

(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2009-300916

(P2009-300916A)

(43) 公開日 平成21年12月24日(2009.12.24)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 13/00 (2006.01)	G 0 2 B 13/00	2 H 0 4 0
A 6 1 B 1/06 (2006.01)	A 6 1 B 1/06	B 2 H 0 5 2
G 0 2 B 13/18 (2006.01)	G 0 2 B 13/18	2 H 0 8 7
G 0 2 B 23/26 (2006.01)	G 0 2 B 23/26	B 4 C 0 6 1
G 0 2 B 19/00 (2006.01)	G 0 2 B 19/00	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-157596 (P2008-157596)	(71) 出願人	304050923
(22) 出願日	平成20年6月17日 (2008.6.17)		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

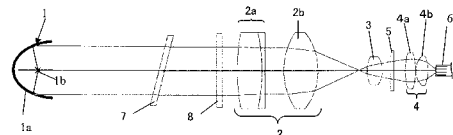
(54) 【発明の名称】 光源光学系

(57) 【要約】

【課題】各観察方法に対応可能であり、光源装置の大型化を防ぎ、かつ、明るさを確保できる内視鏡光源光学系。

【解決手段】光源1から順に、光源からの光を集光する集光光学系2と、瞳倍率を縮小するための倍率変換光学系3と、該倍率変換光学系からの光を集光する正レンズ群4からなる光源光学系において、集光光学系2と倍率変換光学系3の主点間距離 d と、集光光学系2の後側焦点距離 f_{2B} と、倍率変換光学系3の前側焦点距離 f_{3F} が満たす条件式(1)を満足する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源から順に、光源からの光を集光する集光光学系と、瞳倍率を縮小するための倍率変換光学系と、該倍率変換光学系からの光を集光する正レンズ群からなる光源光学系において、下記条件を満足することを特徴とする光源光学系。

$$d < f_{2B} + f_{3F} < d + f_{3F} \quad \dots (1)$$

ただし、 d は前記集光光学系と前記倍率変換光学系の主点間距離、 f_{2B} は前記集光光学系の後側焦点距離、 f_{3F} は前記倍率変換光学系の前側焦点距離である。

【請求項 2】

前記倍率変換光学系からの光を集光する前記正レンズ群の焦点距離が下記条件を満足することを特徴とする請求項 1 記載の光源光学系。

$$0.5 / h_4 < 1 / f_4 < 1 / x + 2 / h_4 \quad \dots (2)$$

ただし、 f_4 は前記正レンズ群の焦点距離、 h_4 は前記正レンズ群の主平面での光線高、 x は前記倍率変換光学系と前記正レンズ群の主点間距離である。

【請求項 3】

前記倍率変換光学系からの光を集光する前記正レンズ群は少なくとも 2 枚のレンズからなり、下記条件を満足することを特徴とする請求項 1 記載の光源光学系。

$$n_{4b} \quad n_{4i} \quad \dots (3)$$

ただし、 n_{4b} は前記正レンズ群の光源側のレンズの屈折率、 n_{4i} は前記正レンズ群の出射側のレンズの屈折率である。

【請求項 4】

光源側から順に、光源からの光を集光する集光光学系と、瞳倍率を縮小するための倍率変換光学系と、該倍率変換光学系からの光を集光する正レンズ群からなる光源光学系において、前記光源と前記集光光学系の間に色消しレンズを配置したことを特徴とする光源光学系。

【請求項 5】

光源側から順に、光源からの光を集光する集光光学系と、瞳倍率を縮小するための倍率変換光学系と、該倍率変換光学系からの光を集光する正レンズ群からなる光源光学系において、前記光源と前記集光光学系の間に反射型赤外カットフィルターと吸収型赤外フィルターを配置し、該反射型赤外カットフィルターは下記条件を満足し、該吸収型赤外フィルターはフィルター面を光軸と垂直な方向に配置することを特徴とする光源光学系。

$$\theta \quad \tan^{-1} \{ D / (2L) \} \quad \dots (4)$$

ただし、 θ は前記反射型赤外カットフィルターが光軸に垂直な方向となす角、 D は前記光源を構成する光源ランプの瞳径、 L は前記光源ランプの瞳位置から前記反射型赤外カットフィルター面までの距離である。

【請求項 6】

光学的な像面や瞳面又はそれらの共役面以外に配設され、光束をけることによって調光を行う調光手段（羽絞り）が配設されている面上の光束の色付き（色収差）を抑えるための色消しレンズを配したことを特徴とする光源光学系。

【請求項 7】

調光手段（羽絞り）が配設されている面の色分布が、調光レベルによる配光特性の変化に起因したライトガイド分光透過特性の変化を相殺するような色分布となるように色消しレンズを配したことを特徴とする光源光学系。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源光学系に関し、特に、内視鏡用のライトガイド照明装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

すでによく知られているように、電子スコープのカラー撮像方式には、一般的に「モザイクフィルター方式」と「面順次照明方式」がある。モザイクフィルター方式は、撮像面上に各画素に色フィルターが形成された固体撮像素子を用い、白色照明によってカラー画像を得る方式である。一方、面順次方式は、白黒の固体撮像素子を用い、照明手段である光源装置内に R, G, B 等の色フィルターを設けることで照明光を時分割して照明し、カラー画像を得る方式である。

【 0 0 0 3 】

前者は、制限ある画素数に色を割り当てるため、後者のモノクロの固体撮像素子を用いた場合に比べ、解像度が低下し、また、色フィルターが撮像素子の撮像面上にあるため、色再現をコントロールするのが難しい。後者は、光源装置内に配置する色フィルターの特性を変化させて色再現のコントロールが行え、より良好な色再現を実現することが可能である。

10

【 0 0 0 4 】

面順次方式の光源装置内に配置する色フィルターとしては、一般的に干渉型が用いられる。この干渉型フィルターでは、光線の入射角によってその透過（反射）率特性が変化する。例えば、入射角 0° のときに所望の特性になるように設計されたフィルターでは、入射角が大きくなる程透過波長の短波長側へのシフトやリップルが生じて所望の特性から乖離してしまい、結果として色再現が劣化する。よって、干渉型フィルターで所望の特性を精度良く得るためには、その入射角度の広がりを抑えることが必要であり、光源光学系の設計において重要な課題となる。

