

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4960535号
(P4960535)

(45) 発行日 平成24年6月27日(2012.6.27)

(24) 登録日 平成24年3月30日(2012.3.30)

(51) Int.Cl.		F I			
A 6 1 B	1/00	(2006.01)	A 6 1 B	1/00	3 0 0 Y
G 0 2 B	23/24	(2006.01)	A 6 1 B	1/00	3 0 0 P
G 0 2 B	7/02	(2006.01)	G 0 2 B	23/24	A
G 0 2 B	7/04	(2006.01)	G 0 2 B	7/02	C
			G 0 2 B	7/04	E

請求項の数 13 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2011-554332 (P2011-554332)	(73) 特許権者	304050923
(86) (22) 出願日	平成23年5月25日(2011.5.25)		オリンパスメディカルシステムズ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/061988		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(87) 国際公開番号	W02012/005063	(74) 代理人	100076233
(87) 国際公開日	平成24年1月12日(2012.1.12)		弁理士 伊藤 進
審査請求日	平成23年12月28日(2011.12.28)	(72) 発明者	天野 正一
(31) 優先権主張番号	特願2010-156156 (P2010-156156)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
(32) 優先日	平成22年7月8日(2010.7.8)		リンパスメディカルシステムズ株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	矢吹 公幸
早期審査対象出願			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
		(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】 内視鏡システム及び内視鏡アクチュエータの制御方法

(57) 【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、

前記対物光学系を移動する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駆動信号を出力する制御部とを備え、

前記制御部は、

前記指示入力部に入力された前記対物光学系の第1の位置から第2の位置への移動指示に基づいて、前記第1の位置から前記第2の位置を超えて第3の位置へ、前記移動部材を移動させる為の電流を前記形状記憶素子へ流すように前記駆動信号を出力し、

前記移動部材が前記第3の位置へ到達した時、前記第3の位置に対応した前記形状記憶素子の抵抗値よりも小さく前記移動部材の移動範囲における最小抵抗値よりも大きい第1の抵抗値になるまで前記形状記憶素子に第1の定電流を流すように前記駆動信号を出力し、

10

20

前記形状記憶素子の抵抗値が前記第1の抵抗値になると、前記形状記憶素子に、前記第1の定電流より小さい第1の保持用定電流を流すように前記駆動信号を出力し、

前記形状記憶素子に前記第1の保持用定電流を流しているときに、前記形状記憶素子の抵抗値が前記第1の抵抗値より大きい第2の抵抗値になると、前記形状記憶素子の抵抗値が前記最小抵抗値に到達しない範囲で、前記移動部材を前記第2の位置よりも前記第1の位置から遠い位置に保持する為の電流を、前記形状記憶素子へ流すように前記駆動信号を出力する、

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、前記形状記憶素子の抵抗値が前記第1の抵抗値になるまで前記形状記憶素子に第2の定電流を流すことと、前記形状記憶素子の抵抗値が前記第1の抵抗値になると、前記形状記憶素子に流れる電流を、前記第2の定電流の電流値よりも小さい第3の電流値になるまで減少させて第2の保持用定電流を流すことと、を繰り返すことによって、前記移動部材を前記第2の位置よりも前記第1の位置から遠い位置に保持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。

10

【請求項3】

前記第2の定電流の電流値は、前記第1の定電流の電流値よりも小さいことを特徴とする請求項2に記載の内視鏡システム。

【請求項4】

前記制御部は、前記移動部材を前記第2の位置よりも前記第1の位置から遠い位置に保持するときに、前記形状記憶素子の抵抗値が前記第1の抵抗値になると、前記第2の保持用定電流の電流値を第1の所定値だけ増加させることを特徴とする請求項2に記載の内視鏡システム。

20

【請求項5】

前記制御部は、前記移動部材を前記第2の位置よりも前記第1の位置から遠い位置に保持するときに、前記形状記憶素子に前記第2の保持用定電流を流してから前記形状記憶素子の抵抗値が前記第2の抵抗値になるまでの時間が所定時間以上かかったときは、前記第2の保持用定電流の電流値を第2の所定値だけ減少させ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6】

30

前記形状記憶素子の最小抵抗値を記憶する不揮発性のメモリを有することを特徴する請求項1に記載の内視鏡システム。

【請求項7】

前記制御部は、前記第1の位置から第3の位置へ前記移動部材を移動させるために前記形状記憶素子へ電流を流す制御を、前記抵抗値検出部により検出された抵抗値と、前記形状記憶素子の前記第3の位置に対応する抵抗値に基づく比例及び微分制御により行う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8】

形状記憶素子を有し、被写体を撮像する撮像素子のための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、前記対物光学系を移動する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駆動信号を出力する制御部とにより、内視鏡の前記アクチュエータを制御する方法であって、

40

前記制御部は、前記指示入力部に入力された前記対物光学系の第1の位置から第2の位置への移動指示に基づいて、前記第1の位置から前記第2の位置を超えて第3の位置へ、前記移動部材を移動させる為の電流を前記形状記憶素子へ流すように前記アクチュエータ駆動部に前記駆動信号を出力し、

前記制御部は、前記移動部材が前記第3の位置へ到達した時、前記第3の位置に対応し

50

た前記形状記憶素子の抵抗値よりも小さく前記移動部材の移動範囲における最小抵抗値よりも大きい第1の抵抗値になるまで前記形状記憶素子に第1の定電流を流すように前記アクチュエータ駆動部に前記駆動信号を出力し、

前記制御部は、前記形状記憶素子の抵抗値が前記第1の抵抗値になると、前記形状記憶素子に、前記第1の定電流より小さい第1の保持用定電流を流すように前記アクチュエータ駆動部に前記駆動信号を出力し、

前記制御部は、前記形状記憶素子に前記第1の保持用定電流を流しているときに、前記形状記憶素子の抵抗値が前記第1の抵抗値より大きい第2の抵抗値になると、前記形状記憶素子の抵抗値が前記最小抵抗値に到達しない範囲で、前記移動部材を前記第2の位置よりも前記第1の位置から遠い位置に保持する為の電流を、前記形状記憶素子へ流すように前記アクチュエータ駆動部に前記駆動信号を出力する、
ことを特徴とする内視鏡アクチュエータの制御方法。

【請求項9】

前記制御部は、前記形状記憶素子の抵抗値が前記第1の抵抗値になるまで前記形状記憶素子に第2の定電流を流すことと、前記形状記憶素子の抵抗値が前記第1の抵抗値になると、前記形状記憶素子に流れる電流を、前記第2の定電流の電流値よりも小さい第3の電流値になるまで減少させて第2の保持用定電流を流すことと、を繰り返すことによって、前記移動部材を前記第2の位置よりも前記第1の位置から遠い位置に保持することを特徴とする請求項8に記載の内視鏡アクチュエータの制御方法。

【請求項10】

前記第2の定電流の電流値は、前記第1の定電流の電流値よりも小さいことを特徴とする請求項9に記載の内視鏡アクチュエータの制御方法。

【請求項11】

前記制御部は、前記移動部材を前記第2の位置よりも前記第1の位置から遠い位置に保持するときに、前記形状記憶素子の抵抗値が前記第1の抵抗値になると、前記第2の保持用定電流の電流値を第1の所定値だけ増加させることを特徴とする請求項9に記載の内視鏡アクチュエータの制御方法。

【請求項12】

前記制御部は、前記移動部材を前記第2の位置よりも前記第1の位置から遠い位置に保持するときに、前記形状記憶素子に前記第2の保持用定電流を流してから前記形状記憶素子の抵抗値が前記第2の抵抗値になるまでの時間が所定時間以上かかったときは、前記第2の保持用定電流の電流値を第2の所定値だけ減少させることを特徴とする請求項8に記載の内視鏡アクチュエータの制御方法。

