

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-228115

(P2014-228115A)

(43) 公開日 平成26年12月8日(2014.12.8)

|                                |                       |             |
|--------------------------------|-----------------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                   | F 1                   | テーマコード (参考) |
| <b>F 1 6 K 31/06 (2006.01)</b> | F 1 6 K 31/06 3 2 0 A | 3 H 0 6 5   |
| <b>F 1 6 K 37/00 (2006.01)</b> | F 1 6 K 37/00 F       | 3 H 1 0 6   |
| <b>F 1 6 K 7/14 (2006.01)</b>  | F 1 6 K 7/14 A        |             |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

|           |                              |          |                                                  |
|-----------|------------------------------|----------|--------------------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2013-110407 (P2013-110407) | (71) 出願人 | 510005889                                        |
| (22) 出願日  | 平成25年5月24日 (2013.5.24)       |          | ベックマン コールター, インコーポレイテッド                          |
|           |                              |          | アメリカ合衆国 カリフォルニア 92821, プレア, エス. クレーマー ブールバード 250 |
|           |                              | (74) 代理人 | 100078282                                        |
|           |                              |          | 弁理士 山本 秀策                                        |
|           |                              | (74) 代理人 | 100113413                                        |
|           |                              |          | 弁理士 森下 夏樹                                        |
|           |                              | (72) 発明者 | 鈴木 隆俊                                            |
|           |                              |          | 静岡県駿東郡長泉町東野454-32 ベックマン・コールター株式会社内               |
|           |                              | Fターム(参考) | 3H065 AA01 BB06 BB11 CA02 CA07                   |
|           |                              |          | 最終頁に続く                                           |

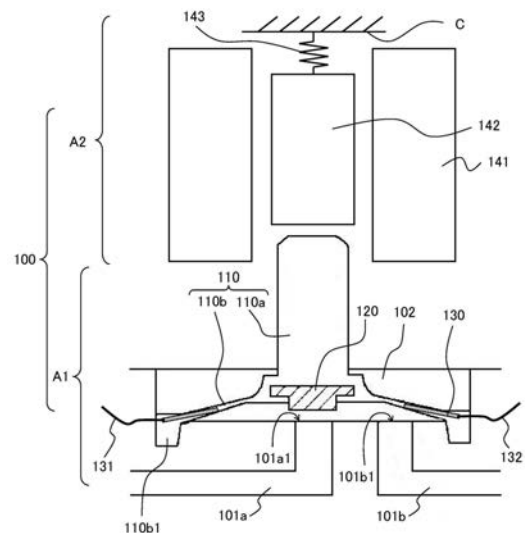
(54) 【発明の名称】 電磁弁および電磁弁の故障判定装置

(57) 【要約】

【課題】 弁体を支持するダイヤフラムの変形を検出することができ、これにより弁体と流路孔との間に異物が挟まるなどにより弁体と弁座が完全に密着していない状態を精度よく検出することができる電磁弁の故障判定装置を得る。

【解決手段】 電磁弁100は、ダイヤフラム110の変形を検出する圧電センサ130を備え、故障判定装置は、電磁弁100の正常な閉動作時における圧電センサの出力信号の信号値を基準値として記憶する情報格納部と、電磁弁の閉動作時に検出された圧電センサの出力信号の信号値を基準値と比較し、これらの基準値と信号値との差分が閾値以上であるか否かに応じて電磁弁の故障を判定する制御部とを有する。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

流体流路を開閉する弁体と、  
前記弁体を支持するダイアフラムと、  
前記ダイアフラムの変形を検出する圧電センサと  
を有する、電磁弁。

## 【請求項 2】

前記圧電センサは、前記ダイアフラム内に埋め込まれている、請求項 1 に記載の電磁弁。

## 【請求項 3】

前記圧電センサは、環状の平板形状を有し、前記ダイアフラムの周囲に配置されており、

10

前記電磁弁は、前記ダイアフラムの変形により生じたひずみ力を前記圧電センサに印加するリンク機構を有する、請求項 1 に記載の電磁弁。

## 【請求項 4】

前記リンク機構は、前記ダイアフラムの変形により生じたひずみ力を増幅して前記圧電センサに印加するものであって、

前記リンク機構は、

前記ダイアフラム内にその外周に沿って配置された複数の内側棒状片と、

前記ダイアフラムの周囲に配置された複数の外側棒状片と

20

を有し、

前記複数の内側棒状片の各々は、対応する前記外側棒状片に連結されており、

前記ダイアフラムの変形により前記内側棒状片が変位することにより前記外側棒状片の先端が前記圧電センサを押圧する、請求項 3 に記載の電磁弁。

## 【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の電磁弁を備え、前記電磁弁の故障を判定する故障判定装置であって、

前記圧電センサの出力信号に基づいて前記電磁弁の故障を判定する、電磁弁の故障判定装置。

## 【請求項 6】

30

前記電磁弁の正常な開動作時および正常な閉動作時の少なくとも一方の動作時における前記圧電センサの出力信号の信号値を基準値として格納した記憶部と、

前記電磁弁の開動作時および閉動作時の少なくとも一方の動作時に検出された前記圧電センサの出力信号の信号値を、前記基準値と比較する比較部と

を有し、

前記基準値と前記信号値との差分が閾値以上であるか否かに応じて前記電磁弁の故障を判定する、請求項 5 に記載の電磁弁の故障判定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

40

本発明は、電磁弁および電磁弁の故障判定装置に関し、特に、ダイアフラムの変形を検出する圧電センサを有する電磁弁、および圧電センサの出力信号に基づいて電磁弁の故障を判定する故障判定装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来より電磁弁は、流体の流路を開閉したり切り換えたりするのに用いられている。

## 【0003】

図 7 は、従来の電磁弁を説明する図である。

## 【0004】

電磁弁 100a は弁部 A1a とソレノイド部 A2 とから構成されたノーマリオンタイプ

50

の２方向電磁弁である。ノーマリオンタイプの電磁弁では、ソレノイド部Ａ２に駆動電流を印加していないとき、電磁弁１００ａは導通状態であり、ソレノイド部Ａ２に駆動電流を印加したときに電磁弁１００ａが遮断状態となるものである。弁部Ａ１ａは、流路の開閉を行う弁体１２０と、弁体１２０を支持するダイヤフラム１１０とを有する。弁部Ａ１ａを構成する弁室１０２は流入用流路１０１ａおよび流出用流路１０１ｂにつながっている。ダイヤフラム１１０は弾性体からなり、流入用流路１０１ａの流路孔１０１ａ１および流出用流路１０１ｂの流路孔１０１ｂ１、さらにこれらの流路孔１０１ａ１および１０１ｂ１の周辺の空間を密閉するように弁室１０２内に取り付けられている。

