

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6257853号  
(P6257853)

(45) 発行日 平成30年1月10日(2018.1.10)

(24) 登録日 平成29年12月15日(2017.12.15)

(51) Int.Cl.	F I
<b>A 6 1 B 1/07 (2006.01)</b>	A 6 1 B 1/07 7 3 3
<b>A 6 1 B 1/00 (2006.01)</b>	A 6 1 B 1/00 7 3 1
<b>G O 2 B 23/26 (2006.01)</b>	G O 2 B 23/26 B
<b>G O 2 B 13/00 (2006.01)</b>	G O 2 B 13/00
<b>G O 2 B 15/15 (2006.01)</b>	G O 2 B 15/15

請求項の数 2 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2017-523935 (P2017-523935)	(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
(86) (22) 出願日 平成28年9月26日(2016.9.26)	(74) 代理人 100123962 弁理士 斎藤 圭介
(86) 国際出願番号 PCT/JP2016/078261	(74) 代理人 100120204 弁理士 平山 巖
(87) 国際公開番号 W02017/068916	(72) 発明者 曾根 伸彦 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内
(87) 国際公開日 平成29年4月27日(2017.4.27)	審査官 山口 裕之
審査請求日 平成29年5月1日(2017.5.1)	
(31) 優先権主張番号 特願2015-206571 (P2015-206571)	
(32) 優先日 平成27年10月20日(2015.10.20)	
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	
早期審査対象出願	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被写体に近づいて近接観察可能な、拡大観察機能を有する観察光学系と、少なくとも3つ以上の、第1照明光学系と、第2照明光学系と、第3照明光学系と、を有する内視鏡であって、

少なくとも3つ以上の、前記第1照明光学系、前記第2照明光学系、前記第3照明光学系のうち、前記観察光学系からの距離が最も近い前記第1照明光学系の光量は、前記第2照明光学系、前記第3照明光学系の光量に対して2分の1以下であり、以下の条件式(1')、(2')、(3)、(4)、(6)、(7)を満足することを特徴とする内視鏡。

$$0.5 < r d 1 / r d 3 < 0.75 \quad (1')$$

$$0.5 < r d 1 / r d 2 < 0.75 \quad (2')$$

$$0.3 < (r d 2^2 \times L I 1) / (r d 1^2 \times L I 2) < 1.2 \quad (3)$$

$$0.3 < (r d 3^2 \times L I 1) / (r d 1^2 \times L I 3) < 1.2 \quad (4)$$

$$1.05 < 1 / 2 < 1.45 \quad (6)$$

$$1.05 < 1 / 3 < 1.45 \quad (7)$$

ここで、

r d 1は、前記観察光学系の最も物体側に配置されているレンズの中心と、前記第1照明光学系の最も物体側に配置されているレンズの中心と、の距離、

r d 2は、前記観察光学系の最も物体側に配置されているレンズの中心と、前記第2照明光学系の最も物体側に配置されているレンズの中心と、の距離、

$r d 3$  は、前記観察光学系の最も物体側に配置されているレンズの中心と、前記第 3 照明光学系の最も物体側に配置されているレンズの中心と、の距離、  
であり、

前記距離  $r d 1$  は前記距離  $r d 2$ 、 $r d 3$  よりも小さい値であり、

$L I 1$  は、前記第 1 照明光学系の光量、

$L I 2$  は、前記第 2 照明光学系の光量、

$L I 3$  は、前記第 3 照明光学系の光量、

1 は、前記第 1 照明光学系の出射配光に関して、 $0^\circ$  方向の出射光量を 1 としたとき、 $0.3$  になるときの角度、

2 は、前記第 2 照明光学系の出射配光に関して、 $0^\circ$  方向の出射光量を 1 としたとき、 $0.3$  になるときの角度、

3 は、前記第 3 照明光学系の出射配光に関して、 $0^\circ$  方向の出射光量を 1 としたとき、 $0.3$  になるときの角度、

である。

#### 【請求項 2】

以下の条件式 (5) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡。

$$1.1 < w(wide) / w(tele) < 3 \quad (5)$$

ここで、

$w(wide)$  は、前記観察光学系の通常観察時における画角、

$w(tele)$  は、前記観察光学系の近接拡大観察時における画角、

である。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明は、照明光学系および観察光学系を有する内視鏡に関するものである。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

従来、近接拡大観察が可能な内視鏡において、被写体と内視鏡との距離が近くなると、照明光が照射する領域が観察光学系に対して、周辺部に集中し、最も観察したい中心部の明るさが十分に確保できない。これは、被写体と内視鏡との距離が近くなると、照明光学系の配光性能よりも、観察光学系と照明光学系の配置の影響が支配的になるためである。そのため、特に、被写体と内視鏡の距離が 2 mm 以下となるような、近接拡大観察が可能な内視鏡では、中心部の明るさを確保するために、例えば、特許文献 1、2 のような構成が提案されている。

##### 【先行技術文献】

##### 【特許文献】

##### 【0003】

【特許文献 1】特開 2001 - 346752 号公報

【特許文献 2】特開 2000 - 37345 号公報

##### 【発明の概要】

##### 【発明が解決しようとする課題】

##### 【0004】

しかしながら、特許文献 1 の構成では、拡大観察に必要な配光を十分に満たすことができず、拡大観察が良好にはできない。また通常観察時においても配光特性を考慮できていない。また、特許文献 2 の構成では、観察光学系と照明光学系の距離を離すことによって配光を確保している。その結果、内視鏡の先端径が大きくなってしまいうため好ましくない。さらに、通常観察時の配光特性も考慮できていない。

