

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6513307号

(P6513307)

(45) 発行日 令和1年5月15日(2019.5.15)

(24) 登録日 平成31年4月19日(2019.4.19)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 7 3 1

G 0 2 B 23/24 (2006.01)

G 0 2 B 23/24 B

G 0 2 B 13/04 (2006.01)

G 0 2 B 13/04 D

請求項の数 4 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2018-552269 (P2018-552269)
 (86) (22) 出願日 平成29年12月27日(2017.12.27)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2017/047132
 (87) 国際公開番号 W02018/173412
 (87) 国際公開日 平成30年9月27日(2018.9.27)
 審査請求日 平成30年10月4日(2018.10.4)
 (31) 優先権主張番号 特願2017-59443 (P2017-59443)
 (32) 優先日 平成29年3月24日(2017.3.24)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都八王子市石川町2951番地
 (74) 代理人 100123962
 弁理士 斎藤 圭介
 (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
 審査官 磯野 光司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、対物光学系と、前記対物光学系からの光を2つに分割する光路分割ユニットと、分割した2つの像を撮像する撮像素子と、を有し、

1つの複屈折素材からなるマルチオーダーのλ/4波長板が、前記対物光学系と前記光路分割ユニットとの間の光路中に配置され、

前記マルチオーダーのλ/4波長板は、以下の条件式(1)、(2) 'を満足することを特徴とする内視鏡システム。

$$1.0 \leq (d/d_0) \times 0.25 \leq 8.5 \quad (1)$$

$$0.08 < |\Delta n| < 0.24 \quad (2) '$$

ここで、

dは、前記マルチオーダーのλ/4波長板の厚み、d₀は、前記マルチオーダーのλ/4波長板のe線においてゼロオーダーとなる厚み、Δnは、前記マルチオーダーのλ/4波長板のe線における複屈折、

である。

【請求項2】

前記マルチオーダーのλ/4波長板は等方性の板素材と接着されて構成されていることを特徴とする請求項1に記載の内視鏡システム。

【請求項3】

前記マルチオーダーのλ/4波長板の表面には反射防止コーティングが施されているこ

とを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の内視鏡システム。

【請求項 4】

前記マルチオーダーの $\lambda/4$ 波長板の複屈折素材は、 LiNbO_3 、 YVO_4 、方解石、 $\alpha\text{-BBO}$ のいずれかであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の内視鏡システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡システムに関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

一般に、内視鏡システムを始め、撮像素子を備えた機器において、撮像素子の高画素化に伴い、被写界深度が狭くなることが知られている。すなわち、撮像素子において、画素数を増やすために画素ピッチ（1画素の縦横の寸法）を小さくすると、これに伴って許容錯乱円も小さくなるため、撮像装置の被写界深度が狭くなる。

【0003】

被写界深度を拡大するために、例えば、自画像を分割して結像させ、取得した画像を画像処理で合成し深度を拡大する構成が提案されている。ここで、自画像を分割する際、偏光を利用した光路分割ユニットを用いることが効率的である。偏光を利用した光路分割ユニットでは、偏光状態を解消した光を光路分割ユニットへ入射させることが望ましい。このような偏光状態を解消する素子及び装置の構成は、例えば、特許文献 1、2、3、4、5、6、7 に開示されている。

20

【0004】

特許文献 1 は、複屈折を有する材質からなる複数のクサビ状の透明板を重ねて構成される偏光解消素子を開示している。特許文献 2 は、複屈折を有する複数のプリズムを組合わせて構成する偏光解消素子を開示している。特許文献 3 は、複屈折を有する結晶板の表面の凹凸を施し、透明板と接着した構成の偏光解消素子を開示している。これらの偏光解消素子は波長によらず、あらゆる偏光状態を有する光に対して、その偏光特性を無偏光化する効果を有する。

【0005】

30

特許文献 4 は、対物光学系と偏光ビームスプリッターの間に入 $\lambda/4$ 波長板を配置した構成を開示している。特許文献 5 は、偏光ビームスプリッターの物体側に偏光解消板を配置して、入射する光の偏光状態を無偏光とする構成を開示している。特許文献 6 は、偏光解消板の具体的な一例を示している。特許文献 7 は、波長板を有することで、可視域において偏光を解消する構成が示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開昭 60-243604 号公報

【特許文献 2】特開平 02-211404 号公報

40

【特許文献 3】特開昭 52-104934 号公報

【特許文献 4】特表 2014-524290 号公報

【特許文献 5】国際公開第 2013/027459 号

【特許文献 6】国際公開第 2016/043107 号

【特許文献 7】国際公開第 2014/002740 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献 1、2、3 では、偏光解消板は複雑な構成を有している。このため、従来技術を有する光路分割ユニットも大型化してしまう。特に、内視鏡において、

50

上述のような光路分割ユニットを有する被写界深度拡大のための構成を用いると、内視鏡先端部をコンパクトな構成にすることが困難である。一方、特許文献4、7の $\lambda/4$ 波長板は、単に直線偏光を円偏光、あるいは円偏光を直線偏光にする波長板であって、十分な偏光解消作用は有していない。

【0008】

特許文献5には、偏光解消板の具体的な構成が示されていない。特許文献6は、偏光解消板としてゼロオーダー $\lambda/4$ 波長板や、数波長分のマルチオーダー $\lambda/4$ 波長板を提案しているが、特許文献4と同じ課題を有している。また、数波長分のマルチオーダー波長板は却って波長依存性を生じさせるため、特定の狭帯域の光を扱う場合は光路分割が均等にならないと言った課題がある。

10

【0009】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、複雑な構成の偏光解消板を用いる必要がなく、且つ十分な偏光解消効果を得ることができる、コンパクトな内視鏡システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

