

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6606361号
(P6606361)

(45) 発行日 令和1年11月13日(2019.11.13)

(24) 登録日 令和1年10月25日(2019.10.25)

| | |
|-------------------|----------------------------------|
| (51) Int.Cl. | F 1 |
| G 0 2 B 1 9 / 0 0 | (2006.01) G O 2 B 1 9 / 0 0 |
| G 0 2 B 2 3 / 2 6 | (2006.01) G O 2 B 2 3 / 2 6 |
| A 6 1 B 1 / 0 4 | (2006.01) A 6 1 B 1 / 0 4 |
| A 6 1 B 1 / 0 0 | (2006.01) A 6 1 B 1 / 0 0 |
| A 6 1 B 1 / 0 6 | (2006.01) A 6 1 B 1 / 0 6 |

請求項の数 18 (全 26 頁)

| | |
|-----------|------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2015-130219 (P2015-130219) |
| (22) 出願日 | 平成27年6月29日 (2015.6.29) |
| (65) 公開番号 | 特開2017-15836 (P2017-15836A) |
| (43) 公開日 | 平成29年1月19日 (2017.1.19) |
| 審査請求日 | 平成30年6月20日 (2018.6.20) |

| | |
|-----------|--|
| (73) 特許権者 | 000000376 オリンパス株式会社 東京都八王子市石川町2951番地 |
| (74) 代理人 | 110001405 特許業務法人篠原国際特許事務所 |
| (74) 代理人 | 100065824 弁理士 篠原 泰司 |
| (74) 代理人 | 100104983 弁理士 藤中 雅之 |
| (74) 代理人 | 100166394 弁理士 鈴木 和弘 |
| (72) 発明者 | 高橋 進 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ リンパス株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】全周囲照明光学部材、それを備えた内視鏡用全周囲照明光学系及び全周囲観察用内視鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内視鏡先端部に偏心配置された照明光供給手段からの光を該内視鏡先端部側方の全周囲に向けて照明する全周囲照明光学部材であって、

透明媒質からなり、互いに同軸又は非同軸となる位置に夫々円筒形状に形成された内周面及び外周面並びに前記内周面と前記外周面とに夫々接する環状に形成された先端部及び後端部を有する開口付き円柱部と、

前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲にわたって交互に形成された、全反射面及び前記全反射面に入射した場合には全反射させられる向きで入射した一部の光を、前記開口付き円柱部の外部へ、前記全反射面に対して斜め方向に出射する出射面と、

前記開口付き円柱部の前記内周面、前記先端部及び前記後端部の全面に備えられた、前記開口付き円柱部の内部を通って前記内周面、前記先端部及び前記後端部へ入射した光を反射する第1の反射部と、

前記照明光供給手段からの光を、前記開口付き円柱部の前記内周面の円筒形状及び前記外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れるようにして、前記開口付き円柱部の内部へ供給させる照明光案内部と、

を有することを特徴とする全周囲照明光学部材。

【請求項 2】

前記照明光案内部が、前記開口付き円柱部の前記先端部における前記照明光供給手段の出射部に対向する領域を含む所定領域に形成されていて、前記照明光供給手段により前記

10

20

開口付き円柱部の内部へ供給され該開口付き円柱部の先端部側方向に進む光を、前記開口付き円柱部の前記内周面の円筒形状及び前記外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れる方向に反射する第2の反射部からなることを特徴とする請求項1に記載の全周囲照明光学部材。

【請求項3】

前記開口付き円柱部における前記先端部と前記後端部のいずれか一方は、該先端部と該後端部の間の肉厚が円周方向に沿って異なるように形成された螺旋面と、前記螺旋面と交差し該螺旋面上で段差を形成し、前記照明光供給手段の出射部から出射した、該開口付き円柱部の前記内周面の円筒形状及び前記外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れる方向の光を入射して、該開口付き円柱部の内部に導く段差形成面を有し、10

前記照明光案内部が、前記段差形成面からなることを特徴とする請求項1に記載の全周囲照明光学部材。

【請求項4】

前記開口付き円柱部における前記先端部と前記後端部のいずれか一方は、該先端部と該後端部の間の肉厚が円周方向に沿って異なるように形成された螺旋面と、前記螺旋面と交差し該螺旋面上で段差を形成し、前記照明光供給手段の出射部から出射した光を入射して、該開口付き円柱部の内部に導く段差形成面を有し、

前記照明光案内部が、前記照明光供給手段の出射部から出射した光を、前記開口付き円柱部の前記内周面の円筒形状及び前記外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れる方向に反射して、前記段差形成面に入射させる第3の反射部からなることを特徴とする請求項1に記載の全周囲照明光学部材。20

【請求項5】

さらに、前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲を覆う円筒形状のカバーガラスを有することを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の全周囲照明光学部材。

【請求項6】

前記第2の反射部が、前記仮想線を境界として夫々異なる方向に傾斜する二つの反射面を有する、断面がV字形状の面からなることを特徴とする請求項2又は請求項2に従属する請求項5に記載の全周囲照明光学部材。

【請求項7】

前記第2の反射部が、前記照明光供給手段の光軸上の仮想軸を中心として夫々異なる方向に傾斜する三つ以上の反射面を有する角錐形状の面からなることを特徴とする請求項2又は請求項2に従属する請求項5に記載の全周囲照明光学部材。30

【請求項8】

前記開口付き円柱部の前記外周面は、全周囲にわたり間隔をあけて複数形成された、断面が台形状の凸部を有し、

前記出射面が、前記断面が台形状の凸部におけるテーパ面からなることを特徴とする請求項6又は7に記載の全周囲照明光学部材。

【請求項9】

前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲にわたって形成される個々の前記出射面は、該開口付き円柱部の該外周面における、前記仮想線を境界として二分割した夫々の半周領域において、前記第2の反射部により反射させられる光が前記開口付き円柱部の内部を伝搬していく夫々の方向に沿って、該第2の反射部により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって配置間隔が短くなっていることを特徴とする請求項2、6、7、8、請求項2に従属する請求項5のいずれかに記載の全周囲照明光学部材。40

【請求項10】

前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲にわたって形成される個々の前記出射面は、該開口付き円柱部の該外周面における、前記仮想線を境界として二分割した夫々の半周領域において、前記第2の反射部により反射させられる光が前記開口付き円柱部の内部を伝搬していく夫々の方向に沿って、該第2の反射部により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって面積が大きくなっていることを特徴とする請求項2、6、50

7、8、請求項₂に従属する請求項₅のいずれかに記載の全周囲照明光学部材。

【請求項11】

前記第2の反射部が、前記照明光供給手段により前記開口付き円柱部の内部へ供給されて該開口付き円柱部の先端方向に進む光を、前記仮想線を境界とする二方向のうちのいずれか一方向に向けて反射する一つの反射面からなり、

前記開口付き円柱部の前記外周面は、全周囲にわたり間隔をあけて同じ向きに複数形成された、前記全反射面に対する傾斜角度が異なる二つの傾斜面を有する断面が略三角形状の凸部を有し、

前記出射面が、前記断面が略三角形状の凸部における前記二つの傾斜面のうち、前記全反射面に対する傾斜角度が大きい傾斜面からなることを特徴とする請求項₂、請求項₂に従属する請求項₅のいずれかに記載の全周囲照明光学部材。 10

【請求項12】

前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲にわたって形成される個々の前記出射面は、前記第2の反射部により反射させられる光が前記開口付き円柱部の内部を伝搬していく方向に沿って、該第2の反射部により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって、配置間隔が短くなっていることを特徴とする請求項₁₁に記載の全周囲照明光学部材。

【請求項13】

前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲にわたって形成される個々の前記出射面は、前記第2の反射部により反射させられる光が前記開口付き円柱部の内部を伝搬していく方向に沿って、該第2の反射部により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって、面積が大きくなっていることを特徴とする請求項₁₁に記載の全周囲照明光学部材。 20

【請求項14】

前記開口付き円柱部の前記外周面は、全周囲にわたり間隔をあけて同じ向きに複数形成された、前記全反射面に対する傾斜角度が異なる二つの傾斜面を有する断面が略三角形状の凸部を有し、

前記出射面が、前記断面が略三角形状の凸部における前記二つの傾斜面のうち、前記全反射面に対する傾斜角度が大きい傾斜面からなることを特徴とする請求項₃、₄、請求項₃又は₄に従属する請求項₅のいずれかに記載の全周囲照明光学部材。 30

【請求項15】

前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲にわたって形成される個々の前記出射面は、前記段差形成面から入射した光が前記開口付き円柱部の内部を伝搬していく方向に沿って、該段差形成面から入射した光の該開口付き円柱部の内部における最初に入射する領域から離れるにしたがって、配置間隔が短くなっていることを特徴とする請求項₁₄に記載の全周囲照明光学部材。

【請求項16】

前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲にわたって形成される個々の前記出射面は、前記段差形成面から入射した光が前記開口付き円柱部の内部を伝搬していく方向に沿って、該段差形成面から入射した光の該開口付き円柱部の内部における最初に入射する領域から離れるにしたがって、面積が大きくなっていることを特徴とする請求項₁₄に記載の全周囲照明光学部材。 40

【請求項17】

照明光供給手段と、

請求項1～₁₆のいずれかに記載の全周囲照明光学部材と、
を備えた内視鏡用全周囲照明光学系。

【請求項18】

請求項₁₇に記載の全周囲照明光学系と前記開口付き円柱部の開口内に一部のレンズを有し、側方の全周囲にわたる観察対象を観察する対物光学系を内視鏡先端部に備えた全周囲観察用内視鏡。 50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えば、管状の観察対象に対し、側方を全周囲にわたり観察する内視鏡において、側方の全周囲にわたる観察対象を照明するための全周囲照明光学部材、それを備えた内視鏡用全周囲照明光学系及び全周囲観察用内視鏡に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、側方の全周囲にわたる観察対象を照明する技術としては、例えば、内面形状測定装置において、周方向に複数のスリットを有する筒状の外周部の内部に、発光素子（LED素子）を筒状の外周部の周方向に並べて複数配置し、全周囲に向けて計測用のスリット照明光を出射する構成がある（例えば、特許文献1参照）。

10

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】特開2014-149164号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

ところで、近年、内視鏡においては、内視鏡先端部の細径化が求められている。しかるに、特許文献1に記載のような発光素子を筒状の外周部の周方向に配置する構成では、周方向のスペースが大きくとられて内視鏡先端部の径が太くなってしまう。内視鏡先端部の細径化のためには、内視鏡先端部において偏心配置された照明光供給手段からの光を側方の全周囲に向けて出射させる構成が必要とされる。

20

【0005】

しかし、内視鏡先端部において偏心配置された照明光供給手段により供給照明光を用いて側方の全周囲にわたる観察対象にほぼ均一に照明することが難しい。

上記構成において照明光を用いて側方の全周囲にわたる観察対象を照明する手法としては、内部が散乱性物質で満たされている光学部材を用いて照明光を拡散させることが考えられる。

30

しかし、内部が散乱性物質で満たされている光学部材を用いて側方の全周囲にわたる観察対象を均一に照明しようとすると、散乱光が観察対象以外の方向にも出射するため、光の利用効率が低下してしまう。

【0006】

また、特許文献1に記載の全周囲に向けてスリット照明光を出射する構成は、被検物に投影されたスリット光の位置を検出することによって被検物の内面形状を求めるために、全周囲の被検物に対し照明光を照射する向きが、被検物で鏡面反射した照明光を観察系に入射させるものとなっている。しかし、照明光を管内面の形態の観察に用いる場合には、特許文献1に記載の構成では、鏡面反射した一部の強い光がハレーションを起こし、管内面の詳細な画像検査に支障を来たす虞がある。

