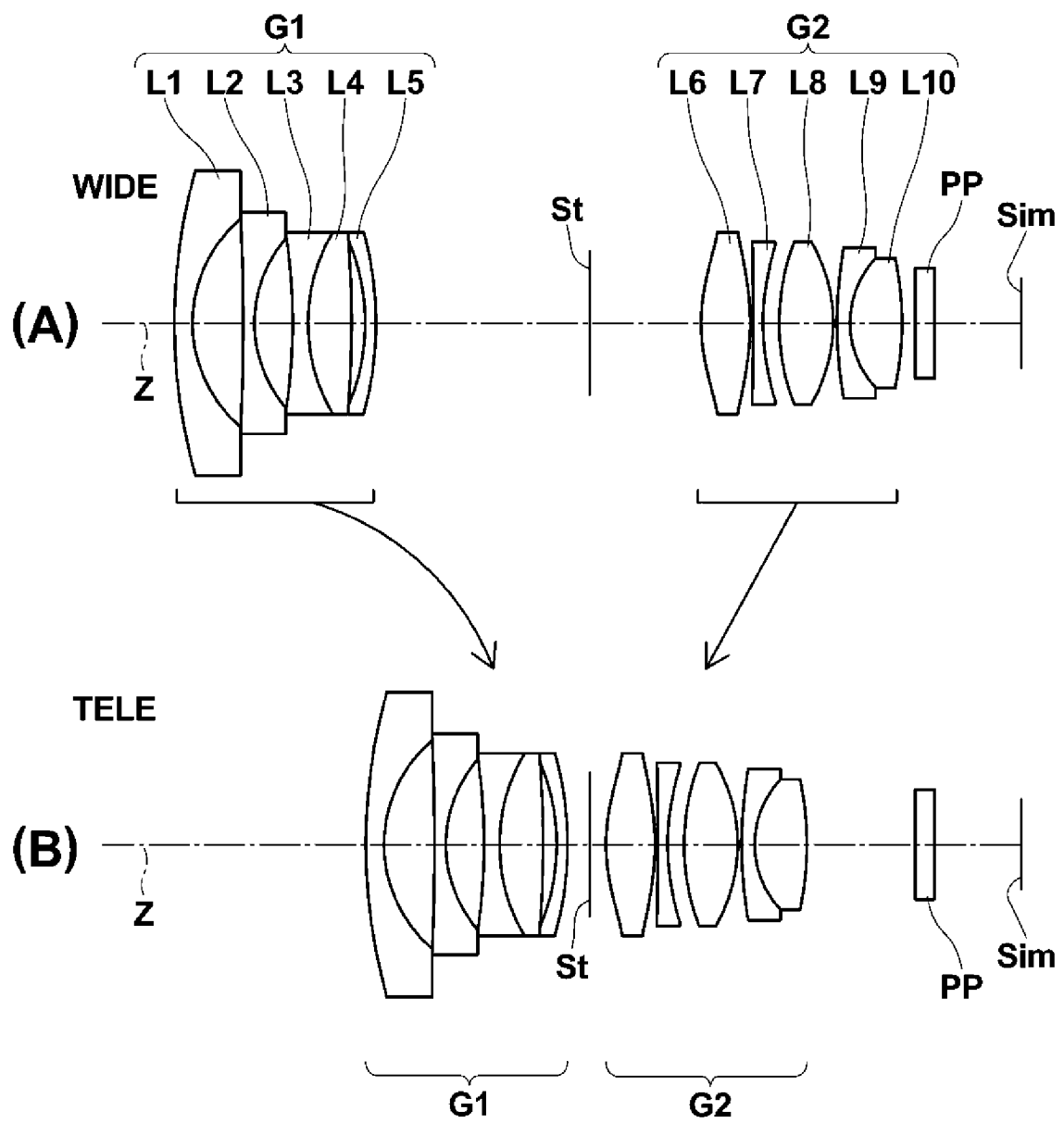
実施例6

[図12]

実施例6

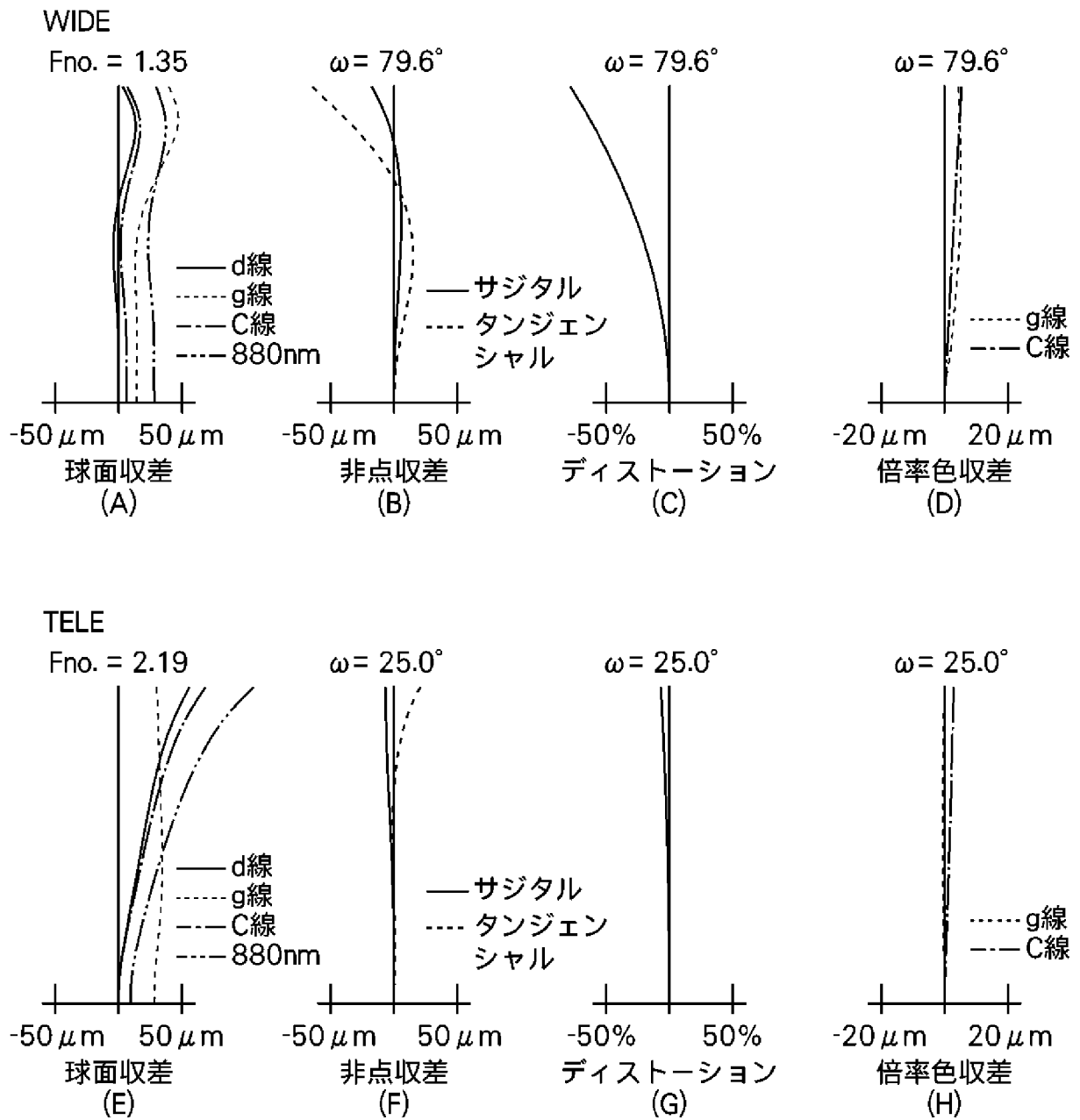


[図13]

