

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02018/047335

発行日 令和1年7月18日 (2019.7.18)

(43) 国際公開日 平成30年3月15日 (2018.3.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B 1/00 (2006.01)</b>	A 6 1 B 1/00 7 3 1	2 H 0 4 0
<b>G 0 2 B 23/26 (2006.01)</b>	A 6 1 B 1/00 5 2 2	4 C 1 6 1
<b>G 0 2 B 23/24 (2006.01)</b>	G 0 2 B 23/26 A	
	G 0 2 B 23/24 B	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 42 頁)

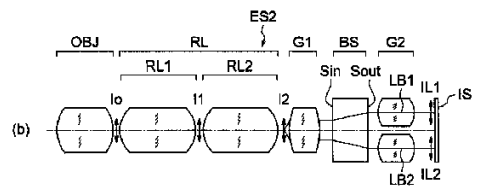
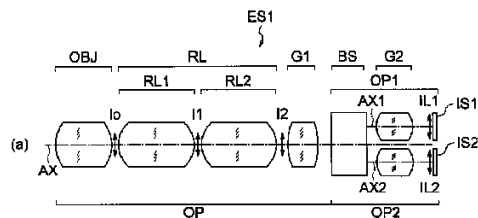
出願番号 特願2018-537980 (P2018-537980)	(71) 出願人 000000376
(21) 国際出願番号 PCT/JP2016/076794	オリンパス株式会社
(22) 国際出願日 平成28年9月12日 (2016.9.12)	東京都八王子市石川町2951番地
(81) 指定国 AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, 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), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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	(74) 代理人 100123962 弁理士 斎藤 圭介
	(72) 発明者 内田 佳宏 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内
	Fターム(参考) 2H040 BA15 CA04 CA11 CA23 CA24 CA28 DA02 DA11 DA12 GA01 GA11 4C161 AA00 BB06 CC03 FF40 LL01 NN01 PP11

(54) 【発明の名称】 立体視内視鏡

(57) 【要約】

小型でありながら、良好な解像性能を有する立体視内視鏡を提供する。

立体視内視鏡は、物体側より順に、対物光学系OBJと、リレー光学系RLと、第1レンズ群G1と、光束分割素子BSと、第2レンズ群G2と、撮像素子ISと、を有し、中間像I2、第1像IL1及び第2像IL2が、各々、共通光路OP、第1光路OP1及び第2光路OP2に形成され、光束分割素子BSは、入射面Sinと射出面Soutとを有し、中間像I2の中心を通り第1像IL1の中心に到る第1光線LB1と、中間像I2の中心を通り第2像IL2の中心に到る第2光線LB2は、入射面Sinにおいて共通光路の光軸から離れるように屈折されると共に、射出面Soutにおいて共通光路の光軸に近づくように屈折される。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側より順に、

対物光学系と、リレー光学系と、第 1 レンズ群と、光束分割素子と、第 2 レンズ群と、撮像素子と、を有し、

前記対物光学系と、前記リレー光学系と、前記第 1 レンズ群と、前記光束分割素子は、共通光路上に配置され、

前記光束分割素子の像側に、前記光束分割素子によって、第 1 光路と第 2 光路が形成され、

前記第 1 光路と前記第 2 光路の各々に、前記第 2 レンズ群が配置され、

前記対物光学系によって、物体の像が形成され、

前記物体の像は、前記リレー光学系によってリレーされ、

前記リレー光学系によって、前記第 1 レンズ群の物体側に中間像が形成され、

前記第 1 レンズ群と前記第 1 光路に配置された前記第 2 レンズ群によって、第 1 像が形成され、

前記第 1 レンズ群と前記第 2 光路に配置された前記第 2 レンズ群によって、第 2 像が形成され、

前記第 1 像と前記第 2 像は、前記撮像素子で撮像され、

前記光束分割素子は、入射面と射出面とを有し、

前記中間像の中心を通り前記第 1 像の中心に到る第 1 光線と、前記中間像の中心を通り前記第 2 像の中心に到る第 2 光線は、前記入射面において前記共通光路の光軸から離れるように屈折されると共に、前記射出面において前記共通光路の光軸に近づくように屈折されることを特徴とする立体視内視鏡。

## 【請求項 2】

以下の条件式 ( 1 ) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

$$-0.1 < (F_{LBSout} - F_{LBSin}) / (F_{LBSout} + F_{LBSin}) < 0.1 \quad (1)$$

ここで、

$F_{LBSin}$  は、前記光束分割素子の前記入射面における焦点距離、

$F_{LBSout}$  は、前記光束分割素子の前記射出面における焦点距離、

である。

## 【請求項 3】

以下の条件式 ( 2 )、( 3 ) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

$$-0.01 < Y_{img} / F_{LBSin} < 0.01 \quad (2)$$

$$-0.01 < Y_{img} / F_{LBSout} < 0.01 \quad (3)$$

ここで、

$F_{LBSin}$  は、前記光束分割素子の前記入射面における焦点距離、

$F_{LBSout}$  は、前記光束分割素子の前記射出面における焦点距離、

$Y_{img}$  は、最大像高、

である。

## 【請求項 4】

前記撮像素子は、第 1 像を撮像する第 1 有効領域と、第 2 像を撮像する第 2 有効領域と、を有し、

以下の条件式 ( 4 ) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

$$0.05 < Div_{lr} / Y_{img} < 2 \quad (4)$$

ここで、

$Div_{lr}$  は、前記第 1 有効領域と前記第 2 有効領域との最小間隔、

$Y_{img}$  は、所定の像高、

前記最小間隔は、前記第 1 有効領域の外周上の一点と前記第 2 有効領域の外周上の一点との間隔のうち、最小となる間隔、

10

20

30

40

50

前記所定の像高は、最大像高を視差方向に投影した時の像高、  
 前記間隔は、前記視差方向における間隔、  
 前記視差方向は、前記第 1 光路における光軸と前記第 2 光路における光軸の両方と直交する方向、  
 である。

【請求項 5】

開口絞りが、前記第 1 レンズ群と前記光束分割素子との間、又は、前記光束分割素子と前記第 2 レンズ群との間に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

【請求項 6】

以下の条件式 (5) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

$$0.7 \leq \text{Divs} / (\text{Divlr} / 2 + \text{Yimgh}) \leq 1.3 \quad (5)$$

ここで、

Divs は、入射点と射出点との間隔、

Divlr は、前記第 1 有効領域と前記第 2 有効領域との最小間隔、

Yimgh は、所定の像高、

前記入射点は、前記第 1 光線と前記入射面との交点、

前記射出点は、前記第 1 光線と前記射出面との交点、

前記最小間隔は、前記第 1 有効領域の外周上の一点と前記第 2 有効領域の外周上の一点との間隔のうち、最小となる間隔、

前記所定の像高は、最大像高を前記視差方向に投影した時の像高、

前記間隔は、前記視差方向における間隔、

前記視差方向は、前記第 1 光路における光軸と前記第 2 光路における光軸の両方と直交する方向、  
 である。

【請求項 7】

以下の条件式 (6) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

$$0.8 \leq \text{D2f} / \text{FLG1f} \leq 1.2 \quad (6)$$

ここで、

D2f は、前記共通光路の光軸上における前記第 1 レンズ群の物体側主点位置と前記中間像との間隔、

FLG1f は、前記第 1 レンズ群の物体側焦点距離、

である。

【請求項 8】

前記射出面を射出した前記第 1 光線と前記射出面を射出した前記第 2 光線は、共に、前記共通光路の光軸と平行であることを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

【請求項 9】

前記入射面と前記射出面は、前記共通光路の光軸との交点から物体側に向かうにつれて、前記共通光路の光軸からの距離が増大する形状を有することを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

【請求項 10】

以下の条件式 (7) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

$$0.05 \leq \text{Divs} / \text{Ds} \leq 0.7 \quad (7)$$

ここで、

Divs は、入射点と射出点との間隔、

Ds は、前記入射面と前記射出面との間隔、

前記入射点は、前記第 1 光線と前記入射面との交点、

前記射出点は、前記第 1 光線と前記射出面との交点、

前記間隔は、前記視差方向における間隔、

前記視差方向は、前記第 1 光路における光軸と前記第 2 光路における光軸の両方と直交

10

20

30

40

50

する方向、  
である。

【請求項 1 1】

以下の条件式 ( 8 ) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

$$0.85 \quad \text{Divax} / ( D_s / \text{COS} \quad \times \text{SIN} ( \quad ) ) \quad 1.15 \quad ( 8 )$$

ここで、

$$= A \text{ SIN} ( ( 1 / nBS ) \times \text{SIN} \quad )、$$

Divax は、前記共通光路の光軸と前記第 1 光路の光軸との間隔、

Ds は、前記入射面と前記射出面との間隔、

は、前記共通光路の光軸と直交する面と前記入射面とのなす角度、

nBS は、前記光束分割素子の d 線における屈折率、

前記入射点は、前記第 1 光線と前記入射面との交点、

前記射出点は、前記第 1 光線と前記射出面との交点、

前記間隔は、前記視差方向における間隔、

前記視差方向は、前記第 1 光路における光軸と前記第 2 光路における光軸の両方と直交  
する方向、

である。

【請求項 1 2】

以下の条件式 ( 9 ) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

$$0.6 \quad \text{RLmax} / \text{Ymidimg} \quad 3.5 \quad ( 9 )$$

ここで、

RLmax は、前記リレー光学系の最大レンズ径、

Ymidimg は、前記中間像の最大像高、

である。

【請求項 1 3】

以下の条件式 ( 10 ) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

$$0.6 \quad D2b / \text{FLG1} \quad 2.5 \quad ( 10 )$$

ここで、

D2b は、前記共通光路の光軸上における前記第 1 レンズ群の像側主点位置と前記光束分  
割素子との間隔、

FLG1 は、前記第 1 レンズ群の焦点距離、

である。

【請求項 1 4】

以下の条件式 ( 11 ) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

$$0.2 \quad \text{Ymidimg} / \text{PBSin} \quad 1.2 \quad ( 11 )$$

ここで、

Ymidimg は、前記中間像の最大像高、

PBSin は、前記光束分割素子に入射する有効光線の高さ、

である。

【請求項 1 5】

以下の条件式 ( 12 ) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

$$0.01 \quad \text{Ymidimg} / \text{FLG1} \quad 0.2 \quad ( 12 )$$

ここで、

Ymidimg は、前記中間像の最大像高、

FLG1 は、前記第 1 レンズ群の焦点距離、

である。

【請求項 1 6】

所定の瞳は、前記中間像よりも物体側で、前記中間像から最も近い位置に形成された瞳  
であり、

前記光束分割素子は、前記所定の瞳と共役な位置に配置されていることを特徴とする請

10

20

30

40

50

求項 1 に記載の立体視内視鏡。

【請求項 17】

前記中間像よりも像側に開口絞りが配置され、  
前記開口絞りの開口部の形状は、円形であることを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

【請求項 18】

前記中間像よりも像側に開口絞りが配置され、  
前記開口絞りの開口部の形状は、直交する 2 つの方向で長さが異なる形状であり、  
一方の方向は視差方向で、他方の方向は視差方向と直交する方向であることを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

10

【請求項 19】

前記中間像よりも像側に開口絞りが配置され、  
以下の条件式 (13) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。  
 $0 < L_{ss} / F_{LG1} \quad 0.8 \quad (13)$

ここで、

$L_{ss}$  は、前記共通光路の光軸上における前記入射面と前記開口絞りとの間隔、

$F_{LG1}$  は、前記第 1 レンズ群の焦点距離、

である。

【請求項 20】

以下の条件式 (14) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

$$0.01 \leq Y_{img} / F_{LG1} \leq 0.2 \quad (14)$$

ここで、

$Y_{img}$  は、最大像高、

$F_{LG1}$  は、前記第 1 レンズ群の焦点距離、

である。

20

【請求項 21】

以下の条件式 (15) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

$$0.01 \leq Y_{img} / F_{LG2} \leq 0.5 \quad (15)$$

ここで、

$Y_{img}$  は、最大像高、

$F_{LG2}$  は、前記第 2 レンズ群の焦点距離、

である。

30

【請求項 22】

前記第 1 レンズ群は複数のレンズを有し、  
合焦時に、前記複数のレンズの少なくとも一部のレンズが、前記共通光路の光軸に沿って移動することを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

【請求項 23】

前記第 2 レンズ群は複数のレンズを有し、  
合焦時に、前記複数のレンズの少なくとも一部のレンズが、前記第 1 光路の光軸や前記第 2 光路の光軸に沿って移動することを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

40

【請求項 24】

前記撮像素子は、前記第 1 光路上に位置する第 1 撮像領域と、前記第 2 光路上に位置する第 2 撮像領域と、を有し、

前記第 1 撮像領域の中心と前記第 2 撮像領域の中心との間隔は、前記第 1 光路の光軸と前記第 2 光路の光軸との間隔よりも大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

【請求項 25】

前記中間像よりも像側に、有効光線以外の光線を遮光するフレア絞りが配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の立体視内視鏡。

【発明の詳細な説明】

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、物体を立体視観察できる立体視内視鏡に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、医療用の立体視内視鏡に用いる光学系として、対物光学系とリレー光学系とを備えた光学系が知られている。この光学系では、対物レンズは内視鏡の挿入部の先端に配置されている。リレー光学系も挿入部に配置され、対物光学系の像をリレーする。リレーされた像は、挿入部の外に設けられた光学系、例えば、観察光学系や撮像光学系に伝達される。

10

## 【0003】

特許文献1には、立体視内視鏡に用いる光学系が開示されている。この光学系では、共通光路に対物光学系とリレー光学系が配置されている。リレー光学系の像側では、瞳が分割されている。これにより、2つの像が異なる空間に形成されている。

## 【0004】

実施例1の光学系では、リレー光学系の像側に、絞りが配置されている。絞りには、共通光路の光軸から離れた位置に、2つの開口が形成されている。これにより、絞りの像側に、2つの光路が形成される。2つの光路の各々には、分離光学系と撮像素子が配置されている。

## 【0005】

実施例3の光学系では、絞りと分離光学系との間に、軸間隔拡大光学系が配置されている。軸間隔拡大光学系としては、反射を利用する光学系と、屈折のみを利用する光学系と、が開示されている。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【特許文献1】特許第3290824号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

特許文献1の実施例1の光学系や実施例3の光学系では、撮像素子の中心位置は、分離光学系の光軸から偏心している。この場合、偏心収差が発生し易くなる。そのため、十分な解像性能を得ることが難しい。

30

## 【0008】

また、特許文献1の実施例3では、軸間隔拡大光学系が配置されている。反射を利用する光学系では、光線が反射面でけられないようにする必要がある。この場合、2つの光路の間隔が広くなりすぎる。そのため、光学系の小型化が難しい。

