

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6574852号
(P6574852)

(45) 発行日 令和1年9月11日(2019.9.11)

(24) 登録日 令和1年8月23日(2019.8.23)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 1/005 (2006.01)
G 0 2 B 23/24 (2006.01)A 6 1 B 1/005 5 1 2
G 0 2 B 23/24 A

請求項の数 7 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2017-553508 (P2017-553508)	(73) 特許権者	000000376
(86) (22) 出願日	平成27年11月30日(2015.11.30)		オリンパス株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/083648		東京都八王子市石川町2951番地
(87) 国際公開番号	W02017/094085	(74) 代理人	100108855
(87) 国際公開日	平成29年6月8日(2017.6.8)		弁理士 蔵田 昌俊
審査請求日	平成30年5月15日(2018.5.15)	(74) 代理人	100103034
			弁理士 野河 信久
		(74) 代理人	100153051
			弁理士 河野 直樹
		(74) 代理人	100179062
			弁理士 井上 正
		(74) 代理人	100189913
			弁理士 鵜飼 健
		(74) 代理人	100199565
			弁理士 飯野 茂

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 硬度可変アクチュエータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一端と他端を有し、加熱されることで硬度が高まる形状記憶部材と、
 前記形状記憶部材の長手軸に沿って前記形状記憶部材の外周を囲うように配置され、電
 流の供給を受けて発熱して前記形状記憶部材を加熱する加熱部材と、
 前記加熱部材の長手軸に沿って前記加熱部材の外周を囲うように配置され、内径が小さ
 くなるように変形することにより前記加熱部材に接触して前記加熱部材を冷却し、前記内
 径が大きくなるように変形することにより前記加熱部材に対して非接触となる熱伝達媒体
 とを備えている硬度可変アクチュエータ。

【請求項 2】

前記形状記憶部材は細長く、前記熱伝達媒体は、前記形状記憶部材の長手軸に沿って延
 在している、請求項 1 に記載の硬度可変アクチュエータ。

【請求項 3】

前記熱伝達媒体は、メッシュ状に形作られている、請求項 1 に記載の硬度可変アクチュ
 エータ。

【請求項 4】

前記熱伝達媒体は、温度変化に応じて変形する形状記憶材料で作られており、温度変化
 に応じて前記形状記憶部材と前記加熱部材の少なくとも一方に対する接触 / 非接触の状態
 が切り替わる、請求項 1 に記載の硬度可変アクチュエータ。

【請求項 5】

10

20

前記形状記憶部材の複数の部分の放熱をそれぞれ促進する複数の熱伝達媒体を備え、前記複数の熱伝達媒体は、前記形状記憶部材の複数の部分をそれぞれ独立に冷却する、請求項 1 に記載の硬度可変アクチュエータ。

【請求項 6】

内視鏡の挿入部の外装部材内に装着され、前記熱伝達媒体は、流体を案内する前記内視鏡の管路部材で構成されている、請求項 1 に記載の硬度可変アクチュエータ。

【請求項 7】

前記熱伝達媒体は、前記加熱部材よりも高い熱伝導率を有している、請求項 1 に記載の硬度可変アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、可撓性部材の硬度を変更するための硬度可変アクチュエータに関する。

【背景技術】

【0002】

日本国特許第 3 1 2 2 6 7 3 号は、挿入部の軟性部の硬度を変更し得る内視鏡を開示している。この内視鏡では、可撓性部材（たとえばコイルパイプ）の両端部が内視鏡の所定位置に固定されており、この可撓性部材には可撓性調整部材（たとえばコイルパイプに挿通された可撓性調整ワイヤ）が分離体を介して固定されている。可撓性部材と可撓性調整部材は、軟性部に沿って操作部にまで延び、かつ軟性部のほぼ全体にわたって延びている。可撓性調整部材を引っ張ることによって、可撓性部材が圧縮されて硬くなり、これにより、軟性部の硬度が変更される。

20

【0003】

可撓性部材と可撓性調整部材は軟性部のほぼ全体にわたって延びているため、このような機構を駆動するには、非常に大きな力を必要とする。この機構の電動化を図った場合、大型の動力源が必要とされ、その構成は、大がかりなものとなる。

【0004】

日本国特許第 3 1 4 2 9 2 8 号は、形状記憶合金を用いた可撓管用硬度可変装置を開示している。この硬度可変装置は、可撓管内に配設されるコイルと、このコイルの内側に配設される電氣的絶縁性チューブと、この電氣的絶縁性チューブ内にその軸方向に延びて配置される形状記憶合金製ワイヤと、この形状記憶合金製ワイヤを通電する通電加熱手段を備えている。

30

【0005】

形状記憶合金製ワイヤは、低温時には、その長さが伸長し、高温時には、収縮する性質を有している。形状記憶合金製ワイヤは、コイルの両端に設けられた固定部を通して延出しており、その両端にかしめ部材が固定されている。形状記憶合金製ワイヤは、低温時には弛み、高温時には、かしめ部材が固定部に係合して突っ張るように配されている。

【0006】

形状記憶合金製ワイヤは、通電加熱手段によって加熱された高温時には収縮してコイルを硬くする。一方、通電のない低温には、形状記憶合金製ワイヤは伸長してコイルを柔らかくする。

40

【0007】

この硬度可変装置は、シンプルな構成であるため小型に構成され得るが、形状記憶合金製ワイヤの収縮時には、形状記憶合金製ワイヤの両端が拘束され、形状記憶合金製ワイヤに負荷がかかるため、その耐久性に難がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】日本国特許第 3 1 2 2 6 7 3 号

【特許文献 2】日本国特許第 3 1 4 2 9 2 8 号

50

【発明の概要】

【0009】

本発明の目的は、可撓性部材に装着され、可撓性部材に異なる硬度を提供し得る、シンプルな構成で耐久性のある硬度可変アクチュエータを提供することである。

【0010】

この目的のため、硬度可変アクチュエータは、一端と他端を有し、加熱されることで硬度が高まる形状記憶部材と、前記形状記憶部材の長手軸に沿って前記形状記憶部材の外周を囲うように配置され、電流の供給を受けて発熱して前記形状記憶部材を加熱する加熱部材と、前記加熱部材の長手軸に沿って前記加熱部材の外周を囲うように配置され、内径が小さくなるように変形することにより前記加熱部材に接触して前記加熱部材を冷却し、前記内径が大きくなるように変形することにより前記加熱部材に対して非接触となる熱伝達媒体とを備えている。

10

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、第一実施形態による硬度可変アクチュエータを示している。

【図2】図2は、第一実施形態による硬度可変アクチュエータの形状記憶部材における温度変化に対する硬度変化を示しているグラフである。

【図3】図3は、第一実施形態による硬度可変アクチュエータの形状記憶部材における時間経過に対する温度と硬度の変化を示しているグラフである。

【図4】図4は、第二実施形態による硬度可変アクチュエータであり、熱伝達媒体が非変形状態にある硬度可変アクチュエータを示している。

20

【図5】図5は、図4のF5 - F5線に沿った硬度可変アクチュエータの断面を示している。

【図6】図6は、第二実施形態による硬度可変アクチュエータであり、熱伝達媒体が変形状態にある硬度可変アクチュエータを示している。

【図7】図7は、図6のF7 - F7線に沿った硬度可変アクチュエータの断面を示している。

【図8】図8は、第三実施形態による硬度可変アクチュエータであり、熱伝達媒体が誘起部材を退避された状態にある硬度可変アクチュエータを示している。

【図9】図9は、図8のF9 - F9線に沿った硬度可変アクチュエータの断面を示している。

30

【図10】図10は、第三実施形態による硬度可変アクチュエータであり、熱伝達媒体が誘起部材を覆っている状態にある硬度可変アクチュエータを示している。

【図11】図11は、図10のF11 - F11線に沿った硬度可変アクチュエータの断面を示している。

【図12】図12は、第四実施形態による硬度可変アクチュエータであり、熱伝達媒体が第一の相の状態にある硬度可変アクチュエータを示している。

【図13】図13は、第四実施形態による硬度可変アクチュエータであり、熱伝達媒体が第二の相の状態にある硬度可変アクチュエータを示している。

【図14】図14は、第五実施形態による硬度可変アクチュエータを示している。

40

【図15】図15は、第六実施形態による硬度可変アクチュエータを示している。

【図16】図16は、第七実施形態による硬度可変アクチュエータを示している。

【図17】図17は、第八実施形態による硬度可変アクチュエータを示している。

【図18】図18は、第九実施形態による硬度可変アクチュエータを示している。

【発明を実施するための形態】

【0012】

〔第一実施形態〕

図1は、第一実施形態による硬度可変アクチュエータを示している。硬度可変アクチュエータ10は、可撓性部材に装着され、異なる硬度状態を取り得ることにより可撓性部材に異なる硬度を提供する機能を有している。図1に示されるように、硬度可変アクチュエ

