

(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2015-36050

(P2015-36050A)

(43) 公開日 平成27年2月23日(2015.2.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y	2 H 0 4 0
G 0 2 B 23/26 (2006.01)	G 0 2 B 23/26	4 C 1 6 1
	A 6 1 B 1/00 3 0 0 U	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2013-167998 (P2013-167998)	(71) 出願人	000113263
(22) 出願日	平成25年8月13日 (2013. 8. 13)		H O Y A 株式会社
			東京都新宿区中落合2丁目7番5号
		(74) 代理人	100078880
			弁理士 松岡 修平
		(74) 代理人	100169856
			弁理士 尾山 栄啓
		(72) 発明者	藤井 宏明
			東京都新宿区中落合2丁目7番5号 H O
			Y A 株式会社内
		Fターム(参考)	2H040 BA12 BA13 CA11 CA12 DA11
			4C161 FF40 FF46 JJ06 LL02 NN01
			QQ02

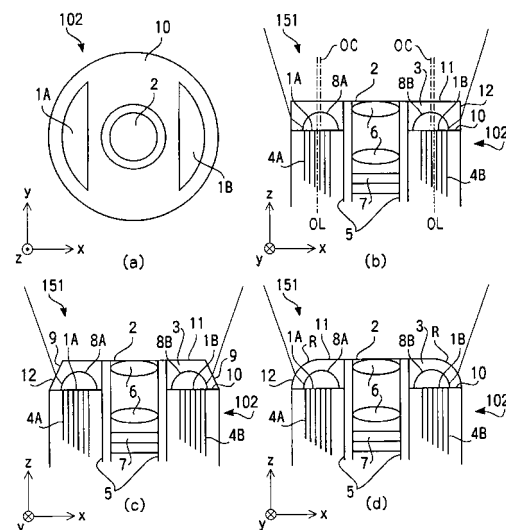
(54) 【発明の名称】 内視鏡用照明光学系

(57) 【要約】

【課題】 照明光の出射光強度分布がモニタのアスペクト比、および、観察範囲と整合し、照明光の出射光量を大きくする内視鏡用照明光学系を提供する。

【解決手段】 可撓性挿入管に設けられた内視鏡用照明光学系であって、挿入管内に、挿入管の中心を挟んで第1の方向に並んで配置された2つのライトガイドと、挿入管の先端面上に配置された観察窓と、ライトガイドの端面に対向する位置に、観察窓を挟むように配置された凹レンズ部と、を備え、先端面上における、ライトガイドの端面の第1の方向の幅が、第1の方向と直交する第2の方向の幅に比べて小さく、凹レンズ部の第1の方向の負の屈折力が、第2の方向の負の屈折力に比べて大きく、ライトガイドから出射して凹レンズ部を透過した照明光のうち、ライトガイドの中心を通過してライトガイドの端面中心から射出された照明光の光路が、挿入管の軸方向を基準として、第1の方向において外側に傾いている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可撓性を有する挿入管に設けられた内視鏡用照明光学系であって、
前記挿入管内において、前記挿入管の中心を挟んで第 1 の方向に並んで配置された 2 つのライトガイドと、

前記挿入管先端部の先端面上に配置された観察窓と、

前記挿入管先端部の先端面上の前記 2 つのライトガイドの端面に対向する位置に、それぞれ前記観察窓を挟むように配置された、負の屈折力を有する 2 つの凹レンズ部と、を備え、

前記先端面上における、前記 2 つのライトガイドの端面の前記第 1 の方向の幅が、前記第 1 の方向と直交する第 2 の方向の幅に比べて小さく、

前記 2 つの凹レンズ部の前記第 1 の方向の前記負の屈折力が、前記第 2 の方向の前記負の屈折力に比べて大きく、

前記ライトガイドから出射して前記凹レンズ部を透過した照明光のうち、前記ライトガイドの中心を通過して前記ライトガイドの前記先端部側の端面中心から射出された照明光の光路が、前記挿入管の軸方向を基準として、前記第 1 の方向において外側に傾いている、ことを特徴とする、内視鏡用照明光学系。

10

【請求項 2】

前記 2 つのライトガイドの端面の前に、前記照明光を透過させる材質からなる外径が円形のキャップを更に備え、

前記凹レンズ部は、前記キャップの前記端面の側を窪ませることによって形成されている、

ことを特徴とする、請求項 1 に記載の内視鏡用照明光学系。

20

【請求項 3】

前記 2 つの凹レンズ部の光軸が、それぞれ対応する前記ライトガイドの光軸に対して偏心している、

ことを特徴とする、請求項 1 又は請求項 2 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 4】

前記 2 つのライトガイドの端面の前記第 1 の方向の幅を w (単位: mm) と定義し、

前記凹レンズ部の窪みの前記第 1 の方向の曲率半径を r (単位: mm) と定義し、

前記凹レンズ部の光軸の、対応する前記ライトガイドの光軸に対する偏心量を s (単位: mm) と定義し、

30

前記キャップの材質の d 線に対する屈折率を n_d と定義した場合に、次の条件式

$$2 \times 10^{-3} < (n_d \times w \times s^2) / r < 13 \times 10^{-3}$$

を満たす、

ことを特徴とする、請求項 3 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 5】

前記 2 つのライトガイドの端面の前記第 1 の方向の幅を w (単位: mm) と定義し、

前記先端面内における内視鏡先端部中心を通過する前記第 1 の方向において、前記 2 つの凹レンズ部のうちの 1 つの端面の前記キャップの外縁に最も近い位置と、前記キャップの外縁との間の、最も短い距離を d (単位: mm) と定義し、

40

前記凹レンズ部の窪みの前記第 1 の方向の曲率半径を r (単位: mm) と定義し、

前記凹レンズ部の光軸の、対応する前記ライトガイドの光軸に対する、前記挿入管の中心方向への偏心量を s (単位: mm) と定義し、

前記キャップの材質の屈折率を n_d と定義した場合に、次の条件式

$$15 \times 10^{-6} < (n_d \times w \times d \times s^3) / r < 200 \times 10^{-6}$$

を満たすことを特徴とする、請求項 3 または請求項 4 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 6】

前記板状のキャップの外径が、前記挿入管の先端方向に向かうに従って小さくなるように構成されている、

50

ことを特徴とする、請求項 2 から請求項 5 の何れか一項に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 7】

前記先端面上における、前記 2 つのライトガイドの端面が、前記挿入管の中心に向うに従って低くなるように傾斜させている、

ことを特徴とする、請求項 1 から請求項 3 の何れか一項、または、請求項 6 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 8】

前記 2 つのライトガイドは、前記挿入管の先端領域において、前記挿入管の先端方向に向かうに従って、前記挿入管の中心から離れるように湾曲して配置され、

前記先端面上における、前記 2 つのライトガイドの端面は、前記湾曲したライトガイドの軸方向と垂直になるように、前記挿入管の中心に向うに従って高くなるように傾斜させている、

ことを特徴とする、請求項 1 から請求項 3 の何れか一項、または、請求項 6 に記載の内視鏡用照明光学系。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡に用いる照明光学系に関する。

【背景技術】

【0002】

人の体腔内などを観察するための内視鏡として、内視鏡の挿入管の先端部に、観察する対象領域を照明するため照明光を出射する配光窓と対象領域で反射した照明光を取り込む観察窓とを設けた内視鏡が知られている。内視鏡の挿入管は可撓性のチューブ形状をしており、挿入管の内部には先端部まで照明光を導波するためのライトガイドが設けられている。また、観察窓には対物レンズが設けられ、観察対象領域で反射した物体光は対物レンズを通して、CCD イメージセンサなどの撮像素子で受光される。撮像素子で受光された物体光は、信号処理されて撮像画像としてモニタに表示され、内視鏡の術者はモニタの撮像画像を見ながら内視鏡の操作を行えるようになる。

【0003】

また、撮像画像を表示するモニタとして、一般にアスペクト比が 4 : 3 や 16 : 9 となった横長のモニタが用いられている。そのため、ライトガイドから出射した照明光の出射強度分布とモニタのアスペクト比が一致していないと、モニタ画面全体を効率よく利用できない、または、モニタに映らない位置を照明してしまい、撮像画像の明るさが低下してしまうという問題があった。

