

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3944651号
(P3944651)

(45) 発行日 平成19年7月11日(2007.7.11)

(24) 登録日 平成19年4月20日(2007.4.20)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B	1/00	(2006.01)	A 6 1 B	1/00	3 2 0 A
B 2 5 J	7/00	(2006.01)	A 6 1 B	1/00	3 1 0 C
A 6 1 M	25/01	(2006.01)	A 6 1 B	1/00	3 1 0 H
			B 2 5 J	7/00	
			A 6 1 M	25/00	3 0 9 B

請求項の数 11 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2004-101572 (P2004-101572)
 (22) 出願日 平成16年3月30日(2004.3.30)
 (65) 公開番号 特開2005-279118 (P2005-279118A)
 (43) 公開日 平成17年10月13日(2005.10.13)
 審査請求日 平成16年4月1日(2004.4.1)

(73) 特許権者 503360115
 独立行政法人科学技術振興機構
 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
 (73) 特許権者 000167989
 江刺 正喜
 宮城県仙台市太白区八木山南1丁目11番地9
 (73) 特許権者 597086128
 芳賀 洋一
 宮城県仙台市青葉区国分町一丁目2番5号
 一番町シティハウス903号
 (74) 代理人 100082876
 弁理士 平山 一幸
 (74) 代理人 100069958
 弁理士 海津 保三

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 能動チューブ駆動装置及び能動チューブ駆動装置用コントロールスティック

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

SMAからなる能動機構を備えた能動チューブの駆動装置において、
 上記SMAを加熱する駆動用電源と、
 上記SMAの抵抗測定用電源と、
 上記SMAに接続される基準抵抗と、
 制御部と、
上記制御部に接続される制御情報入力部と、を含み、
上記制御情報入力部は、上記能動チューブと相似形のコントロールスティックを備え、
上記コントロールスティックは、可撓性材料から形成されて変形した状態を保持でき、
上記能動チューブの能動機構と同配列で上記能動機構を調節するコントロール手段を有して
おり、

上記SMAが加熱されないときに、上記抵抗測定用電源と上記基準抵抗とが上記SMAに接続され、該SMAの抵抗測定を行うことによりSMAの温度を測定し、該温度測定により上記SMAの温度が制御され、

上記制御情報入力部に上記SMAの能動機構情報が入力され、この入力により上記SMAが加熱制御され、上記SMAの加熱が上記制御情報入力部からの所定の入力値に達したときに停止されることを特徴とする、能動チューブ駆動装置。

【請求項2】

前記SMAからなる能動機構は、屈曲機構、捩れ機構、伸縮機構のうちのいずれか、ま

たは、これらのいずれかを組み合わせた能動機構であることを特徴とする、請求項 1 に記載の能動チューブ駆動装置。

【請求項 3】

前記 S M A を加熱する電源と前記 S M A の抵抗測定用電源との接続が、前記制御部に設けられるスイッチ手段により切り替えられることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の能動チューブ駆動装置。

【請求項 4】

前記 S M A の温度制御が P W M 制御により行われることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 の何れかに記載の能動チューブ駆動装置。

【請求項 5】

前記 コントロールスティックが、前記能動機構の動作と相似動作により前記コントロール手段を調節できることを特徴とする、請求項 1 に記載の能動チューブ駆動装置。

10

【請求項 6】

前記能動チューブは、その先端部に内視鏡を挿入していることを特徴とする、請求項 1 ~ 5 の何れかに記載の能動チューブ駆動装置。

【請求項 7】

前記内視鏡の先端に、光ファイバーまたは撮像素子からなる画像入力部と、該画像入力部の前方を照らすための照明用ライトガイドまたは L E D とを備えることを特徴とする、請求項 6 に記載の能動チューブ駆動装置。

【請求項 8】

前記能動チューブは 医療用能動チューブであることを特徴とする、請求項 1 ~ 7 の何れかに記載の能動チューブ駆動装置。

20

【請求項 9】

S M A からなる能動機構を備えた能動チューブの駆動装置において、該駆動装置の制御部に接続する制御情報入力部に用いられるコントロールスティックであって、

上記コントロールスティックは、上記能動チューブと相似形であり、可撓性材料から形成されて変形した状態を保持でき、上記能動チューブの能動機構と同配列で上記能動機構を調節するコントロール手段を有しており、

上記コントロールスティックを介して、上記制御情報入力部に上記 S M A の能動機構情報が入力され、この入力により上記 S M A が加熱制御され、上記 S M A の加熱が上記制御情報入力部からの所定の入力値に達したときに停止されることを特徴とする、能動チューブ駆動装置用コントロールスティック。

30

【請求項 10】

前記コントロールスティックが、前記能動機構の動作と相似動作により前記コントロール手段を調節できることを特徴とする、請求項 9 に記載の能動チューブ駆動装置用コントロールスティック。

【請求項 11】

前記能動機構は、屈曲機構、捩れ機構、伸縮機構のうちのいずれか、または、これらのいずれかを組み合わせた能動機構であることを特徴とする、請求項 10 に記載の能動チューブ駆動装置用コントロールスティック。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複雑な機械や配管に入り込んで検査やメンテナンスなどを行い、さらに能動カテーテルとして人体の血管や器官等に入り込んで診断又は治療などの利用に供し得る能動チューブ駆動装置及び能動チューブ駆動装置用コントロールスティックに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、形状記憶合金をアクチュエータとして利用した能動内視鏡が大腸などの診断用に提案されており、血管内などの狭いところにも入っていき、検査、診断又は治療を行う能

50

動力カテーテル（細い管状器具）の開発が進められている。

例えば医療用現場においては、開腹手術を行わない、所謂非手術的な腸閉塞治療には、幽門や小腸内にチューブを通過させることができるように様々な方法が提案されている。その例として、内視鏡にチューブの先端部を把持させた医療器具や、芯となるガイドワイヤを挿入したチューブや、予め挿入留置するロングオーバーチューブなどがある。また、先端に錘を組み込んだチューブが広く用いられている。

【 0 0 0 3 】

図 3 3 は、先端に錘を組み込んだ従来のカテーテルの先端部を示す概略断面図である。従来の腸閉塞（イレウス）治療用のカテーテル 2 0 0 は、先端部のワーキングチャンネル用チューブ 2 0 1 の外周にその長手方向に所定の間隔を開けてリング状の錘 2 0 2 を装着し

10

【 0 0 0 4 】

上記カテーテル 2 0 0 は、次のように使用されている。まずカテーテル 2 0 0 を鼻腔または口腔から挿入する。術者は、X線透視下においてカテーテル 2 0 0 の先端部が進むべき方向を判断し、カテーテル 2 0 0 を押し進める。カテーテル 2 0 0 を挿入する際は、カテーテル 2 0 0 の先端部における錘 2 0 2 に作用する重力を利用する。すなわち、患者の体位を様々に変えることでカテーテル 2 0 0 の先端部の方向付けをする。場合によっては術者が体外から手で押すことでカテーテル 2 0 0 の先端部の方向付けをすることも

20

【 0 0 0 5 】

さらに、近年、形状記憶合金（Shape Memory Alloy: 以下、「SMA」と記す。）を使用した能動屈曲チューブが開発されている。

例えば、特許文献 1 には、カテーテル先端に挿入された線状 SMA がリード線に接続され、スイッチを介して電源に接続され、このスイッチの開閉により線状 SMA への通電量を制御し、カテーテルの先端を駆動する技術が開示されている。

【 0 0 0 6 】

また、特許文献 2 には、SMA を用いた可撓管装置において、可撓管冷却手段を備え、SMA への通電をパルス幅変調（Pulse Width Modulation、以下「PWM」と記す）方式で行い、SMA の通電制御を PWM ドライバの電流検出または SMA の抵抗値検出で行うことが開示されている。

30

【 0 0 0 7 】

特許文献 3 には、SMA ワイヤを用いた可撓管装置において、可撓管冷却手段を備え、SMA への通電制御を PWM 方式または正弦波で行い、SMA への給電を絶縁トランスを介して行うことが開示されている。

【 0 0 0 8 】

また、特許文献 4 には、SMA を使用した長尺体湾曲駆動装置において、カテーテルに挿入される SMA ワイヤに、ダイオードを並列に接続したサーミスタが直列接続されており、これらが SMA ワイヤの PWM 駆動用電源と抵抗測定のブリッジ回路とに切り替え可能なスイッチが配設されて、温度計測を行う構成が開示されている。

40

【 0 0 0 9 】

さらに、非特許文献 1 には、血管内に挿入できるようにした、MIF（Multi-function Integrated Film）触感センサーを装着した能動屈曲チューブの温度について報告されている。この能動屈曲チューブにおいては、外皮用チューブ内に設けた細管部に SMA コイルを埋め込んでいる。そして、SMA コイルに振幅 160V でデューティ 20% のパルス波を印加して駆動し、先端部を屈曲させている。この際、SMA コイルの加熱による外皮温度は、約 80 であった。

【 0 0 1 0 】

【特許文献 1】特開平 1 - 198564 号公報（第 4 図）

50

【特許文献2】特開平5 - 42100号公報(図2、図4、図7)

【特許文献3】特開平5 - 130970号公報(図1、図3)

【特許文献4】特開平6 - 114003号公報(図1)

【非特許文献1】Hironobu Takizawa 他4名, "Development of a Microfine Active Bending Catheter Equipped with MIF Tactile Sensors", IEEE International MEMS'99 Conference, 1999年1月17日, pp.412-417

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

従来の能動屈曲チューブによれば、先端部の屈曲ができるようになったが、SMAの線やコイルなどの加熱による温度制御は、特許文献1のオンオフ制御やPWM変調波の駆動により行われている(特許文献2~4)。また、特許文献2及び3のPWM駆動において、SMAからの加熱による温度上昇の防止を冷却で行っている。この場合には、別途冷却手段が必要となって装置が大型になり、コストが高くなるという課題がある。

10

【0012】

また、特許文献4のように、能動屈曲チューブの先端にSMA測温用の部品を備える場合には、能動屈曲チューブにそれらの部品を収容する空間が必要になり、能動屈曲チューブの小型化が容易にできなくなるという課題がある。

【0013】

本発明は上記課題に鑑み、測温用の部品を必要とせずに、SMAの正確な温度測定とその温度制御ができる能動チューブの駆動装置及び能動チューブ駆動装置用コントロールスティックを提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記目的を解決するため、本発明は、SMAからなる能動機構を備えた能動チューブの駆動装置において、SMAを加熱する駆動用電源と、SMAの抵抗測定用電源と、SMAに接続される基準抵抗と、制御部と、制御部に接続される制御情報入力部と、を含み、制御情報入力部は、上記能動チューブと相似形のコントロールスティックを備え、コントロールスティックは、可撓性材料から形成されて変形した状態を保持でき、能動チューブの能動機構と同配列で能動機構を調節するコントロール手段を有しており、SMAが加熱され、抵抗測定用電源と基準抵抗とがSMAに接続され、該SMAの抵抗測定を行うことによりSMAの温度を測定し、該温度測定によりSMAの温度が制御され、制御情報入力部に上記SMAの能動機構情報が入力され、この入力により上記SMAが加熱制御され、上記SMAの加熱が上記制御情報入力部からの所定の入力値に達したときに停止されることを特徴とする。

30

上記構成において、SMAからなる能動機構は、好ましくは、屈曲機構、捩れ機構、伸縮機構のうちのいずれか、または、これらのいずれかを組み合わせた能動機構である。

SMAを加熱する電源と前記SMAの抵抗測定用電源との接続は、好ましくは、前記制御部に設けられるスイッチ手段により切り替えられる。また、SMAの温度制御は、好ましくはPWM制御により行われる。

40

【0015】

上記構成によれば、能動チューブのSMAをその発熱状態の抵抗測定により、温度制御できる。SMAの抵抗測定は、SMAとチューブの制御部に設ける基準抵抗と抵抗測定用電源とを直列に接続して行うので、能動チューブ内にSMAの抵抗測定用部品を配設する必要がない。

また、抵抗測定用電源は、SMA加熱用の駆動電源よりも低い電圧で行うことにより、SMAの加熱を防止してその抵抗を正確に測定でき、かつ、SMAの温度制御を精度よく行うことができる。

【0016】

上記構成によれば、各能動機構に用いるSMAの温度が設定値に達すると、加熱が停止

50

するので安全である。

【0017】

また、上記構成において、コントロールスティックは、能動機構の動作と相似動作によりコントロール手段を調節できる。

上記構成によれば、コントロールスティックの操作者が握る制御入力部に設けたコントロール手段を介して能動チューブの温度制御ができる。この温度制御により、能動機構を正確に制御することができる。また、制御入力部が各能動機構と同じ配列で構成されている場合には、操作者が、コントロールスティックを能動機構の動作と同様な操作により行うことができるので操作性が向上できる。これにより、各能動機構の制御が正確にでき、操作者の利便性が向上する。

10

【0018】

本発明の能動チューブ駆動装置用コントロールスティックは、SMAからなる能動機構を備えた能動チューブの駆動装置において、駆動装置の制御部に接続する制御情報入力部に用いられるコントロールスティックであって、コントロールスティックは能動チューブと相似形であり、可撓性材料から形成されて変形した状態を保持でき、能動チューブの能動機構と同配列で能動機構を調節するコントロール手段を有しており、コントロールスティックを介して制御情報入力部にSMAの能動機構情報が入力され、この入力によりSMAが加熱制御され、SMAの加熱が上記制御情報入力部からの所定の入力値に達したときに停止されることを特徴とする。