40

【0007】

本発明の幾つかの態様によれば、上記従来の課題を解決するために提案されたものであり、管状の観察対象に対し、側方を全周囲にわたり観察する内視鏡において、偏心配置された照明光供給手段からの照明光を用いて側方の全周囲にわたる観察対象を、光の強度をほぼ均一に照明でき、かつ、光の利用効率が高く明るい照明を行うことができ、しかも、管内観察時における鏡面反射光が低減でき、ハレーションが生じ難く観察系で観察しやすい照明光を照射できる全周囲照明光学部材、それを備えた内視鏡用全周囲照明光学系及び全周囲観察用内視鏡を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

50

上記目的を達成するため、本発明の一態様による全周囲照明光学部材は、内視鏡先端部に偏心配置された照明光供給手段からの光を該内視鏡先端部側方の全周囲に向けて照明する全周囲照明光学部材であって、透明媒質からなり、互いに同軸又は非同軸となる位置に夫々円筒形状に形成された内周面及び外周面並びに前記内周面と前記外周面とに夫々接する環状に形成された先端部及び後端部を有する開口付き円柱部と、前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲にわたって交互に形成された、全反射面及び前記全反射面に入射した場合には全反射させられる向きで入射した一部の光を、前記開口付き円柱部の外部へ、前記全反射面に対して斜め方向に出射する出射面と、前記開口付き円柱部の前記内周面、前記先端部及び前記後端部の全面に備えられた、前記開口付き円柱部の内部を通って前記内周面、前記先端部及び前記後端部へ入射した光を反射する第1の反射部と、前記照明光供給手段からの光を、前記開口付き円柱部の前記内周面の円筒形状及び前記外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れるようにして、前記開口付き円柱部の内部へ供給させる照明光案内部と、を有する。

【0009】

また、本発明の一態様による内視鏡用全周囲照明光学系は、照明光供給手段と、本発明の一態様による全周囲照明光学部材と、前記全周囲照明光学部材の周囲を覆う円筒形状のカバーガラスと、を備えている。

【0010】

また、本発明の一態様による全周囲観察用内視鏡は、本発明の一態様による全周囲照明光学系と前記開口付き円柱部の開口内に一部のレンズを有し、側方の全周囲にわたる観察対象を観察する対物光学系を内視鏡先端部に備えている。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、管状の観察対象に対し、側方を全周囲にわたり観察する内視鏡において、偏心配置された照明光供給手段からの照明光を用いて側方の全周囲にわたる観察対象を、光の強度をほぼ均一に照明でき、かつ、光の利用効率が高く明るい照明を行うことができ、しかも、管内観察時における鏡面反射光が低減でき、ハレーションが生じ難く観察系で観察しやすい照明光を照射できる全周囲照明光学部材、それを備えた内視鏡用全周囲照明光学系及び全周囲観察用内視鏡が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の各実施形態のいずれかの内視鏡用全周囲照明光学系を備えた全周囲観察用内視鏡の概略構成の一例を示す説明図である。

【図2】本発明の第1実施形態にかかる全周囲照明光学部材の構成を示す図で、(a)は全周囲照明光学部材における円筒形状のサファイア製カバーガラスの内側に位置する部材の外観を示す斜視図、(b)は全周囲照明光学部材を光の入射側から見た平面図である。

【図3】図2の全周囲照明光学部材における円筒形状のサファイア製カバーガラスの内側に位置する部材の構成と照明光供給手段からの光を全周囲に拡散して照明する作用を併せて示す説明図で、(a)は光の入射側から見た平面図、(b)は下側から見た要部説明図である。

【図4】図3に示す全周囲照明光学部材に備わる出射面の機能を示す説明図で、(a)は全反射面で全反射され得る向きで出射面に入射した光の進行方向を模式的に示す図、(b)は全周囲照明光学部材の出射面から側方の全周囲にわたる観察対象に向けて出射し、観察対象で鏡面反射した光の進行方向を模式的に示す図、(c)は(b)の比較例として、照明光を全反射面に対してほぼ垂直に近い状態で出射させるように出射面を構成した全周囲照明光学部材における、観察対象で鏡面反射した光の進行方向を示す図である。

【図5】第1実施形態の比較例にかかる全周囲照明光学部材における円筒形状のサファイア製カバーガラスの内側に位置する部材の構成と照明光供給手段からの光を全周囲に拡散して照明する作用を併せて示す説明図で、(a)は光の入射側から見た平面図、(b)は側方から見た要部説明図である。

10

20

30

40

50

【図6】本発明の第2実施形態にかかる全周囲照明光学部材における円筒形状のサファイア製カバーガラスの内側に位置する部材の構成と照明光供給手段からの光を全周囲に拡散して照明する作用を併せて示す図で、(a)は光の入射側から見た平面図、(b)は全周囲照明光学部材における円筒形状のサファイア製カバーガラスの内側に位置する部材の要部形状を示す斜視図である。

【図7】本発明の第3実施形態にかかる全周囲照明光学部材における円筒形状のサファイア製カバーガラスの内側に位置する部材の構成と照明光供給手段からの光を全周囲に拡散して照明する作用を併せて示す説明図で、(a)は光の入射側から見た平面図、(b)は下側から見た要部説明図である。

【図8】本発明の第4実施形態にかかる全周囲照明光学部材における円筒形状のサファイア製カバーガラスの内側に位置する部材の構成を光の入射側から見た平面図で、(a)はその一例を示す図、(b)は他の例を示す図である。

【図9】本発明の第5実施形態にかかる全周囲照明光学部材における円筒形状のサファイア製カバーガラスの内側に位置する部材の構成を光の入射側から見た平面図で、(a)はその一例を示す図、(b)は他の例を示す図である。

【図10】本発明のさらにその他の例の全周囲照明光学部材を概念的に示す説明図で、(a)はその一例における全周囲照明光学部材内の光の進行方向を示す図、(b)は他の例にかかる全周囲照明光学部材内の光の進行方向を示す図、(c)はさらに他の例にかかる全周囲照明光学部材における円筒形状のサファイア製カバーガラスの内側に位置する部材の構成を概念的に示す斜視図、(d)は(c)に示す部材を照明光供給手段配置側から見た平面図、(e)は(d)に示す部材に照明光供給手段を配置した状態を示す平面図、(f)はさらに他の例にかかる全周囲照明光学部材における円筒形状のサファイア製カバーガラスの内側に位置する部材の構成を概念的に示す図であって、照明光供給手段を配置した状態を示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態について説明する。なお、以下に説明する実施の形態は特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また、以下の実施形態で説明する構成の全てが、本発明における必須の構成要件であるとは限らない。

【0014】

本発明の実施形態の全周囲照明光学部材は、内視鏡先端部に偏心配置された照明光供給手段からの光を該内視鏡先端部側方の全周囲に向けて照明する全周囲照明光学部材であって、透明媒質からなり、互いに同軸又は非同軸となる位置に夫々円筒形状に形成された内周面及び外周面並びに前記内周面と前記外周面とに夫々接する環状に形成された先端部及び後端部を有する開口付き円柱部と、前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲にわたって交互に形成された、全反射面及び前記全反射面に入射した場合には全反射させられる向きで入射した一部の光を、前記開口付き円柱部の外部へ、前記全反射面に対して斜め方向に出射する出射面と、前記開口付き円柱部の前記内周面、前記先端部及び前記後端部の全面に備えられた、前記開口付き円柱部の内部を通って前記内周面、前記先端部及び前記後端部へ入射した光を反射する第1の反射部と、前記照明光供給手段からの光を、前記開口付き円柱部の前記内周面の円筒形状及び前記外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れるようにして、前記開口付き円柱部の内部へ供給させる照明光案内部と、を有する。

【0015】

本発明の実施形態の全周囲照明光学部材のように、透明媒質からなり、互いに同軸又は非同軸となる位置に夫々円筒形状に形成された内周面及び外周面並びに内周面と外周面とに夫々接する環状に形成された先端部及び後端部を有する開口付き円柱部を有すれば、内視鏡先端部に偏心配置された照明光供給手段からの光を、開口付き円柱部の内部を伝搬させることによって、内視鏡先端部側方の全周囲に向けて照明することができるようになる。

10

20

30

40

50

【0016】

また、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材のように、開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたって交互に形成された、全反射面及び全反射面に入射した場合には全反射させられうる向きで入射した一部の光を、開口付き円柱部の外部へ出射する出射面を有すれば、内視鏡先端部に偏心配置された照明光供給手段からの光が開口付き円柱部の内部に偏った位置から入射しても、照明光供給手段からの入射光を、開口付き円柱部の内周面の円筒形状及び外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れるようにして、開口付き円柱部の内部へ供給させたときに、開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたって夫々形成された全反射面の反射作用を繰り返すことで、開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたって光を拡散しながら側方の全周囲に向けて観察対象に対し照明を行うことができる。 10

また、全反射面及び出射面を開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたって交互に形成すれば、内視鏡先端部に偏心配置されたライトガイドからの光の入射位置近傍の外周面から多くの光が出射することなく、一定量の光を開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたり出射させやすくなる。その結果、内視鏡先端部側方の全周囲に向けて均一な光量の照明を行うことができるようになる。

また、出射面を、全反射面に入射した場合には全反射させられうる向きで入射した一部の光を、開口付き円柱部の外部へ、全反射面に対して斜め方向に出射するように形成すれば、出射面から出射する光は、側方の全周囲にわたる観察対象に対し斜めに照射する光となり、観察対象からの鏡面反射光は内視鏡の側方観察系の入射端を外れやすくなる。その結果、管内観察時における鏡面反射光が低減でき観察系で観察しやすい照明光を照射できるようになる。 20

この点に関し、さらに補足説明する。本発明の実施形態の全周囲照明光学部材は、側方の全周囲にわたる観察対象を観察する内視鏡に適用されることを前提とするものである。側方の全周囲にわたる観察対象を観察する内視鏡においては、観察系は、側方の全周囲にわたる観察対象からの光を入射し、観察像として結像させる。一方、照明系は、観察対象に対し斜め方向から照明を行う。ここで、観察対象で鏡面反射した照明光が観察系に入射すると、一部の強い光がハレーションを起こし、管内面の詳細な画像検査に支障を来たす虞がある。しかるに、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材のように出射面を構成すれば、側方の全周囲にわたって観察対象に対し斜照明を行うことができるので、観察対象で鏡面反射した照明光が観察系に入射せず、ハレーションの少ない観察画像を得ることができ、管内面の詳細な画像検査を行い易くなる。 30

【0017】

また、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材のようにすれば、内部が散乱性物質で満たされている光学部材を用いた構成とは異なり、観察対象以外の方向に出射する散乱光が生じないため、その分、光の利用効率が高くなる。

【0018】

また、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材のように、前記開口付き円柱部の前記内周面、前記先端部及び前記後端部の全面に備えられた、前記開口付き円柱部の内部を通して前記内周面、前記先端部及び前記後端部へ入射した光を反射する第1の反射部を有すれば、照明光供給手段からの入射光を、開口付き円柱部の内周面の円筒形状及び外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れるようにして、開口付き円柱部の内部へ供給させたときに、開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたって夫々形成された全反射面と第1の反射部との反射作用を繰り返すことで、開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたって光を拡散しながら側方の全周囲に向けて観察対象に対し照明を行うことができる。また、内視鏡先端部に偏心配置された照明光供給手段からの光を、開口付き円柱部の内周面、先端部及び後端部から漏れ出させることなく、外周面に向けることができる。その結果、内視鏡先端部側方の全周囲に向けて照明光量のロスが少なく高効率で明るい照明を行うことができるようになる。 40