20

【 0 0 0 5 】

光源光学系内に色フィルターを配置した面順次照明方式の光源光学系の例として、特許文献 1 に記載のものがある。この光源光学系においては、図 8 に示すように、光源 1 からの射出光は集光レンズ系 2 の前群 2 a でややゆるく集光し、フィルター 5 に入射し、さらに集光レンズ系 2 の後群 2 b で集光されてライトガイド 6 の入射端面に入射する。

【 0 0 0 6 】

このような構成では、色フィルター面上での光束径を小さくすることが困難であるため、フィルターサイズが大きくなり、結果として光源装置が大きくなってしまい、また、フィルターへの入射角の広がりが大きいため、上記の入射角特性の変化により結果的に色再現が劣るという欠点がある。

30

【 0 0 0 7 】

一方、面順次照明方式における、干渉型色フィルターへの光線の入射角を考慮した光源光学系として、特許文献 2 に記載のものがある。この光学系においては、図 9 (A) に示すように、光源 1 から射出された平行光束を集光する集光光学系 2、集光光学系 2 を通過後の光束径を縮小する倍率変換光学系 3 と、その倍率変換光学系 3 よりライトガイド 6 の入射端面側に配置され、倍率変換光学系 3 からの光をライトガイド 6 の入射端面に集光する正レンズ群 4 とからなり、色フィルター 5 は倍率変換光学系 3 と正レンズ群 4 との間に配置されている。このような構成の光学系では、光源 1 からの平行光束を縮小した略平行光束へ倍率変換することで、干渉コート面への光束径も小さくできて装置の小型化が可能となり、また、入射角の広がりを抑えることができるため、良好な色再現を実現することができる。また、モノクロのフルフレームトランスファ型の CCD を用いる場合には、図 10 に示すような、R, G, B 色フィルター 11 R, 11 G, 11 B と露光・遮光を制御するための遮光板 12 を有するカラーホイール 10 を用いられることがあるが、そのホイール位置での光束系が小さい程光の利用効率が高いために、明るくすることが可能である。

40

【 0 0 0 8 】

近年、一般的な RGB 3 色での観察の他に、生体の自家蛍光を観察する AFI 観察や、狭帯域の光を照射して血管像をコントラスト良く観察する NBI 観察等に代表される新たな観察方法が提案され、その有効性も報告されている。このような新観察方法では、色フィルターを組み合わせることで各所望の照明光を照射することでその観察像を得る。1 台の光源

50

装置で様々な観察方法を提供できれば、各観察方法専用の光源装置を持つ必要がなくなり、ユーザーメリットも大きい。

【0009】

光源装置1台で対応するためには、各観察方法専用の色フィルターを光源光学系に搭載する必要があるため、色フィルターの配置スペースが広い方が、多くの観察に適した色フィルターが搭載可能となる。

【0010】

図9(A)の光学系では、色フィルター5を配置している倍率変換光学系3と正レンズ群4との距離をより長く確保することが好ましいが、この距離をより確保しようとする

10

、図9(B)に示すように、正レンズ群4での軸外光線の光線高が高くなり、正レンズ群4の大口径化やライトガイド6の光ファイバーへ入射させるための収差補正が困難であるため、入射光量の低下してしまうという課題があった。

【特許文献1】特開平7-303604号公報

【特許文献2】特許第2826315号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は上記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、各観察方法に対応可能であり、光源装置の大型化を防ぎ、かつ、明るさを確保できる内視鏡光源光学系を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記問題点を解決するために、本発明による光源光学系では、光源から順に、光源からの光を集光する集光光学系と、瞳倍率を縮小するための倍率変換光学系と、該倍率変換光学系からの光を集光する正レンズ群からなる光源光学系において、下記条件を満足することを特徴とする。

【0013】

$$d < f_{2B} + f_{3F} < d + f_{3F} \quad \dots (1)$$

ただし、 d は前記集光光学系と前記倍率変換光学系の主点間距離、 f_{2B} は前記集光光学系の後側焦点距離、 f_{3F} は前記倍率変換光学系の前側焦点距離である。

30

【0014】

さらに、前記光源光学系においては、前記倍率変換光学系からの光を集光する前記正レンズ群の焦点距離が下記条件を満足することを特徴とする。

【0015】

$$0.5 / h_4 < 1 / f_4 < 1 / x + 2 / h_4 \quad \dots (2)$$

ただし、 f_4 は前記正レンズ群の焦点距離、 h_4 は前記正レンズ群の主平面での光線高、 x は前記倍率変換光学系と前記正レンズ群の主点間距離である。

【0016】

また、前記光源光学系においては、前記倍率変換光学系からの光を集光する前記正レンズ群は少なくとも2枚のレンズからなり、下記条件を満足することを特徴とする。

40

【0017】

$$n_{4b} \quad n_{4i} \quad \dots (3)$$

ただし、 n_{4b} は前記正レンズ群の光源側のレンズの屈折率、 n_{4i} は前記正レンズ群の出射側のレンズの屈折率である。

【0018】

さらに、本発明の光源光学系は、光源側から順に、光源からの光を集光する集光光学系と、瞳倍率を縮小するための倍率変換光学系と、該倍率変換光学系からの光を集光する正レンズ群からなる光源光学系において、前記光源と前記集光光学系の間に色消しレンズを配置したことを特徴とする。

【0019】

50

以下、本発明による上記光源光学系の作用を説明する。

【 0 0 2 0 】

図 1 は、本発明の内視鏡用光源光学系の基本構成を示す図である。図中の 1 は、反射鏡 1 a と、反射鏡の略焦点位置に設けられた光源ランプ 1 b からなる光源である。2 は光源 1 から射出された光を集光する集光レンズ系（集光光学系）である。3 は集光レンズ系 2 を通過後の光束径を縮小する倍率変換光学系である。4 は倍率変換光学系 3 より物体側に配置され、倍率変換光学系 3 からの光をライトガイド 6 に集光する正レンズ群である。5 は倍率変換光学系 3 と正レンズ群 4 の間に配置された複数の色フィルターからなるカラーホイールである。

