

(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
2016 年 11 月 3 日(03.11.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/174741 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 1/00 (2006.01) *G02B 23/24* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/062839
- (22) 国際出願日: 2015 年 4 月 28 日(28.04.2015)
- (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: 森島 哲矢(MORISHIMA, Tetsuya); 〒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.

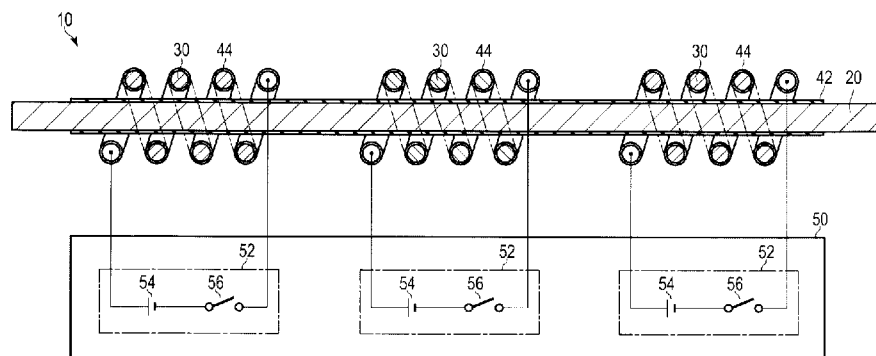
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

(54) 発明の名称: 硬度可変アクチュエータ



(57) Abstract: This variable stiffness actuator (10) which is capable of providing flexible members with different stiffness includes a shape-memory member (20) the phase of which may change between a first phase and a second phase, and a plurality of induction members (30) which cause the phase transition of the shape-memory member (20) between the first phase and the second phase. In the first phase, the shape-memory member (20) is in a soft state and can be easily deformed in compliance with external force, thus providing the flexible member with a relatively low level of stiffness. In the second phase, the shape-memory member (20) is in a stiff state and tends to stay in a memorized shape memorized in advance against external force, thus providing the flexible member with a relatively high level of stiffness.

(57) 要約: 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 (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複数の誘起部材 (30) 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、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、したがって、可撓性部材に比較的高い硬度を提供する。



WO 2016/174741 A1

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。

発明の概要

[0008] 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。

[0009] 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と、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複数の誘起部材を備えている。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。

図面の簡単な説明

[0010] [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、硬度可変アクチュエータの動作を説明するための図であり、駆動回路のスイッチの切り換えに従って形状記憶部材の硬度状態が変更される様子を示している。

[図3]図3は、硬度可変アクチュエータの動作を説明するための図であり、誘起部材の下端近くの形状記憶部材の部分に外力が、形状記憶部材の中心軸に垂直な方向に作用している状況において、駆動回路のスイッチの切り換えに従って形状記憶部材の硬度状態が変更される様子を示している。

[図4]図4は、硬度可変アクチュエータの動作を説明するための図であり、形状記憶部材に外力が、形状記憶部材の中心軸に平行な方向に作用している状況において、駆動回路のスイッチの切り換えに従って形状記憶部材の硬度状態が変更される様子を示している。

[図5]図5は、硬度可変アクチュエータの動作を説明するための図であり、駆動回路のスイッチがオフ状態にあり、形状記憶部材が軟質状態にある状況において、外力の有無が切り換えられる様子を示している。

[図6]図6は、硬度可変アクチュエータの動作を説明するための図であり、曲げられた形状記憶部材の硬度状態が、駆動回路のスイッチの切り換えに従って軟質状態から硬質状態に変更される様子を示している。

[図7]図7は、硬度可変アクチュエータの動作を説明するための図であり、駆動回路のスイッチがオン状態にあり、形状記憶部材が硬質状態にある状況において、外力の有無が切り換えられる様子を示している。

[図8]図8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9]図9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10]図10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。

発明を実施するための形態

[0011] 〔第一実施形態〕

〔構成〕

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1に示されるように、硬度可変アクチュエータ10は、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おり、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複数の誘起部材30を備えている。図1には、三つの誘起部材30が描かれているが、誘起部材30の個数はこれに限定されない。硬度可変アクチュエータ10は、二つの誘起部材30を有していてもよいし、また、四つ以上の誘起部

材 30 を有していてもよい。形状記憶部材 20 は、少なくとも一つの自由端をもって可撓性部材に配される。

[0012] 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。

[0013] 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。

[0014] 各誘起部材 30 は、熱を発する性能を有している。形状記憶部材 20 は、誘起部材 30 の加熱に対して、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。

[0015] 形状記憶部材 20 は細長く、複数の誘起部材 30 は、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。

[0016] 複数の誘起部材 30 は、図 1 に描かれるように、同一構造体であってよい。しかし、これに限定されることなく、複数の誘起部材 30 は、複数の異なる構造体を含んでいてもよい。異なる構造体は、たとえば、異なる長さや異なる太さや異なるピッチを有していてもよく、また、異なる材料で作られていてもよい。つまり、複数の誘起部材 30 は、すべてまたはいくつか、同じ特性を有していてもよいし、異なる特性を有していてもよい。

