

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-276502

(P2009-276502A)

(43) 公開日 平成21年11月26日(2009.11.26)

|                                |                      |             |
|--------------------------------|----------------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                   | F 1                  | テーマコード (参考) |
| <b>G 0 2 B 13/00 (2006.01)</b> | G 0 2 B 13/00        | 2 H 0 4 0   |
| <b>G 0 2 B 23/26 (2006.01)</b> | G 0 2 B 23/26 A      | 2 H 0 8 7   |
| <b>A 6 1 B 1/00 (2006.01)</b>  | A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y | 4 C 0 6 1   |

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 15 頁)

|           |                              |          |                     |
|-----------|------------------------------|----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2008-126911 (P2008-126911) | (71) 出願人 | 304050923           |
| (22) 出願日  | 平成20年5月14日 (2008.5.14)       |          | オリンパスメディカルシステムズ株式会社 |
|           |                              |          | 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号   |
|           |                              | (74) 代理人 | 100097777           |
|           |                              |          | 弁理士 荏澤 弘            |
|           |                              | (74) 代理人 | 100088041           |
|           |                              |          | 弁理士 阿部 龍吉           |
|           |                              | (74) 代理人 | 100092495           |
|           |                              |          | 弁理士 蛭川 昌信           |
|           |                              | (74) 代理人 | 100095120           |
|           |                              |          | 弁理士 内田 亘彦           |
|           |                              | (74) 代理人 | 100095980           |
|           |                              |          | 弁理士 菅井 英雄           |
|           |                              | (74) 代理人 | 100094787           |
|           |                              |          | 弁理士 青木 健二           |

最終頁に続く

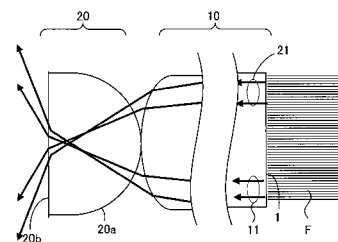
(54) 【発明の名称】 内視鏡用照明光学系

(57) 【要約】

【課題】 高効率で、かつ、配光の良い内視鏡用照明光学系のレンズを安価に提供する。

【解決手段】 光源からの光伝達手段Fの光束出射端1に対向させて用いる内視鏡用照明光学系において、光束出射端1から、正パワーのレンズ群10に続き、レンズ作用を持つ曲率半径Rの球面20aを持ち、その表面積をSとしたとき、 $1.48 \leq S/\pi R^2 \leq 4$ ・・・(1)を満足する光学部材20が配置されている。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光源からの光伝達手段の光束出射端に対向させて用いる内視鏡用照明光学系において、前記光束出射端から、正パワーのレンズ群に続き、レンズ作用を持つ曲率半径  $R$  の球面を持ち、その表面積を  $S$  としたとき、

$$1.48 \leq S / \pi R^2 \leq 4 \quad \dots (1)$$

を満足する光学部材が配置されていることを特徴とする内視鏡用照明光学系。

## 【請求項 2】

前記光学部材は透明部材による球であって、レンズ作用を持つ面は  $S / \pi R^2 = 4$  を満足することを特徴とする請求項 1 記載の内視鏡用照明光学系。

10

## 【請求項 3】

前記光学部材は両面が曲率半径  $R$  の球面であり、その曲率中心が一致している両凸レンズであることを特徴とする請求項 1 記載の内視鏡用照明光学系。

## 【請求項 4】

前記光学部材は、 $2 < S / \pi R^2$  を満足し、外径が曲率半径  $R$  の球面によって決定される正レンズであることを特徴とする請求項 1 記載の内視鏡用照明光学系。

## 【請求項 5】

前記光学部材の被照射体側の面の曲率半径と同符号若しくは無限大の曲率半径を持ち、前記光学部材と少なくとも一部を接触した透明カバー部材を有することを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか 1 項記載の内視鏡用照明光学系。

20

## 【請求項 6】

前記透明カバー部材は、前記光学部材の被照射体側の面の曲率半径と同じ曲率半径を持っていることを特徴とする請求項 5 記載の内視鏡用照明光学系。

## 【請求項 7】

前記透明カバー部材が、照明レンズを収める枠に半田付けされていることを特徴とする請求項 5 又は 6 記載の内視鏡用照明光学系。

## 【請求項 8】

前記正のパワーのレンズ群の中、最も前記光束出射端側のレンズはロッドレンズであることを特徴とする請求項 1 から 7 の何れか 1 項記載の内視鏡用照明光学系。

## 【請求項 9】

前記ロッドレンズは両凸レンズであることを特徴とする請求項 8 記載の内視鏡用照明光学系。

30

## 【請求項 10】

レンズ群は全てその面頂で突き当たるように構成され、突き当てと枠により各レンズの位置が決定されていることを特徴とする内視鏡用照明光学系。

## 【請求項 11】

光源からの光伝達手段の光束出射端に対向させて用いる内視鏡用照明光学系において、レンズ群は全てその面頂で突き当たるように構成され、突き当てと枠により各レンズの位置が決定されており、

前記光束出射端から、前記光束出射端から、正パワーのレンズ群に続き、レンズ作用を持つ曲率半径  $R$  の球面を持ち、その表面積を  $S$  としたとき、

40

$$1.48 \leq S / \pi R^2 \leq 4 \quad \dots (1)$$

を満足する光学部材が配置されていることを特徴とする内視鏡用照明光学系。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、内視鏡用照明光学系に関し、特に、光源からの光伝達手段の光束出射端に対向させて用いる内視鏡用照明光学系において特に細径の内視鏡の照明光学系に関するものである。

## 【背景技術】

50

## 【0002】

内視鏡検査に用いられるスコープでは、見落とし防止の観点から視野の広角化が望まれ続けている。近年では、全画角 $140^\circ$ を超え、 $170^\circ$ を実現するスコープも多くなっている。広角な被写体像を得るためには、対物レンズの視野角広角化が欠かせないが、照明光学系による視野周辺での配光が悪ければ、実効的な視野角も狭くなってしまう。したがって、内視鏡の視野広角化というときに、照明系の広配光化を切り離して考えることはできない。

