

明 細 書

発明の名称：内周シール構造、シート構造、及びバルブ

技術分野

[0001] 本願発明は、バタフライバルブ等のバルブを構成する内周シール構造、シート構造、及びバルブに関する。

背景技術

[0002] 従来から、流体の流れを閉鎖又は開放するためにバタフライバルブ（バルブ）が使用されている。図7に、一例として、バタフライバルブ100を示す。バタフライバルブ100は、弁箱102と、シートリング104と、弁体106と、を備えている。弁箱102とシートリング104とは、互いに係合されて組み合わされている。弁体106は、シートリング104の流路108内に配置される。弁体106は、回転中心C0のまわりに回転するように構成されている。シートリング104は、内周104iに、弁体106が当接する凸面形状のシール部（内周シール構造）110を有している。

[0003] 弁体106は、流体を止める時、弁体106を、図7に示す締め切り位置まで回転させる。バタフライバルブ100は、締め切り位置において、ステンレス等の金属から構成された弁体106の外周面106sが、ゴム等の弾性部材から構成されたシートリング104のシール部110に入り込む（図7において、入り込む深さであるシール量をSWで示す。）。弁体106を閉じるために締め切り位置まで回転させるには、シール部110からの付勢力及び流体圧力に抗した操作トルクが必要となる。すなわち、SWが深くてシール部110からの付勢力が大きくなると、操作トルクが大きくなる。しかし、操作トルクが大きくなると、弁体106を回転させるための回転駆動手段の規模が大きくなる。なお、バタフライバルブの回転駆動手段に関する文献が存在する（特許文献1参照。）。しかし、本願発明に関連するものはない。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2003-185047号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本願発明の目的は、弁体を閉じるための操作トルクを低減できる内周シール構造、シート構造、及びバルブを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本願発明の内周シール構造は、バルブのシートリングに備えられ、該シートリングの内周面から膨出し、流体圧力が負荷される弁体の外周面が当接する内周シール構造であり、

凹面形状であり、前記弁体の前記外周面が当接して停止可能な第1シール面と、

前記弁体が係止され、該弁体の回転が規制される係止凸部と、

前記弁体が前記係止凸部に係止された時に、該弁体の前記外周面が当接する係止シール面と、

を備え、

前記弁体の回転により該弁体の前記外周面が移動する方向に、前記第1シール面、前記係止シール面、前記係止凸部の順に配置され、

前記第1シール面よりも前記係止シール面の方が、前記弁体の前記外周面が入り込む深さが大きく構成されたことを特徴とする。

[0007] また、本願発明の内周シール構造は、前記内周シール構造において、前記弁体の回転により該弁体の前記外周面が移動する方向に、前記第1シール面、前記係止シール面、前記係止凸部の順に配置されたことを特徴とする。

[0008] また、本願発明の内周シール構造は、前記内周シール構造において、凹面形状であり、前記弁体の前記外周面が当接して停止可能であり、前記第1シール面に連続する第2シール面を備え、

前記弁体の回転による該弁体の前記外周面が移動する方向に、前記第1シ

ール面、前記第 2 シール面、前記係止シール面、前記係止凸部の順に配置され、

前記第 1 シール面よりも前記第 2 シール面の方が、シール量が大きくなるように構成され、

前記第 2 シール面よりも前記係止シール面の方が、シール量が大きくなるように構成されたことを特徴とする。

[0009] また、本願発明のシート構造は、バルブのシートリングに備えられたシート構造であり、

前記請求項 1 又は 2 に記載する内周シール構造と、

前記弁体の回転中心を構成する弁棒が挿入されるシート側弁棒孔と、

前記シート側弁棒孔の周辺に設けられ、前記弁体が有する弁体側弁棒孔の周辺の弁体側当接面が当接されるシート側当接面と、

前記第 1 シール面に連続し、前記シート側当接面まで延びる連続第 1 シール面と、

前記係止凸部に連続し、前記シート側当接面まで延びる連続係止凸部と、

前記係止シール面に連続し、前記シート側当接面まで延びる連続係止シール面と、を備え、

前記連続第 1 シール面、前記連続係止凸部、及び連続係止シール面は、前記弁体の前記外周面と弁体側当接面との間に接続された弁体連接面の側辺に対して、当接した時に全体が密着する形状を有することを特徴とする。