##### 【0005】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、通常観察、近接観察の双方の観察において、良好な配光を得られる内視鏡を提供することを目的とする。

10

20

30

40

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、被写体に近づいて近接観察可能な、拡大観察機能を有する観察光学系と、少なくとも3つ以上の、第1照明光学系と、第2照明光学系と、第3照明光学系と、を有する内視鏡であって、少なくとも3つ以上の、第1照明光学系、第2照明光学系、第3照明光学系のうち、観察光学系からの距離が最も近い第1照明光学系の光量は、第2照明光学系、第3照明光学系の光量に対して2分の1以下であり、以下の条件式(1')、(2')、(3)、(4)、(6)、(7)を満足することを特徴とする。

$$0.5 < r d 1 / r d 3 < 0.75 \quad (1')$$

$$0.5 < r d 1 / r d 2 < 0.75 \quad (2')$$

$$0.3 < (r d 2^2 \times L I 1) / (r d 1^2 \times L I 2) < 1.2 \quad (3)$$

$$0.3 < (r d 3^2 \times L I 1) / (r d 1^2 \times L I 3) < 1.2 \quad (4)$$

$$1.05 < 1 / 2 < 1.45 \quad (6)$$

$$1.05 < 1 / 3 < 1.45 \quad (7)$$

ここで、

$r d 1$ は、観察光学系の最も物体側に配置されているレンズの中心と、第1照明光学系の最も物体側に配置されているレンズの中心と、の距離、

$r d 2$ は、観察光学系の最も物体側に配置されているレンズの中心と、第2照明光学系の最も物体側に配置されているレンズの中心と、の距離、

$r d 3$ は、観察光学系の最も物体側に配置されているレンズの中心と、第3照明光学系の最も物体側に配置されているレンズの中心と、の距離、  
であり、

距離  $r d 1$  は距離  $r d 2$ 、 $r d 3$  よりも小さい値であり、

$L I 1$  は、第1照明光学系の光量、

$L I 2$  は、第2照明光学系の光量、

$L I 3$  は、第3照明光学系の光量、

$1$  は、第1照明光学系の出射配光に関して、 $0^\circ$ 方向の出射光量を1としたとき、 $0.3$ になるときの角度、

$2$  は、第2照明光学系の出射配光に関して、 $0^\circ$ 方向の出射光量を1としたとき、 $0.3$ になるときの角度、

$3$  は、第3照明光学系の出射配光に関して、 $0^\circ$ 方向の出射光量を1としたとき、 $0.3$ になるときの角度、

である。

## 【発明の効果】

## 【0007】

本発明は、通常観察、近接観察の双方の観察において、良好な配光を得られる内視鏡を提供できるという効果を奏する。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0008】

【図1A】図1Aは、第1実施形態に係る内視鏡の先端部の構成を示す図である。

【図1B】図1Bは、第1実施形態に係る内視鏡の先端部の構成を示す他の図である。

【図2A】図2Aは、照明光学系のレンズ断面構成を示す図である。

【図2B】図2Bは、他の照明光学系のレンズ断面構成を示す図である。

【図3】図3は、第1照明光学系による、距離70mm離れた平面に対する配光を示す図である。

【図4A】図4Aは、観察光学系の広角端(wide)状態のレンズ断面構成図である。

【図4B】図4Bは、観察光学系の望遠端(tele)状態のレンズ断面構成図である。

【図5A】図5Aは、他の観察光学系の広角端(wide)状態のレンズ断面構成図であ

10

20

30

40

50

る。

【図5B】図5Bは、他の観察光学系の望遠端（tele）状態のレンズ断面構成図である。

【図6】図6は、第2実施形態に係る内視鏡200の先端部の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

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

【0010】

（第1実施形態）

図1A、1Bは、第1実施形態に係る内視鏡100の先端部の構成を示す図である。

【0011】

本実施形態は、被写体に近づいて近接観察可能な、拡大観察機能を有する観察光学系11と、少なくとも3つ以上の、第1照明光学系12と、第2照明光学系13と、第3照明光学系14と、を有する内視鏡100であって、少なくとも3つ以上の、第1照明光学系12、第2照明光学系13、第3照明光学系14のうち、観察光学系11からの距離が最も近い第1照明光学系12の光量は、第2照明光学系13、第3照明光学系14の光量に対して2分の1以下であり、以下の条件式(1)、(2)を満足することを特徴とする。

$$0.4 < r_{d1} / r_{d3} < 0.8 \quad (1)$$

$$0.4 < r_{d1} / r_{d2} < 0.8 \quad (2)$$

ここで、

$r_{d1}$ は、観察光学系11の最も物体側に配置されているレンズの中心と、第1照明光学系12の最も物体側に配置されているレンズの中心と、の距離、

$r_{d2}$ は、観察光学系11の最も物体側に配置されているレンズの中心と、第2照明光学系13の最も物体側に配置されているレンズの中心と、の距離、

$r_{d3}$ は、観察光学系11の最も物体側に配置されているレンズの中心と、第3照明光学系14の最も物体側に配置されているレンズの中心と、の距離、

であり、

距離 $r_{d1}$ は距離 $r_{d2}$ 、 $r_{d3}$ よりも小さい値である。

【0012】

また、チャンネル15からは、処置具などが挿脱される。ノズル16は、観察光学系11の最も物体側のレンズに付着した汚れなどを洗浄するための洗浄水を射出する。

【0013】

以下、本実施形態において、このような構成をとった理由と作用を説明する。近接観察時においては、観察光学系11に対して、照明光学系が配置されている方向が明るくなる。このため、照明光学系が配置されていない領域が暗くなってしまう。照明の明るさを均等化するために、均等に照明光学系を配置すれば改善はできる。ここで、内視鏡においては、処置具を挿脱のチャンネル15や、観察光学系11のレンズ表面に付着した汚れを除去するための送水を行うノズル16を配置する必要がある。

