

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7616233号
(P7616233)

(45)発行日 令和7年1月17日(2025.1.17)

(24)登録日 令和7年1月8日(2025.1.8)

(51)国際特許分類 F I
 F 0 4 B 45/04 (2006.01) F 0 4 B 45/04 D
 F 0 4 B 45/047 (2006.01) F 0 4 B 45/047 C

請求項の数 7 (全17頁)

(21)出願番号	特願2022-553483(P2022-553483)	(73)特許権者	000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(86)(22)出願日	令和3年7月13日(2021.7.13)	(74)代理人	110000970 弁理士法人 楓国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/026240	(72)発明者	川端 友徳 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
(87)国際公開番号	WO2022/070549	(72)発明者	田中 伸拓 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
(87)国際公開日	令和4年4月7日(2022.4.7)	審査官	岸 智章
審査請求日	令和5年3月9日(2023.3.9)		
(31)優先権主張番号	特願2020-164498(P2020-164498)		
(32)優先日	令和2年9月30日(2020.9.30)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 流体制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

互いに対向する第1主板および第2主板を用いてポンプ室が形成された筐体と、
前記第1主板に配置され、前記第1主板を振動させる駆動体と、
を備え、

前記第1主板は、前記駆動体が配置され、平面視において回転対称形状の振動部と、前記振動部の外側に位置する外枠部と、前記振動部と前記外枠部とを繋ぐ支持部と、前記振動部と前記外枠部と前記支持部とに囲まれて形成され、前記ポンプ室と前記第1主板側の外部とを連通する第1開口と、を備え、

前記第2主板は、前記ポンプ室と前記第2主板側の外部とを連通し、平面視において回

10

転対称形状の第2開口を有し、
前記第2開口は、前記第1主板および前記第2主板の平面視において、前記振動部の中心と重なるように配置され、

前記第2開口の開口面積は、前記振動部の面積の10%から75%であり、
前記筐体は、前記外枠部と前記第2主板との間に配置された連結部材を備え、
前記振動部は、平面視した中心を含む中央部分と、該中央部分を囲む周辺部分とを有し、
前記中央部分は、

前記周辺部分よりも厚く、
前記周辺部分に対して、前記ポンプ室側に突出する形状であり、
平面視して、前記第2開口内に収まる、

20

流体制御装置。

【請求項 2】

互いに対向する第 1 主板および第 2 主板を用いてポンプ室が形成された筐体と、
前記第 1 主板に配置され、前記第 1 主板を振動させる駆動体と、
を備え、

前記第 1 主板は、前記駆動体が配置され、平面視において回転対称形状の振動部と、前記振動部の外側に位置する外枠部と、前記振動部と前記外枠部とを繋ぐ支持部と、前記振動部と前記外枠部と前記支持部とに囲まれて形成され、前記ポンプ室と前記第 1 主板側の外部とを連通する第 1 開口と、を備え、

前記第 2 主板は、前記ポンプ室と前記第 2 主板側の外部とを連通し、平面視において回

10

転対称形状の第 2 開口を有し、
前記第 2 開口は、前記第 1 主板および前記第 2 主板の平面視において、前記振動部の中心と重なるように配置され、

前記第 2 開口の開口面積は、前記振動部の面積の 10% から 75% であり、

前記振動部と前記第 2 主板とは常時離間し、

前記振動部は、平面視した中心を含む中央部分と、該中央部分を囲む周辺部分とを有し、前記中央部分は、

前記周辺部分よりも厚く、

前記周辺部分に対して、前記ポンプ室側に突出する形状であり、

平面視して、前記第 2 開口内に収まる、

20

流体制御装置。

【請求項 3】

前記駆動体に装着された平板を備える、

請求項 1 または請求項 2 に記載の流体制御装置。

【請求項 4】

前記第 2 主板において、前記第 2 開口に隣接する部分は、前記第 2 主板を平面視して前記外枠部に重なる部分よりも薄い、

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の流体制御装置。

【請求項 5】

前記薄い部分は、前記第 2 主板における前記ポンプ室側に凹む形状である、

請求項 4 に記載の流体制御装置。

30

【請求項 6】

前記ポンプ室内における前記第 1 主板と前記第 2 主板との間に配置された弁部材を備える、

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の流体制御装置。

【請求項 7】

前記弁部材は、

環状の弁膜と、

前記弁膜の外周側の端部を、前記第 1 主板または前記第 2 主板に固定する固定部材と、
を備え、

前記固定部材の内周側の端部は、前記第 2 開口に重ならない、

請求項 6 に記載の流体制御装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電体を利用した流体制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、圧電体を利用して、流体を搬送する流体制御装置が記載されている。
特許文献 1 に示す流体制御装置は、振動板、蓋板、および、枠板を備える。振動板と蓋板

50

とは、所定距離をおいて対向して、配置される。振動板の外周端と蓋板の外周端とは、枠板によって接続される。これによって、振動板、蓋板、および、枠板によって囲まれるポンプ室が形成される。振動板は、外周付近に吸入孔を有する。蓋板は、小径の吐出孔を有する。圧電体は、振動板に設置される。

【0003】

振動板は、圧電体の歪みによって振動し、この振動によって、ポンプ室の体積が変動する。流体制御装置は、この体積変動を利用して、流体を吸入孔から吸入して、吐出孔から吐出する。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0004】

【文献】国際公開第2016/063710号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に示すような従来の流体制御装置では、ポンプ室の体積変動を大きくすることが難しく、大きな流量を得ることが難しかった。

【0006】

したがって、本発明の目的は、ポンプ室の体積変動を大きくすることが可能な流体制御装置を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明の流体制御装置は、互いに対向する第1主板および第2主板を用いてポンプ室が形成された筐体と、第1主板に配置され、第1主板を振動させる駆動体と、を備える。第1主板は、駆動体が配置される平面視において回転対称形状の振動部と、振動部の外側に形成され、ポンプ室と第1主板側の外部とを連通する第1開口と、を備える。第2主板は、ポンプ室と第2主板側の外部とを連通し、平面視において回転対称形状の第2開口を有する。第2開口は、第1主板および第2主板の平面視において、振動部の中心を含むように配置される。第2開口の開口面積は、振動部の面積の10%から75%である。

