

(19) 日本国特許庁(JP)

## 再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02016/194178

発行日 平成30年5月31日(2018.5.31)

(43) 国際公開日 平成28年12月8日(2016.12.8)

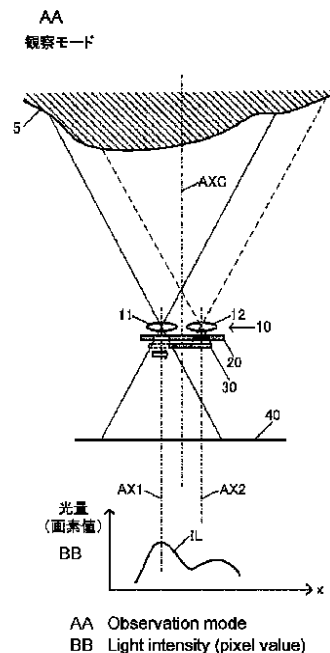
| (51) Int.Cl.                        | F I            | テーマコード (参考) |
|-------------------------------------|----------------|-------------|
| <b>G03B 35/04 (2006.01)</b>         | G03B 35/04     | 2H040       |
| <b>G03B 11/00 (2006.01)</b>         | G03B 11/00     | 2H059       |
| <b>H04N 5/225 (2006.01)</b>         | H04N 5/225 500 | 2H083       |
| <b>H04N 5/232 (2006.01)</b>         | H04N 5/225 400 | 4C161       |
| <b>A61B 1/00 (2006.01)</b>          | H04N 5/232 450 | 5C122       |
| 審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 31 頁) 最終頁に続く |                |             |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |                        |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------|
| 出願番号        | 特願2017-521430 (P2017-521430)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | (71) 出願人 | 000000376              |
| (21) 国際出願番号 | PCT/JP2015/066073                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          | オリンパス株式会社              |
| (22) 国際出願日  | 平成27年6月3日(2015.6.3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          | 東京都八王子市石川町2951番地       |
| (81) 指定国    | AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US | (74) 代理人 | 100104710<br>弁理士 竹腰 昇  |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | (74) 代理人 | 100124682<br>弁理士 黒田 泰  |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | (74) 代理人 | 100090479<br>弁理士 井上 一  |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | (74) 代理人 | 100166523<br>弁理士 西河 宏晃 |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | (74) 代理人 | 100187539<br>弁理士 藍原 由和 |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 最終頁に続く   |                        |

(54) 【発明の名称】 撮像装置、内視鏡装置及び撮像方法

## (57) 【要約】

撮像装置は、撮像素子40と結像光学系10と可動マスク30と第2のフィルタFRとを含む。結像光学系10は、第1の光路と、第1の光路に対して視差を有する第2の光路で撮像素子40に被写体5を結像させる。可動マスク30は、第1の波長帯域を通過させる第1のフィルタSLと遮光部34とを有し、結像光学系10に対して可動である。第2のフィルタFRは、第2の光路に設けられ、第1の波長帯域とは異なる第2の波長帯域を通過させる。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

撮像素子と、

第 1 の光路と、前記第 1 の光路に対して視差を有する第 2 の光路で前記撮像素子に被写体を結像させる結像光学系と、

第 1 の波長帯域を通過させる第 1 のフィルタと遮光部とを有し、前記結像光学系に対して可動である可動マスクと、

前記第 2 の光路に設けられ、前記第 1 の波長帯域とは異なる第 2 の波長帯域を通過させる第 2 のフィルタと、

を含むことを特徴とする撮像装置。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 において、

前記可動マスクを制御する可動マスク制御部を含み、

前記可動マスク制御部は、

非ステレオモードにおいて、前記第 1 のフィルタが前記第 1 の光路に非挿入となると共に前記遮光部が前記第 2 の光路に挿入される第 1 の状態に、前記可動マスクを設定し、

ステレオモードにおいて、前記第 1 のフィルタが前記第 1 の光路に挿入されると共に前記遮光部が前記第 2 の光路に非挿入となる第 2 の状態に、前記可動マスクを設定することを特徴とする撮像装置。

20

**【請求項 3】**

請求項 2 において、

第 1 のフレームにおいて、前記可動マスク制御部は前記非ステレオモードを設定し、前記撮像素子は第 1 の撮像画像を撮像し、

前記第 1 のフレームの次の第 2 のフレームにおいて、前記可動マスク制御部は前記ステレオモードを設定し、前記撮像素子は第 2 の撮像画像を撮像することを特徴とする撮像装置。

**【請求項 4】**

請求項 3 において、

動画画像の撮影において前記第 1 のフレームと前記第 2 のフレームを交互に繰り返すことを特徴とする撮像装置。

30

**【請求項 5】**

請求項 4 において、

前記動画画像に含まれる前記第 1 の撮像画像に基づいて、観察用の動画画像を出力する画像出力部と、

前記動画画像に含まれる前記第 2 の撮像画像に基づいて、前記第 1 の波長帯域の画像と前記第 2 の波長帯域の画像との間の位相差を検出する位相差検出部と、

を含むことを特徴とする撮像装置。

**【請求項 6】**

請求項 2 乃至 5 のいずれかにおいて、

前記ステレオモードにおいて撮像された画像に含まれる前記第 1 の波長帯域の画像と前記第 2 の波長帯域の画像との間の類似度に基づいて、前記ステレオモードにおいて前記可動マスクが前記第 2 の状態に設定されているか否かを検出する可動マスク位置検出部を含むことを特徴とする撮像装置。

40

**【請求項 7】**

請求項 6 において、

前記可動マスク制御部は、

前記ステレオモードにおいて前記可動マスクが前記第 1 の状態に設定されていることが検出された場合、前記可動マスクの状態とモードの対応を修正することを特徴とする撮像装置。

**【請求項 8】**

50

請求項 2 乃至 7 のいずれかにおいて、

前記非ステレオモードにおいて撮像された第 1 の撮像画像と、前記ステレオモードにおいて撮像された第 2 の撮像画像とに基づいて、近赤外画像を生成する近赤外画像生成部を含むことを特徴とする撮像装置。

【請求項 9】

請求項 8 において、

前記撮像素子による撮像画像は赤色と緑色と青色の画像で構成され、

前記第 1 の波長帯域は、前記赤色又は前記青色の一方に対応する波長帯域であり、

前記第 2 の波長帯域は、前記赤色又は前記青色の他方に対応する波長帯域であり、

前記近赤外画像生成部は、

前記第 1 の撮像画像の前記赤色の画像と前記第 2 の撮像画像の前記赤色の画像との差分、又は前記第 1 の撮像画像の前記青色の画像と前記第 2 の撮像画像の前記青色の画像との差分に基づいて、前記近赤外画像を生成することを特徴とする撮像装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれかにおいて、

前記第 1 の光路に設けられる第 1 の絞り孔と、前記第 2 の光路に設けられる第 2 の絞り孔とを有する固定マスクを含み、

前記第 2 のフィルタは、前記第 2 の絞り孔に設けられ、

前記可動マスクは、前記遮光部に設けられる第 3 の絞り孔を有し、

前記第 1 のフィルタは、前記第 3 の絞り孔に設けられることを特徴とする撮像装置。

【請求項 11】

請求項 10 において、

前記結像光学系は、

前記第 1 の絞り孔を通過する光を結像する第 1 の結像光学系と、前記第 2 の絞り孔を通過する光を結像する第 2 の結像光学系と、を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 12】

請求項 10 において、

前記結像光学系は、

前記第 1 の絞り孔を通過する光及び前記第 2 の絞り孔を通過する光を結像する単眼の結像光学系であることを特徴とする撮像装置。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれかにおいて、

前記第 1 のフィルタが前記第 1 の光路に挿入されると共に前記遮光部が前記第 2 の光路に非挿入となる状態に前記可動マスクが設定された場合において撮像された画像に基づいて、前記第 1 の波長帯域の画像と前記第 2 の波長帯域の画像との間の位相差を検出する位相差検出部を含むことを特徴とする撮像装置。

【請求項 14】

請求項 1 乃至 13 のいずれかにおいて、

前記撮像素子による撮像画像は赤色と緑色と青色の画像で構成され、

前記第 1 の波長帯域は、前記赤色又は前記青色の一方に対応する波長帯域であり、

前記第 2 の波長帯域は、前記赤色又は前記青色の他方に対応する波長帯域であることを特徴とする撮像装置。

【請求項 15】

撮像素子と、

第 1 の光路と、前記第 1 の光路に対して視差を有する第 2 の光路で前記撮像素子に被写体を結像させる結像光学系と、

第 1 の波長帯域を通過させる第 1 のフィルタと、前記第 1 の波長帯域とは異なる第 2 の波長帯域を通過させる第 2 のフィルタと、遮光部とを有し、前記結像光学系に対して可動である可動マスクと、

を含むことを特徴とする撮像装置。

**【請求項 16】**

請求項 15 において、

前記可動マスクを制御する可動マスク制御部を含み、

前記可動マスク制御部は、

非ステレオモードにおいて、前記第 1 のフィルタが前記第 1 の光路に非挿入となると共に前記遮光部が前記第 2 の光路に挿入される第 1 の状態に、前記可動マスクを設定し、

ステレオモードにおいて、前記第 1 のフィルタが前記第 1 の光路に挿入されると共に前記第 2 のフィルタが前記第 2 の光路に挿入される第 2 の状態に、前記可動マスクを設定することを特徴とする撮像装置。

**【請求項 17】**

請求項 1 乃至 16 のいずれかに記載された撮像装置を含むことを特徴とする内視鏡装置。

**【請求項 18】**

非ステレオモードにおいて、第 1 の波長帯域を通過させる第 1 のフィルタと遮光部とを有する可動マスクを第 1 の状態に設定することで、結像光学系の第 1 の光路に前記第 1 のフィルタを非挿入にする共に、前記第 1 の光路に対して視差を有する前記結像光学系の第 2 の光路に前記遮光部を挿入し、

ステレオモードにおいて、前記可動マスクを第 2 の状態に設定することで、前記第 1 の光路に前記第 1 のフィルタを挿入すると共に、前記第 2 の光路に前記遮光部を非挿入にすることを特徴とする撮像方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、撮像装置、内視鏡装置及び撮像方法等に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来より 3 次元形状を光学的に計測する技術が知られている。例えば、左右両眼の立体視によるステレオ撮像方式や、正弦パターンなどのパターン照明による位相シフト方式、反射光の時間測定による TOF (Time of Flight) 方式など、種々の方式が提案されている。

**【0003】**

ステレオ撮像方式は、撮像系をステレオ光学系にするだけの簡便な機構で良く、特別な照明機構や照明制御、高度な信号処理が不要であるため、昨今の撮像系の小型化技術の進歩を考えると小スペースでの実装には向いている。例えば、内視鏡装置の先端部への実装や小型ロボットの視覚センサなど多くのニーズが存在する。これらは高精度な計測機能だけではなく同時に高画質な通常観察機能も求められることが多く、左右別々の撮像素子を用いるのではなく解像度を確保するために共通の撮像素子に視差画像を結像する形式が取られている。ステレオ撮像方式では、左右画像の視差量から被写体までの距離を求めることが基本なので、共通の撮像素子に結像された左右画像を分離できないと視差量を検出できず、距離情報を求めることができない。

**【0004】**

左右画像を分離する手法として、例えば特許文献 1 には、左右の結像光路をメカニカルシャッターにより時間的に切り替え、左右の画像を時分割に取得する手法が開示されている。或いは特許文献 2 には、単一の結像光路の左半分に R G フィルタを挿入し、右半分に G B フィルタを挿入し、撮像画像の R 画像と B 画像により左右画像を分離する手法が開示されている。また特許文献 2 では、通常観察の場合において R G フィルタ及び G B フィルタを結像光路から退避させ、観察画像を取得する。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0005】**

