

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5941471号
(P5941471)

(45) 発行日 平成28年6月29日 (2016. 6. 29)

(24) 登録日 平成28年5月27日 (2016. 5. 27)

(51) Int. Cl.	F I
F O 4 B 17/04 (2006. 01)	F O 4 B 17/04
F O 4 B 43/02 (2006. 01)	F O 4 B 43/02 N
H O 2 K 33/04 (2006. 01)	H O 2 K 33/04 A
F O 4 B 35/04 (2006. 01)	F O 4 B 35/04

請求項の数 8 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2013-532964 (P2013-532964)	(73) 特許権者	513299476
(86) (22) 出願日	平成23年10月7日 (2011. 10. 7)		アービッド サーマロイ, リミテッド
(65) 公表番号	特表2013-545007 (P2013-545007A)		ライアビリティ カンパニー
(43) 公表日	平成25年12月19日 (2013. 12. 19)		アメリカ合衆国 ニューハンプシャー州
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/055196		ラコニア プリムローズ ドライブ 67
(87) 国際公開番号	W02012/048179	(74) 代理人	100102978
(87) 国際公開日	平成24年4月12日 (2012. 4. 12)		弁理士 清水 初志
審査請求日	平成26年9月29日 (2014. 9. 29)	(74) 代理人	100102118
(31) 優先権主張番号	61/391, 524		弁理士 春名 雅夫
(32) 優先日	平成22年10月8日 (2010. 10. 8)	(74) 代理人	100160923
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 山口 裕孝
		(74) 代理人	100119507
			弁理士 刑部 俊
		(74) 代理人	100142929
			弁理士 井上 隆一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体移動装置のための力均等化固定コイルアクチュエータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一の可撓部材に取り付けられた第一の動作アーマチュアであって、高透磁率の金属を含む第一の動作アーマチュアと、

第二の可撓部材に取り付けられた第二の動作アーマチュアであって、高透磁率の金属を含む第二の動作アーマチュアと、

流体移動装置ハウジングと、

該ハウジングならびに第一および第二の可撓部材によって境界される流体チャンバー容積を形成するように該ハウジングに取り付けられた、第一および第二の可撓部材であって、それぞれが該第一および第二の動作アーマチュアに取り付けられている第一および第二の可撓部材と、

第一および第二の動作アーマチュアの間配置された固定通電コイルとを含み、

該コイルに流れる電流が、該コイルの周りに延びかつ第一および第二の動作アーマチュアの両方を通過する該磁場の磁束ループ通路を生成することによって該アーマチュアの間直接作用する磁力を発生させ、かつ

該第一および第二の動作アーマチュアの相対位置にかかわらず、かつ該電流の経時変化特性にかかわらず、該第一および第二の動作アーマチュアが受ける瞬間的磁力が常に同一であることを確実にするように、コイルおよび第一および第二の動作アーマチュアが配置および構成される、流体移動装置アクチュエータ。

10

20

【請求項2】

第一および第二の可撓部材を周波数 f で互いに反対方向に振動させることにより流体チャンバー内の流体にエネルギーを付与するように、周波数 f を有する周期的電流波形がコイルに加えられる、請求項1記載の流体移動装置アクチュエータ。

【請求項3】

前記流体チャンバーが、液体ポンプの流体チャンバーを含む、請求項2記載の流体移動装置アクチュエータ。

【請求項4】

前記流体チャンバーが、ガスポンプの流体チャンバーを含む、請求項2記載の流体移動装置アクチュエータ。

10

【請求項5】

前記流体チャンバーが、シンセティックジェット of 流体チャンバーを含む、請求項2記載の流体移動装置アクチュエータ。

【請求項6】

周波数 f が、前記流体移動装置の機械的共振周波数に近いまたは等しい、請求項2記載の流体移動装置アクチュエータ。

【請求項7】

前記第一および第二の可撓部材が振動板である、請求項1記載の流体移動装置アクチュエータ。

【請求項8】

前記第一及び第二の振動板の両面が流体作業のために使用できる、請求項7記載の流体移動装置アクチュエータ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