【請求項13】

前記制御部は、前記第1の位置から第3の位置へ前記移動部材を移動させるために前記形状記憶素子へ電流を流す制御を、前記抵抗値検出部により検出された抵抗値と、前記形状記憶素子の前記第3の位置に対応する抵抗値に基づく比例及び微分制御により行うことを特徴とする請求項8に記載の内視鏡アクチュエータの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡システム及び内視鏡アクチュエータの制御方法に関し、特に、対物光学系を移動させるために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及び内視鏡アクチュエータの制御方法に関する。

【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。

10

20

30

40

50

【0003】

近年、日本国特開2009-148369号公報に開示されているように、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が提案されている。そこでは、そのレンズ枠を移動させるアクチュエータとして、形状記憶合金が用いられている。

【0004】

その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。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機能が実現されている。

10

【0005】

また、形状記憶合金を用いたアクチュエータに関しては、例えば日本国特開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。

【0006】

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。

【0007】

しかし、内視鏡システムにおいて、上記日本国特開2010-48120号公報に開示のアクチュエータシステムを利用することは、フォーカス機能におけるフォーカスの応答性、省電力性及び形状記憶合金の耐久性の点で、問題がある。

20

まず、内視鏡システムにそのアクチュエータシステムを適用したとすると、2つの焦点位置がある場合に、レンズを第2の位置から第1の位置に移動させるときの応答性が悪いという問題がある。例えば、電流を流してワイヤを収縮させた状態の第2の位置から電流の供給を制御してワイヤを伸長させた状態の第1の位置に変化させる場合、電流の供給を制御しても、直ちにレンズが第1の位置に直ぐに移動しない虞がある。

【0008】

さらに、そのアクチュエータシステムでは、第2のレンズの位置に保持するために、常にワイヤに同じ電流を供給しなければならず、消費電力が常に一定量発生して、省電力性の点で問題がある。

30

【0009】

また、そのアクチュエータシステムでは、キャリブレーションの度に最小抵抗値の検出が行われるため、形状記憶素子の耐久性の劣化が進むという問題があった。

【0010】

そこで、本発明は、上述したこれらの問題を考慮してなされたもので、レンズ移動の応答性、レンズ駆動制御における省電力性、及び形状記憶素子の耐久性の向上を図った内視鏡システム及び内視鏡アクチュエータの制御方法を提供することを目的とする。

【発明の開示】

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一態様の内視鏡システムは、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、前記対物光学系を移動する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駆動信号を出力する制御部とを備える。前記制御部は、前記指示入力部に入力された前記対物光学系の第1の位置から第2の位置への移

50

動指示に基づいて、前記第 1 の位置から前記第 2 の位置を超えて第 3 の位置へ、前記移動部材を移動させる為の電流を前記形状記憶素子へ流すように前記駆動信号を出力し、前記移動部材が前記第 3 の位置へ到達した時、前記第 3 の位置に対応した前記形状記憶素子の抵抗値よりも小さく前記移動部材の移動範囲における最小抵抗値よりも大きい第 1 の抵抗値になるまで前記形状記憶素子に第 1 の定電流を流すように前記駆動信号を出力し、前記形状記憶素子の抵抗値が前記第 1 の抵抗値になると、前記形状記憶素子に、前記第 1 の定電流より小さい第 1 の保持用定電流を流すように前記駆動信号を出力し、前記形状記憶素子に前記第 1 の保持用定電流を流しているときに、前記形状記憶素子の抵抗値が前記第 1 の抵抗値より大きい第 2 の抵抗値になると、前記形状記憶素子の抵抗値が前記最小抵抗値に到達しない範囲で、前記移動部材を前記第 2 の位置よりも前記第 1 の位置から遠い位置に保持する為の電流を、前記形状記憶素子へ流すように前記駆動信号を出力する。

10

【 0 0 1 2 】

本発明の一態様の内視鏡アクチュエータの制御方法は、形状記憶素子を有し、被写体を撮像する撮像素子のための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、前記対物光学系を移動する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駆動信号を出力する制御部とにより、内視鏡の前記アクチュエータを制御する方法であって、前記制御部は、前記指示入力部に入力された前記対物光学系の第 1 の位置から第 2 の位置への移動指示に基づいて、前記第 1 の位置から前記第 2 の位置を超えて第 3 の位置へ、前記移動部材を移動させる為の電流を前記形状記憶素子へ流すように前記アクチュエータ駆動部に前記駆動信号を出力し、前記制御部は、前記移動部材が前記第 3 の位置へ到達した時、前記第 3 の位置に対応した前記形状記憶素子の抵抗値よりも小さく前記移動部材の移動範囲における最小抵抗値よりも大きい第 1 の抵抗値になるまで前記形状記憶素子に第 1 の定電流を流すように前記アクチュエータ駆動部に前記駆動信号を出力し、前記制御部は、前記形状記憶素子の抵抗値が前記第 1 の抵抗値になると、前記形状記憶素子に、前記第 1 の定電流より小さい第 1 の保持用定電流を流すように前記アクチュエータ駆動部に前記駆動信号を出力し、前記制御部は、前記形状記憶素子に前記第 1 の保持用定電流を流しているときに、前記形状記憶素子の抵抗値が前記第 1 の抵抗値より大きい第 2 の抵抗値になると、前記形状記憶素子の抵抗値が前記最小抵抗値に到達しない範囲で、前記移動部材を前記第 2 の位置よりも前記第 1 の位置から遠い位置に保持する為の電流を、前記形状記憶素子へ流すように前記アクチュエータ駆動部に前記駆動信号を出力する。

20

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】本発明の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 】本発明の実施の形態に係わ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 】本発明の実施の形態に係わる、SMAワイヤ 2 1 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。

40

【 図 4 】本発明の実施の形態に係わるキャリブレーション処理の流れを示すフローチャートである。

【 図 5 】本発明の実施の形態に係わる、キャリブレーション処理において、モニタ 6 に表示される画面の遷移を示す図である。

【 図 6 】本発明の実施の形態に係わる近点フォーカス位置への切替制御の流れを示すフローチャートである。

【 図 7 】本発明の実施の形態に係わる、最小抵抗値 R_{min} 、最大抵抗値 R_{max} 及び各目標抵抗値と、各処理との内容を対応付けて説明するための図である。

【 図 8 】本発明の実施の形態に係わるSMAワイヤ 2 1 への供給電流の時系列変化を示す図である。

50

【図 9】本発明の実施の形態に係わる、各制御について、開始条件、終了条件、制御方式及び駆動電流を纏めた表TBLである。

【図 10】本発明の実施の形態に係わる内視鏡システムのモニタの表示例を示す図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【0015】

(全体構成)

まず図 1 に基づき、本実施の形態に係わる内視鏡システムの構成を説明する。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。

10

【0016】

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、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。

【0017】

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。

20

【0018】

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21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。

【0019】

挿入部7の先端部12の観察窓の背面側には、先端部12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12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。

30

【0020】

操作部8は、下部側の側部に配設される鉗子口11bと、中途部のグリップ部18と、上部側に設けられた2つの湾曲操作部14と、送気送水制御部15と、吸引制御部16と、複数のスイッチ17aから構成された主に撮像機能进行操作するスイッチ部17と、から構成されている。

複数のスイッチ17a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。

【0021】

(先端部におけるアクチュエータの構成)