【特許文献１】特開２０１０－１２８３５４号公報

【特許文献２】特開２０１３－３１５９号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

さて、上記のようなステレオ撮像方式では、撮像系又は被写体の動きが悪影響を及ぼすという課題がある。例えば特許文献１では時分割に右画像と左画像を撮影するため、撮像系又は被写体が動いた場合、そのブレを含んだ位相差が検出され、その位相差からブレと真の位相差を分離することが難しいため計測誤差が生じてしまう。或いは特許文献２では観察画像の撮影と視差画像の撮影を切り替えるが、オートフォーカスを想定したものであり、高速な切り替えは想定されていないと考えられる。３次元形状計測において観察画像と視差画像を一致させようとすると高速な切り替えが必要となるが、特許文献２の構成には可動部が２つあるため、駆動機構が大きくなる、故障の確率が高くなる等の問題がある。

10

【０００７】

例えば、内視鏡装置等のカメラと被写体が固定されない用途では、上記のような撮像系と被写体との相対的なブレが問題となりやすい。また、動きに強いことで、カメラを動かしながら形状計測を行う等の従来では難しい計測を実現できる可能性がある。

【０００８】

本発明の幾つかの態様によれば、撮像系又は被写体の動きの影響を抑制したステレオ計測と観察画像の撮影ができる撮像装置、内視鏡装置及び撮像方法等を提供できる。

20

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本発明の一態様は、撮像素子と、第１の光路と、前記第１の光路に対して視差を有する第２の光路で前記撮像素子に被写体を結像させる結像光学系と、第１の波長帯域を通過させる第１のフィルタと遮光部とを有し、前記結像光学系に対して可動である可動マスクと、前記第２の光路に設けられ、前記第１の波長帯域とは異なる第２の波長帯域を通過させる第２のフィルタと、を含む撮像装置に係する。

【００１０】

本発明の一態様によれば、可動マスクが結像光学系に対して可動に構成されることで、その可動マスクの位置の切り替えによりステレオ計測と観察画像の撮影が可能となる。このとき、例えば２つの光路で非時分割のステレオ撮影が可能なことや、可動部である可動マスクが１つであること等により、撮像系又は被写体の動きの影響を抑制することが可能となる。

30

【００１１】

また本発明の他の態様は、撮像素子と、第１の光路と、前記第１の光路に対して視差を有する第２の光路で前記撮像素子に被写体を結像させる結像光学系と、第１の波長帯域を通過させる第１のフィルタと、前記第１の波長帯域とは異なる第２の波長帯域を通過させる第２のフィルタと、遮光部とを有し、前記結像光学系に対して可動である可動マスクと、を含む撮像装置に係する。

40

【００１２】

また本発明の更に他の態様は、上記のいずれかに記載された撮像装置を含むことを特徴とする内視鏡装置に係する。

【００１３】

また本発明の更に他の態様は、非ステレオモードにおいて、第１の波長帯域を通過させる第１のフィルタと遮光部とを有する可動マスクを第１の状態に設定することで、結像光学系の第１の光路に前記第１のフィルタを非挿入にする共に、前記第１の光路に対して視差を有する前記結像光学系の第２の光路に前記遮光部を挿入し、ステレオモードにおいて、前記可動マスクを第２の状態に設定することで、前記第１の光路に前記第１のフィルタを挿入すると共に、前記第２の光路に前記遮光部を非挿入にする撮像方法に係する。

50

**【図面の簡単な説明】****【0014】**

【図1】図1は、本実施形態の基本構成例。

【図2】図2は、本実施形態の基本構成例。

【図3】図3は、固定マスク、可動マスクの詳細な構成例。

【図4】図4は、固定マスク、可動マスクの詳細な構成例。

【図5】図5は、固定マスクの左眼光路の分光特性と、固定マスクの右眼光路の分光特性と、可動マスクの左眼光路の分光特性。

【図6】図6は、観察モードにおける撮像画像の分光特性。

【図7】図7は、ステレオ計測モードにおける撮像画像の分光特性。

10

【図8】図8は、固定マスク、可動マスクの変形例。

【図9】図9は、固定マスク、可動マスクの変形例。

【図10】図10は、結像光学系の変形例。

【図11】図11は、結像光学系の変形例。

【図12】図12は、ステレオ計測の原理的な説明図。

【図13】図13は、本実施形態の内視鏡装置の構成例。

【図14】図14は、観察モードとステレオ計測モードを切り替えるシーケンス。

【図15】図15は、被写体又は撮像系のブレ対応についての説明図。

【図16】図16は、本実施形態の内視鏡装置の第2の構成例。

20

**【発明を実施するための形態】****【0015】**

以下、本実施形態について説明する。なお、以下に説明する本実施形態は、請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また本実施形態で説明される構成の全てが、本発明の必須構成要件であるとは限らない。

**【0016】**

例えば以下では工業用の内視鏡装置を本発明の適用例として説明するが、本発明は工業用の内視鏡装置への適用に限定されず、ステレオ撮影方式（視差をもった撮像系で得た2画像の位相差を検出して被写体の距離情報を取得する方法）により3次元形状を計測する3次元計測装置や3次元計測機能を有する撮像装置（例えば医療用の内視鏡装置、顕微鏡、工業用カメラ、ロボットの視覚機能など）であれば適用できる。

30

**【0017】****1. 基本構成**

まず本実施形態の概要について説明し、次に本実施形態の基本構成（原理的な構成）について説明する。

**【0018】**

内視鏡装置での検査では、例えば検査対象にスコープを挿入して通常の画像を撮影しながら異常がないかチェックしていき、傷などの詳細に観察したい部分が見つかったときに、その部分の3次元形状を計測して更なる検査が必要かを検討する。このように、通常の観察画像は白色光で撮影を行う。このような白色光での撮影とステレオ計測を両立する方法として、例えば白色光でステレオ撮影を行うことが考えられる。しかしながら、ステレオ撮影で白色光を用いた場合、イメージセンサを左右に分割して、それぞれの領域に左画像と右画像を結像させる必要があるため、画像が低解像になる。イメージセンサの同一領域に左画像と右画像を結像する手法としては、カラー位相差法があるが、撮影される画像は色ずれ画像になるため観察画像として用いることができない。

40

**【0019】**

上記のことから、白色光でイメージセンサの同一領域で左画像と右画像を写すためには、時分割切り替え（例えば特許文献1）が必要となる。しかしながら、撮像系と被写体が相対的に動いた場合には左画像と右画像の間に動きブレがあるため、三角測定が不正確になってしまう。特に内視鏡のようにカメラを被写体に対して固定できない場合には、動きブレが発生しやすい。

50

## 【 0 0 2 0 】

本実施形態では、白色光で高解像な観察画像を得ると共に、カラー位相差で非時分割のステレオ計測ができる。

## 【 0 0 2 1 】

カラー位相差で非時分割にステレオ計測を行う手法として、例えば上述した特許文献 2 がある。しかしながら、特許文献 2 はオートフォーカスにステレオ計測を適用するものであり、観察画像との高速な切り替えを想定していないと考えられる。上述したように、可動部であるフィルタが 2 つあるため高速な切り替えという点では不利と考えられる。

## 【 0 0 2 2 】

また、特許文献 2 の構成では単一光路を真ん中で左右に分けるだけなので瞳間の距離を離すことが難しく、距離測定の精度を出しにくいという問題がある。内視鏡装置ではパンフォーカスが必要であるため絞りが小さい（F 値が大きい）ので、その小さな絞り径を左右に分けることになり、瞳間の距離が近くなりやすい。

## 【 0 0 2 3 】

また、ステレオにおける左右の時分割切り替えも含めて、時分割の切り替えではシャッターや分光フィルタを機械的に動かす（切り替える）必要がある。機械的な動きではミスや故障が発生するため、シャッターや分光フィルタが切り替えのいずれの状態（位置）にあるかを検出し、エラーがあれば修復する必要があるという問題がある。このような検出機能を実現する場合、エラーの種類が少ない方が検出も修復も容易である。例えば特許文献 2 の構成では、2 つの分光フィルタのうち両方が瞳に挿入されなかった場合、一方だけ瞳に挿入された場合など、複数の種類のエラーが発生し得るので、検出や修復を確実にすることが難しくなる。

## 【 0 0 2 4 】

本実施形態では、以下のような手法により上記のような課題を解決可能である。即ち、被写体の左眼光学系による結像画像と右眼光学系による結像画像を一つの撮像素子の共通領域にて写す構成である。左眼光路（第 1 の光路）と右眼光路（第 2 の光路）は交互に高速切り替えができるように切り替え機構が設けられ、時分割により第 1 の画像（観察画像）を取得する観察モードと第 2 の画像（視差画像、ステレオ画像、左右画像、計測画像）を取得する計測モードを切り替える構成とする。

## 【 0 0 2 5 】

第 1 の画像が左眼光路のみによる画像となるように切り替え機構を構成し、第 1 の画像を通常観察用の画像として利用する。第 2 の画像が左眼光路と右眼光路の両方からの画像が重なって得られるように切り替え機構を構成し、第 2 の画像を計測用画像として利用する。但し、左眼画像と右眼画像は光路中の分光フィルタにより波長域が分離された画像になるようにする。

## 【 0 0 2 6 】

通常観察画像は視差のない通常のカラー画像であり、計測用画像は左右の視差をもった分離画像となる。分離画像を用い、視差量を求めることによりステレオ計測の原理から被写体までの距離情報を算出し 3 次元情報を取得する。計測モードでは視差画像を同時取得できるため被写体ブレ又は撮像系のブレによる計測誤差要因を排除できる。また後述するように、左眼光路と右眼光路が分かれた撮像系を用いることで可動部を 1 つにでき、高速な切り替えや小型化、エラー検出等が可能になる。また、左眼光路と右眼光路が分かれた撮像系を用いることで小型の撮像系においても視差を確保しやすく、計測精度を向上できる。また後述するように、観察画像に近赤外領域を含めた場合、観察画像と計測画像とから近赤外画像のみを計算により抽出することができる。

## 【 0 0 2 7 】

なお、本発明の適用対象として、例えば工業用内視鏡などの撮像系の位置が安定しない（固定しない）装置であり、且つ撮像機構が小さく解像度を確保するために大きな撮像素子を用いることができない装置が想定される。但し、本発明の適用は上記装置に限定されず、高精細観察、高精度計測を目的とする 3 次元計測装置に広く適用できる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 8 】

次に、図 1、図 2 を用いて本実施形態の基本構成を説明する。図 1、図 2 には、撮像部を横から見た（光軸を含む平面での）断面図と、撮像素子上の結像の光量（又は撮像素子に撮像された画像の画素値）と位置  $x$  の関係と、を示す。位置  $x$  は、結像光学系の光軸に垂直な方向における位置（座標）であり、例えば撮像素子の画素位置である。実際には 2 次元の座標系であるが、ここでは 2 次元のうち視差方向の 1 次元の座標系で説明する。

## 【 0 0 2 9 】

本実施形態の内視鏡装置は、結像光学系 1 0、可動マスク 3 0（第 1 のマスク）、固定マスク 2 0（第 2 のマスク）、撮像素子 4 0（撮像センサ、イメージセンサ）を含む。結像光学系 1 0 は、左眼結像系 1 1（第 1 の結像光学系）、右眼結像系 1 2（第 2 の結像光学系）を含む。ここでは撮像素子 4 0 が R G B のベイヤ配列のカラーフィルタを有する場合を例に説明するが、これに限定されず、例えば補色フィルタ等を有してもよい。

10

## 【 0 0 3 0 】

図 1、図 2 に示すように、被写体 5 からの反射光を 2 系統（左眼結像系 1 1、右眼結像系 1 2）の結像光学系 1 0 により同一の撮像素子 4 0 の面上に結像させる。なお、被写体 5 を照明する照明機構の図示は省略する。d は、左眼結像系 1 1 の光軸  $A X 1$  と右眼結像系 1 2 の光軸  $A X 2$  との間の距離であり、ステレオ計測においては基線長となる。なお、直線  $A X C$  は、光軸  $A X 1$ 、 $A X 2$  を含む平面において光軸  $A X 1$ 、 $A X 2$  に平行な直線であり、ステレオ計測の視差中心に相当する。

