

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6439089号  
(P6439089)

(45) 発行日 平成30年12月19日(2018.12.19)

(24) 登録日 平成30年11月30日(2018.11.30)

(51) Int.Cl. F 1  
**A 6 1 B 1/07 (2006.01)** A 6 1 B 1/07 7 3 2  
**G 0 2 B 23/26 (2006.01)** A 6 1 B 1/07 7 3 3  
 G 0 2 B 23/26 B

請求項の数 10 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-101163 (P2014-101163)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成26年5月15日(2014.5.15)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-217007 (P2015-217007A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成27年12月7日(2015.12.7)	(73) 特許権者	503092180
審査請求日	平成29年4月7日(2017.4.7)		学校法人関西学院
			兵庫県西宮市上ヶ原一番町1番155号
		(74) 代理人	100110412
			弁理士 藤元 亮輔
		(74) 代理人	100104628
			弁理士 水本 敦也
		(74) 代理人	100121614
			弁理士 平山 倫也
		(72) 発明者	山本 亮
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学系およびそれを備えた内視鏡装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入射端と出射端とを有し前記入射端に入射する光を前記出射端に導光する導光部材と、前記出射端から出射された光が入射され通過した後に第1断面内において集光し、前記第1断面と垂直な第2断面内で平行化または拡大し、シートビームを成形する光学手段と、を有し、

前記導光部材は、前記入射端および前記出射端のそれぞれにおいて開口を有し、前記出射端における前記開口は、前記第1断面に垂直な第1方向よりも、該第1方向に垂直な第2方向において小さな開口径を有し、かつ、

前記出射端における前記開口は、前記第2方向において、前記入射端における前記開口より小さな開口径であることを特徴とする光学系。

10

【請求項 2】

前記光学手段は、少なくとも2つのレンズにより構成されることを特徴とする請求項1に記載の光学系。

【請求項 3】

前記光学手段は、前記少なくとも2つのレンズを構成する構成面のうち少なくとも2面が、直交する2つの方向で異なる光学的パワーを有していることを特徴とする請求項2に記載の光学系。

【請求項 4】

前記光学手段は、最も光源側に位置するレンズが、前記第1方向および前記第2方向に

20

において正のパワーを有することを特徴とする請求項2または3に記載の光学系。

【請求項5】

前記光学手段は、最も像側に位置するレンズが、前記第1方向において正のパワーを有することを特徴とする請求項2ないし4のいずれか1項に記載の光学系。

【請求項6】

前記導光部材は、中空ファイバであることを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1項に記載の光学系。

【請求項7】

前記導光部材は、前記入射側における前記開口は円形であり、前記出射側における前記開口は楕円形であることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の光学系。

10

【請求項8】

物体に向けて光を照射する請求項1ないし7のいずれか1項に記載の光学系と、  
前記物体からの光が入射する観察光学系と、  
前記観察光学系により形成された像を取得する取得手段と、  
を有することを特徴とする内視鏡装置。

【請求項9】

前記観察光学系の光軸は、前記光学手段からの光と交差することを特徴とする請求項8に記載の内視鏡装置。

【請求項10】

前記取得手段は、撮像素子であることを特徴とする請求項8または9に記載の内視鏡装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は光学系に関し、特に観察対象の内部構造の画像を取得する内視鏡装置に搭載可能な光学系に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1、2には、観察物の3次元ラマンイメージングを実現する顕微鏡が開示されている。特許文献1、2の顕微鏡では、ガルバノスキャナを利用して、近赤外レーザ光からシート状のビーム（以下シートビーム）を生成し、観察物に観察方向とは直交する方向から該シートビームを入射させている。これにより、励起光の当たるシート状のエリアのみでラマン散乱が生じ、観察物の内部構造をイメージングすることが可能になる。

30

【0003】

一方で、生体内部での画像取得を試みる場合、顕微鏡ではなく内視鏡の構成を採用する必要があり、それを実現するためには、励起光として用いるレーザ光を観察物の近くまで導く必要がある。ここで、特許文献3には、中空ファイバを用いてレーザ光を導光する方法が記載されている。中空ファイバ内ではラマン散乱が発生しないため、中空ファイバを内視鏡に適用することにより、観察物で生じるラマン散乱を観察する際のノイズを減らすことができる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-108491号公報

【特許文献2】特開2007-114542号公報

【特許文献3】特開2006-243306号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、特許文献1、2に記載の顕微鏡は、各種生体組織を *in vivo* で測定する

