

(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2009-41501

(P2009-41501A)

(43) 公開日 平成21年2月26日(2009.2.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
F O 4 B 43/02 (2006.01)	F O 4 B 43/02	D 3 H 0 7 7
F O 4 B 43/04 (2006.01)	F O 4 B 43/04	B

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-209061 (P2007-209061)	(71) 出願人	000010098
(22) 出願日	平成19年8月10日 (2007.8.10)		アルプス電気株式会社
			東京都大田区雪谷大塚町1番7号
		(74) 代理人	100083286
			弁理士 三浦 邦夫
		(72) 発明者	石川 潤
			東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内
		(72) 発明者	佐藤 俊彦
			東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内
		(72) 発明者	岡部 朋子
			東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内
		Fターム(参考)	3H077 AA02 CC02 CC09 DD06 EE04 FF14 FF23

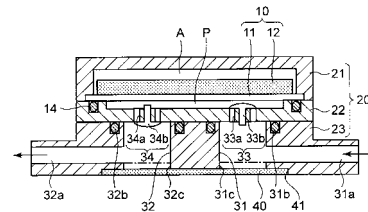
(54) 【発明の名称】 ダイヤフラムポンプ

(57) 【要約】

【課題】 振動するダイヤフラムとハウジングとの間にポンプ室を形成し、ハウジングに、ダイヤフラムの平面中心に対する偏心対称位置に吸入ポートに連通する吸入側液溜室と吐出ポートに連通する吐出側液溜室を設け、吸入側液溜室とポンプ室との間に該吸入側液溜室からポンプ室への流体流を許す吸入側逆止弁を設け、吐出側液溜室とポンプ室との間に該ポンプ室から吐出側液溜室への流体流を許す吐出側逆止弁設けたダイヤフラムポンプにおいて、ハウジングを合成樹脂製にしなければならないという制約の下で簡単な構成で振動の軽減ができ、かつ流量を低下させないダイヤフラムポンプを得る。

【解決手段】 ハウジングに、吸入側逆止弁と吐出側逆止弁の反対側において、吸入側液溜室と吐出側液溜室にそれぞれ連通する一対の開口部を形成し、この一対の開口部を、吸入側液溜室と吐出側液溜室の圧力で弾性変形する金属薄板からなる振動軽減板で閉塞したダイヤフラムポンプ。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

平面円形でその中心部の振幅が最も大きくなるように振動するダイヤフラム；

このダイヤフラムと合成樹脂製のハウジングとの間に形成したポンプ室；

上記ハウジングに、上記ダイヤフラムの平面中心に対する偏心対称位置に設けた、吸入ポートに連通する吸入側液溜室と吐出ポートに連通する吐出側液溜室；

上記吸入側液溜室とポンプ室との間に設けた、該吸入側液溜室からポンプ室への流体流を許しその逆方向の流体流を許さない吸入側逆止弁；及び

上記吐出側液溜室とポンプ室との間に設けた、該ポンプ室から吐出側液溜室への流体流を許しその逆方向の流体流を許さない吐出側逆止弁；

を有するダイヤフラムポンプにおいて、

上記ハウジングに、上記吸入側逆止弁と吐出側逆止弁の反対側において、吸入側液溜室と吐出側液溜室にそれぞれ連通する一対の開口部を形成し、

この一対の開口部を、上記吸入側液溜室と吐出側液溜室の圧力で弾性変形する金属薄板からなる振動軽減板で閉塞したことを特徴とするダイヤフラムポンプ。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載のダイヤフラムポンプにおいて、上記振動軽減板は、一対の開口部に共通の単一部材であるダイヤフラムポンプ。

【請求項 3】

請求項 1 記載のダイヤフラムポンプにおいて、上記振動軽減板は、一対の開口部にそれぞれ個別に設けられた個別部材であるダイヤフラムポンプ。

20

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項記載のダイヤフラムポンプにおいて、上記振動軽減板は、ステンレス製であるダイヤフラムポンプ。

【請求項 5】

請求項 4 記載のダイヤフラムポンプにおいて、上記ステンレスの板厚は、0.05mm 以下であるダイヤフラムポンプ。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項記載のダイヤフラムポンプにおいて、上記ダイヤフラムは圧電振動子であるダイヤフラムポンプ。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ダイヤフラムポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

