(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
2023年3月30日(30.03.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/047458 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 13/04 (2006.01) *G02B 23/26* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/034548

(22) 国際出願日： 2021年9月21日(21.09.2021)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(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２９５１番地 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 井口善仁 (**IGUCHI Yoshihito**); 〒1928507 東京都八王子市石川町２９５１番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).

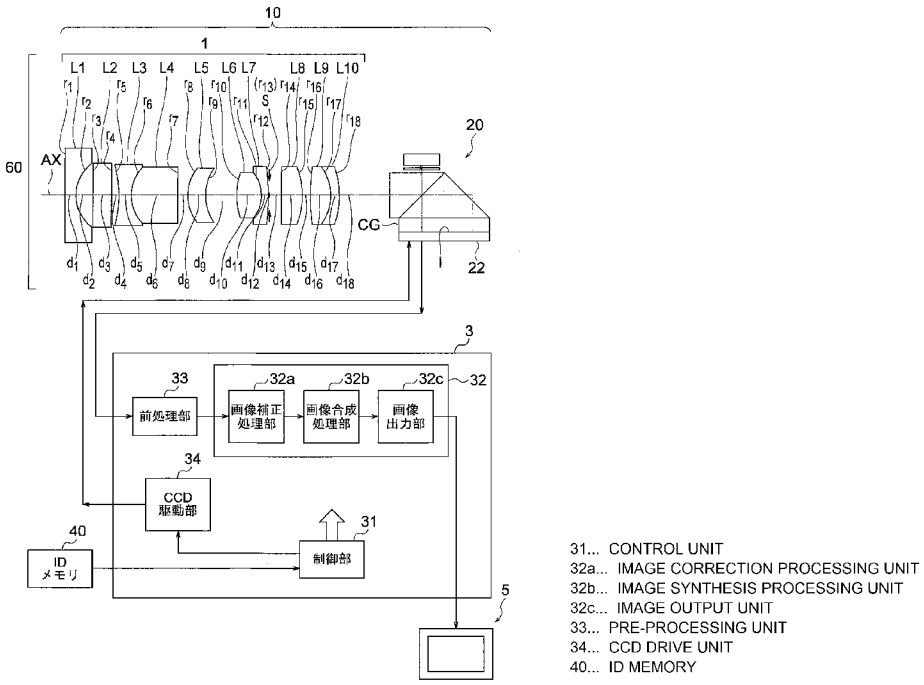
(74) 代理人: 斎藤圭介 (**SAITO Keisuke**); 〒1560043 東京都世田谷区松原２－１５－４ Tokyo (JP).

(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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) **Title:** OBJECTIVE OPTICAL SYSTEM, IMAGING UNIT, ENDOSCOPE, AND ENDOSCOPE DEVICE

(54) 発明の名称： 対物光学系、撮像ユニット、内視鏡及び内視鏡装置

[図1]



(57) **Abstract:** Provided are an objective optical system, an imaging unit, an endoscope, and an endoscope device, whereby loss of light quantity can be reduced and an image having a wide dynamic range can be acquired. An objective optical system 10 has a lens group 1 for forming an object image, a polarizing beam splitter 20 having an optical path dividing surface 21d for dividing into a first optical path A that intersects with the optical axis AX of the lens group 1 and a second optical path B that is present on an extension line of the optical axis AX, a first reflection surface REF1 provided on

WO 2023/047458 A1

[続葉有]

(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)）

the first optical path A, a second reflection surface REF2 provided on the second optical path B, and a 1/4-wavelength plate 21e disposed between the polarizing beam splitter 20 and the first reflection surface REF1, and the objective optical system 10 satisfies conditional expression (1). (1): $(Tp + Ts)/(100 - Ts) \geq 1.25$. In conditional expression (1), Tp (unit%) is the transmittance of P-polarized light of the optical path division surface 21d, and Ts (unit%) is the transmittance of S-polarized light of the optical path division surface 21d.

(57) 要約：光量の損失を低減し、ダイナミックレンジの広い画像を取得できる対物光学系、撮像ユニット、内視鏡及び内視鏡装置を提供する。 対物光学系１０は、物体像を形成するレンズ群１と、レンズ群１の光軸ＡＸと交差する第１光路Ａと、光軸ＡＸの延長線上に存在する第２光路Ｂとに分割する光路分割面２１ｄを有する偏光ビームスプリッター２０と、第１光路Ａ上に設けられている第１反射面ＲＥＦ１と、第２光路Ｂ上に設けられている第２反射面ＲＥＦ２と、偏光ビームスプリッター２０と第１反射面ＲＥＦ１との間に配置された１／４波長板２１ｅと、を有し、 以下の条件式（１）を満たす。 （Ｔｐ＋Ｔｓ）／（１００－Ｔｓ）≧１．２５ （１） ここで、 Ｔｐ（単位％）は、光路分割面２１ｄのＰ偏光の透過率、 Ｔｓ（単位％）は、光路分割面２１ｄのＳ偏光の透過率、 である。

明　細　書

発明の名称 ： 対物光学系、撮像ユニット、内視鏡及び内視鏡装置

技術分野

[0001]　本発明は、対物光学系、撮像ユニット、内視鏡及び内視鏡装置に関する。

背景技術

[0002]　従来、撮像ユニットでは、輝度の明暗差が大きい被写体を撮影するために、ハイダイナミックレンジと呼ばれる技術が開発されている。ハイダイナミックレンジは、露光量、即ち明るさが異なる複数の画像を合成してダイナミックレンジが拡大された画像を作る技術である。これにより、ハイダイナミックレンジの画像を得ることができる。

[0003]　以下の特許文献１に開示された内視鏡撮像システムは、第１のフレームデータで得られる明るさの異なる２つの画像と、第２のフレームデータで得られる明るさの異なる２つの画像と、によりハイダイナミックレンジの画像を生成する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第６４６３５７３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　安定したハイダイナミックレンジを得るためには３枚以上の複数画像を合成させることが好ましいことが一般に知られている。特許文献１の構成は、２つの画像の明るさを変えるために、一方の画像に関してＮＤフィルターのような吸収フィルターを使用する。このため特許文献１の構成では、光量を損失してしまうという課題を有する。

[0006]　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、光量の損失を低減し、ダイナミックレンジの広い画像を取得できる対物光学系、撮像ユニット、内視鏡及び内視鏡装置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

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る対物光学系は、物体像を形成するレンズ群と、レンズ群の光軸と交差する第１光路と、光軸の延長線上に存在する第２光路に分割する光路分割面を有する偏光ビームスプリッターと、第１光路上に設けられている第１反射面と、第２光路上に設けられている第２反射面と、偏光ビームスプリッターと第１反射面との間に配置された１／４波長板と、を有し、以下の条件式（１）を満たす。

（Ｔｐ＋Ｔｓ）／（１００－Ｔｓ）≧１．２５　　（１）

ここで、

Ｔｐ（単位％）は、光路分割面のＰ偏光の透過率、

Ｔｓ（単位％）は、光路分割面のＳ偏光の透過率、

である。

[0008] また、本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る別の撮像ユニットは、上述の対物光学系と、形成された物体像の位置に撮像面を有し、２つの物体像を撮像する撮像素子と、を有する。

[0009] また、本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る内視鏡は、上述の撮像ユニットを有する。

[0010] また、本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る内視鏡装置は、上述の内視鏡と、２つの物体像を合成する画像処理部と、を有する。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、光量の損失を低減し、ダイナミックレンジの広い画像を取得できる対物光学系、撮像ユニット、内視鏡及び内視鏡装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]第１実施形態に係る対物光学系と、撮像ユニット及びプロセッサを示す図である。

[図2]第１実施形態における偏光ビームスプリッターと撮像素子の構成を示す

図である。

[図3]第１実施形態における撮像素子の撮像領域を示す図である。

[図4]（ａ）、（ｂ）、（ｃ）は、それぞれ偏光分割面の透過率特性を示す。

[図5]（ａ）、（ｂ）は、それぞれ偏光分割面の他の透過率特性を示す。

[図6]第２実施形態における偏光ビームスプリッターの構成を示す図である。

[図7]第２実施形態における撮像素子の撮像領域を示す図である。

[図8]第２実施形態における２つの物体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]第３実施形態に係る内視鏡及び内視鏡装置を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 実施例の説明に先立ち、本発明のある態様にかかる実施形態の作用効果を説明する。なお、本実施形態の作用効果を具体的に説明するに際しては、具体的な例を示して説明することになる。しかし、後述する実施例の場合と同様に、それらの例示される態様はあくまでも本発明に含まれる態様のうちの一部に過ぎず、その態様には数多くのバリエーションが存在する。したがって、本発明は例示される態様に限定されるものではない。

