

(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2013-128663

(P2013-128663A)

(43) 公開日 平成25年7月4日(2013.7.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y	2 H 0 4 0
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	G 0 2 B 23/24 B	2 H 0 4 4
G 0 2 B 7/04 (2006.01)	G 0 2 B 7/04 E	4 C 1 6 1
F 0 3 G 7/06 (2006.01)	F 0 3 G 7/06 E	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2011-280128 (P2011-280128)
 (22) 出願日 平成23年12月21日 (2011.12.21)

(71) 出願人 304050923
 オリンパスメディカルシステムズ株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
 (74) 代理人 100076233
 弁理士 伊藤 進
 (72) 発明者 小川 敦司
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
 リンパスメディカルシステムズ株式会社内
 (72) 発明者 天野 正一
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
 リンパスメディカルシステムズ株式会社内
 (72) 発明者 藤澤 豊
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
 リンパスメディカルシステムズ株式会社内

最終頁に続く

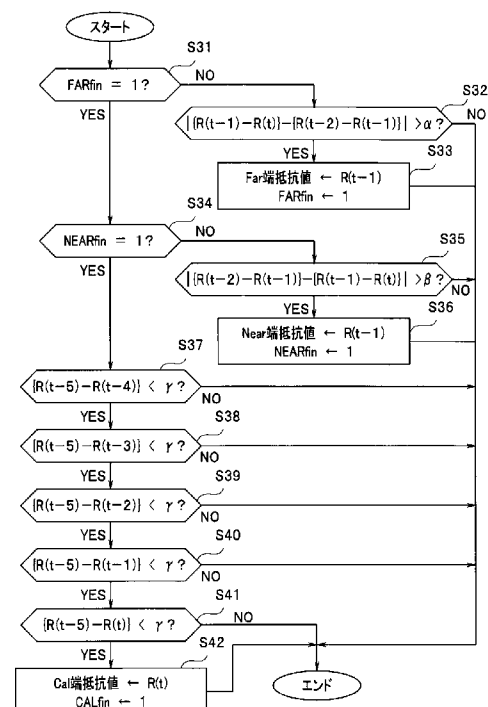
(54) 【発明の名称】 内視鏡システム

(57) 【要約】

【課題】キャリブレーション時におけるアクチュエータの力量変換ポイントを精度良く特定することができる内視鏡システムを提供する。

【解決手段】内視鏡システム1は、形状記憶素子を有するアクチュエータ20と、アクチュエータ20を駆動する出力制御回路52と、移動部材30の位置を検出するためにSMAワイヤ21の抵抗値を検出する検出回路53と、CPU51とを有する。CPU51は、キャリブレーションが指示された時、所定の開始電流値から所定の最大電流値まで所定の割合で単調増加する電流を、アクチュエータ20へ供給するための駆動信号Drを出力制御回路52へ出力すると共に、検出回路53により検出されたSMAワイヤ21の抵抗値の二次微分値の絶対値が所定の閾値以上となった抵抗値をメモリ2aに記憶する。

【選択図】図11



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被写体を撮像する撮像素子と対物光学系を備えた内視鏡システムであって、
形状記憶素子を有し、前記対物光学系を移動させるための移動部材を駆動するアクチュエータと、

前記アクチュエータを駆動するアクチュエータ駆動部と、

前記移動部材の位置を検出するために前記形状記憶素子の抵抗値を検出する抵抗値検出部と、

前記対物光学系の動作指示を入力する指示入力部と、

前記指示入力部に入力された指示と、前記抵抗値検出部により検出された抵抗値に対応する前記移動部材の位置に基づいて、前記アクチュエータ駆動部への駆動信号を出力する制御部と、

前記制御部に接続された記憶部と、
を備えた内視鏡システムにおいて、

前記制御部は、キャリブレーションが指示された時、所定の開始電流値から所定の最大電流値まで所定の割合で単調増加する電流を前記アクチュエータへ供給するための前記駆動信号を、前記アクチュエータ駆動部へ出力すると共に、前記抵抗値検出部により検出された前記形状記憶素子の抵抗値の二次微分値の絶対値が所定の閾値以上となった抵抗値を前記記憶部に記憶することを特徴とする内視鏡システム。

【請求項 2】

前記制御部は、前記抵抗値検出部により検出された前記形状記憶素子の抵抗値が、所定の時間、所定の変動の範囲内にあるとき、前記抵抗値検出部により検出された前記形状記憶素子の抵抗値を前記記憶部に記憶する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡システム。

【請求項 3】

前記制御部は、前記形状記憶素子の線径情報に基づいて、前記所定の最大電流値を決定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内視鏡システム。

【請求項 4】

前記アクチュエータ駆動部と前記抵抗値検出部とを、前記アクチュエータへ選択的に接続する接続切替部をさらに備え、

前記制御部は、前記キャリブレーションが指示された時、前記駆動信号を出力する前に、前記アクチュエータへ電流を印加せずに、前記抵抗値検出部により検出した前記形状記憶素子の抵抗値に基づき、前記所定の最大電流値を決定することを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の内視鏡システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、内視鏡システムに関し、特に、対物光学系を移動させるための形状記憶素子を備えたアクチュエータを有する内視鏡システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来より、内視鏡システムは、医療分野及び工業分野において広く用いられている。被写体は、内視鏡挿入部の先端部に設けられた撮像素子により撮像され、被写体像がモニタ装置に表示される。術者等は、そのモニタに映し出された被写体の画像を見て、観察を行うことができる。撮像素子と観察光学系が、内視鏡挿入部の先端部に内蔵されている。

【0003】

近年、被写体像のフォーカシング機能のために、観察光学系のレンズ枠を光軸方向に移動させる機構を挿入部内に有している内視鏡装置であって、そのレンズ枠を移動させるアクチュエータとして、形状記憶合金を用いるものが提案されている。

【0004】

形状記憶合金ワイヤは、ワイヤに流れる電流を制御することによって伸縮する。例えば、形状記憶合金ワイヤは、電流が流れることにより発熱し、高温状態になると縮み、電流が流れないと、放熱することにより伸びる。

【0005】

その提案では、形状記憶合金のこのような特性を利用して、観察光学系のフォーカシング制御が行われる。

【0006】

また、形状記憶合金を用いたアクチュエータに関しては、例えば特開2010-48120号公報に開示されているように、形状記憶合金ワイヤに電流を流したときにおける最大抵抗値と最小抵抗値を記憶して、形状記憶合金ワイヤに流れる抵抗値に基づく抵抗制御を行うアクチュエータシステムが提案されている。

10

【0007】

そのアクチュエータシステムでは、アクチュエータシステムの起動時に、アクチュエータの移動範囲における最小抵抗値を検出してキャリブレーションを行い、そのキャリブレーションの補正值を用いて、抵抗制御が行われる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2010-48120号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、そのようなアクチュエータを用いて内視鏡のフォーカシング制御を行う場合、対物光学系の遠点フォーカス位置、近点フォーカス位置等の制御ポイントとなる力量変化ポイントにおける正確な抵抗値が必要となるが、例えば、キャリブレーション時に、単にアクチュエータに一定値電流を印加して各力量変化ポイントにおける抵抗値を検出するようにしても、抵抗値の変化が小さいため、各力量変換ポイントを精度良く特定し難いという問題がある。

【0010】

また、上記の特開2010-48120号公報には、キャリブレーション時におけるアクチュエータの力量変換ポイントを精度良く特定するための手段は開示されていない。

30

【0011】

本発明は、以上の問題に鑑みてなされたものであり、キャリブレーション時におけるアクチュエータの力量変換ポイントを精度良く特定することができる内視鏡システム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】

【0012】

本発明の一態様によれば、被写体を撮像する撮像素子と対物光学系を備えた内視鏡システムであって、形状記憶素子を有し、前記対物光学系を移動させるための移動部材を駆動するアクチュエータと、前記アクチュエータを駆動するアクチュエータ駆動部と、前記移動部材の位置を検出するために前記形状記憶素子の抵抗値を検出する抵抗値検出部と、前記対物光学系の動作指示を入力する指示入力部と、前記指示入力部に入力された指示と、前記抵抗値検出部により検出された抵抗値に対応する前記移動部材の位置に基づいて、前記アクチュエータ駆動部への駆動信号を出力する制御部と、前記制御部に接続された記憶部と、を備えた内視鏡システムにおいて、前記制御部は、キャリブレーションが指示された時、所定の開始電流値から所定の最大電流値まで所定の割合で単調増加する電流を前記アクチュエータへ供給するための前記駆動信号を、前記アクチュエータ駆動部へ出力すると共に、前記抵抗値検出部により検出された前記形状記憶素子の抵抗値の二次微分値の絶対値が所定の閾値以上となった抵抗値を前記記憶部に記憶する内視鏡システムを提供することができる。

40

50

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、キャリブレーション時におけるアクチュエータの力量変換ポイントを精度良く特定することができる内視鏡システムを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本実施の形態に係わる内視鏡システムの構成を示す構成図である。

【図2】本実施の形態に係わる、挿入部7の先端部12における対物光学系のアクチュエータの構成を説明するための図である。

【図3】本実施の形態に係わる、SMAワイヤ21の伸縮を制御する制御回路の構成を示すブロック図である。

10

【図4】本実施の形態に係わる検出回路53の構成を示す回路図である。

【図5】本実施の形態に係わるノイズ除去回路64の回路図である。

【図6】本実施の形態に係わるキャリブレーション処理の流れの例を示すフローチャートである。

【図7】本実施の形態に係わる、抵抗値検出レンジ決定処理(S2)の流れの例を示すフローチャートである。

【図8】本実施の形態に係わる、時間経過に沿った、キャリブレーション処理時のSMAワイヤ21へ供給する電流値Iと、SMAワイヤ21の検出抵抗値Rdetectの変化を示すグラフである。

