

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6713386号
(P6713386)

(45) 発行日 令和2年6月24日 (2020.6.24)

(24) 登録日 令和2年6月5日 (2020.6.5)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 B 13/04 (2006.01)
G O 2 B 23/26 (2006.01)
G O 2 B 13/18 (2006.01)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)

G O 2 B 13/04 D
G O 2 B 23/26 A
G O 2 B 13/18
A 6 1 B 1/00 5 2 2
A 6 1 B 1/00 7 3 1

請求項の数 7 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2016-174509 (P2016-174509)
(22) 出願日 平成28年9月7日 (2016.9.7)
(65) 公開番号 特開2018-40927 (P2018-40927A)
(43) 公開日 平成30年3月15日 (2018.3.15)
審査請求日 平成31年3月25日 (2019.3.25)

(73) 特許権者 000000376
オリンパス株式会社
東京都八王子市石川町2951番地
(74) 代理人 100123962
弁理士 斎藤 圭介
(72) 発明者 菅 武志
東京都八王子市石川町2951番地 オリ
ンパス株式会社内

審査官 堀井 康司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 立体内視鏡用対物光学系、立体内視鏡、及び立体内視鏡用撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の光路に配置され、第1の光学像を生成する第1の光学系と、
第2の光路に配置され、第2の光学像を生成する第2の光学系と、
前記第1の光学像と前記第2の光学像を撮像する撮像素子と、を有し、
前記第1の光路と前記第2の光路の各々に、平行平板と、光路変換素子と、が位置し、
前記平行平板と前記光路変換素子とは、一体化されており、
前記平行平板は、単一の部材で構成され、
所定の位置は、前記平行平板の物体側面と前記光路変換素子の像側面との間の任意の位置であり、
前記第1の光学系と前記第2の光学系では、前記所定の位置で、軸外光束の主光線高が最も低くなり、
第1の開口部は、前記第1の光路に位置し、
第2の開口部は、前記第2の光路に位置し、
前記第1の開口部と前記第2の開口部は、共に、前記所定の位置よりも物体側に位置するか、又は前記所定の位置よりも像側に位置し、
前記所定の位置に、明るさ絞りが配置されていることを特徴とする立体内視鏡用撮像装置。

【請求項 2】

前記第1の開口部と前記第2の開口部は、前記所定の位置よりも物体側に位置すること

を特徴とする請求項 1 に記載の立体内視鏡用撮像装置。

【請求項 3】

前記第 1 の開口部と前記第 2 の開口部は、前記平行平板の物体側面上に位置することを特徴とする請求項 2 に記載の立体内視鏡用撮像装置。

【請求項 4】

前記第 1 の開口部と前記第 2 の開口部は、前記所定の位置よりも像側に位置することを特徴とする請求項 1 に記載の立体内視鏡用撮像装置。

【請求項 5】

前記第 1 の開口部と前記第 2 の開口部は、前記光路変換素子の像側面上に位置することを特徴とする請求項 4 に記載の立体内視鏡用撮像装置。

10

【請求項 6】

第 1 の光路に配置され、第 1 の光学像を生成する第 1 の光学系と、
第 2 の光路に配置され、第 2 の光学像を生成する第 2 の光学系と、を有し、
前記第 1 の光路と前記第 2 の光路の各々に、平行平板と、光路変換素子と、が位置し、
前記平行平板と前記光路変換素子とは、一体化されており、
前記平行平板は、単一の部材で構成され、
所定の位置は、前記平行平板の物体側面と前記光路変換素子の像側面との間の任意の位置であり、

前記第 1 の光学系と前記第 2 の光学系では、前記所定の位置で、軸外光束の主光線高が最も低くなり、

20

第 1 の開口部は、前記第 1 の光路に位置し、
第 2 の開口部は、前記第 2 の光路に位置し、
前記第 1 の開口部と前記第 2 の開口部は、共に、前記所定の位置よりも物体側に位置するか、又は前記所定の位置よりも像側に位置し、
前記所定の位置に、明るさ絞りが配置されていることを特徴とする立体内視鏡用対物光学系。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の立体内視鏡用対物光学系を備えることを特徴とする立体内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、立体内視鏡用撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

斜視用内視鏡が、特許文献 1 乃至 3 に開示されている。特許文献 1 の斜視用内視鏡は、前群と、視野方向変換素子と、後群と、撮像素子と、を有する。視野方向変換素子は、前群と後群との間に配置されている。

【0003】

特許文献 2 の斜視用内視鏡は、立体視が可能な内視鏡である。特許文献 2 の斜視用内視鏡では、共通光路上に、対物光学系と、リレー光学系と、1 次結像光学系と、が配置されている。対物光学系は、斜視プリズム光学系を有する。

40

【0004】

共通光路の像側に、2 つの光路が形成されている。各々の光路に、開口部と、2 次結像光学系と、撮像素子と、が配置されている。2 つの開口部は、1 枚の板状部材に形成されている。

【0005】

特許文献 3 の斜視用内視鏡は、立体視が可能な内視鏡である。特許文献 3 の斜視用内視鏡では、2 つの光路だけが形成されている。各々の光路に、前群と、反射部材と、後群と、が配置されている。一方の光路の反射部材と他方の光路の反射部材とは、1 つの部材で構成されている。

50

【 0 0 0 6 】

通常、光学系には、様々な方向から光が入射する。入射した光の一部は、レンズ枠の内側で反射される。反射光は、反射方向や反射回数によって、様々な方向に向かう。このうち、一部の反射光は像位置に向かう。

【 0 0 0 7 】

像位置に向かう反射光（以下、「迷光」という）は、像位置で発散した状態になっている場合もあれば、収束した状態になっている場合もある。迷光は、フレア、及び、ゴースト等とも呼ばれており、本来の物体の画像には不要のものである。よって、迷光が光学像と重なると、光学像のコントラストや解像度が低下する。

【 0 0 0 8 】

光学系の光路が1つだけの場合、1つの光学像が形成される。光路が1つだけの光学系では、迷光が光学像と重ならないければ、光学像のコントラストや解像度は低下しない。

【 0 0 0 9 】

光学系の光路が2つの場合、2つの光学像が形成される。光路が2つの光学系では、一方の光路で発生した迷光が、一方の光学像と重ならないければ、一方の光学像のコントラストや解像度は低下しない。

【 0 0 1 0 】

ただし、光路が2つの光学系では、一方の光路の隣に他方の光路が位置している。そのため、場合によっては、一方の光路で発生した迷光は、他方の光路に入射する。このとき、他方の光路に迷光が入射しても、迷光が他方の光学像と重ならないければ、他方の光学像のコントラストや解像度は低下しない。しかしながら、迷光が他方の光学像と重なってしまうと、他方の光学像のコントラストや解像度が低下してしまう。

【 0 0 1 1 】

また、立体観察用の撮像装置で迷光が発生すると、その迷光の映像が左目画像と右目画像で異なる場合が多い。特に、立体観察時では、左目画像と右目画像で異なるものが表示されると、大きな疲労につながるという課題が発生する。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 2 】

【 特許文献 1 】 特許 5 5 5 8 0 5 8 号公報

【 特許文献 2 】 特開平 7 - 2 3 6 6 1 0 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 6 - 3 1 7 8 9 1 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 3 】

特許文献 1 の斜視用内視鏡では、光学系は1つの光路だけで構成されている。よって、2つの光路だけからなる光学系で発生する迷光については、考慮されていない。

【 0 0 1 4 】

特許文献 2 の斜視用内視鏡では、光学系は共通光路と2つの光路とで構成されている。よって、共通光路を持たない光学系で発生する迷光、すなわち、2つの光路だけからなる光学系で発生する迷光については、考慮されていない。

【 0 0 1 5 】

特許文献 3 の斜視用内視鏡では、光学系は2つの光路だけで構成されている。しかしながら、迷光については、考慮されていない。

【 0 0 1 6 】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであって、2つの光路だけで光学系が構成されている立体内視鏡において、迷光が少ない光学系を有する立体内視鏡用対物光学系、立体内視鏡、及び立体内視鏡用撮像装置を提供することを目的とする。また、製造が容易な立体内視鏡と立体内視鏡用撮像装置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 】

【 0 0 1 7 】

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用撮像装置は、

第 1 の光路に配置され、第 1 の光学像を生成する第 1 の光学系と、

第 2 の光路に配置され、第 2 の光学像を生成する第 2 の光学系と、

第 1 の光学像と第 2 の光学像を撮像する撮像素子と、を有し、

第 1 の光路と第 2 の光路の各々に、平行平板と、光路変換素子と、が位置し、

平行平板と光路変換素子とは、一体化されており、

平行平板は、単一の部材で構成され、

所定の位置は、平行平板の物体側面と光路変換素子の像側面との間の任意の位置であり

10

、第 1 の光学系と第 2 の光学系では、所定の位置で、軸外光束の主光線高が最も低くなり

、第 1 の開口部は、第 1 の光路に位置し、

第 2 の開口部は、第 2 の光路に位置し、

第 1 の開口部と第 2 の開口部は、共に、所定の位置よりも物体側に位置するか、又は所定の位置よりも像側に位置し、

所定の位置に、明るさ絞りが配置されていることを特徴とする。

また、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用対物光学系は、

第 1 の光路に配置され、第 1 の光学像を生成する第 1 の光学系と、

20

第 2 の光路に配置され、第 2 の光学像を生成する第 2 の光学系と、を有し、

第 1 の光路と第 2 の光路の各々に、平行平板と、光路変換素子と、が位置し、

平行平板と光路変換素子とは、一体化されており、

平行平板は、単一の部材で構成され、

所定の位置は、平行平板の物体側面と光路変換素子の像側面との間の任意の位置であり

、第 1 の光学系と第 2 の光学系では、所定の位置で、軸外光束の主光線高が最も低くなり

、第 1 の開口部は、第 1 の光路に位置し、

第 2 の開口部は、第 2 の光路に位置し、

30

第 1 の開口部と第 2 の開口部は、共に、所定の位置よりも物体側に位置するか、又は所定の位置よりも像側に位置し、

所定の位置に、明るさ絞りが配置されていることを特徴とする。

また、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、

上記の立体内視鏡用対物光学系を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、2つの光路だけで光学系が構成されている立体内視鏡において、迷光が少ない光学系を有する立体内視鏡用対物光学系、立体内視鏡、及び立体内視鏡用撮像装置を提供することができる。また、製造が容易な立体内視鏡と立体内視鏡用撮像装置を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図 1】本実施形態の立体内視鏡用撮像装置の構成と迷光を示す図である。