[0017] 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よい。

[0018] 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。

[0019] 誘起部材 30 は、たとえばヒーターで構成されていてよい。つまり、誘起部材 30 は、それを通して流れる電流の供給に対して熱を発する性質を有していてよい。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あってよい。また、誘起部材 30 は、熱を発する性能を有していればよく、ヒーターに限らず、撮像素子、ライトガイド、そのほかの素子や部材等で構成されていてもよい。さらには、誘起部材 30 は、化学反応的に熱を発する構造体で構成されていてもよい。

[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。

[0021] 誘起部材 30 は、導電性材料から構成されていてよい。たとえば、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] 硬度可変アクチュエータ 10 は、形状記憶部材 20 と誘起部材 30 の間の短絡を防止する絶縁部材を備えている。絶縁膜 42 と絶縁膜 44 が、この絶縁部材に当たる。絶縁膜 44 が確実な短絡防止機能を提供するならば、絶縁

膜 4 2 は省略されてもよい。

[0023] 硬度可変アクチュエータ 1 0 はまた、複数の誘起部材 3 0 を独立に駆動する制御部を備えている。制御部 5 0 は、複数の誘起部材 3 0 をそれぞれ駆動する複数の駆動回路 5 2 を含んでいる。各駆動回路 5 2 は、電源 5 4 とスイッチ 5 6 を含んでいる。各駆動回路 5 2 は、対応の誘起部材 3 0 の両端に電氣的に接続されている。各駆動回路 5 2 は、スイッチ 5 6 のオンすなわち閉じ動作に応じて、対応の誘起部材 3 0 に電流を供給し、また、スイッチ 5 6 のオフすなわち開き動作に応じて、対応の誘起部材 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。

[0024] 形状記憶部材 2 0 は、ワイヤ状であってよい。誘起部材 3 0 は、形状記憶部材 2 0 の近くに配されている。誘起部材 3 0 は、コイル状であってよく、形状記憶部材 2 0 は、コイル状の誘起部材 3 0 の内側を通して延びていてよい。このような配置のおかげで、誘起部材 3 0 によって発せられる熱は、形状記憶部材 2 0 に効率良く伝達される。

[0025] [硬度可変アクチュエータの動作説明]

以下、図 2 ～図 7 を参照して、前述の硬度可変アクチュエータの動作について説明する。便宜上、形状記憶部材 2 0 の一端が固定されているものとし、固定端近くの誘起部材 3 0 の周辺の部分の動作について説明する。また、形状記憶部材 2 0 の記憶形状は直線形状であるとする。図 2 ～図 7 において、軟質状態である形状記憶部材 2 0 が左上がりのハッチングで示され、硬質状態である形状記憶部材 2 0 が右上がりのハッチングで示されている。

[0026] 図 2 は、駆動回路 5 2 のスイッチ 5 6 の切り換えに従って形状記憶部材 2 0 の硬度状態が変更される様子を示している。

[0027] 図 2 の左側では、駆動回路 5 2 のスイッチ 5 6 がオフ状態にあり、すなわち開いており、形状記憶部材 2 0 は、弾性係数が低い軟質状態である第一の相にある。

[0028] 図 2 の右側に示されるように、駆動回路 5 2 のスイッチ 5 6 がオン状態に切り換えられる、すなわち閉じられると、誘起部材 3 0 に電流が流れ、誘起

部材 30 が熱を発する。その結果、形状記憶部材 20 は、弾性係数が高い硬質状態である第二の相に移り変わる。

[0029] 図 3 は、誘起部材 30 の下端近くの形状記憶部材 20 の部分に外力 F_1 が、形状記憶部材 20 の中心軸に垂直な方向に作用している状況において、駆動回路 52 のスイッチ 56 の切り換えに従って形状記憶部材 20 の硬度状態が変更される様子を示している。この外力 F_1 は、形状記憶部材 20 が記憶形状に戻ろうとする復元力よりも小さいものである。

[0030] 図 3 の左側では、駆動回路 52 のスイッチ 56 がオフ状態にあり、形状記憶部材 20 は、軟質状態である第一の相にある。第一の相では、形状記憶部材 20 は、外力 F_1 に従って容易に変形する状態にある。形状記憶部材 20 は、外力 F_1 によって曲げられている。

[0031] 図 3 の右側に示されるように、駆動回路 52 のスイッチ 56 がオン状態に切り換えられると、誘起部材 30 が熱を発し、形状記憶部材 20 は、硬質状態である第二の相に移り変わる。この第二の相では、形状記憶部材 20 は記憶形状を取る傾向を示す。すなわち、形状記憶部材 20 が、記憶形状と異なる形状にあれば、形状記憶部材 20 は、記憶形状に戻ろうとする。外力 F_1 は、形状記憶部材 20 の復元力よりも小さいため、形状記憶部材 20 は、外力 F_1 に逆らって記憶形状すなわち直線形状に戻る。

[0032] 図 4 は、形状記憶部材 20 に外力 F_2 が、形状記憶部材 20 の中心軸に平行な方向に作用している状況において、駆動回路 52 のスイッチ 56 の切り換えに従って形状記憶部材 20 の硬度状態が変更される様子を示している。この外力 F_2 は、形状記憶部材 20 が記憶形状に戻ろうとする復元力よりも小さいものである。

[0033] 図 4 の左側では、駆動回路 52 のスイッチ 56 がオフ状態にあり、形状記憶部材 20 は、軟質状態である第一の相にある。第一の相では、形状記憶部材 20 は、外力 F_2 に従って容易に変形する状態にある。形状記憶部材 20 は、外力 F_2 によって圧縮されている。すなわち、形状記憶部材 20 は、曲がりを伴って、その長さすなわち中心軸に沿った寸法が低減されている。