【0014】

チャンネル15やノズル16の配置を考慮に入れると、内視鏡100の先端径が大きくなってしまふという問題がある。また、近接観察時において、照明光学系の配置を最適化してしまうと、通常観察において、フレアやハレーションといった光学的に望ましくない現象が発生しやすくなってしまふ。

【0015】

また、照明光学系の配置だけではなく、近接観察時においては、各々の照明光学系の光量差も、配光特性に大きく影響する。例えば、観察光学系11から近い距離に1つだけ照明光学系を配置した場合、この1つの照明光学系の照明の影響が支配的になり、他の方向が暗くなってしまう。

【0016】

10

20

30

40

50

また、観察光学系と複数の照明光学系と距離が同じ場合であっても、複数の照明光学系のそれぞれの光量に差がある場合、より明るい照明光学系の方向のみが明るく、他の方向は暗くなってしまう。

【 0 0 1 7 】

そこで、本実施形態は、近接観察時と通常観察時の明るさを均等にするため、3つ以上の照明光学系を用いている。照明光学系は、少なくとも3つ以上の照明光学系、即ち第1照明光学系12、第2照明光学系13、第3照明光学系14を有する。

【 0 0 1 8 】

まず、第1照明光学系12の光量を、他の照明光学系である第2照明光学系13、第3照明光学系14の光量に対して2分の1以下とする。これにより、近接観察時に必要な十分な光量を保ちつつ、内視鏡100を大径化せずに最適な照明配置にすることを可能にした。

10

【 0 0 1 9 】

他の2つの照明光学系である第2照明光学系13、第3照明光学系14は、近接観察時の照明を補助しつつ、通常観察時の配光を適切にするための構成である。これにより、フレアやハレーションといった問題の発生を軽減できる。

【 0 0 2 0 】

そして、条件式(1)、(2)を満足することにより、第1照明光学系12の光量に比較して、光量の小さい第2照明光学系13、第3照明光学系14を、近接観察時の明るさを均一化するために特化させる役割を果たすことができる。

20

【 0 0 2 1 】

条件式(1)、(2)の下限値を下回ると、近接観察時の明るさは均一になるが、観察光学系11と近い距離に配置する第1照明光学系12の光が、観察光学系11に直接入射して発生するフレアの発生リスクが高まる。

【 0 0 2 2 】

条件式(1)、(2)の上限値を上回ると、近接観察時に他の照明光学系13、14の寄与度が高まり、均一な明るさを確保できない。

【 0 0 2 3 】

なお、条件式(1)、(2)に代えて、以下の条件式(1')、(2')を満たすことが望ましい。

30

$$0.5 < r d 1 / r d 3 < 0.75 \quad (1')$$

$$0.5 < r d 1 / r d 2 < 0.75 \quad (2')$$

【 0 0 2 4 】

また、観察光学系11に近い第1照明光学系12の光量が大きい場合、直接観察光学系11に光が入り込むことによって発生するフレアのリスクが高まる。そのため、近接観察用に特化した第1照明光学系12の光量は小さいことが望ましい。例えば、第1照明光学系12の光量は、他の第2照明光学系13、第3照明光学系14の光量に対して3分の1以下であるとなお良い。さらに、第1照明光学系12の光量は、他の第2照明光学系13、第3照明光学系14の光量に対して4分の1以下であると、さらに良い。

40

【 0 0 2 5 】

(第2実施形態)

また、第2実施形態に係る内視鏡は、以下の条件式(3)、(4)を満足することが望ましい。

$$0.3 < (r d 2^2 \times L I 1) / (r d 1^2 \times L I 2) < 1.2 \quad (3)$$

$$0.3 < (r d 3^2 \times L I 1) / (r d 1^2 \times L I 3) < 1.2 \quad (4)$$

ここで、

L I 1は、第1照明光学系12の光量、

L I 2は、第2照明光学系13の光量、

L I 3は、第3照明光学系14の光量、

である。

50

## 【0026】

以下、本実施形態において、このような構成をとった理由と作用を説明する。

近接観察を良好に行うためには、観察光学系から最も近い位置（距離）に配置した第1照明光学系12と、他の第2照明光学系13、第3照明光学系14の距離と光量とのバランスが特に重要となる。特に、近接観察においては、注視したい被写体を画面中央に持ってくる人が多いため、画面の中央部の明るさを上げることが重要となる。しかしながら、距離と光量とのバランスが悪い場合、ある一方向のみが明るくなってしまう。このため、その方向のみが明るくなってしまう、結果として画面の中央部が明るくならない。従って、条件式(3)、(4)を満たすことが望ましい。

## 【0027】

条件式(3)、(4)の下限値を下回ると、他の第2照明光学系13、第3照明光学系14の光量の影響が強くなり過ぎてしまう。このため、観察光学系11との距離が近い第1照明光学系12による照明の効果が十分に発揮できず、中央部が明るくならない。

