

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4197786号
(P4197786)

(45) 発行日 平成20年12月17日(2008.12.17)

(24) 登録日 平成20年10月10日(2008.10.10)

(51) Int. Cl. F I
G O 2 B 23/26 (2006.01) G O 2 B 23/26 B
G O 2 B 6/00 (2006.01) G O 2 B 6/00 3 3 1

請求項の数 10 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平10-370331 (22) 出願日 平成10年12月25日(1998.12.25) (65) 公開番号 特開2000-193895(P2000-193895A) (43) 公開日 平成12年7月14日(2000.7.14) 審査請求日 平成17年8月31日(2005.8.31)</p>	<p>(73) 特許権者 000000376 オリンパス株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 (74) 代理人 100065824 弁理士 篠原 泰司 (74) 代理人 100104983 弁理士 藤中 雅之 (72) 発明者 菅 武志 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス光学工業株式会社内 審査官 井上 信 (56) 参考文献 特開平8-122661(JP,A) 特開平6-230294(JP,A) 最終頁に続く</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 内視鏡用照明光学系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光源装置からの光を物体側へ導びくライトガイドの射出端に配置された、正のパワーを有するレンズとフライアイレンズとを組み合わせる内視鏡用照明光学系。

【請求項2】

フライアイレンズは正のパワーを有するレンズよりも物体側に配置されている請求項1に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項3】

フライアイレンズは二次元的に配置された多数のレンズから成っている請求項1に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項4】

フライアイレンズを構成する前記多数のレンズは夫々正または負のパワーを有している請求項3に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項5】

フライアイレンズを構成する前記多数のレンズは夫々非球面形状を有している請求項4に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項6】

正のパワーを有する前記レンズは、その光軸に平行に入射した光が前記フライアイレンズの中心部に集光するように配置されている請求項1に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項7】

正のパワーを有する前記レンズの集光位置は前記フライアイレンズのレンズ面よりも物体側になるように構成されている請求項 6 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 8】

フライアイレンズは二枚のフライアイレンズから成っている請求項 1 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 9】

前記二枚のフライアイレンズは、該フライアイレンズを構成する多数のレンズが互いに向き合うように配置されている請求項 8 に記載の内視鏡用照明光学系。

【請求項 10】

前記二枚のフライアイレンズのうち物体側に配置されたフライアイレンズを構成する多数のレンズの各々の NA は、他方のフライアイレンズを構成する多数のレンズの各々の NA よりも大きい請求項 8 に記載の内視鏡用照明光学系。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、特に広い観察範囲を照明し得る内視鏡用照明光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 5 は従来の内視鏡用照明光学系の一例を示しているが、この例のように内視鏡用照明光学系に正のパワーを有するレンズ 1 を用いた場合は、図示しない光源装置からライトガイド 2 を介して導かれた照明光は一度集束して観察範囲を照射するため、照明光学系の外径をライトガイド 2 の外径と同程度に小さくできる。しかし、この場合、物体面 O 上には図 6 (a) に示すようにライトガイド 2 の射出端面が結像される。通常ライトガイド 2 は複数の光ファイバーを束ねることにより構成されており、光源装置からの光は各光ファイバーのコア部分のみを透過するので射出端面は図 6 (b) に示すように網目状となり、このため図 6 (c) に示すように物体面 O 上に網目状の配光ムラが生じるという問題点がある。

20

【0003】

そこで、この問題点を解決するために、従来図 7 に示すように照明光学系に単ファイバー 3 を挿入したものが提案されている（特開平 5 - 157967 号、特開平 6 - 148519 号公報参照）。即ち、この単ファイバー 3 により、ライトガイド 1 の射出端面の結像位置を照明光学系の近傍またはレンズ内部になるようにし、また単ファイバー 3 の側面で反射する光線による拡散効果により、ライトガイド 1 の射出端面からの射出光を均一化させることで、物体面 O 上に網目状の配光ムラが生じないようにしている。しかし、網目状の配光ムラが生じないまでの拡散効果を単ファイバー 3 により得るには、単ファイバー 3 の長さを十分にとる必要がある。従って、照明光学系の全長が長くなり、そのため図 8 に示すように硬質部長といわれる内視鏡先端部から湾曲する部分までの長さ L も長くなり、内視鏡の操作性が悪化してしまうという問題点があった。