【図 2】開口部の配置例を示す図である。

【図 3】開口部の別の配置例を示す図である。

【図 4】開口部の具体例 1 を示す図である。

【図 5】開口部の具体例 2 を示す図である。

【図 6】開口部の具体例 3 を示す図である。

【図 7】開口部の具体例 4 を示す図である。

50

【図 8】開口部の具体例 5 を示す図である。

【図 9】明るさ絞りの配置例を示す図である。

【図 10】光路変換素子を示す図である。

【図 11】立体内視鏡用の光学系の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下に、本発明にかかる立体内視鏡用対物光学系、立体内視鏡、及び立体内視鏡用撮像装置の実施形態及び実施例を、図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態及び実施例によりこの発明が限定されるものではない。

【0021】

10

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置は、第 1 の光路に配置され、第 1 の光学像を生成する第 1 の光学系と、第 2 の光路に配置され、第 2 の光学像を生成する第 2 の光学系と、第 1 の光学像と第 2 の光学像を撮像する撮像素子と、を有し、第 1 の光路と第 2 の光路の各々に、平行平板と、光路変換素子と、が位置し、平行平板と光路変換素子とは、一体化されており、平行平板は、単一の部材で構成され、所定の位置は、平行平板の物体側面と光路変換素子の像側面との間の任意の位置であり、第 1 の光学系と第 2 の光学系では、所定の位置で、軸外光束の主光線高が最も低くなり、第 1 の開口部は、第 1 の光路に位置し、第 2 の開口部は、第 2 の光路に位置し、第 1 の開口部と第 2 の開口部は、共に、所定の位置よりも物体側に位置するか、又は所定の位置よりも像側に位置することを特徴とする。

【0022】

20

図 1 は、本実施形態の立体内視鏡用撮像装置の構成と迷光を示す図である。本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、光学系は、第 1 の光路 O P 1 と第 2 の光路 O P 2 とを有する。ただし、光学系は共通光路を有していない。

【0023】

第 1 の光路 O P 1 には、第 1 の光学系 O B J 1 が配置されている。第 1 の光学系 O B J 1 によって、第 1 の光学像 I 1 が形成される。第 2 の光路 O P 2 には、第 2 の光学系 O B J 2 が配置されている。第 2 の光学系 O B J 2 によって、第 2 の光学像 I 2 が形成される。

【0024】

第 1 の光学像 I 1 と第 2 の光学像 I 2 は、撮像素子 I S によって撮像される。図 1 では、撮像素子 I S は 1 つであるが、2 つの撮像素子を用いても良い。2 つの撮像素子を用いる場合、第 1 の光学像 I 1 は、一方の撮像素子によって撮像され、第 2 の光学像 I 2 は、他方の撮像素子によって撮像される。

30

【0025】

第 1 の光学系 O B J 1 と第 2 の光学系 O B J 2 には、同一の光学系が用いられている。この光学系は、物体側から順に、負レンズ L 1 と、正レンズ L 2 と、負レンズ L 3 と、平行平板 P L と、光路変換素子 P R と、正レンズ L 4 と、負レンズ L 5 と、正レンズ L 6 と、を有する。

【0026】

正レンズ L 2 と負レンズ L 3 は、接合されている。負レンズ L 5 と正レンズ L 6 は、接合されている。正レンズ L 6 の像側には、カバーガラス C 1 と、カバーガラス C 2 が配置されている。カバーガラス C 1 とカバーガラス C 2 は、接合されている。カバーガラス C 2 は、撮像素子 I S のカバーガラスである。

40

【0027】

平行平板 P L と光路変換素子 P R とは、一体化されている。平行平板 P L は、単一の部材で構成されている。よって、平行平板 P L は、第 1 の光路と第 2 の光路の両方に位置するような大きさを有する。

【0028】

光路変換素子 P R は、単一の部材で構成されていても、2 つの部材で構成されていても良い。光路変換素子 P R では、第 1 の光路と第 2 の光路が、各々折り曲げられる。

50

【 0 0 2 9 】

光路変換素子 P R として、例えば、直角プリズムを用いることができる。この場合、光路変換素子 P R の像側に位置する光路は、紙面と直交する方向に形成される。見易さのために、図 1 では、光路が折り曲げられていない状態が示されている。

【 0 0 3 0 】

迷光について説明する。図 1 には、迷光の様子が示されている。ここでは、迷光の様子を定性的に示している。すなわち、レンズにおける光の屈折は考慮されていない。そのため、迷光は直線で描かれている。

【 0 0 3 1 】

図 1 では、迷光は、鏡枠 B A L の内面で 2 回反射されている。ただし、実際は、レンズによる屈折が発生するため、2 回目の反射は生じないこともある。

10

【 0 0 3 2 】

第 1 の光路 O P 1 に入射した迷光 L B_{flar} は、鏡枠 B A L の内面の点 P_{in1} に到達する。迷光 L B_{flar} は点 P_{in1} で反射され、鏡枠 B A L の内面の点 P_{in2} に到達する。迷光 L B_{flar} は点 P_{in2} で反射され、第 2 の光学像 I 2 と重なる。

【 0 0 3 3 】

像位置で、迷光 L B_{flar} が集光した状態になっている場合、第 2 の光学像 I 2 にゴーストが重なる。また、像位置で、迷光 L B_{flar} が拡散した状態になっている場合、第 2 の光学像 I 2 にフレアが重なる。いずれの場合も、第 2 の光学像 I 2 では、コントラストの低下や解像度の低下が発生する。

20

【 0 0 3 4 】

第 1 の光学系 O B J 1 と第 2 の光学系 O B J 2 では、所定の位置で、軸外光束 L B_{offax} の主光線高が最も低くなる。第 1 の光学系 O B J 1 と第 2 の光学系 O B J 2 は、そのように設計されている。所定の位置は、平行平板 P L の物体側面と光路変換素子 P R の像側面との間の任意の位置である。

【 0 0 3 5 】

平行平板 P L の物体側面と光路変換素子 P R の像側面との間に所定の位置が存在すると、平行平板 P L における光線高や、光路変換素子 P R における光線高が低くなる。そのため、平行平板 P L や光路変換素子 P R を小型化することができる。

【 0 0 3 6 】

30

図 1 に示すように、負レンズ L 3 の像側面から平行平板 P L の物体側面までの範囲（以下、「範囲 A」という）では、迷光 L B_{flar} は、軸上光束 L B_{ax} や軸外光束 L B_{offax} から離れている。よって、範囲 A に開口部を設けることで、迷光 L B_{flar} を遮光することができる。

【 0 0 3 7 】

同様に、光路変換素子 P R の像側面よりも像側の範囲（以下、「範囲 B」という）でも、迷光 L B_{flar} は、軸上光束 L B_{ax} や軸外光束 L B_{offax} から離れている。よって、範囲 B に開口部を設けることで、迷光 L B_{flar} を遮光することができる。

【 0 0 3 8 】

迷光 L B_{flar} は、第 1 の光路 O P 1 と第 2 の光路 O P 2 の両方で生じる。よって、開口部は、第 1 の光路 O P 1 と第 2 の光路 O P 2 の両方に設けることが好ましい。すなわち、第 1 の光路 O P 1 に第 1 の開口部を位置させ、第 2 の光路 O P 2 に第 2 の開口部を位置させる。

40

【 0 0 3 9 】

範囲 A は、所定の位置よりも物体側に位置している。範囲 B は、所定の位置よりも像側に位置している。よって、第 1 の開口部と第 2 の開口部は、所定の位置よりも物体側に位置させるか、又は所定の位置よりも像側に位置させれば良い。

【 0 0 4 0 】

図 1 には、平行平板 P L の物体側面の近傍や、光路変換素子 P R の像側面の近傍に、点線が描かれている。この点線は、所定の位置よりも物体側に位置するか、又は所定の位置

50

よりも像側に位置している。よって、この点線で示す位置に、第1の開口部と第2の開口部を位置させれば良い。このようにすることで、迷光を遮光することができる。

【0041】

その結果、迷光が少ない光学系を有する立体内視鏡用撮像装置を実現することができる。また、迷光を低減できるので、光学像に重畳するゴーストやフレアを低減することができる。よって、光学像におけるコントラストの低下や、解像度の低下を防止することができる。

【0042】

また、上述のように、平行平板P Lと光路変換素子P Rとは、一体化されている。一体化の方法としては、例えば、接合がある。接合では、例えば、接着剤が用いられる。

10

【0043】

上述のように、光路変換素子P Rは、単一の部材で構成されていても、2つの部材で構成されていても良い。光路変換素子P Rが単一の部材で構成されている場合、平行平板P Lに、光路変換素子P Rを接合すれば良い。

【0044】

光路変換素子P Rが2つの部材で構成されている場合、2つの部材を別々に平行平板P Lに接合すれば良い。あるいは、2つの部材を接合した後に、接合した2つの部材を平行平板P Lに接合すれば良い。

