

(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
2018年10月25日(25.10.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/193541 A1

(51) 国際特許分類:
A61B 1/005 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/015694

(22) 国際出願日: 2017年4月19日(19.04.2017)

(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]; 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 Tokyo (JP).

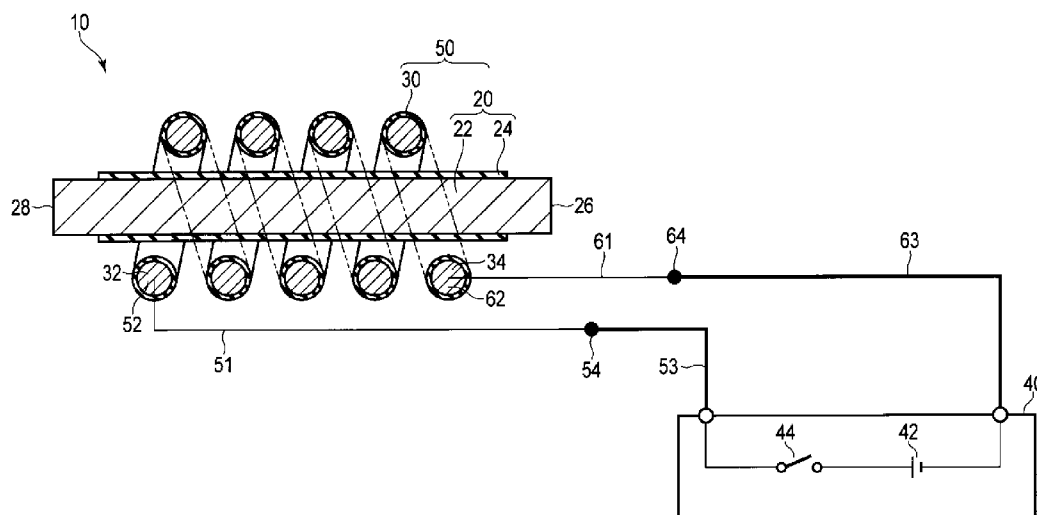
(72) 発明者: 森島 哲矢 (MORISHIMA, Tetsuya); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外 (KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝三丁目23番1号 セレスティン芝三井ビルディング11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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: VARIABLE STIFFNESS ACTUATOR

(54) 発明の名称: 剛性可変アクチュエータ



(57) Abstract: Provided is a variable stiffness actuator (10) that is mounted on a flexible member (72) and provides different stiffnesses for the flexible member. The variable stiffness actuator includes a shape memory member (20) that undergoes phase transformation between a first phase and a second phase. The shape memory member assumes a low stiffness state in the first phase and assumes a high stiffness state in the second phase. The variable stiffness actuator further includes: an actuation member (30) that causes a phase transformation in the shape memory member; first conducting

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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

wires (51, 61), one end of each being connected to the actuation member; and second conducting wires (53, 63), one end of each being connected to the other end of a first conducting wire. The first conducting wires are formed from a material that has an electrical resistivity lower than that of the actuation member and have low electrical resistivity values per unit length. The second conducting wires are thicker than the first conducting wires and have electrical resistivity values per unit length that are lower than those of the first conducting wires.

(57) 要約: 可撓性部材 (72) に装着され、可撓性部材に異なる剛性を提供する剛性可変アクチュエータ (10) が提供される。剛性可変アクチュエータは、第1の相と第2の相との間で相変態する形状記憶部材 (20) を備えている。形状記憶部材は、第1の相では低剛性状態を取り、第2の相では高剛性状態を取る。剛性可変アクチュエータは、さらに、形状記憶部材に相変態を引き起こさせる誘起部材 (30) と、一端が誘起部材に接続された第1の導線 (51, 61) と、一端が第1の導線他端に接続された第2の導線 (53, 63) とを備えている。第1の導線は、誘起部材よりも電気抵抗率の低い材料で構成され、単位長さ当たりの電気抵抗値が低い。第2の導線は、第1の導線よりも太く、第1の導線よりも単位長さ当たりの電気抵抗値が低い。

明 細 書

発明の名称： 剛性可変アクチュエータ

技術分野

[0001] 本発明は、可撓性部材に異なる曲げ剛性を提供する剛性可変アクチュエータに関する。

背景技術

[0002] 内視鏡等の可撓管挿入装置に搭載され、その可撓管部を構成している可撓性部材の曲げ剛性（硬度）を変更可能な剛性可変アクチュエータが開発されてきている。例えば、国際公開第2016/121060号には、形状記憶部材の相変態を用いて可撓性部材に異なる曲げ剛性（硬度）を提供する剛性可変アクチュエータが開示されている。この剛性可変アクチュエータでは、電力供給部から誘起部材に供給される電力（電流）により、誘起部材が形状記憶部材に相変態を引き起こさせる。

発明の概要

[0003] 国際公開第2016/121060号に開示されるような剛性可変アクチュエータにおいて、電力供給部が誘起部材へ効率的に電力を供給し、供給される電力に対する誘起部材や形状記憶合金の応答性が良好であることが望ましい。

[0004] 本発明の目的は、シンプルな構成で、供給される電力に対する誘起部材や形状記憶合金の応答性が良好な剛性可変アクチュエータを提供することである。

[0005] 本発明の一実施形態では、可撓性部材に装着され、前記可撓性部材に異なる剛性を提供する剛性可変アクチュエータが提案される。剛性可変アクチュエータは、第1の相と第2の相との間で相が移り変わ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1の相にあるときは、低剛性状態を取り、前記第2の相にあるときは、前記低剛性状態よりも高い剛性を持つ状態である高剛性状態を取り、さらに、前記形状記憶部材に前記第1の相と前記

第２の相とと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と、一端が前記誘起部材に接続された第１の導線と、一端が前記第１の導線他端に接続された第２の導線と、を備え、前記第１の導線は、前記誘起部材よりも電気抵抗率の低い材料で構成され、単位長さ当たりの電気抵抗値が低く、前記第２の導線は、前記第１の導線よりも太く、前記第１の導線よりも単位長さ当たりの電気抵抗値が低い。

[0006] 本発明によれば、シンプルな構成で、供給される電力に対する誘起部材や形状記憶合金の応答性が良好な剛性可変アクチュエータを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図１]図１は、第１の実施形態による剛性可変アクチュエータを示す図である。

