

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2013-542784

(P2013-542784A)

(43) 公表日 平成25年11月28日(2013.11.28)

(51) Int.Cl.

A 61 B 8/12 (2006.01)

F 1

A 61 B 8/12

テーマコード(参考)

4 C 6 O 1

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 42 頁)

(21) 出願番号 特願2013-535143 (P2013-535143)  
 (86) (22) 出願日 平成23年10月24日 (2011.10.24)  
 (85) 翻訳文提出日 平成25年6月5日 (2013.6.5)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2011/057517  
 (87) 國際公開番号 WO2012/054926  
 (87) 國際公開日 平成24年4月26日 (2012.4.26)  
 (31) 優先権主張番号 61/405,784  
 (32) 優先日 平成22年10月22日 (2010.10.22)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

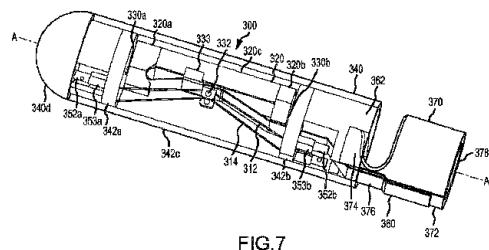
(71) 出願人 598123677  
 ゴア エンタープライズ ホールディングス、インコーポレイティド  
 アメリカ合衆国、デラウェア 19714-9206、ニューアーク、ポスト オフィス ボックス 9206、ペーパーミル ロード 551  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100102819  
 弁理士 島田 哲郎  
 (74) 代理人 100123582  
 弁理士 三橋 真二  
 (74) 代理人 100153084  
 弁理士 大橋 康史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】形状記憶合金作動装置を備えるカテーテル

## (57) 【要約】

負荷の揺動運動のために使用可能な作動装置。一つの改良された作動装置は、負荷の揺動運動の少なくとも一部分をもたらすように作動可能な少なくとも第一形状記憶部材を有してよい。この作動装置は、さらに、負荷の揺動運動の少なくとも第二部分をもたらすように作動可能な第二形状記憶部材を有してよい。一つ以上の形状記憶部材の利用は、コンパクトな様態で、負荷の制御可能な信頼性のある揺動運動の実現を容易にする。このような作動装置は、関心のある内部領域の横断走査のための揺動運動のために配設された超音波変換器を有する撮像カテーテルに使用されてよい。このような撮像カテーテルは、三次元画像及び実時間三次元(四次元)画像の少なくとも一方を発生させるのに使用されてよい。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

細長いカテーテル本体と、

前記カテーテル本体の末端部に支えられるように配設されて流体を含む密閉容積を区画形成する末端部分と、

前記流体中に浸されて前記密閉容積内の回動軸線回りの角度範囲を渡る揺動回動運動のために配設された超音波変換器であって、前記回動軸線が前記末端部分に対して固定されている超音波変換器と、

前記超音波変換器に作用的に結び付けられた第一及び第二形状記憶部材であって、前記第一形状記憶部材が前記第一形状記憶部材の状態変化を引き起こすことによって作動させられることができ、前記第二形状記憶部材が前記第二形状記憶部材の状態変化を引き起こすことによって作動させられることができ、前記第一及び第二形状記憶部材が前記超音波変換器の前記揺動回動運動の少なくとも一部をもたらすために、少なくとも部分的な時間ずれ関係において作動させられることができる第一及び第二形状記憶部材と、

を具備するカテーテル。

**【請求項 2】**

前記第一及び第二形状記憶部材は、前記密閉容積内において前記超音波変換器に作用的に結び付けられており、前記第一及び第二形状記憶部材の各々の少なくとも一部の回りに配設されて前記流体中に浸される第一及び第二熱絶縁層をさらに具備する、請求項 1 に記載のカテーテル。

**【請求項 3】**

前記流体は液体である、請求項 2 に記載のカテーテル。

**【請求項 4】**

前記第一及び第二熱絶縁層の各々は、フッ素樹脂を有する、請求項 3 に記載のカテーテル。

**【請求項 5】**

前記第一及び第二熱絶縁層の各々は、ポリテトラフルオロエチレン及び延伸ポリテトラフルオロエチレンからなる一群から選択された少なくとも一つの材料を有する、請求項 4 に記載のカテーテル。

**【請求項 6】**

前記第一及び第二熱絶縁層の各々は、疎水性の少なくとも一つの材料を有する、請求項 3 に記載のカテーテル。

**【請求項 7】**

前記第一及び第二熱絶縁層の各々は、微小孔を有する少なくとも一つの材料を有する、請求項 3 に記載のカテーテル。

**【請求項 8】**

前記第一及び第二熱絶縁層の各々は、約 25 °で測定されたときに約 0.05 W / m K と 0.08 W / m Kとの間の熱伝導係数を有する、請求項 3 に記載のカテーテル。

**【請求項 9】**

前記第一及び第二熱絶縁層の各々は、延伸ポリテトラフルオロエチレンを有する、請求項 8 に記載のカテーテル。

**【請求項 10】**

前記第一及び第二熱絶縁層の回りにそれぞれに接着して配設されて前記流体中に浸される第一及び第二外側層をさらに具備する、請求項 3 に記載のカテーテル。

**【請求項 11】**

前記第一及び第二外側層の各々は、少なくとも約 500 kV / m の絶縁耐圧を有する、請求項 10 に記載のカテーテル。

**【請求項 12】**

前記第一及び第二外側層の各々は、疎水性材料を有する、請求項 10 に記載のカテーテル。

10

20

30

40

50

**【請求項 1 3】**

前記第一及び第二外側層は、約  $50 \text{ dyne/cm}^2$  より小さな表面エネルギーを有する、請求項 1 2 に記載のカテーテル。

**【請求項 1 4】**

前記第一形状記憶部材が前記回動軸線回りの第一方向に前記超音波変換器を回転させるように作動可能であり、前記第二形状記憶部材が前記回動軸線回りの第二方向に前記超音波変換器を回転させるように作動可能であり、前記第一方向は前記第二方向と反対である、請求項 1 に記載のカテーテル。

**【請求項 1 5】**

前記第一及び第二形状記憶部材が、それぞれに、対応する第一及び第二形状記憶線材の細長部材によって形成され、前記第一形状記憶線材の細長部材の第一端部は、前記回動軸線の一方側において、前記末端部分及び前記超音波変換器の一方に対して固定関係で相互連結され、前記第二形状記憶線材の細長部材の第一端部は、前記回動軸線の前記一方側とは反対の他方側において、前記末端部分及び前記超音波変換器の一方に対して固定関係で相互連結される、請求項 1 4 に記載のカテーテル。

10

**【請求項 1 6】**

前記第一形状記憶線材の細長部材は、第一相互連結位置において、前記超音波変換器及び前記末端部分の対応する他方に相互連結され、前記第二形状記憶線材の細長部材は、第二相互連結位置において、前記超音波変換器及び前記末端部分の対応する他方に相互連結され、前記第一及び第二相互連結位置は、前記回動軸線の反対側にある、請求項 1 5 に記載のカテーテル。

20

**【請求項 1 7】**

前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材の各々は、前記末端部分及び前記超音波変換器の前記対応する一方に対して固定関係で相互連結される対応する第二端部を有し、前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、それぞれに、前記対応する第一及び第二相互連結位置において、前記末端部分及び前記超音波変換器の前記対応する他方へ、それら前記細長部材の対応する第一及び第二端部の間で相互連結され、前記第一及び第二相互連結位置は前記回動軸線の反対側に偏倚する、請求項 1 6 に記載のカテーテル。

**【請求項 1 8】**

前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材の各々は、対応する第一及び第二部分を有し、前記対応する第一及び第二部分が、自身の間に対応する第一及び第二夾角をそれぞれ形成する、請求項 1 7 に記載のカテーテル。

30

**【請求項 1 9】**

前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、前記第一及び第二夾角が、それぞれに、前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材の対応する作動及び非作動に応じて増加及び減少するように配置されている、請求項 1 8 に記載のカテーテル。

**【請求項 2 0】**

前記第一及び第二相互連結位置は、前記超音波変換器の前記回動軸線から実質的に等距離にある、請求項 1 6 に記載のカテーテル。

40

**【請求項 2 1】**

前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、前記超音波変換器に対して対称に配設されている、請求項 2 0 に記載のカテーテル。

**【請求項 2 2】**

前記第一相互連結位置は前記回動軸線の前記他方側に位置させられ、前記第二相互連結位置は前記回動軸線の前記一方側に位置させられる、請求項 1 6 に記載のカテーテル。

**【請求項 2 3】**

前記第一形状記憶線材の細長部材は、前記末端部分及び前記超音波変換器の前記対応する一方に対して固定関係で相互連結される対応する第二端部を有し、

前記第一形状記憶線材の細長部材の第一及び第二端部が相互連結される前記末端部分及び前記超音波変換器の他方に対して固定関係で相互連結される係合部材をさらに具備し、

50

前記第一形状記憶線材の細長部材は、前記第一形状記憶線材の細長部材の作動中に前記第一方向に前記超音波変換器を回転するように前記係合部材に係合する、請求項15に記載のカテーテル。

【請求項24】

前記第二形状記憶線材の細長部材は、前記末端部分及び前記超音波変換器の前記対応する一方に対して固定関係で相互連結される対応する第二端部を有し、前記第二形状記憶線材の細長部材は、前記第二形状記憶線材の細長部材の作動中に前記第二方向に前記超音波変換器を回転するように前記係合部材に係合する、請求項23に記載のカテーテル。

【請求項25】

前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、物理的に分離した第一及び第二線材をそれぞれ具備し得る、請求項15に記載のカテーテル。 10

【請求項26】

前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、一本の連続した形状記憶線材の対応する異なる部分により形成される、請求項15に記載のカテーテル。

【請求項27】

前記第一及び第二形状記憶部材の状態を変化させるために前記第一及び第二形状記憶部材の各々に、対応する第一時間期間及び第二時間期間の間ににおいて、第一及び第二エネルギー信号を繰り返し提供するための駆動エネルギー源であって、各第一時間期間の終わりと各第二時間期間の始まりとの間の第一時間間隔を有する駆動エネルギー源をさらに具備する請求項1に記載のカテーテルであって、少なくとも前記第二形状記憶部材は、該第二形状記憶部材が各第一時間間隔中に前記超音波変換器の前記揺動回動運動の少なくとも一部をもたらすように作動可能であるように、各第一時間間隔の少なくとも一部の間に弾性張力状態となるように準備される、請求項1に記載のカテーテル。 20

【請求項28】

前記駆動エネルギー源は、各第二時間期間の終わりと各第一時間期間の始まりとの間の第二時間間隔を有して前記第一及び第二エネルギー信号を繰り返し提供し、前記第一形状記憶部材は、該第一形状記憶部材が各第二時間間隔中に前記超音波変換器の前記揺動回動運動の少なくとも一部をもたらすように作動可能であるように、各第二時間間隔の少なくとも一部の間に弾性張力状態となるように準備される、請求項27に記載のカテーテル。 30

【請求項29】

前記第一及び第二形状記憶部材は、前記角度範囲の両端部分に対応する前記超音波変換器の前記揺動回動運動の異なる部分をもたらすように準備される、請求項28に記載のカテーテル。

【請求項30】

前記末端部分及び前記超音波変換器の一方に支えられるように接続されて、前記超音波変換器の前記揺動回動運動の少なくとも第一部をもたらすように設置された第一磁石部材をさらに具備する、請求項1に記載のカテーテル。

【請求項31】

前記第一磁石部材は、永久磁石を具備する、請求項30に記載のカテーテル。

【請求項32】

前記第一磁石部材は、電磁石部材を具備する、請求項30に記載のカテーテル。 40

【請求項33】

前記末端部分及び前記超音波変換器の一方に支えられるように接続されて、前記超音波変換器の前記揺動回動運動の少なくとも第二部分をもたらすように設置された第二磁石部材をさらに具備する、請求項30に記載のカテーテル。

【請求項34】

前記超音波変換器の前記揺動回動運動の前記第一及び第二部分は、前記予め定められた角度範囲の両端部分に対応する、請求項33に記載のカテーテル。

【請求項35】

前記第一及び第二磁石部材の各々は、前記末端部分及び前記超音波変換器の対応する他

50

方に相互連結された少なくとも一つの磁化可能部材へ吸引力及び反発力の一方を提供するように作用可能である、請求項 3 3 に記載のカテーテル。

**【請求項 3 6】**

前記末端部分は、前記カテーテル本体に対するある角度範囲の中で選択的に位置させることができるものである、請求項 1 に記載のカテーテル。

**【請求項 3 7】**

前記末端部分は、前記カテーテル本体に対して選択的に回転させることができる、請求項 1 に記載のカテーテル。

**【請求項 3 8】**

細長いカテーテル本体の末端部に支えられるように配設された末端部分によって区画形成された密閉容積内に、流体中に浸されて回動軸線回りの回動運動のために配設された超音波変換器を有するカテーテルの使用のための方法であつて、10

第一方向に前記超音波変換器を回動するために前記超音波変換器に作用的に結び付けられた第一形状記憶部材を作動させる第一作動段階と、

前記第一方向と反対の第二方向に前記超音波変換器を回動するために前記超音波変換器に作用的に結び付けられた第二形状記憶部材を作動させる第二作動段階と、

前記回動軸線に対する角度範囲を通して前記超音波変換器の揺動回動運動をもたらすための予め定められた周期に従って前記第一及び第二作動段階を繰り返す段階と、

前記第一及び第二作動段階の少なくとも一方の各々の発現の少なくとも一部の間に、前記流体を通る音波信号の送信及び受信の少なくとも一方を行なうように前記超音波変換器を操作する段階と、20

を有する方法。

**【請求項 3 9】**

前記第一作動段階は、前記第一形状記憶部材を第一構造形から第二構造形へ変化させることにより、前記超音波変換器へ第一力を与えるために前記第一形状記憶部材へ第一電気信号を供給する第一供給段階を有し、

前記第二作動段階は、前記第二形状記憶部材を第一構造形から第二構造形へ変化させることにより、前記超音波変換器へ第二力を与えるために前記第二形状記憶部材へ第二電気信号を供給する第二供給段階を有する、請求項 3 8 に記載の方法。30

**【請求項 4 0】**

前記第一及び第二形状記憶部材は、対応する第一及び第二形状記憶線材の細長部材によりそれぞれ形成され、前記第一形状記憶線材の細長部材は前記第一供給段階中に収縮し、前記第二形状記憶線材の細長部材は前記第二供給段階中に収縮する、請求項 3 9 に記載の方法。30

**【請求項 4 1】**

前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材の各々は、前記末端部分に対して固定関係で相互連結された対応する第一及び第二端部を有し、前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、前記回動軸線から偏倚した対応する第一及び第二相互連結位置において、前記超音波変換器へそれら細長部材の対応する第一及び第二端部の間で相互連結され、前記第一及び第二相互連結位置は前記回動軸線の反対側にある、請求項 4 0 に記載の方法。40

**【請求項 4 2】**

前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材の各々は、対応する第一及び第二部分を有し、前記対応する第一及び第二部分は、対応する第一及び第二夾角をそれぞれ形成するためには、該第一及び第二部分の対応する第一相互連結位置及び第二相互連結位置から離間して延在しており、

該方法は、前記第一供給段階中に前記第一夾角を増加して前記第二夾角を減少する段階と、前記第二供給段階中に前記第二夾角を増加して前記第一夾角を減少する段階とをさらに有する、請求項 4 1 に記載の方法。

**【請求項 4 3】**

前記第二形状記憶部材をその第二構造形からその第一構造形へ戻すために前記第一力を50

使用する段階と、前記第一形状記憶部材をその第二構造形からその第一構造形へ戻すために前記第二力を使用する段階とをさらに有する、請求項 3 9 に記載の方法。

【請求項 4 4】

前記超音波変換器の前記揺動回動運動は、1から50Hzの間の周波数で発生する、請求項 4 3 に記載の方法。

【請求項 4 5】

前記超音波変換器の前記揺動回動運動は、8から30Hzの間の周波数で発生する、請求項 4 3 に記載の方法。

【請求項 4 6】

前記超音波変換器の前記揺動回動運動は、少なくとも10Hzの周波数で発生する、請求項 4 3 に記載の方法。 10

【請求項 4 7】

前記超音波変換器の前記揺動回動運動は、少なくとも50Hzの周波数で発生する、請求項 4 3 に記載の方法。

【請求項 4 8】

前記予め定められた周期は、前記第一供給段階の終わりと前記第二供給段階の始まりとの間の第一時間間隔を有しており、

該方法は、前記第二方向における前記超音波変換器の回動運動を開始するために各第一時間間隔中の前記第二形状記憶部材の弾性応答を利用する段階をさらに有する、請求項 3 9 に記載の方法。 20

【請求項 4 9】

前記予め定められた周期は、前記第二供給段階の終わりと前記第一供給段階の始まりとの間の第二時間間隔を有しており、

該方法は、前記第一方向における前記超音波変換器の回動運動を開始するために各第二時間間隔中の前記第一形状記憶部材の弾性応答を利用する段階をさらに有する、請求項 4 8 に記載の方法。

【請求項 5 0】

少なくとも一つの磁石が、前記末端部分及び前記超音波変換器の一方に相互連結されており、

該方法は、前記超音波変換器への磁力を供給して前記揺動回動運動の少なくとも一部をもたらすために前記少なくとも一つの磁石を使用する段階をさらに有する、請求項 3 9 に記載の方法。 30

【請求項 5 1】

第一磁石が前記超音波変換器に相互連結され、第二磁石が前記末端部分に相互連結されており、

該方法は、磁力を供給して前記揺動回動運動の異なる部分をもたらすために前記第一磁石及び前記第二磁石を使用する段階をさらに有する、請求項 3 9 に記載の方法。

【請求項 5 2】

前記第一及び第二作動段階の少なくとも一方の各自の発現の少なくとも一部の間に、前記流体を通る音波信号を受信して、対応する出力信号を提供するように前記超音波変換器を操作する段階と、前記出力信号を超音波撮像装置において使用する段階とをさらに有する、請求項 3 8 に記載の方法。 40

【請求項 5 3】

前記第一及び第二作動段階の少なくとも一方の各自の発現の少なくとも一部の間に、前記流体を通る音波信号を受信して、対応する出力信号を提供するように前記超音波変換器を操作する段階と、少なくとも三次元画像を発生させるためにコンピュータ処置装置を利用して前記出力信号を処理する段階とをさらに有する、請求項 3 8 に記載の方法。

【請求項 5 4】

さらに、ユーザー・インターフェイスにおいて前記三次元画像を表示する段階を有する、請求項 5 3 に記載の方法。 50

**【請求項 5 5】**

負荷の揺動運動のための作動装置であって、  
流体を含む密閉容積を区画形成する容器と、  
それぞれが前記負荷に作用的に結び付けられた第一及び第二形状記憶部材とを具備し、  
前記第一及び第二形状記憶部材は、前記負荷の前記揺動運動の少なくとも一部をもたらすように作動可能であり、前記第一形状記憶部材の少なくとも一部と前記第二形状記憶部材の少なくとも一部とが前記流体中に浸され、第一及び第二熱絶縁層が、前記第一形状記憶部材の前記一部及び前記第二形状記憶部材の前記一部の回りにそれぞれに配置される作動装置。