振動するダイヤフラムによってポンプ作用を得るポンプとして、例えば圧電ポンプがある。圧電ポンプは、平面円形の圧電振動子とハウジングによってポンプ室を形成する。ハウジングには、ダイヤフラムの平面中心に対する偏心対称位置に位置させて、吸入ポートと吐出ポートがそれぞれ開口する吸入側液溜室と吐出側液溜室を設け、この一対の液溜室とポンプ室との間には、吸入側液溜室からポンプ室への流体流を許しその逆方向の流体流を許さない吸入側逆止弁と、ポンプ室から吐出側液溜室への流体流を許しその逆方向の流体流を許さない吐出側逆止弁とを設けている。圧電振動子が振動すると、ポンプ室の容積が大きくなる行程では、流入側逆止弁が開き吐出側逆止弁が閉じて吸入ポート、吸入側液溜室からポンプ室内に流体が流入し、逆にポンプ室の容積が小さくなる行程では、吐出側逆止弁が開き吸入側逆止弁が閉じてポンプ室から吐出側液溜室、吐出ポートに流体が吐出され、ポンプ作用が得られる。

40

【0003】

ダイヤフラムポンプにおいて、小型なものとして、例えば以下に示すものが公知となっている（特許文献 1～11）。小型化のため、ダイヤフラムが圧電振動子であるものが一

50

般的である。また流路の脈動防止としての緩衝器（ダンパー）として、弾性部材を用いることも一般的である（特許文献12）。小型ポンプにおいて、脈動を抑える公知技術として、脈動低減のエアチャンバと可撓性膜体を有する構造（特許文献1）、柔軟なシート材と空気室を有する構造（特許文献3、4）、弾性薄板と緩衝室を有する構造（特許文献8）などが知られている。

【特許文献1】特開平10-9079号公報

【特許文献2】特開平10-220357号公報

【特許文献3】特開2000-265963号公報

【特許文献4】特開2000-274374号公報

【特許文献5】特開2001-65461号公報

10

【特許文献6】特開2001-115969号公報

【特許文献7】特開2001-323879号公報

【特許文献8】特開2002-202061号公報

【特許文献9】特開2004-308554号公報

【特許文献10】特開2005-337069号公報

【特許文献11】特開2006-242176号公報

【特許文献12】特許3751592号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

20

本出願人は、このような圧電ポンプを用いてノートPCの発熱源（CPU、GPU、チップセット等）を冷却する水冷システムを開発中である。ノートPCに搭載するポンプは、安全規格であるUL規格を満足する必要がある、特に耐電圧性を満たすようにハウジングを合成樹脂主体としたものにせざるをえない。合成樹脂製のハウジングは、材料に設計自由度のある配管部分と比べて、ハウジング自体が弾性変形しにくいいため、逆止弁の開閉に伴う脈動（振動）の影響をうけやすい。従来、この圧電ポンプ（ダイヤフラムポンプ）の振動防止構造は各種が提案されているが（特許文献3、4、8）、構造が複雑化し、薄型化を妨げ、耐久性に問題があり、あるいは流量が犠牲になるという問題があった。またノートPC用の用途では、小型・軽量化だけでなく、消費電力を極力抑える必要がある、かつ振動に起因する騒音、ポンプ流量の確保を両立させなければならないため、従来技術の延長では限界があった。またハウジングを合成樹脂としたポンプにおいて、吐出側と吸入側の蓋を金属蓋とすることで、設計自由度を確保し、金属板の収縮で流量を阻害しない技術も知られている（特許文献10）。

30

【0005】

ダイヤフラムポンプにおいては、小型化、薄型化だけでなく、特にポンプ流量の確保が重要であり、かつノートPCの用途のように、省電力が求められる機器においては、ダイヤフラムの駆動周波数をあげて流量を確保しようとする、電力を大きく消費してしまう。したがって、従来技術のような緩衝器、ゴム等の弾性材に代表されるような緩衝板をとり付けると、脈動を低減できるが、その分ポンプ流量がロスしてしまうことが課題となる。ロスした流量をカバーするため、駆動周波数をあげると消費電力が格段に増してしまうため、特に携帯機器等の用途の場合は改善が必須である。また緩衝器の空気室を設けたり、空気穴をつけると、ポンプの小型化・薄型化を制限することになる。