上記構成において、好ましくは、コントロールスティックは、能動機構の動作と相似動作によりコントロール手段を調節できる。好ましくは、能動機構は、屈曲機構、捩れ機構、伸縮機構のうちのいずれか、または、これらのいずれかを組み合わせた機構である。

20

【0019】

また、上記能動チューブはその先端部に内視鏡が配置され、内視鏡の先端には、好ましくは、光ファイバーまたは撮像素子からなる画像入力部と、画像入力部の前方を照らすための照明用ライトガイドまたはLEDとが配置されている。

この構成により、能動チューブの先端部に設けたSMAによる能動機構の温度を正確に制御して、安全に能動機構の操作ができる。これにより、術者は開腹手術を行うことなく、臓器内の内容物を取り出したり、外部から薬などを挿入することができる。

【発明の効果】

30

【0020】

本発明の能動チューブ駆動装置によれば、能動チューブの先端部内のSMAを用いた能動機構におけるSMAの抵抗を測定しながら、SMAを所望の温度に制御できるので、能動機構を容易に駆動することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、図面を参照して本発明を実施するための最良の形態を説明する。なお、以下の説明においては、本発明の能動チューブの駆動装置を適用する能動チューブが医療用能動チューブ、特に腸閉塞治療に用いられるイレウスチューブである場合などを主として説明するが、本発明は医療用能動チューブに限られるものではない。

40

【0022】

(第一の形態)

図1は、本発明の能動チューブ駆動装置を用いた能動チューブシステムの全体の構成図である。

能動チューブシステム1は、能動機構21を内蔵した先端部2を備える能動チューブ3と、能動チューブ3の能動機構21を制御する能動チューブ駆動装置50とからなる。能動チューブ駆動装置50は、制御部を内蔵したコントロールボックス本体10と、本体外部に接続されるコントロールスティック10Aなどの制御情報入力部10aから構成されている。

【0023】

50

能動チューブ 3 は、能動機構 2 1 を内蔵して複数のリング状の錘 2 2 を装着した先端部 2 と、先端部 2 の後端に接合する本体チューブ 4 とからなる。本体チューブ 4 の後端部 4 1 には、本体チューブ 4 の中心軸から後方に傾斜して、小腸などの腸に溜まった内容物を吸引するために腸内容物吸引管として用いられるワーキングチャンネル 4 A と、配線用チャンネル 4 B と、本体チューブ 4 の先端に装着しているバルーンに空気や液体を送り込むためのバルーン膨らまし用チャンネル 4 C と、本体チューブ 4 の側面の通気孔に導通するベント用チャンネル 4 D とが接続されている。

【 0 0 2 4 】

最初に、能動チューブ駆動装置 5 0 を説明する。

図 2 は、能動チューブ駆動装置 5 0 の機能を示すブロック図である。能動チューブ駆動装置 5 0 は、能動チューブ 3 の先端部 2 に内蔵されている能動機構 2 1 を制御する。この制御により先端部 2 を能動的に動作させる。この能動動作としては、例えば、SMA 2 1 e のコイルを用いた駆動機構による屈曲、捩れ、伸縮、硬さなどが挙げられる。ここでは、能動機構を屈曲機構 2 1 として説明する。

図 2 に示すように、能動チューブ駆動装置 5 0 は、本体 1 0 と、本体に接続されるコントロールスティックなどからなる制御情報入力部 1 0 a と、制御情報入力部 1 0 a からの入力信号を受けて屈曲機構 2 1 に対して制御信号を出力する制御部 1 0 b と、制御部 1 0 b に対して電源供給を行う電源部 1 0 c とを有する。ここで、制御部 1 0 b はマイクロコンピュータなどで構成され、電源部 1 0 c は乾電池などで構成される。

【 0 0 2 5 】

SMA コイル 2 1 e の通電量は、SMA コイル 2 1 e の一端に接続された直流電源 1 0 d と制御素子 1 0 e とにより制御される。この直流電源 1 0 d としては乾電池、制御素子 1 0 e としてはパワートランジスタを用いることができる。

特に、屈曲機構 2 1 に対する制御方式として、パルス幅変調 (PWM) 方式を用いることができる。PWM 方式を採用することにより、SMA コイル 2 1 e への通電時間と通電していない時間とを繰り返して、SMA コイル 2 1 e への通電による加熱時と放熱時とを繰り返す。これにより、SMA コイル 2 1 e の温度を制御し、屈曲機構 2 1、ひいては先端部 2 そのものの温度を制御することができる。また、通電の時間サイクルのデューティ比を変えることで、一サイクルでの通電量を変化させて屈曲機構 2 1 の屈曲角を制御することができる。

【 0 0 2 6 】

次に、本発明の能動チューブ駆動装置の具体的な回路について説明する。

図 3 及び図 4 は、能動チューブ駆動装置の回路構成及び制御入力部の構成を示す図である。図 3 において、能動チューブ駆動装置 5 0 の点線で囲んだ領域がコントロールボックス 1 0 を示している。コントロールボックス 1 0 には、SMA 5 1 と、制御情報入力部 1 0 a とが接続されている。

コントロールボックス 1 0 は、マイクロプロセッサ 1 0 b と、SMA コイル駆動用トランジスタ 1 0 e と、SMA コイル抵抗スキャン部 6 0 と、SMA コイル駆動用電源 1 0 d、SMA コイル抵抗スキャン部用電源 6 1 と、マイクロプロセッサ用電源 1 0 c など、から構成されている。

【 0 0 2 7 】

SMA コイル 5 1 は、第 1 のスイッチ手段 5 5 と、第 2 のスイッチ手段 5 6 と、第 3 のスイッチ手段 5 7 とにより、SMA コイルの駆動用電源 1 0 d と SMA コイル抵抗スキャン部 6 0 とに切り替え可能に接続される。

【 0 0 2 8 】

図 3 に示すように、第 1 のスイッチ手段 5 5 において、その一端 5 5 a は SMA コイルの駆動用電源 1 0 d の正端子と接続されている。一方、第 1 のスイッチ手段の他端 5 5 b は SMA コイルの一端 5 1 a へ配線 5 8 a 及び能動チューブ内の配線 2 1 g を介して接続される。そして、SMA コイルの他端 5 1 b が、能動チューブ内の配線 2 1 g 及び配線 5 8 b により PWM 駆動用トランジスタ 1 0 のドレイン (D) に接続されている。この PW

10

20

30

40

50

M駆動用トランジスタ10eのゲート(G)には、マイクロプロセッサからゲート駆動信号S4が入力されて、SMAコイル51をPWM駆動することにより発熱させるようになっている。また、PWM駆動用トランジスタ10eのソース(S)は接地されている。

【0029】

第2のスイッチ手段スイッチの一端56aは、後述する基準抵抗62を介して、抵抗測定用電源61の正端子に接続されている。一方、第2のスイッチ手段の他端56bは、SMAコイルの一端51aに配線56bを介して接続されている。そして、第3のスイッチ手段57は、その一端57aが接地され、その他端57bがリード線58bを介してSMAコイルの他端51bと接続される。

このような第1乃至第3のスイッチ手段55, 56, 57としては、バイポーラトランジスタやMOSFETなどの半導体スイッチング素子やリレーなどが使用できる。またPWM駆動用トランジスタ10eとしてはMOSFETなどの電界効果トランジスタなどが使用できる。

【0030】

次に、SMAコイル抵抗スキャン部60の回路について説明する。SMAコイル抵抗スキャン部60は、上記第1乃至3のスイッチ手段の動作により、SMAコイル51の抵抗を測定する回路である。

具体的には、マイクロプロセッサ10bは、制御信号S1により第1のスイッチ手段55をオフにして、SMAコイルの駆動用電源10dとSMAコイル51との接続を遮断する。次に、マイクロプロセッサ10bは、制御信号S2及びS3を出力して、第2のスイッチ手段56及び第3のスイッチ手段57をオフからオンにすると、基準抵抗61とSMAコイル51とが直列接続され、抵抗測定用電源61に接続される。

【0031】

上記抵抗測定用電源61が例えば定電圧制御された直流電源の場合には、基準抵抗62に V_{ref} 、SMAコイル51の抵抗により V_{SMA} という電圧が発生する。この基準抵抗の両端に生じる電圧 V_{ref} は、抵抗65a, 65bを介して増幅器63に入力される。そして、所定の増幅度で増幅された信号Jはマイクロプロセッサ10bに入力されてA/D変換される。また、SMAコイル51に生じる電圧 V_{SMA} は、抵抗65eを介して増幅器64に入力される。そして、所定の増幅度で増幅された信号Kは、マイクロプロセッサ10bに入力にされてA/D変換される。

【0032】

ここで、上記増幅器63, 64はオペアンプや増幅用ICなどを用いることができる。以下、増幅器63, 64を、オペアンプとして説明する。図中の抵抗65は、オペアンプ63及び64の電圧増幅度を設定するための抵抗である。図において、抵抗65a~65dは、オペアンプ63の電圧増幅度を決め、そして、抵抗65e及び65fは、オペアンプ63の電圧増幅度を決める。

【0033】

ここで、基準抵抗62の値は、SMAコイル51の抵抗が容易に測定できるような値とすればよい。また、抵抗測定用電源61の電圧は、SMAコイル51の温度が加熱により変化しないように低電圧が好適である。

【0034】

この際、基準抵抗62の値は既知であるので、基準抵抗62に生じる電圧 V_{ref} をマイクロプロセッサ10bで測定すれば、基準抵抗62に流れる電流(I)が計算できる。そして、基準抵抗62と直列接続されているSMAコイルに流れる電流は、基準抵抗と同じ電流値(I)であることから、この電流(I)とSMAコイルに生じる電圧 V_{SMA} とから、SMAコイルの抵抗値Rは、 $R = V_{SMA} / I$ として計算できる。このため、SMAコイル51の抵抗と温度の関係を測定しておけば、SMAコイル51の温度を求めることができる。ここで、SMAコイル51の抵抗と温度の関係は、予めマイクロプロセッサ10bのメモリに記憶させておけばよい。

【0035】

次に、制御情報入力部 10 a について説明する。

制御情報入力部 10 a は、SMA コイルなどの SMA による能動機構 21 を制御する、すなわち、能動機構制御情報を入力するために設けられている。この制御情報入力部 10 a は SMA コイル 51 の温度設定を行うコントロール手段 52 として、例えば、スライド式や回転式の可変抵抗器 52 を有し、マイクロプロセッサ 10 b に接続されている。この制御情報入力部 10 a としては、ポテンショメータを内蔵したコントロールスティックを用いることができる。また、コントロールボックス 10 に内蔵された制御情報入力部 10 f を用いてもよい。

ここで、コントロールスティック 10 a とは、能動チューブの術者（操作者）が能動機構 21 の屈曲に限らず、捻れ、伸縮、硬さ調節機などを、精度良く行うための入力装置である。コントロールスティック 10 a の形は能動チューブ 3 と相似形であり、術者が握るコントロールスティック 10 a の握部は、少なくとも可撓性材料を用いたチューブまたは棒（スティック）から形成されている。そして、コントロールスティック 10 a の握部には、能動チューブの能動機構 21 の各運動機能と同じ配列で、それらを調節するコントロール手段 52 を備えている。

【0036】

図 4 は、制御情報入力部 10 a の内部構造を模式的に示す透視図である。

図示するように、制御情報入力部 10 a は、少なくともその先端部が曲がるように可撓性を有する材料を用いたチューブ形状であり、その内部に SMA コイルの温度設定を行うスライド式の可変抵抗器 52 が固定されている。

この可変抵抗器の調整用つまみ 52 a には、バネ 71 が接続固定され、バネの他端 71 a がチューブ内の右上端部に固定されている。そして、この可変抵抗器の調整用つまみ 52 a には、可変抵抗器の調整用ワイヤ 72 の一端 72 a が接続されている。一方、ワイヤの他端 72 b は、チューブの左端上部に固定され、さらにワイヤの所定箇所が、チューブ上部に設けたワイヤ固定片 73 により移動可動に吊持されている。このワイヤ固定片 73 には、ワイヤが移動可能なように孔 73 a が設けられている。

【0037】

以上のように構成された制御情報入力部 10 a は、術者が手指でチューブ状のコントロールスティックの先端部を曲げることにより、ワイヤ 72 に接続されたバネ 71 の伸縮により、スライド式の可変抵抗器の調整つまみ 52 a が移動し、その抵抗値がマイクロプロセッサ 10 b に出力される。この抵抗値の大小により、SMA コイルの加熱状態が制御される。この際、例えば、曲げが大きくなる方向に温度制御されるようにすれば、コントロールスティックの上記動作と能動チューブの動作とが相似の動作であるので、術者の操作性が向上する。

【0038】

次に、上記能動チューブ駆動装置の回路の動作について説明する。

マイクロプロセッサ 10 b において、温度設定の制御信号 S5 と、SMA コイル抵抗スキャン部 60 からの信号 S6 及び S7 とが入力され、SMA コイル 51 を駆動すると判断した場合に、第 1 のスイッチ手段 55 に信号 S1 を出力して、SMA コイルの駆動用電源 10 d の出力を、SMA コイルの一端 51 a に接続されているリード線 58 を介して接続する。

