

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6089033号
(P6089033)

(45) 発行日 平成29年3月1日(2017.3.1)

(24) 登録日 平成29年2月10日(2017.2.10)

(51) Int.Cl. F 1
F 1 6 K 7/12 (2006.01) F 1 6 K 7/12 B

請求項の数 4 (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2014-526618 (P2014-526618) (86) (22) 出願日 平成24年7月23日 (2012.7.23) (86) 国際出願番号 PCT/JP2012/068552 (87) 国際公開番号 W02014/016881 (87) 国際公開日 平成26年1月30日 (2014.1.30) 審査請求日 平成27年7月22日 (2015.7.22)</p>	<p>(73) 特許権者 309017138 イマテック株式会社 東京都中央区入船一丁目2番5号 (72) 発明者 柄崎 英夫 東京都中央区入船1-2-5 イマテック 株式会社内 (72) 発明者 田中 秀夫 東京都中央区入船1-2-5 イマテック 株式会社内 審査官 富永 達朗</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体機器用のダイアフラム構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

本体内に軸線方向に移動する可動体を組み込み、この可動体と本体との間にダイアフラムを設け、このダイアフラムで本体内を、流体室と流体を導入させないエリアとに区画する流体機器用のダイアフラム構造であって、上記ダイアフラムは、上記軸線方向に伸びるとともに一端を上記可動体に固定した円筒膜部と、この円筒膜部の他端に連続するとともに、上記軸線を中心にした円周方向に広がる外端側を上記本体に固定した環状膜部とを備えるとともに、上記円筒膜部の軸方向の長さL1と上記環状膜部の半径方向の長さL2との寸法関係を $L1 = 0.5 \times L2$ とし、上記可動体が移動したとき、上記円筒膜部が上記軸線方向に直行する方向、すなわち内径側あるいは外径側に、周囲の部品に接触しない状態で弾性変形しながら、上記環状膜部と一体となって撓み変形する構成にした流体機器用のダイアフラム構造。

10

【請求項2】

上記円筒膜部との間に所定の隙間を保持して上記円筒膜部と同心円状に設けたサポート部材を備え、上記サポート部材は、上記円筒膜部が内径側あるいは外径側に弾性変形して、その変形量が上記隙間の大きさに達したとき、上記円筒膜部に接触して、上記円筒膜部の内径側あるいは外形側への弾性変形量を制限する構成にした請求項1に記載の流体機器用のダイアフラム構造。

【請求項3】

上記円筒膜部に沿って円筒膜部と同心円状に設けた弾性材からなるサポート部材を備え、

20

上記サポート部材は、内径側あるいは外径側に弾性変形する上記円筒膜部に接触して上記円筒膜部とともに弾性変形し、上記円筒膜部の内径側あるいは外径側への弾性変形量を制限する構成にした請求項 1 に記載の流体機器用のダイヤフラム構造。

【請求項 4】

上記環状膜部の外端側に、上記軸方向に伸びる円筒状の保持用膜部を、流体を進入させない上記エリア側に設け、この保持用膜部と上記環状膜部との連続部分をシール部とするとともに、上記保持用膜部を本体の内壁との間で挟持する筒部を備えた押さえ部材を設け、上記押さえ部材の筒部の先端と本体との間で上記シール部を移動可能に押さえ付けた請求項 1 - 3 のいずれか 1 に記載の流体機器用のダイヤフラム構造。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

この発明は、ダイヤフラムバルブや、ダイヤフラムポンプなどの流体機器用のダイヤフラム構造に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体、液晶、医薬、食品の製造設備などの流体システムにおいては、外界からの不純物や微生物の侵入や外界への危険薬液等の漏洩を防止するために高度の気密性が要求される。そのため、バルブの弁体やポンプのピストンなどの可動体を有する流体機器では、その可動体と本体との間を確実にシールするため、ダイヤフラムが用いられる。

20

ダイヤフラムは、柔軟性を備えた膜部材であって、可動体と本体との間に設けられ、可動体の移動に伴って変形しながら可動体と本体の間のシール性を維持するものである。

例えば、ダイヤフラムバルブの場合、ダイヤフラムは流路の開閉のために往復動する弁体とバルブ本体との間に設けられる。

【0003】

このようなダイヤフラムバルブのダイヤフラム構造としては、接続配管の断面積と同等以上の流路面積を得るための十分なストロークと、上記弁体の繰り返しの往復動や流体圧による変形によっても劣化しない耐久性とが求められる。

例えば、特許文献 1 の図 4 に記載された従来のダイヤフラムバルブでは、ダイヤフラムの水平部だけが変形する構成なので、弁体のストロークは水平部の変形量で限定され、十分なストロークが得られない。

30

また、上記ダイヤフラムの直径が大きくなると受圧面積が大きくなり、圧力に抗して可動体を移動させるときの駆動力を大きくせざるを得ない。

【0004】

一方、特許文献 2 では、ダイヤフラムの応力集中を避けるために、水平部に連続する鉛直部を設けているが、この鉛直部をシャフトに常時接触させ、撓みを阻害している。

従って、この場合にも、弁体のストロークには水平部の変形のみが寄与することになる。

さらに、上記特許文献 1 (図 4) 及び特許文献 2 以外のダイヤフラム構造において、受圧面積を小さくしながら長い膜長を実現するものとして、特許文献 1 の図 1 のようにダイヤフラムの水平部を山形にしたり、波状にしたりしたものも知られている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 09 - 217845 号公報 (図 1、図 4)

【特許文献 2】特開 2006 - 162043 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献 1 (図 4) や特許文献 2 のダイヤフラム構造では、水平部の変形のみが弁

50

体のストロークに寄与する構成なので、十分なストロークが確保できないという問題があった。

また、水平部の変形だけで、弁体の十分なストロークを実現しようとするれば、ダイヤフラムの水平部の膜長を長くする必要があり、そのため直径を大きくする必要があり、ダイヤフラムの直径を大きくすれば、当然のこととして機器全体が大型化してしまうという問題が発生する。

さらに、ダイヤフラムの水平部を山形にしたり、波状の部分を作成したりしたものは、山や波の凹み部分の洗浄が困難であったり、そこにエアがたまったりする問題があった。

【0007】

この発明の目的は、応力の集中を避けながら、弁体などの可動体の十分なストロークを実現し、しかも、エアだまりなどができず、小型化も実現できる流体機器用のダイヤフラム構造を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