【0019】

また、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材のように、前記照明光供給手段からの光

を、前記開口付き円柱部の前記内周面の円筒形状及び前記外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れるようにして、前記開口付き円柱部の内部へ供給させる照明光案内部を有すれば、開口付き円柱部の内部へ供給された光を、照明光供給手段からの照明光供給位置近傍領域の内周面や外周面に対する光の入射角度を鈍角にして外周面における当該領域から開口付き円柱部の外部へ出射する光の割合を抑えながら、開口付き円柱部の全周囲にわたり光を伝搬させる方向に偏向できる。

【0020】

このため、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材のようにすれば、管状の観察対象に対し、側方を全周囲にわたり観察する内視鏡において、偏心配置された照明光供給手段からの照明光を用いて側方の全周囲にわたる観察対象を、光の強度をほぼ均一に照明でき、かつ、光の利用効率が高く明るい照明を行うことができ、しかも、管内観察時における鏡面反射光が低減でき、ハレーションが生じ難く観察系で観察しやすい照明光を照射できる。

10

なお、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材における、内視鏡先端部に偏心配置された照明光供給手段は、照明光源からの光を導光するライトガイド等の導光部材でも良いし、あるいはLED等の照明光源であっても良い。

【0021】

また、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材においては、好ましくは、前記照明光案内部が、前記開口付き円柱部の前記先端部における前記照明光供給手段の出射部に対向する領域を含む所定領域に形成されていて、前記照明光供給手段により前記開口付き円柱部の内部へ供給され該開口付き円柱部の先端部側方向に進む光を、前記開口付き円柱部の前記内周面の円筒形状及び前記外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れる方向に反射する第2の反射部からなる。

20

あるいは、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材においては、好ましくは、前記開口付き円柱部における前記先端部と前記後端部のいずれか一方は、該先端部と該後端部の間の肉厚が円周方向に沿って異なるように形成された螺旋面と、前記螺旋面と交差し該螺旋面上で段差を形成し、前記照明光供給手段の出射部から出射した、該開口付き円柱部の前記内周面の円筒形状及び前記外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れる方向の光を入射して、該開口付き円柱部の内部に導く段差形成面を有し、前記照明光案内部が、前記段差形成面からなる。

30

あるいは、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材においては、好ましくは、前記開口付き円柱部における前記先端部と前記後端部のいずれか一方は、該先端部と該後端部の間の肉厚が円周方向に沿って異なるように形成された螺旋面と、前記螺旋面と交差し該螺旋面上で段差を形成し、前記照明光供給手段の出射部から出射した光を入射して、該開口付き円柱部の内部に導く段差形成面を有し、前記照明光案内部が、前記照明光供給手段の出射部から出射した光を、前記開口付き円柱部の前記内周面の円筒形状及び前記外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れる方向に反射して、前記段差形成面に入射させる第3の反射部からなる。

【0022】

これらのようにすれば、照明光案内部による、開口付き円柱部の内部へ供給された光を、照明光供給手段からの照明光供給位置近傍領域の内周面や外周面に対する光の入射角度を鈍角にして外周面における当該領域から開口付き円柱部の外部へ出射する光の割合を抑えながら、開口付き円柱部の全周囲にわたり光を伝搬させる方向に偏向できる効果を具現化できる。

40

【0023】

また、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材においては、好ましくは、さらに、前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲を覆う円筒形状のカバーガラスを有する。

前方を観察する通常の内視鏡では、内視鏡先端部の側面は金属製の鏡筒で覆われているが、側方の全周囲を観察する内視鏡においては、金属製の鏡筒で側方を覆うと観察できない。しかし、むき出しの状態で開口付き円柱部を内視鏡先端部に備えた場合、観察対象に

50

開口付き円柱部が接触し、開口付き円柱部の外周面に水分が付着することで、外周面の全反射条件が変化してしまい、側方の全周囲にわたる照明に悪影響を及ぼす虞がある。

しかるに、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材のように、円筒形状のカバーガラスで開口付き円柱部の外周面の全周囲を覆うようにすれば、開口付き円柱部の外周面に形成された全反射面と円筒形状のカバーガラスとの間に空気層を確保でき、開口付き円柱部の外周面における全反射面での全反射条件を保持できる。

また、全周囲側方観察を行う場合、観察対象の面等、内視鏡先端部の外側に位置する物体に円筒形状のカバーガラスが直接的に接触する機会が多く、傷が付きやすい。

しかるに、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材のように、円筒形状のカバーガラスの材質をサファイアで構成すれば、内視鏡先端部の外側に位置する物体との接触による傷の発生を防ぐことができる。10

【0024】

また、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材においては、好ましくは、前記第2の反射部が、前記開口付き円柱部の前記内周面の円筒形状及び前記外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線を境界として夫々異なる方向に傾斜する二つの反射面を有する、断面がV字形状の面からなる。

このようにすれば、導光部材により開口付き円柱部の内部に偏った位置から入射した光が、第2の反射部を構成する夫々の反射面により、開口付き円柱部の内周面の円筒形状及び外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れる二方向に反射させられ、夫々の反射面で反射した夫々の光が、均一な光量に分けられて開口付き円柱部の内周面と外周面との間を全周囲にわたり夫々異なる向きで伝搬していく。また、夫々の反射面で反射した夫々の光の開口付き円柱部の内周面や外周面に入射する角度を鈍角にすることができるため、開口付き円柱部における、導光部材からの光の入射位置近傍での外周面に入射する光の全反射面で全反射しないで外部に出射する光量を抑えることができ、その結果、全周囲にわたり均一な光を伝搬させ易くなる。20

【0025】

また、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材においては、好ましくは、前記第2の反射部が、前記照明光供給手段の光軸上の仮想軸を中心として夫々異なる方向に傾斜する三つ以上の反射面を有する角錐形状の面からなる。

このようにすれば、夫々の反射面で、開口付き円柱部の内周面の円筒形状及び外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れる三つ以上の方向に反射させられる、夫々の光の開口付き円柱部の内周面や外周面に入射する角度を鈍角にしながら、多方向に均一な光量に分けて開口付き円柱部の内周面と外周面との間を全周囲にわたり夫々異なる向きで伝搬させることができ、全周囲にわたり、より均一な光を伝搬させ易くなる。30

【0026】

また、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材においては、好ましくは、前記開口付き円柱部の前記外周面は、全周囲にわたり間隔をあけて複数形成された、断面が台形状の凸部を有し、前記出射面が、前記断面が台形状の凸部におけるテーパ面からなる。

このようにすれば、第2の反射部を構成する夫々の反射面により、開口付き円柱部の内周面の円筒形状及び外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れる複数方向に反射させられ、開口付き円柱部の内周面と外周面との間を全周囲にわたり夫々異なる向きで伝搬していく夫々の光を、台形状の凸部に形成された夫々のテーパ面で、臨界角よりも小さい角度で入射させて出射することができる。その結果、開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたり均一な光を出射させることができる。40

【0027】

また、第2の反射部が複数の反射面からなる本発明の実施形態の全周囲照明光学部材においては、好ましくは、前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲にわたって形成される個々の前記出射面は、前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲にわたって形成される個々の前記出射面は、該開口付き円柱部の該外周面における、該開口付き円柱部の該内周面の円筒形状及び該外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線を境界として二分割した夫々50

の半周領域において、前記第2の反射部により反射させられる光が前記開口付き円柱部の内部を伝搬していく夫々の方向に沿って、該第2の反射部により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって配置間隔が短くなっている。

【0028】

開口付き円柱部の外周面における、第2の反射部により反射させられる光の最初に入射する領域には、大量の光が入射するため、出射する光量も大きくなり易い。また、開口付き円柱部の外周面は、第2の反射部により反射させられる光が開口付き円柱部の内部を伝搬していく夫々の方向に沿って、第2の反射部により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって、それまでの外周面から抜け出た光量分、入射する光量が少なくなるため、その分、出射する光量も少くなり易い。

10

しかるに、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材のように、開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたって形成される個々の出射面の配置間隔を、開口付き円柱部の外周面における、開口付き円柱部の内周面の円筒形状及び外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線を境界として二分割した夫々の半周領域において、第2の反射部により反射させられる光が開口付き円柱部の内部を伝搬していく夫々の方向に沿って、第2の反射部により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって短くなるようにすれば、上記仮想線を境界として二分割した夫々の半周領域において、開口付き円柱部の外周面における、入射光量の多い領域からの光の出射頻度を抑え、入射光量の少ない領域からの光の出射頻度を増やすことができる。その結果、上記仮想線を境界として二分割した夫々の半周領域にわたる出射光の光量を均一化し、開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたる出射光の光量を均一化できる。

20

【0029】

また、第2の反射部が複数の反射面からなる本発明の実施形態の全周囲照明光学部材においては、好ましくは、前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲にわたって形成される個々の前記出射面は、該開口付き円柱部の該外周面における、該開口付き円柱部の該内周面の円筒形状及び該外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線を境界として二分割した夫々の半周領域において、前記第2の反射部により反射させられる光が前記開口付き円柱部の内部を伝搬していく夫々の方向に沿って、該第2の反射部により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって面積が大きくなっている。

30

このようにすると、上記仮想線を境界として二分割した夫々の半周領域において、開口付き円柱部の外周面における、入射光量の多い領域からの出射光量を抑え、入射光量の少ない領域からの出射光量を増やすことができる。その結果、上記仮想線を境界として二分割した夫々の半周領域にわたる出射光の光量を均一化し、開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたる出射光の光量を均一化できる。

【0030】

また、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材においては、好ましくは、前記第2の反射部が、前記照明光供給手段により前記開口付き円柱部の内部へ供給されて該開口付き円柱部の先端方向に進む光を、前記開口付き円柱部の前記内周面の円筒形状及び前記外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線を境界とする二方向のうちのいずれか一方に向けて反射する一つの反射面からなり、前記開口付き円柱部の前記外周面は、全周囲にわたり間隔をあけて同じ向きに複数形成された、前記全反射面に対する傾斜角度が異なる二つの傾斜面を有する断面が略三角形状の凸部を有し、前記出射面が、前記断面が略三角形状の凸部における前記二つの傾斜面のうち、前記全反射面に対する傾斜角度が大きい傾斜面からなる。

40

【0031】

本発明の実施形態の全周囲照明光学部材のように、第2の反射部を、照明光供給手段により開口付き円柱部の内部へ供給されて開口付き円柱部の先端方向に進む光を、開口付き円柱部の内周面の円筒形状及び前記外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線を境界とする二方向のうちのいずれか一方に向けて反射する一つの反射面で構成すれば、第2の反射部を構成する一つの反射面で、開口付き円柱部の内周面の円筒形状及び外周面の円筒形

50

状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れる一方向に反射させられる、光の開口付き円柱部の内周面や外周面に入射する角度を鈍角にすることができるため、開口付き円柱部における、導光部材からの光の入射位置近傍での外周面に入射する光の全反射面で全反射しないで外部に出射する光量を抑えることができ、その結果、全周囲にわたり均一な光を伝搬させ易くなる。

【0032】

また、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材のように、開口付き円柱部の外周面を、全周囲にわたり間隔をあけて同じ向きに複数形成された、全反射面に対する傾斜角度が異なる二つの傾斜面を有する断面が略三角形状の凸部を有する構成とし、出射面を、断面が略三角形状の凸部における二つの傾斜面のうち、全反射面に対する傾斜角度が大きい傾斜面で構成すれば、第2の反射部を構成する一つの反射面により、開口付き円柱部の内周面の円筒形状及び外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れる一方向に反射させられ、開口付き円柱部の内周面と外周面との間を全周囲にわたり一つの向きで伝搬していく光を、全反射面に対する傾斜角度が大きい傾斜面で、臨界角よりも小さい角度で入射させて出射することができる。10

【0033】

また、第2の反射部が一つの反射面からなる本発明の実施形態の全周囲照明光学部材においては、好ましくは、前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲にわたって形成される個々の前記出射面は、前記第2の反射部により反射させられる光が前記開口付き円柱部の内部を伝搬していく方向に沿って、該第2の反射部により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって、配置間隔が短くなっている。20

