

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02017/203897

発行日 平成30年6月7日(2018.6.7)

(43) 国際公開日 平成29年11月30日(2017.11.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 7 3 1	2 H 0 4 0
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	G 0 2 B 23/24 B	4 C 1 6 1

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 34 頁)

出願番号 特願2017-554921 (P2017-554921)	(71) 出願人 000000376 オリンパス株式会社 東京都八王子市石川町2951番地
(21) 国際出願番号 PCT/JP2017/015575	(74) 代理人 100123962 弁理士 斎藤 圭介
(22) 国際出願日 平成29年4月18日(2017.4.18)	(74) 代理人 100120204 弁理士 平山 巖
(11) 特許番号 特許第6257874号(P6257874)	(72) 発明者 露木 浩 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内
(45) 特許公報発行日 平成30年1月10日(2018.1.10)	Fターム(参考) 2H040 BA10 CA10 CA11 CA23 CA24 GA02 GA05 GA11 4C161 AA00 BB05 CC06 FF40 NN01 PP11
(31) 優先権主張番号 特願2016-106314 (P2016-106314)	
(32) 優先日 平成28年5月27日(2016.5.27)	
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	

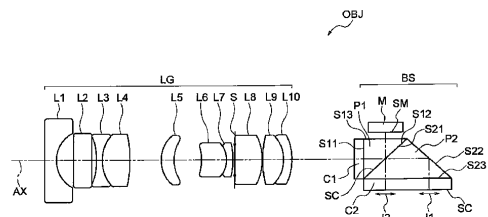
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対物光学系及びそれを備えた内視鏡装置

(57) 【要約】

明るさの差や色調の差が少ない光学像を複数形成できる対物光学系及びそれを備えた内視鏡装置を提供する。

対物光学系OBJは、物体の像を形成するレンズ群LGと、レンズ群LGの像側に配置された光路分割素子BSと、を有し、光路分割素子BSは、レンズ群LGの光路上に配置され、光路分割素子BSは、第1の光路と第2の光路を形成する光路分割面SCを有し、第1の光路は、レンズ群LGの光路の延長線上に形成され、第2の光路は、第1の光路と交差するように形成され、第1の光路における光路長は、第2の光路における光路長と異なり、第2の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和は、第1の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和よりも多く、以下の条件式(1)を満足する光学面が、第1の光路に位置していることを特徴とする。



$$0.8 \text{ MR650 / MR550 } 0.9 \quad (1)$$

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体の像を形成するレンズ群と、
 前記レンズ群の像側に配置された光路分割素子と、を有し、
 前記光路分割素子は、前記レンズ群の光路上に配置され、
 前記光路分割素子は、第 1 の光路と第 2 の光路を形成する光路分割面を有し、
 前記第 1 の光路は、前記レンズ群の光路の延長線上に形成され、
 前記第 2 の光路は、前記第 1 の光路と交差するように形成され、
 前記第 1 の光路における光路長は、前記第 2 の光路における光路長と異なり、
 前記第 2 の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和は、前記第 1 の光路にお
 ける光の透過回数と光の反射回数の総和よりも多く、
 以下の条件式 (1) を満足する光学面が、前記第 1 の光路に位置していることを特徴と
 する対物光学系。

$$0.8 \leq MR_{650} / MR_{550} \leq 0.9 \quad (1)$$

ここで、

MR_{550} は、波長 550 nm における反射率、

MR_{650} は、波長 650 nm における反射率、

である。

【請求項 2】

以下の条件式 (2) を満足する光学面が、前記第 1 の光路に位置していることを特徴と
 する請求項 1 に記載の対物光学系。

$$0.75 \leq MR_B \leq 0.80 \quad (2)$$

ここで、

MR_B は、波長 390 nm における反射率、

である。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の対物光学系と、

撮像素子と、

画像処理装置と、を有することを特徴とする内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、対物光学系及びそれを備えた内視鏡装置に関する。

【背景技術】

【0002】

1 つの対物光学系から 2 つの光学像を形成する光学系が、特許文献 1 に開示されている。
 この光学系では、対物光学系の像側に、分割素子が配置されている。対物光学系を射出
 した光束は、分割素子に入射する。分割素子では、分割素子に入射した光束が、第 1 の面
 によって反射光束と透過光束とに分けられる。

【0003】

第 1 の面を透過した透過光束は、光路上に位置する第 2 の面によって反射される。そし
 て、透過光束によって光学像が形成される。

【0004】

第 1 の面で反射された反射光束は、光路上に配置されたミラーによって反射される。こ
 の反射によって、反射光束は、第 1 の面に向かって反射される。反射光束は第 1 の面を透
 過する。そして、反射光束によって光学像が形成される。

【0005】

第 1 の面を透過した後の反射光束の進行方向と、第 2 の面で反射された後の透過光束の
 進行方向は、同じになっている。よって、反射光束による光学像と透過光束による光学像
 は、同じ方向に形成される。

10

20

30

40

50

【0006】

引用文献1の光学系では、分割素子によって、2つの光路が形成されている。第1の光路は、第1の面から透過光束の光学像までの光路である。第2の光路は、第1の面から反射光束の光学像までの光路である。第1の光路における光路長と、第2の光路における光路長が等しくなっている。よって、同一平面内の異なる位置に、ピントの合った光学像が2つ形成される。

【0007】

光学像の撮像では、カラーフィルタを介して撮像が行われる。カラーフィルタは、複数のフィルタ素子で構成されている。複数のフィルタ素子は、例えば、3つのグループに分かれる。第1のグループは、赤色の光を透過するフィルタ素子で構成され、第2のグループは、緑色の光を透過するフィルタ素子で構成され、第3のグループは、青色の光を透過するフィルタ素子で構成されている。

10

【0008】

引用文献1では、撮像に使用するカラーフィルタを、一方の光学像の撮像と他方の光学像の撮像とで異ならせている。これにより、色の異なる2つの画像を取得している。そして、2つの画像を合成することで、画像の色再現性を向上させている。

【0009】

第1の光路における光路長を、第2の光路における光路長と僅かに異ならせることもできる。この場合、同一平面の前後に、ピントの合った光学像が2つ形成される。同一平面に対する光学像のズレ量は僅かである。そのため、同一平面上では、一部の領域だけにピントが合っている光学像が、2つ形成される。

20

【0010】

ピントが合っている領域は、2つの光学像で異なる。この2つの光学像を撮像し、これにより2つの画像を取得する。そして、撮像した2つの画像からピントが合っている領域だけを抽出し、抽出した領域を合成する。このようにすることで、被写界深度の大きな画像を取得することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2014-103597号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

引用文献1では、第1の光路と第2の光路の両方で、光の透過と光の反射が生じる。第1の光路では、第1の面で光の透過が生じ、第2の面で光の反射が生じる。第2の光路では、第1の面とミラーで光の反射が生じ、第1の面で光の透過が生じる。

【0013】

このように、第1の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和（以下、「第1の総和」という）は、第2の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和（以下、「第2の総和」という）と異なる。

40

【0014】

光学面が透過面の場合、光学面における透過率は、全ての波長で100%であることが好ましい。光学面が反射面の場合、光学面における反射率は、全ての波長で100%であることが好ましい。

【0015】

透過率又は反射率が全ての波長で100%の場合、第1の総和と第2の総和とが異なっても、第1の分光特性と第2の分光特性との間に、差は生じない。よって、反射光束による光学像と透過光束による光学像との間に、明るさの差や色調の差は生じない。

【0016】

ここで、分光特性は、光学面における透過率又は反射率を波長の関数として表したもの

50

である。第1の分光特性は、第1の光路に位置する全ての光学面で決まる分光特性である。第2の分光特性は、第2の光路に位置する全ての光学面で決まる分光特性である。

【0017】

しかしながら、実際には、全ての波長で透過率が100%である光学面を実現することは、実際には困難である。反射率についても同様である。また、分光特性は、各光学面で異なることが多い。そのため、第1の総和と第2の総和とが異なると、第1の分光特性と第2の分光特性とが大きく異なる。

【0018】

この場合、反射光束による光学像と透過光束による光学像との間に、明るさの差や色調の差が生じる。この状態で2つの光学像を撮像すると、2つの画像にも明るさの差や色調の差が生じる。そのため、2つの画像を合成しても、画像の色再現性を向上させることが困難になる。

10

【0019】

また、被写界深度の大きな画像を取得する場合でも、2つの光学像の間に明るさの差や色調の差が生じていると、撮像で得られた2つの画像にも明るさの差や色調の差が生じる。そのため、ピントが合っている領域だけを合成しても、合成した画像において明るさのムラや色調の違いが大きくなる。

【0020】

以上、2つの光学像を用いる場合について説明したが、3つ以上の光学像を用いる場合でも、同様な問題は生じる。

20

【0021】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであって、明るさの差や色調の差が少ない光学像を複数形成できる対物光学系及びそれを備えた内視鏡装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0022】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る対物光学系は、

物体の像を形成するレンズ群と、

レンズ群の像側に配置された光路分割素子と、を有し、

30

光路分割素子は、レンズ群の光路上に配置され、

光路分割素子は、第1の光路と第2の光路を形成する光路分割面を有し、

第1の光路は、レンズ群の光路の延長線上に形成され、

第2の光路は、第1の光路と交差するように形成され、

第1の光路における光路長は、第2の光路における光路長と異なり、

第2の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和は、第1の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和よりも多く、

以下の条件式(1)を満足する光学面が、第1の光路に位置していることを特徴とする。

$$0.8 \leq MR_{650} / MR_{550} \leq 0.9 \quad (1)$$

40

ここで、

MR₅₅₀は、波長550nmにおける反射率、

MR₆₅₀は、波長650nmにおける反射率、

である。

【0023】

また、本発明の内視鏡装置は、

上述の対物光学系と、

撮像素子と、

画像処理装置と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

50

【 0 0 2 4 】

本発明によれば、明るさの差や色調の差が少ない光学像を複数形成できる対物光学系及びそれを備えた内視鏡装置を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 5 】

【 図 1 】 本実施形態の対物光学系の構成を示す図である。

【 図 2 】 分光特性を示す図である。

【 図 3 】 光学面の分光特性を示す図である。

【 図 4 】 分光特性を示す図である。

【 図 5 】 光学面の分光特性を示す図である。

10

【 図 6 】 光路分割ユニットを示す図である。

【 図 7 】 実施例 1 の分光特性を示す図である。

【 図 8 】 実施例 2 の分光特性を示す図である。

【 図 9 】 実施例 3 の分光特性を示す図である。

【 図 1 0 】 分光特性を示す図である。

【 図 1 1 】 内視鏡装置を示す図である。

【 図 1 2 】 輝度の補正の様子を示す図である。

【 図 1 3 】 彩度の補正の様子を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 6 】

20

以下、本実施形態に係る対物光学系と本実施形態に係る内視鏡装置について、図面を用いて、このような構成をとった理由と作用を説明する。なお、以下の実施形態に係る対物光学系や本実施形態に係る内視鏡装置により、この発明が限定されるものではない。

【 0 0 2 7 】

本実施形態の対物光学系は、物体の像を形成するレンズ群と、レンズ群の像側に配置された光路分割素子と、を有し、光路分割素子は、レンズ群の光路上に配置され、光路分割素子は、第 1 の光路と第 2 の光路を形成する光路分割面を有し、第 1 の光路は、レンズ群の光路の延長線上に形成され、第 2 の光路は、第 1 の光路と交差するように形成され、第 1 の光路における光路長は、第 2 の光路における光路長と異なり、第 2 の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和は、第 1 の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和よりも多く、以下の条件式 (1) を満足する光学面が、第 1 の光路に位置していることを特徴とする。

