

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02020/089967

発行日 令和3年9月30日(2021.9.30)

(43) 国際公開日 令和2年5月7日(2020.5.7)

(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 23/26 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 7 3 5	2 H 0 8 7
G 0 2 B 13/04 (2006.01)	G 0 2 B 23/26 B	4 C 1 6 1
G 0 2 B 15/15 (2006.01)	G 0 2 B 23/26 C	
	G 0 2 B 13/04 D	
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 26 頁) 最終頁に続く		

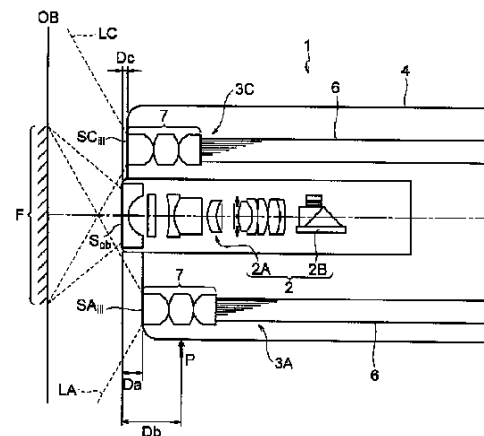
出願番号 特願2020-554615 (P2020-554615)	(71) 出願人 000000376
(21) 国際出願番号 PCT/JP2018/040112	オリンパス株式会社
(22) 国際出願日 平成30年10月29日(2018.10.29)	東京都八王子市石川町2951番地
(81) 指定国・地域 AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, 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, 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, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT	(74) 代理人 100123962 弁理士 斎藤 圭介
	(72) 発明者 片倉 正弘 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内
	Fターム(参考) 2H040 BA13 CA12 CA23 GA02 2H087 KA10 LA01 MA07 MA13 PA06 PA20 PB09 QA01 QA07 QA18 QA22 QA25 QA37 QA41 QA45 RA42 RA43 RA44 SA01 SA14 SA16 SA19 SA63 SA72 SA74 SB04 SB12 SB26 4C161 FF40 FF47 LL02 NN01 PP13

(54) 【発明の名称】 内視鏡

(57) 【要約】

ムラの少ない照明が可能で、被写界深度の広い画像が取得できる内視鏡を提供する。

内視鏡(1)は、複数の照明光学系(3)と、対物光学系(2A)と、光路分割部材(2B)と、を備え、光路分割部材(2B)は、第1の光路と第2の光路を形成する光学素子を有し、第1の光路の光路長は、第2の光路の光路長と異なり、複数の照明光学系(3)から、物体に照明光が照射され、対物光学系(2A)は、最も物体側に位置する物体側入射面を有し、複数の照明光学系(3)の各々は、最も物体側に位置する物体側出射面を有し、物体側出射面の各々は、物体側入射面よりも像側に位置し、以下の条件式(1)を満足する。 $2.0 < D_{\min} / OPL_{diff} < 5.0$ (1)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の照明光学系と、

対物光学系と、

光路分割部材と、を備え、

前記光路分割部材は、第 1 の光路と第 2 の光路を形成する光学素子を有し、

前記第 1 の光路の光路長は、前記第 2 の光路の光路長と異なり、

前記複数の照明光学系から、物体に照明光が照射され、

前記対物光学系は、最も物体側に位置する物体側入射面を有し、

前記複数の照明光学系の各々は、最も物体側に位置する物体側出射面を有し、

前記物体側出射面の各々は、前記物体側入射面よりも像側に位置し、

以下の条件式 (1) を満足することを特徴とする内視鏡。

$$2.0 < D_{\min} / OPL_{\text{diff}} < 5.0 \quad (1)$$

ここで、

$D_{\min}$ は、奥まり量のうち、最小となる奥まり量であり、前記奥まり量は、前記物体側入射面から前記物体側出射面までの光軸方向の距離、

OPL_{diff} は、前記第 1 の光路の光路長と前記第 2 の光路の光路長との差、である。

【請求項 2】

前記対物光学系は、光軸方向に移動するレンズを有し、

前記レンズを移動させることによって、拡大観察と通常観察とが切り替え可能であり、

以下の条件式 (2)、(3) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡。

$$0.1 < D_{\min}^2 / (OPL_{\text{diff}} \times D_{\text{focus}}) < 3.0 \quad (2)$$

$$1.01 < \omega(\text{wide}) / \omega(\text{tele}) < 5.0 \quad (3)$$

ここで、

$D_{\min}$ は、奥まり量のうち、最小となる奥まり量であり、前記奥まり量は、前記物体側入射面から前記物体側出射面までの光軸方向の距離、

OPL_{diff} は、前記第 1 の光路の光路長と前記第 2 の光路の光路長との差、

D_{focus} は、前記レンズの移動量、

$\omega(\text{wide})$ は、通常観察状態における前記対物光学系の画角、

$\omega(\text{tele})$ は、拡大観察状態における前記対物光学系の画角、

である。

【請求項 3】

以下の条件式 (4) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡。

$$0.2 < D_{\text{ave}}^2 / (OPL_{\text{diff}} \times D_{\text{focus}}) < 5.0 \quad (4)$$

ここで、

D_{ave} は、奥まり量の平均であり、前記奥まり量は、前記物体側入射面から前記物体側出射面までの光軸方向の距離、

OPL_{diff} は、前記第 1 の光路の光路長と前記第 2 の光路の光路長との差、

D_{focus} は、前記レンズの移動量、

である。

【請求項 4】

以下の条件式 (5) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡。

$$0.3 < D_{\text{max}}^2 / (OPL_{\text{diff}} \times D_{\text{focus}}) < 8.0 \quad (5)$$

ここで、

D_{max} は、奥まり量のうち、最大となる奥まり量であり、前記奥まり量は、前記物体側入射面から前記物体側出射面までの光軸方向の距離、

OPL_{diff} は、前記第 1 の光路の光路長と前記第 2 の光路の光路長との差、

D_{focus} は、前記レンズの移動量、

である。

10

20

30

40

50

【請求項 5】

前記照明光の光量と射出角度は、前記複数の照明光学系の全てで、略同一であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の内視鏡。

【請求項 6】

3 つの前記照明光学系を有することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の内視鏡。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は内視鏡に関する。

10

【背景技術】**【0002】**

複数の照明光学系を備えた内視鏡が知られている。照明光学系を複数用いることで、視野を均一な明るさで照明できる。

【0003】

特許文献 1 には、第 1 の照明光学系と第 2 の照明光学系とを備えた内視鏡が開示されている。光照射角と出射光量は、第 1 の照明光学系と第 2 の照明光学系とで異なる。この内視鏡の照明光学系では、照明角度の調整と光量の制限とができる。そのため、この内視鏡は、照明ムラを少なくするという点で優れている。

20

【0004】

特許文献 2 には、3 つの照明光学系を備えた内視鏡が開示されている。3 つの照明光学系では、最先端部のレンズ面の各々は、観察光学系の最先端のレンズ面よりも基端側に位置している。照明光学系が 3 次元的に配置されているため、照明ムラを低減することが容易である。

【0005】

特許文献 3 には、対物光学系と光路分割手段とを備えた内視鏡システムが開示されている。光路分割手段によって、ピントの異なる 2 つの光学像が形成される。2 つの光学像から、被写界深度の深い画像が得られる。

【先行技術文献】**【特許文献】**

30

【0006】

【特許文献 1】 5 0 7 5 6 5 8 号公報

【特許文献 2】 5 9 8 9 2 9 0 号公報

【特許文献 3】 5 5 9 3 0 0 4 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

特許文献 1 では、照明光学系の最先端のレンズ面が、対物光学系の最先端のレンズ面よりも基端側に配置されていない。すなわち、照明光学系のレイアウトが最適化されているとは言えない。そのため、照明ムラを十分に低減できていない。