第1の発明は、本体内に軸線方向に移動する可動体を組み込み、この可動体と本体との間にダイヤフラムを設け、このダイヤフラムで本体内を、流体室と流体を進入させないエリアとに区画する流体機器用のダイヤフラム構造であって、上記ダイヤフラムは、上記軸線方向に伸びるとともに一端を上記可動体に固定した円筒膜部と、この円筒膜部の他端に連続するとともに、上記軸線を中心にした円周方向に広がる外端側を上記本体に固定した環状膜部とを備えるとともに、上記円筒膜部の軸方向の長さ $L1$ と上記環状膜部の半径方向の長さ $L2$ との寸法関係を $L1 = 0.5 \times L2$ とし、上記可動体が移動したとき、上記円筒膜部が上記軸線方向に直交する方向、すなわち内径側あるいは外径側に弾性変形しながら、上記環状膜部と一体となって撓み変形する構成にしたことを特徴とする。

【0009】

なお、上記円筒とは、蛇腹などひだを形成したものを含まない概念である。但し、完全な円筒だけでなく、上下の直径に多少の差があるものは含むものとする。つまり、上下の底面形状及び大きさが近い筒状であって、その側面に意識的にひだや段などを形成していない形状のことである。

【0010】

第2の発明は、上記円筒膜部との間に所定の隙間を保って上記円筒膜部と同心円状に設けたサポート部材を備え、上記サポート部材は、上記円筒膜部が内径側あるいは外径側に弾性変形して、その変形量が上記隙間の大きさに達したとき、上記円筒膜部に接触して、上記円筒膜部の内径側あるいは外径側への弾性変形量を制限する構成にしたことを特徴とする。

【0011】

第3の発明は、第1の発明を前提とし、上記円筒膜部に沿って円筒膜部と同心円状に設けた弾性材からなるサポート部材を備え、上記サポート部材は、内径側あるいは外径側に弾性変形する上記円筒膜部に接触して上記円筒膜部とともに弾性変形し、上記円筒膜部の内径側あるいは外径側への弾性変形量を制限する構成にしたことを特徴とする。

なお、上記弾性材からなるサポート部材と上記円筒膜部との接触には、円筒膜部が円筒状態において接触する場合と、円筒膜部が内径あるいは外径方向に変形した結果において接触する場合とを含むものとする。

【0012】

第4の発明は、上記環状膜部の外端側に、上記軸方向に伸びる円筒状の保持用膜部を、流体を進入させない上記エリア側に設け、この保持用膜部と上記環状膜部との連続部分をシール部とするとともに、上記保持用膜部を本体の内壁との間で挟持する筒部を備えた押さえ部材を設け、上記押さえ部材の筒部の先端と本体との間で上記シール部を移動可能に押さえ付けたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

10

20

30

40

50

第1の発明では、可動体が移動したとき、環状膜部と円筒膜部とが一体となって撓むので、例えば環状膜部のみが撓む場合と比べて、可動体のストロークを大きくすることができる。また、環状膜部と円筒膜部とが一体となって撓むので、応力が分散され、応力集中を避けることができる。このように応力の集中を避けることができるので、ダイヤフラムの耐久性を向上させることができる。

さらに、ストロークを大きくするために環状膜部を山形や、波状に形成する必要がないので、山や波の凹み部分の洗浄が困難であったり、そこにエアがたまったりするような問題が発生しない。

【0014】

また、可動体のストロークを確保するために、環状膜部の直径を大きくしなくてもよいので、ダイヤフラム構造全体が大きくなり、流体機器が大型化することもない。

さらに、環状膜部の直径を小さくして受圧面積を小さくできるので、環状膜部に作用する圧力に抗した方向の駆動力を小さくでき、駆動機構を小型化できる。

【0015】

第2の発明によれば、円筒膜部の周囲に、隙間を保ってサポート部材を設けたので、ダイヤフラムの円筒膜部に圧力が作用したとき、過大な変形を防止しつつ、内径あるいは外形方向への弾性変形を供する自由な弾性変形も許容できる。従って、高圧下においても円筒膜部は環状膜部と一体となって撓むことができる。しかも、円筒膜部が、例えば弾性限界を超えるような過大な変形によって破損することも防止できる。

【0016】

第3の発明によれば、弾性材からなるサポート部材を設けたので、ダイヤフラムの円筒膜部に圧力が作用したとしても、過大な変形を防止しつつ、自由な弾性変形も許容できるとともに、耐久性も維持できる。

【0017】

第4の発明によれば、押さえ部材によって本体に押し付けられたシール部が移動可能に構成されているため、環状膜部に過大な張力が発生したときには、シール部が保持用膜部と一体的に環状膜部側へ移動する。これにより、過大な張力が一か所に集中することがなくダイヤフラムが損傷することがない。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】図1は第1実施形態の断面図で、閉弁状態を示している。

【図2】図2は図1の部分拡大図である。

【図3】図3は第1実施形態の断面図で、開弁状態を示している。

【図4】図4は第2実施形態の断面図で、閉弁状態を示している。

【図5】図5はサポート部材を備えていない場合のダイヤフラムの変形を示した模式図である。

【図6】図6は第2実施形態のサポート部材を備えた場合のダイヤフラムの変形を示した模式図である。

【図7】図7は金属製のサポート部材を備えた場合のダイヤフラムの変形を示した模式図である。

【図8】図8は試験1の結果を示した表である。

【図9】図9は試験2の結果を示した秒である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

図1～3にこの発明のダイヤフラム構造を用いた第1実施形態のダイヤフラムバルブを示す。図1は閉弁時の断面図であり、図3は開弁時の断面図である。

この第1実施形態のダイヤフラムバルブは、本体1に流体室2を形成するとともに、この流体室2に接続した第1流路3及び第2流路4が設けられている。

上記本体1は、上記第1流路3を接続した第1本体部1aと、第2流路4を接続した第

10

20

30

40

50

2 本体部 1 b とからなり、これら両本体部 1 a , 1 b をクランプ部材 5 で連結して構成されている。

【 0 0 2 0 】

また、本体 1 であって、上記流体室 2 と第 2 流路 4 との境にシート部 6 を形成し、このシート部 6 を可動体である弁体 7 が開閉する構成にしている。

