

(19) 日本国特許庁(JP)

再 公 表 特 許(A1)

(11) 国際公開番号

W02017/094085

発行日 平成30年8月30日(2018.8.30)

(43) 国際公開日 平成29年6月8日(2017.6.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/005 (2006.01)	A 6 1 B 1/005 5 1 2	2 H 0 4 0
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	G 0 2 B 23/24 A	4 C 1 6 1

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 25 頁)

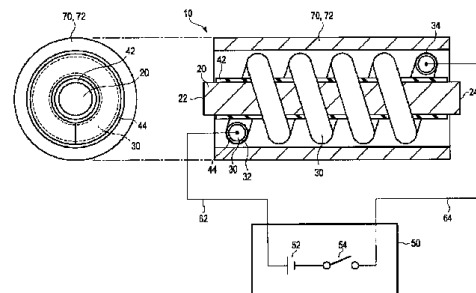
出願番号	特願2017-553508 (P2017-553508)	(71) 出願人	000000376
(21) 国際出願番号	PCT/JP2015/083648		オリンパス株式会社
(22) 国際出願日	平成27年11月30日(2015.11.30)		東京都八王子市石川町2951番地
(81) 指定国	AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US	(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
		(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) 【要約】

硬度可変アクチュエータ(10)は、可撓性部材に装着されて可撓性部材に異なる硬度を提供する機能を有する。硬度可変アクチュエータ(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)と、形状記憶部材(20)を冷却する冷却機構(70)を備えている。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、可撓性部材に低い硬度を提供し、第二の相にあるときは、外力に抗して記憶形状を取る傾向を示す硬質状態を取り、可撓性部材に高い硬度を提供する。冷却機構(70)は、形状記憶部材(20)の少なくとも一部分の放熱を促進する熱伝達媒体(72)を含んでいる。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

可撓性部材に装着され、前記可撓性部材に異なる硬度を提供し得る硬度可変アクチュエータであり、

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を備えており、前記形状記憶部材は、前記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、したがって、前記可撓性部材に比較的低い硬度を提供し、前記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、したがって、前記可撓性部材に比較的高い硬度を提供し、さらに、

前記形状記憶部材に前記第一の相と前記第二の相の間の相の移り変わりを引き起こさせる導電性の誘起部材を備えており、前記形状記憶部材が少なくとも一つの自由端をもつように前記可撓性部材に配される硬度可変アクチュエータにおいて、

前記形状記憶部材を冷却する冷却機構を備えており、前記冷却機構は、前記形状記憶部材の少なくとも一部分の放熱を促進する熱伝達媒体を含んでいることを特徴とす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ことを特徴とする請求項 1 に記載の硬度可変アクチュエータ。

【請求項 3】

前記冷却機構は、前記形状記憶部材と前記誘起部材の少なくとも一方に対する前記熱伝達媒体の接触 / 非接触の切り替えをおこなうことを特徴とする請求項 2 に記載の硬度可変アクチュエータ。

【請求項 4】

前記冷却機構は、前記熱伝達媒体に機械的な力を加えて前記熱伝達媒体を変形させることによって、前記熱伝達媒体の接触 / 非接触の切り替えをおこなうことを特徴とする請求項 3 に記載の硬度可変アクチュエータ。

【請求項 5】

前記誘起部材は、前記形状記憶部材の外側周囲に配置されており、前記熱伝達媒体は、前記誘起部材の外側周囲に配置されており、前記冷却機構は、前記熱伝達媒体に機械的な力を加えて前記熱伝達媒体の径を変化させることによって、前記熱伝達媒体の接触 / 非接触の切り替えをおこなうことを特徴とする請求項 4 に記載の硬度可変アクチュエータ。

【請求項 6】

前記熱伝達媒体は、メッシュ状に形作られていることを特徴とする請求項 5 に記載の硬度可変アクチュエータ。

【請求項 7】

前記冷却機構は、前記熱伝達媒体に機械的な力を加えて前記形状記憶部材の長手軸に沿って前記熱伝達媒体を移動させることによって、前記熱伝達媒体の接触 / 非接触の切り替えをおこなうことを特徴とする請求項 4 に記載の硬度可変アクチュエータ。

【請求項 8】

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誘起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ことを特徴とする請求項 3 に記載の硬度可変アクチュエータ。

【請求項 9】

前記熱伝達媒体は中空形状を有しており、前記形状記憶部材と前記誘起部材は前記熱伝達媒体の内側空間内に配置されており、前記冷却機構は、前記熱伝達媒体の内側空間に流体を供給することによって前記形状記憶部材を冷却することを特徴とする請求項 2 に記載の硬度可変アクチュエータ。

