

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6665723号
(P6665723)

(45) 発行日 令和2年3月13日(2020.3.13)

(24) 登録日 令和2年2月25日(2020.2.25)

(51) Int. Cl. F I
 HO2N 10/00 (2006.01) HO2N 10/00
 HO2N 11/00 (2006.01) HO2N 11/00 Z

請求項の数 11 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-147611 (P2016-147611)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成28年7月27日 (2016.7.27)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2018-19501 (P2018-19501A)	(74) 代理人	100140486 弁理士 鎌田 徹
(43) 公開日	平成30年2月1日 (2018.2.1)	(74) 代理人	100170058 弁理士 津田 拓真
審査請求日	平成30年7月13日 (2018.7.13)	(72) 発明者	渡邊 晴彦 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		(72) 発明者	田中 栄太郎 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アクチュエータ、センサ装置、及び、制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外部からのエネルギー入力に応じて変形して動力を出力する変形材料(2)と、
 前記変形材料にエネルギーを入力するエネルギー入力部(3)と、
 前記変形材料の変形特性が変化したことを検出する特性変化検出部(5A)と、
 前記エネルギーを制御することにより前記変形材料の出力を制御する駆動制御部(6A)
 と、を備え、

前記駆動制御部は、前記特性変化検出部(5A)が前記変形特性の変化を検出するとき、
 前記変形材料の出力停止中に前記変形特性の変化に応じた補正量を算出し、前記補正量
 を前記エネルギーに加算または減算することによって、前記変形材料の目標出力に対応する
 前記エネルギーを補正する、
 アクチュエータ(1A)。

【請求項2】

外部からのエネルギー入力に応じて変形して動力を出力する変形材料(2)と、
 前記変形材料にエネルギーを入力するエネルギー入力部(3)と、
 前記変形材料の変形特性が変化したことを検出する特性変化検出部(5A)と、
 前記エネルギーを制御することにより前記変形材料の出力を制御する駆動制御部(6B)
 と、を備え、

前記駆動制御部(6B)は、前記特性変化検出部が前記変形特性の変化を検出するとき、
 前記エネルギー入力部から前記変形材料への前記エネルギーの入力によって前記変形特性を

変化前の状態に回復させる回復制御を実施する、
アクチュエータ（ 1 B ）。

【請求項 3】

前記変形特性の変化に応じて前記エネルギーを制御しても対応できない前記変形材料の異常を検出する異常検出部（ 7 ）を備える、請求項 1 又は 2に記載のアクチュエータ（ 1 A , 1 B ）。

【請求項 4】

前記異常検出部により検出された前記異常を報知する報知部（ 8 ）を備える、請求項 3 に記載のアクチュエータ。

【請求項 5】

前記特性変化検出部（ 5 A ）は、前記変形材料の変形量、周囲環境の温度若しくは湿度、または、前記変形材料の電気抵抗、のうち少なくとも 1 つに基づいて、前記変形材料の変形特性が変化したことを検出する、

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のアクチュエータ。

【請求項 6】

前記変形材料は、ポリマーファイバーである、
 請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のアクチュエータ。

【請求項 7】

前記エネルギー入力部は、前記ポリマーファイバーの外周側に巻き付けられる導電性材料であり、

前記ポリマーファイバーは、前記導電性材料から入力される熱に応じて変形する、
 請求項 6 に記載のアクチュエータ。

【請求項 8】

前記特性変化検出部は、前記ポリマーファイバーに外部から水分または油分が吸収される前記ポリマーファイバーの膨潤の発生を検出し、

前記駆動制御部は、前記特性変化検出部が前記膨潤の発生を検出するとき、前記膨潤に応じて、前記エネルギー入力部から前記変形材料へ入力される前記エネルギーを制御する、
 請求項 6 または 7 に記載のアクチュエータ。

【請求項 9】

外部からのエネルギー入力に応じて変形して動力を出力する変形材料（ 2 ）と、
前記変形材料にエネルギーを入力するエネルギー入力部（ 3 ）と、
前記変形材料の変形特性が変化したことを検出する特性変化検出部（ 5 , 5 A ）と、
前記エネルギーを制御することにより前記変形材料の出力を制御する駆動制御部（ 6 , 6 A , 6 B ）と、を備え、

前記変形材料は、ポリマーファイバーであり、
前記特性変化検出部は、前記ポリマーファイバーに外部から水分または油分が吸収される前記ポリマーファイバーの膨潤の発生を検出し、

前記駆動制御部は、前記特性変化検出部が前記膨潤の発生を検出するとき、前記膨潤に応じて、前記エネルギー入力部から前記変形材料へ入力される前記エネルギーを制御する、
アクチュエータ（ 1 , 1 A , 1 B ）。

【請求項 10】

前記エネルギー入力部は、前記ポリマーファイバーの外周側に巻き付けられる導電性材料であり、

前記ポリマーファイバーは、前記導電性材料から入力される熱に応じて変形する、
 請求項 9 に記載のアクチュエータ。

【請求項 11】

外部の情報を検出するセンサ部（ 21 ）と、
 前記センサ部の姿勢を変更可能な請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載のアクチュエータ（ 1 , 1 A , 1 B ）と、
 を備えるセンサ装置（ 20 ）。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電氣的、光子的、化学的、熱的、吸収、もしくは他の手段による外部からのエネルギー入力に応じて、変形材料を変形させることによって動力を出力するアクチュエータと、このアクチュエータを動力源として用いるセンサ装置と、このアクチュエータを制御するための制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種のアクチュエータとして、例えば特許文献1に記載されるようなポリマーファイバーアクチュエータが知られている。特許文献1に記載のポリマーファイバーアクチュエータは、電気加熱や白色加熱による温度変化により、ねじりまたは引張作動を発生することができる熱駆動式のものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2016-42783号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ポリマーファイバーは、周囲環境の水分や油分を吸収して膨潤することにより物性が変化する。これにより、アクチュエータの駆動特性が変化し、所望のアクチュエータ特性が得られなくなったり、強度低下による破損が生じる場合がある。ポリマーファイバーアクチュエータ以外のこの種の他のアクチュエータにおいても、変形材料（ポリマーファイバーアクチュエータにおけるポリマーファイバー）の変形特性を変化させる物質（ポリマーファイバーアクチュエータにおける水分や油分）が外部から変形材料と接触することにより、同様の問題を生じる虞がある。