40

【0008】

特許文献 2 では、被写界深度が狭い場合は、照明ムラを十分に低減できる。しかしながら、被写界深度が広がると、照明ムラを十分に低減できない。

【0009】

特許文献 3 では、2 つの照明光学系が用いられている。しかしながら、照明光学系の最先端のレンズ面の位置と、対物光学系の最先端のレンズ面の位置との関係については、開示されていない。

【0010】

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、ムラの少ない照明が可能で、被写界深度の広い画像が取得できる内視鏡を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0011】

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は、

複数の照明光学系と、

対物光学系と、

光路分割部材と、を備え、

光路分割部材は、第1の光路と第2の光路を形成する光学素子を有し、

第1の光路の光路長は、第2の光路の光路長と異なり、

複数の照明光学系から、物体に照明光が照射され、

対物光学系は、最も物体側に位置する物体側入射面を有し、

複数の照明光学系の各々は、最も物体側に位置する物体側出射面を有し、

物体側出射面の各々は、物体側入射面よりも像側に位置し、

以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。

$$2.0 < D_{\min} / OPL_{\text{diff}} < 5.0 \quad (1)$$

ここで、

$D_{\min}$ は、奥まり量のうち、最小となる奥まり量であり、奥まり量は、物体側入射面から物体側出射面までの光軸方向の距離、

OPL_{diff} は、第1の光路の光路長と第2の光路の光路長との差、である。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、ムラの少ない照明が可能で、被写界深度の広い画像が取得できる内視鏡を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本実施形態の内視鏡を示す図である。

【図2】本実施形態の内視鏡を示す図である。

【図3】照明ムラの様子を示す図である。

【図4】被写界深度の概要を示す図である。

【図5】実施例1の対物光学系の断面図である。

【図6】実施例1の対物光学系の収差図である。

【図7】実施例2の対物光学系の断面図である。

【図8】実施例2の対物光学系の収差図である。

【図9】実施例3の対物光学系の断面図である。

【図10】実施例3の対物光学系の収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に、本発明にかかる内視鏡実施形態及び実施例を、図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態及び実施例によりこの発明が限定されるものではない。

【0015】

本実施形態の内視鏡は、複数の照明光学系と、対物光学系と、光路分割部材と、を備え、光路分割部材は、第1の光路と第2の光路を形成する光学素子を有し、第1の光路の光路長は、第2の光路の光路長と異なり、複数の照明光学系から、物体に照明光が照射され、対物光学系は、最も物体側に位置する物体側入射面を有し、複数の照明光学系の各々は、最も物体側に位置する物体側出射面を有し、物体側出射面の各々は、物体側入射面よりも像側に位置し、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。

$$2.0 < D_{\min} / OPL_{\text{diff}} < 5.0 \quad (1)$$

ここで、

$D_{\min}$ は、奥まり量のうち、最小となる奥まり量であり、奥まり量は、物体側入射面か

10

20

30

40

50

ら物体側出射面までの光軸方向の距離、

OP Ldiffは、第1の光路の光路長と第2の光路の光路長との差、である。

【0016】

本実施形態の内視鏡を図1と図2に示す。図1は、内視鏡の先端部の正面図である。図2は、内視鏡の先端部の断面図である。断面図は、図1に示す線X-Xにおける断面図である。

【0017】

内視鏡1は、対物光学系2Aと、光路分割部材2Bと、複数の照明光学系3と、を備える。対物光学系2Aと光路分割部材2Bとで、対物ユニット2が形成されている。対物ユ 10
ニット2と複数の照明光学系3は、挿入部の先端部4に配置されている。先端部4には、鉗子口5が形成されている。

【0018】

対物光学系2Aは、例えば、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、明るさ絞りと、正の屈折力を有する第3レンズ群と、を有する。

【0019】

第1レンズ群には、光学フィルタが配置されている。ただし、光学フィルタを配置する場所は、第1レンズ群に限られない。また、光学フィルタは配置されていなくても良い。

【0020】

光路分割部材2Bは、対物光学系2Aの像側に配置されている。光路分割部材2Bは、光学素子を有する。光学素子は、光学面を有する。光学面では、入射光が、反射光と透過光に分かれる。その結果、例えば、反射光の進行方向に第1の光路が形成され、透過光の進行方向に第2の光路が形成される。このように、光路分割部材2Bで、第1の光路と第2の光路が形成される。 20

【0021】

第1の光路には、第1の光学像が形成される。第2の光路には、第2の光学像が形成される。第1の光学像と第2の光学像は、同一平面上に形成される。ただし、対物ユニット2では、第1の光路の光路長は、第2の光路の光路長と異なる。そのため、2つの光学像が形成される平面と共役な物体位置は、第1の光路と第2の光路とで異なる。このように、対物ユニット2では、物体位置が異なる2つの光学像が形成される。 30

【0022】

第1の光学像と第2の光学像を撮像することで、第1の画像と第2の画像が得られる。第1の画像と第2の画像の各々には、ピントの合った領域と、ピントの合っていない領域が含まれている。そこで、ピントの合った領域だけを使って画像を合成する。このようにすることで、被写界深度が広がった画像を取得することができる。

【0023】

複数の照明光学系3は、照明光学系3Aと、照明光学系3Bと、照明光学系3Cと、を有する。照明光学系3A、照明光学系3B、及び照明光学系3Cは、対物ユニット2の周囲に設けられている。 40

【0024】

照明光学系3Aと照明光学系3Cは、各々、光ファイババンドル6と、レンズ群7と、を有する。図示されていないが、照明光学系3Bも、光ファイババンドル6と、レンズ群7と、を有する。

【0025】

光ファイババンドル6は、光源（不図示）からの照明光Lを、レンズ群7まで導光する。レンズ群7は、光ファイババンドル6の出射端に配置されている。レンズ群7によって、照明光が発散光として先端部4から射出される。照明光は、物体OBに照射される。

【0026】

照明光学系の数は、3つに限定されない。照明光学系の数は、2つ、または4つ以上で 50

あってもよい。

【0027】

対物光学系2Aは、物体側入射面 S_{ob} を有する。物体側入射面 S_{ob} は、対物光学系2Aにおいて最も物体側に位置している。

【0028】

照明光学系3Aは、物体側出射面 $S_{A_{ill}}$ を有する。物体側出射面 $S_{A_{ill}}$ は、照明光学系3Aにおいて最も物体側に位置している。照明光学系3Bは、物体側出射面 $S_{B_{ill}}$ を有する。物体側出射面 $S_{B_{ill}}$ は、照明光学系3Bにおいて最も物体側に位置している。照明光学系3Cは、物体側出射面 $S_{C_{ill}}$ を有する。物体側出射面 $S_{C_{ill}}$ は、照明光学系3Cにおいて最も物体側に位置している。

10

【0029】

照明光学系3Aの光軸、照明光学系3Bの光軸、及び照明光学系3Cの光軸は、対物光学系2Aの光軸と略平行である。また、物体側入射面 S_{ob} 、物体側出射面 $S_{A_{ill}}$ 、物体側出射面 $S_{B_{ill}}$ 、及び物体側出射面 $S_{C_{ill}}$ は平面で、各面の法線は略平行である。よって、照明光Lの出射方向と対物光学系2Aにおける観察方向とが、略平行になる。

【0030】

照明光学系3Aからは、照明光LAが射出される。照明光学系3Cからは、照明光LCが射出される。照明光LAの一部と照明光LCの一部とによって、観察光学系3の視野Fが照明される。図示はしないが、照明光学系3Bからも、照明光が射出される。照明光学系3Bから射出された照明光の一部も、視野Fを照明する

20

【0031】

視野Fは、3方向から照明される。視野Fにおける照度分布は、照明光学系3Aからの照明光LA、照明光学系3Bからの照明光、及び照明光学系3Cからの照明光LCの足し合わせたものとなる。

