

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2018年10月11日(11.10.2018)

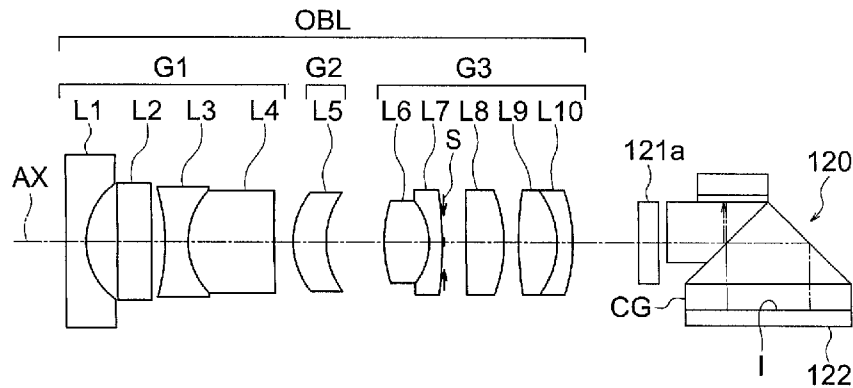


(10) 国際公開番号  
**WO 2018/186123 A1**

- (51) 国際特許分類:  
G02B 23/26 (2006.01) G02B 5/04 (2006.01)  
A61B 1/00 (2006.01) G02B 5/30 (2006.01)
- (72) 発明者: 露木浩 (TSUYUKI Hiroshi); 〒1928507  
東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリ  
ンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/009799
- (74) 代理人: 斎藤圭介 (SAITO Keisuke); 〒1010051  
東京都千代田区神田神保町 1 - 4 1 - 3 駿  
河台下MKビル6階 Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2018年3月13日(13.03.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2017-073886 2017年4月3日(03.04.2017) JP
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): 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, JO, 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,
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS  
CORPORATION) [JP/JP]; 〒1928507 東京都八  
王子市石川町 2 9 5 1 番地 Tokyo (JP).

(54) Title: ENDOSCOPE SYSTEM AND ADJUSTMENT METHOD FOR ENDOSCOPE SYSTEM

(54) 発明の名称: 内視鏡システム及び内視鏡システムの調整方法



(57) Abstract: An endoscope system comprising an objective optical system OBL, an optical path splitting unit 120, an imaging element 122, and an image processing unit 30, wherein a  $\lambda/4$  wave plate 121a is disposed between the objective optical system OBL and the optical path splitting unit 120, the optical path splitting unit 120 comprises, in order from the object side, a first prism 121b and a second prism 121e, and has a beam splitting surface SL via which the first prism 121b and the second prism 121e are bonded together, and the optical path splitting unit 120 splits light into a first optical path that transmits P-polarized light and a second optical path that reflects S-polarized light by the beam splitting surface SL, adjusts the optical path length of the first optical path and the optical path length of the second optical path by sliding the beam splitting surface SL, is disposed at a position at which a displacement amount between the focal position of ordinary light and the focal position of extraordinary light is cancelled, and satisfies a specific conditional expression.



WO 2018/186123 A1

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

---

(57) 要約: 対物光学系OBLと、光路分割ユニット120と、撮像素子122と、画像処理部30と、を有し、 $\lambda/4$ 波長板121aが、対物光学系OBLと光路分割ユニット120との間に配置され、光路分割ユニット120は、物体側から順に、第1プリズム121bと、第2プリズム121eと、を有し、第1プリズム121bと第2プリズム121eとを貼り合わせたビームスプリット面SLを有し、光路分割ユニット120は、ビームスプリット面SLでP偏光を透過する第1光路と、S偏光を反射する第2光路とに光を分割し、ビームスプリット面SLをスライドさせて、第1光路の光路長と第2光路の光路長とを調整し、常光のピント位置と異常光のピント位置とのズレ量をキャンセルする位置に配置され、特定の条件式を満足する。

## 明 細 書

発明の名称：内視鏡システム及び内視鏡システムの調整方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、内視鏡システム及び内視鏡システムの調整方法に関するものである。

### 背景技術

[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、例えば、 $\lambda/4$ 波長板により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。

[0004] 複屈折を利用した $\lambda/4$ 波長板では、常光と異常光とでピント位置が異なる。特許文献1には、第2のプリズムは、プリズム駆動手段によって第1のプリズムの被膜面に沿って移動できる。これにより、可視光と赤外光との波長の違いによる結像面の位置ずれを補正している。

[0005] また、特許文献2は、ビームスプリット面をスライドさせて光路長を調整する構成を開示している。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0006] 特許文献1：特開2003-307678号公報

特許文献2：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では、 $\lambda/4$ 波長板により生じる常光と異常光とのピント位置のズレを解消することはできない。

また、特許文献2では、プリズムをビームスプリット面に沿ってスライドさせて、光路長を調整することはできるものの、複屈折によるピント位置のズレに関する課題やその具体的な調整条件に関しては明示されていない。このため、特許文献2の構成では、正しい光路長調整ができない。

[0008] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、偏光解消効果を十分得ながら、複屈折にて生じる結像位置のズレをコンパクトな構成で補正することが出来る内視鏡システム及び内視鏡システムの調整方法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

[0009] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本願発明は、

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、撮像素子で撮像した像を合成して1つの画像とする画像合成部を有する画像処理部と、を有し、

1つの複屈折素材からなる $\lambda/4$ 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、

光路分割ユニットは、物体側から順に、第1プリズムと、第2プリズムと、を有し、

第1プリズムと第2プリズムとを貼り合わせたビームスプリット面を有し、

光路分割ユニットは、ビームスプリット面でP偏光を透過する第1光路と、S偏光を反射する第2光路とに光を分割し、

第1プリズムと第2プリズムとは、ビームスプリット面をスライドさせて、第1光路の光路長と第2光路の光路長とを調整し、複屈折を有する $\lambda/4$

波長板で生じた常光のピント位置と異常光のピント位置とのズレ量をキャンセルする位置に配置され、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である。

$$0.01 < \Delta L \times n_{pbs} / D_y \leq 0.15 \quad (1)$$

$$0.09 \leq d / |\Delta n| \leq 5.7 \quad (2)$$

ここで、

$\Delta L$  は、光路分割ユニットにおける第１光路に対する第２光路の光路長差の調整量（空気換算長）、

$\Delta L = |\Delta L_1 - \Delta L_2|$  であって、

$\Delta L_1$  は、光路分割ユニットの製造誤差で生じる光路長差（空気換算長）、

$\Delta L_2$  は、 $\lambda/4$  波長板によって生じるピント位置のズレ量（空気換算長）、

$n_{pbs}$  は、光路分割ユニットの e 線の屈折率、

$D_y$  は、光路分割ユニットが第１プリズムと第２プリズムとを相対的にスライド調整する方向の初期寸法、

$d$  は、 $\lambda/4$  波長板の厚み、

$\Delta n$  は、 $\lambda/4$  波長板の e 線の複屈折、

である。

[0010] また、他の側面において本願発明は、

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、撮像素子で撮像した像を合成して１つの画像とする画像合成部を有する画像処理部と、を有し、

１つの複屈折素材からなる  $\lambda/4$  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、

光路分割ユニットは、物体側から順に、第１プリズムと、第２プリズムと、を有し、

第1プリズムと第2プリズムとを貼り合わせたビームスプリット面を有し、

光路分割ユニットは、ビームスプリット面でP偏光を透過する第1光路と、S偏光を反射する第2光路とに光を分割する内視鏡システムの調整方法であって、

ビームスプリット面をスライドさせて、第1光路と第2光路の光路長を調整することにより、製造誤差を調整するスライド工程と、

複屈折を有する $\lambda/4$ 波長板で生じた常光のピント位置と異常光のピント位置とのズレ量をキャンセルするように、ビームスプリット面をスライドさせるキャンセル工程と、を有することを特徴とする内視鏡システムの調整方法である。

### 発明の効果

[0011] 本発明は、偏光解消効果を十分得ながら、複屈折にて生じる結像位置のズレをコンパクトな構成で補正することが出来る内視鏡システム及び内視鏡システムの調整方法を提供することが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 $\lambda/4$ 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。