50

ものではなく、ガルバノスキャナを利用してシートビームを生成する構成であるため、これを小型細径化が必要な内視鏡に適用することは困難である。また、中空ファイバは、その製造時の特性上コアとなる中空部分が非常に太くなってしまいうため、中空ファイバを内視鏡に適用した場合、シートビームを生成する際にファイバ端面がそのまま2次光源になる。結果として、シートビーム焦点付近に大きな像を形成してしまい、シートビームが厚くなってしまい、特に観察方向（観察の深度方向）の分解能が大きく低下してしまう。

【0006】

本発明は、上記課題を鑑み、内視鏡装置において、小型でシートビームの生成に有利な光学系およびそれを備えた内視鏡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】

【0007】

本発明の一側面としての光学系は、入射端と出射端とを有し前記入射端に入射する光を前記出射端に導光する導光部材と、前記出射端から出射された光が入射され通過した後に第1断面内において集光し、前記第1断面と垂直な第2断面内で平行化または拡大し、シートビームを成形する光学手段と、を有し、前記導光部材は、前記入射端および前記出射端のそれぞれにおいて開口を有し、前記出射端における前記開口は、前記第1断面に垂直な第1方向よりも、該第1方向に垂直な第2方向において小さな開口径を有し、かつ、前記出射端における前記開口は、前記第2方向において、前記入射端における前記開口より小さな開口径であることを特徴とする。

【0008】

本発明の他の目的及び特徴は、以下の実施例において説明される。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、小型でシートビームの生成に有利な光学系およびそれを備えた内視鏡装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明における第一の実施例のレーザ光伝送装置を示す図である。

【図2】本発明における第二の実施例のレーザ光伝送装置を示す図である。

【図3】本発明における第三の実施例の内視鏡装置を示す図である。

【図4】第一の実施例における、シートビーム生成光学系の断面図である。

【図5】第二の実施例における、シートビーム生成光学系の断面図である。

【図6】第三の実施例における、シートビーム生成光学系の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明は、観察対象（物体）を照明・観察する内視鏡装置に関する。内視鏡としては、体内の臓器を観察・診断・治療する医療内視鏡や、機械装置や設備のパイプ内部・機器の隙間などの観察困難な場所を観察や修理するための工業用内視鏡などが知られている。これらの内視鏡の多くは観察対象の表面形状を観察するためのものであるが、例えば体内臓器において、表面からわずかでも内部にある病変などをイメージングすることは困難である。これに対し、近赤外光を励起光としたラマン分光イメージングや、蛍光イメージングなどの手法がある。近赤外光を用いるため体内臓器に対し深くまで入り込み、かつ励起光とは異なる波長で検出が可能なることからことなどから、臓器内部のデータ取得が可能となる。以下に、本発明の内視鏡装置に関する実施の形態を、添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【実施例1】

【0012】

図1を用いて、本発明における第一の実施例の説明を行う。図1は本実施例におけるレーザ光伝送装置を示している。図1(a)はレーザ光伝送装置の中空ファイバ部分のy z

10

20

30

40

50

断面図、図1(b)はxz断面図、図1(c)は中空ファイバ101の形状説明図である。図1(c)に示すように、中空ファイバ101は入射側開口102の開口形状がAのような円形状、射出側開口103の開口形状がBのような楕円形状をしている。このため、中空ファイバ101の形状は図1(a)、(b)のような断面形状になる。ただし、射出側開口103の開口形状は、楕円形状に限定されず、所定の方向(第1方向、x方向)の大きさが、該所定の方向と直交する方向(第2方向、y方向)の大きさよりも大きい形状であればよく、例えば矩形形状であってもよい。

#### 【0013】

本実施例において、x方向(第1方向)は、射出側開口103の開口形状の幅のうち最も大きい幅を持つ方向のことである。このように、中空ファイバの出射端には、yz断面(第1断面)に垂直なx方向(第1方向)の大きさが、該x方向(xz断面(第2断面))に垂直なy方向(第2方向)の大きさよりも大きい開口が形成されている。

10

#### 【0014】

レーザ光源104を射出したレーザビーム105は、カップリング光学系108を介して中空ファイバ101の入射端102に入射する。そして、中空ファイバ101の入射端102から入射されたレーザビーム105は、中空ファイバ101の内部を通過し、中空ファイバ101の射出端103から射出される。このように、中空ファイバ101は、レーザ光源104からの光を導光する導光部材として機能し、入射端から入射する光を出射端に導光する。中空ファイバ101の射出端103から出射したレーザビームは、シートビーム生成光学系106に入射する。シートビーム生成光学系106は3枚のアナモルフィックレンズ1061、1062、1063で構成されている。