【請求項 10】

前記熱伝達媒体は中空形状を有しており、前記熱伝達媒体は前記誘起部材に近接して配置されており、前記冷却機構は、前記熱伝達媒体の内側空間に流体を供給することによ

10

20

30

40

50

て前記形状記憶部材を冷却することを特徴とする請求項 2 に記載の硬度可変アクチュエータ。

【請求項 1 1】

前記冷却機構は、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含んでおり、前記冷却機構は、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ことを特徴とする請求項 1 に記載の硬度可変アクチュエータ。

【請求項 1 2】

前記熱伝達媒体は中空形状を有しており、前記形状記憶部材と前記誘起部材は、前記熱伝達媒体の外側周囲に配置されており、前記冷却機構は、前記熱伝達媒体の内側空間内に流体を供給することによって前記形状記憶部材を冷却することを特徴とする請求項 2 に記載の硬度可変アクチュエータ。

10

【請求項 1 3】

前記可撓性部材は、内視鏡の挿入部の外装部材であり、前記冷却機構は、流体を案内する前記内視鏡の管路部材を含んでいる請求項 9 , 1 0 , 1 2 のいずれかひとつに記載の硬度可変アクチュエータ。

【請求項 1 4】

前記熱伝達媒体は、前記誘起部材よりも高い熱伝導率を有していることを特徴とする請求項 3 に記載の硬度可変アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0 0 0 1】

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】

【0 0 0 2】

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。

30

【0 0 0 3】

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。

【0 0 0 4】

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。

40

【0 0 0 5】

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。

【0 0 0 6】

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。

50

【 0 0 0 7 】

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 】

【 0 0 0 8 】

【 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

【 発明の概要 】

10

【 0 0 0 9 】

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。

【 0 0 1 0 】

この目的のため、硬度可変アクチュエータは、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を備えている。形状記憶部材は、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、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、したがって、可撓性部材に比較的高い硬度を提供する。硬度可変アクチュエータはさらに、形状記憶部材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を備えている。硬度可変アクチュエータは、形状記憶部材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。硬度可変アクチュエータはさらに、形状記憶部材を冷却する冷却機構を備えている。冷却機構は、形状記憶部材の少なくとも一部分の放熱を促進する熱伝達媒体を含んでいる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 1 】

【 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。

30

【 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。

【 図 5 】 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 F 7 - F 7 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。

40

【 図 9 】 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の断面を示している。

【 図 1 0 】 図 1 0 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 1 1 】 図 1 1 は、図 8 の F 1 1 - F 1 1 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 1 2 】 図 1 2 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 1 3 】 図 1 3 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

50

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 1 4】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 1 5】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 1 6】図 1 6 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 1 7】図 1 7 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 1 8】図 1 8 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。

【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。

【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。

【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

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。

【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。

10

【0021】

誘起部材 30 の周囲には絶縁膜 44 が設けられている。絶縁膜 44 は、形状記憶部材 20 と誘起部材 30 の間の短絡と、誘起部材 30 の隣接する部分間の短絡を防止する働きをする。

【0022】

形状記憶部材 20 は第一の端 22 と第二の端 24 を有しており、誘起部材 30 は、形状記憶部材 20 の第一の端 22 の側に位置する第一の端 32 と、形状記憶部材 20 の第二の端 24 の側に位置する第二の端 34 を有している。

20

【0023】

誘起部材 30 の第一の端 32 は、配線 62 を介して制御部 50 に電氣的に接続されており、誘起部材 30 の第二の端 34 は、配線 64 を介して制御部 50 に電氣的に接続されている。

【0024】

制御部 50 は、一つの電源 52 と一つのスイッチ 54 を含んでいる。電源 52 とスイッチ 54 は直列に接続されている。すなわち、電源 52 の一端はスイッチ 54 の一端と接続されており、電源 52 の他端は配線 62 と接続されており、スイッチ 54 の他端は配線 64 と接続されている。制御部 50 は、スイッチ 54 のオンすなわち閉じ動作に応じて、誘起部材 30 に電流を供給し、また、スイッチ 54 のオフすなわち開き動作に応じて、誘起部材 30 に対する電流の供給を停止する。誘起部材 30 は、電流の供給に応じて熱を発する。

30

【0025】

硬度可変アクチュエータ 10 はさらに、形状記憶部材 20 を冷却する冷却機構 70 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。

【0026】

冷却機構 70 は、形状記憶部材 20 の放熱を促進する熱伝達媒体 72 を有している。熱伝達媒体 72 は、必ずしも形状記憶部材 20 の全体の放熱を促進する必要はなく、形状記憶部材 20 の少なくとも一部分、たとえば、誘起部材 30 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 30 に対応する部分とは、誘起部材 30 によって加熱される部分を意味している。