## 【0028】

条件式(3)、(4)の上限値を上回ると、観察光学系11との距離が近い第1照明光学系12の影響のみ強くなり過ぎてしまう。このため、他の第2照明光学系13、第3照明光学系14の効果が十分に発揮できず、中央部が十分に明るくならない。

## 【0029】

なお、条件式(3)、(4)に代えて、以下の条件式(3')、(4')を満たすことが望ましい。

$$0.5 < (rd_2^2 \times LI_1) / (rd_1^2 \times LI_2) < 1.1 \quad (3')$$

$$0.5 < (rd_3^2 \times LI_1) / (rd_1^2 \times LI_3) < 1.1 \quad (4')$$

## 【0030】

(第3実施形態)

また、第3実施形態に係る内視鏡は、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$1.1 < w(wide) / w(tele) < 3 \quad (5)$$

ここで、

w(wide)は、観察光学系11の通常観察時における画角、

w(tele)は、観察光学系11の近接拡大観察時における画角、

である。

## 【0031】

以下、本実施形態において、このような構成をとった理由と作用を説明する。

特に、近接観察時の配光特性を良くするには、照明光学系だけでなく、観察光学系11の影響も無視できない。近接観察時は、観察光学系11と被写体との距離が近い。このため、複数の照明光学系の光が十分に広がり、均一になる前に被写体に照射される。そのような状況下で、かつ、観察光学系11の画角が広いと、照明光学系が配置されている方の画面周辺部が、特に明るくなってしまう。結果として、画面中央部の明るさが暗くなってしまう、観察性能が悪化してしまう。このため、条件式(5)を満たすことが望ましい。

## 【0032】

条件式(5)の下限値を下回ると、近接観察時の画角が広くなり過ぎてしまい、良好な観察ができなくなる。

## 【0033】

条件式(5)の上限値を上回ると、中画面央の明るさは向上するが、観察範囲自体が狭くなるため望ましくない。

## 【0034】

(第4実施形態)

また、第4実施形態に係る内視鏡は、以下の条件式(6)、(7)を満足することが望ましい。

$$1.05 < 1 / 2 < 1.45 \quad (6)$$

$$1.05 < 1 / 3 < 1.45 \quad (7)$$

10

20

30

40

50

ここで、

1 は、第 1 照明光学系 1 2 の出射配光に関して、 $0^\circ$  方向の出射光量を 1 としたとき、 $0.3$  になるときの角度、

2 は、第 2 照明光学系 1 3 の出射配光に関して、 $0^\circ$  方向の出射光量を 1 としたとき、 $0.3$  になるときの角度、

3 は、第 3 照明光学系 1 4 の出射配光に関して、 $0^\circ$  方向の出射光量を 1 としたとき、 $0.3$  になるときの角度、

である。

【0035】

以下、本実施形態において、このような構成をとった理由と作用を説明する。

10

観察光学系 1 1 から最も近い第 1 照明光学系 1 2 の周辺配光を大きくすれば、近接観察時の画面を効果的に明るくすることが出来る。

【0036】

しかしながら、第 1 照明光学系 1 2 の配光性能を上げ過ぎてしまうと、第 1 照明光学系 1 2 は観察光学系 1 1 に近いため、直接観察光学系 1 1 に光が入り込むことによって発生するフレアのリスクが高まる。また、通常観察時には、照明光学系の配光が広すぎると、遠くの物体の照明光が暗くなり、観察性能が悪化するという問題がある。

【0037】

このため、各々の照明光学系 1 2、1 3、1 4 の配光性能のバランスを取ることが望ましく、条件式 (6)、(7) を満たすことが望ましい。

20

【0038】

条件式 (6)、(7) の下限値を下回ると、近接観察時に、観察光学系 1 1 から近い距離に配置された照明光学系の寄与度が下がってしまい、観察性能が落ちてしまう。

【0039】

条件式 (6)、(7) の上限値を上回ると、近接観察時の観察は良くなるが、フレアの発生リスクが高まる。

【0040】

なお、条件式 (6)、(7) に代えて、以下の条件式 (6')、(7') を満たすことが望ましい。

$$1.1 < 1 / 2 < 1.3 \quad (6')$$

$$1.1 < 1 / 3 < 1.3 \quad (7')$$

30

【0041】

次に、内視鏡の実施例及び数値実施例を説明する。

【0042】

図 2 A は、照明光学系 1 9 のレンズ断面構成を示す図である。照明光学系 1 9 は、物体側から順に、平凸正 L 1 レンズ、両凸正レンズ L 2、コアとクラッドからなるガラスロッド L 3、ライトガイドファイバー F B により構成される。ライトガイドファイバー F B より出射された光を、各々のレンズで屈折または反射させることにより、一定の配光を得られるように構成している。

【0043】

40

図 2 B は、他の照明光学系 2 0 のレンズ断面構成を示す図である。照明光学系 2 0 は、物体側より順に、平凹負レンズ L 1、ライトガイドファイバー F B により構成されている。

【0044】

図 3 は、第 1 照明光学系 1 2 による、距離 70 mm 離れた平面に対する配光特性を示す図である。第 1 照明光学系 1 2 から出射した光は、平面 1 7 に対して、配光分布 1 8 を有している。ここで、図 3 で紙面上方向を  $0^\circ$  とした時、 $0^\circ$  位置における明るさを (0) = 1 とする。また、時計周り方向に角度を測り、その角度において、明るさが  $0.3$  になる角度を と定義する。なお、配光分布は対称な形であるため、反時計周りに を測っても良い。

