

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-191322

(P2019-191322A)

(43) 公開日 令和1年10月31日(2019.10.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	G 0 2 B 23/24 B	2 H 0 4 O
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 7 3 1	4 C 1 6 1
A 6 1 B 1/045 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 5 5 3	
A 6 1 B 1/05 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 5 5 1	
	A 6 1 B 1/045 6 3 1	
審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 36 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2018-82653 (P2018-82653)
 (22) 出願日 平成30年4月23日 (2018. 4. 23)

(71) 出願人 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都八王子市石川町2951番地
 (74) 代理人 100106909
 弁理士 棚井 澄雄
 (74) 代理人 100094400
 弁理士 鈴木 三義
 (74) 代理人 100086379
 弁理士 高柴 忠夫
 (74) 代理人 100139686
 弁理士 鈴木 史朗
 (72) 発明者 高橋 秀彰
 東京都八王子市石川町2951番地 オリ
 ンパス株式会社内

最終頁に続く

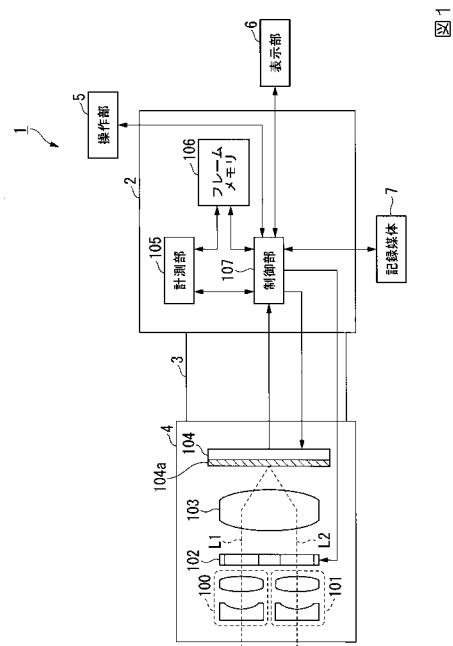
(54) 【発明の名称】 内視鏡装置、内視鏡装置の作動方法、プログラム、および記録媒体

(57) 【要約】

【課題】複数の撮像条件における撮像の時間間隔を短縮することができる内視鏡装置、内視鏡装置の作動方法、プログラム、および記録媒体を提供する。

【解決手段】内視鏡装置において、光路設定部は、第1の光路および第2の光路のうちいずれか一方を撮像光路として設定することにより、被写体の第1の光学像および前記被写体の第2の光学像のうちのいずれか一方のみを撮像領域に形成する。前記第1の光路が前記撮像光路であるとき、前記制御部は、第1のフレーム期間において前記計測行の前記画素の露光期間が完了する第1のタイミングを検出する。前記制御部は、前記第1のタイミングの検出に基づいて、前記光路設定部に、前記第1の光路から前記第2の光路への前記撮像光路の切り替えを開始させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の光路および第 2 の光路のうちいずれか一方を撮像光路として設定することにより、被写体の第 1 の光学像および前記被写体の第 2 の光学像のうちのいずれか一方のみを撮像領域に形成し、前記第 1 の光路および前記第 2 の光路は互いに異なり、前記第 1 の光学像は、前記第 1 の光路を通った光により形成され、前記第 2 の光学像は、前記第 2 の光路を通った光により形成される光路設定部と、

前記撮像領域を備え、前記撮像領域は、行列状に配置された複数の画素を備え、かつ前記複数のフレーム期間の各々において前記複数の画素の配列における複数の行を行毎に連続的に走査し、かつ前記複数の行を行毎に連続的に走査することにより、前記複数の行における前記画素から画素信号を読み出し、かつ前記複数のフレーム期間の各々において、前記画素信号を含む画像を出力する撮像素子と、

第 1 の画像および第 2 の画像に基づいて、前記被写体の計測を実行し、前記第 1 の画像は、計測行の前記画素から読み出された第 1 の画素信号を含み、前記計測行は、前記複数の画素の配列において、計測座標の前記画素を含む行であり、前記第 1 の画素信号は、前記第 1 の光学像に基づいて生成され、前記第 2 の画像は、対応行の前記画素から読み出された第 2 の画素信号を含み、前記対応行は、前記計測座標に対応する座標の前記画素を含み、前記第 2 の画素信号は、前記第 2 の光学像に基づいて生成され、前記被写体の前記計測は、前記計測座標における前記被写体の形状の算出と前記計測座標における前記被写体までの距離の算出との少なくとも 1 つを含む計測部と、

制御部と、

を備え、

前記第 1 の光路が前記撮像光路であるとき、前記制御部は、第 1 のフレーム期間において前記計測行の前記画素の露光期間が完了する第 1 のタイミングを検出し、

前記制御部は、前記第 1 のタイミングの検出に基づいて、前記光路設定部に、前記第 1 の光路から前記第 2 の光路への前記撮像光路の切り替えを開始させる内視鏡装置。

【請求項 2】

第 2 のフレーム期間において前記対応行の前記画素の露光期間が開始される前、前記光路設定部は、前記切り替えを完了し、

前記第 2 のフレーム期間は、前記第 1 のフレーム期間の 2 つ後のフレーム期間である請求項 1 に記載の内視鏡装置。

【請求項 3】

前記第 1 のタイミングは、前記第 1 のフレーム期間における前記計測行の前記画素の前記露光期間に生成された前記画素信号の読み出しが完了するタイミングである

請求項 1 または請求項 2 に記載の内視鏡装置。

【請求項 4】

前記計測部は、前記第 1 の画像の第 1 の信号および前記第 2 の画像の第 2 の信号に基づいて、前記計測を実行し、

前記第 1 の信号は、前記撮像領域における第 1 の領域から読み出された前記画素信号であり、

前記第 2 の信号は、前記撮像領域における第 2 の領域から読み出された前記画素信号であり、

前記第 1 の領域および前記第 2 の領域は、前記複数の画素の配列における複数の行を含み、

前記第 1 の領域は、前記計測行の少なくとも一部の画素を含み、

前記第 2 の領域は、前記対応行の少なくとも一部の画素を含み、

前記第 1 のタイミングは、前記第 1 のフレーム期間において所定の行の前記画素の露光期間が完了するタイミングであり、

前記所定の行は、前記第 1 の領域に含まれる行の全てである

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の内視鏡装置。

【請求項 5】

第 3 のフレーム期間において露光開始行の前記画素の露光期間が開始される前、前記光路設定部は、前記切り替えを完了し、

前記第 3 のフレーム期間は、前記第 1 のフレーム期間の 1 つ後のフレーム期間であり、

前記露光開始行は、前記第 2 の領域において最初に前記画素の露光期間が開始される行である

請求項 4 に記載の内視鏡装置。

【請求項 6】

前記制御部は、前記第 1 の画像に基づいて前記被写体の状態を判断し、

前記制御部は、前記被写体の前記状態に基づいて前記第 1 の領域の大きさおよび前記第 2 の領域の大きさを決定する

請求項 4 または請求項 5 に記載の内視鏡装置。

【請求項 7】

前記被写体の前記計測は、複数の前記計測座標における前記被写体の形状の算出と前記複数の前記計測座標における前記被写体までの距離の算出との少なくとも 1 つを含み、

前記第 1 のタイミングは、前記第 1 のフレーム期間において最後の走査行の前記画素の露光期間が完了したタイミングであり、

前記最後の走査行は、前記複数の計測座標の前記画素が含まれる複数の行のうち前記撮像素子が 1 フレーム期間の走査において最後に走査する行である

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の内視鏡装置。

【請求項 8】

前記第 2 のフレーム期間において最初の走査行の前記画素の露光期間が開始される前、前記光路設定部は、前記切り替えを完了し、

前記最初の走査行は、前記複数の計測座標の前記画素が含まれる複数の行のうち前記撮像素子が 1 フレーム期間の走査において最初に走査する行である

請求項 2 に記載の内視鏡装置。

【請求項 9】

第 1 の条件が満たされる場合、前記計測部が前記計測に使用する前記第 2 の画像は、前記第 2 のフレーム期間の露光期間に前記対応行の前記画素において生成された前記画素信号を含み、

前記第 1 の条件において、第 2 のタイミングは第 3 のタイミングよりも前であり、

前記第 2 のタイミングは、第 3 のフレーム期間において前記対応行の前記画素の露光期間が開始されるタイミングであり、

前記第 3 のタイミングは、前記光路設定部が前記切り替えを完了するタイミングであり、

前記第 3 のフレーム期間は、前記第 1 のフレーム期間の 1 つ後のフレーム期間である

請求項 2 に記載の内視鏡装置。

【請求項 10】

第 2 の条件が満たされる場合、前記計測部が前記計測に使用する前記第 2 の画像は、第 3 のフレーム期間の露光期間に前記対応行の前記画素において生成された前記画素信号を含み、

前記第 2 の条件において、第 2 のタイミングは第 3 のタイミングよりも後であり、

前記第 2 のタイミングは、前記第 3 のフレーム期間において前記対応行の前記画素の露光期間が開始されるタイミングであり、

前記第 3 のタイミングは、前記光路設定部が前記切り替えを完了するタイミングであり、

前記第 3 のフレーム期間は、前記第 1 のフレーム期間の 1 つ後のフレーム期間である

請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の内視鏡装置。

【請求項 11】

前記制御部は、第 2 の条件が満たされる露光期間の長さを決定し、
前記第 2 の条件において、第 2 のタイミングは第 3 のタイミングよりも後であり、
前記第 2 のタイミングは、第 3 のフレーム期間において前記対応行の前記画素の露光期間が開始されるタイミングであり、
前記第 3 のタイミングは、前記光路設定部が前記切り替えを完了するタイミングであり

、
前記第 3 のフレーム期間は、前記第 1 のフレーム期間の 1 つ後のフレーム期間であり、
前記制御部は、決定された前記露光期間の前記長さを前記撮像素子に設定する
請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の内視鏡装置。

【請求項 1 2】

第 1 のステップおよび第 2 のステップを含む内視鏡装置の作動方法であって、
前記内視鏡装置は、
第 1 の光路および第 2 の光路のうちいずれか一方を撮像光路として設定することにより、
被写体の第 1 の光学像および前記被写体の第 2 の光学像のうちのいずれか一方のみを撮像領域に形成し、前記第 1 の光路および前記第 2 の光路は互いに異なり、前記第 1 の光学像は、前記第 1 の光路を通った光により形成され、前記第 2 の光学像は、前記第 2 の光路を通った光により形成される光路設定部と、

前記撮像領域を備え、前記撮像領域は、行列状に配置された複数の画素を備え、かつ前記複数のフレーム期間の各々において前記複数の画素の配列における複数の行を行毎に連続的に走査し、かつ前記複数の行を行毎に連続的に走査することにより、前記複数の行における前記画素から画素信号を読み出し、かつ前記複数のフレーム期間の各々において、前記画素信号を含む画像を出力する撮像素子と、

第 1 の画像および第 2 の画像に基づいて、前記被写体の計測を実行し、前記第 1 の画像は、計測行の前記画素から読み出された第 1 の画素信号を含み、前記計測行は、前記複数の画素の配列において、計測座標の前記画素を含む行であり、前記第 1 の画素信号は、前記第 1 の光学像に基づいて生成され、前記第 2 の画像は、対応行の前記画素から読み出された第 2 の画素信号を含み、前記対応行は、前記計測座標に対応する座標の前記画素を含み、前記第 2 の画素信号は、前記第 2 の光学像に基づいて生成され、前記被写体の前記計測は、前記計測座標における前記被写体の形状の算出と前記計測座標における前記被写体までの距離の算出との少なくとも 1 つを含む計測部と、

制御部と、

を備え、

前記第 1 の光路が前記撮像光路であるとき、前記制御部は、前記第 1 のステップにおいて、第 1 のフレーム期間において前記計測行の前記画素の露光期間が完了する第 1 のタイミングを検出し、

前記制御部は、前記第 2 のステップにおいて、前記第 1 のタイミングの検出に基づいて、前記光路設定部に、前記第 1 の光路から前記第 2 の光路への前記撮像光路の切り替えを開始させる

内視鏡装置の作動方法。

【請求項 1 3】

内視鏡装置のプロセッサに、第 1 のステップおよび第 2 のステップを実行させるためのプログラムであって、

前記内視鏡装置は、

第 1 の光路および第 2 の光路のうちいずれか一方を撮像光路として設定することにより、被写体の第 1 の光学像および前記被写体の第 2 の光学像のうちのいずれか一方のみを撮像領域に形成し、前記第 1 の光路および前記第 2 の光路は互いに異なり、前記第 1 の光学像は、前記第 1 の光路を通った光により形成され、前記第 2 の光学像は、前記第 2 の光路を通った光により形成される光路設定部と、

前記撮像領域を備え、前記撮像領域は、行列状に配置された複数の画素を備え、かつ前記複数のフレーム期間の各々において前記複数の画素の配列における複数の行を行毎に連

10

20

30

40

50

続的に走査し、かつ前記複数の行を行毎に連続的に走査することにより、前記複数の行における前記画素から画素信号を読み出し、かつ前記複数のフレーム期間の各々において、前記画素信号を含む画像を出力する撮像素子と、

第1の画像および第2の画像に基づいて、前記被写体の計測を実行し、前記第1の画像は、計測行の前記画素から読み出された第1の画素信号を含み、前記計測行は、前記複数の画素の配列において、計測座標の前記画素を含む行であり、前記第1の画素信号は、前記第1の光学像に基づいて生成され、前記第2の画像は、対応行の前記画素から読み出された第2の画素信号を含み、前記対応行は、前記計測座標に対応する座標の前記画素を含み、前記第2の画素信号は、前記第2の光学像に基づいて生成され、前記被写体の前記計測は、前記計測座標における前記被写体の形状の算出と前記計測座標における前記被写体

10

までの距離の算出との少なくとも1つを含む計測部と、
前記プロセッサと、
を備え、

前記第1の光路が前記撮像光路であるとき、前記プロセッサは、前記第1のステップにおいて、第1のフレーム期間において前記計測行の前記画素の露光期間が完了する第1のタイミングを検出し、

前記プロセッサは、前記第2のステップにおいて、前記第1のタイミングの検出に基づいて、前記光路設定部に、前記第1の光路から前記第2の光路への前記撮像光路の切り替えを開始させる

プログラム。

20

【請求項14】

内視鏡装置のプロセッサに、第1のステップおよび第2のステップを実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記内視鏡装置は、

第1の光路および第2の光路のうちいずれか一方を撮像光路として設定することにより、被写体の第1の光学像および前記被写体の第2の光学像のうちのいずれか一方のみを撮像領域に形成し、前記第1の光路および前記第2の光路は互いに異なり、前記第1の光学像は、前記第1の光路を通った光により形成され、前記第2の光学像は、前記第2の光路を通った光により形成される光路設定部と、

前記撮像領域を備え、前記撮像領域は、行列状に配置された複数の画素を備え、かつ前記複数のフレーム期間の各々において前記複数の画素の配列における複数の行を行毎に連続的に走査し、かつ前記複数の行を行毎に連続的に走査することにより、前記複数の行における前記画素から画素信号を読み出し、かつ前記複数のフレーム期間の各々において、前記画素信号を含む画像を出力する撮像素子と、

30

第1の画像および第2の画像に基づいて、前記被写体の計測を実行し、前記第1の画像は、計測行の前記画素から読み出された第1の画素信号を含み、前記計測行は、前記複数の画素の配列において、計測座標の前記画素を含む行であり、前記第1の画素信号は、前記第1の光学像に基づいて生成され、前記第2の画像は、対応行の前記画素から読み出された第2の画素信号を含み、前記対応行は、前記計測座標に対応する座標の前記画素を含み、前記第2の画素信号は、前記第2の光学像に基づいて生成され、前記被写体の前記計測は、前記計測座標における前記被写体の形状の算出と前記計測座標における前記被写体

40

までの距離の算出との少なくとも1つを含む計測部と、
前記プロセッサと、
を備え、

前記第1の光路が前記撮像光路であるとき、前記プロセッサは、前記第1のステップにおいて、第1のフレーム期間において前記計測行の前記画素の露光期間が完了する第1のタイミングを検出し、