## 【 0 0 3 1 】

20

左眼結像系 1 1、右眼結像系 1 2 は、それぞれ結像レンズを含む。固定マスク 2 0、可動マスク 3 0 は、例えば結像系の瞳位置に設けられる。或いは結像系よりも結像側に設けられてもよい。固定マスク 2 0 は結像系に対して固定されており、可動マスク 3 0 は光軸  $A X 1$ 、 $A X 2$  に垂直な平面内で位置を切り替えられる構成となっている。可動マスク 3 0 は、図 1 に示す第 1 の状態である観察モード（第 1 のモード、非ステレオモード、単眼モード）と、図 2 に示す第 2 の状態であるステレオ計測モード（第 2 のモード、ステレオモード）の 2 つのモードをとることができ、これらが高速に切り替えられるようになっている。

## 【 0 0 3 2 】

固定マスク 2 0 は、2 つの絞り孔（左眼絞り孔、右眼絞り孔）が設けられた板状の遮光部（遮光部材）と、右眼絞り孔に設けられた分光フィルタと、を含む。左眼絞り孔には（例えば、その円の中心に）光軸  $A X 1$  が通っており、右眼絞り孔には（例えば、その円の中心に）光軸  $A X 2$  が通っている。絞り孔以外の部分は遮光部で覆われており、光が通過しないようになっている。なお、左眼絞り孔は、例えば貫通穴であってもよいし、或いは何らかの分光フィルタ（例えば、少なくとも白色光を透過する広帯域の分光フィルタ）が設けられてもよい。

30

## 【 0 0 3 3 】

可動マスク 3 0 は、1 つの絞り孔（左眼絞り孔）が設けられた板状の遮光部（遮光部材）と、左眼絞り孔に設けられた分光フィルタと、を含む。観察モード（通常観察モード）とステレオ計測モードの各モードにおいて、固定マスク 2 0 の 2 つの絞り孔のうち一方が開放される（可動マスク 3 0 が重ならない）大きさに可動マスク 3 0 が構成されている。図 1、図 2 では可動マスク 3 0 が固定マスク 2 0 よりも結像側に設けられる場合を図示しているが、可動マスク 3 0 が固定マスク 2 0 よりも対物側に設けられてもよい。

40

## 【 0 0 3 4 】

以下、固定マスク 2 0 の左眼絞り孔の分光特性を  $F L$  と表記し、右眼絞り孔の分光特性を  $F R$  と表記し、可動分光マスクの左眼絞り孔の分光特性を  $S L$  と表記する。また、分かりやすくするために、各絞り孔に設けられる分光フィルタについても、同じ符号  $F L$ 、 $F R$ 、 $S L$  で表記するものとする。

## 【 0 0 3 5 】

図 1 は観察モードの状態を示しており、左眼側光路は固定マスク 2 0 の左眼絞り孔を介

50

して開放された状態となり、右眼側光路は可動マスク30により遮断（遮光）された状態になっている。この場合、撮像素子40に結像される画像は左眼結像系11のみによる結像画像I Lとなり、通常の（単眼による白色光の）撮像画像が得られる。

#### 【0036】

一方、図2はステレオ計測モードの状態を示しており、固定マスク20の左眼絞り孔と可動マスク30の左眼絞り孔が光軸AX1に沿って重なった状態となっている。即ち、左眼側光路は固定マスク20の右目絞り孔を介した光を可動マスク30の短波長（青色）分光フィルタSL（第1のフィルタ）によりフィルタリングし、その短波長成分による画像I L'を撮像素子40に結像する。右眼側光路は可動マスク30による遮光が解除され、結像光を固定マスク20の長波長（赤色）分光フィルタFR（第2のフィルタ）によりフ

10

#### 【0037】

したがってステレオ計測モードでは、撮像素子40の青色画素により得られる画像I L'は短波長画像となり、撮像素子40の赤色画素により得られる画像I R'は長波長画像となり、2つの光路からの画像I L'、I R'を分離取得することができる。つまりステレオ計測モードでは、位相差をもった左眼画像I L'と右眼画像I R'を同時に且つ独立して得ることができ、位相差画像によるステレオ計測が可能となる。

#### 【0038】

##### 2. 固定マスク、可動マスク

図3、図4に固定マスク20、可動マスク30の詳細な構成例を示す。図3、図4には、結像光学系10と固定マスク20と可動マスク30の断面図と、固定マスク20と可動マスク30を光軸方向に見た図（結像側から見た背面図）と、を示す。

20

#### 【0039】

固定マスク20の左眼光路には開放状態の絞り孔21（スルーホール）が開いており、右眼光路には長波長分光フィルタFRを有する絞り孔22が構成されている。絞り孔21、22は遮光部24（遮光部材）に開けられており、例えば撮像系に必要な被写界深度に対応したサイズの孔（例えば円形状の孔で、サイズは直径）である。絞り孔21、22の中心（例えば円の中心）は、それぞれ光軸AX1、AX2に一致（略一致を含む）している。遮光部24は、光学系11、12が収められた筐体を正面（又は背面）から見たときに筐体を塞ぐように設けられており、例えば光軸AX1、AX2に対して垂直に設けられ

30

#### 【0040】

可動マスク30は、短波長分光フィルタSLを有する絞り孔31と、その絞り孔31が開けられた遮光部34（遮光部材）と、を有する。絞り孔31は、例えば固定マスク20の絞り孔21よりも少し大きいサイズの孔である。或いは、撮像系に必要な被写界深度に対応したサイズの孔（例えば円形状の孔で、サイズは直径）であってもよい。絞り孔31の中心（例えば円の中心）は、ステレオ観察モードにおいて光軸AX1に一致（略一致を含む）している。遮光部34は、光軸AX1、AX2に対して垂直な回転軸35に接続されており、例えば光軸AX1、AX2に対して垂直に設けられた板状部材である。遮光部34の形状は、例えば円形状の板から回転軸35に接続用の板が延びた形状であるが、これに限定されず、図3及び図4の状態を実現できる形状であればよい。

40

#### 【0041】

可動マスク30は、回転軸35を中心として光軸AX1、AX2に垂直な方向に所定の角度だけ回転する構成となっている。例えばピエゾ素子やモーター等によって回転運動を実現できる。図3の観察モードにおいては、可動マスク30は右眼側に所定の角度だけ回転して傾き、固定マスク20の左眼光路（絞り孔21）は開放状態となり、右眼光路（絞り孔22）は遮光状態となる。図4のステレオ計測モードにおいては、可動マスク30は左眼側に所定の角度だけ回転して傾き、可動マスク30の分光フィルタ（絞り孔31）が固定マスク20の左眼光路（絞り孔21）に重なり短波長成分のみを通過させ、右眼光路（絞り孔22）を遮光状態から開放する。固定マスク20の長波長分光フィルタFRを有

50

する絞り孔 2 2 を露呈させることにより長波長成分のみを通過させる。

【 0 0 4 2 】

なお、上記では可動マスク 3 0 を所定角度だけ軸回転することにより 2 つの状態を作る場合を説明したが、これに限定されない。例えば、スライド動作により可動マスク 3 0 を移動させて 2 つの状態を作るものでもよい。回転動作又はスライド動作は、例えばマグネット機構や、圧電機構などで実現可能であり、高速性や耐久性を考慮して適切なものを選択すればよい。

【 0 0 4 3 】

3 . 左眼光路、右眼光路の分光フィルタ特性

図 5 に、固定マスク 2 0 の左眼光路の分光特性 F L と、固定マスク 2 0 の右眼光路の分光特性 F R と、可動マスク 3 0 の左眼光路の分光特性 S L と、を示す。図 5 は、分光フィルタ（又はスルーホール）の透過波長と透過率の関係を相対ゲインとして表したものである。なお、参照特性として撮像素子 4 0 のカラー画素が有する分光特性（分光感度特性）を点線で示す。符号の“ L ”、“ R ”は、それぞれ左眼光路、右眼光路を表し、符号の“ r ”、“ g ”、“ b ”、“ i r ”は、それぞれ赤色、緑色、青色、近赤外を表す。例えば左眼光路を通して撮像素子 4 0 の青色画素で検出される光の分光特性は“ L b ”と表される。なお、分かりやすくするために、これらの分光特性で得られる画像についても、同じ符号（ L b 等）で表すものとする。

10

【 0 0 4 4 】

図 5 に示すように、固定マスク 2 0 の左眼光路の分光特性 F L は、撮像素子 4 0 のカラー画素が有する分光特性 L b 、 L g 、 L r 、 L i r を全て含む特性とする。単なる開放状態（スルーホール）であれば、被写体 5 への照明分光特性をそのようにすれば良い。或いは、図 5 に示す分光特性 F L を有する分光フィルタを左眼絞り孔 2 1 に設けてもよい。

20

【 0 0 4 5 】

固定マスクの右眼光路の分光特性 F R は、赤色 r の分光特性 R r を含むと共に青色 b の分光特性を含まない特性とする。なお、左右画像（赤色画像、青色画像）の分離性を十分確保できるように構成されていればよいので、分光特性 F R は、青色 b の分光特性を全く含まない特性にする必要はないし、赤色 r の分光特性 R r の全部を含む特性にする必要はない。

30

【 0 0 4 6 】

可動マスク 3 0 のステレオ計測モードにおける左眼光路の分光特性 S L は、青色 b の分光特性 L b を含むと共に赤色 r の分光特性を含まない特性とする。なお、左右画像（赤色画像、青色画像）の分離性を十分確保できるように構成されていればよいので、分光特性 S L は、赤色 r の分光特性を全く含まない特性にする必要はないし、青色 b の分光特性 L b の全部を含む特性にする必要はない。可動マスク 3 0 のステレオ計測モードにおける右眼光路は、固定マスク 2 0 の右眼光路を単に開放状態にするだけなので、限定された分光特性はない。

40

【 0 0 4 7 】

4 . 撮像画像

図 6 は、観察モード時に左眼光路を介して撮像素子 4 0 により取得される撮像画像の分光特性である。図 6 では、実線で撮像画像の分光特性を示し、点線で左眼光路の分光特性 F L を示す。観察モードでの撮像画像は、左眼光路のみを介した画像であり、赤色 r 、緑色 g 、青色 b 、近赤外 i r の成分からなる画像である。したがって視差画像の重畳は起こらない単なる単眼撮像画像となる。

【 0 0 4 8 】

図 7 は、ステレオ計測モード時に左眼光路を介して撮像素子 4 0 により取得される左眼画像の分光特性と、右眼光路を介して撮像素子 4 0 により取得される右眼画像の分光特性である。図 7 では、実線で左眼画像、右眼画像の分光特性を示し、点線で左眼光路の分光特性 S L 、右眼光路の分光特性 F R を示す。参考として細点線で緑色画像の分光特性を示す。

50

## 【 0 0 4 9 】

例えば左眼光路 L から得られる赤色 r の分光画像という意味で L r と便宜上と表すと、他の分光画像も L g、L b、L i r と表せる。一般に原色ベイアの撮像素子 4 0 のカラー画素は、赤色画素は ( r + i r )、緑色画素は ( g + i r )、青色画素は ( b + i r ) の波長域を感度としてもつ。そのため観察モードでは、下式 ( 1 ) で示す 3 種類のカラー画像 V r、V g、V b を分離して得ることができる。V r、V g、V b は、観察モードにおける赤色画像、緑色画像、青色画像 ( 又は、その分光特性 ) を表す。

## 【 数 1 】

$$\left. \begin{array}{l} V_r = L_r + L_{ir} \\ V_g = L_g + L_{ir} \\ V_b = L_b + L_{ir} \end{array} \right\} \quad (1)$$