50

## 【 0 0 4 5 】

また、第 2、第 3 照明光学系 1 3、1 4 による配光特性も、第 1 照明光学系 1 2 の場合と同様に考えれば良い。さらに、この配光特性の  $80^\circ$  から  $-80^\circ$  の積分値を、照明光学系の光量と定義する。

## 【 0 0 4 6 】

実施例で使用しているライトガイドファイバー F B も、表 1 に示すような配光特性  $LG$  を有する。配光特性  $LG$  を、以下表 1 に示す。

## 【 0 0 4 7 】

[表 1]

角度	$LG$
0	1.00
5	0.97
10	0.94
15	0.85
20	0.67
25	0.46
30	0.27
35	0.13
40	0.05
45	0.01
50	0.00

10

20

## 【 0 0 4 8 】

以下に、上記各実施例の照明光学系の数値データを示す。面データにおいて、 $r$  は各レンズ面の曲率半径、 $d$  は各レンズ面間の間隔、 $nd$  は各レンズの  $d$  線の屈折率、 $d$  は各レンズのアップ数である。さらに、ガラスロッドとライトガイドファイバーの面間隔は 0 とし、ライトガイドファイバー F B の物体側端面の面積を  $S$  で示す。

## 【 0 0 4 9 】

照明光学系 A は、図 2 A に示すような、3 枚の負レンズとライトガイドファイバー F B からなる構成であり、数値データを以下に示す。

30

数値実施例 1

単位 mm

(照明光学系 A)

面データ

面番号	$r$	$d$	$nd$
物体面			
1		0.68	1.883
2	-0.504	0.03	
3	1.29	0.3	1.883
4	-1.29	0.03	
5	0.952	1.45	1.734
6		0	
FB		0.374(S)	

40

## 【 0 0 5 0 】

照明光学系 B は、図 2 B に示すような、1 枚の負レンズとライトガイドファイバー F B からなる構成であり、数値データを以下に示す。

50

## 数値実施例 2

単位 mm

(照明光学系 B)

面データ

面番号	r	d	nd
物体面			
1		0.36	1.883
2	0.76	0.37	
FB		1.431(S)	

10

## 【0051】

照明光学系 C は、図 2 A に示すような、3 枚の負レンズとライトガイドファイバー F B からなる構成であり、数値データを以下に示す。

## 数値実施例 3

単位 mm

(照明光学系 C)

面データ

面番号	r	d	nd
物体面			
1		1.3	1.883
2	-2	0.04	
3	2	0.75	1.883
4	-2	0.05	
5	1.906	2.9	1.734
6		0	
FB		1.431(S)	

20

30

## 【0052】

照明光学系 D は、図 2 A に示すような、3 枚の負レンズとライトガイドファイバー F B からなる構成であり、数値データを以下に示す。

## 数値実施例 4

単位 mm

(照明光学系 D)

面データ

面番号	r	d	nd
物体面			
1		0.41	1.883
2	-0.510	0	
3	0.536	0.325	1.883
4	-0.536	0	
5	0.859	0.925	1.648
6		0	
FB		0.159(S)	

40

50

## 【 0 0 5 3 】

照明光学系 E は、図 2 B に示すような、1 枚の負レンズとライトガイドファイバー F B からなる構成であり、数値データを以下に示す。

## 数値実施例 5

単位 mm

( 照明光学系 E )

面データ

面番号	r	d	nd	
物体面				
1		0.3	1.883	
2	0.7	0.21		
FB		0.785(S)		10

## 【 0 0 5 4 】

照明光学系 F は、図 2 B に示すような、1 枚の負レンズとライトガイドファイバー F B からなる構成であり、数値データを以下に示す。

## 数値実施例 6

単位 mm

( 照明光学系 F )

面データ

面番号	r	d	nd	
物体面				
1		0.3	1.883	
2	0.56	0.3		
FB		0.785(S)		30

## 【 0 0 5 5 】

上記の構成により成る照明光学系 A ~ F の平面配光特性、光量を以下の表 2 に示す。表において、「照明 A」は、照明光学系 A を示す。同様に、照明 B ~ F も、それぞれ照明光学系 B ~ F を示す。なお、配光特性に関しては、最も明るい照明光学系 C の 0 ° に対する明るさを 1 とした数値時の値を表記している。光量についても同様である。

## 【 0 0 5 6 】

[表 2]

角度	照明A	照明B	照明C	照明D	照明E	照明F	
0	0.170	0.806	1.000	0.107	0.686	0.439	
5	0.167	0.791	0.980	0.105	0.673	0.431	
10	0.161	0.752	0.939	0.100	0.640	0.409	
15	0.152	0.687	0.867	0.093	0.585	0.374	
20	0.140	0.605	0.774	0.083	0.515	0.329	
25	0.125	0.513	0.671	0.072	0.436	0.279	
30	0.108	0.417	0.561	0.060	0.353	0.226	
35	0.090	0.325	0.452	0.048	0.262	0.176	
40	0.073	0.237	0.350	0.036	0.174	0.130	
45	0.055	0.152	0.255	0.026	0.104	0.091	
50	0.039	0.087	0.172	0.017	0.057	0.060	50

55	0.025	0.045	0.104	0.010	0.027	0.034
60	0.014	0.020	0.056	0.006	0.012	0.017
65	0.007	0.008	0.025	0.003	0.004	0.007
70	0.003	0.003	0.008	0.001	0.001	0.003
75	0.001	0.001	0.002	0.000	0.000	0.001
80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	46.2	39.7	42.6	41.9	38.0	39.8
光量	0.18	0.76	1.00	0.11	0.63	0.42