【 0 0 2 1 】

この内視鏡光源光学系は、本発明の目的を達成するには、以下の（ 1 ）式を満足するよう構成する必要がある。

【 0 0 2 2 】

$$d < f_{2B} + f_{3F} < d + f_{3F} \quad \cdots (1)$$

ただし、 d は集光レンズ系 2 と倍率変換光学系 3 の主点間距離、 f_{2B} は集光レンズ系 2 の後側焦点距離、 f_{3F} は倍率変換光学系 3 の前側焦点距離である。

【 0 0 2 3 】

上記条件式（ 1 ）の下限にあるとき、すなわち、集光レンズ系 2 の後側焦点距離位置と倍率変換光学系 3 の前側焦点距離位置が一致するとき、この光学系は理想的なアフォーカル系となる。図 2 の破線で示すように、集光レンズ系 2 と倍率変換光学系 3 の主点間距離 d が集光レンズ系 2 後側焦点距離 f_{2B} と倍率変換光学系 3 の前側焦点距離 f_{3F} の和より小であり、条件式（ 1 ）の左辺を満たすとき、図 2 の実線で示す条件式（ 1 ）の下限となるような光学系における倍率変換光学系 3 と正レンズ群 4 の間の平行光の光束径よりも、光束径の小さい位置に色フィルター 5 を配置することが可能となり、色フィルター 5 やカラーホイールが小型にできる。

【 0 0 2 4 】

一方、集光レンズ系 2 と倍率変換光学系 3 の焦点距離の合計が条件式（ 1 ）の上限（すなわち、集光レンズ系 2 の後側焦点位置と倍率変換光学系 3 の前側主点位置が一致する位置）より大きい場合、集光レンズ系 2 により収束した光は倍率変換光学系 3 を通ると拡がってしまう。このとき、色フィルター 5 へ入射する光線の入射角の広がりが大きくなり、色再現の劣化を招く。そのため、集光レンズ系（集光光学系）2 と倍率変換光学系 3 の焦点距離の合計は条件式（ 1 ）の上限値より小さい必要がある。

【 0 0 2 5 】

また、光学系が条件式（ 1 ）を満たすとき、入射光束を小さくするためには、カラーホイールは倍率変換光学系 3 に近い位置に配設することが望ましい。このとき、遮光板を色フィルター 5 より光源側に配置することで、さらに光束径の小さいところで、露光・遮光が行えるため、光の利用効率がさらに上がる。

【 0 0 2 6 】

また、上記条件式（ 1 ）を満たす光学系において、倍率変換光学系 3 を通った光線がライトガイド 6 へ効率良く入射するための正レンズ群 4 の焦点距離の範囲を次の条件式（ 2 ）で示す。

【 0 0 2 7 】

$$0.5 / h_4 < 1 / f_4 < 1 / x + 2 / h_4 \quad \cdots (2)$$

ただし、 f_4 は正レンズ群 4 の焦点距離、 h_4 は正レンズ群 4 の主平面での光線高、 x は倍率変換光学系 3 と正レンズ群 4 の主点間距離である。

【 0 0 2 8 】

条件式（ 2 ）は、条件式（ 1 ）を満たす光学系において、ライトガイド 6 への光線の入射角の範囲が定まるよう、正レンズ群 4 の焦点距離を制限したものである。

【 0 0 2 9 】

条件式（ 1 ）の下限、すなわち、集光光学系 2 の後側焦点距離位置と倍率変換光学系 3

10

20

30

40

50

の前側焦点距離位置が一致するとき、ライトガイド 6 の $NA (= \sin u)$ とする。) 以下で光線を入射させようとすると、正レンズ群 4 の焦点距離 f_4 は、

$$1/f_4 = \tan u / h_4$$

を満たす。ただし、 h_4 は正レンズ群 4 の主平面での光線高である。

【0030】

一方、条件式 (1) の上限を満たす場合、すなわち、集光光学系 2 の焦点距離位置と倍率変換光学系 3 の前側主点位置が一致する場合を図 3 に示す。倍率変換光学系 3 と正レンズ群 4 の主点間距離を x とすると、ライトガイド 6 の $NA (= \sin u)$ とする。) 以下で光線を入射させようとすると、正レンズ群 4 の焦点距離 f_4 は、

$$1/f_4 = \tan u / h_4 + 1/x$$

を満たす。ただし、 h_4 は正レンズ群 4 の主平面での光線高である。

【0031】

集光光学系 2 及び倍率変換光学系 3 が条件式 (1) を満たす光源光学系において、ライトガイド 6 の NA 以下で光線を入射させるには、正レンズ群 4 の焦点距離 f_4 は、

$$\tan u / h_4 < 1/f_4 < \tan u / h_4 + 1/x$$

を満たす必要がある。また、ライトガイド 6 の NA は光量の伝達効率と観察面上の配光を考えて、0.5 ~ 0.9 の範囲内にあるものを用いるのが好ましい。ゆえに、上式は、

$$0.5/h_4 < 1/f_4 < 1/x + 2/h_4 \quad \dots (2)$$

としたとき、この光学系を通る光線はライトガイド 6 へ効率良く入射することができる。

【0032】

条件式 (1) の下限 $0.5/h_4$ より大きい光学系において、倍率変換光学系 3 を通った光線は拡がって正レンズ群 4 に入射するため、正レンズ群 4 のレンズ構成は 1 枚ではパワーが弱く、ライトガイド 6 の端面へ集光するのが難しい。そこで、正レンズ群 4 には少なくとも 2 枚のレンズを使うのが望ましい。