[0010] また、本願発明のバルブは、前記内周シール構造を含むことを特徴とする。

発明の効果

[0011] 本願発明の内周シール構造によれば、弁体の外周面が当接して停止可能な係止シール面とは別個に、弁体の外周面が当接して停止可能な第 1 シール面を備えているため、第 1 シール面よりもシール量大きい係止シール面で停止させないで、シール量が小さくシートリングからの付勢力が、より小さい第 1 シール面で停止させるように操作トルクを設定できる。これにより、よ

り小さい操作トルクにより弁体を回転させて閉じることができ、操作トルクを低減できる。このため、弁体を回転させるための回転駆動手段の規模を縮小することができる。なお、流体圧力が小さい場合には、シール量が小さい第1シール面で停止させてもシール性能を維持できる。よって、弁体を閉じるための操作トルクを低減しながらも、シール性能を維持できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本願発明に係る内周シール構造を示す平面図である。

[図2]図1に示す内周シール構造を説明するための平面断面図であり、同図（a）は、弁体がシートリングに当接する直前の状態を示す図であり、同図（b）は、弁体が第1シール面に当接した状態を示す図であり、同図（c）は、弁体が第2シール面に当接した状態を示す図であり、同図（d）は、弁体が係止凸部に係止された状態を示す図である。

[図3]同図（a）は、本願発明に係るシート構造を示す斜視図であり、同図（b）は、弁体を示す斜視図である。

[図4]本願発明に係る内周シール構造及びシート構造を備えたバルブの一例を示す正面断面図である。

[図5]シール面が凹曲面形状であることによる作用効果を説明するための図であり、同図（a）は本願発明に係るシール面を示す概略平面図であり、同図（b）は従来技術に係るシール面を示す概略平面図であり、同図（c）はシール量について本願発明に係るシール面と従来技術に係るシール面とを比較するグラフである。

[図6]内周シール構造（シール部）とシート側当接面との繋ぎ部の作用効果を説明するための図であり、同図（a）は本願発明に係る繋ぎ部を示す概略斜視図であり、同図（b）は従来技術に係る繋ぎ部を示す概略斜視図である。

[図7]従来のバルブを示す正面断面図である。

[図8]本願発明に係るシートリングの他の実施形態を示すA-A線切断部断面図である。

[図9]図8に示すシートリングの凹曲面の形成方法の一例を説明するための概

念図である。

発明を実施するための形態

[0013] 本願発明に係る内周シール構造、シート構造、及びバタフライバルブ（バルブ）の実施形態について図面に基づいて説明する。図１～図４において、符号１６は、本願発明の内周シール構造である。図３及び図４において、符号３４は本願発明のシート構造である。図２及び図４において、符号１０は、本願発明のバタフライバルブである。

