

(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2009-104121

(P2009-104121A)

(43) 公開日 平成21年5月14日(2009.5.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 23/24 (2006.01)	G02B 23/24 A	2G047
A61M 25/01 (2006.01)	A61M 25/00 309B	2G053
A61M 25/00 (2006.01)	A61M 25/00 306B	2H040
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 300F	4C061
G01N 29/26 (2006.01)	A61B 1/00 300P	4C167

審査請求 未請求 請求項の数 21 O L 外国語出願 (全 31 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-243726 (P2008-243726)
 (22) 出願日 平成20年9月24日 (2008.9.24)
 (31) 優先権主張番号 0706726
 (32) 優先日 平成19年9月26日 (2007.9.26)
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(71) 出願人 505277691
 スネクマ
 フランス国、75015・パリ、ブルーバ
 ール・ドユ・ジェネラル・マルシアル・
 バラン、2
 (71) 出願人 596076573
 ユニヴェルシテ・ピエール・エ・マリー・
 キュリー・パリ・シス
 フランス国、75230・パリ・セデクス
 ・05、プラス・ジュシュー、4

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カテーテルまたは内視鏡型の操作可能な構造体

(57) 【要約】

【課題】簡単で効率的で安価であり、知られている手段を使用してもアクセス不可能なシステムの部分にアクセスを与えるように上述の先行技術の欠点を避ける上述の型の構造体を提供すること。

【解決手段】カテーテルまたは内視鏡型の操作可能な構造体(21、27)であって、構造体は弾性的なまたは変形可能な長手方向本体(22、28)を含み、長手方向本体(22、28)を屈曲させるためのアクチュエータ(16、38)を長手方向に収縮させることが可能なジュール効果ヒーター手段と一緒に本体(22、28)に長手方向に組み込まれた形状記憶型材料の少なくとも1つのアクチュエータ(16、38)を含み、アクチュエータ(16、38)は剛性の変化する本体(22、28)の少なくとも一部分に延在する。

【選択図】図5

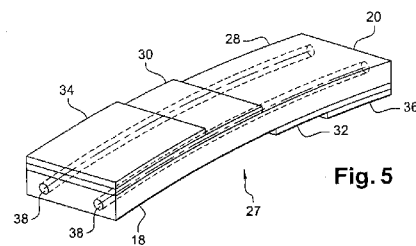


Fig. 5

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

狭い、および／または曲がりくねった通路を経由してアクセス可能な遮蔽された対象を観察または処置するためのカテーテルまたは内視鏡型の操作可能な構造体であって、構造体が、長手方向本体の曲げを発生させるために、アクチュエータを長手方向に収縮させることのできるジュール効果ヒーター手段と一緒に長手方向本体に長手方向に組み込まれた、少なくとも 1 つの形状記憶材料のアクチュエータを有する弾性的に変形可能な長手方向本体を含み、アクチュエータが剛性の変化する長手方向本体の少なくとも一部分に延在する、構造体。

【請求項 2】

剛性の変化する部分が少なくとも 1 つの追加厚さの材料を含む、請求項 1 に記載の構造体。

【請求項 3】

長手方向本体の剛性変化が、アクチュエータの収縮が長手方向本体の長手方向または横断方向の湾曲を修正および／または反転させるように設計される、請求項 1 に記載の構造体。

【請求項 4】

長手方向本体が少なくとも 1 つの管を含む、請求項 1 に記載の構造体。

【請求項 5】

アクチュエータが管の内側壁または外側壁を長手方向に延在する、請求項 4 に記載の構造体。

【請求項 6】

管が 2 mm から 6 mm 程度の直径を有する、請求項 4 に記載の構造体。

【請求項 7】

長手方向本体が細長い断面のブレードを含む、請求項 1 に記載の構造体。

【請求項 8】

2 つの平行なアクチュエータがブレード中に組み込まれてブレードの長手面に沿って延在する、請求項 7 に記載の構造体。

【請求項 9】

ブレードが約 1 mm から 2 mm の厚さ、約 1 cm の幅、約 5 から 10 cm の長さを有する、請求項 7 に記載の構造体。

【請求項 10】

アクチュエータがワイヤである、請求項 1 に記載の構造体。

【請求項 11】

ワイヤの直径が約 0.1 mm から 0.5 mm である、請求項 10 に記載の構造体。

【請求項 12】

変化する剛性および追加厚さの材料の部分がポリマーから作られる、請求項 2 に記載の構造体。

【請求項 13】

アクチュエータがチタンとニッケルの合金から作られる、請求項 1 に記載の構造体。

【請求項 14】

望遠鏡型であり、アクチュエータを備えて互いに係合された複数の弾性的に変形可能な本体を含む、請求項 1 に記載の構造体。

【請求項 15】

遠位端に、長手方向の押圧力を加え非破壊検査手段を設けたヘッドに接続された弾性手段を含む、請求項 14 に記載の構造体。

【請求項 16】

押圧手段が螺旋バネである、請求項 15 に記載の構造体。

【請求項 17】

バネが形状記憶型材料から作られ、ジュール効果ヒーター手段に接続される、請求項 1

10

20

30

40

50

6 に記載の構造体。

【請求項 18】

非破壊検査手段がフーコー電流プローブまたは超音波プローブである、請求項 15 に記載の構造体。

【請求項 19】

横断方向寸法の 1 つがその近位端で約 8 mm 変化し、その遠位端で約 1 mm 変化する、請求項 14 に記載の構造体。

【請求項 20】

周囲の静止要素に懸垂しまたは支持するための手段を備える、請求項 1 に記載の構造体。

10

【請求項 21】

ヒーター手段が自動制御手段、例えばプログラムされた手段に接続される、請求項 1 に記載の構造体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、ターボ機械などの三次元システム内部調査用のカテーテルまたは内視鏡型の操作可能な構造体に関する。

【背景技術】

【0002】

本カテーテルまたは内視鏡は長い管の形であり、剛性または弾性変形可能であり、特定の観察角度を選択することができ、カテーテルまたは内視鏡の進行を容易にするために管の長手軸に関して操作可能な端部を有する。

20

【0003】

カテーテルまたは内視鏡の特定のゾーンを適切に湾曲させるためにその構造体に沿ってアクチュエータを配置することが知られており、このアクチュエータは形状記憶材料から作られたワイヤの形をしており、このワイヤはジュール効果ヒーター手段に接続される。それらのアクチュエータは温度上昇効果の下で収縮し、それによってアクチュエータが配置されたカテーテルまたは内視鏡のゾーンの湾曲を変化させる。カテーテルまたは内視鏡の長さに沿って分布されたさまざまなアクチュエータを制御することによってその遠位端を三次元空間に配置することが可能になる。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、この種類の装置はいくつかの欠点を有する。遠位端の直径は重力効果による屈曲を避けるために一般的に 5 ミリメートル (mm) から 8 mm 程度である。追加な端部直径は然るべき重要なゾーンの調査を不可能にする。カテーテルまたは内視鏡の端部を望ましい角度に配向させるために、アクチュエータのワイヤの長さおよび直径などのパラメータを修正する必要がある、これは時間がかかり複雑である。また、本装置は主として幾何形状的に複雑で狭い場所における可動性および操作性に欠けるため制限を受ける。装置の剛性はその長さ全体で実質的に一定であるので、アクチュエータの収縮中の局部的屈曲は装置に実質的に一定の曲率半径を与える。それらの状況の下で、小さな寸法の通路を有し連続的に複数の配向変化を必要とする複雑な形状の三次元空洞を検査することは不可能である。

40

【0005】

その結果、フーコー電流または超音波を用いて行われる従来の非破壊検査の実施が望ましくても、アクセスおよび経路の複雑さ、および追従すべき通路の寸法が小さければ、機械のいくつかのゾーンはアクセス不能に残る。最終的に、これらの知られている装置は自動的に制御するには不適切であり、そのため、手動で実施することが必要になるので、したがって検査手順も複雑になる。

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の目的は、簡単で効率的で安価であり、知られている手段を使用してもアクセス不可能なシステムの部分にアクセスを与えるように上述の先行技術の欠点を避ける上述の型の構造体を提供することである。

【0007】

この目的のために、本発明は、狭い、および／または曲がりくねった通路を経由してアクセス可能な遮蔽された対象を観察しまたは処置するためのカテーテルまたは内視鏡型の操作可能な構造体を提供し、構造体は、長手方向本体の曲げを発生させるために、アクチュエータを長手方向に収縮させることのできるジュール効果ヒーター手段と一緒に長手方向本体に長手方向に組み込まれた、少なくとも1つの形状記憶材料のアクチュエータを有する弾性的に変形可能な長手方向本体を含み、アクチュエータは剛性が変化する長手方向本体の少なくとも一部分を延在する。

