

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012年12月27日(27.12.2012)



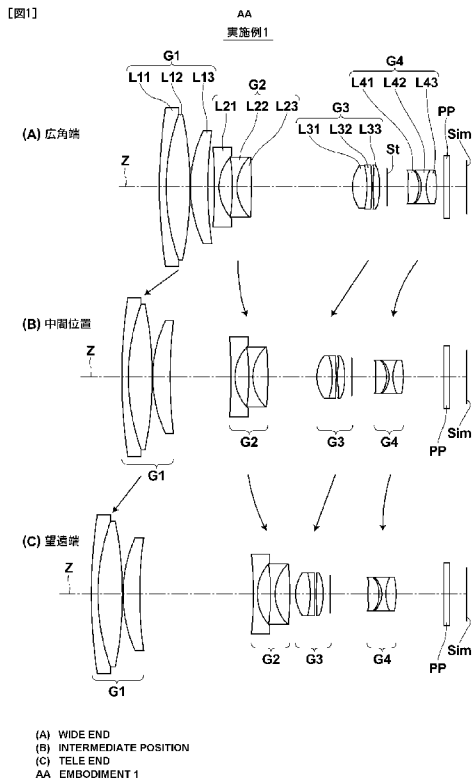
(10) 国際公開番号
WO 2012/176428 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 15/20 (2006.01) G03B 5/00 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/003971
- (22) 国際出願日: 2012年6月19日(19.06.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-138434 2011年6月22日(22.06.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 富士
フィルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番
30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): 長 倫生
(CHO, Michio) [JP/JP]; 〒3310813 埼玉県さいたま
市北区植竹町1丁目324番地 富士フィルム
株式会社内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 柳田 征史, 外(YANAGIDA, Masashi et
al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜3-
18-3 新横浜KSビル 7階 柳田国際特
許事務所 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 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,

[続葉有]

(54) Title: ZOOM LENS AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: ズームレンズおよび撮像装置



(57) Abstract: [Problem] To shorten overall length and to obtain a wide field of view and a high magnification ratio in a zoom lens. [Solution] The zoom lens is configured by disposing, in order from the object side: a first lens group (G1) having a positive refractive power; a second lens group (G2) having a negative refractive power; a third lens group (G3) having a positive refractive power; and a fourth lens group (G4) having a negative refractive power. Additionally, the configuration is such that when changing the magnification from the wide end to the tele end side, all the lens groups move along the optical axis (Z) in a manner so that the spacing between the first lens group (G1) and the second lens group (G2) progressively widens, the spacing between the second lens group (G2) and the third lens group (G3) progressively narrows, and the spacing between the third lens group (G3) and the fourth lens group (G4) progressively widens. Also, when the focal distance of the overall system at the wide end is f_w , the focal distance of the second lens group is f_2 , and the focal distance of the fourth lens group is f_4 , the following conditional expressions are satisfied: $-2.0 < f_w/f_2 < -0.8 \dots(1)$; and $-1.0 < f_w/f_4 < -0.2 \dots(2)$.

(57) 要約: 【課題】ズームレンズにおいて、全長を短くし、かつ広画角、高変倍比を得る。

[続葉有]

WO 2012/176428 A1



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
NE, SN, TD, TG).

【解決手段】ズームレンズを、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群 (G1)、負の屈折力を有する第2レンズ群 (G2)、正の屈折力を有する第3レンズ群 (G3)、および負の屈折力を有する第4レンズ群 (G4) を配置して構成した上で、広角端から望遠端側に変倍する際に、第1レンズ群 (G1) と第2レンズ群 (G2) との間隔が次第に広がり、第2レンズ群 (G2) と第3レンズ群 (G3) との間隔が次第に狭まり、第3レンズ群 (G3) と第4レンズ群 (G4) との間隔が次第に広がるように全てのレンズ群が光軸 (Z) に沿って移動する構成とする。そして広角端における全系の焦点距離を f_w 、第2レンズ群の焦点距離を f_2 、第4レンズ群の焦点距離を f_4 として、以下の条件式を満足させる。 $-2.0 < f_w / f_2 < -0.8 \dots (1)$ $-1.0 < f_w / f_4 < -0.2 \dots (2)$

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、特に、比較的全長が短く、高画角かつ高変倍比のズームレンズ、および、そのようなズームレンズを備えた撮像装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、例えば特許文献1～3に記載されているように、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、正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レンズ群とが配置されてなるズームレンズが知られている。このような構成は、テレフォトタイプが2つ並ぶレンズ群の配置となり、全長を短くする上で有利である。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平4-296809公報
特許文献2：特開2001-350093号公報（実施例1）
特許文献3：特開2007-279622等

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1～3に記載されたズームレンズは、いずれも全長、特に望遠端における全長が長いものとなっている。またそれらの中でも特に特許文献1に記載されたものは広角端の画角が十分でなく、特許文献2に記載されたものは変倍比が十分でなく、特許文献3に記載されたものは広角端の画角および変倍比が共に十分でない、という問題を有している。

[0005] 本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、全長が短く、そして十分に広画角で高変倍比のズームレンズを提供とすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明によるズームレンズは、

実質的に、物体側から順に配された、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、および負の屈折力を有する第4レンズ群からなり、

広角端から望遠端側に変倍する際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が次第に広がり、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が次第に狭まり、第3レンズ群と第4レンズ群との間隔が次第に広がるように全てのレンズ群が光軸に沿って移動し、

広角端における全系の焦点距離を f_w 、第2レンズ群の焦点距離を f_2 、第4レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、以下の条件式

$$-2.0 < f_w / f_2 < -0.8 \quad \dots (1)$$

$$-1.0 < f_w / f_4 < -0.2 \quad \dots (2)$$

を共に満足していることを特徴とするものである。

[0007] ここで、上記の「実質的に第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群、および第4レンズ群からなる」とは、それらのレンズ群以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、絞りやカバーガラス等レンズ以外の光学要素、レンズフランジ、レンズバレル、撮像素子、手振れ補正機構等の機構部分等を持つ場合も含むものとする。またこの点は、後述する「第4レンズ群が実質的に、第41レンズ、第42レンズ、および第43レンズからなる」との記載についても同様である。

[0008] なお上記条件式(1)、(2)を満足する構成において、各式で規定している条件のより望ましい範囲はそれぞれ下記

$$-1.05 < f_w / f_2 < -0.85 \quad \dots (1)'$$

$$-0.8 < f_w / f_4 < -0.5 \quad \dots (2)'$$

の通りである。

[0009] また本発明のズームレンズにおいては、広角端における全系の焦点距離を f_w 、第3レンズ群の焦点距離を f_3 としたとき、以下の条件式

$$0.6 < f_w / f_3 < 1.5 \quad \dots (3)$$

を満足していることが好ましい。

- [0010] なお上記条件式(3)を満足する構成において、その式で規定している条件のより望ましい範囲は下記

$$0.6 < f_w / f_3 < 1.0 \quad \dots (3)'$$

の通りである。

- [0011] さらに本発明のズームレンズにおいては、広角端における全系の焦点距離を f_w 、第1レンズ群の焦点距離を f_1 、第3レンズ群の焦点距離を f_3 としたとき、以下の条件式

$$0.10 < f_w / f_1 < 0.18 \quad (4)$$

$$0.60 < f_w / f_3 < 0.80 \quad \dots (3)''$$

を共に満足していることが好ましい。

- [0012] また本発明のズームレンズにおいては、第4レンズ群が実質的に、物体側から順に配された、正の屈折力を有する第4-1レンズ、負の屈折力を有する第4-2レンズ、および正の屈折力を有する第4-3レンズからなることが望ましい。

- [0013] また本発明のズームレンズにおいては、前記第4-2レンズと前記第4-3レンズとが互いに接合されて、接合レンズを構成していることが好ましい。

- [0014] また本発明のズームレンズにおいては、前記第4-2レンズが、前記第4-1レンズおよび第4-3レンズよりも高屈折率の材料からなるものであることが好ましい。

- [0015] 他方、本発明による撮像装置は、以上説明した本発明によるズームレンズを備えたことを特徴とするものである。

発明の効果

- [0016] 本発明によるズームレンズは実質的に、物体側から順に配された、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、および負の屈折力を有する第4レンズ群から構成されて、テレフォトタイプが2つ並ぶレンズ群の配置となっているので、全長

を短くすることが可能になる。

[0017] また本発明によるズームレンズは、広角端から望遠端側に変倍する際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が次第に広がり、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が次第に狭まり、第3レンズ群と第4レンズ群との間隔が次第に広がるように全てのレンズ群が光軸に沿って移動する構成とされているので、収差補正やレンズ群の移動量を適度にバランスさせやすくなり、これにより、広画角でかつ高い変倍比を得ることが可能になる。

[0018] さらに本発明のズームレンズにおいては、特に前述の条件式(1)および(2)が共に満足されているので、下記の効果を得ることができる。すなわち、条件式(1)は全系に対する第2レンズ群のパワー配分を規定しており、その下限値以下になると第2レンズ群の屈折力が強くなり過ぎ、諸収差を良好に補正することが困難になる。反対に上限値以上になると、第2レンズ群の屈折力が弱くなり過ぎ、全長を短く保ちつつ高変倍比を得ることが困難になる。一方、条件式(2)は全系に対する第4レンズ群のパワー配分を規定しており、その下限値以下になると第4レンズ群の屈折力が強くなり過ぎ、中間焦点距離から望遠端にかけてディストーションが大きくなる。反対に上限値以上になると、第4レンズ群の屈折力が弱くなり過ぎ、全長を短く保ちつつ高変倍比を得ることが困難になる。条件式(1)および(2)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

[0019] 上に述べた効果は、条件式(1)、(2)の範囲の中で、特にそれぞれ条件式(1)'、(2)'が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0020] また本発明のズームレンズにおいて、特に前述の条件式(3)が満足されている場合は、下記の効果を得ることができる。すなわち、条件式(3)は全系に対する第3レンズ群のパワー配分を規定しており、その下限値以下になると第3レンズ群の屈折力が弱くなり過ぎ、全長を短く保ちつつ高変倍比を得ることが困難になる。反対に上限値以上になると、第3レンズ群の屈折力が強くなり過ぎ、諸収差を良好に補正することが困難になる。条件式(3)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

[0021] 上に述べた効果は、条件式(3)の範囲の中で、特に条件式(3)'が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

[0022] また本発明のズームレンズにおいて、特に前述の条件式(4)および(3)"が共に満足されている場合は、下記の効果を得ることができる。すなわち、条件式(4)は全系に対する第1レンズ群のパワー配分を規定しており、その下限値以下になると第1レンズ群の屈折力が弱くなり過ぎ、全長を短く保ちつつ高変倍比を得ることが困難になる。反対に上限値以上になると、第1レンズ群の屈折力が強くなり過ぎ、諸収差を良好に補正することが困難になる。条件式(4)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。条件式(3)"による効果は、それと同じく f_w/f_3 の値の範囲を規定した条件式(3)、(3)'による効果と基本的に同じであるが、この場合は、その効果がより顕著なものとなる。

[0023] また、本発明のズームレンズにおいて、特に第4レンズ群が実質的に、物体側から順に配された、正の屈折力を有する第4-1レンズ、負の屈折力を有する第4-2レンズ、および正の屈折力を有する第4-3レンズから構成されている場合は、第4レンズ群の屈折力を強くし、全長を短く押さえながら、倍率の色収差や非点収差を良好に補正可能となる。

[0024] また本発明のズームレンズにおいて、特に前記第4-2レンズと前記第4-3レンズとが互いに接合されて接合レンズを構成している場合は、周辺光線が全反射を起こすことを防止しつつ、それぞれのレンズの屈折力を強くできるので望ましい。

[0025] また本発明のズームレンズにおいて、特に前記第4-2レンズが、前記第4-1レンズおよび第4-3レンズよりも高屈折率の材料からなるものである場合は、より容易に広画角化が達成される。

[0026] 他方、本発明による撮像装置は、以上説明した効果を奏する本発明のズームレンズを備えたものであるから、レンズ部分を小型化できるとともに、広画角かつ高い変倍比で撮像可能なものとなる。

