

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-121547

(P2009-121547A)

(43) 公開日 平成21年6月4日(2009.6.4)

(51) Int.Cl.

F16K 7/16 (2006.01)

F1

F16K 7/16

A

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2007-294515 (P2007-294515)
 (22) 出願日 平成19年11月13日 (2007.11.13)

(71) 出願人 000117102
 旭有機材工業株式会社
 宮崎県延岡市中の瀬町2丁目5955番地
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100147599
 弁理士 丹羽 匡孝
 (74) 代理人 100112357
 弁理士 廣瀬 繁樹
 (74) 代理人 100140028
 弁理士 水本 義光

最終頁に続く

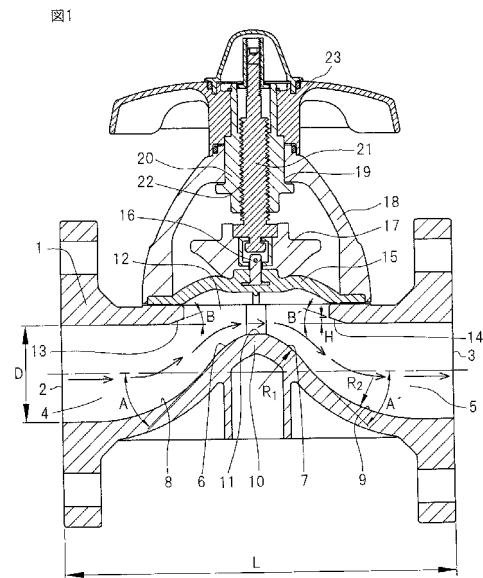
(54) 【発明の名称】 ダイヤフラムバルブ

(57) 【要約】

【課題】コンパクトな構造を維持したまま流量を増加させることができ、バルブ内を流れる流体の圧力損失を低減できるダイヤフラムバルブを提供する。

【解決手段】ダイヤフラムバルブは、流入口2及び流出口3からそれぞれ流路軸線方向に延びる第1流路4及び第2流路5、頂面に形成され第1流路及び第2流路に通じる開口部12、第1流路4及び第2流路5の底面から開口部12に向かって延び頂部に弁座11が形成されている仕切壁10を設けられた本体1と、本体1の頂面に取り付けられたボンネット18と、開口部12を覆うように配置され且つ本体1とボンネット18との間に周縁部を挟持されたダイヤフラム15と、ダイヤフラムを駆動するための駆動部とを備え、仕切壁の両側面が第1流路及び第2流路の底面から変曲点まで延びる凹状湾曲面8, 9と変曲点から弁座11まで延びる凸状湾曲面6, 7とによって構成されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対向する二つの側面にそれぞれ形成された流入口及び流出口からそれぞれ流路軸線方向に延びる第 1 流路及び第 2 流路、頂面に形成され前記第 1 流路及び前記第 2 流路に通じる開口部、前記第 1 流路及び前記第 2 流路の底面から前記開口部に向かって延び頂部に弁座が形成されている仕切壁を設けられた本体と、該本体の頂面に取り付けられたボンネットと、前記本体の前記開口部を覆うように配置され且つ前記本体と前記ボンネットとの間に周縁部を挟持されたダイヤフラムと、前記ダイヤフラムを駆動するための駆動部とを備え、前記ダイヤフラムが駆動部によって前記弁座に圧接離間されるようになっているダイヤフラムバルブにおいて、

10

前記仕切壁の上端に形成された前記弁座と前記第 1 流路及び前記第 2 流路の底面とを接続する前記仕切壁の両側面が前記第 1 流路及び前記第 2 流路の底面から変曲点まで延びる凹状湾曲面と前記変曲点から前記弁座まで延びる凸状湾曲面とによって構成されていることを特徴とするダイヤフラムバルブ。

【請求項 2】

前記開口部の内周面と前記第 1 流路及び前記第 2 流路の天井面との交差部に面取り部を設けた、請求項 1 に記載のダイヤフラムバルブ。

【請求項 3】

前記面取り部の角度が流路軸線に対して $15 \sim 30^\circ$ であり、前記面取り部の高さ方向の寸法が 2 mm 以上である、請求項 2 に記載のダイヤフラムバルブ。

20

【請求項 4】

前記変曲点における前記仕切壁の側面の傾斜角度が、流路軸線に対して 45° 以下である、請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載のダイヤフラムバルブ。

【請求項 5】

前記ダイヤフラムバルブの面間寸法 L と前記開口の内径 D が、 $L \geq 3D + 95 \text{ (mm)}$ の関係を満たすように定められている、請求項 1 から請求項 4 の何れか一項に記載のダイヤフラムバルブ。

【請求項 6】

前記凸状湾曲面と前記凹状湾曲面が円弧状に形成されており、該凸状湾曲面の半径が、該凹状湾曲面の半径より小さくなるように定められている、請求項 1 から請求項 5 の何れか一項に記載のダイヤフラムバルブ。

30

【請求項 7】

前記凸状湾曲面の半径 R_1 と前記凹状湾曲面の半径 R_2 が、 $1.0R_1 < R_2 \leq 1.5R_1$ の関係を満たすように定められている、請求項 6 に記載のダイヤフラムバルブ。

【請求項 8】

前記第 1 流路及び前記第 2 流路の内周面の表面粗さ R_a が $6.3 \mu\text{m}$ 以下である、請求項 1 から請求項 7 の何れか一項に記載のダイヤフラムバルブ。

【請求項 9】

前記駆動部が、手動式、空気駆動式又は電気駆動式である、請求項 1 から請求項 8 の何れか一項に記載のダイヤフラムバルブ。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、化学工場、または半導体製造分野、液晶製造分野、食品分野などの各種産業に使用されるダイヤフラムバルブに関するものであり、さらに詳しくは、コンパクトな構造を維持したままバルブ内を流れる流体の圧力損失を低減でき、流量を増加させることができるダイヤフラムバルブに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、各種産業に使用されるダイヤフラムバルブとして、図 4 に示すようなダイヤフラ

50

ムバルブがあった（例えば、特許文献 1 参照）。このようなダイヤフラムでは、バルブ本体 101 に、第一流路 104 と第二流路 105 と両流路の中間に位置するウエア部 106 とが設けられており、バルブ本体 101 上には、バルブ本体 101 のダイヤフラム取付座 109 上にダイヤフラム 108 の周縁を挾持するようにボンネット 110 が取付けられていた。ボンネット 110 の上部には、内面に雌ねじを有するスリーブ 111 が回転可能に取付けられ、バルブシステム 112 がスリーブ 111 に螺合して昇降できるようになっており、また、バルブシステム 112 の下端部には押圧体 113 が装着され、この押圧体 113 にダイヤフラム 108 の中央部が固定されていた。さらに、第一流路 104 及び第二流路 105 の底面とウエア部の頂部に形成される弁座面 107 との間は、弁座面 107 から第一開口 102 及び第二開口 103 に向かって凹状に湾曲した第一凹状湾曲面 117 及び第 2 凹状湾曲面 118 によってそれぞれ接続されていた。