- [0034] 図4の右側に示されるように、駆動回路52のスイッチ56がオン状態に切り換えられると、誘起部材30が熱を発し、形状記憶部材20は、硬質状態である第二の相に移り変わる。この第二の相では、形状記憶部材20は記憶形状を取る傾向を示す。外力F2は、形状記憶部材20の復元力よりも小さいため、形状記憶部材20は、外力F2に逆らって記憶形状すなわち直線状の元の長さに戻る。
- [0035] 図5は、駆動回路52のスイッチ56がオフ状態にあり、形状記憶部材20が軟質状態である第一の相にある状況において、外力の有無が切り換えられる様子を示している。第一の相では、形状記憶部材20は、外力に従って容易に変形する状態にある。
- [0036] 図5の左側では、形状記憶部材20の自由端近くに外力F1が、形状記憶部材20の中心軸に垂直な方向に作用している。形状記憶部材20は、外力F1によって曲げられている。
- [0037] 図5の右側では、それまで形状記憶部材20に作用していた外力F1が取り除かれている。形状記憶部材20は、外力F1が取り除かれたのちも、曲げられたままにある。
- [0038] 図6は、曲げられた形状記憶部材20の硬度状態が、駆動回路52のスイッチ56の切り換えに従って軟質状態から硬質状態に変更される様子を示している。
- [0039] 図6の左側は、図5の右側と同じ状態、すなわち、形状記憶部材20は、外力F1によって曲げられたのちに外力F1が取り除かれ、曲げられたままにある様子を示している。
- [0040] 図6の右側に示されるように、駆動回路52のスイッチ56がオン状態に切り換えられると、誘起部材30が熱を発し、形状記憶部材20は、硬質状態である第二の相に移り変わる。この第二の相では、形状記憶部材20は記憶形状を取る傾向を示すため、形状記憶部材20は記憶形状すなわち直線形状に戻る。
- [0041] 図7は、駆動回路52のスイッチ56がオン状態にあり、形状記憶部材20

0が、硬質状態である第二の相にある状況において、外力の有無が切り換えられる様子を示している。この第二の相では、形状記憶部材20は記憶形状を取る傾向を示す。

[0042] 図7の左側では、誘起部材30の下端近くの形状記憶部材20の部分に外力F3が、形状記憶部材20の中心軸に垂直な方向に作用している様子を示している。この外力F3は、形状記憶部材20が記憶形状に戻ろうとする復元力よりも大きいものである。このため、形状記憶部材20は外力F3に抗して記憶形状に戻ろうとするものの、外力F3は形状記憶部材20の復元力を超えて大きいため、形状記憶部材20は外力F3によって曲げられている。

[0043] 図7の右側では、それまで形状記憶部材20に作用していた外力F3が取り除かれている。形状記憶部材20の復元力よりも大きい外力F3が取り除かれたため、形状記憶部材20は記憶形状すなわち直線形状に戻っている。

[0044] [硬度可変アクチュエータの装着の仕方と動作の説明]

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。

[0045] 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。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] たとえば、各誘起部材 30 の近くに位置している形状記憶部材 20 の部分の相が制御部 50 によって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。複数の誘起部材 30 に対する電流の供給は制御部 50 によって独立に切り換えられることにより、形状記憶部材 20 の複数の部分の相が独立して切り換えられ、したがって、可撓性部材の複数の部分の硬度が独立して切り換えられる。これにより、本実施形態の硬度可変アクチュエータ 10 は、所望の複雑な硬度分布を可撓性部材に提供することが可能である。

[0050] 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。

[0051] [第二実施形態]

図 8 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 8 において、図 1 に示した部材と同一の参照符号を付した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、以下の説明で触れない部分は、第一実施形態と同様である。

[0052] 本実施形態の硬度可変アクチュエータ 10 では、複数の誘起部材 30 は、形状記憶部材 20 の長手軸に沿って隣接して配置されている。

[0053] これにより、形状記憶部材 20 は、誘起部材 30 の相互間に、相の移り変わりが引き起こされない部分を有していない。したがって、本実施形態の硬

度可変アクチュエータ 10 は、形状記憶部材 20 の長手軸に沿って連続的な所望の複雑な硬度分布を可撓性部材に提供することが可能である。

[0054] [第三実施形態]

図 9 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 9 において、図 1 に示した部材と同一の参照符号を付した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、以下の説明で触れない部分は、第一実施形態と同様である。

[0055] 本実施形態の硬度可変アクチュエータ 10 では、隣り合う二つの誘起部材 30 は、形状記憶部材 20 の長手軸に沿った一部の領域内に共存している。つまり、隣り合う二つの誘起部材 30 の形状記憶部材 20 の長手軸に沿った存在範囲が部分的に重なっている。

[0056] これにより、形状記憶部材 20 は、誘起部材 30 の相互間に、相の移り変わりが引き起こされない部分を有していない。したがって、本実施形態の硬度可変アクチュエータ 10 は、形状記憶部材 20 の長手軸に沿って連続的な所望の複雑な硬度分布を可撓性部材に提供することが可能である。さらに、誘起部材 30 の重複範囲に対応する形状記憶部材 20 の部分に、他の部分とは異なる硬度を提供することが可能である。あるいは、誘起部材 30 の重複範囲に対応する形状記憶部材 20 の部分に、他の部分よりも早く所望の硬度を提供することが可能である。