40

図2は、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2に示すアクチュエータ20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20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21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22内に挿通されている。SMAワイヤ21の基端部は、挿入部7内の固定部材23に固定されている。

【0022】

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24は、レンズ枠2

50

5に固定されている。レンズ24は、レンズ枠25の移動に伴い移動する。第1のコイルバネ26が、バネ固定部材27とレンズ枠25の間に配置されており、バネ固定部材27は、挿入部7の先端部12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25は、弾性部材であるコイルバネ26により、挿入部7の基端側に押圧されている。

【0023】

ワイヤ21の先端部は、カシメ部材28により、ステンレス(SUS)製のワイヤ29の一端に接続されている。ワイヤ29の他端は、レンズ枠25に向かって進退すなわち移動する移動部材30に接着され固定されている。すなわち、SMAワイヤ21は、ワイヤ29を介して移動部材30に接続されている。SMAワイヤ21を移動部材30に直接接続しないのは、挿入部7の先端部12に設けられている撮像素子(図示せず)がSMAワイヤ21の発熱の影響を受けないようにするためである。

10

【0024】

パイプ31の一端は、移動部材30の基端部に接続され固定されている。パイプ31の他端は、パイプ32の先端側内部に挿通されて、パイプ32内に挿通されている第2のコイルバネ33の先端部に接触している。パイプ32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31は、パイプ32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25に当接する移動部材30は、弾性部材であるコイルバネ33により、先端側へ押圧されている。コイルバネ33のバネ力量は、コイルバネ26のバネ力量よりも大きい。コイルバネ26と33は、共に圧縮された状態で、バネ固定部材27とパイプ32内に設けられる。

20

【0025】

パイプ34の基端部が、チューブ22の先端部に挿通されて固定されている。パイプ34の先端部が、パイプ32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34の先端部は、パイプ32内においてコイルバネ33の基端部に当接している。

【0026】

ワイヤ29は、パイプ22, 31, 32, 34及びコイルバネ33の内側空間内に挿通され、カシメ部材28を介して接続されたSMAワイヤ21も、パイプ22内に挿通されている。SMAワイヤ21には、2つの端子部(図示せず)が設けられ、後述するように、2つの端子部を介して電流が流せるようになっている。

30

また、先端硬質部材内には、レンズストッパー35が固定されて設けられている。レンズストッパー35は、移動部材30が基端側に移動したときにレンズ枠25と突き当たって、レンズ枠25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。

【0027】

図2において、状態SS1は、SMAワイヤ21に電流が流れていないときの状態を示す。SMAワイヤ21は、チューブ22内で、いくらかの弛みを持ちながら、伸びた状態にある。パイプ31がコイルバネ33のバネ力量により先端側に押圧されている。コイルバネ33の伸びようとするバネ力量は、コイルバネ26の伸びようとするバネ力量よりも大きいので、パイプ31は、移動部材30を先端側に押圧する。そのとき、移動部材30がレンズ枠25を先端側に押圧するため、レンズ枠25はバネ固定部材27に当接し、先端方向に向かってバネ固定部材27を押圧している状態にある。状態SS1では、移動部材30の先端が、第1の位置P1に位置している。移動部材30の先端が第1の位置P1にあるとき、レンズ枠25に固定されたレンズ24の位置は、対物光学系の遠点フォーカス位置である。

40

【0028】

状態SS1においてSMAワイヤ21に電流を流すと、SMAワイヤ21は発熱し、収縮を開始する。SMAワイヤ21の収縮につれて、ワイヤ21の弛み分がとれ、ワイヤ29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26のバネ力量の和が、コイルバネ33の伸びようとするバネ力量よりも大きくなると、ワイヤ21に連結されたワイヤ29が基端側に移動する。

【0029】

50

ワイヤ 29 の移動の途中で、レンズ枠 25 が、レンズストッパ 35 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 24 の基端側への移動は停止する。状態 SS2 では、移動部材 30 の先端が、第 2 の位置 P2 に位置している。移動部材 30 が第 2 の位置 P2 にあるとき、レンズ枠 25 に固定されたレンズ 24 の位置は、対物光学系の近点フォーカス位置である。

【 0 0 3 0 】

レンズ枠 25 がレンズストッパ 35 に当接した後も、ワイヤ 21 に電流を流し続けると、SMA ワイヤ 21 はさらに発熱して収縮する。SMA ワイヤ 21 の収縮により、ワイヤ 29 が基端側に移動するため、移動部材 30 も基端側に移動する。移動部材 30 は、パイプ 32 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 30 の先端が、第 3 の位置 P3 に位置している。移動部材 30 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 25 の移動は、レンズストッパ 35 により阻止されているので、レンズ枠 25 に固定されたレンズ 24 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 25 は、コイルバネ 26 により基端方向に向かってレンズストッパ 35 に押圧された状態で静止した状態にある。

10

移動部材 30 がパイプ 32 の先端部に当接して停止した後、SMA ワイヤ 21 に電流を流し続けても、SMA ワイヤ 21 は、ワイヤ 29 が伸びないため、収縮することが出来ない（状態 SS3）。

【 0 0 3 1 】

よって、SMA ワイヤ 21 への電流を制御することにより、移動部材 30 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 25 の稼働範囲（すなわちレンズ 24 の稼働範囲）は、第 1 の位置 P1 と第 2 の位置 P2 の間である。

20

【 0 0 3 2 】

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。

30

【 0 0 3 3 】

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 L_c が、予め設けられている。クリアランス領域 L_c は、位置 P2 と P3 間である。クリアランス領域 L_c 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。

【 0 0 3 4 】

ここで、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。

40

【 0 0 3 5 】

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 L_m 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 L_c である。

【 0 0 3 6 】

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だけを示している。制御回路 41 は、制御部としての中央処理装置

50

(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。

【0037】

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。

CPU51は、出力制御回路52に駆動信号Drを供給し、出力制御回路52は、切替回路54に電流信号を出力する。また、CPU51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21への供給電流の制御を行う。すなわち、CPU51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54に切替信号Swを供給する。よって、切替回路54は、加熱制御期間T1では、出力制御回路52からの電流信号をSMAワイヤ21に出力し、抵抗値検出期間T2では、所定の抵抗検出用電圧をSMAに供給し、SMAワイヤ21の両端で生じる電圧降下値からSMAワイヤ21の抵抗値を検出するように、切り替わる。

【0038】

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21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21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。

【0039】

従って、CPU51は、操作部8の所定のスイッチの操作に応じて、レンズ24を近点フォーカス位置に駆動するとき、加熱制御期間T1にSMAワイヤ21に所定の駆動電流を供給し、抵抗値検出期間T2に所定の検出用電流をSMAワイヤ21に供給してSMAワイヤ21の抵抗値を検出する。検出回路53は、検出された抵抗値を、検出信号DsとしてCPU51に供給する。

【0040】

操作部8の所定のスイッチによりレンズ24の遠点フォーカス位置へ移動が指示されると、CPU51は、加熱制御期間T1にSMAワイヤ21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21に供給してSMAワイヤ21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21は収縮することが出来ず、レンズ24は、遠点フォーカス位置になる。

【0041】

(キャリブレーション処理)

次に、SMAワイヤ21の最小抵抗値と最大抵抗値の測定と記憶の処理について説明する。本実施形態では、SMAワイヤ21の抵抗値を参照しながら、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+)である。レンズ24は、最大抵抗値Rmaxと抵抗値(Rmin+)の範囲で移動する。

