

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02017/043170

発行日 平成29年9月7日(2017.9.7)

(43) 国際公開日 平成29年3月16日(2017.3.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 23/26 (2006.01)	G02B 23/26 B	2H040
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 300Y	2H087
A61B 1/303 (2006.01)	A61B 1/30	4C161
A61B 1/307 (2006.01)	G02B 13/04 D	
A61B 1/31 (2006.01)		

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 28 頁) 最終頁に続く

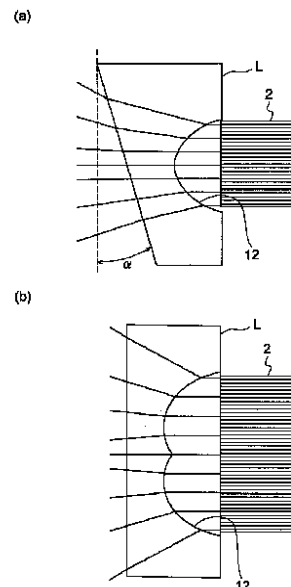
出願番号	特願2017-509795 (P2017-509795)	(71) 出願人	000000376
(21) 国際出願番号	PCT/JP2016/069911		オリンパス株式会社
(22) 国際出願日	平成28年7月5日(2016.7.5)		東京都八王子市石川町2951番地
(31) 優先権主張番号	特願2015-177420 (P2015-177420)	(74) 代理人	100123962
(32) 優先日	平成27年9月9日(2015.9.9)		弁理士 斎藤 圭介
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100120204
			弁理士 平山 巖
		(72) 発明者	五十嵐 勉
			東京都八王子市石川町2951番地 オリ
			ンパス株式会社内
		Fターム(参考)	2H040 BA02 CA11 CA12 DA12 GA02
			2H087 KA10 LA03 PA05 PA19 PB07
			QA01 QA07 QA18 QA22 QA25
			QA37 QA41 QA45 RA32 RA42
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡照明光学系

(57) 【要約】

水中画角が広い場合でも良好な配光が得られ、かつ、細径の医療用内視鏡実装に適した内視鏡照明光学系を提供する。

内視鏡の挿入部先端の内視鏡照明光学系であり、挿入部先端側に配置するレンズLと、レンズLに隣接して配置するライトガイド2と、からなり、レンズLのライトガイド2側の対向面は、軸対称凹面2つを重ね合わせた複合凹面12で、ひょうたん型有効断面を有し、ライトガイド2の有効範囲は、レンズLの対向面側でひょうたん型有効断面長手方向に長軸を有し、長軸と垂直な方向に短軸を有する非円形の端面形状を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内視鏡の挿入部先端の内視鏡照明光学系であり、
 前記挿入部先端側に配置するレンズと、前記レンズに隣接して配置するライトガイドと、
 からなり、
 前記レンズの前記ライトガイド側の対向面は、軸対称凹面 2 つを重ね合わせた複合凹面で、ひょうたん型有効断面を有し、
 前記ライトガイドの有効範囲は、前記レンズの前記対向面側で前記ひょうたん型有効断面長手方向に長軸を有し、前記長軸と垂直な方向に短軸を有する非円形の端面形状を有することを特徴とする内視鏡照明光学系。

10

【請求項 2】

以下の条件式 (1)、(2)、(3) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡照明光学系。

$$1.2 < L1g1 / L1gs < 4 \quad (1)$$

$$0.25 < R' / \sqrt{(L1g1 \times L1gs)} < 0.6 \quad (2)$$

$$0.4 < Lofs / (L1g1 - L1gs) < 1.3 \quad (3)$$

ここで、

L1g1 は、前記ライトガイドの端面の長軸方向の最大長、

L1gs は、前記ライトガイドの端面の短軸方向の最大長、

R' は、前記軸対称凹面の実質中心曲率半径、

Lofs は、前記 2 つの軸対称凹面の軸間隔、

20

である。

【請求項 3】

前記複合凹面を形成する軸対称凹面は非球面からなり、以下の条件式 (4) を満足することを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡照明光学系。

$$(Z(H) - Zr'(H)) / R' < -0.01 \quad (4)$$

ここで、

H = 0.9 × R' の場合であって、

H は、前記軸対称凹面における光軸からの高さ、

Z(H) は、前記軸対称凹面の高さ H における光軸方向の変位置、

30

Zr'(H) は、前記実質中心曲率半径 R' の球面にて高さ H における光軸方向の変位置、
 である。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡照明光学系に関するものである。

【背景技術】

【0002】

40

例えば、泌尿器系臓器を対象として経尿道的に挿入される内視鏡は、尿道内に挿入可能であること、例えば外径は 7 mm 以下であることが好ましい。このように、胃や大腸検診等で広く知られる消化管内視鏡よりも細径である。また、泌尿器系臓器は、通常は尿で満たされているため、水中観察を想定した光学設計が必要である。

【0003】

内視鏡の水中広角観察に関する技術としては、例えば特許文献 1 に提案された構成がある。特許文献 1 は、泌尿器系臓器を内視鏡観察する場合の観察空間媒質は水を主成分とする灌流液や尿であり、それら媒質の屈折率は水と同等とみなして差し支えないことを示している。

【0004】

50

さらに特許文献 1 では、水中画角の空気中に対する狭角化を挙げている。水の d 線における屈折率を 1.333 として、内視鏡対物光学系の外表面を平面とした場合の空気中画角と水中画角が以下に示す関係であることを示している。

空気中画角	180°	160°	140°	120°
水中画角	97.2°	95.3°	89.7°	81.0°

【0005】

空気中画角 120° の膀胱用内視鏡が実用時は水中画角 81° に狭まる。膀胱用内視鏡を例に挙げると、膀胱内面全域の病変を探索するためには、術者は内視鏡の先端湾曲操作、挿入部挿脱、挿入部擦りの組合せ操作を行うが、水中画角が狭いとこれらの操作頻度を増加させることとなり、膀胱内面全域の病変探索を効率良く行うことが困難である。

10

【0006】

このように、水中観察を行う内視鏡において、水中画角の広角化が望まれている。水中画角の広角化の際に課題となるのは、広角化した水中画角に対応した照明光学系の配光を確保することである。また、膀胱用内視鏡では尿道経路で挿入可能な細い外径と灌流・処置用のチャンネル搭載が必須となる。このため、狭い内視鏡先端空間に実装可能であることが必須である。従来の内視鏡照明光学系で、特に、配光の確保と実装に関する形状的な構成として、例えば下記の特許文献 1 ~ 特許文献 6 が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

20

【特許文献 1】国際公開第 2015 / 015996 号

【特許文献 2】国際公開第 2010 / 113550 号

【特許文献 3】特開 2008 - 237790 号公報

【特許文献 4】実開昭 62 - 143918 号公報

【特許文献 5】特許第 4741032 号公報

【特許文献 6】特開昭 63 - 239415 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

以上の特許文献 1 ~ 特許文献 6 では、照明レンズ形状やライトガイド端面形状に工夫が施されているが、いずれの文献においても、膀胱用のようなチャンネル付き細径内視鏡に実装でき、広角な水中観察に対応する照明光学系としては十分ではない。

30

【0009】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、水中画角が広い場合でも良好な配光が得られ、かつ、細径の医療用内視鏡実装に適した内視鏡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】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、内視鏡の挿入部先端の照明光学系であり、挿入部先端側に配置するレンズと、レンズに隣接して配置するライトガイドと、からなり、レンズのライトガイド側の対向面は、軸対称凹面 2 つを重ね合わせた複合凹面で、ひょうたん型有効断面を有し、ライトガイドの有効範囲は、レンズの対向面側でひょうたん型有効断面長手方向に長軸を有し、長軸と垂直な方向に短軸を有する非円形の端面形状を有することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0011】

本発明は、水中画角が広い場合でも良好な配光が得られ、かつ、細径の医療用内視鏡実装に適した内視鏡照明光学系を提供できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0012】