30

$$0.8 \quad M R 650 / M R 550 \quad 0.9 \quad (1)$$

ここで、

M R 550 は、波長 5 5 0 n m における反射率、

M R 650 は、波長 6 5 0 n m における反射率、

である。

【 0 0 2 8 】

図 1 に、本実施形態の対物光学系の構成を示す。対物光学系 O B J は、レンズ群 L G と、光路分割ユニット B S と、を有する。レンズ群 L G は、複数のレンズ L 1 ~ L 1 0 と、開口絞り S と、を有する。レンズ群 L G によって、物体の光学像が形成される。

40

【 0 0 2 9 】

光路分割ユニット B S は、レンズ群 L G の像側に配置されている。光路分割ユニット B S は、カバーガラス C 1 と、プリズム P 1 と、プリズム P 2 と、ミラー M と、カバーガラス C 2 と、を有する。プリズム P 1 とプリズム P 2 は、共に三角プリズムである。プリズム P 1 とプリズム P 2 とで光路分割素子が形成されている。

【 0 0 3 0 】

カバーガラス C 1 は、プリズム P 1 の光学面 S 1 1 に接合されている。プリズム P 1 は、プリズム P 2 に接合されている。プリズム P 1 の光学面 S 1 2 とプリズム P 2 の光学面 S 2 1 とで、接合面 S C が形成されている。

50

【 0 0 3 1 】

ミラー M は、光学面 S M がプリズム P 1 の光学面 S 1 3 と対向するように配置されている。カバーガラス C 2 は、プリズム P 2 の光学面 S 2 3 に接合されている。

【 0 0 3 2 】

光路分割ユニット B S は、レンズ群 L G の光路上に配置されている。レンズ群 L G を出射した光（以下、「結像光」という）は、光路分割ユニット B S に入射する。結像光はカバーガラス C 1 を通過して、光学面 S 1 1 に入射する。光学面 S 1 1 は透過面なので、結像光は光学面 S 1 1 を透過する。

【 0 0 3 3 】

続いて、結像光は接合面 S C に入射する。接合面 S C は、面の法線が光軸 A X に対して 45 度となるように配置されている。接合面 S C に入射した結像光は、接合面 S C を透過する光（以下、「結像光 1」という）と、接合面 S C で反射される光（以下、「結像光 2」という）と、に分かれる。

10

【 0 0 3 4 】

結像光 1 と結像光 2 は、互いに異なる方向に進行する。結像光 1 が進行する光路を第 1 の光路、結像光 2 が進行する光路を第 2 の光路とすると、接合面 S C によって、第 1 の光路と第 2 の光路が形成される。このように、接合面 S C は光路分割面である。

【 0 0 3 5 】

第 1 の光路は、レンズ群 L G の光路の延長線上に形成されている。第 2 の光路は、第 1 の光路と交差するように形成されている。図 1 では、第 2 の光路は第 1 の光路と直交している。

20

【 0 0 3 6 】

第 1 の光路には、接合面 S C、光学面 S 2 2、光学面 S 2 3 及び光学面 S C が位置している。

【 0 0 3 7 】

接合面 S C を透過した結像光 1 は、光学面 S 2 2 に入射する。光学面 S 2 2 は反射面である。結像光 1 は光学面 S 2 2 で反射され、光学面 S 2 3 に入射する。光学面 S 2 3 は透過面である。結像光 1 は光学面 S 2 3 を透過し、カバーガラス C 2 に入射する。結像光 1 は光学面 S C に到達する。光学面 S C は透過面である。光学面 S C の近傍に、光学像 I 1 が形成される。

30

【 0 0 3 8 】

第 1 の光路では、光学面 S 2 2 において光の反射が発生し、接合面 S C、光学面 S 2 3 及び光学面 S C において光の透過が発生する。よって、第 1 の総和は、4 回である。

【 0 0 3 9 】

第 2 の光路には、接合面 S C、光学面 S 1 3、光学面 S M、光学面 S 2 3 及び光学面 S C が位置している。

【 0 0 4 0 】

接合面 S C で反射された結像光 2 は、光学面 S 1 3 に入射する。光学面 S 1 3 は透過面である。結像光 2 は光学面 S 1 3 を透過し、ミラー M の光学面 S M に入射する。光学面 S M は反射面である。結像光 2 は光学面 S M で反射され、光学面 S 1 3 に入射する。

40

【 0 0 4 1 】

結像光 2 は光学面 S 1 3 を透過し、接合面 S C に入射する。接合面 S C では、結像光 2 は、接合面 S C を透過する光と、接合面 S C で反射される光と、に分かれる。

【 0 0 4 2 】

接合面 S C を透過した結像光 2 は、光学面 S 2 3 に入射する。結像光 2 は光学面 S 2 3 を透過し、カバーガラス C 2 に入射する。結像光 2 は光学面 S C に到達する。光学面 S C の近傍に、光学像 I 2 が形成される。

【 0 0 4 3 】

第 2 の光路では、接合面 S C と光学面 S M において反射が発生し、接合面 S C、光学面 S 1 3、接合面 S C 及び光学面 S 2 3 において透過が発生する。光学面 S 1 3 における透

50

過は2回なので、第2の総和は、7回である。

【0044】

このように、本実施形態の対物光学系では、第2の総和は、第1の総和よりも多い。

【0045】

内視鏡では、体内の観察が行われる。体内における被写体は、赤味を帯びていることが多い。また、被写体の撮像には、撮像素子が用いられる。撮像素子の感度は、波長が長くなるほど感度が高くなる。よって、青色光や緑色光に比べると、赤色光に対する感度が高い。

【0046】

第2の分光特性において、透過率や反射率が長波長域で低い場合、長波長域における透過率や反射率は、第1の分光特性に比べて第2の分光特性で低くなる。この場合、第2の総和が第1の総和よりも多いと、長波長域における透過率の低下や反射率の低下は、第2の分光特性において顕著になる。

10

【0047】

このようなことから、本実施形態の対物光学系では、上述の条件式(1)を満足する光学面が、第1の光路に位置している。

【0048】

図2は、分光特性を示す図である。図2(a)は、条件式(1)を満足する光学面が、第1の光路に配置されている場合を示し、図2(b)は、条件式(1)を満足しない光学面が、第1の光路に配置されている場合を示している。

20

【0049】

図2(a)において、実線は、条件式(1)を満足する光学面の分光特性(反射率)を示し、破線は第1の分光特性(透過率)を示し、一点鎖線は、第1の分光特性と第2の分光特性との差を示している。

【0050】

条件式(1)を満足する光学面では、図2(a)に示すように、600nmから700nmにかけて、反射率が徐々に小さくなっている。これに伴い、第1の分光特性においても、600nmから700nmにかけて、透過率が徐々に小さくなっている。

【0051】

上述のように、長波長域における透過率の低下や反射率の低下は、第2の分光特性において顕著になる。よって、図2(a)では図示していないが、第2の分光特性においても、600nmから700nmにかけて、透過率が徐々に小さくなっている。

30

【0052】

図2(a)では、第1の分光特性における透過率の低下量は、各波長で、第2の分光特性における透過率の低下量とほぼ同じになっている。そのため、第1の分光特性と第2の分光特性との差は、450nmから700nmまでの範囲で、ほぼゼロになっている(図2(a)では、ゼロを示す横軸とほぼ重なっている)。

【0053】

これに対して、条件式(1)を満足しない光学面では、図2(b)に示すように、450nmから700nmにかけて、反射率は、ほぼ一定になっている。これに伴い、第1の分光特性においても、450nmから700nmにかけて、透過率は、ほぼ一定になっている。

40

【0054】

この場合、600nmから700nmにかけての透過率は、第1の分光特性の方が第2の分光特性よりも大きくなる。そのため、第1の分光特性と第2の分光特性との差は、620nmよりも長波長側で徐々に大きくなり、700nmでは20%を超えてしまう。

【0055】

このように、条件式(1)を満足する光学面が第1の光路に位置することで、第1の分光特性と第2の分光特性とを略同じにすることができる。その結果、明るさの差や色調の差が少ない光学像を複数形成できる。

50

【 0 0 5 6 】

図 1 に示す対物光学系 O B J では、光学面 S 2 2 が、条件式 (1) を満足する光学面になっている。図 3 は、光学面 S 2 2 における分光特性である。図 3 に示すように、光学面 S 2 2 では、破線で囲んだ範囲、すなわち、5 5 0 n m から 7 0 0 n m にかけて、反射率が徐々に小さくなっている。

【 0 0 5 7 】

図 3 における分光特性では、 $M R 650 / M R 550 = 0 . 8 7$ である。このように、光学面 S 2 2 を、条件式 (1) を満足する光学面にすることで、明るさや色調を、光学像 I 1 と光学像 I 2 とで、ほぼ同じにすることができる。

【 0 0 5 8 】

上述のように、被写界深度の大きな画像を取得する方法では、複数の画像からピントが合っている領域だけを抽出し、抽出した領域の合成が行われる。本実施形態の対物光学系では、複数の光学像における明るさの差や色調の差を少なくすることができる。よって、合成した画像において明るさのムラや色調の違いを少なくすることができる。

【 0 0 5 9 】

また、第 1 の光路における光路長と第 2 の光路における光路長を同じにすると、同一平面内の異なる位置に、ピントの合った光学像が 2 つ形成される。上述のように、画像の色再現性を向上させる方法では、複数の画像を用いた画像合成が行われる。本実施形態の対物光学系では、複数の光学像における明るさの差や色調の差を少なくすることができる。よって、合成した画像の色再現性をより向上させることができる。

【 0 0 6 0 】

カバーガラス C 1 とカバーガラス C 2 は、必ずしも必要ではない。また、光学面 S 1 3 を反射面にすることで、結像光 2 を反射させることができる。よって、ミラー M は、必ずしも必要ではない。

【 0 0 6 1 】

本実施形態の対物光学系では、以下の条件式 (2) を満足する光学面が、第 1 の光路に位置していることが好ましい。

$$0 . 7 5 \quad M R B \quad 0 . 8 0 \quad (2)$$

ここで、

M R B は、波長 3 9 0 n m における反射率、

【 0 0 6 2 】

内視鏡の観察方法の 1 つに、狭い波長域の光を用いて観察する方法 (以下、「狭帯域観察」という) がある。狭帯域観察では、例えば、4 0 0 n m から 4 3 0 n m までの波長帯域の光が用いられる。

【 0 0 6 3 】

第 2 の分光特性において、透過率や反射率が短波長域で低い場合、短波長域における透過率や反射率は、第 1 の分光特性に比べて第 2 の分光特性で低くなる。この場合、第 2 の総和が第 1 の総和よりも多いと、短波長域における透過率の低下や反射率の低下は、第 2 の分光特性において顕著になる。

【 0 0 6 4 】

本実施形態の対物光学系では、上述の条件式 (2) を満足する光学面が、第 1 の光路に位置している。

【 0 0 6 5 】

図 4 は、分光特性を示す図である。図 4 (a) は、条件式 (2) を満足する光学面が、第 1 の光路に配置されている場合を示し、図 4 (b) は、条件式 (2) を満足しない光学面が、第 1 の光路に配置されている場合を示している。

【 0 0 6 6 】

図 4 (a) において、実線は、条件式 (2) を満足する光学面の分光特性 (反射率) を示し、破線は第 1 の分光特性 (透過率) を示し、一点鎖線は、第 1 の分光特性と第 2 の分

10

20

30

40

50

光特性との差を示している。

【0067】

条件式(2)を満足する光学面では、図4(a)に示すように、430nmから400nmにかけて、反射率が徐々に小さくなっている。これに伴い、第1の分光特性においても、430nmから400nmにかけて、透過率が徐々に小さくなっている。