#### 【０００５】

具体的には、ダイヤフラム１１０は、中央の柱状押圧部１１０ａと、柱状押圧部１１０ａの下端の周囲に柱状押圧部１１０ａと一体に形成された環状変形部１１０ｂとを有する。環状変形部１１０ｂの外周縁１１０ｂ１は弁室１０２の底面に固定されており、環状変形部１１０ｂは、柱状押圧部１１０ａをその下端に取り付けられている弁体１２０が流入用流路１０１ａの流路孔１０１ａ１に対向するように支持している。環状変形部１１０ｂは、柱状押圧部１１０ａに下方の押圧力が印加されることにより変形し、弁体１２０が流入用流路１０１ａの流路孔１０１ａ１を閉じる。

#### 【０００６】

ソレノイド部Ａ２は、弁部Ａ１ａを駆動する部分であり、ダイヤフラム１１０の柱状押圧部１１０ａを下方に押圧するプランジャ（可動鉄心）１４２と、電磁弁１００ａの筐体などの固定部分Ｃに取り付けられたばね部材１４３と、プランジャ１４２に隣接するように配置されたコイル１４１とを有する。ばね部材１４３は、プランジャ１４２を上下動可能に支持しており、コイル１４１は、ある向きの電流の印加によりプランジャ１４２を下方に移動させる。

#### 【０００７】

このような構成の電磁弁１００ａでは、コイル１４１に電流が流れていないときは、弁体１２０は流入用流路１０１ａの流路孔１０１ａ１から離れており、流体は流入用流路１０１ａから流出用流路１０１ｂに流れる。また、コイル１４１にある向きの電流が流れると、その電流に発生した磁力によりプランジャ１４２が下方に移動することで、プランジャ１４２がダイヤフラム１１０の柱状押圧部１１０ａを下方に押圧する。これにより弁体１２０が流入用流路１０１ａの流路孔１０１ａ１を閉じ、流入用流路１０１ａから流出用流路１０１ｂへの流体の流れは遮断される。

#### 【０００８】

このようにプランジャの駆動により流体の流れを制御できる。

#### 【０００９】

ところで、このような電磁弁が故障するケースとして、コイルで断線あるいは接触不良が生じている場合がある。このような場合には、電磁弁に通電してもプランジャが正常の駆動をしないため、電磁弁が閉じない、あるいは電磁弁が開かないことがあり、従来から電磁弁の異常検出を行う種々の方法が考えられている。

#### 【００１０】

例えば、特許文献１には、電磁弁に弁部材（図７の柱状押圧部に相当する部分）の動作位置を検出する位置検出手段を設け、弁部材の動作位置に基づいて弁部材の動作が正常か判定するものが開示されている。

#### 【００１１】

特許文献２には、電磁弁の駆動電流波形に基づいて電磁弁の故障を検出するものが開示されている。

#### 【００１２】

特許文献３には、電磁弁の流路に圧力センサを設置し、流路切り替え時に流路内で圧力が変動する時間に基づいて、故障になりそうな状態を検出するものが開示されている。

#### 【００１３】

さらに、電磁弁の異常検出として、プランジャ駆動を監視して正常時の動きと異常時の

10

20

30

40

50

動きとの違いから、電磁弁の異常を検出する方法や、電磁弁の鉄心を磁化する電流（コイルの駆動電流）の過渡的变化を監視し、過渡的变化の正常時と異常時との違いから電磁弁の異常を検出する方法もある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0014】

【特許文献1】特許第3530775号公報

【特許文献2】特許第3105007号公報

【特許文献3】特許第2892374号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

ところが、特許文献1では、電磁弁の内部に位置検出手段を設ける必要があり、電磁弁の構造が複雑になり、電磁弁全体が大きくなるという問題がある。

【0016】

特許文献2では、鉄心が動作したことは分かるが、途中で停止しても検出できないという問題がある。

【0017】

特許文献3では、電磁弁の内部に圧力センサを設ける必要があり、電磁弁の構造が複雑になり、電磁弁本体が大きくなるという問題がある。また、圧力検出の精度を上げるとコストが上がるといった問題もある。

20

【0018】

さらに、電磁弁を流れる流体に異物が混入し、この異物が弁体と流路孔との間に挟まってしまうと、弁を閉じる状態にしても、弁体が流路孔と密着せず、流体漏れを発生することがある。特に、弁体は弾性体であり、変位も微小であるため、異物が弁体と流路孔との間に挟まっても弁体を押すプランジャ駆動に影響が出にくい場合がある。そうすると、プランジャ駆動を監視する方法や電磁弁の鉄心を磁化する電流の過渡的变化を監視する方法では、異物等により弁体が正常に流路孔を閉じない場合を検出できない。

【0019】

本発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、弁体を支持するダイヤフラムの変形を検出することができ、これにより弁体と流路孔との間に異物が挟まるなどにより弁体と流路孔が完全に密着していない状態を精度よく検出することが可能な電磁弁、およびこのような電磁弁の故障を判定する故障判定装置を得ることを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明に係る電磁弁は、流体流路を開閉する弁体と、前記弁体を支持するダイヤフラムと、前記ダイヤフラムの変形を検出する圧電センサとを有するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0021】

本発明は、上記電磁弁において、前記圧電センサは、前記ダイヤフラム内に埋め込まれていることが好ましい。

40

【0022】

本発明は、上記電磁弁において、前記圧電センサは、環状の平板形状を有し、前記ダイヤフラムの周囲に配置されており、前記電磁弁は、前記ダイヤフラムの変形により生じたひずみ力を前記圧電センサに印加するリンク機構を有することが好ましい。

【0023】

本発明は、上記電磁弁において、前記リンク機構は、前記ダイヤフラムの変形により生じたひずみ力を増幅して前記圧電センサに印加するものであって、前記リンク機構は、前記ダイヤフラム内にその外周に沿って配置された複数の内側棒状片と、前記ダイヤフラム

50

の周囲に配置された複数の外側棒状片とを有し、前記複数の内側棒状片の各々は、対応する前記外側棒状片に連結されており、前記ダイヤフラムの変形により前記内側棒状片が変位することにより前記外側棒状片の先端が前記圧電センサを押圧することが好ましい。

#### 【0024】

本発明に係る電磁弁の故障判定装置は、上述した電磁弁を備え、前記電磁弁の故障を判定する故障判定装置であって、前記圧電センサの出力信号に基づいて前記電磁弁の故障を判定するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

#### 【0025】

本発明は、上記電磁弁の故障判定装置において、前記電磁弁の正常な開動作時および正常な閉動作時の少なくとも一方の動作時における前記圧電センサの出力信号の信号値を基準値として格納した記憶部と、前記電磁弁の開動作時および閉動作時の少なくとも一方の動作時に検出された前記圧電センサの出力信号の信号値を、前記基準値と比較する比較部とを有し、前記基準値と前記信号値との差分が閾値以上であるか否かに応じて前記電磁弁の故障を判定することが好ましい。

#### 【発明の効果】

#### 【0026】

以上のように、本発明によれば、弁体を支持するダイヤフラムの変形を検出することができ、これにより弁体と流路孔との間に異物が挟まるなどにより弁体と流路孔が完全に密着していない状態を精度よく検出することが可能な電磁弁、およびこのような電磁弁の故障を判定する故障判定装置を実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0027】