【0033】

図 1 に示すように、正レンズ群 4 の光源側のレンズ 4 a に入射する光の光線高は、出射側レンズ 4 b に比べ高くなる。このとき、正レンズ群 4 のより光源側にあるレンズ 4 a に低屈折率の硝材を採用した場合、ライトガイド 6 端面へ光を集光させるにはこのレンズ 4 a の曲率半径を小さくしなくてはならない。しかしながら光源側レンズ 4 a に入射する光の光線高は高いため、ふち切れレンズとならないようにするためには、このレンズの肉厚を厚くする必要がある。これは全反射等の光学性能の観点以外にコスト的にも望ましくない。よって、正レンズ群 4 においては、より光源側に配置されたレンズ 4 a に、出射側レンズ 4 b よりも高い屈折率を持つ硝材を用いることが望ましい。すなわち、

$$n_{4b} > n_{4a} \quad \dots (3)$$

を満足することが望ましい。

【0034】

また、図 1 に示すような光源光学系では、正パワーの大きいレンズを複数有しており、全体として非常に大きな凸パワーを持つため、色収差が大きく出る。本発明の光源光学系においては、光源 1 と集光光学系 2 の中の集光レンズ 2 b の間に色消しレンズ 2 a を配置することで、色収差を抑え、安定した画質を提供することができる。

【0035】

このような光源光学系は、光源 1 から射出する光の角度は小さく、ライトガイド 6 に入射する光の NA は大きいため、色消しレンズ 2 a には、球面収差を抑える組み合わせとして高屈折率高分散、低屈折率低分散の硝材を用いることが望ましい。

【0036】

なお、図 1 に示すように、色消しレンズ 2 a の凸面を光源側に向けて配置すると、色消しレンズ 2 a を通過した軸上光線の光線高を下げることで、集光レンズ 2 b の小型化を図ることができる。一方、凸面を出射側に向けて配置した場合、色消しレンズを通過した軸上光線と軸外光線の光線高が、集光レンズ 2 b のレンズ面でよく分離しているため、集光レンズ 2 b に非球面レンズを用いた場合、非球面の設計によって収差の補正が行いやすい

10

20

30

40

50

というメリットがある。このような特色を生かし、光源の用途や仕様によって、色消しレンズの凸面の向きを決めることが望ましい。

【0037】

また、色消しレンズの合成焦点距離を f_c 、集光光学系の焦点距離を f_2 としたとき、
 $f_c / f_2 = 0$

と設定すると、色消しレンズを外しても光学系全体のパワー配分が変わらないため、不要の際に取り外すことができる。

【0038】

色収差の抑え方としては、光源光学系における像面、すなわちライトガイド入射面上での色収差を抑える方法とは別に、別の面上での色収差を抑える方法もある。内視鏡システムにおける電子スコープの撮像デバイスのダイナミックレンジを確保するため、照明の状態（スコープと被照射体との位置関係等）に応じて、光源光学系に図11に示すような羽絞り13を用いて調光（光量制御）を行うが、この羽絞り13の配設面上における光束の色収差を抑えることで、調光レベルに依らず安定した画質を提供することができる。

【0039】

さらに、本発明の光源光学系において、図4に示すように、光源1と集光光学系2の間に配置する反射型赤外カットフィルター7は下記条件を満足し、吸収型赤外フィルター8はフィルター面を光軸と垂直な方向に配置することが望ましい。

【0040】

$$\theta = \tan^{-1} \{ D / (2L) \} \quad \dots (4)$$

ただし、 θ は反射型赤外カットフィルター7が光軸に垂直な方向となす角、 D は光源を構成する光源ランプの瞳径、 L は光源ランプの瞳位置から反射型赤外カットフィルター7の面までの距離である。

【0041】

反射型赤外カットフィルター7を条件式(4)を満たすように配置することで、光源1から射出する平行光を赤外線カットフィルター7の面で反射しても、光線はほとんど光源1内に入らないため、光源の劣化を防ぐことができる。また、吸収型の赤外カットフィルター8は、赤外線を吸収することで割れることのないよう、予め分割したものを取り付ける。このとき、吸収型の赤外カットフィルター8の側面部は全て砂目状となっており、ここに光が当たると散乱が生じる。このフィルターを傾けて配置すると、この割れ目の側面部に光が当たってしまうため、光軸に垂直に配置する必要がある。

【0042】

反射型及び分割した吸収型赤外カットフィルターを用いる場合、このように配置することで、大光量を投射する内視鏡光源においても、熱による不具合を起こさず安全に使うことができる。

【発明の効果】

【0043】

以上の本発明によると、各観察方法に対応可能であり、光源装置の大型化を防ぎ、かつ、明るさを確保でき、色変化の少ない内視鏡光源光学系を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0044】

以下、本発明による内視鏡光源光学系の実施例1、2の光軸を通る断面図をそれぞれ図5、図6に示す。

【0045】

これらの実施例のレンズ系の数値データは後記するが、光源側から数えた光学面の面番号を“ N_o ”で示してあり、曲率半径は“ r ”で、面間隔又は空気間隔は“ d ”で、 e 線の屈折率は“ n_e ”で、アッペ数は“ vd ”で、有効径は“ ED ”でそれぞれ示してある。曲率半径、面間隔及び有効径はmm単位である。

【0046】

なお、図5、図6では、面番号“ N_o ”が0、1、2、3、・・・の光学面は r_0 、

10

20

30

40

50

r_1 、 r_2 、 r_3 、・・・で示してあり（面番号 0 は光源）、光源（面番号 0）の有効径は光源の入射瞳径で示してある。

【0047】

また、非球面形状は、光軸方向を Z 軸、光軸と垂直な方向を Y 軸とすると、以下の式にて表せられる。

【0048】

$$Z = C Y^2 / [1 + \sqrt{ \{ 1 - (1 + K) C^2 Y^2 \} }] \\ + A_4 Y^4 + A_6 Y^6 + A_8 Y^8 + A_{10} Y^{10} + A_{12} Y^{12} + \dots (a)$$

ただし、C は面頂における曲率（ $= 1 / r$ 、 r は曲率半径）、K は円錐係数、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} はそれぞれ 4 次、6 次、8 次、10 次、12 次の非球面係数である。

