

(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2014-190452
(P2014-190452A)

(43) 公開日 平成26年10月6日(2014.10.6)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 1 6 K 1/32 (2006.01)	F 1 6 K 1/32 B	3 H 0 5 2
F 1 6 K 7/16 (2006.01)	F 1 6 K 7/16 C	5 H 3 0 7
G 0 5 D 7/06 (2006.01)	F 1 6 K 7/16 E	
	F 1 6 K 7/16 F	
	G 0 5 D 7/06 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2013-67266 (P2013-67266)	(71) 出願人	000127961 株式会社堀場エステック 京都府京都市南区上鳥羽鉾立町 1 1 番地 5
(22) 出願日	平成25年3月27日 (2013. 3. 27)	(74) 代理人	100121441 弁理士 西村 電平
		(74) 代理人	100154704 弁理士 齊藤 真大
		(72) 発明者	安田 忠弘 京都府京都市南区上鳥羽鉾立町 1 1 番地 5 株式会社堀場エステック内
		(72) 発明者	林 繁之 京都府京都市南区上鳥羽鉾立町 1 1 番地 5 株式会社堀場エステック内

最終頁に続く

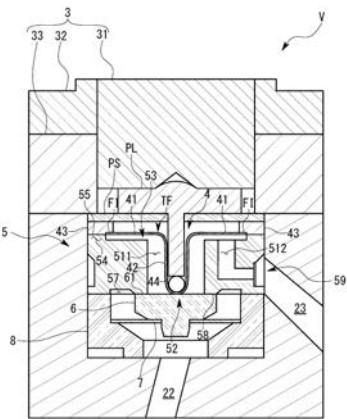
(54) 【発明の名称】 流体制御弁

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 流体制御弁の大口径及び大出力化を可能とするために、低反発であってアクチュエータから大きな力を加えなくても大きく変形してストロークを大きくすることができ、しかも、薄く形成しても欠陥や不良の発生しにくいダイヤフラム構造を備えた流体制御弁を提供する。

【解決手段】 ダイヤフラム構造 4 と、前記ダイヤフラム構造 4 を押圧するアクチュエータ 3 とを備えた流体制御弁 V であって、前記ダイヤフラム構造 4 が、筒状に形成されており、前記アクチュエータ 3 により押圧される突出部 4 2 と、前記突出部 4 2 の基端から当該突出部 4 2 に対して外側へと広がる鏝部 4 1 と、前記鏝部 4 1 の外周に形成されており、他の部材に取り付けられる支持部 F I とを具備し、前記鏝部 4 1 を膜状に形成した。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ダイヤフラム構造と、前記ダイヤフラム構造を押圧するアクチュエータとを備えた流体制御弁であって、

前記ダイヤフラム構造が、

筒状に形成されており、少なくともその軸方向に前記アクチュエータにより押圧される突出部と、

前記突出部の基端から当該突出部に対して外側へと広がる鰭部と、

前記鰭部の外周に形成されており、他の部材に取り付けられる支持部とを具備し、

前記鰭部が膜状に形成されていることを特徴とする流体制御弁。

10

【請求項 2】

少なくとも前記鰭部及び前記突出部が、金属薄板から絞り加工により形成されたものである請求項 1 記載の流体制御弁。

【請求項 3】

前記突出部の内側周面に対してがたなく嵌合しており、前記アクチュエータにより押圧される内部嵌合部材をさらに備えた請求項 1 又は 2 記載の流体制御弁。

【請求項 4】

前記突出部の内部に収容される球体をさらに備え、

前記アクチュエータが前記球体を介して前記突出部を当該突出部の軸方向に押圧するように構成されている請求項 1 乃至 3 いずれかに記載の流体制御弁。

20

【請求項 5】

前記内部嵌合部材が、前記突出部内において前記球体を保持し、当該球体を介して前記アクチュエータにより押圧されるように構成された請求項 4 記載の流体制御弁。

【請求項 6】

弁座面が形成された弁座部材と、

前記弁座面に対して接離する着座面を有した弁体部材とをさらに備え、

前記突出部の先端部分が前記弁体部材を押圧するように構成されている請求項 1 乃至 5 いずれかに記載の流体制御弁。

【請求項 7】

前記ダイヤフラム構造が、前記支持部よりも剛性が高く、当該支持部が溶接されるフランジ部をさらに備え、

30

組み付け時において、前記フランジ部が前記弁座部材に形成された押圧面を具備する突条を押圧するように組み付けられる請求項 6 記載の流体制御弁。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えばガスの流量等を制御するマスフローコントローラ等に用いられる流体制御弁に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

40

流体制御弁は、上流側流路と下流側流路との間に介在してこれらに流れる流体の流量や圧力を制御したり、各流路間に流体が流れないように閉止したりするためのものである。例えばノーマルクローズタイプの流体制御弁は、当該流体制御弁内において流路と外部とを仕切るダイヤフラム構造を有し、流路側に配置された弁座部材及び弁体部材のうち弁体部材の位置を外部側に配置されたアクチュエータが前記ダイヤフラム構造を介して変化させることで流体の流量や圧力を制御するように構成されている。

【0003】

より具体的には、前記ダイヤフラム構造は、薄膜部と、前記薄膜部から当該薄膜部に対して垂直な方向に流路側へと突出させて溶接されており、前記弁体部材と当接するピンとから構成されている。そして、前記アクチュエータは外部側から前記ピンを押圧すること

50

により前記薄膜部を弾性的にたわませて当該ピンを弁体部材側へと移動させて弁体部材の位置を変更する（特許文献1参照）。

【0004】

ところで、このような流体制御弁において単位時間当たりには通過させることができる流量が大きく、制御可能な流量のレンジも広い大口径のものが近年求められている。このため、前記アクチュエータによる前記ピンの可動ストロークを従来よりも大きくして、前記弁座部材と前記弁体部材との開度をより広いレンジで制御できるようにする必要がある。

【0005】

例えばアクチュエータの出力を従来の仕様から変更せずに、弁体部材の可動ストロークを大きくしようとする場合、前記薄膜部における剛性を小さくし低反発化することが考えられる。

【0006】

しかしながら、前記ダイヤフラム構造は、従来切削等の機械加工によって製作されており、例えば前記薄膜部をより従来よりも薄く形成して低反発化を達成しようとする、高精度の切削加工が必要となるため製造コストが上昇してしまう。

【0007】

また、仮に機械加工により要求される低反発性となる薄さまで前記薄膜部を切削して形成することができたとしても、薄膜部にすが入る等の欠陥が生じる確率が高くなり、流体が漏れてしまう不良が発生する等、ダイヤフラム構造としての機能を発揮できない可能性が高くなってしまう。このため、不良品を除くにはX線検査等によりすの有無を厳密に検査しなくてはならず、品質管理コストも上昇することになる。

【0008】

これらのことから、従来の機械加工によって前記ダイヤフラム構造に低反発性を持たせることは加工精度の問題や各種コストの問題から非常に難しい。

【0009】

加えて、従来の薄膜部に対して垂直にピンを溶接するような構造の場合、溶接部にひずみが生じ、繰り返し動作の結果、疲労破壊が発生する可能性が高くなる。すなわち、従来の構成自体がダイヤフラム構造の低反発化及び流体制御弁の大口径化を妨げる要因となっている部分もある。

【0010】

また、従来と同じ薄さで前記薄膜部を形成しつつ、アクチュエータからの出力を大きくせずにストロークを大きくするには、薄膜部の面積を大きくして、変形する部分を増やし、支持されている部分からピンまでのたわみ変形量を大きくすることも考えられる。しかしながら、薄膜部を大面積化してしまうと、ピンを突出させている側に存在する流体から受ける圧力のうち、薄膜部に対して垂直な方向、すなわち、ピンの移動方向とは逆向きの圧力を受ける面積が増大するため、アクチュエータから加えられた力が相殺される量も大幅に増加してしまう。このため、薄膜部を単純に大面積化すると、逆にストローク量が低下する結果となる恐れもある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2001-27333号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明は上述したような問題を鑑みてなされたものであり、流体制御弁の大口径及び大出力化を可能とするために、低反発であってアクチュエータから大きな力を加えなくても大きく変形してストロークを大きくすることができ、しかも、薄く形成しても欠陥や不良の発生しにくいダイヤフラム構造を備えた流体制御弁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】