[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]本発明の実施形態に係る内視鏡システムが有する $\lambda/4$ 波長板と、光路分割ユニットと、撮像素子とを調整する方法を説明する図である。

[図5] $\lambda/4$ 波長板による常光線のピント位置と異常光線のピント位置とを示す図である。

[図6]内視鏡システムの調整方法を示すフローチャートである。

[図7]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8]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9]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。

[図10]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] 図1は、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である。また、図2は、実施形態に係る内視鏡システムが有する $\lambda/4$ 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。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、撮像素子122で撮像した像を合成して1つの画像とする画像合成部を有する画像処理部30(図7)と、を有し、1つの複屈折素材からなる $\lambda/4$ 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、光路分割ユニット120は、物体側から順に、第1プリズム121bと、第2プリズム121eと、を有し、第1プリズム121bと第2プリズム121eとを貼り合わせたビームスプリット面SLを有し、光路分割ユニット120は、ビームスプリット面SLでP偏光を透過する第1光路Bと、S偏光を反射する第2光路Aと、に光を分割し、第1プリズム121bと第2プリズム121eとは、ビームスプリット面SLをスライドさせて、第1光路Bの光路長と第2光路Aの光路長を調整し、複屈折を有する $\lambda/4$ 波長板121aで生じた常光のピント位置と異常光のピント位置とのズレ量をキャンセルする位置に配置され、以下の条件式(1)、(2)を満足することを特徴とする。

$$0.01 < \Delta L \times n_{pbs} / D_y \leq 0.15 \quad (1)$$

$$0.09 \leq d / |\Delta n| \leq 5.7 \quad (2)$$

ここで、

$\Delta L$ は、光路分割ユニット120における第1光路Bに対する第2光路Aの光路長差の調整量（空気換算長）、

$\Delta L = |\Delta L_1 - \Delta L_2|$ であって、

$\Delta L_1$ は、光路分割ユニット120の製造誤差で生じる光路長差（空気換算長）、

$\Delta L_2$ は、 $\lambda/4$ 波長板121aによって生じるピント位置のズレ量（空気換算長）、

$n_{pbs}$ は、光路分割ユニット120のe線の屈折率、

$D_y$ は、光路分割ユニット120が第1プリズム121bと第2プリズム121eとを相対的にスライド調整する方向の初期寸法、

$d$ は、 $\lambda/4$ 波長板121aの厚み、

$\Delta n$ は、 $\lambda/4$ 波長板121aのe線の複屈折、

である。

[0014] まず、図2を用いて、光路分割ユニット120の構成を説明する。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。

[0015] 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、偏光を無偏光にする作用を奏する。

[0016] 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。

[0017] 図2に示すように、偏光ビームスプリッター121は、物体側の第1プリズム121b、像側の第2プリズム121e、ミラー121c、及び $\lambda/4$ 板シート121dを備えている。物体側の第1プリズム121b及び像側の



第2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SLを有する。

[0018] 物体側の第1プリズム121bのビームスプリット面SLには偏光分離膜121fが形成されている。そして、物体側の第1プリズム121b及び像側の第2プリズム121eは、互いのビームスプリット面SLを偏光分離膜121fを介して当接させて偏光ビームスプリッター121を構成している。

[0019] また、ミラー121cは、物体側の第1プリズム121bの端面近傍に $\lambda/4$ 板シート121dを介して設けられている。像側の第2プリズム121eの端面には、カバーガラスCGを介して撮像素子122が取り付けられている。Iは、結像面（撮像面）である。

[0020] 対物光学系OBLからの被写体像は、物体側の第1プリズム121bにおいてビームスプリット面SLに設けられた偏光分離膜121f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。

[0021] S偏光成分の光学像は、偏光分離膜121fで撮像素子122に対して対面側に反射され第2光路Aを通り、 $\lambda/4$ 板シート121dを透過後、ミラー121cで反射され、撮像素子122側に折り返される。折り返された光学像は、 $\lambda/4$ 板シート121dを再び透過することで偏光方向が90°回転し、偏光分離膜121fを透過して撮像素子122に結像される。

[0022] P偏光成分の光学像は、偏光分離膜121fを透過して第1光路Bを通り、撮像素子122に向かって垂直に折り返す像側の第2プリズム121eのビームスプリット面SL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122に結像される。この際、第2光路Aと第1光路Bで、例えば、数十 $\mu\text{m}$ 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122の受光面に結像させる。

[0023] すなわち、物体側の第1プリズム121b及び像側の第2プリズム121

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、物体側の第1プリズム121bにおける撮像素子122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。尚、ここで、上述した場合と反対に光路長を長く（大きく）するように、2つのプリズム121b、121eを配置しても良い。このときは、撮像素子における遠点像と近点像の配置が逆となる。

[0024] 図3は、撮像素子122の概略構成図である。図3に示すように、撮像素子122は、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122の全画素領域の中に、2つの受光領域（有効画素領域）122a、122bが設けられている。

[0025] 図4は、内視鏡システムが有する $\lambda/4$ 波長板と、光路分割ユニットと、撮像素子とを調整する方法を説明する図である。プリズム駆動部130は、第1プリズム121bと第2プリズム121eを相対的に移動する。これにより、ビームスプリット面SLを矢印Y方向に沿ってスライドできる。

[0026] 次に、本実施形態の作用効果について説明する。本実施形態では、偏光状態を解消するために、上述のような、複屈折素材を用いた $\lambda/4$ 波長板121aを使用している。ここで、図5で示すように、複屈折素材を用いた $\lambda/4$ 波長板121aの複屈折が大きくなると、入射光Rayのうち常光Ray1のピント位置P1と、異常光Ray2のピント位置P2にズレ $\Delta L2$ が生じてしまい好ましくない。

図5は、 $\lambda/4$ 波長板121aによる常光Ray1のピント位置と異常光Ray2のピント位置とを示している。

[0027] そこで、偏光ビームスプリッターのビームスプリット面SLをスライドさせて、常光（ $\equiv$ S偏光＝第2光路A）と異常光（ $\equiv$ P偏光＝第1光路B）の光路長を調整して、結像位置のズレを補正することで、所望の光路長差を得ることが出来る。具体的な調整方法は、内視鏡システムの調整方法として後述する。

[0028] ビームスプリット面SLを矢印Y方向（図4）にスライドさせて、即ち第

1 プリズム 1 2 1 b と第 2 プリズム 1 2 1 e とを相対的にスライド調整して常光と異常光の光路長差を補正する。ここで、スライド調整が大きすぎると対物光学系 O B L を有する内視鏡先端部が大型化すること、スライド調整後の形状が設計形状から大きく逸脱してしまうことにより、耐温湿度、耐衝撃性に弱くなってしまのおそれがある。

[0029] 条件式 ( 1 ) は、スライド調整量が必要以上に大きくならないように規定している。プリズム外形の寸法の 1 5 % 以下に抑えた調整が望ましい。

[0030] また、条件式 ( 2 ) は、条件式 ( 1 ) の  $\Delta L$  を規定する式である。具体的には、 $\lambda / 4$  波長板 1 2 1 a の複屈折  $\Delta n$  と、 $\lambda / 4$  波長板 1 2 1 a の厚み  $d$  の関係で決まる  $\Delta L 2$  を限定する。そして、 $\Delta L$  が必要以上に小さく、もしくは大きくならないように制御する。

[0031] 条件式 ( 2 ) の下限値を下回ると、プリズム調整量は小さくて済む。しかしながら、偏光解消効果が小さくなり過ぎてしまう。

[0032] 条件式 ( 2 ) の上限を上回ると、ピントズレ量  $\Delta L 2$  が大きすぎて、上述の内視鏡先端サイズが大きくなることや、調整後のプリズム部組の非対称性が大きくなり、耐性面で不安定となることを生じ、好ましくない。

[0033] 本実施例の内視鏡システムは、被写界深度の拡大を目的とした内視鏡である。被写界深度を拡大するためには、後述するように偏光ビームスプリッターで、光路を分割した後の近点像、遠点像に所定の光路長差を生じさせる必要がある。従って、複屈折で生じた結像位置のズレをスライド調整で補正して、目標値とする被写界深度範囲を得ている。

