(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6989405号
(P6989405)
(45)発行日　令和4年1月5日(2022.1.5)　(24)登録日　令和3年12月6日(2021.12.6)

(51)Int.Cl.
F16K 31/06 (2006.01)
A61B 5/0235 (2006.01)

FI
F16K 31/06 305J
F16K 31/06 305E
F16K 31/06 305L
A61B 5/0235

請求項の数 9　(全 22 頁)

(21)出願番号　特願2018-23421 (P2018-23421)
(22)出願日　平成30年2月13日 (2018.2.13)
(65)公開番号　特開2019-138403 (P2019-138403A)
(43)公開日　令和1年8月22日 (2019.8.22)
審査請求日　令和3年1月14日 (2021.1.14)

(73)特許権者　503246015
オムロンヘルスケア株式会社
京都府向日市寺戸町九ノ坪５３番地
(73)特許権者　000112565
フォスター電機株式会社
東京都昭島市つつじが丘一丁目１番１０９号
(74)代理人　100101454
弁理士　山田　卓二
(74)代理人　100081422
弁理士　田中　光雄
(74)代理人　100122286
弁理士　仲倉　幸典

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電磁弁、血圧計および機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

流体の流通を許容または遮断する電磁弁であって、

環状の周縁をもつ端板部と、この端板部の周縁に連なり、上記端板部の片側に隣り合う空間を環状に取り囲む側板部とを含むヨークと、

上記ヨークの上記端板部に直交して、上記片側の空間に存する一端部から反対側の他端部まで一方向に延在するポールピースとを備え、このポールピースは、上記一端部に開口を有し、上記他端部に、上記ポールピース内を通して上記開口と連通した第１の流体出入口を有し、

上記ポールピースと上記ヨークの上記側板部との間の環状の空間に収容されたソレノイドコイルと、

上記ヨークの上記端板部に上記空間を介して対向するとともに上記ヨークの上記側板部の環状縁にまたがる寸法をもつ円板状の磁性材料からなるダイアフラムと、

上記ダイアフラムを、上記一方向に並行移動させる態様で、上記ポールピースの上記一端部から離間する向きに付勢するコイルばねと、

上記ポールピースの上記他端部が外部に露出した状態で、上記ヨークと、上記ポールピースのうち上記片側の空間に延在する部分と、上記ソレノイドコイルと、上記ダイアフラムと、上記コイルばねとを、一括して覆う筐体と

を備え、

上記コイルばねは、上記ヨークの上記側板部と、上記筐体のうち上記側板部に対向する

環状の外周壁との間の環状の空間に沿って配置され、上記ダイアフラムの上記端板部に対向する面の周縁部に沿って環状に接し、
上記筐体の上記環状の外周壁と上記ダイアフラムの周縁部との間に、径方向の隙間が設けられ、
上記ダイアフラムのうち上記ポールピースの上記一端部の上記開口に対向する部分に、上記開口を塞ぐための弾性体が一体に取り付けられ、この弾性体は、上記一端部の上記開口に向かって上記ダイアフラムから柱状に突起して平坦な端面を有し、
上記ポールピースは、上記一端部に、上記ダイアフラムに取り付けられた上記弾性体に向かって開いた平坦な底をもつ窪みを有し、この窪みの上記底に上記開口が開いており、
上記ソレノイドコイルが無通電状態にある非作動時には、上記コイルばねによる付勢力によって、上記ダイアフラムが上記ポールピースの上記一端部から離間し、これにより、上記弾性体の上記端面が上記開口から離間して上記開口が開放された開状態になり、
上記ソレノイドコイルが通電状態にある作動時には、上記ソレノイドコイルが発生する磁力によって上記コイルばねによる付勢力に抗して、上記ダイアフラムが上記ポールピースの上記一端部に接近して、上記弾性体の上記端面によって上記開口が塞がれた閉状態になり得る
ことを特徴とする電磁弁。
【請求項２】
請求項１に記載の電磁弁において、
上記ポールピースと上記ヨークは一体に構成されていることを特徴とする電磁弁。
【請求項３】
請求項１または２に記載の電磁弁において、
上記ダイアフラムをなす磁性材料はパーマロイであることを特徴とする電磁弁。
【請求項４】
請求項１から３までのいずれか一つに記載の電磁弁において、
上記筐体は、上記ポールピースの上記他端部が外部に露出した状態で、上記ヨークと、上記ポールピースのうち上記片側の空間に延在する部分と、上記ソレノイドコイルと、上記ダイアフラムと、上記コイルばねとを、一括して流体密に覆う密閉ケースであり、
上記密閉ケースの外壁を貫通して第２の流体出入口が設けられていることを特徴とする電磁弁。
【請求項５】
請求項４に記載の電磁弁において、
上記密閉ケースは、上記ヨークの上記端板部の外面に沿った第１の端壁と、上記ダイアフラムの上記端板部とは反対側を向いた背面に沿った第２の端壁と、上記第１の端壁の周縁部と上記第２の端壁の周縁部とをつなぐ上記環状の外周壁とを含むことを特徴とする電磁弁。
【請求項６】
請求項５に記載の電磁弁において、
上記第１の流体出入口が設けられた上記ポールピースの上記他端部は、上記密閉ケースの上記第１の端壁から外部へ突出して配置されていることを特徴とする電磁弁。
【請求項７】
請求項５または６に記載の電磁弁において、
上記第２の流体出入口は、上記密閉ケースの上記第１の端壁、上記第２の端壁、または上記外周壁から、外部へ突出して配置されていることを特徴とする電磁弁。
【請求項８】
被測定部位の血圧を測定する血圧計であって、
本体と、
被測定部位に装着されるカフと、
上記本体に搭載され、流路を通して上記カフに流体を供給するためのポンプと、
上記本体に搭載され、上記ポンプまたは上記流路と大気との間に介挿された、請求項１

から７までのいずれか一つに記載の電磁弁と、
上記ポンプによって上記流路を通して上記カフへ流体を供給し、および／または、上記カフから上記電磁弁を通して流体を排出させて、上記カフの圧力を制御する圧力制御部と、
上記カフに収容された上記流体の圧力に基づいて血圧を算出する血圧算出部と
を備えたことを特徴とする血圧計。
【請求項９】
被測定部位の血圧を測定可能な機器であって、
本体と、
被測定部位に装着されるカフと、
上記本体に搭載された、上記カフに流体を供給するためのポンプと、
上記本体に搭載された、請求項１から７までのいずれか一つに記載の電磁弁と、
上記ポンプによって上記カフへ流体を供給し、および／または、上記カフから上記電磁弁を通して流体を排出させて、上記カフの圧力を制御する圧力制御部と、
上記カフに収容された上記流体の圧力に基づいて血圧を算出する血圧算出部と
を備えたことを特徴とする機器。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は電磁弁に関し、より詳しくは、ソレノイドコイルの磁力によって開閉する電磁弁に関する。また、この発明は、そのような電磁弁を備えた血圧計および機器に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、血圧計に用いられる電磁弁としては、例えば特許文献１（特開平０８－２０３７３０号公報）に開示されたようなものが知られている。その電磁弁は、コの字状のフレームと、このフレームの開放端を塞ぐように取り付けられたヨークとを備えている。その中に、略筒状のコイルボビン（コイル枠）と、このコイルボビンに巻回されたソレノイドコイルとが収容されている。さらに、そのコイルボビンには、棒状の可動鉄心が摺動可能に内挿されている。上記ヨークと対向する上記フレームの底板には、流体が流通する流通口が設けられた固定鉄心が配置されている。可動鉄心の一端が、固定鉄心の流通口と対向している。上記ソレノイドコイルが無通電状態にある非作動時には、スプリングによる付勢力によって、上記可動鉄心の一端が上記固定鉄心の流通口から離れている。上記ソレノイドコイルが通電状態にある作動時には、上記ソレノイドコイルが発生する磁力によって上記スプリングによる付勢力に抗して上記可動鉄心が上記コイルボビン内で移動されて、上記可動鉄心の一端が上記固定鉄心の流通口を塞ぐ。これにより、上記電磁弁が開閉される。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開平０８－２０３７３０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
ところで、最近の健康志向ブームから、腕時計のように血圧計を手首に常時装着した状態で、血圧測定を行いたいとのニーズが高まっている。その場合、電磁弁のような構成部品をできるだけ小型化することが望まれる。
【０００５】
しかしながら、特許文献１に開示されているような一般的な電磁弁では、可動鉄心が棒状で、かつその長手方向に沿って移動するため、電磁弁のサイズ（特に、可動鉄心の長手

方向に沿ったサイズ）が大きくなるという問題がある。

【０００６】

そこで、この発明の課題は、小型に構成可能な電磁弁を提供することにある。また、この発明は、そのような電磁弁を備えた血圧計および機器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

上記課題を解決するため、この開示の電磁弁は、

流体の流通を許容または遮断する電磁弁であって、

環状の周縁をもつ端板部と、この端板部の周縁に連なり、上記端板部の片側に隣り合う空間を環状に取り囲む側板部とを含むヨークと、

上記ヨークの上記端板部に直交して、上記片側の空間に存する一端部から反対側の他端部まで一方向に延在するポールピースとを備え、このポールピースは、上記一端部に開口を有し、上記他端部に、上記ポールピース内を通して上記開口と連通した第１の流体出入口を有し、

上記ポールピースと上記ヨークの上記側板部との間の環状の空間に収容されたソレノイドコイルと、

上記ヨークの上記端板部に上記空間を介して対向するとともに上記ヨークの上記側板部の環状縁にまたがる寸法をもつ円板状の磁性材料からなるダイアフラムと、

上記ダイアフラムを、上記一方向に並行移動させる態様で、上記ポールピースの上記一端部から離間する向きに付勢するコイルばねと、

上記ポールピースの上記他端部が外部に露出した状態で、上記ヨークと、上記ポールピースのうち上記片側の空間に延在する部分と、上記ソレノイドコイルと、上記ダイアフラムと、上記コイルばねとを、一括して覆う筐体と