[0014] （第１実施形態）

図１は、第１実施形態に係る対物光学系１０と、撮像ユニット６０及びプロセッサ３の概略構成を示す図である。

[0015] 対物光学系１０は、物体像を形成するレンズ群１と、レンズ群１の光軸ＡＸと交差する第１光路Ａ（図２）と光軸ＡＸの延長線上に存在する第２光路Ｂとに分割する光路分割面２１ｄ（図２）を有する偏光ビームスプリッター２０と、第１光路Ａ上に設けられている第１反射面ＲＥＦ１（図２）と、第２光路Ｂ上に設けられている第２反射面ＲＥＦ２（図２）と、偏光ビームスプリッター２０と第１反射面ＲＥＦ１との間に配置された１／４波長板２１ｅと、を有する。

[0016] 偏光ビームスプリッター２０は、以下の条件式（１）を満たす。

（Ｔｐ＋Ｔｓ）／（１００－Ｔｓ）≧１．２５　　（１）

ここで、

Ｔｐ（単位％）は、光路分割面２１ｄのＰ偏光の透過率、

Ｔｓ（単位％）は、光路分割面２１ｄのＳ偏光の透過率、

である。

[0017] なお、透過率は、光軸ＡＸが光路分割面２１ｄへ４５度で入射した時の、可視域の平均波長の値である。

[0018] 撮像ユニット６０は、対物光学系１０と、形成された物体像の位置に撮像面Ｉを有し、２つの物体像を撮像する撮像素子２２と、を有する。

[0019] 図２は、偏光ビームスプリッター２０と撮像素子２２との概略構成図である。本実施形態の好ましい態様によれば、対物光学系１０は、物体からの光束を結像させるためのレンズ群１と、レンズ群１の結像位置近傍に配置された１つの撮像素子２２と、レンズ群１と撮像素子２２との間に配置され、レンズ群１からの光束を反射光束と透過光束の２つの光束に分割するための光路分割面２１ｄを有する偏光ビームスプリッター２０と、を有する。

[0020] 偏光ビームスプリッター２０は、光路分割面２１ｄで反射した光束を折り返して反射させるための第１反射面ＲＥＦ１と、光路分割面２１ｄを透過した光を反射させるための第２反射面ＲＥＦ２と、を有する。

[0021] 第１の物体像（Ａ画像）は、光路分割面２１ｄを介して第１反射面ＲＥＦ１で反射した光束を撮像素子２２における第１受光領域２２ａ（図３）に結像される。第２の物体像（Ｂ画像）は、第２反射面ＲＥＦ２で反射した光束を撮像素子２２における第１受光領域２２ａ（図３）とは異なる第２受光領域２２ｂ（図３）に結像される。

[0022] 図１に示すプロセッサ３が有する前処理部３３は、第１の物体像と第２の物体像とを光電変換し、それぞれ第１の撮像信号と第２の撮像信号として出力する。プロセッサ３に関しては、後述する。

[0023] 図２を参照して、偏光ビームスプリッター２０の構成を説明する。本実施形態の偏光ビームスプリッター２０は、偏光を利用して光束を分割する構成である。

[0024] レンズ群１を射出した光は、偏光ビームスプリッター２０に入射する。偏光ビームスプリッター２０は、光路分割面２１ｄにより被写体像を２つの物体像に分割する。偏光ビームスプリッター２０の射出側（像面側）には、形成された２つの物体像を撮像して２つの画像を取得する撮像素子２２が配置されている。

[0025] 偏光ビームスプリッター２０は、図２に示すように、物体側のプリズム２１ａ、像側のプリズム２１ｃ、ミラー２１ｂ、及び１／４波長板２１ｅを有している。物体側のプリズム２１ａ（物体側のプリズム）及び像側のプリズム２１ｃ（像側のプリズム）は共に光軸ＡＸに対して４５度の斜度である光路分割面２１ｄを有している。

[0026] 物体側のプリズム２１ａの光路分割面２１ｄは、偏光分離膜で形成されている。そして、物体側のプリズム２１ａ及び像側のプリズム２１ｃは、互いの光路分割面２１ｄである偏光分離膜を介して当接させて偏光ビームスプリッター２０を構成している。

[0027] また、ミラー２１ｂは、物体側のプリズム２１ａの端面近傍に１／４波長板２１ｅを介して設けられている。像側のプリズム２１ｃの端面には、カバーガラスＣＧを介して撮像素子２２が取り付けられている。Ｉは、結像面（撮像面）である。

[0028] レンズ群１からの被写体像は、物体側のプリズム２１ａにおいて光路分割面２１ｄによりＰ偏光の透過光とＳ偏光の反射光とに分離され、反射光側の物体像と透過光側の物体像との２つの物体像に分離される。

[0029] 光路分割面２１ｄの透過率特性に関しては、後述する。

[0030] Ｓ偏光の物体像は、光路分割面２１ｄで撮像素子２２に対して対面側に反射されＡ光路を通り、１／４波長板２１ｅを透過後、ミラー２１ｂの第１反射面ＲＥＦ１で反射され、撮像素子２２側に折り返される。折り返された物体像は、１／４波長板２１ｅを再び透過する事で偏光方向が９０°回転し、光路分割面２１ｄを透過して撮像素子２２に低露光量のＡ画像（図３）として結像される。

[0031] Ｐ偏光の物体像は、光路分割面２１ｄを透過するＢ光路を通り、撮像素子２２に向かって垂直に折り返す像側のプリズム２１ｃの光路分割面２１ｄの透過側に設けられた第２反射面ＲＥＦ２によって反射され、撮像素子２２に高露光量のＢ画像（図３）として結像される。

[0032] 第１反射面ＲＥＦ１の反射率と第２反射面ＲＥＦ２の反射率は、それぞれ基本的に高反射率であることが望ましい。さらに、異露光量画像の光量を微調整するために、反射率を微調整しても良い。

[0033] このように、物体側のプリズム２１ａと像側のプリズム２１ｃは、被写体像を異露光量の明るさが異なる２つの物体像に分離する。

[0034] 図３は、撮像素子２２の第１受光領域（有効画素領域）２２ａ、第２受光領域（有効画素領域）２２ｂを示す図である。

[0035] 撮像素子２２は、図３に示すように、明るさが異なる２つの物体像を各々個別に受光して撮像するために、撮像素子２２の全画素領域の中に、２つの第１受光領域（有効画素領域）２２ａ、第２受光領域（有効画素領域）２２ｂが設けられている。

[0036] 第１受光領域２２ａと第２受光領域２２ｂは、形成された２つの物体像を撮像するために、これらの物体像の結像面と各々一致するように配置されている。

[0037] また、第１受光領域２２ａと第２受光領域２２ｂの周囲には、形成された２つに分割された物体像の幾何的なズレを補正するための補正画素領域２２ｃが設けられている。補正画素領域２２ｃ内において製造上の誤差を抑え、後述する画像補正処理部３２ａ（図１）にて画像処理による補正を行なうことで、上記した物体像の幾何学的なズレを解消するようになっている。

[0038] 上述のように、本実施形態では、物体側のプリズム２１ａと第１反射面ＲＥＦ１との間に、光路分割面２１ｄで反射した光束の位相を変更するための１／４波長板２１ｅを有し、第１反射面ＲＥＦ１で反射した光束が１／４波長板２１ｅを透過し、偏光ビームスプリッター２０を介して撮像素子２２における第１受光領域２２ａに結像される。これにより、より有効な光量を用

いながら、光束を分割し、第１の物体像を取得できる。

[0039] また、本実施形態では、光路分割面２１ｄを透過した光束は、撮像素子２２に向かって垂直に折り返す像側のプリズム２１ｃの光路分割面２１ｄの透過側に設けられた第２反射面ＲＥＦ２によって反射され、撮像素子２２における第２受光領域２２ｂに結像される。これにより、より有効な光量を用いながら、光束を分割し、第２の物体像を取得できる。

