

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6463647号  
(P6463647)

(45) 発行日 平成31年2月6日(2019.2.6)

(24) 登録日 平成31年1月11日(2019.1.11)

(51) Int.Cl.

F I

F 1 6 K 31/06 (2006.01)

F 1 6 K 31/42 (2006.01)

F 1 6 K 31/06 3 O 5 N

F 1 6 K 31/06 3 O 5 L

F 1 6 K 31/06 3 O 5 K

F 1 6 K 31/42 A

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2015-36636 (P2015-36636)  
(22) 出願日 平成27年2月26日(2015.2.26)  
(65) 公開番号 特開2016-156485 (P2016-156485A)  
(43) 公開日 平成28年9月1日(2016.9.1)  
審査請求日 平成30年2月22日(2018.2.22)

(73) 特許権者 000000974  
川崎重工業株式会社  
兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号  
(74) 代理人 110000556  
特許業務法人 有古特許事務所  
(72) 発明者 二宮 誠  
兵庫県神戸市西区榎谷町松本234番地  
川崎重工業株式会社 西神戸工場内  
(72) 発明者 岡本 将佳  
兵庫県神戸市西区榎谷町松本234番地  
川崎重工業株式会社 西神戸工場内  
(72) 発明者 吉田 勝  
兵庫県神戸市西区榎谷町松本234番地  
川崎重工業株式会社 西神戸工場内  
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弁装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

主通路を構成する一次通路および二次通路が形成された、前記一次通路と前記二次通路の間に弁体空間を有するハウジングと、

前記弁体空間を前記一次通路および前記二次通路と連通する第1圧力室と第2圧力室とに仕切るように前記ハウジング内に配置された、前記二次通路を開閉する主弁体と、

前記主弁体に設けられた環状溝であって前記ハウジングで覆われる環状溝内に配置された、前記第1圧力室と前記第2圧力室とを隔離するシール部材と、

一端が前記一次通路と直接的または間接的に連通し、他端が前記第2圧力室と連通する、第1絞りを有する第1パイロット通路と、

前記第2圧力室から前記二次通路へ至るように前記主弁体に形成された、第2絞りを有する第2パイロット通路と、

前記第2圧力室内に配置された、前記第2パイロット通路を開閉するパイロット弁体と、

前記パイロット弁体を前記主弁体に押し付ける付勢部材と、

通電により前記パイロット弁体を前記付勢部材の付勢力に抗して前記第2パイロット通路を開く方向に駆動する駆動機構と、

前記主弁体と前記パイロット弁体とを連結するピンであって、前記主弁体または前記パイロット弁体との間に前記パイロット弁体の前記主弁体からの離間を可能とする隙間が形成されたピンと、を備え、

前記主弁体が、前記パイロット弁体により前記第２パイロット通路が開かれて前記第２圧力室の圧力が前記第１圧力室の圧力よりも低下したときに、前記第１圧力室と前記第２圧力室の差圧によって前記二次通路を開く方向に駆動されるように構成されており、

前記シール部材は、前記ハウジングと摺動するスパイラルリングを含み、

前記スパイラルリングは、１本の線材が当該線材の少なくとも両端部が周回部分と重なり合うように多重に巻き回されたものであり、前記線材の両端部は、前記周回部分との間に楔状の隙間が形成されるように先細りとなっている、弁装置。

【請求項２】

前記シール部材は、前記スパイラルリングを径方向外向きに付勢する弾性体を含む、請求項１に記載の弁装置。

10

【請求項３】

前記駆動機構は、前記パイロット弁体を吸引する固定磁極を含むソレノイドであり、

前記ハウジングには、前記主弁体用のストッパーが設けられており、

前記第２パイロット通路および前記二次通路が閉じられた状態において、前記パイロット弁体から前記固定磁極までの距離は、前記主弁体から前記ストッパーまでの距離と前記隙間の和よりも大きい、請求項１または２に記載の弁装置。

【請求項４】

前記第１パイロット通路が前記ハウジングまたは前記主弁体に形成されている、請求項１～３のいずれか一項に記載の弁装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【０００１】

本発明は、例えば空圧用の制御機器やガスタンクの閉栓などとして用いられる弁装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

例えば高圧環境下で作動する弁装置としては、ハウジングに形成された主通路を遮断または開放する主弁体と、主弁体の開閉動作を操作するパイロット弁体を備えたものが知られている。例えば、特許文献１には、主弁体とパイロット弁体が同軸上に配置された弁装置が開示されている。

30

【０００３】

図１０に、特許文献１に開示された弁装置１００の一部を示す。この弁装置１００では、ハウジング１１０に、主通路１２０を構成する一次通路１２１、圧力室１２２および二次通路１２３が形成されており、二次通路１２３が主弁体１４０によって開閉される。主弁体１４０を挟んで圧力室１２２と反対側にはパイロット室１３０が形成されており、このパイロット室１３０は、主弁体１４０とハウジング１１０の間の隙間である第１パイロット通路１３１を通じて圧力室１２２と連通している。また、主弁体１４０には、第２パイロット通路１３２が形成されており、この第２パイロット通路１３２は、パイロット弁体１５０によって開閉される。パイロット弁体１５０は、図略のソレノイドにより駆動される。

40

【０００４】

さらに、弁装置１００では、主弁体１４０とパイロット弁体１５０がピン１６０で連結されている。ピン１６０はパイロット弁体１５０に設けられた横穴とは隙間なく嵌合しているものの、ピン１６０と主弁体１４０に設けられた支持穴１４１との間には隙間が形成されており、パイロット弁体１５０はその隙間分だけ主弁体１４０から離間できるようになっている。

【０００５】

パイロット弁体１５０は、図略のばねによって主弁体１４０に押し付けられている。図略のソレノイドに通電されると、まずパイロット弁体１５０が支持穴１４１とピン１６０の間の隙間分だけ主弁体１４０から離間する。これにより、第２パイロット通路１３２が