[0057] [第四実施形態]

図 10 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 10 において、図 1 に示した部材と同一の参照符号を付した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、以下の説明で触れない部分は、第一実施形態と同様である。

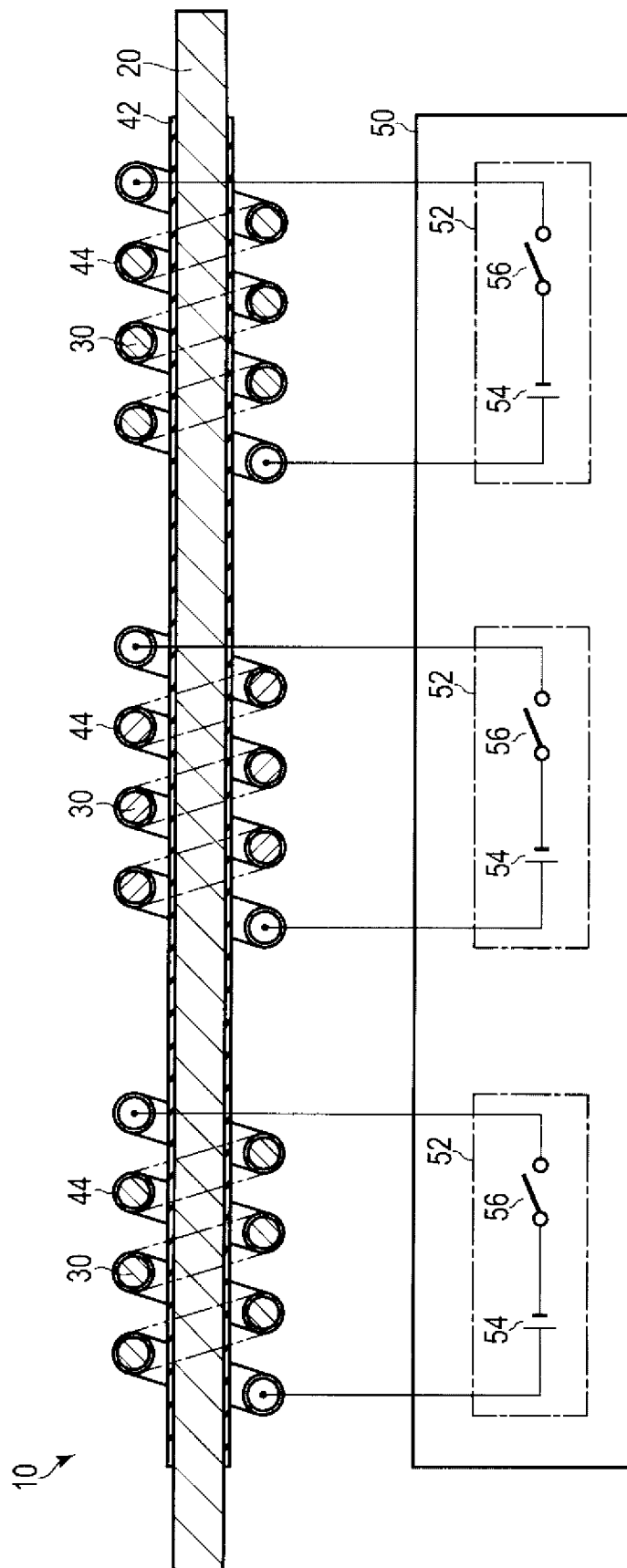
[0058] 本実施形態の硬度可変アクチュエータ 10 A は、硬度可変アクチュエータ 10 と同様、第一の相と第二の相の間で相が移り変わり得る形状記憶部材 20 A と、形状記憶部材 20 A に第一の相と第二の相の間の相の移り変わりを引き起こさせる複数の誘起部材 30 A を備えている。

- [0059] 形状記憶部材 20A の諸特性は、形状記憶部材 20 と同様である。また、誘起部材 30A の諸特性は、誘起部材 30 と同様である。
- [0060] 形状記憶部材 20A は、パイプ状である。また、誘起部材 30A は、容易に変形可能なワイヤ状であり、形状記憶部材 20A の内側を通して延びている。このような配置のおかげで、誘起部材 30A によって発せられる熱は、形状記憶部材 20A に効率良く伝達される。また、形状記憶部材 20A の弾性係数は径方向寸法に依存するため、パイプ状の形状記憶部材 20A は、中実構造のものと比較して、同じ体積の条件下において、高い弾性係数を示し、したがって、高い硬度を提供する。
- [0061] 本実施形態の硬度可変アクチュエータ 10A においても、複数の誘起部材 30A に対する電流の供給は制御部 50 によって独立に切り換えられる。これにより、形状記憶部材 20A の複数の部分の相が独立して切り換えられるため、可撓性部材の複数の部分の硬度が独立して切り換えられる。したがって、本実施形態の硬度可変アクチュエータ 10A は、所望の複雑な硬度分布を可撓性部材に提供することが可能である。