40

【0006】

ダイヤフラムの吐出流量を増大させるため、ダイヤフラムの共振をうまく活用して、低周波数で電力をおさえ、かつ流量を確保するダイヤフラムの設計が一般的である（特許文献8）。ここで課題となるのは共振によりポンプそのものの振動が増加することである。振動による騒音の低減、および振動による配線接合部等への影響を除去し、かつ流量を低下させないことが小型ポンプの性能として求められている。

【0007】

特許文献10の金属蓋は、ポンプの製造工程において、吐出弁もしくは吸入弁の外部の

50

蓋を金属とすることにより、樹脂で蓋をする場合と比較して、弾性変形できることを意図している。ここでは金属板の厚さが0.1～0.5mmと厚い範囲が想定されており、振動を低減することには着目していない。

【0008】

本発明は、ハウジングを合成樹脂製にしなければならないという制約の下で、ポンプ流量を落とさず、簡単な構成で振動の軽減ができるダイヤフラムポンプを得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、平面円形でその中心部の振幅が最も大きくなるように振動するダイヤフラム；このダイヤフラムと合成樹脂製のハウジングとの間に形成したポンプ室；ハウジングに、ダイヤフラムの平面中心に対する偏心対称位置に設けた、吸入ポートに連通する吸入側液溜室と吐出ポートに連通する吐出側液溜室；吸入側液溜室とポンプ室との間に設けた、該吸入側液溜室からポンプ室への流体流を許しその逆方向の流体流を許さない吸入側逆止弁；及び吐出側液溜室とポンプ室との間に設けた、該ポンプ室から吐出側液溜室への流体流を許しその逆方向の流体流を許さない吐出側逆止弁；を有するダイヤフラムポンプにおいて、ハウジングに、吸入側逆止弁と吐出側逆止弁の反対側において、吸入側液溜室と吐出側液溜室にそれぞれ連通する一対の開口部を形成し、この一対の開口部を、吸入側液溜室と吐出側液溜室の圧力で弾性変形する金属薄板からなる振動軽減板で閉塞したことを特徴としている。

10

20

【0010】

振動軽減板は、一対の開口部毎の個別部材として設けることも可能であるが、一対の開口部に共通の単一部材とすることができる。

【0011】

振動軽減板は、具体的には、耐水性・耐久性を考慮してステンレス製が好ましい。またその板厚は、0.05mm以下とすると、効果的に振動の防止ができる。

【0012】

本発明は、少なくともダイヤフラムとして圧電振動子を用いた圧電ポンプに適用できる。

【発明の効果】

30

【0013】

本発明は、円形のダイヤフラムの平面中心に対する偏心対称位置に、吸入ポートに連通する吸入側液溜室（吸入側逆止弁）と吐出ポートに連通する吐出側液溜室（吐出側逆止弁）を設けるという位置関係のダイヤフラムポンプにおいて、合成樹脂製のハウジングに、吸入側逆止弁と吐出側逆止弁の反対側において、吸入側液溜室と吐出側液溜室にそれぞれ連通する一対の開口部を形成し、この一対の開口部を、吸入側液溜室と吐出側液溜室の圧力で弾性変形する金属薄板からなる振動軽減板で閉塞するという簡単な構成により、流量を犠牲にすることなく脈動を低減することができる。振動軽減板は、金属薄板からなるので、耐久性に優れ、ポンプ全体の薄型化を妨げることがない。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0014】

図1、図2は、本発明を圧電ポンプに適用した実施形態を示している。本圧電ポンプは、平面円形の圧電振動子（ダイヤフラム）10とハウジング20を備えており、ハウジング20は、アッパハウジング21、ミドルハウジング（逆止弁支持板）22及びロアハウジング23からなっている。ハウジング20は全体が合成樹脂（例えばPBT（ポリブチレンテレフタレート）樹脂、PPS（ポリフェニレンスルフィド）樹脂）製である。

【0015】

圧電振動子10は、アッパハウジング21とミドルハウジング22の間にリング14を介して支持され、該圧電振動子10とミドルハウジング22との間にポンプ室Pを形成し、圧電振動子10とアッパハウジング21との間に大気室Aを形成している。