【0045】

図1に示すように、平行平板P Lや光路変換素子P Rは、鏡枠B A L内に組み込まれる。鏡枠B A L内への組み込みの際に、平行平板P Lと光路変換素子P Rを別々に組み込むと、調整が困難になる。

20

【0046】

平行平板P Lは、単一の部材で構成されているので、外径の形状や大きさは自由に設定することができる。よって、平行平板P Lの外径を、光路変換素子P Rよりも大きくすることができる。

【0047】

このとき、平行平板P Lの外径を位置決めに適した形状にすると共に、高い精度で加工しておく。そして、平行平板P Lと光路変換素子P Rとを一体化する。このようにすることで、平行平板P Lだけで鏡枠B A Lに対する位置決めが行なえる。そのため、鏡枠B A L内に組み込む際の調整が容易になる。

30

【0048】

また、平行平板P Lと光路変換素子P Rとを予め一体化しておく方法では、鏡枠B A Lが存在しないので、平行平板P Lや光路変換素子P Rの位置や傾きを容易に測定できる。そのため、接合前の調整が容易になる。その結果、組み立て時の誤差を低減できる。

【0049】

内視鏡の光学系では、平行平板P Lのサイズや光路変換素子P Rのサイズは非常に小さくなる。そのため、平行平板P Lと光路変換素子P Rとを一体化しておく、1つの部品としてのサイズが大きくなるので、取り扱いが容易になる。その結果、組み立て時の作業効率を向上させることができる。

40

【0050】

このように、本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、組み立て時の誤差を低減でき、又、組み立て時の作業効率を向上させることができる。そのため、製造が容易な立体内視鏡用撮像装置を提供することができる。

【0051】

一体化の別の方法としては、例えば、金属枠や樹脂枠による保持がある。このようにしても、接合による一体化と同様の効果を得ることができる。

【0052】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、第1の開口部と第2の開口部は、所定の位置よりも物体側に位置することが好ましい。

50

【 0 0 5 3 】

物体側からは様々な方向から光線が入射するため、所定の位置よりも物体側にある鏡枠 B A L 内面では、多くの光線が反射する。そこで、所定の位置よりも、物体側に開口部を配置することで、効率的に反射光（迷光）が所望の位置を通過しない構成、又は、反射光が発生しない構成を取ることができる。よって、迷光が少ない光学系を有する立体内視鏡用撮像装置を実現することができる。また、製造が容易な立体内視鏡用撮像装置を実現することができる。

【 0 0 5 4 】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、第 1 の開口部と第 2 の開口部は、平行平板の物体側面上に位置することが好ましい。

10

【 0 0 5 5 】

図 2 は、開口部の配置例を示す図である。図 2 に示すように、位置 P 1 は、平行平板 P L と光路変換素子 P R の接合面の位置である。位置 P 1 で、軸外光束 $L B_{offax}$ の主光線高が最も低くなっている。よって、位置 P 1 が所定の位置である。

【 0 0 5 6 】

上述のように、第 1 の開口部 S T 1 と第 2 の開口部 S T 2 は、所定の位置よりも物体側に位置するか、又は所定の位置よりも像側に位置すれば良い。図 2 では、第 1 の開口部 S T 1 と第 2 の開口部 S T 2 は、位置 P 1 よりも物体側に位置している。

【 0 0 5 7 】

より具体的には、第 1 の開口部 S T 1 と第 2 の開口部 S T 2 は、平行平板 P L の物体側面 S_{PLf} 上に位置している。このようにすることで、鏡枠 B A L の内面で反射された迷光 $L B_{flar}$ を、第 1 の開口部 S T 1 で遮光することができる。

20

【 0 0 5 8 】

鏡枠 B A L の内面で反射された迷光 $L B_{flar}$ は、位置 P 1 に到達するまでの間、徐々に光軸に近づいていく。よって、第 1 の開口部 S T 1 と第 2 の開口部 S T 2 の位置が位置 P 1 に近づくにつれて、第 1 の開口部 S T 1 の開口径と第 2 の開口部 S T 2 の開口径は徐々に小さくなる。

【 0 0 5 9 】

平行平板 P L の物体側面 S_{PLf} は、位置 P 1 に対して最も近くに位置すると共に、第 1 の開口部 S T 1 と第 2 の開口部 S T 2 を物理的に設けることができる場所である。そこで、第 1 の開口部 S T 1 と第 2 の開口部 S T 2 を、平行平板 P L の物体側面 S_{PLf} に位置させることが好ましい。

30

【 0 0 6 0 】

このようにすることで、第 1 の開口部 S T 1 の開口径と第 2 の開口部 S T 2 の開口径を、共に小さくすることができる。開口径が小さくなると、迷光 $L B_{flar}$ を遮光する領域が増える。その結果、より多くの迷光 $L B_{flar}$ を遮光することができる。

【 0 0 6 1 】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、第 1 の開口部と第 2 の開口部は、所定の位置よりも像側に位置することが好ましい。

【 0 0 6 2 】

このようにすることで、迷光が少ない光学系を有する立体内視鏡用撮像装置を実現することができる。また、製造が容易な立体内視鏡用撮像装置を実現することができる。

40

【 0 0 6 3 】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、第 1 の開口部と第 2 の開口部は、光路変換素子の像側面上に位置することが好ましい。

【 0 0 6 4 】

図 3 は、開口部の別の配置例を示す図である。図 3 に示すように、位置 P 1 は、平行平板 P L と光路変換素子 P R の接合面の位置である。位置 P 1 で、軸外光束 $L B_{offax}$ の主光線高が最も低くなっている。よって、位置 P 1 が所定の位置である。

【 0 0 6 5 】

50

上述のように、第 1 の開口部 $ST1$ と第 2 の開口部 $ST2$ は、所定の位置よりも物体側に位置するか、又は所定の位置よりも像側に位置すれば良い。図 3 では、第 1 の開口部 $ST1$ と第 2 の開口部 $ST2$ は、位置 $P1$ よりも像側に位置している。

【0066】

より具体的には、第 1 の開口部 $ST1$ と第 2 の開口部 $ST2$ は、光路変換素子 PR の像側面 S_{PRr} 上に位置している。このようにすることで、鏡枠 BAL の内面で反射された迷光 LB_{flar} を、第 1 の開口部 $ST1$ で遮光することができる。

【0067】

位置 $P1$ から像側では、鏡枠 BAL の内面で反射された迷光 LB_{flar} は、位置 $P1$ から離れるにつれて、徐々に光軸から遠ざかる。よって、第 1 の開口部 $ST1$ の位置と第 2 の開口部 $ST2$ の位置が位置 $P1$ から遠ざかるにつれて、第 1 の開口部 $ST1$ の開口径と第 2 の開口部 $ST2$ の開口径は徐々に大きくなる。

【0068】

光路変換素子 PR の像側面 S_{PRr} は、位置 $P1$ に対して最も近くに位置すると共に、第 1 の開口部 $ST1$ と第 2 の開口部 $ST2$ を物理的に設けることができる場所である。そこで、第 1 の開口部 $ST1$ と第 2 の開口部 $ST2$ を、光路変換素子 PR の像側面 S_{PRr} に位置させることが好ましい。

【0069】

このようにすることで、第 1 の開口部 $ST1$ の開口径と第 2 の開口部 $ST2$ の開口径を、共に小さくすることができる。開口径が小さくなると、迷光 LB_{flar} を遮光する領域が増える。その結果、より多くの迷光 LB_{flar} を遮光することができる。

【0070】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置は、不透明な平板を更に有し、平行平板は、無色透明な平板であり、第 1 の開口部と第 2 の開口部は、不透明な平板に形成された孔であることが好ましい。

【0071】

図 4 は、開口部の具体例 1 を示す図である。図 4 (a) は、開口部が平行平板から分離している場合を示し、図 4 (b) は、開口部と平行平板とが一体化している場合を示している。

【0072】

平行平板 PL が無色透明な平板の場合、平行平板 PL 自体で、迷光を遮光することはできない。また、光路変換素子 PR も無色透明な素子である。そのため、光路変換素子 PR 自体で、迷光を遮光することはできない。そこで、遮光部材 1 を用いることで、迷光を遮光することができる。

【0073】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、図 4 (a) に示すように、遮光部材 1 は、不透明な平板 2 で構成されている。不透明な平板 2 には、第 1 の開口部 3 と第 2 の開口部 4 が設けられている。第 1 の開口部 3 と第 2 の開口部 4 は、不透明な平板 2 に形成された貫通孔である。

【0074】

第 1 の開口部 3 と第 2 の開口部 4 は、所定の位置よりも物体側に位置していれば良い。所定の位置は、平行平板 PL と光路変換素子 PR の接合面の位置である。よって、図 4 (a) に示すように、遮光部材 1 は、平行平板 PL から離れた位置に配置されている。

【0075】

内視鏡の光学系は小型で、光学系の全長が非常に短い。そのため、不透明な平板 2 の厚みは薄くなりやすい。不透明な平板 2 の厚みが薄くなりすぎると、遮光部材 1 を単独で保持することが困難になる。仮に遮光部材 1 を単独で保持できたとしても、鏡枠 BAL 内で、遮光部材 1 を正確に位置決めすることは困難である。

【0076】

よって、不透明な平板 2 を平行平板 PL と一体化することが好ましい。このようにする

10

20

30

40

50

ことで、遮光部材 1 の保持を容易に行うことができ、且つ、遮光部材 1 を正確に位置決めすることができる。その結果、迷光の遮光をよりの確に行うことができる。

【 0 0 7 7 】

また、一体化によって、第 1 の開口部 3 と第 2 の開口部 4 とを、平行平板 P L の物体側面に位置させることができる。そのため、第 1 の開口部 3 の開口径と第 2 の開口部 4 の開口径を、共に小さくすることができる。その結果、より多くの迷光を遮光することができる。