50

ータ１０は、第一の相と第二の相の間で相が移り変わり得る形状記憶部材２０と、形状記憶部材２０に第一の相と第二の相の間の相の移り変わりを引き起こさせる誘起部材３０を備えている。硬度可変アクチュエータ１０は、形状記憶部材２０が少なくとも一つの自由端をもつように可撓性部材に配される。可撓性部材は、たとえば、内視鏡の挿入部の外装部材であってよい。

【００１３】

形状記憶部材２０は、第一の相にあるときは、外力に従って容易に変形し得る軟質状態を取り、すなわち低い弾性係数を示し、したがって、可撓性部材に比較的低い硬度を提供する。また、形状記憶部材２０は、第二の相にあるときは、外力に抗してあらかじめ記憶している記憶形状を取る傾向を示す硬質状態を取り、すなわち高い弾性係数を示し、したがって、可撓性部材に比較的高い硬度を提供する。記憶形状は、これに限らないが、たとえば直線状であってよい。

10

【００１４】

ここにおいて、外力とは、形状記憶部材２０を変形させ得る力を意味しており、重力も外力の一部と考える。

【００１５】

誘起部材３０は、熱を発する機能を有している。形状記憶部材２０は、誘起部材３０の発熱に応じて、第一の相から第二の相に相が移り変わる性質を有している。

【００１６】

形状記憶部材２０は、たとえば形状記憶合金から構成されていてよい。形状記憶合金は、これに限らないが、たとえばNiTiを含む合金であってよい。また、形状記憶部材２０は、これに限らず、形状記憶ポリマー、形状記憶ゲル、形状記憶セラミックなど、他の材料から構成されていてもよい。

20

【００１７】

形状記憶部材２０を構成する形状記憶合金は、たとえば、マルテンサイト相とオーステナイト相の間で相が移り変わるものであってよい。その形状記憶合金は、マルテンサイト相時には、外力に対して比較的容易に塑性変形する。つまり、その形状記憶合金は、マルテンサイト相時には低い弾性係数を示す。一方、その形状記憶合金は、オーステナイト相時には、外力に抵抗して容易には変形しない。さらに大きな外力のために変形しても、その大きな外力がなくなれば、超弾性を示して、記憶している形状に戻る。つまり、その形状記憶合金は、オーステナイト相時には高い弾性係数を示す。

30

【００１８】

誘起部材３０は、導電性材料から構成されており、電流の供給に対して熱を発する性質を有している。誘起部材３０は、たとえば電熱線、つまり電気抵抗の大きい導電性部材で構成されてよい。

【００１９】

形状記憶部材２０は、細長い外観形状を有している。誘起部材３０は、ワイヤ状の部材で構成されており、形状記憶部材２０の外側周囲に配置されている。誘起部材３０は、形状記憶部材２０の長手軸に沿って延在している。誘起部材３０は、形状記憶部材２０から適度なすき間をおいて、形状記憶部材２０の長手軸に沿って、形状記憶部材２０の周囲を螺旋状に延びている。このような構成のおかげで、誘起部材３０によって発せられる熱は、形状記憶部材２０に効率良く伝達される。

40

【００２０】

形状記憶部材２０は、導電性材料から構成されていてよい。たとえば、形状記憶部材２０の周囲には絶縁膜４２が設けられている。絶縁膜４２は、形状記憶部材２０と誘起部材３０の間の短絡を防止する働きをする。絶縁膜４２は、少なくとも誘起部材３０に面する部分を覆って設けられている。図１には、形状記憶部材２０の外周面を部分的に覆って設けられている形態が描かれているが、これに限らず、形状記憶部材２０の外周面の全体を覆って設けられていてもよく、また、形状記憶部材２０の全体を覆って設けられていてもよい。

50

【 0 0 2 1 】

誘起部材 3 0 の周囲には絶縁膜 4 4 が設けられている。絶縁膜 4 4 は、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 の間の短絡と、誘起部材 3 0 の隣接する部分間の短絡を防止する働きをする。

【 0 0 2 2 】

形状記憶部材 2 0 は第一の端 2 2 と第二の端 2 4 を有しており、誘起部材 3 0 は、形状記憶部材 2 0 の第一の端 2 2 の側に位置する第一の端 3 2 と、形状記憶部材 2 0 の第二の端 2 4 の側に位置する第二の端 3 4 を有している。

【 0 0 2 3 】

誘起部材 3 0 の第一の端 3 2 は、配線 6 2 を介して制御部 5 0 に電氣的に接続されており、誘起部材 3 0 の第二の端 3 4 は、配線 6 4 を介して制御部 5 0 に電氣的に接続されている。

10

【 0 0 2 4 】

制御部 5 0 は、一つの電源 5 2 と一つのスイッチ 5 4 を含んでいる。電源 5 2 とスイッチ 5 4 は直列に接続されている。すなわち、電源 5 2 の一端はスイッチ 5 4 の一端と接続されており、電源 5 2 の他端は配線 6 2 と接続されており、スイッチ 5 4 の他端は配線 6 4 と接続されている。制御部 5 0 は、スイッチ 5 4 のオンすなわち閉じ動作に応じて、誘起部材 3 0 に電流を供給し、また、スイッチ 5 4 のオフすなわち開き動作に応じて、誘起部材 3 0 に対する電流の供給を停止する。誘起部材 3 0 は、電流の供給に応じて熱を発する。

20

【 0 0 2 5 】

硬度可変アクチュエータ 1 0 はさらに、形状記憶部材 2 0 を冷却する冷却機構 7 0 を備えている。ここで、冷却とは、少なくとも、対象物の放熱を促進すること、言い換えれば、対象物の放熱作用を高めることを意味している。

【 0 0 2 6 】

冷却機構 7 0 は、形状記憶部材 2 0 の放熱を促進する熱伝達媒体 7 2 を有している。熱伝達媒体 7 2 は、必ずしも形状記憶部材 2 0 の全体の放熱を促進する必要はなく、形状記憶部材 2 0 の少なくとも一部分、たとえば、誘起部材 3 0 に対応する部分の放熱を促進すればよい。ここで、誘起部材 3 0 に対応する部分とは、誘起部材 3 0 によって加熱される部分を意味している。

30

【 0 0 2 7 】

熱伝達媒体 7 2 は、形状記憶部材 2 0 と同様に、外力に従って容易に変形し得る。熱伝達媒体 7 2 は、たとえば、第一の相にあるときの形状記憶部材 2 0 と同等の弾性係数を有している。

【 0 0 2 8 】

熱伝達媒体 7 2 は、誘起部材 3 0 の外側周囲に配置されており、形状記憶部材 2 0 の長手軸に沿って延在している。つまり、熱伝達媒体 7 2 は中空形状たとえば円筒形状を有しており、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 は熱伝達媒体 7 2 の内側空間内に配置されている。このような構成のおかげで、硬度可変アクチュエータ 1 0 は非常にコンパクトな構造体となっている。このような構造体は、径方向のサイズダウンに有利である。

40

【 0 0 2 9 】

熱伝達媒体 7 2 は、形状記憶部材 2 0 よりも高い熱伝導率を有している。たとえば、誘起部材 3 0 は、形状記憶部材 2 0 よりも高い熱伝導率を有しており、熱伝達媒体 7 2 は、誘起部材 3 0 よりも高い熱伝導率を有している。

【 0 0 3 0 】

上述された硬度可変アクチュエータ 1 0 は、形状記憶部材 2 0 の両端が何ら拘束されることなく、可撓性部材に装着される。たとえば、硬度可変アクチュエータ 1 0 は、形状記憶部材 2 0 の一端または両端が自由端であるように、可撓性部材の限られた空間内に少ないすき間をもって配置される。

【 0 0 3 1 】

50

ここにおいて、限られた空間とは、硬度可変アクチュエータ 10 をちょうど収容し得る空間を意味している。したがって、硬度可変アクチュエータ 10 と可撓性部材の一方の変形は、わずかであっても、他方に接触して外力を与え得る。

