

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5904554号
(P5904554)

(45) 発行日 平成28年4月13日 (2016. 4. 13)

(24) 登録日 平成28年3月25日 (2016. 3. 25)

(51) Int. Cl.		F I			
F 1 6 K	15/14	(2006. 01)	F 1 6 K	15/14	D
F 0 4 B	43/02	(2006. 01)	F 0 4 B	43/02	D
F 0 4 B	53/10	(2006. 01)	F 0 4 B	53/10	F
F 1 6 K	31/126	(2006. 01)	F 1 6 K	31/126	Z

請求項の数 17 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2012-552080 (P2012-552080)	(73) 特許権者	508268713
(86) (22) 出願日	平成23年2月3日 (2011. 2. 3)		ケーシーアイ ライセンシング インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2013-519038 (P2013-519038A)		アメリカ合衆国 テキサス州 78265-9508, サンアントニオ, ビー. オー. ボックス 659508, リーガルデパートメント-インテレクチュアルプロパティ
(43) 公表日	平成25年5月23日 (2013. 5. 23)		イー
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/023580	(74) 代理人	110001302
(87) 国際公開番号	W02011/097362		特許業務法人北青山インターナショナル
(87) 国際公開日	平成23年8月11日 (2011. 8. 11)	(72) 発明者	ジャエブ, ジョナサン
審査請求日	平成26年1月31日 (2014. 1. 31)		アメリカ合衆国 テキサス州 78006, ベルネ, ランチレーン 27651
(31) 優先権主張番号	12/699, 672		
(32) 優先日	平成22年2月3日 (2010. 2. 3)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バルブの単一化

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも2つのバルブプレートを含むバルブを製作するための方法において：

少なくとも2つのタブを含む開口を含む第1のリードフレームを形成するステップであって、前記タブは、前記開口内において第1のバルブプレートを支持するための首部まで前記開口内において内方に延在する、ステップと；

前記第1のリードフレームおよび前記第1のバルブプレートに、前記タブの前記首部を溶解させるために50A以上の電流を印加するステップと；を含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

請求項1に記載の方法において、さらに：

前記首部の溶解を容易にするために前記タブの前記首部をエッチングするステップ；を含むことを特徴とする方法。

【請求項 3】

請求項1または2に記載の方法において、さらに：

少なくとも2つのタブを含む開口を含む第2のリードフレームを形成するステップであって、前記タブは、前記開口内において第2のバルブプレートを支持するための首部まで前記開口内において内方に延在する、ステップと；

前記第1のリードフレームを前記第2のリードフレーム上に前記第2のリードフレームと電気的に接触するように積層させることにより、前記電流により前記第2のバルブプレ

ートを支持する前記首部を溶融させる、ステップと；を含むことを特徴とする方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の方法において、さらに：

前記首部の溶融を容易にするために前記タブの前記首部をエッチングするステップ；を含むことを特徴とする方法。

【請求項 5】

請求項 3 または 4 に記載の方法において、

前記バルブは、さらに、前記少なくとも 2 つのバルブプレートの間に絶縁材料のバルブフラップを備え、前記方法は、さらに：

前記第 1 のリードフレームおよび前記第 1 のバルブプレートと前記第 2 のリードフレームおよび前記第 2 のバルブプレートとの両方に電流を印加するステップ；を含むことを特徴とする方法。

10

【請求項 6】

流体流を制御するためのバルブにおいて、前記バルブは：

通過して延在するアパーチャを有する第 1 のバルブプレートであって、前記プレートは、リードフレーム内に形成されるとともに前記リードフレームから電氣的に溶融される、第 1 のバルブプレートと；

通過して延在するとともに前記第 1 のバルブプレートの前記アパーチャから実質的にオフセットされたアパーチャを有する第 2 のバルブプレートであって、前記第 2 のプレートは、リードフレーム内に形成されるとともに前記リードフレームから電氣的に溶融される、第 2 のバルブプレートと；

20

前記第 1 のバルブプレートと前記第 2 のバルブプレートとの間に配設されることで、前記第 1 のバルブプレートの前記アパーチャおよび前記第 2 のバルブプレートの前記アパーチャと流体連通するキャピティを前記第 1 のバルブプレートと前記第 2 のバルブプレートとの間に形成するスペースと；

前記第 1 のバルブプレートと前記第 2 のバルブプレートとの間に配設されるとともに前記第 1 のバルブプレートと前記第 2 のバルブプレートとの間で移動可能なフラップであって、前記フラップは、前記第 1 のバルブプレートの前記アパーチャから実質的にオフセットされるとともに前記第 2 のバルブプレートの前記アパーチャと実質的に位置合わせされたアパーチャを有する、フラップと；を備えることを特徴とするバルブ。

30

【請求項 7】

請求項 6 に記載のバルブにおいて、前記フラップは、圧力差が実質的にゼロであるときに第 1 の位置において前記第 1 および第 2 のバルブプレートのいずれか一方に隣接して配設されるとともに、圧力差が印加されるときに第 2 の位置において前記第 1 および第 2 のバルブプレートの他方まで移動可能であることにより、前記フラップは、前記バルブの外側の前記流体の圧力差の方向における変化に応答して前記第 1 の位置から前記第 2 の位置に、および前記流体の圧力差の方向における反転に応答して前記第 1 の位置に戻るよう駆動されることを特徴とするバルブ。