**【請求項 5 6】**

前記第一及び第二熱絶縁層の各々がフッ素樹脂を有する、請求項 5 5 に記載の作動装置。  
。

**【請求項 5 7】**

前記第一及び第二熱絶縁層の各々が、ポリテトラフルオロエチレン及び延伸ポリテトラフルオロエチレンからなる一群から選択された少なくとも一つの材料を有する、請求項 5 6 に記載の作動装置。

**【請求項 5 8】**

前記流体は液体である、請求項 5 5 に記載の作動装置。

**【請求項 5 9】**

前記第一及び第二熱絶縁層の各々は、約 25 で測定されたときに約 0.05 W / m K と 0.08 W / m Kとの間の熱伝導係数を有する、請求項 5 8 に記載の作動装置。 20

**【請求項 6 0】**

前記第一及び第二熱絶縁層は、延伸ポリテトラフルオロエチレンを有する、請求項 5 9 に記載の作動装置。

**【請求項 6 1】**

前記第一及び第二熱絶縁層の回りにそれぞれに接着して配設されて前記流体中に浸される第一及び第二外側層をさらに具備する、請求項 5 9 に記載の作動装置。

**【請求項 6 2】**

前記第一及び第二外側層の各々は、少なくとも約 500 kV / m の絶縁耐圧を有する、請求項 6 1 に記載の作動装置。 30

**【請求項 6 3】**

前記第一及び第二外側層の各々は、疎水性材料を有する、請求項 6 1 に記載の作動装置。  
。

**【請求項 6 4】**

前記第一及び第二外側層の各々は、約 50 dyne / cm<sup>2</sup> より小さな表面エネルギーを有する、請求項 6 1 に記載の作動装置。

**【請求項 6 5】**

前記第一形状記憶部材が前記回転軸線回りの第一方向に前記負荷を回転させるように作動可能であり、前記第二形状記憶部材が前記回転軸線回りの第二方向に前記負荷を回転させるように作動可能であり、前記第一方向は前記第二方向と反対である、請求項 5 5 に記載の作動装置。 40

**【請求項 6 6】**

前記第一及び第二形状記憶部材は、それぞれに、対応する第一及び第二形状記憶線材の細長部材によって形成され、前記第一形状記憶線材の細長部材の第一端部は、前記回転軸線の一方側において、前記容器及び前記負荷の一方に対して固定関係で相互連結され、前記第二形状記憶線材の細長部材の第一端部は、前記回転軸線の前記一方側とは反対の他方側において、前記容器及び前記負荷の一方に対して固定関係で相互連結される、請求項 6 5 に記載の作動装置。

**【請求項 6 7】**

前記第一形状記憶線材の細長部材は、第一相互連結位置において、前記負荷及び前記容

10

20

30

40

50

器の対応する他方に相互連結され、前記第二形状記憶線材の細長部材は、第二相互連結位置において、前記負荷及び前記容器の対応する他方に相互連結され、前記第一及び第二相互連結位置は、前記回動軸線の反対側にある、請求項 6 6 に記載の作動装置。

【請求項 6 8】

前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材の各々は、前記容器及び前記負荷の前記対応する一方に対して固定関係で相互連結される対応する第二端部を有し、前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、それぞれに、前記対応する第一及び第二相互連結位置において、前記容器及び前記負荷の前記対応する他方へ、該細長部材の対応する第一及び第二端部の間で相互連結され、前記第一及び第二相互連結位置は前記回動軸線の反対側に偏倚する、請求項 6 7 に記載の作動装置。

10

【請求項 6 9】

前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材の各々は、対応する第一及び第二部分を有し、前記対応する第一及び第二部分が、自身の間に対応する第一及び第二夾角を形成する、請求項 6 8 に記載の作動装置。

【請求項 7 0】

前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、前記第一及び第二夾角が、それぞれに、前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材の対応する作動及び非作動に応じて増加及び減少するように配置されている、請求項 6 9 に記載の作動装置。

20

【請求項 7 1】

前記第一及び第二相互連結位置は、前記負荷の前記回動軸線から実質的に等距離にある、請求項 6 7 に記載の作動装置。

【請求項 7 2】

前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、前記負荷に対して対称に配設されている、請求項 7 1 に記載の作動装置。

【請求項 7 3】

前記第一及び第二形状記憶部材は、対応する第一及び第二形状記憶線材の細長部材によってそれぞれ形成され、前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材の各々は、前記容器に対して固定関係で相互連結された対応する第一及び第二端部を有し、前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、前記負荷の回動軸線から偏倚した対応する第一及び第二相互連結位置において、前記負荷へそれら細長部材の対応する第一及び第二端部の間で相互連結され、前記第一及び第二偏倚位置は前記回動軸線の反対側にある、請求項 5 5 に記載の作動装置。

30

【請求項 7 4】

前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材の各々は、対応する第一及び第二夾角をそれぞれ形成するために、該細長部材の対応する第一相互連結位置及び第二相互連結位置からそれぞれに離間して延在する対応する第一及び第二部分を有する、請求項 7 3 に記載の作動装置。

40

【請求項 7 5】

前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、前記第一及び第二夾角が、それぞれに、前記第一及び第二形状記憶部材の対応する作動及び非作動に応じて増加及び減少するように配置されている、請求項 7 4 に記載の作動装置。

【請求項 7 6】

前記第一及び第二相互連結位置は、前記回動軸線から実質的に等距離にある、請求項 7 5 に記載の作動装置。

【請求項 7 7】

前記第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、前記負荷に対して対称に配設されている、請求項 7 6 に記載の作動装置。

【請求項 7 8】

前記第一及び第二形状記憶部材に対して、対応する第一時間期間及び第二時間期間の間ににおいて第一及び第二作動信号をそれぞれに繰り返し提供するための駆動信号源であって

50

、各第一時間期間の終わりと各第二時間期間の始まりとの間の第一時間間隔を有する駆動信号源をさらに具備する請求項 5 5 に記載の作動装置であって、

少なくとも前記第二形状記憶部材は、該第二形状記憶部材が各第一時間間隔中に前記負荷の前記揺動運動の少なくとも一部をもたらすように作動可能であるように、各第一時間間隔の少なくとも一部の間に弾性張力状態となるように準備される、請求項 5 5 に記載の作動装置。

#### 【請求項 7 9】

前記駆動信号源は、各第二時間期間の終わりと各第一時間期間の始まりとの間の第二時間間隔を有して前記第一及び第二作動信号を繰り返し提供し、前記第一形状記憶部材は、該第一形状記憶部材が各第二時間間隔中に前記負荷の前記揺動運動の少なくとも一部をもたらすように作動可能であるように、各第二時間間隔の少なくとも一部の間に弾性張力状態となるように準備される、請求項 7 8 に記載の作動装置。

10

#### 【請求項 8 0】

前記第一及び第二形状記憶部材は、予め定められた動作範囲の両端部分に対応する前記負荷の前記揺動運動の異なる部分をもたらすように準備される、請求項 7 9 に記載の作動装置。

#### 【請求項 8 1】

前記負荷の前記揺動運動の少なくとも第一部をもたらすように設置された第一磁石部材をさらに具備する、請求項 5 5 に記載の作動装置。

20

#### 【請求項 8 2】

前記第一磁石部材は、永久磁石を具備する、請求項 8 1 に記載の作動装置。

#### 【請求項 8 3】

前記第一磁石部材は、電磁石部材を具備する、請求項 8 1 に記載の作動装置。

#### 【請求項 8 4】

前記負荷の前記揺動運動の少なくとも第二部分をもたらすように、支えられるように設置された第二磁石部材をさらに具備する、請求項 8 1 に記載の作動装置。

#### 【請求項 8 5】

前記負荷の前記揺動運動の前記第一及び第二部分は、予め定められた動作範囲の両端部分に対応する、請求項 8 4 に記載の作動装置。

30

#### 【請求項 8 6】

前記第一及び第二磁石部材の少なくとも一方は、前記負荷に相互連結された少なくとも一つの磁化可能部材へ吸引力を提供するように作用可能である、請求項 8 4 に記載の作動装置。

#### 【請求項 8 7】

前記第一及び第二磁石部材の少なくとも一方は、前記負荷に相互連結された別の磁石へ吸引力を提供するように作用可能である、請求項 8 4 に記載の作動装置。

#### 【請求項 8 8】

前記第一及び第二磁石部材の少なくとも一方は、前記負荷に相互連結された別の磁石へ反発力を提供するように作用可能である、請求項 8 4 に記載の作動装置。

40

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0 0 0 1】

本出願は、2010年10月22日に出願された、名称「形状記憶合金作動装置を備えるカーテン」の米国仮特許出願第61/405,784へ米国特許法第119条に基づき優先権を主張し、前記仮特許出願は引用することによりその全体が本明細書に組み込まれる。

#### 【0 0 0 2】

本発明は、負荷の揺動運動を使用することができる作動装置、さらに詳細には、一つ以上の形状記憶部材を使用する作動装置に関する。本発明は、特に、重要内部解剖学的領域を取り囲む容積を走査するための揺動運動のために配設された超音波変換器を有する撮像

50

カテーテルに向けられる。

【背景技術】

【0003】

作動装置は、機構又は負荷の制御された運動のための様々な用途において使用される。作動装置の用途は、独特な形状の挑戦をもたらす小型化、高い信頼性、及び低動力の要求を有することができます認識されている。

【0004】

作動装置は、運動を生み出すために形状記憶部材を使用するかもしれない。形状記憶部材は、温度又は磁界のような外部刺激の使用の下で、寸法変化を受ける材料である。熱的に引き起こされた可逆的な形状変化を実現可能な二種類の形状記憶材料、1) 温度変化で二つの異なる結晶学的な相の間の可逆的な相変化を受ける合金である形状記憶合金(SMA)と、2) 一般的な二つのポリマ要素から成って二相が存在し、一方が他方より高い融点温度を有する形状記憶ポリマ(SMP)とが存在する。形状記憶ポリマは特定のガラス転移温度より高く加熱されると、一方の相は、全体的にゴム状の相になり、容易に変形することができる。次に、このガラス転移温度より低く冷却されると、SMPは、与えられた永久的な形状を維持する。全ての他のポリマと比較して SMP の区別される特徴は、この寸法変化が、永久的な局部材料損傷をもたらすことなく大きな変形を可能とする能力に加えて、急激な移行温度及びゴム状の安定域によって特筆されることである。

10

【0005】

重要な形状記憶合金(SMA)の例は、ニチノール、ニッケルとチタンとの合金、銅基材の合金、及び Fe Mn Si Cr Ni の形状記憶ステンレス鋼である。これらの合金は、長さの減少を結果として生じる対応するマルテンサイトのオーステナイトへの結晶学的な相転移をもたらすために加熱されることにおいて区別される。次の形状記憶合金の冷却は、結果としてオーステナイトのマルテンサイトへの相転移をもたらし、形状は変化前のままとなり、それにより形状記憶合金は供給応力の下で最初の長さに戻される。もし、形状記憶材料が他部材に作用的に結び付けられたならば、相変化は、他部材の運動をもたらすに使用され得る力を発生するのに使用され得る。このような加熱は、形状記憶材料を通して電流を流すことによってもたらされる。

20

【0006】

カテーテルは、体の血管、空洞、又は導管内へ挿入される医療装置であり、体の外に延在する部分を使用して操縦される。一般的に、カテーテルは、非直線の通路に沿って前進及び引っ込めることを容易にするために比較的細く可撓性である。カテーテルは、診断及び治療のいずれか一方の装置の体内の設置を含む幅広い目的のために使用されてよい。例えば、カテーテルは、埋設可能装置(例えば、ステント、ステント継手、大静脈フィルタ)を配置すること、及び治療(例えば、切除カテーテル、薬品供給)を実施することのいずれか一方のために、内部撮像装置(例えば、超音波変換器)を設置するのに使用される。

30

【0007】

この点において、組織の可視画像を得るために超音波撮像技術の使用は、ますます一般化している。大まかに言えば、一般的には、列に配置された個々に作動する多数の圧電素子を具備する超音波変換器は、超音波エネルギーのパルスが患者の体内を移動するように、適当な駆動信号を供給される。超音波エネルギーは、音響インピーダンスを変化させる組織の間の境界面において反射させられる。同じ又は異なる変換器は、戻りエネルギーの受け取りを検出し、対応する出力信号を提供する。この信号は、組織の間の境界面、ゆえに、組織自身の表示装置画面上の可視的な画像をもたらすように、公知の方法において処理されることがある。

40

【0008】

心臓内超音波検査(ICE)カテーテルは、心臓の軟組織構造の高解像度の二次元超音波画像を提供するので、構造的な心臓介入治療における使用のための好適な撮像方式となってきた。加えて、ICE撮像は、処置に電離放射線を加えない。ICEカテーテルは、

50

他の病院職員を追加することなく、関与心臓専門医及び通常処置流れ内の職員によって使用されることができる。現在のICEカテーテル技術は制限を有している。一般的なICEカテーテルは、二次元画像だけを生み出すように制限される。さらに、臨床医は、解剖学的構造内の多数の撮像平面を捕えるために、カテーテルを操縦して位置を変えなければならない。特定の二次元撮像平面を得るために必要なカテーテル操作は、使用者がカテーテル操縦機構に熟練するようになるかなりの時間を使うことを必要とする。

#### 【0009】

新たな三次元経食道(TEE)探触子を動かすフィリップス iE 33 超音波検査装置(米国、マサチューセッツ州、アンドーバのフィリップスヘルスケア社から入手可能)は、最初の市場で入手可能な実時間三次元(四次元)のTEE超音波撮像装置を代表する。この装置は、より複雑な介入治療のために必要とされる四次元撮像能力を臨床医に提供するが、この装置に関する幾つかのかなりの欠点が存在する。TEE探触子の大きな寸法(50mmの周囲長及び16.6mmの幅)のために、患者は、探触子導入以前に麻酔されるか又はかなりの鎮静状態とされる必要がある(G.Hamilton Baker, MD et al., Usefulness of Live Three-Dimensional Transesophageal Echocardiography in a Congenital Heart Disease Center, Am J Cardiol 2009; 103: 1025-1028)。これは、麻酔医が患者を麻酔状態として監視するために存在させられることを必要とする。加えて、患者の血行状態は、監視を必要とするかもしれない。さらに、TEE探触子使用からの小さな及び大きな問題は、咽頭痛から食道穿孔までを範囲とする問題を含んで起こることである。フィリップスTEE装置及び探触子の複雑性は、麻酔医、超音波検査技師、及び超音波技術者のような追加職員の関与を必要とする。これは、処置時間及び費用を増大させる。

10

20

30

#### 【0010】

格別の興味は、小型作動装置にとって撮像カテーテルへの適用である。本発明者は、カテーテルに基づく撮像プラットフォームであって、実時間(四次元)の能力における三次元撮像で経皮的に接近するのに十分に小さい撮像プラットフォームに対する必要性に理解した。例えば、介入治療中に実時間に基づいて、心臓の三次元(3D)構造を視覚化するためのこのようなカテーテルに基づく撮像装置を使用することは、この撮像装置が左心房付属器官閉塞、僧帽弁治療、及び心房細動のための切除のようなより複雑な処置を容易にするために、臨床的展望から非常に望まれている。三次元画像は、さらに、臨床医が完全に組織の相対位置を決定することを可能とする。この能力は、一般的な解剖学的構造が存在しない心臓における構造異常の場合において、特に重要である。二次元変換器アレイは、三次元画像をもたらす手段を提供するが、現在の利用可能な二次元変換器アレイは、十分な開口の大きさ及び対応する画像解像度を提供するために、多数の要素を必要とする。この多数の要素総数は、臨床的に満足するカテーテル形状に関して、使用を思い止まらせる二次元変換器を結果としてもたらす。

40

#### 【0011】

内部診断及び治療処置は徐々に発展を続け、小型で操縦し易いカテーテルを介して高められた撮像手順の要求は、本発明者により認識されている。さらに詳細には、本発明者は、選択的設置と、カテーテルの末端部に設置された撮像要素(例えば、実時間三次元画像をもたらすための)の作動制御とを容易にするカテーテルの特徴を提供する要求を認識しており、一方、カテーテルは、比較的小さな形状を維持し、それにより、様々な臨床的利用のための高められた機能性をもたらす。理解され得るように、カテーテル上の超音波変換器の利用は、特に血管利用のための寸法的挑戦をもたらす。例えば、心血管使用のためには、右心房又は心臓の他の室への撮像カテーテルの前進中において、約3.8mm(12French(Fr))より小さな、より好ましくは3.2mm(10Fr)の最大断面寸法を維持することが望まれる。幾つかの解剖学的な位置、例えば、心臓内における寸法制限のために、所望の観察角度を実現するために必要な選択的な設置は、例えば、約3cmより小さな最大断面寸法を有する容積のような小さな解剖学的な容積内で達成できることが望まれる。

#### 【発明の概要】

50

## 【0012】

本発明は、負荷の揺動運動のために使用可能な作動装置に関する。改良された作動装置は、負荷の揺動運動の少なくとも一部をもたらすように作動可能な少なくとも第一形状記憶部材（例えば、形状記憶材料を有する）を有してよい。意図された実施形態において、作動装置は、さらに、負荷の揺動運動の少なくとも第二の部分をもたらすように作動可能な第二形状記憶部材（例えば、形状記憶材料を有する）を具備してよい。一つ以上の形状記憶部材の利用は、小型で低動力の様態で、負荷の制御可能な信頼性の高い揺動運動を実現することを容易にする、第一及び第二形状記憶部材は、負荷の揺動運動の少なくとも一部をもたらすために、少なくとも部分的な時間ずれ関係において作動可能である。

## 【0013】

一つの態様において、作動装置は、密閉容積を区画形成する容器を有してよい。密閉容積は、流体を含有してよい。流体は、液体（例えば、音波信号の伝達を容易にするために）であってよい。作動装置の第一形状記憶部材の少なくとも一部は、流体内に浸されて良く、第一熱絶縁層が第一形状記憶部材の浸された部分回りに配設されてよい。同様に、作動装置の第二形状記憶部材の少なくとも一部は、流体内に浸されて良く、第二熱絶縁層が第二熱絶縁層の浸された部分回りに配設されてよい。理解され得るように、一つ以上の形状記憶部材の熱絶縁層の提供は、含有された流体と形状記憶部材との間の熱エネルギーの伝達率に有利に作用する。このような態様において、例えば、負荷は超音波変換器を具備してよい。

10

## 【0014】

一つの実施において、負荷は、流体内に浸され、密閉容積内に回転軸線回りの角度範囲に渡る揺動運動のために配設され、ここで、回転軸線は密閉容積に対して固定されている。この点において、作動装置は、負荷に関連して作用的に第一及び第二形状記憶部材を有してよく、ここで、第一及び第二形状記憶部材は負荷の回転運動の少なくとも一部をもたらすために、少なくとも部分的な時間ずれ関係において作動可能である。このような実施は、例えば、細長いカテーテル本体と、カテーテル本体の末端部に支えられるように配設されて負荷と流体とを含む密閉容積を区画形成する末端部分とを有するカテーテルの形状であってよい。このような実施において、負荷は、超音波変換器であってよく、超音波変換器は、超音波信号の送信及び受信の少なくとも一方のために流体中に浸されてよい。