を備え、

上記コイルばねは、上記ヨークの上記側板部と、上記筐体のうち上記側板部に対向する環状の外周壁との間の環状の空間に沿って配置され、上記ダイアフラムの上記端板部に対向する面の周縁部に沿って環状に接し、

上記筐体の上記環状の外周壁と上記ダイアフラムの周縁部との間に、径方向の隙間が設けられ、

上記ダイアフラムのうち上記ポールピースの上記一端部の上記開口に対向する部分に、上記開口を塞ぐための弾性体が一体に取り付けられ、この弾性体は、上記一端部の上記開口に向かって上記ダイアフラムから柱状に突起して平坦な端面を有し、

上記ポールピースは、上記一端部に、上記ダイアフラムに取り付けられた上記弾性体に向かって開いた平坦な底をもつ窪みを有し、この窪みの上記底に上記開口が開いており、

上記ソレノイドコイルが無通電状態にある非作動時には、上記コイルばねによる付勢力によって、上記ダイアフラムが上記ポールピースの上記一端部から離間し、これにより、上記弾性体の上記端面が上記開口から離間して上記開口が開放された開状態になり、

上記ソレノイドコイルが通電状態にある作動時には、上記ソレノイドコイルが発生する磁力によって上記コイルばねによる付勢力に抗して、上記ダイアフラムが上記ポールピースの上記一端部に接近して、上記弾性体の上記端面によって上記開口が塞がれた閉状態になり得る

ことを特徴とする。

【０００８】

本明細書で、「ヨーク」、「ポールピース」は、電磁石の分野で周知な磁力線を導く働きをする要素であり、それぞれ磁性材料（特に、鉄などの強磁性材料が好ましい。）からなる。

【０００９】

上記ヨークの端板部の周縁の形状は、円形、丸角四角形（角が丸くされた四角形）など、環状の形状を広く含む。上記ヨークの上記側板部の環状の形状も同様である。

【００１０】

上記ヨークの上記側板部の「環状縁」とは、上記端板部とは反対側の縁を指す。
【００１１】
上記ポールピースの上記「他端部」は、上記ヨークの上記端板部から突出していてもよいし、上記端板部の外面（この端板部の２つの面のうち上記片側の空間とは反対側を向いた面）で止まっていてもよい。
【００１２】
本明細書で、「弾性体」とは、シリコーンゴム、ニトリルゴム（ＮＢＲ）、エチレンプロピレンジエンゴム（ＥＰＤＭ）などの弾性材料（可撓性材料）からなる物体を指す。
弁の開閉状態としては、上記閉状態と上記開状態との間に、上記ソレノイドの通電量に応じて流量が制御される中間状態が存在する。
【００１３】
この開示の電磁弁では、上記ソレノイドコイルが無通電状態にある非作動時には、上記コイルばねによる付勢力によって、上記ダイアフラムが上記ポールピースの上記一端部から離間し、これにより、上記弾性体の上記端面が上記開口から離間して上記開口が開放された開状態になる。この開状態にある場合は、上記ポールピース内を通した流体の流通が許容される。この電磁弁は常開弁となる。
【００１４】
上記ソレノイドコイルが通電状態にある作動時には、上記ソレノイドコイルが発生する磁力によって上記コイルばねによる付勢力に抗して、上記ダイアフラムが上記ポールピースの上記一端部に接近して、上記弾性体の上記端面によって上記開口が塞がれた閉状態になり得る。具体的には、上記ソレノイドコイルが通電状態（作動時）にあるとき、上記ソレノイドコイルが発生する磁力線は、例えば、上記ヨークの上記側板部を通して上記端板部の周縁に達し、上記端板部の周縁から上記端板部を通して上記端板部と上記ポールピースとの直交箇所に達し、この直交箇所から上記ポールピースを通して上記ポールピースの上記一端部に達し、上記一端部からこの一端部と上記ダイアフラムとの接近箇所に達し、さらに、上記ダイアフラムを通して上記ヨークの上記側板部の環状縁に達する経路（磁気回路）を循環する。上記ソレノイドコイルに対する通電の向きが逆になれば、上記ソレノイドコイルが発生する磁力線は、この経路を逆向きに循環する。これにより、上記ソレノイドコイルは、上記ダイアフラムに対して上記コイルばねによる付勢力に抗した磁力を発生する。この磁力によって上記ダイアフラムに取り付けられた上記弾性体が上記ポールピースの上記一端部に対して接近して（これにより、安定した通電電流（または駆動電圧）対流量特性が得られる。）、上記弾性体の上記端面によって上記開口が塞がれた閉状態になり得る。閉状態にある場合は、上記ポールピース内を通した流体の流通は遮断される。このように、この電磁弁では、上記ソレノイドコイルが無通電状態（非作動時）であるか、上記ソレノイドコイルが通電状態（作動時）であるかに応じて、開状態または閉状態になることができる。これにより、上記ポールピース内（つまり、この電磁弁）を通した流体の流通を許容または遮断することができる。特に、上記閉状態のとき、上記ダイアフラムから柱状に突起して平坦な端面を有する上記弾性体が、上記ポールピースの上記一端部の、上記弾性体に向かって開いた平坦な底をもつ上記窪みに収容された状態で、上記開口を塞ぐ。したがって、上記弾性体が上記開口を安定して確実に塞ぐことができる。
【００１５】
ここで、この電磁弁では、流体の流通を許容または遮断するために、板状のダイアフラムが、上記ヨークの上記端板部に対向した姿勢で上記ポールピースの上記一端部に対して接近または離間する向きに一方向に並行移動する構成になっている。すなわち、従来例（可動鉄心が棒状で、かつその長手方向に沿って移動する）とは異なり、この電磁弁では、板状のダイアフラムが、このダイアフラムの板面に対して垂直な一方向に移動する。したがって、上記ダイアフラムが移動する上記一方向に関して電磁弁のサイズを小さくできる。この結果、電磁弁を小型に構成できる。
なお、上記ダイアフラムへの上記弾性体の取り付けは、圧入、接着、またはインサート成形によるのが望ましい。これにより、上記ダイアフラムに上記弾性体を簡単に一体に取

り付けることができる。
【００１６】
一実施形態の電磁弁では、上記ポールピースと上記ヨークは一体に構成されていることを特徴とする。
【００１７】
この一実施形態の電磁弁では、上記ポールピースと上記ヨークは一体に構成されているので、上記ポールピースと上記ヨークとの間の磁気抵抗が小さく、それらを経路する磁気回路の効率が高まる。また、上記ポールピースと上記ヨークとの間の気密性を高めて、漏気を防ぐことができる。
【００１８】
一実施形態の電磁弁では、上記ダイアフラムをなす磁性材料はパーマロイであることを特徴とする。
【００１９】
ここで、「パーマロイ」とは、Ｎｉ－Ｆｅの合金を指す。
【００２０】
この一実施形態の電磁弁では、上記ダイアフラムは、板状で、パーマロイからなるので、例えば棒状の可動鉄心に比して、軽く構成され得る。その場合、鉛直方向に対して電磁弁の姿勢（向き）が様々に変化したとき、電磁弁の姿勢によって特性（例えば、通電電流対流量特性）が影響を受け難くなる。
【００２１】
なお、仮に弁の開閉のために駆動される要素が棒状の可動鉄心であれば、比較的大きな重量をもつため、鉛直方向に対して電磁弁の姿勢（向き）が様々に変化したとき、それに伴って可動鉄心が摺動方向に沿って受ける重力成分が大きく変化して、電磁弁の特性が大きく影響を受ける。
【００２２】
【００２３】
【００２４】
【００２５】
【００２６】
【００２７】
【００２８】
一実施形態の電磁弁では、
上記筐体は、上記ポールピースの上記他端部が外部に露出した状態で、上記ヨークと、上記ポールピースのうち上記片側の空間に延在する部分と、上記ソレノイドコイルと、上記ダイアフラムと、上記コイルばねとを、一括して流体密に覆う密閉ケースであり、
上記密閉ケースの外壁を貫通して第２の流体出入口が設けられていることを特徴とする。
【００２９】
この一実施形態の電磁弁は、流路に介挿されて、その流路を通る流体の流通を許容または遮断するのに適する。この電磁弁が開状態であれば、例えば、上記第２の流体出入口から上記ポールピースの上記一端部の上記開口（上記一端部から上記ダイアフラムが離間して開状態にある）を経て上記第１の流体出入口へ向かって、または、その逆向きに、この電磁弁を通して流体が流通し得る。この電磁弁が閉状態であれば、上記開口（上記一端部に上記ダイアフラムが接近して閉状態にある）が遮断されているので、この電磁弁を通して上記第２の流体出入口と上記第１の流体出入口の間で流体が流通することはない。
【００３０】
一実施形態の電磁弁では、上記密閉ケースは、上記ヨークの上記端板部の外面に沿った第１の端壁と、上記ダイアフラムの上記端板部とは反対側を向いた背面に沿った第２の端壁と、上記第１の端壁の周縁部と上記第２の端壁の周縁部とをつなぐ上記環状の外周壁とを含むことを特徴とする。