【請求項 8】

請求項 7 に記載のバルブにおいて、前記フラップは、常開位置において前記第 2 のバルブプレートに隣接して配設されることにより、前記フラップが前記第 1 の位置にあるときに前記流体が前記バルブを通過して流れるとともに、前記フラップが前記第 2 の位置にあるときに前記流体流が前記バルブにより遮断されることを特徴とするバルブ。

40

【請求項 9】

請求項 7 に記載のバルブにおいて、前記フラップは、常閉位置において前記第 1 のバルブプレートに隣接して配設されることにより、前記フラップが前記第 1 の位置にあるときに前記流体流が前記バルブにより遮断されるとともに、前記フラップが前記第 2 の位置にあるときに前記流体流が前記バルブを通過して流れることを特徴とするバルブ。

【請求項 10】

請求項 6 ~ 9 のいずれか一項に記載のバルブにおいて、前記第 1 および第 2 のバルブ

50

レートは、金属から形成されていることを特徴とするバルブ。

【請求項 1 1】

請求項 1 0 に記載のバルブにおいて、前記金属は、100～200ミクロンの厚さを有する鋼であることを特徴とするバルブ。

【請求項 1 2】

請求項 6～11のいずれか一項に記載のバルブにおいて、前記フラップならびに前記第1および第2のバルブプレートのいずれか一方は、5ミクロン～150ミクロンの距離だけ離れていることを特徴とするバルブ。

【請求項 1 3】

請求項 6～12のいずれか一項に記載のバルブにおいて、前記フラップは、1～20ミクロンの厚さを有するポリマから形成されていることを特徴とするバルブ。

10

【請求項 1 4】

請求項 6～13のいずれか一項に記載のバルブにおいて、前記第1および第2のバルブプレートにおける前記アパーチャは、直径500ミクロン未満であることを特徴とするバルブ。

【請求項 1 5】

請求項 6～14のいずれか一項に記載のバルブにおいて、前記フラップは、約3ミクロンの厚さを有するポリマから形成され、前記第1のバルブプレートにおける前記アパーチャは、直径150ミクロン未満であることを特徴とするバルブ。

【請求項 1 6】

20

請求項 6～15のいずれか一項に記載のバルブにおいて、前記第1および第2のバルブプレートは、約100ミクロンの厚さを有する鋼から形成され、前記第1のバルブプレートの前記アパーチャ、前記第2のバルブプレートの前記アパーチャ、および前記フラップの前記アパーチャは、直径約150ミクロンであり、前記フラップは、約3ミクロンの厚さを有するポリマフィルムから形成されていることを特徴とするバルブ。

【請求項 1 7】

請求項 6～16のいずれか一項に記載のバルブを有するポンプを含む負圧療法装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

例示的实施形態は、一般に、通過する流体流を制御するためのバルブに関し、より具体的には、2つのプレートの間に配設されるとともに開位置と閉位置との間で移動可能なフラップを有するバルブに関する。

【背景技術】

【0002】

従来のバルブは、典型的には、種々のアプリケーションについて500Hzを下回る低い周波数で動作する。例えば、多くの従来のコンプレッサは、典型的には、50または60Hzで動作する。当該技術において既知のリニア共振コンプレッサは、150～350Hzで動作する。かかるポンプは、典型的には、比較的大きく、動作時に可聴ノイズを発生させる。しかし、医療装置を含む多くの可搬型電子装置には、正圧を送達するかまたは真空を提供するための比較的小サイズのポンプが要求され、かかるポンプは、不連続の動作を提供するように動作時に音が聞こえないことが有益である。

40

【0003】

小サイズ、高効率、および音が聞こえない動作の目的を達成するため、特定のポンプ(国際公開第2006/111775号パンフレットとして公開された国際出願PCT/GB2006/001487号明細書に記載されたもの等)は、非常に高い周波数で動作しなければならないが、効果的であるために非常に高い周波数で動作しなければならないバルブを要求する。かかるポンプは、約20kHz以上というはるかに高い周波数で動作することが可能なバルブを要求し、かかるバルブは、一般的には入手不可能である。このような高周波数で動作するため、バルブは、ポンプを通過する正味の流体流を生じさせるように

50

整流することが可能な高周波振動圧力に応答しなければならない。

【0004】

かかる高周波数で動作することが可能な流体流を制御するためのバルブを開示する。バルブは、略垂直に通過して延在するアパーチャを有する第1のバルブプレートと、略垂直に通過して延在するアパーチャをやはり有する第2のバルブプレートとを備え、第2のバルブプレートのアパーチャは、第1のバルブプレートのアパーチャから実質的にオフセットされている。バルブは、さらに、第1および第2のバルブプレート間に配設された側壁を備え、側壁は、第1および第2のバルブプレートの周囲において閉鎖されることで、第1および第2のバルブプレートのアパーチャと流体連通するキャビティを第1および第2のバルブプレート間に形成する。バルブは、さらに、第1および第2のバルブプレート間に配設されるとともに第1および第2のバルブプレート間で移動可能なフラップを備え、フラップは、第1のバルブプレートのアパーチャから実質的にオフセットされるとともに第2のバルブプレートのアパーチャと実質的に位置合わせされたアパーチャを有する。バルブプレートの製作および取り扱いは、バルブの構築に特定のリードフレーム技術を用いることにより容易になり得る。