10

【0003】

【特許文献 1】特開平 8 - 121618 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、前記ダイヤフラムバルブの流路は大きな流量が流れにくい形状をしていた。第一開口 102 から流入して第一流路 104 を流れる流体は、第一凹状湾曲面 117 に沿って流れることで上方に向かって立ち上がって斜め上向きに流れるようになり、弁座面 107 を乗り越えるときに、弁座面 107 から離れてダイヤフラム 108 に衝突し、これにより流れ方向を変えて、第二流路 105 側に流入する（図 4 の矢印参照）。ところが、このように流体がダイヤフラム 108 に衝突して強制的に流れの向きが変えられると、流体の円滑な流れが妨げられ、圧力損失が生じる。また、第一流路 104 を流れる流体は、第一開口 102 から直線的に流れるため、その慣性によってウエア部付近では第一凹状湾曲面 117 側に偏って流れる傾向があり、これにより、バルブ本体 101 の上面に形成された開口部 114 の内周面と第一流路 104 の天井面とが交差する第一交差部 115 よりも下流側に位置するダイヤフラム 108 とバルブ本体 101 との当接部分付近では、流量が少なくなると流体が滞留しやすくなる。この結果、滞留部分と流動部分との境目から、滞留部分へ逆流して流れる乱流 X が発生して、圧力損失を生じさせる。

20

【0005】

次に、第二流路 105 側へ流入した流体は、ダイヤフラム 108 に衝突して流れ方向を変えられたものであるため、第二凹状湾曲面 118 に沿って流ることができず、開口部 114 の内周面と第二流路 105 の天井面とが交差する第二交差部 116 側に偏って流れる傾向がある。これにより、第二凹状湾曲面 118 側は流量が少なくなると流体が滞留しやすくなる。この結果、滞留部分と流動部分との境目から滞留部分へ逆流して流れる乱流 Y が発生して、圧力損失を生じさせる。

30

【0006】

また、第二交差部 116 側に偏って流れる流体は、第二交差部 116 で流路面積を絞られた後、第二流路 105 の底面側に向かって流れる。これにより、第二交差部 116 よりも下流の第二流路 105 の天井面側は流量が少なくなると流体が滞留する傾向がある。この結果、滞留部分と流動部分との境目から、滞留部分へ逆流して流れる乱流 Z が発生して、圧力損失を生じさせる。そして、ダイヤフラムバルブを通過した流体が第二開口 103 から流出される。

40

【0007】

以上のように、流体がダイヤフラム 108 に衝突することによって生じる圧力損失や、各所に発生した乱流 X、Y、Z によって生じる圧力損失により、バルブ本体 101 を通過する流体は圧力損失を生じた部分で流れを妨げられて、流量が著しく低下するという問題があった。

【0008】

これに対し、乱流 X、Z の発生を抑えるためには、第一交差部 115 及び第二交差部 1

50

16にテーパを設ける手法をとり得る。しかし、従来の流路にテーパを設けただけでは乱流を小さくすることはできても、乱流X、Zの発生を防止することはできない。また、第一交差部115及び第二交差部116にテーパを設ける手法では、乱流Yの発生を小さくすることも防止することもできず、また、流体がダイヤフラム108に衝突することによって発生する圧力損失については改善できないため、第一交差部115及び第二交差部116にテーパを設けるだけでは不十分である。

【0009】

また、乱流Yの発生や流体がダイヤフラム108へ衝突することを抑えるためには、第一流路104及び第二流路105の底面とウエア部の頂部の弁座面との間に延びる第一凹状湾曲面117及び第二凹状湾曲面118の立ち上がり角度を小さくする手法をとり得る。しかし、弁座面107の高さ位置を維持したままで、第一流路104及び第二流路105の立ち上がり角度を小さくして流路を形成すると、立ち上がり角度に合わせてバルブの面間を大きくしなければならず、バルブが大きくなる問題や、第一交差部115及び第二交差部116における第一流路104及び第二流路105の流路面積が小さくなり、得られる効果が相殺されて結果的に流量が小さくなるという問題が生じる。

10

【0010】

さらに、流量を増加させるためには、開口部114を大きくすることで流路面積を大きくして流量を増加させる手法もとり得る。しかし、開口部114を大きくすることによって、バルブ本体101及びボンネット110の幅や面間が大きくなって、バルブ自体が大きくなってしまい、装置内部など狭隘な空間でバルブを設置するときの施工性や操作性が著しく低下する問題や、開口部114の面積を大きくすることに伴ってダイヤフラム108を大きくすることで、流体内圧に対するダイヤフラム108への負荷が大きくなってバルブの寿命が短くなるという問題が生じる。また、ダイヤフラム108を補強するために肉厚を厚くすると、特に空気駆動式または電気駆動式のダイヤフラムバルブでは、ダイヤフラム108の応答特性が悪くなるという問題が生じる。

20

【0011】

また、弁座面107の高さ位置を低くして、流路との高低差を小さくすると共に、弁座面107とダイヤフラム108との間の流路面積を大きくして流量を増加させる手法もとり得る。しかし、弁座面107の位置を低くすると、ダイヤフラム108の開閉ストロークが増加して、バルブ開閉時のダイヤフラム108の変形量が大きくなり、ダイヤフラム108の屈曲疲労や伸縮疲労が大きくなる。この結果、ダイヤフラム108の耐久性が低下してダイヤフラム108の寿命が短くなったり、破損しやすくなったりするという問題が生じる。特に、空気駆動式または電気駆動式のダイヤフラムバルブのような開閉回数の多い仕様では、ダイヤフラム108の耐久性の低下はバルブの寿命を短くさせることにつながる。

30

【0012】

本発明は、以上のような従来技術の問題点に鑑みなされたものであり、コンパクトな構造を維持したまま流量を増加させることができ、バルブ内を流れる流体の圧力損失を低減できるダイヤフラムバルブ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】

40

【0013】

本発明は、上記の課題を解決するために、対向する二つの側面にそれぞれ形成された流入口及び流出口からそれぞれ流路軸線方向に延びる第1流路及び第2流路、頂面に形成され前記第1流路及び前記第2流路に通じる開口部、前記第1流路及び前記第2流路の底面から前記開口部に向かって延び頂部に弁座が形成されている仕切壁を設けられた本体と、該本体の頂面に取り付けられたボンネットと、前記本体の前記開口部を覆うように配置され且つ前記本体と前記ボンネットとの間に周縁部を挟持されたダイヤフラムと、前記ダイヤフラムを駆動するための駆動部とを備え、前記ダイヤフラムが駆動部によって前記弁座に圧接離間されるようになっているダイヤフラムバルブにおいて、前記仕切壁の上端に形成された前記弁座と前記第1流路及び前記第2流路の底面とを接続する前記仕切壁の両側

50

面が前記第1流路及び前記第2流路の底面から変曲点まで延びる凹状湾曲面と前記変曲点から前記弁座まで延びる凸状湾曲面とを含むようにしたダイヤフラムバルブを提供する。

【0014】

上記ダイヤフラムバルブにおいて、前記開口部の内周面と前記第1流路及び前記第2流路の天井面との交差部に面取り部を設けることが好ましい。

【0015】

また、前記面取り部の角度が流路軸線に対して $15 \sim 30^\circ$ であり、前記面取り部の高さ方向の寸法が 2 mm 以上であることが好ましい。

【0016】

また、前記変曲点における前記仕切壁の側面の傾斜角度が、流路軸線に対して 45° 以下であることが好ましい。

10

【0017】

さらに、前記ダイヤフラムバルブの面間寸法 L と前記開口の内径 D が、 $L \geq 3D + 95$ (mm) の関係を満たすように定められていることが好ましい。

【0018】

また、前記凸状湾曲面と前記凹状湾曲面が円弧状に形成されており、該凸状湾曲面の半径が、該凹状湾曲面の半径より小さくなるように定められていることが好ましい。

【0019】

上記の場合、前記凸状湾曲面の半径 R_1 と前記凹状湾曲面の半径 R_2 が、 $1.0R_1 < R_2 \leq 1.5R_1$ の関係を満たすように定められていることがさらに好ましい。

20

【0020】

また、前記第1流路及び前記第2流路の内周面の表面粗さ R_a が $6.3 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0021】

前記駆動部は、手動式、空気駆動式または電気駆動式とすることができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明は以上のように構成したので、以下の優れた効果が得られる。

