

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-288682  
(P2009-288682A)

(43) 公開日 平成21年12月10日(2009.12.10)

(51) Int.Cl.

**G02B 23/26 (2006.01)**  
**G02B 23/24 (2006.01)**  
**G02B 13/00 (2006.01)**  
**A61B 1/00 (2006.01)**

F 1

GO2B 23/26  
 GO2B 23/24  
 GO2B 13/00  
 A61B 1/00

テーマコード(参考)

2H040  
 2H087  
 4C061  
 300Y

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号  
 (22) 出願日

特願2008-143184 (P2008-143184)  
 平成20年5月30日 (2008.5.30)

(71) 出願人 304050923  
 オリンパスメディカルシステムズ株式会社  
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号  
 (74) 代理人 100065824  
 弁理士 篠原 泰司  
 (74) 代理人 100104983  
 弁理士 藤中 雅之  
 (72) 発明者 五十嵐 勉  
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ  
 リンパスメディカルシステムズ株式会社内  
 Fターム(参考) 2H040 CA23 CA24 GA03

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】内視鏡対物光学系

## (57) 【要約】

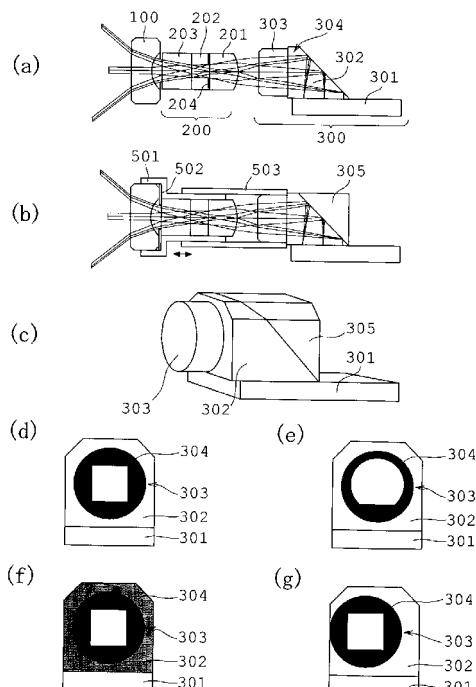
【課題】撮像面平行配置構造を有する超小型の内視鏡対物光学系を提供する。

【解決手段】物体側から順に配置された、負のパワーを有する単レンズA100と、正のパワーを有する接合レンズB200と、撮像素子ユニットC300とからなり、接合レンズB200は、像側端に凸面を像側に向かた平凸レンズ201と、接合部近傍に配置された明るさ絞り204とを有し、撮像素子ユニットC300は、少なくとも1つの光学部品303と、光路屈曲プリズム302と、固体撮像素子301の光学接合体とからなり、下記条件式を満足するように構成されている：

$$\begin{aligned} 1.5 &< T_B/f < 3.5 \\ 2.4 &< T_C/f < 4 \end{aligned}$$

但し、fは対物光学系全系の焦点距離、 $T_B$ は接合レンズBの硝路長、 $T_C$ は撮像素子ユニットCの硝路長である。

【選択図】図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側から順に配置された、負のパワーを有する単レンズAと、正のパワーを有する接合レンズBと、撮像素子ユニットCとからなり、

前記接合レンズBは、像側端に凸面を像側に向けた平凸レンズと、接合部近傍に配置された明るさ絞りとを有し、

前記撮像素子ユニットCは、少なくとも1つの光学部品と、光路屈曲プリズムと、固体撮像素子の光学接合体とからなり、

下記条件式を満足することを特徴とする内視鏡対物光学系：

$$1.5 < T_B/f < 3.5$$

$$2.4 < T_C/f < 4$$

但し、 $f$ は対物光学系全系の焦点距離、 $T_B$ は接合レンズBの硝路長、 $T_C$ は撮像素子ユニットCの硝路長である。

## 【請求項 2】

物体側から順に配置された、平凹レンズからなる単レンズAと、正のパワーを有する接合レンズBと、撮像素子ユニットCとからなり、

前記接合レンズBは、少なくとも1つの平板状光学部品と、凸面を像側に向けた平凸レンズと、接合部近傍に配置された明るさ絞りとを有し、

前記撮像素子ユニットCは、少なくとも1つの光学部品と、光路屈曲プリズムと、固体撮像素子の光学接合体とからなり、

下記条件式を満足することを特徴とする内視鏡対物光学系：

$$1.5 < T_B/f < 3.5$$

$$2.4 < T_C/f < 4$$

但し、 $f$ は対物光学系全系の焦点距離、 $T_B$ は接合レンズBの硝路長、 $T_C$ は撮像素子ユニットCの硝路長である。

## 【請求項 3】

下記条件式を満足することを特徴とする請求項1または2に記載の内視鏡対物光学系：

$$n_{AL} > 1.75$$

$$n_{BL} > 1.75$$

$$1 < |f_{BL}/f_{AL}| < 1.6$$

$$0.65 < |T_{BL}/R_{BL}| < 1$$

但し、 $n_{AL}$ は単レンズAの屈折率(d線)、 $n_{BL}$ は接合レンズBの平凸レンズの屈折率(d線)、 $f_{AL}$ は単レンズAの焦点距離、 $f_{BL}$ は接合レンズBの平凸レンズの焦点距離、 $T_{BL}$ は接合レンズBの平凸レンズの厚み、 $R_{BL}$ は接合レンズBの平凸レンズの凸面の曲率半径である。

## 【請求項 4】

前記単レンズAと前記接合レンズBの間にフレア絞りを有し、前記撮像素子ユニットCは前記光路屈曲プリズムの入射面接合部の近傍にフレア絞りを有することを特徴とする請求項1または2に記載の内視鏡対物光学系。

## 【請求項 5】

前記接合レンズBは、物体側から順に配置された、近赤外光吸収素材からなる光学部品と、前記平凸レンズと接合する面に金属遮光膜による明るさ絞りを形成した光学平板と、前記平凸レンズとからなることを特徴とする請求項1または2に記載の内視鏡対物光学系。

## 【請求項 6】

前記光路屈曲プリズムは入射面と反射面と出射面を有し、前記反射面に金属反射膜を有し、下記条件式を満足することを特徴とする請求項1または2に記載の内視鏡対物光学系：

$$n_{CP} < 1.65$$

$$1.1 < T_{CPF}/T_{CPR} < 2$$

10

20

30

40

50

但し、 $n_{CP}$ は光路屈曲プリズムの屈折率( d 線 )、 $T_{CPF}$ は光路屈曲プリズムの入射面から反射面までの硝路長、 $T_{CPR}$ は光路屈曲プリズムの反射面から出射面までの硝路長である。

【請求項 7】

前記撮像素子ユニット C は光透過性を有するガラスもしくはセラミックスの反射面保護部材を含み、前記光路屈曲プリズムの反射面に反射面保護部材を光硬化型接着剤で接合したことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の内視鏡対物光学系。

【請求項 8】

前記撮像素子ユニット C の光学部品は前記接合レンズ B と同軸上にあり、前記光学部品の中心に対し前記固体撮像素子の有効撮像面の中心を光路屈曲断面に垂直な方向に偏心させることにより、光路屈曲断面に垂直な方向に視野方向を傾けたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の内視鏡対物光学系。

【請求項 9】

前記接合レンズ B もしくは前記撮像素子ユニット C 内にレーザーガイド光減衰フィルタを含み、下記条件式を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の内視鏡対物光学系 :

$$1 < {}_G * P_V^2 / F_{NO}^2 < 10$$

但し、 ${}_G$ はレーザーガイド光減衰フィルタによるガイド光の透過率[ % ]、 $P_V$ は固体撮像素子の垂直画素ピッチ[  $\mu m$  ]、 $F_{NO}$ は F ナンバーである。

【請求項 10】

前記接合レンズ B もしくは前記撮像素子ユニット C 内に近赤外光吸收素材を含み、下記条件式を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の内視鏡対物光学系 :

$$1 < {}_{650} * P_V^2 / F_{NO}^2 < 10$$

但し、 ${}_{650}$ は近赤外光吸收素材による 650 nm 光の内部透過率[ % ]、 $P_V$ は固体撮像素子の垂直画素ピッチ[  $\mu m$  ]、 $F_{NO}$ は F ナンバーである。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡用の対物光学系に関する。