50

開かれる。その後、パイロット室 130 と二次通路 123 の差圧が小さくなって、ソレノイドによるパイロット弁体 150 の吸引力がパイロット弁体 150 を付勢するばねの付勢力およびパイロット室 130 の圧力に打ち勝つと、主弁体 140 が引き上げられる。これにより、二次通路 123 が開かれる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開平 8 - 75029 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0007】

しかしながら、特許文献 1 に開示された弁装置 100 のように、ソレノイドの吸引力により主弁体 140 を開方向に駆動する構成では、ソレノイドの吸引力がパイロット弁体 150 を付勢するばねの付勢力およびパイロット室 130 の圧力に打ち勝つまでにある程度の時間を要し、応答性がよくない。また、ソレノイドは主弁体 140 を引き上げるために大きな吸引力を有する必要があるため、ソレノイドを小型化することが困難である。

【0008】

そこで、本発明は、パイロット弁体用の駆動機構を小型化でき、かつ、応答性に優れた弁装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0009】

前記課題を解決するために、本発明の弁装置は、主通路を構成する一次通路および二次通路が形成された、前記一次通路と前記二次通路の間に弁体空間を有するハウジングと、前記弁体空間を前記一次通路および前記二次通路と連通する第 1 圧力室と第 2 圧力室とに仕切るように前記ハウジング内に配置された、前記二次通路を開閉する主弁体と、前記主弁体に設けられた環状溝であって前記ハウジングで覆われる環状溝内に配置された、前記第 1 圧力室と前記第 2 圧力室とを隔離するシール部材と、一端が前記一次通路と直接的または間接的に連通し、他端が前記第 2 圧力室と連通する、第 1 絞りを有する第 1 パイロット通路と、前記第 2 圧力室から前記二次通路へ至るように前記主弁体に形成された、第 2 絞りを有する第 2 パイロット通路と、前記第 2 圧力室内に配置された、前記第 2 パイロット通路を開閉するパイロット弁体と、前記パイロット弁体を前記主弁体に押し付ける付勢部材と、通電により前記パイロット弁体を前記付勢部材の付勢力に抗して前記第 2 パイロット通路を開く方向に駆動する駆動機構と、前記主弁体と前記パイロット弁体とを連結するピンであって、前記主弁体または前記パイロット弁体との間に前記パイロット弁体の前記主弁体からの離間を可能とする隙間が形成されたピンと、を備え、前記主弁体が、前記パイロット弁体により前記第 2 パイロット通路が開かれて前記第 2 圧力室の圧力が前記第 1 圧力室の圧力よりも低下したときに、前記第 1 圧力室と前記第 2 圧力室の差圧によって前記二次通路を開く方向に駆動されるように構成されており、前記シール部材は、前記ハウジングと摺動するスパイラルリングを含む、ことを特徴とする。

30

【0010】

40

上記の構成によれば、主弁体が第 1 圧力室と第 2 圧力室の差圧によって開方向に駆動されるため、パイロット弁体により第 2 パイロット通路が開かれれば、第 2 圧力室の圧力の低下により主弁体が瞬時に開動作する。従って、弁装置は優れた応答性を有する。しかも、パイロット弁体用の駆動機構は、ピンと主弁体またはパイロット弁体との間の隙間分だけパイロット弁体を駆動させるのに必要なパワーを有すればよいので、駆動機構を小型化することができる。さらには、主弁体に第 2 絞りを有する第 2 パイロット通路が形成されているため、パイロット弁体の弁座面積を小さくして、より小さな駆動パワーでパイロット弁体の開動作が可能となる。また、主弁体とパイロット弁体とがピンにより連結されているので、駆動機構のパワーを利用して、主弁体が二次通路を開いた状態を保持できる。

【0011】

50

ところで、主弁体に装着されるシール部材としては、ハウジングと摺動するフラットリングであって装着時に拡大できるように斜めの切り込みが形成されたバイアスカット型のフラットリングと、そのフラットリングを径方向外向きに付勢する弾性体を含むものを用いることも可能である。しかしながら、この場合には、第1圧力室と第2圧力室の差圧を安定して発生させるために、装着後のフラットリングの切り込みの寸法を厳密に管理する必要がある。これに対し、本発明のようにスパイラルリングを含むシール部材を用いれば、スパイラルリングの周回部分同士が重なり合う距離が比較的に長いために、それらの周回部分同士の間の隙間を厳密に管理しなくても十分なシール性を確保することができる。従って、フラットリングのような装着後の寸法の管理が不要となり、製造コストを削減することができる。

10

**【0012】**

前記スパイラルリングは、1本の線材が当該線材の少なくとも両端部が周回部分と重なり合うように巻き回されたものであり、前記線材の両端部は、前記周回部分との間に楔の隙間が形成されるように先細りとなってもよい。この構成によれば、スパイラルリングを主弁体の環状溝に嵌め込むときに、線材の両端部間で周回部分を両端部の形状に沿って滑らかに変形させることができ、スパイラルリングを簡単にフラットにすることができる。

**【0013】**

例えば、前記シール部材は、前記スパイラルリングを径方向外向きに付勢する弾性体を含んでもよい。

20

**【0014】**

前記スパイラルリングに代えて、前記ハウジングと摺動するフラットリングであって、前記フラットリングの周方向に延びる線材における互いに重なり合う両端部が前記フラットリングの軸方向と直交する平面上で互いに面接触するように段差形状とされたフラットリングが用いられてもよい。この構成においても、スパイラルリングを用いた場合と同様の効果を得ることができる。例えば、前記シール部材は、前記フラットリングを径方向外向きに付勢する弾性体を含んでもよい。

**【0015】**

前記駆動機構は、前記パイロット弁体を吸引する固定磁極を含むソレノイドであり、前記ハウジングには、前記主弁体用のストッパーが設けられており、前記第2パイロット通路および前記二次通路が閉じられた状態において、前記パイロット弁体から前記固定磁極までの距離は、前記主弁体から前記ストッパーまでの距離と前記隙間の和よりも大きくてもよい。この構成によれば、ソレノイドに通電されている間は、ソレノイドの吸引力によって主弁体をストッパーに押し付けることができる。