【0005】

本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、変形材料の変形を動力源とするアクチュエータにおいて、変形材料の変形特性の変化に起因する駆動特性の変化を好適に抑制できるアクチュエータと、このアクチュエータを動力源として用いるセンサ装置と、このアクチュエータを制御するための制御装置と、を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明に係るアクチュエータ（1, 1A, 1B）は、外部からのエネルギー入力に応じて変形して動力を出力する変形材料（2）と、前記変形材料にエネルギーを入力するエネルギー入力部（3）と、前記変形材料の変形特性が変化したことを検出する特性変化検出部（5, 5A）と、前記エネルギーを制御することにより前記変形材料の出力を制御する駆動制御部（6, 6A, 6B）と、を備え、前記駆動制御部は、前記特性変化検出部（5A）が前記変形特性の変化を検出するとき、前記変形材料の出力停止中に前記変形特性の変化に応じた補正量を算出し、前記補正量を前記エネルギーに加算または減算することによって、前記変形材料の目標出力に対応する前記エネルギーを補正する。

また、上記課題を解決するために、本発明に係る他のアクチュエータ（1B）は、外部からのエネルギー入力に応じて変形して動力を出力する変形材料（2）と、前記変形材料にエネルギーを入力するエネルギー入力部（3）と、前記変形材料の変形特性が変化したことを検出する特性変化検出部（5A）と、前記エネルギーを制御することにより前記変形材料の出力を制御する駆動制御部（6B）と、を備え、前記駆動制御部（6B）は、前記特性変化検出部が前記変形特性の変化を検出するとき、前記エネルギー入力部から前記変形材料への前記エネルギーの入力によって前記変形特性を変化前の状態に回復させる回復制御を実施

10

20

30

40

50

する。

さらに、上記課題を解決するために、本発明に係る他のアクチュエータ（１，１Ａ，１Ｂ）は、外部からのエネルギー入力に応じて変形して動力を出力する変形材料（２）と、前記変形材料にエネルギーを入力するエネルギー入力部（３）と、前記変形材料の変形特性が変化したことを検出する特性変化検出部（５，５Ａ）と、前記エネルギーを制御することにより前記変形材料の出力を制御する駆動制御部（６，６Ａ，６Ｂ）と、を備え、前記変形材料は、ポリマーファイバーであり、前記特性変化検出部は、前記ポリマーファイバーに外部から水分または油分が吸収される前記ポリマーファイバーの膨潤の発生を検出し、前記駆動制御部は、前記特性変化検出部が前記膨潤の発生を検出するとき、前記膨潤に応じて、前記エネルギー入力部から前記変形材料へ入力される前記エネルギーを制御する。

10

【０００７】

同様に、上記課題を解決するために、本発明に係るセンサ装置（２０）は、外部の情報を検出するセンサ部（２１）と、前記センサ部の姿勢を変更可能な上記のアクチュエータと、を備える。

【０００８】

同様に、上記課題を解決するために、本発明に係る制御装置（４，４Ａ，４Ｂ）は、外部からのエネルギー入力に応じて変形して動力を出力する変形材料（２）と、前記変形材料にエネルギーを入力するエネルギー入力部（３）と、を備えるアクチュエータ（１，１Ａ，１Ｂ）を制御するための制御装置であって、前記変形材料の変形特性が変化したことを検出する特性変化検出部（５，５Ａ）と、前記エネルギーを制御することにより前記変形材料の出力を制御する駆動制御部（６，６Ａ，６Ｂ）と、を備え、前記駆動制御部は、前記特性変化検出部が前記変形特性の変化を検出するとき、前記変形特性の変化に応じて前記エネルギーを制御する。

20

【０００９】

これらの構成により、変形材料の変形特性の変化を検出したときには、変形材料へ入力するエネルギーを適切に制御して、アクチュエータ出力に変形材料の変形特性の変化が影響しないようにしている。この結果、変形材料の変形特性の変化に起因するアクチュエータの駆動特性の変化を好適に抑制できる。

【発明の効果】

【００１０】

本発明によれば、変形材料の変形を動力源とするアクチュエータにおいて、変形材料の変形特性の変化に起因する駆動特性の変化を好適に抑制できるアクチュエータと、このアクチュエータを動力源として用いるセンサ装置と、このアクチュエータを制御するための制御装置と、を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】図１は、本発明の第１実施形態に係るアクチュエータの一例としてのポリマーファイバーアクチュエータの概略構成を示す図である。

【図２】図２は、第１実施形態に係るポリマーファイバーアクチュエータにより実施される駆動信号補正制御のフローチャートである。

40

【図３】図３は、第１実施形態に係るポリマーファイバーアクチュエータが適用されるセンサ装置の構成を示す図である。

【図４】図４は、本発明の第２実施形態に係るポリマーファイバーアクチュエータの概略構成を示す図である。

【図５】図５は、第２実施形態に係るポリマーファイバーアクチュエータにより実施される補正量算出制御のフローチャートである。

【図６】図６は、本発明の第３実施形態に係るポリマーファイバーアクチュエータの概略構成を示す図である。

【図７】図７は、第３実施形態に係るポリマーファイバーアクチュエータにより実施される膨潤回復制御のフローチャートである。

50

【発明を実施するための形態】**【0012】**

以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の符号を付して、重複する説明は省略する。

【0013】

本発明が対象とするアクチュエータとは、電氣的（電流変化など）、光子的（照射光の強弱など）、化学的（化学物質の付与、可逆的な化学反応など）、熱的（温度変化など）、吸収（水分の吸収による収縮など）、もしくは他の手段による外部からのエネルギー入力に応じて、変形材料を変形させることによって動力を出力するアクチュエータである。このようなアクチュエータには、例えば、ポリマーファイバーアクチュエータ、形状記憶合金、 piezo素子などが含まれるが、以下の実施形態ではポリマーファイバーアクチュエータを一例として挙げて説明する。

10

【0014】**[第1実施形態]**

図1～図3を参照して第1実施形態を説明する。まず図1を参照して、第1実施形態に係るポリマーファイバーアクチュエータ1の構成について説明する。

【0015】

第1実施形態に係るポリマーファイバーアクチュエータ1（アクチュエータ）は、図1に示すように所定の軸方向に沿って延在するひも状に形成され、その軸方向断面が略円形状に形成される。ポリマーファイバーアクチュエータ1は、加熱による温度上昇というエネルギー入力に応じて、軸方向の伸縮動作、または軸回りのねじり動作として動力を出力することができる。以下の説明では、図1に示すように、ポリマーファイバーアクチュエータ1の延在方向（軸方向）をX方向と表記し、このX方向と直交する断面の径方向のうち所定の一方方向（図1の上下方向）をY方向と表記する。

