

明 細 書

発明の名称： 逆止弁及び逆止弁用往復移動体

技術分野

[0001] 本発明は、フート弁の構造に係るものであり、リフト式の逆止弁及び逆止弁用往復移動体に関する。

背景技術

[0002] 配管内の流体を一方向に通過させる逆止弁が知られている。逆止弁には、弁体の動作態様により分類される種々の方式のものがある。

このうち、リフト式逆止弁は、弁体が弁座に対して接近又は離間する方向に直線的に往復移動する構造であるため、迅速な閉止動作が可能である。特に、スモレンスキ式のリフト式逆止弁は、スプリングを備えることで水撃の発生を好適に抑制することが可能である。

[0003] 特許文献1には、弁座と、弁座に対して接近又は離間する方向に直線的に往復揺動する弁体と、を含み、弁座側に流入する流体の流入方向と、流体が弁体を通過する通過方向と、が交差するリフト式逆止弁について記載されている。このリフト式逆止弁の弁体には、流体を流入方向から通過方向に転向させる転向面が設けられている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2013/180108号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、逆止弁の弁体には、当該逆止弁の閉止状態において弁体を弁座に対して密着させるパッキンが設けられていてもよい。弁体の本体は金属材料などにより構成されるのに対して、パッキンはゴム材料などの弾力性を有する材料により構成される。

上市されているリフト式逆止弁においては、弁体の重量、流速、流体の温

度や有機溶剤である等の流体の特性を考慮して、パッキンについても十分に耐久性に優れた材料が選定されていることが一般的である。特に、このような力学的負荷、流体からの熱的負荷や化学的負荷が加わる状態において、止水性能の劣化を抑制可能なパッキンが選定されていた。

また、逆止弁のうち、水中設置型フート弁においては、微量の漏れが許容されていたが、例えば水面の上方に設置されるフート弁においては、パッキンの止水性及び耐久性を高めることの重要性が特に高い。

本願発明者は、逆止弁の構造によって、パッキンの止水性及びその耐久性を高めることが可能であると考えた。

[0006] 本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、パッキンの止水性及び耐久性を高めることが可能な構造の逆止弁及び逆止弁用往復移動体を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明によれば、弁座と、該弁座に対して密着する閉位置と前記弁座から離間した開位置とに直線的に往復移動可能な往復移動体と、該往復移動体よりも上流側に位置する一次流路と、前記往復移動体よりも下流側に位置しているとともに前記一次流路に対して交差している二次流路と、前記往復移動体を往復移動可能となるように案内するガイド筒と、を備えるリフト式の逆止弁であって、前記往復移動体は、前記開位置にあるときに流体を前記一次流路側から前記二次流路側に転向させる転向面を含む弁体と、該弁体から延在して、前記往復移動体が往復移動可能となるように前記ガイド筒によって案内される弁軸と、前記弁体よりも柔軟な材料により構成され、前記往復移動体が前記閉位置にあるときに前記弁座に対して周回状に密着する環状のパッキンと、を有し、前記弁体は、前記一次流路側を一方側としたときに逆側の他方側にある基部と、該基部から前記一方側に向けて延出する延出部と、を含み、前記基部は、前記パッキンを前記一次流路側に露出させた状態で前記パッキンを支持するフランジ面を前記一次流路側に有し、前記フランジ面は、前記延出部よりも前記弁軸の軸心方向に対して垂直な方向に大きく形成

されており、前記パッキンを介して前記弁座に当接可能に形成されており、前記延出部の外周には、前記弁軸の軸心方向に対して垂直な方向において、他の部位よりも窪んだ窪みが形成されており、前記パッキンの一部は、前記窪みに嵌合していることを特徴とする逆止弁が提供される。

[0008] また、本発明によれば、弁座と、該弁座に対して密着する閉位置と前記弁座から離間した開位置とに直線的に往復移動可能な往復移動体と、該往復移動体よりも上流側に位置する一次流路と、前記往復移動体よりも下流側に位置しているとともに前記一次流路に対して交差している二次流路と、前記往復移動体を往復移動可能となるように案内するガイド筒と、を備えるリフト式の逆止弁に用いられる逆止弁用往復移動体であって、前記開位置にあるときに流体を前記一次流路側から前記二次流路側に転向させる転向面を含む弁体と、該弁体から延在して、前記往復移動体が往復移動可能となるように前記ガイド筒によって案内される弁軸と、前記弁体よりも柔軟な材料により構成され、前記往復移動体が前記閉位置にあるときに前記弁座に対して周回状に密着する環状のパッキンと、を有し、前記弁体は、前記一次流路側を一方側としたときに逆側の他方側にある基部と、該基部から前記一方側に向けて延出する延出部と、を含み、前記基部は、前記パッキンを前記一次流路側に露出させた状態で前記パッキンを支持するフランジ面を前記一次流路側に有し、前記フランジ面は、前記延出部よりも前記弁軸の軸心方向に対して垂直な方向に大きく形成されており、前記フランジ面の少なくとも一部が前記パッキンを介して前記弁座に当接可能に形成されており、前記延出部の外周には、前記弁軸の軸心方向に対して垂直な方向において、他の部位よりも窪んだ窪みが形成されており、前記パッキンの一部は、前記窪みに嵌合していることを特徴とする逆止弁に用いられる往復移動体が提供される。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、パッキンの止水性及び耐久性を高めることが可能な構造の逆止弁及び逆止弁用往復移動体を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本発明の第1実施形態に係る逆止弁の外観を示す斜視図である。
- [図2]第1実施形態に係る逆止弁の閉状態を示す縦断面図である。
- [図3]第1実施形態に係る逆止弁の開状態を示す縦断面図である。
- [図4]第1実施形態に係る逆止弁を構成する往復移動体の上側を示す斜視図である。
- [図5]第1実施形態に係る往復移動体の底側を示す斜視図である。
- [図6]第1実施形態に係る往復移動体の縦断面図である。
- [図7]第1実施形態に係るガイドキャップの底側を示す斜視図である。
- [図8]本発明の第2実施形態に係る逆止弁の閉状態を示す縦断面図である。
- [図9]第2実施形態に係る往復移動体の底側を示す斜視図である。
- [図10]第2実施形態に係る往復移動体の縦断面図である。
- [図11]本発明の第3実施形態に係る逆止弁の閉状態を示す縦断面図である。
- [図12]第3実施形態に係る逆止弁の開状態を示す縦断面図である。
- [図13]第3実施形態に係る逆止弁を構成する往復移動体の上側を示す斜視図である。
- [図14]第3実施形態に係るガイド筒における弁軸の収容状態を示す図であり、(a)は、図12のXIVA-XIVA断面を示す断面図、(b)は、図12のXIVB-XIVB断面を示す断面図である。
- [図15]流量4600L/minにおける流体の流れ、及び動圧分布を示す図である。
- [図16]流量15400L/minにおける流体の流れ、及び動圧分布を示す図である。
- [図17]流量19000L/minにおける流体の流れ、及び動圧分布を示す図である。
- [図18]第4実施形態に係る逆止弁の閉状態を示す縦断面図である。
- [図19]変形例に係る往復移動体を示す分解斜視図である。

発明を実施するための形態

- [0011] 以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。

なお、以下に説明する実施形態は、本発明の理解を容易にするための一例に過ぎず、本発明を限定するものではない。すなわち、以下に説明する部材の形状、寸法、配置等については、本発明の趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその等価物が含まれることは勿論である。

また、全ての図面において、同様の構成要素には同様の符号を付し、重複する説明は適宜省略する。本明細書では上下方向を規定して説明する場合があるが、これは構成要素の相対関係を説明するために便宜的に設定するものであり、本発明に係る製品の製造時や使用時の方向を限定するものではない。

[0012] <<第1実施形態>>

<本実施形態に係る逆止弁、及び逆止弁に用いられる往復移動体の概要>

まず、本実施形態に係る逆止弁1及び往復移動体2の概要について、図1～図3を主に参照して説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係る逆止弁1の外観を示す斜視図、図2は、逆止弁1の閉状態を示す縦断面図、図3は、逆止弁1の開状態を示す縦断面図である。なお、弁軸7の軸心を含む断面を縦断面と称呼する。

本実施形態に係るリフト式の逆止弁1は、図2に示す弁座12aを有する弁箱12と、図2及び図3に示すように直線的に往復移動可能であり弁座12aに対して接離する往復移動体2と、を備える。詳細には、往復移動体2は、図2に示す弁座12aに対して密着する閉位置と、図3に示す弁座12aから離間した開位置とによって規定される開閉領域の間で、往復移動可能に構成されている。

さらに、逆止弁1は、往復移動体2よりも上流側に位置する一次流路と、往復移動体2よりも下流側に位置しているとともに一次流路に対して交差している二次流路と、往復移動体2を往復移動可能となるように案内するガイド筒4と、を備える。

[0013] 往復移動体2は、図2に示すように、転向面10aを含む弁体6と、後述

するガイド筒４によって案内される弁軸７と、往復移動体２が閉位置にあるときに弁座１２aに対して周回状に密着する環状のパッキン８と、を有する。転向面１０aは、弁体６が開位置にあるときに流体を一次流路側から二次流路側に転向させる面である。弁軸７は、弁体６から延在して、往復移動体２が往復移動可能となるようにガイド筒４によって案内されている。パッキン８は、弁体６よりも柔軟な材料により構成されている。