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内視鏡システムは、

物体側から順に、対物光学系と、対物光学系からの光を2つに分割する光路分割ユニットと、分割した2つの像を撮像する撮像素子と、を有し、

20

1つの複屈折素材からなるマルチオーダーの $\lambda/4$ 波長板が、対物光学系と光路分割ユニットとの間の光路中に配置され、

マルチオーダーの $\lambda/4$ 波長板は、以下の条件式(1)、(2)'を満足することを特徴とする。

$$10 \leq (d/d_0) \times 0.25 \leq 85 \quad (1)$$

$$0.08 < |\Delta n| \leq 0.24 \quad (2)'$$

dは、マルチオーダーの $\lambda/4$ 波長板の厚み、

d₀は、マルチオーダーの $\lambda/4$ 波長板のe線においてゼロオーダーとなる厚み、

Δn は、マルチオーダーの $\lambda/4$ 波長板のe線における複屈折、

である。

30

【発明の効果】

【0011】

本発明は、複雑な構成の偏光解消板を用いる必要がなく、且つ十分な偏光解消効果を得られ、コンパクトな内視鏡システムを提供できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施形態に係る内視鏡システムが有する対物光学系、光路分割ユニット及び撮像素子の断面構成を示す図（通常観察状態）である。

【図2】本発明の実施形態に係る内視鏡システムが有するマルチオーダー $\lambda/4$ 波長板と、光路分割ユニットと撮像素子との概略構成図である。

40

【図3】本発明の実施形態に係る内視鏡システムが有する撮像素子の概略構成図である。

【図4】マルチオーダー $\lambda/4$ 波長板の断面構成図である。

【図5】(a)は27波長分のマルチオーダー $\lambda/4$ 波長板の光学特性、(b)は10波長分のマルチオーダー $\lambda/4$ 波長板の光学特性、(c)は85波長分のマルチオーダー $\lambda/4$ 波長板の光学特性を示す図である。

【図6】本発明の実施形態に係る内視鏡システムの構成を示す機能ブロック図である。

【図7】本発明の実施形態に係る内視鏡システムにおいて、2つの光学像を合成する場合の流れを示すフローチャートである。

【図8】本発明の実施形態に係る内視鏡システムにおいて、ビームスプリッターにより奇数回の反射後に撮像素子に結像される場合の結像状態を示す図である。

50

【図 9】本発明の実施例 1 に係る内視鏡システムが有する対物光学系、光路分割ユニット及び撮像素子の断面構成を示す図である。(a) は通常観察状態における断面図、(b) は近接観察状態における断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

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

【0014】

図 1 は本実施形態に係る内視鏡システムの概略構成を示す。内視鏡システムは、物体側から順に、対物光学系 OBL と、対物光学系 OBL からの光を 2 つに分割する光路分割ユニット 120 と、分割した 2 つの像を撮像する撮像素子 122 と、を有し、1 つの複屈折素材からなるマルチオーダー $\lambda/4$ 波長板 121a が、対物光学系 OBL と光路分割ユニット 120 との間の光路中に配置され、マルチオーダー $\lambda/4$ 波長板 121a は、以下の条件式 (1)、(2) ' を満足することの特徴とする。

$$1.0 \leq (d/d_0) \times 0.25 \leq 8.5 \quad (1)$$

$$0.08 < |\Delta n| < 0.24 \quad (2)'$$

ここで、

d は、 $\lambda/4$ 波長板 121a の厚み、

d₀ は、 $\lambda/4$ 波長板 121a の e 線におけるゼロオーダーとなる厚み、

Δn は、 $\lambda/4$ 波長板 121a の e 線 (546.1 nm) における複屈折、

【0015】

本実施形態では、対物光学系 OBL と光路分割ユニット 120 の間に複屈折素材からなるマルチオーダー $\lambda/4$ 波長板 121a を配置している。これにより、光路分割ユニット 120 に入射する光を無偏光にすることができる。マルチオーダー $\lambda/4$ 波長板 121a により、無偏光にできる説明は後述する。光路分割ユニット 120 で光の強度を常に均等に分割できるので、偏光に依存しない均等な明るさの画像を得ることができる。

【0016】

マルチオーダー $\lambda/4$ 波長板を、より高次の位相差を発生させて、超マルチオーダーとすることで偏光解消効果を得ることができる。波長によって、異常光線 (S 偏光) の強度と、常光線 (P 偏光) の強度と、が高周期で変化する偏波は、可視域 (400 nm - 700 nm) では無偏光と等価と見なすことができる。

【0017】

従来技術で示されるゼロオーダー波長板もしくは数波長分のマルチオーダー波長板では光路分割ユニットへの入射波長、偏光状態によって、光路分割ユニットでの透過光と反射光との分割強度が大きく変化してしまい、均等な強度の画像を得る事ができない。

【0018】

条件式 (1)、(2) は、可視域において、マルチオーダーの $\lambda/4$ 波長板で偏光解消を得るための条件である。本実施形態では、例えば、1.0 ~ 8.5 波長分の位相差を発生させるマルチオーダーの $\lambda/4$ 波長板であって、且つ複屈折が適切な範囲である複屈折素材を用いている。これにより、良好な偏光解消効果を得る事ができる。

【0019】

条件式 (1)、(2) の下限値を下回ると、偏光解消効果が不十分となり、光路分割ユニットで分割した画像の明るさが観察波長、偏光状態によって変化してしまい好ましくない。

【0020】

条件式 (1)、(2) の上限値を上回ると、 $\lambda/4$ 波長板が厚すぎて、内視鏡先端部が大型化してしまう。さらに、複屈折が大きすぎて常光と異常光のピント位置が大きくズレてしまい合成画像の品質を劣化させてしまう。

【0021】

10

20

30

40

50

また、本実施形態の好ましい態様によれば、 $\lambda/4$ 波長板121aは、光学ガラス等の等方性の板素材121g(図4参照)と接着されて構成されていることが望ましい。

【0022】

$\lambda/4$ 波長板121aに用いる複屈折素材の複屈折 Δn を0.08~0.24とすると、比較的、薄肉の厚みとなる実施形態が存在する。例えば、 LiNbO_3 (ニオブ酸リチウム)を用いて10波長分のマルチオーダー $\lambda/4$ 波長板を作成する場合、その厚みは約62 μm となる。

