

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 6 月 8 日(08.06.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/094085 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 1/00 (2006.01) F03G 7/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/083648
- (22) 国際出願日: 2015 年 11 月 30 日(30.11.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: オリンパス株式会社(OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 高橋 雅矢(TAKAHASHI, Masaya); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外(KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝 3 丁目 2 3 番 1 号 セレスティン芝三井ビルディング 1 1 階 鈴榮特許総合事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

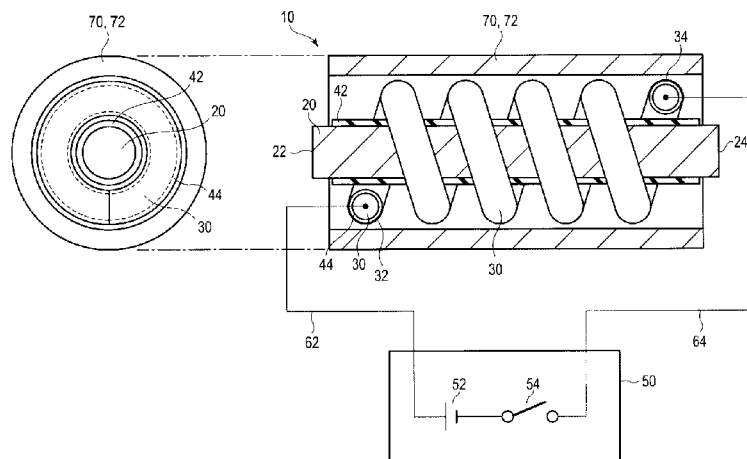
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: HARDNESS-VARIABLE ACTUATOR

(54) 発明の名称: 硬度可変アクチュエータ



(57) Abstract: A hardness-variable actuator (10) is mounted on a flexible member and has the function of providing different hardnesses to the flexible member. The hardness-variable actuator (10) is provided with a shape memory member (20), the phase of which can change between a first phase and a second phase; an inducing member (30) for causing a change of phase between the first phase and the second phase in the shape memory member (20); and a cooling mechanism (70) for cooling the shape memory member (20). When in the first phase, the shape memory member (20) assumes a soft state able to deform readily in accordance with external force and provides low hardness to the flexible member; when in the second phase, the shape memory member (20) assumes a hard state exhibiting a tendency to assume a memorized shape in opposition to external force and provides high hardness to the flexible member. The cooling mechanism (70) includes a heat transfer medium (72) that promotes heat dissipation of at least part of the shape memory member (20).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/094085 A1



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。

明 細 書

発明の名称： 硬度可変アクチュエータ

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。

[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。

[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。

[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

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、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。

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。

[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。

[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 8 の F 11 - F 11 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 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15]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16]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17]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18]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 1 0 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 1 0 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 2 0 と、形状記憶部材 2 0 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 3 0 を備えている。硬度可変アクチュエータ 1 0 は、形状記憶部材 2 0 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 2 0 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 2 0 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。
- [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

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。

[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。

[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生する。

[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。

[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。

[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。

[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、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。

[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。

[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。

[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。

[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] 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 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。

[0049] 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。

[0050] 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。

[0051] 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。

[0052] 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。

[0053] 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 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。

[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。

[0056] [第三実施形態]

図 8 ないし図 11 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。

[0057] 図 8 は、熱伝達媒体 72B 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 10B を示している。図 9 は、図 8 の F9-F9 線に沿った硬度可変アクチュエータ 10B の断面を示している。図 10 は、熱伝達媒体 72B 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 10B を示している。図 11 は、図 10 の F11-F11 線に沿った硬度可変アクチュエータ 10B の断面を示している。

[0058] 本実施形態の硬度可変アクチュエータ 10B 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 70B を備えている。

- [0059] 冷却機構 70B は、形状記憶部材 20 の放熱を促進する熱伝達媒体 72B を有している。熱伝達媒体 72B 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 20 の長手軸に沿って延在している。熱伝達媒体 72B の内径は、誘起部材 30 の外径よりもいくらか小さく設定されている。
- [0060] 熱伝達媒体 72B 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 72B は、誘起部材 30 よりも高い熱伝導率を有している。
- [0061] 熱伝達媒体 72B 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 72B 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 72Bc が長手軸に沿って移動する。
- [0062] 冷却機構 70B はさらに、熱伝達媒体 72B の第一の端 72Ba を固定している固定部材 74B と、熱伝達媒体 72B の長手軸に沿った機械的な力を発生する力発生装置 76B と、力発生装置 76B によって発生された機械的な力を熱伝達媒体 72B に伝達する力伝達部材 78B を有している。力伝達部材 78B は、熱伝達媒体 72B の第二の端 72Bb に機械的に固定されており、力発生装置 76B によって熱伝達媒体 72B の長手軸に沿って移動される。
- [0063] 熱伝達媒体 72B が誘起部材 30 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 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 72B の間にはすき間がある。
- [0064] 力発生装置 76B によって熱伝達媒体 72B の第二の端 72Bb が押し出される（すなわち誘起部材 30 に近づく方に移動される）と、熱伝達媒体 72B の折り返し部 72Bc は、最初に誘起部材 30 に当接した後、誘起部材 30 を乗り越えて移動する。これにより、熱伝達媒体 72B は誘起部材 30 に接触し、また誘起部材 30 は、径が小さくなり、形状記憶部材 20 に接触する。その結果、図 10 と図 11 に示されるように、誘起部材 30 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。