30

【0004】

また、観察範囲が 120 度から 140 度程度の広角の内視鏡に使用される照明光学系では、配光を向上させるために少なくとも図 7 に示したように非球面レンズ 4 が 1 枚、又は図 9 に示したように球面レンズ 5, 6 の複数枚が必要となる。また、体内への内視鏡の挿入性を向上させるために、内視鏡の先端外径を細くする必要があるが、同時に照明光学系の外径も細くする必要がある。例えば、照明レンズの外径を 1mm 程度にする場合、図 7 に示した非球面レンズ 4 又は図 9 に示した球面レンズ 5, 6 の加工が困難になるという問題点がある。また、レンズの偏芯等による配光の変化が大きくなるために、照明系の組み立て性も悪化するという問題点がある。以下に図 9 に示した内視鏡用照明光学系のレンズデータ（全長 3.1346mm）を示す。但し、ライトガイド 1 の直径は 0.8mm である。

40

面番	曲率半径	面間隔	屈折率	アツベ数	レンズ外径
1	∞	0.7830	1.88300	40.76	0.99
2	-0.6500	0.0348	空気		
3	0.8014	0.6000	1.88300	40.76	0.99
4	∞	0.0348	空気		
5	1.800	1.6820	1.72825	28.46	0.99

【0005】

ところで、前述の網目状の配光ムラを防止するために、従来、図10に示すようにライトガイド1の射出端面の前面にすりガラス等の光拡散体7を用いた光学系が提案されている（特開平1-198717号公報参照。）しかし、このようなすりガラス等の光拡散体7では、配光を効率的に広角化することは出来ない。即ち、配光を広角化するには、光拡散面の形状を粗くする必要があるが、その場合、光拡散面で照明光が全反射する等により効率的に照明光を観察範囲に導けないという問題点がある。また、配光の制御も困難であるという問題点もある。即ち、観察範囲が120度から140度程度の広角の内視鏡に使用される照明光学系では、少なくとも非球面レンズ1枚と光拡散体7又は複数の球面レンズと光拡散体7とを組み合わせなければならない。よって、照明レンズの外径を小さくする場合レンズの加工性、組み立て性等の問題が残る。

10

20

【0006】

ところで、従来、配光を広角化するために、図11に示すようにライトガイド2の射出端面にフライアイレンズ8と平凹レンズ10を配置することが提案されている（特開平8-122661号公報参照）。しかしながら、この構成では、フライアイレンズ8により広角化した照明光は、メカ枠9の内面で反射・吸収される割合が大きくなる。メカ枠9で反射した光は、照明光学系内部で乱反射を繰り返し、効率的に観察範囲を照明できないという問題点がある。また、メカ枠9の温度が上昇するといった問題点がある。一方、これらの問題を回避するために、メカ枠9の内径を大きくすると内視鏡の先端外径が大きくなるという問題が発生する。なお、特許第2776107号に開示された光源光学系では、均一な強度分布の光を得るためにフライアイレンズを用いているが、この構成では光学系の全長を短縮したり配光の広角化を図ったりすることは難しく、内視鏡用照明光学系に適用することは出来ない。

30

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、従来の技術の有するこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、広い観察範囲に亘って配光特性が良好で、且つ加工性組み立て性の良い小型の内視鏡用照明光学系を提供しようとするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

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、光源装置からの光を物体側へ導びくライトガイドの射出端に配置された、正のパワーを有するレンズとフライアイレンズとを組み合わせ成っている。