前記プロセッサは、前記第2のステップにおいて、前記第1のタイミングの検出に基づいて、前記光路設定部に、前記第1の光路から前記第2の光路への前記撮像光路の切り替えを開始させる

50

記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡装置、内視鏡装置の作動方法、プログラム、および記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

ボイラー、エンジン、タービン、および化学プラントなどの内部の傷および腐食を観察するために工業用内視鏡が広く用いられている。傷および腐食のような不具合が発見された際、その程度に応じて対策方法を切り替える必要がある。そのため、傷および腐食の大きさを測定する計測機能を備えた工業用内視鏡が開発されている。

10

【0003】

特許文献1で示される内視鏡装置は、被写体の2つの光学像を撮像素子の共通の領域に結像させる光学系を備える。2つの異なる視点に対応する2つの光路を通った光が2つの光学像を形成する。以下では、2つの光路を第1の光路および第2の光路と呼ぶ。内視鏡装置は、2つの光路を切り替える光路切り替え手段を備える。内視鏡装置は、2つの光路のうちのいずれか一方を通った光のみが形成する光学像を撮像する。

【0004】

内視鏡装置は、2つの撮像条件を切り替え、かつ2枚の画像を取得する。第1の光路を通った光は、第1の光学像を形成する。第1の光学像は、第1の視点からの光学像である。内視鏡装置は、第1の光学像を撮像することにより第1の画像を生成する。このとき、第1の撮像条件が実現される。続いて、光路が切り替えられる。第2の光路を通った光は、第2の光学像を形成する。第2の光学像は、第2の視点からの光学像である。内視鏡装置は、第2の光学像を撮像することにより第2の画像を生成する。このとき、第2の撮像条件が実現される。内視鏡装置は、第1の画像および第2の画像が有する視差に基づいて、ステレオ計測の原理を用いて被写体の形状を計測する。第1の画像および第2の画像は、互いに異なる視点から撮像された画像である。

20

【0005】

第1の画像と第2の画像とを取得する間に内視鏡の先端または被写体が動く場合、2つの視点の位置関係が変化し、ステレオ計測のパラメータ（基線長など）と2つの視点の位置との間に不整合が生じる。そのため、内視鏡装置は、被写体の形状を正確に計測できない。特許文献1の内視鏡装置は、第1の画像と第2の画像とを交互に取得する。2つの第1の画像間の位置ずれ量が所定のしきい値を下回るとき、内視鏡装置は、2つの第1の画像を取得する期間に内視鏡の先端の動き（先端動き）または被写体の動き（先端動き）がないと判断し、かつ計測処理を行う。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2013-105078号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1の内視鏡装置は、第1の画像を取得した後、光路を第1の光路から第2の光路に切り替える。内視鏡装置は、第2の画像を取得した後、光路を第2の光路から第1の光路に切り替える。内視鏡装置は、第1の画像を再度取得する。複数の第1の画像間の位置ずれ量が所定の閾値以下であるとき、内視鏡装置は計測が実行可能であると判定する。このとき、内視鏡装置は、第1の画像および第2の画像を用いて計測を実行する。この判定において、第2の画像が取得される前に取得された第1の画像と、第2の画像が取得された後に取得された第1の画像との間の位置ずれ量のみが使用される。この判定において

50

、第2の画像が取得されたタイミングにおける先端動きの発生は考慮されていない。内視鏡装置は第1の画像間の位置ずれは小さいことを確認できるが、第2の画像を取得するタイミングで予期せぬ先端動きが生じている可能性がある。内視鏡装置は、予期せぬ先端動きを検知できない可能性がある。内視鏡装置が複数の撮像条件で取得された複数の画像を用いて画像処理を行う場合、それらを取得する間に発生する先端動きをなるべく小さくすることが望ましい。そのため、第1の撮像条件における撮像と、第2の撮像条件における撮像との時間間隔を短縮する必要がある。

【0008】

本発明は、複数の撮像条件における撮像の時間間隔を短縮することができる内視鏡装置、内視鏡装置の作動方法、プログラム、および記録媒体を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、第1の光路および第2の光路のうちいずれか一方を撮像光路として設定することにより、被写体の第1の光学像および前記被写体の第2の光学像のうちのいずれか一方のみを撮像領域に形成し、前記第1の光路および前記第2の光路は互いに異なり、前記第1の光学像は、前記第1の光路を通った光により形成され、前記第2の光学像は、前記第2の光路を通った光により形成される光路設定部と、前記撮像領域を備え、前記撮像領域は、行列状に配置された複数の画素を備え、かつ前記複数のフレーム期間の各々において前記複数の画素の配列における複数の行を行毎に連続的に走査し、かつ前記複数の行を行毎に連続的に走査することにより、前記複数の行における前記画素から画素信号を読み出し、かつ前記複数のフレーム期間の各々において、前記画素信号を含む画像を出力する撮像素子と、第1の画像および第2の画像に基づいて、前記被写体の計測を実行し、前記第1の画像は、計測行の前記画素から読み出された第1の画素信号を含み、前記計測行は、前記複数の画素の配列において、計測座標の前記画素を含む行であり、前記第1の画素信号は、前記第1の光学像に基づいて生成され、前記第2の画像は、対応行の前記画素から読み出された第2の画素信号を含み、前記対応行は、前記計測座標に対応する座標の前記画素を含み、前記第2の画素信号は、前記第2の光学像に基づいて生成され、前記被写体の前記計測は、前記計測座標における前記被写体の形状の算出と前記計測座標における前記被写体までの距離の算出との少なくとも1つを含む計測部と、制御部と、を備え、前記第1の光路が前記撮像光路であるとき、前記制御部は、第1のフレーム期間において前記計測行の前記画素の露光期間が完了する第1のタイミングを検出し、前記制御部は、前記第1のタイミングの検出に基づいて、前記光路設定部に、前記第1の光路から前記第2の光路への前記撮像光路の切り替えを開始させる内視鏡装置である。

【0010】

本発明は、第1のステップおよび第2のステップを含む内視鏡装置の作動方法であって、前記内視鏡装置は、第1の光路および第2の光路のうちいずれか一方を撮像光路として設定することにより、被写体の第1の光学像および前記被写体の第2の光学像のうちのいずれか一方のみを撮像領域に形成し、前記第1の光路および前記第2の光路は互いに異なり、前記第1の光学像は、前記第1の光路を通った光により形成され、前記第2の光学像は、前記第2の光路を通った光により形成される光路設定部と、前記撮像領域を備え、前記撮像領域は、行列状に配置された複数の画素を備え、かつ前記複数のフレーム期間の各々において前記複数の画素の配列における複数の行を行毎に連続的に走査し、かつ前記複数の行を行毎に連続的に走査することにより、前記複数の行における前記画素から画素信号を読み出し、かつ前記複数のフレーム期間の各々において、前記画素信号を含む画像を出力する撮像素子と、第1の画像および第2の画像に基づいて、前記被写体の計測を実行し、前記第1の画像は、計測行の前記画素から読み出された第1の画素信号を含み、前記計測行は、前記複数の画素の配列において、計測座標の前記画素を含む行であり、前記第1の画素信号は、前記第1の光学像に基づいて生成され、前記第2の画像は、対応行の前記画素から読み出された第2の画素信号を含み、前記対応行は、前記計測座標に対応する座標の前記画素を含み、前記第2の画素信号は、前記第2の光学像に基づいて生成され、

前記被写体の前記計測は、前記計測座標における前記被写体の形状の算出と前記計測座標における前記被写体までの距離の算出との少なくとも１つを含む計測部と、制御部と、を備え、前記第１の光路が前記撮像光路であるとき、前記制御部は、前記第１のステップにおいて、第１のフレーム期間において前記計測行の前記画素の露光期間が完了する第１のタイミングを検出し、前記制御部は、前記第２のステップにおいて、前記第１のタイミングの検出に基づいて、前記光路設定部に、前記第１の光路から前記第２の光路への前記撮像光路の切り替えを開始させる内視鏡装置の作動方法である。

【００１１】

本発明は、内視鏡装置のプロセッサに、第１のステップおよび第２のステップを実行させるためのプログラムであって、前記内視鏡装置は、第１の光路および第２の光路のうちいずれか一方を撮像光路として設定することにより、被写体の第１の光学像および前記被写体の第２の光学像のうちのいずれか一方のみを撮像領域に形成し、前記第１の光路および前記第２の光路は互いに異なり、前記第１の光学像は、前記第１の光路を通った光により形成され、前記第２の光学像は、前記第２の光路を通った光により形成される光路設定部と、前記撮像領域を備え、前記撮像領域は、行列状に配置された複数の画素を備え、かつ前記複数のフレーム期間の各々において前記複数の画素の配列における複数の行を行毎に連続的に走査し、かつ前記複数の行を行毎に連続的に走査することにより、前記複数の行における前記画素から画素信号を読み出し、かつ前記複数のフレーム期間の各々において、前記画素信号を含む画像を出力する撮像素子と、第１の画像および第２の画像に基づいて、前記被写体の計測を実行し、前記第１の画像は、計測行の前記画素から読み出された第１の画素信号を含み、前記計測行は、前記複数の画素の配列において、計測座標の前記画素を含む行であり、前記第１の画素信号は、前記第１の光学像に基づいて生成され、前記第２の画像は、対応行の前記画素から読み出された第２の画素信号を含み、前記対応行は、前記計測座標に対応する座標の前記画素を含み、前記第２の画素信号は、前記第２の光学像に基づいて生成され、前記被写体の前記計測は、前記計測座標における前記被写体の形状の算出と前記計測座標における前記被写体までの距離の算出との少なくとも１つを含む計測部と、前記プロセッサと、を備え、前記第１の光路が前記撮像光路であるとき、前記プロセッサは、前記第１のステップにおいて、第１のフレーム期間において前記計測行の前記画素の露光期間が完了する第１のタイミングを検出し、前記プロセッサは、前記第２のステップにおいて、前記第１のタイミングの検出に基づいて、前記光路設定部に、前記第１の光路から前記第２の光路への前記撮像光路の切り替えを開始させるプログラムである。

【００１２】

本発明は、内視鏡装置のプロセッサに、第１のステップおよび第２のステップを実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記内視鏡装置は、第１の光路および第２の光路のうちいずれか一方を撮像光路として設定することにより、被写体の第１の光学像および前記被写体の第２の光学像のうちのいずれか一方のみを撮像領域に形成し、前記第１の光路および前記第２の光路は互いに異なり、前記第１の光学像は、前記第１の光路を通った光により形成され、前記第２の光学像は、前記第２の光路を通った光により形成される光路設定部と、前記撮像領域を備え、前記撮像領域は、行列状に配置された複数の画素を備え、かつ前記複数のフレーム期間の各々において前記複数の画素の配列における複数の行を行毎に連続的に走査し、かつ前記複数の行を行毎に連続的に走査することにより、前記複数の行における前記画素から画素信号を読み出し、かつ前記複数のフレーム期間の各々において、前記画素信号を含む画像を出力する撮像素子と、第１の画像および第２の画像に基づいて、前記被写体の計測を実行し、前記第１の画像は、計測行の前記画素から読み出された第１の画素信号を含み、前記計測行は、前記複数の画素の配列において、計測座標の前記画素を含む行であり、前記第１の画素信号は、前記第１の光学像に基づいて生成され、前記第２の画像は、対応行の前記画素から読み出された第２の画素信号を含み、前記対応行は、前記計測座標に対応する座標の前記画素を含み、前記第２の画素信号は、前記第２の光学像に基づいて生成され、前記被写

体の前記計測は、前記計測座標における前記被写体の形状の算出と前記計測座標における前記被写体までの距離の算出との少なくとも１つを含む計測部と、前記プロセッサと、を備え、前記第１の光路が前記撮像光路であるとき、前記プロセッサは、前記第１のステップにおいて、第１のフレーム期間において前記計測行の前記画素の露光期間が完了する第１のタイミングを検出し、前記プロセッサは、前記第２のステップにおいて、前記第１のタイミングの検出に基づいて、前記光路設定部に、前記第１の光路から前記第２の光路への前記撮像光路の切り替えを開始させる記録媒体である。

【発明の効果】

【００１３】

本発明によれば、内視鏡装置、内視鏡装置の作動方法、プログラム、および記録媒体は、複数の撮像条件における撮像の時間間隔を短縮することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】本発明の第１の実施形態の内視鏡装置の構成を示すブロック図である。

【図２】本発明の第１の実施形態の撮像素子の構成を示すブロック図である。

【図３】本発明の第１の実施形態の撮像素子が有する画素の構成を示す回路図である。

【図４】本発明の第１の実施形態の撮像素子の動作を示すタイミングチャートである。

【図５】本発明の第１の実施形態の撮像素子の動作を示すタイミングチャートである。

【図６】本発明の第１の実施形態の内視鏡装置の動作の手順を示すフローチャートである。

20

【図７】本発明の第１の実施形態の撮像素子の動作を示すタイミングチャートである。

【図８】本発明の第１の実施形態の第１の変形例の撮像素子の動作を示すタイミングチャートである。

【図９】本発明の第１の実施形態の第２の変形例の撮像素子の動作を示すタイミングチャートである。

【図１０】本発明の第２の実施形態の撮像素子の動作を示すタイミングチャートである。

【図１１】本発明の第２の実施形態の変形例の内視鏡装置の動作の手順を示すフローチャートである。

【図１２】本発明の第３の実施形態の撮像素子の動作を示すタイミングチャートである。

【図１３】本発明の第３の実施形態の変形例の撮像素子の動作を示すタイミングチャートである。

30

【図１４】本発明の参考形態の撮像素子の動作を示すタイミングチャートである。

【図１５】本発明の参考形態の撮像素子の動作を示すタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００１５】

以下、図面を参照し、本発明の実施形態を説明する。

【００１６】

（第１の実施形態）

図１は、本発明の第１の実施形態の内視鏡装置１の構成を示す。図１に示す内視鏡装置１は、本体部２、挿入部３、先端部４、操作部５、表示部６、および記録媒体７を有する。

40

【００１７】

挿入部３は、計測対象の物体の内部に挿入される。先端部４は、挿入部３の先端に配置されている。先端部４は、第１の光学系１００、第２の光学系１０１、光路設定部１０２、第３の光学系１０３、および撮像素子１０４（イメージセンサ）を有する。本体部２は、挿入部３に接続されている。本体部２は、計測部１０５、フレームメモリ１０６、および制御部１０７を有する。図１において光源等は省略されている。

【００１８】

内視鏡装置１の概略構成について説明する。光路設定部１０２は、第１の光路Ｌ１および第２の光路Ｌ２のうちいずれか一方を撮像光路として設定することにより、被写体の第

50

1の光学像および被写体の第2の光学像のうちのいずれか一方のみを撮像領域104aに形成する。撮像素子104は、撮像領域104aを備える。計測部105は、第1の画像および第2の画像に基づいて、被写体の計測を実行する。第1の光路L1および第2の光路L2は互いに異なる。第1の光学像は、第1の光路L1を通った光により形成される。第2の光学像は、第2の光路L2を通った光により形成される。撮像領域104aは、行列状に配置された複数の画素54を備える。画素54の構成は図3に示される。画素54の構成については後述する。

【0019】

撮像素子104は、複数のフレーム期間の各々において複数の画素54の配列における複数の行を行毎に連続的に走査する。撮像素子104は、複数の行を行毎に連続的に走査することにより、複数の行における画素54から画素信号を読み出す。撮像素子104は、複数のフレーム期間の各々において、画素信号を含む画像を出力する。第1の画像は、計測行の画素54から読み出された第1の画素信号を含む。計測行は、複数の画素54の配列において、計測座標の画素54を含む行である。第1の画素信号は、第1の光学像に基づいて生成される。第2の画像は、対応行の画素54から読み出された第2の画素信号を含む。対応行は、計測座標に対応する座標の画素54を含む。第2の画素信号は、第2の光学像に基づいて生成される。被写体の計測は、計測座標における被写体の形状の算出と計測座標における被写体までの距離の算出との少なくとも1つを含む。