[図２]図２は、剛性可変アクチュエータを搭載した内視鏡の挿入部を概略的に示す図である。

[図３]図３は、第２の実施形態による剛性可変アクチュエータを示す図である。

[図４]図４は、第３の実施形態による剛性可変アクチュエータを示す図である。

[図５]図５は、第４の実施形態による剛性可変アクチュエータを示す図である。

実施形態

[0008] 以下、本発明の各実施形態について図面を参照して説明する。

[0009] [第１の実施形態]

図１は、本発明の第１の実施形態による剛性可変アクチュエータ１０を示す図である。剛性可変アクチュエータ１０は、形状記憶部材２０と、誘起部材３０と、電力供給部４０とを有している。

[0010] 形状記憶部材２０は、第１の相と第２の相との間で相が移り変わること（相変態）により、異なる曲げ剛性状態、すなわち硬さの異なる状態を取るこ

とが可能である。形状記憶部材 20 は、第 1 の相にあるときは、外力に従って容易に変形する軟質状態（低剛性状態）を取り、すなわち低い弾性係数を示す。また、形状記憶部材 20 は、第 2 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（高剛性状態）を取り、すなわち高い弾性係数を示す。すなわち、形状記憶部材 20 は、第 2 の相にあるときは、低剛性状態よりも高い剛性を持つ高剛性状態を取る。記憶形状は、湾曲形状であってもよいし、直線状であってもよい。なお、ここでの外力とは、形状記憶部材 20 を変形させうる力を意味しており、重力も外力の一部と考える。

[0011] 形状記憶部材 20 は、例えば形状記憶合金から主に構成されている。形状記憶合金は、これに限らないが、例えば NiTi（ニッケルチタン）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、他の材料から主に構成されていてもよい。

[0012] 形状記憶部材 20 を主に構成している形状記憶合金は、例えば、マルテンサイト相とオーステナイト相との間で相が移り変わるものである。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。

[0013] 形状記憶部材 20 は、例えば形状記憶合金である導電性材料で作られた細長い本体 22 と、本体 22 を包むようにしてその周囲に設けられた絶縁膜 24 とを有している。絶縁膜 24 は、形状記憶部材 20 と誘起部材 30 との間の短絡を防止する働きをする。絶縁膜 24 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、本体 22 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、本体 22 の外

周面の全体を覆って設けられてもよいし、本体 2 2 全体を覆って設けられてもよい。

[0014] このように、形状記憶部材 2 0 は、第 1 の端部 2 6 から第 2 の端部 2 8 まです長手方向に延びた細長いワイヤ状の部材である。

[0015] 誘起部材 3 0 は、形状記憶部材 2 0 に第 1 の相と第 2 の相との間の相の移り変わり（相変態）を引き起こさせる部材である。誘起部材 3 0 は、例えばヒーターにより構成されている。つまり、誘起部材 3 0 は、例えば、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る。誘起部材 3 0 は、熱を発するものであればよく、ヒーターに限らず、撮像素子（例えば CCD）、ライトガイド、その他の素子や部材等で構成されてもよい。熱を発して熱を形状記憶部材 2 0 に伝達する誘起部材は、形状記憶部材 2 0 に第 1 の相から第 2 の相への相の移り変わりを引き起こす。

[0016] 誘起部材 3 0 は、導電性材料から主に構成されている。誘起部材 3 0 は、例えば、導電性材料でできた電熱線とその周囲に設けられた絶縁膜とを有している。絶縁膜は、形状記憶部材 2 0 と誘起部材 3 0 との間の短絡と、誘起部材 3 0 の電熱線の隣接する部分間の短絡とを防止する働きをする。なお、誘起部材 3 0 の絶縁膜が確実な短絡防止機能を提供するならば、形状記憶部材 2 0 の絶縁膜 2 4 はなくてもよい。

[0017] 誘起部材 3 0 は、形状記憶部材 2 0 の近くに配置されている。図 1 では、誘起部材 3 0 は長手方向に延びたコイル状（巻回形状）であり、その誘起部材 3 0 の内部に細長いワイヤ状の形状記憶部材 2 0 が配置されている。このような配置により、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 に伝達される。

[0018] 図 2 は、剛性可変アクチュエータ 1 0 を搭載した内視鏡 7 0 の挿入部（可撓管部） 7 2 を概略的に示す図である。内視鏡 7 0 は、剛性可変アクチュエータ 1 0 が搭載される可撓管挿入装置の一例である。

[0019] 形状記憶部材 2 0 及び誘起部材 3 0 は、剛性可変部 5 0 を構成している。この剛性可変部 5 0 は、内視鏡 7 0 の可撓性の細長い挿入部 7 2 を構成して

いる可撓性部材に配置される。したがって、剛性可変アクチュエータ 10 は、可撓性部材である挿入部 72 に装着され、異なる曲げ剛性状態、すなわち硬さの異なる状態を取ることで挿入部 72 に異なる剛性を提供する機能を有している。

[0020] 例えば、形状記憶部材 20 が上述の第 1 の相にあるときには、剛性可変アクチュエータ 10 が挿入部 72 に比較的低い剛性を提供する。すなわち、挿入部 72 において剛性可変部 50 により低曲げ剛性がもたらされている部分は、外力を受けると容易に湾曲可能である。また、形状記憶部材 20 が上述の第 2 の相にあるときは、剛性可変アクチュエータ 10 が挿入部 72 に比較的高い剛性を提供する。すなわち、挿入部 72 において剛性可変部 50 により高曲げ剛性がもたらされている部分は、外力を受けても容易には湾曲しない。

[0021] なお、図 2 では、内視鏡 70 の挿入部 72 の先端近傍に剛性可変部 50 が配置されているが、剛性可変部 50 が配置される位置はこれに限定されない。剛性可変部 50 は、挿入部 72 において剛性を変更することが望まれる所望の位置に配置されてよい。また、剛性可変部 50 の長さも、所望の長さに設定されてよい。

[0022] 電力供給部 40 は、電源 42 と、スイッチ 44 とを有している。電力供給部 40 は、スイッチ 44 のオン、すなわち閉じ動作に応答して、誘起部材 30 を通って流れる電流を誘起部材 30 に供給し、また、スイッチ 44 のオフ、すなわち開き動作に応答して、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／停止に応じて熱を発する。電力供給部 40 は、不図示の制御部により制御される。

[0023] 以下、本実施形態において誘起部材 30 と電力供給部 40 とを電氣的に接続している導線の構成及び配置について説明する。本実施形態では、誘起部材 30（電熱線）よりも単位長さ当たりの電気抵抗値の低い 2 種類の導線 51、53、61、63 が使用され、これにより、電力供給部 40 から供給される電力（電流）に対する誘起部材 30、ひいては形状記憶部材 20 の応答

