

(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2005-279118

(P2005-279118A)

(43) 公開日 平成17年10月13日(2005. 10. 13)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

A61B 1/00  
B25J 7/00  
// A61M 25/01

F I

A61B 1/00 320A  
A61B 1/00 310C  
A61B 1/00 310H  
B25J 7/00  
A61M 25/00 309B

テマコード (参考)

3C007  
4C061  
4C167

審査請求 有 請求項の数 11 O L (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)

(71) 出願人

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

(71) 出願人

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

(71) 出願人

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

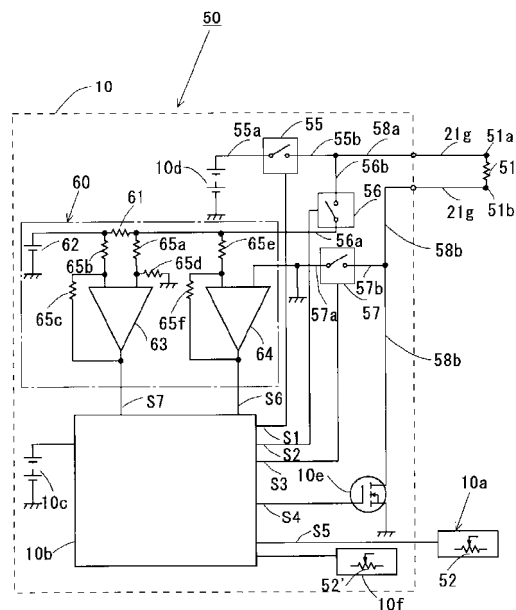
(54) 【発明の名称】 能動チューブ駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 能動屈曲チューブの先端部に測温用の部品を必要とせず、SMAの正確な温度測定とその温度制御ができる、能動チューブ駆動装置を提供する。

【解決手段】 SMA 51を加熱する駆動用電源 10 d と、SMAの抵抗測定用電源 6 2 と、SMA 51 に接続される基準抵抗 6 1 と、制御部 1 0 とを含み、SMA 51 が加熱されないときに、SMA 51 に抵抗測定用電源 6 2 と基準抵抗 6 1 とがSMA 51 に接続され、SMA 51 の抵抗測定を行うことによりその温度測定がされ、温度測定によりSMA 51 の温度制御がされる。SMA 51 の温度設定は、制御部 1 0 に接続されるマンマシンインターフェースにより設定できる。SMA 51 が設定温度に達すると、SMA 51 への加熱が停止するので、医療用能動チューブなどの駆動を安全に行うことができる。

【選択図】 図3



## 【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、を含み、

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 の温度が制御されることを特徴とする、能動チューブ駆動装置。

10

## 【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、硬さ調節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 SMA を加熱する電源と前記 SMA 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 SMA の温度制御が PWM 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。

20

## 【請求項 5】

前記制御部に制御情報入力部が接続されていて、この制御情報入力部に前記 SMA の能動機構制御情報が入力され、この入力により前記 SMA が加熱制御され、前記 SMA の加熱が前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、請求項 1 ~ 4 の何れかに記載の能動チューブ駆動装置。

## 【請求項 6】

前記制御情報入力部は、前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、該コントロールスティックは、前記能動チューブの能動機構と同配列で前記能動機構を調節するコントロール手段を有していることを特徴とする、請求項 5 に記載の能動チューブ駆動装置。

30

## 【請求項 7】

前記コントロールスティックは可撓性材料から形成され、変形した状態を保持でき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】

前記コントロールスティックは、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 7 に記載の能動チューブ駆動装置。

## 【請求項 9】

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 ~ 8 の何れかに記載の能動チューブ駆動装置。

40

## 【請求項 10】

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 LED とを備え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。

## 【請求項 11】

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 ~ 8 の何れかに記載の能動チューブ駆動装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

50

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動カテーテル（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。

10

【0003】

図33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。従来腸閉塞（イレウス）治療用のカテーテル200は、先端部のワーキングチャンネル用チューブ201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202を装着している。そして、複数の錘202の外周を外皮用チューブ203で被覆している。カテーテル200の最先端には、チップ204を装着している。他方、ワーキングチャンネル用チューブ201の後端は、中空の本体チューブ205に接合している。

20

【0004】

上記カテーテル200は、次のように使用されている。まずカテーテル200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200の先端部が進むべき方向を判断し、カテーテル200を押し進める。カテーテル200を挿入する際は、カテーテル200の先端部における錘202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200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200の先端部の方向付けをすることもある。また、患者の呼吸に合わせて挿入する方法もある。

【0005】

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。

30

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。

【0006】

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。

【0007】

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。

40

【0008】

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。

【0009】

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

50

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。

【0010】

【特許文献1】特開平1-198564号公報(第4図)

【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)

10

【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。

20

【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】

【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、を含み、SMAが加熱されないときに、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、硬さ調節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】

50

好ましくは、前記制御部に制御情報入力部が接続されていて、この制御情報入力部に S M A の能動機構制御情報が入力され、この入力により S M A が加熱制御され、S M A の加熱は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。この構成によれば、各能動機構に用いる S M A の温度が設定値に達すると、加熱が停止するので安全である。

#### 【0017】

また、上記構成において、制御情報入力部は、好ましくは、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には、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いる。コントロールスティックは、好ましくは可撓性材料から形成され、変形した状態を保持できる。この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。

10

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。

#### 【0018】

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 L E D とが配置されている。

20

#### 【0019】

この構成により、能動チューブの先端部に設けた S M A 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】

#### 【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 S M A を用いた能動機構における S M A の抵抗を測定しながら、S M A 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。

30

#### 【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。

#### 【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。

40

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】

能動チューブ3は、能動機構21を内蔵して複数のリング状の錘22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41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4Aと、配線用チャ

50

ネル４Ｂ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ネル４Ｃ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ネル４Ｄとが接続されている。

#### 【００２４】

最初に、能動チューブ駆動装置５０を説明する。

図２は、能動チューブ駆動装置５０の機能を示すブロック図である。能動チューブ駆動装置５０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２１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、ＳＭＡ２１の coils 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２１として説明する。