上記弁体 7 にはシャフト 8 が一体的に形成され、このシャフト 8 には連結部材 9 を介して図示しない駆動機構が連結されている。この駆動機構によって上記弁体 7 を、軸線方向に往復移動可能にしている。そして、上記弁体 7 の移動方向及びシャフト 8 の軸線に沿った方向がこの発明の軸線方向である。

【 0 0 2 1 】

さらに、弁体 7 と本体 1 にはダイアフラム 1 0 を固定し、このダイアフラム 1 0 によって上記流体室 2 と、後で説明するダイアフラム 1 0 の円筒膜部 1 0 b 内に形成され、流体を進入させないエリア 1 1 とを区画している。

上記ダイアフラム 1 0 は、中央に上記シャフト 8 を貫通させる孔を形成した樹脂製の膜部材である。このダイアフラム 1 0 の材質は特に限定されないが、柔軟性及び強度を兼ね備えたポリテトラフルオロエチレンなどを用いることができる。

【 0 0 2 2 】

そして、このダイアフラム 1 0 は、他の部分の膜厚よりも厚みを厚くした一方の端部 1 0 a が弁体 7 の上面に形成した凹部 7 a に固定されるとともに、この端部 1 0 a に連続した筒状の円筒膜部 1 0 b と、この円筒膜部 1 0 b の他端に連続し、シャフト 8 の軸心を中心とする円周方向に広がる環状膜部 1 0 c と、この環状膜部 1 0 c の外端側であって傾斜面からなるシール部 1 0 d と、さらにこのシール部 1 0 d の外周から上記軸線方向に伸びる円筒状の保持用膜部 1 0 e と、保持用膜部 1 0 e の上端で軸心に向かって突出した固定用凸部 1 0 f とを備えている。

なお、上記したダイアフラム 1 0 の各部分の形状及び位置関係は、図 1 に示す閉弁時におけるものである。また、図 1 に示す状態は、上記流体室 2 内の流体圧がそれほど高くない状態である。

【 0 0 2 3 】

そして、上記端部 1 0 a は、上記弁体 7 の凹部 7 a 内でシャフト 8 の外周に嵌めたリング部材 1 2 と筒部材 1 3 とによって固定されている。上記筒部材 1 3 はその内周に、シャフト 8 の外周に形成された雄ねじにかみ合う雌ねじを形成した部材である。この筒部材 1 3 をシャフト 8 の外周にねじ止めすることによって、上記リング部材 1 2 が弁体 7 へ押し付けられ、このリング部材 1 2 と弁体 7 とによってダイアフラム 1 0 の上記端部 1 0 a を保持している。

但し、上記ダイアフラム 1 0 は弁体 7 と一体的に形成されていてもかまわない。

【 0 0 2 4 】

そして、上記保持用膜部 1 0 e の先端に形成された固定用凸部 1 0 f は、上記第 1 本体部 1 a の開口付近に挿入された押さえ部材 1 4 によって保持され、本体 1 に固定されることになる。つまり、この固定用凸部 1 0 f を設けた保持用膜部 1 0 e は、本体 1 に固定される上記環状膜部 1 0 d の外端側を構成する。なお、環状膜部 1 0 d の外端側は、上記シール部 1 0 c 、上記保持用膜部 1 0 e 及び保持用凸部 1 0 f で構成される。

また、上記押さえ部材 1 4 は、円板部 1 4 a と、図中下方へ突出した筒部 1 4 b とを備え、この筒部 1 4 b 内に上記流体を進入させないエリア 1 1 が形成される。

【 0 0 2 5 】

さらに、この押さえ部材 1 4 は、上記筒部 1 4 b の外周に形成した環状の保持凹部 1 4 c と、筒部 1 4 b の先端の押圧部 1 4 d とを備えている。

そして、上記保持凹部 1 4 c に、ダイアフラム 1 0 の上記固定用凸部 1 0 f を嵌め込んで保持するとともに、上記筒部 1 4 b と第 1 本体部 1 a の内壁とによって上記保持用膜部 1 0 e を挟持している。

【 0 0 2 6 】

10

20

30

40

50

なお、図中符号 1 c は、第 1 本体部 1 a の内壁から軸心に向かって突出する環状のシール用凸部であり、このシール用凸部 1 c の斜面に対し、上記押さえ部材 1 4 の押圧部 1 4 d がダイアフラム 1 0 のシール部 1 0 d を押し付けている。なお、上記シール用凸部 1 c は軸線方向に対して傾斜した斜面を備え、上記シール部 1 0 d が移動しやすいようにしているが、この斜面は平坦面だけでなく、曲面であってもよい。

上記押圧部 1 4 d は、図 2 の部分拡大図に示す通り、その先端に上記シール用凸部 1 c の斜面に沿った斜面 1 4 f が形成されるとともに、軸心側には弧面 1 4 g を形成している。そして、上記シール部 1 0 c は上記斜面 1 4 e とシール用凸部 1 c とで挟持される。

【 0 0 2 7 】

また、上記押圧部 1 4 d において軸心側に弧面 1 4 g を形成しているため、後で説明する図 3 のように、ダイアフラム 1 0 が上記流体を侵入させないエリア 1 1 側へ変形して押圧部 1 4 d に押し付けられたときにも、とがった角などが接触する場合と違ってダイアフラム 1 0 に屈曲跡を残したり、破損したりすることがない。

さらに、上記押さえ部材 1 4 の円板部 1 4 a と第 2 本体部 1 b との間には、板バネ 1 5 を設け、この板バネ 1 5 の弾性力によって上記押圧部 1 4 d がダイアフラム 1 0 のシール部 1 0 d をシール用凸部 1 c の斜面上に適度な押圧力で押し付けている。

【 0 0 2 8 】

このように、ダイアフラム 1 0 によって上記流体室 2 と上記エリア 1 1 とが区画され、シールされているので、本体 1 の外部から流体室 2 内に異物などが混入することがない。

なお、上記板バネ 1 5 の弾性力は、上記流体室 2 と上記エリア 1 1 との間を確実に遮断する押しつけ力に対応するものであるが、上記環状膜部 1 0 c の張力が大きくなったときには、上記シール部 1 0 d が上記シール用凸部 1 c 上を移動可能にする大きさに設定されている。