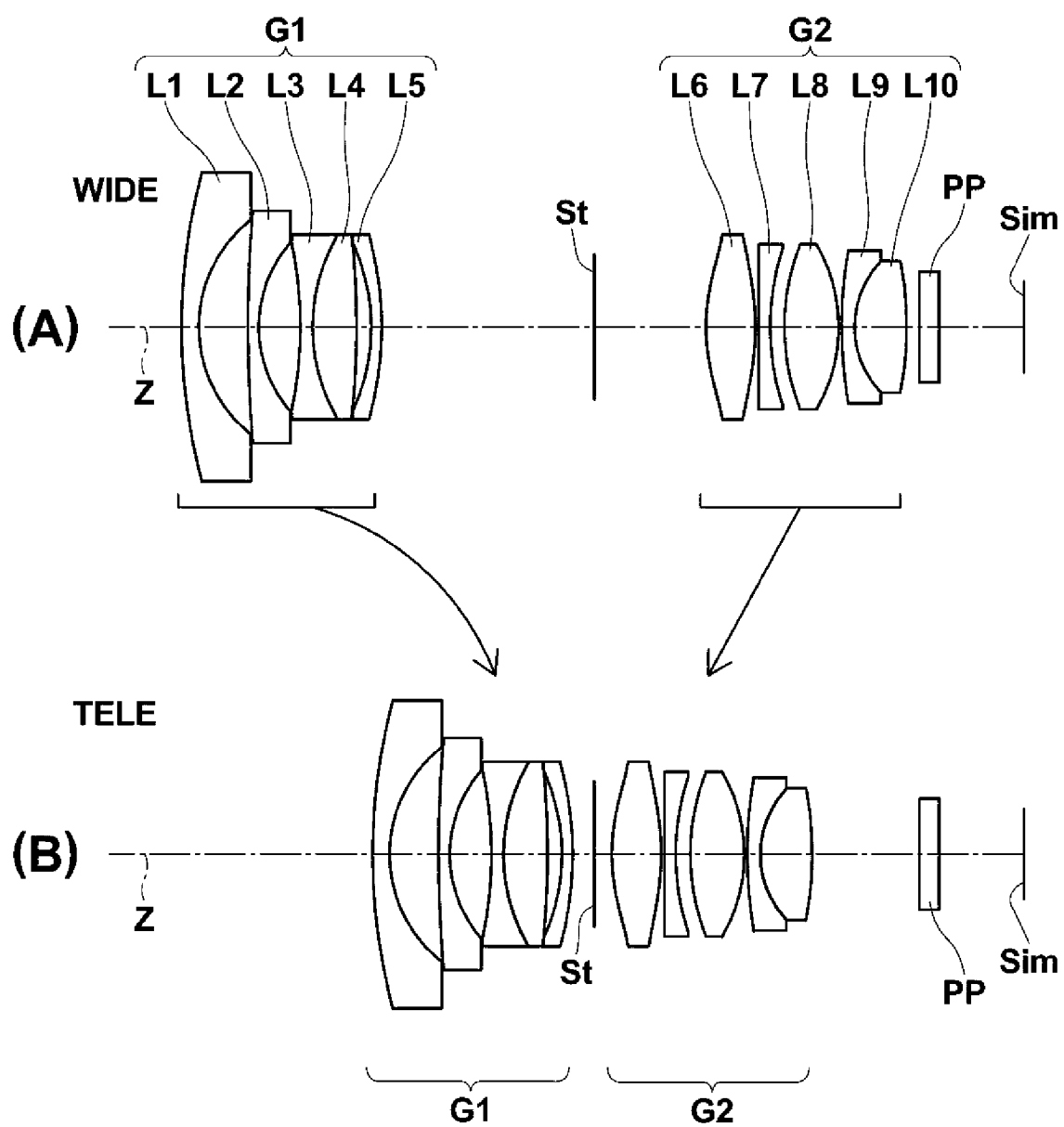
実施例7

[図14]