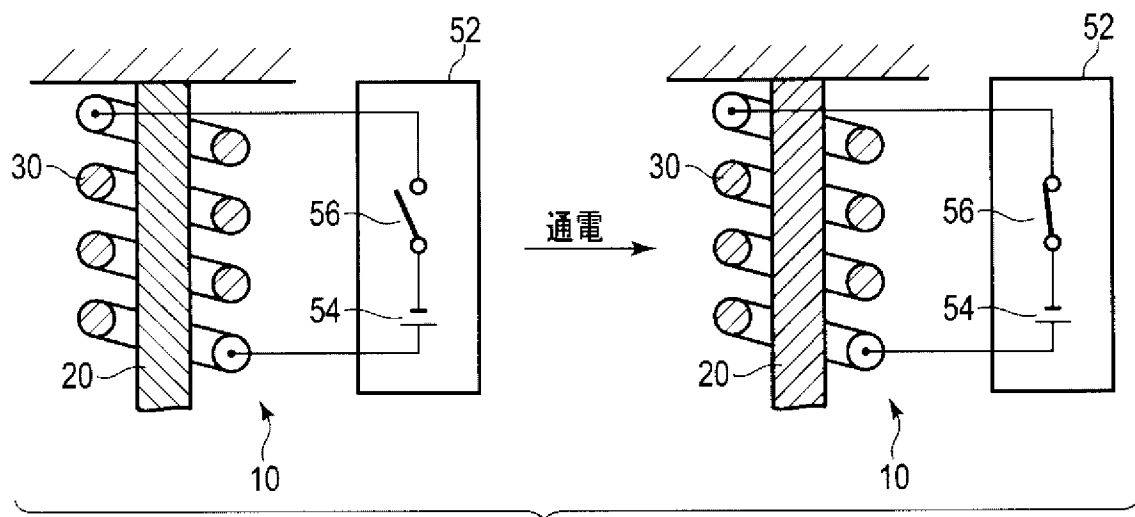
請求の範囲

- [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複数の誘起部材を備えている、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、前記複数の誘起部材は、前記形状記憶部材の長手軸に沿って間隔を置いて配置されている、請求項1に記載の硬度可変アクチュエータ。
- [請求項3] 前記形状記憶部材は細長く、前記複数の誘起部材は、前記形状記憶部材の長手軸に沿って隣接して配置されている、請求項1に記載の硬度可変アクチュエータ。
- [請求項4] 前記形状記憶部材は細長く、隣り合う二つの誘起部材は、前記形状記憶部材の長手軸に沿った一部の領域内に共存している、請求項1に記載の硬度可変アクチュエータ。
- [請求項5] 前記複数の誘起部材を独立に駆動する制御部をさらに備えている、請求項1に記載の硬度可変アクチュエータ。

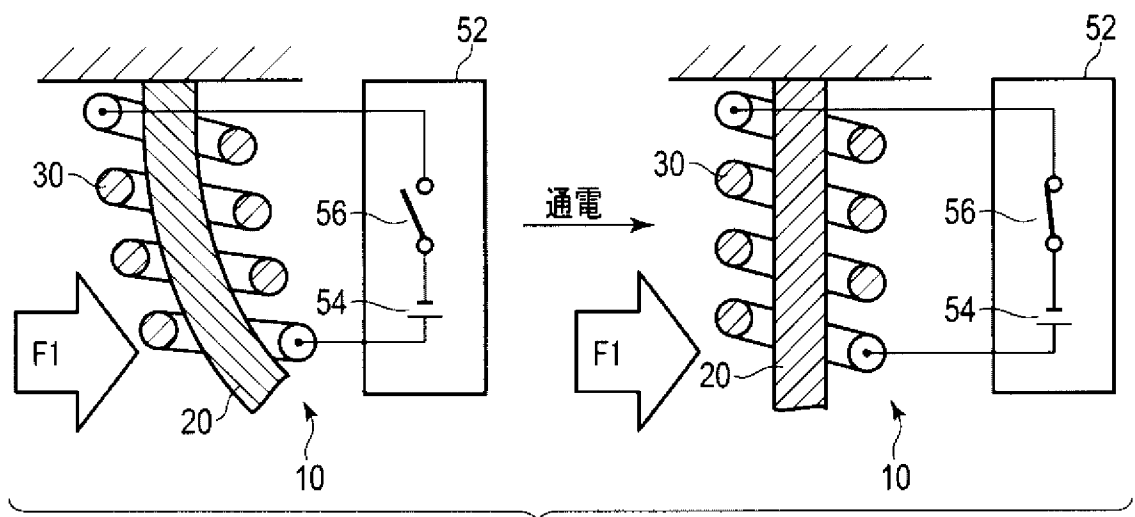
[図1]