[0040] 図１に示す、ＩＤメモリ４０は、撮像素子２２における第１の物体像と第２の物体像との異露光量情報を格納する。

[0041] 次に、プロセッサ３（図１）について説明する。プロセッサ３は、制御部３１と、画像処理部３２と、前処理部３３と、ＣＣＤ駆動部３４と、を有する。

[0042] 制御部３１は、前処理部３３、電源回路、信号処理回路及びＣＣＤ駆動部３４を含む各種回路を制御する。

[0043] 前処理部３３は、撮像素子２２からの撮像信号（２つの異露光量の物体像に係る撮像信号）を入力して所定の前信号処理を施す。前処理部３３は、公知の信号増幅部、プロセス回路、Ａ／Ｄコンバータ、ホワイトバランス回路等により構成される。

[0044] 画像処理部３２は、画像補正を行う画像補正処理部３２ａと、補正された２つの画像を合成する画像合成処理を行う画像合成処理部３２ｂと、表示装置５に合成した画像を出力する画像出力部３２ｃと、を有する。

[0045] 画像補正処理部３２ａは、撮像素子２２の第１受光領域２２ａと第２受光領域２２ｂにそれぞれ結像される２つの物体像に係る画像に対し、相対的な位置、角度及び倍率が略同一となるように補正を行う。

[0046] ＣＣＤ駆動部３４は、内視鏡２（図９）における撮像素子２２を駆動する。

[0047] 被写体像を２つに分離して撮像素子２２に各々結像させる場合、幾何的な差異が生じる場合がある。すなわち、撮像素子２２の第１受光領域２２ａと第２受光領域２２ｂ（図３）にそれぞれ結像される各々の物体像は、相対的

に倍率ズレ、位置ズレ、角度すなわち回転方向のズレ等が発生する場合がある。

[0048] これらの差異を製造時などにおいて、完全に解消することは困難である。それらのズレ量が大きくなると、合成画像が２重画像となったり、不自然な明るさムラ等を生じたりする。このため、画像補正処理部３２ａにて上述した幾何的な差異、明るさ差異を補正する。

[0049] また、画像合成処理部３２ｂは、２つの画像を１つの画像に合成する処理、色マトリクス処理、輪郭強調、ガンマ補正等の後段画像処理を行う。画像出力部３２ｃは、後段画像処理された画像を出力する。画像出力部３２ｃから出力される画像は画像表示部５に出力される。

[0050] 本実施形態では、以下に具体的に述べる構成により、異露光量の２つの画像を合成する。以下の条件式（１）を満足することにより、光量を損失する事無く、ダイナミックレンジを拡大できる。

（Ｔｐ＋Ｔｓ）／（１００－Ｔｓ）≧１．２５　　（１）

[0051] 異露光量の画像を合成することでダイナミックレンジを拡大できる。条件式（１）を満足する場合、ダイナミックレンジを２５％以上拡大できる。このため、光量の損失無く、異露光量の画像を得られる。ダイナミックレンジが拡大されない場合と比較して、特にノイズに埋もれている暗部の構造などが解像可能となる。

[0052] さらに、光量を減光させる素子が必要無いため、製造コストを低減し、スペースを増加できる。

[0053] さらに、条件式（１）に代えて、条件式（１’）、（１’’）、（１’’’）が望ましい。

[0054] （Ｔｐ＋Ｔｓ）／（１００－Ｔｓ）≧１．５　　（１’）

これにより、画像の暗部のノイズ感（ダークノイズ）の低減効果を得られる。

[0055] （Ｔｐ＋Ｔｓ）／（１００－Ｔｓ）≧２　　（１’’）

これにより、画像の明部のハレーションを十分低減できる。

[0056] （Ｔｐ＋Ｔｓ）／（１００－Ｔｓ）≧３　（1’’’）

これにより、画像の暗部のノイズ感を十分に低減する効果を得られる。

[0057] 図４（ａ）、（ｂ）、（ｃ）は、それぞれ偏光分割面２１ｄの透過率特性を示す。

[0058] 図４（ａ）は、ダイナミックレンジの拡大比（拡大Ｄレンジ比）が１．０倍である時の、偏光部分割面２１ｄにおけるＰ偏光透過率、Ｓ偏光透過率を示す。

[0059] 図４（ｂ）は、ダイナミックレンジの拡大比（拡大Ｄレンジ比）が１．２５倍である時の、偏光部分割面２１ｄにおけるＰ偏光透過率、Ｓ偏光透過率を示す。

[0060] 図４（ｃ）は、ダイナミックレンジの拡大比（拡大Ｄレンジ比）が１．５倍である時の、偏光部分割面２１ｄにおけるＰ偏光透過率、Ｓ偏光透過率を示す。

[0061] 図５（ａ）、（ｂ）は、それぞれ偏光分割面２１ｄの他の透過率特性を示す。

[0062] 図５（ａ）は、ダイナミックレンジの拡大比（拡大Ｄレンジ比）が２．０倍である時の、偏光部分割面２１ｄにおけるＰ偏光透過率、Ｓ偏光透過率を示す。

[0063] 図５（ｂ）は、ダイナミックレンジの拡大比（拡大Ｄレンジ比）が３．０倍である時の、偏光部分割面２１ｄにおけるＰ偏光透過率、Ｓ偏光透過率を示す。

[0064] 以下の表１に、各拡大Ｄレンジ比における諸元値を示す。表１において、透過率、反射率の単位は％である。Ａ画像強度、Ｂ画像強度の単位は、相対的な任意単位である。

[0065] [表1]

P偏光透過率	S偏光透過率	S偏光反射率	A画像強度	B画像強度	拡大Dレンジ比
100	0	100	100	100	1.00
100	11	89	89	111	1.25
100	20	80	80	120	1.50
100	33	67	67	133	2.00
100	50	50	50	150	3.00

[0066] また、本実施形態の望ましい態様では、以下の条件式（２）を満たすことが望ましい。

８０≦Ｔｐ　　（２）

[0067] 条件式（２）は、偏光分割面２１ｄにおけるＰ偏光透過率の適切な値を規定する。条件式（２）を満足することで、光量損失をさらに低減でき、光量を有効に利用できる。

[0068] また、本実施形態の望ましい態様では、第１光路Ａ上における物体像と、第２光路Ｂ上における物体像と、が偏光ビームスプリッター２０の射出側の同一の平面Ｉ（撮像面）上に形成されることが望ましい。

[0069] これにより、単一の撮像素子２２（単板）で異露光量画像を得ることができる。

[0070]（第２実施形態）

図６は、第２実施形態に係る対物光学系が有する偏光ビームスプリッター１２０の構成を示す図である。第１実施形態と同一の構成には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0071] 本実施形態は、第１実施形態で上述したようなハイダイナミックレンジを達成し、さらに被写界深度を大きくできる構成である。装置構成は、図１に示す構成と同じである。そして、得られた物体像の処理フローが上述の実施形態とは異なる。

[0072] 本実施形態では、光路分割面２１ｄから平面Ｉ（撮像面）までの第１光路Ａ１の光路長と、光路分割面２１ｄから平面Ｉまでの第２光路Ｂ１の光路長は異なる。

[0073] 図６は、本実施形態における偏光ビームスプリッター１２０の構成を示す。物体側のプリズム２２１ａと像側のプリズム２２１ｃにより、被写体像をピント位置が異なる２つの光学像、即ち物体像に分離する。光路分割面２１ｄから撮像素子２２に至る透過光側の光路長（硝路長）に対して、光路分割面２１ｄから撮像素子２２に至る反射光側の光路長が短く（小さく）なるように偏光ビームスプリッター１２０を構成する。

[0074] 図７に示すように、第１受光領域２２２ａ、第２受光領域２２２ｂは、２つの物体像を撮像するために、物体像の結像面と各々一致するように配置されている。そして、撮像素子２２において、第１受光領域２２２ａは第２受光領域２２２ｂに対してそのピント位置が相対的に近点側にシフトしており（ずれており）、第２受光領域２２２ｂは第１受光領域２２２ａに対してそのピント位置が相対的に遠点側にシフトしている。これにより、ピントが異なる２つの物体像を撮像素子２２の受光面に結像させるように構成されている。

