

(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 16 K 31/06 (2006.01)  
F 16 K 31/42 (2006.01)

F 1

F 16 K 31/06 305 N  
F 16 K 31/06 305 L  
F 16 K 31/06 305 K  
F 16 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 兵庫県神戸市西区櫛谷町松本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 兵庫県神戸市西区櫛谷町松本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 兵庫県神戸市西区櫛谷町松本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、

10

20

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。 20

#### 【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。 20

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【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。 20

##### 【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。 40

##### 【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 の差圧が小さくなつて、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つ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つて、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】

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。従つて、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ため、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】

40

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、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状の隙間が形成されるように先細りとなっていてもよい。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ます。

#### 【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絞りを機械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1Aを示す。弁装置1A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1A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1Aは、電磁弁である。具体的に、弁装置1A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1A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1A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1A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31を構成する一次通路31および二次通路33が形成された第1本体21と、ソレノイド7が組み込まれた第2本体22を含む。また、ハウジング2は、一次通路31と二次通路33の間に弁体空間20を有する。弁体空間20は、第1本体21と第2本体22に跨って延びている。

**【0024】**

より詳しくは、第1本体21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20aが形成されており、第2本体22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20bが形成されている。また、第1本体21には、第1摺動室20aと第2摺動室20b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23が設けられている。上述した弁体空間20は、第1摺動室20a、ストッパー23および第2摺動室20bで規定される連続した空間である。40

**【0025】**

一次通路31の一端(上流端)は第1本体21の側面に開口し、他端(下流端)は第1摺動室20aの周面に開口している。一方、二次通路33の一端(上流端)は第1摺動室20aの底面に開口し、他端(下流端)は第1本体21の下面に開口している。そして、第1摺動室20aの底面には、二次通路33の上流端の周囲に、主弁体4用の第1弁座25が形成されている。50

## 【0026】

主弁体4は、ハウジング2内に、弁体空間20を一次通路31および二次通路33と連通する第1圧力室32と第2圧力室24とに仕切るように配置されている。第1圧力室32は、一次通路31および二次通路33と共に主通路3を構成する。

## 【0027】

より詳しくは、主弁体4は、第1摺動室20aの周面の直径よりも小径の軸部41と、軸部41の上側の周縁部から上向きに延びる、第1摺動室20aの周面の直径とほぼ等しい外径の筒状部42とを有する。筒状部42は第1摺動室20a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32は、第1摺動室20aの周面のうちの筒状部42よりも下側の部分と軸部41の外周面との間に規定される。一方、第2圧力室24は、軸部41の上面および筒状部42の内周面に面する空間、第1摺動室20aのうちの主弁体4よりも上側の領域、ストッパー23の内部ならびに第2摺動室20bで構成される。10

## 【0028】

主弁体4の筒状部42には、第1圧力室32と第2圧力室24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42の外周面には、径方向外向きに開口し、第1摺動室20a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。

## 【0029】

主弁体4は、軸部41が第1弁座25に着座する閉位置と、筒状部42がストッパー23に当接する開位置との間で移動し、二次通路33を開閉する。軸部41が第1弁座25に着座すると、二次通路33が閉じられて第1圧力室32が二次通路33から隔離され、軸部41が第1弁座25から離間すると、二次通路33が開かれて第1圧力室32が二次通路33と接続される。20

## 【0030】

本実施形態では、ハウジング2の第1本体21に、第1パイロット通路61が形成されている。第1パイロット通路61の一端(上流端)は一次通路31と直接的に連通しており、第1パイロット通路61の他端(下流端)は第2圧力室24と連通している。第1パイロット通路61には、中間に第1絞り62が設けられている。

## 【0031】

一方、主弁体4には、第2圧力室24から二次通路33へ至るよう第2パイロット通路63が形成されている。第2パイロット通路63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63の一端(上流端)は軸部41の上面に開口し、他端(下流端)は軸部41の先端面に開口している。第2パイロット通路63には、第2圧力室24側の端部に第2絞り64が設けられている。第2パイロット通路63は、パイロット弁体5により開閉される。30