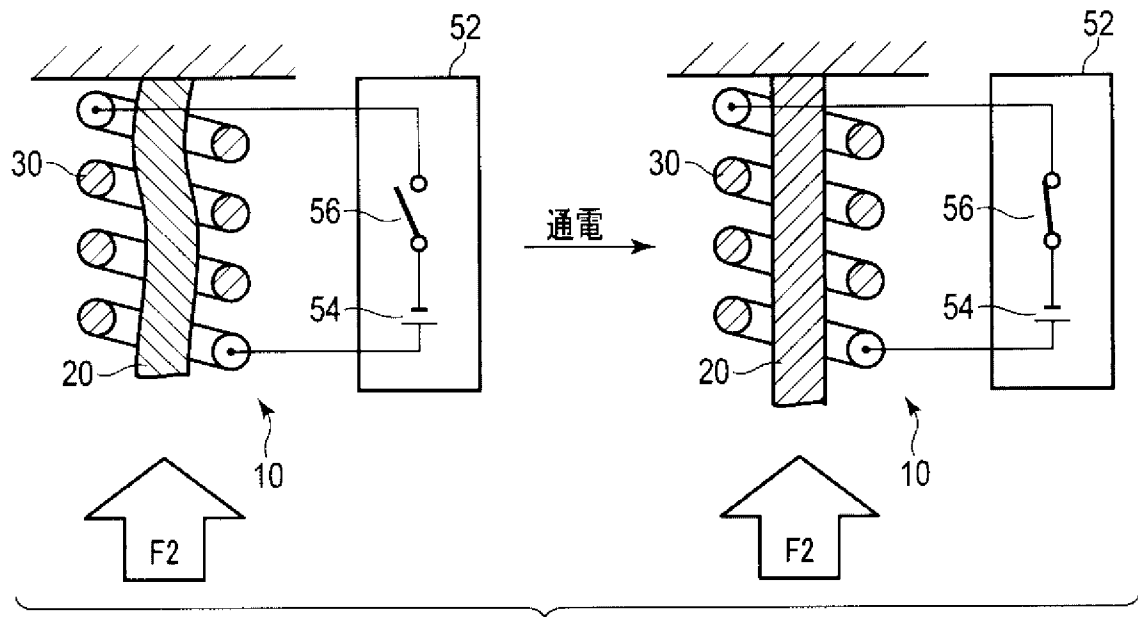
[図2]



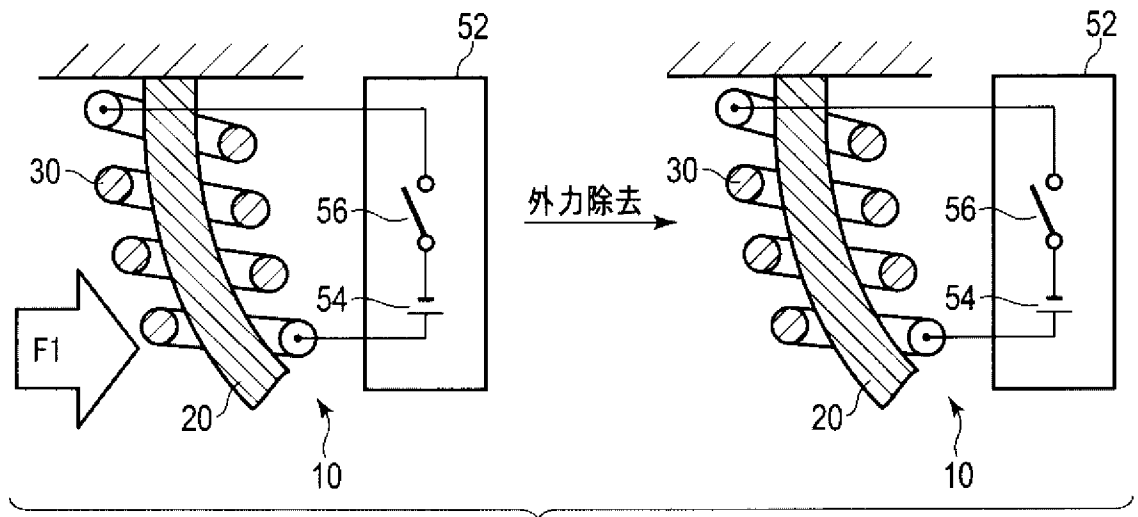
[図3]



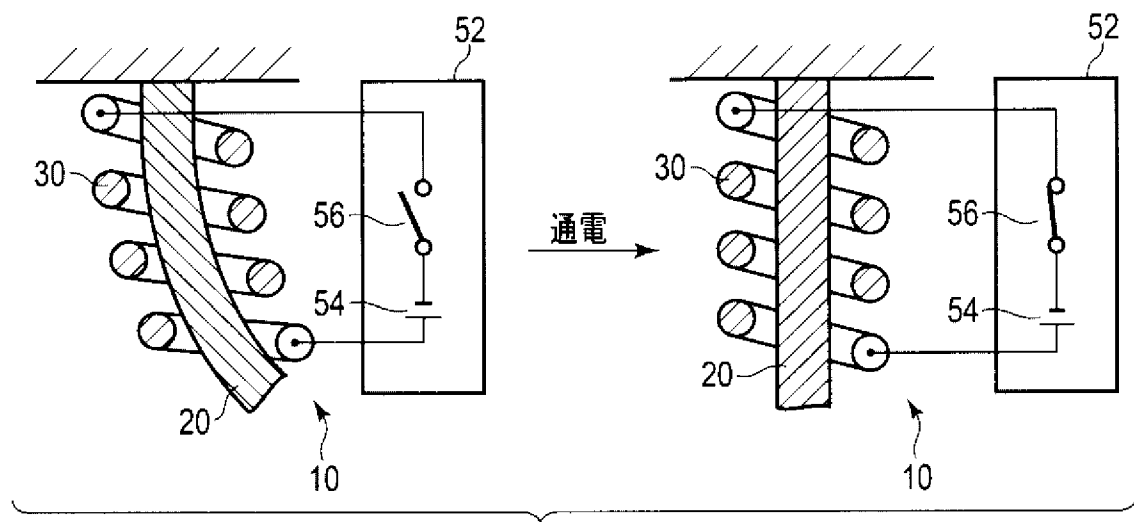
[図4]