【0020】

第1の光路L1が撮像光路であるとき、制御部107は、第1のフレーム期間において計測行の画素54の露光期間が完了する第1のタイミングを検出する。制御部107は、第1のタイミングの検出に基づいて、光路設定部102に、第1の光路L1から第2の光路L2への撮像光路の切り替えを開始させる。例えば、第1のタイミングが検出されたとき、制御部107は、光路設定部102に、第1の光路L1から第2の光路L2への撮像光路の切り替えを開始させる。第1のタイミングが検出されたタイミングの直後に、制御部107は、光路設定部102に、第1の光路L1から第2の光路L2への撮像光路の切り替えを開始させてもよい。

【0021】

第2のフレーム期間において対応行の画素54の露光期間が開始される前、光路設定部102は、撮像光路の切り替えを完了する。第2のフレーム期間は、第1のフレーム期間の2つ後のフレーム期間である。

【0022】

内視鏡装置1の詳細な構成について説明する。例えば、第1の光学系100および第2の光学系101は、凹レンズと凸レンズとを組み合わせたレンズを有する。第2の光学系101の被写体側の光軸は第1の光学系100の被写体側の光軸と略平行である。第2の光学系101は、第1の光学系100に対して視差を有する。つまり、第1の光学系100および第2の光学系101は、視差方向に離間している。視差方向は、第1の光学系100の光学中心（主点）と第2の光学系101の光学中心（主点）とを通る直線の方である。視差方向は、各光学系の光軸と略直交する。第1の光学系100に入射した光は第1の光路L1を通る。第2の光学系101に入射した光は、第1の光路L1と異なる第2の光路L2を通る。第1の光学系100は被写体の第1の光学像を形成し、かつ第2の光学系101は被写体の第2の光学像を形成する。

【0023】

光路設定部102は、第1の光路L1と第2の光路L2との間で撮像光路を切り替える。光路設定部102は、第1の光路L1および第2の光路L2のうちいずれか一方を通る光のみを透過させ、かつ他方を通る光を遮蔽する。

【0024】

例えば、光路設定部102は、第1の光路L1および第2の光路L2のうちいずれか一方のみに挿入されるシャッター（遮蔽板）を含む。光路設定部102が第1の光路L1の光を透過させるとき、シャッターが第2の光路L2に挿入され、かつ第2の光路L2の光

10

20

30

40

50

は遮蔽される。光路設定部 102 が第 2 の光路 L2 の光を透過させるとき、シャッターが第 1 の光路 L1 に挿入され、かつ第 1 の光路 L1 の光は遮蔽される。光路設定部 102 の動作は、制御部 107 からの制御信号によって制御される。光路設定部 102 は、偏光板および液晶セルを含む液晶シャッターであってもよい。光路設定部 102 は、上記の構成に限らない。

【0025】

第 3 の光学系 103 は、第 1 の光路 L1 を通った光と第 2 の光路 L2 を通った光とのいずれか一方に基づく被写体像を撮像素子 104 の撮像領域 104a に形成する。撮像素子 104 の撮像領域 104a に形成される被写体像は、第 1 の光路 L1 および第 2 の光路 L2 のうち撮像光路として設定された光路のみを通った光に基づく。

10

【0026】

被写体の第 1 の光学像は、第 1 の光路 L1 を通った光に基づいて形成される。被写体の第 2 の光学像は、第 2 の光路 L2 を通った光に基づいて形成される。第 1 の光学像および第 2 の光学像は、撮像素子 104 の撮像領域 104a に入射する。撮像素子 104 は、第 1 の光学像および第 2 の光学像を撮像する。撮像素子 104 は、第 1 の光学系 100 によって形成された第 1 の光学像を第 1 の撮像タイミングで撮像する。撮像素子 104 は、第 2 の光学系 101 によって形成された第 2 の光学像を第 2 の撮像タイミングで撮像する。第 1 の撮像タイミングおよび第 2 の撮像タイミングは、互いに異なる。撮像素子 104 は、第 1 の画像および第 2 の画像を生成する。第 1 の画像は、撮像領域 104a に形成された第 1 の光学像に基づく。第 2 の画像は、撮像領域 104a に形成された第 2 の光学像に

20

【0027】

複数の撮像条件は、第 1 の撮像条件および第 2 の撮像条件を含む。第 1 の撮像条件および第 2 の撮像条件は互いに異なる。第 1 の撮像条件において、第 1 の光路 L1 が撮像光路として設定される。撮像素子 104 は、第 1 の撮像条件で被写体を撮像することにより被写体の第 1 の画像を生成する。第 2 の撮像条件において、第 2 の光路 L2 が撮像光路として設定される。撮像素子 104 は、第 2 の撮像条件で被写体を撮像することにより被写体の第 2 の画像を生成する。

【0028】

計測部 105 は、第 1 の画像および第 2 の画像に基づいて、被写体の形状、被写体の寸法、および被写体までの距離（被写体距離）の少なくとも 1 つを計測する。例えば、被写体の形状は、3 次元点群あるいはメッシュポリゴンとして計測される。3 次元点群は、被写体の表面の複数点の 3 次元座標の集合である。メッシュポリゴンは、3 次元点群に含まれる各点を頂点にもつ三角形の集合である。被写体の寸法は、被写体上の任意の 2 点間の距離および被写体上の 3 点以上で構成される領域の面積等である。被写体距離は、撮像素子 104 が配置された先端部 4 から被写体までの距離である。具体的には、被写体距離は、撮像素子 104 から被写体までの距離である。被写体距離は第 1 の光学系 100 の主点あるいは第 2 の光学系 101 の主点から被写体までの距離であってもよい。被写体距離はレンズの被写体側の面から被写体までの距離であってもよい。計測部 105 は、2 つの画像が有する視差を利用した三角測量によりステレオ計測を行う。具体的には、計測部 105 は、第 1 の画像に設定された計測座標に対応する点を第 2 の画像において検出する。この処理は、マッチング処理と呼ばれる。計測部 105 は、検出された点と計測座標とに基づいて、被写体上の点の 3 次元座標を算出する。計測座標は、撮像領域 104a における画素 54 のアドレスに関連付けられる。

30

40

【0029】

フレームメモリ 106 は、撮像素子 104 によって生成された第 1 の画像および第 2 の画像を記憶する。フレームメモリ 106 は、揮発性または不揮発性のメモリとして構成される。例えば、フレームメモリ 106 は、RAM (Random Access Memory)、DRAM (Dynamic Random Access Memory)、S

50

RAM (Static Random Access Memory)、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)、およびフラッシュメモリの少なくとも1つである。内視鏡装置1は、第1の画像および第2の画像を記憶するためのハードディスクドライブを有してもよい。

【0030】

制御部107は、光路設定部102、撮像素子104、および計測部105を制御する。制御部107は、これらに加えて、操作部5および表示部6を制御する。制御部107は、光路設定部102に、第1の光路L1および第2の光路L2のうちいずれか一方を撮像光路として設定させる。制御部107は、撮像素子104に、第1の光路L1が撮像光路として設定された状態で第1の光学像を撮像させ、かつ第1の光学像に基づく第1の画像を生成させる。制御部107は、撮像素子104に、第2の光路L2が撮像光路として設定された状態で第2の光学像を撮像させ、かつ第2の光学像に基づく第2の画像を生成させる。制御部107は、計測部105に計測を実行させる。

10

【0031】

計測部105および制御部107は、プロセッサおよび論理回路の少なくとも1つで構成されてもよい。例えば、プロセッサは、CPU (Central Processing Unit)、DSP (Digital Signal Processor)、およびGPU (Graphics Processing Unit)の少なくとも1つである。例えば、論理回路は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)およびFPGA (Field-Programmable Gate Array)の少なくとも1つである。計測部105および制御部107は、1つまたは複数のプロセッサを含むことができる。計測部105および制御部107は、1つまたは複数の論理回路を含むことができる。

20

【0032】

内視鏡装置1のコンピュータが、プログラムを読み込み、かつ読み込まれたプログラムを実行してもよい。プログラムは、計測部105および制御部107の動作を規定する命令を含む。つまり、計測部105および制御部107の機能はソフトウェアにより実現されてもよい。そのプログラムは、例えばフラッシュメモリのような「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」により提供されてもよい。そのプログラムは、そのプログラムを保持するコンピュータから、伝送媒体を経由して、あるいは伝送媒体中の伝送波により内視鏡装置1に伝送されてもよい。プログラムを伝送する「伝送媒体」は、情報を伝送する機能を有する媒体である。情報を伝送する機能を有する媒体は、インターネット等のネットワーク（通信網）および電話回線等の通信回線（通信線）を含む。上述したプログラムは、前述した機能の一部を実現してもよい。さらに、上述したプログラムは、差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。コンピュータに既に記録されているプログラムと差分プログラムとの組合せが、前述した機能を実現してもよい。

30

【0033】

操作部5は、ユーザから指示を受け付けるユーザインターフェースである。ユーザは、操作部5を操作することにより、内視鏡装置1全体の各種動作制御に必要な指示を入力する。操作部5は、ユーザから受け付けた指示を示す信号を制御部107に出力する。例えば、操作部5は、ボタン、スイッチ、キー、マウス、ジョイスティック、タッチパッド、トラックボール、およびタッチパネルの少なくとも1つである。

40

【0034】

表示部6は、第1の画像および第2の画像の少なくとも1つを表示する。また、表示部6は、操作制御内容および計測結果等を表示する。例えば、操作制御内容はメニューとして表示される。例えば、表示部6は、液晶ディスプレイおよび有機EL (Electro Luminescence) ディスプレイの少なくとも1つである。表示部6は、タッチパネルディスプレイであってもよい。その場合、操作部5および表示部6は一体化され

50

る。

【0035】

記録媒体7は、第1の画像、第2の画像、および計測結果等を記憶する。例えば、記録媒体7は、フラッシュメモリ等のような不揮発性の記録媒体である。本体部2に対する記録媒体7の装着と、本体部2からの記録媒体7の取り外しとが可能であってもよい。

【0036】

操作部5、表示部6、および記録媒体7は、内視鏡装置1において必須ではない。

【0037】

図2は、撮像素子104の構成を示す。図2に示す撮像素子104は、画素部50、垂直走査部51、信号処理部52、および水平走査部53を有する。

10

【0038】

画素部50は、行列状に配置された複数の画素54を有する。複数の画素54は、撮像素子104の撮像領域104aに配置されている。複数の画素54の配列における行数と列数との各々は、2以上である。行数と列数とが同一でなくてもよい。複数の画素54の各々は、画素54に入射した光の量に応じた画素信号を生成する。複数の画素54の各々は、垂直信号線56に接続されている。複数の垂直信号線56が配置されている。複数の垂直信号線56の各々は、複数の画素54の配列における列毎に配置されている。複数の画素54の各々は、生成された画素信号を垂直信号線56に出力する。

【0039】

複数の画素54の各々は、制御信号線57に接続されている。複数の制御信号線57が配置されている。複数の制御信号線57の各々は、複数の画素54の配列における行毎に配置されている。複数の制御信号線57の各々は、垂直走査部51に接続されている。複数の画素54の動作を制御するための制御信号が垂直走査部51から制御信号線57に出力される。1個の行の画素54に対して複数の制御信号線57が配置されている。図2では1個の行の画素54に対して1つの制御信号線57が示され、他の制御信号線57は省略されている。制御信号の詳細については、後述する。

20

【0040】

複数の画素54の動作は、制御信号線57に出力された制御信号に基づいて制御される。1個の行の画素54に対応する制御信号は、その行における全ての画素54に共通に供給される。このため、同一の行に配置された2つ以上の画素54に対して同一の動作タイミ

30

【0041】

制御部107によって生成された制御信号が撮像素子104に送信される。垂直走査部51は、制御部107からの制御信号に基づいて、複数の画素54の動作を制御するための制御信号を生成する。垂直走査部51は、複数の画素54の配列における複数の行の各々に対応する制御信号を生成する。垂直走査部51は、生成された制御信号を制御信号線57に出力する。

【0042】

信号処理部52は、複数の信号処理回路55を有する。信号処理回路55は、複数の画素54の配列における列毎に配置されている。信号処理回路55は、垂直信号線56に接続されている。信号処理回路55は、画素54から垂直信号線56に出力された画素信号に対して、信号処理を行う。信号処理回路55が行う信号処理は、CDS (Correlated Double Sampling) およびAGC (Analog Gain Control) 等を含む。

40

【0043】

信号処理回路55によって処理された画素信号は、水平走査部53に入力される。水平走査部53は、複数の画素54の配列における列を順次選択する。水平走査部53によって選択された列に対応する画素信号は、出力端子58から出力される。

【0044】

50

撮像素子 104 は、行列状に配置された複数の画素 54 を備える。撮像素子 104 は、複数のフレーム期間の各々において、被写体の光学像に基づく各画素 54 の画素信号を生成する。撮像素子 104 は、複数のフレーム期間の各々において、その画素信号を用いて被写体の画像を生成する。

【0045】

フレームは、1枚の画像に含まれる複数の画素信号の組である。1枚の画像(1フレーム)は、1フレーム期間において生成される。撮像素子 22 は、1フレームの画素信号に基づいて1枚の画像を生成する。

【0046】

図3は、画素 54 の構成を示す。図3に示す画素 54 は、光電変換部 70、電荷転送部 71、電荷保持部 72、容量リセット部 73、増幅部 74、および出力部 75 を有する。光電変換部 70 は、フォトダイオードである。電荷保持部 72 は、容量である。電荷転送部 71、容量リセット部 73、増幅部 74、および出力部 75 は、トランジスタである。

【0047】

光電変換部 70 は、画素 54 に入射した光の量に応じた電荷を生成し、蓄積する。電荷転送部 71 は、光電変換部 70 によって生成され、蓄積された電荷を電荷保持部 72 に転送する。電荷保持部 72 は、光電変換部 70 から転送された電荷を保持する。容量リセット部 73 は、電源電圧 VDD に基づいて、電荷保持部 72 の電荷をリセットする。容量リセット部 73 がオンになることにより、容量リセット部 73 は電荷保持部 72 の電荷をリセットする。増幅部 74 は、電荷保持部 72 に保持された電荷に基づく信号を増幅する。出力部 75 は、増幅部 74 によって増幅された信号を画素信号として垂直信号線 56 に出力する。

【0048】

電荷転送部 71 の動作は、制御信号 TX によって制御される。容量リセット部 73 の動作は、制御信号 RST によって制御される。出力部 75 の動作は、制御信号 SEL によって制御される。制御信号 TX、制御信号 RST、および制御信号 SEL は、制御信号線 57 を経由して垂直走査部 51 から供給される。

【0049】

画素 54 の動作は、リセット、電荷転送、および信号読み出しを含む。リセットは、容量リセット部 73 の動作に対応する。電荷転送は、電荷転送部 71 の動作に対応する。信号読み出しは、出力部 75 の動作に対応する。蓄積開始タイミングから転送タイミングまでの期間が、画素 54 において露光を行える期間(露光期間)である。蓄積開始タイミングは、光電変換部 70 が、画素 54 に入射した光に基づく電荷の生成とその電荷の蓄積とを開始するタイミングである。転送タイミングは、電荷転送部 71 が、光電変換部 70 に蓄積された電荷を電荷保持部 72 に転送するタイミングである。露光期間において、光電変換部 70 は電荷を蓄積する。以下の記載において、画素 54 がリセットされた状態とは、露光期間が終了し、電荷転送部 71 が、光電変換部 70 に蓄積された電荷を電荷保持部 72 に転送したタイミングにおける画素 54 の状態を表している。

【0050】

撮像素子 110 は、画素信号を出力部 75 から出力することにより、画素信号を画素 54 から読み出す。撮像素子 110 は、画素信号を画素 54 から読み出すことにより、画像を取得する。画素信号の読み出しと画像の取得とは、等価である。

【0051】

図4は、露光期間が比較的長い場合の撮像素子 104 の動作を示す。図4を参照し、撮像素子 104 の動作を説明する。図4に示す例では、撮像領域 104a は、16個の行を有する。図4に示す例では、計測座標 A の位置にある画素 54 は、撮像領域 104a の第4行に配置されている。撮像領域 104a の行数は16に限らない。例えば、ユーザは、操作部 5 を操作することにより計測座標を入力する。操作部 5 に入力された計測座標は制御部 107 に通知される。計測座標の位置は、予め決定された位置であってもよい。

