

(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
2018年12月13日(13.12.2018)



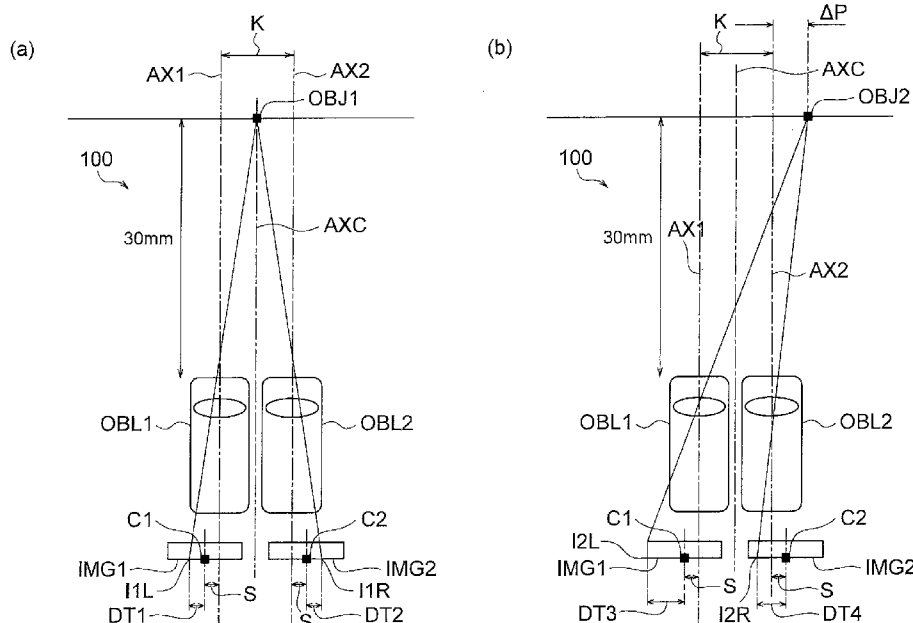
(10) 国際公開番号

WO 2018/225397 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 1/00 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
G02B 13/00 (2006.01) G02B 23/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/016134
- (22) 国際出願日: 2018年4月19日(19.04.2018)
- (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 2017-111793 2017年6月6日(06.06.2017) JP
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 西村 さ や 歌 (NISHIMURA Sayaka); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 斎藤 圭 介 (SAITO Keisuke); 〒1010051 東京都千代田区神田神保町1-4-3 駿河台下MKビル6階 Tokyo (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,

(54) Title: STEREOSCOPIC ENDOSCOPE

(54) 発明の名称: 立体内視鏡



(57) **Abstract:** This stereoscopic endoscope is characterized by: comprising a first objective optical system OBL1, a second objective optical system OBL2, a first imaging element IMG1 having an imaging area which corresponds to the field of view of the first objective optical system OBL1, a second imaging element IMG2 having an imaging area which corresponds to the field of view of the second objective optical system OBL2, and a monitor 101; and satisfying the following condition (1) and condition (2). Condition (1): the proportion between a first value obtained by multiplying the

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

添付公開書類：

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

sum of a first distance DT1 and a second distance DT2 by the magnification of the monitor 101 and the vertical dimension T (mm) of the display screen of the monitor is 1.5-10.5% (exclusive). Condition (2): the proportion between a second value obtained by multiplying the difference between a third distance and a fourth distance by the magnification of the monitor 101 and the vertical dimension T of the display screen of the monitor is 1.2-7.5% (exclusive).

(57) 要約：第1の対物光学系OBL1と、第2の対物光学系OBL2と、第1の対物光学系OBL1の視野範囲に対応する撮像範囲を有する第1の撮像素子IMG1と、第2の対物光学系OBL2の視野範囲に対応する撮像範囲を有する第2の撮像素子IMG2と、モニター101と、からなり、以下の条件(1)及び条件(2)を満たすことを特徴とする。条件(1)は、第1距離DT1と第2距離DT2との和に、モニター101の倍率を乗算した第1の値と、モニターの表示画面の縦の大きさT (mm)との割合が、1.5%より大きく、10.5%より小さいこと、条件(2)は、第3距離と第4距離との差分に、モニター101の倍率を乗算した第2の値と、モニターの表示画面の縦の大きさTとの割合が、1.2%より大きく、7.5%より小さいこと、である。

明 細 書

発明の名称： 立体内視鏡

技術分野

[0001] 本発明は、立体内視鏡に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、医療分野では、病変の精密かつ迅速な手術を行うために、立体観察が可能な手術用内視鏡が重要視されている。特に外科手術の分野では、観察距離 10 mm～100 mm 程度の範囲で、安全かつ快適に立体画像の観察をすることが必要である。

[0003] 精密な作業を正確に行うためには、奥行き方向の分解能を向上することが望ましい。また、作業を容易化するためには、被写体の実物の形状を忠実に 3D モニターで再現することが望ましい。

[0004] 2つの対物光学系が内蔵された立体内視鏡において、奥行きの分解能を上げるためには、2つの対物光学系の光軸間の距離を離すことが必要である。一方、被写体の形状を忠実に再現するためには、各対物光学系のディストーションを抑えることが必要である。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第6072392号公報（国際公開第2016/157623号）

特許文献2：特表2013-521941号公報

特許文献3：特開平07-236610号公報

特許文献4：特開2014-028008号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ここで、2つの対物光学系の配置に関して光軸間距離を離すと、奥行き分解能は向上する。しかしながら、画面中心の近点に存在する物体が飛び出し

て見えてしまう。このため、快適な立体画像にならない。

[0007] さらに、ディストーションを抑えた2つの対物光学系の光軸間距離を離して配置した場合、画面中心部だけでなく、画面周辺部の近点に存在する物体も飛び出して見えてしまう。このため、快適な立体画像を得ることができない。

[0008] 例えば、特許文献1に開示された立体的可視化システムは、GI（消化管）用途である。このため、手術用内視鏡とは、被写体との観察距離が異なる。特許文献1の構成では、近点観察のみ考慮されている。そして、2つの光学系の光軸間隔は、1mm程度しかない。さらに、クロスポイント（詳細は後述する）も10mm以下であり、短い距離である。特許文献1の構成を、例えば外科手術に使用した場合、立体感が弱いために、立体視の利点が発揮されない。すなわち、特許文献1に開示された立体的可視化システムでは、前後方向（奥行き方向）を認知することが困難であり、安全に精確な作業ができない。