図面の簡単な説明

- [0027] [図1]本発明の実施例1にかかるとズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図2]本発明の実施例2にかかるとズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図3]本発明の実施例3にかかるとズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図4]本発明の実施例4にかかるとズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図5]本発明の実施例5にかかるとズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図6]本発明の実施例6にかかるとズームレンズのレンズ構成を示す断面図
[図7] (A) ~ (L) は本発明の実施例1にかかるとズームレンズの各収差図
[図8] (A) ~ (L) は本発明の実施例2にかかるとズームレンズの各収差図
[図9] (A) ~ (L) は本発明の実施例3にかかるとズームレンズの各収差図
[図10] (A) ~ (L) は本発明の実施例4にかかるとズームレンズの各収差図
[図11] (A) ~ (L) は本発明の実施例5にかかるとズームレンズの各収差図
[図12] (A) ~ (L) は本発明の実施例6にかかるとズームレンズの各収差図
[図13]本発明の実施形態にかかると撮像装置の概略構成図

発明を実施するための形態

- [0028] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の実施形態にかかるとズームレンズの構成例を示す断面図であり、後述の実施例1のズームレンズに対応している。また、図2~図6は、本発明の実施形態にかかると別の構成例を示す断面図であり、それぞれ後述の実施例2~6のズームレンズに対応している。図1~図6に示す例の基本的な構成は、図3の例では第3レンズ群G3が2枚のレンズから構成されている点を除いて互いに同様であり、図示方法も同様であるので、ここでは主に図1を参照しながら、本発明の実施形態にかかるとズームレンズについて説明する。なお、図3の例の第3レンズ群G3については後に詳述する。

- [0029] 図1では、左側が物体側、右側が像側として、(A)は無遠合焦状態かつ広角端（最短焦点距離状態）での光学系配置を、(B)は無遠合焦状態かつ広角端と望遠端との中間位置での光学系配置を、そして(C)は無遠合焦状態かつ望遠端（最長焦点距離状態）での光学系配置を示している。これは、後述する図2~6においても同様である。

[0030] 本発明の実施形態にかかるズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正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とがレンズ群として配列されてなる。上記第3レンズ群G3には、開口絞りStが含まれている。ここに示す開口絞りStは必ずしも大きさや形状を表すものではなく、光軸Z上の位置を示すものである。

[0031] なお、図1には、第4レンズ群G4と像面Simとの間に、平行平板状の光学部材PPが配置された例を示している。近年の撮像装置は高画質化のために各色毎にCCDを用いる3CCD方式を採用しているものがあり、この3CCD方式に対応するためには、色分解プリズム等の色分解光学系をレンズ系と像面Simの間に挿入することになる。また、ズームレンズを撮像装置に適用する際には、レンズを装着するカメラ側の構成に応じて、光学系と像面Simの間にカバーガラス、赤外線カットフィルタやローパスフィルタなどの各種フィルタ等を配置することが好ましい。光学部材PPは、これら色分解光学系、カバーガラスや各種フィルタ等を想定したものである。

[0032] このズームレンズにおいては、変倍する際に第1レンズ群G1～第4レンズ群G4の全てのレンズ群が光軸Zに沿って移動する。より具体的には、広角端から望遠端に変倍する際に、第1レンズ群G1は物体側に単調移動し、第2レンズ群G2は曲線の軌跡を描きながら像面Sim側に移動し、第3レンズ群G3は物体側に単調移動し、開口絞りStは第3レンズ群G3と一体で移動し、第4レンズ群G4は曲線の軌跡を描きながら物体側に移動し、その結果、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔は次第に広がり、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は次第に狭まり、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は次第に広がるようになる。

[0033] なお図1には、広角端から中間位置へ変倍するときの第1レンズ群G1～第4レンズ群G4の移動軌跡を、(A)と(B)との間に付した実線の矢印で模式的に示し、また中間位置から望遠端へ変倍するときの第1レンズ群G1～第4レンズ群G4の移動軌跡を、(B)と(C)との間に付した実線の

矢印で模式的に示してある。ただし、各レンズ群の移動はこれに限らず、広角端から望遠端に変倍する際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔は次第に広がり、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は次第に狭まり、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は次第に広がるように移動させればよく、第1レンズ群G1と第3レンズ群G3は単調移動ではなく曲線移動でもよく、第2レンズ群G2は直線移動でもよい。

[0034] 第1レンズ群G1は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズL11と、正の屈折力を有する第2レンズL12と、正の屈折力を有する第3レンズL13とを配置して構成されている。ここで、例えば図1に示す例のように、第1レンズL11は負メニスカス形状のレンズとし、第2レンズL12は両凸形状のレンズとし、第3レンズL13は正メニスカス形状のレンズとすることができる。

[0035] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、負の屈折力を有する第4レンズL21と、負の屈折力を有する第5レンズL22と、正の屈折力を有する第6レンズL23とを配置して構成されている。ここで、例えば図1に示す例のように、第4レンズL21および第5レンズL22は両凹形状のレンズとし、第6レンズL23は両凸形状のレンズとすることができる。

[0036] 第3レンズ群G3は、物体側から順に、正の屈折力を有する第7レンズL31と、負の屈折力を有する第8レンズL32と、正の屈折力を有する第9レンズL33とを配置して構成されている。ここで、例えば図1に示す例のように、第7レンズL31は両凸形状のレンズとし、第8レンズL32は負メニスカス形状のレンズとし、第9レンズL33は両凸形状のレンズとすることができる。

[0037] 第4レンズ群G4は、物体側から順に、正の屈折力を有する第10レンズL41と、負の屈折力を有する第11レンズL42と、正の屈折力を有する第12レンズL43とを配置して構成されている。なお、これらの第10レンズL41、第11レンズL42および第12レンズL43がそれぞれ、先に説明した第41レンズ、第42レンズおよび第43レンズである。ここで

、例えば図1に示す例のように、第10レンズL41は両凸形状のレンズとし、第11レンズL42は両凹形状のレンズとし、第12レンズL43は両凸形状のレンズとすることができる。

[0038] なお上記第4レンズ群G4の第11レンズL42と第12レンズL43とは、互いに接合されて接合レンズを構成している。

[0039] なお図3の例は、以上述べた構成から第3レンズ群G3の第9レンズL33が除かれた形のものであり、その他の構成は上述のものと同通している。

[0040] ここで本ズームレンズにおいては、広角端における全系の焦点距離を f_w 、第2レンズ群G2の焦点距離を f_2 、第4レンズ群G4の焦点距離を f_4 としたとき、以下の条件式

$$-2.0 < f_w / f_2 < -0.8 \quad \dots (1)$$

$$-1.0 < f_w / f_4 < -0.2 \quad \dots (2)$$

が共に満足されている。

[0041] なお本実施形態の数値実施例については、後に表1～19を参照してまとめて説明するが、例えば実施例1の広角端における全系の焦点距離 f_w は表2の諸元 f の「広角端」欄に示してある。また実施例2の広角端における全系の焦点距離 f_w は表5の同欄に示してあり、以下同様である。

[0042] そして表19には、上記条件式(1)、(2)に関する f_w / f_2 、 f_w / f_4 の値を、後述する条件式(3)、(4)に関する f_w / f_3 、 f_w / f_1 の値と共に、実施例毎にまとめて示してある。

[0043] 表19に示される通り本ズームレンズにおいては、上記条件式(1)、(2)の範囲の中で、特に下記条件式

$$-1.05 < f_w / f_2 < -0.85 \quad \dots (1)'$$

$$-0.8 < f_w / f_4 < -0.5 \quad \dots (2)'$$

が満足されている。

[0044] また本ズームレンズにおいては、広角端における全系の焦点距離 f_w 、第3レンズ群G3の焦点距離 f_3 について、以下の条件式

$$0.6 < f_w / f_3 < 1.5 \quad \dots (3)$$

が満足されている。

[0045] また本ズームレンズにおいては、上記条件式(3)の範囲の中で、特に下記条件式

$$0.6 < f_w / f_3 < 1.0 \quad \dots (3)'$$

が満足されている。

[0046] さらに本ズームレンズにおいては、広角端における全系の焦点距離 f_w 、第1レンズ群G1の焦点距離 f_1 、第3レンズ群G3の焦点距離 f_3 について、以下の条件式

$$0.10 < f_w / f_1 < 0.18 \quad (4)$$

$$0.60 < f_w / f_3 < 0.80 \quad \dots (3)''$$

が共に満足されている。

[0047] また本ズームレンズにおいては、第4レンズ群G4の第11レンズL42が、第10レンズL41および第12レンズL43よりも高屈折率の材料から形成されている。つまり、例えば実施例1において、それら第11レンズL42、第10レンズL41および第12レンズL43の材料の屈折率はそれぞれ1.88300、1.50957および1.58144である(後述する表1参照)。

[0048] 以下、本ズームレンズの作用、効果について説明する。まず本ズームレンズは、物体側から順に配された、正の屈折力を有する第1レンズ群G1、負の屈折力を有する第2レンズ群G2、正の屈折力を有する第3レンズ群G3、および負の屈折力を有する第4レンズ群G4から構成され、テレフォトタイプが2つ並ぶレンズ群の配置となっているので、全長を短くすることが可能になる。

[0049] また本ズームレンズは、広角端に比べて望遠端において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔がより広く、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔がより狭く、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔がより広くなるように全てのレンズ群G1~G4が光軸Zに沿って移動する構成とされているので、収差補正やレンズ群の移動量を適度にバランスさせやすくなり、これにより、広画角で高い変倍比が得られている。

[0050] また本ズームレンズにおいては、前述した条件式（１）、（２）が共に満足されているので、下記の効果を得ることができる。すなわち、条件式（１）は全系に対する第２レンズ群G２のパワー配分を規定しており、その下限値以下になると第２レンズ群G２の屈折力が強くなり過ぎ、諸収差を良好に補正することが困難になる。反対に上限値以上になると、第２レンズ群G２の屈折力が弱くなり過ぎ、全長を短く保ちつつ高変倍比を得ることが困難になる。一方、条件式（２）は全系に対する第４レンズ群G４のパワー配分を規定しており、その下限値以下になると第４レンズ群G４の屈折力が強くなり過ぎ、中間焦点距離から望遠端にかけてディストーションが大きくなる。反対に上限値以上になると、第４レンズ群G４の屈折力が弱くなり過ぎ、全長を短く保ちつつ高変倍比を得ることが困難になる。本ズームレンズにおいては、条件式（１）および（２）が満足されているので、以上の不具合を防止することができる。

[0051] そして本ズームレンズでは、上記条件式（１）、（２）の範囲の中で特に条件式（１）'、（２）'が満足されているので、上述の効果がより顕著なものとなる。

[0052] また本ズームレンズにおいては、前述した条件式（３）が満足されているので、下記の効果を得ることができる。すなわち、条件式（３）は全系に対する第３レンズ群G３のパワー配分を規定しており、その下限値以下になると第３レンズ群G３の屈折力が弱くなり過ぎ、全長を短く保ちつつ高変倍比を得ることが困難になる。反対に上限値以上になると、第３レンズ群G３の屈折力が強くなり過ぎ、諸収差を良好に補正することが困難になる。本ズームレンズにおいては、条件式（３）が満足されているので、以上の不具合を防止することができる。

[0053] そして本ズームレンズでは、上記条件式（３）の範囲の中で特に条件式（３）'が満足されているので、上述の効果がより顕著なものとなる。

[0054] また本発明のズームレンズにおいは、前述した条件式（４）および（３）"が共に満足されているので、下記の効果を得ることができる。すなわち、

条件式(4)は全系に対する第1レンズ群G1のパワー配分を規定しており、その下限値以下になると第1レンズ群G1の屈折力が弱くなり過ぎ、全長を短く保ちつつ高変倍比を得ることが困難になる。反対に上限値以上になると、第1レンズ群G1の屈折力が強くなり過ぎ、諸収差を良好に補正することが困難になる。本ズームレンズにおいては、条件式(4)が満足されているので、以上の不具合を防止することができる。条件式(3)による効果は、それと同じく f_w/f_3 の値の範囲を規定した条件式(3)、(3)'による効果と基本的に同じであるが、この場合は、その効果がより顕著なものとなる。

