

(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  
2017年12月28日(28.12.2017)



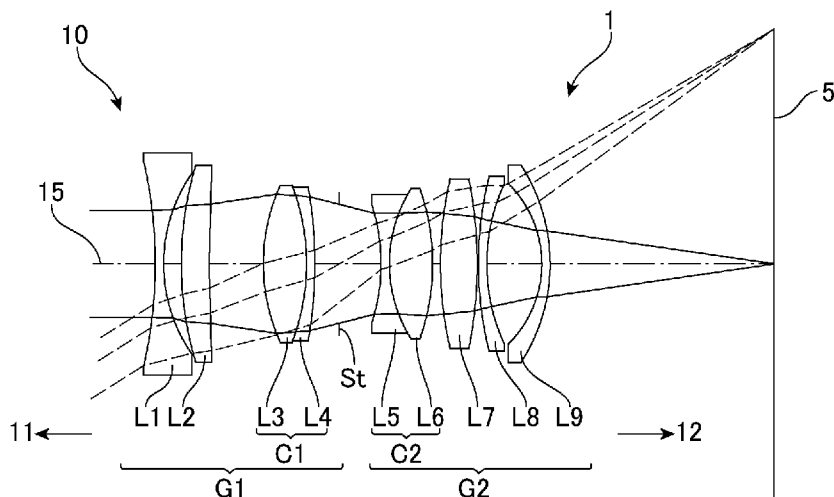
(10) 国際公開番号

WO 2017/221947 A1

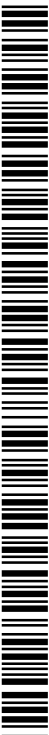
- (51) 国際特許分類:  
G02B 13/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/022755
- (22) 国際出願日: 2017年6月20日(20.06.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2016-122594 2016年6月21日(21.06.2016) JP
- (71) 出願人:株式会社 n i t t o h (NITTOH INC.)  
[JP/JP]; 〒3920131 長野県諏訪市大字湖南  
4 5 2 9 番地 Nagano (JP).
- (72) 発明者: 澤本 章 (SAWAMOTO, Akira);  
〒3920021 長野県諏訪市上川一丁目15  
3 8 番地 株式会社 n i t t o h 上  
諏訪工場内 Nagano (JP).
- (74) 代理人: 今井 彰 (IMAI, Akira); 〒3900811 長野  
県松本市中央1丁目4番20号 日本生命  
松本駅前ビル8階 Nagano (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, DJ, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,  
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,  
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保  
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,  
MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,  
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,

(54) Title: IMAGE-CAPTURING OPTICAL SYSTEM AND IMAGE-CAPTURING DEVICE

(54) 発明の名称: 撮像用の光学系および撮像装置



(57) Abstract: This optical system (10) is constituted by: a first lens group (G1) that is arranged on an object side (11) with respect to an aperture stop (St) and that has a positive refractive power as a whole; and a second lens group (G2) that is arranged on an image surface side (12) and that has a negative refractive power as a whole. The first lens group (G1) includes: a first negative lens (L1) that is arranged most toward the object side and that is concave toward the object side; and a first meniscus lens (L2) that is arranged adjacent to the first negative lens (L1), is convex toward the object side, and has a positive refractive power. The radius of curvature R1 of the object-side surface of the first negative lens (L1) and the focal distance f of the optical system satisfy the following condition (1):  $-1.5 < R1/f < -0.6 \dots (1)$ .



WO 2017/221947 A1

TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

---

(57) 要約：光学系（10）は、開口絞り（St）を挟んで物体側（11）に配置された、全体として正の屈折力の第1のレンズ群（G1）と、像面側（12）に配置された、全体として負の屈折力の第2のレンズ群（G2）とから構成される。第1のレンズ群（G1）は、最も物体側に配置された、物体側に凹の第1の負レンズ（L1）と、第1の負レンズ（L1）に隣接して配置された物体側に凸の正の屈折力の第1のメニスカスレンズ（L2）とを含み、第1の負レンズ（L1）の物体側の面の曲率半径R1と、当該光学系の焦点距離fとが以下の条件（1）を満たす。 $-1.5 < R1 / f < -0.6 \dots (1)$

## 明 細 書

**発明の名称**：撮像用の光学系および撮像装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、カメラなどの撮像装置に好適な撮像用の光学系に関するものである。

### 背景技術

[0002] 日本国特許公開2015-194714号には、F値が小さくて明るく、かつ、小型で、諸収差の発生が抑制された単焦点撮像光学系、レンズ鏡筒、交換レンズ装置及びカメラシステムを提供することが記載されている。この光学系は、物体側から像側へと順に、複数のレンズ素子からなる前群と、開口絞りと、複数のレンズ素子からなる後群とを備え、前記前群は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有するレンズ素子と、負のパワーを有するレンズ素子と、正のパワーを有するレンズ素子とを含み、かつ、最像側に正のパワーを有するレンズ素子を含み、前記後群は、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に光軸に沿って移動する、少なくとも1枚のレンズ素子からなるフォーカシングレンズ群と、最像側に負のパワーを有するレンズ素子とを含む。

### 発明の開示

[0003] カメラなどの撮像装置に大型の撮像素子が採用されつつあり、それに対応したイメージサークルの大きい撮像用のレンズシステム（光学系）が要望されている。イメージサークルの大きな光学系で、特に画角が大きな光学系は、レンズサイズが大きくなり、バックフォーカスも相対的に短くなりやすい。このため、イメージサークルが大きな光学系を、簡易な構成で、レンズ径が小さく、コンパクトに実現することを目的としている。

[0004] 本発明の態様の1つは、開口絞りを挟んで物体側に配置された、全体として正の屈折力の第1のレンズ群と、像面側に配置された、全体として負の屈折力の第2のレンズ群とから構成される撮像用の光学系である。第1のレン