[0009] 同様に、特許文献2、3、4に開示された構成は、奥行き方向に高分解能を有することが困難である。また、特許文献2、3、4に開示された構成は、被写体の形状を適切に再現することが困難な場合、及び視野の中心部、周辺部に存在する被写体が飛び出して見えてしまう場合がある。

[0010] 本発明は、上記を鑑みてなされたものであって、奥行き方向に高分解能を有し、被写体の形状を適切に再現しつつ、中心部の被写体、周辺部の被写体も共に不適切に飛び出さない好適な立体視ができる立体内視鏡を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る立体内視鏡は、第1の対物光学系と、第2の対物光学系と、第1の対物光学系の視野範囲に対応する撮像範囲を有する第1の撮像素子と、第2の対物光学系の視野範囲に対応する撮像範囲を有する第2の撮像素子と、モニターと、からなり、以下の条件（1）及び条件（2）を満たす

ことを特徴とする。

条件（１）は、第１距離と第２距離との和に、モニターの倍率を乗算した第１の値と、前記モニターの表示画面の縦の大きさ T （mm）との割合が、 1.5% より大きく、 10.5% より小さいこと、

条件（２）は、第３距離と第４距離との差分に、モニターの倍率を乗算したモニターの表示画面の縦の大きさ T との割合が、 1.2% より大きく、 7.5% より小さいこと、

ここで、

第１距離は、第１の撮像素子の撮像面のうちの撮像範囲の中心と、観察距離が 30 mm における第１の対物光学系及び第２の対物光学系の光軸間隔の中間位置に存在する第１物体が第１の撮像素子に結像した位置と、の距離、

第２距離は、第２の撮像素子の撮像面のうちの撮像範囲の中心と、第１物体が第２の撮像素子に結像した位置と、の距離、

第３距離は、第１の撮像素子の撮像面のうちの撮像範囲の中心と、観察距離が 30 mm における第１の撮像素子または第２の撮像素子のいずれか一方の撮像素子の視野範囲の視差方向の最端点に存在する第２物体が第１の撮像素子に結像した位置と、の距離、

第４距離は、第２の撮像素子の撮像面のうちの撮像範囲の中心と、第２物体が第２の撮像素子に結像した位置と、の距離、

である。

発明の効果

[0012] 本発明は、奥行き方向に高分解能を有し、被写体の形状を適切に再現しつつ、中心部の被写体、周辺部の被写体も共に不適切に飛び出さない好適な立体視ができる立体内視鏡を提供できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]（a）は、実施形態に係る立体内視鏡の概略構成図である。（b）は、実施形態に係る立体内視鏡の別の概略構成図である。

[図2]（a）は、実施形態に係る立体内視鏡のさらに別の図である。（b）は

、実施形態に係る立体内視鏡で撮像した画像を再生する時の構成を示す図である。

[図3] (a) は、実施例 1 に係る立体内視鏡の通常観察時のレンズ断面図である。(b) は、実施例 1 に係る立体内視鏡の近点観察時のレンズ断面図である。

[図4] (a) は、実施例 2 に係る立体内視鏡の通常観察時のレンズ断面図である。(b) は、実施例 2 に係る立体内視鏡の近点観察時のレンズ断面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下に、実施形態に係る立体内視鏡 100 を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態により、この発明が限定されるものではない。

[0015] 本実施形態は、第 1 の対物光学系と、第 2 の対物光学系と、第 1 の対物光学系の視野範囲に対応する撮像範囲を有する第 1 の撮像素子と、第 2 の対物光学系の視野範囲に対応する撮像範囲を有する第 2 の撮像素子と、モニターと、からなり、以下の条件 (1) 及び条件 (2) を満たすことを特徴とする。

条件 (1) は、第 1 距離と第 2 距離との和に、モニターの倍率を乗算した第 1 の値と、前記モニターの表示画面の縦の大きさ T (mm) との割合が、1.5% より大きく、10.5% より小さいこと、

条件 (2) は、第 3 距離と第 4 距離との差分に、モニターの倍率を乗算した第 2 の値と、前記モニターの表示画面の縦の大きさ T との割合が、1.2% より大きく、7.5% より小さいこと、である。

ここで、

第 1 距離は、第 1 の撮像素子の撮像面のうちの撮像範囲の中心と、観察距離が 30 mm における第 1 の対物光学系及び第 2 の対物光学系の光軸間隔の中間位置に存在する第 1 物体が第 1 の撮像素子に結像した位置と、の距離、

第 2 距離は、第 2 の撮像素子の撮像面のうちの撮像範囲の中心と、第 1 物体が第 2 の撮像素子に結像した位置と、の距離、

第3距離は、第1の撮像素子の撮像面のうちの撮像範囲の中心と、観察距離が30mmにおける第1の撮像素子または第2の撮像素子のいずれか一方の撮像素子の視野範囲の視差方向の最端点に存在する第2物体が第1の撮像素子に結像した位置と、の距離、

第4距離は、第2の撮像素子の撮像面のうちの撮像範囲の中心と、第2物体が第2の撮像素子に結像した位置と、の距離、
である。

[0016] 図1(a)、図1(b)、図2(a)、図2(b)を用いて、本実施形態を説明する。図1(a)は、立体内視鏡100が第1物体OBJ1を撮像するときの概略構成図である。図1(b)は、立体内視鏡100が第2物体OBJ2を撮像する時の別の概略構成図である。図2(a)は、立体内視鏡100のさらに別の図である。図2(b)は、立体内視鏡100で撮像した画像を再生する時の構成を示す図である。

[0017] まず、図1(a)、図1(b)、図2(a)、図2(b)を用いて説明する。立体内視鏡100は、第1の対物光学系OBL1、例えば左眼用対物光学系と、第2の対物光学系OBL2、例えば右眼用対物光学系と、を有する。第1の撮像素子IMG1は、第1の対物光学系OBL1に対応して撮像する位置に配置されている。第2の撮像素子IMG2は、第2の対物光学系OBL2に対応して撮像する位置に配置されている。また、撮像された像は、図2(b)に示すモニター101に表示される。