[0055] さらに本ズームレンズにおいては、第4レンズ群G4が、物体側から順に配された、正の屈折力を有する第10レンズL41、負の屈折力を有する第11レンズL42、および正の屈折力を有する第12レンズL43から構成されているので、第4レンズ群G4の屈折力を強くし、全長を短く押さえながら、倍率の色収差や非点収差を良好に補正可能となっている。

[0056] また本ズームレンズにおいては、第4レンズ群G4の第11レンズL42と第12レンズL43とが互いに接合されて接合レンズを構成しているので、周辺光線が全反射を起こすことを防止しつつ、それぞれのレンズL42、L43の屈折力を強くすることができる。

[0057] また本ズームレンズにおいては、第4レンズ群G4の第11レンズL42が、第10レンズL41および第12レンズL43よりも高屈折率の材料から形成されているので、より容易に広画角化が達成される。

[0058] 次に、本発明のズームレンズの数値実施例について説明する。実施例1～6のズームレンズのレンズ断面図はそれぞれ図1～6に示したものである。そして、実施例1のズームレンズの基本レンズデータを表1に、ズームに関するデータを表2に、非球面データを表3に示す。同様に、実施例2～6のズームレンズの基本レンズデータ、ズームに関するデータ、非球面データを表4～表18に示す。以下では、表中の記号の意味について、実施例1のものを例に挙げて説明するが、実施例2～6のものについても基本的に同様で

ある。

- [0059] 表1の基本レンズデータにおいて、 S_i の欄には最も物体側の構成要素の物体側の面を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。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。
- [0060] また、基本レンズデータにおいて、 N_{dj} の欄には最も物体側のレンズを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587.6nm) 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。なお、基本レンズデータには、開口絞り S_t も含めて示しており、開口絞り S_t に相当する面の曲率半径の欄には、 ∞ (開口絞り) と記載している。
- [0061] 表1の基本レンズデータにおける D_5 、 D_{10} 、 D_{16} 、 D_{21} は、変倍時に変化する面間隔である。 D_5 は第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 との間隔、 D_{10} は第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 との間隔、 D_{16} は第3レンズ群 G_3 と第4レンズ群 G_4 との間隔、 D_{21} は第4レンズ群 G_4 と光学部材PPとの間隔である。なお実施例3について示す表7では、 D_{14} が第3レンズ群 G_3 と第4レンズ群 G_4 との間隔を、 D_{19} が第4レンズ群 G_4 と光学部材PPとの間隔を示している。また、 B_f はバックフォーカスを示す。
- [0062] 表2のズームに関するデータには、広角端、中間位置、望遠端それぞれにおける、全系の焦点距離 (f)、F値 ($F_{no.}$)、全画角 (2ω)、変倍時に変化する各面間隔 (D_5 、 D_{10} 、 D_{16} 、 D_{21}) の値を示している。なお、実施例3について示す表8では、変倍時に変化する各面間隔は D_5 、 D_{10} 、 D_{14} 、 D_{19} として示してある。
- [0063] 表1のレンズデータでは、非球面の面番号に*印を付しており、非球面の曲率半径として近軸の曲率半径の数値を示している。表3の非球面データに

は、非球面の面番号と、各非球面に関する非球面係数を示す。表3の非球面データの数値の「E-n」（n：整数）は、「×10⁻ⁿ」を意味する。なお、非球面係数は、下記非球面式における各係数K、A_m（m=3、4、5、…10）の値である。

$$[0064] \quad Z_d = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - K \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum A_m \cdot h^m$$

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：近軸曲率半径の逆数

K、A_m：非球面係数（m=3、4、5、…10）

以下に記載する表では、所定の桁で丸めた数値を記載している。また、以下に記載する表のデータにおいて、角度の単位としては度を用い、長さの単位としてはmmを用いているが、光学系は比例拡大又は比例縮小して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。

[表1]

実施例1. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	γd_i (アッペ数)
1	82.574161	1.000	2.00069	25.46
2	33.851722	3.500	1.59240	68.40
3	-58.107266	0.100		
4	20.719807	2.500	1.59240	68.40
5	69.281040	D5		
6	-70.871893	0.600	1.88300	40.80
7	6.821939	2.000		
8	-27.934254	0.600	1.88300	40.80
9	6.279334	2.200	1.84666	23.78
10	-54.898934	D10		
11	5.604211	2.200	1.51680	64.20
12	-11.702347	0.600	2.00069	25.46
13	-57.724423	0.200		
*14	12.320857	1.000	1.50957	56.36
*15	-17.201229	1.070		
16	∞ (開口絞り)	D16		
*17	20.871946	1.600	1.50957	56.36
*18	-5.996654	0.400		
19	-3.508368	0.600	1.88300	40.80
20	5.502244	1.600	1.58144	40.89
21	-9.893763	D21		
22	∞	0.900	1.51680	64.20
23	∞	2.500(Bf)		

*:非球面

[表2]

実施例1. ズームに関するデータ

緒元	広角端	中間位置	望遠端
f	5.661	17.903	56.614
Fno.	2.83	4.54	5.91
2ω	70.4	25.2	8.08
D5	1.000	8.985	16.623
D10	14.726	7.235	0.800
D16	3.112	3.456	5.566
D21	1.000	5.887	6.897

[表3]

実施例1. 非球面係数

面番号	14	15	17	18
K	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
A3	-2.0689E-03	—	—	-7.4573E-03
A4	3.8147E-03	-1.6570E-03	-2.2611E-03	1.0013E-02
A5	-9.2052E-03	—	—	-2.4553E-02
A6	7.7691E-03	-3.7118E-05	-7.4913E-04	3.7743E-02
A7	-4.0019E-03	—	—	-4.3187E-02
A8	1.2109E-03	-4.9440E-06	2.9531E-04	2.8636E-02
A9	-2.0417E-04	—	—	-9.6849E-03
A10	1.4526E-05	-1.2738E-08	-5.0926E-05	1.2812E-03

[表4]

実施例2. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッベ数)
1	74.523984	1.000	2.00069	25.46
2	33.050228	3.500	1.59240	68.40
3	-62.707217	0.100		
4	20.270980	2.500	1.59240	68.40
5	58.159046	D5		
6	-82.092241	0.600	1.88300	40.80
7	6.736333	2.000		
8	-26.721744	0.600	1.88300	40.80
9	6.437753	2.200	1.84666	23.78
10	-48.074437	D10		
11	5.551186	2.200	1.51680	64.20
12	-11.596110	0.600	2.00069	25.46
13	-57.062529	0.200		
*14	13.187360	1.000	1.50957	56.36
*15	-16.278102	1.068		
16	∞ (開口絞リ)	D16		
*17	14.196261	1.600	1.50957	56.36
*18	-7.442067	0.400		
19	-3.619089	0.600	1.88300	40.80
20	5.397045	1.600	1.58144	40.89
21	-9.878848	D21		
22	∞	0.900	1.51680	64.20
23	∞	2.500(Bf)		

*:非球面

[表5]

実施例2. ズームに関するデータ

緒元	広角端	中間位置	望遠端
f	5.582	17.653	55.824
Fno.	3.08	4.48	5.83
2 ω	71.2	25.6	8.2
D5	1.000	9.285	17.341
D10	14.860	7.208	0.800
D16	2.976	3.322	5.200
D21	1.000	5.706	6.545

[表6]

実施例2. 非球面係数

面番号	14	15	17	18
K	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
A4	-2.6711E-03	-2.0109E-03	-1.8826E-03	-4.6163E-03
A6	-8.0942E-05	-5.3296E-05	-4.0225E-04	-6.7027E-04
A8	-9.8763E-06	-6.1076E-06	1.6106E-04	2.5131E-04
A10	2.4835E-08	-1.4527E-08	-2.3690E-05	-4.0598E-05

[表7]

実施例3. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッベ数)
1	69.481090	1.000	2.00069	25.46
2	32.569060	3.500	1.59240	68.40
3	-64.765941	0.100		
4	19.794520	2.500	1.59240	68.40
5	55.026576	D5		
6	-98.921349	0.600	1.88300	40.80
7	6.932365	2.690		
8	-24.865861	0.600	1.88300	40.80
9	6.542884	2.200	1.84666	23.78
10	-50.294642	D10		
11*	5.035184	2.200	1.49700	81.36
12	-6.706341	0.700	2.00069	25.46
13	-9.319617	1.102		
絞り	∞ (開口絞り)	D14		
15*	9.142787	1.600	1.50957	56.36
16*	-6.59822	0.400		
17	-3.543152	0.600	1.88300	40.80
18	5.800275	1.500	1.58144	40.89
19	-14.648650	D19		
20	∞	0.900	1.51680	64.20
21	∞	3.000(Bf)		

*:非球面

[表8]

実施例3. ズームに関するデータ

緒元	広角端	中間位置	望遠端
f	5.593	17.687	55.932
Fno.	3.08	4.49	5.84
2 ω	71.2	25.4	8.18
D5	1.000	9.985	17.015
D10	14.597	7.158	0.800
D14	3.120	3.430	4.878
D19	1.092	5.166	7.149

[表9]

実施例3. 非球面係数

面番号	11	15	16
K	1.0000	1.0000	1.0000
A4	-1.0071E-03	-7.7010E-05	-2.4944E-03
A6	-1.7854E-05	-4.4050E-04	-9.7573E-04
A8	-1.5312E-06	1.8921E-04	4.2773E-04
A10	3.7732E-08	-2.2850E-05	-6.0655E-05

[表10]

実施例4. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッベ数)
1	73.028405	1.000	2.00069	25.46
2	33.121364	3.500	1.59240	68.40
3	-62.361005	0.100		
4	20.071570	2.500	1.59240	68.40
5	59.348820	D5		
6	-75.253036	0.600	1.88300	40.80
7	6.680597	2.071		
8	-25.061533	0.600	1.88300	40.80
9	6.061330	2.200	1.84666	23.78
10	-56.426907	D10		
11	5.861177	2.200	1.51680	64.20
12	-9.626489	0.600	2.00069	25.46
13	-28.796869	0.200		
*14	20.860609	1.000	1.50957	56.36
*15	-12.991012	1.883		
16	∞ (開口絞り)	D16		
*17	19.664396	1.600	1.50957	56.36
*18	-6.743863	0.400		
19	-3.569211	0.600	1.88300	40.80
20	6.069590	1.600	1.59551	39.22
21	-8.822736	D21		
22	∞	0.900	1.51680	64.20
23	∞	2.500(Bf)		

*:非球面

[表11]

実施例4. ズームに関するデータ

緒元	広角端	中間位置	望遠端
f	5.700	18.025	57.000
Fno.	3.14	4.57	5.95
2 ω	70.2	25.0	8.02
D5	1.000	9.483	17.190
D10	14.051	7.069	0.800
D16	2.858	3.243	5.645
D21	1.000	5.791	5.967

[表12]

実施例4. 非球面係数

面番号	14	15	17	18
K	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
A4	-2.7283E-03	-2.1122E-03	-2.7233E-03	-5.7286E-03
A6	-1.3714E-04	-9.7241E-05	-2.7323E-04	-4.1494E-04
A8	1.0859E-06	1.5598E-06	1.3839E-04	1.8439E-04
A10	-6.7908E-07	-4.9997E-07	-2.7859E-05	-3.6551E-05

[表13]