20

## 【0015】

ある実施形態において、第一及び第二形状記憶部材は、密閉容積内で含有流体中に浸された負荷に相互連結されてよい。次に、第一及び第二熱絶縁層は、密閉容積内で流体中に浸された第一及び第二形状記憶部材それぞれの少なくとも一部の回りに配設されてよい。さらに、第一及び第二形状記憶部材は、個々に、電気絶縁のために絶縁されてよい。

30

## 【0016】

一つの構造において、第一及び第二熱絶縁層の少なくとも一方は、約 2.5 において測定されたときに約 0.03 ワット・パー・メータ・パー・ケルビン (W / m K) と 0.20 W / m Kとの間の熱伝導係数を有してよい。一つの構造において、第一及び第二熱絶縁層の少なくとも一方は、約 2.5 において測定されたときに約 0.05 W / m K と 0.08 W / m Kとの間の熱伝導係数を有してよい。一つの提案において、第一及び第二熱絶縁層の少なくとも一方は、フッ素樹脂を有してよい。一つの実施において、第一及び第二熱絶縁層の少なくとも一方は、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE)、延伸ポリテトラフルオロエチレン (ePTFE)、静電噴霧被覆された PTFE、フッ素化エチレンプロピレン、延伸フッ素化エチレンプロピレン、パーフルオロアルコキシ共重合体、ポリフッ化ビニリデン、ポリウレタン、シリコンゴム、プラズマ被覆ポリマフィルム（例えば、低温プラズマ強化トリメチルシラン）、PARYLENE（登録商標）、これらの混合物、及びその共重合体から成る一群から選択された少なくとも一つの材料を有してよい。同様な熱伝導係数を有する他の材料も使用されてよい。一つの提案において、第一及び第二熱絶縁層の少なくとも一方は、微小孔を有する材料を有してよい。

40

## 【0017】

50

上述されたように、第一及び第二熱絶縁層の少なくとも一方に加えて、作動装置は、第一及び第二熱絶縁層それぞれの少なくとも一方の回りに配設された（例えば、接着して配設された）対応する第一及び第二外側層それぞれの少なくとも一方を有してよい。この点において、第一及び第二外側層の少なくとも一方は、容器内に含まれた流体中に浸されるのに有利に適していてよい。この点において、第一及び第二外側層それぞれの少なくとも一方は、疎水性材料を有してよい。一つの提案において、第一及び第二外側層の少なくとも一方は、約  $50 \text{ dyn/cm}^2$  より小さな表面エネルギーを有するように選択されてよい。加えて又は代替的に、第一及び第二外側層の少なくとも一方は、少なくとも約  $500 \text{ kV/m}$  の絶縁耐圧を有するように選択されてよい。

## 【0018】

一つの提案において、前述されたような第一及び第二熱絶縁層の少なくとも一方に加えて、第一及び第二熱絶縁層の少なくとも一方が、容器内に含まれた流体中に浸されるのに、有利に適してよく、又は有利に形成されてよい。この点において、第一及び第二熱絶縁層の少なくとも一方は、第一及び第二熱絶縁層の少なくとも一方の前述の機能と、第一及び第二外側層の前述の機能との両方を果たしてよい。こうして、第一及び第二熱絶縁層それぞれの少なくとも一方は、疎水性材料を有してよい。一つの提案において、第一及び第二熱絶縁層の少なくとも一方は、約  $50 \text{ dyn/cm}^2$  より小さな表面エネルギーを有するように選択されてよい。加えて又は代替的に、第一及び第二熱絶縁層の少なくとも一方は、少なくとも約  $500 \text{ kV/m}$  の絶縁耐圧を有するように選択されてよい。この点において、第一及び第二熱絶縁層の少なくとも一方は、前述の疎水性及び絶縁耐圧と共に、前述の絶縁特性を提供することができるかもしれない。

10

20

## 【0019】

前述の第一及び第二熱絶縁層の少なくとも一方及び前述の第一及び第二外側層の少なくとも一方のような第一及び第二形状記憶部材の少なくとも一部の回りに配設された層は、これらが、形状記憶部材が長さを変えるときに、形状記憶部材と共に動くことを可能とする伸長率を有してよい。この点において、これら層は、剥がれ、割れ、及び薄片に裂けることなく、形状記憶部材と共に、伸長及び収縮することができるかもしれない。これらの層は、形状記憶部材に接着接合されてよい。

## 【0020】

一つの実施形態において、密閉容積内では、電気的能動構成要素が、望ましくない電流（例えば、短絡）を制限するために絶縁されてよい。このような電気的能動構成要素は、例えば、流体中に浸された形状記憶部材と超音波変換器との電気的な相互連結部を含み得る。このような絶縁は、密閉容積内の流体が液体である場合において、特に有益であるかもしれない。

30

## 【0021】

別の態様において、第一形状記憶部材は、回転軸線回りの第一方向に負荷（例えば、超音波変換器）を回転するように作動可能であってよい。反対に、第二形状記憶部材は、第一方向が第二方向と反対である場合において、回転軸線回りの第二方向に負荷（例えば、超音波変換器）を回転するように作動可能であってよい。

## 【0022】

一つの構造において、形状記憶部材は、作動（例えば、形状記憶部材を通る電流通過による加熱による）によって、少なくとも約 1 % だけ長さを変えるように作動可能であるかもしれない。別の構造において、形状記憶部材は、作動によって、少なくとも約 2 % だけ長さを変えるように作動可能であるかもしれない。特定の構造において、形状記憶部材は、作動によって、少なくとも約 4 % だけ長さを変えるように作動可能であるかもしれない。

40

## 【0023】

様々な実施形態において、第一及び第二形状記憶部材は、それぞれ、対応する第一及び第二形状記憶線材の細長部材によって形成されてよい。一つの提案において、第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、物理的に分離した第一及び第二線材を具備してよい。別の

50

提案において、第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、それぞれ、連続の形状記憶線材の異なる部分、例えば、第一及び第二細長部材によって形成されてよい。

#### 【0024】

第一形状記憶線材の細長部材の第一端部は、回動軸線の第一側において、容器（例えば、カーテルの末端部において）及び負荷（例えば、超音波変換器）の一方に対して固定関係で相互連結されてよい。同様に、第二形状記憶線材の細長部材の第一端部は、第一側とは反対の回動軸線の第二側において、容器（例えば、カーテルの末端部において）及び負荷（例えば、超音波変換器）の一方に対して固定関係で相互連結されてよい。

#### 【0025】

一つの提案において、第一形状記憶線材の細長部材は、第一相互連結位置において、負荷（例えば、超音波変換器）及び容器の対応する他方に相互連結されてよい。さらに、第二形状記憶線材の細長部材は、第一及び第二相互連結位置が回動軸線の反対側に位置される場合の第二相互連結位置において、負荷（例えば、超音波変換器）及び容器の対応する他方に相互連結されてよい。

10

#### 【0026】

一つの実施形態において、第一及び第二形状記憶線材の細長部材の各々は、容器及び負荷（例えば、超音波変換器）の対応する一方に対して固定関係で相互連結される対応する第二端部を有してよい。さらに、第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、容器及び負荷（例えば、超音波変換器）の対応する他方に、対向する第一端部及び第二端部の間ににおいて、相互連結されてよい。この点において、記載された第一及び第二相互連結位置は、回動軸線の反対側に偏倚されてよい。一つの実施において、第一及び第二偏倚位置は、回動軸線から実質的に等距離にあってよい。このような構造において、第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、負荷（例えば、超音波変換器）に対して対称に配設されてよい。

20

#### 【0027】

第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、対応して第一及び第二夾角をそれぞれ形成する対応する第一及び第二部分を有するように配置されてよい。次いで、第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、第一及び第二夾角が、第一及び第二形状記憶部材の各々の対応する作動及び非作動に応じて増加及び減少して負荷を移動させるように、配置されてよい。このような夾角を有するように第一及び第二形状記憶線材の細長部材を配置することによって、線材の細長部材の少なくとも約10%から20%の効果的な移動が達成されるかもしれない。つまり、少なくとも約10%から20%の効果的な伸長が達成されるかもしれない、ここで、効果的な伸長とは、負荷に概ね垂直に配置され、夾角を有する形状記憶線材の細長部材と同様な容積内に配置された形状記憶部材によって負荷の同様な運動を生み出すのに必要とされるであろう伸長である。

30

#### 【0028】

別の実施形態において、第一形状記憶線材の細長部材は、回動軸線の第一側において容器（例えば、作動装置の末端部分において）に相互連結された第一端部と、第一側と反対の回動軸線の第二側において負荷（例えば、超音波変換器）に相互連結された第二端部とを具備してよい。同様に、第二形状記憶線材の細長部材は、回動軸線の第一側において容器に相互連結された第一端部と、回動軸線の第二側において負荷（例えば、超音波変換器）に相互連結された第二端部とを有してよい。

40

#### 【0029】

さらに別の実施形態において、第一形状記憶線材の細長部材は、容器（例えば、カーテルの末端部分において）及び負荷（例えば、超音波変換器）の一方に対して固定関係で相互連結された第一及び第二端部を具備してよい。さらに、係合部材（例えば、支柱及び柱など）が、容器及び負荷の他方に対して固定されるように設けられてよく、ここで、第一形状記憶線材の細長部材は、第一形状記憶線材の細長部材の作動中に第一方向に負荷を回転するよう係合部材に係合する。同様に、第二形状記憶線材の細長部材は、容器及び負荷の前記一方に対して固定関係で相互連結された第一及び第二端部を具備してよく、ここで、第二形状記憶線材の細長部材は、第二形状記憶線材の細長部材の作動中に第二方向

50

に負荷を回転するように係合部材に係合する。

【0030】

幾つかの実施形態において、負荷（例えば、超音波変換器）の中心軸線は、回動軸線と平行であつてよい。他の実施形態において、このような中心軸線は、回動軸線と一致してよい。

【0031】

様々な実施形態において、駆動エネルギー源は、第一及び第二形状記憶部材の各々に、対応する第一及び第二時間期間中に第一及び第二エネルギー信号を繰り返し供給するために含まれてよい。駆動エネルギー源は、各第一時間期間の終わりと各第二時間期間の始まりとの間の第一時間間隔を確定するように作動可能であり、ここで、少なくとも第二形状記憶部材は、第二形状記憶部材が各第一時間間隔中に負荷（例えば、超音波変換器）の揺動回動運動の少なくとも一部をもたらすように作動可能であるように、各第一時間間隔の少なくとも一部の間に弾性張力状態となるように準備される。さらに、駆動エネルギー源は、各第二時間期間の終わりと、各第一時間期間の始まりとの間に確定された第二時間間隔を有する第一及び第二エネルギー信号を繰り返し提供するように作動可能である。次いで、第一形状記憶部材は、第一形状記憶部材が各第二時間間隔中に負荷（例えば、超音波変換器）の揺動回動運動の少なくとも一部をもたらすように作動可能であるように、各第二時間間隔の少なくとも一部の間に弾性張力状態となるように準備されてよい。理解され得るように、第一及び第二形状記憶部材は、回動運動の角度範囲の両端部分に対応する負荷の揺動回動運動の異なる部分をもたらすのに利用されてよい。

10

20

30

【0032】

ある実施において、少なくとも第一磁気部材が、容器（例えば、カテーテルの末端部分において）及び負荷（例えば、超音波変換器）の一方に支えられるように相互連結され、負荷（例えば、超音波変換器）の揺動回動運動の少なくとも一部をもたらすように設置されてよい。一つの提案において、第一磁気部材は、永久磁石、例えば、被覆されたネオジム、鉄、及びホウ素から構成された永久磁石、又はサマリウム及びコバルトから構成された永久磁石を含んでよい。別の提案において、第一磁気部材は、電磁石部材を具備してよい。

【0033】

関連して、第二磁気部材が、負荷の揺動回動運動の少なくとも第二部分をもたらすように、容器及び負荷の一方に支えられるように相互連結されてよい。この点において、負荷の揺動回動運動の第一部分及び第二部分は、負荷の回動運動の予め定められた角度範囲の両端部分に対応してよい。ある実施において、第一磁気部材及び第二磁気部材の少なくとも一方は、吸引力を提供するように作用可能である。同様に、ある構造において、第一磁気部材及び第二磁気部材の少なくとも一方は、反発力を提供するように作用可能である。第一及び第二磁気部材の少なくとも一方による力は、容器及び負荷の他方に相互連結された磁化可能部材へ提供されてよい。別の実施において、第一及び第二磁気部材の少なくとも一方による力は、容器及び負荷の他方に相互連結された少なくとも一つのさらなる磁気部材へ提供されてよい。

40

【0034】

記載したように、前述の作動装置は、特にカテーテル機器に適している。この点において、第一及び第二形状記憶部材は、カテーテルの末端部分において超音波変換器アレイの揺動運動をもたらすために容器内に配置されてよい。さらに、末端部分は、カテーテル本体に対して使用者により選択的に設置可能に提供されてよい。幾つかの実施形態において、末端部分は、カテーテル本体に対するある角度範囲の中で選択的に角度付けされようとしてよい。例として、カテーテルは、カテーテル本体へ末端部分を相互連結するためのヒンジ部を有してよい。他の実施形態において、末端部分は、カテーテル本体に関する角度範囲回りに選択的に回転させられるように提供されてよい。

【0035】

さらに別の態様において、負荷の揺動回動運動を生み出す方法が提供される。この方法

50

は、第一方向に負荷を回動するために負荷に対して作用的に結び付けられた第一形状記憶部材を作動させる第一作動段階と、第一方向と反対の第二方向に負荷を回動するために負荷に対して作用的に結び付けられた第二形状記憶部材を作動させる次の第二作動段階とを有してよい。この方法は、さらに、回動軸線に対する角度範囲に渡る負荷の揺動回動運動をもたらすための予め定められた周期に従う第一及び第二作動段階の繰り返す段階を有してよい。一つの実施形態において、この方法はカテーテルにおける使用方法であってよく、負荷は流体中に浸されて密閉容積内の回動軸線回りの回動運動のために配設された超音波変換器であり、密閉容積は細長いカテーテル本体の末端部に支えられるように配設された末端部分によって区画形成される。このような実施形態において、この方法は、さらに、第一及び第二作動段階の少なくとも一方の各々の発現の少なくとも一部の間に流体を通して音波信号の送信及び受信の少なくとも一方を行うための超音波変換器を作動する段階を有してよい。

10

## 【0036】

一つの提案において、第一作動段階は、第一構造形から第二構造形へ第一形状記憶部材を変化するために第一形状記憶部材へ第一電気信号を供給する第一供給段階を有してよく、それにより、負荷へ第一力を与える。この提案は、さらに、第二作動段階が、第一構造形から第二構造形へ第二形状記憶部材を変化するために第二形状記憶部材へ第二電気信号を供給する第二供給段階を有することを含んでいてよく、それにより、負荷へ第二力を与える。この方法は、第二構造形から第一構造形へ第二形状記憶部材を戻すために第一力を使用する段階と、第二構造形から第一構造形へ第一形状記憶部材を戻すために第二力を使用する段階とを有していてよい。

20

## 【0037】

一つの実施において、第一及び第二作動段階を繰り返すことにより達成される超音波変換器の揺動回動運動は、1から50Hzの間又は8から30Hzの間の周波数で発生してよい。別の実施において、第一及び第二作動段階を繰り返すことにより達成される超音波変換器の揺動回動運動は、少なくとも10Hzの周波数で発生してよい。さらに別の実施において、この周波数は、少なくとも50Hzであってよい。

30

## 【0038】

一つの構造において、第一形状記憶部材は、第一供給段階中に短くされてよく、第二形状記憶部材は、第二供給段階中に短くされてよい。形状記憶部材は、形状記憶線材の形態であってよい。

## 【0039】

様々な実施形態において、第一及び第二形状記憶部材は、それぞれ、対応する第一及び第二形状記憶線材の細長部材によって形成されてよい。一つの提案において、第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、物理的に分離する第一及び第二線材を具備してよい。別の提案において、第一及び第二形状記憶線材の細長部材は、それぞれ、一本の連続した形状記憶線材の異なる第一及び第二細長部分によって形成されてよい。第一及び第二部分は、それぞれ、連続の形状記憶線材の異なる第一及び第二細長部分によって、又は物理的に分離する第一及び第二線材によって形成されてよい。

40

## 【0040】

ある実施において、第一及び第二形状記憶部材は、それぞれ、対応する第一及び第二夾角の各々を形成する対応する第一及び第二部分を有してよい。このような実施において、この方法は、第一供給段階中の第一夾角を増加して第二夾角を減少させる段階と、第二供給段階中の第二夾角を増加して第一夾角を減少させる段階とを有してよい。

## 【0041】

一つの提案において、予め定められた周期は、第一供給段階の終わりと第二供給段階の始まりとの間の第一時間間隔を有してよい。このような提案は、第二方向における負荷の回動運動を起こすための各第一時間間隔中の第二形状記憶部材の弾性応答を利用する段階を有してよい。予め定められた周期は、第二供給段階の終わりと第一供給段階の始まりとの間の第二時間間隔を有してよく、この提案は、さらに、第一方向における負荷の回動運

50

動を起こすための各第二時間間隔の発生中の第一形状記憶部材の弾性応答を利用する段階を有してよい。

【0042】

一つの構造において、この方法は、揺動回動運動の少なくとも一部をもたらすための負荷に磁力を提供するための磁石を使用する段階を有してよい。この方法は、さらに、揺動回動運動の異なる少なくとも一部をもたらすための磁力を提供するための第二磁石を使用する段階を有してよい。一つの提案において、第一及び第二磁石は、角度範囲の両端部分に作用してよい。