[0034] 他の応用例、例えば 3 D 観察 ( 立体観察 ) やダイナミックレンジ拡大を目的とした内視鏡では、光路長差を略ゼロとする調整を行うことで良好な合成画像を得ることが出来る。

[0035] また、本実施形態の好ましい態様によれば、 $\lambda / 4$  波長板 1 2 1 a の複屈折素材は、 $LiNbO_3$  ( ニオブ酸リチウム ) 、 $YVO_4$ 、方解石、 $\alpha - BB O$  ( バリウムボーレイト ) のいずれかであることが望ましい。

[0036] 効果的な偏光解消効果を得るためには、複屈折が大きい結晶素材を用いる

ことが望ましい。

[0037] また、他の側面における本実施形態は、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、撮像素子122で撮像した像を合成して1つの画像とする画像合成部を有する画像処理部30（図7）と、を有し、

1つの複屈折素材からなる $\lambda/4$ 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、

光路分割ユニット120は、物体側から順に、第1プリズム121bと、第2プリズム121eと、を有し、

第1プリズム121bと第2プリズム121eとを貼り合わせたビームスプリット面SLを有し、

光路分割ユニット120は、ビームスプリット面SLでP偏光を透過する第1光路Bと、S偏光を反射する第2光路Aとに光を分割する内視鏡システムの調整方法であって、

ビームスプリット面SLをスライドさせて、第1光路Bと第2光路Aの光路長を調整することにより、製造誤差を調整するスライド工程（図6のS201）と、

複屈折を有する $\lambda/4$ 波長板121aで生じた常光Ray1のピント位置P1と異常光Ray2のピント位置P2とのズレ量 $\Delta L2$ をキャンセルするように、ビームスプリット面SLをスライドさせるキャンセル工程（図6のS202）と、を有することを特徴とする。

図6は、内視鏡システムの調整方法を示すフローチャートである。

[0038] また、本実施形態の好ましい態様によれば、上記調整方法において、以下の条件式（1）、（2）を満足することが望ましい。

$$0.01 < \Delta L \times n_p b_s / D_y \leq 0.15 \quad (1)$$

$$0.09 \leq d / |\Delta n| \leq 5.7 \quad (2)$$

ここで、

$\Delta L$  は、光路分割ユニットにおける第 1 光路に対する第 2 光路の光路長差の調整量（空気換算長）、

$\Delta L = |\Delta L_1 - \Delta L_2|$  であって、

$\Delta L_1$  は、光路分割ユニットの製造誤差で生じる光路長差（空気換算長）

、

$\Delta L_2$  は、 $\lambda/4$  波長板によって生じるピント位置のズレ量（空気換算長）

$n_{ps}$  は、光路分割ユニットの e 線の屈折率、

$D_y$  は、光路分割ユニットが第 1 プリズムと第 2 プリズムとを相対的にスライド調整する方向の初期寸法、

$d$  は、 $\lambda/4$  波長板の厚み、

$\Delta n$  は、 $\lambda/4$  波長板の e 線の複屈折、

である。

[0039] 調整方法における条件式 (1)、(2) の技術的意義は、内視鏡システムにおける条件式 (1)、(2) の技術的意義と同じである。

[0040] 次に、具体的な光路長調整の方法について説明する。例えば、第 1 プリズム 121b とミラーユニット（ミラー 121c と  $\lambda/4$  板シート 121d）を接着した部組と、第 2 プリズム 121e を接着する際に、光路長調整を行う。

[0041] 被写界深度拡大のための光学系の例で説明する。例えば、遠点ピント画像の第 1 光路 B と、近点ピント画像の第 2 光路 A の光路長差が  $50 \mu\text{m}$  である場合、光路長差が  $50 \mu\text{m}$  になるように、第 1 プリズム 121b と第 2 プリズム 121e との少なくとも一方をビームスプリット面 SL に沿ってスライドさせる。

[0042] 実際の調整量は、偏光ビームスプリッターの部品の精度、調整時の製造誤差を考慮して決まる。本実施形態では、調整量を  $\Delta L_1$  とする。本実施形態の偏光ビームスプリッター 121 は、P 偏光が第 1 光路 B へ進行し、S 偏光が第 2 光路 A へ進行するように分離される。

- [0043] 内視鏡用の光学系としての完成形態は、対物光学系OBLと $\lambda/4$ 波長板121aが組み合わされた構成となる。 $\lambda/4$ 波長板121aに複屈折素材を使用すると、複屈折の大きさや板厚みに応じて、常光の結像位置と異常光の結像位置とのズレ量(差) $\Delta L_2$ が生じる。
- [0044] 常光は偏光ビームスプリッター121では第2光路Aへ、異常光は第1光路Bへ分割される。従って、このプリズムユニットを組み立てる光路長調整の工程で、ズレ量 $\Delta L_2$ を考慮しておかないと、所望の被写界深度の拡大効果を得ることができない。
- [0045] つまり、 $|\Delta L_1 - \Delta L_2| = \Delta L$ を最終的な光路長差の調整量とする必要がある。後述する実施例1の場合、 $\Delta L_1$ は $50\mu\text{m}$ 、 $\Delta L_2$ (結像位置 $n_o$  - 結像位置 $n_e$ )は $-7.3\mu\text{m}$ なので、 $\Delta L$ は $57.3\mu\text{m}$ となる。このように、 $\Delta L_2$ の $-7.3\mu\text{m}$ を予め見込んでおかないと、光路長差が目標値より短くなってしまう。
- [0046]  $\Delta L$ は空気換算長であるが、実際の偏光ビームスプリッターの屈折率により、実際のスライド量が決まる。例えば、実施例1の偏光ビームスプリッターには硝材としてS-BSM18(OHARA社製)を使用している。e線の屈折率は、 $1.64129$ である。従って、実際の調整量は、 $57.3 \times 1.64129 \div 94\mu\text{m}$ となる。
- [0047] 一方で、この調整量 $\Delta L$ は、光路分割ユニット内視鏡を有する先端部の大きさに影響するため、実際の調整量は制限される。本実施形態では、図4に示すように、条件式(1)において、偏光ビームスプリッター121のスライド調整する方向の初期寸法 $D_y$ との比率で最適化することが望ましい。
- [0048] なお、 $\Delta L_2$ は、使用する $\lambda/4$ 波長板121aの複屈折 $\Delta n$ と板厚 $d$ によって大きく変わるため、条件式(2)の範囲内に収めることが望ましい。
- [0049] 複屈折素材からなる $\lambda/4$ 波長板121aの結晶軸は、対物光学系OBLの光軸に対して垂直であることが最も望ましい。また、結晶軸が傾いている結晶では、ローパス効果が生じる。つまり、ナイキスト周波数未満の低周波数を抑制するような点分離が生じて、解像力が劣化してしまう。 $\lambda/4$ 波長

板の製造バラつきを考慮しても、像の分離幅は用いる撮像素子の画素サイズに対して0.5画素以下であることが望ましい。

[0050] 図7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、画像表示装置5と、を有する。

[0051] 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。

[0052] 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。

[0053] 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によって変更することができる。

[0054] 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。

[0055] 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と光路分割ユニット120とで構成されている。

[0056] 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。

[0057] 光路分割ユニット120には、1つの撮像素子122（不図示）が配置されている。撮像素子122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122によって撮像される。

[0058] 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。

[0059] 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。

[0060] 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122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122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。

[0061] 第1光路Bにおける光路長が、第2光路A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。

[0062] 2つの光学像は撮像素子122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。

[0063] 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。

[0064] 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、対物光学系の製造時などにおいて、完全に無くすことは難しい。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。

[0065] 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。

[0066] 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。

[0067] 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 3 2 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。

[0068] 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。

[0069] 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。

[0070] 画像合成処理部 3 3 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。

[0071] 後段画像処理部 3 4 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 3 5 は、画像処理された画像を画像表示部 5 に出力する。

[0072] 調光部 3 6 では、画像読出部 3 1 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 1 4 に出力される。絞り駆動部 1 4 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 1 2 の開口量を調整する。