50

【 0 0 1 6 】

平面円形の圧電振動子 1 0 は、図 1 に示すように、ポンプ室 P 側に臨むシム 1 1 と、大気室 A 側に臨む圧電体 1 2 とを備えたユニモルフタイプである。シム 1 1 は、厚さ 3 0 ~ 3 0 0 μ m 程度のステンレスや 4 2 アロイ等からなる導電性金属薄板であり、圧電体 1 2 は、例えば厚さ 5 0 ~ 3 0 0 μ m 程度の P Z T (P b (Z r , T i) O ₃) 等の圧電材料から構成されるもので、その表裏方向に分極処理が施されている。このような圧電振動子は周知である。圧電体 1 2 の表裏に交番電界が与えられると、圧電体 1 2 の表裏の一方が伸びて他方が縮むサイクルが繰り返され、シム 1 1 (圧電振動子 1 0) が中央部の振幅が最も大きくなるように振動する。

【 0 0 1 7 】

ロアハウジング 2 3 には、円形の圧電振動子 1 0 の平面中心に対する偏心対称位置に、平面円形の吸入側液溜室 3 1 と吐出側液溜室 3 2 が貫通穴として形成されている。吸入側液溜室 3 1 と吐出側液溜室 3 2 には、該吸入側液溜室 3 1 と吐出側液溜室 3 2 の軸線と直交する吸入ポート 3 1 a と吐出ポート 3 2 a が開口している。ミドルハウジング 2 2 とロアハウジング 2 3 の間には、吸入側液溜室 3 1 と吐出側液溜室 3 2 の液密を保持するリング 3 1 b とリング 3 2 b が挟着されている。

10

【 0 0 1 8 】

ミドルハウジング 2 2 には、吸入側液溜室 3 1 の軸線上に位置させて、該吸入側液溜室 3 1 とポンプ室 P との間に位置する吸入側逆止弁 (アンブレラ) 3 3 が設けられ、また、吐出側液溜室 3 2 の軸線上に位置させて、ポンプ室 P と該吐出側液溜室 3 2 との間に位置する吐出側逆止弁 (アンブレラ) 3 4 が設けられている。吸入側逆止弁 3 3 は、吸入側液溜室 3 1 からポンプ室 P への流体流を許しその逆方向の流体流を許さない逆止弁であり、吐出側逆止弁 3 4 は、ポンプ室 P から吐出側液溜室 3 2 への流体流を許しその逆方向の流体流を許さない逆止弁である。吸入側逆止弁 3 3 と吐出側逆止弁 3 4 は同一 (対称) 構造であり、ミドルハウジング 2 2 に穿設した流路孔 3 3 a 、 3 4 a を常時はアンブレラ 3 3 b 、 3 4 b の傘部で閉塞する。

20

【 0 0 1 9 】

吸入側液溜室 3 1 と吐出側液溜室 3 2 は、貫通穴として形成されており、吸入側逆止弁 3 3 と吐出側逆止弁 3 4 の反対側において、それぞれ開口部 3 1 c と 3 2 c を構成している。つまり、開口部 3 1 c と 3 2 c は、ロアハウジング 2 3 のミドルハウジング 2 2 とは反対側の面に開口し、吸入側逆止弁 3 3 と吐出側逆止弁 3 4 は、この開口部 3 1 c と 3 2 c の中心に目視可能な位置にある。

30

【 0 0 2 0 】

ロアハウジング 2 3 には、ミドルハウジング 2 2 とは反対側の面に位置させて、開口部 3 1 c と 3 2 c に跨る矩形の段低部 4 1 が形成されており、この段低部 4 1 に、振動軽減板 4 0 が嵌められ固定されている。すなわち、開口部 3 1 c と 3 2 c は、単一の振動軽減板 4 0 によって閉塞されている。段低部 4 1 (ロアハウジング 2 3) に対する振動軽減板 4 0 の固定手段は、接着、シール部材、ねじ止め等を併用することができる。

【 0 0 2 1 】

振動軽減板 4 0 は、吸入側液溜室 3 1 と吐出側液溜室 3 2 の圧力で弾性変形する金属薄板からなっている。このような弾性変形を可能にするには、材質と厚さが重要な要素であり、材質としてはステンレス材料が好ましく、厚さは 0 . 0 5 m m 以下とするのがよい。