10

【0049】

また、後記するデータ中、“E-nm（n,m は整数）” は “ $\times 10^{-nm}$ ” を意味する。

【0050】

実施例 1 及び 2 は、放物面からなる反射鏡 1 a とその略焦点位置に配置された光源ランプ 1 b からなる光源 1 からの射出光は、色消しレンズ 2 a と集光レンズ 2 b からなる集光光学系 2 で集光され、集光後に倍率変換光学系 3 を通って瞳を縮小され、回転フィルター 5 を通り、正レンズ群 4 により、倍率変換光学系 3 からの光がライトガイド 6（第 19 面）に集光される。

【0051】

20

光源 1 と集光光学系 2 の間には、反射型赤外カットフィルター 7 と吸収型赤外カットフィルター 8 が配置されており、反射型赤外カットフィルター 7 は光軸に垂直な方向から傾いて配置され、吸収型赤外カットフィルター 8 は光軸と垂直な方向に配置されている。

【0052】

倍率変換光学系 3 は正のパワーを持つ 1 枚の非球面レンズからなり、回転フィルター 5 の後の正レンズ群 4 は球面レンズ 4 a と非球面レンズ 4 b からなる。

【0053】

実施例 1 においては、集光光学系 2 は凸面を光源 1 側に向けた色消しレンズ 2 a と非球面レンズ 2 b とからなり、色消しレンズ 2 a を通過した軸上光線の光線高を下げることで、非球面レンズ 2 b の小型化を図ることができる。

30

【0054】

実施例 2 においては、集光光学系 2 は凸面をライトガイド 6 側に向けた色消しレンズ 2 a と非球面レンズ 2 b とからなり、色消しレンズ 2 a を通過した軸上光線と軸外光線の光線高が、非球面レンズ 2 b のレンズ面でよく分離しているため、非球面の設計によって収差の補正が行いやすいというメリットがある。

【0055】

なお、実施例 1、2 においては、後記するデータ中の第 1 面と第 2 面は反射型赤外線カットフィルター 7 であり、光軸に垂直な方向より 15° 傾いて配置してある。また、第 3 面と第 4 面は吸収型赤外線カットフィルター 8 であり、光軸に垂直に配置してある。

【0056】

40

また、実施例 1、2 において、集光レンズ 2 b の射出側面（第 9 面）、倍率変換光学系 3 の非球面レンズの射出側面（第 12 面）、正レンズ群 4 の非球面レンズ 4 b の入射側面（第 17 面）は上記式（a）で表される非球面からなる。

【0057】

また、実施例 1 の変形例として、実施例 3 に羽絞り面上での色収差を抑えた場合の光学系のレンズデータを示す。

【0058】

羽絞りによる光量制御（調光）を図 11（A）、（B）に、また、図 11 に示した羽絞り 13 を開閉したときの絞り量と色温度の関係の一例のグラフを図 12 に示す。羽絞り面上での光束に色分布（図 11 中では、光学系の色収差による光束周辺に色づきが存在し（

50

(A))、羽絞りを絞った状態では、その色が支配的になる様子((B))を示している。
。)が存在すれば、絞り量に応じて色温度が変化してしまうため、例えば、羽絞り13の
面上での光線の色分離量を光束径や羽絞り13の形状に鑑みて抑えることが望ましい。

【0059】

羽絞り面上での色収差補正の概念図を図13に示す。その場合の色毎の光路の概念図(
(A))を、ライトガイド面上で色収差を抑えた場合((B))と併せて示す。簡単のため集光レンズ2bは1枚として図示している。なお、ライトガイド6の入射端には導光ロ
ッド9が配置されている。

【0060】

上述のように、羽絞り面上の光束の色分布を小さくすれば、絞り量による色変化は小さ
くなるが、さらに望ましくは、光ファイバーの分光透過率の角度依存性を考慮して、色収
差を抑制したい。図11に示した羽絞り以外の形状の絞りにおいても、基本的に光束をける
タイプの羽絞りでは、絞り量により光ファイバーに入射する光の角度分布が変化すること
があり、その結果光ファイバーの分光透過率の角度依存性に起因した色変化が生じる。
羽絞り面上での光束の色分布がこの色変化を相殺するようなものとなるよう色収差を補正
すると、システムトータルとして色変化が抑制され好適である。

【0061】

上記光ファイバーの分光透過率の角度依存性や、羽絞り面上の光束の色分布は、特に図
示しないので、説明を付記する。例えば、光ファイバーの分光透過率が、入射光の角度が
大きい場合が、そうでない場合に比して、赤成分が減ずる(相対的に青みがかかる)ものと
し、絞り量が大きくなると、光ファイバーへの入射光の角度分布が広い角度が支配的になり
青みがかかる場合は、絞り量の大きい(光束をける量が大きい)ときにけられない領域の
色分布が赤くなるようにすれば、光ファイバーで導光される照明光の色変化は抑えられる
。

【0062】

以下、上記実施例1、2、3の数値データを示す。

(実施例1)

N o	r	d	n e	v d	E D
0	∞	57.04			25.4
1	∞	3	1.5251	58.58	36.3
2	∞	27.3			36.3
3	∞	3	1.4731	66.5	37
4	∞	7.99			37
5	50.682	13	1.48915	70.23	38
6	-43.27	0.01			38
7	-43.27	1.5	1.93429	18.9	38
8	∞	20.5			38
9	16.785	18	1.51825	64.06	38
10	-37.545	19.94			38
11	21.764	8	1.51825	64.06	14
12	-5.849	4.16			14
13	∞	1.8	1.5251	58.58	
14	∞	6.04			
15	24.03	5.5	1.69661	53.21	18
16	-18.006	0.1			18
17	7.501	6.5	1.51825	64.06	15
18	-19.566	4.72			
19	∞				

第 9 面

$K = -1$
 $A_4 = -1.26E-06$
 $A_6 = -1.60E-08$
 $A_8 = -1.00E-10$
 $A_{10} = 5.37E-14$
 $A_{12} = 1.68E-16$

第 1 2 面

$K = -1$
 $A_4 = 1.90E-04$
 $A_6 = 1.30E-06$
 $A_8 = 2.54E-08$
 $A_{10} = -1.78E-09$
 $A_{12} = -2.44E-11$

10

第 1 7 面

$K = -1$
 $A_4 = 9.44E-06$
 $A_6 = -3.25E-06$
 $A_8 = -1.36E-07$
 $A_{10} = 2.88E-10$
 $A_{12} = 1.74E-11$

20

。

【 0 0 6 3 】

(実施例 2)