[0073] 次に、図 8 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。

- [0074] 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。
- [0075] 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。
- [0076] 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。
- [0077] 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。
- [0078] 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ことで、画像選択の不安定さを解消している。
- [0079] 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、光学像がボケ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。

[0080] 図9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122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9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。

[0081] 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。

[0082] 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、画像表示部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。

[0083] 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10(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10(a)は、通常観察状態（遠距離物点）における断面構成を示す図である。図10(b)は、近接観察状態（近距離物点）における断面構成を示す図である。

[0084] 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。

[0085] 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L 6と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 7と、明るさ絞りSと、両凸正レンズL 8と、両凸正レンズL 9と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 10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 10とは接合されている。

[0086] 第3レンズ群G 3の像側に、上述した光路分割ユニット120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YAGレーザーの1060nm、半導体レーザーの810nm、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。

[0087] 第3レンズ群G 3の像側で光路分割ユニット120との間の光路中に $\lambda/4$ 波長板121aが配置されている。

[0088] 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、 $\nu_e$ は各レンズのアッベ数、FNOはFナンバー、 $\omega$ 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。

[0089] 数値実施例1

単位 mm

面データ

面番号	$r$	$d$	$n_e$	$\nu_e$
1	$\infty$	0.49	1.88815	40.52
2	1.812	0.79		
3	$\infty$	0.84	1.52300	66.3
4	$\infty$	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)	$\infty$	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)	$\infty$			

## データ

	通常観察状態	近接観察状態
焦点距離	1.00	1.01
FNO.	3.58	3.53
画角 $2\omega$	144.9	139.4
fb (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

[0090] 上述した共通の対物光学系が有する光路分割ユニット120の7つの実施例の条件式対応値を以下に示す。

条件式

$$(1) \quad \Delta L \times n_{pbs} / D_y$$

$$(2) \quad d / |\Delta n|$$

$\Delta n = n_e - n_o$  (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)

$LiNbO_3$ は負の複屈折、 $YVO_4$ は正の複屈折を有する。

	実施例1	実施例2	実施例3	
条件式(1)	0.067	0.047	0.121	
条件式(2)	4.546	0.865	0.865	
結晶材料	$LiNbO_3$	$YVO_4$	$YVO_4$	
d	0.4	0.2	0.2	
$\Delta n$	-0.08798	0.23122	0.23122	
$\Delta L1$	0.05	0.05	0.1	
$\Delta L2$	-0.0073	0.0102	0.0102	
$\Delta L$	0.0573	0.0398	0.0898	
npbs	1.64129	1.64129	1.75844	
$D_y$	1.4	1.4	1.3	
	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7
条件式(1)	0.012	0.003	0.018	0.15
条件式(2)	5.683	0.716	0.086	0.432
結晶材料	$LiNbO_3$	$LiNO_3$	$YVO_4$	$YVO_4$

d	0.5	0.063	0.02	0.1
$\Delta n$	-0.08798	-0.08798	0.23122	0.23122
$\Delta L1$	0.01	0.007	0.01	0.1
$\Delta L2$	-0.0092	-0.00011	0.001	0.0051
$\Delta L$	0.0192	0.0081	0.009	0.0949
npbs	1.75844	1.51825	1.51825	1.64129
Dy	2.8	4	0.76	1.04

[0091] 次に、実施例1から実施例7の特徴を説明する。

(A) 実施例1は、 $\lambda/4$ 波長板の素材にLiNbO<sub>3</sub>を用いた代表例である。

(B) 実施例2は、 $\lambda/4$ 波長板の素材に、より複屈折の大きいYVO<sub>4</sub>を用いて、薄肉化した例である。

(C) 実施例3は、 $\lambda/4$ 波長板の素材をYVO<sub>4</sub>とし、薄肉化し、偏光ビームスプリッターの硝材をS-YGH51(OHARA社製)として、偏光ビームスプリッターの屈折率を高くすることで、消光比を向上した例である。また、実施例3は、条件式(1)の上限近くまでスライド量(製造誤差の調整量)を許容し、代わりに偏光ビームスプリッターの部品公差を緩和する事で安価としている。

(D) 実施例4は、 $\lambda/4$ 波長板の素材をLiNbO<sub>3</sub>とし、条件式(2)を上限値として扱い易く厚肉化している。偏光ビームスプリッターの硝材は、実施例3と同様に、S-YGH51(OHARA社製)として、消光比を向上した例である。また、実施例4は、偏光ビームスプリッターの部品公差を高精度として、条件式(1)の下限近くまで、調整に必要なスライド量を小さくしている。従って、撮像素子を高画素化しても、必要以上に内視鏡先端サイズが大きくなる事はない。

(E) 実施例5は、実施例4より更に高画素の内視鏡、例えば4K画像用の撮像素子を用いた内視鏡を想定した例である。 $\lambda/4$ 波長板の素材をより



薄肉化し、複屈折による結像位置のズレ量を条件式（１）の下限まで小さくする事で小型化を図っている。併せて、偏光ビームスプリッターの硝材は、部品公差は高精度を狙いながら、比較的安価で一般的なS-B S L 7（O H A R A社製）とした例である。

（F）実施例6は、小型の撮像素子を用いた経鼻内視鏡などを想定した例である。偏光ビームスプリッターはS-B S L 7（O H A R A社製）を用い、撮像素子の小型化に伴い、 $Dy = 0.76\text{mm}$ と1mm未満まで小型化している。また、本偏光ビームスプリッターは小型化と併せて、部品公差も高精度としている。更に、 $\lambda/4$ 波長板の素材を $YVO_4$ とし、条件式（２）の下限值まで薄肉化する事で、内視鏡先端サイズの小型化に貢献した例である。

（G）実施例7は、 $\lambda/4$ 波長板の薄肉加工と偏光ビームスプリッターの加工に関して、その加工難易度を条件式（１）の上限まで緩和し、製造コストを下げた例である。そして、加工難易度の緩和、製造コストの低減と共に、実施例6と同様に、内視鏡先端部の小型を狙った形態となっている。

[0092] なお、上述の内視鏡システムは、複数の構成を同時に満足してもよい。このようにすることが、良好な内視鏡システムを得る上で好ましい。また、好ましい構成の組み合わせは任意である。また、各条件式について、より限定した条件式の数値範囲の上限値あるいは下限値のみを限定しても構わない。

[0093] 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。

### 産業上の利用可能性

[0094] 以上のように、本発明は、偏光解消効果を十分得ながら、複屈折にて生じる結像位置のズレをコンパクトな構成で補正することが出来る内視鏡システム及び内視鏡システムの調整方法に有用である。

### 符号の説明

- [0095] O B L 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
  - 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
  - 2 4 a 信号コネクタ
  - 2 5 アクチュエータ制御部

- 26 スイッチ
- 27 a 信号線
- 30 画像プロセッサ (画像処理部)
- 31 画像読出部
- 32 画像補正処理部
- 33 画像合成処理部
- 34 後段画像処理部
- 35 画像出力部
- 36 調光部
- 37 補正パラメータ格納部
- 39 制御部
- 120 光路分割ユニット
- 121 偏光ビームスプリッター
  - 121 a  $\lambda/4$  波長板
  - 121 b 物体側のプリズム (第1プリズム)
  - 121 c ミラー
  - 121 d  $\lambda/4$  板シート
  - 121 e 像側のプリズム (第2プリズム)
  - 121 f 偏光分離膜
- 122 撮像素子
  - 122 a、122 b 受光領域
  - 122 c 補正画素領域
- 130 プリズム駆動部
- 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