【0013】

すなわち、本発明の流体制御弁は、ダイヤフラム構造と、前記ダイヤフラム構造を押圧するアクチュエータとを備えた流体制御弁であって、前記ダイヤフラム構造が、筒状に形成されており、少なくともその軸方向へ前記アクチュエータにより押圧される突出部と、前記突出部の基端から当該突出部に対して外側へと広がる鏝部と、前記鏝部の外周に形成されており、他の部材に取り付けられる支持部とを具備し、前記鏝部が膜状に形成されていることを特徴とする。

【0014】

このようなものであれば、前記突出部は大部分の圧力がその側周面に垂直な方向にかかるのに対して、前記アクチュエータからは当該突出部の軸方向に力が加えられることになるので、各力の向きは略直交していることから、アクチュエータによる力がほとんど相殺されることがなく、前記突出部の軸方向の変形に対して作用することになる。したがって、アクチュエータから加えられる力をほとんど無駄にすることがないので、小さい力であっても前記突出部を大きく軸方向に変形させることができ、大きなストロークを取ることができる。このため、流体制御弁を大型、大出力化する事が可能となる。すなわち、前記突出部を筒状に形成し、その軸方向にアクチュエータが押圧するように構成されているので、変形する部分を大きくしつつ、アクチュエータからの力を相殺する向きの圧力は受けられないようにできるので、ストローク量を大きくすることができる。また、前記鏝部が前記突出部の基端に接続されている部分は、この突出部の変形に伴って前記アクチュエータの押圧方向への変位を発生させるので、さらにストローク量を増加させることができる。

【0015】

さらに、前記鏝部の中央部及び外周部では当該鏝部に加わる圧力と前記アクチュエータから加えられる力は直交しておらず、相殺することになるので、鏝部のこれらの部分はほとんど変形させずに前記突出部及び前記鏝部において前記突出部の近傍部分のみを大きく変形させることができる。例えば前記アクチュエータからの力によって前記鏝部の大部分は大きくは移動しないことになるので、前記流体制御弁内において前記鏝部が変形により他の部材と干渉するのを防ぐための離間距離をできるだけ小さくすることができ、流体制御弁内の容積をできる限り小さくして応答性をよくすることができるようになる。

【0016】

前記ダイヤフラム構造の前記鏝部及び前記突出部が、非常に薄く形成することができ、低反発性を付与して、さらに大きなストロークを得られるようにするには、少なくとも前記鏝部及び前記突出部が、金属薄板から絞り加工により形成されたものであればよい。また、このようなものであれば、絞り加工が行われる金属薄板には圧延材料を用いることができるので、前記鏝部及び前記突出部を非常に薄く形成したとしても入ることができるので、欠陥が生じにくい。したがって、薄く形成した場合においてもX線検査により欠陥検査を行わなくも所定の品質を保つことが可能であり、同様の薄さのものを切削等の機械加工により製作した場合に比べて品質管理コストが上昇するのを抑えることができる。

【0017】

前記アクチュエータから前記突出部に対して加えられる力が当該突出部の表面に対して垂直に加えられないようにし、例えば内側周面に沿って加えられるようにして、突出部の一部に力が集中して破れてしまうのを防ぐようにするには、前記突出部の内側周面に対してがたなく嵌合しており、前記アクチュエータにより押圧される内部嵌合部材をさらに備えたものであればよい。

【0018】

前記ダイヤフラム構造を非常に薄く形成し、アクチュエータによって前記突出部に対して力が加えた場合でも、アクチュエータからかかる力が一点に集中し、その作用点において突出部が破れてしまうのを防ぐには、前記突出部の内部に収容される球体をさらに備え、前記アクチュエータが前記球体を介して前記突出部を当該突出部の軸方向に押圧するように構成されていればよい。

【0019】

前記突出部の側面に対して平行な方向に沿ってアクチュエータから力が加えられるようにし、前記アクチュエータからの前記突出部に対して加えられる力の向きが前記突出部の側面に対して垂直に加わることにより、簡単に破れてしまうのを防ぐことができる効果をさらに高めるには、前記内部嵌合部材が、前記突出部内において前記球体を保持し、当該球体を介して前記アクチュエータにより押圧されるように構成されたものであればよい。

【0020】

前記アクチュエータが流体と接触しないようにしつつ、前記突出部により開度の調節を可能とするノーマルクロズタイプの流体制御弁の具体的な構成例としては、弁座面が形成された弁座部材と、前記弁座面に対して接離する着座面を有した弁体部材とをさらに備え、前記突出部の先端部分が前記弁体部材を押圧するように構成されているものが挙げられる。

10

【0021】

前記流体制御弁内における前記ダイヤフラム構造の位置を固定しやすくするとともに、ダイヤフラム構造により前記弁座部材を押圧して組み付けることができるようにするには、前記ダイヤフラム構造が、前記支持部よりも剛性が高く、当該支持部の外周部が溶接されるフランジ部をさらに備え、組み付け時において、前記フランジ部が前記弁座部材に形成された押圧面を具備する突条を押圧するように組み付けられるものであればよい。

【発明の効果】

【0022】

20

このように本発明の流体制御弁によれば、突出部においては突出部にかかる圧力とアクチュエータからの力の向きを略直交させて相殺されないようにすることができ、前記アクチュエータからの力を効率よく前記突出部の変形に費やさせることができる。したがって、アクチュエータについてそれほど出力の大きいものでなくても例えば前記突出部が調整可能なストローク量を大きくすることができ、大口径及び大出力の流体制御弁とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の第1実施形態に係る流体制御弁が設けられたマスフローコントローラ。

【図2】第1実施形態における流体制御弁を示す模式的断面拡大図。

30

【図3】第1実施形態におけるダイヤフラム構造の膜部材を示す模式的斜視図。

【図4】第1実施形態における薄膜部材とフランジ部との溶接方法について示す模式図。

【図5】第1実施形態における押圧時のダイヤフラム構造の変形形態について示す模式図。

。

【図6】従来例における押圧時のダイヤフラム構造の変形形態について示す模式図。

【図7】第1実施形態の変形例における薄膜部材とフランジ部との溶接方法を示す模式図。

。

【図8】本発明の第2実施形態に係る流体制御弁を示す模式図。

【図9】第2実施形態における押圧時のダイヤフラム構造に係る力の向きを示す模式図。

【図10】その他の実施形態における流体制御弁を示す模式図。

40

【図11】さらに別のその他の実施形態における膜部材の構成を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【0024】

<第1実施形態>

【0025】

本発明の第1実施形態に係る流体制御弁V及びマスフローコントローラ100について図1乃至6を参照しながら説明する。

【0026】

第1実施形態のマスフローコントローラ100は、半導体製造装置に用いられるものであって、図1に示すように測定対象となる流体が流れる流路2を内部に形成したボディ1

50

と、この流路 2 を流れる流体がボディ 1 内に流入した時点又はボディ 1 に入る前の上流側における圧力を測定するための初段圧力センサ P と、流路 2 を流れる流体の流量を制御するための流体制御弁 V と、この流路 2 を流れる流体の流量を測定するための流量センサ F S と、目標流量値と前記流量センサ F S で測定される測定流量値との偏差が小さくなるように前記流体制御弁 V の開度をフィードバック制御する制御部（図示しない）とを備えたものである。

【0027】

ここで、前記初段圧力センサ P、前記流体制御弁 V、前記流量センサ F S はこの順で上流から順番に設けてある。すなわち、前記流量センサ F S は、前記流体制御弁 V よりも下流側に設けてある。

【0028】

各部について詳述する。

【0029】

前記ボディ 1 は、前述した流路 2 が内部を貫通するブロック状をなすものであり、当該流路 2 の上流端が、インレットポート I P として外部流入配管（図示しない）に接続してあるとともに、下流端がアウトレットポート O P として外部流出配管（図示しない）に接続してある。また、前記ボディ 1 の内部に形成してある流路 2 は、前記インレットポート I P と初段圧力センサ P とを接続する第 1 流路 2 1、前記初段圧力センサ P と前記流体制御弁 V とを接続する第 2 流路 2 2、前記流体制御弁 V と後述する層流素子 L とを接続する第 3 流路 2 3、前記層流素子 L と後述する第 2 圧力センサ P 2 とを接続する第 4 流路 2 4、前記第 2 圧力センサ P 2 からアウトレットポート O P までを接続する第 5 流路 2 5 から構成してある。

【0030】

なお、以下の説明において、特に前記流体制御弁 V に関連する事項を説明する場合には、前記第 2 流路 2 2 のことを上流側流路、前記第 3 流路 2 3 のことを下流側流路ともよぶこととする。

