

(19) 日本国特許庁 (JP)

再 公 表 特 許 (A1)

(11) 国際公開番号

W02012/081349

発行日 平成26年5月22日 (2014. 5. 22)

(43) 国際公開日 平成24年6月21日 (2012. 6. 21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 13/04 (2006.01)	G02B 13/04	2H040
G02B 23/26 (2006.01)	G02B 23/26 C	2H087
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 300Y	4C161

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 25 頁)

出願番号	特願2012-538892 (P2012-538892)	(71) 出願人	304050923
(21) 国際出願番号	PCT/JP2011/076380		オリンパスメディカルシステムズ株式会社
(22) 国際出願日	平成23年11月16日 (2011. 11. 16)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(11) 特許番号	特許第5372261号 (P5372261)	(74) 代理人	100118913
(45) 特許公報発行日	平成25年12月18日 (2013. 12. 18)		弁理士 上田 邦生
(31) 優先権主張番号	特願2010-279786 (P2010-279786)	(74) 代理人	100112737
(32) 優先日	平成22年12月15日 (2010. 12. 15)		弁理士 藤田 考晴
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	片倉 正弘
			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 CA25

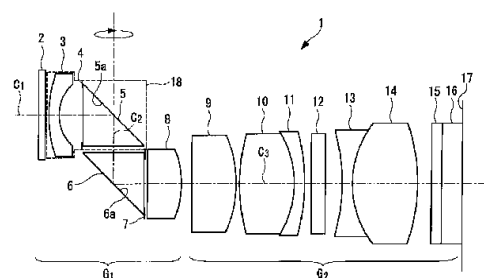
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡用光学系

(57) 【要約】

内視鏡の視野の方向を可変にしながら、内視鏡の先端部の径寸法を小さく抑えつつ画質の良好な内視鏡画像を得る。物体側から順に、入射光軸 (C1) に沿って入射された光を集光する負レンズ (3) と、該負レンズ (3) により集光された光を入射光軸 (C1) に略直交する第1軸線 (C2) に沿う方向に偏向して射出する第1プリズム (5) と、該第1プリズム (5) から射出された光を第1軸線 (C2) に略直交する第2軸線 (C3) 方向に偏向する反射面を有し、該第1プリズム (5) と対向配置した第2プリズム (6) と、該第2プリズム (6) から射出された光を集光する正レンズ (8) とを備え、負レンズ (3) および第1プリズム (5) が、第1軸線 (C2) 回りに、第2プリズム (6) に対して回転可能に設けられている内視鏡用光学系 (1) を提供する。

【図1】



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、入射光軸に沿って入射された光を集光する負レンズと、該負レンズにより集光された光を前記入射光軸に略直交する第 1 軸線に沿う方向に偏向して射出する第 1 プリズムと、該第 1 プリズムから射出された光を前記第 1 軸線に略直交する第 2 軸線方向に偏向する第 1 反射面を有し、該第 1 プリズムと対向配置した第 2 プリズムと、該第 2 プリズムから射出された光を集光する正レンズとを備え、

前記負レンズおよび前記第 1 プリズムが、前記第 1 軸線回りに、前記第 2 プリズムに対して回転可能に設けられ、

前記第 1 プリズムおよび前記第 2 プリズムの屈折率が、以下の条件式を満たす内視鏡用光学系。 10

$$1.7 < (N_{p1} + N_{p2}) / 2 < 2.4 \quad (1)$$

ここで、 N_{p1} は第 1 プリズムの d 線の屈折率、 N_{p2} は第 2 プリズムの d 線の屈折率である。

【請求項 2】

前記負レンズから前記正レンズまでの間に配置された明るさ絞りを備える請求項 1 に記載の内視鏡用光学系。

【請求項 3】

前記第 1 プリズム内の光軸に沿う長さ、と、前記第 2 プリズム内の光軸に沿う長さ、とが、以下の条件式を満たす請求項 1 に記載の内視鏡用光学系。 20

$$0.8 < DP1 / DP2 < 1.2 \quad (2)$$

ここで、 $DP1$ は第 1 プリズム内の光軸に沿う長さ、 $DP2$ は第 2 プリズム内の光軸に沿う長さである。

【請求項 4】

前記第 2 プリズムが、前記第 2 軸線方向に偏向された光を前記第 1 軸線に略平行に戻る方向に偏向して射出する第 2 反射面を有し、

前記第 2 プリズムから射出された光を前記入射光軸に略平行な前記正レンズの光軸に沿う方向に偏向する第 3 プリズムを備え、

前記第 1 プリズムから前記第 3 プリズムの屈折率が、以下の条件式を満たす請求項 1 または請求項 2 に記載の内視鏡用光学系。 30

$$1.7 < (N_{p1} + N_{p2} + N_{p3}) / 3 < 2.4 \quad (3)$$

ここで、 N_{p3} は第 3 プリズムの d 線の屈折率である。

【請求項 5】

前記入射光軸と前記正レンズの光軸とが略同一平面内に配置されている請求項 4 に記載の内視鏡用光学系。

【請求項 6】

前記第 1 プリズム内の光軸に沿う長さ、と、前記第 3 プリズム内の光軸に沿う長さ、とが、以下の条件式を満たす請求項 5 に記載の内視鏡用光学系。

$$0.8 < DP1 / DP3 < 1.2 \quad (4)$$

ここで、 $DP1$ は第 1 プリズム内の光軸に沿う長さ、 $DP3$ は第 3 プリズム内の光軸に沿う長さである。 40

【請求項 7】

前記第 2 プリズム内の光軸に沿う長さ、と、前記第 3 プリズム内の光軸に沿う長さ、とが、以下の条件式を満たす請求項 4 から請求項 6 のいずれかに記載の内視鏡用光学系。

$$0.5 < DP2 / DP3 < 7 \quad (5)$$

ここで、 $DP2$ は第 2 プリズム内の光軸に沿う長さ、 $DP3$ は第 3 プリズム内の光軸に沿う長さである。

【請求項 8】

前記物体と前記負レンズとの間に配置された第 1 光学部材と、前記物体からの光を光電変換する撮像素子の撮像面に対向して配置される第 2 光学部材とを備え、以下の条件式を 50

満たす請求項 2 に記載の内視鏡用光学系。

$$0.1 < e_{np} / f_1 < 5 \quad (6)$$

ここで、 e_{np} は物体側からみた絞りの像位置である入射瞳位置までの距離、 f_1 は、前記第 1 光学部材から前記第 2 光学部材までの全光学系の焦点距離である。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡用光学系に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、内視鏡の先端部に配置されたミラーまたはプリズムを揺動または回転させてその先端面の向きを変更することにより、内視鏡の視野の方向を可変にする内視鏡が知られている（例えば、特許文献 1 および特許文献 2 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】米国特許第 6 6 3 8 2 1 6 号明細書

【特許文献 2】特開 2 0 0 6 - 2 0 1 7 9 6 号公報

【特許文献 3】特許第 4 5 0 3 5 3 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 の場合には、ミラーが、内視鏡内の他の光学系の光軸から径方向にずれた位置に配置され、さらに、内視鏡内において径方向に移動する。そのため、内視鏡の先端部の寸法が径方向に大きくなるという問題がある。また、ミラーの後方に配置されたレンズ群や撮像素子などの他の光学系の寸法が、内視鏡の径寸法に対して小さく制限されるため、特に画質の良さが利点である硬性内視鏡において、内視鏡画像の画質が劣化するという問題がある。

【0005】

特許文献 2 の場合には、プリズムが内視鏡の先端部から径方向に突出して配置され、さらに、プリズムから画像センサまでの光学系の光軸が、内視鏡本体の光軸に直交している。したがって、内視鏡の先端部の全体の径寸法が大きくなるという問題がある。

【0006】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、内視鏡の視野の方向を可変にしながら、内視鏡の先端部の径寸法を小さく抑えつつ画質の良好な内視鏡画像を得ることができる内視鏡用光学系を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明は以下の手段を提供する。

本発明の一態様は、物体側から順に、入射光軸に沿って入射された光を集光する負レンズと、該負レンズにより集光された光を前記入射光軸に略直交する第 1 軸線に沿う方向に偏向して射出する第 1 プリズムと、該第 1 プリズムから射出された光を前記第 1 軸線に略直交する第 2 軸線方向に偏向する第 1 反射面を有し、該第 1 プリズムと対向配置された第 2 プリズムと、該第 2 プリズムから射出された光を集光する正レンズとを備え、前記負レンズおよび前記第 1 プリズムが、前記第 1 軸線回りに、前記第 2 プリズムに対して回転可能に設けられ、前記第 1 プリズムおよび前記第 2 プリズムの屈折率が、以下の条件式を満たす内視鏡用光学系である。

$$1.7 < (N_{p1} + N_{p2}) / 2 < 2.4 \quad (1)$$

ここで、 N_{p1} は第 1 プリズムの d 線の屈折率、 N_{p2} は第 2 プリズムの d 線の屈折率である。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

