

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年2月27日(27.02.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/030288 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/004237
- (22) 国際出願日: 2013年7月9日(09.07.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-182361 2012年8月21日(21.08.2012) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目26番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 神田 秀雄(KANDA, Hideo); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 馬場 智之(BABA, Tomoyuki); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 鈴木 隆(SUZUKI, Takashi); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 長 倫生(CHO, Michio); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 柳田 征史, 外(YANAGIDA, Masashi et al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-3 新横浜KSビル 7階 柳田国際特許事務所 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PICKUP LENS AND IMAGE PICKUP DEVICE

(54) 発明の名称: 撮像レンズおよび撮像装置

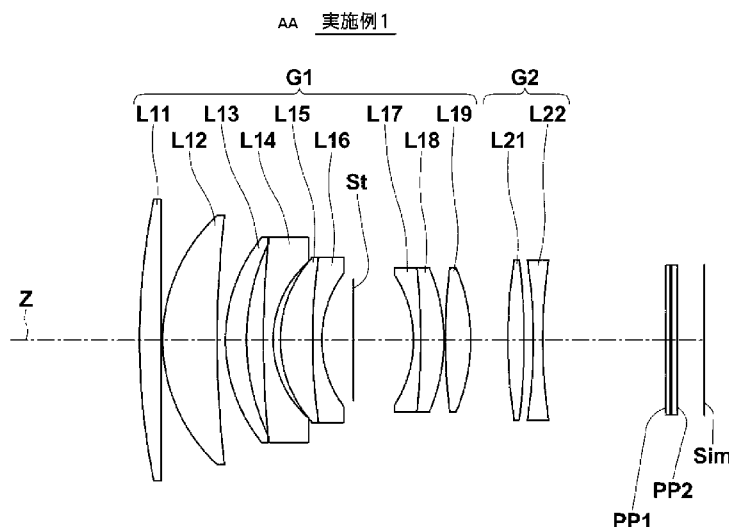


FIG. 1:
AA Example 1

(57) Abstract: [Problem] To provide an image pickup lens that is a bright lens and is capable of correcting various aberrations excellently. [Solution] Provided is an image pickup lens that includes, in the order from an object side, a front group (G1) having a positive refractive power as a whole, and a back group (G2). The front group (G1) includes, in the order from the object side three positive lenses (L11), (L12), and (L13); a negative lens (L14) having a concave surface facing an image side; a positive lens (L15) having a convex surface facing the object side; a negative lens (L16) having a concave surface facing the image side; an aperture stop (St); a negative lens (L17) having a concave surface facing the object side; and a plurality of positive lenses (L18) and (L19). The back group (G2) includes, in the order from the object side, a positive lens (L21) and a negative lens (L22).

(57) 要約: 【課題】 撮像レンズにおいて、明るいレンズとしながら、諸収差を良好に補正する。【解決手段】 物体側から順に、全体として正の屈折力を有する前群 (G1) と、後群 (G2) とからなり、前群 (G1) は、物体側から順に、3枚の正レンズ (L11), (L12), (L13) と、像側に凹面を向けた負レンズ (L14) と、物体側に凸面を向けた正レンズ (L15) と、像側に凹面を向けた負レンズ (L16) と、開口絞り (St) と、物体側に凹面を向けた負レンズ (L17) と、複数の正レンズ (L18), (L19) とからなり、後群 (G2) は、物体側から順に、正レンズ (L21) と、負レンズ (L22) とからなるものとする。

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：撮像レンズおよび撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、撮像レンズおよび撮像装置に関し、より詳しくは、デジタルカメラ、放送用カメラ、監視用カメラ、映画撮影用カメラ等の電子カメラに用いられる撮像レンズおよび該撮像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] CCD (Charge Coupled Device) やCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の撮像素子を記録媒体とするビデオカメラや電子スチルカメラ等の撮像装置に用いられる撮像レンズとしては、例えば特許文献1～4に記載されたものが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平08-201692号公報
特許文献2：特開2008-020657号公報
特許文献3：特開2010-175628号公報
特許文献4：特開2009-058651号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] 近年ではカメラの高精細化にともない、諸収差が良好に補正された撮像レンズが求められている。また、FNo.の小さい、いわゆる明るい撮像レンズの要望が高まっている。

[0005] しかしながら、特許文献1に記載されている撮像レンズは、FNo.が大きく、これらの要求を満たすものではなかった。

[0006] また、特許文献2～4に記載されている撮像レンズは、FNo.は小さいものの、非点収差、像面湾曲の補正が不十分であり、高性能とは言えなかつ

た。

[0007] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、F No. が小さく、諸収差が良好に補正された撮像レンズおよび該レンズを備えた撮像装置を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の撮像レンズは、物体側から順に、全体として正の屈折力を有する前群と、後群とからなり、前群は、物体側から順に、2枚もしくは3枚の正レンズと、像側に凹面を向けた負レンズと、物体側に凸面を向けた正レンズと、像側に凹面を向けた負レンズと、絞りと、物体側に凹面を向けた負レンズと、複数の正レンズとからなり、後群は、物体側から順に、正レンズと、負レンズとからなることを特徴とする。

[0009] 本発明の撮像レンズにおいては、少なくとも前群を光軸方向に移動することによりフォーカシングを行うことが好ましい。

[0010] また、前群内の最も物体側の2枚もしくは3枚の正レンズは、いずれも物体側に凸面を向けていることが好ましい。

[0011] また、前群内の絞りより像側にある複数の正レンズの枚数は2枚であることが好ましい。

[0012] また、後群は、正の屈折力を有することが好ましい。

[0013] また、前群内の絞りより像側にある複数の正レンズの枚数は2枚であり、この2枚の正レンズはいずれも像側に凸面を向けていることが好ましい。

[0014] また、前群内の物体側から数えて最初の負レンズは、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0015] \quad -4 < f / f_{1n} < -1 \quad \cdots (1)$$

ただし、 f ：全系の焦点距離、 f_{1n} ：前群内の物体側から数えて最初の負レンズの焦点距離とする。

[0016] また、前群内の物体側から数えて最初の負レンズとこの負レンズの直後の正レンズとの間の空気レンズは、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0017] \quad -0.4 < (R_{nr} - R_{pf}) / (R_{nr} + R_{pf}) < 0.2 \quad \cdots (2)$$

)

ただし、 R_{nr} ：前群内の物体側から数えて最初の負レンズの像側の面の曲率半径、 R_{pf} ：前群内の物体側から数えて最初の負レンズの直後の正レンズの物体側の面の曲率半径とする。

[0018] また、前群は、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0019] \quad 0.6 < f / f_1 < 1.0 \quad \dots (3)$$

ただし、 f ：全系の焦点距離、 f_1 ：前群の焦点距離とする。

[0020] また、後群は、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0021] \quad 0.1 < f / f_2 < 0.5 \quad \dots (4)$$

ただし、 f ：全系の焦点距離、 f_2 ：後群の焦点距離とする。

[0022] また、後群内の正レンズは、像側に凸面を向けていることが好ましい。

[0023] また、前群内の物体側から数えて最初の負レンズは、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0024] \quad -3 < f / f_{1n} < -1.5 \quad \dots (1)'$$

ただし、 f ：全系の焦点距離、 f_{1n} ：前群内の物体側から数えて最初の負レンズの焦点距離とする。

[0025] また、前群内の物体側から数えて最初の負レンズと該負レンズの直後の正レンズとの間の空気レンズは、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0026] \quad -0.25 < (R_{nr} - R_{pf}) / (R_{nr} + R_{pf}) < 0.1 \quad \dots (2)'$$

ただし、 R_{nr} ：前群内の物体側から数えて最初の負レンズの像側の面の曲率半径、 R_{pf} ：前群内の物体側から数えて最初の負レンズの直後の正レンズの物体側の面の曲率半径とする。

[0027] また、前群は、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0028] \quad 0.7 < f / f_1 < 0.95 \quad \dots (3)'$$

ただし、 f ：全系の焦点距離、 f_1 ：前群の焦点距離とする。

[0029] また、後群は、下記条件式を満足することが好ましい。

$$[0030] \quad 0.15 < f / f_2 < 0.4 \quad \dots (4)'$$

ただし、 f ：全系の焦点距離、 f_2 ：後群の焦点距離とする。

[0031] また、前群内の絞りより物体側にあるすべての負レンズのアップ数が3.5以上であることが好ましい。

[0032] この場合、前群内の絞りより物体側にあるすべての負レンズの部分分散比が0.6以下であることが好ましい。

[0033] ここで、部分分散比 $\theta_g F$ は下記式で表される。

[0034] $\theta_g F = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$

ただし、 N_g ： g 線に対する屈折率、 N_F ： F 線に対する屈折率、 N_C ： C 線に対する屈折率とする。

[0035] また、前群内の最も物体側のレンズのアップ数が3.5以下であることが好ましい。

[0036] この場合、前群内の最も物体側のレンズの部分分散比が0.58以上であることが好ましい。なお、部分分散比については上述の通りである。

[0037] また、物体側から数えて前群内の絞りの直後には、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負レンズと像側に凸面を向けた正レンズとからなる接合レンズを有し、この接合レンズを構成するいずれのレンズもアップ数が2.5以下であることが好ましい。

[0038] 本発明の撮像装置は、上記記載の本発明の撮像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

[0039] 本発明の撮像レンズは、物体側から順に、全体として正の屈折力を有する前群と、後群とからなり、前群は、物体側から順に、2枚もしくは3枚の正レンズと、像側に凹面を向けた負レンズと、物体側に凸面を向けた正レンズと、像側に凹面を向けた負レンズと、絞りと、物体側に凹面を向けた負レンズと、複数の正レンズとからなり、後群は、物体側から順に、正レンズと、負レンズとからなるものとしたので、 $F\#$ が小さい撮像レンズとしながら、諸収差を良好に補正することが可能となる。

[0040] また、本発明の撮像装置は、本発明の撮像レンズを備えているため、明る

く高画質の映像を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0041] [図1]本発明の一実施形態にかかる撮像レンズ（実施例1と共通）のレンズ構成を示す断面図

[図2]上記撮像レンズの光路を示す図

[図3]本発明の実施例2の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

[図4]本発明の実施例3の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

[図5]本発明の実施例4の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

[図6]本発明の実施例5の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

[図7]本発明の実施例1の撮像レンズの各収差図（A～E）

[図8]本発明の実施例2の撮像レンズの各収差図（A～E）

[図9]本発明の実施例3の撮像レンズの各収差図（A～E）

[図10]本発明の実施例4の撮像レンズの各収差図（A～E）

[図11]本発明の実施例5の撮像レンズの各収差図（A～E）

[図12]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

[0042] 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は本発明の一実施形態にかかる撮像レンズ（実施例1と共通）のレンズ構成を示す断面図、図2は上記撮像レンズの光路を示す図である。図1および図2に示す構成例は、後述の実施例1の撮像レンズの構成と共通である。図1および図2においては、左側が物体側、右側が像側である。また、図2においては、無限遠の距離にある物点からの軸上光束L Fも併せて示してある。