【0023】

例えば、 YVO_4 (イットリウム・バナデート)を用いて同じ10波長分のマルチオーダー $\lambda/4$ 波長板を作成する場合、約24 μm の厚みとなり、破損をしないように慎重な扱いが必要となる。

10

【0024】

従って、 $\lambda/4$ 波長板単板であると機械強度的に弱いため、複屈折を持たない通常光学ガラスの様な等方性の板素材と接着、もしくはオプティカルコンタクトの状態にて強度を保つのが望ましい。

【0025】

また、本実施形態の好ましい態様によれば、 $\lambda/4$ 波長板121aの表面には反射防止コーティングAR(図4参照)が施されていることが望ましい。

【0026】

本実施形態における複屈折素材は比較的、屈折率が2以上と高く、表面反射によるフレア、ゴースト、明るさロスという問題が生じやすい。そのため、複屈折素材の表面に反射防止コーティングARを施すことが望ましい。また、上述したように、等方性の素材(ガラス板121g)と接着した構成とする場合、一般に接着剤の屈折率が1.5程度である事から、接着面への反射防止コーティングも有効である。

20

【0027】

また、本実施形態の好ましい態様によれば、 $\lambda/4$ 波長板121aの複屈折素材は、 LiNbO_3 (ニオブ酸リチウム)、 YVO_4 (イットリウム・バナデート)、方解石、 $\alpha\text{-BBO}$ (バリウムポーレイト)のいずれかであることが望ましい。

【0028】

上述のような複屈折が大きい結晶素材を用いることで、効果的な偏光解消効果を得ることができる。

30

【0029】

図2は、 $\lambda/4$ 波長板121aと、光路分割ユニット120と、撮像素子122との概略構成を示す図である。

【0030】

対物光学系OBLを射出した光は、 $\lambda/4$ 波長板121aを経て、光路分割ユニット120に入射する。 $\lambda/4$ 波長板121aは、図5を用いて後述するように、簡易な構成で偏光を解消する機能を有する。

【0031】

光路分割ユニット120は、被写体像をピントの異なる2つの光学像に分割する偏光ビームスプリッター121と、2つの光学像を撮像して2つの画像を取得する撮像素子122と、を有する。

40

【0032】

偏光ビームスプリッター121は、図2に示すように、物体側のプリズム121b、像側のプリズム121e、ミラー121c、及び $\lambda/4$ 板121dを備えている。物体側のプリズム121b及び像側のプリズム121eは共に光軸AXに対して45度の斜度であるビームスプリット面を有する。

【0033】

物体側のプリズム121bのビームスプリット面には偏光分離膜121fが形成されている。そして、物体側のプリズム121b及び像側のプリズム121eは、互いのビーム

50

スプリット面を偏光分離膜 1 2 1 f を介して当接させて偏光ビームスプリッター 1 2 1 を構成している。

【0034】

また、ミラー 1 2 1 c は、物体側のプリズム 1 2 1 b の端面近傍に $\lambda/4$ 板 1 2 1 d を介して設けられている。像側のプリズム 1 2 1 e の端面には、カバーガラス C G を介して撮像素子 1 2 2 が取り付けられている。I は、結像面（撮像面）である。

【0035】

対物光学系 O B L からの被写体像は、物体側のプリズム 1 2 1 b においてビームスプリット面に設けられた偏光分離膜 1 2 1 f により P 偏光成分（透過光）と S 偏光成分（反射光）とに分離され、反射光側の光学像と透過光側の光学像との 2 つの光学像に分離される。

10

【0036】

S 偏光成分の光学像は、偏光分離膜 1 2 1 f で撮像素子 1 2 2 に対して対面側に反射され A 光路を通り、 $\lambda/4$ 板 1 2 1 d を透過後、ミラー 1 2 1 c で反射され、撮像素子 1 2 2 側に折り返される。折り返された光学像は、 $\lambda/4$ 板 1 2 1 d を再び透過する事で偏光方向が 90° 回転し、偏光分離膜 1 2 1 f を透過して撮像素子 1 2 2 に結像される。

【0037】

P 偏光成分の光学像は、偏光分離膜 1 2 1 f を透過して B 光路を通り、撮像素子 1 2 2 に向かって垂直に折り返す像側のプリズム 1 2 1 e のビームスプリット面と反対側に設けられたミラー面によって反射され、撮像素子 1 2 2 に結像される。この際、A 光路と B 光路で、例えば、数十 μm 程度の所定の光路差を生じさせるように、プリズム硝路を設定しておき、ピントが異なる 2 つの光学像を撮像素子 1 2 2 の受光面に結像させる。

20

【0038】

すなわち、物体側のプリズム 1 2 1 b 及び像側のプリズム 1 2 1 e が、被写体像をピント位置が異なる 2 つの光学像に分離できるように、物体側のプリズム 1 2 1 b における撮像素子 1 2 2 に至る透過光側の光路長（硝路長）に対して反射光側の光路長が短く（小さく）なるように配置する。

【0039】

図 3 は、撮像素子 1 2 2 の概略構成図である。撮像素子 1 2 2 は、図 3 に示すように、ピント位置が異なる 2 つの光学像を各々個別に受光して撮像するために、撮像素子 1 2 2 の全画素領域の中に、2 つの受光領域（有効画素領域）1 2 2 a、1 2 2 b が設けられている。

30

【0040】

図 4 は、 $\lambda/4$ 波長板 1 2 1 a の断面構成を示す。実施例に係るマルチオーダー $\lambda/4$ 波長板 1 2 1 a は、複屈折を持たない通常光学ガラス 1 2 1 g の様な等方性の板素材と接着、もしくはオプティカルコンタクトにより密着されている。これにより、機械的強度を得られる。図 4 に示す例は、総厚さ 0.3 mm とした 10 波長分のマルチオーダー $\lambda/4$ 波長板の構成例である。