[0014] 弁体６は、一次流路側を一方側（底側）としたときに逆側の他方側（上側）にある基部（ガイドワッシャー９の大径部９a）と、基部（ガイドワッシャー９の大径部９a）から一方側に向けて延出する延出部２１と、を含む。ここで、延出部２１とは、大径部９aよりも底側に延出する部位をいい、異なる部材であるガイドワッシャー９の一部と転向部１０とを含む部位をいう。具体的には、延出部２１は、ガイドワッシャー９の小径部９bと、弁軸７の下部と一体的に形成されて大径部９aを挿通する転向部１０と、を含む部位をいう。

基部（ガイドワッシャー９の大径部９a）は、パッキン８を一次流路側に露出させた状態でパッキン８を支持するフランジ面９mを一次流路側に有する。

フランジ面９mは、延出部２１よりも弁軸７の軸心方向に対して垂直な方向に大きく形成されており、フランジ面９mの少なくとも一部がパッキン８を介して弁座１２aに当接可能に形成されている。

延出部２１（小径部９b）の外周には、弁軸７の軸心方向に対して垂直な方向において、他の部位（小径部９bの下方にある転向部１０の上部）よりも窪んだ窪み９cが形成されており、パッキン８の一部は、窪み９cに嵌合している。

[0015] 上記構成に係る逆止弁１によれば、往復移動体２が往復移動したときに、基部（ガイドワッシャー９の大径部９a）がパッキン８を介して弁座１２aに繰り返し当接することにより、基部（ガイドワッシャー９の大径部９a）に加わる衝撃を緩和することができる。

特に、パッキン 8 と弁座 1 2 a との互いの当接面は、往復移動体 2 の往復方向に対して垂直であることで、往復移動体 2（パッキン 8）が繰り返し弁座 1 2 a に当接したとしても、パッキン 8 に加わる応力を当接部位から面方向に対称に分散させることができる。

[0016] 仮に、パッキン 8 と弁座 1 2 a との互いの当接面が転向面 1 0 a に対して平行である場合（往復移動体 2 の往復方向に対して斜めに交差している場合）には、後述するフランジ面 9 m に対する滑り方向の分力が生じて、往復移動体 2 の軸心方向に交差する方向にパッキン 8 が変形しやすくなる。

一方で、上記のように、パッキン 8 と弁座 1 2 a との互いの当接面が、往復移動体 2 の往復方向に対して垂直であることで、弁座 1 2 a からパッキン 8 に加わる抗力を、パッキン 8 の面方向に偏りの少ない応力として、当接部位から面方向に対称に分散させることができる。つまり、パッキン 8 が面方向の一方に偏って変形することを抑制でき、パッキン 8 の止水性及び耐久性を向上させることができる。

さらには、パッキン 8 が延出部 2 1（小径部 9 b、転向部 1 0）の窪み 9 c に嵌合しているため、弁座 1 2 a からの当接荷重がパッキン 8 に繰り返し加わったとしても、往復移動体 2 からパッキン 8 が外れることを抑制することができる。このため、パッキン 8 を長期間使用することができ、耐久性を高めることができる。

[0017] <各部の構成>

次に、第 1 実施形態に係る逆止弁 1 を構成する各部の構成について、図 1 ～図 3 に加え、図 4 ～図 7 を参照して説明する。図 4 は、第 1 実施形態に係る逆止弁 1 を構成する往復移動体 2 の上側を示す斜視図、図 5 は、往復移動体 2 の底側を示す斜視図、図 6 は、往復移動体 2 の縦断面図である。図 7 は、第 1 実施形態に係るガイドキャップ 3 の底側を示す斜視図である。

[0018] 本実施形態に係る逆止弁 1 は、弁体 6 を含む往復移動体 2 が弁座 1 2 a に対して接近又は離間する方向に直線的に往復揺動する、リフト式の弁である。逆止弁 1 より逆流が規制される流体は、水等の液体又は空気等の気体であ

る。

図2に示す閉状態で、弁体6はバネ体20に付勢されて弁座12aに押し付けられており、本実施形態の逆止弁1は、いわゆるスモレンスキ式である。このため、バネ体20による付勢力により、逆止弁1は流体の流れが二次側から一次側に流れる逆流に転ずる瞬間に、弁体6が弁座12aに当接して迅速に流路を閉止することにより、逆流を防止して水撃発生を抑制し、その閉止状態の確実性（止水性）を高めることができる。

しかしながら、逆止弁1は、バネ体20を備えて弁座12aに弁体6を押圧する構成に限定されない。例えば、往復移動体2の自重のみにより、又は、往復移動体2の自重と弁軸7と後述するガイド筒4とによるダンパ機構から加わる荷重によって、弁座12aに弁体6を押圧する構成であってもよい。

[0019] また、本実施形態に係る逆止弁1は、アングル弁である。具体的には、弁体6の往復移動領域の上流側に位置する一次流路と、弁体6の往復移動領域を挟んで、一次流路に対して交差している二次流路と、を備えるものである。

本実施形態の逆止弁1は、いわゆるフート弁として揚送ポンプ（図示せず）の一次側に用いることにより、止水の確実性が高いことで、揚水管における落水を良好に防止することができる。

[0020] 逆止弁1は、液体又は気体（流体）を流通させる流路に設けられ、弁体6の一次側と二次側との差圧が所定の最低作動圧力（クラッキング圧）を超えているときに、弁体6は開状態となって流体を流通させる。弁体6の一次側と二次側との差圧が負又は最低作動圧力以下となった場合、図1に示すように弁体6は閉状態となって流体の流通は遮断される。

なお、後述するガイドキャップ3のボス5a内の残留空気による圧力によって弁体6の移動が阻害される場合もあるため、所望の量の流通面積を確保することが可能であれば、弁体6は必ずしも全開状態になる構成でなくてよい。図3においては、弁体6の全開状態を示しているが、往復移動体2の質

量及びバネ体 20 の復元力により、弁体 6 の開度は流量に応じて変わることになる。

[0021] 逆止弁 1 は、往復移動体 2 と、弁座 12 a を有して往復移動体 2 を収容する弁箱 12 と、ガイド筒 4 を有して弁箱 12 に取り付けられるキャップ（ガイドキャップ 3）と、弁体 6 とキャップ（ガイドキャップ 3）との間に設けられて、弁体 6 を一次流路側に付勢する付勢部材（バネ体 20）と、を備える。つまり、本書における逆止弁 1 は、弁体 6 等を内部に含む管継手全体を指称するものである。

[0022] 本実施形態に係る弁箱 12 は、ロストワックス製法により一体的に形成されたものであり、全体として略 T 字状に形成されている。弁箱 12 には、上流側（一次側）に鍔部 13、下流側（二次側）に鍔部 14 が一体的に形成されており、弁箱 12 は、配管類（図示せず）に対してボルト・ナットなどの緊締具（図示せず）を用いて固定される。弁箱 12 には、図 1 に示すように、T 字状の部位の下側側面から鍔部 13 の中央側上面に亘って、吸引ポンプ（不図示）に接続された吸引管（不図示）を取り付けるための平坦な取付台 15 が形成されている。取付台 15 には、弁箱 12 の一次流路側の内部まで貫通する減圧口 15 a が形成されている。

作業者は、吸引ポンプを作動して、吸引管から流体を減圧口 15 a に向けて引き込むことで、弁体 6 のよりも上流側を負圧にして流体で満たすことが可能となる。なお、減圧口 15 a に圧力センサが取り付けられている構成を採用すれば、作業者は、弁箱 12 内部の圧力状態を確認して、弁箱 12 内部が流体で満たされているかを確認することもできる。

そして、弁箱 12 における上流の流れ方向の延長上には、後述するガイドキャップ 3 が着脱可能に装着されている。

[0023] 図 2 に示すように、弁箱 12 における流出路 12 d の下側の延長上であって、流入路 12 c の流入方向に重なる部位が、逆止弁 1 における弁座 12 a を構成している。弁座 12 a は、流入路 12 c を狭めるように弁箱 12 の内壁から突出して周回するリング状に形成されている。

[0024] 往復移動体 2 は、弁箱 1 2 の内部を往復移動して、一次流路と二次流路の間において、弁体 6 を弁座 1 2 a に対して近接離間させることで、流量に応じて弁体 6 の開口量を調整しつつ逆流を防止するものである。

往復移動体 2 は、往復移動方向に延在する弁軸 7 と、弁軸 7 の下側端部に設けられた弁体 6 と、弁座 1 2 a に当接可能に弁体 6 に取り付けられたパッキン 8 と、から主に構成されている。

[0025] 図 6 に示すように、弁軸 7 は、後述するガイド筒 4 に収容されることで、往復移動体 2 が弁軸 7 の軸心方向に垂直な方向にぶれないように、往復移動体 2 を往復移動させるためのものである。弁軸 7 は、棒状に形成されて弁体 6 の上面より起立している。弁体 6 の上面の大半は、弁軸 7 の軸心方向（図 6 における上下方向）に対して直交している。