[0043] この撮像レンズは、光軸Zに沿って、物体側から順に、全体として正の屈折力を有する前群G1と、後群G2とからなり、前群G1は、物体側から順に、3枚の正レンズL11、L12、L13と、像側に凹面を向けた負レンズL14と、物体側に凸面を向けた正レンズL15と、像側に凹面を向けた負レンズL16と、開口絞りStと、物体側に凹面を向けた負レンズL17と、正レンズL18、L19とからなり、後群G2は、物体側から順に、正レ

ンズ L_{21} と、負レンズ L_{22} とからなる。なお、図1および図2に示す開口絞り S_t 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。

[0044] この撮像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 S_{im} の間にカバーガラス、プリズム、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を配置することが好ましいため、図1および図2では、これらを想定した平行平板状の光学部材 PP_1 、 PP_2 を後群 G_2 と像面 S_{im} との間に配置した例を示している。

[0045] $FNo.$ の小さい撮像レンズとして、特許文献4にあげたようなガウスタイプのレンズが広く知られている。しかしながら、近年のカメラの高精細化に対応するためにはさらに球面収差、像面湾曲、非点収差、軸上の色収差、倍率の色収差等を良好に補正する必要がある。これらの収差を良好に補正するためには負レンズの配置に留意する必要がある。ガウス型では負レンズは、絞りの前後に絞りに近接して1枚ずつのみを配置するが、この構成では、それ以前、それ以後に配された正レンズで発生した諸収差の補正を2枚の負レンズのみで負担することになるため、十分に収差を補正できなかったり、逆に無理に補正しようとする高次の球面収差、二次色収差が発生したりする恐れがある。

[0046] 本発明の撮像レンズでは、開口絞り S_t の前方にさらに1枚の負レンズを配することにより、諸収差を良好に補正している。具体的には開口絞り S_t から数えて物体側に3枚目に負レンズ L_{14} を加えている。開口絞り S_t の直前に収差補正用の負レンズを加えた場合に較べて、軸上マージナル光線の高さが高いため、球面収差、軸上色収差、倍率色収差の補正効果が高くなる。

[0047] また、前群 G_1 の最も物体側の正の屈折力を2枚もしくは3枚の正レンズ（本実施形態では3枚の正レンズ L_{11} 、 L_{12} 、 L_{13} ）で分担することで、球面収差の発生を抑え、小さい $FNo.$ に有利である。また、個々のレ

レンズの屈折力が小さくとも、これら2枚もしくは3枚のレンズの合成屈折力を大きくできるため、全長の短縮化にも有利である。

[0048] 続いて像側に凹面を向けた負レンズL 1 4を配することで、球面収差、軸上色収差、倍率色収差の補正に有利である。

[0049] 続いて物体側に凸面を向けた正レンズL 1 5、像側に凹面を向けた負レンズL 1 6、開口絞りS tを挟んで、物体側に凹面を向けた負レンズL 1 7、正レンズL 1 8を配することで、この4枚のレンズが開口絞りS tに対して対称に近い構成となるため、コマ収差、倍率の色収差の補正に有利である。また、開口絞りS tに隣接する両側の面が、開口絞りS tに凹面を向けていることにより、像面湾曲、非点収差の補正に有利である。

[0050] 続いて正レンズL 1 9を配することにより、直前の正レンズL 1 8の正の屈折力を分担できるため、球面収差の補正に有利である。

[0051] 本発明の撮像レンズにおいては、少なくとも前群G 1を光軸方向に移動することによりフォーカシングを行うと良い。これにより、フォーカシングに伴う像面湾曲の変動を押さえることができる。なお、前群G 1のみでフォーカシングしても良いが、前群G 1とは別の速度で後群G 2を移動するように構成しても差し支えない。

[0052] また、前群G 1内の最も物体側の2枚もしくは3枚の正レンズは、いずれも物体側に凸面を向けていることが好ましい。これにより球面収差、非点収差の補正に有利である。

[0053] また、前群G 1内の開口絞りS tより像側にある複数の正レンズの枚数は2枚であることが好ましい。1枚では球面収差の補正が難しいが、必要以上に枚数を増加することはコストの増加を招くため、2枚とすることがコスト上好ましい。

[0054] また、後群G 2は正の屈折力を有することが好ましい。これにより、フォーカシングに伴う像面湾曲の変動を押さえるのに有利である。

[0055] また、前群G 1内の開口絞りS tより像側にある複数の正レンズの枚数は2枚であり、この2枚の正レンズL 1 8、L 1 9はいずれも像側に凸面を向

けていることが好ましい。これにより非点収差の補正に有利である。

[0056] また、前群G 1内の物体側から数えて最初の負レンズL 1 4は、下記条件式(1)を満足することが好ましい。この条件式(1)の下限を下回ると、このレンズで補正過剰の高次の球面収差が発生する。逆に条件式(1)の上限を上回ると、球面収差、軸上色収差、倍率色収差の補正に不利である。なお、下記条件式(1)'を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

$$[0057] \quad -4 < f / f_{1n} < -1 \quad \dots (1)$$

$$-3 < f / f_{1n} < -1.5 \quad \dots (1)'$$

ただし、 f ：全系の焦点距離、 f_{1n} ：前群内の物体側から数えて最初の負レンズの焦点距離とする。

[0058] また、前群G 1内の物体側から数えて最初の負レンズL 1 4とこの負レンズL 1 4の直後の正レンズL 1 5との間の空気レンズは、下記条件式(2)を満足することが好ましい。この条件式(2)の下限を下回ると、この空気レンズで補正過剰の高次の球面収差が発生する。逆に条件式(2)の上限を上回ると、球面収差、軸上色収差、倍率色収差の補正に不利である。なお、下記条件式(2)'を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

$$[0059] \quad -0.4 < (R_{nr} - R_{pf}) / (R_{nr} + R_{pf}) < 0.2 \quad \dots (2)$$

$$-0.25 < (R_{nr} - R_{pf}) / (R_{nr} + R_{pf}) < 0.1 \quad \dots (2)'$$

ただし、 R_{nr} ：前群内の物体側から数えて最初の負レンズの像側の面の曲率半径、 R_{pf} ：前群内の物体側から数えて最初の負レンズの直後の正レンズの物体側の面の曲率半径とする。

[0060] また、前群G 1は、下記条件式(3)を満足することが好ましい。この条件式(3)の下限を下回ると、フォーカシング時の移動量が大きくなり過ぎ、小型化が難しくなるばかりでなく、フォーカシングに要する時間が長くな

るという問題が生じる。逆に条件式（３）の上限を上回ると、フォーカシングによる像面湾曲の変動が大きくなる。なお、下記条件式（３）'を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

$$[0061] \quad 0.6 < f / f_1 < 1.0 \quad \dots (3)$$

$$0.7 < f / f_1 < 0.95 \quad \dots (3)'$$

ただし、 f ：全系の焦点距離、 f_1 ：前群の焦点距離とする。

[0062] また、後群 G_2 は、下記条件式（４）を満足することが好ましい。この条件式（４）の下限を下回ると、フォーカシングによる像面湾曲の変動が大きくなる。逆に条件式（４）の上限を上回ると、前群 G_1 の屈折力が弱くなるため、フォーカシング時の移動量が大きくなり過ぎ、小型化が難しくなるばかりでなく、フォーカシングに要する時間が長くなるという問題が生じる。なお、下記条件式（４）'を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

$$[0063] \quad 0.1 < f / f_2 < 0.5 \quad \dots (4)$$

$$0.15 < f / f_2 < 0.4 \quad \dots (4)'$$

ただし、 f ：全系の焦点距離、 f_2 ：後群の焦点距離とする。

[0064] また、後群 G_2 内の正レンズ L_{21} は、像側に凸面を向けていることが好ましい。これにより、非点収差の補正に有利である。

[0065] 本発明の撮像レンズにおいて、二次色収差を補正するには下記の二つの方法が考えられる。

[0066] 一つ目は、前群 G_1 内の開口絞り S_t より物体側にあるすべての負レンズのアッベ数を、 35 以上とする方法である。この方法は、後述の実施例１に対応する。これにより、正レンズと負レンズの部分分散比を近づけることができ、二次色収差の補正に有利である。この場合、前群 G_1 内の開口絞り S_t より物体側にあるすべての負レンズの部分分散比は、 0.6 以下とすることが好ましい。

[0067] ここで、部分分散比 θ_{gF} は下記式で表される。

$$[0068] \quad \theta_{gF} = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

ただし、 N_g : g 線に対する屈折率、 N_F : F 線に対する屈折率、 N_C : C 線に対する屈折率とする。

[0069] 二つ目は、前群 G_1 内の最も物体側のレンズのアップ数を、35 以下とする方法である。この方法は、後述の実施例 2～5 に対応する。このアップ数範囲にある材料は比較的部分分散比が大きいため、部分分散比の大きな凹レンズと組み合わせる場合でも二次色収差を小さくしやすい。この場合、前群 G_1 内の最も物体側のレンズの部分分散比が 0.58 以上であることが好ましい。なお、部分分散比については上述の通りである。

[0070] また、物体側から数えて前群 G_1 内の絞りの直後には、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負レンズ L_{17} と像側に凸面を向けた正レンズ L_{18} とからなる接合レンズを有し、この接合レンズを構成するいずれのレンズもアップ数が 25 以下であることが好ましい。これにより、通常材料同士の組み合わせでありながら、二次色収差を良好に補正できる。またアップ数の小さい材料は比較的色彩度の大きい材料が多いため、ズームレンズなど構成枚数の多い他の交換レンズと分光特性をそろえることにも効果がある。

[0071] 本撮像レンズにおいて、最も物体側に配置される材料としては、具体的にはガラスを用いることが好ましく、あるいは透明なセラミックスを用いてもよい。

[0072] また、本撮像レンズ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を施すようにしてもよい。

[0073] また、図 1 および図 2 に示す例では、レンズ系と像面 S_{im} との間に光学部材 PP_1 、 PP_2 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レンズ系と像面 S_{im} との間に配置する代わりに、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。

[0074] 次に、本発明の撮像レンズの数値実施例について説明する。なお、以下の表 1 ～ 1 1 に示す数値および図 7 ～ 1 1 の収差図は、無限遠物体に合焦時の全系の焦点距離が 1. 0 となるように規格化されたものである。

[0075] まず、実施例 1 の撮像レンズについて説明する。実施例 1 の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図を図 1 に示す。なお、図 1 および後述の実施例 2 ～ 5 に対応した図 3 ～ 6 においては、光学部材 P P 1, P P 2 も合わせて示しており、左側が物体側、右側が像側であり、図示されている開口絞り S t 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。