【0032】

図2に示すように、内視鏡1では、物体側出射面 $S_{A_{ill}}$ と物体側出射面 $S_{C_{ill}}$ は、物体側入射面 S_{ob} よりも像側に位置している。また、図2では、照明光学系3Bは図示されていないが、矢印Pで示す位置が物体側出射面 $S_{B_{ill}}$ の位置である。よって、物体側出射面 $S_{B_{ill}}$ も、物体側入射面 S_{ob} よりも像側に位置している。

【0033】

物体側出射面 $S_{A_{ill}}$ は、物体側出射面 $S_{C_{ill}}$ よりも像側に位置している。また、物体側出射面 $S_{B_{ill}}$ は、物体側出射面 $S_{A_{ill}}$ よりも像側に位置している。この様に、物体側入射面から物体側出射面までの距離（以下、「奥まり量」という）は、各照明光学系で異なる。内視鏡1では、奥まり量の関係は、以下のようになっている。

30

$$D_b < D_a < D_c$$

ここで、

D_a は、物体側入射面 S_{ob} から物体側出射面 $S_{A_{ill}}$ までの距離、

D_b は、物体側入射面 S_{ob} から物体側出射面 $S_{B_{ill}}$ までの距離、

D_c は、物体側入射面 S_{ob} から物体側出射面 $S_{C_{ill}}$ までの距離、

である。

40

【0034】

上述のように、本実施形態の内視鏡では、被写界深度が広がった画像を取得することができる。これは、対物ユニット2が、第1の光路と第2の光路とを有すると共に、第1の光路の光路長と第2の光路の光路長との間に差を有しているからである。

【0035】

第1の光路の光路長と第2の光路の光路長の差（以下、「光路長差」という）を大きくすればするほど、被写界深度が広がる。被写界深度が広がると、被写界深度における遠点の位置は、対物ユニット2から遠ざかる。また、被写界深度における近点の位置は、対物ユニット2に近づく。

【0036】

50

照明ムラの様子を図 3 に示す。図 3 には、被写界深度が広がる前の近点の位置 P_{OB1} と、被写界深度が広がった後の近点の位置 P_{OB2} が示されている。また、参考として、近点の位置 P_{OB3} が示されている。近点の位置 P_{OB3} は、近点の位置 P_{OB2} よりも対物ユニット 2 の近くに位置している。

【 0 0 3 7 】

照明光学系 3 A から射出された照明光 L A の照明範囲は、照明光学系から物体までの距離に応じて変化する。照明光学系 3 B と照明光学系 3 C についても、同様である。

【 0 0 3 8 】

物体位置が位置 P_{OB1} の場合、位置 P_{OB1} では、照明光 L A の一部と照明光 L C の一部とが重なっている。2 つの照明光が重なっている範囲が、太線で示されている。2 つの照明光が重なっている範囲は、視野 F と略一致している。この場合、視野 F での照明ムラは少ない。

10

【 0 0 3 9 】

物体位置が位置 P_{OB2} の場合、位置 P_{OB2} でも、照明光 L A の一部と照明光 L C の一部とが重なっている。2 つの照明光が重なっている範囲が、太線で示されている。2 つの照明光が重なっている範囲は、視野 F の一部に限られている。

【 0 0 4 0 】

この場合、2 つの照明光が重なっている範囲と、2 つの照明光が重なっていない範囲とで、照明光の明るさに違いが生じる。そのため、位置 P_{OB1} における照明と比べると、位置 P_{OB2} における照明の方が、照明ムラが大きく目立つ。

20

【 0 0 4 1 】

物体位置が位置 P_{OB3} の場合、近点の位置 P_{OB3} では、照明光 L A と照明光 L B とが重ならなくなってしまう。2 つの照明光が照射されない範囲が、太線で示されている。この場合、視野 F の一部で照明されないため、観察に支障が生じる。

【 0 0 4 2 】

このように、被写界深度が広がると、特に近点の位置で、照明ムラが目立つようになる。

【 0 0 4 3 】

物体側入射面 S_{ob} は、最も物体側に位置している。そのため、例えば、物体側入射面 S_{ob} と物体側出射面 $S_{A_{ill}}$ との間には、段差が生じる。段差が大きいほど、段差の側面 4 a の長さも長くなる。そのため、像側に向かって、物体側出射面 $S_{A_{ill}}$ が物体側入射面 S_{ob} から遠ざかると、照明光の一部が側面 4 a で遮られてしまうようになる。

30

【 0 0 4 4 】

この場合、近点の位置だけでなく、遠点の位置でも照明ムラが目立つようになる。よって、被写界深度が広がった画像が取得できる装置では、光路長差と奥まり量とが、適切に設定されていることが重要になる。

【 0 0 4 5 】

このようなことから、本実施形態の内視鏡は、条件式 (1) を満足する。条件式 (1) は、奥まり量の最小 (以下「最小奥まり量」という) と光路長差に関する条件式である。

【 0 0 4 6 】

条件式 (1) を満足することで、光路長差と最小奥まり量との関係を適切にすることができる。そのため、被写界深度が広がった画像を取得する場合であっても、照明ムラを十分に低減することが可能になる。

40

【 0 0 4 7 】

値が条件式 (1) の下限値を下回る場合、最小奥まり量が小さくなりすぎる。そのため、照明ムラが顕著に発生してしまう。

【 0 0 4 8 】

最小奥まり量がゼロの場合では、物体側出射面 $S_{A_{ill}}$ の位置が、物体側入射面 S_{ob} の位置と一致している。そのためには、例えば、物体側出射面 $S_{A_{ill}}$ が物体側に移動させれば良い。ただし、物体側出射面 $S_{A_{ill}}$ が物体側に移動すると、位置 P_{OB1} と位置 P_{OB2}

50

では、2つの照明光が重なっている範囲が減少する。また、位置 P_{OB3} では、2つの照明光が照射されない範囲が増大する。

【0049】

値が条件式(1)の上限値を上回る場合、最小奥まり量が大きくなりすぎる。この場合、照明光の一部が側面4aで遮られる。そのため、照明光の一部は先端部から射出されなくなる。その結果、照度ムラが顕著に発生してしまう。

【0050】

条件式(1)に代えて、以下の条件式(1')を満足することが好ましい。

$$2.5 \leq D_{\min} / OPL_{\text{diff}} \leq 3.0 \quad (1')$$

条件式(1)に代えて、以下の条件式(1'')を満足することが好ましい。

$$2.8 \leq D_{\min} / OPL_{\text{diff}} \leq 1.0 \quad (1'')$$

10

【0051】

被写界深度が広がった画像の取得では、撮像素子が用いられる。2つの光学像は、一つの撮像素子で撮像することが好ましい。このようにすると、撮像素子が一つですむため、コストを低減できる。

【0052】

本実施形態の内視鏡では、対物光学系は、光軸方向に移動するレンズを有し、レンズを移動させることによって、拡大観察と通常観察とが切り替え可能であり、以下の条件式(2)、(3)を満足することが好ましい。

$$0.1 < D_{\min}^2 / (OPL_{\text{diff}} \times D_{\text{focus}}) < 3.0 \quad (2)$$

$$1.01 < \omega(\text{wide}) / \omega(\text{tele}) < 5.0 \quad (3)$$

20

ここで、

$D_{\min}$ は、奥まり量のうち、最小となる奥まり量であり、奥まり量は、物体側入射面から物体側出射面までの光軸方向の距離、

OPL_{diff} は、第1の光路の光路長と第2の光路の光路長との差、

D_{focus} は、レンズの移動量、

$\omega(\text{wide})$ は、通常観察状態における対物光学系の画角、

$\omega(\text{tele})$ は、拡大観察状態における対物光学系の画角、

である。

【0053】

30

被写界深度の概要を図4に示す。(a)は第1光学系における被写界深度、(b)は第2光学系における被写界深度、(c)は第3光学系における被写界深度、(d)は第4光学系における被写界深度を示している。

【0054】

位置 F_{nor} は、通常観察における合焦位置である。位置 F_{mag} は、拡大観察における合焦位置である。拡大観察における物体の位置は、通常観察における物体位置よりも光学系に近い。拡大観察では、顕微鏡観察のように、高い倍率で物体を観察することができる。