これにより、SMA コイルの駆動用電源 10 d は、SMA コイル 51 を介して PWM 駆動用トランジスタ 10 e に接続される。そして、PWM 駆動用トランジスタ 10 e のゲート（G）には、マイクロプロセッサからのゲート駆動信号 S4 が出力される。SMA コイル 51 は、PWM 駆動用トランジスタ 10 e により PWM 駆動されて発熱する。

ここで、温度設定用の制御信号 S5 は、制御情報入力部 10 a の可変抵抗器により与えられるが、コントロールボックス 10 内に設けた制御情報入力部 10 f の可変抵抗器 52' により制御されてもよい。また、コントロールボックス 10 に設けた制御情報入力部 10 f に設けた可変抵抗器 52' により、温度の高、中、低の粗い値を設定し、制御情報入力部 10 a の可変抵抗器 52 によりそれぞれの温度領域の微調整を行ってもよい。さらに

10

20

30

40

50

、可変抵抗器に代えて、可変の直流電圧源を制御入力としてもよい。以下の説明においては、温度設定は特に限定しない限りは、制御情報入力部 10 a の可変抵抗器 5 2 により与えられものとして説明する。

【0039】

ここで、マイクロプロセッサ 10 b において、SMA コイル 5 1 へ設定されたデューティ比の PWM 駆動が終了または停止と判断したときには、ゲート駆動信号 S 4 を出力し、PWM 駆動用トランジスタ 10 e をオフする。さらに、制御信号 S 1 により第 1 のスイッチ手段 5 5 をオフにして、SMA コイルの駆動用電源 10 d と SMA コイル 5 1 との接続を遮断する。

次に、マイクロプロセッサ 10 b は、制御信号 S 2 及び S 3 を出力して、第 2 のスイッチ手段 5 6 及び第 3 のスイッチ手段 5 7 をオフからオンにして、SMA コイル抵抗スキャン部 6 0 からの信号 S 6 及び S 7 とにより、SMA コイル 5 1 の抵抗測定を行う。

【0040】

次に、本発明の SMA の駆動回路の温度制御についてより詳細に説明する。

図 5 は、本発明の SMA の駆動回路において、SMA の温度を制御するための処理内容を示すフロー図である。

まず、ステップ S T 1 において、制御情報入力部 10 a から SMA コイル 5 1 の設定温度に対応する SMA 抵抗が入力される。次に、ステップ S T 2 において、SMA コイル 5 1 の加熱温度にするための PWM 駆動のデューティ比が計算される。

【0041】

次に、ステップ S T 3 において、マイクロプロセッサ 10 b から信号 S 2 及び S 3 が出力され、それぞれ、スイッチ 2 及びスイッチ 3 をオフさせる。そして、マイクロプロセッサ 10 b から、信号 S 1 が出力され、スイッチ 1 をオンにし、SMA コイル加熱用電源 10 d と SMA コイル 5 1 とが接続する。

【0042】

次に、ステップ S T 4 において、マイクロプロセッサ 10 b から PWM 駆動用トランジスタ 10 e のゲートに信号 S 4 を出力する。これにより、SMA コイル 5 1 は、PWM 駆動用トランジスタ 10 e から PWM 駆動用のパルス信号が印加されて発熱する。

【0043】

次に、ステップ S T 5 において、PWM 駆動用トランジスタ 10 e にステップ S T 2 において計算された所定のデューティ比が印加された場合には、PWM 駆動用トランジスタ 10 e をオフとする信号 S 4 を出力する。この信号 S 4 は、PWM 駆動用トランジスタ 10 e がノーマリオフ型 FET の場合には 0 V の電圧である。

【0044】

ステップ S T 6 において、マイクロプロセッサ 10 b から信号 S 1 が出力され、第 1 のスイッチ手段スイッチ 5 5 をオフし、SMA コイル 5 1 と SMA コイル 5 1 の駆動用電源 10 d との接続を遮断する。

次に、マイクロプロセッサ 10 b から、信号 S 2 及び S 3 が出力され、それぞれ、第 2 のスイッチ手段 5 6 及び第 3 のスイッチ手段 5 7 をオンさせて、基準抵抗 6 1 と SMA コイル 5 1 を直列接続し、抵抗測定用電源 6 2 と接続する。

【0045】

ステップ S T 7 において、SMA コイル抵抗スキャン部 6 0 から出力される基準抵抗に生じる電圧 V_{ref} に関する出力信号 J 及び SMA コイル 5 1 に生じる電圧 V_{SMA} に関する出力信号 K の読み込みがされる。

【0046】

ステップ S T 8 において、上記信号 J 及び K に基づいて、SMA コイル 5 1 の抵抗値が計算され、ステップ S T 9 において、SMA コイル 5 1 が入力値の抵抗値になったか否かを判定する。そして、ステップ S T 9 において、SMA コイル 5 1 が所定の温度上昇となる入力値の抵抗値にまでに達していないと判定したときには、ステップ S T 1 に戻り SMA コイル 5 1 の加熱を行う。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

これに対して、ステップ S T 9 において、S M A コイル 5 1 が所定の温度上昇が得られる入力値の抵抗値に達したと判定したときには、ステップ S T 7 に戻り、再度 S M A コイル 5 1 の抵抗測定を行う。

このようにして、能動チューブ駆動装置 5 0 は S M A コイル 5 1 の温度制御を行う。

【 0 0 4 8 】

以上のように構成された能動チューブシステム 1 は次のように動作する。

図 6 は、能動チューブシステムの動作を示す模式図である。コントローラ 1 0 の制御情報入力部 1 0 a の先端部を手で操作すると、制御情報入力部 1 0 a に設けた可変抵抗器の値が入力される（図 6 の A 参照）。その入力に応じて、図示しないコントローラ 1 0 内の制御素子 1 0 e を制御する。制御素子 1 0 e は、カテーテル先端部 2 a 内の図示しない S M A コイル 2 1 e への通電量を P W M 制御により変化させる。

これにより、S M A コイル 2 1 e の通電量に対応して、図示しない屈曲機構 2 1 が作用し先端部 2 a の屈曲角が一定に保たれる（図 6 の B 参照）。

【 0 0 4 9 】

（第二の形態）

次に、本発明の第二の実施形態に係る能動チューブ駆動装置について説明する。

図 7 は、第二の形態に係る能動チューブ駆動装置を用いた能動チューブシステムの概略図である。第二の形態に係る能動チューブ駆動装置 9 0 を用いた能動チューブシステム 8 0 は、能動チューブ 3 c と、コントロールボックス 9 0 と、コントロールスティック 1 0 0 とから構成されている。

能動チューブ 3 c は、その先端部に S M A を用いた能動機構 8 1 が設けられている。能動機構 8 1 は、先端部から順に、屈曲機構 8 2 に加え、さらに、捩れ機構 8 3 と、伸縮機構 8 4 と、硬さ調節機構 8 5 とから成っている。

なお、上記能動機能 8 1 は、能動チューブ 3 c の使用形態に合わせて構成することができる。例えば、屈曲機構 8 2 , 捩れ機構 8 3 , 伸縮機構 8 4 , 硬さ調節機構 8 5 の何れか一つ、またはこれらを複数組み合わせてもよい。

屈曲機構 8 2 の動作は、上記第一の実施形態で説明した運動機能である（図 7 の矢印 A 参照）。また、捩れ機構 8 3 は、能動チューブ 3 c の長手方向である軸方向と垂直方向に捩れを加える運動機能である（図 7 の矢印 B 参照）。さらに、伸縮機構 8 4 は、能動チューブ 3 c の軸方向に伸縮させる運動機能である（図 7 の矢印 C 参照）。そして、硬さ調節機構 8 5 は、能動チューブ 3 c の硬度を調整する運動機能である。

【 0 0 5 0 】

上記能動機構 8 1 は、コントロールボックス 9 0 と、コントロールスティック 1 0 0 により、その運動機能が制御される。

図 7 に示すように、コントロールスティック 1 0 0 は、能動チューブの能動機構 8 1 の各運動機能と同じ配列で、それらを調節するコントロール手段を備えた、屈曲機構 8 2 の動作を入力する屈曲機構制御情報入力部 1 0 2 と、捩れ機構 8 3 の動作を入力する捩れ機構制御情報入力部 1 0 3 と、伸縮機構 8 4 の動作を入力する伸縮機構制御情報入力部 1 0 4 と、硬さ調節機構 8 5 の動作を入力する硬さ調節機構制御情報入力部 1 0 5 と、を備えている。

【 0 0 5 1 】

コントロールスティック 1 0 0 は、能動チューブ 3 c の術者が能動機構 8 1 の屈曲、捩れ、伸縮、硬さ調節機などを、精度良く行うための入力装置である。コントロールスティック 1 0 0 の形は能動チューブ 3 c と相似形であり、術者が握るコントロールスティック 1 0 0 の握部は、可撓性材料を用いたチューブまたは棒（スティック）から形成されている。そして、能動機構 8 1 の各部 8 2 乃至 8 5 の制御においては、コントロールスティック 1 0 0 の握部に設けた各能動機構の情報入力部 1 0 2 乃至 1 0 4 を、それら能動機構の各動作と同じ動作でコントロール手段を調整すれば、術者の操作性が向上する。

例えば、屈曲機構制御情報入力部 1 0 2 は、屈曲自在な蛇腹状の管内に配設することが

10

20

30

40

50

できる。この屈曲自在な蛇腹状の管を屈曲させて、その屈曲動作に応じて後述する屈曲機構制御情報入力部 102 内部の可変抵抗器の値を設定すれば、屈曲機構 82 の屈曲角度を精度よく調整することができる。この場合には、コントロールスティック 100 の屈曲機構制御情報入力部 102 の屈曲動作により、屈曲機構 82 を調節できる。屈曲自在な蛇腹状の管としては、例えば、光ファイバーなどを挿入するときに用いられるフレキシブルメタルホース（商品名）などを用いることができる。このような可撓性材料を用いたチューブによれば、変形した状態を保持できる。

【0052】

図 8 は、第二の形態に係る能動チューブ 3c 内の能動機構 81 を模式的に示す透視図である。能動チューブ 3c は、ワーキングチャンネル用チューブ 21a と外皮用チューブ 25 とからなり、それらの間の空間部に、屈曲機構 82 と、捩れ機構 83 と、伸縮機構 84 と、硬さ調節機構 85 とが組み込まれている。図においては、後述する SMA コイルへの配線用チャンネルや、バルーン膨らまし用チャンネルやベント用チャンネルなどは省いている。

屈曲機構 82 においては、ワーキングチャンネル用チューブ 21a に沿って SMA コイル 92a が配設され、これらの外側には、ライナーコイル 86a が配設されている。そして、SMA コイル 92a とライナーコイル 86a とは、接着剤 88 により多点で接続されている。ここで、SMA コイル 92a は、通電加熱によって縮むか、または伸びるように形状記憶させておけばよい。

このような SMA コイル 92a に通電すると、SMA コイル 92a が加熱し、屈曲機構 82 が収縮または伸張することにより能動チューブ 3c は屈曲する。そして、通電を止めると、SMA コイル 92a は通電前の状態に戻るため、能動チューブ 3c も元の形状になる。屈曲機構 82 は、SMA コイル 92a を複数設け、これらの SMA コイルをそれぞれ通電加熱すれば、所謂多関節屈曲機構となることはいうまでもない。

【0053】

捩れ機構 83 においては、捩じった SMA コイル 92b を内側にし、ライナーコイル 86b を外側にした状態で、これらがワーキングチャンネル用チューブ 21a に挿入されている。捩じった SMA コイル 92b 及びライナーコイル 86b は、接着剤 88 により所定箇所接続されている。また、ライナーコイル 86b の一端は、上記屈曲機構 82 のライナーコイル 86a の一端と接続されている。

このような SMA コイル 92b に通電すると、SMA コイル 92b が捩じれる。そして、通電を止めると、ライナーコイル 86b の働きで元に戻る。この際、SMA コイル 92b の捩じれによる角度は、通電する電流量により変えることができる。

捩れ機構 83 は、その捩じれ動作に応じて後述する捩じれ機構制御情報入力部 103 内部の可変抵抗器の値を設定すれば、捩じれ機構 83 の捩れ角度を精度よく調整することができる。この場合には、コントロールスティック 100 の捩れ機構制御情報入力部 103 の捩れ動作により、捩れ機構 83 を調節できる。

【0054】

伸縮機構 84 においては、収縮させた SMA コイル 92c を内側に、この外側にライナーコイル 86c を配置し、これらがワーキングチャンネル用チューブ 21a に挿入されている。収縮させた SMA コイル 92c 及びライナーコイル 86c は、接着剤 88 により所定箇所接続されている。また、ライナーコイル 86c の一端は、上記捩れ機構 83 のライナーコイル 86b の他端と接続されている。このような SMA コイル 92c に通電すると、SMA コイル 92c が伸張する。そして、通電を止めると、ライナーコイル 86c の働きで元に戻る。この際、SMA コイル 92c の伸縮長は、通電する電流量により変えることができる。また、SMA コイル 92c を伸張した状態で固定すれば、SMA コイル 92c の通電により収縮する伸縮機構とすることができる。

ここで、伸縮機構制御情報入力部 103 によりその可変抵抗器の値を設定すれば、伸縮機構 84 の伸縮長を精度よく調整することができる。捩じれ機構制御情報入力部 103 は、可撓性でかつ伸縮できるような材料により、コントロールスティック 100 を形成しておけばよい。この場合には、コントロールスティック 100 の伸縮機構制御情報入力部 1