[0026] 弁軸 7 は、小径部 7 d、中径部 7 e 及び大径部 7 f を、上端から転向部 1 0 に接続する下端に向かう順に有する。

小径部 7 d は、後述するガイド筒 4 に収容される部位である。

中径部 7 e は、後述するガイドワッシャー 9 の挿通孔 9 i に通される部位であり、弁軸 7 の下端近傍に設けられている。中径部 7 e の上側の外周面にねじ部 7 a が形成されている。ねじ部 7 a は、後述するナット 1 1 の螺合部（雌ねじ） 1 1 b が螺合する部位である。

大径部 7 f の外周面には、ねじ部 7 g が形成されている。ねじ部 7 g は、後述するガイドワッシャー 9 の螺合部（雌ねじ） 9 j が螺合する部位である。

[0027] 弁体 6 及び弁軸 7 は、ステンレス鋼により形成されているが、例えばポリ塩化ビニルなどの耐食性の合成樹脂材料で形成することもできる。図 2 に示す閉状態及び図 3 に示す開状態で、弁軸 7 の周囲に装着されたバネ体 2 0 が弁体 6（ガイドワッシャー 9）の上面を弾性的に付勢している。弁軸 7 の上端部の中心には、図 6 に示すように、軸心方向に逃げ穴 7 h が形成されている。逃げ穴 7 h が形成されていることで、逃げ穴 7 h がガイド筒 4 に弁軸 7 が収容されたときの流体の逃げ場となり、ガイド筒 4 内の圧力が高まり、往

復移動体 2 の移動の妨げとなることを抑制することができる。

[0028] 弁体 6 は、弁軸 7 の下側（一次流路側）の端部に一体的に形成された転向部 10 と、弁軸 7 に取り付けられたガイドワッシャー 9 と、から構成されている。

転向部 10 は、流体の流れを一次流路から、一次流路に交差する二次流路に転向させる機能を有し、弁軸 7 の軸心方向に対して斜めに切断された転向面 10 a を底面に有する。

転向面 10 a は、転向部 10 の上面に対して斜めに傾斜した平面である。つまり、転向部 10 は、二次流路近傍が薄肉に形成されており、二次流路から離れるにしたがって厚肉となるように形成されている。

ここで、「流体を転向させる」とは、流入方向に対して直交して正対する面に流体が衝突する場合と比較して、当該転向面に当たったあとの流体の流動方向が、より二次流路方向に向かうように構成されていることをいう。このような構成から成る転向面 10 a により流体が弁座 12 a への流入方向から弁体 6 の通過方向に転向されるため、流体が弁体 6 を通過する際に、流体の速度が低下することを抑制できる。このため、弁座 12 a への流入方向と弁体 6 の通過方向とが交差するリフト式の逆止弁 1 においても低い損失水頭（摩擦抵抗）にて流体を流動させることができる。

[0029] ガイドワッシャー 9 は、往復移動体 2 が往復移動する際に、往復移動体 2 の下端側が弁軸 7 の軸心方向に垂直な方向にぶれないように、弁箱 12 の内壁 12 b に摺接することによって、その移動をガイドする機能を有する。また、ガイドワッシャー 9 は、ナット 11 から上面を押し込まれることによって、転向部 10 との間でパッキン 8 を面方向に均等に支持するワッシャーとしての機能を有する。

ガイドワッシャー 9 は、図 6 に示すように、弁軸 7 の下端部の周囲に取り付けられており、大径部 9 a を上側に、大径部 9 a と同心に形成された小径部 9 b を下側に備える。ガイドワッシャー 9 の中心には、挿通孔 9 i、9 k が肉厚方向に貫通して形成されている。挿通孔 9 i は、弁軸 7 がガイドワッ

シャー 9 に取り付けられた状態において、弁軸 7 の中径部 7 e が通される部位にある。挿通孔 9 k は、挿通孔 9 i よりも下側に連通した位置にあり、弁軸 7 がガイドワッシャー 9 に取り付けられた状態において、弁軸 7 の大径部 7 f が通される部位にある。挿通孔 9 i を形成する内周面の下側の一部に、大径部 7 f のねじ部 7 g と螺合する螺合部（雌ねじ） 9 j が形成されている。

ガイドワッシャー 9 の大径部 9 a は、弁箱 1 2 において、弁座 1 2 a から上方に延在する内壁 1 2 b の径よりも若干小さな外径を有する。

[0030] 弁体 6 の基部（ガイドワッシャー 9 の大径部 9 a）は、他の部位よりも弁軸 7 の先端側（上端側）に突出して形成された環状の上側周縁部 9 f を有する。上側周縁部 9 f は、弁箱 1 2 における往復移動体 2 を収容する部位の内壁 1 2 b に沿って形成されている。

このように、ガイドワッシャー 9 の大径部 9 a が上側周縁部 9 f を備える構成によれば、往復移動体 2 が往復移動する際に、ガイドワッシャー 9 の大径部 9 a が弁箱 1 2 の内壁 1 2 b に摺接することで、往復移動体 2 に大きなブレが生じることを抑制できる。具体的には、往復移動体 2 の一部である弁体 6 の上側周縁部 9 f が内壁 1 2 b に摺接することにより、往復移動体 2 が上下方向（弁軸 7 の軸心方向）に垂直な方向に揺動することを抑制できる。

なお、往復移動体 2 の揺動を抑制できれば、上側周縁部 9 f は必ずしも環状に形成されたものに限定されず、例えば、複数の突起が、環状に間隔を空けて配設されて構成されるものであってもよい。

[0031] 本実施形態における弁体 6 の基部とは、ガイドワッシャー 9 の大径部 9 a がある部位であり、図 6 において二点鎖線よりも上方の部位である。弁体 6 の延出部 2 1 は、ガイドワッシャー 9 の小径部 9 b 及び転向部 1 0 を含む、図 6 において二点鎖線よりも下方の部位に相当する。

[0032] ガイドワッシャー 9 の大径部 9 a の上側であって、上側周縁部 9 f よりも径方向内側には、上側周縁部 9 f よりも下方（一次流路側）に窪んだ上側凹部 9 g が形成されている。さらに上側凹部 9 g における径方向内側には、上

側凹部 9 g よりも下方（一次流路側）に窪んだばね座面 9 h が形成されている。ばね座面 9 h は、バネ体 20 の下端を支持する座面である。

[0033] 図 2 に示すように、弁体 6 の基部（ガイドワッシャー 9 の大径部 9 a）における下側の面であるフランジ面 9 m には、後述するパッキン 8 を收容するフランジ側凹部 9 e が形成されている。厳密には、フランジ側凹部 9 e の底面がフランジ面 9 m であり、フランジ側凹部 9 e は、ガイドワッシャー 9 の下面の底側周縁部 9 d よりも、上側に窪んで形成されている。

フランジ側凹部 9 e は、弁軸 7 に対して垂直な方向において、弁座 12 a に重なる大きさで形成されている。パッキン 8 の上部は、フランジ側凹部 9 e 内に收容されている。

このように、パッキン 8 の少なくとも一部がフランジ側凹部 9 e 内に收容されることで、作業者は、パッキン 8 をフランジ側凹部 9 e 内に收容して位置決めした状態で、ガイドワッシャー 9 に弁軸 7 及び転向部 10 を取り付けることができる。このため、ガイドワッシャー 9 と転向部 10 とによってパッキン 8 を挟持するように、ガイドワッシャー 9 と弁軸 7 とを組み付けることが容易となる。

[0034] 転向部 10 の外径よりも径方向に短い小径部 9 b が形成されていることによって、延出部 21 である転向部 10 及び小径部 9 b の外周に窪み 9 c が形成されている。この窪み 9 c は、大径部 9 a の下面と、大径部 9 a の下面から連続する小径部 9 b の周面とによって、断面 L 字状に形成された部位と、転向部 10 の平坦な上面とが重なり合うことで形成されている。パッキン 8 を嵌合できる程度の窪み 9 c があればよいため、この面の重なり合いについては、密着するものに限定されず、図 6 に示すように若干の隙間があってもよい。

なお、ガイドワッシャー 9 において径方向に窪んでいる窪み 9 c と、底側周縁部 9 d から上側に窪んでいるフランジ側凹部 9 e とは、空間的には連続して形成されている。この窪み 9 c とフランジ側凹部 9 e によって形成される環状の空間の外径は、パッキン 8 の外径よりも大きく形成されている。

[0035] パッキン 8 は、逆止弁 1 の閉状態で弁体 6 と弁座 12 a とで押圧されて弁座 12 a を止水する部材であり、ガイドワッシャー 9 と転向部 10 との間に配設されている。

パッキン 8 は、図 6 に示すように、厚さ方向に貫通する中心孔 8 a を有して環状に形成されている。中心孔 8 a は、弁軸 7 の軸心方向に対して垂直な方向において、ガイドワッシャー 9 の大径部 9 a についての外周面の径、及び転向部 10 の径よりも小さく、ガイドワッシャー 9 の小径部 9 b の径よりも大きく形成されている。