## 【0009】

屈折のみを利用する光学系では、軸間隔拡大光学系の入射面と射出面において、偏心収差が発生し易くなる。そのため、十分な解像性能を得ることが難しい。

40

## 【0010】

本発明は、小型でありながら、良好な解像性能を有する立体視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視内視鏡は、

物体側より順に、

対物光学系と、リレー光学系と、第1レンズ群と、光束分割素子と、第2レンズ群と、撮像素子と、を有し、

50

対物光学系と、リレー光学系と、第1レンズ群と、光束分割素子は、共通光路上に配置され、

光束分割素子の像側に、光束分割素子によって、第1光路と第2光路が形成され、

第1光路と第2光路の各々に、第2レンズ群が配置され、

対物光学系によって、物体の像が形成され、

物体の像は、リレー光学系によってリレーされ、

リレー光学系によって、第1レンズ群の物体側に中間像が形成され、

第1レンズ群と第1光路に配置された第2レンズ群によって、第1像が形成され、

第1レンズ群と第2光路に配置された第2レンズ群によって、第2像が形成され、

第1像と第2像は、撮像素子で撮像され、

光束分割素子は、入射面と射出面とを有し、

中間像の中心を通り第1像の中心に到る第1光線と、中間像の中心を通り第2像の中心に到る第2光線は、入射面において共通光路の光軸から離れるように屈折されると共に、射出面において共通光路の光軸に近づくように屈折されることを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、小型でありながら、良好な解像性能を有する立体視内視鏡を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本実施形態の立体視内視鏡の概略構成図である。

【図2】撮像素子に形成された像を示す図である。

【図3】本実施形態の立体視内視鏡の概略構成図である。

【図4】本実施形態の立体視内視鏡の概略構成図である。

【図5】開口絞りを示す図である。

【図6】実施例1の内視鏡用光学系のレンズ断面図である。

【図7】実施例1の内視鏡用光学系の一部のレンズ断面図である。

【図8】実施例1の内視鏡用光学系における開口絞りを示す図である。

【図9】実施例1の内視鏡用光学系の光線図である。

【図10】実施例2の内視鏡用光学系のレンズ断面図である。

【図11】実施例2の内視鏡用光学系の一部のレンズ断面図である。

【図12】実施例3の内視鏡用光学系のレンズ断面図である。

【図13】実施例3の内視鏡用光学系の一部のレンズ断面図である。

【図14】実施例1の内視鏡用光学系の収差図である。

【図15】実施例1の内視鏡用光学系の収差図である。

【図16】実施例2の内視鏡用光学系の収差図である。

【図17】実施例2の内視鏡用光学系の収差図である。

【図18】実施例3の内視鏡用光学系の収差図である。

【図19】実施例3の内視鏡用光学系の収差図である。

【図20】本実施形態の立体視内視鏡を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

実施例の説明に先立ち、本発明のある態様にかかる実施形態の作用効果を説明する。なお、本実施形態の作用効果を具体的に説明するに際しては、具体的な例を示して説明することになる。しかし、後述する実施例の場合と同様に、それらの例示される態様はあくまでも本発明に含まれる態様のうちの一部に過ぎず、その態様には数多くのバリエーションが存在する。したがって、本発明は例示される態様に限定されるものではない。

【0015】

本実施形態の立体視内視鏡は、物体側より順に、対物光学系と、リレー光学系と、第1レンズ群と、光束分割素子と、第2レンズ群と、撮像素子と、を有し、対物光学系と、リ

10

20

30

40

50

レー光学系と、第1レンズ群と、光束分割素子は、共通光路上に配置され、光束分割素子の像側に、光束分割素子によって、第1光路と第2光路が形成され、第1光路と第2光路の各々に、第2レンズ群が配置され、対物光学系によって、物体の像が形成され、物体の像は、リレー光学系によってリレーされ、リレー光学系によって、第1レンズ群の物体側に中間像が形成され、第1レンズ群と第1光路に配置された第2レンズ群によって、第1像が形成され、第1レンズ群と第2光路に配置された第2レンズ群によって、第2像が形成され、第1像と第2像は、撮像素子で撮像され、光束分割素子は、入射面と射出面とを有し、中間像の中心を通り第1像の中心に到る第1光線と、中間像の中心を通り第2像の中心に到る第2光線は、入射面において共通光路の光軸から離れるように屈折されると共に、射出面において共通光路の光軸に近づくように屈折されることを特徴とする。

10

## 【0016】

図1は、本実施形態の立体視内視鏡の概略構成図である。図1(a)は、撮像素子の数が2つの構成を示し、図1(b)は、撮像素子の数が1つの構成を示している。

## 【0017】

図1(a)に示す立体視内視鏡ES1と図1(b)に示す立体視内視鏡ES2は、共に、内視鏡光学系と撮像素子とを有する。立体視内視鏡ES1の内視鏡光学系と立体視内視鏡ES2の内視鏡光学系は、同一である。

## 【0018】

内視鏡光学系は、物体側より順に、対物光学系OBJと、リレー光学系RLと、第1レンズ群G1と、光束分割素子BSと、第2レンズ群G2と、を有する。

20

## 【0019】

図1(a)と図1(b)は、概略構成図である。そのため、対物光学系OBJは、1つのレンズで描かれている。しかしながら、実際には、対物光学系OBJは複数のレンズで構成されている。第1リレーレンズRL1、第2リレーレンズRL2、第1レンズ群G1及び第2レンズ群G1についても、同様である。

## 【0020】

立体視内視鏡ES1は、第1撮像素子IS1と第2撮像素子IS2とを有する。立体視内視鏡ES2は、撮像素子ISを有する。

## 【0021】

内視鏡光学系では、共通光路OP、第1光路OP1及び第2光路OP2が形成されている。共通光路OPには、対物光学系OBJと、リレー光学系RLと、第1レンズ群G1と、光束分割素子BSが配置されている。

30

## 【0022】

光束分割素子BSの像側には、光束分割素子BSによって、第1光路OP1と第2光路OP2が形成されている。第1光路OP1と第2光路OP2は、共通光路OPの光軸AXと直交する方向に位置している。光軸AXを挟んで、一方の側に第1光路OP1が位置し、他方の側に第2光路OP2が位置している。第1光路OP1と第2光路OP2の各々に、第2レンズ群G2が配置されている。

## 【0023】

第1光路OP1の光軸AX1と第2光路OP2の光軸AX2は、共に、光軸AXと平行であっても、非平行であっても良い。立体視内視鏡ES1や立体視内視鏡ES2では、光軸AX1と光軸AX2は、光軸AXと平行になっている。

40

## 【0024】

内視鏡光学系では、対物光学系OBJによって、物体の像Ioが形成される。対物光学系OBJ像側には、リレー光学系RLが配置されている。物体の像Ioは、リレー光学系RLによってリレーされる。

## 【0025】

リレー光学系RLは、第1リレーレンズRL1と第2リレーレンズRL2とを有する。第1リレーレンズRL1によって、第1リレー像I1が形成され、第2リレーレンズRL2によって、第2リレー像I2が形成される。リレーレンズの数は2つに限られない。リ

50

レーレンズの数は、1つでも良く、また、3つ以上でも良い。

【0026】

リレー光学系 R L の像側には、第 1 レンズ群 G 1 が配置されている。このようにすることで、光束径を小さくすることができる。

【0027】

第 1 レンズ群 G 1 の物体側には、中間像が形成されている。リレー光学系 R L でリレーされた像は、第 1 レンズ群 G 1 の物体側に形成される。よって、リレー光学系 R L でリレーされた像が、中間像になる。図 1 ( a ) や図 1 ( b ) では、第 2 リレー像 I 2 が中間像 I 2 になる。

【0028】

第 1 レンズ群 G 1 の像側には、光束分割素子 B S が配置されている。図 1 ( b ) に示すように、光束分割素子 B S は、入射面 S in と射出面 S out とを有する。光束分割素子 B S によって、光束分割素子 B S の像側に、第 1 光路 O P 1 と第 2 光路 O P 2 が形成される。

【0029】

第 1 レンズ群 G 1 と第 1 光路 O P 1 に配置された第 2 レンズ群 G 2 によって、第 1 像 I L 1 が形成される。第 1 レンズ群 G 1 と第 2 光路 O P 2 に配置された第 2 レンズ群 G 2 によって、第 2 像 I L 2 が形成される。

【0030】

第 1 像 I L 1 と第 2 像 I L 2 は、撮像素子で撮像される。立体視内視鏡 E S 1 では、第 1 像 I L 1 は第 1 撮像素子 I S 1 で撮像され、第 2 像 I L 2 は第 2 撮像素子 I S 2 で撮像される。立体視内視鏡 E S 2 では、第 1 像 I L 1 と第 2 像 I L 2 は、撮像素子 I S で撮像される。

【0031】

上述のように、図 1 ( a ) と図 1 ( b ) は、概略構成図である。そのため、図 1 ( a ) や図 1 ( b ) では、入射面 S in と射出面 S out は、光軸 A X と直交する平面になっている。しかしながら、入射面 S in と射出面 S out は、実際には、光軸 A X と直交する平面ではない。よって、光線が光束分割素子 B S を通過する際、図 1 ( b ) に示すように、入射面 S in における入射位置と射出面 S out における射出位置とが異なる。

【0032】

第 1 光路 O P 1 を進行する光線の屈折と、第 2 光路 O P 2 を進行する光線の屈折について説明する。中間像 I 2 の中心を通り第 1 像 I L 1 の中心に到る光線は、複数存在する。同様に、中間像 I 2 の中心を通り第 2 像 I L 2 の中心に到る光線は、複数存在する。

【0033】

そこで、説明では、第 1 光路 O P 1 の光軸 A X 1 上を進行する光線（以下、「第 1 光線 L B 1」という）と、第 2 光路 O P 2 の光軸 A X 2 上を進行する光線（以下、「第 2 光線 L B 2」という）と、を用いる。

【0034】

第 1 光線 L B 1 は、入射面 S in で屈折される。この屈折によって、第 1 光線 L B 1 は、光軸 A X から離れていく。第 1 光線 L B 1 は、射出面 S out で屈折される。この屈折によって、第 1 光線 L B 1 は、光軸 A X に近づく。

【0035】

第 2 光線 L B 2 は、入射面 S in で屈折される。この屈折によって、第 2 光線 L B 2 は、光軸 A X から離れていく。第 2 光線 L B 2 は、射出面 S out で屈折される。この屈折によって、第 2 光線 L B 2 は、光軸 A X に近づく。

【0036】

このように、第 1 光線 L B 1 と第 2 光線 L B 2 は、入射面 S in において光軸 A X から離れるように屈折されると共に、射出面 S out において光軸 A X に近づくように屈折される。

【0037】

このようにすることで、視差を適切に確保しながら、第 1 像 I L 1 と第 2 像 I L 2 との

10

20

30

40

50

間隔を良好に保つことができる。更に、入射面  $S_{in}$  で発生する非対称な収差を、射出面  $S_{out}$  で打ち消すことができる。そのため、光学系を小型化しつつ、良好な改造性能を確保することができる。

【0038】

立体視内視鏡  $ES_1$  や立体視内視鏡  $ES_2$  では、第1像  $IL_1$  と第2像  $IL_2$  は、中間像  $I_2$  に対してシフトしている。また、2つの第2レンズ群  $G_2$  は、第1レンズ群  $G_1$  に対してシフトしている。そこで、光軸  $AX_1$  と光軸  $AX_2$  を光軸  $AX$  と平行にすると共に、像に関するシフト量とレンズに関するシフト量とを同量程度にする。このようにすることで、偏心収差の発生をより効果的に抑えることができる。

【0039】

内視鏡では、接眼光学系を使って中間像  $I_2$  を観察することができる。そこで、第1レンズ群  $G_1$  の一部又は全部を、接眼光学系に置き換えても良い。

【0040】

本実施形態の立体視内視鏡は、以下の条件式(1)を満足することが好ましい。

$$-0.1 < (F_{LBSout} - F_{LBSin}) / (F_{LBSout} + F_{LBSin}) < 0.1 \quad (1)$$

ここで、

$F_{LBSin}$  は、光束分割素子の入射面における焦点距離、

$F_{LBSout}$  は、光束分割素子の射出面における焦点距離、

である。

【0041】

光束分割素子では、入射面の焦点距離と射出面の焦点距離が同程度であることが好ましい。条件式(1)を満足することにより、入射面で発生する非対称な収差を、射出面で発生する収差でほぼ打ち消すことができる。これにより、非対称な収差を小さく抑えることができる。

【0042】

本実施形態の立体視内視鏡は、以下の条件式(2)、(3)を満足することが好ましい。

$$-0.01 < Y_{img} / F_{LBSin} < 0.01 \quad (2)$$

$$-0.01 < Y_{img} / F_{LBSout} < 0.01 \quad (3)$$

ここで、

$F_{LBSin}$  は、光束分割素子の入射面における焦点距離、

$F_{LBSout}$  は、光束分割素子の射出面における焦点距離、

$Y_{img}$  は、最大像高、

である。

【0043】

条件式(2)は、最大像高と、光束分割素子の入射面における焦点距離と、に関する条件式である。条件式(3)は、最大像高と、光束分割素子の射出面における焦点距離と、に関する条件式である。

【0044】

図2は、撮像素子に形成された像を示す図である。図2(a)は、撮像素子の数が2つの場合を示し、図2(b)は、撮像素子の数が1つの場合を示している。

【0045】

撮像素子の数が2つの場合、第1像  $IL_1$  は第1撮像素子  $IS_1$  の撮像面上に形成され、第2像  $IL_2$  は第2撮像素子  $IS_2$  の撮像面上に形成されている。ここでは、第1撮像素子  $IS_1$  を例に説明する。第1撮像素子  $IS_1$  は、2点鎖線で示す第1有効領域  $EA_1$  を有する。

【0046】

最大像高は、有効領域に形成される像の高さのうちで、最大となる像高である。第1有効領域  $EA_1$  は矩形であるので、対角線方向の像高が最大像高になる。有効領域が円形の場合、どの方向でも像高は同じであるので、任意の方向の像高が最大像高になる。撮像素

10

20

30

40

50

子 I S 2 や撮像素子 I S においても、同様である。

【 0 0 4 7 】

光束分割素子では、入射面と射出面が、共に屈折力をほとんど持たない面であることが好ましい。条件式 ( 2 )、( 3 ) を満足することにより、入射面における非対称な収差の発生や、射出面における非対称な収差の発生を抑えることができる。

【 0 0 4 8 】

光束分割素子の入射面における焦点距離は、例えば、1 0 0 0 mm にすることができる。このようにすることで、光束分割素子において、光線高を低く抑えることができる。光束分割素子では、入射面と射出面が、共に平面であることがより望ましい。