【0008】

30

この構成では、振動部と第2開口とが重なる領域は、体積変動に実質的に寄与しない。これにより、振動部の中央と外周端とで逆位相の振動が生じても、互いの体積変動の相殺は、抑制される。

【0009】

例えば、振動部の中央で、振動部が第2主板に近づくように変位したとき、外周端は、第2主板から離れるように変位する。この場合、第1主板と第2主板とが略全面で対向していると、中央ではポンプ室の体積が減るように寄与し、外周端ではポンプ室の体積が増えるように寄与する。このため、これらの体積変動は相殺される。

【0010】

しかしながら、中央に第2開口を有することで、ポンプ室の体積変動は、実質的に外周端での体積変動に大きく依存する。これにより、上述の相殺は抑制される。

40

【発明の効果】

【0011】

この発明よれば、ポンプ室の体積変動を大きくでき、大きな流量を得られる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、第1の実施形態に係る流体制御装置10の構成の一例を示す分解斜視図である。

【図2】図2は、第1の実施形態に係る流体制御装置10の構成の一例を示す側面図である。

50

【図 3】図 3 は、第 1 の実施形態に係る流体制御装置 1 0 の平面図である。

【図 4】図 4 (A) は、開口率と体積変動率との関係を示すグラフであり、図 4 (B) は、開口率と中間流量との関係を示すグラフである。

【図 5】図 5 (A) は、開口率と体積変動量との関係を示すグラフであり、図 5 (B) は、開口率と圧力との関係を示すグラフである。

【図 6】図 6 は、開口 4 0 0 の外周端の設定可能な範囲を示す平面図である。

【図 7】図 7 (A)、図 7 (B) は、それぞれに開口の位置、形状の一例を示す平面図である。

【図 8】図 8 は、第 2 の実施形態に係る流体制御装置 1 0 A の構成の一例を示す側面図である。

10

【図 9】図 9 は、第 3 の実施形態に係る流体制御装置 1 0 B の構成の一例を示す側面図である。

【図 1 0】図 1 0 は、第 4 の実施形態に係る流体制御装置 1 0 C の構成の一例を示す側面図である。

【図 1 1】図 1 1 は、第 5 の実施形態に係る流体制御装置 1 0 D の構成の一例を示す側面図である。

【図 1 2】図 1 2 は、第 6 の実施形態に係る流体制御装置 1 0 E の構成の一例を示す側面図である。

【図 1 3】図 1 3 (A)、図 1 3 (B) は、第 7 の実施形態に係る流体制御装置 1 0 F 1、1 0 F 2 の構成の一例を示す側面図である。

20

【図 1 4】図 1 4 は、第 8 の実施形態に係る流体制御装置 1 0 G の構成の一例を示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 3】

(第 1 の実施形態)

本発明の第 1 の実施形態に係る流体制御装置について、図を参照して説明する。図 1 は、第 1 の実施形態に係る流体制御装置 1 0 の構成の一例を示す分解斜視図である。図 2 は、第 1 の実施形態に係る流体制御装置 1 0 の構成の一例を示す側面図である。なお、これらの図とともに、以下の各実施形態に示す各図においては、説明を分かり易くするために、それぞれの構成要素の形状を部分的または全体として誇張して記載している。

30

【0 0 1 4】

図 1、図 2 に示すように、流体制御装置 1 0 は、筐体 1 1、および、駆動体 3 0 を備える。筐体 1 1 は、第 1 主板 2 0、第 2 主板 4 0、および、連結部材 5 0 を備える。

【0 0 1 5】

第 1 主板 2 0 は、平面視した形状が円形の平板である。第 1 主板 2 0 は、互いに平行な主面 2 0 1 と主面 2 0 2 とを有する。第 1 主板 2 0 は、例えば金属等からなる。なお、第 1 主板 2 0 の外形形状は、円形に限るものではない。第 1 主板 2 0 は、振動部 2 1、外枠部 2 2、支持部 2 3、および、開口 2 3 0 を備える。

【0 0 1 6】

振動部 2 1 は、平面視した形状が円形の平板である。なお、振動部 2 1 は、平面視した形状が回転対称形状であればよい。振動部 2 1 は、駆動体 3 0 によってベンディング振動可能な材質、厚みである。ベンディング振動とは、図 2 の振動形状に示すように、第 1 主板 2 0 (振動部 2 1) を側面視して波状に変位する振動である。

40

【0 0 1 7】

外枠部 2 2 は、環状であり、振動部 2 1 の外縁よりも外側に配置されている。平面視において、外枠部 2 2 は、振動部 2 1 を囲んでいる。

【0 0 1 8】

複数の支持部 2 3 は、梁形状である。複数の支持部 2 3 は、振動部 2 1 と外枠部 2 2 との間に配置されている。複数の支持部 2 3 は、振動部 2 1 の外縁と外枠部 2 2 の内縁とに接続する。複数の支持部 2 3 は、振動部 2 1 の外縁に沿って、間隔を空けて配置されてい

50

る。

【 0 0 1 9 】

複数の開口 2 3 0 は、振動部 2 1 と外枠部 2 2 との間に配置されている。複数の開口 2 3 0 は、第 1 主板 2 0 における主面 2 0 1 と主面 2 0 2 との間を貫通する。複数の開口 2 3 0 は、振動部 2 1 と外枠部 2 2 との間の領域において、複数の支持部 2 3 が形成されていない部分である。開口 2 3 0 が、本発明の「第 1 開口」に対応する。