10

## 【 0 0 5 0 】

ステレオ計測モードでは、得られるのが左眼光路と右眼光路を介した 2 種類の視差画像であり、それらが同一の撮像素子 4 0 上に重畳して結像するため像ずれが起こった撮像画像になる。この像ずれが視差量となりステレオ計測の原理により被写体の奥行き情報が得られるのであるが、この視差量を求めるには左眼画像と右眼画像を分離し、双方の相関 ( マッチング ) をとって位相差を検出する必要がある。

20

## 【 0 0 5 1 】

そこで計測モード時は、左眼光路では固定マスク 2 0 を通過する分光特性 L r、L g、L b、L i r の光のうち、分光特性 L b の光 ( 分光特性 L g の一部を含む ) を、可動マスク 3 0 の左眼光路の分光特性 S L によりフィルタリングして抽出する。例えば、図 7 のように可動マスク 3 0 の左眼光路の分光特性 S L を、5 5 0 n m 以下の波長を通過させると共に 5 5 0 n m 以上の波長は遮断する特性とする。

## 【 0 0 5 2 】

また、右眼光路では可動マスク 3 0 は開放状態とし、固定マスク 2 0 の右眼光路を通過する分光特性 F R により、分光特性 L r の光 ( 分光特性 L g の一部を含む ) をフィルタリングして抽出する。例えば、図 7 のように固定マスク 2 0 の右眼光路の分光特性 F R を、5 5 0 n m 以上かつ 8 0 0 n m 以下の波長を通過させると共に、それ以外の波長を遮断する特性とする。

30

## 【 0 0 5 3 】

従って、ステレオ計測モード時においては、左眼光路からの左眼画像が、撮像素子 4 0 ( 原色ベイア ) の青色画素の分光特性による L b の分光特性をもつ画像として得られる。また、右眼光路からの右眼画像が、撮像素子 4 0 ( 原色ベイア ) の赤色画素の分光特性による L r の分光特性をもつ画像として得られる。つまり下式 ( 2 ) で示す左眼画像と右眼画像を、独立したカラー画素により M r、M b として分離して得ることができる。M r、M b は、ステレオ計測モードにおける赤色画像、青色画像 ( 又は、その分光特性 ) を表す。なお、撮像素子 4 0 が補色タイプの場合は、補色情報 ( シアン、マゼンダ、イエロー ) から赤色画像 M r、青色画像 M b を変換抽出すればよい。

40

## 【 数 2 】

$$\left. \begin{array}{l} M_r = R_r \\ M_b = L_b \end{array} \right\} \quad (2)$$

## 【 0 0 5 4 】

以上の実施形態によれば、撮像装置 ( 内視鏡装置 ) は、撮像素子 4 0 と結像光学系 1 0 と可動マスク 3 0 と第 2 のフィルタ F R とを含む。結像光学系 1 0 は、第 1 の光路と、第

50

1の光路に対して視差を有する第2の光路で撮像素子40に被写体5を結像させる。可動マスク30は、第1の波長帯域を通過させる第1のフィルタSLと遮光部34とを有し、結像光学系10に対して可動である。第2のフィルタFRは、第2の光路に設けられ、第1の波長帯域とは異なる第2の波長帯域を通過させる。

【0055】

このような構成にすることで、図1～図4で説明したような観測モードとステレオ計測モードの切り替えが可能となる。またカラー位相差法における視差画像を同時に（時分割でなく）取得できるので、正確なステレオ計測が可能になる。また、可動部である可動マスク30が1つなので、切り替えの高速化や、駆動機構の簡素化、モード切り替えにおける故障やエラーの抑制を実現できる。また、可動マスク30には遮光部34に1つのフィルタSLが設けられる簡素な構成であり、切り替えの振動によるフィルタ外れなどのトラブルを抑制できる。また、第1の光路と第2の光路が明確に分かれた撮像系を用いるため、ステレオ計測における基線長（図12のd）を大きくとりやすく、正確な距離測定が可能になる。

【0056】

例えば本実施形態では、第1の光路は左眼光路に対応し、第2の光路は右眼光路に対応する。なお、第1の光路が右眼光路に対応し、第2の光路が左眼光路に対応してもよい。また、便宜的に光路を左右に分離しているが、光路の分離方向は左右に限らない。

【0057】

ここで光路とは、撮像素子40に結像する光が、光学系の対物側から入射して撮像素子40に到達するまでの経路のことである。図1～図4で説明した二眼の光学系の場合、左眼光学系11と固定マスク20の左眼絞り孔21（ステレオ計測モードでは更に可動マスク30の絞り孔31）を通過する光路が第1の光路である。また、右眼光学系12と固定マスク20の右眼絞り孔22を通過する光路が第2の光路である。即ち、二眼の光学系と固定マスク20の2つの絞り孔21、22により光路が規定される。図10、図11で後述する一眼の光学系の場合、結像光学系10と固定マスク20の左眼絞り孔21（ステレオ計測モードでは更に可動マスク30の絞り孔31）を通過する光路が第1の光路である。また、結像光学系10と固定マスク20の右眼絞り孔22を通過する光路が第2の光路である。即ち、一眼の光学系が固定マスク20の2つの絞り孔21、22により瞳分割されることで光路が規定される。

【0058】

ここでマスクとは、マスクに入射する光を遮蔽すると共に一部の光を通過させる部材や部品のことである。本実施形態の固定マスク20や可動マスク30では、遮光部24、34が光を遮蔽すると共に絞り孔21、22、31が光（全帯域又は、一部の帯域）を通過させる。

【0059】

また例えば本実施形態では、第1の波長帯域は青色の波長帯域（白色光の短波長側の帯域）に対応し、第2の波長帯域は赤色の波長帯域（白色光の長波長側の帯域）に対応する。なお、第1の波長帯域が赤色の波長帯域に対応し、第2の波長帯域が青色の波長帯域に対応してもよい。第1の波長帯域と第2の波長帯域は、第1の光路による画像と第2の光路による画像とを波長帯域により分離できるものであればよい。本実施形態ではベイヤー撮像素子の青色画像と赤色画像で分離しているが、これに限定されず、波長帯域の分離に基づいて視差画像を分離する手法であれば本発明を適用できる。

【0060】

また本実施形態では、撮像装置は、可動マスク30を制御する可動マスク制御部340（図13）を含む。可動マスク制御部340は、非ステレオモード（観察モード）において、第1のフィルタSLが第1の光路に非挿入となると共に遮光部34が第2の光路に挿入される第1の状態（第1の位置）に、可動マスク30を設定する。一方、ステレオモード（ステレオ計測モード）において、可動マスク制御部340は、第1のフィルタSLが第1の光路に挿入されると共に遮光部34が第2の光路に非挿入となる第2の状態（第2

の位置)に、可動マスク30を設定する。

【0061】

このような可動マスク30の駆動制御を行うことで、図1や図3の観察モードと図2や図4のステレオ計測モードの切り替え制御を実現できる。即ち、可動マスク30を第1の状態に設定した場合には、第2の光路が遮光部34で遮蔽されるので第1の光路のみでの撮影となり、第1の光路には第1のフィルタSLが挿入されないので通常観察用の画像(白色光画像)を撮影することが可能となる。一方、可動マスク30を第2の状態に設定した場合には、第1の光路に第1のフィルタSLが挿入され、第2の光路には第2のフィルタFRが固定されているので、カラー位相差法における視差画像を撮影することが可能となる。

10

【0062】

また本実施形態では、撮像装置は固定マスク20を含む。固定マスク20は、第1の光路に設けられる第1の絞り孔21と、第2の光路に設けられる第2の絞り孔22とを有する。そして第2のフィルタFRは、第2の絞り孔22に設けられる。可動マスク30は、遮光部34に設けられる第3の絞り孔31を有する。そして第1のフィルタSLは、第3の絞り孔31に設けられる。

【0063】

このように第1の絞り孔21と第2の絞り孔22を有する固定マスク20を設けることで、第1の絞り孔21と第2の絞り孔22により第1の光路と第2の光路を明確に分離することができる。そして、一方の絞り孔22を塞ぐことで観察モードにおける単眼撮影が可能となり、両方の絞り孔21、22を用いることでステレオ計測モードにおけるステレオ撮影が可能となる。固定マスク20により2つの光路が明確に分離されるので、上述したようにステレオ計測での基線長(図12のd)を確保できる。

20

【0064】

また本実施形態では、結像光学系10は、第1の絞り孔21を通過する光を結像する第1の結像光学系11と、第2の絞り孔22を通過する光を結像する第2の結像光学系12と、を有する。

【0065】

このように二眼の結像光学系を用いることで、絞り孔21、22を光軸上に設けることが可能となり、品質が高い(例えば収差が少ない)結像を得ることが可能になる。

30

【0066】

5. 変形例

第1の変形例について説明する。即ち、上述した実施形態では可動マスク30に1つの絞り孔31を設ける場合を例に説明したが、これに限定されない。例えば図8、図9に示すように可動マスク30に2つの絞り孔31、32を設けてもよい。

【0067】

具体的には、可動マスク30は、遮光部34と、遮光部34に設けられた左眼絞り孔31と、遮光部34に設けられた右眼絞り孔32と、を含む。左眼絞り孔31には、短波長の分光特性SLの分光フィルタが設けられ、右眼絞り孔32には、長波長の分光特性SRの分光フィルタが設けられる。分光特性SRは、図5の分光特性FRと同じ特性である。

40

【0068】

固定マスク20は、遮光部24と、遮光部24に設けられた左眼絞り孔21と、遮光部24に設けられた右眼絞り孔22と、を含む。絞り孔21、22は例えば開放状態(スルーホール)であり、その分光特性は図5の分光特性FLと同じ特性である。

【0069】

観察モードでは、固定マスク20の左眼絞り孔21が開放状態となり、固定マスク20の右眼絞り孔22が可動マスク30の遮光部24で遮光され、単眼による白色光の画像が撮像される。ステレオ計測モードでは、固定マスク20の左眼絞り孔21と可動マスク30の左眼絞り孔31が重なり、固定マスク20の右眼絞り孔22と可動マスク30の右眼絞り孔32が重なり、カラー位相差法による視差画像(赤色画像、青色画像)が撮像され

50

る。

#### 【0070】

本変形例によれば、撮像装置（内視鏡装置）は、撮像素子40と結像光学系10と可動マスク30とを含む。結像光学系10は、第1の光路と、第1の光路に対して視差を有する第2の光路で撮像素子40に被写体5を結像させる。可動マスク30は、第1の波長帯域（青色の波長帯域）を通過させる第1のフィルタSLと、第1の波長帯域とは異なる第2の波長帯域（赤色の波長帯域）を通過させる第2のフィルタSRと、遮光部34とを有し、結像光学系10に対して可動である。

#### 【0071】

また本変形例では、撮像装置は、可動マスク30を制御する可動マスク制御部340（図13）を含む。可動マスク制御部340は、非ステレオモード（観察モード）において、第1のフィルタSLが第1の光路に非挿入となると共に遮光部34が第2の光路に挿入される第1の状態に、可動マスク30を設定する。一方、ステレオモード（ステレオ計測モード）において、可動マスク制御部340は、第1のフィルタSLが第1の光路に挿入されると共に第2のフィルタSRが第2の光路に挿入される第2の状態に、可動マスク30を設定する。

10

#### 【0072】

このような構成によっても、観測モードとステレオ計測モードの切り替えや、ステレオ計測モードにおける視差画像の同時取得、モード切り替えの高速化、可動マスク30の駆動機構の簡素化、モード切り替えにおける故障やエラーの抑制、ステレオ計測における基線長の確保などを実現できる。

20

#### 【0073】

次に、第2の変形例について説明する。即ち、上述した実施形態では結像光学系10が二眼の光学系11、12である場合を例に説明したが、これに限定されない。例えば図10、図11に示すように結像光学系10が一眼の光学系であってもよい。

#### 【0074】

具体的には、一眼の結像光学系10は、固定マスク20の絞り孔21、22により瞳分割され、その左瞳光路が左眼光路となり、右瞳光路が右眼光路となる。絞り孔21、22の中心線（左瞳、右瞳の中心線）IC1、IC2は、例えば一眼の結像光学系10の光軸AXから等距離に設けられる。中心線IC1、IC2と光軸AXは同一平面内であることが望ましいが、必ずしも同一平面内でなくともよい。