40

【0027】

熱伝達媒体 72 は、形状記憶部材 20 と同様に、外力に従って容易に変形し得る。熱伝達媒体 72 は、たとえば、第一の相にあるときの形状記憶部材 20 と同等の弾性係数を有している。

【0028】

熱伝達媒体 72 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 72 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 72 の内側空間内に配置されてい

50

る。このような構成のおかげで、硬度可変アクチュエータ 10 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。

【0029】

熱伝達媒体 72 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 72 は、誘起部材 30 よりも高い熱伝導率を有している。

【0030】

上述された硬度可変アクチュエータ 10 は、形状記憶部材 20 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 10 は、形状記憶部材 20 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。

10

【0031】

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。

20

【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。

30

【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一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、As 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、Af 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、Ms 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、Mf 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。As 点から Af 点に移り変わる間と、Ms 点から Mf 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。

40

【0038】

図 3 は、オーステナイト相 Af からマルテンサイト相 Mf 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

50

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。

10

【0040】

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 10 の形状記憶部材 20 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 10 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。

【0041】

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 10 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。

20

【0042】

[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 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。

30

【0043】

図 4 は、熱伝達媒体 72A が非変形状態にある硬度可変アクチュエータ 10A を示している。図 5 は、図 4 の F5 - F5 線に沿った硬度可変アクチュエータ 10A の断面を示している。図 6 は、熱伝達媒体 72A が変形状態にある硬度可変アクチュエータ 10A を示している。図 7 は、図 6 の F7 - F7 線に沿った硬度可変アクチュエータ 10A の断面を示している。

【0044】

本実施形態の硬度可変アクチュエータ 10A 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 70A を備えている。

【0045】

冷却機構 70A は、形状記憶部材 20 の放熱を促進する熱伝達媒体 72A を有している。熱伝達媒体 72A 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 72A 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 20 と誘起部材 30 は熱伝達媒体 72A の内側空間内に配置されている。

40

【0046】

熱伝達媒体 72A 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 72A は、誘起部材 30 よりも高い熱伝導率を有している。

【0047】

50

熱伝達媒体 72A 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 72A は、長手軸に沿って熱伝達媒体 72A 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 72A 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。

【0048】

冷却機構 70A はさらに、熱伝達媒体 72A の第一の端 72Aa を固定している固定部材 74A と、熱伝達媒体 72A の長手軸に沿った機械的な力を発生する力発生装置 76A と、力発生装置 76A によって発生された機械的な力を熱伝達媒体 72A に伝達する力伝達部材 78A を有している。力伝達部材 78A は、熱伝達媒体 72A の第二の端 72Ab に機械的に固定されており、力発生装置 76A によって熱伝達媒体 72A の長手軸に沿って移動される。力伝達部材 78A は、たとえばワイヤで構成されてよい。

10

【0049】

熱伝達媒体 72A 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 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 72A の間にはすき間がある。

【0050】

力発生装置 76A によって熱伝達媒体 72A の第二の端 72Ab が引っ張られると、熱伝達媒体 72A 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 72A は誘起部材 30 に接触し、さらに熱伝達媒体 72A の小径化は誘起部材 30 の径を小さくさせ、今度は誘起部材 30 が形状記憶部材 20 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 30 と熱伝達媒体 72A の間のすき間も、形状記憶部材 20 と誘起部材 30 の間のすき間もなくなる。

20

【0051】

反対に、熱伝達媒体 72A の第二の端 72Ab を引っ張る力が除かれると、熱伝達媒体 72A 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 20 と誘起部材 30 の間にすき間ができ、さらに、誘起部材 30 と熱伝達媒体 72A の間にもすき間ができる。

【0052】

このように、冷却機構 70A は、熱伝達媒体 72A に機械的な力を加えて熱伝達媒体 72A を変形させることによって、より具体的には、力伝達部材 78A を介して熱伝達媒体 72A を引っ張って熱伝達媒体 72A を引き伸ばし、熱伝達媒体 72A の径を変化させることによって、誘起部材 30 に対する熱伝達媒体 72A の接触 / 非接触の切り替えをおこなう。

30

【0053】

形状記憶部材 20 の放熱の効率は、形状記憶部材 20 と誘起部材 30 と熱伝達媒体 72A が互いに機械的に離れている状態よりも、形状記憶部材 20 と誘起部材 30 と熱伝達媒体 72A 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 70A によって誘起部材 30 に対する熱伝達媒体 72A 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。