50

【図 1】実施形態に係る内視鏡照明光学系の断面形状を示す図で、(a)は短軸方向断面、(b)は長軸方向断面である。

【図 2】実施形態に係る内視鏡照明光学系を有する内視鏡の先端部を物体側から見た図である。

【図 3】実施形態に係る内視鏡照明光学系を有する内視鏡の先端部の光軸方向に沿った断面図である。

【図 4】実施形態に係る内視鏡照明光学系を有する内視鏡の先端部を物体側から見た斜視構成図である。

【図 5】実施形態に係る内視鏡照明光学系のライトガイド端面形状を示す図であり、(a)は楕円、(b)は小判型、(c)はひょうたん型を示している。

【図 6】内視鏡が有する対物光学系のレンズ構成を示す図であり、(a)は水中観察状態、(b)は空气中観察状態である。

【図 7】水中観察と空气中観察の撮像範囲を示す概念図であり、(a)は水中観察状態、(b)は空气中観察状態である。

【図 8】各実施例においてライトガイドから空気中に出射する光の球面配光を示すグラフである。

【図 9】実施例 1 に係る内視鏡照明光学系の断面形状を示す図で、(a)は短軸方向断面、(b)は長軸方向断面である。

【図 10】実施例 1 に係る内視鏡照明光学系から水中に出射する光の球面配光を示すグラフである。

【図 11】実施例 2 に係る内視鏡照明光学系の断面形状を示す図で、(a)は短軸方向断面、(b)は長軸方向断面である。

【図 12】実施例 2 に係る内視鏡照明光学系から水中に出射する光の球面配光を示すグラフである。

【図 13】実施例 3 に係る内視鏡照明光学系の断面形状を示す図で、(a)は短軸方向断面、(b)は長軸方向断面である。

【図 14】実施例 3 に係る内視鏡照明光学系から水中に出射する光の球面配光を示すグラフである。

【図 15】実施例 4 に係る内視鏡照明光学系の断面形状を示す図で、(a)は短軸方向断面、(b)は長軸方向断面である。

【図 16】実施例 4 に係る内視鏡照明光学系から水中に出射する光の球面配光を示すグラフである。

【図 17】実施例 5 に係る内視鏡照明光学系の断面形状を示す図で、(a)は短軸方向断面、(b)は長軸方向断面である。

【図 18】実施例 5 に係る内視鏡照明光学系から水中に出射する光の球面配光を示すグラフである。

【図 19】実施例 6 に係る内視鏡照明光学系の断面形状を示す図で、(a)は短軸方向断面、(b)は長軸方向断面である。

【図 20】実施例 6 に係る内視鏡照明光学系から水中に出射する光の球面配光を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に、実施形態に係る内視鏡照明光学系を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態により、この発明が限定されるものではない。

【0014】

図 1 (a)、(b) は、それぞれ本実施形態の内視鏡照明光学系の短軸方向の断面構成、長軸方向の断面構成を示す。短軸方向、長軸方向に関しては、後述する。

【0015】

実施形態に係る内視鏡照明光学系は、挿入部先端側に配置するレンズ L と、レンズ L に隣接して配置するライトガイド 2 と、からなる。レンズ L のライトガイド 2 側の対向面は

10

20

30

40

50

、軸対称凹面２つを重ね合わせた複合凹面１２であり、ひょうたん型有効断面を有する。ライトガイド２の有効範囲は、レンズＬの対向面側でひょうたん型有効断面長手方向に長軸を有し、長軸と垂直な方向に短軸を有する非円形の端面形状を有することを特徴とする。

【００１６】

従来知られている非軸対称凹面（トーリック面、アナモフィック面、楕円面）との対比において、本実施形態の軸対称凹面２つを重ね合わせた複合凹面１２は、配光を広げるのに有利な構成である。

【００１７】

従来の非軸対称凹面では、長軸方向の発散力を強められず長軸方向の配光が、短軸方向の配光に比べて大幅に低下してしまう。その理由は、非軸対称凹面が長軸方向のライトガイドの有効径を覆うようにするには、有効径の小さい短軸方向よりも曲率を弱める必要があるためである。この結果、非軸対称凹面の長軸方向の発散力は短軸方向よりも弱く、短軸方向と比較して長軸方向の配光が大幅に低下する。

【００１８】

これに対し、本実施形態の軸対称凹面による複合凹面１２は、短軸方向と長軸方向の発散力が同等であり、長軸方向の有効径の確保に関しては複合凹面１２の軸ずらし量をパラメータとして最適設計できる。従って、本実施形態の複合凹面１２は、従来の構成で問題となる長軸方向の配光低下を改善できる。

【００１９】

本実施形態を、さらに詳細に説明する。初めに、挿入部先端における照明光学系部品と他の実装物の位置関係を説明する。

【００２０】

図２は、実施形態の内視鏡照明光学系を有する内視鏡の先端部を物体側から見た図である。略円形断面を有する先端部１内には、ライトガイド２、対物レンズ枠４と固体撮像素子５、チャンネル６が配置されている。

【００２１】

ここで、固体撮像素子５の図示しない信号ケーブルとライトガイド２、チャンネル６は挿入部全長にわたって、そのレイアウトに影響する。また、先端部１から少し離れた位置には、先端湾曲機構用のアングルワイヤー７が配置されている。

【００２２】

図２の垂直方向は、画像の垂直方向に対応する。固体撮像素子５は、紙面において左右方向に横長なアスペクト比の画像を出力する。先端部１の直径内で断面積の大きい構造物である固体撮像素子５とチャンネル６を縦方向（紙面上下方向）に配置すると、ライトガイド２を配置できるのは左右の空間に限られてしまう。このため、先端側で２本に分割したライトガイド２を配置する。

【００２３】

先端部１において、各構造物を保持する先端枠８（図３）は、照明レンズ機能を兼ねるよう透明樹脂成形品で構成する。先端枠においてライトガイド２に対向する部分が照明レンズとなり、内面側には複合凹面ひょうたん型断面１１を有する。

【００２４】

ライトガイド２から出射する光を、確実に複合凹面ひょうたん型断面１１に入射させるために、複合凹面ひょうたん型断面１１はライトガイド２の断面を含むように構成することが好ましい。さらに、複合凹面ひょうたん型断面１１内を透過した光は、先端枠の外周側に光学設計において定めた照明レンズ先端面有効範囲３から物体空間に出射する。

【００２５】

図３は、実施形態の内視鏡照明光学系を有する内視鏡の先端部を、チャンネル６の中心と対物レンズ枠４の中心を結ぶ線（Ｃ軸）で切った横断面図である。透明樹脂成形品からなる先端枠８に対して、チャンネル６と対物レンズ枠４を固定する構成である。

【００２６】

10

20

30

40

50

尿道等への挿入性向上を鑑み、先端棒 8 が先細りとなるようチャンネル開口部 9 に傾斜をつけている。この傾斜角をできるだけ大きくとって、スムーズな先細り形状とするために、チャンネル開口部 9 からライトガイド 2 と照明レンズ先端面有効範囲 3 を離す必要がある。このため、図 2 の断面ではライトガイド 2 と照明レンズ先端面有効範囲 3 を相対的に下側に配置している。

【0027】

図 4 は、実施形態の内視鏡照明光学系を有する内視鏡の先端部の物体側から斜めに見た構成を示す図である。先端棒 8 には、チャンネル開口部 9 の傾斜がある。さらに、挿入性を向上する目的で、内視鏡の先端部 1 を先細りさせるため、照明レンズ先端面有効範囲 3 も角度 α だけ傾斜させている（図 1（a））。

10

【0028】

このように、挿入性向上の観点による先端棒 8 の先端面形状も構成物の配置時に考慮することが好ましい。図 2 に示した構成は、照明レンズ先端面有効範囲 3 を含む傾斜面の形状も含めて、照明レンズ先端面有効範囲 3 とライトガイド 2 の配置が最適化されている。

【0029】

図 2 において、ライトガイド 2 はチャンネル 6 の中心と対物レンズ棒 4 の中心を通る軸（C 軸）に対して 20° 傾いた長軸を有する楕円である。照明レンズ先端面有効範囲 3 もライトガイド 2 と同じ方位を有する楕円である。

【0030】

照明レンズ先端面有効範囲 3 は、先端部 1 内において対物レンズ棒 4 やチャンネル開口部 9 と干渉しないように避けつつ、広角配光を実現するための十分な有効面積を確保することが好ましい。照明レンズ先端面有効範囲 3 は、一般的な円形の有効範囲では面積が不足してしまう。

20

【0031】

このため、図 2 や図 4 に示すように、縦長傾向の非軸対称形状にする必要がある。また、実施形態における照明レンズ先端面有効範囲 3 の傾斜角 α はライトガイド短軸方向において 15° である。この傾斜角 α と C 軸に対する 20° の傾きとの複合により、チャンネル側での先細り構成を達成でき、挿入性向上にも寄与する。

【0032】

続いて、ライトガイド 2 の断面形状について詳細に説明する。本実施形態では、挿入部先端側のライトガイド 2 端面を長軸方向と短軸方向を有する非円形の形状とする。これにより、挿入部先端の構造物配置の自由度を高めて、実装効率を最適化し易くできる。

30

【0033】

ここで、長軸と短軸の長さに差のある非円形形状として各種多角形や曲面の構成をとり得る。本実施形態では、形状定義が比較的容易で、ライトガイド 2 の成形加工もし易い形状として、図 5（a）、（b）、（c）に示す 3 種の形状を用いる。尚、図 5（a）、（b）、（c）では、複合凹面の有効範囲がライトガイド 2 端面を含むことを示すため、複合凹面ひょうたん型断面 11 を合わせて示している。

【0034】

ライトガイド端面形状の 1 種類目は、図 5（a）に示したような楕円である。図 5（a）、（b）、（c）のそれぞれにおける直交する各軸 X、Y は、ライトガイド端面内のローカル座標である。

40

【0035】

楕円は一般的には、長半径と短半径の 2 つのパラメータで定義される。本実施形態では、他の 2 種類の形状定義と合わせるために、長半径の 2 倍である長軸方向最大長 L_{lg1} と、短半径の 2 倍である短軸方向最大長 L_{ls} とで定義する。

【0036】

ライトガイド端面形状の 2 種類目は、図 5（b）に示したような小判型である。本実施形態における小判型とは、2 つの同一直径を有する円を一部重なる状態でずらし、2 つの円の円周部を直線でつなげた形状をいう。短軸方向最大長 L_{ls} は円の直径に等しく、