[0076] 実施例 1 の撮像レンズは、物体側から順に、全体として正の屈折力を有する前群 G 1 と、全体として正の屈折力を有する後群 G 2 とからなり、前群 G 1 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた平凸レンズ L 1 1 と、2 枚の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 2, L 1 3 と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 1 4 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 5 および像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 1 6 からなる接合レンズと、開口絞り S t と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 1 7 および像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 8 からなる接合レンズと、両凸レンズ L 1 9 とから構成され、後群 G 2 は、物体側から順に、両凸レンズ L 2 1 と、両凹レンズ L 2 2 とから構成される。

[0077] 前群 G 1 の最も物体側のレンズ L 1 1 を物体側に凸面を向けた平凸レンズとすることで、比較的球面収差の発生を抑えられる。

[0078] また、物体側から 2 番目のレンズ L 1 2 と 3 番目のレンズ L 1 3 を物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとすることで、球面収差、非点収差の補正に有利となる。なお、物体側から 2 番目のレンズ L 1 2 にはアッベ数が 8 1. 5 4、 $\theta_g F$ が 0. 5 3 7 4 8 の異常分散材料を用いているため、二次色収差の補正に効果がある。

[0079] 続く負レンズ L 1 4 を像側に凹面を向けた負メニスカスレンズとすることにより、非点収差の補正、球面収差の波長による差を防止するために有利と

なる。このレンズのアッベ数は44.27、 $\theta_g F$ は0.5634と異常分散材料を用いている。

[0080] 続く接合レンズも負レンズL16に上記と同じ異常分散材料を用いており、2番目のレンズL12の材料と組み合わせることにより、二次色収差の補正に効果がある。

[0081] 開口絞りStを挟んで続く接合レンズは高分散材料同士の接合になっており、正レンズL18の $\theta_g F$ のほうがわずかに大きいので、通常ガラスの組み合わせながら二次色収差の補正に効果がある。また、この接合レンズはいずれも着色度の大きい材料のため、ズームレンズなど構成枚数の多い他の交換レンズと分光特性をそろえることにも効果がある。

[0082] 続く両凸レンズL19は直前の正レンズL18の屈折力を分担しており、球面収差の軽減に効果がある。

[0083] 後群G2の両凸レンズL21は高屈折率の材料であり、ペッツバール和を改善し、像面湾曲の改善に効果がある。両凹レンズL22は直前の両凸レンズL21に較べて低屈折率の材料であり、ペッツバール和を改善し、像面湾曲の改善に効果がある。

[0084] 前群G1を繰り出してフォーカシングすることにより、フォーカシングに伴う像面湾曲の変動を押さえることができる。

[0085] 実施例1の撮像レンズの基本レンズデータを表1に、諸元に関するデータを表2に示す。

[0086] 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2～5についても基本的に同様である。

[0087] 表1のレンズデータにおいて、Siの欄には最も物体側の構成要素の面を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、Riの欄にはi番目の面の曲率半径を示し、Di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、Nd iの欄にはi番目の面とi+1番目の面との間の媒質のd線（波長587.6nm）に対する屈折率を示し、 ν_{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、…）の光学要素のd線に対するアッベ数を示し、 θ_{gFj} 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、…）の光学要素の部分分散比を示している。

[0088] 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。基本レンズデータには、開口絞りS_t、光学部材P_Pも含めて示している。開口絞りS_tに相当する面の面番号の欄には面番号とともに（絞り）という語句を記載している。

[0089] 表2の諸元に関するデータに、焦点距離f'、F値F_{no.}、および全画角2 ω の値を示す。

[0090] 基本レンズデータおよび諸元に関するデータにおいて、角度の単位としては度を用いているが、その他については規格化をしているため単位はない。

[表1]

実施例1・レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	ν_d (アッベ数)	θ_{gFj} (部分分散比)
1	1.494234	0.0462	1.51680	64.20	0.53430
2	∞	0.0041			
3	0.364845	0.1180	1.49700	81.54	0.53748
4	2.282456	0.0182			
5	0.351479	0.0457	1.51680	64.20	0.53430
6	0.478681	0.0364			
7	2.081053	0.0209	1.61340	44.27	0.56340
8	0.223391	0.0158			
9	0.263812	0.0696	1.61800	63.33	0.54414
10	1.160473	0.0201	1.61340	44.27	0.56340
11	0.239150	0.0690			
12(絞り)	∞	0.1302			
13	-0.259672	0.0152	1.84661	23.78	0.62072
14	-1.510917	0.0506	1.92286	20.88	0.63900
15	-0.397829	0.0034			
16	1.328409	0.0546	1.48749	70.23	0.53007
17	-0.394975	0.0804			
18	1.072838	0.0352	1.83481	42.73	0.56486
19	-1.487902	0.0204			
20	-1.137359	0.0201	1.63980	34.46	0.59233
21	1.137358	0.2672			
22	∞	0.0101	1.51680	64.20	0.53430
23	∞	0.0020			
24	∞	0.0131	1.51680	64.20	0.53430
25	∞	0.0586			

[表2]

実施例1・諸元 (d線)	
スーム倍率	1.0
f'	1.00
$FNo.$	1.94
$2\omega[^\circ]$	18.6

[0091] 実施例1の撮像レンズの各収差図を図7(A)～(E)に示す。図7(A)～(E)はそれぞれ球面収差、正弦条件、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す。

[0092] 球面収差、正弦条件、非点収差、歪曲収差を表す各収差図には、d線(波長587.6nm)を基準波長とした収差を示す。球面収差図にはd線(波長587.6nm)、C線(波長656.3nm)、F線(波長486.1nm)、g線(波長435.8nm)についての収差をそれぞれ実線、長破線、短破線、点線で示す。非点収差図にはサジタル方向、タンジェンシャル方向の収差をそれぞれ実線と破線で示す。倍率色収差図にはC線(波長656.3nm)、F線(波長486.1nm)、g線(波長435.8nm)についての収差をそれぞれ長破線、短破線、点線で示す。なお、球面収差図および正弦条件図の $Fno.$ はF値、その他の収差図の ω は半画角を意味する。

[0093] 次に、実施例2の撮像レンズについて説明する。実施例2の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図を図3に示す。

[0094] 実施例2の撮像レンズは、物体側から順に、全体として正の屈折力を有する前群G1と、全体として正の屈折力を有する後群G2とからなり、前群G1は、物体側から順に、両凸レンズL11と、2枚の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12、L13と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL14と、両凸レンズL15および両凹レンズL16からなる接合レンズと、開口絞りStと、両凹レンズL17および両凸レンズL18からなる接合レンズと、両凸レンズL19とから構成され、後群G2は、物体側から順に、両凸レンズL21および両凹レンズL22からなる接合レンズで構成される。

[0095] 最も物体側のレンズL11は実施例1と異なり両凸レンズであるが、物体

側に曲率半径の絶対値の小さい面を向けており、像側の面の曲率半径の絶対値が物体側の面に較べて大きいため、比較的球面収差の発生を抑えられる。このレンズに高分散のアップベ数が23.83、 $\theta_g F$ が0.61603の材料を用いることで二次色収差の補正に効果がある。

[0096] また、物体側から2番目のレンズL12と3番目のレンズL13を物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとすることで、球面収差、非点収差の補正に有利となる。

[0097] 続く負レンズL14を像側に凹面を向けた負メニスカスレンズとすることにより、非点収差の補正、球面収差の波長による差を防止するために有利となる。

[0098] 続く接合レンズは、凸レンズL15にアップベ数が67.74、 $\theta_g F$ が0.54426の異常分散材料を用いており、二次色収差の補正に効果がある。

[0099] 開口絞りStを挟んで続く接合レンズは高分散材料同士の接合になっており、正レンズL18の $\theta_g F$ の方がわずかに大きいので、通常ガラスの組み合わせながら二次色収差の補正に効果がある。また、この接合レンズはいずれも着色度の大きい材料のため、ズームレンズなど構成枚数の多い他の交換レンズと分光特性をそろえることにも効果がある。

[0100] 続く両凸レンズL19は、直前の正レンズL18の屈折力を分担しており球面収差の軽減に効果がある。

[0101] 後群G2の接合レンズは軸上色収差の補正に効果がある。

[0102] 前群G1を繰り出してフォーカシングすることにより、フォーカシングに伴う像面湾曲の変動を押さえることができる。

[0103] また、実施例2の撮像レンズの基本レンズデータを表3に、諸元に関するデータを表4に、各収差図を図8(A)～(E)に示す。

[表3]

実施例2・レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	ν_d (アッベ数)	θ_{gFj} (部分分散比)
1	2.510284	0.0471	1.84666	23.83	0.61603
2	-22.964618	0.0013			
3	0.521578	0.1157	1.59522	67.74	0.54426
4	2.125656	0.0021			
5	0.495629	0.1146	1.48749	70.23	0.53007
6	0.547421	0.0359			
7	1.823497	0.0160	1.71736	29.52	0.60483
8	0.277157	0.0571			
9	0.287194	0.0848	1.59522	67.74	0.54426
10	-1.507941	0.0140	1.67300	38.15	0.57545
11	0.287233	0.0846			
12(絞り)	∞	0.0707			
13	-0.356522	0.0141	1.84666	23.83	0.61603
14	1.517753	0.0547	1.92286	20.88	0.63900
15	-0.486478	0.1311			
16	2.593858	0.0755	1.77250	49.60	0.55212
17	-0.666995	0.0137			
18	0.935655	0.1045	1.61800	63.33	0.54414
19	-0.471395	0.0201	1.62004	36.26	0.58800
20	1.812877	0.3918			
21	∞	0.0133	1.51680	64.20	0.53430
22	∞	0.0027			
23	∞	0.0173	1.51680	64.20	0.53430
24	∞	0.0768			

[表4]

実施例2・諸元 (d線)

ズーム倍率	1.0
f	1.00
FNo.	1.90
$2\omega[^\circ]$	24.8

[0104] 次に、実施例3の撮像レンズについて説明する。実施例3の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図を図4に示す。

[0105] 実施例3の撮像レンズは、物体側から順に、全体として正の屈折力を有する前群G1と、全体として正の屈折力を有する後群G2とからなり、前群G1は、物体側から順に、3枚の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL11、L12、L13と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL14と、両凸レンズL15および両凹レンズL16からなる接合レンズと、開口絞りStと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL17および像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL18からなる接合レンズと、両凸レンズL19とから構成され、後群G2は、物体側から順に、両凸レンズL21およ

び両凹レンズL 2 2 からなる接合レンズで構成される。

[0106] 最も物体側のレンズL 1 1 に高分散のアップベ数が23.83、 $\theta_g F$ が0.61603の材料を用いることで、二次色収差の補正に効果がある。

[0107] また、物体側から1番目のレンズL 1 1 から3番目のレンズL 1 3を、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとすることで、球面収差、非点収差の補正に有利となる。