このようにすることで、条件式(1)を満たすことにより、負レンズから正レンズに至る光路の空気換算長を十分に短く設定することができ、集光レンズを別途用意しなくても、像高の増大を抑えて光学系全体をコンパクトに構成することができる。また、負レンズから正レンズに至る光路長を短くすることで、収差の増大を抑えることができる。

【 0 0 0 9 】

そして、第1軸線回りに負レンズおよび第1プリズムを一体的に回転させることにより、第2軸線に対して入射光軸の角度を変化させることができる。その結果、内視鏡の視野の方向を可変にしながら、内視鏡の先端部の径寸法を小さく抑えることができる。また、2つのプリズムによって光路を折り曲げることにより、入射光軸に略平行な第2軸線の延長上に撮像素子を配置でき、撮像素子として内視鏡の径寸法に応じた大きな撮像素子を採用できる。その結果、良好な画質の内視鏡画像を得ることができる。

10

【 0 0 1 0 】

上記態様においては、前記負レンズから前記正レンズまでの間に配置された明るさ絞りを備えていてもよい。

このようにすることで、明るさ絞りにより光学系のFナンバーが決定される。

【 0 0 1 1 】

また、上記態様においては、前記第1プリズム内の光軸に沿う長さ、前記第2プリズム内の光軸に沿う長さ、以下の条件式を満たしていてもよい。

$$0.8 < DP1 / DP2 < 1.2 \quad (2)$$

20

ここで、DP1は第1プリズム内の光軸に沿う長さ、DP2は第2プリズム内の光軸に沿う長さである。

このようにすることで、プリズム間に形成される隙間を最小限に抑えて、空気換算長を短縮することができる。

【 0 0 1 2 】

また、上記態様においては、前記第2プリズムが、前記第2軸線方向に前記第1反射面で偏向された光を前記第1軸線に略平行に戻る方向に偏向して射出する第2反射面を有し、前記第2プリズムから射出された光を前記入射光軸に略平行な前記正レンズの光軸に沿う方向に偏向する第3プリズムを備え、前記第1プリズムから前記第3プリズムの屈折率が、以下の条件式を満たしていてもよい。

30

$$1.7 < (Np1 + Np2 + Np3) / 3 < 2.4 \quad (3)$$

ここで、Np2は第2プリズムのd線の屈折率であり、Np3は第3プリズムのd線の屈折率である。

【 0 0 1 3 】

このようにすることで、入射光軸に沿って第1プリズムに入射された光は、入射光軸から離れる方向へ第2プリズムの第1反射面で偏向された後、第2プリズムの第2反射面によって再び入射光軸へ近づく方向へ偏向され、第3プリズムによって入射光軸に近接した入射光軸と略平行な平面内において射出される。この場合に、条件式(3)を満たすことにより、負レンズから3つのプリズムを経て正レンズに至る光路の空気換算長を十分に短く設定することができ、光学系をさらにコンパクトに構成することができる。

40

【 0 0 1 4 】

また、第1プリズムから第3プリズムに至る光路上で、光が偶数回屈折させられるので、物体の像を反転させることなく伝播することができる。その結果、取得された画像を反転処理する必要がなく、そのまま観察することが可能となる。

【 0 0 1 5 】

また、上記態様においては、前記入射光軸と前記正レンズの光軸とが略同一平面内に配置されていることが好ましい。

このようにすることで、第1プリズムから第3プリズムに至るスペースを効率よく使用して、光学系を最もコンパクトに構成することができる。そして、内視鏡先端部のスペースを効率的に活用し、内視鏡を径方向に小型化できる。

50

【 0 0 1 6 】

また、上記態様においては、前記第 1 プリズム内の光軸に沿う長さ、前記第 3 プリズム内の光軸に沿う長さ、以下の条件式を満たしていてもよい。

$$0.8 < DP1 / DP3 < 1.2 \quad (4)$$

ここで、DP1 は第 1 プリズム内の光軸に沿う長さ、DP3 は第 3 プリズム内の光軸に沿う長さである。

このようにすることで、プリズム間に形成される隙間を最小限に抑えて、空気換算長を短縮することができる。

【 0 0 1 7 】

また、上記態様においては、前記第 2 プリズム内の光軸に沿う長さ、前記第 3 プリズム内の光軸に沿う長さ、以下の条件式を満たしていてもよい。

$$0.5 < DP2 / DP3 < 7 \quad (5)$$

ここで、DP2 は第 2 プリズム内の光軸に沿う長さ、DP3 は第 3 プリズム内の光軸に沿う長さである。

このようにすることで、DP2 / DP3 が 0.5 以下となると、第 3 プリズムに対して第 2 プリズムが小さくなり過ぎて、第 1 プリズムが第 3 プリズムに干渉して回転困難となり、7 以上であると、第 2 プリズムに対して回転させられる負レンズの肥大化してしまう。条件式 (5) を満たすことで、上記不都合のない光学系を構成することができる。

【 0 0 1 8 】

また、上記態様においては、前記物体と前記負レンズとの間に配置された第 1 光学部材と、前記物体からの光を光電変換する撮像素子の撮像面に対向して配置される第 2 光学部材とを備え、以下の条件式を満たしていてもよい。

$$0.1 < enp / f1 < 5 \quad (6)$$

ここで、enp は物体側からみた絞りの像位置である入射瞳位置までの距離、f1 は、前記第 1 光学部材から前記第 2 光学部材までの全光学系の焦点距離である。前記第 1 光学部材から前記第 2 光学部材までの全光学系の焦点距離である。

このようにすることで、入射瞳位置を負レンズに近接させて、第 2 プリズムに対して回転させられる負レンズの肥大化を防止して、光学系をコンパクトに構成することができる。そして、入射瞳位置を物体側に移動することによって、負レンズと第 1 プリズムとの肥大化を防止し、光学系をコンパクトにできる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、内視鏡の視野の方向を可変にしながら、内視鏡の先端部の径寸法を小さく抑えつつ画質の良好な内視鏡画像を得ることができるという効果を奏する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る内視鏡用光学系を示す全体構成図である。

【図 2】本発明の第 2 の実施形態に係る内視鏡用光学系を示す全体構成図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態に係る内視鏡用光学系の実施例を示すレンズの配列図である。

【図 4】図 3 の実施例におけるレンズの収差図である。

【図 5】本発明の第 2 の実施形態に係る内視鏡用光学系の実施例を示すレンズの配列図である。

【図 6】図 5 の実施例におけるレンズの収差図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 1 】

本発明の第 1 の実施形態に係る内視鏡用光学系 1 について、図面を参照して以下に説明する。

本実施形態に係る内視鏡用光学系 1 は、図 1 に示されるように、硬性内視鏡の挿入部の先端に備えられ、前群 G1 と後群 G2 とを備えている。

【 0 0 2 2 】

前群 G 1 は、物体側から順に、カバーガラス（第 1 光学部材）2 と、負レンズ 3 と、フレア絞り 4 と、第 1 プリズム 5 と、第 2 プリズム 6 と、明るさ絞り 7 と、正レンズ 8 とを備えている。後群 G 2 は、前群 G 1 から射出された光を集光する少なくとも 1 枚の正レンズおよび負レンズを含む複数のレンズ 9 ~ 1 5 と、撮像素子の撮像面 1 7 に対向して配置される平板ガラス（第 2 光学部材）1 6 とを備えている。

【 0 0 2 3 】

負レンズ 3 は、入射光軸 C 1 に沿って入射された物体からの光を集光するようになっている。

明るさ絞り 4 は、負レンズ 3 により集光された光を絞って、内視鏡用光学系 1 全体の F

10

ナンバーを決定するようになっている。
第 1 プリズム 5 は、三角プリズムであって、負レンズ 3 により集光された物体側からの光を反射面 5 a によって、入射光軸 C 1 に略直交する第 1 軸線 C 2 に沿う方向に、略 9 0 ° 偏向して射出するようになっている。

【 0 0 2 4 】

また、第 2 プリズム 6 も三角プリズムであって、第 1 プリズム 5 から第 1 軸線 C 2 に沿う方向に射出された光を反射面（第 1 反射面）6 a によって、入射光軸 C 1 に略平行する第 2 軸線 C 3 に沿う方向に、略 9 0 ° 偏向して射出するようになっている。

正レンズ 8 は、第 2 プリズム 6 から第 2 軸線 C 3 に沿う方向に射出された光を集光して後群 G 2 に向けて射出するようになっている。

20

【 0 0 2 5 】

第 1 プリズム 5 および第 2 プリズム 6 の屈折率は、以下の条件式（ 1 ）を満たしている。

$$1.7 < (N_{p1} + N_{p2A}) / 2 < 2.4 \quad (1)$$

ここで、 N_{p1} は第 1 プリズム 5 の d 線の屈折率、 N_{p2A} (N_{p2}) は第 2 プリズム 6 の d 線の屈折率である。

なお、 $1.8 < (N_{p1} + N_{p2A}) / 2 < 2.3$ であることが好ましく、 $2.0 < (N_{p1} + N_{p2A}) / 2 < 2.2$ であることがさらに好ましい。