【0041】

また、マルチオーダー $\lambda/4$ 波長板 1 2 1 a の物体側表面には、反射防止コーティング A R が施されている。これにより、表面反射によるフレア、ゴースト、明るさロスという問題を低減できる。

40

【0042】

次に、図 5 (a)、(b)、(c) は、それぞれ内視鏡システムが有するマルチオーダー $\lambda/4$ 波長板 1 2 1 a の光学特性を示す。実線 (X 強度) と点線 (Y 強度) は、それぞれ直交する偏光成分を示す。横軸は波長 (nm)、縦軸はマルチオーダーの $\lambda/4$ 波長板を透過した後の p 偏光 (例えば X 強度)、s 偏光 (例えば Y 強度) の強度を示す。内視鏡の対物光学系 O B L と偏光ビームスプリッター 1 2 1 の間に複屈折の大きいマルチオーダーの $\lambda/4$ 波長板 1 2 1 a を配置して、偏光解消板として用いる。マルチオーダーの $\lambda/4$ 波長板 1 2 1 a は、波長によって偏波が非常に高周期で変化するため、可視域 (400

50

nm-700nm)では無偏光と等価と見なす事ができる。

【0043】

ゼロオーダーもしくは数波長分のマルチオーダーの $\lambda/4$ 波長板では、特定の波長の直線偏光を円偏光に変換する事はできるが、波長依存性や、偏光依存性が大きいため、偏光ビームスプリッターでの分割強度を常に一定に保つ事ができず、均等な強度の画像を得ることが出来ない。本実施例に示す構成とすることで、十分な偏光解消効果を得て、且つ複雑な構成の偏光解消板を用いる必要が無い。このため、内視鏡システムの内視鏡先端部の小型化が実現できるという作用効果を奏する。

【0044】

(実施例A、図5(a))

LiNbO₃ 単板、 $d = 0.17\text{ mm}$

27波長分の位相差を発生させた $\lambda/4$ 波長板

(実施例B、図5(b))

LiNbO₃ + ガラス、 $d = 0.06\text{ (LN)} + 0.24\text{ (S-BSL7、オハラ社製)}$ mm

10波長分の位相差を発生させた $\lambda/4$ 波長板の例

(実施例C、図5(c))

YVO₄ + ガラス、 $d = 0.2\text{ (Y)} + 0.2\text{ (S-BSL7、オハラ社製)}$ mm

85波長分の位相差を発生させた $\lambda/4$ 波長板の例

【0045】

図6は、内視鏡システムの構成を示す。本実施形態の内視鏡システム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、画像表示部5と、を有する。

【0046】

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25と、画像プロセッサ30と、制御部39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。

【0047】

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が外側に向かって延びている。ライトガイドケーブル8の一端は、接続部8a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。

【0048】

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11を内蔵する。なお、光源として、キセノンランプ等のランプ11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11により発生した照明光、例えば、白色光は、絞り12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13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12の開口径は、絞り駆動部14によって変えることができる。

【0049】

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。

【0050】

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OBLが配置されている。対物光学系OBLは、レンズ群16と光路分割ユニッ

10

20

30

40

50

ト 1 2 0 とで構成されている。

【0051】

レンズ群 1 6 は、レンズ 1 6 a やレンズ 2 1 を有する。レンズ 2 1 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 2 1 を移動させるために、アクチュエータ 2 2 が配置されている。

【0052】

光路分割ユニット 1 2 0 には、1つの撮像素子 1 2 2（不図示）が配置されている。撮像素子 1 2 2 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。

【0053】

操作部 7 は、ケーブル 2 4 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 2 4 a が設けられている。様々な情報の伝達が、ケーブル 2 4 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 2 4 a は、補正パラメータ格納部 3 7 を有する。

【0054】

補正パラメータ格納部 3 7 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 3 7 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 3 2 において、画像の補正が行われる。補正の有無は、制御部 3 9 によって行われる。

【0055】

アクチュエータ 2 2 の制御は、アクチュエータ制御部 2 5 によって行われる。そのために、アクチュエータ 2 2 とアクチュエータ制御部 2 5 とは、信号線 2 3 を介して接続されている。また、撮像素子は、信号線 2 7 a を介して、画像プロセッサ 3 0 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 3 0 に入力される。また、操作部 7 に設けられたスイッチ 2 6 の情報も、信号線 2 7 a を介して、プロセッサ装置 4 に送信される。

【0056】

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。

【0057】

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 2 7 a を介して画像プロセッサ 3 0 に入力される。この画像プロセッサ 3 0 は、画像読出部 3 1 と、画像補正処理部 3 2 と、画像合成処理部 3 3 と、後段画像処理部 3 4 と、画像出力部 3 5 と、調光部 3 6 と、を有する。

【0058】

画像読出部 3 1 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。

【0059】

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ズレ（差異）、例えば、倍率のズレ（差異）、位置ズレ（差異）及び回転方向のズレ（差異）、がある。これらの差異を、対物光学系 O B L 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（差異）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 3 2 にて上述した幾何的な差異を補正することが好ましい。

【0060】

画像補正処理部 3 2 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 3 2 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

10

20

30

40

50

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。

【0061】

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。

【0062】

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。

10

【0063】

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システムでは、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。

【0064】

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システムでは、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。

20

【0065】

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。

【0066】

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。

30

【0067】

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。

【0068】

次に、図7は、本実施例において、2つの光学像を合成する場合の流れを示すフローチャートである。

【0069】

40

ステップS101において、撮像素子122において取得された、ピントの異なる遠点像に係る画像と近点像に係る画像とが、画像補正処理部32において、遠近2画像の補正処理が行なわれる。すなわち、予め設定された補正パラメータに従って、2つの画像の各光学像における相対的な位置、角度及び倍率が略同一となるように2つの画像に対して補正を行い、補正後の画像を画像合成処理部33に出力する。なお、必要に応じて2画像の明るさや色の差異を補正してもよい。