【0042】

最小抵抗値Rminと最大抵抗値Rmaxは、SMAワイヤ21の線径のバラツキ、カット時のワイヤ長のバラツキ、アクチュエータとして組み立て時の組み込み寸法のバラツキ等がある

10

20

30

40

50

ため、アクチュエータ毎に異なるので、アクチュエータ固有の特性値である。その特性値の測定は、キャリブレーション処理として、工場出荷時に行われる。なお、このキャリブレーション処理は、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。

【0043】

キャリブレーション処理により測定された最小抵抗値Rminと最大抵抗値Rmaxは、内視鏡2に内蔵された不揮発性のメモリ2aに記憶される。図1では、不揮発性のメモリ2aは、操作部7内に配置されている。

【0044】

図4は、そのキャリブレーション処理の流れを示すフローチャートである。この処理は、内視鏡2とプロセッサ5を接続した状態でプロセッサ5を起動したときに、工場出荷前
10
に実行されるか、あるいは工場出荷後にユーザがプロセッサ5を起動したときに、実行される。

【0045】

まず、プロセッサ5は、電源スイッチ（図示せず）がオンされると、CPU51は、プロセッサ5の起動処理を実行する（S1）。その起動処理後、CPU51は、内視鏡2のメモリ2a内に、メモリワイヤ21の最小抵抗値Rminと最大抵抗値Rmaxの情報が記憶されているか否かを判定する（S2）。この判定は、CPU51が、メモリ2aの所定の記憶領域のデータを読み出すことによって行われる。最小抵抗値Rminと最大抵抗値Rmaxの情報がメモリ2aに記憶されているとき（S2: YES）、処理は、何もせず終了する。

【0046】

最小抵抗値Rminと最大抵抗値Rmaxの情報がメモリ2aに記憶されていないとき（S2: NO）
20
）、CPU51は、モニタ6に所定のメッセージ画面を表示する（S3）。図5は、キャリブレーション処理において、モニタ6に表示される画面の遷移を示す図である。図5の画面G1は、S3の処理により表示される画面の例である。画面G1には、キャリブレーションによる最小抵抗値Rminと最大抵抗値Rmaxが未設定であることを告知するメッセージが表示されると共に、キャリブレーションの実行コマンドを出力するための「実行」ボタンが表示される。出荷検査者あるいはユーザは、画面上のカーソルを移動させて、実行ボタンを選択すると、キャリブレーションの実行をCPU51に対して指示することができる。

【0047】

S3の後、その実行が指示されたか否かが判定され（S4）、指示されないと（S4: NO）、
30
処理は、S3に戻る。

その実行が指示されると（S4: YES）、CPU51は、キャリブレーション処理を実行する（S5）。キャリブレーション処理のとき、挿入部7を真っ直ぐに伸ばした状態で、ワイヤ21に電流を流す前のSMAワイヤ21の抵抗値を測定して、最大抵抗値Rmaxのデータを取得する。その後、SMAワイヤ21に電流を流し、移動部材30が位置P3にあるときに、SMAワイヤ21の抵抗値を測定して、最小抵抗値Rminのデータを取得する。S5の処理を実行中、CPU51は、図5の画面G2をモニタ6に表示する。画面G2には、現在キャリブレーション処理が実行中であるため、しばらく待つことをユーザ等に告知するメッセージが表示される。

【0048】

S5の処理が終了すると、CPU51は、キャリブレーション完了のメッセージ画面をモニタ6に表示する（S6）。図5の画面G3は、そのキャリブレーション完了のメッセージ画面の例である。画面G3には、キャリブレーションが完了したことのメッセージが含まれる。

以上のようにして、最小抵抗値Rminと最大抵抗値Rmaxのデータを取得して、メモリ2aに記憶するキャリブレーション処理が実行される。

【0049】

メモリ2aに記憶された最小抵抗値Rminと最大抵抗値Rmaxのデータは、内視鏡システムの使用時に、CPU51がメモリ2aから読み出して、後述するフォーカス制御時に用いられる。
50

【 0 0 5 0 】

なお、最小抵抗値 R_{min} と最大抵抗値 R_{max} は、内視鏡 2 に挿入されたアクチュエータ 2 0 の固有値であるため、内視鏡 2 内部に具備されたメモリ 2 a に記憶される。メモリ 2 a には、後述するフォーカス制御において用いられる各目標抵抗値設定用のパラメータ、上限電流値、各定電流の電流値、及び各定電流変更用のパラメータ等も、併せて記憶するようにしてもよい。

【 0 0 5 1 】

(フォーカス切替制御)

内視鏡 2 のフォーカス制御は、2 つの位置、すなわち近点フォーカス位置と遠点フォーカス位置の制御である。ユーザは、内視鏡 2 のモニタ 6 に表示される被写体像を見ながら、操作部 8 の複数の操作スイッチ 1 7 a の中の所定のスイッチを操作することによって、被写体像のフォーカス位置を、近点フォーカス位置と遠点フォーカス位置のいずれかに設定することができる。遠点フォーカス位置が選択されているときは、SMAワイヤ 2 1 に電流が流れておらず、SMAワイヤ 2 1 は伸びた状態にある。近点フォーカス位置が選択されると、SMAワイヤ 2 1 に電流が流されて、SMAワイヤ 2 1 は縮んだ状態にある。

【 0 0 5 2 】

CPU 5 1 は、指示入力部である複数のスイッチ 1 7 a のスイッチに入力された指示と、検出回路 5 3 により検出された抵抗値に対応する移動部材 3 0 の位置に基づいて、出力制御回路 5 2 へ駆動信号 Dr を出力する制御部を構成する。

【 0 0 5 3 】

(近点フォーカス位置の制御)

図 6 は、近点フォーカス位置への切替制御の流れを示すフローチャートである。図 7 は、最小抵抗値 R_{min} 、最大抵抗値 R_{max} 及び各目標抵抗値と、各処理との内容を対応付けて説明するための図である。図 8 は、SMAワイヤ 2 1 への供給電流の時系列変化を示す図である。近点フォーカス位置の制御は、主として、近点フォーカス切替初期制御 $SC1$ と、近点フォーカス保持制御 $SC2$ に分けられる。近点フォーカスの指示があると、メイン制御ステータスは、まず、近点フォーカス切替初期制御 $SC1$ になり、その後近点フォーカス保持制御 $SC2$ に移行する。

【 0 0 5 4 】

(近点フォーカス切替初期制御 $SC1$)

CPU 5 1 は、ユーザが近点フォーカスの指示を行ったか否かを判定する ($S11$)。近点フォーカスの指示がなければ ($S11:NO$)、処理は何もしない。

近点フォーカスの指示があると ($S11:YES$)、制御部である CPU 5 1 は、抵抗値情報から SMAワイヤ 2 1 に供給する電流値を算出して、その電流値を供給するための駆動信号 Dr を出力する ($S12$)。具体的には、CPU 5 1 は、検出回路 5 3 により検出されたワイヤ 2 1 の抵抗値と、所定の目標抵抗値 1 との情報から SMAワイヤ 2 1 に流す電流の電流値を算出して、算出された電流を上述した加熱制御期間 $T1$ 内に出力するように出力制御回路 5 2 に駆動信号 Dr を供給する。

【 0 0 5 5 】

目標抵抗値 1 は、図 7 に示すように、最小抵抗値 R_{min} に所定のパラメータ $Param1$ を加算した抵抗値である。SMAワイヤ 2 1 の抵抗値と長さは、所定の関係を有する。さらに、SMAワイヤ 2 1 は、印加電流と抵抗値の間に所定の関係を有する。その関係は、SMAワイヤ 2 1 が伸びた状態から電流が印加されて収縮していく状態になる場合と、SMAワイヤ 2 1 が収縮した状態から電流の印加量が減少して伸びていく状態になる場合とで、電流値と抵抗値の関係が異なる、所謂ヒステリシス特性を有する。