【0032】

たとえば、可撓性部材は、硬度可変アクチュエータ 10 の外径よりもわずかに大きい内径をもつチューブであり、このチューブの内部に硬度可変アクチュエータ 10 が配置されてよい。これに限らず、可撓性部材は、硬度可変アクチュエータ 10 よりもわずかに大きい空間を有してさえいればよい。

【0033】

形状記憶部材 20 が第一の相にあるとき、硬度可変アクチュエータ 10 は、比較的低い硬度を可撓性部材に提供し、可撓性部材に作用する外力すなわち形状記憶部材 20 を変形させ得る力に従って容易に変形する。

【0034】

また、形状記憶部材 20 が第二の相にあるとき、硬度可変アクチュエータ 10 は、比較的高い硬度を可撓性部材に提供し、可撓性部材に作用する外力すなわち形状記憶部材 20 を変形させ得る力に抗して記憶形状に戻る傾向を示す。

【0035】

たとえば制御部 50 によって形状記憶部材 20 の相が第一の相と第二の相の間で切り換えられることによって、可撓性部材の硬度が切り換えられる。

【0036】

硬度の切り換えに加えて、可撓性部材に外力が作用している状況下においては、硬度可変アクチュエータ 10 は、可撓性部材の形状を切り換える双方向アクチュエータとしても機能する。また、可撓性部材に外力が作用しておらず、形状記憶部材 20 の相が第二の相に切り換えられる前の第一の相において可撓性部材が変形されている状況下においては、可撓性部材の形状を元に戻す単方向アクチュエータとしても機能する。

【0037】

図 2 は、硬度可変アクチュエータ 10 の形状記憶部材 20 における温度変化に対する硬度変化を示しているグラフである。図 2 において、A s 点は、加熱時にマルテンサイト相からオーステナイト相に相が移り変わり始める温度を示し、A f 点は、加熱時にオーステナイト相に相が移り終わる温度を示し、M s 点は、冷却時にオーステナイト相からマルテンサイト相に相が移り変わり始める温度を示し、M f 点は、冷却時にマルテンサイト相に相が移り終わる温度を示している。A s 点から A f 点に移り変わる間と、M s 点から M f 点に移り変わる間では、マルテンサイト相とオーステナイト相が混在している。図 2 から分かるように、加熱時の硬度変化の軌跡は、冷却時の硬度変化の軌跡と相違している。すなわち、形状記憶部材 20 の温度変化に対する硬度変化はヒステリシスを有している。

【0038】

図 3 は、オーステナイト相 A f からマルテンサイト相 M f へと相が移り変わる間の時間経過に対する硬度可変アクチュエータ 10 の形状記憶部材 20 の温度と硬度の変化を示している。図 3 には、本実施形態の硬度可変アクチュエータ 10 すなわち冷却機構を有している硬度可変アクチュエータ 10 における形状記憶部材 20 の温度と硬度の変化が実線で示されている。図 3 にはまた、比較例として、冷却機構を有していない硬度可変アクチュエータにおける形状記憶部材の温度と硬度の変化が破線で示されている。

【0039】

図 3 から示されるように、冷却機構なしの比較例の硬度可変アクチュエータの形状記憶部材は、時刻 t_2 においてマルテンサイト相 M f へと相が移り変わっているのに対して、冷却機構ありの本実施形態の硬度可変アクチュエータ 10 の形状記憶部材 20 は、時刻 t_1 ($< t_2$) においてマルテンサイト相 M f へと相が移り変わっている。つまり、冷却機構ありの本実施形態の硬度可変アクチュエータ 10 の形状記憶部材 20 は、冷却機構なしの比較例の硬度可変アクチュエータの形状記憶部材よりも短時間の間にマルテンサイト相 M f へと相が移り変わっている。

【 0 0 4 0 】

したがって、冷却機構ありの本実施形態の硬度可変アクチュエータ 1 0 の形状記憶部材 2 0 の方が、冷却機構なしの比較例の硬度可変アクチュエータの形状記憶部材よりも短時間の間に硬質状態から軟質状態に変化している。つまり、冷却機構ありの本実施形態の硬度可変アクチュエータ 1 0 の方が、冷却機構なしの比較例の硬度可変アクチュエータよりも、硬質状態から軟質状態に移り変わるまでの時間が短い。

【 0 0 4 1 】

すなわち、冷却機構ありの本実施形態の硬度可変アクチュエータ 1 0 は、冷却機構なしの比較例の硬度可変アクチュエータの形状記憶部材と比較して、硬質状態から軟質状態への切り替えの応答性が向上されている。

10

【 0 0 4 2 】

[第二実施形態]

図 4 ないし図 7 は、第二実施形態による硬度可変アクチュエータを示している。図中、図 1 に図示されている部材と同一の参照符号で指示されている部材は同様の部材であり、その詳しい説明は省略する。また、第二実施形態以降の図においては、図の簡潔さのため、制御部 5 0 と配線 6 2 , 6 4 と絶縁膜 4 2 , 4 4 の図示は省略されている。以下、相違部分に重点をおいて説明する。つまり、以下の説明において触れられない部分は、第一実施形態と同様である。

【 0 0 4 3 】

図 4 は、熱伝達媒体 7 2 A が非変形状態にある硬度可変アクチュエータ 1 0 A を示している。図 5 は、図 4 の F 5 - F 5 線に沿った硬度可変アクチュエータ 1 0 A の断面を示している。図 6 は、熱伝達媒体 7 2 A が変形状態にある硬度可変アクチュエータ 1 0 A を示している。図 7 は、図 6 の F 7 - F 7 線に沿った硬度可変アクチュエータ 1 0 A の断面を示している。

20

【 0 0 4 4 】

本実施形態の硬度可変アクチュエータ 1 0 A は、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 に加えて、形状記憶部材 2 0 を冷却する冷却機構 7 0 A を備えている。

【 0 0 4 5 】

冷却機構 7 0 A は、形状記憶部材 2 0 の放熱を促進する熱伝達媒体 7 2 A を有している。熱伝達媒体 7 2 A は、誘起部材 3 0 の外側周囲に配置されており、形状記憶部材 2 0 の長手軸に沿って延在している。つまり、熱伝達媒体 7 2 A は中空形状、たとえば両端がすばまった円筒形状を有しており、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 は熱伝達媒体 7 2 A の内側空間内に配置されている。

30

【 0 0 4 6 】

熱伝達媒体 7 2 A は、形状記憶部材 2 0 よりも高い熱伝導率を有している。たとえば、誘起部材 3 0 は、形状記憶部材 2 0 よりも高い熱伝導率を有しており、熱伝達媒体 7 2 A は、誘起部材 3 0 よりも高い熱伝導率を有している。

【 0 0 4 7 】

熱伝達媒体 7 2 A は、弾性を有しており、機械的な力が加えられたときに容易に変形し、その力が除かれたときには元の形に戻る。熱伝達媒体 7 2 A は、長手軸に沿って熱伝達媒体 7 2 A を引き伸ばすような機械的な力が加えられたとき、長手軸に沿って伸びるとともに径が小さくなる。熱伝達媒体 7 2 A は、容易に変形するように、たとえばメッシュ状に形作られている。

40

【 0 0 4 8 】

冷却機構 7 0 A はさらに、熱伝達媒体 7 2 A の第一の端 7 2 A a を固定している固定部材 7 4 A と、熱伝達媒体 7 2 A の長手軸に沿った機械的な力を発生する力発生装置 7 6 A と、力発生装置 7 6 A によって発生された機械的な力を熱伝達媒体 7 2 A に伝達する力伝達部材 7 8 A を有している。力伝達部材 7 8 A は、熱伝達媒体 7 2 A の第二の端 7 2 A b に機械的に固定されており、力発生装置 7 6 A によって熱伝達媒体 7 2 A の長手軸に沿って移動される。力伝達部材 7 8 A は、たとえばワイヤで構成されてよい。

50

【 0 0 4 9 】

熱伝達媒体 7 2 A が非変形状態にあるとき、図 4 と図 5 に示されるように、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 の間にはすき間があり、また、誘起部材 3 0 と熱伝達媒体 7 2 A の間にはすき間がある。