【0043】

本発明の多数のさらなる特徴及び利点は、以下に提供される実施形態の説明を検討すると当業者には明らかになるであろう。

10

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明を構成する作動装置の一実施形態の側面図である。

【図2A】図1の実施形態の作動装置における選択された構成要素の斜視図である。

【図2B】代わりの作動装置の構成要素と共に図1の実施形態の作動装置における選択された構成要素の斜視図である。

【図3A】作動の異なる時間において図示された図1の実施形態の作動装置における選択された構成要素の端面図である。

20

【図3B】作動の異なる時間において図示された図1の実施形態の作動装置における選択された構成要素の端面図である。

【図3C】第一例の磁気援助を備える図1の実施形態の作動装置における選択された構成要素の端面図である。

【図3D】第二例の磁気援助を備える図1の実施形態の作動装置における選択された構成要素の端面図である。

20

【図4A】本発明を構成する作動装置の別の実施形態の側面図である。

【図4B】本発明を構成する作動装置の追加的な実施形態の側面図である。

【図4C】本発明を構成する作動装置のさらなる実施形態の側面図である。

【図5A】作動の異なる時間において図示された図4Aの実施形態の作動装置における選択された構成要素の端面図である。

30

【図5B】作動の異なる時間において図示された図4Aの実施形態の作動装置における選択された構成要素の端面図である。

【図5C】作動の異なる時間において図示された図4Aの実施形態の作動装置における選択された構成要素の端面図である。

【図5AA】作動の異なる時間において図示された図4Aの実施形態の作動装置の変形構造における選択された構成要素の端面図である。

【図5BB】作動の異なる時間において図示された図4Aの実施形態の作動装置の変形構造における選択された構成要素の端面図である。

【図5CC】作動の異なる時間において図示された図4Aの実施形態の作動装置の変形構造における選択された構成要素の端面図である。

40

【図6】本発明を構成する作動装置の別の実施形態の側面図である。

【図7】本発明を構成する作動装置の別の実施形態の側面図である。

【図8】図7の実施形態の作動装置ヘヒンジ部により接続されるカテーテル本体の末端部を図示している。

【図9】図7の実施形態の作動装置ヘヒンジ部により接続されるカテーテル本体の末端部を図示している。

【図10】ハンドル、カテーテル、及び図7の実施形態の作動装置を備える超音波撮像装置を図示している。

【図11】心臓の右心房内の心臓内超音波検査のための図7の実施形態の作動装置を有する操縦可能なカテーテルの実施形態の設置を示している。

50

【図12】心臓の右心房内の心臓内超音波検査のための図7の実施形態の作動装置を有する操縦可能なカテーテルの実施形態の設置を示している。

【図13】第二位置において心臓の右心房内への図7の実施形態の作動装置を有する図1の実施形態の設置を示している。

【図14】第三位置において心臓の右心房内への図7の実施形態の作動装置を有する図1の実施形態の設置を示している。

【図15A】形状記憶部材を駆動するために使用される駆動信号及び駆動される負荷の対応位置のグラフである。

【図15B】形状記憶部材を駆動するために使用される別の駆動信号及び駆動される負荷の対応位置のグラフである。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0045】

図1は、回転軸線AA回りの負荷20の揺動回転運動を生み出すように作動可能な第一形状記憶部材12及び第二形状記憶部材14を具備する作動装置10の一実施形態を図示している。この点において、回転軸線AAは、各端部において軸受取り付けされて容器40に対して回転可能な軸部材30によって確定されてよい。容器40は、第一端部材42a、第二端部材42b、及び外郭42c(図1において透明に図示されている)を有している。一方、負荷20は、軸部材30と共に回転運動するために軸部材30に支えられるように取り付けられてよい。

##### 【0046】

第一及び第二形状記憶部材12,14は、それぞれ、形状記憶材料(例えば、ニチノール、ニッケル及びチタンの合金)の細長部材を具備してよく、第一及び第二形状記憶部材12,14は、対応するマルテンサイトのオーステナイトへの相転移及び対応する各部材の長さの減少(例えば、収縮)をもたらすために、少なくとも部分的な時間ずれ関係において加熱されてよい。理解されるであろうように、このような交互の長さ減少は、軸部材30が往復回転することを引き起こし、それにより、負荷20が、揺動するように、回転軸線AA回りに往復回転することを引き起こす。このような加熱は、形状記憶部材12,14へ電気エネルギーを供給することによって実現され得る。供給エネルギーは、供給される電圧の形態であってよく、前記電圧は形状記憶部材12,14内の電流を引き起こし、前記電流が熱を生み出す。第一及び第二形状記憶部材12,14は、それぞれ、形状記線材又は任意の他の適当な形状記憶形態(例えば、形状記憶帯材、多条フィラメント線材のような多要素部材、コイル部材、螺旋巻撲り部材)の細長部材を具備してよい。

##### 【0047】

第一形状記憶部材12と、第二形状記憶部材14と、軸部材30との間の作用的インターフェイスを図示する図2A、3A、及び3Bと共に図1が参照される。説明の目的のために、負荷20、第一及び第二端部材42a,42b、及び外郭42cは、図2Aから3Dには示されていない。図示された実施形態において、第一形状記憶部材12は、第一端部12aにおいてアンカー52aに固定的に相互連結されてよい。アンカー52aは、弾性変形可能部材(例えば、弾力性を有する圧縮可能部材のようなスプリング状部材)53aに相互連結されてよく、次いで、この弾性変形可能部材53aは、第一端部材42aに相互連結される。この点において、弾性変形可能部材53aの圧縮を介して、アンカー52aは、第一端部材42aに対して制限された量の移動が可能である。第一形状記憶部材12は、第二端部12bにおいてアンカー52b(図2Aにおいて部分的に見ることができる)に固定的に相互連結されてよい。同様に、アンカー52bは、弾性変形可能部材53bに相互連結されてよく、次いで、この弾性変形可能部材は、第二端部材42bに相互連結される。同様に、第二形状記憶部材14は、第一端部14aにおいてアンカー54aに固定的に相互連結されてよい。アンカー54aは、弾性変形可能部材55aに相互連結されてよく、次いで、この弾性変形可能部材53bは、第一端部材42aに相互連結される。第二形状記憶部材14は、第二端部14bにおいてアンカー54b(図2Aにおいて部分的に見ることができる)に固定的に相互連結されてよい。アンカー54bは、弾性変形

10

20

30

40

50

可能部材 5 5 b に相互連結されてよく、次いで、この弾性変形可能部材 5 5 b は、第二端部材 4 2 b に相互連結される。

#### 【 0 0 4 8 】

弾性変形可能部材 5 3 a , 5 3 b , 5 5 a , 5 5 b は、形状記憶部材 1 2 , 1 4 が同時に長さを変化させるときに（例えば、形状記憶部材 1 2 , 1 4 の一方は、他方が長くなるときに、長さにおいて収縮してよい）、これら形状記憶部材の長さの間の起こり得る不釣り合いを相殺するように弾性変形する（例えば、弾力的に圧縮及び非圧縮）ように作用可能であるかもしれない。圧縮によって、弾性変形可能部材 5 3 a , 5 3 b , 5 5 a , 5 5 b は、形状記憶部材 1 2 , 1 4 内の過度な弾性張力を防止する助けとなるかもしれない。加えて、弾性変形可能部材 5 3 a , 5 3 b , 5 5 a , 5 5 b は、形状記憶部材 1 2 , 1 4 が負荷 2 0 の揺動運動中に回動するときの寸法変化に起因する弾性張力変化を相殺する助けとなるかもしれない。10

#### 【 0 0 4 9 】

第一形状記憶部材 1 2 は、係合部材 3 2 a を介して軸部材 3 0 に作用的に相互連結されてよく、この係合部材は、回動軸線 A A の一方側において、軸部材 3 0 に固定的に相互連結され、軸部材から離れるように横方向に延在する。同様に、第二形状記憶部材 1 4 は、係合部材 3 2 b を介して軸部材 3 0 に作用的に相互連結されてよく、この係合部材は、回動軸線 A A の他方の側において、軸部材 3 0 に固定的に相互連結され、軸部材から離れるように横方向に延在する。係合部材 3 2 a , 3 2 b は、形状記憶部材 1 2 , 1 4 を該係合部材に対して確実に設置する助けとなるように溝が形成されてよい。係合部材 3 2 a とアンカー 5 2 aとの間の距離と、係合部材 3 2 a とアンカー 5 2 b との間の距離とが等しくないか、又は係合部材 3 2 b とアンカー 5 4 a との間の距離と、係合部材 3 2 b とアンカー 5 4 b との間の距離とが等しくないか、又は係合部材 3 2 a とアンカー 5 2 a との間の距離と、係合部材 3 2 a とアンカー 5 2 b との間の距離とが等しくなく、係合部材 3 2 b とアンカー 5 4 a との間の距離と、係合部材 3 2 b とアンカー 5 4 b との間の距離とが等しくない場合の実施形態において、対応する溝は、形状記憶部材の長さが変化して負荷 2 0 が揺動運動を受けるように、対応する形状記憶部材 1 2 , 1 4 が溝内で滑ることを可能とするように形成されてよい。このような距離が実質的に等しい場合の実施形態において、対応する形状記憶部材 1 2 , 1 4 は、対応する係合部材 3 2 a , 3 2 b に（例えば、対応する係合部材の長さに沿っての中間位置において）固定されてよい。20

#### 【 0 0 5 0 】

図 3 A に図示されたように、第一形状記憶部材 1 2 は、第一モーメントアーム  $I_1$  を確定するように、回動軸線 A A から偏倚する位置において係合部材 3 2 a を介して軸部材 3 0 に作用的に相互連結されてよい。同様に、第二形状記憶部材 1 4 は、第二モーメントアーム  $I_2$  を確定するように、回動軸線 A A から偏倚する位置において係合部材 3 2 b を介して軸部材 3 0 に作用的に相互連結されてよい。図示された構造において、モーメントアーム  $I_1$  及び  $I_2$  は、実質的に等しい。モーメントアーム  $I_1$  及び  $I_2$  が等しくない構造が、実施されるかもしれない。30

#### 【 0 0 5 1 】

図 2 A 及び 3 A において、第一形状記憶部材 1 2 は、第一形状記憶部材 1 2 が長さにおいて収縮することを引き起こすように、例えば加熱されて作動させられ、それにより、角度  $y_1$  だけ第一方向（例えば時計回り方向）に軸部材 3 0 を回転する。記載されるように、第一形状記憶部材 1 2 は、第二形状記憶部材 1 4 が作動させられている間の第二期間と少なくとも部分的に重ならない第一期間の間ににおいて作動させられてよい。この点において、第一形状記憶部材 1 2 の作動は、伸長状態（例えば、作動後のオーステナイトのマルテンサイトへの相転移と共に）への形状記憶部材 1 4 の戻りを容易にするように、第二形状記憶部材 1 4 へ張力を与えるように機能してよい。40

#### 【 0 0 5 2 】

図 3 B において、第二形状記憶部材 1 4 は、第二形状記憶部材 1 4 が長さにおいて収縮することを引き起こすように作動させられ（例えば、加熱され）、それにより、角度  $y_2$ 50

だけ第二方向（例えば反時計回り方向）に軸部材30を回転する。第二形状記憶部材14が第一形状記憶部材12の作動への少なくとも部分的な時間ずれ関係において作動させられる構造において、第二形状記憶部材14の作動は、伸長状態（例えば、作動後のオーステナイトのマルテンサイトへの相転移と共に）への第一形状記憶部材12の戻りを容易にするように、第一形状記憶部材12へ張力を与えるように機能してよい。

#### 【0053】

図1及び2Aを再び参照すると、第一形状記憶部材12の一部は、角度 $x_1$ の夾角を形成するように係合部材32a及び負荷20から離れて延在する。同様に、第二形状記憶部材14の一部は、角度 $x_2$ の夾角を形成するように係合部材32b及び負荷20から離れて延在する。理解され得るように、第一形状記憶部材12の作動中において、夾角 $x_1$ は増加し、夾角 $x_2$ は減少し、第二形状記憶部材14の作動中において、夾角 $x_2$ は増加し、夾角 $x_1$ は減少する。図1に図示された第一形状記憶部材12及び第二形状記憶部材14の角度構造形は、角度 $y_1 + y_2$ （図3A及び3B参照）の比較的大きな角度範囲に渡る負荷20の回動運動を容易にする。この点において、形状記憶部材12, 14が長さの約1%から5%（例えば4%）を変化させられ、原位置又は中立位置（例えば、水平位置の負荷20と共に）における角度 $x_1$ 及び $x_2$ が約100から170度である場合において、角度 $y_1 + y_2$ の全角度範囲は、約50から60度の程度であるかも知れない。同じ全角度範囲が、例えば、中立位置の角度 $x_1$ 及び $x_2$ をより大きくし、対応して形状記憶部材12, 14の長さ変化を減少することによって、別の実施形態において実現されるかも知れない。このような変更例は、形状記憶部材12, 14へのより高い応力を結果としてもたらすかも知れない。別の変更例において、中立位置の角度 $x_1$ 及び $x_2$ をより小さくし、対応して形状記憶部材12, 14の長さ変化を増加することは、形状記憶部材12, 14の長さ変化と負荷20の角度の変化との間の線形性を高めるかも知れない。形状記憶部材12, 14が係合部材32a, 32bと接する場所に対する第一及び第二端部材42a, 42b上の形状記憶部材12, 14の固定端部の位置は、例えば、負荷20の周期運動において選択された位置で形状記憶部材12, 14によって係合部材32a, 32bへ与えられる最大の力を提供するように、調整されるかも知れない。形状記憶部材12, 14の固定端部の位置は、さらに、作動装置10が占める特定の全体空間容積が実現されるように選択され得る。こうして、特定の適用例のために、作動装置10は、所定の大きさを実現するように形成されてよく、一方、別の形態において、作動装置は、所定の直線性を実現するように形成されてよく、一方、別の形態において、角度 $y_1 + y_2$ の特定角度範囲が実現され得る。一例において、作動装置は、負荷20を回動軸線AA回りに360度に渡り回転されることにより形成される想像円筒により区画形成される空間容積を占有するように、形成されてよい。このような例において、作動装置10の全体直径は、負荷20を駆動するのに使用される機構の大きさではなく負荷20の大きさによって決定されてよい。この点において、負荷20の大きさ（例えば、長さ、幅、厚さ）は、形状記憶部材12, 14の形状における要素であってよい。

#### 【0054】

図1、2A、3A、及び3Bの実施形態に戻ると、第一形状記憶部材12の作動は、形状記憶部材12へ電気的に相互連結されていてよいアンカー52a及び52bへのエネルギー信号の提供により実現され得る。この点において、アンカー52a及び52bは、形状記憶部材12への電気的な相互連結を容易にする接続ブロックとして働くかも知れない。同様に、第二形状記憶部材14の作動は、形状記憶部材14へ電気的に相互連結されていてよいアンカー54a及び54bへのエネルギー信号の提供により実現され得る。例えば、アンカー52a, 52b及び54a, 54bは、時間ずれ関係において、アンカー52a, 52b及び54a, 54bへの（及びその結果、形状記憶部材12, 14への）電気信号を提供するための論理回路を有する電気エネルギー源へ電気信号線を介して相互連結されて、ここで、このような電気信号は、予め定められたアルゴリズムにより大きさが変化し得る。このような予め定められたアルゴリズムは、揺動するように回動軸線AA回りを回動又は回転するときに、負荷20の比較的一定の角速度を実現することを達成するかも

10

20

30

40

50

れない。代りに、予め定められたアルゴリズムは、負荷 20 のための他の望ましい動作プロファイルを実現することを達成するかもしれない。実際に、形状記憶部材を駆動するために使用されるアルゴリズムを変更することによって、ここに説明された任意の実施形態の動作プロファイルは、望まれるように調整されるかもしれない。

#### 【0055】

磁石が負荷 20 の運動を制御するために様々な状況に下で使用されてよい。例えば、図 3C に図示されたように、磁石 62 が、係合部材 32a の行程端に又はその近傍に設置されてよい。このような形態において、係合部材 32a, 32b は、磁性材料（例えば、鉄）から形成される。代りに、係合部材 32a, 32b は、非磁性材料から形成されてよく、磁石 62 及び第二磁石 60 が係合部材 32a, 32b へ磁力を与えることを可能とするように、一つ以上の磁性部材が係合部材 32a, 32b に固定的に相互連結されてよい。磁石 62 が係合部材 32a へ吸引力を与えてよく、こうして、図 3C に図示された行程端位置を実現するために第一形状記憶部材 12 内で必要な弾性張力を低減する。このような構造は、さらに、行程端位置を実現するために必要な形状記憶部材 12 の加熱程度を低減するかもしれない。同様に、第二磁石 60 が、他の行程端位置において負荷 20 への同じ効果を有するように設置されてよい。図 3C に図示された実施形態の変更例において、磁石 62 は、行程端位置において係合部材 32a と直接的に接觸するように設置されてよい。このような構造形は、負荷 20 の位置を明確に決定するのに役立つかもしれない（すなわち、係合部材 32a を磁石 62 と接觸するように駆動することにより、負荷 20 の位置が分かるであろう）。さらに、このような構造形は、予め定められた長さの時間において行程端に負荷 20 の位置を保持するか又は保持を助けることの出来る力を提供するのに使用されるかもしれない。別の変更例において、非鉄スペーサ（図示せず）は、このスペーサが係合部材 32a の動作の強固な止め部材として働くように、磁石 62 へ（又は代りに係合部材 32a へ）取り付けされてよく（こうして、負荷 20 の位置の明確な決定を提供する）、しかし、非鉄スペーサは磁石 62 が係合部材 32a に直接的に接觸することを許容しない。

#### 【0056】

図 3D に図示された磁性補助の別の例において、一対の棒状磁石 66, 70 が、負荷 20 が図 3D に図示された行程端位置に近づくときに、互いに反発力を与えるように設置されてよい。このような構造形は、負荷 20 の減速の助けとなるかもしれない、減速援助から利益を得るかもしれない比較的高速の、又は高負荷の、又は高速及び高負荷の質量使用に特に適当であるかもしれない。他の行程端位置において負荷 20 への同じ効果を有するように設置される同じ形状の一対の棒状磁石 64, 68 が使用されてよい。

#### 【0057】

前述の磁石は、永久磁石及び電磁石の少なくとも一方であってよい。磁石が電磁石である場合において、これらの電磁石は所望の動作プロファイルの提供を援助するために積極的に制御されてよい。ここに述べられた任意の他の実施形態は、負荷の運動の制御を援助するために前述のように磁石を使用してよい。磁石を利用する実施形態において、磁石と協調する様々な部品は、特別な性能特性を提供するために形作られてよい。例えば、図 3C の係合部材 32a, 32b は、平らな表面が磁石 60, 62 へ与えられるように、正方形断面（図 1 に図示された円形断面とは対照的に）を有してよい。

#### 【0058】

図 1 の実施形態の構成要素の代替的な配置において、形状記憶部材 12, 14 の端部は、形状記憶部材 12, 14 の端部が図 1 の第一及び第二端部材 42a, 42b へ固定的に取り付けられる方法と同じように、負荷 20 に固定的に相互連結されてよい。このような実施形態において、係合部材又は等価構造体は、形状記憶部材 12, 14 が、それぞれ、負荷 20 の一端部において負荷 20 に固定的に相互連結される第一端部と、負荷 20 の他方の端部において負荷 20 に固定的に相互連結される第二端部と、固定的に配置された係合部材又は等価構造体の回りに部分的に設置された中央部とを有するように、負荷 20 の下側（すなわち、図 1 に図示された向きにおけるときの下側）に固定的に（外郭 42c に

10

20

30

40

50

対して)配置されてよい。

【0059】

図1の実施形態の構成要素の追加的な代替の配置構成において、作動装置10は、形状記憶部材12, 14の一方又は両方の破損の場合における予備を提供するためにさらなる形状記憶部材を有していてよい。例えば、形状記憶部材12と同様に形成されたさらなる形状記憶部材が、形状記憶部材12と同じ負荷20の運動を生み出すように作用可能であるように配設されてよい。この点において、さらなる形状記憶部材は、形状記憶部材12と全体的に平行に配置されてよい。一実施形態において、さらなる形状記憶部材は、形状記憶部材12と協働して作動させられてよい。別の形状記憶部材が、形状記憶部材14に対して同様に、配置され、又は作動させられ、又は配置されて作動させられてよい。その結果として、このような配置において、もし、形状記憶部材12, 14の一方又は両方が破損しても、予備の形状記憶部材が負荷20の往復運動を生み出すのに使用され得る。