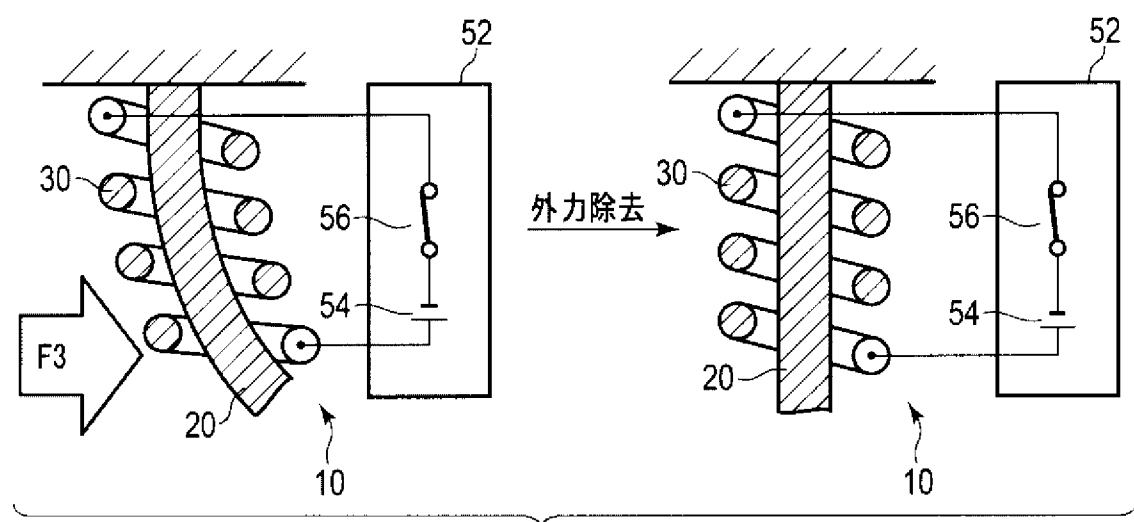
[図5]



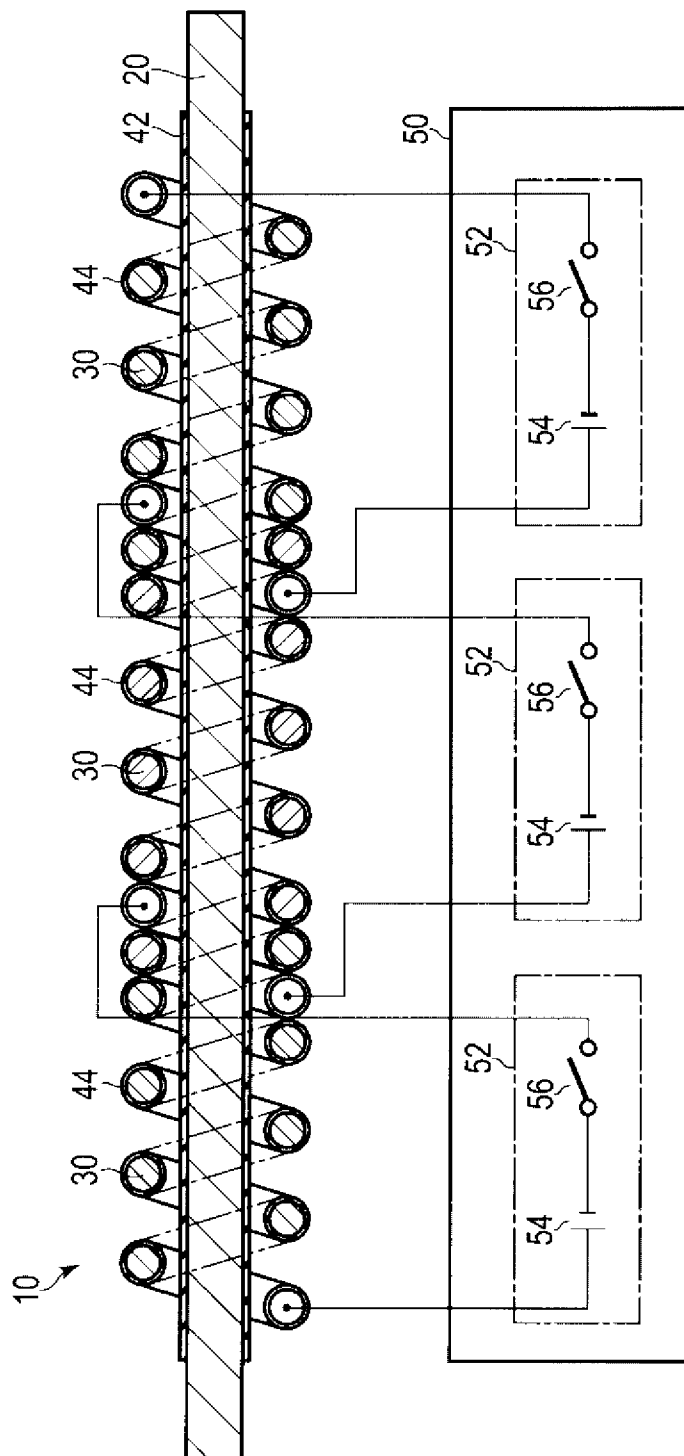
[図6]