[0108] 続く負レンズL 1 4を像側に凹面を向けた負メニスカスレンズとすることにより、非点収差の補正、球面収差の波長による差を防止するために有利となる。

[0109] 続く接合レンズは軸上色収差の補正に効果がある。

[0110] 開口絞りS tを挟んで続く接合レンズは高分散材料同士の接合になっており、正レンズL 1 7の $\theta_g F$ の方がわずかに大きいので、通常ガラスの組み合わせながら二次色収差の補正に効果がある。また、この接合レンズはいずれも着色度の大きい材料のため、ズームレンズなど構成枚数の多い他の交換レンズと分光特性をそろえることにも効果がある。

[0111] 続く両凸レンズL 1 9は直前の正レンズL 1 8の屈折力を分担しており球面収差の軽減に効果がある。

[0112] 後群G 2の接合レンズは軸上色収差の補正に効果がある。

[0113] 前群G 1を繰り出してフォーカシングすることにより、フォーカシングに伴う像面湾曲の変動を押さえることが出来る。

[0114] また、実施例3の撮像レンズの基本レンズデータを表5に、諸元に関するデータを表6に、各収差図を図9 (A) ~ (E) に示す。

[表5]

実施例3・レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	ν_d (アッベ数)	θ_{gFj} (部分分散比)
1	0.924482	0.0816	1.84666	23.83	0.61603
2	2.650829	0.0490			
3	0.849021	0.0660	1.59522	67.74	0.54426
4	1.944972	0.0013			
5	0.567950	0.0831	1.59522	67.74	0.54426
6	0.744087	0.0350			
7	3.320346	0.0386	1.76182	26.52	0.61361
8	0.299526	0.0182			
9	0.321067	0.1062	1.77250	49.60	0.55212
10	-0.636875	0.0140	1.67300	38.15	0.57545
11	0.313129	0.0840			
12(絞り)	∞	0.0855			
13	-0.302898	0.0141	1.84666	23.83	0.61603
14	-1.014509	0.0653	1.92286	20.88	0.63900
15	-0.433587	0.0703			
16	3.577100	0.0845	1.77250	49.60	0.55212
17	-0.615896	0.0406			
18	1.628171	0.0812	1.59522	67.74	0.54426
19	-0.597712	0.0193	1.58144	40.75	0.57757
20	5.179977	0.4532			
21	∞	0.0133	1.51680	64.20	0.53430
22	∞	0.0027			
23	∞	0.0173	1.51680	64.20	0.53430
24	∞	0.0784			

[表6]

実施例3・諸元 (d線)

ズーム倍率	1.0
f	1.00
FNo.	1.91
$2\omega[^\circ]$	24.8

[0115] 次に、実施例4の撮像レンズについて説明する。実施例4の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図を図5に示す。

[0116] 実施例4の撮像レンズは、物体側から順に、全体として正の屈折力を有する前群G1と、全体として正の屈折力を有する後群G2とからなり、前群G1は、物体側から順に、両凸レンズL11と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL13と、両凸レンズL14および両凹レンズL15からなる接合レンズと、開口絞りStと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL16および像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL17からなる接合レンズと、両凸レンズL18とから構成され、後群G2は、物体側から順に、両凸レンズL21および

物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 2 2からなる接合レンズで構成される。

[0117] 最も物体側のレンズL 1 1は実施例1と異なり両凸レンズであるが、物体側に曲率半径の絶対値の小さい面を向けており、像側の面の曲率半径の絶対値が物体側の面に較べて大きいため、比較的球面収差の発生を抑えられる。このレンズに高分散のアッペ数が32.25、 $\theta_g F$ が0.59388の材料を用いることで二次色収差の補正に効果がある。

[0118] また、物体側から2番目のレンズL 1 2を物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとすることで、球面収差、非点収差の補正に有利となる。

[0119] 続く負レンズL 1 3を像側に凹面を向けた負メニスカスレンズとすることにより、非点収差の補正、球面収差の波長による差を防止するために有利となる。

[0120] 続く接合レンズは凸レンズL 1 4にアッペ数が67.74、 $\theta_g F$ が0.54426の異常分散材料を用いているため、二次色収差の補正に効果がある。

[0121] 開口絞りS tを挟んで続く接合レンズは高分散材料同士の接合になっており、正レンズL 1 7の $\theta_g F$ の方がわずかに大きいので、通常ガラスの組み合わせながら二次色収差の補正に効果がある。また、この接合レンズはいずれも着色度の大きい材料のため、ズームレンズなど構成枚数の多い他の交換レンズと分光特性をそろえることにも効果がある。

[0122] 続く両凸レンズL 1 8は直前の正レンズL 1 7の屈折力を分担しており球面収差の軽減に効果がある。

[0123] 後群G 2の接合レンズは、両凸レンズL 2 1にアッペ数が81.54、 $\theta_g F$ が0.53748の異常分散材料を用いており、軸上色収差、二次色収差の補正に効果がある。

[0124] 前群G 1を繰り出してフォーカシングすることにより、フォーカシングに伴う像面湾曲の変動を押さえることが出来る。

[0125] また、実施例4の撮像レンズの基本レンズデータを表7に、諸元に関する

データを表 8 に、各収差図を図 10 (A) ~ (E) に示す。

[表7]

実施例4・レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	ν_d (アッベ数)	θ_{gF} (部分分散比)
1	1.334880	0.0730	1.77751	32.25	0.59388
2	-48.466927	0.0216			
3	0.584839	0.0771	1.83500	39.76	0.57203
4	0.931558	0.1110			
5	2.436491	0.0332	1.58001	40.00	0.57659
6	0.273881	0.0316			
7	0.289272	0.1164	1.59522	67.74	0.54426
8	-0.688525	0.0159	1.71691	29.15	0.60046
9	0.317666	0.0853			
10(絞り)	∞	0.1057			
11	-0.267370	0.0180	1.84661	23.78	0.62072
12	-0.592881	0.0478	1.92286	20.88	0.63900
13	-0.348817	0.0013			
14	3.009404	0.0782	1.72262	55.37	0.54271
15	-0.511751	0.0755			
16	2.169820	0.0744	1.49700	81.54	0.53748
17	-1.032234	0.0265	1.58144	40.75	0.57757
18	-5.094944	0.5082			
19	∞	0.0133	1.51680	64.20	0.53430
20	∞	0.0027			
21	∞	0.0172	1.51680	64.20	0.53430
22	∞	0.0784			

[表8]

実施例4・諸元 (d線)

ズーム倍率	1.0
f^*	1.00
FNo.	1.93
$2\omega[^\circ]$	24.8

[0126] 次に、実施例 5 の撮像レンズについて説明する。実施例 5 の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図を図 6 に示す。

[0127] 実施例 5 の撮像レンズは、本発明の 5 つの実施例のうち最も画角が広いものであり、他の実施例に較べて非点収差の除去に注意を払った形状となっている。

[0128] 本実施例の撮像レンズは、物体側から順に、全体として正の屈折力を有する前群 G 1 と、全体として正の屈折力を有する後群 G 2 とからなり、前群 G 1 は、物体側から順に、2 枚の物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 1、L 1 2 と、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 1 3 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 4 と、両凹レンズ L 1 5 と、開口絞

り S_t と、両凹レンズ L_{16} および両凸レンズ L_{17} からなる接合レンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L_{18} とから構成され、後群 G_2 は、物体側から順に、両凸レンズ L_{21} および物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L_{22} からなる接合レンズで構成される。

[0129] 最も物体側の2枚のレンズ L_{11} 、 L_{12} を物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとすることで、球面収差、非点収差の補正に有利となる。

[0130] 続く負レンズ L_{13} を像側に凹面を向けた負メニスカスレンズとすることにより、非点収差の補正、球面収差の波長による差を防止するために有利となる。また、アッベ数が36.26、 $\theta_g F$ が0.58800と通常材料ながら部分分散比の比較的小さなものをを用いているため、二次色収差の補正に効果がある。

[0131] 続く正レンズ L_{14} は物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとすることで、球面収差、非点収差の補正に有利である。

[0132] 続く両凹レンズ L_{15} はアッベ数が35.31、 $\theta_g F$ が0.59336と通常材料ながら部分分散比の比較的小さなものをを用いているため、二次色収差の補正に効果がある。

[0133] 開口絞り S_t を挟んで続く接合レンズは、両凹レンズ L_{16} に比較的低分散のアッベ数が58.90、 $\theta_g F$ が0.54567の材料、両凸レンズ L_{17} にアッベ数が81.54、 $\theta_g F$ が0.53748の異常分散材料を用いているため、軸上色収差、二次色収差の補正に効果がある。

[0134] 続く正メニスカスレンズ L_{18} は、非点収差の補正に効果がある。

[0135] 後群 G_2 の接合レンズは、軸上色収差の補正に効果がある。

[0136] 前群 G_1 を繰り出してフォーカシングすることにより、フォーカシングに伴う像面湾曲の変動を押さえることができる。

[0137] また、実施例5の撮像レンズの基本レンズデータを表9に、諸元に関するデータを表10に、各収差図を図11(A)～(E)に示す。

[表9]

実施例5・レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndi (屈折率)	ν_d (アッペ数)	θ_{gFj} (部分分散比)
1	0.732369	0.0439	1.62299	58.16	0.54589
2	1.251652	0.0020			
3	0.325418	0.1015	1.56384	60.67	0.54030
4	2.193252	0.0074			
5	0.975494	0.0187	1.62004	36.26	0.58800
6	0.253837	0.0243			
7	0.362121	0.0494	1.80100	34.97	0.58642
8	1.342254	0.0108			
9	-38.769344	0.0159	1.59270	35.31	0.59336
10	0.326313	0.1143			
11(絞り)	∞	0.1089			
12	-0.230383	0.0254	1.51823	58.90	0.54567
13	1.038439	0.0821	1.49700	81.61	0.53887
14	-0.365134	0.0020			
15	-70.417915	0.0796	1.65160	58.55	0.54267
16	-0.498355	0.0198			
17	20.274101	0.0423	1.83481	42.73	0.56486
18	-1.139294	0.0200	1.80518	25.42	0.61616
19	-4.714885	0.6045			
20	∞	0.0076	1.52310	54.51	0.56255
21	∞	0.0100	1.53740	61.72	0.54315
22	∞	0.0000			

[表10]

実施例5・諸元(d線)

ズーム倍率	1.0
f	1.00
FNo.	2.27
$2\omega[^\circ]$	38.4

[0138] 実施例1～5の撮像レンズの条件式(1)～(4)に対応する値を表11に示す。なお、全実施例ともd線を基準波長としており、下記の表11に示す値はこの基準波長におけるものである。

[表11]

式の番号	条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
(1)	$f/f1n$	-2.45	-2.18	-2.29	-1.86	-1.79
(2)	$(Rnr-Rpf)/(Rnr+Rpf)$	-0.08	-0.02	-0.03	-0.03	-0.18
(3)	$f/f1$	0.86	0.79	0.82	0.83	0.85
(4)	$f/f2$	0.26	0.33	0.28	0.26	0.24

[0139] 以上のデータから、実施例1～5の撮像レンズは全て、条件式(1)～(4)を満たしており、F値が1.90～2.27と明るく、また諸収差が良好に補正された撮像レンズであることが分かる。