10

【0008】

本発明によれば、長手方向本体の剛性変化は、剛性の高いゾーンの屈曲が小さく、剛性の低いゾーンの屈曲を大きくすることを可能にし、それによって、構造体は、構造体の長さに沿って変化する曲率半径を含む湾曲プロファイルを得ることが可能になる。

【0009】

アクチュエータを支持する構造体の部分の剛性を望ましい湾曲に適合させることによって、先行技術よりも簡単かつ正確に構造体の遠位端に角度配向を与えることが可能になる。

20

【0010】

本発明のさらに他の特徴によれば、剛性の変化する構造体の部分は少なくとも1つの追加厚さの材料を含み、それによって追加厚さを含まないゾーンに比べてそのゾーンの剛性を高めることができ、したがって、アクチュエータが収縮するとき、曲率半径が変化したプロファイルを得ることができる。

【0011】

長手方向本体の剛性の変化は、アクチュエータの収縮が長手方向本体の長手または横断方向の湾曲を修正および／または反転させるように設計することができる。

【0012】

長手方向本体および追加厚さは、例えば、1種以上のポリマーなど類似材料から作ることができる。

30

【0013】

一実施形態において、長手方向本体は、直径約2 mmから6 mmの少なくとも1つの管を備え、アクチュエータは少なくともその長さの一部分に、管の内部壁または外部壁を長手方向に延在する。

【0014】

他の変形実施形態において、長手方向本体は細長い断面のブレードを備え、2つの平行なアクチュエータがブレードに付属し、ブレードの長手面に沿って延在する。ブレードは約1 mmから2 mmの厚さ、約1センチメートル(c m)の幅、約5 c mから10 c mの長さを有する。

40

【0015】

ターボ機械などのシステムにおいて、調査すべきゾーンは高い軸対称性を有する。その結果、構造体が追従すべき通路の断面は、細長い断面、例えば矩形断面構造体の使用を考慮して、しばしば高さが低い幅が広い。それらの形状の構造体を使用することによって、長手方向に構造体中を延在するチャネルを通して、クリップ、光ファイバー、さまざまな接続部などの追加の工具を通過させることができる。さらに、細長い断面の構造体はこの部分の大きな寸法方向に加えられた横断方向応力に対してより良好に耐える。

【0016】

また、断面により大きな空間が使用可能なので、アクチュエータの数も増加させること

50

ができ、それによって、構造体に与える湾曲をより良好に制御することが可能になる。

【0017】

内視鏡の屈曲に用いられるアクチュエータは、直径約0.1mmから0.5mmのチタンとニッケル合金のワイヤとすることができる。

【0018】

さらに一般的に、加熱されたとき収縮して長さを短縮する性質を有する材料、および特に形状記憶材料として知られる材料のアクチュエータを用いることが可能である。

【0019】

本発明の他の特徴によれば、構造体は望遠鏡式であり、アクチュエータが設けられて互いに係合された複数の弾性的に変形可能な本体を備える。

【0020】

構造体はその遠位端に、非破壊検査手段を設けるヘッドに接続された長手方向に押圧力を働かせる弾力性のある手段を含むのが有利である。

【0021】

この構成において、構造体の遠位端は弾性的に変形可能な本体に堅固に接続されず、そこに押圧手段によって接続され、検査中の部分の表面と構造体のヘッドに支持される非破壊検査手段の間の連続的な接触を確保する。

【0022】

押圧手段は、収縮性材料から作られてジュール効果ヒーター手段に接続されたものを含む螺旋バネとすることができる。

【0023】

収縮性材料から作られたバネは、検査中の部品の表面に加わる圧力を良好に調節するようにバネの剛性を変化させることができる。

【0024】

非破壊検査手段は、例えば、フォーコー電流プローブまたは超音波プローブとすることができる。

【0025】

構造体の横断方向寸法の1つはその近位端で約8mmからその遠位端で約1mmに変化することができる。それらの構造体は周囲の静止要素に懸垂しまたは支持するための手段を含むことができる。

【0026】

複数の個々の操作可能な構造体を互いの中に連続的に係合させることによって構造体をシステムの内部に進めることは、構造体の屈曲によってその遠位端の移動を招くことがある。したがって、係合または支持手段は、構造体に対する重力の効果を制限しその端部の位置と配向の制御を向上させるために、中間の静止要素に対して正確な位置を取ることを可能にする。また、これはより長く細いカテーテルまたは内視鏡型構造体の提供を可能にする。

【0027】

アクチュエータにアクチュエータの誘導加熱を電氣的に供給する手段は、自動的に制御することができ、知られている幾何形状のシステムを調査するとき、検査されるシステムの内部に構造体を自動的に動かすことを可能にし、それによって、収縮性材料系アクチュエータの連続的制御に内在する多くの困難さを回避する。

【0028】

本発明は、添付図面を参照して非制限的な実施例として与えられる以下の説明を読み取ることによってより良好に理解することができ、本発明の他の詳細、利点、および特徴が明らかになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

最初に、長手軸14の管状可撓性本体12を備え、例えば、管状構造体に沿ってその内部に配設された形状記憶合金(SMA)型の収縮性材料のアクチュエータ16を含む、先

10

20

30

40

50

行技術によるカテーテルまたは内視鏡型の操作可能な構造体 10 の概略図である図 1 を参照する。このアクチュエータ 16 は電気エネルギー供給手段（図示されない）に接続されたワイヤの形である。操作可能な構造体 10 は静止近位端 18 および操作可能な遠位端 20 を有する。

【0030】

SMA をジュール効果によって加熱することは、ワイヤを構成する原子の再配列を誘起（活性温度に到達するとき）して収縮をもたらす（1 秒未満の応答時間で）、したがってその長さが短縮する。管 12 の壁に固定されたワイヤ 16 は、軸 14 に垂直な方向にその遠位端 20 の屈曲を誘起する（図 2）。このようにして屈曲された構造体 10 は、管 12 に沿う剛性を実質的に一定であるかぎり、実質的に一定の曲率半径を有する円弧のプロファイルをとる。カテーテルの 2 つの端部 18 と 20 の間の相対的な横方向の動きを制限することが必要であれば、このカテーテルは遠位端 20 を操作して長手軸 14 から角度的に数度だけ離すことが可能である。配向の大きな角度的変化はカテーテルの遠位端 20 の横方向の動きの増大を招くであろう。したがって、この構造体は、狭い通路を有して小さな角度修正だけを必要とするシステムにのみ用いられ、または、大きな横方向の動きを許容する十分大きな通路を有するシステムにのみ用いられ、それによって、例えば、航空機に見られる非常に複雑で狭いシステムの内部を調査することのできる程度にいくらか制限する。

10

【0031】

ワイヤのジュール効果加熱の停止はワイヤ 16 の冷却をもたらす、構造体 10 は弾性効果によって初期の長手状態に戻される。

20

【0032】

本発明において、図 2 に示されるように、構造体 21 は、SMA ワイヤ 16 が延在する剛性変化部分の少なくとも 1 部分を有する可撓性本体 22 を備える。この剛性の変化は管 22 の外部表面に追加厚さの材料を設置または形成することによって得られる。示した実施例において、材料 24 の第 1 の追加厚さは管 22 の周囲に配設され、次いで第 1 よりも短い軸寸法の第 2 の追加厚さ 26 が第 1 追加厚さの周囲に配置される。したがって、可撓性本体はその近位端 18 からその遠位端 20 に向かって剛性が減少する。

【0033】

ワイヤ 16 がジュール効果加熱によって収縮する間に、管は変化する曲率半径回りに屈曲する（図 4）。管はその高い剛性を有する部分でわずかに湾曲し、剛性の低いゾーンで大きく湾曲する。また、その横方向の動きはより少なく、したがって、先行技術に比べ、遠位端 20 の所与の角度操作のためにより小さな空間が占拠されることを見ることができる。

30

【0034】

したがって、少ない横方向の動きで、長手軸 14 から 90°までの遠位端の操作の変化を得ることが可能である。これは管 22 の直径が SMA ワイヤ 16 の寸法に対して大き過ぎないかぎり達成することができる。

【0035】

典型的に、ワイヤ 16 の直径は 0.5 mm から 0.1 mm 程度であり、ジュール効果による加熱（約 0.5 ワット（W）の電気エネルギーで生成される）によって長手方向に収縮し、この収縮はその長さの 5% から 6% 程度である。管 22 は約 2 mm から 6 mm の直径を有し、既存の医療カテーテルのようにポリマー材料から作られる。したがって、アクチュエータに送られる電流の大きさの調節は、収縮、したがって本体 22 の湾曲を調節する働きをする。