[0018] そして、立体内視鏡100は、以下の条件(1)及び条件(2)を満たしている。

条件(1)は、第1距離DT1と第2距離DT2との和に、モニター101の倍率を乗算した第1の値と、モニター表示画面のたての大きさTとの割合が1.5%より大きく、10.5%より小さいこと、

条件(2)は、第3距離DT3と第4距離DT4との差分に、モニター101の倍率を乗算した第2の値と、モニターの表示画面のたての大きさTとの割合が、1.2%より大きく、7.5%より小さいこと、である。

[0019] 第1距離 D_{T1} は、第1の撮像素子 $IMG1$ の撮像面のうちの撮像範囲の中心 $C1$ と、観察距離が30mmにおける第1の対物光学系 $OBL1$ 及び第2の対物光学系 $OBL2$ の光軸 $AX1$ 、 $AX2$ の間隔の中間位置に存在する第1物体 $OBJ1$ が第1の撮像素子 $IMG1$ に結像した位置 $I1L$ と、の距離である。なお、図1(a)において、光軸 $AX1$ 、 $AX2$ の間を軸 AXC で示している。

[0020] 第2距離 D_{T2} は、第2の撮像素子 $IMG2$ の撮像面のうちの撮像範囲の中心 $C2$ と、第1物体 $OBJ1$ が第2の撮像素子 $IMG2$ に結像した位置 $I1R$ と、の距離である。

[0021] 第3距離 D_{T3} は、第1の撮像素子 $IMG1$ の撮像面のうちの撮像範囲の中心 $C1$ と、観察距離が30mmにおける第1の撮像素子 $IMG1$ または第2の撮像素子 $IMG2$ のいずれか一方の撮像素子の視野範囲の視差方向の最端点に存在する第2物体 $OBJ2$ が第1の撮像素子 $IMG1$ に結像した位置 $I2L$ と、の距離である。

[0022] 第4距離 D_{T4} は、第2の撮像素子 $IMG2$ の撮像面のうちの撮像範囲の中心 $C2$ と、第2物体 $OBJ2$ が第2の撮像素子 $IMG2$ に結像した位置 $I2R$ と、の距離である。

[0023] 第1物体 $OBJ1$ と第2物体 $OBJ2$ とは、それぞれ観察視野内の中心領域と周辺領域とに存在している。ここで周辺領域とは、視差が発生している方向の最周辺領域をいう。

[0024] ディストーションと光軸間隔の組み合わせにより、像の飛び出しと、像の盛り上がりの特性が決まる。上記条件(1)、(2)を満足することで、飛び出しと盛り上がりの適切なバランスを得ることができる。これにより、自然な立体感を得ることができる。

[0025] 本実施形態において、第1の値 H_c は、以下の式(A)で示される。

$$H_c = (2 \times M \times \beta \times (K/2) \times (D_c + 1) - 2S \times M \times \beta) / T$$

(A)

ここで、

M は、モニター 101 の倍率 $(= (x' / x) \times (l_m / l_p))$ 、

x' は、モニター 101 の画素数、

x は、第 1 の対物光学系 OBL 1 及び第 2 の対物光学系 OBL 2 の画素数

、

l_m は、モニター 101 の画素ピッチ、

l_p は、第 1 の撮像素子 IMG 1 または第 2 の撮像素子 IMG 2 の画素ピッチ、

β は、第 1 の対物光学系 OBL 1 及び第 2 の対物光学系 OBL 2 の倍率、

K は、2 つの対物光学系 OBL 1、OBL 2 の光軸 AX 1、AX 2 の間隔

、

また、 K は、第 1 の対物光学系 OBL 1 の瞳と第 2 の対物光学系 OBL の瞳との間隔、または第 1 の対物光学系 OBL 1 の開口部と第 2 の対物光学系 OBL 2 の開口部との間隔でも良い。 T は、モニターの縦の大きさである。

また、画素数は、視差方向の画素数及び撮像素子の対角方向の画素数の何れでも良い。

D_c は、第 1 物体 OBJ 1 が第 1 の撮像素子 IMG 1 及び第 2 の撮像素子 IMG 2 に結像した際のディストーション量 (%)、即ち、視野範囲の中心に存在する第 1 物体 OBJ 1 が結像する位置におけるディストーション量 (%)、

S は、第 1 の撮像素子 IMG 1 の撮像面のうちの撮像範囲の中心 C_1 と第 1 の対物光学系 IMG 1 の光軸 AX 1 との距離、または、第 2 の撮像素子 IMG 2 の撮像面のうちの撮像範囲の中心 C_2 と第 2 の対物光学系 IMG 2 の光軸 AX 2 との距離、

である。

[0026] 式 (A) は、視野中心における物体の飛び出しを、光軸間隔 K により制御することを規定している式である。

[0027] 第 1 の値 H_c が式 (A) の下限値を下回ると、奥行き分解能が低くなってしまう。第 1 の値 H_c が式 (A) の上限値を上回ると、視野の中心領域に存

在する物体の飛び出しが強すぎてしまい、快適に立体視できない。

[0028] 本実施形態において、第2の値 H_s は、以下の式(B)で示される。

$$H_s = (M \times \beta \times ((\Delta P + K) \times (D + 1) - \Delta P \times (D' + 1) - 2S)) / T \quad (B)$$

ここで、

M は、モニター101の倍率($= (x' / x) \times (l_m / l_p)$)、

x' は、モニター101の画素数、

x は、第1の対物光学系OBL1及び第2の対物光学系OBL2の画素数

、

l_m は、モニター101の画素ピッチ、

l_p は、第1の撮像素子IMG1または第2の撮像素子IMG2の画素ピッチ、

β は、第1の対物光学系OBL1及び第2の対物光学系OBL2の倍率

ΔP は、第1の対物光学系OBL1または第2の対物光学系OBL2の光軸AX1、A

X2と垂直な方向の視野範囲の最大長と光軸間隔との差分、

K は、2つの対物光学系OBL1、OBL2の光軸AX1、AX2の間隔

、

D は、第2物体OBJ2が第1の撮像素子IMG1に結像した際のディストーション量(%)、

D' は、第2物体OBJ2が第2の撮像素子IMG2に結像した際のディストーション量(%)、

S は、第1の撮像素子IMG1の撮像面のうちの撮像範囲の中心C1と第1の対物光学系OBL1の光軸AX1との距離、または、第2の撮像素子IMG2の撮像面のうちの撮像範囲の中心C2と第2の対物光学系OBL2の光軸AX2との距離、