[0075] 撮像素子２２は、ピント位置が異なる２つの物体像ＡＡ画像とＢＢ画像を各々個別に受光して撮像する。例えば、近点側は低露光量のＡＡ画像である。また、遠点側は高露光量のＢＢ画像である。

[0076] なお、物体側のプリズム２２１ａと像側のプリズム２２１ｃにおける両者の硝材の屈折率を異ならせることにより、撮像素子２２に至る光路長を変えて第１受光領域２２２ａ、第２受光領域２２２ｂに対するピント位置を相対的にずらすようにしても良い。

[0077] 本実施形態の画像合成処理部３２ｂ（図１）は、上述したハイダイナミックレンジ拡大の機能に加えて、被写界深度の拡大機能を有する。画像合成処理部３２ｂは、２つの画像間の対応する所定領域において、相対的にコントラストが高い画像を選択して合成画像を生成する。つまり、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おけるコントラストを比較し、相対的にコントラストが高い方の画素領域を選択することにより、２つの画像から合成された１つの画像としての合成画像を生成する。

[0078] 画像出力部３２ｃは、後段画像処理された画像を出力する。画像出力部３２ｃから出力される画像は画像表示部５に出力される。

[0079] これにより、ピントの異なる２つの物体像に係る画像を取得し、これらの画像を画像合成処理部３２ｄで合成して合成被写界深度を得ることができる。内視鏡検査で広い範囲を俯瞰してスクリーニングする際には遠方観察が適しており、病変の詳細を観察したり、診断したりする際には、近接観察が適

している。

[0080] ここで、近点側と遠点側とで、暗い側を近点に、明るい側を遠点にすることが好ましい。この理由は、近点側は、遠点側よりも明るいことと、遠点側は近点側よりも暗いためである。

[0081] 次に、図８は、本実施形態において、被写界深度を拡大するために、２つの物体像を合成する場合の流れを示すフローチャートである。

[0082] ステップＳ１０１において、撮像素子２２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３２ａ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３２ｂ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。

[0083] 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３２ｂ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。

[0084] ステップＳ１０３において、比較されたコントラスト値に所定値以上の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。

[0085] 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に関して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。

[0086] 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、いずれか一つの画素に重み付けを行い、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。ステップ１０５において、コントラスト値の高い画素領域を選択して画像合成を行う。

[0087] 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。

[0088] このような構成をとることで、ハイダイナミックレンジを達成しつつ、より多画素化した撮像素子を使用しても解像力を落とすことなく被写界深度を拡大することが可能となる。

[0089] 以下、レンズ群１の数値実施例について説明する。

[0090] （数値実施例）

[0091] レンズ群１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、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ４と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ５と、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メニスカスレンズＬ１０と、からなる。

[0092] ここで、負レンズＬ３と正レンズメニスカスＬ４とは接合されている。正レンズＬ６と負メニスカスレンズＬ７とは接合されている。正レンズＬ９と負メニスカスレンズＬ１０とは接合されている。

[0093] レンズ群１の像側に、偏光ビームスプリッター２０を配置している。偏光ビームスプリッター２０中のプリズムでは、光路分割面で光路が折り曲げられる。なお、平行平板Ｌ２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。

[0094] 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、ｎｄは各レンズのｄ線の屈折率、νｄは

各レンズのアッベ数、ＦＮＯはＦナンバー、ωは半画角である。また、バックフォーカスｆｂ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。

[0095] 数値実施例

単位　ｍｍ

面データ

面番号	r	d	nd	νd
1	∞	0.49	1.88300	40.76
2	1.812	0.79		
3	∞	0.84	1.52100	65.12
4	∞	0.34		
5	-4.881	0.56	1.88300	40.76
6	1.866	2.13	1.84666	23.78
7	77.332	可変		
8	2.010	0.81	1.48749	70.23
9	2.149	可変		
10	3.354	1.13	1.64769	33.79
11	-1.665	0.32	2.00330	28.27
12	-9.987	0.04		
13(絞り)	∞	0.56		
14	512.363	0.95	1.69895	30.13
15	-3.552	0.36		
16	9.128	0.94	1.48749	70.23
17	-2.180	0.39	1.92286	18.90
18	-4.093	4.59		
19(撮像面)	∞			

各種データ

焦点距離	1.00
ＦＮＯ.	3.58
画角２ω	144.9
fb（in air）	4.59
全長（in air）	17.15
d7	0.47
d9	1.43

[0096] （第３実施形態）

図９は、第３実施形態に係る内視鏡２と内視鏡装置１の構成を示す。本実施形態は、光量の損失を低減し、ダイナミックレンジを拡大し、かつ被写界深度も拡大した内視鏡２、内視鏡装置１である。

[0097] 内視鏡２は、第１実施形態で説明した撮像ユニット６０を有する。

[0098] 内視鏡装置１は、内視鏡２と、２つの物体像を合成する画像処理部３２と、を有する。

[0099] 図９に示すように第３実施形態の内視鏡装置１は、内視鏡２と、内視鏡２が着脱自在に接続され、所定の信号処理を行うプロセッサ３と、内視鏡２が着脱自在に接続され、内視鏡２に対して照明光を供給する光源装置４と、プロセッサ３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表示装置５と、を有する。

[0100] 内視鏡２は、体腔内に挿入される細長の挿入部６と、挿入部６の後端に設けられた操作部７と、操作部７から延出されたユニバーサルコード８とを有する。ユニバーサルコード８は、その基端付近または途中でライトガイドコード９と、信号コード（信号ケーブル）１０ａに分岐する。

[0101] ライトガイドコード９の端部の光源用コネクタ１１は、光源装置４に着脱自在に接続され、信号コード１０ａの端部の信号用コネクタ１２は、プロセッサ３に着脱自在に接続される。

[0102] また、信号用コネクタ１２には、内視鏡２ごとの個別の情報、たとえば偏

光ビームスプリッター２０、撮像素子２２に関する個別の情報を記憶する記憶部であるＩＤメモリ４０が配設されている。

[0103] 挿入部６、操作部７及びユニバーサルコード８内には照明光を伝送するライトガイド１３が挿通されている。そして、光源用コネクタ１１を光源装置４に接続することにより、光源装置４からの照明光をライトガイド１３により伝送し、挿入部６の先端部１４に設けられた照明窓に取り付けられたライトガイド先端面１３ａから、伝送した照明光を出射する。

[0104] なお、光源用コネクタ１１と信号用コネクタ１２とが一体となったコネクタを光源装置４に接続し、信号用コネクタ１２の信号を、光源装置４とプロセッサ３を接続するケーブルにより、プロセッサ３とやり取りする構成にしても良い。

[0105] 先端部１４には照明窓に隣接して観察窓（撮像窓）が設けられ、観察窓には照明された患部等の被写体の光学像を、撮像する対物光学系１を含む撮像ユニット６０が設けられている（図１参照）。

[0106] 撮像素子２２は、たとえばＣＣＤイメージセンサにより構成され、挿入部６及びユニバーサルコード８内に挿通されたケーブルを経たのち信号用コネクタ１２を介してプロセッサ３に接続される。

[0107] また、撮像素子２２は、本実施形態においては上述したように、互いに別々の光学像である第１の物体像と第２の物体像とを、ＣＣＤの同一撮像面上における各物体像に対応する所定の領域に結像するようになっている。

[0108] また、本実施形態においては、偏光ビームスプリッター２０に関し、低露光量の第１の物体像と高露光量の第２の物体像との露光量差異情報をＩＤメモリ４０に記憶するようになっている。

[0109] また、制御部３１は、上述したようにプロセッサ３内における各種回路を制御するとともに、内視鏡２がプロセッサ３に接続された際、信号用コネクタ１２におけるＩＤメモリ４０に記憶された、内視鏡２の個別の情報であるところの結像位置情報及び露光量差異情報を入手する。

[0110] 上述したように、本実施形態は、光量の損失を低減し、ダイナミックレン

ジを拡大した内視鏡、内視鏡装置である。

[0111] さらに、第３実施形態において、第２実施形態で述べた偏光ビームスプリッター１２０を用いることで、光量の損失を低減し、ダイナミックレンジを拡大し、かつ被写界深度も拡大した内視鏡、内視鏡装置を得ることができる。