ズ群は、最も物体側に配置された物体側に凹の第1の負レンズと、第1の負レンズに隣接して配置された物体側に凸の正の屈折力の第1のメニスカスレンズとを含み、第1の負レンズの物体側の面の曲率半径R1と、当該光学系の焦点距離fとが以下の条件を満たす。

$$-1.5 < R1 / f < -0.6 \quad \dots (1)$$

[0005] この光学系は、全体として、広角レンズなどに使用される負-正のパワー配置を持つレトロフォーカスタイプではなく、一般的に、画角が狭い正-負のパワー配置を持ち、コンパクトな構成となる望遠タイプ（テレフォトタイプ、逆レトロフォーカスタイプ）を採用しつつ、先行する最も物体側のレンズを物体側に凹の負レンズとすることにより画角を広げている。その一方、テレフォトタイプの利点である焦点距離が長い特性を活かして、比較的長いバックフォーカスを実現できるようにしている。画角を広げるためには、第1の負レンズの物体側の面の曲率半径R1が小さいことが望ましい。しかしながら、入射光線の角度が大きく変わるために収差補正が困難となり、一方、曲率半径R1の絶対値が大きいと、広角にするためにレンズ径が大きくなってしまいコンパクトな光学系を提供できない。このため、この光学系においては、第1の負レンズに隣接して、物体側に凸の正のパワーの第1のメニスカスレンズを配置することにより、物体側の2枚のレンズを負-正のパワーのレトロフォーカスタイプで広角レンズに適した構成にするとともに、収差補正を行い、曲率半径R1の範囲を条件(1)の範囲に設定し、小さなレンズ径で画角の大きな光学系を実現している。

[0006] 条件(1)の下限を下回ると、曲率半径R1の絶対値が大きくなりレンズ径が大きくなってしまい、また、パワーが小さくなるので像面湾曲、球面収差の補正が難しくなる。また、条件(1)の上限を上回ると、曲率半径R1の絶対値が小さくなりすぎるので像面湾曲、球面収差、歪曲収差の補正が難しくなる。条件(1)の下限は-1.3であってもよく、-1.25であってもよく、上限は-0.8であってもよく、-1.0であってもよい。

[0007] 第1のレンズ群は、第1の負レンズと、第1のメニスカスレンズと、開口

絞りに面して配置された全体として正の屈折力で、正負または負正 2 枚のレンズからなる第 1 の組み合わせとから構成されていてもよい。第 1 のレンズ群を、物体側の 2 枚のレンズを負-正のパワーで広角レンズに適した構成と、色収差の補正に適した第 1 の組み合わせレンズとの最小限の構成とすることで簡易およびコンパクトで収差補正が良好な光学系を提供できる。

[0008] 第 2 のレンズ群は、開口絞りに面して配置された全体として正の屈折力で、第 1 の組み合わせと対称となるように配置された負正または正負 2 枚のレンズからなる第 2 の組み合わせを含んでもよい。開口絞りを挟んで、第 1 の組み合わせレンズと対称な構成の第 2 の組み合わせレンズを配置することで、簡易およびコンパクトな構成で収差補正の良好な光学系を提供できる。

[0009] 第 2 のレンズ群は、最も像面側から順番に配置された像面側に凸の負の屈折力のメニスカスレンズと、物体側に凸の負の屈折力のメニスカスレンズとを含んでもよい。撮像側に 2 枚の負のパワーのレンズを配置することによりバックフォーカス長を確保でき、さらに、面の向きが異なるメニスカスレンズを組み合わせることにより収差補正に必要な面の数を確保しつつ、ペッツバル和を小さくして像面湾曲を小さくできる。

[0010] この光学系の第 2 のレンズ群は、正負または負正 2 枚のレンズからなる第 2 の組み合わせと、像面側に凸の正の屈折力のレンズと、物体側に凸の負の屈折力のメニスカスレンズと、像面側に凸の負の屈折力のメニスカスレンズとの 5 枚構成であってもよく、この光学系は第 1 のレンズ群を含めて全体として 9 枚構成であってもよい。

[0011] この光学系においては、フォーカシングの際に、第 1 のレンズ群と、開口絞りと、第 2 のレンズ群とを相互の間隔（空気間隔）は変えずに一体で像面に対して移動してもよく、フォーカシングの機構を簡易にできる。

[0012] 光学系の全長  $L A$  とバックフォーカス  $B F$  とが以下の条件 (2) を満たしてもよい。バックフォーカス長に対してレンズ全長が小さくコンパクトな撮像用の光学系を提供できる。

$$1. \quad 5 < L A / B F < 2. \quad 5 \quad \dots \quad (2)$$

条件（２）の下限は１．６であってもよく、上限は２．３であってもよい。

[0013] また、最も物体側の第１の負レンズの物体側の面の有効径（直径） $D_{e1}$ とバックフォーカスBFとが以下の条件（３）を満たし、バックフォーカス長に対してレンズ径の小さな撮像用の光学系を提供できる。

$$0.6 < D_{e1} / BF < 1.5 \quad \dots (3)$$

条件（３）の下限は０．８であってもよく、上限は１．３であってもよく、１．１であってもよい。

[0014] 本発明の他の態様の１つは、上記の光学系と、光学系の像面側に配置された撮像素子とを有する撮像装置である。光学系は交換用レンズであってもよく、撮像装置は、デジタルカメラ、ビデオカメラ、TVカメラ、アクションカメラを含む。大口径でコンパクトな光学系を提供できるので、撮像装置も小型化できる。

### 図面の簡単な説明

[0015] [図1]撮像用の光学系を含む撮像装置の概要を示す図。

[図2]図1に示す光学系のレンズデータを示す図。

[図3]図1に示す光学系の焦点距離を示す図。

[図4]図1に示す光学系の諸収差を示す図。

[図5]図1に示す光学系の横収差を示す図。

[図6]撮像用の異なる光学系を含む撮像装置の概要を示す図。

[図7]図6に示す光学系のレンズデータを示す図。

[図8]図6に示す光学系の焦点距離を示す図。

[図9]図6に示す光学系の諸収差を示す図。

[図10]図6に示す光学系の横収差を示す図。

### 発明の実施の形態

[0016] 図1に、撮像用の光学系を備えた撮像装置（カメラ、カメラ装置）の一例を示している。カメラ1は、光学系（撮像光学系、結像光学系、レンズシステム）10と、光学系10の像面側（画像側、撮像側、結像側）12に配置された撮像素子（撮像デバイス）5とを有する。光学系10は、開口絞り（

