

(19) 日本国特許庁 (JP)

再 公 表 特 許 (A1)

(11) 国際公開番号

W02010/055800

発行日 平成24年4月12日 (2012. 4. 12)

(43) 国際公開日 平成22年5月20日 (2010. 5. 20)

(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 B	4 C 0 6 1
A 6 1 B 1/06 (2006.01)	G 0 2 B 23/26 C	4 C 1 6 1
	A 6 1 B 1/06 A	

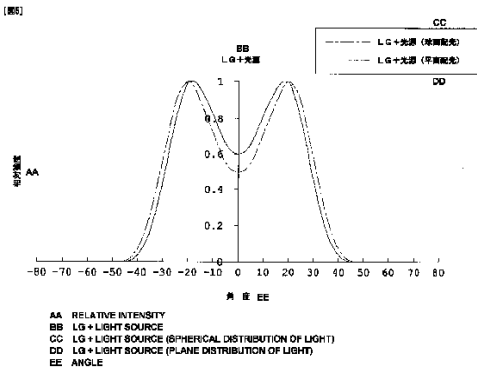
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 47 頁)

出願番号	特願2010-520372 (P2010-520372)	(71) 出願人	304050923
(21) 国際出願番号	PCT/JP2009/068882		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21年11月5日 (2009. 11. 5)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(11) 特許番号	特許第4741032号 (P4741032)	(74) 代理人	100065824
(45) 特許公報発行日	平成23年8月3日 (2011. 8. 3)		弁理士 篠原 泰司
(31) 優先権主張番号	特願2008-288915 (P2008-288915)	(72) 発明者	金野 光次郎
(32) 優先日	平成20年11月11日 (2008. 11. 11)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		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 BA02 BA12 BA13 CA03 CA09 CA12 DA12 4C061 AA04 BB04 FF40 NN01 QQ09 RR02 RR06 4C161 AA04 BB04 FF40 NN01 QQ09 RR02 RR06
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡用照明光学系

(57) 【要約】

内視鏡の周方向180度以上にわたり、少なくとも内視鏡の長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な対物光学系と組み合わせて用いる、対物光学系が観察可能な所定範囲を照射可能な照明光学系を有する内視鏡用照明光学系。照明光学系は、内視鏡の長手方向の配光特性が、中抜けとなる配光特性を有し、中抜けの光が内視鏡の長手方向に対して側方近傍を照射するようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内視鏡の周方向 180 度以上にわたり、少なくとも内視鏡の長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な対物光学系と組み合わせて用いる、該対物光学系が観察可能な該所定範囲を照射可能な照明光学系を有する内視鏡用照明光学系であって、

前記照明光学系は、内視鏡の長手方向の配光特性が、中抜けとなる配光特性を有し、

中抜けの光が内視鏡の長手方向に対して側方近傍を照射するようにしたことを特徴とする内視鏡用照明光学系。

【請求項 2】

前記照明光学系における内視鏡の長手方向の配光特性が、次の条件式を満足す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。

10

$$I_0 \quad I_\theta$$

但し、 I は前記照明光学系の照射面を基準として、前記対物光学系の観察視野範囲内を、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して所定角度で照射する該照明光学系の球面配光の強度であり、 I_0 は内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して角度 0 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度、 I_θ は内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方に、長手方向に垂直な方向に対して角度 θ 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度である。

【請求項 3】

さらに、前方を観察可能な対物光学系と組み合わせて用いる、該前方を照射可能な第 2 の照明光学系を有し、

20

前記第 2 の照明光学系は、内視鏡の長手方向の配光特性が、中抜けでない配光特性を有することを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 4】

内視鏡の周方向 180 度以上にわたり、少なくとも内視鏡の長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な対物光学系と組み合わせて用いる、該対物光学系が観察可能な該所定範囲を照射可能な照明光学系を有する内視鏡用照明光学系であって、

前記照明光学系は、内視鏡の長手方向の配光特性が、前記対物光学系の観察視野角に対応した配光角の範囲における最高強度で正規化された球面配光特性として、85% 以上の配光強度を有することを特徴とする内視鏡用照明光学系。

【請求項 5】

30

内視鏡の周方向 180 度以上にわたり、少なくとも内視鏡の長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な対物光学系と組み合わせて用いる、該対物光学系が観察可能な該所定範囲を照射可能な照明光学系を有する内視鏡用照明光学系であって、

前記照明光学系は、内視鏡の長手方向と周方向とで異なる配光特性を有することを特徴とする内視鏡用照明光学系。

【請求項 6】

前記照明光学系における内視鏡の長手方向の配光特性が、次の条件式を満足す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。

$$I_0 \quad I_{40}$$

但し、 I は前記照明光学系の照射面を基準として、前記対物光学系の観察視野範囲内を、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して所定角度で照射する該照明光学系の球面配光の強度であり、 I_0 は内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して角度 0 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度、 I_{40} は内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方に、長手方向に垂直な方向に対して角度 40 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度である。

40

【請求項 7】

前記照明光学系における内視鏡の長手方向の配光特性が、次の条件式を満足す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。

$$I_0 \quad I_{50}$$

但し、 I は前記照明光学系の照射面を基準として、前記対物光学系の観察視野範囲内を、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して所定角度で照射する該照明光学系の球面配光の

50

強度であり、 I_0 は内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して角度0度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度、 I_{50} は内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方に、長手方向に垂直な方向に対して角度50度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度である。

【請求項8】

前記照明光学系は、中抜けとなる配光特性を有する光源部と、該光源部からの光を入射させるライトガイドと、該ライトガイドから出射した光を45度以上の反射角度で反射する反射面を内視鏡の周方向に備えた略環状の反射部材とを有することを特徴とする請求項2、6、7のいずれかに記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項9】

前記照明光学系は、中抜けとなる配光特性を有する光源部と、該光源部からの光を入射させるライトガイドと、該ライトガイドから出射した光を略50度の反射角度で反射する反射面を内視鏡の周方向に備えた略環状の反射部材とを有することを特徴とする請求項2、6、7のいずれかに記載の内視鏡用照明光学系。

10

【請求項10】

前記光源部から前記ライトガイドに入射する光線の入射角特性を揃える手段を備えたことを特徴とする請求項8又は9に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項11】

前記入射角特性を揃える手段が、前記ライトガイドの入射側に配置した凹レンズであることを特徴とする請求項10に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項12】

前記光源部に、入射角度の小さな光線を遮光する視野マスクを備えたことを特徴とする請求項2、6、7のいずれかに記載の内視鏡用照明光学系。

20

【請求項13】

前記照明光学系が、瞳収差除去機能を備えた変倍光学系を有することを特徴とする請求項8～12のいずれかに記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項14】

前記反射面の反射側に光拡散部材を備えたことを特徴とする請求項8～12のいずれかに記載の内視鏡用変倍光学系。

【請求項15】

前記反射面が、長手方向の配光特性が中抜けとなる配光特性を残しながら拡散作用を持つことを特徴とする請求項8～12のいずれかに記載の内視鏡用変倍光学系。

30

【請求項16】

前記反射面が、凸面に形成されていることを特徴とする請求項15に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項17】

前記照明光学系が、その出射側端面の中央部に遮光手段を備えたレンズを内視鏡の周方向に備えたことを特徴とする請求項2、6、7のいずれかに記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項18】

前記照明光学系が、その出射側端面の中央部に遮光手段を備えたライトガイドと、該ライトガイドの出射側に配置されたコンデンサレンズとを内視鏡の周方向に備えたことを特徴とする請求項2、6、7のいずれかに記載の内視鏡用照明光学系。

40

【請求項19】

前記照明光学系が、2つの光学パワーを持つ面を有し、該2つの光学パワーを有する面の配光特性を重ね合わせるにより、内視鏡の長手方向の配光特性が中抜けとなる配光特性を有するレンズを、内視鏡の周方向に備えたことを特徴とする請求項2、6、7のいずれかに記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項20】

前記照明光学系が、入射角度に応じて反射特性の異なる膜を備えた反射面を内視鏡の周方向に備えたことを特徴とする請求項2、6、7のいずれかに記載の内視鏡用照明光学系。

50

【請求項 2 1】

前記照明光学系が、複数の反射面を内視鏡の周方向に備え、

前記複数の反射面は、隣り合う反射面による内視鏡の長手方向の配光特性が中抜けとなる配光特性を有するように、該隣り合う反射面同士の反射角度が異なることを特徴とする請求項 2、6、7 のいずれかに記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 2 2】

前記照明光学系が、複数の LED 光源を内視鏡の周方向に備え、

前記複数の LED 光源は、夫々、配光角度の小さい光を減らす減光部材を、発光部の前方中央の内視鏡の周方向に沿う範囲に備えたことを特徴とする請求項 2、6、7 のいずれかに記載の内視鏡用照明光学系。

10

【請求項 2 3】

前記照明光学系が、内視鏡の長手方向に沿って 2 組配置された、内視鏡の周方向を照明する照明系で構成され、

前記内視鏡の周方向を照明する 2 組の照明系のうち、後方の照明系の光強度を強くして中抜け配光を作り出すことを特徴とする請求項 2、6、7 のいずれかに記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 2 4】

前記照明光学系が、光源部と、該光源部からの光を入射させるライトガイドを有し、

前記ライトガイドは、入射側の端面が 1 つであるとともに、出射側の端面が複数に分岐し、分岐した端面のうち、1 つの端面が前方照射用、残りの端面が側方ないし後方照射用に構成されている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。

20

【請求項 2 5】

前記照明光学系が、中抜けとなる配光特性を有する発光源を、隣り合う発光源同士の配光強度の重ね合わせにより、内視鏡の周方向の配光特性が所定の配光強度を保つように、内視鏡の周方向に複数備えたことを特徴とする請求項 5 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 2 6】

前記照明光学系における内視鏡の長手方向と周方向の光学パワーを異ならせたことを特徴とする請求項 5 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 2 7】

前記照明光学系が、内視鏡の長手方向に対応する方向と内視鏡の周方向に対応する方向とで径の異なる端面を持つライトガイドを有することを特徴とする請求項 5 に記載の内視鏡用照明光学系。

30

【請求項 2 8】

前記照明光学系が、配光特性を制御するディフューザー素子を有することを特徴とする請求項 5 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 2 9】

前記照明光学系が、ランバーシアンな特性を有する発光源を内視鏡の周方向に複数配置してなる発光源の組を、隣り合う組の発光源が互い違いになるように、内視鏡の長手方向に複数組備えたことを特徴とする請求項 5 に記載の内視鏡用照明光学系。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本発明は、例えば、側方及び後方を観察可能な内視鏡に用いる、内視鏡用照明光学系に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来、例えば、大腸のような管腔物体の壁裏病変を検出するために用いる内視鏡として、長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な内視鏡がある。

長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な内視鏡は、例えば、特開 2002-65589 (図 5)、特開 2004-33487 (図 8)、特開 2005-

50

3 1 9 3 1 5 (図 2) 、特開平 7 - 1 9 1 2 6 9 (図 1) 、特開 2 0 0 4 - 3 2 9 7 0 0 (図 1) 、及び特開 2 0 0 3 - 1 6 4 4 1 8 (図 4) 等に関示されている。

【発明の開示】

【0003】

しかし、このような長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な従来の内視鏡には、大腸のような管腔物体を観察する場合に、後方の観察像が暗くなって観察しづらいという問題があった。

【0004】

図 1 は従来の長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な内視鏡を用いて管腔物体を観察する場合における、観察系（対物光学系）による観察範囲と照明系による照明光の照射範囲を示す概念図である。

面光源から管腔物体に照明光を照射する場合、管腔物体を平面状の被写体とみなすと、平面を照射する光の照度は、 $\cos^4$ 乗則の影響を受ける。

【0005】

図 1 に示すように、照明系が観察系による観察範囲のうちの前方領域を照射する光は、照明系の光軸に対して斜め前方に出射する光であり、照明系の出射位置から物体（被写体）までの距離が適度なものとなる。また、物体からの反射光は、観察系の光軸に対する角度 θ_1 が適度な角度となって観察系に入射する。このため、照明系を介して、観察系に入射する物体からの反射光の光量が適度なものとなる。

【0006】

これに対し、照明系が観察系による観察範囲のうちの側方近傍を照射する光は、照明系の光軸方向に出射する光であり、照明光の出射位置から物体までの距離が近くなる。また、物体からの反射光は、観察系の光軸に対する角度が 0 度近くとなって観察系に入射する。このため、照明系を介して、観察系に入射する物体からの反射光の光量が多くなりすぎてハレーションを生じ易くなる。

【0007】

また、照明系が観察系による観察範囲のうちの後方領域を照射する光は、照明系の光軸に対して斜め後方に出射する光であり、照明光の出射位置から物体までの距離が遠くなる。また、観察系から物体までの距離も遠くなり、観察系の光軸に対する角度 θ_3 が大きくなって観察系に入射する。このため、照明系を介して、観察系に入射する物体からの反射光の光量が不足して暗い画像となりやすい。

【0008】

また、大腸を観察する内視鏡では、内視鏡の長手方向に対して側方の観察方向に、内視鏡先端部が動きやすく、照明光学系の出射面から管腔内面の被写体までの距離が大きく変動しやすい。このため、被写体の明るさの変動量が大きく、明るさの変動に伴い、内視鏡内部に備えられている自動調光手段を介した自動調光が行われると、側方から後方にむかう周辺領域の画像がより一層暗くなるおそれがある。例えば、側方において被写体と内視鏡先端部との距離が近づいた場合、観察系に入射する光量が増大して明るすぎる像となる。それに対して、内視鏡に備えられている自動調光手段が適度な光量となるように自動調光を行うと、後方領域から入射した光量が暗くなり過ぎてしまうことになる。

【0009】

本発明は、上記従来の課題に鑑みてなされたものであり、後方の観察が可能な大腸内視鏡観察において、後方を明るく観察でき、側方における被写体までの距離が変動しても、それに伴う明るさの変動が少なく、且つ、内視鏡としての十分な細さを実現できる内視鏡用照明光学系を提供することを目的とする。

【0010】

上記目的を達成するため、本発明による内視鏡用照明光学系は、内視鏡の周方向 180 度以上にわたり、少なくとも内視鏡の長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な対物光学系と組み合わせて用いる、該対物光学系が観察可能な該所定範囲を照射可能な照明光学系を有する内視鏡用照明光学系であって、前記照明光学系は、内視鏡

10

20

30

40

50

の長手方向の配光特性が、中抜けとなる配光特性を有し、中抜けの光が内視鏡の長手方向に対して側方近傍を照射するようにしたことを特徴としている。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系における内視鏡の長手方向の配光特性が、次の条件式(1)を満足するのが好ましい。

$$I_0 \quad I_\theta \quad \dots (1)$$

但し、 I は前記照明光学系の照射面を基準として、前記対物光学系の観察視野範囲内を、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して所定角度で照射する該照明光学系の球面配光の強度であり、 I_0 は内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して角度 0 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度、 I_θ は内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方に、長手方向に垂直な方向に対して角度 θ 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度である。

10

【 0 0 1 2 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、さらに、前方を観察可能な対物光学系と組み合わせて用いる、該前方を照射可能な第 2 の照明光学系を有し、前記第 2 の照明光学系は、内視鏡の長手方向の配光特性が、中抜けでない配光特性を有するのが好ましい。

【 0 0 1 3 】

また、本発明による内視鏡用照明光学系は、内視鏡の周方向 180 度以上にわたり、少なくとも内視鏡の長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な対物光学系と組み合わせて用いる、該対物光学系が観察可能な該所定範囲を照射可能な照明光学系を有する内視鏡用照明光学系であって、前記照明光学系は、内視鏡の長手方向の配光特性が、前記対物光学系の観察視野角に対応した配光角の範囲における最高強度で正規化された球面配光特性として、85%以上の配光強度を有することを特徴としている。

20

【 0 0 1 4 】

また、本発明による内視鏡用照明光学系は、内視鏡の周方向 180 度以上にわたり、少なくとも内視鏡の長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な対物光学系と組み合わせて用いる、該対物光学系が観察可能な該所定範囲を照射可能な照明光学系を有する内視鏡用照明光学系であって、前記照明光学系は、内視鏡の長手方向と周方向とで異なる配光特性を有することを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系における内視鏡の長手方向の配光特性が、次の条件式(1')を満足するのが好ましい。

$$I_0 \quad I_{40} \quad \dots (1')$$

但し、 I は前記照明光学系の照射面を基準として、前記対物光学系の観察視野範囲内を、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して所定角度で照射する該照明光学系の球面配光の強度であり、 I_0 は内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して角度 0 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度、 I_{40} は内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方に、長手方向に垂直な方向に対して角度 40 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度である。