【0070】

ステップS102において、補正処理が行なわれた2つの画像が画像合成処理部33にて合成される。この際、遠近2画像の各々対応する画素領域において、コントラスト値が各々算出され、比較される。

50

【0071】

ステップS103において、比較されたコントラスト値に差があるか否か判断し、コントラストに差がある場合、ステップS105に進み、コントラスト値の高い領域を選択して合成される。

【0072】

ここで、比較するコントラスト値の差が小さい乃至はほぼ同じである場合には、遠近2画像のどちらを選択するか処理上の不安定要因となる。例えば、ノイズ等の信号の揺らぎがあると、合成画像に不連続領域が生じたり、本来は解像している被写体像がボケてしまうといった不具合を生じさせたりする。

【0073】

10

そこで、ステップS104に進み、重み付けを行う。ステップS104において、コントラスト比較を行なう画素領域において、2画像でコントラスト値がほぼ同一である場合には、重み付けを行い、次のステップS105で重み付けを行った画像の加算処理を行う事で、画像選択の不安定さを解消している。

【0074】

このように、本実施形態によれば、近接観察及び遠方観察の何れにおいても、ノイズ等によって合成画像において不連続領域が発生したり、光学像がぼけたりすることを防止しながら、被写界深度を拡大させた画像を取得することができる。

【0075】

図8は、偏光ビームスプリッター121により奇数回の反射後に撮像素子に結像される場合の結像状態を示す図である。上述した図2の偏光ビームスプリッター121の場合には、1回、つまり奇数回の反射後に撮像素子122に光学像が結像される。このため、何れか一方の画像が図8のような結像状態（鏡像）となり、画像プロセッサ30において鏡像を反転させて像方向を一致させる画像処理が施される。

20

【0076】

光学的な偶数回の反射による鏡像の補正は、対物光学系の大型化やプリズムのコスト高となる場合があるので、奇数回の反射による鏡像の補正は、画像補正処理部32にて鏡像反転により行なうことが好ましい。

【0077】

なお、撮像素子122が、内視鏡長手方向に長尺な形状となっている場合には、画像表示装置5のアスペクト比を考慮して合成画像を適宜回転させることが好ましい。

30

【0078】

次に、実施例に係る内視鏡システムが有する対物光学系について説明する。

図9(a)、(b)は、対物光学系、 $\lambda/4$ 波長板、光路分割ユニット、撮像素子の断面構成を示す図である。ここで、図9(a)は、通常観察状態（遠距離物点）における対物光学系の断面構成を示す図である。図9(b)は、近接観察状態（近距離物点）における対物光学系の断面構成を示す図である。

【0079】

本実施例に係る対物光学系は、物体側から順に、負の屈折力の第1レンズ群G1と、正の屈折力の第2レンズ群G2と、正の屈折力の第3レンズ群G3と、から構成されている。また、明るさ絞りSは、第3レンズ群G3内に配置されている。第2レンズ群G2は、光軸AX上を像側に移動して、通常観察状態から近接観察状態への変化に伴う焦点位置の変化を補正する。

40

【0080】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に平面を向けた平凹負レンズL1と、平行平板L2と、両凹負レンズL3と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL4と、からなる。ここで、負レンズL3と正メニスカスレンズL4とは接合されている。第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL5からなる。第3レンズ群G3は、物体側から順に、両凸正レンズL6と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL7と、明るさ絞りSと、両凸正レンズL8と、両凸正レンズL9と、像側に凸面を向けた負

50

メニスカスレンズ L 1 0 と、からなる。ここで、正レンズ L 6 と負メニスカスレンズ L 7 とは接合されている。正レンズ L 9 と負メニスカスレンズ L 1 0 とは接合されている。

【0081】

第3レンズ群 G 3 の像側に、上述した $\lambda/4$ 波長板 1 2 1 a と光路分割ユニット 1 2 0 を配置している。光学系中のプリズムでは、光路が折り曲げられる。なお、平行平板 L 2 は、特定の波長、例えば Y A G レーザーの 1 0 6 0 n m、半導体レーザーの 8 1 0 n m、あるいは赤外域をカットするためのコーティングが施されたフィルターである。I は、結像面（撮像面）である。

【0082】

第3レンズ群 G 3 の像側で光路分割ユニット 1 2 0 との間の光路中に $\lambda/4$ 波長板 1 2 1 a が配置されている。

【0083】

以下に、上記各実施例の数値データを示す。記号は、r は各レンズ面の曲率半径、d は各レンズ面間の間隔、n e は各レンズの e 線の屈折率、v e は各レンズのアッベ数、F N O は F ナンバー、 ω は半画角である。また、バックフォーカス f b は、最も像側の光学面から近軸像面までの距離を空気換算して表したものである。全長は、最も物体側のレンズ面から最も像側の光学面までの距離（空気換算しない）にバックフォーカスを加えたものである。絞りは明るさ絞りである。

【0084】

数値実施例 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	ne	v e
1	∞	0.49	1.88815	40.52
2	1.812	0.79		
3	∞	0.84	1.52300	66.3
4	∞	0.34		
5	-4.881	0.56	1.88815	40.52
6	1.866	2.13	1.85504	23.59
7	77.332	可変		
8	2.010	0.81	1.48915	70.04
9	2.149	可変		
10	3.354	1.13	1.65222	33.53
11	-1.665	0.32	2.01169	28.07
12	-9.987	0.04		
13(絞り)	∞	0.56		
14	512.363	0.95	1.70442	29.89
15	-3.552	0.36		
16	9.128	0.94	1.48915	70.04
17	-2.180	0.39	1.93429	18.74
18	-4.093	4.59		
19(撮像面)	∞			

各種データ

	通常観察状態	近接観察状態
焦点距離	1.00	1.01
F N O .	3.58	3.53
画角 2 ω	144.9	139.4
f b (in air)	4.59	4.59