【0004】

照明光の発散を抑制し、明るい撮像画像が得られる内視鏡として、特許文献 1 に記載の内視鏡が開示されている。特許文献 1 では、内視鏡の挿入管に円環状のライトガイドを備え、先端部に透明なキャップが設けられており、ライトガイドから出射した照明光は、キャップ内を透過して、先端部から出射する。ここで、キャップの周縁部には傾斜面が設けられており、この傾斜面は凸レンズとして機能する。そのため、キャップ内を透過し、傾斜面を通った照明光は集光されて先端部から出射し、光が発散するのを抑制することができる。

【0005】

また、特許文献 2 には、出射端面の断面形状の左右方向と上下方向の長さが異なる（楕円形状の）ライトガイドを備えた内視鏡が開示されている。特許文献 2 の内視鏡の挿入管の先端部には透明なキャップが設けられており、透明なキャップにおける、ライトガイドの出射端面に対応する位置に、透過した照明光を拡散する凹レンズ状の光拡散部が設けられている。この光拡散部は、ライトガイドの出射端面の断面形状に合わせて、左右方向と上下方向の長さが異なっており、長さによってレンズの負の屈折力（パワー）の大きさが異なる。そのため、左右方向と上下方向とで照明光の拡散の度合いを変化させることがで

10

20

30

40

50

き、強度分布をモニタのアスペクト比に近づけることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2009-207529号公報

【特許文献2】特許第4704386号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1に記載の内視鏡では、ライトガイドとして円環状のファイバを用いているため、照明光の出射光強度分布は左右方向と上下方向との比率が1:1の円形状または円環状となる。そのため、横長のアスペクト比を有するモニタを用いた場合、画面上の左右端の照明光量が少なくなる、あるいは、画面上の上下方向にはみ出した位置に対応する領域を無駄に照明してしまい、照明光の有効利用ができないという課題があった。また、円環状のファイバを用いているため、挿入管の先端部の口径はファイバによって決まり、口径を小さくし難いという課題があった。

【0008】

また、特許文献2に記載の内視鏡では、挿入管の先端部に上下方向と左右方向とでレンズのパワーが異なる光拡散部を有しているため、照明光の出射光強度をモニタのアスペクト比に近づけることができる。しかしながら、光拡散部は先端部の中心を同軸とする円環形状となっているため、挿入管の中心に対して左右方向に配置されたライトガイドに対しては、上下方向の屈折力は左右方向に比べて非常に小さく拡散効果が殆ど得られないという課題があった。光拡散部の拡散効果はレンズ形状の表面の曲率と光拡散部の屈折率によって決まっており、十分な光拡散効果を得られない場合があった。また、光拡散部によって拡散してキャップ内を透過した照明光が、キャップの出射端面で反射されてしまい、拡散効果と出射光量が低下してしまうという課題があった。

【0009】

本発明は、上記の事情を鑑みてなされたものであり、挿入管の口径を小さくし、照明光の発散効果を向上すると共に、照明光の出射光強度分布がモニタのアスペクト比、および、観察窓による観察範囲と整合し、照明光の出射光量を大きくする内視鏡用照明光学系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】

【0010】

上記の目的を達成するために、本発明により、可撓性を有する挿入管に設けられた内視鏡用照明光学系であって、挿入管内において、挿入管の中心を挟んで第1の方向に並んで配置された2つのライトガイドと、挿入管先端部の先端面上に配置された観察窓と、挿入管先端部の先端面上の2つのライトガイドの端面に対向する位置に、それぞれ前記観察窓を挟むように配置された、負の屈折力を有する2つの凹レンズ部と、を備え、先端面上における、2つのライトガイドの端面の第1の方向の幅が、第1の方向と直交する第2の方向の幅に比べて小さく、2つの凹レンズ部の第1の方向の負の屈折力が、第2の方向の負の屈折力に比べて大きく、ライトガイドから出射して凹レンズ部を透過した照明光のうち、ライトガイドの先端部側の中心を通してライトガイドの端面中心から射出された照明光の光路が、挿入管の軸方向を基準として、第1の方向において外側に傾いている、ことを特徴とする、内視鏡用照明光学系が提供される。

【0011】

このような構成によれば、ライトガイドから出射した照明光は、凹レンズ部において発散され、また、第1の方向への発散効果の方が第2の方向への発散効果よりも大きく、出射方向は第1の方向に傾いているため、出射した照明光の強度分布は、第1の方向に広がった強度分布となる。これにより、照明光は広い範囲を照明することができ、広い範囲を観察窓から観察することができる。また、照明光の強度分布は第1の方向に広がった分布

であるため、観察窓から観察した範囲の画像を横長のアスペクト比を有するモニタに表示する時に、モニタのアスペクト比に、照明光のアスペクト比を合わせることができ、照明光を有効利用できる。

【0012】

内視鏡用照明光学系は、2つのライトガイドの端面の前に、照明光を透過させる材質からなる外径が円形のキャップを更に備え、凹レンズ部は、キャップの端面の側を窪ませることによって形成されていてもよい。

【0013】

このような構成によれば、安価に、かつ、簡素な構成により凹レンズ部を形成することが可能になる。

【0014】

内視鏡用照明光学系は、2つの凹レンズ部の光軸が、それぞれ対応するライトガイドの光軸に対して偏心していてもよい。

【0015】

このような構成によれば、凹レンズ部によってライトガイドから出射した照明光の出射角度を広げ、凹レンズ部をライトガイドに対して偏心させることによって、照明光の出射方向を変化させることができる。そのため、出射した照明光の強度分布を凹レンズ部と偏心によって調整可能で、強度分布のアスペクト比を使用するモニタのアスペクト比に合わせやすくすることができる。

【0016】

内視鏡用照明光学系は、2つのライトガイドの端面の第1の方向の幅を w （単位：mm）と定義し、凹レンズ部の窪みの第1の方向の曲率半径を r （単位：mm）と定義し、凹レンズ部の光軸の、対応するライトガイドの光軸に対する偏心量を s （単位：mm）と定義し、キャップの材質の d 線に対する屈折率を n_d と定義した場合に、次の条件式

$$2 \times 10^{-3} < (n_d \times w \times s^2) / r < 1.3 \times 10^{-3}$$

を満たす構成としてもよい。

【0017】

このような構成によれば、凹レンズ部の発散効果を大きくでき、かつ、界面での全反射によってキャップ内に閉じ込められる照明光の割合を低下して、出射光量を向上することができる。

【0018】

内視鏡用照明光学系は、2つのライトガイドの端面の第1の方向の幅を w （単位：mm）と定義し、先端面内における内視鏡先端部中心を通る第1の方向において、2つの凹レンズ部のうちの1つの端面のキャップの外縁に最も近い位置と、キャップの外縁との間の、最も短い距離を d （単位：mm）と定義し、凹レンズ部の窪みの第1の方向の曲率半径を r （単位：mm）と定義し、凹レンズ部の光軸の、対応するライトガイドの光軸に対する、挿入管の中心方向への偏心量を s （単位：mm）と定義し、キャップの材質の d 線に対する屈折率を n_d と定義した場合に、次の条件式

$$1.5 \times 10^{-6} < (n_d \times w \times d \times s^3) / r < 2.00 \times 10^{-6}$$

を満たす構成としてもよい。

【0019】

このような構成によれば、凹レンズ部の発散効果を大きくでき、かつ、界面での全反射によってキャップ内に閉じ込められる照明光の割合を低下して、出射光量を向上することができる。

【0020】

内視鏡用照明光学系は、板状のキャップの外径が、挿入管の先端方向に向かうに従って小さくなるように構成されていてもよい。

【0021】

このような構成によれば、挿入管を体腔内などに挿入する場合に、挿入管が体腔内の内壁から受ける抗力を抑制することができ、挿入管を体腔内に挿入し易くすることができる。

。

【００２２】

内視鏡用照明光学系は、先端面上における、２つのライトガイドの端面が、挿入管の中心に向うに従って低くなるように傾斜していてもよい。

【００２３】

このような構成によれば、ライトガイドの端面で照明光が、第１の方向における外側に屈折して出射するため、出射した照明光の強度分布として、横長の強度分布を得ることができる。