40

【0036】

機械を検査するための内視鏡またはカテーテルの取る通路は、特にターボ機械などの軸対称性を有するシステムにおいて、しばしば狭い溝の形である。したがって、カテーテルは管状である必要はなく、いくつかの他の形状を有することができる。したがって、本発明は図 5 に示したように細長い断面の長手可撓性本体 28 に等しく適用することができ、

50

本体 28 は実質的に矩形断面のブレードの形である。

【0037】

上述の実施形態と同じように、カテーテル 27 はその長手方向にブレードの剛性を修正するために追加厚さとして配設された材料層から作られた可撓性本体 28 を備える。追加の材料層は矩形断面などのストリップによって形成される。この実施例の構造体は 4 つの材料層または追加されたストリップを有しその幅はブレード 28 の幅に等しい。第 1 ストリップ 30 は本体 28 の 1 つの面上に配置され、第 1 と同じ長さを有する他のストリップ 32 が長手方向本体 28 の他の端部でその反対面に配置される。同じ長さを有する 2 つの他のストリップ 34、36 は、それぞれ第 1 の 2 つのストリップ 30 および 32 の各々に配設され、その長さはストリップ 30 および 32 より短い。

10

【0038】

2 つの SMA または収縮性平行ワイヤ 38 は、ブレード 28 中に組み込まれてその中間面をその長手面に平行に延在する。

【0039】

ジュール効果によるワイヤ 38 の加熱によって、長手方向本体の近位端 18 から遠位端 20 に向かって剛性が低下し、次いでブレード 28 の 1 つの面上で一定であり、他の面上では逆に変化するので、S 形状の湾曲構造体 (図 6) が得られる。その角度配向を変化させずに遠位端 20 を長手軸に垂直に偏向させることが必要であるとき、またはより一般的に長手方向本体の湾曲を変化させるだけでなくいくつかの特定のゾーンで逆転が必要なとき、この構造体は特に有用である。

20

【0040】

図 7 の構造体は皿形状を有する。このような形状は追加厚さのストリップ 40 をその端部の各々に可撓性本体 28 に加えることによって得ることができ、これらの 2 つのストリップは同じ面に配置されるが、その反対側の面は、本体 28 に整列され端部ストリップ 40 の間に配設された 2 つのストリップ 42 を保持する。この種の構造体は周囲の静止要素 44 を支持させることによって内視鏡またはカテーテルを安定化させるために用いることができ、それによって構造体全体への重力の影響を制限し、それらが自立型構造体だけで作られた場合に可能であるよりも長く細いカテーテルを用いることが可能である。また、懸垂または支持手段は、以下に説明するように、カテーテルの遠位端 20 が安定な位置を有することが要求される非破壊検査作業の間に特に有用である。

30

【0041】

図 8 のフック形状構造体は、ブレード 28 の単一面上に互いに積み重ねられた、異なる長さの 3 つの材料層 46、48、50 を用いることによって得ることができる。したがって、長手方向本体 28 の近位端 18 はわずかに屈曲するが、屈曲の大部分はその遠位端 20 に集中し、それによって遠位端 20 は、横方向の動きを小さく保ちながら、90°以上とすることのできる角度に動くことが可能である。

【0042】

図 9 および図 10 に示すように、カテーテルまたは内視鏡は非破壊検査手段を設けたヘッド上に長手方向の押圧力を加える弾性手段を含むことができる。これらの弾性手段は、例えば、螺旋バネによって構成することができる。

40

【0043】

管状の内視鏡またはカテーテル (図 9) で、可撓性本体 22 の遠位端 20 の周囲には螺旋バネ 52 が配設され、長手方向本体 22 のリムを支持し、バネ 52 の他の端部はバネ 52 を取り囲むキャップ形成要素 54 の端部を支持する。

【0044】

可撓性本体 28 (図 10) が細長い断面、例えば、矩形断面であるとき、その端部 20 は矩形段を含むことができ、その上に補完形状のヘッド 56 が案内される。ヘッド 56 は平行に配置された 2 つのバネ 58 によって長手方向本体 28 に接続される。

【0045】

カテーテルが対象部分の表面に接近するとき、バネ 52、58 は非破壊検査手段を用い

50

る部分の検査に必要な時間中、ヘッド５４、５６が表面への接触を保つことを可能にする。

【００４６】

バネ５２、５８はバネの剛性または加えられた力の検査が対象であるとき、形状記憶または収縮性材料から作ることができる。また、それらのバネはヘッドの端部と表面の間の距離を正確に制御するために用いることができる。

【００４７】

図１１は本発明のカテーテルまたは内視鏡の２つの位置を示し、位置の１つ（Ａ）は弾性変形前の初期状態であり、他の位置（Ｂ）は弾性変形後の状態である。カテーテルは、細長い断面を有する種類であり、図５に示したように、可撓性本体２８の端部で反対面に配置された２つの材料層６０、６２およびヘッド５６を可撓性本体２８に接続する１つ以上のバネ５８と一緒に２つのＳＭＡワイヤ３８を備え、ヘッド５６は対象部分６４の表面に接触する。

10

【００４８】

ジュール効果加熱の間、カテーテルは上述の原理にしたがってＳ形状を取り、それによってその配向を変化させずに遠位端を長手軸に垂直に動かすことができる。バネ５８の機能はヘッドと部分６４の表面の恒久的な接触を保つことである。

【００４９】

この装置によって、およびヘッド５６に非破壊検査手段を配置することによって、走査による部分６４の内部の調査が可能であり、ヘッド５６はＳＭＡワイヤ３８の繰り返し起動による直線運動を行う。

20

【００５０】

フーコー電流プローブまたは超音波プローブなどの非破壊検査手段は表面亀裂の検出に特に有用である。

【００５１】

図１２は外側ケーシング７０によって取り囲まれた可動ブレード６６と静止翼６８の交互の配列を含むターボ機械の一段を示す。静止翼６８は、ロータ７４の一部に取り付けられたワイパー７２に整列されたその放射状内部端部を有する。これらのワイパー７２は静止翼６８とロータ７４の間に空気が流れるのを防止する働きをする。したがって、ターボ機械の性能の低下を避けるために、これらの部品の摩耗状態を検査できることは重要である。

30

【００５２】

この目的のために用いられるカテーテルまたは内視鏡は、望遠鏡型であり、すなわち、それらは収縮性アクチュエータを取り付けられ、互いに係合する複数の弾性的に変形可能な本体から作られる。

【００５３】

本発明のカテーテルはこれらのワイパー７２を迅速かつ簡単に検査するのに用いることができる。これを行うために、第１管状剛性本体７６は２つの隣接する静止翼６８の間に開口する内視鏡オリフィス７８中に挿入され、Ｓ形状の第２可撓性本体８０が第１本体内部に挿入される。アクチュエータヒーター手段はカテーテル８０を２つの静止翼６８間の空間内の形状にすることができる。最終的に、一方向の湾曲だけを有する第３の可撓性本体８２が第１の２つのカテーテル７８と８０の内部に挿入され、そのヘッドがワイパー７２に接触できるように制御される。次いで、ターボ機械のロータはカテーテル８２のヘッドに配置された非破壊検査手段が部品の表面状態を３６０°にわたって検査することができるように回転する。ヘッドは上述のように継続的な接触を確保するためにバネに接続することができる。

40

【００５４】

カテーテルの全長は非常に長く、例えば約６０ｃｍであり、これはその遠位端を配置する上で誤りを招くことがある。静止翼６８は、望遠鏡型カテーテル全体を安定させるためのクリップまたは配備可能なメッシュなどの要素を用いて、中間カテーテル８０のための

50

支持および懸垂点として用いることができる。

【 0 0 5 5 】

可変剛性構成は、アクセスが困難でありカテーテルを小さな寸法の通路に沿って通過させる必要のあるゾーンにカテーテルを動かすことを可能にする。

【 0 0 5 6 】

細長い断面のカテーテルは図面に示すように中実とすることができ、または中空とすることができる。中実の望遠鏡型カテーテルには、長手方向本体に沿って配置されたレールなどの案内手段を設けることが可能である。

【 0 0 5 7 】

説明したさまざまな実施形態において、望ましい湾曲のプロファイルを得るために、さまざまな数の S M A または収縮性ワイヤおよびさまざまな数の追加厚さの層を有することが可能である。

【 0 0 5 8 】

本発明は図面に示した実施形態に用いられるような S M A 式アクチュエータ、すなわち、一方向にだけ作動する単一作動 S M A ワイヤに制限されない。また、場合によって、操作可能な構造体はその初期の状態により迅速に戻ることができるように、2つの位置の記憶を有する S M A ブレードなど他のアクチュエータを用いることも可能である。また、S M A ワイヤを弾性本体に沿って反対位置に配置し、次いで連続的にワイヤを起動することによって初期への戻りをより迅速に行うことも考えられる。