[0065] 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。

[0066] 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。

[0067] 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。

[0068] 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。

[0069] 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。

[0070] [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 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 7 2 C が第一の相の状態にあるとき、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 の間にはすき間があり、また、誘起部材 3 0 と熱伝達媒体 7 2 C の間にはすき間がある。
- [0077] 誘起部材 3 0 の発熱によって熱伝達媒体 7 2 C の温度が上昇して変態温度を上回ると、熱伝達媒体 7 2 C 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 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。
- [0078] 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。
- [0079] 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。
- [0080] 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。
- [0081] 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。
- [0082] 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。

[0083] 〔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。

[0084] 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。

[0085] 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。

[0086] 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。

[0087] 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。

[0088] 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。

[0089] このように、冷却機構 70D は、熱伝達媒体 72D 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 20 を冷却する。したがって、形状記憶部材 20 の温度は、熱伝達媒体 72D 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 72D 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。

[0090] 硬度可変アクチュエータ 10D の硬質状態から軟質状態への切り替えの際、冷却機構 70D によって熱伝達媒体 72D 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。

[0091] [第六実施形態]

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。

[0092] 本実施形態の硬度可変アクチュエータ 10E 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 70E を備えている。

[0093] 冷却機構 70E は、形状記憶部材 20 の放熱を促進する熱伝達媒体 72E を有している。熱伝達媒体 72E 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 20 と誘起部材 30 は、熱伝達媒体 72E の外側周囲に配置されている。熱伝達媒体 72E は、形状記憶部材 20 の長手軸に沿って延在している。好ましくは、熱伝達媒体 72E は、誘起部材 30 に隣接して、たとえば接触して配置されている。

[0094] 熱伝達媒体 72E 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 72E は、誘起部材 30 よりも高い熱伝導率を有している。

[0095] 冷却機構 70E はさらに、流体を供給する流体供給源 82E 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。

[0096] 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。

[0097] 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。

[0098] 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。

[0099] 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。

[0100] [第七実施形態]

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。

[0101] 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。

[0102] 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 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 10 G 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 20 G と、形状記憶部材 20 G の外側周囲に配置された誘起部材 30 と、形状記憶部材 20 G を冷却する冷却機構 70 G を備えている。

[0110] 形状記憶部材 20 G 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 70 G は、形状記憶部材 20 G の放熱を促進する熱伝達媒体 72 G を有している。熱伝達媒体 72 G は中空形状たとえば円筒形状を有している。熱伝達媒体 72 G は、形状記憶部材 20 G の内側空間を貫いて延びている。熱伝達媒体 72 G は、形状記憶部材 20 G の長手軸に沿って延在している。

[0112] 熱伝達媒体 72 G は、形状記憶部材 20 G よりも高い熱伝導率を有している。

[0113] 冷却機構 70 G はさらに、流体を供給する流体供給源 82 G と、流体供給源 82 G と熱伝達媒体 72 G の内側空間を流体的に接続している流体経路 84 G 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 82 G 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 82 G から供給される流体は、流体経路 84 G を通って、熱伝達媒体 72 G 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 72 G の内側空間を通り抜ける。形状記憶部材 20 G の熱の一部は熱伝達媒体 72 G に伝わり、熱伝達媒体 72 G の熱の一部は、周辺空間に放出され、また、熱伝達媒体 72 G の熱の別の一部は、流体に伝わる。

[0115] このように、冷却機構 70 G は、熱伝達媒体 72 G 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 20 G 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。

[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 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。

[0123] 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を通して、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。

[0124] 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。

[0125] 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。

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11] 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。