実施例5. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	N _{dj} (屈折率)	ν_{dj} (アッベ数)
1	71.869450	1.000	2.00069	25.46
2	32.946799	3.500	1.59240	68.40
3	-68.211814	0.100		
4	20.559494	2.500	1.59240	68.40
5	56.240868	D5		
6	-79.805880	0.600	1.81600	46.57
7	6.302445	2.000		
8	-34.357275	0.600	1.88300	40.80
9	6.186877	2.200	1.84666	23.78
10	-142.743023	D10		
11	5.149811	2.200	1.51823	58.96
12	-8.212405	0.600	2.00069	25.46
13	-27.729317	0.200		
*14	19.570955	1.000	1.50957	56.36
*15	-10.367415	0.800		
16	∞ (開口絞り)	D16		
*17	138.106936	1.600	1.50957	56.36
*18	-5.657980	0.400		
19	-3.311469	0.600	1.88300	40.80
20	5.778462	1.600	1.81293	36.96
21	-9.492001	D21		
22	∞	0.900	1.51680	64.20
23	∞	2.500(Bf)		

*:非球面

[表14]

実施例5. ズームに関するデータ

緒元	広角端	中間位置	望遠端
f	5.689	17.989	56.886
Fno.	3.14	4.56	5.94
2 ω	70.2	25.0	8.04
D5	1.000	10.255	18.519
D10	13.676	6.945	0.800
D16	2.939	3.245	4.941
D21	1.000	5.466	6.011

[表15]

実施例5. 非球面係数

面番号	14	15	17	18
K	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
A4	-3.8405E-03	-2.8694E-03	-2.9115E-03	-5.2690E-03
A6	-1.3958E-04	-7.2667E-05	-5.0751E-04	-7.2145E-04
A8	-7.6842E-06	-4.8401E-06	2.5973E-04	3.0111E-04
A10	-4.9320E-07	-3.8090E-07	-4.5429E-05	-5.2736E-05

[表16]

実施例6. 基本レンズデータ

S _i (面番号)	R _i (曲率半径)	D _i (面間隔)	N _{dj} (屈折率)	ν_{dj} (アッベ数)
1	83.622488	1.000	2.00069	25.46
2	36.494800	3.500	1.59240	68.40
3	-62.182033	0.100		
4	21.281442	2.500	1.59240	68.40
5	58.121861	D5		
6	-85.099880	0.600	1.81600	46.57
7	7.314359	2.002		
8	-27.081750	0.600	1.88300	40.80
9	5.882316	2.200	1.80518	25.46
10	-36.680210	D10		
11	5.909209	2.200	1.51823	58.96
12	-7.654065	0.600	2.00069	25.46
13	-15.150038	0.200		
*14	29.784986	1.000	1.50957	56.36
*15	-15.391312	0.802		
16	∞ (開口絞リ)	D16		
*17	10.456710	1.600	1.50957	56.36
*18	-8.493869	0.400		
19	-3.969446	0.600	1.88300	40.80
20	3.952503	1.600	1.59551	39.22
21	-15.028599	D21		
22	∞	0.900	1.51680	64.20
23	∞	2.500(Bf)		

*:非球面

[表17]

実施例6. ズームに関するデータ

緒元	広角端	中間位置	望遠端
f	5.326	16.842	53.260
Fno.	2.936	4.928	5.958
2 ω	73.8	26.8	8.6
D5	1.000	8.309	17.969
D10	15.885	7.172	0.800
D16	2.786	3.153	4.832
D21	1.000	6.029	6.626

[表18]

実施例6. 非球面係数

面番号	14	15	17	18
K	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
A4	-3.8405E-03	-2.8694E-03	-2.9115E-03	-5.2690E-03
A6	-1.3958E-04	-7.2667E-05	-5.0751E-04	-7.2145E-04
A8	-7.6842E-06	-4.8401E-06	2.5973E-04	3.0111E-04
A10	-4.9320E-07	-3.8090E-07	-4.5429E-05	-5.2736E-05

[0065] また表19に、実施例1～6のズームレンズの条件式(1)～(4)に関する値を示す。なお、この表19の値はd線に関するものである。

[表19]

条件式に関する値						
	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
(1) f_w/f_2	-0.944	-0.919	-0.925	-0.994	-0.977	-0.832
(2) f_w/f_4	-0.638	-0.612	-0.555	-0.568	-0.744	-0.641
(3) f_w/f_3	0.726	0.715	0.699	0.715	0.792	0.690
(4) f_w/f_1	0.174	0.167	0.171	0.176	0.165	0.151

[0066] ここで、実施例1のズームレンズ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7（A）～図6（D）に示し、中間位置における球面収差、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7（E）～図7（H）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7（I）～図7（L）に示す。

[0067] 各収差図はd線（波長587.6nm）を基準としたものであるが、球面収差図ではF線（波長486.1nm）およびC線（656.3nm）に関

する収差も示し、倍率色収差図ではF線および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Fno. はF値を意味し、その他の収差図の ω は半画角を意味する。

[0068] 同様に、実施例2のズームレンズの広角端、中間位置、望遠端における各収差図を図8(A)～図8(L)に示し、以下全く同様にして実施例3～6の各収差図をそれぞれ図9～図12に示す。

[0069] なお図1には、レンズ系と結像面との間に光学部材PPを配置した例を示したが、ローパスフィルタや特定の波長域をカットするような各種フィルタ等を配置する代わりに、各レンズの間にこれらの各種フィルタを配置してもよく、あるいは、いずれかのレンズのレンズ面に、各種フィルタと同様の作用を有するコートを施してもよい。

[0070] 次に、本発明の実施形態にかかる撮像装置について説明する。図13に、本発明の実施形態の撮像装置の一例として、本発明の実施形態のズームレンズ1を用いた撮像装置10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。

[0071] 図13に示す撮像装置10は、ズームレンズ1と、ズームレンズ1の像側に配置されたフィルタ2と、ズームレンズ1によって結像される被写体の像を撮像する撮像素子3と、撮像素子3からの出力信号を演算処理する信号処理部4と、ズームレンズ1の変倍を行うための変倍制御部5と、フォーカス調整を行うためのフォーカス制御部6とを備える。

[0072] ズームレンズ1は、物体側から順に配された、正の屈折力を有する第1レンズ群G1、負の屈折力を有する第2レンズ群G2、正の屈折力を有する第3レンズ群G3、および負の屈折力を有する第4レンズ群G4からなるものである。そしてこのズームレンズ1においては、広角端から望遠端側に変倍する際に、前述した通り第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が次第に広がり、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が次第に狭まり、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が次第に広がるように全て

のレンズ群が光軸Zに沿って移動する。なお、図13では各レンズ群を概略的に示している。

[0073] 撮像素子3は、ズームレンズ1により形成される光学像を撮像して電気信号を出力するものであり、その撮像面はズームレンズ1の像面に一致するように配置される。撮像素子3としては例えばCCDやCMOS等を用いることができる。

[0074] この撮像装置10は、本発明によるズームレンズ1を備えたものであるから、レンズ部分を小型化できるとともに、広画角かつ高い変倍比で撮像可能なものとなる。

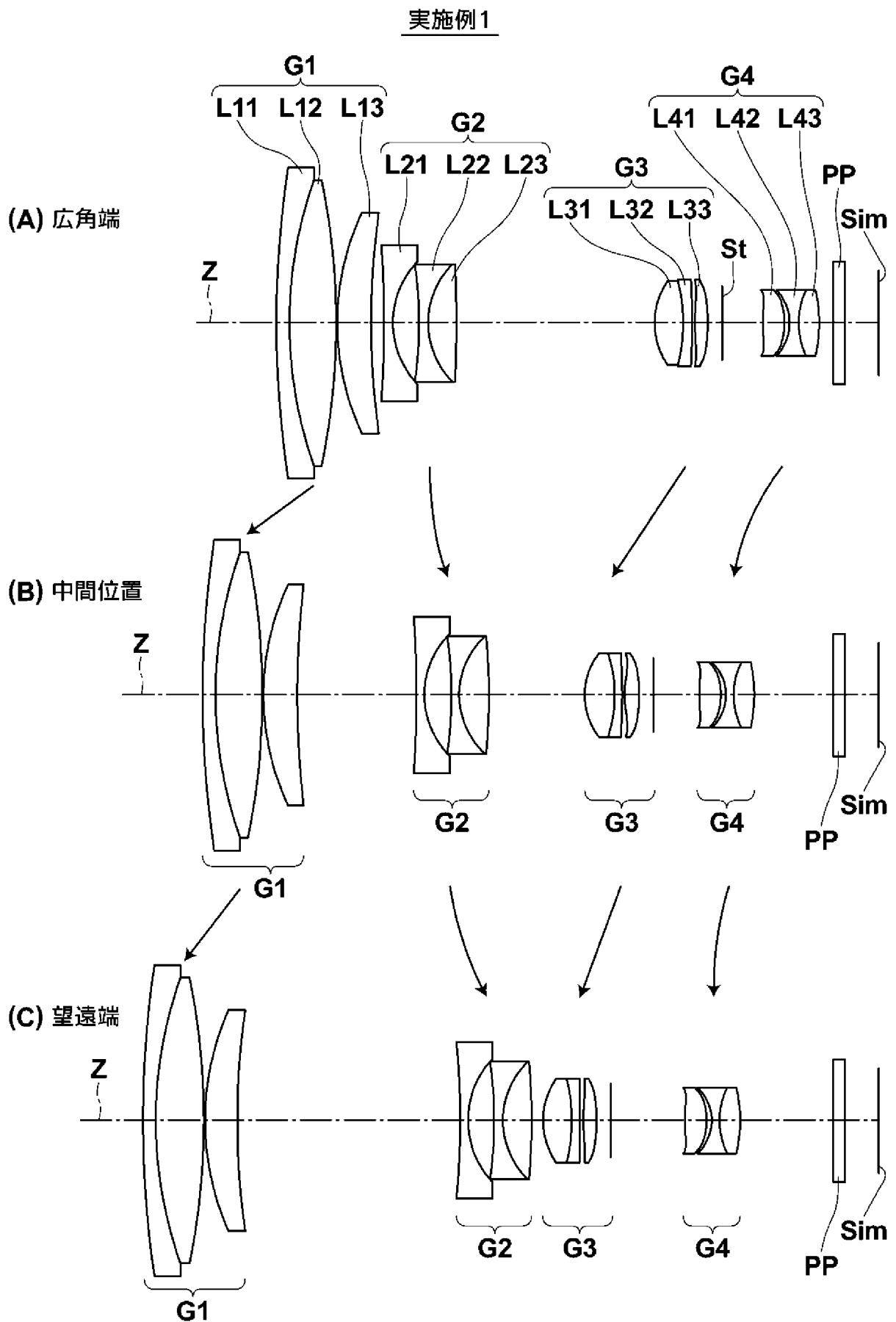
[0075] なお、図13では図示していないが、撮像装置10は、例えば第3レンズ群G3の一部を構成する正の屈折力を有するレンズもしくは第3レンズ群G3全体を光軸Zに垂直な方向に移動させて、振動や手振れ時の撮影画像のぶれを補正するぶれ補正機構をさらに備えるようにしてもよい。また移動させるレンズ群は第3レンズ群に限らず、他の群全体、もしくはその一部を光軸Zに垂直な方向に移動させて、振動や手振れ時の撮影画像のぶれを補正してもよい。またレンズではなく撮像素子3を移動させてもよい。

[0076] 以上、実施形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施形態および実施例に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔、屈折率、アッペ数、非球面係数等の値は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得るものである。