20

【0016】

図1に示すように、ポリマーファイバーアクチュエータ1は、ポリマーファイバー2（変形材料）と、電熱線3（エネルギー入力部、導電性材料）と、制御装置4とを備える。

【0017】

ポリマーファイバー2は、ポリマーファイバーアクチュエータ1の動力源であり、外部からのエネルギー入力（加熱による温度上昇）に応じて変形して動力を出力する変形材料として機能するものである。ポリマーファイバー2は、例えば、X方向に延在方向を揃えられたポリアミド繊維の束で形成される。

30

【0018】

電熱線3は、ポリマーファイバー2の外周側にらせん状に巻き付けられて配置されている。電熱線3は、電流供給によって発熱し、ポリマーファイバー2を加熱させることができる。つまり、電熱線3は、変形材料としてのポリマーファイバー2に、加熱による温度上昇というエネルギー入力を行うエネルギー入力部として機能するものであり、ポリマーファイバー2は、電熱線3から入力される熱に応じて変形することで、X方向の伸縮動作やX方向まわりのねじり動作を行うことができる。

40

【0019】

制御装置4は、電熱線3の電流供給を制御することにより、ポリマーファイバー2の変形、すなわちポリマーファイバーアクチュエータ1の出力を制御する。

【0020】

上述のように、ポリマーファイバー2は、周囲環境の水分や油分を吸収して膨潤することにより物性が変化する特性がある。物性が変化すると、ポリマーファイバー2の変形特性が変化する。つまり、同一条件の温度上昇によっても、ポリマーファイバー2の変形量が異なるものとなり、これにより、アクチュエータの駆動特性も変化する虞がある。そこで第1実施形態では、このようなポリマーファイバー2の膨潤の発生に起因する駆動特性の変化を防止すべく、制御装置4は、膨潤に起因するポリマーファイバー2の変形特性の

50

変化に応じて、制御装置 4 から電熱線 3 に送信する駆動信号（電流供給量）を補正する。より詳細には、制御装置 4 は、ポリマーファイバー 2 の変形による出力をフィードバック制御することによって、ポリマーファイバー 2 の目標出力に対応する駆動信号を補正する。制御装置 4 は、このような機能に係る構成要素として、図 1 に示すように、膨潤検出部 5（特性変化検出部）と、駆動制御部 6 と、異常検出部 7 と、報知部 8 とを有する。

【0021】

膨潤検出部 5 は、ポリマーファイバー 2 の膨潤発生（変形特性の変化）を検出する。膨潤検出部 5 は、周囲環境やポリマーファイバー 2 に関する様々な情報に基づいて膨潤発生の有無を推定することができるが、第 1 実施形態では、ポリマーファイバー 2 の駆動制御中における目標出力に対する現実の出力に基づいて膨潤発生を検出する。膨潤検出部 5 は、例えば、ポリマーファイバー 2 の変位量を検出する位置センサ 9 や、ポリマーファイバー 2 の動作の加速度を検出する加速度センサ 10 と電氣的に接続され、これらのセンサ 9、10 から入力される情報に基づき、ポリマーファイバー 2 の現実の出力を把握することができる。

10

【0022】

駆動制御部 6 は、電熱線 3 からポリマーファイバー 2 へ入力するエネルギー（熱）を制御することにより、ポリマーファイバー 2 の出力を制御する。特に第 1 実施形態では、駆動制御部 6 は、膨潤検出部 5 がポリマーファイバー 2 の膨潤発生を検出するとき、膨潤に応じて電熱線 3 からポリマーファイバー 2 へ入力される熱エネルギーを制御し、具体的には、ポリマーファイバー 2 の変形による出力をフィードバック制御することによって、ポリマーファイバー 2 の目標出力に対応する駆動信号を補正する。

20

【0023】

異常検出部 7 は、ポリマーファイバー 2 の異常を検出する。異常検出部 7 が検出するポリマーファイバー 2 の異常とは、例えば、ポリマーファイバー 2 の膨潤発生に応じて、電熱線 3 からポリマーファイバー 2 へ入力される熱エネルギーを制御したとしても、膨潤に起因する変形特性の変形をカバーできず、アクチュエータの駆動特性の変化を抑制できないような、ポリマーファイバー 2 に係る何等かの異常を含む。異常検出部 7 は、ポリマーファイバー 2 の異常を検出したときは、報知部 8 に出力するか、または、異常検出に関する情報を記憶する。

【0024】

報知部 8 は、異常検出部 7 により検出されたポリマーファイバー 2 の異常を報知する。報知部 8 は、例えばディスプレイなどの表示装置であり、異常検出に関する情報を表示することによってアクチュエータ 1 の使用者に報知する構成とすることができる。

30

【0025】

制御装置 4 は、物理的には、CPU（Central Processing Unit）、RAM（Random Access Memory）及びROM（Read Only Memory）などを有するコンピュータである。制御装置 4 の各機能の全部または一部は、ROMに保持されるアプリケーションプログラムをRAMにロードしてCPUで実行することによって、RAMやROMにおけるデータの読み出し及び書き込みを行うことで実現される。また、例えばポリマーファイバーアクチュエータ 1 を駆動源として用いるセンサ装置 20（図 3 参照）が、自動車等の車両に搭載されるなど、ポリマーファイバーアクチュエータ 1 が車載部品として適用される場合には、制御装置 4 は、自動車部品のマイコン（例えば ECU）に実装することもできる。

40

【0026】

このようなポリマーファイバーアクチュエータ 1 は、例えば以下のような動作を行う。すなわち、まず制御装置 4 が、ポリマーファイバーアクチュエータ 1 に所望の動作を出力させるべく、電熱線 3 の電流供給を制御すると、電熱線 3 に所定値の電流が流れることにより電熱線 3 が発熱する。電熱線 3 から放出された熱は、電熱線 3 が表面に巻回されるポリマーファイバー 2 に伝達される。ポリマーファイバー 2 は、外周面から伝達された熱が最終的に中心部まで到達してその全体が温度上昇すると、温度上昇分に応じて変形する。