10

図２に示すように、能動チューブ駆動装置５０は、本体１０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１０ａと、制御情報入力部１０ａからの入力信号を受けて屈曲機構２１に対して制御信号を出力する制御部１０ｂと、制御部１０ｂに対して電源供給を行う電源部１０ｃとを有する。ここで、制御部１０ｂはマイクロコンピュータなどで構成され、電源部１０ｃは乾電池などで構成される。

#### 【００２５】

ＳＭＡコイル２１の通電量は、ＳＭＡコイル２１の一端に接続された直流電源１０ｄと制御素子１０ｅとにより制御される。この直流電源１０ｄとしては乾電池、制御素子１０ｅ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２１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２１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２１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２１の温度を制御し、屈曲機構２１、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２１の屈曲角を制御することができる。

20

#### 【００２６】

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５０の点線で囲んだ領域がコントロールボックス１０を示している。コントロールボックス１０には、ＳＭＡ５１と、制御情報入力部１０ａとが接続されている。

30

コントロールボックス１０は、マイクロプロセッサ１０ｂと、ＳＭＡコイル駆動用トランジスタ１０ｅと、ＳＭＡコイル抵抗スキャン部６０と、ＳＭＡコイル駆動用電源１０ｄ、ＳＭＡコイル抵抗スキャン部用電源６１と、マイクロプロセッサ用電源１０ｃなど、から構成されている。

#### 【００２７】

ＳＭＡコイル５１は、第１のスイッチ手段５５と、第２のスイッチ手段５６と、第３のスイッチ手段５７とにより、ＳＭＡコイルの駆動用電源１０ｄとＳＭＡコイル抵抗スキャン部６０とに切り替え可能に接続される。

40

#### 【００２８】

図３に示すように、第１のスイッチ手段５５において、その一端５５ａはＳＭＡコイルの駆動用電源１０ｄ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５５ｂはＳＭＡコイルの一端５１ａへ配線５８ａ及び能動チューブ内の配線２１ｇを介して接続される。そして、ＳＭＡコイルの他端５１ｂが、能動チューブ内の配線２１ｇ及び配線５８ｂによりＰＷＭ駆動用トランジスタ１０のドレイン（Ｄ）に接続されている。このＰＷＭ駆動用トランジスタ１０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１０のソース（Ｓ）は接地されている。

#### 【００２９】

50

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コイルの抵抗値は、 $I = V_{SMA} / I$ 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10aについて説明する。

制御情報入力部10a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10a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

10

20

30

40

50

式や回転式の可変抵抗器 5 2 を有し、マイクロプロセッサ 1 0 b に接続されている。この制御情報入力部 1 0 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 1 0 に内蔵された制御情報入力部 1 0 f を用いてもよい。

ここで、コントロールスティック 1 0 a とは、能動チューブの術者（操作者）が能動機構 2 1 の屈曲に限らず、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 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 1 0 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 1 0 a の握部には、能動チューブの能動機構 2 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 5 2 を備えている。

10

#### 【 0 0 3 6 】

図 4 は、制御情報入力部 1 0 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 1 0 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 S M A コイルの温度設定を行うスライド式の可変抵抗器 5 2 が固定されている。

この可変抵抗器の調整用つまみ 5 2 a には、バネ 7 1 が接続固定され、バネの他端 7 1 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 5 2 a には、可変抵抗器の調整用ワイヤ 7 2 の一端 7 2 a が接続されている。一方、ワイヤの他端 7 2 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 7 3 により移動可動に吊持されている。このワイヤ固定片 7 3 には、ワイヤが移動可能なように孔 7 3 a が設けられている。

20

#### 【 0 0 3 7 】

以上のように構成された制御情報入力部 1 0 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 7 2 に接続されたバネ 7 1 の伸縮により、スライド式の可変抵抗器の調整つまみ 5 2 a が移動し、その抵抗値がマイクロプロセッサ 1 0 b に出力される。この抵抗値の大小により、S M A 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。

30

#### 【 0 0 3 8 】

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 1 0 b において、温度設定の制御信号 S 5 と、S M A コイル抵抗スキャン部 6 0 からの信号 S 6 及び S 7 とが入力され、S M A コイル 5 1 を駆動すると判断した場合に、第 1 のスイッチ手段 5 5 に信号 S 1 を出力して、S M A コイルの駆動用電源 1 0 d の出力を、S M A コイルの一端 5 1 a に接続されているリード線 5 8 を介して接続する。

これにより、S M A コイルの駆動用電源 1 0 d は、S M A コイル 5 1 を介して P W M 駆動用トランジスタ 1 0 e に接続される。そして、P W M 駆動用トランジスタ 1 0 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 S 4 が出力される。S M A コイル 5 1 は、P W M 駆動用トランジスタ 1 0 e により P W M 駆動されて発熱する。

40

ここで、温度設定用の制御信号 S 5 は、制御情報入力部 1 0 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 1 0 内に設けた制御情報入力部 1 0 f の可変抵抗器 5 2 ' により制御されてもよい。また、コントロールボックス 1 0 に設けた制御情報入力部 1 0 f に設けた可変抵抗器 5 2 ' により、温度の高、中、低の粗い値を設定し、制御情報入力部 1 0 a の可変抵抗器 5 2 によりそれぞれの温度領域の微調整を行ってもよい。さらには、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 1 0 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。

#### 【 0 0 3 9 】

50



ここで、マイクロプロセッサ10bにおいて、SMAコイル51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S4を出力し、PWM駆動用トランジスタ10eをオフする。さらに、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をオフからオンにして、SMAコイル抵抗スキャン部60からの信号S6及びS7とにより、SMAコイル51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。

先ず、ステップST1において、制御情報入力部10aからSMAコイル51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ST2において、SMAコイル51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ST3において、マイクロプロセッサ10bから信号S2及びS3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10bから、信号S1が出力され、スイッチ1をオンにし、SMAコイル加熱用電源10dとSMAコイル51とが接続する。