【 0 0 4 9 】

本実施形態の立体視内視鏡では、撮像素子は、第 1 像を撮像する第 1 有効領域と、第 2 像を撮像する第 2 有効領域と、を有し、以下の条件式 ( 4 ) を満足することが好ましい。

$$0.05 \leq \text{Divlr} / Y_{\text{img}h} \leq 2 \quad (4)$$

ここで、

Divlr は、第 1 有効領域と第 2 有効領域との最小間隔、

Y<sub>img</sub>h は、所定の像高、

最小間隔は、第 1 有効領域の外周上の一点と第 2 有効領域の外周上の一点との間隔のうち、最小となる間隔、

所定の像高は、最大像高を視差方向に投影した時の像高、

間隔は、視差方向における間隔、

視差方向は、第 1 光路における光軸と第 2 光路における光軸の両方と直交する方向、である。

【 0 0 5 0 】

条件式 ( 4 ) は、第 1 有効領域と第 2 有効領域との最小間隔と、所定の像高と、に関する条件式である。

【 0 0 5 1 】

第 1 有効領域と第 2 有効領域との最小間隔は、第 1 有効領域と第 2 有効領域との間隔のうちで、最小となる間隔である。最小間隔は、第 1 有効領域の外周上の一点と第 2 有効領域の外周上の一点との間隔を、各点について求め、求めた間隔を比較することで決まる。

【 0 0 5 2 】

図 2 ( a )、( b ) では、第 1 有効領域 E A 1 と第 2 有効領域 E A 2 は、紙面内の左右方向に並んで位置している。また、第 1 有効領域 E A 1 と第 2 有効領域 E A 2 は、共に矩形になっている。

【 0 0 5 3 】

第 1 有効領域 E A 1 の外周上の一点と第 2 有効領域 E A 2 の外周上の一点との間隔を、各点について比較する。第 1 有効領域 E A 1 の右辺の最も近くに、第 2 有効領域 E A 2 の左辺が位置する。よって、第 1 有効領域 E A 1 の右辺と第 2 有効領域 E A 2 の左辺との間隔が最小になる。

【 0 0 5 4 】

このように、図 2 ( a )、( b ) では、第 1 有効領域 E A 1 の右辺と第 2 有効領域 E A 2 の左辺との間隔が、第 1 有効領域 E A 1 と第 2 有効領域 E A 2 との最小間隔になる。

【 0 0 5 5 】

視差は、第 1 像 I L 1 と第 2 像 I L 2 がシフトする方向に生じる。第 1 像 I L 1 のシフトと第 2 像 I L 2 のシフトは、光軸 A X 1 と光軸 A X 2 の両方と直交する方向に生じる。よって、光軸 A X 1 と光軸 A X 2 の両方と直交する方向が、視差方向になる。

【 0 0 5 6 】

図 2 ( a )、( b ) では、光軸 A X 1 と光軸 A X 2 の両方と直交する方向は、紙面内の左右方向である。よって、紙面内の左右方向が視差方向になる。また、所定の像高は、最大像高を視差方向に投影した時の像高である。よって、紙面内の左右方向の像高が、所定の像高になる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 7 】

条件式(4)の上限値を上回らないようにすることで、第1光路における光束の割合と第2光路における光束の割合とを適切に保つことができる。これにより、非対称な収差の発生や高次のコマ収差の発生を抑えることができる。その結果、良好な解像性能を確保しながら、光学系を小型化することができる。

## 【 0 0 5 8 】

条件式(4)の下限値を下回らないようにすることで、第1光路における光束の割合と第2光路における光束の割合を適切保ちながら、第2レンズ群の有効径を十分に確保することができる。そのため、第2レンズ群における軸外収差の発生、特にコマ収差の発生を抑えることができる。

10

## 【 0 0 5 9 】

本実施形態の立体視内視鏡では、開口絞りが、第1レンズ群と光束分割素子との間、又は、光束分割素子と第2レンズ群との間に配置されていることが好ましい。

## 【 0 0 6 0 】

このようにすることで、光束分割素子のサイズを小さくすることができる。

## 【 0 0 6 1 】

本実施形態の立体視内視鏡は、以下の条件式(5)を満足することが好ましい。

$$0.7 \leq \text{Divs} / (\text{Divlr} / 2 + \text{YimgH}) \leq 1.3 \quad (5)$$

ここで、

Divsは、入射点と射出点との間隔、

Divlrは、第1有効領域と第2有効領域との最小間隔、

YimgHは、所定の像高、

入射点は、第1光線と入射面との交点、

射出点は、第1光線と射出面との交点、

最小間隔は、第1有効領域の外周上の一点と第2有効領域の外周上の一点との間隔のうち、最小となる間隔、

所定の像高は、最大像高を視差方向に投影した時の像高、

間隔は、視差方向における間隔、

視差方向は、第1光路における光軸と第2光路における光軸の両方と直交する方向、である。

20

30

## 【 0 0 6 2 】

条件式(5)は、入射点と射出点との間隔、第1有効領域と第2有効領域との最小間隔及び所定の像高に関する条件式である。

## 【 0 0 6 3 】

図3は、本実施形態の立体視内視鏡の概略構成図である。上述のように、第1光線LB1は、光束分割素子BSの入射面Sinにおいて、共通光路の光軸から離れるように屈折される。よって、第1光線LB1が光束分割素子BSを通過する際、入射面Sinにおける入射位置Pinと射出面Soutにおける射出位置Poutとが異なる。

## 【 0 0 6 4 】

入射位置Pinは、第1光線LB1と入射面Sinとの交点である。よって、入射位置Pinは入射点である。また、射出位置Poutは、第1光線LB1と射出面Soutとの交点である。よって、射出位置Poutは射出点である。

40

## 【 0 0 6 5 】

図3では、光軸AX1と光軸AX2の両方と直交する方向は、紙面内の上下方向である。この場合、紙面内の上下方向が視差方向になる。よって、入射位置Pinと射出位置Poutとの間隔が、入射点と射出点との間隔になる。

## 【 0 0 6 6 】

入射点は、第2光線と入射面との交点であっても良い。また、射出点は、第2光線と射出面との交点であっても良い。

## 【 0 0 6 7 】

50

条件式(5)の上限値を上回らないようにすることで、第1光路における光束の割合と第2光路における光束の割合とを適切に保つことができる。これにより、非対称な収差の発生や高次のコマ収差の発生を抑えることができる。その結果、良好な解像性能を確保しながら、光学系を小型化することができる。

【0068】

条件式(5)の下限値を下回らないようにすることで、第1光路における光束の割合と第2光路における光束の割合を適切保ちながら、第2レンズ群の有効径を十分に確保することができる。そのため、第2レンズ群における軸外収差の発生、特にコマ収差の発生を抑えることができる。

【0069】

入射点と射出点との間隔は、例えば、0.22mmにすることができる。この場合、物体空間における第1光線と第2光線との交点は、物体距離が50mmのときの位置になる。

【0070】

入射点と射出点との間隔を、例えば0.3mmにすることにより、物体空間における第1光線と第2光線との交点を、物体距離が12mmのときの位置にすることができる。その結果、内視鏡光学系の画角を大きく維持しながら、立体視を行う際に、近距離に位置する物体の画像を、観察者から遠く離れた位置に形成することができる。このとき、条件式の値は0.97になる。

【0071】

本実施形態の立体視内視鏡は、以下の条件式(6)を満足することが好ましい。

$$0.8 \leq D2f / FLG1f \leq 1.2 \quad (6)$$

ここで、

$D2f$ は、共通光路の光軸上における第1レンズ群の物体側主点位置と中間像との間隔、

$FLG1f$ は、第1レンズ群の物体側焦点距離、

である。

【0072】

第1光線と第2光線は、光束分割素子に入射した後、光束分割素子から射出する。光束分割素子から射出した第1光線と第2光線が、共に、共通光学系の光軸と非平行の場合、3つの光線における光路長に差異が生じる。その結果、偏心収差が発生する。よって、光束分割素子から射出した時、第1光線と第2光線は、共に、共通光学系の光軸と略平行であることが好ましい。

【0073】

3つの光線について、説明する。図3に示すように、3つの光線は、軸上光線LC、上側従属光線LU、及び下側従属光線LLである。上側従属光線LUと下側従属光線LLは、共に軸外光線である。ここでは、第2像IL2を形成する光線で説明しているが、第1像IL1についても同様である。

【0074】

条件式(6)の上限値を上回らないようにするか、又は、条件式(6)の下限値を下回らないようにすることで、3つの光線における光路長の差異を小さくすることができる。その結果、3つの光線における光路長の差異による偏心収差の発生を、抑えることができる。

【0075】

本実施形態の立体視内視鏡では、射出面を射出した第1光線と射出面を射出した第2光線は、共に、共通光路の光軸と平行であることが好ましい。

【0076】

このようにすることにより、偏心収差の発生を、より効果的に抑えることができる。

【0077】

本実施形態の立体視内視鏡では、入射面と射出面は、共通光路の光軸との交点から物体側に向かうにつれて、共通光路の光軸からの距離が増大する形状を有することが好ましい

10

20

30

40

50

。

## 【 0 0 7 8 】

光束分割素子の入射面や射出面では、主光線に対して非対称な収差が発生し易い。入射面の形状や射出面の形状を上述のようにすることにより、非対称な収差の発生を、より小さく抑えることができる。

## 【 0 0 7 9 】

図 4 は、本実施形態の立体視内視鏡の概略構成図である。図 4 には、光束分割素子の具体的な構成が示されている。

## 【 0 0 8 0 】

図 4 に示すように、光束分割素子 B S は、入射面 S<sub>in</sub>と射出面 S<sub>out</sub>とを有する。入射面 S<sub>in</sub>は、第 1 光線 L B 1 が入射する第 1 入射面 S<sub>in1</sub>と、第 2 光線 L B 2 が入射する第 2 入射面 S<sub>in2</sub>と、で構成されている。第 1 入射面 S<sub>in1</sub>と第 2 入射面 S<sub>in2</sub>は、光軸 A X を含む面に対して面対称になっている。

10

## 【 0 0 8 1 】

第 1 入射面 S<sub>in1</sub>の法線と第 2 入射面 S<sub>in2</sub>の法線は、共に、光軸 A X と交差する。第 1 入射面 S<sub>in1</sub>と第 2 入射面 S<sub>in2</sub>は、光軸 A X との交点から物体側に向かうにつれて、光軸 A X からの距離が増大する形状になっている。

## 【 0 0 8 2 】

射出面 S<sub>out</sub>は、第 1 光線 L B 1 が射出する第 1 射出面 S<sub>out1</sub>と、第 2 光線 L B 2 が射出する第 2 射出面 S<sub>out2</sub>と、で構成されている。第 1 射出面 S<sub>out1</sub>と第 2 射出面 S<sub>out2</sub>は、光軸 A X を含む面に対して面対称になっている。

20

## 【 0 0 8 3 】

第 1 射出面 S<sub>out1</sub>の法線と第 2 射出面 S<sub>out2</sub>の法線は、共に、光軸 A X と交差する。第 1 射出面 S<sub>out1</sub>と第 2 射出面 S<sub>out2</sub>は、光軸 A X との交点から物体側に向かうにつれて、光軸 A X からの距離が増大する形状になっている。

## 【 0 0 8 4 】

本実施形態の立体視内視鏡は、以下の条件式 ( 7 ) を満足することが好ましい。

$$0.05 \leq \text{Divs} / D_s \leq 0.7 \quad (7)$$

ここで、

D<sub>ivs</sub>は、入射点と射出点との間隔、

30

D<sub>s</sub>は、入射面と射出面との間隔、

入射点は、第 1 光線と入射面との交点、

射出点は、第 1 光線と射出面との交点、

間隔は、視差方向における間隔、

視差方向は、第 1 光路における光軸と第 2 光路における光軸の両方と直交する方向、である。

## 【 0 0 8 5 】

条件式 ( 7 ) を満足しない場合、入射面と射出面との間隔が広くなりすぎてしまう。この場合、光束分割素子を通過する光線の高さが高くなる。そのため、光束分割素子が大型化してしまう。

40

## 【 0 0 8 6 】

また、条件式 ( 7 ) を満足しない場合、入射面と射出面との間隔が狭くなりすぎてしまう。この場合、2つの主光線の間、様々な差が生じる。ここでは、図 3 の上側従属光線 L<sub>U</sub>と下側従属光線 L<sub>L</sub>を用いて説明する。

## 【 0 0 8 7 】

第 2 像 I L 2 において、光軸 A X 2 を基準にして、光軸 A X から離れる方向をプラス方向、光軸 A X に近づく方向をマイナス方向とする。上側従属光線 L<sub>U</sub>は、第 2 像 I L 2 のプラス方向の点 P<sub>I+</sub>に到達し、下側従属光線 L<sub>L</sub>は、第 2 像 I L 2 のマイナス方向の点 P<sub>I-</sub>に到達する。

## 【 0 0 8 8 】

50

光軸 AX2 から点 P1+ までの距離と、光軸 AX2 から点 P1- までの距離は、等しい。よって、点 P1+ における像高と点 P1- における像高は、同じである。しかしながら、点 P1+ に到達する光線（以下、「光線 P1+」という）の光路長と、点 P1- に到達する光線（以下、「光線 P1-」という）の光路長と、は異なる。

【0089】

そのため、光束分割素子への入射角度の差は、光線 P1+ と光線 P1- との間で大きくなる。光束分割素子からの射出角度の差についても、同様である。また、透過率についても、光線 P1+ と光線 P1 とでばらついてしまう。従属光線を用いて説明したが、主光線についても同様である。

【0090】

上述のように、光線 P1+ の光路長と光線 P1- の光路長は異なる。像高が高くなるにつれて、光線 P1+ の光路長と光線 P1- の光路長との差は大きくなる。よって、像高が高くなるにつれて、点 P1+ における収差量と点 P1- における収差量との差も大きくなる。

【0091】

条件式(7)の上限値を上回らないようにすることで、撮像素子の周辺に結像する2つの軸外光線、例えば、光線 P1+ と光線 P1- との間で光路差が大きくなることを防止できる。その結果、非対称な収差が発生することを抑えることができる。

【0092】

条件式(7)の下限値を下回らないようにすることで、光束分割素子を通過する光線の高さが、高くなりすぎないようにすることができる。その結果、光束分割素子が大きくなることを防ぐことができる。

【0093】

本実施形態の立体視内視鏡は、以下の条件式(8)を満足することが好ましい。

$$0.85 \leq \text{Divax} / (D_s / \cos \theta \times \sin \theta) \leq 1.15 \quad (8)$$