実施例7

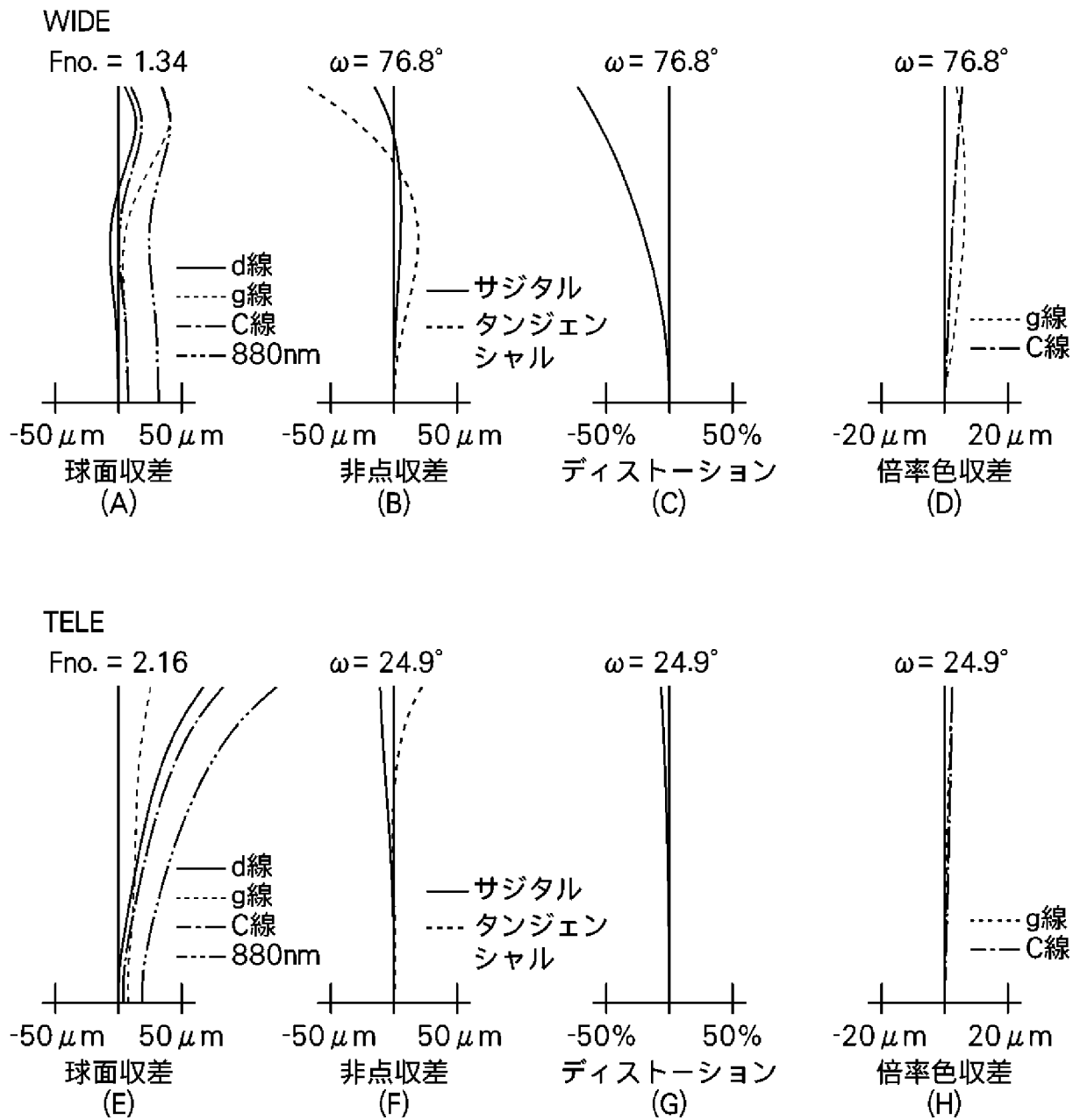


[図15]

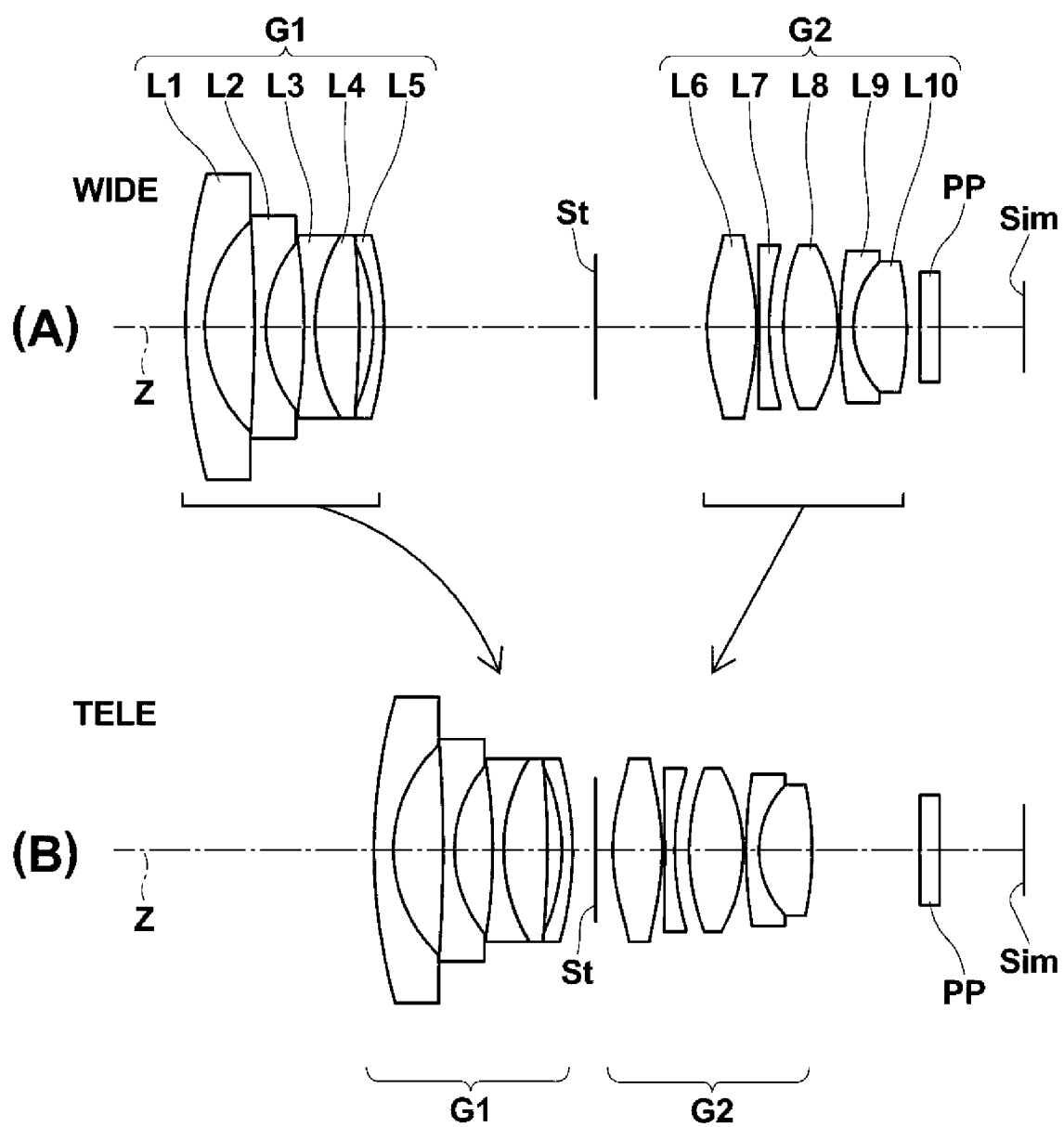
実施例8

[図16]