【 0 0 2 9 】

また、上記押さえ部材 1 4 には、流体を進入させないエリア 1 1 に連通する貫通孔 1 4 e を形成するとともに、第 1 本体部 1 a には、上記貫通孔 1 4 e と連通する貫通孔 1 d を形成している。これら貫通孔 1 4 e 及び 1 d によって、上記エリア 1 1 と本体 1 の外部とを連通させている。そして、上記ダイアフラム 1 0 が破損した場合の流体の漏れを、貫通孔 1 d を介して本体 1 の外部から検出できるようにしている。

【 0 0 3 0 】

上記のように構成した第 1 実施形態のダイアフラムバルブは、シャフト 8 に係合した図示しない駆動機構が作動して弁体 7 を軸線方向に移動させる。

弁体 7 が移動し、図 1 に示す閉弁状態から図 3 に示す開弁状態になると、ダイアフラム 1 0 が変形するが、このとき、ダイアフラム 1 0 は円筒膜部 1 0 b と環状膜部 1 0 c とが一体となって撓む。

【 0 0 3 1 】

図 1 に示すように、上記円筒膜部 1 0 b の軸線方向の長さを L_1 、環状膜部 1 0 c の半径方向の長さを L_2 とすれば、弁体 7 の移動に追従して撓む部分の長さは $L_1 + L_2$ となる。このように、ダイアフラム 1 0 において撓み変形可能な部分の長さが長くなるため、弁体 7 の十分なストロークに追従することが可能である。また、撓み変形する部分の長さが長いので、変形時にダイアフラム 1 0 に過大な応力が発生することがない。しかも、上記長さ $L_1 + L_2$ が一体となって撓み変形する際に、上記円筒膜部 1 0 b と環状膜部 1 0 c との間の湾曲部分が移動するので、特定の箇所が大きく屈曲することがない。従って、応力が集中する部分がない。

【 0 0 3 2 】

上記のように、この第 1 実施形態では、弁体 7 が移動したときに、環状膜部 1 0 c だけでなく、円筒膜部 1 0 b が環状膜部 1 0 c と一体的に撓み変形する構成にしているため、環状膜部 1 0 c の面積を小さくしても、弁体 7 のストロークを十分に確保できる。

仮に、円筒膜部 1 0 b の長さ L_1 がほとんどないようなダイアフラム構造では、環状膜部 1 0 c のみが弁体 7 のストロークに伴って撓むことになるため、環状膜部 1 0 c の直径

10

20

30

40

50

を大きくしなければ十分なストロークを確保することは難しい。また、無理にストロークさせた場合、環状膜部 10c に発生する応力が大きくなる。その結果、ダイアフラム 10 の耐久性が落ちてしまうことが予測されるが、この第 1 実施形態のように十分な長さの円筒膜部 10b を備えていれば、そのようなことはない。

【0033】

なお、円筒膜部 10b の長さ L1 を長くすれば、それだけ円筒膜部 10b が撓みやすくなるので、その分、環状膜部 10c の半径方向の長さ L2 を小さくしてもダイアフラム 10 に局所的に発生する応力を小さくすることができる。

但し、円筒膜部 10b の軸方向長さを長くすれば、本体 1 の軸方向長さも長くしなければならないため、結果として流体機器全体の軸方向長さも長くなってしまふ。そのため、円筒膜部 10b をやたら長くすることは現実的ではなく、使用条件などに応じた最適な長さを設定する必要がある。

10

【0034】

以上のように、この第 1 実施形態のダイアフラム 10 は、円筒膜部 10b を備えることによって環状膜部 10c を小さくすることができる。そして、環状膜部 10c の面積が小さければ、流体室 2 から上記エリア 11 方向へ作用する力も小さくなるので、この第 1 実施形態では、弁体 7 を閉弁させる際の抗力が小さくなって閉弁方向へのシャフト 8 の駆動力は小さくて足りる。そのため、駆動機構の小型化も可能である。

【0035】

また、この第 1 実施形態のダイアフラム構造では、受圧面積を小さくすることによって環状膜部 10c が受ける流体圧を小さくできるので、環状膜部 10c に接触して圧力を受けるバックアップ部材を設ける必要がない。

20

つまり、この第 1 実施形態では、ダイアフラム 10 の環状膜部 10c のみで流体圧を受けたとしても、その圧力によって環状膜部 10c の特定箇所を劣化させることはなく、耐久性を維持できるため、環状膜部 10c に作用する流体圧を受けるためのバックアップ部材を設けていない。

バックアップ部材を設け、環状膜部 10c がバックアップ部材に対して接触、離反を繰り返した場合には、摩耗などの問題も発生するが、この第 1 実施形態のようにバックアップ部材が不要になれば、そのような問題も発生しない。

【0036】

30

しかも、上記押し付け部材 14 の筒部 14b 内を流体が侵入しないエリア 11 とし、筒部 14b の先端の押圧部 14d でダイアフラム 10 のシール部 10d を押さえているので、上記エリア 11 側へ変形したダイアフラム 10 が、連結部材 9 や押し付け部材 14 の円板部 14a などに接触することもない。つまり、ダイアフラム 10 は他部品との接触による磨耗なども発生しない。

【0037】

また、上記したように、この第 1 実施形態では、上記シール部 10d が板バネ 15 の弾性力によってシール用凸部 1c に押しつけられている。そして、上記バネ部材 15 の弾性力を、環状膜部 10c の張力が大きくなった時に、上記シール部 10d が移動可能な大きさに設定している。このように、シール部 10d が移動可能に構成されていることによって、ダイアフラム 10 に発生する応力が全体に分散され、環状膜部 10c と保持用膜部 10e との連続部分であるシール部 10d に応力が集中しないようにできる。

40

【0038】

さらに、上記したようにシール部 10d は斜面に押圧されているため、上記環状膜部 10c の張力によって移動しやすくなっている。シール部 10d が移動すれば、シール部 10d の周囲に応力が集中することはない。

また、上記押さえ部材 14 の先端には弧面 14g を形成しているため、図 3 に示す状態でシール部 10c が弧面 14g に押し付けられたとしても、ダイアフラム 10 がダメージを受けにくい。

【0039】

50

図4に示す第2実施形態は、ダイヤフラム10の円筒膜部10bの内側に、ゴム製のサポート部材20を設けたダイヤフラムバルブである。上記サポート部材20を設けた以外は、図1に示す第1実施形態と同様の構成である。そこで、第1実施形態と同じ構成要素には同じ符号を用い、同じ構成要素についての詳細な説明は省略するものとする。なお、図4は弁体7がシート部6にシートした閉弁状態を示す図である。