【0068】

上述のように、短波長域における透過率の低下や反射率の低下は、第2の分光特性において顕著になる。よって、図4(a)では図示していないが、第2の分光特性においても、430nmから400nmにかけて、透過率が徐々に小さくなっている。

【0069】

図4(a)では、第1の分光特性における透過率の低下量は、各波長で、第2の分光特性における透過率の低下量とほぼ同じになっている。そのため、第1の分光特性と第2の分光特性との差は、430nmから400nmまでの範囲で、ほぼゼロになっている(図4(a)では、ゼロを示す横軸とほぼ重なっている)。

【0070】

これに対して、条件式(2)を満足しない光学面では、図4(b)に示すように、400nmから700nmにかけて、反射率は、ほぼ一定になっている。これに伴い、第1の分光特性においても、400nmから700nmにかけて、透過率は、ほぼ一定になっている。

【0071】

この場合、430nmから400nmにかけての透過率は、第1の分光特性の方が第2の分光特性よりも大きくなる。そのため、第1の分光特性と第2の分光特性との差は、430nmよりも短波長側で徐々に大きくなり、400nmでは40%に達してしまう。

【0072】

このように、条件式(2)を満足する光学面が第1の光路に位置することで、第1の分光特性と第2の分光特性とを略同じにすることができる。その結果、狭帯域観察においても、明るさの差や色調の差が少ない光学像を複数形成できる。

【0073】

本実施形態の対物光学系では、条件式(1)を満足する光学面と条件式(2)を満足する光学面が、同一の光学面であることが好ましい。

【0074】

2つの分光特性を1つの光学面に持たせることで、光路分割素子の小型化ができる。また、製造工程を短縮することができる。

【0075】

図1に示す対物光学系OBJでは、光学面S22が、条件式(2)を満足する光学面になっている。上述のように、光学面S22は、条件式(1)を満足する光学面にすることができる。このように、光学面S22は、条件式(1)と条件式(2)を満足する光学面にすることができる。

【0076】

図5は、光学面S22における分光特性である。実線は、光学面S22が、条件式(1)は満足するが、条件式(2)を満足しない場合、破線は、光学面S22が、条件式(1)と条件式(2)を満足する場合、を示している。

【0077】

例えば、通常観察では、450nmから700nmまでの波長帯域の光で形成された光学像の観察が行われ、狭帯域観察では、400nmから430nmまでの波長帯域の光で形成された光学像の観察が行われるとする。

【0078】

実線で示す分光特性を光学面S22が持つ場合、光学面S22では、550nmから700nmにかけて、反射率が徐々に小さくなっている。よって、通常観察では、明るさの差や色調の差が少ない光学像を複数形成できる。実線で示す分光特性では、MR650/M

10

20

30

40

50

R550 = 0.87である。

【0079】

一方、破線で囲んだ範囲、すなわち、430nmから400nmにかけて、反射率が徐々に小さくなっているが、反射率は75%未満である。よって、狭帯域観察では、明るさの差や色調の差が少ない光学像を複数形成することは難しい。

【0080】

これに対して、破線で示す分光特性を光学面S22が持つ場合、光学面S22では、550nmから700nmにかけて、反射率が徐々に小さくなっている。破線で示す分光特性では、MR650 / MR550 = 0.88である。よって、通常観察では、明るさの差や色調の差が少ない光学像を複数形成できる。

10

【0081】

また、430nmから400nmにかけて、反射率が徐々に小さくなっており、しかも反射率は75%以上である。破線で示す分光特性では、MRB = 0.78である。よって、狭帯域観察でも、明るさの差や色調の差が少ない光学像を複数形成できる。

【0082】

本実施形態の対物光学系は、以下の条件式(3)を満足することが好ましい。

$$-0.15 < (B - A) / B < 0.15 \quad (3)$$

ここで、

Bは、第1の光路の所定の波長範囲における透過率、

Aは、第2の光路の所定の波長範囲における透過率、

所定の波長範囲は、波長400nmから700nmまでの範囲、
である。

20

【0083】

条件式(3)を満足することで、通常観察と狭帯域観察の両方で、明るさの差や色調の差が少ない光学像を複数形成できる。

【0084】

条件式(3)に代えて、以下の条件式(3')を満足することが好ましい。

$$-0.10 < (B - A) / B < 0.10 \quad (3')$$

条件式(3)に代えて、以下の条件式(3'')を満足することが好ましい。

$$-0.05 < (B - A) / B < 0.05 \quad (3'')$$

30

【0085】

本実施形態の対物光学系は、反射面と1/4波長板が、第2の光路に位置し、1/4波長板は、光路分割面と反射面との間に位置し、光学面は、P偏光の光を透過し、S偏光の光を反射する特性を有することが好ましい。

【0086】

図6は、光路分割ユニットを示す図である。光路分割ユニットBS'は、レンズ群の像側に配置されている。光路分割ユニットBS'は、カバーガラスC1と、プリズムP1'と、プリズムP2'と、1/4波長板QWPと、ミラーMと、カバーガラスC2と、を有する。プリズムP1'とプリズムP2'とで光路分割素子が形成されている。

【0087】

図6では、カバーガラスC1とプリズムP1'とは、空間的に離れているように描かれている。しかしながら、以下で説明するように、実際には接合されている。プリズムP2'、1/4波長板QWP及びカバーガラスC2についても同様である。

40

【0088】

カバーガラスC1は、プリズムP1'の光学面S11'に接合されている。プリズムP1'は、プリズムP2'に接合されている。プリズムP1'の光学面S12'とプリズムP2'の光学面S21'とで、光学面SPが形成されている。

【0089】

ミラーMは、光学面SMがプリズムP1'の光学面S13'と対向するように配置されている。1/4波長板QWPは、ミラーMとプリズムP1'との間に配置されている。カ

50

カバーガラス C 2 は、プリズム P 2 ' の光学面 S 2 3 ' に接合されている。

【 0 0 9 0 】

結像光は、光路分割ユニット B S ' に入射する。結像光はカバーガラス C 1 を通過して、光学面 S 1 1 ' に入射する。光学面 S 1 1 ' は透過面なので、結像光は光学面 S 1 1 ' を透過する。

【 0 0 9 1 】

続いて、結像光は光学面 S P に入射する。光学面 S P は、面の法線が光軸に対して 4 5 度となるように配置されている。偏光ビームスプリッターである。よって、光学面 S P では、P 偏光の光が透過され、S 偏光の光が反射される。

【 0 0 9 2 】

P 偏光の光を結像光 1 とし、S 偏光の光を結像光 2 とする。結像光 1 と結像光 2 は、互いに異なる方向に進行する。結像光 1 が進行する光路を第 1 の光路、結像光 2 が進行する光路を第 2 の光路とすると、光学面 S P によって、第 1 の光路と第 2 の光路が形成される。このように、光学面 S P は光路分割面である。

【 0 0 9 3 】

第 1 の光路には、光学面 S P、光学面 S 2 2 '、光学面 S 2 3 ' 及び光学面 S P が位置している。第 1 の光路では、光学面 S 2 2 ' において光の反射が生じ、光学面 S P、光学面 S 2 3 ' 及び光学面 S P において光の透過が生じる。よって、第 1 の総和は、4 回である。

【 0 0 9 4 】

第 2 の光路には、1 / 4 波長板 Q W P が位置している。光学面 S P で反射された結像光 2 は、直線偏光の光である。結像光 2 は、1 / 4 波長板 Q W P を通過することで、円偏光の光に変換される。結像光 2 は、ミラー M の光学面 S M で反射され、再び、1 / 4 波長板 Q W P を通過する。

【 0 0 9 5 】

結像光 2 は、1 / 4 波長板 Q W P を通過することで、直線偏光の光に変換される。1 / 4 波長板 Q W P から出射した結像光 2 では、偏光方向が S 方向と直交する方向になる。すなわち、結像光 2 は P 偏光の光になる。よって、結像光 2 は、光学面 S P を透過する。

【 0 0 9 6 】

このように、光路分割ユニット B S ' では、光学面 S P で反射された S 偏光の結像光 2 のほとんどは、P 偏光の結像光 2 となって、光学面 S P を透過する。よって、第 2 の光路には、光量損失が少ない光学像の形成ができる。

【 0 0 9 7 】

第 2 の光路には、光学面 S P、光学面 S 1 3 '、光学面 S Q 1、光学面 S Q 2、光学面 S M、光学面 S 2 3 ' 及び光学面 S P が位置している。第 2 の光路では、光学面 S P と光学面 S M において光の反射が生じ、光学面 S P、光学面 S 1 3 '、光学面 S Q 1、光学面 S Q 2、光学面 S 2 3 ' 及び光学面 S P において光の透過が生じる。光学面 S 1 3 '、光学面 S Q 1 及び光学面 S Q 2 における光の透過は、各々 2 回である。よって、第 2 の総和は、1 1 回である。

【 0 0 9 8 】

このように、本実施形態の対物光学系では、第 2 の総和は、第 1 の総和よりも多い。

【 0 0 9 9 】

しかしながら、本実施形態の対物光学系では、条件式 (1) を満足する光学面が、第 1 の光路に位置している。よって、第 1 の分光特性と第 2 の分光特性とを略同じにすることができる。その結果、明るさの差や色調の差が少ない光学像を複数形成できる。

【 0 1 0 0 】

第 1 の分光特性と第 2 の分光特性とを、ほぼ同じにするには、第 1 の光路に位置する光学面に特定の分光特性を持たせるか、第 2 の光路に位置する光学面に特定の分光特性を持たせれば良い。

【 0 1 0 1 】

10

20

30

40

50

ただし、光路分割素子に偏光ビームスプリッターが用いられ、第2の光路に1/4波長板QWPが配置された場合、条件式(1)を満足する光学面を第1の光路に位置することが、より好ましい。これにより、600nmから700nmにかけての透過率を、第1の分光特性と第2の分光特性とで、ほぼ同じにすることが容易にできる。

【0102】

1/4波長板QWPでは、直線偏光から円偏光への変換、又は、その逆の変換が行われる。ただし、特定の波長以外では、この変換は正確には行われない。すなわち、特定の波長以外では、直線偏光や円偏光は楕円偏光に変換されてしまう。楕円になる程度は、波長によって異なる。このように、1/4波長板QWPは波長分散特性を有する。

【0103】

光路分割ユニットBSでは、1/4波長板QWPから光学面SPに向かう結像光2は、直線偏光の光になっていることが好ましい。しかしながら、1/4波長板QWPは波長分散特性を有しているため、波長によっては、1/4波長板QWPから光学面SPに向かう結像光2は、直線偏光の光にならない。そのため、光学面SPを通過する際に、光量損失が生じる。また光量損失の大きさは、波長によって異なる。

【0104】

1/4波長板における光量損失の大きさを、どの波長でも同じにする方法としては、複数の波長板を組み合わせる方法がある。しかしながら、この方法でも、性能上の限界がある。また、波長板を複数用いることで、対物光学系が大型化してしまう。

【0105】

このように、第2の光路に1/4波長板QWPが配置されている場合、1/4波長板QWPに特定の分光特性を持たせて、第1の分光特性と第2の分光特性とを、ほぼ同じにすることは難しい。よって、第1の光路に位置する光学面に特定の分光特性を持たせることが好ましい。

【0106】

本実施形態の対物光学系における分光特性の例を示す。図7は、実施例1における分光特性を示している。実施例1では、光路分割素子として偏光ビームスプリッターを用いている。また、各波長における透過率の値は、偏光ビームスプリッターへの入射光量を100%としたときの値である。