【 0 0 2 6 】

また、本実施形態においては、第 1 プリズム 5 内の光軸 C 1 , C 2 に沿う長さ、第 2

30

プリズム 6 内の光軸 C 2 , C 3 に沿う長さ、以下の条件式（ 2 ）を満たしている。

$$0.8 < DP1 / DP2A < 1.2 \quad (2)$$

ここで、 $DP1$ は第 1 プリズム 5 内の光軸 C 1 , C 2 に沿う長さ、 $DP2A$ ($DP2$) は第 2 プリズム 6 内の光軸 C 2 , C 3 に沿う長さである。

【 0 0 2 7 】

また、負レンズ 3、フレア絞り 4 および第 1 プリズム 5 は、筐体 1 8 によって一体化され、カバーガラス 2、第 2 プリズム 6、正レンズ 8 および後群 G 2 に対して第 1 軸線 C 2 回りに回転可能に設けられている。

【 0 0 2 8 】

また、本実施形態においては、 e_{np} を物体側からみた絞りの像位置である入射瞳位置までの距離、 $f1$ をカバーガラス 2 から平板ガラス 1 6 までの全内視鏡光学系 1 の焦点距離として、以下の条件式（ 6 ）が満たされている。

40

$$0.1 < e_{np} / f1 < 5 \quad (6)$$

なお、 $0.3 < e_{np} / f1 < 2$ であることが好ましく、 $0.6 < e_{np} / f1 < 1$ であることがさらに好ましい。

【 0 0 2 9 】

このように構成された本実施形態に係る内視鏡用光学系 1 の作用について以下に説明する。

本実施形態に係る内視鏡用光学系 1 は、負レンズ 3、フレア絞り 4 および第 1 プリズム 5 を第 1 軸線 C 2 回りに回転させることで、後群 G 2 の光軸である第 2 軸線 C 3 に対して

50

入射光軸 C 1 を揺動させ、内視鏡の視野方向を変更することができる。

【0030】

この場合に、負レンズ 3 により集光された光を、2 つの三角プリズム 5, 6 によって 2 回にわたって、90°偏向することにより、入射光軸 C 1 を含む平面に対して略平行な第 2 軸線 C 3 に沿う方向に正レンズ 8 の光軸を配置することができ、内視鏡の挿入部の長手方向に沿って後群 G 2 を構成する複数のレンズ 9 ~ 16 を配列することができる。その結果、後群 G 2 の最後段に配置される平板ガラス 16 に対向して配置される撮像素子のサイズは挿入部の径寸法に応じて決定することができ、径寸法を十分に大きく確保できる場合には、撮像素子としても大型のものを採用でき、画質の向上を図ることができる。

【0031】

また、本実施形態に係る内視鏡用光学系 1 によれば、条件式 (1) を満たすことにより、負レンズ 3 と正レンズ 8 との間に配置される 2 つのプリズム 5, 6 の屈折率を高く設定することにより、プリズム 5, 6 内の光路の空気換算長を短くしている。これにより、視野方向を変更するためのプリズム 5, 6 の存在に拘わらず、負レンズ 3 と正レンズ 8 との見かけ上の距離を近接させて、像高の増大を抑えると共に、収差の発生を防止することができるという利点がある。すなわち、像高の増大を防止するための正レンズを別途設ける必要がなく、光学系をコンパクトに構成できるとともに、収差を抑えて鮮明な画像を得ることができるという利点がある。

【0032】

また、条件式 (2) を満たすことにより、プリズム 5, 6 間に形成される隙間を最小限に抑えて、空気換算長を短縮することができる。

さらに、入射光軸 C 1 に沿って負レンズ 3 に入射された光を 2 つのプリズム 5, 6 で 2 回偏向するので、撮像素子に入射される物体の像を反転させずに済み、取得された画像情報を反転する処理を施すことなく、取得されたままの画像によって正しい像を観察することができるという利点がある。

【0033】

また、本実施形態に係る内視鏡用光学系 1 によれば、条件式 (6) を満たすことにより、負レンズ 3 の面頂から入射瞳位置までの距離を全内視鏡用光学系 1 の焦点距離に対して比較的短く設定することにより、回転駆動される負レンズ 3 の大型化を防止し、可動部をコンパクトに構成することができる。

【0034】

また、本実施形態に係る内視鏡用光学系 1 によれば、入射光軸 C 1 と第 2 軸線 C 3 とが略平行な間隔を開けて離れているので、回転させられる負レンズ 3、フレア絞り 4 および第 1 プリズム 5 を含む可動部と、第 2 プリズム 6、明るさ絞り 7 および正レンズ 8 を含む固定部との間の干渉が抑えられ、回転角度範囲を大きく確保することができるという利点がある。

【0035】

次に、本発明の第 2 の実施形態に係る内視鏡用光学系 20 について、図面を参照して以下に説明する。

本実施形態の説明においては、上述した第 1 の実施形態に係る内視鏡用光学系 1 と構成を共通とする箇所に同一符号を付して説明を省略する。

【0036】

本実施形態に係る内視鏡用光学系 20 は、図 2 に示されるように、前群 G 1 を構成する第 2 プリズム 21 が台形プリズムにより構成されるとともに、三角プリズムからなる第 3 プリズム 22 を備える点で第 1 の実施形態に係る内視鏡用光学系 1 と相違している。

【0037】

本実施形態においては、台形プリズムからなる第 2 プリズム 21 が、第 1 プリズム 5 によって第 1 軸線 C 2 方向に偏向された光を第 2 軸線 C 3 方向に第 1 反射面 21a によって略 90°偏向させた後、第 1 軸線 C 2 に略平行な第 3 軸線 C 4 に沿って入射軸線 C 1 に近接する方向に第 2 反射面 21b によって略 90°偏向させて射出させるようになっている

10

20

30

40

50

。また、第 2 プリズム 2 1 と第 3 プリズム 2 2 との間に明るさ絞り 7 が配置されている。

【 0 0 3 8 】

第 3 プリズム 2 2 は、第 2 プリズム 2 1 から射出された光を略 90° 偏向させて、入射光軸 C 1 と略同一平面内に配置される正レンズ 8 の光軸 C 5 に沿う方向に射出させるようになっている。

本実施形態においては、第 1 プリズム 5、第 2 プリズム 2 1 および第 3 プリズム 2 2 の屈折率は、以下の条件式 (3) を満たしている。

$$1.7 < (Np1 + Np2B + Np3) / 3 < 2.4 \quad (3)$$

ここで、Np1 は第 1 プリズム 5 の d 線の屈折率、Np2B (Np2) は第 2 プリズム 2 1 の d 線の屈折率、Np3 は第 3 プリズム 2 2 の d 線の屈折率である。

なお、 $1.8 < (Np1 + Np2B + Np3) / 3 < 2.3$ であることが好ましく、 $2.0 < (Np1 + Np2B + Np3) / 3 < 2.2$ であることがさらに好ましい。

【 0 0 3 9 】

また、本実施形態においては、第 1 プリズム 5 内の光軸 C 1 , C 2 に沿う長さ、第 3 プリズム 2 2 内の光軸 C 4 , C 5 に沿う長さ、以下の条件式 (4) を満たしている。

$$0.8 < DP1 / DP3 < 1.2 \quad (4)$$

ここで、DP1 は第 1 プリズム 5 内の光軸 C 1 , C 2 に沿う長さ、DP3 は第 3 プリズム 2 2 内の光軸 C 4 , C 5 に沿う長さである。

【 0 0 4 0 】

さらに、本実施形態においては、第 2 プリズム 2 1 内の光軸 C 2 , C 3 , C 4 に沿う長さ、第 3 プリズム 2 2 内の光軸 C 4 , C 5 に沿う長さ、以下の条件式 (5) を満たしている。

$$0.5 < DP2B / DP3 < 7 \quad (5)$$

ここで、DP2B (DP2) は第 2 プリズム 2 1 内の光軸 C 2 , C 3 , C 4 に沿う長さである。

なお、 $1 < DP2B / DP3 < 5$ であることが好ましく、 $2 < DP2B / DP3 < 3$ であることがさらに好ましい。

【 0 0 4 1 】

このように構成された本実施形態に係る内視鏡用光学系 2 0 の作用について以下に説明する。

本実施形態に係る内視鏡用光学系 2 0 においては、負レンズ 3 および第 1 プリズム 5 を第 1 軸線 C 2 回りに回転させることで、後群 G 2 の光軸 C 5 に対して入射光軸 C 1 を揺動させ、内視鏡の視野方向を変更することができる。

【 0 0 4 2 】

この場合に、負レンズ 3 により集光された光を、三角プリズムからなる第 1 プリズム 5 によって 90° 偏向した後に、台形プリズムからなる第 2 プリズム 2 1 の第 1 反射面 2 1 a および第 2 反射面 2 1 b によって 2 回にわたって 90° 偏向し、さらに、三角プリズムからなる第 3 プリズム 2 2 によって 90° 偏向することにより、入射光軸 C 1 を含む平面内に正レンズ 8 の光軸 C 5 を配置することができる。これにより、前群 G 1 の入射光軸 C 1 と後群 G 2 の光軸 C 5 とを同軸に配置することができ、挿入部内に最も効率的に配置することができる。