## 【0003】

一方で、被観察者の苦痛軽減のためのスコープ自体の細径化も望まれている。そのため、上記のような内視鏡に用いられる照明系は、視野周辺における配光が良い上に、照明レンズの径が小さいものである必要がある。このような事情から鑑みると、例えば特許文献1に示すように、凹レンズにより光束出射端からの光線を直に発散させる照明系では、ケラレによる配光悪化をなくすためには径を大径化する必要があり、スコープ先端に占める照明レンズの面積の割合が大きくなってしまいうため、細径化が困難になるという課題があった。特許文献2、3に示されているように、製造が安価に行える透明球等を用いて安価に製造できる部材を用いて、配光を改善する試みは何例かなされているが、それでもなお特許文献1の場合と同様に負レンズでの発散による広配光を狙ったものであるために、同様の課題を抱えている。

## 【0004】

このような事情から、細径のスコープに用いられる照明系には、特許文献4～9に示すように正レンズを用いたものが多い。これは照明光学系内に一度光束を集光させた後発散光にして照明するもので、これによれば、配光を改善しながらも径は小さくすることができる。これにより、スコープを細径化することができるようになる。

## 【0005】

さて、一般に、内視鏡で主に観察される被写体は必ずしも一定の形状ではない。被写体の例としては、比較的平面に近い形状をした腹腔壁や、管腔形状の消化管の内壁、球面形状に近い形状をした胃の噴門部付近等、多数あげることができる。

## 【0006】

例えば平面の被写体を観察する際には、無収差かつ光量のロスがない光学系を用いると、照明系による相対的照度分布が $\cos^4 \theta$ に比例して減少することはコサイン4乗則としてよく知られるところである。したがって、これを照明に用いれば周辺は暗くなり、これが無収差レンズ( $f \cdot \tan \theta$ レンズ)は照明に適さない所以となっている。被写体が平面である場合に視野内で一様な照度を得られるようにするには、正射影レンズ( $f \cdot \sin \theta$ レンズ)とするのがよく、このことは特許文献4に詳しく記載されている。

## 【0007】

一方で、球面形状等曲面の被写体を観察する際は、照明光学系に入射する高さを $h$ 、射出角を $\theta$ 、照明光学系の焦点距離を $f$ とすると、 $h = f \theta$ を満足する等距離射影レンズ( $f \theta$ レンズ)とするのがよい。これによれば、焦点を中心にした球面上で一様な照度を得られ、最も観察しやすい画像が得られる。このことは、特許文献5に詳細な記載がある。

## 【0008】

これらの何れについても言えることは、照明光学系を用いて配光を向上させるためには、ディストーションを大きく発生させなければならないということである。

## 【0009】

もちろん、特許文献4～6に示すように非球面レンズを用いれば、ディストーションを大きく発生させ、広配光を実現することは可能である。しかしながら、対物レンズの視野角が広くなり、より広い範囲にわたって広配光を得ようとすれば、レンズはより急峻な凸形状とせねばならない。その結果、パワーが強くなるために、高い精度が要求される。そのため、コスト高となってしまう難点がある。また、非球面は主に成形によって加工されるが、成形できるガラス材料は限られていることから、用いる硝材の自由度も犠牲になっ

10

20

30

40

50

てしまう。そのため、配光を材料を替えて微調整することができない。

#### 【0010】

さらに、上記の理論は光路中で光線のケラレ等のロスがない場合を扱ったものであって、極めて理想化された照明系であることを考慮に入れなければならない。すなわち、特に細さが重要である内視鏡用の照明系では、如何にして光量のロスなく光量を運べるかについても注意する必要が出てくる。すなわち、実際には光線が途中で枠やレンズの縁でケラレてしまい、視野の周辺まで光線を到らしめることは困難である。例えば特許文献7～9に示すような光学系では、適用可能なスコープの視野角はおよそ120°程度までに留まっており、140°以上のスコープとなると配光を良くすることが難しい。

#### 【0011】

その原因は、

(A) 照明系で発生するディストーションが小さいために中心に光が集まりやすく、中心に対する周辺の光量は落ちてしまうこと、

(B) ディストーションを大きく発生させようとする光軸に対して平行に出射してきた光は照明系の途中でケラレやすく、照明系の効率ロスとなってしまうこと、

の2点から、効率と配光が両立しない点にあった。また、細径のスコープになる程偏心は小さくても影響が大きく出るようになり、例えば照明光が視野の一部分に偏ってしまう等の現象が発生してしまう。したがって、部品の公差は厳しくせねばならず、加工コストも上がっていた。

【特許文献1】特開2003-131144号公報

【特許文献2】実開平5-94835号公報

【特許文献3】特開2005-304838号公報

【特許文献4】特開2003-5095号公報

【特許文献5】特開平5-157967号公報

【特許文献6】特開平6-148519号公報

【特許文献7】特開平8-320440号公報

【特許文献8】特開2000-275547号公報

【特許文献9】特開2002-182126号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0012】

本発明は従来技術のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、高効率で、かつ、配光の良い内視鏡用照明光学系のレンズを安価に提供することにある。

【課題を解決するための手段】

#### 【0013】

上記課題を解決するため、本発明の内視鏡用照明光学系は、光源からの光伝達手段の光束出射端に対向させて用いる内視鏡用照明光学系において、前記光束出射端から、正パワーのレンズ群に続き、レンズ作用を持つ曲率半径Rの球面を持ち、その表面積をSとしたとき、

$$1.48 \leq S / \pi R^2 \leq 4 \quad \cdots (1)$$

を満足する光学部材が配置されていることを特徴とするものである。

#### 【0014】

以下に、本発明の内視鏡用照明光学系において上記構成を取る理由と作用を説明する。

#### 【0015】

上に述べたように、凸レンズ群による照明系では、高効率と広配光を両立させるものではなくてはならない。そのためには、光路中におけるケラレをなくし、従来の照明系で視野の中心に寄せられていた光を視野周辺まで運ぶ必要がある。光伝達手段の光束出射端から射出される光線は、ある程度の角度分布を持っているのが普通であるが、上述の2つの課題を分離して扱うため、これを光軸に対して平行に射出される光束（以下、平行光束と略