ここで、

$$\theta = \arcsin \left( \frac{1}{n_{BS}} \times \sin \theta_0 \right),$$

Divax は、共通光路の光軸と第1光路の光軸との間隔、

Ds は、入射面と射出面との間隔、

$\theta_0$  は、共通光路の光軸と直交する面と入射面とのなす角度、

nBS は、光束分割素子の d 線における屈折率、

入射点は、第1光線と入射面との交点、

射出点は、第1光線と射出面との交点、

間隔は、視差方向における間隔、

視差方向は、第1光路における光軸と第2光路における光軸の両方と直交する方向、である。

【0094】

図4に示すように、Divax は、光軸 AX と光軸 AX1 との間隔である。ただし、Divax は、光軸 AX と光軸 AX2 との間隔であっても良い。

【0095】

条件式(8)の上限値を上回らないようにするか、又は、条件式(8)の下限値を下回らないようにすることで、第2レンズ群による偏心収差の発生を抑えることができる。

【0096】

共通光路の光軸と第1光路の光軸との間隔は、例えば、1.41mm にすることができる。また、共通光路の光軸と第1光路の光軸との間隔は、例えば、1.6mm にすることができる。この場合、第1光路と第2光路との間隔を大きく確保することができる。このとき、条件式の値は1.14になる。

【0097】

本実施形態の立体視内視鏡は、以下の条件式(9)を満足することが好ましい。

$$0.6 \leq \text{RLmax} / Y_{midimg} \leq 3.5 \quad (9)$$

ここで、

10

20

30

40

50

RLmaxは、リレー光学系の最大レンズ径、  
Ymidimgは、中間像の最大像高、  
である。

【0098】

条件式(9)は、リレー光学系に関する条件式である。立体視内視鏡の光学系では、樽型ディストーションが大きく発生すると、像の周辺部において、高い解像性能を得ることが困難になる。そのため、樽型ディストーションの発生を、小さく抑える必要がある。

【0099】

条件式(9)の上限値を上回らないようにすることで、立体視内視鏡に求められる径や画角を維持しつつ、特にディストーションを小さく抑えることができる。

10

【0100】

条件式(9)の下限値を下回らないようにすることで、軸外従属光線におけるケラレを抑えることができる。光線のケラレが抑えられることで、像の周辺においても、低周波成分を持つ構造から高周波成分を持つ構造までを良好に解像することができる。

【0101】

本実施形態の立体視内視鏡は、以下の条件式(10)を満足することが好ましい。

$$0.6 \leq D2b / FLG1 \leq 2.5 \quad (10)$$

ここで、

D2bは、共通光路の光軸上における第1レンズ群の像側主点位置と光束分割素子との間隔、

20

FLG1は、第1レンズ群の焦点距離、  
である。

【0102】

条件式(10)の上限値を上回らないようにするか、又は、条件式(10)の下限値を下回らないようにすることで、軸外従属光線におけるケラレを小さく抑えることができる。光線のケラレが抑えられることで、像の周辺においても回折の影響を受けにくくなる。そのため、像の周辺においても、良好な解像性能を得ること、すなわち、低周波成分を持つ構造から高周波成分を持つ構造までを良好に解像することができる。

【0103】

本実施形態の立体視内視鏡は、以下の条件式(11)を満足することが好ましい。

$$0.2 \leq Ymidimg / PBSin \leq 1.2 \quad (11)$$

ここで、

Ymidimgは、中間像の最大像高、  
PBSinは、光束分割素子に入射する有効光線の高さ、  
である。

30

【0104】

条件式(11)の上限値を上回らないようにするか、又は、条件式(11)の下限値を下回らないようにすることで、軸外従属光線におけるケラレを小さく抑えることができる。光線のケラレが抑えられることで、像の周辺においても回折の影響を受けにくくなる。そのため、像の周辺においても、良好な解像性能を得ること、すなわち、低周波成分を持つ構造から高周波成分を持つ構造までを良好に解像することができる。

40

【0105】

本実施形態の立体視内視鏡は、以下の条件式(12)を満足することが好ましい。

$$0.01 \leq Ymidimg / FLG1 \leq 0.2 \quad (12)$$

ここで、

Ymidimgは、中間像の最大像高、  
FLG1は、第1レンズ群の焦点距離、  
である。

【0106】

条件式(12)を満足することで、第1レンズ群による主光線傾角を小さくすることが

50

できる。これにより、プラス方向とマイナス方向で、非対称な収差の発生を抑制することができる。

【0107】

条件式(12)の上限値を上回らないようにするか、又は、条件式(12)の下限値を下回らないようにすることで、上下の軸外光線の光路長の差異により発生する偏心収差を抑えることができる。この光路長の差異とは、例えば、上側従属光線LUの光路長と下側従属光線LLの光路長との差異である。

【0108】

本実施形態の立体視内視鏡では、所定の瞳は、中間像よりも物体側で、中間像から最も近い位置に形成された瞳であり、光束分割素子は、所定の瞳と共役な位置に配置されていることが好ましい。

10

【0109】

このようにすることで、上下の軸外光線の光路長の差異により発生する偏心収差を抑えることができる。

【0110】

本実施形態の立体視内視鏡では、中間像よりも像側に開口絞りが配置され、開口絞りの開口部の形状は、円形であることが好ましい。

【0111】

円形絞りにすることで、十分な明るさを確保しながら、軸上光線をレンズ中心に近い領域で通過させることができる。そのため、特に、球面収差が良好に補正された状態を保つことができる。

20

【0112】

図5は開口絞りを示す図である。図5(a)は、円形の開口部を有する開口絞りを示している。開口絞りAS1は、開口部AP1と、開口部AP1'と、遮光部SH1と、を有する。開口部AP1の形状と開口部AP1'の形状は、共に円である。開口絞りAP1は、第1光路OP1上に位置するように設けられ、開口絞りAP1'は、第2光路OP2上に位置するように設けられている。

【0113】

遮光部SH1は不透明な部材、例えば、金属板で構成されている。開口部AP1と開口部AP1'は金属板に形成された空隙(孔)である。

30

【0114】

遮光部SH1、開口部AP1及び開口部AP1'は透明な部材、例えば、ガラス板や樹脂板で構成されていても良い。遮光部SH1は、例えば、遮光塗料をガラス板上に塗布することで形成されている。一方、開口部AP1や開口部AP1'には何も塗布されていない。よって、開口部AP1や開口部AP1'はガラス板そのものである。

【0115】

本実施形態の立体視内視鏡では、中間像よりも像側に開口絞りが配置され、開口絞りの開口部の形状は、直交する2つの方向で長さが異なる形状であり、一方の方向は視差方向で、他方の方向は視差方向と直交する方向であることが好ましい。

【0116】

このようにすることで、適切な視差の確保と、開口部の面積の適切な確保とを両立することができる。そのため、開口部の形状が円である場合に比べて、視差を十分に確保しつつ、回折による解像性能の劣化を抑えることができる。

40

【0117】

図5(b)、(c)は、非円形の開口部を有する開口絞りを示している。開口絞りAS2は、図5(b)に示すように、開口部AP2と、開口部AP2'と、遮光部SH2と、を有する。開口部AP2の形状と開口部AP2'の形状は、共に楕円である。

【0118】

開口絞りAS3は、図5(c)に示すように、開口部AP3と、開口部AP3'と、遮光部SH3と、を有する。開口部AP3の形状と開口部AP3'の形状は、共に略半円で

50

ある。

【 0 1 1 9 】

開口部における視差方向の長さは、視差方向と直交する方向の長さよりも長いことが好ましい。

【 0 1 2 0 】

第 1 光路に位置する開口部と、第 2 の光路に位置する開口部との間隔は、できるだけ大きいほうが好ましい。このようにすることで、十分な視差を確保することができる。

【 0 1 2 1 】

第 1 光路に位置する開口部の形状と、第 2 の光路に位置する開口部の形状は、同じであることが好ましい。このようにすることで、第 1 像におけるボケと第 2 像におけるボケを同じすることができる。

10

【 0 1 2 2 】

開口絞り A S 1、開口絞り A S 2 及び開口絞り A S 3 では、2 つの開口部が 1 つの部材に設けられている。しかしながら、2 つの開口部を、別々の部材に設けても良い。

【 0 1 2 3 】

本実施形態の立体視内視鏡では、中間像よりも像側に開口絞りが配置され、以下の条件式 ( 1 3 ) を満足することが好ましい。

$$0 < L_{ss} / F_{LG1} \quad 0 . 8 \quad ( 1 3 )$$

ここで、

$L_{ss}$  は、共通光路の光軸上における入射面と開口絞りとの間隔、

$F_{LG1}$  は、第 1 レンズ群の焦点距離、

である。

20

【 0 1 2 4 】

条件式 ( 1 3 ) の上限値を上回らないようにするか、又は、条件式 ( 1 3 ) の下限値を下回らないようにすることで、軸外従属光線におけるケラレを小さく抑えることができる。光線のケラレが抑えられることで、像の周辺においても回折の影響を受けにくくなる。そのため、像の周辺においても、良好な解像性能を得ること、すなわち、低周波成分を持つ構造から高周波成分を持つ構造までを良好に解像することができる。

【 0 1 2 5 】

本実施形態の立体視内視鏡は、以下の条件式 ( 1 4 ) を満足することが好ましい。

$$0 . 0 1 \leq Y_{img} / F_{LG1} \leq 0 . 2 \quad ( 1 4 )$$

ここで、

$Y_{img}$  は、最大像高、

$F_{LG1}$  は、第 1 レンズ群の焦点距離、

である。

30

【 0 1 2 6 】

条件式 ( 1 4 ) の上限値を上回らないようにするか、又は、条件式 ( 1 4 ) の下限値を下回らないようにすることで、軸外従属光線におけるケラレを小さく抑えることができる。光線のケラレが抑えられることで、像の周辺においても回折の影響を受けにくくなる。そのため、像の周辺においても、良好な解像性能を得ること、すなわち、低周波成分を持つ構造から高周波成分を持つ構造までを良好に解像することができる。

40

【 0 1 2 7 】

本実施形態の立体視内視鏡は、以下の条件式 ( 1 5 ) を満足することが好ましい。

$$0 . 0 1 \leq Y_{img} / F_{LG2} \leq 0 . 5 \quad ( 1 5 )$$

ここで、

$Y_{img}$  は、最大像高、

$F_{LG2}$  は、第 2 レンズ群の焦点距離、

である。

【 0 1 2 8 】

条件式 ( 1 5 ) の上限値を上回らないようにするか、又は、条件式 ( 1 5 ) の下限値を

50

下回らないようにすることで、バックフォーカスを適切に確保することができる。

【0129】

本実施形態の立体視内視鏡では、第1レンズ群は複数のレンズを有し、合焦時に、複数のレンズの少なくとも一部のレンズが、共通光路の光軸に沿って移動することが好ましい。

【0130】

このようにすることで、近点から遠点までの間のどの位置でも、良好な解像性能で合焦を行うことができる。

【0131】

本実施形態の立体視内視鏡では、第2レンズ群は複数のレンズを有し、合焦時に、複数のレンズの少なくとも一部のレンズが、第1光路の光軸や第2光路の光軸に沿って移動することが好ましい。

10

【0132】

このようにすることで、物体の位置が近点から遠点までの間のどの位置であっても、良好な解像性能で合焦を行うことができる。

【0133】

本実施形態の立体視内視鏡では、撮像素子は、第1光路上に位置する第1撮像領域と、第2光路上に位置する第2撮像領域と、を有し、第1撮像領域の中心と第2撮像領域の中心との間隔は、第1光路の光軸と第2光路の光軸との間隔よりも大きいことが好ましい。

【0134】

第1像と第2像は撮像素子で撮像され、これにより、第1像の画像と第2像の画像の取得が行われる。取得された2つの画像は、例えばモニタに表示される。モニタに表示された2つの画像によって、立体視を行うことができる。

20

【0135】

上述のようにすることで、立体視の際に、観察者から見て、モニタの位置よりも遠い位置に立体像を形成しやすくなる。そのため、立体視の際の観察者の疲労蓄積を、軽減することができる。

【0136】

物体空間における第1光線と第2光線とが、物体距離が60mmのときの位置で交わっている構成で、例えば、第1有効領域と第2有効領域を、視差方向に10 $\mu$ mシフトすることができる。このようにすることで、左右光線の交点を、物体距離が30mmのときの位置に変更することができる。その結果、内視鏡光学系の画角を大きく維持しながら、立体視を行う際に、近距離に位置する物体の画像を、観察者から遠い距離に形成することができる。

30

【0137】

本実施形態の立体視内視鏡では、中間像よりも像側に、有効光線以外の光線を遮光するフレア絞りが配置されていることが好ましい。

【0138】

このようにすることで、ゴーストの発生を抑えることができる。特に、光束分割素子の物体側、又は像側で、光学絞りの配置されていない側に、フレア絞りを配置することが有効である。

40

【0139】

各条件式について、以下のように下限値、または上限値を変更しても良い。

条件式(1)については、以下の通りである。

下限値を-0.05にすることが好ましい。

上限値を0.05にすることが好ましい。

条件式(2)については、以下の通りである。

下限値を-0.005にすることが好ましい。

上限値を0.005にすることが好ましい。

条件式(3)については、以下の通りである。

下限値を-0.005にすることが好ましい。

50

上限値を 0.005 にすることが好ましい。  
 条件式 (4) については、以下の通りである。  
 下限値を 0.07、0.09 のいずれかにすることが好ましい。  
 上限値を 1.5、1.3 のいずれかにすることが好ましい。  
 条件式 (5) については、以下の通りである。  
 下限値を 0.8、0.9 のいずれかにすることが好ましい。  
 上限値を 1.2、1.1 のいずれかにすることが好ましい。  
 条件式 (6) については、以下の通りである。  
 下限値を 0.9、0.95 のいずれかにすることが好ましい。  
 上限値を 1.1、1.05 のいずれかにすることが好ましい。  
 条件式 (7) については、以下の通りである。  
 下限値を 0.08、0.1 のいずれかにすることが好ましい。  
 上限値を 0.5、0.3 のいずれかにすることが好ましい。  
 条件式 (8) については、以下の通りである。  
 下限値を 0.9、0.95 のいずれかにすることが好ましい。  
 上限値を 1.1、1.05 のいずれかにすることが好ましい。  
 条件式 (9) については、以下の通りである。  
 下限値を 0.8、1 のいずれかにすることが好ましい。  
 上限値を 3.3、3 のいずれかにすることが好ましい。  
 条件式 (10) については、以下の通りである。  
 下限値を 0.75、0.9 のいずれかにすることが好ましい。  
 上限値を 2、1.7 のいずれかにすることが好ましい。  
 条件式 (11) については、以下の通りである。  
 下限値を 0.3、0.4 のいずれかにすることが好ましい。  
 上限値を 1.1、1 のいずれかにすることが好ましい。  
 条件式 (12) については、以下の通りである。  
 下限値を 0.025、0.04 のいずれかにすることが好ましい。  
 上限値を 0.17、0.15 のいずれかにすることが好ましい。  
 条件式 (13) については、以下の通りである。  
 下限値を 0.1、0.2 のいずれかにすることが好ましい。  
 上限値を 0.75、0.6 のいずれかにすることが好ましい。  
 条件式 (14) については、以下の通りである。  
 下限値を 0.02、0.03 のいずれかにすることが好ましい。  
 上限値を 0.15、0.1 のいずれかにすることが好ましい。  
 条件式 (15) については、以下の通りである。  
 下限値を 0.03、0.05 のいずれかにすることが好ましい。  
 上限値を 0.3、0.2 のいずれかにすることが好ましい。