30

**【0016】**

前記第1パイロット通路が前記ハウジングまたは前記主弁体に形成されていてもよい。この構成によれば、第1絞りを経機加工によって高精度に成形することができる。

**【発明の効果】****【0017】**

本発明によれば、パイロット弁体用の駆動機構を小型化でき、かつ、応答性に優れた弁装置を提供できる。

40

**【図面の簡単な説明】****【0018】**

【図1】本発明の第1実施形態に係る弁装置の概略的な構成図であり、主弁体により主通路が遮断された状態を示す。

【図2】第1実施形態の弁装置において主弁体により主通路が開放された状態を示す。

【図3】(a)は主弁体の環状溝に嵌め込まれる前のスパイラルリングの側面図であり、(b)は主弁体の環状溝に嵌め込まれた後のスパイラルリングの側面図である。

【図4】バイアスカット型のフラットリングの側面図である。

【図5】本発明の第2実施形態に係る弁装置の概略的な構成図である。

50

【図 6】本発明の第 3 実施形態に係る弁装置の概略的な構成図である。

【図 7】第 3 実施形態の変形例に係る弁装置の概略的な構成図である。

【図 8】本発明の第 4 実施形態に係る弁装置の概略的な構成図である。

【図 9】スパイラルリングの代わりに用いられ得るフラットリングの側面図である。

【図 10】従来の弁装置の一部の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

(第 1 実施形態)

図 1 および図 2 に、本発明の第 1 実施形態に係る弁装置 1 A を示す。弁装置 1 A は、空圧用の制御機器やガスタンクの閉栓などとして用いられる。弁装置 1 A が対象とする流体は、例えば高圧ガスである。

10

【0020】

本実施形態の弁装置 1 A は、電磁弁である。具体的に、弁装置 1 A は、ハウジング 2 と、ハウジング 2 内に配置された主弁体 4 およびパイロット弁体 5 と、パイロット弁体 5 を駆動するソレノイド（駆動機構）7 を備える。弁装置 1 A がガスタンクの閉栓として用いられる場合は、ソレノイド 7 を含む弁装置 1 A のほぼ全体がガスタンク内に挿入されてもよい。

【0021】

ただし、弁装置 1 A は、駆動機構としてソレノイド 7 が採用された電磁弁に限定されるものではない。例えば、駆動機構としては、圧電アクチュエータを使用してもよい。圧電アクチュエータは、圧電素子（例えば、ピエゾ素子）を含み、印加される電圧に応じた駆動力を発生する。あるいは、駆動機構としては、フォースモータを使用してもよい。フォースモータは、円筒状の永久磁石の中に可動コイルが挿入されており、可動コイルに電流を流すと電流に応じた励磁力が発生し、この励磁力により可動コイルが動くようになっている。

20

【0022】

主弁体 4 およびパイロット弁体 5 は共に断面円形状の棒状部材であり、それらの中心軸は同一直線上に位置している。換言すれば、主弁体 4 とパイロット弁体 5 は同軸上に配置されている。なお、以下では、説明の便宜上、主弁体 4 とパイロット弁体 5 が並ぶ方向（主弁体 4 およびパイロット弁体 5 の軸方向）を上下方向（パイロット弁体 5 側を上方、主弁体 4 側を下方）という。ただし、主弁体 4 とパイロット弁体 5 が並ぶ方向は、水平方向や斜め方向であってもよいことは言うまでもない。

30

【0023】

ハウジング 2 は、主通路 3 を構成する一次通路 3 1 および二次通路 3 3 が形成された第 1 本体 2 1 と、ソレノイド 7 が組み込まれた第 2 本体 2 2 を含む。また、ハウジング 2 は、一次通路 3 1 と二次通路 3 3 の間に弁体空間 2 0 を有する。弁体空間 2 0 は、第 1 本体 2 1 と第 2 本体 2 2 に跨って延びている。

【0024】

より詳しくは、第 1 本体 2 1 には、主弁体 4 を上下方向に摺動可能に保持する円筒状の第 1 摺動室 2 0 a が形成されており、第 2 本体 2 2 には、パイロット弁体 5 を上下方向に摺動可能に保持する円筒状の第 2 摺動室 2 0 b が形成されている。また、第 1 本体 2 1 には、第 1 摺動室 2 0 a と第 2 摺動室 2 0 b の間で径方向内側に突出し、上方に移動する主弁体 4 を当て止めるストッパー 2 3 が設けられている。上述した弁体空間 2 0 は、第 1 摺動室 2 0 a、ストッパー 2 3 および第 2 摺動室 2 0 b で規定される連続した空間である。

40

【0025】

一次通路 3 1 の一端（上流端）は第 1 本体 2 1 の側面に開口し、他端（下流端）は第 1 摺動室 2 0 a の周面に開口している。一方、二次通路 3 3 の一端（上流端）は第 1 摺動室 2 0 a の底面に開口し、他端（下流端）は第 1 本体 2 1 の下面に開口している。そして、第 1 摺動室 2 0 a の底面には、二次通路 3 3 の上流端の周囲に、主弁体 4 用の第 1 弁座 2 5 が形成されている。

50

## 【 0 0 2 6 】

主弁体 4 は、ハウジング 2 内に、弁体空間 2 0 を一次通路 3 1 および二次通路 3 3 と連通する第 1 圧力室 3 2 と第 2 圧力室 2 4 とに仕切るように配置されている。第 1 圧力室 3 2 は、一次通路 3 1 および二次通路 3 3 と共に主通路 3 を構成する。