40

【0009】

本発明による内視鏡用照明光学系においては、フライアイレンズは正のパワーを有するレンズよりも物体側に配置されている。

また、本発明による内視鏡用照明光学系においては、フライアイレンズは二次元的に配置された多数のレンズから成っている。

また、本発明による内視鏡用照明光学系においては、フライアイレンズを構成する前記多数のレンズは夫々正または負のパワーを有している。

また、本発明による内視鏡用照明光学系においては、フライアイレンズを構成する前記

50

多数のレンズは夫々非球面形状を有している。

また、本発明による内視鏡用照明光学系においては、正のパワーを有する前記レンズは、その光軸に平行に入射した光が前記フライアイレンズの中心部に集光するように配置されている。

また、本発明による内視鏡用照明光学系においては、正のパワーを有する前記レンズの集光位置は前記フライアイレンズのレンズ面よりも物体側になるように構成されている。

また、本発明による内視鏡用照明光学系においては、フライアイレンズは二枚のフライアイレンズから成っている。

また、本発明による内視鏡用照明光学系においては、前記二枚のフライアイレンズは、該フライアイレンズを構成する多数のレンズが互いに向き合うように配置されている。

更に、本発明による内視鏡用照明光学系においては、前記二枚のフライアイレンズのうち物体側に配置されたフライアイレンズを構成する多数のレンズの各々のNAは、他方のフライアイレンズを構成する多数のレンズの各々のNAよりも大きいことを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図示した実施例に基づき説明する。

実施例1

図1は本発明による内視鏡用照明光学系の第1実施例を示す断面図である。図中、従来例で示したのと同様の光学要素には同一符号が付されている。この実施例では、照明光学系は、ライトガイド2の射出端面に凸面を向けた凸レンズ11と該凸レンズ11の前側（物体側）に配置されたフライアイレンズ8とから成っている。以下に本実施例のレンズデータ（全長1mm）を示す。この場合、ライトガイド2の外径は0.8mm、両レンズ1及び8の外径は0.99mmである。

面番	曲率半径	面間隔	屈折率	アツペ数
1	∞	0.3000	1.88300	40.76
2	∞	0.1000	空気	
3	∞	0.6000	1.88300	40.76
4	-0.7000	0.0000	空気	

上記第2面は曲率半径 - 0.07mm、面間隔 0.0233mmのレンズが、ピッチ 0.08mm間隔の正方配列で二次元状に配列されている。

【0011】

フライアイレンズ8は、図2に明示されたように微小なレンズを平面上に多数配置したものであるために、通常の球面レンズと同程度に効率的に配光の広角化及び制御が可能である。また、フライアイレンズ8によってライトガイド2の射出端面の微小領域の像が物体上で重ね合わされるために、網目状の配光ムラを除去できる。このようにフライアイレンズ8を用いれば、図9に示した如く単ファイバー3と球面レンズ5、6とを組み合わせたものと同様の効果を実現することが出来るため、光学部材の数を削減することができ、組み立て性の向上と全長の短縮が可能となる。また、同程度のNAをもつ球面レンズ5（図9参照）に比べてフライアイレンズ8では中肉厚を薄くできるために、光学系全長の更なる短縮が可能である。

【0012】

また、フライアイレンズ8は微小な球面レンズを平面上に多数配列したものであるために、フライアイレンズ8が偏芯する等の組み立て誤差による配光変化は殆ど発生しない。また、フライアイレンズ8は平行平板に近い形状をしているために、凸レンズ11との接合も容易である。例えば、接合に使用する接着剤には、光学的に透明で耐熱性のあるものを用いれば良い。従って、他の光学部材と接合することにより、照明光学系の組み立て性を更に向上させることも可能である。一般に、球面レンズや非球面レンズは研磨または成形

10

20

30

40

50

等によって加工されるが、レンズ外径が小さくなるに従いレンズの曲率半径も小さくなるために加工性は悪化する。これに対して、フライアイレンズは、フォトリソグラフィ法、イオン交換法等によって大きな平面基板上に作成され、これを所望の外径に切り取ることにより照明光学系に使用できるようになるため、加工性は外径によって影響を受けることはない。以上の説明で明らかなように、本実施例によれば、光学部材の枚数を削減し、且つ光学系の全長を大幅に短縮できるばかりか、製造段階での歩留まりが向上し、原価低減も可能である。