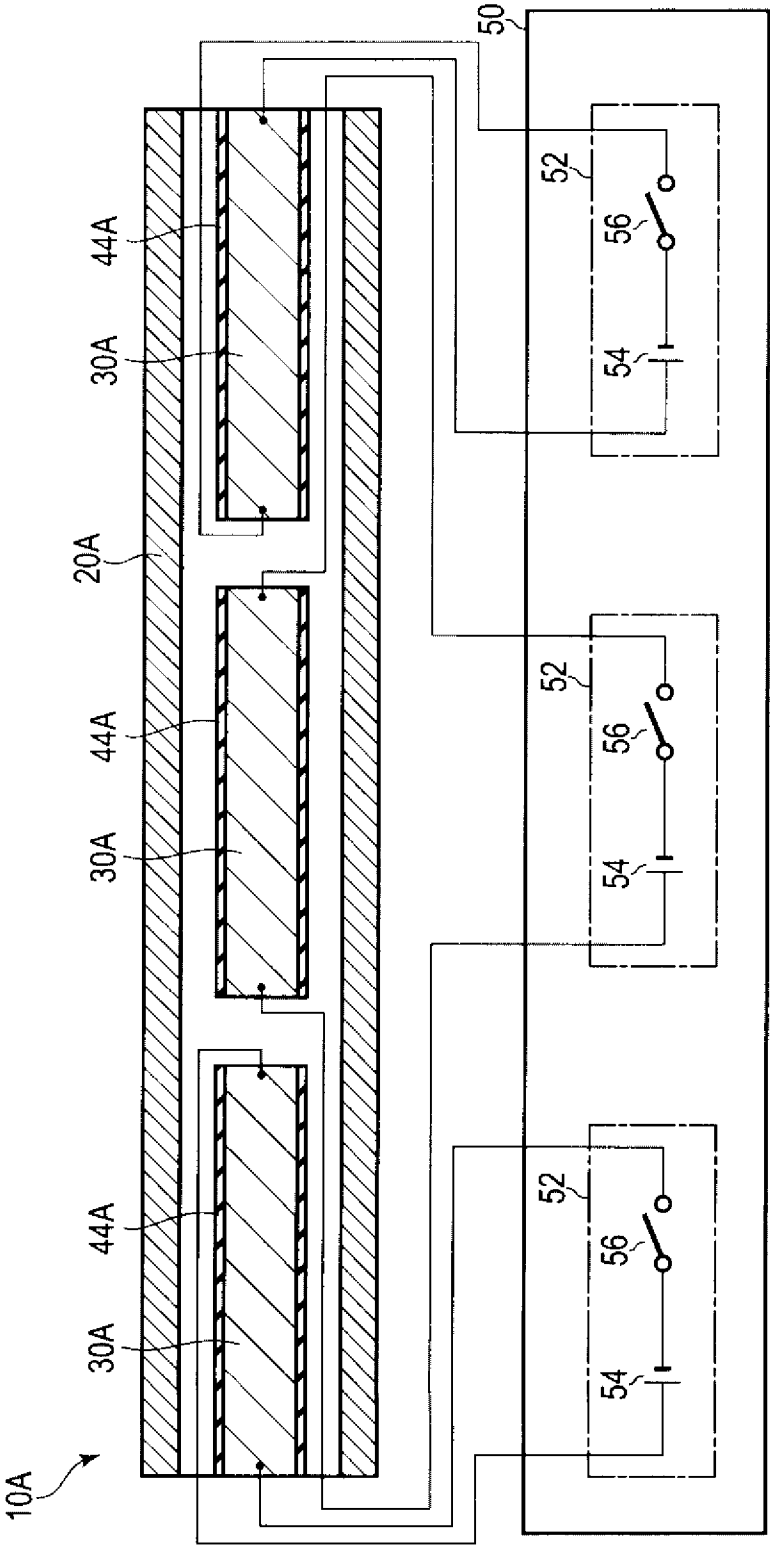
[図7]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/062839

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B1/00(2006.01)i, G02B23/24(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, G02B23/24

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X Y	JP 2005-46273 A (Olympus Corp.), 24 February 2005 (24.02.2005), paragraphs [0141] to [0145]; fig. 18 to 21 (Family: none)	1, 2, 4 3, 5
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), specification, page 4, lines 9 to 19; fig. 3, 4 (Family: none)	3, 5

☒ 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
13 July 2015 (13.07.15)

Date of mailing of the international search report
21 July 2015 (21.07.15)

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/JP2015/062839

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 3142928 B2 (Olympus Optical Co., Ltd.), 07 March 2001 (07.03.2001), paragraphs [0020] to [0024] & JP 5-168586 A	5

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, G02B23/24(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, G02B23/24

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
X Y	JP 2005-46273 A (オリンパス株式会社) 2005.02.24, [0141]-[0145], 図 18-21 (ファミリーなし)	1, 2, 4 3, 5
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, 明細書第4頁 9-19行目, 第3,4図(ファミリーなし)	3, 5

☒ 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

1 3 . 0 7 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 7 . 2 0 1 5

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）

増淵 俊仁

2 Q

4 7 4 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

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 3142928 B2 (オリンパス光学工業株式会社) 2001. 03. 07, [0020]-[0024] & JP 5-168586 A	5