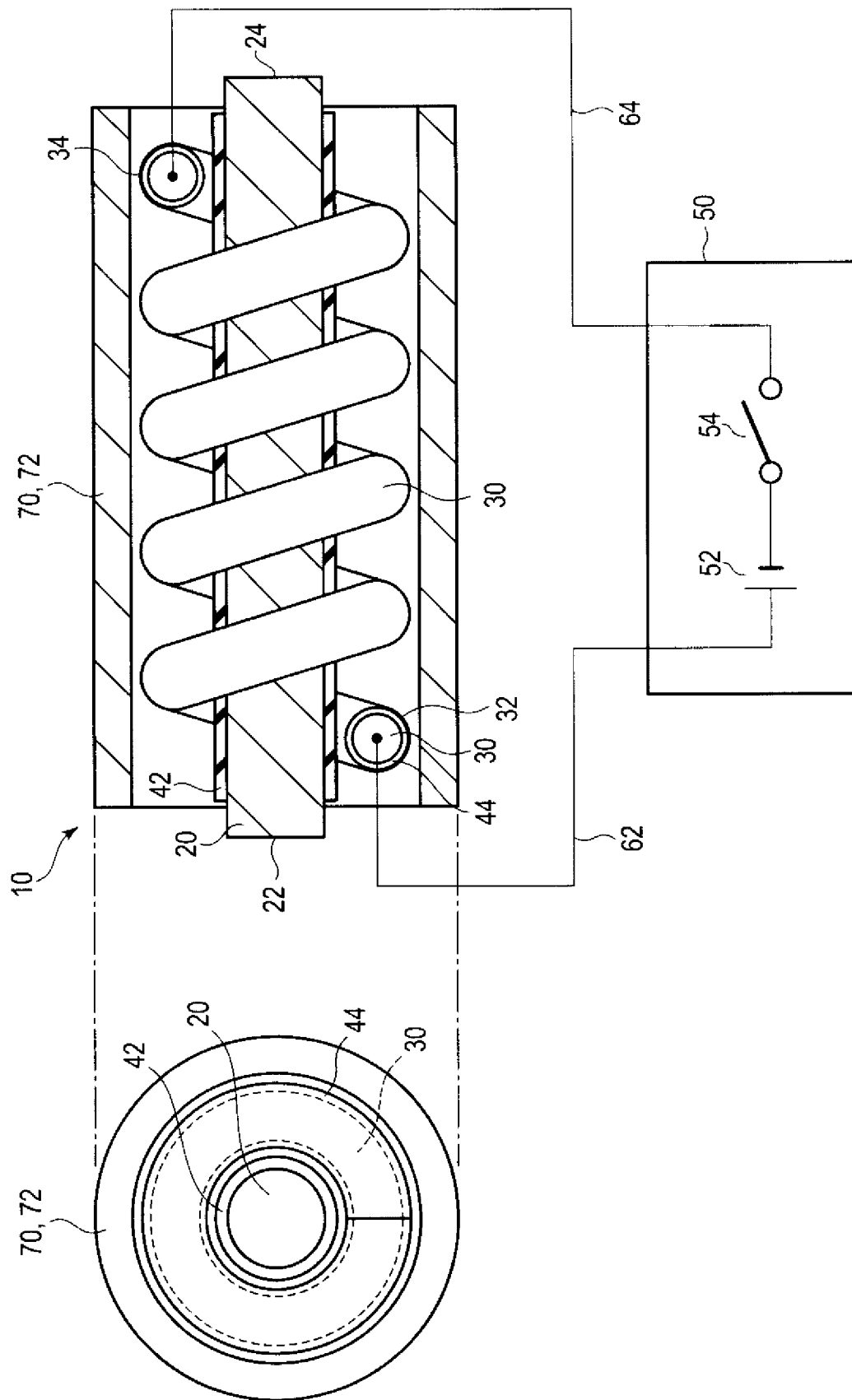
[請求項12] 前記熱伝達媒体は中空形状を有しており、前記形状記憶部材と前記

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。

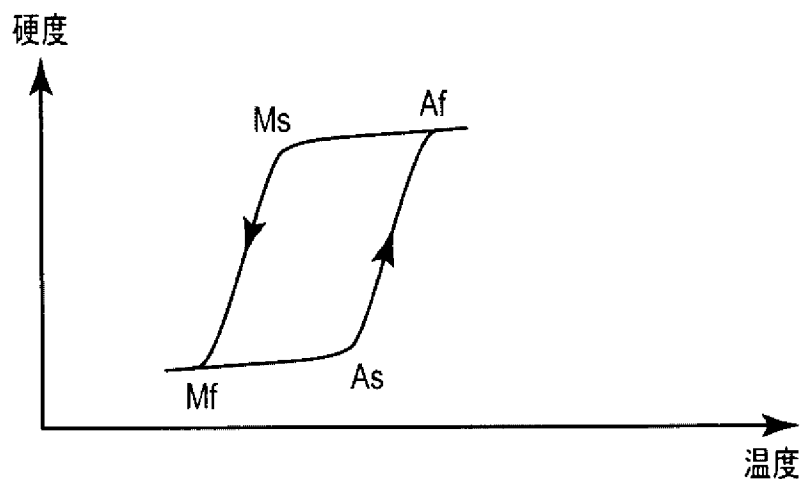
[請求項13] 前記可撓性部材は、内視鏡の挿入部の外装部材であり、前記冷却機構は、流体を案内する前記内視鏡の管路部材を含んでいる請求項 9, 10, 12 のいずれかひとつに記載の硬度可変アクチュエータ。

[請求項14] 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。

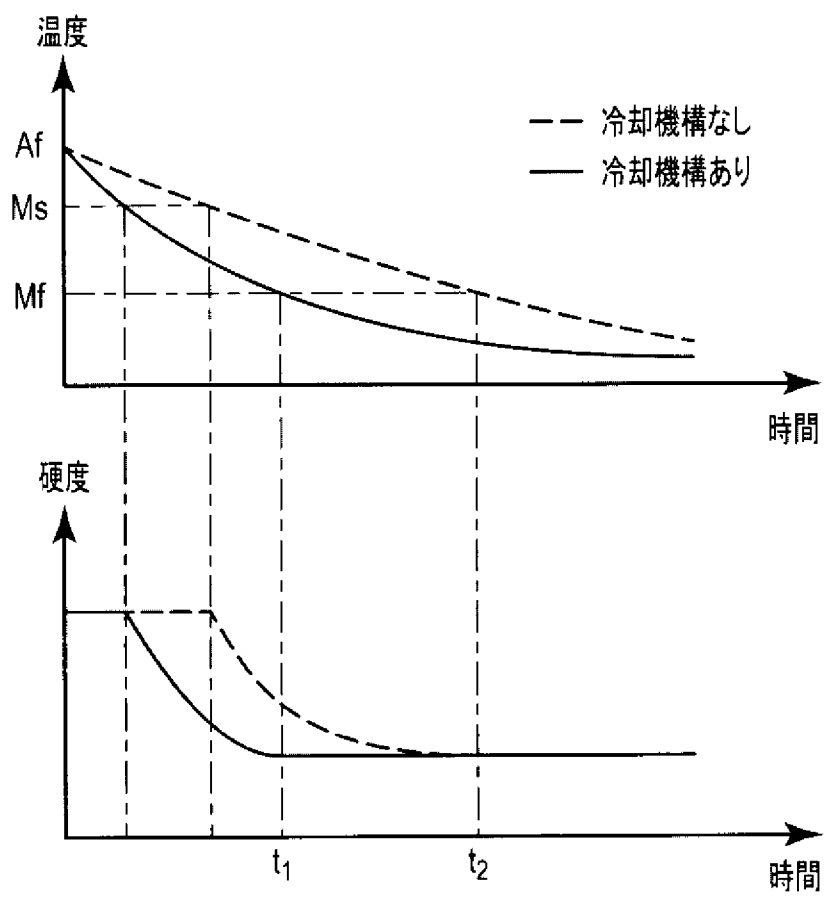
[図1]