性が改善される。応答性とは、例えば、電力供給部40から供給される電力により形状記憶部材20が第1の相と第2の相との間で相変態するときのレスポンス、すなわち反応性である。

[0024] 第1の導線51、61は、誘起部材30よりも電気抵抗率の低い材料を使用した、単位長さ当たりの電気抵抗値の低い導線である。すなわち、第1の導線51、61は、誘起部材30と同じ電流が流れても発熱しない。

[0025] 第1の導線51の一端は、第1の接続部52により誘起部材30の第1の端部32に接続されている。第1の導線61の一端は、第1の接続部62により誘起部材30の第1の端部32とは異なる第2の端部34に接続されている。第1の端部32は、図1並びに図2に示されるように、剛性可変部50の長手方向において第2の端部34よりも電力供給部40に対して遠い端部であり、言い換えれば、第2の端部34は、第1の端部32よりも電力供給部40に対して近い端部である。このように、誘起部材30の両端部32、34に第1の接続部52、62によって第1の導線51、61がそれぞれ接続されている。第1の接続部52は、第1の導線51と誘起部材30との電気的な接点であり、第1の接続部62は、第1の導線61と誘起部材30との電気的な接点である。第1の接続部52、62による接続は、例えば、半田付け、ろう付け、溶接、導電性の接着剤によって形成される。

[0026] 第2の導線53、63は、第1の導線51、61よりも太く、また、第1の導線51、61と同様に、誘起部材30よりも電気抵抗率の低い材料を使用した、単位長さ当たりの電気抵抗値の低い導線である。つまり、電気抵抗の大きさは導線の太さ（断面積）に反比例するため、第1の導線51、61よりも太い第2の導線53、63は、第1の導線51、61よりも単位長さ当たりの電気抵抗値がより低い。第2の導線53、63も、誘起部材30と同じ電流が流れても発熱しない。

[0027] 第2の導線53の一端は、第2の接続部54により第1の導線51の他端に接続されている。第2の導線63の一端は、第2の接続部64により第1の導線61の他端に接続されている。第2の導線53、63の他端は、電力

供給部 40 に接続されている。第 2 の接続部 54 は、第 1 の導線 51 と第 2 の導線 53 との電気的な接点であり、第 2 の接続部 64 は、第 1 の導線 61 と第 2 の導線 63 との電気的な接点である。第 2 の接続部 54、64 による接続もまた、例えば、半田付け、ろう付け、溶接、導電性の接着剤によって形成される。

[0028] 第 2 の接続部 54、64 は、長手方向において形状記憶部材 20 の第 1 の端部 26 よりも電力供給部 40 に近い位置に配置されている。また、2 つの第 2 の接続部 54、64 のうち、一方の第 2 の接続部 54 に対して他方の第 2 の接続部 64 が、電力供給部 40 により近い位置に配置されている。すなわち、2 つの第 2 の接続部 54、64 が長手方向において互いに重ならないようにずれて配置されている。

[0029] 本実施形態では、第 2 の導線 53、63 が、長手方向において形状記憶部材 20 の終端部である第 1 の端部 26 よりも電力供給部 40 に近い位置に配置される。すなわち、図 2 に示されるような挿入部 72 において形状記憶部材 20 のない、空間的に余裕のあるところに第 2 の導線 53、63 が配置される。このように、第 1 の導線 51、61 よりも太い第 2 の導線 53、63 を挿入部 72 に配置することができるため、単位長さ当たりの電気抵抗値を低くすることができる。

[0030] また、接続部は一般的に剛性可変部 50 の故障の原因となりうるため、長手方向において剛性可変部 50 を避けて配置することが望ましい。本実施形態では、第 1 の導線 51、61 と第 2 の導線 53、63 との第 2 の接続部 54、64 は、長手方向において剛性可変部 50 のある位置よりも電力供給部 40 に近い位置に配置されている。すなわち、長手方向において剛性可変部 50 と第 2 の接続部 54、64 との位置が重なっていない。このため、接続部に起因する剛性可変部 50 の故障を起こりにくくしている。

[0031] また、長手方向において複数の接続部が重なり合うとその重なり部分の径が太くなる。また、接続部は硬いため、重なると故障の原因になりうる。本実施形態では、2 つの第 2 の接続部 54、64 が長手方向において互いにず

れて配置されており重なっていないため、重なり部分により径が太くならず、重なり起因する故障も起こらない。

[0032] また、比較的短い第１の導線５１、６１とは対照的に、第２の導線５３、６３は、剛性可変アクチュエータ１０において剛性可変部５０付近から電力供給部４０までの送電を担うため、数メートル程度の長さがあることが想定される。そのため、第２の導線５３、６３の電気抵抗値を少しでも低くする、つまり電気伝導率を高くすることにより、第２の導線５３、６３での電圧降下を防止することができる。これにより、誘起部材３０へ効率的に電力を供給することができ、供給される電力に対する誘起部材３０の、ひいては形状記憶部材２０の応答性が改善される。すなわち、本実施形態によれば、シンプルな構成で、応答性が改善した剛性可変アクチュエータ１０を提供することができる。

[0033] [第２の実施形態]

図３は、本発明の第２の実施形態による剛性可変アクチュエータ１００を示す図である。剛性可変アクチュエータ１００は、形状記憶部材１２０と、誘起部材１３０と、電力供給部１４０とを有している。形状記憶部材１２０（本体１２２及び絶縁膜１２４）、誘起部材１３０及び電力供給部１４０（電源１４２及びスイッチ１４４）の構成及び配置は、第１の実施形態の形状記憶部材２０（本体２２及び絶縁膜２４）、誘起部材３０及び電力供給部４０（電源４２及びスイッチ４４）のそれに準ずる。したがって、以下の説明では、これらの構成及び配置に関して、第１の実施形態と異なる事項を説明し、共通する事項の説明は省略する。

[0034] 本実施形態では、誘起部材１３０の第１の端部１３２が、第３の接続部１５５により形状記憶部材１２０に接続されている。第３の接続部１５５は、長手方向において形状記憶部材１２０の第２の端部１２８に近いところに位置している。

[0035] 以下、本実施形態において形状記憶部材１２０、誘起部材１３０及び電力供給部１４０を電氣的に接続している導線１５１、１５３、１６５の構成及

び配置について説明する。本実施形態では、誘起部材 130 よりも単位長さ当たりの電気抵抗値の低い 3 種類の導線 151、153、165 が使用され、これにより、電力供給部 140 から供給される電力に対する形状記憶部材 120 や誘起部材 130 の応答性が改善される。