40

【 0 0 2 2 】

以上の圧電ポンプは、圧電振動子 1 0 が正逆に弾性変形 (振動) すると、ポンプ室 P の容積が拡大する行程では、吸入側逆止弁 3 3 が開いて吐出側逆止弁 3 4 が閉じるため、吸入側液溜室 3 1 (吸入ポート 3 1 a) からポンプ室 P 内に液体が流入する。一方、ポンプ室 P の容積が縮小する行程では、吐出側逆止弁 3 4 が開いて吸入側逆止弁 3 3 が閉じるため、ポンプ室 P から 3 2 (吐出ポート吐出ポート 3 2 a) に液体が流出する。したがって、圧電振動子 1 0 を正逆に連続させて弾性変形させる (振動させる) ことで、ポンプ作用が得られる。

50

【 0 0 2 3 】

このポンプ作用中においては、吸入側逆止弁 3 3 と吐出側逆止弁 3 4 の開閉に伴い、吸入側液溜室 3 1 と吐出側液溜室 3 2 内の圧力が変動する。この圧力変動によって、振動軽減板 4 0 が弾性変形し、振動を減少させる作用をする。

【 0 0 2 4 】

次に、実験結果によって本発明による圧電ポンプの作用効果を示す。

「第 1 の実験（周波数-流量特性）」

図 3、図 4 は、下記仕様の圧電ポンプにおいて、振動軽減板 4 0 を備えないロアハウジング 2 3 を用いた比較例 1（低減板なし）、厚さ 0 . 0 3 mm のステンレス製の振動軽減板 4 0 を備えた実施例 1（S U S t 0 . 0 3）、同 0 . 1 mm のステンレス製の振動軽減板 4 0 を備えた比較例 2（S U S t 0 . 1）について周波数-流量特性を調べた結果を示している。また脈動低減効果があることが知られているゴムを使用した場合の流量も図 3 に示している。ここで、ニトリルゴム厚さ 0 . 1 mm のものを比較例 3（ゴム t 0 . 1）、一般的にダンパー材として使用される厚さ 0 . 5 mm のウレタンゴムのものを比較例 4（ゴム t 0 . 5）とした。実施例 1、比較例 2、3、4 においては、ロアハウジング 2 3 の段低部 4 1 に各振動軽減板を接着樹脂により固定した。比較例 1 は、図 1 において、ロアハウジング 2 3 に開口部 3 1 c と 3 2 c を構成することなく、二点鎖線で示すように、吸入ポート 3 1 a と吐出ポート 3 2 a の壁面を延長した例に相当する。

10

【 0 0 2 5 】

圧電振動子 1 0 の直径； 2 6 . 5 mm

20

シム 1 1 の厚さ； 0 . 2 mm

圧電体 1 2 の厚さ； 0 . 2 mm

ロアハウジング 2 3 の材質； P P S 樹脂

吸入側液溜室 3 1 と吐出側液溜室 3 2 の径； 5 . 0 mm

振動軽減板 4 0 の平面サイズ； 8 × 1 5 mm

ポンプ容量； 5 0 n F

駆動電圧； 1 5 0 V

なお、図 3 はポンプ流路の負荷圧力； 0 k P a（無負荷）とした場合の結果であり、図 4 はポンプ流路の負荷圧力； 1 0 k P a とした場合の結果である。

30

【 0 0 2 6 】

図 3 の実験結果により、厚さ 0 . 0 3 mm の振動軽減板 4 0 を備えた実施例 1（S U S t 0 . 0 3）の圧電ポンプの流量特性は、振動軽減板 4 0 を備えない従来品の比較例 1 の流量特性と遜色がない結果である。また、振動軽減板 4 0 が 0 . 1 mm と厚い比較例 2（S U S t 0 . 1）と比較しても、流量は遜色ない結果である。

【 0 0 2 7 】

しかし、ゴム材料を用いた比較例 3（ゴム t 0 . 1）、および比較例 4（ゴム t 0 . 5）においては、流量が大きく低下する結果となった。すなわち、ゴム等の柔軟材を従来技術の延長で使用するだけでは、この種の小型ポンプのサイズで要求される、例えば駆動周波数 5 0 H z で、流量 8 0 m l / m i n を確保することができないことがわかる。