全長 (in air)	17.15	17.05
d7	0.47	1.20
d9	1.43	0.70

各群焦点距離

1群(f1)	2群(f2)	3群(f3)
-1.12	21.78	3.51

【0085】

上述した対物光学系に共通して使用される8つの実施例1、2、3、4、5、6、7、8における、マルチオーダーの $\lambda/4$ 波長板121aの条件式対応値を以下に示す。

条件式(1) $(d/d_0) \times 0.25$

条件式(2) $|\Delta n|$

$d_0 = ((\lambda/10^{-6}) \times 0.25 / \Delta n)$ (nm)

$\Delta n = n_e - n_o$ (e線における常光線の屈折率と異常光線の屈折率との差分)

また、本実施形態の好ましい態様によれば、条件式(1)に代えて以下の条件式(1)'を満足することが望ましい。

$16 \leq (d/d_0) \times 0.25 \leq 48$ (1)'

条件式(1)'の下限值は、波長板の薄肉加工の容易さ(コストに関連します)を優先する場合の値である(例えば、 $d = 0.1 \text{ mm}$)。

条件式(1)'の上限値は、波長板の実装時の機械強度の限界(例えば $d = 0.3 \text{ mm}$)と、常光、異常光のピント位置のズレ量をより小さく制限する場合の値である。上限値を下回ることによって、より安価で破損リスクが少なく、常光、異常光のピント位置のズレが少なく、且つ十分な偏光解消効果を得られるマルチオーダー波長板を得られる。条件式(1)'と組み合わせる条件式(2)はそのまま用いることができる。条件式(1)'は、実施例は4、7、8が該当する。

	実施例1	実施例2	実施例3	
条件式(1)	27.4	10.0	84.7	
条件式(2)	0.08798	0.08798	0.23122	
結晶材料	LiNbO ₃	LiNbO ₃	YVO ₄	
d(mm)	0.1700	0.0620	0.2	
d ₀	0.0016	0.0016	0.0006	
Δn	-0.087980025	-0.087980025	0.231221658	
	実施例4	実施例5	実施例6	
条件式(1)	42.3	83.9	10.0	
条件式(2)	0.23122	0.08798	0.23122	
結晶材料	YVO ₄	LiNbO ₃	YVO ₄	
d(mm)	0.1000	0.5210	0.0235	
d ₀	0.0006	0.0016	0.0006	
Δn	0.231221658	-0.087980025	0.231221658	
	実施例7	実施例8		
条件式(1)'	16.1	48.3		
条件式(2)	0.08798	0.08798		
結晶材料	LiNbO ₃	LiNbO ₃		
d(mm)	0.1000	0.3000		

d0	0.0016	0.0016
Δn	-0.087980025	-0.087980025

【0086】

以下、各実施例の特徴（ア）から（ク）を説明する。

（ア）実施例1は、本実施形態の代表例であって、十分な偏光解消効果を得ながら薄肉化した例である。

（イ）実施例2は、波長板を最低限の偏光解消効果を得ながら薄肉加工して、ガラスと貼り合わせ、機械強度を増した例である。

（ウ）実施例3は、波長板の結晶材料をより複屈折の高いYVO₄結晶に変え、偏光解消効果に重点を置いた例である。

（エ）実施例4は、実施例3の波長板の厚みを変えて、複屈折による常光のピント位置と異常光のピント位置の差異を小さくし、且つ十分な偏光解消効果が得られる様にバランスさせた例である。