【００２４】

内視鏡用照明光学系は、２つのライトガイドは、挿入管の先端領域において、挿入管の先端方向に向かうに従って、挿入管の中心から離れるように湾曲して配置され、先端面上における、２つのライトガイドの端面は、湾曲したライトガイドの軸方向と垂直になるように、挿入管の中心に向うに従って高くなるように傾斜していてもよい。

【００２５】

このような構成によれば、ライトガイドの端面から出射した照明光は、第１の方向における外側に出射するため、出射した照明光の強度分布として、横長の強度分布を得ることができる。

【発明の効果】

【００２６】

本発明の内視鏡用照明光学系によれば、挿入管の口径を小さくし、照明光の発散効果を向上でき、照明光の出射光強度分布をモニタのアスペクト比、および、観察窓による観察範囲と整合させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００２７】

【図１】図１は、本発明の実施形態における照明光学系を有する内視鏡の外観図である。

【図２】図２は、本発明の実施形態における内視鏡の挿入管の先端部の上面図及び断面図である。

【図３】図３は、照明光の光線を説明するためのキャップの断面図である。

【図４】図４は、本発明の実施例における内視鏡の挿入管の先端部の断面図である。

【図５】図５は、本発明の実施例における内視鏡の挿入管の先端部の断面図である。

【図６】図６は、本発明の実施例１における内視鏡の挿入管の先端部の断面図である。

【図７】図７は、本発明の実施例２における内視鏡の挿入管の先端部の断面図である。

【図８】図８は、本発明の実施例３における内視鏡の挿入管の先端部の断面図である。

【図９】図９は、本発明の実施例４における内視鏡の挿入管の先端部の断面図である。

【図１０】図１０は、本発明の実施例５における内視鏡の挿入管の先端部の断面図である。

。

【図１１】図１１は、本発明の実施例６における内視鏡の挿入管の先端部の断面図である。

。

【図１２】図１２は、参考例１における内視鏡の挿入管の先端部の断面図である。

【図１３】図１３は、参考例２における内視鏡の挿入管の先端部の断面図である。

【図１４】図１４は、参考例３における内視鏡の挿入管の先端部の断面図である。

【図１５】図１５は、本発明の他の実施形態における内視鏡の挿入管の先端部の断面図である。

【図１６】図１６は、本発明の別の実施形態における内視鏡の挿入管の先端部の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００２８】

以下、図面を参照して、本発明の内視鏡用の照明光学系の実施形態について説明する。

【００２９】

図１は、本実施形態の照明光学系１５１を有する内視鏡１００の外観図である。図１に

10

20

30

40

50

示されるように、内視鏡１００は、可撓性を有するシースによって外装されたチューブ状の挿入管１０１を有している。挿入管１０１の先端には、硬質性を有する樹脂製筐体によって外装された先端部１０２が設けられている。挿入管１０１の先端部１０２の手前にある湾曲部１０３は、挿入管１０２の基端に連結された操作部１０４からの遠隔操作（具体的には、湾曲操作ノブ１０５の回転操作）によって屈曲自在に構成されている。この屈曲機構は、一般的な内視鏡に組み込まれている周知の機構であり、湾曲操作ノブ１０５の回転操作に連動した操作ワイヤの牽引によって湾曲部１０３を屈曲させるように構成されている。先端部１０２の方向が上記操作による屈曲動作に応じて変わることにより、内視鏡１００による撮影領域が移動する。

【００３０】

照明光学系１５１は、観察対象領域を照明し、観察対象領域の撮像画像を得るための光学系であり、以下で詳細に説明するように、先端部１０２内に配置された光学的構成要素（キャップ３、凹レンズ部８Ａ、８Ｂ等）および内視鏡１００内に延設されたライトガイド４Ａ、４Ｂを含む。観察対象領域の撮像画像を取得するため、先端部１０２内において、観察対象領域からの物体光は撮像素子７の受光面上に結像される（図２参照）。本実施形態の内視鏡１００は、例えば鼻咽喉の観察を想定して設計されている。そのため、照明光学系１５１の視野角は８０°から１００°程度で、かつ非常に細径であることを想定している。また内視鏡１００の接続部１０６は、図示しない外部装置に接続されている。外部装置は光源を有しており、広い視野内の観察対象領域を照明するための照明光が内視鏡１００に供給される。また、外部装置は、内視鏡１００の撮像素子７から出力された信号を受信して信号処理および画像処理を行い、図示しないモニタに観察画像として表示する。

【００３１】

図２（ａ）および図２（ｂ）に、それぞれ本発明の内視鏡１００の挿入管１０１の先端部１０２の上面図および断面図を示す。

【００３２】

先端部１０２の先端面１０上には２つの配光窓１Ａ、１Ｂと観察窓２が設けられており、更に、配光窓１Ａ、１Ｂを覆うように透明なキャップ３が設けられている。なお、図２（ａ）では、説明のため、キャップ３は記載していない。２つの配光窓１Ａ、１Ｂは、ｘ軸方向から観察窓２を挟むように設けられている。２つの配光窓１Ａ、１Ｂは、それぞれ挿入管１０１の内部に設けられたライトガイド４Ａ、４Ｂによって外部装置と光学的に接続されている。外部装置の光源から出射した照明光は、ライトガイド４Ａ、４Ｂを通して配光窓１Ａ、１Ｂから出射し、体腔内の観察対象領域を照明する。配光窓１Ａ、１Ｂから出射し、観察対象領域で反射された照明光は、物体光として観察窓２で取り込まれる。配光窓１Ａ、１Ｂのｘｙ平面内での断面形状は、ｘ軸方向の長さよりもｙ軸方向の長さの方が長くなるように構成されており、図２（ａ）に示すような三日月状をしている。

【００３３】

観察窓２は、円筒状の保持部材５によって保持された対物レンズ６と撮像素子７を備え、撮像素子７は、挿入管１０１の内部に設けられた図示しない信号線によって外部装置と接続されている。観察窓２で取り込まれ、対物レンズ６によって撮像素子７上に集光された物体光は、撮像素子７で電気信号に変換され、この電気信号が信号線を通して外部装置に送信される。撮像素子７としては、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）イメージセンサやＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）イメージセンサなどが用いられる。また、モニタとしては、表示部のアスペクト比が４：３や１６：９の横長のモニタが用いられる。

【００３４】

また、図２（ｂ）に示すように、観察窓２は保持部材５と共に、配光窓１Ａ、１Ｂが設けられている面よりも先端方向（ｚ軸の正の方向）に突出している。保持部材５は照明光を透過させない材質で構成されており、配光窓１Ａ、１Ｂから出射した照明光が観察対象領域を照明せずに観察窓２に入射すること、いわゆる迷光を防ぎ、撮像画像の画質が低下

するのを抑制している。

【0035】

また、挿入管101の先端部102に設けられているキャップ3は、先端部102の先端面10を覆うよう、かつ、観察窓2にはかからないように形成されており、円環形状をしている。これは、配光窓1A、1Bから出射し、キャップ3内に入射した照明光が観察対象領域を照明せずに、キャップ3の境界で反射して観察窓2に入射すること（迷光）を抑制するためである。なお、キャップ3の材質としては、照明光を透過させる樹脂やガラスなどが用いられるが、これらに限定されない。

【0036】

キャップ3の下面側（z軸の負の方向の側）における、2つ配光窓1A、1Bに対向する位置には、それぞれ凹レンズ部8A、8Bが形成されている。凹レンズ部8A、8Bはキャップ3を凹状に窪ませて形成されており、負の屈折力（パワー）を有する。キャップ3の凹レンズ部8A、8Bのxy平面内での断面形状は、x軸方向の長さよりもy軸方向の長さの方が長くなるように構成された楕円形状をしている。そのため、凹レンズ部8A、8Bの負のパワーは、窪みの曲率半径の小さいx軸方向の方が、曲率半径の大きいy軸方向よりも大きい。ここで、凹レンズ部8A、8Bのxz平面内での断面およびyz平面内での断面は球面となっており、凹レンズ部8A、8Bは断面により曲率の異なる非球面の凹レンズとして機能する。この機能により、ライトガイド4A、4Bを通して配光窓1A、1Bから出射し、凹レンズ部8A、8Bを透過した照明光が発散され、その光強度分布はx軸方向に広がった横長の分布となる。