10

20

30

40

50

03の伸縮動作により、伸縮機構84を精度よく調節できる。

【0055】

硬さ調節機構85においては、形状記憶されたSMAコイル92dを変形させずに内側に、この外側にライナーコイル86dを配置し、これらがワーキングチャンネル用チューブ21aに挿入されている。このSMAコイル92d及びライナーコイル86dは、接着剤などにより所定箇所て接続されている。また、ライナーコイル86dの一端は、上記擦れ機構84のライナーコイル86cの他端と接続されている。このようなSMAコイル92dに通電すると、SMAコイル92dが硬くなるので、その通電量に応じた硬さを得ることができる。

なお、上記の能動機構においては、屈曲機構82と、擦れ機構83と、伸縮機構84と、硬さ調節機構85とに用いるライナーコイル86の各端部同士が機械的に接続されている。また、このライナーコイル86を各能動機構のSMAコイル92の所定箇所に電氣的に接続して共通配線とすることができる。また、各SMAコイル92への配線と、ライナーコイル86の配線とは、能動チューブ3cに設けられる配線用チャンネルに配線用リード線を挿入して行えばよい。ここで、ライナーコイル86の材料としてはステンレス鋼などを用いることができる。

【0056】

次に、本発明の能動チューブ駆動装置の具体的な回路について説明する。

図9は、第二の形態に係る能動チューブ3c内の駆動装置の回路構成を示す図である。図9において、能動チューブ駆動装置90は、能動機構のコントロール部91と、それらに接続されるSMAコイル92及び各能動機構の制御情報入力部102, 103, 104, 105と、を含んで構成されている。

能動機構のコントロール部91は、屈曲機構82のコントロール部91aと、擦れ機構83のコントロール部91bと、伸縮機構84のコントロール部91cと、硬さ調節機構85のコントロール部91dとから成り、何れも図3で説明したコントロールボックス10と同じ構成を有している。これらのコントロール部91a乃至91dは、それぞれ、SMAコイル92a乃至92dと配線21g, 21gを介して接続されている。また、これらのコントロール部91a乃至91dのそれぞれには、各能動機構の制御情報入力部102, 103, 104, 105が接続されている。また、上記コントロール部91a乃至91dは、マイクロプロセッサなどを用いたコントロール部の制御回路94により、それらの制御動作が監視されてもよい。

【0057】

この際、屈曲機構82のSMAコイル92aの加熱が、屈曲機構制御情報入力部101の可変抵抗器52の温度設定及びコントロール部91aにより制御される。この制御機能は、図3で説明したコントロール部10と同じである。また、屈曲機構82のSMAコイル92aと同様に、擦れ機構83のSMAコイル92b, 伸縮機構84のSMAコイル92c, 硬さ調節機構85のSMAコイル92dが、それぞれ、各能動機構制御情報入力部103, 104, 105の可変抵抗器52の温度設定及びコントロール部91b乃至91dにより制御される。

【0058】

図10乃至図12は、第二の形態に係る能動チューブ3c内の能動機構を操作するコントロールスティックの操作を模式的に示す図である。

図10は、第二の形態に係る能動チューブ3c内の屈曲機構を操作するコントロールスティックの操作を模式的に示す図である。コントロールスティック100の屈曲機構制御情報入力部102を手で操作すると、その屈曲動作に応じ屈曲機構制御情報入力部102内に設けた可変抵抗器52の抵抗値、すなわち屈曲角度が入力される(図10のA'参照)。この入力に応じて、図示しないコントローラ91a内の制御素子を制御する。制御素子は、カテーテル先端部内の図示しないSMAコイル92aへの通電量をPWM制御により変化させる。これにより、SMAコイル92aの通電量に対応して、図示しない屈曲機構82が作用し、その先端部の屈曲角が一定に保たれる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

図 1 1 は、第二の形態に係る能動チューブ 3 c 内の捩れ機構を操作するコントロールスティックの操作を模式的に示す図である。

図示するように、コントロールスティック 1 0 0 の捩れ機構制御情報入力部 1 0 3 を手で操作すると、その捩れに応じ捩れ機構制御情報入力部 1 0 3 内に設けた可変抵抗器 5 2 の抵抗値、すなわち捩れ角度が入力される（図 1 1 の B ' 参照）。この入力に応じて、図示しないコントローラ 9 1 b 内の制御素子を制御する。制御素子は、カテーテル先端部内の図示しない S M A コイルル 9 2 b への通電量を P W M 制御により変化させる。これにより、S M A コイル 9 2 a の通電量に対応して、図示しない捩れ機構 8 3 が作用し、能動チューブ 3 c 先端部の捩れ角を所定の値に設定できる。この際、屈曲機構制御情報入力部 1 0 2 を操作すると、屈曲機構の制御もできる（図 1 1 の 1 0 2 ' 参照）。

10

【 0 0 6 0 】

図 1 2 は、第二の形態に係る能動チューブ 3 c 内の伸縮機構を操作するコントロールスティックの操作を模式的に示す図である。図示するように、コントロールスティック 1 0 0 の伸縮機構制御情報入力部 1 0 4 を手で水平方向に操作すると、その伸縮に応じて、伸縮機構制御情報入力部 1 0 4 内に設けた可変抵抗器 5 2 の抵抗値、すなわち伸縮量が入力される（図 1 2 の C ' 参照）。この入力に応じて、図示しないコントローラ 9 1 c 内の制御素子を制御する。制御素子は、カテーテル先端部内の図示しない S M A コイルル 9 2 c への通電量を P W M 制御により変化させる。これにより、S M A コイル 9 2 c の通電量に対応して、図示しない伸縮機構 8 4 が作用し、その先端部の屈曲角が一定に保たれる。この際、屈曲機構制御情報入力部 1 0 2 を操作すると、屈曲機構の制御もできる（図 1 2 の 1 0 2 ' 参照）。また、図示しないコントロールスティック 1 0 0 の硬さ調節制御情報入力部 1 0 5 を手で操作すると、その動作に応じて、同様に、硬さ調節機構制御情報入力部 1 0 5 内に設けた可変抵抗器 5 2 の抵抗値、すなわち硬さ量が入力され、能動チューブ 3 c の硬さを制御することができる。

20

【 0 0 6 1 】

次に、本発明の能動チューブ駆動装置で駆動する能動チューブ 3 について説明する。

図 1 3 は能動チューブの構造を示す図であり、(a) は能動チューブ 3 の先端部 2 の分解斜視図、(b) は能動チューブ 3 の先端の断面図である。能動チューブ 3 の先端側には、チューブの長手方向に屈曲機構 2 1 を内蔵した先端部 2 を備えている。図 1 3 (a) に示すように、能動チューブ 3 の先端部 2 は、屈曲機構 2 1 を、複数のくびれ部分にリング状の錘 2 2 を内蔵した外皮用チューブ 2 5 の後方から挿入し、前方から先端チップ 2 3 が装着される構成でなっている。

30

【 0 0 6 2 】

ここで、後述する図 1 4 (a) 及び (b) で説明するように、ワーキングチャネル用チューブ 2 1 a が、屈曲機構 2 1 の所定の孔に挿通してある。

先端部 2 の先端側には、ワーキングチャネル用チューブ 2 1 a を延設して先端接合フランジ 2 a を形成する。先端接合フランジ 2 a の外周は、先端チップ 2 3 の後端接合フランジ 2 3 a に接合する。この先端チップ 2 3 は、円筒状の後端接合フランジ 2 3 a と同一径の貫通穴を形成し、先端側が滑らかな形状になっている。

40

【 0 0 6 3 】

また、先端部 2 の後端側には、ワーキングチャネル用チューブ 2 1 a が延設されており、後端接合フランジ 2 b を形成する。この後端接合フランジ 2 b の外周には、ジョイント用チューブ 2 4 が接合されている。そして、ジョイント用チューブ 2 4 の外周に本体チューブ 4 が接合される。これにより、先端部 2 が本体チューブ 4 と接合される。

【 0 0 6 4 】

図 1 3 (b) に示すように、屈曲機構 2 1 の外周には、所定の間隔を開けて複数のリング状の錘 2 2 が嵌着されている。すなわち、この錘 2 2 は、上記ワーキングチャネル用チューブ 2 1 a と屈曲機構 2 1 を構成する S M A コイルとを一体としてその外周に装着されている。さらに、屈曲機構 2 1 の外周側には、複数のリング状の錘 2 2 に互るように外皮

50

用チューブ 25 が部分的に装着されている。外皮用チューブ 25 の先端側は、先端チップ 23 の後端接合フランジ 23 a の外周面と接合し、外皮用チューブ 25 の後端側は、ジョイント用チューブ 24 の外周面と接合される。上記リング状の錘 22 は、例えばステンレス製であり、外皮用チューブ 25 は例えば薄肉シリコンチューブなどを用いることができる。

【 0065 】

次に、屈曲機構 21 の一例を説明する。図 14 及び図 15 は、屈曲機構 21 の構造を示す図である。図 14 において、(a) は屈曲機構 21 の一部斜視図、(b) は屈曲機構 21 の断面図である。図 14 (a) に示すように、前リンク 21 b および後リンク 21 c で、ワーキングチャンネル用チューブ 21 a が支持されている。すなわち、ワーキングチャンネル用チューブ 21 a の先端側は、前リンク 21 b の大径孔 21 d に挿通され、挿通された前端部分で先端接合フランジ 2 a を形成する。また、ワーキングチャンネル用チューブ 21 a の後端側は、後リンク 21 c の大径孔 21 d に挿通され、挿通された後端部分は後端接合フランジ 2 b を形成し、ジョイント用チューブ 24 と接合する。

10

【 0066 】

図 14 (b) に示すように、螺旋状に形成した SMA コイル 21 e が、後リンク 21 c の第一の小径孔 21 f に挿通され、前リンク 21 b の第一の小径孔 21 f まで必要に応じて撓みを持たせて配線される。また、SMA コイル 21 e は、前リンク 21 b の第一の小径孔 21 f に挿通されて折り返され、前リンク 21 b の第二の小径孔 21 f に挿通されて、対向する後リンク 21 c の第二の小径孔 21 f に挿通される。そして、SMA コイル 21 e の両端は、別の材質、例えば絶縁被覆付銅線となる配線 21 g に半田などで接続されている。ここで、前リンク 21 b および後リンク 21 c は、何れも同じ形状であり、例えば光造形法により紫外線を受光して固くなる紫外線感光樹脂で成形することができる。

20

【 0067 】

また、ワーキングチャンネル用チューブ 21 a には、絶縁性の外皮 21 j が被覆されている。外皮 21 j の両端は、前リンク 21 b および後リンク 21 c の外周と固着される。さらに、外皮 21 j の後部は、後リンク 21 c とワーキングチャンネル用チューブ 21 a とを支持固着する接着剤 21 i に当接するように、ジョイント用チューブ 24 の先端側外周に被覆されている。

【 0068 】

図 15 は、図 14 (b) の A - A 線に沿う断面図である。図示するように、前リンク 21 b および後リンク 21 c は、ワーキングチャンネル用チューブ 21 a を挿通する大径孔 21 d が一つと、SMA で作製した SMA コイル 21 e を挿通する小径孔 21 f が二つ穿設されている。

30

【 0069 】

上記屈曲機構 21 において、SMA コイル 21 e の図の上下方向の空間 2 A が、前リンク 21 b および後リンク 21 c で囲繞されている。すなわち、空間 2 A は空気層となる。このため、外皮 21 j やワーキングチャンネル用チューブ 21 a や外皮用チューブ 25 を屈曲しやすくし、先端部 2 を放熱し易い構造とし熱がこもり難い構造としている。さらに、SMA コイル 21 e の変態点温度が低い材料を使用することが好適である。例えば、変態点温度を 60 とすればよい。これにより、発生する熱量そのものを抑え、かつ、SMA コイル 21 e の周囲の空間 2 A に、熱伝導させる空気層を設けることにより、通電による屈曲機構 21 の温度上昇を抑えることができる。

40

【 0070 】

なお、図 14 および図 15 に示した屈曲機構 21 は、一本の SMA コイル 21 e を前リンク 21 b 側で一回だけ折り返した構成であるが、別に SMA コイル 21 e の配線の仕方はこれに限定されるものではない。例えば、一本の SMA 21 e を前リンク 21 b と後リンク 21 c でそれぞれ複数回折り返して配線してもよい。すなわち、前リンク 21 b および後リンク 21 c にそれぞれ穿設した各小径孔に SMA コイル 21 e を挿通して、複数回折り返してもよい。この構成により、先端部 2 を屈曲し易くすることができる。このとき

50

、一本のSMAコイル21eの両端は、何れも後リンク21cの本体チューブ4側に出るようにするのが好ましい。

さらには、複数本のSMAコイル21eを対称的に配線してもよい。すなわち、屈曲機構21の前後方向を法線方向とする断面(図14(b)のA-A線の断面)において、各SMAコイル21e同士が、屈曲機構21の中心軸に対して互に対称的になるように配線してもよい。例えば3本のSMAコイル21eを配線する場合には、各SMAコイル21e同士が屈曲機構21の中心軸に対して120度をなすように配線してもよい。この場合には、各SMAコイル21eによる各屈曲方向を相互に関連させて先端部2をあらゆる方向に屈曲させることができる。このとき各SMAコイル21eは前リンク21bおよび後リンク21c間で一回の折り返しでもよいし、複数回折り返しでもよい。