【背景技術】

【0002】

内視鏡の挿入部先端に固体撮像素子を搭載したビデオスコープは、固体撮像素子の小型化により細径化が進んでいる。処置用チャンネルと先端湾曲機構付きで挿入部外径 5 mm 程度のビデオスコープは、既に普及している。但し、挿入部外径 3 mm 程度のビデオスコープは、技術的なハードルが高く開発途上にある。このような極細ビデオスコープでは、固体撮像素子や対物光学系に許される断面積は、1 平方 mm 程度もしくはそれ以下に限定される。固体撮像素子の撮像面を挿入軸に対して垂直に配置する構成(以下、「撮像面垂直配置」と言う。)では、回路配線や端子類を有効撮像部外側に隣接配置することが断面積の大きさの関係で極めて困難であり、固体撮像素子の実装が大きな課題となる。

【0003】

これに対し、固体撮像素子の撮像面を挿入軸と略平行に配置する構成(以下、「撮像面平行配置」と言う。)では、回路配線や端子類を有効撮像部外側に隣接配置しても、断面積増加に結びつかないため、極細ビデオスコープ用として好適である。但し、撮像面平行配置では、固体撮像素子に向け光軸を屈曲させるプリズムやミラーが必須となり、対物光学系自身の断面積縮小と合わせて対物光学系に厳しい制約が加わる。

【0004】

固体撮像素子の撮像面平行配置及び対物光学系の小型化に関連する従来技術としては、下記特許文献に開示されたものが知られている。

【特許文献 1】特開昭 61-254917 号公報

【特許文献 2】特開平 9-262207 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献3】特開平11-352413号公報

【特許文献4】特開昭60-26918号公報

【特許文献5】特開平10-239594号公報

【特許文献6】特開平5-341185号公報

【特許文献7】特開平7-318799号公報

【特許文献8】特開平9-325285号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1～3に開示された技術は、撮像面平行配置用のプリズムと固体撮像素子ユニット構造に関するものであり、特許文献4及び5に開示された技術は、撮像面平行配置用の対物光学系で比較的小型化にも関連するものであり、また、特許文献6～8に開示された技術は、撮像面平行配置用ではないが対物光学系の簡素化及び小型化に関連するものである。これらの特許文献は、撮像面平行配置もしくは対物光学系小型化の工夫を開示しているものの、断面積1平方mm以下の超小型化に適用するには不十分である。特に、超小型化の際に収差補正以上に重要となる組立性、フレア低減、光学フィルタ配置及び部品加工性を高度に最適化した光学レイアウトは開示していない。

【0006】

本発明は、上記の如き従来技術の実情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、撮像面平行配置構造を有する超小型の内視鏡対物光学系を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、本第1の発明による内視鏡対物光学系は、物体側から順に配置された、負のパワーを有する単レンズAと、正のパワーを有する接合レンズBと、撮像素子ユニットCとからなり、前記接合レンズBは、像側端に凸面を像側に向けた平凸レンズと、接合部近傍に配置された明るさ絞りとを有し、前記撮像素子ユニットCは、少なくとも1つの光学部品と、光路屈曲プリズムと、固体撮像素子の光学接合体とからなり、下記条件式(1)及び(2)を満足することを特徴とする：

$$1.5 < T_B/f < 3.5 \quad (1)$$

$$2.4 < T_C/f < 4 \quad (2)$$

但し、fは対物光学系全系の焦点距離、 $T_B$ は接合レンズBの硝路長、 $T_C$ は撮像素子ユニットCの硝路長である。

【0008】

また、本第2の発明による内視鏡対物光学系は、物体側から順に配置された、平凹レンズからなる単レンズAと、正のパワーを有する接合レンズBと、撮像素子ユニットCとからなり、前記接合レンズBは、少なくとも1つの平板状光学部品と、凸面を像側に向けた平凸レンズと、接合部近傍に配置された明るさ絞りとを有し、前記撮像素子ユニットCは、少なくとも1つの光学部品と、光路屈曲プリズムと、固体撮像素子の光学接合体とからなり、上記条件式(1)及び(2)を満足することを特徴とする。

【0009】

また、本第3の発明による内視鏡対物光学系は、下記条件式(3)乃至(6)を満足することを特徴とする：

$$n_{AL} > 1.75 \quad (3)$$

$$n_{BL} > 1.75 \quad (4)$$

$$1 < |f_{BL}/f_{AL}| < 1.6 \quad (5)$$

$$0.65 < |T_{BL}/R_{BL}| < 1 \quad (6)$$

但し、 $n_{AL}$ は単レンズAの屈折率(d線)、 $n_{BL}$ は接合レンズBの平凸レンズの屈折率(d線)、 $f_{AL}$ は単レンズAの焦点距離、 $f_{BL}$ は接合レンズBの平凸レンズの焦点距離、 $T_{BL}$ は接合レンズBの平凸レンズの厚み、 $R_{BL}$ は接合レンズBの平凸レンズの凸面の曲率半径である。

10

20

30

40

50

## 【0010】

また、本第4の発明による内視鏡対物光学系は、上記単レンズAと上記接合レンズBの間にフレア絞りを有し、上記撮像素子ユニットCは上記光路屈曲プリズムの入射面接合部の近傍にフレア絞りを有することを特徴とする。

## 【0011】

また、本第5の発明によれば、上記接合レンズBは、物体側から順に配置された、近赤外光吸収素材からなる光学部品と、上記平凸レンズと接合する面に金属遮光膜による明るさ絞りを形成した光学平板と、上記平凸レンズとからなることを特徴とする。

## 【0012】

また、本第6の発明によれば、上記光路屈曲プリズムは、入射面と反射面と出射面を有し、前記反射面に金属反射面を有し、下記条件式(7)及び(8)を満足することを特徴とする：

$$n_{CP} < 1.65 \quad (7)$$

$$1.2 < T_{CPF}/T_{CPR} < 2 \quad (8)$$

但し、 $n_{CP}$ は光路屈曲プリズムの屈折率(d線)、 $T_{CPF}$ は光路屈曲プリズムの入射面から反射面までの硝路長、 $T_{CPR}$ は光路屈曲プリズムの反射面から出射面までの硝路長である。

## 【0013】

また、本第7の発明によれば、上記撮像素子ユニットCは、光透過性を有するガラスもしくはセラミックの反射面保護部材を含み、上記光路屈曲プリズムの反射面に反射保護部材を光硬化型接着剤で接合したことを特徴とする。

## 【0014】

また、本第8の発明によれば、上記撮像素子ユニットCの光学部品は上記接合レンズBと同軸上にあり、前記光学部品の中心に対し上記固体撮像素子の有効撮像面の中心を光路屈曲断面に垂直な方向に偏心させることにより、光路屈曲断面に垂直な方向に視野方向を傾けたことを特徴とする。

## 【0015】

また、本第9の発明によれば、上記接合レンズBもしくは上記撮像素子ユニットC内にレーザーガイド光減衰フィルタを含み、下記条件式(9)を満足することを特徴とする。

$$1 < {}_G * P_V^2 / F_{NO}^2 < 10 \quad (9)$$

但し、 ${}_G$ はレーザーガイド光減衰フィルタによるガイド光の透過率[%]、 $P_V$ は固体撮像素子の垂直画素ピッチ[ $\mu m$ ]、 $F_{NO}$ はFナンバーである。

## 【0016】

また、本第10の発明によれば、上記接合レンズBもしくは上記撮像素子ユニットC内に近赤外光吸収素材を含み、下記条件式(10)を満足することを特徴とする：

$$1 < {}_{650} * P_V^2 / F_{NO}^2 < 10 \quad (10)$$

但し、 ${}_{650}$ は近赤外光吸収素材による波長650nmの光の内部透過率[%]、 $P_V$ は固体撮像素子の垂直画素ピッチ[ $\mu m$ ]、 $F_{NO}$ はFナンバーである。

## 【発明の効果】

## 【0017】

本発明によれば、超小型化しても実装性の高い、撮像面平行配置構造を有する内視鏡対物光学系を提供することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0018】

以下、本発明の実施の態様を図示した実施例に基づき説明する。

## 実施例1

図1は実施例1に係る内視鏡対物光学系の構成を示し、(a)は光学構成を示す図、(b)は鏡枠構成を示す図、(c)は撮像素子ユニットの斜視図、(d)は撮像素子ユニットを物体側から見た図、(e)はフレア絞り開口形状の異なる撮像素子ユニットを物体側から見た図、(f)はプリズム入射面にフレア絞りを有する撮像素子ユニットを物体側から見

10

20

30

40

50

た図、(g)は弱斜視時の撮像ユニットを物体側から見た図である。

【0019】

本発明に係る内視鏡対物光学系の基本構成は、図1に示すように、単レンズA100と、接合レンズB200と、撮像素子ユニットC300の3つの光学ユニットからなることを特徴としている。