10

20

30

40

50

記)と、光軸に対して傾きを持って射出される光線(以下、傾斜光束と略記)に分けて議論する。前者が主に照明効率、後者が主に周辺での配光に寄与する。

#### 【0016】

広配光にしようとする場合、図1に示すように、照明光学系の各レンズのパワーを強くすれば、光伝達手段Fの光束出射端1から出る平行光束21の中、照明光学系に入射する高さをhが大きい部分の光線がケラレやすくなってしまう。特に、照明光学系の先端レンズ20のパワーを強くすると、ケラレが発生しやすい。しかし、一方で、図2に示すように、光束出射端1からの光線の中、光軸に対して傾きを持っている光線22については、大きく屈折させ、視野の周辺まで到達させなければ、配光を改善することはできない。すなわち、ディストーションについては大きく発生させる必要があり、また多くの光を取り込む必要から、照明光学系の先端レンズ20の曲率半径は小さくせざるを得ない。

10

#### 【0017】

本発明は、図3に示すように、曲率半径が小さくパワーの強い面20aを広く設け、平行光束21についてはその面20aの略曲率中心に一度集めるようにする一方、傾斜光束22については図4のように大きく屈折させ、視野周辺まで至らしめるように構成したものである。

#### 【0018】

このように構成すれば、平行光束21は面20aの略曲率中心に集光されるので、この屈折面20aでの境界で入射光と屈折光の進み方は、略面の法線に沿うものである。したがって、この部分での屈折の作用は非常に小さくてすみ、先端レンズ20で急激に屈折されることによる光線のケラレを少なくすることができる。さらに、これは屈折率に関係なく有効であるから、成形レンズを用いる場合と比較して、先端レンズ20のガラスを選び配光を調整することができる自由度も持っている。

20

#### 【0019】

内視鏡の先端に用いられる光学系の先端面は、挿入性や洗浄性の向上のため、平面であることが一般的であるので、傾斜光束が如何に広がるかの尺度を得るため、半径Rの屈折面で屈折された光は直進し、そのままその平面に入射して射出されるとして議論する。傾斜光束22は照明光学系の正のパワーのレンズ群10によって屈折されるから、様々な角度を持って先端レンズ20に入射するが、このとき、最も角度が付いて射出される光線は、光軸に平行に先端レンズ20の後端面20aの縁部分に入射する光線である。このような光線の先端面20bからの射出角を $\theta$ 、先端レンズ20の屈折率をnとすると、図5を参照して、スネルの法則から次式が成り立つ。

30

#### 【0020】

$$\sin \theta = n \cdot \sin \alpha \quad \dots (a)$$

$$n \cdot \sin \beta = \sin \phi \quad \dots (b)$$

ここで、 $\phi$ は後端面20aでの入射角、 $\beta$ は後端面20aでの屈折角、 $\alpha$ は先端面20bでの入射角である。

#### 【0021】

幾何学的考察から、

$$\phi = \alpha + \beta \quad \dots (c)$$

40

である。

#### 【0022】

これを $\phi$ について解き、3つの式(a)～(c)から $\alpha$ と $\beta$ を消去すると、下式(d)が得られる。

#### 【0023】

$$\phi = \arctan [\sin \theta / \{ (n^2 - \sin^2 \theta)^{1/2} - 1 \}] \quad \dots (d)$$

さて、ここで、広配光が必要になるのは視野角140°以上のスコープと考えられるが、もちろん部品や組み立て上のばらつき等を加味して、JIS規格により±15%程度が許容されている。最大画角である160°程度まで光が広がっている必要があることを考えると、前述の傾斜光束は $\theta = 80^\circ$ 程度まで広がっている必要があり、これが配光改善

50

の一つの尺度となる。上式 (d) に  $\theta = 80^\circ$  を代入し、さらにこれを、低屈折率の光学材料のときにまで保証するため、 $n = 1.6$  とすると、 $\phi = 75^\circ$  が得られる。すなわち、これ以上の大きさの  $\phi$  を満足するならば、 $n \geq 1.6$  なる硝材を用いる場合に広配光を得ることが可能となる。このような屈折面の最小面積を求めるならば、

$$S = \int_0^{2\pi} d\phi \int_0^{\text{rad}(75^\circ)} R^2 \sin\theta d\theta \quad \dots (e)$$

より、 $1.48\pi R^2$  となる。ここに、 $\text{rad}(x)$  は引数  $x$  をラジアン換算する関数として書いてある。これと、最大で大きくなり得る面積が  $4\pi R^2$  であることから、上記条件式 (1) が得られる。

#### 【0024】

さらに、条件式 (1) において、

$$2 \leq S / \pi R^2 \leq 4 \quad \dots (1')$$

を満足することがより望ましい。この条件式 (1') を満足すると、半径  $R$  の屈折面は半径  $R$  の球の半分以上を覆うようになって、レンズの外径が  $2R$  に固定されるからである。一般にパワーが強い光学部材は、偏心等による配光ムラをなくすために精度を厳しく作らなくてはならず、加工コストが上がる傾向にある。しかし上記のボール形状を作る加工は、曲面が保証されれば外径も保証されるという特徴から精度を出しやすい。これによって、精度の良いレンズを安価に提供することができるようになる。

#### 【0025】

さらに、ローコスト化を実現するためには、上記の光学部材は  $S / \pi R^2 = 4$  を満たす半径  $R$  の球を用いるとよい。これによって、ボールレンズの加工のみでその光学部材の光束出射端側の面（後端面）と被照射面側の面（先端面）の両方を加工することができ、精度の良いレンズながら加工コストを抑えることができる。

#### 【0026】

あるいは、取り扱いやすさと製造コストのバランスを取りたいときには、両面が半径  $R$  であり、その中心が一致している両凸レンズとしてもよい。球形状のレンズ部品は元来方向性がないが、レンズに傷が付いたり、コーティングが剥がれたりした場合には、方向性があった方が取り扱いは容易になる。上記の形状にすることで、コバ厚を確保するならば、安定を良くすることができる。このようなレンズを加工するためには、球形状を加工した上で外径を削り取る心取り加工のみ施せばよく、コストアップは最低限で済む。