[0036] 第 1 の導線 151 は、第 1 の実施形態の第 1 の導線 51 と同様に、誘起部材 130 よりも電気抵抗率の低い材料を使用した、単位長さ当たりの電気抵抗値の低い導線である。第 1 の導線 151 の一端は、第 1 の接続部 152 により誘起部材 130 の第 2 の端部 134 に接続されている。第 2 の端部 134 は、剛性可変部 150 の長手方向において、第 1 の端部 132 よりも電力供給部 140 に対して近い端部である。

[0037] 第 2 の導線 153 は、第 1 の実施形態の第 2 の導線 53 と同様に、第 1 の導線 151 よりも太く、また、第 1 の導線 151 と同様に、誘起部材 130 よりも電気抵抗率の低い導線を使用した、単位長さ当たりの電気抵抗値の低い導線である。第 2 の導線 153 の一端は、第 2 の接続部 154 により第 1 の導線 151 の他端に接続されている。第 2 の導線 153 の他端は、電力供給部 140 に接続されている。

[0038] 第 3 の導線 165 は、第 2 の導線 153 よりも太く、第 2 の導線 153 よりも単位長さ当たりの電気抵抗値が低いものであることが望ましい。しかしながら、第 3 の導線 165 は、第 1 の導線 151 よりも電気抵抗値が低ければ、第 2 の導線 153 と同程度の電気抵抗値であってもよい。すなわち、第 2 の導線 153 の電気抵抗値が十分に低ければ、第 2 の導線 153 と第 3 の導線 165 との電気抵抗値が同等であってもよい。

[0039] 第 3 の導線 165 の一端は、第 4 の接続部 166 により形状記憶部材 120 の第 1 の端部 126 に接続されている。すなわち、導電性材料で構成された形状記憶部材 120 と第 3 の導線 165 とが第 4 の接続部 166 で接続されており、形状記憶部材 120 が電力供給部 240 からの電流が流れる導線としての役割を果たしている。第 3 の導線 165 の他端は、電力供給部 140 に接続されている。

[0040] 第1の接続部152は、第1の導線151と誘起部材130との電氣的な接点である。第2の接続部154は、第1の導線151と第2の導線153との電氣的な接点である。第3の接続部155は、形状記憶部材120と誘起部材130との電氣的な接点である。第4の接続部166は、第3の導線165と形状記憶部材120との電氣的な接点である。これら接続部152、154、155、166による接続もまた、例えば、半田付け、ロウ付け、溶接、導電性の接着剤によって形成される。本実施形態においても、接続部152、154、155、166は、長手方向においてその位置が重ならないようにずれて配置されている。

[0041] 第3の導線165は、剛性可変アクチュエータ100において剛性可変部150付近から電力供給部140までの送電を担うため、数メートル程度の長さがあることが想定される。そのため、第3の導線165の電気抵抗値を少しでも低くすることにより、第3の導線165での電圧降下を防止することができる。これにより、形状記憶部材120及び誘起部材130へ効率的に電力を供給することができ、供給される電力に対する形状記憶部材120及び誘起部材130の応答性が改善される。すなわち、本実施形態においても、第1の実施形態と同様に、応答性が改善した剛性可変アクチュエータ100を提供することができる。

[0042] また、本実施形態では、導電性材料で構成された形状記憶部材120と第3の導線165とが第4の接続部166で接続されているため、長手方向において剛性可変部150と重なる導線は第1の導線151のみで済む。すなわち、形状記憶部材120を電力供給部240からの電流が流れる導線とすることにより、省線化が可能である。

[0043] [第3の実施形態]

図4は、本発明の第3の実施形態による剛性可変アクチュエータ200を示す図である。剛性可変アクチュエータ200は、形状記憶部材220と、2つの誘起部材、すなわち第1の誘起部材230a及び第2の誘起部材230bと、電力供給部240とを有している。形状記憶部材220（本体22

2 及び絶縁膜 2 2 4)、第 1 の誘起部材 2 3 0 a 及び第 2 の誘起部材 2 3 0 b の構成は、第 1 の実施形態の形状記憶部材 2 0 (本体 2 2 及び絶縁膜 2 4) 及び誘起部材 3 0 のそれに準ずる。したがって、以下の説明では、これらの構成に関して、第 1 の実施形態と異なる事項を説明し、共通する事項の説明は省略する。

[0044] 本実施形態では、第 1 の誘起部材 2 3 0 a 及び第 2 の誘起部材 2 3 0 b は、形状記憶部材 2 2 0 の近くに配置されている。第 1 の誘起部材 2 3 0 a 及び第 2 の誘起部材 2 3 0 b の構成は、第 1 の実施形態における誘起部材 3 0 と同様である。第 2 の誘起部材 2 3 0 b は、剛性可変部 2 5 0 の長手方向において第 1 の誘起部材 2 3 0 a よりも電力供給部 2 4 0 の近くに配置されている。

[0045] 電力供給部 2 4 0 は、第 1 の電源 2 4 2 及び第 1 のスイッチ 2 4 4 と、第 2 の電源 2 4 6 及び第 2 のスイッチ 2 4 8 とを有している。電力供給部 2 4 0 は、第 1 のスイッチ 2 4 4 又は第 2 のスイッチ 2 4 8 のオン、すなわち閉じ動作に応答して、それぞれ、第 1 の誘起部材 2 3 0 a 及び第 2 の誘起部材 2 3 0 b を通って流れる電流をこれらに供給し、また、第 1 のスイッチ 2 4 4 又は第 2 のスイッチ 2 4 8 のオフ、すなわち開き動作に応答して、それぞれ、第 1 の誘起部材 2 3 0 a 及び第 2 の誘起部材 2 3 0 b に対する電流の供給を停止する。第 1 の誘起部材 2 3 0 a 及び第 2 の誘起部材 2 3 0 b は、電流の供給／停止に応じて熱を発する。

[0046] 本実施形態では、第 1 の誘起部材 2 3 0 a の第 1 の端部 2 3 2 a が、第 3 の接続部 2 5 5 により形状記憶部材 2 2 0 に接続されている。第 3 の接続部 2 5 5 は、長手方向において形状記憶部材 2 2 0 の第 2 の端部 2 2 8 に近いところに位置している。また、第 2 の誘起部材 2 3 0 b の第 1 の端部 2 3 2 b が、第 3 の接続部 2 7 2 により形状記憶部材 2 2 0 に接続されている。第 3 の接続部 2 7 2 は、形状記憶部材 2 2 0 の第 1 の端部 2 2 6 と第 2 の端部 2 2 8 との中間に位置している。