である。

[0029] 式(B)は、視野周辺領域の物体の飛び出しを、光軸間隔とディストーション

ョンにより制御し、近点観察時に視野周辺に存在する鉗子の飛び出しは、ディストーションで制御することを規定している式である。また、視野中心における物体の飛び出しは、光軸間隔 K により制御することを規定している式である。

[0030] 第2の値 H_s が式(B)の下限値を下回ると、近点観察時の周辺領域に存在する鉗子の飛び出しがきつくなってしまう。また、第2の値 H_s が式(B)の上限値を上回ると、平面の被写体を観察したとき、実際の形状と異なる形状が再生されてしまう。

[0031] また、本実施形態の好ましい態様によれば、光軸 $A \times 1$ 、 $A \times 2$ の間隔を適宜変化させて、条件(1)を決定することが望ましい。

[0032] また、本実施形態の好ましい態様によれば、第2物体 $O B J 2$ が第1の撮像素子 $I M G 1$ 及び第2の撮像素子 $I M G 2$ に結像した際のディストーション量を適宜変化させて、条件(2)を決定することが望ましい。

[0033] また、本実施形態の好ましい態様によれば、条件(1)において、光軸間隔 K は2 mm以上、6 mm以下であることが望ましい。これにより、さらに奥行き分解能を向上し、中心領域の物体の飛び出しを抑えることができる。

[0034] また、本実施形態の好ましい態様によれば、条件(2)において、ディストーション量 D は-30%以上から-10%以下であることが望ましい。これにより、意図的にディストーションを発生させ、さらに視野周辺領域の物体の飛び出し、及び近点観察時に視野周辺に存在する鉗子の飛び出しを、抑えることができる。

[0035] また、本実施形態の好ましい態様によれば、第3距離 $D T 3$ と第4距離 $D T 4$ との差分に、モニター101の倍率を乗算した第2の値 H_s が1.8%以上、7.2%以下であり、ディストーション量 D は、-22%以上から-10%以下であることが望ましい。これにより、ディストーション量を減らすことで、ディストーションの像のゆがみによる左右像の縦ズレを減らすことができる。

[0036] また、本実施形態の好ましい態様によれば、モニター101に表示される

画像の中心点がゼロ視差となる観察距離は40mm以下であることが望ましい。

[0037] 図2(a)に示す軸A×C上のクロスポイントCPは距離40mm以下であることが望ましいことを意味する。また、「ゼロ視差」とは、再生画像の中心点102がモニター101面上に存在することをいう(図2(b)参照)。なお、観察者は、80cmから2mの範囲でモニター101を観察する。

[0038] クロスポイントCPが40mm以下の場合でも、通常観察(遠点観察)時に、開散しないように立体内視鏡の構成を設定する。

[0039] 以下、実施例について説明する。

[0040] (実施例1)

図3(a)は、実施例1に係る立体内視鏡300の通常観察時のレンズ断面図である。図3(b)は、実施例1に係る立体内視鏡300の近点観察(拡大観察)時のレンズ断面図である。本実施例は、-10%のディストーションを発生させている。

[0041] 実施例1の立体内視鏡300は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、両凹負レンズL2と、両凸正レンズL3と、平行平板(赤外吸収フィルタ)L4と、開口絞りSと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL5と、両凹負レンズL6と、両凸正レンズL7と、両凸正レンズL8と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9と、両凸正レンズL10と、両凹負レンズL11と、カバーガラスFと、CCDカバーガラスCGと、を有している。

[0042] 両凹負レンズL2と両凸正レンズL3とは接合されている。両凹負レンズL6と両凸正レンズL7とは接合されている。両凸正レンズL8と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9とは接合されている。両凸正レンズL10と両凹負レンズL11とは接合されている。

[0043] カバーガラスFとCCDカバーガラスCGとは接合されている。d21は接着層である。また、赤外吸収フィルタL4の物体側に、YAGレーザーカ

ットのコーティング、像側にLDレーザーカットのコーティングを施している。

[0044] 平行平板L4と、開口絞りSと、正メニスカスレンズL5と、が一体となって像側へ移動することで、通常観察と近点（拡大）観察を行う。

[0045] （実施例2）

図4（a）は、実施例2に係る立体内視鏡400の通常観察時のレンズ断面図である。図4（b）は、実施例2に係る立体内視鏡400の近点観察時のレンズ断面図である。本実施例は、 -16% のディストーションを発生させている。

[0046] 実施例2の立体内視鏡400は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、両凹負レンズL2と、両凸正レンズL3と、平行平板（赤外吸収フィルタ）L4と、開口絞りSと、物体側に平面を向けた平凸正レンズL5と、物体側に平面を向けた平凹負レンズL6と、両凸正レンズL7と、両凸正レンズL8と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9と、両凸正レンズL10と、両凹負レンズL11と、カバーガラスFと、CCDカバーガラスCGと、を有している。

[0047] 両凹負レンズL2と両凸正レンズL3とは接合されている。平凹負レンズL6と両凸正レンズL7とは接合されている。両凸正レンズL8と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9とは接合されている。両凸正レンズL10と両凹負レンズL11とは接合されている。

[0048] カバーガラスFとCCDカバーガラスCGとは接合されている。d21は接着層である。また、赤外吸収フィルタL4の物体側に、YAGレーザーカットのコーティング、像側にLDレーザーカットのコーティングを施している。

[0049] 平行平板L4と、開口絞りSと、平凸正レンズL5と、が一体となって像側へ移動することで、通常観察と近点（拡大）観察を行う。

[0050] 以下に、上記各実施例の数値データを示す。記号は、 r は各レンズ面の曲率半径、 d は各レンズ面間の間隔、 n_e は各レンズのe線の屈折率、 ν_e は

各レンズのアッベ数、*印は非球面である。絞りは開口絞りである。

[0051] また、非球面形状は、光軸方向を z 、光軸に直交する方向を y にとり、円錐係数を k 、非球面係数を A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} としたとき、次の式で表される。

$$z = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + k) (y / r)^2\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