【 0 0 7 8 】

平行平板 P L は、光路変換素子 P R と一体化されている。そのため、遮光部材 1 を平行平板 P L と一体化することで、図 4 (b) に示すように、遮光部材 1、平行平板 P L 及び光路変換素子 P R が一体化される。その結果、製造が容易な立体内視鏡用撮像装置を実現することができる。

10

【 0 0 7 9 】

図 5 は、開口部の具体例 2 を示す図である。図 5 (a) は、開口部が光路変換素子から分離している場合を示し、図 5 (b) は、開口部と光路変換素子とが一体化している場合を示している。図 4 (a) と同じ構成については同じ番号を付し、説明は省略する。

【 0 0 8 0 】

第 1 の開口部 3 と第 2 の開口部 4 は、所定の位置よりも像側に位置していれば良い。所定の位置は、平行平板 P L と光路変換素子 P R の接合面の位置である。よって、図 5 (a) に示すように、遮光部材 1 は、光路変換素子 P R から離れた位置に配置されている。

20

【 0 0 8 1 】

上述のように、不透明な平板 2 の厚みは薄くなりやすい。不透明な平板 2 の厚みが薄くなりすぎると、遮光部材 1 を単独で保持することが困難になる。仮に遮光部材 1 を保持できたとしても、鏡枠 B A L 内で、遮光部材 1 を正確に位置決めすることは困難である。

【 0 0 8 2 】

よって、不透明な平板 2 を光路変換素子 P R と一体化することが好ましい。このようにすることで、遮光部材 1 の保持を容易に行うことができ、且つ、遮光部材 1 を正確に位置決めすることができる。その結果、迷光の遮光をよりの確に行うことができる。

【 0 0 8 3 】

また、一体化によって、第 1 の開口部 3 と第 2 の開口部 4 とを、光路変換素子 P R の像側面に位置させることができる。そのため、第 1 の開口部 3 の開口径と第 2 の開口部 4 の開口径を、共に小さくすることができる。その結果、より多くの迷光を遮光することができる。

30

【 0 0 8 4 】

光路変換素子 P R は、平行平板 P L と一体化されている。そのため、遮光部材 1 を光路変換素子 P R と一体化することで、図 5 (b) に示すように、遮光部材 1、平行平板 P L 及び光路変換素子 P R が一体化される。その結果、製造が容易な立体内視鏡用撮像装置を実現することができる。

【 0 0 8 5 】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、平行平板は、無色透明な平板であり、平行平板の物体側面又は光路変換素子の像側面に、遮光部と、第 1 の開口部と、第 2 の開口部と、が形成され、遮光部は、遮光材料によって形成されていることが好ましい。

40

【 0 0 8 6 】

図 6 は、開口部の具体例 3 を示す図である。図 6 (a) は開口部の正面図、図 6 (b)、(c) は開口部の形成場所を示す図である。

【 0 0 8 7 】

平行平板 P L が無色透明な平板の場合、平行平板 P L 自体で、迷光を遮光することはできない。また、光路変換素子 P R も無色透明な素子である。そのため、光路変換素子 P R 自体で、迷光を遮光することはできない。そこで、平行平板 P L に遮光領域 1 0 を形成するか、又は光路変換素子 P R に遮光領域 1 0 を形成することで、迷光を遮光することがで

50

きる。

【0088】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、図6(a)に示すように、遮光領域10には、遮光部11と、第1の開口部12と、第2の開口部13と、が形成されている。遮光部11は、遮光材料によって形成されている。遮光部11の形成方法としては、例えば、塗布や蒸着がある。遮光領域10によって、遮光部材1と同様の効果を得ることができる。

【0089】

遮光領域10は、平行平板PLに形成されているか、又は光路変換素子PRに形成されていれば良い。図6(b)では、遮光領域10は平行平板PLの物体側面に形成されている。図6(c)では、遮光領域10は光路変換素子PRの像側面に形成されている。

10

【0090】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、平行平板は、不透明な材料で形成され、第1の開口部と第2の開口部は、平行平板に形成された孔であることが好ましい。

【0091】

平行平板PLが無色透明な平板の場合、平行平板PL自体で、迷光を遮光することはできない。光路変換素子PRも無色透明な素子である。そのため、光路変換素子PR自体で、迷光を遮光することはできない。そこで、平行平板PLを不透明な材料で形成することで、迷光を遮光することができる。

【0092】

図7は、開口部の具体例4を示す図である。図7(a)は開口部の正面図、図7(b)は開口部の断面図である。

20

【0093】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、図7(a)に示すように、遮光部材20は、平行平板PLで構成されている。平行平板PLには、不透明な材料が用いられている。平行平板PLには、第1の開口部21と第2の開口部22が設けられている。

【0094】

図7(b)に示すように、第1の開口部21と第2の開口部22は、平行平板PLに形成された貫通孔である。遮光部材20によって、遮光部材1と同様の効果を得ることができる。

【0095】

30

遮光部材20では、物体側面と像側面との間の屈折率は1である。平行平板PLが無色透明な平板の場合は、物体側面と像側面との間の屈折率は1よりも大きくなる。このように、遮光部材20と無色透明な平板とでは、光路長が異なる。

【0096】

図1に示す第1の光学系OBJ1と第2の光学系OBJ2は、平行平板PLが無色透明な平板が用いられることを前提とする光学系である。よって、第1の光学系OBJ1と第2の光学系OBJ2では、遮光部材20を用いることはできない。遮光部材20の使用を前提とした新たな光学系が必要になる。

【0097】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置は、第1の光路に位置する第3の開口部と、第2の光路に位置する第4の開口部と、を有し、第3の開口部と第4の開口部は、所定の位置よりも像側に位置することが好ましい。

40

【0098】

図1に示すように、迷光を遮光する開口部を配置する場所は、所定の位置の両側に存在する。上述のように、所定の位置の一方の側に開口部を位置させることで、迷光を遮光することができる。ただし、所定の位置の両側に開口部を位置させても良い。

【0099】

そこで、第3の開口部と第4の開口部を用いる。第3の開口部と第4の開口部は、第1の開口部や第2の開口部とは別の開口部である。第1の開口部と第2の開口部を所定の位置よりも物体側に位置させ、第3の開口部と第4の開口部を所定の位置よりも像側に位置

50

させる。このようにすることで、所定の位置の両側に開口部を位置させることができる。

【0100】

第3の開口部は第1の光路に位置し、第4の開口部は第2の光路に位置する。第1の光路には、第1の開口部と第3の開口部が位置し、第2の光路には、第2の開口部と第4の開口部が位置する。

【0101】

このように、本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、光路上に位置する開口部が多くなる。そのため、第1の開口部や第2の開口部で遮光できなかった迷光を、第3の開口部と第4の開口部とで遮光することが可能になる。その結果、より多くの迷光を遮光することができる。

10

【0102】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、第3の開口部と第4の開口部は、光路変換素子の像側面に位置することが好ましい。

【0103】

図4(a)や図5(b)に示すように、第1の開口部と第2の開口部を配置する場所は、所定の位置の両側に存在する。上述のように、所定の位置の一方の側に第1の開口部と第2の開口部を位置させることで、迷光を遮光することができる。ただし、所定の位置の両側に開口部を位置させても良い。

【0104】

上述のように、本実施形態の立体内視鏡用撮像装置は、第3の開口部と第4の開口部とを有する。第3の開口部と第4の開口部は、第1の開口部や第2の開口部とは別の開口部である。第1の開口部と第2の開口部を平行平板の物体側面に位置させ、第3の開口部と第4の開口部を光路変換素子の像側面に位置させる。このようにすることで、所定の位置の両側に開口部を位置させることができる。

20

【0105】

また、第1の開口部、第2の開口部、第3の開口部及び第4の開口部は、所定の位置に対して最も近い場所に位置する。よって、第1の開口部の開口径、第2の開口部の開口径、第3の開口部の開口径及び第4の開口部の開口径を、各々、小さくすることができる。開口径が小さくなると、迷光を遮光する領域が増える。その結果、より多くの迷光を遮光することができる。

30

【0106】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置は、不透明な平板を更に有し、平行平板は、無色透明な平板であり、第3の開口部と第4の開口部は、不透明な平板に形成された孔であることが好ましい。

【0107】

図8は、開口部の具体例5を示す図である。図8(a)は、開口部が平行平板や光路変換素子から分離している場合を示し、図8(b)は、開口部、平行平板及び光路変換素子が一体化している場合を示している。図4(a)と同じ構成については同じ番号を付し、説明は省略する。

【0108】

上述のように、所定の位置の両側に開口部を位置させることで、より多くの迷光を遮光することができる。具体的には、第1の開口部と第2の開口部を所定の位置よりも物体側に位置させ、第3の開口部と第4の開口部を所定の位置よりも像側に位置させる。

40

【0109】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、図8(a)に示すように、平行平板PLの物体側に遮光部材1が位置し、光路変換素子PRの像側に遮光部材30が位置している。

【0110】

遮光部材30は、不透明な平板31で構成されている。不透明な平板31には、第3の開口部32と第4の開口部33が設けられている。第3の開口部32と第4の開口部33は、不透明な平板31に形成された貫通孔である。

50

【0111】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、所定の位置よりも物体側に遮光部材1が位置し、所定の位置よりも像側に遮光部材30が位置しているので、光路上に位置する開口部が多くなる。そのため、遮光部材1で遮光できなかった迷光を、遮光部材30で遮光することが可能になる。その結果、より多くの迷光を遮光することができる。

【0112】

上述のように、不透明な平板2の厚みは薄くなりやすい。このようなことから、不透明な平板2は平行平板PLと一体化することが好ましい。同様に、不透明な平板31の厚みも薄くなりやすい。このようなことから、不透明な平板31は光路変換素子PRと一体化することが好ましい。