10

【発明の概要】

【0005】

バルブプレートの取り扱いおよび製作のためのリードフレームを用いるための方法および装置を開示する。リードフレームは、タブを有する開口を備え、タブは、製造プロセス中にさらなる製作および取り扱いが行われるバルブプレートを支持するために開口内で内方に延在する。タブを溶融させてバルブプレートをリードフレームから単一化させるため、リードフレームおよびバルブプレートに電流が印加される。

20

【0006】

例示的实施形態の他の目的、特長、および利点は、本明細書中で開示され、後続の図面および詳細な説明を参照して明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1Aは、閉位置におけるバルブの例示的实施形態の概略断面図である。図1Bは、図5における線1B-1Bに沿う図1Aのバルブの分解断面図である。

【図2】図2は、流体が通過して流れる際の開位置における図1Bのバルブの概略断面図である。

30

【図3】図3は、開位置と閉位置との間の遷移における図1Bのバルブの概略断面図である。

【図4】図4は、図1Bのバルブの概略斜視図である。

【図5】図5は、図1Bのバルブの概略上面図である。

【図6】図6は、バルブを利用したディスクポンプの概略断面図、ポンプ内における流体の圧力振動のグラフ、およびポンプにおいて利用された状態の開位置における図1Bのバルブの分解断面図である。

【図7】図7Aは、例示的实施形態による図1Bのバルブの両側に印加される振動圧力差のグラフである。図7Bは、開位置と閉位置との間の図1Bのバルブの動作サイクルのグラフである。

40

【図8】図8Aは、例示的实施形態によるバルブプレートを支持するためのタブを含むリードフレームの概略上面図である。図8Bは、図8Aのバルブプレートを支持するタブの分解図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

いくつかの例示的实施形態の後続の詳細な説明では、本明細書の一部を形成するとともに本発明を実施し得る具体的な好適な実施形態を例示により示す添付の図面を参照する。これらの実施形態は、当業者が本発明を実施することを可能にするために十分詳細に説明され、また、他の実施形態を利用してもよく、本発明の要旨を逸脱することなく論理的、

50

構造的、機械的、電氣的、および化学的変更を行ってもよいことが理解される。当業者が本明細書に記載の実施形態を実施することを可能にするために必要でない詳細を回避するため、説明では、当業者に既知の特定の情報を省略するかもしれない。このため、後続の詳細な説明は、限定的な意味で捉えるべきではなく、例示的实施形態の範囲は、付帯の請求項によってのみ定義される。

【0009】

図1A～図5を参照すると、例示的实施形態によるバルブ10が示されている。バルブ10は、リング状であるとともに一端が保持プレート14により閉じられ他端が封止プレート16により閉じられた実質的に円筒状の壁12を備える。壁12の内側面、保持プレート14、および封止プレート16により、バルブ10内のキャビティ15が形成される。バルブ10は、さらに、図1Aおよび図1Bに示すように保持プレート14と封止プレート16との間に配設されるが封止プレート16に隣接して配設された実質的に円形のフラップ17を備える。以下でより詳細に説明するように、代替の実施形態において、フラップ17は、保持プレート14に隣接して配設されてもよく、この意味において、フラップ17は、封止プレート16または保持プレート14のいずれか一方に対して「付勢」されていると考えられる。フラップ17の周縁部は、フラップ17がフラップ17の表面に対して実質的に垂直な方向に動かないように、封止プレート16とリング状壁12との間に挟まれている。また、代替の実施形態において、フラップ17の周縁部は、封止プレート16または壁12のいずれかに直接取り付けてもよい。フラップ17の残りの部分は、十分に柔軟であり、図1B、図2、および図3に示すように、フラップ17のいずれかの表面に印加された力によりフラップ17が封止プレート16と保持プレート14との間で駆動されるように、フラップ17の表面に対して実質的に垂直な方向に移動可能である。

【0010】

保持プレート14および封止プレート16は、ともにそれぞれ穴18および20を有し、かかる穴18および20は、図1～図3の断面図に示すように、各プレートを通して延在する。また、フラップ17は、気体または液体を含む流体が図2において破線の矢印24により示すように通過して流れ得る通路を提供するように、保持プレート14の穴18と略位置合わせされた穴22を有する。また、フラップ17における穴22は、保持プレート14における穴18と部分的に位置合わせされ、すなわち、部分的にのみ重なってもよい。穴18、20、22は、略均一なサイズおよび形状で示しているが、本発明の範囲を限定することなく異なる直径さらには異なる形状であってもよい。本発明の一実施形態において、穴18および20は、図4および図5においてそれぞれ実線および破線の円により示すように、プレートの表面に亘り交互のパターンを形成する。他の実施形態において、穴18、20、22は、破線の矢印24、36の個々のセットにより示される個々の対をなす穴18、20、22の機能に関してバルブ10の動作に影響を与えることなく、異なるパターンに編成してもよい。穴18、20、22のパターンは、要求に応じてバルブ10を通過する全流体流を制御するため、穴の数を増加または減少させるように設計してもよい。例えば、穴18、20、22の数を増加させることで、バルブ10の流動抵抗を低下させ、バルブ10の全流量を増加させてもよい。