パッキン 8 の中心孔 8 a にガイドワッシャー 9 の小径部 9 b が通されることで、パッキン 8 は、小径部 9 b の周囲に配置される。

[0036] 特に本実施形態に係るパッキン 8 は、ゴム製であるため、変形性がよく弁座 12 a に密着することで、良好に止水できる。

パッキン 8 の少なくとも一部分は、往復移動体 2 の往復移動方向を上下方向としたときに上向きに見たときに、転向部 10 の陰に位置している。一方、パッキン 8 の全ては、下向きに見たときに、ガイドワッシャー 9 の陰に位置している。

[0037] パッキン 8 とガイドワッシャー 9 のフランジ側凹部 9 e とは、接着剤や両面テープなどの粘着体により追加的に接着（又は粘着）されていてもよい。接着剤としては、例えばアクリルエマルジョン接着剤やエチレン-酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤などの耐水性の合成系接着剤を用いることができる。また、両面テープとしては、シート基材の両面にアクリル系粘着剤などの耐水性の合成樹脂系粘着剤が塗布されたものを用いることができる。

[0038] 図 6 に示すように、基部（ガイドワッシャー 9 の大径部 9 a）における一次流路側の面と延出部 21 の一部（転向部 10）との間に、パッキン 8 が挟持されている。基部（ガイドワッシャー 9 の大径部 9 a）と延出部 21（弁軸 7 の下部及び転向部 10）とは、別個の部材（ガイドワッシャー 9 と弁軸 7 及び転向部 10）が組み付けられることで構成されている。

このように、基部と延出部 21 とが、別個の部材（ガイドワッシャー 9 と

弁軸 7 及び転向部 10) が組み付けられて構成されていることで、これらの間にパッキン 8 を配設しやすくなる。しかしながら、このような構成に限定されず、パッキン 8 が可撓性を有することにより、パッキン 8 を変形させることによって弁体 6 に取り付けることが可能であれば、必ずしも基部と延出部 21 とが別個の部材で構成されていなくてもよい。

[0039] 特に本実施形態において、パッキン 8 は、別個の部材が螺合することで、これらの間に挟持されている。

具体的には、弁軸 7 の下部にある大径部 7f の外周にねじ部 7g が形成されている。ガイドワッシャー 9 の大径部 9a の中央部から下方に延出するリング状の小径部 9b の内周には、ねじ部 7g に螺合する螺合部 9j が形成されている。

[0040] 作業者は、ガイドワッシャー 9 のフランジ側凹部 9e にパッキン 8 を配設した状態で、弁軸 7 を先端からガイドワッシャー 9 の挿通孔 9i に通して、ねじ部 7g に螺合部 9j を螺合させる。このようにすることで、パッキン 8 の内径よりも径方向に大きく形成された転向部 10 と、フランジ側凹部 9e との間にパッキン 8 が挟持されることになる。

作業者は、別個の部材である転向部 10 に一体的に形成された弁軸 7 とガイドワッシャー 9 とを螺合により組み付けて、パッキン 8 をガイドワッシャー 9 と転向部 10 との間に挟持する。このような構成によれば、往復移動体 2 が往復動したとしても延出部 21 (弁軸 7 の下部及び転向部 10) と基部 (ガイドワッシャー 9 の大径部 9a) との結合状態を維持しやすい。

[0041] 逆止弁 1 は、基部 (ガイドワッシャー 9 の大径部 9a) を、他方側 (上方側) から延出部 21 (弁軸 7 の下部及び転向部 10) 側に向けて押圧する緩み止め部材 (ナット 11) を更に備える。

基部 (ガイドワッシャー 9 の大径部 9a) は、上記のように、弁軸 7 を挿通させる第 1 挿通孔 (挿通孔 9i、9k) を中央に有する。挿通孔 9i は、ガイドワッシャー 9 を厚さ方向に貫通して形成されている。弁軸 7 は、ガイドワッシャー 9 が取り付けられた状態において、基部 (ガイドワッシャー 9

の大径部 9 a) よりも他方側 (上方側) の外周面にねじ部 7 a を有する。

緩み止め部材 (ナット 1 1) は、弁軸 7 を挿通させる第 2 挿通孔 (挿通孔 1 1 a) を有し、ねじ部 7 a に螺合する螺合部 1 1 b を第 2 挿通孔 (挿通孔 1 1 a) の内周面に有する。

[0042] ナット 1 1 は、弾性変形可能なフリクションリングを有し、緩み止め機能を有する。逆止弁 1 は、ナット 1 1 を備えることで、ガイドワッシャー 9 及びパッキン 8 と延出部 2 1 (弁軸 7 の下部及び転向部 1 0) との結合を強固にすることができる。

なお、ナット 1 1 は、緩み止め機能を有すればよく、フリクションリングを有するものに限定されない。例えば、ダブルナット (図示せず) から成る構成であってもよい。具体的には、ダブルナットのうち一方のナットが、くさび状の突起を有し、他方ナットが当該突起を受け入れるように対応する形状で凹溝が形成されていればよい。

[0043] また、ガイドワッシャー 9 と転向部 1 0 とが離れないように、ガイドワッシャー 9 に対して転向部 1 0 側に押圧できれば他の構成であってもよい。例えば、圧縮バネ (図示せず) と、弁軸 7 に弁軸 7 から径方向外側に突出する突起 (図示せず) とからなる構成であってもよい。具体的には、当該突起に圧縮バネの一方の端部を保持させ、圧縮バネの他方の端部をガイドワッシャー 9 に当接させることで、ガイドワッシャー 9 を転向部 1 0 側に押圧することができる。

[0044] ガイドキャップ 3 は、図 2 に示すように、弁箱 1 2 に対して着脱可能に装着されて弁体 6 の上方側を封止しつつ、往復移動体 2 の往復移動をガイドするためのものである。ガイドキャップ 3 は、図 2 及び図 7 に示すように、ガイド筒 4 と、ガイド筒 4 の上端に一体的に形成された円盤状の天板部 5 と、から構成されている。

天板部 5 は、図 2 に示すヘルールフランジ 5 e を端縁に有し、ヘルールフランジ 5 e の座面 5 f (図 7 参照) が、弁箱 1 2 の上端部に形成されたヘルールフランジ 1 2 e にガスケット 1 6 を介して重ね合わせられて、ヘルール

継手（図示せず）によって着脱可能に締結されている。作業者は、ヘルール継手によって、レンチやドライバ等の工具を用いずに弁箱 12 に対してガイドキャップ 3 を手作業で脱着することができ、弁体 6 やバネ体 20 の清掃や交換を容易に行うことが可能である。

- [0045] 天板部 5 におけるヘルールフランジ 12 e の座面 5 f よりも径方向内側であって、弁箱 12 の上端部と対向する部位に、図 2 に示すように、2 つの止めネジ 5 c が 2 つの取付穴 5 b に取り付けられている。止めネジ 5 c は、弁箱 12 の上端部に形成された溝に係合することによって、ガイドキャップ 3 が弁箱 12 に対して相対的に回転することを制限するものである。

天板部 5 の略中央にはガイド筒 4 が下方（一次流路側）に向けて立設されている。

ガイド筒 4 は、弁体 6 の弁軸 7 の摺動をその内面で案内するものであり、天板部 5 から弁座 12 a 側である下方に延在して、弁体 6 が往復移動可能となるように弁体 6 に接続された弁軸 7 を案内する。

- [0046] ガイド筒 4 における弁軸 7 を収容する部位には、転向方向を含む平面上であって、弁軸 7 の軸心方向に対して交差する方向に貫通する 2 つの貫通孔 4 f が形成されている。

このように、ガイド筒 4 に貫通孔 4 f が形成されていることで、往復移動体 2 の往復移動の際に、弁軸 7 とガイド筒 4 の間にある流体を貫通孔 4 f によってガイド筒 4 の外部に排出することができ、ガイド筒 4 の内部を均圧化することができる。つまり、貫通孔 4 f が形成されていることで、ガイド筒 4 がダンパとして機能することを防ぎ、弁体 6 が開きやすくなる。

- [0047] 特に、本実施形態においては、ガイドキャップ 3 の天板部 5 から上方に突出するボス 5 a が、ガイド筒 4 の延長上に形成されている。そして、ガイドキャップ 3 は、往復移動体 2 が全開状態となる近傍において、ボス 5 a の内部で弁軸 7 を収容可能に構成されている。そして、ガイドキャップ 3 には、貫通孔が形成されていない。

つまり、ボス 5 a は、往復移動体 2 が所定以上上昇すると、ダンパとして

機能して、往復移動体 2 が全開状態となることを緩やかに防ぐことが可能となっている。

詳細については後述するが、往復移動体 2 が全開状態になることを抑制して、流体の流れが弁箱 1 2 の角に当たらないように流体の流れを制御するため、ボス 5 a のような貫通孔を有しない弁軸 7 の収容部を設けてダンパとして機能させると好適である。なお、この場合でも、ガイド筒 4 における貫通孔 4 f よりも上部に貫通孔を有しない部位を設ければ、必ずしも天板部 5 から突出するボス 5 a を備える必要はない。