【 0 0 1 3 】

また、本実施例では、正のパワーを有する凸レンズ 1 1 よりも物体側にフライアイレンズ 8 を配置したので、正のパワーをもつレンズ 1 1 はライトガイド 2 からの照明光を効率的にフライアイレンズ 8 の中心部（光軸近傍）に集光する。フライアイレンズ 8 により、照明光は更に広角化するが、光軸近傍から照明光が広角化するため、メカ枠に照明光が入射する割合が低くなる。従って、効率的に観察範囲に照明光を導くことができる。

【 0 0 1 4 】

なお、本実施例では、正のパワーを有するレンズとして平凸レンズ 1 1 を使用している。しかし、正のパワーを有するレンズとして両凸レンズ、正のパワーを持つメニスカスレンズ、非球面レンズまたは複数枚のレンズを組み合わせて使用しても良い。また、本実施例のフライアイレンズ 8 の各構成レンズは正のパワーを有する凸面形状を使用しているが、凹面形状、非球面形状又はそれらの組み合わせを使用しても良い。例えば負のパワーを有する凹面形状を使用すると、ライトガイド 2 の射出端面の像が結像しないために、網目状の配光ムラを更に除去することが出来る。また、非球面形状として、図 7 に示した非球面レンズの縮小値を用いることにより良好に配光を広角化することも出来る。

【 0 0 1 5 】

実施例 2

図 3 は本発明の第 2 実施例を示している。この実施例における照明光学系は、フライアイレンズ 8 の微小レンズが物体側を向くように配置され且つフライアイレンズ 8 の物体側にカバーガラス 1 2 が設けられている点で、第 1 実施例とは異なる。内視鏡では、胃液等の体液や洗浄に使われる薬液に対する耐性が必要とされる。そのため、照明光学系の第一レンズ即ち内視鏡の先端外面に配置されるレンズの硝材にも上記の耐性が必要となるために、使える硝材は限定される。本実施例では、カバーガラス 1 2 を配置することにより、フライアイレンズ 8 の硝材に自由度が増すという利点がある。例えば、カバーガラス 1 1 の硝材には、サファイア、S - L A H 5 8、S - B S L 7（何れも株式会社オハラ製ガラスの商品名）等の耐薬性のあるものを使用すれば良い。また、本実施例では、フライアイレンズ 8 の微小レンズアレイ面を物体側に向けているために、フライアイレンズによって広角化した照明光が、メカ枠に到達する割合を小さくすることができ、効率的に観察範囲を照明することができる。なお、凸レンズ 1 1、フライアイレンズ 8 及びカバーガラス 1 2 は接合されても良いので、組み立て性を向上させることができる。

【 0 0 1 6 】

実施例 3

図 4 は本発明の第 3 実施例を示している。この実施例における照明光学系は、凸レンズ 1 1 の物体側に微小レンズアレイ面が互いに向き合うようにされた二枚のフライアイレンズ 8、1 3 が配置されている点で、既述の何れの実施例とも異なる。この実施例では、二枚のフライアイレンズを使用しているため、照明光の更なる広角化が可能である。この場合、フライアイレンズ 1 3 の各構成レンズの径（レンズピッチ）はフライアイレンズ 8 の各構成レンズの径（レンズピッチ）よりも大きいことが望ましく、又、フライアイレンズ 1 3 の各構成レンズの NA（開口数）はフライアイレンズ 8 の各構成レンズの NA よりも小さいことが望ましい。フライアイレンズ 1 3 の各構成レンズの NA が大きいと、照明光が大きく曲げられてメカ枠で反射・吸収される割合が多くなり、効率的に観察範囲を照明できなくなる。そのため、例えば、フライアイレンズ 8 の各構成レンズの NA は 0.4 以上、フライアイレンズ 1 3 の各構成レンズの NA は 0.4 以下とすれば良い。各構成レンズ