20

【図9】本実施の形態に係わる加熱電流決定処理(S4)の流れの例を示すフローチャートである。

【図10】本実施の形態に係わる、加熱期間における、時間経過に沿った加熱電流I(t)の変化を示す図である。

【図11】本発明の実施の形態に係わる抵抗値判定処理(S5)の処理の流れの例を示すフローチャートである。

【図12】本発明の実施の形態に係わる、遠点端検出を説明するための図である。

【図13】本発明の実施の形態に係わる、近点端検出を説明するための図である。

【図14】本発明の実施の形態に係わる、キャリブレーション端検出を説明するための図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

(全体構成)

図1は、本実施の形態に係わる内視鏡システムの構成を示す構成図である。本実施の形態の電子内視鏡システム(以下、単に内視鏡システムという)1は、被写体を撮像する撮像素子と対物光学系を備えた内視鏡システムである。内視鏡システム1は、電子内視鏡(以下、単に内視鏡という)2と、光源装置3と、ビデオプロセッサ(以下、プロセッサという)5と、カラーモニタ(以下、モニタという)6と、が電氣的に接続されて構成されている。

40

【0016】

内視鏡2は、挿入部7と、この挿入部7が延設された操作部8とを有し、操作部8から延出するユニバーサルコード9が、スコープコネクタ10を介して光源装置3に接続されている。また、スコープコネクタ10には、スコープケーブル4の一端部の電気コネクタが着脱自在に接続されている。そして、このスコープケーブル4の他端部の電気コネクタは、プロセッサ5に接続されている。

【0017】

挿入部7は、先端から順に、先端部12と、湾曲部13と、可撓管部7aと、が連設されて構成されている。先端部12の先端面には、先端開口部、観察窓、2つの照明窓、観察窓洗浄口、及び観察物洗浄口が配設されている。

50

【 0 0 1 8 】

挿入部 7 の先端部 1 2 の観察窓の背面側には、先端部 1 2 に内蔵される撮像装置が配設されている。撮像装置は、被写体を撮像する撮像素子と、対物光学系とを有する。また、2 つの照明窓の背面側には、光源装置 3 からの照明光を伝送する、先端部 1 2 からユニバーサルコード 9 の内部に挿通する、図示しないライトガイドバンドルが設けられている。

【 0 0 1 9 】

操作部 8 は、下部側の側部に配設される鉗子口 1 1 b と、中途部のグリップ部 1 8 と、上部側に設けられた 2 つの湾曲操作部 1 4 と、送気送水制御部 1 5 と、吸引制御部 1 6 と、複数のスイッチ 1 7 a から構成された主に撮像機能进行操作するスイッチ部 1 7 と、から構成されている。

10

複数のスイッチ 1 7 a の中には、フォーカス機能のための 1 つあるいは 2 つのスイッチがあり、対物光学系を移動する指示を入力するための指示入力部を構成する。

(先端部におけるアクチュエータの構成)

図 2 は、挿入部 7 の先端部 1 2 における対物光学系のアクチュエータの構成を説明するための図である。図 2 に示すアクチュエータ 2 0 は、挿入部 7 の先端側に設けられ、形状記憶素子を有し対物光学系を挿入部 7 内で移動させるための移動部材を駆動するアクチュエータである。

図 2 に示すように、アクチュエータ 2 0 の駆動用の形状記憶素子である形状記憶合金 (Shape Memory Alloys。以下、SMAと略す) のワイヤ 2 1 は、直径が数十 μm (マイクロメートル) で、可撓性を有するチューブ 2 2 内に挿通されている。SMAワイヤ 2 1 の基端部は、挿入部 7 内の固定部材 2 3 に固定されている。

20

【 0 0 2 0 】

一方、観察光学系のレンズ群の中の 1 つの対物光学系であるレンズ 2 4 は、レンズ枠 2 5 に固定されている。レンズ 2 4 は、レンズ枠 2 5 の移動に伴い移動する。第 1 のコイルバネ 2 6 が、バネ固定部材 2 7 とレンズ枠 2 5 の間に配置されており、バネ固定部材 2 7 は、挿入部 7 の先端部 1 2 の図示しない先端硬質部材に固定されている。本構造により、レンズ枠 2 5 は、弾性部材であるコイルバネ 2 6 により、挿入部 7 の基端側に押圧されている。

【 0 0 2 1 】

ワイヤ 2 1 の先端部は、カシメ部材 2 8 により、ステンレス (SUS) 製のワイヤ 2 9 の一端に接続されている。ワイヤ 2 9 の他端は、レンズ枠 2 5 に向かって進退すなわち移動する移動部材 3 0 に接着され固定されている。すなわち、SMAワイヤ 2 1 は、ワイヤ 2 9 を介して移動部材 3 0 に接続されている。SMAワイヤ 2 1 を移動部材 3 0 に直接接続しないのは、挿入部 7 の先端部 1 2 に設けられている撮像素子 (図示せず) が SMAワイヤ 2 1 の発熱の影響を受けないようにするためである。

30

【 0 0 2 2 】

パイプ 3 1 の一端は、移動部材 3 0 の基端部に接続され固定されている。パイプ 3 1 の他端は、パイプ 3 2 の先端側内部に挿通されて、パイプ 3 2 内に挿通されている第 2 のコイルバネ 3 3 の先端部に接触している。パイプ 3 2 は、図示しない先端硬質部材に対して固定されている。パイプ 3 1 は、パイプ 3 2 内において、軸方向に沿って摺動可能に挿通されている。レンズ枠 2 5 に当接する移動部材 3 0 は、弾性部材であるコイルバネ 3 3 により、先端側へ押圧されている。コイルバネ 3 3 のバネ力量は、コイルバネ 2 6 のバネ力量よりも大きい。コイルバネ 2 6 と 3 3 は、共に圧縮された状態で、それぞれバネ固定部材 2 7 とパイプ 3 2 内に設けられる。

40

【 0 0 2 3 】

パイプ 3 4 の基端部が、チューブ 2 2 の先端部に挿通されて固定されている。パイプ 3 4 の先端部が、パイプ 3 2 の基端側において、内部に挿通されて固定されている。パイプ 3 4 の先端部は、パイプ 3 2 内においてコイルバネ 3 3 の基端部に当接している。

【 0 0 2 4 】

ワイヤ 2 9 は、パイプ 2 2 , 3 1 , 3 2 , 3 4 及びコイルバネ 3 3 の内側空間内に挿通

50

され、カシメ部材 2 8 を介して接続された SMA ワイヤ 2 1 も、パイプ 2 2 内に挿通されている。SMA ワイヤ 2 1 には、図示しない 2 本のケーブルが接続され、そのケーブルを介して電流が流せるようになっている。

また、先端硬質部材内には、レンズ 2 4 の動作を規制するレンズストッパー 3 5 が固定されて設けられている。レンズストッパー 3 5 は、移動部材 3 0 が基端側に移動したときにレンズ枠 2 5 と突き当たって、レンズ枠 2 5 が所定のレンズ位置を超えて動かないようにするための部材である。

【 0 0 2 5 】

図 2 において、状態 SS1 は、SMA ワイヤ 2 1 に電流が流れていないときの状態を示す。SMA ワイヤ 2 1 は、チューブ 2 2 内で、図 2 において点線で示すように、いくらかの弛みを持ちながら、伸びた状態にある。パイプ 3 1 がコイルバネ 3 3 のバネ力量により先端側に押圧されている。コイルバネ 3 3 の伸びようとするバネ力量は、コイルバネ 2 6 の伸びようとするバネ力量よりも大きいので、パイプ 3 1 は、移動部材 3 0 を先端側に押圧する。そのとき、移動部材 3 0 がレンズ枠 2 5 を先端側に押圧するため、レンズ枠 2 5 はバネ固定部材 2 7 に当接し、先端方向に向かってバネ固定部材 2 7 を押圧している状態にある。バネ固定部材 2 7 は、レンズ 2 4 の動作を規制する部材である。状態 SS1 では、移動部材 3 0 の先端が、第 1 の位置 P1 に位置している。移動部材 3 0 の先端が第 1 の位置 P1 にあるとき、レンズ枠 2 5 に固定されたレンズ 2 4 の位置は、対物光学系の遠点フォーカス位置である。

【 0 0 2 6 】

状態 SS1 において SMA ワイヤ 2 1 に電流を流すと、SMA ワイヤ 2 1 は発熱し、収縮を開始する。SMA ワイヤ 2 1 の収縮につれて、図 2 において実線で示すように、ワイヤ 2 1 の弛み分がとれ、ワイヤ 2 9 を基端側へ引っ張る力が次第に大きくなり、その引っ張る力とコイルバネ 2 6 のバネ力量の和が、コイルバネ 3 3 の伸びようとするバネ力量よりも大きくなると、ワイヤ 2 1 に連結されたワイヤ 2 9 が基端側に移動する。

【 0 0 2 7 】

ワイヤ 2 9 の移動の途中で、レンズ枠 2 5 が、レンズストッパー 3 5 に当接すると、図 2 において状態 SS2 として示すように、レンズ 2 4 の基端側への移動は停止する。状態 SS2 では、移動部材 3 0 の先端が、第 2 の位置 P2 に位置している。移動部材 3 0 が第 2 の位置 P2 にあるとき、レンズ枠 2 5 に固定されたレンズ 2 4 の位置は、対物光学系の近点フォーカス位置である。