【0031】

前記初段圧力センサ P は、前記外部流入配管から流入する流体の上流側における圧力変化を測定するために設けてあり、例えば、この初段圧力センサ P で測定される測定圧力値に基づいて前記制御部はフィードバック制御のための制御則を切り替えるように構成してある。

【0032】

前記流量センサ F S としては、様々なものを用いることができるが、ここでは、流量の測定精度及び応答性のよい、いわゆる圧力式の流量センサ F S を採用している。この圧力式の流量センサ F S は、上流から順番に前記流体制御弁 V の下流の圧力を測定する第 1 圧力センサ P 1 と、流体抵抗たる層流素子 L と、層流素子 L の下流側の圧力を測定する第 2 圧力センサ P 2 とからなるものである。前記層流素子 L によって、その前後で圧力差が生じ、前記第 1 圧力センサ P 1 と、前記第 2 圧力センサ P 2 とで測定されるそれぞれの圧力に基づいて流量は測定される。

【0033】

前記流体制御弁 V は、上流側流路たる第 2 流路 2 2 と下流側流路たる第 3 流路 2 3 との間を接続するように設けてあり、弁座部材 5 と弁体部材 6 の離間距離によって通過できる流体の流量を制御するものである。すなわち、前記流体制御弁 V は、図 1 及び図 2 に示すように上側から順番に、アクチュエータ 3、プランジャ P L、ダイヤフラム構造 4、弁座部材 5、弁体部材 6、板バネ 7、基礎部材 8 を備えたものである。より具体的には弁座部材 5 と弁体部材 6 の離間距離は、前記アクチュエータ 3 の動きが前記ダイヤフラム構造 4 により前記弁体部材 6 へと伝達されて調節される。また、前記板バネ 7 は流体を通過させるためのスリットが複数形成してあるものであり、前記基礎部材 8 から前記弁体部材 6 をアクチュエータ 3 側へと押し上げて、初期状態においては前記弁体部材 6 と前記弁座部材 5 とが接触しつづけるようにしてノーマルクローズタイプのものとなるようにしてある。

【0034】

前記アクチュエータ3は、例えば、ピエゾ素子を複数枚積層して形成されるピエゾスタック31を備えたものである。このピエゾスタック31が収容されるケーシング部材32は、前記ボディ1に対して取り付けられる取付部33と、前記ピエゾスタック31が収容される円筒部32とから構成してある。前記円筒部32は、熱膨張率の小さいインバー等の部材で形成されており、ほとんど熱変形が生じないようにしてある。したがって、周囲温度や流体の温度等の影響を前記円筒部32はほとんど受けないので、温度にかかわらず前記ピエゾスタック31に印加される電圧に応じた変位量にすることができる。

【0035】

前記プランジャPLは、前記ピエゾスタック31の先端に取り付けられるものであり、中央部が下方へと突出した概略二段円筒形状をなすものである。そして、前記アクチュエータ3は、このプランジャPLを介して前記ダイヤフラム構造4を押圧するように構成してある。さらに、ピエゾスタック31に対して電圧が印加されていない状態において、ピエゾスタック31及びプランジャPLが初期位置に戻るようするために下部に初期位置戻し板ばねPSが設けてある。

【0036】

前記ダイヤフラム構造4は、流体制御弁V内において上流側流路及び下流側流路を接続する流路と前記アクチュエータ3が設けられている外部とを仕切るとともに、外部に配置されている前記アクチュエータ3からの押圧力を前記弁体部材6へと伝達するものである。このダイヤフラム構造4は、図2及び図3に示すように先端が閉口した薄肉筒状に形成されており、前記アクチュエータ3により少なくともその軸方向に押圧される突出部42と、前記突出部42の基端から連続的になだらかな曲面を形成して当該突出部42に対して外側へと広がる鰐部41と、前記鰐部41の外周部と連続してなだらかな平面を形成しており、他の部材に取り付けられる薄膜状に形成された支持部FIとからなる全体が薄肉状に形成されている膜部材TFと、前記支持部FIが溶接された概略円環状のフランジ部43とから構成してある。

【0037】

前記膜部材TFは、アルミなどの圧延された金属薄板を絞り加工することにより形成してあり、その厚みが0.1mm程度となるように形成してある。また、前記鰐部41及び前記支持部FIは金属薄板においてダイとしわ押さえに挟まれていた部分に相当し、前記突出部42はダイとパンチにより絞られた部分に相当する。そして、前記突出部42は、前記鰐部41に対して垂直方向に突出しているとともに、その先端が閉口した概略細筒状に形成してある。この突出部42の内部の底面には球体44が収容してあり、前記プランジャPLの先端が前記球体44に対して接触して、前記アクチュエータ3からの力が前記弁体部材6へと伝達されるようにしてある。すなわち、プランジャPLにより直接前記突出部42の内面を押圧することにより一点に力が集中して突出部42の一部が破れてしまうことを防ぐために、前記球体44を介して間接的に押圧するように構成してある。この実施形態では、前記突出部42の軸方向と前記アクチュエータ3の押圧方向は合致しているが、多少ずれており、例えば前記アクチュエータ3が前記突出部42の軸方向に対して斜めに押圧するものであってもよい。すなわち、「少なくともその軸方向に押圧する」とは、前記アクチュエータの3の押圧力に前記突出部42の軸方向成分が含まれた状態で押圧することを含む概念である。

【0038】

前記鰐部41は、上側から視た場合に概略薄肉円板状に形成してあり、図4に示すように前記鰐部41の外周に形成された支持部FIは、前記鰐部41及び前記よりも大きな厚みを有し、剛性の高い薄肉円環状の前記フランジ部43に電極ELを用いて抵抗溶接してある。そして、前記フランジ部43において溶接されている支持部FI以外の平面が、組み付け時において、前記フランジ部43が後述する弁座部材5に形成された押圧面55を具備する突条54を押圧するように組み付けてある。これは前記支持部FIと前記フランジ部43との間において不均一面となっている溶接部分が押圧面に接触しないようにし、

10

20

30

40

50

面接触により前記弁座部材 5 を下部へと均一な力で押圧し、弁座面 5 8 の面精度を保てるようにするためである。

【0039】

前記弁座部材 5 は、図 2 に示すように、その底面部 5 2 に前記弁体部材 6 の着座面 6 1 と接触する弁座面 5 8 が形成してあり、底面側を小径、上面側を大径とした概略 2 段円筒形状をなすものであり、中央部に軸方向に延びる第 1 弁内流路 5 1 1 と、上面から側面へと連通する断面において概略 L 字状の第 2 弁内流路 5 1 2 が形成してある。そして、この弁座部材 5 の上面部 5 3 では、第 1 弁内流路 5 1 1 及び第 2 弁内流路 5 1 2 の開口の外側を囲うように上側へと突出した前記突条 5 4 が形成してある。この突条 5 4 の上面は平面となっており、組み付け時において前記フランジ部 4 3 により押圧される押圧面 5 5 としてある。

10

【0040】

前記底面部 5 2 には、前記底面部 5 2 において第 1 弁内流路 5 1 1 の流入開口の周囲を囲むように前記弁座面 5 8 が形成してあるとともに、その外側には、前記流入開口の周囲を囲むように前記突条 5 4 よりも外径寸法の小さい円環状の凹溝 5 7 を形成してある。この凹溝 5 7 があることにより、組み付け時に前記押圧面 5 5 が押圧されても、前記弁座部材 5 の底面部 5 2 側における変形は略外周側のみに限定されることにより、前記弁座面 5 8 の平面度を保つことができる。したがって、前記弁体部材 6 の着座面 6 1 と常に好適な接触度合いを保つことができ、弁としてのシール機能を発揮させることができる。

【0041】

20

そして、弁座部材 5 は、ボディ 1 に設けた円柱状の凹部 1 1 に嵌め入れて組み付けてある。前記凹部 1 1 は、ボディ 1 の第 2 流路 2 2 と第 3 流路 2 3 とを分断するように配置してあり、上流側流路たる第 2 流路 2 2 は、前記凹部 1 1 の底面中央部に開口するとともに、下流側流路たる第 3 流路 2 3 は前記凹部 1 1 の外側周面 5 9 中央部であり、前記弁座部材 5 の小径部分に対応する位置に開口するようにしてある。