40

【 0 0 2 8 】

ポンプの流路の負荷を 1 0 k P a とした場合の実験結果を示す図 4 も、図 3 と同様の結果を示している。したがって、流路の状態によらず、脈動低減を図るために、柔軟材として、ゴム等の弾性材料を使うことでは、流量の低下が避けられない。また低下した流量分を確保するために、駆動周波数を上げることは、消費電力増加を招くことにつながる。

【 0 0 2 9 】

「第 2 の実験（駆動周波数-振動特性）」

一方、図 5 は、第 1 の実験と同じ仕様の圧電ポンプにおいて、駆動周波数と振動レベルの関係を調べた実験結果を示している。この実験結果によると、厚さ 0 . 0 3 mm の振動軽減板 4 0 を用いた実施例 1（S U S t 0 . 0 3）は、振動軽減板を用いない比較例 1（低減板なし）に比して顕著に振動レベルが改善していることが分かる。ところが、振動軽減

50

板 40 が 0.1 mm と厚い比較例 2 (SUS t 0.1) においては、振動低減効果がほとんど得られない結果となった。

【0030】

表 1、表 2 及び図 6 は、流路負荷 10 kPa において、現実的な駆動周波数である 50 Hz と 70 Hz のそれぞれにつき、同様に、流量、振動及びその比を調べた結果を示している。

【0031】

以上の実験結果は、ある一定値以下の薄い振動低減板 40 を用いることで、顕著な振動低減効果を有することを示している。すなわち、実施例 1 の低減板厚 0.03 mm と比較例 2 の低減板厚 0.1 mm の間で劇的にその効果に変化している。振動低減板である金属薄板において、本発明の振動低減効果は、金属薄板の膜厚を t とした場合、図 7 に示すように、 $t = 0.05$ mm 以下の領域において、板厚 $1/t$ に対して指数関数的に振動レベルが低減すると見積もることができる。したがって、 $t = 0.05$ mm 以下とすることで振動レベルの半減が期待できる。

【表 1】

50Hz 150V駆動

駆動周波数 50[kHz]使用時		低減板なし	SUS t0.1	SUS t0.03
		比較例 1	比較例 2	実施例 1
流量 (10kPa)	[ml/min]	79.6	79.8	81.4
振動 (10kPa)	[Gr]	0.102	0.100	0.017
振動/流量x10E+6	[Gr・min/ml]	1281	1253	209

【表 2】

70Hz 150V駆動

駆動周波数 70[kHz]使用時		低減板なし	SUS t0.1	SUS t0.03
		比較例 1	比較例 2	実施例 1
流量 (10kPa)	[ml/min]	129.6	130.2	124.4
振動 (10kPa)	[Gr]	0.179	0.180	0.002
振動/流量x10E+6	[Gr・min/ml]	1381	1382	16

【0032】

「第 3 の実験 (駆動周波数 - 流量比振動特性)」

図 8 は、図 1 の実験と同じ仕様の圧電ポンプにおいて、流路の負荷が 10 kPa のときの駆動周波数と振動 / 流量 (流量と振動の比率) の関係を調べた実験結果を示している。この実験結果によると、厚さ 0.03 mm の振動軽減板 40 を用いた実施例 1 (SUS t 0.03) は、比較例 1 (低減板なし) および比較例 2 (SUS t 0.1) に対して流量に対する振動の比率が小さいことが分かる。以上の実験結果から実施例 1 のステンレスの板厚 0.03 mm では、流量の低下がほとんどなく、振動のみ低減することが確認された。比較例 2 のステンレスの板厚 0.1 mm では振動低減の効果がほとんどみられていない。

【0033】

実施例では、耐水性と材料の一般性を加味して、ステンレス製の金属薄板に対して実験を行ったが、ステンレスとほぼ同様な金属薄板であれば、振動低減板としての機能を有し、本発明と同じ効果が得られる。また以上の実験では、吸入側液溜室 31 と吐出側液溜室 32 の径を直径 5 mm の円形としているが、面積を大きく変更しない限りにおいては、特に限定されるものではない。

【0034】

以上の実施形態は、圧電振動子 10 を振動するダイヤフラムとして用いたダイヤフラムポンプに本発明を適用したものであるが、本発明は、圧電振動子以外のダイヤフラムを用いたポンプにも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明によるダイヤフラムポンプを圧電ポンプに適用した一実施形態を示す、図2のI-I線に沿う断面図である。