## 【 0 0 2 7 】

より詳しくは、主弁体 4 は、第 1 摺動室 2 0 a の周面の直径よりも小径の軸部 4 1 と、軸部 4 1 の上側の周縁部から上向きに延びる、第 1 摺動室 2 0 a の周面の直径とほぼ等しい外径の筒状部 4 2 とを有する。筒状部 4 2 は第 1 摺動室 2 0 a に摺動可能に保持される部分である。すなわち、第 1 圧力室 3 2 は、第 1 摺動室 2 0 a の周面のうちの筒状部 4 2 よりも下側の部分と軸部 4 1 の外周面との間に規定される。一方、第 2 圧力室 2 4 は、軸部 4 1 の上面および筒状部 4 2 の内周面に面する空間、第 1 摺動室 2 0 a のうちの主弁体 4 よりも上側の領域、ストッパ 2 3 の内部ならびに第 2 摺動室 2 0 b で構成される。

10

## 【 0 0 2 8 】

主弁体 4 の筒状部 4 2 には、第 1 圧力室 3 2 と第 2 圧力室 2 4 とを隔離するシール部材 9 が装着されている。具体的に、筒状部 4 2 の外周面には、径方向外向きに開口し、第 1 摺動室 2 0 a の周面で覆われる環状溝が設けられている。シール部材 9 は、この環状溝内に配置されている。シール部材 9 については、後述にて詳細に説明する。

## 【 0 0 2 9 】

主弁体 4 は、軸部 4 1 が第 1 弁座 2 5 に着座する閉位置と、筒状部 4 2 がストッパ 2 3 に当接する開位置との間で移動し、二次通路 3 3 を開閉する。軸部 4 1 が第 1 弁座 2 5 に着座すると、二次通路 3 3 が閉じられて第 1 圧力室 3 2 が二次通路 3 3 から隔離され、軸部 4 1 が第 1 弁座 2 5 から離間すると、二次通路 3 3 が開かれて第 1 圧力室 3 2 が二次通路 3 3 と接続される。

20

## 【 0 0 3 0 】

本実施形態では、ハウジング 2 の第 1 本体 2 1 に、第 1 パイロット通路 6 1 が形成されている。第 1 パイロット通路 6 1 の一端（上流端）は一次通路 3 1 と直接的に連通しており、第 1 パイロット通路 6 1 の他端（下流端）は第 2 圧力室 2 4 と連通している。第 1 パイロット通路 6 1 には、中間に第 1 絞り 6 2 が設けられている。

## 【 0 0 3 1 】

一方、主弁体 4 には、第 2 圧力室 2 4 から二次通路 3 3 へ至るように第 2 パイロット通路 6 3 が形成されている。第 2 パイロット通路 6 3 は主弁体 4 の中心軸上に配置されており、第 2 パイロット通路 6 3 の一端（上流端）は軸部 4 1 の上面に開口し、他端（下流端）は軸部 4 1 の先端面に開口している。第 2 パイロット通路 6 3 には、第 2 圧力室 2 4 側の端部に第 2 絞り 6 4 が設けられている。第 2 パイロット通路 6 3 は、パイロット弁体 5 により開閉される。

30

## 【 0 0 3 2 】

パイロット弁体 5 は、第 2 圧力室 2 4 内に配置されている。また、第 2 圧力室 2 4 内には、パイロット弁体 5 を主弁体 4 に押し付ける付勢部材 5 5 が配置されている。第 1 付勢部材 5 5 は、例えば圧縮コイルばねである。

## 【 0 0 3 3 】

パイロット弁体 5 には、当該パイロット弁体 5 によって第 2 圧力室 2 4 が上下に分断されることを回避するために、中心軸上の縦穴 5 3 と、この縦穴 5 3 の下端と交わる横穴 5 4 が形成されている。これらの縦穴 5 3 および横穴 5 4 により、第 2 圧力室 2 4 においてパイロット弁体 5 の下側空間と上側空間とが連通している。

40

## 【 0 0 3 4 】

より詳しくは、パイロット弁体 5 は、第 2 摺動室 2 0 b に摺動可能に保持される本体部 5 1 と、本体部 5 1 から下方に突出して主弁体 4 の筒状部 4 2 内に挿入される軸部 5 2 とを有している。

## 【 0 0 3 5 】

主弁体 4 の軸部 4 1 の上面には、第 2 パイロット通路 6 3 の上流端の周囲に、パイロッ

50

ト弁体 5 用の第 2 弁座 4 5 が形成されている。軸部 5 2 が第 2 弁座 4 5 に着座すると、第 2 パイロット通路 6 3 が閉じられて第 2 圧力室 2 4 が第 2 パイロット通路 6 3 から隔離され、軸部 5 2 が第 2 弁座 4 5 から離間すると、第 2 パイロット通路 6 3 が開かれて第 2 圧力室 2 4 が第 2 パイロット通路 6 3 と接続される。なお、第 2 圧力室 2 4 内では、パイロット弁体 5 の軸部 5 2 が第 2 弁座 4 5 から離間すると、主弁体 4 の筒状部 4 2 の内周面とパイロット弁体 5 の軸部 5 2 の外周面との間の隙間、および主弁体 4 の軸部 4 1 の上面とパイロット弁体 5 の軸部 5 2 の先端面との間の隙間を通じて、流体が第 2 パイロット通路 6 3 の上流端に導かれる。

#### 【0036】

上述したソレノイド 7 は、通電によりパイロット弁体 5 を付勢部材 5 5 の付勢力に抗して第 2 パイロット通路 6 3 を開く方向に駆動する。すなわち、パイロット弁体 5 は、ソレノイド 7 により駆動される可動鉄心としても機能する。ソレノイド 7 は、第 2 摺動室 2 0 b の回りに巻き回されたコイル 7 1 と、パイロット弁体 5 の上方に配置された、パイロット弁体 5 を吸引する固定磁極 7 2 を含む。固定磁極 7 2 は、ハウジング 2 の第 2 本体 2 2 の一部でもある。