【0042】

また、前記弁座部材 5 を前記凹部 1 1 に嵌め入れた状態では、当該弁座部材の上面部 5 3 側は、前記凹部 1 1 の内側周面と略隙間なく嵌合する一方、当該弁座部材 5 の底面部 5 2 側の小径部分については前記凹部 1 1 の内側周面との間に隙間が形成されるようにしてある。

30

【0043】

このように構成の弁座部材 5 における流体の流れを説明すると、流体は底面部 5 2 に形成された流入開口から第 1 弁内流路 5 1 1 を通って上面部 5 3 に至り、その後、第 2 弁内流路 5 1 2 を通って弁座部材 5 の外側周面から下流側流路へと流れることになる。

【0044】

前記弁体部材 6 は上面に着座面 6 1 が形成してあり、その下面側が前記板ばね 7 により弾性支持されてアクチュエータ 3 により押圧されていない状態では、前記弁座部材 5 の弁座面 5 8 と前記着座面 6 1 とが面接触して弁座部材 5 内へ流体が流入しないように構成してある。そして、アクチュエータ 3 に電圧が印加されて前記弁体部材 6 の上面中央部が前記突出部 4 2 の先端により押圧されることで下方へと移動し、その開度を変更されること

40

【0045】

次にこのダイヤフラム構造 4 のアクチュエータ 3 により押圧時の変形態様について従来例と比較しながら説明する。図 5 には本実施形態のダイヤフラム構造 4 の変形態様を示してあり、図 6 には従来のダイヤフラム構造 4 A での変形態様を示してある。

【0046】

図 5 に示すように本実施形態のダイヤフラム構造 4 ではアクチュエータ 3 による押圧力の向きと前記突出部 4 2 に対して流路からかかる圧力の向きとが直交する関係にあることが分かる。したがって、前記アクチュエータ 3 により前記突出部 4 2 が下方へと押されると、その力は相殺することなく前記突出部 4 2 に対して加えられることになる。また、絞

50

り加工により金属薄板から膜部材 T F は形成してあるので、その厚みを従来と比べて非常に薄くすることができ、膜部材 T F 自体の剛性も低い。これらのことから、アクチュエータ 3 から大きな力を加えなくても前記突出部 4 2 のみを大きく変形させることができる。これらのことからダイヤフラム構造 4 において、アクチュエータ 3 の押圧方向と逆向きの圧力が流体からかかる部分の表面積は小さくしつつ、当該ダイヤフラム構造 4 において変形することができる部材の量を多くしているので、アクチュエータ 3 からの押圧力が従来と変わらなくても前記突出部 4 2 の軸方向へのストロークを大きくすることができる。また、前記突出部 4 2 の基端と前記鰐部 4 1 との間が絞り加工により連続的でなだらかな曲面が形成されているので、この部分でも変形を発生させて前記突出部 4 2 の軸方向への変位を発生させ、ストローク量を増加させることができる。さらに、前記支持部 F I はフランジ部 4 3 に溶接により硬く固定されているので、この部分を支点として前記突出部 4 2 及びその近傍の鰐部 4 1 を大きく変形させられることもストローク量の増加に寄与している。

10

【0047】

一方、図 6 に示す従来例は、薄膜部 4 1 A が切削等の機械加工により形成されているためにその厚みが 0.2 mm 程度となっており、その薄膜部 4 1 A の中央部に本実施形態の突出部 4 2 に相当する中実のピン 4 2 A が設けられたダイヤフラム構造 4 A である。つまり、本実施形態に比べると従来のダイヤフラム構造 4 A は剛性が高い構造となっている。また、このようなダイヤフラム構造 4 A についてピン 4 2 A の上部をアクチュエータで押圧した場合、ピン 4 2 A 自体は押圧方向に変形することはなく、薄膜部 4 1 A がたわみ変形することによりピンが下方へと押し下げられることになる。つまり、薄膜部 4 1 A にかかる圧力と押圧される力の向きは逆向きであるため力は相殺されているとともに、この力は押圧方向への変形ではなく、薄膜部 4 1 A の曲げ変形に費やされてしまうため、入力されている力の割に下方への変位量は発生しないことになる。

20

【0048】

図 5 及び図 6 から分かるように、本実施形態はダイヤフラム構造 4 の剛性を従来に比べて低くして低反発性を持たせることができているとともに、前記弁体部材 6 を押圧する突出部 4 2 自体を弁体部材 6 側へと変形するように構成されているので、小さい力でも下方への大きな変位量を得ることができる。つまり、図 5 及び図 6 の例において同じ出力のアクチュエータを用いている場合、本実施形態のダイヤフラム構造 4 の方がストロークを大きくとることができるため、流体制御弁 V を大口径、大出力のものとすることができる。

30

【0049】

また、図 6 のような従来の機械加工により薄膜部 4 1 A を形成しているためにすが入る等の欠陥が生じる可能性があるため、X 線検査等により品質管理を行う必要があるが、本実施形態のダイヤフラム構造 4 の膜部材 T F は絞り加工で形成されているため、機械加工で生じるようなす等の欠陥が生じることがなく、検査工程を省略することができる。このことから、従来よりもダイヤフラム構造を薄く形成したとしても、品質管理にかかるコストを低減することができる。

【0050】

加えて、前記鰐部 4 1 では当該鰐部 4 1 に加わる圧力と前記アクチュエータから加えられる力は逆向きとなるので、鰐部 4 1 はほとんど変形させずに前記弁座部座 5 の第 1 弁内流路 5 1 内に挿入されている前記突出部 4 2 のみを大きく変形させることができる。したがって、前記鰐部 4 1 と前記上面部 5 3 との間の隙間を小さくしても、アクチュエータ 3 からの押圧時に前記鰐部 4 1 が前記上面部 5 3 と干渉することがなく、流体制御弁 V 内の流路の容積をできる限り小さくすることができ、流量制御の応答性を高めることができる。また、このように鰐部 4 1 を形成することにより、ダイヤフラム構造 4 におけるガスとの接触面積を小さくすることができ、ダイヤフラム構造 4 を介して外部へガスが漏出するのを防ぎやすくなる。

40

【0051】

第 1 実施形態の変形例について説明する。第 1 実施形態では、前記鰐部 4 1 の外周部に

50

形成された薄板円環状の支持部 F I を 1 枚の薄板円環状のフランジ部 4 3 に対して溶接することで接続していたが、図 7 に示すように、2 つの円環状薄板であるフランジ部 4 3 の面板部間に前記支持部 F I の外周部を挟み、支持部 F I 1 及びフランジ部 4 3 の外周部分を T I G 溶接するようにして接続しても構わない。

【0052】

＜第 2 実施形態＞

【0053】

次に第 2 実施形態について図 8 及び図 9 を参照しながら説明する。なお、第 1 実施形態に対応する部材には同じ符号を付することとする。

【0054】

第 2 実施形態のマスフローコントローラ 100 は、第 1 実施形態と比較して前記ダイヤフラム構造 4 における前記アクチュエータ 3 からの力が伝達される球体 4 4 の保持構造が異なっている。

【0055】

より具体的には、第 2 実施形態のダイヤフラム構造 4 は、図 8 及び図 9 に示すように前記突出部 4 2 の内側周面に対してがたなく嵌合しており、当該突出部 4 2 内において前記球体 4 4 を保持する内部嵌合部材 4 5 をさらに備えている。

【0056】

この内部嵌合部材 4 5 は、上部側から下部側に対してその厚みが厚くなるように構成した概略中空円筒状のものであり、その外側周面の直径は前記突出部 4 2 の内径と略同じになるように構成してある。そのこの内部嵌合部材 4 5 の内部にプランジャ P L の先端と接触する球体 4 4 が収容される。

【0057】

ここで、図 9 に示すように前記アクチュエータ 3 に電圧が印加されてプランジャ P L が内部嵌合部材 4 5 に収容されている球体 4 4 を下方へと押圧すると、その力は内部嵌合部材 4 5 の外側周面を介して前記突出部 4 2 の内側周面と平行に下方へと加えられることになる。すなわち、第 1 実施形態においては、前記球体 4 4 は突出部 4 2 の底面に載置されていたので、アクチュエータ 3 により力が加えられると前記突出部 4 2 の内底面に対して垂直な方向に力がかかっていたのに対して、第 2 実施形態では前記内部嵌合部材 4 5 により力は突出部 4 2 の内側周面に対して平行に加えられる。このため、第 2 実施形態では前記突出部 4 2 を弁体部材 6 側へと変形させる際に面に対して垂直な力が加わらず、大きな力がかかった場合でもより破れにくくすることができる。