【００３１】
上記端板部の「外面」とは、この端板部の２つの広がる面のうち上記片側の空間とは反対側を向いた面を指す。また、上記ダイアフラムの「背面」とは、このダイアフラムの２つの面のうち上記ヨークの上記端板部とは反対側を向いた面を指す。
【００３２】
この一実施形態の電磁弁では、上記密閉ケースの上記第１の端壁から上記第２の端壁までのサイズを小さく設定することによって、上記第１及び第２の端壁に沿った偏平な外形をもつことができる。そのような外形は、この電磁弁（密閉ケース）を例えば配線基板に沿って取り付けて、上記電磁弁（密閉ケース）と上記配線基板とを併せて全体として偏平に構成するのに適する。
【００３３】
一実施形態の電磁弁では、上記第１の流体出入口が設けられた上記ポールピースの上記他端部は、上記密閉ケースの上記第１の端壁から外部へ突出して配置されていることを特徴とする。
【００３４】
この一実施形態の電磁弁では、上記第１の流体出入口に、流路が流体流通可能に容易に接続される。
【００３５】
一実施形態の電磁弁では、上記第２の流体出入口は、上記密閉ケースの上記第１の端壁、上記第２の端壁、または上記外周壁から、外部へ突出して配置されていることを特徴とする。
【００３６】
この一実施形態の電磁弁では、上記第２の流体出入口に、流路が流体流通可能に容易に接続される。特に、上記第２の流体出入口が上記密閉ケースの上記外周壁から外部へ突出して配置されている場合、上記第２の流体出入口が上記密閉ケースの上記第２の端壁から外部へ突出するのを避けることができ、電磁弁を薄型化できる。また、上記第２の流体出入口が上記密閉ケースの上記第１の端壁から外部へ突出して配置されている場合、上記第２の流体出入口を上記第１の流体出入口と同じ向きに突出させることとができる。したがって、例えば、上記密閉ケースを配線基板の上面に搭載し、上記第２の流体出入口と上記第１の流体出入口を両方とも上記配線基板を貫通して下方へ延在させた実装構造が可能となる。
【００３７】
【００３８】
【００３９】
別の局面では、この開示の血圧計は、
被測定部位の血圧を測定する血圧計であって、
本体と、
被測定部位に装着されるカフと、
上記本体に搭載され、流路を通して上記カフに流体を供給するためのポンプと、
上記本体に搭載され、上記ポンプまたは上記流路と大気との間に介挿された上記電磁弁と、
上記ポンプによって上記流路を通して上記カフへ流体を供給し、および／または、上記カフから上記電磁弁を通して流体を排出させて、上記カフの圧力を制御する圧力制御部と、
上記カフに収容された上記流体の圧力に基づいて血圧を算出する血圧算出部と
を備えたことを特徴とする。
【００４０】
この開示の血圧計では、典型的には、本体とカフとが一体に、被測定部位に装着される。この装着状態で、圧力制御部が、上記ポンプによって上記流路を通して上記カフへ流体を供給して上記カフを加圧し、および／または、上記カフから上記電磁弁を通して流体を

排出させて、上記カフの圧力を制御する。血圧算出部は、上記カフに収容された上記流体の圧力に基づいて血圧を算出する（オシロメトリック法）。ここで、この血圧計では、上記電磁弁は、本開示の小型に構成され得る電磁弁からなっている。したがって、上記本体、ひいては血圧計全体を、小型に構成できる。

【００４１】

さらに別の局面では、この開示の機器は、

被測定部位の血圧を測定可能な機器であって、

本体と、

被測定部位に装着されるカフと、

上記本体に搭載された、上記カフに流体を供給するためのポンプと、

上記本体に搭載された上記電磁弁と、

上記ポンプによって上記カフへ流体を供給し、および／または、上記カフから上記電磁弁を通して流体を排出させて、上記カフの圧力を制御する圧力制御部と、

上記カフに収容された上記流体の圧力に基づいて血圧を算出する血圧算出部と

を備えたことを特徴とする。

【００４２】

この開示の機器では、典型的には、本体とカフとが一体に、被測定部位に装着される。この装着状態で、圧力制御部が、上記ポンプによって上記カフへ流体を供給し、および／または、上記カフから上記電磁弁を通して流体を排出させて、上記カフの圧力を制御する。血圧算出部は、上記カフに収容された上記流体の圧力に基づいて血圧を算出する（オシロメトリック法）。ここで、この機器では、上記電磁弁は、本開示の小型に構成され得る電磁弁からなっている。したがって、上記本体、ひいては機器全体を、小型に構成できる。

【発明の効果】

【００４３】

以上より明らかなように、この発明の電磁弁、血圧計、および機器は、小型に構成され得る。

【図面の簡単な説明】

【００４４】

【図１】この発明の一実施形態の電磁弁の外観を示す斜視図である。

【図２】上記電磁弁を分解状態で斜めから見たところを示す図である。

【図３】図２のものを別の方向から見たところを示す図である。

【図４】上記電磁弁を流体出入口を含む面で切断したときの断面構造の一例を示す図である。

【図５】上記電磁弁のケース内に設けられたダイアフラムの平面形状を示す図である。

【図６】上記電磁弁が開状態にあるときに、この電磁弁を通る流体の流れを示す図である。

【図７】上記電磁弁が閉状態にあるときに、この電磁弁の各部に加わる力を示す図である。

【図８】上記各電磁弁を開閉弁として備えた、この発明の一実施形態の血圧計のブロック構成を示す図である。

【図９Ａ】上記血圧計の動作フローを示す図である。

【図９Ｂ】図９Ａの動作フローに含まれた加圧速度制御のフローを示す図である。

【図１０】上記電磁弁の駆動力と開度との関係を示す図である。

【図１１】図１１（Ａ）、図１１（Ｂ）は、上記電磁弁のケースを変形してなる一例の電磁弁を示す図である。

【図１２】図１２（Ａ）、図１２（Ｂ）は、上記電磁弁のケースを変形してなる別の例の電磁弁を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００４５】

以下、この発明の実施の形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。

【００４６】

図１は、この発明の一実施形態の電磁弁（全体を符号２で示す。）の外観を斜めから見たところを示している。また、図２は、上記電磁弁２を分解状態で示している。図３は、図２のものを別の方向から見たところを示している。理解の容易のために、図１～図３および後述の図４～図７、図１１～図１２では、ＸＹＺ直交座標を併せて示している。以下では、便宜上、Ｚ方向を厚さ方向、ＸＹ方向を平面方向と呼ぶことがある。

【００４７】

（電磁弁の構成）

図１によって分かるように、この電磁弁２は筐体としてのケース１０を備えている。このケース１０は、厚さ方向片側（＋Ｚ側）に配された蓋ケース１０Ａと、厚さ方向反対側（－Ｚ側）に配された主ケース１０Ｂとを含んでいる。この例では、蓋ケース１０Ａは、外壁をなす円板状の第２の端壁１０－２と、第２の端壁１０－２の中央から外部（＋Ｚ側）へ突出した円筒部１０ａ（流体を通すための第２の流体出入口１２をなす。）とを有している。主ケース１０Ｂは、矩形（この例では正方形）の板状の第１の端壁１０－１と、この第１の端壁１０－１に連なる略円筒状の外周壁１０－３とを有している。図３に示すように、第１の端壁１０－１の中央には、後述するポールピース４が嵌合される貫通孔１０ｗが設けられている。また、第１の端壁１０－１の１辺（この例では、－Ｙ側の辺）には、配線（図示しないリード線）が通される貫通孔１０ｕが設けられている。第１の端壁１０－１の外面の四隅には、それぞれ金属（銅など）からなる接続端子７１，７２，７３，７４（参照）が一体に設けられている。

【００４８】

この例では、蓋ケース１０Ａは、非磁性のプラスチック材料を一体成形して形成されている。また、主ケース１０Ｂは、接続端子７１，７２，７３，７４とともに非磁性のプラスチック材料を一体成形（インサート成形）して形成されている。この例では、蓋ケース１０Ａの第２の端壁１０－２は、主ケース１０Ｂの外周壁１０－３に対して溶着されている。ただし、これに限られるものではなく、第２の端壁１０－２は外周壁１０－３に対してねじ込み式に取り付けられていてもよい。

【００４９】

図２、図３によって分かるように、この電磁弁２のケース１０の内部には、ヨーク３と、このヨーク３（の端板部３ｂ）に直交して一体に取り付けられたポールピース４と、ソレノイドコイル７と、付勢部としてのコイルばね５と、ダイアフラム６と、このダイアフラム６に一体に形成された弾性体８とが設けられている。

【００５０】

ヨーク３は、図２に示すように、環状（この例では、円形）の周縁をもつ端板部３ｂと、この端板部３ｂの周縁に連なり、端板部３ｂの片側（＋Ｚ側）に隣り合う空間ＳＰ１を環状に取り囲む側板部３ｃとを含んでいる。図３に示すように、端板部３ｂの中央には貫通孔３ｗが設けられ、この貫通孔３ｗにポールピース４が嵌合されている。端板部３ｂの周縁部のうち、主ケース１０Ｂの第１の端壁１０－１の貫通孔１０ｕに対応する部分には、配線（図示しないリード線）が通される貫通孔３ｕが設けられている。なお、ヨーク３の端板部３ｂの周縁の形状は、円形に限られるものではなく、丸角四角形（角が丸くされた四角形）などであってもよい。側板部３ｃの側壁部の環状の形状も同様である。

【００５１】

この例では、ヨーク３の側板部３ｃの外径は、主ケース１０Ｂの外周壁１０－３の内径よりも小さく設定されている。これにより、図４に示す組立状態で、ヨーク３の側板部３ｃと主ケース１０Ｂの外周壁１０－３との間に、コイルばね５を収容する環状の空間ＳＰ２が形成される。

【００５２】

図２、図３によって分かるように、ポールピース４は、全体として略円筒状の形状を有している。このポールピース４は、軸方向（Ｚ方向）に関して、ヨーク３の貫通孔３ｗに

嵌合して外部へ突出する突起部４ａと、この突起部４ａの外径よりも大きい外径をもつ主部４ｂとを備えている。つまり、このポールピース４は、ヨーク３の端板部３ｂに直交して、片側（＋Ｚ側）の空間ＳＰ１に存する一端部４ｅから反対側（－Ｚ側）の他端部４ｆまで一方向（Ｚ方向）に延在している。また、この例では、ポールピース４は、一端部４ｅに、ダイアフラム６の弾性体８に向かって開いた円形の平面形状をもつ窪み４ｄを有している。この窪み４ｄは平坦な底４ｄ１を有し、この窪み４ｄの底４ｄ１に円形の開口４ｏが開いている。ポールピース４の他端部４ｆに、ポールピース４内を通して開口４ｏと連通した円形の第１の流体出入口１１が設けられている。