10

【0071】

次に、本体チューブ4について説明する。

図16は本体チューブ4の後端部41の部分断面図、図17は図1のB-B線に沿う断面図である。本体チューブ4は、長手方向に互って、ワーキングチャンネル4Aと、配線21gを挿通する配線用チャンネル4Bとを少なくとも有する。また、使用用途に応じて、例えば第一の形態にあつては、ワーキングチャンネル4Aおよび配線用チャンネルの他に、その他のチャンネルとして一または複数の管を成形したマルチチャンネル型のものでよい。

【0072】

図17に示すように、能動チューブ3が腸閉塞治療用能動チューブの場合には、本体チューブ4の大部分は、所定の形状のワーキングチャンネル4Aで占められており、ワーキングチャンネル4Aと本体チューブ4の外周との間に、ワーキングチャンネル4Aの径より小さいベント用チャンネル4Dが成形され、ベント用チャンネル4Dの両端にベント用チャンネル4Dより径の小さい配線用チャンネル4Bおよびバルーン膨らまし用チャンネル4Cが成形されている。なお、本体チューブ4は可撓性を有する素材で成形し、その材料として例えば、シリコンが好適である。

20

【0073】

ここで、配線用チャンネル4B、バルーン膨らまし用チャンネル4Cおよびベント用チャンネル4Dの各後端部41には、各々専用のコネクタ4B1、4C1、4D1が装着されている。ワーキングチャンネル4Aの終端にも蓋やコネクタ等が装着されていてもよい。例えば、配線21gを挿通する配線用チャンネル4Bのコネクタ4B1としては、一对の配線21gに対応するモノラルジャックや二対の配線21gに対応するステレオジャックなどを挙げることができる。

30

【0074】

次に、本体チューブ4の先端側に装着されているバルーンについて説明する。図18は本体チューブ4の先端側に装着されているバルーンの構造の箇所の概略断面図、図19はそのバルーンの側面図である。本体チューブ4の先端側の所定の位置には、例えば弾性の薄膜からなるバルーン42が装着されている。バルーン42の前後部分は、本体チューブ4の外周に接着剤42aなどで固着されている。本体チューブ4において、バルーン42で被覆されている箇所には、図19に示すように、例えば3つの注入口42bが穿設されている。これにより、バルーン膨らまし用チャンネル4Cに通された空気などの気体や水などの液体は、図18に矢印で示すように、注入口42bを通過してバルーン42を膨張させる。なおバルーン42に使用する円筒の薄膜には、例えばシリコンゴムを用いることができる。

40

【0075】

以下、能動チューブ3の製造方法を説明する。

先ず、先端部2の屈曲機構21を組み立てる。すなわち、図14(a)に示すように、ワーキングチャンネル用チューブ21aの先端側を延設するように前リンク21bの大径孔21dに挿通する。ワーキングチャンネル用チューブ21aの後端側を延設するように後リンク21cを大径孔21dに挿通する。必要に応じて、前リンク21bおよび後リンク21cとワーキングチャンネル用チューブ21aの外周面とは接着剤などで仮止めする。

50

SMAでSMAコイル21eを作製する。SMAコイル21eは、例えば、素線径50～100 μ m、外径200～300 μ mのものを用いる。そして、後リンク21cの第一の小径孔21fにSMAコイル21eの一端を挿通し、前リンク21bの第一の小径孔21fに挿通する。その後、前リンク21bの第一の小径孔21fに挿通したSMAコイル21eの先端を折り返して、前リンク21bの第二の小径孔21fに挿通し、後リンク21cの第二の小径孔21fに挿通する。SMAコイル21eの両端、すなわち、後リンク21c側の両端を、必要に応じて別の配線と接続する。

【0076】

そして、外皮21jをワーキングチャンネル用チューブ21aの長手方向に沿って被覆し、前リンク21bの外周と外皮21jの先端側内周面とを接合して前リンク21bの前側面に絶縁性の接着剤21hを盛る。接着剤21hでワーキングチャンネル用チューブ21a、前リンク21b、SMAコイル21eおよび外皮21j同士を固着する。同様にして、後リンク21cの外周と外皮21jの後端側内周面とを接合して後リンク21cの後側面に絶縁性の接着剤21iを盛る。接着剤21iでワーキングチャンネル用チューブ21a、後リンク21c、SMAコイル21e（または配線21g）および外皮21j同士を固着する。接着剤21h、21iとして、例えばシリコンを用いることができる。

続いて、屈曲機構21の後端接合フランジ2bの外側に、ジョイント用チューブ24を接続して、後端接合フランジ2bとジョイント用チューブ24の前側の内周面とを絶縁性の接着剤で固定し、これで屈曲機構21が組み立てられる。

【0077】

次に、図13(a)に示すように、組み立てた屈曲機構21を、外皮用チューブ25の後方から挿入し、屈曲機構21に先端チップ23を装着する。すなわち、先端チップ23の後端接合フランジ23aの内周面と、ワーキングチャンネル用チューブ21aの先端接合フランジ2aの端面とを絶縁性の接着剤で接着する。これで、能動チューブ3の先端部2が作製される。先端部2の大きさは、例えば、外径数mm、長さ数十mmである。

そして、能動チューブ3の先端部2のSMAコイル21eの両端を、本体チューブ4の配線用チャンネル4Bに挿通されている配線21gと半田などで結合させる。なお、SMAコイル21eの両端に別の配線を必要に応じて接続した場合には、この別の配線を配線21gと結合させる。本体チューブ4と先端部2とを連通させて、ジョイント用チューブ24の後端端面と本体チューブ4の前側の内周面とを絶縁性の接着剤で接着することにより能動チューブ3が完成する。

【0078】

以上のように構成された能動チューブシステム1は次のように動作する。

図20は、コントロールボックス10の制御情報入力部10aとしてのコントロールスティックのレバー10Bを操作して、能動チューブ3の先端部2の屈曲状態を示した断面図である。コントロールスティックのレバー10Bを操作して、コントロールボックス10の制御部10bに入力し、その入力に応じて制御素子10eを制御する。制御素子10eは、SMAコイル21eへの一サイクルでの通電量を変化させる。これにより、SMAコイル21eの通電量に対応して、屈曲機構21が作用し先端部21の屈曲角が一定に保たれる。

【0079】

ここで、SMAコイル21eは通電により発熱するが、図20に示すように、屈曲機構21は、ワーキングチャンネル用チューブ21aと外皮21jと、前後を前リンク21bおよび後リンク21cで囲繞された空間2A内が空気で占められ、さらに、外皮21jと外皮用チューブ25との間の空間2Bにも空気で占められて空間2A、2Bからなる空気層を有している。

したがって、先端部2の内部に空間2A、2Bを持たせて、外皮21jやワーキングチャンネル用チューブ21aや外皮用チューブ25を屈曲しやすくし、先端部2を放熱し易い構造としている。また、SMAコイル21eの材料を変態点が低いもの、例えば60のものを用いる。これにより、発生する熱量そのものを抑え、かつ、空気層による放熱効果

10

20

30

40

50

により、SMAコイル21eへの通電による屈曲機構21の温度上昇を低下させることができる。

【0080】

(第三の形態)

次に、本発明の第三の実施形態に係る能動チューブ駆動装置を用いた能動チューブシステムについて説明する。

図21は第三の形態に係る能動チューブシステムの概略図である。第三の形態の能動チューブシステム1aは、能動チューブ3aと表示装置3Aからなる。能動チューブ3aは、第一の形態に係る能動チューブ3のワーキングチャンネル用チューブ21aに、内視鏡5を本体チューブ4のワーキングチャンネル4Aから挿入したものである。この第二の形態において、内視鏡5の先端側は能動チューブ3aの先端部2に固着されない。すなわち、内視鏡5は、本体チューブ4を介して先端部2に挿脱できるようにしたものである。これにより、内視鏡5を本体チューブ4を介して先端部2に挿入し、必要に応じて内視鏡5のみを抜き取り、薬剤を挿入したり先端部2から内容物を吸い出したりすることができる。また、内視鏡5を必要に応じて洗浄などの処理を行い再利用することができる。

10

【0081】

図22は、図21の内視鏡5とは別の内視鏡の一例を示す概略斜視図である。図22に示した内視鏡51の前側面には、光ファイバーまたはCCD(Charge Coupled Device)のような撮像素子などからなる画像入力部5aと、画像入力部5aの前方を照らす複数の照明用ライトガイド5bとを備える。また、内視鏡51には別途作業用のチャンネル5cが備わっていてもよい。また、内視鏡51には画像入力部5aの画面を洗浄するために生理食塩水を導入する導入管が備わっており、内視鏡51の前側面には導入管の先端に当る噴射口5dが備わっていてもよい。ここで、照明用ライトガイド5bの代わりにLED(Light Emitting Diode)でもよい。

20

【0082】

(第四の形態)

次に、本発明の第四の実施形態に係る能動チューブ駆動装置を用いた能動チューブシステムについて説明する。

図23は第四の形態に係る能動チューブの概略図である。第四の形態の能動チューブ3bは、第一の形態の能動チューブ3のワーキングチャンネル用チューブ21aに内視鏡6を挿通し、内視鏡6の先端を能動チューブ3bの先端チップ23Aに固着したものである。先端チップ23Aの内周には、内視鏡6と係合する係合部を有する。この係合部は、例えば、先端チップ23Aの先端を軸側に鏝23Bを延設して成形される。先端チップ23Aの係合部は、内視鏡6の係合部、例えば凹部6fと係合して、内視鏡6を先端チップ23Aから脱離できないようにする。

30

【0083】

図24は、内視鏡6の一例を示す概略斜視図である。内視鏡6の前側面には、CCDのような撮像装置などからなる画像入力部6aと、画像入力部6aの前方を照らす複数のLED6bとを備える。また、内視鏡6には別途作業用のチャンネル(図示せず)が備わっていてもよく、画像入力部6aの画面を洗浄するために生理食塩水を導入する導入管が備わって、内視鏡6の前側面には導入管の先端に当る噴射口6dが備わっていてもよい。

40

【0084】

ここで、画像入力部6aはCCDではなく、第二の形態のように、光ファイバーを用いて、外部に画像を取り出してもよい。また、LED6bの代わりに第二の形態のように、照明用ライトガイドを有しており、外部からの光を照明用ライトガイドが導いて画像入力部6a前方を照らすようにしてもよい。なお、内視鏡6を先端チップ23Aで固定する際には、内視鏡6および先端チップ23Aに係合部を設けたが、接着剤などで固着してもよい。

以上の第二の形態および第三の形態における内視鏡としては、例えば、直径3~10mmの径のものや、それより細い、例えば2.5mmの極細のものが挙げられる。

50

【 0 0 8 5 】

以下、本発明の能動チューブ駆動装置を用いた能動チューブシステムの使用形態について説明する。ここでは、特に腸閉塞治療に用いる場合を念頭において説明する。

図 2 5 は、能動チューブシステムの第一の使用形態を示す概念図である。図では、鼻腔または口腔から能動チューブ 3 a , 3 b を挿入して体内に押し進められて胃 1 1 の出口である幽門部 1 1 a を通過させる場合を示している。この幽門部 1 1 a は、非常に小さく挿入困難な場所である。内視鏡を挿入した能動チューブ 3 a , 3 b の場合には、術者が内視鏡 5 , 5 1 , 6 の先端の画像入力部 5 a , 6 a からの画像を表示装置 3 A などで観察しながら、コントロールボックス 1 0 の制御情報入力部 1 0 a を操作する。制御情報入力部 1 0 a の操作により、能動チューブ 3 の先端部 2 が屈曲する。例えば、コントロールスティックのレバー 1 0 B を移動させることで、図に矢印で示すように、能動チューブ 3 の先端部 2 の屈曲角を自由に変えることができる。そして、能動チューブ 3 の先端部 2 を屈曲させて、先端部 2 を幽門部 1 1 a に向けて能動チューブ 3 a , 3 b を押し進め、十二指腸 1 2 内に挿入することが容易になる。

10

【 0 0 8 6 】

図 2 6 は、能動チューブシステムの第二の使用形態を示す概念図である。同図は、能動チューブ 3 a , 3 b を胃 1 1 からさらに腸内に挿入した状態を示している。能動チューブ 3 a , 3 b の先端部 2 の後側で本体チューブ 4 の前側に装着されているバルーン 4 2 を膨らまし、腸壁 1 3 a にバルーン 4 2 を接触させる。このバルーン 4 2 が腸壁 1 3 a に接触することで、能動チューブ 3 a , 3 b の先端側が固定される。

20

この状態で、第一の使用形態で説明したように、術者が内視鏡 5 , 5 1 , 6 の先端の画像入力部 5 a , 6 a からの画像を表示装置 3 A などで観察しながら、コントロールボックス 1 0 の制御情報入力部 1 0 a を操作する。このため、制御情報入力部 1 0 a の操作により、能動チューブ 3 a , 3 b の先端部 2 が屈曲する。例えば、コントロールスティックのレバー 1 0 B を移動させることで、矢印で示すように、能動チューブ 3 の先端部 2 の屈曲角を自由に変えることができる。これで、術者は腸壁 1 3 a を意のままに観察できる。また、腸のぜん動運動により、バルーン 4 2 を腸内の前方側に進ませることができる。