絞り)  $S_t$  を挟んで物体側 11 に配置された、全体として正の屈折力の第 1 のレンズ群  $G_1$  と、像面側 12 に配置された、全体として負の屈折力の第 2 のレンズ群  $G_2$  とから構成されている。第 1 のレンズ群  $G_1$  は、4 枚構成で、光軸 15 に沿って物体側 11 から順番に配置された、両凹の負レンズ (第 1 の負レンズ)  $L_1$  と、物体側 11 に凸の正のパワーのメニスカスレンズ (第 1 のメニスカスレンズ)  $L_2$  と、両凸の正レンズ  $L_3$  と、像面側 12 に凸の負のメニスカスレンズ  $L_4$  とを含む。正レンズ  $L_3$  と負のメニスカスレンズ  $L_4$  との組み合わせ (第 1 の組み合わせレンズ)  $C_1$  は接合レンズであり、開口絞り  $S_t$  に面して配置されている。正のパワーのメニスカスレンズ  $L_2$  は、負レンズ  $L_1$  に隣接して配置されており、メニスカスレンズ  $L_2$  の物体側 11 の一部が両凹の負レンズ  $L_1$  の像面側の凹部に入り込んだ構成となっている。この例では、第 1 のレンズ群  $G_1$  は、負-正-正-負の対称的なパワー配列を備えた 4 枚構成である。

[0017] 第 2 のレンズ群  $G_2$  は 5 枚構成で、光軸 15 に沿って物体側 11 から順番に配置された、両凹の負レンズ  $L_5$  と、両凸の正レンズ  $L_6$  と、両凸の正レンズ  $L_7$  と、物体側 11 に凸の負のパワーのメニスカスレンズ  $L_8$  と、像面側 12 に凸の負のパワーのメニスカスレンズ  $L_9$  とから構成されている。最も物体側 11 の負レンズ  $L_5$  と正レンズ  $L_6$  との組み合わせ (第 2 の組み合わせレンズ)  $C_2$  は接合レンズであり、開口絞り  $S_t$  に面して配置されている。この例では、第 2 のレンズ群  $G_2$  は、負-正-正-負-負の比較的対称的なパワー配列を備えた 5 枚構成である。

[0018] この光学系 10 は、焦点調整 (フォーカシング) の際に、光学系全体が、すなわち、物体側 11 から順番に配置された第 1 のレンズ群  $G_1$  と、開口絞り  $S_t$  と、第 2 のレンズ群  $G_2$  とが相互の空気間隔を変えずに一体で像面 (撮像素子) 5 に対して移動する。また、この光学系 10 は、開口絞り  $S_t$  を挟んで、負-正-正-負の第 1 のレンズ群  $G_1$  と負-正-正-負-負の第 2 のレンズ群  $G_2$  とが配置され、それぞれ対称的なパワー配列を備えた 2 つのレンズ群を備えた全体として 9 枚構成の光学系である。

[0019] 図2に光学系10を構成する各レンズのデータを示している。曲率半径(R)は物体側11から順に並んだ各レンズの各面の曲率半径(mm)、間隔dは各レンズ面間の距離(mm)、有効径D<sub>e</sub>は各レンズ面の有効径(直径、mm)、屈折率n<sub>d</sub>は各レンズの屈折率(d線)、アッペ数ν<sub>d</sub>は各レンズのアッペ数(d線)を示している。なお、最終の間隔、本例においてはd<sub>17</sub>が光学系10と撮像デバイス5との距離(バックフォーカス、BF)を示す。図3には、各レンズのd線基準の焦点距離(mm)と、各組み合わせレンズ(接合レンズ)の合成焦点距離(mm)と、各レンズ群の合成焦点距離(mm)とを示している。以下に示すレンズデータにおいても同様である。なお、実施例において焦点距離等はd線基準で求めている。

[0020] 図4に、光学系10の球面収差、非点収差、歪曲収差を示している。球面収差は、波長435.8340nm(二点鎖線)と、波長486.1330nm(長破線)と、波長546.0740nm(実線)、波長587.5620nm(一点鎖線)と、656.2730nm(短破線)とを示している。非点収差はタンジェンシャル光線Tとサジタル光線Sとを示している。図5に、光学系10の倍率色収差(横収差)をタンジェンシャル光線およびサジタル光線のそれぞれについて上記のそれぞれの波長で示している。以下に示す収差図においても同様である。

[0021] この光学系10の主な性能を示す数値は以下の通りである。

全体の合成焦点距離(f) : 45.027mm

F値 : 3.5

最大画角(半画角) : 32.6度

イメージサークル : φ56mm

バックフォーカス(BF) : 26.88mm

全体のレンズ長(LA) : 47.48mm

[0022] この撮像光学系10は、物体側11から、正のパワーの第1のレンズ群G<sub>1</sub>、絞りS<sub>t</sub>および負のパワーの第2のレンズ群G<sub>2</sub>が並んだ、正-負のパワー配置を持つ望遠タイプ(テレフォトタイプ、逆レトロフォーカスタイプ



)の光学系であり、一般的に焦点距離を長くできるが、画角が小さいタイプである。しかしながら、この光学系10においては、先行する最も物体側11のレンズL1を物体側11に凹の負レンズとすることにより画角を広げ、一方、テレフォトタイプの利点である焦点距離が長い特性を活かして、画角が大きく、比較的長いバックフォーカスBFを備えた光学系10を提供している。

[0023] さらに、最も物体側11の第1の負レンズL1に隣接して、物体側に凸の正のパワーの第1のメニスカスレンズL2を配置することにより、物体側11の2枚のレンズを負-正のパワーで広角レンズに適したレトロフォーカスタイプの構成にするとともに、収差補正を行い、曲率半径R1の範囲を条件(1)の範囲に設定し、小さなレンズ径で画角が半画角で32.6度と大きな光学系10を実現している。

[0024] また、この光学系10は大型の撮像素子5に対応してイメージサークルが直径56mmと大きく、バックフォーカスBFも26.88mmと長く、交換レンズなどとしても適用可能な設計となっている。イメージサークルが大きく、バックフォーカスBFも長いにもかかわらず、最も口径が大きくなる物体側11のレンズL1の有効径は24.4mmと小さく、また、全長も47.48mmと短く、F値(Fナンバー)は3.5と明るく、全体としてコンパクトで明るい光学系10となっている。

[0025] この光学系10の条件(1)~(3)の値は以下の通りであり、いずれの条件も満足している。

条件(1)  $(R1/f)$  : -1.213

条件(2)  $(LA/BF)$  : 1.766

条件(3)  $(De1/BF)$  : 0.908

[0026] また、第1のレンズ群G1は、第1の負レンズL1および第1のメニスカスレンズL2に加え、開口絞りStに面して配置された全体として正の屈折力で、正負2枚のレンズL3およびL4からなる第1の組み合わせレンズ(本例においては接合レンズ)C1とから構成されている。また、第2のレン