[0112] なお、上述の対物光学系、撮像ユニット、内視鏡及び内視鏡装置は、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、良好な内視鏡装置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。

[0113] 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

[0114] 以上のように、本発明は、光量の損失を低減し、ダイナミックレンジを拡大した対物光学系、撮像ユニット、内視鏡及び内視鏡装置に適している。

符号の説明

[0115] １　内視鏡装置
２　内視鏡
３　プロセッサ
４　光源装置
５　表示装置
６　挿入部
７　操作部
８　ユニバーサルコード
９　ライトガイドコード
１０ａ　信号コード

１０　対物光学系

１１　光源用コネクタ

１２　信号用コネクタ

１３　ライトガイド

１３ａ　ライトガイド先端面

１４　先端部

２０、１２０　偏光ビームスプリッター

２１ａ、２２１ａ　物体側のプリズム

２１ｃ、２２１ｃ　像側のプリズム

２１ｂ　ミラー

２１ｅ　１／４波長板

ＡＸ　光軸

２１ｄ　光路分割面

ＲＥＦ１　第１反射面

ＲＥＦ２　第２反射面

２２　撮像素子

２２ａ、２２２ａ　第１受光領域

２２ｂ、２２２ｂ第２受光領域

３１　制御部

３２　画像処理部

３２ａ　画像補正処理部

３２ｂ　画像合成処理部

３２ｃ　画像出力部

３３　前処理部

３４　ＣＣＤ駆動

４０　ＩＤメモリ

６０　撮像ユニット

Ａ、Ａ１　第１光路

Ｂ、Ｂ１　第２光路

Ｉ　平面、撮像面

請求の範囲

[請求項1] 物体像を形成するレンズ群と、

前記レンズ群の光軸と交差する第１光路と、前記光軸の延長線上に存在する第２光路とに分割する光路分割面を有する偏光ビームスプリッターと、

前記第１光路上に設けられている第１反射面と、

前記第２光路上に設けられている第２反射面と、

前記偏光ビームスプリッターと前記第１反射面との間に配置された１／４波長板と、を有し、

以下の条件式（１）を満たす対物光学系。

（Ｔｐ＋Ｔｓ）／（１００－Ｔｓ）≧１．２５　　（１）

ここで、

Ｔｐ（単位％）は、前記光路分割面のＰ偏光の透過率、

Ｔｓ（単位％）は、前記光路分割面のＳ偏光の透過率、

である。

[請求項2] 以下の条件式（２）を満たす請求項１に記載の対物光学系。

８０≦Ｔｐ　　（２）

[請求項3] 前記第１光路上における前記物体像と、前記第２光路上における前記物体像と、が同一の平面上に形成される請求項１に記載の対物光学系。

[請求項4] 前記光路分割面から前記平面までの前記第１光路の光路長と、前記光路分割面から前記平面までの前記第２光路の光路長は異なる請求項３に記載の対物光学系。

[請求項5] 請求項１に記載の前記対物光学系と、

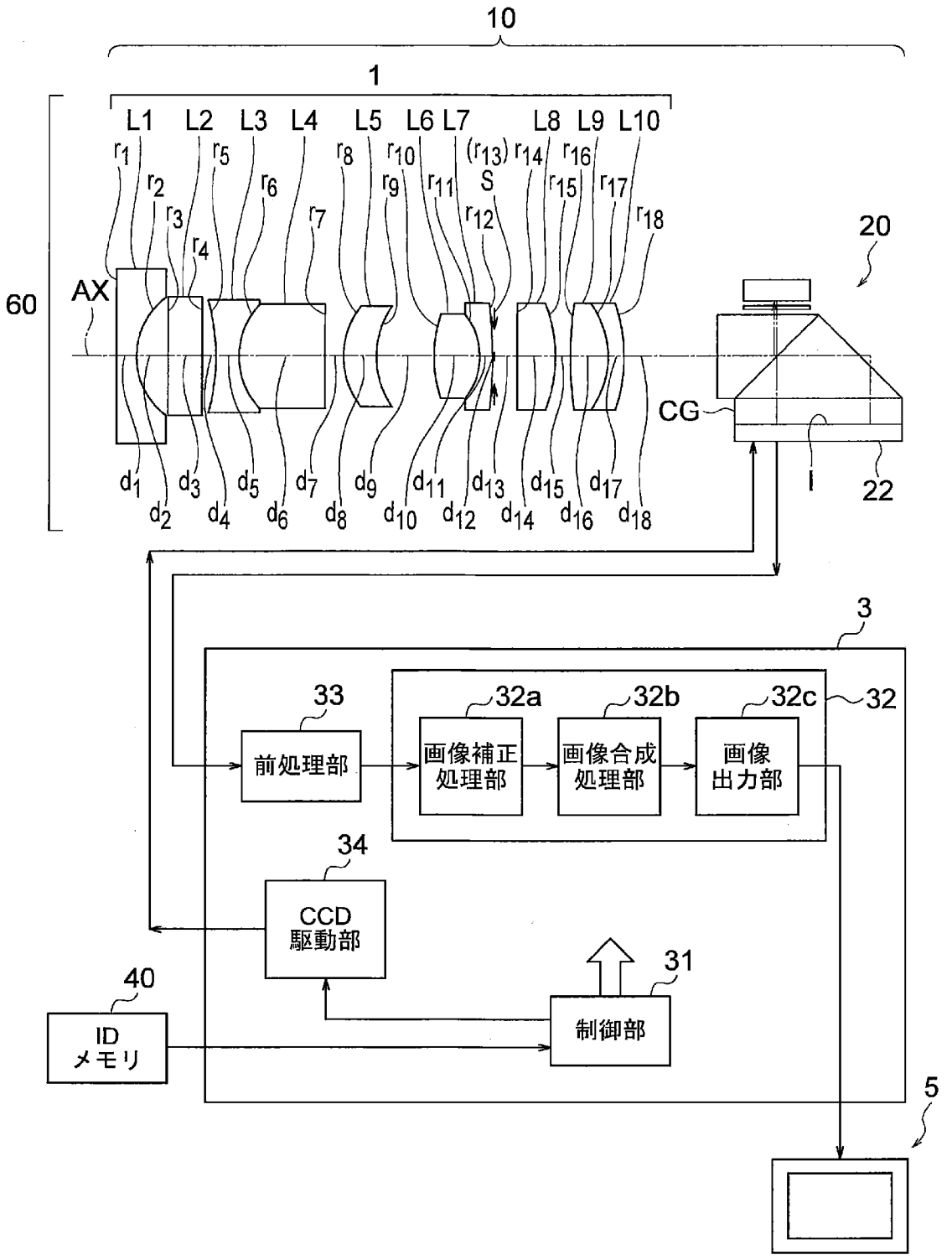
形成された前記物体像の位置に撮像面を有し、２つの前記物体像を撮像する撮像素子と、を有する撮像ユニット。