S 明るさ絞り（絞り）

L 1 - L 1 0 レンズ

I 結像面（撮像面）

A 第2光路

B 第1光路

S L ビームスプリット面

## 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、前記撮像素子で撮像した像を合成して1つの画像とする画像合成部を有する画像処理部と、を有し、

1つの複屈折素材からなる $\lambda/4$ 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、

前記光路分割ユニットは、物体側から順に、第1プリズムと、第2プリズムと、を有し、

前記第1プリズムと前記第2プリズムとを貼り合わせたビームスプリット面を有し、

前記光路分割ユニットは、前記ビームスプリット面でP偏光を透過する第1光路と、S偏光を反射する第2光路とに光を分割し、

前記第1プリズムと前記第2プリズムとは、前記ビームスプリット面をスライドさせて、前記第1光路の光路長と前記第2光路の光路長とを調整し、複屈折を有する前記 $\lambda/4$ 波長板で生じた常光のピント位置と異常光のピント位置とのズレ量をキャンセルする位置に配置され、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。

$$0.01 < \Delta L \times n_p b_s / D_y \leq 0.15 \quad (1)$$

$$0.09 \leq d / |\Delta n| \leq 5.7 \quad (2)$$

ここで、

$\Delta L$ は、前記光路分割ユニットにおける前記第1光路に対する前記第2光路の光路長差の調整量(空気換算長)、

$\Delta L = |\Delta L_1 - \Delta L_2|$ であって、

$\Delta L_1$ は、前記光路分割ユニットの製造誤差で生じる光路長差(空気換算長)、

$\Delta L_2$ は、前記 $\lambda/4$ 波長板によって生じるピント位置のズレ量(

空気換算長)、

$n_{ps}$  は、前記光路分割ユニットの e 線の屈折率、

$D_y$  は、前記光路分割ユニットが前記第 1 プリズムと前記第 2 プリズムとを相対的にスライド調整する方向の初期寸法、

$d$  は、前記  $\lambda/4$  波長板の厚み、

$\Delta n$  は、前記  $\lambda/4$  波長板の e 線の複屈折、

である。

[請求項2] 前記  $\lambda/4$  波長板の複屈折素材は、 $LiNbO_3$ 、 $YVO_4$ 、方解石、 $\alpha-BBO$  のいずれかであ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] 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、前記撮像素子で撮像した像を合成して 1 つの画像とする画像合成部を有する画像処理部と、を有し、

1 つの複屈折素材からなる  $\lambda/4$  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、

前記光路分割ユニットは、物体側から順に、第 1 プリズムと、第 2 プリズムと、を有し、

前記第 1 プリズムと前記第 2 プリズムとを貼り合わせたビームスプリット面を有し、

前記光路分割ユニットは、前記ビームスプリット面で P 偏光を透過する第 1 光路と、S 偏光を反射する第 2 光路とに光を分割する内視鏡システムの調整方法であって、

前記ビームスプリット面をスライドさせて、第 1 光路と第 2 光路の光路長を調整することにより、製造誤差を調整するスライド工程と、

複屈折を有する前記  $\lambda/4$  波長板で生じた常光のピント位置と異常光のピント位置とのズレ量をキャンセルするキャンセル工程と、を有することを特徴とする内視鏡システムの調整方法。

[請求項4] 以下の条件式（１）、（２）を満足することを特徴とする請求項３に記載の内視鏡システムの調整方法。

$$0.01 < \Delta L \times n p b s / D y \leq 0.15 \quad (1)$$

$$0.09 \leq d / |\Delta n| \leq 5.7 \quad (2)$$

ここで、

$\Delta L$  は、前記光路分割ユニットにおける前記第１光路に対する前記第２光路の光路長差の調整量（空気換算長）、

$\Delta L = |\Delta L 1 - \Delta L 2|$  であって、

$\Delta L 1$  は、前記光路分割ユニットの製造誤差で生じる光路長差（空気換算長）、

$\Delta L 2$  は、前記  $\lambda / 4$  波長板によって生じるピント位置のズレ量（空気換算長）、

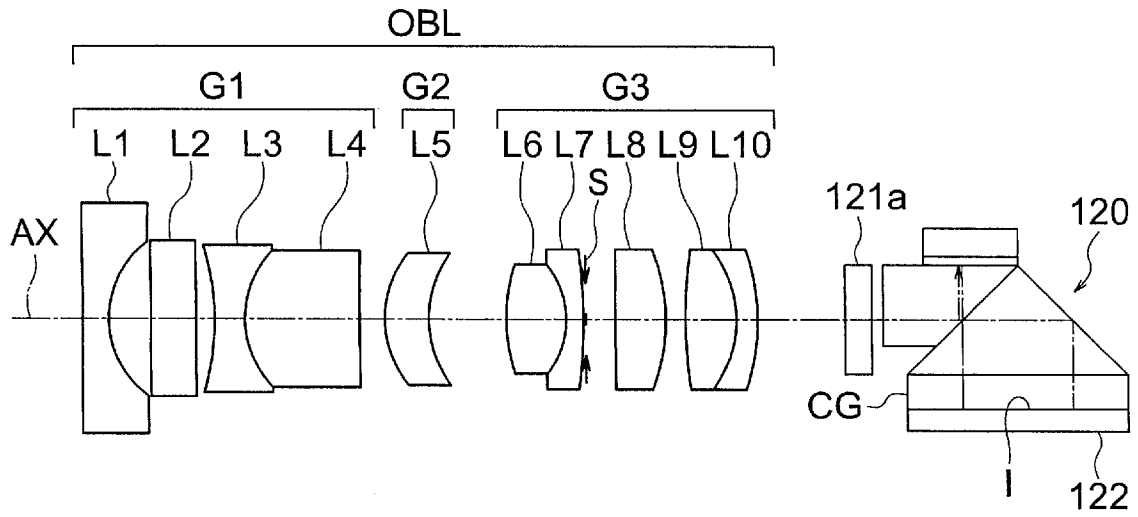
$n p b s$  は、前記光路分割ユニットの  $e$  線の屈折率、

$D y$  は、前記光路分割ユニットが前記第１プリズムと前記第２プリズムとを相対的にスライド調整する方向の初期寸法、

$d$  は、前記  $\lambda / 4$  波長板の厚み、

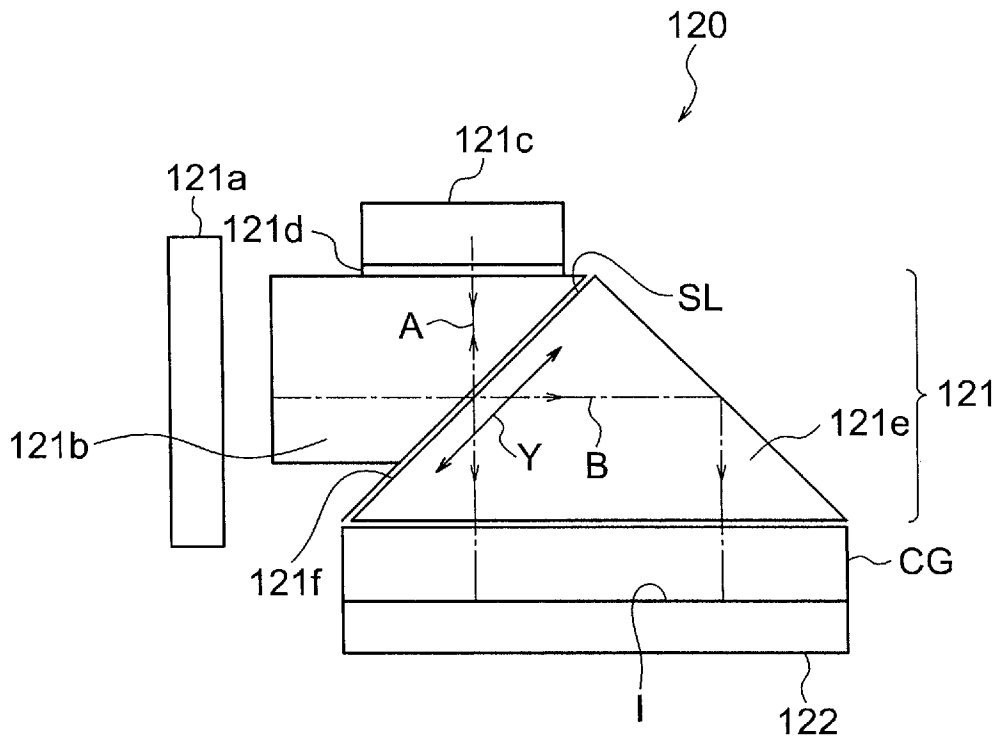
$\Delta n$  は、前記  $\lambda / 4$  波長板の  $e$  線の複屈折、  
である。