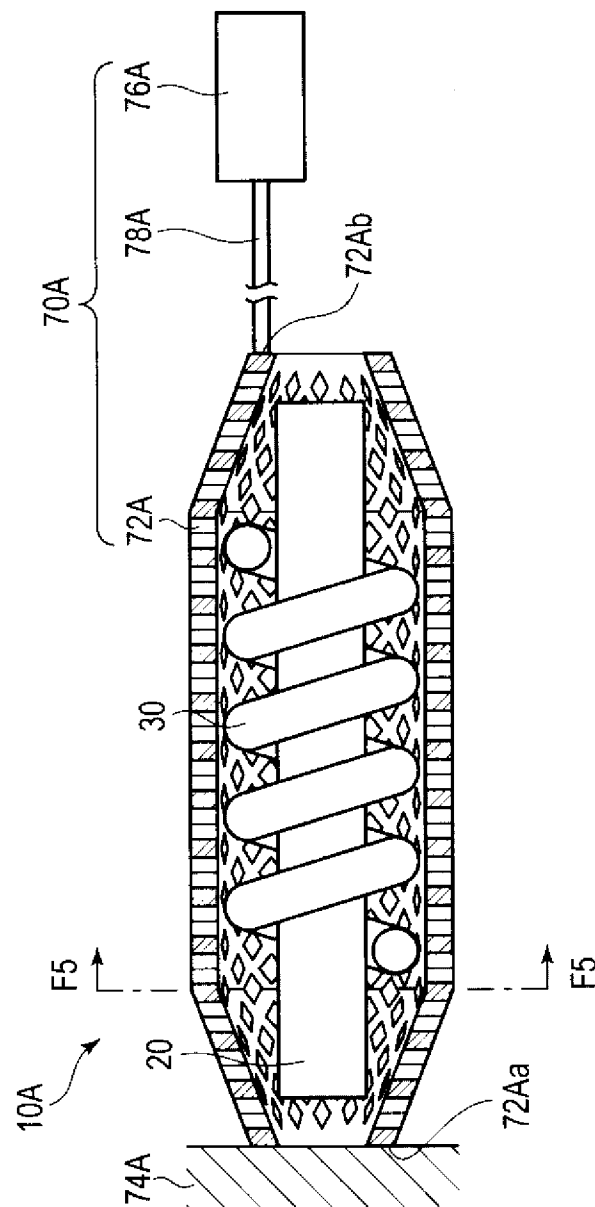
[図2]



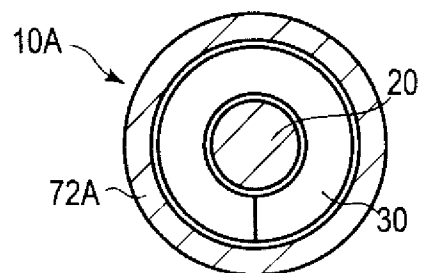
[図3]



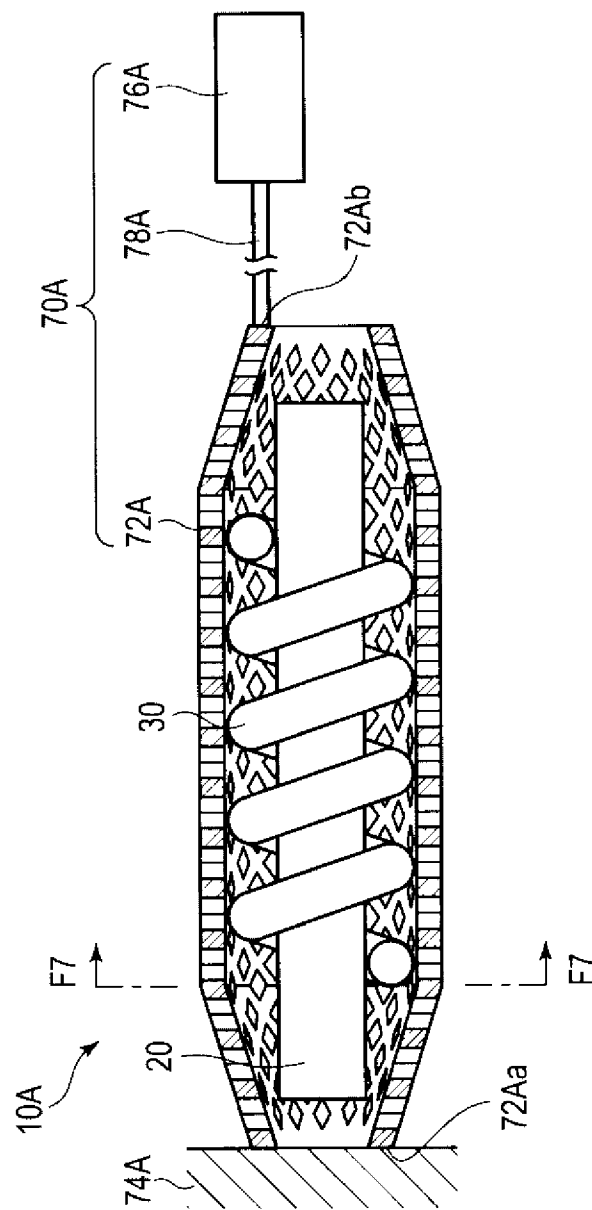
[図4]