[0014] （構成）

バタフライバルブ１０は、図２に示すように、弁箱１１４と、弁箱１１４と組み合わされたシートリング１２と、を備えている。弁箱１１４は、例えば、アルミニウム（純アルミ又はアルミ合金）から形成される。弁箱１１４は、アルミニウム以外の金属から形成されてもよい。シートリング１２は、例えば、ＥＰＤＭ（エチレンプロピレンゴム）又はＮＢＲ（ニトリゴム）から形成され、他のゴム又は樹脂から形成されてもよい。また、バタフライバルブ１０は、シートリング１２内に配置された弁体１４と、弁体１４の上部及び下部に固定された２本の弁棒２２（図３（ｂ）に示す。）と、を備えている。弁体１４は、略円盤形状又は略円板形状である。弁体１４は、例えば、ステンレスから形成される。弁体１４は、ステンレス以外の金属から形成されてもよい。弁体１４は、上部及び下部において、弁棒２２を挿入して固定する弁体側弁棒孔２６（図３（ｂ）に示す。）を備えている。弁棒２２は、ステンレスから形成され、ステンレス以外の金属から形成されてもよい。弁棒２２は、弁箱１１４及びシートリング１２のシート側弁棒孔２４（図３（ａ）に示す。）に回転可能に貫通される。バタフライバルブ１０は、弁箱１１４に連結され、回転駆動手段を有するバルブ駆動部（図示しない）に固定される固定手段１４０（図４に示す）を備える。固定手段１４０は、例えば、アルミニウムから形成され、アルミニウム以外の金属から形成されてもよい。

[0015] （内周シール構造（シール部）１６）

シートリング12は、図1に示すように、シートリング12の内周面12iから膨出し、流体圧力が負荷される弁体14の外周面14sが当接する内周シール構造16を備える。内周シール構造16は、図4に示すように、正面視において、シートリング12の左右2箇所（回転中心C1を対称軸とした対称な位置）に備えられる。内周シール構造16は、弁体14の外周面14sが当接して停止可能な第1シール面18（1）と、弁体14の外周面14sが当接して停止し、前記第1シール面18（1）に連続する第2シール面18（2）と、を備える。第1シール面18（1）及び第2シール面18（2）は、少しでもシール量を少なくするために、凹曲面形状を有している。また、内周シール構造16は、弁体14の外周面14sが当接して停止し、第2シール面18（2）に連続する係止シール面18（3）と、弁体14の外周面14sに係止され、弁体14の回転が規制される係止凸部20と、を備える。弁体14の外周面14sは、係止凸部20に係止されることにより、係止シール面18（3）に当接して停止可能なように構成されている。また、内周シール構造16は、弁体14の回転により弁体14の外周面14sが移動する方向に、第1シール面18（1）、第2シール面18（2）、係止シール面18（3）、係止凸部20の順に配置されている。

[0016] 内周シール構造16において、第1シール面18（1）よりも係止シール面18（3）の方が、弁体14の外周面14sが入り込む深さであるシール量（第1シール面18（1）のシール量：SW1、係止シール面のシール量：SW3）が大きくなるように構成されている。また、第1シール面18（1）よりも第2シール面18（2）の方が、シール量（第2シール面18（2）のシール量：SW2）が大きくなるように構成されている。また、第2シール面18（2）よりも係止シール面18（3）の方が、シール量が大きくなるように構成されている。すなわち、第1シール面18（1）で停止させる場合、第2シール面18（2）で停止させる場合、係止シール面18（3）で停止させる場合、の順に、シートリング12からの付勢力が大きくなっていく。このため、弁体14を閉じるための操作トルクは、第1シール面1

8 (1) で停止させる場合、第2シール面18 (2) で停止させる場合、係止シール面18 (3) 停止させる場合、の順に、大きくなっていく。

[0017] (シート構造34)

シートリング12は、図3に示すように、2個(正面視において左右)の内周シール構造16を含むシート構造34を備える。図3(a)において、回転中心C1以外を示す1点鎖線は、シール面の場合には、中心線(谷筋)を示し、凸部の場合には、稜線を示す。また、図3(a)において、ドット線は、内周シール構造16と後述のシート接続面31との境界を示す線である。図3(b)において、ドット線は、弁体14の外周面14sと後述の弁体接続面32との境界を示す線であり、2点鎖線は、弁体接続面32と後述の弁体側当接面28との境界を示す線である。シート構造34は、図4におけるシートリング12の上部側及び下部側の2箇所に備えられる。