50

長軸方向最大長 L_{lg1} は円の直径に中心間隔を加えた長さとなるので、短軸方向最大長 L_{lgs} と長軸方向最大長 L_{lg1} を用いて形状を定義する。

【0037】

ライトガイド端面形状の3種類目は、図5(c)に示したようなひょうたん型である。本実施形態におけるひょうたん型とは、2つの同一直径を有する円を一部重なる状態でずらして合成した形状である。小判型と同様に、短軸方向最大長 L_{lgs} と長軸方向最大長 L_{lg1} を用いて形状を定義する。

【0038】

以上の3種類のライトガイド端面形状は、複合凹面ひょうたん型断面11の有効範囲を有効活用でき、複合凹面12と好ましく組み合わせることができる。本実施形態では、形状の種別ごとに、短軸方向最大長 L_{lgs} 、長軸方向最大長 L_{lg1} によりライトガイド端面形状を定義し、それに任意の回転を与えた上で挿入部空間の絶対座標系に配置する。

【0039】

次に、複合凹面形状の詳細について説明する。本実施形態の内視鏡照明光学系を有する内視鏡は、空気中画角で 180° を越え、水中画角にて 100° 以上である、このため、空気中画角 170° 未満の一般的な内視鏡と比較して配光要求が厳しい。レンズLのライトガイド2側の面を凹面とするのは、広角配光確保のためにライトガイド出射光を拡散させつつ、凸面タイプで生じる各種課題を回避するためである。

【0040】

凸面タイプは、その集光・結像作用に伴い、生体に対する熱的安全性、透明樹脂実装時の樹脂熱的変性、ライトガイドファイバーの投影によるムラ発生等の課題が生じる。従って、本実施形態の構成は、これらの不具合を生じづらい凹面形状を有する。さらに、軸対称な凹面2つを重なり合わせて合成し、ライトガイド2側にひょうたん型断面を形成することで、非軸対称な断面形状のライトガイドと組み合わせで最適設計できるようにしている。

【0041】

軸対称な凹面は、球面、非球面のいずれでも良い。それら両方に適用可能な本実施形態での定義式を次に示す。面のローカル座標として光軸方向をZ軸、Z軸に垂直な軸をY軸とした場合、Y-Z断面内の軸対称非球面定義式を数式(5)に示す。

【0042】

【数1】

$$Z(Y) = \frac{Y^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+K) \times Y^2/R^2}} + \sum_n \{A_{2n} \times Y^{2n}\} \quad (5)$$

【0043】

ここで、

Yは、Y座標、

Z(Y)は、Yの関数として求まるZ座標、

Rは、Y-Z断面内での球面項の中心曲率半径、

Kは、Y-Z断面内の2次曲面特性を定める係数、

nは、1以上の整数、

A_{2n} は、Y-Z断面内での非球面多項式項の次数別係数、

である。

【0044】

尚、数式(5)において、 $K=0$ とすることで、多項式項も0の場合は球面となる。このように、数式(5)は、非球面及び球面の両方とも表現できる。

【0045】

数式(5)で定義した凹面2つを軸ずらしして合成することで、ひょうたん型断面を有する複合凹面を形成できる。図2においては複合凹面ひょうたん型断面11がこれに相当

10

20

30

40

50

する。

【 0 0 4 6 】

複合凹面 1 2 の軸ずらし方向は、複合凹面ひょうたん型断面 1 1 の長軸方向と一致するので、これとライトガイド 2 の長軸方向は同じ方向に合わせる。さらに、複合凹面ひょうたん型断面 1 1 がライトガイド 2 の断面を含むようにパラメータ設計することで、ライトガイド 2 を出射した光を偏ることなく複合凹面 1 2 において拡散することができる。このように設計した複合凹面 1 2 とライトガイド 2 の組合せを、挿入部空間の絶対座標系でチャンネル 6 の中心と対物レンズ枠 4 の中心を通る C 軸を挟んで左右両側に配置する。

【 0 0 4 7 】

配光の最適化は、軸対称凹面の数式 (5) 内の適切なパラメータを設定することで行う。複合凹面 1 2 では、ライトガイド 2 の短軸方向最大長 $L_{lg s}$ に対して最適化した、強い発散力を与えることができる。この場合、単一の凹面ではライトガイド 2 の長軸方向最大長 $L_{lg l}$ に対して有効径が不足してしまう。本実施形態のように、複合凹面 1 2 であれば軸ずらし量をパラメータとして長軸方向最大長 $L_{lg l}$ を含むような最適設計が可能である。

【 0 0 4 8 】

また、軸対称凹面では方位による発散力の差がなく、長軸方向の発散力は短軸方向と同等である。さらに、軸対称凹面は中心部より周辺部の屈折角が大きくなるので、軸対称凹面の軸間隔を適宜離すことで、凹面周辺部において屈折する光の比率を高めることができ、長軸方向の拡散性を高めることができる。

【 0 0 4 9 】

従って、本実施形態の複合凹面は、長軸方向の配光低下を改善できる。軸対称凹面は球面でも効果を得られるが、非球面化することで配光特性を制御する自由度が向上するため好ましい。

【 0 0 5 0 】

複合凹面 1 2 は、金型を用いて成形可能である。複合凹面成形用の金型は、二体化することで軸対称凹面用の金型加工方法を流用できる。まず、ピン状母材に数式 (5) で定義された軸対称凹面を転写する凸面を作成する。次に、ピン状母材の外周部を平面状にカットしてピン状金型とする。そして、このピン状金型を 2 本製作し、外周カットした平面部を重ね合わせることで、2つの凸面を有する複合凹面転写用の金型が完成する。ピン状母材への凸面加工は軸対称で回転切削が可能のため、非軸対称の面形状よりも高精度の金型が製作可能である。

【 0 0 5 1 】

以上の構成により、本実施形態では、従来技術の課題である配光性能を改善しつつ、実装性を確保した照明光学系が実現可能となる。

【 0 0 5 2 】

また、本実施形態の好ましい態様によれば、以上で述べた構成に加えて、ライトガイドと複合凹面のパラメータに関する以下の条件式 (1)、(2)、(3) を満足することが望ましい。

$$1.2 < L_{lg l} / L_{lg s} < 4 \quad (1)$$

$$0.25 < R' / \sqrt{(L_{lg l} \times L_{lg s})} < 0.6 \quad (2)$$

$$0.4 < L_{ofs} / (L_{lg l} - L_{lg s}) < 1.3 \quad (3)$$

ここで、

$L_{lg l}$ は、ライトガイド端面の長軸方向最大長、

$L_{lg s}$ は、ライトガイド端面の短軸方向最大長、

R' は、軸対称凹面の実質中心曲率半径、

L_{ofs} は、2つの軸対称凹面の軸間隔、

である。

【 0 0 5 3 】

条件式 (1) は、ライトガイド端面の長軸方向最大長 $L_{lg l}$ と短軸方向最大長 $L_{lg s}$

s の比率を適切に設定するための条件である。上述した通り、挿入部先端の構造物配置の自由度を高めて実装効率を最適化するためにライトガイドを非円形とするので、 $L1g1 / L1gs$ は 1 より有意に大きい範囲をとる。

【0054】

条件式(1)の下限値を下回ると、ライトガイド端面が円形に近いことで全般的に配光が不足するため望ましくない。軸対称凹面の発散力は短軸方向の $L1gs$ に対して最適化することができるが、 $L1gs$ が相対的に大きいことで短軸方向の光束が全般的に太くなる。従って、照明レンズ先端面有効範囲3の有効範囲の小さい短軸方向で光を有効活用できず、短軸方向の配光を高められないため望ましくない。また、ライトガイド端面が円形に近い状態では軸対称凹面の軸間隔 $Lofs$ を大きくとれないため、長軸方向の拡散性を高められず望ましくない。

10

【0055】

条件式(1)の上限値を上回ると、軸対称凹面の発散力を $L1gs$ に最適化して十分に強めようとする軸対称凹面の有効径が小さくなる。軸対称凹面の軸間隔 $Lofs$ を大きくしても $L1g1$ を覆うことが困難となるか、もしくは、 $L1g1$ を覆えたとしても、ひょうたん型断面の窪み部で $L1gs$ を覆えなくなる。従って、ひょうたん型断面が確実にライトガイド端面を覆うことができるようにするには、軸対称凹面の発散力を低下させて軸対称凹面の有効径を確保せねばならず、結果として配光が不足するため望ましくない。

【0056】

条件式(2)は、ライトガイド端面の平均的な直径に対して軸対称凹面の実質中心曲率半径 R' を十分に小さくすることにより、配光を十分に広くするための条件である。尚、 R' は数式(5)の球面項と多項式の2次成分である A_2 係数から換算した2次成分の合成による実質的な中心曲率半径であり、数式(6)に定義を示す。