【 0 0 5 0 】

力発生装置 7 6 A によって熱伝達媒体 7 2 A の第二の端 7 2 A b が引っ張られると、熱伝達媒体 7 2 A は引き伸ばされるとともに径が小さくなる。これにより、熱伝達媒体 7 2 A は誘起部材 3 0 に接触し、さらに熱伝達媒体 7 2 A の小径化は誘起部材 3 0 の径を小さくさせ、今度は誘起部材 3 0 が形状記憶部材 2 0 に接触する。その結果、図 6 と図 7 に示されるように、誘起部材 3 0 と熱伝達媒体 7 2 A の間のすき間も、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 の間のすき間もなくなる。

10

【 0 0 5 1 】

反対に、熱伝達媒体 7 2 A の第二の端 7 2 A b を引っ張る力が除かれると、熱伝達媒体 7 2 A は、その復元力によって縮むとともに径が大きくなり、元の形状に戻る。その結果、図 4 と図 5 に示されるように、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 の間にすき間ができ、さらに、誘起部材 3 0 と熱伝達媒体 7 2 A の間にもすき間ができる。

【 0 0 5 2 】

このように、冷却機構 7 0 A は、熱伝達媒体 7 2 A に機械的な力を加えて熱伝達媒体 7 2 A を変形させることによって、より具体的には、力伝達部材 7 8 A を介して熱伝達媒体 7 2 A を引っ張って熱伝達媒体 7 2 A を引き伸ばし、熱伝達媒体 7 2 A の径を変化させることによって、誘起部材 3 0 に対する熱伝達媒体 7 2 A の接触 / 非接触の切り替えをおこなう。

20

【 0 0 5 3 】

形状記憶部材 2 0 の放熱の効率は、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 と熱伝達媒体 7 2 A が互いに機械的に離れている状態よりも、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 と熱伝達媒体 7 2 A が互いに機械的に接触している状態の方が高い。つまり、冷却機構 7 0 A によって誘起部材 3 0 に対する熱伝達媒体 7 2 A の接触 / 非接触が切り替えられることによって、形状記憶部材 2 0 の放熱の効率が切り替えられる。

【 0 0 5 4 】

硬度可変アクチュエータ 1 0 A の硬質状態から軟質状態への切り替えの際、冷却機構 7 0 A によって熱伝達媒体 7 2 A が誘起部材 3 0 に接触させられることによって、軟質状態に移り変わるまでの時間が短縮される。

30

【 0 0 5 5 】

本実施形態は、誘起部材 3 0 が形状記憶部材 2 0 の外側周囲に配置されているため、冷却機構 7 0 A によって熱伝達媒体 7 2 A が誘起部材 3 0 に接触させられる構成であるが、熱伝達媒体 7 2 A が形状記憶部材 2 0 に接触させられる構成とされてもよい。そのような構成は、たとえば、形状記憶部材 2 0 が中空状に形作られ、形状記憶部材 2 0 の内側空間内に誘起部材 3 0 が配置された構成とすることによって得られる。

【 0 0 5 6 】

[第三実施形態]

図 8 ないし図 1 1 は、第三実施形態による硬度可変アクチュエータを示している。図中、図 1 に図示されている部材と同一の参照符号で指示されている部材は同様の部材であり、その詳しい説明は省略する。以下、相違部分に重点をおいて説明する。つまり、以下の説明において触れられない部分は、第一実施形態と同様である。

40

【 0 0 5 7 】

図 8 は、熱伝達媒体 7 2 B が誘起部材から退避された状態にある硬度可変アクチュエータ 1 0 B を示している。図 9 は、図 8 の F 9 - F 9 線に沿った硬度可変アクチュエータ 1 0 B の断面を示している。図 1 0 は、熱伝達媒体 7 2 B が誘起部材を被覆した状態にある硬度可変アクチュエータ 1 0 B を示している。図 1 1 は、図 1 0 の F 1 1 - F 1 1 線に沿った硬度可変アクチュエータ 1 0 B の断面を示している。

50

【 0 0 5 8 】

本実施形態の硬度可変アクチュエータ 1 0 B は、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 に加えて、形状記憶部材 2 0 を冷却する冷却機構 7 0 B を備えている。

【 0 0 5 9 】

冷却機構 7 0 B は、形状記憶部材 2 0 の放熱を促進する熱伝達媒体 7 2 B を有している。熱伝達媒体 7 2 B は、折り返された中空形状たとえば円筒形状を有しており、形状記憶部材 2 0 の長手軸に沿って延在している。熱伝達媒体 7 2 B の内径は、誘起部材 3 0 の外径よりもいくらか小さく設定されている。

【 0 0 6 0 】

熱伝達媒体 7 2 B は、形状記憶部材 2 0 よりも高い熱伝導率を有している。たとえば、誘起部材 3 0 は、形状記憶部材 2 0 よりも高い熱伝導率を有しており、熱伝達媒体 7 2 B は、誘起部材 3 0 よりも高い熱伝導率を有している。

10

【 0 0 6 1 】

熱伝達媒体 7 2 B は、柔軟性があり、機械的な力が加えられたときに容易に変形する。熱伝達媒体 7 2 B は、長手軸に沿って機械的な力が加えられたとき、折り返し部 7 2 B c が長手軸に沿って移動する。

【 0 0 6 2 】

冷却機構 7 0 B はさらに、熱伝達媒体 7 2 B の第一の端 7 2 B a を固定している固定部材 7 4 B と、熱伝達媒体 7 2 B の長手軸に沿った機械的な力を発生する力発生装置 7 6 B と、力発生装置 7 6 B によって発生された機械的な力を熱伝達媒体 7 2 B に伝達する力伝達部材 7 8 B を有している。力伝達部材 7 8 B は、熱伝達媒体 7 2 B の第二の端 7 2 B b に機械的に固定されており、力発生装置 7 6 B によって熱伝達媒体 7 2 B の長手軸に沿って移動される。

20

【 0 0 6 3 】

熱伝達媒体 7 2 B が誘起部材 3 0 から退避された状態にあるとき、図 8 と図 9 に示されるように、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 の間にはすき間があり、また、誘起部材 3 0 と熱伝達媒体 7 2 B の間にはすき間がある。

【 0 0 6 4 】

力発生装置 7 6 B によって熱伝達媒体 7 2 B の第二の端 7 2 B b が押し出される（すなわち誘起部材 3 0 に近づく方に移動される）と、熱伝達媒体 7 2 B の折り返し部 7 2 B c は、最初に誘起部材 3 0 に当接した後、誘起部材 3 0 を乗り越えて移動する。これにより、熱伝達媒体 7 2 B は誘起部材 3 0 に接触し、また誘起部材 3 0 は、径が小さくなり、形状記憶部材 2 0 に接触する。その結果、図 1 0 と図 1 1 に示されるように、誘起部材 3 0 と熱伝達媒体 7 2 B の間のすき間も、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 の間のすき間もなくなる。

30

【 0 0 6 5 】

反対に、力発生装置 7 6 B によって熱伝達媒体 7 2 B の第二の端 7 2 B b が引き戻される（すなわち誘起部材 3 0 から離れる方に移動される）と、熱伝達媒体 7 2 B の折り返し部 7 2 B c は、誘起部材 3 0 上を移動し、最後には誘起部材 3 0 から離れる。その結果、図 8 と図 9 に示されるように、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 の間にすき間ができ、さらに、誘起部材 3 0 と熱伝達媒体 7 2 B の間にもすき間ができる。

40

【 0 0 6 6 】

このように、冷却機構 7 0 B は、熱伝達媒体 7 2 B に機械的な力を加えて熱伝達媒体 7 2 B を変形させることによって、より具体的には、力伝達部材 7 8 B を介して熱伝達媒体 7 2 B を形状記憶部材 2 0 の長手軸に沿って移動させることによって、誘起部材 3 0 に対する熱伝達媒体 7 2 B の接触 / 非接触の切り替えをおこなう。

【 0 0 6 7 】

形状記憶部材 2 0 の放熱の効率は、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 と熱伝達媒体 7 2 B が互いに機械的に離れている状態よりも、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 と熱伝達媒体 7 2 B が互いに機械的に接触している状態の方が高い。つまり、冷却機構 7 0 B によ

50

て誘起部材 30 に対する熱伝達媒体 72B の接触 / 非接触が切り替えられることによって、形状記憶部材 20 の放熱の効率が切り替えられる。

【0068】

硬度可変アクチュエータ 10B の硬質状態から軟質状態への切り替えの際、冷却機構 70B によって熱伝達媒体 72B が誘起部材 30 に接触させられることによって、軟質状態に移り変わるまでの時間が短縮される。