【 0 0 2 8 】

レンズ枠 2 5 がレンズストッパー 3 5 に当接した後も、ワイヤ 2 1 に電流を流し続けると、SMA ワイヤ 2 1 はさらに発熱して収縮する。SMA ワイヤ 2 1 の収縮により、ワイヤ 2 9 が基端側に移動するため、移動部材 3 0 も基端側に移動する。移動部材 3 0 は、パイプ 3 2 の先端部に当接して、停止する（状態 SS3）。状態 SS3 では、移動部材 3 0 の先端が、第 3 の位置 P3 に位置している。移動部材 3 0 が第 2 の位置 P2 から第 3 の位置 P3 に移動しても、レンズ枠 2 5 の移動は、レンズストッパー 3 5 により阻止されているので、レンズ枠 2 5 に固定されたレンズ 2 4 の位置は、近点フォーカス位置のままである。状態 SS3 では、レンズ枠 2 5 は、コイルバネ 2 6 により基端方向に向かってレンズストッパー 3 5 に押圧された状態で静止した状態にある。第 3 の位置 P3 が、キャリブレーション端の位置である。

【 0 0 2 9 】

移動部材 3 0 がパイプ 3 2 の先端部に当接して停止した後、SMA ワイヤ 2 1 に電流を流し続けても、SMA ワイヤ 2 1 は、ワイヤ 2 9 が伸びないため、収縮することが出来ない（状態 SS3）。

【 0 0 3 0 】

従って、SMA ワイヤ 2 1 への電流を制御することにより、移動部材 3 0 の先端は、第 1 の位置 P1 から第 3 の位置 P3 の差の範囲で移動可能である。しかし、上述したように、レンズ枠 2 5 の稼動範囲（すなわちレンズ 2 4 の稼動範囲）は、第 1 の位置 P1 と第 2 の位置 P2

の間である。

【0031】

内視鏡2の使用時は、SMAワイヤ21の抵抗値に基づいてSMAワイヤ21への電流供給を制御することによって、レンズ24の位置の制御が行われる。非加熱時、アクチュエータ20の状態は、状態SS1である。状態SS1のとき、非加熱時のSMAワイヤ21の長さは、最大長L1であり、そのときの抵抗値は、最大抵抗値Rmaxである。加熱時でかつアクチュエータ20の状態が状態SS3のとき、SMAワイヤ21の長さは、最小長L3であり、そのときの抵抗値は、最小抵抗値Rminである。状態SS2のとき、SMAワイヤ21の長さは、L2であり、そのときの抵抗値は、 $(Rmin + \alpha 1)$ である。したがって、レンズ24は、最大抵抗値Rmaxと抵抗値 $(Rmin + \alpha 1)$ の範囲で移動する。

10

【0032】

また、内視鏡2の挿入部7の先端側には、湾曲部13がある。よって、チューブ22は、湾曲部13の湾曲動作の影響を受けて湾曲する。SMAワイヤ21とワイヤ29には、上述したように縮もうとするテンションがかかっているため、常に直線状になろうとする。SMAワイヤ21とワイヤ29は、細いため、チューブ22及びパイプ31、32、34内で軸に直交する方向に移動可能である。よって、チューブ22が湾曲したときに、SMAワイヤ21とワイヤ29の湾曲形状は、チューブ22の湾曲形状と同様とならない。そのため、移動部材30の先端が第3の位置P3にあるとき、チューブ22が湾曲すると、そのチューブ22の曲率半径とワイヤ21と29の曲率半径の差（以下、曲率半径差という）に起因して、移動部材30が先端側に押し出される現象が発生し得る。

20

【0033】

そのため、移動部材30が湾曲動作に起因して先端側に押し出されるように移動しても、移動部材30がレンズ枠25を動かさないようにするためのクリアランス領域Lcが、予め設けられている。クリアランス領域Lcは、位置P2とP3間である。クリアランス領域Lcは、曲率半径差に起因する移動部材30の移動量以上に設定される。

【0034】

状態SS3においてSMAワイヤ21へ供給する電流値を下げると、移動部材の先端30は、位置P2に向かって移動する。SMAワイヤ21への供給電流の電流値をさらに下げる、あるいはその供給電流を0にすると、移動部材30の先端は、位置P2を越えて位置P1まで移動して戻る。その結果、レンズ24は、遠点フォーカス位置になる。

30

【0035】

従って、位置P1と位置P2の範囲は、レンズ稼働範囲すなわちレンズ稼働領域Lmであり、位置P2と位置P3の範囲は、クリアランス範囲すなわちクリアランス領域Lcである。

（制御回路）

図3は、SMAワイヤ21の伸縮を制御する制御回路の構成を示すブロック図である。制御回路41は、プロセッサ5に含まれる。図3は、プロセッサ5内のSMAワイヤ21の伸縮を制御する制御回路のみを示している。制御回路41は、制御部としての中央処理装置（以下、CPUという）51と、アクチュエータ駆動部としての出力制御回路52と、抵抗値検出部としての検出回路53と、切替回路54とを含む。切替回路に、SMAワイヤ21が接続されている。出力制御回路52は、アクチュエータ20を駆動するアクチュエータ駆動部を構成する。検出回路53は、移動部材30の位置を検出するためのSMAワイヤ21の抵抗値を検出する抵抗値検出部を構成する。切替回路54は、アクチュエータ駆動部である出力制御回路52と、抵抗値検出部である検出回路53とを、アクチュエータ20へ選択的に接続する接続切替部を構成する。

40

【0036】

制御部としてのCPU51は、ユーザによる操作部8のスイッチ17aへの操作に応じて、図示しない制御プログラムに基づき、上記アクチュエータ20の駆動制御を実行する。すなわち、CPU51は、指示入力部であるスイッチ17aに入力された指示と、抵抗値検出部である検出回路53により検出された抵抗値に対応する移動部材30の位置に基づいて、アクチュエータ駆動部である出力制御回路52への駆動信号を出力する制御部を構成

50

する。

【 0 0 3 7 】

また、制御部としてのCPU 5 1は、ユーザによるプロセッサ 5 に対する所定の操作に応じて、図示しないメモリに記憶されたキャリブレーションプログラムに基づき、後述する内視鏡システム 1 のアクチュエータ 2 0 のキャリブレーションを実行する。

【 0 0 3 8 】

CPU 5 1は、出力制御回路 5 2 に駆動信号Drを供給し、出力制御回路 5 2 は、受信した駆動信号Drに基づく電流信号を切替回路 5 4 に出力する。また、CPU 5 1は、加熱制御期間と抵抗値検出期間とからなる基本制御期間を繰り返すことにより、SMAワイヤ 2 1 への供給電流の制御を行う。すなわち、CPU 5 1は、加熱制御期間T1と抵抗値検出期間T2を繰り返すように、切替回路 5 4 に切替信号Swを供給する。よって、切替回路 5 4 は、加熱制御期間T1では、出力制御回路 5 2 からの電流信号をSMAワイヤ 2 1 に出力し、抵抗値検出期間T2では、所定の抵抗検出用電流をSMAワイヤ 2 1 に供給し、SMAワイヤ 2 1 の両端で生じる電圧降下値からSMAワイヤ 2 1 の抵抗値を検出するように、切り替わる。

【 0 0 3 9 】

例えば、基本制御期間は、12ミリ秒であり、そのうち最初の10ミリ秒が加熱制御期間T1であり、続く2ミリ秒が抵抗値検出期間T2である。よって、SMAワイヤ 2 1 への電流の供給あるいは停止は、間欠的に、加熱制御期間T1の間だけ行われ、SMAワイヤ 2 1 の抵抗値の検出すなわち測定も、間欠的に、抵抗値検出期間T2に行われる。

なお、基本制御期間、加熱制御期間T1及び抵抗値検出期間T2は、それぞれ、ここに例示した値に限定されず、例えば、6ミリ秒、5ミリ秒、1ミリ秒の値でもよい。

【 0 0 4 0 】

従って、内視鏡 2 の使用時、CPU 5 1は、ユーザによる操作部 8 の所定のスイッチの操作に応じて、レンズ 2 4 を近点フォーカス位置に駆動するときは、加熱制御期間T1にSMAワイヤ 2 1 に所定の駆動用電流を供給し、抵抗値検出期間T2に所定の検出用電流をSMAワイヤ 2 1 に供給してSMAワイヤ 2 1 の抵抗値を検出する。検出回路 5 3 は、検出された抵抗値のデジタル信号DsをCPU 5 1 に供給する。

【 0 0 4 1 】

また、操作部 8 の所定のスイッチによりレンズ 2 4 の遠点フォーカス位置へ移動が指示されると、CPU 5 1は、加熱制御期間T1にSMAワイヤ 2 1 に所定の駆動電流を供給せず、抵抗値検出期間T2に所定の抵抗検出用電圧をSMAワイヤ 2 1 に供給してSMAワイヤ 2 1 の抵抗値を検出する。加熱用の電流が供給されないため、SMAワイヤ 2 1 は収縮することが出来ず、レンズ 2 4 は、遠点フォーカス位置になる。

【 0 0 4 2 】

従って、CPU 5 1は、レンズ 2 4 が遠点フォーカス位置にあるのか、近点フォーカス位置にあるのかを、抵抗値検出期間T2において得られた検出抵抗値に基づいて判定して、そのレンズ位置に応じてSMAワイヤ 2 1 の加熱制御をしてフォーカス制御を行うことができる。

【 0 0 4 3 】

術中、術者は、必要に応じて、この近点フォーカス位置と遠点フォーカスを切り替えながら被写体内の内視鏡画像を見て、体腔内の検査などを行う。プロセッサ 5 のCPU 5 1は、観察モードが近点観察モードであるかあるいは遠点観察であるかに応じて、測光方式、測光エリア、画像処理パラメータ、光源装置 3 のモード等を変更する。

【 0 0 4 4 】

例えば、測光方式は、近点観察モードではピーク測光方式で、遠点観察モードでは平均測光方式となるように、かつ測光エリアも、近点観察モードでは画面の中央部で、遠点観察モードでは画面全体となるように、CPU 5 1は、測光方式と測光エリアを変更するように制御する。