20

#### 【0015】

本実施例では、シートビーム生成光学系106は3枚のレンズにより構成されるが、本発明では、シートビーム生成光学系106は少なくとも2枚のレンズにより構成されれば足りる。レーザビーム105は、シートビーム生成光学系106により、yz断面内では収束ビーム、xz断面内では平行ビームというシート状の光(シートビーム)107に変換され、該シートビーム生成光学系106から射出する。すなわち、シートビーム生成光学系106は、y方向と平行な面内(yz断面内)でレーザビーム光105を収束光束(集光光束)に変換し、x方向と平行な面内(xz断面内)でレーザビーム光105を平行光束に変換する。換言すれば、シートビーム生成光学系106は、中空ファイバ101を射出した光を、所定の方向(x方向)においては拡大して平行光束(拡大光)に変換し、該所定の方向と直交する方向(y方向)においては収束する光に変換する光学手段として構成される。

30

#### 【0016】

このように、本実施例において、シートビーム生成光学系106は、中空ファイバ101の出射端から射出する光をyz断面内(第1断面内)において集光する機能を有する。該光学手段は、レーザビーム光を拡大する方向(xz断面のx方向)が、射出側開口103の最も大きい幅を有する方向と直交する方向(y方向)よりも該射出側開口103の最も大きい幅を有する方向(x方向)と一致するように配置される。換言すれば、該光学手段は、レーザビーム光を収束する方向(yz断面のy方向)が、射出側開口103の最も大きい幅を有する方向(x方向)よりも該x方向と直交する方向(y方向)と一致するように配置される。これを換言すると、中空ファイバの出射端には、レーザビーム光を集光するyz断面(第1断面)に垂直なx方向(第1方向)の大きさが、該x方向に垂直なy方向(第2方向)の大きさよりも大きい開口が形成される構成となる。

40

#### 【0017】

ここで、一致するようには、完全に一致する場合と、許容誤差の範囲内で完全に一致する場合からずれている場合(略一致の場合)とを含む意味である。カップリング光学系108、中空ファイバ101、シートビーム生成光学系106は、レーザ光源104からの光を物体に向けて射出する光学系として構成される。

#### 【0018】

50

一般的に中空ファイバ101はコア径(=中空部分)が0.3mm~1mm程度と非常に大きい。このため、シートビーム107を生成するため光学系を配置すると、光学系の焦点近傍にできる光源像が大きくなってしまふ。例えば、中空ファイバのコア径(=2次光源の大きさ)が0.3mm、射出NAが0.07、シートビーム107の厚さ(=スポット径)を $1/e^2$ で50 $\mu$ m、波長を800nmとすると、光学系に必要な像側NAは、

$$\text{像側NA} = (\text{スポット径} / 1.64 / \text{波長})^{-1} * 0.5 = (50 / 1.64 / 0.8) \cdot^{-1} * 0.5 = 0.01312$$

となる。よって、光学系の倍率Mは、

$$M = 0.07 / 0.01312 = 5.33$$

となる。よって、シートビーム生成光学系106によりできる2次光源であるファイバ端面の像の大きさIは、

$$I = 0.3 * 5.33 = 1.599 \text{ mm}$$

となり、50 $\mu$ mのスポットを作るために1.5mmを超える像ができてしまうことになる。このため、シートビーム107の厚さが厚くなってしまふ。

#### 【0019】

このため、中空ファイバ101の射出端開口103の形状を、一方向に狭める。こうすることで、像の大きさが小さくなる、および、射出NAを大きくさせ、微小スポットを作りやすくなる、という効果が得られる。例えば図1(a)において、射出側開口103の径を2 $\mu$ m、射出側NAを0.2とすると、光学系の倍率M'及びファイバ端面の像の大きさI'は、

$$M' = 0.2 / 0.01312 = 15.24$$

$$I' = 2 * 15.24 = 30.48 \mu\text{m}$$

となり、像の大きさがスポット径を下回り、非常に薄いシートビーム107を生成できる。

#### 【0020】

ここで、図1(b)に示すように、xz断面は平行ビームとして射出するため、像の大きさは寄与しない。このため、yz断面のように2次光源となるファイバ射出側開口103を小さくする必要が無い。

#### 【0021】

シートビーム生成光学系106としては、yz断面内で結像させる効果、および、xz断面で平行ビームとして射出させる効果、を持たせる必要がある。平行ビームとするのは、シートビーム107内のビーム強度をなるべく均一にするためである。また、射出側開口103の大きさがxz断面で大きいため、シートビーム生成光学系106としては、xz断面において可能な限りテレセントリックに射出することが望ましい。

#### 【0022】

以上の効果を持たせるため、シートビーム生成光学系106としては、最も光源側のレンズ1061は正の光学的パワー(焦点距離の逆数)を有することが必要である。こうすることで、中空ファイバ101から広がって射出したレーザ光束の径を狭め、レンズ外径を小さくできる。