(1) 第一流路および第二流路の底面と弁座との間に凸状湾曲面と凹状湾曲面とを連続して形成して接続することにより、流体が弁座を乗り越えるときに流路の底面に沿って流れるようになり、流体のダイヤフラムへの衝突や、第二凸状湾曲面から第二凹状湾曲面付近での乱流の発生が防止され、圧力損失を低減することができる。

30

(2) 弁本体の頂面に形成された開口部の内周面と第一流路及び第二流路の天井面との交差部に面取り部を設けることにより、第一流路及び第二流路の流路面積を大きくすることができると共に、第一流路及び第二流路内を流れる流体の流れ方向を流路軸線方向へ誘導することができる。

(3) 第一流路及び第二流路の底面と弁座との間に凸状湾曲面と凹状湾曲面とを連続して形成して接続し、且つ、弁本体の頂面に形成された開口部の内周面と第一流路及び第二流路の天井面との交差部に面取り部を設けることにより、面取り部の下流側での乱流の発生が防止されて圧力損失を低減させることができ、相乗効果によって流体を無駄なく円滑に流すことができ、大幅な圧力損失の低減によって流量を増加させることができる。

40

(4) また、上記の構成により、弁座面の位置を低くしたり、本体の頂面の開口部を大きくしたり、面間を広くすることなく、コンパクトな形状を維持したまま流量を増加させることができる。

(5) さらに、ダイヤフラムにかかる流体による負荷を低減させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明するが、本発明が本実施形態に限定されないことは言うまでもない。

【0024】

50

図 1 は本発明の第一の実施形態を示すダイヤフラムバルブの縦断面図である。図 2 は図 1 の要部拡大縦断面図である。図 3 は空気駆動式のダイヤフラムバルブを示す部分断面図である。

【0025】

最初に、図 1 および図 2 に基づいて本発明の実施形態であるダイヤフラムバルブの構成について説明する。ダイヤフラムは、弁本体 1 と、ダイヤフラム 15 と、コンプレッサ 17 と、ボンネット 18 と、ステム 21 と、ハンドル 23 とを備える。弁本体 1 はポリ塩化ビニル（以下、PVC と記す）から作製されており、その面間寸法 L が 210 mm、第一開口 2 及び第二開口 3 の内径 D が 50 mm となっている。弁本体 1 の内部には、弁本体 1 の対向する側面の一方に形成された第一開口すなわち流入口 2 から流路軸線方向に延びる第一流路 4 と、弁本体の対向する側面の他方に形成された第二開口すなわち流出口 3 から流路方向に延びる第二流路 5 と、これら第一流路 4 及び第二流路 5 の中間に位置する仕切壁 10 とが設けられている。また、弁本体 1 の頂面には、第一流路 4 及び第二流路 5 に連通する開口部 12 が設けられている。仕切壁 10 は、第一流路 4 及び第二流路 5 の底面から開口部 12 に向かって延びており、その頂部には、ダイヤフラム 15 が圧接離間する弁座 11 が形成されている。また、仕切壁 10 の頂部に形成された弁座 11 と第一流路 4 の底面のうちの流路軸線と平行に延びる部分とを接続する仕切壁 10 の側面は、弁座 11 から第一流路 4 の底面に向けて凸状に湾曲して延びる第一凸状湾曲面 6 とこれに連続して凹状に湾曲して延び第一流路 4 の底面に接続する第一凹状湾曲面 8 とによって構成されており、第一流路 4 の底面の一部をなしている。同様に、弁座 11 と第二流路 5 の底面のうちの流路軸線と平行に延びる部分とを接続する仕切壁 10 の側面は、弁座 11 から第二流路 5 の底面に向けて凸状に湾曲して延びる第二凸状湾曲面 7 とこれに連続して凹状に湾曲して延び第二流路 5 の底面に接続する第二凹状湾曲面 9 とによって構成されており、第二流路 5 の底面の一部をなしている。仕切壁 10 における第一流路 4 及び第二流路 5 側の側面の傾斜角度 A 及び A' は共に流路軸線に対して 45° になるように形成されている。また、第一凸状湾曲面 6、第一凹状湾曲面 8、第二凸状湾曲面 7 及び第二凹状湾曲面 9 はいずれも図 1 の縦断面において円弧状になっており、第一凸状湾曲面 6 及び第二凸状湾曲面 7 の半径 R_1 と第一凹状湾曲面 8 及び第二凹状湾曲面 9 の半径 R_2 は $R_2 = 1.3 R_1$ となるように定められている。

【0026】

ここで、第一流路 4 側の仕切壁 10 の側面の傾斜角度 A 及び第二流路 5 側の傾斜角度 A' とは、第一凸状湾曲面 6 から第一凹状湾曲面 8 に遷移する変曲点及び第二凸状湾曲面 7 から第二凹状湾曲面 9 に遷移する変曲点における接線が流路軸線に対してなす角度を意味する。上記の実施形態では、傾斜角度 A 及び A' はともに 45° に形成されているが、必ずしもこの角度に限定されるものではない。しかしながら、傾斜角度 A 及び A' は、流路軸線に対してバルブ中心から各々の直近の開口側への方向を 0° としたときに、流路軸線に対して下側に 45° 以下であることが望ましく、 $40^\circ \sim 45^\circ$ がさらに望ましい。傾斜角度 A 及び A' を 45° 以下にすると、流体の流れのベクトルは流路軸線に対して垂直方向より流路軸線方向の成分が大きくなることから、第一流路 4 を流れる流体が弁座 11 を乗り越えるときに弁座 11 に沿って流路軸線方向に流れるようになって、流体がダイヤフラム 15 に衝突しにくくなると共に、第二流路 5 側に流入するときに流体が第二凸状湾曲面 7 に沿って流れ易くなり、第二流路 5 の第二凸状湾曲面 7 側や第二凹状湾曲面 9 側にも流体が流れて乱流の発生を抑える。したがって、傾斜角度 A 及び A' は流路軸線に対して 45° 以下であることが望ましい。また、バルブを大きくすることなく弁本体 1 の流路を好適な条件で形成するには、 40° 以上であることが望ましい。

【0027】

また、ダイヤフラムバルブの面間寸法 L とは、第一開口 2 及び第二開口 3 がそれぞれ設けられた弁本体 1 の対向する側面の間の流路軸線方向の長さを意味する。上記実施形態では、面間寸法 L が 210 mm、第一開口 2 及び第二開口 3 の内径 D が 50 mm として説明しているが、面間寸法 L 、第一開口 2 及び第二開口 3 の内径 D がこれらに限定されないこ

10

20

30

40

50

とはもちろんである。しかしながら、ダイヤフラムバルブの面間寸法 L と、第一開口 2 及び第二開口 3 の内径 D は、 $L = 3D + 95$ (mm) の関係にあることが望ましく、 $3D + 50 = L = 3D + 95$ (mm) の関係にあることがさらに望ましい。弁座 11 の高さを維持したまま、流路の立ち上がり角度を大きくさせないためには、 $3D + 50 = L$ (mm) が良く、流体の流れを円滑にした状態を維持したまま面間を小さくしてダイヤフラムバルブを大きくさせないためには $L = 3D + 95$ (mm) が良い。