【0037】

なお、本実施形態では、先端部102の先端面10の面積を有効に利用するために、配光窓1A、1Bおよびキャップ3の凹レンズ部8A、8Bのxy平面内の断面形状は三日月状としたが、本発明はこれに限定されない。例えば、凹レンズ部8A、8Bのxy平面内の断面形状として、x軸方向の外径に比べてy軸方向の外径が長い楕円形や長方形の形状としてもよい。

【0038】

また、本実施形態では、作製を容易にするために、凹レンズ部8A、8Bのxzおよびyz平面内の断面を球面状として説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、凹レンズ部8A、8Bのxzおよびyz平面内の断面は非球面であっても同様の効果が得られることは言うまでもない。非球面設計にすれば、より配光の自由度を増すことができる。

【0039】

また、本実施形態の凹レンズ部8A、8Bのxzおよびyz平面内の断面は球面状であり、凹レンズ部8A、8Bの表面は中心対称軸がx軸と略平行なトロイダル面となっているが、本発明はこれに限定されない。例えば、中心対称軸がx軸からxz面内で傾いたトロイダル面としてもよい。あるいは、x軸方向とy軸方向とで曲率の異なるアナモフィック面としてもよい。これらにおいても、同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0040】

また、キャップ3の凹レンズ部8A、8Bの光軸OCは、配光窓1A、1Bおよびライトガイド4A、4Bの光軸OLに対して偏心しており、凹レンズ部8A、8Bは、x軸方向において、先端面10の中心側に僅かにシフトして配置されている。これにより、配光窓1A、1Bは、凹レンズ部8A、8Bに対して相対的に外側に配置され、凹レンズ部8A、8Bを透過した照明光は、偏心していない場合に比べて、それぞれx軸の負方向、正の方向に傾いて出射する。そのため、凹レンズ部8A、8Bの、x軸方向における発散効果は、偏心していない場合に比べて大きくなる。

【0041】

配光窓1A、1Bから出射し、凹レンズ部8A、8Bで発散された照明光は、キャップ3内を通りキャップ3の側面12または上面11（z軸の正の方向の側の面）から出射する。出射した照明光の強度分布は、x軸方向に広がった、横長の分布となる。本実施形態

では、キャップ 3 の凹レンズ部 8 A、8 B の x 軸方向のパワーが大きく、かつ、凹レンズ部 8 A、8 B が配光窓 1 A、1 B に対して偏心しているため、照明光の x 軸方向への発散効果が大きく、表示部が横長のモニタを用いた場合において、モニタのアスペクト比に照明光の強度分布を合わせることができる。これにより、モニタに表示されない領域を照射することによる照明光の利用効率の低下を抑制し、モニタの表示部全体にわたって明るい撮像画像を得ることができる。

【0042】

また、図 2 (b) では、キャップ 3 の側面 1 2 は、挿入管 1 0 1 の先端面 1 0 に対して垂直としているが、図 2 (c) に示すように、先端方向 (z 軸の正の方向) に向うに従って細くなるように傾斜面 9 を設けても良い。これにより、挿入管 1 0 1 を体腔内に挿入する際に、キャップ 3 が体腔内壁から受ける抗力を減らし、容易に挿入することができる。また、キャップ 3 の側面 1 2 と上面 1 1 とは、非連続に接続されているのではなく、図 2 (d) に示すように、曲面 R によって連続的に接続されていても良い。キャップ 3 の側面 1 2 と上面 1 1 とを、曲面 R によって連続的に接続することにより、挿入管 1 0 1 を体腔内に挿入する際に、体腔内壁から受ける抗力を更に減らすことができる。

【0043】

なお、キャップ 3 の側面 1 2 から出射した照明光の出射角度は、キャップ 3 の上面 1 1 から出射した照明光の出射角度よりも小さくなる。図 3 は、キャップ 3 内における進行方向が互いに平行な光線 L 1 および L 2 が上面 1 1 および側面 1 2 でそれぞれ屈折する様子を示している。光線 L 1、L 2 は、それぞれキャップの上面 1 1 および側面 1 2 に入射し、各面から光線 L 1'、L 2' として出射する。いずれの光線 L 1、L 2 も、キャップ 3 の境界で屈折するが、光線 L 1 は、屈折後の光線 L 1' の出射角度 (ここでは、出射光線と内視鏡の軸 (光軸、z 軸) とがなす角をいう。以下同じ。) が光線 L 1 の進行方向よりも広くなる (進行方向と光軸と成す角が大きくなる) ように屈折し、光線 L 2 は、屈折後の光線 L 2' の出射角度が光線 L 2 の進行方向よりも狭くなる (進行方向と光軸と成す角が小さくなる) ように屈折する。そのため、従来の内視鏡の照明光学系では、広い出射角度を得るためには、キャップ 3 の側面 1 2 から出射する照明光の割合を下げる必要があり、そのために、キャップ 3 の外径を大きくする必要があった。しかしながら、本実施形態によれば、照明光の発散効果が大きく、キャップ 3 の側面 1 2 から出射した照明光の出射角度を広げることができるため、キャップ 3 の外径を大きくする必要が無く、挿入管 1 0 1 の先端部 1 0 2 を細くすることができる。これにより、挿入管 1 0 1 を体腔内に挿入し易くなる。

【0044】

また、キャップ 3 の上面 1 1 および側面 1 2 は、キャップ 3 の下面側に設けられた凹レンズ部 8 A、8 B のような特別な構造は有しておらず、滑らかな表面を有しているが、これに限定されない。たとえば、配光窓 1 A、1 B から出射してキャップ 3 内に入射した照明光の、キャップ 3 の上面 1 1 または側面 1 2 の境界でのフレネル反射を抑制して、出射光量を向上するために、回折格子や微細構造を設けても良い。また、キャップ 3 と対物レンズ 6 を保持する保持部材 5 との境界や、キャップ 3 の下面のうち、凹レンズ部 8 A、8 B が設けられている領域以外に、反射率の高い材料 (例えば、白色の塗料や金属ミラーなど) を設けてもよい。これにより、挿入管 1 0 1 の表面や保持部材 5 で照明光が吸収されるのを抑制し、観察対象領域への照明光量を向上することができる。

【0045】

また、凹レンズ部 8 A、8 B の照明光を発散させ、強度分布を横長にする機能は、キャップ 3 の下面を窪ませることで実現できるため、内視鏡 1 0 0 の高コスト化および構造の複雑化を抑制することができる。

【0046】

次に、本発明の内視鏡用の照明光学系 1 5 1 の実施例について説明する。

【0047】

上述したように、本発明の内視鏡の挿入管 1 0 1 は、断面形状が x 軸方向の外径に比べ

10

20

30

40

50

て y 軸方向の外径の方が長いライトガイド 4 A、4 B と、負のパワーを有する凹レンズ部 8 A、8 B とを備え、凹レンズ部 8 A、8 B の光軸 O C をライトガイドの光軸 O L に対して x 軸方向において先端部 1 0 2 の中心の側に偏心させることにより、出射光の x 軸方向への発散効果を大きくすることの特徴とする。この発散効果について、キャップ 3 および配光窓 1 A、1 B（ライトガイド 4 A、4 B）の材質や形状を変化させた場合の出射光の光線追跡シミュレーションを実施した。