[請求項6] 請求項５に記載の撮像ユニットを有する内視鏡。

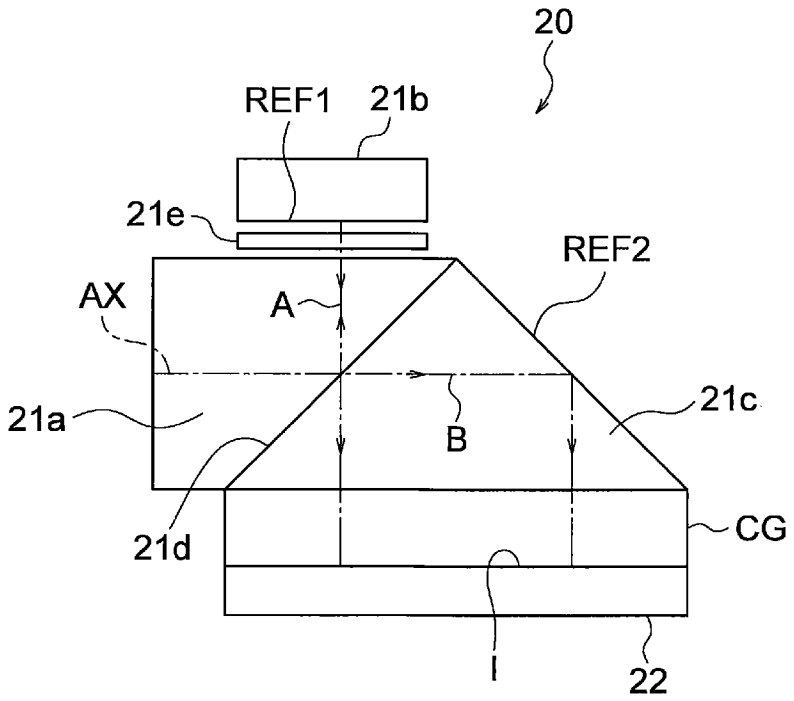
[請求項7] 請求項６に記載の内視鏡と、

２つの前記物体像を合成する画像処理部と、を有する内視鏡装置。

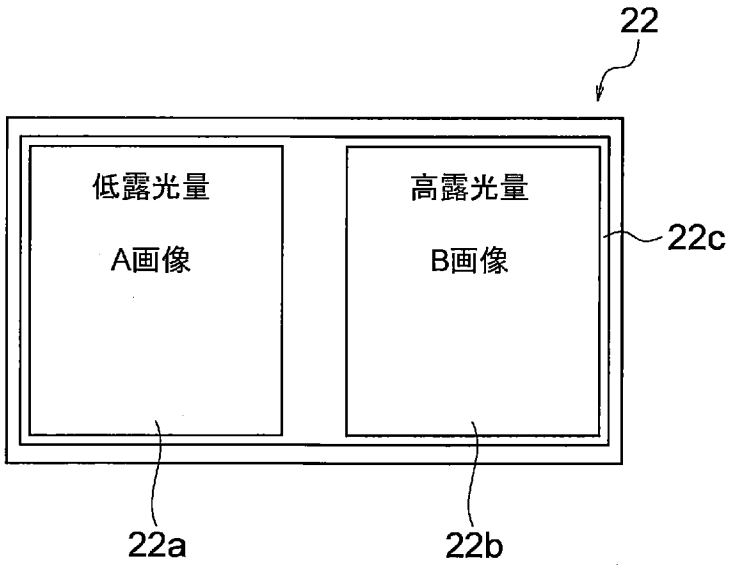
[図1]


10
1
L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10
60
AX
20
CG
I
22
3
33
32a
32b
32c
32
前処理部
画像補正処理部
画像合成処理部
画像出力部
34
CCD駆動部
31
制御部
40
IDメモリ
5

[図2]

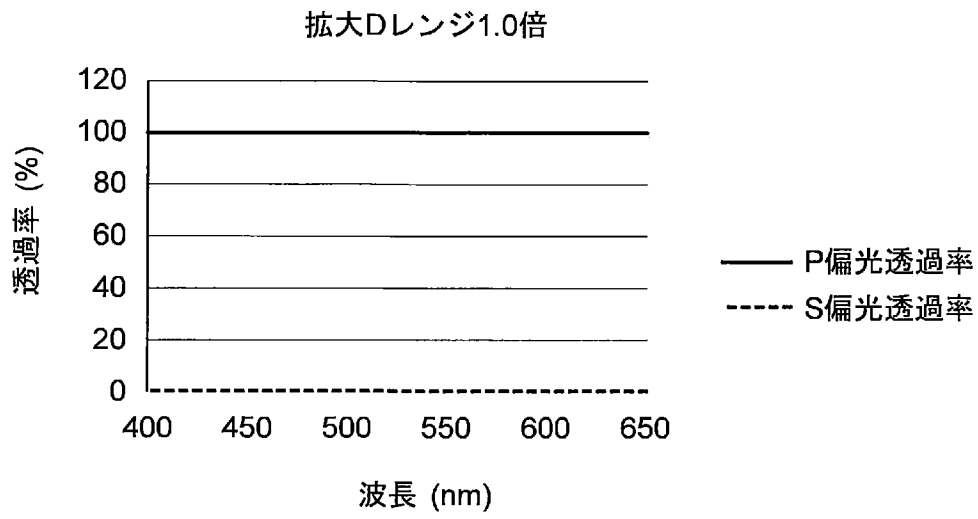


[図3]

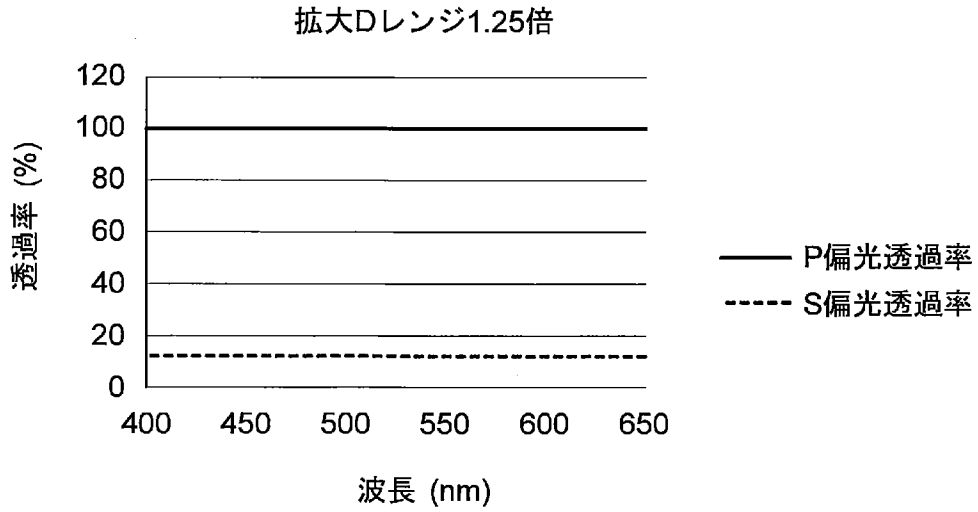


[図4]

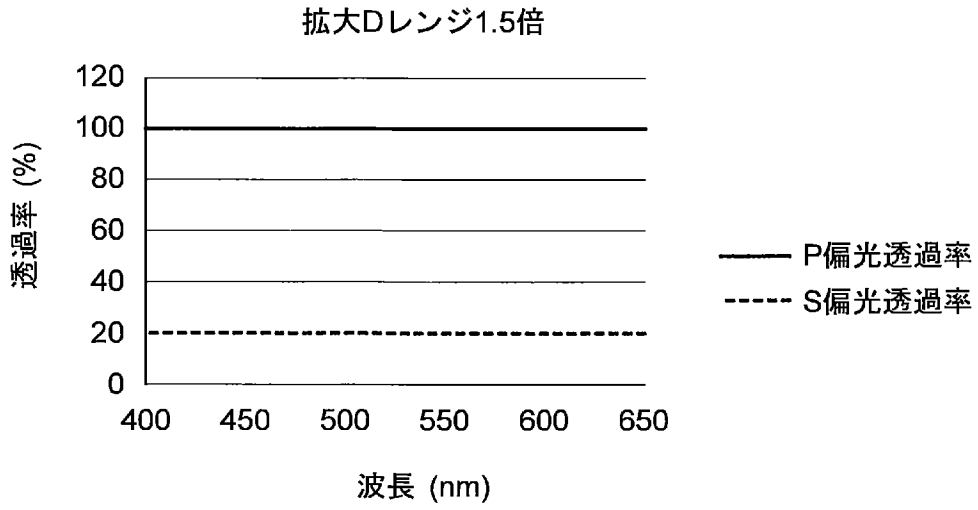
(a)


拡大Dレンジ1.0倍
120
100
80
60
40
20
0
透過率 (%)
400
450
500
550
600
650
波長 (nm)
P偏光透過率
S偏光透過率

(b)