実施例8

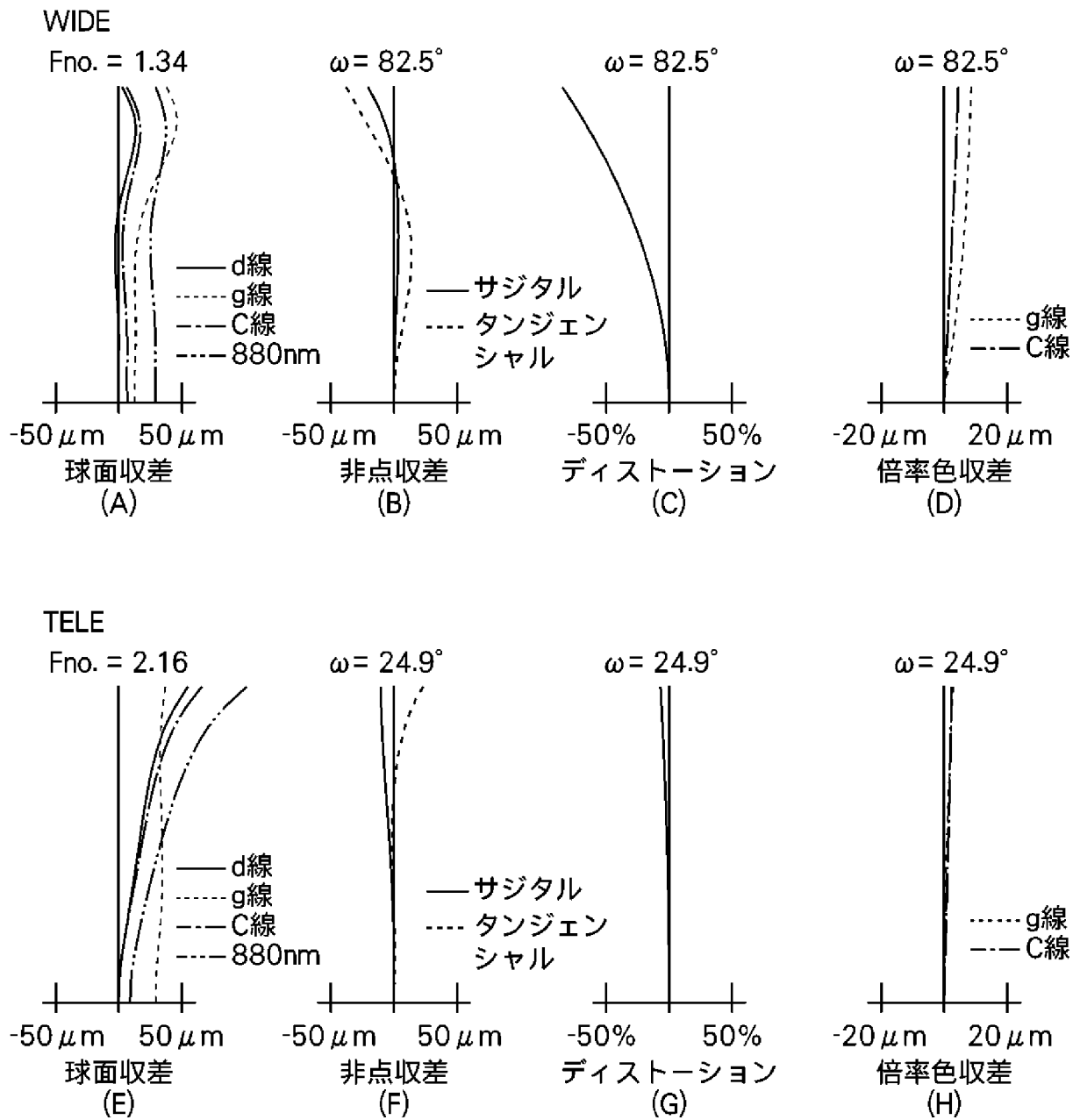


[図17]

実施例9

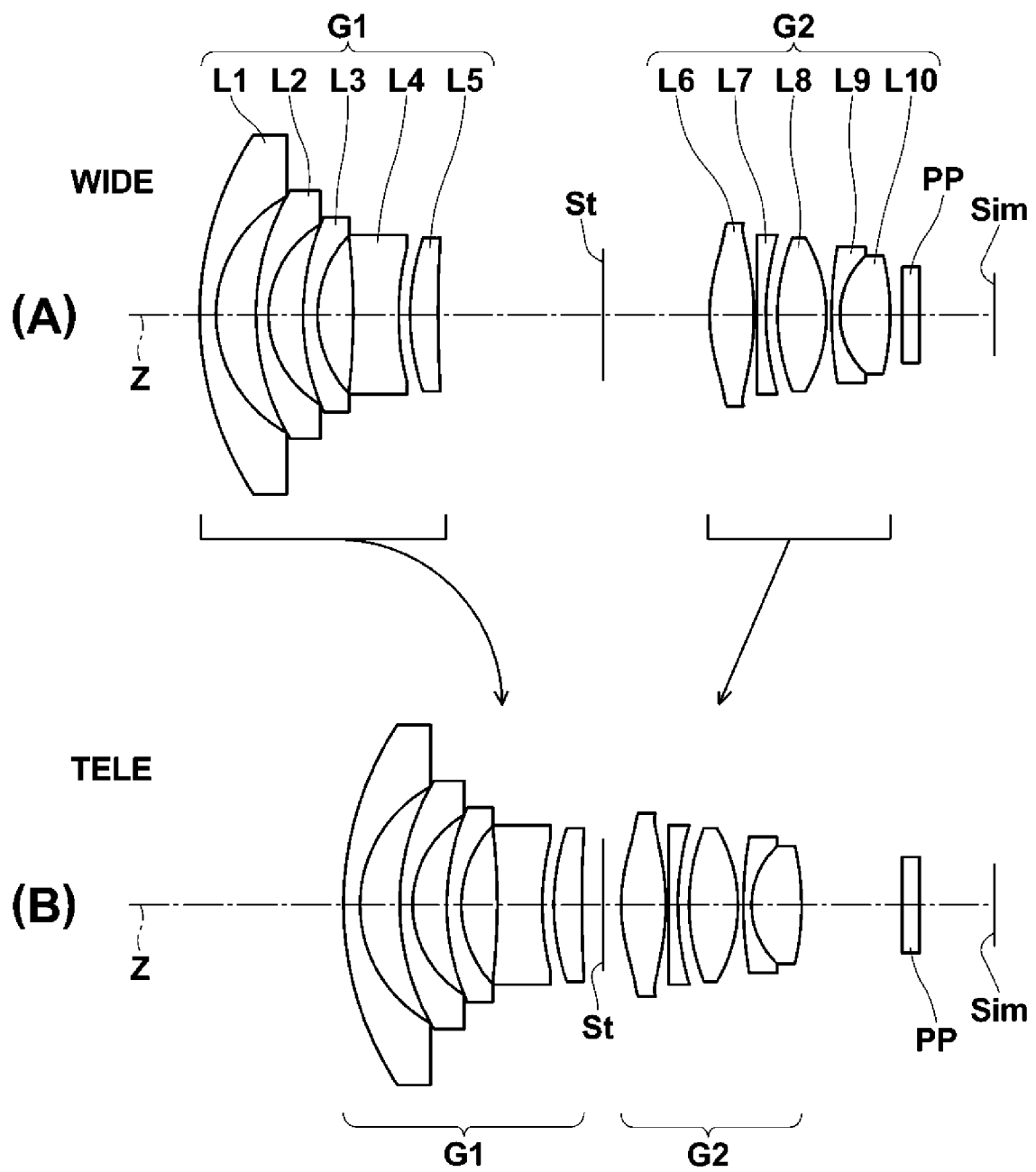
[図18]