【0052】

10

20

30

40

50

タイミングチャートTC10は、撮像素子104の動作を示す。タイミングチャートTC10において、横方向は時間を示し、かつ縦方向は画素54の行位置を示す。最も上の行が第1行であり、かつ最も下の行が第16行である。

【0053】

図4において、フレーム期間が示されている。各フレーム期間は、読み出し期間および露光期間を含む。読み出し期間において、画素54の画素信号が読み出される。画素信号の読み出しは、電荷転送および信号読み出しを含む。第1行の画素54における読み出し期間の開始タイミングを基準にしたフレーム期間が示されている。第2行から第16行のフレーム期間は、各行の1つ上の行のフレーム期間よりも所定時間だけ遅れて開始される。フレーム期間Vnの露光期間において画素54に蓄積された画素信号は、フレーム期間V(n+1)の読み出し期間において画素54から読み出される。

10

【0054】

図4における破線L10は、各行のフレーム期間の開始タイミングを示す。破線L10は、タイミングチャートTC10を含む全てのタイミングチャートにおいて共通に使用される。破線L10の意味は、本明細書において共通である。図4における記号M10は、読み出し期間を示す。図4における記号M11は、露光期間を示す。タイミングチャートTC10以外のタイミングチャートにおいて記号M10および記号M11は省略されるが、記号M10および記号M11の各々の意味は、本明細書において共通である。

【0055】

フレーム期間V0において、撮像光路は第1の光路L1である。フレーム期間V0の露光期間の開始タイミングは、フレーム期間V0の1つ前のフレーム期間における各行の画素54の露光期間において生成された画素信号の読み出しが完了したタイミングと同じである。露光期間の開始タイミングにおいて、第1行の画素54がリセットされる。これにより、第1行の画素54の露光期間が開始される。露光期間において、画素54に入射した光に基づく信号が画素54に蓄積される。第1行の画素54の露光期間が開始された後、第2行の画素54の露光期間が開始される。同様に、第3行から第16行の画素54の露光期間が順次開始される。

20

【0056】

垂直走査部51は、各行の制御信号を順次生成し、かつ生成された制御信号を各行の画素54に順次出力する。撮像素子104は、垂直走査部51から順次出力された制御信号に基づいて、複数の行の画素54を行毎に連続的に走査する。撮像素子104は、この走査により、複数の行の画素54の露光期間を順次開始する。

30

【0057】

フレーム期間V0における各行の画素54の露光期間において生成された画素信号は、フレーム期間V1において読み出される。フレーム期間V0における第1行の画素54の露光期間が終了したとき、フレーム期間V1における第1行の画素54の読み出し期間が開始される。第1行の画素54は、画素信号を垂直信号線56に出力する。第1行の画素54の読み出し期間が開始された時刻から所定時間が経過したとき、第1行の画素54の読み出し期間が終了する。このとき、第1行の画素54がリセットされ、かつフレーム期間V1における第1行の画素54の露光期間が開始される。

40

【0058】

第1行の画素54の読み出し期間が終了したとき、第2行の画素54の読み出し期間が開始される。第2行の画素54は、画素信号を垂直信号線56に出力する。第2行の画素54の読み出し期間が開始された時刻から所定時間が経過したとき、第2行の画素54の読み出し期間が終了する。このとき、第2行の画素54がリセットされ、かつフレーム期間V1における第2行の画素54の露光期間が開始される。同様に、第3行から第16行の画素54の読み出し期間が順次開始され、かつ第3行から第16行の画素54の画素信号が順次読み出される。第3行から第16行の画素54が順次リセットされ、かつフレーム期間V1における第3行から第16行の画素54の露光期間が順次開始される。

【0059】

50

垂直走査部 5 1 は、各行の制御信号を順次生成し、かつ生成された制御信号を各行の画素 5 4 に順次出力する。撮像素子 1 0 4 は、垂直走査部 5 1 から順次出力された制御信号に基づいて、複数の行の画素 5 4 を行毎に連続的に走査する。撮像素子 1 0 4 は、この走査により、複数の行の画素 5 4 から画素信号を順次読み出す。

【 0 0 6 0 】

撮像素子 1 0 4 の駆動方式は、ローリングシャッター方式である。ローリングシャッター方式では、読み出し対象の行が 1 行ずつ変更され、かつ各行の画素 5 4 から連続的に画素信号が読み出される。ローリングシャッター方式では、行毎に露光期間が順次開始され、かつ行毎に画素信号が順次読み出される。画素信号の読み出しが完了した行の画素 5 4 はリセットされ、かつ露光期間が再開される。

10

【 0 0 6 1 】

図 4 において、フレーム期間 V 0 よりも前のフレーム期間の動作は示されていない。フレーム期間 V 0 よりも前の各フレーム期間において、フレーム期間 V 0 における動作と同様の動作が実行される。

【 0 0 6 2 】

フレーム期間 V 1 における各行の画素 5 4 の露光期間において生成された画素信号は、フレーム期間 V 2 において読み出される。フレーム期間 V 1 における動作と同様に、第 1 行から第 1 6 行の画素 5 4 の読み出し期間が順次開始され、かつ第 1 行から第 1 6 行の画素 5 4 の画素信号が順次読み出される。第 1 行から第 1 6 行の画素 5 4 が順次リセットされ、かつフレーム期間 V 2 における第 1 行から第 1 6 行の画素 5 4 の露光期間が順次開始

20

【 0 0 6 3 】

フレーム期間 V 2 における第 3 行の画素 5 4 の読み出し期間が終了する。このとき、フレーム期間 V 1 における第 4 行の画素 5 4 の露光期間が終了し、かつフレーム期間 V 2 における第 4 行の画素 5 4 の読み出し期間が開始される。このとき、撮像光路の切り替えが開始される。したがって、フレーム期間 V 1 (第 1 のフレーム期間) において第 4 行の画素 5 4 の露光期間が完了した後、撮像光路の切り替えが開始される。制御部 1 0 7 は、撮像光路の切り替えのための制御信号を光路設定部 1 0 2 に出力する。これにより、制御部 1 0 7 は、光路設定部 1 0 2 に撮像光路を切り替えさせる。光路設定部 1 0 2 は、制御部 1 0 7 からの制御信号に基づいて、第 1 の光路 L 1 から第 2 の光路 L 2 への切り替えを開始する。

30

【 0 0 6 4 】

図 4 において、切り替え期間 P 1 0 が示されている。切り替え期間 P 1 0 は、光路の切り替えの開始から光路の切り替えの完了までの期間である。切り替え期間 P 1 0 の長さは、フレーム期間よりも短い。切り替え期間 P 1 0 において、撮像素子 1 0 4 は、第 4 行から第 9 行の画素 5 4 の読み出し期間を順次開始し、かつ第 4 行から第 9 行の画素 5 4 の画素信号を順次読み出す。第 4 行から第 9 行の画素 5 4 が順次リセットされ、かつフレーム期間 V 2 における第 4 行から第 9 行の画素 5 4 の露光期間が順次開始される。

【 0 0 6 5 】

フレーム期間 V 2 における第 9 行の画素 5 4 の読み出し期間が終了したとき、撮像光路の切り替えが完了している。したがって、フレーム期間 V 3 (第 2 のフレーム期間) において第 4 行の画素 5 4 の露光期間が開始される前に撮像光路の切り替えが完了している。撮像光路は第 2 の光路 L 2 である。切り替え期間 P 1 0 の後、撮像素子 1 0 4 は、第 1 0 行から第 1 6 行の画素 5 4 の読み出し期間を順次開始し、かつ第 1 0 行から第 1 6 行の画素 5 4 の画素信号を順次読み出す。第 1 0 行から第 1 6 行の画素 5 4 が順次リセットされ、かつフレーム期間 V 2 における第 1 0 行から第 1 6 行の画素 5 4 の露光期間が順次開始される。

40

【 0 0 6 6 】

フレーム期間 V 2 における各行の画素 5 4 の露光期間において生成された画素信号は、フレーム期間 V 3 において読み出される。フレーム期間 V 3 において撮像素子 1 0 4 が画

50

素信号を読み出す動作は、フレーム期間V2において撮像素子104が画素信号を読み出す動作と同じである。撮像素子104は、フレーム期間V3、フレーム期間V4、およびフレーム期間V5において、フレーム期間V2の動作と同じ動作を継続する。

【0067】

図4において、撮像素子104から出力される画像（出力画像）が模式的に示されている。図4に示す例では、撮像素子104は、画像V0、画像V1、画像V2、画像V3、画像V4、および画像V5を出力する。画像V0は、フレーム期間V0における読み出し期間に16個の行の画素54から読み出された画素信号を含む。画像V1、画像V2、画像V3、画像V4、および画像V5はそれぞれ、フレーム期間V1、フレーム期間V2、フレーム期間V3、フレーム期間V4、およびフレーム期間V5における読み出し期間に16個の行の画素54から読み出された画素信号を含む。

10

【0068】

画像V2は、フレーム期間V1における露光期間に生成された画素信号を含む。画像V2に含まれる画素信号は、フレーム期間V2における読み出し期間に読み出される。フレーム期間V1における第4行の画素54の露光期間は、切り替え期間P10と重ならない。第4行の画素54で生成された画素信号は、第1の光路L1に対応する第1の光学像に基づく。

【0069】

画像V3は、フレーム期間V2における露光期間に生成された画素信号を含む。画像V3に含まれる画素信号は、フレーム期間V3における読み出し期間に読み出される。フレーム期間V2における第4行の画素54の露光期間は、切り替え期間P10と重なる。切り替え期間P10において、第1の光路L1に対応する第1の光学像と、第2の光路L2に対応する第2の光学像とが撮像領域104aに形成される可能性がある。切り替え期間P10において、露光のための適切な時間が確保されない可能性がある。そのため、画像V3は計測に適していない。

20

【0070】

画像V4は、フレーム期間V3における露光期間に生成された画素信号を含む。画像V4に含まれる画素信号は、フレーム期間V4における読み出し期間に読み出される。フレーム期間V3における第4行の画素54の露光期間は、切り替え期間P10と重ならない。第4行の画素54で生成された画素信号は、第2の光路L2に対応する第2の光学像に基づく。

30

【0071】

制御部107は、計測部105に、画像V2および画像V4を使用する計測を実行させる。計測部105は、画像V2および画像V4に基づいて被写体の計測を実行する。

【0072】

フレーム期間V1における第5行から第16行の画素54の露光期間は、切り替え期間P10と重なる。画像V2において、第4行の画素54の画素信号は計測に使用できるが、第5行から第16行の画素54の画素信号は計測に適していない。計測部105は、画像V2における第4行の画素54の画素信号と、画像V4における第4行の画素54の画素信号とを計測に使用する。第1の取得タイミングと第2の取得タイミングとの間隔は、2フレーム期間と同じである。第1の取得タイミングは、撮像素子104が画像V2における第4行（計測行）の画素54の画素信号を取得するタイミングである。第2の取得タイミングは、撮像素子104が画像V4における第4行（対応行）の画素54の画素信号を取得するタイミングである。

40

【0073】

図5は、露光期間が比較的短い場合の撮像素子104の動作を示す。図5を参照し、撮像素子104の動作を説明する。

【0074】

タイミングチャートTC11は、撮像素子104の動作を示す。図5に示すタイミングチャートTC11では、図5に示すタイミングチャートTC10と比較して、各行の画素

50

5 4 の露光期間が短い。撮像素子 1 0 4 が画素信号を読み出す動作は、図 4 に示す動作と同じである。

【 0 0 7 5 】

フレーム期間 V 2 における第 4 行の画素 5 4 の露光期間が終了したとき、撮像光路の切り替えが開始される。切り替え期間 P 1 0 において、撮像素子 1 0 4 は、第 4 行から第 9 行の画素 5 4 の読み出し期間を順次開始し、かつ第 4 行から第 9 行の画素 5 4 の画素信号を順次読み出す。

【 0 0 7 6 】

フレーム期間 V 2 における第 9 行の画素 5 4 の読み出し期間が終了したとき、撮像光路の切り替えが完了している。フレーム期間 V 2 における第 4 行の画素 5 4 の露光期間が開始される前に撮像光路の切り替えが完了している。切り替え期間 P 1 0 の後、撮像素子 1 0 4 は、第 1 0 行から第 1 6 行の画素 5 4 の読み出し期間を順次開始し、かつ第 1 0 行から第 1 6 行の画素 5 4 の画素信号を順次読み出す。

【 0 0 7 7 】

画像 V 2 は、フレーム期間 V 1 における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V 2 に含まれる画素信号は、フレーム期間 V 2 における読み出し期間に読み出される。フレーム期間 V 1 における第 4 行の画素 5 4 の露光期間は、切り替え期間 P 1 0 と重ならない。第 4 行の画素 5 4 で生成された画素信号は、第 1 の光路 L 1 に対応する第 1 の光学像に基づく。

【 0 0 7 8 】

画像 V 3 は、フレーム期間 V 2 における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V 3 に含まれる画素信号は、フレーム期間 V 3 における読み出し期間に読み出される。フレーム期間 V 2 における第 4 行の画素 5 4 の露光期間は、切り替え期間 P 1 0 と重ならない。第 4 行の画素 5 4 で生成された画素信号は、第 2 の光路 L 2 に対応する第 2 の光学像に基づく。

【 0 0 7 9 】

制御部 1 0 7 は、計測部 1 0 5 に、画像 V 2 および画像 V 3 を使用する計測を実行させる。計測部 1 0 5 は、画像 V 2 および画像 V 3 に基づいて被写体の計測を実行する。第 1 の取得タイミングと第 2 の取得タイミングとの間隔は、1 フレーム期間と同じである。第 1 の取得タイミングは、撮像素子 1 0 4 が画像 V 2 における第 4 行（計測行）の画素 5 4 の画素信号を取得するタイミングである。第 2 の取得タイミングは、撮像素子 1 0 4 が画像 V 3 における第 4 行（対応行）の画素 5 4 の画素信号を取得するタイミングである。

【 0 0 8 0 】

タイミングチャート T C 1 0 およびタイミングチャート T C 1 1 では、計測部 1 0 5 は、第 1 の画像および第 2 の画像に基づいて被写体の計測を実行する。第 1 の画像は、第 1 の露光期間において露光された画素 5 4 の画素信号を含む。第 2 の画像は、第 2 の露光期間において露光された画素 5 4 の画素信号を含む。計測行の画素 5 4 の第 1 の露光期間は、光路設定部 1 0 2 が撮像光路の切り替えを開始する前に完了している。対応行の画素 5 4 の第 2 の露光期間は、光路設定部 1 0 2 が撮像光路の切り替えを完了した後に開始される。

【 0 0 8 1 】

タイミングチャート T C 1 0 では、第 2 の画像は、第 1 の画像が取得されたフレーム期間の 2 つ後のフレーム期間において取得された画像である。タイミングチャート T C 1 1 では、第 2 の画像は、第 1 の画像が取得されたフレーム期間の 1 つ後のフレーム期間において取得された画像である。

【 0 0 8 2 】

計測部 1 0 5 は、第 1 の画素信号および第 2 の画素信号に基づいて、被写体の計測を実行する。第 1 の画素信号は、計測行の画素 5 4 から読み出される。第 2 の画素信号は、対応行の画素 5 4 から読み出される。タイミングチャート T C 1 0 およびタイミングチャート T C 1 1 では、計測行および対応行は第 4 行である。計測行および対応行が互いに異な

10

20

30

40

50

ってもよい。例えば、対応行が計測行の１つ上の行または計測行の１つ下の行であってもよい。

【００８３】

タイミングチャートＴＣ１０では、切り替え期間Ｐ１０は、１つのフレーム期間のみにおける計測行の画素５４の露光期間の一部を含む。タイミングチャートＴＣ１１では、切り替え期間Ｐ１０は、計測行の画素５４の露光期間を含まない。

【００８４】

タイミングチャートＴＣ１０およびタイミングチャートＴＣ１１では、切り替え期間Ｐ１０は、計測行の画素５４の読み出し期間が終了した後に開始されてもよい。第１の光路Ｌ１が撮像光路であるとき、制御部１０７は、第１のフレーム期間（フレーム期間Ｖ１）における計測行の画素５４の露光期間に生成された画素信号の読み出しが完了する第１のタイミングを検出してもよい。制御部１０７は、第１のタイミングの検出に基づいて、光路設定部１０２に、撮像光路の切り替えを開始させる。