#### 【0023】

さらに、最も光源側のレンズ1061は、図のyz断面内(シートビーム107の面に垂直)の光学的パワーをP1、xz断面(シートビーム107の面に平行)の光学的パワーをP2としたとき、

$$P2 > P1$$

というパワーを持つトーリック面もしくはアナモルフィック面を有するレンズである。換言すれば、シートビーム生成光学系106は、最も光源側のレンズが、x方向(第1方向)およびy方向(第2方向)において正の光学的パワーを有する。本発明のシートビーム生成光学系106は、構成されるレンズのうち少なくとも2面以上が、直交する2つの方向で異なる光学的パワーを有する面で構成される。また、xz断面においてテレセントリ

10

20

30

40

50

ックに射出するため、最も像側のレンズ1063の像側にある面は、xz断面の光学的パワーP3が正のパワーを有するトーリック面もしくはアナモルフィック面である。換言すれば、シートビーム生成光学系106は、最も像側のレンズが、x方向(第1方向)において正の光学的パワーを有する。まず $P2 > P1$ として、シートビーム生成光学系106の中で、xz断面内では一次結像させる。

【0024】

そして、結像点の位置を、結像点よりも像側にあるレンズの合成焦点の近傍(本実施例ではレンズ1063の焦点近傍)に配置する。以上のような光学的パワー配置にすることにより、yz断面では収束光束、かつxz断面では平行ビームがテレセントリックに射出するという構成にすることができる。

10

【0025】

なお、シートビーム生成光学系106及びカップリング光学系108に用いる硝材は、合成石英やサファイアガラスのような単一の組成である硝材が好ましい。通常の光学ガラスには多数の成分が含まれており、硝材から出るラマン散乱光が観察時のノイズとなるためである。

【0026】

なお、図1では実際のレンズ径にくらべ中空ファイバが太く描かれているが、これは理解のためであり実際には中空ファイバ径は図より非常に小さい。これは以下の図においても同様である。

【0027】

20

以上のように中空ファイバの射出端を一方向に狭めることにより、薄いシートビームを生成することが可能になる。また、トーリック面もしくはアナモルフィック面を少なくとも2面有するシートビーム生成光学系を有することで、簡単な構成でシートビームを生成することが可能になる。また、ガルバノメータのような走査部材を用いないため、可動部無しに、小型な構成でシートビーム生成が可能になる。

【0028】

本実施例によれば、中空ファイバの射出端を、一方向に広く、一方向に狭い開口とすることで、2次光源となる開口の狭い方向の像を小さくさせ、シートビームの厚さを薄くすることができる。また、深度方向の分解能低下を防ぐことができる。また、シートビームの面内方向を、射出端開口の広い方向と一致させるように光学系を配置することにより、小型に効

30

【実施例2】

【0029】

図2を用いて本発明における第二の実施例について説明を行う。第二の実施例は、中空ファイバ端面に別部材を設け、その部材によって射出開口の形状を一方向に狭めた構成を示している。なお、図2において図1と同じ符番が振られた部材は、図1と同じ効果を有する部材であるため、詳細な説明は省略する。以下の図においても同じ符番が振られた部材は同じ効果を有するものとする。図2の(a)はレーザー光伝送装置のyz断面図、図2(b)はxz断面図である。

【0030】

40

図2に示すように、レーザー光源104を射出したレーザー光束105は、カップリング光学系108により集光され中空ファイバ201の入射端202へ入射する。中空ファイバ201は入射側開口202及び射出側開口203の形状が円形であり、かつともに同じ大きさを有している。本実施例では、射出側開口203に、テーパ部材204を取りつけている。本実施例では、中空ファイバ201とテーパ部材204は、レーザー光源104からの光を導光する導光部材として構成され、入射端202から入射する光をテーパ部材204の射出端206に導光する。テーパ部材204は一方の端面205が射出側開口203と隣接しており、射出側開口203とほぼ同じ大きさの開口を有している。反対側の端面206は矩形状の開口を有しており、矩形の一方の長さももう一方の長さより短い、長方形の開口を有している。したがって、本実施例でも、導光部材の射出側開口は、所定の方

50

向（第1方向、x方向）の大きさが、該所定の方向と直交する方向（第2方向、y方向）の大きさよりも大きい形状を有する構成をしている。

【0031】

このような構成にすることで、長い中空ファイバの一部を加工するより簡単に中空ファイバの一方向を狭める構成を達成できる。ただし、中空ファイバ201とテーパ部材204の接続部に不連続点が生じるため、光量のロスの本実施例のほうが実施例1より大きくなる。

【0032】

長方形の短辺（図2(a) yz断面内）の長さを2 $\mu$ m、長辺（図2(b) xz断面内）の長さを200 $\mu$ m、中空ファイバのコア径200 $\mu$ m、使用波長850nm、シート