【0042】

次に、ステップST4において、マイクロプロセッサ10bからPWM駆動用トランジスタ10eのゲートに信号S4を出力する。これにより、SMAコイル51は、PWM駆動用トランジスタ10e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ST5において、PWM駆動用トランジスタ10eにステップST2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10eをオフとする信号S4を出力する。この信号S4は、PWM駆動用トランジスタ10eがノーマリオフ型FETの場合には0Vの電圧である。

【0044】

ステップST6において、マイクロプロセッサ10bから信号S1が出力され、第1のスイッチ手段スイッチ55をオフし、SMAコイル51とSMAコイル51の駆動用電源10dとの接続を遮断する。

次に、マイクロプロセッサ10bから、信号S2及びS3が出力され、それぞれ、第2のスイッチ手段56及び第3のスイッチ手段57をオンさせて、基準抵抗61とSMAコイル51を直列接続し、抵抗測定用電源62と接続する。

【0045】

ステップST7において、SMAコイル抵抗スキャン部60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51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ST8において、上記信号J及びKに基づいて、SMAコイル51の抵抗値が計算され、ステップST9において、SMAコイル51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ST9において、SMAコイル51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ST1に戻りSMAコイル51の加熱を行う。

【0047】

これに対して、ステップST9において、SMAコイル51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ST7に戻り、再度SMAコイル51の抵抗測定を行う。

10

20

30

40

50

このようにして、能動チューブ駆動装置 50 は S M A コイル 51 の温度制御を行う。

【0048】

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 10 の制御情報入力部 10 a の先端部を手で操作すると、制御情報入力部 10 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 10 内の制御素子 10 e を制御する。制御素子 10 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 21 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 21 e の通電量に対応して、図示しない屈曲機構 21 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）。

10

【0049】

（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 90 を用いた能動チューブシステム 80 は、能動チューブ 3 c と、コントロールボックス 90 と、コントロールスティック 100 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 81 が設けられている。能動機構 81 は、先端部から順に、屈曲機構 82 に加え、さらに、捩れ機構 83 と、伸縮機構 84 と、硬さ調節機構 85 とから成っている。

20

なお、上記能動機構 81 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 82、捩れ機構 83、伸縮機構 84、硬さ調節機構 85 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 82 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 83 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 84 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 85 は、能動チューブ 3 c の硬度を調整する運動機能である。

【0050】

上記能動機構 81 は、コントロールボックス 90 と、コントロールスティック 100 により、その運動機能が制御される。

30

図 7 に示すように、コントロールスティック 100 は、能動チューブの能動機構 81 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 82 の動作を入力する屈曲機構制御情報入力部 102 と、捩れ機構 83 の動作を入力する捩れ機構制御情報入力部 103 と、伸縮機構 84 の動作を入力する伸縮機構制御情報入力部 104 と、硬さ調節機構 85 の動作を入力する硬さ調節機構制御情報入力部 105 と、を備えている。

【0051】

コントロールスティック 100 は、能動チューブ 3 c の術者が能動機構 81 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 100 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 100 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 81 の各部 82 乃至 85 の制御においては、コントロールスティック 100 の握部に設けた各能動機構の情報入力部 102 乃至 104 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。

40

例えば、屈曲機構制御情報入力部 102 は、屈曲自在な蛇腹状の管内に配設することができる。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

50

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103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

10

20

30

40

50

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にて接続されている。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。

#### 【0059】

図11は、第二の形態に係る能動チューブ3c内の擦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100の擦れ機構制御情報入力部103を

10

20

30

40

50

手で操作すると、その捩じれに応じ捩じれ機構制御情報入力部 103 内に設けた可変抵抗器 52 の抵抗値、すなわち捩じれ角度が入力される（図 11 の B' 参照）。この入力に応じて、図示しないコントローラ 91b 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 コイルル 92b 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、図示しない捩れ機構 83 が作用し、能動チューブ 3c 先端部の捩じ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 102 を操作すると、屈曲機構の制御もできる（図 11 の 102' 参照）。

#### 【0060】

図 12 は、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。図示するように、コントロールスティック 100 の伸縮機構制御情報入力部 104 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 104 内に設けた可変抵抗器 52 の抵抗値、すなわち伸縮量が入力される（図 12 の C' 参照）。この入力に応じて、図示しないコントローラ 91c 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 コイルル 92c 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 92c の通電量に対応して、図示しない伸縮機構 84 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 102 を操作すると、屈曲機構の制御もできる（図 12 の 102' 参照）。また、図示しないコントロールスティック 100 の硬さ調節制御情報入力部 105 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 105 内に設けた可変抵抗器 52 の抵抗値、すなわち硬さ量が入力され、能動チューブ 3c の硬さを制御することができる。

#### 【0061】

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 13 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 21 を内蔵した先端部 2 を備えている。図 13 (a) に示すように、能動チューブ 3 の先端部 2 は、屈曲機構 21 を、複数のくびれ部分にリング状の錘 22 を内蔵した外皮用チューブ 25 の後方から挿入し、前方から先端チップ 23 が装着される構成でなっている。

#### 【0062】

ここで、後述する図 14 (a) 及び (b) で説明するように、ワーキングチャンネル用チューブ 21a が、屈曲機構 21 の所定の孔に挿通してある。

先端部 2 の先端側には、ワーキングチャンネル用チューブ 21a を延設して先端接合フランジ 2a を形成する。先端接合フランジ 2a の外周は、先端チップ 23 の後端接合フランジ 23a に接合する。この先端チップ 23 は、円筒状の後端接合フランジ 23a 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。

#### 【0063】

また、先端部 2 の後端側には、ワーキングチャンネル用チューブ 21a が延設されており、後端接合フランジ 2b を形成する。この後端接合フランジ 2b の外周には、ジョイント用チューブ 24 が接合されている。そして、ジョイント用チューブ 24 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。