【0020】

一般的に鏡枠内部に用いられるスペーサ等の機械部品は、光学系の超小型化に伴い加工や組立が飛躍的に難しくなるため、できる限り削減するのが望ましく、また、撮像素子ユニットは長いバックフォーカスを必要とするため、広角の内視鏡対物光学系としてはレトロフォーカス型のパワー配置が必要となる。このため、本発明においては、撮像素子ユニット以外の光学ユニットを単レンズと接合レンズからなる2つの光学ユニットに限定して機構部品の削減を図り、また、単レンズA100を負のパワー、接合レンズB200を正のパワーとしてレトロフォーカス型のパワー配置を構成するようにした。

10

【0021】

単レンズA100は、内視鏡先端外面の封止ガラスも兼ねるため、光学品質以上に重要な衝撃、洗浄、消毒及び滅菌等に対する耐久性を優先し、接合レンズは用いずに単レンズで構成した。

接合レンズB200は、レトロフォーカス型のパワー配置効率の観点から、単レンズA100から十分離れた位置に正のパワーを配置する必要があり、像側端に凸面が必要である。更に、接合レンズB200内に明るさ絞りを配置できる光学平面を確保するため、像側端を平凸レンズ201で構成し、この平凸レンズ201の平面側に光学部品202を接合し、接合部近傍に明るさ絞り204を配置した。光学設計上は、明るさ絞り204が平凸レンズ201の平面近傍にあることで凸面がコンセントリック配置をとり易くなり、凸面に強いパワーを持たせた際にも非点収差が発生しづらいというメリットがある。明るさ絞り204は、光学部品202と平凸レンズ201の何れか一方の平面に金属遮光膜や黒色塗料等で形成し、その面を光学接合で外気から隔離する。この構成では、明るさ絞りを金属薄板等の機械部品で別体構成する場合と比較して下記のようなメリットがある。

20

【0022】

即ち、接合レンズB200と前枠501とは組立時に接着するが、明るさ絞り204が光学接合で封止されているため、枠固定用の接着剤が明るさ絞り部に侵入することはない。また、金属遮光膜や黒色塗料は絞りの厚さを数μm以下で形成できるから、絞り開口端からの回折フレア光を低減できる。

30

更に、図1(b)に示す鏡枠構造は、前枠ユニットと後枠ユニットを2つに分離することを前提にしており、前枠ユニットの組立は、前枠501に薄板フレア絞り502を落とし込み、単レンズA100の外周と前枠501の内周を半田付け又は水密接着することにより行い、次に前枠501の像側から接合レンズB200を落とし込んでその外周を接着する。

以上の手順により、前枠ユニット内に単レンズA100及び接合レンズB200を安定保持させることができる。

40

なお、薄板フレア絞り502は、視野外から不要光をカットするフレア絞りとしての役割と、単レンズA100と接合レンズB200間のスペーサの役割を兼ねている。薄板フレア絞り502は、特に構造的な制約を与えることはなく、加工及び組立も容易であるため、無理に削減する必要はない。

【0023】

後枠ユニットは、後枠503に光学部品303の外周部を接着することにより組立可能であるため、後述の如き構成の撮像ユニットを安定して保持することができる。

前枠501と後枠503は嵌合部を有しており、この嵌合部を光軸方向に移動させることにより、接合レンズB200と撮像素子ユニットC300の間隔を変化させてピント調整を行うことができ、そして、嵌合部を接着することにより、前枠ユニットと後枠ユニットを合体させて撮像ユニットを完成することができる。

50

## 【0024】

次に、撮像素子平行配置構造の基本となる撮像素子ユニットC300について説明する。固体撮像素子301の撮像素子には、光軸を垂直に折り曲げる光路屈曲プリズム302の出射面が光学接合されていて、固体撮像素子301の撮像素子を保護する封止ガラスの役割りをも果たしている。更に、光路屈曲プリズム302の入射面には、光学部品303が光学接合されていて、撮像素子ユニットCの保持性を改善するのにも役立てられている。超小型の鏡枠では、円筒状の内径加工部に円形の光学部品を嵌合保持するのが、機械精度と保持の安定性が高く望ましい。これに対して、光路屈曲プリズム302と固体撮像素子301は、外周を持ちにくい形状であるため、これらを直接鏡枠で保持するのは好ましくない。そのため、図1(c)に示すように、外周の少なくとも一部に円周面を有する光学部品303を、光路屈曲プリズム302の入射面に位置決めして接着し、図1(b)に示す如く、光学部品303を後枠305に挿入固定することにより、撮像素子ユニットCの高精度の鏡枠固定が可能となるようにしている。このように、本発明による内視鏡対物光学系では、光路屈曲プリズム302の物体側に少なくとも1つの光学部品を加えることにより、撮像素子ユニットCの鏡枠への保持性を高めるようにしている。

10

## 【0025】

上述のように、接合レンズB200と撮像素子ユニットC300は、超小型鏡枠の実装性を向上させるために極めて重要な役割を有しており、複数の光学部品を光学接合することにより複数機能を実現している。例えば、接合レンズB200では光学部品202との組み合せによる高品質な明るさ絞り機能を実現し、撮像素子ユニットC300では光学部品303を含めることによる鏡枠保持性の改善である。これ以外にも内視鏡撮像ユニットとしては製品仕様に依存した様々な機能及び/又は品質に対する要求がある。例えば、1)ゴーストが発生しづらい近赤外吸収フィルタによる近赤外光の除去、2)処置用レーザー光反射コーティングによるレーザー処置対応、3)処置用レーザー装置からのガイド光の減衰、4)フレア低減等である。

20

## 【0026】

近赤外吸収フィルタと処置用レーザー光反射コーティングは、光学系自身に実装する必要があり、本発明の構成では、接合レンズB200内もしくは撮像素子ユニットC300内に実装する必要がある。また、フレア低減に関しては、撮像素子ユニットC300内及び単レンズA100と接合レンズB200との境界部へのフレア絞りの実装を考慮する必要がある。理想を言えば、高屈折率の近赤外吸収フィルタ素材でレンズを製作し、更に、そのレンズ上に高精度で位置決めできる遮光性の高い絞りを形成し、更にそのレンズに処置用レーザー光反射コーティングが可能であれば、設計は容易である。しかしながら、そのような光学部品は、現状の技術では製造性に難がある。一例を挙げると、遮光性の高い高精度絞り形成技術として、金属遮光膜蒸着後のエッチングによる開口形成が知られているが、エッチングの酸腐食に耐える高濃度の赤外光吸収素材が現状では見当たらない。このように、一つの光学部品に多機能を集約するニーズは高いものの、製造技術の制約により容易に実用化はできない。

30

## 【0027】

よって、本発明では、要求される複合機能を製造可能のように複数の光学部品に分散配置することも含め、その他の鏡枠実装上の好ましさと合わせて、前記条件式(1)及び(2)を設定した。条件式(1)は、接合レンズB200の好ましい厚さ範囲を規定するものである。条件式(1)において、 $T_B/f$ が下限を下回ると接合レンズB200が薄くなり過ぎ、以下の点で望ましくない。

40

- ・組立時にピンセット等での取り扱いが困難となる。
- ・枠との嵌合長が短くなり、枠内での光学部品が傾き易く安定性に乏しい。
- ・枠と光学部品の外周との接着時に接着剤が物体側の光学面にはみ出し易く、はみ出した場合でも枠内部のため気付きづらい。
- ・複合機能実装に際しての部品の分割に大きな制約が生じる。例えば、複数の部品に分割した際に、各部品の厚みが薄くなりすぎ、部品加工時や光学接合時の取り

50

扱いに支障をきたす。

【0028】

また、条件式(1)において、 $T_B/f$ が上限を上回ると接合レンズB200が厚くなり過ぎ、以下の点で望ましくない。

- ・ 負レンズA100と接合レンズB200との距離が離れ過ぎて負レンズA100での光線高もしくは接合レンズB200での光線高が増大し、外径が大きくなる。
- ・ 接合レンズB200の接合時の傾きの影響が大きくなり、枠501への挿入が困難となる。これを改善するには、接合レンズB200を構成する各部品の外径が小さ目になるように公差を設定する必要があり、枠内での偏心が増大する。

なお、 $T_B/f$ の最も望ましい範囲は下記式(1')の通りである。

$$2.2 < T_B/f < 2.8 \quad (1')$$

【0029】

条件式(2)は、撮像素子ユニットC300の好ましい厚さの範囲を規定するものである。条件式(2)で $T_C/f$ が下限を下回ると、撮像素子ユニットC300の硝路長が不足して以下のどちらかの不具合が生じるため望ましくない。