10

【0060】

図2Bは、図2Aと同じ向きにおいて軸部材30及び係合部材32a, 32bを図示している。図2Bの実施形態において、形状記憶部材12, 14、対応する弾性変形可能部材53a, 53b, 55a, 55b、及びアンカー52a, 52b, 54a, 54bは、螺旋巻形状記憶部材16, 18及びアンカー22, 24と置き換えられている。螺旋巻形状記憶部材16, 18は、非螺旋巻形状記憶部材12, 14と比較して、より大きな長さの減少割合(例えば、螺旋巻コイルの長手軸線に沿う)を実現するように作用可能であるかもしれない。こうして、図2Bに図示されたように、螺旋巻形状記憶部材16, 18は、形状記憶部材12, 14によってもたらされるのと同様な軸部材30の揺動回動運動を生み出すために、係合部材32a, 32bの端部と概ね垂直に配置されてよい。さらに、螺旋巻形状記憶部材16, 18は、同じ空間容積内で(例えば、図1の容器40内で)このような運動を生み出すように作用可能であるかもしれない。アンカー22, 24は、弾性変形可能部材を有していてよい。さらに、さらなる螺旋巻形状記憶部材が、さらなる形状記憶部材12, 14を参照して上述されたのと同様な予備を提供するのに使用されてよい。

20

【0061】

図4Aは、回動軸線AA回りの負荷120の揺動回動運動を生み出すように作動させられることができる第一形状記憶部材112及び第二形状記憶部材114を具備する作動装置100の別の実施形態を図示している。回動軸線AAは、各端部において軸受取り付けされて容器140に対して回転可能な軸部材130によって確定されてよい。容器140は、第一端部材142a、第二端部材142b、及び外郭142c(図4Aにおいて透明に図示されている)を有している。図示されたように、負荷120は、軸部材130と共に回動運動するために軸部材130に支えられるように取り付けられてよい。

30

【0062】

第一及び第二形状記憶部材112, 114は、それぞれ、形状記線材又は任意の他の適当な形状記憶形態(例えば、形状記憶帯材、多条フィラメント線材のような多要素部材、コイル部材、螺旋巻撲り部材)の細長部材を具備していてよく、対応するマルテンサイトのオーステナイトへの相転移及び対応する各線材の長さの減少(例えば、収縮)をもたらすために、少なくとも部分的な時間ずれ関係において加熱されてよい。次いで、このような交互の長さ減少は、軸部材130が往復回動又は回転することを引き起こし、それにより、負荷120が、揺動するように、回動軸線AA回りに往復回動することを引き起こす。

40

【0063】

図4Aに図示されるように、第一形状記憶部材112は、第一端部112aにおいて、弾性変形可能部材156aを介して容器140に相互連結されたアンカー152aに固定的に相互連結されてよく、第一形状記憶部材112は、第二端部112bにおいて、弾性変形可能部材156bを介して容器140に相互連結されたアンカー152bに固定的に相互連結されてよい。アンカー152a及び152bの各々は、回動軸線AA及び軸線B

50

B の両方を含む垂直平面の共通側に配置されてよく、この垂直平面は、負荷 120 が中立位置にあるときに（図 4 A に図示されたように）、軸部材 130 に固定された関係において軸部材から離れて下方へ延在する係合部材 132 に沿って位置する（図 5 A 参照）。第二形状記憶部材 114 は、第一端部 114 a において、弾性変形可能部材 158 a を介して容器 140 に相互連結されたアンカー 154 a に相互連結されてよく、第二形状記憶部材 114 は、第二端部 114 b において、弾性変形可能部材 158 b を介して容器 140 に相互連結されたアンカー 154 b に固定的に相互連結されてよい。アンカー 154 a 及び 154 b の各々は、アンカー 152 a, 152 b が配置された側の反対において、軸線 A A 及び B B により確定される垂直平面の共通側に配置されてよい。代りに、単一の弾性変形可能部材（例えば、弾性変形可能部材 156 a, 158 a）が、形状記憶部材 112, 114 の各々に相互連結されてよく、又は弾性変形部材が使用されなくてよい。

10

## 【0064】

図 4 A にさらに図示されたように、第一形状記憶部材 112 及び第二形状記憶部材 114 は、係合部材 132 の反対側での係合により軸部材 130 に作用的に相互連結されるように配置される。さらに詳しくは、第一形状記憶部材 112 は、アンカー 152 a, 152 b が配置される係合部材 132 の側面から反対側を向く係合部材 132 の側面に係合する。逆に、第二形状記憶部材 114 は、第一形状記憶部材 112 によって係合される係合部材 132 の側面とは反対で、アンカー 154 a, 154 b が配置される係合部材 132 の側面から反対側を向く係合部材 132 の側面に係合する。

20

## 【0065】

図 4 A に図示されるように、第一及び第二形状記憶部材 112, 114 は、それらが負荷 120 から等距離離間して係合部材 132 と接するように形成されていないことが分かるであろう。こうして、第一及び第二形状記憶部材 112, 114 は、係合部材 132 に対称的に作用しないかもしれない。図 4 の作動装置 100 の変更例において、第一及び第二形状記憶部材 112, 114 は、それぞれが負荷 120 から共通の距離で係合部材 132 に接するように形成されてよい。このような構造形において、対称性は、例えば、第一及び第二形状記憶部材 112, 114 が負荷 120 の回動中に互いに干渉しないように、アンカー 152 a, 152 b, 154 a, 154 b の位置を対称的に調整することによって実現されるかもしれない。

30

## 【0066】

図 4 B は、図 4 A の実施形態に図示された作動装置 100 の変形実施形態を図示している。図 4 A の実施形態について、第一及び第二形状記憶部材 112, 114 が、形状記憶線材の細長部材を具備してよいことが記載された。図 4 A は、物理的に分離した第一及び第二形状記憶部材 112, 114 を図示している。図 4 B の実施形態において、第一及び第二形状記憶部材 112', 114' は、連続の形状記憶線材 113 の分離部分又は分離長さによって確定されてよい。例として、形状記憶合金線材 113 は、第一端部 113 a においてかしめアンカー 153 a へかしめ付けられてよく、第二端部 113 b においてかしめアンカー 153 b へかしめ付けられてよい。さらに、形状記憶合金線材 113 は、第一形状記憶部材 112'（すなわち、かしめアンカー 153 a と 153 cとの間の）に対応する線材部分を確定するためにかしめアンカー 153 c においてかしめ付けられてよく、第二形状記憶部材 114'（すなわち、かしめアンカー 153 b と 153 dとの間の）を確定するためにかしめアンカー 153 d においてかしめ付けられてよい。この構造において、形状記憶合金線材 113 は、共通の接地部 155（例えば、かしめアンカー 152 c と 153 dとの間の）に電気的に相互連結されてよい。図示されたように、形状記憶合金線材 113 の第一端部 113 a は、第一電気駆動信号源 V<sub>A</sub> に電気的に相互連結されてよく、第二端部 113 b は、第二電気駆動信号源 V<sub>B</sub> に電気的に相互連結されてよい。第一及び第二電気駆動信号源 V<sub>A</sub>, V<sub>B</sub> は、それぞれに、第一及び第二形状記憶部材 112', 114' の作動のために交互に作動させられてよい。

40

## 【0067】

図 4 C は、図 4 B の実施形態の変形態様を図示している。図示されたように、形状記憶

50

合金線材 113 は、単一のかしめアンカー 153c においてかしめ付けられてよい。このような構造において、第一形状記憶部材 112' 及び第二形状記憶部材 114' は、第一端部材 142a と係合部材 132 との間で V 型形状を確定するかもしれない。かしめアンカー 153c は、共通の接地部 155 に電気的に相互連結してよい。

#### 【0068】

図 4A の第一及び第二形状記憶部材 112, 114 と、図 4B の第一及び第二形状記憶部材 112', 114' と、図 4C の第一及び第二形状記憶部材 112'', 114'' とは、それぞれ、形状記憶線材の細長部材の形状であってよい。一つの提案において、このような形状記憶線材の細長部材は、物理的に分離した第一及び第二線材（例えば、第一及び第二形状記憶部材 112, 114）を具備してよい。別の提案において、このような形状記憶線材の細長部材は、連続の形状記憶線材の異なる部分（例えば、第一及び第二形状記憶部材 112', 114' 及び第一及び第二形状記憶部材 112'', 114''）によって確定されてよい。

10

#### 【0069】

係合部材 132 を介しての第一形状記憶部材 112 と軸部材 130 との間及び係合部材 132 を介しての第二形状記憶部材 114 と軸部材 130 との間の作用的な接続を図示する図 5A、5B、及び 5C が参照される。図 5A において、作動装置 100 は、中立位置において、例えば、形状記憶部材 112, 114 の各々がマルテンサイト状態であり、負荷 120 が揺動運動範囲の負荷 120 の両端の間の実質的に中央の位置に配置された作動前において、図示されている。図 5B において、第一形状記憶部材 112 は、第一形状記憶部材 112 が長さにおいて収縮することを引き起こし、それにより、係合部材 132 と、軸部材 130 と、負荷 120 とを第一方向（例えば、時計回り方向）に角度  $z_1$  だけ回転するように、例えば加熱されて作動させられる。記載されるように、第一形状記憶部材 112 は、第二形状記憶部材 114 が作動させられている間の第二時間期間と少なくとも部分的に重ならない第一時間期間中に作動させられてよい。この点において、第一形状記憶部材 112 の動作は、第二形状記憶部材 114 を伸長するように（例えば、作動後のオーステナイトのマルテンサイトへの相転移と共に）、第二形状記憶部材 114 へ張力を与えるように機能してよい。

20

#### 【0070】

図 5C において、第二形状記憶部材 114 は、第二形状記憶部材 114 が長さにおいて収縮することを引き起こし、それにより、係合部材 132 と、軸部材 130 と、負荷 120 とを第二方向（例えば、反時計回り方向）に角度  $z_2$  だけ回転するように、作動（例えば、加熱）させられている。第二形状記憶部材 114 が、第一形状記憶部材 112 の作動への少なくとも部分的な時間ずれ関係において作動させられる構造において、第二形状記憶部材 114 の動作は、第一形状記憶部材 112 を伸長するように（例えば、作動後のオーステナイトのマルテンサイトへの相転移と共に）、第一形状記憶部材 112 へ張力を与えるように機能してよい。

30

#### 【0071】

図 5AA、5BB、及び 5CC は、図 5A、5B、及び 5C の図面に対応しており、図 4A に図示された実施形態の構造変形例を図示している。図示されたように、係合部材 132 には、それぞれに第一及び第二形状記憶部材 112, 114 を受け入れるための穴部 132a, 132b が設けられている。

40

#### 【0072】

図 6 は、回転軸線 AA 回りの負荷 220 の揺動回転運動を生み出すように作動させることができる第一形状記憶部材 212 及び第二形状記憶部材 214 を具備する作動装置 200 の別の実施形態を図示している。回転軸線 AA は、各端部において軸受取り付けされて容器 240 に対して回転可能な軸部材 230 によって確定されてよい。容器 240 は、第一端部材 240a、第二端部材 240b、及び外郭 240c（図 6 において全て透明に図示されている）を有している。

#### 【0073】

50

図示されたように、負荷 220 は、軸部材 230 と共に回動運動するために軸部材に支えられるように取り付けられてよい。第一及び第二形状記憶部材 212, 214 は、それぞれ、形状記憶線材の細長部材を具備し、対応するマルテンサイトのオーステナイトへの相転移及び対応する各線材の長さの減少（例えば、収縮）をもたらすために、少なくとも部分的な時間ずれ関係において加熱されてよい。次いで、このような交互の長さ減少は、軸部材 230 が往復回転することを引き起こし、それにより、負荷 220 が、揺動するように、回動軸線 AA 回りに往復回動することを引き起こす。図示されているように、第一形状記憶部材 212 は、第一端部において、弾性変形可能部材 253a を介して容器 240 に相互連結されたアンカー 252a に固定的に相互連結されてよく、第一形状記憶部材 212 は、第二端部において、負荷 220 の底面に固定的に相互連結されたアンカー 252b に固定的に相互連結されてよい。同様に、第二形状記憶部材 214 は、第一端部において、弾性変形可能部材 255a を介して容器 240 に相互連結されたアンカー 254a に固定的に相互連結されてよく、第二形状記憶部材 214 は、第二端部において、負荷 240 の底面に固定的に相互連結されたアンカー 254b に固定的に相互連結されてよい。代りに、アンカー 252b は、負荷 220 に相互連結される弾性変形可能部材（図示せず）に固定的に相互連結されてよく、アンカー 254b は、負荷 220 に相互連結される別の弾性変形可能部材（図示せず）に固定的に相互連結されてよい。このような選択的な実施形態において、弾性変形可能部材 253a, 253b は任意選択的である。

10

## 【0074】

アンカー 252a 及び 254a は、容器 240 の両端部において、回動軸線 AA を含む平面であって、負荷が例えれば形状記憶部材 212, 214 の作動前の中立位置にある時の負荷 220 の平面に垂直な平面の対向両側に設置されてよい。さらに、アンカー 252b 及び 254b は、負荷が中立位置にある時の平面に関して偏倚位置に配置されてよい。一実施形態において、アンカー 252a 及びアンカー 252b は、負荷が中立位置にある時の平面の反対側に配置されてよく、アンカー 254a 及びアンカー 254b は、負荷が中立位置にある時の平面の反対側に配置されてよい。この点において、負荷が中立位置にあるときには、形状記憶部材 212, 214 の各々は、容器 240 上のそれぞれのアンカー 252a, 254a から負荷 220 上の各アンカー 252b, 254b へ延在するように、前記平面を横断してよい。

20

## 【0075】

図 6において、第一形状記憶部材 212 は、軸部材 230 が回転して負荷 220 が時計回り方向（図 6 に図示されるように作動装置 200 の右側から見て）に回動することを引き起こすように作動させられている。理解され得るように、第二形状記憶部材 214 を作動して第一形状記憶部材 212 が非作動のときには、反時計回り方向に第二形状記憶部材 214 によって、軸部材 230 は回転させられ、負荷 220 は回動させられるかもしれない。

30

## 【0076】

図 7 は、撮像カテーテルへの用途に使用するために形成された図 1 の実施形態に図示されたのと同様な作動装置 300 を図示している。さらに詳細には、図 7 は、回動軸線 AA 回りの負荷 320 の揺動回動運動を生み出すように作動させられることができる第一形状記憶部材 312 及び第二形状記憶部材 314 を具備する作動装置 300 を図示している。回動軸線 AA は、作動装置 300 の中心長手軸線と一致するように図 7 に図示されている。代りに、一つの実施形態において、回動軸線 AA は、作動装置 300 の中心長手軸線から偏倚してよい。負荷 320 は、三つの部分、第一端部ブロック 320a と、第二端部ブロック 320b と、前記端部ブロック 320a, 320b の間に配置されてこれら端部ブロックを固定的に相互連結する作動ブロック 320c とを具備している。作動ブロック 320c は、超音波変換器アレイの形態であってよい。回動軸線 AA は、軸受取り付けされて容器 340 に対して回転可能な同一直線上の軸部材 330a, 330b によって確定されてよい。次いで、負荷 320 は、軸部材 330a, 330b と共に回動運動するためにこれら軸部材に支えられるように取り付けられてよい。容器 340 は、第一端部材 342

40

50

a、第二端部材 3 4 2 b、及び外郭 3 4 2 c（図 7において透明に図示されている）を有している。容器 3 4 0 は、さらに、人体を通る運動を容易にするために丸み付けされてよい端部キャップ 3 4 0 d を有している。第一端部材 3 4 2 a 及び第二端部材 3 4 2 b と、その結果として、回動軸線 A A は、容器 3 4 0 に対して固定されてよい。

#### 【0077】

作動ブロック 3 2 0 c が超音波変換器アレイである場合には、超音波変換器アレイは、超音波変換器アレイの長さ方向の次元から延在する二次元平面の像を発生するのに使用されてよい音波信号を伝送するように作動可能であるかもしれない。形状記憶部材 3 1 2、3 1 4 を使用して超音波変換器アレイの揺動運動を生み出すことによって、超音波変換器アレイの二次元撮像平面は、三次元容積を通して走査されてよく、こうして、三次元画像の形成を可能とする。このような三次元画像は、実時間であってよい（四次元）。10

#### 【0078】

第一及び第二形状記憶部材 3 1 2、3 1 4 は、図 1 の第一及び第二形状記憶部材 1 2、1 4 と同様に形成されてよい。理解されるであろうように、第一及び第二形状記憶部材 3 1 2、3 1 4 の交互の長さの減少は、負荷 3 2 0 が揺動するように回動軸線 A A 回りに往復回動することを引き起こす。

#### 【0079】

第一形状記憶部材 3 1 2 は、第一端部において、アンカー 3 5 2 a に固定的に相互連結されてよい。アンカー 3 5 2 a は、次に第一端部材 3 4 2 a に相互連結される弾性変形可能部材 3 5 3 a に相互連結されてよい。第一形状記憶部材 3 1 2 は、第二端部において、アンカー 3 5 2 b に固定的に相互連結されてよい。同様に、アンカー 3 5 2 b は、次に第二端部材 3 4 2 b に相互連結される弾性変形可能部材 3 5 3 b に相互連結されてよい。こうして、第一形状記憶部材 3 1 2 は、図 1 の第一形状記憶部材 1 2 と同様に形成されてよい。同じように、第二形状記憶部材 3 1 4 は、図 1 の第二形状記憶部材 1 4 と同様に形成されてよい。20

#### 【0080】

第一形状記憶部材 3 1 2 は、横軸 3 3 2 を介して負荷 3 2 0 に作用的に相互連結されてよい。横軸 3 3 2 は、次に、負荷 3 2 0 に固定的に相互連結されてよい横軸支持部材 3 3 3 に固定的に相互連結されてよい。横軸 3 3 2 は、図 1 の係合部材 3 2 a、3 2 b と同様な向き及び位置に配置されてよい。30

#### 【0081】

第一及び第二形状記憶部材 3 1 2、3 1 4 は、係合部材 3 2 a、3 2 b に接する図 1 の第一及び第二形状記憶部材 1 2、1 4 と同様な方法で横軸 3 3 0 に沿って配置されてよい。この点において、第一及び第二形状記憶部材 3 1 2、3 1 4 の動作による負荷 3 2 0 の揺動運動は、図 1 に関して説明されたのと同様な方法で実現され得る。