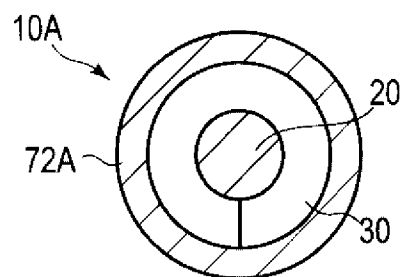
[図5]



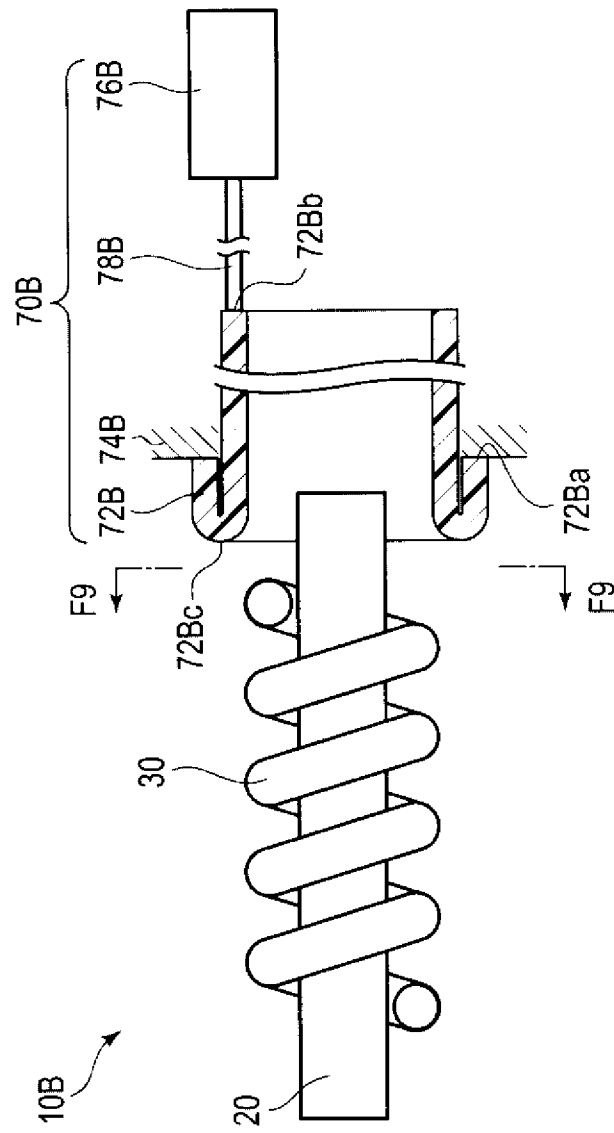
[図6]



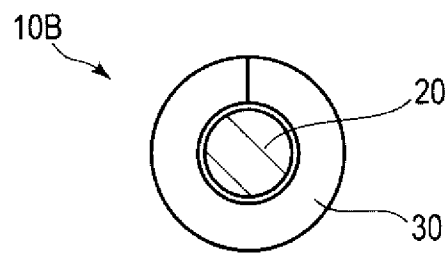
[図7]



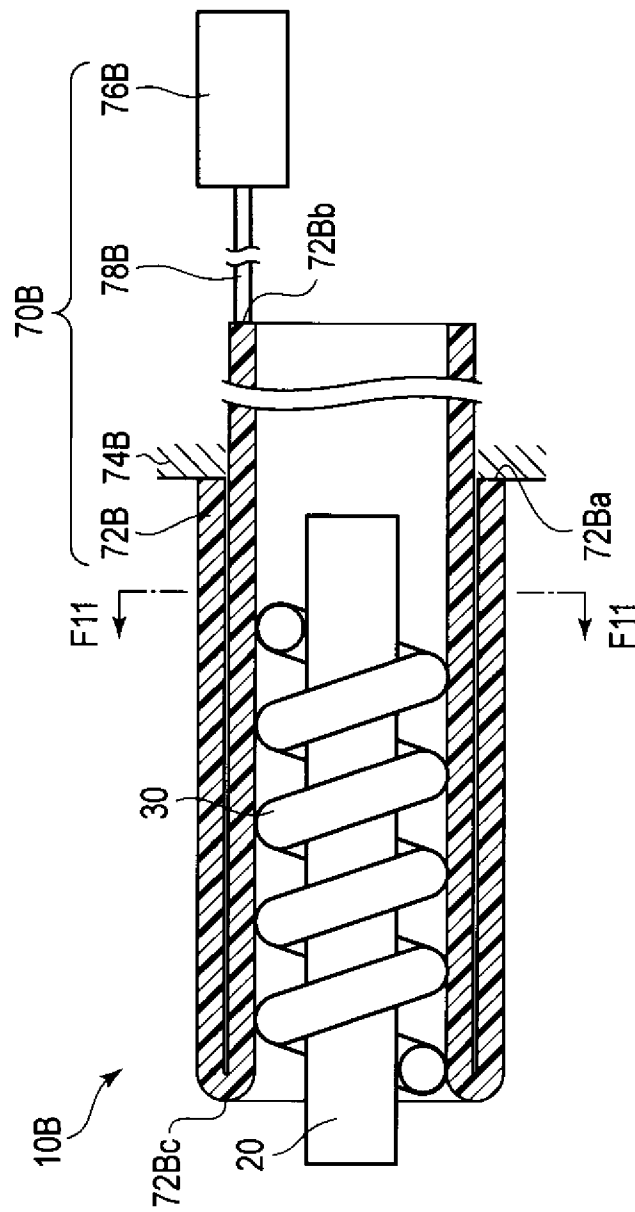
[図8]