10

## 【 0 0 5 7 】

上記実施例では、照明光学系を、レンズと、ライトガイドファイバーから成る構成のものを示したが、表 2 に示すような性能を持つ照明光学系であれば、例えば LED であっても良い。

## 【 0 0 5 8 】

次に、観察光学系 2 1 について説明する。

図 4 A は、観察光学系 2 1 の広角端 (wide) 状態のレンズ断面構成図である。図 4 B は、観察光学系 2 1 の望遠端 (tele) 状態のレンズ断面構成図である。

## 【 0 0 5 9 】

観察光学系 2 1 は、物体側から順に、平凹負レンズ L 1、平行平板 F 1、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2、両凸正レンズ L 3、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 4、明るさ絞り S、平凹負レンズ L 5、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 6、両凸正レンズ L 7、両凸正レンズ L 8、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 9、平行平板 F 2、平行平板 C G を有する。ここで、正レンズ L 3 と、負メニスカスレンズ L 4 は接合されている。負レンズ L 5 と、正メニスカスレンズ L 6 は接合されている。正レンズ L 8 と、負メニスカスレンズ L 9 は接合されている。

20

## 【 0 0 6 0 】

平行平板 F 2 はカバーガラス、平行平板 C G は C C D を封止するガラスである。そして、レンズ L 5、L 6 を移動することにより、広角端状態から望遠端状態へ状態を変えることができる。

30

## 【 0 0 6 1 】

さらに、観察光学系 2 2 について説明する。

図 5 A は、観察光学系 2 2 の広角端 (wide) 状態のレンズ断面構成図である。図 5 B は、観察光学系 2 2 の望遠端 (tele) 状態のレンズ断面構成図である。

## 【 0 0 6 2 】

観察光学系 2 2 は、物体側から順に、平凹負レンズ L 1、平行平板 F 1、両凸正レンズ L 2、明るさ絞り S、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3、両凸正レンズ L 4、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5、平行平板 F 2、平行平板 C G を有する。ここで、両凸正レンズ L 4 と、負メニスカスレンズ L 5 は接合されている。

40

## 【 0 0 6 3 】

平行平板 F 2 はカバーガラス、平行平板 C G は C C D を封止するガラスである。そして、レンズ L 4、L 5 を移動することにより、広角端状態から望遠端状態へ状態を変えることができる。

## 【 0 0 6 4 】

観察光学系 A は、図 4 A、4 B に示す構成であり、数値データを以下に示す。

数値実施例 7

単位 mm

( 観察光学系 A )

50

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	
物体面		可変(d0)			
1		0.280	1.883	40.76	
2	1.091	0.429			
3		0.325	1.494	75.00	
4		0.270			
5	-1.830	1.866	1.517	52.43	
6	-2.054	0.030			
7	3.272	0.937	1.581	40.75	10
8	-1.493	0.250	1.959	17.47	
9	-2.510	0.030			
10(絞り)		可変(d10)			
11		0.300	1.755	52.32	
12	1.307	0.499	1.648	33.79	
13	3.823	可変(d13)			
14	3.509	1.153	1.487	70.23	
15	-3.509	0.240			
16	2.694	1.507	1.487	70.23	
17	-2.193	0.280	1.959	17.47	20
18	-8.063	0.984			
19		0.380	1.516	64.14	
20		0.270	1.505	63.26	
像面					

## 各種データ

	広角端	望遠端	
d0	16	1.4	
d10	0.455	1.875	
d13	1.6	0.18	30

## 【0065】

観察光学系 B は、図 5 A、5 B に示すような構成であり、観察光学系 A よりもレンズ枚数が少ない。観察光学系 B の数値データを以下に示す。

## 数値実施例 8

単位 mm

## (観察光学系 B)

面番号	r	d	nd	d	
物体面		可変(d0)			
1		0.202	1.883	40.76	
2	0.45	0.290			
3		0.307	1.514	75.00	
4		0.060			
5	11.03	1.003	1.652	58.55	
6	-0.911	0.030			
7(絞り)		可変(d7)			
8	1.342	0.303	1.804	46.57	50

9	1.74	可変(d10)		
10	2.106	0.687	1.743	49.34
11	-0.72	0.229	1.923	18.90
12	-3.0	0.330		
13		0.320	1.516	
14		0.400	1.504	60.00
15(像面)				

## 各種データ

	広角端	望遠端	
d0	11.6	2	
d7	0.6	0.15	
d10	0.18	0.63	

10

## 【0066】

上記観察光学系A、Bと、照明光学系A～Fを組み合わせることにより、実施例1～5を構成した。その結果を、以下に示す。

## 【0067】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	
照明光学系の数	3つ目	3つ目	3つ目	4つ目	3つ目	20
照明光学系12,12a	照明A	照明A	照明D	照明D	照明A	
照明光学系13	照明B	照明C	照明E	照明F	照明E	
照明光学系14	照明B	照明C	照明E	照明F	照明C	
(照明光学系12b)	-	-	-	照明D	-	
観察光学系11	観察A	観察B	観察A	観察B	観察A	
rd1	3	3.2	3.5	2.5	3	
rd2	4.5	4.1	5	4.6	4.5	
rd3	4.95	4.5	5	4	5	
LI1	0.18	0.18	0.11	0.11	0.18	30
LI2	0.76	1.00	0.63	0.42	0.63	
LI3	0.76	1.00	0.63	0.42	1.00	
w(wide)	80.2	66.5	80.2	66.5	80.2	
w(tele)	45.5	56.7	45.5	56.7	45.5	
1	46.2	46.2	41.9	41.9	46.2	
2	39.7	42.6	38.0	39.8	38.0	
3	39.7	42.6	38.0	39.8	42.6	