【0048】

シミュレーションの実施条件を、図 4 を参照して説明する。シミュレーションでは、パラメータとして、配光窓 1 A、1 B の x 軸方向の幅 w 、キャップ 3 の d 線に対する屈折率 n_d 、負のパワーを有する凹レンズ部 8 A、8 B の窪みの x 軸方向の曲率半径 r 、凹レンズ部 8 A、8 B の x 軸方向の外側の端からキャップ 3 の周縁部までの x 軸方向の距離 d 、ライトガイド 4 A、4 B の光軸 O L に対する凹レンズ部 8 A、8 B の光軸 O C の x 軸方向へのズレ量（偏心量） s 、およびキャップ 3 の側面 1 2 の傾斜角度 θ を変化させて、凹レンズ部 8 A、8 B の発散効果を計算した。ここで、先端部 1 0 2 の先端面 1 0 の中心 O を座標の中心とすると、幅 w は、中心 O を通る x 軸上における幅を表す。すなわち、配光窓 1 A、1 B の形状が三日月状の場合、幅 w は、配光窓 1 A、1 B の x 軸方向における最長幅となる。また、距離 d は、x 軸上における距離を表す。また、上述したように、広い出射角度を得るためには、キャップ 3 の側面 1 2 から出射する照明光の割合を下げるのが望ましい。そのため、キャップ 3 の z 軸方向の厚さは薄い方が望ましいが、薄くし過ぎると、キャップ 3 の機械的強度が低下し、製造し難くなるという問題が生じる。このシミュレーションでは、製造のし易さを踏まえて、いずれの条件でも、キャップ 3 の z 軸方向の厚さを 0.5 [mm] とした。偏心量 s は、凹レンズ部 8 A、8 B の光軸 O C がライトガイド 4 A、4 B の光軸 O L に対して先端部 1 0 2 の中心側（内側）へ偏心した場合を正としている。また、ライトガイド 4 A、4 B を通り、配光窓 1 A、1 B から出射する照明光の出射角度として、0 度および 30 度の場合について計算を行った。

【0049】

まず、シミュレーションを行った計算条件を表 1 に示す。表 1 には、計算条件のパラメータおよび凹レンズ部 8 A、8 B の発散効果を表す関数 $\Phi 1$ および関数 $\Phi 2$ の計算結果を示す。関数 $\Phi 1$ および関数 $\Phi 2$ は凹レンズ部 8 A、8 B の発散効果を定量化するための式であり、それぞれ下記の式（1）および式（2）によって表される。

【表 1】

	r [mm]	n_d	w [mm]	d [mm]	s [mm]	関数 $\Phi 1$	関数 $\Phi 2$
実施例 1	0.300	1.635	0.450	0.250	0.050	6.1×10^{-3}	76.6×10^{-6}
実施例 2	0.350	1.635	0.500	0.220	0.070	11.4×10^{-3}	176.3×10^{-6}
実施例 3	0.200	1.55	0.300	0.249	0.049	5.6×10^{-3}	68.1×10^{-6}
実施例 4	0.300	1.635	0.450	0.350	0.050	6.1×10^{-3}	107.3×10^{-6}
実施例 5	0.280	1.635	0.500	0.249	0.029	2.5×10^{-3}	17.7×10^{-6}
実施例 6	0.280	1.55	0.500	0.249	0.029	2.3×10^{-3}	16.8×10^{-6}
参考例 1	0.250	1.635	0.450	0.370	0.020	1.2×10^{-3}	8.7×10^{-6}
参考例 2	0.300	1.635	0.450	0.275	0.075	13.8×10^{-3}	284.5×10^{-6}
参考例 3	0.300	1.635	0.450	0.375	0.075	13.8×10^{-3}	388.0×10^{-6}

$$\Phi 1 = (n_d \times w \times s^2) / r \quad \dots (1)$$

$$\Phi 2 = (n_d \times w \times d \times s^3) / r \quad \dots (2)$$

【0050】

関数 $\Phi 1$ に関し、屈折率 n_d が大きいほど、凹レンズ部 8 A、8 B の界面における照明光の屈折角度が大きくなり、凹レンズ部 8 A、8 B の発散効果が大きくなる。また、偏心

量 s が正の方に大きくなるほど、凹レンズ部 8 A、8 B を透過した光の出射方向が外側へ傾き、外側への発散効果が大きくなる。また、凹レンズ部 8 A、8 B の負のパワーが大きくなるほど（窪みの曲率半径 r が小さくなるほど）、発散効果が大きくなる。また、凹レンズはレンズの中心から外側に向うに従ってパワーが大きくなるため、配光窓の幅 w が大きいほど、パワーの大きい凹レンズの外側を通る照明光の割合が増加し、発散効果が大きくなる。このことから、関数 $\Phi 1$ は、凹レンズ部 8 A、8 B の外側への発散効果の大きさを表している。なお、偏心による発散効果への寄与を強調するために、偏心量 s は二乗して式に導入している。

【0051】

関数 $\Phi 2$ は、関数 $\Phi 1$ にキャップ 3 の外径の効果を加味したものである。キャップ 3 内を通りキャップ 3 の上面 1 1 に入射した照明光は、キャップ 3 の上面 1 1 で、出射角度が大きくなるように屈折する。一方、キャップ 3 の側面 1 2 に入射した照明光は、出射角度が小さくなるように屈折する。このことから、凹レンズ部 8 A、8 B の x 軸方向の外側の端からキャップ 3 の周縁部までの距離 d が大きいほど、キャップ 3 の側面 1 2 から出射する照明光の割合が減少し、発散効果は大きくなる。また、距離 d が小さいと、キャップ 3 の側面 1 2 から出射する照明光の割合が増え、発散効果が小さくなるため、発散効果を大きくするためには、偏心量 s を大きくする必要がある。このことから、距離 d と偏心量 s を関数 $\Phi 1$ に乗じた関数 $\Phi 2$ により、キャップ 3 の外径を加味した発散効果の大きさを表すことができる。

【0052】

なお、実施例 1～6 のパラメータは、以下の関数 $\Phi 1$ および関数 $\Phi 2$ が、それぞれ以下の条件式 (3) および条件式 (4) を満たすように選択されている。

$$2 \times 10^{-3} < \Phi 1 < 1.3 \times 10^{-3} \quad \dots (3)$$

$$1.5 \times 10^{-6} < \Phi 2 < 200 \times 10^{-6} \quad \dots (4)$$

条件式 (3) および条件式 (4) は、いずれも、キャップ 3 に設けられた凹レンズ 8 A、8 B に、内視鏡用の照明光学系 1 5 1 として望ましい発散効果を与えるための条件を表している。

【0053】

条件式 (3) に関し、関数 $\Phi 1$ が条件式 (3) の上限以上になると、凹レンズ部 8 A、8 B による発散効果が過剰になり、配光窓 1 A、1 B から出射し、凹レンズ部 8 A、8 B で発散された光がキャップ 3 の側面 1 2 に入射し易くなる。図 3 において説明したように、キャップ 3 の側面 1 2 から出射する光は、キャップ 3 の上面 1 1 から出射する光よりも出射角度が小さくなるため、関数 $\Phi 1$ が上限以上になることは好ましくない。また、関数 $\Phi 1$ が下限以下になると、凹レンズ部 8 A、8 B による発散効果が不足する。そのため、キャップ 3 からの出射光が十分に発散されないため、関数 $\Phi 1$ が下限以下になることは好ましくない。一方、関数 $\Phi 1$ が条件式 (3) を満たすと、凹レンズ部 8 A、8 B による発散効果が大きくなり、且つ、キャップ 3 の側面 1 2 に入射する光の量を抑えることができる。

【0054】

条件式 (4) に関する臨界的意義は条件式 (3) と同じである。ただし、上述のように関数 $\Phi 2$ にはキャップ 3 の外径の影響が含まれているため、条件式 (4) から、キャップ 3 の外径を加味した望ましい条件が得られる。これにより、使用する内視鏡 1 0 0 の挿入管 1 0 1 の外径に合わせてキャップ 3 の外径を変化させた場合においても、凹レンズ部 8 A、8 B の望ましい条件を得ることができる。

【0055】

次に、各計算条件におけるシミュレーション結果を、図を参照して説明する。図 5 に、キャップ 3 が無い場合における、ライトガイド 4 A、4 B を通り配光窓 1 A、1 B から出射した照明光の光線の一例を示す。図 5 (a) は、照明光の出射角度が 0 度の場合、図 5 (b) は、照明光の出射角度が 30 度の場合の計算例である。配光窓 1 A、1 B から出射する照明光の出射角度は、ライトガイド 4 A、4 B の太さや、光源とライトガイド 4 A、