実施例9



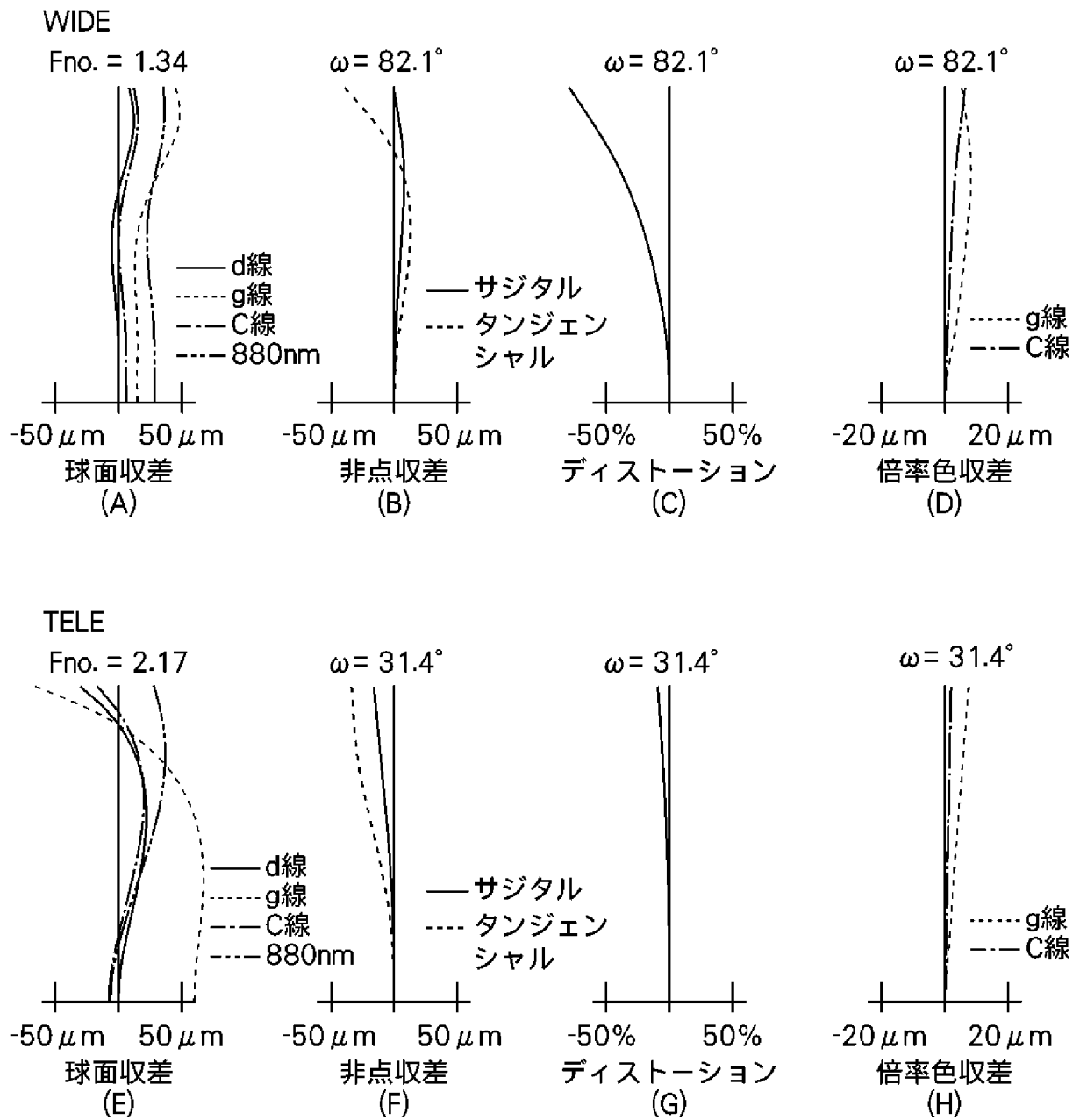
[図19]

実施例10

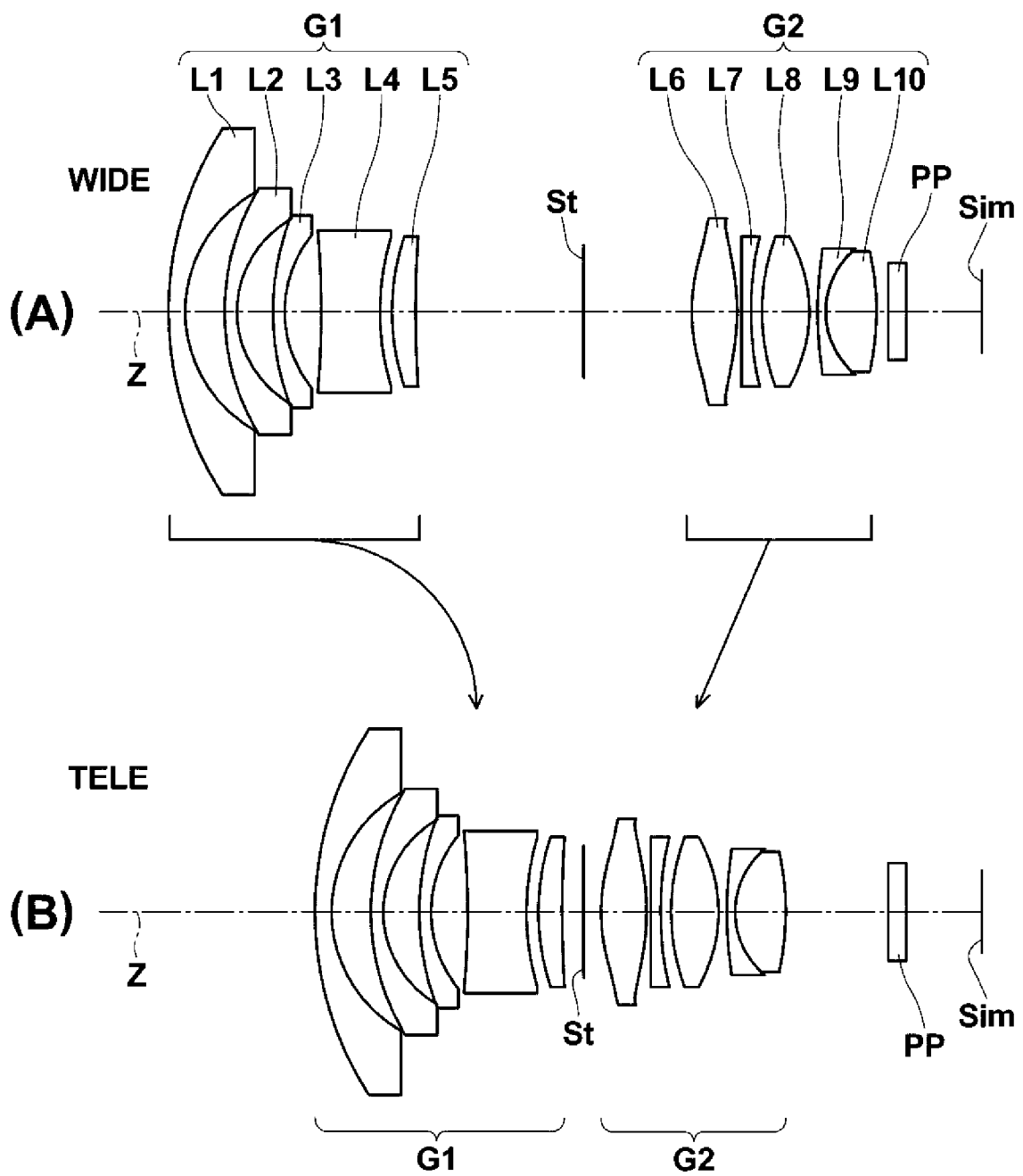


[図20]