このように、能動チューブ 3 a , 3 b は、バルーン 4 2 を装着した本体チューブ 4 と、屈曲機構 2 1 を内蔵した先端部 2 とを接合するとともに、光ファイバーや CCD などの撮像素子からなる画像入力部 5 a , 6 a を先端部 2 に内蔵しているため、腸内観察用の内視鏡として用いることができる。

30

【 0 0 8 7 】

なお、第一の使用形態および第二の使用形態においては、内視鏡を挿入してある能動チューブ 3 a , 3 b を前提に説明したものの、内視鏡が挿入されていない能動チューブ 3 においても、X 線透過画像を併用することで同様に使用することもできる。

【 0 0 8 8 】

また、以上の第一乃至第三の形態においては、先端部 2 内の屈曲機構 2 1 は一本の SMA コイル 2 1 e からなるが、屈曲機構 2 1 の断面に対して複数本の SMA コイル 2 1 e を対称的に配置して、各 SMA コイル 2 1 e への通電加熱を行うことで、全方向に先端部 2 を屈曲させることができる。この場合には、制御情報入力部 1 0 a は、例えば、SMA コイル 2 1 e の本数と同数のスライド式制御機構をコントロールスティックに設けることで実現できる。

40

【 0 0 8 9 】

(第五の形態)

次に、第五の形態について図 2 6 を参照して説明する。第五の形態は、第二の形態における能動チューブ 3 a や第三の形態における能動チューブ 3 b の先端部 2 に複数の錘 2 2 を設けないものである。すなわち、能動チューブ 3 は、屈曲機構 2 1 を内蔵した先端部 2 と、先端部 2 の後端に接合する本体チューブ 4 とからなっており、内視鏡 5 , 5 1 , 6 を、本体チューブ 4 のワーキングチャネル 4 A および先端部 2 のワーキングチャネル用チューブ 2 1 a に挿入してあるものである。屈曲機構 2 1 や本体チューブ 4 の構成は、他の形

50

態と同様である。

【実施例】

【0090】

最初に、能動チューブ駆動装置について説明する。

図3を参照して、SMAコイルの駆動用電源10dは、9Vの乾電池を2個使用し、18Vの電圧である。マイクロプロセッサの駆動用電源は9Vの乾電池を使用し、この電池から抵抗測定用電源62として1Vの定電圧源を設けた。基準抵抗62は、SMAコイル51の抵抗値と同程度の抵抗とした。SMAコイルの駆動用トランジスタ10eには、MOSトランジスタを用いた。また、制御情報入力部10aは、図4に示すようなスティック形状として、可変抵抗器を入力素子として用いた。

10

このような能動チューブ駆動装置は、制御情報入力部10a以外の全てを筐体に收容し、この筐体には、運搬用の取っ手と、医療術者が背負えるようなショルダーベルトを装着させた。このようにして製作した能動チューブ駆動装置は、十分に持ち運び可能な大きさと重量である。

【0091】

そして、マイクロプロセッサ10bのメモリには、図5で説明したような制御を実行できるプログラムと、SMAコイル51の抵抗と温度の関係を別に測定したデータとを、書き込んだ。

図27は、SMAコイル51の抵抗と温度の関係を模式的に示す図である。図の横軸は温度(任意目盛り)を示し、縦軸は用いたSMAコイル51の抵抗(任意目盛り)を示している。図示するように、SMAコイル51としては、低温ではその抵抗は高く、加熱して高温になるとその抵抗が低くなる材料を用いた。

20

【0092】

また、次のようにイレウス用の能動カテーテルを作製した。素線径50~100 μ mのニッケル・チタン系SMAを用いて、外径200~300 μ mのSMAコイル21eを作製して屈曲機構21を組み立て、先端部2を作製した。このとき、先端部2の長さは約40mm、外径6mmであった。室温及び41 $^{\circ}$ CのときのSMAコイルの抵抗は、それぞれ、56 Ω と49 Ω であった。そして、本体チューブ4に先端部2を接合した。屈曲機構21は、ピーク電圧16.5V、パルス周期86.2Hzのパルス電圧で駆動して、デューティ比を変化させて先端部2を屈曲させた。

30

【0093】

図28は、パルス電圧のデューティ比に対する先端部2の屈曲角を示す図である。屈曲角は、本体チューブ4の延長線と先端部21となす角である。各デューティ比に対し、屈曲機構21が作動し先端部2が屈曲するまでの時間は一秒以内であった。また、コントロールスティックのレバー10bを元に戻すことで、先端部2は、本体チューブ4の延長線上に位置する。

図28から分かるように、デューティ比が40%で、最大110 $^{\circ}$ まで屈曲できた。このとき曲率半径は約20mmであった。また、本体チューブ4およびワーキングチャンネル用チューブ21aに、直径1.14mmのガイドワイヤーを通したままでも、先端部2を屈曲できることを確認した。

40

【0094】

図29は、温度26 $^{\circ}$ Cの大気中における能動チューブ3の先端部の表面温度の経過時間を示す図である。所定のデューティ比に固定して屈曲角が30 $^{\circ}$ 、45 $^{\circ}$ 、60 $^{\circ}$ となるようにSMAコイル21eに通電させて、先端部2の外皮用チューブ25の表面温度を熱電対で測定したものである。熱電対は、SMAコイル21eの輻射熱を直接受ける箇所とし、具体的には錘22の間の外皮用チューブ25に当接させた。図から明らかなように、通電開始から表面温度が41 $^{\circ}$ Cを越える時間は、屈曲角が30 $^{\circ}$ 、45 $^{\circ}$ 、60 $^{\circ}$ の場合に、それぞれ、60秒、40秒、25秒であることが分かる。

【0095】

さらに、能動チューブ3を腸閉塞治療用能動チューブとして使用する場合を想定し、す

50

なわち、使用される箇所が胃や腸内であり食物などの残渣などがあることを想定して、水温 38 の水に浸した状態での能動チューブの表皮温度も確認した。図 30 ~ 図 32 は、水温 38 の水に浸した状態で、先端部 2 の屈曲角として、それぞれ、30°、45°、60°に屈曲させたときの先端部 2 の表面温度の経過時間を示す図である。

これらの図から判るように、屈曲角 30°では表面温度は約 41 で一定し、屈曲角 45°では表面温度は約 42 で一定する。また、屈曲角 60°では、一分以上屈曲状態を保っても約 44 まで上昇しない。これは、能動チューブ 3 の先端部 2 の最表面に対して水分子が衝突して放熱効率が向上したと考えられる。これにより、屈曲角 30°においては、表面温度は約 41 以下となり、十分に治療用に使用可能であることが分かった。

【0096】

以上説明した実施の形態は本発明の一形態に過ぎず、特許請求の範囲に記載した発明の範囲内で種々変更が可能であり、これらも本発明の範囲に含まれることは明らかである。例えば、上記実施の形態で説明した能動チューブ駆動装置の設定温度や、SMAコイルの抵抗値等はそれらの一例を示すものであり、必要に応じて適宜変更することができる。また、能動チューブとして、特にイレウスチューブを説明したが、本発明の能動チューブ駆動装置は、腸閉塞以外のカテーテル用チューブや、医療内視鏡などを備えたチューブなどの種類を問わず適用し得ることは勿論であり、上記実施形態と同様な作用効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0097】

【図 1】本発明を実施するための最良の形態である能動チューブシステムの構成図である。

【図 2】コントロールボックスの機能ブロック図である。

【図 3】能動チューブ駆動装置の回路構成を示すブロック図である。

【図 4】制御情報入力部 10a の内部構造を模式的に示す透視図である。

【図 5】本発明の SMA の駆動回路において、SMA の温度を制御するための処理内容を示すフローチャート図である。

【図 6】能動チューブシステムの動作を示す模式図である。

【図 7】第二の形態に係る能動チューブ駆動装置を用いた能動チューブシステムの概略図である。

【図 8】第二の形態に係る能動チューブ 3c 内の能動機構 81 を模式的に示す透視図である。

【図 9】第二の形態の能動チューブ 3c 内の駆動装置の回路構成を示す図である。

【図 10】第二の形態に係る能動チューブ 3c 内の屈曲機構を操作するコントロールスティックの操作を模式的に示す図である。

【図 11】第二の形態に係る能動チューブ 3c 内の捩れ機構を操作するコントロールスティックの操作を模式的に示す図である。

【図 12】第二の形態に係る能動チューブ 3c 内の伸縮機構を操作するコントロールスティックの操作を模式的に示す図である。

【図 13】(a) は能動チューブの先端部の分解斜視図、(b) は能動チューブの先端の断面図である。

【図 14】(a) は屈曲機構の一部斜視図、(b) は屈曲機構の断面図である。

【図 15】図 14 (b) の A - A 線に沿う断面図である。

【図 16】本体チューブの後端部の部分断面図である。

【図 17】図 1 の B - B 線に沿う断面図である。

【図 18】本体チューブの先端側に装着されているバルーンの構造の箇所の概略断面図である。

【図 19】本体チューブの先端側に装着されているバルーンの構造の箇所の概略側面図である。

【図 20】能動チューブの先端部の屈曲状態を示した断面図である。

10

20

30

40

50

- 【図 2 1】第三の形態に係る能動チューブシステムの概念図である。
- 【図 2 2】図 2 1 の内視鏡とは別の内視鏡の一例を示す概略斜視図である。
- 【図 2 3】第四の形態に係る能動チューブの概略断面図である。
- 【図 2 4】内視鏡の一例を示す概略斜視図である。
- 【図 2 5】能動チューブシステムの第一の使用形態を示す概念図である。
- 【図 2 6】能動チューブシステムの第二の使用形態を示す概念図である。
- 【図 2 7】SMA コイルの抵抗と温度の関係を示す図である。
- 【図 2 8】パルス電圧のデューティ比に対する先端部の屈曲角を示す図である。
- 【図 2 9】温度 2 6 の大気中における能動チューブの先端部の表面温度の経過経過を示す図である。
- 【図 3 0】水温 3 8 の水に浸した状態で、先端部を屈曲角 3 0 ° に屈曲させたときの先端部の表面温度の経過時間を示す図である。
- 【図 3 1】水温 3 8 の水に浸した状態で、先端部を屈曲角 4 5 ° に屈曲させたときの先端部の表面温度の経過時間を示す図である。
- 【図 3 2】水温 3 8 の水に浸した状態で、先端部を屈曲角 6 0 ° に屈曲させたときの先端部の表面温度の経過時間を示す図である。
- 【図 3 3】背景技術に係るカテーテルの先端部の概略断面図である。

10

【符号の説明】

【 0 0 9 8 】

- 1, 1 a, 8 0 : 能動チューブシステム
- 2 : 先端部
- 2 A, 2 B : 空間
- 2 a : 先端接合フランジ
- 2 b, 2 3 a : 後端接合フランジ
- 3, 3 a, 3 b, 3 c : 能動チューブ
- 3 A : 表示装置
- 4 : 本体チューブ
- 4 A : ワーキングチャンネル
- 4 B : 配線用チャンネル
- 4 C : バルーン膨らまし用チャンネル
- 4 D : ベント用チャンネル
- 4 B 1, 4 C 1, 4 D 1 : コネクター
- 5, 5 1, 6 : 内視鏡
- 5 a, 6 a : 画像入力部
- 5 b : 照明用ライトガイド
- 5 c : チャンネル
- 5 d, 6 d : 噴射口
- 6 b : LED
- 6 f : 凹部
- 1 0, 9 0 : コントロールボックス
- 1 0 A, 1 0 0 : コントロールスティック
- 1 0 B : レバー
- 1 0 a, 1 0 f : 制御情報入力部
- 1 0 b : 制御部
- 1 0 c : 電源部
- 1 0 d : 直流電源
- 1 0 e : 制御素子
- 1 1 : 胃
- 1 1 a : 幽門部
- 1 2 : 十二指腸