ズ群G 2は、開口絞りS tに面して配置された全体として正の屈折力で、第1の組み合わせC 1と対称となるように配置された負正2枚のレンズL 5およびL 6からなる第2の組み合わせレンズ（本例においては接合レンズ）C 2を備えており、これらにより色収差を含めて各収差が良好に補正されている。

[0027] さらに、第2のレンズ群G 2は、最も像面側1 2から順番に配置された像面側に凸の負の屈折力のメニスカスレンズL 9と、物体側1 1に凸の負の屈折力のメニスカスレンズL 8とを含んでいる。像面側1 2の最終レンズL 9が像面側1 2に凸で、隣接するレンズL 8が逆方向に凸の対称な負のパワーのメニスカスレンズL 8およびL 9の組み合わせは、比較的長いバックフォーカスB Fを得るのに好適であるとともに、収差補正のレンズ面の数を確保し、ペッツバル和が増加するのを抑制できる。したがって、像面湾曲を含めて良好な収差補正能力が得られる光学系1 0となっている。このため、図3および図4に示すように、コンパクトで収差補正能力の高い光学系1 0を実現している。

[0028] 図6に、異なる撮像用の光学系1 0を備えたカメラ1の例を示している。この光学系1 0も、開口絞り（絞り）S tを挟んで物体側1 1に配置された、全体として正の屈折力の第1のレンズ群G 1と、像面側1 2に配置された、全体として負の屈折力の第2のレンズ群G 2とから構成されている。第1のレンズ群G 1は、4枚構成で、光軸1 5に沿って物体側1 1から順番に配置された、両凹の負レンズ（第1の負レンズ）L 1と、物体側1 1に凸の正のパワーのメニスカスレンズ（第1のメニスカスレンズ）L 2と、物体側1 1に凸の負のパワーのメニスカスレンズL 3と、両凸の正レンズL 4とを含む。本例の負のメニスカスレンズL 3と正レンズL 4との組み合わせ（第1の組み合わせレンズ）C 1は接合レンズではなく、最小に近い空気間隔で隣接して配置されている。この例では、第1のレンズ群G 1は、負－正－負－正の広角に適し、バックフォーカスを確保しやすいレトロフォーカス型のパワー配置を組み合わせた4枚構成である。

[0029] 第2のレンズ群G2は5枚構成で、光軸15に沿って物体側11から順番に配置された、両凸の正レンズL5と、両凹の負レンズL6と、両凸の正レンズL7と、物体側11に凸の負のパワーのメニスカスレンズL8と、像面側12に凸の負のパワーのメニスカスレンズL9とから構成されている。最も物体側11の正レンズL5と負レンズL6との組み合わせ（第2の組み合わせレンズ）C2は接合レンズではなく最小空気間隔で隣接して配置されている。第2の組み合わせレンズC2が、第1の組み合わせレンズC1と絞りStを挟んで対称なパワー配置となっていることは上記の実施例と同様である。さらに、この例では、第2のレンズ群G2は、正-負-正-負-負のテレフォトタイプを組み合わせたパワー配列を備えた5枚構成である。したがって、この光学系10は、絞りStを挟んで対称的なパワー配列の9枚のレンズで構成されており、全体として収差の補正が良好な光学系となっている。

[0030] この光学系10も、焦点調整（フォーカシング）の際に、光学系全体が、すなわち、物体側11から順番に配置された第1のレンズ群G1と、開口絞りStと、第2のレンズ群G2とが一体で像面5に対して移動する。図7に光学系10を構成する各レンズのデータを示している。図8には、各レンズのd線基準の焦点距離（mm）と、各レンズ群の合成焦点距離（mm）とを示している。図9に、光学系10の球面収差、非点収差、歪曲収差を示し、図10に、光学系10の倍率色収差（横収差）をタンジェンシャル光線およびサジタル光線のそれぞれについて上記のそれぞれの波長で示している。

[0031] この光学系10の主な性能を示す数値は以下の通りである。

全体の合成焦点距離（f）： 44.246mm

F値： 4.0

最大画角（半画角）： 32.4度

イメージサークル：  $\phi$ 56mm

バックフォーカス（BF）： 21.88mm

全体のレンズ長（LA）： 49.99mm

[0032] この撮像光学系10の基本的な構成は上記に示した光学系と同様であり、全体としてテレフォトタイプでありながら、画角およびイメージサークルが大きく、比較的長いバックフォーカスBFを備え、全長LAが短く、レンズ径が小さく、そして、F値が小さく明るいという、コンパクトで明るい撮像光学系10を提供している。また、収差補正も良好である。

[0033] この光学系10の条件(1)～(3)の値は以下の通りであり、いずれの条件も満足している。

条件(1)  $(R1/f)$  :  $-1.197$

条件(2)  $(LA/BF)$  :  $2.285$

条件(3)  $(De1/BF)$  :  $1.090$

[0034] このように、上記において開示した光学系(レンズシステム)10は撮像光学装置およびデジタル機器に関連し、風景や被写体を撮像素子に取り込むレンズ交換式デジタルカメラ、ビデオカメラ、TVカメラ、アクションカメラなどに適した大口径でコンパクトな光学系10である。特に、大型の撮像素子5に使用するイメージサークルの大きなレンズシステムとして適しており、9枚、2群構成という簡易な構成でありながら、広角から標準レンズとして性能を備え、長いバックフォーカスBFを有しながら、レンズ径およびレンズ全長LAが小さく、かつ、良好に収差補正がされた光学系10を提供できる。

## 請求の範囲

[請求項1] 開口絞りを挟んで物体側に配置された、全体として正の屈折力の第1のレンズ群と、物体側に対して反対側の像面側に配置された、全体として負の屈折力の第2のレンズ群とから構成される撮像用の光学系であって、

前記第1のレンズ群は、最も物体側に配置された、物体側に凹の第1の負レンズと、前記第1の負レンズに隣接して配置された、物体側に凸の正の屈折力の第1のメニスカスレンズとを含み、