また、非球面係数において、「 $E - n$ 」（ n は整数）は、「 10^{-n} 」を示している。

なお、これら諸元値の記号は実施例の数値データにおいて共通である。

[0052] 数値実施例 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n_e	ν_e
物面	∞	43.4151	1	
1*	2.3823	0.3949	1.81078	40.92
2*	0.9151	0.6777	1	
3	-5.5508	0.8934	1.88815	40.76
4	1.9264	0.9687	1.76167	27.51
5	-4.397	0.1565可変	1	
6	∞	0.2235	1.523	65.13
7	∞	0.0284	1	
8(絞り)	∞	0	1	
9	-9.5812	0.2981	1.65425	58.55
10	-7.5594	0.849可変	1	
11	-26.843	0.3181	1.93429	18.9
12	5.4361	0.747	1.67765	32.1
13	-2.6970	0.0656	1	

14	7.2754	1.2102	1.74795	44.78
15	-4.2565	0.8066	1.93429	18.9
16	-5.1872	0.0745	1	
17	3.3362	0.7915	1.59143	61.14
18	-3.5799	0.5961	1.93429	18.9
19	19.0140	1.1782	1	
20	∞	0.3726	1.51825	64.14
21	∞	0.0149	1.5119	64.05
22	∞	0.2981	1.507	63.26
像面	∞	0		

非球面データ

第1面

k=0

A2=0.00E+00, A4=5.3715E-02, A6=-3.4719E-03, A8=8.1102E-04

第2面

k=0

A2=0.00E+00, A4=8.0179E-02, A6=2.3258E-02, A8=6.6214E-02

各種データ

	通常観察	拡大観察
物体距離	43.41506	32.19677
d5	0.15648	0.33562
d10	0.849	0.66986

第1の値H_c = 9.8%

第2の値H_s = 7.15%

[0053] 数値実施例 2

単位 mm

面データ

面番号	r	d	ne	ν_e
物面	∞	60.0000	1	
1*	2.9142	0.4	1.81078	40.88
2*	1.0606	0.84	1	
3	-18.377	0.5	2.01169	28.27
4	2.634	1.2	1.85504	23.78
5	-8.532	0.21可変	1	
6	∞	0.3	1.523	65.13
7	∞	0.03	1	
8(絞り)	∞	0.11	1	
9	∞	0.35	1.65425	58.55
10	-35.645	0.72可変	1	
11	∞	0.4	2.01169	28.27
12	9.972	0.78	1.80642	34.97
13	-3.375	0.08	1	
14	24.688	0.9	1.73234	54.68
15	-2.782	0.53	1.93429	18.9
16	-5.625	1.2453	1	
17	3.375	1.3	1.73234	54.68
18	-3.375	0.35	2.01169	28.27
19	8.042	0.856	1	
20	∞	0.5	1.51825	64.14
21	∞	0.02	1.5119	64.05
22	∞	0.4	1.507	63.26

像面 ∞ 0

非球面データ

第1面

$k=0.8038$

$A2=0.00E+00, A4=7.55E-04, A6=5.60E-04, A8=-1.86E-04$

第2面

$k=-0.1138$

$A2=0.00E+00, A4=2.51E-03, A6=-7.25E-04, A8=4.59E-03$

各種データ

	通常観察	拡大観察
物体距離	60	30
d5	0.21	0.68
d10	0.72	0.25

第1の値 $H_c = 7.77\%$

第2の値 $H_s = 4.71\%$

[0054] なお、上述の立体内視鏡は、複数の構成を同時に満足してもよい。このようにすることが、良好な立体内視鏡を得る上で好ましい。また、好ましい構成の組み合わせは任意である。また、各条件について、より限定した条件の数値範囲の上限値あるいは下限値のみを限定しても構わない。

[0055] 以上、本発明の種々の実施形態について説明したが、本発明は、これらの実施形態のみに限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で、これら実施形態の構成を適宜組合せて構成した実施形態も本発明の範疇となるものである。

産業上の利用可能性

[0056] 以上のように、本発明は、奥行き方向に高分解能を有し、被写体の形状を適切に再現しつつ、中心部の被写体、周辺部の被写体も共に不適切に飛び出さない好適な立体視ができる立体内視鏡に有用である。

符号の説明

[0057] D T 1 第1距離
D T 2 第2距離
D T 3 第3距離
D T 4 第4距離
I M G 1 第1の撮像素子
I M G 2 第2の撮像素子
O B L 1 第1の対物光学系
O B L 2 第2の対物光学系
A X 1、A X 2 光軸
A X C 軸
C P クロスポイント
I 1 L 位置
I 1 R 位置
I 2 L 位置
I 2 R 位置
O B J 1 第1物体
O B J 2 第2物体
C 1 撮像面のうちの撮像範囲の中心
C 2 撮像面のうちの撮像範囲の中心
K 光軸間隔
H c 第1の値
H s 第2の値
1 0 0、3 0 0、4 0 0 立体内視鏡
1 0 1 モニター

1 0 2 再生画像の中心点

請求の範囲

[請求項1]

第1の対物光学系と、

第2の対物光学系と、

前記第1の対物光学系の視野範囲に対応する撮像範囲を有する第1の撮像素子と、

前記第2の対物光学系の視野範囲に対応する撮像範囲を有する第2の撮像素子と、

モニターと、からなり、

以下の条件(1)及び条件(2)を満たすことを特徴とする立体内視鏡。

条件(1)は、第1距離と第2距離との和に、前記モニターの倍率を乗算した第1の値と、前記モニターの表示画面の縦の大きさT(mm)との割合が、1.5%より大きく、10.5%より小さいこと、

条件(2)は、第3距離と第4距離との差分に、前記モニターの倍率を乗算した第2の値と、前記モニターの表示画面の縦の大きさTとの割合が、1.2%より大きく、7.5%より小さいこと、である。

ここで、

前記第1距離は、前記第1の撮像素子の撮像面のうちの前記撮像範囲の中心と、観察距離が30mmにおける前記第1の対物光学系及び前記第2の対物光学系の光軸間隔の中間位置に存在する第1物体が前記第1の撮像素子に結像した位置と、の距離、