[0048] ガイド筒 4 は、下端部に大径部 4 a を有し、大径部 4 a の周縁から弁体 6 側に突出する筒状の立壁 4 b を有する。立壁 4 b は、弁軸 7 の軸心方向に対して垂直な方向において、ガイド筒 4 における弁軸 7 を収容する入口 4 d と付勢部材（バネ体 2 0）とを隔てる位置に形成されている。

立壁 4 b によってガイド筒 4 における弁軸 7 を収容する入口 4 d とバネ体 2 0 とを隔てることができるため、バネ体 2 0 が入口 4 d に入り込むことを抑制できる。

[0049] 本実施形態の弁軸 7 は、図 4 に示すように周方向に 4 つ、軸心方向に平行に延在する平面部 7 b を有して、非円形の横断面を有する。同様に、ガイド筒 4 は、図 7 に示すように、弁軸 7 の往復移動領域において弁軸 7 に重なる少なくとも一部に、図 4 に示すように周方向に 4 つ、軸心方向に平行に延在する平面部 4 g を有して、弁軸 7 に対応する非円形の横断面を有している。これにより、弁軸 7 はガイド筒 4 に対して回転することなく軸心方向に進退移動する。

[0050] ガイド筒 4 には、立壁 4 b の径方向内側に、緩み止め部材（ナット 1 1）を収容する収容凹部 4 e が形成されている。緩み止め部材（ナット 1 1）は、往復移動体 2 が全開位置にあるときに、収容凹部 4 e の収容底面 4 c に当接する。このように、ナット 1 1 がガイド筒 4 に設けられた収容凹部 4 e の収容底面 4 c に当接させることで、全開状態の往復移動体 2 の位置を定めることができる。さらに、ナット 1 1 を収容凹部 4 e に収容した状態で、ナッ

ト 1 1 の振れを収容凹部 4 e によって規制できる。

[0051] <<第 2 実施形態>>

次に、第 2 実施形態に係る逆止弁 1 X について、図 8 ～図 10 を参照して説明する。逆止弁 1 X は、逆止弁 1 と比較して口径の大きい配管に取り付けられるものである。図 8 は、本発明の第 2 実施形態に係る逆止弁 1 X の閉状態を示す縦断面図、図 9 は、第 2 実施形態に係る往復移動体 3 2 の底側を示す斜視図、図 10 は、第 2 実施形態に係る往復移動体 3 2 の縦断面図である。

なお、逆止弁 1 X において、第 1 実施形態に係る逆止弁 1 と共通する構成については説明については省略する。例えば、逆止弁 1 X に係る弁箱、パッキン 8 及びナット 1 1 は、第 1 実施形態のものと大きさ以外が共通するため、その説明を省略する。

[0052] 逆止弁 1 X は、往復移動体 3 2 と、往復移動体 3 2 を往復移動可能となるように案内するガイド筒 3 4 を有するガイドキャップ 3 3 と、を主に備える。往復移動体 3 2 は、往復移動方向に延在する弁軸 3 7 と、弁軸 3 7 の下側端部に設けられた弁体 3 6 と、弁体 3 6 に取り付けられたパッキン 8 と、から主に構成されている。

弁体 3 6 は、弁軸 3 7 の下側（一次流路側）の端部に一体的に形成された転向部 4 0 と、転向部 4 0 に取り付けられたガイドワッシャー 3 9 と、から構成されている。

[0053] 弁軸 3 7 は、小径部 3 7 d 及び大径部 3 7 f を、上端から転向部 4 0 に接続する下端に向かう順に有する。

小径部 3 7 d は、後述するガイド筒 3 4 に収容される部位である。

大径部 3 7 f は、後述するガイドワッシャー 3 9 の挿通孔 3 9 i にその下側の一部を通される部位であり、弁軸 3 7 の下端近傍に設けられている。大径部 3 7 f の上側の外周面にねじ部 3 7 a が形成されている。ねじ部 3 7 a は、ナット 1 1 の螺合部（雌ねじ）1 1 b が螺合する部位である。

[0054] ガイドワッシャー 3 9 は、図 10 に示すように大径部 3 9 a と小径部 3 9

bとを有する。小径部39bの外周面に、後述する転向部40の螺合部40hと螺合するねじ部39kが形成されている。

ガイドワッシャー39は、図10に示すように、弁軸37の下端部の周囲に取り付けられており、大径部39aを上側に、大径部39aと同心に形成された小径部39bを下側に備える。ガイドワッシャー39の中心には、挿通孔39iが肉厚方向に貫通して形成されている。挿通孔39iは、弁軸37がガイドワッシャー39に取り付けられた状態において、弁軸37の大径部37fが通される部位にある。

[0055] 図9及び図10に示すように、延出部21（転向部40）には、パッキン8の一次流路側（下面）と当接可能な部位において、弁軸37の軸心方向に対して交差する方向に周囲よりも突出する突起（突縁40c）が形成されている。具体的には突縁40cは、転向部40の側壁40bから弁軸37の軸心方向に対して垂直に突出して周回状に形成されている。

このように、延出部21に突縁40cが形成されていることにより、延出部21とパッキン8との接触面積を拡げてパッキン8を延出部21の上方に留めやすくしつつ、延出部21の体積を小さくして重量の増加を抑制することができる。

[0056] 基部（ガイドワッシャー39の大径部39a）と延出部21（弁軸37の下部及び転向部40）とは、別個の部材（弁軸37に一体的に形成された転向部40とガイドワッシャー39）が組み付けられることによって一体的に構成されている。延出部21（転向部40）は中空部40fを内部に有する。延出部21（転向部40）における基部（ガイドワッシャー39の大径部39a）に対向する部位には、中空部40fに繋がる開口40gが形成されている。

弁軸37の軸心方向に対して垂直な方向において、中空部40fの最大径は、開口40gよりも大きく形成されている。中空部40fを含む転向部40は、流体の転向方向と弁軸37の軸心方向とを面内に含む仮想面（図10の縦断面であり、図1の仮想平面Pに対応する面）に対して鏡面对称に形成

されている。

[0057] なお、本実施形態における弁体36の基部とは、ガイドワッシャー39の大径部39aがある部位であり、図10において二点鎖線よりも上方の部位である。弁体36の延出部21は、ガイドワッシャー39の小径部39b及び転向部40を含む、図10において二点鎖線よりも下方の部位に相当する。

[0058] 延出部21（転向部40）に中空部40fが形成されていることにより、往復移動体32を軽量化できる。中空部40fを含む転向部40が、転向方向と弁軸37の軸心方向とを面内に含む仮想面に対して鏡面对称に形成されている。このように形成されていることで、流体が転向方向に流れる際に、流体から延出部21に加わる力によって延出部21がブレることを抑制でき、流体の流れを安定させることができる。

[0059] また、転向部40において、開口40gを形成する内周面には、小径部39bのねじ部39kと螺合する螺合部（雌ねじ）40hが形成されている。つまり、転向部40は、ガイドワッシャー39の小径部39bの外周に取り付けられている。

そして、転向部40は、開口40gが形成されている部位の外周の上側に、下側の突縁40cよりも小さい径で形成された小径部40dを有する。

[0060] 延出部21（転向部40）は、このように大径の突縁40cと小径部40dとを有することにより、図10において二点鎖線で模式的に示すように、突縁40cと小径部40dとの径方向の長さの差異である窪み40eを上側に有している。窪み40eは、弁軸37の軸心方向に対して垂直な方向において、転向部40における突縁40cよりも窪んで形成されており、パッキン8の一部は、窪み40eに嵌合している。この窪み40eは、大径部39aの下面と、小径部40dの周面から連続する突縁40cの上面によって断面L字状に形成された部位とが重なり合うことで形成されている。パッキン8を嵌合できる程度の窪み40eがあればよいため、この面の重なり合いについては、密着するものに限定されず、図10に示すように若干の隙間があ

ってもよい。

なお、転向部40において径方向に窪んでいる窪み40eと、フランジ側凹部39eとは、空間的には連続して形成されている。この窪み40eとフランジ側凹部39eによって形成される環状の空間の外径は、パッキン8の外径よりも大きく形成されている。

[0061] ガイド筒34における弁軸37を収容する部位には、転向方向を含む平面上及び当該平面に垂直な平面上であって、弁軸37の軸心方向に対して交差する方向に貫通する4つの貫通孔34fが形成されている。中流量用であることにより弁軸37からガイド筒34の内部に加わる押圧力が弁軸7から加わる押圧力よりも大きくても、より多くの貫通孔34fが形成されていることにより、ガイド筒34の内部から外部に流体を逃しやすくなる。このため、往復移動体32の往復移動に係る動作を円滑にすることができる。

[0062] <<第3実施形態>>

次に、第3実施形態に係る逆止弁1Yについて、図11～図14を参照して説明する。逆止弁1Yは、中流量用の配管に取り付けられる逆止弁1Xと比較して口径の大きい大流量用の配管に取り付けられるものである。図11は、本発明の第3実施形態に係る逆止弁1Yの閉状態を示す縦断面図、図12は、逆止弁1Yの開状態を示す縦断面図、図13は、逆止弁1Yを構成する往復移動体52の上側を示す斜視図である。図14は、第3実施形態に係るガイド筒54における弁軸57の収容状態を示す図であり、図14(a)は、図12のXIVA-XIVA断面を示す断面図、図14(b)は、図12のXIVB-XIVB断面を示す断面図である。