【 0 0 2 0 】

このような構成によって、第 1 主板 2 0 では、振動部 2 1 は、複数の支持部 2 3 によって、外枠部 2 2 に対して、振動可能に支持される。

【 0 0 2 1 】

なお、振動部 2 1、外枠部 2 2、および、複数の支持部 2 3 は、一体成型されているとよい。すなわち、振動部 2 1、外枠部 2 2、および、複数の支持部 2 3 は、一枚の平板に所定の方法で抜き加工して複数の開口 2 3 0 を形成することで、実現するとよい。これにより、振動部 2 1 と外枠部 2 2 とを複数の支持部 2 3 で接続し、複数の開口 2 3 0 を有する形状を、精度よく、容易に実現できる。ただし、振動部 2 1、外枠部 2 2、および、複数の支持部 2 3 は、一体成型されていなくてもよい。すなわち、振動部 2 1、外枠部 2 2、および、複数の支持部 2 3 は、個別の部材を接続することで、実現してもよい。

【 0 0 2 2 】

第 2 主板 4 0 は、平面視した形状が円形の平板である。なお、第 2 主板 4 0 の外形は、平面視した形状が回転対称形状であればよい。第 2 主板 4 0 は、互いに平行な主面 4 0 1 と主面 4 0 2 とを有する。第 2 主板 4 0 は、第 1 主板 2 0 に対して、主面 4 0 1 と主面 2 0 1 とが離間して対向するように配置される。

【 0 0 2 3 】

第 2 主板 4 0 は、開口 4 0 0 を備える。開口 4 0 0 は、第 2 主板 4 0 における主面 4 0 1 と主面 4 0 2 との間を貫通する。開口 4 0 0 は、平面視した形状が円形である。なお、開口 4 0 0 は、平面視した形状が、回転対称形状であればよい。

【 0 0 2 4 】

連結部材 5 0 は、環状の柱体である。連結部材 5 0 は、ベンディング振動が殆ど生じない材料、厚み等からなることが好ましい。

【 0 0 2 5 】

連結部材 5 0 は、外枠部 2 2 と第 2 主板 4 0 との間に配置される。連結部材 5 0 の高さ方向の一方端は、外枠部 2 2 に接続する。連結部材 5 0 の高さ方向の他方端は、第 2 主板 4 0 に接続する。

【 0 0 2 6 】

この構成によって、流体制御装置 1 0 は、第 1 主板 2 0、第 2 主板 4 0、および、連結部材 5 0 によって囲まれる空間（筐体 1 1 の内部空間）が、流体制御装置 1 0 のポンプ室 1 0 0 となる。ポンプ室 1 0 0 は、複数の開口 2 3 0、および、開口 4 0 0 に連通する。言い換えれば、ポンプ室 1 0 0 は、複数の開口 2 3 0 を通じて、流体制御装置 1 0 の第 1 主板 2 0 側の外部空間に連通し、開口 4 0 0 を通じて、流体制御装置 1 0 の第 2 主板 4 0 側の外部空間に連通する。

【 0 0 2 7 】

駆動体 3 0 は、例えば、圧電素子によって実現される。圧電素子は、円板の圧電体と駆動用の電極とを備える。駆動用の電極は、円板の圧電体における両主面に形成されている。

【 0 0 2 8 】

駆動体 3 0 は、振動部 2 1 の主面 2 0 2 に配置される。この際、平面視において、駆動体 3 0 の中心と振動部 2 1 の中心とは、略一致している。駆動体 3 0 の圧電素子は、駆動用の電極に駆動信号が印加されることで歪む。振動部 2 1 は、上述のように振動可能に支持されている。すなわち、この歪みによって、振動部 2 1 は、振動する。

【 0 0 2 9 】

この振動によって、ポンプ室 1 0 0 内の体積は変動する。この変動によって、流体制御

10

20

30

40

50

装置 10 は、第 1 主板 20 側の外部空間から複数の開口 230 を通じてポンプ室 100 内に流体を吸入する。そして、流体制御装置 10 は、ポンプ室 100 内から開口 400 を通じて第 2 主板 40 側の外部空間に流体を吐出する。

【0030】

なお、流体制御装置 10 は、第 2 主板 40 側の外部空間から開口 400 を通じてポンプ室 100 内に流体を吸入し、ポンプ室 100 内から複数の開口 230 を通じて第 1 主板 20 側の外部空間に流体を吐出することもできる。これら 2 つの流体の搬送態様は、いずれか一方が選択的に実行される。

【0031】

(開口 400 の具体的な形状と位置および開口 400 の面積による作用効果)

10

図 3 は、第 1 の実施形態に係る流体制御装置 10 の平面図である。図 3 は、第 2 主板 40 側から平面視した図である。

【0032】

図 3 に示すように、開口 400 は、平面視した形状が、振動部 21 と同様に円形であり、開口 400 の直径は、振動部 21 の直径よりも小さい。すなわち、開口 400 は、振動部 21 の外形形状と相似形である。なお、開口 400 と振動部 21 とは、完全な相似形に限るものではなくてもよいが、完全な相似形であることが好ましい。

【0033】

開口 400 の中心 C400 は、振動部 21 の中心 C21 に一致する。言い換えれば、開口 400 は、振動部 21 の中心 C21 を含むように配置される。なお、流体制御装置 10 では、開口 400 の中心 C400 および振動部 21 の中心 C21 は、流体制御装置 10 の中心 C10 に一致する。

20

【0034】

この際、開口 400 の開口面積 S400 (第 2 主板 40 の開口面積) は、振動部 21 の面積 S21 に対して、10% から 75% である。

【0035】

図 4 (A) は、開口率と体積変動率との関係を示すグラフであり、図 4 (B) は、開口率と中間流量との関係を示すグラフである。開口率は、振動部 21 の面積に対する開口 400 の面積の比率である。体積変動率は、ポンプ室 100 の体積が最小の時と最大の時との変動の比率である。中間流量は、ポンプとしての最大圧力値の 50% で流体制御装置 10 を駆動したときの流量である。なお、図 4 (A) では、体積変動が最も大きくなる開口率のときを体積変動率 100% として記載している。