【００５３】

この例では、ヨーク３とポールピース４は、それぞれ磁性材料であるＳＵＭ２４Ｌ（硫黄複合快削鋼）からなっている。また、この例では、ヨーク３の貫通孔３ｗにポールピース４の突起部４ａが圧入されて、ヨーク３とポールピース４は一体に構成されている。これにより、ポールピース４とヨーク３との間の磁気抵抗が小さく、それらを経路とする磁気回路の効率が高まる。また、ポールピース４とヨーク３との間の気密性を高めて、漏気を防ぐことができる。なお、ヨーク３とポールピース４とを空間的に連続した一体物として構成してもよい。

【００５４】

図２、図３によって分かるように、ソレノイドコイル７は、圧肉の円筒状の外形を有している。このソレノイドコイル７の寸法は、ポールピース４とヨーク３の側板部３ｃとの間の環状の空間ＳＰ１に収容され得るように設定されている。このソレノイドコイル７から、図示しない一対のリード線が延在している。

【００５５】

コイルばね５は、略円筒形の輪郭を有している。このコイルばね５は、図４に示す組立状態で、ヨーク３の側板部３ｃと主ケース１０Ｂの外周壁１０－３との間の環状の空間ＳＰ２に沿って配置され、ダイアフラム６の上記端板部３ｂに対向する面６ｂの周縁部に沿って環状に接している。これにより、コイルばね５は、ダイアフラム６を、一方向（Ｚ方向）に並行移動させる態様で、ポールピース４の一端部４ｅから離間する向き（すなわち、＋Ｚ向き）に付勢する。図４中には、コイルばね５がダイアフラム６を付勢する付勢力ｆ２が矢印で模式的に示されている。これにより、付勢部が少ない部品（すなわち、コイルばね５）で簡単に構成され得る。

【００５６】

図２、図３によって分かるように、ダイアフラム６は、略円板状の外形を有している。この例では、図５（ダイアフラム６の平面形状を示す）によって分かるように、ダイアフラム６の径方向に関して中心６ｃと周縁部６ｅとの間で、かつ、周方向に関して等角度ピッチ（この例では、９０°ピッチ）で、４つの円形の貫通孔６ｓ，６ｔ，６ｕ，６ｖが設けられている。これにより、ダイアフラム６の背面（＋Ｚ側を向いた面）６ａ側と内面（－Ｚ側を向いた面）６ｂ側との間で貫通孔６ｓ，６ｔ，６ｕ，６ｖを通して流体が流通可能になっている。

【００５７】

図４によって分かるように、ダイアフラム６は、ヨーク３の側板部３ｃの環状縁３ｅにまたがる寸法をもっている。この結果、ダイアフラム６の外径は、コイルばね５の外径と略一致している。ダイアフラム６が外周壁１０－３内で一方向（Ｚ方向）に並行移動できるように、ダイアフラム６の外径と主ケース１０Ｂの外周壁１０－３の内径との間には、若干の径方向の隙間ＣＧが設けられている。

【００５８】

この例では、ダイアフラム６は、上述のように略円板状であるとともに、磁性材料としてのパーマロイ（Ｎｉ－Ｆｅの合金）からなっている。これにより、ダイアフラム６は、例えば棒状の可動鉄心に比して、軽く構成され得る。その場合、鉛直方向に対して電磁弁２の姿勢（向き）が様々に変化したとき、電磁弁２の姿勢によって特性（例えば、通電電流対流量特性）が影響を受け難くなる。

【００５９】
図２、図３によって分かるように、ダイアフラム６の中央には、ポールピース４の一端部４ｅの窪み４ｄ内に形成された開口４ｏに対向して、開口４ｏを塞ぐための略円柱状の弾性体８が一体に取り付けられている。この弾性体８は、上記一端部４ｅの上記開口４ｏに向かってダイアフラム６から円柱状に突起して、平坦な端面８ｅを有している。この例では、弾性体８は、シリコーンゴムからなる。しかしながら、これに限られるものではなく、弾性体８は、ニトリルゴム（ＮＢＲ）、エチレンプロピレンジエンゴム（ＥＰＤＭ）などの他の弾性材料（可撓性材料）からなっていてもよい。この弾性体８の外径は、開口４ｏの直径よりも大きく、かつ、窪み４ｄの内径よりも小さく設定されている。これにより、後述の閉状態のとき、平坦な端面８ｅを有する弾性体８が、ポールピース４の一端部４ｅの、弾性体８に向かって開いた平坦な底４ｄ１をもつ窪み４ｄに収容された状態で、開口４ｏを塞ぐ。したがって、弾性体８が開口４ｏを安定して確実に塞ぐことができる。
【００６０】
また、この例では、弾性体８は、インサート成形によってダイアフラム６と一体に取り付けられている。これにより、ダイアフラム６と弾性体８を簡単に一体に取り付けることができる。しかしながら、これに限られるものではなく、ダイアフラム６へ弾性体８を、圧入、接着などによって取り付けてもよい。
【００６１】
（電磁弁の組み立て手順）
この電磁弁２の組み立ては、図２、図３の状態（分解状態）から、例えば次のような手順で行われる。
ｉ）　まず、主ケース１０Ｂにヨーク３とポールピース４を収容する。その際、主ケース１０Ｂの第１の端壁１０－１の貫通孔１０ｗに、ポールピース４の突起部４ａを通して嵌合させる。これとともに、主ケース１０Ｂの第１の端壁１０－１の貫通孔１０ｕに、ヨーク３の端板部３ｂの貫通孔３ｕを対応させる。
ii）　次に、ソレノイドコイル７を、ポールピース４とヨーク３の側板部３ｃとの間の環状の空間ＳＰ１に収容する。その際、ソレノイドコイル７から延在する一対のリード線（図示せず）を、ヨーク３の端板部３ｂの貫通孔３ｕと主ケース１０Ｂの第１の端壁１０－１の貫通孔１０ｕとを通して、主ケース１０Ｂの外部に引き出す。
iii）　次に、引き出した一対のリード線を、第１の端壁１０－１の外面に設けられた４つの接続端子７１，７２，７３，７４のうちのいずれか２つに１本ずつ半田付けする。なお、４つの接続端子７１，７２，７３，７４のうちの残りの２つはダミー端子として残される。
iv）　次に、主ケース１０Ｂにヨーク３を、また、ヨーク３にソレノイドコイル７を、それぞれ接着剤で気密に接着する。その際、上記一対のリード線が通っているヨーク３の端板部３ｂの貫通孔３ｕ、および／または、主ケース１０Ｂの第１の端壁１０－１の貫通孔１０ｕを接着剤で充填して、気密性を得る。
ｖ）　次に、コイルばね５を、ヨーク３の側板部３ｃと主ケース１０Ｂの外周壁１０－３との間の環状の空間ＳＰ２（図４参照）に収容する。
vi）　続いて、ダイアフラム６を、コイルばね５の片側（＋Ｚ側）から、空間ＳＰ１を介してヨーク３の端板部３ｂに対向するように配する。さらに、蓋ケース１０Ａでダイアフラム６をコイルばね５の付勢力ｆ２に抗して押しながら、蓋ケース１０Ａの第２の端壁１０－２を、主ケース１０Ｂの外周壁１０－３に対して超音波溶着法によって、気密に溶着する。
このようにして、図４に示すように、電磁弁２が組み立てられる。
【００６２】
この図４の組立状態では、ケース１０は、密閉ケースとして、ポールピース４の突起部４ａ（他端部４ｆを含む。）が外部に露出した状態で、ヨーク３と、ポールピース４の主部４ｂと、ソレノイドコイル７と、ダイアフラム６（および弾性体８）と、コイルばね５とを、一括して気密に覆う。主ケース１０Ｂの第１の端壁１０－１はヨーク３の端板部３

ｂの外面（－Ｚ側を向いた面）に沿う一方、蓋ケース１０Ａの第２の端壁１０－２はダイアフラム６の背面（＋Ｚ側を向いた面）６ａに沿った状態になる。特に、この例では、第１の流体出入口１１をなすポールピース４の突起部４ａが第１の端壁１０－１から外部へ突出し、また、第２の流体出入口１２をなす円筒部１０ａが第２の端壁１０－２から外部へ突出している。したがって、それらの第１の流体出入口１１、第２の流体出入口１２をそれぞれ流路の例えば下流側、上流側に流体流通可能に容易に接続することができる。これにより、この電磁弁２は、流路に容易に介挿され得る。

【００６３】

（電磁弁の開閉動作）

この電磁弁２が使用される場合、上述のように第１の流体出入口１１、第２の流体出入口１２をそれぞれ流路の下流側、上流側に流体流通可能に接続することによって、電磁弁２が流路に介挿される。図６に示すように、この電磁弁２では、ソレノイドコイル７が無通電状態にある非作動時には、コイルばね５による付勢力ｆ２によって、ダイアフラム６がポールピース４の一端部４ｅから離間し、これにより、弾性体８の端面８ｅがポールピース４の一端部４ｅの開口４ｏから離間して上記開口４ｏが開放された開状態になる。つまり、この電磁弁２は常開弁となる。

【００６４】

この開状態にある場合は、この電磁弁２を通した流体の流通が許容される。この電磁弁２が開状態であれば、例えば、第２の流体出入口１２から矢印ＬＣ１で示すように流体が入る。この流体は、矢印ＬＣ２ｓ，ＬＣ２ｕで示すように、ダイアフラム６の貫通孔６ｓ，６ｔ，６ｕ，６ｖを通り、続いて、ポールピース４の一端部４ｅの窪み４ｄと弾性体８との間の隙間を通り、一端部４ｅの開口４ｏを経て、矢印ＬＣ３で示すように第１の流体出入口１１から外部へ流出する。このように、第２の流体出入口１２から第１の流体出入口１１へ向かって、またはその逆向きに、この電磁弁２を通して流体が流通し得る。