20

【0057】

【数2】

$$R' = R / (1 + 2 \times A_2 \times R) \quad (6)$$

【0058】

本実施形態では、軸対称凹面の発散力が全方位の配光に影響する。空气中より光が拡散しづらい水中においては配光要求が空气中よりもさらに厳しい。このため、軸対称凹面の拡散力はできるかぎり高めておくことが重要である。軸対称凹面が球面でライトガイド端面が円形の場合、 R' がライトガイド直径の半分程度の場合に曲率最大となり、それより小さい R' ではライトガイド端面を覆えない。このため、一般的な球面と円形ライトガイドの場合は R' をライトガイド直径の半分程度とすることが好ましい。

30

【0059】

本実施形態のライトガイド端面は非軸対称形状であるため、条件式(2)では分母に平均的ライトガイド直径に相当するパラメータとして $\sqrt{(L1g1 \times L1gs)}$ を用い、 R' との比率を規定した。

【0060】

本実施形態においても、条件式(2)の値が0.5の場合は、 R' が平均的ライトガイド直径の半分であることに相当し、十分高い拡散性を有することを意味する。さらに、軸対称凹面が非球面の場合は、中心曲率を高めて周辺曲率を弱めることでライトガイド端面を覆う制約条件の中でも、より R' を小さくし、より強い拡散力を得ることができる。

40

【0061】

必然的に非球面となる条件式(2)の下限値を下回る場合、 $L1gs$ を覆うためには凹面周辺部でかなり曲率を弱めねばならず、水中広角視野の周辺部に光を十分拡散できず、広角配光を実現できないため望ましくない。

【0062】

条件式(2)の上限値を上回る場合、上述とは逆に、凹面中心部での発散力が弱いこと

50

で視野中心方向に出射する輝度が高まり、視野中心に対して相対的に周辺部が暗くなり、広角配光が得られなくなるので望ましくない。

【0063】

条件式(3)は、複合凹面を構成する軸対称凹面の軸間隔を適切に設定するための条件である。軸対称凹面の軸間隔 L_{ofs} は、ライトガイド端面の扁平性の影響を受けるので、ライトガイド端面の各方向の長さの差である ($L_{lg1} - L_{lg2}$) に対して、適切な比率で設定することが好ましい。

【0064】

条件式(3)の下限値を下回ると、 L_{ofs} がライトガイド端面の扁平性に対して相対的に小さくなり過ぎて、ライトガイド端面の長軸方向側を覆う観点では不足傾向となる。この場合、軸対称凹面の曲率を弱めて有効径を広げることで、ライトガイド端面の長軸方向を覆う設計とせざるを得ない。

【0065】

条件式(3)の上限値を上回ると、 L_{ofs} がライトガイド端面の扁平性に対して相対的に大きくなり過ぎて、ひょうたん型断面の窪み部においてライトガイド端面を覆えなくなり易い。この場合も軸対称凹面の曲率を弱めて有効径を広げることで、ひょうたん型断面の窪み部でもライトガイド端面を覆う設計とせざるを得ない。従って、条件式(3)の下限値、上限値から外れるいずれの場合においても、軸対称凹面の発散力が低下し広角配光を実現できないため望ましくない。

【0066】

また、本実施形態の好ましい態様によれば、以上で述べた構成に加えて、複合凹面を形成する軸対称凹面が非球面からなり、非球面形状に関する以下の条件式(4)を満足すること望ましい。

$$(Z(H) - Z_{r'}(H)) / R' < -0.01 \quad (4)$$

ここで、

$H = 0.9 \times R'$ の場合であり、

H は、軸対称凹面における光軸からの高さ、

$Z(H)$ は、軸対称凹面の H における光軸方向の変位量、

$Z_{r'}(H)$ は、実質中心曲率半径 R' の球面にて H における光軸方向の変位量、

である。

【0067】

H は複合凹面を形成する各軸対称凹面の曲率中心を通る光軸からの高さであり、数式(5)の軸対称非球面定義式では Y に相当する。 $Z(H)$ は数式(5)の $Z(Y)$ に相当し、数式(5)を用いて算出する。 $Z_{r'}(H)$ は、軸対称凹面の実質的な中心曲率半径で数式(4)から算出される R' の球面を仮定した場合の光軸方向変位量であり、数式(5)から非球面関連のパラメータを除去した数式(7)を用いて算出する。

【0068】

【数3】

$$Z_{r'}(Y) = \frac{Y^2/R'}{1 + \sqrt{1 - Y^2/R'^2}} \quad (7)$$

【0069】

以上の定義に従い、 $(Z(H) - Z_{r'}(H))$ は、非球面と球面の Z 方向変位量の差分に相当する。本実施形態の軸対称凹面は R を正の値として定義しており、光軸から離れた位置の Z 座標は基本的に正の変位量を有する。

【0070】

従って、 $(Z(H) - Z_{r'}(H))$ が正の場合は非球面による変位が凹面を深める方向に作用し、負の場合は凹面を浅くする方向に作用することを意味する。条件式(4)では $(Z(H) - Z_{r'}(H))$ を R' で規格化することにより、非球面の変位作用の度合

を示せる条件としている。

【 0 0 7 1 】

本実施形態では広角な視野周辺部での配光向上とライトガイド端面を覆う有効径確保の両立が重要であるため、条件式 (4) の値を負とし凹面の周辺部で曲率を弱めるような非球面とすることが好ましい。

【 0 0 7 2 】

条件式 (4) の上限値を上回ると、非球面とする実効的な効果が得られず、ライトガイド端面を覆った上で配光を向上させるのが困難となり望ましくない。

【 0 0 7 3 】

以上で、内視鏡照明光学系の構成を詳細に説明した。ここで、図 1 ~ 図 4 を用いて説明した挿入部先端レイアウトを含めて本実施形態の望ましい挿入部先端の構成を以下にまとめる。

【 0 0 7 4 】

挿入部先端内に、対物光学系、チャンネル 6、2 つ以上のライトガイド 2 とライトガイド 2 の物体側に隣接して配置する照明レンズ L を有する内視鏡において、照明レンズ L のライトガイド対向面は軸対称凹面 2 つを重ね合わせた複合凹面 1 2 でひょうたん型有効断面 1 1 を有し、ライトガイド有効範囲は照明レンズ対向面側でひょうたん型有効断面長手方向に長軸とそれに垂直な方向に短軸を有する非円形の端面形状を有し、対物レンズ 4 (対物光学系) の中心とチャンネル 6 の中心を結ぶ軸を C 軸とした際に、各ライトガイドの長軸は C 軸に対して 3 0 ° 以下の傾きであり、各照明系は C 軸線を挟んで左右夫々に 1 つ以上配置されており、条件式 (1) ~ (3) を満足する構成が望ましい。さらに、非球面を用いる場合には条件式 (4) を満足する構成が望ましい。

【 0 0 7 5 】

(対物光学系の説明)

内視鏡照明光学系の実施例に先だって、各実施例において共通で組合せ対象とする対物光学系の構成を説明する。

【 0 0 7 6 】

図 6 (a) は、対物光学系の水中におけるレンズ断面図と光路を示している。図 6 (b) は、対物光学系の空気中におけるレンズ断面図と光路を示している。対物光学系は、物体側から順に、物体側が平面である平凹負レンズ L 1 と、物体側が平面である平凹負レンズ L 2 と、平行平板 F 1 と、物体側が平面である平凸正レンズ L 3 と、両凹負レンズ L 4 と、両凸正レンズ L 5 と、両凸正レンズ L 6 と、C 軸負メニスカスレンズ L 7 と、カバーガラス C G と、からなる。ここで、両凹負レンズ L 4 と両凸正レンズ L 5 は接合されている。両凸正レンズ L 6 と負メニスカスレンズ L 7 は接合されている。

【 0 0 7 7 】

明るさ絞り S は、平凸正レンズ L 3 の物体側面に配置されている。

【 0 0 7 8 】

以下に、対物光学系の数値データを示す。記号は、r は各レンズ面の曲率半径、d は各レンズ面間の間隔、n d は各レンズの d 線の屈折率、v d は各レンズのアッベ数、F n o は F ナンバー、また、焦点距離は d 線における値である。S T O は、明るさ絞り、I P は像面である。

【 0 0 7 9 】

数値実施例

単位 m m

面 データ

面番号	r	d	nd	v d
1	∞	0.25	1.76820	71.79
2	0.639	0.27		
3	∞	0.25	2.00330	28.27

10

20

30

40

50

4	1.961	0.11		
5	∞	0.30	1.52134	74.98
6	∞	0.03		
7	∞ (STO)	0.87	2.00330	28.27
8	-1.243	0.05		
9	-9.813	0.30	2.00330	28.27
10	1.717	0.86	1.72916	54.68
11	-1.345	0.05		
12	2.838	0.87	1.48749	70.23
13	-1.108	0.30	1.92286	18.90
14	-2.439	0.28		
15	∞	1.10	1.51633	64.14
16	∞ (IP)			

10

焦点距離： 0.56mm

F n o . : 4.153

水中物体距離： 9mm

最大レンズ外径： ϕ 2.2mm

20

水中観察時の像高と画角：

	像高 (mm)	画角 (°)
対角	0.751	129.4
水平	0.706	118.7
垂直	0.482	76.3

【 0 0 8 0 】

図 6 (a) 中の I w は、水中観察状態での対角方向の像高で 0 . 7 5 1 mm である。この像高は固体撮像素子の有効撮像エリアに一致させることを想定しており、水中観察状態において固体撮像素子の有効撮像エリア全体を使用する。この際の水中画角は 1 2 9 . 4 ° であり、水中観察としては非常に広角であり、水中にある被写体を固体撮像素子の有効撮像エリア全てを使用して観察できる。