【0069】

本実施形態は、誘起部材 30 が形状記憶部材 20 の外側周囲に配置されているため、冷却機構 70B によって熱伝達媒体 72B が誘起部材 30 に接触させられる構成であるが、第二実施形態と同様に、熱伝達媒体 72B が形状記憶部材 20 に接触させられる構成とされてもよい。

【0070】

〔第四実施形態〕

図 12 と図 13 は、第四実施形態による硬度可変アクチュエータを示している。図中、図 1 に図示されている部材と同一の参照符号で指示されている部材は同様の部材であり、その詳しい説明は省略する。また、第四実施形態以降の図においては、図の簡潔さのため、制御部 50 と配線 62, 64 と絶縁膜 42, 44 の図示は省略されている。以下、相違部分に重点をおいて説明する。つまり、以下の説明において触れられない部分は、第一実施形態と同様である。

【0071】

図 12 は、熱伝達媒体 72C が第一の相の状態にある硬度可変アクチュエータ 10C を示している。図 13 は、熱伝達媒体 72C が第二の相の状態にある硬度可変アクチュエータ 10C を示している。

【0072】

本実施形態の硬度可変アクチュエータ 10C は、形状記憶部材 20 と誘起部材 30 に加えて、形状記憶部材 20 を冷却する冷却機構 70C を備えている。

【0073】

冷却機構 70C は、形状記憶部材 20 の放熱を促進する熱伝達媒体 72C を有している。熱伝達媒体 72C は、誘起部材 30 の外側周囲に配置されており、形状記憶部材 20 の長手軸に沿って延在している。つまり、熱伝達媒体 72C は中空形状たとえば円筒形状を有しており、形状記憶部材 20 と誘起部材 30 は熱伝達媒体 72C の内側空間内に配置されている。

【0074】

熱伝達媒体 72C は、形状記憶部材 20 よりも高い熱伝導率を有している。たとえば、誘起部材 30 は、形状記憶部材 20 よりも高い熱伝導率を有しており、熱伝達媒体 72C は、誘起部材 30 よりも高い熱伝導率を有している。

【0075】

熱伝達媒体 72C は、温度変化に応じて変形する形状記憶材料たとえば形状記憶合金で作られている。熱伝達媒体 72C は、変態温度よりも低い第一の相の状態にあるときは、図 12 に示されるように、径が大きい形状を記憶しており、変態温度よりも高い第二の相の状態にあるときは、図 13 に示されるように、径が小さい形状を記憶している。熱伝達媒体 72C の変態温度は、たとえば、形状記憶部材 20 の変態温度よりも低くなるように材料選択がなされている。

【0076】

熱伝達媒体 72C が第一の相の状態にあるとき、図 12 に示されるように、形状記憶部材 20 と誘起部材 30 の間にはすき間があり、また、誘起部材 30 と熱伝達媒体 72C の間にはすき間がある。

【0077】

誘起部材 30 の発熱によって熱伝達媒体 72C の温度が上昇して変態温度を上回ると、熱伝達媒体 72C は、第一の相の状態から第二の相の状態に移り変わり、径が小さくなる

10

20

30

40

50

。これにより、熱伝達媒体 7 2 C は誘起部材 3 0 に接触し、さらに熱伝達媒体 7 2 C の小径化は誘起部材 3 0 の径を小さくさせ、今度は誘起部材 3 0 が形状記憶部材 2 0 に接触する。その結果、図 1 3 に示されるように、誘起部材 3 0 と熱伝達媒体 7 2 C の間のすき間も、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 の間のすき間もなくなる。

【 0 0 7 8 】

反対に、熱伝達媒体 7 2 C の温度が下降して変態温度を下回ると、熱伝達媒体 7 2 C は、第二の相の状態から第一の相の状態に移り変わり、径が大きくなる。その結果、図 1 2 に示されるように、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 の間にすき間ができ、さらに、誘起部材 3 0 と熱伝達媒体 7 2 C の間にもすき間ができる。

【 0 0 7 9 】

このように、熱伝達媒体 7 2 C は、温度変化に応じて誘起部材 3 0 に対する接触 / 非接触の状態が切り替わる。

【 0 0 8 0 】

形状記憶部材 2 0 の放熱の効率は、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 と熱伝達媒体 7 2 C が互いに機械的に離れている状態よりも、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 と熱伝達媒体 7 2 C が互いに機械的に接触している状態の方が高い。つまり、冷却機構 7 0 C によって誘起部材 3 0 に対する熱伝達媒体 7 2 C の接触 / 非接触が切り替えられることによって、形状記憶部材 2 0 の放熱の効率が切り替えられる。

【 0 0 8 1 】

硬度可変アクチュエータ 1 0 C の硬質状態から軟質状態への切り替えの際、熱伝達媒体 7 2 C が誘起部材 3 0 に接触していることによって、軟質状態に移り変わるまでの時間が短縮される。

【 0 0 8 2 】

本実施形態は、誘起部材 3 0 が形状記憶部材 2 0 の外側周囲に配置されているため、冷却機構 7 0 C によって熱伝達媒体 7 2 C が誘起部材 3 0 に接触させられる構成であるが、第二実施形態と同様に、熱伝達媒体 7 2 C が形状記憶部材 2 0 に接触させられる構成とされてもよい。

【 0 0 8 3 】

[第五実施形態]

図 1 4 は、第五実施形態による硬度可変アクチュエータを示している。図中、図 1 に図示されている部材と同一の参照符号で指示されている部材は同様の部材であり、その詳しい説明は省略する。以下、相違部分に重点をおいて説明する。つまり、以下の説明において触れられない部分は、第一実施形態と同様である。

【 0 0 8 4 】

本実施形態の硬度可変アクチュエータ 1 0 D は、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 に加えて、形状記憶部材 2 0 を冷却する冷却機構 7 0 D を備えている。

【 0 0 8 5 】

冷却機構 7 0 D は、形状記憶部材 2 0 の放熱を促進する熱伝達媒体 7 2 D を有している。熱伝達媒体 7 2 D は、誘起部材 3 0 の外側周囲に配置されており、形状記憶部材 2 0 の長手軸に沿って延在している。つまり、熱伝達媒体 7 2 D は中空形状たとえば円筒形状を有しており、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 は熱伝達媒体 7 2 D の内側空間内に配置されている。

【 0 0 8 6 】

熱伝達媒体 7 2 D は、形状記憶部材 2 0 よりも高い熱伝導率を有している。

【 0 0 8 7 】

冷却機構 7 0 D はさらに、流体を供給する流体供給源 8 2 D と、流体供給源 8 2 D と熱伝達媒体 7 2 D の内側空間を流体的に接続している流体経路 8 4 D を有している。流体は、たとえば気体または液体であってよい。流体供給源 8 2 D は、たとえばコンプレッサまたはポンプで構成されてよい。

【 0 0 8 8 】

10

20

30

40

50

流体供給源 8 2 D から供給される流体は、流体経路 8 4 D を通って、熱伝達媒体 7 2 D の内側空間の中に流れ込み、矢印で示されるように、熱伝達媒体 7 2 D の内側空間を通り抜ける。その際、形状記憶部材 2 0 の熱の一部が流体に伝わることにより、形状記憶部材 2 0 は冷却される。流体の熱の一部は、熱伝達媒体 7 2 D に伝わり、熱伝達媒体 7 2 D の熱の一部は、周辺空間に放出される。

【 0 0 8 9 】

このように、冷却機構 7 0 D は、熱伝達媒体 7 2 D の内側空間に流体を供給することによって形状記憶部材 2 0 を冷却する。したがって、形状記憶部材 2 0 の温度は、熱伝達媒体 7 2 D の内側空間に流体が供給されていないときよりも、熱伝達媒体 7 2 D の内側空間に流体が供給されているときの方が、所定温度にまで短時間のうちに低下する。

10

【 0 0 9 0 】

硬度可変アクチュエータ 1 0 D の硬質状態から軟質状態への切り替えの際、冷却機構 7 0 D によって熱伝達媒体 7 2 D の内側空間に流体が供給されることによって、軟質状態に移り変わるまでの時間が短縮される。

【 0 0 9 1 】

[第六実施形態]