【0034】

開口付き円柱部の外周面における、第2の反射部により反射させられる光の最初に入射する領域には、大量の光が入射するため、出射する光量も大きくなり易い。また、開口付き円柱部の外周面は、第2の反射部により反射させられる光が開口付き円柱部の内部を伝搬していく方向に沿って、第2の反射部により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって、それまでの外周面から抜け出た光量分、入射する光量が少なくなるため、その分、出射する光量も少くなり易い。

しかるに、本発明の実施形態の全周囲照明光学部材のように、開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたって形成される個々の出射面の配置間隔を、第2の反射部により反射させられる光が開口付き円柱部の内部を伝搬していく方向に沿って、第2の反射部により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって短くなるようにすれば、開口付き円柱部の外周面における、入射光量の多い領域からの光の出射頻度を抑え、入射光量の少ない領域からの光の出射頻度を増やすことができる。その結果、開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたる出射光の光量を均一化できる。30

【0035】

また、第2の反射部が一つの反射面からなる本発明の実施形態の全周囲照明光学部材においては、好ましくは、前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲にわたって形成される個々の前記出射面は、前記第2の反射部により反射させられる光が前記開口付き円柱部の内部を伝搬していく方向に沿って、該第2の反射部により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって面積が大きくなっている。40

このようにすると、開口付き円柱部の外周面における、入射光量の多い領域からの出射光量を抑え、入射光量の少ない領域からの出射光量を増やすことができる。その結果、開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたる出射光の光量を均一化できる。

【0036】

また、照明光案内部が、段差形成面又は段差形成面に入射させる第3の反射部からなる本発明の実施形態の全周囲照明光学部材においては、好ましくは、前記開口付き円柱部の前記外周面は、全周囲にわたり間隔をあけて同じ向きに複数形成された、前記全反射面に対する傾斜角度が異なる二つの傾斜面を有する断面が略三角形状の凸部を有し、前記出射面が、前記断面が略三角形状の凸部における前記二つの傾斜面のうち、前記全反射面に対50

する傾斜角度が大きい傾斜面からなる。

このようにすれば、段差形成面から入射して、開口付き円柱部の内周面の円筒形状及び外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れる一方向に供給され、開口付き円柱部の内周面と外周面との間を全周囲にわたり一つの向きで伝搬していく光を、全反射面に対する傾斜角度が大きい傾斜面で、臨界角よりも小さい角度で入射させて出射することができる。

【0037】

また、照明光案内部が、段差形成面又は段差形成面に入射させる第3の反射部からなる本発明の実施形態の全周囲照明光学部材においては、好ましくは、前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲にわたって形成される個々の前記出射面は、前記段差形成面から入射した光が前記開口付き円柱部の内部を伝搬していく方向に沿って、該段差形成面から入射した光の該開口付き円柱部の内部における最初に入射する領域から離れるにしたがって、配置間隔が短くなっている。10

このようにすれば、開口付き円柱部の外周面における、入射光量の多い領域からの光の出射頻度を抑え、入射光量の少ない領域からの光の出射頻度を増やすことができる。その結果、開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたる出射光の光量を均一化できる。

【0038】

また、照明光案内部が、段差形成面又は段差形成面に入射させる第3の反射部からなる本発明の実施形態の全周囲照明光学部材においては、好ましくは、前記開口付き円柱部の前記外周面の全周囲にわたって形成される個々の前記出射面は、前記段差形成面から入射した光が前記開口付き円柱部の内部を伝搬していく方向に沿って、該段差形成面から入射した光の該開口付き円柱部の内部における最初に入射する領域から離れるにしたがって、面積が大きくなっている。20

このようにすれば、開口付き円柱部の外周面における、入射光量の多い領域からの出射光量を抑え、入射光量の少ない領域からの出射光量を増やすことができる。その結果、開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたる出射光の光量を均一化できる。

【0039】

そして、内視鏡用全周囲照明光学系を、照明光供給手段と、上述した本発明のいずれかの実施形態の全周囲照明光学部材とを備えた構成とすれば、上述した本発明の実施形態の全周囲照明光学部材による効果を備えた内視鏡用全周囲照明光学系が実現できる。30

【0040】

また、全周囲観察用内視鏡を、上述した本発明のいずれかの実施形態の全周囲照明光学部材と開口付き円柱部の開口内に一部のレンズを有し、側方の全周囲にわたる観察対象を観察する対物光学系を内視鏡先端部に備えた構成とすれば、上述した本発明の実施形態の全周囲照明光学部材による効果を備えた全周囲観察用内視鏡が実現できる。

【0041】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。

【0042】

図1は本発明の各実施形態のいずれかの全周囲照明光学部材を備えた内視鏡用全周囲照明光学系及び全周囲観察用内視鏡の概略構成の一例を示す説明図である。40

図1の全周囲観察用内視鏡1は、側方の全周囲にわたる観察対象を観察する観察光学系4と、側方の全周囲にわたる観察対象を照明する全周囲照明光学系20を有している。

観察光学系4は、対物光学系2と、撮像光学系3とで構成されている。

図1の例では対物光学系2は、物体側から順に、円筒形状のサファイア製カバーガラス2a、レンズ2b、レンズ2c, 2d、カバーガラス2e等を有している。撮像光学系3は、カバーガラス3a、レンズ3b, 3cからなる結像光学系、撮像素子3d等を有している。レンズ2bは、カバーガラス2aを経て入射した側方全周囲の光を2回反射することにより内視鏡の長手方向に偏向する。

全周囲照明光学系20は、光源側から順に、図示しない光源と、ライトガイド21と、カバーガラス22と、本発明の各実施形態のいずれかの全周囲照明光学部材10を有して50

いる。図1中、15は、全周囲照明光学部材10を構成する一部材をなす後述する開口付き円柱部11の内部へライトガイド21からの光を導光するロッド棒等の導光部材、18はハウジング、19は全周囲照明光学部材10を構成する一部材をなす円筒形状のサファイア製カバーガラスである。図1の例では、ハウジング18は、その先端部外周で円筒形状のサファイア製カバーガラス2a、先端面でレンズ2b、内部にレンズ2c, 2d、カバーガラス2eを夫々保持するとともに、レンズ2c, 2dを保持する部位の外周で開口付き円柱部11と、導光部材15を保持している。また、図1の例のライトガイド21、導光部材15は、本発明における照明光供給手段をなし、内視鏡先端部において偏心配置されている。導光部材15は、ライトガイド21を備える内視鏡先端部に取り付けられるアダプタにおける、ハウジング18に備わる開口付き円柱部11からハウジング18のライトガイド22側端面までの隙間を埋めるために、ライトガイド21と開口付き円柱部11との間に配置されている。
10

【0043】

このような構成により、全周囲観察用内視鏡1は、全周囲照明光学系20を介して、側方の全周囲にわたる観察対象を照明しながら、観察光学系4を介して、側方の全周囲にわたる観察対象の像を取得する。

より詳しくは、図示しない照明光源からの光は、ライトガイド21、カバーガラス22を経て、導光部材15に入射し、導光部材15を介して開口付き円柱部11の内部に導光される。開口付き円柱部11の内部に導光された光は、開口付き円柱部11の外周面から出射し、カバーガラス19を経て、側方の全周囲にわたる観察対象を斜め方向から照明する。
20

全周囲照明光学系20により斜め方向から照明された側方の全周囲にわたる観察対象からの光は、カバーガラス2aを経てレンズ2bに入射する。レンズ2bに入射した光は、入射レンズ2bを介して2回反射することにより内視鏡の長手方向に偏向されて出射し、レンズ2c, 2d、カバーガラス2eを経て、カバーガラス3aに入射する。カバーガラス3aに入射した光は、レンズ3b, 3cを経て撮像素子3の撮像面に結像する。撮像素子3は結像した側方の全周囲にわたる観察対象の像を撮像する。

なお、図1の内視鏡において、レンズ2bは中央領域において前方の観察対象からの像を観察できるように構成されていてもよい。その場合は、撮像光学系3を介して、中央に前方の観察対象の像、その周囲に側方の全周囲にわたる観察対象の像が得られる。
30

【0044】

第1実施形態

図2は本発明の第1実施形態にかかる全周囲照明光学部材の構成を示す図で、(a)は全周囲照明光学部材における円筒形状のカバーガラスの内側に位置する部材の外観を示す斜視図、(b)は全周囲照明光学部材を光の入射側から見た平面図である。図3は図2の全周囲照明光学部材における円筒形状のカバーガラスの内側に位置する部材の構成と照明光供給手段からの光を全周囲に拡散して照明する作用を併せて示す説明図で、(a)は光の入射側から見た平面図、(b)は下側から見た要部説明図である。図4は図3に示す全周囲照明光学部材に備わる出射面の機能を示す説明図で、(a)は全反射面で全反射され得る向きで出射面に入射した光の進行方向を模式的に示す図、(b)は全周囲照明光学部材の出射面から側方の全周囲にわたる観察対象に向けて出射し、観察対象で鏡面反射した光の進行方向を模式的に示す図、(c)は(b)の比較例として、照明光を全反射面に対してほぼ垂直に近い状態で出射させるように外周面を構成した全周囲照明光学部材における、観察対象で鏡面反射した光の進行方向を示す図である。
40

【0045】

第1実施形態の全周囲照明光学部材10は、図2及び図3に示すように、開口付き円柱部11と、第1の反射部12と、全反射面13と、出射面14aと、第2の反射部16と、円筒形状のカバーガラス19と、を有する。なお、図2及び図3において、15は例えば図1に示すライトガイド22からの光を開口付き円柱部11の内部へ導光するロッド棒等の導光部材である。
50

開口付き円柱部 11 は、透明媒質からなり、内周面 11a と、外周面 11b と、先端部 11c と、後端部 11d と、を有する。

内周面 11a 及び外周面 11b は、互いに同軸又は非同軸となる位置に夫々円筒形状に形成されている。図 2 及び図 3 の例では、内周面 11a 及び外周面 11b が、互いに非同軸となる位置に形成されており、内周面 11a を形成する円筒形状内側の開口は、外周面 11b を形成する円筒形状に対して偏心している。

先端部 11c 及び後端部 11d は、内周面 11a と外周面 11b とに夫々接する環状に形成されている。

また、開口付き円柱部 11 における内周面 11a を形成する円筒形状内側の開口は、図 1 に示すような、対物光学系の一部のレンズを配置可能な大きさを有している。 10

第 1 の反射部 12 は、開口付き円柱部 11 の内周面 11a 、先端部 11c 及び後端部 11d の全面に備えられた反射膜で構成されている。なお、第 1 の反射部 12 は、図 1 に示す開口付き円柱部 11 を収納するハウジング 18 における、開口付き円柱部 11 の内周面 11a 、先端部 11c 及び後端部 11d と接する反射面で構成してもよい。そして、第 1 の反射部 12 は、開口付き円柱部 11 の内部を通って内周面 11a 、先端部 11c 及び後端部 11d へ入射した光を反射する。