なお、逆止弁1Yにおいて、第1実施形態に係る逆止弁1又は第2実施形態に係る逆止弁1Xと共通する構成については説明については省略する。例えば、逆止弁1Yに係る弁箱、パッキン8及びナット11は、第1実施形態及び第2実施形態のものと大きさ以外が共通するため、その説明を省略する。

[0063] 逆止弁1Yは、往復移動体52と、往復移動体52を往復移動可能となる

ように案内するガイド筒54を有するガイドキャップ53と、を主に備える。往復移動体52は、往復移動方向に延在する弁軸57と、弁軸57の下側端部に設けられた弁体56と、弁体56に取り付けられたパッキン8と、から主に構成されている。

弁体56は、弁軸57の下側（一次流路側）の端部に一体的に形成された転向部60と、転向部60に取り付けられたガイドワッシャー59と、から構成されている。

[0064] 弁軸57には、図13及び図14に示すように、弁軸57の軸心方向に対して交差する方向に貫通する貫通孔57cが形成されている。

このように、弁軸57に貫通孔57cが形成されていることで、弁軸57の貫通孔57cに流体を通すことができ、弁軸57の周囲の水圧を均圧化することができる。このため、往復移動体52が、その往復移動の際にガタつくことを抑制でき、逆止弁1Yの長期間の使用を可能とし、つまり逆止弁1Yの耐久性を高めることができる。加えて、弁軸57に貫通孔57cが形成されている分だけ軽量化することができ、水流に対する抗力を低減できることで、損失水頭を下げるができる。

特に、貫通孔57cは、転向方向を面内に含む仮想平面（図12の縦断面であり、図1の仮想平面Pに対応する面）に対して垂直な方向に貫通している。

このように、貫通孔57cが形成されていることで、弁軸57の貫通孔57cを通る流体が、転向する流体の主流に影響を与えることを抑制できる。

[0065] ガイド筒54における弁軸57を収容する部位には、第1貫通孔（貫通孔54f）が形成されている。上記のように弁軸57に形成された貫通孔57cを、第2貫通孔とすると、第1貫通孔（貫通孔54f）と第2貫通孔（貫通孔57c）は、弁軸57の一部がガイド筒54に収容された状態において、少なくとも一部が重なるように形成されている。

具体的には、弁軸57の貫通孔57cは、ガイド筒54の貫通孔54fよりも軸心方向において長く形成されている。弁体56を所定以上開くように

弁軸 5 7 が上方に移動した状態において、貫通孔 5 7 c の一部に貫通孔 5 4 f が重なるように構成されている。

このような構成によれば、弁軸 5 7 の一部がガイド筒 5 4 に收容された状態においても、貫通孔 5 4 f 及び貫通孔 5 7 c を介して弁軸 5 7 及びガイド筒 5 4 に流体を通すことができ、ガイド筒 5 4 の周囲の水圧を均圧化することができる。このため、上記同様、往復移動体 5 2 が、その往復移動の際にガタつくことを抑制でき、逆止弁 1 Y の耐久性を高めることができる。

[0066] 図 1 4 (a) に示すように、軸心方向に対して垂直な方向において、第 1 貫通孔（貫通孔 5 4 f）の幅は、第 2 貫通孔（貫通孔 5 7 c）の幅よりも大きい。

貫通孔 5 4 f の幅が貫通孔 5 7 c の幅よりも大きいことで、貫通孔 5 4 f の全幅に亘って、貫通孔 5 4 f を通る流体を貫通孔 5 7 c に通して、ガイド筒 5 4 の周囲の水圧を均圧化することができる。このため、上記同様、往復移動体 5 2 が、その往復移動の際にガタつくことを抑制でき、逆止弁 1 Y の耐久性を高めることができる。

[0067] 図 1 4 (b) に示すように、弁軸 5 7 の外周面及びガイド筒 5 4 の内周面のそれぞれにおける、ガイド筒 5 4 が弁軸 5 7 を收容したときに対向する部位に、弁軸 5 7 の軸心方向に延在する平面部 5 4 g、5 7 b がそれぞれに形成されている。つまり、平面部 5 4 g と平面部 5 7 b は、平行（略平行を含む）に配置されている。

このような構成によれば、ガイド筒 5 4 への弁軸 5 7 の收容時において、弁軸 5 7 の外周面にある平面部 5 7 b と、ガイド筒 5 4 の内周面にある平面部 5 4 g とが対向する位置にあることで、弁軸 5 7 がガイド筒 5 4 に対して相対的に回転することを抑制できる。このため、貫通孔 5 7 c の位置が、轉向方向を面内に含む仮想平面に対して垂直な方向からずれることを抑制できる。

[0068] 図 1 3 に示すように、基部（ガイドワッシャー 5 9 の大径部 5 9 a）の他方側の面（上面）であって、上側周縁部 5 9 f よりも径方向内側には、上側

周縁部 59 f よりも下方（一次流路側）に窪んだ他方側凹部（上側凹部 59 g）が形成されている。上側凹部 59 g には、上側周縁部 59 f の内側面の上下に亘って接続された側面視三角形のリップ 59 m が形成されている。このように、リップ 59 m が形成されていることで、上側凹部 59 g が形成されていることで低められたガイドワッシャー 59 の剛性を高めることができる。

[0069] 緩み止め部材（ナット 11）は、往復移動体 52 が全開位置にあるときに、ガイド筒 54 に当接する構成となっている。このように、ナット 11 がガイド筒 54 に当接することで、全開状態の往復移動体 52 の上限位置を定めることができる。

[0070] <動圧分布>

次に、逆止弁 1 Y に流体を流したときの各流量における動圧分布について、図 15～図 17 を参照して説明する。図 15 は、流量 4600 L/min（弁開度 21.9%）における流体の流れ、及び動圧分布を示す図である。図 16 は、流量 15400 L/min（弁開度 73.4%）における流体の流れ、及び動圧分布を示す図である。図 17 は、流量 19000 L/min（弁開度 100%）における流体の流れ、及び動圧分布を示す図である。なお、図 15～図 17 においては、色の濃いほど（ドットの多いほど）、動圧が高いことを示している。

[0071] 図 15 に示すように、流量 4600 L/min（弁開度 21.9%）においては、流体が弁座 12 a と弁体 56 のパッキン 8 との間を通過した後に、動圧 DP1 が低くなっている。流体が一次流路側から弁座 12 a とパッキン 8 との間を通過した後に、二次流路において流路が急拡大する。このため流体の主流が拡散及び剥離することにより、圧力損失が大きくなる。また、弁座 12 a とパッキン 8 との間を通過する流体は、通過する初期段階において幅の狭い流れとなる。その流れの両側に渦 W が生じることにより、圧力損失が大きくなる。

[0072] 図 16 に示すように、流量 15400 L/min（弁開度 73.4%）に

においては、流体が一次流路側から弁座 12a とパッキン 8 との間を通過した後に、動圧 DP2 が低くなっている。しかしながら、動圧 DP2 の低下率は、動圧 DP1 の低下率と比べて低く抑えられている。上記の弁開度であれば、流体が一次流路側から弁座 12a とパッキン 8 との間を通過した後に、二次流路における流路の拡大量が小さくなる。このため流体の主流が拡散及び剥離が抑制されることにより、圧力損失が小さくなる。また、上記の弁開度であれば、弁座 12a とパッキン 8 との間を通過する流体は、通過する初期段階において比較的幅の広い流れとなる。このため、大きな渦 W が生じることを抑制でき、圧力損失を低く抑えることができる。

[0073] 図 17 に示すように、流量 19000 L/min (弁開度 100%) においては、流体が一次流路側から弁座 12a とパッキン 8 との間を通過した後に、動圧 DP3 の低下は略ない。しかしながら、転向部 60 近傍の動圧 DP4 は動圧 DP3 と比較して低くなっている。これは、弁箱 61 の内壁の角 61f が流体の流路上に露出するほど、転向部 60 が上昇していることにより、流体が角 61f に当たることになる。このため、角 61f に当たった流体に剥離が生じることにより、動圧 DP3 が動圧 DP4 と比較して低くなっており、比較的高い圧力損失が生じている。

[0074] 弁体 56 を流れる流体の流量に応じて、バネ体 20 の弾性力や、往復移動体 52 の重量を設定して、これらを選定することで、適当な弁開度の範囲にして圧力損失を低く抑えること可能となる。

[0075] <<第 4 実施形態>>

次に、第 4 実施形態に係る逆止弁 1Z を、図 18 を参照して説明する。図 18 は、第 4 実施形態に係る逆止弁 1Z の閉状態を示す縦断面図である。図 18 に示された矢印は、流体の流れ方向を示すものである。

逆止弁 1Z は、直線的に配置された 2 つの配管の隙間に取り付けられるように構成されており、本実施形態に係る逆止弁 1Z における弁箱 70 に収容された部材の構成は、逆止弁 1X の内部構成と略同一であるため、その説明を省略する。