#### 【0064】

図 13 (b) に示すように、屈曲機構 21 の外周には、所定の間隔を開けて複数のリング状の錘 22 が嵌着されている。すなわち、この錘 22 は、上記ワーキングチャンネル用チューブ 21a と屈曲機構 21 を構成する SMA 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 21 の外周側には、複数のリング状の錘 22 に互るように外皮用チューブ 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 23a 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21bおよび後リンク21cで、ワーキングチャンネル用チューブ21a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21aの先端側は、前リンク21bの大径孔21dに挿通され、挿通された前端部分で先端接合フランジ2aを形成する。また、ワーキングチャンネル用チューブ21aの後端側は、後リンク21cの大径孔21dに挿通され、挿通された後端部分は後端接合フランジ2b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21eが、後リンク21cの第一の小径孔21fに挿通され、前リンク21bの第一の小径孔21f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21eは、前リンク21bの第一の小径孔21fに挿通されて折り返され、前リンク21bの第二の小径孔21fに挿通されて、対向する後リンク21cの第二の小径孔21fに挿通される。そして、SMAコイル21eの両端は、別の材質、例えば絶縁被覆付銅線となる配線21gに半田などで接続されている。ここで、前リンク21bおよび後リンク21c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。

【0067】

また、ワーキングチャンネル用チューブ21aには、絶縁性の外皮21jが被覆されている。外皮21jの両端は、前リンク21bおよび後リンク21cの外周と固着される。さらに、外皮21jの後部は、後リンク21cとワーキングチャンネル用チューブ21aとを支持固着する接着剤21i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。

20

【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21bおよび後リンク21cは、ワーキングチャンネル用チューブ21aを挿通する大径孔21dが一つと、SMAで作製したSMAコイル21eを挿通する小径孔21f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21eの図の上下方向の空間2Aが、前リンク21bおよび後リンク21cで囲繞されている。すなわち、空間2Aは空気層となる。このため、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熱がこもり難い構造としている。さらに、SMAコイル21e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21eの周囲の空間2A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。

【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21eを前リンク21b側で一回だけ折り返した構成であるが、別にSMAコイル21e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SMA21eを前リンク21bと後リンク21c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21bおよび後リンク21cにそれぞれ穿設した各小径孔にSMAコイル21e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、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側に出るようになるのが好ましい。

40

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

50

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、複数回折り返してもよい。

#### 【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でもよい。

10

#### 【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。

#### 【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。

30

#### 【0075】

以下、能動チューブ3の製造方法を説明する。

まず、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。

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 $\mu$ m、外径200~300 $\mu$ 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

40

50

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、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。

10

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。

20

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。

30

【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。

40

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)

50



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は、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。

【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。

【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。

【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。

【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。

【0085】

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25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

10

20

30

40

50

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。

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。

20

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 に内蔵しているので、腸内観察用の内視鏡として用いることができる。

#### 【 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。

30

#### 【 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。

#### 【 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 のワーキングチャンネル 4 A および先端部 2 のワーキングチャンネル用チューブ 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、他の形態と同様である。

40

#### 【 実施例 】

#### 【 0 0 9 0 】

最初に、能動チューブ駆動装置について説明する。

50

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。

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収容し、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。

10

#### 【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。

#### 【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 $\mu$ mのニッケル・チタン系SMAを用いて、外径200~300 $\mu$ 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 $\Omega$ と49 $\Omega$ 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。

20

#### 【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2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。

30

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。

#### 【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。

40

#### 【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 $^{\circ}$ C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 $^{\circ}$ C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 $^{\circ}$ 、45 $^{\circ}$ 、60 $^{\circ}$ 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。

50

これらの図から判るように、屈曲角 $30^\circ$ では表面温度は約 $41$ で一定し、屈曲角 $45^\circ$ では表面温度は約 $42$ で一定する。また、屈曲角 $60^\circ$ 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 $30^\circ$ 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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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。

【図21】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22】図21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23】第四の形態に係る能動チューブの概略断面図である。