10

20

30

40

50

4 Bとの接続条件によって異なるが、内視鏡では、一般に30度～40度程度の出射角度を有するものが用いられる。以下に示す計算では、本願発明の発散効果の説明を分かりやすくするため、出射角度が0度の場合と30度の場合でシミュレーションした結果を用いて説明する。また、計算結果において図示する光線は、配光窓11A、11B内の領域のうち、x軸上の最も外側の位置から出射される光線であり、以下ではこの光線についてのみについて説明する。これは、配光窓11A、11Bからの出射位置が外側に向うほどキャップ3の側面12に入射し易くなり、キャップ3からの出射光の出射角度が小さくなり易いため、凹レンズ部8A、8Bによる発散効果が端的に表れるためである。また、シミュレーションでは、説明の便宜上、観察窓3や保持部材5、対物レンズ6については考慮していない。

10

【0056】

図6に、実施例1における、出射光のシミュレーション結果を示す。図6(a)は実施例1のパラメータのうち、偏心量sをゼロにした場合、図6(b)は凹レンズ部8A、8Bを偏心させた場合の結果を示し、配光窓1Aから出射する照明光の出射角度は0度、配光窓1Bから出射する照明光の出射角度は30度である。出射角度が0度の場合、偏心の有無によらず、凹レンズ部8A、8Bによって照明光の出射角度が大きくなっているが、偏心させた場合の出射角度がより大きく、発散効果が大きい。また、出射角度が30度の場合、偏心がないと、配光窓1Bからの出射光は、キャップ3内部において、キャップ3の側面12および上面11で全反射し、キャップ3外への照明光の取り出しが出来ないのに対し、偏心があると、キャップ3の側面12から照明光を取り出すことができる。このことから、実施例1では、条件式(3)、条件式(4)を満たすように凹レンズ部8A、8Bを偏心させることによって、凹レンズ部8A、8B発散効果を向上させるとともに、照明光量を向上させている。

20

【0057】

図7、図8に、それぞれ実施例2および3における、出射光のシミュレーション結果を示す。図7(a)、図8(a)は実施例2および3のパラメータのうち、偏心量sをゼロにした場合、図7(b)、図8(b)は凹レンズ部8Aを偏心させた場合の結果を示し、配光窓1Aから、30度の出射角度で照明光が出射する場合の結果を示す。偏心が無いと、配光窓1Aからの出射光はキャップ3内部において、キャップ3の側面12および上面11で全反射し、キャップ3外への照明光の取り出しが出来ないのに対し、偏心があると、キャップ3の側面12から出射角度の大きい照明光を取り出すことができる。このことから、実施例2および3では、凹レンズ部8A、8Bを偏心させることによって、発散効果を向上させるとともに、照明光量を向上させている。

30

【0058】

図9～図11に、それぞれ実施例4～6における、出射光のシミュレーション結果を示す。なお、実施例4では、キャップ3の側面12には11.3度の傾斜面9が設けられている。図9(a)～図11(a)は実施例4～6のパラメータのうち、偏心量sをゼロにした場合、図9(b)～図11(b)は凹レンズ部8Aを偏心させた場合の結果を示し、配光窓1Aから、30度の出射角度で照明光が出射する場合の結果を示す。偏心の有無によらず、凹レンズ部8Aによって照明光の出射角度が大きくなっているが、偏心させた場合の方が出射角度が大きく、発散効果が大きい。このことから、実施例4～6では、凹レンズ部を偏心させることによって、発散効果を向上させている。

40

【0059】

次に表1に示す照明光学系451の参考例1～3について説明する。参考例1～3では、内視鏡の先端部402内に設けられたライトガイド34内を導波した照明光は、配光窓31から出射する。出射した照明光は、キャップ33内を通り、キャップ33の側面42または上面41(z軸の正の方向の側の面)から出射する。キャップ33の下面(z軸の負の方向の側の面)の配光窓31に対向する位置には、凹レンズ部38が形成されている。参考例1～3のシミュレーションに用いたパラメータは、図4に示す実施例1～6に対するパラメータと同じである。また、参考例1～3は、いずれも条件式(3)および条件

50

式(4)を満たしていない。参考例1では、関数 $\Phi 1$ および関数 $\Phi 2$ は、上記の条件式(3)および条件式(4)の下限よりも小さく、参考例2および3では、関数 $\Phi 1$ および関数 $\Phi 2$ は、上記の条件式(3)および条件式(4)の上限よりも大きい。

【0060】

図12に、参考例1における、出射光のシミュレーション結果を示す。図12(a)は参考例1のパラメータのうち、偏心量 s をゼロにした場合の結果、図12(b)は凹レンズ部38を偏心させた場合の結果を示し、配光窓31から、30度の出射角度で照明光が出射する場合の結果を示す。参考例1の関数 $\Phi 1$ および関数 $\Phi 2$ は、上記の条件式(3)および条件式(4)の下限よりも小さいため、発散効果が小さい。参考例1(図12)と、キャップ3の側面12に傾斜面9が設けられ、光の照明角度が30度の実施例4(図9)とを比較すると、偏心による発散効果の向上は、参考例1の方が小さい。

10

【0061】

図13、図14に、それぞれ参考例2、3における、出射光のシミュレーション結果を示す。図13(a)、図14(a)は参考例2および3のパラメータのうち、偏心量 s をゼロにした場合の結果、図13(b)、図14(b)は凹レンズ部38を偏心させた場合の結果を示し、配光窓31から、0度の出射角度で照明光が出射する場合の結果を示す。いずれの参考例においても、偏心が無いと、出射光の出射角度は大きくなっている。一方、偏心があると、参考例2、3の関数 $\Phi 1$ および関数 $\Phi 2$ は、上記の条件式(3)および条件式(4)の上限よりも大きいため、発散効果が過剰となる。参考例2の場合は、出射光はキャップ33の側面12および上面11で全反射され、キャップ33外に取り出すことが出来ない。また、参考例3の場合は、一度、凹レンズ部38で出射角度が大きくなった照明光が、キャップ3の側面12で出射角度が小さくなって出射し、発散効果が得られていない。

20

【0062】

上記のように、関数 $\Phi 1$ および関数 $\Phi 2$ がそれぞれ条件式(3)および条件式(4)を満たす実施例1～6では、凹レンズ部8A、8Bが適切な発散効果を備えているため、照明光の発散効果および出射光強度の向上効果が得られるのに対し、条件式(3)および条件式(4)を満たしていない参考例1～3では、凹レンズ部38の発散効果が過剰または不足するため、キャップ33の側面からの出射光量が増えて出射光が発散しにくくなる、または、キャップ33内の出射光がキャップ33の側面または上面で全反射し、キャップ3外への照明光の取り出し効率が低下する。

30

【0063】

次に、本発明の内視鏡用の照明光学系の他の実施形態を示す。

【0064】

図15は、本発明の他の実施形態における照明光学系251を有する内視鏡の先端部202の断面図を示す。図15に示す内視鏡の先端部202は、配光窓1A、1Bの配置が異なること、および、配光窓1A、1Bの配置に合わせてキャップ3の下面の形状を変化させていること以外は、図2に示す内視鏡100の先端部102と同じである。照明光学系251は、先端部202内に配置された光学的構成要素(キャップ3A、凹レンズ部8A、8B等)および内視鏡100内に延設されたライトガイド4A、4Bを含む。

40

【0065】

図2に示す実施形態では、配光窓1A、1Bはキャップ3の上面11と平行に配置されており、ライトガイド4A、4Bの光軸OLは配光窓1A、1Bに対して垂直であるのに対し、本実施形態の配光窓1C、1Dは、図15に示すように、x軸方向において先端部202の外周側から観察窓3側に向うに従って低くなるように、斜めに配置されている。また、配光窓1C、1Dの面はライトガイド4A、4Bの光軸OLに対して垂直ではない。また、キャップ3Aの下面は、斜めに配置された配光窓1C、1Dに合うように斜めに形成されている。また、斜めに形成されたキャップ3Aの下面の配光窓1C、1Dに対応する位置に、凹レンズ部8A、8Bが形成されている。ここで、凹レンズ部8A、8Bの光軸OCは、ライトガイド4A、4Bの光軸OLに対して偏心させている必要は無い。

50

【0066】

このように、配光窓1C、1Dがライトガイド4A、4Bの光軸に対して斜めに配置されていることにより、ライトガイド4A、4Bを通った照明光は、配光窓1C、1Dが垂直に配置されている場合に比べて、配光窓1C、1Dでの屈折によって、x軸方向において外側に広がって出射するため、発散効果を向上することができる。