【図1】図1は、本発明の実施形態1による電磁弁の故障判定装置を説明する図であり、全体構成を示している。

【図2】図2は、本発明の実施形態1による電磁弁の故障判定装置を説明する図であり、電磁弁の構造を示している。

【図3】図3は、本発明の実施形態1による電磁弁の故障判定装置を説明する図であり、図3(a)は、電磁弁を構成するダイヤフラムに圧電センサを組み込んだ状態を示し、図3(b)～図3(d)は、圧電センサの形状を示している。

【図4】図4は、本発明の実施形態1による電磁弁の故障判定装置の動作を説明する図であり、図4(a)は、電磁弁の正常な閉状態を示し、図4(b)は、電磁弁の異常な閉状態を示している。

【図5】図5は、本発明の実施形態2による電磁弁の故障判定装置を説明する図であり、図5(a)は、電磁弁の構造を示し、図5(b)は、ダイヤフラムの変形を増幅するリンク機構を示している。

【図6】図6は、本発明の実施形態2による電磁弁の故障判定装置の動作を説明する図であり、図6(a)は、電磁弁の正常な開状態、図6(b)は、電磁弁の正常な閉状態を示している。

【図7】図7は、従来の電磁弁の構造を説明する図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0028】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

#### 【0029】

(実施形態1)

図1および図2は、本発明の実施形態1による電磁弁の故障判定装置を説明する図であり、図1は全体構成を示し、図2は電磁弁の構造を示している。

#### 【0030】

本実施形態1による電磁弁の故障判定装置10は、電磁弁100を含み、電磁弁100の故障を判定する故障判定装置である。

#### 【0031】

ここで、電磁弁１００は、図７に示す従来の電磁弁１００aと同様に、弁部Ａ１とソレノイド部Ａ２とから構成されたノーマリオンタイプの２方向電磁弁である。ソレノイド部Ａ２は従来のものと同一の構成を有する。また、本実施形態１の弁部Ａ１は、ダイアフラム１１０の変形を検出する圧電センサ１３０を有する点で従来の弁部Ａ１aとは異なっている。

#### 【００３２】

電磁弁１００の弁部Ａ１は、流路の開閉を行う弁体１２０と、弁体１２０を支持するダイアフラム１１０とを有する。弁部Ａ１を構成する弁室１０２は流入用流路１０１aおよび流出用流路１０１bにつながっている。ダイアフラム１１０は弾性体からなり、流入用流路１０１aの流路孔１０１a１および流出用流路１０１bの流路孔１０１b１、さらに

10

#### 【００３３】

ここで、ダイアフラム１１０は、中央の柱状押圧部１１０aと、柱状押圧部１１０aの下端の周囲に柱状押圧部１１０aと一体に形成された環状変形部１１０bとを有する。環状変形部１１０bの外周縁１１０b１は弁室１０２の底面に固定されており、環状変形部１１０bは、柱状押圧部１１０aをその下端に取り付けられている弁体１２０が流入用流路１０１aの流路孔１０１a１に対向するように支持している。

#### 【００３４】

環状変形部１１０bには、圧電センサ１３０が環状変形部１１０bの変形を検出するように埋め込まれている。ここでは、この圧電センサ１３０は、図３（a）および図３（b）に示すように環状の平板形状を有している。圧電センサ１３０には一対のリード線１３１および１３２が接続されている。

20

#### 【００３５】

また、故障判定装置１０は、駆動部１１、検出部１２、制御部１３、情報格納部１４、告知部１５、および入力部１６を有する。

#### 【００３６】

入力部１６は、キーボードやマウスなどの入力デバイスを含み、操作者による入力デバイスの操作により、制御部１３に対して情報の入力が行われるように構成されている。

#### 【００３７】

駆動部１１は電磁弁１００を開閉するため、電磁弁内のソレノイド部Ａ２に供給する駆動電流を出力する。電磁弁１００と駆動部１１との間は、駆動電流を通電するための第１のケーブル１１aで接続されている。

30

#### 【００３８】

検出部１２は、電磁弁１００内の圧電センサ１３０から出力される電流を圧力センサ１３０の出力信号として検出する。電磁弁１００と検出部１２との間は、圧電センサ１３０の出力信号を通電するための第２のケーブル１２aが接続される。この第２のケーブル１２aは圧電センサ１３０の一対のリード線１３１および１３２に接続されている。なお、検出部１２は、圧電センサ１３０から出力される電圧を圧力センサの出力信号として検出してもよい。

40

#### 【００３９】

制御部１３は、入力部１６からの入力情報を情報格納部１４に出力する。制御部１３は、駆動部１１に電磁弁開閉を行わせる。また、制御部１３は、検出部１２が検出した出力信号の信号値を電磁弁開閉のタイミングを基準に取得する。なお、この信号値の取得は、電磁弁を用いているシステムの電源が投入された後に電磁弁開閉のタイミングで１回のみ行うようにしても、電磁弁の開閉状態が切り換わるたびに行うようにしてもよい。

#### 【００４０】

情報格納部１４には、予め正常な電磁弁の開動作時および閉動作時に検出部１２が検出した圧電センサの出力信号の信号値（以下、単に基準値ともいう。）が記憶されている。なお、情報格納部１４に記憶されている基準値は、圧力センサから出力される電流の値で

50

あるが、情報格納部 14 には、圧力センサから出力される電圧の値を基準値として格納してもよい。また、情報格納部 14 には、予め正常な電磁弁の開動作時および閉動作時の一方のタイミングで検出部 12 が検出した信号値を基準値として格納してもよい。また、情報格納部 14 は、入力部 16 から入力された情報を格納するように構成されている。

#### 【0041】

制御部 13 は、電磁弁 100 の駆動を制御するとともに、電磁弁 100 の圧電センサ 130 の出力信号に基づいて電磁弁の故障判定を行う。つまり、制御部 13 は、電磁弁の開動作時および閉動作時の動作時に検出された圧電センサの出力信号の信号値を、情報格納部 14 に記憶されている基準値と比較する比較部 13a と、基準値と信号値との差分が閾値以上であるか否かに応じて電磁弁の故障を判定する判定部 13b とを有する。この閾値は、入力部 16 での操作者による入力デバイスの操作により入力された情報であり、制御部 13 により情報格納部 14 に格納されている。判定時には、情報格納部 14 から判定部 13b に読み出され、判定部 13b で電磁弁の故障判定に用いられる。つまり、制御部 13 は、情報格納部 14 に記憶されている正常な電磁弁の開動作時および閉動作時の信号値（基準値）を取得し、検出部 12 で取得した電磁弁の開動作時および閉動作時の信号値と比較する。その差分が予め設定した許容範囲内であれば、制御部 13 は電磁弁 100 が正常動作したと判断する。その差分が予め設定した許容範囲を超えたならば、制御部 13 は電磁弁 100 が異常動作したと判断する。

#### 【0042】

ここで、許容範囲は、差分の正常値に閾値を足した値から、差分の正常値から閾値を引いた値までの範囲である。

#### 【0043】

告知部 15 は、告知あるいは警報メッセージを表示する、あるいは告知音あるいは警報音を出力する機能を有し、制御部 13 での判断に基づいて、告知あるいは警報を行う。