なお、目標抵抗値 1 は、パラメータ $Param1$ の変更により変更可能となっている。

【 0 0 5 6 】

$S12$ における目標抵抗値 1 は、このヒステリシス特性を考慮して予め設定されている。さらに、目標抵抗値 1 は、移動部材 3 0 がクリアランス領域 Lc 内の所定の位置に対応する抵抗値である。

【 0 0 5 7 】

具体的には、目標抵抗値 1 は、図 7 に示すように、対物レンズ 2 4 の稼働範囲である位置 P1 と P2 間のレンズ稼働領域 L_m を超えて、クリアランス領域 L_c 内において、曲率半径差に起因する移動部材 3 0 の移動量以上の位置に対応する抵抗値に設定される。

【 0 0 5 8 】

ここでは、SMAワイヤ 2 1 に印加する電流の電流値は、検出回路 5 3 により検出されたワイヤ 2 1 の抵抗値と、所定の目標抵抗値 1 とに基づく PD (比例及び微分) 制御の演算により決定される。具体的には、CPU 5 1 は、位置 P1 から目標抵抗値 1 の位置へ移動部材 3 0 を移動させるために SMA ワイヤ 2 1 へ電流を流して加熱するために制御を、検出回路 5 3 により検出された抵抗値と、SMA ワイヤ 2 1 の目標抵抗値 1 の位置に対応する抵抗値に
10

【 0 0 5 9 】

そして、検出回路 5 3 により検出されたワイヤ 2 1 の現在の抵抗値が、目標抵抗値 1 に到達したか否かが判定される (S13)。現在の抵抗値が目標抵抗値 1 に到達していないときは、処理は、S12 に戻る。S11 から S13 の処理が、初期抵抗制御 (A) を構成する。

【 0 0 6 0 】

初期抵抗制御 (A) では、CPU 5 1 は、指示入力部である操作部 8 に入力されたレンズ 2 4 の遠点の位置 P1 から近点の位置 P2 への移動指示に基づいて、遠点の位置 P1 から近点の位置 P2 を超えて目標抵抗値 1 に対応する位置へ、移動部材 3 0 を移動させるための電流を SMA
20

【 0 0 6 1 】

以上のように、レンズ 2 4 を近点フォーカス位置に駆動するときは、図 7 の初期抵抗制御 (A) により、電流の供給による加熱と抵抗値検出の期間が交互に切り替わりながら、SMA ワイヤ 2 1 への電流の供給は行われる。

【 0 0 6 2 】

検出回路 5 3 により検出されたワイヤ 2 1 の現在の抵抗値が、目標抵抗値 1 に到達すると、CPU 5 1 は、第 1 の定電流により SMA ワイヤ 2 1 を予備加熱する (S14)。具体的には CPU 5 1 が、第 1 の定電流値の定電流を SMA ワイヤ 2 1 に供給する定電流制御のための駆動
30

【 0 0 6 3 】

そして、検出回路 5 3 により検出されたワイヤ 2 1 の現在の抵抗値が、目標抵抗値 2 に到達したか否かが判定される (S15)。現在の抵抗値が目標抵抗値 2 に到達していないときは、処理は、S14 に戻る。目標抵抗値 2 は、最小抵抗値 R_{min} に所定のパラメータ Param 2 を加算した値である。パラメータ Param 2 の値は、パラメータ Param 1 の値よりも小さい。S14 と S15 の処理が、予備加熱制御 (B) を構成する。

【 0 0 6 4 】

予備加熱制御 (B) では、CPU 5 1 は、SMA ワイヤ 2 1 の抵抗値が SMA ワイヤ 2 1 の最小抵抗値 R_{min} よりも大きい目標抵抗値 2 になるまで SMA ワイヤ 2 1 に第 1 の定電流を流して SMA
40

なお、目標抵抗値 2 は、パラメータ Param 2 の変更により変更可能となっている。

【 0 0 6 5 】

以上のように、図 7 の初期抵抗制御 (A) の後も、第 1 の定電流の供給による加熱と抵抗値検出の期間が交互に切り替わりながら、現在の抵抗値が目標抵抗値 2 になるまで、SMA ワイヤ 2 1 の予備加熱を行う予備加熱制御 (B) が行われる。

【 0 0 6 6 】

ここで、SMA ワイヤ 2 1 を目標抵抗値 2 まで、PD 制御だけで行わないのは、SMA ワイヤ 2 1 の応答性により、発振が発生して、発振の影響がレンズ稼働範囲 L_m まで及ぶのを防ぐためである。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

さらに、ここで、予備加熱制御（B）において目標抵抗値2を最小抵抗値Rminにしないのは、ワイヤ21を最小抵抗値Rminまで収縮させると、SMAワイヤ21の耐久性を劣化させてしまうからである。よって、目標抵抗値2は、最小抵抗値Rminには設定されない。

【 0 0 6 8 】

検出回路53により検出されたワイヤ21の現在の抵抗値が、目標抵抗値2に到達すると、CPU51は、保持用電流（初期値）までSMAワイヤ21への供給電流を低下させ、その保持用電流値を維持するように駆動信号Drを出力する（S16）。S16の処理が、保持用定電流移行制御（C）を構成する。

【 0 0 6 9 】

CPU51は、SMAワイヤ21の抵抗値が目標抵抗値2になると、保持用定電流移行制御（C）に移行し、SMAワイヤ21に流れる電流の電流値を、第1の定電流の電流値よりも小さい第2の電流値まで減少させるように駆動信号Drを出力する。

【 0 0 7 0 】

この保持用定電流移行制御（C）においても、定電流値の供給による加熱と抵抗値検出の期間が交互に切り替わりながら、定電流が、保持用電流（初期値）になるまで供給される。

【 0 0 7 1 】

上述した初期抵抗制御（A）、予備加熱制御（B）及び保持用定電流移行制御（C）は、近点フォーカス切替初期制御SC1を構成する。すなわち、メイン制御の1つである近点フォーカス切替初期制御SC1は、初期抵抗制御（A）、予備加熱制御（B）及び保持用定電流移行制御（C）の3つのサブ制御からなる。

【 0 0 7 2 】

ここまでのSMAワイヤ21への供給電流の電流値の変化の例を説明する。図8に示すように、近点フォーカスへの切替指示があると、PD制御下で算出された電流値により初期抵抗制御（A）が実行される。なお、図8において、電流波形中、印の付けられた直線部分は、SMAワイヤ21が積極的に加熱されている期間を示し、印の付けられていない直線部分は、SMAワイヤ21の加熱量が低減あるいは調整されている期間を示す。

抵抗値が目標抵抗値1に到達すると、第1の定電流値による定電流制御の予備加熱制御（B）が実行される。

【 0 0 7 3 】

抵抗値が目標抵抗値2に到達すると、供給電流を保持用電流値まで低下させた後に、保持用の定電流制御を行う初期値による保持用定電流移行制御（C）が実行される。

【 0 0 7 4 】

近点フォーカス切替初期制御SC1の後、CPU51は、SMAワイヤ21に第2の電流値の第1の保持電流を流しているときに、SMAワイヤ21の抵抗値が目標抵抗値3になると、SMAワイヤ21の抵抗値が最小抵抗値Rminに到達しない範囲で、移動部材30を近点の位置P2よりも遠点の位置P1から遠い位置に保持するための電流をSMAワイヤ21に流して再加熱する駆動信号Drを出力する再加熱処理を行う。