【 0 0 4 5 】

また、近点観察モードでは、内視鏡画像がハレーション気味になるため、光源装置 3 に

おける調光における検波方式及び応答性に関する処理パラメータを、遠点観察モード時とは異なるように、CPU 5 1 は処理パラメータを調整する。

【 0 0 4 6 】

さらに、輪郭強調、構造強調などの画像強調処理における強調すべき周波数帯域及び強調レベルが近点観察モードと遠点観察モードでは異なるように、CPU 5 1 は、周波数帯域パラメータなどを調整する。

【 0 0 4 7 】

さらに、近年は、近点観察モードでは、病変部の詳細観察を実施するために、狭帯域光などの特殊光観察も併せて行われることがある。そこで、プロセッサ 5 は、近点観察モードでは、特殊光観察用の照明光への切替が自動的に行われるように、ユーザにより設定が可能となっている。よって、CPU 5 1 は、その設定内容に応じて、光源装置 3 の照明光の切替制御を行う。

【 0 0 4 8 】

さらにまた、電子ズームの倍率を、近点観察モードでは 2 倍とし、遠点観察モードでは 1 倍とするように、CPU 5 1 は、電子ズームの倍率を近点観察モードと遠点観察モードでは異なるように、自動設定する。

【 0 0 4 9 】

ユーザは、モニタ 6 に設定画面のためのメニュー設定画面を表示することによって、近点観察モードと遠点観察モードにおけるこのような各種パラメータの変更のための設定を行うことができる。

【 0 0 5 0 】

上述したように、近点観察のための近点フォーカス位置へのレンズ 2 4 の駆動及び遠点観察のための遠点フォーカス位置へのレンズ 2 4 の駆動のためには、CPU 5 1 は、レンズ 2 4 が近点フォーカス位置にあるのか遠点フォーカス位置にあるのかを正確に検出しなければならない。そのために、CPU 5 1 は、キャリブレーションにおいて、近点フォーカス位置におけるSMAワイヤ 2 1 の抵抗値と、遠点フォーカス位置におけるSMAワイヤ 2 1 の抵抗値を検出し、その検出した各抵抗値を内視鏡 2 のメモリ 2 a に格納する。メモリ 2 a は、不揮発性のメモリであり、例えば操作部 7 内に配置されている。

【 0 0 5 1 】

CPU 5 1 は、内視鏡 2 の使用時に、メモリ 2 a に格納されたこれらの抵抗値のデータを読み出して、それらの抵抗値のデータを用いて、アクチュエータシステム 2 0 の制御を行う。従って、メモリ 2 a は、制御部であるCPU 5 1 に接続された記憶部を構成する。なお、メモリ 2 a には、内視鏡 2 の種類を示す識別情報も格納されており、内視鏡 2 がプロセッサ 5 に接続されると、プロセッサ 5 のCPU 5 1 は、接続された内視鏡 2 の識別情報を読み出して取得することができる。

【 0 0 5 2 】

図 4 は、検出回路 5 3 の構成を示す回路図である。検出回路 5 3 は、デジタルアナログ変換器（以下、DAコンバータという）6 1 と、アナログデジタル変換器（以下、ADコンバータという）6 2 と、演算増幅器 6 3 と、ノイズ除去回路 6 4 と、抵抗器 6 5 , 6 6 , 6 7 とを有する。

【 0 0 5 3 】

DAコンバータ 6 1 は、CPU 5 1 からのデジタル信号Asを入力して、アナログ信号に変換して、演算増幅器 6 3 の非反転入力端子へ出力する。ADコンバータ 6 2 は、演算増幅器 6 3 の出力端子の出力電圧をデジタル信号Dsに変換して、CPU 5 1 へ出力する。

【 0 0 5 4 】

演算増幅器 6 3 の反転入力端子と出力端子間には、抵抗器 6 5 が接続され、反転入力端子には、抵抗器 6 6 が接続されている。

ノイズ除去回路 6 4 は、SMAワイヤ 2 1 と抵抗器 6 7 の接続点C1の電圧を入力として、出力は、抵抗器 6 6 に接続されている。

【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

50

図 5 は、ノイズ除去回路 6 4 の回路図である。図 5 に示すように、ノイズ除去回路 6 4 は、抵抗器 6 8 とコンデンサ 6 9 とから構成されたローパスフィルタ 7 0 と、反転入力端子と出力端子が接続された演算増幅器から構成されたボルテージフォロワ回路 7 1 とを有する。

【 0 0 5 6 】

ノイズ除去回路 6 4 は、電気メスなどの外乱ノイズを発生する機器と共に内視鏡 2 が使用される場合にその外乱ノイズによる制御回路 4 1 の誤動作を防止するためにノイズ信号を除去するための回路である。電気メスなどは高周波電流を用いるため、高周波ノイズが検出回路 5 3 の検出結果に影響を与える虞がある。そのようなノイズにより、検出される SMAワイヤ 2 1 の検出抵抗値が誤った値となって検出回路 4 1 で検出されると、アクチュエータ 2 0 が正しく制御されない。

10

【 0 0 5 7 】

ノイズ除去回路 6 4 は、演算増幅器 6 3 の入力側に設けられている。ノイズ除去回路 6 4 は、ローパスフィルタ 7 0 を有し、ローパスフィルタ 7 0 は、電気メスなどによるノイズ周波数より十分低いカットオフ周波数を有する。ローパスフィルタ 7 0 の出力は、インピーダンス変換手段としてのボルテージフォロワ回路 7 1 を介して演算増幅器 6 3 に供給される。

このようなノイズ除去回路 6 4 により、電気メスなどの機器からのノイズがあっても、アクチュエータ 2 0 の適切な制御を実現することができる。

(キャリブレーション)

20

次に、アクチュエータ 2 0 の制御のための内視鏡 2 のキャリブレーションについて説明する。キャリブレーションは、工場出荷時に行われる。なお、このキャリブレーションは、工場出荷後にユーザが使用を開始する前に行うようにしてもよい。

キャリブレーションでは、SMAワイヤ 2 1 の抵抗値を検出するための検出レンジ、SMAワイヤ 2 1 へ流す最大電流値、等の決定処理と、近点フォーカス位置の抵抗値、遠点フォーカス位置等の制御ポイントとなる力量変化ポイントにおける SMAワイヤ 2 1 の抵抗値の決定処理とが、行われる。

【 0 0 5 8 】

図 6 は、キャリブレーション処理の流れの例を示すフローチャートである。キャリブレーションを行う内視鏡 2 をプロセッサ 5 に接続し、ユーザが所定の指示入力を入力すると、CPU 5 1 は、キャリブレーション処理を実行する。

30

【 0 0 5 9 】

CPU 5 1 は、まず初期設定を行う (S 1)。初期設定では、時間サイクルに関する変数 t を 0 に、 t サイクル目の加熱電流 $I(t)$ の電流値を 0 に、遠点端検出完了フラグ (FARfin) を 0 に、近点端検出完了フラグ (NEARfin) を 0 に、キャリブレーション端検出完了フラグ (CALfin) を 0 に設定する。

【 0 0 6 0 】

次に、抵抗値検出レンジ決定処理が実行される (S 2)。SMAワイヤ 2 1 には個体差があるため、S 2 の処理において SMAワイヤ 2 1 の抵抗値の検出レンジ DR が決定される。さらに、決定された検出レンジ DR に基づいて最大電流値 I_{max} も決定される。抵抗値検出レンジ決定処理 (S 2) が実行されている間は、CPU 5 1 は、SMAワイヤ 2 1 に加熱電流を流さずに、抵抗値検出用電流を流すように、切替回路 5 4 を制御する。よって、抵抗値検出レンジ決定処理 (S 2) の期間は、SMAワイヤ 2 1 を加熱しない非加熱期間である。

40

【 0 0 6 1 】

図 7 は、抵抗値検出レンジ決定処理 (S 2) の流れの例を示すフローチャートである。CPU 5 1 は、まず、DAコンバータ 6 1 の分解能に応じた設定値 DAs_{et} の最上位ビット (MSB) の値を、変数 i にセットする (S 1 1)。設定値 DAs_{et} は、DAコンバータ 6 1 へ入力されるデジタル信号 As の値である。DAコンバータ 6 1 の入力が「 1 5 」から「 0 」までの 1 6 ビットであれば、設定値 DAs_{et} の最上位ビット (MSB) は、例えば 1 5 である。

【 0 0 6 2 】

50

次に、CPU 5 1 は、設定値DASETの全てのビットに、0を代入し（S 1 2）、i番目のビットに1を代入する（S 1 3）。最初は、例えば、16ビットの最上位ビットだけに、1が代入される。

【0063】

図4に示すように、DAコンバータ61は入力されたデジタル信号Asとしての設定値DASETに応じた電圧を出力し、演算増幅器63は、その入力された電圧と、SMAワイヤ21の検出抵抗値との差に応じた出力電圧を出力する。ADコンバータ62は、その演算増幅器63の出力電圧に応じたデジタル信号DsをCPU 5 1へ出力する。

【0064】

CPU 5 1 は、デジタル信号Dsに基づくSMAワイヤ21の検出抵抗値Rdetectと、設定値DASETに対応する設定抵抗値Rsetとを比較し（S 1 4）、検出抵抗値Rdetectが設定抵抗値Rset以下の場合（S 1 4：YES）、変数iをビットシフトし、次の検出サイクルの抵抗検出を行う（S 1 5）。検出抵抗値Rdetectが設定抵抗値Rsetを超える場合（S 1 4：NO）、0を設定値DASETのi番目のビットに0を代入し（S 1 6）、処理は、S 1 5へ移行する。