【0067】

また、凹レンズ部8A、8Bの光軸を、ライトガイド4A、4Bの光軸に対して、先端部202の中心方向に向かって偏心させてもよい。これにより、凹レンズ部8A、8Bを透過した照明光を、x軸方向において外側に広がって出射させることができ、偏心させていない場合に比べて、発散効果を更に向上することができる。

10

【0068】

次に、本発明の内視鏡用の照明光学系の別の実施形態を示す。

【0069】

図16は、本発明の他の実施形態における照明光学系351内視鏡の先端部302の断面図を示す。図16に示す内視鏡の先端部302は、配光窓1E、1Fの配置が異なること、および、配光窓1E、1Fの配置に合わせてキャップ3Bの下面の形状を変化させていること、先端部302内のライトガイド4A、4Bの配置が異なること以外は、図2に示す実施形態と同じである。照明光学系351は、先端部302内に配置された光学的構成要素（キャップ3B、凹レンズ部8A、8B等）および内視鏡100内に延設されたライトガイド4A、4Bを含む。

20

【0070】

図2に示す実施形態では、ライトガイド4A、4Bの光軸OLは、内視鏡100の挿入管101および先端部102の軸方向（z軸方向）と平行であったのに対し、図16に示す本実施形態では、ライトガイド4A、4Bは、挿入管101とは平行であるが、挿入管101の先端部302の領域においては、先端方向（z軸の正の方向）に向かうに従ってx軸方向において外側に広がるように配置されている。ここで、配光窓1E、1Fは、先端部302におけるライトガイド4A、4Bの光軸に対して垂直に配置されている。すなわち、配光窓1E、1Fは、x軸方向において先端部302の外周側から観察窓3側に向うに従って高くなるように、斜めに配置されている。また、キャップ3Bの下面は、斜めに配置された配光窓1E、1Fに合うように斜めに形成されている。また、斜めに形成されたキャップ3Bの下面の配光窓1E、1Fに対応する位置に、凹レンズ部8A、8Bが形成されている。ここで、先端部302におけるライトガイド4A、4Bの光軸はz軸と平行ではなく、z軸の正の方向に向かうに従って、先端部302の中心から離れるようにそれぞれx軸の正および負の方向に傾いている。

30

【0071】

このように、ライトガイド4A、4Bの光軸が外側に広がるように配置されていることにより、ライトガイド4A、4Bを通った照明光は、ライトガイド4A、4Bが先端部302の軸方向（z軸方向）と平行に配置されている場合に比べて、x軸方向において外側に広がって配光窓1E、1Fから出射するため、発散効果を向上することができる。

【0072】

また、凹レンズ部8A、8Bの光軸を、ライトガイド4A、4Bの光軸と平行な方向に定義した場合、凹レンズ部8A、8Bの光軸を、先端部302におけるライトガイド4A、4Bの光軸に対して、先端部302の中心方向に向かって偏心させてもよい。これにより、凹レンズ部8A、8Bを透過した照明光を、x軸方向において外側に広がって出射させることができ、偏心させていない場合に比べて、発散効果を更に向上することができる。

40

【0073】

以上が本発明の実施形態の説明である。本発明は、上記の構成に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲において様々な変形が可能である。

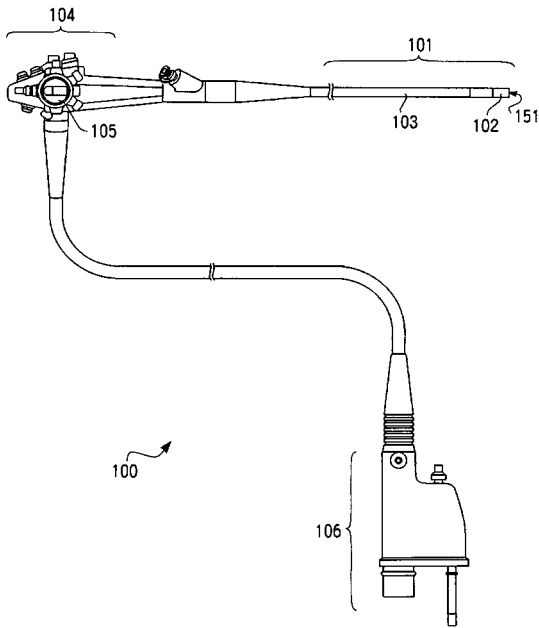
【符号の説明】

50

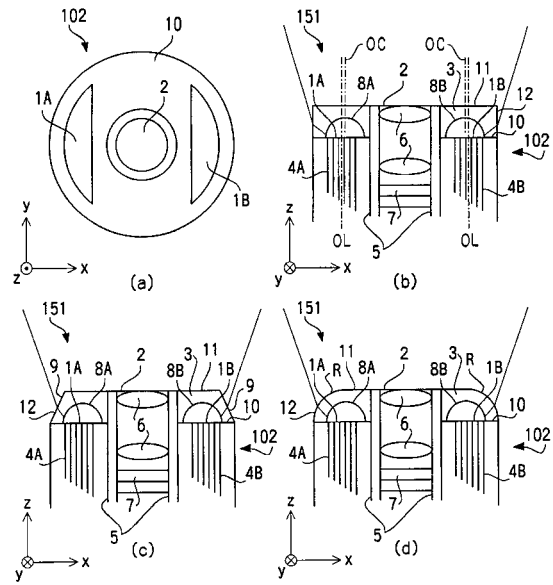
【 0 0 7 4 】

1 A ~ 1 F	配光窓	
2	観察窓	
3、3 A、3 B	キャップ	
4 A、4 B	ライトガイド	
5	支持部材	
6	対物レンズ	
7	撮像素子	
8 A、8 B	凹レンズ部	
9	傾斜面	10
R	曲面	
1 0	先端面	
1 1	上面	
1 2	側面	
3 1	配光窓	
3 3	キャップ	
3 4	ライトガイド	
3 8	凹レンズ部	
3 9	傾斜面	
4 0	先端面	20
4 1	上面	
4 2	下面	
1 0 0	内視鏡	
1 0 1	挿入管	
1 0 2	先端部	
1 0 3	湾曲部	
1 0 4	操作部	
1 0 5	湾曲操作ノブ	
1 0 6	接続部	
1 5 1	照明光学系	30
2 0 2	先端部	
2 5 1	照明光学系	
3 0 2	先端部	
3 5 2	照明光学系	
4 0 2	先端部	
4 5 1	照明光学系	
O L	ライトガイドの光軸	
O C	凹レンズ部の光軸	
L 1、L 1 '	光線	
L 2、L 2 '	光線	40