[0047] 以下、本実施形態において形状記憶部材 2 2 0、第 1 の誘起部材 2 3 0 a

、第2の誘起部材230b及び電力供給部240を電氣的に接続している導線251、253、265、261、263の構成及び配置について説明する。本実施形態においても、誘起部材130よりも単位長さ当たりの電気抵抗値の低い3種類の導線251、253、265、261、263が使用され、これにより、電力供給部240から供給される電力に対する形状記憶部材220や誘起部材230a、230bの応答性が改善される。

[0048] 第1の導線251、261は、第1の実施形態の第1の導線51、61と同様に、第1の誘起部材230a及び第2の誘起部材230bよりも電気抵抗率の低い材料を使用した、単位長さ当たりの電気抵抗値の低い導線である。第1の導線251の一端は、第1の接続部252により第1の誘起部材230aの第2の端部234aに接続されている。第2の端部234aは、剛性可変部250の長手方向において、第1の端部232aよりも電力供給部240に対して近い端部である。第1の導線261の一端は、第1の接続部262により第2の誘起部材230bの第2の端部234bに接続されている。第2の端部234bは、第1の端部232bよりも電力供給部240に対して近い端部である。なお、第1の端部232bは、第2の端部234aよりも電力供給部240に対して近い位置にある。

[0049] 第2の導線253、263は、第1の実施形態の第2の導線53、63と同様に、第1の導線251、261よりも太く、単位長さ当たりの電気抵抗値の低い導線である。第2の導線253の一端は、第2の接続部254により第1の導線251の他端に接続されている。第2の導線263の一端は、第2の接続部264により第1の導線261の他端に接続されている。第2の導線253の他端は、電力供給部240（第1の電源242及び第1のスイッチ244）に接続されている。第2の導線263の他端は、電力供給部（第2の電源246及び第2のスイッチ248）に接続されている。電力供給部240は、不図示の制御部により制御される。

[0050] 第3の導線265は、第2の実施形態の第3の導線165と同様に、第2の導線253、263よりも太く、単位長さ当たりの電気抵抗値が低いこと

が望ましいが、第1の導線251、261よりも電気抵抗値が低く第2の導線253、263と同程度の電気抵抗値であってもよい。第3の導線265の一端は、第4の接続部266により形状記憶部材220の第1の端部226に接続されている。第3の導線265の他端は、電力供給部240に接続されている。

[0051] 第1の接続部252は、第1の導線251と第1の誘起部材230aとの電氣的な接点であり、第1の接続部262は、第1の導線261と第2の誘起部材230bとの電氣的な接点である。第2の接続部254は、第1の導線251と第2の導線253との電氣的な接点であり、第2の接続部264は、第1の導線261と第2の導線263との電氣的な接点である。第3の接続部255は、形状記憶部材220と第1の誘起部材230aとの電氣的な接点であり、第3の接続部272は、形状記憶部材220と第2の誘起部材230bとの電氣的な接点である。第4の接続部266は、第3の導線265と形状記憶部材220との電氣的な接点である。これら接続部252、262、254、255、272、266による接続もまた、例えば、半田付け、ろう付け、溶接、導電性の接着剤によって形成される。本実施形態においても、接続部252、262、254、264、255、266は、長手方向においてその位置が重ならないようにずれて配置されている。

[0052] 本実施形態においても、第2の実施形態と同様に、ある程度長いことが想定される第3の導線265の電気抵抗値を少しでも低くすることにより、第3の導線265での電圧降下を防止することができる。これにより、形状記憶部材220及び誘起部材230a、230bへ効率的に電力を供給することができ、供給される電力に対する形状記憶部材220及び誘起部材230a、230bの応答性が改善される。

[0053] 本実施形態における第2の導線253、263と第3の導線265との大きな違いは、剛性可変部250に複数の誘起部材220a、220bを配置し電力供給部240がその全ての誘起部材に電流を流した場合、第3の導線265に流れる電流はその全ての誘起部材に流れる電流が合算されたものに

なる点にある。つまり、第2の導線253（及び第1の導線251）が第1の誘起部材230aに対する電流のみを送電し、第2の導線263（及び第1の導線261）が第2の誘起部材230bに対する電流のみを送電するのに対し、第3の導線265は、第1の誘起部材230a及び第2の誘起部材230bの両方に対する電流を送電する。

[0054] したがって、本実施形態では、複数の誘起部材230a、230bが設けられていることにより、剛性可変部250の長手方向において各誘起部材230a、230bが設けられている位置に応じて、それが取り付けられる可撓性部材の曲げ剛性を制御することが可能である。

[0055] なお、複数の誘起部材が同時に通電した場合、第3の導線265には全ての誘起部材に対する合算の電流が流れるので、第2の導線253、263よりも電気抵抗値を低くすることが望ましい。しかしながら、第2の導線253、263の電気抵抗値が十分に低ければ、同程度でも構わない。

[0056] また、本実施形態においても、導電性材料で構成された形状記憶部材220と第3の導線265とが第4の接続部266で接続されているため、形状記憶部材220が電力供給部240からの電流が流れる導線として使用される。これにより、複数の誘起部材230a、230bが存在する場合に省線化が可能である。

[0057] 本実施形態においても、第1の実施形態や第2の実施形態と同様に、応答性が改善した剛性可変アクチュエータ200を提供することができる。

[0058] なお、剛性可変部250が2つの誘起部材230a、230bを含むものについて説明したが、誘起部材の数はこれに限定されず、3つ以上の誘起部材を含んでもよい。複数の誘起部材に流れる電流が電力供給部240により個別に変更されることにより、各誘起部材が設けられている位置に応じてそれが取り付けられる可撓性部材の曲げ剛性の制御をすることが可能である。

[0059] [第4の実施形態]

図5は、本発明の第4の実施形態による剛性可変アクチュエータ300を示す図である。剛性可変アクチュエータ300は、形状記憶部材320と、

誘起部材 330 と、電力供給部 340 とを有している。形状記憶部材 320（本体 322 及び絶縁膜 324）、誘起部材 330 及び電力供給部 340（電源 342 及びスイッチ 344）の構成及び配置は、第 2 の実施形態の形状記憶部材 120（本体 122 及び絶縁膜 124）、誘起部材 130 及び電力供給部 140（電源 142 及びスイッチ 144）のそれに準ずる。また、導線 351、353、365、接続部 352、354、366 の構成及び配置も、第 2 の実施形態の導線 151、153、165、接続部 152、154、166 のそれに準ずる。したがって、以下の説明では、これらの構成及び配置に関して、第 2 の実施形態と異なる事項のみを説明し、共通する事項の説明は省略する。