[0076] 逆止弁 1 Z は、弁箱 70 を有するチーズ管 71 と、流入弁筒 72 と、流入弁筒 72 に取り付けられたエルボ 73、チーズ管 71 における流体の流出側に取り付けられたエルボ 74 と、エルボ 73、74 の端部に取り付けられたフランジ部材 75、76 と、から主に構成されている。

チーズ管 71 は、T 字状に形成されており、チーズ管 71 のうち、直線的に延在する部位に、その延在方向に平行に往復移動可能な往復移動体 32 が配設され、当該方向に延在するガイド筒 34 を有するガイドキャップ 33 等が配設されている。

流入弁筒 72 は、円管状に形成されており、チーズ管 71 の一次流路側の内周面に沿って固定されている。流入弁筒 72 のうちチーズ管 71 の内部に位置する内側端面 72b は弁座 12a として機能する。

[0077] エルボ 73 の一端は、流入弁筒 72 の外側端面 72a に溶接により接合されており、エルボ 73 の他端は、フランジ部材 75 と溶接により接合されている。

エルボ 74 の一端は、チーズ管 71 の流出側に溶接により接合されており、エルボ 74 の他端は、フランジ部材 76 と溶接により接合されている。

フランジ部材 75 及びフランジ部材 76 は、配管（図示せず）に対してボルト・ナットなどの緊締具（図示せず）を用いて固定される。

[0078] エルボ 73 及びエルボ 74 は、その管長の少なくとも一部に湾曲部分を有している。本実施形態ではエルボ 73 及びエルボ 74 が湾曲部分のみで実質的に構成されている態様を例示するが、これに限らず、エルボ 73 及び／又はエルボ 74 は管長の一部に直線部分を有していてもよい。エルボ 73 及びエルボ 74 の管長とは、これらの軸心上の長さをいう。

[0079] 図 18 に示すように、フランジ部材 75 から流入した流体は、エルボ 73 に沿って湾曲して流れ、エルボ 73 から流入弁筒 72 に滑らかに流入して往復移動体 32 を押し上げる。転向部 40 により転向された流体は、チーズ管 71 の二次流路からエルボ 74 に滑らかに流入する。そして、流体はエルボ 74 に沿って湾曲して流れてフランジ部材 76 から流出する。

本実施形態において、フランジ部材 7 5 の流入方向とフランジ部材 7 6 の流出方向は同軸上となっている。つまり、本実施形態の逆止弁 1 Z はストレート型である。言い換えると、一次流路と二次流路とが直交してアングル型の逆止弁機能を有するチーズ管 7 1 及びその内部構成に対し、エルボ 7 3 とエルボ 7 4 を接続することで、ストレート型の逆止弁 1 Z が構成されることとなる。

エルボ 7 3、7 4 の角度、大きさ又は長さは、取り付ける配管の配置や大きさに合わせて任意に設定可能である。

本実施形態に係る逆止弁 1 Z は、チーズ管 7 1 と、流入弁筒 7 2 と、エルボ 7 3 と、エルボ 7 4 と、フランジ部材 7 5、7 6 と、が接合されることによって構成されるものとして説明したが、本発明はこのような構成に限定されるものではない。例えば、逆止弁 1 Z は、ロストワックス法その他の鑄造等によって、少なくとも一部が一体的に形成されたものであってもよい。

[0080] <変形例>

上記実施形態における往復移動体については、弁軸と転向部が一体に形成されているものとして説明したが、本発明はこのような構成に限定されない。次に、変形例に係る往復移動体 8 2 について、図 1 9 を参照して説明する。図 1 9 は、変形例に係る往復移動体 8 2 を示す分解斜視図である。

[0081] 往復移動体 8 2 は、弁軸 8 7 と、ガイドワッシャー 8 9 と転向部 9 0 とから成る弁体 8 6 と、ガイドワッシャー 8 9 と転向部 9 0 とによって挟み込まれるパッキン 8 と、によって構成されている。

弁軸 8 7 は、その下端部の外周部にねじ部 8 7 a を有する。弁軸 8 7 の側面には、貫通孔 8 7 c が貫通して形成されている。

ガイドワッシャー 8 9 は、中央部分に厚さ方向に貫通する挿通孔 8 9 i を有し、挿通孔 8 9 i の内面に雌ねじである螺合部 8 9 j が形成されている。また、ガイドワッシャー 8 9 の上面には、矢印によって転向方向を示す方向指示溝 8 9 k が形成されている。

このように螺合部 8 9 j が形成されていることで、弁軸 8 7 とガイドワッ

シャー８９とを所定のねじ込み量で螺合させることができる。例えば、そのねじ込み量は、方向指示溝８９ｋが指す方向が、貫通孔８７ｃが貫通する方向に対して平面視において垂直向きとなる量である。

転向部９０は、その上面において中央部９０ａが上方に突出して形成されており、中央部９０ａに雌ねじを有するネジ穴である螺合部９０ｂを有する。中央部９０ａの径方向に２本のリブ９０ｃが延在して形成されている。

往復移動体８２は、弁軸８７のねじ部８７ａがガイドワッシャー８９の螺合部８９ｊに螺合し、ガイドワッシャー８９と転向部９０との間にパッキン８を配設した状態で、転向部９０の螺合部９０ｂにねじ部８７ａを螺合することで、組み付けられる。

[0082] 以上、図面を参照して各実施形態を説明したが、これらは本発明の例示であり、上記以外の様々な構成を採用することもできる。

本発明の逆止弁及び逆止弁を構成する往復動部材の各種の構成要素は、個々に独立した存在である必要はない。複数の構成要素が一個の部材として形成されていること、一つの構成要素が複数の部材で形成されていること、ある構成要素が他の構成要素の一部であること、ある構成要素の一部と他の構成要素の一部とが重複していること、等を許容する。

[0083] 本実施形態は以下の技術思想を包含する。

(１) 弁座と、

該弁座に対して密着する閉位置と前記弁座から離間した開位置とに直線的に往復移動可能な往復移動体と、

該往復移動体よりも上流側に位置する一次流路と、

前記往復移動体よりも下流側に位置しているとともに前記一次流路に対して交差している二次流路と、

前記往復移動体を往復移動可能となるように案内するガイド筒と、を備えるリフト式の逆止弁であって、

前記往復移動体は、

前記開位置にあるときに流体を前記一次流路側から前記二次流路側に転向

させる転向面を含む弁体と、

該弁体から延在して、前記往復移動体が往復移動可能となるように前記ガイド筒によって案内される弁軸と、

前記弁体よりも柔軟な材料により構成され、前記往復移動体が前記閉位置にあるときに前記弁座に対して周回状に密着する環状のパッキンと、を有し、

前記弁体は、前記一次流路側を一方側としたときに逆側の他方側にある基部と、該基部から前記一方側に向けて延出する延出部と、を含み、

前記基部は、前記パッキンを前記一次流路側に露出させた状態で前記パッキンを支持するフランジ面を前記一次流路側に有し、

前記フランジ面は、前記延出部よりも前記弁軸の軸心方向に対して垂直な方向に大きく形成されており、前記パッキンを介して前記弁座に当接可能に形成されており、

前記延出部の外周には、前記弁軸の軸心方向に対して垂直な方向において、他の部位よりも窪んだ窪みが形成されており、

前記パッキンの一部は、前記窪みに嵌合していることを特徴とする逆止弁。

(2) 前記基部における前記一次流路側の面と前記延出部の一部との間に、前記パッキンが挟持されており、

前記基部と前記延出部とは、別個の部材が組み付けられることで構成されている(1)に記載の逆止弁。

(3) 前記別個の部材が螺合することで、これらの間に前記パッキンが挟持されている(2)に記載の逆止弁。

(4) 前記基部を、前記他方側から前記延出部側に向けて押圧する緩み止め部材を更に備え、

前記基部は、前記弁軸を挿通させる第1挿通孔を有し、

前記弁軸は、前記基部よりも前記他方側の外周面にねじ部を有し、

前記緩み止め部材は、前記弁軸を挿通させる第2挿通孔を有し、前記ねじ

部に螺合する螺合部を前記第2挿通孔の内周面に有する(3)に記載の逆止弁。

(5) 前記緩み止め部材は、前記往復移動体が全開位置にあるときに、前記ガイド筒に当接する(4)に記載の逆止弁。

(6) 前記ガイド筒には、前記緩み止め部材を収容する収容凹部が形成されており、

前記緩み止め部材は、前記往復移動体が全開位置にあるときに、前記収容凹部の収容底面に当接する(5)に記載の逆止弁。

(7) 前記基部における前記フランジ面にフランジ側凹部が形成されており、

前記フランジ側凹部は、前記弁軸に対して垂直な方向において、前記弁座に重なる大きさで形成されており、

前記パッキンの少なくとも一部は、前記フランジ側凹部内に収容されている(2)から(6)のいずれか一項に記載の逆止弁。

(8) 前記弁座を有して前記往復移動体を収容する弁箱と、

前記ガイド筒を有して前記弁箱に取り付けられるキャップと、

前記弁体と前記キャップとの間に設けられて、前記弁体を前記一次流路側に付勢する付勢部材と、を更に備え、

前記ガイド筒は、その周縁から前記弁体側に突出する立壁を有し、

該立壁は、前記弁軸の軸心方向に対して垂直な方向において、前記ガイド筒における前記弁軸を収容する入口と前記付勢部材とを隔てる位置に形成されている(1)から(7)のいずれか一項に記載の逆止弁。