- ・ 図1(b)において、光路屈曲プリズム302の反射面前側の長さが不足して、各種製造誤差により固体撮像素子301が後枠503に突き当たり易くなる。この部分が突き当たると、温度変化時の熱膨張又は収縮により応力が発生し、光学接合部が剥離する等の不具合が生じる。
- ・ 光学部品303が薄肉と成りすぎ、撮像素子ユニットC300の光学接合時の取り扱いそのものが困難と成るか、もしくは、後枠503との嵌合長不足により安定保持が困難となる。

【0030】

条件式(2)で $T_C/f$ が上限を上回ると、撮像素子ユニットC300の硝路長が大きくなり過ぎて、バックフォーカスの増大に伴う不具合が生じ好ましくない。本発明のパワー配置で、単レンズA100の光線高を抑えると像面湾曲が補正過剰になり易く、更に画角を維持してバックフォーカスを伸ばす場合は、接合レンズB200の正のパワーを弱めつつ $T_B/f$ を大きくすることになる。この変化は像面湾曲の補正過剰傾向を強め、更には、条件式(1)の上限を越えた場合と同様の不具合をもたらす。

なお、 $T_C/f$ の最も望ましい範囲は下記の式(2')の通りである。

$$2.6 < T_C/f < 3.2 \quad (2')$$

【0031】

以上、本第1の発明に関連した主に組立性を重視した点について説明したが、次に、これに加えて光学部品の加工性とコスト改善にも配慮した本第2の発明に関連した点について説明する。

本第1の発明と本第2の発明における構成上の違いは、光学パワーを有する面を、単レンズA100の凹面と接合レンズB200の平凸レンズ凸面の2つに限定したことである。

本発明では、断面積1平方mm以下を実現するために外径1mm以下のレンズを想定しており、このような極小レンズで両面にパワーを有する両凸、両凹、メニスカス等のレンズを製造するのは難易度が高く、コスト増につながる。従って、本第2の発明では、レトロフォーカスのパワー配置の実現に必須となる2つの面を除いて他は平面のみで構成することにより、光学部品のコスト削減を図った。即ち、図1に示すように、単レンズA100と光学部品201を除いて、光学部品202、203及び303を平板で構成した。

【0032】

本第3の発明は、本第1と第2の発明による構成において、共通の好ましい条件を規定したものである。即ち、前記条件式(3)～(6)を満足するように、単レンズA100及び接合レンズB200を構成すると好ましい。以下、これらの条件式について説明する。

10

20

30

40

50

## 【0033】

まず、条件式(3)について説明する。単レンズA100には、内視鏡外面の窓材としての役割が要求されるため、素材は一般的に機械的耐久性が高い高屈折率の結晶材やランタン系光学ガラスに限定される。特に、サファイヤは通常用いられる光学窓材としては最高の耐久性を有しているので、耐久性確保の観点から $n_{AL}$ はサファイヤと同等もしくはそれ以上の屈折率の素材で構成するのがよい。更に、 $n_{AL}$ が高いほど凹面の曲率半径を大きくすることができ、凹面の加工性がよい。機械的耐久性の高い素材は通常は加工性に難があるが、凹面曲率半径が大きく、且つ、深さが浅いほど加工時間が短縮できコスト削減が図れる。また、高屈折率であるほど光線高を上げずに中肉及び縁肉を増加させることができるために、加工性や組立時の取り扱い性や水密性を改善することができる。条件式(3)を満足しないと、 $n_{AL}$ が低すぎて凹面の曲率半径が小さくなり、加工性が悪化し、また、光線高削減のために中肉及び縁肉を薄くすることによる組立性や水密性の悪化が生じるため好ましくない。

10

## 【0034】

次に、条件式(4)について説明する。接合レンズB200の平凸レンズ凸面は、対物光学系全体の正パワーの殆どを担うため、 $R_{BL}$ が非常に小さくなりやすい。このため、 $n_{BL}$ が条件式(4)を満足しないと、必要以上に $R_{BL}$ が小さくなり、加工性の悪化や偏心による結像性能の劣化が生じ好ましくない。

20

## 【0035】

条件式(5)は、レトロフォーカスのパワー比率の好ましい条件を規定している。即ち、 $|f_{BL}/f_{AL}|$ が下限を下回ると、 $f_{BL}$ が相対的に小さすぎて、バックフォーカスの確保が困難となり好ましくない。また、 $|f_{BL}/f_{AL}|$ が上限を上回ると、相対的に単レンズA100による負のパワーが強くなり過ぎ、像面湾曲が補正過剰となるため好ましくない。

## 【0036】

条件式(6)は、接合レンズB200の平凸レンズの好ましい条件を規定している。即ち、平凸レンズの平面近傍に明るさ絞りを配置するため、 $|T_{BL}/R_{BL}| = 1$ であれば、主光線が凸面で屈折しないコンセントリックな状態となり、凸面で非点収差が発生しない。但し、 $|T_{BL}/R_{BL}| = 1$ では、 $T_{BL}$ が相対的に長いことにより凸面での光線高が高く、更に、撮像素子ユニットC300での光線高も高い。 $|T_{BL}/R_{BL}| < 1$ では、これらの光線高が低減されるが、コンセントリック性の悪化に伴い、非点収差が増大する。従って、コンセントリック性の確保の観点から条件式(6)の下限を満足させ、光線高の増大を防ぐ観点から条件式(6)の上限を満足させるのが好ましい。 $|T_{BL}/R_{BL}|$ が下限を下回ると非点収差が増大し、上限を上回ると凸面及び撮像素子ユニットC300での光線高が増大するため好ましくない。

30

## 【0037】

次に、本第4の発明について説明する。本発明による内視鏡対物光学系では、撮像面平行配置固有のフレア対策も重要であり、単レンズA100と接合レンズB200の間にフレア絞りを設け、撮像素子ユニットC300は、光路屈曲プリズム302の入射面接合部近傍にフレア絞りを設けるのが望ましい。単レンズA100と接合レンズB200の間のフレア絞りは、図1(b)のフレア絞り502が該当する。撮像素子ユニットC300側のフレア絞りは、図1(d)のフレア絞り304が該当し、図1(d)では光学部品303の接合面側に長方形開口のフレア絞り304を形成している。フレア絞り304の開口は、固体撮像素子301に近い側の不要光束を重点的に除去する必要があり、少なくとも固体撮像素子301側の開口は直線状に形成するのが良く、例えば図1(e)に示す如く、円と直線の組み合わせでも良い。フレア絞り304は金属遮光膜や黒色塗料で形成する。また、このフレア絞りは、光路屈曲プリズムの入射面に形成しても良く、光路屈曲プリズムの入射面に長方形開口を配した撮像素子ユニットC300を物体側から見た場合は、図1(f)に示したようになる。フレア絞り304がない場合は、物体側で光軸上方から入射する視野外光が光路屈曲プリズム302の反射面を経由せずに直接撮像面に飛び込むフレア光路が存在し、撮像面平行配置固有のフレアとなる。

40

50

## 【0038】

このフレアは、散乱等による光の減衰を含まないため、発生した場合には非常に強度が強く、画質を著しく損なう。更に、このフレア対策を確実にするためには、前記視野外光を明るさ絞り204より前側でも除去しておけばより一層好ましく、フレア絞り502が入射側での視野外光除去に寄与する。なお、単レンズA100と接合レンズB200の間のフレア絞りは、薄板絞りに限定する必要はない。例えば、接合レンズB200の最も物体側の面に金属遮光膜や黒色塗料で形成しても良く、単レンズA100の凹面有効径外を黒色塗料で遮光しても良い。これらの明るさ絞りを挟んで前後に配置した2つのフレア絞りの組み合わせにより、撮像面に直接入射するフレアを回避することができる。この目的における撮像ユニットC300内のフレア絞りの配置は、フレア光路を鑑みると、光学部品303と光路屈曲プリズム302との接合部近傍が最適である。フレア絞りを光路屈曲プリズムの出射面に配置した場合には、撮像面に近過ぎて有効撮像範囲に入射するフレア光を除去することはできない。また、光学部品303の物体側に配置した場合は、撮像面から離れすぎて視野外光束と有効光束が重なり合うため、有効範囲を開口とするフレア絞りでは、視野外光束を完全には除去し得ない。なお、これら2つのフレア絞りの組み合わせは、撮像面に直接入射するフレア以外のフレア低減にも有効である。