【００８５】

図６は、内視鏡装置１の動作の手順を示す。図６を参照し、内視鏡装置１の動作を説明する。

【００８６】

内視鏡装置１が起動したとき、制御部１０７は、制御信号を撮像素子１０４に送信する。これにより、制御部１０７は、撮像素子１０４に動作を開始させる。撮像素子１０４は、制御部１０７からの制御信号に基づいて、動作を開始する。表示部６は画像の表示を開始する（ステップＳ１００）。内視鏡装置１が起動したとき、光路設定部１０２は第１の光路Ｌ１を撮像光路として設定する。撮像素子１０４は、図４に示すフレーム期間Ｖ０の動作を実行する。

【００８７】

撮像素子１０４は、各フレーム期間において複数の行の画素５４を行毎に連続的に走査し、かつ各フレーム期間において複数の行の画素５４から画素信号を順次読み出す。撮像素子１０４は、各フレーム期間において、複数の行の画素５４の画素信号を含む画像を出力する。撮像素子１０４から出力された画像は、フレームメモリ１０６に記憶される。

【００８８】

ステップＳ１００の後、制御部１０７は、計測を実行するか否かを判断する（ステップＳ１０５）。例えば、ユーザが操作部５を操作することにより計測座標を入力した場合、制御部１０７は、計測を実行すると判断する。予め決定された計測座標における計測が所定周期で実行されてもよい。例えば、内視鏡装置１の起動から所定時間が経過したとき、制御部１０７は、計測を実行すると判断する。あるいは、前回の計測の実行から所定時間が経過したとき、制御部１０７は、計測を実行すると判断する。

【００８９】

ステップＳ１０５において、計測を実行しないと制御部１０７が判断したとき、制御部１０７は、ステップＳ１０５における判断を再度実行する。ステップＳ１０５において、計測を実行すると制御部１０７が判断したとき、制御部１０７は、計測座標を取得する。例えば、制御部１０７は、ユーザによって入力された計測座標を操作部５から取得する。あるいは、制御部１０７は、予めメモリに記憶された計測座標をそのメモリから取得する（ステップＳ１１０）。

【００９０】

ステップＳ１１０の後、制御部１０７は、計測行の露光期間が完了したか否かを判断する。図４に示す例では、制御部１０７は、第４行の露光期間が完了したか否かを判断する（ステップＳ１１５）。制御部１０７は、ステップＳ１１５における処理を実行することにより、計測行の露光期間が完了するタイミングを検出する。

【００９１】

ステップＳ１１５において、計測行の露光期間が完了していないと制御部１０７が判断した場合、制御部１０７は、ステップＳ１１５における判断を再度実行する。ステップＳ

10

20

30

40

50

115において、計測行の露光期間が完了したと制御部107が判断した場合、制御部107は、撮像光路の切り替えのための制御信号を光路設定部102に出力する。これにより、制御部107は、光路設定部102に、撮像光路の切り替えを開始させる。光路設定部102は、制御部107からの制御信号に基づいて、第1の光路L1から第2の光路L2への切り替えを開始する。その後、制御部107は、光路設定部102に、撮像光路の切り替えを終了させる(ステップS120)。

【0092】

ステップS120の後、制御部107は、計測行の画像の取得が完了したか否かを判断する。図4に示す例では、制御部107は、第4行の画素信号がフレームメモリ106に記憶されたか否かを判断する(ステップS125)。

10

【0093】

ステップS125において、計測行の画像の取得が完了していないと制御部107が判断した場合、制御部107は、ステップS125における判断を再度実行する。ステップS125において、計測行の画像の取得が完了したと制御部107が判断した場合、制御部107は、計測部105に、第1の画像および第2の画像を使用する計測を実行させる。第1の画像は、図4または図5に示す画像V2である。第2の画像は、図4に示す画像V4または図5に示す画像V3である。計測部105は、第1の画像および第2の画像に基づいて、被写体の計測を実行する。表示部6は、計測結果を表示する(ステップS130)。ステップS130の後、ステップS105における処理が実行されてもよい。

【0094】

20

図14および図15を参照し、本発明の第1の実施形態と本発明の参考形態とを比較する。内視鏡装置1は、参考形態における動作を実行する必要はない。以下では、第1の実施形態と参考形態との比較のために、参考形態における内視鏡装置1の動作を説明する。

【0095】

図14に示すタイミングチャートTC100と、図15に示すタイミングチャートTC101とは、撮像素子104の動作を示す。図4に示す部分と同じ部分についての説明を省略する。

【0096】

図14は、露光期間が比較的長い場合の撮像素子104の動作を示す。図4に示すタイミングチャートTC10における露光期間の長さ、図14に示すタイミングチャートTC100における露光期間の長さは、同じである。フレーム期間V2における第16行の画素54の読み出し期間が終了する。このとき、フレーム期間V2における第1行の画素54の露光期間が終了し、かつフレーム期間V3における第1行の画素54の読み出し期間が開始される。このとき、撮像光路の切り替えが開始される。光路設定部102は、第1の光路L1から第2の光路L2への切り替えを開始する。

30

【0097】

図14において、切り替え期間P100が示されている。切り替え期間P100の長さは、図4に示す切り替え期間P10の長さと略同じである。切り替え期間P100において、撮像素子104は、第1行から第6行の画素54の読み出し期間を順次開始し、かつ第1行から第6行の画素54の画素信号を順次読み出す。第1行から第6行の画素54が順次リセットされ、かつフレーム期間V2における第1行から第6行の画素54の露光期間が順次開始される。

40

【0098】

フレーム期間V3における第6行の画素54の読み出し期間が終了したとき、撮像光路の切り替えが完了している。切り替え期間P100の後、撮像素子104は、第10行から第16行の画素54の読み出し期間を順次開始し、かつ第10行から第16行の画素54の画素信号を順次読み出す。第10行から第16行の画素54が順次リセットされ、かつフレーム期間V2における第10行から第16行の画素54の露光期間が順次開始される。

【0099】

50

画像 V 2 は、フレーム期間 V 1 における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V 2 に含まれる画素信号は、フレーム期間 V 2 における読み出し期間に読み出される。フレーム期間 V 1 における第 4 行の画素 5 4 の露光期間は、切り替え期間 P 1 0 0 と重ならない。第 4 行の画素 5 4 で生成された画素信号は、第 1 の光路 L 1 に対応する第 1 の光学像に基づく。

【 0 1 0 0 】

画像 V 3 は、フレーム期間 V 2 における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V 3 に含まれる画素信号は、フレーム期間 V 3 における読み出し期間に読み出される。フレーム期間 V 2 における第 4 行の画素 5 4 の露光期間は、切り替え期間 P 1 0 0 と重なる。そのため、画像 V 3 は計測に適していない。

10

【 0 1 0 1 】

画像 V 4 は、フレーム期間 V 3 における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V 4 に含まれる画素信号は、フレーム期間 V 4 における読み出し期間に読み出される。フレーム期間 V 3 における第 4 行の画素 5 4 の露光期間は、切り替え期間 P 1 0 0 と重なる。そのため、画像 V 4 は計測に適していない。

【 0 1 0 2 】

画像 V 5 は、フレーム期間 V 4 における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V 5 に含まれる画素信号は、フレーム期間 V 5 における読み出し期間に読み出される。フレーム期間 V 4 における第 4 行の画素 5 4 の露光期間は、切り替え期間 P 1 0 0 と重ならない。第 4 行の画素 5 4 で生成された画素信号は、第 2 の光路 L 2 に対応する第 2 の光学像に基づく。

20

【 0 1 0 3 】

制御部 1 0 7 は、計測部 1 0 5 に、画像 V 2 および画像 V 5 を使用する計測を実行させる。計測部 1 0 5 は、画像 V 2 および画像 V 5 に基づいて被写体の計測を実行する。第 1 の取得タイミングと第 2 の取得タイミングとの間隔は、3 フレーム期間と同じである。第 1 の取得タイミングは、撮像素子 1 0 4 が画像 V 2 を取得するタイミングである。第 2 の取得タイミングは、撮像素子 1 0 4 が画像 V 5 を取得するタイミングである。

【 0 1 0 4 】

図 1 5 は、露光期間が比較的短い場合の撮像素子 1 0 4 の動作を示す。図 1 5 に示すタイミングチャート T C 1 0 1 では、図 1 4 に示すタイミングチャート T C 1 0 0 と比較して、各行の画素 5 4 の露光期間が短い。図 5 に示すタイミングチャート T C 1 1 における露光期間の長さと、図 1 5 に示すタイミングチャート T C 1 0 1 における露光期間の長さとは、同じである。撮像素子 1 0 4 が画素信号を読み出す動作は、図 1 4 に示す動作と同じである。

30

【 0 1 0 5 】

画像 V 2 は、フレーム期間 V 1 における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V 2 に含まれる画素信号は、フレーム期間 V 2 における読み出し期間に読み出される。フレーム期間 V 1 における第 4 行の画素 5 4 の露光期間は、切り替え期間 P 1 0 0 と重ならない。第 4 行の画素 5 4 で生成された画素信号は、第 1 の光路 L 1 に対応する第 1 の光学像に基づく。

40

【 0 1 0 6 】

画像 V 3 は、フレーム期間 V 2 における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V 3 に含まれる画素信号は、フレーム期間 V 3 における読み出し期間に読み出される。フレーム期間 V 2 における第 4 行の画素 5 4 の露光期間は、切り替え期間 P 1 0 0 と重なる。そのため、画像 V 3 は計測に適していない。

【 0 1 0 7 】

画像 V 4 は、フレーム期間 V 3 における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V 4 に含まれる画素信号は、フレーム期間 V 4 における読み出し期間に読み出される。フレーム期間 V 3 における第 4 行の画素 5 4 の露光期間は、切り替え期間 P 1 0 0 と重ならない。第 4 行の画素 5 4 で生成された画素信号は、第 2 の光路 L 2 に対応する第 2 の光学像

50

に基づく。

【0108】

制御部107は、計測部105に、画像V2および画像V4を使用する計測を実行させる。計測部105は、画像V2および画像V4に基づいて被写体の計測を実行する。第1の取得タイミングと第2の取得タイミングとの間隔は、2フレーム期間と同じである。第1の取得タイミングは、撮像素子104が画像V2を取得するタイミングである。第2の取得タイミングは、撮像素子104が画像V4を取得するタイミングである。

【0109】

図14に示すタイミングチャートTC100において、計測のための2枚の画像が取得される間隔は、3フレーム期間と同じである。一方、図4に示すタイミングチャートTC10において、計測のための2枚の画像が取得される間隔は、2フレーム期間と同じである。図4に示すタイミングチャートTC10では、図14に示すタイミングチャートTC100と比較して、計測のための2枚の画像が取得される間隔が短い。

【0110】

図15に示すタイミングチャートTC101において、計測のための2枚の画像が取得される間隔は、2フレーム期間と同じである。一方、図5に示すタイミングチャートTC10において、計測のための2枚の画像が取得される間隔は、1フレーム期間と同じである。図5に示すタイミングチャートTC11では、図15に示すタイミングチャートTC101と比較して、計測のための2枚の画像が取得される間隔が短い。

【0111】

図7に示すタイミングチャートTC12は、撮像素子104の動作を示す。図7を参照し、フレーム期間、露光期間、および切り替え期間の関係を説明する。

【0112】

図7において、フレーム期間 T_f 、露光期間 T_s 、読み出し期間 T_t 、期間 T_d 、および切り替え期間 T_c が示されている。期間 T_d は、計測行の露光の終了から撮像素子の切り替えの開始までの時間である。切り替え期間 T_c の長さは、フレーム期間 T_f の長さよりも短い。

【0113】

以下では、露光期間 T_s の長さがフレーム期間 T_f の長さと同じかそれよりも長い場合は考慮しない。フレーム期間 T_f 、露光期間 T_s 、および読み出し期間 T_t は、以下の式(1)に示す関係を満たす。一般的に、読み出し期間 T_t は、フレーム期間 T_f よりも十分に短い。

$$T_s + T_t \leq T_f \quad (1)$$

【0114】

露光期間が終了したタイミングと、撮像素子の切り替えが開始されたタイミングとが同じである場合、期間 T_d の長さは0である。計測行および対応行が同じ場合について説明する。

【0115】

以下の式(2)に示す関係が満たされる場合、計測部105は、第1の画像および第2の画像に基づいて計測を実行することができる。第1の画像および第2の画像は、連続する2つのフレーム期間で取得される。これは、図5に示すタイミングチャートTC11に対応する。

$$T_s \leq T_f - (T_c + T_d) \quad (2)$$

【0116】

期間 T_d の起点は露光期間の終了であるが、期間 T_d の起点は読み出し期間の終了であってもよい。期間 T_d の起点が読み出し期間の終了である場合、式(2)は以下の式(3)となる。期間 T_d の長さは0である。

$$T_s \leq T_f - T_c - T_t \quad (3)$$

【0117】

読み出し期間 T_t が非常に短い場合、式(3)は以下の式(4)となる。

10

20

30

40

50

$$T_s = T_f - T_c \quad (4)$$

【0118】

式(2)に示す関係が満たされない場合、第2の画像は、第1の画像が取得されたフレーム期間の2つ後のフレーム期間において取得される。これは、図4に示すタイミングチャートTC10に対応する。

【0119】

第1の条件が満たされる場合、計測部105が被写体の計測に使用する第2の画像は、第2のフレーム期間の露光期間に対応行の画素54において生成された画素信号を含む。第1の条件において、第2のタイミングは第3のタイミングよりも前である。第2のタイミングは、第3のフレーム期間において対応行の画素54の露光期間が開始されるタイミ
10
ングである。第3のタイミングは、光路設定部102が撮像光路の切り替えを完了するタイミ
ングである。第2のフレーム期間は、第1のフレーム期間の2つ後のフレーム期間である。第3のフレーム期間は、第1のフレーム期間の1つ後のフレーム期間である。

【0120】

図4に示すタイミングチャートTC10では、第1のフレーム期間はフレーム期間V1であり、第2のフレーム期間はフレーム期間V3であり、第3のフレーム期間はフレーム期間V2である。図4に示すタイミングチャートTC10では、第2のタイミングは、フ
レーム期間V2において第4行の画素54の露光期間が開始されるタイミングである。図
4に示すタイミングチャートTC10では、第3のタイミングは、切り替え期間P10が
完了するタイミングである。例えば、制御部107は、図6に示すステップS130にお
いて、第1の条件が満たされるか否かを判断する。第1の条件が満たされると制御部10
7が判断した場合、制御部107は、計測部105に画像V4を第2の画像として使用さ
せる。画像V4は、フレーム期間V3の露光期間に第4行の画素54において生成された
画素信号を含む。
20

【0121】

第2の条件が満たされる場合、計測部105が計測に使用する第2の画像は、第3のフ
レーム期間の露光期間に対応行の画素54において生成された画素信号を含む。第2の条
件において、第2のタイミングは第3のタイミングよりも後である。

【0122】

図5に示すタイミングチャートTC11では、第1のフレーム期間はフレーム期間V1
であり、第2のフレーム期間はフレーム期間V3であり、第3のフレーム期間はフレーム
期間V2である。図5に示すタイミングチャートTC11では、第2のタイミングは、フ
レーム期間V2において第4行の画素54の露光期間が開始されるタイミングである。図
5に示すタイミングチャートTC11では、第3のタイミングは、切り替え期間P10が
完了するタイミングである。例えば、制御部107は、図6に示すステップS130にお
いて、第2の条件が満たされるか否かを判断する。第2の条件が満たされると制御部10
7が判断した場合、制御部107は、計測部105に画像V3を第2の画像として使用さ
せる。画像V3は、フレーム期間V2の露光期間に第4行の画素54において生成された
画素信号を含む。
30

【0123】

制御部107は、式(2)に示す関係が満たされる露光期間 T_s の長さを決定してもよ
い。つまり、制御部107は、上記の第2の条件が満たされる露光期間 T_s の長さを決定
してもよい。例えば、制御部107は、図6に示すステップS100において、上記の第
2の条件が満たされる露光期間 T_s の長さを決定する。制御部107は、決定された露光
期間 T_s の長さを撮像素子104に設定する。
40