前記第1の負レンズの物体側の面の曲率半径  $R_1$  と、当該光学系の焦点距離  $f$  とが以下の条件を満たす、光学系。

$$-1.5 < R_1 / f < -0.6$$

[請求項2] 請求項1において、

前記第1のレンズ群は、前記第1の負レンズと、前記第1のメニスカスレンズと、前記開口絞りに面して配置された全体として正の屈折力で、正負または負正の2枚のレンズからなる第1の組み合わせとから構成されている、光学系。

[請求項3] 請求項2において、

前記第2のレンズ群は、前記開口絞りに面して配置された全体として正の屈折力で、前記第1の組み合わせと対称となるように配置された負正または正負2枚のレンズからなる第2の組み合わせを含む、光学系。

[請求項4] 請求項1ないし3のいずれかにおいて、

前記第2のレンズ群は、最も像面側から順番に配置された像面側に凸の負の屈折力のメニスカスレンズと、物体側に凸の負の屈折力のメニスカスレンズとを含む、光学系。

[請求項5] 請求項2において、

前記第2のレンズ群は、前記開口絞りに面して配置された正負または負正2枚のレンズからなる第2の組み合わせと、像面側に凸の正の

屈折力のレンズと、物体側に凸の負の屈折力のメニスカスレンズと、像面側に凸の負の屈折力のメニスカスレンズとから構成されている、光学系。

[請求項6] 請求項1ないし5のいずれかにおいて、  
フォーカシングの際に、前記第1のレンズ群と、前記開口絞りと、前記第2のレンズ群とを相互の間隔は変えずに一体で像面に対して移動する、光学系。

[請求項7] 請求項1ないし6のいずれかにおいて、  
当該光学系の全長 $L_A$ とバックフォーカス $B_F$ とが以下の条件を満たす、光学系。

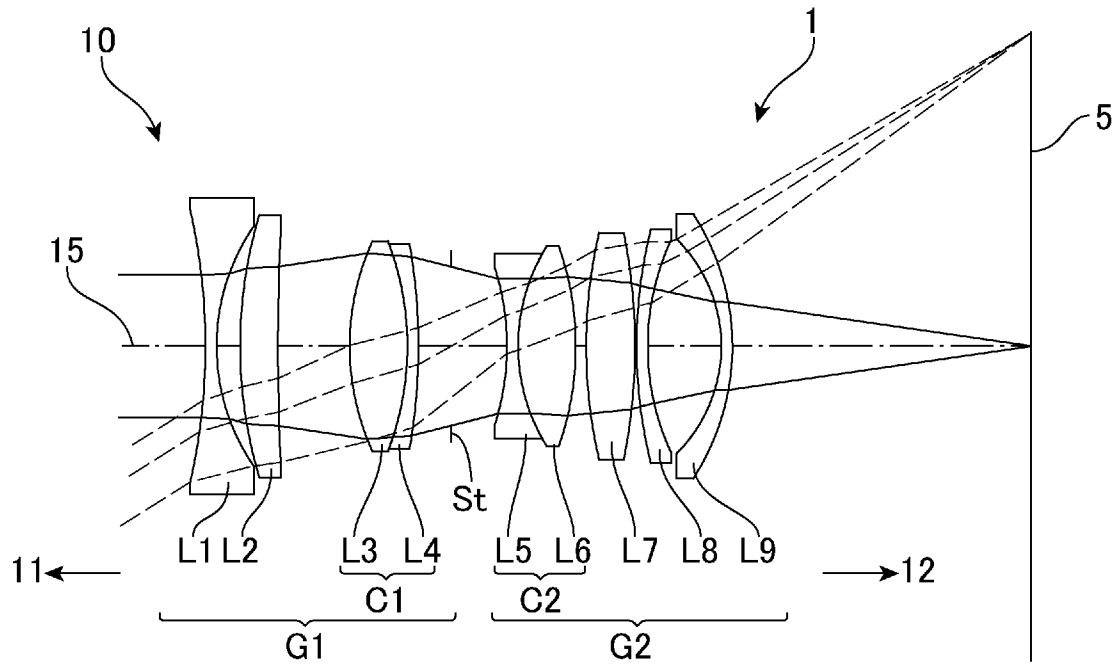
$$1.5 < L_A / B_F < 2.5$$

[請求項8] 請求項1ないし7のいずれかにおいて、  
前記第1の負レンズの物体側の面の有効径 $D_{e1}$ とバックフォーカス $B_F$ とが以下の条件を満たす、光学系。

$$0.6 < D_{e1} / B_F < 1.5$$

[請求項9] 請求項1ないし8のいずれかに記載の光学系と、  
前記光学系の像面側に配置された撮像素子とを有する撮像装置。

[図1]



[図2]

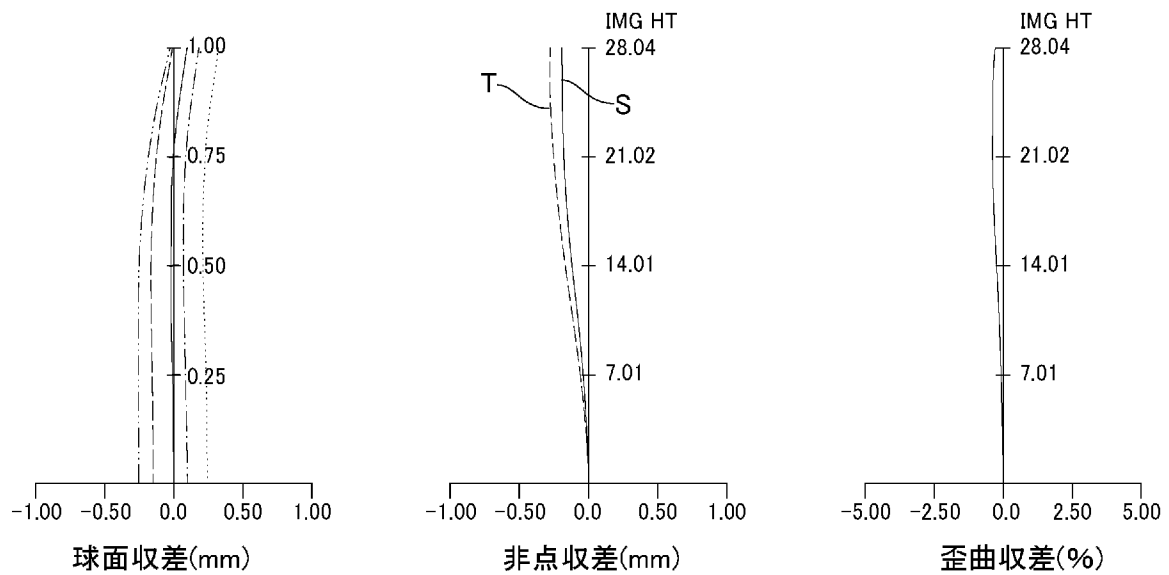
No.	曲率半径 R (mm)	間隔 d (mm)	有効径 De (mm)	屈折率 nd	アッベ数 $\nu_d$	レンズ
1	-54.60800	1.00000	24.40	1.54814	45.78	L1
2	18.80100	2.13000	21.50			
3	40.82900	3.40000	21.50	1.91650	31.60	L2
4	212.80200	6.47000	20.80			
5	22.50800	5.20000	17.00	1.69700	48.52	L3
6	-26.02800	1.00000	16.60	1.69895	30.13	L4
7	-52.29800	2.92000	16.20			
8	絞り	5.05000	14.20			(St)
9	-22.88600	1.00000	13.90	1.85026	32.27	L5
10	16.76900	5.20000	14.90	1.64850	53.02	L6
11	-26.74000	0.93000	16.20			
12	44.60800	4.40000	17.60	1.85026	32.27	L7
13	-51.30000	0.15000	18.40			
14	43.10400	1.00000	19.00	1.83481	42.72	L8
15	22.50000	6.63000	18.90			
16	-13.41600	1.00000	19.20	1.48749	70.24	L9
17	-21.58300	26.88000	21.60			