【 0046 】

全反射面 13 及び出射面 14a は、開口付き円柱部 11 の外周面 11b の全周囲にわたりて交互に形成されている。 20

詳しくは、外周面 11b は、全周囲にわたり間隔をあけて複数形成された、断面が台形状の凸部 14 を有している。

出射面 14a は、断面が台形状の凸部 14 におけるテープ面で構成されており、例えば、図 4(a) に示すように、全反射面 13 に入射した場合には全反射させられうる向き (図 4(a) では、向き a) で入射した一部の光を、開口付き円柱部 11 の外部へ、全反射面 13 に対して斜め方向に出射する。なお、図 4(a) では便宜上、図 3 における矢印 A 方向の向きで開口付き円柱部 11 の内部を伝搬しながら、図 4(a) における右側のテープ面 14a に入射する光について示したが、図 3 における矢印 B 方向の向きで開口付き円柱部 11 の内部を伝搬しながら図 4 における左側のテープ面 14a に入射する光については、図 4(a) における左側のテープ面 14a が、上記と同様に開口付き円柱部 11 の外部へ、全反射面 13 に対して斜め方向に出射する。なお、ここでの「全反射面に対して斜め方向」とは、図 4(b) に示すように、全周囲照明光学部材 10 から管状の観察対象に向けて出射し、観察対象の内周面で鏡面反射した光が、図 1 に示す観察光学系 4 の対物光学系 2 から逸れる程度に、全反射面 13 に対して傾斜のついた方向を意味している。 30

円筒形状のサファイア製カバーガラス 19 は、図 2(b) に示すように、開口付き円柱部 11 の外周面 11b の全周囲を覆うように構成されており、開口付き円柱部 11 の外周面上に形成された全反射面との間に空気層を確保している。

導光部材 15 は、開口付き円柱部 11 の後端部 11d における一部の領域に、開口付き円柱部 11 の内周面 11a の円筒形状及び外周面 11b の円筒形状の夫々の軸 O1 , O2 を通る仮想線 L1 にその光軸 O3 が接するようにして設けられ、外周を反射部材で覆われている。 40

第 2 の反射部 16 は、本発明における照明光案内部に相当し、図 3(a) 、図 3(b) に示すように、開口付き円柱部 11 の先端部 11c における導光部材 15 の出射面に対向する領域を含む所定領域に形成された、仮想線 L1 を境界として夫々異なる方向 (図 3(a) における左右方向) に傾斜する二つの反射面 16a , 16b を有する、断面が V 字形状の面で構成されている。

そして、第 2 の反射部 16 は、導光部材 15 により開口付き円柱部 11 の内部へ導光され開口付き円柱部 11 の先端方向に進んで入射した光を二つの反射面 16a , 16b により夫々仮想線 L1 の向きから逸れる二方向に反射する。

【 0047 】

このように構成された第 1 実施形態の全周囲照明光学部材 10 を用いた側方の全周囲に 50

わたる観察対象の照明は次のようにして行われる。

図1に示すライトガイド21からの光は、導光部材15を通り、開口付き円柱部11の内部に導光される。開口付き円柱部11の内部へ導光され開口付き円柱部11の先端方向に進んで入射した光は、二つの反射面16a, 16bにより夫々仮想線L1の向きから逸れる二方向(図3(a)における左右方向)に反射させられる。反射面16a, 16bにより夫々仮想線L1の向きから逸れる二方向に反射させられた夫々の光は、開口付き円柱部11の外周面11bと、内周面11aとの間で反射を繰り返しながら、第2の反射部16により反射させられる光の最初に入射する領域から離れる方向(図3の例では矢印A方向と、矢印B方向の回転方向)に開口付き円柱部11の内部を伝搬して行く。その過程において、外周面11bに形成された夫々の全反射面13に臨界角より小さな角度で入射した光は、当該全反射面13から開口付き円柱部11の外部へ出射し、臨界角より大きな角度で入射した光は、当該全反射面13で反射させられる。また、外周面11bに形成された夫々の出射面14aに、全反射面13に入射した場合には全反射させられうる向きで入射した一部の光は、出射面14aから開口付き円柱部11の外部へ、全反射面13に対して斜め方向に出射する。

これにより、開口付き円柱部11の側方から全周囲にわたって、大部分の照明光が外周面11bに対して斜め方向に出射することになる。開口付き円柱部11から出射した大部分の照明光は、円筒形状のサファイア製カバーガラス19を経て、観察対象を斜め方向から照明する。

【0048】

第1実施形態の全周囲照明光学部材10によれば、透明媒質からなり、互いに同軸又は非同軸となる位置に夫々円筒形状に形成された内周面11a及び外周面11b並びに内周面11aと外周面11bとに夫々接する環状に形成された先端部11c及び後端部11dを有する開口付き円柱部11を有したので、図1に示す内視鏡先端部に偏心配置された照明光供給手段(ライトガイド21、導光部材15)からの光を開口付き円柱部11の内部を伝搬させることによって、内視鏡先端部側方の全周囲に向けて照明することができる。

【0049】

また、第1実施形態の全周囲照明光学部材10によれば、開口付き円柱部11の内周面11a、先端部11c及び後端部11dの全面に備えられた、開口付き円柱部11の内部を通って内周面11a、先端部11c及び後端部11dへ入射した光を反射する第1の反射部12を有したので、図1に示す内視鏡先端部に偏心配置された照明光供給手段(ライトガイド21、導光部材15)からの光を、開口付き円柱部11の内周面11a、先端部11c及び後端部11dから漏れ出させることなく、外周面11bに向けることができる。その結果、内視鏡先端部側方の全周囲に向けて照明光量のロスが少なく高効率で明るい照明を行うことができるようになる。

【0050】

また、第1実施形態の全周囲照明光学部材10によれば、開口付き円柱部11の外周面11bの全周囲にわたって交互に形成された、全反射面13及び全反射面13に入射した場合には全反射させられうる向きで入射した一部の光を、開口付き円柱部11の外部へ出射する出射面14aを有したので、図1に示す内視鏡先端部に偏心配置された照明光供給手段(ライトガイド21、導光部材15)からの光が開口付き円柱部11の内部に偏った位置から入射しても、全反射面13と第1の反射部12との反射作用を繰り返すことで、開口付き円柱部11の外周面11bの全周囲にわたって光を拡散しながら側方の全周囲に向けて観察対象に対し照明を行うことができる。

また、全反射面13及び出射面14aを開口付き円柱部11の外周面11bの全周囲にわたって交互に形成したので、図1に示す内視鏡先端部に偏心配置されたライトガイド21からの光の入射位置近傍の外周面11bから多くの光が出射することなく、一定量の光を開口付き円柱部11の外周面11bの全周囲にわたり出射させやすくなる。その結果、内視鏡先端部側方の全周囲に向けて均一な光量の照明を行うことができるようになる。

また、出射面14aを、全反射面13に入射した場合には全反射させられうる向きで入

10

20

30

40

50

射した一部の光を開口付き円柱部11の外部へ、全反射面に対して斜め方向に出射するよう¹⁰に形成したので、出射面14aから出射する光は、側方の全周囲にわたる観察対象に対し斜めに照射する光となり、図4(b)に示すように、観察対象からの鏡面反射光は内視鏡の側方観察系の入射端(例えば、図1の内視鏡における観察光学系4を構成する対物光学系2の円筒形状のサファイア製カバーガラス2a)を外れやすくなる。その結果、管内観察時における鏡面反射光が低減でき、ハレーションが生じ難く観察系で観察しやすい照明光を照射できるようになる。

図1に一例を示したように、本発明の各実施形態の全周囲照明光学部材は、側方の全周囲にわたる観察対象を観察する内視鏡に適用されることを前提とするものである。側方の全周囲にわたる観察対象を観察する内視鏡においては、観察系は、側方の全周囲にわたる観察対象からの光を入射し、観察像として結像させる。一方、照明系は、観察対象に対し斜め方向から照明を行う。ここで、比較例として図4(c)に示すように、観察対象で鏡面反射した照明光が観察系に入射するように外周面を構成した場合、一部の強い光がハレーションを起こし、管内面の詳細な画像検査に支障を来たす虞がある。しかるに、第1実施形態の全周囲照明光学部材10のように出射面13を構成すれば、側方の全周囲にわたって観察対象に対し斜照明を行うことができるので、図4(b)に示すように、観察対象で鏡面反射した照明光が観察系に入射せず、ハレーションの少ない観察画像を得ることができ、管内面の詳細な画像検査を行い易くなる。

【0051】

また、第1実施形態の全周囲照明光学部材10によれば、開口付き円柱部11の先端部11cにおける照明光供給手段の出射部(導光部材15の出射面)に対向する領域を含む所定領域に形成された、導光部材15により開口付き円柱部11の内部へ導光され開口付き円柱部11の先端方向に進んで入射した光を仮想線L1の向きから逸れる方向に反射する第2の反射部16を有したので、導光部材15により開口付き円柱部11の内部に導光された光を、導光部材15からの導光位置近傍の内周面11aや外周面11bに対する光の入射角度を鈍角にして外周面11bにおける当該領域から開口付き円柱部11の外部へ出射する光の割合を抑えながら、開口付き円柱部11の全周囲にわたり光を伝搬させる方向に偏向できる。

【0052】

また、第1実施形態の全周囲照明光学部材10によれば、第2の反射部16を、仮想線L1を境界として夫々異なる方向に傾斜する二つの反射面16a, 16bを有する、断面がV字形状の面で構成したので、導光部材15により開口付き円柱部11の内部に偏った位置から入射した光が、第2の反射部16を構成する夫々の反射面16a, 16bにより、仮想線L1の向きから逸れる二方向に反射させられ、夫々の反射面16a, 16bで反射した夫々の光が、均一な光量に分けられて開口付き円柱部の内周面11aと外周面11bとの間を全周囲にわたり夫々異なる向きで伝搬していく。また、夫々の反射面16a, 16bで反射した夫々の光の開口付き円柱部11の内周面11aや外周面11bに入射する角度を鈍角にすることができるため、開口付き円柱部11における、導光部材15からの光の入射位置近傍での外周面11bに入射する光の全反射面13で全反射しないで外部に出射する光量を抑えることができ、その結果、全周囲にわたり均一な光を伝搬させ易くなる。

【0053】

このため、第1実施形態の全周囲照明光学部材10によれば、管状の観察対象に対し、側方を全周囲にわたり観察する内視鏡において、図1に示すような偏心配置されたライトガイド21からの照明光を用いて側方の全周囲にわたる観察対象を、光の強度をほぼ均一に照明でき、かつ、光の利用効率が高く明るい照明を行うことができ、しかも、管内観察時における鏡面反射光が低減でき、ハレーションが生じ難く観察系で観察しやすい照明光を照射できる。

【0054】

また、第1実施形態の全周囲照明光学部材10によれば、円筒形状のカバーガラス19

10

20

30

40

50

で開口付き円柱部 11 の外周面 11b の全周囲を覆うようにしたので、観察対象に開口付き円柱部 11 が接触し、開口付き円柱部 11 の外周面 11b に水分が付着することを防止できる。その結果、開口付き円柱部 11 の外周面 11b に形成された全反射面 13 と円筒形状のカバーガラス 19 との間に空気層を確保でき、開口付き円柱部 11 の外周面 11b における全反射面 13 での全反射条件を保持できる。また、円筒形状のカバーガラス 19 の材質をサファイアで構成したので、内視鏡先端部の外側に位置する物体との接触による傷の発生を防ぐことができる。

【 0 0 5 5 】

比較例

図 5 は第 1 実施形態の比較例にかかる全周囲照明光学部材における円筒形状のサファイア製カバーガラスの内側に位置する部材の構成と照明光供給手段からの光を全周囲に拡散して照明する作用を併せて示す説明図で、(a) は光の入射側から見た平面図、(b) は側方から見た要部説明図である。なお、第 1 実施形態と同様の構成については、構成部材に同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。10

【 0 0 5 6 】

比較例の全周囲照明光学部材 10' では、第 2 の反射部 16' は、図 5(a)、図 5(b) に示すように、開口付き円柱部 11' の先端部 11c における導光部材 15 の出射面に対向する領域を含む所定領域に形成された、開口付き円柱部 11' の内周面 11a の円筒形状及び外周面 11b の円筒形状の夫々の軸 O1, O2 を通る仮想線 L1 に対して垂直であり、且つ導光部材 15 の光軸 O3 を通る仮想線 L2 を境界として夫々異なる方向 (図 5(a) における上下方向) に傾斜する二つの反射面 16a', 16b' を有する、断面が V 字形状の面で構成されている。20