【0124】

本発明の各態様の内視鏡装置の作動方法は、第1のステップおよび第2のステップを含
む。第1の光路L1が撮像光路であるとき、制御部107は、第1のステップ(S115)
において、第1のフレーム期間において計測行の画素54の露光期間が完了する第1の
タイミングを検出する。制御部107は、第2のステップ(S120)において、第1の
50

タイミングの検出に基づいて、光路設定部 102 に、第 1 の光路 L1 から第 2 の光路 L2 への撮像光路の切り替えを開始させる。

【0125】

内視鏡装置 1 は、複数の撮像条件における撮像の時間間隔を短縮することができる。そのため、計測のための 2 枚の画像が取得される間隔が短くなる。計測に使用される 2 枚の画像間のぶれが低減され、かつぶれの影響による計測誤差が減る。つまり、計測精度が向上する。

【0126】

(第 1 の実施形態の第 1 の変形例)

図 1 に示す内視鏡装置 1 を使用して、本発明の第 1 の実施形態の第 1 の変形例を説明する。図 8 は、撮像素子 104 の動作を示す。図 8 を参照し、撮像素子 104 の動作を説明する。図 4 に示す部分と同じ部分についての説明を省略する。

【0127】

タイミングチャート TC13 は、撮像素子 104 の動作を示す。フレーム期間 V2 における第 15 行の画素 54 の露光期間が終了したとき、撮像光路の切り替えが開始される。切り替え期間 P10 において、撮像素子 104 は、第 15 行および第 16 行の画素 54 の読み出し期間を順次開始し、かつ第 15 行および第 16 行の画素 54 の画素信号を順次読み出す。第 15 行および第 16 行の画素 54 が順次リセットされ、かつフレーム期間 V2 における第 15 行および第 16 行の画素 54 の露光期間が順次開始される。

【0128】

切り替え期間 P10 において、撮像素子 104 はさらに、第 1 行から第 4 行の画素 54 の読み出し期間を順次開始し、かつ第 1 行から第 4 行の画素 54 の画素信号を順次読み出す。第 1 行から第 4 行の画素 54 が順次リセットされ、かつフレーム期間 V3 における第 1 行から第 4 行の画素 54 の露光期間が順次開始される。

【0129】

フレーム期間 V3 における第 4 行の画素 54 の読み出し期間が終了したとき、撮像光路の切り替えが完了している。切り替え期間 P10 の後、撮像素子 104 は、第 5 行から第 16 行の画素 54 の読み出し期間を順次開始し、かつ第 5 行から第 16 行の画素 54 の画素信号を順次読み出す。第 5 行から第 16 行の画素 54 が順次リセットされ、かつフレーム期間 V3 における第 5 行から第 16 行の画素 54 の露光期間が順次開始される。

【0130】

画像 V2 は、フレーム期間 V1 における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V2 に含まれる画素信号は、フレーム期間 V2 における読み出し期間に読み出される。フレーム期間 V1 における第 4 行の画素 54 の露光期間は、切り替え期間 P10 と重ならない。第 4 行の画素 54 で生成された画素信号は、第 1 の光路 L1 に対応する第 1 の光学像に基づく。

【0131】

画像 V3 は、フレーム期間 V2 における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V3 に含まれる画素信号は、フレーム期間 V3 における読み出し期間に読み出される。フレーム期間 V2 における第 4 行の画素 54 の露光期間は、切り替え期間 P10 と重なる。そのため、画像 V3 は計測に適していない。

【0132】

画像 V4 は、フレーム期間 V3 における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V4 に含まれる画素信号は、フレーム期間 V4 における読み出し期間に読み出される。フレーム期間 V3 における第 4 行の画素 54 の露光期間は、切り替え期間 P10 と重ならない。第 4 行の画素 54 で生成された画素信号は、第 2 の光路 L2 に対応する第 2 の光学像に基づく。

【0133】

制御部 107 は、計測部 105 に、画像 V2 および画像 V4 を使用する計測を実行させる。計測部 105 は、画像 V2 および画像 V4 に基づいて被写体の計測を実行する。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 4 】

切り替え期間 P 1 0 は、計測行の画素 5 4 の読み出し期間が終了する前に終了してもよい。切り替え期間 P 1 0 は、計測行の画素 5 4 の露光期間が終了する前に終了してもよい。

【 0 1 3 5 】

(第 1 の実施形態の第 2 の変形例)

図 1 に示す内視鏡装置 1 を使用して、本発明の第 1 の実施形態の第 2 の変形例を説明する。内視鏡装置 1 において、撮像光路が第 1 の光路 L 1 から第 2 の光路 L 2 に切り替わる。その後、撮像光路が第 2 の光路 L 2 から第 1 の光路 L 1 に切り替わる。

【 0 1 3 6 】

図 9 は、撮像素子 1 0 4 の動作を示す。図 9 を参照し、撮像素子 1 0 4 の動作を説明する。図 5 に示す部分と同じ部分についての説明を省略する。

【 0 1 3 7 】

タイミングチャート T C 1 4 は、撮像素子 1 0 4 の動作を示す。撮像素子 1 0 4 の動作は、図 5 に示す動作と同様である。

【 0 1 3 8 】

フレーム期間 V 3 における第 3 行の画素 5 4 の読み出し期間が終了する。このとき、フレーム期間 V 2 における第 4 行の画素 5 4 の露光期間が終了し、かつフレーム期間 V 3 における第 4 行の画素 5 4 の読み出し期間が開始される。このとき、撮像光路の切り替えが開始される。したがって、フレーム期間 V 2 において第 4 行の画素 5 4 の露光期間が完了した後、撮像光路の切り替えが開始される。制御部 1 0 7 は、撮像光路の切り替えのための制御信号を光路設定部 1 0 2 に出力する。これにより、制御部 1 0 7 は、光路設定部 1 0 2 に撮像光路を切り替えさせる。光路設定部 1 0 2 は、制御部 1 0 7 からの制御信号に基づいて、第 2 の光路 L 2 から第 1 の光路 L 1 への切り替えを開始する。

【 0 1 3 9 】

図 9 において、切り替え期間 P 1 1 が示されている。切り替え期間 P 1 1 の長さは、切り替え期間 P 1 0 の長さと略同じである。切り替え期間 P 1 1 において、撮像素子 1 0 4 は、第 4 行から第 9 行の画素 5 4 の読み出し期間を順次開始し、かつ第 4 行から第 9 行の画素 5 4 の画素信号を順次読み出す。

【 0 1 4 0 】

フレーム期間 V 3 における第 9 行の画素 5 4 の読み出し期間が終了したとき、撮像光路の切り替えが完了している。撮像光路は第 1 の光路 L 1 である。切り替え期間 P 1 1 の後、撮像素子 1 0 4 は、第 1 0 行から第 1 6 行の画素 5 4 の読み出し期間を順次開始し、かつ第 1 0 行から第 1 6 行の画素 5 4 の画素信号を順次読み出す。

【 0 1 4 1 】

図 5 に示すタイミングチャート T C 1 1 と同様に、計測部 1 0 5 は、画像 V 2 および画像 V 3 に基づいて被写体の計測を実行する。

【 0 1 4 2 】

図 9 において、表示部 6 が表示する画像 (表示画像) が模式的に示されている。画像 V 0 は、フレーム期間 V 0 の 1 つ前のフレーム期間における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V 0 に含まれる画素信号は、フレーム期間 V 0 における読み出し期間に読み出される。フレーム期間 V 0 の 1 つ前のフレーム期間における第 1 行から第 1 6 行の画素 5 4 の露光期間は、切り替え期間 P 1 0 と重ならない。

【 0 1 4 3 】

画像 V 1 は、フレーム期間 V 0 における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V 1 に含まれる画素信号は、フレーム期間 V 1 における読み出し期間に読み出される。フレーム期間 V 0 における第 1 行から第 1 6 行の画素 5 4 の露光期間は、切り替え期間 P 1 0 と重ならない。

【 0 1 4 4 】

画像 V 2 は、フレーム期間 V 1 における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V

10

20

30

40

50

2に含まれる画素信号は、フレーム期間V2における読み出し期間に読み出される。フレーム期間V1における第5行から第16行の画素54の露光期間は、切り替え期間P10と重なる。そのため、画像V2は表示に適していない。

【0145】

画像V3は、フレーム期間V2における露光期間に生成された画素信号を含む。画像V3に含まれる画素信号は、フレーム期間V3における読み出し期間に読み出される。フレーム期間V2における第5行から第16行の画素54の露光期間は、切り替え期間P11と重なる。そのため、画像V3は表示に適していない。

【0146】

画像V4は、フレーム期間V3における露光期間に生成された画素信号を含む。画像V4に含まれる画素信号は、フレーム期間V4における読み出し期間に読み出される。フレーム期間V3における第1行の画素54の露光期間は、切り替え期間P11と重なる。そのため、画像V4は表示に適していない。

【0147】

画像V5は、フレーム期間V4における露光期間に生成された画素信号を含む。画像V5に含まれる画素信号は、フレーム期間V5における読み出し期間に読み出される。フレーム期間V4における第1行から第16行の画素54の露光期間は、切り替え期間P11と重ならない。

【0148】

表示部6は、画像V0および画像V1を順次表示する。画像V2、画像V3、および画像V4は表示に適していない。表示部6は、画像V2、画像V3、および画像V4の代わりに画像V1を表示し続ける。表示部6は、画像V5を表示する。

【0149】

(第2の実施形態)

図1に示す内視鏡装置1を使用して、本発明の第2の実施形態を説明する。計測部105は、複数行を含むブロックの単位で、2枚の画像を比較する。つまり、計測部105は、ブロックマッチングを実行する。

【0150】

計測部105は、第1の画像の第1の信号および第2の画像の第2の信号に基づいて、被写体の計測を実行する。第1の信号は、撮像領域104aにおける第1の領域から読み出された画素信号である。第2の信号は、撮像領域104aにおける第2の領域から読み出された画素信号である。第1の領域および第2の領域は、複数の画素54の配列における複数の行を含む。第1の領域は、計測行の少なくとも一部の画素54を含む。第2の領域は、対応行の少なくとも一部の画素54を含む。第1の光路L1が撮像光路であるとき、制御部107は、所定の行の画素54の露光期間が完了する第1のタイミングを検出する。所定の行は、第1の領域に含まれる行の全てである。制御部107は、第1のタイミングの検出に基づいて、光路設定部102に、撮像光路の切り替えを開始させる。

【0151】

図10は、撮像素子104の動作を示す。図10を参照し、撮像素子104の動作を説明する。図5に示す部分と同じ部分についての説明を省略する。

【0152】

撮像領域104aにおいて、矩形の第1の領域A1および矩形の第2の領域A2が設定される。第1の領域A1は、縦3画素および横3画素の領域である。第1の領域A1の中心は、計測座標Aである。第1の領域A1は、第3行から第5行の各行の画素54の一部を含む。第2の領域A2は、縦5画素および横5画素の領域である。第2の領域A2の中心は、計測座標Aである。第2の領域A2は、第2行から第6行の各行の画素54の一部を含む。第2の領域A2は、第1の領域A1よりも大きい。例えば、第1の領域A1の位置および第2の領域A2の位置は、予めメモリに記憶されている。

【0153】

タイミングチャートTC15は、撮像素子104の動作を示す。撮像素子104の動作

10

20

30

40

50

は、図 5 に示す動作と同様である。

【 0 1 5 4 】

フレーム期間 V 2 における第 4 行の画素 5 4 の読み出し期間が終了する。このとき、フレーム期間 V 1 における第 5 行の画素 5 4 の露光期間が終了し、かつフレーム期間 V 2 における第 5 行の画素 5 4 の読み出し期間が開始される。したがって、フレーム期間 V 1 (第 1 のフレーム期間) において、第 1 の領域 A 1 に含まれる行の全ての露光期間が完了している。このとき、撮像光路の切り替えが開始される。切り替え期間 P 1 0 において、撮像素子 1 0 4 は、第 5 行から第 1 0 行の画素 5 4 の読み出し期間を順次開始し、かつ第 5 行から第 1 0 行の画素 5 4 の画素信号を順次読み出す。

【 0 1 5 5 】

フレーム期間 V 2 における第 1 0 行の画素 5 4 の読み出し期間が終了したとき、撮像光路の切り替えが完了している。切り替え期間 P 1 0 の後、撮像素子 1 0 4 は、第 1 1 行から第 1 6 行の画素 5 4 の読み出し期間を順次開始し、かつ第 1 1 行から第 1 6 行の画素 5 4 の画素信号を順次読み出す。

【 0 1 5 6 】

タイミングチャート T C 1 5 において、第 3 のフレーム期間 (フレーム期間 V 3) において露光開始行の画素 5 4 の露光期間が開始される前、光路設定部 1 0 2 は、撮像光路の切り替えを完了している。第 3 のフレーム期間は、第 1 のフレーム期間の 1 つ後のフレーム期間である。露光開始行は、第 2 の領域 A 2 において最初に画素 5 4 の露光期間が開始される行である。第 2 の領域 A 2 において、第 2 行の画素 5 4 の露光期間が最初に開始される。したがって、露光開始行は、第 2 行である。

【 0 1 5 7 】

第 1 の画像は、画像 V 2 である。第 2 の画像は、画像 V 3 である。第 1 の信号は、第 1 の領域 A 1 の画素 5 4 から読み出された画素信号である。第 1 の信号は、計測行の画素 5 4 から読み出された第 1 の画素信号を含む。第 1 の信号は、第 1 の光学像に基づいて生成される。第 2 の信号は、第 2 の領域 A 2 の画素 5 4 から読み出された画素信号である。第 2 の信号は、対応行の画素 5 4 から読み出された第 2 の画素信号を含む。第 2 の信号は、第 2 の光学像に基づいて生成される。

【 0 1 5 8 】

計測部 1 0 5 は、第 1 の領域 A 1 の画素信号と、第 2 の領域 A 2 のサーチ領域の画素信号とに基づいてマッチング処理を実行する。サーチ領域の大きさは、第 1 の領域 A 1 の大きさと同じである。計測部 1 0 5 は、第 2 の領域 A 2 内でサーチ領域の位置を変更し、かつマッチング処理を繰り返す。例えば、マッチング処理の結果として相関値が算出される。例えば、相関値が最も大きいサーチ領域の位置に基づいて、第 1 の画像および第 2 の画像の間の視差情報が取得される。計測部 1 0 5 は、視差情報に基づいてステレオ計測を実行する。

【 0 1 5 9 】

第 1 の領域 A 1 の大きさおよび第 2 の領域 A 2 の大きさは、図 1 0 に示す例に限らない。第 1 の領域 A 1 の大きさおよび第 2 の領域 A 2 の大きさが同じであってもよい。第 1 の領域 A 1 の中心が計測座標でなくてもよい。第 2 の領域 A 2 の中心が計測座標でなくてもよい。

【 0 1 6 0 】

図 1 0 に示す例では、第 1 の領域 A 1 は計測行の画素 5 4 の一部を含み、かつ第 2 の領域 A 2 は対応行の画素 5 4 の一部を含む。第 1 の領域 A 1 は計測行の画素 5 4 の全てを含んでもよい。第 2 の領域 A 2 は対応行の画素 5 4 の全てを含んでもよい。第 1 の領域 A 1 および第 2 の領域 A 2 は、連続する複数行の画素 5 4 の少なくとも一部を含む。

【 0 1 6 1 】

図 1 0 に示す例では、計測部 1 0 5 は、画像 V 2 および画像 V 3 に基づいて被写体の計測を実行する。第 1 の領域 A 1 および第 2 の領域 A 2 が大きい場合、フレーム期間 V 2 において第 2 の領域 A 2 の画素 5 4 の露光期間が切り替え期間 P 1 0 と重なる可能性がある

10

20

30

40

50

。あるいは、露光期間が長い場合、フレーム期間V2において第2の領域A2の画素54の露光期間が切り替え期間P10と重なる可能性がある。その場合、計測部105は、画像V3の代わりに画像V4を使用する。