【0055】

各光学系の違いは、以下の通りである。

	レンズの移動	光路分割部材
第1光学系	なし	なし
第2光学系	なし	あり
第3光学系	あり	なし
第4光学系	あり	あり

40

【0056】

第1光学系では、通常観察ができる。第1光学系は、光路分割部材を備えていない。そのため、被写界深度が広がった画像は取得できない。第1光学系における被写界深度は、位置 DFN_{fa} から位置 DFN_{fe} までの範囲である。

【0057】

第2光学系では、通常観察ができる。第2光学系は、光路分割部材を備えている。その

50

ため、被写界深度が広がった画像を取得できる。

【 0 0 5 8 】

第 1 の光路における被写界深度は、位置 $DFN1_{fa}$ から位置 $DFN1_{ne}$ までの範囲である。第 2 の光路における被写界深度は、位置 $DFN2_{fa}$ から位置 $DFN2_{ne}$ までの範囲である。よって、第 2 光学系における被写界深度は、位置 $DFN1_{fa}$ から位置 $DFN2_{ne}$ までの範囲である。

【 0 0 5 9 】

第 3 光学系では、通常観察と拡大観察とができる。第 3 光学系は、光路分割部材を備えていない。そのため、通常観察と拡大観察のどちらにおいても、被写界深度が広がった画像は取得できない。

【 0 0 6 0 】

通常観察における被写界深度は、位置 DFN_{fa} から位置 DFN_{ne} までの範囲である。拡大観察における被写界深度は、位置 DFM_{fa} から位置 DFM_{ne} までの範囲である。

【 0 0 6 1 】

第 4 光学系では、通常観察と拡大観察とができる。第 4 光学系は、光路分割部材を備えている。そのため、通常観察と拡大観察のどちらにおいても、被写界深度が広がった画像が取得できる。

【 0 0 6 2 】

通常観察では、第 1 の光路における被写界深度は、位置 $DFN1_{fa}$ から位置 $DFN1_{ne}$ までの範囲である。第 2 の光路における被写界深度は、位置 $DFN2_{fa}$ から位置 $DFN2_{ne}$ までの範囲である。よって、通常観察における被写界深度は、位置 $DFN1_{fa}$ から位置 $DFN2_{ne}$ までの範囲である。

【 0 0 6 3 】

拡大観察では、第 1 の光路における被写界深度は、位置 $DFM1_{fa}$ から位置 $DFM1_{ne}$ までの範囲である。第 2 の光路における被写界深度は、位置 $DFM2_{fa}$ から位置 $DFM2_{ne}$ までの範囲である。よって、拡大観察における被写界深度は、位置 $DFM1_{fa}$ から位置 $DFM2_{ne}$ までの範囲である。

【 0 0 6 4 】

第 3 光学系における位置 DFM_{ne} と、第 4 光学系における位置 $DFM2_{ne}$ は、被写界深度における近点の位置である。(c) と (d) を比較して分かるように、位置 $DFM2_{ne}$ は、位置 DFM_{ne} よりも、光学系の近くに位置している。

【 0 0 6 5 】

上述のように、近点の位置が先端部に近づくにつれて、照明ムラが目立つようになる。そのため、通常観察と拡大観察とができる光学系では、光路長差と奥まり量とが適切に設定されているに加えて、レンズの移動量が適切に設定されていることが重要になる。

【 0 0 6 6 】

条件式 (2) は、最小奥まり量、光路長差、及びレンズの移動量に関する条件式である。条件式 (2) を満足することで、最小奥まり量、光路長差、及びレンズの移動量の関係を適切にすることができる。そのため、拡大観察において被写界深度が広がった画像を取得する場合であっても、照明ムラを十分に低減することが可能になる。

【 0 0 6 7 】

拡大観察では、近点の位置が、先端部に近くなる。条件式 (2) を満足することで、拡大観察における近点の位置でも、ムラの少ない照明ができる。

【 0 0 6 8 】

値が条件式 (2) の下限値を下回る場合、最小奥まり量が小さくなりすぎる。そのため、照明ムラが顕著に発生してしまう。値が条件式 (2) の上限値を上回る場合、最小奥まり量が大きくなりすぎる。そのため、照明ムラが顕著に発生してしまう。照明ムラの発生原因については、条件式 (1) に関する技術的意義で説明したとおりである。

【 0 0 6 9 】

条件式 (3) は、拡大観察と通常観察での画角の変化を規定する条件式である。条件式

10

20

30

40

50

を(3)を満足することで、適切な画角変化が生じる。拡大観察における視野の広さを、通常観察における視野の広さと異ならせつつ、拡大観察時の照明ムラを低減できる。

【0070】

拡大観察の特徴は、通常観察に比べて詳細な観察ができることである。条件式(3)の下限値を下回る場合、レンズが移動しても、画角変化がほとんど生じない。そのため、拡大観察の特徴を生かすことができない。

【0071】

値が条件式(3)の上限値を上回る場合、レンズの移動による画角の変化が大きくなりすぎる。この場合、拡大観察における画角が著しく小さくなる。拡大観察をするためには、通常観察で、観察したい部位と視野の中心との位置合わせを行う。拡大観察における画角が著しく小さいと、通常観察での位置合わせに時間がかかる。そのため、スムーズな観察が困難になる。

10

【0072】

条件式(2)に代えて、以下の条件式(2')を満足することが好ましい。

$$0.5 < D_{\min}^2 / (OPL_{\text{diff}} \times D_{\text{focus}}) < 1.0 \quad (2')$$

条件式(2)に代えて、以下の条件式(2'')を満足することが好ましい。

$$1.0 < D_{\min}^2 / (OPL_{\text{diff}} \times D_{\text{focus}}) < 6.5 \quad (2'')$$

【0073】

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。

$$1.02 < \omega(\text{wide}) / \omega(\text{tele}) < 2.0 \quad (3')$$

20

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。

$$1.03 < \omega(\text{wide}) / \omega(\text{tele}) < 1.1 \quad (3'')$$

【0074】

本実施形態の内視鏡は、以下の条件式(4)を満足することが好ましい。

$$0.2 < D_{\text{ave}}^2 / (OPL_{\text{diff}} \times D_{\text{focus}}) < 5.0 \quad (4)$$

ここで、

D_{ave} は、奥まり量の平均であり、奥まり量は、物体側入射面から物体側出射面までの光軸方向の距離、

OPL_{diff} は、第1の光路の光路長と第2の光路の光路長との差、

D_{focus} は、レンズの移動量、

30

である。

【0075】

条件式(4)は、奥まり量の平均、光路長差、及びレンズの移動量に関する条件式である。条件式(4)を満足することで、奥まり量の平均、光路長差、及びレンズの移動量の関係を適切にすることができる。そのため、拡大観察において被写界深度が広がった画像を取得する場合であっても、照明ムラを十分に低減することが可能になる。

【0076】

値が条件式(4)の下限値を下回る場合、奥まり量の平均が小さくなりすぎる。そのため、照明ムラが顕著に発生してしまう。値が条件式(4)の上限値を上回る場合、奥まり量の平均が大きくなりすぎる。そのため、照明ムラが顕著に発生してしまう。照明ムラの発生原因については、条件式(1)に関する技術的意義で説明したとおりである。

40

【0077】

条件式(4)に代えて、以下の条件式(4')を満足することが好ましい。

$$0.6 < D_{\text{ave}}^2 / (OPL_{\text{diff}} \times D_{\text{focus}}) < 2.0 \quad (4')$$

条件式(4)に代えて、以下の条件式(4'')を満足することが好ましい。

$$1.5 < D_{\text{ave}}^2 / (OPL_{\text{diff}} \times D_{\text{focus}}) < 7.0 \quad (4'')$$

【0078】

本実施形態の内視鏡は、以下の条件式(5)を満足することが好ましい。

$$0.3 < D_{\text{max}}^2 / (OPL_{\text{diff}} \times D_{\text{focus}}) < 8.0 \quad (5)$$