## 【0039】

次に、本第5の発明について説明する。接合レンズB200に複合機能を持たせる際の一つの好ましい構成例は、接合レンズB200を、物体側から順に配置された、近赤外光吸収素材からなる光学平板、平凸レンズと接合する面に金属遮光膜による明るさ絞りを形成した光学平板、及び平凸レンズで構成することである。第1実施例もこの構成に該当し、図1(a)に示す光学部品203が近赤外光吸収素材からなる光学平板、光学部品202が金属遮光膜による明るさ絞り204を形成した光学平板である。このような構成により、接合レンズB200に近赤外光吸収機能を持たせることができ、干渉膜のようにゴーストを発生させることなしに、対物光学系全体で不要な近赤外光を除去することができる。

## 【0040】

また、レンズ機能、明るさ絞り機能及び近赤外光吸収機能を3つの光学部品で分担することにより、夫々の光学部品の製造が容易となる。光学部品202の明るさ絞り204を金属遮光膜とする際にはエッティングにて開口を形成するが、この部品の素材には他機能による制約がないため、エッティングの酸腐食に耐えるガラスを採用することができる。また、光学部品202は平板であるため、明るさ絞り開口を多数有する大型基板を準備しておき、基板を切り出して開口を基準とする心取りを行うことにより多数取りが行えるので、量産性が良い。このように、接合レンズB200側に近赤外光吸収機能を持たせると、撮像素子ユニットC300側で近赤外光吸収機能を持たせる必要がなくなり、構成の自由度を高めることができる。

## 【0041】

例えば、図1(d)の光学部品303へのフレア絞りの形成では、エッティングの酸腐食に耐え得るガラスを採用できるため、明るさ絞り204と同様に金属遮光膜をエッティングで製造することが可能となる。更に、処置用レーザー光のカットが必要な場合、近赤外光吸収素材からなる光学部品の物体側の面に処置用レーザー光反射コーティングを施すことが可能である。この際、近赤外光吸収素材からなる光学部品を平板で設計しておけば、処置用レーザー光反射コーティングを施した大型基板からの切り出しによる多数取りが可能となり、機能付加によるコストの上昇を抑制することができる。

## 【0042】

次に、本第6の発明について説明する。撮像素子ユニットC300の望ましい構成の一つは、光路屈曲プリズムが入射面、反射面及び出射面を有し、前記条件式(7)及び(8)を満足することである。条件式(7)は、固体撮像素子の撮像面と光路屈曲プリズムを光学接合する際の品質に関連している。撮像面に貼り付ける光路屈曲プリズムの出射面は、傷等の表面欠陥許容値を固体撮像素子の画素ピッチに近い程度まで抑えねばならず、光

路屈曲プリズムはコストが高くなり易い。但し、光学接着剤と光路屈曲プリズムとの屈折率差を低減することで、出射面の表面欠陥許容値を緩められるので、光路屈曲プリズムのコストを削減することができる。一般的な光学接着剤の屈折率は1.5~1.57であり、 $n_{c,p}$ を1.65未満とすれば屈折率差0.15以下を保証することができ、表面欠陥許容値の緩和に十分寄与できる。

#### 【0043】

条件式(7)が上限を上回ると、出射面の表面欠陥許容値が厳しくなり、光路屈曲プリズムのコストが増大するため、好ましくない。条件式(7)を満足させる光路屈曲プリズムは屈折率が低いため、反射面で全反射を用いることが困難となる。また、光路屈曲プリズムを1mm角以下と想定すると、近隣に電子部品接続部を有するこのような微小空間の清浄状態を維持することは著しく困難である。従って、光路屈曲プリズムの反射面には、可視域で反射率の高いアルミニウムや銀等の金属反射膜を設けるのが望ましい。更に、金属反射膜の外気側には、酸化防止のために $SiO_2$ ,  $SiO$ ,  $Al_2O_3$ 等の保護膜を設けると一層好ましい。

10

#### 【0044】

条件式(8)は、光路屈曲プリズムの反射面前後の硝路長比率の望ましい範囲を示すものである。 $T_{CPR}$ の長さは、断面方向の大きさに直結するため、余裕を持って有効撮像面をカバーした上で、できる限り小さくしなければならない。 $T_{CPF}$ は余裕を持って有効撮像面をカバーする上では $T_{CPR}$ と同等で問題ないが、図1(b)に示すように固体撮像素子301が後枠503に突き当たらないように構成するには、 $T_{CPR}$ より大きくする必要がある。但し、 $T_{CPF}$ が大きすぎると、バックフォーカスが伸びるため、単レンズA100及び接合レンズB200側のパワー配置に負担を強いることになる。 $T_{CPF}/T_{CPR}$ を条件式(8)の範囲にすれば、小型化と有効撮像面をカバーする前提で、枠構造及びバックフォーカスのバランスを良好に保てる。条件式(8)の下限を下回ると、例えば、固体撮像素子301が後枠503に突き当たり易くなり、接合面に剥離等の問題が生じるため好ましくない。また、上限を上回ると、バックフォーカスが大きくなりすぎるため、望ましくない。

20

#### 【0045】

次に、本第7の発明について説明する。撮像素子ユニットC300は、光透過性を有するガラスもしくはセラミックの反射面保護部材を含み、前記光路屈曲プリズムの反射面に反射面保護部材を光硬化型接着剤で接着するのが望ましい。図1(b)では、光路屈曲プリズム302の反射面に反射面保護部材305を接合している。反射面保護部材305の目的は、反射面の耐久性を更に向上させることにある。反射面に金属反射膜及び金属酸化物保護膜を付けることにより、環境変化に対して耐久性をある程度は確保することができる。但し、固体撮像素子301への湿気侵入阻止や電気配線の固定のために、反射面側の空間に熱硬化性の封止用接着剤を充填することがあり、その際は反射面の薄膜類の上に更に封止用接着剤が重なる構造となる。この場合、反射面付近は[光路屈曲プリズムのガラス-金属反射膜-(金属酸化物保護膜)-封止用接着剤]という配列となるが、封止用接着剤は熱硬化により硬化収縮し、更に熱膨張係数が大きいことによる熱硬化後の応力発生が問題となる。

30

#### 【0046】

このような構造では、組立時や組立後の温度変化で金属反射膜とガラス間の剥離が生じる可能性が高まり、反射面の品質を長期的に維持することが困難となる。反射面保護部材305をガラス等で形成した光硬化型接着剤で反射面に接合してやれば、以下のごとく多数の利点があり好ましい。

40

- 反射面に封止用接着剤からの応力が直接かられない。
- ガラスもしくはセラミックからなる反射面保護部材は光路屈曲プリズムとの熱膨張係数の差が小さく、また、常温環境において光硬化により接合するため、接合に伴う残留応力が小さい。
- 光路屈曲プリズムの反射面が裸でなくなり、取り扱いによるチッピングの発生を

50

抑制できる。

- ・組立時に光学品質を問わない反射面保護部材を掴むことが可能であり、撮像素子ユニットC300の取り扱いが容易となる。

#### 【0047】

次に、本第8の発明について説明する。処置用チャンネルを有するビデオスコープにおいて、処置具やレーザープローブ側に視野方向を傾けたい場合がある。本発明の撮像ユニットC300の構成は、対物光学系の視野方向を数度程度弱斜視化する際にも、容易に対応可能である。弱斜視化は、本発明の対物光学系では、光路屈曲断面がそれに垂直（紙面に垂直）な断面よりも長くなるため、ビデオスコープの先端細径化のために処置用チャンネルが光路屈曲断面に垂直な方向に並列することになる。弱斜視化時の望ましい構成は、図1（b）に示す如く、撮像素子ユニットC300の光学部品303は接合レンズB200と同軸上にあり、図1（g）に示す如く、光学部品303の中心に対し固体撮像素子301の撮像面を光路屈曲断面に垂直な方向に偏心させることにより、光路屈曲断面に垂直な方向に視野を傾けるのが望ましい。なお、この際、光路屈曲断面に垂直な方向の成分のみに限定する必要はなく、光路屈曲断面方向の偏心成分と複合させても良い。

10

#### 【0048】

更に、具体的な組立方法について説明する。先ず、固体撮像素子301と光路屈曲プリズム302を所定の位置関係で接合する。この2部品を接合した状態は、対物光学系の直視及び弱斜視のどちらにも対応できる。直視用の撮像素子ユニットC300では、光学部品303の中心が有効撮像面中心と合うように、光路屈曲プリズム302と光学部品303を接合する。弱斜視用の撮像素子ユニットC300では、光学部品303の中心が有効撮像面の中心に対して所定量オフセットするように、光路屈曲プリズム302と光学部品303を接合する。このように、光学部品303の接合時の位置決めにより直視と弱斜視に対応可能であり、視野方向の異なる製品間での共通部品化が可能となる。また、フレア絞りの位置精度は、直接撮像面に飛び込む光を有する光路屈曲断面方向では高精度が必要であるが、光路屈曲断面に垂直な方向では要求精度が高くないため、光学部品303や光路屈曲プリズム302のどちらにフレア絞りを搭載しても、直視と弱斜視で共通化することができる。