図 1 5 は、第六実施形態による硬度可変アクチュエータを示している。図中、図 1 に図示されている部材と同一の参照符号で指示されている部材は同様の部材であり、その詳しい説明は省略する。以下、相違部分に重点をおいて説明する。つまり、以下の説明において触れられない部分は、第一実施形態と同様である。

20

【 0 0 9 2 】

本実施形態の硬度可変アクチュエータ 1 0 E は、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 に加えて、形状記憶部材 2 0 を冷却する冷却機構 7 0 E を備えている。

【 0 0 9 3 】

冷却機構 7 0 E は、形状記憶部材 2 0 の放熱を促進する熱伝達媒体 7 2 E を有している。熱伝達媒体 7 2 E は中空形状たとえば円筒形状を有している。形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 は、熱伝達媒体 7 2 E の外側周囲に配置されている。熱伝達媒体 7 2 E は、形状記憶部材 2 0 の長手軸に沿って延在している。好ましくは、熱伝達媒体 7 2 E は、誘起部材 3 0 に隣接して、たとえば接触して配置されている。

30

【 0 0 9 4 】

熱伝達媒体 7 2 E は、形状記憶部材 2 0 よりも高い熱伝導率を有している。たとえば、誘起部材 3 0 は、形状記憶部材 2 0 よりも高い熱伝導率を有しており、熱伝達媒体 7 2 E は、誘起部材 3 0 よりも高い熱伝導率を有している。

【 0 0 9 5 】

冷却機構 7 0 E はさらに、流体を供給する流体供給源 8 2 E と、流体供給源 8 2 E と熱伝達媒体 7 2 E の内側空間を流体的に接続している流体経路 8 4 E を有している。流体は、たとえば気体または液体であってよい。流体供給源 8 2 E は、たとえばコンプレッサまたはポンプで構成されてよい。

【 0 0 9 6 】

流体供給源 8 2 E から供給される流体は、流体経路 8 4 E を通って、熱伝達媒体 7 2 E の内側空間の中に流れ込み、矢印で示されるように、熱伝達媒体 7 2 E の内側空間を通り抜ける。形状記憶部材 2 0 の熱の一部は熱伝達媒体 7 2 E に伝わり、熱伝達媒体 7 2 E の熱の一部は、周辺空間に放出され、また、熱伝達媒体 7 2 E の熱の別の一部は、流体に伝わる。

40

【 0 0 9 7 】

このように、冷却機構 7 0 E は、熱伝達媒体 7 2 E の内側空間に流体を供給することによって形状記憶部材 2 0 を冷却する。したがって、形状記憶部材 2 0 の温度は、熱伝達媒体 7 2 E の内側空間に流体が供給されていないときよりも、熱伝達媒体 7 2 E の内側空間に流体が供給されているときの方が、所定温度にまで短時間のうちに低下する。

【 0 0 9 8 】

50

硬度可変アクチュエータ１０Ｅの硬質状態から軟質状態への切り替えの際、冷却機構７０Ｅによって熱伝達媒体７２Ｅの内側空間に流体が供給されることによって、軟質状態に移り変わるまでの時間が短縮される。

【００９９】

硬度可変アクチュエータ１０Ｅが内視鏡内に設置される場合、熱伝達媒体７２Ｅは、流体を案内する内視鏡の管路部材たとえば送気管または送水管で構成されてよい。

【０１００】

〔第七実施形態〕

図１６は、第七実施形態による硬度可変アクチュエータを示している。図中、図１に図示されている部材と同一の参照符号で指示されている部材は同様の部材であり、その詳しい説明は省略する。つまり、以下の説明において触れられない部分は、第一実施形態と同様である。

【０１０１】

本実施形態の硬度可変アクチュエータ１０Ｆは、形状記憶部材２０と複数の誘起部材３０に加えて、形状記憶部材２０を冷却する冷却機構７０Ｆを備えている。

【０１０２】

複数の誘起部材３０は、形状記憶部材２０の外側周囲に配置されており、形状記憶部材２０の長手軸に沿って間隔を置いて配置されている。

【０１０３】

冷却機構７０Ｆは、形状記憶部材２０の複数の部分の放熱をそれぞれ促進する複数の熱伝達媒体７２Ａと、複数の熱伝達媒体７２Ａの一端をそれぞれ固定している複数の固定部材７４Ａと、各熱伝達媒体７２Ａの長手軸に沿った機械的な力を発生する複数の力発生装置７６Ａと、各力発生装置７６Ａによって発生された機械的な力を各熱伝達媒体７２Ａに伝達する複数の力伝達部材７８Ａを有している。

【０１０４】

それぞれ互いに対応している一つの熱伝達媒体７２Ａと一つの固定部材７４Ａと一つの力発生装置７６Ａと一つの力伝達部材７８Ａからなる構成は、第二実施形態の冷却機構７０Ａと機能的に同じである。言い換えれば、冷却機構７０Ｆは、各々が第二実施形態の冷却機構７０Ａに等しい複数の冷却機構を備えて構成されており、これら複数の冷却機構は互いに独立して動作し得る。すなわち、冷却機構７０Ｆは、複数の誘起部材３０が配置されている形状記憶部材２０の複数の部分をそれぞれ独立に冷却し得る。

【０１０５】

これにより、各誘起部材３０が配置された形状記憶部材２０の各部分が硬質状態から軟質状態に切り替えられる際に、冷却機構７０Ｆによって各熱伝達媒体７２Ａが各誘起部材３０に独立して接触させられることによって、軟質状態に移り変わるまでの時間が短縮される。

【０１０６】

本実施形態の硬度可変アクチュエータ１０Ｆは、二つの誘起部材３０を有し、冷却機構７０Ｆは、各々が第二実施形態の冷却機構７０Ａに等しい二つの冷却機構を有する構成例であるが、硬度可変アクチュエータ１０Ｆは、三つ以上の誘起部材３０を有し、冷却機構７０Ｆは、各々が第二実施形態の冷却機構７０Ａに等しい誘起部材３０と同数の冷却機構を有して構成されてもよい。

【０１０７】

また、冷却機構７０Ｆは、各々が第二実施形態以外の冷却機構７０，７０Ｂ～７０Ｅに等しい複数の冷却機構を備えて構成されてもよい。

【０１０８】

〔第八実施形態〕

図１７は、第八実施形態による硬度可変アクチュエータを示している。図中、図１に図示されている部材と同一の参照符号で指示されている部材は同様の部材であり、その詳しい説明は省略する。以下、相違部分に重点をおいて説明する。つまり、以下の説明におい

10

20

30

40

50

て触れられない部分は、第一実施形態と同様である。

【0109】

本実施形態の硬度可変アクチュエータ10Gは、第一の相と第二の相の間で相が移り変わり得る中空形状たとえば円筒形状の形状記憶部材20Gと、形状記憶部材20Gの外側周囲に配置された誘起部材30と、形状記憶部材20Gを冷却する冷却機構70Gを備えている。

【0110】

形状記憶部材20Gは、形状の違いを除いては、第一実施形態の形状記憶部材20と同様である。

【0111】

冷却機構70Gは、形状記憶部材20Gの放熱を促進する熱伝達媒体72Gを有している。熱伝達媒体72Gは中空形状たとえば円筒形状を有している。熱伝達媒体72Gは、形状記憶部材20Gの内側空間を貫いて延びている。熱伝達媒体72Gは、形状記憶部材20Gの長手軸に沿って延在している。

【0112】

熱伝達媒体72Gは、形状記憶部材20Gよりも高い熱伝導率を有している。

【0113】

冷却機構70Gはさらに、流体を供給する流体供給源82Gと、流体供給源82Gと熱伝達媒体72Gの内側空間を流体的に接続している流体経路84Gを有している。流体は、たとえば気体または液体であってよい。流体供給源82Gは、たとえばコンプレッサまたはポンプで構成されてよい。

【0114】

流体供給源82Gから供給される流体は、流体経路84Gを通して、熱伝達媒体72Gの内側空間の中に流れ込み、矢印で示されるように、熱伝達媒体72Gの内側空間を通り抜ける。形状記憶部材20Gの熱の一部は熱伝達媒体72Gに伝わり、熱伝達媒体72Gの熱の一部は、周辺空間に放出され、また、熱伝達媒体72Gの熱の別の一部は、流体に伝わる。

【0115】

このように、冷却機構70Gは、熱伝達媒体72Gの内側空間に流体を供給することによって形状記憶部材20Gを冷却する。したがって、形状記憶部材20Gの温度は、熱伝達媒体72Gの内側空間に流体が供給されていないときよりも、熱伝達媒体72Gの内側空間に流体が供給されているときの方が、所定温度にまで短時間のうちに低下する。