10

20

30

40

50

のNAは、各構成レンズの焦点距離と径の比で決まる。NAを一定にして各構成レンズの径を大きくすると、焦点距離が長くなり、照明光の集光点を物体側に移動させることが出来る。従って、フライアイレンズ13で広角化された照明光がメカ枠で反射・吸収される割合が小さくなる。例えば、フライアイレンズ13の各構成レンズの径をフライアイレンズ8の各構成レンズの径の二倍以上に設定すれば良い。

【0017】

以上説明したように、本発明の内視鏡用照明光学系は、特許請求の範囲に記載した特徴のほかに、下記の特徴を有している。

(1) フライアイレンズは二次元的に配置された多数のレンズから成っている請求項1に記載の内視鏡用照明光学系。

10

【0018】

(2) フライアイレンズを構成する前記多数のレンズは夫々正または負のパワーを有している上記(1)に記載の内視鏡用照明光学系。

【0019】

(3) フライアイレンズを構成する前記多数のレンズは夫々非球面形状を有している上記(2)に記載の内視鏡用照明光学系。

【0020】

(4) 正のパワーを有する前記レンズは、その光軸に平行に入射した光が前記フライアイレンズの中心部に集光するように配置されている請求項1に記載の内視鏡用照明光学系。

【0021】

20

(5) 正のパワーを有する前記レンズの集光位置は前記フライアイレンズのレンズ面よりも物体側になるように構成されている上記(4)に記載の内視鏡用照明光学系。

【0022】

(6) 正のパワーを有するレンズとフライアイレンズとを偏芯調整することなしに接合して照明光学系を構成する工程と、この照明光学系をライトガイドの射出端面の前に取り付ける工程とを含む、内視鏡用照明光学系の組み立て方法。

【0023】

(7) フライアイレンズは二枚のフライアイレンズから成っている請求項1に記載の内視鏡用照明光学系。

【0024】

30

(8) 前記二枚のフライアイレンズは、該フライアイレンズを構成する多数のレンズが互いに向き合うように配置されている上記(7)に記載の内視鏡用照明光学系。

【0025】

(9) 前記二枚のフライアイレンズのうち物体側に配置されたフライアイレンズを構成する多数のレンズの各々のNAは、他方のフライアイレンズを構成する多数のレンズの各々のNAよりも大きい上記(7)に記載の内視鏡用照明光学系。

【0026】

(10) 照明光学系の物体側にサファイア、S-LAH58(株式会社オハラ製ガラスの商品名)またはS-BSL7(株式会社オハラ製ガラスの商品名)から成るカバーガラスを配置した請求項1に記載の内視鏡用照明光学系。

40

【0027】

(11) 外径が1mm以下である請求項1に記載の内視鏡用照明光学系。

【0028】

【発明の効果】

上述のように本発明によれば、広い観察範囲に亘って配光特性が良好で、且つ加工性、組み立て性の良い小型の内視鏡用照明光学系を提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による内視鏡用照明光学系の第1実施例を示す断面図である。

【図2】フライアイレンズの配光状態を示す説明図である。

【図3】本発明による内視鏡用照明光学系の第2実施例を示す断面図である。

50

【図4】本発明による内視鏡用照明光学系の第3実施例を示す断面図である。

【図5】従来の内視鏡用照明光学系の一例を示す断面図である。

【図6】従来の内視鏡用照明光学系による物体面の照明状態を示す図で、(a)は集光状態を示す図、(b)はライトガイドの射出端面を示す図、(c)は物体面上の配光状態を示す図である。