請求の範囲

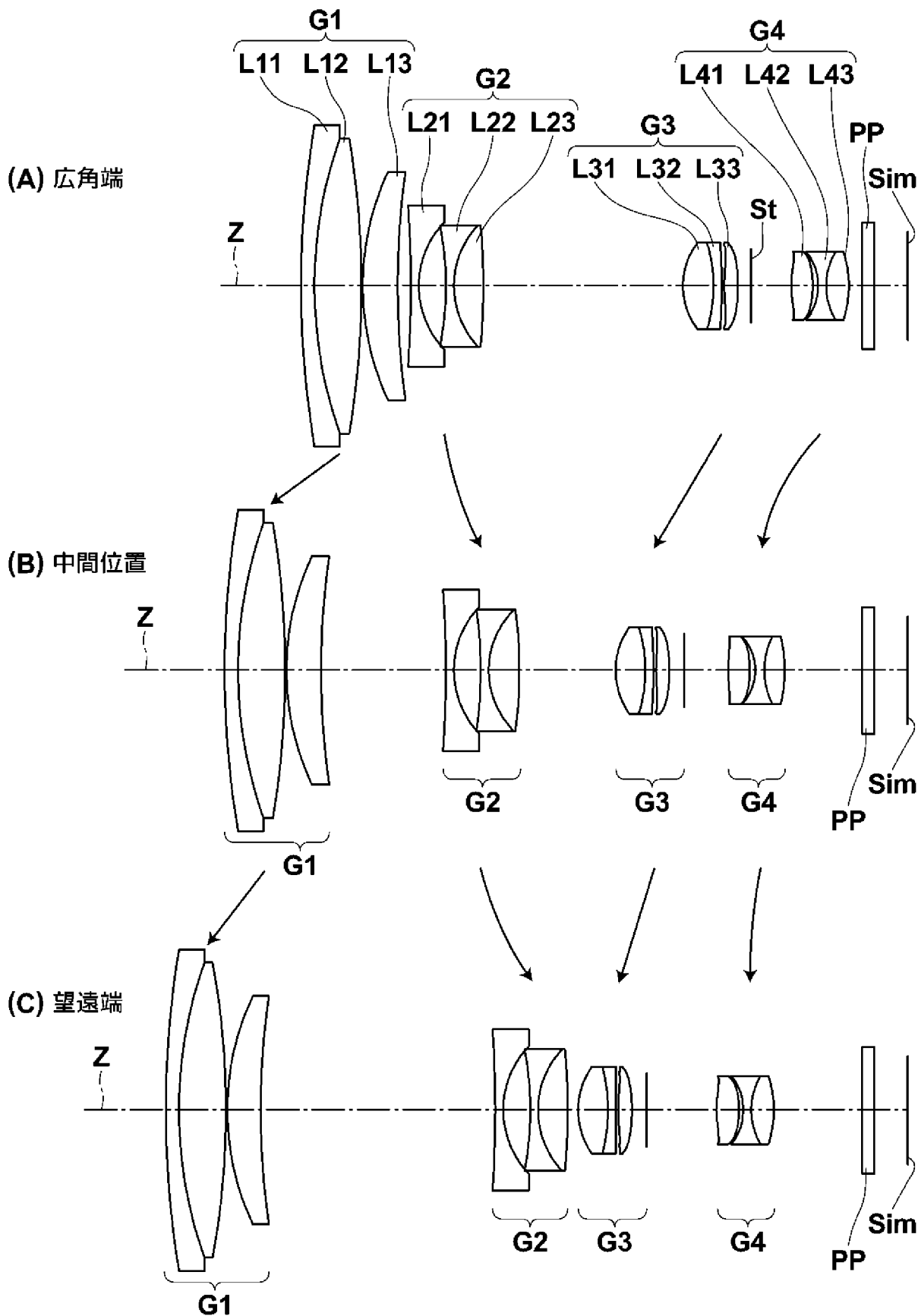
- [請求項1] 実質的に、物体側から順に配された、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、および負の屈折力を有する第4レンズ群からなり、
- 広角端から望遠端側に変倍する際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が次第に広がり、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が次第に狭まり、第3レンズ群と第4レンズ群との間隔が次第に広がるように全てのレンズ群が光軸に沿って移動し、
- 広角端における全系の焦点距離を f_w 、第2レンズ群の焦点距離を f_2 、第4レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。
- 2. $0 < f_w / f_2 < -0.8 \dots (1)$
- 1. $0 < f_w / f_4 < -0.2 \dots (2)$
- [請求項2] 以下の条件式の少なくとも1つを満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。
- 1. $0.5 < f_w / f_2 < -0.85 \dots (1)'$
- 0. $0.8 < f_w / f_4 < -0.5 \dots (2)'$
- [請求項3] 前記第4レンズ群が実質的に、物体側から順に配された、正の屈折力を有する第4-1レンズ、負の屈折力を有する第4-2レンズ、および正の屈折力を有する第4-3レンズからなることを特徴とする請求項1または2に記載のズームレンズ。
- [請求項4] 前記第4-2レンズと前記第4-3レンズとが互いに接合されていることを特徴とする請求項3に記載のズームレンズ。
- [請求項5] 前記第4-2レンズの屈折率が、前記第4-1レンズ、前記第4-3レンズの各屈折率よりも大であることを特徴とする請求項3または4に記載のズームレンズ。
- [請求項6] 請求項1から5のいずれか1項に記載のズームレンズを備えたことを特徴とする撮像装置。

[図1]

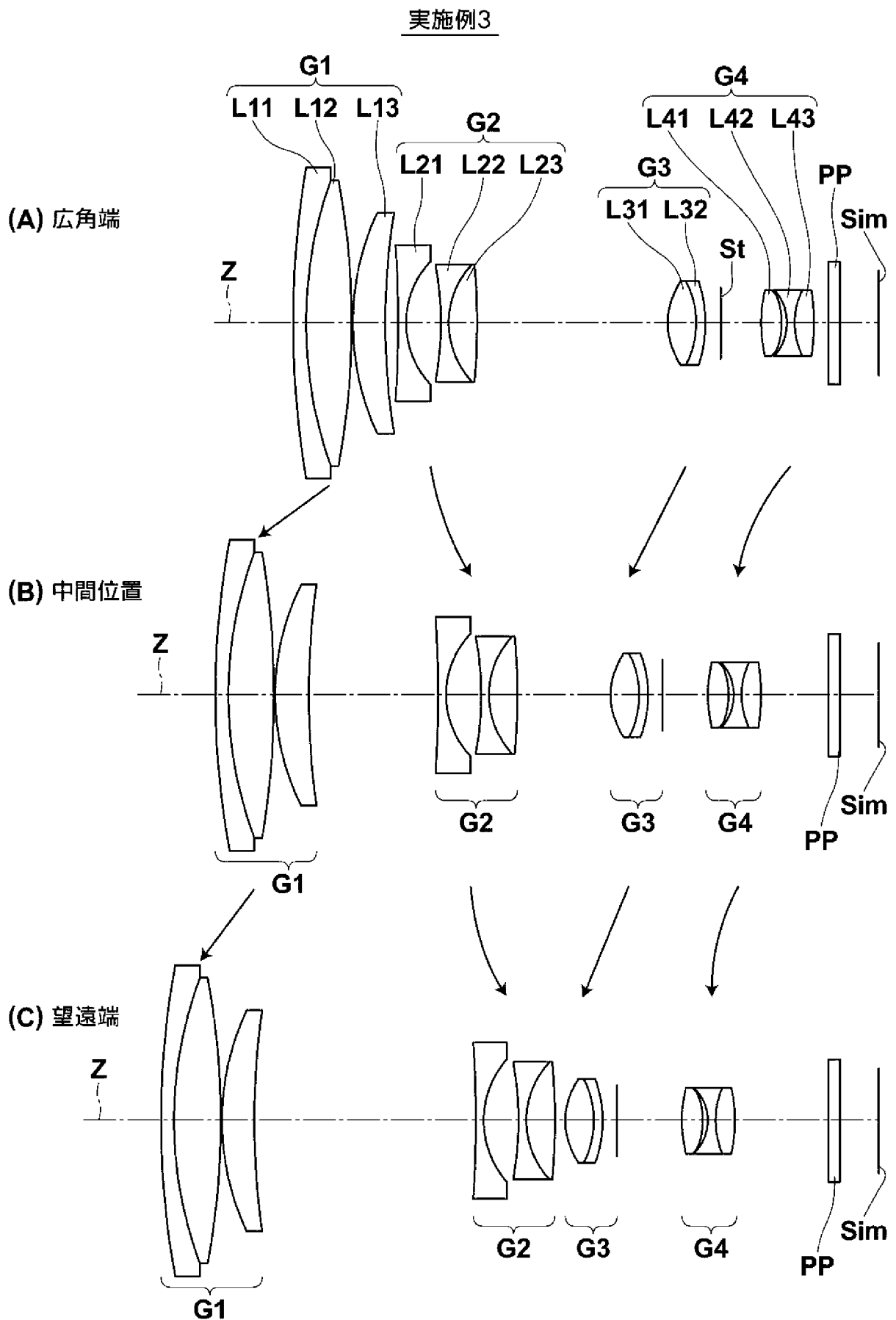


[図2]

実施例2

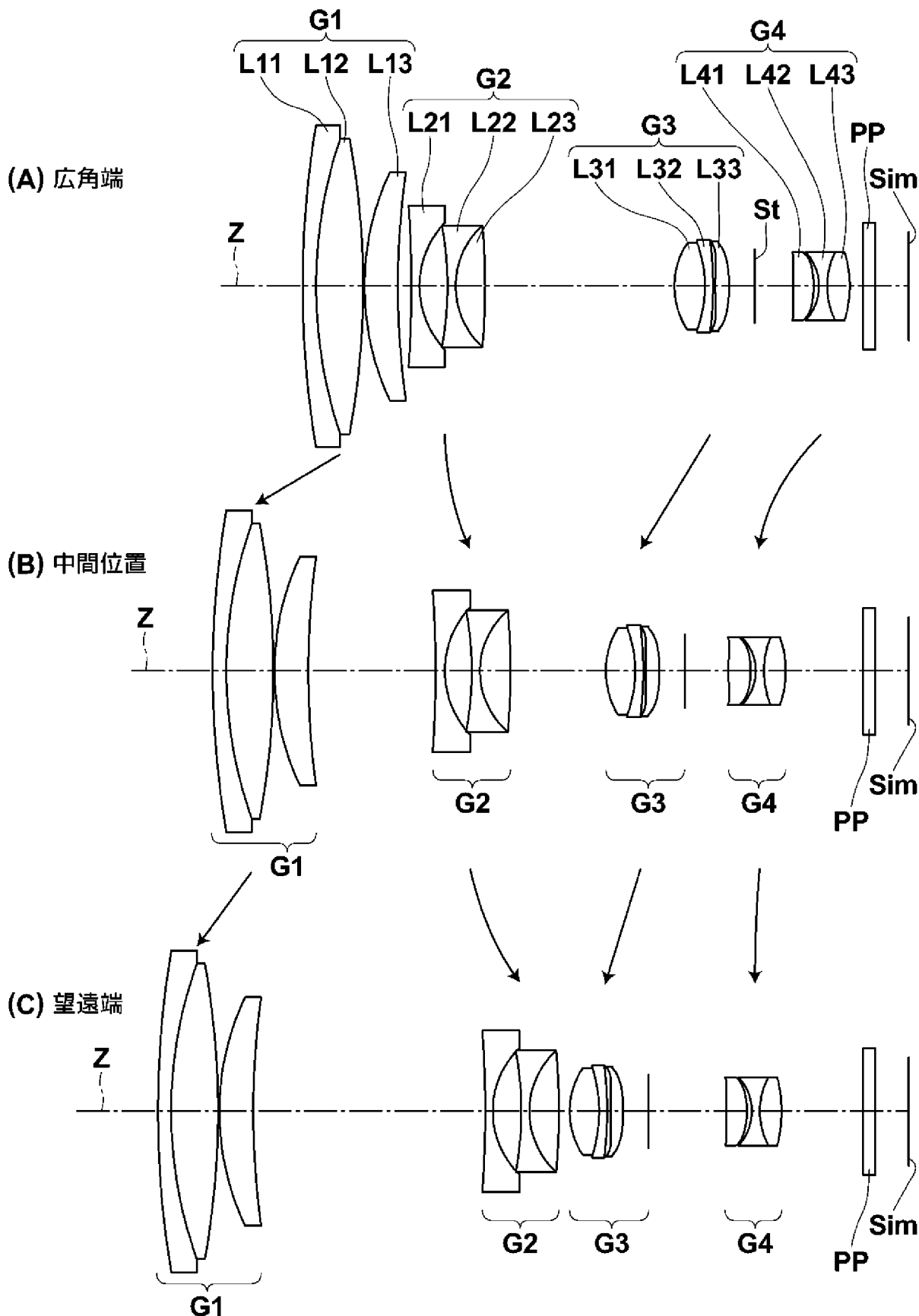


[図3]