【 0 0 5 7 】

比較例の全周囲照明光学部材 10' では、開口付き円柱部 11' の内部へ導光され開口付き円柱部 11' の先端方向に進んで入射した光は、二つの反射面 16a', 16b' により夫々仮想線 L1 の向きに沿った二方向に反射させられ、夫々内周面 11a 又は外周面 11b に対し、小さな入射角度で入射する。そして、外周面 11b に対し小さな入射角度で入射した光は、全反射面 13 から開口付き円柱部 11' の外部へ出射する。また、内周面 11a に入射した光は反射させられ、小さな入射角度で全反射面 13 に入射し、全反射面 13 から開口付き円柱部 11' の外部へ、全反射面 13 に対してほぼ垂直な方向に出射する。開口付き円柱部 11' から出射した大部分の照明光は、円筒形状のサファイア製カバーガラス (図 5 では図示省略) を経て、観察対象をほぼ垂直に近い向きで照明する。30

このため、比較例の全周囲照明光学部材 10' では、外周面 11b における、導光部材 15 からの導光位置近傍領域から開口付き円柱部 11' の外部へ出射する光の割合が非常に高くなり、全周囲にわたり均一な光を照明することができない。しかも、全周囲照明光学部材 10' では、図 5(a) に示すように、大部分の照明光が全反射面 13 に対しほぼ垂直な方向に出射し、観察対象をほぼ垂直に近い向きで照明するため、図 4(c) に示したように、観察対象に対し鏡面反射した大部分の照明光が、観察系に入射する。その結果、一部の強い光がハレーションを起こし、管内面の詳細な画像検査に支障を来たす虞がある。40

【 0 0 5 8 】

第 2 実施形態

図 6 は本発明の第 2 実施形態にかかる全周囲照明光学部材における円筒形状のサファイア製カバーガラスの内側に位置する部材の構成と照明光供給手段からの光を全周囲に拡散して照明する作用を併せて示す図で、(a) は光の入射側から見た平面図、(b) は全周囲照明光学部材における円筒形状のサファイア製カバーガラスの内側に位置する部材の要部形状を示す斜視図である。なお、第 1 実施形態と同様の構成については、構成部材に同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

【 0 0 5 9 】

第 2 実施形態の全周囲照明光学部材 10" では、第 2 の反射部 16" が、導光部材 15 の光軸 O3 上の仮想軸を中心として夫々異なる四方向に傾斜する四つ反射面 16a", 150

6 b" , 16 c" , 16 d" を有する四角錐形状の面で構成されている。

その他の構成は、図2及び図3に示した第1実施形態の全周囲照明光学部材10と略同じである。

【0060】

第2実施形態の全周囲照明光学部材10"によれば、夫々の反射面16a" , 16b" , 16c" , 16d"で、開口付き円柱部11"の内周面11aの円筒形状及び外周面11bの円筒形状の夫々の軸O1 , O2を通る仮想線L1の向きから逸れる四方向に反射させられる、夫々の光の開口付き円柱部11"の内周面11aや外周面11bに入射する角度を鈍角にしながら、多方向に均一な光量に分けて開口付き円柱部11"の内周面11aと外周面11bとの間を全周囲にわたり夫々異なる向きで伝搬させることができ、全周囲にわたり、より均一な光を伝搬させ易くなる。
10

その他の作用効果は、図2及び図3に示した第1実施形態の全周囲照明光学部材10と略同じである。

なお、第2の反射部16"は、光軸O3上の仮想軸を中心として夫々異なる方向に傾斜する三つ以上の反射面を有する角錐形状の面であれば、どのような角錐形状の面でもよく、例えば、三角錐形状、五角錐形状又は六角錐形状の面で構成されていてもよい。

【0061】

第3実施形態

図7は本発明の第3実施形態にかかる全周囲照明光学部材における円筒形状のサファイア製カバーガラスの内側に位置する部材の構成と照明光供給手段からの光を全周囲に拡散して照明する作用を併せて示す説明図で、(a)は光の入射側から見た平面図、(b)は下側から見た要部説明図である。なお、第1実施形態と同様の構成については、構成部材に同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。
20

【0062】

第3実施形態の全周囲照明光学部材10"では、第2の反射部16"は、導光部材15により開口付き円柱部11"の内部へ導光されて開口付き円柱部11"の先端方向に進む光を、開口付き円柱部11"の内周面11aの円筒形状及び外周面11bの円筒形状の夫々の軸を通る仮想線を境界とする二方向(図7(a)における左右方向)のうちのいずれか一方向(図7(a)の例では左方向)に向けて反射する一つの反射面で構成されている。
30

また、開口付き円柱部11"の外周面11bは、全周囲にわたり間隔をあけて同じ向きに複数形成された、全反射面13に対する傾斜角度が異なる二つの傾斜面を有する断面が略三角形状の凸部14'を有している。

出射面14a'は、断面が略三角形状の凸部14'における二つの傾斜面のうち、全反射面13に対する傾斜角度が大きい傾斜面で構成されている。

その他の構成は、図2及び図3に示した第1実施形態の全周囲照明光学部材10と略同じである。

【0063】

このように構成された第3実施形態の全周囲照明光学部材10"を用いた側方の全周囲にわたる観察対象の照明は次のようにして行われる。
40

図1に示すライトガイド21からの光は、導光部材15を通り、開口付き円柱部11"の内部に導光される。開口付き円柱部11"の内部へ導光され開口付き円柱部11"の先端方向に進んで入射した光は、第2の反射部16"を構成する一つの反射面により、開口付き円柱部11"の内周面11aの円筒形状及び外周面11bの円筒形状の夫々の軸O1 , O2を通る仮想線L1の向きから逸れる一方向(図7(a)の例では左方向)に反射させられる。第2の反射部16"を構成する一つの反射面により仮想線L1の向きから逸れる一方向に反射させられた光は、開口付き円柱部11"の外周面11bと、内周面11aとの間で反射を繰り返しながら、第2の反射部16"を構成する一つの反射面により反射させられる光の最初に入射する領域から離れる方向(図7の例では矢印C方向の回転方向)に開口付き円柱部11"の内部を伝搬して行く。その過程において、
50

外周面 11 b に形成された夫々の全反射面 13 に臨界角より小さな角度で入射した光は、当該全反射面 13 から開口付き円柱部 11 ”’ の外部へ出射し、臨界角より大きな角度で入射した光は、当該全反射面 13 で反射させられる。また、外周面 11 b に形成された夫々の出射面 14 a ’ に、全反射面 13 に入射した場合には全反射させられうる向きで入射した一部の光は、出射面 14 a ’ から開口付き円柱部 11 ”’ の外部へ、全反射面 13 に対して斜め方向に出射する。

これにより、開口付き円柱部 11 ”’ の側方から全周囲にわたって、大部分の照明光が外周面 11 b に対して斜め方向に出射する。開口付き円柱部 11 ”’ から出射した大部分の照明光は、円筒形状のサファイア製カバーガラス（図 7 では図示省略）を経て、観察対象を斜め方向から照明する。

10

【 0 0 6 4 】

第 3 実施形態の全周囲照明光学部材 10 ”’ によれば、第 2 の反射部 16 ”’ を、導光部材 15 により開口付き円柱部 11 ”’ の内部へ導光されて開口付き円柱部 11 ”’ の先端方向に進む光を、仮想線 L 1 を境界とする二方向のうちのいずれか一方向に向けて反射する一つの反射面で構成したので、第 2 の反射部 16 ”’ を構成する一つの反射面で、仮想線 L 1 の向きから逸れる一方向に反射させられる光の開口付き円柱部 11 ”’ の内周面 11 a や外周面 11 b に入射する角度を鈍角にすることができるため、開口付き円柱部 11 ”’ における、導光部材 15 からの光の入射位置近傍での外周面 11 b に入射する光の全反射面 13 で全反射しないで外部に出射する光量を抑えることができ、その結果、全周囲にわたり均一な光を伝搬させ易くなる。

20

【 0 0 6 5 】

また、第 3 実施形態の全周囲照明光学部材 10 ”’ によれば、開口付き円柱部 11 ”’ の外周面 11 b を、全周囲にわたり間隔をあけて同じ向きに複数形成された、全反射面 13 に対する傾斜角度が異なる二つの傾斜面を有する断面が略三角形状の凸部 14 ’ を有する構成とし、出射面 14 a ’ を、断面が略三角形状の凸部 14 ’ における二つの傾斜面のうち、全反射面に対する傾斜角度が大きい傾斜面で構成したので、第 2 の反射部 16 ”’ を構成する一つの反射面により、仮想線 L 1 の向きから逸れる一方向に反射させられ、開口付き円柱部 11 ”’ の内周面 11 a と外周面 11 b との間を全周囲にわたり一つの向きで伝搬していく光を、全反射面 13 に対する傾斜角度が大きい傾斜面で、臨界角より小さい角度で入射させて出射することができる。

30

【 0 0 6 6 】

第 4 実施形態

図 8 は本発明の第 4 実施形態にかかる全周囲照明光学部材における円筒形状のサファイア製カバーガラスの内側に位置する部材の構成を光の入射側から見た平面図で、(a) はその一例を示す図、(b) は他の例を示す図である。なお、第 1 実施形態、第 3 実施形態と同様の構成については、構成部材に同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

【 0 0 6 7 】

図 8 (a) の例の全周囲照明光学部材 10 ”” は、図 2 に示した第 1 実施形態の全周囲照明光学部材 10 の変形例である。全周囲照明光学部材 10 ”” では、開口付き円柱部 11 ”” の外周面 11 b の全周囲にわたって形成される個々の出射面 14 a は、開口付き円柱部 11 ”” の外周面 11 b における、開口付き円柱部 11 ”” の内周面 11 a の円筒形状及び外周面 11 b の円筒形状の夫々の軸 O 1 , O 2 を結ぶ仮想線 L 1 を境界として二分割した夫々の半周領域において、第 2 の反射部 16 により反射させられる光が開口付き円柱部 11 ”” の内部を伝搬していく夫々の方向に沿って、第 2 の反射部 16 により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって配置間隔が短くなっている。

40

【 0 0 6 8 】

開口付き円柱部 11 ”” の外周面 11 b における、第 2 の反射部 16 により反射させられる光の最初に入射する領域には、大量の光が入射するため、出射する光量も大きくなり易い。また、開口付き円柱部 11 ”” の外周面 11 b は、第 2 の反射部 16 により反射させられる光が開口付き円柱部 11 ”” の内部を伝搬していく夫々の方向に沿って、第 2 の

50

反射部 16 により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって、それまでの外周面 11b から抜け出た光量分、入射する光量が少なくなるため、その分、出射する光量も少なくなり易い。

かかるに、図 8(a)の例の全周囲照明光学部材 10””によれば、開口付き円柱部 11””の外周面 11b における、仮想線 L1 を境界として二分割した夫々の半周領域において、開口付き円柱部 11””の外周面 11b における、入射光量の多い領域からの光の出射頻度を抑え、入射光量の少ない領域からの光の出射頻度を増やすことができる。その結果、開口付き円柱部 11””の外周面 11b における、仮想線 L1 を境界として二分割した夫々の半周領域にわたる出射光の光量を均一化し、開口付き円柱部 11””の外周面 11b の全周囲にわたる出射光の光量を均一化できる。10