【0116】

硬度可変アクチュエータ10Gの硬質状態から軟質状態への切り替えの際、冷却機構70Gによって熱伝達媒体72Gの内側空間に流体が供給されることによって、軟質状態に移り変わるまでの時間が短縮される。

【0117】

[第九実施形態]

図18は、第九実施形態による硬度可変アクチュエータを示している。図中、図1に図示されている部材と同一の参照符号で指示されている部材は同様の部材であり、その詳しい説明は省略する。以下、相違部分に重点をおいて説明する。つまり、以下の説明において触れられない部分は、第一実施形態と同様である。

【0118】

本実施形態の硬度可変アクチュエータ10Hは、第一の相と第二の相の間で相が移り変わり得るワイヤ状の複数の形状記憶部材20Hと、複数の形状記憶部材20Hの外側周囲に配置された誘起部材30と、形状記憶部材20Hを冷却する冷却機構70Hを備えている。

【0119】

複数の形状記憶部材20Hは、たとえば、円周上に配置されている。形状記憶部材20Hの諸特性は、第一実施形態の形状記憶部材20と同様である。

【 0 1 2 0 】

冷却機構 7 0 H は、形状記憶部材 2 0 H の放熱を促進する熱伝達媒体 7 2 H を有している。熱伝達媒体 7 2 H は中空形状たとえば円筒形状を有している。熱伝達媒体 7 2 H は、複数の形状記憶部材 2 0 H の間の空間を貫いて延びている。熱伝達媒体 7 2 H は、形状記憶部材 2 0 H の長手軸に沿って延在している。

【 0 1 2 1 】

熱伝達媒体 7 2 H は、形状記憶部材 2 0 H よりも高い熱伝導率を有している。

【 0 1 2 2 】

冷却機構 7 0 H はさらに、流体を供給する流体供給源 8 2 H と、流体供給源 8 2 H と熱伝達媒体 7 2 H の内側空間を流体的に接続している流体経路 8 4 H を有している。流体は、たとえば気体または液体であってよい。流体供給源 8 2 H は、たとえばコンプレッサまたはポンプで構成されてよい。

10

【 0 1 2 3 】

流体供給源 8 2 H から供給される流体は、流体経路 8 4 H を通って、熱伝達媒体 7 2 H の内側空間の中に流れ込み、矢印で示されるように、熱伝達媒体 7 2 H の内側空間を通り抜ける。形状記憶部材 2 0 H の熱の一部は熱伝達媒体 7 2 H に伝わり、熱伝達媒体 7 2 H の熱の一部は、周辺空間に放出され、また、熱伝達媒体 7 2 H の熱の別の一部は、流体に伝わる。

【 0 1 2 4 】

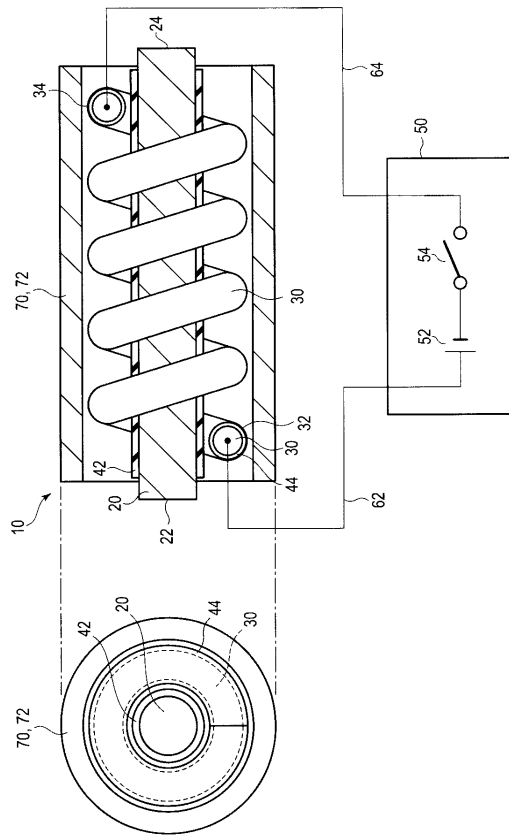
このように、冷却機構 7 0 H は、熱伝達媒体 7 2 H の内側空間に流体を供給することによって形状記憶部材 2 0 H を冷却する。したがって、形状記憶部材 2 0 H の温度は、熱伝達媒体 7 2 H の内側空間に流体が供給されていないときよりも、熱伝達媒体 7 2 H の内側空間に流体が供給されているときの方が、所定温度にまで短時間のうちに低下する。

20

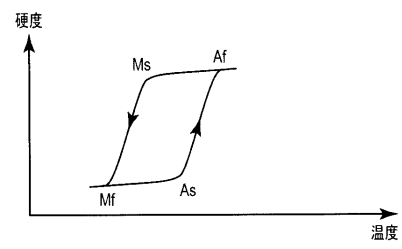
【 0 1 2 5 】

硬度可変アクチュエータ 1 0 H の硬質状態から軟質状態への切り替えの際、冷却機構 7 0 H によって熱伝達媒体 7 2 H の内側空間に流体が供給されることによって、軟質状態に移り変わるまでの時間が短縮される。