10

ビーム厚さ（短辺方向のビーム径）20 $\mu$ m、短辺方向の射出NAを0.2とする。このとき、必要な像側NAは、

像側NA = (20 / 1.64 / 0.85)<sup>-1</sup> \* 0.5 = 0.03485

である。よって、光学系の倍率M2は、

M2 = 0.2 / 0.03485 = 5.73

となる。よって、シートビーム生成光学系207によりできる2次光源であるファイバ端面の像の大きさIは、

I = 0.002 \* 5.73 = 0.01146 mm = 11.46 $\mu$ m

となり、短辺方向の像の大きさは、スポット径以下になる。これにより、上記の構成で薄いシートビームを生成できる。

20

【0033】

なお、本実施例のシートビーム生成光学系207でも実施例1と同様、最も光源側にあるレンズ2071において、レンズ2071の有する光学的パワーは正である。また、レンズ2071において、テーパ部材204の端面206の短辺方向と一致する断面（yz断面）のパワーをP1'、長辺方向と一致する断面（xz断面）のパワーをP2'として、

P2' > P1'

が成り立つ。また、最も像側のレンズ2072において、像側の面はテーパ部材204の長辺方向と一致する断面の有する光学的パワーP3'が正のパワーを有するトーリック面もしくはアナモルフィック面である。

30

【0034】

なお、シートビーム生成光学系は、実施例1では3枚のレンズで、実施例2では2枚のレンズで構成しているが、2枚以上の構成であれば、枚数はこれに限るものではない。

【0035】

本実施例によれば、中空ファイバの（テーパ部材の）射出端を、一方向に広く、一方向に狭い開口とすることで、2次光源となる開口の狭い方向の像を小さくさせ、シートビームの厚さを薄くすることができ、深度方向の分解能低下を防ぐことができる。また、シートビームの面内方向を、射出端開口の広い方向と一致させるように光学系を配置することにより、小型に効率のよいシートビーム生成光学系を実現できる。

【実施例3】

40

【0036】

図3を用いて、本発明における第三の実施例について説明を行う。図3は、本発明のレーザ光伝送装置を照明系として組み込んだ内視鏡装置313の構成の一例を示している。図3(a)は内視鏡装置のyz断面図、図3(b)はシートビーム生成光学系303及び中空ファイバ301部分のxz断面図である。

【0037】

レーザ光源104から射出したレーザ光束105は、カップリング光学系108を介して中空ファイバ301に入射する。中空ファイバ301の射出端は実施例1と同様に、y方向に狭められた楕円形状の開口302を有する。射出端開口302を射出したレーザ光束105は、シートビーム生成光学系303に入射、図3(a)のyz断面方向には収束

50

、図3(b)のxz断面方向には平行ビームというシートビーム305となって射出、窓311を透過し観察対象304に入射する。シートビーム生成光学系303は、3枚のレンズ3031、3032、3033で構成されている。レンズ3031、3032、3033の詳細については、図6や表3で後述する。

【0038】

観察対象304(物体)では、シートビーム305が照射された領域だけがラマン散乱光を発生、そのラマン散乱光は窓312を透過する。観察対象304から射出したラマン散乱光は、窓312を透過した後、観察光学系に入射する。なお、観察光学系は、その光軸がシートビーム305と交差するように配置される。観察光学系は、反射面310、撮像光学系306、フィルタ307を含み、観察対象304から射出したラマン散乱光は、これらを介して撮像素子308上に結像する。結像した像は、撮像素子308により電気信号に変換され、ケーブル309により外部に送られ、2次元のラマン画像を得る。本実施例では、撮像素子308は、観察光学系により形成された像を取得する取得手段として構成される。なお、取得手段として、撮像素子308の代わりに、例えばファイババンドルの入射端が配置されてもよい。ファイババンドルは、観察光学系により形成された像を取得し、該像を内視鏡装置313の外部へと伝送する。

10

【0039】

このような配置にすると、励起光であるシートビーム305の直接的な散乱光が撮像光学系306に入射しにくい、選択的に特定の平面だけ励起可能で、撮像光学系306の深度方向にも分解能の高い画像が得られるなどの特徴がある。また、シートビーム305に対して相対的に、観察対象304を撮像光学系306の光軸方向に移動させることで、各位置でのラマンイメージを取得し、3次元ラマンイメージを構築することも可能である。

20

【0040】

このように、本発明のレーザ光伝送装置と観察光学系を組み合わせることにより、小型な構成で2次元ラマンイメージの取得が可能になる。また、観察対象をシートビームに対し相対的に動かすことで、3次元ラマンイメージの取得も可能になる。