【0069】

図 8(b)の例の全周囲照明光学部材 10””は、図 7 に示した第 3 実施形態の全周囲照明光学部材 10””の変形例である。全周囲照明光学部材 10””では、開口付き円柱部 11””の外周面 11b の全周囲にわたって形成される個々の出射面 14a’ は、第 2 の反射部 16””により反射させられる光が開口付き円柱部 11””の内部を伝搬していく方向に沿って、第 2 の反射部 16””により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって、配置間隔が短くなっている。

【0070】

開口付き円柱部 11””の外周面 11b における、第 2 の反射部 16””により反射させられる光の最初に入射する領域には、大量の光が入射するため、出射する光量も大きくなり易い。また、開口付き円柱部 11””の外周面 11b は、第 2 の反射部第 2 の反射部 16””により反射させられる光が開口付き円柱部 11””の内部を伝搬していく方向に沿って、第 2 の反射部第 2 の反射部 16””により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって、それまでの外周面 11b から抜け出た光量分、入射する光量が少なくなるため、その分、出射する光量も少なくなり易い。20

かかるに、図 8(b)の例の全周囲照明光学部材 10””によれば、開口付き円柱部 11””の外周面 11b における、入射光量の多い領域からの光の出射頻度を抑え、入射光量の少ない領域からの光の出射頻度を増やすことができる。その結果、開口付き円柱部 11””の外周面 11b の全周囲にわたる出射光の光量を均一化できる。

【0071】

第 5 実施形態

図 9 は本発明の第 5 実施形態にかかる全周囲照明光学部材における円筒形状のサファイア製カバーガラスの内側に位置する部材の構成を光の入射側から見た平面図で、(a)はその一例を示す図、(b)は他の例を示す図である。なお、第 1 実施形態、第 3 実施形態と同様の構成については、構成部材に同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0072】

図 9(a)の例の全周囲照明光学部材 10””は、図 2 に示した第 1 実施形態の全周囲照明光学部材 10 の変形例である。全周囲照明光学部材 10””では、開口付き円柱部 11””の外周面 11b の全周囲にわたって形成される個々の出射面 14a は、開口付き円柱部 11””の外周面 11b における、開口付き円柱部 11””の内周面 11a の円筒形状及び外周面 11b の円筒形状の夫々の軸を結ぶ仮想線を境界として二分割した夫々の半周領域において、第 2 の反射部 16 により反射させられる光が開口付き円柱部 11””の内部を伝搬していく夫々の方向に沿って、第 2 の反射部 16 により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって面積が大きくなっている。40

【0073】

図 9(a)の例の全周囲照明光学部材 10””によれば、仮想線 L1 を境界として二分割した夫々の半周領域において、開口付き円柱部 11””の外周面 11b における、入射光量の多い領域からの出射光量を抑え、入射光量の少ない領域からの出射光量を増やすことができる。その結果、仮想線 L1 を境界として二分割した夫々の半周領域にわたる出射光の光量を均一化し、開口付き円柱部 11””の外周面 11b の全周囲にわたる出射50

光の光量を均一化できる。

【0074】

図9(b)の例の全周囲照明光学部材10””’は、図7に示した第3実施形態の全周囲照明光学部材10””’の変形例である。全周囲照明光学部材10””’では、開口付き円柱部11””’の外周面11bの全周囲にわたって形成される個々の出射面14a’は、第2の反射部16”’により反射させられる光が開口付き円柱部10””’の内部を伝搬していく方向に沿って、第2の反射部16”’により反射させられる光の最初に入射する領域から離れるにしたがって、面積が大きくなっている。

【0075】

図9(b)の例の全周囲照明光学部材10””’によれば、開口付き円柱部11””’の外周面11bにおける、入射光量の多い領域からの出射光量を抑え、入射光量の少ない領域からの出射光量を増やすことができる。その結果、開口付き円柱部11””’の外周面11bの全周囲にわたる出射光の光量を均一化できる。

【0076】

以上、本発明の実施形態およびその変形例について説明したが、本発明は、各実施形態およびその変形例に記載のとおりの構成に限定されるものではなく、実施段階では、発明の要旨を変更しない範囲内で構成要素を変形して具体化することができる。また、各実施形態やその変形例に記載した複数の構成要素を適宜組み合わせることによって、種々の発明を導出することができる。例えば、各実施形態やその変形例に記載した全ての構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよいし、異なる実施形態やその変形例に記載した構成要素を適宜組み合わせてもよい。このように、発明の要旨を変更しない範囲で、種々の変形や応用が可能である。

【0077】

例えば、上記実施形態およびその変形例の全周囲照明光学部材では、照明光案内部として、第2の反射部を開口付き円柱部の先端部における導光部材の出射面に対向する領域を含む所定領域に第2の反射部を設けたが、照明光案内部は、第2の反射部を用いないで構成してもよい。

【0078】

例えば、図10(c)、図10(d)に示すように、開口付き円柱部が、先端部11cと後端部11dのいずれか一方に、先端部11cと後端部11dの間の肉厚が円周方向に沿って異なるように形成された螺旋面17aと、螺旋面17aと交差し螺旋面上で段差を形成し、照明光供給手段の出射部から出射した、開口付き円柱部の内周面の円筒形状及び外周面の円筒形状の夫々の軸O1,O2を通る仮想線L1の向きから逸れる方向の光を入射して、開口付き円柱部の内部に導く段差形成面17bを有した形状に形成し、段差形成面17bを照明光案内部に用いる。この場合、図10(e)に示すように、照明光供給手段としてのLED22等の照明光源の出射部を、段差形成面17bに対向配置させる、あるいは、図10(e)では示していないが、照明光供給手段としてのライトガイド等の導光部材の出射端面を、段差形成面17bに対向配置することで、他の実施形態と同様、開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたり均一な光を照明することが可能となる。

【0079】

また、例えば、図10(f)に示すように、開口付き円柱部が、先端部11cと後端部11dのいずれか一方に、先端部11cと後端部11dの間の肉厚が円周方向に沿って異なるように形成された螺旋面17aと、螺旋面17aと交差し螺旋面上で段差を形成し、照明光供給手段の出射部から出射した光を入射して、該開口付き円柱部の内部に導く段差形成面17bを有した形状に形成するとともに、照明光案内部を、照明光供給手段の出射部から出射した光を、開口付き円柱部の内周面の円筒形状及び外周面の円筒形状の夫々の軸を通る仮想線の向きから逸れる方向に反射して、段差形成面17bに入射させる第3の反射部17cで構成する。この場合、照明光供給手段としてのライトガイド21(又はライトガイド21からの光を導光する導光部材)等の出射端面を、当該出射端面からの出射光が第3の反射部17cに入射するように配置させる、あるいは、図10(f)では示してな

10

20

30

40

50

いが、照明光供給手段としてのLED等の照明光源の出射部を、当該出射部からの出射光が第3の反射部17cに入射するように配置させることで、他の実施形態と同様、開口付き円柱部の外周面の全周囲にわたり、均一な光を照明することが可能となる。

【産業上の利用可能性】

【0080】

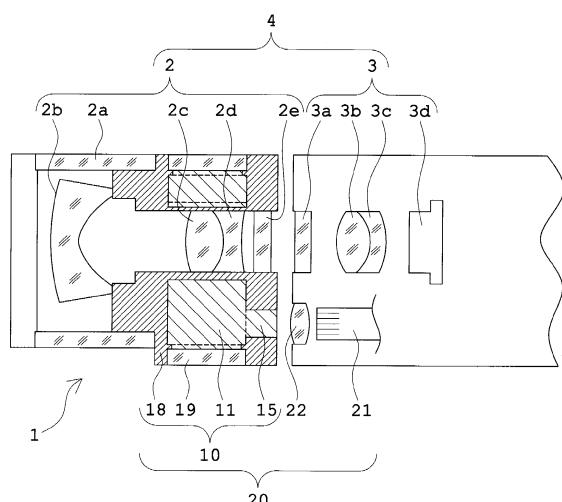
本発明の全周囲照明光学部材、それを備えた内視鏡用全周囲照明光学系及び全周囲観察用内視鏡は、管状の観察対象に対し、側方の全周囲にわたる観察が求められる分野に有用である。

【符号の説明】

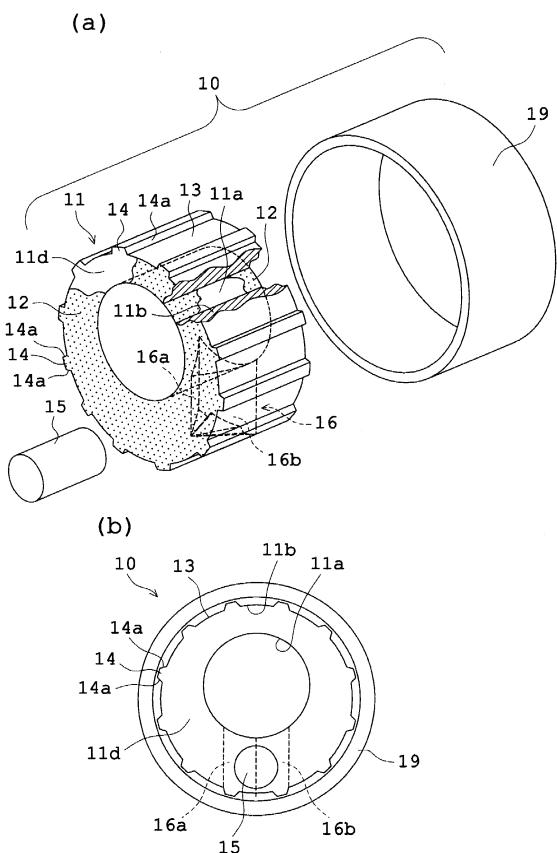
【0081】

| | | |
|--|-------------------|----|
| 1 | 全周囲観察用内視鏡 | 10 |
| 2 | 対物光学系 | |
| 2 a、19 | 円筒形状のサファイア製カバーガラス | |
| 2 b、2 c、2 d、3 b、3 c | レンズ | |
| 2 e、3 a、22 | カバーガラス | |
| 3 | 撮像光学系 | |
| 3 d | 撮像素子 | |
| 10、10'、10''、10'''、10''''、10'''''、10''''''、10'''''''、 | 全周囲照明光学部材 | |
| 11、11'、11''、11'''、11''''、11'''''、11''''''、11'''''''、 | 開口付き円柱部 | 20 |
| 11 a | 内周面 | |
| 11 b | 外周面 | |
| 11 c | 先端部 | |
| 11 d | 後端部 | |
| 12 | 第1の反射部 | |
| 13 | 全反射面 | |
| 14、14' | 凸部 | |
| 14 a、14 a' | 出射面 | |
| 15 | 導光部材 | 30 |
| 16、16'、16''、16'''、 | 第2の反射部 | |
| 16 a、16 b、16 a'、16 b' | 反射面 | |
| 17 a | 螺旋面 | |
| 17 b | 段差形成面 | |
| 17 c | 第3の反射部 | |
| 18 | ハウジング | |
| 20 | 全周囲照明光学系 | |
| 21 | ライトガイド | |
| 22 | LED | 40 |