[0060] 本実施形態では、形状記憶部材 320 と誘起部材 330 とが、第 1 の端部 326 において接続部材 370 により第 5 の接続部 371 で接続されている。接続部材 370 は、例えば、円筒状の弾性部材でできている。接続部材 370 の内径は、形状記憶部材 320 の外径よりも小さく作られており、接続部材 370 の弾性収縮力により形状記憶部材 320 を把持している。また、誘起部材 330 と接続部材 370 とは半田付けなどで固定されている。すなわち、弾性による把持と半田付けとを併用して、形状記憶部材 320 と誘起部材 330 とが接続部材 370 により第 5 の接続部 371 で接続されることができる。接続部材 370 は、導電性を有しており、形状記憶部材 320 を誘起部材 330 に電氣的に接続している。また、図示しないが、全ての接続部 352、354、366 は絶縁膜に保護されていることが望ましい。

[0061] 本実施形態では、全ての接続部 352、354、366、371 は、半田付けやろう付け、溶接など、電氣的に良好な接続をなしていることが望ましいが、導電性接着材や導電テープなどの導通が取れる手段で接続が確立されていればよい。さらに、耐性や組立て性などを考慮して、接続部材を介しても接続をなしていてもよい。例えば、圧着（カシメ）や弾性による把持、ネジ等による押圧が考えられる。もちろん、これらの 2 つ以上を組み合わせ併用しても構わない。

- [0062] 本実施形態においても、第1乃至第3の実施形態と同様に、応答性が改善した剛性可変アクチュエータ300を提供することができる。
- [0063] 以上説明したように、本発明の各実施形態では、電力供給部と形状記憶部材あるいは誘起部材とを電氣的に接続するために、誘起部材（電熱線）よりも単位長さ当たりの電気抵抗値の低い2種類以上の導線を使用することにより、電力供給部から供給される電力（電流）に対する形状記憶部材あるいは誘起部材の応答性を改良することができる。
- [0064] なお、可撓管挿入装置として内視鏡70、可撓性部材として内視鏡70の挿入部72を挙げて説明したが、可撓管挿入装置は内視鏡に限定されるものではなく、本発明の範囲には、可撓性部材を構成している挿入部を有する挿入装置が広く包含されることが当業者にとって自明である。
- [0065] 本願発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。また、各実施形態は可能な限り適宜組み合わせて実施してもよく、その場合組み合わせた効果が得られる。さらに、上記実施形態には種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適当な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。

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剛性を提供する剛性可変アクチュエータであって、
- 第1の相と第2の相との間で相が移り変わ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1の相にあるときは、低剛性状態を取り、前記第2の相にあるときは、前記低剛性状態よりも高い剛性を持つ状態である高剛性状態を取り、さらに、
- 前記形状記憶部材に前記第1の相と前記第2の相と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と、
- 一端が前記誘起部材に接続された第1の導線と、
- 一端が前記第1の導線他端に接続された第2の導線と、
- を備え、
- 前記第1の導線は、前記誘起部材よりも電気抵抗率の低い材料で構成され、単位長さ当たりの電気抵抗値が低く、
- 前記第2の導線は、前記第1の導線よりも太く、前記第1の導線よりも単位長さ当たりの電気抵抗値が低い、剛性可変アクチュエータ。
- [請求項2] 前記第2の導線他端が、前記誘起部材に前記移り変わりを引き起こさせるための電力を供給する電力供給部に接続されている、請求項1に記載の剛性可変アクチュエータ。
- [請求項3] 前記第1の導線他端と前記第2の導線一端との接続部が、長手方向において前記形状記憶部材の終端部よりも前記電力供給部に近い位置に配置されている、請求項2に記載の剛性可変アクチュエータ。
- [請求項4] 一端が前記形状記憶部材の端部に接続された第3の導線を備え、
- 前記形状記憶部材は、導電性材料で構成され、
- 前記誘起部材一端と前記形状記憶部材一部とが接続されている、請求項2又は3に記載の剛性可変アクチュエータ。
- [請求項5] 前記第3の導線は、前記第1の導線よりも単位長さ当たりの電気抵抗値が低く、前記第2の導線の電気抵抗値と同程度以下の電気抵抗値