20

#### 【0049】

次に、本第9及び第10の発明について説明する。チャンネルにレーザープローブを挿入してレーザー処置を行うビデオスコープにおいて、レーザー照射位置を術者に示すガイド光による画像の白とびが問題となることがある。尿管結石の破碎用途では、Ho-YAGレーザー装置が広く用いられており、尿管ビデオスコープのチャンネルに1mm以下のレーザープローブを挿入して、Ho-YAGレーザー光を結石に照射して破碎するが、この際ガイド光として可視域内に中心波長を有する光をレーザープローブ経由で照射する。なお、ガイド光の光源は半導体レーザーやLEDであり、主に赤色の波長帯（630nm～670nm）が用いられる。現状では、ビデオスコープシステムとHo-YAGレーザー装置間の通信及び制御機能によるガイド光の自動調光は行えず、Ho-YAGレーザー装置で設定可能なガイド光の最小出力が大き過ぎる場合は、ビデオスコープシステム側で何らかの飽和回避策が必要となる。可視光通常観察における明るさを低下させずにガイド光飽和を回避するには、対物光学系内で適度な割合でガイド光波長を選択的に減衰させる分光設計が必要である。

30

#### 【0050】

本発明の対物光学系内にレーザーガイド光減衰フィルタを設ける場合、接合レンズB200もしくは撮像素子ユニットC300内に前記フィルタを配置し、前記条件式（9）を満足させるのが好ましい。前記条件式（9）中の $G * P_v^2 / F_{NO}^2$ は、ガイド光感度の評価尺度となる値である。 $P_v^2$ は固体撮像素子の感度と略比例関係にあり、 $F_{NO}^2$ は周知の如くレンズの明るさの尺度である。これらに $G$ を掛け合わせれば、撮像系としてのガイド光に対する感度を把握することができる。 $P_v^2 / F_{NO}^2$ が上限を上回ると撮像系の感度が高過ぎて白とびが問題となり、 $P_v^2 / F_{NO}^2$ が下限を下回ると撮像系の感度が低過ぎてガ

40

50

イド光が暗くなり、目的である照射標的の視認性が悪化する。ガイド光が可視域の中間である緑色波長帯にある場合は、通常観察光の減衰をできるだけ回避するため、狭帯域のノッチフィルタとしてガイド光中心波長近傍のみを反射する干渉膜フィルタを用いる。ガイド光が現在主流である  $630\text{ nm}$  ~  $670\text{ nm}$  程度の赤色波長帯の場合は、色再現性確保のために実装する近赤外光カットフィルタによりガイド光の減衰を兼用することが可能である。この際は、近赤外光カットフィルタを近赤外光吸収素材で構成して、接合レンズ B 200 もしくは撮像素子ユニット C 300 内に配置し、前記条件式 (10) を満足するのが望ましい。条件式 (10) は、条件式 (9) の  $\text{G}$  を赤外波長帯の代表波長として  $650\text{ nm}$  に設定した  $650$  に置換したものであり、望ましい範囲に変更はない。近赤外光吸収素材を用いることにより、干渉膜で問題となり易いゴーストを回避することができる。

10

### 【0051】

以下、各実施例の数値データを説明するが、最初に、各実施例で共通の仕様、データ一覧表、及び詳細表記を簡略化するために用いる記号の定義を記述する。

#### 各実施例共通の仕様

物体距離 = 3.8 mm

像高 = 0.28 mm

固体撮像素子の垂直画素ピッチ  $P_v = 2.1 \mu\text{m}$

近赤外光吸収素材による  $650\text{ nm}$  光の内部透過率  $\tau_{650} = 31.7\%$

### 【0052】

#### 実施例一覧表

20

実施例	FOV	Fno.	f	$n_{AL}$	$n_{BL}$	$n_{CP}$
1	$79.2^\circ$	5.03	0.428	1.7682	1.883	1.51633
2	$76.7^\circ$	5.1	0.441	1.883	1.883	1.51633
3	$80.4^\circ$	5.01	0.425	1.7682	1.883	1.51633
4	$80.2^\circ$	4.93	0.421	1.7682	1.883	1.51633
5	$79.5^\circ$	4.97	0.426	1.7682	1.883	1.51633

30

実施例	$T_B/f$	$T_C/f$	$T_{CPF}/T_{CPR}$	$ f_{BL}/f_{AL} $	$ T_{BL}/R_{BL} $	$\tau_{650} * P_v^2 / FNO^2$
1	2.41	2.92	1.43	1.27	0.78	5.53
2	2.34	2.83	1.43	1.28	0.78	5.37
3	2.33	2.94	1.43	1.27	0.78	5.57
4	2.45	2.97	1.43	1.39	0.71	5.75
5	1.76	2.93	1.43	1.27	0.78	5.66

40

### 【0053】

#### 記号の補足説明

S N : 面番号

R : 曲率半径 (mm)

D : 面間隔 (mm)

N d : 屈折率 (d 線)

d : アッベ数 (d 線)

U N : レンズユニット名称

L D : レンズ外径 ( ) [mm]

A D : 開口径 ( ) [mm]

50

( A S ) : 明るさ絞り

( F S ) : フレア絞り

( I P ) : 像面

HOYA C. O. 社 : HOYA CANDEO OPTRONICS 社

【 0 0 5 4 】

実施例 1 ( 図 1 )

SN	R	D	Nd	d	LD	AD	硝材の補足	
1		0.27	1.76820	71.79	0.90		サファイア	
2	0.35	0.11						
3(FS)		0.93				0.31		10
4		0.40	1.52134	74.98	0.50		CD5000/HOYA C.O. 社	
5		0.23	1.88300	40.76	0.50		光学ガラス	
6(AS)		0.40	1.88300	40.76	0.50	0.19	光学ガラス	
7	- 0.51	0.29						
8		0.40	1.51633	64.14	0.65		光学ガラス	
9(FS)		0.50	1.51633	64.14			光学ガラス	
10		0.35	1.51633	64.14			光学ガラス	
11(IP)								

【 0 0 5 5 】

前記レンズデータの構成を図 1 ( a ) から ( g ) を用いて補足する。単レンズ A 1 0 0 20 は、サファイア素材の平凹レンズからなり、前枠 5 0 1 に接着もしくは半田付けで固定するが、基本的には半田付けが望ましい。単レンズ A 1 0 0 の縁肉は 0.38 mm しかなく、前枠 5 0 1 と固定して水密封止するには、極めて短い嵌合長となる。このため、接着構造では消毒や滅菌による接着剤劣化により、水密性の破綻や湿気の内部侵入による曇りが発生する可能性がある。このため、接着剤よりも耐久性の高い半田付けにより単レンズ A 1 0 0 を固定するのが最適である。更に、半田付け時の単レンズ A 1 0 0 への応力負荷を鑑み、単レンズ A 1 0 0 には非常に強度の高いサファイアを用いる。

【 0 0 5 6 】

接合レンズ B 2 0 0 は、平凸レンズ 2 0 1 、明るさ絞り 2 0 4 を平凸レンズ 2 0 1 側の面に形成した平板状の光学部品 2 0 2 、近赤外光吸収素材 ( CD5000/HOYA C. O. 社 ) からなる平板状の光学部品 2 0 3 からなり、これら 3 つの部品を同外径とし、外径合わせで光学接着する。明るさ絞り 2 0 4 は、金属遮光膜としてクロム単独では非常に反射率が高いため、クロムの前後に金属酸化膜を加えて多層膜として反射率を低減させ、ゴーストを回避している。これら多層膜の形成は、真空蒸着やスパッタリングを行う。絞り開口の形成は、フォトレジスト塗布 / マスク露光 / レジスト除去 / 酸溶液によるエッチング、という手順で行う。この方法で生成した明るさ絞りは、組立時の洗浄や接合に耐える十分な強度を有する。光学部品 2 0 2 には、エッチングに耐え得る耐酸性の高い光学ガラスを用いる。金属遮光膜以外の絞り形成方法としては、インクジェット技術により黒インクを開口外に直接形成する方法を用いても良い。光学部品 2 0 3 の近赤外光吸収素材により有害な近赤外光を減衰させて、色の再現性を確保する。また、本実施例の対物光学系は、Ho-YAG レーザー装置により処置対応可能にすることを想定したものであり、光学部品 2 0 3 の物体側の面に Nd - YAG レーザー光を反射する干渉膜を設ける。ちなみに、Ho-YAG レーザー装置には、Ho - YAG レーザー光 ( 2.06 μm ) だけでなく、Nd - YAG レーザー光 ( 1.06 μm ) を出射する機能を併せ持つことも多く、碎石以外の用途では Nd - YAG レーザー光が用いられることが多い。