【0107】

図7において、実線と点線は、実施例1における分光特性を示し、一点鎖線と破線は、従来例における分光特性を示している。実線は、第1の光路における分光特性を示し、点線は、第2の光路における分光特性を示している。一点鎖線は、第1の光路における分光特性を示し、破線は、第2の光路における分光特性を示している。

【0108】

図7に示すように、従来例では、短波長側と長波長側で、第1の光路における透過率と第2の光路における透過率が、長波長側で大きく異なり、又、短波長側でも異なっている。よって、通常観察では、長波長側で明るさの差や色調の差が生じ、狭帯域観察では、短波長側で明るさの差や色調の差が生じる。

【0109】

これに対して、実施例1では、第1の光路の分光特性と第2の光路の分光特性は、ほぼ同じになっている。よって、実施例1によれば、通常観察と狭帯域観察の両方で、明るさの差や色調の差が少ない光学像を複数形成できる。

【0110】

図8は、実施例2における分光特性を示している。実施例2では、光路分割素子として偏光ビームスプリッターを用いている。また、各波長における透過率の値は、偏光ビームスプリッターへの入射光量を100%としたときの値である。

【0111】

図8において、実線は、実施例2における分光特性を示し、破線は、従来例における分光特性を示している。図8では、第1の分光特性と第2の分光特性との差を示している。

10

20

30

40

50

【0112】

第1の分光特性と第2の分光特性との差は、 $(B - A) / B$ から求めている。図8に示すように、従来例では、 $(B - A) / B$ の値が、最大で25%を超えている。よって、通常観察では、長波長側で明るさの差や色調の差が生じる。

【0113】

これに対して、実施例2では、 $(B - A) / B$ の値は±5%以内になっている。すなわち、条件式(3)を満足している。よって、実施例2によれば、通常観察と狭帯域観察の両方で、明るさの差や色調の差が少ない光学像を複数形成できる。

【0114】

図9は、実施例3における分光特性を示している。実施例3では、光路分割素子として偏光ビームスプリッターを用いている。また、各波長における透過率の値は、偏光ビームスプリッターへの入射光量を100%としたときの値である。

10

【0115】

図9において、実線、破線及び点線は、実施例1における分光特性を示している。実線は、第1の光路における分光特性を示し、破線は、第2の光路における分光特性を示している。また、点線は、第1の分光特性と第2の分光特性との差を示している。第1の分光特性と第2の分光特性との差は、 $(B - A) / B$ から求めている。

【0116】

実施例3では、第1の光路の分光特性と第2の光路の分光特性は、ほぼ同じになっている。また、実施例2では、 $(B - A) / B$ の値は-15%以内になっている。すなわち、条件式(3)を満足している。よって、実施例3によれば、通常観察と狭帯域観察の両方で、明るさの差や色調の差が少ない光学像を複数形成できる。

20

【0117】

本実施形態の対物光学系では、レンズ群と光路分割素子との間に、偏光解消素子が配置されていることが好ましい。

【0118】

光路分割素子が偏光ビームスプリッターの場合、結像光1の光量と結像光2の光量は、光学面SPに入射する結像光の偏光状態に依存する。例えば、結像光がP偏光の光の場合、結像光は全て光学面SPを透過する。そのため、結像光1は生じるが、結像光2は生じない。その結果、光学像I1は形成されるが、光学像I2は形成されなくなる。

30

【0119】

そこで、レンズ群と光路分割素子との間に、偏光解消素子を配置する。このようにすることで、光学面SPに入射する結像光を、結像光1と結像光2とが生じるような光にすることができる。

【0120】

偏光解消素子では、偏光方向がランダムとなるような光を生じることが好ましい。偏光解消素子としては、例えば、1/4波長板がある。

【0121】

本実施形態の対物光学系では、条件式(1)を満足する光学面には、誘電体多層膜が形成されていることが好ましい。

40

【0122】

反射コートとしては、金属膜によるコート、例えば、アルミニウムコートや銀コートがある。アルミニウムコートや銀コートでは、各波長における反射率が、ほぼ同じになる。アルミニウムコートや銀コートでは、特定の波長域における反射率を小さくすることが難しい。

【0123】

このようなことから、条件式(1)を満足する光学面には、誘電体多層膜が形成されていることが好ましい。

【0124】

誘電体多層膜では、特定の波長域における反射率を小さくすることができる。よって、

50

条件式(1)を満足する光学面を、容易に実現することができる。異物混入防止の観点や分光特性の安定性の観点を考慮して、誘電体膜の膜層数は10層以下が望ましい。

【0125】

本実施形態の対物光学系では、条件式(1)を満足する光学面は、金属反射膜を有し、誘電体多層膜は、金属反射膜の上に形成されていることが好ましい。

【0126】

このようにすることで、誘電体膜における膜層数を少なくしても、特定の波長域における反射率を小さくすることができる。

【0127】

本実施形態の対物光学系では、以下の条件式(4)を満足する光学面を有することが好ましい。

$$0.85 \leq MRUV \leq 0.9 \quad (4)$$

ここで、

MRUVは、第1の光路の波長365nmにおける反射率、である。

【0128】

図1に示すように、接合面SCの近傍には光学像I1や光学像I2が形成されている。よって、ここに、撮像素子の撮像面を位置させることで、光学像I1や光学像I2を撮像することができる。撮像素子の撮像面にはカバーガラスが設けられているので、カバーガラスC2は撮像素子のカバーガラスになる。

【0129】

安定した撮像が行えるように、カバーガラスC2とプリズムP1とが接合される。この接合では、熱硬化型の接着剤や紫外線硬化型の接着剤が使用される。熱硬化型の接着剤を用いた場合、熱がプリズムP1、プリズムP2及び撮像素子に伝わる。

【0130】

図1に示す光路分割ユニットBSでは、プリズムP1にはカバーガラスC1が接合されている。カバーガラスC1は、熱に対する耐性が比較的高い。よって、カバーガラスC2とプリズムP1との接合に、熱硬化型の接着剤を用いても、カバーガラスC1に及ぶ熱の影響は大きくない。

【0131】

図9に示す光路分割ユニットBSでは、1/4波長板QWPが第2の光路中に位置している。図9では、1/4波長板QWPとプリズムP2は離れているが、実際には、1/4波長板QWPはプリズムP2に接着されている。

【0132】

1/4波長板としては、結晶タイプの1/4波長板や高分子フィルムタイプの1/4波長板があるが、高分子フィルムの1/4波長板が多く用いられる。しかしながら、高分子フィルムは熱の影響を大きく受け易い。そのため、高分子フィルムタイプの1/4波長板も、熱の影響を受け易い。高分子フィルムタイプの1/4波長板では、例えば、熱によって、変形が生じる恐れや、偏光特性に変化が生じる恐れがある。

【0133】

熱硬化型の接着剤では、一般的に、硬化時の温度は80～140℃で、硬化までの時間は30分～60分である。そのため、高分子フィルムタイプの1/4波長板が、予めプリズムP1と接合されている場合、カバーガラスC2とプリズムP1との接合に熱硬化型の接着剤を用いることは難しい。

【0134】

このようなことから、高分子フィルムタイプの1/4波長板が、予めプリズムP1と接合されている場合は、カバーガラスC2とプリズムP1との接合に紫外線硬化型の接着剤を使用することが好ましい。これにより、1/4波長板が高分子フィルムタイプの場合であっても、変形が生じる恐れや、偏光特性に変化が生じる恐れは生じない。

【0135】

10

20

30

40

50

また、紫外線硬化型の接着剤として、硬化波長が365nmの紫外線硬化型の接着剤を使用することが好ましい。この場合、条件式(4)を満足する光学面を有することが好ましい。

【0136】

条件式(4)の下限値を下回ると、光学面を介して紫外線を接着剤に照射する場合に、十分な明るさの紫外線が接着剤に照射されない。その結果、接着不良となる恐れが生じる。

【0137】

条件式(4)の上限値を上回ると、紫外線によるエネルギーが大きくなりすぎる。撮像素子が色フィルタを有する場合、色フィルタにダメージを与えてしまう可能性がある。

10

【0138】

本実施形態の対物光学系では、条件式(1)を満足する光学面と条件式(4)を満足する光学面が、同一の光学面であることが好ましい。

【0139】

2つの分光特性を1つの光学面に持たせることで、光路分割素子の小型化ができる。また、製造工程を短縮することができる。

【0140】

本実施形態の対物光学系では、条件式(2)を満足する光学面と条件式(4)を満足する光学面が、同一の光学面であることが好ましい。

【0141】

2つの分光特性を1つの光学面に持たせることで、光路分割素子の小型化ができる。また、製造工程を短縮することができる。

20

【0142】

本実施形態の内視鏡装置は、上述の対物光学系と、撮像素子と、画像処理装置と、を有することを特徴とする。

【0143】

本実施形態の内視鏡装置によれば、通常観察と狭帯域観察の少なくとも一方で、明るさの差や色調の差が少ない画像を得ることができる。

【0144】

以上の説明では、第2の総和が第1の総和よりも多いと、第1の分光特性に比べて、第2の分光特性において、透過率の低下や反射率の低下が顕著になるとしている。しかしながら、第2の総和が第1の総和と同じであっても、第1の総和における反射回数と第2の総和における反射回数が異なる場合も、同様の現象が生じ得る。

30

【0145】

また、第2の総和が第1の総和と同じで、第1の総和における反射回数と第2の総和における反射回数が同じであっても、同様の現象が生じ得る。例えば、第1の光路に、1つのミラーと1つの平行平板が配置され、第2の光路に、1つのミラーと1つの1/4波長板が配置されているとする。

【0146】

この例では、第1の光路における反射回数と第2の光路における反射回数は、共に1回になる。また、第1の光路における透過回数と第2の光路における透過回数は、共に2回である。よって、第1の総和と第2の総和は、共に3回になる。その結果、この例では、第2の総和が第1の総和と同じで、第1の総和における反射回数と第2の総和における反射回数も同じになる。

40

【0147】

ここで、第1の光路に配置されたミラーの分光特性が、第2の光路に配置されたミラーの分光特性と異なる場合、第1の分光特性は第2の分光特性と異なる。また、2つのミラーの分光特性が同じであったとしても、第1の光路に配置された平行平板の分光特性が、第2の光路に配置された1/4波長板の分光特性と異なると、第1の分光特性は第2の分光特性と異なる。

50

【 0 1 4 8 】

このように、第 1 の分光特性と第 2 の分光特性の違いは、反射回数や透過回数の差のみで生じるのではなく、光路に配置されたミラー面の分光特性や、透過素子の分光特性に影響される。

【 0 1 4 9 】

また、第 1 の光路中に、透過率や反射率を大きく下げる光学面が位置していることもあり得る。このような場合、第 2 の分光特性に比べて、第 1 の分光特性において、透過率の低下や反射率の低下が顕著になる。

【 0 1 5 0 】

以上のことから、透過率の低下や反射率の低下がより顕著に現れない光路に、条件式 (1) を満足する光学面や条件式 (2) を満足する光学面を配置すれば良い。

10

【 0 1 5 1 】

本実施形態の内視鏡装置は、対物光学系と、撮像素子と、画像処理装置と、を有し、対物光学系は、物体の像を形成するレンズ群と、レンズ群の像側に配置された光路分割素子と、を有し、光路分割素子は、レンズ群の光路上に配置され、光路分割素子は、第 1 の光路と第 2 の光路を形成する光路分割面を有し、第 1 の光路は、レンズ群の光路の延長線上に形成され、第 2 の光路は、第 1 の光路と交差するように形成され、第 1 の光路における光路長は、第 2 の光路における光路長と異なり、第 2 の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和は、第 1 の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和よりも多く、第 1 の光路に形成された第 1 の光学像と、第 2 の光路に形成された第 2 の光学像を、撮像素子によって、撮像し、画像処理装置は、撮像によって得られた 2 つの画像を、互いのピント以外の差異が略同一となるように補正する画像補正処理部と、画像補正処理部により補正された 2 つの画像から、合成画像を生成する画像合成処理部と、を有し、画像補正処理部は、2 つの画像の相対的な輝度と彩度を、少なくとも 1 つの任意の特定波長帯域において略一致させる色調補正部を有することを特徴とする。