【0011】

フラップ17の付勢に打ち勝つ何らの力もフラップ17のいずれの表面にも印加されていないときは、フラップ17が封止プレート16に対して付勢され、フラップの穴22が封止プレート16の穴18に対してオフセットされるかまたは位置合わせされていないため、バルブ10は、「常閉」位置にある。この「常閉」位置において、封止プレート16を通過する流体流は、図1Bに示すように、フラップ17の穴が設けられていない部分により遮断されるかまたは覆われている。図2に示すようにフラップ17の付勢に打ち勝つとともに封止プレート16から離れて保持プレート14に向かうようにフラップ17を駆動する圧力がフラップ17のいずれかの側に印加されると、バルブ10は、ある期間、すなわち開時間遅延(T)をかけて常閉位置から「開」位置に移動し、破線の矢印24により示す方向に流体を流れさせる。圧力が方向を変えると、フラップ17は、封止プレ

10

20

30

40

50

ト 16 に向かって閉位置に戻るよう駆動される。圧力が方向を変えると、図 1 B に示すようにフラップ 17 が封止プレート 16 の穴 20 を封止して封止プレート 16 を通過する流体流を遮断するまで、流体は、図 3 に示す破線の矢印 32 により示すように反対方向に短い期間、すなわち閉時間遅延 (T_c) の間流れる。本発明の他の実施形態において、フラップ 17 が保持プレート 14 に対して付勢され、穴 18、22 が「常開」位置に位置合わせされてもよい。本実施形態において、フラップ 17 を「閉」位置に駆動するためにはフラップ 17 に対して正圧を印加することが必要である。

【0012】

バルブ 10 の動作は、バルブ 10 の両側における流体の圧力差 (P) の方向における変化の関数である。図 1 B において、下向きの矢印により示すように、圧力差に負の値 ($-P$) が割り当てられている。本実施形態において、圧力差が負の値 ($-P$) を有するとき、バルブ 10 の保持プレート側 34 の流体圧は、バルブ 10 の封止プレート側 36 の流体圧よりも大きい。この負の圧力差 ($-P$) により、フラップ 17 が上記のように完全に閉じた位置に駆動され、かかる位置において、フラップ 17 が封止プレート 16 に対して押圧されることで封止プレート 16 における穴 20 を閉塞することにより、バルブ 10 を通過する流体流が防止される。バルブ 10 の両側における圧力差が反転して図 2 において上向きの矢印により示すように正の圧力差 ($+P$) になると、フラップ 17 は、封止プレート 16 から離れて保持プレート 14 に向かって開位置に駆動される。本実施形態において、圧力差が正の値 ($+P$) を有するとき、バルブ 10 の封止プレート側 36 の流体圧は、バルブ 10 の保持プレート側 34 の流体圧よりも大きい。開位置において、フラップ 17 の移動により封止プレート 16 の穴 20 の閉塞が解除され、破線の矢印 24 により示すように、流体は、穴 20 ならびにフラップ 17 および保持プレート 14 それぞれの位置合わせされた穴 22 および 18 を通過して流れることが可能になる。

【0013】

バルブ 10 の両側における圧力差が図 3 において下向きの矢印により示すように負の圧力差 ($-P$) に戻ると、流体は、破線の矢印 32 により示すようにバルブ 10 を通過して反対方向に流れ始め、フラップ 17 を図 1 B に示す閉位置に向かって押し戻す。図 3 において、フラップ 17 と封止プレート 16 との間の流体圧は、フラップ 17 と保持プレート 14 との間の流体圧よりも低い。従って、フラップ 17 は、矢印 38 により表される正味の力を受け、かかる力により、フラップ 17 が封止プレート 16 に向かって加速してバルブ 10 を閉じる。このように、変化する圧力差により、バルブ 10 の両側における圧力差の方向 (すなわち、正圧または負圧) に基づいてバルブ 10 が閉位置と開位置との間をサイクル動作する。バルブ 10 のアプリケーションによっては、バルブ 10 が用いられていないときに開位置においてフラップ 17 を保持プレート 14 に対して付勢する、すなわち、バルブ 10 を「常開」位置にすることも可能であることを理解すべきである。

【0014】

上述のように、バルブ 10 は、人間の可聴範囲を越える、極めて高い周波数で動作するポンプにおいて用いてもよい。かかる周波数において、ポンプは、極めて小サイズであり、圧力または真空の送達が要求される広範囲の可搬型電子装置への組み込みに好適であってもよい。かかるポンプ 60 を図 6 に示す。ポンプ 60 は、側壁 63 により形成されるとともに実質的に円形の端壁 64、65 により両端が閉じられた流体を収容するための実質的に円筒形のキャピティ 62 を有するポンプ本体 61 を備える。ポンプ 60 は、さらに、端壁 65 のほぼ中心において最大の振幅で端壁 65 に対して実質的に垂直な方向の端壁 65 の振動運動を生じさせるように端壁 65 の中心部に動作的に関連付けられたアクチュエータ 66 を備えることにより、使用時に端壁 65 の変位振動を発生させる。ポンプ 60 は、さらに、キャピティ 62 の側壁 63 への端壁 65 の接続により生じる変位振動を減衰低減させるように端壁 65 の周縁部に動作的に関連付けられた絶縁体 67 を備える。ポンプ 60 は、さらに、端壁 64 のほぼ中心に配設された中心アパーチャ 68 と、端壁 65 の中心と側壁 63 との間に配設された 2 つの二次アパーチャ 69 とを備える。アクチュエータ 66 が端壁 65 の振動運動を発生させると、変位振動によりポンプ本体 61 のキャピティ