N o	r	d	n e	v d	E D
0	∞	57.04			25.4
1	∞	3	1.5251	58.58	36.3
2	∞	10			36.3
3	∞	3	1.4731	66.5	36.3
4	∞	13.29			36.3
5	∞	1.5	1.93429	18.9	38
6	42	0.01			38
7	42	13	1.48915	70.23	38
8	-45	35.5			38
9	19.3662	18	1.51825	64.06	40
10	-37.7887	21.94			40
11	21.764	8	1.51825	64.06	14
12	-5.849	4.16			14
13	∞	1.8	1.5251	58.58	20
14	∞	6.04			20
15	24.03	6	1.69661	53.21	19
16	-18.006	0.1			19
17	7.501	7	1.51825	64.06	16
18	-19.566	3.1062			16
19	∞				

30

40

非球面データ

第 9 面

$K = -1$
 $A_4 = 7.70E-07$

50

$$A_6 = -3.03E-08$$

$$A_8 = -8.89E-12$$

$$A_{10} = -2.92E-13$$

$$A_{12} = 6.45E-16$$

第 1 2 面

$$K = -1$$

$$A_4 = 1.90E-04$$

$$A_6 = 1.30E-06$$

$$A_8 = 2.54E-08$$

$$A_{10} = -1.78E-09$$

$$A_{12} = -2.44E-11$$

10

第 1 7 面

$$K = -1$$

$$A_4 = 9.44E-06$$

$$A_6 = -3.25E-06$$

$$A_8 = -1.36E-07$$

$$A_{10} = -5.67E-10$$

$$A_{12} = 2.94E-11$$

。

【 0 0 6 4 】

20

(実施例 3)

N o	r	d	n e	v d	E D
0	∞	57.04			25.4
1	∞	3	1.5251	58.58	36.3
2	∞	27.3			36.3
3	∞	3	1.4731	66.5	37
4	∞	7.99			37
5		13	1.51825	64.06	38
6		0.01			38
7		1.5	1.76167	27.51	38
8	∞	20.5			38
9	16.785	18	1.51825	6.06	38
10	-37.545	19.94			38
11	21.764	8	1.51825	64.06	14
12	-5.849	4.16			14
13	∞	1.8	1.5251	58.58	
14	∞	6.04			
15	24.03	5.5	1.69661	53.21	18
16	-18.006	0.1			18
17	7.501	6.5	1.51825	64.06	15
18	-19.566	4.72			
19	∞				

30

40

非球面データ

第 9 面

$$K = -1$$

$$A_4 = -1.26E-06$$

$$A_6 = -1.60E-08$$

$$A_8 = -1.00E-10$$

$$A_{10} = 5.37E-14$$

50

$$A_{12} = 1.68E-16$$

第 1 2 面

$$K = -1$$

$$A_4 = 1.90E-04$$

$$A_6 = 1.30E-06$$

$$A_8 = 2.54E-08$$

$$A_{10} = -1.78E-09$$

$$A_{12} = -2.44E-11$$

第 1 7 面

$$K = -1$$

$$A_4 = 9.44E-06$$

$$A_6 = -3.25E-06$$

$$A_8 = -1.36E-07$$

$$A_{10} = 2.88E-10$$

$$A_{12} = 1.74E-11$$

10

【 0 0 6 5 】

図 7 は、実施例 1 の光学系において、光源 1 からの出射光が光軸となす角度が 4° のときのコマ収差図である。縦軸は入射瞳上を通過する光線の開口比、横軸は収差量 (mm) である。図 7 のように、コマ収差は完全に補正せず、やや正の値をとるよう、すなわち入射瞳上での光線高が高い光線が近軸光線の集光位置より光学系側に集光しないように設計することで、軸外光線がライトガイドの NA を超えず、より効率良くライトガイド 6 の端面に入射するようにできる。そのために、非球面レンズは、有効径内ではレンズの外側にいくにつれて曲率が弱くなるよう設計している。

20

【 0 0 6 6 】

上記、実施例 1 及び 2 においては、下記に示すように、本発明の条件式 (1)、(2) 及び (3) を満たす。

【 0 0 6 7 】

	実施例 1	実施例 2
(1) d	36.279	34.266
$f_{2B} + f_{3F}$	37.436	35.576
$d + f_{3F}$	46.151	44.138
(2) $0.5 / h_4$	0.104	0.104
$1 / f_4$	0.136	0.134
$1 / x + 2 / h_4$	0.464	0.462
(3) n_{4b}	1.697	1.697
n_{4i}	1.518	1.518

30

【 0 0 6 8 】

また、上記実施例 1、2 においては、本発明の条件式 (4) も次のように満たす。

【 0 0 6 9 】

$$\tan^{-1} \{ D / (2L) \} = \tan^{-1} \{ 25.4 / (2 \times 57.4) \} = 12.6^\circ < 15^\circ$$