[図1]

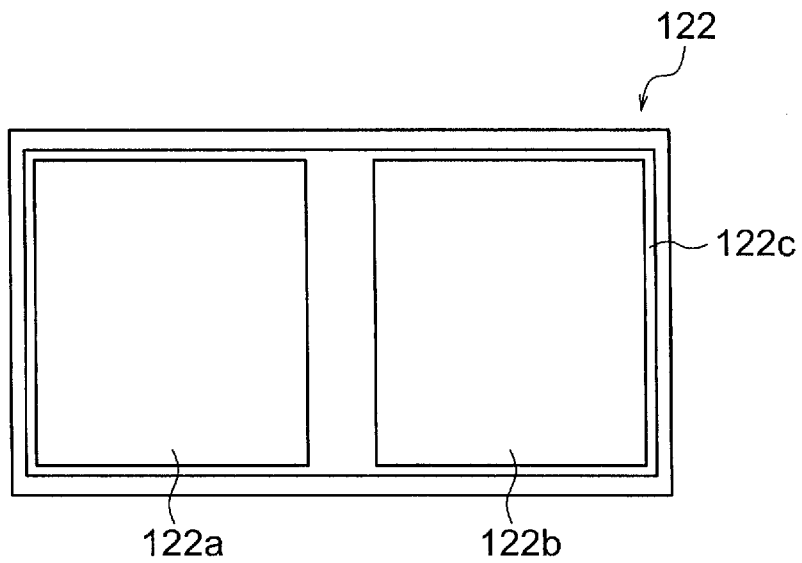




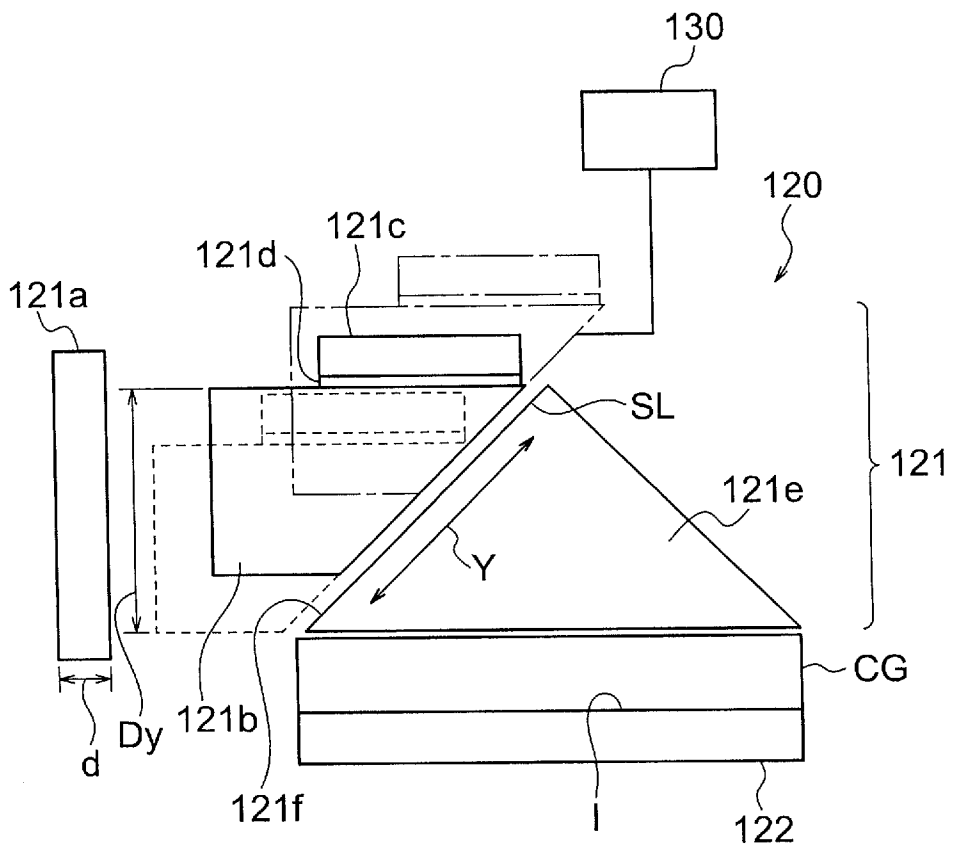
[図2]



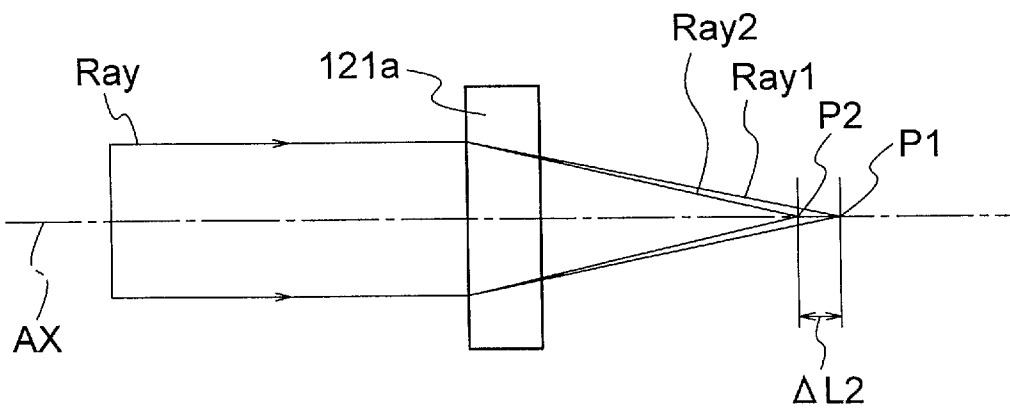
[図3]



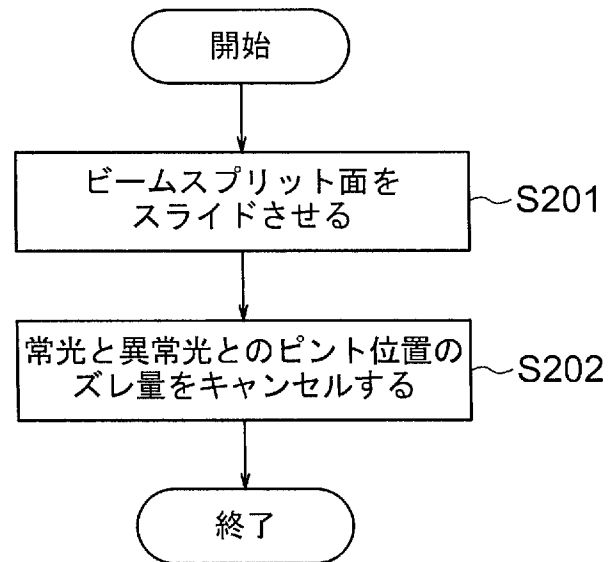
[図4]