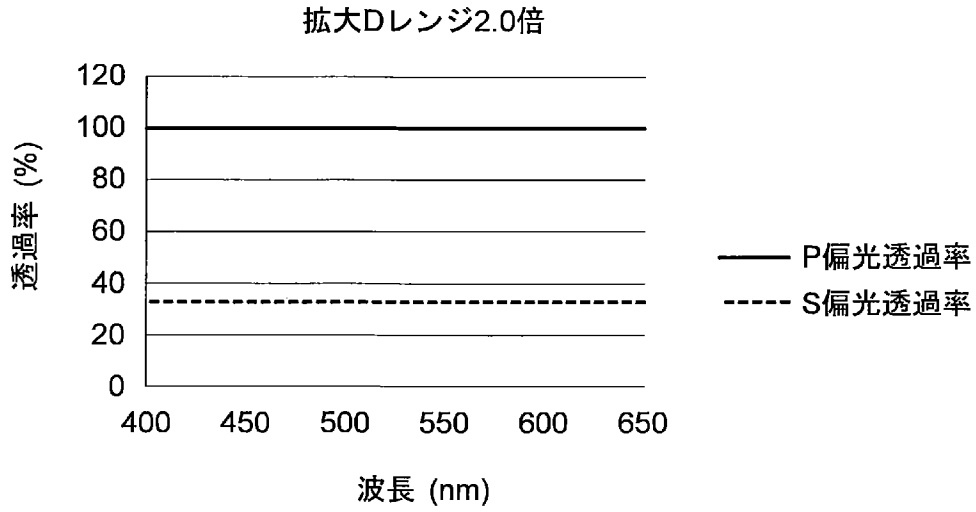

拡大Dレンジ1.25倍
120
100
80
60
40
20
0
透過率 (%)
400
450
500
550
600
650
波長 (nm)
P偏光透過率
S偏光透過率

(c)

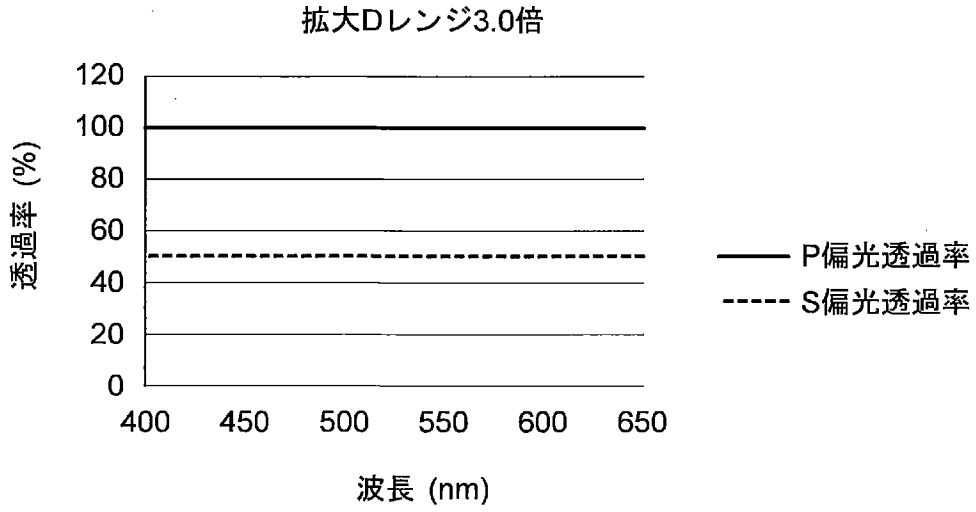

拡大Dレンジ1.5倍
120
100
80
60
40
20
0
透過率 (%)
400
450
500
550
600
650
波長 (nm)
P偏光透過率
S偏光透過率

[図5]

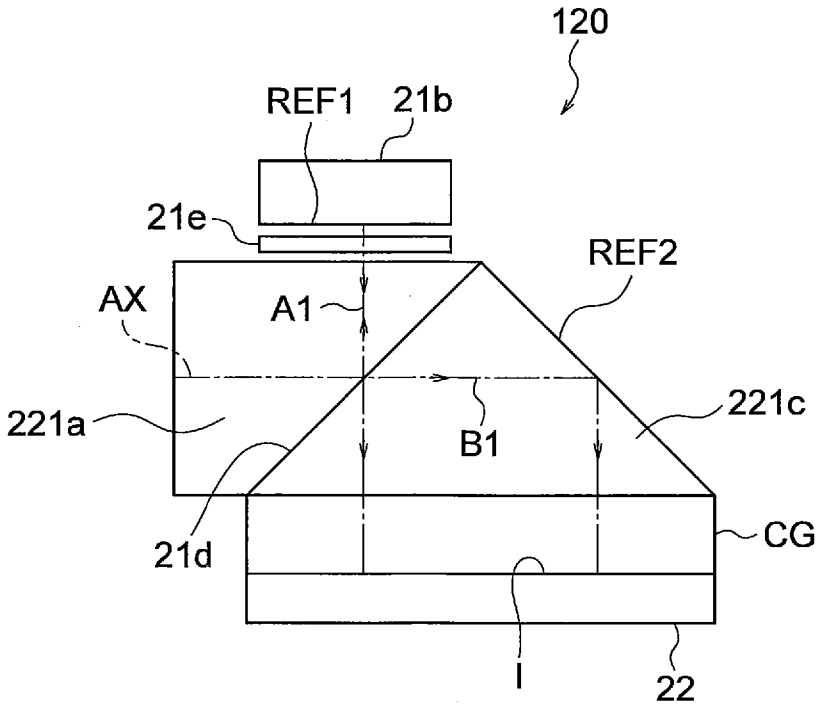
(a)


拡大Dレンジ2.0倍
120
100
80
60
40
20
0
透過率 (%)
400
450
500
550
600
650
波長 (nm)
P偏光透過率
S偏光透過率

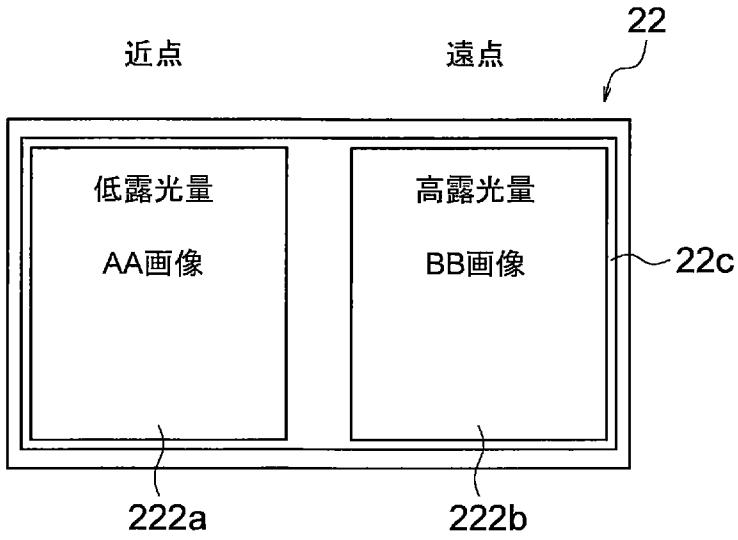
(b)


拡大Dレンジ3.0倍
120
100
80
60
40
20
0
透過率 (%)
400
450
500
550
600
650
波長 (nm)
P偏光透過率
S偏光透過率

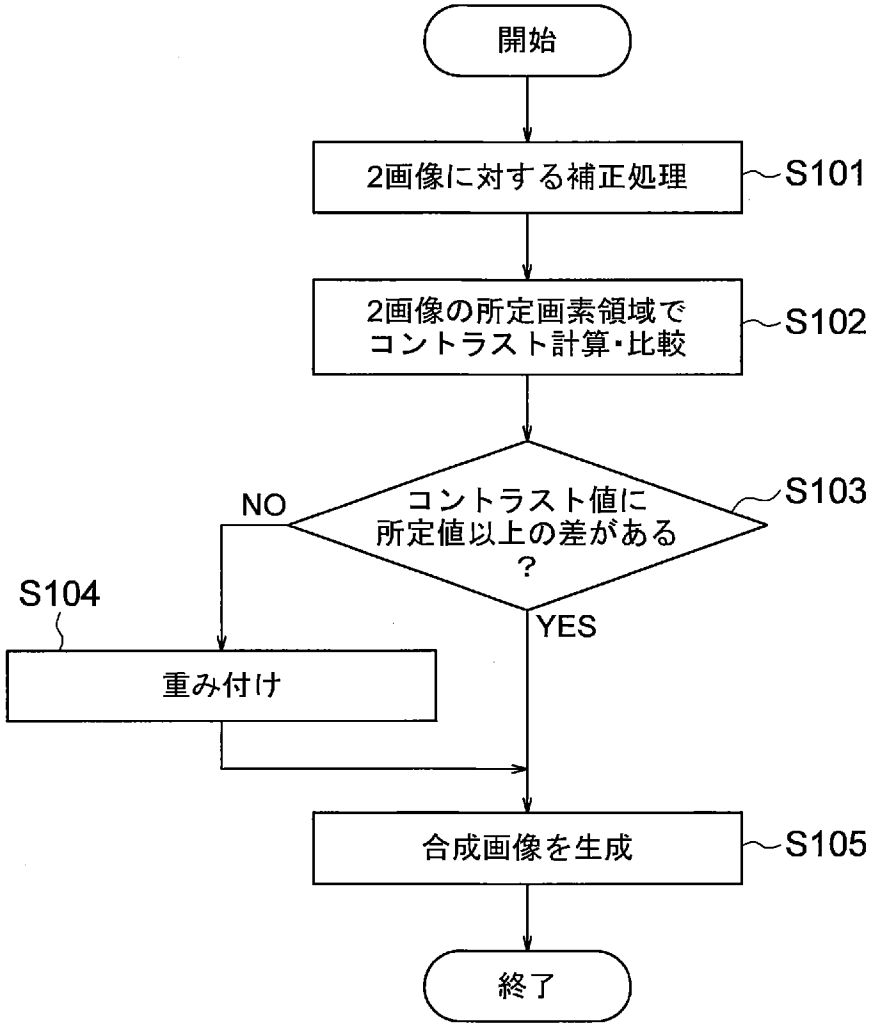
[図6]