30

【 0 0 8 1 】

これに対して、図 6 (b) の空气中観察状態では最も物体側が平面であることにより、空气中画角 1 8 0 ° の光線までしかレンズに入射できない。最も物体側の平面とほぼ平行に入射した主光線は像面上では I w より低い位置に結像し、空气中最大像高に相当する I a は 0 . 5 9 9 5 mm となる。これにより、空气中観察状態では固体撮像素子の有効撮像エリアを部分的に使用した画像となるが、水中観察用途の内視鏡においては実用上問題無い。

【 0 0 8 2 】

図 7 (a) 、 (b) は、それぞれ水中観察と空气中観察の撮像範囲を示す図である。図 7 (a) 、 (b) は上述したように空气中観察状態での有効撮像エリアが水中観察状態よりも狭くなることを示した図である。

40

【 0 0 8 3 】

図 7 (a) は、水中観察状態での固体撮像素子上の撮像エリアを示している。八角形の電氣的視野マスクを用いることで、斜線を付した八角マスク M K 内の有効撮像エリアを全て活用できることを示している。八角マスク M K 内の最大像高が I w である。

【 0 0 8 4 】

図 7 (b) は、空气中観察状態での固体撮像素子上撮像エリアを示している。斜線を付した半径 I a の円 C R C 内が空气中観察状態での撮像エリアとなり、八角マスク M K と円 C R C で挟まれた斜線の無い領域は、被写体像が結像されない光学的無効領域となる。

50

【 0 0 8 5 】

このような対物光学系によれば、最も物体側が平面の状態でも水中状態での広角観察が可能である。さらに、物体側が平面であることは、照明光学系からの直接光入射に起因するフレアに対して特殊な構成を必要とせず、照明光学系の構成に余計な制約を生じないため好ましい。対物光学系内で最大レンズ外径を有するのは物体側端のレンズでφ 2 . 2 mmである。膀胱鏡として必要な内径φ 2 . 2 mmのチャンネルや湾曲機構と合わせても、先端部外径φ 7 mm未満の内視鏡を実現できる。

【 0 0 8 6 】

次に、各実施例に係る内視鏡用照明光学系の各種データを表 1 及び表 2 に示す。

【表 1】

	ライトガイド			凹面					
	断面形状	Llg1 [mm]	Llg2 [mm]	軸対称凹面の種別	R [mm]	非球面係数※記載無しは0	深さ [mm]	Lofs [mm]	R' [mm]
実施例 1	楕円	1.27	0.7	非球面	0.465	K=0, A2=0.35, A4=2	0.4	0.45	0.351
実施例 2	小判型	1.27	0.7	非球面	0.465	K=0, A2=0.35, A4=2	0.4	0.45	0.351
実施例 3	ひょうたん型	1.15	0.7	非球面	0.465	K=0, A2=0.35, A4=2	0.4	0.45	0.351
実施例 4	小判型	1.1	0.8	非球面	0.45	K=0, A2=0.4	0.4	0.3	0.331
実施例 5	小判型	1.45	0.6	非球面	0.44	K=0, A2=0.4	0.44	0.6	0.325
実施例 6	小判型	1.55	0.55	非球面	0.46	K=0, A2=0.45	0.44	0.7	0.320
比較例	円	(0.74)	(0.74)	球面	0.53	—	0.161	—	0.530

【表 2】

	水平方向 55° 配光	垂直方向 35° 配光	中心 照度比	(1) 式	(2) 式	(3) 式	(4) 式
実施例 1	17.2%	54.5%	100% (基準)	1.814	0.372	0.789	-0.056
実施例 2	17.9%	57.9%	103.5%	1.814	0.372	0.789	-0.056
実施例 3	17.3%	52.8%	98.3%	1.643	0.391	1.000	-0.056
実施例 4	15.4%	50.8%	103.4%	1.375	0.353	1.000	-0.117
実施例 5	17.4%	76.1%	93.6%	2.417	0.349	0.706	-0.116
実施例 6	15.2%	87.1%	91.6%	2.818	0.352	0.700	-0.122
比較例	2.2%	28.1%	123.0%	1.000	0.716	—	0

【 0 0 8 7 】

表 1 において、各実施例の 2 つの内視鏡照明光学系の対物レンズ枠 4 (対物光学系) の中心とチャンネル 6 の中心を結ぶ C 軸に対するライトガイド長軸の回転方位は、図 2 に示

すように 20° である。対物光学系中心に対するライトガイド中心座標 (mm) は、 $(2.067, 0.752)$ 、 $(-2.067, 0.752)$ である。

【0088】

各実施例における照明レンズは、何れもポリサルホン (d 線に対する屈折率 = 1.635) から形成され、外面側形状がライトガイドの短軸方向において 15° 傾斜した平面となっている。また、照明レンズの中心肉厚は 0.25 mm であり、ライトガイドと同様に、対物レンズ枠 4 (対物光学系) の中心とチャンネル 6 の中心を結ぶ C 軸に対する長軸の回転方位は図 2 に示すように 20° である。さらに、長軸方向の外面側有効径は 2.2 mm であり、短軸方向の外面側有効径は 1.6 mm である。

【0089】

また、比較例は、各実施例と同一空間に実装可能な円形ライトガイドと凹球面レンズの組合せとし、物体面中心照度が最低照度を有する各実施例と同等レベルとした。

すなわち、比較例のライトガイドは、円形状であり、その直径は 0.74 mm、対物光学系中心に対する中心座標 (mm) は $(2.067, 0.752)$ 、 $(-2.067, 0.752)$ とした。比較例の照明レンズは、その材料、外側面形状、中心肉厚及び外面側有効径は各実施例と同様となっている。

【0090】

各実施例の照明レンズ断面形状と水中に出射する光の球面配光グラフを、それぞれ図 9 ~ 図 20 に示す。なお、断面形状の図において、(a) はライトガイドの短軸方向断面、(b) はライトガイドの長軸方向断面を示す。水中に出射する光の球面配光グラフにおいて、実線は水平方向、破線は垂直方向の配光特性を示す。また、球面配光グラフは水中で 40 mm 離れたところに半径 40 mm の球を配置すると仮定して、光線束追跡と強度積算により照度分布を求めて規格化したものである。強度積算に用いたライトガイド出射光の配光を図 8 に示す。

【0091】

(照明レンズについて)

これら全ての実施例の凹面形状は、対物光学系の水中水平画角 (118.7°) と水中垂直画角 (76.3°) の少し内側の視野を想定し、水中にて以下の目標球面配光 (中心に対する比率) を得られるように設計している。

画面水平方向の水中 55° 方向球面配光: 15% 以上

画面垂直方向の水中 35° 方向球面配光: 50% 以上

【0092】

これら全ての実施例は、対応すべき画角が広いにもかかわらず、複合凹面と非円形ライトガイド組合せとそのパラメータ最適化により、目標とする高い配光を実現している。これら実施例と比較して、円形ライトガイドと凹球面レンズからなる比較例では、水平方向、垂直方向のどちらにおいても、本実施形態に比較して、配光が大幅に目標未達である。

【0093】

実施例 1 ~ 3 は、複合凹面が同一形状で、ライトガイド端面が、それぞれ楕円、小判型、ひょうたん型である。これら 3 種のライトガイド端面形状では、光学的にほぼ同等の性能を確保できるのでいずれを用いても良い。

実施例 4 ~ 6 は、ライトガイドを小判型で統一した上で、その扁平度合を変化させたものである。これら実施例の複合凹面は、夫々のライトガイド端面寸法に合わせて最適化しており、各実施例で形状が異なる。

【0094】

このように、夫々異なる構成を有する実施例 1 ~ 6 は、条件式 (1) ~ (3) を満足しており、これら 3 つの条件式は最適パラメータを設定するのに好適である。さらに、全ての実施例は、複合凹面が条件式 (4) の条件を満足する非球面を有しており、従来よりも高い配光目標の実現に寄与している。尚、水中画角を多少狭めても良い場合は配光目標を緩めることが可能なため、複合凹面の軸対称凹面として球面も採用も可能である。

【0095】

10

20

30

40

50

このように、各実施例によれば、水中画角が広い場合でも良好な配光が得られ、かつ、細径の医療用内視鏡実装に適した内視鏡照明光学系を提供できる。

【産業上の利用可能性】

【0096】

以上のように、本発明は、内視鏡照明光学系に有用であり、特に、水中画角が広い場合でも良好な配光が得られ、かつ、細径の医療用内視鏡実装に適している。

【符号の説明】

【0097】

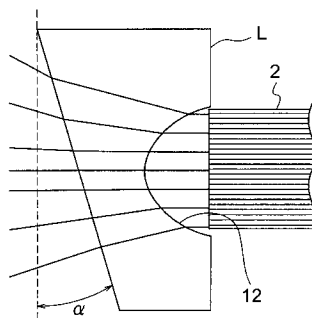
- 1 先端部
- 2 ライトガイド
- 3 照明レンズ先端面有効範囲
- 4 対物レンズ枠
- 5 固体撮像素子
- 6 チャンネル
- 7 アングルワイヤー
- 8 先端枠
- 9 チャンネル開口部
- 10 チャンネル中心と対物レンズ枠中心を通る軸（C軸）
- 11 複合凹面ひょうたん型断面
- 12 複合凹面