#### 【0082】

電気的相互連結部材 3 6 0 は、作動ブロック 3 2 0 c に電気的に相互連結されてよい。例えば、電気的相互連結部材 3 6 0 は、作動ブロック 3 2 0 c への電気的な相互連結を提供する多芯導体部材である。電気的相互連結部材 3 6 0 は、第二端部材 3 4 2 b を通って横軸 3 3 2 と作動ブロック 3 2 0 c との間を通して第一端部材 3 4 2 a 近くの作動ブロック 3 2 0 c の端部まで配設されてよい。この点において、第二端部材 3 4 2 b と横軸 3 3 2 との間に配置された電気的相互連結部材 3 6 0 の一部は、作動ブロック 3 2 0 c への電気的接続を維持する一方で曲がるように作動可能かもしれない。例として、電気的相互連結部材 3 6 0 は、可撓性板部材（可撓性で曲げられることができる電気的な一つ又は複数の部材）を具備してよい。一つの実施形態において、可撓性板部材は、サービスループ又は時計バネ構造で配置されてよい。このような時計バネ構造が、作動装置 3 0 0 内に配置されてよい。例えば、端部材 3 6 2 は、時計バネ構造を収納してよい。40

#### 【0083】

端部材 3 6 2 は、端部キャップ 3 4 0 d から反対の端部において、作動装置 3 0 0 に相互連結されてよい。端部材 3 6 2 は、カテーテル本体のような他の構造体に作動装置 3 0

10

20

30

40

50

0が相互連結されることを可能とするように、カーテル本体の構成要素のような外部構成要素に接続することができる構造を提供してよい。端部材362は、さらに、密閉容積が端部材362と端部キャップ340dと外郭342cとによって区画形成されるように、作動部材300を密閉するように働いてよい。

#### 【0084】

作動装置300は、作動装置300がカーテル本体の末端部に対して固定されるように、カーテル本体の末端部に相互連結されてよい。別の構造において、作動装置300は、作動装置がカーテル本体の末端部に対して回転可能に設置可能なように、カーテル本体の末端部に相互連結されてよい。例えば、作動装置300は、カーテル本体の末端部から基端部へのカーテル本体の長さに沿って延在する駆動部材に相互連結されてよく、駆動部材の基端部の回転は、作動装置300が回転（例えば、末端部におけるカーテル本体の長手又は中心軸線に一致する軸線回りの回転）することを引き起こす。

#### 【0085】

代りに、図7に図示されたように、作動装置300は、ヒンジ部370に相互連結されてよい。ヒンジ部370は、次に、ヒンジ部370の一部がカーテル本体の末端部に対して固定されるように、カーテル本体の末端部に相互連結されてよい。ヒンジ部370は、カーテル本体と相互連結するように働くカーテル接続部372と、作動装置300に相互連結するように働く作動装置接続部と、作動装置接続部374と曲げ可能部376との間の相対角度運動を可能とするように働く曲げ可能部376とを有し、その結果、作動装置300とカーテル本体の末端部との間の相対角度運動を可能にする。この点において、作動装置300は、カーテル本体に対する（例えば、カーテル本体の末端部におけるカーテル本体の長手又は中心軸線に対する）角度範囲において選択的に配置可能であり得る。記載されるように、端部材362は、さらに、作動装置300を密閉するように働いてよく、又は代りに、図7に図示されたように、端部材362及び作動装置接続部が共に、作動装置300を密閉するように働いてよい。カーテル接続部372は、カーテルの管腔と整列してよい中央管腔を有してよい。

#### 【0086】

作動ブロック320cが超音波変換器アレイの形態である場合において、超音波変換器アレイは、超音波変換器アレイの作動表面に取り付けられた音響的結合媒体を有してよい。音響的結合媒体は、液体の吸収することができるヒドロゲルを有してよい。例として、このような音響的結合媒体は、超音波変換器アレイの作動表面への音響的結合のために設けられてよい。

#### 【0087】

容器40（図1）、140（図4）、240（図5）、及び340（図7）は、密閉容積を区画形成してよい。密閉容積は、その内に流体を含有してよい。流体は、液体であつてよい。この点において、負荷と、第一及び第二形状記憶部材は、密閉容積内の流体内に浸けられてよい。図7の作動装置300に関して、作動ブロック320cが超音波変換器アレイの形態である場合において、流体は、外郭342cへ超音波変換器アレイを音波的に連結するために働いてよい。この点において、外郭342cの材料は、作動装置300が撮像中に配置される領域における患者の体の流体の音波的インピーダンス及び音波速度の少なくとも一方に対応する（例えば、正確に一致する）ように選択されてよい。一つ以上の出入口及び弁の少なくとも一方が、作動装置内の流体の交換を容易にするために設けられてよい。流体が液体である場合には、複数の出入口及び弁の少なくとも一方が、密閉容積からの泡の除去をさらに容易にするために使用されてよい。

#### 【0088】

代りに、作動装置は、上述されたような密閉容積を有しなくてよく、作動装置の内部は周囲環境に開放されてよい。例えば、作動装置300の容器340は、流体が作動装置300の内部と周囲環境との間を通過することを可能とするであろう穴部又は開口部（図示せず）を有してよい。この点において、作動装置300が撮像中に配置される領域における患者の体から流体（例えば、心臓を画像化する場合の血液）が、作動装置300の内部

へ流入することが許容されるかもしれない。

【0089】

別の選択において、作動装置の一部が密閉容積内に配置される一方で、負荷の少なくとも一部が周囲環境に開放される。例えば、作動装置300の負荷320は、容器340に対し負荷320の周囲回りを密閉して相互連結されてよく(例えば、可撓性蛇腹部材によって)、その場合、上側部と密閉された下側部とが確定される。下側部は、流体と形状記憶部材212, 214とを有してよい。容器340の上側部は、穴部を有してよく、作動ブロック320c(例えば、超音波変換器アレイ)の表面は、周囲環境(例えば、心臓撮像用途における血液)に晒されてよい。

【0090】

ここに述べられた形状記憶部材は、形状記憶線材を有する芯部回りに巻かれた材料の一つ以上の層を有してよい。このような層は、熱絶縁層、電気絶縁層、又は熱絶縁層及び電気絶縁層の組み合わせとして機能を果たすかもしれない。例えば、形状記憶部材312, 314は、形状記憶線材を具備する内側芯部と、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)の断熱層とを有してよい。絶縁に使用してよい他の例示的な材料は、延伸ポリテトラフルオロエチレン(ePTFE)、及び高強度硬化フッ素樹脂(HSTF)を含んでいる。幾つかの熱絶縁層は、微小孔を有してよい。微小孔を有する熱絶縁層は、耐熱性向上に望ましく寄与する空気を捕える。しかしながら、幾つかの微小孔を有する熱絶縁材料は、それらの耐熱性を全体的に低下させるかもしれない血液及び人体の他の流体により濡らされるかもしれない。疎水性材料が、このように濡れることを低減するか、又は防止するか、又は低減して防止するために、微細孔を有する熱絶縁層に使用されてよい。フッ素樹脂のような疎水性材料は、この目的にかなうかもしれない。代りに、非疎水性材料が、この目的に適合させるために、疎水性処理及び親油性処理の少なくとも一方により処理されてよい。好適な熱絶縁材料は、 $50 \text{ dyn/cm}^2$ より小さな表面エネルギーを有してよい。他の好適な絶縁材料は、 $40 \text{ dyn/cm}^2$ より小さな表面エネルギーを有してよい。さらに他の好適な絶縁材料は、約 $30 \text{ dyn/cm}^2$ より小さな表面エネルギーを有してよい。

【0091】

熱絶縁層は、形状記憶線材からの熱の放散率が有利に選択されるように、形状記憶線材を絶縁するように働いてよい。例えば、予め定められた絶縁程度を達成するように熱絶縁層の予め定めた厚さを選択することによって、熱は形状記憶線材から周囲環境(例えば、流体)へ流れ、一方、加熱される形状記憶線材は、所望の応答時間及び所望の熱伝達レベルの少なくとも一方を実現するために、有利に制御されてよい。すなわち、形状記憶線材へ絶縁性を追加することによって、形状記憶線材の加熱中における周囲環境への熱損失の量は低減され(絶縁なしの構造形に比較して)、こうして、所望の長さ変化をもたらすために形状記憶線材を加熱するのに必要とされる時間及び物理力の少なくとも一方を低減する。さらに、所望の長さ変化をもたらすのに必要とされる物理力を低下させることによって、周囲環境への全体的な熱伝達は低減されるかもしれない(再び、絶縁なしの構造形に比較して)。このようなカテーテルの適用において、このような物理力の低減及び関連する周囲環境(例えば、患者の体)への熱伝達の低減は、カテーテルを作動装置300の作動中ににおける許容温度範囲内に(例えば、米国の食品医薬品局及び国際電気標準会議の国際基準IEC60601によって命令されるかもしれないある規制閾値より低く)維持することを可能とするかもしれない。例示的な実施形態において、熱絶縁層は、約25において測定されたときに、 $0.03 \text{ W/mK}$ と $0.20 \text{ W/mK}$ との間の熱伝導率を有してよい。別の例示的な実施形態において、熱絶縁層は、約25において測定されたときに、 $0.05 \text{ W/mK}$ と $0.08 \text{ W/mK}$ との間の熱伝導率を有してよい。

【0092】

前述された熱絶縁層及び電気絶縁層の少なくとも一方は、許容耐圧及び許容疎水性の少なくとも一方を提供するかもしれない、又はここで述べられた形状記憶部材は、所望の特性を提供するために熱絶縁層の外側に配置された材料のさらなる層を有していてよい。さらなる層は、例えば、形状記憶部材が少なくとも約 $500 \text{ kV/m}$ の全般的な絶縁耐圧を有

10

20

30

40

50

するように、形状記憶部材の耐圧に加えられてよい。さらなる層は、例えば、疎水性材料を有してよい。このような疎水性材料のさらなる層は、約  $50 \text{ dyn/cm}^2$  より小さな表面エネルギーを有してよい。他のさらなる層は、 $40 \text{ dyn/cm}^2$  より小さな表面エネルギーを有してよい。さらに他のさらなる層は、約  $30 \text{ dyn/cm}^2$  より小さな表面エネルギーを有してよい。疎水性材料は、例えば、e P T F E を含んでいてよい。

#### 【0093】

疎水性材料は、それらが障壁層として作用して、下側層が比較的液体のないままであり、その結果、その絶縁特性を維持することを可能とすることにおいて有益であり得る。疎水性材料が唯一の層として使用される場合において、疎水性材料の使用は、疎水性材料がその熱伝導性が、かなり変化する程度まで液体を吸収しないことにおいて有益であるかもしれない。疎水性材料と同じ利点（例えば、障壁として作用する能力及び液体に浸される間も絶縁特性を維持する能力の少なくとも一方）を提供する他の材料が使用されてよい。熱絶縁層及び電気絶縁層の少なくとも一方は、さらに、動作中の作動装置において、他の構成要素上の及び他の構成要素回りの少なくとも一方の滑らかな運動を容易にするための平滑な及び／又は低摩擦の境界面を提供するかもしれない。

10

#### 【0094】

形状記憶部材回りに配設された前述の層に関して、層の構造形を決定することにおける第一段階は、装置のための所望の一定時間を選択し、次いで、この一定時間を達成するための特別な材料を選択することであってよい。例えば、一定時間は、形状記憶部材の冷却が可能な限りゆっくりである一方で依然として所望の負荷回動速度を満足するように、選択されてよい。こうして、電力消費は最小化されることができる。同様に、特定の電力消費は、特定の用途を可能にするために選択されてよく、次いで、対応する一定時間は、許容電力消費に基づく特定の用途のための最大の負荷回動速度を提供するために選択されてよい。

20

#### 【0095】

図1から7に図示されたような負荷の揺動運動を生み出すための形状記憶部材の使用は、このような装置が比較的小さいことにおいて有益であるかもしれない。例えば、作動装置300は、 $3.8 \text{ mm}$  ( $12 \text{ Fr}$ ) 以下（例えば、 $3.2 \text{ mm}$  ( $10 \text{ Fr}$ )）の外径を有する一方で、実時間の三次元像（四次元像）を生成するために揺動するように回動してよい超音波変換器アレイ（例えば、作動ブロック320c）を有していてよい。形状記憶部材内に使用される形状記憶線材は、直径約 $0.025 \text{ mm}$  ( $1 \text{ mil}$ ) であってよい。図7の実施形態において、モーメントアーム $I_1$ 及び $I_2$ は、約 $1.0 \text{ mm}$  であってよい。

30

#### 【0096】

ここで述べられた作動装置は、さらに、作動されている負荷の位置に関してのフィードバックを提供することができる符号器及び位置検出器（例えば、行程端及び中立位置の少なくとも一方における負荷を検出するための）の少なくとも一方を有してよい。このような符号器及び位置検出器の少なくとも一方は、サーボ制御装置が、作動される負荷の位置を制御することを可能とするかもしれない。

#### 【0097】

ここで述べた作動装置は、 $50 \text{ Hz}$  以上の負荷の揺動運動を生み出すことができるかもしれない。例えば、作動装置は、1から $50 \text{ Hz}$  又は8から $30 \text{ Hz}$  の範囲の揺動運動を生み出すのに使用されるかもしれない。このような運動は、例えば、四次元画像を容易にするために、超音波変換器の形態の負荷を動かすための安定状態であるかもしれない。ここで述べられた作動装置は、さらに、単一の方向への超音波変換器の単一の回動中ににおいて三次元画像を捕えることを容易にするために、比較的素早く（例えば、 $50 \text{ Hz}$  の周波数で）負荷を作動させるのに使用されてよい。このような単一の回動中に捕えられた画像は、比較的遅い負荷の運動中に捕えられた画像よりくっきりした関心容積の瞬間画像を提供するかもしれない。このような瞬間画像は、心臓の部分のような動く対象の画像化において有益であるかもしれない。

40

#### 【0098】

50

図 8 及び 9 は、作動装置 300 ヘヒンジ部 370 によって接続される細長いカテーテル本体 402 を有するカテーテル組立体 400 の末端部を図示している。図 8 は、作動装置 300 を図示しており、前記作動装置 300 は、それがカテーテル本体 402 の末端部に整列される位置においてカテーテル組立体 400 の末端部分である。図 9 は、作動装置 300 がカテーテル本体 402 の端部に対する前向き角度の約 +90 度で展開される位置にある作動装置 300 を図示している。例示的な目的だけのために、角度値（例えば、図 9 に図示された配置の +90 度の角度）は、ここでは、作動装置 300 とカテーテル本体 402 が整列された位置から離間する、カテーテル本体 402 の中心軸線に対する作動装置 300 の角度量を述べるのに使用されるかもしれない。正值は、作動装置 300 が少なくとも部分的に前向き（例えば、中立位置の作動ブロック 320c は前側を向いている）であるように移動させられる場合の角度を述べるのに使用され、負値は、全体的に、作動装置 300 が少なくとも部分的に後向きであるように移動させられる場合の角度を述べるのに使用されるであろう。

10

20

30

40

50

#### 【0099】

図 8 の位置から図 9 の位置へ作動装置 300 を位置変えするために、カテーテル本体 402 の内管 404 は、カテーテル本体 402 の外管 406 に対して前進させられてよい。拘束部材 408 によって外管 406 へ拘束される作動装置 300 によって、この前進は、作動装置 300 の正方向の角度を引き起こすかもしれない。拘束部材 408 は、一端部において作動装置 300 へ、他端部において外管 406 へ固定されてもよい。拘束部材 408 は、拘束固定点が拘束部材 408 の長さより大きく互いから離間して移動することを防止するように作用可能かもしれない。この点において、拘束部材 408 を介して、作動装置 300 は、外管 406 に拘束されるように相互連結されてよい。同様に、拘束部材 408 が適當な剛性を有する場合には、図 8 に図示された位置からの外管 406 に対する内管 404 の引っ込みは、作動装置 300 の負方向の角度を引き起こすかもしれない。内管 404 は、それを通る管腔を有していてよい。

#### 【0100】

拘束部材 408 は、主な機能が作動装置 300 の角度位置変更を制御することである別装置であってもよい。別の実施形態において、拘束部材 408 は、拘束機能を提供することに加えて、作動装置 300 内の構成要素をカテーテル本体 402 内の構成要素又は他の位置の構成要素に電気的に相互連結する可撓性板部材又は他の多芯導体要素であってよい。別の実施形態において、拘束部材 408 は、作動装置 300 内の一つ以上の構成要素（例えば、形状記憶部材 312, 314）を作動装置 300 外の構成要素に電気的に相互連結するのに使用される一つ以上の線材であってよい。

#### 【0101】

図 8 及び 9 は、ヒンジ部 370 が一体丁番である形状が図示されている。一体丁番は、ポリマのような可撓性又はしなやかな材料から形成されるしなやかなヒンジ部（可撓性連結部）である。一般的に、一体丁番は、ヒンジ部の曲り線に沿って二つの部品を互いに対して回動することを可能とするように、二つの部品を互いに連結する。一体丁番は、一般的に、射出成形によって製造される。ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリウレタン、又は P E B A X（登録商標）のようなポリエーテルブロッカミドは、それらの耐疲労性のために一体丁番のためのポリマとすることができます。

#### 【0102】

作動ブロック 320c が超音波変換器アレイの形態である図 7 から 9 の作動装置 300 の適用例が、図 10 から 14 を参照してここで述べられる。

#### 【0103】

図 10 は、ハンドル 501 及びカテーテル 400 を備えて、実時間三次元（四次元）撮像に適した超音波撮像装置 500 を図示している。カテーテル 400 は、ヒンジ部 370 を介して作動装置 300 へ相互連結されたカテーテル本体 402 を有している。カテーテル本体 402 は、可撓性であり、人体の血管の輪郭に従って曲げることができ、カテーテル本体は、人体の血管内へ挿入され、案内線材上を又は外装を通って追従する。カテーテ

ル本体 4 0 2 は、操縦可能なものであってよい。

【 0 1 0 4 】

超音波撮像装置 5 0 0 は、さらに、制御部 5 0 5 及び超音波制御装置 5 0 6 を有してよい。制御部 5 0 5 は、形状記憶部材 3 1 2 , 3 1 4 の作動と、従って超音波変換器アレイ（すなわち、作動ブロック 3 2 0 c ）の角度位置とを制御するように作動可能かもしれない。超音波制御装置 5 0 6 は、超音波変換器アレイからの信号を処理するように作動可能な画像処理装置と、モニタのような表示装置とを有してよい。制御部 5 0 5 及び超音波制御装置 5 0 6 を参照して述べられる様々な機能は、単一の構成要素又は任意の適當数の別々の構成要素によって実施されてよい。

【 0 1 0 5 】

ハンドル 5 0 1 は、カテーテル 4 0 0 の基端部 5 1 1 に配置されてよい。カテーテル 4 0 0 の使用者（例えば、臨床医、専門家、介在者）は、カテーテル本体 4 0 2 の操縦と、作動装置 3 0 0 の角度位置変更と、カテーテル 4 0 0 の様々な他の機能とを制御してよい。この点において、ハンドル 5 0 1 は、カテーテル本体 4 0 2 を操縦するための二つの滑動部材 5 0 7 a , 5 0 7 b を有している。これらの滑動部材 5 0 7 a , 5 0 7 b は、滑動部材 5 0 7 a , 5 0 7 b が互いに対し移動させられると、カテーテル本体 4 0 2 の一部が制御されて曲げられるように、制御線材に相互連結されてよい。カテーテル本体 4 0 2 内の制御線材を制御する任意の他の適當な方法が使用されてもよい。例えば、滑動部材は、回転可能なノブ又はボタンのような代わりの制御手段と置き換えることができる。カテーテル本体 4 0 2 内の任意の適當数の制御線材が使用されてよい。