【００６５】

ソレノイドコイル７が通電状態にある作動時には、図７に示すように、ソレノイドコイル７が発生する磁力Ｆ０（ダイアフラム６の各部に加わる磁力ｆ０，ｆ０，…の合力）によって、コイルばね５による付勢力ｆ２とポールピース４の一端部４ｅの窪み４ｄから弾性体８が受ける反発力ｆ２’（これらのｆ２とｆ２’の合力を抗力Ｆ２と表す。）に抗して、ダイアフラム６がポールピース４の一端部４ｅに接近し、これにより、弾性体８の端面８ｅによってポールピース４の一端部４ｅの開口４ｏが塞がれた閉状態になり得る。具体的には、ソレノイドコイル７が通電状態（作動時）にあるとき、ソレノイドコイル７が発生する磁力線は、主に、例えば図７中に２点鎖線Ｍで示すように、ヨーク３の側板部３ｃを通して端板部３ｂの周縁に達し、端板部３ｂの周縁から端板部３ｂを通して端板部３ｂとポールピース４との直交箇所に達し、この直交箇所からポールピース４を通してポールピース４の一端部４ｅに達し、一端部４ｅからこの一端部４ｅとダイアフラム６との接近箇所に達し、さらに、ダイアフラム６を通してヨーク３の側板部３ｃの環状縁３ｅに達する経路（磁気回路）を循環する。ソレノイドコイル７に対する通電の向きが逆になれば、ソレノイドコイル７が発生する磁力線は、この経路を逆向きに循環する。これにより、ソレノイドコイル７は、ダイアフラム６に対してコイルばね５による付勢力ｆ２に抗した磁力Ｆ０を発生する。この磁力Ｆ０によってダイアフラム６がポールピース４の一端部４ｅに対して接近して、弾性体８の端面８ｅによって開口４ｏが塞がれた閉状態になり得る。閉状態にある場合は、ポールピース４内を通した流体の流通は遮断される。このように、この電磁弁２では、ソレノイドコイル７が無通電状態（非作動時）であるか、ソレノイドコイル７が通電状態（作動時）であるかに応じて、開状態または閉状態になることができる。これにより、ポールピース４内、つまり、この電磁弁２を通した流体の流通を許容または遮断することができる。

【００６６】

なお、図７に示す閉状態では、ダイアフラム６の内面６ｂが、ポールピース４の一端部４ｅの周端面４ｅ１に当接する。しかし、流体は、矢印ＬＸ２ｓ，ＬＸ２ｕで示すように

、ダイアフラム６の貫通孔６ｓ，６ｔ，６ｕ，６ｖを通り、ダイアフラム６の内面６ｂと周端面４ｅ１との間を通して、ポールピース４の一端部４ｅの窪み４ｄと弾性体８との間の隙間へ入り得る。このため、ダイアフラム６の背面６ａに加わる流体の圧力（背面側圧力）Ｐ０が、通電電流（または駆動電圧）対流量特性に与える影響は緩和されている。

【００６７】

例えば、図１０は、電磁弁２について、ソレノイドコイル７が発生する磁力Ｆ０と弁の開度との関係を示している。弁の開度は、弁が全開のとき１００％、弁が全閉のとき０％とそれぞれ表している。なお、簡単のため、各弁の開状態と閉状態との間の中間状態については、無視して説明する。

【００６８】

電磁弁２が、最初に磁力Ｆ０＝０、したがって開度１００％である点ＳＴ２１にあるものとする。ソレノイドコイル７の通電量を増して、実線ＸＱ１で示すように磁力Ｆ０を大きくしてゆくと、この例では磁力Ｆ０１のときに開状態から閉状態に移行する。この例では、磁力Ｆ０がＦ０１を少し超えた点ＳＴ２２で一旦止められている。ここで、この電磁弁２では、ソレノイドコイル７の通電量を減らして磁力Ｆ０を小さくしてゆくと、実線ＸＱ１上を逆行して、概ね磁力Ｆ０１のときに開状態に復帰する。そして、最初の点ＳＴ２１に戻る。

【００６９】

例えば、コイルばね５等による抗力をＦ２＝５．０×１０$^{-2}$［Ｎ］とする。すると、背面側圧力Ｐ０＝０ｍｍＨｇ、開口側圧力（第１の流体出入口１１側から開口４ｏに加わる流体の圧力）Ｐ１＝０ｍｍＨｇの条件下では、図１０中の矢印ＸＱ１に沿って開状態から閉状態に移行するとき（または、その逆に閉状態から開状態に移行するとき）の磁力はＦ０１　Ｆ２＝５．０×１０$^{-2}$［Ｎ］となる。背面側圧力Ｐ０＝３００ｍｍＨｇ、開口側圧力Ｐ１＝３００ｍｍＨｇの条件下でも同様に、Ｆ０１　Ｆ２＝５．０×１０$^{-2}$［Ｎ］となる。なお、開口４ｏの直径をΦ＝０．５ｍｍ、ポールピース４の一端部４ｅの窪み４ｄの直径をΦａ＝１．２ｍｍとする。すると、例えば、背面側圧力Ｐ０＝０ｍｍＨｇ、開口側圧力Ｐ１＝３００ｍｍＨｇの条件下では、開口４ｏの面積（これをＳ０とする。）がＳ０＝πΦ^{2}／４であることから、開口側圧力Ｐ１よるダイアフラム６への押圧力（これをＦ１とする。）はＦ１＝７．８４×１０$^{-3}$［Ｎ］となる。このため、Ｆ０１　Ｆ１＋Ｆ２＝５．８×１０$^{-2}$［Ｎ］となる。

【００７０】

電磁弁２の開閉状態としては、閉状態と開状態との間に、ソレノイドの通電量に応じて流量が制御される中間状態が存在する。開状態から閉状態へ遷移するとき、ダイアフラム６の弾性体８が、ポールピース４の一端部４ｅの開口４ｏに接近する。これにより、安定した通電電流（または駆動電圧）対流量特性が得られる。

【００７１】

ここで、この電磁弁２では、流体の流通を許容または遮断するために、板状のダイアフラム６が、ヨーク３の端板部３ｂに対向した姿勢でポールピース４の一端部４ｅに対して接近または離間する向きに一方向（Ｚ方向）に並行移動する構成になっている。すなわち、従来例（可動鉄心が棒状で、かつその長手方向に沿って移動する）とは異なり、この電磁弁２では、板状のダイアフラム６が、このダイアフラム６の板面に対して垂直な一方向（Ｚ方向）に移動する。したがって、ダイアフラム６が移動する一方向（Ｚ方向）に関して電磁弁２のサイズを小さくできる。この結果、電磁弁２を小型に構成できる。

【００７２】

特に、この電磁弁２では、ケース１０の第１の端壁１０－１から第２の端壁１０－２までのサイズを小さく設定することによって、第１及び第２の端壁１０－１，１０－２に沿った偏平な外形をもつことができる。そのような外形は、この電磁弁２（ケース１０）を例えば配線基板に沿って取り付けて、電磁弁２（ケース１０）と配線基板とを併せて全体として偏平に構成するのに適する。

【００７３】

この例では、図１に示すように、ケース１０の厚さ（Ｚ方向寸法）Ｈは約２．５ｍｍに設定されている。また、ケース１０の平面方向の寸法（ＸＹ方向寸法）Ｗ１，Ｗ２はそれぞれ約５．５ｍｍに設定されている。このように、ケース１０は偏平な外形をもつ。また、この例では、蓋ケース１０Ａの円筒部１０ａが第２の端壁１０－２から＋Ｚ側に突出する寸法は、約１．６ｍｍに設定されている。円筒部１０ａの外径、内径は、それぞれ約１．３ｍｍ、約０．８ｍｍに設定されている。また、ポールピース４の突起部４ａが主ケース１０Ｂの第１の端壁１０－１から－Ｚ側に突出する寸法は、約１．６ｍｍに設定されている。ポールピース４の突起部４ａの外径、内径は、それぞれ約１．３ｍｍ、約０．５ｍｍに設定されている。このように、電磁弁２を小型に構成できる。

【００７４】

また、このように電磁弁２を小型に構成できる結果、電磁弁２を軽量化できる。特に、従来の電磁弁の棒状の可動鉄心に代えて、この電磁弁２はパーマロイからなる板状のダイアフラム６を備えているので、電磁弁２を軽量化できる。また、鉛直方向に対して電磁弁２の姿勢が様々に変化したとしても、特性（例えば、通電電流対流量特性）の変化が少ない。したがって、電磁弁２の開閉を安定して確実に行うことができる。

【００７５】

（血圧計への適用）

図８は、この発明の一実施形態の電子血圧計（全体を符号１００で示す。）の概略的なブロック構成を示している。この血圧計１００は、大別して、手首または上腕などの被測定部位に装着されるカフ２０と、本体１００Ｍとを備えている。

【００７６】

カフ２０は、被測定部位を圧迫するための流体袋２２を含んでいる。この流体袋２２と本体１００Ｍとは、可撓性を有するエアチューブ３８によって流体流通可能に接続されている。

【００７７】

本体１００Ｍは、制御部１１０と、表示器５０と、記憶部としてのメモリ５１と、操作部５２と、電源部５３と、圧力センサ３１と、ポンプ３２と、既述の電磁弁２からなる排気弁３３とを搭載している。さらに、本体１００Ｍは、圧力センサ３１からの出力を周波数に変換する発振回路３１０と、ポンプ３２を駆動するポンプ駆動回路３２０と、排気弁３３を駆動する弁駆動回路３３０とを搭載している。圧力センサ３１、ポンプ３２、および排気弁３３は、本体１００Ｍに設けられた共通のエア配管３９を通して、エアチューブ３８に流体流通可能に接続されている。この例では、排気弁３３は、第２の流体出入口１２がエア配管３９に連通して接続され、第１の流体出入口１１が大気９００へ向かって開放されている。

【００７８】

表示器５０は、ディスプレイおよびインジケータ等を含み、制御部１１０からの制御信号に従って所定の情報（例えば、血圧測定結果など）を表示する。

【００７９】

操作部５２は、電源部５３をＯＮ（オン）またはＯＦＦ（オフ）するための指示の入力を受け付ける電源スイッチ５２Ａと、血圧の測定開始の指示を受け付けるための測定スイッチ５２Ｂと、測定停止の指示を受け付けるための停止スイッチ５２Ｃとを有する。これらのスイッチ５２Ａ，５２Ｂ，５２Ｃは、ユーザによる指示に応じた操作信号を制御部１１０に入力する。