ここで、

50

Dmaxは、奥まり量のうち、最大となる奥まり量であり、奥まり量は、物体側入射面から物体側出射面までの光軸方向の距離、

O P L diffは、第 1 の光路の光路長と第 2 の光路の光路長との差、

D focusは、レンズの移動量、

である。

【 0 0 7 9 】

条件式 (5) は、奥まり量の最大 (以下、「最大奥まり量」という)、光路長差、及びレンズの移動量に関する条件式である。条件式 (5) を満足することで、最大の奥まり量、光路長差、及びレンズの移動量の関係を適切にすることができる。そのため、拡大観察において被写界深度が広がった画像を取得する場合であっても、照明ムラを十分に低減することが可能になる。

10

【 0 0 8 0 】

値が条件式 (5) の下限値を下回る場合、最大奥まり量が小さくなりすぎる。そのため照明ムラが顕著に発生してしまう。値が条件式 (5) の上限値を上回る場合、最大奥まり量が大きくなりすぎる。そのため、照明ムラが顕著に発生してしまう。照明ムラの発生原因については、条件式 (1) に関する技術的意義で説明したとおりである。

【 0 0 8 1 】

条件式 (5) に代えて、以下の条件式 (5 ') を満足することが好ましい。

$$1. 0 < D_{\max}^2 / (O P L \text{ diff} \times D \text{ focus}) < 6.0 \quad (5')$$

条件式 (5) に代えて、以下の条件式 (5 ' ') を満足することが好ましい。

$$4. 0 < D_{\max}^2 / (O P L \text{ diff} \times D \text{ focus}) < 4.0 \quad (5'')$$

20

【 0 0 8 2 】

本実施形態の内視鏡では、照明光の光量と射出角度は、複数の照明光学系の全てで、略同一であることが好ましい。

【 0 0 8 3 】

本実施形態の内視鏡は、複数の照明光学系を有する。本実施形態の内視鏡では、各照明光学系から射出される光量と射出角を、略同一にしている。このようにすることで、製造コストを抑制することができる。

【 0 0 8 4 】

本実施形態の内視鏡は、3つの照明光学系を有することが好ましい。

30

【 0 0 8 5 】

照明光学系の数を3つにすると、先端部の径が大きくなることを抑制しつつ、照明ムラを低減することができる。

【 0 0 8 6 】

以下に、本実施形態の内視鏡に用いられる対物光学系の実施例を、図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。

【 0 0 8 7 】

各実施例のレンズ断面図について説明する。(a) は通常観察状態における断面図、(b) は拡大観察状態における断面図である。

【 0 0 8 8 】

第 1 レンズ群は G 1、第 2 レンズ群は G 2、第 3 レンズ群は G 3、開口絞りは S、像面 (撮像面) は I で示してある。平行平板は F 1 で示してある。

40

【 0 0 8 9 】

平行平板 F 1 は特定の波長、例えば、Y A G レーザのレーザ光 (波長 1 0 6 0 n m の光)、半導体レーザのレーザ光 (波長 8 1 0 n m の光)、あるいは近赤外領域の波長の光をカットするためのフィルタである。

【 0 0 9 0 】

各実施例の収差図について説明する。(a)、(b)、(c)、及び (d) は、それぞれ、通常観察状態における収差図である。(a) は球面収差 (S A)、(b) は非点収差 (A S)、(c) は歪曲収差 (D T)、(d) 倍率色収差 (C C) を示している。

50

【 0 0 9 1 】

(e)、(f)、(g)、及び(h)は、それぞれ、拡大観察状態における収差図である。(e)は球面収差(S A)、(f)は非点収差(A S)、(g)は歪曲収差(D T)、(h)は倍率色収差(C C)を示している。

【 0 0 9 2 】

各収差図において、横軸は収差量を表している。球面収差、非点収差、及び倍率収差については、収差量の単位はmmである。また、歪曲収差については、収差量の単位は%である。また、F N OはFナンバー、 ω は半画角で、単位は°(度)である。また、収差曲線の波長の単位はnmである。

【 0 0 9 3 】

(実施例 1)

実施例 1 の対物光学系は、物体側から順に、負屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、正屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、正屈折力の第 3 レンズ群 G 3 と、を有する。

【 0 0 9 4 】

第 1 レンズ群 G 1 は、平凹負レンズ L 1 と、両凹負レンズ L 2 と、凸平正レンズ L 3 と、を有する。ここで、両凹負レンズ L 2 と凸平正レンズ L 3 とが接合されている。

【 0 0 9 5 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4 を有する。

【 0 0 9 6 】

第 3 レンズ群 G 3 は、両凸正レンズ L 5 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 6 と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 7 と、両凸正レンズ L 8 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 9 と、を有する。ここで、両凸正レンズ L 5 と負メニスカスレンズ L 6 とが接合されている。両凸正レンズ L 8 と負メニスカスレンズ L 9 とが接合されている。

【 0 0 9 7 】

通常観察から拡大観察への切り替え時、第 2 レンズ群 G 2 が像側に移動する。

【 0 0 9 8 】

平凹負レンズ L 1 と両凹負レンズ L 2 との間に、平行平板 F 1 (光学フィルタ) が配置されている。第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間に、開口絞り S が配置されている。

【 0 0 9 9 】

(実施例 2)

実施例 2 の対物光学系は、物体側から順に、負屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、正屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、正屈折力の第 3 レンズ群 G 3 と、を有する。

【 0 1 0 0 】

第 1 レンズ群 G 1 は、平凹負レンズ L 1 と、両凹負レンズ L 2 と、凸平正レンズ L 3 と、を有する。ここで、両凹負レンズ L 2 と凸平正レンズ L 3 とが接合されている。

【 0 1 0 1 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4 を有する。

【 0 1 0 2 】

第 3 レンズ群 G 3 は、両凸正レンズ L 5 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 6 と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 7 と、両凸正レンズ L 8 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 9 と、を有する。ここで、両凸正レンズ L 5 と負メニスカスレンズ L 6 とが接合されている。両凸正レンズ L 8 と負メニスカスレンズ L 9 とが接合されている。

【 0 1 0 3 】

通常観察から拡大観察への切り替え時、第 2 レンズ群 G 2 が像側に移動する。

【 0 1 0 4 】

平凹負レンズ L 1 と両凹負レンズ L 2 との間に、平行平板 F 1 (光学フィルタ) が配置されている。第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間に、開口絞り S が配置されてい

10

20

30

40

50

る。

【 0 1 0 5 】

(実施例 3)

実施例 3 の対物光学系は、物体側から順に、負屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、正屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、正屈折力の第 3 レンズ群 G 3 と、を有する。

【 0 1 0 6 】

第 1 レンズ群 G 1 は、平凹負レンズ L 1 と、両凹負レンズ L 2 と、凸平正レンズ L 3 と、を有する。ここで、両凹負レンズ L 2 と凸平正レンズ L 3 とが接合されている。

【 0 1 0 7 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4 を有する。

10

【 0 1 0 8 】

第 3 レンズ群 G 3 は、両凸正レンズ L 5 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 6 と、両凸正レンズ L 7 と、両凸正レンズ L 8 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 9 と、を有する。ここで、両凸正レンズ L 5 と負メニスカスレンズ L 6 とが接合されている。両凸正レンズ L 8 と負メニスカスレンズ L 9 とが接合されている。

【 0 1 0 9 】

通常観察から拡大観察への切り替え時、第 2 レンズ群 G 2 が像側に移動する。

【 0 1 1 0 】

平凹負レンズ L 1 と両凹負レンズ L 2 との間に、平行平板 F 1 (光学フィルタ) が配置されている。第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間に、開口絞り S が配置されている。

20

【 0 1 1 1 】

以下に、上記各実施例の数値データを示す。面データにおいて、 r は各レンズ面の曲率半径、 d は各レンズ面間の間隔、 nd は各レンズの d 線の屈折率、 vd は各レンズのアッベ数である。絞りは開口絞りである。