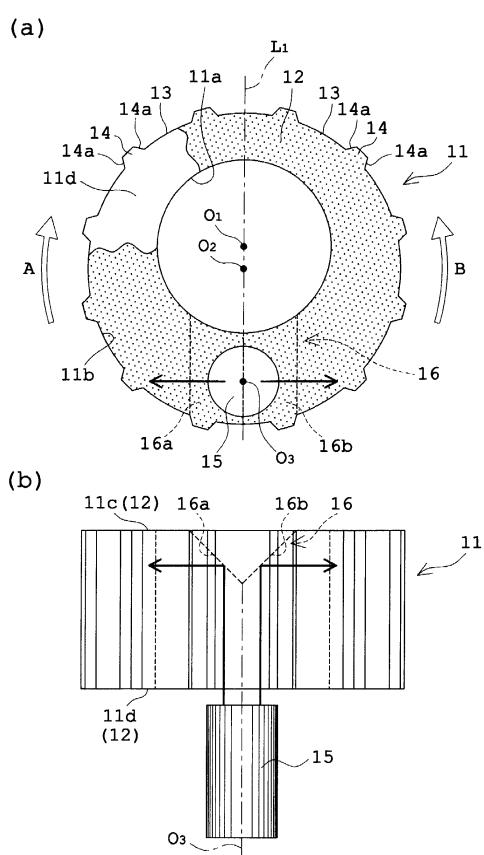
【図1】



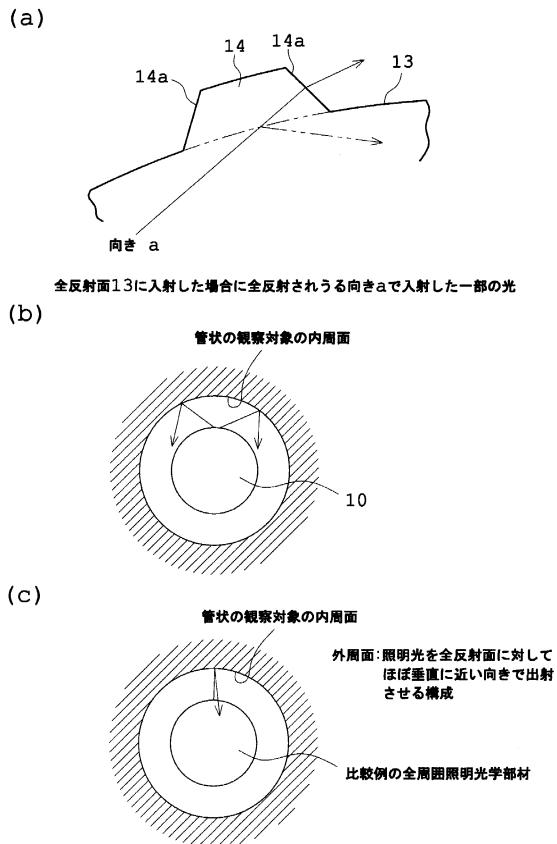
【 図 2 】



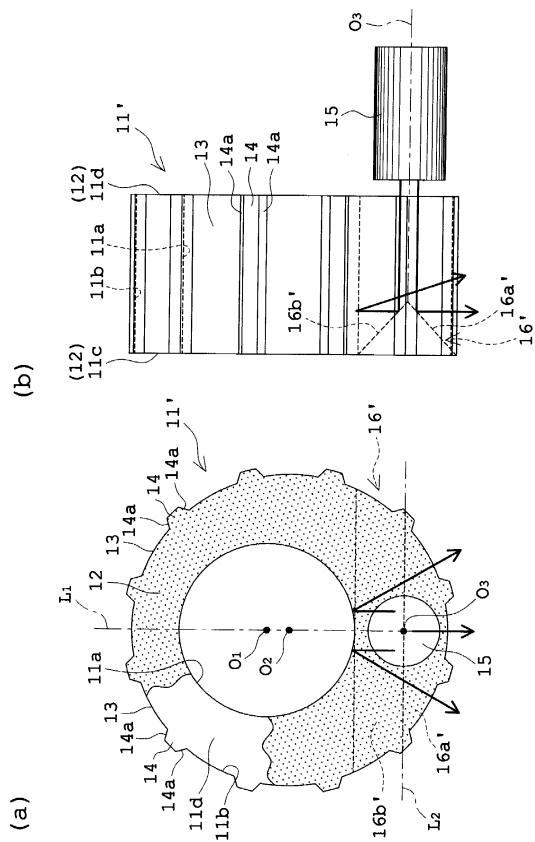
【 図 3 】



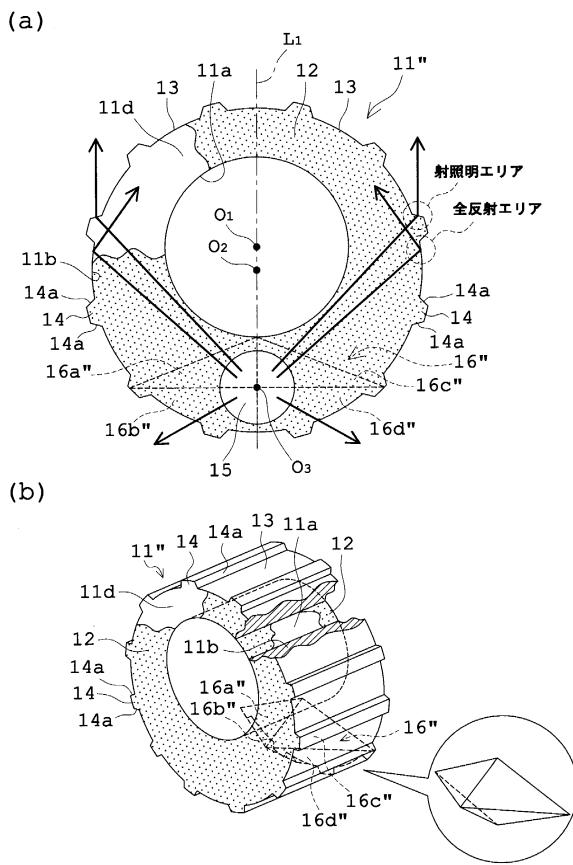
【 四 4 】



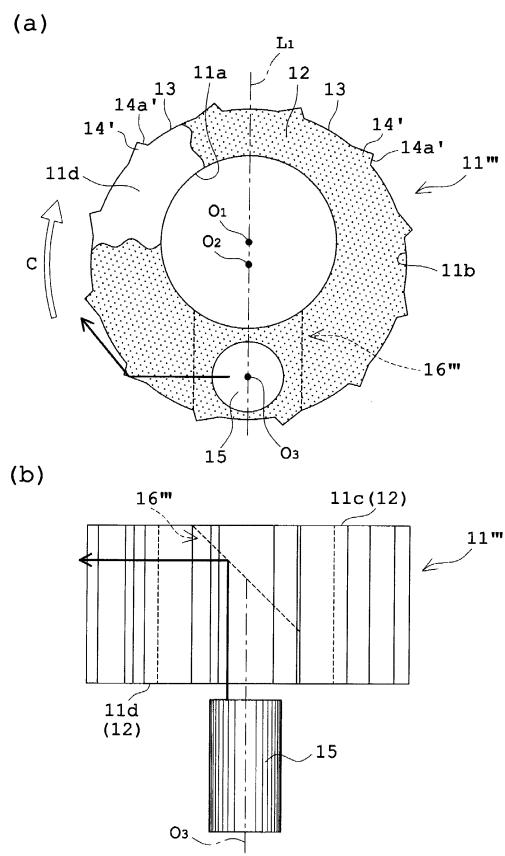
【図5】



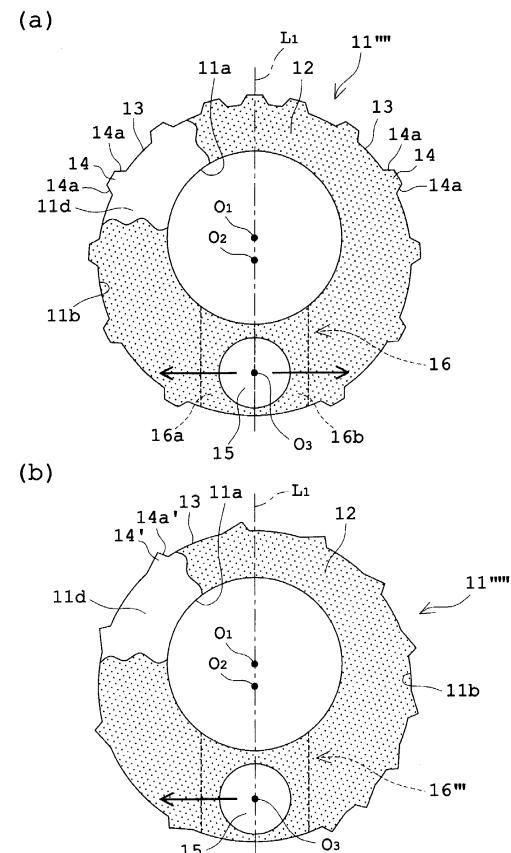
【図6】



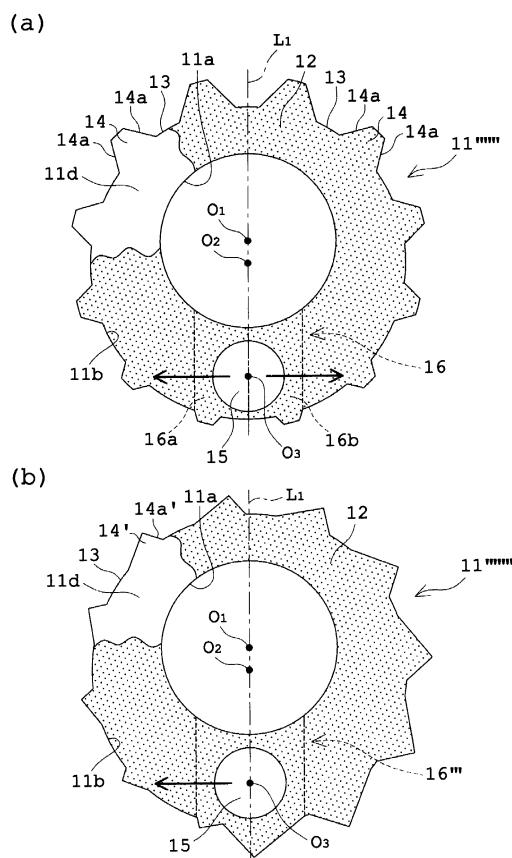
【図7】



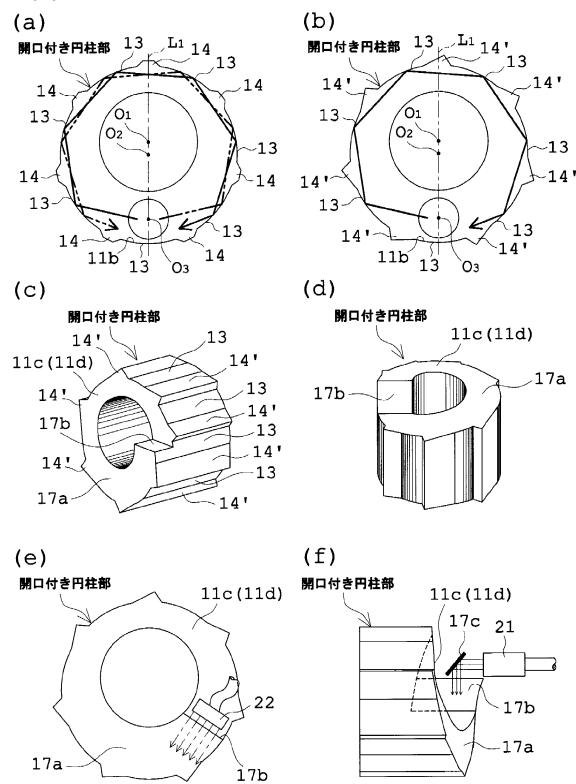
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

審査官 金高 敏康

(56)参考文献 特開2015-016020(JP,A)
特開2011-090832(JP,A)
特表2013-501210(JP,A)
特開2000-207916(JP,A)
特開2010-194191(JP,A)
特開2004-134223(JP,A)
特開平06-075123(JP,A)
国際公開第2009/116969(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

| | |
|---------|-----------|
| G 02 B | 1 9 / 0 0 |
| A 6 1 B | 1 / 0 0 |
| A 6 1 B | 1 / 0 4 |
| A 6 1 B | 1 / 0 6 |
| G 02 B | 2 3 / 2 6 |