【 0 0 4 3 】

また、第 1 の実施形態と同様に、内視鏡の挿入部の長手方向に沿って後群 G 2 を構成する複数のレンズ 9 ~ 16 を配列することができ、後群 G 2 の最後段に配置される平板ガラス 16 に対向して配置される撮像素子のサイズは挿入部の径寸法に応じて決定することができ、径寸法を十分に大きく確保できる場合には、撮像素子としても大型のものを採用でき、画質の向上を図ることができる。

【 0 0 4 4 】

また、本実施形態に係る内視鏡用光学系 2 0 によれば、条件式 (3) を満たすことによって、負レンズ 3 と正レンズ 8 との間に配置される 3 つのプリズム 5 , 2 1 , 2 2 の屈折

10

20

30

40

50

率を高く設定することにより、プリズム 5 , 2 1 , 2 2 内の光路の空気換算長を短くしている。これにより、視野方向を変更するためのプリズム 5 , 2 1 , 2 2 の存在に拘わらず、負レンズ 3 と正レンズ 8 との見かけ上の距離を近接させて、像高の増大を抑えると共に、収差の発生を防止することができるという利点がある。すなわち、像高の増大を防止するための正レンズを別途設ける必要がなく、内視鏡用光学系 1 をコンパクトに構成することができるとともに、収差を抑えて鮮明な画像を得ることができるという利点がある。

【 0 0 4 5 】

さらに、入射光軸 C 1 に沿って負レンズ 3 に入射された光を 3 つのプリズム 5 , 2 1 , 2 2 で 4 回偏向するので、撮像素子に入射される物体の像を反転させずに済み、取得された画像情報を反転する処理を施すことなく、取得されたままの画像によって正しい像を観察することができるという利点がある。

10

【 0 0 4 6 】

また、本実施形態に係る内視鏡用光学系 2 0 によれば、条件式 (4) を満たすことによって、プリズム 5 , 2 2 間に形成される隙間を最小限に抑えて、空気換算長を最も短縮することができる。

また、条件式 (5) においては、 $DP2B / DP3$ が 0 . 5 以下となると、第 3 プリズム 2 2 に対して第 2 プリズム 2 1 が小さくなり過ぎて、第 1 プリズム 5 が第 3 プリズム 2 2 に干渉して回転困難となり、7 以上であると、第 2 プリズム 2 1 に対して回転させられる負レンズ 3 が肥大化してしまう。条件式 (5) を満たすことで、上記不都合のない光学系を構成することができる。

20

【実施例】

【 0 0 4 7 】

次に、本発明の第 1 の実施形態に係る内視鏡用光学系 1 の実施例について、図面を参照して以下に説明する。

本実施例に係る内視鏡用光学系 1 は、図 3 に示されるように、前群 G 1 と後群 G 2 とを備えている。

【 0 0 4 8 】

前群 G 1 は、メニスカスレンズからなる負レンズ 3 と、フレア絞り 4 と、2 つの三角プリズム 5 , 6 と、明るさ絞り 7 と、平凸レンズからなる正レンズ 8 とを備えている。

後群 G 2 は、平凸レンズ 9 と、両凸レンズ 1 0 とメニスカスレンズ 1 1 との接合レンズと、平板ガラス 1 2 と、両凹レンズ 1 3 と両凸レンズ 1 4 との接合レンズと、平板ガラス 1 6 とを備えている。

30

【 0 0 4 9 】

これらのレンズのレンズデータは以下の通りである。

面番	R	D	N d	V d
1	6 . 6 7 5	0 . 4 0	2 . 0 0 3 3 0	2 8 . 2 7
2	1 . 3 9 2	0 . 6 5		
3	(フレア絞り)	0 . 0 5		
4		1 . 0 0	2 . 0 0 3 3 0	2 8 . 2 7
5	(反射面)	1 . 0 0	2 . 0 0 3 3 0	2 8 . 2 7
6		0 . 2 0		
7		1 . 0 0	2 . 0 0 3 3 0	2 8 . 2 7
8	(反射面)	1 . 0 0	2 . 0 0 3 3 0	2 8 . 2 7
9	絞り	0 . 1 0		
1 0		1 . 0 0	1 . 6 7 3 0 0	3 8 . 1 5
1 1	- 3 . 5 6 7	0 . 5 0		
1 2		1 . 3 6	1 . 4 9 7 0 0	8 1 . 6 0
1 3	- 4 . 3 8 5	0 . 1 0		
1 4	6 . 5 1 6	1 . 7 7	1 . 5 8 9 1 3	6 1 . 1 4
1 5	- 2 . 7 1 9	0 . 5 0	1 . 8 8 3 0 0	4 0 . 7 6

40

50

1 6 - 6 . 8 8 8 0 . 3 0
 1 7 0 . 6 0 1 . 5 1 8 0 0 7 4 . 6 0
 1 8 0 . 6 3
 1 9 - 5 . 2 5 0 0 . 5 0 1 . 8 4 6 6 6 2 3 . 7 8
 2 0 2 . 7 7 4 2 . 5 0 1 . 7 2 9 1 6 5 4 . 6 8
 2 1 - 3 . 9 9 2 0 . 5 3
 2 2 0 . 4 0 1 . 5 1 6 3 3 6 4 . 1 4
 2 3 1 . 0 0 1 . 6 1 3 5 0 5 0 . 2 0
 2 4

【 0 0 5 0 】

10

また、本実施例においては、

$$(Np1 + Np2A) / 2 = 2 . 0 1$$

$$DP1 / DP2A = 2 . 0 0 / 2 . 0 0 = 1 . 0 0$$

$$enp / fl = 0 . 6 7$$

であり、条件式 (1) , (2) および (6) を満たしている。

【 0 0 5 1 】

図 4 の (a) に球面収差 (SAZ)、(b) に非点収差 (FC)、(c) に歪曲収差 (DTL)、(d) に倍率色収差 (CC) の収差図をそれぞれ示す。実施例 1 の複数のレンズタイプを用いれば、内視鏡に適用できるほど十分に収差補正された光学系を提供することができる。

20

【 0 0 5 2 】

次に、本発明の第 2 の実施形態に係る内視鏡用光学系 2 0 の実施例について、図面を参照して以下に説明する。

本実施例に係る内視鏡用光学系 2 0 は、図 5 に示されるように、前群 G 1 と後群 G 2 とを備えている。

【 0 0 5 3 】

前群 G 1 は、メニスカスレンズからなる負レンズ 3 と、三角プリズム 5 と、台形プリズム 2 1 と、明るさ絞り 7 と、三角プリズム 2 2 と、平凸レンズからなる正レンズ 8 とを備えている。

後群 G 2 は、両凸レンズ 9 と、平板ガラス 1 0、両凸レンズ 1 1 とメニスカスレンズ 1 2 と両凸レンズ 1 3 との接合レンズと、平凸レンズ 1 4 と、平板ガラス 1 6 とを備えている。

30

【 0 0 5 4 】

これらのレンズのレンズデータは以下の通りである。

面番	R	D	N d	V d
1		0 . 4 0	2 . 0 0 3 3 0	2 8 . 2 7
2	2 . 5 0 0	1 . 0 0		
3		1 . 4 0	2 . 0 0 3 3 0	2 8 . 2 7
4	(反射面)	1 . 4 0	2 . 0 0 3 3 0	2 8 . 2 7
5		0 . 1 0		
6		1 . 0 0	2 . 0 0 3 3 0	2 8 . 2 7
7	(反射面)	4 . 5 0	2 . 0 0 3 3 0	2 8 . 2 7
8	(反射面)	1 . 0 0	2 . 0 0 3 3 0	2 8 . 2 7
9	絞り	0 . 3 0		
1 0		1 . 2 0	2 . 0 0 3 3 0	2 8 . 2 7
1 1	(反射面)	1 . 2 0	2 . 0 0 3 3 0	2 8 . 2 7
1 2		0 . 3 0		
1 3		0 . 8 0	1 . 8 4 6 6 6	2 3 . 7 8
1 4	- 8 . 6 8 2	0 . 7 0		
1 5	3 . 6 5 4	1 . 1 0	1 . 4 9 7 0 0	8 1 . 5 4

40

50

1 6	- 1 5 . 8 2 1	0 . 2 0		
1 7		0 . 6 0	1 . 5 1 8 0 0	7 4 . 6 0
1 8		0 . 2 0		
1 9	5 . 4 9 6	1 . 4 0	1 . 4 9 7 0 0	8 1 . 5 4
2 0	- 3 . 2 5 4	0 . 7 0	2 . 0 0 3 3 0	2 8 . 2 7
2 1	3 . 2 5 4	1 . 2 5	1 . 5 8 1 4 4	4 0 . 7 5
2 2	- 4 0 . 9 4 4	2 . 1 9		
2 3	1 1 . 2 0 1	1 . 0 0	1 . 4 9 7 0 0	8 1 . 5 4
2 4		0 . 7 0		
2 5		0 . 5 0	1 . 5 1 6 3 3	6 4 . 1 4
2 6			1 . 6 1 3 5 0	5 0 . 2 0
2 7				