【0040】

上記サポート部材20は、円筒膜部10bの内側に設け、円筒膜部10bとシャフト8の外周との間に設けたゴム製の筒状部材である。そして、この第2実施形態では、シャフト8に連結した連結部材9の下方に筒部9aを形成してこれをシャフト8の外周に設け、この筒部9aの端部と上記リング部材12との間に上記サポート部材20をはめ込んでい

10

【0041】

そして、サポート部材20はその軸方向長さを、上記円筒膜部10bの軸方向長さとはほぼ等しくしている。

また、この第2実施形態では、上記流体室2内の圧力はそれほど高くなく、円筒膜部10bが円筒状を保っている状態で、円筒膜部10bの内周が上記サポート部材20の外周に接触するようにしている。

【0042】

この第2実施形態のダイヤフラムバルブも、通常の使用状態で弁体7が軸線方向に移動したとき、ダイヤフラム10が図3に示す第1実施形態と同様に变形する。

20

すなわち、第2実施形態においても、円筒膜部10bと環状膜部10cとが一体となって撓み变形するダイヤフラム構造を備えている。そのため、弁体7の十分なストロークを確保しながら、環状膜部10cの面積を小さくできる。

【0043】

この第2実施形態では、円筒膜部10bとシャフト8との間にゴム製のサポート部材20を設けているが、このサポート部材20は円筒膜部10bに高圧が作用したときに、上記円筒膜部10bとともに弾性变形しながら円筒膜部10bの変形量を制限する機能を備えている。この機能について、図5～7の模式図を用いて説明する。

【0044】

30

図5は、上記第1実施形態のようにサポート部材20を備えずに、円筒膜部10bの内側に隙間が形成されている場合のダイヤフラム10の变形を示した図、図6はサポート部材20を備えた第2実施形態のダイヤフラム10の变形を示した図、図7は上記サポート部材20に替えて剛性が高くほとんど弾性变形しない金属製のサポート部材30を設けた場合のダイヤフラム10の变形を示した図である。

【0045】

なお、図5～7では、ダイヤフラム10を弁体7に固定するための筒部材13は省略している。

また、図5～7において、破線は、閉弁状態であり、流体室2に高圧が作用していない状態でのダイヤフラム10の状態を示したものである。

40

そして、弁体7が移動し、ダイヤフラム10の端部10aが矢印のように移動したときのダイヤフラムの形状を太線で示している。なお、図中、移動前後の上記端部10aの位置を、それぞれ白丸と黒丸で示している。

【0046】

図5に示したサポート部材を備えていない場合、高い流体圧が円筒膜部10bに作用すると、円筒膜部10bは太実線のようにシャフト8側へ撓み、特にA部分が、円筒の直径が小さくなる方向、すなわち内径側に凹むように变形する。このA部分には、流体圧による内径側への变形による張力とともに、環状膜部10c側への張力も作用している。このような变形が繰り返されることによって上記A部分に内径側に凹んだくびれ状の变形跡が残ることがある。

50

但し、流体圧が低く、シャフト 8 側への変形量が小さければ上記 A 部分に内径側へ凹んだくびれ状の変形跡は残らない。

【 0 0 4 7 】

一方、流体圧がさらに高くなり、図 5 の太い二点鎖線で示すように変形量が大きくなれば、部分 B に作用する応力はさらに大きくなり、くびれ状の変形跡が残るだけでなく B 部分が劣化したり、破損したりしてしまうこともある。上記のようなくびれ状の変形跡が残るということは、ダイアフラム 10 の弾性限界を超えるような大きな変形が起こったということである。

【 0 0 4 8 】

これに対し、ゴム製のサポート部材 20 を円筒膜部 10 b の内側に設けた図 6 に示す場合に、円筒膜部 10 b の外周に高圧が作用すると、円筒膜部 10 b とともにサポート部材 20 も弾性変形する。サポート部材 20 が変形する箇所は、円筒膜部 10 b が最も変形しやすい箇所であるが、サポート部材 20 が設けられていない場合と比べてその変形量は小さくなることは当然である。

そのため、サポート部材 20 を設ければ、高圧が作用したとしても円筒膜部 10 b の径方向の変形量を制限することができる。そのため、円筒膜部 10 b に応力が集中することを緩和でき、ダイアフラム 10 の劣化を防止できる。

【 0 0 4 9 】

さらに、円筒膜部 10 b はサポート部材 20 とともに変形するため、上記環状膜部 10 c の変形に追従可能で、環状膜部 10 c と円筒膜部 10 b とが一体となって撓む構成は維持される。従って、流体圧が高圧になったとしても、弁体 7 のストローク量は確保される。

なお、図 4 に示す第 2 実施形態では、円筒膜部 10 b が弾性変形していない状態で、サポート部材 20 が円筒膜部 10 b の内周に接触するように構成しているが、弾性変形していない円筒膜部 10 b とサポート部材 20 との間に隙間が保たれるようにしてもよい。

このような隙間を設けたとき、円筒膜部 10 b は上記隙間の範囲では自由に弾性変形するが、変形量が上記隙間の大きさに達した時点で、弾性材からなるサポート部材 20 に接触し、サポート部材 20 とともに弾性変形し、結果として弾性変形量が制限されることになる。

【 0 0 5 0 】

また、図 7 に示すように上記円筒膜部 10 b の内側に接触させて金属製のサポート部材 30 を設けた場合、高い流体圧が作用すると、円筒膜部 10 b はサポート部材 30 の外周に押し付けられる。サポート部材 30 は変形しないため、円筒膜部 10 b においてサポート部材 30 に押し付けられた部分は固定化され、環状膜部 10 c と一体となって撓む部分の長さが短くなってしまふ。その結果、環状膜部 10 c の直径を小さくするとストローク量を確保しにくくなったり、特定の部分に応力が集中してしまったりする。

特に、サポート部材 30 に押し付けられ円筒膜部 10 b が、環状膜部 10 c 側へ引っ張られて、サポート部材 30 から離れるポイント C には応力が集中する。