[圖3]

No.	焦点距離 (mm)	合成焦点距離 (mm)	合成焦点距離 (mm)
L1	-25.261		28.87
L2	54.202		
L3	18.028		
L4	-74.734		
L5	-11.17	-47.123 (C1)	-71.66
L6	16.603		
L7	28.461		
L8	-57.436		
L9	-75.523		

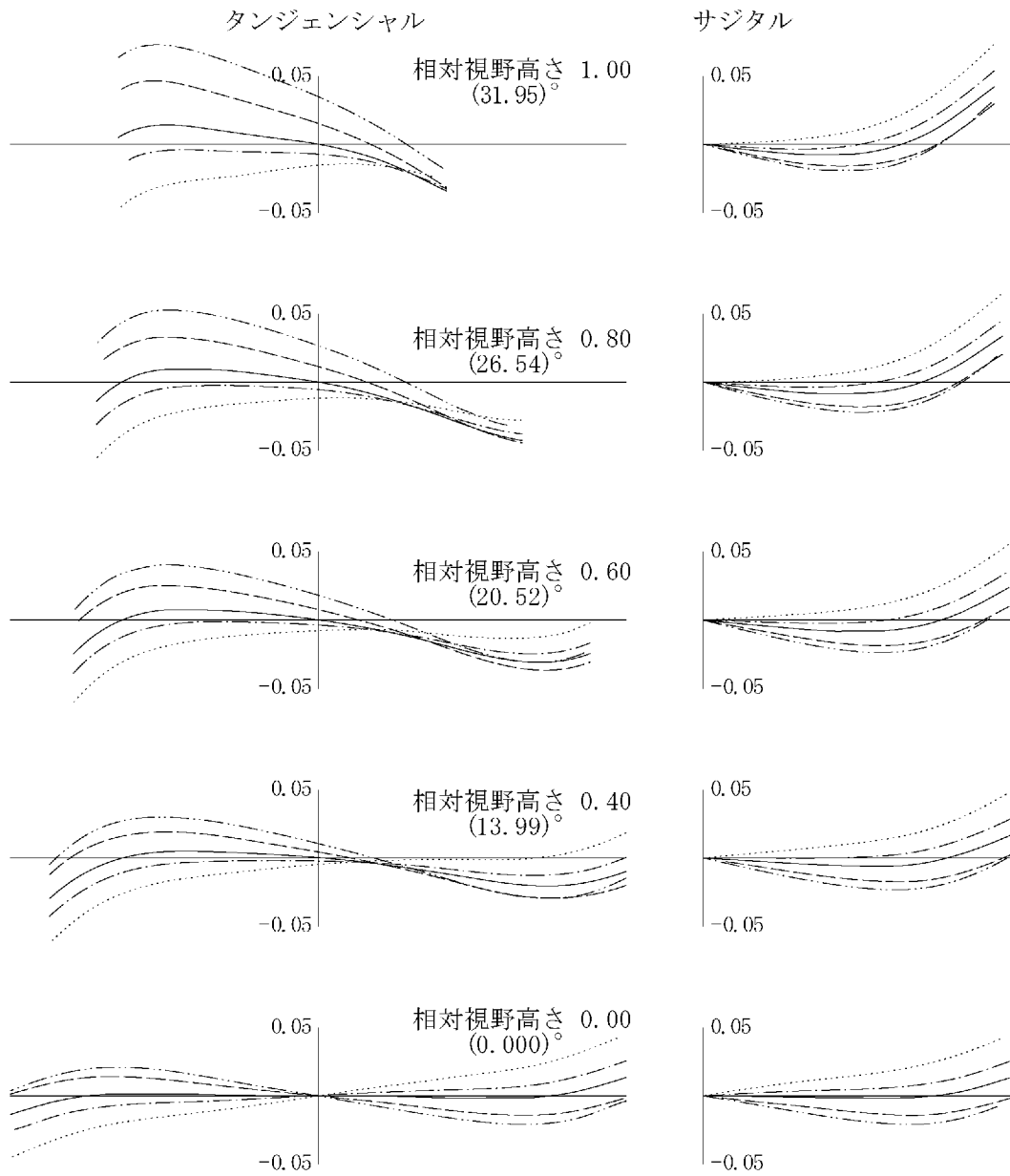
G1  
G2

[圖4]