【００８０】

メモリ５１は、血圧計１００を制御するためのプログラムのデータ、血圧計１００を制御するために用いられるデータ、血圧計１００の各種機能を設定するための設定データ、および血圧値の測定結果のデータなどを記憶する。また、メモリ５１は、プログラムが実行されるときのワークメモリなどとして用いられる。

【００８１】

制御部１１０は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）を含み、この血圧計１００全体

の動作を制御する。具体的には、制御部１１０は、メモリ５１に記憶された血圧計１００を制御するためのプログラムに従って圧力制御部として働いて、操作部５２からの操作信号に応じて、ポンプ３２や排気弁３３を駆動する制御を行う。また、制御部１１０は、血圧算出部として働いて、血圧値を算出し、表示器５０およびメモリ５１を制御する。具体的な血圧測定の仕方については後述する。

【００８２】

電源部５３は、制御部１１０、圧力センサ３１、ポンプ３２、排気弁３３、表示器５０、メモリ５１、発振回路３１０、ポンプ駆動回路３２０、および弁駆動回路３３０の各部に電力を供給する。

【００８３】

ポンプ３２は、カフ２０に内包された流体袋２２内の圧力（カフ圧）を加圧するために、流体袋２２に流体としての空気を供給する。排気弁３３は、流体袋２２の空気を排出し、または封入してカフ圧を制御するために開閉される。ポンプ駆動回路３２０は、ポンプ３２を制御部１１０から与えられる制御信号に基づいて駆動する。弁駆動回路３３０は、排気弁３３を制御部１１０から与えられる制御信号に基づいて開閉する。

【００８４】

圧力センサ３１と発振回路３１０は、カフの圧力を検出する圧力検出部として働く。圧力センサ３１は、例えば、ピエゾ抵抗式圧力センサであり、エア配管３９とエアチューブ３８を介して、カフ２０に内包された流体袋２２内の圧力（カフ圧）を検出する。この例では、発振回路３１０は、圧力センサ３１からのピエゾ抵抗効果による電気抵抗の変化に基づく電気信号値に基づき発振して、圧力センサ３１の電気信号値に応じた周波数を有する周波数信号を制御部１１０に出力する。

【００８５】

図９Ａは、ユーザが血圧計１００によって血圧測定を行う際の動作フローを示している。

【００８６】

カフ２０が被測定部位に装着された装着状態で、ユーザが本体１００Ｍに設けられた操作部５２によって測定開始を指示すると、制御部１１０は、初期設定を行う（図９Ａのステップ S１）。具体的には、制御部１１０は、処理用メモリ領域を初期化するとともに、ポンプ３２をオフ（停止）し、排気弁３３を開いた状態で、圧力センサ３１の０ｍｍＨｇ調整（大気圧を０ｍｍＨｇに設定する。）を行う。

【００８７】

次に、制御部１１０は、弁駆動回路３３０を介して排気弁３３を閉鎖し、続いて、ポンプ駆動回路３２０を介してポンプ３２をオン（起動）して、カフ２０（流体袋２２）の加圧を開始する（ステップＳ２）。制御部１１０は、ポンプ３２からエア配管３９とエアチューブ３８を通して流体袋２２に空気を供給しながら、圧力センサ３１の出力に基づいて、加圧速度を制御する（ステップＳ３）。

【００８８】

詳しくは、この例では、図９Ｂの加圧速度制御のフローに示すように、制御部１１０は、加圧速度が目標速度に一致しているか否かを判断する（図９ＢのステップＳ８１）。ここで、加圧速度が目標速度に一致していれば（ステップＳ８１でＹＥＳ）、そのまま図９Ａのフローにリターンする。一方、加圧速度が目標速度に一致していなければ（図９ＢのステップＳ８１でNO）、図９ＢのステップＳ８２に進んで、加圧速度が目標速度よりも大きいか否かを判断する。ここで、加圧速度が目標速度よりも大きければ（ステップＳ８２でＹＥＳ）、ポンプ３２の駆動電圧を現在の制御電圧から一定値β［Ｖ］だけ低下させる（ステップＳ８３）。一方、加圧速度が目標速度よりも小さければ（ステップＳ８２でＮＯ）、ポンプ３２の駆動電圧を現在の制御電圧から一定値β［Ｖ］だけ上昇させる（ステップＳ８４）。しかる後、図９Ａのフローにリターンする。

【００８９】

次に、図９ＡのステップＳ４で、制御部１１０は血圧算出部として働いて、この時点で

取得されている脈波信号（圧力センサ３１の出力に含まれた脈波による変動成分）に基づいて、公知のオシロメトリック法により血圧値（収縮期血圧ＳＢＰ（Systolic Blood Pressure）と拡張期血圧ＤＢＰ（Diastolic Blood Pressure））の算出を試みる。

【００９０】

この時点で、データ不足のために未だ血圧値を算出できない場合は（ステップＳ５でＮＯ）、カフ圧が上限圧力（安全のために、例えば３００ｍｍＨｇというように予め定められている。）に達していない限り、ステップＳ３〜Ｓ５の処理を繰り返す。

【００９１】

このようにして血圧値の算出ができたら（ステップＳ５でＹＥＳ）、制御部１１０は、血圧値の測定結果を表示器５０に表示する。さらに、制御部１１０は、ポンプ３２をオフし、排気弁３３を開いて（ステップＳ６）、カフ２０（流体袋２２）内の空気を排気する制御を行う。

【００９２】

この後、制御部１１０は、算出した血圧値を表示器５０へ表示し（ステップＳ７）、血圧値をメモリ５１へ保存する制御を行う。

【００９３】

なお、血圧算出は、カフ２０（流体袋２２）の加圧過程でなく、減圧過程で行われてもよい。

【００９４】

この血圧計１００では、排気弁３３が小型で軽量に構成される電磁弁２からなっている。したがって、本体１００Ｍ、ひいては血圧計１００全体を、小型で軽量に構成できる。また、鉛直方向に対して排気弁３３（電磁弁２）の姿勢が様々に変化したとしても、特性（例えば、通電電流対流量特性）の変化が少ない。したがって、排気弁３３の開閉を安定して確実に行うことができ、したがって血圧計１００の動作を安定化できる。

【００９５】

（ケースに関する変形例）

上の例では、電磁弁２の第２の流体出入口１２は、蓋ケース１０Ａの第２の端壁１０−２から外部（＋Ｚ側）に突出した円筒部１０ａによって構成された。その場合、電磁弁２をストレートの流路に介挿することが容易になる。しかしながら、これに限られるものではない。

【００９６】

例えば、図１１（Ａ）、図１１（Ｂ）は、上述の電磁弁２のケース１０を変形してなる一例の電磁弁２Ｄを示している。図１１（Ａ）は、この電磁弁２Ｄを＋Ｚ側から見たところを示している。また、図１１（Ｂ）は、図１１（Ａ）における下側（−Ｙ側）から見た断面構造を示している。この図から分かるように、この電磁弁２Ｄでは、第２の流体出入口１２をなす円筒部１０ｂは、主ケース１０Ｂの外周壁１０−３から、外部（＋Ｘ側）へ突出して配置されている。その他の点は、電磁弁２と同様に構成されている（なお、図１１（Ｂ）では、簡単のため、図４、図６、図７に比してダイアフラム６の構造が簡素化して図示されている。この点は、後述の図１２（Ｂ）でも同様である。）。

【００９７】

この電磁弁２Ｄが開状態にあるとき、第２の流体出入口１２から図１１（Ｂ）中に矢印ＬＤ１で示すように流体が入る。この流体は、矢印ＬＤ２で示すように、ダイアフラム６の内面６ｂとヨーク３の側板部３ｃの環状縁３ｅとの間の隙間、ダイアフラム６の内面６ｂとポールピース４の一端部４ｅとの間の隙間、ポールピース４の一端部４ｅの窪み４ｄと弾性体８との間の隙間を順に通り、一端部４ｅの開口４ｏを経て、矢印ＬＤ３で示すように第１の流体出入口１１から外部へ流出する。このように、第２の流体出入口１２から第１の流体出入口１１へ向かって、またはその逆向きに、この電磁弁２Ｄ通して流体が流通し得る。

【００９８】

この電磁弁２Ｄが閉状態にあるときは、電磁弁２におけるのと同様に、ダイアフラム６

がポールピース４の一端部４ｅに対して接近して、弾性体８によって開口４ｏが塞がれる。

【００９９】

この電磁弁２Ｄでは、第２の流体出入口１２をなす円筒部１０ｂが蓋ケース１０Ａの第２の端壁１０－２から外部（＋Ｚ側）へ突出するのを避けることができる。これにより、電磁弁を薄型化できる。例えば、主ケース１０Ｂを配線基板（図示せず）の上面に沿って取り付け、第１の流体出入口１１をなす突起部４ａを上記配線基板を貫通して下方へ延在させて、電磁弁２Ｄと上記配線基板とを併せて全体として偏平に構成することができる。

【０１００】

また、図１２（Ａ）、図１２（Ｂ）は、電磁弁２のケース１０を変形してなる別の例の電磁弁２Ｅを示している。図１２（Ａ）は、この電磁弁２Ｅを＋Ｚ側から見たところを示している。また、図１２（Ｂ）は、図１２（Ａ）における下側（－Ｙ側）から見た断面構造を示している。この図から分かるように、この電磁弁２Ｅでは、第２の流体出入口１２をなす円筒部１０ｃは、主ケース１０Ｂの第１の端壁１０－１から、外部（－Ｚ側）へ突出して配置されている。その他の点は、電磁弁２と同様に構成されている。