40

【0054】

硬度可変アクチュエータ 10A の硬質状態から軟質状態への切り替えの際、冷却機構 70A によって熱伝達媒体 72A 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。

【0055】

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 70A によって熱伝達媒体 72A が誘起部材 30 に接触させられる構成であるが、熱伝達媒体 72A 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。そのような構成は、たとえば、形状記憶部材 20 が中空状に形作られ、形状記憶部材 20 の内側空間内に誘起部材 30 が配置された構成とすることによって得られる。

50

【 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。

【 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。

10

【 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。

20

【 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。

【 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。

30

【 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。

40

【 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

50

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。

【 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 6 8 】

硬度可変アクチュエータ 1 0 B 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 B によって熱伝達媒体 7 2 B 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。

【 0 0 6 9 】

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 B によって熱伝達媒体 7 2 B 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 B 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 7 0 】

[第四実施形態]

図 1 2 と図 1 3 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 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 7 1 】

図 1 2 は、熱伝達媒体 7 2 C が第一の相の状態にある硬度可変アクチュエータ 1 0 C を示している。図 1 3 は、熱伝達媒体 7 2 C が第二の相の状態にある硬度可変アクチュエータ 1 0 C を示している。

【 0 0 7 2 】

本実施形態の硬度可変アクチュエータ 1 0 C 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 C を備えている。

【 0 0 7 3 】

冷却機構 7 0 C は、形状記憶部材 2 0 の放熱を促進する熱伝達媒体 7 2 C を有している。熱伝達媒体 7 2 C 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 C 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 C の内側空間内に配置されている。

【 0 0 7 4 】

熱伝達媒体 7 2 C 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 C は、誘起部材 3 0 よりも高い熱伝導率を有している。

【 0 0 7 5 】

熱伝達媒体 7 2 C 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

10

20

30

40

50

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。これにより、熱伝達媒体 72C は誘起部材 30 に接触し、さらに熱伝達媒体 72C の小径化は誘起部材 30 の径を小さくさせ、今度は誘起部材 30 が形状記憶部材 20 に接触する。その結果、図 13 に示されるように、誘起部材 30 と熱伝達媒体 72C の間のすき間も、形状記憶部材 20 と誘起部材 30 の間のすき間もなくなる。

【0078】

反対に、熱伝達媒体 72C の温度が下降して変態温度を下回ると、熱伝達媒体 72C 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 12 に示されるように、形状記憶部材 20 と誘起部材 30 の間にすき間ができ、さらに、誘起部材 30 と熱伝達媒体 72C の間にもすき間ができる。

【0079】

このように、熱伝達媒体 72C は、温度変化に応じて誘起部材 30 に対する接触 / 非接触の状態が切り替わる。

【0080】

形状記憶部材 20 の放熱の効率は、形状記憶部材 20 と誘起部材 30 と熱伝達媒体 72C が互いに機械的に離れている状態よりも、形状記憶部材 20 と誘起部材 30 と熱伝達媒体 72C 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 70C によって誘起部材 30 に対する熱伝達媒体 72C 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。

【0081】

硬度可変アクチュエータ 10C の硬質状態から軟質状態への切り替えの際、熱伝達媒体 72C が誘起部材 30 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。

【0082】

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 70C によって熱伝達媒体 72C 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 72C 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。

【0083】

[第五実施形態]

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。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。

【0084】

本実施形態の硬度可変アクチュエータ 10D 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 70D を備えている。

【0085】

冷却機構 70D は、形状記憶部材 20 の放熱を促進する熱伝達媒体 72D を有している

10

20

30

40

50

。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。

10

【 0 0 8 8 】

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。

20

【 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。

30

【 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。

40

【 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。

50

【 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。

【 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。

10

【 0 0 9 8 】

硬度可変アクチュエータ 1 0 E 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 E によって熱伝達媒体 7 2 E 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 9 】

硬度可変アクチュエータ 1 0 E が内視鏡内に設置される場合、熱伝達媒体 7 2 E 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。

【 0 1 0 0 】

〔 第七実施形態 〕

20

図 1 6 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。

【 0 1 0 1 】

本実施形態の硬度可変アクチュエータ 1 0 F は、形状記憶部材 2 0 と複数の誘起部材 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 F を備えている。

【 0 1 0 2 】

複数の誘起部材 3 0 は、形状記憶部材 2 0 の外側周囲に配置されており、形状記憶部材 2 0 の長手軸に沿って間隔を置いて配置されている。

30

【 0 1 0 3 】

冷却機構 7 0 F は、形状記憶部材 2 0 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 7 2 A と、複数の熱伝達媒体 7 2 A の一端をそれぞれ固定している複数の固定部材 7 4 A と、各熱伝達媒体 7 2 A の長手軸に沿った機械的な力を発生する複数の力発生装置 7 6 A と、各力発生装置 7 6 A によって発生された機械的な力を各熱伝達媒体 7 2 A に伝達する複数の力伝達部材 7 8 A を有している。