30

【 0 0 1 6 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系における内視鏡の長手方向の配光特性が、次の条件式(1'')を満足するのが好ましい。

$$I_0 \quad I_{50} \quad \dots (1'')$$

但し、 I は前記照明光学系の照射面を基準として、前記対物光学系の観察視野範囲内を、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して所定角度で照射する該照明光学系の球面配光の強度であり、 I_0 は内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して角度 0 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度、 I_{50} は内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方に、長手方向に垂直な方向に対して角度 θ 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度である。

40

【 0 0 1 7 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系は、中抜けとなる配光特性を有する光源部と、該光源部からの光を入射させるライトガイドと、該ライトガイドから出射した光を 45 度以上の反射角度で反射する反射面を内視鏡の周方向に備えた略環

50

状の反射部材とを有するのが好ましい。

【 0 0 1 8 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系は、中抜けとなる配光特性を有する光源部と、該光源部からの光を入射させるライトガイドと、該ライトガイドから出射した光を略 5 0 度の反射角度で反射する反射面を内視鏡の周方向に備えた略環状の反射部材とを有するのが好ましい。

【 0 0 1 9 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記光源部から前記ライトガイドに入射する光線の入射角特性を揃える手段を備えるのが好ましい。

【 0 0 2 0 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記入射角特性を揃える手段が、前記ライトガイドの入射側に配置した凹レンズであるのが好ましい。

【 0 0 2 1 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記光源部に、入射角度の小さな光線を遮光する視野マスクを備えるのが好ましい。

【 0 0 2 2 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、瞳収差除去機能を備えた変倍光学系を有するのが好ましい。

【 0 0 2 3 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記反射面の反射側に光拡散部材を備えるのが好ましい。

【 0 0 2 4 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記反射面が、長手方向の配光特性が中抜けとなる配光特性を残しながら拡散作用を持つのが好ましい。

【 0 0 2 5 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記反射面が、凸面に形成されているのが好ましい。

【 0 0 2 6 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、その出射側端面の中央部に遮光手段を備えたレンズを内視鏡の周方向に備えるのが好ましい。

【 0 0 2 7 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、その出射側端面の中央部に遮光手段を備えたライトガイドと、該ライトガイドの出射側に配置されたコンデンサレンズとを内視鏡の周方向に備えるのが好ましい。

【 0 0 2 8 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、2つの光学パワーを持つ面を有し、該2つの光学パワーを有する面の配光特性を重ね合わせるにより、内視鏡の長手方向の配光特性が中抜けとなる配光特性を有するレンズを、内視鏡の周方向に備えるのが好ましい。

【 0 0 2 9 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、入射角度に応じて反射特性の異なる膜を備えた反射面を内視鏡の周方向に備えるのが好ましい。

【 0 0 3 0 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、複数の反射面を内視鏡の周方向に備え、前記複数の反射面は、隣り合う反射面による内視鏡の長手方向の配光特性が中抜けとなる配光特性を有するように、該隣り合う反射面同士の反射角度が異なるのが好ましい。

【 0 0 3 1 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、複数のLED光源を内視鏡の周方向に備え、前記複数のLED光源は、夫々、配光角度の小さい光を減らす

10

20

30

40

50

減光部材を、発光部の前方中央の内視鏡の周方向に沿う範囲に備えるのが好ましい。

【0032】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、内視鏡の長手方向に沿って2組配置された、内視鏡の周方向を照明する照明系で構成され、前記内視鏡の周方向を照明する2組の照明系のうち、後方の照明系の光強度を強くして中抜け配光を作り出すのが好ましい。

【0033】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、光源部と、該光源部からの光を入射させるライトガイドを有し、前記ライトガイドは、入射側の端面が1つであるとともに、出射側の端面が複数に分岐し、分岐した端面のうち、1つの端面が前方照射用、残りの端面が側方ないし後方照射用に構成されているのが好ましい。

10

【0034】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、中抜けとなる配光特性を有する発光源を、隣り合う発光源同士との配光強度の重ね合わせにより、内視鏡の周方向の配光特性が所定の配光強度を保つように、内視鏡の周方向に複数備えるのが好ましい。

【0035】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系における内視鏡の長手方向と周方向の光学パワーを異ならせるのが好ましい。

【0036】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、内視鏡の長手方向に対応する方向と内視鏡の周方向に対応する方向とで径の異なる端面を持つライトガイドを有するのが好ましい。

20

【0037】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、配光特性を制御するディフューザー素子を有するのが好ましい。

【0038】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、ランバーシアンな特性を有する発光源を内視鏡の周方向に複数配置してなる発光源の組を、隣り合う組の発光源が互い違いになるように、内視鏡の長手方向に複数組備えるのが好ましい。

30

【0039】

本発明によれば、後方の観察が可能な大腸内視鏡観察において、後方を明るく観察でき、側方における被写体までの距離が変動しても、それに伴う明るさの変動が少なく、且つ、内視鏡としての十分な細さを実現できる内視鏡用照明光学系が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】図1は長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な内視鏡を用いて管腔物体を観察する場合における、観察系（対物光学系）による観察範囲と照明系による照明光の照射範囲を示す概念図である。

【図2】図2は本発明の内視鏡用照明光学系を用いるのに好適な後方観察が可能な内視鏡における観察系（対物光学系）の一例を示す説明図である。

40

【図3】図3は内視鏡に一般的に用いられている照明光学系の配光特性を示すグラフである。

【図4】図4は本発明の第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の概略構成を示す説明図で、(a)は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一構成要素として用いる光源部の一例を示す図、(b)は(a)の光源部からの光束が第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一構成要素として用いるライトガイド部の入射側端面へ入射する状態を示す説明図、(c)は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一変形例を示す要部説明図、(d)は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の他の変形例を示す要部説明図、(e)は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系における一構成要素として用いる反射部材における反射面

50

の一例を断面で示す説明図、(f)は(e)の一変形例を示す説明図である。

【図5】図5は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系における配光特性の一例を示すグラフである。

【図6】図6は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系における一構成要素として用いる反射部材の一例を示す説明図で、(a)は全体構成を示す斜視図、(b)は(a)の側方から見たときの反射面とライトガイドとの位置関係を示す図である。

【図7】図7は本発明の第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の要部の概略構成を示す説明図で、(a)は第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一構成要素として用いる照明レンズの一例を示す図、(b)は第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一変形例を示す図、(c)は第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の他の変形例を示す図である。

10

【図8】図8は本発明の第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の更に他の変形例にかかる要部の概略構成を示す説明図である。

【図9】図9は本発明の第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の更に他の変形例にかかる要部の概略構成を示す説明図である。

【図10】図10は本発明の第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の更に他の変形例にかかる要部の概略構成を示す説明図である。

【図11】図11は本発明の内視鏡用照明光学系を備えた内視鏡を前方から見たときの発光源、配光角等の位置関係の一例を示す概念図である。

【図12】図12は本発明の第三実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の要部の構成を示す説明図である。

20

【図13】図13は本発明の第五実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一例を示す説明図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0041】

実施形態の説明に先立ち、後方観察が可能な内視鏡を用いて管腔観察をする場合における従来の問題点について、より詳しく説明する。

図2は本発明の内視鏡用照明光学系を用いるのに好適な後方観察が可能な内視鏡における観察系（対物光学系）の一例を示す説明図、図3は内視鏡に一般的に用いられている照明光学系の配光特性を示すグラフである。図3中、横軸は内視鏡の観察光学系における光軸方向を0度とし、光軸方向を基準として、光軸方向よりも前方を負の値、後方を正の値で示す視野角、縦軸は光軸方向を1としたときの光強度の割合を示している。

30

【0042】

図2に示す観察系は、対物レンズL1が、像側に凹面を向けた凹レンズL11と環状レンズL12とで構成されている。環状レンズL12は、像側に入射面L12aと、出射面L12bを有している。凹レンズL11と環状レンズL12との間には環状の反射面R1を備えている。そして、前方からの光のうち、凹レンズL11における有効径の範囲を通過した光の像と、側方から後方にかけての所定範囲からの光のうち、環状レンズL12の像側面L12aに入射して環状の反射面R1で反射し、出射面L12bから出射した光の像とを、夫々、撮像素子の撮像面IMに結像するように構成されている。なお、図2中、L2~L4はレンズ、CGはカバーガラスである。

40

なお、図2は本発明の内視鏡用照明光学系を用いるのに好適な後方観察が可能な内視鏡における観察系の一例を示したに過ぎない。従って、側方から後方にかけての所定範囲を観察可能であれば、観察系はどのような構成のものでも構わない。

【0043】

図3に示すような配光特性を持つ照明光学系では、照明光の出射位置を基準として照明光学系の光軸方向に出射する光の強度が最も強く、光軸を中心として周辺に行くに従ってcos⁴乗則に従って光の強度が弱くなる。

【0044】

しかるに、図3に示した配光特性を持つ照明光学系を図2に示した観察系に組み合わせ

50

た内視鏡を、管腔の観察に使用した場合、観察系における後方の視野角が40度になると、光量が不足して暗くなる。

また、側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な内視鏡では、上述したように、内視鏡の長手方向に対して側方の観察方向に、内視鏡先端部が動きやすく、照明光学系の出射面から管腔内面の被写体までの距離が大きく変動しやすいところ、照明光学系の出射光軸に対して0度の方向で出射する光の強度が強すぎるため、管腔内面との距離の変動に伴う明るさの変動量が大きい。このため、内視鏡に備えられている自動調光手段の自動調光制御を精密化することが必要になる。また、照明光学系の出射面から管腔内面の被写体までの距離が近い場合に、照明光学系の出射光軸に対して0度の方向で出射する光の強度を、自動調整制御を介して明るさが適性になるように調整すると、相対的に後方の画像が暗くなって、観察しづらくなってしまい、嚢嚢病変の発見に支障を来たしかねない。

従って、側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な内視鏡に用いる照明光学系においては、観察系の側方視野角0度近傍を照射する照明強度を下げるとともに、観察系の後方視野角40度近傍を照射する照明強度を上げる必要がある。

そこで、本発明の内視鏡用照明光学系では、以下の実施形態に示すように構成することによって、観察系の側方視野角0度近傍を照射する照明強度を下げるとともに、観察系の後方視野角40度近傍を照射する照明強度を上げている。

【0045】

第一実施形態

図4は本発明の第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の概略構成を示す説明図で、(a)は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一構成要素として用いる光源部の一例を示す図、(b)は(a)の光源部からの光束が第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一構成要素として用いるライトガイド部の入射側端面へ入射する状態を示す説明図、(c)は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一変形例を示す要部説明図、(d)は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の他の変形例を示す要部説明図、(e)は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系における一構成要素として用いる反射部材における反射面の一例を断面で示す説明図、(f)は(e)の一変形例を示す説明図である。図5は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系における配光特性の一例を示すグラフである。図6は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系における一構成要素として用いる反射部材の一例を示す説明図で、(a)は全体構成を示す斜視図、(b)は(a)の側方からみたときの反射面とライト

【0046】

第一実施形態の内視鏡用照明光学系は、光源部1(図4(a)、(b)参照)と、光源部1からの光を入射させるライトガイド2(図4(b)参照)と、ライトガイド2からの光を反射する反射部材3(図4(e)、図6参照)を有している。光源部1は、光源11と、光源11からの光を集光する集光レンズ12を有している。

ここで、第一実施形態の内視鏡用照明光学系では、観察系の側方視野角0度近傍を照射する照明強度を下げるとともに、観察系の後方視野角40度近傍を照射する照明強度を上げるための手段として、中抜け配光となる光学特性を持つ光源を光源11に用いている。例えば、キセノン光源など、電極を有する光源を光源11として用い、その出射光を集光

また、このような構成において、ライトガイド2として径が太いライトガイドを用いると、光源部1からライトガイド2に入射する光線の角度が変動するため、中抜けの特性が変動してくる。そのような場合には、ライトガイド2に斜めに入射する光線の角度を揃えるような手段を用いることにより、中抜け特性を発生させることができる。このことを図4(a)~(c)を用いて詳しく説明する。

【0047】

光源部11は、光源11における、おおよそ陰極11aからの光を反射鏡(放物面鏡)11cで反射して平行光に変換し、集光レンズ12を介して集光して、ライトガイド2の

光源側の入射側端面 2 a に結像させる。このとき、低 N A の成分は、光源 1 1 の陰極 1 1 a や反射鏡側の陽極 1 1 b により、光線がけられてしまう。このため、中心照度が低く（中抜けに）なる。中抜けは特に細径の光源で顕著に現れる。一方、太径の光源では、細径の光源のような中抜けは顕著には現れない。

【 0 0 4 8 】

このことを図 4 (b) を用いて説明する。図 4 (b) 中、a はライトガイド 2 の入射側端面 2 a の中心部へ入射する、配光角の大きな高 N A の光線である。b はライトガイド 2 の入射側端面 2 a の中心部へ入射する方向に向かう光線のうち、電極 1 1 a , 1 1 b によりけられる光線、c はライトガイド 2 の入射側端面 2 a の周辺部へ入射する、配光角の大きな、高 N A の光線、d はライトガイド 2 の入射側端面 2 a の周辺部へ入射する光線のうち、電極（陽極）1 1 b によりけられる光線、e はライトガイド 2 の入射側端面 2 a の周辺部へ入射する光軸に対して平行な光線である。

10

図 4 (b) より明らかなように、ライトガイド 2 の径、即ち、集光レンズ 1 2 の像高が小さいと、電極 1 1 a , 1 1 b によるケラレの影響が大きくなるので、配光の中抜け特性を明確に生じさせることができる。なお、ライトガイド 2 の径を大きくした場合においても、図 4 (c) に示すような、ライトガイド 2 に斜めに入射する光線の角度を揃える手段を用いれば、中抜け特性を制御することができる。

【 0 0 4 9 】

陰極 1 1 a にある輝点（発光源）は、理想的には点であり、広がりを持たないが、実際にはある程度の広がりを持っている。そのため、反射鏡 1 1 c によって反射された光は、図 4 (b) 中、符号 a , b で示すような、光軸に対して平行な光線だけでなく、符号 c , d , e で示すような、光軸に対して非平行な光線を含み、ある程度の広がりをもった光線の束になる。

20

つまり、ライトガイド 2 の径を太くすると、ライトガイド 2 の入射側端面 2 a の周辺部へ入射する方向へ向かう光線のうち、反射鏡 1 1 c 上に位置する陽極 1 1 b によってけられる光線（図 4 (b) において符号 d で示す光線）は、光軸に対してある程度の角度で傾斜する。

このため、ライトガイド 2 の入射側端面 2 a の周辺部で光軸に対して平行に入射する光線（図 4 (b) において符号 e で示す光線）は、ライトガイド 2 の入射側端面 2 a の中心部でけられる光線とは角度が若干異なってしまう、ライトガイド 2 全体としては配光特性が平均化され、極端な中抜け特性を持たなくなる。

30

【 0 0 5 0 】

このような場合、ライトガイド 2 の入射側端面 2 a に凹レンズからなるフィールドレンズ 1 3 を配置して、電極 1 1 b によりけられる光線 d の入射角度を、軸上の電極 1 1 a , 1 1 b によりけられる光線 b の入射角度と揃えることで、ライトガイド 2 全体で、中抜け特性を実現することが可能である。

【 0 0 5 1 】

また、ライトガイド 2 に斜めに入射する光線の角度を揃える以外の手段としては、図 4 (d) に示すように、光源部 1 ' の内部に、入射角度の小さな光線を遮光する視野マスク 1 4 を備えてもよい。このようにすれば、ライトガイド 2 の径を大きくした場合においても、光軸周辺の光を遮光して中抜け特性を確保することができる。

40

図 5 は光源部 1 にライトガイド 2 を組み合わせたときの中抜けとなる配光特性の一例を示すグラフである。

【 0 0 5 2 】

反射部材 3 は、ライトガイド 2 の出射側に設けられており、図 5 に示すような中抜け配光となる配光特性を持つ光を、図 4 (e) に示すような、反射角度 4 5 度の反射面 3 a を、図 6 に示すように、内視鏡の周方向に複数個有する略環状の形状に（図 6 では略馬蹄形状）に形成されている。図 4 (e) 中、2 b はライトガイドの出射側端面である。