10

【0065】

S 1 5の後、変数iが0未満になったか否かを判定し（S 1 7）、変数iが0未満でないとき（S 1 7：NO）、処理は、S 1 3へ戻る。変数iが0未満であるとき（S 1 7：YES）、処理は、終了し、その終了した時の設定値DASET [i~0]の値が、最大抵抗値Rmaxとなる。そして、その最大抵抗値Rmaxに基づいて検出レンジDRを決定する（S 1 8）。――

20

【0066】

以上のように、抵抗値検出レンジ決定処理（S 2）では、CPU 5 1 は、設定値DASET [i~0]の最上位ビットから2分探索により求めて、最大抵抗値Rmaxを決定し、検出レンジDRを決定する。検出レンジDRは、最大抵抗値Rmaxを基準に所定の幅を有するように決定される。

【0067】

図8は、時間経過に沿った、キャリブレーション処理時のSMAワイヤ21へ供給する電流値Iと、SMAワイヤ21の検出抵抗値Rdetectの変化を示すグラフである。図8に示すように、DAコンバータ61へ供給する設定抵抗値Rsetの値が2分探索するように変更されるので、検出抵抗値Rdetectは、最大抵抗値Rmaxに収束するように変化して、最終的に、検出抵抗値Rdetectが最大抵抗値Rmaxに一致あるいは略一致する。

30

【0068】

次に、最大電流値Imaxの決定について説明する。

アクチュエータ20は、SMAワイヤ21の発熱量を制御することによって制御されるが、内視鏡2のフォーカス制御に用いられるSMAワイヤ21の線径は極めて小さいので、SMAワイヤ21の線径のパラツキは、SMAワイヤ21の発熱量のパラツキに大きく影響する。そのようなSMAワイヤ21に大きな電流が流れてSMAワイヤ21が過大に加熱されると、SMAワイヤ21に対してかかる負荷が大きくなり、SMAワイヤ21自体の耐久性、いわゆるライフ耐性、の劣化を招く。

【0069】

40

そこで、ここでは、線径に個体差を有するSMAワイヤ21毎に、SMAワイヤ21に流す電流の最大値が設定され、制御回路41は、SMAワイヤ21にその最大電流値Imax以上の電流を流さないように、制御する。最大電流値Imaxは、内視鏡2の使用時においてSMAワイヤ21へ供給する加熱電流だけでなく、キャリブレーション時においてSMAワイヤ21へ供給する加熱電流に関係する。

キャリブレーション時に、最大電流値Imaxを、SMAワイヤ21の最大抵抗値Rmaxから次のようにして決定する（S 1 8）。

【0070】

図4の検出回路53の演算増幅器63の増幅率をAとし、演算増幅器63の非反転入力端子に入力される入力電圧をV₊とし、抵抗器67の抵抗値をRとし、SMAワイヤ21に印

50

加される電圧を V としたとき、伸びきった状態のSMAワイヤ21の抵抗値 R_{sma} は、演算増幅器63の出力電圧 V_{out} から、次の式(1)により求められる。

【0071】

$$R_{sma} = V \times A \times R / (A \times V_{in} - V_{out}) - R \quad \dots \text{式(1)}$$

そして、SMAワイヤ21の電気抵抗率を ρ とし、SMAワイヤ21の長さを L とし、SMAワイヤ21の断面積を S としたとき、SMAワイヤの断面積 S は、次の式(2)から求められる。

【0072】

$$S = \rho \times L / R_{sma} \quad \dots \text{式(2)}$$

SMAワイヤ21の電気抵抗率 ρ と長さ L は、予め判っており、伸びきった状態のSMAワイヤ21の抵抗値 R_{sma} が最大抵抗値 R_{max} であるので、SMAワイヤの断面積 S は、上記の式(2)から求められる、すなわち推定される。

SMAワイヤの断面積 S (あるいは断面積 S から算出される線径)が推定して得られれば、その推定された断面積 S (あるいは断面積 S から算出される線径)に応じた最大電流値 I_{max} を決定することができる。

【0073】

以上のように、SMAワイヤ21の最大抵抗値 R_{max} が決定されて、CPU51は、その最大抵抗値 R_{max} に基づいて、抵抗値の検出レンジ DR と最大電流値 I_{max} を決定することができる。すなわち、CPU51は、SMAワイヤ21の線径情報に基づいて、アクチュエータ20のSMAワイヤ21へ供給する電流信号である駆動信号の最大電流値 I_{max} を決定する。

【0074】

図6に戻り、CPU51は、時間サイクルに関する変数 t を0に設定し(S3)、加熱電流決定処理を実行する(S4)。

図9は、加熱電流決定処理(S4)の流れの例を示すフローチャートである。加熱電流決定処理(S4)では、CPU51は、所定の初期電流値 $I(0)$ から徐々に加熱電流 $I(t)$ を増加させるように、SMAワイヤ21へ流す加熱電流 $I(t)$ の電流値を決定する。決定した電流値に対応する駆動信号 Dr は、基本制御期間の加熱制御期間 $T1$ の間、出力制御回路52へ出力される。

【0075】

加熱電流決定処理(S4)において、CPU51は、まず加熱電流 $I(t)$ の電流値が、最大電流値 I_{max} 以上であるか否かを判定する(S21)。時間サイクル $t(0)$ の前は、SMAワイヤ21へ流す電流 I の電流値は、抵抗検出レンジ決定処理(S2)で使用した検出用電流値であるので、加熱電流決定処理(S4)に入った直後の電流 I の電流値は、最大電流値 I_{max} 未満である。よって、S21では、電流 I の電流値は最大電流値 I_{max} 未満と判定され(S21:YES)、時間サイクル t が0でないか否かが判定される(S22)。

【0076】

加熱電流決定処理(S4)の最初の時間サイクルでは、時間サイクル t が0(すなわち時間サイクル $t0$ であるので)(S22:NO)、CPU51は、加熱電流 $I(t)$ に、予め設定されている初期電流値 $I(0)$ を代入する(S23)。

【0077】

初期電流値 $I(0)$ は、内視鏡毎に決められて、メモリ2aに予め記憶されている。これは、SMAワイヤ21の長さ等は、内視鏡2の種類によって異なる場合があるので、SMAワイヤ21の長さ等に応じた初期電流値 $I(0)$ が、メモリ2aに予め設定されて記憶されている。よって、CPU51は、接続された内視鏡2のメモリ2aから初期電流値 $I(0)$ を読み出して、S23の処理を行うことができる。

なお、初期電流値 $I(0)$ は、内視鏡2の種類を示す識別情報に基づいて、CPU51が決定してもよい。内視鏡2の種類毎の初期電流値 $I(0)$ の情報を図示しないメモリに予め記憶しておき、CPU51は、接続された内視鏡2の識別情報(例えば、メモリ2aに格納されている)に基づいて、そのメモリの初期電流値 $I(0)$ の情報を参照して、初期電流値 $I(0)$ を決定するようにしてもよい。

【0078】

10

20

30

40

50

さらになお、初期電流値 $I(0)$ は、上記の抵抗検出レンジ決定処理（S2）で決定した最大電流値 I_{max} に基づいて決定してもよい。初期電流値 $I(0)$ は、最大電流値 I_{max} よりも低い値である。

【0079】

S23の処理の結果、CPU51は、最初の時間サイクル t_0 においては、初期電流値 $I(0)$ に応じた駆動信号 Dr を出力制御回路52へ出力する。

時間サイクル t が進むと、時間サイクル t は0でないので（S22：YES）、CPU51は、SMAワイヤ21へ供給する加熱電流 $I(t)$ の電流値を、前回の時間サイクル（ $t-1$ ）の加熱電流 $I(t-1)$ に所定の増加量 ΔI だけ加えた電流値をするように、加熱電流 $I(t-1)$ に所定の増加量 ΔI だけ加えた電流を、加熱電流 $I(t)$ に代入する（S24）。 10

【0080】

S24の処理の結果、CPU51は、時間サイクル t が進むにつれて、加熱電流 $I(t)$ の電流値は、単調増加して、その単調増加した加熱電流 $I(t)$ に応じた駆動信号 Dr を出力制御回路52へ出力する。

【0081】

また、加熱電流 $I(t)$ が最大電流値 I_{max} 以上になると（S21：NO）、加熱電流 $I(t)$ に最大電流値 I_{max} $I(t)$ を代入する（S25）。よって、図8に示すように、加熱期間に入ると、SMAワイヤ21には、単調増加する加熱電流 $I(t)$ が供給される。S24により、加熱電流 $I(t)$ は、時間サイクル t が1つ進む毎に、電流値が所定の増加量 ΔI だけ増えるが、S25により、加熱電流 $I(t)$ の電流値は最大電流値 I_{max} を超えない。従って、加熱電流 $I(t)$ の電流値が最大電流値 I_{max} を超えないように、加熱電流 $I(t)$ の出力は制御される。 20

【0082】

図10は、加熱期間における、時間経過に沿った加熱電流 $I(t)$ の変化を示す図である。図10に示すように、時間サイクル t が進むにつれて、加熱制御期間 $T1$ における加熱電流 $I(t)$ は、段階的に増加する。よって、制御部であるCPU51は、所定の開始電流値である初期電流値 $I(0)$ から所定の最大電流値 I_{maxm} まで、所定の割合で単調増加する電流値の電流をアクチュエータ20のSMAワイヤ21へ供給する駆動信号 Dr を、出力制御回路52へ出力する。

【0083】

以上のように、抵抗検出レンジ決定処理（S2）の期間が過ぎると、加熱電流決定処理（S4）と抵抗値判定処理（S5）が、基本制御期間単位で繰り返し実行されて、加熱期間となる。加熱期間では、加熱電流決定処理（S4）によって決定された電流値によるSMAワイヤ21の加熱が、基本制御期間の加熱制御期間 $T1$ に行われ、抵抗値判定処理（S5）によるSMAワイヤ21の抵抗値の検出が、基本制御期間の抵抗値検出期間 $T2$ に行われる。 30