【 0 1 0 4 】

それぞれ互いに対応している一つの熱伝達媒体 7 2 A と一つの固定部材 7 4 A と一つの力発生装置 7 6 A と一つの力伝達部材 7 8 A からなる構成は、第二実施形態の冷却機構 7 0 A と機能的に同じである。言い換えれば、冷却機構 7 0 F は、各々が第二実施形態の冷却機構 7 0 A 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 7 0 F は、複数の誘起部材 3 0 が配置されている形状記憶部材 2 0 の複数の部分をそれぞれ独立に冷却し得る。

40

【 0 1 0 5 】

これにより、各誘起部材 3 0 が配置された形状記憶部材 2 0 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 7 0 F によって各熱伝達媒体 7 2 A が各誘起部材 3 0 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。

【 0 1 0 6 】

本実施形態の硬度可変アクチュエータ 1 0 F は、二つの誘起部材 3 0 を有し、冷却機構

50

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]

10

20

30

40

50

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。

【0120】

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

【0121】

熱伝達媒体 72H は、形状記憶部材 20H よりも高い熱伝導率を有している。

【0122】

冷却機構 70H はさらに、流体を供給する流体供給源 82H と、流体供給源 82H と熱伝達媒体 72H の内側空間を流体的に接続している流体経路 84H 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 82H 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。

【0123】

流体供給源 82H から供給される流体は、流体経路 84H を通って、熱伝達媒体 72H 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 72H の内側空間を通り抜ける。形状記憶部材 20H の熱の一部は熱伝達媒体 72H に伝わり、熱伝達媒体 72H の熱の一部は、周辺空間に放出され、また、熱伝達媒体 72H の熱の別の一部は、流体に伝わる。

【0124】

このように、冷却機構 70H は、熱伝達媒体 72H 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 20H を冷却する。したがって、形状記憶部材 20H の温度は、熱伝達媒体 72H 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 72H 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。

【0125】

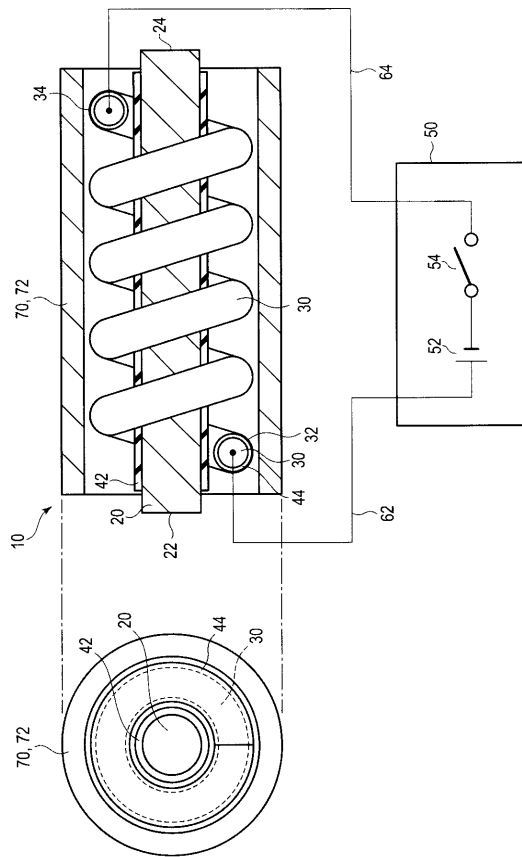
硬度可変アクチュエータ 10H の硬質状態から軟質状態への切り替えの際、冷却機構 70H によって熱伝達媒体 72H の内側空間に流体が供給されることによって、軟質状態に移り変わるまでの時間が短縮される。