62内の流体圧の径方向振動が発生し、矢印により示すようにアパーチャ68、69を通過する流体流が生じる。また、ポンプ60は、流体を一方向にのみ中心アパーチャ68を通過して流れさせる中心アパーチャ68に配設されたバルブ70を備える。このバルブ70がアクチュエータ66により発生する高周波数で動作するためには、バルブ70は、圧力変化の時間スケールよりもはるかに短い時間スケールで開閉することが可能であるように、極めて速い反応時間を有さなければならない。用いることが可能なバルブ70の一実施形態は、図6の分解図に示すバルブ10である。

【0015】

バルブ10は、流体が実線の矢印により示されるように一次アパーチャ68を通じてキャピティ62内に引き込まれるとともに二次アパーチャ69を通じてキャピティ62から排出されるように中心アパーチャ68内に配設されることにより、一次アパーチャ68における低下した圧力源を提供する。本明細書において用いる「低下した圧力」との用語は、一般に、ポンプ60が配置された周囲圧未満の圧力を言うものである。「真空」および「負圧」との用語を用いて低下した圧力を説明し得るが、実際の圧力低下は、完全な真空に通常関連付けられる圧力低下よりもはるかに小さくてもよい。圧力が「負」というのは、ゲージ圧である、すなわち、周囲大気圧を下回って低下した圧力であるという意味においてである。そうでないと明記しない限り、本明細書中で述べる圧力の値は、ゲージ圧である。低下した圧力における増加への言及は、典型的には、絶対圧力における減少を言うものであり、低下した圧力における減少は、典型的には、絶対圧力における増加を言うものである。

【0016】

また、図6は、端壁65の軸方向の変位振動の結果生じるキャピティ62内の圧力振動を示す1つの可能性のある圧力振動プロファイルも示す。実線の曲線および矢印は、一時点における圧力を表し、破線の曲線は、半サイクル後の圧力を表す。このモードおよびより高次のモードにおいて、圧力振動の振幅は、キャピティ62の中心近くにおける中心圧力波腹71と、キャピティ62の側壁63近くにおける周縁圧力波腹72とを有する。圧力振動の振幅は、中心圧力波腹71と周縁圧力波腹72との間の環状圧力波腹73において実質的にゼロである。円筒状のキャピティについては、キャピティ62における圧力振動の振幅の径方向依存性は、第1種ベッセル関数により近似し得る。上記の圧力振動は、キャピティ62における流体の径方向移動の結果生じるものであるため、アクチュエータ66の「軸方向変位振動」と区別してキャピティ62内における流体の「径方向圧力振動」と称される。

【0017】

上向きの実線の矢印により示される一次アパーチャ68を通過する流体流は、やはり上向きの破線の矢印により示されるバルブの穴18、20を通過する流体流に対応する。上述のように、バルブ10の動作は、負圧ポンプの本実施形態のためのバルブ10の保持プレート14の全表面の両側における流体の圧力差(P)の方向における変化の関数である。保持プレート14の直径がキャピティ62における圧力振動の波長に対して小さいため、さらにその上、バルブが一次アパーチャ68における中心圧力波腹71の振幅が比較的一定であるキャピティ62の中心近くに配置されているため、圧力差(P)は、保持プレート14の全表面の両側において実質的に均一であるものと想定される。バルブ10の両側における圧力差が反転して図2に対応する正の圧力差($+P$)になると、付勢されたフラップ17は、封止プレート16から離れて保持プレート14に向かって開位置に駆動される。この位置において、フラップ17の移動により封止プレート16の穴20の閉塞が解除され、流体は、破線の矢印24により示すように、穴20ならびに保持プレート14の位置合わせされた穴18およびフラップ17の穴22を通過して流れることが許される。圧力差が変化して負の圧力差($-P$)に戻ると、流体は、バルブ10を通過して反対方向に流れ始め(図3参照)、フラップ17を閉位置に向かって押し戻す(図1B参照)。従って、キャピティ62における圧力振動によりバルブ10が常閉位置と開位置との間をサイクル動作する際、ポンプ60は、バルブ10が開位置にある半サイクル毎に