20

【 0 1 5 2 】

本実施形態の内視鏡装置は、複数の光学像において、明るさの差や色調の差が生じていても、明るさの差や色調の差が少ない画像が得られる内視鏡装置を提供することを目的とするものである。

【 0 1 5 3 】

図 1 1 に示すように、本実施形態の内視鏡装置 1 は、被検体内に挿入される内視鏡 2 と、この内視鏡 2 に照明光を供給する光源装置 3 と、プロセッサ装置 4 と、画像表示装置 5 と、を有する。

30

【 0 1 5 4 】

プロセッサ装置 4 は、画像処理を行う機能を有するが、それ以外の機能も有する。プロセッサ装置 4 は、アクチュエータ制御部 2 5 と、画像プロセッサ 3 0 と、制御部 3 9 と、を有する。画像表示装置 5 は、プロセッサ装置 4 により生成された画像信号を内視鏡画像として表示する。

【 0 1 5 5 】

内視鏡 2 は、被検体内に挿入される細長の挿入部 6 と、この挿入部 6 の後端に設けられた操作部 7 とを有する。操作部 7 からは、ライトガイドケーブル 8 が外側に向かって伸びている。ライトガイドケーブル 8 の一端は、接続部 8 a を介して、光源装置 3 に着脱自在に接続されている。ライトガイドケーブル 8 は、内側にライトガイド 9 を有する。ライトガイド 9 の一部は挿入部 6 内に配置されている。

40

【 0 1 5 6 】

光源装置 3 は、光源として例えばキセノンランプ等のランプ 1 1 を内蔵する。なお、光源として、キセノンランプ等のランプ 1 1 に限定されるものでなく、発光ダイオード (LED と略記) を用いても良い。ランプ 1 1 により発生した照明光、例えば、白色光は、絞り 1 2 により通過光量が調整される。そして、照明光は、コンデンサレンズ 1 3 により集光されて、ライトガイド 9 の入射端面に入射する。絞り 1 2 の開口径は、絞り駆動部 1 4

50

によって変えることができる。

【0157】

ライトガイド9は、光源装置3で生成された照明光を、挿入部6の先端部6aに伝送する。伝送された照明光は、ライトガイド9の先端面から出射する。先端部6aには、先端面に対向して照明レンズ15が配置されている。照明レンズ15は照明光を照明窓15aから出射する。これにより、被検体内部の観察対象部位が照明される。

【0158】

先端部6aには、観察窓20が、照明窓15aの隣に設けられている。観察対象部位からの光は、観察窓20を通過して、先端部6a内に入射する。観察窓20の後方には、対物光学系が配置されている。対物光学系は、レンズ群16と光路分割ユニット19とで構成されている。

10

【0159】

レンズ群16は、レンズ16aやレンズ21を有する。レンズ21は光軸に沿って移動可能になっている。これにより、合焦が行われる。レンズ21を移動させるために、アクチュエータ22が配置されている。

【0160】

光路分割ユニット19には、1つの撮像素子（不図示）が配置されている。撮像素子の受光面に、2つの光学像が同時に形成される。2つの光学像は、撮像素子によって撮像される。

【0161】

操作部7は、ケーブル24を介して、プロセッサ装置4と接続されている。プロセッサ装置4との接続箇所には、信号コネクタ24aが設けられている。様々な情報の伝達が、ケーブル24を介して、内視鏡2とプロセッサ装置4との間で行われる。信号コネクタ24aは、補正パラメータ格納部37を有する。

20

【0162】

補正パラメータ格納部37には、画像の補正に使用する補正パラメータ（の情報）が格納されている。補正パラメータは、個々の内視鏡で異なる。固有の内視鏡識別情報を有する内視鏡が、プロセッサ装置4に接続されたとする。この場合、内視鏡識別情報に基づいて、接続された内視鏡に固有の補正パラメータが、補正パラメータ格納部37から読み出される。読み出された補正パラメータに基づいて、画像補正処理部32において、画像の補正が行われる。補正の有無は、制御部39によって行われる。

30

【0163】

アクチュエータ22の制御は、アクチュエータ制御部25によって行われる。そのために、アクチュエータ22とアクチュエータ制御部25とは、信号線23を介して接続されている。また、撮像素子は、信号線27aを介して、画像プロセッサ30と接続されている。撮像素子からの信号は、画像プロセッサ30に入力される。また、操作部7に設けられたスイッチ26の情報も、信号線を介して、プロセッサ装置4に送信される。

【0164】

第1の光路における光路長が、第2の光路における光路長と僅かに異なる場合、撮像面の前後に、ピントの合った光学像が2つ形成される。撮像面に対する光学像のズレ量は僅かである。そのため、撮像面には、一部の領域だけにピントが合っている状態の光学像が、2つ形成される。

40

【0165】

2つの光学像は撮像素子で撮像される。撮像で得られた画像信号は、信号線27aを介して画像プロセッサ30に入力される。この画像プロセッサ30は、画像読出部31と、画像補正処理部32と、画像合成処理部33と、後段画像処理部34と、画像出力部35と、調光部36と、を有する。

【0166】

画像読出部31では、入力された画像信号から、複数の画像の画像信号を読み出す。ここでは、光学像の数と画像の数は、共に2つとする。

50

【0167】

2つの光学像を形成する光学系では、幾何的な差異が生じる場合がある。幾何的な差異としては、2つの光学像における相対的なズレ、例えば、倍率のズレ、位置のズレ及び回転方向のズレ、がある。これらの差異を、対物光学系の製造時などにおいて、完全に無くす事は難しい。しかし、それらのズレ量が大きくなると、例えば、合成画像が2重に見えてしまう。このため、画像補正処理部32にて上述した幾何的な差異を補正することが好ましい。

【0168】

画像補正処理部32は、読み出された2つの画像に対する画像補正を行う。画像補正処理部32では、例えば、2つの画像における相対的な倍率の差異、位置の差異、回転の差異のうち、少なくとも1つの差異を合致させる処理が行われる。

10

【0169】

更に、画像補正処理部32では、色調補正を行う。そのために、画像補正処理部32は、色調補正部(不図示)を有する。色調補正では、2つの画像の相対的な輝度と彩度を、少なくとも1つの任意の特定波長帯域において略一致させる処理を行う。色調補正部を設けずに、画像補正処理部32で色調補正を行っても良い。

【0170】

画像補正処理部32では、2つの画像のうち、一方の画像における輝度を、他方の画像における輝度と略一致するように変更する。また、画像補正処理部32では、一方の画像における彩度を、他方の画像における彩度と略一致するように変更する。

20

【0171】

上述のように、被写界深度の大きな画像を取得する方法では、複数の画像からピントが合っている領域だけを抽出し、抽出した領域の合成が行われる。本実施形態の内視鏡装置では、複数の画像における明るさの差や色調の差を少なくすることができる。よって、合成した画像において明るさのムラや色調の違いを少なくすることができる。

【0172】

また、画像の色再現性を向上させる方法では、2つの画像を用いた画像合成が行われる。2つの光学像において明るさの差や色調の差が生じていると、撮像で得られた2つの画像にも、明るさの差や色調の差が生じる。本実施形態の内視鏡装置では、複数の画像において明るさの差や色調の差が生じていても、明るさの差や色調の差を少なくすることができる。よって、合成した画像の色再現性をより向上させることができる。

30

【0173】

画像合成処理部33では、まず、2つの画像を用いてコントラストの比較が行われる。この比較は、2つの画像における空間的に同一の画素領域それぞれについて行われる。続いて、相対的にコントラストが高い方の画素領域の選択が行われる。そして、選択した画素領域を用いて1つの画像を生成する。このように、2つの画像から1つの合成画像を生成する。なお、2つの画像のコントラスト差が小さい場合は、各画像に所定の重み付けして加算する合成画像処理を行った後、合成画像を生成すれば良い。

【0174】

後段画像処理部34では、合成画像に対して、例えば、輪郭強調、ガンマ補正等の画像処理が行われる。画像出力部35は、画像処理された画像を画像表示装置5に出力する。

40

【0175】

調光部36では、画像読出部31により読み出された画像から、基準の明るさに調光するための調光信号が生成される。調光信号は、光源装置3の絞り駆動部14に出力される。絞り駆動部14は、調光信号に従って、基準の明るさを維持するように絞り12の開口量を調整する。

【0176】

本実施形態の内視鏡装置では、640nm以上760nm以下の波長帯域における輝度を補正することが好ましい。

【0177】

50

輝度の補正では、画像 A における輝度 I_A と画像 B における輝度 I_B から、補正係数 $K_I = I_B / I_A$ を算出する。そして、補正係数 K_I を用いて、画像 A における輝度を補正する。

【0178】

図 12 に、輝度の補正の様子を示す。図 12 (a) は、補正前における輝度比の分布を示す図、図 12 (b) は、補正後における輝度比の分布を示す図である。図 12 において、縦軸は輝度比を表し、横軸は画像上の位置を表している。

【0179】

撮像素子から出力された信号を用いて、Y 信号と CrCb 信号を算出することができる。Y 信号は輝度を表しているので、Y 信号から輝度を求めることができる。Y 信号と CrCb 信号の算出には、複数の画素が必要になる。そこで、複数の画素からなる微小領域を設定して、微小領域に含まれる画素から Y 信号と CrCb 信号を算出する。画像上の位置は、この微小領域の位置を意味している。

10

【0180】

輝度の補正では、輝度比が 1 に近づくように、画像 A における輝度を補正している。図 12 (a)、(b) に示すように、輝度の補正では、350 nm から 420 nm までの波長帯域と、650 nm から 750 nm までの波長帯域が用いられる。後述のように、650 nm から 750 nm までの波長帯域は、7 つの波長帯域に分かれる。よって、輝度の補正では、8 つの波長帯域が用いられる。

【0181】

輝度の補正を 1 つの広い波長帯域で行うと、補正值の精度が低くなる。この場合、輝度の補正を正確に行うことができない。高い精度の補正值を得るためには、対象とする波長範囲での波長分解能を高める（サンプリング数を多くする）必要がある。

20

【0182】

650 nm から 750 nm までの波長帯域は、非常に広い波長帯域である。そこで、本実施形態の内視鏡装置では、広い波長帯域を複数の波長帯域に分けることで、輝度の差異を算出している。このようにすることで、各波長帯域で、精度の高い補正值を導き出すことができる。その結果、輝度の補正を正確に行うことができる。

【0183】

図 12 (a) において破線の枠で示すように、輝度の補正では、650 nm から 750 nm までの波長帯域を、7 つの波長帯域に分け、各波長帯域で輝度の補正を行っている。第 1 の波長帯域は、650 nm から 660 nm までの範囲である。第 2 の波長帯域は、650 nm から 670 nm までの範囲である。第 3 の波長帯域は、650 nm から 685 nm までの範囲である。第 4 の波長帯域は、660 nm から 670 nm までの範囲である。第 5 の波長帯域は、660 nm から 685 nm までの範囲である。第 6 の波長帯域は、660 nm から 750 nm までの範囲である。第 7 の波長帯域は、700 nm から 750 nm までの範囲である。