【0084】

図6に戻り、加熱電流決定処理（S4）の後に、抵抗値判定処理（S5）が実行される。図11は、抵抗値判定処理（S5）の処理の流れの例を示すフローチャートである。CPU51は、まず、遠点端検出完了フラグ（ $FARfin$ ）が1であるか否かを判定する（S31）。初期設定（S1）において遠点端検出完了フラグ（ $FARfin$ ）が0に設定されており、遠点端が検出されるまで遠点端検出完了フラグ（ $FARfin$ ）は0である（S31：NO）。よってCPU51は、検出抵抗値 $R(t)$ に基づいて、次の式（3）を満たすが否かを判定する（S32）。 40

【0085】

$$|(R(t-1)-R(t))-(R(t-2)-R(t-1))| > \alpha \quad \cdots \text{式(3)}$$

この式（3）は、遠点端検出のための式である。なお、検出抵抗値 $R(t)$ が3個得られるまでは、S32の判定がNOとなるように、所定の値が検出抵抗値 $R(t-2)$ と $R(t-1)$ に代入される。

【0086】

ここで、加熱期間における検出抵抗値の変化を説明する。上述したように、SMAワイヤ 50

2 1 は、最初チューブ 2 2 内では弛んでいる状態にある。図 8 において、位置 P0 は、SMA ワイヤ 2 1 がチューブ 2 2 内で弛んでいる状態のタイミングに対応する。SMA ワイヤ 2 1 に単調増加の加熱電流 $I(t)$ が流れ始めると、まず、SMA ワイヤ 2 1 は発熱し始めて収縮を開始し、チューブ 2 2 内の弛みが無くなるまで収縮する。図 8 において、範囲 R1 は、SMA ワイヤ 2 1 のチューブ 2 2 内での弛みが取れている期間に相当する。

【0087】

位置 P 0 以降、SMA ワイヤ 2 1 には、単調増加の所定の加熱電流 $I(t)$ が流し続けられているので、SMA ワイヤ 2 1 の温度は上昇し続け、収縮力が大きくなる。単調増加する加熱電流 $I(t)$ を SMA ワイヤ 2 1 に流すことによって、検出抵抗値 R_{detect} の変化における変曲点を検出し易くなっている。

10

【0088】

位置 P 0 以降、位置 P 1 で、コイルバネ 2 6 と 3 3 が動き始める。位置 P 1 は、コイルバネ 2 6 のバネ力量と SMA ワイヤ 2 1 の収縮力の和がコイルバネ 3 3 のバネ力量よりも大きくなり、コイルバネ 2 6 と 3 3 が動き始めるタイミングである。すなわち、位置 P 1 で、コイルバネ 2 6 は、伸長し始め、コイルバネ 3 3 は、収縮し始める。よって、図 8 に示すように、位置 P 1 以降は、SMA ワイヤ 2 1 は短くなっていくので、検出抵抗値 R_{detect} は大きく低下し始める。

【0089】

図 1 2 は、遠点端検出を説明するための図である。図 1 2 に示すように、位置 P 1 の前後では、検出抵抗値 R_{detect} の傾きが変化する。位置 P1 は、遠点フォーカス位置に対応する力量変化ポイントである。

20

【0090】

従って、上記式 (3) により、検出抵抗値の差分 ($R(t-1)-R(t)$) と検出抵抗値の差分 ($R(t-2)-R(t-1)$) の差の絶対値が所定の閾値 α よりも大きいとき (S32: YES)、すなわち、検出抵抗値の二次微分の絶対値が所定の値より大きいとき、検出抵抗値 R_{detect} の傾きの変曲点が存在すると判定することができる。よって、そのときの検出抵抗値 $R(t-1)$ を、遠点端抵抗値 (Far 端抵抗値) とし、かつ遠点端検出完了フラグ (FARfin) に 1 を代入する (S33)。また、検出抵抗値の差 ($R(t-1)-R(t)$) と検出抵抗値の差 ($R(t-2)-R(t-1)$) の差が所定の閾値 α よりも大きくないとき (S32: NO)、処理は、そのまま終了する。

30

【0091】

遠点端抵抗値が検出された後の時間サイクルでは、遠点端検出完了フラグ (FARfin) が 1 となるので (S31: YES)、CPU 5 1 は、近点端検出完了フラグ (NEARfin) が 1 であるか否かを判定する (S34)。初期設定 (S1) において近点端検出完了フラグ (NEARfin) が 0 に設定されており、近点端が検出されるまで近点端検出完了フラグ (NEARfin) は 0 である (S34: NO)。よって、CPU 5 1 は、検出抵抗値 $R(t)$ に基づいて、次の式 (4) を満たすが否かを判定する (S35)。

【0092】

$$|(R(t-2)-R(t-1))-(R(t-1)-R(t))| > \beta \quad \cdots \text{式 (4)}$$

この式 (4) は、近点端検出のための式である。

40

位置 P1 以降、SMA ワイヤ 2 1 は、収縮していく。その後、レンズ枠 2 5 がレンズストッパ 3 5 に当接し、コイルバネ 2 6 の伸長は停止する。コイルバネ 3 3 のバネ力量よりも、SMA ワイヤ 2 1 の収縮力が大きくなったときに、コイルバネ 3 3 のみの収縮が始まる。

【0093】

レンズ枠 2 5 がレンズストッパ 3 5 に当接した後は、SMA ワイヤ 2 1 の収縮は、コイルバネ 2 6 の伸長力を受けられないため、コイルバネ 3 3 の収縮は、わずかの期間、一旦止まるので、検出抵抗値 R_{detect} の低下も一旦止まる。その後、再度、コイルバネ 3 3 の収縮が開始される。

位置 P2 は、コイルバネ 2 6 が動かなくなったタイミングである。正確には、位置 P2 は、コイルバネ 2 6 の動きが停止し、SMA ワイヤ 2 1 の収縮が一旦停止したタイミングである

50

。

【 0 0 9 4 】

図 1 3 は、近点端検出を説明するための図である。図 1 3 に示すように、位置 P 2 の前後では、検出抵抗値 R_{detect} の傾きが変化する。位置 P2 は、近点フォーカス位置に対応する力量変化ポイントである。

【 0 0 9 5 】

従って、上記式 (4) により、検出抵抗値の差分 ($R(t-2)-R(t-1)$) と検出抵抗値の差分 ($R(t-1)-R(t)$) の差の絶対値が所定の閾値 β よりも大きいとき (S 3 5 : Y E S)、すなわち、検出抵抗値の二次微分の絶対値が所定の値より大きいとき、検出抵抗値 R_{detect} の傾きの変曲点が存在すると判定することができる。よって、そのときの検出抵抗値 $R(t-1)$ を、近点端抵抗値 (Near 端抵抗値) とし、かつ近点端検出完了フラグ (NEARfin) に 1 を代入する (S 3 6)。また、検出抵抗値の差 ($R(t-2)-R(t-1)$) と検出抵抗値の差 ($R(t-1)-R(t)$) の差が所定の閾値 β よりも大きくないとき (S 3 5 : N O)、処理は、そのまま終了する。

【 0 0 9 6 】

近点端抵抗値が検出された後の時間サイクルでは、近点端検出完了フラグ (NEARfin) と 1 となるので (S 3 4 : Y E S)、CPU 5 1 は、連続する最新の所定数の (ここでは 5 個の) 検出抵抗値 R_{detect} と最新の検出抵抗値 R_{detect} との差が、所定の閾値 γ 内にあるいか否かが判定される (S 3 7 から S 4 1)。

【 0 0 9 7 】

図 1 0 に示したように、SMAワイヤ 2 1 に単調増加の加熱電流 $I(t)$ が流れるので、SMAワイヤ 2 1 は、収縮を続けるが、移動部材 3 0 はパイプ 3 2 の先端部に当接して、SMAワイヤ 2 1 の収縮が停止する。

【 0 0 9 8 】

図 8 において、位置 P3 は、コイルバネ 3 3 の動きが停止するタイミングである。位置 P3 以降も、SMAワイヤ 2 1 には加熱電流 $I(t)$ が流し続けられる。

始めに、S 3 7 では、5 個の連続する最新の検出抵抗値 R_{detect} において、最も古い 5 個前の検出抵抗値 $R(t-5)$ と 4 個前の検出抵抗値 $R(t-4)$ との差が、所定の閾値 γ よりも小さいか判定される。検出抵抗値 $R(t-5)$ と検出抵抗値 $R(t-4)$ との差が所定の閾値 γ 以上であると (S 3 7 : N O)、処理は、終了する。

【 0 0 9 9 】

検出抵抗値 $R(t-5)$ と検出抵抗値 $R(t-4)$ との差が所定の閾値 γ 未満であると (S 3 7 : Y E S)、5 個前の検出抵抗値 $R(t-5)$ と 3 個前の検出抵抗値 $R(t-3)$ との差が、所定の閾値 γ よりも小さいか判定される (S 3 8)。検出抵抗値 $R(t-5)$ と検出抵抗値 $R(t-3)$ との差が所定の閾値 γ 以上であると (S 3 8 : N O)、処理は、終了する。

【 0 1 0 0 】

検出抵抗値 $R(t-5)$ と検出抵抗値 $R(t-3)$ との差が所定の閾値 γ 未満であると (S 3 8 : Y E S)、5 個前の検出抵抗値 $R(t-5)$ と 2 個前の検出抵抗値 $R(t-2)$ との差が、所定の閾値 γ よりも小さいか判定される (S 3 9)。検出抵抗値 $R(t-5)$ と検出抵抗値 $R(t-2)$ との差が所定の閾値 γ 以上であると (S 3 9 : N O)、処理は、終了する。