（オ）実施例5は、手扱いのし易さを主眼に波長板を厚くし、且つ波長板を単板化してコスト低減を図った例である。

（カ）実施例6は、波長板にYVO₄結晶を使って偏光解消効果を増しつつより薄肉化して、内視鏡先端部の小型化を図った例である。

（キ）実施例7は、薄肉加工難度が低下し、コストも低減し、ガラスと貼り合わせ、機械強度を増した例である。

（ク）実施例8は、機械強度が良好であり、単板で構成した例である。

【0087】

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。

【0088】

（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。

（付記項1）

1つの複屈折素材からなるマルチオーダーλ／4波長板であって、以下の条件式（1）
、（2）'を満足することを特徴とする偏光解消板。

$$10 \leq (d / d_0) \times 0.25 \leq 85 \quad (1)$$

$$0.08 < |\Delta n| < 0.24 \quad (2)'$$

ここで、

dは、前記λ／4波長板の厚み、

d₀は、前記λ／4波長板のe線においてゼロオーダーとなる厚み、

Δnは、前記λ／4波長板のe線における複屈折、

である。

【産業上の利用可能性】

【0089】

以上のように、本発明に複雑な構成の偏光解消板を用いる必要がなく、且つ十分な偏光解消効果を得ることができる、コンパクトな内視鏡システムに有用である。

【符号の説明】

【0090】

OBL 対物光学系

1 内視鏡システム

2 内視鏡

3 光源装置

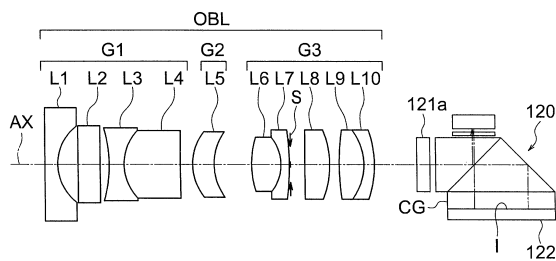
4 プロセッサ装置

5 画像表示装置

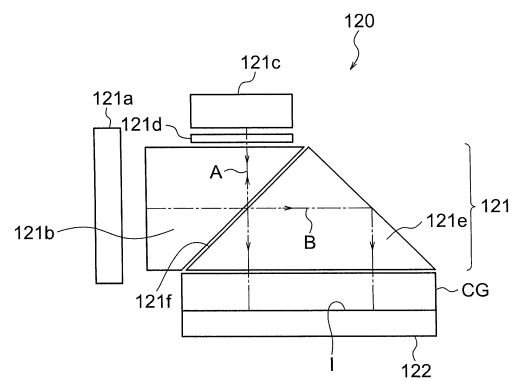
6	挿入部	
6 a	先端部	
7	操作部	
8	ライトガイドケーブル	
8 a	接続部	
9	ライトガイド	
1 1	ランプ	
1 2	絞り	
1 3	コンデンサレンズ	
1 4	絞り駆動部	10
1 5	照明レンズ	
1 5 a	照明窓	
1 6	レンズ群	
1 6 a	レンズ	
1 9	光路分割ユニット	
2 0	観察窓	
2 1	レンズ	
2 2	アクチュエータ	
2 3	信号線	
2 4	ケーブル	20
2 4 a	信号コネクタ	
2 5	アクチュエータ制御部	
2 6	スイッチ	
2 7 a	信号線	
3 0	画像プロセッサ	
3 1	画像読出部	
3 2	画像補正処理部	
3 3	画像合成処理部	
3 4	後段画像処理部	
3 5	画像出力部	30
3 6	調光部	
3 7	補正パラメータ格納部	
3 9	制御部	
1 2 0	光路分割ユニット	
1 2 1	偏光ビームスプリッター	
1 2 1 a	$\lambda/4$ 波長板	
1 2 1 b	物体側のプリズム	
1 2 1 c	ミラー	
1 2 1 d	$\lambda/4$ 板	
1 2 1 e	像側のプリズム	40
1 2 1 f	偏光分離膜	
1 2 1 g	ガラス	
1 2 2	撮像素子	
1 2 2 a、1 2 2 b	受光領域	
1 2 2 c	補正画素領域	
A X	光軸	
C G	カバーガラス	
G 1	第1レンズ群	
G 2	第2レンズ群	
G 3	第3レンズ群	50