[0140] 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12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撮像レンズを用いた撮像装置の概略構成図を示す。なお、図 1 2 では各レンズ群を概略的に示している。この撮像装置としては、例えば、CCD や CMOS 等の固体撮像素子を記録媒体とするビデオカメラや電子スチルカメラ等を挙げることができる。

[0141] 図 1 2 に示す撮像装置 1 0 は、ビデオカメラ 1 0 は、撮像レンズ 1 と、撮像レンズ 1 の像側に配置されたローパスフィルタ等の機能を有するフィルタ 6 と、フィルタ 6 の像側に配置された撮像素子 7 と、信号処理回路 8 とを備えている。撮像素子 7 は撮像レンズ 1 により形成される光学像を電気信号に変換するものであり、例えば、撮像素子 7 としては、CCD (Charge Coupled Device) や CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等を用いることができる。撮像素子 7 は、その撮像面が撮像レンズ 1 の像面に一致するように配置される。

[0142] 撮像レンズ 1 により撮像された像は撮像素子 7 の撮像面上に結像し、その像に関する撮像素子 7 からの出力信号が信号処理回路 8 にて演算処理され、表示装置 9 に像が表示される。

[0143] 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、全体として正の屈折力を有する前群と、後群とからなり、
- 前記前群は、物体側から順に、2枚もしくは3枚の正レンズと、像側に凹面を向けた負レンズと、物体側に凸面を向けた正レンズと、像側に凹面を向けた負レンズと、絞りと、物体側に凹面を向けた負レンズと、複数の正レンズとからなり、
- 前記後群は、物体側から順に、正レンズと、負レンズとからなることを特徴とする撮像レンズ。
- [請求項2] 少なくとも前記前群を光軸方向に移動することによりフォーカシングを行う
- ことを特徴とする請求項1記載の撮像レンズ。
- [請求項3] 前記前群内の最も物体側の2枚もしくは3枚の正レンズは、いずれも物体側に凸面を向けている
- ことを特徴とする請求項1または2記載の撮像レンズ。
- [請求項4] 前記前群内の前記絞りより像側にある複数の正レンズの枚数は2枚である
- ことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の撮像レンズ。
- [請求項5] 前記後群は、正の屈折力を有する
- ことを特徴とする請求項1から4のいずれか1項記載の撮像レンズ。
- [請求項6] 前記前群内の前記絞りより像側にある複数の正レンズの枚数は2枚であり、
- 該2枚の正レンズはいずれも像側に凸面を向けている
- ことを特徴とする請求項1から5のいずれか1項記載の撮像レンズ。
- [請求項7] 前記前群内の物体側から数えて最初の負レンズは、下記条件式を満

足する

ことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ

。

$$-4 < f / f_1 n < -1 \quad \dots (1)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

$f_1 n$: 前記前群内の物体側から数えて最初の負レンズの焦点距離とする。

[請求項8]

前記前群内の物体側から数えて最初の負レンズと該負レンズの直後の正レンズとの間の空気レンズは、下記条件式を満足する

ことを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ

。

$$-0.4 < (R_{nr} - R_{pf}) / (R_{nr} + R_{pf}) < 0.2 \quad \dots (2)$$

ただし、

R_{nr} : 前記前群内の物体側から数えて最初の負レンズの像側の面の曲率半径

R_{pf} : 前記前群内の物体側から数えて最初の負レンズの直後の正レンズの物体側の面の曲率半径

とする。

[請求項9]

前記前群は、下記条件式を満足する

ことを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ

。

$$0.6 < f / f_1 < 1.0 \quad \dots (3)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_1 : 前記前群の焦点距離

とする。

[請求項10] 前記後群は、下記条件式を満足することを特徴とする請求項1から9のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$0.1 < f / f_2 < 0.5 \quad \dots (4)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_2 : 前記後群の焦点距離

とする。

[請求項11] 前記後群内の正レンズは、像側に凸面を向けていることを特徴とする請求項1から10のいずれか1項記載の撮像レンズ。

[請求項12] 前記前群内の物体側から数えて最初の負レンズは、下記条件式を満足することを特徴とする請求項1から11のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$-3 < f / f_{1n} < -1.5 \quad \dots (1)'$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_{1n} : 前記前群内の物体側から数えて最初の負レンズの焦点距離とする。

[請求項13] 前記前群内の物体側から数えて最初の負レンズと該負レンズの直後の正レンズとの間の空気レンズは、下記条件式を満足することを特徴とする請求項1から12のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$-0.25 < (R_{nr} - R_{pf}) / (R_{nr} + R_{pf}) < 0.1 \quad \dots (2)'$$

ただし、

R_{nr} : 前記前群内の物体側から数えて最初の負レンズの像側の面

の曲率半径

R_{pf} : 前記前群内の物体側から数えて最初の負レンズの直後の正レンズの物体側の面の曲率半径

とする。

[請求項14]

前記前群は、下記条件式を満足する

ことを特徴とする請求項1から13のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$0.7 < f / f_1 < 0.95 \quad \dots (3)'$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_1 : 前記前群の焦点距離

とする。

[請求項15]

前記後群は、下記条件式を満足する

ことを特徴とする請求項1から14のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$0.15 < f / f_2 < 0.4 \quad \dots (4)'$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f_2 : 前記後群の焦点距離

とする。

[請求項16]

前記前群内の前記絞りより物体側にあるすべての負レンズのアッベ数が3.5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項記載の撮像レンズ。

[請求項17]

前記前群内の前記絞りより物体側にあるすべての負レンズの部分分散比が0.6以下である

ことを特徴とする請求項16記載の撮像レンズ。

[請求項18]

前記前群内の最も物体側のレンズのアッベ数が3.5以下である

ことを特徴とする請求項 1 から 17 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

[請求項19] 前記前群内の最も物体側のレンズの部分分散比が 0.58 以上である

ことを特徴とする請求項 18 記載の撮像レンズ。

[請求項20] 物体側から数えて前記前群内の前記絞りの直後には、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負レンズと像側に凸面を向けた正レンズとからなる接合レンズを有し、

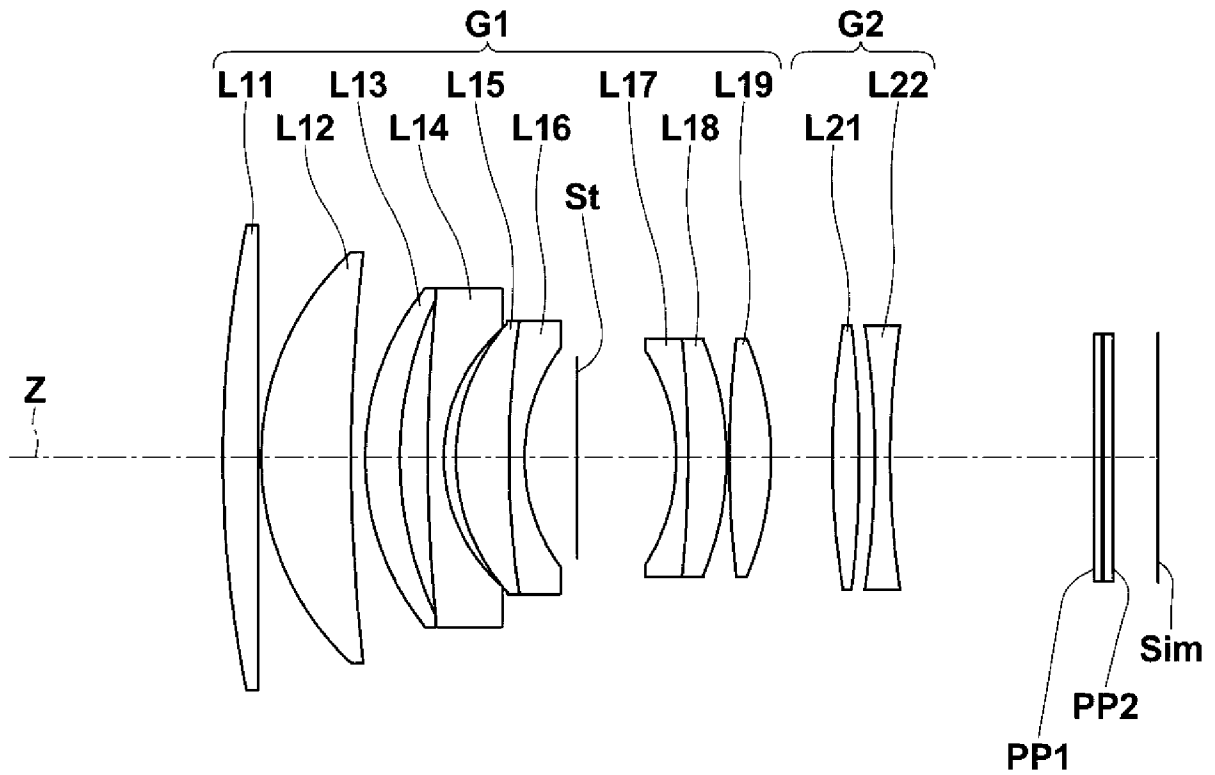
該接合レンズを構成するいずれのレンズもアッベ数が 25 以下である

ことを特徴とする請求項 1 から 19 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

[請求項21] 請求項 1 記載の撮像レンズを備えたことを特徴とする撮像装置。

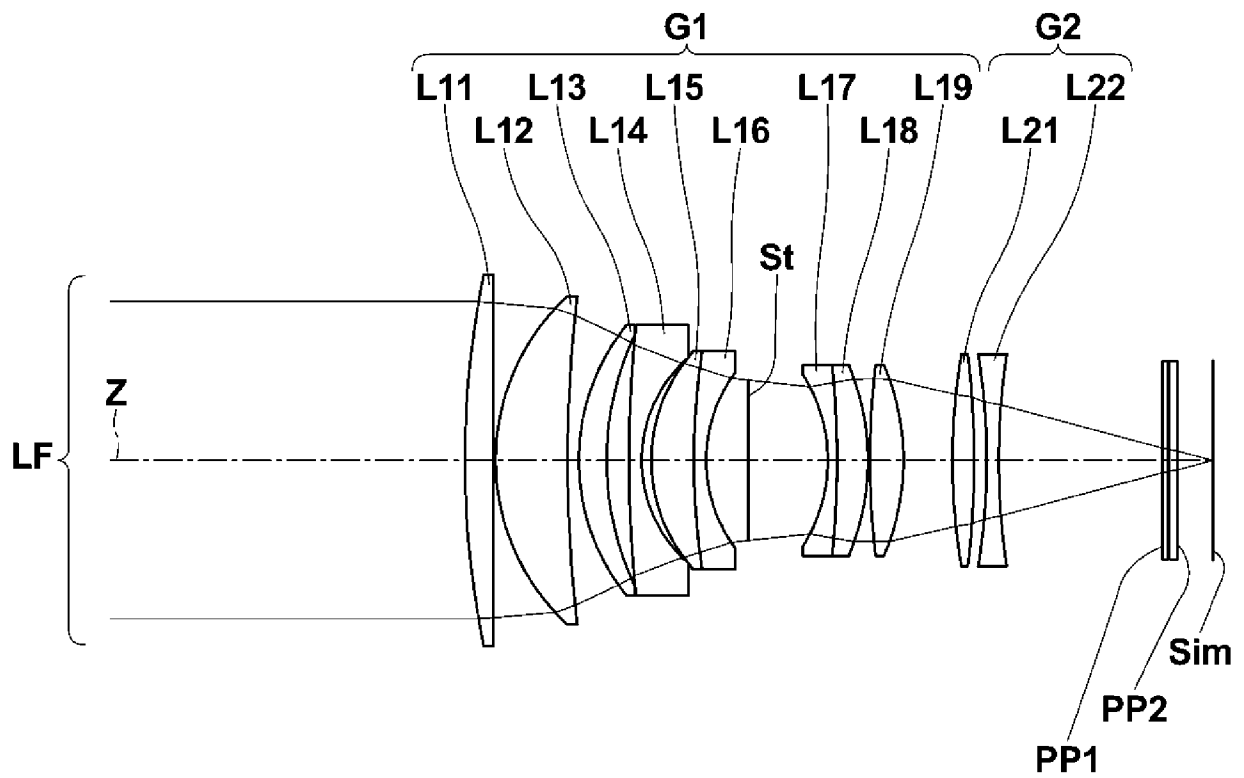
[図1]