20

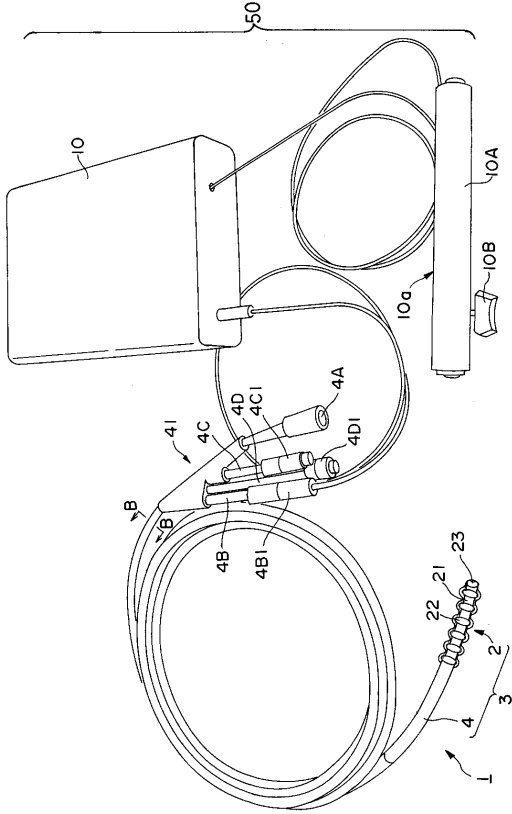
30

40

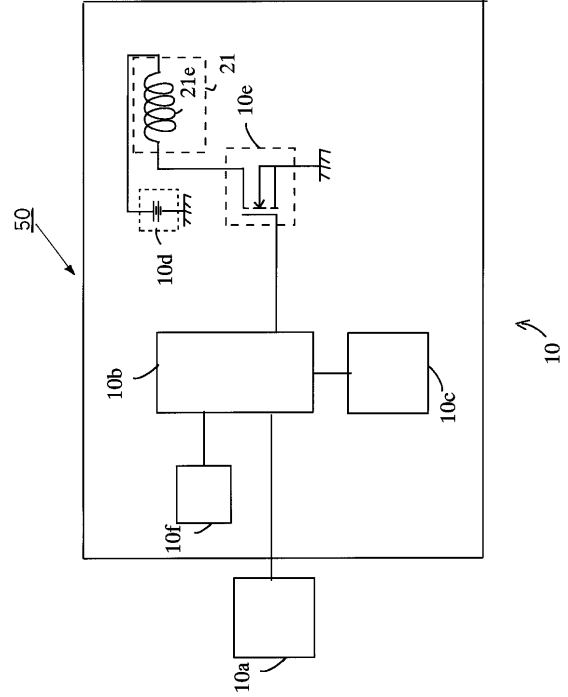
50

1 3 a : 腸壁	
2 1 , 8 1 : 能動機構	
2 1 a : ワーキングチャンネル用チューブ	
2 1 b : 前リンク	
2 1 c : 後リンク	
2 1 d : 大径孔	
2 1 e , 5 1 , 9 2 : S M A コイル	
2 1 f : 小径孔	
2 1 g : 配線	
2 1 h , 2 1 i : 接着剤	10
2 1 j : 外皮	
2 2 : 錘	
2 3 , 2 3 A : 先端チップ	
2 3 B : 鏑	
2 4 : ジョイント用チューブ	
2 5 : 外皮用チューブ	
4 1 : 後端部	
4 2 : バルーン	
4 2 a , 8 8 : 接着剤	
4 2 b : 注入口	20
5 0 : 能動チューブ駆動装置	
5 2 , 5 2 ' : 温度設定用可変抵抗器 (コントロール手段)	
5 2 a : 可変抵抗器の調整用つまみ	
5 3 , 5 8 : リード線	
5 5 : 第 1 のスイッチ手段	
5 6 : 第 2 のスイッチ手段	
5 7 : 第 3 のスイッチ手段	
6 0 : S M A コイル抵抗スキャン部	
6 1 : S M A コイル抵抗スキャン部用電源 (抵抗測定用電源)	
6 2 : 基準抵抗	30
6 3 , 6 4 : 増幅器 (オペアンプ)	
6 5 : オペアンプ用抵抗	
7 1 : バネ	
7 2 : 可変抵抗器の調整用ワイヤ	
7 3 : ワイヤ固定片	
7 3 a : 孔	
8 2 : 屈曲機構	
8 3 : 捩れ機構	
8 4 : 伸縮機構	
8 5 : 硬さ調節機構	40
8 6 , 8 6 a ~ 8 6 d : ライナーコイル	
9 1 , 9 1 a ~ 9 1 d : コントロール部	
9 4 : コントロール部の制御回路	
1 0 2 : 屈曲機構制御情報入力部	
1 0 3 : 捩れ機構制御情報入力部	
1 0 4 : 伸縮機構制御情報入力部	
1 0 5 : 硬さ調節機構制御情報入力部	