なお、ライトガイド 2 の出射側端面 2 b は、反射部材 3 の反射面 3 a の個数に合わせて、複数に分岐している。

50

【 0 0 5 3 】

このように構成された第一実施形態の内視鏡用照明光学系では、光源部 1 からの光はライトガイド 2 の入射面 2 a に入射する。そして、ライトガイド 2 の出射面 2 b から出射した光が反射部材 3 の反射面 3 a で反射され、内視鏡の長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を照射する。このとき、光源部 1 からライトガイド 2 に入射した光は中抜け配光となる配光特性を有するため、内視鏡の側方 0 度（内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して 0 度）の方向を照射する光の強度を下げるるとともに、後方 40 度（内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方で、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して 40 度）の方向を照射する光の強度を上げることができる。

【 0 0 5 4 】

10

なお、図 4 (e) に示す反射部材 3 の反射面 3 a は、反射角度が 45 度となるように面を傾けた構成となっているが、内視鏡の長手方向に対して側方近傍を照射する光量が、内視鏡の長手方向に対して後方の所定範囲を照射する光量に比べて弱くすることができれば、反射角度は 45 度以上でもよく、例えば、反射角度が 50 度となるように、面を傾けて構成してもよい。

反射面 3 a の反射角度が 45 度から 50 度になると、反射光軸を内視鏡の長手方向に対して後方に 10 度傾かせることができる。その結果、図 5 で示す配光特性を全体的に +10 度ずらしたものとなる。従って、反射部材 3 の反射面 3 a を反射角度が 50 度の面で構成すると、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して後方 40 度の方向を照射する光の強度を、反射面 3 a を反射角度が 45 度の面で構成した場合における、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して後方 30 度の方向を照射する光の強度と同等となるようにすることができ、平面配光でおよそ 50 % 程度の光量が得られ、明るい観察像を観察することが可能になる。

20

【 0 0 5 5 】

また、図 5 に示した配光特性の配光角よりもさらに配光角を広げるようにすれば、より後方を明るく観察できるので好ましい。

ライトガイド 2 と光源部 1 との組み合わせにより得られる中抜け配光の特性を維持したまま、相対的な配光角を広げるためには、上述した照明光学系として、瞳の強度分布を変えずに、倍率を変動させる、すなわち、瞳収差をよく除去した照明光学系であるとよい。

【 0 0 5 6 】

30

あるいは、より単純な構成として、反射部材 3 の反射面 3 a の反射側に凹レンズやガラスビーズなどの光拡散部材をさらに配置して、配光特性を広げるようにしてもよい。

【 0 0 5 7 】

または、図 4 (f) に示すように、反射部材 3 の反射面 3 a を凸面に形成して、反射面 3 a に光拡散作用を持たせてもよい。なお、その場合、拡散の度合いを強めすぎると、配光特性が中抜け特性ではなくなってくる。このため、反射面 3 a の凸面は、中抜け特性を残しながら拡散作用を持たせる程度に形成するとよい。

【 0 0 5 8 】

第二実施形態

図 7 は本発明の第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の要部の概略構成を示す説明図で、(a) は第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一構成要素として用いる照明レンズの一例を示す図、(b) は第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一変形例を示す図、(c) は第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の他の変形例を示す図である。図 8 は本発明の第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系のさらに他の変形例にかかる要部の概略構成を示す説明図、図 9 は本発明の第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系のさらに他の変形例にかかる要部の概略構成を示す説明図、図 10 は本発明の第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系のさらに他の変形例にかかる要部の概略構成を示す説明図である。

40

【 0 0 5 9 】

第二実施形態の内視鏡用照明光学系では、光源部に中抜け配光となる光学特性を持つ光

50

源を用いることなく、観察系の側方視野角 0 度近傍を照射する照明強度を下げるとともに、観察系の後方視野角 40 度近傍を照射する照明強度を上げるための手段として、次のような構成を採用している。

【0060】

その一例として、図 7 (a) に示す内視鏡用照明光学系では、その出射側端面の中央部に遮光手段を備えたレンズを内視鏡の周方向に備えている。

より詳しくは、図 7 (a) に示す内視鏡用照明光学系は、図示省略した中抜け配光でない配光特性を持つ光源部と、光源部からの光を入射させるライトガイド 2 と、ライトガイド 2 からの光を側方に反射する反射面 3 a を備えた照明レンズ 4 とで構成されている。なお、反射面 3 a は、図 6 に示したように、略環状の反射部材 3 に複数設けられている。照明レンズ 4 は、反射部材 3 の反射面 3 a の個数に合わせて、反射面 3 a に接合又は一体的に設けられている。また、ライトガイド 2 の出射側端面 2 b は、反射部材 3 の反射面 3 a の個数に合わせて、複数に分岐している。

【0061】

反射面 3 a は、反射角度 50 度で反射するように面を傾けた構成となっている。

照明レンズ 4 の出射側端面 4 a は、その中央部に凹面 4 a₁ が形成されている。凹面 4 a₁ には、遮光マスク 4 b が設けられている。

そして、このように構成した図 7 (a) の内視鏡用照明光学系では、反射面 3 a で反射されて出射側端面 4 a の中央部に向かう角度の緩い光線（例えば、図 7 (a) では内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して後方に 10 度傾いた光線）を遮光することで、中抜け配光の特性を実現し、かつ、配光特性を後方に 10 度ずらして後方の配光強度を上げている。

なお、遮光マスク 4 b の代わりに、照明レンズ 4 の凹面 4 a₁ の表面に砂目処理を施して光線を拡散させることで中央部分の光量を相対的に遮光するように構成してもよい。

【0062】

また、その他の例として、図 7 (b) に示す内視鏡用照明光学系は、図示省略した中抜け配光でない配光特性を持つ光源部と、光源部からの光を入射させるライトガイド 2 と、コンデンサレンズ 5 と、反射面 3 a を備えた反射部材 3 を有している。なお、反射面 3 a は、図 6 に示したように、略環状の反射部材 3 に複数設けられている。また、ライトガイド 2 の出射側端面 2 b は、反射部材 3 の反射面 3 a の個数に合わせて、複数に分岐している。

【0063】

ライトガイド 2 は、出射側端面 2 b の中央部に遮光手段 2 c として、遮光マスク又は芯金 が設けられており、出射側端面 2 b から出射した光が環状の発光位置分布特性を持つように構成されている。

また、コンデンサレンズ 5 は、出射側端面 5 a 近傍に瞳が位置するように構成されており、ライトガイド 2 を介して環状の発光位置分布特性を持つように形成された光を、角度分布特性を持つ光に変換するようになっている。

また、反射面 3 a は、凸面に形成されており、凹レンズと同様の光拡散作用を有している。そして、反射部材 3 の反射面 3 a を介して、コンデンサレンズ 5 を介して変換された角度分布特性を持つ光を反射し拡散することで、側方へ出射する光に中抜け配光を発生させている。なお、図 7 (b) 中、6 はコンデンサレンズ 5 の後側焦点位置がライトガイド 2 の出射側端面 2 b に一致するようにコンデンサレンズ 5 とライトガイド 2 との間の距離を調整した透明ガラス部材である。図 7 (b) の構成では、中抜け配光特性は、コンデンサレンズ 5 の出射側端面 5 a で得られる。

【0064】

さらに、その他の例として、図 7 (c) に示すように、2 つの光学パワーを持つ面を有し、2 つの光学パワーを有する面の配光特性を重ね合わせることにより、長手方向の配光特性が中抜けとなる配光特性を有するレンズ（照明レンズ 4'）を、内視鏡の周方向に備えるようにしても良い。

図 7 (c) に示す内視鏡用照明光学系は、図示省略した中抜け配光でない配光特性を持つ

10

20

30

40

50

光源部と、光源部からの光を入射させるライトガイド 2 と、反射面 3 a を備えた反射部材 3 と、照明レンズ 4 ' を有している。なお、反射面 3 a は、反射角度 45 度で反射するように面を傾けた構成となっている。また、反射面 3 a は、図 6 に示したように、略環状の反射部材 3 に複数設けられている。また、ライトガイド 2 の出射側端面 2 b は、反射部材 3 の反射面 3 a の個数に合わせて、複数に分岐している。

【0065】

照明レンズ 4 ' は、その入射側に、内視鏡の長手方向に沿って 2 つの凹面 $4a_1'$, $4a_2'$ を有している。そして、これらの凹面 $4a_1'$, $4a_2'$ の配光特性を重ね合わせたときに、2 つの凹面 $4a_1'$, $4a_2'$ の間を通る光の強度が弱くなって、照明レンズ 4 ' 全体で中抜け特性となる配光特性が得られるようになっている。

10

【0066】

また、さらにその他の例として、図示を省略したが、反射部材の反射面を入射角度に応じて反射特性の異なる膜を備えて構成してもよい。詳しくは、反射角度が 45 度の反射面の場合、反射面へ 45 度で入射する光については、反射光量が弱くなるような反射特性を持つ膜を備えるようにする。このようにしても、中抜け特性を実現することが可能である。

【0067】

また、さらにその他の例として、図 8 に示すように、照明光学系が、複数の反射面 $3a_1$, $3a_2$ を内視鏡の周方向に備え、複数の反射面 $3a_1$, $3a_2$ が、隣り合う反射面の間の配光特性が中抜けとなる配光特性を有するように、隣り合う反射面 $3a_1$, $3a_2$ 同士の反射角度が異なるようにして、配光の分配度合いを変えるようにしてもよい。

20

この場合、内視鏡の周方向での配光特性は、同じ反射角度を有する反射面同士の配光特性は中抜け特性を有さないようにするとともに、互いに隣接する、異なる反射角度で反射する反射面同士の配光特性は中抜け配光を有するようにする。

【0068】

また、さらにその他の例として、図 9 に示すように、照明光学系が、複数の LED 光源を、内視鏡の周方向に備え、複数の LED 光源が、夫々、発光部の前方中央の内視鏡の周方向に沿う範囲に、配光角度の小さい成分を減らす減光部材を備えた構成としてもよい。

図 9 に示す内視鏡用照明光学系は、LED 7 a と、透明保護部材 7 b と、遮光部材 7 c からなる複数の LED 光源 7 を、内視鏡の周方向に有している。

30

LED 7 a は、内視鏡先端部 10 の周方向に沿って設けられた複数の溝 8 に夫々備えられている。なお、図 9 では、便宜上、一箇所の断面を示している。透明保護部材 7 b は、夫々の LED 7 a を保護するように溝 8 の上部に設けられている。

遮光部材 7 c は、クロム蒸着膜で構成され、透明保護部材 7 b の中央の、内視鏡の周方向に沿う範囲に設けられている。

LED 7 a は、中抜け配光でなく、ランバーシアンな発光特性を有する。そこで、図 9 の例では、LED 光源 7 からの光に中抜け配光となる特性を持たせるために、LED 7 a の前方中央の内視鏡の周方向に沿う範囲における、配光角度の小さい光を遮光することによって、中抜け配光を有するようにしている。

【0069】

40

また、さらにその他の例として、図 10 に示すように、内視鏡照明光学系を、長手方向に沿って 2 組配置された、内視鏡の周方向を照明する照明系 A , B で構成し、その 2 組の照明系 A , B のうち、後方の照明系 B の光強度を強くして中抜け配光を作り出すようにしてもよい。なお、この場合、配光特性の基準となる角度 0 度の位置は、角度方向が長手方向に対して垂直な方向であり且つ画像情報として最も明るくなる、対物光学系に最も近く配置された前方の照明系 A における各出射光軸の位置とすればよい。図 10 中、 A_1 , A_2 , A_3 , B_1 , B_2 , B_3 は、照明系 A , B において、内視鏡先端部 10 の周方向に設けられた出射部、C は対物光学系の観察窓である。

【0070】

第三実施形態

50

図 1 2 は本発明の第三実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の要部の構成を示す説明図である。

第三実施形態の内視鏡用照明光学系は、図示省略した光源部と、光源部からの光を入射させるライトガイド 2 と、図 6 に示したように反射面 3 a を内視鏡の周方向に備えた反射部材 3 を有している。ライトガイド 2 は、入射側に 1 つの端面 2 a を有するとともに、出射側に複数に分岐した端面を有し、分岐した端面のうちの 1 つが前方照射用の端面 2 b'、残りが側方ないし後方照射用の端面 2 b として構成されている。なお、図 1 2 中、4" は前方照射用の照明レンズである。

【0071】

例えば、第一実施形態の内視鏡用照明光学系における、光源とライトガイドとの組み合わせ等により、図 5 に示したような中抜け配光となる配光特性を有する光に対し、凹レンズ等の拡散手段を介して配光を拡張すると、中抜け配光となる所定角度に依存した配光特性を混ぜ合わせて、図 3 に示したような中抜け配光ではない配光特性を有する光とすることができる。

【0072】

そこで、第三実施形態の内視鏡用照明光学系では、図 1 2 に示すように、ライトガイド 2 が、入射側に 1 つの端面 2 a を有するとともに、出射側に複数に分岐した端面 2 b 及び 2 b' を有するようにし、1 つの端面 2 b' を前方照射用、残りの端面 2 b を側方照射用に用いている。これにより、ライトガイド 2 の出射側端面 2 b、反射部材 3 を経由する系については、内視鏡の側方を観察する対物光学系の観察範囲を照射する照明光学系として、上述したような各例の中抜け特性を活用することができ、ライトガイド 2 の出射側端面 2 b'、照明レンズ 4" を経由する系については、内視鏡の前方を観察する対物光学系の観察範囲を照射する第 2 の照明光学系として、照明レンズ 4" に凹レンズなどの拡散作用を持つレンズを活用することで、中抜け配光ではない配光特性を有する光に変換し、且つ、前方を観察する対物光学系の視野角に対応して配光角を広げることができる。

【0073】

第四実施形態

第四実施形態の内視鏡用照明光学系は、内視鏡の周方向 180 度以上にわたり、少なくとも側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な対物光学系と組み合わせて用いる、対物光学系が観察可能な該所定範囲を照射可能な照明光学系を有する内視鏡用照明光学系であって、照明光学系は、内視鏡の長手方向の配光特性が、対物光学系の観察視野角に対応した配光角の範囲における最高強度で正規化された球面配光特性として、85% 以上の配光強度を有している。

【0074】

上記各実施形態の内視鏡用照明光学系を含めて、本発明の内視鏡用照明光学系は、一般的な内視鏡用照明光学系とは異なり、側方から後方にかけて観察可能な観察系と組み合わせて用いる照明光学系、より詳しくは、内視鏡の周方向 180 度以上にわたり、少なくとも側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な対物光学系と組み合わせて用いる、対物光学系が観察可能なその所定範囲を照射可能な照明光学系を有する内視鏡用照明光学系である。

【0075】

いいかえれば、本発明の内視鏡用照明光学系は、観察に使用する観察系の観察範囲や観察方向に応じて、配光状態の異なる照明系に組み替えることができるように構成されている。

例えば、観察系の後方の視野範囲が、20 度しかない場合には、図 3 に示したような中抜けしない配光特性を持つ照明光学系を用いても、平面配光で 70% の光強度が得られ、0 度における 100% の光強度と比べても、照明ムラの影響は少ないといえる。そこで、このような観察系の後方の視野範囲が狭い場合には、照明光学系の配光特性が中抜けでない配光特性を有していても、後方の観察範囲の被写体に対して十分な明るさを供給できるものと考えられる。

10

20

30

40

50

但し、そのような条件が成立するのは、あくまでも観察系の視野範囲が側方からさほど後方に向かわない所定範囲に限定され、照明光学系も、その所定範囲において相当程度の光強度が得られるような配光特性を持つものを組み合わせた場合に限定される。

【 0 0 7 6 】

第五実施形態

図 1 1 は本発明の内視鏡用照明光学系を備えた内視鏡を前方から見たときの発光源、配光角等の位置関係の一例を示す概念図である。

上記各実施形態で説明した本発明の内視鏡用照明光学系の適用対象となる内視鏡は、図 1 1 に示すように、生体の一部を回収するための処置具が通るための処置用チャンネル穴 9 を有している。このため、内視鏡の周方向に対しては、全周 3 6 0 度の範囲を観察することはできず、観察系の一部に死角 D が生じる。

10

【 0 0 7 7 】

図 1 1 に示す内視鏡は、LED 等の発光源 7 a を 6 0 度おきに 5 個配置して、大腸等の管腔内面を略 3 0 0 度の範囲で観察可能に構成されている。