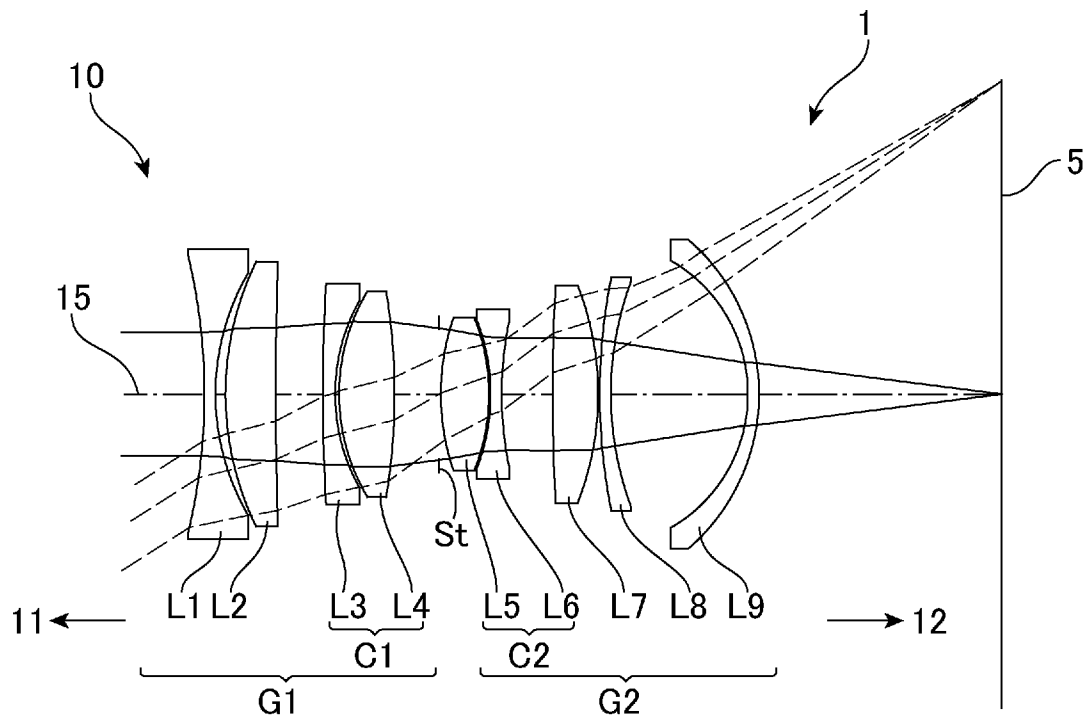




[図5]



[図6]



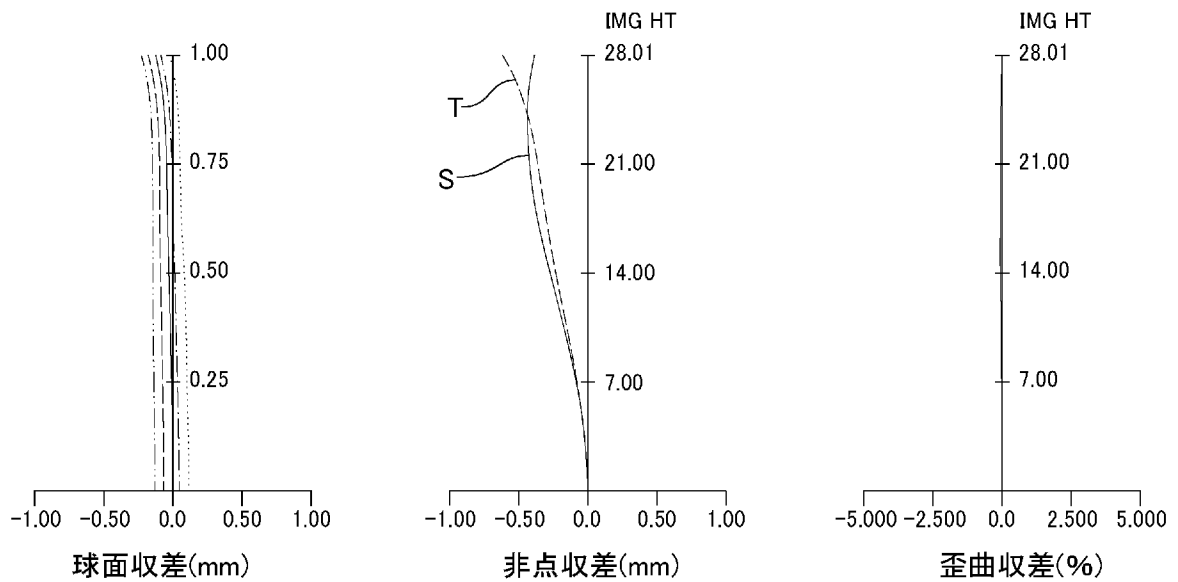
[図7]

No.	曲率半径 R (mm)	間隔 d (mm)	有効径 De (mm)	屈折率 nd	アッベ数 $\nu_d$	レンズ
1	-52.98000	1.00000	23.86	1.69895	30.13	L1
2	21.40000	0.91000	21.66			
3	26.86000	4.50000	21.69	1.92286	18.90	L2
4	293.50000	4.27000	20.81			
5	173.78000	1.10000	17.93	1.69895	30.13	L3
6	17.04000	0.36000	16.64			
7	17.87000	5.00000	16.65	1.91082	35.25	L4
8	-55.74000	4.02000	15.60			
9	絞り	0.15000	11.65			(St)
10	21.03000	4.34000	12.13	1.48749	70.24	L5
11	-18.25000	0.15000	12.19			
12	-18.14000	1.00000	12.14	1.89286	20.36	L6
13	32.15000	4.58000	13.60			
14	172.29000	4.11000	16.00	1.92286	18.90	L7
15	-26.49000	0.15000	17.65			
16	53.27000	1.00000	18.84	1.75520	27.51	L8
17	28.90000	12.35000	19.02			
18	-13.73000	1.00000	22.84	1.49700	81.54	L9
19	-18.16000	21.88000	25.45			