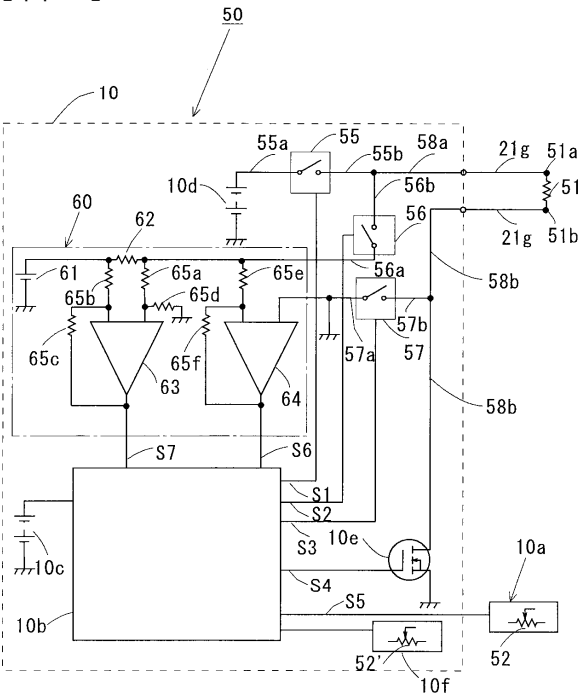
【 図 1 】



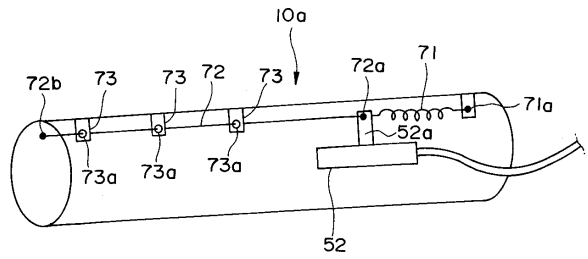
【 図 2 】



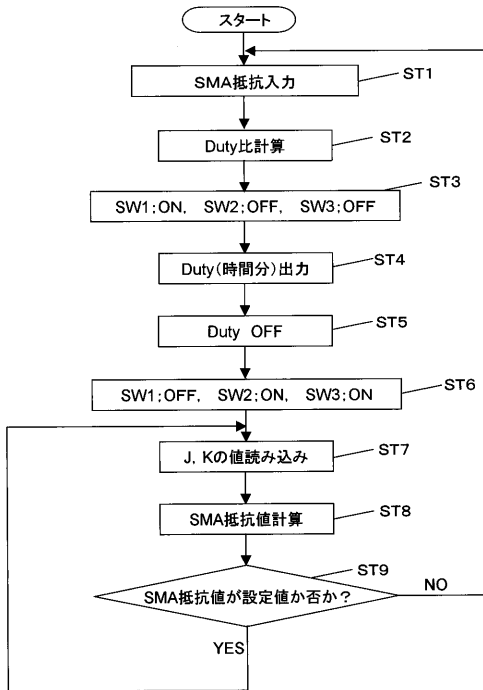
【 図 3 】



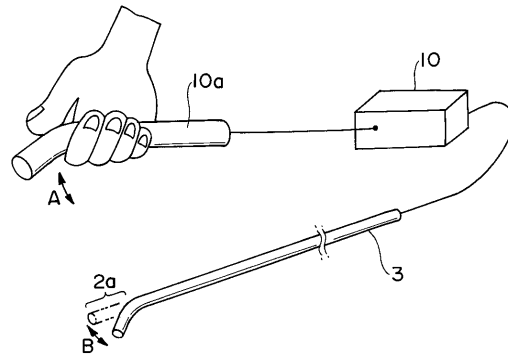
【 図 4 】



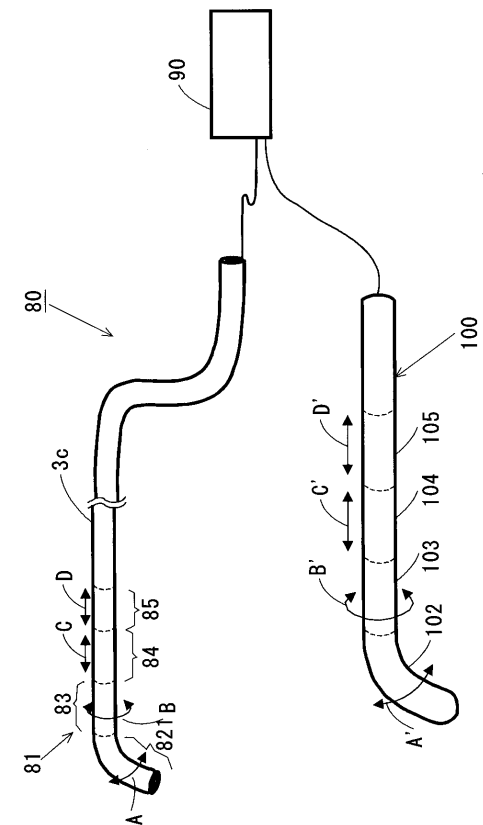
【 図 5 】



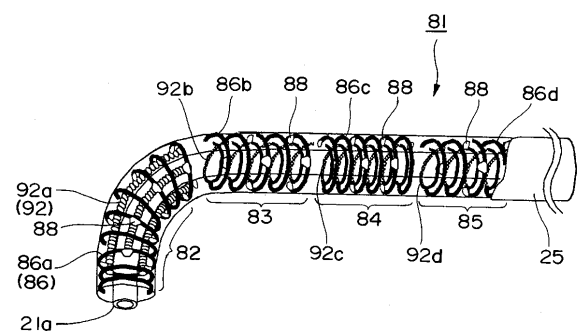
【 図 6 】



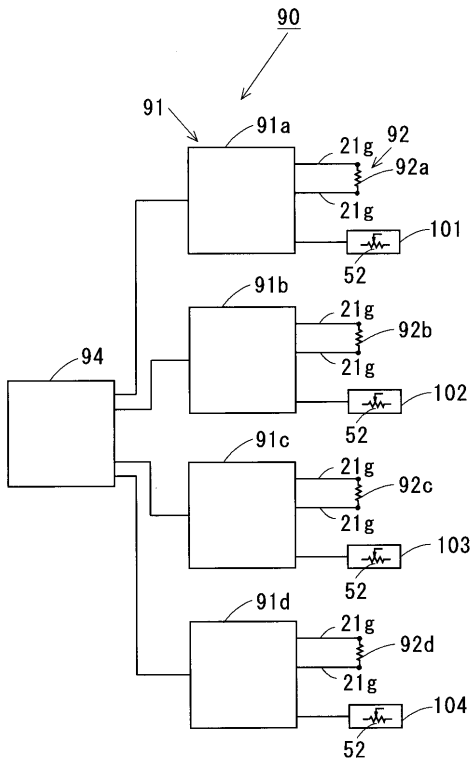
【 図 7 】



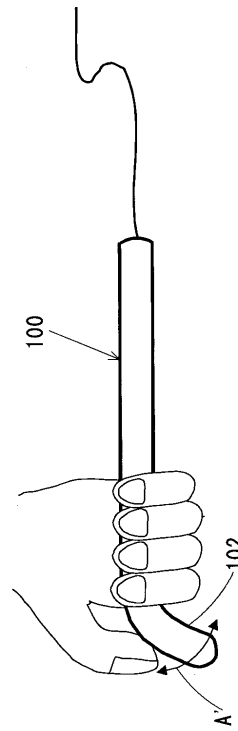
【 図 8 】



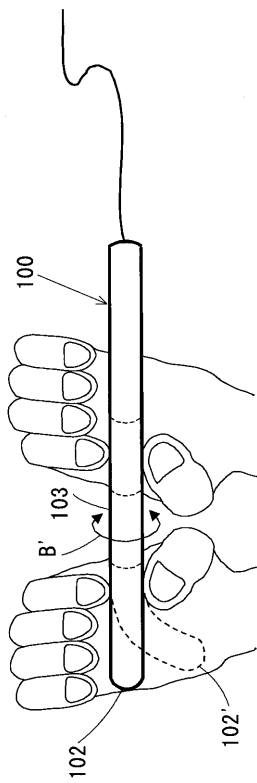
【 図 9 】



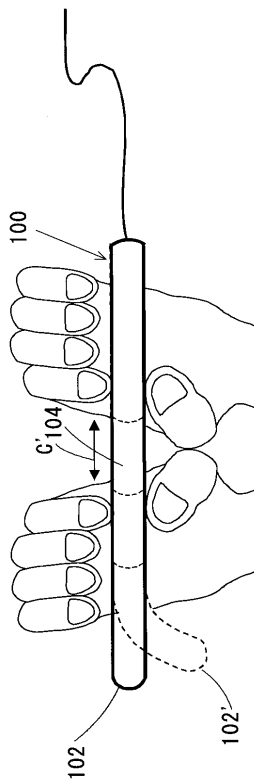
【 図 10 】



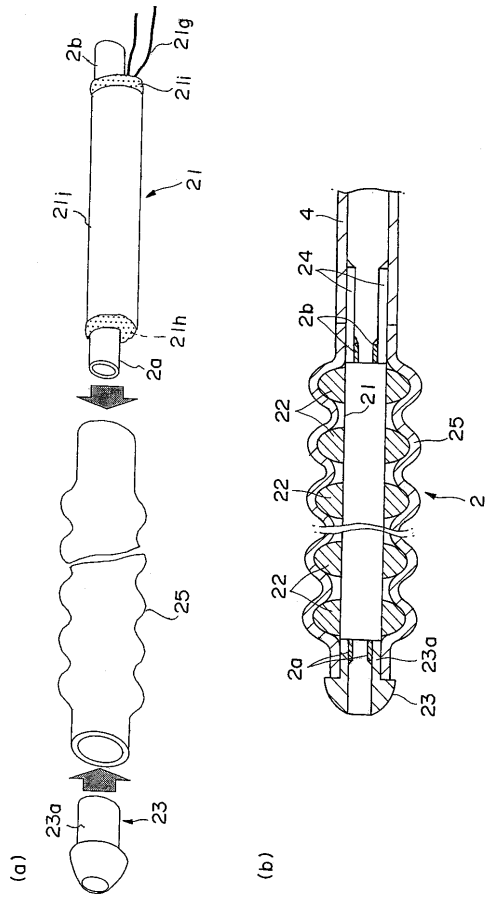
【 図 11 】



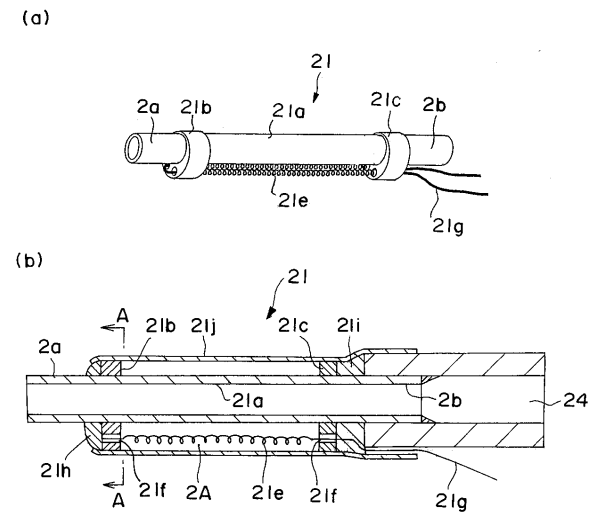
【 図 12 】



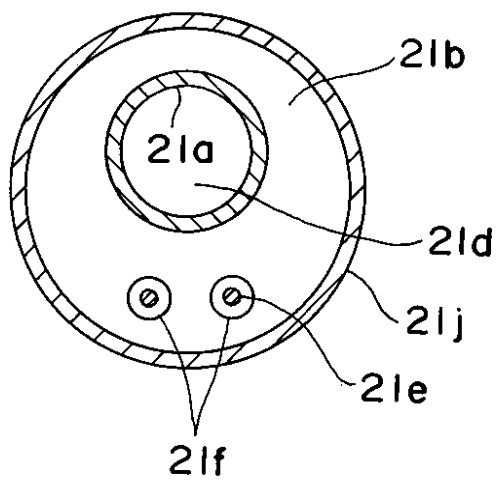
【 図 1 3 】



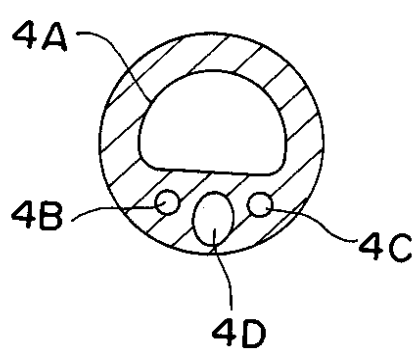
【 図 1 4 】



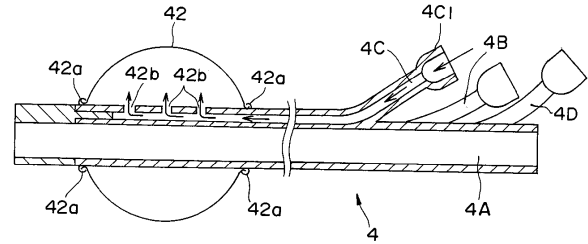
【 図 1 5 】



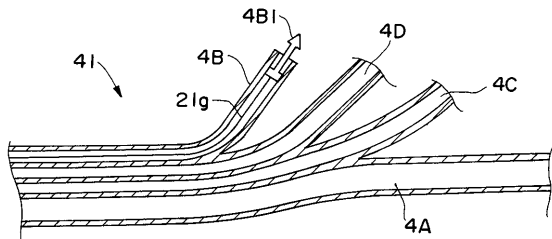
【 図 1 7 】



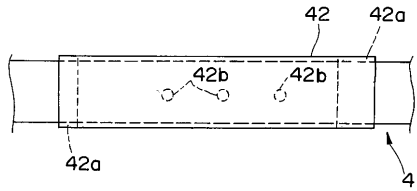
【 図 1 8 】



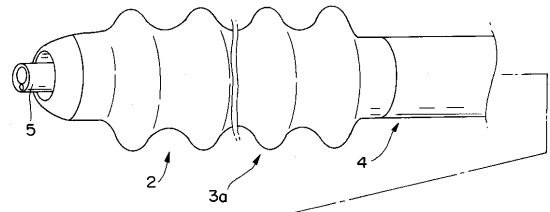
【 図 1 6 】



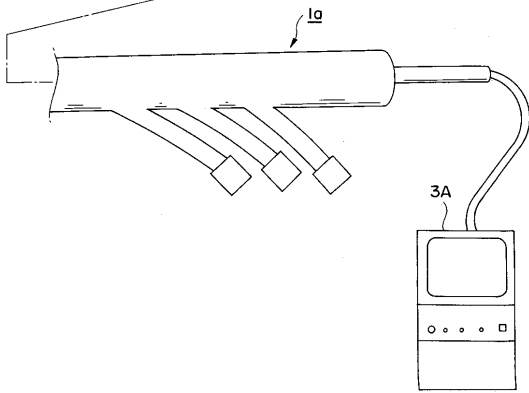
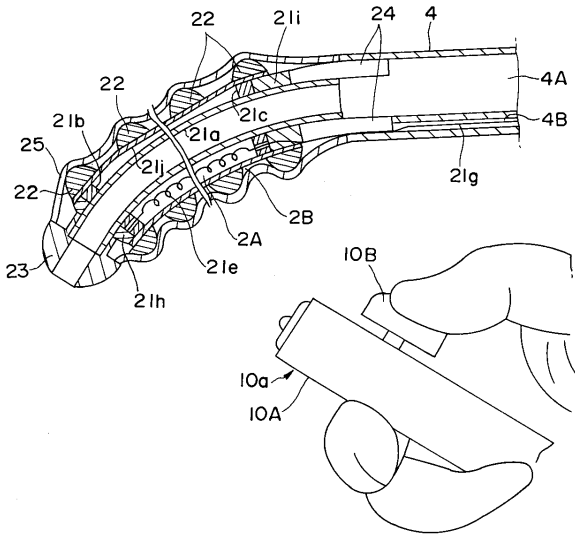
【 図 19 】



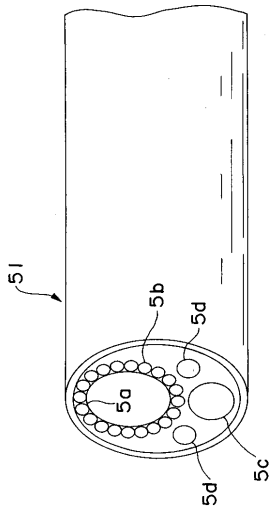
【 図 21 】



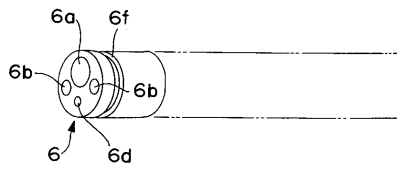
【 図 20 】



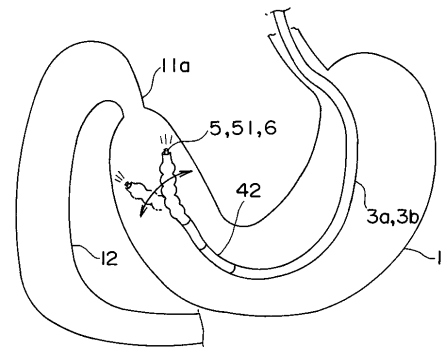
【 図 22 】



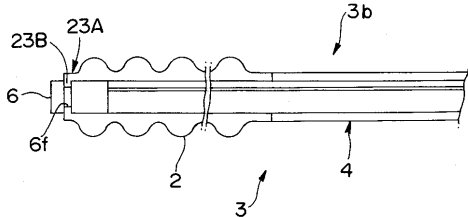
【 図 24 】



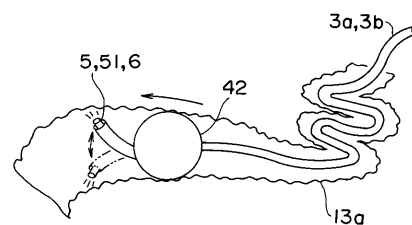
【 図 25 】



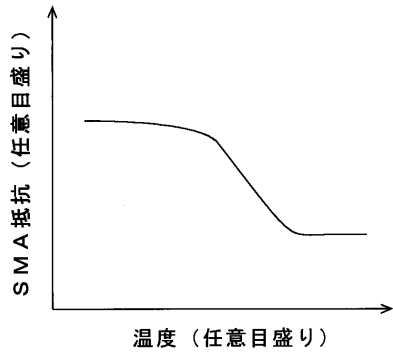
【 図 23 】



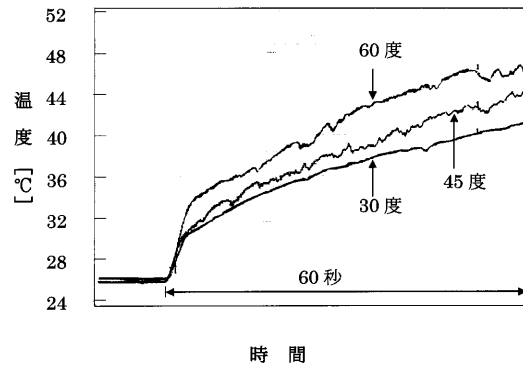
【 図 26 】



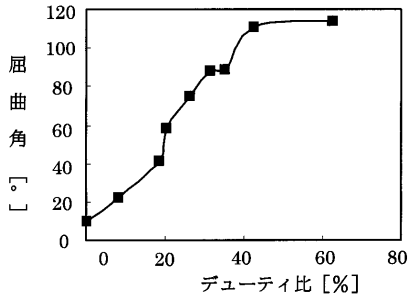
【図 27】



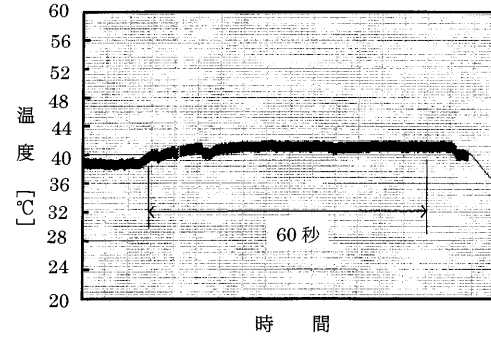
【図 29】



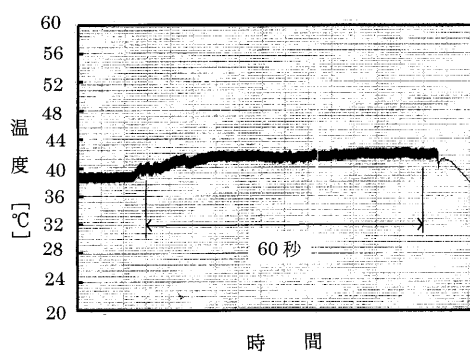
【図 28】



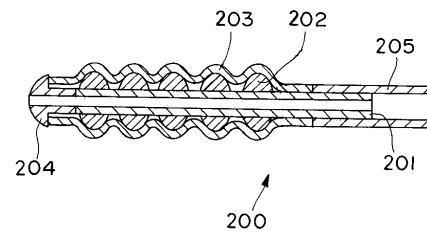
【図 30】



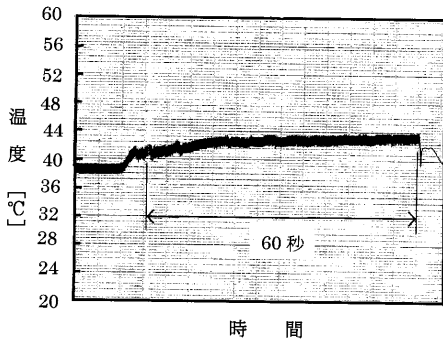
【図 31】



【図 33】



【図 32】



フロントページの続き

- (72)発明者 江刺 正喜
宮城県仙台市太白区八木山南一丁目11番9号
- (72)発明者 芳賀 洋一
宮城県仙台市青葉区国分町一丁目2番5号 一番町シティハウ
ス 903号
- (72)発明者 水島 昌徳
宮城県仙台市太白区八木山南三丁目1番40号 ディアス桂1
01
- (72)発明者 松永 忠雄
宮城県仙台市青葉区中山六丁目20番1号 カーサベルデ中山
A - 202

審査官 右 高 孝幸

- (56)参考文献 特開平4 - 8338 (J P , A)
特開平5 - 42100 (J P , A)
特開平5 - 76482 (J P , A)
特開2002 - 248073 (J P , A)
Koji IKUTA et al , Biomedical micro robots driven by miniature cybernetic actuator , 199
4 IEEE Workshop on Micro-Electro-Mechanical Systems , 1 9 9 4年 1月 , 263-268
Hironobu TAKIZAWA et al , Development of a microfine active bending catheter equipped w
ith MIF tactile sensors , Technical Digest of the 12th IEEE International Workshop on M
icro Electro Mechanical Systems , 1 9 9 9年 1月 , 412 - 417

- (58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)
A 6 1 B 1 / 0 0
A 6 1 M 2 5 / 0 0