30

【0036】

図 4 (A) に示すように、開口率を変化させると、体積変動率も変化する。これは、次の理由によると考えられる。

【0037】

図 2 に示すように、流体制御装置 10 では、振動部 21 の中央と外周端とで逆位相の振動が生じる。

【0038】

ここで、例えば、従来技術の構成では、振動部に対向する平板 (対向平板: 本願の第 2 主板に対応) の開口が、径の小さな孔であるので、振動部と対向平板とは、略全面に対向する。

40

【0039】

この場合、例えば、振動部の中央で、振動部が対向平板に近づくように変位したとき、振動部の外周端は、対向平板から離れるように変位する。したがって、中央ではポンプ室の体積が減少するように寄与し、外周端ではポンプ室の体積が増加するように寄与する。このため、これらの体積変動は相殺される。

【0040】

一方、例えば、振動部の中央で、振動部が対向平板から離れるように変位したとき、振動部の外周端は、対向平板に近づくように変位する。したがって、中央ではポンプ室の体

50

積が増加するように寄与し、外周端ではポンプ室の体積が減少するように寄与する。このため、これらの体積変動は相殺される。

【 0 0 4 1 】

この結果、従来の構成では、体積変動率は小さくなってしまふ。

【 0 0 4 2 】

一方、本願発明では、振動部 2 1 に対して大面積で開口 4 0 0 が重なる。この振動部 2 1 と開口 4 0 0 とが重なる領域は、外部空間に連通しているのので、振動部 2 1 が振動してもポンプ室 1 0 0 の体積変動には実質的に寄与しない。すなわち、本願発明の構成では、振動部 2 1 の中央（振動部 2 1 と開口 4 0 0 とが重なる部分）での振動部 2 1 の振動は、ポンプ室 1 0 0 の体積変動に殆ど影響を与えない。このため、本願発明の構成では、ポンプ室 1 0 0 の体積変動は、振動部 2 1 の外周端（振動部 2 1 と第 2 主板 4 0 とが重なる部分）での体積変動に依存する。

10

【 0 0 4 3 】

例えば、振動部 2 1 の中央で、振動部 2 1 が第 2 主板 4 0 の開口 4 0 0 に近づくように変位したとき、振動部 2 1 の外周端は、第 2 主板 4 0 から離れるように変位する。この場合、振動部 2 1 の外周端での体積の増加に応じて、ポンプ室 1 0 0 の体積は、増加するように変動する。

【 0 0 4 4 】

一方、振動部 2 1 の中央で、振動部 2 1 が第 2 主板 4 0 の開口 4 0 0 から遠ざかるように変位したとき、振動部 2 1 の外周端は、第 2 主板 4 0 に近づくように変位する。この場合、振動部 2 1 の外周端での体積の減少に応じて、ポンプ室 1 0 0 の体積は、減少するように変動する。

20

【 0 0 4 5 】

このように、本願発明の構成によって、各振動状態における振動部 2 1 の中央と外周端とでの体積変動の相殺は、抑制される。これにより、流体制御装置 1 0 は、体積変動率を大きくできる。そして、流体制御装置 1 0 は、体積変動率を大きくできることによって、中間流量を増加させることができる。

【 0 0 4 6 】

この際、開口 4 0 0 の開口面積 S_{400} が振動部 2 1 の面積 S_{21} に近づきすぎると、体積変動に寄与する外周端の部分の体積が小さくなる。したがって、図 4 (A) に示すように、開口 4 0 0 の開口面積 S_{400} が振動部 2 1 の面積 S_{21} に近づきすぎると、体積変動率は、小さくなる。これにより、図 4 (B) に示すように、開口 4 0 0 の開口面積 S_{400} が振動部 2 1 の面積 S_{21} に近づきすぎると、中間流量も小さくなる。

30

【 0 0 4 7 】

そこで、流体制御装置 1 0 は、開口 4 0 0 の開口面積 S_{400} を、振動部 2 1 の面積 S_{21} に対して、所定の最小値 A_{PL} （例えば、図 4 (A) の場合、10%）から所定の最大値 A_{PH} （例えば、図 4 (A) の場合、75%）にする。これにより、流体制御装置 1 0 は、所望値（例えば、図 4 (A) の場合、60%）以上の体積変動率を実現できる。

【 0 0 4 8 】

そして、このような体積変動率を実現できることによって、流体制御装置 1 0 は、所望の基準値 F_{RS} 以上の中間流量を実現できる。一例として、図 4 (A)、図 4 (B) の場合であれば、体積変動率を 60% 以上（開口率を 10% から 75% の範囲内）とすることで、 $2.0 L / min$ 以上の中間流量を実現できる。

40

【 0 0 4 9 】

図 5 (A) は、開口率と体積変動量との関係を示すグラフであり、図 5 (B) は、開口率と圧力との関係を示すグラフである。圧力は、流体の吐出圧である。図 5 (A) では、従来構成の体積変動量を 1.0（比較基準値）として記載している。なお、従来構成では、対向平板（本願の第 2 主板と同意の平板）に小径の開口があるものであり、開口率は、0.3% である。

【 0 0 5 0 】

50

図5(A)に示すように、本願発明の構成を用いることで、体積変動量は、従来構成と比較して、約4.0倍以上となる。これに応じて、中間流量も、大幅に増加する。そして、この際、図5(B)に示すように、本願発明の構成を用いた場合、開口が大きくなって、圧力の低下は生じない。

【0051】

これにより、流体制御装置10は、ポンプ室100の体積変動を大きくでき、大きな流量を得られる。そして、流体制御装置10は、圧力の低下を抑制できる。すなわち、流体制御装置10は、ポンプとしての基本特性を大きく改善できる。