## 【0032】

パイロット弁体5は、第2圧力室24内に配置されている。また、第2圧力室24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55が配置されている。第1付勢部材55は、例えば圧縮コイルばねである。

## 【0033】

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24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53と、この縦穴53の下端と交わる横穴54が形成されている。これらの縦穴53および横穴54により、第2圧力室24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

## 【0034】

より詳しくは、パイロット弁体5は、第2摺動室20bに摺動可能に保持される本体部51と、本体部51から下方に突出して主弁体4の筒状部42内に挿入される軸部52とを有している。

## 【0035】

主弁体4の軸部41の上面には、第2パイロット通路63の上流端の周囲に、パイロッ50

ト弁体5用の第2弁座45が形成されている。軸部52が第2弁座45に着座すると、第2パイロット通路63が閉じられて第2圧力室24が第2パイロット通路63から隔離され、軸部52が第2弁座45から離間すると、第2パイロット通路63が開かれて第2圧力室24が第2パイロット通路63と接続される。なお、第2圧力室24内では、パイロット弁体5の軸部52が第2弁座45から離間すると、主弁体4の筒状部42の内周面とパイロット弁体5の軸部52の外周面との間の隙間、および主弁体4の軸部41の上面とパイロット弁体5の軸部52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63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55の付勢力に抗して第2パイロット通路63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20bの回りに巻き回されたコイル71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72を含む。固定磁極72は、ハウジング2の第2本体22の一部である。

#### 【0037】

パイロット弁体5の軸部52と主弁体4の筒状部42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52には、ピン8に挿通される横穴56が形成されており、主弁体4の筒状部42には、ピン8の両端部を支持する支持穴43が形成されている。本実施形態では、支持穴43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56との間に隙間e1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e1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56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63が閉じられているとき、第2圧力室24の圧力Prは、一次通路31の圧力である一次圧力P1と等しい。パイロット弁体5を隙間e1だけ駆動するために、ソレノイド7は、二次通路33の圧力である二次圧力をP2、第2弁座45の面積をAp、付勢部材55の付勢力をFsとしたときに、 $Fs + Ap(P1 - P2)$ よりも大きい吸引力Fc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63が開かれて第2圧力室24の圧力が第1圧力室32の圧力よりも低下したときに、第1圧力室32と第2圧力室24の差圧によって二次通路33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20aの断面積をA1、第1弁座25の面積をAmとしたときに、以下の式

$$(P1 - Pr)(A1 - Am) > (Pr - P2)Am$$

を満たすように、第1絞り62および第2絞り64ならびに面積A1, Am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20aの周面と摺動するスパイラルリング92と、スパイラルリング92を径方向外向きに付勢する環状の弾性体91を含む。弾性体91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92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93, 94がスパイラルリング92の軸方向において周回部分95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92は、主弁体4の筒状部42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93, 94がスパイラルリング92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周巻き回されてもよい。スパイラルリング92は、径方向や軸方向に押し潰し可能（変形可能）なよう に、比較的に柔らかい材質（例えば、樹脂）で構成されている。スパイラルリング92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92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42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92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93, 94は、周回部分95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93, 94には、周回部分95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95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92を主弁体4の筒状部42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93, 94間で周回部分95を両端部93, 94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92を簡単にフラットにすることができる。