(9) 前記ガイド筒における前記弁軸を収容する部位には、前記弁軸の軸心方向に対して交差する方向に貫通する貫通孔が形成されている(1)から(8)のいずれか一項に記載の逆止弁。

(10) 前記弁軸には、前記弁軸の軸心方向に対して交差する方向に貫通する貫通孔が形成されている(1)から(9)のいずれか一項に記載の逆止弁。

(11) 前記ガイド筒における前記弁軸を収容する部位には、第1貫通孔が形成されており、

前記弁軸に形成された貫通孔は第2貫通孔であり、

前記第1貫通孔と前記第2貫通孔は、前記弁軸の一部が前記ガイド筒に収容された状態において、少なくとも一部が重なるように形成されている(10)に記載の逆止弁。

(12) 前記軸心方向に対して垂直な方向において、前記第1貫通孔の幅は、前記第2貫通孔の幅よりも大きい(11)に記載の逆止弁。

(13) 前記弁軸には、転向方向を面内に含む仮想平面に対して垂直な方向に貫通する貫通孔が形成されている(1)から(12)のいずれか一項に記載の逆止弁。

(14) 前記延出部には、前記パッキンの一次流路側と当接可能な部位において、前記弁軸の軸心方向に対して交差する方向に周囲よりも突出する突起が形成されている(1)から(13)のいずれか一項に記載の逆止弁。

(15) 前記弁軸の外周面及び前記ガイド筒の内周面のそれぞれにおける、前記ガイド筒が前記弁軸を収容したときに対向する部位に、前記弁軸に軸心方向に延在する平面部がそれぞれに形成されて、平行に配置されている(1)から(14)のいずれか一項に記載の逆止弁。

(16) 前記基部と前記延出部とは、別個の部材が組み付けられることによって一体的に構成されており、

前記延出部は中空部を有し、

前記延出部における前記基部に対向する部位には、前記中空部に繋がる開口が形成されており、

前記中空部の最大径は、前記弁軸の軸心方向に対して垂直な方向において、前記開口よりも大きく形成されており、

前記中空部を含む前記延出部は、前記流体の転向方向と前記弁軸の軸心方向とを面内に含む仮想面に対して鏡面对称に形成されている(1)から(15)のいずれか一項に記載の逆止弁。

(17) 前記弁座を有して前記往復移動体を収容する弁箱を更に備え、
前記基部は、他の部位よりも前記弁軸の先端側に突出して形成された周縁部を有し、

該周縁部は、前記弁箱の内壁に沿って形成されている(1)から(16)のいずれか一項に記載の逆止弁。

(18) 前記基部の前記他方側の面には、前記周縁部よりも窪んだ他方側凹部が形成されており、

該他方側凹部には、リブが形成されている(17)に記載の逆止弁。

(19) 前記第2貫通孔は、前記第1貫通孔よりも前記弁軸の軸心方向において長い(11)に記載の逆止弁。

(20) 弁座と、

該弁座に対して密着する閉位置と前記弁座から離間した開位置とに直線的に往復移動可能な往復移動体と、

該往復移動体よりも上流側に位置する一次流路と、

前記往復移動体よりも下流側に位置しているとともに前記一次流路に対して交差している二次流路と、

前記往復移動体を往復移動可能となるように案内するガイド筒と、を備えるリフト式の逆止弁に用いられる逆止弁用往復移動体であって、

前記開位置にあるときに流体を前記一次流路側から前記二次流路側に転向させる転向面を含む弁体と、

該弁体から延在して、前記往復移動体が往復移動可能となるように前記ガイド筒によって案内される弁軸と、

前記弁体よりも柔軟な材料により構成され、前記往復移動体が前記閉位置にあるときに前記弁座に対して周回状に密着する環状のパッキンと、を有し、

前記弁体は、前記一次流路側を一方側としたときに逆側の他方側にある基部と、該基部から前記一方側に向けて延出する延出部と、を含み、

前記基部は、前記パッキンを前記一次流路側に露出させた状態で前記パッ

キンを支持するフランジ面を前記一次流路側に有し、

前記フランジ面は、前記延出部よりも前記弁軸の軸心方向に対して垂直な方向に大きく形成されており、前記フランジ面の少なくとも一部が前記パッキンを介して前記弁座に当接可能に形成されており、

前記延出部の外周には、前記弁軸の軸心方向に対して垂直な方向において、他の部位よりも窪んだ窪みが形成されており、

前記パッキンの一部は、前記窪みに嵌合していることを特徴とする逆止弁用往復移動体。

[0084] この出願は、2018年3月12日に出願された日本出願特願2018-044510を基礎とする優先権を主張し、その開示のすべてをここに取り込む。

符号の説明

- [0085] 1、1 X、1 Y、1 Z 逆止弁
- 2 往復移動体
 - 3 ガイドキャップ (キャップ)
 - 4 ガイド筒
 - 4 a 大径部
 - 4 b 立壁
 - 4 c 収容底面
 - 4 d 入口
 - 4 e 収容凹部
 - 4 f 貫通孔
 - 4 g 平面部
 - 5 天板部
 - 5 a ボス
 - 5 b 取付穴
 - 5 c 止めネジ
 - 5 e ヘルールフランジ

- 5 f 座面
- 6 弁体
 - 7 弁軸
 - 7 a ねじ部
 - 7 b 平面部
 - 7 d 小径部
 - 7 e 中径部
 - 7 f 大径部
 - 7 g ねじ部
 - 7 h 逃げ穴
 - 8 パッキン
 - 8 a 中心孔
 - 9 ガイドワッシャー
 - 9 a 大径部（基部）
 - 9 b 小径部（延出部）
 - 9 c 窪み
 - 9 d 底側周縁部
 - 9 e フランジ側凹部
 - 9 f 上側周縁部（周縁部）
 - 9 g 上側凹部
 - 9 h ばね座面
 - 9 i 挿通孔（第 1 挿通孔）
 - 9 j 螺合部
 - 9 k 挿通孔（第 1 挿通孔）
 - 9 m フランジ面
 - 10 転向部
 - 10 a 転向面
 - 11 ナット（緩み止め部材）

- 1 1 a 挿通孔（第2挿通孔）
- 1 1 b 螺合部
- 1 2 弁箱
 - 1 2 a 弁座
 - 1 2 b 内壁
 - 1 2 c 流入路（一次流路）
 - 1 2 d 流出路（二次流路）
 - 1 2 e ヘルールフランジ
- 1 3、1 4 鰐部
- 1 5 取付台
 - 1 5 a 減圧口
- 1 6 ガスケット
- 2 0 バネ体
- 2 1 延出部
- 3 2 往復移動体
- 3 3 ガイドキャップ
- 3 4 ガイド筒
 - 3 4 f 貫通孔
- 3 6 弁体
- 3 7 弁軸
 - 3 7 a ねじ部
 - 3 7 d 小径部
 - 3 7 f 大径部
- 3 9 ガイドワッシャー
 - 3 9 a 大径部（基部）
 - 3 9 b 小径部
 - 3 9 e フランジ側凹部
 - 3 9 i 挿通孔

- 3 9 k ねじ部
- 4 0 転向部（延出部）
 - 4 0 a 転向面
 - 4 0 b 側壁
 - 4 0 c 突縁（突起）
 - 4 0 d 小径部
 - 4 0 e 窪み
 - 4 0 f 中空部
 - 4 0 g 開口
 - 4 0 h 螺合部
- 5 2 往復移動体
- 5 3 ガイドキャップ
 - 5 4 ガイド筒
 - 5 4 f 貫通孔（第 1 貫通孔）
 - 5 4 g 平面部
- 5 6 弁体
 - 5 7 弁軸
 - 5 7 b 平面部
 - 5 7 c 貫通孔（第 2 貫通孔）
- 5 9 ガイドワッシャー
 - 5 9 a 大径部（基部）
 - 5 9 f 上側周縁部（周縁部）
 - 5 9 g 上側凹部（他方側凹部）
 - 5 9 m リブ
- 6 0 転向部
- 6 1 弁箱
 - 6 1 f 角
- 7 0 弁箱

- 7 1 チーズ管
- 7 2 流入弁筒
 - 7 2 a 外側端面
 - 7 2 b 内側端面（弁座）
- 7 3、7 4 エルボ
- 7 5、7 6 フランジ部材
- 8 2 往復移動体
- 8 6 弁体
- 8 7 弁軸
 - 8 7 a ねじ部
 - 8 7 c 貫通孔
- 8 9 ガイドワッシャー
 - 8 9 i 挿通孔
 - 8 9 j 螺合部
 - 8 9 k 方向指示溝
- 9 0 転向部
 - 9 0 a 中央部
 - 9 0 b 螺合部
 - 9 0 c リブ
- D P 1、D P 2、D P 3、D P 4 動圧
- P 仮想平面
- W 渦