30

【0184】

図 12 (b) に示すように、第 1 の波長帯域から第 5 の波長帯域までについて、各波長帯域における輝度比の値を 1 に近づけることができている。

40

【0185】

上述のように、内視鏡では、体内の観察が行われる。体内における被写体は、赤味を帯びていることが多い。また、被写体の撮像には、撮像素子が用いられる。撮像素子の感度は、波長が長くなるほど感度が高くなる。よって、青色光や緑色光に比べると、赤色光に対する感度が高い。

【0186】

第 1 の波長帯域から第 5 の波長帯域は、赤色光の波長域とほぼ一致している。よって、各波長帯域における輝度比の値が 1 に近づくことで、赤色光の波長域において明るさの差が少ない画像を複数形成できる。

【0187】

50

これらの画像を用いることで、赤色光の波長域において、色再現性をより向上させることができる。また、被写界深度の大きな画像では、赤色光の波長域において、明るさのムラを少なくすることができる。

【0188】

7つの波長帯域では、少なくとも2つの波長帯域で、波長域が重複している。例えば、第1の波長帯域と第2の波長帯域では、650nmから660nmまでの範囲が重複している。この重複が存在しないように、第2の波長帯域を狭くすると、第2の波長帯域における画像の輝度が低くなってしまふ。画像の輝度が低くなりすぎると、輝度とノイズとを区別することが難しくなる。第2の波長帯域に、第1の波長帯域と重複する波長帯域を持たせることで、画像の輝度の低下を防止することができる。

10

【0189】

広い波長帯域を複数の波長帯域に分ける場合、分ける数が多くなりすぎると、1つの波長帯域における画像の輝度が低くなる。この場合、補正値は大きな誤差を含むので、高い精度で補正値を得ることができない。また、処理回路が複雑になる。

【0190】

本実施形態の内視鏡装置では、補正後の輝度比が、0.98以上1.02以下となるように補正することが好ましい。

【0191】

このようにすることで、赤色光の波長域において、色再現性を更に向上させることができる。また、被写界深度の大きな画像では、赤色光の波長域において、明るさのムラを更に少なくすることができる。

20

【0192】

図12に(b)に示すように、第1の波長帯域から第5の波長帯域までの各波長帯域で、補正後の輝度比が、0.98以上1.02以下になっている。このようにすることで、通常観察において、明るさの差が少ない画像を得ることができる。

【0193】

第6の波長帯域における輝度比や、第7の波長帯域における輝度比についても、比率が1に近づくようにすることが好ましい。このようにすることで、更に明るさの差が少ない画像を得ることができる。

【0194】

本実施形態の内視鏡装置では、640nm以上760nm以下の波長帯域における彩度を補正することが好ましい。

30

【0195】

彩度の変更では、画像Aにおける彩度CAと画像Bにおける彩度CBから、補正係数 $C = CB / CA$ を算出する。そして、補正係数KCを用いて、画像Aにおける彩度を補正する。

【0196】

図13に、彩度の補正の様子を示す。図13(a)は、補正前における彩度比の分布を示す図、図13(b)は、補正後における再度比の分布を示す図である。

【0197】

図13において、縦軸は彩度比を表し、横軸は画像上の位置を表している。画像上の位置は図12で説明したとおりである。上述のように、撮像素子からの出力信号から、Y信号とCrCb信号を算出することができる。CrCb信号は色に関する信号なので、CrCb信号から彩度を求めることができる。

40

【0198】

彩度の補正でも、8つの波長帯域が用いられる。また、輝度の補正と同じように、650nmから750nmまでの範囲を、7つの波長帯域に分け、各波長帯域で彩度の補正を行っている。彩度の補正でも、彩度比が1に近づくように画像Aにおける彩度を補正している。

【0199】

50

第1の波長帯域は、650 nmから660 nmまでの範囲である。第2の波長帯域は、650 nmから670 nmまでの範囲である。第3の波長帯域は、650 nmから685 nmまでの範囲である。第4の波長帯域は、660 nmから670 nmまでの範囲である。第5の波長帯域は、660 nmから685 nmまでの範囲である。第6の波長帯域は、660 nmから750 nmまでの範囲である。第7の波長帯域は、700 nmから750 nmまでの範囲である。

【0200】

図13(b)に示すように、第1の波長帯域から第6の波長帯域までについて、各波長帯域における彩度比の値を1に近づけることができている。

【0201】

上述のように、内視鏡では、体内の観察が行われる。体内における被写体は、赤味を帯びていることが多い。また、被写体像の撮像には、撮像素子が用いられる。撮像素子の感度は、波長が長くなるほど感度が高くなる。よって、青色光や緑色光に比べると、赤色光に対する感度が高い。

【0202】

第1の波長帯域から第6の波長帯域は、赤色光の波長域とほぼ一致している。よって、各波長域における彩度比の値が1に近づくことで、赤色光の波長域において色調の差が少ない画像を複数形成できる。

【0203】

これらの画像を用いることで、赤色光の波長域において、色再現性をより向上させることができる。また、被写界深度の大きな画像では、赤色光の波長域において、色調の違いを少なくすることができる。

【0204】

彩度の補正でも、650 nmから750 nmまでの波長帯域を、7つの波長帯域に分けている。また、7つの波長帯域では、少なくとも2つの波長帯域で、波長域が重複している。このようにした理由は、輝度の補正で説明したとおりである。このようにすることで、各波長帯域で、精度の高い補正値を導き出すことができる。その結果、彩度の補正を正確に行うことができる。

【0205】

本実施形態の内視鏡装置では、補正後の彩度比が、0.95以上1.05以下となるように補正することが好ましい。

【0206】

このようにすることで、赤色光の波長域において、色再現性を更に向上させることができる。また、被写界深度の大きな画像では、赤色光の波長域において、色調の違いを更に少なくすることができる。

【0207】

図13に(b)に示すように、第1の波長帯域から第5の波長帯域までの各波長帯域で、補正後の輝度比が、0.95以上1.05以下になっている。このようにすることで、通常観察において、色調の差が少ない画像を得ることができる。

【0208】

第6の波長帯域における輝度比や、第7の波長帯域における彩度比についても、比率が1に近づくようにすることが好ましい。このようにすることで、更に色調の差が少ない画像を得ることができる。

【0209】

本実施形態の内視鏡装置では、400 nmから450 nmまでの波長帯域における輝度を補正することが好ましい。

【0210】

このようにすることで、狭帯域観察において、色再現性をより向上させることができる。また、被写界深度の大きな画像では、狭帯域観察において、明るさのムラを少なくすることができる。

10

20

30

40

50

【0211】

本実施形態の内視鏡装置では、400nmから450nmまでの波長帯域における彩度を補正することが好ましい。

【0212】

このようにすることで、狭帯域観察において、色再現性をより向上させることができる。また、被写界深度の大きな画像では、狭帯域観察において、色調の違いを少なくすることができる。

【0213】

本実施形態の内視鏡装置では、以下の条件式(1)を満足する光学面が、第1の光路に位置していることが好ましい。

$$0.8 \quad MR650 / MR550 \quad 0.9 \quad (1)$$

ここで、

MR550は、波長550nmにおける反射率、

MR650は、波長650nmにおける反射率、

である。

【0214】

上述のように、条件式(1)を満足する光学面が第1の光路に位置することで、第1の分光特性と第2の分光特性とを略同じにすることができる。その結果、明るさの差や色調の差が少ない光学像を複数形成できる。

【0215】

光学像に明るさの差や色調の差が僅かに残っている場合、撮像によって得た画像にも明るさの差や色調の差が僅かに残る。そこで、色調補正部によって、複数の画像の相対的な輝度と彩度を、少なくとも1つの任意の特定波長帯域において略一致させる。

【0216】

このようにすることで、色再現性を更に向上させることができる。また、被写界深度の大きな画像では、明るさのムラや色調の差を更に少なくすることができる。

【0217】

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。

【0218】

(付記)

なお、これらの実施例から以下の構成の発明が導かれる。

【0219】

(付記項1)

物体の像を形成するレンズ群と、

レンズ群の像側に配置された光路分割素子と、を有し、

光路分割素子は、レンズ群の光路上に配置され、

光路分割素子は、第1の光路と第2の光路を形成する光路分割面を有し、

第1の光路は、レンズ群の光路の延長線上に形成され、

第2の光路は、第1の光路と交差するように形成され、

第1の光路における光路長は、第2の光路における光路長と異なり、

第2の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和は、第1の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和よりも多く、

以下の条件式(1)を満足する光学面が、第1の光路に位置していることを特徴とする対物光学系。

$$0.8 \quad MR650 / MR550 \quad 0.9 \quad (1)$$

ここで、

MR550は、波長550nmにおける反射率、

MR650は、波長650nmにおける反射率、

10

20

30

40

50

である。

【0220】

(付記項2)

以下の条件式(2)を満足する光学面が、第1の光路に位置していることを特徴とする付記項1に記載の対物光学系。

$$0.75 \text{ MRB } 0.80 \quad (2)$$

ここで、

MRBは、波長390nmにおける反射率、

である。

【0221】

(付記項3)

条件式(1)を満足する光学面と条件式(2)を満足する光学面が、同一の光学面であることと特徴とする付記項2に記載の対物光学系。

【0222】

(付記項4)

以下の条件式(3)を満足することを特徴とする付記項1から3のいずれか一項に記載の対物光学系。

$$-0.15 \text{ (B - A) / B } 0.15 \quad (3)$$

ここで、

Bは、第1の光路の所定の波長範囲における透過率、

Aは、第2の光路の所定の波長範囲における透過率、

所定の波長範囲は、波長400nmから700nmまでの範囲、

である。

【0223】

(付記項5)

反射面と1/4波長板が、第2の光路に位置し、

1/4波長板は、光路分割面と反射面との間に位置し、

光学面は、P偏光の光を透過し、S偏光の光を反射する特性を有することを特徴とする付記項1から4のいずれか一項に記載の対物光学系。

【0224】

(付記項6)

レンズ群と光路分割素子との間に、偏光解消素子が配置されていることを特徴とする付記項5に記載の対物光学系。

【0225】

(付記項7)

条件式(1)を満足する光学面には、誘電体多層膜が形成されていることを特徴とする付記項1から5のいずれか一項に記載の対物光学系。

【0226】

(付記項8)

条件式(1)を満足する光学面は、金属反射膜を有し、

誘電体多層膜は、金属反射膜の上に形成されていることを特徴とする付記項6に記載の対物光学系。

【0227】

(付記項9)

以下の条件式(4)を満足する光学面を有することを特徴とする付記項1から8のいずれか一項に記載の内視鏡装置。

$$0.85 \text{ MRUV } 0.9 \quad (4)$$

ここで、

MRUVは、波長365nmにおける反射率、

である。

10

20

30

40

50

【0228】

(付記項10)

条件式(1)を満足する光学面と条件式(4)を満足する光学面が、同一の光学面であること特徴とする付記項1から9のいずれか一項に記載の対物光学系。

【0229】

(付記項11)

条件式(2)を満足する光学面と条件式(4)を満足する光学面が、同一の光学面であること特徴とする付記項2から10のいずれか一項に記載の対物光学系。

【0230】

(付記項12)

付記項1から11のいずれか一項に記載の対物光学系と、
撮像素子と、
画像処理装置と、を有することを特徴とする内視鏡装置。

10

【0231】

(付記項13)