ここでの配光の評価面は、管腔内面であり、内視鏡を囲んで円筒形状をしている。しかるに、円筒形状の評価面における、内視鏡の周方向の配光特性は、配光ムラがなく、均一であることが望まれる。これに対し、円筒形状の評価面における、内視鏡の長手方向の配光特性は、上述したように、側方 0 度の光強度を減らし、後方の光強度を上げるべく、中抜け配光となる配光特性を有することが望まれる。

20

【 0 0 7 8 】

そこで、第五実施形態の内視鏡用照明光学系では、対物光学系が観察可能な内視鏡の周方向 1 8 0 度以上にわたる少なくとも側方から後方にかけての所定範囲を照射可能な照明光学系が、長手方向と、円周方向とで異なる配光特性を有するように構成されている。

その具体的な例を次に示す。

【 0 0 7 9 】

その一例として、照明光学系が、中抜けとなる配光特性を有する発光源 7 a を、隣り合う発光源同士の配光強度の重ね合わせにより、内視鏡の周方向の配光特性が所定の配光強度を保つように、内視鏡の周方向に複数備えた構成とする。この構成を具体的な数値を用いてより詳しく説明する。

図 5 に示すような球面配光の配光特性を有する発光源において、光強度が 3 0 % になる配光角は約 3 5 度である。そこで、このような配光特性を持つ発光源 7 a を円周方向に 7 0 度おきに配置すると、発光源 7 a と発光源 7 a との間の光強度は、夫々の発光源における配光角度 3 5 度のときの 3 0 % の光強度をあわせて、6 0 % 程度の光強度となる。その結果、内視鏡の周方向の全照射範囲にわたり、6 0 % から 1 0 0 % の範囲の光強度を有することになり、観察に影響を与えない略均一な光量の配光特性を得ることができる。

30

このようにして、隣り合う発光源同士の配光強度の重ね合わせを利用すると、内視鏡の周方向の配光特性と、長手方向の配光特性を異ならせることができる。

【 0 0 8 0 】

また、その他の例として、照明光学系における内視鏡の長手方向と円周方向とで光学パワーを異ならせてもよい。このようにすれば、第一の例と同様に、内視鏡の周方向の配光特性と、内視鏡の長手方向の配光特性を異ならせることができる。

40

【 0 0 8 1 】

さらにその他の例として、照明光学系が、内視鏡の長手方向に対応する方向と内視鏡の周方向に対応する方向とで寸法の異なる端面を持つライトガイドを有するようにする。このようにすれば、照明光学系における内視鏡の長手方向と周方向の光学パワーを同じにしながらも、第一の例と同様に、内視鏡の長手方向の配光特性と、内視鏡の周方向の配光特性を異ならせることができる。

【 0 0 8 2 】

また、さらに他の例として、配光特性を制御するディフューザー素子を照明光学系に備えてもよい。このようにして、第一の例と同様に、内視鏡の長手方向の配光特性と、内視

50

鏡の周方向の配光特性を異ならせることができる。

【 0 0 8 3 】

また、さらに他の例として、ランバーシアンな特性を有する発光源を内視鏡の周方向に配置してなる発光源の組を、図 1 0 に示したように、長手方向に複数組備えてもよい。

その場合、図 1 3 に示すように、夫々の組における発光源 7 a が互い違いになるように備えると、所望の配特性を維持しながら、内視鏡の周方向に配置する光源の数を極力少ない数に抑えることができるので好ましい。図 1 3 中、 A_1 、 A_2 、 A_3 、 B_1 、 B_2 は、照明系 A、B において、内視鏡先端部 1 0 の周方向に設けられた発光源の出射部、C は対物光学系の観察窓である。

【 0 0 8 4 】

上記各実施形態で説明した内視鏡用照明光学系によれば、観察系の側方視野角 0 度近傍を照射する照明強度を下げるるとともに、観察系の後方視野角 4 0 度近傍を照射する照明強度を上げることができる。このため、上記各実施形態で説明した内視鏡用照明光学系を用いた内視鏡で管腔を観察したときに、後方を明るく観察でき、側方における被写体までの距離が変動しても、それに伴う明るさの変動を少なく抑えることができる。また、上記各実施形態で説明した内視鏡用照明光学系は、内視鏡の径方向に太くなるような配置構成ではないため、内視鏡として管腔を観察するのに十分な細さが確保できる。その結果、大腸などの管腔における後方の病変を精度よく発見することができるようになる。

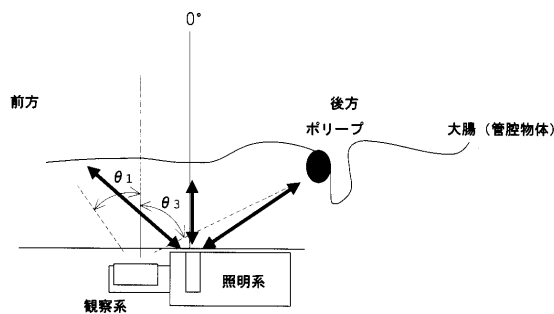
なお、本発明の内視鏡用照明光学系は、上記各実施形態に示した構成に限定されるものではなく、各実施形態における特徴的な構成を任意に組み合わせても、勿論よい。

【 産業上の利用可能性 】

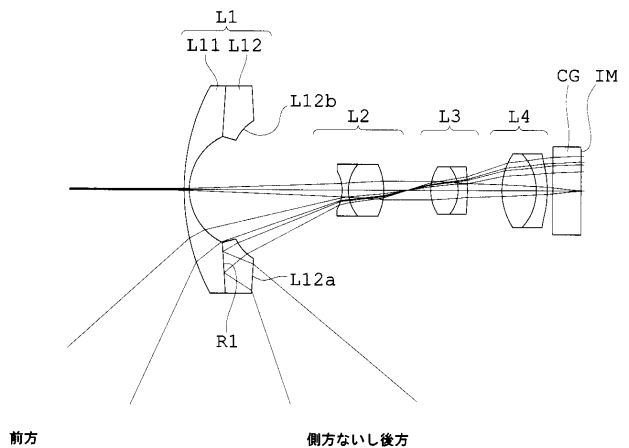
【 0 0 8 5 】

本発明の内視鏡用照明光学系は、例えば、大腸などの管腔における後方の病変を精度よく発見することが望まれる、医療、医学の分野に有用である。

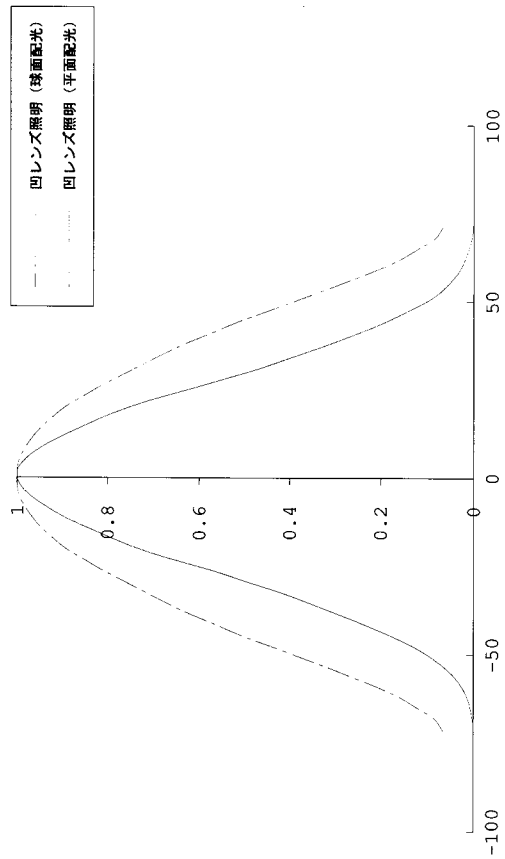
【 図 1 】



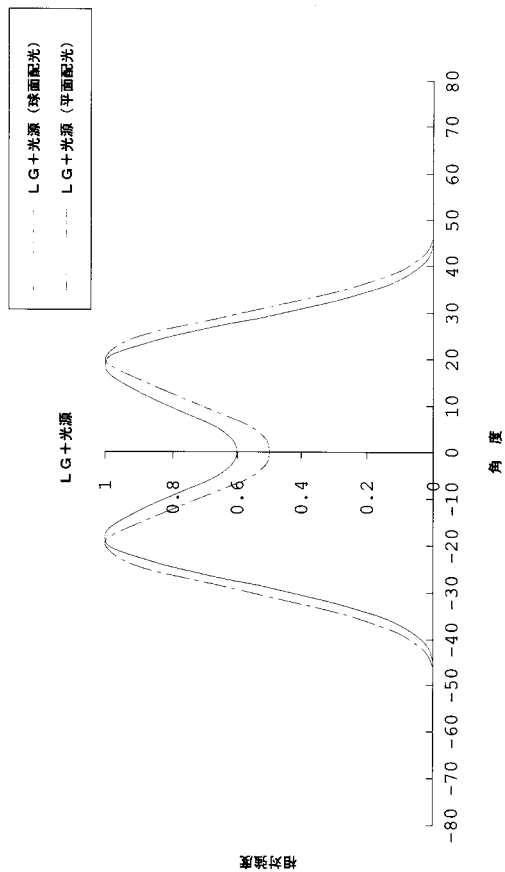
【 図 2 】



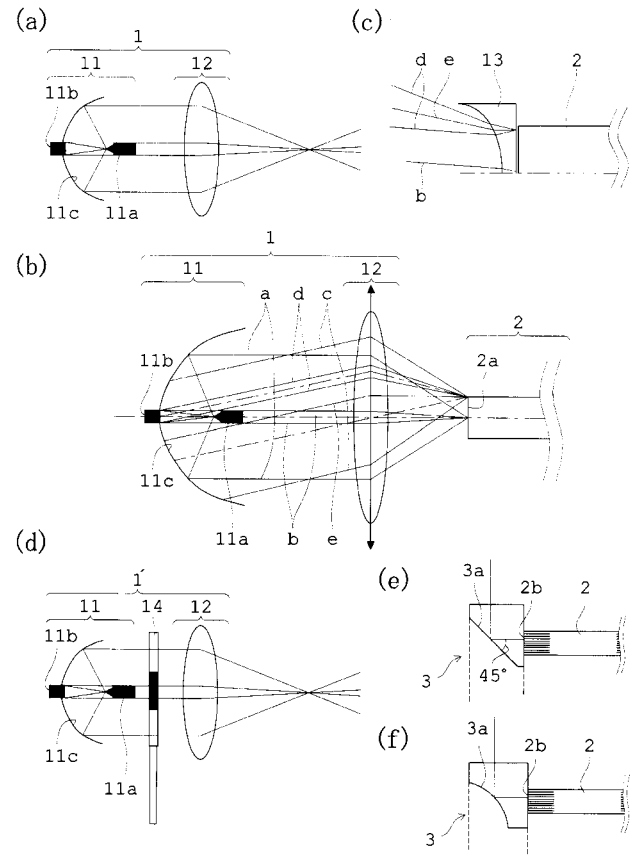
【図 3】



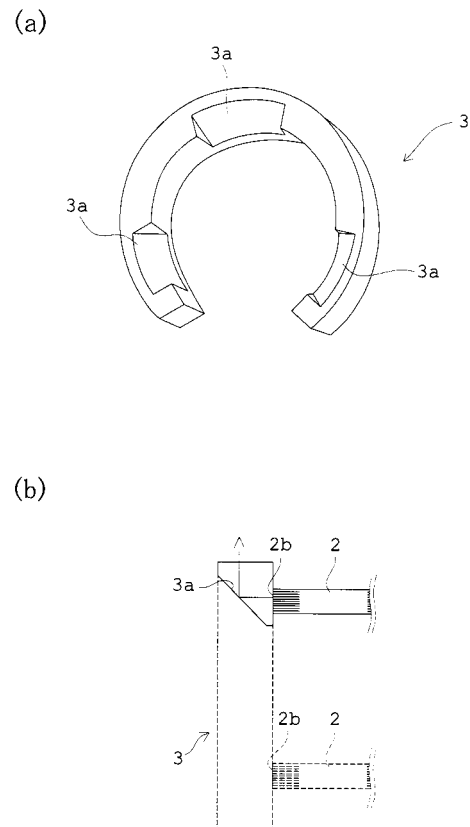
【図 5】



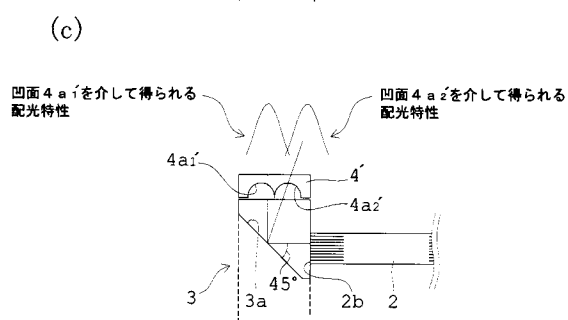
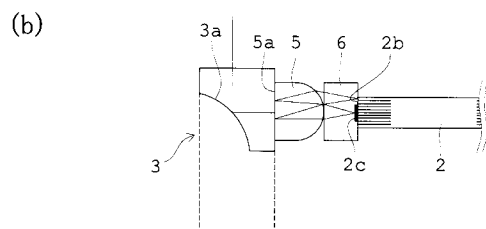
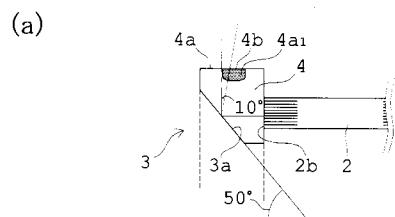
【図 4】



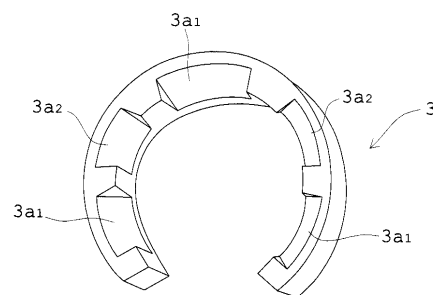
【図 6】



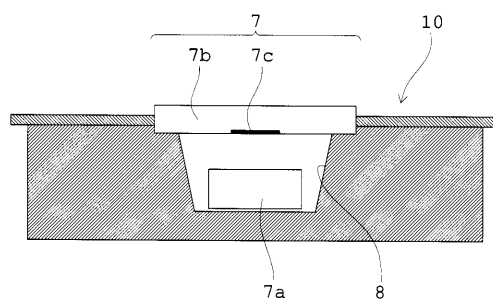
【圖 7】



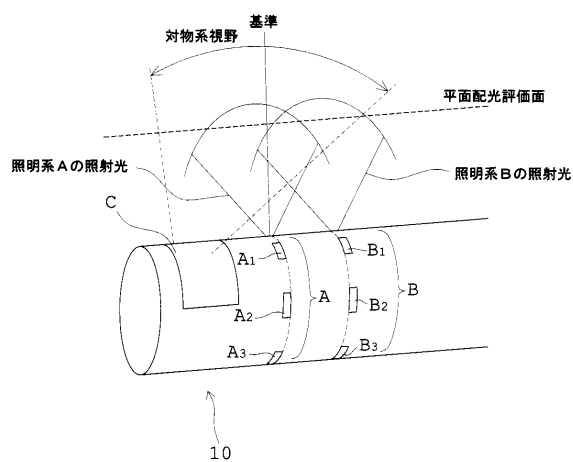
【 図 8 】



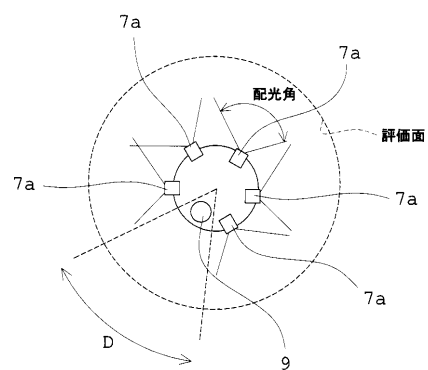
【圖 9】



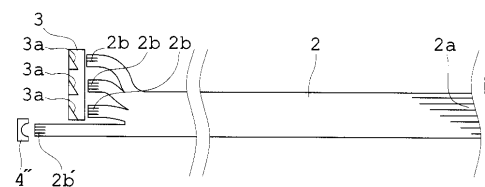
【 図 1 0 】



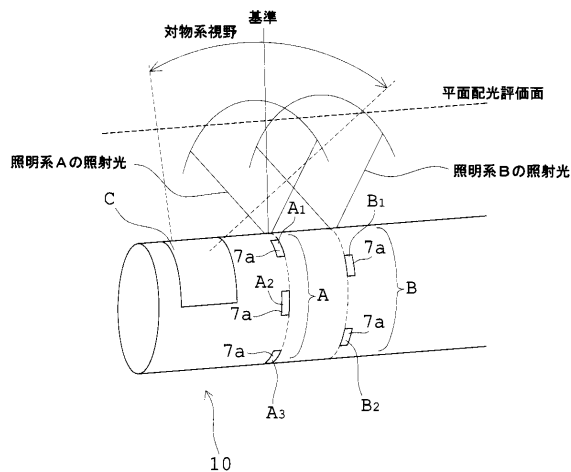
【 図 1 1 】



【 圖 1 2 】



【図 13】



【手続補正書】

【提出日】平成22年5月25日(2010.5.25)