【 0 1 1 2 】

各種データにおいて、 f は d 線における焦点距離、 Fno は F ナンバー、 ω は半画角、 fb はバックフォーカス、 LTL は全長である。全長は、レンズ最前面からレンズ最終面までの距離にバックフォーカスを加えたものである。バックフォーカスは、レンズ最終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。

30

【 0 1 1 3 】

数値実施例 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd
1	∞	0.52	1.88300	40.76
2	1.756	1.61		
3	∞	0.59	1.52100	65.12
4	∞	1.12		
5	-7.847	0.44	1.88300	40.76
6	2.604	2.21	1.84666	23.78
7	∞	d7		
8	2.132	0.78	1.48749	70.23
9	2.217	d9		
10(絞り)	∞	0.07		
11	4.230	1.15	1.67270	32.10
12	-1.724	0.44	2.00330	28.27
13	-7.952	0.04		
14	-70.606	0.81	1.69895	30.13

40

50

15	-3.332	0.04		
16	7.886	0.99	1.48749	70.23
17	-3.344	0.44	1.95906	17.47
18	-11.310	fb		
撮像面	∞			

各種データ

	通常観察状態	拡大観察状態	
f	1.00	1.00	
F N O .	3.57	3.53	10
2 ω	158.56	151.28	
f b (in air)	4.78	4.70	
L T L (in air)	18.30	18.22	
d7	0.48	1.25	
d9	1.75	0.99	

各群焦点距離

f1=-1.20 f2=28.29 f3=3.55

【 0 1 1 4 】

数値実施例 2

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	v d	
1	∞	0.52	1.88300	40.76	
2	1.790	1.74			
3	∞	0.59	1.52100	65.12	
4	∞	1.12			
5	-7.773	0.44	1.88300	40.76	
6	2.611	2.22	1.84666	23.78	30
7	∞	d7			
8	2.141	0.74	1.48749	70.23	
9	2.227	d9			
10(絞り)	∞	0.07			
11	4.313	1.16	1.67270	32.10	
12	-1.731	0.44	2.00330	28.27	
13	-7.595	0.04			
14	-55.368	0.82	1.69895	30.13	
15	-3.350	0.04			
16	7.811	0.99	1.48749	70.23	40
17	-3.406	0.44	1.95906	17.47	
18	-12.287	fb			
撮像面	∞				

各種データ

	通常観察状態	拡大観察状態	
f	1.00	1.00	
F N O .	3.57	3.53	
2 ω	161.16	151.53	
f b (in air)	4.80	4.72	50

L T L (in air)	18.46	18.39
d7	0.48	1.26
d9	1.76	0.99

各群焦点距離

f1=-1.20 f2=29.53 f3=3.57

【 0 1 1 5 】

数値実施例 3

単位 mm

10

面 データ

面 番 号	r	d	nd	v d
1	∞	0.52	1.88300	40.76
2	1.770	1.85		
3	∞	0.59	1.52100	65.12
4	∞	1.12		
5	-8.674	0.52	1.88300	40.76
6	2.018	1.71	1.84666	23.78
7	∞	d7		
8	2.127	0.88	1.48749	70.23
9	2.212	d9		
10(絞 り)	∞	0.07		
11	4.378	1.15	1.63854	55.38
12	-1.665	0.44	1.88300	40.76
13	-9.226	0.04		
14	197.416	0.81	1.69895	30.13
15	-3.827	0.04		
16	8.514	0.99	1.48749	70.23
17	-4.078	0.44	1.95906	17.47
18	-10.722	fb		
撮 像 面	∞			

20

30

各 種 データ

	通常観察状態	拡大観察状態
f	1.00	1.00
F N O .	3.57	3.53
2 ω	161.27	149.52
f b (in air)	4.77	4.69
L T L (in air)	18.18	18.10
d7	0.48	1.25
d9	1.75	0.99

40

各群焦点距離

f1=-1.21 f2=25.60 f3=3.53

【 0 1 1 6 】

以下、各実施例における条件式の数値を示す。

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3
(1)	2.800	10.000	3.333
(2)	1.021	6.486	4.352
(3)	1.048	1.064	1.079

50

(4)	3.255	12.712	5.266
(5)	6.750	37.359	7.355

【 0 1 1 7 】

以下に、要素値を示す。

	実施例 1	実施例 2	実施例 3
Dmin	0.28	0.5	1
OPLdiff	0.1	0.05	0.3
Dfocus	0.768	0.7709	0.766
Dave	0.5	0.7	1.1
Dmax	0.72	1.2	1.3
ω (wide)	79.278	80.582	80.634
ω (tele)	75.642	75.766	74.762

10

【 0 1 1 8 】

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 】

【 0 1 1 9 】

本発明は、ムラの少ない照明が可能で、被写界深度の広い画像が取得できる内視鏡に有用である。

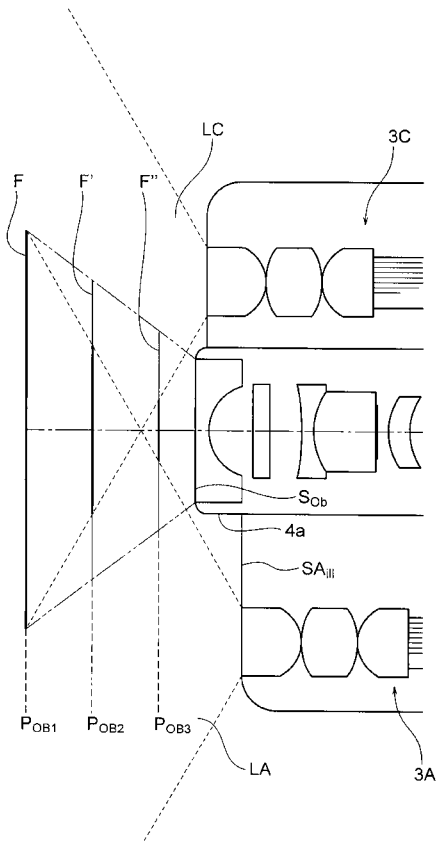
20

【 符号の説明 】

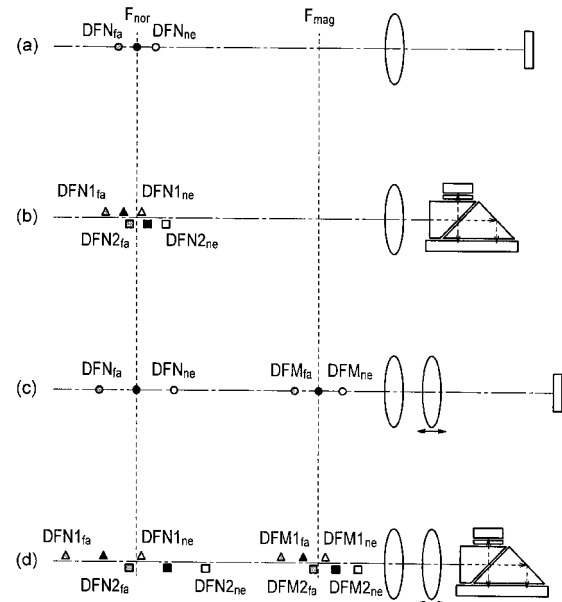
【 0 1 2 0 】

1	内視鏡	
2	対物ユニット	
2 A	対物光学系	
2 B	光路分割部材	
3	複数の照明光学系	
3 A、3 B、3 C	照明光学系	
4	先端部	
4 a	側面	30
5	鉗子口	
6	光ファイババンドル	
7	レンズ群	
O B	物体	
S _{ob}	物体側入射面	
S A _{ill} 、S B _{ill} 、S C _{ill}	物体側出射面	
F	視野	
L、L A、L C	照明光	
P	物体側出射面 S B _{ill} の位置	
P _{OB1} 、P _{OB2} 、P _{OB3}	近点の位置	40
4 a	側面	
F _{nor}	位置通常観察における合焦位置	
F _{mag}	位置拡大観察における合焦位置	
D F N _{fa} 、D F N _{ne} 、D F N 1 _{fa} 、D F N 1 _{ne} 、D F N 2 _{fa} 、D F N 2 _{ne} 、D F M _{fa} 、D F M _{ne} 、D F M 1 _{fa} 、D F M 1 _{ne} 、D F M 2 _{fa} 、D F M 2 _{ne}	被写界深度の範囲を示す位置	
G 1	第 1 レンズ群	
G 2	第 2 レンズ群	
G 3	第 3 レンズ群	
L 1 ~ L 9	レンズ	50