【図7】従来の内視鏡用照明光学系の他の例を示す断面図である。

【図8】内視鏡先端部分の斜視図である。

【図9】従来の内視鏡用照明光学系の更に他の例を示す断面図である。

【図10】ライトガイドの射出端面の前に配置された光拡散体による光の拡散状態を示す説明図である。

10

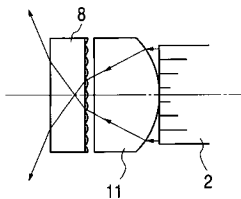
【図11】従来の内視鏡用照明光学系の更に他の例を示す断面図である。

【符号の説明】

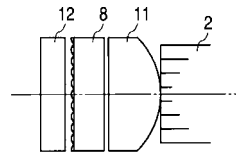
- 1 正のパワーを有するレンズ
- 2 ライトガイド
- 3 単ファイバー
- 4 非球面レンズ
- 5, 6 球面レンズ
- 7 拡散体
- 8, 13 フライアイレンズ
- 9 メカ枠
- 10 平凹レンズ
- 11 平凸レンズ
- 12 カバーガラス
- 0 物体面

20

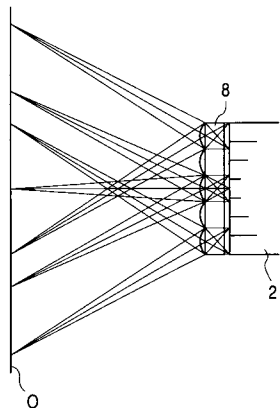
【図1】



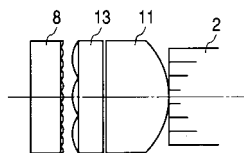
【図3】



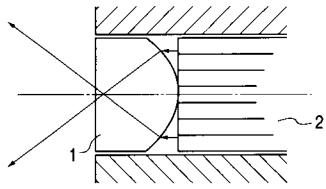
【図2】



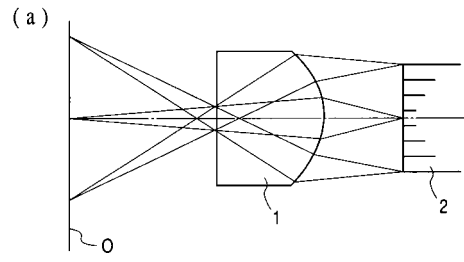
【図4】



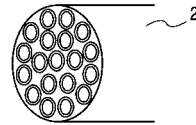
【 図 5 】



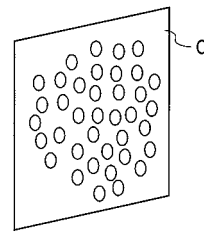
【 図 6 】



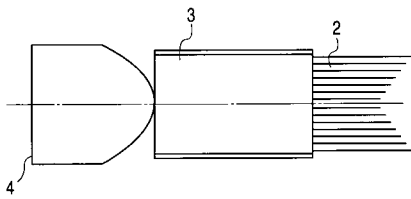
(b)



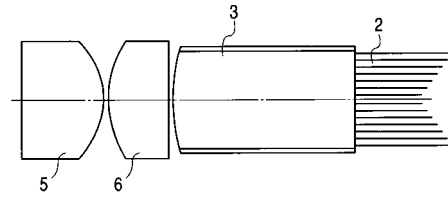
(c)



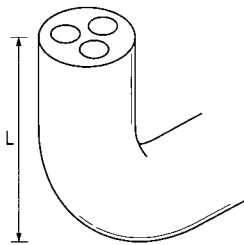
【 図 7 】



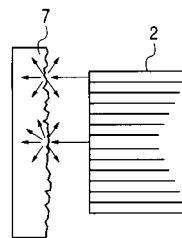
【 図 9 】



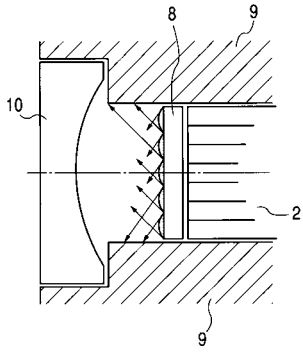
【 図 8 】



【 図 10 】



【図 11】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

G02B 23/24 - 23/26