【 0 0 5 1 】

以下に、上記第 1、第 2 実施形態のダイアフラムバルブについて行なった試験を説明する。

試験 1 は、第 1 実施形態のダイアフラム 10 について、円筒膜部 10 b の長さ L 1 を変化させて、上記連結部材 9 に連結した図示しない駆動機構の軸推力の変化を確認するものである。

<試験 1>

この試験条件は、次の通りである。

ダイアフラム 10 の外径を 57.5 mm、環状膜部 10 c の半径方向の長さ L 2 = 12 mm とし、円筒膜部 10 b の長さ L 1 を 4 mm、6 mm、12 mm の 3 種類とする。

そして、流体圧を作用させずに、上記駆動機構によって上記弁体 7 を、全閉状態からフルストローク位置まで移動させるときに必要な軸推力を測定した。なお、上記フルストロ

10

20

30

40

50

ークとは、配管の断面積と同等以上の流路面積を得ることができるストロークで、ここでは12mmである。

【0052】

試験結果は、図8に示す通りであり、L1が長くなるにしたがって必要な軸推力が小さくなっている。

上記軸推力は、弁体7を移動させるとともにこの弁体7に連結したダイヤフラム10を変形させるための力である。そして、上記円筒膜部10bが環状膜部10cと一体となって撓む場合、円筒膜部10bの長さL1が長ければ長いほど、環状膜部10cと一体となった膜部の長さが長くなって撓みやすくなるため、上記軸推力が小さくて足りるものと考えられる。

10

つまり、上記円筒膜部10bの長さを長くすると、必要な軸推力が小さくなるというこの試験1の結果から、上記弁体7が移動したとき、上記円筒膜部10bが、環状膜部10cと一体的に撓んでいることが確認できた。

【0053】

次に、上記サポート部材20の効果を確認する試験2について説明する。

試験2

この試験条件は、次のとおりである。

ダイヤフラム10の外径を57.5mm、環状膜部10cの半径方向の長さL2=12mmとし、円筒膜部10bの長さL1を4mm、6mm、12mm、16mmとする。

そして、弁体7をシート部6に押し付け、ダイヤフラム10全体に高圧ポンプを用いて1.6MPaの流体圧を一定時間加え、その後、分解してダイヤフラム10の変形状態を確認した。

20

なお、上記1.6MPaは、通常のダイヤフラムバルブの使用条件よりも高圧である。

【0054】

また、ゴム製のサポート部材20を備えた第2実施形態のダイヤフラムバルブと、サポート部材を備えていない第1実施形態のダイヤフラムバルブのほか、金属製のサポート部材30(図7参照)を備えたダイヤフラムバルブについても、上記した条件で試験を行なった。

【0055】

この試験2の結果は図9に示すとおりである。

30

サポート部材20を備えていないもの、すなわち上記第1実施形態のダイヤフラム構造では、円筒膜部10bの長さL1=4mmで、円筒膜部10bと環状膜部10cとの連続部分にくびれたような変形が残り、白化していた。この部分は、図5のB部分に相当し、高圧によって内径側へ大きく変形し、部分的に弾性限界を超える変形があったことが推測できる。特に、円筒膜部10bの長さL1が短いため、大きな張力が作用し、応力が集中した箇所が変質したことを表わす白化が起こっている。この白化は、破壊の前兆と考えられる。

【0056】

一方、長さL1が6mm以上では上記B部にわずかな変形が残っていたが、L1=4mmのような白化もなく、バルブとしての機能には全く問題はなかった。つまり、L1=0.5×L2の場合には、過大な張力による応力集中が起こり難いことが分かった。

40

【0057】

但し、L1=16mmでは、円筒膜部10bが撓んだときに、シャフト8に貼りついてしまうこともあった。円筒膜部10bがシャフト8に貼りついて、貼りつきと剥離とを繰り返したり、一部が貼りついたまま張力が作用したりすれば、特定の箇所が疲労してしまう可能性もある。従って、今回の試験2では特に問題はなかったが、L1が長過ぎても上記のような問題が発生する可能性がある。また、L1をやたら長くすると、円筒膜部10bが長くなることにより、設計上の不都合が生じてしまうこともある。十分なストロークのための撓みやすさを確保しながら、その他の様々な条件を考慮すると、L1はL2と同程度までが現実的であると考えられる。

50

【 0 0 5 8 】

また、図 7 に示すような金属製のサポート部材を用いた場合には、全ての L 1 で、ダイアフラム 1 0 の円筒膜部 1 0 b と環状膜部 1 0 c との連続部分に変質して白化していた。この部分は、図 7 に示すポイント C に対応する部分である。金属製サポート部材 3 0 に固定された部分と撓み変形する環状膜部 1 0 c との境界である C 部に応力が集中し、その部分に変質したものと考えられる。

【 0 0 5 9 】

これに対し、図 4 に示す第 2 実施形態のダイアフラム構造では、L 1 = 4 mm では、B 部の白化があったが、それ以外、すなわち L 1 = 0.5 × L 2 では変形も白化もなかった。

10

つまり、ゴム製のサポート部材 2 0 を備えていた場合でも、L 1 = 4 mm のように、L 1 が短い場合には、ダイアフラム 1 0 の変形時に円筒膜部 1 0 b に作用する単位長さあたりの張力が大きくなるため、応力が集中することになる。このような応力集中を避けるためには、L 1 = 0.5 × L 2 を満足する必要がある。

また、上記第 2 実施形態のゴム製のサポート部材 2 0 は、高圧が作用した円筒膜部 1 0 b とともに弾性変形し、円筒膜部 1 0 b の過大な変形を防止しつつ、自由な撓みも許容できるため、特定の箇所に過大な応力を集中させない機能を発揮する。

【 0 0 6 0 】

なお、上記第 2 実施形態では、サポート部材 2 0 を円筒膜部 1 0 b の全長にわたって設けているが、サポート部材 2 0 の軸方向長さは、円筒膜部 1 0 b の軸方向長さよりも短くてもかまわない。但し、サポート部材 2 0 は、高圧が作用したとき、円筒膜部 1 0 b において変形量が大きくなる箇所に対応させて設けることが効果的である。

20

また、円筒膜部 1 0 b の変形量の大きさや、最大変位箇所は、ダイアフラム 1 0 の材質や、寸法、使用条件などによって異なるため、サポート部材 2 0 を設ける位置は、上記諸条件に応じて設定する必要がある。