対物光学系と、
撮像素子と、
画像処理装置と、を有し、

対物光学系は、

物体の像を形成するレンズ群と、

レンズ群の像側に配置された光路分割素子と、を有し、

光路分割素子は、レンズ群の光路上に配置され、

光路分割素子は、第1の光路と第2の光路を形成する光路分割面を有し、

第1の光路は、レンズ群の光路の延長線上に形成され、

第2の光路は、第1の光路と交差するように形成され、

第1の光路における光路長は、第2の光路における光路長と異なり、

第2の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和は、第1の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和よりも多く、

第1の光路に形成された第1の光学像と、第2の光路に形成された第2の光学像を、撮像素子によって、撮像し、

画像処理装置は、撮像によって得られた2つの画像を、互いのピント以外の差異が略同一となるように補正する画像補正処理部と、

画像補正処理部により補正された2つの画像から、合成画像を生成する画像合成処理部と、を有し、

画像補正処理部は、2つの画像の相対的な輝度と彩度を、少なくとも1つの任意の特定波長帯域において略一致させる色調補正部を有することを特徴とする内視鏡装置。

20

30

【0232】

(付記項14)

640nmから760nmまでの波長帯域における輝度を補正することを特徴とする付記項10に記載の内視鏡装置。

40

【0233】

(付記項15)

補正後の輝度比が、0.98以上1.02以下となるように補正することを特徴とする付記項11に記載の内視鏡装置。

【0234】

(付記項16)

640nmから760nmまでの波長帯域における彩度を補正することを特徴とする付記項10から12のいずれか一項に記載の内視鏡装置。

【0235】

(付記項17)

50

補正後の彩度比が、0.95以上1.05以下となるように補正することを特徴とする付記項13に記載の内視鏡装置。

【0236】

(付記項18)

400nmから450nmまでの波長帯域における輝度を補正することを特徴とする付記項10から14のいずれか一項に記載の内視鏡装置。

【0237】

(付記項19)

400nmから450nmまでの波長帯域における彩度を補正することを特徴とする付記項10から15のいずれか一項に記載の内視鏡装置。

10

【0238】

(付記項20)

以下の条件式(1)を満足する光学面が、第1の光路に位置していることを特徴とする10から15のいずれか一項に記載の内視鏡装置。

$$0.8 \quad MR650 / MR550 \quad 0.9 \quad (1)$$

ここで、

MR550は、波長550nmにおける反射率、

MR650は、波長650nmにおける反射率、

である。

【0239】

20

(付記項21)

物体の像を形成するレンズ群と、

レンズ群の像側に配置された光路分割素子と、を有し、

光路分割素子は、レンズ群の光路上に配置され、

光路分割素子は、第1の光路と第2の光路を形成する光路分割面を有し、

第1の光路は、レンズ群の光路の延長線上に形成され、

第2の光路は、第1の光路と交差するように形成され、

第1の光路における光路長は、第2の光路における光路長と異なり、

第2の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和は、第1の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和よりも多く、

30

以下の条件式(2)を満足する光学面が、第1の光路に位置していることを特徴とする対物光学系。

$$0.75 \quad MRB \quad 0.80 \quad (2)$$

ここで、

MRBは、第1の光路の波長390nmにおける反射率、

である。

【産業上の利用可能性】

【0240】

本発明は、明るさの差や色調の差が少ない光学像を複数形成できる対物光学系及びそれを備えた内視鏡装置に有用である。

40

【符号の説明】

【0241】

A X 光軸

B S、B S' 光路分割ユニット

C 1、C 2 カバーガラス

L G レンズ群

L 1 ~ L 1 0 レンズ

M ミラー

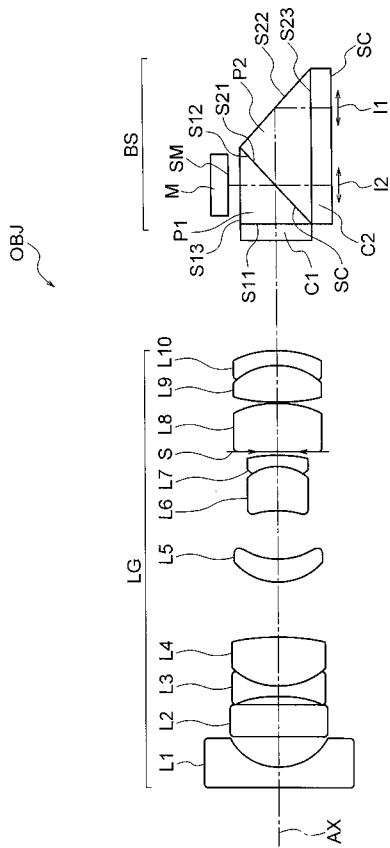
O B J 対物光学系

P 1、P 1'、P 2、P 2' プリズム

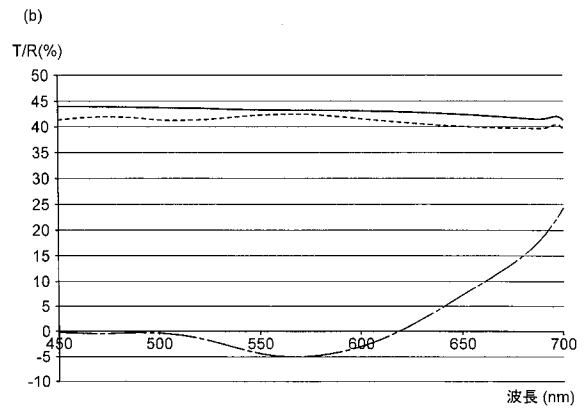
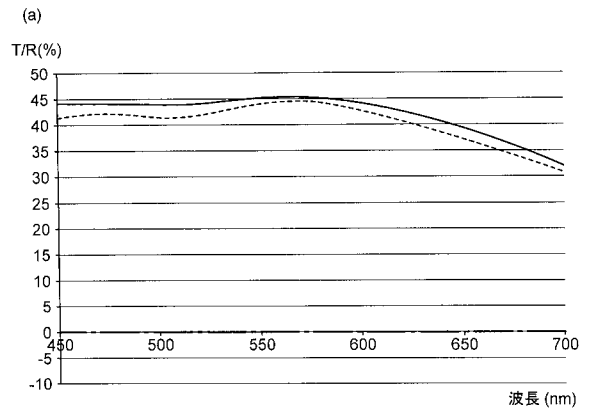
50

QWP	1 / 4 波長板	
S	明るさ絞り	
S 1 1、S 1 2、S 1 3、S 2 1、S 2 2、S 2 3、S M	光学面	
S 1 1'、S 1 2'、S 1 3'、S 2 1'、S 2 2'、S 2 3'、S Q 1、S Q 2	光	
学面		
S C	接合面	
S P	光学面	
I 1、I 2	光学像	
1	内視鏡装置	
2	内視鏡	10
3	光源装置	
4	プロセッサ装置	
5	画像表示装置	
6	挿入部	
6 a	先端部	
7	操作部	
8	ライトガイドケーブル	
8 a	接続部	
9	ライトガイド	
1 1	ランプ	20
1 2	絞り	
1 3	コンデンサレンズ	
1 4	絞り駆動部	
1 5	照明レンズ	
1 5 a	照明窓	
1 6	レンズ群	
1 6 a	レンズ	
1 9	光路分割ユニット	
2 0	観察窓	
2 1	レンズ	30
2 2	アクチュエータ	
2 3	信号線	
2 4	ケーブル	
2 4 a	信号コネクタ	
2 5	アクチュエータ制御部	
2 6	スイッチ	
2 7 a	信号線	
3 0	画像プロセッサ	
3 1	画像読出部	
3 2	画像補正処理部	40
3 3	画像合成処理部	
3 4	後段画像処理部	
3 5	画像出力部	
3 6	調光部	
3 7	補正パラメータ格納部	
3 9	制御部	

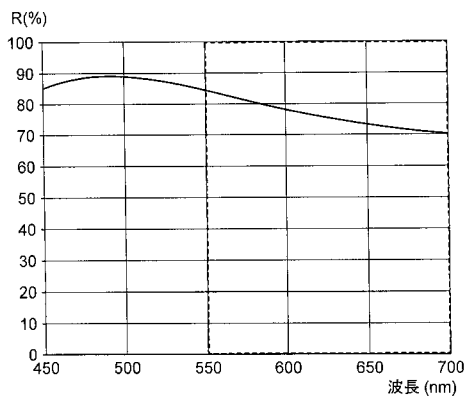
【 図 1 】



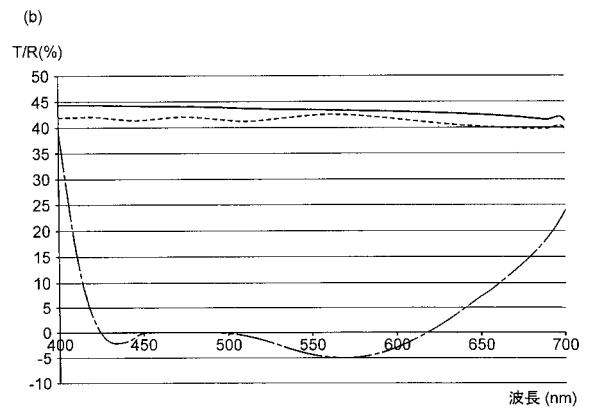
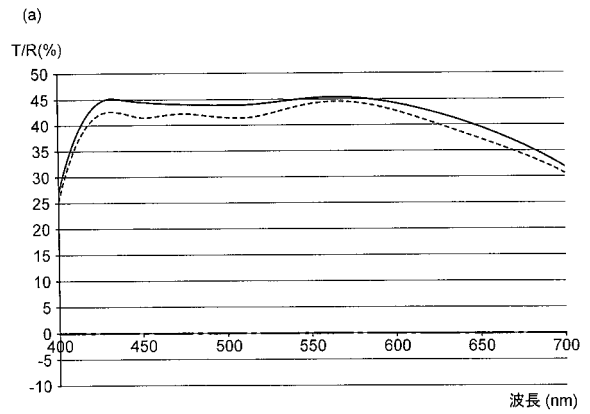
【 図 2 】