#### 【0027】

あるいは、さらに配光を重視するなら、上記光学部材は、外径が前記の半径  $R$  の球面によって決定される正レンズであってもよい。いかに高効率を実現したとしても、概して照明光には光路中のケラレによる光量ロスがあるものであり、先端レンズ全長が長ければ、傾斜光束においてそれが発生しやすい。したがって、先端レンズの長さを短くし、それだけケラレの割合を減らせば、視野周辺における広配光が実現される。

#### 【0028】

さらに、このような正レンズは、平凸レンズとするのがより好ましい。これは、平面加工が最も加工が簡単であることの他に、外径が曲率半径  $R$  の球面によって決定されていれば、光学的な厚さは  $R$  以上となり、半径  $R$  の面の中心をレンズ内に収めることができるようになる利点からである。本発明では、照明光学系の焦点（平行光束の集光点）をレンズ内に収めることと略同義であるから、これによって熱傷の恐れをなくすこともできる。

#### 【0029】

さらに、内視鏡では、薬液や、衝撃に対する耐性等から、先端に硬い透明カバー部材を配置すると良いことが一般的に知られている。この目的のための材料としては、モース硬度の高いガラス材料の他、サファイア等の結晶材料が考えられる。本発明においても、透明カバー部材を配置することは効果的であるが、上記光学部材の被照射体側の面の曲率半径と同符号若しくは無限大の曲率半径を持ち、少なくとも上記光学部材と一部を接触していることが望ましい。上記光学部材は曲率半径が小さいがゆえに、組み立て時に偏心しや

10

20

30

40

50

すいという特徴を持つが、特に光軸が傾いてしまうチルト偏心を発生しやすい。しかし、このような偏心は、同じ符号の曲率半径を持った部材を接触させ、面を押圧することで抑えることが可能になる。

#### 【0030】

そして、面偏心を取り除くためには、上記の透明カバー部材は光学部材と同じ曲率半径を持っていることが望ましい。これによれば、両者はオプティカルコンタクトされ、接触面同士での光量ロスが小さくなる点でも都合が良い。もちろん、曲率が同じならば、両者を接合して一つのレンズとして扱ってもよい。

#### 【0031】

加えて、内視鏡の使用後の処置として、高温蒸気によるオートクレーブ滅菌を行う場合がある。その場合は、内視鏡の先端レンズは枠に半田付けされている必要がある。上記の構成によれば、透明カバー部材は照明レンズを収める枠に半田付けすることができ、オートクレーブに対応させることも可能である。

#### 【0032】

なお、照明によるむら発生の観点からは、正のパワーのレンズ群の中、最も光束出射端側のレンズは、ロッドレンズであることが好ましい。先に述べた凸レンズによる照明系には、像が結像するために光束出射端の像を被照射体に写影してしまうという課題がある。例えば、照明レンズに対向させて用いる光束出射端がライトガイドファイバーだと、一様な面光源でないことにより六方最密格子状のむらが発生する。これを、レンズ表面を粗面化し解決することは可能であるが、光量ロスにより照明の効率は悪くなってしまう。上記構成によれば、このような光束をコアとクラッドの全反射により一様に近い光束とすることができ、むらのない配光が得られる。

#### 【0033】

そして、以上のような照明光学系において視野周辺の配光を改善したければ、上記ロッドレンズを両凸レンズとするとよい。これにより、光束出射端から発せられた光はロッドレンズ入射時に屈折作用を受けるので、平行光束の割合を減らし、傾斜光束の割合を増やすことが可能となる。これにより、ロッドレンズを平凸レンズとした場合に効率に寄与していた光を配光に用いることができるので、より視野周辺の配光を改善することが可能になる。

#### 【0034】

また、従来の内視鏡用照明光学系は、間隔管によりレンズ間の距離が決められていた。しかし、一部の光線はこのような間隔管によってケラレてしまい、光量ロスの一因となっていた。そして、内視鏡が細系のものになるにつれ、同じ厚さの間隔管であっても光量ロスに占める割合は大きくなってしまふ。これを改善するには、レンズ群は全てその面頂で突き当たるように構成され、その突き当てと枠により各レンズの位置が決定されているように構成するとよい。これによって、光路中のケラレを最小限に留め、さらに効率を上げることができるようになる。

#### 【0035】

さらに好ましくは、レンズ群は全てその面頂で突き当たるように構成され、その突き当てと枠により各レンズの位置が決定されており、光束出射端から、正パワーのレンズ群に続き、レンズ作用を持つ半径  $R$  の球面を持ち、その表面積を  $S$  としたとき、条件式(1)を満足するとよい。これにより、前述のように配光が良く、さらに効率もより良い照明光学系を得ることができるようになる。

#### 【発明の効果】

#### 【0036】

本発明によれば、高効率で、かつ、配光の良い内視鏡用照明光学系のレンズを安価に実現することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0037】

以下、本発明の内視鏡用照明光学系の実施例1～8について、図6～図13を用いて説

10

20

30

40

50

明する。何れの実施例においても、光伝達部材の光束出射端 1（図 3）より正パワーのレンズ群 10 に続き、レンズ作用を持つ曲率半径  $R$  の球面 20a を持ち、条件式（1）を満足する光学部材 20 が配置されている。実施例によっては、光学部材 20 の被照射体側の面 20b の曲率と同符合か、無限大の曲率半径を持つカバー部材 30 を配置し、光学部材 20 の偏心を抑えるように構成されている。なお、正のパワーのレンズ群 10 の最も光束出射端 1 側のレンズはコア 11a とクラッド 11b よりなるロッドレンズ 11 であってもよいし、クラッド 11b をなくし、側面が鏡面のレンズであってもよい。

#### 【0038】

各実施例のレンズ系の数値データは後記するが、焦点距離を 1mm に規格化して表示する。また、各光学面の面番号“ $N_o$ ”は被照射体側から数えて、最終面を光束出射端としている。曲率半径“ $r$ ”と面間隔“ $d$ ”の単位は mm、屈折率“ $n_e$ ”及びアッペ数“ $v_e$ ”は e 線に関するもので、コアとクラッドを持つロッドレンズの場合は、コアの値を記載している。なお、 $v_e = (n_e - 1) / (n_{F'} - n_{C'})$  であり、 $n_{F'}$  は F' 線の屈折率、 $n_{C'}$  は C' 線の屈折率である。