さらに、サポート部材 2 0 は、流体圧によって円筒膜部 1 0 b とともに変形可能な弾性材であれば、その材質はゴムにかぎらない。

【 0 0 6 1 】

また、上記サポート部材 3 0 のように弾性変形しない金属製のサポート部材であっても、サポート部材と円筒膜部 1 0 b の内周との間に所定の間隔を保つようにすれば、上記円筒膜部 1 0 b の過大な変形を防止しながら、環状膜部 1 0 c と円筒膜部 1 0 b との一体的な撓み変形を可能にすることができる。

30

上記円筒膜部 1 0 b の内周とサポート部材との間に間隔があると、その隙間の範囲内で、円筒膜部 1 0 b の内径側への弾性変形を可能にし、円筒膜部 1 0 b と環状膜部 1 0 c とが一体的に撓み変形することができる。しかも、流体圧が高圧になって円筒膜部 1 0 b の内径側への変形量が上記隙間の大きさに達したときには、円筒膜部 1 0 b の内周が金属製のサポート部材に接触して内径側への変形量が制限されることになる。その結果、応力集中を緩和することができる。

【 0 0 6 2 】

上記のように弾性変形しないサポート部材を用いる場合、サポート部材と円筒膜部 1 0 b との隙間は、円筒膜部 1 0 b の変形量が弾性限界を超えない範囲で上記円筒膜部 1 0 b とサポート部材とが接触する大きさに設定することが好ましい。このように隙間の大きさを設定すれば、円筒膜部 1 0 b が弾性限界を超えて変形することがなく、ダイアフラム 1 0 の劣化を防止することもできる。

40

【 0 0 6 3 】

また、専用のサポート部材を設ける代わりに、図 1 に示す第 1 実施形態の筒部材 1 3 の外周と上記円筒膜部 1 0 b との隙間を適当に設定すれば、筒部材 1 3 がこの発明のサポート部材の機能を兼ね、高圧が作用したときの円筒膜部 1 0 b の弾性変形量を制限することができる。

但し、その場合には、上記筒部材 1 3 の軸方向長さを図 1 に示すものよりも長くし、円

50

筒膜部 10 b の軸方向長さ以上にすることが好ましい。なぜなら、筒部材 13 の軸方向長さが円筒膜部 10 b よりも短いと、流体圧が高くなったとき円筒膜部 10 b が筒部材 13 の端部の角に押し付けられて傷つく可能性があるからである。

【0064】

また、上記第 1、第 2 実施形態のダイヤフラムバルブを用いて、各ダイヤフラム構造の耐久性を確認する試験 3、4 を行なったので、これらの試験について説明する。

試験 3

この試験 3 は、サポート部材を備えていない第 1 実施形態と、サポート部材 20 を備えた第 2 実施形態のダイヤフラムバルブについて、以下の条件で行なった耐久性試験である。

【0065】

この試験条件は、次のとおりである。

ダイヤフラム 10 の外径を 70 mm、環状膜部 10 c の半径方向の長さ $L2 = 16 \text{ mm}$ とし、円筒膜部 10 b の長さ $L1 = 8 \text{ mm}$ とする。上記長さ $L1$ 、 $L2$ は、 $L1 = 0.5 \times L2$ の条件を満足するものである。

そして、動作条件を、150、圧力 0.6 MPa の加圧熱水下で、弁体 7 を連続で 50 万回往復動させ、その後、ダイヤフラム 10 の状態を目視で確認した。上記往復動のストロークは、接続配管の断面積と同等以上の流路面積を得るためのストロークであり、ここでは 16 mm である。

この試験の結果、サポート部材のない第 1 実施形態のダイヤフラム 10 には、わずかな変形が見られたが、機能上は全く問題なかった。

また、ゴム製サポート部材 20 を備えた第 2 実施形態のダイヤフラム 10 は、初期状態と比べて変化は見られなかった。

【0066】

試験 4

この試験 4 は、上記試験 3 と動作条件を変更した耐久性試験である。

この試験 3 の動作条件は、80、圧力 0.8 MPa の加圧温水下で弁体 7 を連続で 1 億回往復動し、その後、ダイヤフラム 10 の状態を目視で確認した。

この試験 4 では、第 1、第 2 実施形態いずれのダイヤフラム 10 にも、初期状態と比べて変化は見られなかった。

【0067】

上記第 3、第 4 試験の動作条件は、一般的なダイヤフラムバルブに要求される 10 万以上の弁体 7 の開閉回数や、ポンプに要求される 1 億回以上の往復動に対応したものであり、150 の高温蒸気にさらされる滅菌仕様にも対応するものである。

以上のように、上記第 1、第 2 実施形態のダイヤフラム構造は、応力が集中しにくい構造であり、十分なストロークを満足しながら、高温高压下における耐久性も満足することを確認できた。

【0068】

なお、上記第 1、第 2 実施形態は、ダイヤフラムバルブを例に説明したが、上記ダイヤフラム構造はバルブだけでなくポンプにも適用できる。

また、上記第 1、第 2 実施形態では、ダイヤフラム 10 の円筒膜部 10 b の外側を流体室 2 とし、内側を、流体を進入させないエリア 11 としたが、円筒膜部 10 b の内側を流体室とし、外側を、流体を進入させないエリアとすることもできる。

そして、円筒膜部 10 b の内側を流体室とする場合には、流体圧は円筒膜部 10 b を拡張する方向に作用し、円筒膜部 10 b が外形側へ変形するので、サポート部材は円筒膜部の外周に沿わせて設ける必要がある。

【0069】

また、円筒膜部 10 b に沿って円筒膜部 10 b と同心円状に設けるサポート部材としては、様々な形状のものを用いることができる。

円筒膜部 10 b の内側に設けるサポート部材としては、円筒膜部 10 b の内側面に対向

10

20

30

40

50

する面が円筒膜部 10b と同心円状に設けられていればよく、第 2 実施形態のような円筒にかぎらない。例えば、円柱でもよいし、その外表面に凹凸が形成されていてもかまわない。

【0070】

また、円筒膜部 10b の外側に設けるサポート部材は、円筒が適当であるが、円筒膜部 10b の外側面に対向する面が円筒膜部 10b の同心円状に設けられていればよく、円筒に限らない。