#### 【0044】

なお、環状の平板形状の圧電センサ 130 の具体的な形状は、図 3 (a) および図 3 (b) に示すように円形でもよいし、図 3 (c) に示す五角形などの正多角形でもよく、さらに、図 3 (d) に示すように不規則な形状でもよい。なお、図 3 (c) 中、131a および 132a は、正多角形の圧電センサ 130a に接続された一対のリード線である。また、環状の平板形状の圧電センサの不規則な具体的な形状としては、例えば、図 3 (d) に示すような 2 重の円形リング形状でもよい。なお、図 3 (d) 中、131b および 132b は、不規則な形状の圧電センサ 130b に接続された一対のリード線である。

#### 【0045】

次に動作について説明する。

#### 【0046】

図 4 は、本発明の実施形態 1 による電磁弁の故障判定装置の動作を説明する図であり、図 4 (a) は、電磁弁の正常な閉状態を示し、図 4 (b) は、電磁弁の異常な閉状態を示している。

#### 【0047】

電磁弁の故障判定装置 10 では、正常な電磁弁の開動作時および閉動作時に圧電センサから出力される電流値（出力信号の信号値）が基準電流値（基準値）として情報格納部 14 に格納されている。なお、情報格納部 14 には、正常な電磁弁の開動作時および閉動作時に圧電センサから出力される電圧値（出力信号の信号値）を基準電圧値（基準値）として格納しておくようにしてもよい。また、圧電センサの信号値と基準値との差分の大きさを判定するための閾値（あるいは許容範囲）は入力部 16 から入力され、情報格納部 14 に格納されている。

#### 【0048】

制御部 13 からの制御信号に基づいて駆動部 11 が電磁弁 100 のソレノイド部 A2 に駆動電流を出力すると、コイル 141 が磁界を発生し、この磁界によってプランジャ 142 が下方に移動し、プランジャ 142 がダイヤフラム 110 の柱状押圧部 110a を押圧

10

20

30

40

50

する。これにより、図４（ａ）に示すように、柱状押圧部１１０ａの下端に取り付けられている弁体１２０が流路孔１０１ａ１を閉じることにより、電磁弁１００は遮断状態となる。

#### 【００４９】

柱状押圧部１１０ａがプランジャ１４２に押圧されて移動するとき、ダイアフラム１１０の環状変形部１１０ｂは変形し、ダイアフラム１１０に組み込まれている圧電センサ１３０も環状変形部１１０ｂの変形に合わせて変形する。つまり電磁弁１００の開閉によって、ダイアフラム１１０に内蔵される圧電センサ１３０に加わる圧力が変化する。それに伴い、圧電センサの出力電流（出力信号）が変化する。

#### 【００５０】

このとき、圧電センサ１３０の出力信号が検出部１２により検出され、出力信号の信号値が検出部１２から制御部１３に入力される。制御部１３では、この信号値を、予め情報格納部１４に格納されている基準値と比較する。

#### 【００５１】

例えば、図４（ａ）に示すように、ダイアフラム１１０が正常に動作して、弁体１２０が流路孔１０１ａ１を流体漏れなく閉塞した場合は、環状変形部１１０ｂの変形は正常なものであり、圧電センサの出力信号の信号値は正常値となる。従って、制御部１３での比較の結果は、信号値と基準値との差分が許容範囲内のものとなり、制御部１３は、電磁弁１００が正常動作したと判定する。

#### 【００５２】

一方、図４（ｂ）に示すように、柱状押圧部１１０ａがプランジャ１４２に押圧されて移動したときに、弁体１２０と流路孔１０１ａ１との間に異物Ｐｃが挟まり、ダイアフラム１１０が歪んだ場合、その環状変形部１１０ｂの変形は異常なものとなり、圧電センサ１３０に加わる圧力は正常時と異なることとなる。そのため、圧電センサ１３０の出力信号の信号値は異常値となり、正常時の信号値と異なることになる。このようにダイアフラム１１０の動作が異常動作となった場合、制御部１３での比較の結果は、信号値と基準値との差分が許容範囲外のものとなり、制御部１３は、電磁弁１００は異常動作したと判定する。この場合、制御部１３は、告知部１５に告知あるいは警報メッセージを表示させたり、あるいは告知音あるいは警報音を出力させたりする。

#### 【００５３】

このように本実施形態１では、電磁弁１００は、ダイアフラム１１０の変形を検出する圧電センサ１３０を備え、故障判定装置１０は、電磁弁１００の正常な閉動作時に圧電センサから出力される出力信号の信号値を基準値として記憶する情報格納部１４と、電磁弁の閉動作時に検出された圧電センサ１３０の出力信号の信号値を基準値と比較し、これらの基準値と信号値との差分が閾値以上であるか否かに応じて電磁弁の故障を判定する制御部１３とを有するので、弁体１２０を支持するダイアフラム１１０の歪みを検出することができ、これにより、弁体１２０と流路孔１０１ａ１との間に異物Ｐｃが挟まるなどにより弁体１２０と流路孔１０１ａ１とが完全に密着していない状態を精度よく検出することができる。

#### 【００５４】

（実施形態２）

図５は、本発明の実施形態２による電磁弁の故障判定装置を説明する図であり、図５（ａ）は、電磁弁の構造を示し、図５（ｂ）は、ダイアフラムの変形を増幅する機構を示している。

#### 【００５５】

この実施形態２では、実施形態１のようにダイアフラムに組み込んだ圧電センサ１３０によりダイアフラムの変形を検出する代わりに、ダイアフラム１１０の変形による歪み力を、リンク機構２４０によりダイアフラム１１０の周囲に配置した圧電センサ２３０に印加するようにしたものであり、その他の構成は、実施形態１と同一である。

#### 【００５６】

すなわち、この実施形態 2 では、電磁弁 200 は、図 2 に示す実施形態 1 の電磁弁 100 と同様に、弁部 B1 とソレノイド部 A2 とから構成されたノーマリオンタイプの電磁弁である。ソレノイド部 A2 は実施形態 1 のものと同一の構成を有する。

#### 【0057】

また、本実施形態 2 の弁部 B1 は、ダイアフラム 110 を囲むようにその周囲に圧電センサ 230 を配置し、ダイアフラム 110 の変形により生じたひずみ力をリンク機構 240 により増幅して圧電センサ 230 に印加するようにしたものである。

#### 【0058】

このリンク機構 240 は、ダイアフラム 110 の環状変形部 110b 内にその外周に沿って組み込まれた複数の内側棒状片 242 と、ダイアフラム 110 の周囲に配置された複数の外側棒状片 241 と、対応する内側棒状片 242 と外側棒状片 241 とを一体として連結する連結部 243 とを有する。連結部 243 は、環状変形部 110b の外周縁 110b1 に固定されており、内側棒状片 242 と外側棒状片 241 とは、この連結部 243 を支点として槌の原理で回転するようになっている。従って、ダイアフラム 110 の環状変形部 110b の変形により内側棒状片 242 が連結部 243 を支点として回転することにより外側棒状片 241 が回転し、外側棒状片 241 の先端が圧電センサ 230 を押圧する。