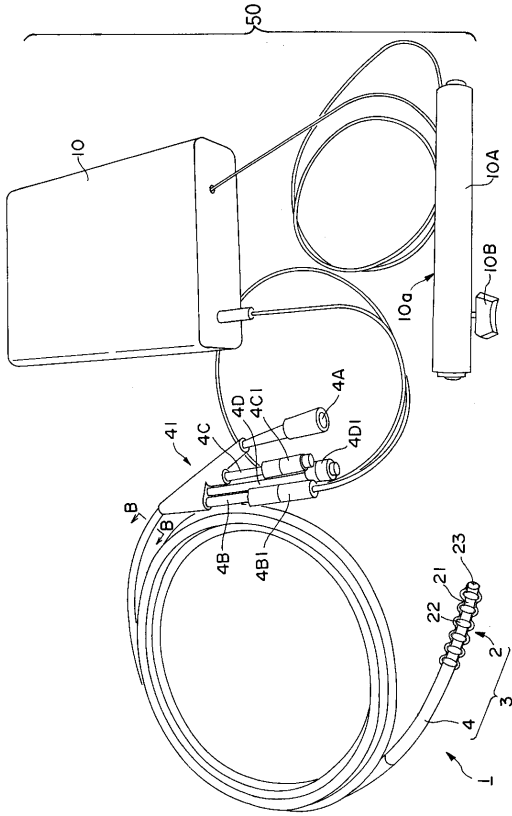
【図24】内視鏡の一例を示す概略斜視図である。

50

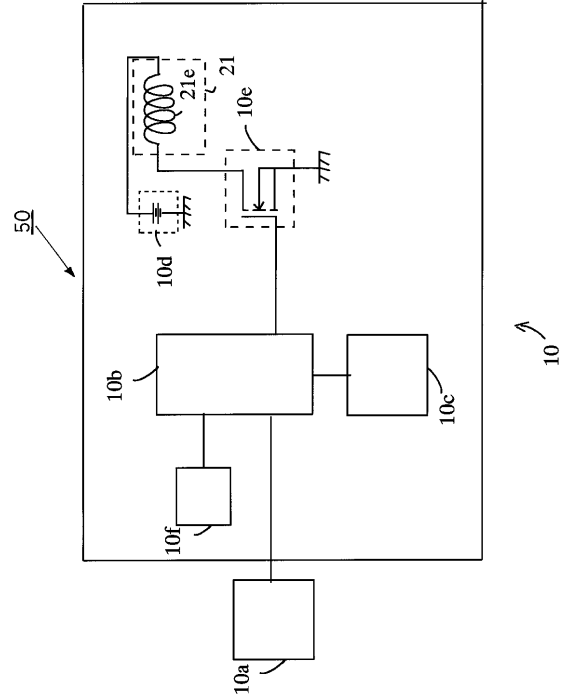
- 【図 2 5】能動チューブシステムの第一の使用形態を示す概念図である。
- 【図 2 6】能動チューブシステムの第二の使用形態を示す概念図である。
- 【図 2 7】SMA コイルの抵抗と温度の関係を示す図である。
- 【図 2 8】パルス電圧のデューティ比に対する先端部の屈曲角を示す図である。
- 【図 2 9】温度 2 6 の大気中における能動チューブの先端部の表面温度の経過経過を示す図である。
- 【図 3 0】水温 3 8 の水に浸した状態で、先端部を屈曲角 3 0 ° に屈曲させたときの先端部の表面温度の経過時間を示す図である。
- 【図 3 1】水温 3 8 の水に浸した状態で、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。 10
- 【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。
- 【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 20
  - 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 30
  - 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 : L E D
  - 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 40
  - 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
  - 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 50

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	
2 1 j	: 外皮	
2 2	: 錘	
2 3 , 2 3 A	: 先端チップ	
2 3 B	: 鉤	10
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	
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	20
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	
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	30
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	
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	40
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	