10

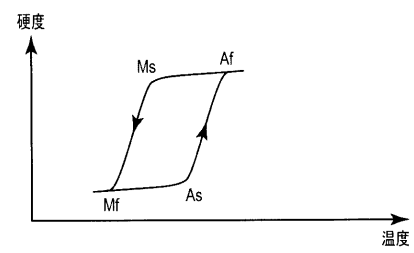
20

30

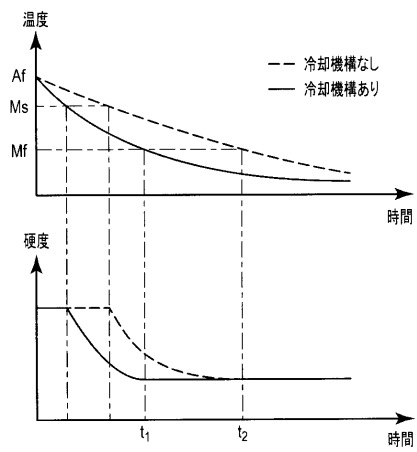
【図 1】



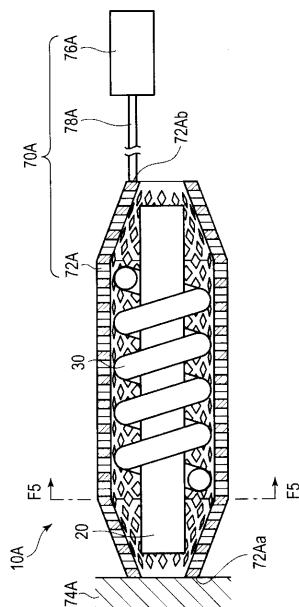
【図 2】



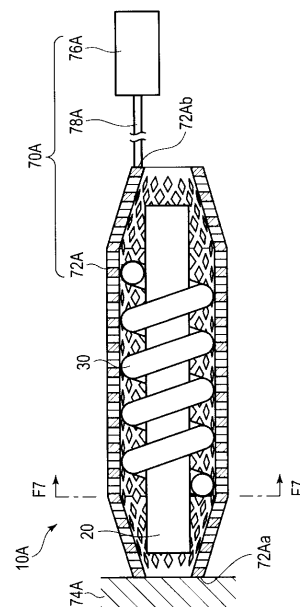
【図 3】



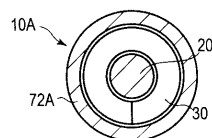
【図 4】



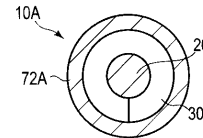
【図 6】



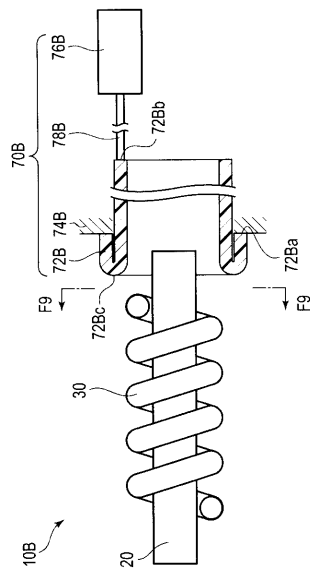
【図 5】



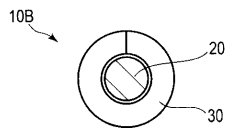
【図 7】



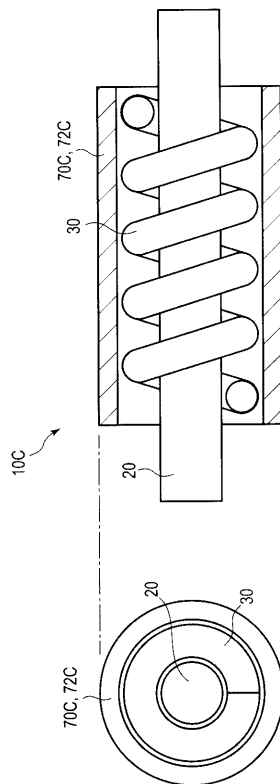
【図 8】



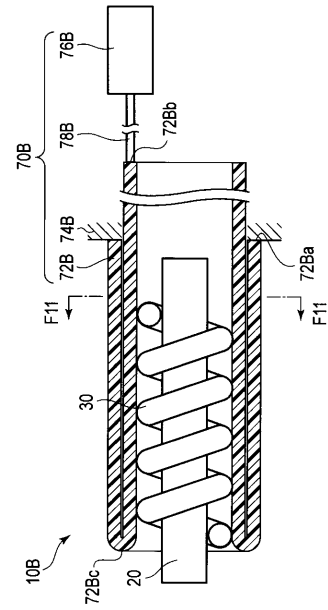
【図 9】



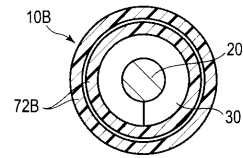
【図 12】



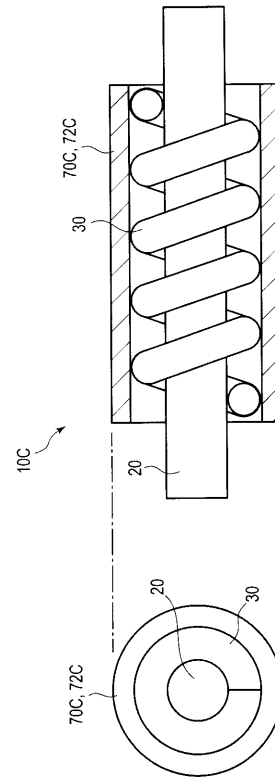
【図 10】



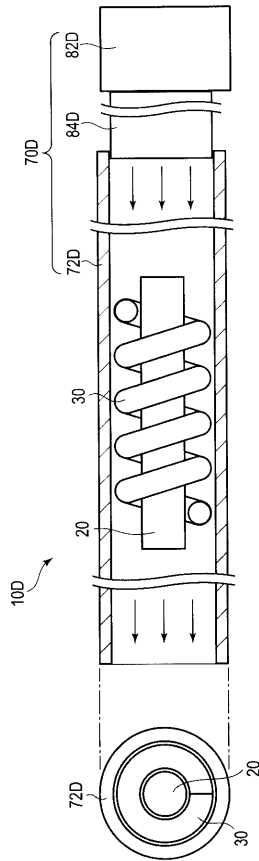
【図 11】



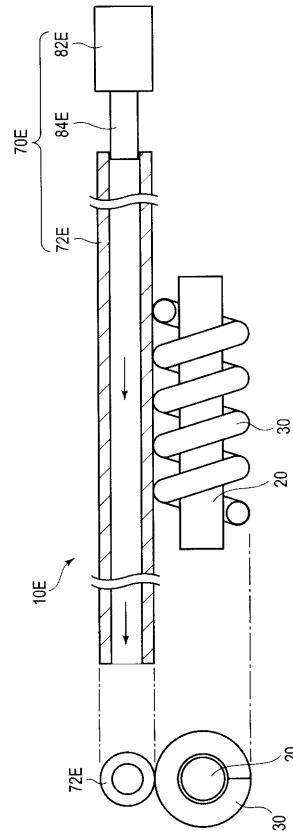
【図 13】



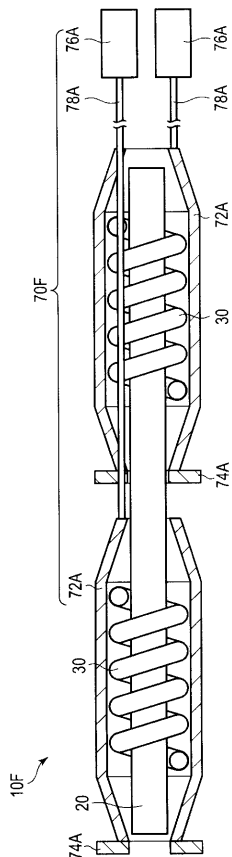
【図 14】



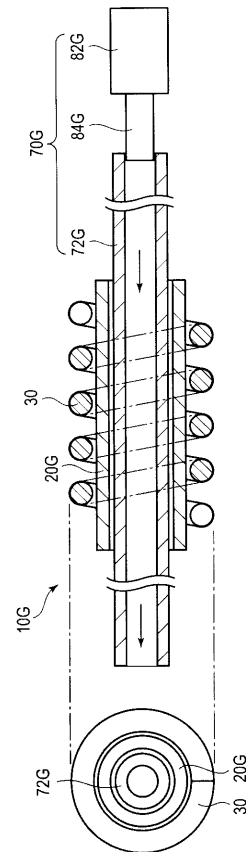
【図 15】



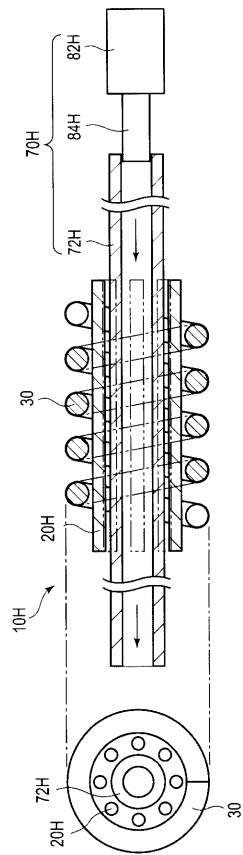
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/083648

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B1/00(2006.01)i, F03G7/06(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B1/00-1/32, F03G7/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 195770/1981(Laid-open No. 101601/1983) (Machida Endoscope Co., Ltd.), 11 July 1983 (11.07.1983), claim 1; page 3, line 1 to page 4, line 8; fig. 1 (Family: none)	1-4, 7, 9-14
Y	JP 2011-194126 A (Fujifilm Corp.), 06 October 2011 (06.10.2011), claim 7; paragraphs [0014], [0028] to [0031] & US 2011/0237888 A1 claim 7; paragraphs [0013], [0037] to [0040]	1-4, 7, 9-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" 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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" 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