50

この結果、ポリマーファイバーアクチュエータ 1 は、ポリマーファイバー 2 の変形に伴う動力を出力することができる。

【 0 0 2 7 】

さらに、ポリマーファイバーアクチュエータ 1 は、制御装置 4 の膨潤検出部 5 が、アクチュエータの動作中にポリマーファイバー 2 の膨潤の発生を検出した場合には、駆動制御部 6 が、膨潤によるポリマーファイバー 2 の変形特性の変動をカバーすべく、アクチュエータの目標出力に対応する電熱線 3 への駆動信号を補正する。以下では、この補正を「駆動信号補正制御」とも表す場合がある。

【 0 0 2 8 】

図 2 を参照して、この駆動信号補正制御の具体的な手順の一例を説明する。図 2 に示す駆動信号補正制御のフローチャートの一連の処理は、制御装置 4 により例えば所定周期ごと

10

【 0 0 2 9 】

ステップ S 1 1 では、駆動制御部 6 によりポリマーファイバーアクチュエータ 1 が駆動される。駆動制御部 6 は、例えば所定の目標動作（目標軌道、目標加速度推移など）を設定し、この目標動作に対応する駆動信号によって電熱線 3 の発熱を制御することによって、ポリマーファイバー 2 の変形による出力を制御する。ステップ S 1 1 の処理が完了するとステップ S 1 2 に進む。

【 0 0 3 0 】

ステップ S 1 2 では、膨潤検出部 5 により、位置センサ 9 及び加速度センサ 1 0 から情報

20

【 0 0 3 1 】

ステップ S 1 3 では、膨潤検出部 5 により、ステップ S 1 2 にて取得したセンサ情報に基づき、アクチュエータ動作、すなわち、ポリマーファイバー 2 の変形によるポリマーファイバーアクチュエータ 1 の現実の出力が算出される。ステップ S 1 3 の処理が完了するとステップ S 1 4 に進む。

30

【 0 0 3 2 】

ステップ S 1 4 では、膨潤検出部 5 により、ステップ S 1 3 にて算出されたアクチュエータ動作と、目標動作との偏差が算出される。ステップ S 1 4 の処理が完了するとステップ S 1 5 に進む。

【 0 0 3 3 】

ステップ S 1 5 では、膨潤検出部 5 により、ステップ S 1 4 にて算出されたアクチュエータ動作と目標動作との偏差に基づき、ポリマーファイバー 2 に膨潤が発生しているかが判定される。膨潤検出部 5 は、例えば、偏差が所定の閾値を超えると、ポリマーファイバー 2 の変形特性が変化しており、ポリマーファイバー 2 に膨潤が発生していると判定することができる。膨潤検出部 5 は、膨潤発生に係る判定結果を駆動制御部 6 に出力

40

【 0 0 3 4 】

ステップ S 1 6 では、駆動制御部 6 により、ステップ S 1 5 にてポリマーファイバー 2 の膨潤発生と判定されたのに応じて、アクチュエータ出力の膨潤による影響を解消すべく、ステップ S 1 4 にて算出されたアクチュエータ動作と目標動作との偏差に基づき補正量が算出される。駆動制御部 6 は、例えば、偏差の大小に応じて補正量を調整することができるし、または、所定の補正量を設定することもできる。ステップ S 1 6 の処理が完了するとステップ S 1 7 に進む。

50

【 0 0 3 5 】

ステップ S 1 7 では、駆動制御部 6 により、ステップ S 1 6 にて算出した補正量が駆動信号に加算される。駆動制御部 6 は、以後のアクチュエータ制御においては、ポリマーファイバー 2 の目標出力に対応する駆動信号に、さらに補正量を加算したものを制御信号として用いて、電熱線 3 を制御する。ステップ S 1 7 の処理が完了すると本制御フローを終了する。

【 0 0 3 6 】

次に、第 1 実施形態に係るポリマーファイバーアクチュエータ 1 の効果について説明する。

【 0 0 3 7 】

第 1 実施形態のポリマーファイバーアクチュエータ 1 は、外部からのエネルギー入力（加熱による温度上昇）に応じて変形して動力を出力する変形材料としてのポリマーファイバー 2 と、このポリマーファイバー 2 にエネルギー（熱）を入力するエネルギー入力部としての電熱線 3 と、ポリマーファイバー 2 の変形特性が変化したこと（より詳細には、ポリマーファイバー 2 に外部から水分または油分が吸収されるポリマーファイバー 2 の膨潤の発生）を検出する制御装置 4 の膨潤検出部 5 と、電熱線 3 の熱を制御することによりポリマーファイバー 2 の出力を制御する制御装置 4 の駆動制御部 6 と、を備える。駆動制御部 6 は、膨潤検出部 5 がポリマーファイバー 2 の膨潤の発生を検出するとき、変形特性の変化（膨潤）に応じて、電熱線 3 からポリマーファイバー 2 へ入力される熱量（以下「入力熱量」とも表記する）を制御する。

【 0 0 3 8 】

上述のように、ポリマーファイバー 2 は、周囲環境の水分や油分を吸収して膨潤することにより物性が変化する特性がある。物性が変化すると、ポリマーファイバー 2 の変形特性が変化する。つまり、同一条件の温度上昇によっても、ポリマーファイバー 2 の変形量が異なるものとなり、これにより、アクチュエータの駆動特性も変化する虞がある。これに対して、第 1 実施形態のポリマーファイバーアクチュエータ 1 は、上記構成により、ポリマーファイバー 2 の膨潤発生を検出したときには、ポリマーファイバー 2 へ入力する熱量を適切に制御して、ポリマーファイバー 2 の膨潤が発生してもアクチュエータ出力にポリマーファイバー 2 の変形特性の変化が影響しないようにしている。この結果、ポリマーファイバー 2 の変形特性の変化に起因するアクチュエータの駆動特性の変化を好適に抑制

【 0 0 3 9 】

また、第 1 実施形態のポリマーファイバーアクチュエータ 1 において、駆動制御部 6 は、膨潤検出部 5 がポリマーファイバー 2 の膨潤発生を検出するとき、ポリマーファイバー 2 の膨潤に応じて、ポリマーファイバー 2 の目標出力に対応する入力熱量を補正する。より詳細には、駆動制御部 6 は、ポリマーファイバー 2 の出力をフィードバック制御することによって、ポリマーファイバー 2 の目標出力に対応する駆動信号（すなわち入力熱量）を補正する。

【 0 0 4 0 】

この構成により、膨潤によりポリマーファイバー 2 の変形特性が変化した状態でも、ポリマーファイバー 2 への入力を適切に補正することによって、ポリマーファイバー 2 の現実の出力が目標出力となるようにポリマーファイバー 2 の動作を適切に制御することが可能となる。