実施例10

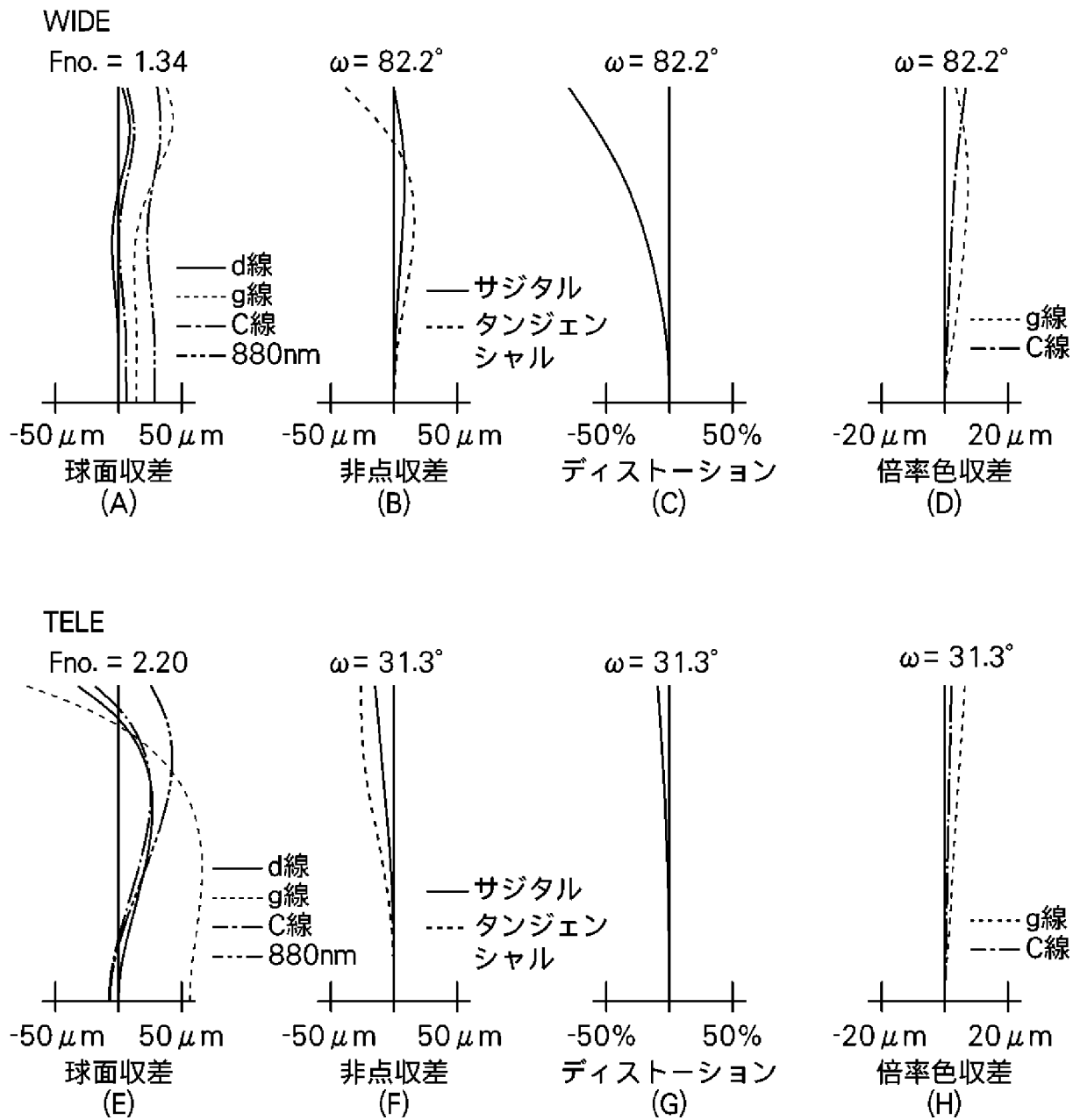


[図21]

実施例11

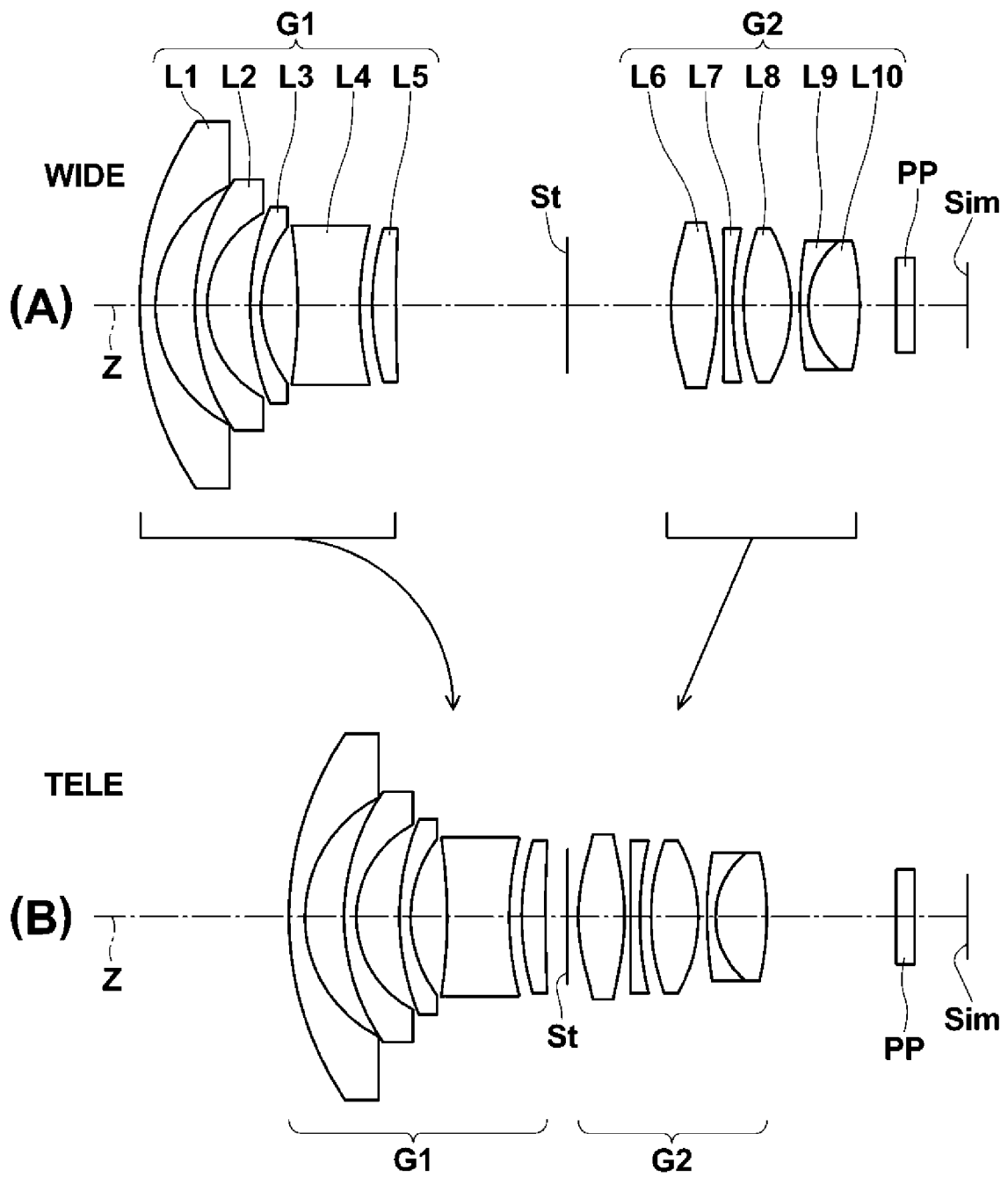
[図22]