[0018] シート構造34は、図3(a)に示すように、弁体14の回転中心C1を構成する弁棒22が挿入されるシート側弁棒孔24を備える。また、シート構造34は、シート側弁棒孔24の周辺に設けられ、弁体14が有する弁体側弁棒孔26の周辺の弁体側当接面28が当接されるシート側当接面30を備える。なお、図3(a)においてシート側当接面30を示す破線の範囲内が、弁体側当接面28に当接する範囲である。また、シート構造34は、第1シール面18(1)に連続し、シート側当接面30まで延びる連続第1シール面18(1)exと、第2シール面18(2)に連続し、シート側当接面30まで延びる連続第2シール面18(2)exと、を備える。また、シート構造34は、係止シール面18(3)に連続し、シート側当接面30まで延びる連続係止シール面18(3)exと、係止凸部20に連続し、シート側当接面30まで延びる連続係止凸部20exと、を備える。連続第1シール面18(1)ex、連続第2シール面18(2)ex、連続係止シール面18(3)ex、及び連続係止凸部20exは、弁体14の外周面14sと弁体側当接面28との間に接続された弁体接続面32の湾曲形状の側辺32siに対して、当接した時に全体が密着する湾曲形状を有する。連続第1

シール面 18 (1) e x、連続第 2 シール面 18 (2) e x、及び連続係止シール面 18 (3) e x のシール量は、シート側当接面 30 へいくにしたがって小さくなる。

[0019] (作用及び効果)

(内周シール構造 16)

本願発明のバタフライバルブ 10 の内周シール構造 16 の作用及び効果について、図 1 及び図 2 に従って、以下に説明する。内周シール構造 16 において、弁体 14 を閉じるために必要な操作トルクは、シール量が大きくなる順、すなわち、シール量が最も小さい SW1 である第 1 シール面 18 (1)、シール量が SW2 より大きく SW3 より小さい第 2 シール面 18 (2)、シール量が最も大きい SW3 である係止シール面 18 (3) の順に大きくなる。また、流体圧力が大きいほどシール量を大きくする必要がある。このため、例えば、流体圧力が 0.5 MPa の場合、弁体 14 の外周面 14 s を第 1 シール面 18 (1) で停止させて弁体 14 を閉じ、流体圧力が 1.0 MPa の場合、弁体 14 の外周面 14 s を第 2 シール面 18 (2) で停止させて弁体 14 を閉じ、流体圧力が 1.0 MPa を超える場合、弁体 14 の外周面 14 s を係止シール面 18 (3) で停止させて弁体 14 を閉じるように、操作トルクを設定できる。弁体 14 の外周面 14 s を第 1 シール面 18 (1) で停止させて弁体 14 を閉じるように操作トルクを設定した場合、操作トルクは最も小さくなる。このため、小さい操作トルクにより弁体 14 を閉じることができ、弁体の回転駆動手段の規模を縮小できる。また、小さいシール量 SW1 の第 1 シール面 18 (1) に弁体 14 の外周面 14 s を当接させることにより、シートリング 12 及び弁体 14 の高寿命化を図ることができる。この場合、シール量 SW1 は最も小さいが、弁体 14 が受ける流体圧力が 0.5 MPa で最も小さいため、シール性能維持のために充分である。よって、小さい操作トルクにより弁体 14 を閉じるとともに、シール性能を維持することができる。

[0020] また、内周シール構造 16 によれば、流体圧力が 1.0 MPa であり、弁

体14の外周面14sを第2シール面18(2)で停止させて弁体14を閉じるように操作トルクを設定した場合でも、弁体14の外周面14sに係止シール面18(3)で停止させて弁体14を閉じるように操作トルクを設定した場合に比して、小さい操作トルクにより弁体14を閉じることができる。また、内周シール構造16によれば、弁体14の外周面14sに係止シール面18(3)で停止させて弁体14を閉じる場合に比して、小さい操作トルクで弁体14を閉じるための方法として、第1シール面18(1)又は第2シール面18(2)のいずれか一方を選択することができる。また、内周シール構造16によれば、流体圧力が1.0MPaを超える高圧である場合、弁体14の外周面14sを停止させて弁体14を閉じる位置として、係止シール面18(3)を選択することができる。この場合、想定外に大きな操作トルクが生じたとしても、弁体14が係止凸部20に係止されて止まり、弁体14が係止シール面18(3)から離脱することはない。