実施例 1



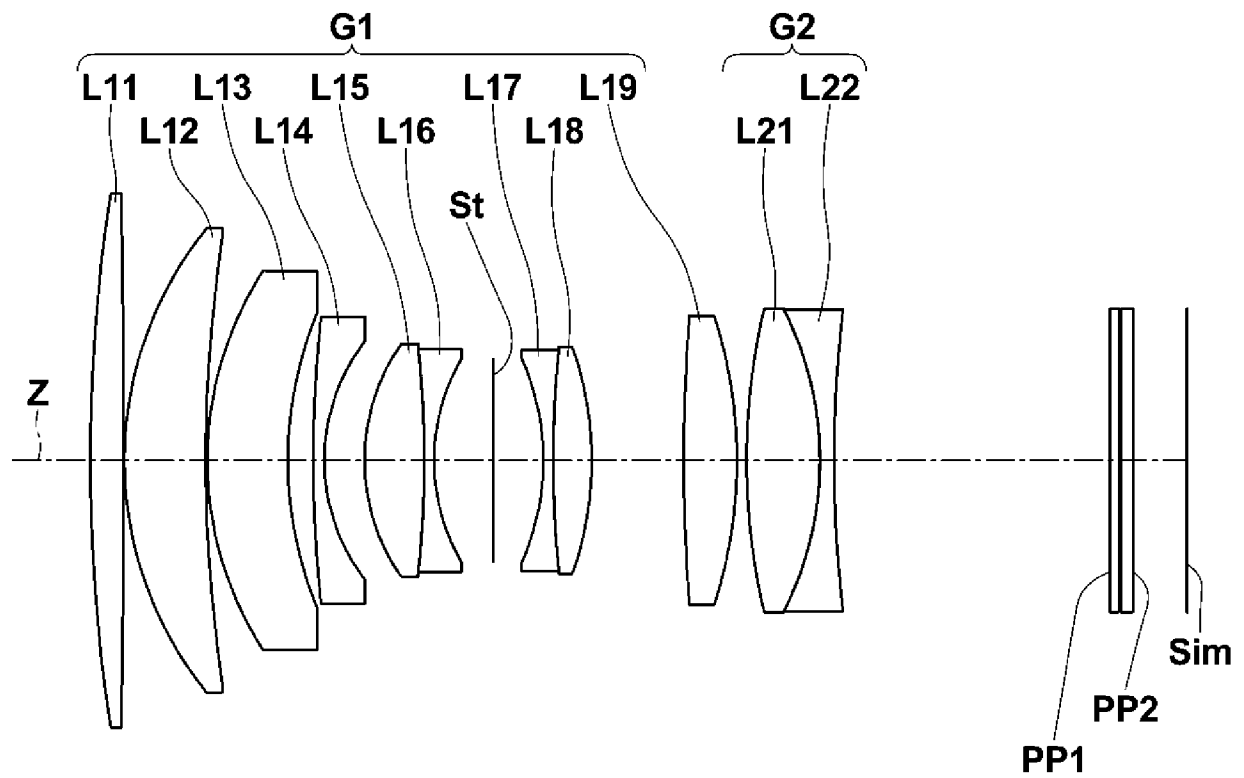
[図2]

実施例 1



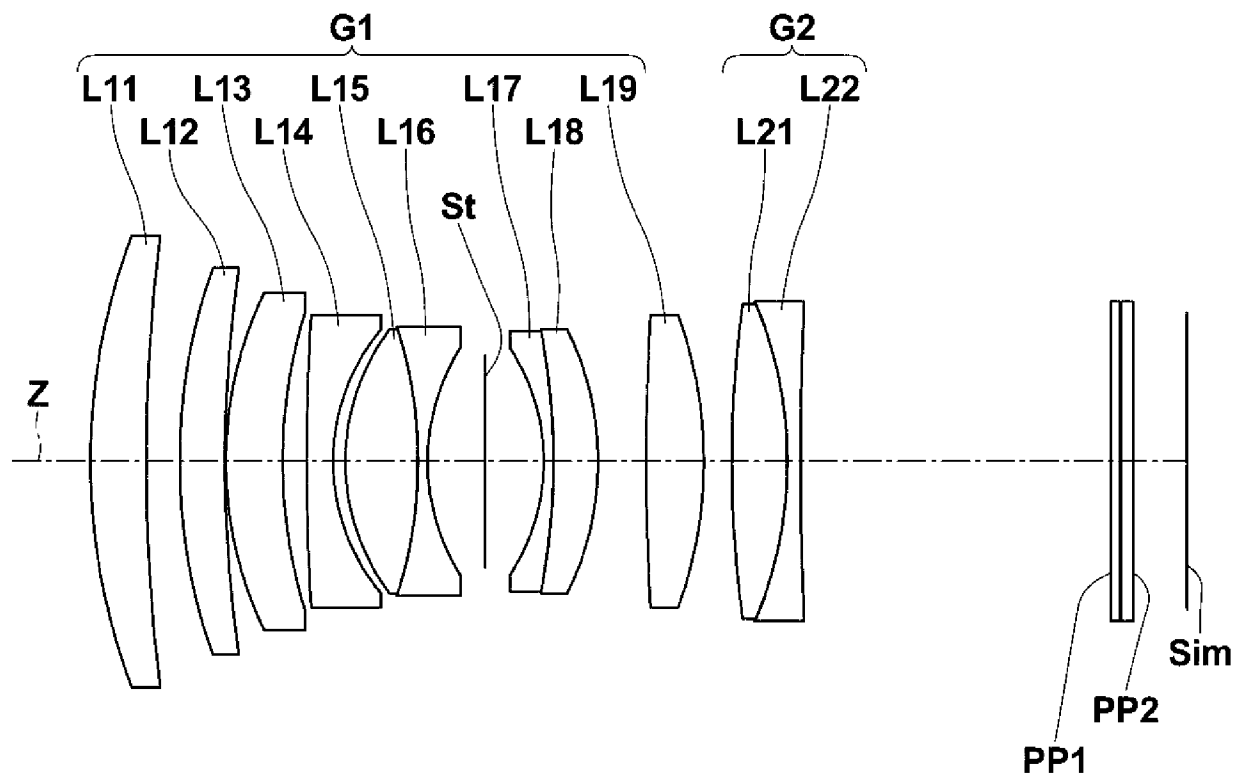
[図3]

実施例2

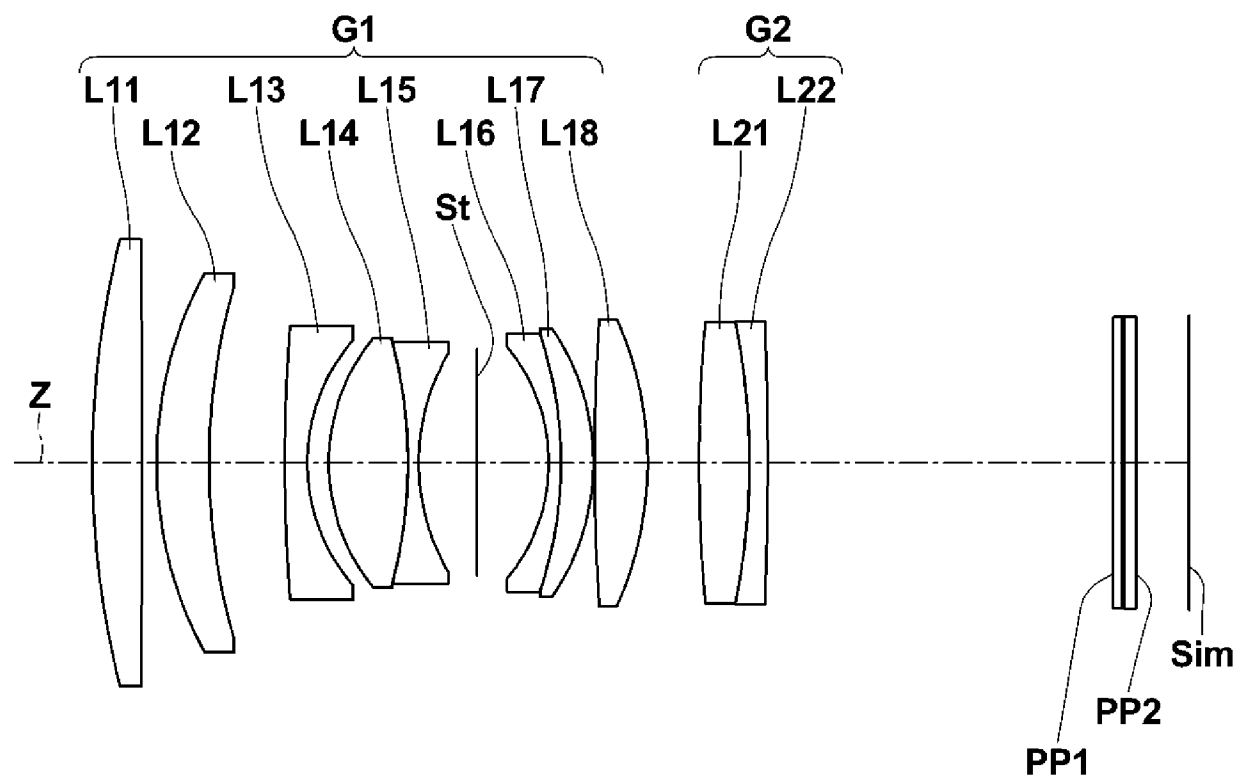


[図4]