【0028】

また、上記実施形態では、第一凸状湾曲面 6 及び第二凸状湾曲面 7 の半径 R_1 と第一凹状湾曲面 8 及び第二凹状湾曲面 9 の半径 R_2 は $R_2 = 1.3R_1$ となるように定められると説明しているが、これに限定されるものではない。しかしながら、第一凸状湾曲面 6 及び第二凸状湾曲面 7 の半径 R_1 と第一凹状湾曲面 8 及び第二凹状湾曲面 9 の半径 R_2 は、 $1.0R_1 < R_2 < 1.5R_1$ であることが望ましい。 R_1 が R_2 より大きいと、流体が弁座 11 を乗り越えるときに流体の流れの向きを流路軸線方向に誘導しやすくなるが、その反面、流路面積を狭める傾向にある。また、 R_2 が R_1 の 1.5 倍より大きくなると、第一流路 4 側及び第二流路 5 側の仕切壁 11 の側面の傾斜角度が大きくなり、流体の流れについて流路軸線に対して垂直方向側へ向かう力が強くなる。これらのことから、流体の流れの向きを流路軸線方向に誘導し、流路面積を狭めないためには、第一凸状湾曲面 6 及び第二凸状湾曲面 7 の半径 R_1 と第一凹状湾曲面 8 及び第二凹状湾曲面 9 の半径 R_2 は、 $1.0R_1 < R_2 < 1.5R_1$ であることが望ましい。

【0029】

さらに、弁本体 1 の第一流路 4 及び第二流路 5 の内周面の表面粗さ R_a は、流体が流路底面をより円滑に流れるために、 $6.3\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。また、表面粗さ R_a の下限は低ければ低いほど望ましいが、弁本体 1 の成形性を損なわず、部品の取り扱いを困難にさせないためには $0.1\mu\text{m}$ 以上であることが望ましい。

【0030】

弁本体 1 の上面に形成された開口部 12 の内周面と第一流路 4 の天井面との交差部には第一面取り部 13 が形成されている。第一面取り部 13 は、高さ方向の寸法 H が 3mm、面取り角度 B が流路軸線に対して 20° となるように設けられている。同様に、開口部 12 の内周面と第二流路 5 の天井面との交差部には第二面取り部 14 が形成されており、第二面取り部 14 は、高さ方向の寸法 H が 3mm、面取り角度 B' が流路軸線に対して 20° となるように設けられている。

【0031】

ここで、面取り部とは、弁本体 1 上面に形成された開口部 12 の内周面と第一流路 4 及び第二流路 5 の天井面との交差部（図 4 の第一交差部 115、第二交差部 116 参照）に形成された面取り部分を意味する。面取り部として、弁本体 1 の第一流路 4 及び第二流路 5 にそれぞれ第一面取り部 13 及び第二面取り部 14 を設けることによって、第一流路 4 及び第二流路 5 の流路面積を大きくすると共に、流体の流れの向きを流路軸線方向に誘導することで、バルブの流路内の流体抵抗を低減することができる。上記実施形態では、面取り角度 B 及び B' はいずれも流路軸線に対して 20° となるように定められているが、これに限定されるものではない。しかしながら、第一面取り部 13 の面取り角度 B 及び第二面取り部 14 の面取り角度 B' は、流路軸線に対して各々の直近の開口からバルブの中心側への方向を 0° としたときに、流路軸線に対して開口部 12 側に $15 \sim 30^\circ$ であることが望ましく、 $18 \sim 22^\circ$ であることがさらに望ましい。第一面取り部 13 及び第二面取り部 14 の面取り角度 B 及び B' は、流路面積を大きくすると共に流体の流れの向きを流路軸線方向に誘導する効果を得るためには 15° 以上が良く、流体の流れの向きを流路軸線に対して垂直方向に向かないように誘導するためには 30° 以下が良い。

【0032】

また、面取り部の高さ方向の寸法とは、図 2 に示すように、第一面取り部 13 で説明すると、第一流路 4 側の稜線 26 から開口部 12 側の稜線 27 までの流路軸線に対して垂直方向の高さ（図 2 の寸法 H の部分）を意味する。上記実施形態では、第一面取り部 13 及

び第二面取り部 1 4 の高さ方向の寸法 H はともに 3 mm とされているが、これに限定されるものではない。しかしながら、第一面取り部 1 3 及び第二面取り部 1 4 の高さ方向の寸法 H は 2 mm 以上であることが望ましく、2 ~ 5 mm であることがさらに望ましい。第一面取り部 1 3 及び第二面取り部 1 4 付近の流路面積を大きくし、流量を増加させるためには高さ方向の寸法 H は 2 mm 以上が良く、弁本体 1 とボンネット 1 8 との間のシール性を良好に保つように、弁本体 1 の開口部 1 2 周縁の肉厚を一定以上保持するためには高さ方向の寸法 H は 5 mm 以下が良い。

【 0 0 3 3 】

ダイヤフラム 1 5 はエチレンプロピレンゴム（以下、E P D M と記す）から作製されている。ダイヤフラム 1 5 の非接液面側の中央には、上部が突出した状態で埋め込み金具 1 6 が埋設されており、ダイヤフラム 1 5 は、埋め込み金具 1 6 によって、駆動部により上下方向に駆動されるコンプレッサ 1 7 に係合固定されている。ダイヤフラム 1 5 の周縁部は、弁本体 1 とボンネット 1 8 の間に挟持されており、ボンネット 1 8 の下面により弁本体 1 の上面の開口部 1 2 周辺に押しつぶされて水密状態で固定されている。

10

【 0 0 3 4 】

上記実施形態では、ダイヤフラム 1 5 の材質は E P D M とされているが、これに限定されるものではない。しかしながら、ダイヤフラム 1 5 の材質はゴム状の弾性体であることが望ましく、E P D M、イソプレンゴム、クロロプレンゴム、クロロスルホン化ゴム、ニトリルゴム、スチレンブタジエンゴム、塩素化ポリエチレン、フッ素ゴムなどが好適な材質として挙げられる。また、ダイヤフラム 1 5 の材質は、ポリプロピレン（以下、P P と記す）、ポリビニリデンフルオライド（以下、P V D F と記す）、ポリテトラフルオロエチレン（以下、P T F E と記す）、テトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（以下、P F A と記す）などの樹脂であっても良く、特に限定されない。さらに、ダイヤフラム 1 5 には強度の高い補強布がインサートされても良く、補強布はナイロン製（フッ素ゴムの場合はポリビニリデンフルオライド製）であることが望ましい。これは、バルブの閉止時にダイヤフラム 1 5 に流体圧がかかったときにダイヤフラム 1 5 の変形や破損を防止するため好適である。

20

【 0 0 3 5 】

コンプレッサ 1 7 は P V D F から作製されており、コンプレッサ 1 7 の上部はステム 2 1 の下端部に係合固定されている。ボンネット 1 8 は P V C から作製されており、弁本体 1 の上部にボルト・ナット（図示せず）で固定されている。ボンネット 1 8 の上部中央の貫通孔 1 9 には、銅合金製のスリーブ 2 0 が支承されている。ステム 2 1 は、銅合金から作製されており、スリーブ 2 0 の内部に設けられた雌ネジ部 2 2 と螺合している。ハンドル 2 3 は P P から作製されており、スリーブ 2 0 の上部外周部に嵌合され、ボンネット 1 8 の上端部に配置されている。

30

【 0 0 3 6 】

上記実施形態において、弁本体 1 及びボンネット 1 8 の材質はともに P V C とされているが、特に限定されるものではなく、ダイヤフラムバルブの弁本体 1 やボンネット 1 8 の材質は、P V C、ポリスチレン、A B S 樹脂、P P、P V D F、P T F E、P F A、ポリクロロトリフルオロエチレンなどの樹脂、鉄、銅、銅合金、真鍮、アルミニウム、ステンレスなどの金属、または磁器などのセラミックのいずれでも良い。特に、薬液の配管ラインには耐食性に優れた樹脂製のダイヤフラムバルブが好適に使用される。また、上記の実施形態では、コンプレッサ 1 7 の材質が P V D F とされているが、特にこれに限定されるものではなく、樹脂または金属などでもよいが、P V D F などの樹脂であることが好ましい。また、上記実施形態では、ステム 2 1 及びスリーブ 2 0 の材質はともに銅合金とされているが、特にこれに限定されるものではなく、ステム 2 1 やスリーブ 2 0 の材質は、所期の強度を有する材質であればよいが、鉄、銅、銅合金、真鍮、アルミニウム、ステンレスなどの金属であることが好ましい。