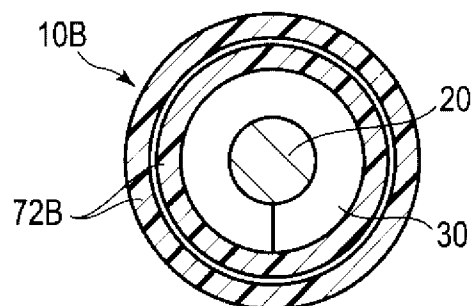
[図9]



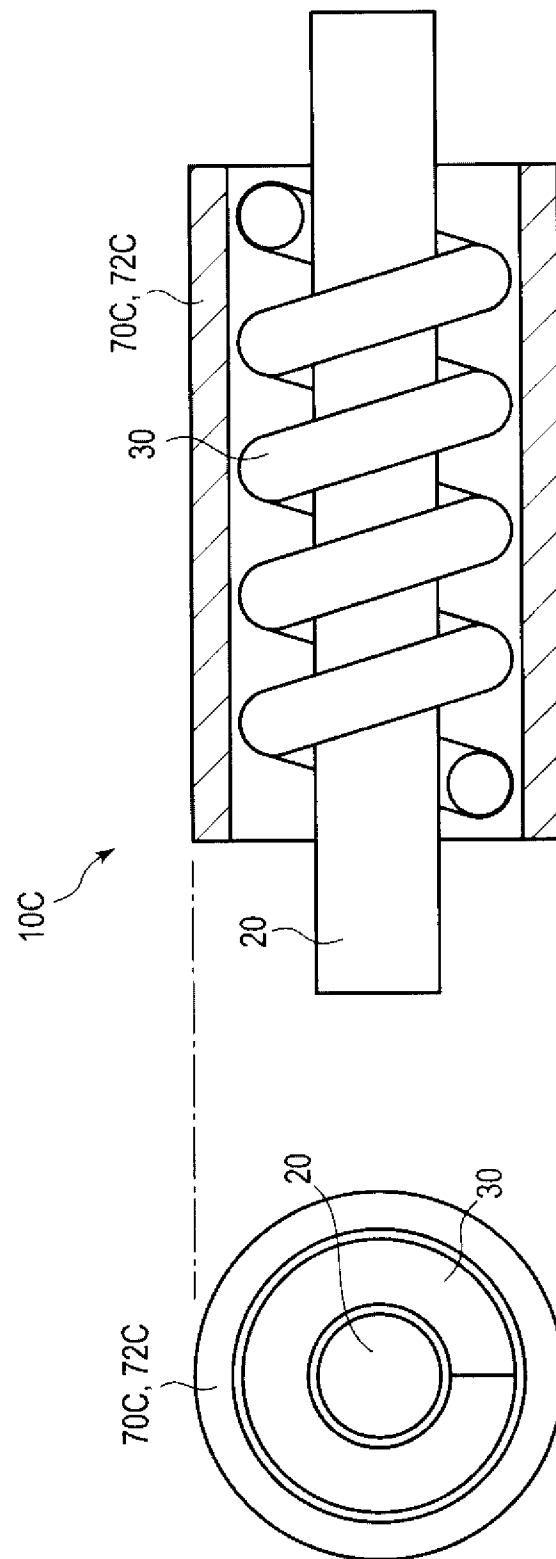
[図10]



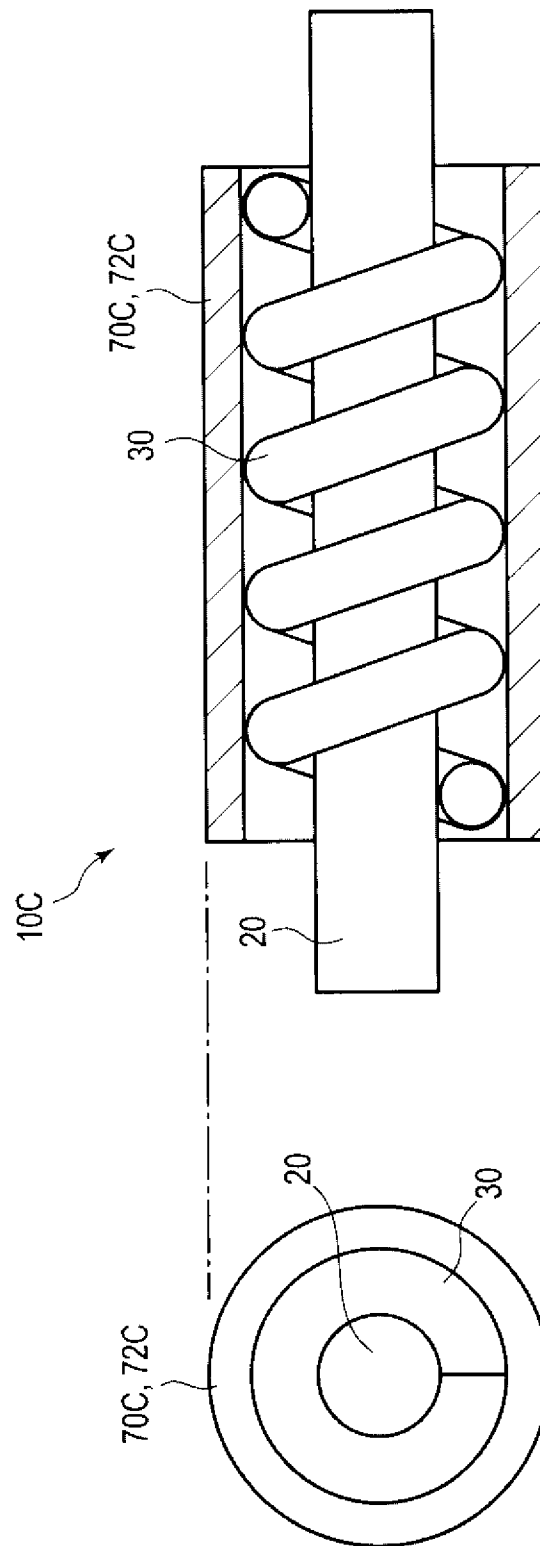
[図11]