【 0 1 0 6 】

ハンドル 5 0 1 は、さらに、角度位置制御部 5 0 8 を有してよい。角度位置制御部 5 0 8 は、カテーテル本体 4 0 2 の末端部 5 1 2 に関する作動装置 3 0 0 の角度位置を制御するのに使用されてよい。図示された角度位置制御部 5 0 8 は、角度位置制御部 5 0 8 の回転が作動装置 3 0 0 の対応する角度位置をもたらす回転可能な円盤の形状である。角度位置制御部 5 0 8 の他の形状は、例えば、滑動部材 5 0 7 a と同様な滑動部材を有するように意図される。

【 0 1 0 7 】

ハンドル 5 0 1 は、さらに、作動装置作動ボタン 5 0 9 を有してよい。作動装置作動ボタン 5 0 9 は、作動装置 3 0 0 内の超音波変換器アレイの揺動運動を作動させるか及び／又は作動を止めるために使用されてよい。ハンドル 5 0 1 は、さらに、カテーテル本体 4 0 2 内に穴を有する超音波撮像装置 5 0 0 の実施形態における出入口 5 1 0 を有している。出入口 5 1 0 は、この管腔が装置及び材料の少なくとも一方の移送のために使用されるように、この管腔と連通している。

【 0 1 0 8 】

使用において、使用者は、ハンドル 5 0 1 を保持し、カテーテル 4 0 0 が所望の解剖学的位置へ移動されるとき、カテーテル本体 4 0 2 を操縦するために滑動部材 5 0 7 a , 5 0 7 b の一方又は両方を操作してよい。ハンドル 5 0 1 及び滑動部材 5 0 7 a , 5 0 7 b は、ハンドル 5 0 1 に対する滑動部材 5 0 7 a , 5 0 7 b の位置が維持されて、それにより、カテーテル本体 4 0 2 の選択位置を維持又は固定するように、形成されてよい。角度位置制御部 5 0 8 は、次いで、作動装置 3 0 0 を所望位置へ角度的な位置変更するのに使用されてよい。ハンドル 5 0 1 及び角度位置制御部 5 0 8 は、ハンドル 5 0 1 に対する角度位置制御部 5 0 8 の位置が維持されて、それにより、作動装置 3 0 0 の選択角度位置を維持又は“固定”するように、形成されてよい。この点において、作動装置 3 0 0 は、選択的角度位置変更可能性を有してよく、カテーテル本体 4 0 2 は、独立して、選択的に操縦されてよい。さらに、作動装置 3 0 0 の角度位置は、選択的に固定されてよく、カテーテル本体 4 0 2 の形状は、独立して、選択的に固定されてよい。このような位置の維持は、例えば、摩擦、戻り止め、及び任意の他の適當な手段の少なくとも一つによって、少なくとも部分的に実現され得る。操縦、角度的な位置変更、及びモータのための制御は、全て独立してもたらされ、使用者によって制御されてよい。

10

20

30

40

50

## 【0109】

超音波撮像装置 500 は、三次元撮像容積 514 の画像及び実時間における三次元画像（四次元）の少なくとも一方を捕えるのに使用されてよい。作動装置 300 は、カテーテル本体 402 を操縦することによって、又は作動装置 300 を角度的に位置変更することによって、又はカテーテル本体を操縦することと作動装置 300 の角度的な位置変更との組み合わせによって、位置決めされてよい。さらに、管腔を備える実施形態において、超音波撮像装置 500 は、さらに、例えば、装置及び材料の少なくとも一方を選択された領域又は患者内の選択された領域へ配達するのに使用されてよい。

## 【0110】

カテーテル本体 402 は、カテーテル本体 402 の出入口又は他の開口部を通してカテーテルの基端部 511 を出して、変換器駆動装置及び画像処理装置（例えば、超音波制御装置 506 内の）に電気的に接続させる少なくとも一つの電導性線材を有してよい。

10

## 【0111】

さらに、管腔を有する実施形態において、使用者は、出入口 510 を通して、介在装置（例えば、診断装置及び治療装置の少なくとも一方）又は材料を挿入して、装置及び材料の少なくとも一方を回収してよい。使用者は、次いで、介在装置をカテーテル本体 402 の末端部 512 へ移動させるために、カテーテル本体 402 を通して介在装置を送ってよい。超音波制御装置 506 と作動装置 300 との間の電気的な相互接続部は、電子機器接合部 513 を通して及びカテーテル本体 402 を通して配設されてよい。

20

## 【0112】

一般的な ICE カテーテルの使用に関連する一つの困難さは、処理中に必要な様々な撮像平面を捕えるために、心臓内の多数の位置においてカテーテルを操縦する必要性があることである。ここで、揺動的に回動可能な超音波変換器アレイ 320c を備える角度的に位置変更可能な作動装置 300 を組み込むカテーテル 400 は、一般的な ICE カテーテルの使用に関連するこのような困難さを軽減する。

30

## 【0113】

図 11 は、心臓 604 の右心房 602 内への心臓内超音波検査のためのカテーテル 400 の設置を図示している。図 12 は、カテーテル 400 が、カテーテル 400 の末端部に配置された作動装置 300 を所望位置に設置するために位置変更された（カテーテル 400 の操縦により）後における心臓 604 の右心房 602 内へのカテーテル 400 の設置を図示している。臨床医は、カテーテル 400 の位置を固定することによって（図示されないハンドル上の固定機構によって）心臓 604 内のカテーテル 400 の位置を確立し、次いで、設定してよい。この点において、設定されると、カテーテル 400 の位置は、実質的に変更されないで維持される一方で、作動装置 300 は角度的に位置変更される。

30

## 【0114】

図 12 に図示されたように設置された作動装置 300 によって、容積画像は、心臓 604 の第一部分の三次元容積 606 から発生されてよい。臨床医は、次に、要求される撮像容積の範囲を捕えるために、作動装置 300 の向きを操作してよい。例えば、図 13 は、心臓 604 の第二位置の三次元容積 608 の容積画像を捕えるために第二位置へ角度的に位置変更された作動装置 300 を図示している。図 14 は、心臓 604 の第三位置の三次元容積 610 の容積画像を捕えるために第三位置へ角度的に位置変更された作動装置 300 を図示している。ここに述べた作動装置 300 の実施形態は、約 3 cm の横断寸法を有する心臓内容積を有しているかもしれない心臓 604 の右心房 602 内のこのような位置及びそれ以上の位置を実現するように使用可能であってよい。このような三次元容積 606、608、及び 610 の容積画像は、作動装置 300 の角度的な位置変更及び超音波変換器アレイの揺動回動を生み出す作動装置 300 の作動によって得ることができる一方で、カテーテル 400 の末端部は図 12 に図示された位置を維持する。

40

## 【0115】

ここで開示された実施形態により実施されてよい臨床医の処置は、制限隔膜穿刺、隔膜咬合器展開、切除、僧帽弁介在、及び左心房付属器咬合を含まない。実施形態を利用する

50

右心房撮像のための方法は、カテーテル本体 400 を右心房へ前進させることと、カテーテル本体 400 の末端部 512 を所望位置へ操縦することと、作動装置内に配置された超音波変換器アレイの動作をもたらすために作動装置 300 を作動させることとを含む一方で、固定されたカテーテル本体 400 の位置を維持することを含んで、少なくとも一つの観察平面上の少なくとも一つの画像を捕えるためにヒンジ部 370 回りに超音波変換器アレイを具備する作動装置 300 を角度的に位置変更する。

#### 【0116】

図 15A は、負荷 320 のような負荷の揺動運動を生み出すために、作動装置 300 の形状記憶部材 312, 314 のような形状記憶部材を駆動するのに使用される駆動信号 702 のグラフ 700 である。水平軸線は駆動信号 702 のための時間を表し、垂直軸線は提供電圧を表している。例えば、第一駆動信号部分 706 は、形状記憶部材 312 を駆動し、第二駆動信号部分 708 は、形状記憶部材 314 を駆動する。負荷 320 の対応位置 704 は、グラフ 700 の上半分に図示されている。位置 704 のために、垂直軸線は、負荷 320 の角度位置を表している。図 15A によって図示された駆動案において、各形状記憶部材 312, 314 は、重ならない方式で連続的に駆動され、すなわち、実質的に、形状記憶部材 312, 314 の一方だけが時間における特定点で駆動され、形状記憶部材 312, 314 の一方だけが実質的に常に駆動される。これは、負荷 320 が実質的にその揺動運動の端位置の一方又は他方へ常に能動的に駆動される場合の負荷 320 の位置 704 のグラフに図示された動作様式をもたらす。

#### 【0117】

作動装置 300 において、形状記憶部材 312, 314 の一方（高温部材）が、実質的に最小作動長であるように作動させられるときに、他方の形状記憶部材 312, 314（低温部材）は、比較的冷たくされ、弾性伸張のために、ある量の弾性張力（例えば、バネ負荷）を有する。これは、比較的小さな弾性張力であるために、高温部材に過度に応力を発生しない。高温部材を加熱するために使用する電流が除去されると、低温部材は、低温部材内に蓄積された弾性エネルギーのために、負荷 320 の方向に反転するかもしれない。こうして、形状記憶部材 312, 314 の一方を常に駆動することは必要ないかもしれない。このような駆動方式 722 は、図 15B のグラフ 720 に図示されている。図 15B において、図 15A におけるように、水平軸線は駆動信号 722 のための時間を表し、垂直軸線は位置 724 のための供給電圧を表し、垂直軸線は負荷 320 の角度位置を表している。図示されたように、パルス 726, 728 の間の時間間隔 730 が組み込まれてよい。この時間間隔の間ににおいて、負荷 320 の運動は、図 15A の形状 704 と非常に似ている運動プロファイル 724 をもたらすように、蓄積された弾性エネルギーによって生み出されるかもしれない。このような弾性反撥（例えば、蓄積された弾性エネルギーの消費）の使用は、図 15A の駆動信号 702 に比較して、作動装置 300 の全体的な電力消費を低減するかもしれない。弾性変形可能部材は、さらに、弾性反撥に寄与するかもしれない。

#### 【0118】

一実施形態において、低温部材は、高温部材がマルテンサイトの開始温度へ冷却されると同時に、オーステナイトの開始温度に達するように加熱されてよい。この手順は、部材が互いに直接作用することを防止するか又は制限する助けとなり、前記直接作用することは、特に形状記憶部材において、過度の弾性張力を引き起こして損傷の危険性又は寿命低下を増大する可能性がある。この点において、絶縁程度は、そのような平衡を可能にする所望の冷却速度をもたらすように選択されてよい。この平衡が正確に制御される場合には、弾性変形部材は必要ないかもしれない。

#### 【0119】

両方が冷却（例えば、室温）状態であるときの形状記憶部材 312, 314 のいずれかにエネルギーを供給する以前に、形状記憶部材 312, 314 の各々が弾性張力状態にあるように、形状記憶部材 312, 314 が形成されてよい。これは、形状記憶部材 312, 314 の一方へエネルギーを供給する以前に、形状記憶部材 312, 314 が横軸 332 に

10

20

30

40

50

接触し続けることを可能とするかもしれない。さらに、作動中において、形状記憶部材 312, 314 は、各形状記憶部材 312, 314 が実質的に常にある程度の弾性張力状態であるように制御されてよい。

#### 【0120】

形状記憶部材 312, 314 を駆動するのに使用される駆動信号は、例えば、直流 3.5 V より低い電圧のような比較的低い電圧で作動することができるかもしれない。このような低い作動電圧は、患者に挿入される装置のための許容限度内にあることにおいて有益であるかもしれない。作動装置 300 は、秒当たり 1 サイクル以上の周波数で駆動されるように作動可能である一方で、電圧レベル及び温度（例えば、患者内に配置されている間の最大温度より低く維持する）のための規制及び他の要求の少なくとも一方を満足する。

10

#### 【実施例】

##### 【0121】

負荷を回動することができる第一及び第二形状記憶部材を備える作動装置が構築された。作動装置の全体寸法は、おおよそ、3 mm の直径を有して長さ 14 mm であった。外郭はステンレス鋼管から形成され、端部材の各々はアルミニナセラミックから形成された。負荷は、複合音響支持材を有するピエゾセラミック 64 要素の超音波変換器アレイであった。端部材は、中央穴明けされ、負荷のための回動軸線 64 を確定した。作動装置は、44°（中立位置から + - 22°）の負荷の全体角度範囲で作動させられ、60° の最大全体角度範囲を有した。第一及び第二形状記憶部材は、直径 0.038 mm (0.0015") のニチノール線材の形態であった。駆動信号は、おおよそ、直流 4.8 V の 10 Hz の矩形波を有した。作動装置は、20 Hz の超音波変換器アレイのための両方向の走査速度をもたらす 10 Hz の揺動負荷運動を生み出した。10 Hz の揺動負荷運動は、10 Hz の矩形波をもたらすハードウェアによって制限された。別の例示的な二つの形状記憶部材作動装置において、第一及び第二形状記憶部材は、水に浸されたパリレン被覆を備える直径 0.038 mm (0.0015") のニチノール線材の形態であった。駆動信号は、おおよそ、直流 4.5 V の 6 Hz の波を有した。作動装置は、50000 回の連続した完全走査を通して 50°（中立位置から + - 25°）の角度範囲に渡る 6 Hz の揺動負荷運動を生み出した。別の例示的な二つの形状記憶部材作動装置において、10% の負荷運動の線形性が、三角波形状及び第一及び第二形状記憶部材の絶縁を使用して達成された。絶縁は、7 マイクロの厚さの HSTF ePTFE ポリマであり、作動装置は、1000 X の作動容積において 2.5 Hz で作動された。

20

##### 【0122】

本発明の前述の記載は、図示及び説明の目的のために提供されている。さらに、この記載は、ここで開示された形状に本発明を限定することに意図されていない。結果的に、前述の技術と関連分野の技術及び知識とによる同程度の変形及び変更は、本発明の範囲内である。前述の実施形態は、さらに、本発明の実施の公知の方式を説明することを意図し、当業者が、本発明の特定の利用又は使用により必要とされる様々な変更と共に、このような又は他の実施形態において、本発明を使用することを可能とする。添付の特許請求の範囲は、従来技術により可能となる範囲へ選択的な実施形態を含むように解釈されることが意図されている。