【 0 0 5 7 】

撮像素子ユニット C 3 0 0 は、円形平板であり片面にフレア絞り 3 0 4 を形成した光学部品 3 0 3 、光路屈曲プリズム 3 0 2 、固体撮像素子 3 0 1 、及び反射面保護部材 3 0 5 からなり、これらを光学接合により一体化する。接合順序は、一例として以下の手順で行う。

20

30

40

50

- 光路屈曲プリズム302と反射面保護部材305を接合し、チッピングの発生し易い光路屈曲プリズム302の反射面側エッジを保護すると共に、把持可能な面積を増やす。
- 光路屈曲プリズム302と固体撮像素子301を接合する。
- 光学部品303と光路屈曲プリズム302を接合する。

光学部品303のフレア絞り304は、明るさ絞り204と同様にクロムをベースとする金属遮光膜とエッチングで形成する。光学部品303には、エッチングに耐え得る耐酸性の高い光学ガラスを用いる。光路屈曲プリズム302は、一般的の光学ガラスを想定してレンズデータを記載し、実際には固体撮像素子の封止に特化した高品質ガラスを用いるのが望ましい。また、レンズデータの9面と10面の面間隔が $T_{CPF}$ 、10面と11面の面間隔が $T_{CPR}$ に相当する。

10

なお、本実施例の収差特性は図2に示すとおりである。

#### 【0058】

##### 実施例2(図3)

SN	R	D	Nd	d	LD	AD	硝材の補足
1		0.29	1.88300	40.76	0.90		光学ガラス
2	0.4	0.09					
3(FS)		0.03				0.31	
4		0.40	1.52134	74.98	0.50		CD5000/HOYA C.O.社
5		0.23	1.88300	40.76	0.50		光学ガラス
6(AS)		0.40	1.88300	40.76	0.50	0.19	光学ガラス
7	-0.51	0.31					
8		0.40	1.51633	64.14	0.65		光学ガラス
9(FS)		0.50	1.51633	64.14			光学ガラス
10		0.35	1.51633	64.14			光学ガラス
11(IP)							

20

#### 【0059】

実施例1との主な違いは、単レンズA120を一般的の光学ガラスで構成したことである。サファイアは、非常に硬く加工性やコスト面では一般的の光学ガラスよりも劣る。このため、枠と固定方法を含めて耐久性が許容可能な場合には、サファイアでなく光学ガラスを用いることができる。この場合も、前枠への固定方法は、接着または半田付けの何れかを選択する。

30

なお、本実施例の収差特性は図4に示すとおりである。

#### 【0060】

##### 実施例3(図5)

SN	R	D	Nd	d	LD	AD	硝材の補足
1		0.27	1.7682	71.79	0.90		サファイア
2	0.35	0.11					
3(FS)		0.03				0.31	
4		0.59	1.51633	64.14	0.50		光学ガラス
5(AS)		0.40	1.88300	40.76	0.50	0.19	光学ガラス
6	-0.51	0.28					
7		0.40	1.52134	74.98	0.65		CD5000/HOYA C.O.社
8(FS)		0.50	1.51633	64.14			光学ガラス
9		0.35	1.51633	64.14			光学ガラス
10(IP)							

40

#### 【0061】

本実施例と実施例1及び2との主な違いは、撮像素子ユニットC300に近赤外光吸収素材を設け、接合レンズB200を近赤外光吸収素材を含まない2部品で構成したことがある。接合レンズB200は、平凸レンズ201と、明るさ絞り204を平凸レンズ20

50

1側の面に形成した平板状の光学部品232とからなる。撮像素子ユニットC300の光学部品333は、近赤外光吸収素材(CD5000/HOYA C.O.社)からなる平板である。光学部品333はのフレア絞り304を形成する際は、素材の耐酸性は低いため、インクジェット法やパッド印刷の印刷技術を用いる。

なお、本実施例の収差特性は図6に示すとおりである。

#### 【0062】

##### 実施例4(図7)

SN	R	D	Nd	d	LD	AD	硝材の補足
1		0.27	1.76820	71.79	0.90		サファイア
2	0.35	0.11					
3(FS)		0.03				0.31	
4		0.40	1.52134	74.98	0.50		CD5000/HOYA C.O.社
5		0.23	1.88300	40.76	0.50		光学ガラス
6(AS)		0.40	1.88300	40.76	0.50	0.19	光学ガラス
7	-0.56	0.35					
8	2.28	0.40	1.51633	64.14	0.65		光学ガラス
9(FS)		0.50	1.51633	64.14			光学ガラス
10		0.35	1.51633	64.14			光学ガラス
11(IP)							

#### 【0063】

本実施例と最も構成の近い実施例1との主な違いは、撮像素子ユニットC300の光学部品343が物体側に凸面を有する平凸レンズであり、接合レンズB200の平凸レンズ241のパワーを緩和したことである。本発明の構成では、接合レンズB200の平凸レンズB200の平凸レンズに正のパワーが集中するため、この凸面での偏心感度が高い。これに対し、実施例4は正のパワーを撮像素子ユニットC300にも分担させたため、接合レンズB200での偏心感度を低減させることができる。接合レンズB200の平凸レンズの凸面が0.01mm偏心した際の像の偏心及び縦球面収差の設計状態からの変動を以下に示す。

	像偏心(mm)	縦球面収差変動(mm)
実施例1	0.02	0.025
実施例4	0.018	0.017

上記データの如く、撮像素子ユニットC300側にも正のパワーを持たせることにより、接合レンズB200の平凸レンズの偏心感度を低減させることができる。

なお、本実施例の収差特性は図8に示すとおりである。

#### 【0064】

##### 実施例5(図9)

SN	R	D	Nd	d	LD	AD	硝材の補足
1		0.27	1.76820	71.79	0.90		サファイア
2	0.35	0.11					
3(FS)		0.03				0.31	
4		0.17					
5	3.90	0.35	1.88300	40.76	0.50		光学ガラス
6(AS)		0.40	1.88300	40.76	0.50	0.18	光学ガラス
7	-0.56	0.20					
8		0.40	1.52134	64.14	0.65		CD5000/HOYA C.O.社
9(FS)		0.50	1.51633	64.14			光学ガラス
10		0.35	1.51633	64.14			光学ガラス
11(IP)							

#### 【0065】

本実施例と最も近い実施例3との主な違いは、接合レンズB200の光学部品252が

20

30

40

50

物体側に凸面を有する平凸レンズであり、接合レンズ B 2 0 0 の平凸レンズ 2 0 1 の倍率を低下させ、平凸レンズ 2 0 1 の偏心感度を改善したことである。実施例 3 と実施例 5 の平凸レンズ 2 0 1 は同一であるが、光学倍率が変わることで偏心感度も変化する。実施例 3 は、平凸レンズ 2 0 1 の近軸横倍率が - 1 倍程度であり、平凸レンズ 2 0 1 の偏心量をとして平凸レンズ基準で考えれば、物体高は - 、像高が + ( = - \* 近軸横倍率) となり、2 だけ像の偏心が生じる。従って、物体側の平凸レンズ 2 5 2 で倍率を多少なりとも分担して、平凸レンズ 2 0 1 の倍率絶対値を低減すれば、少なくとも像偏心の感度は低減させることができる。平凸レンズ 2 0 1 の凸面が 0.01 mm 偏心した際の像偏心及び縦球面収差の設計状態からの変動と、平凸レンズ 2 0 1 単独の近軸横倍率を以下に示す。

10

	像偏心 (mm)	縦球面収差変動 (mm)	近軸横倍率
実施例 3	0.02	0.025	-1.01
実施例 5	0.018	0.021	-0.85

上記データの如く、接合レンズ B 2 0 0 の物体側にも正のパワーを持たせることにより、偏心感度を低減させることができる。

なお、本実施例の収差特性は図 10 に示すとおりである。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0066】