#### 【0037】

パイロット弁体 5 の軸部 5 2 と主弁体 4 の筒状部 4 2 とは、上下方向と直交する水平方向に延びるピン 8 によって連結されている。パイロット弁体 5 の軸部 5 2 には、ピン 8 に挿通される横穴 5 6 が形成されており、主弁体 4 の筒状部 4 2 には、ピン 8 の両端部を支持する支持穴 4 3 が形成されている。本実施形態では、支持穴 4 3 がピン 8 と隙間なく嵌合しており、パイロット弁体 5 が主弁体 4 に当接した状態のピン 8 の下方においてピン 8 と横穴 5 6 との間に隙間 e 1 が形成されている。このため、パイロット弁体 5 は、その隙間 e 1 分だけ主弁体 4 から離間することができる（図 2 参照）。横穴 5 6 は、ピン 8 よりも大径の円形穴であってもよいし、ピン 8 の直径と同一幅で上下方向に延びる長穴であってもよい。

#### 【0038】

第 2 パイロット通路 6 3 が閉じられているとき、第 2 圧力室 2 4 の圧力  $P_r$  は、一次通路 3 1 の圧力である一次圧力  $P_1$  と等しい。パイロット弁体 5 を隙間 e 1 だけ駆動するために、ソレノイド 7 は、二次通路 3 3 の圧力である二次圧力を  $P_2$ 、第 2 弁座 4 5 の面積を  $A_p$ 、付勢部材 5 5 の付勢力を  $F_s$  としたときに、 $F_s + A_p (P_1 - P_2)$  よりも大きい吸引力  $F_c$  を有する。

#### 【0039】

主弁体 4 は、パイロット弁体 5 により第 2 パイロット通路 6 3 が開かれて第 2 圧力室 2 4 の圧力が第 1 圧力室 3 2 の圧力よりも低下したときに、第 1 圧力室 3 2 と第 2 圧力室 2 4 の差圧によって二次通路 3 3 を開く方向に駆動されるように構成されている。具体的には、第 1 摺動室 2 0 a の断面積を  $A_1$ 、第 1 弁座 2 5 の面積を  $A_m$  としたときに、以下の式

$$(P_1 - P_r)(A_1 - A_m) > (P_r - P_2)A_m$$

を満たすように、第 1 絞り 6 2 および第 2 絞り 6 4 ならびに面積  $A_1$ 、 $A_m$  が設定されている。

#### 【0040】

上述したシール部材 9 は、第 1 摺動室 2 0 a の周面と摺動するスパイラルリング 9 2 と、スパイラルリング 9 2 を径方向外向きに付勢する環状の弾性体 9 1 を含む。弾性体 9 1 は、例えば略四角形状や断面円形状のゴムリングである。

#### 【0041】

スパイラルリング 9 2 は、図 3 (a) に示すように、1 本の線材が当該線材の少なくとも両端部 9 3、9 4 がスパイラルリング 9 2 の軸方向において周回部分 9 5 と重なり合うように巻き回されたものである。つまり、スパイラルリング 9 2 は、主弁体 4 の筒状部 4 2 の環状溝に嵌め込まれる前、換言すれば自然体では、線材の両端部 9 3、9 4 がスパイラルリング 9 2 の軸方向に突出する形状を有している。本実施形態では、線材が略 2 周巻

10

20

30

40

50

き回されているが、線材は略 1.5 周巻き回されていてもよいし、略 3 周巻き回されていてもよい。スパイラルリング 9 2 は、径方向や軸方向に押し潰し可能（変形可能）なように、比較的柔らかい材質（例えば、樹脂）で構成されている。スパイラルリング 9 2 を比較的柔らかい材質で構成することにより、スパイラルリング 9 2 を径方向に押し潰すことによって、シール性を確保することができ、また、軸方向に押し潰すことによって、主弁体 4 の筒状部 4 2 の環状溝に収まる形状に変形させることができる。更に、スパイラルリング 9 2 を樹脂で構成することにより、ゴム製と比較して、摺動性の向上を図れる。

【0042】

線材の両端部 9 3, 9 4 は、周回部分 9 5 との間に楔状の隙間が形成されるように先細りとなっている。換言すれば、両端部 9 3, 9 4 には、周回部分 9 5 を挟んで互いに対向するように（換言すれば、先端からその近傍位置に向かって周回部分 9 5 に近づくように）傾斜する傾斜面が形成されている。このため、スパイラルリング 9 2 を主弁体 4 の筒状部 4 2 の環状溝に嵌め込むときに、図 3 (b) に示すように、線材の両端部 9 3, 9 4 で周回部分 9 5 を両端部 9 3, 9 4 の形状に沿って滑らかに変形させることができ、スパイラルリング 9 2 を簡単にフラットにすることができる。

【0043】

次に、弁装置 1 A の動作を説明する。まず、図 1 に示すように、主弁体 4 が閉位置に位置する状態から説明する。

【0044】

ソレノイド 7 に通電されていないときは、付勢部材 5 5 によりパイロット弁体 5 が主弁体 4 に押し付けられて、第 2 パイロット通路 6 3 が閉じられる。すなわち、第 2 パイロット通路 6 3 の圧力は二次圧力  $P_2$  と等しく、第 1 パイロット通路 6 1 および第 2 圧力室 2 4 の圧力は一次圧力  $P_1$  と等しい。このため、パイロット弁体 5 の軸部 5 2 は、付勢部材 5 5 の付勢力  $F_s$  および第 2 圧力室 2 4 と第 2 パイロット通路 6 3 の差圧に応じた押付力 ( $A_p (P_1 - P_2)$ ) により第 2 弁座 4 5 に押し付けられている。一方、主弁体 4 の軸部 4 1 は、付勢部材 5 5 の付勢力  $F_s$  および第 2 圧力室 2 4 と二次通路 3 3 の差圧に応じた押付力 ( $A_m (P_1 - P_2)$ ) により第 1 弁座 2 5 に押し付けられている。