実施例11



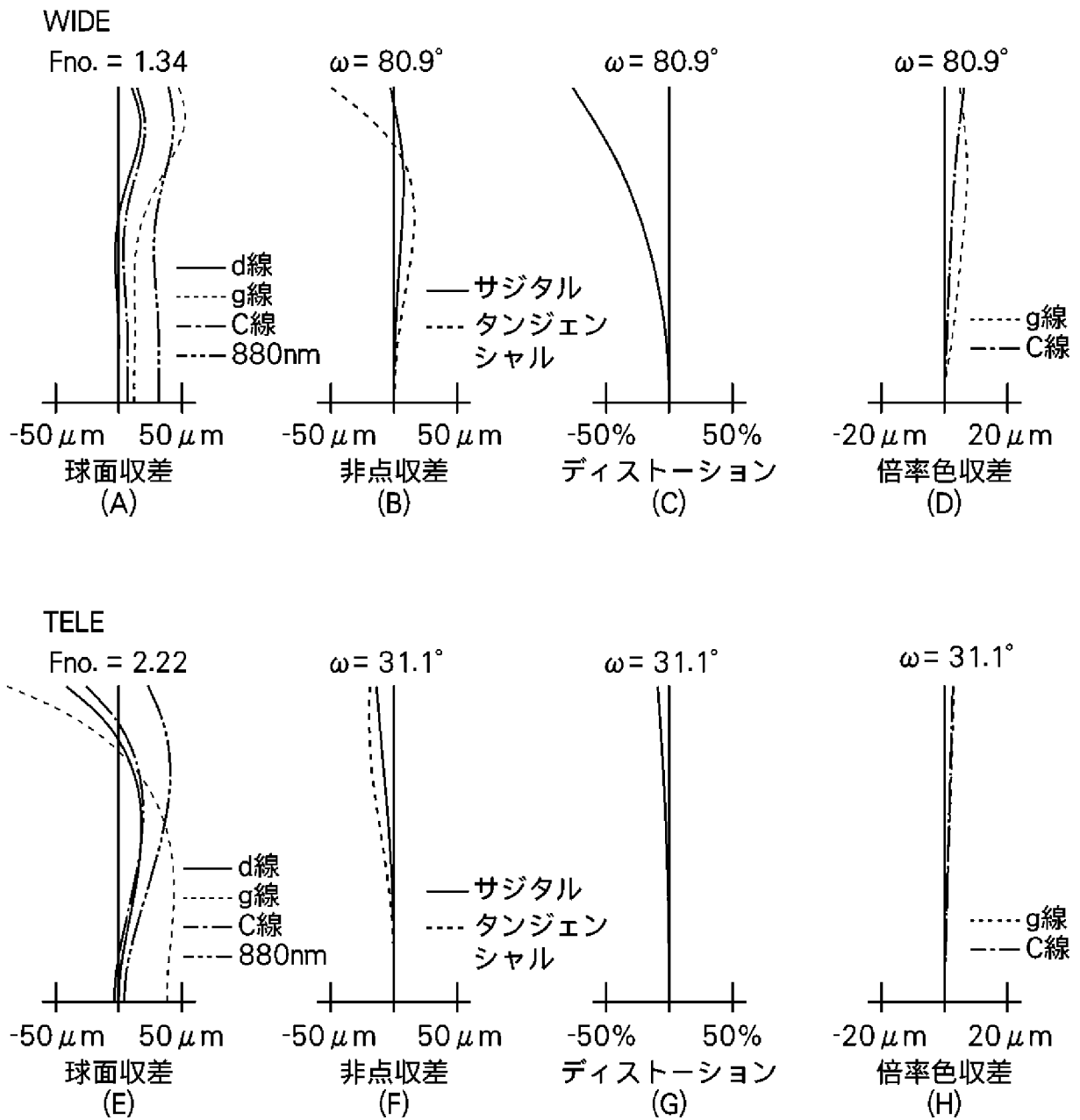
[図23]

実施例12

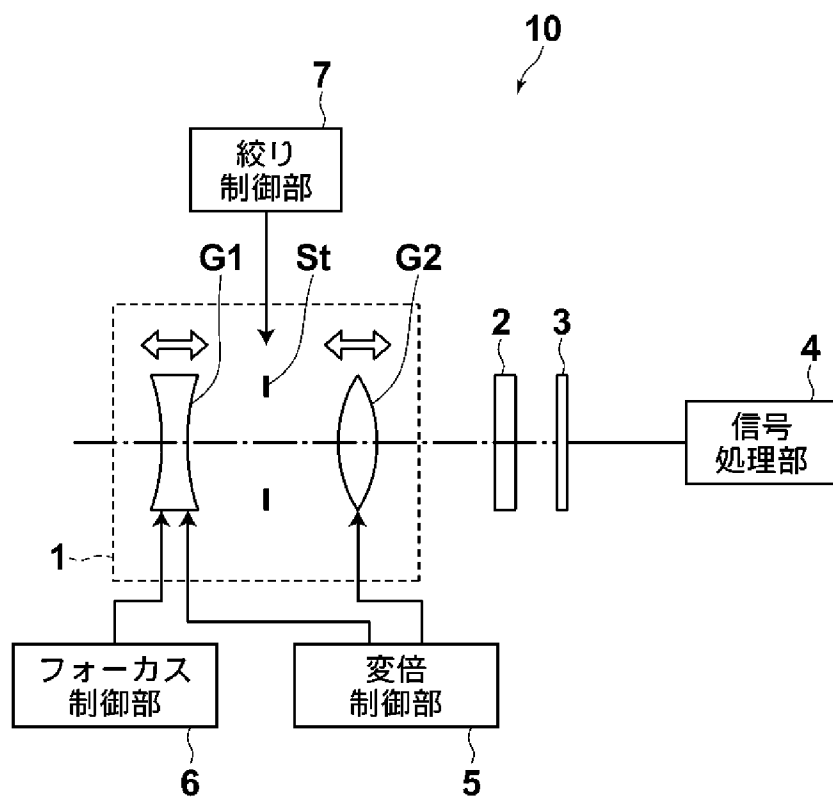


[図24]

実施例12



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001335

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B15/16(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)

G02B15/16, G02B13/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2011-018009 A (Fujifilm Corp.), 27 January 2011 (27.01.2011), examples 1 to 7 & CN 101923208 A	1, 2, 4, 5, 10, 16-18 3, 6-9, 11, 12
X A	JP 4-163414 A (Canon Inc.), 09 June 1992 (09.06.1992), numerical example 2 (Family: none)	1, 2, 5, 8, 16-18 3, 4, 6, 7, 9
X A	JP 8-320435 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 03 December 1996 (03.12.1996), numerical examples 1 to 3 (Family: none)	1, 2, 4, 5, 16-18 3, 6-9