【 0 0 4 1 】

また、第 1 実施形態のポリマーファイバーアクチュエータ 1 は、ポリマーファイバー 2 の変形特性の変化に応じて入力熱量を制御しても対応できないポリマーファイバー 2 の異常を検出する異常検出部 7 を備える。この構成により、駆動制御部 6 が、膨潤発生に応じて電熱線 3 への駆動信号を補正し、ポリマーファイバー 2 への入力熱量を補正したとしても、アクチュエータの駆動特性の変化を抑制できない事態の発生を精度良く認識することができる。

【 0 0 4 2 】

また、第 1 実施形態のポリマーファイバーアクチュエータ 1 は、異常検出部 7 により検出されたポリマーファイバー 2 の異常を報知する報知部 8 を備える。この構成により、ポリマーファイバー 2 の異常発生をアクチュエータの使用者や管理者に迅速に知らせることができる。

【 0 0 4 3 】

また、第 1 実施形態のポリマーファイバーアクチュエータ 1 において、エネルギー入力部としての電熱線 3 はポリマーファイバー 2 の外周側にらせん状に巻き付けられる。この構成により、電熱線 3 から放出された熱をポリマーファイバー 2 の全体に亘って効率良く伝達することが可能となる。

10

【 0 0 4 4 】

また、ポリマーファイバーアクチュエータ 1 の構成要素である制御装置 4 は、膨潤検出部 5 及び駆動制御部 6 がポリマーファイバー 2 及び電熱線 3 を適切に制御して上述の機能を発揮することによって、それ単体でもポリマーファイバーアクチュエータ 1 の全体と同様の作用・効果を奏することができる。

【 0 0 4 5 】

次に、図 3 を参照して、第 1 実施形態に係るポリマーファイバーアクチュエータ 1 の適用例について説明する。図 3 に示すように、ポリマーファイバーアクチュエータ 1 は、センサ装置 20 の駆動源として利用することができる。センサ装置 20 は、外部の情報（熱、温度、光など）を検出するセンサ部 21 と、センサ部 21 の姿勢を変更可能なポリマーファイバーアクチュエータ 1 とを備える。

20

【 0 0 4 6 】

センサ部 21 は、例えば図 3 に示すようにポリマーファイバーアクチュエータ 1 の一方の端部に接続されている。ポリマーファイバーアクチュエータ 1 の他方の端部は、例えば固定部材に保持され、これによりセンサ部 21 が接続される側の端部をより大きく動作させることができるように構成することもできる。

【 0 0 4 7 】

制御装置 4 は、電熱線 3 の電流供給を制御することにより、ポリマーファイバーアクチュエータ 1 の出力を制御して、センサ部 21 の姿勢を制御する。制御装置 4 は、センサ部 21 の姿勢情報を取得して、目標姿勢との偏差に応じて電熱線 3 の制御量を調整することによって、センサ部 21 の姿勢をフィードバック制御する構成とすることもできる。

30

【 0 0 4 8 】

このようにセンサ装置 20 の駆動源としてポリマーファイバーアクチュエータ 1 を適用することにより、従来のモータ等の回転機を適用する場合と比較して駆動源を小型化することができるので、センサ装置 20 の全体の小型化や軽量化を図ることができる。

【 0 0 4 9 】

[第 2 実施形態]

図 4 及び図 5 を参照して第 2 実施形態を説明する。第 2 実施形態に係るポリマーファイバーアクチュエータ 1 A は、ポリマーファイバー 2 の膨潤発生に応じた補正手法が、第 1 実施形態のポリマーファイバーアクチュエータ 1 と異なる。

40

【 0 0 5 0 】

図 4 に示すように、ポリマーファイバーアクチュエータ 1 A の制御装置 4 A が有する駆動制御部 6 A は、膨潤検出部 5 A がポリマーファイバー 2 の膨潤発生を検出するとき、ポリマーファイバー 2 の出力停止中に、ポリマーファイバー 2 の膨潤に応じた補正量を算出し、この補正量を電熱線 3 への駆動信号に加算または減算することによって、ポリマーファイバー 2 の目標出力に対応する駆動信号及び入力熱量を補正する。以下では、この補正を「補正量算出制御」とも表す場合がある。

【 0 0 5 1 】

また、制御装置 4 A が有する膨潤検出部 5 A は、ポリマーファイバー 2 の動作停止中における周囲環境の温度若しくは湿度や、ポリマーファイバー 2 の電気抵抗などの情報に基

50

づいて、ポリマーファイバー 2 の膨潤発生有無を推定する。膨潤検出部 5 A は、例えば、図 4 に示すように、周囲環境の温度を検出する温度センサ 1 1 や、周囲環境の湿度を検出する湿度センサ 1 2 や、ポリマーファイバー 2 の電気抵抗値を検出する電気抵抗センサ 1 3 と電氣的に接続され、これらのセンサ 1 1 , 1 2 , 1 3 から入力される情報に基づき、ポリマーファイバー 2 の膨潤発生を推定することができる。