【0058】

したがって、ダイヤフラム構造 4 の限界強度を高めることができるので、アクチュエータ 3 から加える力のレンジをより広くして、ダイヤフラム構造 4 のストロークをより大きくとることができ、さらに大口径、大出力の流体制御弁 V として構成する事が可能となる。

【0059】

その他の実施形態について説明する。

【0060】

図 10 (a) に示すノーマルクローズタイプの流体制御弁 V を構成するダイヤフラム構造 4 について、前記突出部 4 2 の内部にがたなく嵌合する内部嵌合部材 4 5 を設けるとともに、この内部嵌合部材 4 5 を直接プランジャ P L の先端で押圧するようにしても構わない。また、図 10 (b) に示すように本発明のダイヤフラム構造 4 については、ノーマルクローズタイプだけでなくノーマルオープンタイプの流体制御弁 V を構成するためにも用いることができる。さらに、図 10 (b) に示すようにプランジャ P L の先端で前記突出部 4 2 の内部を押圧するように構成しても構わない。

【0061】

さらに前記実施形態に示したように前記鏑部 4 1 については、前記突出部 4 2 の軸方向に対して垂直な平面に延伸するように形成したものだけでなく、図 11 に示すように、傾

10

20

30

40

50

斜面を形成するように鍰部 4 1 を形成してもよい。言い換えると、前記突出部 4 2 の軸を通る仮想平面で前記膜部材 T F を見た場合、前記実施形態では概略 T 字状に形成されているのに対して、図 1 1 (a) に示すように縦断面が Y 字状になり、図 1 1 (b) に示すように膜部材 T F が概略漏斗状に形成されているものであっても、前記各実施形態で説明したような効果を得ることができる。すなわち、前記突出部 4 2 に対する前記鍰部 4 1 の形成角度は様々な角度であってもよい。図 1 1 に示すような形状の膜部材 T F を形成するには、例えば金属薄板を 2 段絞り加工により形成すればよい。また、前記突出部は一端が閉口しておらず開口したものであってもよい。

【0062】

前記各実施形態では、ダイヤフラム構造はアルミの薄板を絞り加工する事により形成していたが、その他の金属薄板から形成しても構わない。また、前記実施形態で形成されている突出部は内径よりも深さの方が大きくなるように深絞り加工により形成してあったが、用途や大きさ等によっては内径の方が深さよりも大きくなるように浅絞り加工で形成してもよい。アクチュエータについても、ピエゾに限られるものではなく、例えばソレノイド等を用いても構わない。また、前記各実施形態ではダイヤフラム構造を用いてノーマルクローズタイプの流体制御弁を構成したが、ノーマルオープンタイプの流体制御弁として構成しても構わない。

【0063】

前記実施形態では流体制御弁の下流側に圧力式の流量センサが設けられたマスフローコントローラを示したが、前記流量センサは熱式の流量センサであっても本発明の効果を得ることができる。

【0064】

前記実施形態では流体制御弁は流体の流量を制御するために用いていたが、流体の圧力を制御するための圧力制御弁として用いてもかまわない。制御する流体としては液体、気体いずれであってもかまわない。

【0065】

その他、本発明の趣旨に反しない限りにおいて様々な変形や実施形態の組み合わせを行ってもかまわない。

【符号の説明】

【0066】

100・・・マスフローコントローラ
 V・・・流量制御弁
 3・・・アクチュエータ
 4・・・ダイヤフラム構造
 41・・・鍰部
 42・・・突出部
 43・・・フランジ部
 44・・・球体
 45・・・内部嵌合部材
 5・・・弁座部材
 6・・・弁体部材