【0041】

以上の実施例によれば、小型でシートビームの生成に有利な光学系およびそれを備えた内視鏡装置を提供することができる。

[数値実施例]

実施例1~3のシートビーム生成光学系に対応する数値実施例を、それぞれ以下の数値実施例1~3に示す。

30

【0042】

また、本発明では、シートビーム生成光学系に、アナモルフィック面と呼ばれる非回転対称面を使用している。この面は(式1)のように定義される。ここで、座標系は、絶対座標系における3次元の座標軸をZ軸、Y軸、X軸とする。

【0043】

Z軸は、第0面(OBJ)の中心から第1面の中心(絶対座標原点)を通る直線と定義し、この方向を正とする。

【0044】

Y軸は、第1面中心(絶対座標原点)を通り、Z軸に対し反時計回りに90度をなす直線と定義する。

40

【0045】

X軸は、原点を通り、Z軸及びY軸に垂直となる直線と定義する。

【0046】

【数 1】

$$Z = \frac{CUXx^2 + CUYy^2}{1 + \left\{ 1 - (1 + KX)CUX^2x^2 - (1 - KY)CUY^2y^2 \right\}^{1/2}} + AR \left\{ (1 - AP)x^2 + (1 + AP)y^2 \right\}^2 + BR \left\{ (1 - BP)x^2 + (1 + BP)y^2 \right\}^3 + CR \left\{ (1 - CP)x^2 + (1 + CP)y^2 \right\}^4 + DR \left\{ (1 - DP)x^2 + (1 + DP)y^2 \right\}^5 \quad (式 1)$$

【0047】

10

ここで、 $k$ は、コーニック係数であり、 $CUX / CUY$ は、 $x$   $y$ 各方向における曲率（曲率半径  $R$ の逆数）である。この式に適用する各係数  $k$ 、 $AR \sim DR$ 、 $AP \sim DP$ の値を（表 1 - 2）（表 2 - 2）（表 3 - 2）に示す。なお、（表 1 - 1）（表 2 - 1）（表 3 - 1）において、面の形状が球面である場合は、空欄とし、非回転対称面である場合は、 $AAS$ と記載する。また、 $k$ や $AR \sim DR$ 、 $AP \sim DP$ が全て 0 である場合をトーリック面と定義し、 $TOR$ と記載する。

【0048】

また、回転対称球面は（式 2）で定義される。

【0049】

【数 2】

20

$$Z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{(1+k)c^2r^2}} + Ar^4 + Br^6 + Cr^8 + Dr^8 \quad (式 2)$$

【0050】

非回転対称非球面と同様、（表 1）において面形状が回転対称非球面の場合は、 $AL$ と表記を行う。また、 $N780$ は  $780 \text{ nm}$ での屈折率を示す。また、各表の面番号の対応を示す図を図 4 から図 6 に示す。各図は、対応する数値実施例におけるシートビーム生成光学系の  $yz$ 断面を示している。また、各数値実施例における、レンズ及び面のパワー  $P1$ 、 $P2$ 、 $P3$ の数値も同時に示す。

30

[数値実施例 1]

光学系への入射  $NA$ は  $xz$ 断面内で  $0.2$ 、 $yz$ 断面内で  $0.07$ 、目標とする  $yz$ 断面内のスポットサイズは  $50 \mu\text{m}$ である。

【0051】

## 【表 1】

表1-1

No.	Type	Rx	Ry	D	N780
OBJ		0.0000	0.0000	5.1851	
1061a	TOR	0.7265	-24.8354	0.5000	1.453317
1061b	AAS	2.3869	-3.2077	0.1000	
STO				2.8121	
1062a	TOR	-0.8634	33.1374	1.3895	1.453317
1062b	AAS	-10.1489	-61.9580	6.1258	
1063a	TOR	14.9312	42.8561	1.6993	1.453317
1063b	TOR	-5.3914	-7.4870	20.3283	
IMG					

10

表1-2

1061b	KX	KY	AR	BR	AP	BP
	0.0000	0.0000	-3.4573E-08	1.4205E-04	145.8410	7.8132E-01
1062b	KX	KY	AR	BR	AP	BP
	0.0000	0.0000	1.0767E-05	5.2379E-05	-13.6270	-3.6964E-08

P1=0.1237

P2=0.4739

P3=0.0839

20

## 【 0 0 5 2 】

## [ 数値実施例 2 ]

光学系への入射NAはxz断面内で0.2、yz断面内で0.05、目標とするyz断面内のスポットサイズは20μmである。

## 【 0 0 5 3 】

## 【表 2】

表2-1

No.	Type	Rx	Ry	D	N780
OBJ		0.0000	0.0000	2.6553	
2071a	AL	1.2204	1.2204	1.0600	1.453317
2071b	AAS	-0.3282	1.7321	0.1110	
STO				9.7818	
2072a	AL	8.8921	8.8921	1.4113	1.453317
2072b	AAS	-8.8197	-10.7443	49.4824	
IMG					