さらに、円筒膜部 10b の内側あるいは外側において、複数の部材を同心円上に連続的に配置することによってサポート部材を構成してもよい。

【産業上の利用可能性】

10

【0071】

この発明のダイヤフラム構造は、バルブやポンプなど、往復運動をする可動体の周囲を確実にシールするための構造を必要とする装置に利用できる。

【符号の説明】

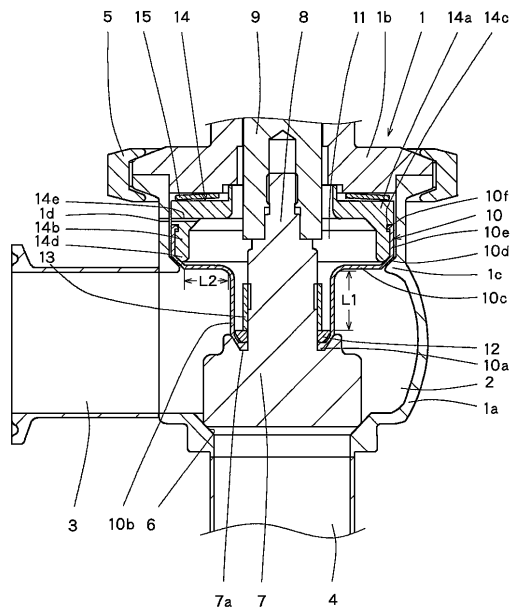
【0072】

- 1 本体
- 2 流体室
- 7 (可動体である)弁体
- 10 ダイヤフラム
- 10a 端部
- 10b 円筒膜部
- 10c 環状膜部
- 10d シール部
- 10e 保持用膜部
- 10f 固定用凸部
- 11 (流体を進入させない)エリア
- 14 押さえ部材
- 14b 筒部
- 14c 保持凹部
- 14d 押圧部
- 20 サポート部材

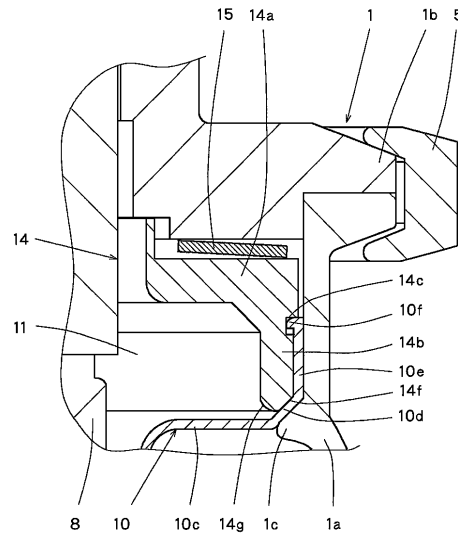
20

30

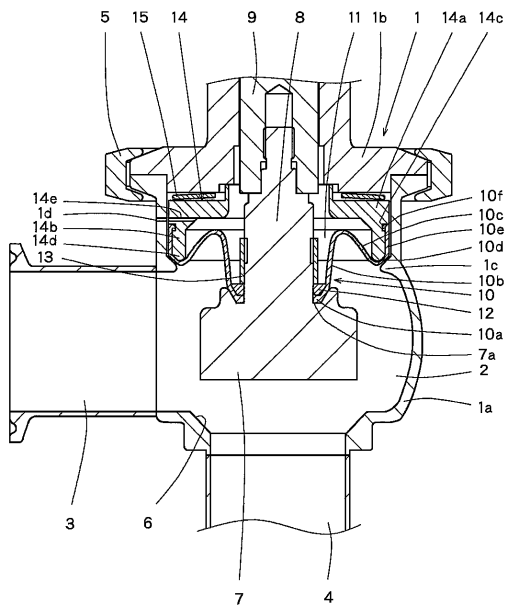
【図1】



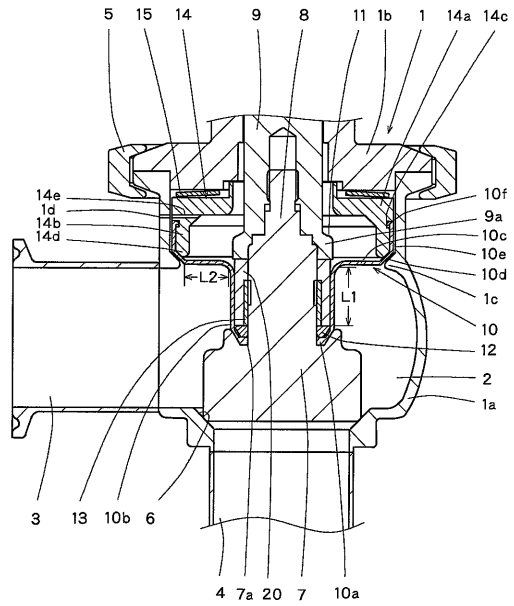
【図2】



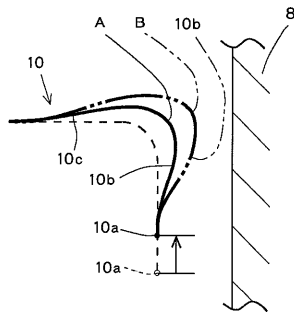
【図3】



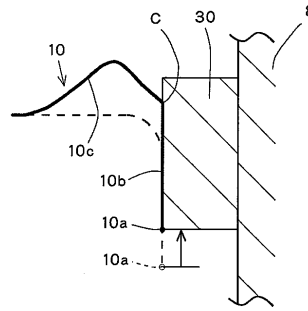
【図4】



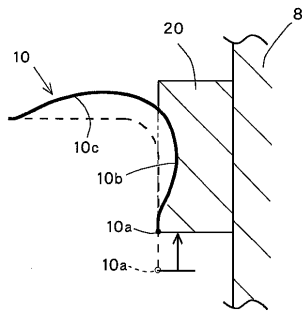
【図5】



【図7】



【図6】



【図8】

試験1の結果

L1(mm)	軸推力(N)
4	330
6	265
12	196

【図9】

試験2の結果

L1(mm)	サポート部材	状態	
		なし	金属製
4	B部白化	なし	C部白化
6	B部変形(但し、機能上の問題なし)	B部白化 変形無し	C部白化
12	B部変形(但し、機能上の問題なし)	変形無し	C部白化
16	B部変形(チャットに貼りつく等あり)	変形無し	C部白化

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-162043(JP,A)
特開2004-301323(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F16K 7/12