40

【 0 0 3 7 】

なお、上記実施形態において、ステム 2 1 に固定されるコンプレッサ 1 7、スリーブ 2

50

0、ハンドル23は、ダイヤフラム15を上下方向に駆動するための駆動部を構成している。このように、上記実施形態では、ダイヤフラム15の駆動部は手動式のものであるが、手動式に限定されるものではなく、空気圧による空気駆動式、モーターなどによる電気駆動式などでもよく、特に限定されない。空気駆動式の場合、図3に示すように、ダイヤフラムバルブのハンドル23の代わりに空動式駆動部24が、また電気駆動式の場合も同様に、電動式駆動部（モーターなど）が、それぞれステム25に係合され自動式ダイヤフラムバルブが形成される（図示せず）。

【0038】

さらに、本発明では、ダイヤフラムバルブと配管との接続はソケット接続、ねじ接続、フランジ接続、突合せ接続、または、キャップナット接続のいずれでもよく、特に限定されない。

10

【0039】

次に、本実施形態のダイヤフラムバルブの開閉時の作用を図1に基づいて説明する。

【0040】

図1の全開状態からハンドル23を閉方向（時計回り）に回転すると、ハンドル23の回転に従ってステム21とステム21の下端部に設けられたコンプレッサ17とが下降し、それに伴ってダイヤフラム15が次第に下方に湾曲し、ついには弁本体1の仕切壁10の頂面の弁座11に圧接される。これによって、第一流路4及び第二流路5が閉鎖されて、ダイヤフラムバルブは全閉状態となる。

20

【0041】

次に、ハンドル23を開方向（反時計回り）に回転すると、ハンドル23の回転に従ってステム21とステム21の下端部に設けられたコンプレッサ17とが上昇し、それにもなってダイヤフラム15が弁座11から離間し、次第に上方に湾曲して開限度位置まで上昇する。これによって、第一流路4及び第二流路5が開放され、ダイヤフラムバルブは全開状態（図1の状態）となる。

【0042】

次に、本実施形態のダイヤフラムバルブが全開時における流体の流れを図1に基づいて説明する。

【0043】

図1において、ダイヤフラムバルブを流れる流体は、第一開口2より流入し、第一流路4の第一凹状湾曲面8に沿って斜め上方（図1の右上方向）へ立ち上がり、続いて流体が第一凸状湾曲面6に到達すると、第一凹状湾曲面8にて斜め上方へ立ち上がった流れは第一凸状湾曲面6に沿って徐々にその向きを流路軸線方向（図1の右方向）に変え、弁座11に沿って第二流路5側に流入する。弁座11に到達した流体は流路軸線方向を向いて流れていることから、流体は流路の底面に沿って円滑に流れると共にダイヤフラム15の接液面に沿って流れる。したがって、流体がダイヤフラム15と衝突する流れが抑えられて、ダイヤフラム15にかかる流体による負荷を低減させることができ、流体がダイヤフラム15に衝突することによる圧力損失を抑えることができる。

30

【0044】

また、開口部12の内周面と第一流路4の天井面との交差部に第一面取り部13を設けることによって、交差部周りにおける第一流路4の流路面積を大きくすると共に、仕切壁10に対して斜め上方へ立ち上がる流体の流れの向きを流路軸線方向に誘導し、弁座11に到達した流体が流路軸線方向を向いて流れやすくさせることができる。また、第一面取り部13が流路軸線に対してなす角度を15～30°に設定すると、第一凹状湾曲面8に沿って立ち上がった流体の流れを緩やかに流路軸線方向に向けることができると共に、ダイヤフラム周縁部付近の滞留を低減させることができる。さらに、第一流路4の底面の一部として凸状湾曲面と凹状湾曲面が連続して形成された仕切壁10の側面と第一面取り部13とを併せることで、開口部12の内周面と第一流路4の天井面との交差部よりも下流側に位置するダイヤフラム15と弁本体1との当接部分付近の流路において、従来のような流体の滞留がしにくくなり、滞留部分の乱流の発生（図4における乱流X）を防止

40

50

し、乱流による圧力損失を抑えることができるようになる。

【 0 0 4 5 】

次に、弁座 1 1 に沿って第二流路 5 側に流入した流体は、第二凸状湾曲面 7 に沿って流れ、流路軸線方向を向いていた流れの向きを徐々に下向きに変える。弁座 1 1 の近傍の第二流路 5 の底面（すなわち、仕切壁 1 1 の側面）は凸状湾曲面であるため、流体は第二凸状湾曲面 7 に沿って緩やかに下向きに流れを変えることができ、従来のように、流体の流れが第二面取り部 1 4 側に偏らなくなる。続いて、流体が第二凸状湾曲面 7 から第二凹状湾曲面 9 に到達すると、第二凸状湾曲面 7 によって下向きになった流れは第二凹状湾曲面 9 に沿って緩やかに流れ方向を流路軸線方向に変え、第二開口 3 から外部へ流出する。このように、第二流路 5 側に流入した流体は、第二流路 5 の底面に沿って流れるため、第二凸状湾曲面 7 や第二凹状湾曲面 9 付近の流路に対して従来のような流体の滞留を生じることがなくなり、滞留部分の乱流の発生（図 4 における乱流 Y）を防止し、乱流による圧力損失を抑えることができる。

10

【 0 0 4 6 】

また、開口部 1 2 の内周面と第二流路 5 の天井面との交差部に第二面取り部 1 4 を設けることによって、交差部周りにおける第二流路 5 の流路面積を大きくすると共に、第二凸状湾曲面 7 に沿って下向きに流れる流体を流路軸線方向に誘導し、第二流路 5 を流れる流体が偏らなくすることができる。また、第二面取り部 1 4 が流路軸線に対してなす角度を $15 \sim 30^\circ$ にすると、第二凸状湾曲面 7 の効果と併せて弁座 1 1 に沿って流路軸線方向の流体の流れを緩やかに下向きに変えた後、第二凹状湾曲面 9 の効果と併せて流体の流れを緩やかに流路軸線方向に向けることができる。さらに、凸状湾曲面と凹状湾曲面が連続して形成された第二流路 4 の底面部分（すなわち、仕切壁 1 0 の側面）と第二面取り部 1 4 とを併せて設けることで、第二面取り部 1 4 よりも下流の第二流路 1 0 5 の天井面側に従来のような流体の滞留がなくなり、滞留部分の乱流の発生（図 4 における乱流 Z）を防止し、乱流による圧力損失を抑えることができるようになる。

20

【 0 0 4 7 】

また、第一流路 4 からの流れが弁座 1 1 を通過するとき、流れの向きが流路軸線方向になるようにして、第二流路 5 を流れる流体を、無駄なく円滑に流すためには、第一流路 4 及び第二流路 5 の流路軸線に平行な底面部分と弁座 1 1 とを接続する底面部分（すなわち、仕切壁 1 0 の側面）の形状が共に凸状湾曲面と凹状湾曲面とを連続して形成した形状になっている必要があり、左右対称であることが望ましい。