前記第2距離は、前記第2の撮像素子の撮像面のうちの前記撮像範囲の中心と、前記第1物体が前記第2の撮像素子に結像した位置と、の距離、

前記第3距離は、前記第1の撮像素子の撮像面のうちの前記撮像範囲の中心と、観察距離が30mmにおける前記第1の撮像素子または前記第2の撮像素子のいずれか一方の撮像素子の前記視野範囲の視差

方向の最端点に存在する第2物体が前記第1の撮像素子に結像した位置と、の距離、

前記第4距離は、前記第2の撮像素子の撮像面のうちの前記撮像範囲の中心と、前記第2物体が前記第2の撮像素子に結像した位置と、の距離、
である。

[請求項2] 前記第1の値は、以下の式(A)で示されることを特徴とする請求項1に記載の立体内視鏡。

$$(2 \times M \times \beta \times (K / 2) \times (D_c + 1) - 2 S \times M \times \beta) / T \quad (A)$$

ここで、

Mは、前記モニターの倍率、

β は、前記第1の対物光学系及び前記第2の対物光学系の倍率、

Kは、2つの前記対物光学系の光軸間隔、

D_c は、前記第1物体が前記第1の撮像素子及び前記第2の撮像素子に結像した際のディストーション量、

Sは、前記第1の撮像素子の撮像面のうちの前記撮像範囲の中心と前記第1の対物光学系の光軸との距離、または、前記第2の撮像素子の撮像面のうちの前記撮像範囲の中心と前記第2の対物光学系の光軸との距離、

である。

[請求項3] 前記第2の値は、以下の式(B)で示されることを特徴とする請求項1に記載の立体内視鏡。

$$(M \times \beta \times ((\Delta P + K) \times (D + 1) - \Delta P \times (D' + 1) - 2 S)) / T \quad (B)$$

ここで、

Mは、前記モニターの倍率、

β は、前記第1の対物光学系及び前記第2の対物光学系の倍率、

ΔP は、前記第 1 の対物光学系または前記第 2 の対物光学系の光軸と垂直な方向の視野範囲の最大長と光軸間隔との差分、

K は、2 つの前記対物光学系の光軸間隔、

D は、前記第 2 物体が前記第 1 の撮像素子に結像した際のディストーション量、

D' は、前記第 2 物体が前記第 2 の撮像素子に結像した際のディストーション量、

S は、前記第 1 の撮像素子の撮像面のうちの前記撮像範囲の中心と前記第 1 の対物光学系の光軸との距離、または、前記第 2 の撮像素子の撮像面のうちの前記撮像範囲の中心と前記第 2 の対物光学系の光軸との距離、

である。

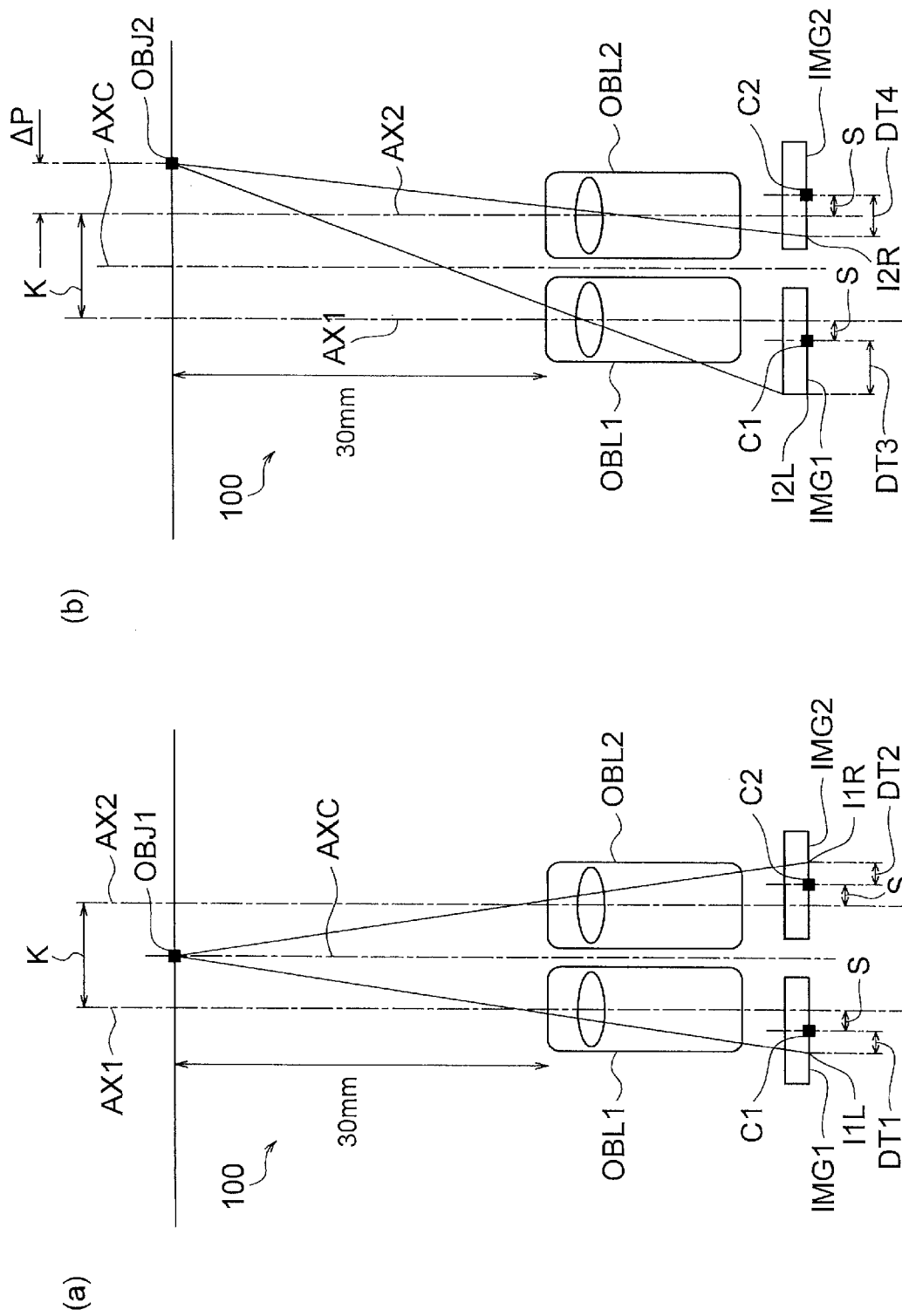
[請求項4] 条件 (1) において、前記光軸間隔は 2 mm 以上、6 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の立体内視鏡。