【0162】

計測部105は、ブロックマッチングを実行する。そのため、計測精度が向上する。

【0163】

(第2の実施形態の変形例)

図1に示す内視鏡装置1を使用して、本発明の第2の実施形態の変形例を説明する。制御部107は、第1の画像に基づいて被写体の状態を判断する。制御部107は、被写体の状態に基づいて第1の領域の大きさおよび第2の領域の大きさを決定する。

10

【0164】

図11は、内視鏡装置1の動作の手順を示す。図11を参照し、内視鏡装置1の動作を説明する。図6に示す処理と同じ処理についての説明を省略する。

【0165】

ステップS110の後、制御部107は、フレームメモリ106に記憶された画像に基づいて被写体の状態を判断する。例えば、制御部107は、図10に示すタイミングチャートTC15における画像V1に基づいて被写体の状態を判断する。例えば、制御部107は、画像V1内の輝度の分布を算出する。制御部107は、画像V1内のコントラストの分布を算出してもよい。制御部107は、画像V1内の彩度の分布等を算出してもよい(ステップS140)。

20

【0166】

ステップS140の後、制御部107は、ステップS140において得られた被写体の状態に基づいて第1の領域の大きさおよび第2の領域の大きさを決定する。画像において暗い部分が多い場合、マッチング処理の精度が悪化しやすい。その場合、制御部107は、第1の領域および第2の領域を通常の大きさよりも大きくする。画像においてコントラストまたは彩度が低い部分が多い場合、マッチング処理の精度が悪化しやすい。その場合、制御部107は、第1の領域および第2の領域を通常の大きさよりも大きくする(ステップS145)。ステップS145の後、ステップS115における処理が実行される。

【0167】

制御部107は、被写体の状態に基づいて第1の領域の大きさおよび第2の領域の大きさを決定する。そのため、マッチング処理の精度が向上する。

30

【0168】

(第3の実施形態)

図1に示す内視鏡装置1を使用して、本発明の第3の実施形態を説明する。計測部105は、複数の計測座標における被写体の計測を実行する。

【0169】

被写体の計測は、複数の計測座標における被写体の形状の算出と複数の計測座標における被写体までの距離の算出との少なくとも1つを含む。第1の光路L1が撮像光路であるとき、制御部107は、第1のフレーム期間において最後の走査行の画素54の露光期間が完了する第1のタイミングを検出する。最後の走査行は、複数の計測座標の画素54が含まれる複数の行のうち撮像素子104が1フレーム期間の走査において最後に走査する行である。制御部107は、第1のタイミングの検出に基づいて、光路設定部102に、撮像光路の切り替えを開始させる。

40

【0170】

図12は、撮像素子104の動作を示す。図12を参照し、撮像素子104の動作を説明する。図5に示す部分と同じ部分についての説明を省略する。図12に示す例では、計測座標A、計測座標B、および計測座標Cが設定される。計測座標Aの位置にある画素54は、撮像領域104aの第6行に配置されている。計測座標Bの位置にある画素54は、撮像領域104aの第8行に配置されている。計測座標Cの位置にある画素54は、撮像領域104aの第10行に配置されている。

50

【 0 1 7 1 】

タイミングチャート T C 1 6 は、撮像素子 1 0 4 の動作を示す。撮像素子 1 0 4 の動作は、図 5 に示す動作と同様である。第 6 行、第 8 行、および第 1 0 行のうち撮像素子 1 0 4 が 1 フレーム期間の走査において最後に走査する行は、第 1 0 行である。最後の走査行は、第 1 0 行である。

【 0 1 7 2 】

フレーム期間 V 2 における第 9 行の画素 5 4 の読み出し期間が終了する。このとき、フレーム期間 V 1 における第 1 0 行の画素 5 4 の露光期間が終了し、かつフレーム期間 V 2 における第 1 0 行の画素 5 4 の読み出し期間が開始される。したがって、フレーム期間 V 1 (第 1 のフレーム期間) において最後の走査行の画素 5 4 の露光期間が完了している。このとき、撮像光路の切り替えが開始される。切り替え期間 P 1 0 において、撮像素子 1 0 4 は、第 1 0 行から第 1 5 行の画素 5 4 の読み出し期間を順次開始し、かつ第 1 0 行から第 1 5 行の画素 5 4 の画素信号を順次読み出す。

10

【 0 1 7 3 】

フレーム期間 V 2 における第 1 5 行の画素 5 4 の読み出し期間が終了したとき、撮像光路の切り替えが完了している。切り替え期間 P 1 0 の後、撮像素子 1 0 4 は、第 1 6 行の画素 5 4 の読み出し期間を開始し、かつ第 1 6 行の画素 5 4 の画素信号を読み出す。

【 0 1 7 4 】

画像 V 2 は、フレーム期間 V 1 における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V 2 に含まれる画素信号は、フレーム期間 V 2 における読み出し期間に読み出される。フレーム期間 V 1 における第 6 行、第 8 行、および第 1 0 行の画素 5 4 の露光期間は、切り替え期間 P 1 0 と重ならない。第 6 行、第 8 行、および第 1 0 行の画素 5 4 で生成された画素信号は、第 1 の光路 L 1 に対応する第 1 の光学像に基づく。

20

【 0 1 7 5 】

画像 V 3 は、フレーム期間 V 2 における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V 3 に含まれる画素信号は、フレーム期間 V 3 における読み出し期間に読み出される。フレーム期間 V 2 における第 6 行の画素 5 4 の露光期間は、切り替え期間 P 1 0 と重なる。そのため、画像 V 3 は、計測座標 A における計測に適していない。フレーム期間 V 2 における第 8 行および第 1 0 行の画素 5 4 の露光期間は、切り替え期間 P 1 0 と重ならない。第 8 行および第 1 0 行の画素 5 4 で生成された画素信号は、第 2 の光路 L 2 に対応する第 2 の光学像に基づく。

30

【 0 1 7 6 】

画像 V 4 は、フレーム期間 V 3 における露光期間に生成された画素信号を含む。画像 V 4 に含まれる画素信号は、フレーム期間 V 4 における読み出し期間に読み出される。フレーム期間 V 3 における第 6 行の画素 5 4 の露光期間は、切り替え期間 P 1 0 と重ならない。第 6 行の画素 5 4 で生成された画素信号は、第 2 の光路 L 2 に対応する第 2 の光学像に基づく。

【 0 1 7 7 】

制御部 1 0 7 は、計測部 1 0 5 に、画像 V 2、画像 V 3、および画像 V 4 を使用する計測を実行させる。計測座標 A における計測に関して、制御部 1 0 7 は、計測部 1 0 5 に、画像 V 2 および画像 V 4 を使用させる。計測部 1 0 5 は、画像 V 2 および画像 V 4 に基づいて、計測座標 A における被写体の計測を実行する。計測座標 B および計測座標 C における計測に関して、制御部 1 0 7 は、計測部 1 0 5 に、画像 V 2 および画像 V 3 を使用させる。計測部 1 0 5 は、画像 V 2 および画像 V 3 に基づいて、計測座標 B における被写体の計測と、計測座標 C における被写体の計測とを実行する。

40

【 0 1 7 8 】

計測部 1 0 5 は、複数の計測座標における被写体の計測を実行することができる。計測座標毎に、計測のための 2 枚の画像が取得される間隔が短くなる。そのため、各計測座標における計測精度が向上する。

【 0 1 7 9 】

50

(第3の実施形態の変形例)

図1に示す内視鏡装置1を使用して、本発明の第3の実施形態を説明する。計測部105は、複数の計測座標における被写体の計測を実行する。

【0180】

図13は、撮像素子104の動作を示す。図13を参照し、撮像素子104の動作を説明する。図5に示す部分と同じ部分についての説明を省略する。図13に示す例では、計測座標A、計測座標B、および計測座標Cが設定される。計測座標Aの位置にある画素54は、撮像領域104aの第7行に配置されている。計測座標Bの位置にある画素54は、撮像領域104aの第8行に配置されている。計測座標Cの位置にある画素54は、撮像領域104aの第9行に配置されている。

10

【0181】

タイミングチャートTC17は、撮像素子104の動作を示す。撮像素子104の動作は、図5に示す動作と同様である。第7行、第8行、および第9行のうち撮像素子104が1フレーム期間の走査において最後に走査する行は、第9行である。最後の走査行は、第9行である。

【0182】

フレーム期間V2における第8行の画素54の読み出し期間が終了する。このとき、フレーム期間V1における第9行の画素54の露光期間が終了し、かつフレーム期間V2における第9行の画素54の読み出し期間が開始される。したがって、最後の走査行の画素54の露光期間が完了している。このとき、撮像光路の切り替えが開始される。切り替え期間P10において、撮像素子104は、第9行から第14行の画素54の読み出し期間を順次開始し、かつ第9行から第14行の画素54の画素信号を順次読み出す。

20

【0183】

フレーム期間V2における第14行の画素54の読み出し期間が終了したとき、撮像光路の切り替えが完了している。切り替え期間P10の後、撮像素子104は、第15行および第16行の画素54の読み出し期間を順次開始し、かつ第15行および第16行の画素54の画素信号を順次読み出す。

【0184】

画像V2は、フレーム期間V1における露光期間に生成された画素信号を含む。画像V2に含まれる画素信号は、フレーム期間V2における読み出し期間に読み出される。フレーム期間V1における第7行、第8行、および第9行の画素54の露光期間は、切り替え期間P10と重ならない。第7行、第8行、および第9行の画素54で生成された画素信号は、第1の光路L1に対応する第1の光学像に基づく。

30

【0185】

画像V3は、フレーム期間V2における露光期間に生成された画素信号を含む。画像V3に含まれる画素信号は、フレーム期間V3における読み出し期間に読み出される。フレーム期間V2における第7行、第8行、および第9行の画素54の露光期間は、切り替え期間P10と重ならない。第7行、第8行、および第9行の画素54で生成された画素信号は、第2の光路L2に対応する第2の光学像に基づく。

40

【0186】

制御部107は、計測部105に、画像V2および画像V3を使用する計測を実行させる。計測部105は、画像V2および画像V3に基づいて、計測座標A、計測座標B、および計測座標Cにおける被写体の計測を実行する。

【0187】

タイミングチャートTC17では、第2のフレーム期間において最初の走査行の画素54の露光期間が開始される前、光路設定部102は、撮像光路の切り替えを完了している。最初の走査行は、複数の計測座標の画素54が含まれる複数の行のうち撮像素子104が1フレーム期間の走査において最初に走査する行である。第7行、第8行、および第9行のうち撮像素子104が1フレーム期間の走査において最初に走査する行は、第7行である。最初の走査行は、第7行である。

50

【 0 1 8 8 】

図 1 2 に示すタイミングチャート T C 1 6 において、画像 V 4 が計測座標 A における計測に使用され、かつ画像 V 3 が計測座標 B および計測座標 C における計測に使用される。図 1 3 に示すタイミングチャート T C 1 7 において、画像 V 3 は全ての計測座標における計測に使用できる。

【 0 1 8 9 】

以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明はこれら実施形態およびその変形例に限定されることはない。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、構成の付加、省略、置換、およびその他の変更が可能である。また、本発明は前述した説明によって限定されることはなく、添付のクレームの範囲によってのみ限定される。

10

【 符号の説明 】

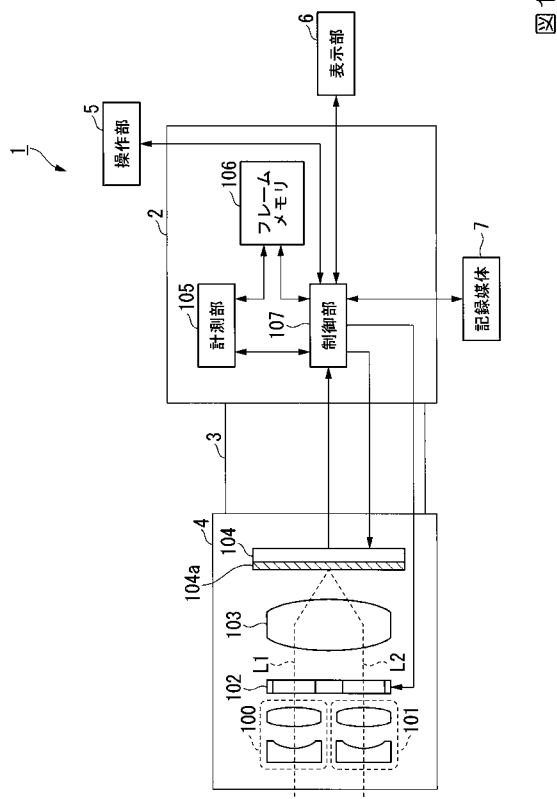
【 0 1 9 0 】

- 1 内視鏡装置
- 2 本体部
- 3 挿入部
- 4 先端部
- 5 操作部
- 6 表示部
- 7 記録媒体
- 5 0 画素部
- 5 1 垂直走査部
- 5 2 信号処理部
- 5 3 水平走査部
- 5 4 画素
- 5 5 信号処理回路
- 7 0 光電変換部
- 7 1 電荷転送部
- 7 2 電荷保持部
- 7 3 容量リセット部
- 7 4 増幅部
- 7 5 出力部
- 1 0 0 第 1 の光学系
- 1 0 1 第 2 の光学系
- 1 0 2 光路設定部
- 1 0 3 第 3 の光学系
- 1 0 4 撮像素子
- 1 0 5 計測部
- 1 0 6 フレームメモリ
- 1 0 7 制御部