## 【0068】

実施例1～5における条件式対応値を以下に示す。

40

## 条件式

- (1)  $rd1/rd3$
- (2)  $rd1/rd2$
- (3)  $(rd2^2 \times LI1)/(rd1^2 \times LI2)$
- (4)  $(rd3^2 \times LI1)/(rd1^2 \times LI3)$
- (5)  $w(wide)/w(tele)$
- (6) 1/ 2
- (7) 1/ 3

50

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
(1)	0.667	0.780	0.700	0.543	0.667
(2)	0.606	0.711	0.700	0.625	0.600
(3)	0.549	0.303	0.346	0.864	0.661
(4)	0.665	0.365	0.346	0.653	0.512
(5)	1.76	1.17	1.76	1.17	1.76
(6)	1.16	1.08	1.10	1.05	1.22
(7)	1.16	1.08	1.10	1.05	1.08

## 【0069】

10

さらに、他の実施形態について説明する。

図6は、他の実施形態に係る内視鏡200の先端部の構成を示す図である。観察光学系11に最も近い照明光学系12a、12bを2つ配置する。2つの照明光学系12a、12bが、第1照明光学系に対応する。そして、照明光学系12a、12bは、同一の構成を有する。このため、 $r_{d1} = r_{d4}$ 、 $L_{I1} = L_{I4}$ 、 $f_1 = f_4$ となる。

## 【0070】

本実施形態では、近接観察時に明るさの均等化を達成できることを以下に示す。以下に示す数値は、観察光学系11と、平面である被写体との距離が2mmのとき、観察光学系11の最も物体側のレンズの中心位置を原点に取ったときの角度-明るさ特性である。なお、X方向、Y方向における最大照度が1になるよう、規格化して表記する。

20

( X方向の値 )

角度	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
-56.7	-	0.67	-	0.84	-
-55	-	0.69	-	0.82	-
-50	-	0.74	-	0.73	-
-45.5	0.33	0.75	0.30	0.65	0.40
-45	0.33	0.75	0.30	0.64	0.40
-40	0.33	0.74	0.29	0.57	0.39
-35	0.32	0.72	0.28	0.52	0.39
-30	0.32	0.69	0.27	0.49	0.38
-25	0.32	0.67	0.26	0.46	0.37
-20	0.32	0.64	0.26	0.44	0.37
-15	0.32	0.62	0.26	0.44	0.37
-10	0.33	0.59	0.26	0.44	0.38
-5	0.34	0.57	0.26	0.44	0.38
0	0.35	0.56	0.27	0.46	0.39
5	0.37	0.54	0.28	0.48	0.41
10	0.40	0.54	0.29	0.51	0.44
15	0.43	0.53	0.32	0.54	0.47
20	0.48	0.54	0.36	0.58	0.51
25	0.53	0.55	0.41	0.64	0.56
30	0.61	0.57	0.48	0.70	0.63
35	0.70	0.61	0.59	0.78	0.71
40	0.83	0.66	0.74	0.87	0.84
45	0.98	0.75	0.97	0.96	0.98
45.5	1.00	0.76	1.00	0.97	1.00
50	-	0.87	-	1.00	-
55	-	0.98	-	0.92	-
56.7	-	1.00	-	0.85	-

30

40

50

( Y 方向の値 )

角度	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	
-56.7	-	1.00	-	0.47	-	
-55	-	0.97	-	0.50	-	
-50	-	0.85	-	0.58	-	
-45.5	1.00	0.75	1.00	0.60	0.65	
-45	0.98	0.74	0.98	0.60	0.63	
-40	0.82	0.65	0.79	0.58	0.55	
-35	0.71	0.58	0.67	0.56	0.51	10
-30	0.64	0.52	0.60	0.53	0.48	
-25	0.59	0.48	0.55	0.49	0.47	
-20	0.55	0.45	0.52	0.46	0.47	
-15	0.52	0.42	0.50	0.44	0.48	
-10	0.51	0.40	0.48	0.41	0.49	
-5	0.49	0.38	0.48	0.39	0.50	
0	0.48	0.37	0.48	0.37	0.51	
5	0.47	0.37	0.48	0.36	0.53	
10	0.47	0.37	0.48	0.35	0.55	
15	0.47	0.37	0.50	0.34	0.58	20
20	0.47	0.38	0.52	0.33	0.61	
25	0.48	0.40	0.55	0.34	0.65	
30	0.50	0.42	0.60	0.35	0.70	
35	0.52	0.46	0.67	0.38	0.77	
40	0.57	0.50	0.79	0.42	0.86	
45	0.65	0.57	0.98	0.50	0.98	
45.5	0.66	0.58	1.00	0.51	1.00	
50	-	0.66	-	0.63	-	
55	-	0.77	-	0.88	-	
56.7	-	0.80	-	1.00	-	30

【 0 0 7 1 】

以上説明したように、本発明によれば、通常観察、近接観察の双方の観察において、良好な配光を得られる内視鏡を提供できる。

【 0 0 7 2 】

以上、本発明の種々の実施形態について説明したが、本発明は、これらの実施形態のみに限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で、これら実施形態の構成を適宜組合せて構成した実施形態も本発明の範疇となるものである。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 7 3 】