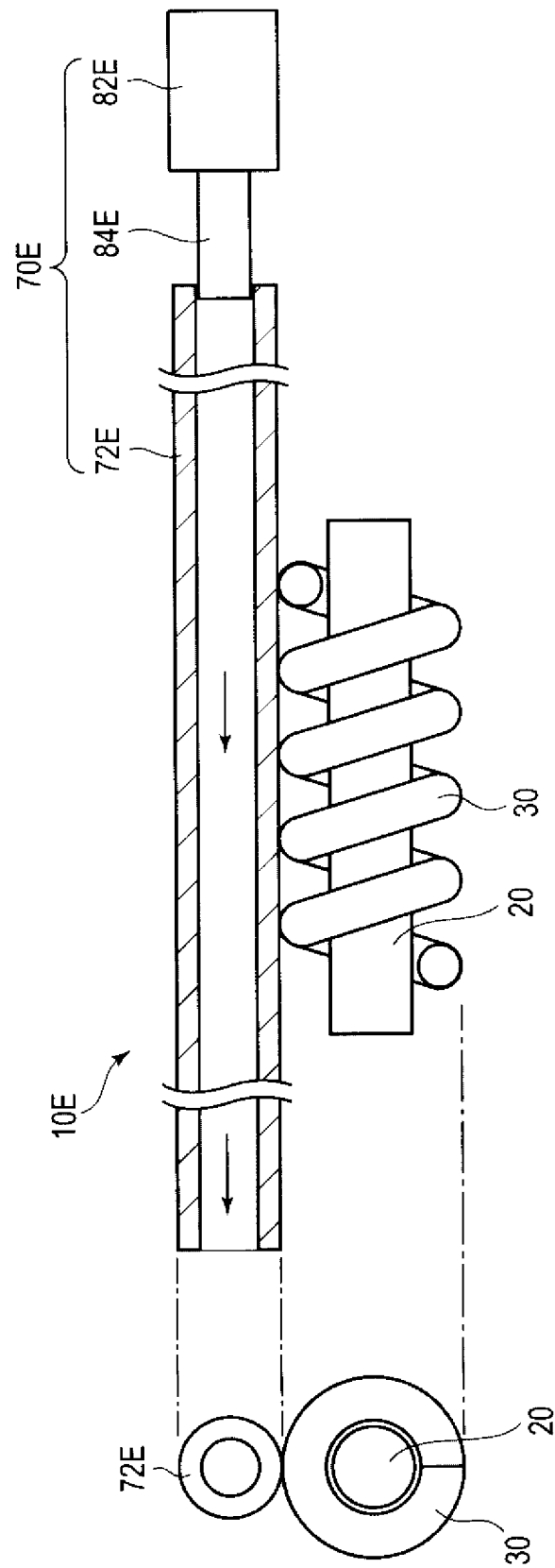
[図12]



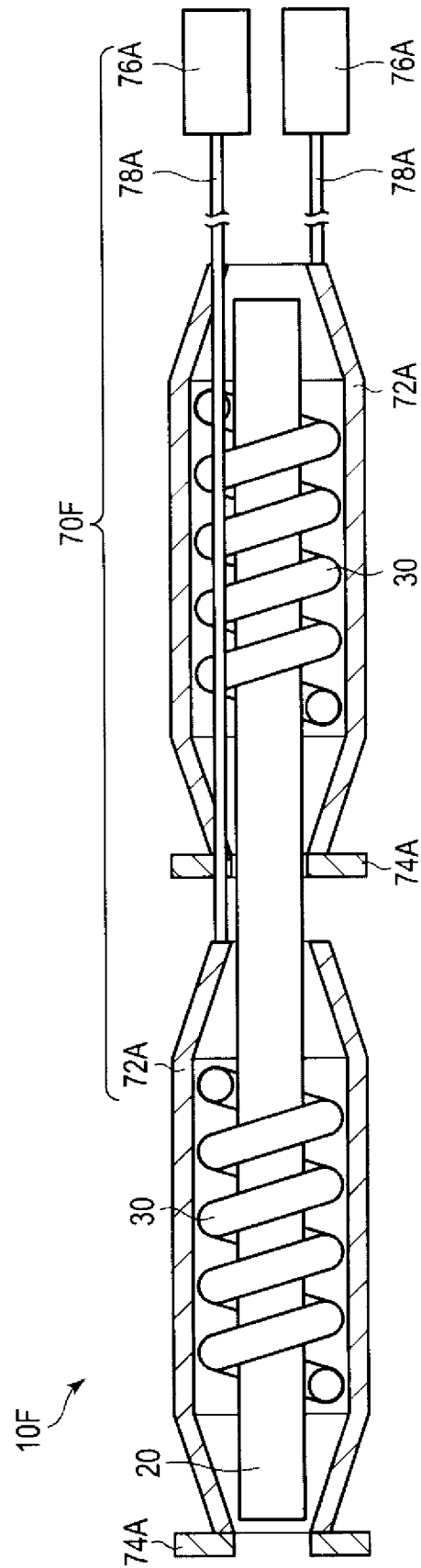
[図13]