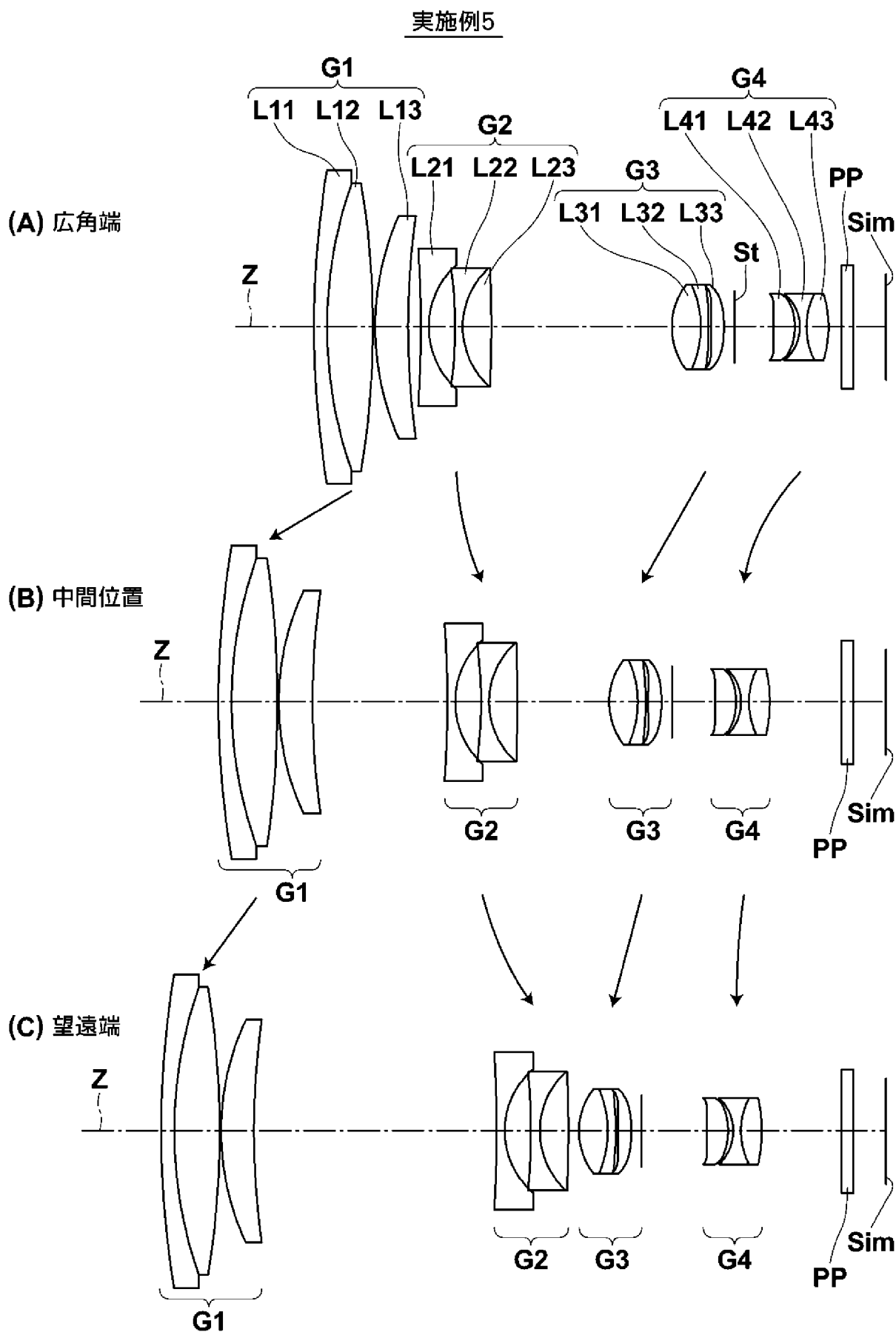


[図4]

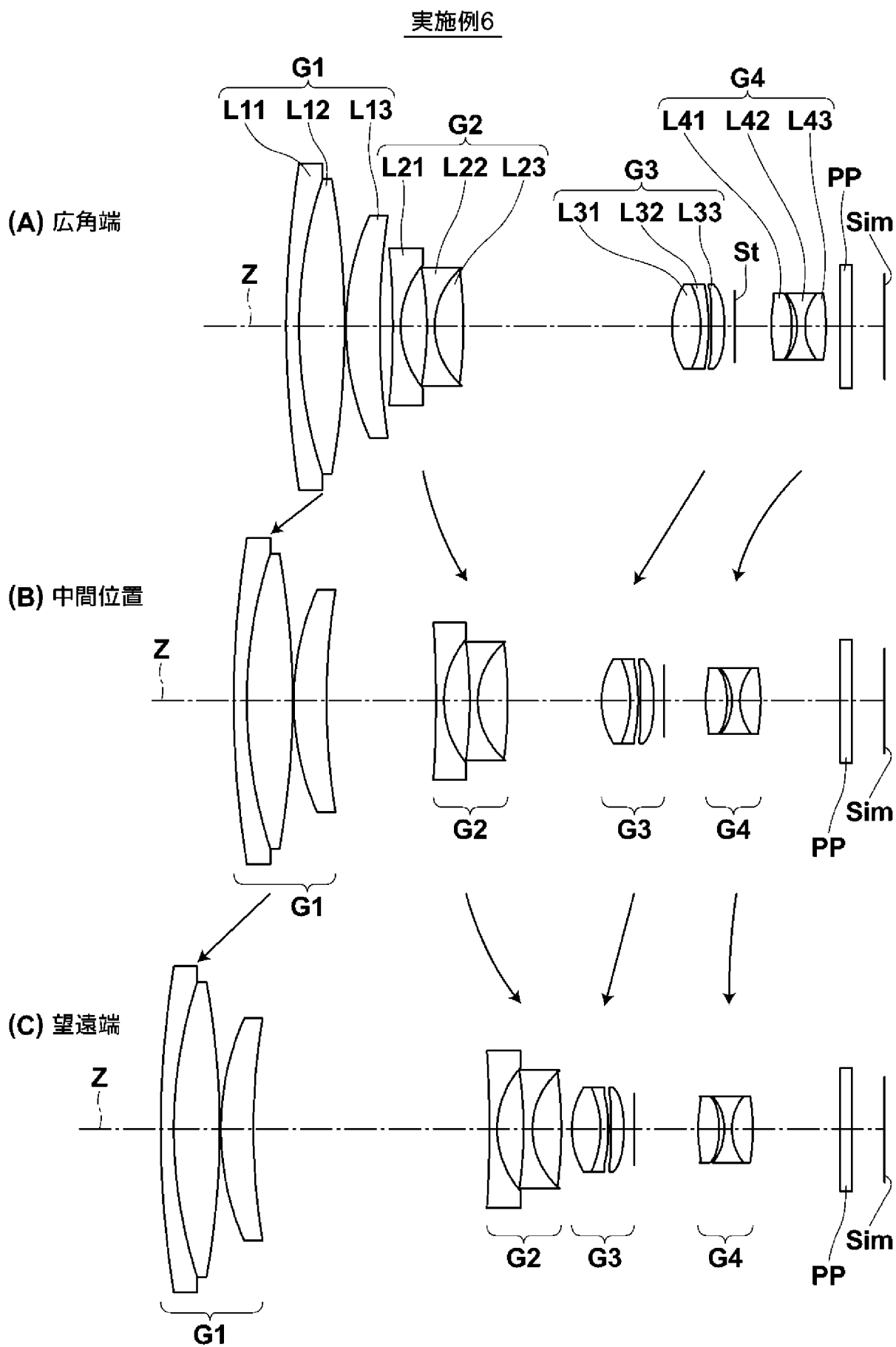
実施例4



[图5]

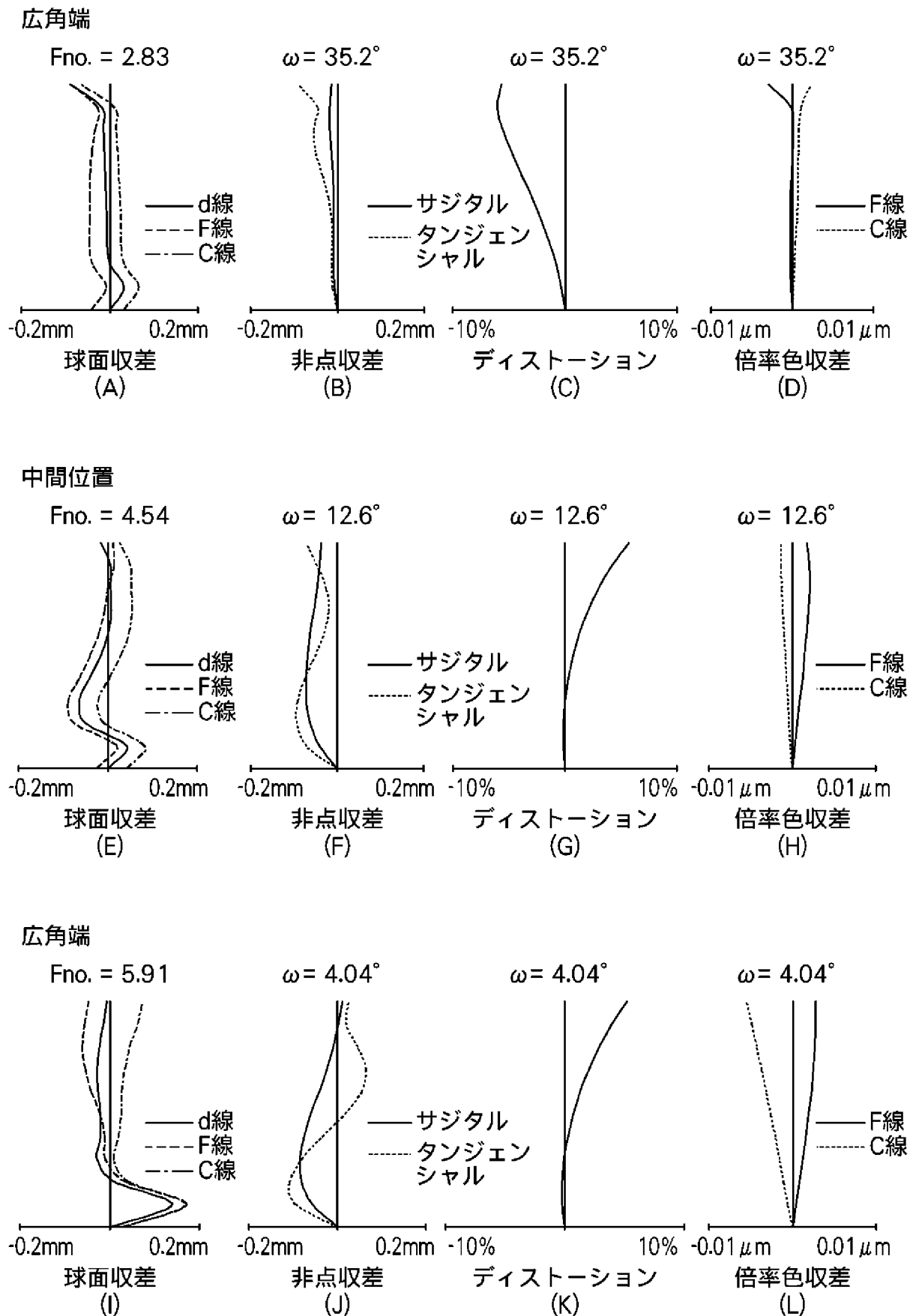


[図6]