30

40

【図1】

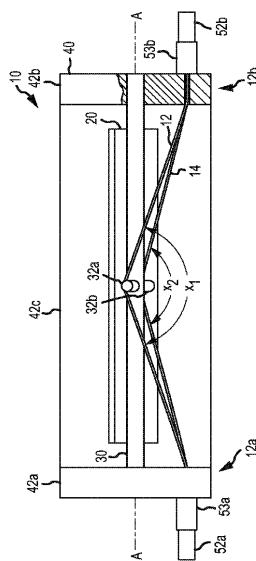


FIG.1

【図2B】

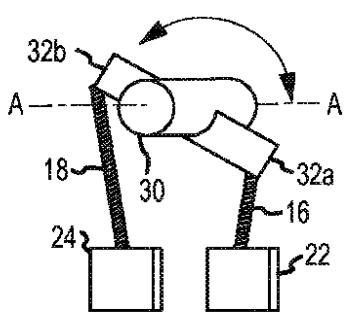


FIG.2B

【図2A】

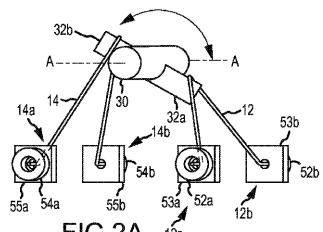


FIG.2A

【図3A】

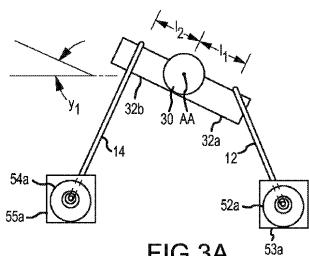


FIG.3A

【図3B】

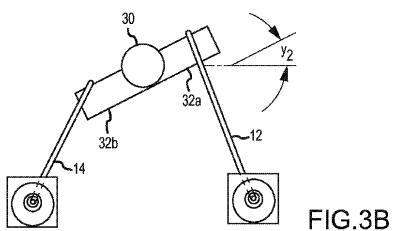


FIG.3B

【図3D】

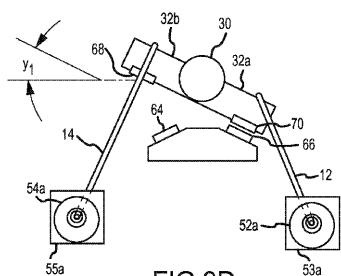


FIG.3D

【図3C】

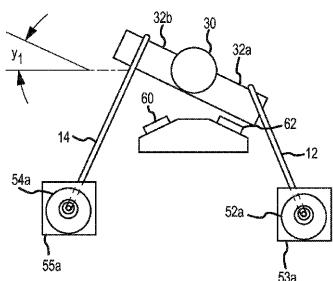


FIG.3C

【図 4 A】

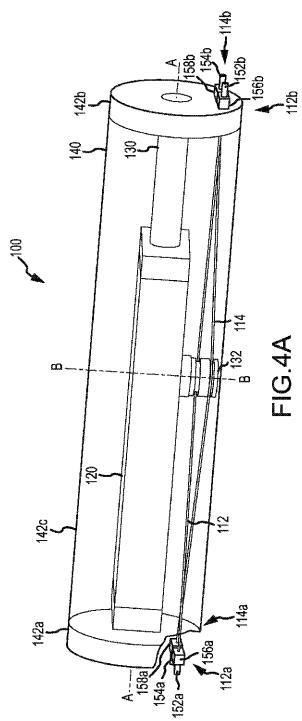


FIG.4A

【図 4 B】

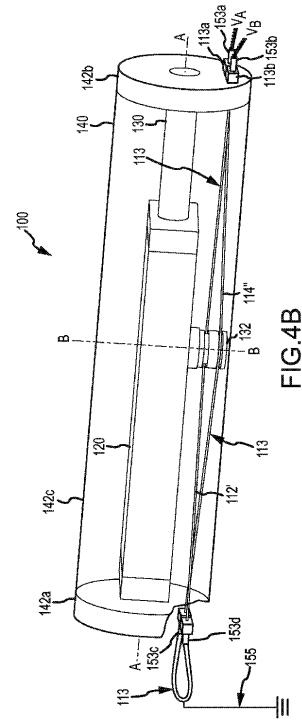


FIG.4B

【図 4 C】

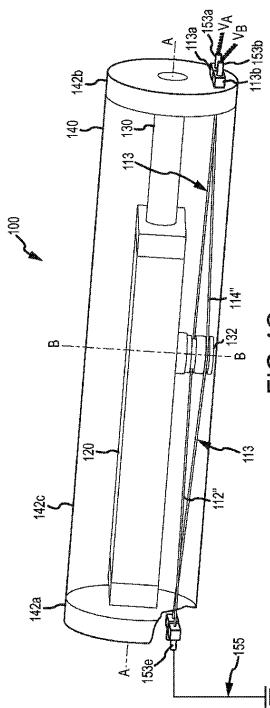


FIG.4C

【図 5 A】

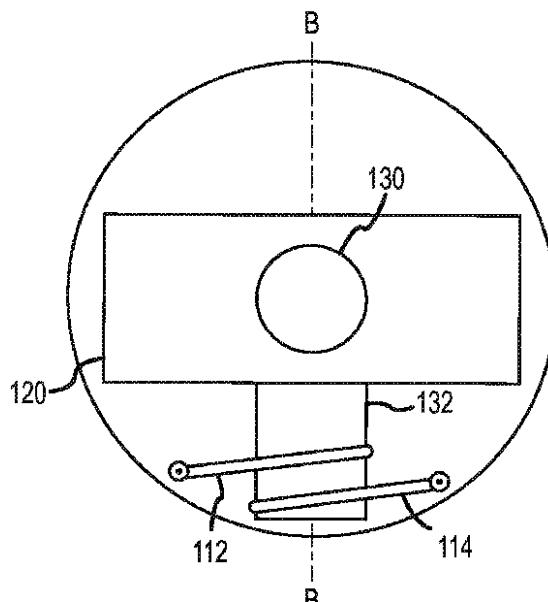


FIG.5A

【図 5 B】

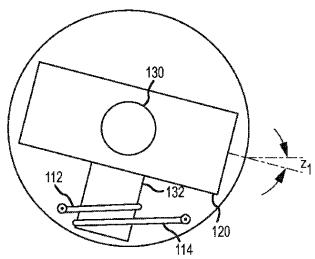


FIG.5B

【図 5 C】

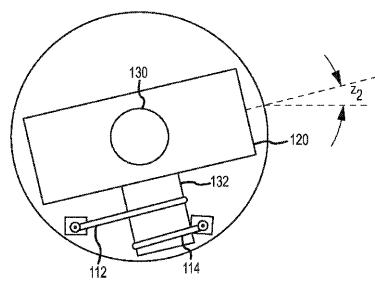


FIG.5C

【図 5 A A】

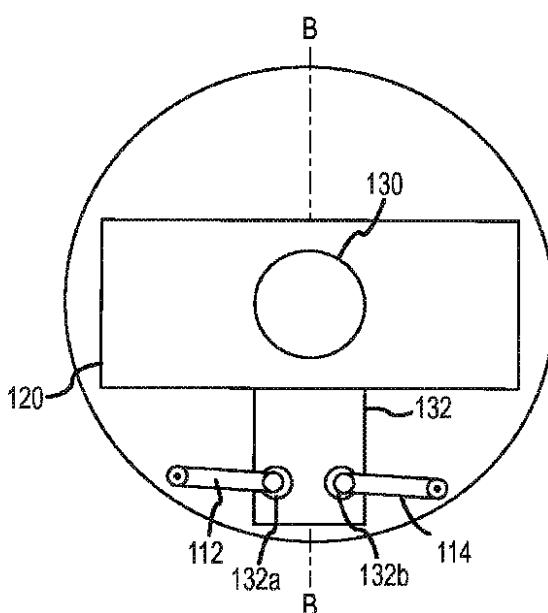


FIG.5AA

【図 5 B B】

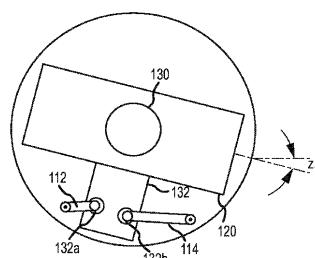


FIG.5BB

【図 5 C C】

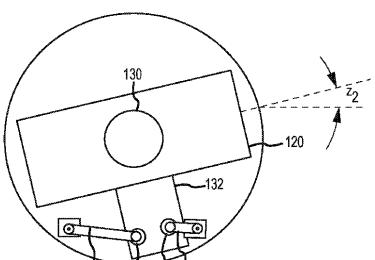


FIG.5CC

【図 6】

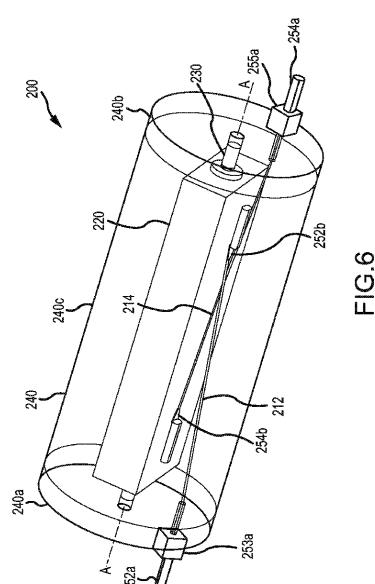


FIG.6

【図7】

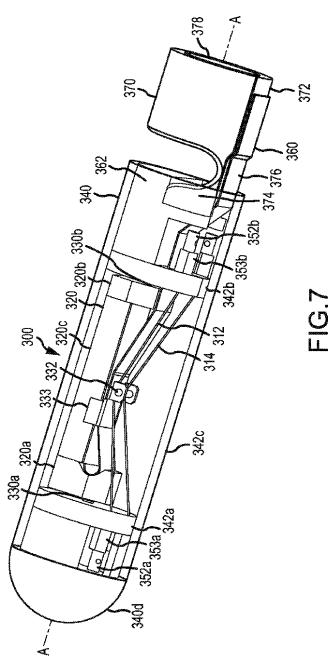


FIG. 7

【 四 8 】

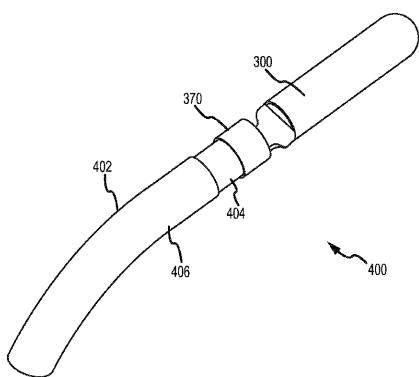


FIG.8

【 図 9 】

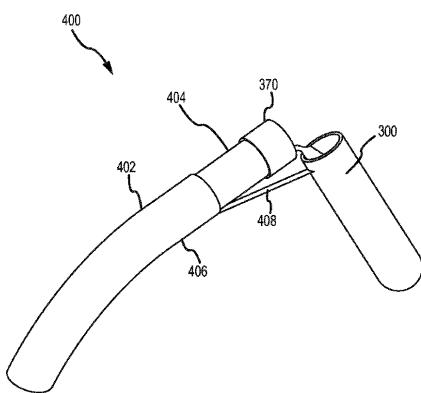


FIG.9

【 図 1 0 】

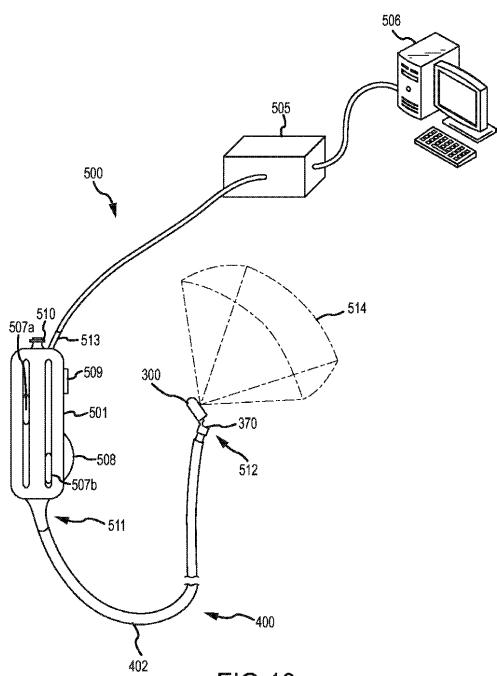


FIG.10

【図 1 1】

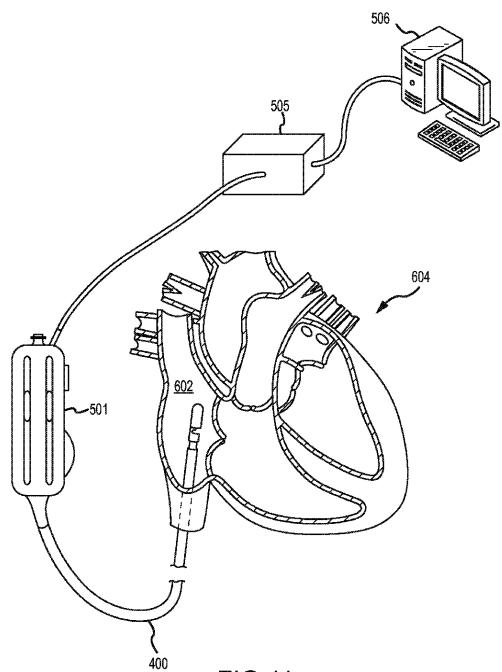


FIG.11

【図 1 2】

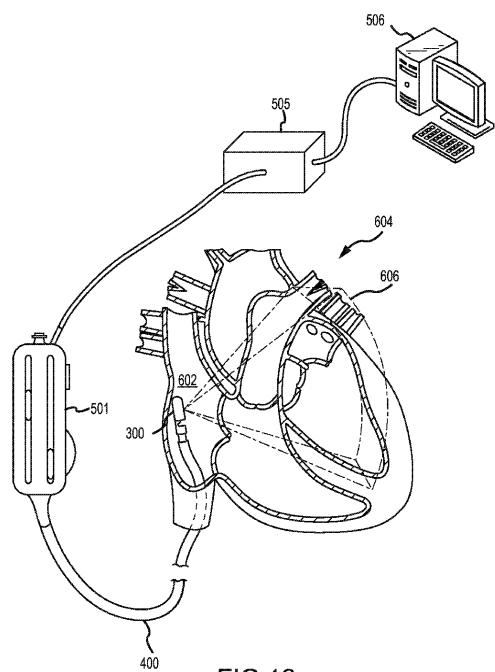


FIG.12

【図 1 3】

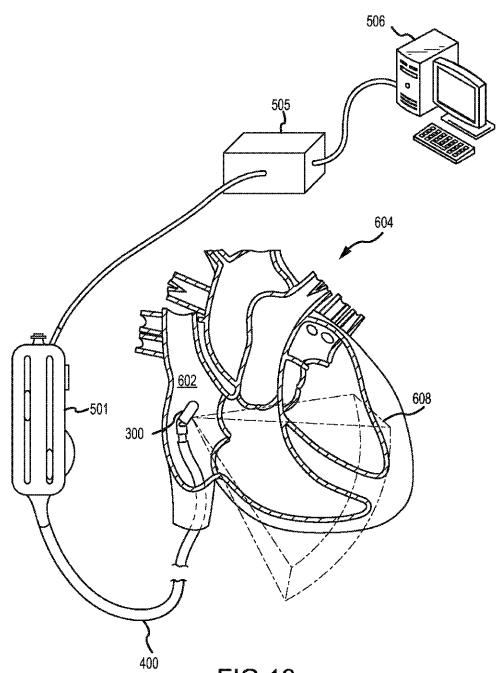


FIG.13

【図 1 4】

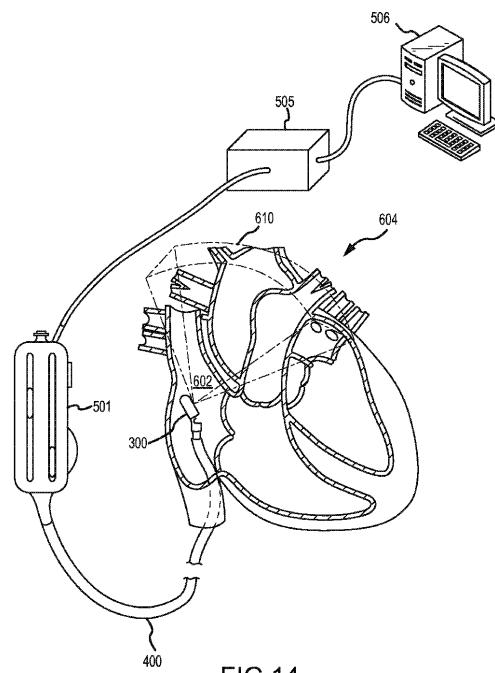


FIG.14

【図 15A】

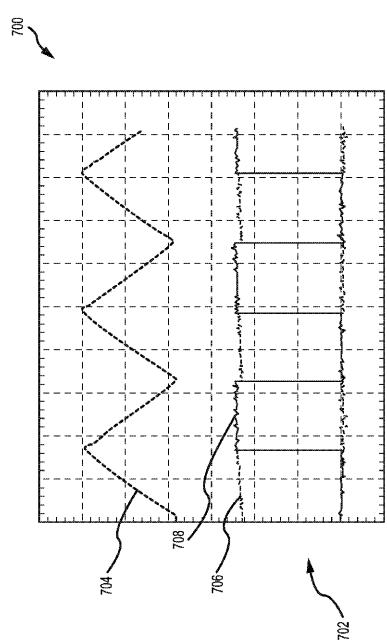


FIG.15A

【図 15B】

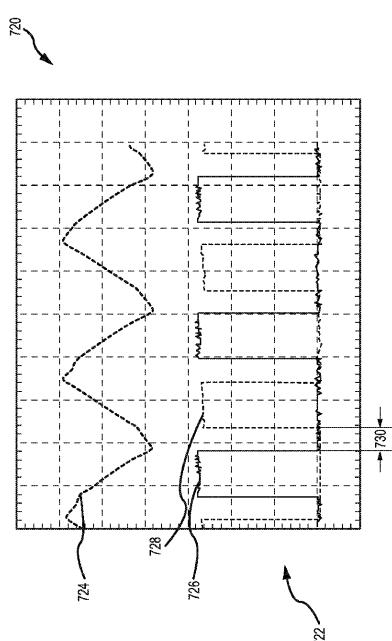


FIG.15B

## 【国際調査報告】

61300410018



INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2011/057517
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(8) - A61B 8/00 (2012.01) USPC - 600/459 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8) - A61B 8/00 (2012.01) USPC - 148; 181; 310/334; 367; 600/437-461		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Minesoft PatBase		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5,379,772 A (IMRAN) 10 January 1995 (10.01.1995) entire document	1-88
Y	US 5,396,769 A (SRUDNICKI) 14 March 1995 (14.03.1995) entire document	1-88
Y	US 6,198,956 B1 (JUNNE) 06 March 2001 (06.03.2001) entire document	1-88
Y	US 6,315,732 B1 (SUORSA et al) 13 November 2001 (13.11.2001) entire document	37
Y	US 2006/0173344 A1 (MARIAN et al) 03 August 2006 (03.08.2006) entire document	2-13, 55-88
A	US 3,725,835 A (HOPKINS et al) 03 April 1973 (03.04.1973) entire document	1-88
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier application or patent but published on or after the international filing date "C" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "D" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "E" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "F" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "G" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or can be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "H" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
13 January 2012	30 JAN 2012	
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201	Authorized officer: Blaine R. Copenheaver <small>PCT Helpdesk: 571-273-4300 PCT OSP: 571-273-7774</small>	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

23. 8. 2013

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,R0,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RW,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN

(74)代理人 100160705

弁理士 伊藤 健太郎

(74)代理人 100133008

弁理士 谷光 正晴

(72)発明者 トマス ダブリュ . シリング

アメリカ合衆国, コロラド 80227, レイクウッド, ウエスト バルティック コート 60  
22

(72)発明者 トマス エル . トルト

アメリカ合衆国, コロラド 80016, オーロラ, イースト フリーモント アベニュー 163  
63, アパートメント 1617

(72)発明者 クライド ジー . オークレイ

アメリカ合衆国, コロラド 80112, センテニアル, サウス ザンシア ストリート 730  
8

(72)発明者 リチャード ダブリュ . デニー

アメリカ合衆国, コロラド 80108, キャッスル ロック, トップラー ドライブ 59

(72)発明者 デニス アール . ディーツ

アメリカ合衆国, コロラド 80120, リトルトン, サウス ラウサン サークル 7038

(72)発明者 マイケル ジェイ . ボネッシュ

アメリカ合衆国, アリゾナ 86004, フラッグスタッフ, ココペリ レーン 3885

(72)発明者 クレイグ ティー . ノーダウセン

アメリカ合衆国, コロラド 80138, パーカー, ノース フォレスト キャニオン ドライブ  
12380

F ターム(参考) 4C601 BB14 BB15 DD15 EE13 FE01 FE04 GA11 GC02

专利名称(译)	带形状记忆合金执行器的导管		
公开(公告)号	<a href="#">JP2013542784A</a>	公开(公告)日	2013-11-28
申请号	JP2013535143	申请日	2011-10-24
[标]申请(专利权)人(译)	戈尔企业控股股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	戈尔企业控股股份有限公司雷开球德		
[标]发明人	トーマスダブリュシリング トーマスエルトルト クライドジーオークリイ リチャードダブリュデニー デニスアールディーツ マイケルジェイボネッシュ クレイグティーノーダウセン		
发明人	トーマスダブリュシリング トーマスエルトルト クライドジーオークリイ リチャードダブリュデニー デニスアールディーツ マイケルジェイボネッシュ クレイグティーノーダウセン		
IPC分类号	A61B8/12		
CPC分类号	A61B8/12 A61B8/0883 A61B8/0891 A61B8/445 A61B8/4461 A61B8/483 G01S7/52079 G01S15/894 G01S15/8993 G10K11/004 G10K11/352		
FI分类号	A61B8/12		
F-TERM分类号	4C601/BB14 4C601/BB15 4C601/DD15 4C601/EE13 4C601/FE01 4C601/FE04 4C601/GA11 4C601/GC02		
代理人(译)	青木 笛 島田哲郎 伊藤健太郎 TaniHikari正治		
优先权	61/405784 2010-10-22 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

**摘要(译)**

致动器可用于负载的摆动运动。改进的致动器可包括至少第一形状记忆构件，其可致动以影响负载的振荡运动的至少一部分。致动器还可包括第二形状记忆构件，其可致动以影响负载的摆动运动的至少第二部分。利用一个或多个形状记忆构件有助于以紧凑的方式实现负载的可控且可靠的摆动运动。这种致动器可以用在成像导管中，该导管具有超声换能器，该超声换能器被设置用于振荡运动以扫描内部感兴趣区域。这种成像导管可用于产生三维和/或实时三维(4D)图像。

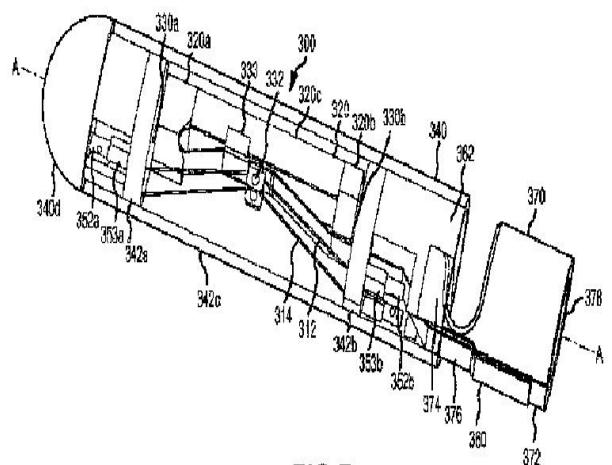


FIG.7