10

【 0 0 5 5 】

また、本実施例においては、

$$(N p 1 + N p 2 A) / 2 = 2 . 0 1$$

$$(N p 1 + N p 2 B + N p 3) / 3 = 2 . 0 1$$

$$D P 1 / D P 3 = 2 . 8 0 / 2 . 4 0 = 1 . 1 7$$

$$D P 2 B / D P 3 = 6 . 5 0 / 2 . 4 0 = 2 . 7 1$$

$$e n p / f l = 0 . 8 3$$

であり、条件式 (1) および (3) ~ (6) を満たしている。

20

【 0 0 5 6 】

図 6 の (a) に球面収差 (S A Z)、(b) に非点収差 (F C)、(c) に歪曲収差 (D T L)、(d) に倍率色収差 (C C) の収差図をそれぞれ示す。実施例 2 の複数のレンズタイプを用いれば、内視鏡に適用できるほど十分に収差補正された光学系を提供することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

C 1 入射光軸

C 2 第 1 軸線

C 3 第 2 軸線

30

C 5 光軸 (第 4 軸線)

1 , 2 0 内視鏡用光学系

2 カバーガラス (第 1 光学部材)

3 負レンズ

5 第 1 プリズム

6 , 2 1 第 2 プリズム

6 a 反射面 (第 1 反射面)

7 明るさ絞り

8 正レンズ

1 6 平板ガラス (第 2 光学部材)

40

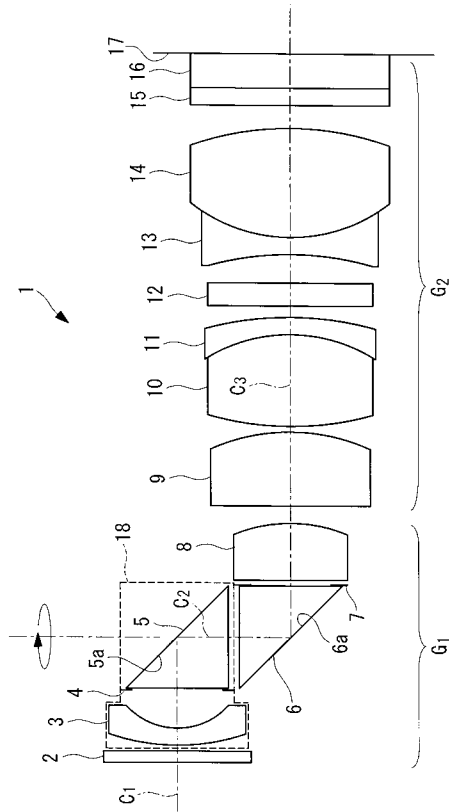
1 7 撮像面

2 1 a 第 1 反射面

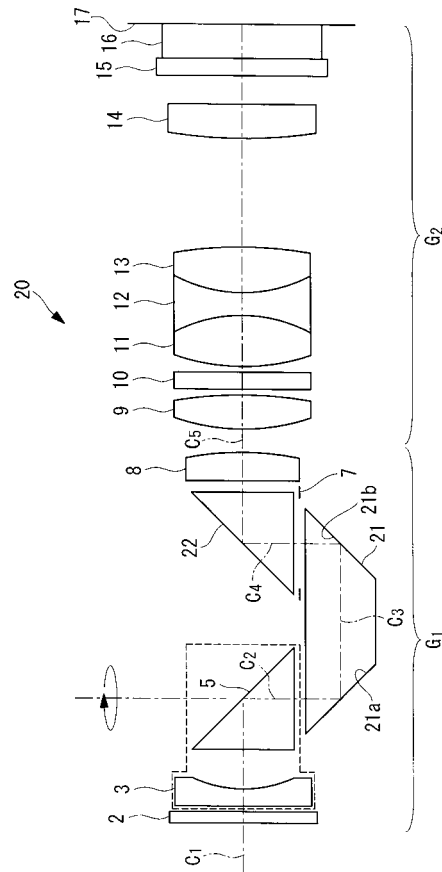
2 1 b 第 2 反射面

2 2 第 3 プリズム

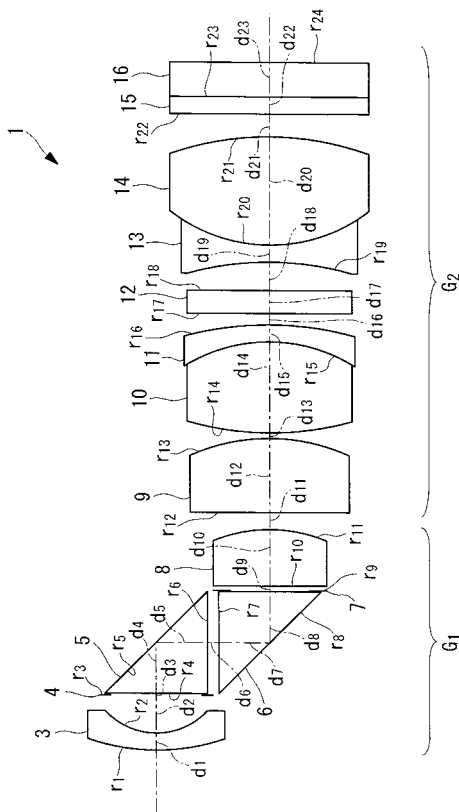
【図 1】



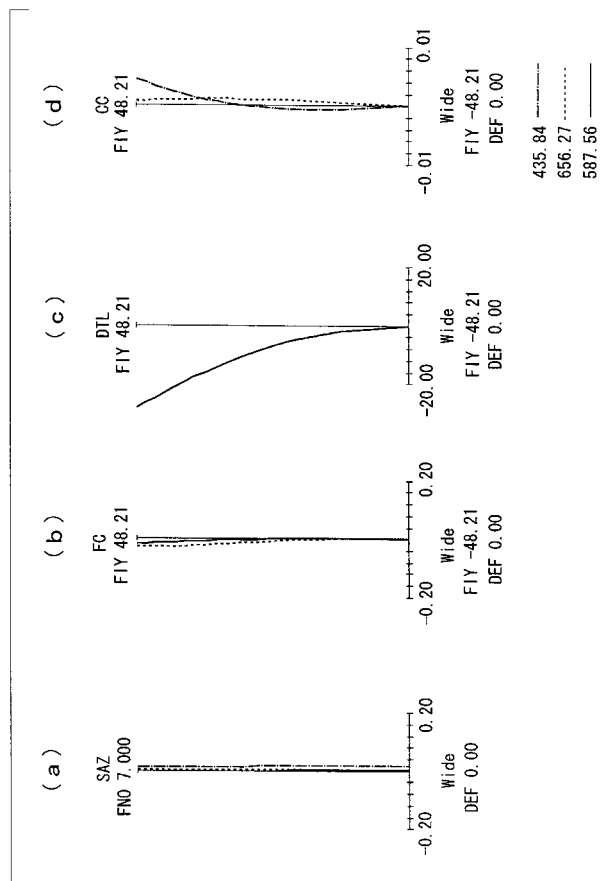
【図 2】



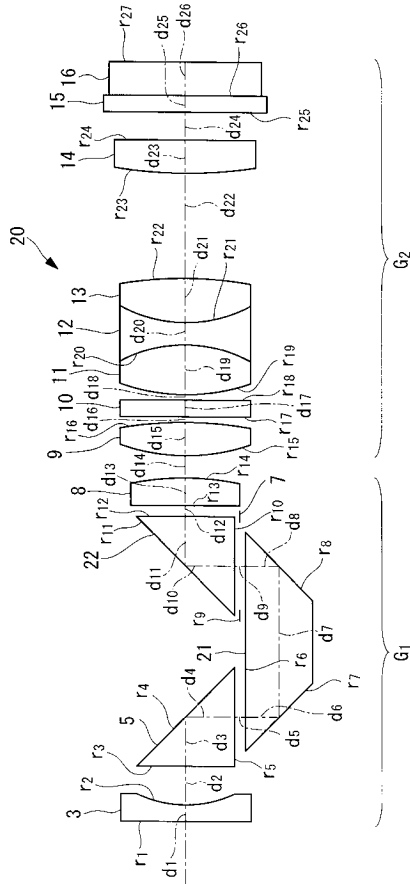
【図 3】



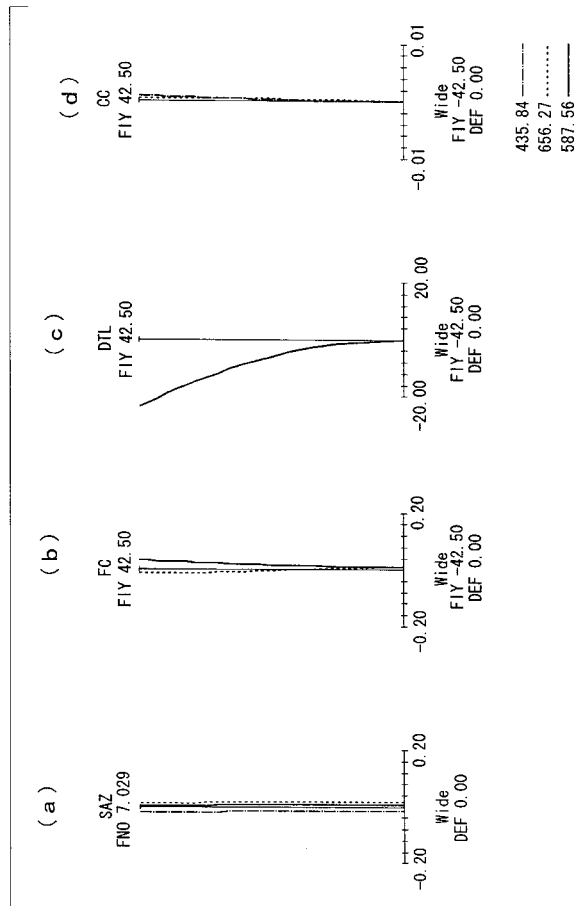
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【手続補正書】