30

表2-2

2071a	K	A	B			
	0.0000	-4.3357E-04	-2.7961E-03			
2071b	KX	KY	AR	BR	AP	BP
	18.5675	-0.8148	2.6998E-06	-7.0342E-03	-251.1560	-0.7813
2072a	K	A	B			
	0.0000	-4.1961E-04	-4.2960E-05			
2072b	KX	KY	AR	BR	AP	BP
	-1.4270	0.0465	-1.4520E-09	-9.6334E-06	40.9024	0.1348

40

P1=0.1802

P2=1.3764

P3=0.0513

## 【 0 0 5 4 】

50

## [ 数値実施例 3 ]

光学系への入射 NA は x z 断面内方向で 0.25、y z 断面内で 0.07、目標とする y z 断面内のスポットサイズは 100 μm である。

【 0 0 5 5 】

【表 3】

表3-1

No.	Type	Rx	Ry	D	N780
OBJ		0.0000	0.0000	2.8025	
3031a		1.50717	1.50717	0.8000	1.453317
3031b	AAS	-0.7593	-4.0644	0.4382	
STO				6.2486	
3032a	TOR	1.8921	4.5614	0.5000	1.453317
3032b		1.6925	1.6925	9.7360	
3033a		60.5364	60.5364	2.0627	1.453317
3033b	TOR	-8.2070	-4.4511	13.8383	
IMG					