10

20

30

40

50

#### 【0140】

以下に、立体視内視鏡に用いられる内視鏡用光学系の実施例を、図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。

#### 【0141】

内視鏡用光学系の実施例について説明する。図6、図10、図12は、各実施例の内視鏡用光学系のレンズ断面図である。これらのレンズ断面図は、X-Z面内の断面図である。ここでは、共通光路OPの光軸AXをZ軸、Z軸と直交し、且つ視差方向と平行な軸をY軸、Z軸とY軸の両方に直交する軸をX軸としている。

#### 【0142】

図7、図11、図13は、各実施例の内視鏡用光学系の一部のレンズ断面図である。これらのレンズ断面図は、Y-Z面内の断面図である。図7のレンズ断面図は、中間像I3から像側に位置する光学系の断面図である。また、図7における断面は、図6の断面と直交する断面である。

## 【0143】

図8は、実施例1の内視鏡用光学系における開口絞りを示す図である。開口絞りは、円形の開口部を2つ有している。図9は、実施例1の内視鏡用光学系の光線図である。図9(a)は、図6と同じ断面における光線図である。図9(b)は、図7と同じ断面における光線図である。

## 【0144】

図14乃至図19は、各実施例の内視鏡用光学系の収差図である。各実施例の収差図において、(a)は非点収差(AS)、(b)は歪曲収差(DT)、(c)乃至(j)は横収差を示している。

## 【0145】

横収差において、横軸の最大値は $\pm 25 \mu\text{m}$ である。縦軸は、入射瞳径で規格化されている。Taはタンジェンシャル方向、Saはサジタル方向を表している。IH0は軸上、IH0.5は、最大像高の0.5倍、IH0.7は最大像高の0.7倍、IH1.0は最大像高の1.0倍を表している。

## 【0146】

図14、図16、図18は、図2(a)に示す光学像IL1において、光軸AX1から右上側の像における収差図である。図15、図17、図19は、光学像IL1において、光軸AX1から左下側の像における収差図である。

## 【0147】

実施例1の内視鏡用光学系は、物体側から順に、対物光学系OBJと、像リレーユニットと、第1レンズ群G1と、光束分割素子Pと、第2レンズ群G2と、を有する。像リレーユニットは、第1のリレー光学系RL1と、第2のリレー光学系RL2と、第3のリレー光学系RL3と、を有する。

## 【0148】

対物光学系OBJによって、1次像Ioが形成される。1次像Ioは、第1のリレー光学系RL1でリレーされる。これにより、第1リレー像I1が形成される。第1リレー像I1は、第2のリレー光学系RL2でリレーされる。これにより、第2リレー像I2が形成される。第2リレー像I2は、第3のリレー光学系RL3でリレーされる。これにより、第3リレー像I3が形成される。第3リレー像I3は中間像である。

## 【0149】

第3リレー像I3の像側には、第1レンズ群G1、光束分割素子P及び第2レンズ群G2が配置されている。第1レンズ群G1、光束分割素子P及び第2レンズ群G2によって、像Iが形成される。

## 【0150】

対物光学系OBJ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、平凸正レンズL2と、両凸正レンズL3と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4と、両凹負レンズL5と、両凸正レンズL6と、からなる。ここで、両凸正レンズL3と負メニスカスレンズL4とが接合されている。両凹負レンズL5と両凸正レンズL6とが接合されている。負メニスカスレンズL1の物体側には、カバーガラスC1が配置されている。

## 【0151】

リレー光学系RL1は、平凸正レンズ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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL10と、両凸正レンズL11と、平凸正レンズL12と、からなる。ここで、両凸正レンズL8と負メニスカスレンズL9とが接合されている。負メニスカスレンズL10と両凸正レンズL11とが接合されている。

## 【0152】

リレー光学系RL2は、リレー光学系RL1と同一の光学系である。リレー光学系RL2は、平凸正レンズL13と、両凸正レンズL14と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL15と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL16と、両凸正レンズL1

10

20

30

40

50

7と、平凸正レンズL18と、からなる。ここで、両凸正レンズL14と負メニスカスレンズL15とが接合されている。負メニスカスレンズL16と両凸正レンズL17とが接合されている。

【0153】

リレー光学系RL3は、両凸正レンズL19と、両凹負レンズL20と、両凸正レンズL21と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL22と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL23と、両凸正レンズL24と、両凹負レンズL25と、両凸正レンズL26と、からなる。ここで、両凸正レンズL19と両凹負レンズL20とが接合されている。両凸正レンズL21と負メニスカスレンズL22とが接合されている。負メニスカスレンズL23と両凸正レンズL24とが接合されている。両凹負レンズL25と両凸正レンズL26とが接合されている。

10

【0154】

第1レンズ群G1は、両凸正レンズL27と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL28と、両凸正レンズL29と、からなる。ここで、負メニスカスレンズL28と両凸正レンズL29とが接合されている。

【0155】

光束分割素子Pは、入射面と射出面を有する。入射面と射出面は、光軸との交点から物体側に向かうにつれて、光軸からの距離が増大する形状を有する。

【0156】

第2レンズ群G2は、両凸正レンズL30と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL31と、両凹負レンズL32と、両凸正レンズL33と、からなる。両凸正レンズL33の像側には、カバーガラスC2とカバーガラスC3が配置されている。

20

【0157】

実施例2の内視鏡用光学系は、物体側から順に、対物光学系OBJと、像リレーユニットと、第1レンズ群G1と、光束分割素子Pと、第2レンズ群G2と、を有する。像リレーユニットは、第1のリレー光学系RL1と、第2のリレー光学系RL2と、第3のリレー光学系RL3と、を有する。

【0158】

対物光学系OBJによって、1次像I<sub>0</sub>が形成される。1次像I<sub>0</sub>は、第1のリレー光学系RL1でリレーされる。これにより、第1リレー像I<sub>1</sub>が形成される。第1リレー像I<sub>1</sub>は、第2のリレー光学系RL2でリレーされる。これにより、第2リレー像I<sub>2</sub>が形成される。第2リレー像I<sub>2</sub>は、第3のリレー光学系RL3でリレーされる。これにより、第3リレー像I<sub>3</sub>が形成される。第3リレー像I<sub>3</sub>は中間像である。

30

【0159】

第3リレー像I<sub>3</sub>の像側には、第1レンズ群G1、光束分割素子P及び第2レンズ群G2が配置されている。第1レンズ群G1、光束分割素子P及び第2レンズ群G2によって、像Iが形成される。

【0160】

対物光学系OBJ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、平凸正レンズL2と、両凸正レンズL3と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4と、両凹負レンズL5と、両凸正レンズL6と、からなる。ここで、両凸正レンズL3と負メニスカスレンズL4とが接合されている。両凹負レンズL5と両凸正レンズL6とが接合されている。負メニスカスレンズL1の物体側には、カバーガラスC1が配置されている。

40

【0161】

リレー光学系RL1は、平凸正レンズ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、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL10と、両凸正レンズL11と、平凸正レンズL12と、からなる。ここで、両凸正レンズL8と負メニスカスレンズL9とが接合されている。負メニスカスレンズL10と両凸正レンズL11とが接合されている。

50

## 【0162】

リレー光学系 R L 2 は、リレー光学系 R L 1 と同一の光学系である。リレー光学系 R L 2 は、平凸正レンズ L 1 3 と、両凸正レンズ L 1 4 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 5 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 6 と、両凸正レンズ L 1 7 と、平凸正レンズ L 1 8 と、からなる。ここで、両凸正レンズ L 1 4 と負メニスカスレンズ L 1 5 とが接合されている。負メニスカスレンズ L 1 6 と両凸正レンズ L 1 7 とが接合されている。

## 【0163】

リレー光学系 R L 3 は、両凸正レンズ L 1 9 と、両凹負レンズ L 2 0 と、両凸正レンズ L 2 1 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 2 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 3 と、両凸正レンズ L 2 4 と、両凹負レンズ L 2 5 と、両凸正レンズ L 2 6 と、からなる。ここで、両凸正レンズ L 1 9 と両凹負レンズ L 2 0 とが接合されている。両凸正レンズ L 2 1 と負メニスカスレンズ L 2 2 とが接合されている。負メニスカスレンズ L 2 3 と両凸正レンズ L 2 4 とが接合されている。両凹負レンズ L 2 5 と両凸正レンズ L 2 6 とが接合されている。

10

## 【0164】

第1レンズ群 G 1 は、両凸正レンズ L 2 7 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 8 と、両凸正レンズ L 2 9 と、からなる。ここで、負メニスカスレンズ L 2 8 と両凸正レンズ L 2 9 とが接合されている。

## 【0165】

光束分割素子 P は、入射面と射出面を有する。入射面と射出面は、光軸との交点から物体側に向かうにつれて、光軸からの距離が増大する形状を有する。

20

## 【0166】

第2レンズ群 G 2 は、両凸正レンズ L 3 0 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 1 と、両凹負レンズ L 3 2 と、両凸正レンズ L 3 3 と、からなる。両凸正レンズ L 3 3 の像側には、カバーガラス C 2 とカバーガラス C 3 が配置されている。

## 【0167】

実施例3の内視鏡用光学系は、物体側から順に、対物光学系 O B J と、像リレーユニットと、第1レンズ群 G 1 と、光束分割素子 P と、第2レンズ群 G 2 と、を有する。像リレーユニットは、第1のリレー光学系 R L 1 と、第2のリレー光学系 R L 2 と、第3のリレー光学系 R L 3 と、を有する。

30

## 【0168】

対物光学系 O B J によって、1次像 I 0 が形成される。1次像 I 0 は、第1のリレー光学系 R L 1 でリレーされる。これにより、第1リレー像 I 1 が形成される。第1リレー像 I 1 は、第2のリレー光学系 R L 2 でリレーされる。これにより、第2リレー像 I 2 が形成される。第2リレー像 I 2 は、第3のリレー光学系 R L 3 でリレーされる。これにより、第3リレー像 I 3 が形成される。第3リレー像 I 3 は中間像である。

## 【0169】

第3リレー像 I 3 の像側には、第1レンズ群 G 1、光束分割素子 P 及び第2レンズ群 G 2 が配置されている。第1レンズ群 G 1、光束分割素子 P 及び第2レンズ群 G 2 によって、像 I が形成される。

40

## 【0170】

対物光学系 O B J 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 L 1 と、平凸正レンズ L 2 と、両凸正レンズ L 3 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 4 と、両凹負レンズ L 5 と、両凸正レンズ L 6 と、からなる。ここで、両凸正レンズ L 3 と負メニスカスレンズ L 4 とが接合されている。両凹負レンズ L 5 と両凸正レンズ L 6 とが接合されている。負メニスカスレンズ L 1 の物体側には、カバーガラス C 1 が配置されている。

## 【0171】

リレー光学系 R L 1 は、平凸正レンズ L 7 と、両凸正レンズ L 8 と、像側に凸面を向け

50

た負メニスカスレンズL 9と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 10と、両凸正レンズL 11と、平凸正レンズL 12と、からなる。ここで、両凸正レンズL 8と負メニスカスレンズL 9とが接合されている。負メニスカスレンズL 10と両凸正レンズL 11とが接合されている。

【0172】

リレー光学系RL 2は、リレー光学系RL 1と同一の光学系である。リレー光学系RL 2は、平凸正レンズL 13と、両凸正レンズL 14と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 15と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 16と、両凸正レンズL 17と、平凸正レンズL 18と、からなる。ここで、両凸正レンズL 14と負メニスカスレンズL 15とが接合されている。負メニスカスレンズL 16と両凸正レンズL 17とが接合されている。

10

【0173】

リレー光学系RL 3は、両凸正レンズL 19と、両凹負レンズL 20と、両凸正レンズL 21と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 22と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 23と、両凸正レンズL 24と、両凹負レンズL 25と、両凸正レンズL 26と、からなる。ここで、両凸正レンズL 19と両凹負レンズL 20とが接合されている。両凸正レンズL 21と負メニスカスレンズL 22とが接合されている。負メニスカスレンズL 23と両凸正レンズL 24とが接合されている。両凹負レンズL 25と両凸正レンズL 26とが接合されている。

【0174】

第1レンズ群G 1は、両凸正レンズL 27と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 28と、両凸正レンズL 29と、からなる。ここで、負メニスカスレンズL 28と両凸正レンズL 29とが接合されている。

20

【0175】

光束分割素子Pは、入射面と射出面を有する。入射面と射出面は、光軸との交点から物体側に向かうにつれて、光軸からの距離が増大する形状を有する。

【0176】

第2レンズ群G 2は、両凸正レンズL 30と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 31と、両凹負レンズL 32と、両凸正レンズL 33と、からなる。両凸正レンズL 33の像側には、カバーガラスC 2とカバーガラスC 3が配置されている。

30

【0177】

以下に、上記各実施例の数値データを示す。面データにおいて、r は各レンズ面の曲率半径、d は各レンズ面間の間隔、nd は各レンズのd線の屈折率、d は各レンズのアッベ数である。

【0178】

各種データにおいて、f は内視鏡光学系の焦点距離、IH は最大像高、FNO . はFナンバーである。また、アスペクト比データにおいて、IH 0 . 5 は、最大像高の0 . 5倍、IH 0 . 7 は最大像高の0 . 7倍、IH 1 . 0 は最大像高の1 . 0倍を表している。

【0179】

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、A 12...としたとき、次の式で表される。

40

$$z = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + k)(y / r)^2\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10} + A_{12} y^{12} + \dots$$

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後述の実施例の数値データにおいても共通である。

【0180】

また、偏心データでは、偏心量を、X、Y、Z、傾き角を、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\theta$ で表している。XはX軸方向の偏心量、YはY軸方向の偏心量、ZはZ軸方向の偏心量である。 $\alpha$ はX軸に対する傾き角、 $\beta$ はY軸に対する傾き角、 $\gamma$ はZ軸に対する傾き角である。

【0181】

50

例えば、数値実施例 1 では、第 1 光路の第 5 4 面における の値がマイナスの値になっている。これは、第 1 光路の第 5 4 面は、平面を Y 軸から反時計回りに回転させた状態になっていることを示している。