【提出日】平成24年8月22日(2012.8.22)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、入射光軸に沿って入射された光を集光する負レンズと、該負レンズにより集光された光を前記入射光軸に略直交する第 1 軸線に沿う方向に偏向して射出する第 1 プリズムと、該第 1 プリズムから射出された光を前記第 1 軸線に略直交する第 2 軸線方向に偏向する第 1 反射面と、前記第 2 軸線方向に偏向された光を前記第 1 軸線に略平行に戻る方向に偏向して射出する第 2 反射面とを有し、該第 1 プリズムと対向配置した第 2 プリズムと、前記第 2 プリズムから射出された光を前記入射光軸に略平行な方向に偏向する第 3 プリズムと、該第 3 プリズムから射出された光を集光する正レンズとを備え、

前記負レンズおよび前記第 1 プリズムが、前記第 1 軸線回りに、前記第 2 プリズムに対して回転可能に設けられ、

前記第 1 プリズム、前記第 2 プリズム、および前記第 3 プリズムの屈折率が、以下の条件式を満たす内視鏡用光学系。

$$1.7 < (N_{p1} + N_{p2} + N_{p3}) / 3 < 2.4 \quad (3)$$

ここで、 N_{p1} は第 1 プリズムの d 線の屈折率、 N_{p2} は第 2 プリズムの d 線の屈折率、 N_{p3} は第 3 プリズムの d 線の屈折率である。

【請求項 2】

前記入射光軸と前記正レンズの光軸とが略同一平面内に配置されている請求項 1 に記載

の内視鏡用光学系。

【請求項 3】

前記第 1 プリズム内の光軸に沿う長さと、前記第 2 プリズム内の光軸に沿う長さと、前記第 3 プリズム内の光軸に沿う長さとが、以下の条件式を満たす請求項 1 に記載の内視鏡用光学系。

$$0.8 < DP1 / DP2 < 1.2 \quad (2)$$

$$0.8 < DP1 / DP3 < 1.2 \quad (4)$$

ここで、DP1 は第 1 プリズム内の光軸に沿う長さ、DP2 は第 2 プリズム内の光軸に沿う長さ、DP3 は第 3 プリズム内の光軸に沿う長さである。

【請求項 4】

前記第 2 プリズム内の光軸に沿う長さと、前記第 3 プリズム内の光軸に沿う長さとが、以下の条件式を満たす請求項 1 に記載の内視鏡用光学系。

$$0.5 < DP2 / DP3 < 7 \quad (5)$$

ここで、DP2 は第 2 プリズム内の光軸に沿う長さ、DP3 は第 3 プリズム内の光軸に沿う長さである。

【請求項 5】

物体側から順に、入射光軸に沿って入射された光を集光する負レンズと、該負レンズにより集光された光を前記入射光軸に略直交する第 1 軸線に沿う方向に偏向して射出する第 1 プリズムと、該第 1 プリズムから射出された光を前記第 1 軸線に略直交する第 2 軸線方向に偏向する第 1 反射面を有し、該第 1 プリズムと対向配置した第 2 プリズムと、該第 2 プリズムから射出された光を集光する正レンズとを備え、

前記負レンズおよび前記第 1 プリズムが、前記第 1 軸線回りに、前記第 2 プリズムに対して回転可能に設けられ、

前記第 1 プリズムおよび前記第 2 プリズムの屈折率が、以下の条件式を満たす内視鏡用光学系。

$$2.0 < (Np1 + Np2) / 2 < 2.4 \quad (1)$$

ここで、Np1 は第 1 プリズムの d 線の屈折率、Np2 は第 2 プリズムの d 線の屈折率である。

【請求項 6】

前記第 1 プリズム内の光軸に沿う長さと、前記第 2 プリズム内の光軸に沿う長さとが、以下の条件式を満たす請求項 5 に記載の内視鏡用光学系。

$$0.8 < DP1 / DP2 < 1.2 \quad (2)$$

ここで、DP1 は第 1 プリズム内の光軸に沿う長さ、DP2 は第 2 プリズム内の光軸に沿う長さである。

【請求項 7】

前記負レンズから前記正レンズまでの間に配置された明るさ絞りを備える請求項 1 に記載の内視鏡用光学系。

【請求項 8】

前記負レンズから前記正レンズまでの間に配置された明るさ絞りを備える請求項 5 に記載の内視鏡用光学系。

【手続補正書】

【提出日】平成24年12月21日(2012.12.21)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、入射光軸に沿って入射された光を集光する負レンズと、該負レンズに

より集光された光を前記入射光軸に略直交する第 1 軸線に沿う方向に偏向して射出する第 1 プリズムと、該第 1 プリズムから射出された光を前記第 1 軸線に略直交する第 2 軸線方向に偏向する第 1 反射面と、前記第 2 軸線方向に偏向された光を前記第 1 軸線に略平行に戻る方向に偏向して射出する第 2 反射面とを有し、該第 1 プリズムと対向配置した第 2 プリズムと、前記第 2 プリズムから射出された光を前記入射光軸に略平行な方向に偏向する第 3 プリズムと、該第 3 プリズムから射出された光を集光する正レンズとを備え、

前記負レンズおよび前記第 1 プリズムが、前記第 1 軸線回りに、前記第 2 プリズムに対して回転可能に設けられ、

前記第 1 プリズム、前記第 2 プリズム、および前記第 3 プリズムの屈折率が、以下の条件式を満たす内視鏡用光学系。

$$1.7 < (N_{p1} + N_{p2} + N_{p3}) / 3 < 2.4 \quad (3)$$

ここで、 N_{p1} は第 1 プリズムの d 線の屈折率、 N_{p2} は第 2 プリズムの d 線の屈折率、 N_{p3} は第 3 プリズムの d 線の屈折率である。

【請求項 2】

前記入射光軸と前記正レンズの光軸とが略同一平面内に配置されている請求項 1 に記載の内視鏡用光学系。

【請求項 3】

前記第 1 プリズム内の光軸に沿う長さ、前記第 2 プリズム内の光軸に沿う長さ、前記第 3 プリズム内の光軸に沿う長さ、以下の条件式を満たす請求項 1 に記載の内視鏡用光学系。

$$0.8 < DP1 / DP2 < 1.2 \quad (2)$$

$$0.8 < DP1 / DP3 < 1.2 \quad (4)$$

ここで、 $DP1$ は第 1 プリズム内の光軸に沿う長さ、 $DP2$ は第 2 プリズム内の光軸に沿う長さ、 $DP3$ は第 3 プリズム内の光軸に沿う長さである。

【請求項 4】

前記第 2 プリズム内の光軸に沿う長さ、前記第 3 プリズム内の光軸に沿う長さ、以下の条件式を満たす請求項 1 に記載の内視鏡用光学系。

$$0.5 < DP2 / DP3 < 7 \quad (5)$$

ここで、 $DP2$ は第 2 プリズム内の光軸に沿う長さ、 $DP3$ は第 3 プリズム内の光軸に沿う長さである。

【請求項 5】

物体側から順に、入射光軸に沿って入射された光を集光する負レンズと、フレア絞りと該負レンズにより集光された光を前記入射光軸に略直交する第 1 軸線に沿う方向に偏向して射出する第 1 プリズムと、該第 1 プリズムから射出された光を前記第 1 軸線に略直交する第 2 軸線方向に偏向する第 1 反射面を有し、該第 1 プリズムと対向配置した第 2 プリズムと、該第 2 プリズムから射出された光を集光する正レンズとを備え、

前記負レンズと前記第 1 プリズムとが空気間隔を介在して配置され、

前記負レンズおよび前記第 1 プリズムが、前記第 1 軸線回りに、前記第 2 プリズムに対して回転可能に設けられ、

前記第 1 プリズムおよび前記第 2 プリズムの屈折率が、以下の条件式を満たす内視鏡用光学系。

$$2.0 < (N_{p1} + N_{p2}) / 2 < 2.4 \quad (1)$$

$$0.1 < e_{np} / f_l < 2 \quad (6)$$

ここで、 N_{p1} は第 1 プリズムの d 線の屈折率、 N_{p2} は第 2 プリズムの d 線の屈折率である。また、 e_{np} は物体側からみた絞りの像位置である入射瞳位置までの距離、 f_l は、前記第 1 光学部材から前記第 2 光学部材までの全光学系の焦点距離である。