【0052】

なお、この流体制御装置10では、中間流量の基準値FRSとして、2.0L/minを設定している。しかしながら、基準値FRSは、流体制御装置10の仕様に依りて変更できる。そして、基準値FRSの変更によって、体積変動率の最小値も変更でき、これにより、開口率の範囲も変更できる。

10

【0053】

なお、上述の構成では、開口400の中心C400と振動部21の中心C21とが一致し、開口400と振動部21とがともに円形で、完全な相似形の場合を示した。しかしながら、上述のように、開口400の中心C400と振動部21の中心C21とが完全に一致するものでなくてもよく、開口400と振動部21とがともに円形で、完全な相似形でなくてもよい。

【0054】

図6は、開口400の外周端の設定可能な範囲を示す平面図である。図7(A)、図7(B)は、それぞれに開口400の位置、形状の一例を示す平面図である。

20

【0055】

図6に示すように、開口400の外周端の設定範囲ZNCEは、円形の最小側境界CEMNと円形の最大側境界CEMXとの間の環状の領域によって設定される。設定範囲ZNCEの中心は、平面視において振動部21の中心C21に一致する。最小側境界CEMNの中心および最大側境界CEMXの中心も、平面視において振動部21の中心C21に一致する。最小側境界CEMNは、振動部21の面積の10%の円で設定される。最大側境界CEMXは、振動部21の面積の75%の円で設定される。

【0056】

開口400は、外周が設定範囲ZNCE内に入るように設定される。例えば、図7(A)の場合、開口400は、円形であるが、開口400の中心C400と振動部21の中心C21とは、一致しない。しかしながら、開口400の外周CE400は、設定範囲ZNCE内に入る。図7(B)の場合、開口400の中心C400と振動部21の中心C21とは一致するが、開口400は、正六角形である。しかしながら、開口400の外周CE400は、設定範囲ZNCE内に入る。

30

【0057】

このような構成であっても、流体制御装置10は、上述の作用効果を奏することができる。なお、開口400の中心C400と振動部21の中心C21とが一致せず、開口400と振動部21とが相似形でなくても、開口400の外周CE400が設定範囲ZNCE内に入ることによって、流体制御装置10は、上述の作用効果を奏することができる。この際、振動部21および開口400は、平面視して点対称の形状であることが好ましく、角数の多い正多角形または円であることがより好ましい。

40

【0058】

なお、図2では、開口400の外周端は、振動部21の中心に腹Mvを有する振動の節Nvに一致する態様を示した。しかしながら、開口400の外周端と振動の節Nvとの位置関係は、これに限らず、開口400の外周端は、上述の範囲内にあればよい。ただし、開口400の外周端と振動の節Nvとがほぼ一致することで、振動部21における節Nvよりも外側の部分の全体を、体積変動に寄与させることができ、より有効である。

【0059】

50

(第2の実施形態)

本発明の第2の実施形態に係る流体制御装置について、図を参照して説明する。図8は、第2の実施形態に係る流体制御装置10Aの構成の一例を示す側面図である。

【0060】

図8に示すように、第2の実施形態に係る流体制御装置10Aは、第1の実施形態に係る流体制御装置10に対して、第2主板と連結部材とが一体形成されている点で異なる。流体制御装置10Aの他の構成は、流体制御装置10と同様であり、同様の箇所の説明は省略する。

【0061】

流体制御装置10Aは、第2主板40Aを備える。第2主板40Aは、第1主板20側に、振動部21、複数の支持部23、および、複数の開口230に重なる形状の凹部を有する。第2主板40Aにおける凹部を囲む外周部は、第1主板20に接続する。

10

【0062】

このような構成では、流体制御装置10Aは、連結部材を省略できる。これにより、流体制御装置10Aは、流体制御装置10と同様の作用効果を奏しながら、構成要素を少なくできる。なお、流体制御装置10の連結部材を、流体制御装置10Aの構成に追加することも可能である。

【0063】

(第3の実施形態)

本発明の第3の実施形態に係る流体制御装置について、図を参照して説明する。図9は、第3の実施形態に係る流体制御装置10Bの構成の一例を示す側面図である。

20

【0064】

図9に示すように、第3の実施形態に係る流体制御装置10Bは、第1の実施形態に係る流体制御装置10に対して、第1主板と連結部材とが一体形成されている点で異なる。流体制御装置10Bの他の構成は、流体制御装置10と同様であり、同様の箇所の説明は省略する。

【0065】

流体制御装置10Bは、第1主板20Bを備える。第1主板20Bは、外枠部22Bを備える。外枠部22Bは、振動部21、複数の支持部23よりも厚く、第2主板40側に突出する形状である。外枠部22Bは、第2主板40に接続する。

30

【0066】

このような構成では、流体制御装置10Bは、連結部材を省略できる。これにより、流体制御装置10Bは、流体制御装置10と同様の作用効果を奏しながら、構成要素を少なくできる。なお、流体制御装置10の連結部材を、流体制御装置10Bの構成に追加することも可能である。さらに、流体制御装置10Aの第2主板40Aの構成と、流体制御装置10Bの第1主板20Bの構成と組み合わせることができ、これにさらに連結部材を追加することも可能である。

【0067】

また、流体制御装置10の構成や、流体制御装置10A、10Bにおける連結部材を追加する構成では、連結部材を用いることで、ポンプ室100の高さを高精度に実現できる。これにより、体積変動率、体積変動量を高精度に設定できる。

40

【0068】

(第4の実施形態)

本発明の第4の実施形態に係る流体制御装置について、図を参照して説明する。図10は、第4の実施形態に係る流体制御装置10Cの構成の一例を示す側面図である。

【0069】

図10に示すように、第4の実施形態に係る流体制御装置10Cは、第1の実施形態に係る流体制御装置10に対して、第1主板的振動部の形状において異なる。流体制御装置10Cの他の構成は、流体制御装置10と同様であり、同様の箇所の説明は省略する。