#### 【0039】

なお、図 6～図 13 では、面番号“ $N_o$ ”が 1、2、3、・・・の光学面は  $r_1$ 、 $r_2$ 、 $r_3$ 、・・・で、面番号  $N_o$  1 と 2、2 と 3、3 と 4、・・・の間の面間隔又は空気間隔は  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、・・・で示してある。

#### 【0040】

##### <実施例 1>

図 6 は、本実施例 1 に係る内視鏡用照明光学系の断面を表すものである。光学部材 20 は平凸正レンズよりなり、正のパワーのレンズ群 10 は凸平正レンズと、凸平正レンズ形状のロッドレンズ 11 とからなる。また、後記の実施例 1 の数値データを表す表において、第 2 面は条件式（1）を満足する面であり、外径 2.86 を代入すると  $S / \pi R^2 = 1.58$  を満たしている。第 3 面から第 6 面にかけては正パワーのレンズ群 10 であり、第 6 面は光束出射端 1 を表す。また、最も光束出射端にある第 5 面から第 6 面によりなるレンズはロッドレンズ又は側面を鏡面とされたレンズ 11 である。数値データに記載された屈折率、アッペ数はコア材料のものであって、クラッド材料は例えばソーダライムガラス（旭硝子（株）；屈折率 1.52）のような低屈折率ガラスとする。また、各面には反射光による光量ロスをなくすための単層コートや、マルチコートが施されていてもよい。以下の実施例でも、これは同様であるので特に明記はしない。

#### 【0041】

##### <実施例 2>

図 7 は、本実施例 2 に係る内視鏡用照明光学系の断面を表すものである。光学部材 20 は透明球よりなり、正のパワーのレンズ群 10 は両凸正レンズと、凸平正レンズ形状のロッドレンズ 11 とからなる。光学部材 20 には平凹負レンズ形状のカバー部材 30 が密着されている。また、後記の実施例 2 の数値データを表す表において、第 2 面から第 3 面は条件式（1）を満足する面である。第 1 面から第 2 面にかけてのカバー部材 30 により透明球 20 を突き当て固定する構造となっており、外径に関係なく  $S / \pi R^2 = 4$  が満たされる。カバー部材 30 と透明球 20 は、接着されていてもよいし、オプティカルコンタクトでもよい。このとき、レンズの固着を行う際にはカバー部材 30 と透明球 20 部分に接着剤を塗布し枠に固定するが、カバー部材 30 に面取りを設けることで、カバー部材 30 と透明球 20 部分の接触面外周に接着剤の逃げ（溝）を作ることができ、第 3 面部分に流れ出す接着剤を最低限に抑えられるという効果がある。これは透明球でなくとも、面取りのあるカバー部材 30 を用いれば可能であり、以下の実施例でも同様に適用される。第 4 面から第 7 面にかけては正パワーのレンズ群 10 であり、第 7 面は光束出射端 1 を表す。また、最も光束出射端にある第 6 面から第 7 面によりなるレンズはロッドレンズ又は側面を鏡面とされたレンズ 11 である。

#### 【0042】

##### <実施例 3>



図 8 は、本実施例 3 に係る内視鏡用照明光学系の断面を表すものである。光学部材 20 は両凸正レンズよりなり、正のパワーのレンズ群 10 は両凸正レンズと、凸平正レンズ形状のロッドレンズ 11 とからなる。光学部材 20 には平凹負レンズ形状のカバー部材 30 が軸上で突き当たっている。また、後記の実施例 3 の数値データを表す表において、第 4 面は条件式 (1) を満足する面である。このレンズの外径は第 4 面の曲率半径の球面で規定されており、 $S/\pi R^2 \geq 2$  である。第 5 面から第 8 面にかけては正パワーのレンズ群 10 であり、第 8 面は光束出射端 1 を表す。また、最も光束出射端にある第 7 面から第 8 面によりなるレンズはロッドレンズ又は側面を鏡面とされたレンズ 11 である。

#### 【0043】

##### <実施例 4>

図 9 は、本実施例 4 に係る内視鏡用照明光学系の断面を表すものである。光学部材 20 は平凸正レンズよりなり、正のパワーのレンズ群 10 は凸平正レンズと、凸平正レンズ形状のロッドレンズ 11 とからなる。また、後記の実施例 4 の数値データを表す表において、第 2 面は条件式 (1) を満足する面である。このレンズ 20 の外径は第 2 面の曲率半径の球面で規定されており、 $S/\pi R^2 \geq 2$  である。第 3 面から第 6 面にかけては正パワーのレンズ群 10 であり、第 6 面は光束出射端 1 を表す。また、最も光束出射端にある第 5 面から第 6 面によりなるレンズはロッドレンズ又は側面を鏡面とされたレンズ 11 である。

#### 【0044】

##### <実施例 5>

図 10 は、本実施例 5 に係る内視鏡用照明光学系の断面を表すものである。光学部材 20 は平凸正レンズよりなり、正のパワーのレンズ群 10 は両凸正レンズと、凸平正レンズ形状のロッドレンズ 11 とからなる。光学部材 20 には平行平板状のカバー部材 30 が密着されている。また、後記の実施例 5 の数値データを表す表において、第 1 面から第 2 面にかけてのカバー部材 30 により略透明半球状の光学部材 20 を突き当て固定する構造となっており、第 3 面は条件式 (1) を満足する面である。カバー部材 30 と略透明半球の光学部材 20 は接着されていてもよい。このレンズ 20 の外径は第 3 面の曲率半径の球面で規定されており、 $S/\pi R^2 \geq 2$  である。第 4 面から第 7 面にかけては正パワーのレンズ群 10 であり、第 7 面は光束出射端 1 を表す。また、最も光束出射端にある第 6 面から第 7 面によりなるレンズはロッドレンズ又は側面を鏡面とされたレンズ 11 である。