30

#### 【0075】

本変形例によれば、結像光学系10は、固定マスク20の第1の絞り孔21を通過する光及び固定マスク20の第2の絞り孔22を通過する光を結像する単眼の結像光学系である。

#### 【0076】

このように単眼の結像光学系10に固定マスク20を設けることで、瞳分割によるステレオ撮影が可能になる。固定マスク20によりステレオ計測の基線長が確保されると共に、単眼であるため光学系の構成を簡素化できる。

#### 【0077】

40

### 6. ステレオ3次元計測の原理

ステレオ計測モードにおけるステレオ計測の原理について説明する。図12に示すように、左眼と右眼の光路が独立して構成され、被写体5からの反射画像は、これら光路を介して撮像センサ面（受光面）に結像する。3次元空間の座標系X、Y、Zを以下のように定義する。即ち、撮像センサ面に沿ってX軸と、X軸に直交するY軸とを設定し、撮像センサ面に直交し且つ光軸AX1、AX2と平行な方向で被写体に向かう方向にZ軸を設定する。Z軸はX軸、Y軸とゼロ点にて交差するものとする。なお、ここでは便宜上Y軸は省略する。

#### 【0078】

左眼の結像レンズ11と右眼の結像レンズ12は、Z軸上の同一位置に配置される。レ

50

レンズ 1 1、1 2 と撮像センサ面の距離を  $b$  とし、レンズ 1 1、1 2 から被写体 5 の任意点  $Q(x, z)$  までの距離を  $z$  とする。右眼及び左眼の結像レンズ 1 1、1 2 の光軸中心  $A X 1$ 、 $A X 2$  と  $Z$  軸までの距離を同一とし、各  $d/2$  とする。つまりステレオ計測における基線長は  $d$  となる。被写体 5 の任意点  $Q(x, y)$  が左眼光学系 1 1 により撮像センサ面に結像された対応点の  $X$  座標を  $X L$  とし、被写体 5 の任意点  $Q(x, y)$  が右眼光学系 1 2 により撮像センサ面に結像された対応点の  $X$  座標を  $X R$  とする。任意点  $Q(x, z)$  と座標  $X L$ 、 $X R$  に囲まれた三角形内にできる複数の部分的な直角三角形の相似関係を使って下式 (3) を得ることができる。

【数 3】

10

$$\frac{z}{b} = \frac{|x+d/2|}{|XL+d/2|} = \frac{|x-d/2|}{|XR-d/2|} \quad (3)$$

【0079】

ここで、下式 (4)、(5) が成り立つ。

【数 4】

$$\left. \begin{array}{l} XL+d/2 < 0 \text{ のとき } x+d/2 > 0 \\ XL+d/2 > 0 \text{ のとき } x+d/2 < 0 \end{array} \right\} \quad (4)$$

20

【数 5】

$$\left. \begin{array}{l} XR-d/2 < 0 \text{ のとき } x-d/2 > 0 \\ XR-d/2 > 0 \text{ のとき } x-d/2 < 0 \end{array} \right\} \quad (5)$$

【0080】

これにより、上式 (3) の絶対値を下式 (6) のように外すことができる。

【数 6】

30

$$\frac{z}{b} = -\frac{x+d/2}{XL+d/2} = -\frac{x-d/2}{XR-d/2} \quad (6)$$

【0081】

上式 (6) を  $x$  について解くと下式 (7) となる。

【数 7】

$$x = -\frac{d}{2} \cdot \frac{XR+XL}{XR-XL-d} \quad (7)$$

40

【0082】

上式 (7) の  $x$  を上式 (6) に代入すると、下式 (8) が得られ、 $z$  を求めることができる。

【数 8】

$$z = \frac{d}{(XR-XL-d)} \cdot b \quad (8)$$

【0083】

50

d、bは既知の設定値であり、未知数 $X_L$ 、 $X_R$ は次のようにして求められる。即ち、撮像センサ面の位置 $X_L$ を基準に考え（左画像の画素位置を $X_L$ と見なし）、位置 $X_L$ に対応する位置 $X_R$ をマッチング処理（相関演算）により検出する。各位置 $X_L$ について距離 $z$ を計算することで被写体の形状が計測できる。なお、マッチングが良好でない場合には距離 $z$ が求められない可能性があるが、例えば周囲の画素の距離 $z$ から補間すること等により求めてもよい。

#### 【0084】

##### 7. 内視鏡装置

図13に、本実施形態の内視鏡装置（広義には、撮像装置）の構成例を示す。内視鏡装置は、スコープ部100（撮像部）、本体部200（制御装置）を含む。スコープ部100は、結像光学系10、固定マスク20、可動マスク30、撮像素子40、駆動部50を含む。本体部200は、処理部210、モニタ表示部220、撮像処理部230を含む。処理部210は、画像選択部310（画像フレーム選択部）、カラー画像生成部320（画像出力部）、位相差検出部330、可動マスク制御部340（可動マスク駆動制御部）、可動マスク位置検出部350、距離情報算出部360、3次元情報生成部370を含む。

10

#### 【0085】

なお本体部200は、不図示の構成要素として、本体部200を操作する操作部、外部機器と接続するインターフェース部等を含んでもよい。スコープ部100は、不図示の構成要素として、例えばスコープ部100を操作する操作部や、処置具、照明部（光源、レンズ等）等を含んでもよい。

20

#### 【0086】

内視鏡装置としては、工業用、医療用のいわゆるビデオスコープ（撮像素子を内蔵した内視鏡装置）を想定できる。スコープ部100が湾曲可能に構成された軟性鏡、スコープ部100がスティック状に構成された硬性鏡、いずれにも本発明を適用できる。例えば工業用の軟性鏡の場合、本体部200及び撮像部110は持ち運び可能なポータブル機器として構成されており、工業製品の製造検査やメンテナンス検査、建築物や配管のメンテナンス検査等に用いられる。

#### 【0087】

駆動部50は、可動マスク制御部340からの制御信号に基づいて可動マスク30を駆動し、第1の状態（観察モード）と第2の状態（ステレオ計測モード）を切り替える。例えば、駆動部50は piezo素子やマグネット機構によるアクチュエータで構成される。

30

#### 【0088】

撮像処理部230は、撮像素子40からの信号に対して撮像処理を行い、撮像画像（例えばベイヤ画像等）を出力する。例えば、相関2重サンプリング処理、ゲインコントロール処理、A/D変換処理、ガンマ補正、色補正、ノイズ低減等を行う。撮像処理部230は、例えばASIC等のディスクリートICで構成されてもよいし、或いは撮像素子40（センサチップ）や処理部210に内蔵されてもよい。

#### 【0089】

モニタ表示部220は、スコープ部100が撮像した画像や、被写体5の3次元形状情報等を表示する。例えば、モニタ表示部220は、液晶ディスプレイやEL（Electro-Luminescence）ディスプレイ等により構成される。

40

#### 【0090】

以下、内視鏡装置の動作を説明する。可動マスク制御部340は、駆動部50を制御して可動マスク30の位置を切り替える。可動マスク制御部340が可動マスク30を観察モードに設定した場合、被写体5からの反射光が左眼光路を介して撮像素子40に結像される。撮像処理部230は、撮像素子40に結像された画像の画素値を読み出し、A/D変換等を行って画像選択部310に画像データを出力する。

#### 【0091】

画像選択部310は、可動マスク制御部340からの制御信号に基づいて可動マスク3

50

0の状態が観察モードであることを検知し、撮像画像から{V<sub>r</sub>、V<sub>g</sub>、V<sub>b</sub>}を選択してカラー画像生成部320に出力する。カラー画像生成部320はデモザイキング処理(ペイヤ画像からRGB画像を生成する処理)や各種画像処理を行い、3板化RGB原色画像をモニタ表示部220に出力する。モニタ表示部220は、そのカラー画像を表示する。

#### 【0092】

可動マスク制御部340が可動マスク30をステレオ計測モードに設定した場合、被写体5からの反射光が左眼光路及び右眼光路を介し撮像素子40に同時に結像される。撮像処理部230は、撮像素子40に結像された画像の画素値を読み出し、A/D変換等を行って画像選択部310に画像データを出力する。

10

#### 【0093】

画像選択部310は、可動マスク制御部340からの制御信号に基づいて可動マスク30の状態がステレオ計測モードであることを検知し、撮像画像から{M<sub>r</sub>、M<sub>b</sub>}を選択して位相差検出部330に出力する。位相差検出部330は、分離された2つの画像M<sub>r</sub>、M<sub>b</sub>に対してマッチング処理を行い、画素毎に位相差(位相ずれ)を検出する。また位相差検出部330は、位相差検出が信頼できるか否かの判断を行い、信頼できないと判断した場合はエラーフラグを画素毎に出力する。従来より2つの類似波形のずれ量(位相差)を求めるためのマッチング評価方法はZNCC(Zero-mean Normalized Cross-Correlation)に代表される正規化相互相関演算法、相互の差分絶対値の合計によるSAD(Sum of Absolute Difference)など、種々提案されているので適宜利用が可能である。

20

#### 【0094】

なお、時分割となり被写体ブレ、撮像系のブレの影響は受けるものの視差画像となるV<sub>r</sub>とM<sub>r</sub>を使っても位相ずれ(位相差)を検出することができる。被写体5の反射が青色成分は少なく赤色成分が多い場合、M<sub>r</sub>とM<sub>b</sub>では検出が難しい被写体5であっても共に赤色成分を有するV<sub>r</sub>とM<sub>r</sub>ならば計測が可能となる。

#### 【0095】

位相差検出部330は、検出した位相差情報とエラーフラグを距離情報算出部360に出力する。距離情報算出部360は、被写体5の距離情報(例えば図12の距離z)を各画素について計算し、その距離情報を3次元情報生成部370に出力する。エラーフラグが立っている画素は、例えば被写体5の平坦部(エッジ成分が少ない領域)と見なして、例えば周囲の画素の距離情報から補間してもよい。3次元情報生成部370は、距離情報(又は、距離情報とカラー画像生成部320からのRGB画像)から3次元情報を生成する。3次元情報は、例えばZ値マップ(距離マップ)やポリゴン、疑似的な3次元表示画像(例えばシェーディング等による形状強調)等、種々の情報を想定できる。3次元情報生成部370は、生成した3次元画像や3次元データ、或いはそれらと観察画像とを重畳した表示画像などを必要に応じ生成し、モニタ表示部220へ出力する。モニタ表示部220は、その3次元情報を表示する。

30

#### 【0096】

可動マスク位置検出部350は、ステレオ計測モード時に得られた画像{M<sub>r</sub>、M<sub>b</sub>}を使って、可動マスク30が観察モードの位置にあるかステレオ計測モードの位置にあるかを検出する。そして、可動マスク30の状態がモードに一致していないと判断した場合には、可動マスク制御部340に位置エラーフラグを出力する。可動マスク制御部340は、位置エラーフラグを受けて、可動マスク30を正しい状態(画像選択に対応した状態)に修正する。例えば可動マスク制御部340がステレオ計測モードの制御信号を出力しているにも関わらず、画像{M<sub>r</sub>、M<sub>b</sub>}に色ずれが無いと判断される場合、実際の可動マスク30は観察モードの位置になっている。この場合、制御信号と可動マスク30の位置を一致させる修正を行う。なお、修正動作をしても正しい状態にならない場合は、何らかの故障が発生したと判断して全体の機能を停止させる。可動マスク30が観察モードの位置にあるかステレオ計測モードの位置にあるかの検出や判断は、例えば以下のように行う。

40

50

## 【 0 0 9 7 】

即ち、画像 M r と画像 M b の判断エリアでのレベル（平均レベルなど）を合わせた後、画像 M r と画像 M b の絶対差分値和による判断（第 1 手法）や、画像 M r と画像 M b の相関係数による判断（第 2 手法）などにより、位置エラーの判断を行う。