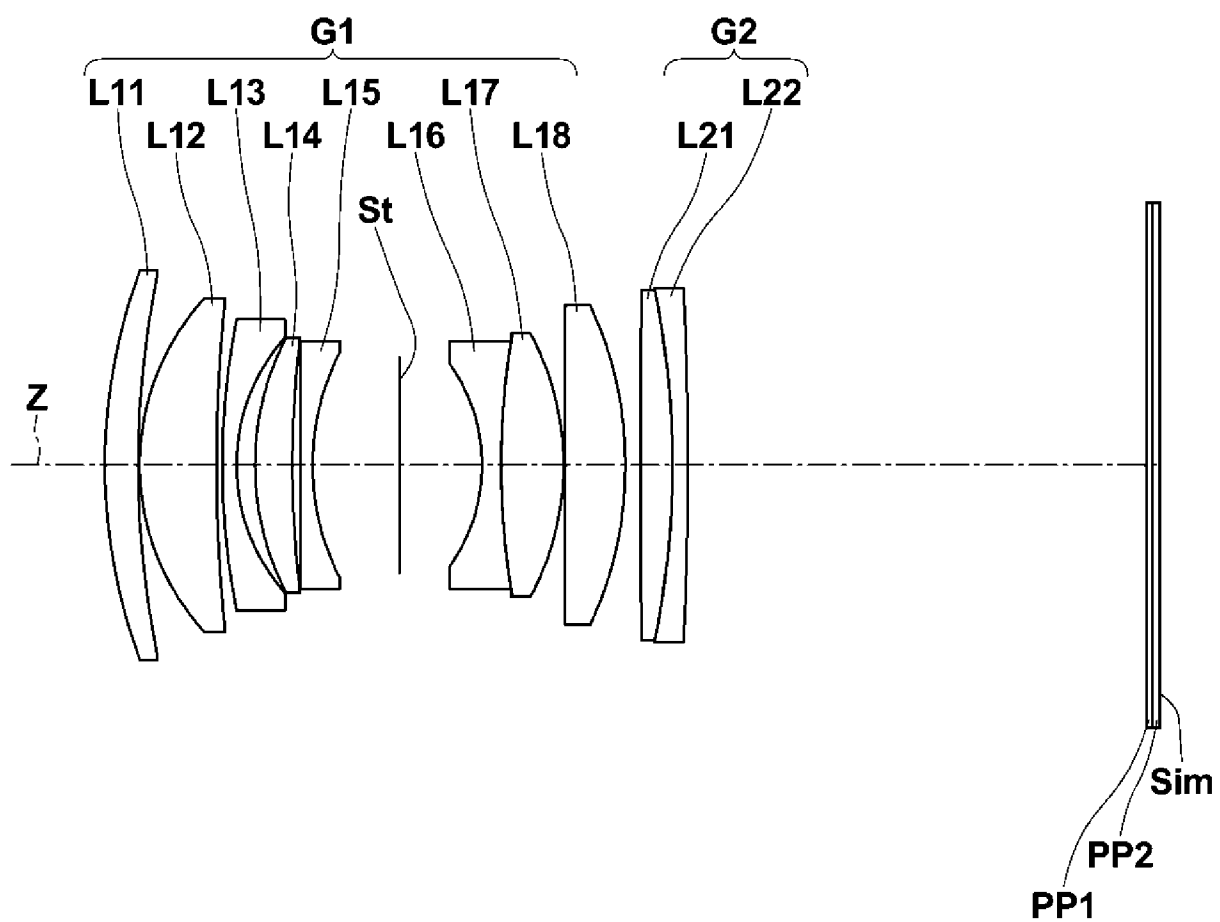
実施例3



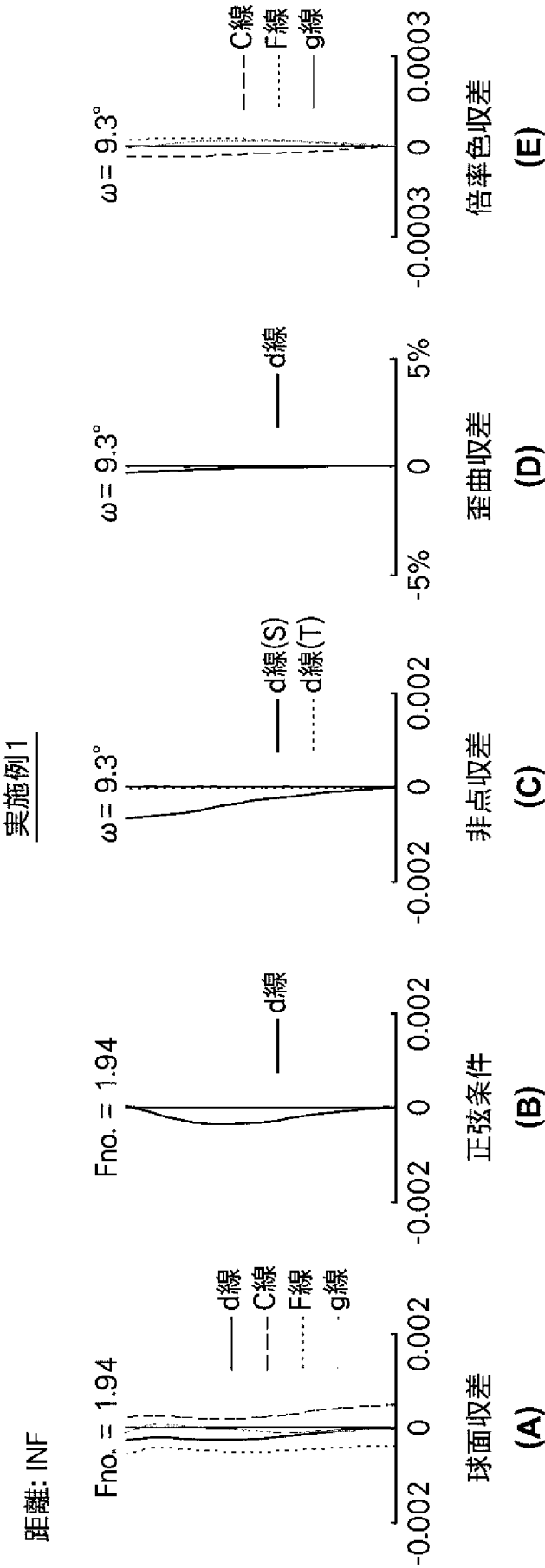
[図5]

実施例4

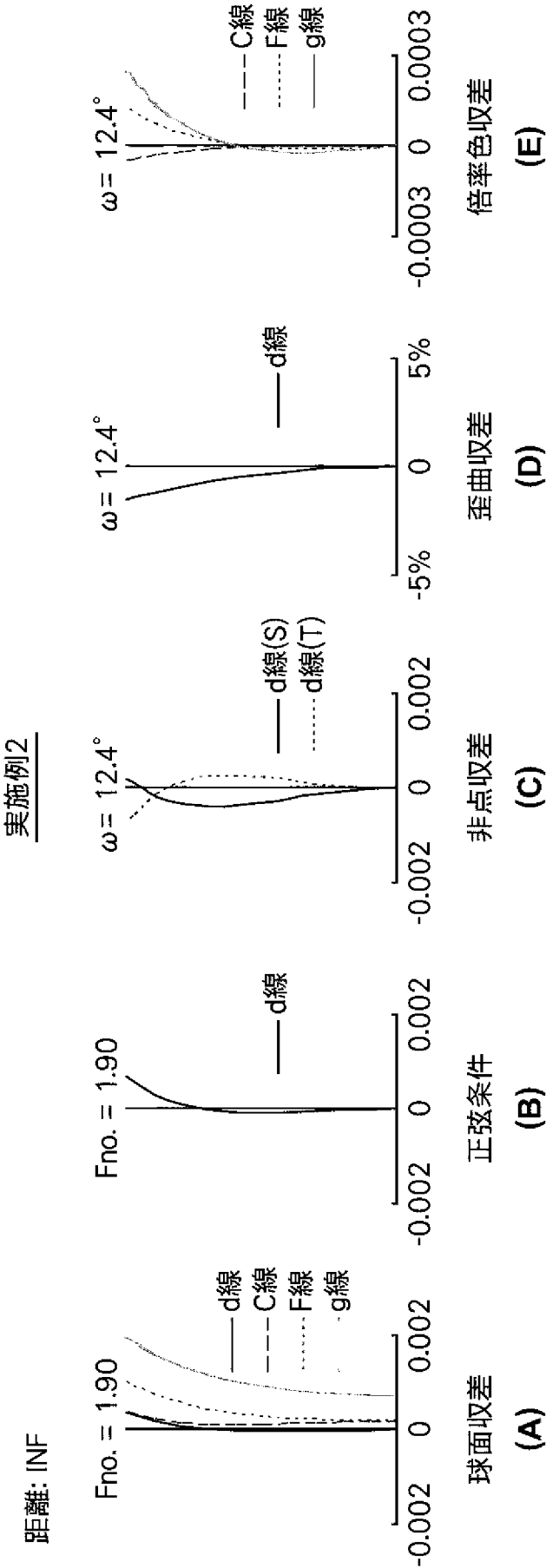
[図6]

実施例5

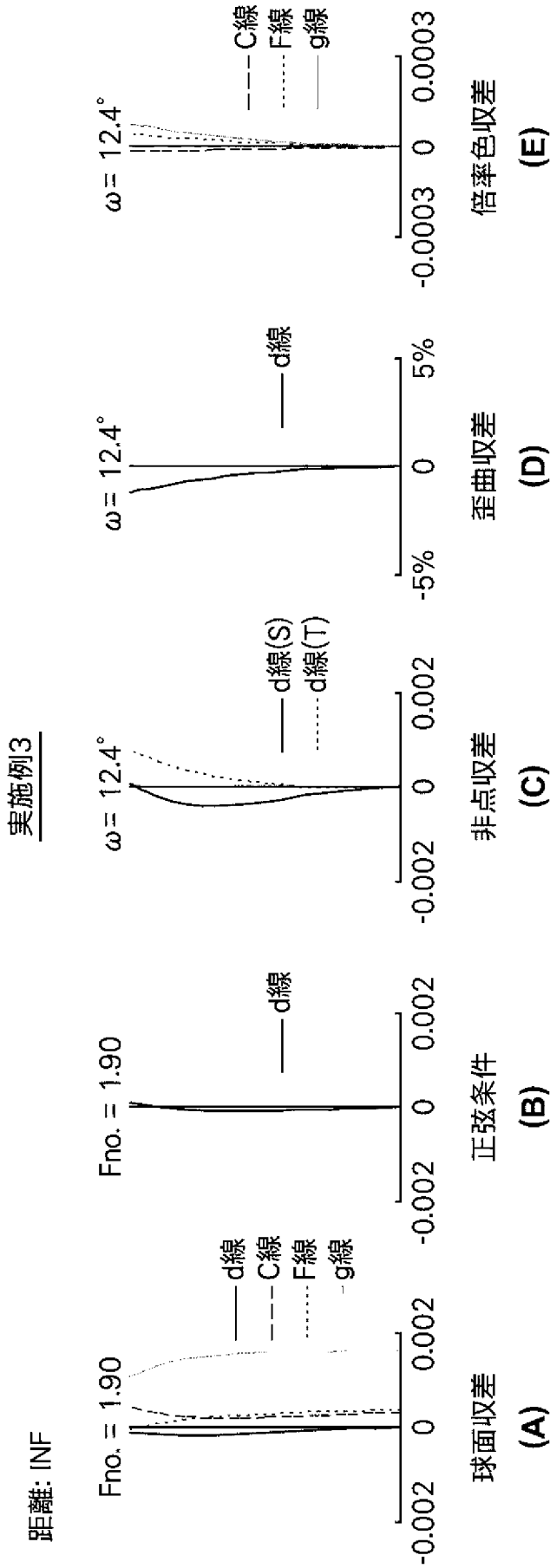
[図7]