#### 【0045】

##### <実施例 6>

図 11 は、本実施例 6 に係る内視鏡用照明光学系の断面を表すものである。構成は実施例 5 と同様であり、実施例 5 における最も被照射面側のカバー部材 30 の平行平板をサファイアに置き換えたものであり、この平行平板は枠に半田付けすることができる。

#### 【0046】

##### <実施例 7>

図 12 は、本実施例 7 に係る内視鏡用照明光学系の断面を表すものである。光学部材 20 は凹凸正メニスカスレンズよりなり、正のパワーのレンズ群 10 は凸平正レンズ形状のロッドレンズ 11 からなる。光学部材 20 には平凸正レンズ形状のカバー部材 30 が密着されている。また、後記の実施例 7 の数値データを表す表において、第 1 面から第 2 面にかけてのカバー部材 30 を光学部材 20 に突き当て固定する構造となっており、第 3 面は条件式 (1) を満足する面である。カバー部材 30 と光学部材 20 は接着されていてもよい。このレンズ 20 の外径は 2.56 であり、 $S/\pi R^2 = 1.74$  である。第 4 面から第 5 面にかけては正パワーのレンズ群 10 であり、第 5 面は光束出射端 1 を表す。また、最も光束出射端にある第 4 面から第 5 面によりなるレンズはロッドレンズ又は側面を鏡面とされたレンズ 11 である。

#### 【0047】

##### <実施例 8>

図 13 は、本実施例 8 に係る内視鏡用照明光学系の断面を表すものである。光学部材 2

10

20

30

40

50

0は透明球よりなり、正のパワーのレンズ群10は両凸正レンズと、両凸正レンズ形状のロッドレンズ11とからなる。光学部材20には平凹負レンズ形状のカバー部材30が密着されている。また、後記の実施例8の数値データを表す表において、第2面から第3面は条件式(1)を満足する面である。第1面から第2面にかけてのカバー部材30により透明球20を突き当て固定する構造となっており、外径に関係なく $S/\pi R^2 = 4$ が満たされる。カバー部材30と透明球20は、接着されていてもよいし、オプティカルコンタクトでもよい。第4面から第7面にかけては正パワーのレンズ群10であり、第8面は光束出射端1を表す。また、最も光束出射端にある第6面から第7面によりなるレンズはロッドレンズ又は側面を鏡面とされたレンズ11である。

【0048】

10

#### 実施例1

| No | r        | d      | ne      | ve    |
|----|----------|--------|---------|-------|
| 1  | $\infty$ | 1.7850 | 1.88300 | 40.76 |
| 2  | -1.5720  | 0.0000 |         |       |
| 3  | 3.1061   | 1.3721 | 1.88300 | 40.76 |
| 4  | $\infty$ | 0.0000 |         |       |
| 5  | 4.3908   | 5.2689 | 1.80518 | 25.42 |
| 6  | $\infty$ | 0.0000 |         |       |

【0049】

20

#### 実施例2

| No | r        | d      | ne      | ve    |
|----|----------|--------|---------|-------|
| 1  | $\infty$ | 0.4006 | 1.88300 | 40.76 |
| 2  | 1.3021   | 2.6041 | 1.77250 | 49.60 |
| 3  | -1.3021  | 0.0000 |         |       |
| 4  | 3.2872   | 1.2219 | 1.78800 | 47.37 |
| 5  | -12.8203 | 0.0000 |         |       |
| 6  | 4.0063   | 4.5071 | 1.80518 | 25.42 |
| 7  | $\infty$ | 0.0000 |         |       |

【0050】

30

#### 実施例3

| No | r        | d      | ne      | ve    |
|----|----------|--------|---------|-------|
| 1  | $\infty$ | 0.4711 | 1.88300 | 40.76 |
| 2  | 5.0015   | 0.0000 |         |       |
| 3  | 3.0980   | 1.5181 | 1.77250 | 49.60 |
| 4  | -1.2491  | 0.0192 |         |       |
| 5  | 3.2536   | 1.1571 | 1.84666 | 23.78 |
| 6  | -11.9141 | 0.0000 |         |       |
| 7  | 3.7687   | 4.5225 | 1.80518 | 25.42 |
| 8  | $\infty$ | 0.0000 |         |       |

【0051】

40

#### 実施例4

| No | r        | d      | ne      | ve    |
|----|----------|--------|---------|-------|
| 1  | $\infty$ | 1.6465 | 1.88300 | 40.76 |
| 2  | -1.4029  | 0.0000 |         |       |
| 3  | 2.6345   | 1.3172 | 1.80518 | 25.42 |
| 4  | $\infty$ | 0.0000 |         |       |

50

|             |          |        |         |       |
|-------------|----------|--------|---------|-------|
| 5           | 4.3908   | 5.2689 | 1.80518 | 25.42 |
| 6           | $\infty$ | 0.0000 |         |       |
| 【 0 0 5 2 】 |          |        |         |       |

## 実施例 5

| N o         | r        | d      | n e     | v e   |
|-------------|----------|--------|---------|-------|
| 1           | $\infty$ | 0.5900 | 1.88300 | 40.76 |
| 2           | $\infty$ | 1.3838 | 1.78800 | 47.37 |
| 3           | -1.2632  | 0.0000 |         |       |
| 4           | 3.2441   | 1.1861 | 1.80518 | 25.42 |
| 5           | -9.8747  | 0.0000 |         |       |
| 6           | 3.9538   | 4.7446 | 1.80518 | 25.42 |
| 7           | $\infty$ | 0.0000 |         |       |
| 【 0 0 5 3 】 |          |        |         |       |

10

## 実施例 6

| N o         | r        | d      | n e     | v e   |
|-------------|----------|--------|---------|-------|
| 1           | $\infty$ | 0.5300 | 1.76820 | 71.79 |
| 2           | $\infty$ | 1.3838 | 1.78800 | 47.37 |
| 3           | -1.2632  | 0.0000 |         |       |
| 4           | 3.2441   | 1.1861 | 1.80518 | 25.42 |
| 5           | -9.8747  | 0.0000 |         |       |
| 6           | 3.9538   | 4.7446 | 1.80518 | 25.42 |
| 7           | $\infty$ | 0.0000 |         |       |
| 【 0 0 5 4 】 |          |        |         |       |