#### 【0043】

次に、弁装置1A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55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63が閉じられる。すなわち、第2パイロット通路63の圧力は二次圧力P2と等しく、第1パイロット通路61および第2圧力室24の圧力は一次圧力P1と等しい。このため、パイロット弁体5の軸部52は、付勢部材55の付勢力Fsおよび第2圧力室24と第2パイロット通路63の差圧に応じた押付力(Ap(P1 - P2))により第2弁座45に押し付けられている。一方、主弁体4の軸部41は、付勢部材55の付勢力Fsおよび第2圧力室24と二次通路33の差圧に応じた押付力(Am(P1 - P2))により第1弁座25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Fcによりパイロット弁体5が隙間e1分だけ上昇する。これにより、第2パイロット通路63が開かれ、一次通路31から、第1パイロット通路61、第2圧力室24および第2パイロット通路63を通じて二次通路33へ流体が流れる。その結果、第2圧力室24の圧力Prが一次圧力P1と二次圧力P2の間の圧力に低下し、第1圧力室32と第2圧力室24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33が開かれる。

#### 【0046】

主弁体4は、当該主弁体4がストッパー23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Fcにより上昇する。

#### 【0047】

本実施形態では、第2パイロット通路63および二次通路33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72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e1と主弁体4からストッパー23までの距離e2の和よりも大きく設定されている(E > e1 + e2)。このため、主弁体4がストッパー23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72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Fcによって主弁体4をストッパー23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1A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つたとしても、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e1は、主弁体4のストロークでもある距離e2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ため、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 からストッパー 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、ストッパー 2 3 がない場合も含む)となっていても、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、 $E > e_1 + e_2$  となつていれば、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。

**【0054】**

本実施形態では、パイロット弁体5に設けられた横穴56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43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e1が形成されている。

**【0055】**

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。

**【0056】**

(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1Cを説明する。本実施形態では、第1絞り62を有する第1パイロット通路61が主弁体4に形成されており、第1パイロット通路61の上流端が第1圧力室32を通じて間接的に一次通路31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61は、主弁体4の軸部41の回りに複数形成されていてもよい。

10

**【0057】**

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。

**【0058】**

(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1Dを説明する。本実施形態では、第1絞り62を有する第1パイロット通路61が固定磁極72に形成されている。

20

**【0059】**

本実施形態は、弁装置1D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61の上流端が間接的に一次通路31と連通する。

**【0060】**

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。

**【0061】**

(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。

30

**【0062】**

例えば、第1～第4実施形態において、スパイラルリング92に代えて、図9に示すような、第1摺動室20aの周面と摺動するフラットリング97が用いられてもよい。このフラットリング97は、当該フラットリング97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98,99がフラットリング97の軸方向と直交する平面上で互いに面接触するよう段差形状とされたものである。換言すれば、線材の両端部98,99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98,99は、線材の中間部の半分の高さでフラットリング97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92を用いた場合と同様の効果を得ることができる。