10

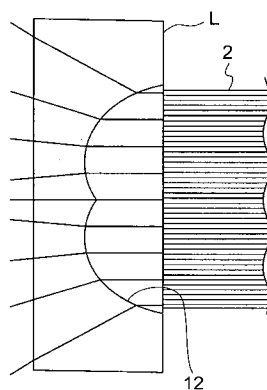
20

【図1】

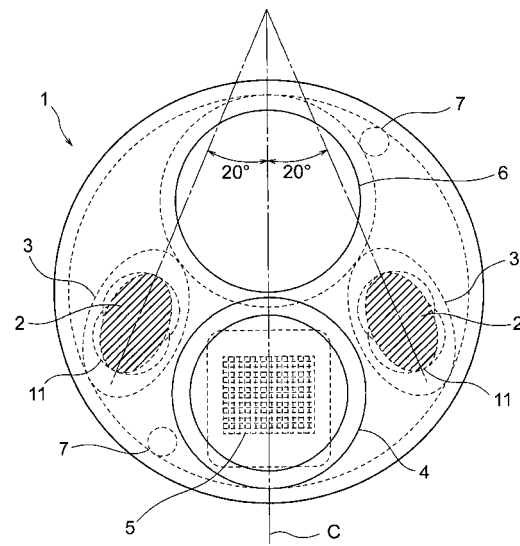
(a)



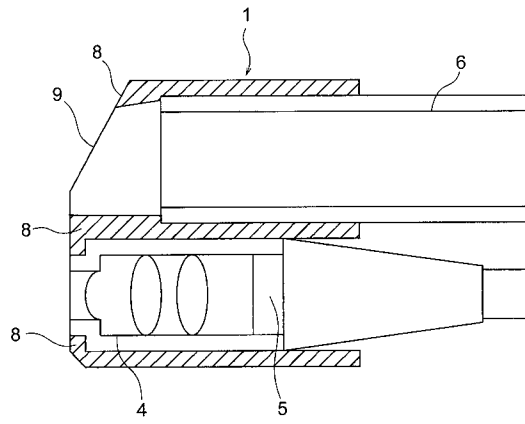
(b)



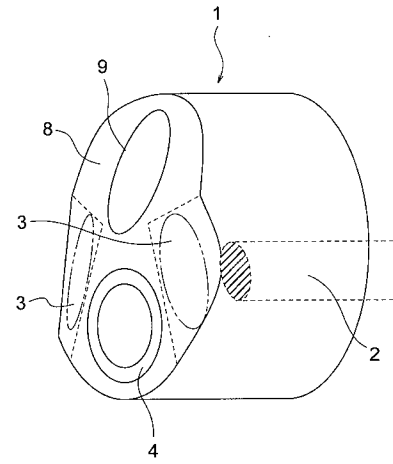
【図2】



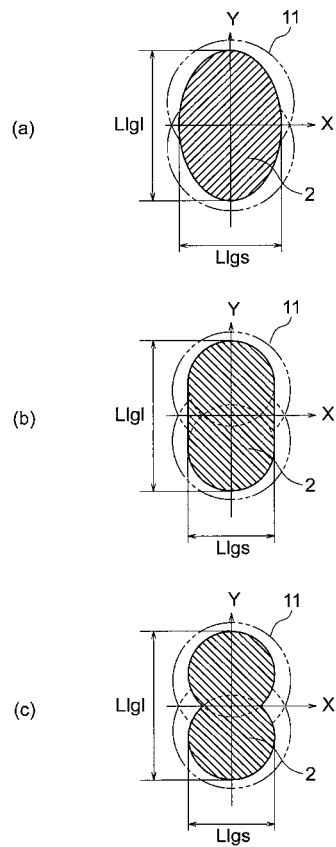
【 図 3 】



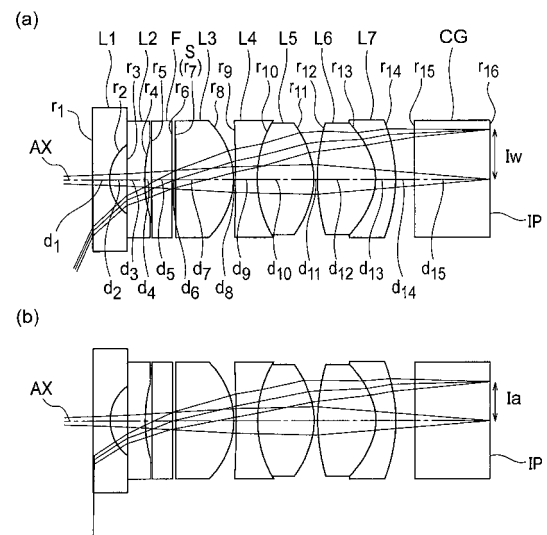
【 図 4 】



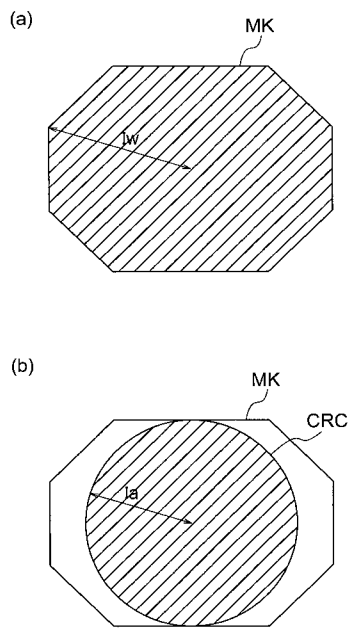
【 図 5 】



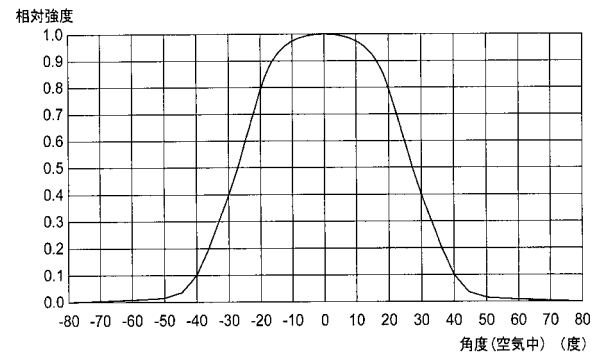
【 図 6 】



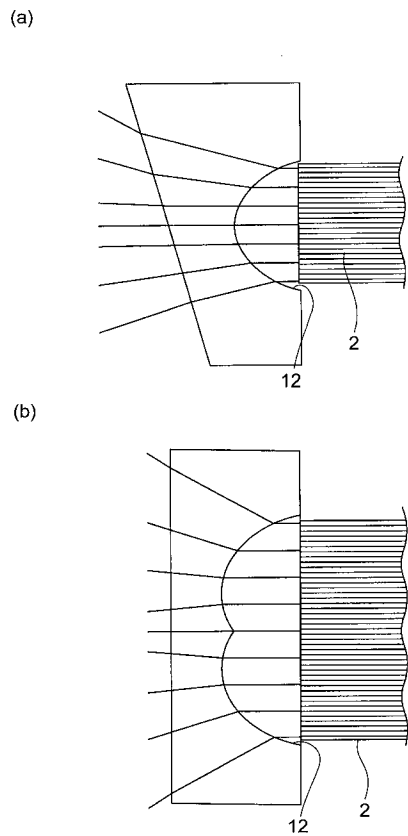
【 図 7 】



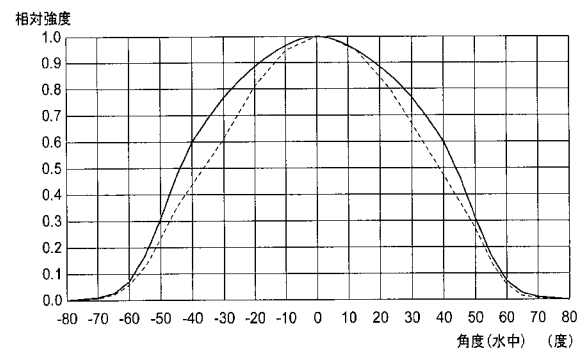
【 図 8 】



【 図 9 】

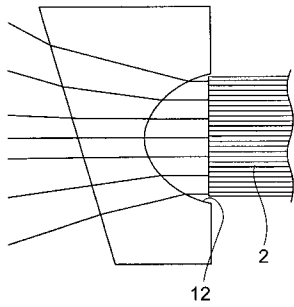


【 図 1 0 】

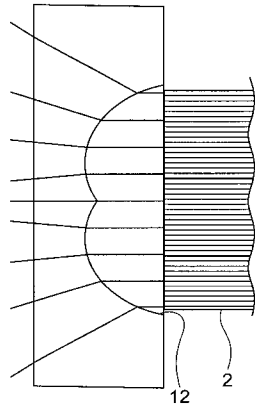


【図 1 1】

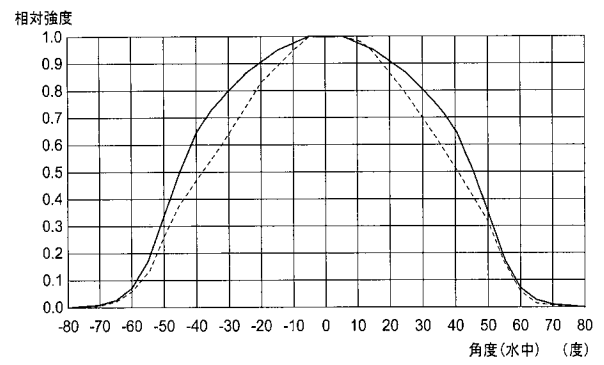
(a)