30

【 0 0 4 8 】

以上のように、本発明のダイヤフラムバルブは、第一開口 2 に流入した流体が第一流路 4 の第一凹状湾曲面 8 及び第一凸状湾曲面 6 に沿って緩やかに流れの向きを変え、弁座 1 1 に到達すると、流体は弁座 1 1 に沿って流れてその向きを流路軸線方向に向け、第二流路 5 側に流入した流体は第二凸状湾曲面 7 及び第二凹状湾曲面 9 に沿って緩やかに流れの向きを変える。したがって、ダイヤフラム 1 5 への衝突や第二凸状湾曲面 7 から第二凹状湾曲面 9 付近での乱流の発生が防止され、流路内での圧力損失を抑えて第二開口 3 から流出することができる（図 1 の矢印参照）。また、第一面取り部 1 3 及び第二面取り部 1 4 を設けることによって、交差部周りにおける流路面積を大きくすると共に、流路を流れる流体の向きが流路軸線方向になるように誘導することができる。さらに、凸状湾曲面と凹状湾曲面が連続して形成された流路底面（流路軸線と平行に延びる流路の底面部分と弁座 1 1 とを接続する部分）と、面取り部とを併せて設けることで、第一面取り部 1 3 及び第二面取り部 1 4 の下流側での乱流の発生が防止され、相乗効果によって流体を無駄なく円滑に流すことができ、上記の大幅な圧力損失の低減によって流量を増加させることができる。また、本発明のダイヤフラムバルブは、弁本体 1 の面間や幅を変えることなく、従来の弁本体のコンパクトな形状を維持したまま流量を増加することができる。

40

【 0 0 4 9 】

次に、本発明におけるダイヤフラムバルブについて、弁本体 1 の仕切壁 1 0 の側面（第一流路 4 と第二流路 5 の底面のうちの流路軸線と平行に延びる底面部分と弁座 1 1 とを接

50

続する部分)の形状と第一面取り部13及び第二面取り部14の形状を変化させた複数の3次元モデルを作成し、ダイヤフラムバルブを流れる流体の流量解析を行った。その解析方法を以下に示す。

【0050】

[3次元モデルによる流量解析]

3次元熱流体解析ソフトウェアSTAR-PT((株)シーディー・アダプコ・ジャパン社製)を使用して、ダイヤフラムバルブの3次元モデルに対して、弁開度が全開の状態、20の水を一定流速(1.0m/s)で弁本体の第一開口から流入して第二開口より流出させたときの流量解析を行い、第一開口部分における圧力と第二開口部分における圧力との差圧及び流量からCv値を算出することで評価を行った。

10

【0051】

[実施例1]

図1を参照して、面間寸法Lが210mm、第一開口2及び第二開口3の内径Dが50mm、第一凸状湾曲面6及び第二凸状湾曲面7の半径 R_1 と第一凹状湾曲面8及び第二凹状湾曲面9の半径 R_2 が $R_2 = 0.8R_1$ となるように設定され、開口部12と第一流路4及び第二流路5との交差部に面取り部が設けられていない弁本体1を使用した場合のダイヤフラムバルブの3次元モデルを用いて流量解析を行った。その結果を表1に示す。

【0052】

[実施例2]

実施例1の半径 R_1 と半径 R_2 が $R_2 = 1.0R_1$ となるように設定された弁本体1を使用した場合のダイヤフラムバルブの3次元モデルを用いて流量解析を行った。その結果を表1に示す。

20

【0053】

[実施例3]

実施例1の半径 R_1 と半径 R_2 が $R_2 = 1.3R_1$ となるように設定された弁本体1を使用した場合のダイヤフラムバルブの3次元モデルを用いて流量解析を行った。その結果を表1に示す。

【0054】

[実施例4]

実施例1の半径 R_1 と半径 R_2 が $R_2 = 1.5R_1$ となるように設定された弁本体1を使用した場合のダイヤフラムバルブの3次元モデルを用いて流量解析を行った。その結果を表1に示す。

30

【0055】

[実施例5]

実施例1の半径 R_1 と半径 R_2 が $R_2 = 1.7R_1$ となるように設定された弁本体1を使用した場合のダイヤフラムバルブの3次元モデルを用いて流量解析を行った。その結果を表1に示す。

【0056】

[実施例6]

実施例2において、開口部12と第一流路4及び第二流路5との交差部に第一面取り部13及び第二面取り部14が設けられ、該面取り部の角度B及びB'がともに流路軸線に対して20°、該面取り部の高さ方向の寸法Hが3mmとなるように設定された弁本体1を使用した場合のダイヤフラムバルブの3次元モデルを用いて流量解析を行った。その結果を表1に示す。

40

【0057】

[実施例7]

実施例6の半径 R_1 と半径 R_2 が $R_2 = 1.3R_1$ となるように設定された弁本体1を使用した場合のダイヤフラムバルブの3次元モデルを用いて流量解析を行った。その結果を表1に示す。

【0058】

50

[実施例 8]

実施例 6 の半径 R_1 と半径 R_2 が $R_2 = 1.5 R_1$ となるように設定された弁本体 1 を使用した場合のダイヤフラムバルブの 3 次元モデルを用いて流量解析を行った。その結果を表 1 に示す。

【 0 0 5 9 】

[実施例 9]

実施例 6 の半径 R_1 と半径 R_2 が $R_2 = 1.3 R_1$ となるように設定され、面取り部の角度 B 及び B' が流路軸線に対して 45° 、該面取り部の高さ方向の寸法 H が 3 mm となるように設定された弁本体 1 を使用した場合のダイヤフラムバルブの 3 次元モデルを用いて流量解析を行った。その結果を表 1 に示す。

10

【 0 0 6 0 】

[比較例 1]

実施例 2 と同寸法で、流路についてのみ図 4 のダイヤフラムバルブのように第一流路及び第二流路の底面のうちの流路軸線と平行に延びる部分と弁座とを接続する部分が凹状に湾曲した凹状湾曲面のみで形成された弁本体を使用した場合のダイヤフラムバルブの 3 次元モデルを用いて流量解析を行った。その結果を表 1 に示す。

【 0 0 6 1 】

[比較例 2]

比較例 1 の開口部の内周面と第一流路及び第二流路の天井面との交差部に第一面取り部及び第二面取り部が設けられ、該面取り部の角度 B 及び B' がともに流路軸線に対して 20° 、該面取り部の高さ方向の寸法 H が 3 mm となるように設定された弁本体を使用した場合のダイヤフラムバルブの 3 次元モデルを用いて流量解析を行った。その結果を表 1 に示す。

20

【 0 0 6 2 】

[比較例 3]

比較例 1 の開口部の内周面と第一流路及び第二流路の天井面との交差部に第一面取り部及び第二面取り部が設けられ、該面取り部の角度 B 及び B' がともに流路軸線に対して 45° 、該面取り部の高さ方向の寸法 H が 3 mm となるように設定された弁本体を使用した場合のダイヤフラムバルブの 3 次元モデルを用いて流量解析を行った。その結果を表 1 に示す。

30

【 0 0 6 3 】

【表 1】

表 1	ダイヤフラムバルブの形状				Cv値 (解析値)	比較例1に対する Cv値の増加率
	流路の底面形状	R ₁ とR ₂ の関係式	面取り部の有無	面取り角度		
実施例1	凸状面 + 凹状面	R ₂ = 0.8R ₁	無	0°	40.4	4.4%
実施例2	凸状面 + 凹状面	R ₂ = 1.0R ₁	無	0°	41.3	6.6%
実施例3	凸状面 + 凹状面	R ₂ = 1.3R ₁	無	0°	42.4	9.5%
実施例4	凸状面 + 凹状面	R ₂ = 1.5R ₁	無	0°	41.7	7.6%
実施例5	凸状面 + 凹状面	R ₂ = 1.7R ₁	無	0°	41.2	6.4%
実施例6	凸状面 + 凹状面	R ₂ = 1.0R ₁	有	20°	44.8	21.2%
実施例7	凸状面 + 凹状面	R ₂ = 1.3R ₁	有	20°	50.9	31.4%
実施例8	凸状面 + 凹状面	R ₂ = 1.5R ₁	有	20°	47.9	26.8%
実施例9	凸状面 + 凹状面	R ₂ = 1.3R ₁	有	45°	46.5	24.7%
比較例1	凹状面のみ	-	無	0°	38.7	-
比較例2	凹状面のみ	-	有	20°	43.2	11.5%
比較例3	凹状面のみ	-	有	45°	42.2	8.9%