40

**【0063】**

フラットリング97を用いた場合でも、弾性体91によってフラットリング97を径方向外向きに付勢してもよいし、弾性体91を省略してもよい。

**【産業上の利用可能性】**

**【0064】**

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】**

**【0065】**

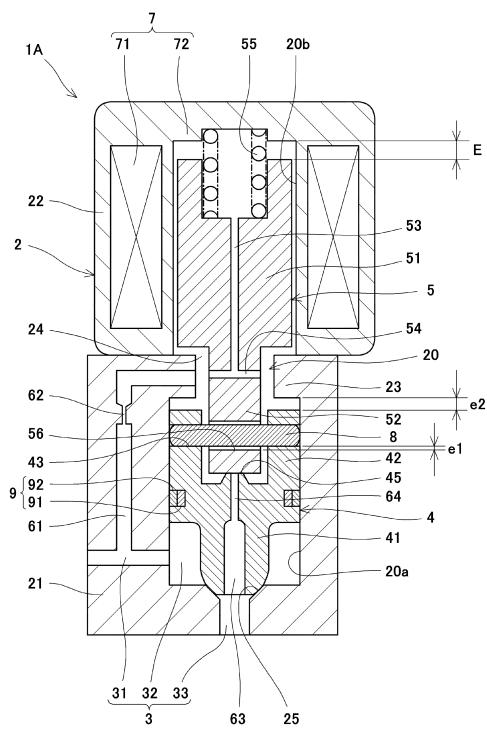
1A～1E 弁装置

2 ハウジング

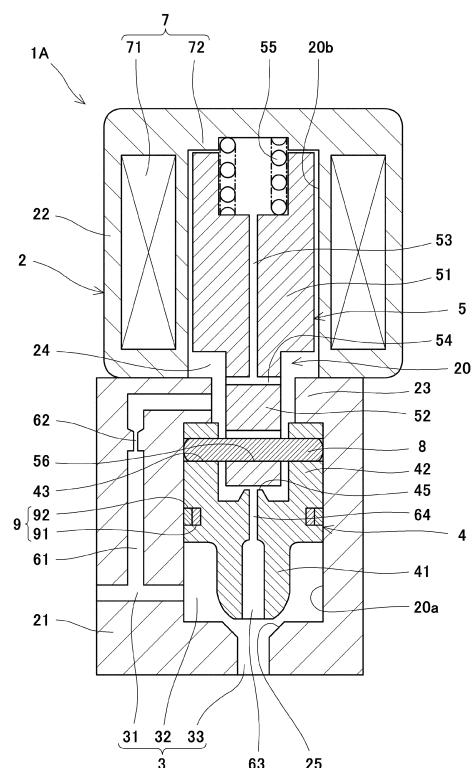
50

2 0	弁体空間	
2 3	ストッパー	
2 4	第2圧力室	
3	主通路	
3 1	一次通路	
3 2	第1圧力室	
3 3	二次通路	
4	主弁体	
5	パイロット弁体	10
5 5	付勢部材	
6 1	第1パイロット通路	
6 2	第1絞り	
6 3	第2パイロット通路	
6 4	第2絞り	
7	ソレノイド	
8	ピン	
9	シール部材	
9 1	弾性体	
9 2	スパイラルリング	20
9 3 , 9 4	端部	
9 5	周回部分	
9 7	フラットリング	
9 8 , 9 9	端部	
e 1	隙間	