【 0 0 5 9 】

上で説明した本発明は、複雑な工業機器の三次元調査の分野において特に有用であるが、他の分野、特に解剖学的および機能的調査において好結果を得るためにカテーテルの操作性が重要な特徴である生物医学分野にも用いることができる。

【 0 0 6 0 】

また、本発明はその収縮性アクチュエータの各々に接続された自動制御手段を含むカテーテルまたは内視鏡に関する。これは正確に知られている幾何形状のシステムで用いるのが特に有益である。システムの計画を用いることによって、追従すべき通路および構造体に与えられた形状を正確に画定することが可能であり、内視鏡オリフィス中に挿入される構造体から出発してそのアクチュエータの制御をプログラムすることが可能である。

【 0 0 6 1 】

本発明を簡単に実行すること、およびその低コストのため、所与の種類のシステムを専用に調査するためのカテーテルを製造し、単一種類の部品だけの非破壊検査を行うことが可能である。

【 0 0 6 2 】

したがって、本発明の操作可能な構造体の製造を、それが実施するゾーンと非破壊検査の種類に応じて最適化し、それによって使用者にとって性能の面で大きな改善を達成することが可能である。

【 0 0 6 3 】

収縮性材料は、例えば、ニッケルとチタンの合金とすることができ、可撓性本体及び材料層はパネ鋼、または所望の剛性に応じて、ポリエチルエーテルケトン、エポキシ樹脂、ポリエチレン、またはポリウレタンなどのポリマーから作ることができる。

【 0 0 6 4 】

本発明は矩形または円形断面のカテーテルに制限されず、例えば、楕円、四角形、三角形等の任意の断面を有するカテーテルに等しく適合する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 5 】

【 図 1 】 収縮性材料から作られたアクチュエータを含む先行技術の操作可能な管状構造体の軸方向概略断面図である。

【 図 2 】 構造体が収縮性材料の加熱によって湾曲する、図 1 に示した構造体の軸方向概略断面図である。

10

20

30

40

50

【図 3】本発明による可変剛性の操作可能な管状構造体の軸方向概略断面図である。

【図 4】管状構造体が収縮性材料の加熱によって湾曲する、図 3 に示した管状構造体の概略図である。

【図 5】細長い断面および可変剛性を有する構造体の概略斜視図である。

【図 6】構造体が収縮性材料の加熱によって湾曲する、図 5 の構造体の図である。

【図 7】本発明による S 形状に湾曲した構造体の軸方向概略断面図である。

【図 8】本発明によるフック形状に湾曲した構造体の軸方向概略断面図である。

【図 9】その遠位端に押圧バネを含む構造体の概略斜視図である。

【図 10】その遠位端に押圧バネを含む構造体の概略斜視図である。

【図 11】押圧バネを含む遠位端を有する可変剛性の操作可能な構造体の軸方向概略断面図である。

10

【図 12】本発明の操作可能な構造体を用いて調査されるターボ機械の一部分の軸方向概略断面図である。

【符号の説明】

【0066】

10、21 構造体

12 管状可撓性本体

14 長手軸

16 アクチュエータ

18 静止近位端

20

20 遠位端

22 可撓性本体

26 追加厚さ

28 可撓性本体、ブレード

27 カテーテル

30、32、34、36、40 ストリップ

38 SMA ワイヤ、収縮性平行ワイヤ

44 静止要素

54 キャップ形成要素、ヘッド

56 補完形状のヘッド

30

52、58 バネ

60、62 材料層

64 対象部分

66 可動ブレード

68 静止翼

70 外側ケーシング

72 ワイパー

74 ロータ

76 第 1 管状剛性本体

78 内視鏡オリフィス、カテーテル

40

80 第 2 可撓性本体、カテーテル

82 第 3 の可撓性本体、カテーテル

【図 1】

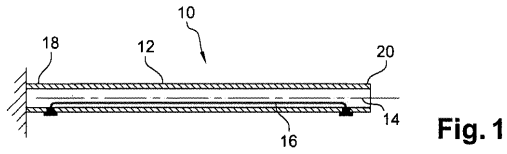


Fig. 1

【図 2】

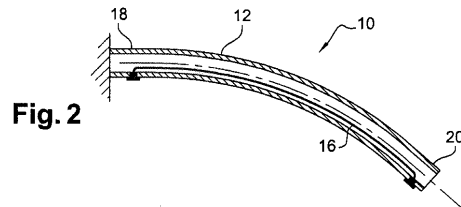


Fig. 2

【図 3】

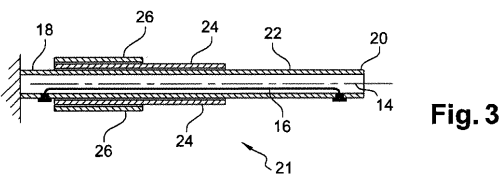


Fig. 3

【図 4】

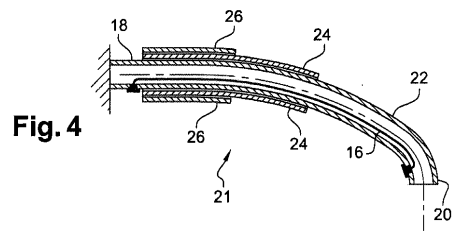


Fig. 4

【図 5】

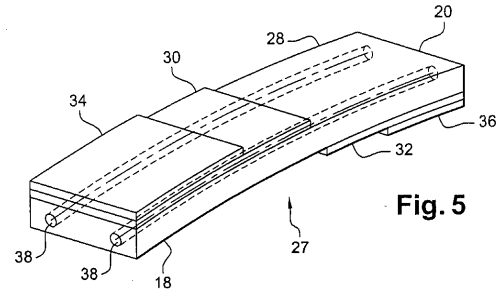


Fig. 5

【図 6】

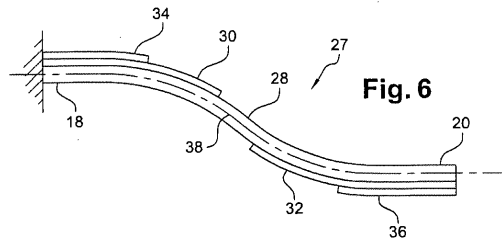


Fig. 6

【図 7】

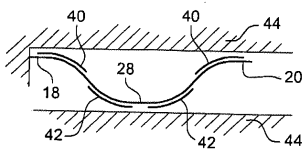


Fig. 7

【図 8】

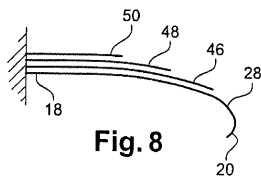


Fig. 8

【図 9】

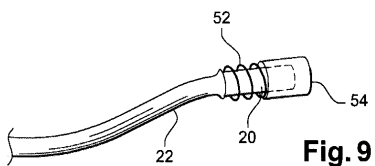


Fig. 9

【図 10】

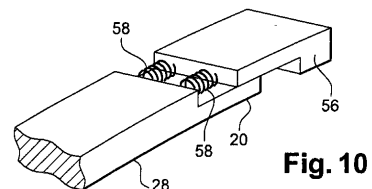


Fig. 10

【図 11】

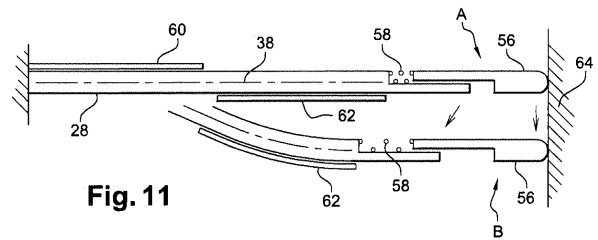
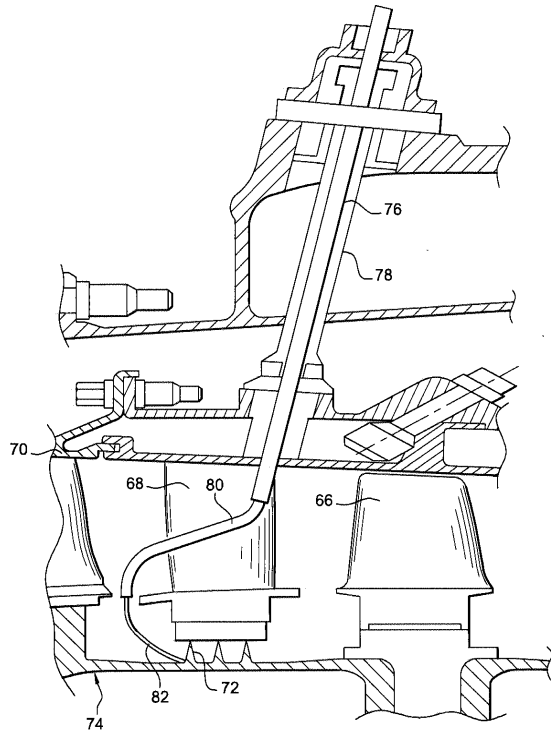