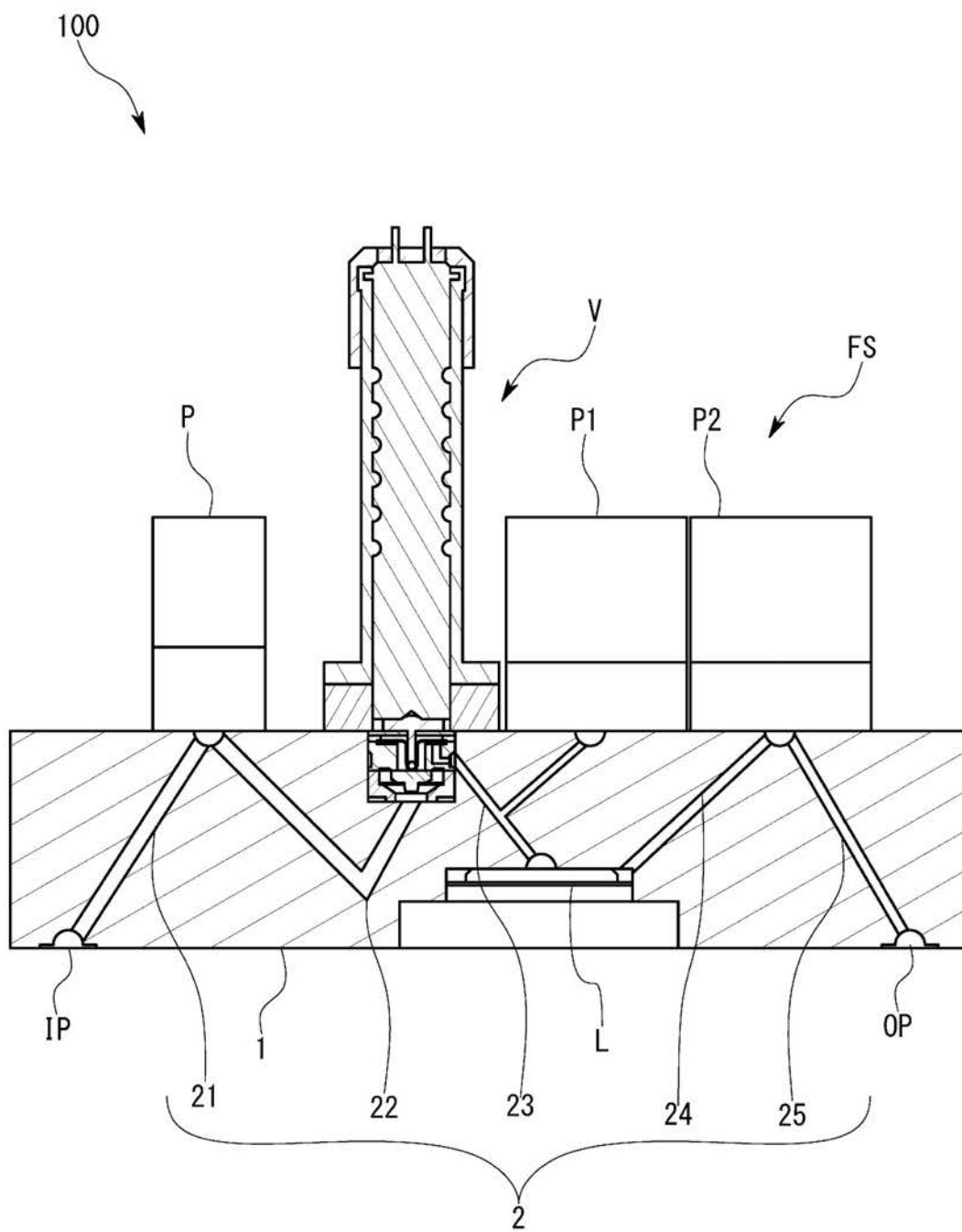
10

20

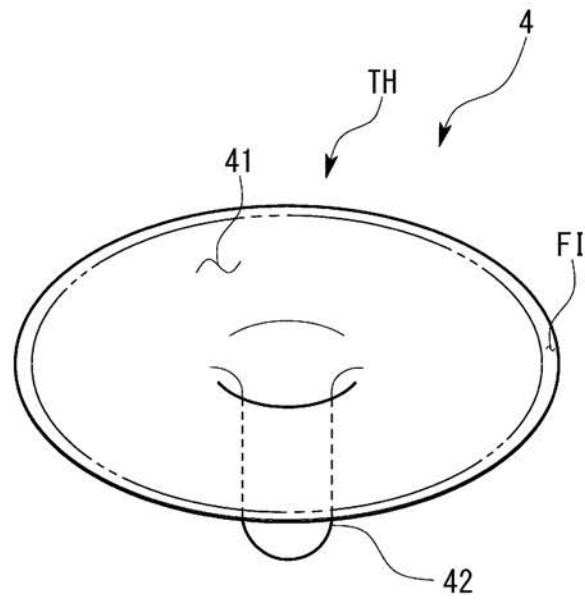
30

40

【図 1】

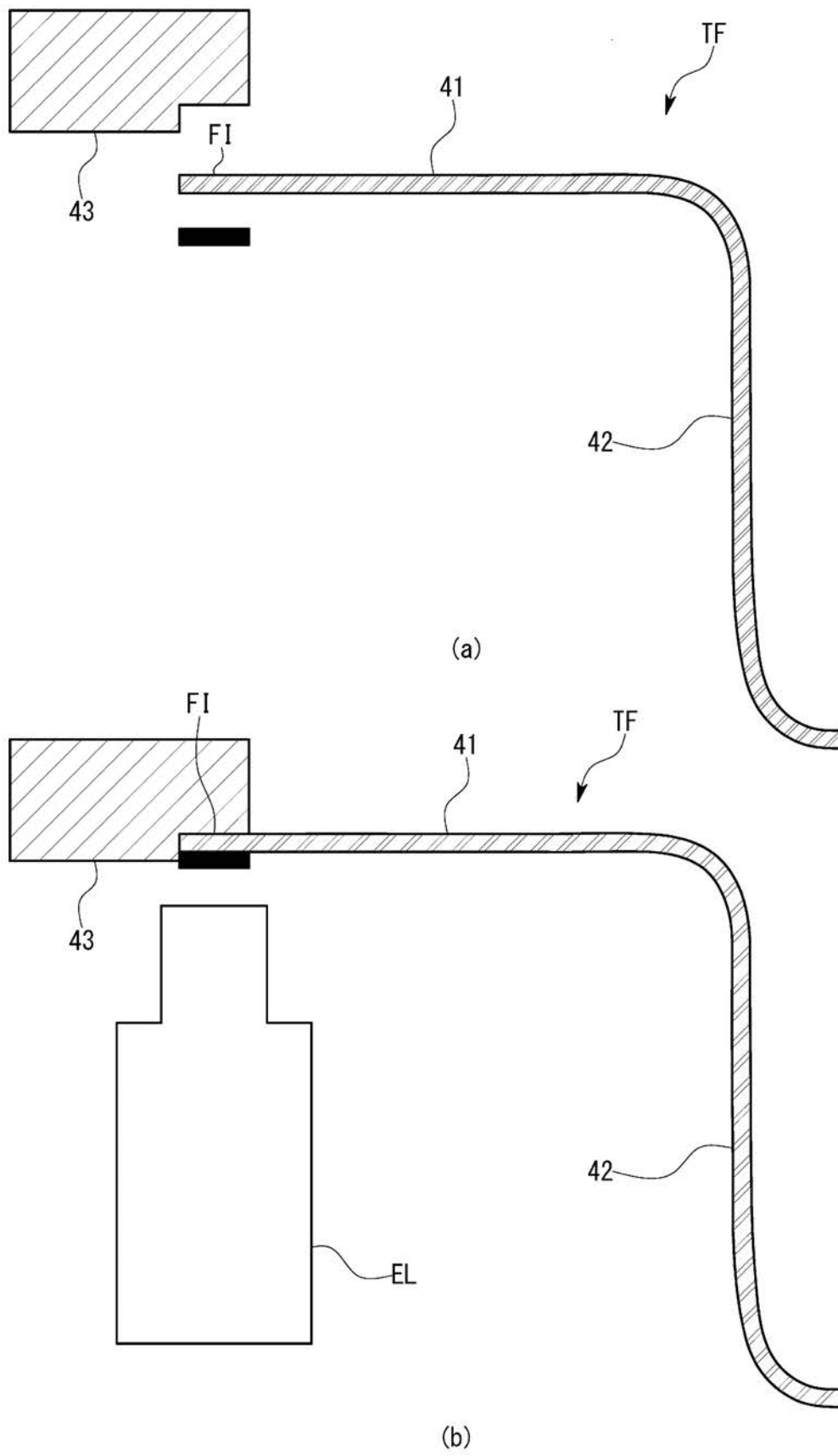


【図 3】

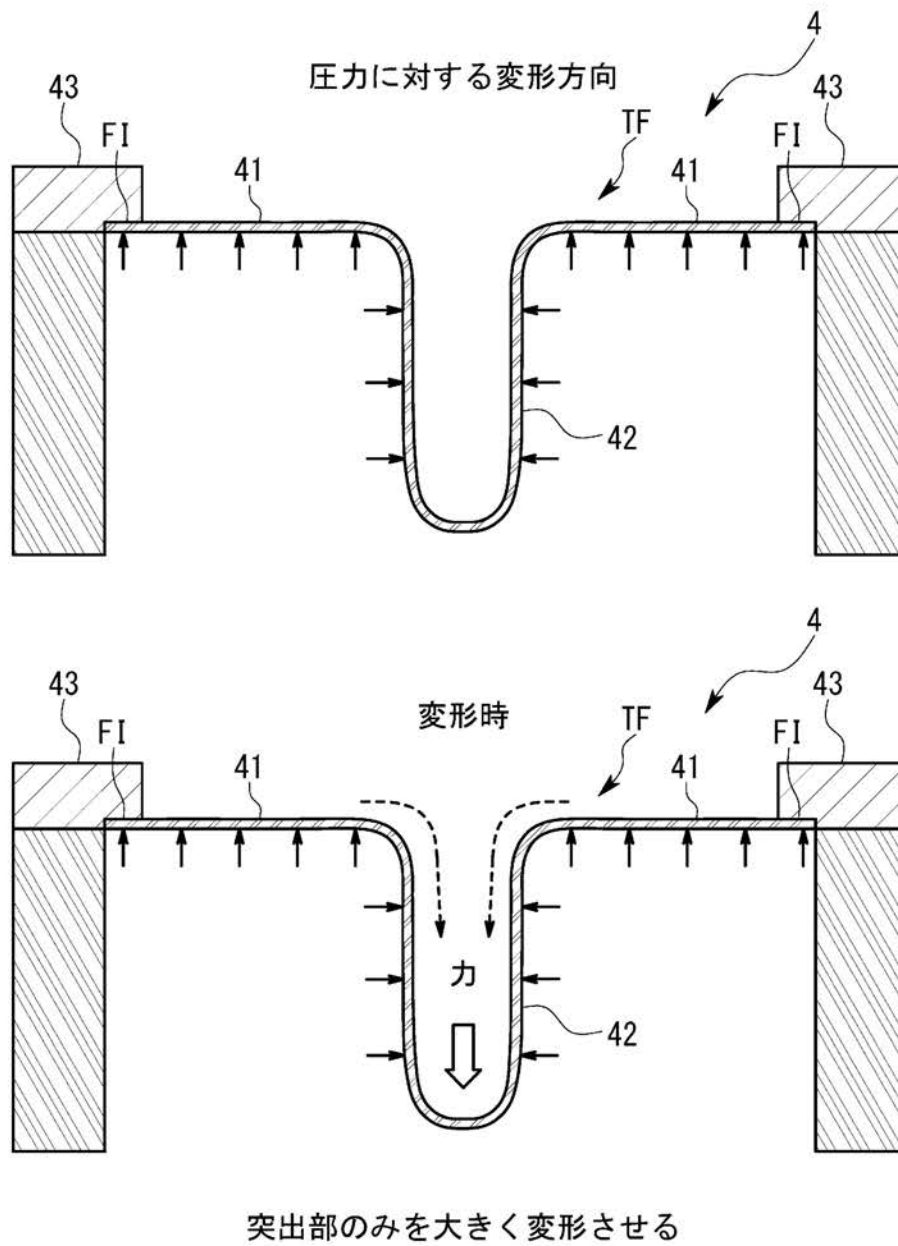


注 二点鎖線はフランジ部 4 3 へ溶接される領域の境界を示すものであり、実際の線を示すものではない