【図2】図1の底面図である。

【図3】本発明によるダイヤフラムポンプと比較例の流路の負荷圧が0kPaの場合の周波数-流量特性を調べた結果を示すグラフである。

10

【図4】本発明によるダイヤフラムポンプと比較例の流路の負荷圧が10kPaの場合の周波数-流量特性を調べた結果を示すグラフである。

【図5】本発明によるダイヤフラムポンプと比較例の流路の負荷圧が10kPaの場合の周波数-振動レベル特性を調べた結果を示すグラフである。

【図6】本発明によるダイヤフラムポンプと比較例の、周波数50、70Hzの場合の流量と振動を調べた結果を示すグラフである。

【図7】本発明によるダイヤフラムポンプの振動低減板の厚さと振動レベルの関係を調べた結果を示すグラフである。

【図8】本発明によるダイヤフラムポンプと比較例の流路の負荷圧が10kPaの場合の周波数-流量比振動特性を調べた結果を示すグラフである。

20

【符号の説明】

【0036】

10 圧電振動子

11 シム

12 圧電体

14 Oリング

20ハウジング

21 アップハウジング

22 ミドルハウジング

23 ロアハウジング

30

31 吸入側液溜室

31a 吸入ポート

31b Oリング

31c 開口部

32 吐出ポート

32a 吐出ポート

32b Oリング

32c 開口部

33 吸入側逆止弁

33a 流路孔

40

33b アンブレラ

34 吐出側逆止弁

34a 流路孔

34b アンブレラ

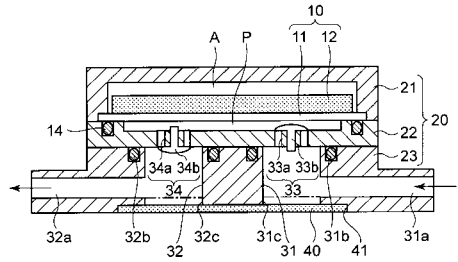
40 振動軽減板

41 段低部

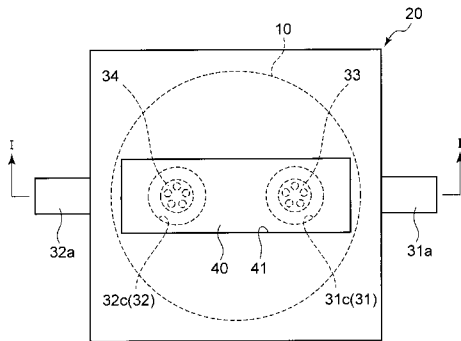
P ポンプ室

A 大気室

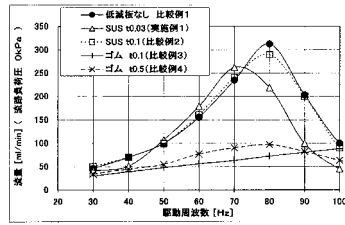
【図1】



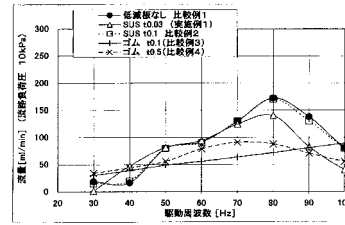
【図2】



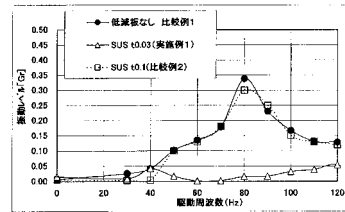
【図3】



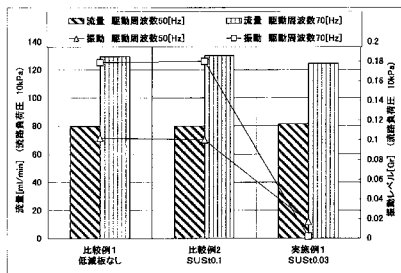
【図4】



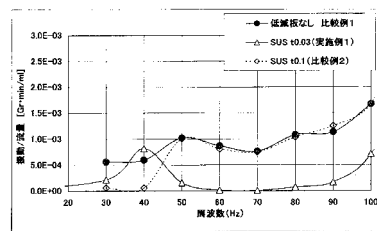
【図5】



【図6】



【図8】



【図7】