[0021] また、弁体14がオーバーランして係止凸部20に係止され係止シール面18(3)で止まった時、シール量(弁体14が内周シール構造16を押し潰す量、すなわち弁体14が入り込む深さ)は大きく、シール性能は向上する。但し、その分、操作トルクは大きくなる。すなわち、設定した操作トルクで、弁体14を回転させれば、シール性能を維持できる。弁体開度の調整作業において、弁体14がシール部を徒過して振り切ることは、気にしなくて良くなり、作業性は向上する。また、内周シール構造16の摩耗等(図5(a)に摩耗後のシール面19を示す)によりシール性能が低下する。この時、図5(a)に2点鎖線で示すように、弁体14を閉じる方向に、弁体14を締め切り位置より余分に回転させるように調整することで(駆動部のストッパーの調整など。)、シール性能の回復を容易に見込める。このため、製品寿命を長くすることができる。なお、従来技術の場合、製品寿命を長くするためには、摩耗してもシール性能を維持できるように、シール量を大きく設定しておく必要がある。例えば、図5(b)に2点鎖線で示すように、より大きなシール面113を形成するように、シール量を大きく設定してお

く必要がある。このため、必要な操作トルクは大きくなる。

[0022] また、内周シール構造 16 によれば、弁体 14 の回転により弁体 14 の外周面 14 s が移動する方向に、第 1 シール面 18 (1)、第 2 シール面 18 (2)、係止シール面 18 (3)、係止凸部 20 の順に配置されているため、第 1 シール面 18 (1) で弁体 14 が停止するように、操作トルクを設定した場合、確実に弁体 14 の外周面 14 s が第 1 シール面 18 (1) に当接して停止する。すなわち、弁体 14 が係止凸部 20 に当たって停止して外周面 14 s が第 1 シール面 18 (1) に到達しないことはない。

[0023] ここで、シール面が凹曲面形状であることによる作用効果を、図 5 に基づいて、以下に説明する。図 5 において、X 軸は弁体の外周面の移動量を示す。図 5 (a) 及び (b) において、斜線でハッチングした部分は、シートリングのシール部において弁体によって押し潰される部分である。図 5 (c) において、Y 軸はシール量を示す。図 5 (c) において、実線は、本願発明におけるシール量の変化を示し、2 点鎖線は、従来技術におけるシール量の変化を示す。図 5 において、DL は締め切り位置である。図 5 (c) に示すように、本願発明の場合、シール量は徐々に増大していく。これに対して、従来技術の場合、シール量は 0 点から急激に増大する。このため、本願発明は、従来技術に比して、シール部を潰す総量は少なく、弁体を回転させて閉じるための操作トルクは少なくなる。

[0024] (シート構造 34)

本願発明のバタフライバルブ 10 のシート構造 34 の作用及び効果について、図 3 に基づいて、以下に説明する。上述のように、連続第 1 シール面 18 (1) ex、連続第 2 シール面 18 (2) ex、連続係止シール面 18 (3) ex、及び連続係止凸部 20 ex は、弁体 14 の外周面 14 s と弁体側当接面 28 との間に接続された弁体連接面 32 の湾曲形状の側辺 32 si に対して、当接した時に全体が密着する湾曲形状を有している。このため、弁体 14 を第 1 シール面 18 (1) に当接させて閉じるように設定した場合、弁体 14 の側辺 32 si は、シートリング 12 の連続第 1 シール面 18 (1)