## 【 0 0 9 8 】

第 1 手法では、各画素で画素値の差分値の絶対値を求め、それを全画素又は部分画素群で積算する。その結果が所定の閾値を越えた場合は、ステレオ計測モードの画像と判断し、その結果が所定の閾値以下である場合は、観察モードの画像と判断する。ステレオ計測モードでは画像 M r と画像 M b は基本的に色ずれを起こしている画像なので、所定量の差分値が得られることを利用している。

10

## 【 0 0 9 9 】

第 2 手法では、画像 M r と画像 M b の所定範囲における相関係数を計算し、その結果が所定の閾値以下の場合は、ステレオ計測モードの画像と判断し、その結果が所定の閾値を越えた場合は、観察モードの画像と判断する。これはステレオ計測モードでは画像 M r と画像 M b は基本的に色ずれを起こしている画像なので相関係数が小さいのに対し、観察モードでは画像 M r と画像 M b はほぼ一致した画像なので相関係数が大きいことを利用している。

## 【 0 1 0 0 】

なお、本実施形態の内視鏡装置、撮像装置等は、プロセッサとメモリを含んでもよい。ここでのプロセッサは、例えば C P U（Central Processing Unit）であってもよい。ただしプロセッサは C P U に限定されるものではなく、G P U（Graphics Processing Unit）、或いは D S P（Digital Signal Processor）等、各種のプロセッサを用いることが可能である。またプロセッサは A S I C によるハードウェア回路でもよい。また、メモリはコンピュータにより読み取り可能な命令を格納するものであり、当該命令がプロセッサにより実行されることで、本実施形態に係る内視鏡装置、撮像装置等の各部（例えば処理部 2 1 0 の各部等）が実現されることになる。ここでのメモリは、S R A M、D R A M などの半導体メモリであってもよいし、レジスタやハードディスク等でもよい。また、ここでの命令は、プログラムを構成する命令セットの命令でもよいし、プロセッサのハードウェア回路に対して動作を指示する命令であってもよい。

20

## 【 0 1 0 1 】

## 8．モード切り替えシーケンス

図 1 4 に、動画撮影において観察モードとステレオ計測モードを切り替えるシーケンス（動作タイミングチャート）を示す。

30

## 【 0 1 0 2 】

上述したステレオ計測モードでは、動きがある被写体に対しても高精度なステレオ同時計測が実現できるが、色ずれ画像となってしまうので高品位な観察画像には使えない。そこで観察モードとステレオ計測モードを高速に切り替えることにより、この問題を解決でき、ほぼリアルタイムに近い状態で観察画像を表示しつつステレオ計測が実行可能である。

## 【 0 1 0 3 】

図 1 4 に示すように、可動マスク 3 0 の状態の切り替えと撮像タイミングと撮像画像の選択は連動している。A 1、A 2 に示すように、観察モードのマスク状態とステレオ計測モードのマスク状態を交互に繰り返す。A 3、A 4 に示すように、各マスク状態で 1 回ずつ撮像が行われる。A 5 に示すように、観察モードのマスク状態にあるときに撮像素子 4 0 により露光撮像された画像は観察画像として選択される。A 6 に示すように、ステレオ計測モードのマスク状態にあるときに撮像素子 4 0 により露光撮像された画像は計測画像として選択される。

40

## 【 0 1 0 4 】

このように観察モードとステレオ計測モードを交互に繰り返すことにより、ほぼリアルタイムに近い状態で観察画像と計測画像を連続的に得ることができるので、被写体 5 に動

50

きがある場合も観察と計測を両方実現することができる。観察モードの画像を表示しつつ、そこに必要に応じて計測された情報を重ねて合わせて表示すれば、ユーザに対して目視検査と定量検査を同時に提供することができ、有用な情報提供が可能となる。

【0105】

本実施形態によれば、第1のフレーム（図14のA1）において、可動マスク制御部340は非ステレオモード（観察モード）を設定し、撮像素子40は第1の撮像画像（観察画像）を撮像する（A3）。第1のフレームの次の第2のフレーム（A2）において、可動マスク制御部340はステレオモード（ステレオ計測モード）を設定し、撮像素子40は第2の撮像画像（計測画像）を撮像する（A4）。

【0106】

具体的には、撮像装置（内視鏡装置）は、動画像の撮影において第1のフレーム（A1）と第2のフレーム（A2）を交互に繰り返す。即ち、第2のフレームの次の第3のフレームでは、第1のフレームと同様の動作を行う。

【0107】

更に具体的には、撮像装置は、動画像に含まれる第1の撮像画像に基づいて、観察用の動画像を出力する画像出力部（カラー画像生成部320）と、動画像に含まれる第2の撮像画像に基づいて、第1の波長帯域の画像（青色画像Mb）と第2の波長帯域の画像（赤色画像Mr）との間の位相差を検出する位相差検出部330と、を含む。

【0108】

このように観察モードにおける撮像とステレオ計測モードにおける撮像を交互に繰り返して動画像を撮影することで、被写体5を単眼の通常画像で観察しながらリアルタイムにステレオ計測を行うことが可能になる。本実施形態では可動マスク30や固定マスク20が高速切り替えに適した構成となっているため、このようなリアルタイム計測に適している。

【0109】

また本実施形態では、撮像装置は可動マスク位置検出部350を含む。可動マスク位置検出部350は、ステレオモードにおいて撮像された画像に含まれる第1の波長帯域の画像（青色画像Mb）と第2の波長帯域の画像（赤色画像Mr）との間の類似度（例えば、図13で説明した絶対差分値和や相関係数等）に基づいて、ステレオモードにおいて可動マスク30が第2の状態に設定されているか否かを検出する。

【0110】

そして、可動マスク制御部340は、ステレオモードにおいて可動マスク30が第1の状態に設定されていることが検出された場合、可動マスク30の状態とモードの対応を修正する。

【0111】

可動マスク30のような機械的な可動部では、例えば動作不良などの要因によって、制御と実際の動作が正しく一致しなくなる可能性がある。そのようなエラーが発生すると観察画像として色ずれ画像が表示されたり、ステレオ計測が正しく行えなくなったりする。この点、本実施形態によれば、視差画像の間の類似度に基づいてモードとマスク状態の対応を判定できるので、その判定結果に基づいてモードとマスク状態の対応を正しい対応に修正することができる。観察モードでは単眼で撮影するため赤色画像と青色画像の間には位相差がなく類似度が高い。そのため、ステレオ計測モードにおいて類似度の高い赤色画像と青色画像が得られた場合には可動マスク30が誤って観察モードの位置にあると判定できる。

【0112】

9．近赤外画像の抽出処理

上述のように本実施形態では観察画像の撮影とステレオ計測を行うことができるが、これらの撮像画像を用いて近赤外画像を取得できる。以下、近赤外画像の取得手法について説明する。

【0113】

上式(1)、(2)より、下式(9)によって近赤外画像が抽出できる。観察モードの画像  $V_b = L_b + L_{ir}$  とステレオ計測モードの画像  $M_b = L_b$  は同時ではないので、区別するために  $M_{b'} = L_{b'}$  と表記する。これらの画像は同じ左眼光路からの画像であり位相ずれがない画像と考えられる。さらに、同一分光特性をもつ青色画像  $L_b$  と  $L_{b'}$  は合致性の高い画像どうしと考えられるので、下式(9)のように画像  $M_{b'} = L_{b'}$  を使って画像  $V_b = L_b + L_{ir}$  から青色成分  $L_b$  を除去し、近赤外成分  $L_{ir}$  の画像を生成することができる。

【数9】

$$V_b - M_{b'} = L_b + L_{ir} - L_{b'} = L_{ir} \quad (9)$$

10

【0114】

10. 被写体又は撮像系のブレ対応

近赤外画像の抽出において被写体又は撮像系が動いた場合、青色画像  $L_b$  と青色画像  $L_{b'}$  の合致性が低くなる。以下、その対応策を説明する。

【0115】

観察モードで得た画像  $V_b$  と計測モードで得た画像  $M_{b'}$  は時間的に異なる撮像のタイミングで得られたものなので、被写体又は撮像系が動いたことにより画像上での位置がずれる。図15に示すように、画像  $V_b$  の座標位置  $X_L$  に対応する画素が画像  $M_{b'}$  上にブレ量  $\delta(X_L)$  だけずれて得られたとする。画像  $V_b$  と画像  $M_{b'}$  は僅かではあるが視点が異なっているので、ブレ量  $\delta(X_L)$  は動きブレによるブレ量だけでなく厳密には視差量(異なる方向から見た画像のずれ)を含んでおり、被写体反射面までの距離に依存する量になっている。そのため、画像  $V_b$  の座標位置  $X_L$  ごとに求められる必要があるので  $\delta(X_L)$  と表記する。

20

【0116】

ブレ量  $\delta(X_L)$  は、座標位置  $X_L$  近傍における画像  $V_b$  と画像  $M_{b'}$  のマッチング探索処理により求めることができる。但し、画像の品質劣化などの理由から全ての座標位置においてマッチングによる対応点が求められるとは限らないため、信頼性の高い  $\delta(X_L)$  のみを有効として採用する。 $\delta(X_L)$  が求められなかった座標位置については、計測不能ポイントとして設定する。計測不能ポイントでは、後段の位相差検出において被写体反射面までの距離  $z$  を算出しない。計測不能ポイントの扱いについては任意であるが、例えば情報として使用者に通知する、或いは周辺の計測値からの補間により補償する等の種々の扱いが考えられる。

30

【0117】

採用された  $\delta(X_L)$  を用いて、画像  $M_{b'}$  と画像  $M_{r'}$  をブレ量  $\delta(X_L)$  だけシフトさせて位置ずれを補正する。位置ずれを補正した画像を  $M_{b''}$ 、 $M_{r''}$  と表記する。次に、画像  $M_{b''}$  と画像  $M_{r''}$  のマッチング探索処理により、座標位置  $X_L$  における計測に係る位相差量  $s(X_L)$  を検出する。位相差量  $s(X_L)$  が得られれば、図12等で説明した手法により座標位置  $X_L$  に対応する被写体反射面までの距離  $z$  を求めることができる。

40

【0118】

11. 内視鏡装置の第2構成例

図16に、近赤外画像の撮像機能を付加した場合の内視鏡装置の構成例を示す。内視鏡装置は、スコープ部100、本体部200を含む。スコープ部100は、結像光学系10、固定マスク20、可動マスク30、撮像素子40、駆動部50を含む。本体部200は、処理部210、モニタ表示部220、撮像処理部230を含む。処理部210は、画像選択部310、カラー画像生成部320、位相差検出部330、可動マスク制御部340、可動マスク位置検出部350、距離情報算出部360、3次元情報生成部370、近赤外画像生成部380、ブレ量検出部390を含む。なお、既に説明した構成要素と同一の構成要素については同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

50

## 【0119】

画像選択部310から出力される画像Vbと画像Mb(図15のMb')は近赤外画像生成部380に入力される。近赤外画像生成部380は、上式(9)のように画像Vbと画像Mbを演算し、左眼光学系からの近赤外成分を有する画像Lirを得る。近赤外画像生成部380は、求めた画像Lirを画像処理して近赤外画像IRを出力する。この近赤外画像IRをモニタ表示部220に入力することで近赤外画像IRの表示が可能となる。

## 【0120】

一方、カラー画像生成部320は観察画像{Vr、Vg、Vb}に画像処理を施し、表示可能なカラー画像{R、G、B}を出力する。このカラー画像{R、G、B}をモニタ表示部220に入力することでカラーの観察画像の表示が可能となる。

10

## 【0121】

カラー画像{R、G、B}と近赤外画像IRは、いずれも左眼光路からの画像なので、像ずれは発生せず位置ズレがない。そのため、重ね合わせなどの統合表示や、カラー画像の色情報を用いた近赤外画像の着色などが容易である。