10

表3-2

3031b	KX	KY	AR	BR	AP	BP
	0.0000	0.0000	0.0862	0.0224	0.0000	0.0000

20

P1=0.3938

P2=0.7989

P3=0.0552

## 【産業上の利用可能性】

【 0 0 5 6 】

本発明は、観察対象の内部構造の画像を取得可能な内視鏡装置に好適に利用できる。

30

## 【符号の説明】

【 0 0 5 7 】

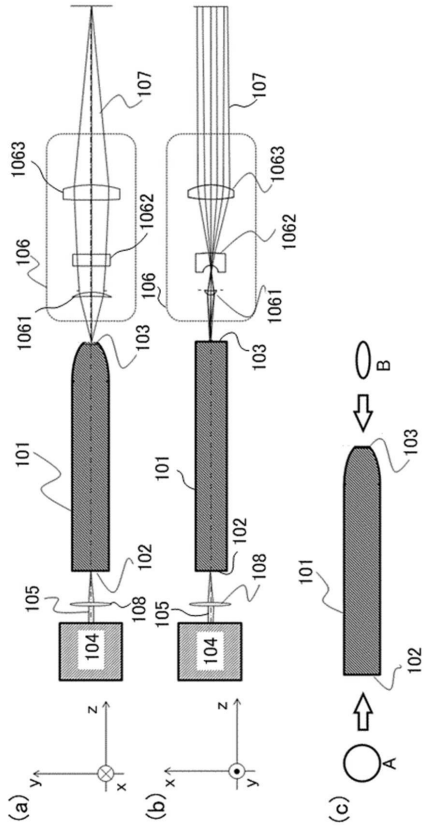
1 0 1、2 0 1、3 0 1

中空ファイバ

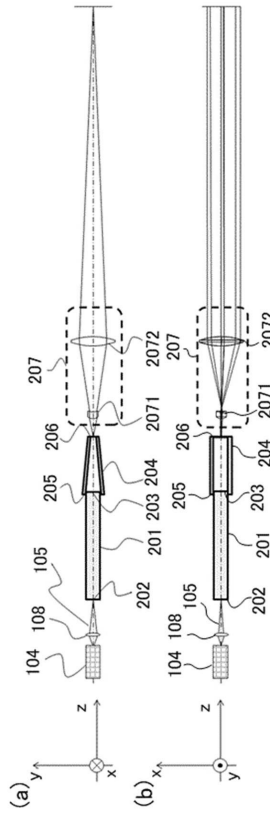
1 0 6、2 0 7、3 0 3

シートビーム生成光学系

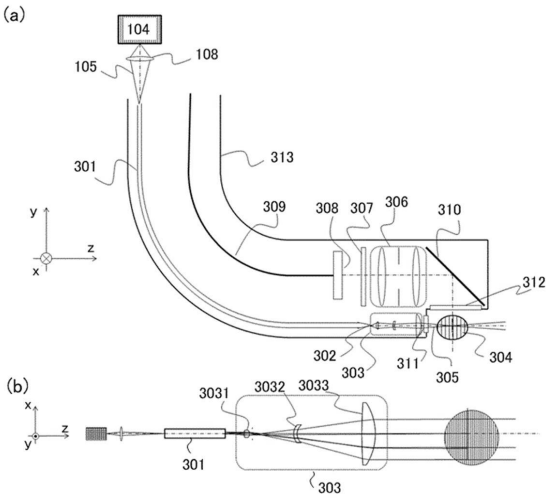
【 図 1 】



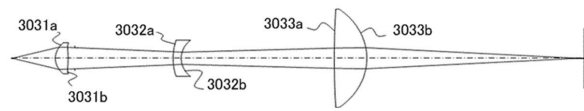
【 図 2 】



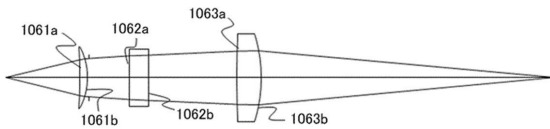
【 図 3 】



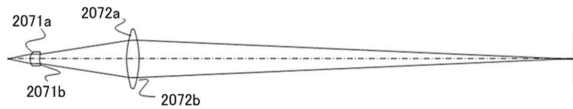
【 図 6 】



【 図 4 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 英俊  
兵庫県三田市学園2丁目1番地 関西学院大学理工学部内

審査官 奥田 雄介

(56)参考文献 特開昭53-005886(JP,A)  
特開平05-080217(JP,A)  
特開昭59-198404(JP,A)  
特開昭58-159738(JP,A)  
特開昭56-145866(JP,A)  
特開昭56-163665(JP,A)  
特開昭62-213748(JP,A)  
特開2008-250303(JP,A)  
特開2012-108491(JP,A)  
特表2011-511966(JP,A)  
米国特許第05566267(US,A)  
特開2011-167328(JP,A)  
特開平4-153618(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61B 1/07

专利名称(译)	光学系统和具有该光学系统的内窥镜设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP6439089B2</a>	公开(公告)日	2018-12-19
申请号	JP2014101163	申请日	2014-05-15
[标]申请(专利权)人(译)	佳能株式会社 学校法人关西学院		
申请(专利权)人(译)	佳能公司 学校法人关西学院		
当前申请(专利权)人(译)	佳能公司 学校法人关西学院		
[标]发明人	山本亮 佐藤英俊		
发明人	山本 亮 佐藤 英俊		
IPC分类号	A61B1/07 G02B23/26		
CPC分类号	A61B1/07 A61B1/0017 A61B1/0661 G02B6/0008 G02B6/0096 G02B23/243 G02B23/2469 G02B27/0911		
FI分类号	A61B1/07.732 A61B1/07.733 G02B23/26.B A61B1/00.300.Y A61B1/00.731 A61B1/04.372 A61B1/05		
F-TERM分类号	2H040/BA12 2H040/BA13 2H040/CA09 2H040/DA03 2H040/DA14 2H040/DA15 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/PP11		
其他公开文献	JP2015217007A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种紧凑且有利于产生片状光束的光学系统和包括该光学系统的内窥镜设备。一种光学系统，包括：光导构件，用于引导从入射端入射到发射端的光；以及光学系统，用于在第一截面中会聚从光导构件的发射端发射的光。其中，垂直于第一横截面的第一方向上的尺寸大于垂直于第一方向的第二方向上的尺寸，设置在导光构件的发射端，并且形成开口（103）。点域1

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特許公報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6439089号 (P6439089)
(45) 発行日 平成30年12月19日 (2018.12.19)	(24) 登録日 平成30年11月30日 (2018.11.30)	
(51) Int. Cl. A61B 1/07 (2006.01) G02B 23/26 (2006.01)	F I A61B 1/07 732 A61B 1/07 733 G02B 23/26 B	
請求項の数 10 (全 13 頁)		
(21) 出願番号 特願2014-101163 (P2014-101163)	(73) 特許権者 000001007 キヤノン株式会社	
(22) 出願日 平成26年5月15日 (2014.5.15)	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	
(65) 公開番号 特開2015-217007 (P2015-217007A)	(73) 特許権者 503092180 学校法人関西学院	
(43) 公開日 平成27年12月7日 (2015.12.7)	兵庫県西宮市上ヶ原一丁目1番155号	
審査請求日 平成29年4月7日 (2017.4.7)	(74) 代理人 弁理士 藤元 亮輔 100110412	
	(74) 代理人 弁理士 水本 敦也 100104628	
	(74) 代理人 弁理士 平山 倫也 100121614	
	(72) 発明者 山本 亮 平山 倫也 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内	
最終頁に続く		
(54) 【発明の名称】 光学系およびそれを備えた内視鏡装置		