低下した圧力を提供する。

【0018】

圧力差 (P) は、上記のように中心圧力波腹 71 に対応するため、保持プレート 14 の全表面の両側において実質的に均一であるものと想定され、そのため、バルブ 10 の両側における圧力に空間的变化がないことを示す良好な近似となる。実際、バルブの両側における圧力の時間依存性は概ね正弦波状であり得るが、後続の解析において、正の圧力差 ($+P$) 値と負の圧力差 ($-P$) 値との間の圧力差 (P) のサイクルは、図 7A に示すように、それぞれ正圧期間 (t_{p+}) および負圧期間 (t_{p-}) に亘り方形波により近似することが可能である。圧力差 (P) によりバルブ 10 が常閉位置と開位置との間をサイクル動作する際、ポンプ 60 は、上でも説明し図 7B に示すように、開時間遅延 (T_o) および閉時間遅延 (T_c) に従いバルブ 10 が開位置にある半サイクル毎に低下した圧力を提供する。当初はバルブ 10 が閉じた状態で負であった (図 1B 参照) バルブ 10 の両側における圧力差が反転して正の圧力差 ($+P$) になると、付勢されたフラップ 17 は、開時間遅延 (T_o) 後、封止プレート 16 から離れて保持プレート 14 に向かって開位置に駆動される (図 2 参照)。この位置において、フラップ 17 の移動により封止プレート 16 の穴 20 の閉塞が解除されることで、破線の矢印により示すように、流体は、穴 20 ならびに保持プレート 14 の位置合わせされた穴 18 およびフラップ 17 の穴 22 を通過して流れることが許されることにより、開期間 (t_o) に亘りポンプ 60 の一次アパーチャ 68 の外側に低下した圧力源が提供される。バルブ 10 の両側における圧力差が変化して負の圧力差 ($-P$) に戻ると、流体は、バルブ 10 を通過して反対方向に流れ始め (図 3 参照)、閉時間遅延 (T_c) 後、フラップ 17 を閉位置に向かって押し戻す。バルブ 10 は、半サイクルの残りの間、または閉期間 (t_c) の間、閉じたままである。

【0019】

保持プレート 14 および封止プレート 16 は、著しい機械的変形を伴わずにそれらが受ける流体圧力振動に耐えるために十分に強いものであるべきである。保持プレート 14 および封止プレート 16 は、ガラス、シリコン、セラミック、または金属などのいずれの好適な剛性材料から形成してもよい。保持プレート 14 および封止プレート 16 における穴 18、20 は、化学エッチング、レーザ加工、機械ドリル加工、粉体ブラスト加工、および打ち抜き加工を含むいずれの好適なプロセスにより形成してもよい。一実施形態において、保持プレート 14 および封止プレート 16 は、厚さ 100 ~ 200 ミクロンのシート鋼から形成され、それらのプレートにおける穴 18、20 は、化学エッチングにより形成される。穴 18、20 は、500 ミクロン未満の直径を有してもよい。フラップ 17 は、金属またはポリマフィルムなどのいずれの軽量の材料から形成してもよい。一実施形態において、バルブの保持プレート側 34 または封止プレート側 36 のいずれかにおいて 20 kHz 以上の流体圧力振動が生じるとき、フラップ 17 は、厚さ 1 ミクロン ~ 20 ミクロンの薄いポリマシートから形成されてもよい。例えば、フラップ 17 は、厚さ約 3 ミクロンのポリエチレンテレフタレート (PET) または液晶ポリマフィルムから形成されるとともに、150 ミクロン未満の穴 18、20 を有する保持プレート 14 と封止プレート 16 との間に位置決めされてもよい。

【0020】

上述のように、保持プレート 14 および封止プレート 16 は、バルブ 10 の一部として製作され組み立てられたときに非常に小さく、取り扱いが難しい。バルブ 10 を構築するための小さい金属プレートの製作および取扱いは、より大きいリードフレームを用いることにより容易になる。かかるリードフレームアセンブリは、ただ 1 つのバルブプレート、またはマトリクス編成における多くのバルブプレートのアレイを支持してもよい。バルブプレートのアレイを有するいくつかのリードフレームアセンブリを上下に積層させることで、組立プロセスの一部として多くのバルブ 10 の保持プレート 14、封止プレート 16、およびフラップ 17 を一度に位置合わせするための簡便な手段を提供することにより、バルブ 10 の組立を容易にしてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

図 8 をより具体的に参照して、図示のリードフレームアセンブリ 8 0 は、開口 8 3 と、バルブプレート 8 6 を支持するために開口 8 3 内において内方に延在する 2 つの三角形のタブ 8 4 とを有する単一のリードフレーム 8 2 を備える。リードフレーム 8 2 およびバルブプレート 8 6 は、化学エッチング、レーザ切断、ダイス切断、または当該技術において既知の同様のプロセスにより開口 8 2 が形成された、シートメタルの同じピースから構築される。バルブプレート 8 6 は、バルブプレート 8 6 の取り扱いおよび製作に必要ないずれの数のタブ 8 4 により支持されてもよい。リードフレーム 8 2 を用いてバルブプレート 8 6 を固定位置に保持することで、化学エッチング、レーザ加工、または機械ドリル加工により穴 8 8 を形成するなどの様々なプロセスをバルブプレート 8 6 に施し、例えば図 4 および図 5 に示す保持プレート 1 4 および封止プレート 1 6 などの完成したバルブプレートを形成することが可能である。

10

【 0 0 2 2 】

タブ 8 4 は、いずれの形状であることも可能であるが、バルブプレート 8 6 の支持を提供するためにバルブプレート 8 6 に接続された材料の比較的小さい首部 8 5 を有する。タブ 8 4 の首部 8 5 は、バルブプレート 8 6 をひねってタブ 8 4 から切り離すことでバルブプレート 8 6 をリードフレーム 8 2 から別個のコンポーネントとして取り外すことが可能であるように、すなわち、バルブプレート 8 6 がリードフレーム 8 2 から単一化されるように、十分に狭くしなければならない。バルブプレート 8 6 をひねることにより、タブ 8 4 の首部 8 5 を疲労させるが、プロセス中にバルブプレート 8 6 を損傷させることもあり得る。いくつかのバルブプレート 8 6 が上下に積層されていると、ひねっている間により大きい損傷がバルブプレート 8 6 に生じ得る。加えて、リードフレーム 8 2 が 3 つ以上のタブ 8 4 を利用する場合、バルブプレート 8 6 をひねることがより大きい問題を伴う。