以上のように、本発明に係る内視鏡は、通常観察、近接観察の双方の観察において、良好な配光を得られる内視鏡に適している。 40

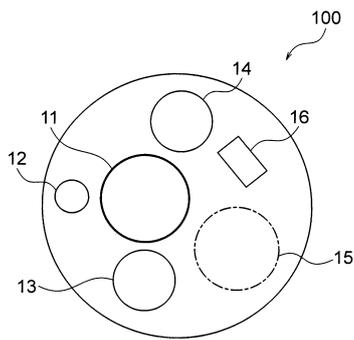
【 符号の説明 】

【 0 0 7 4 】

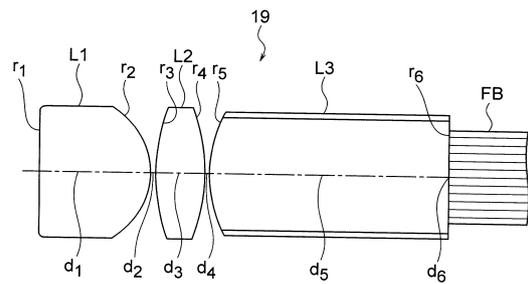
- 1 1 観察光学系
- 1 2、1 2 a、1 2 b 第 1 照明光学系
- 1 3 第 2 照明光学系
- 1 4 第 3 照明光学系
- 1 5 チャンネル
- 1 6 ノズル
- 1 7 平面

- 1 8 配光分布
- 1 9、2 0 照明光学系
- 2 1、2 2 観察光学系
- 1 0 0、2 0 0 内視鏡
- F 1、F 2、C G 平行平板
- L 1、L 2、L 3 レンズ(ガラスロッド)
- F B ライトガイドファイバー

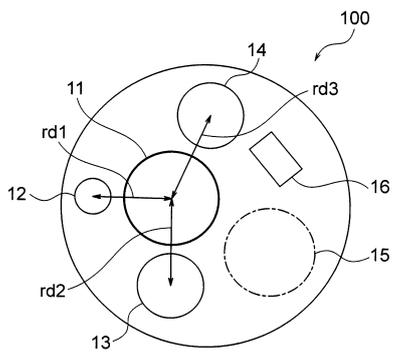
【図 1 A】



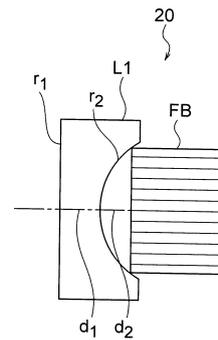
【図 2 A】



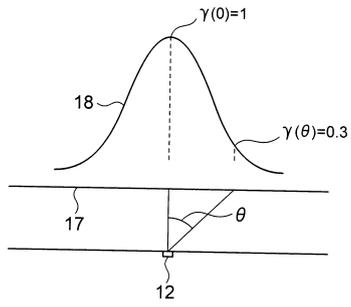
【図 1 B】



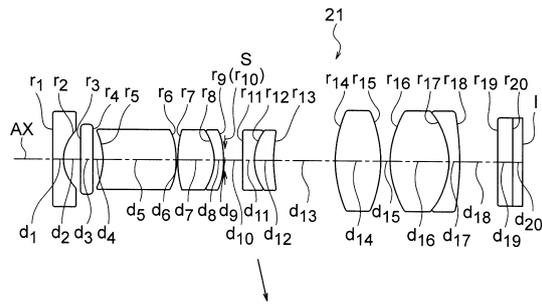
【図 2 B】



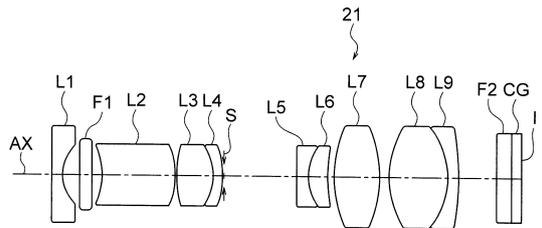
【 図 3 】



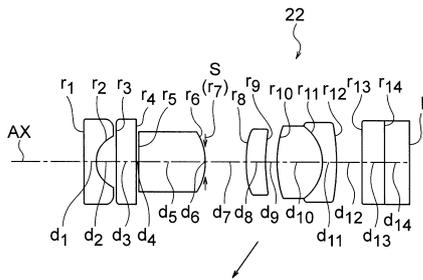
【 図 4 A 】



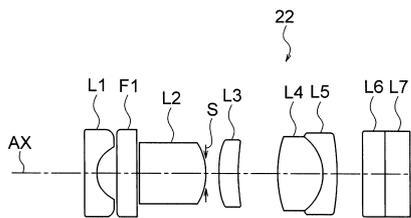
【 図 4 B 】



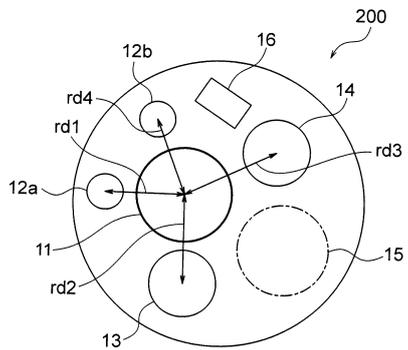
【 図 5 A 】



【 図 5 B 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2015/107844(WO, A1)  
特開平11-342105(JP, A)  
特開2011-098051(JP, A)  
国際公開第2014/132494(WO, A1)  
特開2009-183618(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/07

A61B 1/00