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 7 0 】

【図 1】本発明の内視鏡用光源光学系の基本構成を示す図である。

【図 2】条件式 (1) の下限にあるとき及び条件式 (1) の左辺を満たすときの光束径を示す図である。

【図 3】集光光学系の後側焦点位置と倍率変換光学系の前側主点位置が一致する場合を示す図である。

50

【図 4】光源と集光光学系の間に配置する反射型赤外カットフィルターが光軸に垂直な方向となす角を示す図である。

【図 5】本発明による内視鏡光源光学系の実施例 1 の光軸を通る断面図である。

【図 6】本発明による内視鏡光源光学系の実施例 2 の光軸を通る断面図である。

【図 7】実施例 1 の光源からの出射光が光軸となす角度が 4° のときのコマ収差図である。

【図 8】従来例を示す図である。

【図 9】別の従来例とその問題点を示す図である。

【図 10】カラーホイールを示す図である。

【図 11】羽絞りによる光量制御を説明するための図である。

10

【図 12】羽絞りを開閉したときの絞り量と色温度の関係の一例を示す図である。

【図 13】羽絞り面上での色収差補正の概念図とライトガイド面上での色収差補正の概念図を示す図である。

【符号の説明】

【0071】

1 ... 光源

1 a ... 反射鏡

1 b ... 光源ランプ

2 ... 集光光学系（集光レンズ系）

2 a ... 集光光学系の前群（色消しレンズ）

20

2 b ... 集光光学系の後群（集光レンズ）

3 ... 倍率変換光学系

4 ... 正レンズ群

4 a ... 正レンズ群の光源側レンズ

4 b ... 正レンズ群の出射側レンズ

5 ... 色フィルター（カラーホイール）

6 ... ライトガイド

7 ... 反射型赤外カットフィルター

8 ... 吸収型赤外フィルター

9 ... 導光ロッド

30

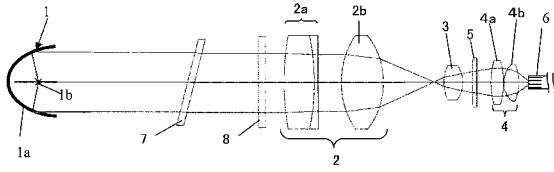
10 ... カラーホイール

11 R, 11 G, 11 B ... R, G, B 色フィルター

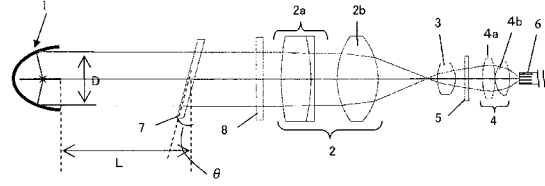
12 ... 遮光板

13 ... 羽絞り

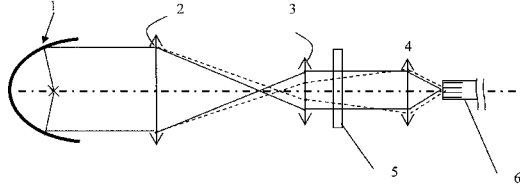
【図 1】



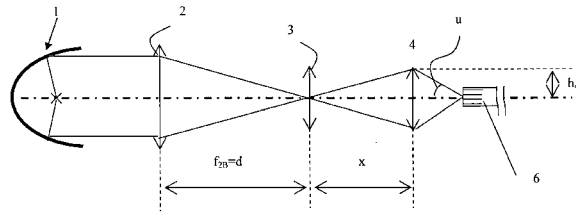
【図 4】



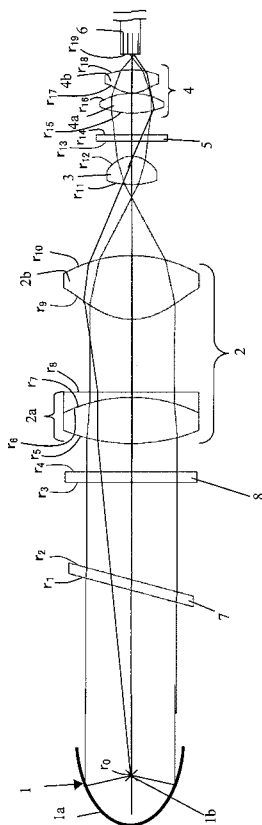
【図 2】



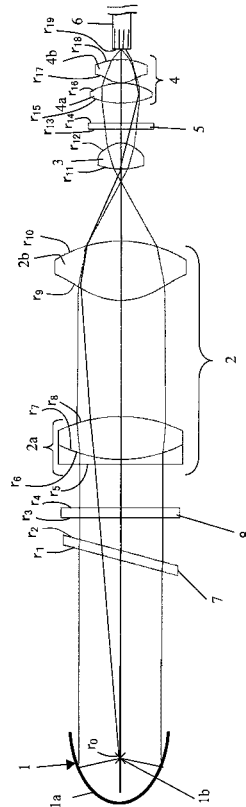
【図 3】



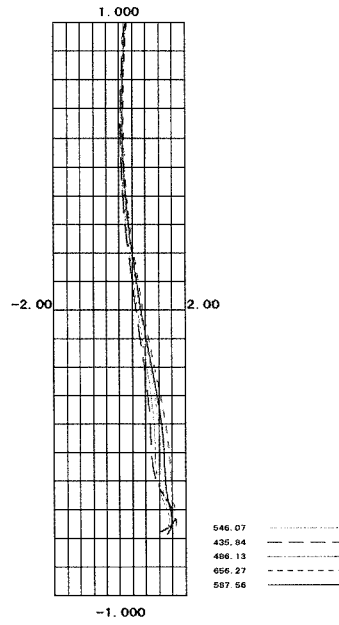
【図 5】



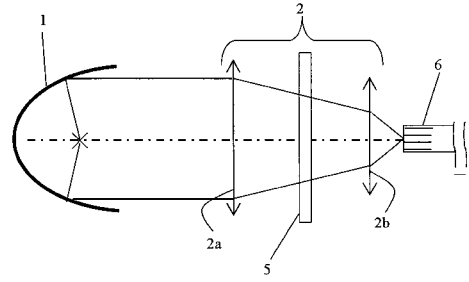
【図 6】



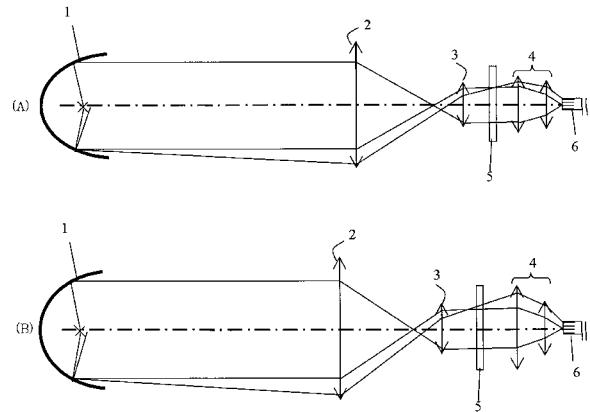
【図 7】



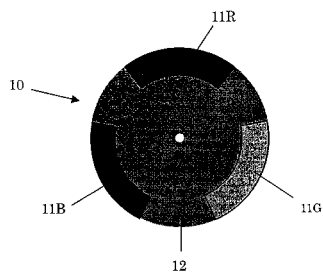
【図 8】



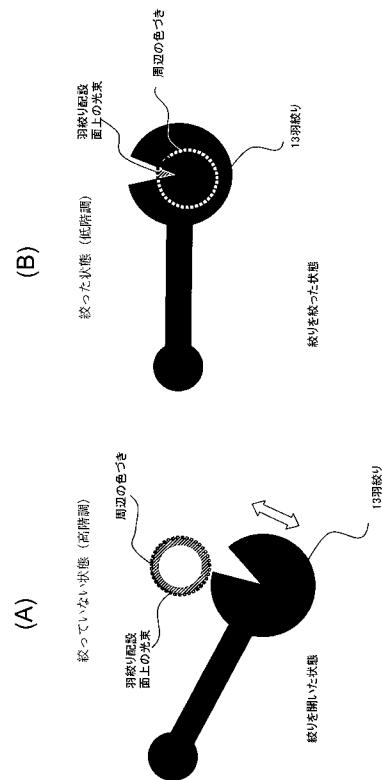
【図 9】



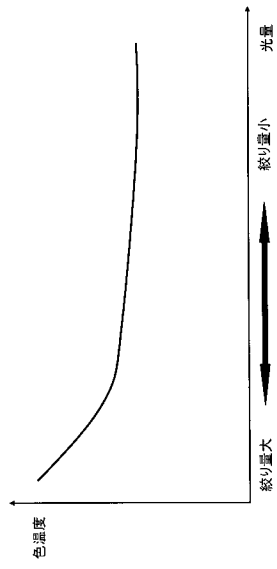
【図 10】



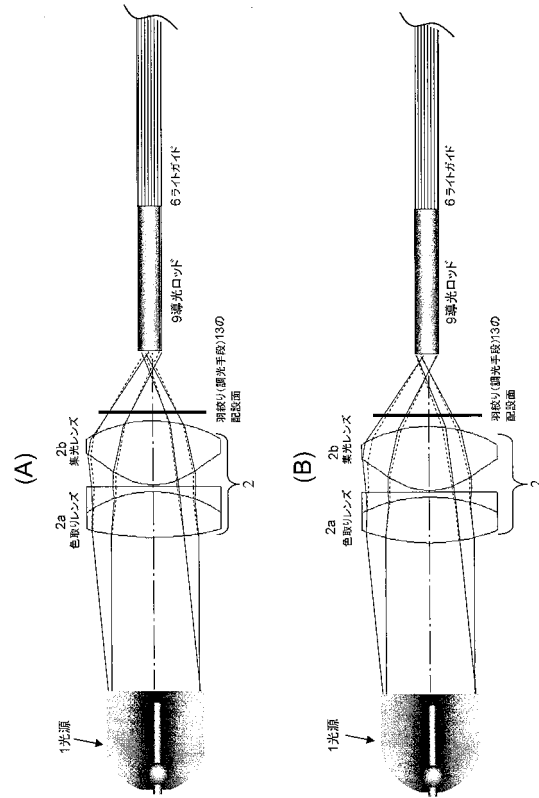
【図 11】



【図 1 2】



【図 1 3】