【０１０１】

この電磁弁２Ｅが開状態にあるとき、第２の流体出入口１２から図１２（Ｂ）中に矢印ＬＥ１で示すように流体が入る。この流体は、矢印ＬＥ２で示すように、主ケース１０Ｂの外周壁１０－３とヨーク３の側板部３ｃとの間の隙間、ダイアフラム６の内面６ｂとヨーク３の側板部３ｃの環状縁３ｅとの間の隙間、ダイアフラム６の内面６ｂとポールピース４の一端部４ｅとの間の隙間、ポールピース４の一端部４ｅの窪み４ｄと弾性体８との間の隙間を順に通り、一端部４ｅの開口４ｏを経て、矢印ＬＥ３で示すように第１の流体出入口１１から外部へ流出する。このように、第２の流体出入口１２から第１の流体出入口１１へ向かって、またはその逆向きに、この電磁弁２Ｅ通して流体が流通し得る。

【０１０２】

この電磁弁２Ｅが閉状態にあるときは、電磁弁２におけるのと同様に、ダイアフラム６がポールピース４の一端部４ｅに対して接近して、弾性体８によって開口４ｏが塞がれる。

【０１０３】

この電磁弁２Ｅでは、電磁弁２Ｄにおけるのと同様に、第２の流体出入口１２をなす円筒部１０ｃが蓋ケース１０Ａの第２の端壁１０－２から外部（＋Ｚ側）へ突出するのを避けることができる。これにより、電磁弁を薄型化できる。さらに、この電磁弁２Ｅでは、第２の流体出入口１２をなす円筒部１０ｃを第１の流体出入口１１をなす突起部４ａと同じ向き（－Ｚ向き）に突出させることとができる。例えば、主ケース１０Ｂを配線基板（図示せず）の上面に沿って取り付け、円筒部１０ｃと突起部４ａを両方とも上記配線基板を貫通して下方へ延在させて、電磁弁２Ｅと上記配線基板とを併せて全体として偏平に構成することができる。また、その場合、この電磁弁２Ｅにつながる流路を、上記配線基板の下方のみに配置することができる。

【０１０４】

（機器への適用）

上述の実施形態では、この発明の電磁弁が血圧計に適用されたが、これに限られるものではない。この発明の電磁弁は、血圧計以外の様々な機器に適用され得る。また、この発明の電磁弁は、血圧測定機能と他の様々な機能を実行する機能部を含む機器にも適用され得る。その場合、機器を、小型で軽量に構成できる。また、鉛直方向に対して電磁弁の姿勢が様々に変化したとしても、特性（例えば、通電電流対流量特性）の変化が少ないので、電磁弁の開閉を安定して確実に行うことができ、したがって機器の動作を安定化できる。

【０１０５】

以上の実施形態は例示であり、この発明の範囲から離れることなく様々な変形が可能である。上述した複数の実施の形態は、それぞれ単独で成立し得るものであるが、実施の形

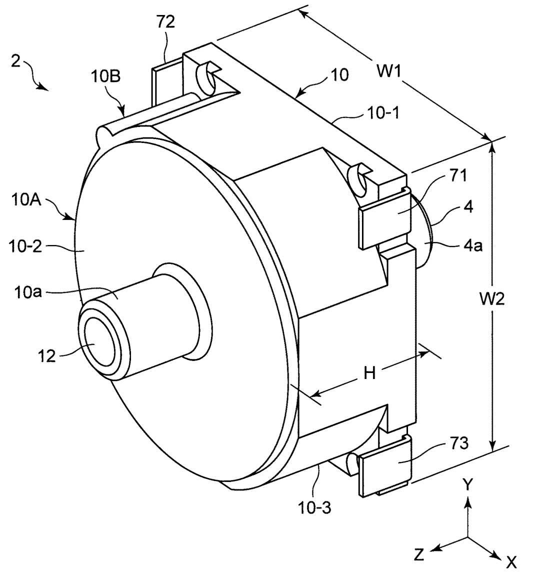
態同士の組みあわせも可能である。また、異なる実施の形態の中の種々の特徴も、それぞれ単独で成立し得るものであるが、異なる実施の形態の中の特徴同士の組みあわせも可能である。

【符号の説明】

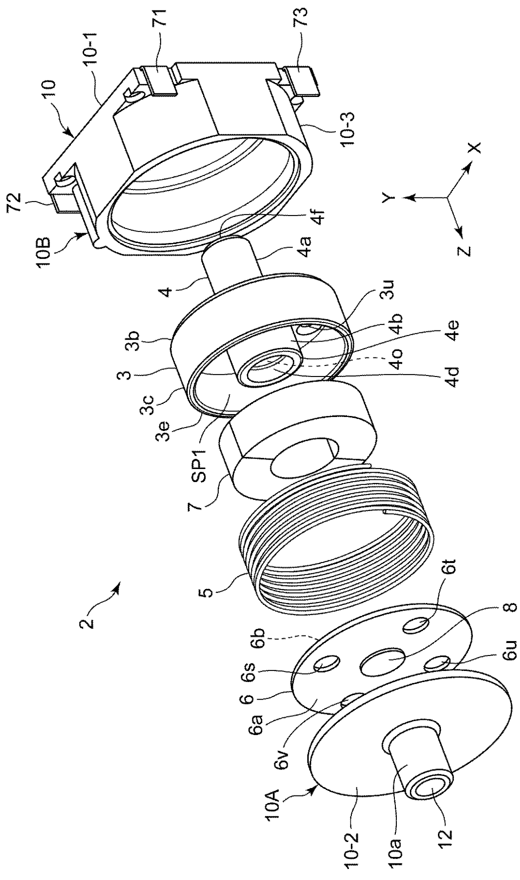
【０１０６】

２，２Ｄ，２Ｅ　電磁弁
３　ヨーク
４　ポールピース
５　コイルばね
６　ダイアフラム
７　ソレノイドコイル
８　弾性体
１０　ケース
１０－１　第１の端壁
１０－２　第２の端壁
１０－３　外周壁
１１　第１の流体出入口
１２　第２の流体出入口
１００　血圧計