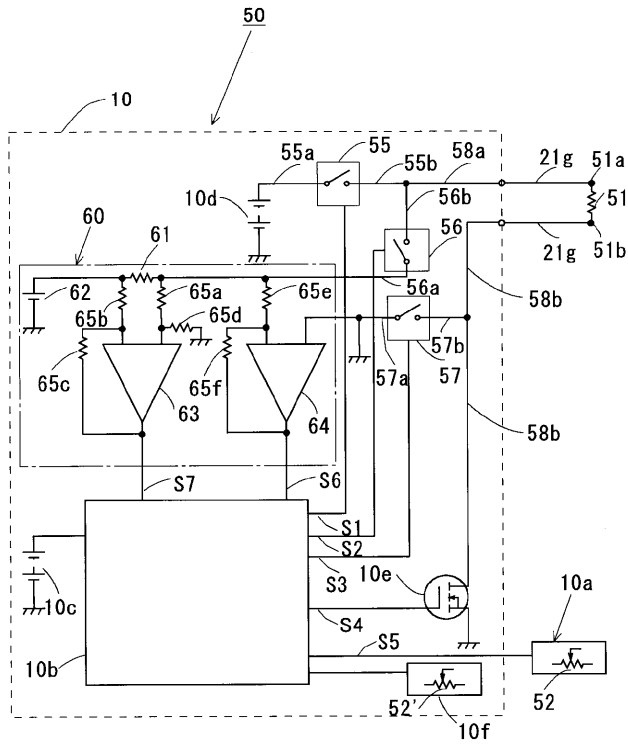
【 図 1 】



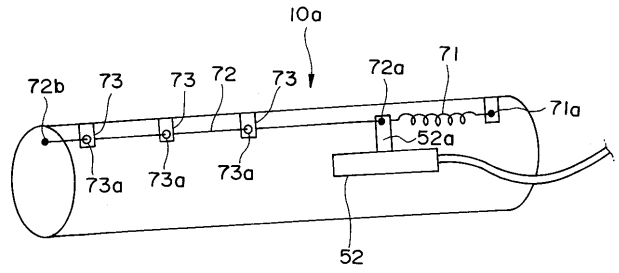
【 図 2 】



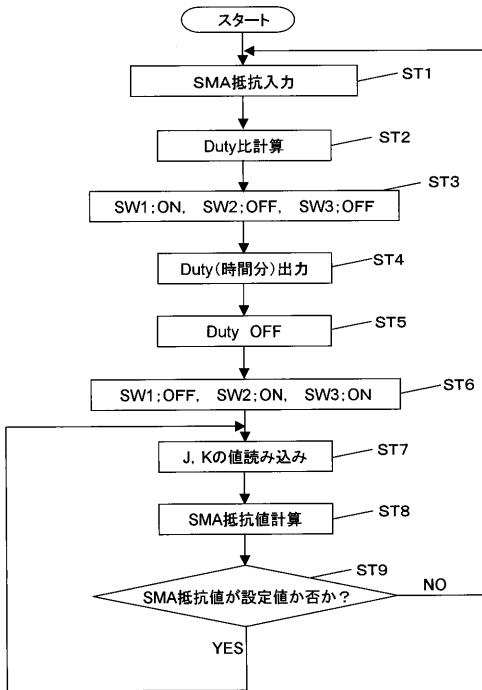
【 図 3 】



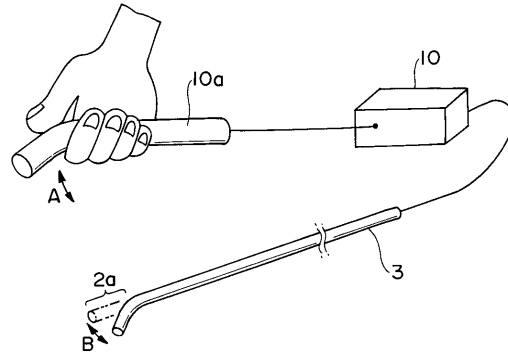
【 図 4 】



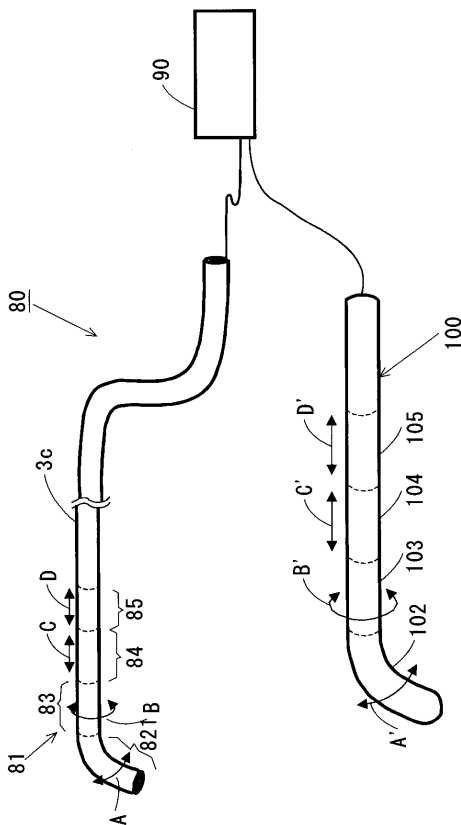
【 図 5 】



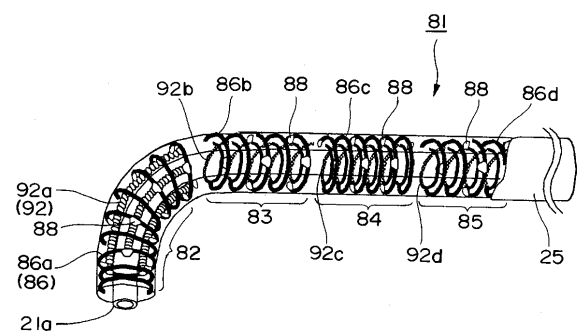
【 図 6 】



【 図 7 】

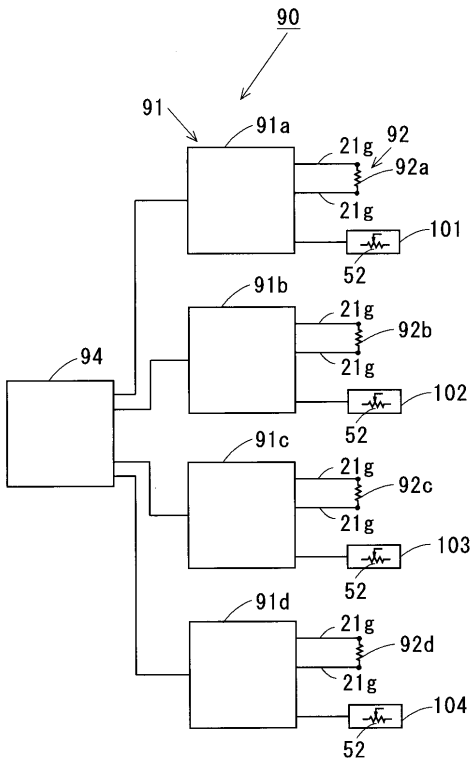


【 図 8 】

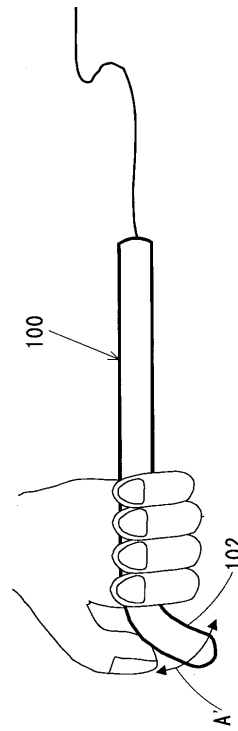




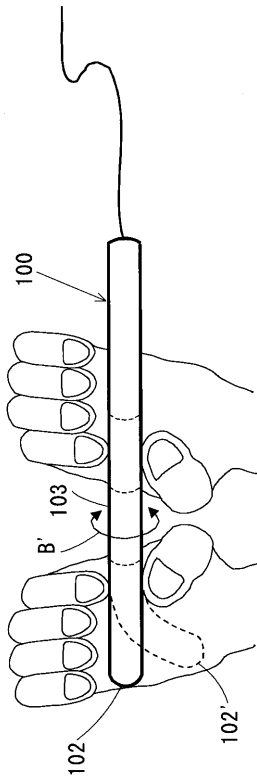
【 図 9 】



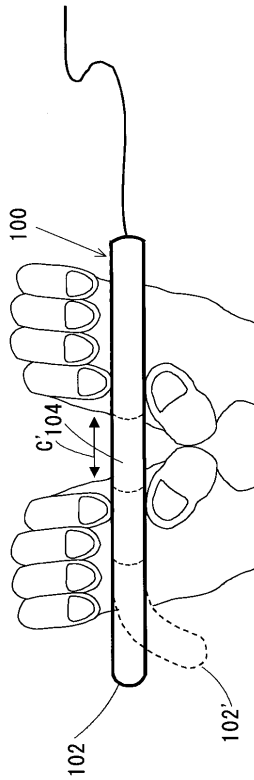
【 図 10 】



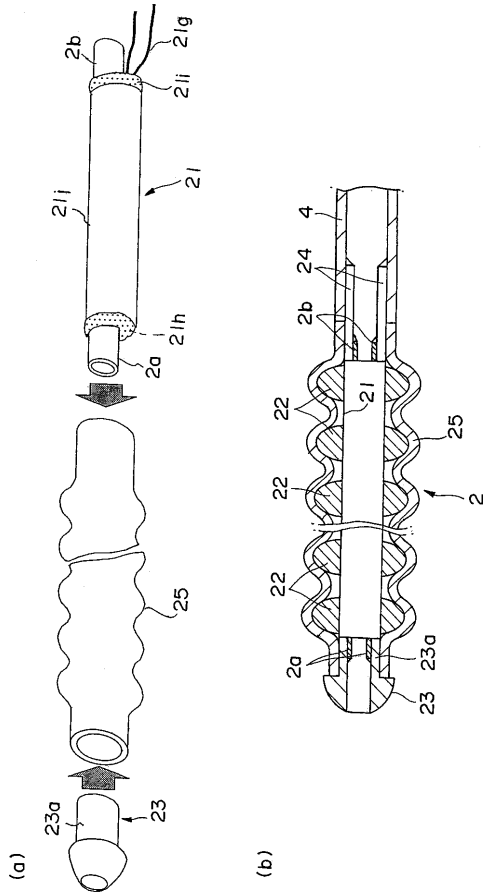
【 図 11 】



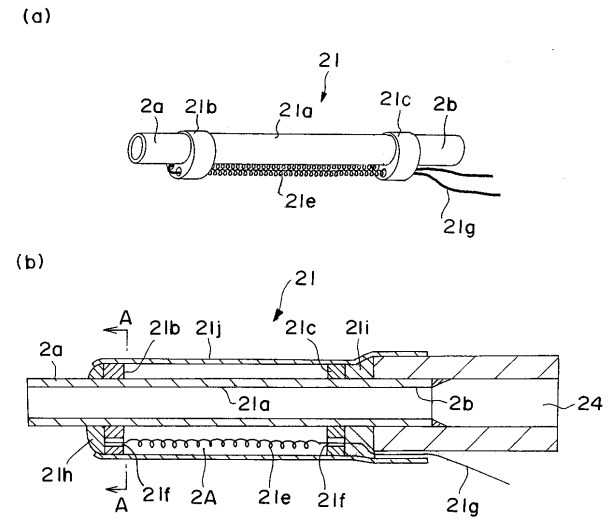
【 図 12 】