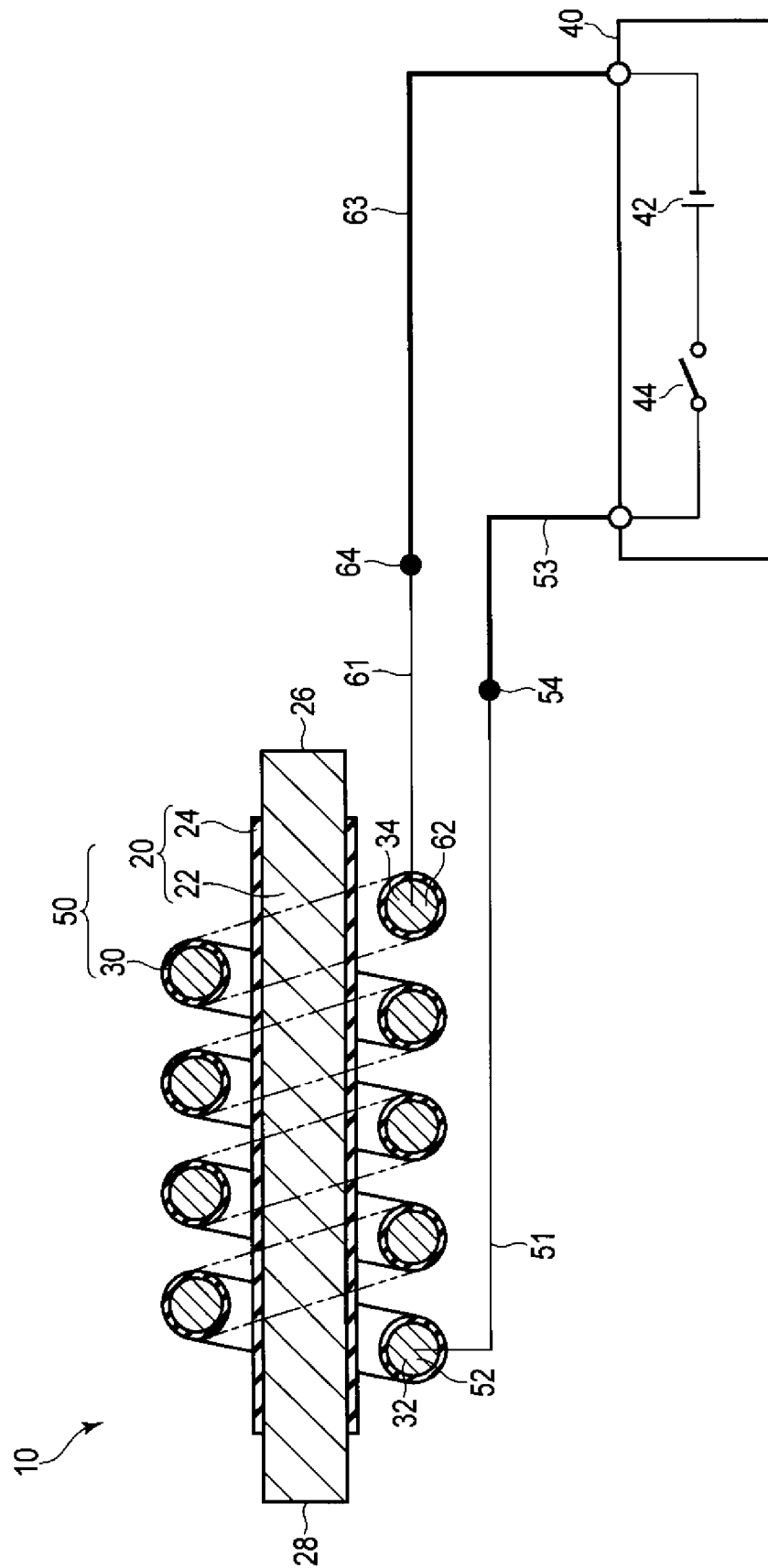
を有する、請求項 4 に記載の剛性可変アクチュエータ。

[請求項6] 複数の誘起部材が設けられており、各誘起部材に供給される電力が前記電力供給部により個別に変更される、請求項 4 又は 5 に記載の剛性可変アクチュエータ。

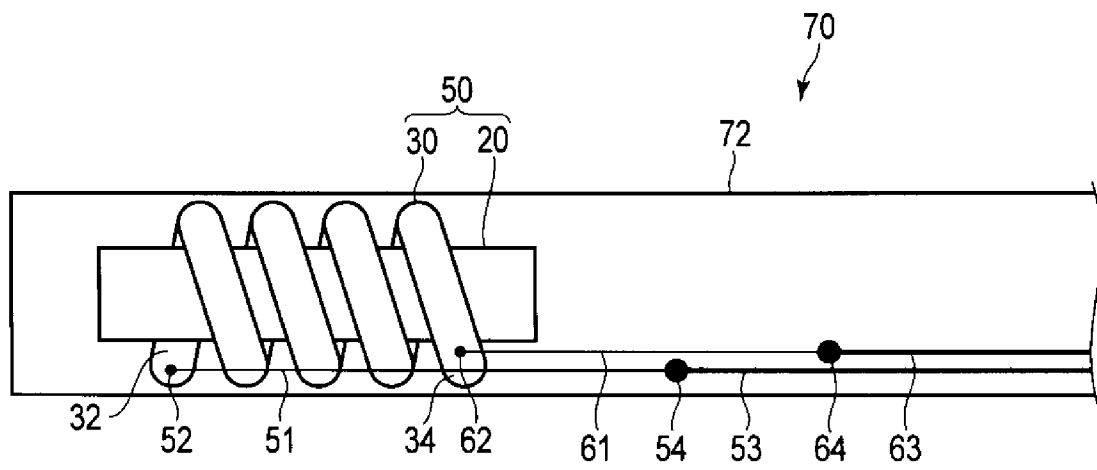
[請求項7] 複数の第 1 の導線と、複数の第 2 の導線と、を備え、
前記第 1 の導線他端と前記第 2 の導線一端との各接続部が、前記形状記憶部材の長手方向において重ならないようにずれて配置されている、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 に記載の剛性可変アクチュエータ。

[請求項8] 前記可撓性部材は、内視鏡の挿入部である、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 に記載の剛性可変アクチュエータ。

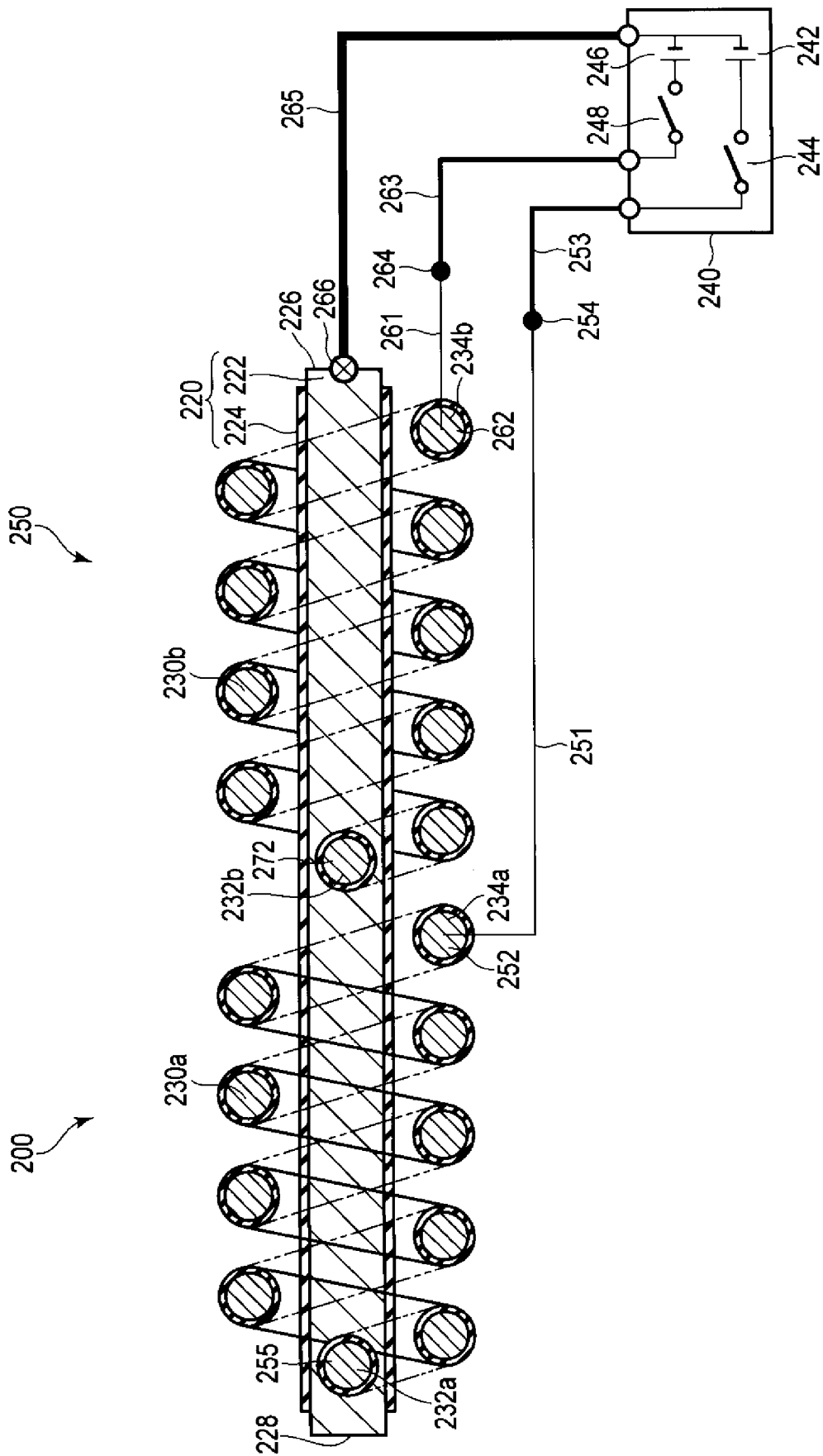
[図1]