20

## 実施例 7

| N o         | r        | d      | n e     | v e   |
|-------------|----------|--------|---------|-------|
| 1           | $\infty$ | 1.4356 | 1.88300 | 40.76 |
| 2           | -1.8252  | 1.1690 | 1.75500 | 52.32 |
| 3           | -1.3105  | 0.0000 |         |       |
| 4           | 2.0508   | 4.9220 | 1.80518 | 25.42 |
| 5           | $\infty$ | 0.0000 |         |       |
| 【 0 0 5 5 】 |          |        |         |       |

30

## 実施例 8

| N o         | r        | d      | n e     | v e   |
|-------------|----------|--------|---------|-------|
| 1           | $\infty$ | 0.3389 | 1.88300 | 40.76 |
| 2           | 1.1014   | 2.2028 | 1.77250 | 49.60 |
| 3           | -1.1014  | 0.0000 |         |       |
| 4           | 2.7806   | 1.0336 | 1.78800 | 47.37 |
| 5           | -10.8446 | 0.0000 |         |       |
| 6           | 2.7069   | 3.8126 | 1.80518 | 25.42 |
| 7           | -7.6131  | 0.0000 |         |       |
| 8           | $\infty$ | 0.0000 |         |       |
| 【 0 0 5 6 】 |          |        |         |       |

40

上記のそれぞれの実施例による配光を図 1 4 に示す。比較対象としては、特許文献 9 の実施例 1 を用いた。

## 【 0 0 5 7 】

以上の実施例に示したように、本発明によれば、半画角 7 0 ° 近傍であっても配光の良

50

い内視鏡用照明光学系を安価なレンズを用いて構成することが可能である。さらに、外径が球面によって保証されているレンズを用いるならば、その外径の精度も向上させることができ、配光の偏りをなくす上でも効果的である。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】従来の照明光学系の概略構成図で、平行光束の進み方を表したものである。