【請求項 6】

前記第 1 プリズム内の光軸に沿う長さ、前記第 2 プリズム内の光軸に沿う長さ、以下の条件式を満たす請求項 1 に記載の内視鏡用光学系。

$$0.8 < DP1 / DP2 < 1.2 \quad (2)$$

ここで、D P 1 は第 1 プリズム内の光軸に沿う長さ、D P 2 は第 2 プリズム内の光軸に沿う長さである。

【請求項 7】

前記負レンズから前記正レンズまでの間に配置された明るさ絞りを備える請求項 1 に記載の内視鏡用光学系。

【請求項 8】

前記負レンズから前記正レンズまでの間に配置された明るさ絞りを備える請求項 5 に記載の内視鏡用光学系。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 7】

上記目的を達成するために、本発明は以下の手段を提供する。

本発明の一態様は、物体側から順に、入射光軸に沿って入射された光を集光する負レンズと、該負レンズにより集光された光を前記入射光軸に略直交する第 1 軸線に沿う方向に偏向して射出する第 1 プリズムと、該第 1 プリズムから射出された光を前記第 1 軸線に略直交する第 2 軸線方向に偏向する第 1 反射面と、前記第 2 軸線方向に偏向された光を前記第 1 軸線に略平行に戻る方向に偏向して射出する第 2 反射面とを有し、該第 1 プリズムと対向配置した第 2 プリズムと、前記第 2 プリズムから射出された光を前記入射光軸に略平行な方向に偏向する第 3 プリズムと、該第 3 プリズムから射出された光を集光する正レンズとを備え、前記負レンズおよび前記第 1 プリズムが、前記第 1 軸線回りに、前記第 2 プリズムに対して回転可能に設けられ、前記第 1 プリズム、前記第 2 プリズム、および前記第 3 プリズムの屈折率が、以下の条件式を満たす内視鏡用光学系である。

$$1.7 < (N_{p1} + N_{p2} + N_{p3}) / 3 < 2.4 \quad (3)$$

ここで、 N_{p1} は第 1 プリズムの d 線の屈折率、 N_{p2} は第 2 プリズムの d 線の屈折率、 N_{p3} は第 3 プリズムの d 線の屈折率である。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 8】

このようにすることで、負レンズから正レンズに至る光路長を短くすることで、収差の増大を抑えることができる。入射光軸に沿って第 1 プリズムに入射された光は、入射光軸から離れる方向へ第 2 プリズムの第 1 反射面で偏向された後、第 2 プリズムの第 2 反射面によって再び入射光軸へ近づく方向へ偏向され、第 3 プリズムによって入射光軸に近接した入射光軸と略平行な平面内において射出される。この場合に、条件式 (3) を満たすことにより、負レンズから 3 つのプリズムを経て正レンズに至る光路の空気換算長を十分に短く設定することができ、集光レンズを別途用意しなくても、像高の増大を抑えて光学系をさらにコンパクトに構成することができる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 9】

そして、第 1 軸線回りに負レンズおよび第 1 プリズムを一体的に回転させることにより、第 2 軸線に対して入射光軸の角度を変化させることができる。その結果、内視鏡の視野

の方向を可変にしながら、内視鏡の先端部の径寸法を小さく抑えることができる。また、2つのプリズムによって光路を折り曲げることにより、入射光軸に略平行な第2軸線の延長上に撮像素子を配置でき、撮像素子として内視鏡の径寸法に応じた大きな撮像素子を採用できる。その結果、良好な画質の内視鏡画像を得ることができる。

また、第1プリズムから第3プリズムに至る光路上で、光が偶数回屈折させられるので、物体の像を反転させることなく伝播することができる。その結果、取得された画像を反転処理する必要がなく、そのまま観察することが可能となる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

また、上記態様においては、前記入射光軸と前記正レンズの光軸とが略同一平面内に配置されていることが好ましい。

このようにすることで、第1プリズムから第3プリズムに至るスペースを効率よく使用して、光学系を最もコンパクトに構成することができる。そして、内視鏡先端部のスペースを効率的に活用し、内視鏡を径方向に小型化できる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

上記態様においては、前記第1プリズム内の光軸に沿う長さ、前記第2プリズム内の光軸に沿う長さ、前記第3プリズム内の光軸に沿う長さが、以下の条件式を満たす請求項1に記載の内視鏡用光学系である。

$$0.8 < DP1 / DP2 < 1.2 \quad (2)$$

$$0.8 < DP1 / DP3 < 1.2 \quad (4)$$

ここで、DP1は第1プリズム内の光軸に沿う長さ、DP2は第2プリズム内の光軸に沿う長さ、DP3は第3プリズム内の光軸に沿う長さである。

このようにすることで、プリズム間に形成される隙間を最小限に抑えて、空気換算長を短縮することができる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

また、上記態様においては、前記第2プリズム内の光軸に沿う長さ、前記第3プリズム内の光軸に沿う長さが、以下の条件式を満たしていてもよい。

$$0.5 < DP2 / DP3 < 7 \quad (5)$$

ここで、DP2は第2プリズム内の光軸に沿う長さ、DP3は第3プリズム内の光軸に沿う長さである。

このようにすることで、DP2 / DP3が0.5以下となると、第3プリズムに対して第2プリズムが小さくなり過ぎて、第1プリズムが第3プリズムに干渉して回転困難となり、7以上であると、第2プリズムに対して回転させられる負レンズの肥大化してしまう。条件式(5)を満たすことで、上記不都合のない光学系を構成することができる。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 3

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 3 】

また、本発明の第二の態様は、物体側から順に、入射光軸に沿って入射された光を集光する負レンズと、フレア絞りと該負レンズにより集光された光を前記入射光軸に略直交する第1軸線に沿う方向に偏向して射出する第1プリズムと、該第1プリズムから射出された光を前記第1軸線に略直交する第2軸線方向に偏向する第1反射面を有し、該第1プリズムと対向配置した第2プリズムと、該第2プリズムから射出された光を集光する正レンズとを備え、前記負レンズと前記第1プリズムとが空気間隔を介在して配置され、前記負レンズおよび前記第1プリズムが、前記第1軸線回りに、前記第2プリズムに対して回転可能に設けられ、前記第1プリズムおよび前記第2プリズムの屈折率が、以下の条件式を満たす内視鏡用光学系である。

$$2.0 < (N_{p1} + N_{p2}) / 2 < 2.4 \quad (1)$$

$$0.1 < e_{np} / f_l < 2 \quad (6)$$

ここで、 N_{p1} は第1プリズムのd線の屈折率、 N_{p2} は第2プリズムのd線の屈折率である。また、 e_{np} は物体側からみた絞りの像位置である入射瞳位置までの距離、 f_l は、前記第1光学部材から前記第2光学部材までの全光学系の焦点距離である。

【手続補正9】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 4

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 4 】

このようにすることで、条件式(1)を満たすことにより、負レンズから正レンズに至る光路の空気換算長を十分に短く設定することができ、集光レンズを別途用意しなくても、像高の増大を抑えて光学系全体をコンパクトに構成することができる。また、負レンズから正レンズに至る光路長を短くすることで、収差の増大を抑えることができる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 5

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 5 】

そして、第1軸線回りに負レンズおよび第1プリズムを一体的に回転させることにより、第2軸線に対して入射光軸の角度を変化させることができる。その結果、内視鏡の視野の方向を可変にしながら、内視鏡の先端部の径寸法を小さく抑えることができる。また、2つのプリズムによって光路を折り曲げることにより、入射光軸に略平行な第2軸線の延長上に撮像素子を配置でき、撮像素子として内視鏡の径寸法に応じた大きな撮像素子を採用できる。その結果、良好な画質の内視鏡画像を得ることができる。

【手続補正11】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 6 】

また、空気間隔を設けフレア絞りを配置することで、不要な軸外光を効果的に遮断しクリアな画質を得ることができることはもちろん、プリズムを小型化することができる。また、このフレア絞りにより、プリズム端に光が当たることを回避できるので、バリなどが入った場合でもプリズム端に起因するフレアの発生をなくすることができる。特に、プリ

ズムが回転機能を有しているため、第 1 プリズムに対する第 2 プリズムの角度によっては強烈なフレアが発生することがあるが、フレア絞りによってこれを抑制することができる

°

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 7】

また、上記態様においては、前記第 1 プリズム内の光軸に沿う長さ、前記第 2 プリズム内の光軸に沿う長さ、以下の条件式を満たしていてもよい。

$$0.8 < DP1 / DP2 < 1.2 \quad (2)$$

ここで、DP 1 は第 1 プリズム内の光軸に沿う長さ、DP 2 は第 2 プリズム内の光軸に沿う長さである。

このようにすることで、プリズム間に形成される隙間を最小限に抑えて、空気換算長を短縮することができる。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 8】