【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】

内視鏡の周方向 180 度以上にわたり、少なくとも内視鏡の長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な対物光学系と組み合わせて用いる、該対物光学系が観察可能な該所定範囲を照射可能な照明光学系を有する内視鏡用照明光学系であって、

前記照明光学系は、

前記対物光学系が観察可能な前記内視鏡の周方向 180 度に亘り、内視鏡の長手方向に沿って照明光が中抜けとなり、中抜けの光が内視鏡の長手方向に対して側方近傍を照射する配光特性を備える

ことを特徴とする内視鏡用照明光学系。

【請求項 2】

前記照明光学系における内視鏡の長手方向の配光特性が、次の条件式を満足す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。

$$I_0 \quad I_\theta$$

但し、 I は前記照明光学系の照射面を基準として、前記対物光学系の観察視野範囲内を、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して所定角度で照射する該照明光学系の球面配光の強度であり、 I_0 は内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して角度 0 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度、 I_θ は内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方に、長手方向

に垂直な方向に対して角度 θ 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度である。

【請求項 3】

さらに、前方を観察可能な対物光学系と組み合わせて用いる、該前方を照射可能な第 2 の照明光学系を有し、

前記第 2 の照明光学系は、内視鏡の長手方向の配光特性が、中抜けでない配光特性を有することを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 4】

前記照明光学系は、内視鏡の長手方向と周方向とで異なる配光特性を有す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。

【請求項 5】

前記照明光学系における内視鏡の長手方向の配光特性が、次の条件式を満足す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。

$$I_0 \quad I_{40}$$

但し、 I は前記照明光学系の照射面を基準として、前記対物光学系の観察視野範囲内を、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して所定角度で照射する該照明光学系の球面配光の強度であり、 I_0 は内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して角度 0 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度、 I_{40} は内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方に、長手方向に垂直な方向に対して角度 40 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度である。

【請求項 6】

前記照明光学系における内視鏡の長手方向の配光特性が、次の条件式を満足す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。

$$I_0 \quad I_{50}$$

但し、 I は前記照明光学系の照射面を基準として、前記対物光学系の観察視野範囲内を、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して所定角度で照射する該照明光学系の球面配光の強度であり、 I_0 は内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して角度 0 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度、 I_{50} は内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方に、長手方向に垂直な方向に対して角度 50 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度である。

【請求項 7】

前記照明光学系は、中抜けとなる配光特性を有する光源部と、該光源部からの光を入射させるライトガイドと、該ライトガイドから出射した光を 45 度以上の反射角度で反射する反射面を内視鏡の周方向に備えた略環状の反射部材とを有することを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 8】

前記照明光学系は、中抜けとなる配光特性を有する光源部と、該光源部からの光を入射させるライトガイドと、該ライトガイドから出射した光を略 50 度の反射角度で反射する反射面を内視鏡の周方向に備えた略環状の反射部材とを有することを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 9】

前記光源部から前記ライトガイドに入射する光線の入射角特性を揃える手段を備えたことを特徴とする請求項 7 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 10】

前記入射角特性を揃える手段が、前記ライトガイドの入射側に配置した凹レンズであることを特徴とする請求項 9 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 11】

前記光源部に、入射角度の小さな光線を遮光する視野マスクを備えたことを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 12】

前記照明光学系が、瞳収差除去機能を備えた変倍光学系を有することを特徴とする請求項 7 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 13】

前記反射面の反射側に光拡散部材を備えたことを特徴とする請求項7に記載の内視鏡用変倍光学系。

【請求項 14】

前記反射面が、長手方向の配光特性が中抜けとなる配光特性を残しながら拡散作用を持つことを特徴とする請求項7に記載の内視鏡用変倍光学系。

【請求項 15】

前記反射面が、凸面に形成されていることを特徴とする請求項 14 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 16】

前記照明光学系が、その出射側端面の中央部に遮光手段を備えたレンズを内視鏡の周方向に備えたことを特徴とする請求項2に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 17】

前記照明光学系が、その出射側端面の中央部に遮光手段を備えたライトガイドと、該ライトガイドの出射側に配置されたコンデンサレンズとを内視鏡の周方向に備えたことを特徴とする請求項2に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 18】

前記照明光学系が、2つの光学パワーを持つ面を有し、該2つの光学パワーを有する面の配光特性を重ね合わせることにより、内視鏡の長手方向の配光特性が中抜けとなる配光特性を有するレンズを、内視鏡の周方向に備えたことを特徴とする請求項2に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 19】

前記照明光学系が、入射角度に応じて反射特性の異なる膜を備えた反射面を内視鏡の周方向に備えたことを特徴とする請求項2に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 20】

前記照明光学系が、複数の反射面を内視鏡の周方向に備え、

前記複数の反射面は、隣り合う反射面による内視鏡の長手方向の配光特性が中抜けとなる配光特性を有するように、該隣り合う反射面同士の反射角度が異なることを特徴とする請求項2に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 21】

前記照明光学系が、複数のLED光源を内視鏡の周方向に備え、

前記複数のLED光源は、夫々、配光角度の小さい光を減らす減光部材を、発光部の前方中央の内視鏡の周方向に沿う範囲に備えたことを特徴とする請求項2に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 22】

前記照明光学系が、内視鏡の長手方向に沿って2組配置された、内視鏡の周方向を照明する照明系で構成され、

前記内視鏡の周方向を照明する2組の照明系のうち、後方の照明系の光強度を強くして中抜け配光を作り出すことを特徴とする請求項2に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 23】

前記照明光学系が、光源部と、該光源部からの光を入射させるライトガイドを有し、

前記ライトガイドは、入射側の端面が1つであるとともに、出射側の端面が複数の分岐し、分岐した端面のうち、1つの端面が前方照射用、残りの端面が側方ないし後方照射用に構成されている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 24】

前記照明光学系が、中抜けとなる配光特性を有する発光源を、隣り合う発光源同士の配光強度の重ね合わせにより、内視鏡の周方向の配光特性が所定の配光強度を保つように、内視鏡の周方向に複数備えたことを特徴とする請求項4に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 25】

前記照明光学系における内視鏡の長手方向と周方向の光学パワーを異ならせたことを特徴とする請求項4に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 26】

前記照明光学系が、内視鏡の長手方向に対応する方向と内視鏡の周方向に対応する方向とで径の異なる端面を持つライトガイドを有することを特徴とする請求項4に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 27】

前記照明光学系が、配光特性を制御するディフューザー素子を有することを特徴とする請求項4に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 28】

前記照明光学系が、ランバーシアンな特性を有する発光源を内視鏡の周方向に複数配置してなる発光源の組を、隣り合う組の発光源が互い違いになるように、内視鏡の長手方向に複数組備えたことを特徴とする請求項4に記載の内視鏡用照明光学系。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、側方及び後方を観察可能な内視鏡に用いる、内視鏡用照明光学系に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば、大腸のような管腔物体の襞裏病変を検出するために用いる内視鏡として、長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な内視鏡がある。

長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な内視鏡は、例えば、特開2002-65589(図5)、特開2004-33487(図8)、特開2005-319315(図2)、特開平7-191269(図1)、特開2004-329700(図1)、及び特開2003-164418(図4)等の開示されている。

【発明の開示】

【0003】

しかし、このような長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な従来の内視鏡には、大腸のような管腔物体を観察する場合に、後方の観察像が暗くなって観察しづらいという問題があった。

【0004】

図1は従来の長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な内視鏡を用いて管腔物体を観察する場合における、観察系(対物光学系)による観察範囲と照明系による照明光の照射範囲を示す概念図である。

面光源から管腔物体に照明光を照射する場合、管腔物体を平面状の被写体とみなすと、平面を照射する光の照度は、 $\cos^4$ 乗則の影響を受ける。

【0005】

図1に示すように、照明系が観察系による観察範囲のうちの前方領域を照射する光は、照明系の光軸に対して斜め前方に出射する光であり、照明系の出射位置から物体(被写体)までの距離が適度なものとなる。また、物体からの反射光は、観察系の光軸に対する角度 θ_1 が適度な角度となって観察系に入射する。このため、照明系を介して、観察系に入射する物体からの反射光の光量が適度なものとなる。

【0006】

これに対し、照明系が観察系による観察範囲のうちの側方近傍を照射する光は、照明系の光軸方向に出射する光であり、照明光の出射位置から物体までの距離が近くなる。また、物体からの反射光は、観察系の光軸に対する角度が0度近くとなって観察系に入射する。

このため、照明系を介して、観察系に入射する物体からの反射光の光量が多くなりすぎてハレーションを生じ易くなる。

【 0 0 0 7 】

また、照明系が観察系による観察範囲のうちの後方領域を照射する光は、照明系の光軸に対して斜め後方に出射する光であり、照明光の出射位置から物体までの距離が遠くなる。また、観察系から物体までの距離も遠くなり、観察系の光軸に対する角度 θ_3 が大きくなって観察系に入射する。このため、照明系を介して、観察系に入射する物体からの反射光の光量が不足して暗い画像となりやすい。

【 0 0 0 8 】

また、大腸を観察する内視鏡では、内視鏡の長手方向に対して側方の観察方向に、内視鏡先端部が動きやすく、照明光学系の出射面から管腔内面の被写体までの距離が大きく変動しやすい。このため、被写体の明るさの変動量が大きく、明るさの変動に伴い、内視鏡内部に備えられている自動調光手段を介した自動調光が行われると、側方から後方にむかう周辺領域の画像がより一層暗くなるおそれがある。例えば、側方において被写体と内視鏡先端部との距離が近づいた場合、観察系に入射する光量が増大して明るすぎる像となる。それに対して、内視鏡に備えられている自動調光手段が適度な光量となるように自動調光を行うと、後方領域から入射した光量が暗くなり過ぎてしまうことになる。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記従来の課題に鑑みてなされたものであり、後方の観察が可能な大腸内視鏡観察において、後方を明るく観察でき、側方における被写体までの距離が変動しても、それに伴う明るさの変動が少なく、且つ、内視鏡としての十分な細さを実現できる内視鏡用照明光学系を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

上記目的を達成するため、本発明による内視鏡用照明光学系は、内視鏡の周方向 180 度以上にわたり、少なくとも内視鏡の長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な対物光学系と組み合わせて用いる、該対物光学系が観察可能な該所定範囲を照射可能な照明光学系を有する内視鏡用照明光学系であって、前記照明光学系は、前記対物光学系が観察可能な前記内視鏡の周方向 180 度に亘り、内視鏡の長手方向に沿って照明光が中抜けとなり、中抜けの光が内視鏡の長手方向に対して側方近傍を照射する配光特性を備えることを特徴としている。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系における内視鏡の長手方向の配光特性が、次の条件式 (1) を満足するのが好ましい。

$$I_0 \quad I_{\theta} \quad \dots (1)$$

但し、 I は前記照明光学系の照射面を基準として、前記対物光学系の観察視野範囲内を、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して所定角度で照射する該照明光学系の球面配光の強度であり、 I_0 は内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して角度 0 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度、 I_{θ} は内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方に、長手方向に垂直な方向に対して角度 θ 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度である。

【 0 0 1 2 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、さらに、前方を観察可能な対物光学系と組み合わせて用いる、該前方を照射可能な第 2 の照明光学系を有し、前記第 2 の照明光学系は、内視鏡の長手方向の配光特性が、中抜けでない配光特性を有するのが好ましい。

【 0 0 1 3 】

また、本発明による内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系は、内視鏡の長手方向と周方向とで異なる配光特性を有するものが好ましい。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系における内視鏡の長手方向の配光特性が、次の条件式 (1') を満足するのが好ましい。

$$I_0 \quad I_{40} \quad \dots (1')$$

但し、 I は前記照明光学系の照射面を基準として、前記対物光学系の観察視野範囲内を、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して所定角度で照射する該照明光学系の球面配光の強度であり、 I_0 は内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して角度 0 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度、 I_{40} は内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方に、長手方向に垂直な方向に対して角度 40 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度である。

【0015】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系における内視鏡の長手方向の配光特性が、次の条件式(1")を満足するのが好ましい。

$$I_0 \quad I_{50} \quad \dots (1")$$

但し、 I は前記照明光学系の照射面を基準として、前記対物光学系の観察視野範囲内を、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して所定角度で照射する該照明光学系の球面配光の強度であり、 I_0 は内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して角度 0 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度、 I_{50} は内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方に、長手方向に垂直な方向に対して角度 50 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度である。

【0016】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系は、中抜けとなる配光特性を有する光源部と、該光源部からの光を入射させるライトガイドと、該ライトガイドから出射した光を 45 度以上の反射角度で反射する反射面を内視鏡の周方向に備えた略環状の反射部材とを有するのが好ましい。

【0017】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系は、中抜けとなる配光特性を有する光源部と、該光源部からの光を入射させるライトガイドと、該ライトガイドから出射した光を略 50 度の反射角度で反射する反射面を内視鏡の周方向に備えた略環状の反射部材とを有するのが好ましい。

【0018】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記光源部から前記ライトガイドに入射する光線の入射角特性を揃える手段を備えるのが好ましい。

【0019】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記入射角特性を揃える手段が、前記ライトガイドの入射側に配置した凹レンズであるのが好ましい。

【0020】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記光源部に、入射角度の小さな光線を遮光する視野マスクを備えるのが好ましい。

【0021】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、瞳収差除去機能を備えた変倍光学系を有するのが好ましい。

【0022】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記反射面の反射側に光拡散部材を備えるのが好ましい。

【0023】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記反射面が、長手方向の配光特性が中抜けとなる配光特性を残しながら拡散作用を持つのが好ましい。

【0024】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記反射面が、凸面に形成されているのが好ましい。

【0025】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、その出射側端面の中央部に遮光手段を備えたレンズを内視鏡の周方向に備えるのが好ましい。

【0026】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、その出射側端面の中

央部に遮光手段を備えたライトガイドと、該ライトガイドの出射側に配置されたコンデンサレンズとを内視鏡の周方向に備えるのが好ましい。

【 0 0 2 7 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、2つの光学パワーを持つ面を有し、該2つの光学パワーを有する面の配光特性を重ね合わせることにより、内視鏡の長手方向の配光特性が中抜けとなる配光特性を有するレンズを、内視鏡の周方向に備えるのが好ましい。

【 0 0 2 8 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、入射角度に応じて反射特性の異なる膜を備えた反射面を内視鏡の周方向に備えるのが好ましい。

【 0 0 2 9 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、複数の反射面を内視鏡の周方向に備え、前記複数の反射面は、隣り合う反射面による内視鏡の長手方向の配光特性が中抜けとなる配光特性を有するように、該隣り合う反射面同士の間隔が異なるのが好ましい。

【 0 0 3 0 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、複数のLED光源を内視鏡の周方向に備え、前記複数のLED光源は、夫々、配光角度の小さい光を減らす減光部材を、発光部の前方中央の内視鏡の周方向に沿う範囲に備えるのが好ましい。

【 0 0 3 1 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、内視鏡の長手方向に沿って2組配置された、内視鏡の周方向を照明する照明系で構成され、前記内視鏡の周方向を照明する2組の照明系のうち、後方の照明系の光強度を強くして中抜け配光を作り出すのが好ましい。

【 0 0 3 2 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、光源部と、該光源部からの光を入射させるライトガイドを有し、前記ライトガイドは、入射側の端面が1つであるとともに、出射側の端面が複数に分岐し、分岐した端面のうち、1つの端面が前方照射用、残りの端面が側方ないし後方照射用に構成されているのが好ましい。

【 0 0 3 3 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、中抜けとなる配光特性を有する発光源を、隣り合う発光源同士の配光強度を重ね合わせにより、内視鏡の周方向の配光特性が所定の配光強度を保つように、内視鏡の周方向に複数備えるのが好ましい。

【 0 0 3 4 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系における内視鏡の長手方向と周方向の光学パワーを異ならせるのが好ましい。