) e x に当接する。すなわち、湾曲形状の側辺 3 2 s i の全体が湾曲形状の連続第 1 シール面 1 8 (1) e x に当接する。この時、弁体連接面 3 2 がシート連接面 3 1 に当接する。これにより、弁体 1 4 とシートリング 1 2 との当接面積を広くして、シール性能を向上させることができる。また、弁体 1 4 の側辺 3 2 s i は所定のシール量で連続第 1 シール面 1 8 (1) e x に入り込んでいる。このため、シール性能を向上させることができる。弁体 1 4 を第 2 シール面 1 8 (2) に当接させて閉じるように設定した場合、及び、弁体 1 4 を係止シール面 1 8 (3) に当接させて閉じるように設定した場合も、同様にして、弁体 1 4 の側辺 3 2 s i 近辺とシート側当接面 3 0 とのシール性能を向上させることができる。特に、係止シール面 1 8 (3) に当接させて閉じるように設定した場合には、弁体 1 4 の側辺 3 2 s i の全体が連続係止凸部 2 0 に当接するため、より当接面積を広くして、よりシール性能を向上させることができる。

[0025] 次に、図 6 に基づいて、本願発明のシート構造 3 4 における内周シール構造（シール部） 1 6 とシート側当接面 3 0 との繋ぎ部 3 5 の作用効果を説明する。図 6 (a) において、繋ぎ部 3 5 を斜線のハッチングで示す。図 6 (b) において、繋ぎ部 1 1 2 を斜線のハッチングで示す。図 6 (a) において、シール線（弁座） V S を 2 点鎖線で示す。図 6 (b) において、弁座稜線 V S を 2 点鎖線で示す。本願発明のシート構造 3 4 は、内周シール構造 1 6 及びシート側当接面 3 0 が共に凹形状のため、繋ぎ部 3 5 において、内周シール構造 1 6 及びシート側当接面 3 0 の形状をスムーズに繋げることができる。このため、繋ぎ部 3 5 において、余計な操作トルクを必要としない。これに対して、従来技術においては、図 6 (b) に示すように、シール部 1 1 0 は凸形状であるのに対してシート側当接面 1 1 4 は凹形状である。このため、繋ぎ部 1 1 2 には、凸から凹への切り替し部が必要となる。そこで、シール部 1 1 0 の形状とシート側当接面 1 1 4 の形状とをスムーズに繋げるためには、理論上必要な形状 1 1 2 o r よりも幅の大きな形状 1 1 2 o v が必要となった。これにより、必要な操作トルクは、大きくなった。また、こ

の切り替え部が、シール性能不良の設計上の原因となりやすいので、実機でシール性能を確認する等の作業が必要であった。このため、従来技術の場合、多くの開発工数がかかっていた。しかし、本願発明は、このような作業が不要となり、開発の容易化につながる。

[0026] また、本願発明に係るシートリング12において、弁体14の外周面30Sが当接するシート部300は、図8及び図9に示すように、弁体14側に凹曲面28CCを有してもよい。この場合、弁体14は、弁棒の回転中心C1のまわりに時計まわりに回転し、外周面30Sが凹曲面28CCに当接し、外周面30Sが凹曲面28CCに入り込むシール量SWが徐々に増大した後、図8に示すシール位置で停止するように構成される。シール位置とは、回転していた弁体14がシート凸部28CVからの抵抗力により完全に停止する位置である。シール位置は、弁体14の回転トルク、シートリング12の弾性係数、及びシート凸部28CVの寸法によって定まる。図8に示すシート部300の場合、外周面30Sが凹曲面28CCに入り込むシール量SWが徐々に増大し、凹曲面28CCからの抵抗力により、弁体14の回転速度が徐々に減少し十分に減少した状態で、シール位置で停止する。このため、弁体14を確実にシール位置で停止させることができる。