## 【0122】

また、3次元情報生成部370が3次元情報と近赤外画像IRを関連付けることができる。即ち、近赤外画像IRの各画素に距離情報に対応付け、近赤外画像の3次元化を行うことが可能となる。このように可視画像である観察カラー画像と近赤外の観察画像と距離情報をほぼ同時に得ることができるため多様な情報提供の形態を取ることができる。

## 【0123】

以上の実施形態によれば、撮像装置(内視鏡装置)は近赤外画像生成部380を含む。近赤外画像生成部380は、非ステレオモード(観察モード)において撮像された第1の撮像画像{Vr、Vg、Vb}と、ステレオモード(ステレオ計測モード)において撮像された第2の撮像画像{Mr、Mb}とに基づいて、近赤外画像Lir(又はIR)を生成する。

20

## 【0124】

具体的には、撮像素子40による撮像画像は赤色rと緑色gと青色bの画像で構成される。第1の波長帯域SLは、赤色r又は青色bの一方に対応する波長帯域である。第2の波長帯域FRは、赤色r又は青色bの他方に対応する波長帯域である。そして、近赤外画像生成部380は、第1の撮像画像の赤色の画像Vrと第2の撮像画像の赤色の画像Mrとの差分、又は第1の撮像画像の青色の画像Vbと第2の撮像画像の青色の画像Mbとの差分に基づいて、近赤外画像Lir(又はIR)を生成する。

30

## 【0125】

例えば本実施形態では、第1の波長帯域SLは青色の波長帯域(図5の特性Lbに対応する帯域SL)であり、第2の波長帯域FRは赤色の波長帯域(図5の特性Rrに対応する帯域FR)であるが、これに限定されず帯域と色の対応が逆でもよい。また例えば本実施形態では、青色の画像Vb、Mbの差分(上式(9))から近赤外画像Lirを求めるが、これに限定されず、赤色の画像Vr、Mrの差分から近赤外画像Lirを求めてもよい。

## 【0126】

一般的な撮像素子40は近赤外の帯域まで感度を有しており、観察モードにおける白色光画像の撮影では近赤外画像を含む画像が得られる。一方、ステレオ計測モードでは赤色及び青色の分光フィルタを介して撮影されるので、近赤外の帯域はほとんどカットされ、近赤外画像をほとんど含まない画像が得られる。そのため、これらの画像の差分から近赤外画像を抽出することが可能となる。近赤外画像を取得することで、可視光では見えない(又は見にくい)対象を観察できる可能性がある。

40

## 【0127】

以上、本発明を適用した実施形態及びその変形例について説明したが、本発明は、各実施形態やその変形例そのままに限定されるものではなく、実施段階では、発明の要旨を逸脱しない範囲内で構成要素を変形して具体化することができる。また、上記した各実施形

50

態や変形例に開示されている複数の構成要素を適宜組み合わせることによって、種々の発明を形成することができる。例えば、各実施形態や変形例に記載した全構成要素からいくつかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施の形態や変形例で説明した構成要素を適宜組み合わせてもよい。このように、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能である。また、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義又は同義な異なる用語（観察モード、ステレオ計測モード、左眼光路、右眼光路等）と共に記載された用語（非ステレオモード、ステレオモード、第1の光路、第2の光路等）は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。

# 【符号の説明】

10

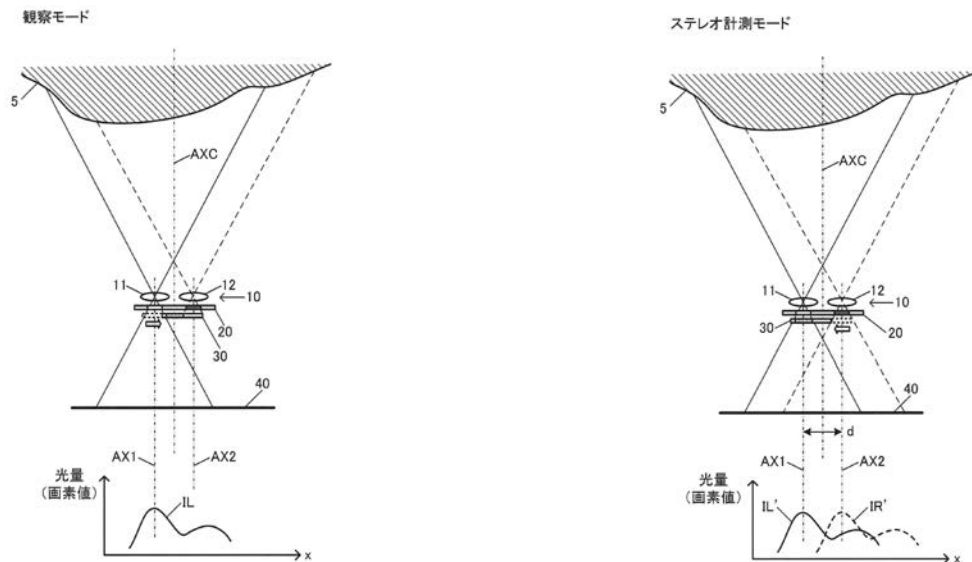
## 【0128】

5 被写体、10 結像光学系、11 第1の結像光学系、  
 12 第2の結像光学系、20 固定マスク、21 第1の絞り孔、  
 22 第2の絞り孔、24 遮光部、30 可動マスク、  
 31 第3の絞り孔、34 遮光部、35 回転軸、  
 40 撮像素子、50 駆動部、100 スコープ部、  
 110 撮像部、200 本体部、210 処理部、  
 220 モニタ表示部、230 撮像処理部、310 画像選択部、  
 320 カラー画像生成部、330 位相差検出部、  
 340 可動マスク制御部、350 可動マスク位置検出部、  
 360 距離情報算出部、370 3次元情報生成部、  
 380 近赤外画像生成部、390 プレ量検出部、  
 FR, SR 第2のフィルタ、Mr, Mb 第2の撮像画像、  
 s(XL) 位相差、SL 第1のフィルタ、  
 Vr, Vg, Vb 第1の撮像画像、z 距離、 $\delta(XL)$  プレ量