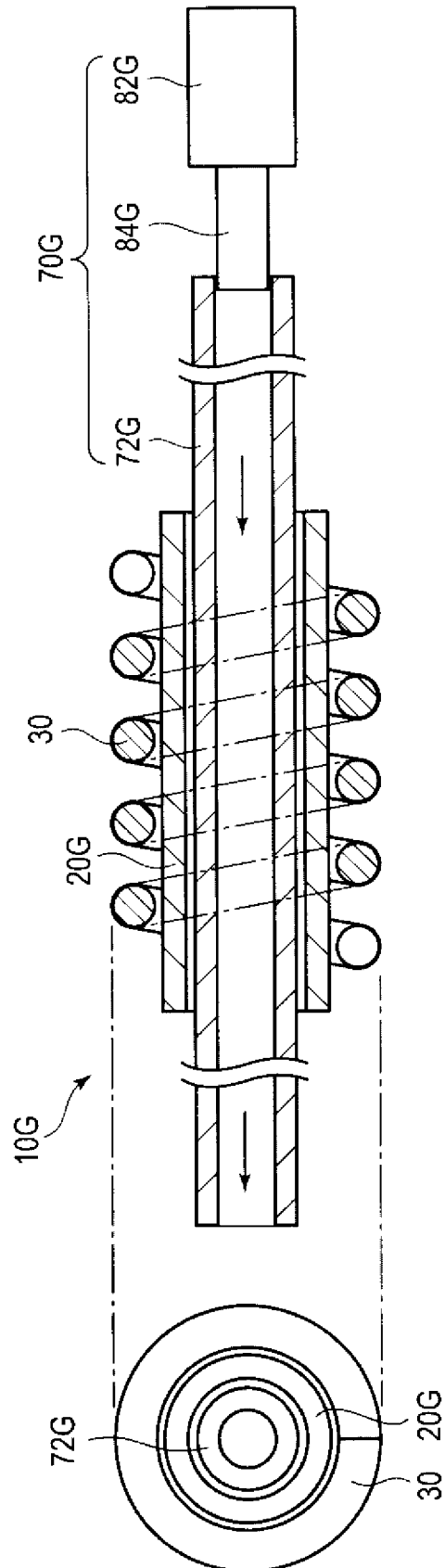
[図15]



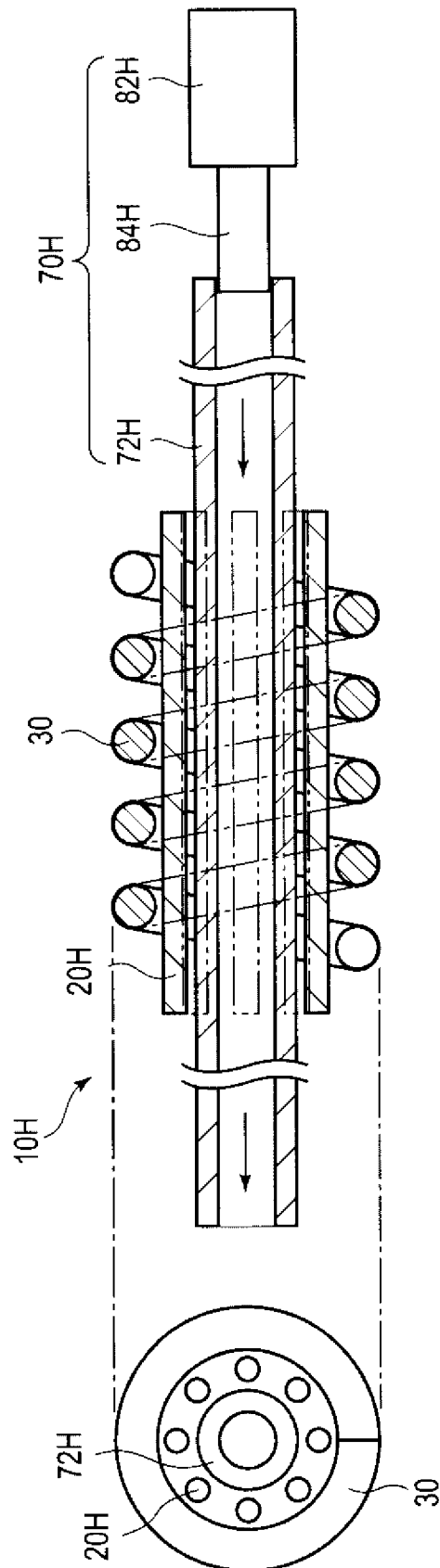
[図16]



[図17]



[図18]



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

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

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 (I P C))

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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 [0 0 1 4], [0 0 2 8] - [0 0 3 1] & 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

の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

0 3 . 0 2 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 2 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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

2 Q

3 0 0 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2

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