【0045】

ソレノイド 7 に通電されると、まず、ソレノイド 7 の吸引力  $F_c$  によりパイロット弁体 5 が隙間  $e_1$  分だけ上昇する。これにより、第 2 パイロット通路 6 3 が開かれ、一次通路 3 1 から、第 1 パイロット通路 6 1、第 2 圧力室 2 4 および第 2 パイロット通路 6 3 を通じて二次通路 3 3 へ流体が流れる。その結果、第 2 圧力室 2 4 の圧力  $P_r$  が一次圧力  $P_1$  と二次圧力  $P_2$  の間の圧力に低下し、第 1 圧力室 3 2 と第 2 圧力室 2 4 の差圧によって主弁体 4 が上昇する。これにより、二次通路 3 3 が開かれる。

【0046】

主弁体 4 は、当該主弁体 4 がストッパ 2 3 に当接するまで上昇する。主弁体 4 の上昇に伴い、主弁体 4 とピン 8 により連結されたパイロット弁体 5 もソレノイド 7 の吸引力  $F_c$  により上昇する。

【0047】

本実施形態では、第 2 パイロット通路 6 3 および二次通路 3 3 が閉じられた状態において、パイロット弁体 5 から固定磁極 7 2 までの距離  $E$  は、パイロット弁体 5 の主弁体 4 からの離間を可能とする隙間  $e_1$  と主弁体 4 からストッパ 2 3 までの距離  $e_2$  の和よりも大きく設定されている ( $E > e_1 + e_2$ )。このため、主弁体 4 がストッパ 2 3 に当接したときでも、図 2 に示すようにパイロット弁体 5 と固定磁極 7 2 の間に隙間が確保される。換言すれば、ソレノイド 7 の吸引力  $F_c$  によって主弁体 4 をストッパ 2 3 に押し付けることができる。このため、ソレノイド 7 に通電されている間は、たとえ弁装置 1 A の下流側で流体の供給が停止されて、主通路 3 に流体が流れなくなったとしても、主弁体 4 を開位置に拘束することができる。なお、パイロット弁体 5 の主弁体 4 からの離間を可能とする隙間  $e_1$  は、主弁体 4 のストロークでもある距離  $e_2$  よりも格段に小さい。

【0048】

10

20

30

40

50



ソレノイド 7 への通電が切られると、まず付勢部材 5 5 の付勢力  $F_s$  によりパイロット弁体 5 が第 2 パイロット通路 6 3 を閉じる。これにより、 $P_r = P_1$  となり、主弁体 4 が付勢部材 5 5 の付勢力  $F_s$  および第 2 圧力室 2 4 と二次通路 3 3 の差圧より開位置から閉位置に移動する。

#### 【0049】

以上説明したように、本実施形態の弁装置 1 A では、主弁体 4 が第 1 圧力室 3 2 と第 2 圧力室 2 4 の差圧によって開方向に駆動されるため、パイロット弁体 5 により第 2 パイロット通路 6 3 が開かれれば、第 2 圧力室 2 4 の圧力の低下により主弁体 4 が瞬時に開動作する。従って、弁装置 1 A は優れた応答性を有する。しかも、パイロット弁体 5 用のソレノイド 7 は、ピン 8 とパイロット弁体 5 の間の隙間  $e_1$  分だけパイロット弁体 5 を駆動させるのに必要な吸引力を有すればよいから、ソレノイド 7 を小型化することができる。さらには、主弁体 4 に第 2 絞り 6 4 を有する第 2 パイロット通路が形成されているため、パイロット弁体 5 の弁座面積を小さくして、より小さな駆動パワーでパイロット弁体 5 の開動作が可能となる。また、主弁体 4 とパイロット弁体 5 とがピン 8 により連結されているので、ソレノイド 7 の吸引力を利用して、主弁体 4 が二次通路 3 3 を開いた状態を保持できる。

#### 【0050】

ところで、主弁体 4 に装着されるシール部材としては、第 1 摺動室 2 0 a の周面と摺動するフラットリングであって、図 4 に示すように装着時に拡大できるように斜めの切り込みが形成されたバイアスカット型のフラットリング 9 6 と、そのフラットリング 9 6 を径方向外向きに付勢する弾性体を含むものを用いることも可能である。しかしながら、この場合には、第 1 圧力室 3 2 と第 2 圧力室 2 4 の差圧を安定して発生させるために、装着後のフラットリング 9 6 の切り込みの寸法を厳密に管理する必要がある。これに対し、本実施形態のようにスパイラルリング 9 2 を含むシール部材 9 を用いれば、スパイラルリング 9 2 の周回部分 9 5 同士が重なり合う距離が比較的に長いため、それらの周回部分 9 5 同士の間の隙間を厳密に管理しなくても十分なシール性を確保することができる。従って、フラットリング 9 6 のような装着後の寸法の管理が不要となり、製造コストを削減することができる。

#### 【0051】

##### < 変形例 >

前記実施形態では、パイロット弁体 5 から固定磁極 7 2 までの距離  $E$  は、パイロット弁体 5 の主弁体 4 からの離間を可能とする隙間  $e_1$  と主弁体 4 からストッパ 2 3 までの距離  $e_2$  の和よりも大きく設定されていた ( $E > e_1 + e_2$ )。しかしながら、 $E = e_1 + e_2$  ( $e_2 = E$ 、又は、ストッパ 2 3 がない場合も含む) となっても、ソレノイド 7 への通電によってパイロット弁体 5 が固定磁極 7 2 に当接し、パイロット弁体 5 とピン 8 によって連結された主弁体 4 は開位置を維持できる。ただし、その状態において、ピン 8 と横穴 5 6 の間の僅かな隙間分だけ、主弁体 4 が位置変動するおそれがある。これに対し、 $E > e_1 + e_2$  となっていれば、開位置に位置した主弁体 4 にソレノイド 7 の吸引力  $F_c$  を作用させることができる。これにより、そのような主弁体 4 の位置変動を防止することができる。なお、本変形例は、後述する第 2 ~ 第 4 実施形態においても適用可能である。