20

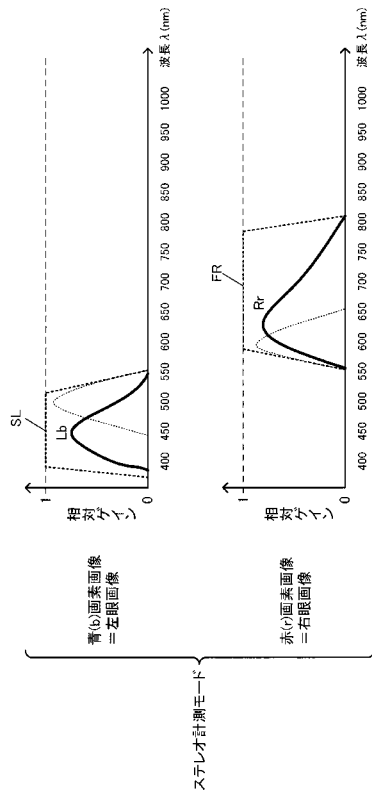
## 【図1】

## 【図2】

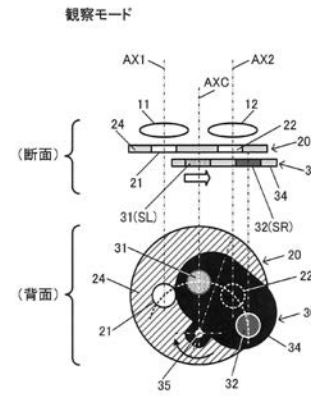




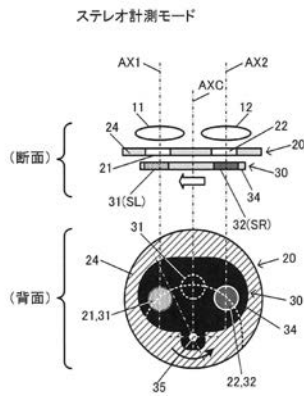
【図 7】



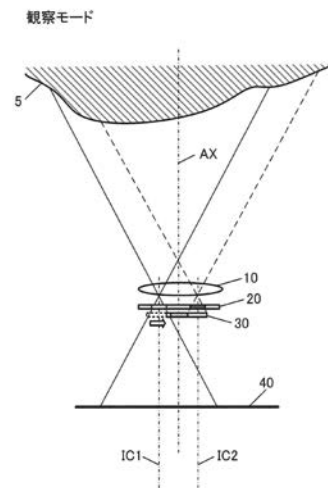
【図 8】



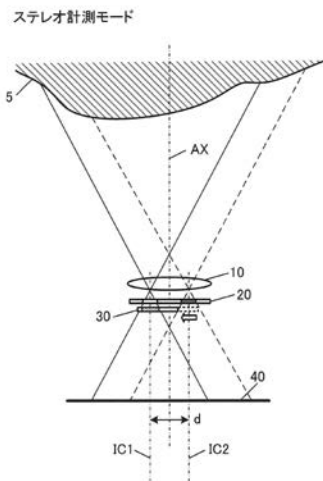
【図 9】



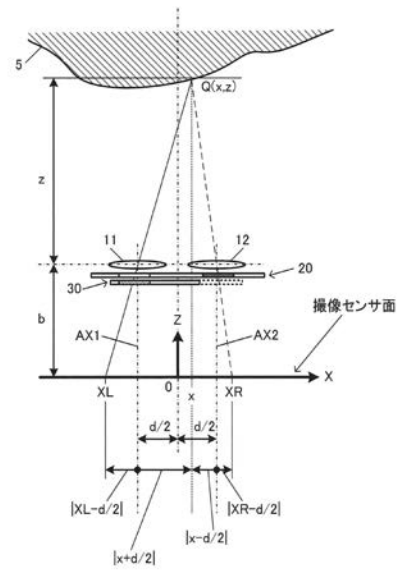
【図 10】



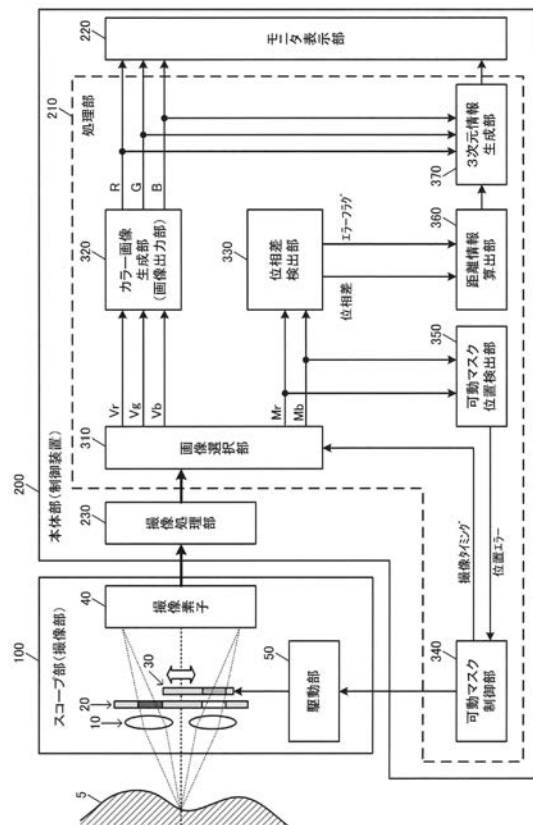
【図 1 1】



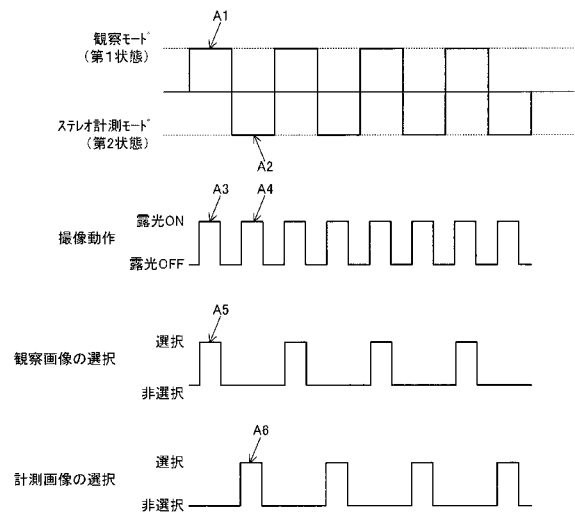
【図 1 2】



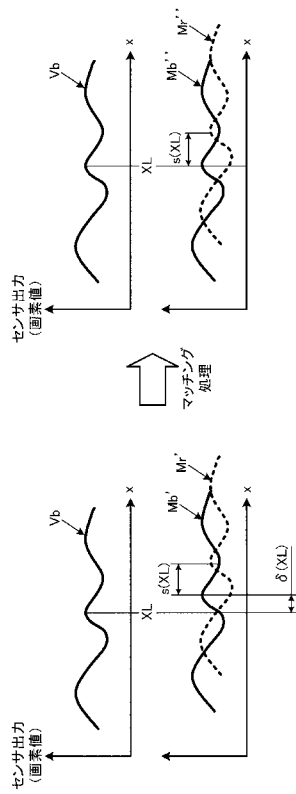
【図 1 3】



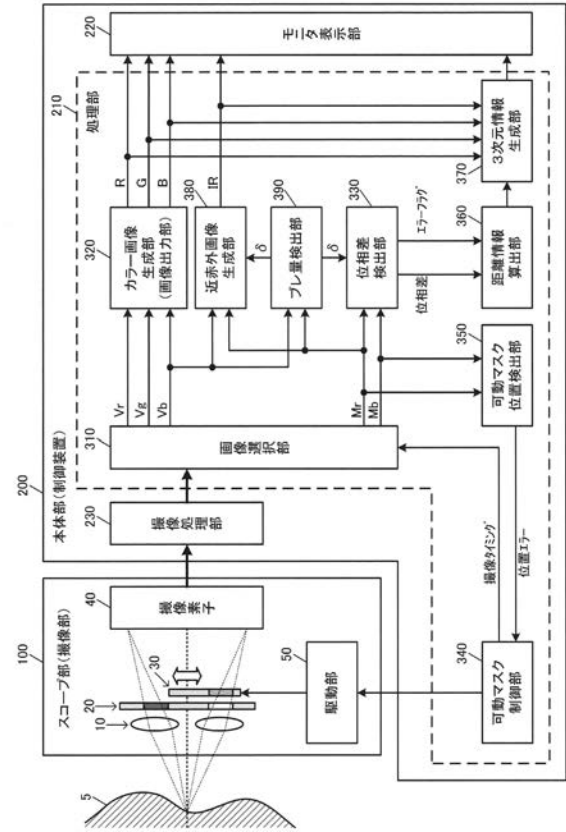
【図 1 4】



【図 15】



【図 16】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/066073

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03B35/08(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, G01C3/00(2006.01)i, G02B23/24(2006.01)i, G02B23/26(2006.01)i, G03B35/24(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)

G03B35/08, A61B1/00, G01C3/00, G02B23/24, G02B23/26, G03B35/24

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

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2015 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2015 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2015 |

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                          | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2010-128354 A (Olympus Medical Systems Corp.),<br>10 June 2010 (10.06.2010),<br>paragraphs [0001], [0037] to [0044]; fig. 1 to 4<br>& US 2010/0208046 A1 | 1-18                  |
| A         | JP 2013-3159 A (Olympus Corp.),<br>07 January 2013 (07.01.2013),<br>paragraphs [0001], [0019] to [0029], [0053] to [0090]; fig. 1 to 10<br>(Family: none)   | 1-18                  |

☒ 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  
24 August 2015 (24.08.15)Date of mailing of the international search report  
01 September 2015 (01.09.15)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/JP2015/066073

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

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                                                        | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2014-23776 A (Konica Minolta, Inc.),<br>06 February 2014 (06.02.2014),<br>paragraphs [0001], [0019] to [0027], [0062] to<br>[0075]; fig. 1, 6 to 9<br>(Family: none)                                                                                                                                                   | 1-18                  |
| A         | JP 2-171740 A (Minolta Camera Co., Ltd.),<br>03 July 1990 (03.07.1990),<br>page 2, upper left column, lines 7 to 8; page 2,<br>lower right column, line 1 to page 3, lower<br>right column, line 9; page 5, upper right<br>column, line 13 to page 6, upper left column,<br>line 10; fig. 1, 3, 9 to 11<br>(Family: none) | 1-18                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                 |                                                       |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--|
| 国際調査報告                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                 | 国際出願番号 PCT/J P 2015/066073                            |  |
| <b>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</b><br>Int.Cl. G03B35/08(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, G01C3/00(2006.01)i, G02B23/24(2006.01)i, G02B23/26(2006.01)i, G03B35/24(2006.01)i                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                 |                                                       |  |
| <b>B. 調査を行った分野</b><br>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br>Int.Cl. G03B35/08, A61B1/00, G01C3/00, G02B23/24, G02B23/26, G03B35/24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                 |                                                       |  |
| 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<br>日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2015年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2015年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2015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）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                 |                                                       |  |
| <b>C. 関連すると認められる文献</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                 |                                                       |  |
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号                                        |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2010-128354 A（オリンパスメディカルシステムズ株式会社）<br>2010.06.10, 【0001】、【0037】 - 【0044】、【図1】 - 【図4】 & US<br>2010/0208046 A1 | 1-18                                                  |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2013-3159 A（オリンパス株式会社）2013.01.07, 【0001】、【0019】<br>- 【0029】、【0053】 - 【0090】、【図1】 - 【図10】（ファミリーなし）            | 1-18                                                  |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                 |                                                       |  |
| * 引用文献のカテゴリー<br>「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<br>「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<br>「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）<br>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>「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<br>「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<br>「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<br>「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<br>「&」同一パテントファミリー文献 |                                                                                                                 |                                                       |  |
| 国際調査を完了した日<br>24.08.2015                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                 | 国際調査報告の発送日<br>01.09.2015                              |  |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁（ISA/J P）<br>郵便番号100-8915<br>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）<br>荒井 良子<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3271 |  |

| 国際調査報告                |                                                                                                                                                                         | 国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 6 6 0 7 3 |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                                         |                                      |
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号                       |
| A                     | JP 2014-23776 A (コニカミノルタ株式会社) 2014. 02. 06, 【0001】、<br>【0019】 - 【0027】、【0062】 - 【0075】、【図 1】、【図 6】 - 【図 9】 (フ<br>ァミリーなし)                                                | 1-18                                 |
| A                     | JP 2-171740 A (ミノルタカメラ株式会社) 1990. 07. 03, 第 2 ページ<br>左上欄第 7-8 行、第 2 ページ右下欄第 1 行-第 3 ページ右下欄第 9 行、<br>第 5 頁右上欄第 13 行-第 6 頁左上欄第 10 行、第 1 図、第 3 図、第 9<br>図-第 11 図 (ファミリーなし) | 1-18                                 |

## フロントページの続き

| (51) Int.Cl.                   | F I     |       |       | テーマコード (参考) |  |  |
|--------------------------------|---------|-------|-------|-------------|--|--|
| <b>A 6 1 B 1/04 (2006.01)</b>  | A 6 1 B | 1/00  | 5 1 2 |             |  |  |
| <b>A 6 1 B 1/045 (2006.01)</b> | A 6 1 B | 1/00  | 5 2 2 |             |  |  |
| <b>G 0 2 B 23/24 (2006.01)</b> | A 6 1 B | 1/00  | 5 5 0 |             |  |  |
|                                | A 6 1 B | 1/00  | 5 5 1 |             |  |  |
|                                | A 6 1 B | 1/00  | 7 3 1 |             |  |  |
|                                | A 6 1 B | 1/00  | 7 3 5 |             |  |  |
|                                | A 6 1 B | 1/04  | 5 3 1 |             |  |  |
|                                | A 6 1 B | 1/045 | 6 1 0 |             |  |  |
|                                | A 6 1 B | 1/045 | 6 1 5 |             |  |  |
|                                | A 6 1 B | 1/045 | 6 3 1 |             |  |  |
|                                | A 6 1 B | 1/045 | 6 4 0 |             |  |  |
|                                | G 0 2 B | 23/24 | B     |             |  |  |

(72)発明者 今出 慎一

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

F ターム(参考) 2H040 BA15 CA22 DA12 GA02 GA10 GA11  
 2H059 AA03 CA06  
 2H083 AA02 AA26 AA32  
 4C161 AA29 BB06 CC06 DD01 DD03 FF40 HH52 HH53 JJ17 LL01  
 MM05 NN01 NN05 PP12 RR04 RR06 RR14 RR15 RR18 RR26  
 SS21 SS22 WW15  
 5C122 DA03 DA13 DA26 EA54 FA04 FA07 FB16 FB17 FD07 HA82  
 HA87 HB02

(注) この公表は、国際事務局 (W I P O) 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 1 8 4 条の 1 0 第 1 項 (実用新案法第 4 8 条の 1 3 第 2 項) により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |            |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 摄像装置、内视镜装置及び摄像方法                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JPWO2016194178A1</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 公开(公告)日 | 2018-05-31 |
| 申请号            | JP2017521430                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 申请日     | 2015-06-03 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 奥林巴斯株式会社                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 奥林巴斯公司                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |            |
| [标]发明人         | 今出慎一                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |            |
| 发明人            | 今出 慎一                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |            |
| IPC分类号         | G03B35/04 G03B11/00 H04N5/225 H04N5/232 A61B1/00 A61B1/04 A61B1/045 G02B23/24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |            |
| CPC分类号         | H04N13/289 A61B1/00006 A61B1/00009 A61B1/00096 A61B1/00186 A61B1/00193 A61B1/04 A61B1/045 A61B1/05 G01C3/00 G01C3/14 G02B23/2415 G02B23/2484 G02B23/26 G03B11/00 G03B35/10 H04N13/239 H04N13/257                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |            |
| FI分类号          | G03B35/04 G03B11/00 H04N5/225.500 H04N5/225.400 H04N5/232.450 A61B1/00.512 A61B1/00.522 A61B1/00.550 A61B1/00.551 A61B1/00.731 A61B1/00.735 A61B1/04.531 A61B1/045.610 A61B1/045.615 A61B1/045.631 A61B1/045.640 G02B23/24.B                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |            |
| F-TERM分类号      | 2H040/BA15 2H040/CA22 2H040/DA12 2H040/GA02 2H040/GA10 2H040/GA11 2H059/AA03 2H059/CA06 2H083/AA02 2H083/AA26 2H083/AA32 4C161/AA29 4C161/BB06 4C161/CC06 4C161/DD01 4C161/DD03 4C161/FF40 4C161/HH52 4C161/HH53 4C161/JJ17 4C161/LL01 4C161/MM05 4C161/NN01 4C161/NN05 4C161/PP12 4C161/RR04 4C161/RR06 4C161/RR14 4C161/RR15 4C161/RR18 4C161/RR26 4C161/SS21 4C161/SS22 4C161/WW15 5C122/DA03 5C122/DA13 5C122/DA26 5C122/EA54 5C122/FA04 5C122/FA07 5C122/FB16 5C122/FB17 5C122/FD07 5C122/HA82 5C122/HA87 5C122/HB02 |         |            |
| 代理人(译)         | 黑田靖<br>井上 一<br>西河 宏晃                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |            |

#### 摘要(译)

图像拾取装置包括图像拾取元件40，图像形成光学系统10，可移动掩模30和第二滤光器FR。图像形成光学系统10在第一光路和相对于第一光路具有视差的第二光路中，在摄像装置40上形成被摄体5的图像。可移动掩模30具有允许第一波长带通过的第一滤光器SL和遮光单元34，并且可相对于成像光学系统10移动。第二滤光器FR设置在第二光路中，并且使与第一波长带不同的第二波长带通过。