(b)

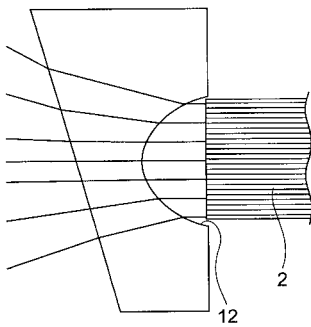


【図 1 2】

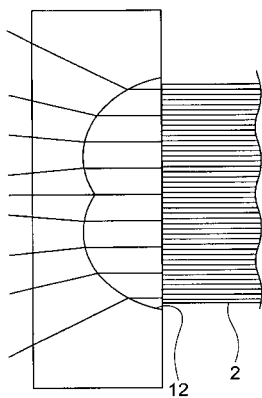


【図 1 3】

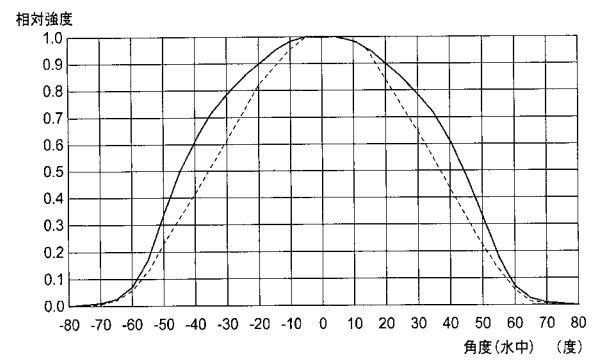
(a)



(b)

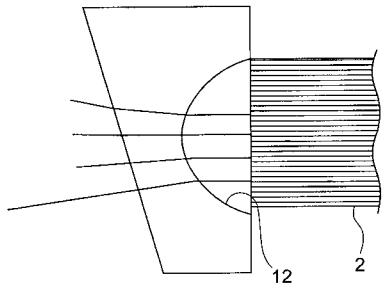


【図 1 4】

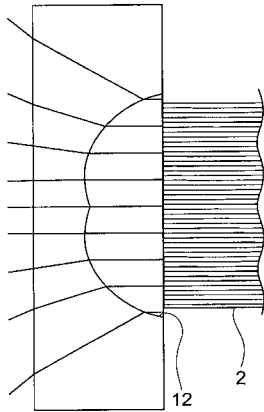


【図 15】

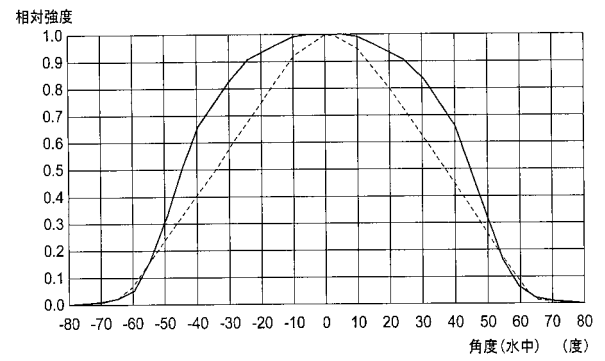
(a)



(b)

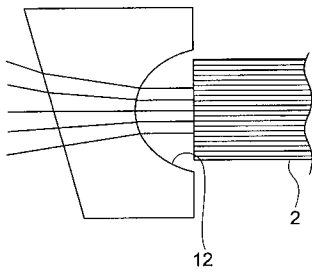


【図 16】

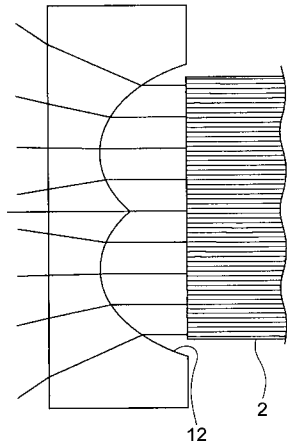


【図 17】

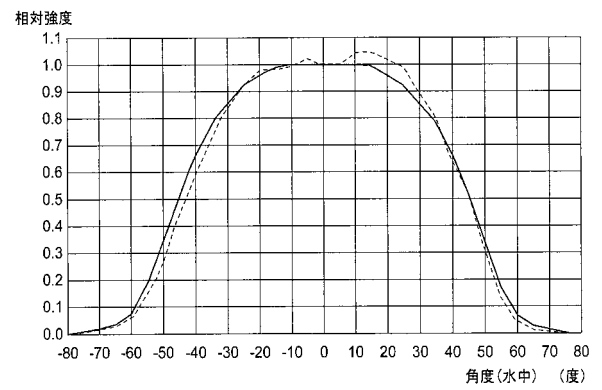
(a)



(b)

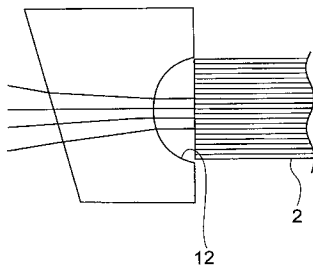


【図 18】

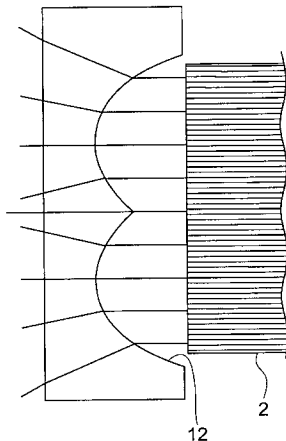


【図 19】

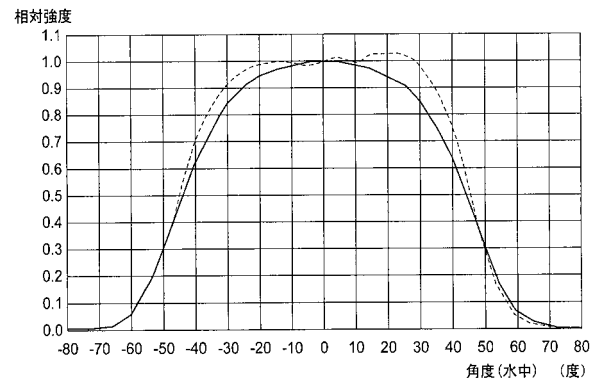
(a)



(b)



【図 20】



【手続補正書】

【提出日】平成29年2月17日(2017.2.17)

【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】

内視鏡の挿入部先端の内視鏡照明光学系であり、

前記挿入部先端側に配置する先端枠機能を兼ねた透明樹脂成型品からなるレンズと、前記レンズに隣接して配置するライトガイドと、からなり、

前記レンズの前記ライトガイド側の対向面は、対称凹面2つを重ね合わせた複合凹面で、ひょうたん型有効断面を有し、

前記ライトガイドの有効範囲は、前記レンズの前記対向面側で前記ひょうたん型有効断面長手方向に長軸を有し、前記長軸と垂直な方向に短軸を有する楕円、小判型、もしくはひょうたん型の端面形状を有し、