#### 【0052】

また、シール部材 9 は、必ずしもスパイラルリング 9 2 を径方向外向きに付勢する弾性体 9 1 を含んでいる必要はない。例えば、スパイラルリング 9 2 を自然体での外径が第 1 摺動室 2 0 a の周面の直径よりも大きくなるように構成すれば、弾性体 9 1 を省略することも可能である。この変形例も、後述する第 2 ~ 第 4 実施形態に適用可能である。

#### 【0053】

##### ( 第 2 実施形態 )

次に、図 5 を参照して、本発明の第 2 実施形態に係る弁装置 1 B を説明する。なお、本実施形態および後述する第 3 および第 4 実施形態において、第 1 実施形態と同一構成要素

10

20

30

40

50

には同一符号を付し、重複した説明は省略する。

【 0 0 5 4 】

本実施形態では、パイロット弁体 5 に設けられた横穴 5 6 がピン 8 と隙間なく嵌合しており、主弁体 4 に設けられた支持穴 4 3 とピン 8 との間にパイロット弁体 5 の主弁体 4 からの離間を可能とする隙間 e 1 が形成されている。

【 0 0 5 5 】

このような構成であっても、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 5 6 】

( 第 3 実施形態 )

次に、図 6 を参照して、本発明の第 3 実施形態に係る弁装置 1 C を説明する。本実施形態では、第 1 絞り 6 2 を有する第 1 パイロット通路 6 1 が主弁体 4 に形成されており、第 1 パイロット通路 6 1 の上流端が第 1 圧力室 3 2 を通じて間接的に一次通路 3 1 と連通している。なお、図 7 に示すように、第 1 パイロット通路 6 1 は、主弁体 4 の軸部 4 1 の回りに複数形成されていてもよい。

【 0 0 5 7 】

このような構成であっても、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 5 8 】

( 第 4 実施形態 )

次に、図 8 を参照して、本発明の第 4 実施形態に係る弁装置 1 D を説明する。本実施形態では、第 1 絞り 6 2 を有する第 1 パイロット通路 6 1 が固定磁極 7 2 に形成されている。

【 0 0 5 9 】

本実施形態は、弁装置 1 D のほぼ全体がガスタンク ( 図示せず ) 内に挿入されることを想定したものである。すなわち、ガスタンクの内部空間を通じて、第 1 パイロット通路 6 1 の上流端が間接的に一次通路 3 1 と連通する。

【 0 0 6 0 】

このような構成であっても、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 6 1 】

( その他の実施形態 )

本発明は上述した第 1 ~ 第 4 実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

【 0 0 6 2 】

例えば、第 1 ~ 第 4 実施形態において、スパイラルリング 9 2 に代えて、図 9 に示すような、第 1 摺動室 2 0 a の周面と摺動するフラットリング 9 7 が用いられてもよい。このフラットリング 9 7 は、当該フラットリング 9 7 の周方向に延びる線材における互いに重なり合う両端部 9 8 , 9 9 がフラットリング 9 7 の軸方向と直交する平面上で互いに面接触するように段差形状とされたものである。換言すれば、線材の両端部 9 8 , 9 9 は、互いに係合するように相手側から切り欠かれている。例えば、線材の両端部 9 8 , 9 9 は、線材の中間部の半分の高さでフラットリング 9 7 の周方向に延びてもよい。この構成においても、スパイラルリング 9 2 を用いた場合と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 6 3 】

フラットリング 9 7 を用いた場合でも、弾性体 9 1 によってフラットリング 9 7 を径方向外向きに付勢してもよいし、弾性体 9 1 を省略してもよい。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 4 】

本発明は、種々の用途の弁装置に広く適用可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 5 】

1 A ~ 1 E 弁装置

2 ハウジング

10

20

30

40

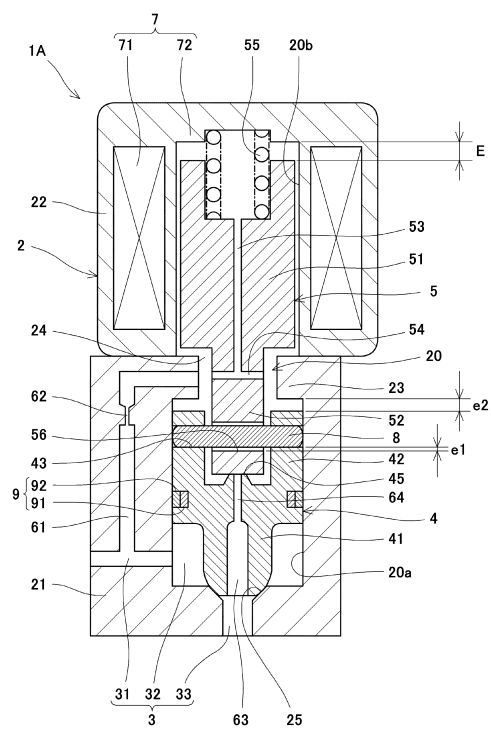
50

- 20 弁体空間
- 23 ストッパー
- 24 第2圧力室
- 3 主通路
- 31 一次通路
- 32 第1圧力室
- 33 二次通路
- 4 主弁体
- 5 パイロット弁体
- 55 付勢部材
- 61 第1パイロット通路
- 62 第1絞り
- 63 第2パイロット通路
- 64 第2絞り
- 7 ソレノイド
- 8 ピン
- 9 シール部材
- 91 弾性体
- 92 スパイラルリング
- 93, 94 端部
- 95 周回部分
- 97 フラットリング
- 98, 99 端部
- e1 隙間