20

【 0 0 2 3 】

バルブプレート 8 6 をひねるまたはタブ 8 4 の首部 8 5 を切断するのではなく、電流をタブ 8 4 を通過して印加することで、タブ 8 4 の首部 8 5 を溶融させ、バルブプレート 8 6 をリードフレーム 8 2 から単一化させてもよい。例えば、例えば 1 0 V および 5 0 A の定格を有する高電流低電圧の電源と、例えば 2 2 , 0 0 0 μ F のキャパシタンスを有するキャパシタとを備える加熱回路（不図示）を用いて、良好な結果が達成される。キャパシタは、リードフレーム 8 2 上の接点 9 2 と、バルブプレート 8 6 上の接点 9 4 とに電気的に接続される。電気接点 9 2、9 4 は、リードフレーム 8 0 およびバルブプレート 8 6 のいずれの側に位置決めされてもよい。キャパシタが 2 4 V まで充電されると、キャパシタは、タブ 8 4 および首部 8 5 を通過してバルブプレート 8 6 に放電することが可能である。電流により、タブ 8 4 の首部 8 5 を溶解させてバルブプレート 8 6 をリードフレーム 8 2 から単一化させるために十分な熱が発生する。酸化窒素を用いて電気接点 9 2、9 4 およびタブ 8 4 の首部 8 5 を包み込むことで、発生する高温により生じる酸化およびデブリを軽減してもよい。タブ 8 4 の首部 8 5 は、所定の電流がリードフレーム 8 2 およびバルブプレート 8 6 に印加されるときに首部 8 5 が溶融することを保証するために、十分に狭いものであるべきである。上記の例について、タブ 8 4 の首部 8 5 の幅は、約 1 5 0 μ m である。

30

40

【 0 0 2 4 】

一実施形態において、タブ 8 4 の首部 8 5 にエッチングを施すことで、首部 8 5 の厚さを減少させて溶融プロセスを容易にしてもよい。エッチングステップにより、電流密度がその場所において増加するため、溶融が生じる点がより良好に定義される。タブ 8 4 の首部 8 5 にエッチングを施すことの別の利点は、タブ 8 4 を溶融させるために要求される電流の量と、タブ 8 4 の首部 8 5 を溶解させるために必要な熱の量とが低下することである。熱の量を低下させることにより、溶融プロセスの結果生じ得るタブ 8 4 の首部 8 5 に隣接するバルブプレート 8 6 の歪みが軽減される。上記の例において、タブ 8 4 の首部 8 5 におけるエッチングは、深さ約 5 0 ~ 9 0 μ m である。

【 0 0 2 5 】

50

バルブ 10 の製造および製作は、保持プレート 14 および封止プレート 16 のための穴 88 を形成するためにバルブプレート 86 が既に加工されている、いくつかのリードフレームアセンブリ 80 の積層を含んでもよい。例えば、複数のフラップ 17 を支持する第 1 のリードフレームアセンブリは、各フラップ 17 の穴 22 が各封止プレート 16 の穴 20 から正確にオフセットされるように、複数の封止プレート 14 を支持する第 2 のリードフレームアセンブリ上に位置決めされる。複数の円筒壁 12 を支持する第 3 のリードフレームアセンブリは、フラップ 17 を支持する第 2 のリードフレームアセンブリ上に位置決めされる。複数の保持プレート 14 を支持する第 4 のリードフレームアセンブリは、各フラップ 17 の穴 22 と正確に位置合わせされる。その結果、各封止プレート 16、フラップ 17、円筒壁 12、および保持プレート 14 が積層されることにより、図 4 および図 5 に示す単一のバルブ 10 アセンブリが形成され、それらの各々は、3 対のタブ 84 (不図示) により、すなわち、封止プレート 16 用の一対、保持プレート 14 用の一対、および円筒壁 12 (不図示) 用の一対により、支持される。このリードフレームアセンブリ 80 の積層は、各々が保持プレート 14 と封止プレート 16 との間の絶縁体として機能する薄いポリマシートである、フラップ 17 を含む。積層がこれらの絶縁層を含むとき、またはその他、絶縁層を伴うことなく各バルブ 10 アセンブリのスタックを通じた導電性が低いとき、電気接点 92、94 をスタックの上部と底部との両方上に配置することで、電流がスタックを通過してより均一に分配され、タブ 84 のすべての首部 85 を溶融させ、すべてのバルブ 10 アセンブリをタブ 84 から首尾よく単一化させてもよい。

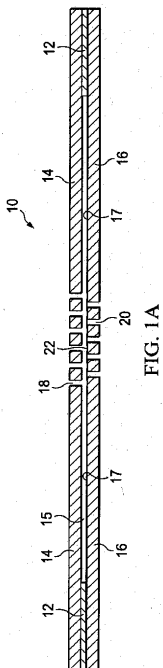
10

【 0 0 2 6 】

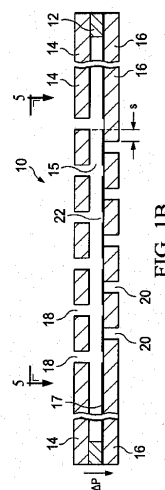
20

著しい利点を有する発明が提供されたことが上記から明らかである。本発明をその形態のいくつかにおいてのみ示したが、本発明は、ただ限定されるのではなく、本発明の精神から逸脱することなく様々な変更および修正が行われる。