【 0 0 3 5 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、内視鏡の長手方向に対応する方向と内視鏡の周方向に対応する方向とで径の異なる端面を持つライトガイドを有するのが好ましい。

【 0 0 3 6 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、配光特性を制御するディフューザ素子を有するのが好ましい。

【 0 0 3 7 】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、前記照明光学系が、ランバーシアンな特性を有する発光源を内視鏡の周方向に複数配置してなる発光源の組を、隣り合う組の発光源が互い違いになるように、内視鏡の長手方向に複数組備えるのが好ましい。

【 0 0 3 8 】

本発明によれば、後方の観察が可能な大腸内視鏡観察において、後方を明るく観察でき、

側方における被写体までの距離が変動しても、それに伴う明るさの変動が少なく、且つ、内視鏡としての十分な細さを実現できる内視鏡用照明光学系が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】図1は長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な内視鏡を用いて管腔物体を観察する場合における、観察系（対物光学系）による観察範囲と照明系による照明光の照射範囲を示す概念図である。

【図2】図2は本発明の内視鏡用照明光学系を用いるのに好適な後方観察が可能な内視鏡における観察系（対物光学系）の一例を示す説明図である。

【図3】図3は内視鏡に一般的に用いられている照明光学系の配光特性を示すグラフである。

【図4】図4は本発明の第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の概略構成を示す説明図で、（a）は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一構成要素として用いる光源部の一例を示す図、（b）は（a）の光源部からの光束が第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一構成要素として用いるライトガイド部の入射側端面へ入射する状態を示す説明図、（c）は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一変形例を示す要部説明図、（d）は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の他の変形例を示す要部説明図、（e）は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系における一構成要素として用いる反射部材における反射面の一例を断面で示す説明図、（f）は（e）の一変形例を示す説明図である。

【図5】図5は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系における配光特性の一例を示すグラフである。

【図6】図6は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系における一構成要素として用いる反射部材の一例を示す説明図で、（a）は全体構成図を示す斜視図、（b）は（a）の側方から見たときの反射面とライトガイドとの位置関係を示す図である。

【図7】図7は本発明の第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の要部の概略構成を示す説明図で、（a）は第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一構成要素として用いる照明レンズの一例を示す図、（b）は第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一変形例を示す図、（c）は第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の他の変形例を示す図である。

【図8】図8は本発明の第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の更に他の変形例にかかる要部の概略構成を示す説明図である。

【図9】図9は本発明の第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の更に他の変形例にかかる要部の概略構成を示す説明図である。

【図10】図10は本発明の第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の更に他の変形例にかかる要部の概略構成を示す説明図である。

【図11】図11は本発明の内視鏡用照明光学系を備えた内視鏡を前方から見たときの発光源、配光角等の位置関係の一例を示す概念図である。

【図12】図12は本発明の第三実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の要部の構成を示す説明図である。

【図13】図13は本発明の第五実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一例を示す説明図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0040】

実施形態の説明に先立ち、後方観察が可能な内視鏡を用いて管腔観察をする場合における従来の問題点について、より詳しく説明する。

図2は本発明の内視鏡用照明光学系を用いるのに好適な後方観察が可能な内視鏡における観察系（対物光学系）の一例を示す説明図、図3は内視鏡に一般的に用いられている照明光学系の配光特性を示すグラフである。図3中、横軸は内視鏡の観察光学系における光軸方向を0度とし、光軸方向を基準として、光軸方向よりも前方を負の値、後方を正の値

で示す視野角、縦軸は光軸方向を 1 としたときの光強度の割合を示している。

【0041】

図 2 に示す観察系は、対物レンズ L 1 が、像側に凹面を向けた凹レンズ L 1 1 と環状レンズ L 1 2 とで構成されている。環状レンズ L 1 2 は、像側に入射面 L 1 2 a と、出射面 L 1 2 b を有している。凹レンズ L 1 1 と環状レンズ L 1 2 との間には環状の反射面 R 1 を備えている。そして、前方からの光のうち、凹レンズ L 1 1 における有効径の範囲を通過した光の像と、側方から後方にかけての所定範囲からの光のうち、環状レンズ L 1 2 の像側面 L 1 2 a に入射して環状の反射面 R 1 で反射し、出射面 L 1 2 b から出射した光の像とを、夫々、撮像素子の撮像面 I M に結像するように構成されている。なお、図 2 中、L 2 ~ L 4 はレンズ、C G はカバーガラスである。

なお、図 2 は本発明の内視鏡用照明光学系を用いるのに好適な後方観察が可能な内視鏡における観察系の一例を示したに過ぎない。従って、側方から後方にかけての所定範囲を観察可能であれば、観察系はどのような構成のものでも構わない。

【0042】

図 3 に示すような配光特性を持つ照明光学系では、照明光の出射位置を基準として照明光学系の光軸方向に出射する光の強度が最も強く、光軸を中心として周辺に行くに従って cos⁴ 乗則に従って光の強度が弱くなる。

【0043】

しかるに、図 3 に示した配光特性を持つ照明光学系を図 2 に示した観察系に組み合わせた内視鏡を、管腔の観察に使用した場合、観察系における後方の視野角が 40 度になると、光量が不足して暗くなる。

また、側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な内視鏡では、上述したように、内視鏡の長手方向に対して側方の観察方向に、内視鏡先端部が動きやすく、照明光学系の出射面から管腔内面の被写体までの距離が大きく変動しやすいところ、照明光学系の出射光軸に対して 0 度の方向で出射する光の強度が強すぎるため、管腔内面との距離の変動に伴う明るさの変動量が大きい。このため、内視鏡に備えられている自動調光手段の自動調光制御を精密化することが必要になる。また、照明光学系の出射面から管腔内面の被写体までの距離が近い場合に、照明光学系の出射光軸に対して 0 度の方向で出射する光の強度を、自動調整制御を介して明るさが適性になるように調整すると、相対的に後方の画像が暗くなって、観察しづらくなってしまい、嚢嚢病変の発見に支障を来たしかねない。

従って、側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な内視鏡に用いる照明光学系においては、観察系の側方視野角 0 度近傍を照射する照明強度を下げるとともに、観察系の後方視野角 40 度近傍を照射する照明強度を上げる必要がある。

そこで、本発明の内視鏡用照明光学系では、以下の実施形態に示すように構成することによって、観察系の側方視野角 0 度近傍を照射する照明強度を下げるとともに、観察系の後方視野角 40 度近傍を照射する照明強度を上げている。

【0044】

第一実施形態

図 4 は本発明の第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の概略構成を示す説明図で、(a) は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一構成要素として用いる光源部の一例を示す図、(b) は (a) の光源部からの光束が第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一構成要素として用いるライトガイド部の入射側端面へ入射する状態を示す説明図、(c) は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一変形例を示す要部説明図、(d) は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の他の変形例を示す要部説明図、(e) は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系における一構成要素として用いる反射部材における反射面の一例を断面で示す説明図、(f) は (e) の一変形例を示す説明図である。図 5 は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系における配光特性の一例を示すグラフである。図 6 は第一実施形態にかかる内視鏡用照明光学系における一構成要素として用いる反射部材の一例を示す説明図で、(a) は全体構成図を示す斜視図、(b) は (a) の側方からみたときの反射面とライトガイドとの位置関係を示す図である。

【 0 0 4 5 】

第一実施形態の内視鏡用照明光学系は、光源部 1 (図 4 (a)、(b) 参照) と、光源部 1 からの光を入射させるライトガイド 2 (図 4 (b) 参照) と、ライトガイド 2 からの光を反射する反射部材 3 (図 4 (e)、図 6 参照) を有している。光源部 1 は、光源 1 1 と、光源からの光を集光する集光レンズ 1 2 を有している。

ここで、第一実施形態の内視鏡用照明光学系では、観察系の側方視野角 0 度近傍を照射する照明強度を下げるるとともに、観察系の後方視野角 4 0 度近傍を照射する照明強度を上げるための手段として、中抜け配光となる光学特性を持つ光源を光源 1 1 に用いている。例えば、キセノン光源など、電極を有する光源を光源 1 1 として用い、その出射光を集光レンズ 1 2 を介してライトガイド 2 に入射させるようにすると、中抜けとなる配光特性が発生する。

また、このような構成において、ライトガイド 2 として径が太いライトガイドを用いると、光源部 1 からライトガイド 2 に入射する光線の角度が変動するため、中抜けの特性が変動してくる。そのような場合には、ライトガイド 2 に斜めに入射する光線の角度を揃えるような手段を用いることにより、中抜け特性を発生させることができる。このことを図 4 (a) ~ (c) を用いて詳しく説明する。

【 0 0 4 6 】

光源部 1 は、光源 1 における、おおよそ陰極 1 1 a からの光を反射鏡 (放物面鏡) 1 1 c で反射して平行光に変換し、集光レンズ 1 2 を介して集光して、ライトガイド 2 の光源側の入射側端面 2 a に結像させる。このとき、低 N A の成分は、光源 1 の陰極 1 1 a や反射鏡側の陽極 1 1 b により、光線がけられてしまう。このため、中心照度が低く (中抜けに) なる。中抜けは特に細径の光源で顕著に現れる。一方、太径の光源では、細径の光源のような中抜けは顕著には現れない。

【 0 0 4 7 】

このことを図 4 (b) を用いて説明する。図 4 (b) 中、a はライトガイド 2 の入射側端面 2 a の中心部へ入射する、配光角の大きな高 N A の光線である。b はライトガイド 2 の入射側端面 2 a の中心部へ入射する方向に向かう光線のうち、電極 1 1 a、1 1 b によりけられる光線、c はライトガイド 2 の入射側端面 2 a の周辺部へ入射する、配光角の大きな、高 N A の光線、d はライトガイド 2 の入射側端面 2 a の周辺部へ入射する光線のうち、電極 (陽極) 1 1 b によりけられる光線、e はライトガイド 2 の入射側端面 2 a の周辺部へ入射する光軸に対して平行な光線である。

図 4 (b) より明らかなように、ライトガイド 2 の径、即ち、集光レンズ 1 2 の像高が小さいと、電極 1 1 a、1 1 b によるケラレの影響が大きくなるので、配光の中抜け特性を明確に生じさせることができる。なお、ライトガイド 2 の径を大きくした場合においても、図 4 (c) に示すような、ライトガイド 2 に斜めに入射する光線の角度を揃える手段を用いれば、中抜け特性を制御することができる。

【 0 0 4 8 】

陰極 1 1 a にある輝点 (発光源) は、理想的には点であり、広がりを持たないが、実際にはある程度の広がりを持っている。そのため、反射鏡 1 1 c によって反射された光は、図 4 (b) 中、符号 a、b で示すような、光軸に対して平行な光線だけでなく、符号 c、d、e で示すような、光軸に対して非平行な光線を含み、ある程度の広がりをもった光線の束になる。

つまり、ライトガイド 2 の径を太くすると、ライトガイド 2 の入射側端面 2 a の周辺部へ入射する方向へ向かう光線のうち、反射鏡 1 1 c 上に位置する陽極 1 1 b によってけられる光線 (図 4 (b) において符号 d で示す光線) は、光軸に対してある程度の角度で傾斜する。

このため、ライトガイド 2 の入射側端面 2 a の周辺部で光軸に対して平行に入射する光線 (図 4 (b) において符号 e で示す光線) は、ライトガイド 2 の入射側端面 2 a の中心部でけられる光線とは角度が若干異なってしまう、ライトガイド 2 全体としては配光特性が平均化され、極端な中抜け特性を持たなくなる。

【 0 0 4 9 】

このような場合、ライトガイド 2 の入射側端面 2 a に凹レンズからなるフィールドレンズ 1 3 を配置して、電極 1 1 b によりけられる光線 d の入射角度を、軸上の電極 1 1 a、1 1 b によりけられる光線 b の入射角度と揃えることで、ライトガイド 2 全体で、中抜け特性を実現することが可能である。

【 0 0 5 0 】

また、ライトガイド 2 に斜めに入射する光線の角度を揃える以外の手段としては、図 4 (d) に示すように、光源部 1 ' の内部に、入射角度の小さな光線を遮光する視野マスク 1 4 を備えてもよい。このようにすれば、ライトガイド 2 の径を大きくした場合においても、光軸周辺の光を遮光して中抜け特性を確保することができる。

図 5 は光源部 1 にライトガイド 2 を組み合わせたときの中抜けとなる配光特性の一例を示すグラフである。

【 0 0 5 1 】

反射部材 3 は、ライトガイド 2 の出射側に設けられており、図 5 に示すような中抜け配光となる配光特性を持つ光を、図 4 (e) に示すような、反射角度 4 5 度の反射面 3 a を、図 6 に示すように、内視鏡の周方向に複数個有する略環状の形状に (図 6 では略馬蹄形状) に形成されている。図 4 (e) 中、2 b はライトガイドの出射側端面である。

なお、ライトガイド 2 の出射側端面 2 b は、反射部材 3 の反射面 3 a の個数に合わせて、複数に分岐している。

【 0 0 5 2 】

このように構成された第一実施形態の内視鏡用照明光学系では、光源部 1 からの光はライトガイド 2 の入射面 2 a に入射する。そして、ライトガイド 2 の出射面 2 b から出射した光が反射部材 3 の反射面 3 a で反射され、内視鏡の長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を照射する。このとき、光源部 1 からライトガイド 2 に入射した光は中抜け配光となる配光特性を有するため、内視鏡の側方 0 度 (内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して 0 度) の方向を照射する光の強度を下げるとともに、後方 4 0 度 (内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方で、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して 4 0 度) の方向を照射する光の強度を上げることができる。

【 0 0 5 3 】

なお、図 4 (e) に示す反射部材 3 の反射面 3 a は、反射角度が 4 5 度となるように面を傾けた構成となっているが、内視鏡の長手方向に対して側方近傍を照射する光量が、内視鏡の長手方向に対して後方の所定範囲を照射する光量に比べて弱くすることができれば、反射角度は 4 5 度以上でもよく、例えば、反射角度が 5 0 度となるように、面を傾けて構成してもよい。

反射面 3 a の反射角度が 4 5 度から 5 0 度になると、反射光軸を内視鏡の長手方向に対して後方に 1 0 度傾かせることができる。その結果、図 5 で示す配光特性を全体的に + 1 0 度ずらしたものとなる。従って、反射部材 3 の反射面 3 a を反射角度が 5 0 度の面で構成すると、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して後方 4 0 度の方向を照射する光の強度を、反射面 3 a を反射角度が 4 5 度の面で構成した場合における、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して後方 3 0 度の方向を照射する光の強度と同等となるようにすることができ、平面配光でおよそ 5 0 % 程度の光量が得られ、明るい観察像を観察することが可能になる。

【 0 0 5 4 】

また、図 5 に示した配光特性の配光角よりもさらに配光角を広げるようにすれば、より後方を明るく観察できるので好ましい。

ライトガイド 2 と光源部 1 との組み合わせにより得られる中抜け配光の特性を維持したまま、相対的な配光角を広げるためには、上述した照明光学系として、瞳の強度分布を変えずに、倍率を変動させる、すなわち、瞳収差をよく除去した照明光学系であるとよい。

【 0 0 5 5 】

あるいは、より単純な構成として、反射部材 3 の反射面 3 a の反射側に凹レンズやガラス

ビーズなどの光拡散部材をさらに配置して、配光特性を広げるようにしてもよい。

【0056】

または、図4(f)に示すように、反射部材3の反射面3aを凸面に形成して、反射面3aに光拡散作用を持たせてもよい。なお、その場合、拡散の度合いを強めすぎると、配光特性が中抜け特性ではなくなってくる。このため、反射面3aの凸面は、中抜け特性を残しながら拡散作用を持たせる程度に形成するとよい。

【0057】

第二実施形態

図7は本発明の第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の要部の概略構成を示す説明図で、(a)は第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一構成要素として用いる照明レンズの一例を示す図、(b)は第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の一変形例を示す図、(c)は第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の他の変形例を示す図である。図8は本発明の第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系のさらに他の変形例にかかる要部の概略構成を示す説明図、図9は本発明の第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系のさらに他の変形例にかかる要部の概略構成を示す説明図、図10は本発明の第二実施形態にかかる内視鏡用照明光学系のさらに他の変形例にかかる要部の概略構成を示す説明図である。

【0058】

第二実施形態の内視鏡用照明光学系では、光源部に中抜け配光となる光学特性を持つ光源を用いることなく、観察系の側方視野角0度近傍を照射する照明強度を下げるとともに、観察系の後方視野角40度近傍を照射する照明強度を上げるための手段として、次のような構成を採用している。