10

【0113】

このようにすることで、遮光部材1や遮光部材30の保持を容易に行うことができ、且つ、遮光部材1や遮光部材30を正確に位置決めすることができる。その結果、迷光の遮光をよりの確に行うことができる。

【0114】

また、一体化によって、第1の開口部3と第2の開口部4とを平行平板PLの物体側面に位置させることができ、第3の開口部32と第4の開口部33とを光路変換素子PRの像側面に位置させることができる。そのため、第1の開口部の開口径、第2の開口部の開口径、第3の開口部の開口径及び第4の開口部の開口径を、各々、小さくすることができる。開口径が小さくなると、迷光を遮光する領域が増える。その結果、より多くの迷光を遮光することができる。

20

【0115】

光路変換素子PRと平行平板PLは一体化されている。そのため、遮光部材1を平行平板PLと一体化し、遮光部材30を光路変換素子PRと一体化することで、図8(b)に示すように、遮光部材1、平行平板PL、光路変換素子PR及び遮光部材30が一体化される。その結果、製造が容易な立体内視鏡用撮像装置を実現することができる。

【0116】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、光路変換素子の像側面に、遮光部と、第3の開口部と、第4の開口部と、が形成され、遮光部は、遮光材料によって形成されていることが好ましい。

30

【0117】

図6(a)、(c)に示すように、遮光材料を用いて、光路変換素子の像側面に、遮光部と開口部とを形成することができる。図6(a)に示す遮光領域10では、遮光部11と、第1の開口部12と、第2の開口部13と、が形成されている。第1の開口部12を第3の開口部に置き換え、第2の開口部13を第4の開口部に置き換えれば、光路変換素子の像側面に、遮光部と、第3の開口部、第4の開口部と、を形成することができる。

【0118】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、所定の位置に、明るさ絞りが配置されていることが好ましい。

【0119】

40

明るさ絞りは2つの開口部を有する。入射瞳は、明るさ絞りよりも物体側にあるレンズによって結像される明るさ絞りの像である。よって、本実施形態の立体内視鏡用撮像装置は、2つの入射瞳を有する。2つの入射瞳の位置がばらつくと、立体視が困難になる。

【0120】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、所定の位置に明るさ絞りが配置されている。所定の位置は、平行平板の物体側面と光路変換素子の像側面との間である。平行平板と光路変換素子とは、一体化されている。よって、明るさ絞りは、平行平板の像側面に位置することになる。

【0121】

平行平板では、物体側面と像側面とで、光屈折が生じる。ただし、物体側面に入射する

50

光線の角度と像側面から射出する光線の角度は、同じになる。すなわち、平行平板はレンズや、光路変換素子などと異なり、光線を曲げる屈折力パワーを有さない。よって、明るさ絞りを平行平板の像側に配置することで、光路変換素子の像側に配置する場合に比べて、入射瞳の位置バラツキを大幅に低減することが可能である。

【0122】

また、平行平板を単一の部材で構成しているため、平行平板を2つ使用する場合に比べて、平行平板のバラツキを最小にできるという効果もある。

【0123】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、明るさ絞りの開口部は、不透明な平板に形成された孔であり、明るさ絞りは、平行平板と光路変換素子との間に位置し、平行平板、明るさ絞り及び光路変換素子が、一体化されていることが好ましい。

10

【0124】

図9は、明るさ絞りの配置例を示す図である。図9(a)は、開口部が平行平板や光路変換素子から分離している場合を示し、図9(b)は、開口部、平行平板及び光路変換素子が一体化している場合を示している。図4(a)と同じ構成については同じ番号を付し、説明は省略する。

【0125】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、図9(a)に示すように、平行平板PLの物体側に遮光部材1が位置し、平行平板PLと光路変換素子PRとの間に明るさ絞り40が位置している。

20

【0126】

図9(a)では、見易さのために、明るさ絞り40は、平行平板PLや光路変換素子PRから離れた場所に位置している。しかしながら、後述のように、平行平板PLと光路変換素子PRとは一体化されている。よって、実際には、明るさ絞り40は、平行平板PLや光路変換素子PRと密着している。

【0127】

明るさ絞り40は、不透明な平板41で構成されている。不透明な平板41には、開口部42と開口部43が設けられている。開口部42と開口部43は、不透明な平板41に形成された貫通孔である。

【0128】

上述のように、内視鏡の光学系は小型で、光学系の全長が非常に短い。そのため、不透明な平板2と同様に、不透明な平板41の厚みは薄くなりやすい。不透明な平板41の厚みが薄くなりすぎると、明るさ絞り40を単独で保持することが困難になる。仮に明るさ絞り40を単独で保持できたとしても、鏡枠BAL内で、明るさ絞り40を正確に位置決めすることは困難である。

30

【0129】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、明るさ絞り40は、平行平板PLと光路変換素子PRとの間に位置する。しかも、平行平板PLと光路変換素子PRは一体化されている。そのため、明るさ絞り40は、平行平板PLと光路変換素子PRとに挟まれる形で、平行平板PLや光路変換素子PRと一体化される。その結果、明るさ絞り40の保持を容易に行うことができ、且つ、明るさ絞り40を正確に位置決めすることができる。

40

【0130】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置は、2つの入射瞳を有する。2つの入射瞳の位置がばらつくと、立体視が困難になる。2つの入射瞳の位置のばらつきとしては、光軸方向における位置のばらつきや、光軸と直交する面内における位置のばらつきがある。

【0131】

開口部42の位置と開口部43の位置が、光軸方向で異なると、2つの入射瞳の位置も、光軸方向でばらつく。この場合、立体視が困難になる。

【0132】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、開口部42と開口部43は1枚の平板に形成

50

されている。更に、明るさ絞り 40 は、平行平板 PL と一体化されている。よって、開口部 42 の位置と開口部 43 の位置を、光軸方向で略同一にすることができる。

【0133】

このようにできると、明るさ絞り 40 よりも物体側に位置する光学系に対して、明るさ絞り 40 の位置誤差を最小にすることができる。その結果、光軸方向における 2 つの入射瞳の位置のばらつきを、低減することができる。

【0134】

また、立体視に必要な視差は、2 つの光軸と直交する方向に生じる。よって、2 つの光軸と直交する方向（以下、「視差方向」という）における 2 つの入射瞳の間隔も重要になる。この間隔が設計値からずれると、十分な視差を得ることができないか、又は、視差が大きくなりすぎて立体視が困難になる。

10

【0135】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、開口部 42 と開口部 43 は 1 枚の平板に形成されている。この場合、1 つの平板に 1 つの開口部を有する部材を 2 つ使用する方法に比べると、設計値からのずれが最小となるように、開口部 42 や開口部 43 を形成することができる。よって、光軸と直交する面内における位置のずれを最小限にすることができる。その結果、光軸と直交する面内における 2 つの入射瞳の位置のばらつきを少なくすることができる。

【0136】

更に、組み立て時に、開口部 42 と開口部 43 との相対位置を調整する必要が無い。よって、組み立て時の誤差を少なくすることができる。

20

【0137】

更に、明るさ絞り 40 は、平行平板 PL と一体化されている。上述のように、平行平板 PL は、単一の部材で構成されているので、外径の形状や大きさは自由に設定することができる。更に、平行平板 PL の外径を位置決めに適した形状にすると共に、外周や光学面を高い精度で加工することができる。

【0138】

そのため、開口部 42 と開口部 43 については、光軸方向における誤差を少なくすることができる。その結果、光軸方向における 2 つの入射瞳の位置のばらつきを少なくすることができる。

30

【0139】

上述のように、不透明な平板 2 は平行平板 PL と一体化することが好ましい。このようにすることで、遮光部材 1 の保持を容易に行うことができ、且つ、遮光部材 1 を正確に位置決めすることができる。その結果、迷光の遮光をよりの確に行うことができる。

【0140】

光路変換素子 PR、明るさ絞り 40 及び平行平板 PL は一体化されている。そのため、遮光部材 1 を平行平板 PL と一体化することで、図 9 (b) に示すように、遮光部材 1、平行平板 PL、明るさ絞り 40 及び光路変換素子 PR が一体化される。その結果、製造が容易な立体内視鏡用撮像装置を実現することができる。

【0141】

40

図 7 (b) に示すように、平行平板 PL が不透明な材料で構成されている場合、平行平板 PL の像側面に、明るさ絞り 40 を配置させても良い。また、第 1 の開口部 21 の開口径と第 2 の開口部 22 の開口径は、明るさ絞り 40 の開口部の開口径よりも大きい。よって、物体側面から像側面に向かって直径が小さくなるように、貫通孔を形成しても良い。

【0142】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、平行平板の像側面に、遮光部と、明るさ絞りの開口部と、が形成され、平行平板の像側面の遮光部は、遮光材料によって形成されていることが好ましい。

【0143】

図 6 (a)、(b) に示すように、遮光材料を用いて、平行平板 PL の物体側面に、遮

50

光部と開口部とを形成することができる。ただし、遮光部と開口部とを形成できる面は、この面に限られない。当然のことながら、遮光材料を用いて、平行平板 P L の像側面に、遮光部と開口部とを形成することができる。

【 0 1 4 4 】

図 6 (a) に示す遮光領域 1 0 では、遮光部 1 1 と、第 1 の開口部 1 2 と、第 2 の開口部 1 3 と、が形成されている。第 1 の開口部 1 2 と第 2 の開口部 1 3 を、明るさ絞りの開口部に置き換えれば、平行平板 P L の像側面に、明るさ絞りの遮光部と開口部とを形成することができる。