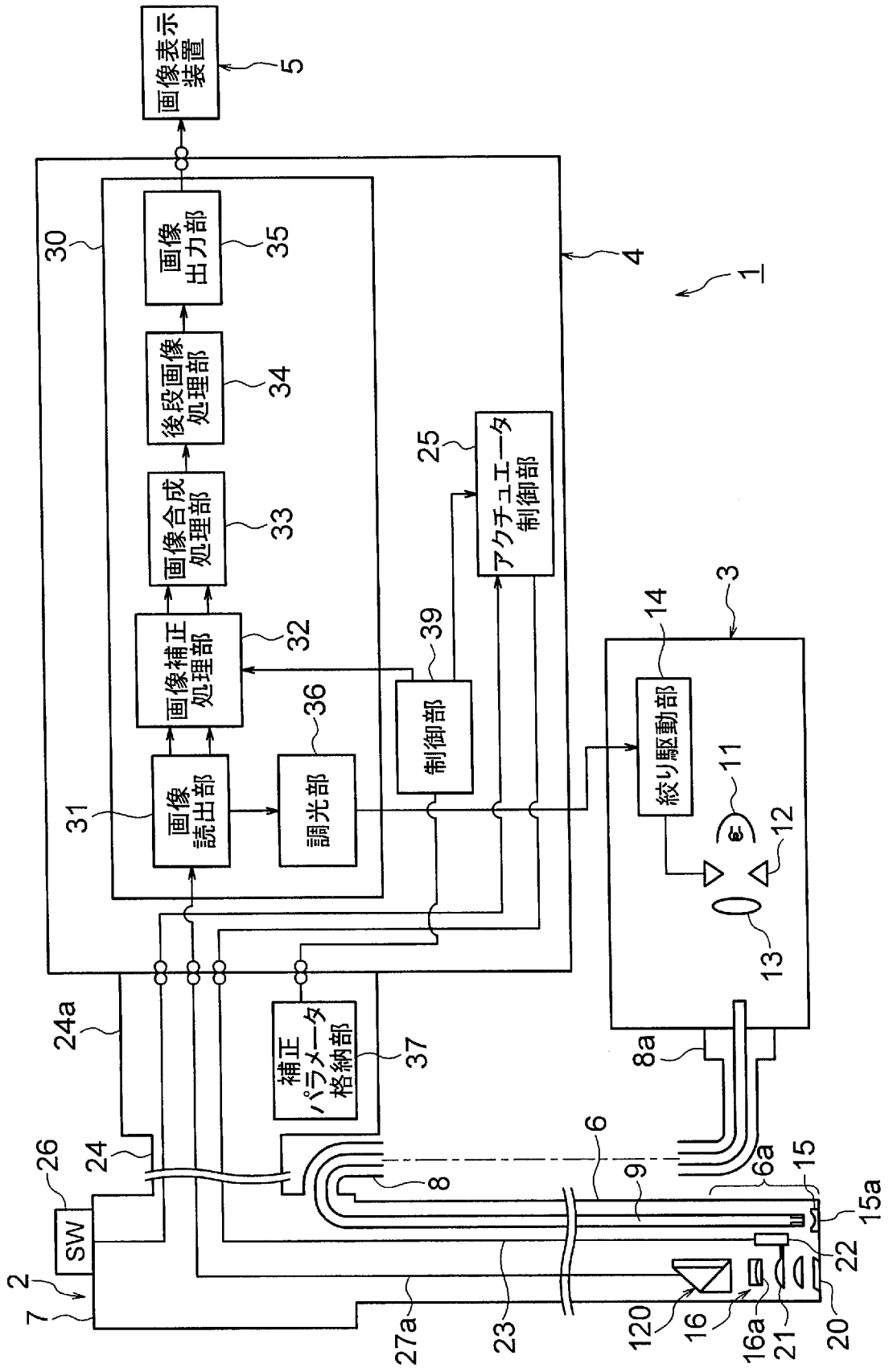
[図5]



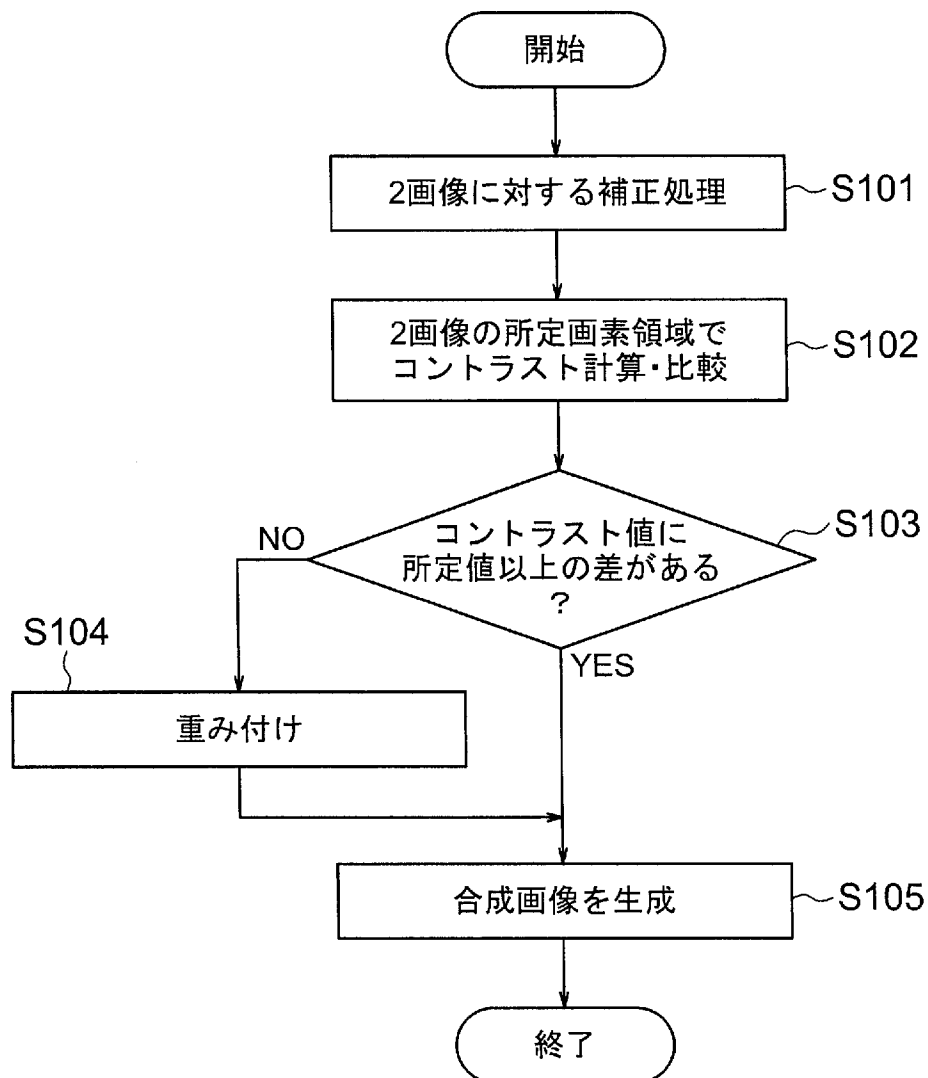
[図6]



[図7]