【 0 1 8 2 】

数値実施例 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
物体面		45.000			10
1		0.808	1.769	64.15	
2		0.231			
3*	13.058	1.212	1.806	40.93	
4*	1.929	1.385			
5		18.316	1.806	40.93	
6	-8.083	0.682			
7	11.817	6.555	1.497	81.55	
8	-6.399	0.808	1.847	23.78	
9	-20.664	1.635			
10	-7.942	0.577	1.648	33.79	20
11	6.189	13.458	1.883	40.77	
12	-29.965	6.704			
13		5.769			
14	27.433	46.190	1.516	64.14	
15		2.651			
16	31.907	9.265	1.497	81.55	
17	-12.967	1.529	1.755	52.32	
18	-26.692	2.308			
19	26.692	1.529	1.755	52.32	
20	12.967	9.265	1.497	81.55	30
21	-31.907	2.651			
22		46.190	1.516	64.14	
23	-27.433	5.769			
24		5.769			
25	27.433	46.190	1.516	64.14	
26		2.651			
27	31.907	9.265	1.497	81.55	
28	-12.967	1.529	1.755	52.32	
29	-26.692	2.308			
30	26.692	1.529	1.755	52.32	40
31	12.967	9.265	1.497	81.55	
32	-31.907	2.651			
33		46.190	1.516	64.14	
34	-27.433	5.769			
35		5.769			
36	15.852	12.576	1.883	40.77	
37	-9.714	2.476	1.673	38.15	
38	5.517	2.349			
39	10.720	13.106	1.497	81.55	
40	-5.171	3.011	1.516	64.14	50

41	-11.856	5.481		
42	11.856	3.011	1.516	64.14
43	5.171	13.106	1.497	81.55
44	-10.720	2.349		
45	-5.517	2.476	1.673	38.15
46	9.714	12.576	1.883	40.77
47	-15.852	5.769		
48		15.658		
49	131.496	2.156	1.487	70.24
50	-34.585	5.574		
51	29.722	10.148	1.834	37.16
52	12.069	19.375	1.497	81.55
53	-21.137	23.077		
54		10.500	1.768	71.70
55		2.308		
56(絞リ)		0.000		
57	12.430	2.537	1.497	81.55
58	-27.546	0.512		
59	6.120	2.568	1.497	81.55
60	7.393	1.892		
61	-28.281	0.532	1.699	30.13
62	4.850	3.842		
63	11.075	4.794	1.835	42.71
64	-29.957	6.049		
65		0.808	1.521	66.54
66		0.577		
67		0.577	1.516	64.14
68		0.692		

像面

30

非球面データ

第3面

k=0

A4=1.106E-02,A6=-1.518E-03,A8=7.583E-05,A10=-2.149E-06

第4面

k=0.012

A4=1.930E-02,A6=-2.764E-03,A8=-1.240E-03,A10=-5.436E-04

各種データ

I H 1.61

f 3.00

F N O . 6.8

アスペクト比データ

IH1.0 IH0.5 IH0.7

1.61 0.8 1.12

水平 16 1.400 0.700 0.980

垂直 9 0.788 0.394 0.551

50

## 偏心データ

	第 1 光路			第 2 光路			
第 5 4 面	X	Y	Z	X	Y	Z	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	0.0	-26.3	0.0	0.0	26.3	0.0	
第 5 5 面	X	Y	Z	X	Y	Z	10
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	0.0	-26.3	0.0	0.0	26.3	0.0	
第 5 6 面乃至像面	X	Y	Z	X	Y	Z	
	0.00	2.20	0.00	0.00	-2.20	0.00	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
【 0 1 8 3 】							
数值実施例 2							20
单位 mm							

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	
物体面		53.000			
1		0.820	1.769	64.15	
2		0.234			
3*	14.205	1.230	1.806	40.93	
4*	1.956	1.406			
5		18.774	1.806	40.93	
6	-8.174	0.442			30
7	11.793	6.564	1.497	81.55	
8	-6.378	0.820	1.847	23.78	
9	-19.803	1.593			
10	-7.998	0.586	1.648	33.79	
11	6.148	11.539	1.883	40.77	
12	-29.708	6.807			
13		5.857			
14	27.090	47.215	1.516	64.14	
15		2.767			
16	32.318	9.534	1.497	81.55	40
17	-13.115	1.604	1.755	52.32	
18	-27.240	2.343			
19	27.240	1.604	1.755	52.32	
20	13.115	9.534	1.497	81.55	
21	-32.318	2.767			
22		47.215	1.516	64.14	
23	-27.090	5.857			
24		5.857			
25	27.090	47.215	1.516	64.14	
26		2.767			50

27	32.318	9.534	1.497	81.55	
28	-13.115	1.604	1.755	52.32	
29	-27.240	2.343			
30	27.240	1.604	1.755	52.32	
31	13.115	9.534	1.497	81.55	
32	-32.318	2.767			
33		47.215	1.516	64.14	
34	-27.090	5.857			
35		5.857			
36	16.018	12.678	1.883	40.77	10
37	-9.776	2.030	1.673	38.15	
38	5.664	2.356			
39	10.793	13.320	1.497	81.55	
40	-5.447	3.003	1.516	64.14	
41	-12.076	4.220			
42	12.076	3.003	1.516	64.14	
43	5.447	13.320	1.497	81.55	
44	-10.793	2.356			
45	-5.664	2.030	1.673	38.15	
46	9.776	12.678	1.883	40.77	20
47	-16.018	5.857			
48		15.896			
49	84.608	2.385	1.487	70.24	
50	-39.702	5.183			
51	30.446	5.930	1.834	37.16	
52	12.455	18.700	1.497	81.55	
53	-21.254	23.428			
54		10.660	1.768	71.70	
55		2.343			
56(絞リ)		1.633			30
57	11.217	2.723	1.497	81.55	
58	-39.406	0.468			
59	6.189	2.563	1.497	81.55	
60	7.530	1.939			
61	-32.416	0.715	1.699	30.13	
62	4.885	3.327			
63	11.727	5.322	1.835	42.71	
64	-32.637	5.762			
65		0.820	1.521	66.54	
66		0.586			40
67		0.586	1.516	64.14	
68		0.703			

像面

非球面データ

第3面

k=0

A4=1.065E-02, A6=-1.413E-03, A8=6.818E-05, A10=-1.868E-06

第4面

k=7.414E-03

A4=1.893E-02,A6=-2.463E-03,A8=-1.038E-03,A10=-4.742E-04

### 各種データ

f 3.00  
I H 1.49  
F N O . 6.2

### アスペクト比データ

		IH1.0	IH0.5	IH0.7	
		1.49	0.75	1.04	10
水平	16	1.3	0.650	0.910	
垂直	9	0.73	0.366	0.512	

### 偏心データ

	第 1 光路			第 2 光路			
第 5 4 面	X	Y	Z	X	Y	Z	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	0.0	-17.0	0.0	0.0	17.0	0.0	20
第 5 5 面	X	Y	Z	X	Y	Z	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	0.0	-17.0	0.0	0.0	17.0	0.0	
第 5 6 面乃至像面	X	Y	Z	X	Y	Z	
	0.00	1.60	0.00	0.00	-1.60	0.00	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30

【 0 1 8 4 】

数值実施例 3

单位 mm

### 面データ

面番号	r	d	nd	d	
物体面		45.000			
1		0.804	1.769	64.15	
2		0.230			
3	13.454	1.205	1.806	40.93	40
4	1.913	1.377			
5		18.177	1.806	40.93	
6	-8.098	0.354			
7	11.905	6.410	1.497	81.55	
8	-6.376	0.804	1.847	23.78	
9	-20.977	2.043			
10	-8.391	0.574	1.648	33.79	
11	6.541	15.298	1.883	40.77	
12	-30.032	6.208			
13		5.739			50

14	25.592	45.631	1.516	64.14	
15		2.536			
16	32.119	9.978	1.497	81.55	
17	-12.943	1.421	1.755	52.32	
18	-26.368	2.296			
19	26.368	1.421	1.755	52.32	
20	12.943	9.978	1.497	81.55	
21	-32.119	2.536			
22		45.631	1.516	64.14	
23	-25.592	5.739			10
24		5.739			
25	25.592	45.631	1.516	64.14	
26		2.536			
27	32.119	9.978	1.497	81.55	
28	-12.943	1.421	1.755	52.32	
29	-26.368	2.296			
30	26.368	1.421	1.755	52.32	
31	12.943	9.978	1.497	81.55	
32	-32.119	2.536			
33		45.631	1.516	64.14	20
34	-25.592	5.739			
35		5.739			
36	16.074	12.754	1.883	40.77	
37	-9.581	2.584	1.673	38.15	
38	5.228	2.484			
39	10.741	12.837	1.497	81.55	
40	-5.286	2.960	1.516	64.14	
41	-11.626	2.055			
42	11.626	2.960	1.516	64.14	
43	5.286	12.837	1.497	81.55	30
44	-10.741	2.484			
45	-5.228	2.584	1.673	38.15	
46	9.581	12.754	1.883	40.77	
47	-16.074	5.739			
48		15.577			
49	414.577	3.355	1.487	70.24	
50	-31.575	5.556			
51	29.414	13.143	1.834	37.16	
52	11.840	16.941	1.497	81.55	
53	-20.662	22.957			40
54		10.446	1.768	71.70	
55		2.296			
56(絞リ)		0.000			
57	12.758	3.298	1.497	81.55	
58	-23.912	0.893			
59	6.565	2.579	1.497	81.55	
60	8.582	1.789			
61	-18.707	0.687	1.699	30.13	
62	5.344	4.163			
63	10.495	6.130	1.835	42.71	50

64	-28.495	3.952		
65		0.804	1.521	66.54
66		0.574		
67		0.574	1.516	64.14
68		0.689		
像面				

## 各種データ

f	3.00			
I H	1.78			10
F N O .	6.2			

## アスペクト比データ

		IH1.0	IH0.5	IH0.7
		1.78	0.89	1.24
水平	16	1.550	0.775	1.085
垂直	9	0.872	0.436	0.610

## 偏心データ

		第 1 光路			第 2 光路			20
第 5 4 面		X	Y	Z	X	Y	Z	
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		0.0	-20.0	0.0	0.0	20.0	0.0	
第 5 5 面		X	Y	Z	X	Y	Z	
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		0.0	-20.0	0.0	0.0	20.0	0.0	30
第 5 6 面乃至像面		X	Y	Z	X	Y	Z	
		0.00	1.64	0.00	0.00	-1.64	0.00	
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

## 【 0 1 8 5 】

各実施例における条件式の値を以下に掲げる。

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3	
(1) (FLBSout - FLBSin) / (FLBSout + FLBSin)	0.00	0.00	0.00	40
(2) Yimg / FLBSin	0.00	0.00	0.00	
(3) Yimg / FLBSout	0.00	0.00	0.00	
(4) Divlr / Yimg	1.14	0.17	0.11	
(5) Divs / (Divlr / 2 + Yimg)	1.00	1.00	1.00	
(6) D2f / FLG1f	1.01	1.00	1.01	
(7) Divs / Ds	0.21	0.13	0.16	
(8) Divax / (Ds / COS × SIN( - ))	0.99	1.00	1.00	
(9) RLmax / Ymidimg	1.90	2.57	1.92	
(10) D2b / FLG1	1.41	1.29	1.43	50

(11)Ymidimg/ P B Sin	0.79	0.48	0.61
(12)Ymidimg/FLG1	0.07	0.06	0.08
(13)Lss/FLG1	0.37	0.41	0.39
(14)Yimg/FLG1	0.05	0.05	0.06
(15)Yimg/FLG2	0.08	0.07	0.09

## 【 0 1 8 6 】

各パラメータの値を以下に掲げる。

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3
Ds	10.50	10.66	10.45
D2b	43.32	38.85	43.76
D2f	31.02	30.15	30.78
Divax	2.20	1.41	1.64
Divs	2.20	1.41	1.64
Divlr	1.60	0.22	0.17
FLG1	30.76	30.01	30.53
FLG1f	30.76	30.01	30.53
FLG2	20.59	21.74	19.94
FLBSout	1.00E+10	1.00E+10	1.00E+10
FLBSin	1.00E+10	1.00E+10	1.00E+10
Lss	11.72	12.54	12.11
nBS	1.77	1.77	1.77
PBSin	2.54	3.68	3.82
Yimg	1.61	1.49	1.78
Yimggh	1.40	1.3	1.55
Ymidimg	2.00	1.77	2.34
	26.30	17	20.00
RLmax	3.80	4.55	4.50

10

20

## 【 0 1 8 7 】

図 20 は、本実施形態の立体視内視鏡を示す図である。立体視内視鏡 1 は、本体部 2 と、光源装置 3 と、カメラコントロールユニット 4（以下、「CCU4」という）と、スキャンコンバータ 5 と、モニタ 6 と、シャッタメガネ 7 とから構成される。

30

## 【 0 1 8 8 】

本体部 2 は、挿入部 8 と、把持部 9 とを有する。挿入部 8 は、体腔内等に挿入される部分で、硬質の外套管で形成されている。外套管は、円管形状で、ステンレス等の金属等からなる。このように、立体視内視鏡 1 は、硬性内視鏡である。把持部 9 は、術者により把持される部分である。

## 【 0 1 8 9 】

把持部 9 には、ライトガイド口金 10 が設けてある。ライトガイド口金 10 に、ライトガイドケーブル 11 の一端が接続される。ライトガイドケーブル 11 の他端には、ライトガイドコネクタ 12 が設けられている。ライトガイドケーブル 11 は、把持部 9 と光源装置 3 に着脱自在で接続される。

40

## 【 0 1 9 0 】

光源装置 3 は、ランプ 13 とレンズ 14 とを有する。ランプ 13 は、例えば、白色光の照明光を発生する。レンズ 14 は、照明光を集光する。レンズ 14 で集光された照明光は、ライトガイドコネクタ 12 の端面に照射される。端面に照射された照明光は、ライトガイドケーブル 11 内のライトガイドにより、本体部 2 に伝送される。

## 【 0 1 9 1 】

本体部 2 には、ライトガイド 15 が設けられている。ライトガイド 15 は把持部 9 内で屈曲され、挿入部 8 内を挿通されている。ライトガイド 15 は、ライトガイドケーブル 11 から供給された照明光を、挿入部 8 の先端部 16 に固定された先端面に伝送する。これ

50

により、先端面から前方に照明光が射出される。

【0192】

物体17は、照明光で照明される。物体17からの光は、先端部16内に配置された対物光学系18に入射する。対物光学系18の結像位置に、光学像19が形成される。光学像19はリレー光学系20により、把持部9にリレーされる。