前記複合凹面の断面は前記ライトガイドの端面を含むように構成し、

以下の条件式(1)、(2)、(3)を満足することを特徴とする内視鏡照明光学系。

$$1.2 < L1g1 / L1gs < 4 \quad (1)$$

$$0.25 < R' / \sqrt{(L1g1 \times L1gs)} < 0.6 \quad (2)$$

$$0.4 < Lofs / (L1g1 - L1gs) < 1.3 \quad (3)$$

ここで、

L1g1は、前記ライトガイドの端面の長軸方向の最大長、

L1gsは、前記ライトガイドの端面の短軸方向の最大長、

R' は、前記軸対称凹面の実質中心曲率半径、
 $Lofs$ は、前記 2 つの軸対称凹面の軸間隔、
 である。

【請求項 2】

前記複合凹面を形成する軸対称凹面は非球面からなり、以下の条件式 (4) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡照明光学系。

$$(Z(H) - Z_{r'}(H)) / R' < -0.01 \quad (4)$$

ここで、

$H = 0.9 \times R'$ の場合であって、

H は、前記軸対称凹面における光軸からの高さ、

$Z(H)$ は、前記軸対称凹面の高さ H における光軸方向の変位量、

$Z_{r'}(H)$ は、前記実質中心曲率半径 R' の球面にて高さ H における光軸方向の変位量、
 である。

【手続補正 2】

【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】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、内視鏡の挿入部先端の内視鏡照明光学系であり、挿入部先端側に配置する先端枠機能を兼ねた透明樹脂成型品からなるレンズと、レンズに隣接して配置するライトガイドと、からなり、レンズのライトガイド側の対向面は、刺対称凹面 2 つを重ね合わせた複合凹面で、ひょうたん型有効断面を有し、ライトガイドの有効範囲は、レンズの対向面側でひょうたん型有効断面長手方向に長軸を有し、長軸と垂直な方向に短軸を有する楕円、小判型、もしくはひょうたん型の端面形状を有し、複合凹面の断面はライトガイドの端面を含むように構成し、以下の条件式 (1)、(2)、(3) を満足することを特徴とする。

$$1.2 < Llg1 / Llg s < 4 \quad (1)$$

$$0.25 < R' / \sqrt{(Llg1 \times Llg s)} < 0.6 \quad (2)$$

$$0.4 < Lofs / (Llg1 - Llg s) < 1.3 \quad (3)$$

ここで、

$Llg1$ は、ライトガイドの端面の長軸方向の最大長、

$Llg s$ は、ライトガイドの端面の短軸方向の最大長、

R' は、軸対称凹面の実質中心曲率半径、

$Lofs$ は、2 つの軸対称凹面の軸間隔、

である。

【手続補正書】

【提出日】平成 29 年 5 月 23 日 (2017.5.23)

【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】

内視鏡の挿入部先端の内視鏡照明光学系であり、

前記挿入部先端側に配置する先端枠機能を兼ねた透明樹脂成型品からなるレンズと、前記レンズに隣接して配置するライトガイドと、からなり、

前記レンズの前記ライトガイド側の対向面は、軸対称凹面２つを重ね合わせた複合凹面で、ひょうたん型有効断面を有し、

前記ライトガイドの有効範囲は、前記レンズの前記対向面側で前記ひょうたん型有効断面長手方向に長軸を有し、前記長軸と垂直な方向に短軸を有する楕円、小判型、もしくはひょうたん型の端面形状を有し、

前記複合凹面の断面は前記ライトガイドの端面を含むように構成し、

以下の条件式（１）、（２）、（３）を満足することを特徴とする内視鏡照明光学系。

$$1.2 < L1g1 / L1gs < 4 \quad (1)$$

$$0.25 < R' / \sqrt{(L1g1 \times L1gs)} < 0.6 \quad (2)$$

$$0.4 < Lofs / (L1g1 - L1gs) < 1.3 \quad (3)$$

ここで、

L1g1は、前記ライトガイドの端面の長軸方向の最大長、

L1gsは、前記ライトガイドの端面の短軸方向の最大長、

R'は、前記軸対称凹面の実質中心曲率半径、

Lofsは、前記２つの軸対称凹面の軸間隔、

である。

【請求項２】

前記複合凹面を形成する軸対称凹面は非球面からなり、以下の条件式（４）を満足することを特徴とする請求項１に記載の内視鏡照明光学系。

$$(Z(H) - Zr'(H)) / R' < -0.01 \quad (4)$$

ここで、

H = 0.9 × R' の場合であって、

Hは、前記軸対称凹面における光軸からの高さ、

Z(H)は、前記軸対称凹面の高さHにおける光軸方向の変位量、

Zr'(H)は、前記実質中心曲率半径R'の球面にて高さHにおける光軸方向の変位量、

である。

【手続補正２】

【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】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、内視鏡の挿入部先端の内視鏡照明光学系であり、挿入部先端側に配置する先端枠機能を兼ねた透明樹脂成型品からなるレンズと、レンズに隣接して配置するライトガイドと、からなり、レンズのライトガイド側の対向面は、軸対称凹面２つを重ね合わせた複合凹面で、ひょうたん型有効断面を有し、ライトガイドの有効範囲は、レンズの対向面側でひょうたん型有効断面長手方向に長軸を有し、長軸と垂直な方向に短軸を有する楕円、小判型、もしくはひょうたん型の端面形状を有し、複合凹面の断面はライトガイドの端面を含むように構成し、以下の条件式（１）、（２）、（３）を満足することを特徴とする。

$$1.2 < L1g1 / L1gs < 4 \quad (1)$$

$$0.25 < R' / \sqrt{(L1g1 \times L1gs)} < 0.6 \quad (2)$$

$$0.4 < Lofs / (L1g1 - L1gs) < 1.3 \quad (3)$$

ここで、

L1g1は、ライトガイドの端面の長軸方向の最大長、

L1gsは、ライトガイドの端面の短軸方向の最大長、

R'は、軸対称凹面の実質中心曲率半径、

Lofsは、２つの軸対称凹面の軸間隔、

である。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/069911

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B1/00(2006.01)i, A61B1/06(2006.01)i, G02B13/04(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)

A61B1/00, A61B1/06, G02B13/04, 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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X Y	JP 62-287215 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 14 December 1987 (14.12.1987), page 4, upper left column, line 9 to upper right column, line 10; fig. 11 to 12 & US 4802460 A column 5, line 46 to column 6, line 2; fig. 11 to 12 & DE 3718609 A1	1-2 3
X Y	JP 2003-167203 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 13 June 2003 (13.06.2003), paragraphs [0013] to [0041]; fig. 4 to 5 (Family: none)	1-2 3

☒ 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
05 September 2016 (05.09.16)Date of mailing of the international search report
20 September 2016 (20.09.16)Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/069911

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 5-53063 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 05 March 1993 (05.03.1993), paragraphs [0038] to [0051]; fig. 12 to 17 (Family: none)	3
A	WO 2015/015996 A1 (Olympus Medical Systems Corp.), 05 February 2015 (05.02.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-3

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 6 / 0 6 9 9 1 1	
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. A61B1/00(2006.01)i, A61B1/06(2006.01)i, G02B13/04(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（I P C）） Int.Cl. A61B1/00, A61B1/06, G02B13/04, 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 1971-2016年 日本国実用新案登録公報 1996-2016年 日本国登録実用新案公報 1994-2016年			
国際調査で使っ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	
X Y	JP 62-287215 A（オリンパス光学工業株式会社） 1987.12.14, 第4頁左上欄第9行～同頁右上欄第10行、 第11～12図 & US 4802460 A column 5 line 46 - column 6 line 2, FIG.11-12 & DE 3718609 A1	1-2 3	
X Y	JP 2003-167203 A（オリンパス光学工業株式会社） 2003.06.13, 【0013】～【0041】、図4～5 （ファミリーなし）	1-2 3	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ 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 の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 05.09.2016		国際調査報告の発送日 20.09.2016	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / 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） 山口 裕之 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 2016/069911

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	JP 5-53063 A (オリンパス光学工業株式会社) 1993.03.05, 【0038】～【0051】、図12～17 (ファミリーなし)	3
A	WO 2015/015996 A1 (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2015.02.05, 全文全図 (ファミリーなし)	1-3

フロントページの続き

(51) Int. Cl.

F I

テーマコード (参考)

G 0 2 B 13/04 (2006.01)

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

F ターム(参考) 4C161 AA15 BB02 CC06 FF40 JJ06 LL02

(注) この公表は、国際事務局 (W I P O) 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 1 8 4 条の 1 0 第 1 項 (実用新案法第 4 8 条の 1 3 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)	内视镜照明光学系		
公开(公告)号	JPWO2017043170A1	公开(公告)日	2017-09-07
申请号	JP2017509795	申请日	2016-07-05
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	五十嵐勉		
发明人	五十嵐 勉		
IPC分类号	G02B23/26 A61B1/00 A61B1/303 A61B1/307 A61B1/31 G02B13/04		
CPC分类号	A61B1/00096 A61B1/06 A61B1/0661 G02B23/243 G02B23/2469 A61B1/05 A61B1/0607 A61B1/0669 A61B1/0676 A61B1/07 G02B23/26		
FI分类号	G02B23/26.B A61B1/00.300.Y A61B1/30 G02B13/04.D		
F-TERM分类号	2H040/BA02 2H040/CA11 2H040/CA12 2H040/DA12 2H040/GA02 2H087/KA10 2H087/LA03 2H087/PA05 2H087/PA19 2H087/PB07 2H087/QA01 2H087/QA07 2H087/QA18 2H087/QA22 2H087/QA25 2H087/QA37 2H087/QA41 2H087/QA45 2H087/RA32 2H087/RA42 4C161/AA15 4C161/BB02 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/JJ06 4C161/LL02		
代理人(译)	斋藤圭介 平山岩		
优先权	2015177420 2015-09-09 JP		
其他公开文献	JP6184642B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

(EN) 提供了一种内窥镜照明光学系统，该系统即使在水下视角较宽时也能获得良好的光分布，并且适用于安装直径较小的医用内窥镜。透镜L的光导2是内窥镜的插入部的前端的内窥镜照明光学系统，具有配置在插入部的前端侧的透镜L和与透镜L相邻的导光板2。侧面上的相对表面是复合凹面12，其中两个轴对称的凹面叠置，并且具有葫芦形的有效横截面。它具有非圆形的端面形状，该形状在垂直于长轴的方向上具有长轴和短轴。