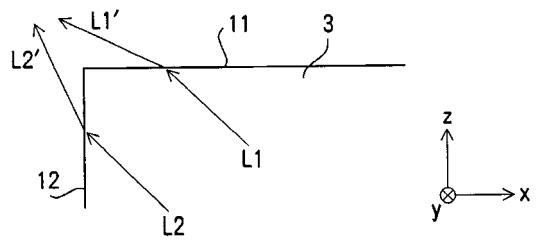
【図 1】



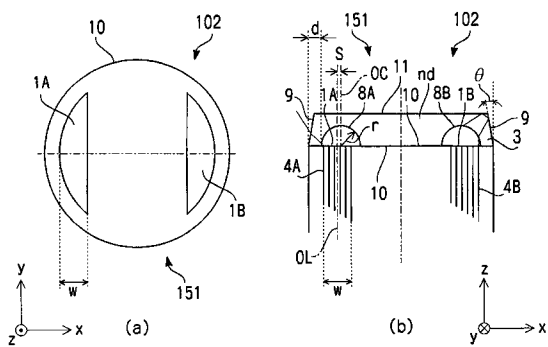
【図 2】



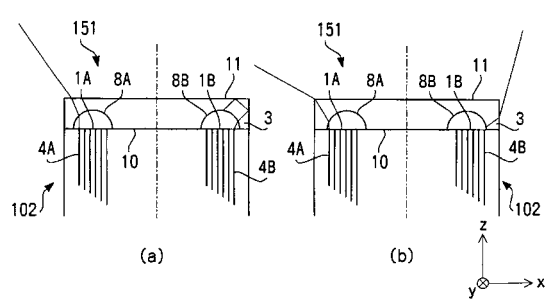
【図 3】



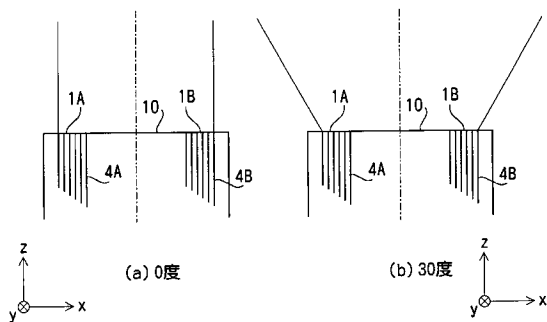
【図 4】



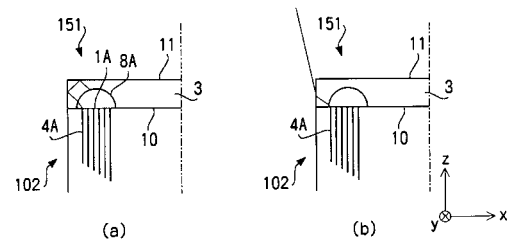
【図 6】



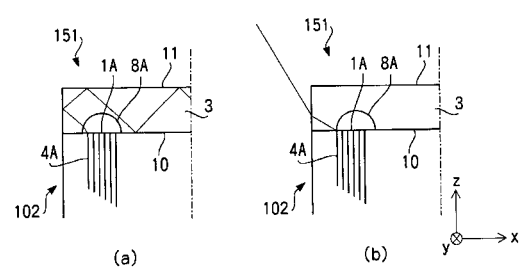
【図 5】



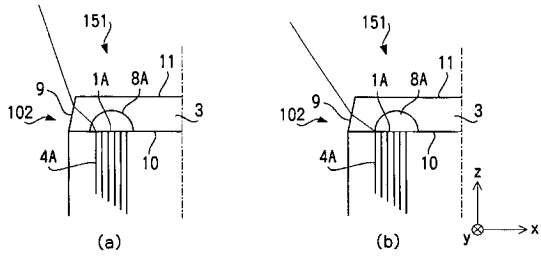
【図 7】



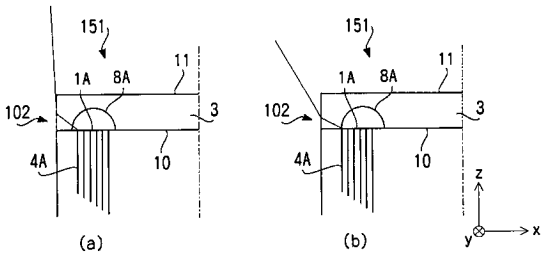
【図 8】



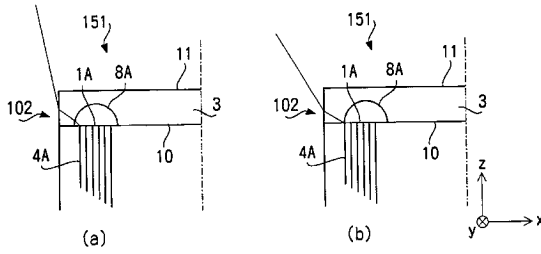
【図 9】



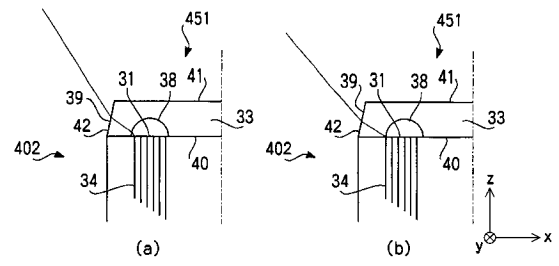
【図 10】



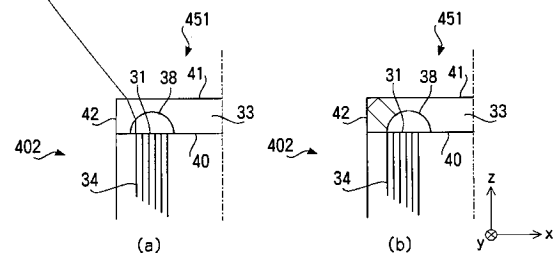
【図 11】



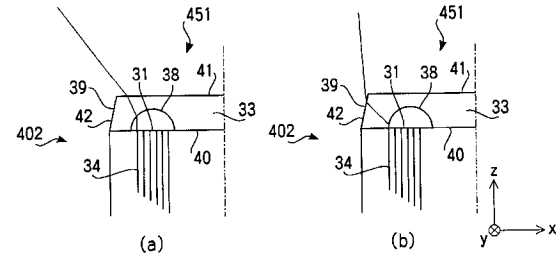
【図 12】



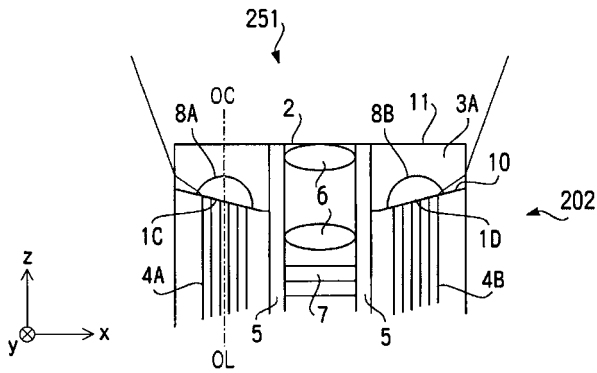
【図 13】



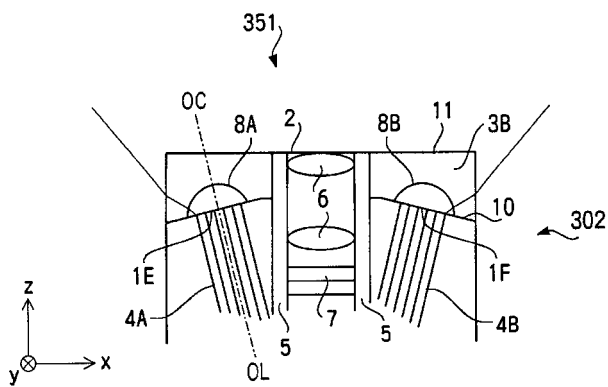
【図 14】



【図 15】



【図 16】



专利名称(译)	内视镜用照明光学系		
公开(公告)号	JP2015036050A	公开(公告)日	2015-02-23
申请号	JP2013167998	申请日	2013-08-13
[标]申请(专利权)人(译)	保谷股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	HOYA株式会社		
[标]发明人	藤井宏明		
发明人	藤井 宏明		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/26		
CPC分类号	G02B23/2469 A61B1/00096 A61B1/00137 A61B1/00163 A61B1/05 A61B1/0661 A61B1/07 G02B6/0008 G02B6/005 G02B23/24 G02B23/26		
FI分类号	A61B1/00.300.Y G02B23/26 A61B1/00.300.U A61B1/00.731 A61B1/00.732 A61B1/07.732 A61B1/07.733		
F-TERM分类号	2H040/BA12 2H040/BA13 2H040/CA11 2H040/CA12 2H040/DA11 4C161/FF40 4C161/FF46 4C161/JJ06 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/QQ02		
代理人(译)	尾山荣启		
其他公开文献	JP2015036050A5 JP5891208B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种用于内窥镜的照明光学系统，其中照明光的发射光的强度分布与监视器的纵横比和观察范围相匹配，并且增加照明光的发射光量。用于内窥镜的照明光学系统，其设置在挠性插入管中，包括沿第一方向并排布置的两个光导，所述两个光导在其间插入有插入管的中心。导光体的前端表面上的端面，观察窗设置在插入管的远端表面上，并且凹透镜部分设置成在与导光体的端面相对的位置处将观察窗夹在中间。第一方向上的宽度小于与第一方向正交的第二方向上的宽度，并且凹透镜部分在第一方向上的负屈光力等于在第二方向上的负屈光力。从光导发射并穿过凹透镜部分的照明光中，从光导的端面中心发射通过光导的中心的照明光的光路基于插入管的轴向。As，它在第一方向上向外倾斜。[选择图]图2