【図2】従来の照明光学系の概略構成図で、傾斜光束の進み方を表したものである。

【図3】本発明による照明光学系の概略構成図で、平行光束の進み方を表したものである。

。

【図4】本発明による照明光学系の概略構成図で、傾斜光束の進み方を表したものである。

10

。

【図5】条件式(1)を導出するための幾何光学的な図である。

【図6】本発明による照明光学系の実施例1における構成図である。

【図7】本発明による照明光学系の実施例2における構成図である。

【図8】本発明による照明光学系の実施例3における構成図である。

【図9】本発明による照明光学系の実施例4における構成図である。

【図10】本発明による照明光学系の実施例5における構成図である。

【図11】本発明による照明光学系の実施例6における構成図である。

【図12】本発明による照明光学系の実施例7における構成図である。

【図13】本発明による照明光学系の実施例8における構成図である。

20

【図14】実施例1～8と従来例の配光を比較した図である。

【符号の説明】

【0059】

1…光伝達部材の光束出射端

10…正のパワーのレンズ群

11…ロッドレンズ

11a…ロッドレンズのコア

11b…ロッドレンズのクラッド

20…光学部材

20a…条件式(1)を満足する面

30

20b…光学部材の被照射体側の面

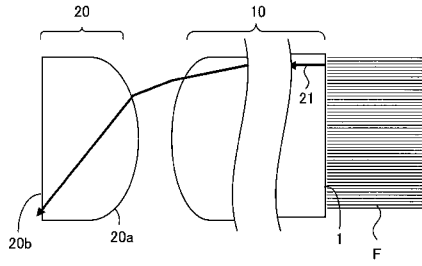
21…平行光束

22…傾斜光束

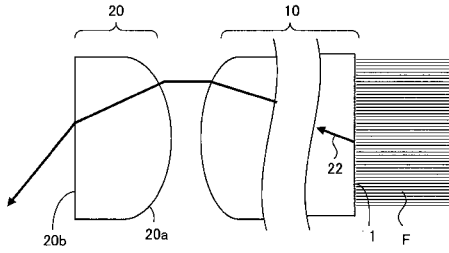
30…カバー部材

F…光伝達手段

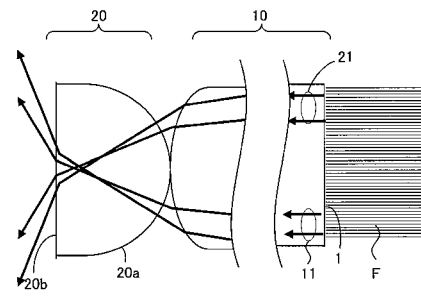
【図 1】



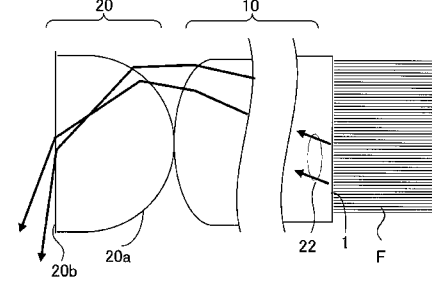
【図 2】



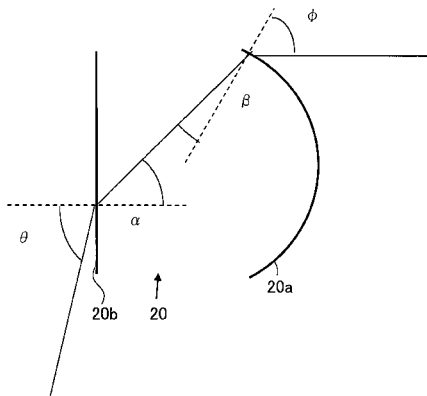
【図 3】



【図 4】

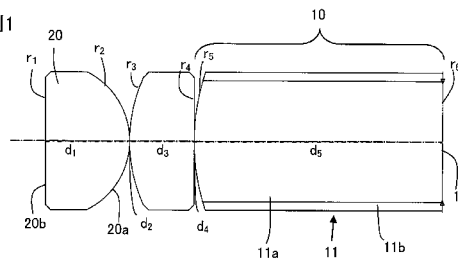


【図 5】



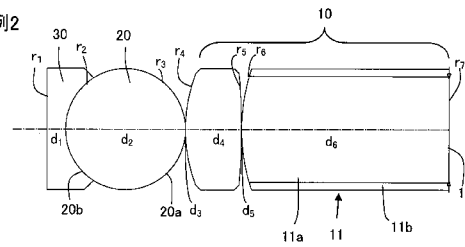
【図 6】

実施例1



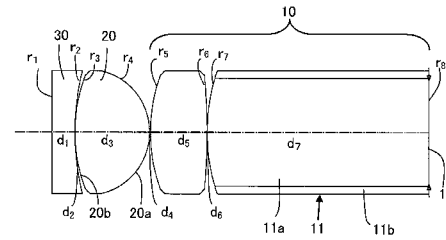
【図 7】

実施例2



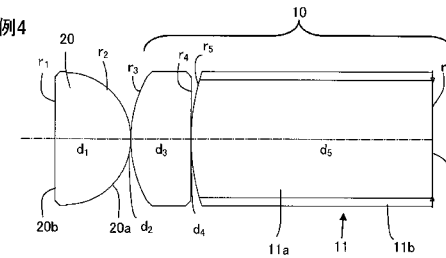
【図 8】

実施例3

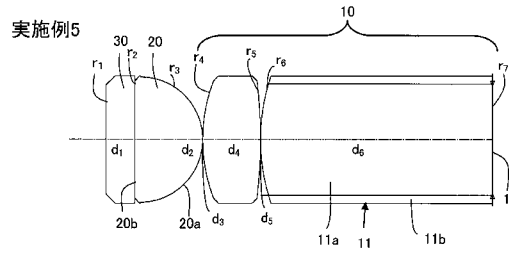


【図 9】

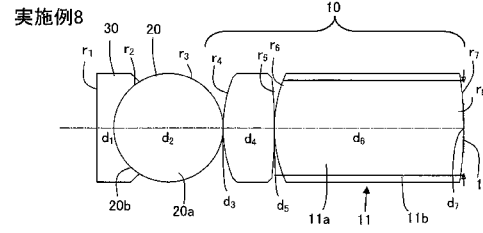
実施例4



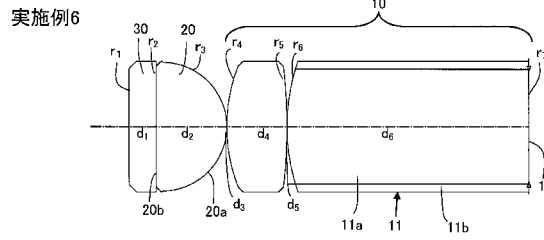
【図 10】



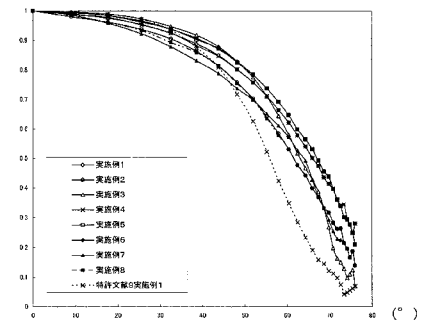
【図 13】



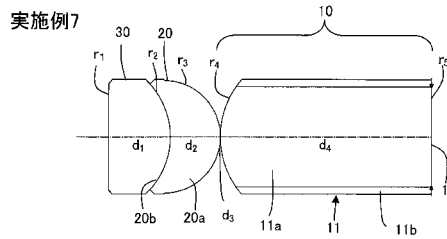
【図 11】



【図 14】



【図 12】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100091971

弁理士 米澤 明

(72)発明者 村田 佳史

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリジナルメディカルシステムズ株式会社内

(72)発明者 露木 浩

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリジナルメディカルシステムズ株式会社内

(72)発明者 秋山 大輔

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリジナルメディカルシステムズ株式会社内

F ターム(参考) 2H040 BA09 CA11 CA12

2H087 KA10 KA29 PA02 PA03 PA04 PA17 PA18 PB04 QA01 QA05

QA13 QA18 QA21 QA25 QA33 QA41 QA45

4C061 FF40 JJ06

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |            |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 内视镜用照明光学系                                                                                                                                                                                                                                                               |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP2009276502A</a>                                                                                                                                                                                                                                           | 公开(公告)日 | 2009-11-26 |
| 申请号            | JP2008126911                                                                                                                                                                                                                                                            | 申请日     | 2008-05-14 |
| [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         | 村田佳史<br>露木浩<br>秋山大輔                                                                                                                                                                                                                                                     |         |            |
| 发明人            | 村田 佳史<br>露木 浩<br>秋山 大輔                                                                                                                                                                                                                                                  |         |            |
| IPC分类号         | G02B13/00 G02B23/26 A61B1/00                                                                                                                                                                                                                                            |         |            |
| CPC分类号         | A61B1/00096 A61B1/0623                                                                                                                                                                                                                                                  |         |            |
| FI分类号          | G02B13/00 G02B23/26.A A61B1/00.300.Y A61B1/00.731 A61B1/07.733                                                                                                                                                                                                          |         |            |
| F-TERM分类号      | 2H040/BA09 2H040/CA11 2H040/CA12 2H087/KA10 2H087/KA29 2H087/PA02 2H087/PA03 2H087/PA04 2H087/PA17 2H087/PA18 2H087/PB04 2H087/QA01 2H087/QA05 2H087/QA13 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA25 2H087/QA33 2H087/QA41 2H087/QA45 4C061/FF40 4C061/JJ06 4C161/FF40 4C161/JJ06 |         |            |
| 代理人(译)         | 青木健二<br>米泽 明                                                                                                                                                                                                                                                            |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                                                                                                                                                                                                               |         |            |

#### 摘要(译)

解决的问题：以低成本提供一种用于内窥镜的照明光学系统的透镜，该透镜高效且具有良好的光分布。 解决方案：在用于内窥镜的照明光学系统中，该光学系统用于面对来自光源的光传输装置F的光束发射端1，具有透镜作用的曲率从光束发射端1一直延伸到具有正光焦度的透镜组10。 布置具有半径为R的球形表面20a并且表面积S为 $1.48 \leq S/\pi R^2 \leq 4...$  (1)的光学构件20。 [选择图]图3