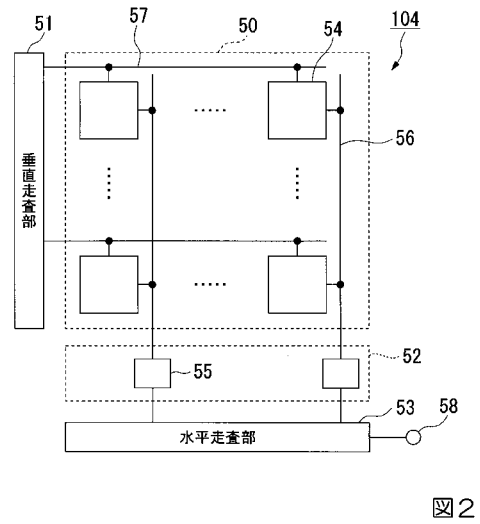
20

30

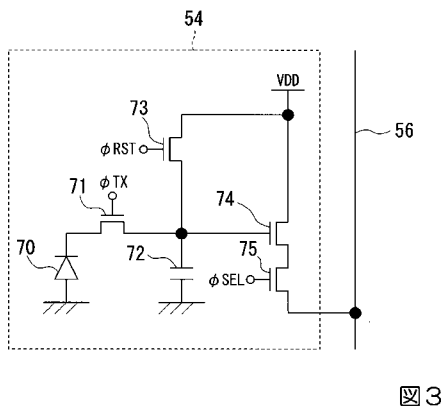
【 図 1 】



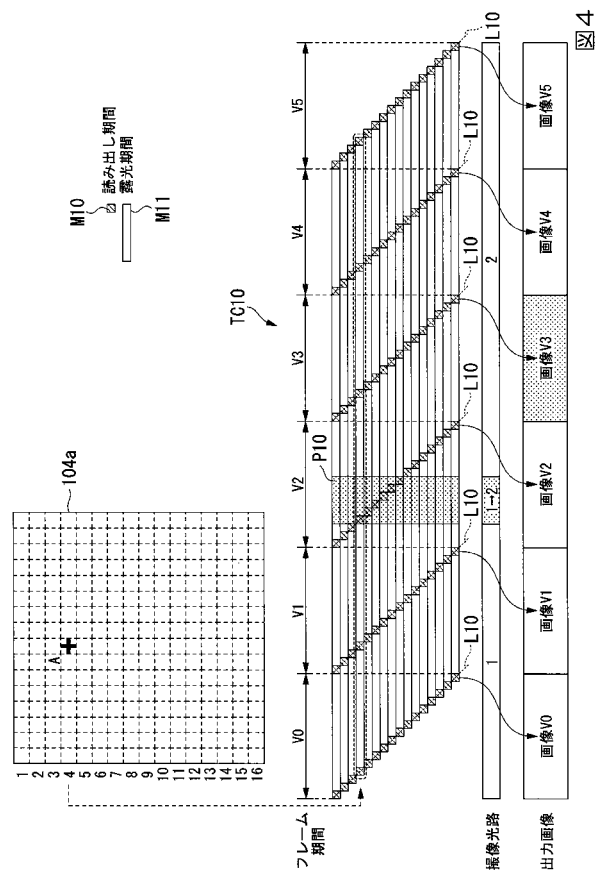
【 図 2 】



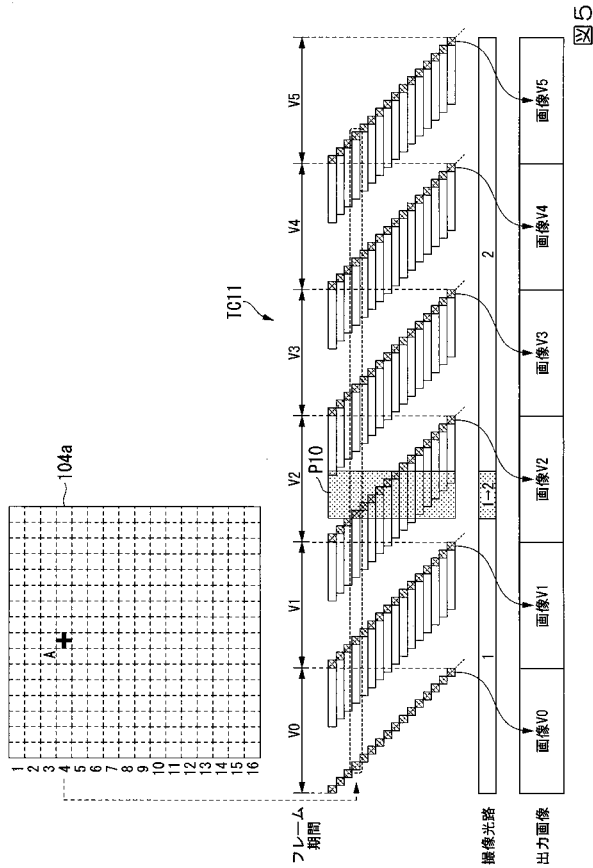
【 図 3 】



【 図 4 】



【図5】



【図6】

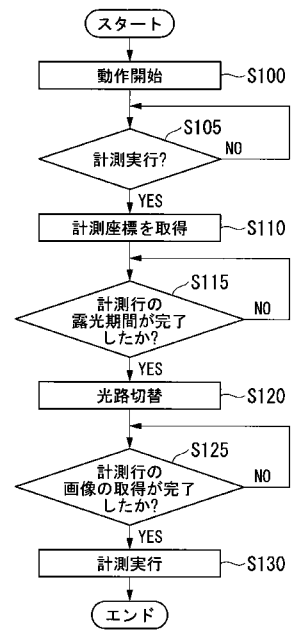
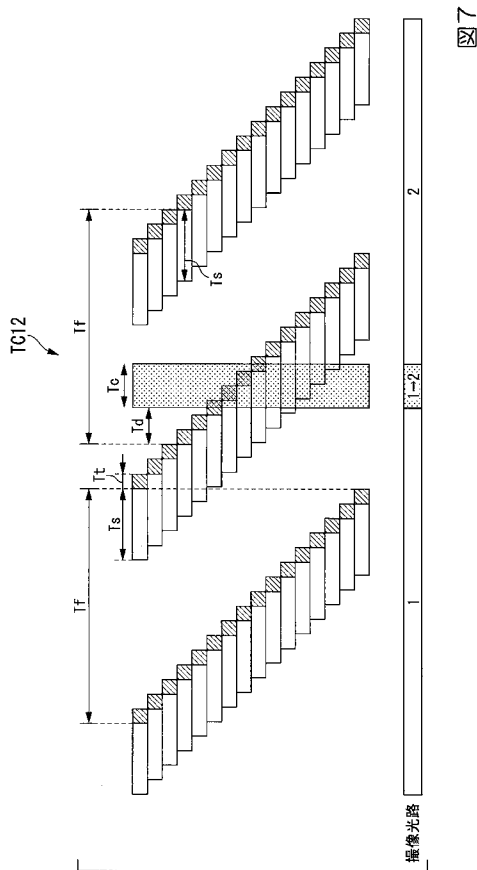
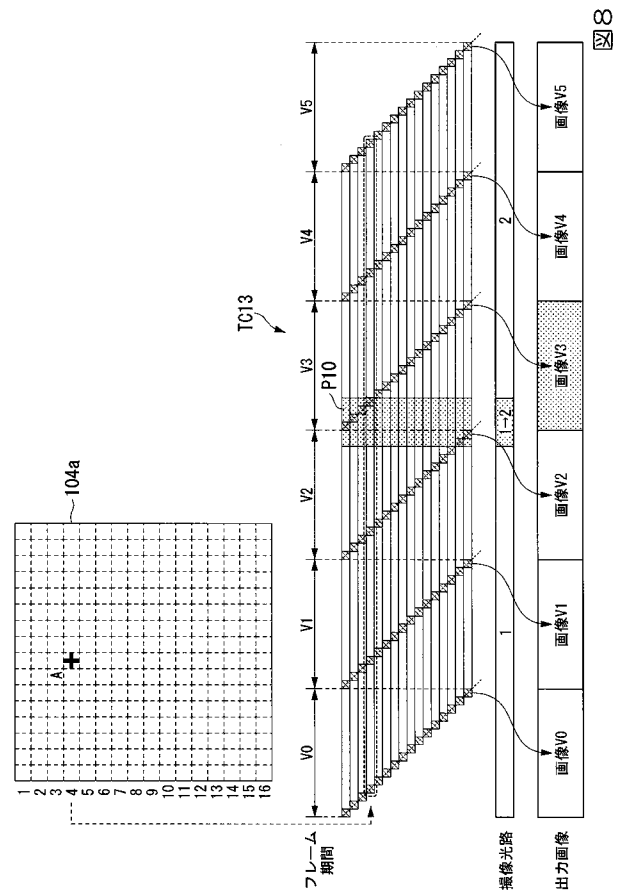


図6

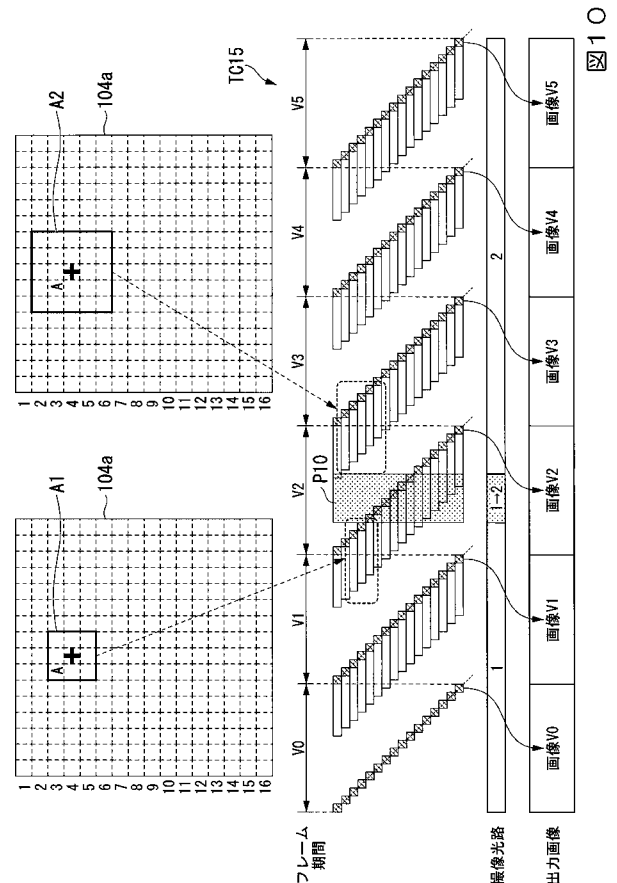
【図7】



【図8】



【 図 1 0 】



【 図 1 2 】

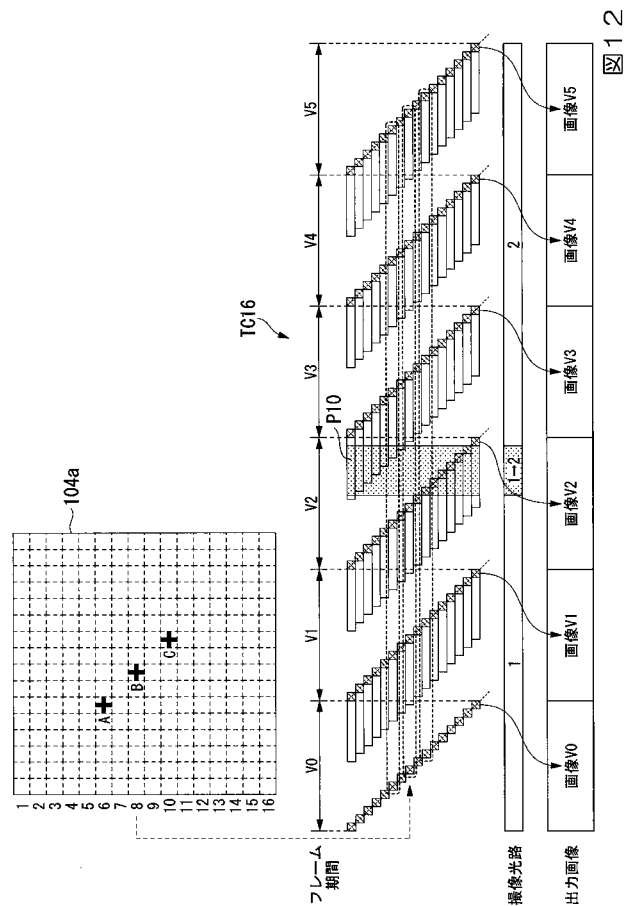
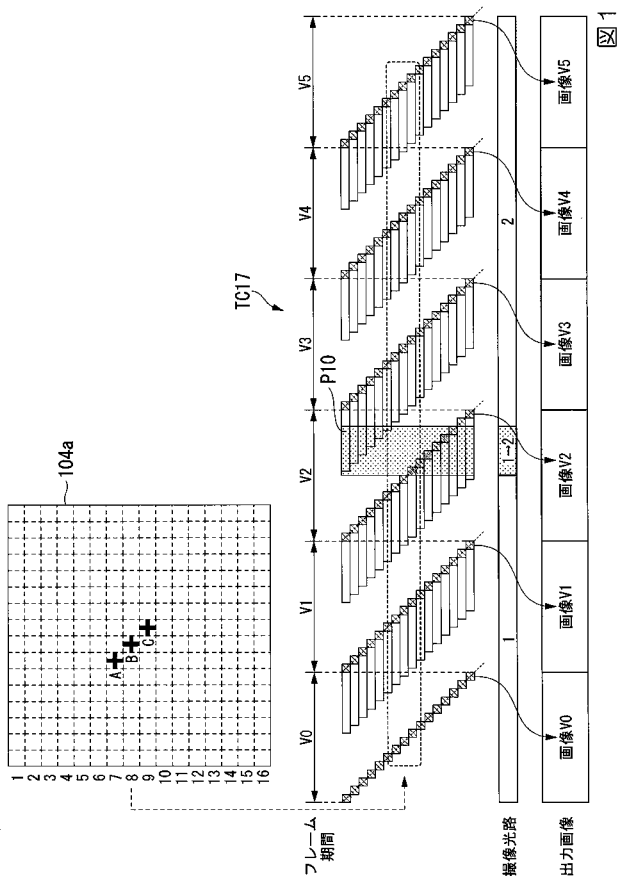
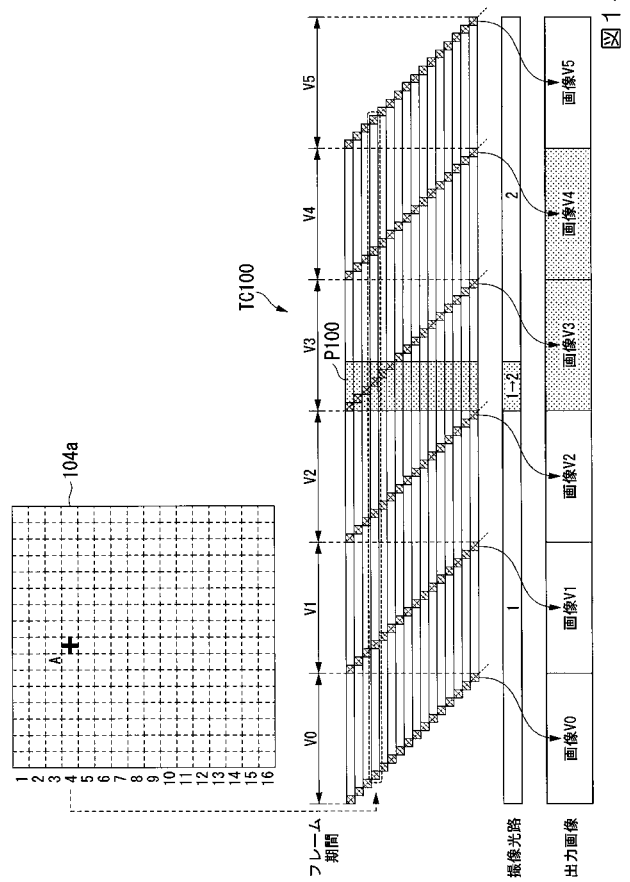


图 1-1

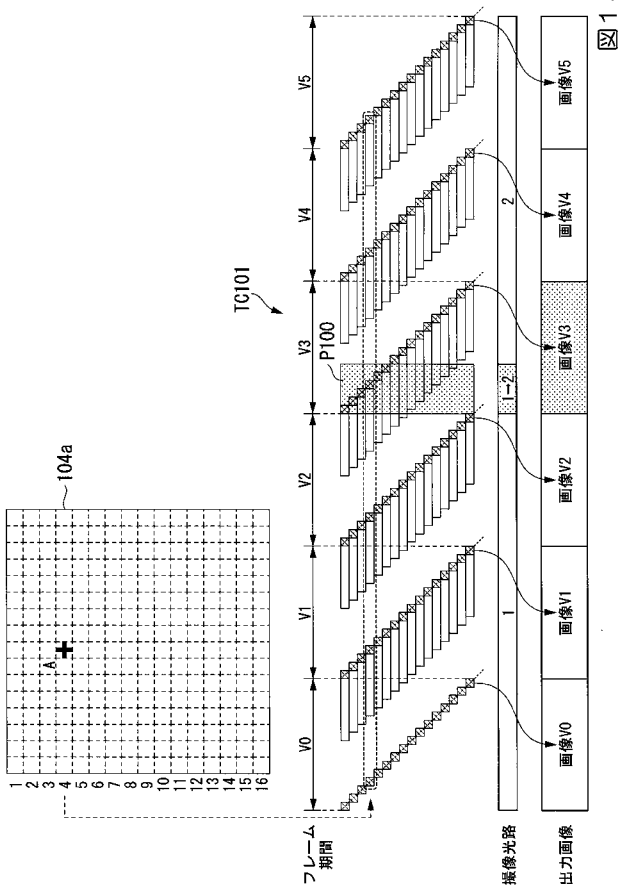
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

A 6 1 B 1/045 6 3 2
A 6 1 B 1/05

F ターム(参考) 2H040 AA01 AA03 BA15 BA22 CA22 GA02 GA06 GA10 GA11
4C161 AA29 BB02 BB05 CC06 FF40 HH52 HH53 JJ17 LL02 NN01
NN07 PP12 RR06 RR12 RR26 SS05 YY12 YY13 YY18

为了提供一种能够减少在不同的成像条件下成像的时间间隔的内窥镜装置，一种用于操作该内窥镜装置的方法，程序以及记录介质。第一光学路径和第二光学路径作为成像光学路径，从而在成像区域中形成物体的第一光学图像和第二光学图像中的任何一个。当第一光路是成像光路时，当测量行中的像素的曝光时段以第一帧间隔结束时，控制单元检测第一定时。控制单元使光路设置单元根据第一时刻的检测开始将成像光路从第一光路切换到第二光路。