【 0 0 7 5 】

（近点フォーカス保持制御SC2）

図6に戻り、現在の抵抗値が目標抵抗値3に到達したか否かが判定される（S17）。現在の抵抗値が目標抵抗値3に到達していないときは（S17:NO）、処理は、S21に移行する。目標抵抗値3は、目標抵抗値2に所定のパラメータParam3を加算した値である。

目標抵抗値3は、図7に示すように、目標抵抗値1よりもやや大きな値であるが、位置P2に対応する抵抗値（Rmin+ ）よりは、十分に大きな値である。

なお、目標抵抗値3は、パラメータParam3の変更により変更可能となっている。

【 0 0 7 6 】

検出回路53により検出されたSMAワイヤ21の現在の抵抗値が、目標抵抗値3に到達すると（S17:YES）、CPU51は、第2の定電流にてSMAワイヤ21を再加熱する（S18）。

10

20

30

40

50

具体的には CPU 5 1 が、第 2 の定電流値の定電流を SMA ワイヤ 2 1 に供給する定電流制御のための駆動信号 Dr を出力する。ここでは、第 2 の定電流の電流値は、第 1 の定電流の電流値よりも小さい。

【 0 0 7 7 】

再加熱により、SMA ワイヤ 2 1 は、再び収縮して抵抗値が低下し始める。

そして、検出回路 5 3 により検出されたワイヤ 2 1 の現在の抵抗値が、目標抵抗値 2 に到達したか否かが判定される (S19)。現在の抵抗値が目標抵抗値 2 に到達していないときは、処理は、S18 に戻る。S17 と S18 の処理が、保持中の再加熱制御 (D-1) を構成する検出回路 5 3 により検出されたワイヤ 2 1 の現在の抵抗値が、目標抵抗値 2 に到達すると (S19: YES)、CPU 5 1 は、保持用電流まで SMA ワイヤ 2 1 への供給電流を低下させるが、その供給電流の電流値を前回のあるいは初期値の保持用電流値よりも、第 1 の所定値だけ高いすなわち第 1 の所定値分だけ増加させた保持用電流値まで低下させて、その保持用電流値の保持用定電流を出力するように駆動信号 Dr を出力する (S20)。

これは、例えば、周囲温度が低いような場合に、再加熱 (D) の発生回数を少なくするためである。その後、処理は、S17 に移行する。

【 0 0 7 8 】

なお、S20 において出力された保持用定電流の電流値は、一旦出力されると、図示しない RAM に記憶される。その後、近点フォーカス保持制御 SC2 が実行されているときに、再度 S20 が実行される時、あるいは後述する S22 が実行される時、CPU 5 1 は、その RAM に記憶されている前回の保持用定電流の電流値を参照することができる。

【 0 0 7 9 】

S17 で現在の抵抗値が目標抵抗値 3 に到達したか否かが判定され、現在の抵抗値が目標抵抗値 3 に到達していないとき (S17: NO)、所定の時間が経過したか否かが判定される (S21)。その所定の時間は、保持用定電流の出力が開始されてからの経過時間であり、予め設定される。

【 0 0 8 0 】

S21 で所定の時間が経過していなければ (S21: NO)、処理は、S17 へ戻る。

S21 で所定の時間が経過すると (S21: YES)、保持用電流の電流値を、第 2 の所定値だけ低下させてその低下した保持用電流を維持する (S22)。すなわち、CPU 5 1 は、再加熱時に、SMA ワイヤ 2 1 に上記の保持用定電流を流してから SMA ワイヤ 2 1 の抵抗値が目標抵抗値 3 になるまでの時間が所定時間以上かかったときは、その保持用定電流の電流値を第 2 の所定値だけ減少させる。S22 の後は、処理は、S17 へ戻る。

これは、周囲温度が高いような場合に、保持用定電流の値を少なくするためである。S19 から S22 までの処理は、保持電流変更制御 (D-2) を構成する。

この S18 における再加熱制御においても、定電流値の供給による加熱と抵抗値検出の期間が交互に切り替わりながら、定電流が供給される。

【 0 0 8 1 】

上述した保持中の再加熱制御 (D-1) 及び保持電流変更制御 (D-2) は、近点フォーカス保持制御 SC2 を構成する。すなわち、メイン制御の 1 つである近点フォーカス保持制御 SC2 は、保持中の再加熱制御 (D-1) 及び保持電流変更制御 (D-2) の 2 つのサブ制御からなる。

【 0 0 8 2 】

ここまでの SMA ワイヤ 2 1 への供給電流の電流値の変化の例を説明する。図 8 に示すように、再加熱制御 (D-1) により、SMA ワイヤ 2 1 の抵抗値が目標抵抗値 3 から目標抵抗値 2 まで低下すると、SMA ワイヤ 2 1 への供給電流は、保持電流変更制御 (D-2) により、前回の保持電流値よりも第 1 の所定値だけ高い保持用電流値まで低下し、その後は、その前回の保持電流値よりも第 1 の所定値だけ高い保持用電流値に維持される。

【 0 0 8 3 】

その後、所定時間が経過すると (S21: YES)、SMA ワイヤ 2 1 への供給電流は、第 2 の所定値だけ低下し (S22)、図 8 では、その後、所定時間が経過する前に、現在の抵抗値が

目標抵抗値 3 に到達している。

【 0 0 8 4 】

さらにその後、再加熱制御 (D-1) が実行されて、SMAワイヤ 2 1 の抵抗値が目標抵抗値 3 から目標抵抗値 2 まで低下すると、SMAワイヤ 2 1 への供給電流は、前回の保持電流値まで低下し、その後は、その前回の保持電流値に維持される。その後は、SMAワイヤ 2 1 への供給電流は、保持電流変更制御 (D-2) により、変更される。

【 0 0 8 5 】

従って、保持電流変更制御 (D-2) において、S19とS20の処理により、周囲温度が低いときに、速めにアクチュエータ 2 0 の温度を上げ、SMAワイヤ 2 1 の抵抗値が目標抵抗値 3 まで下がる時間を長くして、再加熱の発生回数を少なくすることができる。

10

【 0 0 8 6 】

また、保持電流変更制御 (D-2) において、S21とS22の処理により、周囲温度が高いときには、可能な限り保持電流の電流値を下げるようにして、省電力を図っている。

【 0 0 8 7 】

以上のように、近点フォーカス保持制御SC2では、CPU 5 1 は、SMAワイヤ 2 1 の抵抗値が目標抵抗値 2 になるまでSMAワイヤ 2 1 に第 2 の定電流を流して加熱することと、SMAワイヤ 2 1 の抵抗値が目標抵抗値 2 になると、SMAワイヤ 2 1 に流れる電流を、第 2 の定電流の電流値よりも小さい電流値の保持電流値になるまで減少させることと、を繰り返すことによって、移動部材 3 0 を近点の位置P2よりも遠点の位置P1から遠い位置に保持するように、SMAワイヤ 2 1 の再加熱を行う。

20

【 0 0 8 8 】

図 9 は、上述した各制御について、開始条件、終了条件、制御方式及び駆動電流を纏めた表TBLである。

表TBLに示すように、近点フォーカス切替初期制御SC1において、初期抵抗制御 (A) は、開始条件が近点切替指示であり、終了条件が目標抵抗値 1 の到達であり、制御方式がPD (比例及び微分) 制御であり、駆動電流は、PD制御において算出された電流値である。