【0193】

リレー光学系20の最終像位置には、中間像21が形成される。中間像21は、第1レンズ群22、光束分割素子23及び第2レンズ群24によって、再結像される。これにより、第1撮像素子25aの撮像面上に第1像が形成され、第2撮像素子25bの撮像面上に第2像が形成される。

10

【0194】

出力部26には、信号ケーブル27の一端が接続されている。信号ケーブル27の他端は、CCU4に接続されている。第1撮像素子25aから出力された信号と、第2撮像素子25bから出力された信号は、信号ケーブル27を経由して、CCU4に入力される。

【0195】

CCU4では、第1撮像素子25aと第2撮像素子25bから出力された信号に対して、信号処理が行われる。CCU4で信号処理された画像信号は、スキャンタコンバータ5に入力される。スキャンコンバータ5では、CCU4から出力された信号が映像信号に変換される。

【0196】

映像信号は、モニタ6に入力される。モニタ6は、入力された映像信号を表示する。モニタ6には、視差のある2つの画像が交互に表示される。シャッタメガネ7は、シャッター機能を有する。シャッタメガネ7を用いることで、モニタ6に表示された画像を、立体的に視認することができる。

20

【産業上の利用可能性】

【0197】

以上のように、本発明は、小型でありながら、良好な解像性能を有する立体視内視鏡に適している。

【符号の説明】

【0198】

ES1、ES2 立体視内視鏡

OBJ 対物光学系

RL リレー光学系

RL1 第1リレーレンズ

RL2 第2リレーレンズ

BS 光束分割素子

G1 第1レンズ群

G2 第2レンズ群

IS 撮像素子

IS1 第1撮像素子

IS2 第2撮像素子

OP 共通光路

OP1 第1光路

OP2 第2光路

AX、AX1、AX2 光軸

Io 物体の像

I1 第1リレー像

I2 第2リレー像(中間像)

IL1 第1像

IL2 第2像

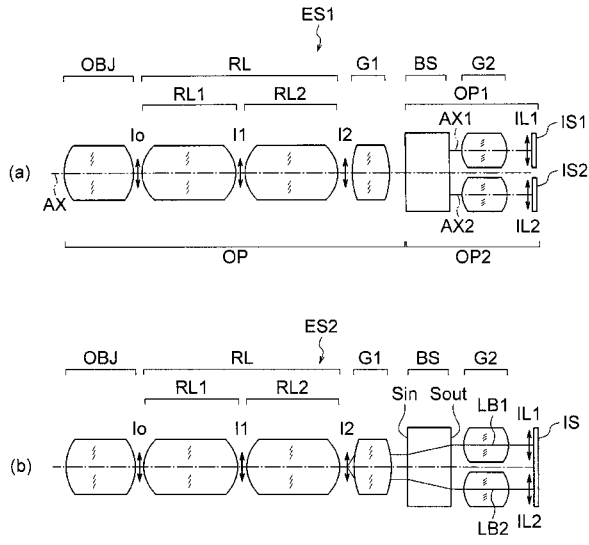
30

40

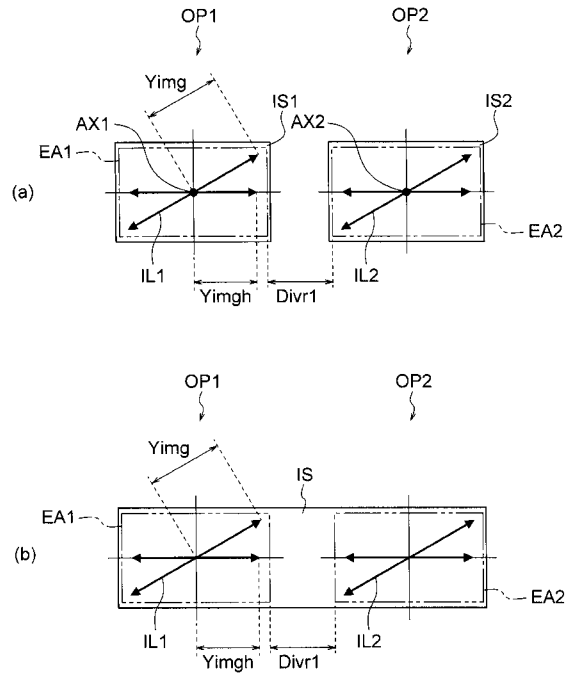
50

S in	入射面	
S out	射出面	
E A 1	第 1 有効領域	
E A 2	第 2 有効領域	
L B 1	第 1 光線	
L B 2	第 2 光線	
P in	入射位置	
P out	射出位置	
L C	軸上光線	
L U	上側従属光線	10
L L	下側従属光線	
A S 1、A S 2、A S 3	開口絞り	
A P 1、A P 2、A P 3	開口部	
A P 1'、A P 2'、A P 3'	開口部	
S H 1、S H 2、S H 3	遮光部	
1	立体視内視鏡	
2	本体部	
3	光源装置	
4	カメラコントロールユニット ( C C U )	
5	スキャンコンバータ	20
6	モニタ	
7	シャッタメガネ	
8	挿入部	
9	把持部	
1 0	ライトガイド口金	
1 1	ライトガイドケーブル	
1 2	ライトガイドコネクタ	
1 3	ランプ	
1 4	レンズ	
1 5	ライトガイド	30
1 6	先端部	
1 7	物体	
1 8	対物光学系	
1 9	光学像	
2 0	リレー光学系	
2 1	中間像	
2 2	第 1 レンズ群	
2 3	光束分割素子	
2 4	第 2 レンズ群	
2 5 a	第 1 撮像素子	40
2 5 b	第 2 撮像素子	
2 6	出力部	
2 7	信号ケーブル	