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" 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
03 February 2016 (03.02.16)Date of mailing of the international search report
16 February 2016 (16.02.16)Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/083648

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6-292652 A (Toshiba Corp.), 21 October 1994 (21.10.1994), paragraphs [0030], [0046]; fig. 1 & US 5482029 A column 12, line 20 to column 14, line 9; fig. 18 to 21	1-4, 7, 9-14
Y	JP 7-39586 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 10 February 1995 (10.02.1995), paragraphs [0002] to [0003], [0022], [0031] to [0033], [0036] to [0037]; fig. 1, 8 to 9 (Family: none)	1-4, 7, 9-14
Y	JP 61-100392 A (Hitachi, Ltd.), 19 May 1986 (19.05.1986), claim 1 (Family: none)	4
A	JP 2004-150283 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 27 May 2004 (27.05.2004), claim 1; fig. 1 (Family: none)	5-6
A	JP 2005-46273 A (Olympus Corp.), 24 February 2005 (24.02.2005), paragraphs [0141] to [0158]; fig. 18 to 21 (Family: none)	1-14

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 8 3 6 4 8	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B1/00(2006.01)i, F03G7/06(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B1/00-1/32, F03G7/06			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2016年 日本国実用新案登録公報 1996-2016年 日本国登録実用新案公報 1994-2016年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
Y	日本国実用新案登録出願 56-195770 号 (日本国実用新案登録出願公開 58-101601 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社町田製作所) 1983.07.11, 請求の範囲 1、第 3 頁第 1 行-第 4 頁第 8 行、図 1 (ファミリーなし)	1-4, 7, 9-14	
Y	JP 2011-194126 A (富士フイルム株式会社) 2011.10.06, 請求項 7、段落 [0014], [0028] - [0031] & US 2011/0237888 A1, claim. 7, pars. [0013], [0037]-[0040]	1-4, 7, 9-14	
☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 03.02.2016		国際調査報告の発送日 16.02.2016	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号		特許庁審査官 (権限のある職員) 田中 洋介 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 8 3 6 4 8
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 6-292652 A (株式会社東芝) 1994.10.21, 段落 [0030], [0046]、 図1 & US 5482029 A, 第12欄第20行-第14欄第9行、図18-21	1-4, 7, 9-14
Y	JP 7-39586 A (オリンパス光学工業株式会社) 1995.02.10, 段落 [0002] - [0003], [0022], [0031] - [0033], [0036] - [0 037]、図1, 8-9 (ファミリーなし)	1-4, 7, 9-14
Y	JP 61-100392 A (株式会社日立製作所) 1986.05.19, 請求項1 (ファミリーな し)	4
A	JP 2004-150283 A (松下電工株式会社) 2004.05.27, 請求項1、図1 (ファミ リーなし)	5-6
A	JP 2005-46273 A (オリンパス株式会社) 2005.02.24, 段落 [0141] - [0 158]、図18-21 (ファミリーなし)	1-14

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 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内

Fターム(参考) 2H040 BA21 DA15

4C161 DD03 FF29 HH32 JJ02 JJ06

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	JPWO2017094085A5	公开(公告)日	2018-10-11
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		
[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		
F-TERM分类号	2H040/BA21 2H040/DA15 4C161/DD03 4C161/FF29 4C161/HH32 4C161/JJ02 4C161/JJ06		
代理人(译)	河野直树 井上 正 肯·鹤饲 饭野滋		
其他公开文献	JPWO2017094085A1 JP6574852B2		

摘要(译)

可变硬度致动器 (10) 具有附接到柔性构件并为柔性构件提供不同硬度的功能。 可变硬度致动器 (10) 包括其相位可在第一相和第二相之间改变的形状记忆构件 (20) 以及在第一相和第二相之间的形状记忆构件 (20) 。 设置有用于引起上述相变的感应构件 (30) 和用于冷却形状记忆构件 (20) 的冷却机构 (70) 。 当处于第一阶段时, 形状记忆构件 (20) 呈现软状态, 其中该形状记忆构件 (20) 可以容易地根据外力而变形, 为挠性构件提供低硬度, 而当处于第二阶段时, 施加外力。 通过采用倾向于呈现记忆形状的坚硬状态, 它提供了具有高硬度的柔性构件。 冷却机构 (70) 包括促进形状记忆构件 (20) 的至少一部分散热的传热介质 (72) 。