【 0 1 0 1 】

検出抵抗値 $R(t-5)$ と検出抵抗値 $R(t-2)$ との差が所定の閾値 γ 未満であると (S 3 9 : Y E S)、5 個前の検出抵抗値 $R(t-5)$ と 1 個前の検出抵抗値 $R(t-1)$ との差が、所定の閾値 γ よりも小さいか判定される (S 4 0)。検出抵抗値 $R(t-5)$ と検出抵抗値 $R(t-1)$ との差が所定の閾値 γ 以上であると (S 4 0 : N O)、処理は、終了する。

【 0 1 0 2 】

検出抵抗値 $R(t-5)$ と検出抵抗値 $R(t-1)$ との差が所定の閾値 γ 未満であると (S 4 0 : Y E S)、5 個前の検出抵抗値 $R(t-5)$ と最新の検出抵抗値 $R(t)$ との差が、所定の閾値 γ よりも小さいか判定される (S 4 1)。検出抵抗値 $R(t-5)$ と検出抵抗値 $R(t)$ との差が所定の閾値 γ 以上であると (S 4 1 : N O)、処理は、終了する。

【0103】

検出抵抗値 $R(t-5)$ と検出抵抗値 $R(t)$ との差が所定の閾値 γ 未満であると(S41: YES)、移動部材30がパイプ32の先端部に当接して停止し、その結果、SMAワイヤ21の収縮も停止した状態であるとし、そのときの検出抵抗値 $R(t)$ をキャリブレーション端抵抗値(Cal端抵抗値)とし、かつキャリブレーション端検出完了フラグ(CALfin)に1を代入する(S42)。

【0104】

図14は、キャリブレーション端検出を説明するための図である。図14に示すように、位置P3以降、検出抵抗値 R_{detect} は変化しない。位置P3は、キャリブレーション端に対応する力量変化ポイントである。

なお、位置P3以降の検出抵抗値 R_{detect} が所定の時間、所定の範囲内にあって、変化しないことの判定は、以上のようなS37からS41のような判定方法以外でもよい。

【0105】

従って、S37～S41の判定により、5個の検出抵抗値に所定値以上の変化がないとき(S37～S41: YES)、SMAワイヤ21の状態がキャリブレーション端の状態であると判定することができる。

【0106】

以上のようにして、抵抗値判定処理(S5)において、遠点端抵抗値(Far端抵抗値)と近点端抵抗値(Near端抵抗値)とキャリブレーション端抵抗値(Cal端抵抗値)とが決定される。

【0107】

図6に戻り、キャリブレーションが終了か否かが判定される(S6)。その判定は、キャリブレーション端検出完了フラグ(CALfin)が1であるか否か、あるいはキャリブレーションの開始から時間が所定の時間を経過したか否かによって、行われる。

【0108】

キャリブレーション端検出完了フラグ(CALfin)が1であれば、図10に示すように遠点端抵抗値(Far端抵抗値)と近点端抵抗値(Near端抵抗値)とキャリブレーション端抵抗値(Cal端抵抗値)の3つの抵抗値が決定されたので、処理は終了する。また、キャリブレーションの時間が、所定の時間以上掛かっている場合は、何らかの異常が発生しているとして、制御ポイントの3つの抵抗値が決定されない場合にも、キャリブレーションは終了する。なお、この所定の時間は、SMAワイヤ21のバラツキを考慮して予め設定される時間であり、SMAワイヤ21のライフ耐性を損なわない時間である。

【0109】

キャリブレーションが終了でないと判定された場合(S6: NO)、CPU51は、時間サイクルを1つだけインクリメントして(S7)、処理は、S4へ戻る。

CPU51は、キャリブレーションの加熱期間が終了すると、加熱電流 $I(t)$ を0にセットする(S8)。そして、CPU51は、最大抵抗値 R_{max} である遠点端抵抗値(Far端抵抗値)、近点端抵抗値(Near端抵抗値)及び最小抵抗値 R_{min} であるキャリブレーション端抵抗値(Cal端抵抗値)の3つの抵抗値と、最大電流値 I_{max} とを、メモリ2aに格納する格納処理を実行し(S9)、処理を終了する。

【0110】

以上のように、制御部であるCPU51は、キャリブレーションが指示された時、所定の開始電流値である初期電流値 $I(0)$ から所定の最大電流値 I_{max} まで所定の割合で単調増加する電流をアクチュエータ20のSMAワイヤ21へ供給するための駆動信号 D_r を、出力制御回路52へ出力すると共に、検出回路53により検出されたSMAワイヤ21の抵抗値の二次微分値の絶対値が所定の閾値以上となった抵抗値をメモリ2aに記憶する。

そして、CPU51は、検出回路53により検出されたSMAワイヤ21の抵抗値が、所定の時間、所定の変動の範囲内にあるとき、検出回路53により検出されたSMAワイヤ21の抵抗値を不揮発性のメモリ2aに記憶する。

その結果、内視鏡2が使用されるとき、CPU51は、メモリ2aに記憶されたこれらの

10

20

30

40

50

制御ポイントのSMAワイヤ21の抵抗値に基づいて、アクチュエータ20の制御を適切に行うことができる。

【0111】

なお、以上の例では、キャリブレーション時に、加熱期間である制御ポイント抵抗値判定期間内に、遠点端抵抗値（Far端抵抗値）と近点端抵抗値（Near端抵抗値）を検出しているが、キャリブレーション時には、位置P1からP3までの期間の検出抵抗値RdetectをRAM等のメモリにログすなわち記録しておき、キャリブレーション後に、記録された検出抵抗値Rdetectのデータに基づいて、上記の式（3）と式（4）を用いて、遠点端抵抗値（Far端抵抗値）と近点端抵抗値（Near端抵抗値）を判定するようにしてもよい。

【0112】

以上のように、上述した実施の形態の内視鏡システムによれば、キャリブレーション時におけるアクチュエータの力量変換ポイントを精度良く特定することができる。よって、少なくとも精度の良い遠点端抵抗値（Far端抵抗値）と近点端抵抗値（Near端抵抗値）が得られているので、SMAを有するアクチュエータを用いた内視鏡のフォーカシング制御を精度良く行うことができる。

【0113】

また、上述した内視鏡システムによれば、力量変化ポイントが得られるので、上述したキャリブレーション処理の結果は、内視鏡システムにおけるアクチュエータのレスポンス評価等にも利用することができる。

【0114】

本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を変えない範囲において、種々の変更、改変等が可能である。

【符号の説明】

【0115】

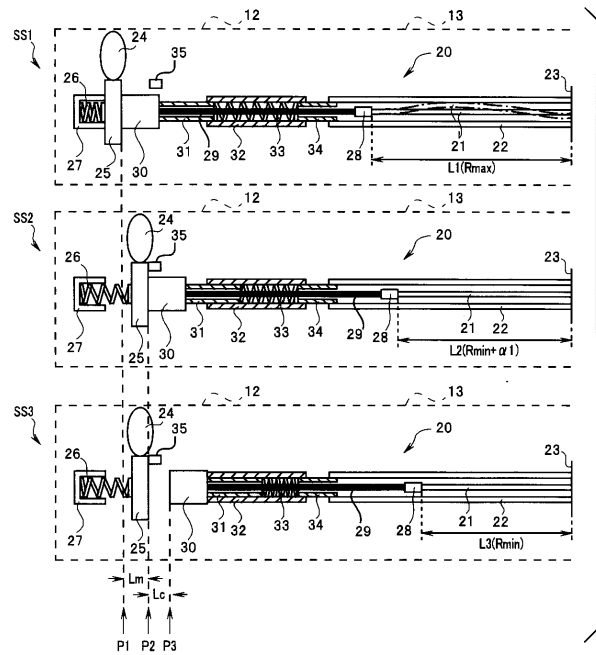
1 内視鏡システム、2 内視鏡、3 光源装置、5 ビデオプロセッサ、6 カラーモニタ、7 挿入部、7a 可撓管部、8 操作部、9 ユニバーサルコード、10 スコープコネクタ、11b 鉗子口、12 先端部、13 湾曲部、14 湾曲操作部、15 送気送水制御部、16 吸引制御部、17 スイッチ部、17a スイッチ、18 グリップ部、20 アクチュエータ、21 SMAワイヤ、22 チューブ、23 固定部材、24 レンズ、25 レンズ枠、26、33 コイルバネ、27 バネ固定部材、28 カシメ部材、29 ワイヤ、30 移動部材、31、32、34 パイプ、35 レンズストッパー、51 中央処理装置（CPU）、52 出力制御回路、53 検出回路、54 切替回路、63 演算増幅器、64 ノイズ除去回路、70 ローパスフィルタ、71 ボルテージフォロウ回路。