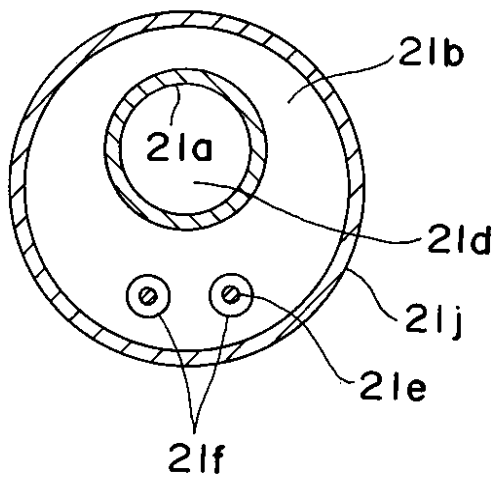
【 図 1 3 】



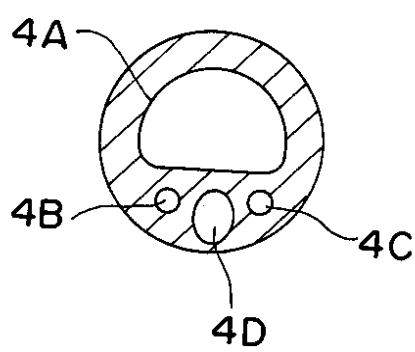
【 図 1 4 】



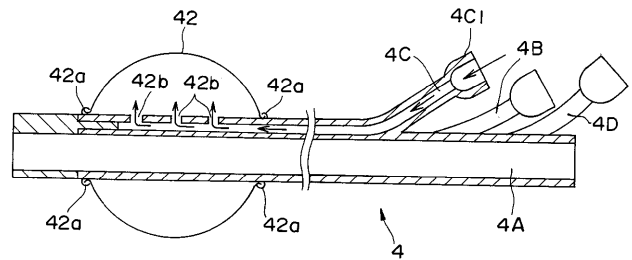
【 図 1 5 】



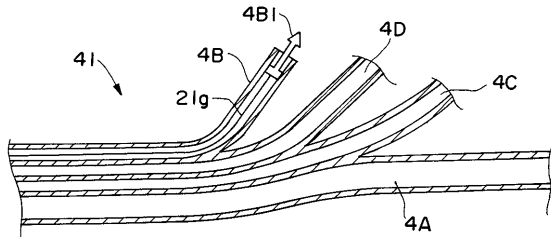
【 図 1 7 】



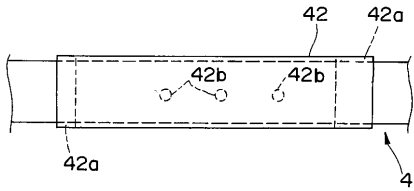
【 図 1 8 】



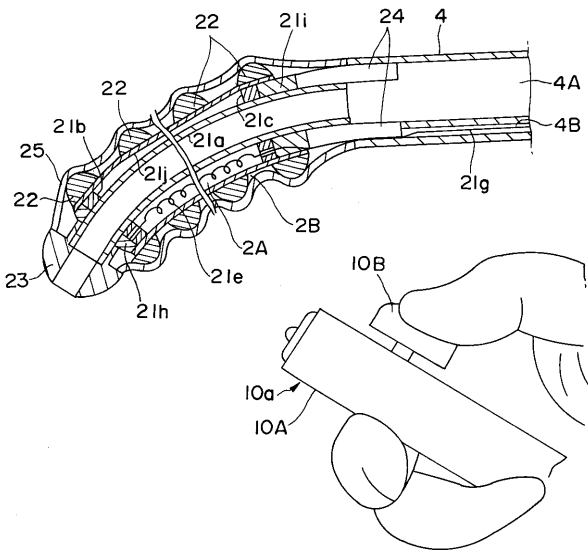
【 図 1 6 】



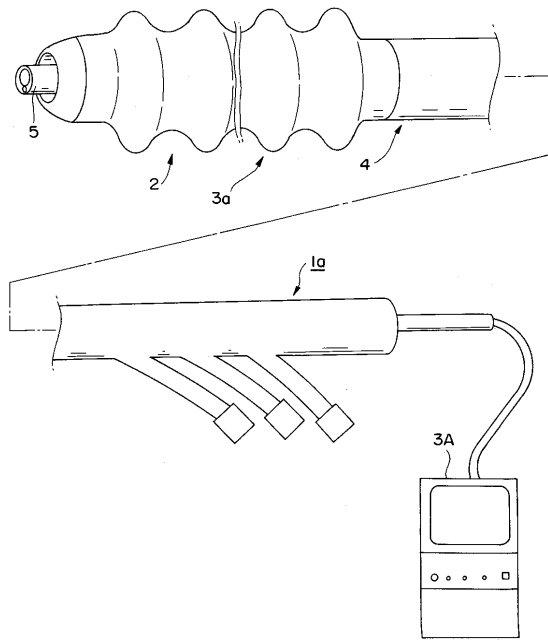
【 図 1 9 】



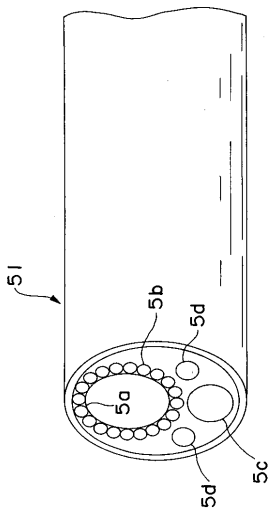
【 図 2 0 】



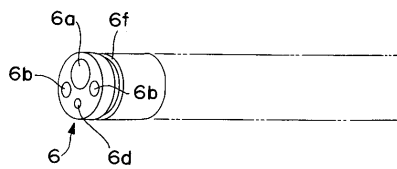
【 図 2 1 】



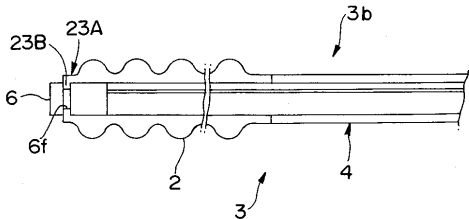
【 図 2 2 】



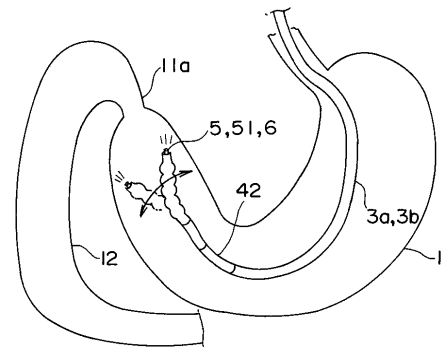
【 図 2 4 】



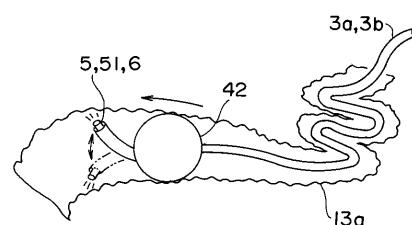
【 図 2 3 】