【 0 0 8 9 】

予備加熱制御 (B) は、開始条件が目標抵抗値 1 への到達であり、終了条件が目標抵抗値 2 の到達であり、制御方式が定電流制御であり、駆動電流は、第 1 の定電流である。

【 0 0 9 0 】

保持用定電流移行制御 (C) は、開始条件が目標抵抗値 2 の到達であり、終了条件が目標抵抗値 3 の到達であり、制御方式が定電流制御であり、駆動電流は、保持用定電流 (初期値) である。

30

【 0 0 9 1 】

近点フォーカス保持制御SC2において、再加熱制御 (保持中) (D-1) は、開始条件が目標抵抗値 3 の到達であり、終了条件が目標抵抗値 2 の到達であり、制御方式が定電流制御であり、駆動電流は、第 2 の定電流である。

【 0 0 9 2 】

保持電流変更制御 (D-2) は、開始条件が目標抵抗値 2 の到達であり、終了条件が目標抵抗値 3 の到達であり、制御方式が定電流制御 (可変) であり、駆動電流は、前回の保持電流から所定値だけ変化した電流値の定電流である。

40

【 0 0 9 3 】

図 1 0 は、内視鏡システムのモニタの表示例を示す図である。

フォーカス位置が近点フォーカス位置に切り替えられたとき、モニタ 6 の表示画面 6 1 には、モニタ 6 上の内視鏡画像 6 2 が近点フォーカス状態の画像であること示す表示「近点 (Near Focus)」を含む近点状態表示部 6 3 が、モニタ 6 の表示画面 6 1 上に表示される。近点フォーカス状態と遠点フォーカス状態では、画像の被写界深度が異なるので、観察者が、近点フォーカス時に、内視鏡画像 6 2 の被写界深度が浅いことを知るあるいは確認することができる。

【 0 0 9 4 】

50

以上のように、上述した実施の形態の制御によれば、遠点フォーカス位置から近点フォーカスへの切替が指示されると、CPU 5 1は、初期抵抗制御(A)により、最小抵抗値Rminよりも大きな抵抗値である目標抵抗値1まで、PD制御により加熱して収縮させる。

移動部材30は、初期抵抗制御(A)により目標抵抗値2に対応する位置まで速やかに移動し、その途中で、対物レンズであるレンズ24も、近点フォーカスの位置まで速やかに移動する。

【0095】

SMAワイヤ21の抵抗値が目標抵抗値1になると、制御は、初期抵抗制御(A)から予備加熱制御(B)に変更される。

SMAワイヤ21のSMAワイヤ21は、予備加熱制御(B)における第1の定電流値の定電流制御により、さらに加熱され収縮する。SMAワイヤ21の抵抗値が、目標抵抗値2になると、制御は、予備加熱制御(B)から保持用定電流移行制御(C)に変更される。

【0096】

この目標抵抗値2は、最小抵抗値Rminよりも大きな抵抗値であるので、予備加熱制御(B)において、SMAワイヤ21の抵抗値が最小抵抗値Rminになるまで収縮されない。よって、SMAワイヤ21の耐久性を劣化させない。

【0097】

保持用定電流移行制御(C)において、SMAワイヤ21への供給電流は、保持用定電流値になるまで徐々に低下し、供給電流の電流値が保持用定電流値になると、その保持用定電流値を維持する。

その後、SMAワイヤ21の抵抗値が目標抵抗値3に到達すると、制御は、メイン制御ステータスが、近点フォーカス保持制御SC2に移行する。近点フォーカス保持制御SC2では、近点フォーカスから遠点フォーカスへの切替が指示されたときに、速やかにレンズ24を遠点フォーカス位置に移動できるように、移動部材30を、湾曲時の曲率半径差に起因する移動部材30の移動量を加味した位置の近辺にあるように、制御が行われる。

【0098】

近点フォーカス保持制御SC2では、まず、制御は、再加熱制御(D-1)を実施する。再加熱制御(D-1)においては、第2の定電流値の定電流制御により、さらにSMAワイヤ21のSMAワイヤ21は加熱され収縮する。SMAワイヤ21の抵抗値が、目標抵抗値2になると、制御は、再加熱制御(D-1)から保持電流変更制御(D-2)に移行する。

【0099】

保持電流変更制御(D-2)においては、SMAワイヤ21への供給電流は、前回の保持電流値よりも、第1の所定値だけ高い電流値まで低下させる。

さらに、SMAワイヤ21の抵抗値が目標抵抗値3までに到達する時間が、所定時間以上かかる場合は、保持用電流値を、第2の所定値まで低下させる。

【0100】

以上のように、近点フォーカス保持制御SC2では、SMAワイヤ21の抵抗値が目標抵抗値3まで上昇した際には再加熱を行い、再加熱が行われる毎に、保持電流の電流値を第1の所定値分だけ高くする。これにより、挿入部7の先端部12の周囲温度が低い場合を考慮して、なるべくSMAワイヤ21の抵抗値が速く安定状態となるように制御される。

【0101】

また、SMAワイヤ21の抵抗値が所定の時間以上経過しても目標抵抗値3に到達しないときは、保持電流の電流値を第2の所定値だけ低下させる。これにより、挿入部7の先端部12内の温度のバランスが保たれているときは、なるべく再加熱の回数が少なくなるように制御される。再加熱の回数が減少すると、SMAワイヤ21の耐久性の低下をより防ぐことができる。

【0102】

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、レンズ移動の応答性、レンズ駆動制御における省電力性、及び形状記憶素子の耐久性の向上を図ることができる。