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

25 May, 2012 (25.05.12)

Date of mailing of the international search report

05 June, 2012 (05.06.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001335

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 7-035975 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 07 February 1995 (07.02.1995), examples 1, 2 (Family: none)	1, 2, 16-18 3-9
X A	JP 52-020018 A (Canon Inc.), 15 February 1977 (15.02.1977), example 1 (Family: none)	1, 2, 5, 8, 16-18 3, 4, 6, 7, 9
X A	JP 2003-344764 A (Enplas Corp.), 03 December 2003 (03.12.2003), 1st to 6th examples (Family: none)	1, 2, 4, 5, 16-18 3, 6-9
X A	JP 11-084237 A (Canon Inc.), 26 March 1999 (26.03.1999), numerical examples 1 to 3 (Family: none)	1, 4, 16-18 2, 3, 5-9
X A	JP 2008-026750 A (Casio Computer Co., Ltd.), 07 February 2008 (07.02.2008), example 1 & US 2008/0019021 A1 & CN 101114049 A & KR 10-2008-0009637 A	1, 16-18 2-9
X A	JP 2009-505166 A (Eastman Kodak Co.), 05 February 2009 (05.02.2009), 1st, 2nd carrying-out modes & US 2007/0041101 A1 & EP 1917548 A & EP 2219052 A1 & WO 2007/024482 A2 & CN 101268388 A	1, 4, 16-18 2, 3, 5-9
X A	JP 2005-062771 A (Olympus Corp.), 10 March 2005 (10.03.2005), example 3 (Family: none)	1, 2, 16-18 3-12
X A	JP 2009-230122 A (Fujinon Corp.), 08 October 2009 (08.10.2009), examples 1, 2, 5 & US 2009/0219626 A1 & EP 2096480 A1 & CN 101520545 A	13, 16-18 14, 15
A	JP 2004-271668 A (Casio Computer Co., Ltd.), 30 September 2004 (30.09.2004), examples 1 to 5 & US 2004/0257670 A1 & EP 1455212 A1 & TW 254145 B & KR 10-0533539 B1 & CN 1527069 A	1-12, 16-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001335

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 2007-094371 A (Pentax Corp.), 12 April 2007 (12.04.2007), examples 1 to 10 & US 2007/0047096 A1	1-12, 16-18
A	JP 2010-044228 A (Nikon Corp.), 25 February 2010 (25.02.2010), 1st to 6th examples & WO 2010/018839 A1 & CN 102177458 A	13-18
P, X	JP 2011-141364 A (Canon Inc.), 21 July 2011 (21.07.2011), example 5	1, 4, 7, 10, 17, 18
P, A	& US 2011/0164324 A1	2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001335

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
(See extra sheet)

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001335

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

JP 2011-018009 A (Fujifilm Corp.), JP 4-163414 A (Canon Inc.), JP 8-320435 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), and so on disclose "a variable power optical system comprising, in order from the object side, a first lens group having negative refractive power, and a second lens group having positive refractive power, the space in an optical axis direction between the first lens group and the second lens group changing when the magnifying power is varied, wherein a negative meniscus lens with a concave surface facing the object side is disposed on the side closest to the image side of the first lens group, and a conditional expression (1) described in claim 1 of the present application is satisfied".

Therefore, the invention of claim 1 cannot be considered to be novel in the light of the invention disclosed in the above-said document, and does not have a special technical feature.

Accordingly, three inventions (invention groups) each having a special technical feature indicated below are involved in claims.

Meanwhile, the invention of claim 1 having no special technical feature is classified into invention 1.

(Invention 1) the inventions of claims 1-9 and 16-18

(Invention 2) the inventions of claims 10-12

(Invention 3) the inventions of claims 13-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G02B15/16(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. G02B15/16, G02B13/18			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 2 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 2 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 2 年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示		関連する 請求項の番号
X A	JP 2011-018009 A（富士フイルム株式会社）2011.01.27, 実施例 1 ー 7 & CN 101923208 A		1, 2, 4, 5, 10, 16-18 3, 6-9, 11, 12
X A	JP 4-163414 A（キヤノン株式会社）1992.06.09, 数値実施例 2（フ ァミリーなし）		1, 2, 5, 8, 16- 18 3, 4, 6, 7, 9
☒ 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 2 5 . 0 5 . 2 0 1 2		国際調査報告の発送日 0 5 . 0 6 . 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 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） 殿岡 雅仁 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1	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
X A	JP 8-320435 A (松下電器産業株式会社) 1996. 12. 03, 数値例 1 - 3 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5, 16-18 3, 6-9
X A	JP 7-035975 A (松下電器産業株式会社) 1995. 02. 07, 実施例 1, 2 (ファミリーなし)	1, 2, 16-18 3-9
X A	JP 52-020018 A (キヤノン株式会社) 1977. 02. 15, 実施例 1 (ファミリーなし)	1, 2, 5, 8, 16-18 3, 4, 6, 7, 9
X A	JP 2003-344764 A (株式会社エンプラス) 2003. 12. 03, 第 1 - 6 実施例 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5, 16-18 3, 6-9
X A	JP 11-084237 A (キヤノン株式会社) 1999. 03. 26, 数値実施例 1 - 3 (ファミリーなし)	1, 4, 16-18 2, 3, 5-9
X A	JP 2008-026750 A (カシオ計算機株式会社) 2008. 02. 07, 実施例 1 & US 2008/0019021 A1 & CN 101114049 A & KR 10-2008-0009637 A	1, 16-18 2-9
X A	JP 2009-505166 A (イーストマン コダック カンパニー) 2009. 02. 05, 第 1, 2 の実施形態 & US 2007/0041101 A1 & EP 1917548 A & EP 2219052 A1 & WO 2007/024482 A2 & CN 101268388 A	1, 4, 16-18 2, 3, 5-9
X A	JP 2005-062771 A (オリンパス株式会社) 2005. 03. 10, 実施例 3 (ファミリーなし)	1, 2, 16-18 3-12
X A	JP 2009-230122 A (フジノン株式会社) 2009. 10. 08, 実施例 1, 2, 5 & US 2009/0219626 A1 & EP 2096480 A1 & CN 101520545 A	13, 16-18 14, 15
A	JP 2004-271668 A (カシオ計算機株式会社) 2004. 09. 30, 実施例 1 - 5 & US 2004/0257670 A1 & EP 1455212 A1 & TW 254145 B & KR 10-0533539 B1 & CN 1527069 A	1-12, 16-18
A	JP 2007-094371 A (ペンタックス株式会社) 2007. 04. 12, 実施例 1 - 10 & US 2007/0047096 A1	1-12, 16-18
A	JP 2010-044228 A (株式会社ニコン) 2010. 02. 25, 第 1 - 6 実施例 & WO 2010/018839 A1 & CN 102177458 A	13-18

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
P, X P, A	JP 2011-141364 A (キヤノン株式会社) 2011.07.21, 実施例 5 & US 2011/0164324 A1	1, 4, 7, 10, 17, 18 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 16

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるときの国際調査機関は認めた。

JP 2011-018009 A（富士フイルム株式会社）、JP 4-163414 A（キヤノン株式会社）、JP8-320435 A（松下電器産業株式会社）等には「物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とからなり、変倍時に前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との光軸方向の間隔が変化する変倍光学系であって、前記第1レンズ群の最も像側に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズが配置され、本願請求項1に記載の条件式（1）を満足する変倍光学系」が記載されている。

したがって、請求項1に係る発明は、上記文献に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。

そして、請求の範囲には、以下の特別な技術的特徴を有する3の発明（群）が含まれる。
（特別ページに続く）

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

(第Ⅲ欄の続き)

なお、特別な技術的特徴を有しない請求項 1 に係る発明は、発明 1 に区分する。

(発明 1) 請求項 1－9, 16－18 に係る発明

(発明 2) 請求項 10－12 に係る発明

(発明 3) 請求項 13－15 に係る発明