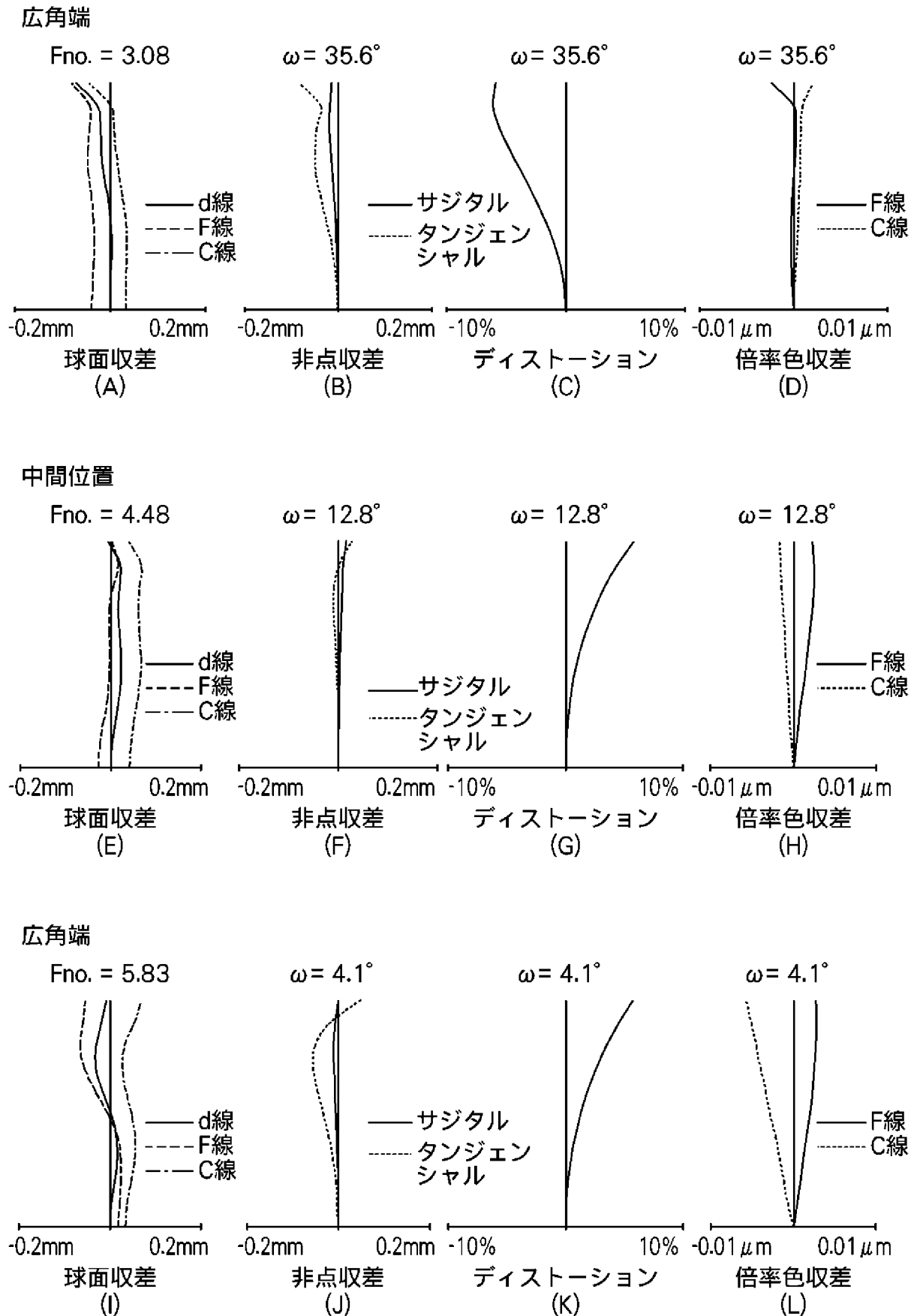
[図7]

実施例1



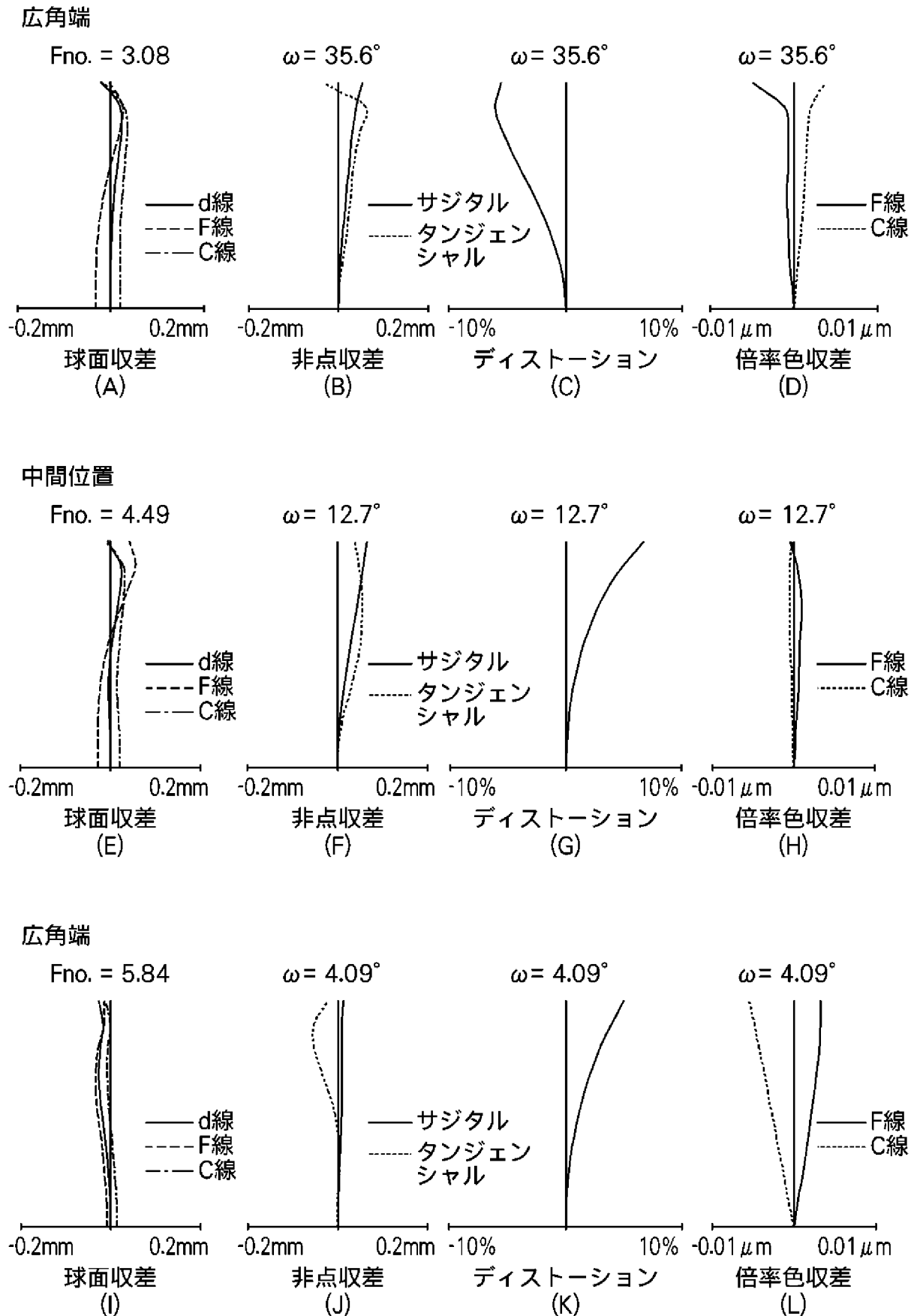
[図8]

実施例2



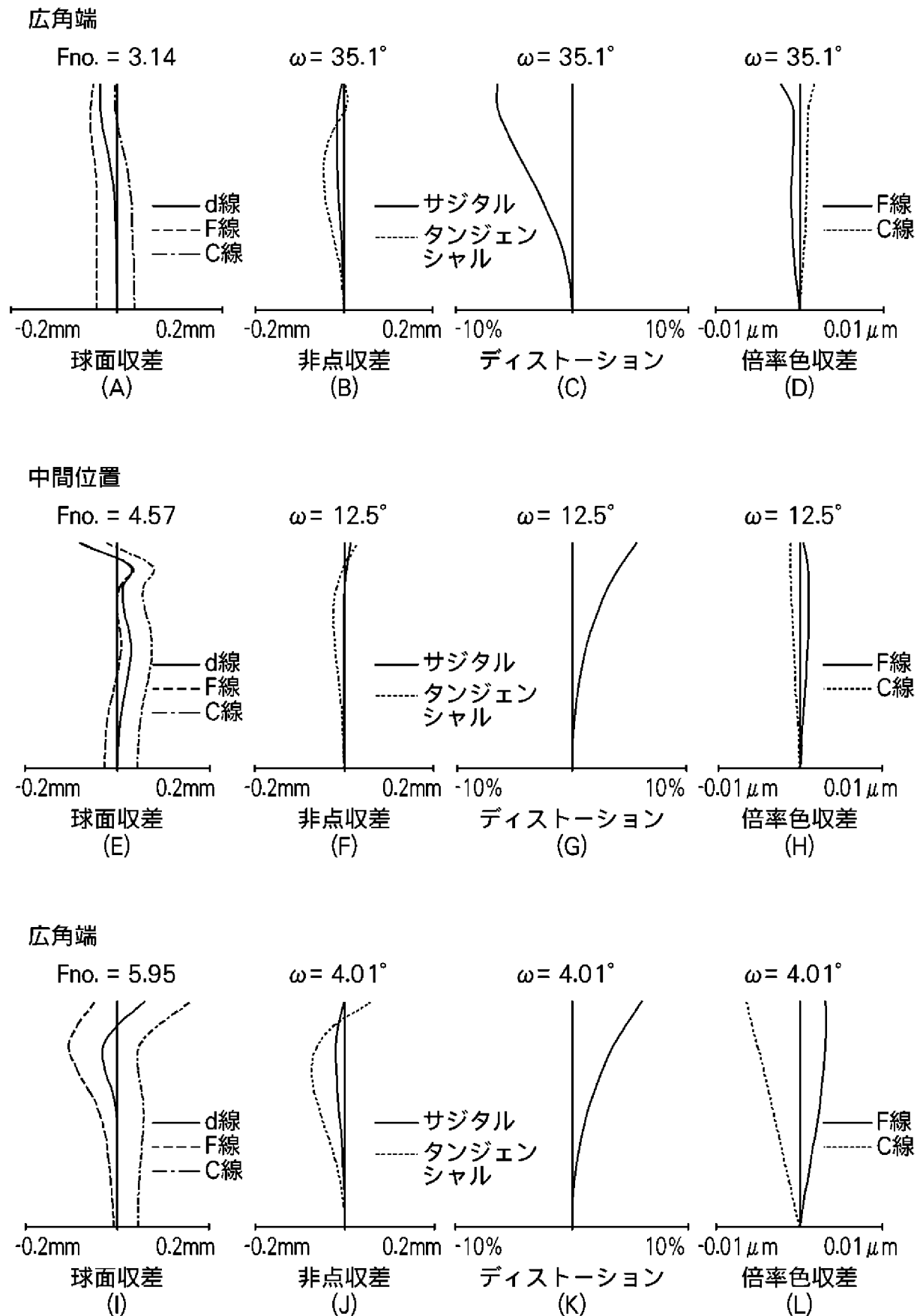
[図9]