S 明るさ絞り（絞り）
 L 1－L 10 レンズ
 I 結像面（撮像面）

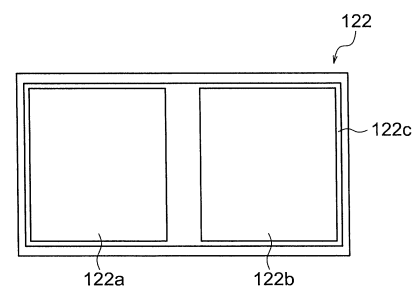
【図 1】



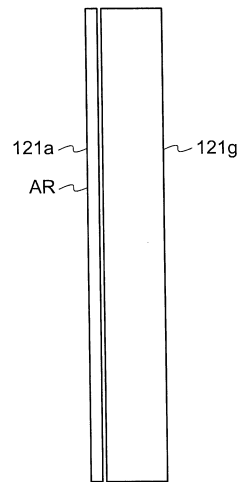
【図 2】



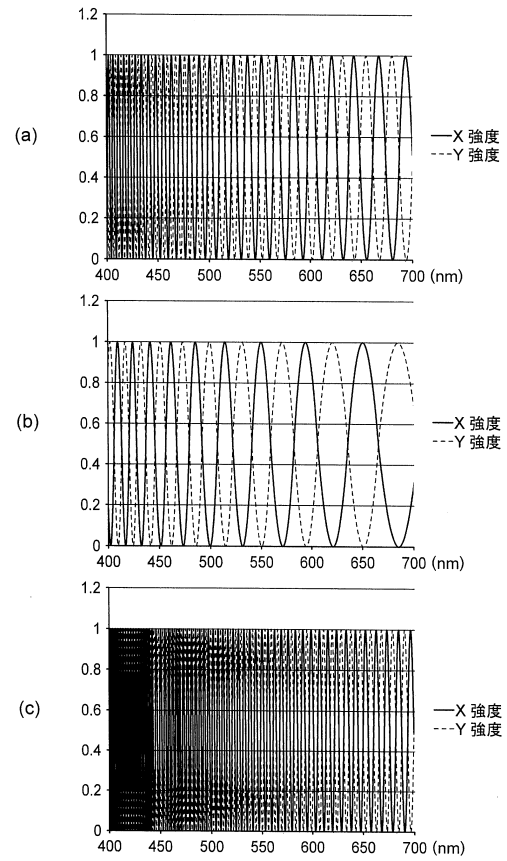
【図 3】



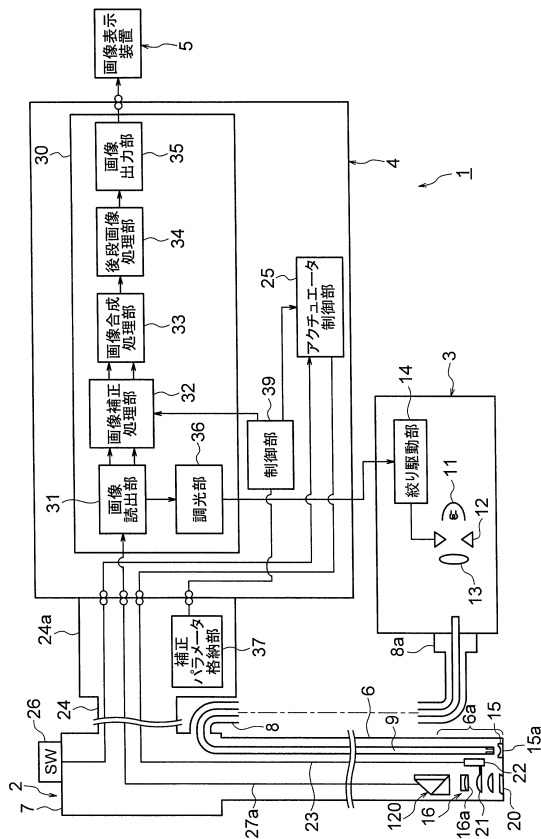
【図 4】



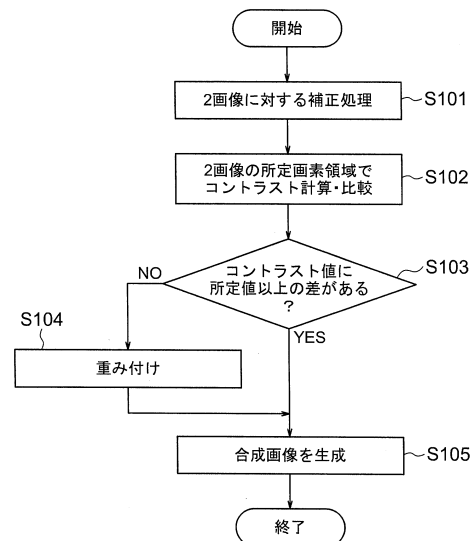
【図 5】



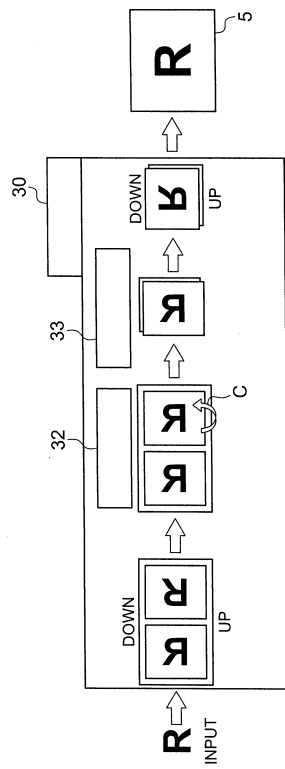
【図 6】



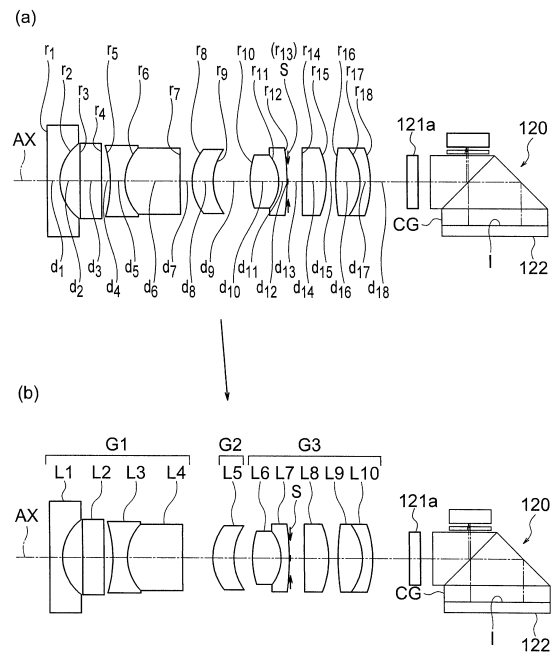
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2016/043107 (WO, A1)
国際公開第2011/058774 (WO, A1)
王子計測機器株式会社, 偏光解消のシミュレーション, 2014年 1月, pp.1-7, URL, <http://www.oji-keisoku.co.jp/products/kobra/img/gijutu54.pdf>

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B	1/00-1/32
G02B	5/30
G02B	13/04
G02B	23/24-23/26
H04N	5/225

专利名称(译)	内窥镜系统		
公开(公告)号	JP6513307B2	公开(公告)日	2019-05-15
申请号	JP2018552269	申请日	2017-12-27
[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		
当前申请(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 G02B13/04		
CPC分类号	A61B1/00006 A61B1/00009 A61B1/00057 A61B1/00096 A61B1/00186 A61B1/00188 A61B1/045 A61B1/05 A61B1/07 G02B5/3083 G02B13/0065 G02B23/2446 G02B27/0075 H04N2005/2255 G02B21/18 H04N5/2254		
FI分类号	A61B1/00.731 G02B23/24.B G02B13/04.D		
代理人(译)	斋藤圭介		
优先权	2017059443 2017-03-24 JP		
其他公开文献	JPWO2018173412A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的一个目的是提供一种紧凑的内窥镜系统，其不需要使用复杂的消偏振板并且可以获得足够的消偏振效果。从物体侧，它包括物镜光学系统OBL，将来自物镜光学系统的光分成两个的光路分离单元120，以及捕获两个分割图像的成像装置122。由一种双折射材料制成的λ/4波长板121a设置在物镜光学系统OBL和光路分离单元120之间的光路中，λ/4波长板121a的特征在于满足以下条件表达式(1)和(2)。10≤(d/d0)×0.25≤85(1) 0.09≤|Δn|≤0.23(2) 在这里，d是λ/4波片的厚度，d0是λ/4波长板e线的零级厚度，Δn是λ/4波长板的e线的双折射，是的。

(19) 日本国特許庁(JP)		(12) 特 許 公 報(B2)		(11) 特許番号 特許第6513307号 (P6513307)	
(45) 発行日 令和1年5月15日(2019.5.15)		(24) 登録日 平成31年4月19日(2019.4.19)			
(51) Int. Cl.		F 1			
A 6 1 B 1/00 (2006.01)		A 6 1 B 1/00		7 3 1	
G 0 2 B 23/24 (2006.01)		G 0 2 B 23/24		B	
G 0 2 B 13/04 (2006.01)		G 0 2 B 13/04		D	
請求項の数 4 (全 18 頁)					
(21) 出願番号 特願2018-552269 (P2018-552269)		(73) 特許権者 000000376			
(86) (22) 出願日 平成29年12月27日(2017.12.27)		オリンパス株式会社			
(86) 国際出願番号 PCT/JP2017/047132		東京都八王子市石川町2951番地			
(87) 国際公開番号 W02018/173412		(74) 代理人 100123962			
(87) 国際公開日 平成30年9月27日(2018.9.27)		弁護士 斎藤 圭介			
(87) 審査請求日 平成30年10月4日(2018.10.4)		(72) 発明者 露木 浩			
(31) 優先権主張番号 特願2017-59443 (P2017-59443)		東京都八王子市石川町2951番地 オリ			
(32) 優先日 平成29年3月24日(2017.3.24)		ンパス株式会社内			
(33) 優先権主張国 日本国(JP)		審査官 磯野 光司			
早期審査対象出願					
最終頁に続く					
(54) 【発明の名称】 内視鏡システム					