#### 【0059】

ここで、外側棒状片 241、内側棒状片 242、連結部 243 は、金属や剛性プラスチックで形成することができ、外側棒状片 241 のセンサに接触する部分は、弾性体材料で形成してもよい。また、外側棒状片 241 を内側棒状片 242 より長くすることにより、槌の原理でダイアフラム 110 の変形による歪み力をリンク機構 240 で増幅することができ、圧電センサ 230 によりダイアフラム 110 の変形を検出する精度を高めることができる。

#### 【0060】

次に動作について説明する。

#### 【0061】

図 6 は、本発明の実施形態 2 による電磁弁の故障判定装置の動作を説明する図であり、図 6 (a) は、電磁弁の正常な開状態を示し、図 6 (b) は、電磁弁の正常な閉状態を示している。

#### 【0062】

制御部 13 からの制御信号に基づいて駆動部 11 が電磁弁 200 のソレノイド部 A2 にある向きの駆動電流を出力すると、コイル 141 が磁界を発生し、この磁界によってプランジャ 142 が下方に移動し、プランジャ 142 がダイアフラム 110 の柱状押圧部 110a を押圧する。これにより、図 6 (b) に示すように、柱状押圧部 110a の下端に取り付けられている弁体 120 が流路孔 101a1 を閉じることにより、電磁弁 200 は遮断状態となる。

#### 【0063】

柱状押圧部 110a がプランジャ 142 に押圧されて移動するとき、ダイアフラム 110 は変形し、ダイアフラム 110 に組み込まれている内側棒状片 242 が連結部 243 を支点として回転する。このとき、内側棒状片 242 に連結部 243 を介して接続されている外側棒状片 241 も内側棒状片 242 と一体として回転する。これにより外側棒状片 241 の先端が圧電センサ 230 を押圧する。

#### 【0064】

例えば、図 6 (b) に示すように、ダイアフラム 110 が正常に動作して、弁体 120 が流路孔 101a1 を流体漏れなく閉塞した場合は、ダイアフラム 110 の周囲に配置されている各リンク機構 240 の外側棒状片 241 の先端が圧電センサ 230 を押圧する力のバランスは正常時のものとなり、圧電センサの出力信号の信号値は正常値となる。従って、制御部 13 での比較の結果は、これらの信号値と基準値との差分が許容範囲内のものとなり、制御部 13 は、電磁弁 200 が正常動作したと判定する。

## 【0065】

一方、柱状押圧部110aがプランジャ142に押圧されて移動したときに、弁体120と流路孔101a1との間に異物Pcが挟まり、ダイヤフラム110が歪んだ場合（図4（b）参照）、環状変形部110bの変形は異常なものとなり、ダイヤフラム110の周囲に配置されている各リンク機構240の外側棒状片241の先端が圧電センサ230を押圧する力のバランスは正常時のものではなくなる。その結果、圧電センサの出力信号の信号値も、正常時と異なることとなる。このようにダイヤフラム110の動作が異常動作となった場合、制御部13での比較の結果は、信号値と基準値との差分が許容範囲外のものとなり、制御部13は、電磁弁100は異常動作したと判定する。この場合、制御部13は、実施形態1と同様に、告知部15に告知あるいは警報メッセージの表示を行ったり、あるいは告知音あるいは警報音を出力させたりする。

10

## 【0066】

このように本実施形態2では、電磁弁の動作時のダイヤフラム110の変形による歪み力を、リンク機構240を用いて梃の原理で弁室102の外側の圧電センサ230に増幅して印加し、圧電センサ230の出力信号の信号値を基準値（正常動作時の信号値）と比較して電磁弁の異常を判定するので、弁体120と流路孔101a1との間の異物Pcによるダイヤフラム110の異常な変形を精度よく検出することができる。

## 【0067】

なお、上記各実施形態では、電磁弁はノーマリオンタイプの2方向電磁弁である場合について説明したが、電磁弁はノーマリクローズタイプの2方向電磁弁、つまりソレノイド部A2に駆動電流を印加していないときは流体流路が遮断状態となり、ソレノイド部A2に駆動電流を印加したときに流体流路が導通状態となる電磁弁でもよい。また、本発明の対象となる電磁弁は、2方向電磁弁に限定されるものではなく、3方向電磁弁でも4方向電磁弁でもよい。本発明は、弁体をダイヤフラムにより支持したボペット方式の電磁弁であれば適用可能である。

20

## 【0068】

以上のように、本発明の好ましい実施形態を用いて本発明を例示してきたが、本発明は、この実施形態に限定して解釈されるべきものではない。本発明は、特許請求の範囲によってのみその範囲が解釈されるべきであることが理解される。当業者は、本発明の具体的な好ましい実施形態の記載から、本発明の記載および技術常識に基づいて等価な範囲を実施することができることが理解される。本明細書において引用した特許は、その内容自体が具体的に本明細書に記載されているのと同様にその内容が本明細書に対する参考として援用されるべきであることが理解される。

30

## 【産業上の利用可能性】

## 【0069】

本発明は、電磁弁および電磁弁の故障判定装置の分野において、弁体の歪みを検出することができ、これにより、弁体と流路孔との間に異物が挟まるなどにより弁体と流路孔が完全に密着していない状態を検出することが可能な電磁弁、およびこのような電磁弁の故障を判定する故障判定装置を実現することができる。

## 【符号の説明】

40

## 【0070】

- 10 電磁弁の故障判定装置
- 11 駆動部
- 11a、12a 第1、第2のケーブル
- 12 検出部
- 13 制御部
- 13a 比較部
- 13b 判定部
- 14 情報格納部
- 15 告知部

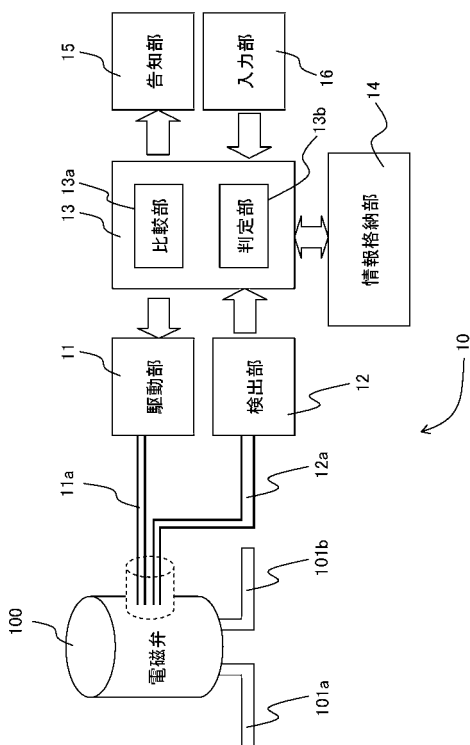
50

- 16 入力部  
 100、100a、200 電磁弁  
 101a 流入用流路  
 101a1、101b1 流路孔  
 101b 流出用流路  
 102 弁室  
 110 ダイアフラム  
 110a 柱状押圧部  
 110b 環状変形部  
 110b1 外周縁  
 120 弁体  
 130、130a、130b、230 圧電センサ  
 131、131a、131b、132、132a、132b、231a、231b リード線  
 141 コイル  
 142 プランジャ（可動鉄心）  
 143 ばね部材  
 240 リンク機構  
 241 外側棒状片  
 242 内側棒状片  
 243 連結部  
 A1、A1a、B1 弁部  
 A2 ソレノイド部  
 C 固定部分