【図 1】実施例 1 の構成を示す図で、(a) は光学構成を示す図、(b) は鏡枠構成を示す図、(c) は撮像ユニットの斜視図、(d) は撮像ユニットを物体側から見た図、(e) はフレア絞りの開口形状の異なる撮像ユニットを物体側から見た図、(f) はプリズム入射面にフレア絞りの開口形状の異なる撮像ユニットを物体側から見た図、(g) は弱斜視時の撮像ユニットを物体側から見た図である。

20

##### 【図 2】実施例 1 の収差図である。

##### 【図 3】実施例 2 の光学構成を示す図である。

##### 【図 4】実施例 2 の収差図である。

##### 【図 5】実施例 3 の光学構成を示す図である。

##### 【図 6】実施例 3 の収差図である。

##### 【図 7】実施例 4 の光学構成を示す図である。

##### 【図 8】実施例 4 の収差図である。

##### 【図 9】実施例 5 の光学構成を示す図である。

##### 【図 10】実施例 5 の収差図である。

30

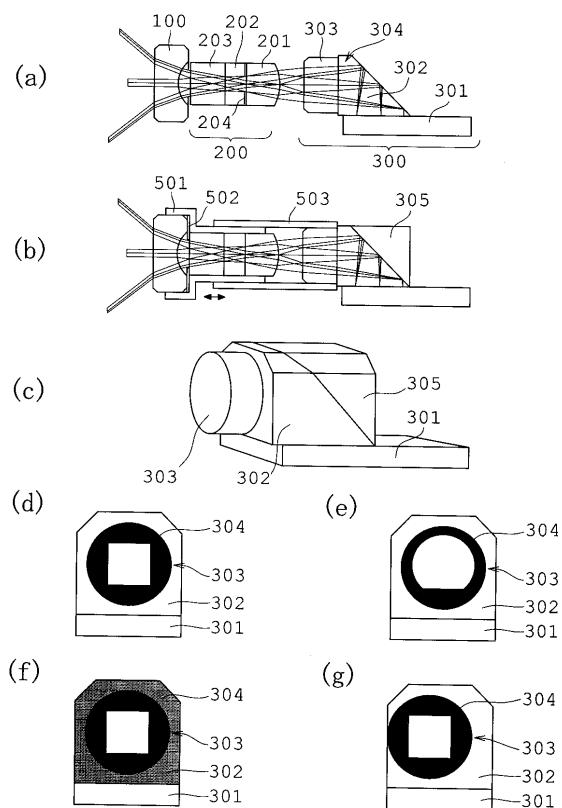
#### 【符号の説明】

##### 【0067】

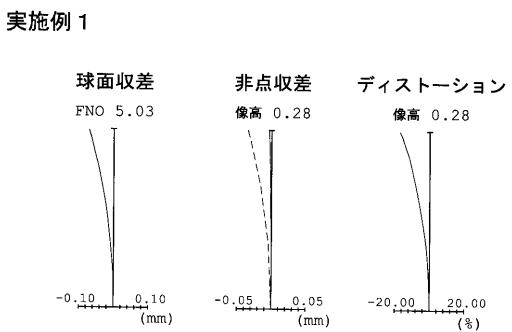
1 0 0	単レンズ A
1 2 0	平凸レンズ
2 0 0	接合レンズ B
2 0 1	平凸レンズ
2 0 2、2 0 3、2 3 2、2 5 2、3 0 3、3 4 3	光学部品
2 0 4	明るさ絞り
2 4 1	平凸レンズ
3 0 0	撮像素子ユニット
3 0 1	固体撮像素子
3 0 2	光路屈曲プリズム
3 0 4、5 0 2	フレア絞り
3 0 5、5 0 5	反射面保護部材
5 0 1	前枠
5 0 3	後枠

40

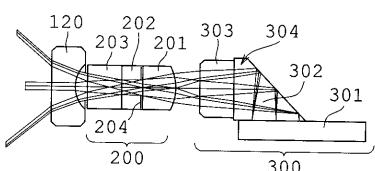
【図1】



【図2】

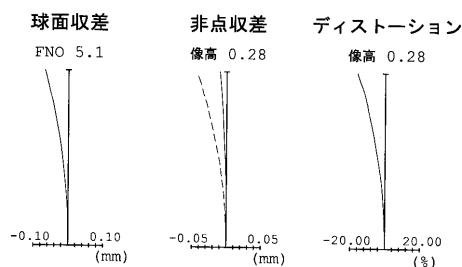


【図3】



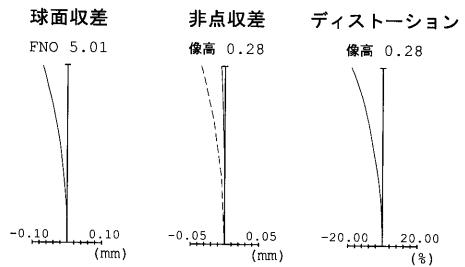
【図4】

実施例2

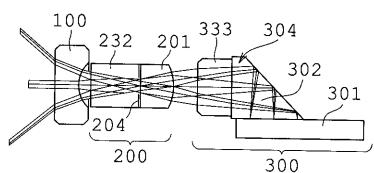


【図6】

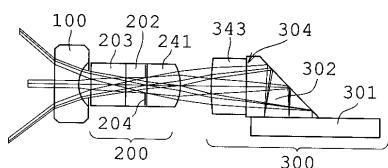
実施例3



【図5】

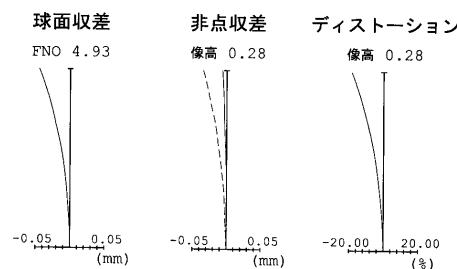


【図7】



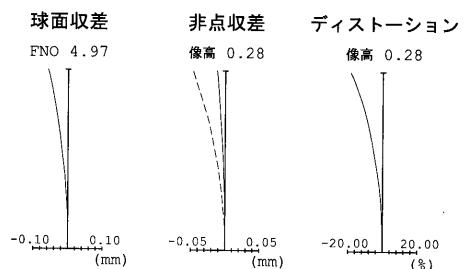
【図8】

実施例4

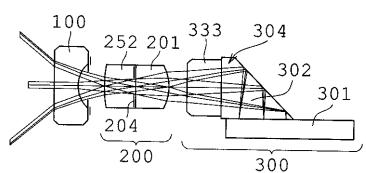


【図10】

実施例5



【図9】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA10 LA01 PA02 PA03 PA17 PB02 PB03 QA01 QA05 QA07  
QA18 QA21 QA25 QA33 QA41 QA42 QA46 RA32 RA41 RA42  
RA43  
4C061 FF40 JJ06 LL02 NN01 PP11

专利名称(译)	内窥镜物镜光学系统		
公开(公告)号	<a href="#">JP2009288682A</a>	公开(公告)日	2009-12-10
申请号	JP2008143184	申请日	2008-05-30
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
[标]发明人	五十嵐 勉		
发明人	五十嵐 勉		
IPC分类号	G02B23/26 G02B23/24 G02B13/00 A61B1/00		
CPC分类号	G02B23/243		
FI分类号	G02B23/26.C G02B23/24.B G02B13/00 A61B1/00.300.Y A61B1/00.731		
F-TERM分类号	2H040/CA23 2H040/CA24 2H040/GA03 2H087/KA10 2H087/LA01 2H087/PA02 2H087/PA03 2H087 /PA17 2H087/PB02 2H087/PB03 2H087/QA01 2H087/QA05 2H087/QA07 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA25 2H087/QA33 2H087/QA41 2H087/QA42 2H087/QA46 2H087/RA32 2H087/RA41 2H087 /RA42 2H087/RA43 4C061/FF40 4C061/JJ06 4C061/LL02 4C061/NN01 4C061/PP11 4C161/FF40 4C161/JJ06 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/PP11		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

### 摘要(译)

解决的问题：提供一种具有摄像面平行布置结构的微型内窥镜物镜光学系统。形成从物体侧依次配置的具有负光焦度的单透镜A100，具有正光焦度的聚光透镜B200，以及摄像元件单元C300，该聚光透镜B200在像侧端具有凸面。图像拾取装置单元C300具有至少一个光学部件303，光路弯曲棱镜302和固态图像拾取装置。它由301个光学胶结剂组成，并配置为满足以下条件表达式： $1.5 \leq f_c/f \leq 2$ 是粘合透镜B的玻璃路径长度， $T_c$ 是图像传感器单元C的玻璃路径长度。[选型图]图1