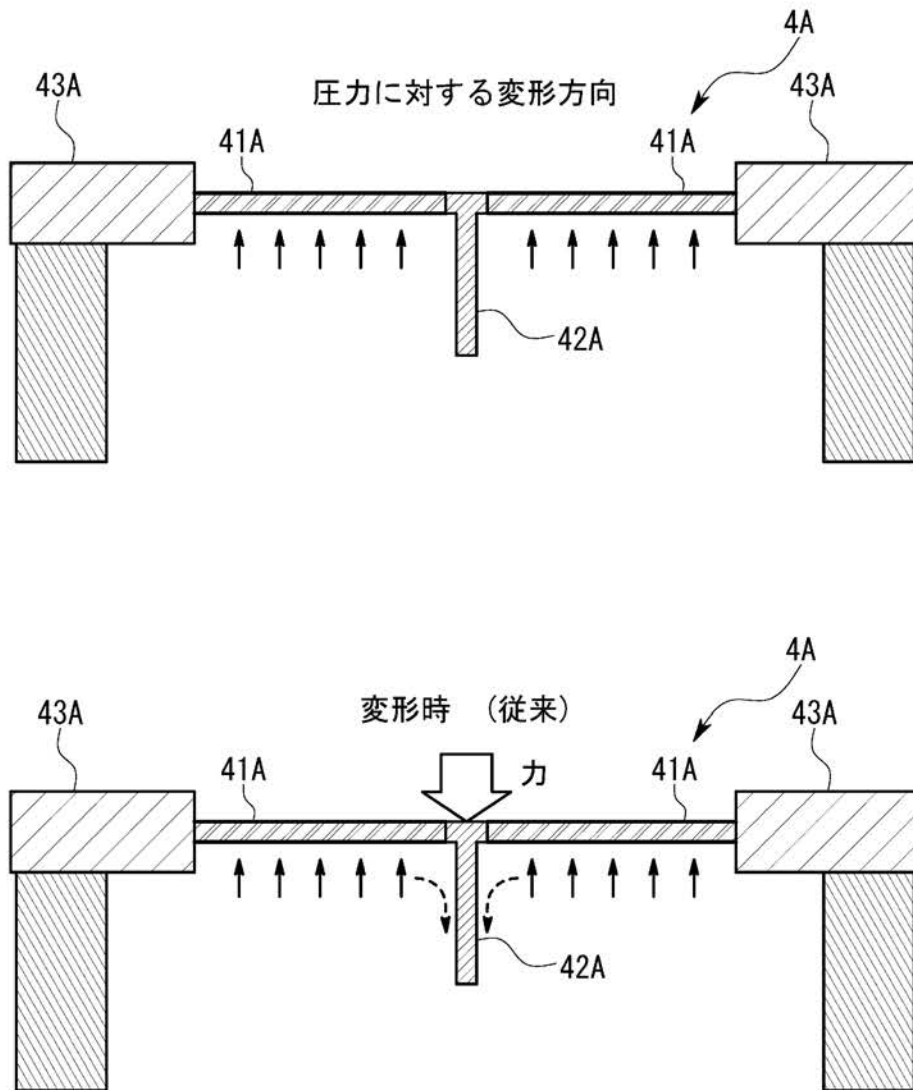
【 図 4 】



【図 5】

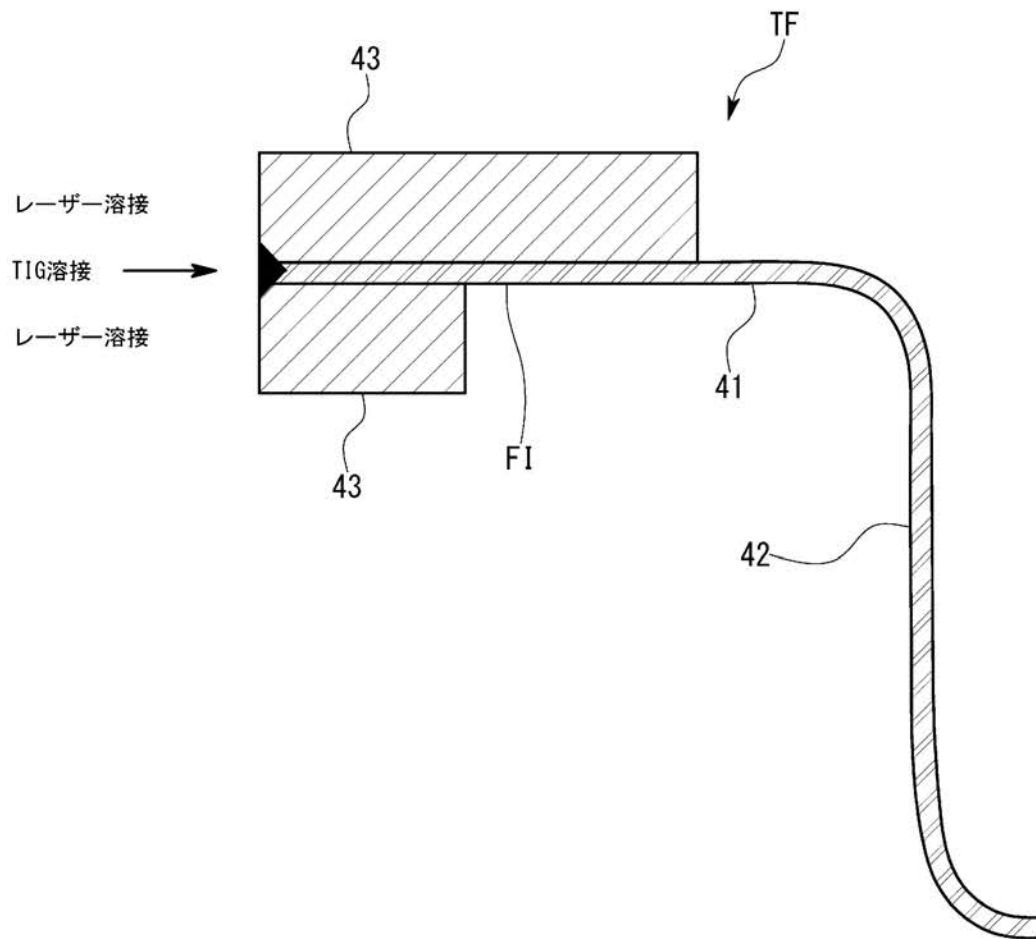


【図 6】

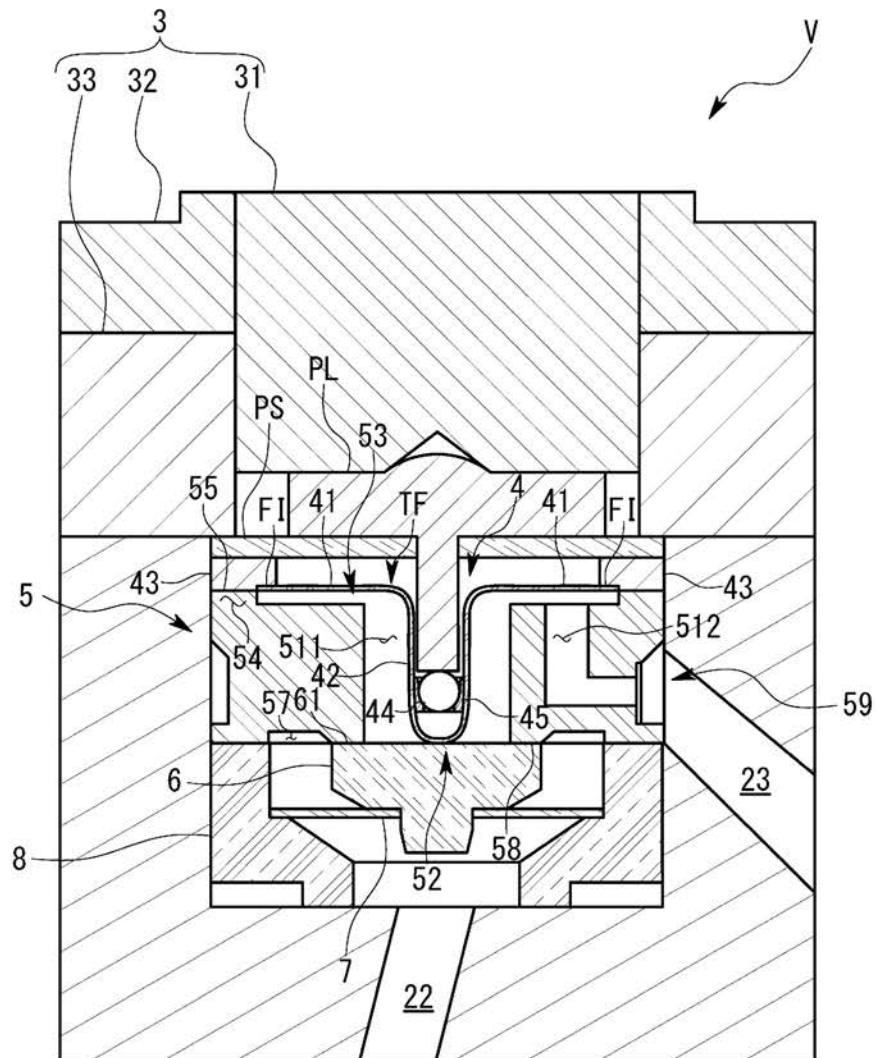


ピエゾの発生力を大きくする必要がある

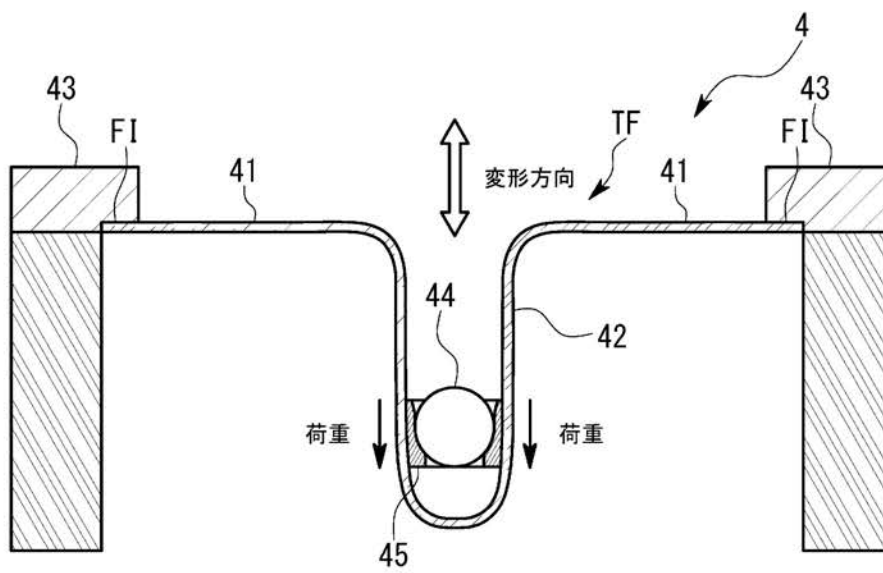
【図 7】



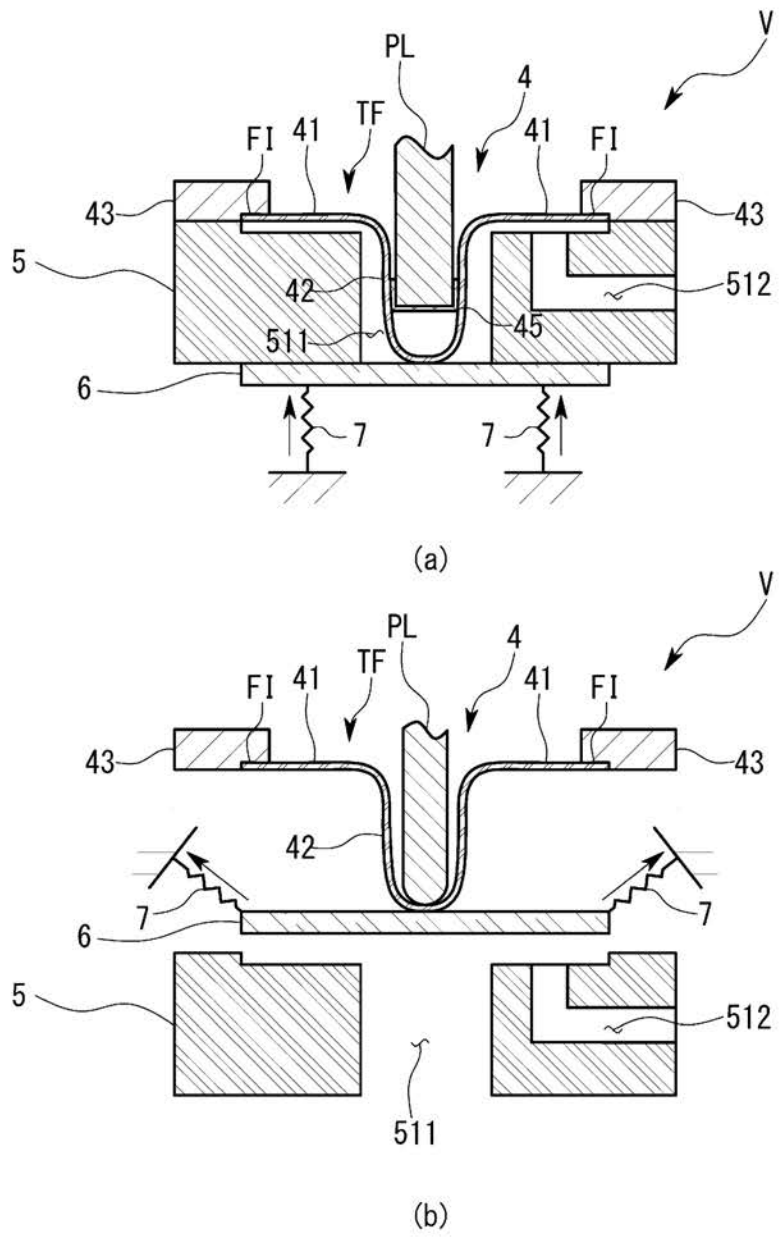
【図 8】