[0027] この凹曲面28CCの形成方法の一例を、以下に説明する。CAD画面において、最初に、例えば弁体の外周面の回転軌跡円R1を描き、回転軌跡円R1に対して、半径が一定ピッチで小さくなる複数のピッチ円を描く。また、回転中心C1と、シール位置において外周面が凹曲面に接する点と、を通る直線STOを描き、直線STOに対して、半時計まわりに一定角度ピッチで回転させた、回転中心C1を通る複数のピッチ直線を描く。次に、回転軌跡円R1及びピッチ円と、直線STO及びピッチ直線と、の交点の中から、凹曲面を形成できるような所定の交点を選択する。選択した交点を通るスプライン曲線を描き、このスプライン曲線が凹曲面28CCとなる。

[0028] 凹曲面28CCの形成方法の一例を、図9に従って、以下に具体的に説明する。弁体14の回転中心C1を中心とする回転軌跡円R1の半径を r_1 と

する。まず、回転軌跡円 R_1 を描く。次に、回転軌跡円 R_1 に対して、半径が d mm (例えば 1 mm) ピッチで小さくなる複数の円を描く。すなわち、半径 $r_1 - d$ mm のピッチ円 R_2 、半径 $r_1 - 2 \cdot d$ mm のピッチ円 R_3 、半径 $r_1 - 3 \cdot d$ mm のピッチ円 R_4 、半径 $r_1 - 4 \cdot d$ mm のピッチ円 R_5 、及び半径 $r_1 - 5 \cdot d$ mm のピッチ円 R_0 を描く。各円を描く順序は限定されない。

[0029] 弁体 14 がシール位置にある時、 θ (弁体 14 の回転角度) $= 0^\circ$ とする。回転中心 C_1 と、シール位置において外周面 30S が凹曲面 28CC に接する点 P_0 と、を通る直線 ST_0 を描く。次に、 ST_0 に対して、半時計まわりに角度 θ_1 (例えば 3°) ピッチで回転させた、回転中心 C_1 を通る複数のピッチ直線を描く。すなわち、 $\theta = 0$ のときの C_1 を通る直線 ST_0 、 $\theta = -\theta_1$ のときのピッチ直線 ST_5 、 $\theta = -2 \cdot \theta_1$ のときのピッチ直線 ST_4 、 $\theta = -3 \cdot \theta_1$ のときのピッチ直線 ST_3 、 $\theta = -4 \cdot \theta_1$ のときのピッチ直線 ST_2 、及び $\theta = -5 \cdot \theta_1$ のときのピッチ直線 ST_1 を描く。各直線を描く順序は限定されない。

[0030] ST_1 と回転軌跡円 R_1 との交点 P_5 、 ST_2 と R_2 との交点 P_4 、 ST_3 と R_3 との交点 P_3 、 ST_4 と R_4 との交点 P_2 、 ST_5 と R_5 との交点 P_1 、及び ST_0 と R_0 との交点 P_0 をプロットする。次に、これら交点 P_5 等を通るスプライン曲線を描く。このスプライン曲線が凹曲面 28CC となる。 P_5 は、弁体 14 の外周面 30S がシートリング 12 の凹曲面 28CC に接し始める点である。 P_5 においては、シール量 $SW_0 = 0$ mm であり、 P_4 においては、シール量 $SW_4 = 1 \cdot d$ mm であり、 P_3 においては、シール量 $SW_3 = 2 \cdot d$ mm であり、 P_2 においては、シール量 $SW_2 = 3 \cdot d$ mm であり、 P_1 においては、シール量 $SW_1 = 4 \cdot d$ mm であり、 P_0 においては、シール量 $SW_0 = 5 \cdot d$ mm である。以上、凹曲面 28CC の形成方法の一例を説明したが、凹曲面 28CC の形成方法は限定されない。