【 0 1 4 5 】

また、本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、光路変換素子の物体側面に、遮光部と、明るさ絞りの開口部と、が形成され、光路変換素子の物体側面の遮光部は、遮光材料によって形成されていることが好ましい。

10

【 0 1 4 6 】

図 6 (a)、(c) に示すように、遮光材料を用いて、光路変換素子 P R の像側面に、遮光部と開口部とを形成することができる。ただし、遮光部と開口部とを形成できる面は、この面に限られない。当然のことながら、遮光材料を用いて、光路変換素子 P R の物体側面に、遮光部と開口部とを形成することができる。

【 0 1 4 7 】

図 6 (a) に示す遮光領域 1 0 では、遮光部 1 1 と、第 1 の開口部 1 2 と、第 2 の開口部 1 3 と、が形成されている。第 1 の開口部 1 2 と第 2 の開口部 1 3 を、明るさ絞りの開口部に置き換えれば、光路変換素子 P R の物体側に、明るさ絞りの遮光部と開口部とを形成することができる。

20

【 0 1 4 8 】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、光路変換素子は、単一の部材で構成されていることが好ましい。

【 0 1 4 9 】

図 1 0 は、光路変換素子を示す図である。図 8 (b) や図 9 (b) と同じ構成については同じ番号を付し、説明は省略する。

【 0 1 5 0 】

図 8 (b) や図 9 (b) では、光路変換素子 P R は 2 つの部材で構成されている。これに対して、本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、図 1 0 に示すように、光路変換素子 P R ' は、単一の部材で構成されている。

30

【 0 1 5 1 】

以下、光路変換素子が単一の部材で構成されている場合と、光路変換素子が 2 つの部材で構成されている場合と、を比較する。光路変換素子として、直角プリズムが用いられているものとする。この場合、光路変換素子は、入射面、反射面及び射出面を有する。

【 0 1 5 2 】

また、第 1 の光軸 A X 1 f と第 2 の光軸 A X 2 f は、平行になっているものとする。第 1 の光軸 A X 1 f は、光路変換素子よりも物体側における第 1 の光路の光軸である。第 2 の光軸 A X 2 f は、光路変換素子よりも物体側における第 2 の光路の光軸である。

40

【 0 1 5 3 】

光路変換素子が単一の部材で構成されている場合、2 つの光路にわたって単一の反射面が位置する。よって、第 1 の光路と第 2 の光路は、共に、同じ反射面で折り曲げられる。

【 0 1 5 4 】

入射面に対する反射面の角度は、反射面内のどの位置でも同じである。この場合、反射面の向きは、第 1 の光軸 A X 1 f と交わる位置と第 2 の光軸 A X 2 f と交わる位置とで同一になる。

【 0 1 5 5 】

上述のように、第 1 の光軸 A X 1 f と第 2 の光軸 A X 2 f は、平行になっている。すなわち、第 1 の光軸 A X 1 f の向きと第 2 の光軸 A X 2 f の向きは、同一である。よって、第 1

50

の光軸 $A \times 1r$ の向きと第 2 の光軸 $A \times 2r$ の向きも、同一になる。第 1 の光軸 $A \times 1r$ は、光路変換素子よりも像側における第 1 の光路の光軸である。第 2 の光軸 $A \times 2r$ は、光路変換素子よりも像側における第 2 の光路の光軸である。

【0156】

また、入射面と反射面との間隔は、第 1 の光路と第 2 の光路とで同一である。よって、入射面と平行な同一面内に、第 1 の光軸 $A \times 1r$ と第 2 の光軸 $A \times 2r$ とが位置する。すなわち、第 1 の光軸 $A \times 1r$ の位置と第 2 の光軸 $A \times 2r$ の位置との間で、視差方向と直交する方向のずれは生じない。

【0157】

このように、光路変換素子が単一の部材で構成されている場合、第 1 の光軸 $A \times 1r$ の向きや第 2 の光軸 $A \times 2r$ の向きを調整する必要がない。また、第 1 の光軸 $A \times 1r$ と第 2 の光軸 $A \times 2r$ との相対間隔や相対位置を調整する必要がない。

10

【0158】

光路変換素子が 2 つの部材で構成されている場合、2 つの光路の各々に、反射面が位置する。よって、第 1 の光路と第 2 の光路は、各々、異なる反射面で折り曲げられる。

【0159】

上述のように、単一の部材では、入射面に対する反射面の角度は、反射面内のどの位置でも同じになる。ただし、一方の部材と他方の部材とでは、入射面に対する反射面の角度は、必ずしも同じにならない。この場合、反射面の向きは、第 1 の光軸 $A \times 1f$ と交わる位置と第 2 の光軸 $A \times 2f$ と交わる位置とで異なる。

20

【0160】

上述のように、第 1 の光軸 $A \times 1f$ と第 2 の光軸 $A \times 2f$ は、平行になっている。すなわち、第 1 の光軸 $A \times 1f$ の向きと第 2 の光軸 $A \times 2f$ の向きは、同一である。しかしながら、反射面の向きが 2 つの部材で異なるので、第 1 の光軸 $A \times 1r$ の向きと第 2 の光軸 $A \times 2r$ の向きは異なる。

【0161】

また、一方の部材と他方の部材とでは、入射面と反射面との間隔は、必ずしも同じにならない。この場合、入射面と反射面との間隔は、第 1 の光路と第 2 の光路とで異なる。その結果、入射面と平行な同一面内に、第 1 の光軸 $A \times 1r$ と第 2 の光軸 $A \times 2r$ とが位置しなくなる。すなわち、第 1 の光軸 $A \times 1r$ の位置と第 2 の光軸 $A \times 2r$ の位置との間に、視差方向と直交する方向のずれが生じる。

30

【0162】

このように、光路変換素子が 2 つの部材で構成されている場合、第 1 の光軸 $A \times 1r$ の向きや第 2 の光軸 $A \times 2r$ の向きを調整する必要が生じる。また、第 1 の光軸 $A \times 1r$ と第 2 の光軸 $A \times 2r$ との相対間隔や相対位置を調整する必要が生じる。

【0163】

一方の部材と他方の部材とでは、入射面に対する反射面の角度が同じで、且つ、入射面と反射面との間隔が同じ場合であっても、調整が必要になる場合がある。

【0164】

図 1 に示すように、光路変換素子では、軸外光束 $L_{B_{offax}}$ の主光線高が低くなっている。そのため、2 つの部材を小型化することができる。小型化した 2 つの部材を並列に接合すると、2 つの光軸を近づけなくてはならなくなる。

40

【0165】

しかしながら、適切な視差を確保するために、2 つの光軸の間隔はある程度広げておく必要がある。そのため、2 つの部材は、分離された状態で平行平板と一体化されることになる。

【0166】

この場合、一方の部材は、第 1 の光軸 $A \times 1f$ の周りに回転可能な状態になる。また、他方の部材は、第 2 の光軸 $A \times 2f$ の周りに回転可能な状態になる。そのため、第 1 の光軸 $A \times 1r$ の向きや第 2 の光軸 $A \times 2r$ の向きを調整する必要が生じる。

50

【 0 1 6 7 】

以上のように、光路変換素子が単一の部材で構成されている場合に比べると、光路変換素子が2つの部材で構成されている場合では、組み立て時の調整の必要性が格段に高くなる。

【 0 1 6 8 】

組み立て時の調整が不十分な場合、光学像の形成位置や光学像の向きが、設計時の位置や向きと一致しなくなってしまう。このような不一致は、画像処理で補正することができる。ただし、コストを考慮すると、このような不一致の発生は好ましくない。

【 0 1 6 9 】

このような不一致が発生しないようにするためには、組み立て時の調整に多大な時間を費やなくてはならない。しかしながら、組み立て時の調整に時間がかかると、組み立て時の作業効率が大きく低下してしまう。

【 0 1 7 0 】

このようなことから、光路変換素子を単一の部材で構成することが好ましい。光路変換素子を単一の部材で構成することで、組み立て時の作業効率の低下を防止することができる。また、画像処理による補正も必要なくなる。よって、コストの上昇を抑えることができる。

【 0 1 7 1 】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置では、光路変換素子は、第1の光路変換素子と第2の光路変換素子で構成され、第1の光路変換素子と第2の光路変換素子とは、別々に構成されていることが好ましい。

【 0 1 7 2 】

上述のように、光路変換素子が単一の部材で構成されている場合に比べると、光路変換素子が2つの部材で構成されている場合では、組み立て時の調整の必要性が格段に高くなる。

【 0 1 7 3 】

ただし、一方の部材と他方の部材とが、以下の(Ⅰ)、(Ⅱ)、(Ⅲ)を満足する場合、2つの部材を一体化することで、光路変換素子を単一の部材で構成した場合と同等になる。

(Ⅰ) 入射面に対する反射面の角度が同じである。

(Ⅱ) 入射面と反射面との間隔が同じである。

(Ⅲ) 2つの部材が、並列した状態で接合可能な大きさを有する。

【 0 1 7 4 】

この場合、調整の必要性が少なくなるので、光路変換素子を、第1の光路変換素子と第2の光路変換素子とで構成することができる。

【 0 1 7 5 】

本実施形態の立体内視鏡用撮像装置に用いられる光学系の具体例について、説明する。図11は、本実施形態の立体内視鏡用撮像装置に用いられる光学系の断面図である。

【 0 1 7 6 】

立体内視鏡用の光学系は、物体側から順に、平凹負レンズL1と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3と、平行平板PLと、光路変換素子PRと、平凸正レンズL4と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5と、両凸正レンズL6と、で構成されている。

【 0 1 7 7 】

正メニスカスレンズL2と負メニスカスレンズL3とが接合されている。平行平板PLと光路変換素子PRとが接合されている。負メニスカスレンズL5と両凸正レンズL6とが接合されている。