実施例3



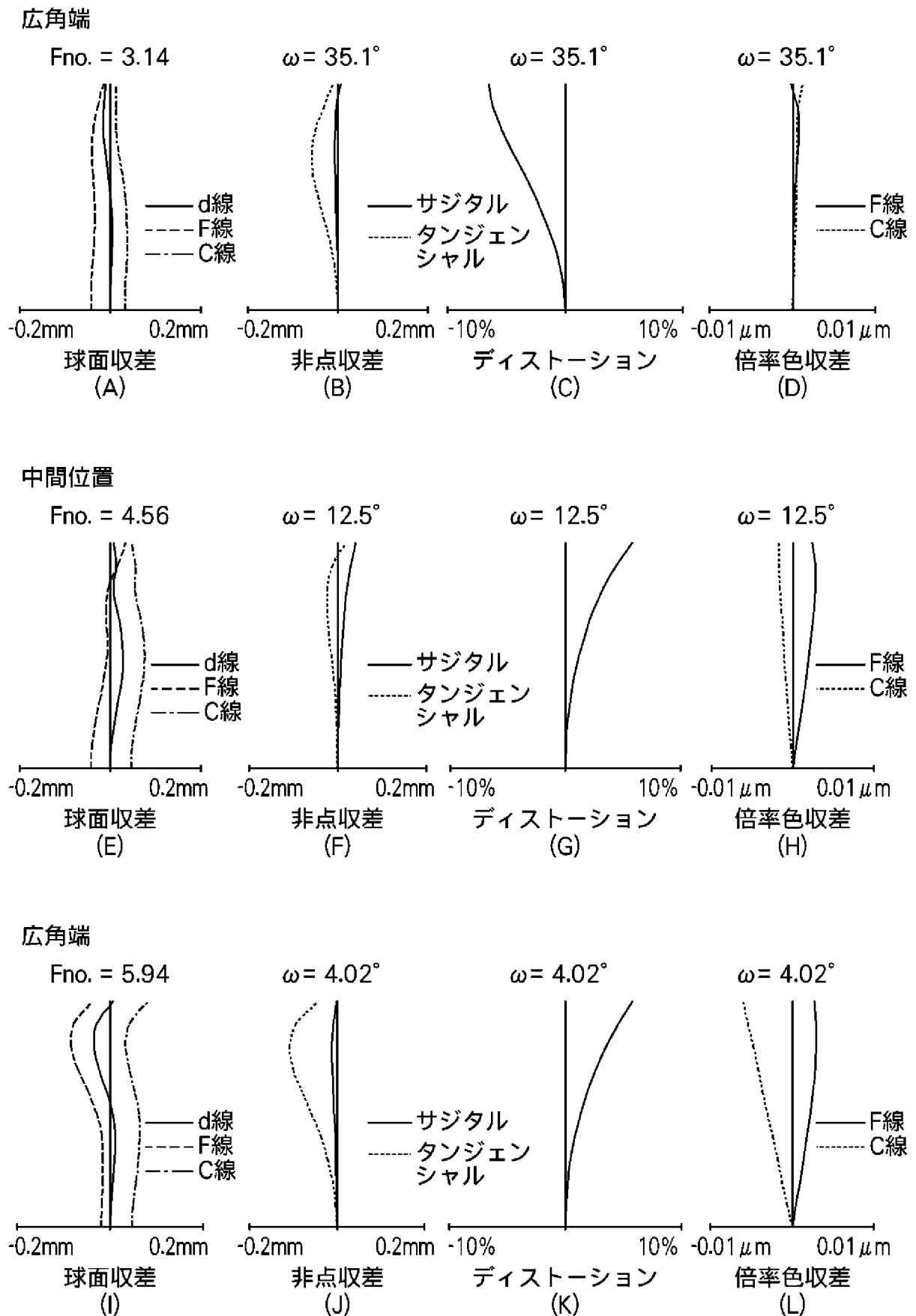
[図10]

実施例4



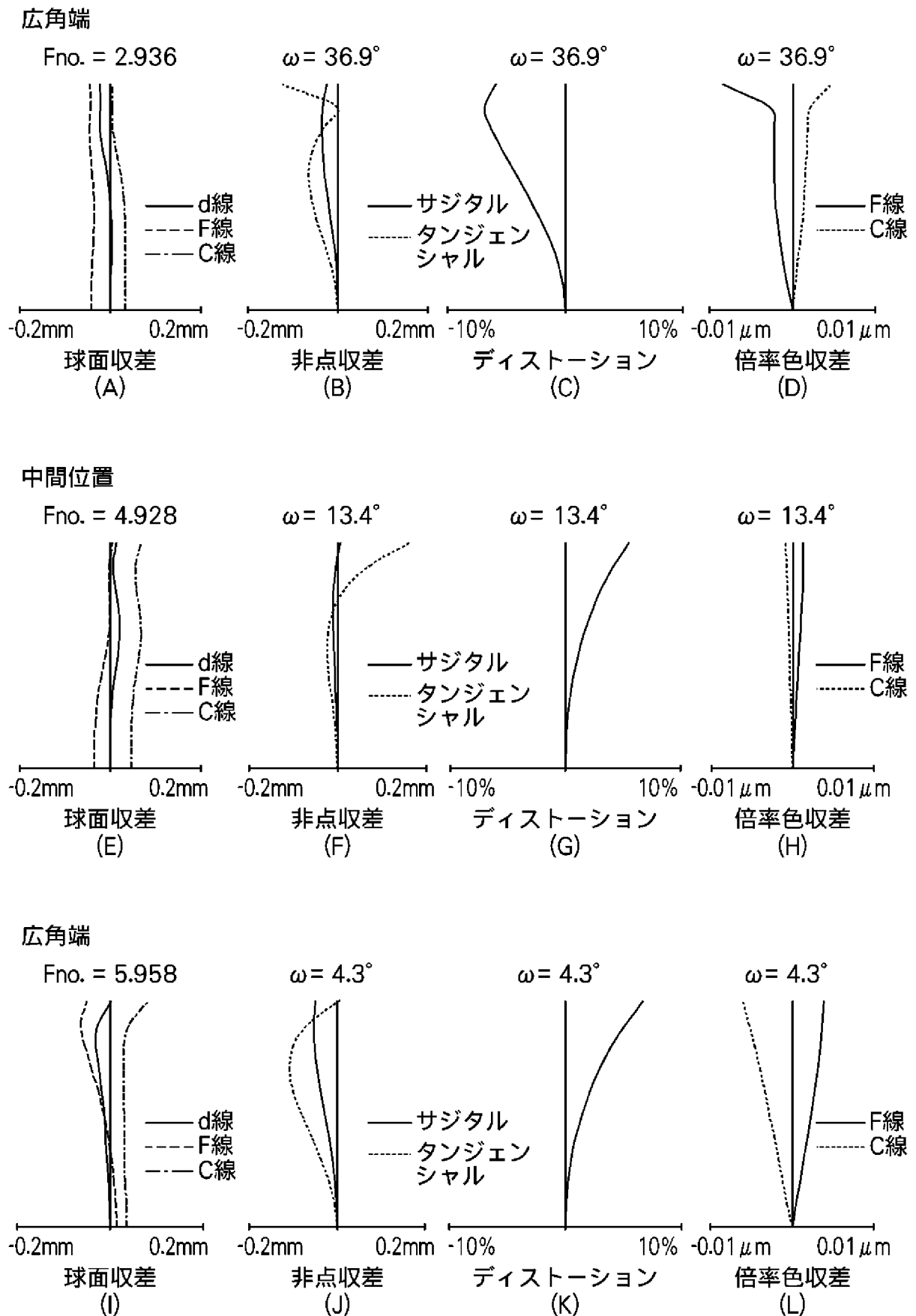
[図11]

実施例5

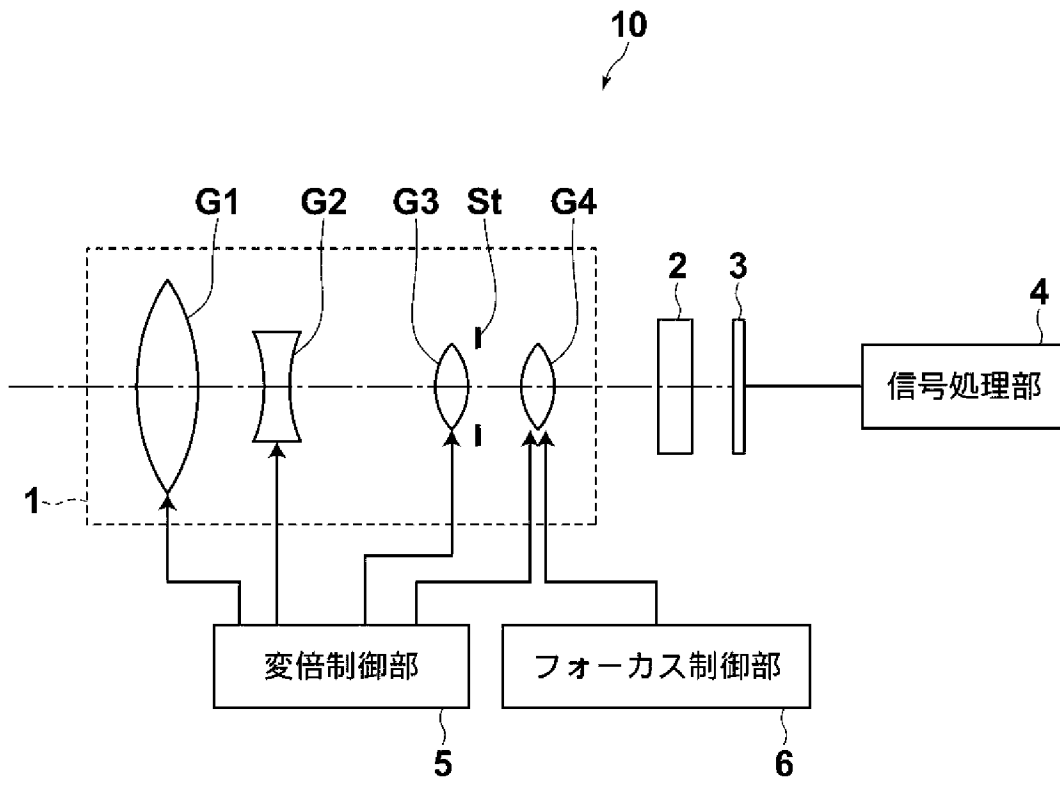


[図12]

実施例6



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/003971

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B15/20(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i, G03B5/00(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, G03B5/00

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 60-178421 A (Canon Inc.), 12 September 1985 (12.09.1985), numerical examples 1 to 3 & US 4666257 A	1, 3-6 2
X A	JP 3-083005 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 09 April 1991 (09.04.1991), example 3 & US 5105311 A	1, 6 2-5
X A	JP 1-178912 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 17 July 1989 (17.07.1989), examples 4, 5 & US 4917482 A & GB 8830329 D0 & DE 3844239 A	1, 6 2-5

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
22 August, 2012 (22.08.12)

Date of mailing of the international search report
04 September, 2012 (04.09.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/003971

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 2005-284097 A (Nikon Corp.), 13 October 2005 (13.10.2005), 1st to 4th examples & US 2005/0219708 A1 & CN 1700049 A	1-6
A	JP 7-005361 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 10 January 1995 (10.01.1995), example 1 & US 5572277 A	1-6
A	JP 4-296809 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 21 October 1992 (21.10.1992), example 3 (Family: none)	1-6
A	JP 11-109241 A (Minolta Co., Ltd.), 23 April 1999 (23.04.1999), examples 2, 4 & US 6191895 B1	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G02B15/20(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i, G03B5/00(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 (IPC))
 Int.Cl. G02B15/20, G02B13/18, G03B5/00

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 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2012年
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年
 日本国登録実用新案公報 1994-2012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 60-178421 A (キヤノン株式会社) 1985.09.12, 数値実施例 1 - 3 & US 4666257 A	1, 3-6 2
X A	JP 3-083005 A (ミノルタカメラ株式会社) 1991.04.09, 実施例 3 & US 5105311 A	1, 6 2-5
X A	JP 1-178912 A (旭光学工業株式会社) 1989.07.17, 実施例 4, 5 & US 4917482 A & GB 8830329 D0 & DE 3844239 A	1, 6 2-5

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。

<p>* 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</p>	<p>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</p>
---	---

国際調査を完了した日 22.08.2012	国際調査報告の発送日 04.09.2012
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 殿岡 雅仁 電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-284097 A (株式会社ニコン) 2005. 10. 13, 第 1 - 4 実施例 & US 2005/0219708 A1 & CN 1700049 A	1-6
A	JP 7-005361 A (オリンパス光学工業株式会社) 1995. 01. 10, 実施例 1 & US 5572277 A	1-6
A	JP 4-296809 A (オリンパス光学工業株式会社) 1992. 10. 21, 実施例 3 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 11-109241 A (ミノルタ株式会社) 1999. 04. 23, 実施例 2, 4 & US 6191895 B1	1-6