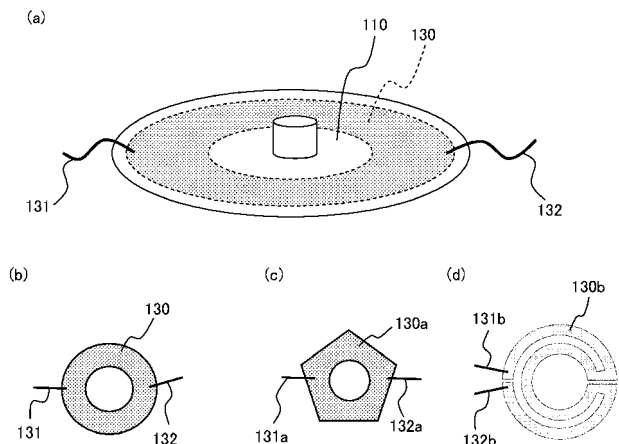
10

20

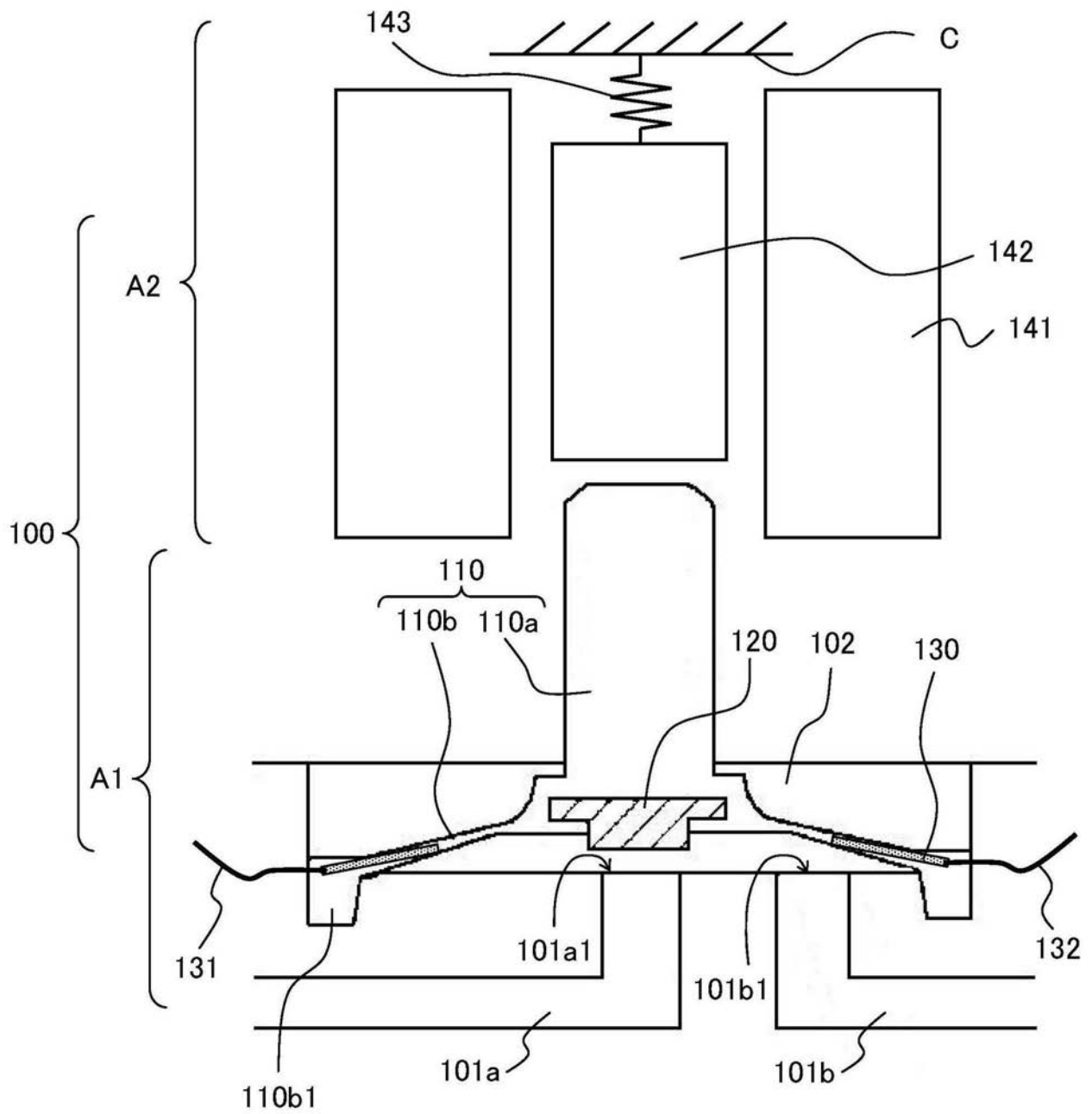
【図1】



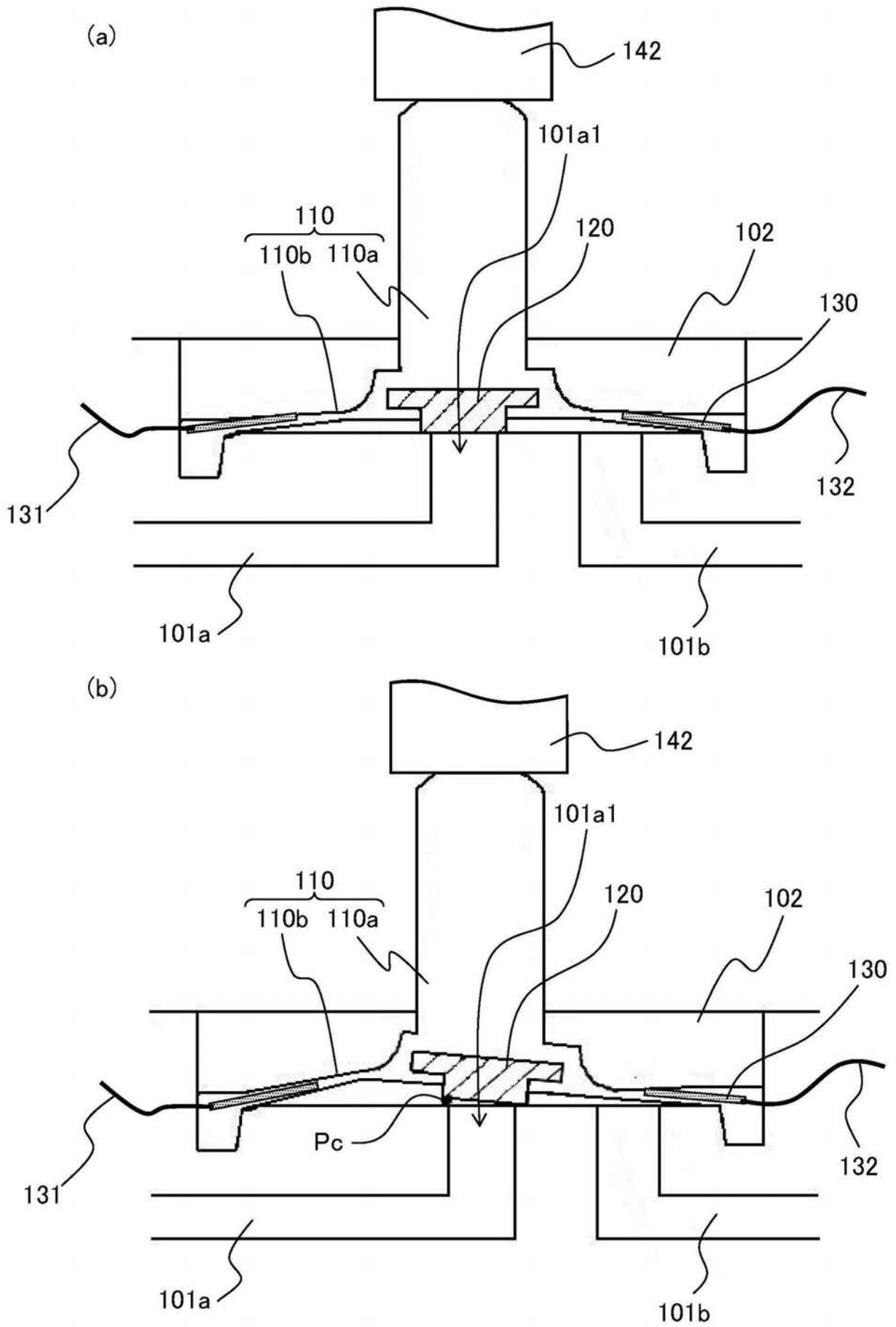
【図3】