【0070】

50

流体制御装置 10C は、第 1 主板 20C を備える。第 1 主板 20C は、振動部 21C を備える。振動部 21C は、中央部分 210CC と周辺部分 210CP とを備える。中央部分 210CC は、振動部 21C よりも平面面積が小さく、振動部 21C の中心を含む。周辺部分 210CP は、中央部分 210CC の外周を囲むように配置される。中央部分 210CC は、周辺部分 210CP よりも厚い。

【0071】

このような構成によって、流体制御装置 10C は、駆動体 30 の駆動振動の電圧を高くすることなく、振動部 21C の外周端側の周辺部分 210CP での振動を大きくできる。これにより、流体制御装置 10C は、体積変動率および体積変動量を大きくでき、流量をさらに増加させることができる。

10

【0072】

また、中央部分 210CC の面積を開口 400 よりも大きくする構成が好ましい。流体制御装置 10C において、開口 400 から流体を流入する態様では、振動部 21C は流体に押し付けられる。流体に押さえつけられると、振動部 21C は、振動を抑制されてしまい、大きな変位を得ることができない。流体の押し付ける部分は、平面視して開口 400 と振動部 21C が重なる部分である。そのため、重なる部分を厚くすることで、流体の押し付けに負けず、振動部 21C は、大きな変位が可能になる。

【0073】

なお、振動部 21C は、上述のように、ポンプ室 100 側と反対側に突出していることが好ましい。この構成によって、振動部 21C の振動中に、中央部分 210CC が第 2 主板 40 に接触することを回避できる。さらに、振動部 21C のポンプ室 100 側の主面 201 は、中央部分 210CC と周辺部分 210CP とで面一であることがより好ましい。このような構成では、振動部 21C の主面 201 が平坦であるため、振動部 21C の振動中に、中央部分 210CC が第 2 主板 40 に接触することを回避できる。

20

【0074】

(第 5 の実施形態)

本発明の第 5 の実施形態に係る流体制御装置について、図を参照して説明する。図 11 は、第 5 の実施形態に係る流体制御装置 10D の構成の一例を示す側面図である。

【0075】

図 11 に示すように、第 5 の実施形態に係る流体制御装置 10D は、第 1 の実施形態に係る流体制御装置 10 に対して、第 1 主板の振動部の形状において異なる。流体制御装置 10D の他の構成は、流体制御装置 10 と同様であり、同様の箇所の説明は省略する。

30

【0076】

流体制御装置 10D は、第 1 主板 20D を備える。第 1 主板 20D は、振動部 21D を備える。振動部 21D は、中央部分 210DC と周辺部分 210DP とを備える。中央部分 210DC は、振動部 21D よりも平面面積が小さく、振動部 21D の中心を含む。周辺部分 210DP は、中央部分 210DC の外周を囲むように配置される。中央部分 210DC は、周辺部分 210DP よりも厚い。振動部 21D のポンプ室 100 側の面 (振動部 21D の主面 201) において、周辺部分 210DP よりも突出している。また、ポンプ室 100 側と反対側の主面 202 において、中央部分 210DC と周辺部分 210DP とは面一である。

40

【0077】

このような構成によって、流体制御装置 10D は、駆動体 30 の駆動振動の電圧を高くすることなく、振動部 21D の外周端側の周辺部分 210DP での振動を大きくできる。これにより、流体制御装置 10D は、体積変動率および体積変動量を大きくでき、流量をさらに増加させることができる。

【0078】

なお、流体制御装置 10D では、振動部 21D の中央部分 210DC は、平面視において、開口 400 に重なることが好ましく、中央部分 210DC の面積は、開口 400 の面積よりも小さいことが好ましい。これにより、振動部 21D の振動中に、中央部分 210

50

DCが第2主板40に接触することを、より確実に抑制できる。

【0079】

また、流体制御装置10Dでは、振動部21Dにおける駆動体30が設置される側の面が平坦である。したがって、流体制御装置10Dは、流体制御装置10Cよりも、駆動体30の形状の自由度を大きくできる。

【0080】

(第6の実施形態)

本発明の第6の実施形態に係る流体制御装置について、図を参照して説明する。図12は、第6の実施形態に係る流体制御装置10Eの構成の一例を示す側面図である。

【0081】

図12に示すように、第6の実施形態に係る流体制御装置10Eは、第4の実施形態に係る流体制御装置10Cに対して、平板24を追加した点で異なる。流体制御装置10Eの他の構成は、流体制御装置10Cと同様であり、同様の箇所の説明は省略する。なお、第1主板20Eは、第1主板20Cと同様の構成を備える。

【0082】

流体制御装置10Eは、平板状の平板24を備える。平板24は、駆動体30における振動部21Eが当接する面と反対側の面に配置される。

【0083】

このような構成によって、流体制御装置10Eは、駆動体30の駆動振動の電圧を高くすることなく、振動部21Eの外周端の振動をさらに大きくできる。これにより、流体制御装置10Eは、体積変動率および体積変動量をさらに大きくでき、流量をさらに増加させることができる。

【0084】

(第7の実施形態)

本発明の第7の実施形態に係る流体制御装置について、図を参照して説明する。図13(A)、図13(B)は、第7の実施形態に係る流体制御装置10F1、10F2の構成の一例を示す側面図である。

【0085】

図13(A)、図13(B)に示すように、第7の実施形態に係る流体制御装置10F1、10F2では、第1の実施形態に係る流体制御装置10に対して、第2主板40Fの形状において異なる。流体制御装置10F1、10F2の他の構成は、流体制御装置10と同様であり、同様の箇所の説明は省略する。

【0086】

図13(A)、図13(B)に示すように、流体制御装置10F1、10F2は、第2主板40Fを備える。第2主板40Fは、凹部41を有する。凹部41は、第2主板40Fの片方の主面から凹凸形状である。凹部41の平面面積は、開口400の平面面積よりも大きい。開口400は、凹部41の底を貫通するように形成される。