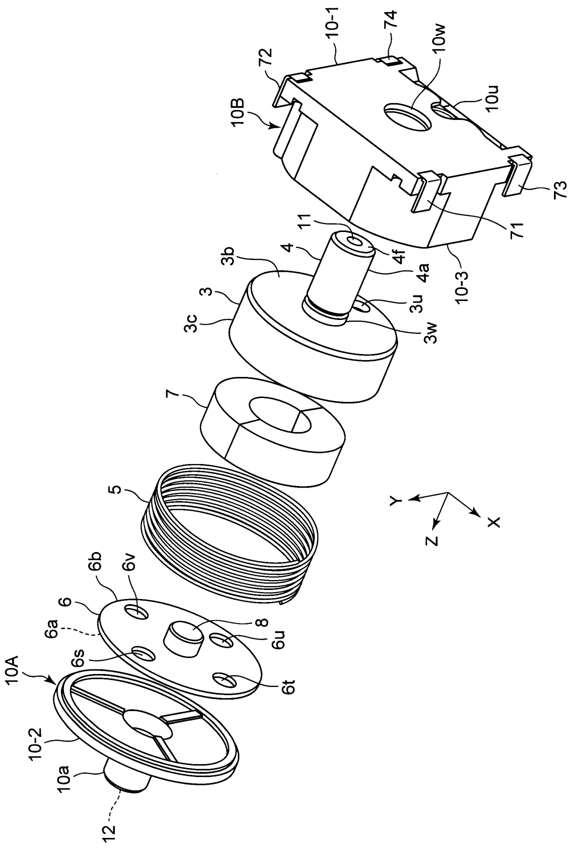
【図１】



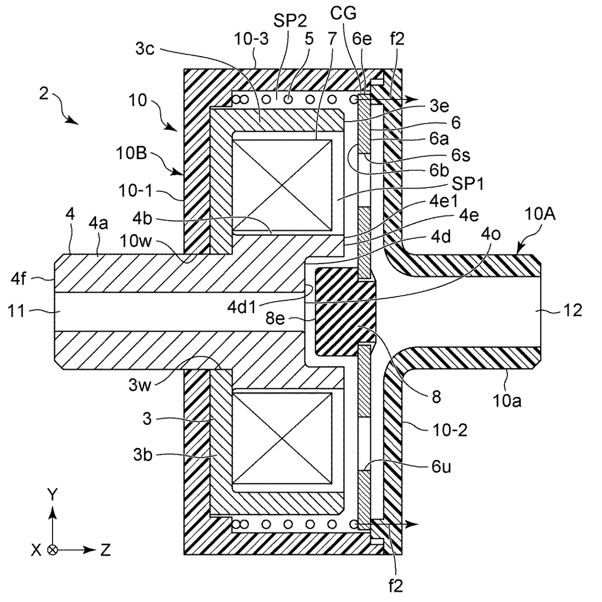
【図２】



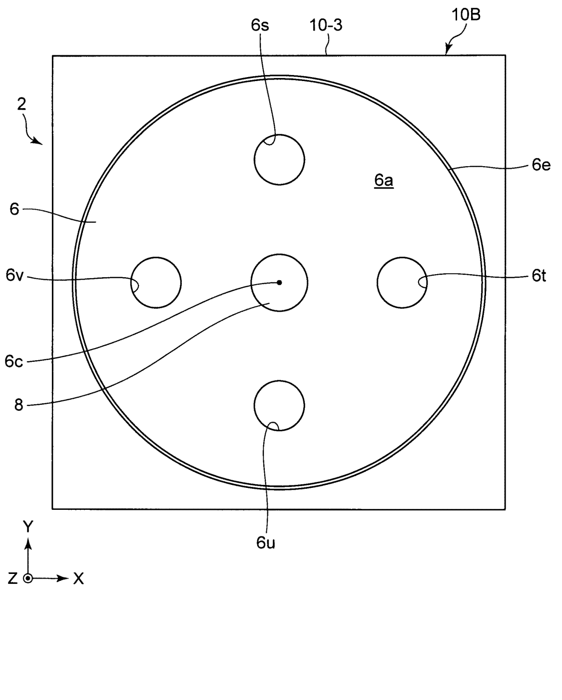
【図３】



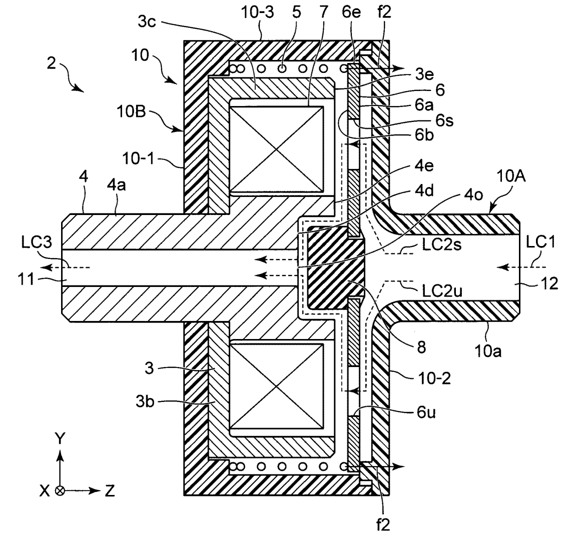
【図４】



【図５】

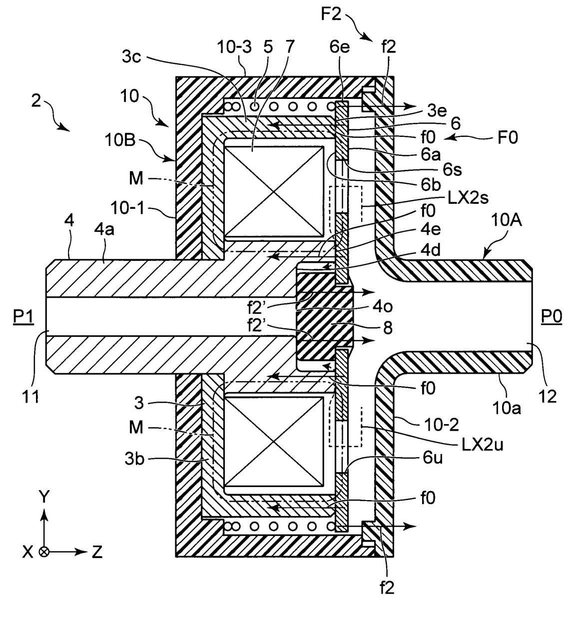


【図６】



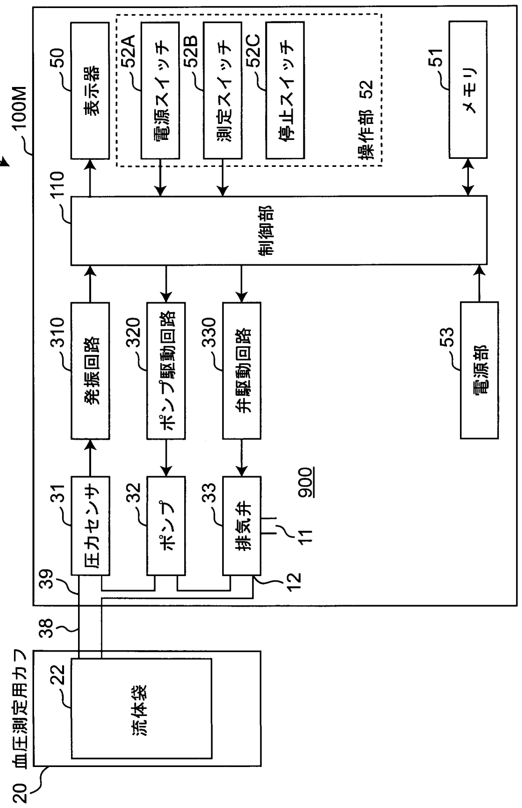
開状態（非通電時）

【図７】

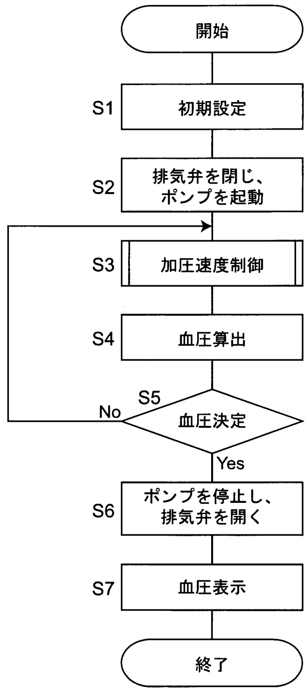


閉状態(通電時)

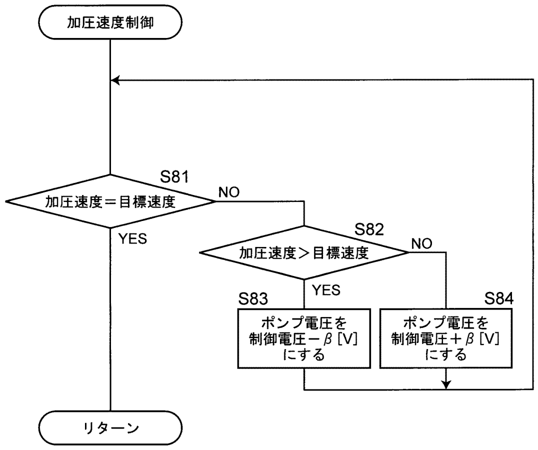
【図８】



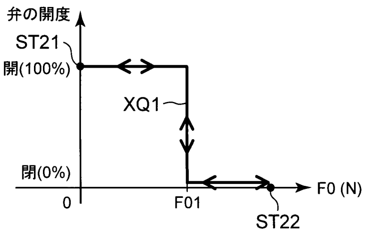
【図９Ａ】



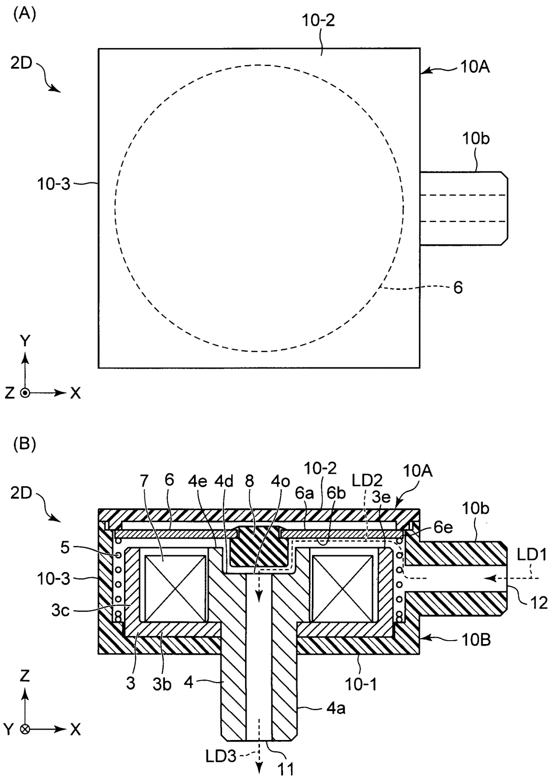
【図９Ｂ】



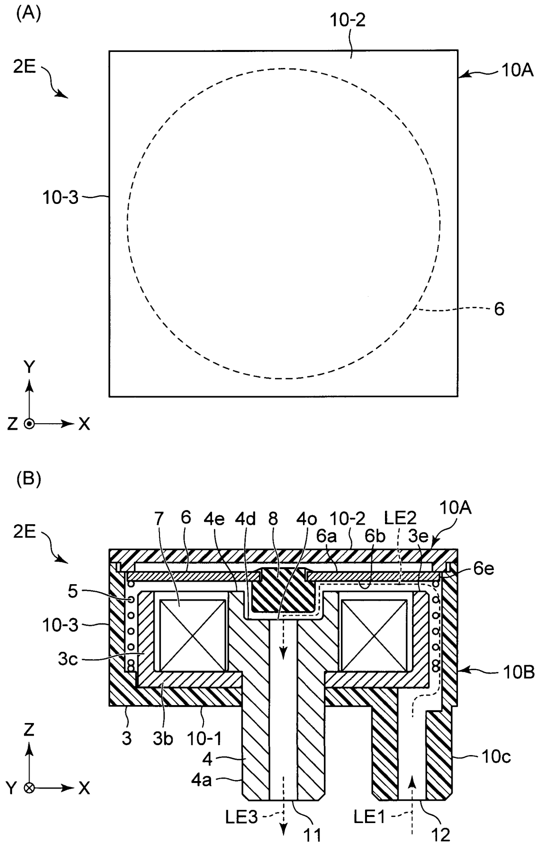
【図１０】



【図１１】


(A)
2D
10-2
10A
10b
10-3
6
Y
Z
X
(B)
2D
7 6 4e 4d 8 4o
10-2
6a 6b
LD2
10A
3e
10b
6e
5
LD1
10-3
12
3c
10B
3 3b 4
10-1
4a
LD3
11
Z
Y
X

【図１２】


(A)
2E
10-2
10A
10-3
6
Y
Z
X
(B)
2E
10A
7 6 4e 4d 8 4o 10-2 LE2
6a 6b 3e
6e
5
10-3
3c
10B
3 3b 10-1
4
4a
10c
LE3
11
LE1
12
Z
Y
X

フロントページの続き

(72)発明者　佐野　佳彦
京都府向日市寺戸町九ノ坪５３番地　オムロンヘルスケア株式会社内
(72)発明者　西岡　孝哲
京都府向日市寺戸町九ノ坪５３番地　オムロンヘルスケア株式会社内
(72)発明者　小野原　博文
東京都昭島市つつじが丘一丁目１番１０９号　フォスター電機株式会社内
(72)発明者　窪田　岳
東京都昭島市つつじが丘一丁目１番１０９号　フォスター電機株式会社内

審査官　谿花　正由輝

(56)参考文献　米国特許第４８４８７２７（ＵＳ，Ａ）
米国特許第３４３３２５６（ＵＳ，Ａ）
英国特許出願公開第２２０１２３２（ＧＢ，Ａ）
英国特許出願公開第１１６４０４３（ＧＢ，Ａ）
特開２０１６－１３８５７３（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－２４２２３２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ１６Ｋ　　３１／０６
Ａ６１Ｂ　　　５／０２３５