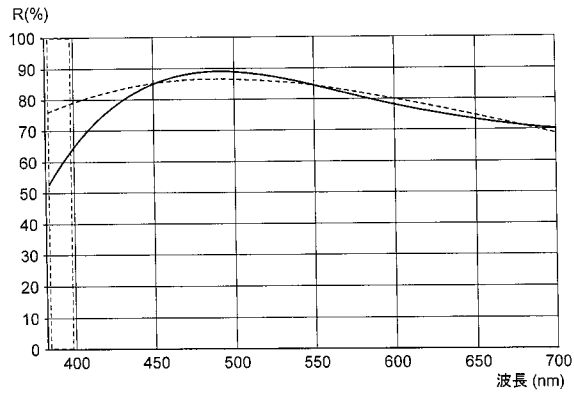
【 図 3 】



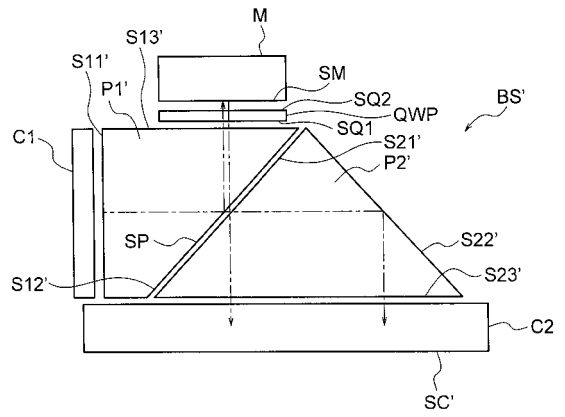
【 図 4 】



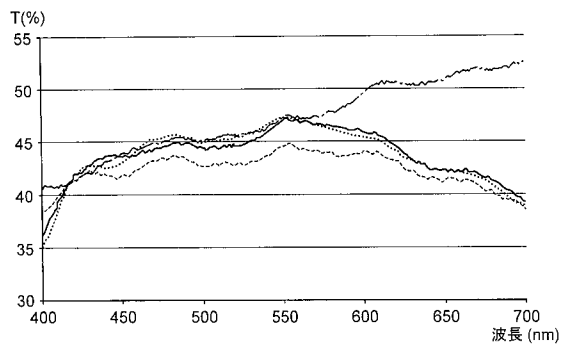
【 図 5 】



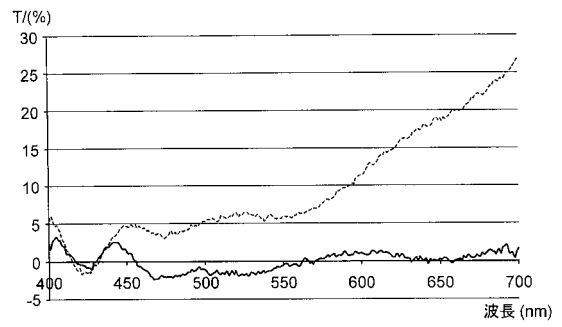
【 図 6 】



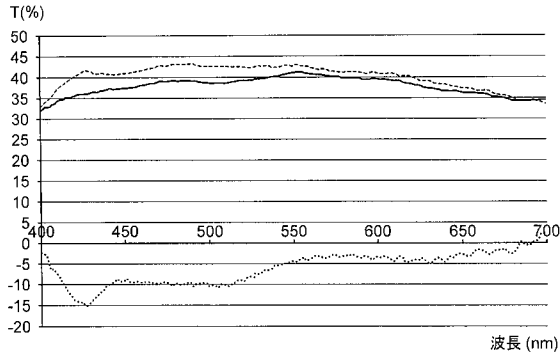
【 図 7 】



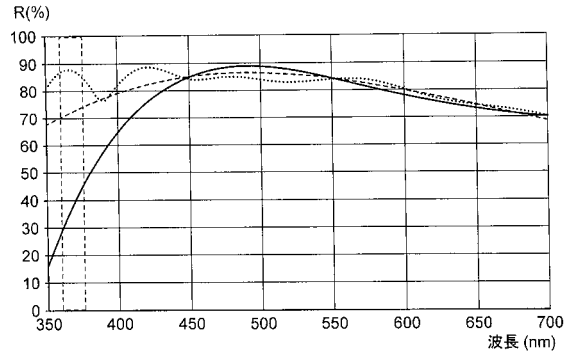
【 図 8 】



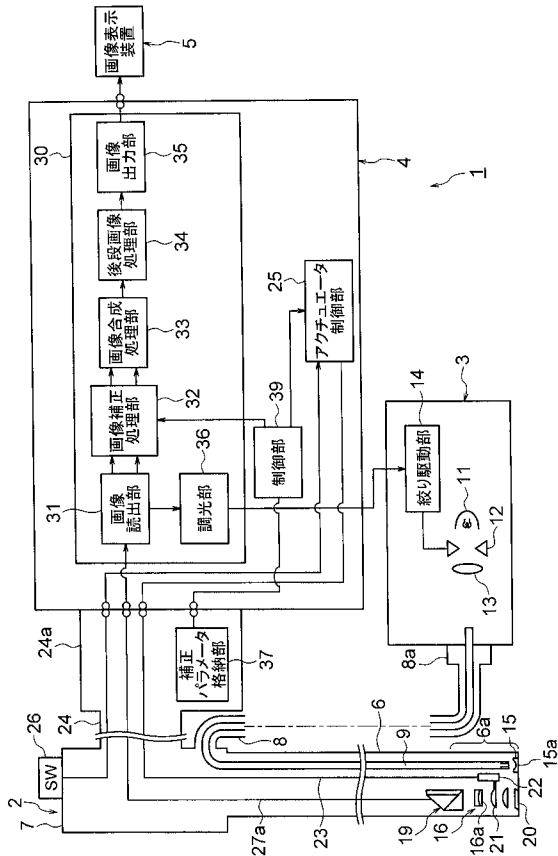
【 図 9 】



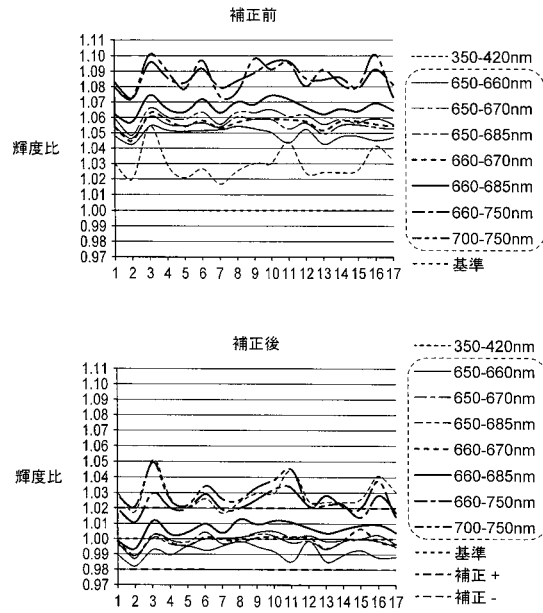
【 図 1 0 】



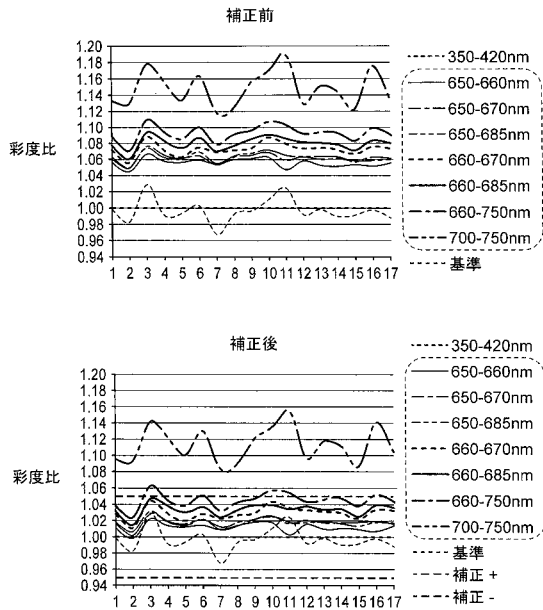
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 手続 補正書 】

【 提出日 】平成29年10月19日 (2017.10.19)

【 手続 補正 1 】

【 補正対象書類名 】特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】全文

【 補正方法 】変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

【 請求項 1 】

物体の像を形成するレンズ群と、
 前記レンズ群の像側に配置された光路分割素子と、を有し、
 前記光路分割素子は、前記レンズ群の光路上に配置され、
 前記光路分割素子は、第1の光路と第2の光路を形成する光路分割面を有し、
 前記第1の光路は、前記レンズ群の光路の延長線上に形成され、
 前記第2の光路は、前記第1の光路と交差するように形成され、
 前記第1の光路における光路長は、前記第2の光路における光路長と異なり、
 前記第2の光路における光の透過回数と光の反射回数の総和は、前記第1の光路にお
 ける光の透過回数と光の反射回数の総和よりも多く、

以下の条件式(1)を満足する光学面が、前記第1の光路に位置していることを特徴とする対物光学系。

$$0.8 \quad M R 650 / M R 550 \quad 0.9 \quad (1)$$

ここで、

M R 550は、波長550nmにおける反射率、

M R 650は、波長650nmにおける反射率、

である。

【請求項 2】

以下の条件式(2)を満足する光学面が、前記第1の光路に位置していることを特徴とする請求項1に記載の対物光学系。

$$0.75 \leq MRB \leq 0.80 \quad (2)$$

ここで、

MRBは、波長390nmにおける反射率、である。

【請求項 3】

請求項1に記載の対物光学系と、撮像素子と、画像処理装置と、を有することを特徴とする内視鏡装置。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2017/015575
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B1/00(2006.01)i, G02B5/04(2006.01)i, G02B23/26(2006.01)i, G02B13/00(2006.01)n According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B1/00-A61B1/32, G02B5/00-5/136, G02B9/00-17/08, G02B21/00-21/36, G02B23/24-G02B23/26, G02B25/00-25/04 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-103597 A (Olympus Corp.), 05 June 2014 (05.06.2014), fig. 1 (Family: none)	1-3
A	JP 2000-137172 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 16 May 2000 (16.05.2000), entire text; all drawings & US 6985170 B1	1-3
A	WO 2013/190785 A1 (Panasonic Intellectual Property Management Co., Ltd.), 27 December 2013 (27.12.2013), fig. 2 & US 2015/0098132 A1 fig. 2	1-3
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 05 July 2017 (05.07.17)		Date of mailing of the international search report 18 July 2017 (18.07.17)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 7 / 0 1 5 5 7 5									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B1/00(2006.01)i, G02B5/04(2006.01)i, G02B23/26(2006.01)i, G02B13/00(2006.01)n											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B1/00-A61B1/32, G02B5/00-5/136, G02B9/00-17/08, G02B21/00-21/36, G02B23/24-G02B23/26, G02B25/00-25/04											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2017年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2017年	日本国実用新案登録公報	1996-2017年	日本国登録実用新案公報	1994-2017年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2017年										
日本国実用新案登録公報	1996-2017年										
日本国登録実用新案公報	1994-2017年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	JP 2014-103597 A (オリンパス株式会社) 2014.06.05, 図1 (フアミリーなし)	1-3									
A	JP 2000-137172 A (オリンパス光学工業株式会社) 2000.05.16, 全文、全図 & US 6985170 B1	1-3									
A	WO 2013/190785 A1 (パナソニックIPマネジメント株式会社) 2013.12.27, 図2 & US 2015/0098132 A1, 図2	1-3									
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献									
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの									
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの									
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの									
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」 同一パテントファミリー文献									
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 05.07.2017		国際調査報告の発送日 18.07.2017									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 樋熊 政一	2Q 4460								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3292									

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	物镜光学系统和具有该物镜的内窥镜设备		
公开(公告)号	JPWO2017203897A1	公开(公告)日	2018-06-07
申请号	JP2017554921	申请日	2017-04-18
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	露木浩		
发明人	露木 浩		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/24		
FI分类号	A61B1/00.731 G02B23/24.B		
F-TERM分类号	2H040/BA10 2H040/CA10 2H040/CA11 2H040/CA23 2H040/CA24 2H040/GA02 2H040/GA05 2H040/GA11 4C161/AA00 4C161/BB05 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/NN01 4C161/PP11		
代理人(译)	斋藤圭介 平山岩		
优先权	2016106314 2016-05-27 JP		
其他公开文献	JP6257874B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供一种能够形成亮度和色调差异很小的多个光学图像的物镜光学系统，以及包括该物镜的内窥镜设备。物镜光学系统OBJ具有形成物体像的透镜组LG和布置在透镜组LG的像侧的光路分离元件BS，并且光路分离元件BS在透镜组LG的光路上。布置光路分离元件BS并具有形成第一光路和第二光路的光路分离表面SC，第一光路形成在透镜组LG的光路的延长线上，并且形成第二光路。形成光路以与第一光路相交，并且第一光路中的光路长度与第二光路中的光路长度不同，并且是第二光路中光的透射次数与光的反射次数之和。其特征在于，在所述第一光路中，具有满足以下条件式(1)的，大于所述光的透射次数和光的反射次数之和的光学面： $0.8 \leq MR650 / MR550 \leq 0.9$ (1)