【 0 1 7 8 】

両凸正レンズL6の像側には、カバーガラスC1とカバーガラスC2とが配置されている。カバーガラスC2は、撮像素子のカバーガラスである。カバーガラスC2の像側面に

10

20

30

40

50

は、撮像素子の撮像面 I が位置している。よって、カバーガラス C 2 の像側面に、光学像 I が形成されている。

【 0 1 7 9 】

光学系の光路は、光路変換素子 P R の反射面で折り曲げられる。この例では、光路変換素子 P R として、直角プリズムが用いられている。折り曲げ後の光路は、折り曲げ前の光路と直交している。

【 0 1 8 0 】

以下に、上記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、n d は各レンズの d 線の屈折率、v d は各レンズのアップ数である。

10

【 0 1 8 1 】

また、各種データにおいて、f は全系の焦点距離、F r はフレア絞りの半径、A r は明るさ絞りの半径である。

【 0 1 8 2 】

数値実施例

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	v d
1	∞	0.34	1.88815	40.76
2	0.51	0.27	1	
3(絞り)	∞	0.13	1	
4	-2.484	0.45	1.62409	36.26
5	-0.639	0.3	1.75453	35.33
6	-0.84	0.317	1	
7(絞り)	∞	0.03	1	
8	∞	0.3	1.93429	18.9
9	∞	0.0	1	
10(絞り)	∞	0.03	1	
11	∞	0.70	1.93429	18.9
12	∞	0.03	1	
13(絞り)	∞	0.2388	1	
14	∞	0.5	1.48915	70.23
15	-1.566	0.1777	1	
16	6.745	0.3	1.74706	27.79
17	1.072	0.8	1.48915	70.23
18	-1.686	1.2991	1	
19	∞	0.7	1.51825	64.14
20	∞	0.02	1.5119	64.06
21	∞	0.7	1.6135	50.5
22(撮像面)	∞			

20

30

40

各種データ

f	0.87
F r (r3)	0.38
F r (r7)	0.22
F r (r13)	0.3
A r (r10)	0.159

【 0 1 8 3 】

(付 記)

50

なお、上述の実施形態から以下の構成の発明が導かれる。

【 0 1 8 4 】

(付記項 1)

不透明な平板を更に有し、

平行平板は、無色透明な平板であり、

第 1 の開口部と第 2 の開口部は、不透明な平板に形成された孔であることを特徴とする立体内視鏡用撮像装置。

(付記項 2)

平行平板は、無色透明な平板であり、

平行平板の物体側面又は光路変換素子の像側面に、遮光部と、第 1 の開口部と、第 2 の開口部と、が形成され、

遮光部は、遮光材料によって形成されていることを特徴とする立体内視鏡用撮像装置。

(付記項 3)

平行平板は、不透明な材料で形成され、

第 1 の開口部と第 2 の開口部は、平行平板に形成された孔であることを特徴とする立体内視鏡用撮像装置。

(付記項 4)

第 1 の光路に位置する第 3 の開口部と、

第 2 の光路に位置する第 4 の開口部と、を有し、

第 3 の開口部と第 4 の開口部は、所定の位置よりも像側に位置することを特徴とする立体内視鏡用撮像装置。

(付記項 5)

第 3 の開口部と第 4 の開口部は、光路変換素子の像側面に位置することを特徴とする立体内視鏡用撮像装置。

(付記項 6)

不透明な平板を更に有し、

平行平板は、無色透明な平板であり、

第 3 の開口部と第 4 の開口部は、不透明な平板に形成された孔であることを特徴とする立体内視鏡用撮像装置。

(付記項 7)

光路変換素子の像側面に、遮光部と、第 3 の開口部と、第 4 の開口部と、が形成され、

遮光部は、遮光材料によって形成されていることを特徴とする立体内視鏡用撮像装置。

(付記項 8)

明るさ絞りの開口部は、不透明な平板に形成された孔であり、

明るさ絞りは、平行平板と光路変換素子との間に位置し、

平行平板、明るさ絞り及び光路変換素子が、一体化されていることを特徴とする立体内視鏡用撮像装置。

(付記項 9)

平行平板の像側面に、遮光部と、明るさ絞りの開口部と、が形成され、

平行平板の像側面の遮光部は、遮光材料によって形成されていることを特徴とする立体内視鏡用撮像装置。

(付記項 1 0)

光路変換素子の物体側面に、遮光部と、明るさ絞りの開口部と、が形成され、

光路変換素子の物体側面の遮光部は、遮光材料によって形成されていることを特徴とする立体内視鏡用撮像装置。

(付記項 1 1)

光路変換素子は、単一の部材で構成されていることを特徴とする立体内視鏡用撮像装置。

(付記項 1 2)

光路変換素子は、第 1 の光路変換素子と第 2 の光路変換素子で構成され、

10

20

30

40

50

第１の光路変換素子と第２の光路変換素子とは、別々に構成されていることを特徴とする立体内視鏡用撮像装置。

【０１８５】

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】

【０１８６】

以上のように、本発明は、２つの光路だけで光学系が構成されている立体内視鏡において、迷光が少ない光学系を有する立体内視鏡用対物光学系、立体内視鏡、及び立体内視鏡用撮像装置に適している。また、本発明は、製造が容易な立体内視鏡と立体内視鏡用撮像装置に適している。