10

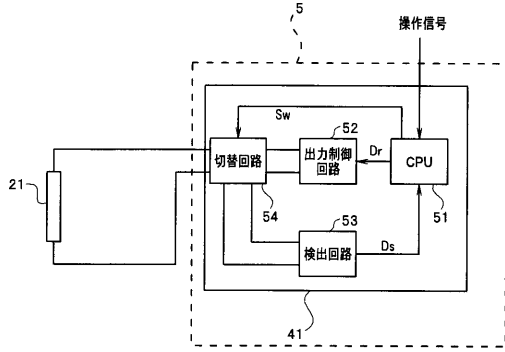
20

30

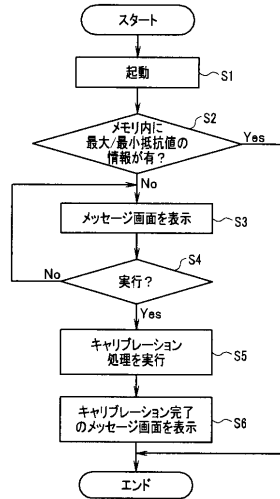
40

50

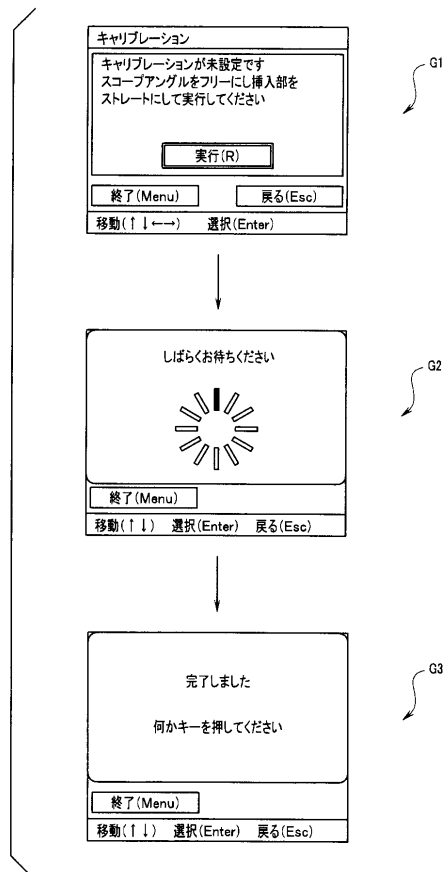
【図3】



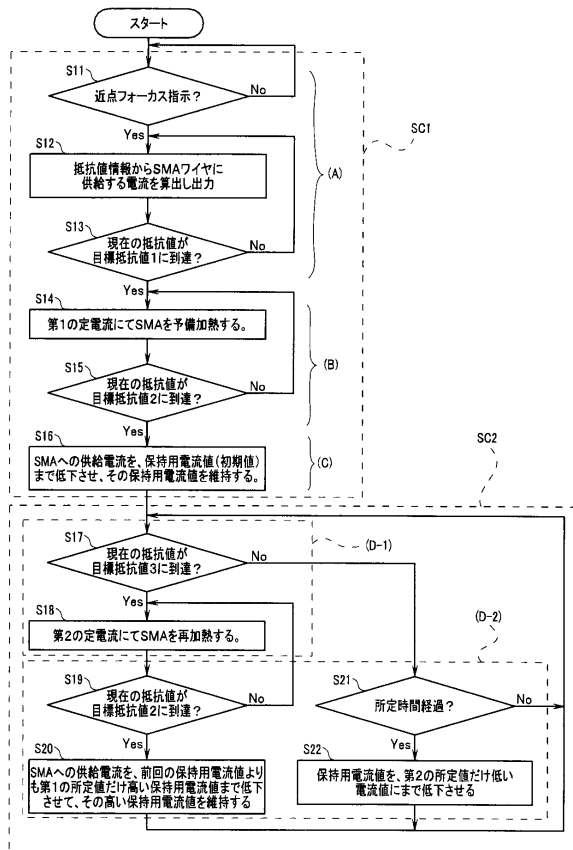
【図4】



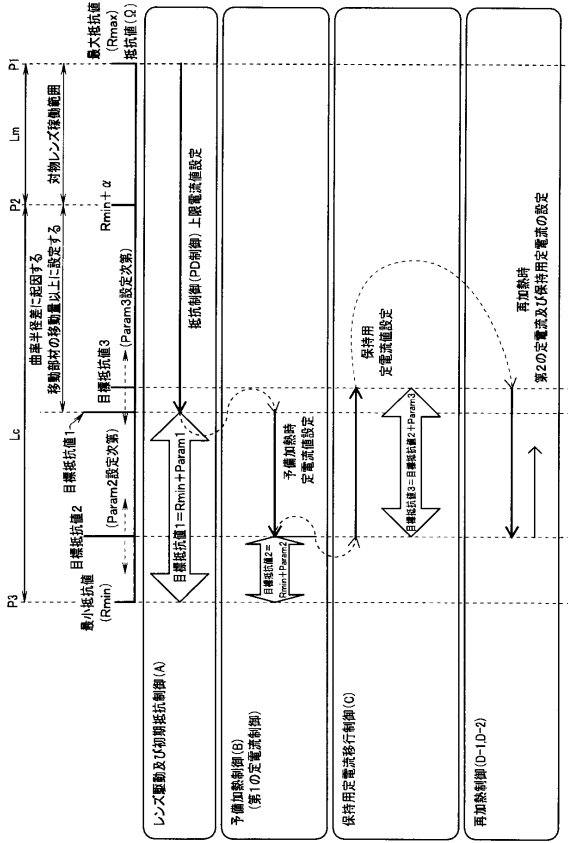
【図5】



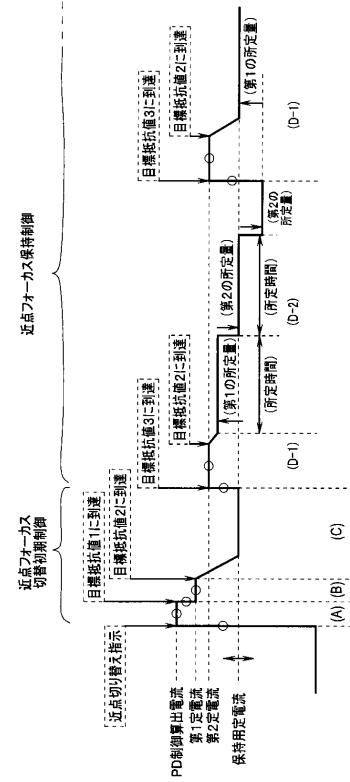
【図6】



【 図 7 】



【 図 8 】

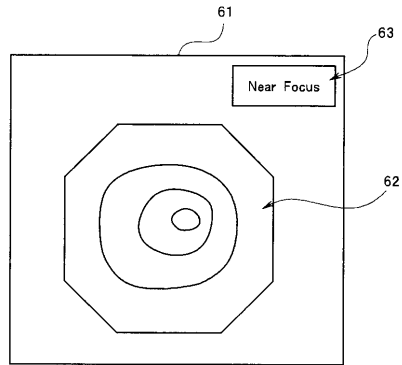


【 図 9 】

TBL

メイン制御スタート	サブ制御スタート	開始条件	終了条件	制御方式	駆動電流
近点フォーカス切替 制御	(A) 初端低抗制御	近点切り替え指示	目標低抗値1に到達	PD制御	PD制御の算出電流
	(B) 予備加給制御	目標低抗値1に到達	目標低抗値2に到達	定電流制御	第1の定電流
	(C) 保持用定電流移行制御	目標低抗値2に到達	目標低抗値3に到達	定電流制御	保持用定電流(初期値)
近点フォーカス 保持制御	(D-1) 再加給制御(保持中)	目標低抗値3に到達	目標低抗値2に到達	定電流制御	第2の定電流
	(D-2) 保持電流重畳制御	目標低抗値2に到達	目標低抗値3に到達	定電流制御(可変)	前回の保持電流から所定電流化となる。

【 図 10 】



フロントページの続き

審査官 樋熊 政一

(56)参考文献 特開2009-291364(JP,A)
特開2010-048120(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00

G02B 7/02

G02B 7/04

G02B 23/24

专利名称(译)	内窥镜系统和内窥镜致动器的控制方法		
公开(公告)号	JP4960535B2	公开(公告)日	2012-06-27
申请号	JP2011554332	申请日	2011-05-25
[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		
当前申请(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	天野正一 矢吹公幸 藤澤豊		
发明人	天野 正一 矢吹 公幸 藤澤 豊		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/24 G02B7/02 G02B7/04		
CPC分类号	A61B1/05 A61B1/00096 A61B1/00188 F03G7/065 G02B7/08 G02B23/2423 G02B23/2476		
FI分类号	A61B1/00.300.Y A61B1/00.300.P G02B23/24.A G02B7/02.C G02B7/04.E		
代理人(译)	伊藤 进		
审查员(译)	棕熊正和		
优先权	2010156156 2010-07-08 JP		
其他公开文献	JPWO2012005063A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

内窥镜系统1包括：致动器20，其具有SMA线21并驱动用于移动透镜24的移动构件30；输出控制电路52；检测电路53；CPU 51基于移动透镜24的指令，基于移动部件30的位置，向输出控制电路52输出驱动信号，该位置对应于由检测到的电阻值。响应于将镜头24从远点位置移动到近点位置的移动指令，CPU 51输出驱动信号，使得用于使移动构件30从远处移动的电位超过近点位置的点位置通过SMA线21以加热SMA线。然后，CPU 51执行预热控制，保持恒定电流转换控制和再加热控制。

【图2】