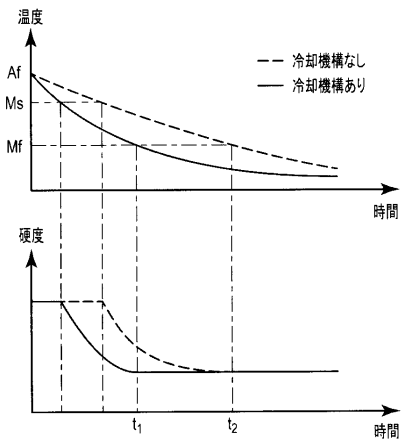
【図 1】



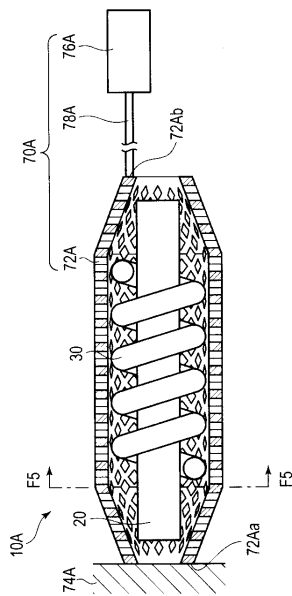
【図 2】



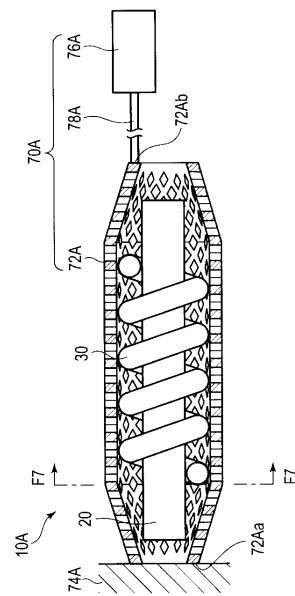
【図 3】



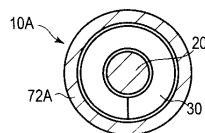
【図 4】



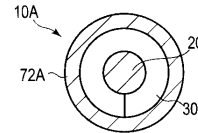
【図 6】



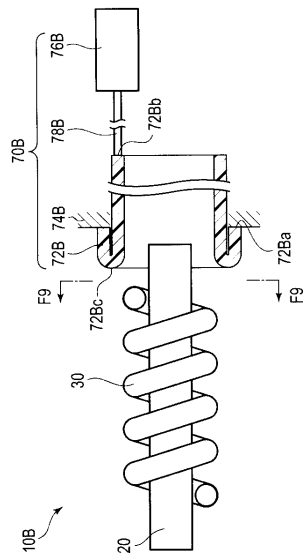
【図 5】



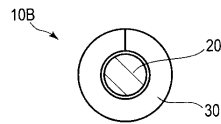
【図 7】



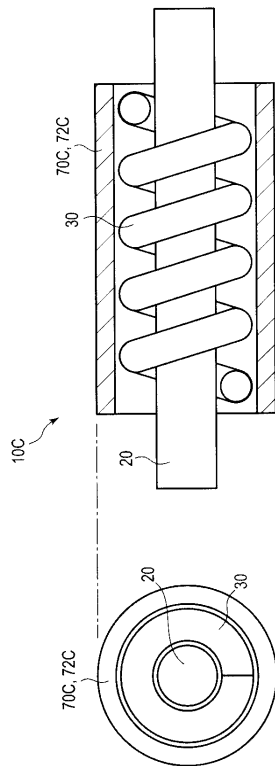
【図 8】



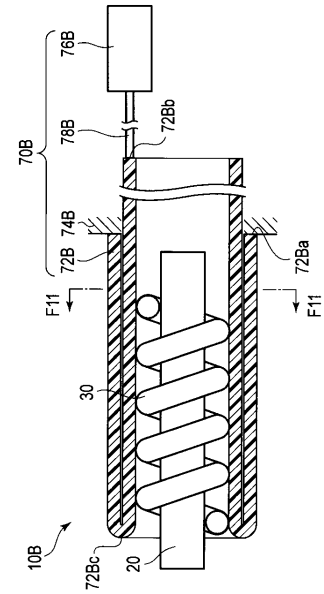
【図 9】



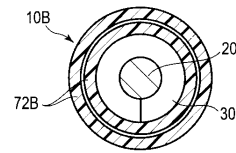
【図 12】



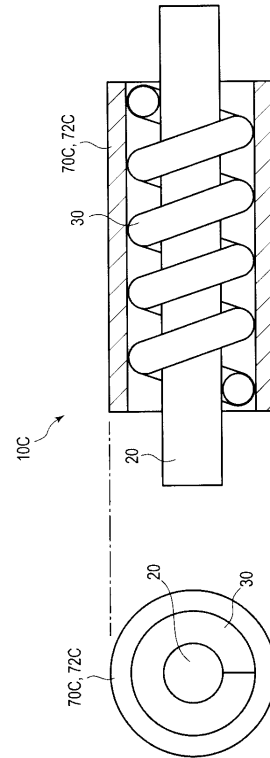
【図 10】



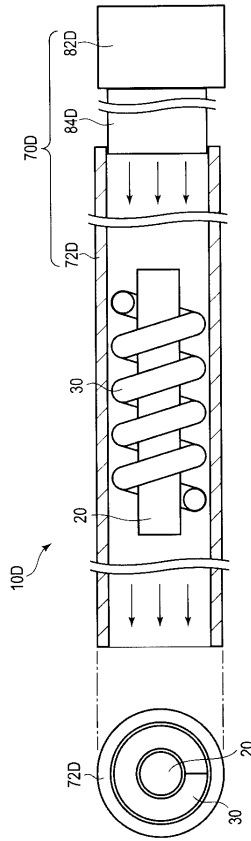
【図 11】



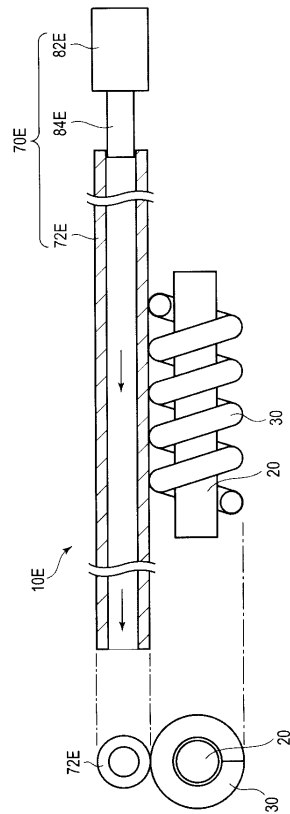
【図 13】



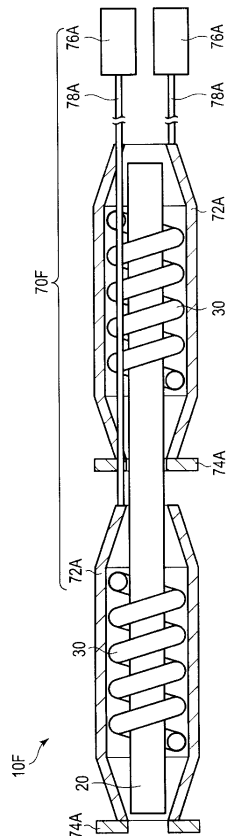
【図 14】



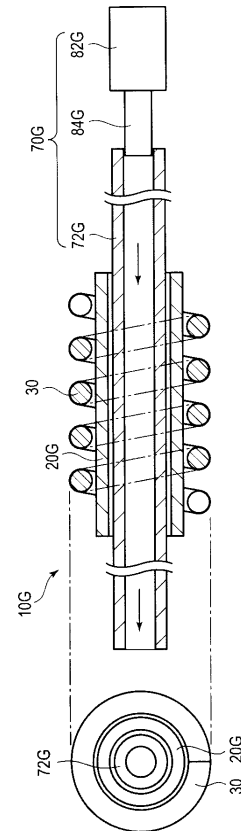
【図 15】



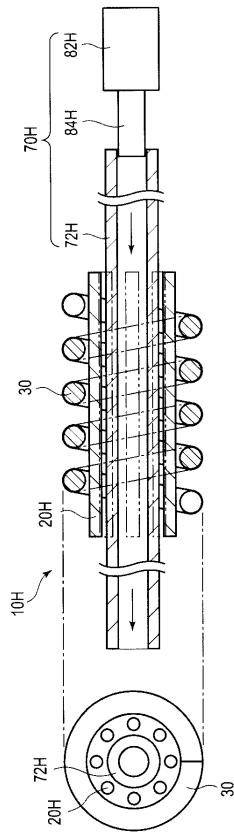
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 雅矢

東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内

審査官 清水 裕勝

(56)参考文献 実開昭58-101601(JP,U)
特開2011-194126(JP,A)
特開平6-292652(JP,A)
特開平7-39586(JP,A)
特開昭61-100392(JP,A)
特開2004-150283(JP,A)
特開2005-46273(JP,A)
特開2011-27003(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B	1/00 - 1/32
G02B	23/24 - 23/26
F03G	7/06

专利名称(译)	可变硬度执行器		
公开(公告)号	JP6574852B2	公开(公告)日	2019-09-11
申请号	JP2017553508	申请日	2015-11-30
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	高橋雅矢		
发明人	高橋 雅矢		
IPC分类号	A61B1/005 G02B23/24		
FI分类号	A61B1/005.512 G02B23/24.A		
代理人(译)	河野直树 井上 正 肯·鹤饲 飯野滋		
其他公开文献	JPWO2017094085A1 JPWO2017094085A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

可变刚度致动器包括：形状记忆构件，其在加热时增加刚度；加热构件，其布置成沿形状记忆构件的纵轴围绕形状记忆构件；以及传热介质，其布置成围绕加热构件沿着加热构件的纵轴的加热构件。加热构件响应于电流的供应而产生热量，从而加热形状记忆构件。传热介质变形以减小传热介质的内径以与加热构件接触，从而冷却加热构件。传热介质变形以增大内径，从而不与加热构件接触。

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特 許 公 報(B2)	(11) 特許番号 特許第6574852号 (P6574852)
(45) 発行日 令和1年9月11日(2019.9.11)	(24) 登録日 令和1年8月23日(2019.8.23)	
(51) Int. Cl. A 6 1 B 1/005 (2006.01) G 0 2 B 23/24 (2006.01)	F 1 A 6 1 B 1/005 5 1 2 G 0 2 B 23/24 A	
請求項の数 7 (全 20 頁)		
(21) 出願番号 特願2017-553508(P2017-553508)	(73) 特許権者 000000376 オリンパス株式会社	最終頁に続く
(98) (22) 出願日 平成27年11月30日(2015.11.30)	東京都八王子市石川町2-9-51番地	
(98) 国際出願番号 PCT/JP2015/083648	(74) 代理人 100108855	
(97) 国際公開番号 WO2017/094085	弁理士 藏田 昌俊	
(97) 国際公開日 平成29年6月8日(2017.6.8)	(74) 代理人 100103034	
審査請求日 平成30年5月15日(2018.5.15)	弁理士 野河 信久	
	(74) 代理人 100153051	
	弁理士 河野 直樹	
	(74) 代理人 100179062	
	弁理士 井上 正	
	(74) 代理人 100189913	
	弁理士 鶴飼 健	
	(74) 代理人 100198565	
	弁理士 飯野 茂	
(54) 【発明の名称】 硬度可変アクチュエータ		