【0059】

その一例として、図7(a)に示す内視鏡用照明光学系では、その出射側端面の中央部に遮光手段を備えたレンズを内視鏡の周方向に備えている。

より詳しくは、図7(a)に示す内視鏡用照明光学系は、図示省略した中抜け配光でない配光特性を持つ光源部と、光源部からの光を入射させるライトガイド2と、ライトガイド2からの光を側方に反射する反射面3aを備えた照明レンズ4とで構成されている。なお、反射面3aは、図6に示したように、略環状の反射部材3に複数設けられている。照明レンズ4は、反射部材3の反射面3aの個数に合わせて、反射面3aに接合又は一体的に設けられている。また、ライトガイド2の出射側端面2bは、反射部材3の反射面3aの個数に合わせて、複数に分岐している。

【0060】

反射面3aは、反射角度50度で反射するように面を傾けた構成となっている。

照明レンズ4の出射側端面4aは、その中央部に凹面4a₁が形成されている。凹面4a₁には、遮光マスク4bが設けられている。

そして、このように構成した図7(a)の内視鏡用照明光学系では、反射面3aで反射されて出射側端面4aの中央部に向かう角度の緩い光線(例えば、図7(a)では内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して後方に10度傾いた光線)を遮光することで、中抜け配光の特性を実現し、かつ、配光特性を後方に10度ずらして後方の配光強度を上げている。

なお、遮光マスク4bの代わりに、照明レンズ4の凹面4a₁の表面に砂目処理を施して光線を拡散させることで中央部分の光量を相対的に遮光するように構成してもよい。

【0061】

また、その他の例として、図7(b)に示す内視鏡用照明光学系は、図示省略した中抜け配光でない配光特性を持つ光源部と、光源部からの光を入射させるライトガイド2と、コンデンサレンズ5と、反射面3aを備えた反射部材3を有している。なお、反射面3aは、図5に示したように、略環状の反射部材3に複数設けられている。また、ライトガイド2の出射側端面2bは、反射部材3の反射面3aの個数に合わせて、複数に分岐している。

【 0 0 6 2 】

ライトガイド 2 は、出射側端面 2 b の中央部に遮光手段 2 c として、遮光マスク又は芯金 が設けられており、出射側端面 2 b から出射した光が環状の発光位置分布特性を持つよう に構成されている。

また、コンデンサレンズ 5 は、出射側端面 5 a 近傍に瞳が位置するように構成されてお り、ライトガイド 2 を介して環状の発光位置分布特性を持つように形成された光を、角度 分布特性を持つ光に変換するようになっている。

また、反射面 3 a は、凸面に形成されており、凹レンズと同様の光拡散作用を有してい る。そして、反射部材 3 の反射面 3 a を介して、コンデンサレンズ 5 を介して変換された 角度分布特性を持つ光を反射し拡散することで、側方へ出射する光に中抜け配光を発生さ せている。なお、図 7 (b) 中、6 はコンデンサレンズ 5 の後側焦点位置がライトガイド 2 の出射側端面 2 b に一致するようにコンデンサレンズ 5 とライトガイド 2 との間の距離 を調整した透明ガラス部材である。図 7 (b) の構成では、中抜け配光特性は、コンデン サレンズ 5 の出射側端面 5 a で得られる。

【 0 0 6 3 】

さらに、その他の例として、図 7 (c) に示すように、2 つの光学パワーを持つ面を有し 、2 つの光学パワーを有する面の配光特性を重ね合わせることにより、長手方向の配光特 性の中抜けとなる配光特性を有するレンズ (照明レンズ 4 ') を、内視鏡の周方向に備え るようにしても良い。

図 7 (c) に示す内視鏡用照明光学系は、図示省略した中抜け配光でない配光特性を持 つ光源部と、光源部からの光を入射させるライトガイド 2 と、反射面 3 a を備えた反射部 材 3 と、照明レンズ 4 を有している。なお、反射面 3 a は、反射角度 4 5 度で反射するよ うに面を傾けた構成となっている。また、反射面 3 a は、図 6 に示したように、略環状の 反射部材 3 に複数設けられている。また、ライトガイド 2 の出射側端面 2 b は、反射部材 3 の反射面 3 a の個数に合わせて、複数に分岐している。

【 0 0 6 4 】

照明レンズ 4 ' は、その入射側に、内視鏡の長手方向に沿って 2 つの凹面 $4 a_1'$, $4 a_2'$ を有している。そして、これらの凹面 $4 a_1'$, $4 a_2'$ の配光特性を重ね合わせた ときに、2 つの凹面 $4 a_1'$, $4 a_2'$ の間を通る光の強度が弱くなって、照明レンズ 4 全体で中抜け特性となる配光特性が得られるようになっている。

【 0 0 6 5 】

また、さらにその他の例として、図示を省略したが、反射部材の反射面を入射角度に応じ て反射特性の異なる膜を備えて構成してもよい。詳しくは、反射角度が 4 5 度の反射面 の場合、反射面へ 4 5 度で入射する光については、反射光量が弱くなるような反射特性を持 つ膜を備えるようにする。このようにしても、中抜け特性を実現することが可能である。

【 0 0 6 6 】

また、さらにその他の例として、図 8 に示すように、照明光学系が、複数の反射面 $3 a_1$, $3 a_2$ を内視鏡の周方向に備え、複数の反射面 $3 a_1$, $3 a_2$ が、隣り合う反射面の間の 配光特性が中抜けとなる配光特性を有するように、隣り合う反射面 $3 a_1$, $3 a_2$ 同士の 反射角度が異なるようにして、配光の分配度合いを変えるようにしてもよい。

この場合、内視鏡の周方向での配光特性は、同じ反射角度を有する反射面同士の配光特 性は中抜け特性を有さないようにするとともに、互いに隣接する、異なる反射角度で反射 する反射面同士の配光特性は中抜け配光を有するようにする。

【 0 0 6 7 】

また、さらにその他の例として、図 9 に示すように、照明光学系が、複数の L E D 光源を 、内視鏡の周方向に備え、複数の L E D 光源が、夫々、発光部の前方中央の内視鏡の周方 向に沿う範囲に、配光角度の小さい成分を減らす減光部材を備えた構成としてもよい。

図 9 に示す内視鏡用照明学系は、L E D 7 a と、透明保護部材 7 b と、遮光部材 7 c か らなる複数の L E D 光源 7 を、内視鏡の周方向に有している。

L E D 7 a は、内視鏡先端部 1 0 の周方向に沿って設けられた複数の溝 8 に夫々備えら

れている。なお、図9では、便宜上、一箇所の断面を示している。透明保護部材7bは、夫々のLED7aを保護するように溝8の上部に設けられている。

遮光部材7cは、クロム蒸着膜で構成され、透明保護部材7bの中央の、内視鏡の周方向沿う範囲に設けられている。

LED7aは、中抜け配光でなく、ランバertianな発光特性を有する。そこで、図9の例では、LED光源7からの光に中抜け配光となる特性を持たせるために、LED7aの前方中央の内視鏡の周方向に沿う範囲における、配光角度の小さい光を遮光することによって、中抜け配光を有するようにしている。

【0068】

また、さらにその他の例として、図10に示すように、内視鏡照明光学系を、長手方向に沿って2組配置された、内視鏡の周方向を照明する照明系A、Bで構成し、その2組の照明系A、Bのうち、後方の照明系Bの光強度を強くして中抜け配光を作り出すようにしてもよい。なお、この場合、配光特性の基準となる角度0度の位置は、角度方向が長手方向に対して垂直な方向であり且つ画像情報として最も明るくなる、対物光学系に最も近く配置された前方の照明系Aにおける各出射光軸の位置とすればよい。図10中、 A_1 、 A_2 、 A_3 、 B_1 、 B_2 、 B_3 は、照明系A、Bにおいて、内視鏡先端部10の周方向に設けられた出射部、Cは対物光学系の観察窓である。

【0069】

第三実施形態

図12は本発明の第三実施形態にかかる内視鏡用照明光学系の要部の構成を示す説明図である。

第三実施形態の内視鏡用照明光学系は、図示省略した光源部と、光源部からの光を入射させるライトガイド2と、図6に示したように反射面3aを内視鏡の周方向に備えた反射部材3を有している。ライトガイド2は、入射側に1つの端面2aを有するとともに、出射側に複数に分岐した端面を有し、分岐した端面のうちの1つが前方照射用の端面2b'、残りが側方ないし後方照射用の端面2bとして構成されている。なお、図12中、4"は前方照射用の照明レンズである。

【0070】

例えば、第一実施形態の内視鏡用照明光学系における、光源とライトガイドとの組み合わせ等により、図5に示したような中抜け配光となる配光特性を有する光に対し、凹レンズ等の拡散手段を介して配光を拡張すると、中抜け配光となる所定角度に依存した配光特性を混ぜ合わせて、図3に示したような中抜け配光ではない配光特性を有する光とすることができる。

【0071】

そこで、第三実施形態の内視鏡用照明光学系では、図12に示すように、ライトガイド2が、入射側に1つの端面2b'を有するとともに、出射側に複数に分岐した端面2bを有するようにし、1つの端面2b'を前方照射用、残りの端面2bを側方照射用に用いている。これにより、ライトガイド2の出射側端面2b、反射部材3を経由する系については、内視鏡の側方を観察する対物光学系の観察範囲を照射する照明光学系として、上述したような各例の中抜け特性を活用することができ、ライトガイド2の出射側端面2b'、照明レンズ4"を経由する系については、内視鏡の前方を観察する対物光学系の観察範囲を照射する第2の照明光学系として、照明レンズ4"に凹レンズなどの拡散作用を持つレンズを活用することで、中抜け配光ではない配光特性を有する光に変換し、且つ、前方を観察する対物光学系の視野角に対応して配光角を広げることができる。

【0072】

第四実施形態

第四実施形態の内視鏡用照明光学系は、内視鏡の周方向180度以上にわたり、少なくとも側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な対物光学系と組み合わせ用いる、対物光学系が観察可能な該所定範囲を照射可能な照明光学系を有する内視鏡用照明光学系であって、照明光学系は、内視鏡の長手方向の配光特性が、対物光学系の観察視野角に対応

した配光角の範囲における最高強度で正規化された球面配光特性として、８５％以上の配光強度を有している。

【００７３】

上記各実施形態の内視鏡用照明光学系を含めて、本発明の内視鏡用照明光学系は、一般的な内視鏡用照明光学系とは異なり、側方から後方にかけて観察可能な観察系と組み合わせる照明光学系、より詳しくは、内視鏡の周方向１８０度以上にわたり、少なくとも側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な対物光学系と組み合わせる照明光学系が観察可能なその所定範囲を照射可能な照明光学系を有する内視鏡用照明光学系である。

【００７４】

いいかえれば、本発明の内視鏡用照明光学系は、観察に使用する観察系の観察範囲や観察方向に応じて、配光状態の異なる照明系に組み替えることができるように構成されている。

例えば、観察系の後方の視野範囲が、２０度しかない場合には、図３に示したような中抜けしない配光特性を持つ照明光学系を用いても、平面配光で７０％の光強度が得られ、０度における１００％の光強度と比べても、照明ムラの影響は少ないといえる。そこで、このような観察系の後方の視野範囲が狭い場合には、照明光学系の配光特性が中抜けでない配光特性を有していても、後方の観察範囲の被写体に対して十分な明るさを供給できるものと考えられる。

但し、そのような条件が成立するのは、あくまでも観察系の視野範囲が側方からさほど後方に向かわない所定範囲に限定され、照明光学系も、その所定範囲において相当程度の光強度が得られるような配光特性を持つものを組み合わせた場合に限定される。

【００７５】

第五実施形態

図１１は本発明の内視鏡用照明光学系を備えた内視鏡を前方から見たときの発光源、配光角等の位置関係の一例を示す概念図である。

上記各実施形態で説明した本発明の内視鏡用照明光学系の適用対象となる内視鏡は、図１１に示すように、生体の一部を回収するための処置具が通るための処置用チャンネル穴を有している。このため、内視鏡の周方向に対しては、全周３６０度の範囲を観察することはできず、観察系の一部に死角が生じる。

【００７６】

図１１に示す内視鏡は、ＬＥＤ等の発光源７ａを６０度おきに５個配置して、大腸等の管腔内面を略３００度の範囲で観察可能に構成されている。

ここでの配光の評価面は、管腔内面であり、内視鏡を囲んで円筒形状をしている。しかるに、円筒形状の評価面における、内視鏡の周方向の配光特性は、配光ムラがなく、均一であることが望まれる。これに対し、円筒形状の評価面における、内視鏡の長手方向の配光特性は、上述したように、側方０度の光強度を減らし、後方の光強度を上げるべく、中抜け配光となる配光特性を有することが望まれる。

【００７７】

そこで、第五実施形態の内視鏡用照明光学系では、対物光学系が観察可能な内視鏡の周方向１８０度以上にわたる少なくとも側方から後方にかけての所定範囲を照射可能な照明光学系が、長手方向と、円周方向とで異なる配光特性を有するように構成されている。

その具体的な例を次に示す。

【００７８】

その一例として、照明光学系が、中抜けとなる配光特性を有する発光源７ａを、隣り合う発光源同士の配光強度の重ね合わせにより、内視鏡の周方向の配光特性が所定の配光強度を保つように、内視鏡の周方向に複数備えた構成とする。この構成を具体的な数値を用いてより詳しく説明する。

図５に示すような球面配光の配光特性を有する発光源において、光強度が３０％になる配光角は約３５度である。そこで、このような配光特性を持つ発光源７ａを円周方向に７

0度おきに配置すると、発光源7aと発光源7aとの間の光強度は、夫々の発光源における配光角度35度のときの30%の光強度をあわせて、60%程度の光強度となる。その結果、内視鏡の周方向の全照射範囲にわたり、60%から100%の範囲の光強度を有することになり、観察に影響を与えない略均一な光量の配光特性を得ることができる。

このようにして、隣り合う発光源同士との配光強度の重ね合わせを利用すると、内視鏡の周方向の配光特性と、長手方向の配光特性を異ならせることができる。

【0079】

また、その他の例として、照明光学系における内視鏡の長手方向と円周方向とで光学パワーを異ならせてもよい。このようにすれば、第一の例と同様に、内視鏡の周方向の配光特性と、内視鏡の長手方向の配光特性を異ならせることができる。

【0080】

さらにその他の例として、照明光学系が、内視鏡の長手方向に対応する方向と内視鏡の周方向に対応する方向とで寸法の異なる端面を持つライトガイドを有するようにする。このようにすれば、照明光学系における内視鏡の長手方向と周方向の光学パワーを同じにしながらも、第一の例と同様に、内視鏡の長手方向の配光特性と、内視鏡の周方向の配光特性を異ならせることができる。

【0081】

また、さらに他の例として、配光特性を制御するディフューザ素子を照明光学系に備えてもよい。このようにして、第一の例と同様に、内視鏡の長手方向の配光特性と、内視鏡の周方向の配光特性を異ならせることができる。

【0082】

また、さらに他の例として、ランバーシアンな特性を有する発光源を内視鏡の周方向に配置してなる発光源の組を、図10に示したように、長手方向に複数組備えてもよい。

その場合、図13に示すように、夫々の組における発光源7aが互い違いになるように備えると、所望の配特性を維持しながら、内視鏡の周方向に配置する光源の数を極力少ない数に抑えることができるので好ましい。図13中、 A_1 、 A_2 、 A_3 、 B_1 、 B_2 、 B_3 は、照明系A、Bにおいて、内視鏡先端部10の周方向に設けられた発光源の出射部、Cは対物光学系の観察窓である。

【0083】

上記各実施形態で説明した内視鏡用照明光学系によれば、観察系の側方視野角0度近傍を照射する照明強度を下げるとともに、観察系の後方視野角40度近傍を照射する照明強度を上げることができる。このため、上記各実施形態で説明した内視鏡用照明光学系を用いた内視鏡で管腔を観察したときに、後方を明るく観察でき、側方における被写体までの距離が変動しても、それに伴う明るさの変動を少なく抑えることができる。また、上記各実施形態で説明した内視鏡用照明光学系は、内視鏡の径方向に太くなるような配置構成ではないため、内視鏡として管腔を観察するのに十分な細さが確保できる。その結果、大腸などの管腔における後方の病変を精度よく発見することができるようになる。