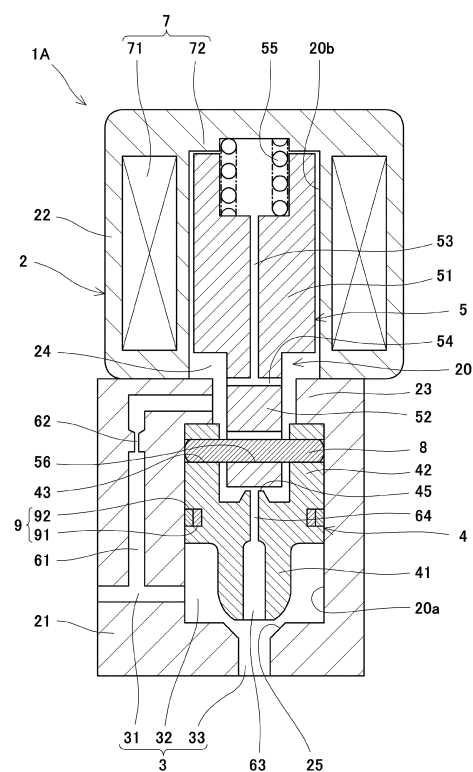
10

20

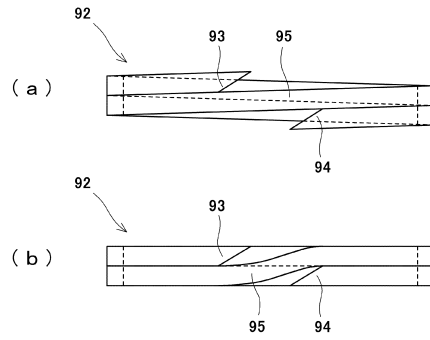
【図1】



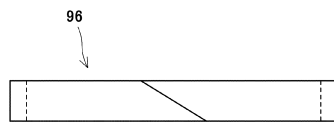
【図2】



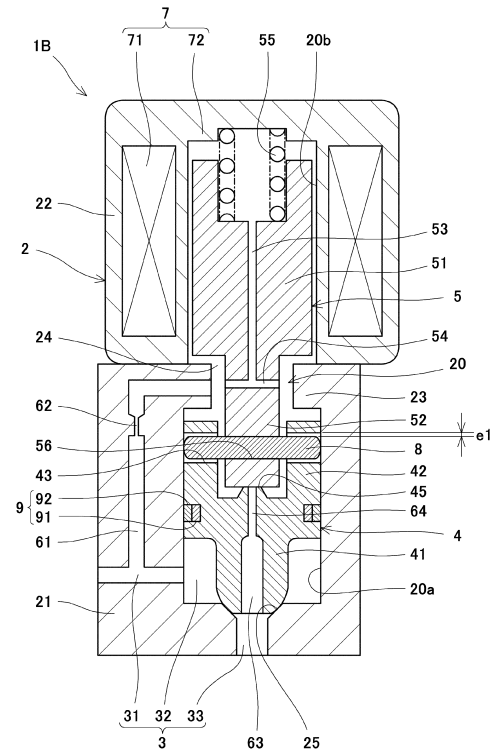
【図 3】



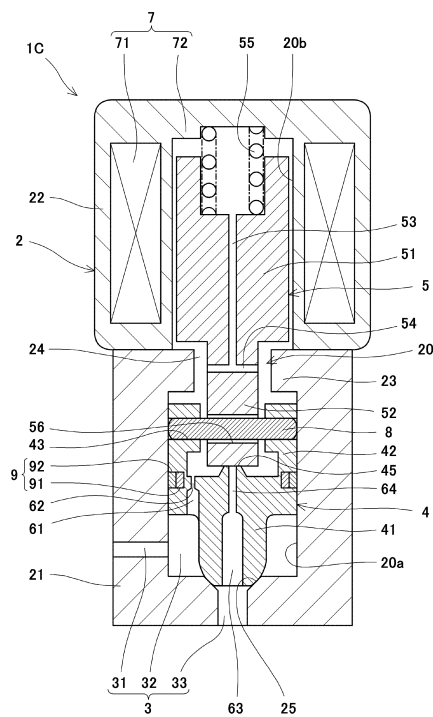
【図 4】



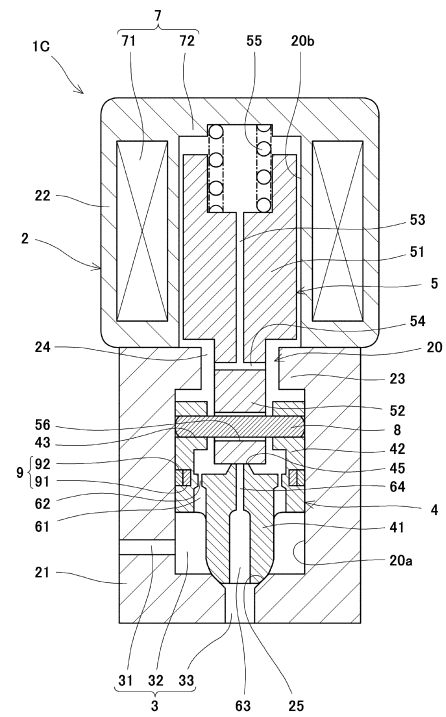
【図 5】



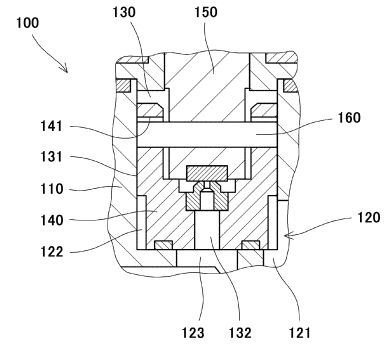
【図 6】



【図 7】



【 図 1 0 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 藤本 佳照

兵庫県神戸市西区櫨谷町松本234番地 川崎重工業株式会社 西神戸工場内

審査官 加藤 昌人

(56)参考文献 特開平5 - 263933 (JP, A)

特開2009 - 299724 (JP, A)

特開2002 - 71044 (JP, A)

特公昭63 - 58312 (JP, B2)

実開昭61 - 85775 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16K 31/36 - 31/42

F16K 31/06 - 31/165

F16K 1/46