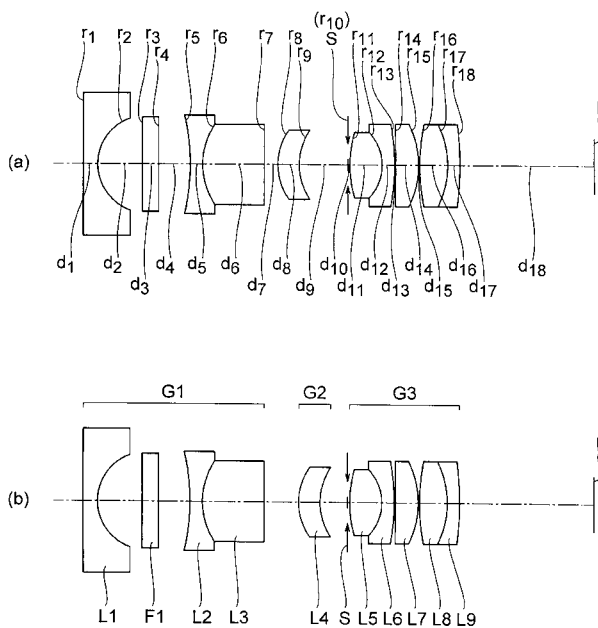
【図 3】



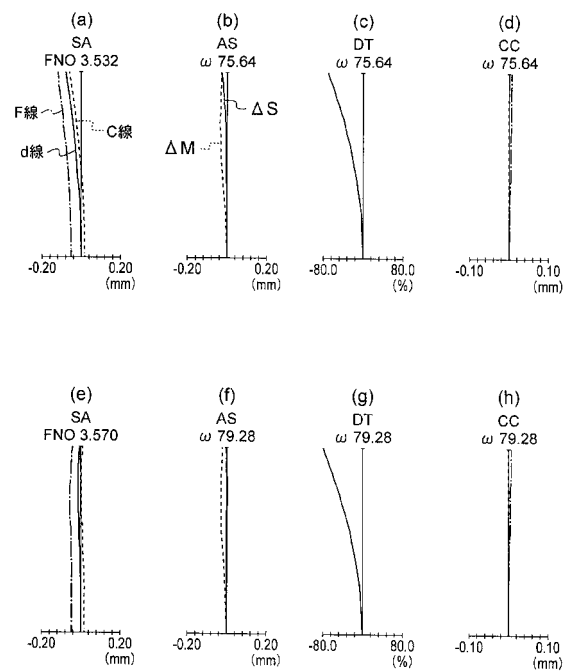
【図 4】



【図 5】

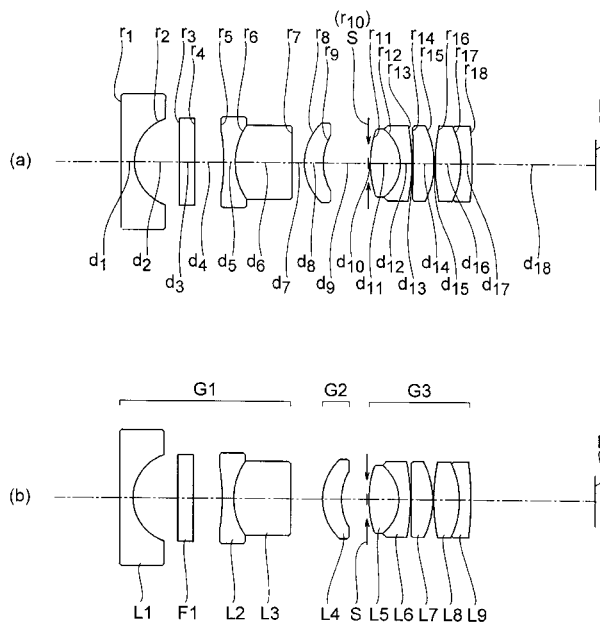


【図 6】

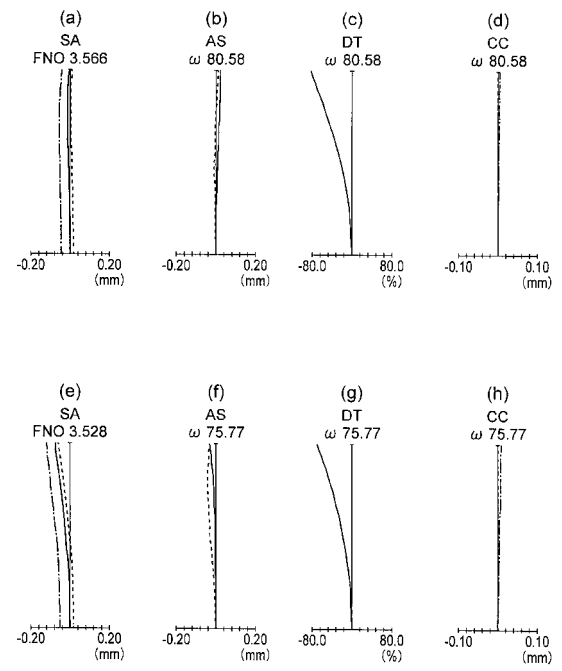


435.84 ————
656.27 - - - - -
587.56 ————

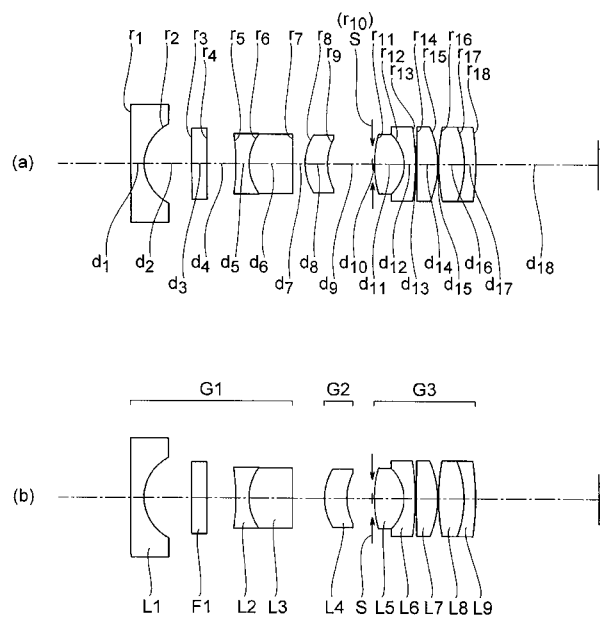
【図 7】



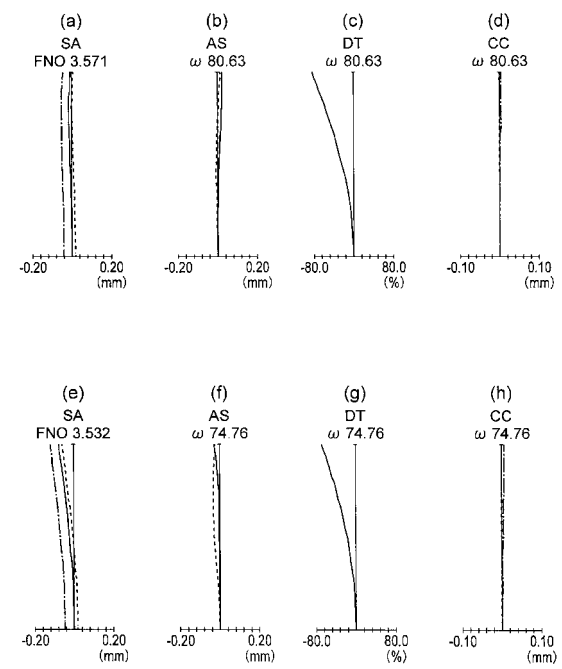
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【手続補正書】