なお、本発明の内視鏡用照明光学系は、上記各実施形態に示した構成に限定されるものではなく、各実施形態における特徴的な構成を任意に組み合わせても、勿論よい。

【産業上の利用可能性】

【0084】

本発明の内視鏡用照明光学系は、例えば、大腸などの管腔における後方の病変を精度よく発見することが望まれる、医療、医学の分野に有用である。

【手続補正書】

【提出日】平成22年9月15日(2010.9.15)

【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】

内視鏡の周方向 180 度以上にわたり、少なくとも内視鏡の長手方向に対して側方から後方にかけての所定範囲を観察可能な対物光学系と組み合わせて用いる、該対物光学系が観察可能な該所定範囲を照射可能な照明光学系を有する内視鏡用照明光学系であって、

前記照明光学系は、前記内視鏡の周方向 180 度に亘り、内視鏡の長手方向に沿って照明光が中抜けとなり、中抜けの光が内視鏡の長手方向に対して側方近傍を照射する配光特性を備え、

前記対物光学系は、前記照明光学系による照明範囲を観察可能であることを特徴とする内視鏡用照明光学系。

【請求項 2】

前記照明光学系における内視鏡の長手方向の配光特性が、次の条件式を満足す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。

$$I_0 \quad I_\theta$$

但し、 I は前記照明光学系の照射面を基準として、前記対物光学系の観察視野範囲内を、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して所定角度で照射する該照明光学系の球面配光の強度であり、 I_0 は内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して角度 0 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度、 I_θ は内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方に、長手方向に垂直な方向に対して角度 θ 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度である。

【請求項 3】

さらに、前方を観察可能な対物光学系と組み合わせて用いる、該前方を照射可能な第 2 の照明光学系を有し、

前記第 2 の照明光学系は、内視鏡の長手方向の配光特性が、中抜けでない配光特性を有することを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 4】

前記照明光学系は、内視鏡の長手方向と周方向とで異なる配光特性を有す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。

【請求項 5】

前記照明光学系における内視鏡の長手方向の配光特性が、次の条件式を満足す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。

$$I_0 \quad I_{40}$$

但し、 I は前記照明光学系の照射面を基準として、前記対物光学系の観察視野範囲内を、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して所定角度で照射する該照明光学系の球面配光の強度であり、 I_0 は内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して角度 0 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度、 I_{40} は内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方に、長手方向に垂直な方向に対して角度 40 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度である。

【請求項 6】

前記照明光学系における内視鏡の長手方向の配光特性が、次の条件式を満足す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。

$$I_0 \quad I_{50}$$

但し、 I は前記照明光学系の照射面を基準として、前記対物光学系の観察視野範囲内を、内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して所定角度で照射する該照明光学系の球面配光の強度であり、 I_0 は内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して角度 0 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度、 I_{50} は内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方に、長手方向に垂直な方向に対して角度 50 度で照射する、該照明光学系の球面配光の強度である。

【請求項 7】

前記照明光学系は、中抜けとなる配光特性を有する光源部と、該光源部からの光を入射させるライトガイドと、該ライトガイドから出射した光を 45 度以上の反射角度で反射する反射面を内視鏡の周方向に備えた略環状の反射部材とを有することを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 8】

前記照明光学系は、中抜けとなる配光特性を有する光源部と、該光源部からの光を入射させるライトガイドと、該ライトガイドから出射した光を略 50 度の反射角度で反射する反射面を内視鏡の周方向に備えた略環状の反射部材とを有することを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 9】

前記光源部から前記ライトガイドに入射する光線の入射角特性を揃える手段を備えたことを特徴とする請求項 7 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 10】

前記入射角特性を揃える手段が、前記ライトガイドの入射側に配置した凹レンズであることを特徴とする請求項 9 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 11】

前記光源部に、入射角度の小さな光線を遮光する視野マスクを備えたことを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 12】

前記照明光学系が、瞳収差除去機能を備えた変倍光学系を有することを特徴とする請求項 7 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 13】

前記反射面の反射側に光拡散部材を備えたことを特徴とする請求項 7 に記載の内視鏡用変倍光学系。

【請求項 14】

前記反射面が、長手方向の配光特性が中抜けとなる配光特性を残しながら拡散作用を持つことを特徴とする請求項 7 に記載の内視鏡用変倍光学系。

【請求項 15】

前記反射面が、凸面に形成されていることを特徴とする請求項 14 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 16】

前記照明光学系が、その出射側端面の中央部に遮光手段を備えたレンズを内視鏡の周方向に備えたことを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 17】

前記照明光学系が、その出射側端面の中央部に遮光手段を備えたライトガイドと、該ライトガイドの出射側に配置されたコンデンサレンズとを内視鏡の周方向に備えたことを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 18】

前記照明光学系が、2つの光学パワーを持つ面を有し、該2つの光学パワーを有する面の配光特性を重ね合わせるにより、内視鏡の長手方向の配光特性が中抜けとなる配光特性を有するレンズを、内視鏡の周方向に備えたことを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 19】

前記照明光学系が、入射角度に応じて反射特性の異なる膜を備えた反射面を内視鏡の周方向に備えたことを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 20】

前記照明光学系が、複数の反射面を内視鏡の周方向に備え、

前記複数の反射面は、隣り合う反射面による内視鏡の長手方向の配光特性が中抜けとなる配光特性を有するように、該隣り合う反射面同士の間隔が異なることを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 21】

前記照明光学系が、複数の LED 光源を内視鏡の周方向に備え、

前記複数の LED 光源は、夫々、配光角度の小さい光を減らす減光部材を、発光部の前方中央の内視鏡の周方向に沿う範囲に備えたことを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用

照明光学系。

【請求項 2 2】

光源部と、該光源部からの光を入射させるライトガイドを有し、前記ライトガイドは、入射側の端面が 1 つであるとともに、出射側の端面が複数に分岐し、分岐した端面のうち、1 つの端面が前記第 2 の照明光学系用、残りの端面が前記照明光学系用に構成されている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 2 3】

前記照明光学系が、中抜けとなる配光特性を有する発光源を、隣り合う発光源同士の間隔の重ね合わせにより、内視鏡の周方向の配光特性が所定の配光強度を保つように、内視鏡の周方向に複数備えたことを特徴とする請求項 4 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 2 4】

前記照明光学系における内視鏡の長手方向と周方向の光学パワーを異ならせたことを特徴とする請求項 4 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 2 5】

前記照明光学系が、内視鏡の長手方向に対応する方向と内視鏡の周方向に対応する方向とで径の異なる端面を持つライトガイドを有することを特徴とする請求項 4 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 2 6】

前記照明光学系が、配光特性を制御するディフューザー素子を有することを特徴とする請求項 4 に記載の内視鏡用照明光学系。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 1

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 2】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、光源部と、該光源部からの光を入射させるライトガイドを有し、前記ライトガイドは、入射側の端面が 1 つであるとともに、出射側の端面が複数に分岐し、分岐した端面のうち、1 つの端面が前記第 2 の照明光学系用、残りの端面が前記照明光学系用に構成されているのが好ましい。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 7

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正書】

【提出日】平成 23 年 1 月 24 日 (2011.1.24)

【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】

内視鏡の周方向 180 度以上に亘り、前記内視鏡の長手方向に沿って照明光が中抜けと

なり、前記照明光が前記内視鏡の長手方向に対する側方近傍を照射する配光特性を備えた内視鏡用照明光学系であって、

複数のレンズを前記内視鏡の周方向に沿って備え、

複数の前記レンズに、夫々、前記内視鏡の長手方向に沿って光学パワーを持つ2つの面を配置したことを特徴とする内視鏡用照明光学系。

【請求項2】

内視鏡の周方向180度以上に亘り、前記内視鏡の長手方向に沿って照明光が中抜けとなり、前記照明光が前記内視鏡の長手方向に対する側方近傍を照射する配光特性を備えた内視鏡用照明光学系であって、

複数の反射面を前記内視鏡の周方向に沿って備え、

複数の前記反射面の反射角度は2種類であり、隣り合う前記反射面同士の反射角度が互いに異なるようにしたことを特徴とする内視鏡用照明光学系。

【請求項3】

内視鏡の周方向180度以上に亘り、前記内視鏡の長手方向に沿って照明光が中抜けとなり、前記照明光が前記内視鏡の長手方向に対する側方近傍を照射する配光特性を備えた内視鏡用照明光学系であって、

複数のLED光源を前記内視鏡の周方向に沿って備え、

複数の前記LED光源は、夫々、配光角度の小さい光を減らす減光部材を、発光部の前方中央の内視鏡の周方向に沿う範囲に設けたことを特徴とする内視鏡用照明光学系。

【請求項4】

次の条件式を満足することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の内視鏡用照明光学系。

$$\frac{I_0}{I_\theta}$$

但し、 I は照射面を基準として、前記内視鏡の観察視野範囲内を、前記内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して所定角度で照射する際の球面配光の強度であり、 I_0 は前記内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して角度0度で照射する際の球面配光の強度、 I_θ は前記内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方に、長手方向に垂直な方向に対して角度 θ 度で照射する際の球面配光の強度である。

【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】

上記目的を達成するため、本発明による内視鏡用照明光学系は、内視鏡の周方向180度以上に亘り、前記内視鏡の長手方向に沿って照明光が中抜けとなり、前記照明光が前記内視鏡の長手方向に対する側方近傍を照射する配光特性を備えた内視鏡用照明光学系であって、複数のレンズを前記内視鏡の周方向に沿って備え、複数の前記レンズに、夫々、前記内視鏡の長手方向に沿って光学パワーを持つ2つの面を配置したことを特徴としている。

また、上記目的を達成するため、本発明による内視鏡用照明光学系は、内視鏡の周方向180度以上に亘り、前記内視鏡の長手方向に沿って照明光が中抜けとなり、前記照明光が前記内視鏡の長手方向に対する側方近傍を照射する配光特性を備えた内視鏡用照明光学系であって、複数の反射面を前記内視鏡の周方向に沿って備え、複数の前記反射面の反射角度は2種類であり、隣り合う前記反射面同士の反射角度が互いに異なるようにしたことを特徴としている。

さらに、上記目的を達成するため、本発明による内視鏡用照明光学系は、内視鏡の周方向180度以上に亘り、前記内視鏡の長手方向に沿って照明光が中抜けとなり、前記照明光が前記内視鏡の長手方向に対する側方近傍を照射する配光特性を備えた内視鏡用照明光学系であって、複数のLED光源を前記内視鏡の周方向に沿って備え、複数の前記LED

光源は、夫々、配光角度の小さい光を減らす減光部材を、発光部の前方中央の内視鏡の周方向に沿う範囲に設けたことを特徴としている。

【手続補正 3】

【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】

また、本発明の内視鏡用照明光学系においては、次の条件式を満足するのが好ましい。

$$I_0 \cdot I_\theta \cdots (1)$$

但し、I は照射面を基準として、前記内視鏡の観察視野範囲内を、前記内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して所定角度で照射する際の球面配光の強度であり、 I_0 は前記内視鏡の長手方向に垂直な方向に対して角度 0 度で照射する際の球面配光の強度、 I_θ は前記内視鏡の長手方向に垂直な方向よりも後方に、長手方向に垂直な方向に対して角度 θ 度で照射する際の球面配光の強度である。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 8】

【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】

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 1 1】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 1 9
【補正方法】削除
【補正の内容】
【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 2 0
【補正方法】削除
【補正の内容】
【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 2 1
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 1 4】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 2
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 1 5】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 3
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 1 6】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 4
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 1 7】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 5
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 1 8】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 6
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 1 9】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 7
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 0】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 8
【補正方法】削除
【補正の内容】

【手続補正 2 1】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 9
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 2】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 3 0
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 3】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 3 1
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 4】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 3 2
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 5】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 3 3
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 6】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 3 4
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 7】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 3 5
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 8】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 3 6
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 9】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 3 7
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 3 0】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 3 8
【補正方法】削除
【補正の内容】

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/068882

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B23/26(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, A61B1/06(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)

G02B23/26, A61B1/00, A61B1/06

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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	JP 10-165357 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 23 June 1998 (23.06.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-16, 20, 23-29 17-19, 21, 22
A		
Y	JP 10-014870 A (Machida Endoscope Co., Ltd.), 20 January 1998 (20.01.1998), fig. 1, 2, 4 (Family: none)	1-16, 20, 23-29
Y	JP 2006-072098 A (Olympus Corp.), 16 June 2006 (16.06.2006), fig. 3 & US 2006/0052668 A1	1-16, 20, 23-29

☒ 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
21 December, 2009 (21.12.09)Date of mailing of the international search report
12 January, 2010 (12.01.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/068882

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 150094/1983 (Laid-open No. 59214/1985) (Olympus Optical Co., Ltd.), 24 April 1985 (24.04.1985), page 8, lines 4 to 13; fig. 3 (Family: none)	16
Y	JP 2008-183408 A (Fraunhofer-Gesellschaft zur Foerderung der angewandten Forschung e.V.), 14 August 2008 (14.08.2008), fig. 4, 5 & US 2008/0183043 A1 & EP 1961371 A2 & DE 102007015492 A	23
Y	JP 2007-312809 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 06 December 2007 (06.12.2007), fig. 3 (Family: none)	23
Y	JP 63-246715 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 13 October 1988 (13.10.1988), fig. 14 & US 4868644 A	24

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2009/068882	
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G02B23/26(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, A61B1/06(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. G02B23/26, A61B1/00, A61B1/06			
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 1971-2009年 日本国実用新案登録公報 1996-2009年 日本国登録実用新案公報 1994-2009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	
X A	JP 10-165357 A（オリンパス光学工業株式会社）1998.06.23, 全文、 全図（ファミリーなし）	1-16, 20, 23-29 17-19, 21, 22	
Y	JP 10-014870 A（株式会社町田製作所）1998.01.20, 【図1】、【図2】、【図4】（ファミリーなし）	1-16, 20, 23-29	
Y	JP 2006-072098 A（オリンパス株式会社）2006.06.16, 【図3】 & US 2006/0052668 A1	1-16, 20, 23-29	
☒ 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 21.12.2009		国際調査報告の発送日 12.01.2010	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 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） 下村 一石 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	2V 3810

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 2 0 0 9 / 0 6 8 8 8 2

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	日本国実用新案登録出願58-150094号(日本国実用新案登録出願公開60-59214号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(オリンパス光学工業株式会社)1985.04.24, 第8頁第4-13行、第3図(ファミリーなし)	16
Y	JP 2008-183408 A (フラウンホーファーゲゼルシャフト ツール フォルデルング エー アンゲヴァンテン フォルシユング エー, フアー.) 2008.08.14, 【図4】、【図5】 & US 2008/0183043 A1 & EP 1961371 A2 & DE 102007015492 A	23
Y	JP 2007-312809 A (オリンパス光学工業株式会社) 2007.12.06, 【図3】(ファミリーなし)	23
Y	JP 63-246715 A (オリンパス光学工業株式会社) 1988.10.13, 第14図 & US 4868644 A	24

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(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, 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, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(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)	内视镜用照明光学系		
公开(公告)号	JPWO2010055800A1	公开(公告)日	2012-04-12
申请号	JP2010520372	申请日	2009-11-05
[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	金野光次郎		
发明人	金野 光次郎		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/26 A61B1/06		
CPC分类号	A61B1/07 A61B1/00096 A61B1/00177 A61B1/00179 A61B1/0615 A61B1/0623 A61B1/0676 A61B1/0684 A61B1/31 G02B23/243 G02B23/2469		
FI分类号	A61B1/00.300.Y G02B23/26.B G02B23/26.C A61B1/06.A		
F-TERM分类号	2H040/BA02 2H040/BA12 2H040/BA13 2H040/CA03 2H040/CA09 2H040/CA12 2H040/DA12 4C061/AA04 4C061/BB04 4C061/FF40 4C061/NN01 4C061/QQ09 4C061/RR02 4C061/RR06 4C161/AA04 4C161/BB04 4C161/FF40 4C161/NN01 4C161/QQ09 4C161/RR02 4C161/RR06		
优先权	2008288915 2008-11-11 JP		
其他公开文献	JP4741032B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

可以观察到物镜光学系统的预定范围，与可以在内窥镜的圆周方向上以180度观察从内窥镜的纵向上的侧面到后方的至少预定范围的物镜光学系统结合使用。用于内窥镜的照明光学系统，其具有能够照射光的照明光学系统。照明光学系统具有这样的配光特性，其中，在内窥镜的长度方向上的光分布为中空部，因此，中空的部分的光向内窥镜的长度方向侧方照射。要做。