【0087】

図13(A)に示すように、流体制御装置10F1では、凹部41は、第2主板40Fの主面401側に形成され、凹部41がポンプ室100側(振動部21側)になる。

【0088】

図13(B)に示すように、流体制御装置10F2では、凹部41は、第2主板40Fの主面402側に形成され、凹部41が外部空間側になる。

【0089】

これらの構成によって、流体制御装置10F1、10F2では、凹部41を有する部分において、第2主板40Fは薄くなる。これにより、第2主板40Fは、振動部21とともに振動する。この際、凹部41の形状を適正に設定することによって、振動部21の振動と第2主板40Fの振動の周波数をほぼ一致させ、逆相にすることができる。この結果、流体制御装置10F1、10F2では、体積変動率および体積変動量を増加させることができ、中間流量を増加させることができる。

10

20

30

40

50

【0090】

また、図13(B)に示す構成では、例えば、凹部41の面積を、振動部21の面積以上とすることによって、振動部21と第2主板40Fとが振動するときに、振動部21と第2主板40Fとが接触することを、より確実に抑制できる。

【0091】

また、上述の流体制御装置10F1、10F2では、凹部41を有する態様を示した。しかしながら、流体制御装置10F1、10F2では、第2主板40Fにおける開口400に隣接する部分が、前記第2主板40Fを平面視して外枠部22に重なる部分よりも薄ければよい。

【0092】

(第8の実施形態)

本発明の第8の実施形態に係る流体制御装置について、図を参照して説明する。図14は、第8の実施形態に係る流体制御装置10Gの構成の一例を示す側面図である。

【0093】

図14に示すように、第8の実施形態に係る流体制御装置10Gでは、第1の実施形態に係る流体制御装置10に対して、弁部材を備える点で異なる。流体制御装置10Gの他の構成は、流体制御装置10と同様であり、同様の箇所の説明は省略する。なお、流体制御装置10Gは、流体を開口400から吸入して、複数の開口230から吐出する態様で動作する場合を示す。

【0094】

図14に示すように、流体制御装置10Gは、弁膜61および固定部材62を備える。

【0095】

弁膜61は、可撓性を有する材料からなる。弁膜61は、ポンプ室100を流れる流体によって変形可能な弾性を有していればよい。弁膜61は、円環形であり、所定の幅(放射方向の長さ)を有する。弁膜61の外周端は、平面視において、第2主板40に重なる。

【0096】

固定部材62は、例えば、両面テープ等の接着性を有する材料からなる。固定部材62は、円環形であり、所定の幅(放射方向の長さ)を有する。固定部材62の幅は、弁膜61の幅よりも小さい。固定部材62の外径は、弁膜61の外径よりも小さい。

【0097】

固定部材62は、弁膜61を振動部21の主面201に固定する。この際、固定部材62の中心は、振動部21の中心と略一致する。また、固定部材62は、弁膜61の内周側の端部を固定し、外周側を固定しない。

【0098】

この構成によって、開口400から流体が流入するとき、弁膜61は、振動部21側に曲がり、流体の搬送を阻害しない。したがって、流体は、複数の開口230に流れ、外部空間へ吐出される。一方、複数の開口230から流体が流入するとき、弁膜61は、第2主板40側に湾曲し、第2主板40の主面401に当接する。したがって、ポンプ室100内での流体の搬送は止められ、開口400まで搬送されない。

【0099】

これにより、流体制御装置10Gは、流体を、より確実に一方向に搬送することができる。

【0100】

なお、流体制御装置10Gの構成では、固定部材62の外周側の端部の位置(図14の点線で示す位置)は、開口400の外周端よりも外側にあること(開口400に重ならない)が好ましい。これにより、弁膜61は、第2主板40に、より確実に当接する。

【0101】

また、流体制御装置10Gでは、流体を開口400から吸入して、複数の開口230から吐出する場合を示した。しかしながら、本実施形態の弁を有する構成は、流体を複数の開口230から吸入して、開口400から吐出する態様にも適用できる。この場合、弁膜