Fig. 11

【図 12】

**Fig. 12**

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
G 0 1 N 27/90 (2006.01) A 6 1 B 1/00 3 1 0 H
 G 0 1 N 29/26
 G 0 1 N 27/90

(71)出願人 593174249
 サントル・ナショナル・ドウ・ラ・ルシエルシュ・シアンティフィク(セー・エヌ・エール・エス
)
 フランス国、7 5 0 1 6・パリ、リュ・ミシエル・アーンジユ、3

(74)代理人 100062007
 弁理士 川口 義雄

(74)代理人 100114188
 弁理士 小野 誠

(74)代理人 100140523
 弁理士 渡邊 千尋

(74)代理人 100119253
 弁理士 金山 賢教

(74)代理人 100103920
 弁理士 大崎 勝真

(74)代理人 100124855
 弁理士 坪倉 道明

(72)発明者 サディア・ブスケ
 フランス国、7 7 5 5 0・モワシー・クラメール、リュ・ドウ・ラ・コンステイチュシオン、7 8

(72)発明者 ジエローム・スジエウクジツク
 フランス国、9 5 5 1 0・ピエンヌ・アン・アルティエ、サント・ドウ・ラ・ベルニコル、8

F ターム(参考) 2G047 AC05 BA03 BC07 DB18 EA08 EA14 EA16 GA01 GA03
 2G053 AB21 BA08 BA21 DA01 DA03 DB01 DB19
 2H040 AA03 BA21 DA11
 4C061 AA29 DD03 FF32 FF35 HH32 HH47 JJ02 JJ06
 4C167 AA01 AA32 BB02 BB03 BB07 BB39 BB40 BB42 BB52 GG21
 HH08 HH09 HH17 HH22

【外国語明細書】

Specification

Title of Invention

A STEERABLE STRUCTURE OF CATHETER OR ENDOSCOPE TYPE

The present invention relates to a steerable structure of catheter or endoscope type for internally investigating a three-dimensional system, such as a turbomachine, for example.

TECHNOLOGICAL BACKGROUND OF THE INVENTION

Present catheters or endoscopes are in the form of long tubes that are rigid or elastically deformable and that have an end that is steerable relative to a longitudinal axis of the tube so as to enable a particular viewing angle to be selected and so as to facilitate advancing the catheter or endoscope.

In order to curve a particular zone of the catheter or the endoscope appropriately, it is known to place actuators along its structure, which actuators are in the form of wires made of shape memory material, which wires are connected to Joule-effect heater means. Such actuators shrink in length under the effect of an increase in temperature thereby changing the curvature of the catheter or endoscope in the zones where the actuators are located. Controlling the various actuators distributed along the length of the endoscope or catheter enables its distal end to be positioned in three-dimensional space.

Nevertheless, that type of device presents several drawbacks. The diameter of the distal end is generally of the order of 5 millimeters (mm) to 8 mm so as to avoid bending under the effect of gravity. That excessive end diameter makes it impossible to investigate certain critical zones. In order to obtain the angular orientation desired for the end of the catheter or endoscope, it is necessary to modify parameters such as the length and the diameter of the actuator wires, and that is lengthy and complicated. Present devices also suffer from limitations due mainly to lack of mobility and maneuverability in places that are geometrically complex or cramped. During contraction of an actuator, bending locally gives the device a radius of curvature that is

substantially constant since the stiffness of the device is substantially constant all along its length. Under such circumstances, it is not possible to inspect three-dimensional cavities of complex shape having passages of small dimensions and requiring a plurality of successive changes of orientation.

As a result, certain zones in a machine can remain inaccessible even though it is desired to perform conventional non-destructive inspection thereof, such as inspection performed using Foucault currents or ultrasound, given the complexity of access and of routing, and given the small dimensions of the passages to be followed. Finally, those known devices are not suitable for being controlled automatically, thereby correspondingly complicating the investigation procedure since it needs to be performed manually.

SUMMARY OF THE INVENTION

An object of the present invention is to provide a structure of the above-described type that avoids the above-mentioned drawbacks of the prior art in a manner that is simple, effective, and inexpensive, giving access to portions of a system that are inaccessible using known means.

To this end, the invention provides a steerable structure of catheter or endoscope type for observing or treating a masked object that is accessible via a passage that is narrow and/or sinuous, the structure comprising an elastically deformable longitudinal body having at least one actuator of shape memory type material incorporated longitudinally in the longitudinal body together with Joule-effect heater means enabling the actuator to be contracted longitudinally so as to cause the longitudinal body to bend, wherein the actuator extends over at least one portion of the longitudinal body that presents varying stiffness.

According to the invention, the varying stiffness of the longitudinal body thus enables bending to be small in zones

where stiffness is large and bending to be greater in zones where stiffness is smaller, thereby making it possible to obtain a curved profile for the structure that includes radii of curvature that vary along the length of the structure.

By causing the stiffness of the portion of the structure carrying the actuator to be adapted to the curvature that is desired, it is possible to impose the angular orientation on the distal end of the structure more simply and more accurately than in the prior art.

According to another characteristic of the invention, the portion of the structure that is of varying stiffness includes at least one extra thickness of material, thereby enabling stiffness to be increased in that zone compared with zone not including extra thickness, and thus making it possible, when the actuator contracts, to obtain a profile with a varying radius of curvature.

The varying stiffness of the longitudinal body can be designed so that contraction of the actuator gives rise to modification and/or inversion of the longitudinal or transverse curvature of the longitudinal body.

The longitudinal body and the extra thickness may be made of similar materials, such as for example one or more polymers.

In an embodiment, the longitudinal body comprises at least one tube having a diameter of about 2 mm to 6 mm, the actuator extending longitudinally over an inside wall or an outside wall of the tube, over at least a fraction of its length.

In another variant embodiment, the longitudinal body comprises a blade of elongate cross-section, and two parallel actuators are incorporated with the blade and extend along a longitudinal face of the blade. The blade may present thickness of about 1 mm to 2 mm, width of about 1 centimeter (cm), and length of about 5 cm to 10 cm.

In systems such as turbomachines, the zones that are to be investigated present a high degree of axial symmetry. As a result, the passages to be followed by the structure are

often sections of small height but large width, such that it is possible to envisage using structures of elongate cross-section, e.g. of rectangular cross-section. The use of a structure of such a shape makes it possible to pass additional tools, such as clips, optical fibers, various connections, ... through channels that extend longitudinally in the structure. In addition, a structure of elongate cross-section is better at withstanding transverse stresses applied in the direction of the large dimension of said section.

The number of actuators may also be increased because of the greater amount of room available in the cross-section, thereby enabling better control to be obtained over the curvature given to the structure.

The actuator used for bending the endoscope may be a wire of titanium and nickel alloy presenting a diameter of about 0.1 mm to 0.5 mm.

More generally, it is possible to use actuators of materials presenting the property of contracting and shortening in length when being heated, and in particular materials such as those known as shape memory materials.

According to another characteristic of the invention, the structure is of the telescopic type and comprises a plurality of elastically deformable bodies provided with actuators and engaged in one another.

Advantageously, the structure includes, at its distal end, resilient means that exert a longitudinal thrust force and that are connected to a head provided with non-destructive inspection means.

In this configuration, the distal end of the structure is not rigidly connected to the elastically deformable body, but is connected thereto via thrust means that enable continuous contact to be ensured between the surface of the part under inspection and the non-destructive inspection means carried by the head of the structure.

The thrust means may be helical springs, including some made of contractile material and connected to Joule-effect heater means.

The use of springs made of contractile material enables the stiffness of the spring to be varied so as to better adjust the pressure exerted on the surface of the part under inspection.

The non-destructive inspection means may be Foucault current probes or ultrasound probes, for example.

One transverse dimension of the structure may vary from about 8 mm at its proximal end to about 1 mm at its distal end. Such a structure may include means for hanging on or bearing against surrounding stationary elements.

Advancing the structure inside a system, by successively engaging a plurality of individual steerable structures one in another can lead to the distal end thereof being moved by the structure bending. The engagement or bearing means then make it possible to take up an accurate position against intermediate stationary elements so as to limit the effect of gravity on the structure and improve control over the positioning and the orientation of its end. This also makes it possible to provide catheter or endoscope type structures that are longer and finer.