【提出日】令和3年4月19日(2021.4.19)

【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】

複数の照明光学系と、

対物光学系と、

光路分割部材と、を備え、

前記光路分割部材は、第 1 の光路と第 2 の光路を形成する光学素子を有し、

前記第 1 の光路の光路長は、前記第 2 の光路の光路長と異なり、

前記複数の照明光学系から、物体に照明光が照射され、

前記対物光学系は、最も物体側に位置する物体側入射面を有し、

前記複数の照明光学系の各々は、最も物体側に位置する物体側出射面を有し、

前記物体側出射面の各々は、前記物体側入射面よりも像側に位置し、

前記対物光学系は、光軸方向に移動するレンズを有し、

前記レンズを移動させることによって、拡大観察と通常観察とが切り替え可能であり、

以下の条件式 (1)、(2)、(3) を満足することを特徴とする内視鏡。

$$2.0 < D_{\min} / OPL_{\text{diff}} < 5.0 \quad (1)$$

$$0.1 < D_{\min}^2 / (OPL_{\text{diff}} \times D_{\text{focus}}) < 3.0 \quad (2)$$

$$1.01 < \omega(\text{wide}) / \omega(\text{tele}) < 5.0 \quad (3)$$

ここで、

$D_{\min}$ は、奥まり量のうち、最小となる奥まり量であり、前記奥まり量は、前記物体側入射面から前記物体側出射面までの光軸方向の距離、

OPL_{diff} は、前記第 1 の光路の光路長と前記第 2 の光路の光路長との差、

D_{focus} は、前記レンズの移動量、

$\omega(\text{wide})$ は、通常観察状態における前記対物光学系の画角、

$\omega(\text{tele})$ は、拡大観察状態における前記対物光学系の画角、

である。

【請求項 2】

以下の条件式 (4) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡。

$$0.2 < D_{\text{ave}}^2 / (OPL_{\text{diff}} \times D_{\text{focus}}) < 5.0 \quad (4)$$

ここで、

D_{ave} は、奥まり量の平均であり、前記奥まり量は、前記物体側入射面から前記物体側出射面までの光軸方向の距離、

OPL_{diff} は、前記第 1 の光路の光路長と前記第 2 の光路の光路長との差、

D_{focus} は、前記レンズの移動量、

である。

【請求項 3】

以下の条件式 (5) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡。

$$0.3 < D_{\text{max}}^2 / (OPL_{\text{diff}} \times D_{\text{focus}}) < 8.0 \quad (5)$$

ここで、

D_{max} は、奥まり量のうち、最大となる奥まり量であり、前記奥まり量は、前記物体側入射面から前記物体側出射面までの光軸方向の距離、

OPL_{diff} は、前記第 1 の光路の光路長と前記第 2 の光路の光路長との差、

D_{focus} は、前記レンズの移動量、

である。

【請求項 4】

前記照明光の光量と射出角度は、前記複数の照明光学系の全てで、略同一であることを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡。

【請求項 5】

3 つの前記照明光学系を有することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 6】

【特許文献 1】特許第 5 0 7 5 6 5 8 号公報

【特許文献 2】特許第 5 9 8 9 2 9 0 号公報

【特許文献 3】特許第 5 5 9 3 0 0 4 号公報

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 1】

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は、

複数の照明光学系と、

対物光学系と、

光路分割部材と、を備え、

光路分割部材は、第 1 の光路と第 2 の光路を形成する光学素子を有し、

第 1 の光路の光路長は、第 2 の光路の光路長と異なり、

複数の照明光学系から、物体に照明光が照射され、

対物光学系は、最も物体側に位置する物体側入射面を有し、

複数の照明光学系の各々は、最も物体側に位置する物体側出射面を有し、

物体側出射面の各々は、物体側入射面よりも像側に位置し、

対物光学系は、光軸方向に移動するレンズを有し、

レンズを移動させることによって、拡大観察と通常観察とが切り替え可能であり、

以下の条件式 (1)、(2)、(3) を満足することを特徴とする。

$$2 . 0 < D_{\min} / O P L_{\text{diff}} < 5 . 0 \quad (1)$$

$$0 . 1 < D_{\min}^2 / (O P L_{\text{diff}} \times D_{\text{focus}}) < 3 . 0 \quad (2)$$

$$1 . 0 1 < \omega (\text{wide}) / \omega (\text{tele}) < 5 . 0 \quad (3)$$

ここで、

$D_{\min}$ は、奥まり量のうち、最小となる奥まり量であり、奥まり量は、物体側入射面から物体側出射面までの光軸方向の距離、

$O P L_{\text{diff}}$ は、第 1 の光路の光路長と第 2 の光路の光路長との差、

D_{focus} は、レンズの移動量、

$\omega (\text{wide})$ は、通常観察状態における対物光学系の画角、

$\omega (\text{tele})$ は、拡大観察状態における対物光学系の画角、

である。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 4 8 】

最小奥まり量がゼロの場合では、物体側出射面 $S A_{i11}$ の位置が、物体側入射面 S_{ob} の位置と一致している。そのためには、例えば、物体側出射面 $S A_{i11}$ を物体側に移動させれば良い。ただし、物体側出射面 $S A_{i11}$ が物体側に移動すると、位置 P_{OB1} と位置 P_{OB2} では、2つの照明光が重なっている範囲が減少する。また、位置 P_{OB3} では、2つの照明光が照射されない範囲が増大する。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2018/040112
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. A61B1/00 (2006.01) i, A61B1/04 (2006.01) i, A61B1/07 (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. A61B1/00 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	JP 5989290 B1 (OLYMPUS CORP.) 07 September 2016, paragraphs [0022]-[0049], fig. 1-14 & US 2017/0052359 A1, paragraphs [0023]-[0079], fig. 1-14	1, 5-6 2-4
Y	JP 5593004 B2 (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORP.) 17 September 2014, paragraphs [0019]-[0095], fig. 1-13 & US 2014/0176692 A1, paragraphs [0026]-[0134], fig. 1-13	1, 5-6
Y	JP 2004-313523 A (PENTAX CORP.) 11 November 2004, paragraphs [0020]-[0071], fig. 1-7 (Family: none)	1, 5-6
Y	US 5774212 A (CORBY, Nelson Raymond, Jr.) 30 June 1998, column 4, line 6 to column 7, line 38, fig. 1-5 (Family: none)	1, 5-6
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ 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 26 November 2018 (26.11.2018)		Date of mailing of the international search report 25 December 2018 (25.12.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 8 / 0 4 0 1 1 2	
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, A61B1/04(2006.01)i, A61B1/07(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. A61B1/00			
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	JP 5989290 B1 (オリンパス株式会社) 2016.09.07, [0022]-[0049], 図 1-14 & US 2017/0052359 A1, [0023]-[0079], FIG. 1-14	1, 5-6 2-4	
Y	JP 5593004 B2 (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2014.09.17, [0019]-[0095], 図 1-13 & US 2014/0176692 A1, [0026]-[0134], FIG. 1-13	1, 5-6	
Y	JP 2004-313523 A (ペンタックス株式会社) 2004.11.11, [0020]-[0071], 図 1-7 (ファミリーなし)	1, 5-6	
☒ 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 26.11.2018		国際調査報告の発送日 25.12.2018	
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) 永田 浩司 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	2Q 6004

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2018/040112
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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	US 5774212 A (CORBY, Nelson Raymond, Jr.) 1998.06.30, 第4欄 第6行-第7欄第38行, FIG.1-5 (ファミリーなし)	1, 5-6

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

G 0 2 B 15/15

(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。