[0031] 以上、本願発明の実施形態について説明したが、本願発明は上述の実施形

態に限定されず、同一の作用及び効果が生じる範囲で適宜変更を加えて実施できる。例えば、本願発明のバルブは、バタフライバルブに限定されず、バルブの種類は限定されない。また、本願発明のバタフライバルブには、一軸偏心、二軸偏心及び三軸偏心のものが含まれる。また、第1シール面18（1）及び第2シール面18（2）の何れか一方のみを備える構成であってもよい。この場合、第1シール面18（1）及び第2シール面18（2）の何れか一方で弁体14を閉じるように操作トルクを設定することにより、係止シール面18（3）で閉じるよりも小さい操作トルクで閉じることができる。また、第1シール面18（1）、第2シール面18（2）、及び係止シール面18（3）によって凹面を形成してもよい。

符号の説明

- [0032] 10：バタフライバルブ（バルブ）
12：シートリング
12i：内周面
14：弁体
14s：外周面
16：内周シール構造
18（1）：第1シール面
18（1）ex：連続第1シール面
18（2）：第2シール面
18（2）ex：連続第2シール面
18（3）：係止シール面
18（3）ex：連続係止シール面
20：係止凸部
20ex：連続係止凸部
22：弁棒
24：シート側弁棒孔
26：弁体側弁棒孔

28 : 弁体側当接面

30 : シート側当接面

31 : シート連接面

32 : 弁体連接面

32 s i : 側辺

33 : シート側当接面

34 : シート構造

C1 : 回転中心

SW1、SW2、SW3 : シール量

請求の範囲

- [請求項1] バルブのシートリングに備えられ、該シートリングの内周面から膨出し、流体圧力が負荷される弁体の外周面が当接する内周シール構造であり、
- 凹面形状であり、前記弁体の前記外周面が当接して停止可能な第1シール面と、
- 前記弁体が係止され、該弁体の回転が規制される係止凸部と、
- 前記弁体が前記係止凸部に係止された時に、該弁体の前記外周面が当接して停止可能な係止シール面と、
- を備え、
- 前記第1シール面よりも前記係止シール面の方が、前記弁体の前記外周面が入り込む深さであるシール量が大きくなるように構成された内周シール構造。
- [請求項2] 前記弁体の回転により該弁体の前記外周面が移動する方向に、前記第1シール面、前記係止シール面、前記係止凸部の順に配置された請求項1に記載する内周シール構造。
- [請求項3] 凹面形状であり、前記弁体の前記外周面が当接して停止可能であり、前記第1シール面に連続する第2シール面を備え、
- 前記弁体の回転による該弁体の前記外周面が移動する方向に、前記第1シール面、前記第2シール面、前記係止シール面、前記係止凸部の順に配置され、
- 前記第1シール面よりも前記第2シール面の方が、シール量が大きくなるように構成され、
- 前記第2シール面よりも前記係止シール面の方が、シール量が大きくなるように構成された請求項1又は2に記載する内周シール構造。
- [請求項4] バルブのシートリングに備えられたシート構造であり、
- 前記請求項1又は2に記載する内周シール構造と、
- 前記弁体の回転中心を構成する弁棒が挿入されるシート側弁棒孔と

、

前記シート側弁棒孔の周辺に設けられ、前記弁体が有する弁体側弁棒孔の周辺の弁体側当接面が当接されるシート側当接面と、

前記第 1 シール面に連続し、前記シート側当接面まで延びる連続第 1 シール面と、

前記係止凸部に連続し、前記シート側当接面まで延びる連続係止凸部と、

前記係止シール面に連続し、前記シート側当接面まで延びる連続係止シール面と、を備え、

前記連続第 1 シール面、前記連続係止凸部、及び連続係止シール面は、前記弁体の前記外周面と弁体側当接面との間に接続された弁体連接面の側辺に対して、当接した時に全体が密着する形状を有するシート構造。

[請求項5]

前記請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載する内周シール構造を含むバルブ。