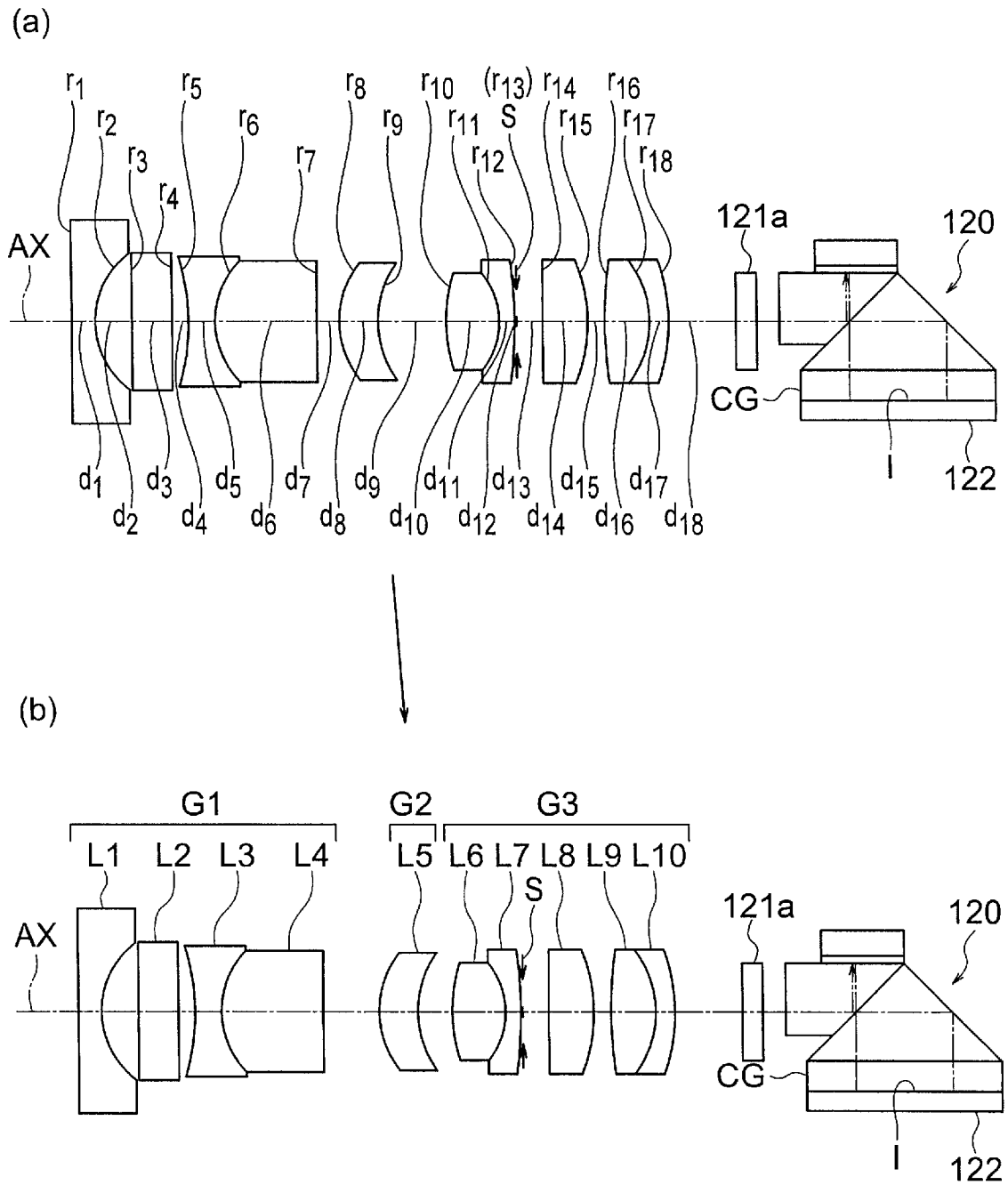


[図8]





[図10]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/009799

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. G02B23/26 (2006.01) i, A61B1/00 (2006.01) i, G02B5/04 (2006.01) i, G02B5/30 (2006.01) i

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)

Int.Cl. G02B23/26, A61B1/00, G02B5/04, G02B5/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
Y A	WO 2014/002740 A1 (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORPORATION) 03 January 2014, fig. 12, etc. & US 2014/0176692 A1, fig. 12, etc. & EP 2868254 A1 & CN 104219990 A	3 1-2, 4
Y	JP 2012-159784 A (CANON INC.) 23 August 2012, abstract, paragraphs [0026], [0032], etc. (Family: none)	3

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 04.06.2018	Date of mailing of the international search report 19.06.2018
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/009799

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-107477 A (NEC CORPORATION) 09 April 2003, paragraph [0042], etc. & US 2003/0016325 A1, paragraph [0044], etc. & TW 591298 B & KR 10-2003-0011572 A & CN 1399162 A	3
Y	WO 2008/052405 A1 (SHANGHAI MICRO ELECTRONICS EQUIPMENT CO., LTD.) 08 May 2008, fig. 8(c), etc. & CN 1949087 A	3
Y	JP 62-220919 A (TOSHIBA CORPORATION) 29 September 1987, fig. 4(c), etc. (Family: none)	3
Y	JP 05-164990 A (FUJITSU LIMITED) 29 June 1993, fig. 1, 2, 6, 8, etc. (Family: none)	3
A	JP 2012-216599 A (SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD.) 08 November 2012, paragraph [0028], etc. (Family: none)	2

[What is examined]

1. "Dy", or one of the constituent elements of the conditional expression (1) defined in claim 1 and claim 4, is defined by the claims as "an initial dimension in the direction in which the optical path splitting unit relatively slide-adjusts the first prism and the second prism". However, "Dy" disclosed as a specific example in the description of the present international application is the following one alone, as indicated in paragraph [0047] and fig. 4: a value of the difference in a direction orthogonal to the optical axis of an objective optical system, or the like between the position where the first prism is located before subjected to adjustment (the position indicated in a solid line) and the position where the first prism is located after subjected to adjustment in a certain direction (the position indicated in a broken line) corresponds to "Dy". The two definitions are inconsistent with each other; it is unclear what the conditional expression (1) defines.

Accordingly, the invention of claims 1 and 4 goes beyond the scope disclosed in the description, and thus does not fulfill the requirement for support under PCT Article 6.

In consequence, examination on the present international application has been carried out in the scope supported and disclosed by the description; that is to say, it is deemed that the constituent element in question is those provided with the configuration pointed out above (a value of the difference in a direction orthogonal to the optical axis of an objective optical system, or the like between the position where the first prism is located before subjected to adjustment and the position where the first prism is located after subjected to adjustment in a certain direction corresponds to "Dy").

2. Although the conditional expression (2) defined in claim 1 and claim 4 specifies as a range, a value that is not dimensionless quantity, the unit for a boundary value is not defined (the expression varies depending on the size of the optical system; it can also be said that the range that the expression should assume is not clear).

It is deemed that the unit for the boundary value is "mm", which can be considered to be disclosed somehow in the description, and examination on the present international application has been carried out in accordance therewith.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B23/26(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, G02B5/04(2006.01)i, G02B5/30(2006.01)i

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. G02B23/26, A61B1/00, G02B5/04, G02B5/30

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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
Y A	WO 2014/002740 A1 (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2014.01.03, [図 12]に関する欄等 & US 2014/0176692 A1, 「FIG. 12」に関する欄等 & EP 2868254 A1 & CN 104219990 A	3 1-2, 4
Y	JP 2012-159784 A (キヤノン株式会社) 2012.08.23, [要約]欄、段落 [0026]、[0032]等 (ファミリーなし)	3

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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

「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  
 「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  
 「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)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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  
 「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  
 「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  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04.06.2018

国際調査報告の発送日

19.06.2018

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)

小倉 宏之

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

2V

4464

C (続き) . 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
Y	JP 2003-107477 A (日本電気株式会社) 2003.04.09, 段落 [0042] 等 & US 2003/0016325 A1, 段落[0044]等 & TW 591298 B & KR 10-2003-0011572 A & CN 1399162 A	3
Y	WO 2008/052405 A1 (SHANGHAI MICRO ELECTRONICS EQUIPMENT CO., LTD.) 2008.05.08, FIG. 8(c)に関する欄等 & CN 1949087 A	3
Y	JP 62-220919 A (株式会社東芝) 1987.09.29, 第4図(c)に関する欄等 (ファミリーなし)	3
Y	JP 05-164990 A (富士通株式会社) 1993.06.29, [図1] - [図2]、[図6]、[図8] に関する欄等 (ファミリーなし)	3
A	JP 2012-216599 A (住友大阪セメント株式会社) 2012.11.08, 段落 [0028] 等 (ファミリーなし)	2

## [調査の対象について]

1. 請求項1及び4に規定される条件式(1)の構成要素の一つであるところの「Dy」は、請求項上「前記光路分割ユニットが前記第1プリズムと前記第2プリズムとを相対的にスライド調整する方向の初期寸法」と記載されている。しかしながら、この国際出願における明細書に具体例として記載されているものは、段落[0047]と[図4]において、「Dy」として、第1プリズムの調整前の位置(同図に実線にて記載された位置)とある一方向に調整された後の位置(同図に破線にて記載された位置)との対物光学系等の光軸と直交する方向における差分の値がそれであると記載されているだけであり、両者の間には矛盾が存在し、条件式(1)とは何を規定するものであるのか、その意義は不明なものとなっている。

したがって、請求項1及び4に係る発明は、前記明細書に記載した範囲を超えるものであり、PCT第6条に規定される裏付けに関する要件を満たしていない。

よって、この国際出願に係る調査は、前記明細書に裏付けられ、開示されている範囲、すなわち上記指摘の構成を備えるもの(「Dy」として、第1プリズムの調整前の位置とある一方向に調整された後の位置との対物光学系等の光軸と直交する方向における差分の値がそれである)として行った。

2. 請求項1及び4に規定される条件式(2)は、無次元量でない値が範囲として特定されているにもかかわらず、境界値に単位が規定されていない(当該式は光学系の大きさにより変動するものであるもので、当該式のとるべき範囲が明確でないといえる。)

この国際出願に係る調査は、上記境界値につき、明細書において一応開示されていると考えられる単位であるところの「mm」であるとして行った。