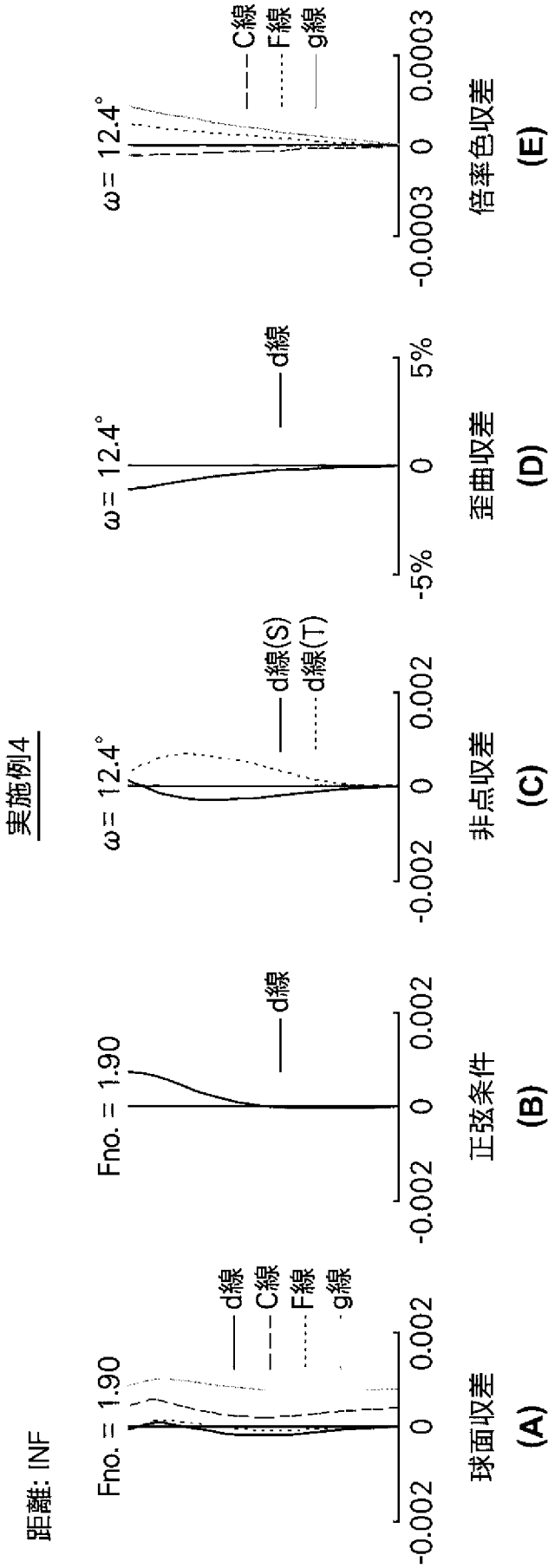
[図8]



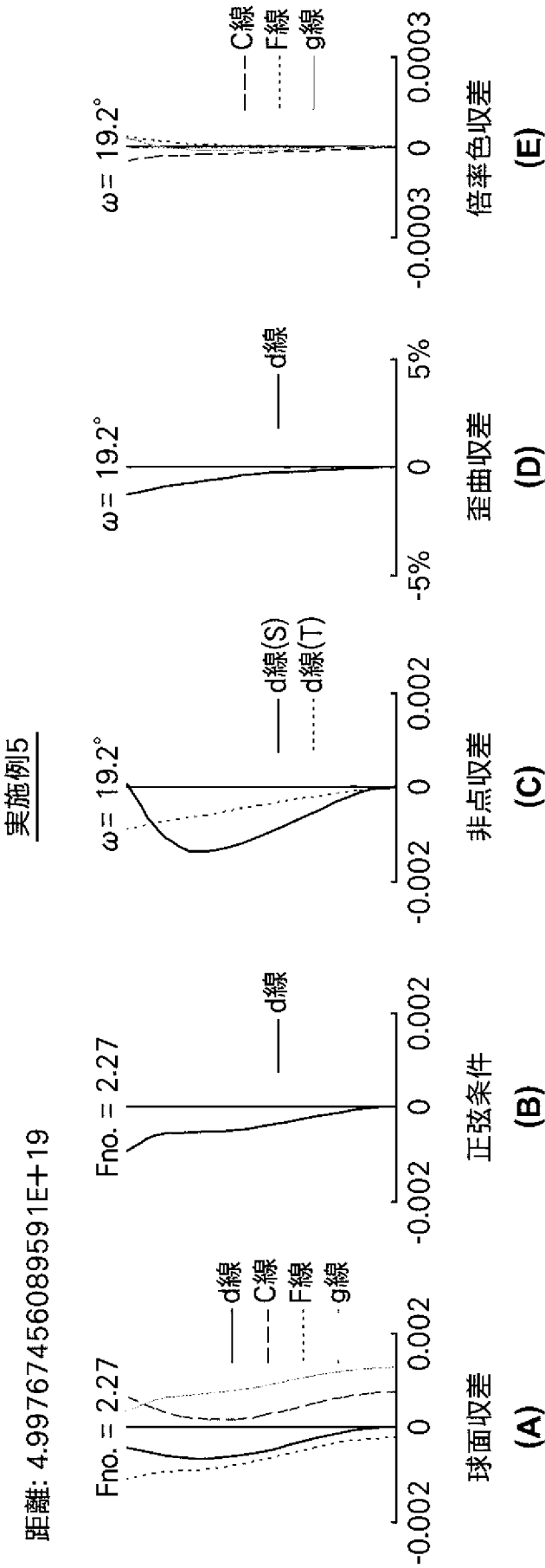
[図9]



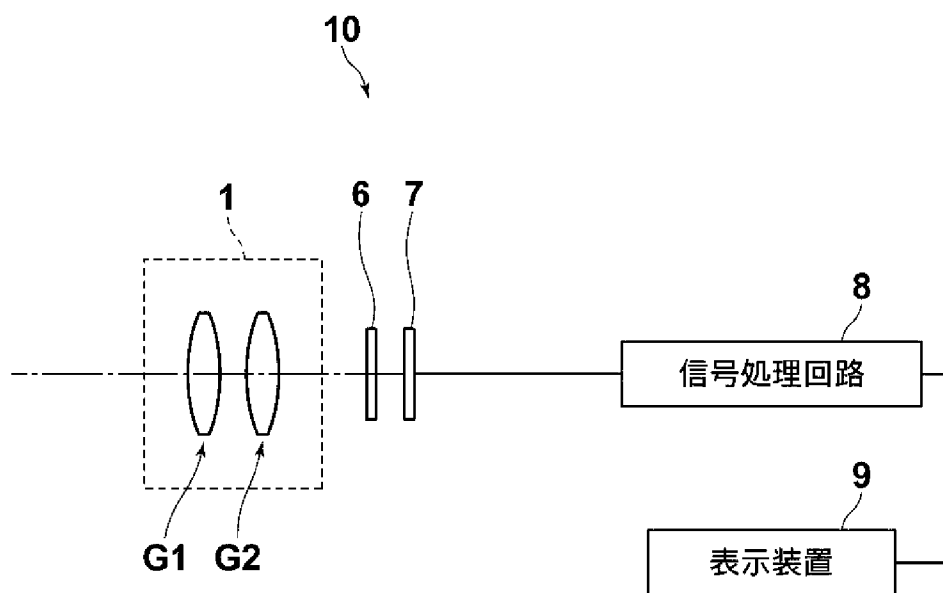
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/004237

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/00(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)

G02B13/00

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 9-61708 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 07 March 1997 (07.03.1997), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'examples 5, 7, 9') & US 5835286 A	1-4, 6-9, 11-14, 21 5, 10, 15-20
A	JP 2001-318309 A (Canon Inc.), 16 November 2001 (16.11.2001), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'numerical example 6') & US 2002/0041451 A1 & US 2005/0162756 A1 & US 2006/0077569 A1	1-21
A	JP 2002-318347 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 31 October 2002 (31.10.2002), entire text; all drawings & US 2003/0053220 A1	1-21

☒ 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
11 October, 2013 (11.10.13)

Date of mailing of the international search report
29 October, 2013 (29.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/004237

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 2011-170128 A (Sigma Corp.), 01 September 2011 (01.09.2011), entire text; all drawings (particularly, columns concerning 'examples 1, 4, 7, 9') (Family: none)	1-21
A	JP 1-237611 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 22 September 1989 (22.09.1989), entire text; all drawings (Family: none)	1-21
P,A	JP 2012-168456 A (Konica Minolta Advanced Layers, Inc.), 06 September 2012 (06.09.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-21

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B13/00(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（I P C））

Int.Cl. G02B13/00

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	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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 9-61708 A（オリンパス光学工業株式会社） 1997. 03. 07, 全文、全図（特に、「実施例 5」、「実施例 7」、「実施例 9」に関する欄等） & US 5835286 A	1 - 4, 6 - 9, 1 1 - 1 4, 2 1 5, 1 0, 1 5 - 2 0
A	JP 2001-318309 A（キヤノン株式会社） 2001. 11. 16, 全文、全図（特に、「数値実施例 6」に関する欄等） & US 2002/0041451 A1 & US 2005/0162756 A1 & US 2006/0077569 A1	1 - 2 1

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

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

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

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

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

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

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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 1 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 9 . 1 0 . 2 0 1 3

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）

小倉 宏之

2 V

4 4 6 4

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2002-318347 A (旭光学工業株式会社) 2002. 10. 31, 全文、全図 & US 2003/0053220 A1	1 - 2 1
A	JP 2011-170128 A (株式会社シグマ) 2011. 09. 01, 全文、全図 (特に、「実施例 1」、「実施例 4」、「実施例 7」、「実施例 9」に 関する欄等) (ファミリーなし)	1 - 2 1
A	JP 1-237611 A (オリンパス光学工業株式会社) 1989. 09. 22, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 2 1
P, A	JP 2012-168456 A (コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社) 2012. 09. 06, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 2 1