【 0 0 5 2 】

図 5 を参照して、第 2 実施形態における補正量算出制御の具体的な手順の一例を説明する。図 5 に示す補正量算出制御のフローチャートの一連の処理は、制御装置 4 A により例えば所定周期ごとに実施される。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 2 1 では、駆動制御部 6 A により、ポリマーファイバーアクチュエータ 1 A が停止状態であるか否かが判定される。ステップ S 2 1 の判定の結果、ポリマーファイバーアクチュエータ 1 A が停止状態である場合 (ステップ S 2 1 の Yes) にはステップ S 2 2 に進み、そうでない場合 (ステップ S 2 1 の No) には本制御フローを終了する。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 2 2 では、膨潤検出部 5 A により、温度センサ 1 1 、湿度センサ 1 2 、電気抵抗センサ 1 3 から情報が取得される。膨潤検出部 5 A は、ポリマーファイバーアクチュエータ 1 A の停止中に、温度センサ 1 1 及び湿度センサ 1 2 から周囲環境の温度や湿度の情報を取得し、また、電気抵抗センサ 1 3 からポリマーファイバー 2 の電気抵抗値を取得することができる。ステップ S 2 2 の処理が完了するとステップ S 2 3 に進む。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 2 3 では、膨潤検出部 5 A により、ステップ S 2 2 にて取得したセンサ情報に基づき、ポリマーファイバー 2 の膨潤の発生有無が推定される。膨潤検出部 5 A は、例えば、周囲環境の温度や湿度の上昇が所定量を超え、ポリマーファイバー 2 に周囲環境の水分等が浸透しやすい状況に遷移していると判断し得るときに、ポリマーファイバー 2 の膨潤が発生していると推定することができる。また、膨潤検出部 5 A は、ポリマーファイバー 2 の電気抵抗値が所定範囲を超えて変動し、ポリマーファイバー 2 の物性が変化していると判断し得るときに、ポリマーファイバー 2 の膨潤が発生していると推定することができる。ステップ S 2 3 の処理が完了するとステップ S 2 4 に進む。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 2 4 では、駆動制御部 6 A により、ステップ S 2 3 の膨潤推定結果に基づき、ポリマーファイバーアクチュエータ 1 A の現在の状態において、ポリマーファイバー 2 の膨潤が発生しているか否かが判定される。ステップ S 2 4 の判定の結果、膨潤が発生している場合 (ステップ S 2 4 の Yes) にはステップ S 2 5 に進む。一方、膨潤が発生していない場合 (ステップ S 2 5 の No) には、補正を行わずに本制御フローを終了する。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 2 5 では、駆動制御部 6 A により、ステップ S 2 4 にてポリマーファイバー 2 の膨潤発生と判定されたのに応じて、アクチュエータ出力の膨潤による影響を解消すべく、駆動信号の補正量が算出される。駆動制御部 6 A は、例えば、ステップ S 2 3 にて膨潤の度合いまで推定して、膨潤の度合いに応じて補正量を調整することができるし、または、所定の補正量を設定することもできる。駆動制御部 6 A は、以後のアクチュエータ制御においては、ポリマーファイバー 2 の目標出力に対応する駆動信号に、さらに補正量を加算したものを制御信号として用いて、電熱線 3 を制御する。ステップ S 2 5 の処理が完了すると本制御フローを終了する。

【 0 0 5 8 】

第 2 実施形態に係るポリマーファイバーアクチュエータ 1 A では、第 1 実施形態のポリマーファイバーアクチュエータ 1 と同様に、ポリマーファイバー 2 の膨潤発生の検出に応じて、ポリマーファイバー 2 へ入力する熱量を適切に制御して、ポリマーファイバー 2 の膨潤が発生してもアクチュエータ出力にポリマーファイバー 2 の変形特性の変化が影響しないようにしている。したがって、第 2 実施形態に係るポリマーファイバーアクチュエー

10

20

30

40

50

タ 1 A は、第 1 実施形態のポリマーファイバークチュエータ 1 と同様の効果を奏することができる。

【 0 0 5 9 】

[第 3 実施形態]

図 6 及び図 7 を参照して第 3 実施形態を説明する。第 3 実施形態に係るポリマーファイバークチュエータ 1 B は、ポリマーファイバー 2 の膨潤発生に応じた対策が、電熱線 3 への駆動信号の補正ではなく、ポリマーファイバー 2 の膨潤を元の状態に回復させる回復制御を実施する点で、第 1 実施形態のポリマーファイバークチュエータ 1 と異なる。

【 0 0 6 0 】

図 6 に示すように、ポリマーファイバークチュエータ 1 B の制御装置 4 B が有する駆動制御部 6 B は、膨潤検出部 5 A がポリマーファイバー 2 の膨潤発生を検出するとき、ポリマーファイバー 2 の出力停止中に回復制御を実施する。駆動制御部 6 B は、回復制御において、電熱線 3 からポリマーファイバー 2 に所定の熱量を入力することによって、ポリマーファイバー 2 の内部に浸透している水分等を蒸発させて、ポリマーファイバー 2 を膨潤発生前の状態に回復させる。以下では、この回復制御を「膨潤回復制御」とも表す場合がある。

【 0 0 6 1 】

なお、制御装置 4 B が有する膨潤検出部 5 A は、第 2 実施形態の膨潤検出部 5 A と同様に、温度センサ 1 1、湿度センサ 1 2、電気抵抗センサ 1 3 などに基づいてポリマーファイバー 2 の膨潤発生を推定する。

【 0 0 6 2 】

図 7 を参照して、第 3 実施形態における膨潤回復制御の具体的な手順の一例を説明する。図 7 に示す補正量算出制御のフローチャートの一連の処理は、制御装置 4 B により例えば所定周期ごとに実施される。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 3 1 ~ S 3 4 の各処理ステップの処理内容は、図 5 のステップ S 2 1 ~ S 2 4 と同様であるので説明を省略する。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 3 5 では、駆動制御部 6 B により、ステップ S 3 4 にてポリマーファイバー 2 の膨潤発生と判定されたのに応じて、アクチュエータ出力の膨潤による影響を解消すべく、膨潤回復制御が実施される。膨潤回復制御において、駆動制御部 6 B は、例えば、ポリマーファイバー 2 の出力停止中、すなわち、ポリマーファイバークチュエータ 1 B を駆動させるための駆動信号が無いときに、膨潤回復制御のための所定値の駆動信号を所定時間だけ電熱線 3 に出力する。電熱線 3 は、この駆動信号の入力に応じて、所定量の熱量を所定時間発生する。これによりポリマーファイバー 2 は所定熱量によって所定時間加熱され、内部に浸透している水分等の少なくとも一部が放出され、膨潤状態から改善される。ステップ S 3 5 の処理が完了すると、ステップ S 3 2 に戻り、ステップ S 3 4 にてポリマーファイバー 2 の膨潤が無いと判定されるまでステップ S 3 2 ~ S 3 5 が繰り返される。

【 0 0 6 5 】

第 3 実施形態に係るポリマーファイバークチュエータ 1 B では、ポリマーファイバー 2 の膨潤発生の検出に応じて、ポリマーファイバー 2 へ入力する熱量を適切に制御して膨潤回復制御を実施して、第 1 実施形態のポリマーファイバークチュエータ 1 と同様に、ポリマーファイバー 2 の膨潤が発生してもアクチュエータ出力にポリマーファイバー 2 の変形特性の変化が影響しないようにしている。したがって、第 3 実施形態に係るポリマーファイバークチュエータ 1 B は、第 1 実施形態のポリマーファイバークチュエータ 1 と同様の効果を奏することができる。

【 0 0 6 6 】

また、第 3 実施形態に係るポリマーファイバークチュエータ 1 B では、ポリマーファイバー 2 の膨潤発生を検出したときに、ポリマーファイバー 2 の出力停止中に膨潤回復制