【0064】

表 1 において、Cv 値の増加率は、従来のダイヤフラムバルブの形状 (図 4 参照) を用いた比較例 1 に対する Cv 値の増加の割合を算出したものである。実施例 1 ~ 5 と比較例 1 を比較すると、各実施例の Cv 値は比較例 1 の Cv 値に対して約 4.0 ~ 10.0% 増

10

20

30

40

50

加していることが分かる。これは、実施例 1 ~ 5 の第一流路 4 及び第二流路 5 の底面に、弁座 1 1 から第一開口 2 及び第二開口 3 に向かって凸状に湾曲した凸状湾曲面と凹状に湾曲した凹状湾曲面とを連続して形成することで、第一流路 4 及び第二流路 5 を流れる流体が該流路 4、5 の底面に沿って滑らかに流れ、弁座 1 1 を乗り越えるときも流体が流路軸線方向を向いて流れるようになるため、ダイヤフラム 1 5 への流体の衝突や第二凸状湾曲面 7 での乱流の発生（図 4 における乱流 Y）が防止されて、圧力損失を抑えることができる。その結果、比較例 1 に対して C v 値が増加している。

【 0 0 6 5 】

次に、比較例 1 ~ 3 を互いに比較すると、比較例 2、比較例 3 の C v 値が比較例 1 の C v 値に対して約 9 . 0 ~ 1 2 . 0 % 増加していることが分かる。これは、比較例 2、比較例 3 では、弁本体 1 の上部の開口部 1 2 と第一流路 4 及び第二流路 5 との交差部に第一面取り部 1 3 及び第二面取り部 1 4 を設けることで、弁座付近の流路の開口面積が大きくなって流体が流れ易くなり、C v 値が増加するからである。なお、面取り部を設けただけでは乱流の発生をある程度低減できるが乱流自体を防止することまではできていない。

10

【 0 0 6 6 】

実施例 2 ~ 4 及び実施例 6 ~ 8 と比較例 1 及び比較例 2 とを比較すると、実施例 6 ~ 8 は、第一流路 4 及び第二流路 5 の底面形状を凸状湾曲面と凹状湾曲面とによって形成し、且つ、開口部 1 2 と第一流路 4 及び第二流路 5 との交差部に面取り部を設けたものであり、実施例 6 ~ 8 の C v 値の増加率は、比較例 1 の C v 値に対して約 2 1 . 0 ~ 3 2 . 0 % 増加しており、流路の底面形状を凸状湾曲面と凹状湾曲面で形成しただけの実施例 2 ~ 4 と、交差部に面取り部を設けただけの比較例 1 ~ 2 の各々の C v 値を足した値よりも増加している。これは、凸状湾曲面と凹状湾曲面とからなる流路の底面形状と面取り部との構成を組み合わせることによって、乱流の発生（図 4 における乱流 X、Z）を防止すると共に、各々の構成の相乗効果で流体を無駄なく円滑に流れるようにすることができ、その結果、流路の圧力損失が低減され、C v 値が増加したからである。

20

【 0 0 6 7 】

実施例 1 ~ 8 を互いに比較すると、実施例 1 ~ 5 より、第一凸状湾曲面 6 及び第二凸状湾曲面 7 の半径 R_1 と第一凹状湾曲面 8 及び第二凹状湾曲面 9 の半径 R_2 の関係で、C v 値の増加率がより大きいのは、 $R_1 > R_2$ のときであり、特に $R_2 = 1 . 3 R_1$ のときの C v 値の増加率を最大として、 $1 . 0 R_1 < R_2 < 1 . 5 R_1$ の範囲で C v 値の増加率がより大きくなることが分かる。また、実施例 6 ~ 8 より、半径 R_1 と半径 R_2 の関係が、 $R_2 = 1 . 3 R_1$ のときに C v 値の増加率を最大として、 $1 . 0 R_1 < R_2 < 1 . 5 R_1$ の範囲で同様に C v 値の増加率が大きくなることが分かる。

30

【 0 0 6 8 】

また、実施例 7、実施例 9 と比較例 2、比較例 3 を比較すると、C v 値の増加率がより大きいのは、第一面取り部 1 3 及び第二面取り部 1 4 の角度 B 及び B ' が 2 0 ° のときに、流体の流れ方向を円滑に流路軸線方向に向け、流量特性が良好となることが分かる。角度 B 及び B ' が 2 0 ° 付近だと C v 値の増加率が大きく、1 5 ~ 3 0 ° が好適である。

【 0 0 6 9 】

次に、3次元モデルで流量解析した実施例 3、実施例 7、比較例 1、比較例 2 のダイヤフラムバルブを実際に成形し、成形したダイヤフラムバルブを用いて実流による流量測定を行った。その測定方法を以下に示す。

40

【 0 0 7 0 】

[実流による C v 値の解析方法]

J I S B 2 0 0 5 - 2 - 3 「工業プロセス用調節弁 - 第 2 部：流れの容量 - 第 3 節：試験手順」に基づいて、ダイヤフラムバルブを配管し、2 3 ± 2 の雰囲気中で、2 3 ± 2 の水を実流させて、第一流路側及び第二流路側における圧力タップ間での差圧、一定時間当りの流量及び水の温度を測定し、C v 値を算出することで評価を行った。

【 0 0 7 1 】

[実施例 1 0]

50

実施例 3 に基づいて成形したダイヤフラムバルブ ($R_2 = 1.3 R_1$ 、面取り部無し) を用いて実流による流量測定を行い、Cv 値を算出した。その結果を表 2 に示す。

【 0 0 7 2 】

[実施例 1 1]

実施例 7 に基づいて成形したダイヤフラムバルブ ($R_2 = 1.3 R_1$ 、面取り部有り 20°) を用いて実流による流量測定を行い、Cv 値を算出した。その結果を表 2 に示す。

【 0 0 7 3 】

[比較例 4]

比較例 1 に基づいて成形したダイヤフラムバルブ (従来の流路、面取り部無し) を用いて実流による流量測定を行い、Cv 値を算出した。その結果を表 2 に示す。

10

【 0 0 7 4 】

[比較例 5]

比較例 2 に基づいて成形したダイヤフラムバルブ (従来の流路、面取り部有り 20°) を用いて実流による流量測定を行い、Cv 値を算出した。その結果を表 2 に示す。

【 0 0 7 5 】

【表 2】

表 2	ダイヤフラムバルブの形状				Cv値 (実測値)	比較例4に対する Cv値の増加率
	流路の底面形状	R ₁ とR ₂ の関係式	面取り部の有無	面取り角度		
実施例10	凸状面+凹状面	R ₂ =1.3R ₁	無	0°	43.2	11.9%
実施例11	凸状面+凹状面	R ₂ =1.3R ₁	有	20°	52.1	35.0%
比較例4	凹状面のみ	-	無	0°	38.6	-
比較例5	凹状面のみ	-	有	20°	43.8	13.4%