[請求項5] 条件 (2) において、前記第 2 物体が前記第 1 の撮像素子に結像した際の前記ディストーション量は -30% 以上から -10% 以下であることを特徴とする請求項 3 に記載の立体内視鏡。

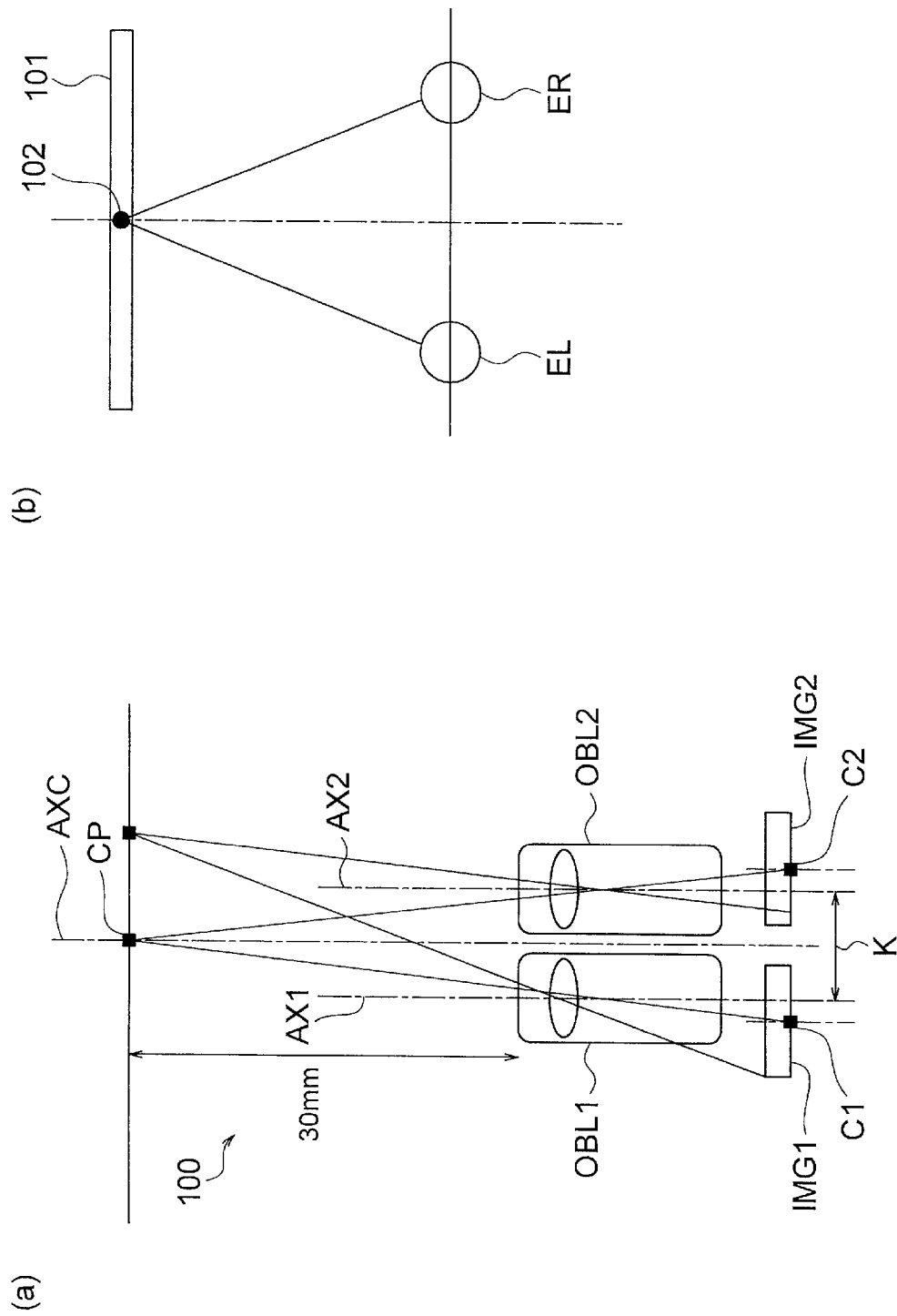
[請求項6] 前記第 2 の値が 1.8% 以上、 7.2% 以下であり、
前記第 2 物体が前記第 1 の撮像素子に結像した際の前記ディストーション量は、 -22% 以上から -10% 以下であることを特徴とする請求項 3 に記載の立体内視鏡。

[請求項7] 前記モニターに表示される画像の中心点がゼロ視差となる観察距離は 40 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の立体内視鏡。

[図1]

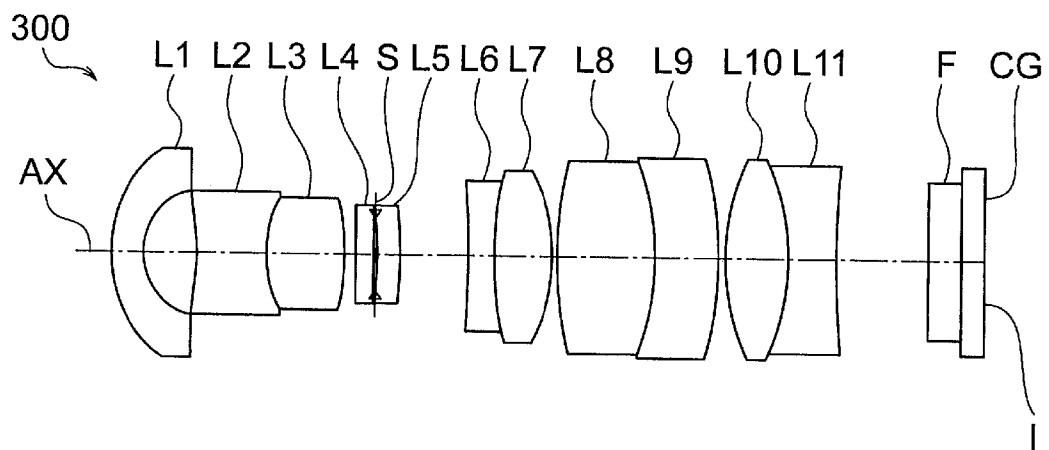


[図2]