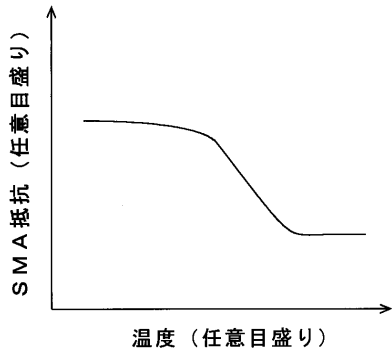
【 図 2 5 】



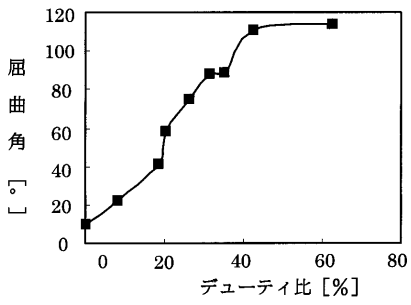
【 図 2 6 】



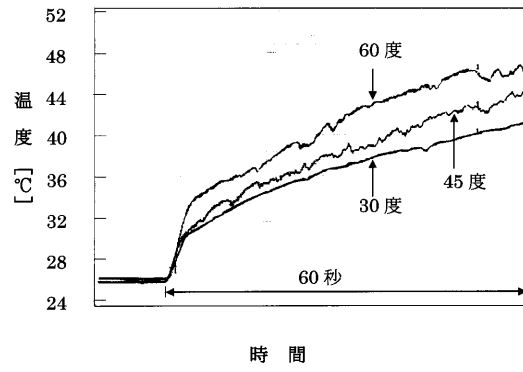
【図 27】



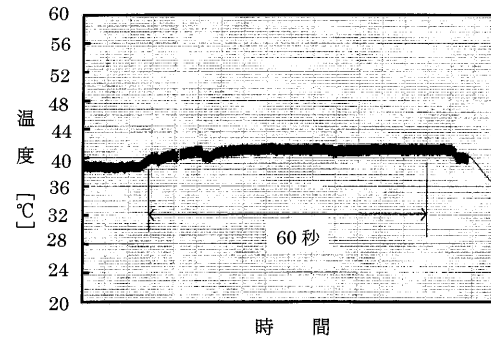
【図 28】



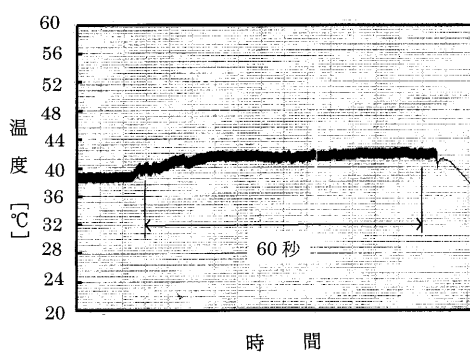
【図 29】



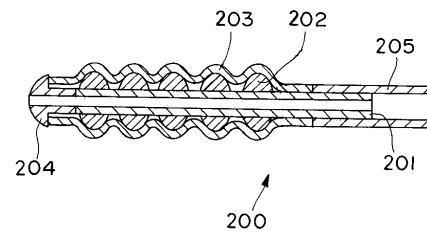
【図 30】



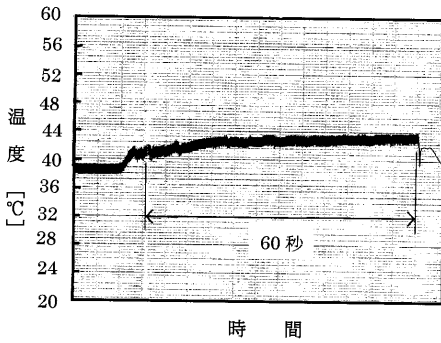
【図 31】



【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1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

Fターム(参考) 3C007 AS14 AS35 BS20 BS30 HS06 JT04 KS00 KT01 KT05 WA25

4C061 AA04 BB02 CC06 DD03 FF29 GG22 GG25 HH42 HH47 JJ02

JJ11 JJ17

4C167 AA01 BB02 BB48 BB52 BB62 EE03 EE05 GG32