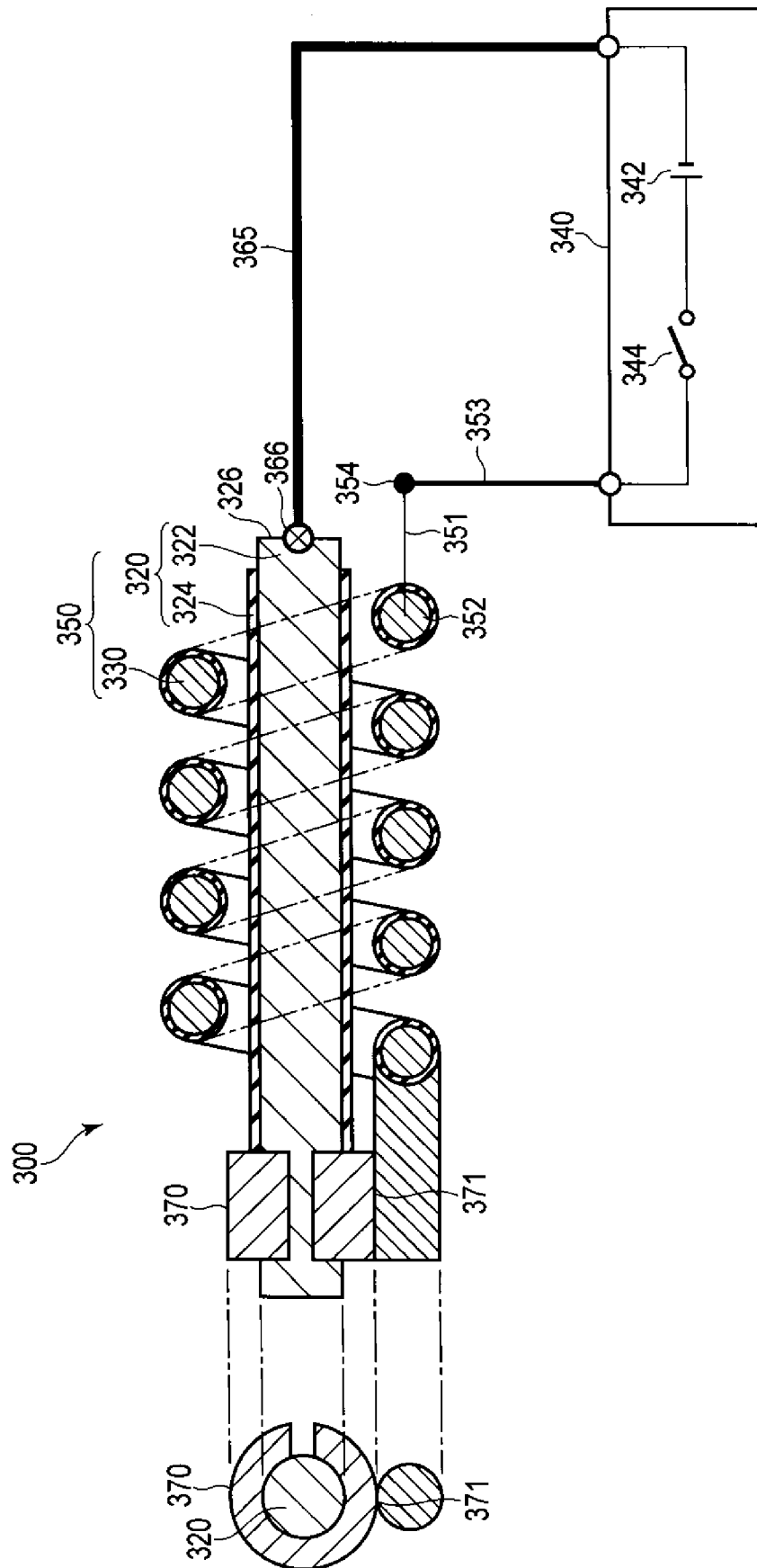
[図2]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/015694

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B1/005(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, G02B23/24-23/26

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
A	WO 2016/185561 A1 (Olympus Corp.), 24 November 2016 (24.11.2016), entire text (Family: none)	1-8
A	WO 2016/121060 A1 (Olympus Corp.), 04 August 2016 (04.08.2016), entire text (Family: none)	1-8
A	JP 6-70879 A (Toshiba Corp.), 15 March 1994 (15.03.1994), entire text & US 5482029 A1	1-8

☒ 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
15 June 2017 (15.06.17)

Date of mailing of the international search report
27 June 2017 (27.06.17)

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/JP2017/015694

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	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), entire text (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61B1/005(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,
G02B23/24-23/26

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	WO 2016/185561 A1（オリンパス株式会社）2016.11.24, 全文 （ファミリーなし）	1-8
A	WO 2016/121060 A1（オリンパス株式会社）2016.08.04, 全文 （ファミリーなし）	1-8
A	JP 6-70879 A（株式会社東芝）1994.03.15, 全文 & US 5482029 A1	1-8

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

15.06.2017

国際調査報告の発送日

27.06.2017

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）

荒井 隆一

2Q

3213

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
A	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, 全文 (ファミリーなし)	1-8