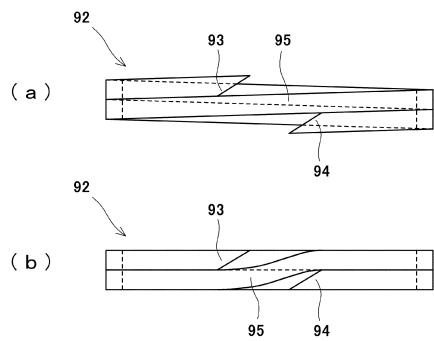
【図1】



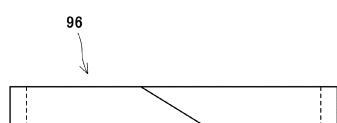
【図2】



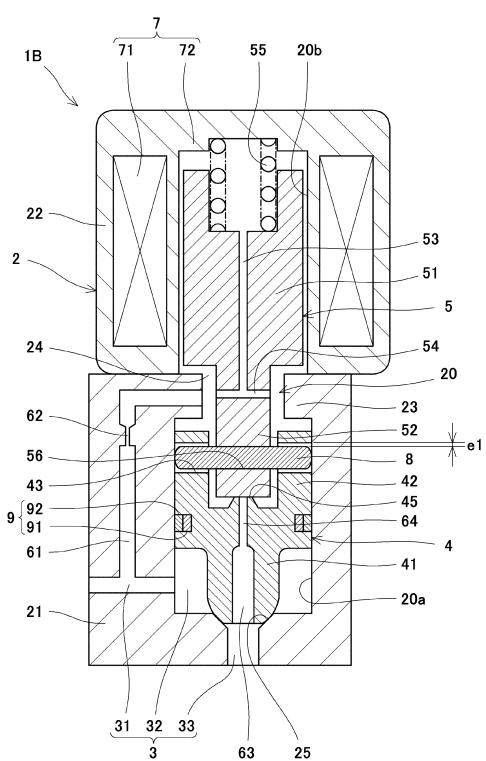
【図3】



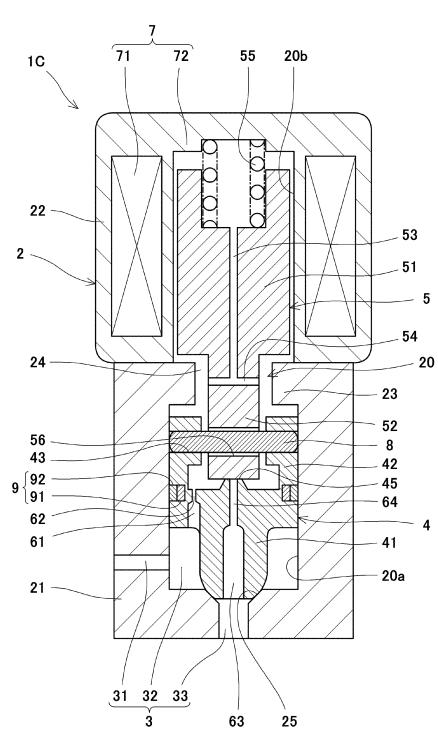
【図4】



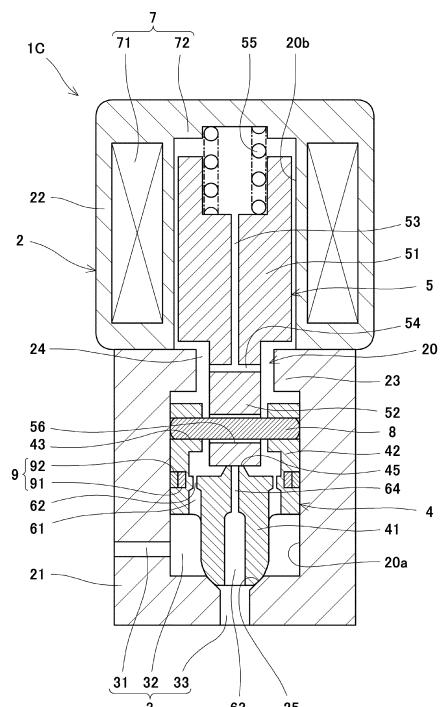
【図5】



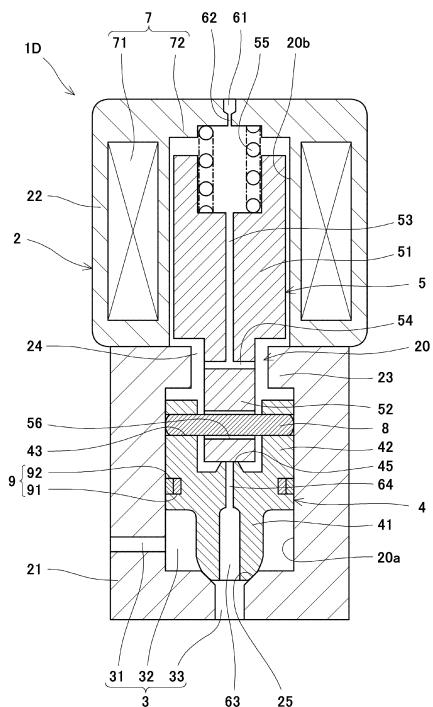
【図6】



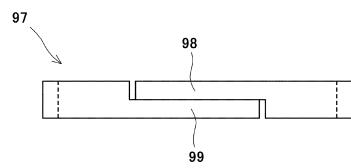
【図7】



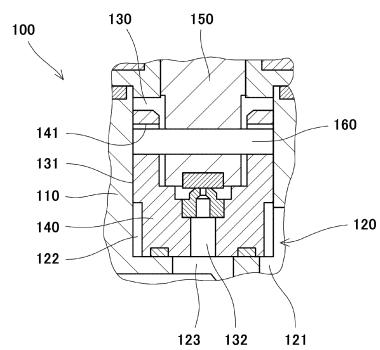
【図8】



【図9】



【図10】



---

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