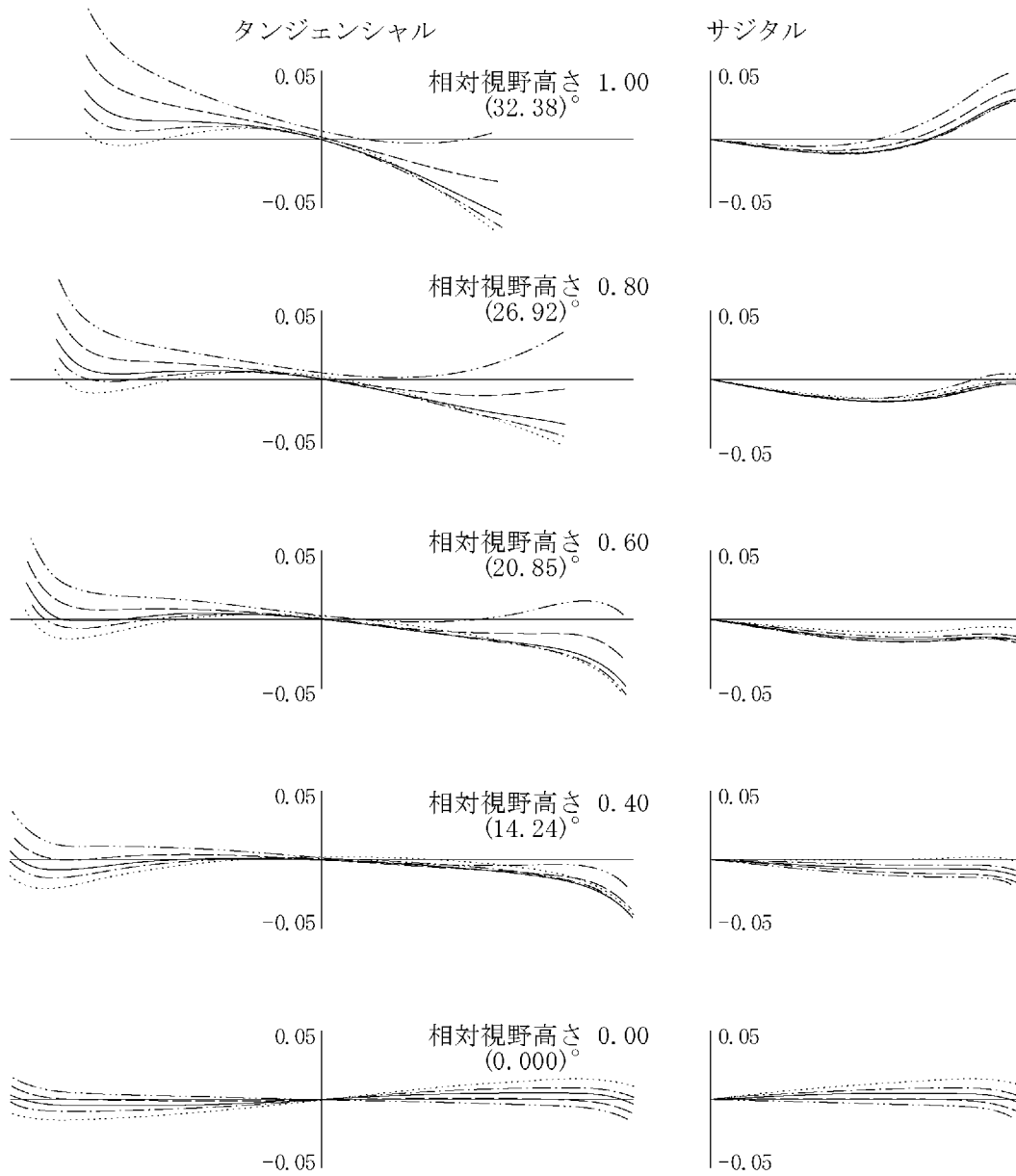
[图8]

No.	焦点距離 (mm)	合成焦点距離 (mm)	
L1	-21.519	44.558	G1
L2	31.389		
L3	-26.899		
L4	15.253		
L5	20.727	-1385.448	G2
L6	-12.720		
L7	24.822		
L8	-84.437		
L9	-122.084		

[图9]



[図10]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2017/022755

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G02B13/02(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)  
G02B13/02

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2000-321490 A (Cosina Co., Ltd.), 24 November 2000 (24.11.2000), 3rd example (Family: none)	1-3, 6-9 4-5
X A	JP 2-238416 A (Canon Inc.), 20 September 1990 (20.09.1990), examples 1 to 4, 6, 8 to 10 & US 5289317 A examples 9 to 12, 14, 16 to 17	1, 4, 6-9 2-3, 5
X A	JP 11-281890 A (Konica Corp.), 15 October 1999 (15.10.1999), example 4 & US 6185050 B1 example 4	1, 4, 6-9 2-3, 5

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 08 September 2017 (08.09.17)	Date of mailing of the international search report 19 September 2017 (19.09.17)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/022755

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 7-253542 A (Canon Inc.), 03 October 1995 (03.10.1995), examples 1 to 6, 8 & US 5691851 A examples 33 to 38, 40	1-3, 6-9 4-5
X A	JP 6-067092 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 11 March 1994 (11.03.1994), example 5 (Family: none)	1-3, 6-9 4-5
X A	JP 2001-201683 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 27 July 2001 (27.07.2001), examples 3 to 5, 7 to 9 & US 2001/0009479 A1 examples 3 to 5, 7 to 9	1-3, 6-9 4-5
X A	JP 9-152549 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 10 June 1997 (10.06.1997), examples 3 to 4 & US 5808812 A examples 3 to 4	1-3, 6-9 4-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B13/02(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. G02B13/02

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2000-321490 A (株式会社コシナ) 2000. 11. 24, 第3実施例等 (ファミリーなし)	1-3, 6-9 4-5
X A	JP 2-238416 A (キヤノン株式会社) 1990. 09. 20, 実施例1-4, 6, 8-10等 & US 5289317 A, 実施例9-12, 14, 16-17等	1, 4, 6-9 2-3, 5
X A	JP 11-281890 A (コニカ株式会社) 1999. 10. 15, 実施例4等 & US 6185050 B1, 実施例4等	1, 4, 6-9 2-3, 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。

\* 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

08.09.2017

国際調査報告の発送日

19.09.2017

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

2V

4748

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
X A	JP 7-253542 A (キヤノン株式会社) 1995. 10. 03, 実施例 1 - 6, 8 等 & US 5691851 A, 実施例 33 - 38, 40 等	1-3, 6-9 4-5
X A	JP 6-067092 A (ミノルタカメラ株式会社) 1994. 03. 11, 実施例 5 等 (ファミリーなし)	1-3, 6-9 4-5
X A	JP 2001-201683 A (オリンパス光学工業株式会社) 2001. 07. 27, 実 施例 3 - 5, 7 - 9 等 & US 2001/0009479 A1, 実施例 3 - 5, 7 - 9 等	1-3, 6-9 4-5
X A	JP 9-152549 A (オリンパス光学工業株式会社) 1997. 06. 10, 実施例 3 - 4 等 & US 5808812 A, 実施例 3 - 4 等	1-3, 6-9 4-5