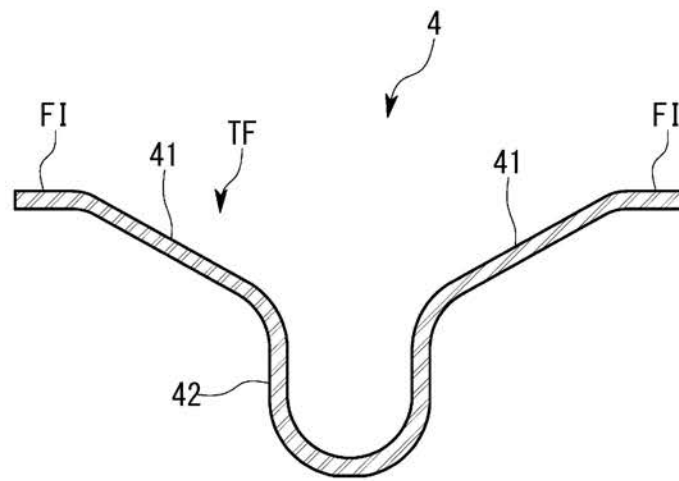
【図 9】



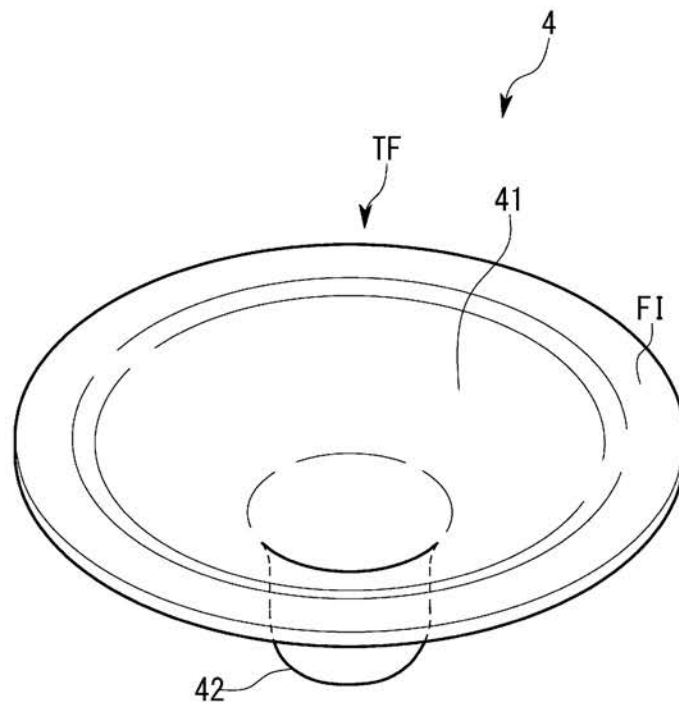
【図 10】



【図 1 1】



(a)



(b)

フロントページの続き

(72)発明者 河南 宣之

京都府京都市南区上鳥羽鉾立町 1 1 番地 5 株式会社堀場エステック内

Fターム(参考) 3H052 AA01 BA21 CD01 CD03 EA01

5H307 AA20 BB01 DD07 DD18 EE02 EE19 EE20 GG15