The means for electrically supplying the actuators inducing heating of the actuators, can be controlled automatically, making it possible, when investigating a system of known geometry, to cause the structure to move inside the system being investigated automatically, thereby avoiding numerous difficulties inherent to continuously controlling actuators based on contractile material.

The invention can be better understood and other details, advantages, and characteristics of the invention appear on reading the following description given by way of non-limiting example with reference to the accompanying drawings.

DETAILED DESCRIPTION

Reference is first made to figure 1 which is a diagrammatic view of a steerable structure 10 of the catheter or endoscope type according to the prior art and comprising a tubular flexible body 12 of longitudinal axis 14 and including an actuator 16 of contractile material, e.g. of the shape memory alloy (SMA) type disposed along the tubular structure and inside it. This actuator 16 is in the form of a wire connected to electrical power supply means (not shown).

The steerable structure 10 has a stationary proximal end 18 and a steerable distal end 20.

Heating the SMA by the Joule effect induces a rearrangement of the atoms constituting the wire (when the activation temperature is reached), leading to contraction (with a response time of less than one second) and thus to a reduction in its length. The wire 16 fastened to a wall of the tube 12 induces bending of its distal end 20 in a direction perpendicular to the axis 14 (Figure 2). The structure 10 as bent in this way adopts a circularly-arcuate profile with a radius of curvature that is substantially constant insofar as stiffness along the tube 12 is substantially constant. If it is necessary to limit the relative lateral movement between the two ends 18 and 20 of the catheter, such a catheter enables the distal end 20 to be steered angularly away from the longitudinal axis 14 through only a few degrees. A greater change in angular orientation will lead to an increase in the lateral movement of the distal end 20 of the catheter. Such a structure can therefore be used only in systems having narrow passages and requiring only small angular modification, or else in systems having passages that are large enough to allow a large amount of lateral movement, thereby constituting a severe limitation on the extent to which it is possible to investigate the insides of systems that are very complex and cramped, as are to be found in aeronautic, for example.

Stopping the Joule-effect heating of the wire leads to the wire 16 cooling and to the structure 10 returning to its initial longitudinal state by elastic effect.

In the invention, and as shown in Figure 2, the structure 21 comprises a flexible body 22 having at least one portion of varying stiffness over which the SMA wire 16 extends. This variation in stiffness is obtained by installing or forming extra thicknesses of material on the outside surface of the tube 22. In the example shown, a first extra thickness of material 24 is disposed around the tube 22 and then a second extra thickness 26 of shorter axial dimension than the first

is placed around the first extra thickness 24. Thus, the flexible body presents stiffness that decreases going from its proximal end 18 towards its distal end 20.

During contraction of the wire 16 by Joule-effect heating, the tube is bent about a radius of curvature that varies (Figure 4). The tube curves little in its portion presenting great stiffness and it curves to a greater extent in the zone of lower stiffness. It can also be seen that its lateral movement is smaller and thus, compared with the prior art, less space is occupied for given angular steering of the distal end 20.

It is thus possible to obtain changes in the steering of the distal end of up to 90° from the longitudinal axis 14 with a small amount of lateral movement. This can be achieved insofar as the tube 22 does not present a diameter that is too great relative to the dimensions of the SMA wire 16.

Typically, the diameter of the wire 16 is of the order of 0.5 mm to 0.1 mm and it is caused to contract longitudinally by being heating by the Joule effect (produced by electrical power of about 0.5 watts (W)), where said contraction is of the order of 5% to 6% of its length. The tube 22 has a diameter of about 2 mm to 6 mm and it is made of polymer material, like existing medical catheters. Adjusting the magnitude of the electric current conveyed in the actuators can thus serve to adjust contraction and hence the curvature of the body 22.

The passages taken by endoscopes or catheters for inspecting machines are often in the form of narrow slots, in particular in systems that present axial symmetry such as turbomachines. There is therefore no need for the catheter to be tubular and it may have some other shape. The invention can thus be applied equally well to a longitudinal flexible body 28 of elongate cross-section as shown in Figure 5, where the body 28 is in the form of a blade of substantially rectangular section.

In a manner similar to the above-described embodiment, the catheter 27 comprises a flexible body 28 made up of layers

of material disposed as extra thicknesses so as to modify the stiffness of the blades in the longitudinal direction. The additional layers of material are formed by strips that are likewise of rectangular section. The structure in this example has four layers of material or added strips, of width identical to the width of the blade 28. A first strip 30 is positioned on one face of the body 28 while another strip 32 having the same length as the first is positioned on its opposite face, at the other end of the longitudinal body 28. Two other strips 34, 36 having the same length are disposed respectively on each of the first two strips 30 and 32, and are of lengths that are shorter than the strips 30 and 32.

Two SMA or contractile parallel wires 38 are incorporated in the blade 28 and extend parallel to its longitudinal faces in its midplane.

By heating the wires 38 by the Joule effect, a curved structure is obtained that is S-shaped (Figure 6), since on going from the proximal end 18 to the distal end 20 of the longitudinal body, stiffness decreases, and is then constant on one face of the blade 28, and varies inversely on the other face. This structure is particularly useful when it is needed to offset the distal end 20, perpendicularly to the longitudinal axis, but without changing its angular orientation, or more generally when it is necessary not only to change the curvature of the longitudinal body, but also to reverse it in some particular zone.

The structure of Figure 7 presents a dish-shape. Such a shape can be obtained by adding a strip 40 of extra thickness to the flexible body 28 at each of its ends, these two strips being placed on the same face, while its opposite face carries two strips 42 aligned along the body 28 and disposed between the end strips 40. This type of structure can be used in order to stabilize an endoscope or a catheter by bearing against surrounding stationary elements 44, thereby limiting the effects of gravity on the structure as a whole and making it possible to use catheters that are longer and finer than would be possible if they were made up solely of self-supporting

structures. Hanging or bearing means can also be particularly useful during a non-destructive inspection operation as described below that requires the distal end 20 of the catheter to have a position that is stable.

The hook-shaped structure of Figure 8 can be obtained by using three layers of material 46, 48, and 50 of different lengths that are stacked on one another on a single face of the blade 28. Thus, the proximal end 18 of the longitudinal body 28 bends only a little, while the majority of the bending is concentrated at its distal end 20, thereby enabling the distal end 20 to be moved through an angle that can be greater than 90° while maintaining a lateral movement that is small.

As shown in Figures 9 and 10, catheters or endoscopes may include resilient means exerting a longitudinal thrust force on a head that is provided with non-destructive inspection means. These resilient means may be constituted, for example, by helical springs.

With an endoscope or catheter that is tubular (Figure 9) a helical spring 52 is disposed around the distal end 20 of the flexible body 22 and bears against a rim on the longitudinal body 22, with the other end of the spring 52 bearing against the end of a cap-forming element 54 that surrounds the spring 52.

When the flexible body 28 (Figure 10) is of elongate cross-section, e.g. of rectangular cross-section, its distal end 20 may include a rectangular step over which a head 56 of complementary shape is guided. The head 56 is connected to the longitudinal body 28 by two springs 58 arranged in parallel.

When the catheter is brought close to the surface of a part of interest, the springs 52, 58 enable the head 54, 56 to be kept in contact with the surface for the time required for examining the part by using the non-destructive inspection means.

The springs 52, 58 may be made of shape memory or contractile material when inspecting the stiffness of the spring or the applied force is of interest. Such springs can

also be used for accurately controlling the distance between the end of the head and the surface.

Figure 11 shows two positions of a catheter or endoscope of the invention, one of the positions (A) corresponding to an initial state prior to elastic deformation, and the other position (B) corresponding to a state after elastic deformation. The catheter is of the type having an elongate cross-section and it comprises two layers of material 60, 62 placed on opposite faces at the ends of the flexible body 28 and two SMA wires 38 as described in Figure 5, together with one or more springs 58 connecting the head 56 to the flexible body 28, the head 56 being in contact with a surface of the part of interest 64.

During Joule-effect heating, the catheter takes up an S-shape according to the above-described principle, thereby enabling the distal end to be moved perpendicularly to the longitudinal axis without changing its orientation. The function of the spring(s) 58 is to keep the head permanently in contact with the surface of the part 64.

By means of this device and by placing non-destructive inspection means in the head 56, it is possible to investigate the inside of the part 64 by scanning, with the head 56 being caused to perform straight-line movement by repeated actuation of the SMA wires 38.

Non-destructive inspection means such as Foucault current probes or ultrasound probes can be particularly useful in detecting surface cracks.