10

20

30

40

50

御を実施するので、ポリマーファイバー 2 の変形特性を常に略同一の状態に維持してアクチュエータ制御を行うことが可能となり、制御精度を向上できる。

【 0 0 6 7 】

以上、具体例を参照しつつ本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明はこれらの具体例に限定されるものではない。すなわち、これら具体例に、当業者が適宜設計変更を加えたものも、本発明の特徴を備えている限り、本発明の範囲に包含される。例えば、前述した各具体例が備える各要素及びその配置、材料、条件、形状、サイズなどは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、前述した各実施の形態が備える各要素は、技術的に可能な限りにおいて組み合わせることができ、これらを組み合わせたものも本発明の特徴を含む限り本発明の範囲に包含される。

10

【 0 0 6 8 】

上記実施形態では、本発明に係るアクチュエータの一例としてポリマーファイバーアクチュエータ 1 , 1 A , 1 B を挙げて説明したが、変形材料（上記実施形態ではポリマーファイバー 2 ）の変形を動力源とするアクチュエータであれば他種のアクチュエータであってもよい。他種のアクチュエータの場合、変形材料の種類、変形材料の変形特性を変化させる現象（上記実施形態ではポリマーファイバー 2 の膨潤）、変形特性を変化させる物質（上記実施形態では水分や油分）の種類の様子は、それぞれアクチュエータに適したものとなる。例えば、変形材料が金属の場合には、変形特性を変化させる物質としては水素が該当する。

【 0 0 6 9 】

20

上記実施形態では、変形材料（ポリマーファイバー 2 ）にエネルギー入力を行うエネルギー入力部として電熱線 3 を挙げたが、エネルギー入力部としては、電熱線 3 の他にも、例えば導電性エラストマやめっきなど、変形材料としてのポリマーファイバー 2 の外周側に巻き付けられ、ポリマーファイバー 2 の表面の一部または全部を被覆するよう構成される他の導電性材料を用いることができる。

【 0 0 7 0 】

また、上記の第 1 実施形態では、制御装置 4 の膨潤検出部 5 が、位置センサ 9 及び加速度センサ 1 0 からポリマーファイバー 2 の動作中の変位及び加速度の情報を取得し、これらのセンサ情報に基づいてポリマーファイバー 2 の実際の出力を算出する構成を例示したが、この構成に限られず、位置センサ 9 または加速度センサ 1 0 の一方のみを用いる構成としてもよいし、ポリマーファイバー 2 の実際の出力を導出できる他の情報を用いる構成としてもよい。

30

【 0 0 7 1 】

また、上記の第 2、第 3 実施形態では、制御装置 4 A , 4 B の膨潤検出部 5 A が、温度センサ 1 1 及び湿度センサ 1 2 から周囲環境の温度や湿度の情報を取得し、また、電気抵抗センサ 1 3 からポリマーファイバー 2 の電気抵抗値を取得し、これらのセンサ情報に基づいてポリマーファイバー 2 の膨潤が発生有無を推定する構成を例示したが、この構成に限られず、温度センサ 1 1、湿度センサ 1 2、または電気抵抗センサ 1 3 の少なくとも 1 つを用いる構成としてもよいし、ポリマーファイバー 2 の膨潤が発生有無を推定できる他の情報を用いる構成としてもよい。

40

【 0 0 7 2 】

また、上記実施形態では、変形材料（ポリマーファイバー 2 ）の変化特性の変化（膨潤発生）を検出したときに、エネルギー入力部（電熱線 3 ）からポリマーファイバー 2 へ入力されるエネルギー（熱量）を制御する制御手法の一例として、第 1 実施形態の駆動信号補正制御、第 2 実施形態の補正量算出制御、第 3 実施形態の膨潤回復制御を例示したが、ポリマーファイバー 2 の膨潤発生に起因するアクチュエータの駆動特性の変化を抑制できれば他の制御手法を用いることもできる。また、第 1 実施形態の駆動信号補正制御、第 2 実施形態の補正量算出制御、第 3 実施形態の膨潤回復制御のいずれかを組み合わせることもできる。

【 0 0 7 3 】

50

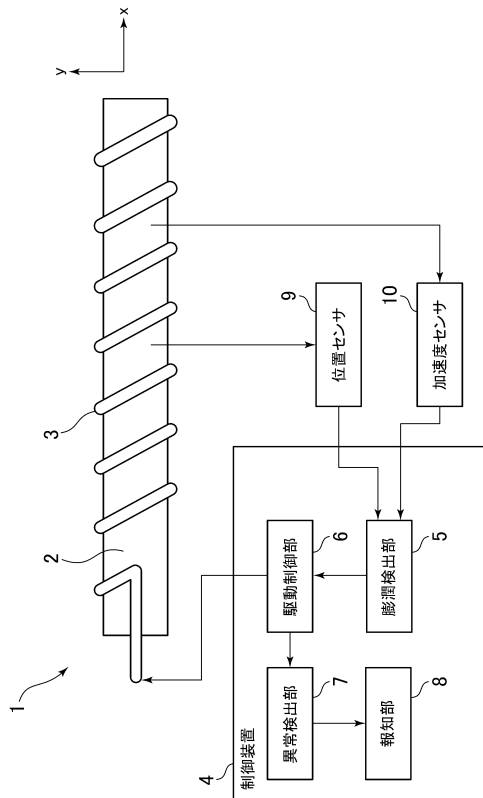
また、上記実施形態では、エネルギー入力部として、変形材料としてのポリマーファイバー 2 の外周側に巻き付けられる導電性材料（電熱線 3）を適用する構成を挙げたが、エネルギー入力部は変形材料にエネルギーを入力できればよく、例えばポリマーファイバー 2 の内部に導電性材料を埋設して、内側からポリマーファイバー 2 を加熱する構成でもよい。

【符号の説明】

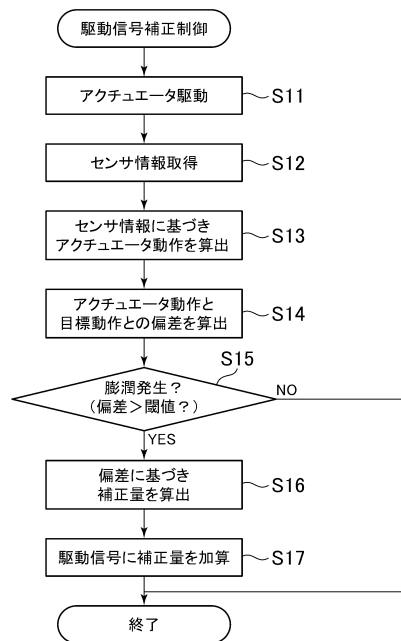
【0074】

- 1, 1A, 1B: ポリマーファイバーアクチュエータ（アクチュエータ）
- 2: ポリマーファイバー（変形材料）
- 3: 電熱線（エネルギー入力部、導電性材料）
- 4, 4A, 4B: 制御装置
- 5, 5A: 膨潤検出部（特性変化検出部）
- 6, 6A, 6B: 駆動制御部
- 7: 異常検出部
- 8: 報知部
- 20: センサ装置
- 21: センサ部