上記態様においては、前記負レンズから前記正レンズまでの間に配置された明るさ絞りを備えていてもよい。

このようにすることで、明るさ絞りにより光学系の F ナンバーが決定される。

【手続補正書】

【提出日】平成 25 年 3 月 29 日 (2013.3.29)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、入射光軸に沿って入射された光を集光する負レンズと、該負レンズにより集光された光を前記入射光軸に略直交する第 1 軸線に沿う方向に偏向して射出する第 1 プリズムと、該第 1 プリズムから射出された光を前記第 1 軸線に略直交する第 2 軸線方向に偏向する第 1 反射面と、前記第 2 軸線方向に偏向された光を前記第 1 軸線に略平行に戻る方向に偏向して射出する第 2 反射面とを有し、該第 1 プリズムと対向配置した第 2 プリズムと、前記第 2 プリズムから射出された光を前記入射光軸に略平行な方向に偏向する第 3 プリズムと、該第 3 プリズムから射出された光を集光する正レンズとを備え、

前記負レンズおよび前記第 1 プリズムが、前記第 1 軸線回りに、前記第 2 プリズムに対して回転可能に設けられ、

前記第 1 プリズム、前記第 2 プリズム、および前記第 3 プリズムの屈折率が、以下の条件式を満たす内視鏡用光学系。

$$1.7 < (Np1 + Np2 + Np3) / 3 < 2.4 \quad (3)$$

ここで、Np 1 は第 1 プリズムの d 線の屈折率、Np 2 は第 2 プリズムの d 線の屈折率、Np 3 は第 3 プリズムの d 線の屈折率である。

【請求項 2】

前記入射光軸と前記正レンズの光軸とが略同一平面内に配置されている請求項 1 に記載

の内視鏡用光学系。

【請求項 3】

前記第 1 プリズム内の光軸に沿う長さ、前記第 2 プリズム内の光軸に沿う長さ、前記第 3 プリズム内の光軸に沿う長さ、以下の条件式を満たす請求項 1 に記載の内視鏡用光学系。

$$0.8 < DP1 / DP2 < 1.2 \quad (2)$$

$$0.8 < DP1 / DP3 < 1.2 \quad (4)$$

ここで、DP1 は第 1 プリズム内の光軸に沿う長さ、DP2 は第 2 プリズム内の光軸に沿う長さ、DP3 は第 3 プリズム内の光軸に沿う長さである。

【請求項 4】

前記第 2 プリズム内の光軸に沿う長さ、前記第 3 プリズム内の光軸に沿う長さ、以下の条件式を満たす請求項 1 に記載の内視鏡用光学系。

$$0.5 < DP2 / DP3 < 7 \quad (5)$$

ここで、DP2 は第 2 プリズム内の光軸に沿う長さ、DP3 は第 3 プリズム内の光軸に沿う長さである。

【請求項 5】

前記負レンズから前記正レンズまでの間に配置された明るさ絞りを備える請求項 1 に記載の内視鏡用光学系。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

また、本発明の参考例は、物体側から順に、入射光軸に沿って入射された光を集光する負レンズと、フレア絞りと該負レンズにより集光された光を前記入射光軸に略直交する第 1 軸線に沿う方向に偏向して射出する第 1 プリズムと、該第 1 プリズムから射出された光を前記第 1 軸線に略直交する第 2 軸線方向に偏向する第 1 反射面を有し、該第 1 プリズムと対向配置した第 2 プリズムと、該第 2 プリズムから射出された光を集光する正レンズとを備え、前記負レンズと前記第 1 プリズムとが空気間隔を介在して配置され、前記負レンズおよび前記第 1 プリズムが、前記第 1 軸線回りに、前記第 2 プリズムに対して回転可能に設けられ、前記第 1 プリズムおよび前記第 2 プリズムの屈折率が、以下の条件式を満たす内視鏡用光学系である。

$$2.0 < (Np1 + Np2) / 2 < 2.4 \quad (1)$$

$$0.1 < enp / f1 < 2 \quad (6)$$

ここで、Np1 は第 1 プリズムの d 線の屈折率、Np2 は第 2 プリズムの d 線の屈折率である。また、enp は物体側からみた絞りの像位置である入射瞳位置までの距離、f1 は、前記第 1 光学部材から前記第 2 光学部材までの全光学系の焦点距離である。

【手続補正書】

【提出日】平成25年7月19日(2013.7.19)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】削除

【補正の内容】

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/076380

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/04(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, G02B23/26(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B13/04, 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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 51-44937 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 16 April 1976 (16.04.1976), example 2; fig. 4 & US 4042295 A & DE 2546211 A	1-3, 8 4-7
Y A	JP 2006-204924 A (Karl Storz Development Corp.), 10 August 2006 (10.08.2006), paragraphs [0002], [0043]; fig. 2, 4E & US 2006/0256450 A1 & EP 1686410 A1 & CA 2534601 A1	1-3 4-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ 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
09 February, 2012 (09.02.12)Date of mailing of the international search report
21 February, 2012 (21.02.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/076380

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-266175 A (Sony Corp.), 29 September 2005 (29.09.2005), paragraph [0044] & US 2007/0024984 A1 & EP 1621910 A1 & WO 2005/091045 A & KR 10-2006-0123673 A & CN 1771452 A & TW 274181 B	1-3
Y	JP 2010-128034 A (Olympus Imaging Corp.), 10 June 2010 (10.06.2010), paragraphs [0016] to [0017] (Family: none)	1-3

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 1 / 0 7 6 3 8 0	
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G02B13/04(2006.01)i, 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. G02B13/04, 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 1971-2012年 日本国実用新案登録公報 1996-2012年 日本国登録実用新案公報 1994-2012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	
Y A	JP 51 - 44937 A（オリンパス光学工業株式会社） 1976.04.16, 実施例 2, 第 4 図 & US 4042295 A & DE 2546211 A	1 - 3, 8 4 - 7	
Y A	JP 2006 - 204924 A（カール・ストーツ・デベロップメント・コーポレーション） 2006.08.10, 【0002】, 【0043】, 図 2, 図 4E & US 2006/0256450 A1 & EP 1686410 A1 & CA 2534601 A1	1 - 3 4 - 8	
Y	JP 2005 - 266175 A（ソニー株式会社） 2005.09.29, 【0044】 & US 2007/0024984 A1 & EP 1621910 A1 & WO 2005/091045 A &	1 - 3	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 09.02.2012		国際調査報告の発送日 21.02.2012	
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） 井上 信 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	2 V 3309

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 1 / 0 7 6 3 8 0
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	KR 10-2006-0123673 A & CN 1771452 A & TW 274181 B JP 2010 - 128034 A (オリンパスイメージング株式会社) 2010.06.10, 【0016】 - 【0017】 (ファミリーなし)	1 - 3

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN

F ターム(参考) 2H087 KA10 LA03 PA05 PA18 PA19 PB07 QA01 QA02 QA07 QA17
QA18 QA21 QA25 QA33 QA34 QA41 QA42 QA46 RA32 RA41
RA42 RA43
4C161 FF40 LL02 NN01 PP11

(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)	内视镜用光学系		
公开(公告)号	JPWO2012081349A1	公开(公告)日	2014-05-22
申请号	JP2012538892	申请日	2011-11-16
[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	片倉正弘		
发明人	片倉 正弘		
IPC分类号	G02B13/04 G02B23/26 A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00183 A61B1/00096 A61B1/05 G02B5/04 G02B23/2446 G02B27/0025		
FI分类号	G02B13/04 G02B23/26.C A61B1/00.300.Y		
F-TERM分类号	2H040/CA23 2H040/CA24 2H040/CA25 2H087/KA10 2H087/LA03 2H087/PA05 2H087/PA18 2H087/PA19 2H087/PB07 2H087/QA01 2H087/QA02 2H087/QA07 2H087/QA17 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA25 2H087/QA33 2H087/QA34 2H087/QA41 2H087/QA42 2H087/QA46 2H087/RA32 2H087/RA41 2H087/RA42 2H087/RA43 4C161/FF40 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/PP11		
代理人(译)	上田邦夫 藤田 考晴		
优先权	2010279786 2010-12-15 JP		
其他公开文献	JP5372261B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

即使使内窥镜的视野方向可调，也可以在保持内窥镜的远端部的直径较小的同时获得具有高质量图像的内窥镜图像。提供一种内窥镜光学系统（1），其包括：负透镜（3），其使沿着入射光轴（C1）入射的光聚焦；第一棱镜（5），其使由负透镜（3）聚焦的光偏转并出射。沿着基本垂直于入射光轴（C1）的第一轴（C2）的方向，第二棱镜（6）具有反射面，该反射面使从第一棱镜（5）发出的光在第二方向上偏转基本上垂直于第一轴线（C2）并面向第一棱镜（5）设置的轴线（C3）和使从第二棱镜（6）发出的光聚焦的正透镜（8）。从物侧起依次进行设置，其中，负透镜（3）和第一棱镜（5）以能够相对于第二棱镜（6）绕第一轴（C2）旋转的方式设置。

【図1】