10

20

30

40

50

6 1 は、外周端側が固定され、内周端が固定されない状態で配置される。

【 0 1 0 2 】

上述の各実施形態の構成は、適宜組合せが可能であり、それぞれの組合せに応じた作用効果を奏することができる。

【符号の説明】

【 0 1 0 3 】

1 0、1 0 A、1 0 B、1 0 C、1 0 D、1 0 E、1 0 F 1、1 0 F 2、1 0 G：流体制御装置

1 1：筐体

2 0、2 0 B、2 0 C、2 0 D、2 0 E：第 1 主板

10

2 1、2 1 C、2 1 D、2 1 E：振動部

2 2、2 2 B：外枠部

2 3：支持部

2 4：平板

3 0：駆動体

4 0、4 0 A、4 0 F、第 2 主板

4 1：凹部

5 0：連結部材

6 1：弁膜

6 2：固定部材

20

1 0 0：ポンプ室

2 0 1、2 0 2：主面

2 1 0 C C、2 1 0 D C：中央部分

2 1 0 C P、2 1 0 D P：周辺部分

2 3 0、4 0 0：開口

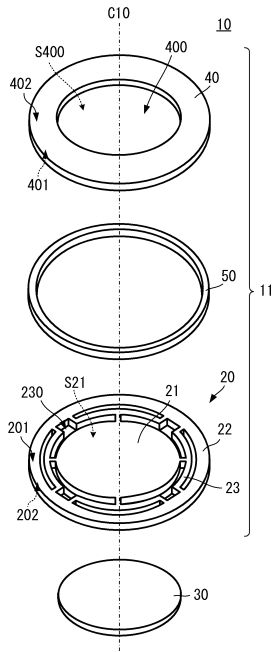
4 0 1、4 0 2：主面

30

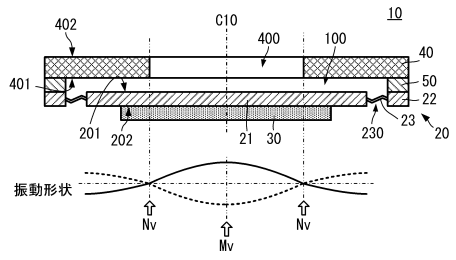
40

50

【図面】
【図 1】



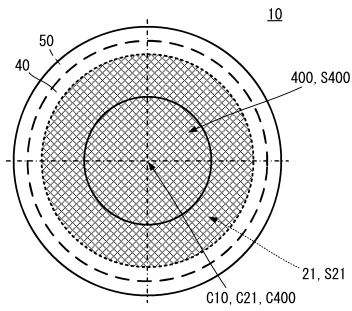
【図 2】



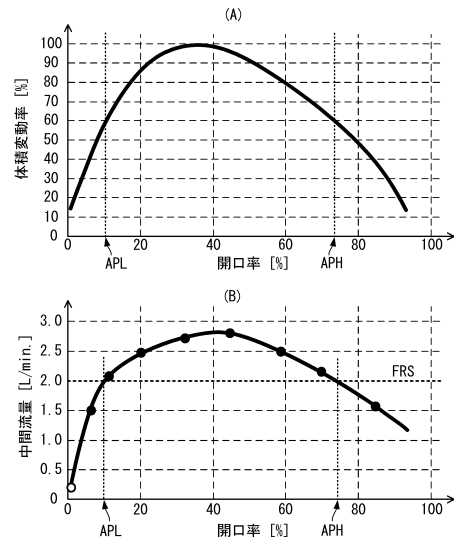
10

20

【図 3】



【図 4】

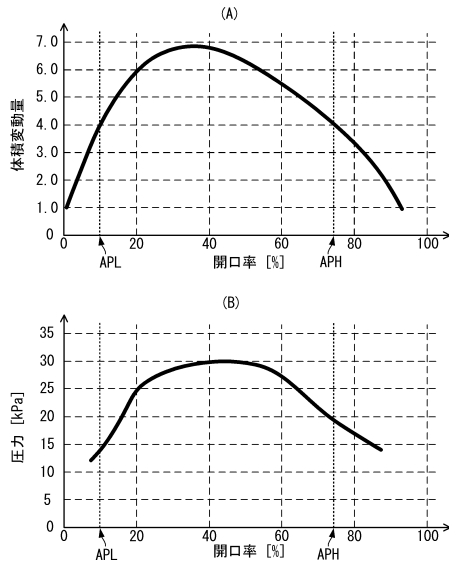


30

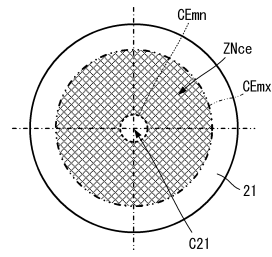
40

50

【 図 5 】

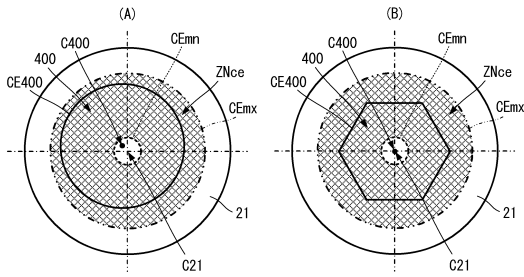


【 図 6 】

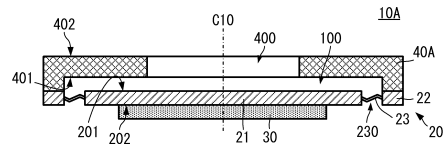


10

【 図 7 】

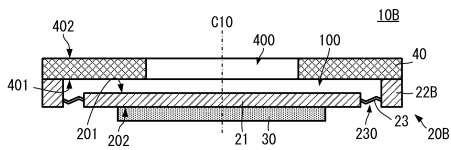


【 図 8 】

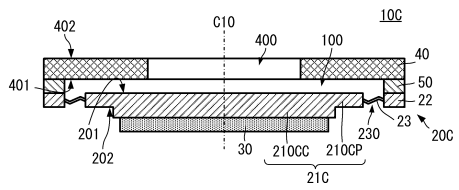


20

【 図 9 】



【 図 10 】

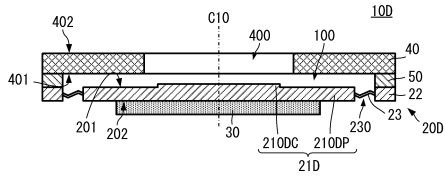


30

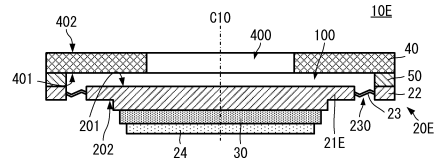
40

50

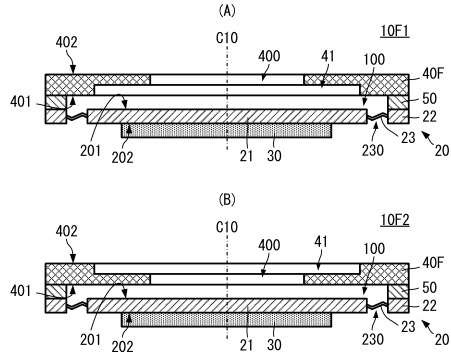
【 1 1 】



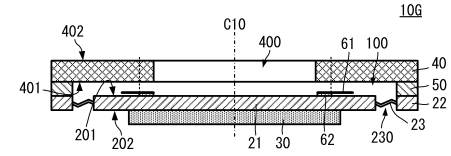
【 1 2 】



【 1 3 】



【 1 4 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2019/208016(WO,A1)
国際公開第2019/230159(WO,A1)
特開2009-097393(JP,A)
独国特許出願公開第102008004147(DE,A1)
国際公開第2016/063710(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F04B 45/04
F04B 45/047