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 宇野 奏絵

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパスメディカルシステムズ株式会社内

(72)発明者 花野 和成

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパスメディカルシステムズ株式会社内

F ターム(参考) 2H040 CA09

2H052 BA02 BA15

2H087 KA29 LA24 LA27 NA14 PA06 PA17 PB06 QA01 QA02 QA07

QA13 QA18 QA21 QA22 QA25 QA34 QA41 QA45 RA05 RA12

RA13 RA42 RA43

4C061 GG01 MM03 MM05 NN01 QQ02 QQ09 RR02 RR04 RR14 RR15

RR18

专利名称(译)	光源光学系		
公开(公告)号	JP2009300916A	公开(公告)日	2009-12-24
申请号	JP2008157596	申请日	2008-06-17
[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	宇野 奏絵 花野 和成		
发明人	宇野 奏絵 花野 和成		
IPC分类号	G02B13/00 A61B1/06 G02B13/18 G02B23/26 G02B19/00		
CPC分类号	G02B23/2461		
FI分类号	G02B13/00 A61B1/06.B G02B13/18 G02B23/26.B G02B19/00 A61B1/06.510 A61B1/07.731		
F-TERM分类号	2H040/CA09 2H052/BA02 2H052/BA15 2H087/KA29 2H087/LA24 2H087/LA27 2H087/NA14 2H087/PA06 2H087/PA17 2H087/PB06 2H087/QA01 2H087/QA02 2H087/QA07 2H087/QA13 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA22 2H087/QA25 2H087/QA34 2H087/QA41 2H087/QA45 2H087/RA05 2H087/RA12 2H087/RA13 2H087/RA42 2H087/RA43 4C061/GG01 4C061/MM03 4C061/MM05 4C061/NN01 4C061/QQ02 4C061/QQ09 4C061/RR02 4C061/RR04 4C061/RR14 4C061/RR15 4C061/RR18 4C161/GG01 4C161/MM03 4C161/MM05 4C161/NN01 4C161/QQ02 4C161/QQ09 4C161/RR02 4C161/RR04 4C161/RR14 4C161/RR15 4C161/RR18		
代理人(译)	青木 健二 米泽 明		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够应对各种观察方法的内窥镜光源光学系统，防止光源装置的尺寸增大，并确保亮度。用于收集来自光源的光的会聚光学系统，用于降低光瞳放大率的放大率转换光学系统，以及用于从放大率转换光学系统收集光的聚光光学系统在包括正透镜组4的光源光学系统中，会聚光学系统2和放大率转换光学系统3的主点之间的距离 d ，聚光光学系统2的后焦距 f_2 并且，放大率转换光学系统3的前焦距 f_3 满足条件表达式(1)。点域1