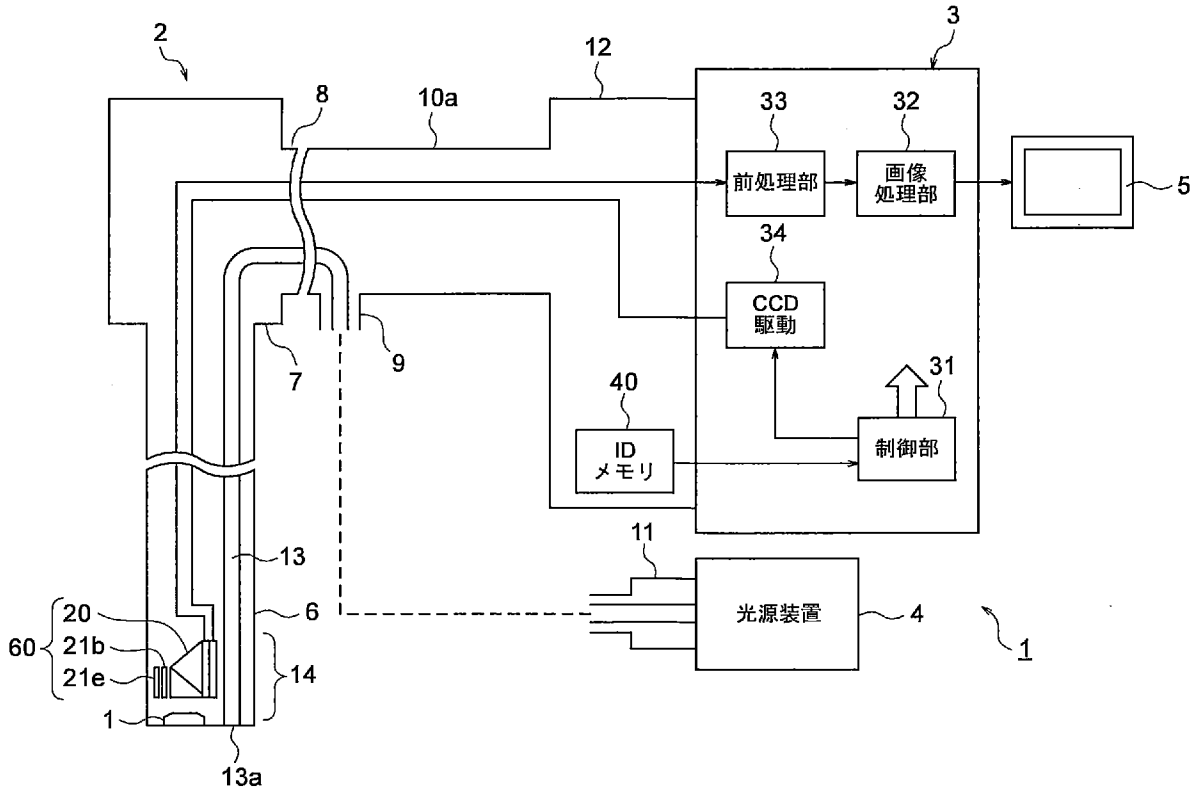
[図7]



[図8]


開始
2画像に対する補正処理
S101
2画像の所定画素領域で
コントラスト計算・比較
S102
コントラスト値に
所定値以上の差がある
？
S103
NO
YES
S104
重み付け
合成画像を生成
S105
終了

[図9]


2
3
12
8
10a
33
32
前処理部
画像
処理部
5
34
CCD
駆動
7
9
40
31
ID
メモリ
制御部
11
13
光源装置
4
1
20
60
21b
21e
6
14
1
13a

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/034548

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 13/04(2006.01)i; ***G02B 23/26***(2006.01)i
FI: G02B13/04 D; G02B23/26 C

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)

G02B13/04; G02B23/26

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 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2017/203897 A1 (OLYMPUS CORP) 30 November 2017 (2017-11-30) paragraphs [0027]-[0173], fig. 1-11	1–4
A	WO 2018/186123 A1 (OLYMPUS CORP) 11 October 2018 (2018-10-11) paragraphs [0013]-[0093], fig. 1-10	1-7
A	WO 2013/190785 A1 (PANASONIC CORPORATION) 27 December 2013 (2013-12-27) paragraphs [0008]-[0047], fig. 1-4	1-7
A	JP 2008-293029 A (ASML HOLDING NV) 04 December 2008 (2008-12-04) paragraphs [0014]-[0067], fig. 1-10	1–7

☐ 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	Date of mailing of the international search report
26 November 2021	**07 December 2021**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/034548

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2017/203897 A1	30 November 2017	US 2019/0076001 A1 paragraphs [0043]-[0203], fig. 1-11 CN 109068956 A	
WO 2018/186123 A1	11 October 2018	US 2020/0015656 A1 paragraphs [0063]-[0173], fig. 1-10 CN 110476103 A	
WO 2013/190785 A1	27 December 2013	US 2015/0098132 A1 paragraphs [0017]-[0054], fig. 1-4	
JP 2008-293029 A	04 December 2008	US 2004/0252369 A1 paragraphs [0025]-[0070], fig. 1-10 US 2003/0086158 A1 US 6480330 B1 US 2008/0278813 A1 EP 1257868 A KR 10-0663808 B1 JP 2005-49827 A JP 2004-515796 A JP 2007-294979 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/034548

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G02B 13/04(2006.01)i; G02B 23/26(2006.01)i
FI: G02B13/04 D; G02B23/26 C

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））

G02B13/04; G02B23/26

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2017/203897 A1 (オリンパス株式会社) 30.11.2017 (2017-11-30) [0027]-[0173], 図1-11	1-4
A	WO 2018/186123 A1 (オリンパス株式会社) 11.10.2018 (2018-10-11) [0013]-[0093], 図1-10	1-7
A	WO 2013/190785 A1 (パナソニック株式会社) 27.12.2013 (2013-12-27) [0008]-[0047], 図1-4	1-7
A	JP 2008-293029 A (エーエスエムエル ホールディング エヌ．ブイ．) 04.12.2008 (2008-12-04) [0014]-[0067], 図1-10	1-7

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
26.11.2021	07.12.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
瀬戸　息吹 2V 5362
電話番号 03-3581-1101 内線 3271

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/034548

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2017/203897 A1	30.11.2017	US 2019/0076001 A1 [0043]-[0203], 図1-11 CN 109068956 A	
WO 2018/186123 A1	11.10.2018	US 2020/0015656 A1 [0063]-[0173], 図1-10 CN 110476103 A	
WO 2013/190785 A1	27.12.2013	US 2015/0098132 A1 [0017]-[0054], 図1-4	
JP 2008-293029 A	04.12.2008	US 2004/0252369 A1 [0025]-[0070], 図1-10 US 2003/0086158 A1 US 6480330 B1 US 2008/0278813 A1 EP 1257868 A KR 10-0663808 B1 JP 2005-49827 A JP 2004-515796 A JP 2007-294979 A	