10

【符号の説明】

【０１８７】

O B J 1 第１の光学系

O B J 2 第２の光学系

O P 1 第１の光路

O P 2 第２の光路

L 1 ~ L 6 レンズ

P L 平行平板

20

P R 光路変換素子

C 1、C 2 カバーガラス

I S 撮像素子

I 光学像（撮像面）

I 1 第１の光学像

I 2 第２の光学像

B A L 鏡枠

P_{in1}、P_{in2} 鏡枠 B A L の内面の点

P 1 位置（所定の位置）

L B_{flar} 迷光

30

L B_{ax} 軸上光束

L B_{offax} 軸外光束

S 明るさ絞り

S T 1 第１の開口部

S T 2 第２の開口部

S_{PLf} 平行平板 P L の物体側面

S_{PRf} 光路変換素子 P R の像側面

1、2 0、3 0 遮光部材

2、3 1 不透明な平板

3、2 1 第１の開口部

40

4、2 2 第２の開口部

1 0 遮光領域

1 1 遮光部

1 2 第１の開口部

1 3 第２の開口部

3 2 第３の開口部

3 3 第４の開口部

4 0 明るさ絞り

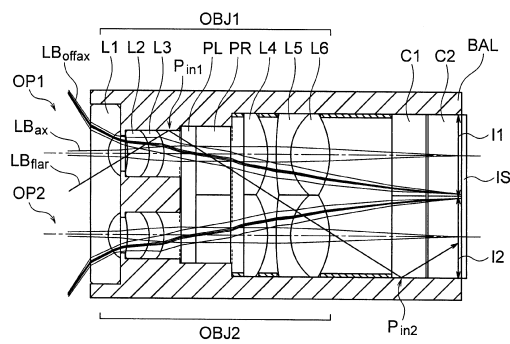
4 1 不透明な平板

4 2、4 3 開口部

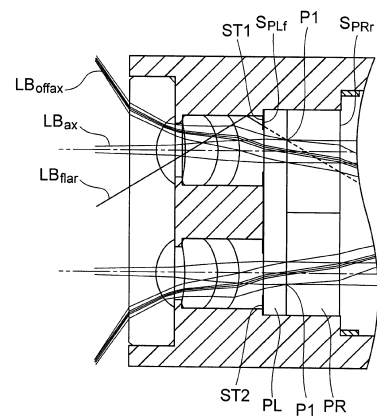
50

A X 1 f 第 1 の光軸
 A X 2 f 第 2 の光軸
 A X 1 r 第 1 の光軸
 A X 2 r 第 2 の光軸

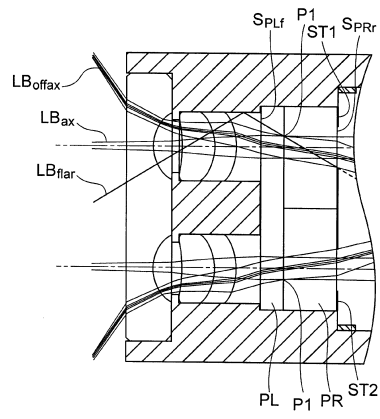
【図 1】



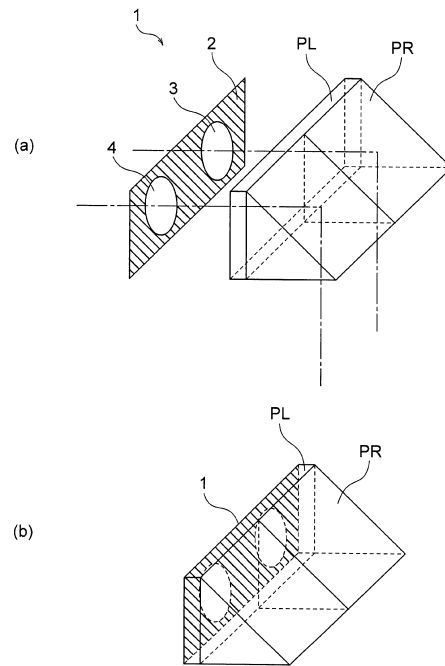
【図 2】



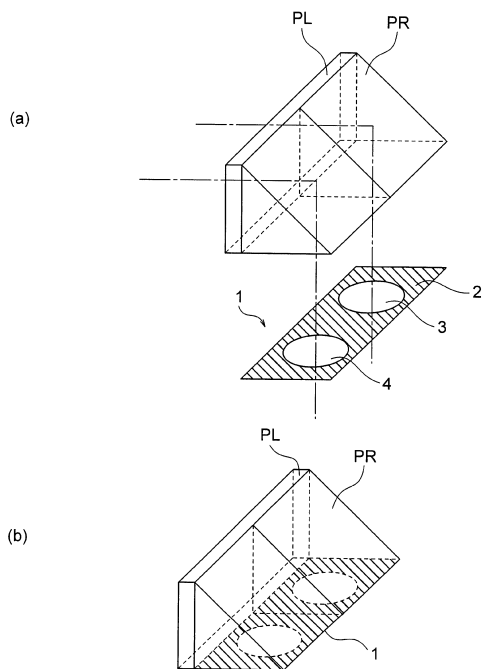
【図 3】



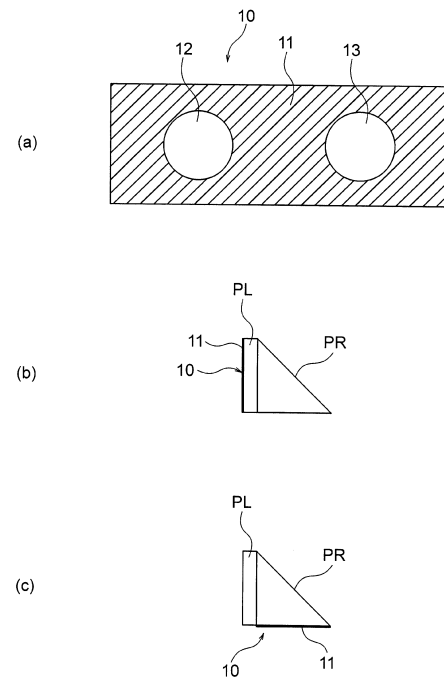
【図 4】



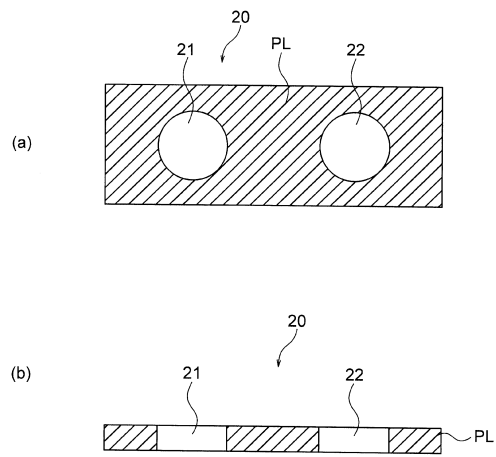
【図 5】



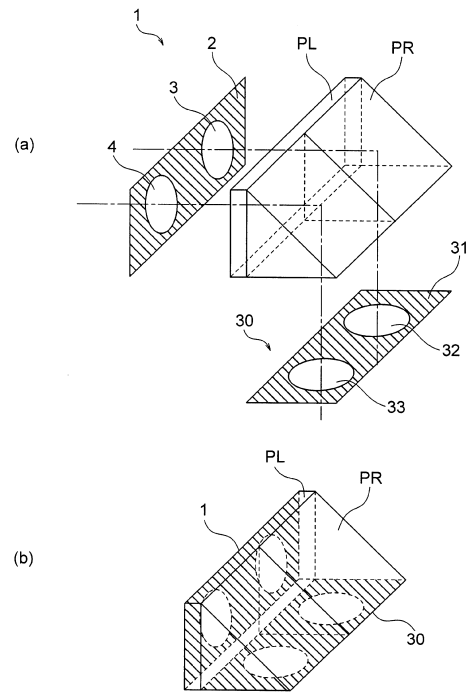
【図 6】



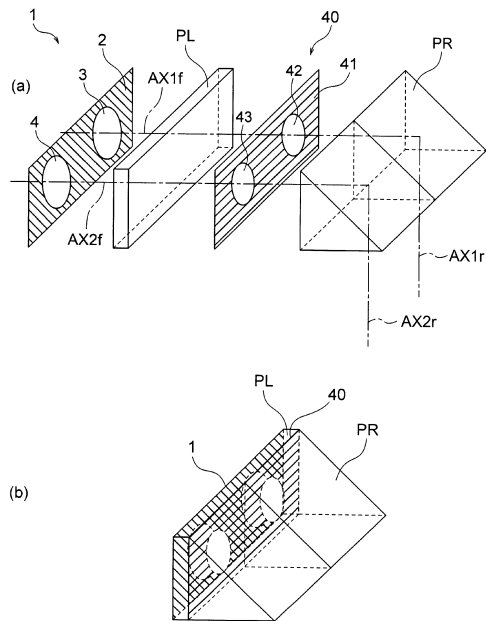
【図 7】



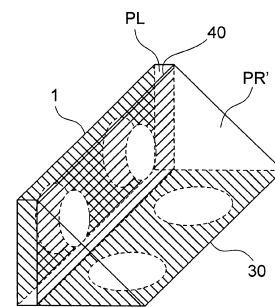
【図 8】



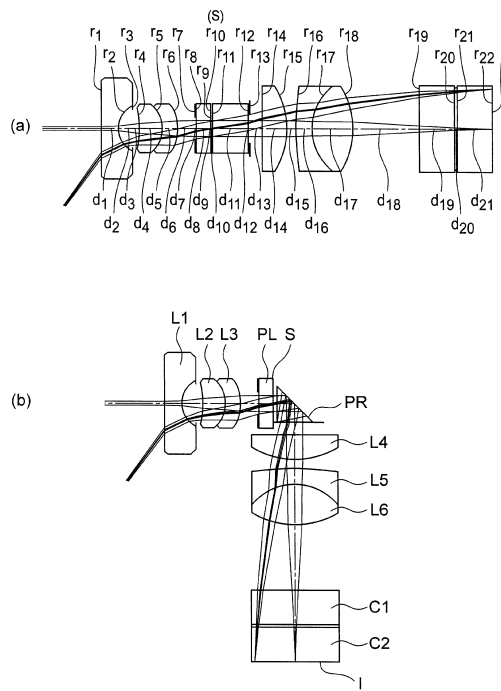
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平07-236610(JP,A)
特開平03-273207(JP,A)
特開昭63-222732(JP,A)
特開昭61-107210(JP,A)
国際公開第2010/137238(WO,A1)
特開平08-050251(JP,A)
特開平05-142486(JP,A)
米国特許出願公開第2016/0004065(US,A1)
国際公開第2014/147856(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08
G02B 21/02 - 21/04
G02B 25/00 - 25/04

专利名称(译)	用于立体内窥镜的物镜光学系统，立体内窥镜和立体内窥镜的成像装置		
公开(公告)号	JP6713386B2	公开(公告)日	2020-06-24
申请号	JP2016174509	申请日	2016-09-07
[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		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	菅武志		
发明人	菅 武志		
IPC分类号	G02B13/04 G02B23/26 G02B13/18 A61B1/00		
FI分类号	G02B13/04.D G02B23/26.A G02B13/18 A61B1/00.522 A61B1/00.731 A61B1/00.300.Y A61B1/05 G02B23/26.C		
F-TERM分类号	2H040/BA15 2H040/CA23 2H040/CA24 2H040/CA25 2H087/KA10 2H087/NA18 2H087/PA04 2H087/PA19 2H087/PB06 2H087/QA01 2H087/QA07 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA26 2H087/QA34 2H087/QA42 2H087/QA45 2H087/RA32 2H087/RA42 2H087/TA03 4C161/BB06 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/JJ06 4C161/LL02 4C161/LL08 4C161/NN01 4C161/PP07 4C161/PP11		
代理人(译)	斋藤圭介		
审查员(译)	堀井浩二		
其他公开文献	JP2018040927A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题:提供一种立体光学内窥镜成像装置,其光学系统的杂散光较少。解决方案:立体光学内窥镜成像装置具有:第一光学系统,其布置在第一光路上,并产生第一光学图像。;第二光学系统,其布置在第二光路上,并产生第二光学图像;摄像元件拍摄第一光学图像和第二光学图像。在第一光路和第二光路的每一个上,设置有平行平板和光路转换元件,并且将平行平板和光路转换元件一体化。平行平板由单个构件构成,其中规定位置是平行平板的物体侧面与光路转换元件的像侧面之间的任意位置。在第一光学系统和第二光学系统中,在指定位置,轴上光束的光线高度和轴外光束的光线高度最低,并且第一开口部分和第二开口部分 开口部分比指定位置更靠近物体侧,或者比指定位置更靠近图像侧。图1

(19) 日本国特許庁 (JP)		(12) 特 許 公 報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6713386号 (P6713386)
(45) 発行日 令和2年6月24日 (2020. 6. 24)		(24) 登録日 令和2年6月5日 (2020. 6. 5)	
(51) Int. Cl.		F 1	
G 0 2 B 13/04 (2006. 01)		G 0 2 B 13/04 D	
G 0 2 B 23/26 (2006. 01)		G 0 2 B 23/26 A	
G 0 2 B 13/18 (2006. 01)		G 0 2 B 13/18	
A 6 1 B 1/00 (2006. 01)		A 6 1 B 1/00 5 2 2	
		A 6 1 B 1/00 7 3 1	
		請求項の数 7 (全 26 頁)	
(21) 出願番号	特願2016-174509 (P2016-174509)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成28年9月7日 (2016. 9. 7)	オリンパス株式会社	
(65) 公開番号	特開2018-40927 (P2018-40927A)	東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地	
(43) 公開日	平成30年3月15日 (2018. 3. 15)	(74) 代理人	100123962
審査請求日	平成31年3月25日 (2019. 3. 25)	弁理士 斎藤 圭介	
		菅 武志	
		東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地 オリ	
		ンパス株式会社内	
		審査官 堀井 康司	
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 立体内視鏡用対物光学系、立体内視鏡、及び立体内視鏡用撮像装置