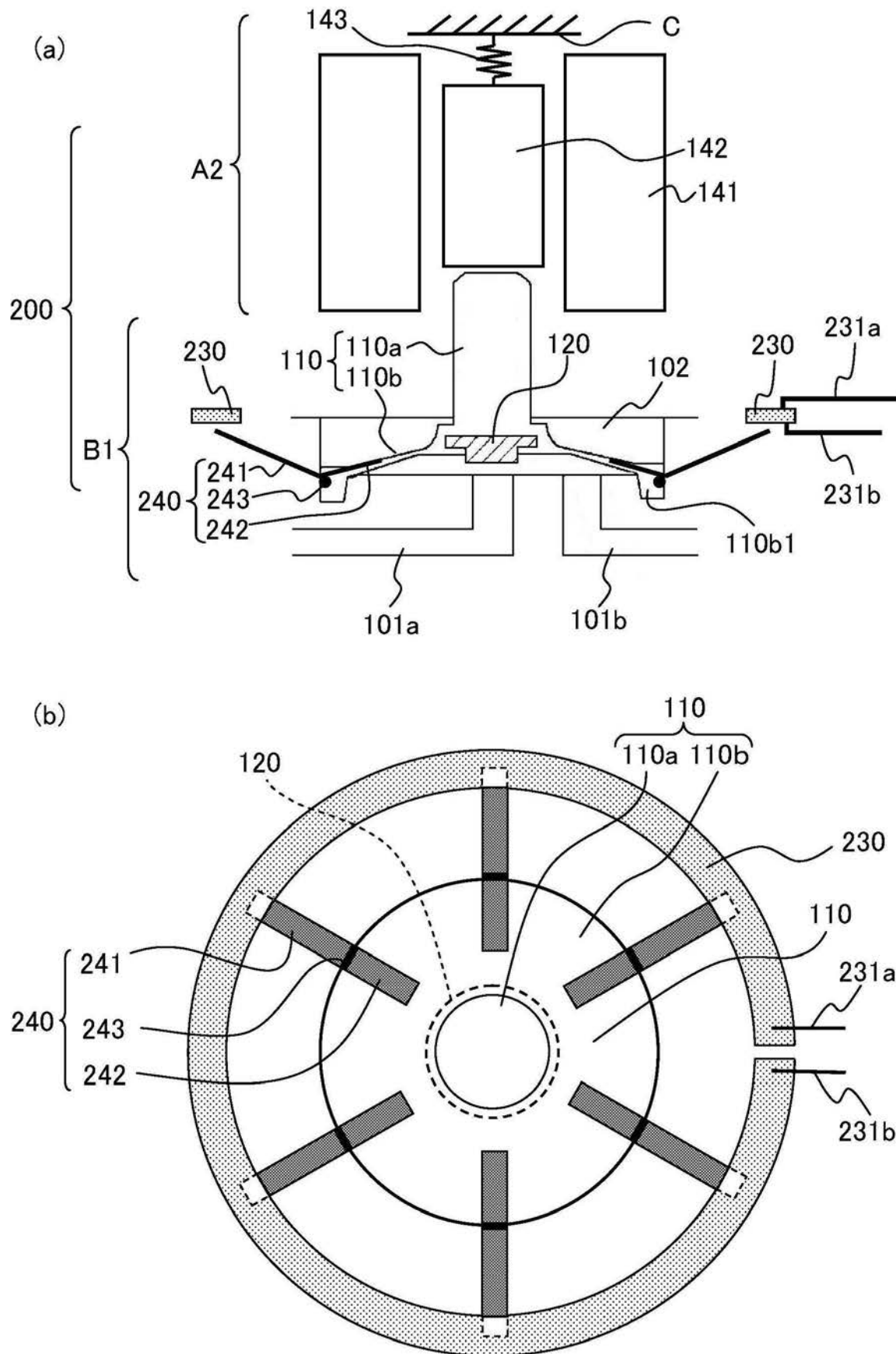
【 図 2 】



【図 4】

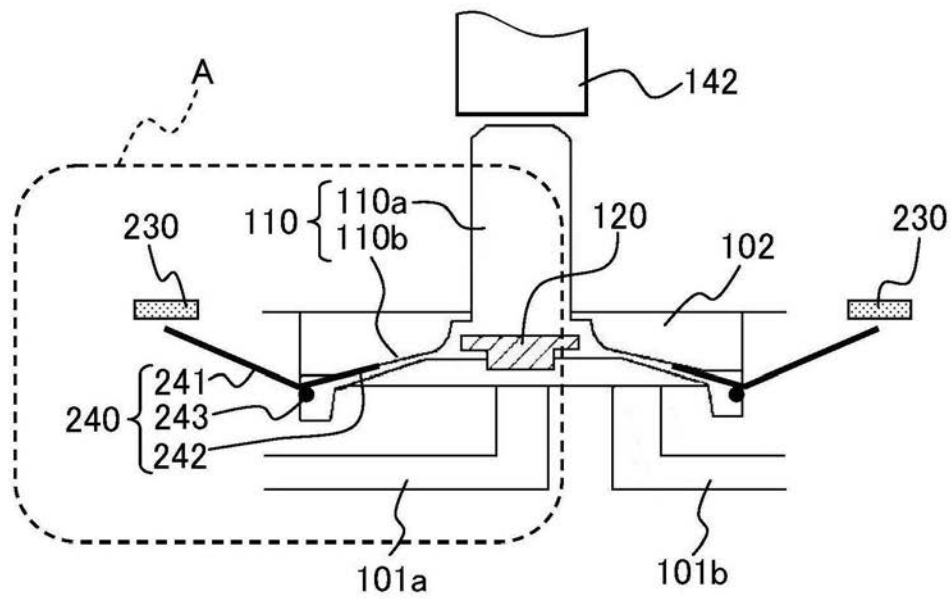


【図 5】

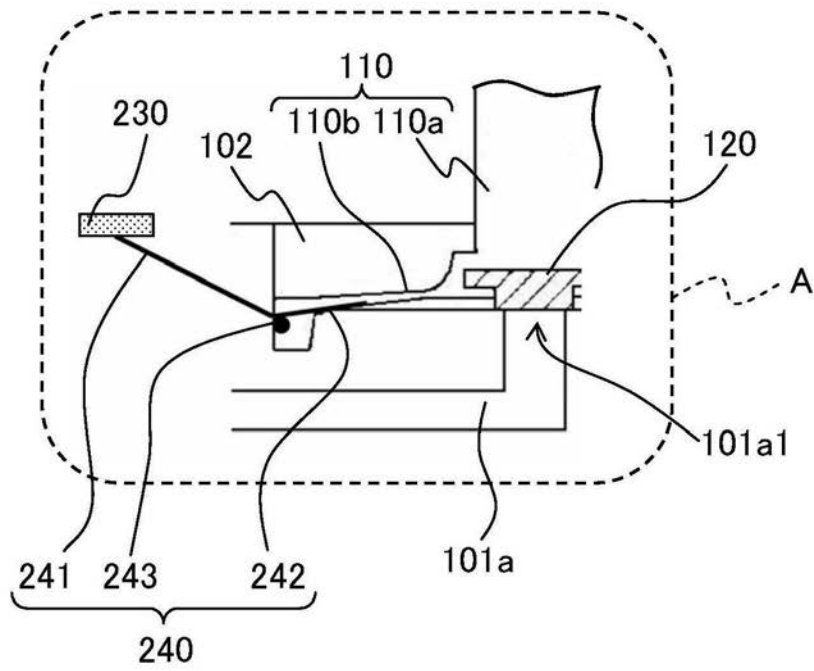


【図 6】

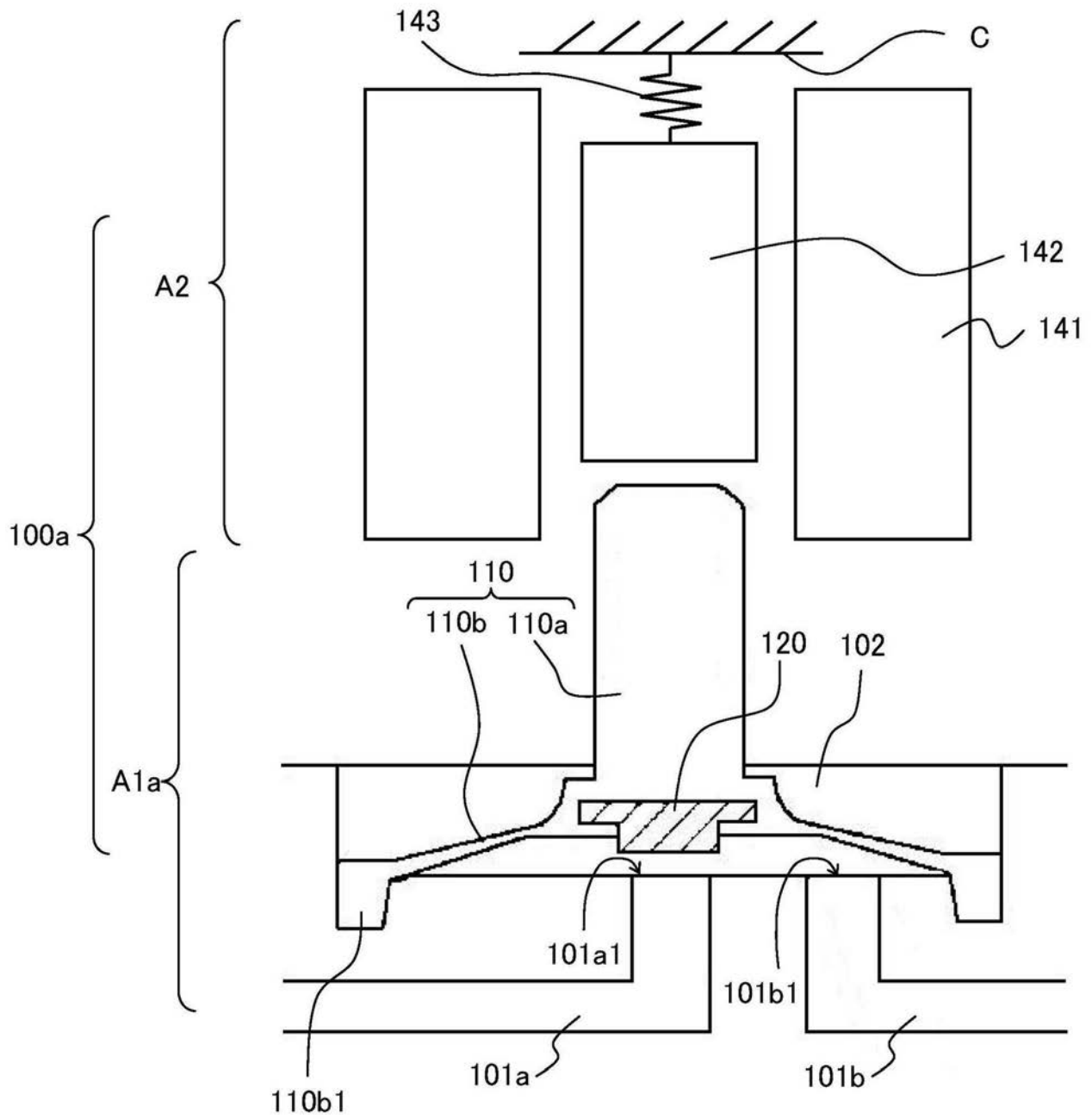
(a)



(b)



【図 7】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 3H106 DA07 DA12 DA23 DB02 DB12 DB23 DB32 DC02 DC17 DD05  
EE28 EE42 GA23 GB10