10

20

30

40

【0076】

表 2 において、Cv 値の増加率は従来のダイヤフラムバルブの形状（図 4 参照）を用い他比較例 4 に対する Cv 値の増加の割合を算出したものである。実施例 10 と比較例 4 を比較すると、実施例 10 の Cv 値が比較例 4 の Cv 値に対して 11.9% 増加しているこ

50

とが分かる。3次元流量解析で得られた実施例2の比較例1に対するCv値増加率9.5%より若干良い結果となったが、傾向としては同様な傾向が得られた。

【0077】

次に、比較例4、5を比較すると、比較例5のCv値が比較例4のCv値に対して13.4%増加していることが分かる。3次元流量解析で得られた比較例2の比較例1に対するCv値増加率11.5%より若干良い結果となったが、傾向としては同様な傾向が得られた。

【0078】

次に、実施例11と比較例4を比較すると、3次元流量解析で得られた結果と同様に、実施例11のCv値が比較例4のCv値に対して約35.0%増加していることが分かる。3次元流量解析で得られた実施例7の比較例1に対するCv値増加率31.4%より若干良い結果となったが、傾向としては同様な傾向が得られた。

10

【0079】

以上のように、実際に成形したダイヤフラムバルブでも三次元流量解析と同様な結果が得られた。このことから、本発明のダイヤフラムバルブによれば、流路内で乱流の発生が防止され、流体が無駄なく円滑に流れることができ、大幅に圧力損失を低減することによって、流量を増加させることができることが分かる。

【図面の簡単な説明】

【0080】

【図1】本発明の第一の実施形態を示すダイヤフラムバルブの縦断面図である。

20

【図2】図1の要部拡大縦断面図である。

【図3】空気駆動式のダイヤフラムバルブを示す部分断面図である。

【図4】従来のダイヤフラム弁を示す縦断面図である。

【符号の説明】

【0081】

- 1 弁本体
- 2 第一開口
- 3 第二開口
- 4 第一流路
- 5 第二流路
- 6 第一凸状湾曲面
- 7 第二凸状湾曲面
- 8 第一凹状湾曲面
- 9 第二凹状湾曲面
- 10 仕切壁
- 11 弁座
- 12 開口部
- 13 第一面取り部
- 14 第二面取り部
- 15 ダイヤフラム
- 16 埋め込み金具
- 17 コンプレッサ
- 18 ボンネット
- 19 貫通孔
- 20 スリーブ
- 21 ステム
- 22 雌ネジ部
- 23 ハンドル
- 24 空気式駆動部
- 25 ステム

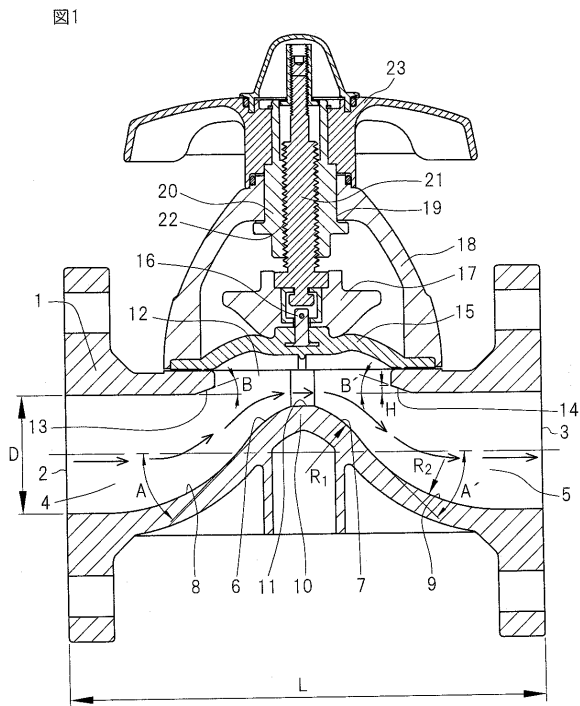
30

40

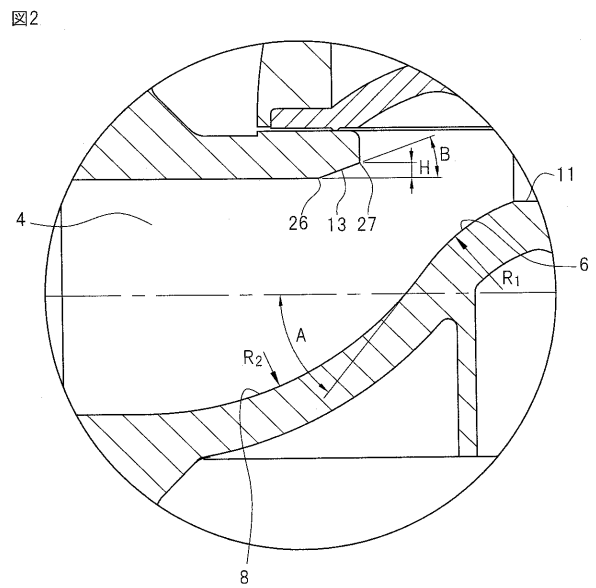
50

- 2 6 稜線
- 2 7 稜線

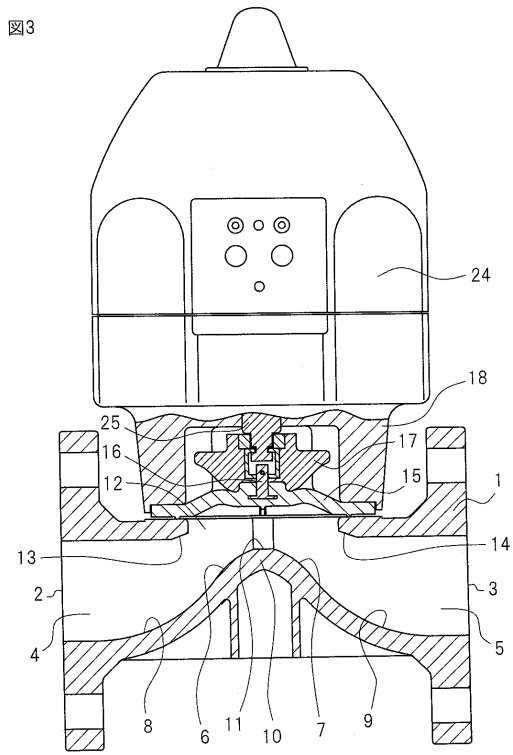
【 図 1 】



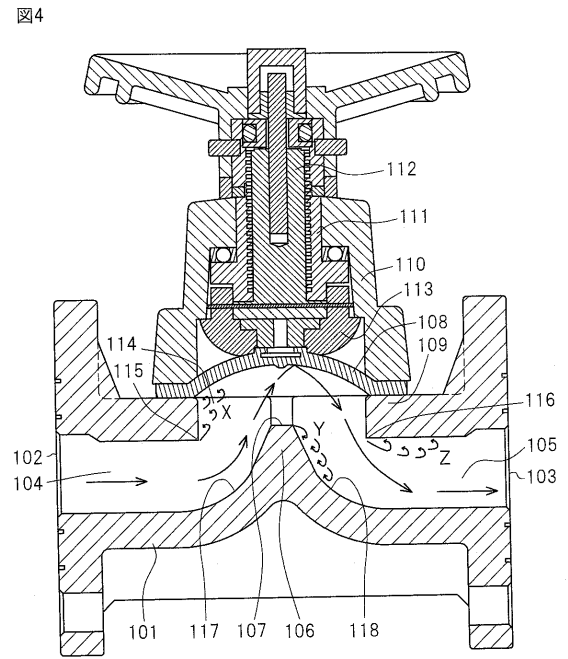
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



従来技術

フロントページの続き

(72)発明者 幸松 健一

宮崎県延岡市中の瀬町2丁目5955番地 旭有機材工業株式会社内