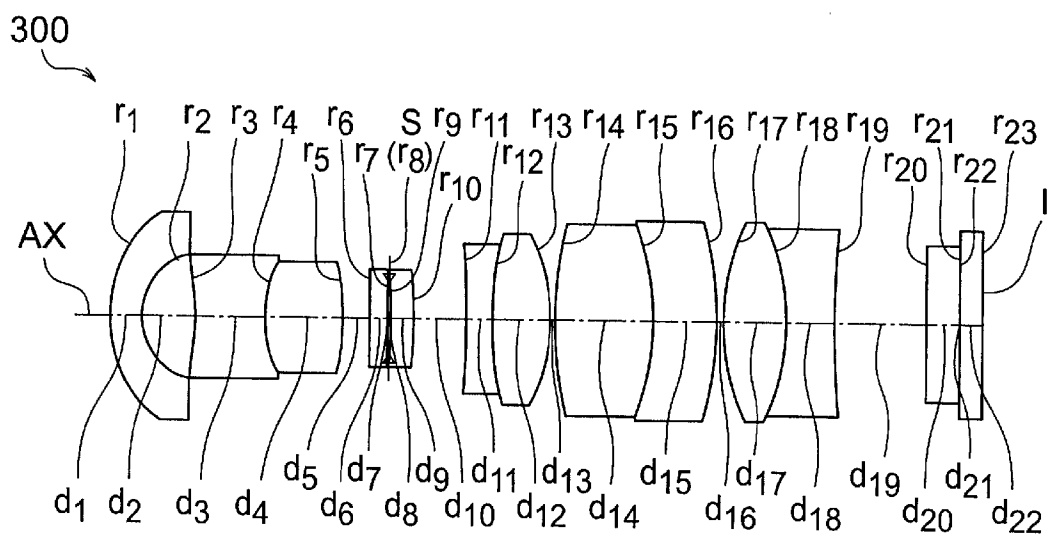


[図3]

(a)

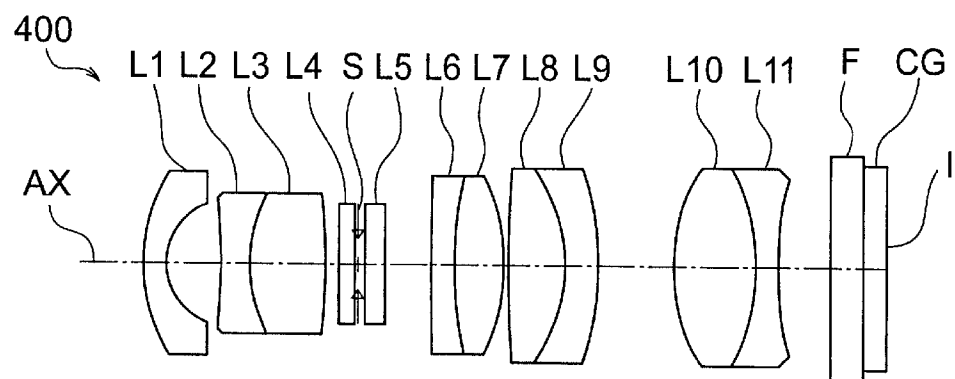


(b)

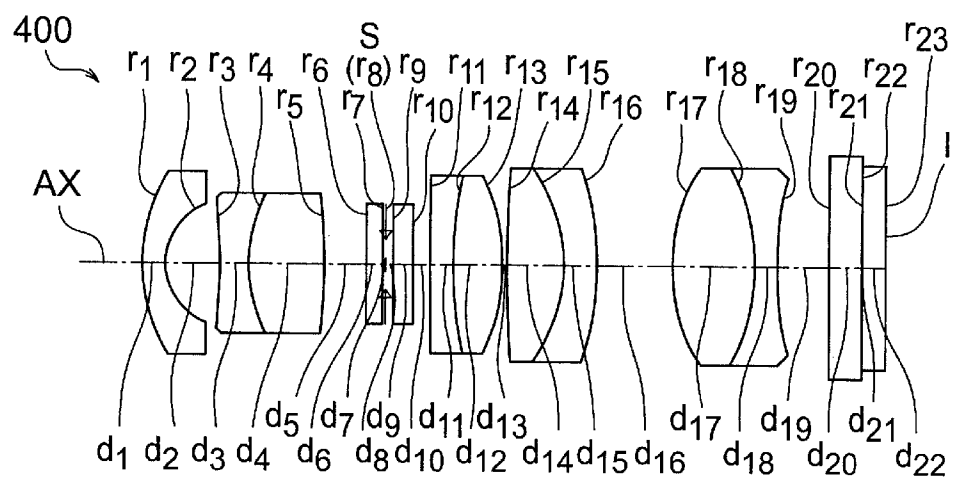


[図4]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/016134

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. A61B1/00(2006.01)i, G02B13/00(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i, G02B23/26(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)

Int.Cl. A61B1/00-1/32

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
A	WO 2016/157623 A1 (OLYMPUS CORPORATION) 06 October 2016, entire text, all drawings & US 2017/0258297 A1	1-7
A	JP 2016-46780 A (OLYMPUS CORPORATION) 04 April 2016, entire text, all drawings (Family: none)	1-7

☐ 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
28.05.2018

Date of mailing of the international search report
05.06.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61B1/00(2006.01)i, G02B13/00(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i, G02B23/26(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. A61B1/00-1/32

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
A	WO 2016/157623 A1（オリンパス株式会社）2016. 10. 06, 全文、全図 & US 2017/0258297 A1	1-7
A	JP 2016-46780 A（オリンパス株式会社）2016. 04. 04, 全文、全図（ファミリーなし）	1-7

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

28. 05. 2018

国際調査報告の発送日

05. 06. 2018

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）

後藤 順也

2Q

3101

電話番号 03-3581-1101 内線 3292