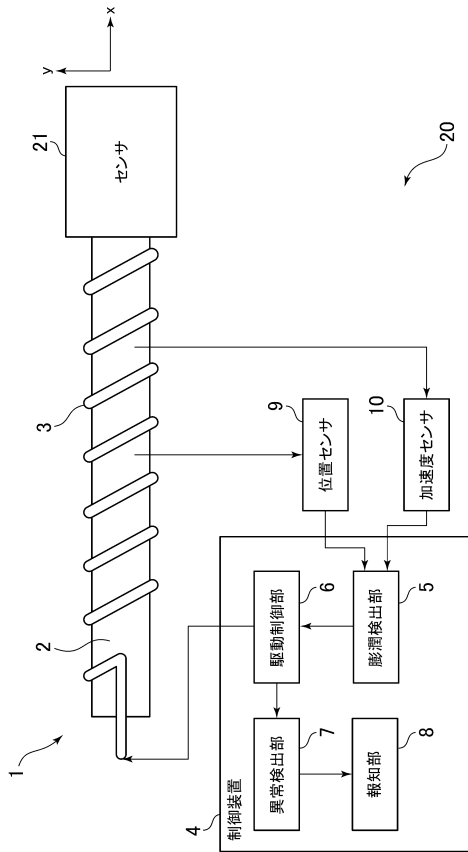
【図1】



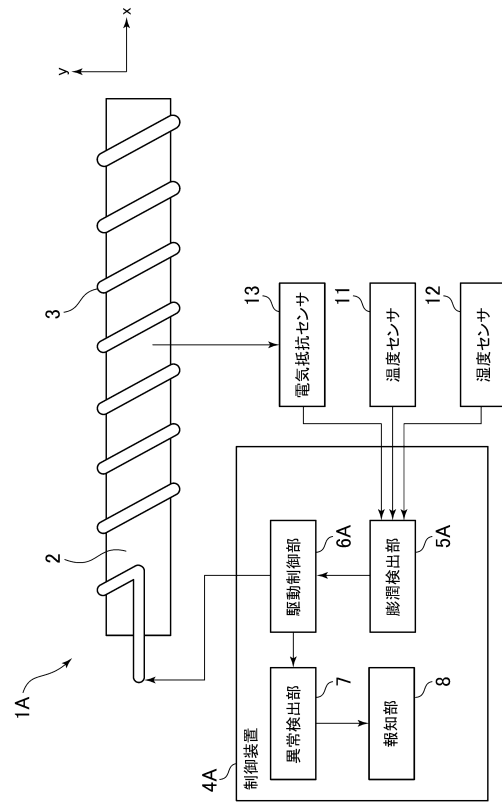
【図2】



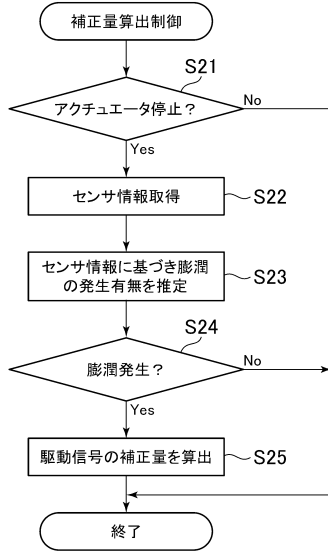
【図3】



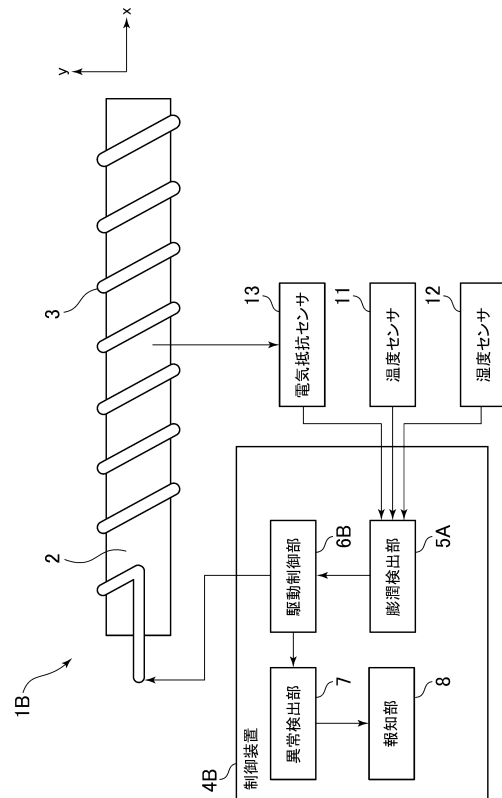
【図4】



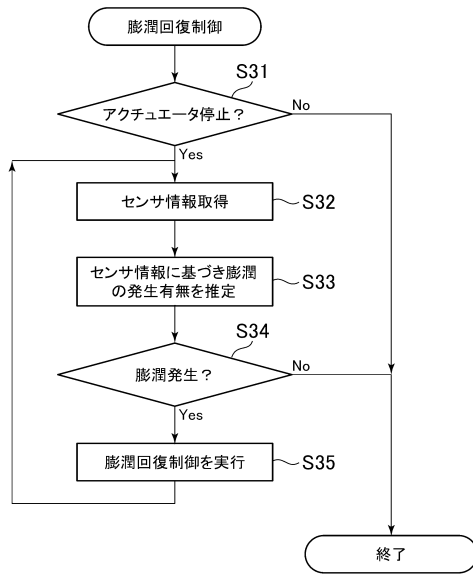
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

- (72)発明者 山内 拓磨
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 上田 吾朗
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 安池 一貴

- (56)参考文献 特開平07-007975(JP,A)
特開昭61-142980(JP,A)
特表2015-533521(JP,A)
特開平07-234329(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H02N | 10/00 |
| H02N | 11/00 |