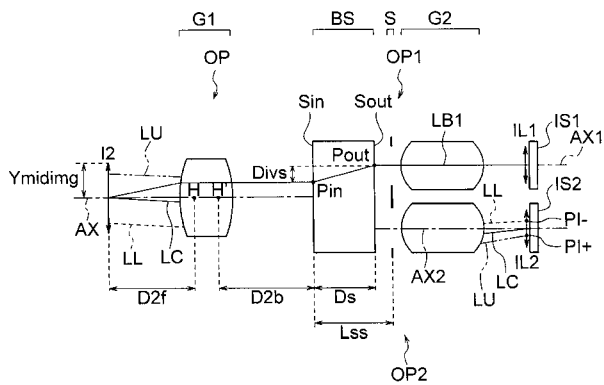
【 図 1 】



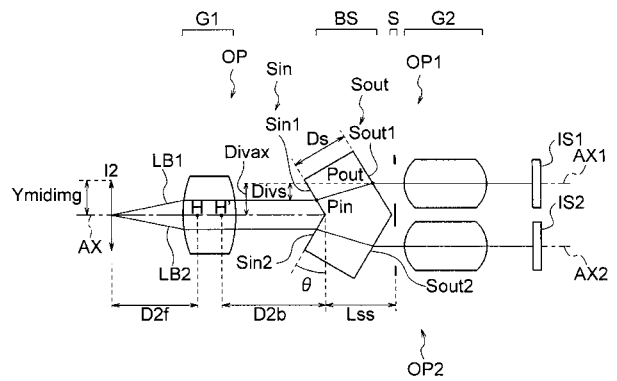
【 図 2 】



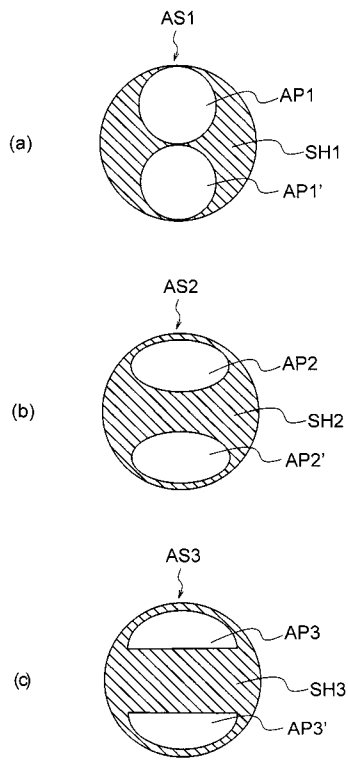
【 図 3 】



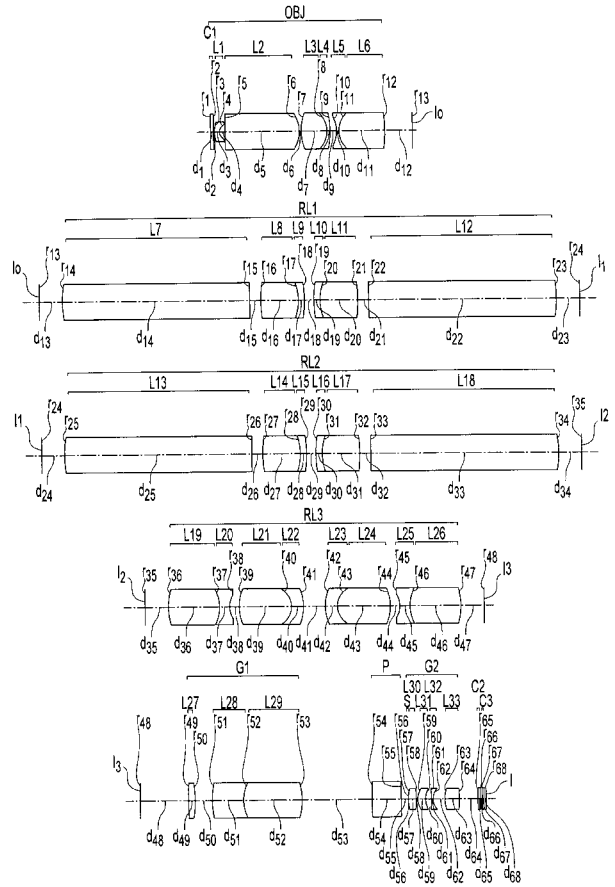
【 図 4 】



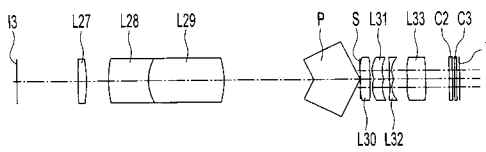
【 図 5 】



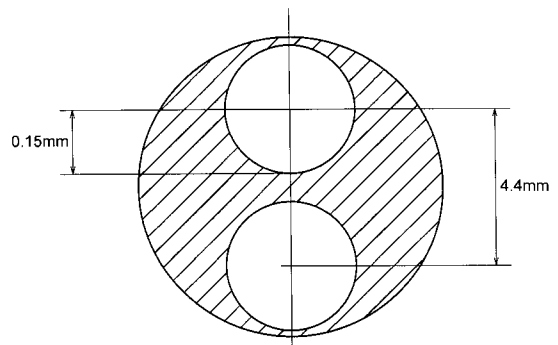
【 図 6 】



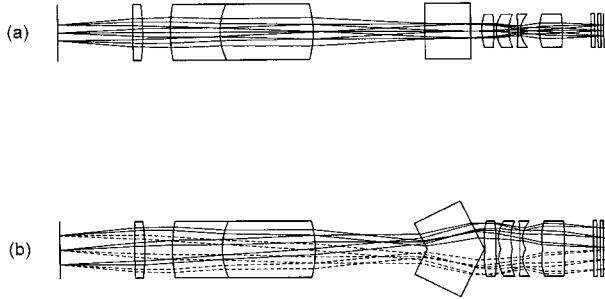
【 図 7 】



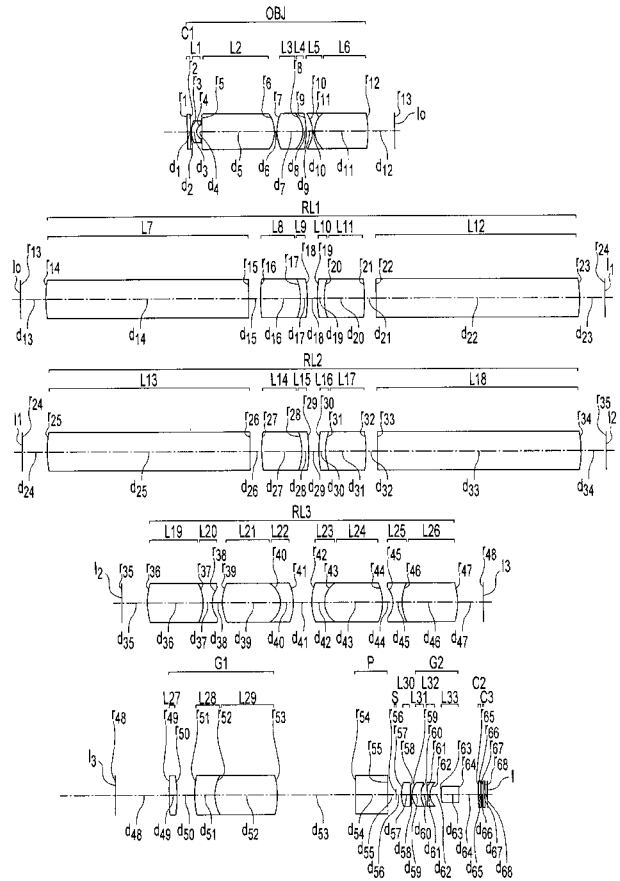
【 図 8 】



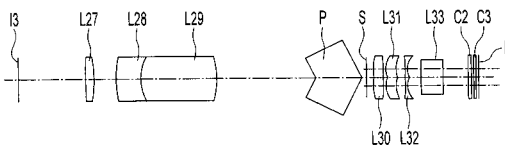
【 図 9 】



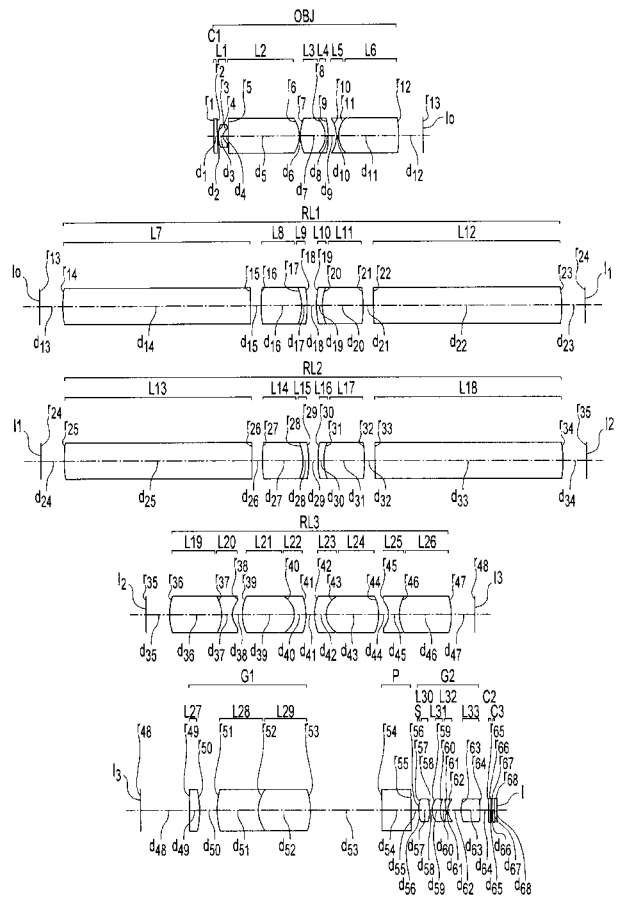
【 図 10 】



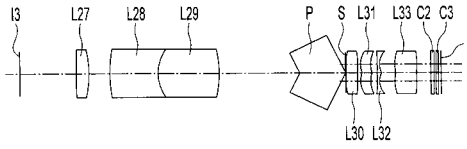
【 図 11 】



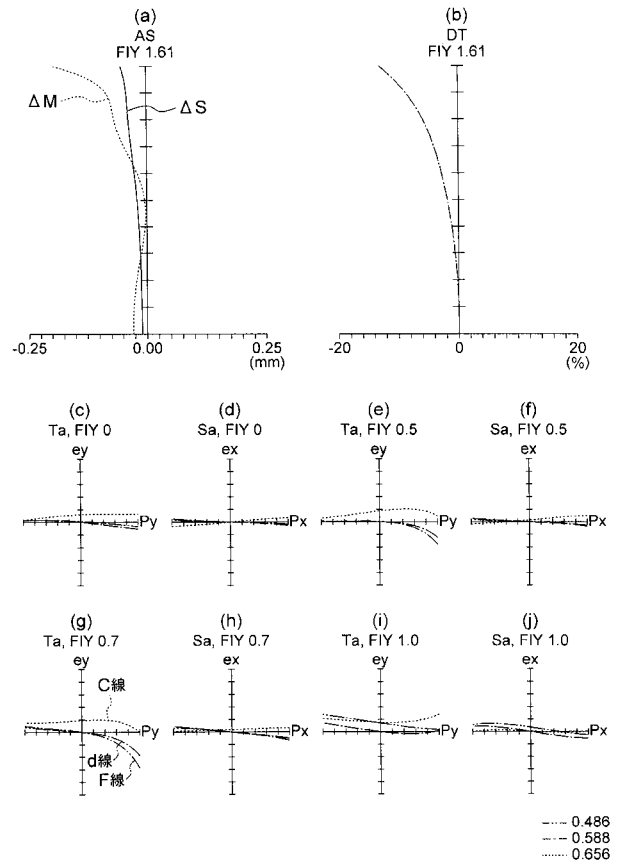
【 図 12 】



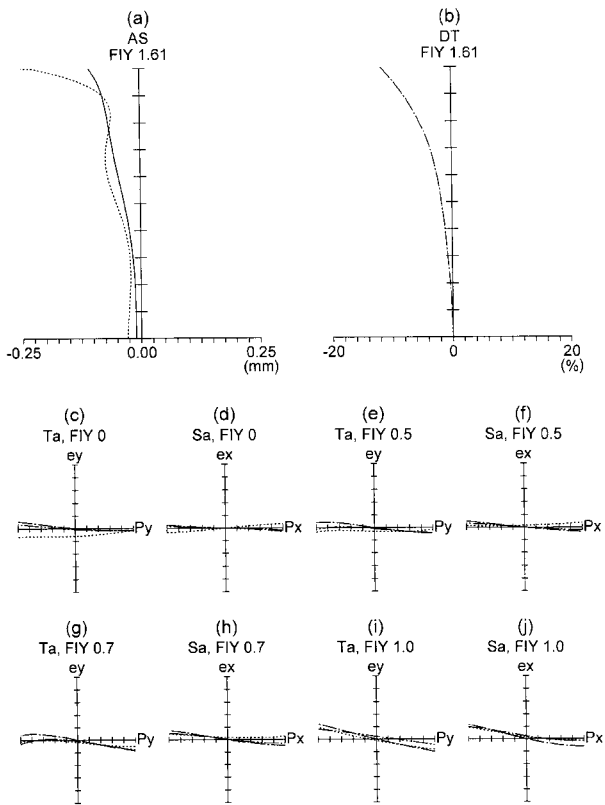
【 図 1 3 】



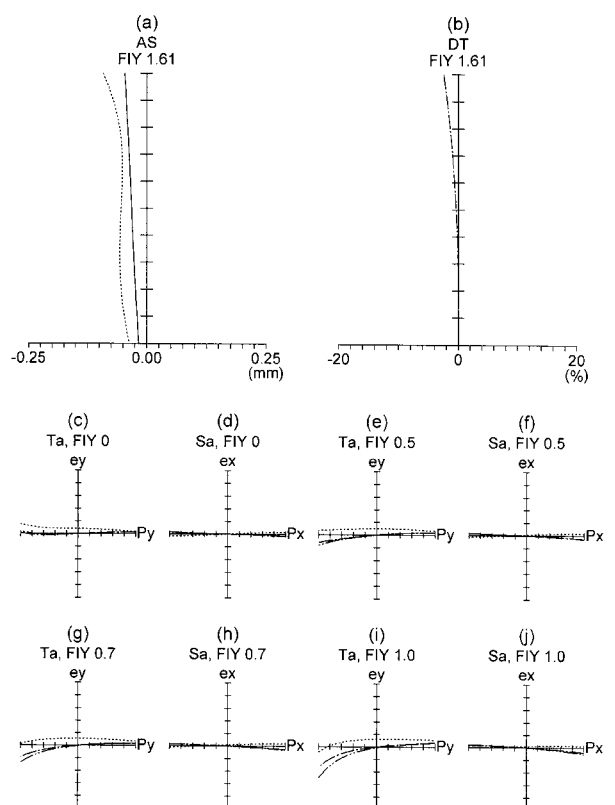
【 図 1 4 】



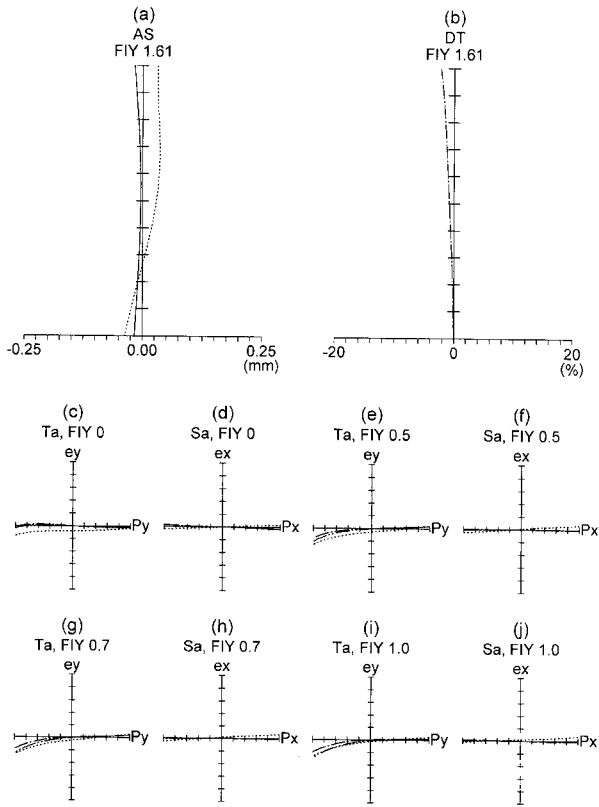
【 図 1 5 】



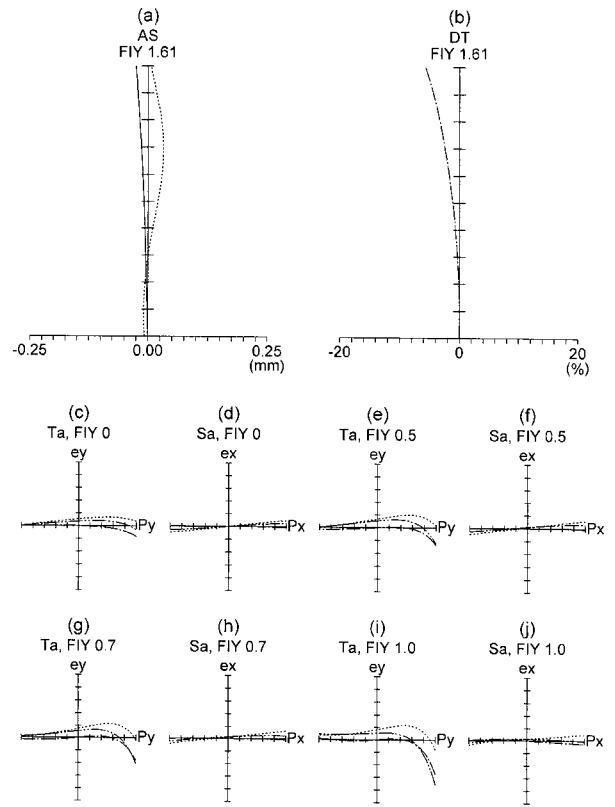
【 図 1 6 】



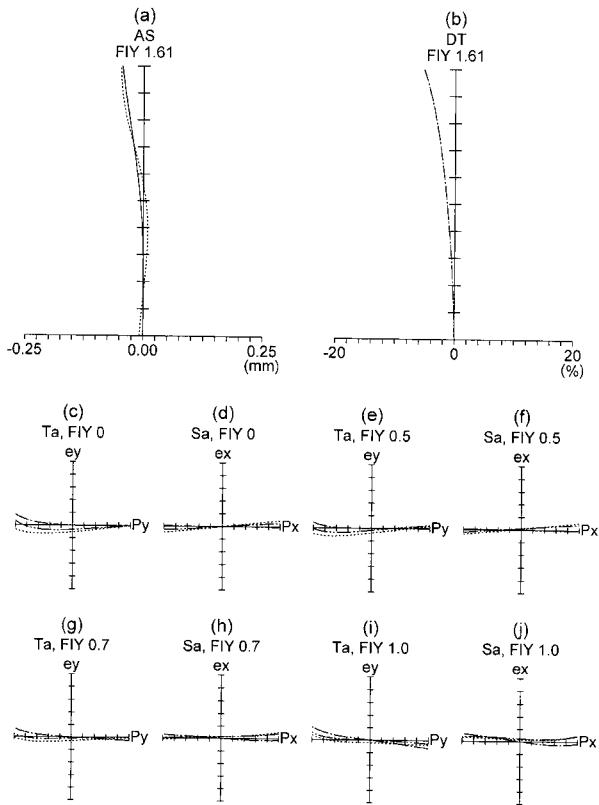
【 図 1 7 】



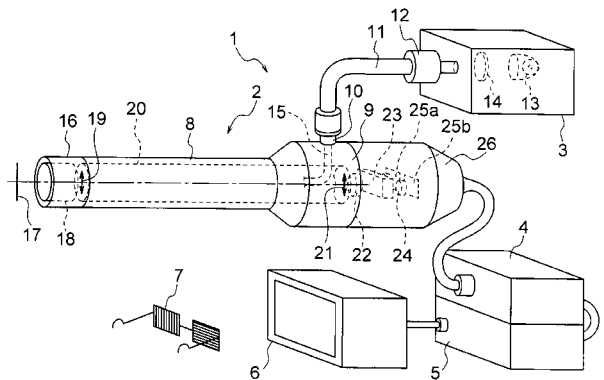
【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



## 【 国際調査報告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. PCT/JP2016/076794
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> A61B1/00(2006.01)i, G02B23/26(2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B1/00, G02B23/26  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 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-56891 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 05 March 1996 (05.03.1996), paragraph [0051] (Family: none)	1-25
A	JP 6-167658 A (Carl-Zeiss-Stiftung), 14 June 1994 (14.06.1994), fig. 4 & US 5612816 A fig. 2a	1-25
A	JP 3290824 B2 (Olympus Optical Co., Ltd.), 22 March 2002 (22.03.2002), fig. 8 & JP 8-56891 A	1-25
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 08 November 2016 (08.11.16)		Date of mailing of the international search report 15 November 2016 (15.11.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 6 / 0 7 6 7 9 4	
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, 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, G02B23/26			
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 1971-2016年 日本国実用新案登録公報 1996-2016年 日本国登録実用新案公報 1994-2016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	JP 8-56891 A (オリンパス光学工業株式会社) 1996.03.05, [0051] (ファミリーなし)	1-25	
A	JP 6-167658 A (カールツアイヌースチフツング) 1994.06.14, 図 4 & US 5612816 A, 図 2a	1-25	
A	JP 3290824 B2 (オリンパス光学工業株式会社) 2002.03.22, 図 8 & JP 8-56891 A	1-25	
☐ 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 08.11.2016		国際調査報告の発送日 15.11.2016	
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) 増渕 俊仁 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	2Q 4747

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	立体视内窥镜		
公开(公告)号	<a href="#">JPWO2018047335A1</a>	公开(公告)日	2019-07-18
申请号	JP2018537980	申请日	2016-09-12
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	内田佳宏		
发明人	内田 佳宏		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/26 G02B23/24		
CPC分类号	A61B1/00045 A61B1/00193 A61B1/0055 G02B23/2415 G02B23/26 A61B1/00009 A61B1/0005 A61B1/00096 A61B1/0019 A61B1/04 A61B1/06		
FI分类号	A61B1/00.731 A61B1/00.522 G02B23/26.A G02B23/24.B		
F-TERM分类号	2H040/BA15 2H040/CA04 2H040/CA11 2H040/CA23 2H040/CA24 2H040/CA28 2H040/DA02 2H040/DA11 2H040/DA12 2H040/GA01 2H040/GA11 4C161/AA00 4C161/BB06 4C161/CC03 4C161/FF40 4C161/LL01 4C161/NN01 4C161/PP11		
代理人(译)	斋藤圭介		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

( EN ) 提供一种具有小尺寸和良好分辨率性能的立体内窥镜。立体内窥镜从物体侧开始依次包括物镜光学系统OBJ，中继光学系统RL，第一透镜组G1，光束分离元件BS，第二透镜组G2和成像元件IS。中间图像I2，第一图像IL1和第二图像IL2分别形成在公共光路OP，第一光路OP1和第二光路OP2中，并且光束分离元件BD具有入射表面Sin和出射表面Sout。并且，第一光线LB1穿过中间图像I2的中心并到达第一图像IL1的中心，第二光线LB2穿过中间图像I2的中心并到达第二图像IL2的中心。其被折射以使其在表面Sin处与公共光路的光轴分离，并且也被折射以在出射表面Sout处与公共光路的光轴接近。