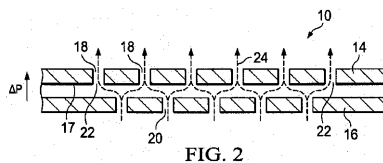
【 図 1 A 】



【 図 1 B 】



【 図 2 】



【 図 3 】

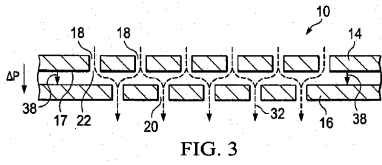


FIG. 3

【 図 4 】

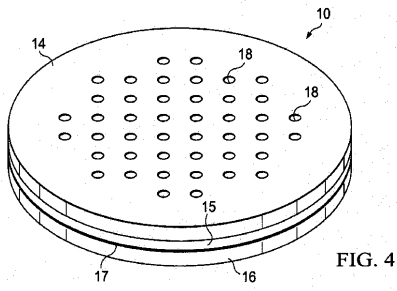


FIG. 4

【 図 5 】

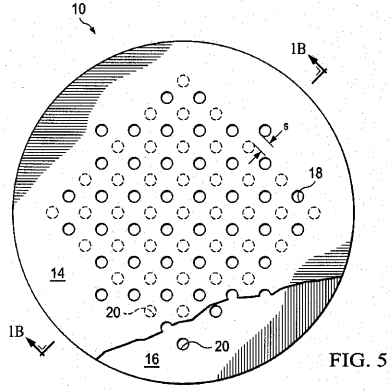


FIG. 5

【 図 6 】

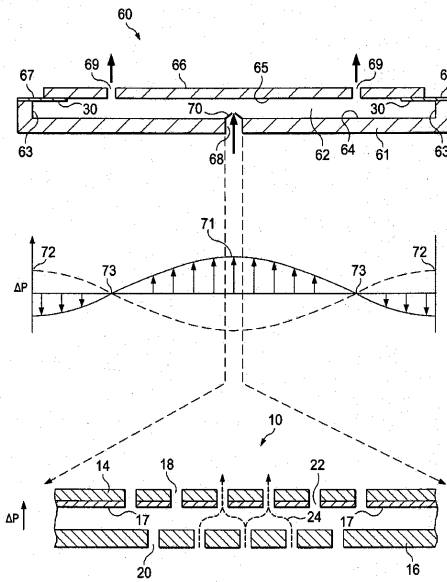


FIG. 6

【 図 7 】

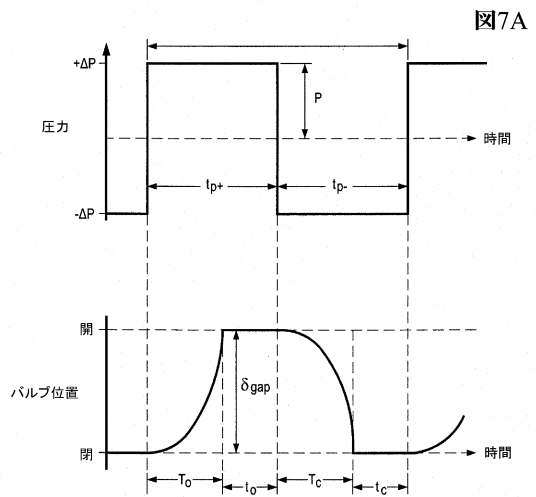
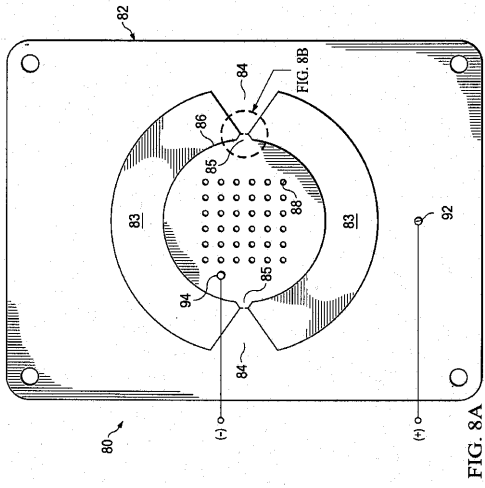
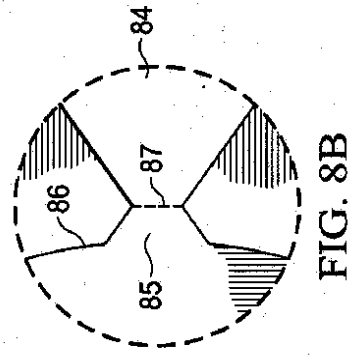


図7B

【 8 A 】



【 8 B 】



フロントページの続き

(72)発明者 ハットフィールド, スチュアート
イギリス ケンブリッジシャー州 シービー1 3 ビーエス, ケンブリッジ, ロスストリート 1
2 5

審査官 所村 陽一

(56)参考文献 国際公開第2010/139916(WO, A1)
特表2012-528980(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F16K 1/00 - 51/00
F04B 1/00 - 53/22