Figure 12 shows a stage of a turbomachine including an alternation of moving blades 66 and stationary vanes 68 surrounded by an outer casing 70. The stationary vanes 68 have their radially inner ends in alignment with wipers 72 mounted on a portion of the rotor 74. These wipers 72 serve to prevent any air flowing between a stationary vane 68 and the rotor 74. It is therefore important to be able to inspect the wear state of these parts in order to avoid any decrease in the performance of the turbomachine.

The catheters or endoscope used for this purpose are of the telescopic type, i.e. they are made up of a plurality of elastically deformable bodies fitted with contractile actuators and engaged one in another.

A catheter of the invention can be used to inspect these wipers 72 quickly and simply. To do this, a first tubular rigid body 76 is inserted in an endoscopic orifice 78 that opens out between two adjacent stationary vanes 68, and an S-shaped second flexible body 80 is inserted within the first body. The actuator heater means enable the catheter 80 to be shaped within the space between two stationary vanes 68. Finally, a third flexible body 82 possessing only one direction of curvature is inserted inside the first two catheters 78 and 80 and is controlled so that its head can be put into contact with a wiper 72. The rotor of the turbomachine is then turned so as to enable non-destructive inspection means placed in the head of the catheter 82 to examine the surface state of the part over 360°. The head may be connected to a spring as described above in order to ensure continuous contact.

The total length of the catheter is quite long, for example about 60 cm, and this can lead to errors in positioning its distal end. The stationary vanes 68 can be used as bearing and hanging points for the intermediate catheter 80 with the help of elements such as clips or deployable meshes for stabilizing the telescopic catheter as a whole.

The variable stiffness configuration enables the catheter to be moved up to zones that are difficult to access and that require the catheter to be passed along passages of small dimensions.

Catheters of elongate cross-section may be solid as shown in the drawings or they may be hollow. With solid telescopic catheters, it is possible to provide guide means such as rails situated along the longitudinal bodies.

In the various embodiments described, it is possible to have various numbers of SMA or contractile wires and various

numbers of extra thickness layers in order to obtain profiles of desired curvature.

The invention is not limited to SMA type actuators as used in the embodiments shown in the drawings, i.e. single-acting SMA wires, that can act in only one direction. It is also possible to use other actuators such as SMA blades, optionally having memory of two positions so as to enable the steerable structure to return more quickly to its initial state. It is also possible to envisage producing a return to the initial more quickly by placing SMA wires along the elastic body and in an opposing position, and then actuating the wires in succession.

Although the invention described above is particularly useful in the field of three-dimensional investigation of complex industrial apparatus, it can also be used in other fields, and in particular in the biomedical field where the steerability of catheters is a key feature in successful anatomical and functional investigation.

The invention also relates to a catheter or endoscope including automatic control means connected to each of its contractile actuators. This is particularly advantageous for use with systems of accurately known geometry. By using the plans of the system, it is possible to define accurately the path that is to be followed and the shape that is given to the structure, and to program control of its actuators starting from the structure being inserted into an endoscopic orifice.

Because of the simplicity with which the invention can be implemented and because of its low cost, it is possible to fabricate catheters that are dedicated to investigating systems of a given type and to performing non-destructive inspection of parts of a single type only.

It is thus possible to optimize the fabrication of a steerable structure of the invention as a function of the zone and the type of non-destructive inspection it is to perform, thereby achieving a significant improvement in performance for the user.

The contractile material may for example be an alloy of nickel and titanium. The flexible body and the layers of material may be made of spring steel or of a polymer such as polyethyl ether ketone, epoxy resin, polyethylene, or polyurethane depending on the stiffness desired.

The invention is not limited to catheters of rectangular or circular section and it applies equally well to catheters of arbitrary cross-section, e.g. oval, square, triangular, etc.

Brief Description of Drawings

- Figure 1 is a diagrammatic axial section view of a prior art steerable tubular structure including an actuator made of contractile-material.

- Figure 2 is a diagrammatic axial section view of the structure shown in figure 1, the structure being curved by heating the contractile material.

- Figure 3 is a diagrammatic axial section view of a steerable tubular structure of variable stiffness according to the invention.

- Figure 4 is a diagrammatic view of the tubular structure of Figure 3, the tubular structure being curved by heating the contractile material.

- Figure 5 is a diagrammatic perspective view of a structure of elongate cross-section and variable stiffness.

- Figure 6 is a view of the structure of figure 5, the structure being curved by heating the contractile material.

- Figures 7 and 8 are diagrammatic axial section views of structures curved respectively into an S-shape and into a hook shape according to the invention.

- Figures 9 and 10 are diagrammatic perspective views of structures including thrust springs at their distal ends.

- Figure 11 is a diagrammatic axial section view of a steerable structure of varying stiffness having a distal end that includes thrust springs.

- Figure 12 is a diagrammatic axial section view of a portion of a turbomachine that is to be investigated with the help of a steerable structure of the invention.

Claims

1. A steerable structure of catheter or endoscope type for observing or treating a masked object that is accessible via a passage that is narrow and/or sinuous, the structure comprising an elastically deformable longitudinal body having at least one actuator of shape memory type material incorporated longitudinally in the longitudinal body together with Joule-effect heater means enabling the actuator to be contracted longitudinally so as to cause the longitudinal body to bend, wherein the actuator extends over at least one portion of the longitudinal body that presents varying stiffness.
2. A structure according to claim 1, wherein the portion of varying stiffness comprises at least one extra thickness of material.
3. A structure according to claim 1, wherein the varying stiffness of the longitudinal body is designed so that contraction of the actuator modifies and/or inverts the longitudinal or transverse curvature of the longitudinal body.
4. A structure according to claim 1, wherein the longitudinal body comprises at least one tube.
5. A structure according to claim 4, wherein the actuator extends longitudinally over an inside wall or an outside wall of the tube.
6. A structure according to claim 4, wherein the tube has a diameter of the order of 2 mm to 6 mm.
7. A structure according to claim 1, wherein the longitudinal body comprises a blade of elongate cross-section.

8. A structure according to claim 7, wherein two parallel actuators are incorporated in the blade and extend along a longitudinal face of the blade.
9. A structure according to claim 7, wherein the blade has a thickness of about 1 mm to 2 mm, a width of about 1 cm, and a length of about 5 to 10 cm.
10. A structure according to claim 1, wherein the actuator is a wire.
11. A structure according to claim 10, wherein the diameter of the wire is about 0.1 mm to 0.5 mm.
12. A structure according to claim 2, wherein the portion of varying stiffness and the extra thickness of material are made of polymer.
13. A structure according to claim 1, wherein the actuator is made of an alloy of titanium and nickel.
14. A structure according to claim 1, wherein it is of the telescopic type and comprises a plurality of elastically deformable bodies provided with actuators and engaged one in another.
15. A structure according to claim 14, including resilient means at its distal end exerting a longitudinal thrust force and connected to a head that is provided with non-destructive inspection means.
16. A structure according to claim 15, wherein the thrust means are helical springs.
17. A structure according to claim 16, wherein the springs are made of shape memory type material and are connected to Joule-effect heater means.

18. A structure according to claim 15, wherein the non-destructive inspection means are Foucault current probes or ultrasound probes.

19. A structure according to claim 14, wherein one of its transverse dimensions varies from about 8 mm at its proximal end to about 1 mm at its distal end.

20. A structure according to claim 1, wherein it comprises means for hanging on or bearing against surrounding stationary elements.