10

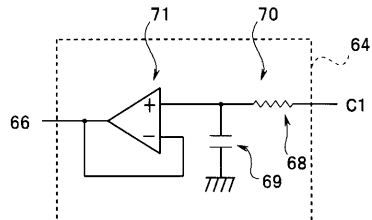
20

30

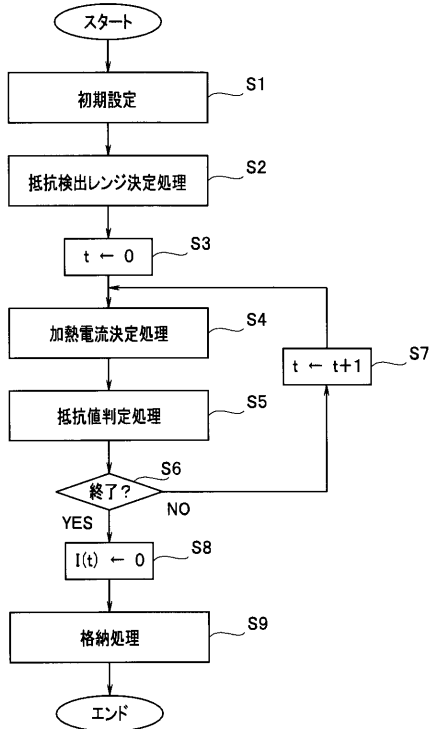
【 図 2 】



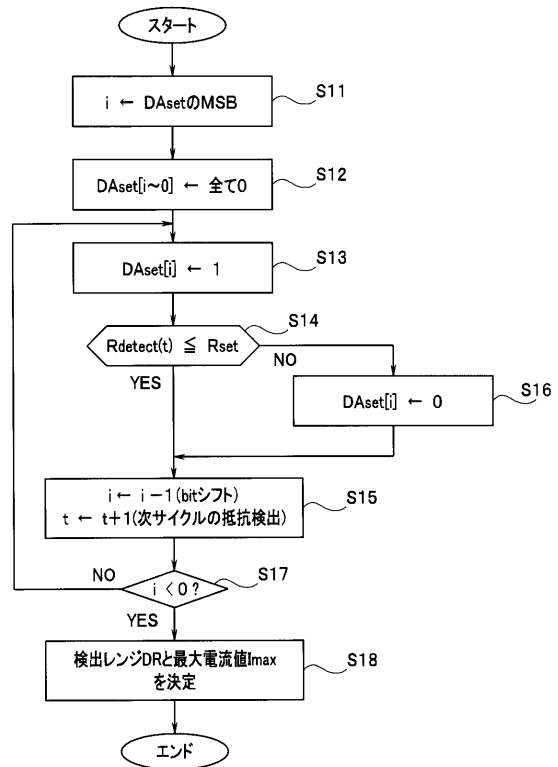
【 図 5 】



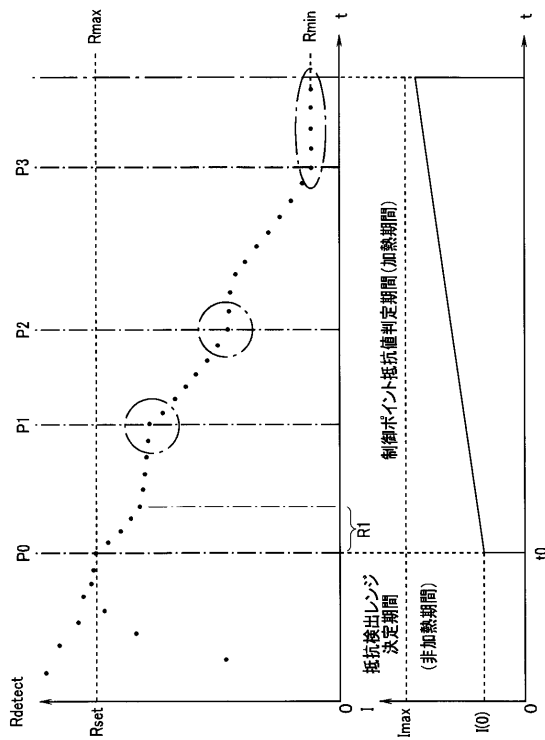
【図 6】



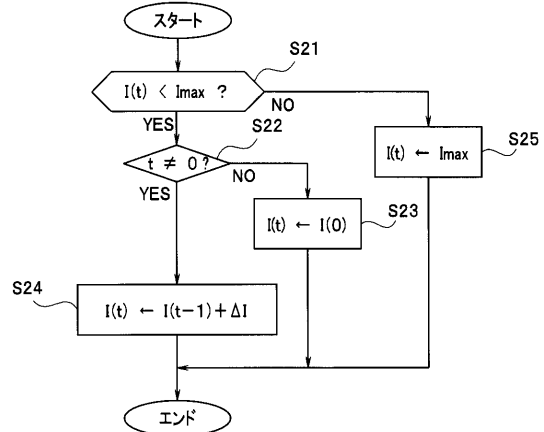
【図 7】



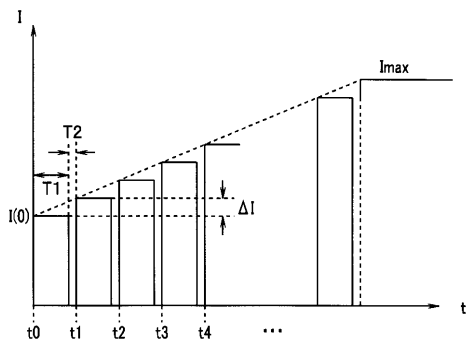
【図 8】



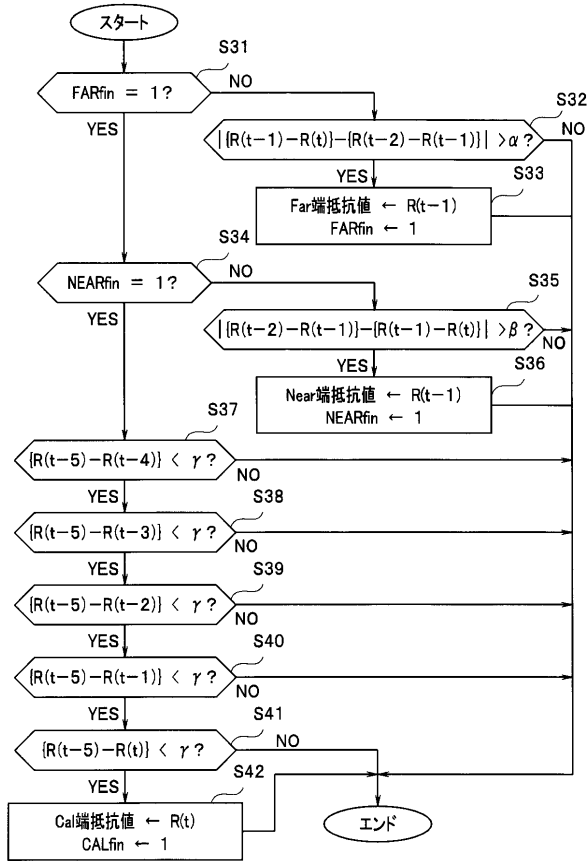
【図 9】



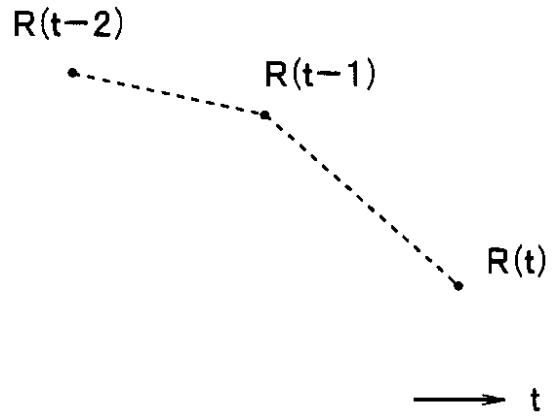
【図 10】



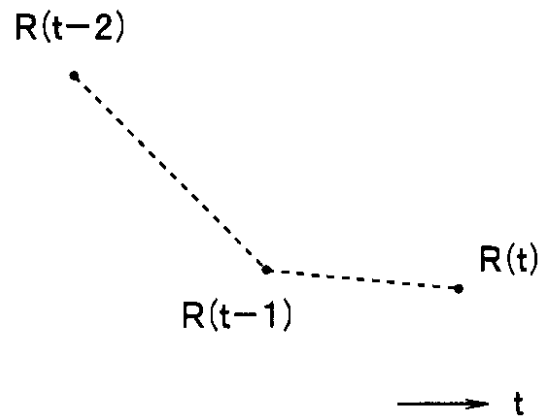
【図 1 1】



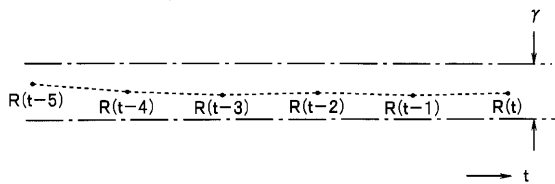
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(72)発明者 矢吹 公幸

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパスメディカルシステムズ株式会社内

F ターム(参考) 2H040 BA05 DA43 FA13 GA02

2H044 BE01 BE10

4C161 CC06 FF12 FF40 JJ02 LL02

专利名称(译)	内窥镜系统		
公开(公告)号	JP2013128663A	公开(公告)日	2013-07-04
申请号	JP2011280128	申请日	2011-12-21
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
[标]发明人	小川敦司 天野正一 藤澤豊 矢吹公幸		
发明人	小川 敦司 天野 正一 藤澤 豊 矢吹 公幸		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/24 G02B7/04 F03G7/06		
FI分类号	A61B1/00.300.Y G02B23/24.B G02B7/04.E F03G7/06.E A61B1/00.630 A61B1/00.731 A61B1/00.735		
F-TERM分类号	2H040/BA05 2H040/DA43 2H040/FA13 2H040/GA02 2H044/BE01 2H044/BE10 4C161/CC06 4C161/FF12 4C161/FF40 4C161/JJ02 4C161/LL02		
代理人(译)	伊藤 进		
其他公开文献	JP5800702B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供能够在校准期间准确指定致动器的力转换点的内窥镜系统。 解决方案：内窥镜系统1包括具有形状记忆元件的致动器20，用于驱动致动器20的输出控制电路52，以及用于检测移动构件30的位置的SMA线21的电阻值。检测电路53和CPU 51。当指示校准时，CPU 51向输出控制电路52输出驱动信号Dr，用于向致动器20提供以预定速率从预定启动电流值单调增加到预定最大电流值的电流。并且在存储器2a中存储电阻值，其中由检测电路53检测的SMA线21的电阻值的二次微分值的绝对值等于或大于预定阈值。 .The 11