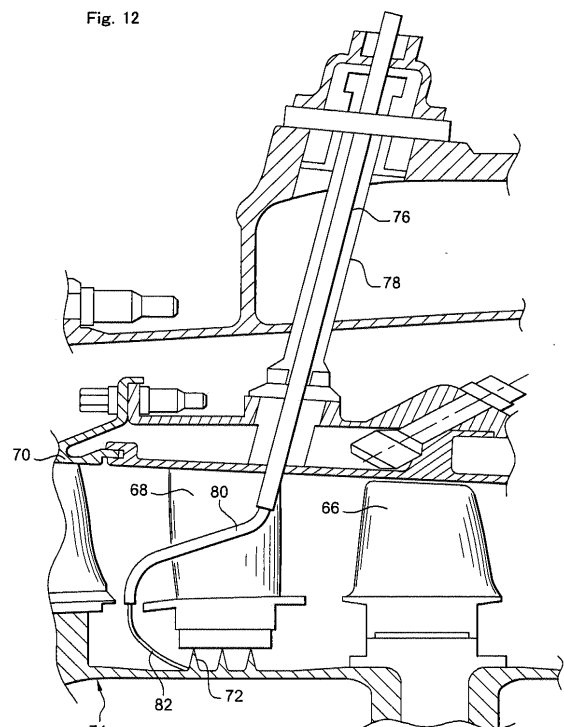
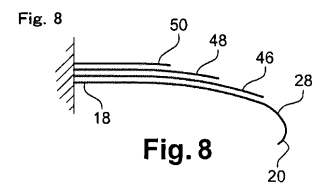
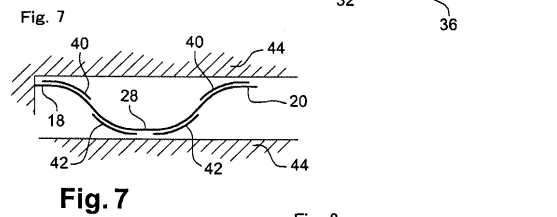
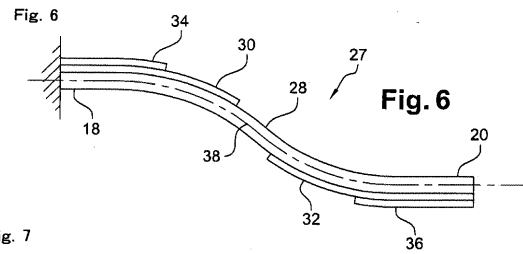
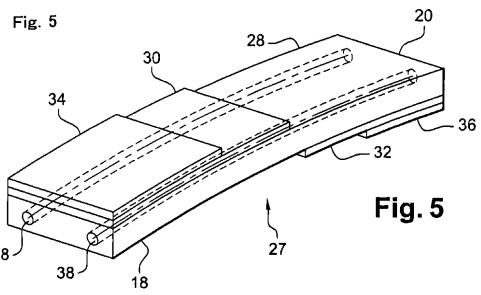
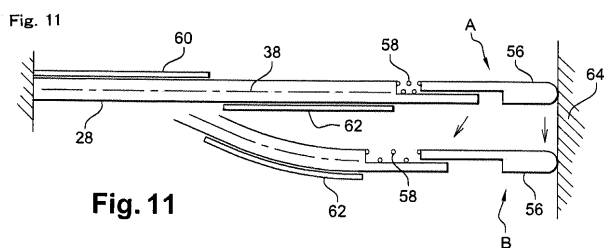
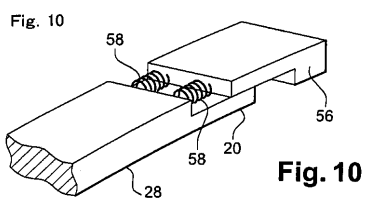
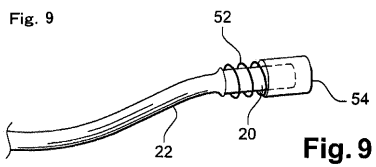
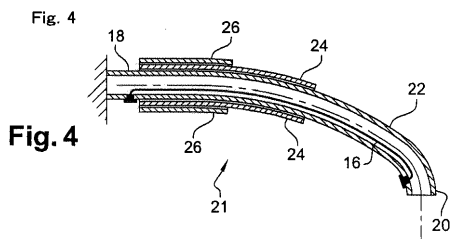
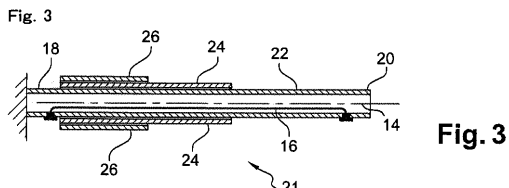
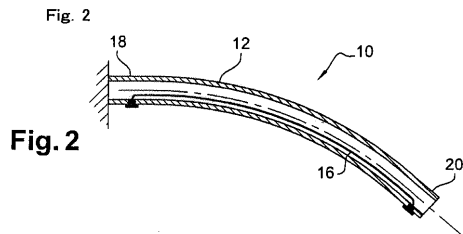
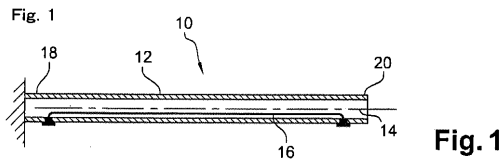
21. A structure according to claim 1, wherein the heater means are connected to automatic control means, e.g. programmed means.

1. Abstract

A steerable structure (21, 27) of the catheter or endoscope type, the structure comprising an elastically or deformable longitudinal body (22, 28) including at least one actuator (16, 38) of material of the shape memory type incorporated longitudinally with the body (22, 28) together with Joule-effect heater means enabling the actuator (16, 38) to be contracted longitudinally in order to cause the longitudinal body (22, 28) to bend, wherein the actuator (16, 38) extends over at least one portion of the body (22, 28) that presents varying stiffness.

2. Representative Drawing

Fig. 5



专利名称(译)	导管或内窥镜式可操纵结构		
公开(公告)号	JP2009104121A	公开(公告)日	2009-05-14
申请号	JP2008243726	申请日	2008-09-24
[标]申请(专利权)人(译)	斯奈克玛 Yunivu萨尔瓦多引用皮埃尔·艾玛·尤利韭菜顺巴黎 伊格纳西奥中心纳尔多乌拉尔彩虹士余青TAFE麦克风保存NTT耶鲁ES		
申请(专利权)人(译)	斯奈克玛 Yunivuerushite - 皮埃尔 - 等 - 玛丽Kiyuri巴黎顺 全国中心李四拉Rushierushiyu青色TAFE麦克风 (保存NV ALE ES)		
[标]发明人	サディアブスケ ジエロームスジエウクジツク		
发明人	サディア・ブスケ ジエローム・スジエウクジツク		
IPC分类号	G02B23/24 A61M25/01 A61M25/00 A61B1/00 G01N29/26 G01N27/90		
CPC分类号	A61B1/0055 A61B1/0058 A61M25/0054 A61M25/0158 G01M13/028 G01N27/904 G01N29/043 G01N2291/2636 G01N2291/2693 G02B23/2476		
FI分类号	G02B23/24.A A61M25/00.309.B A61M25/00.306.B A61B1/00.300.F A61B1/00.300.P A61B1/00.310.H G01N29/26 G01N27/90 A61B1/00.530 A61B1/00.715 A61B1/005.513 A61B1/005.523 A61B1/005.524 A61M25/00.624 A61M25/092 G01N29/04 G01N29/24		
F-TERM分类号	2G047/AC05 2G047/BA03 2G047/BC07 2G047/DB18 2G047/EA08 2G047/EA14 2G047/EA16 2G047/GA01 2G047/GA03 2G053/AB21 2G053/BA08 2G053/BA21 2G053/DA01 2G053/DA03 2G053/DB01 2G053/DB19 2H040/AA03 2H040/BA21 2H040/DA11 4C061/AA29 4C061/DD03 4C061/FF32 4C061/FF35 4C061/HH32 4C061/HH47 4C061/JJ02 4C061/JJ06 4C167/AA01 4C167/AA32 4C167/BB02 4C167/BB03 4C167/BB07 4C167/BB39 4C167/BB40 4C167/BB42 4C167/BB52 4C167/GG21 4C167/HH08 4C167/HH09 4C167/HH17 4C167/HH22 4C161/AA29 4C161/DD03 4C161/FF32 4C161/FF35 4C161/HH32 4C161/HH47 4C161/JJ02 4C161/JJ06 4C267/AA01 4C267/AA32 4C267/BB02 4C267/BB03 4C267/BB07 4C267/BB39 4C267/BB40 4C267/BB42 4C267/BB52 4C267/GG21 4C267/HH08 4C267/HH09 4C267/HH17 4C267/HH22		
代理人(译)	小野 诚 金山 贤教 Masarushin大崎		
优先权	2007006726 2007-09-26 FR		
其他公开文献	JP5618471B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供导管或内窥镜类型的可操纵结构，其以简单，有效和便宜的方式避免现有技术的缺点，允许使用已知装置进入不可接近的系统部分。解决方案：导管或内窥镜类型的可操纵结构（21,27）包括弹性或可变形纵向主体（22,28），该纵向主体包括至少一个形状记忆类型的材料的致动器（16,38），其纵向结合有主体（22,28）与焦耳效应加热器一起使得致动器（16,38）能够纵向收缩，以使纵向主体（22,28）弯曲，其中致动器（16,38）延伸主体（22,28）的至少一部分具有不同的刚度。

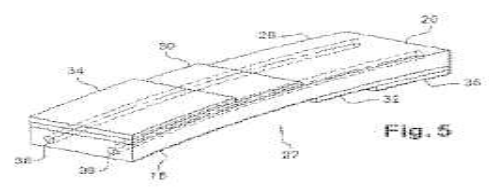


Fig. 5