背景

本出願は、容積式流体移動装置、例えば液体ポンプ、ガスコンプレッサー、およびシンセティックジェットなどのための、高出力長寿命アクチュエータに関する。

【背景技術】

【0002】

30

容積式流体移動装置は、高流量および圧力を提供することが可能であるが、多くの用途、例えば、医療装置；コンピュータ、サーバー、LEDライトの温度管理；および他の電子機器冷却用途などにとって好適であるためには、該流体移動装置が低振動で作動しかつ長寿命を提供しなければならない。さらに、これらの用途では、流体性能を損なうことなく、スペースに制約のある製品プラットフォームに適合させるために、一層小さいサイズにおいて流体移動装置を構成することが求められる。

【0003】

流体移動装置が、互いに反対方向に動く2つのピストンを使用することができる場合、振動は最小化されるであろうが、この2つのピストンによるアプローチを実用的にするためには、各ピストンに同じ力波形が印加されることが必要である。各ピストンを別々に作動させることは、サイズ、機械的複雑性、およびコストを増大させ、かつ各ピストンに対する力を一致させるという課題は制御スキームを必要とし、これは複雑性およびコストをさらに増加させるであろう。

40

【0004】

このように、同一の力波形が各ピストンに印加されることを確実にするための簡素な手段を提供する一方で性能または寿命を損なうことなくより小さなサイズを達成するための流体移動装置部品の集積を可能にする、流体移動装置の作動における改良が、未達成であり、依然として必要とされている。

【発明の概要】

【0005】

50

概要

これらの必要性を満たし、前述の取り組みの限界を克服するために、本出願は、アーマチュアの中に固定コイルが固定された二重アーマチュア/振動板アクチュエータを開示し、ここで結果として生じる磁力は2つのピストンに直接印加され、これにより、振動を最小化するために両方のピストンが同じ瞬間的作動力を受けることを確実にする。さらに、これらの必要性を満たして前述の取り組みの限界を克服するために、作動手段は、ピストンおよびアクチュエータ部品を集積して所定のポンピング出力に対する流体移動装置のサイズを低下させる一方、故障および寿命低下の原因となり得る任意の動作電気部品、例えば振動ワイヤーなどを排除する。

[本発明1001]

可撓部材に取り付けられた第一の動作アーマチュアと、
第二の可撓部材に取り付けられた第二の動作アーマチュアと、
流体移動装置ハウジングと、
該ハウジングならびに第一および第二の可撓部材によって境界される流体チャンバー容
積を形成するように該ハウジングに取り付けられた、第一および第二の可撓部材と、
第一および第二のアーマチュアの中に配置された固定通電コイルと
を含み、

該コイルに流れる電流が、該アーマチュアに作用する磁力を発生させ、かつ
該2つのアーマチュアの相対位置にかかわらず、かつ該電流の経時変化特性にかかわら
ず、該2つのアーマチュアが受ける瞬間的磁力が常に同一であることを確実にするように
、コイルおよびアーマチュアが配置および構成される、流体移動装置。

[本発明1002]

第一および第二の可撓部材を周波数fで互いに反対方向に振動させることにより流体チ
ャンバー内の流体にエネルギーを付与するように、周波数fを有する周期的電流波形がコ
イルに加えられる、本発明1001の流体移動装置アクチュエータ。

[本発明1003]

前記流体チャンバーが、液体ポンプの流体チャンバーを含む、本発明1002の流体移動装
置アクチュエータ。

[本発明1004]

前記流体チャンバーが、ガスポンプの流体チャンバーを含む、本発明1002の流体移動装
置アクチュエータ。

[本発明1005]

前記流体チャンバーが、シンセティックジェットの流体チャンバーを含む、本発明1002
の流体移動装置アクチュエータ。

[本発明1006]

周波数fが、前記流体移動装置の機械的共振周波数に近いまたは等しい、本発明1002
の流体移動装置アクチュエータ。

【図面の簡単な説明】【0006】

本明細書に組み入れられその一部を形成する添付の図面は、本発明の態様を示しており、説明と共に、本発明の原理を解説する助けとなる。

【図1】両方のアーマチュアに印加される同じアクチュエータ力を提供する流体移動装置アクチュエータの態様を示す。

【図2】コイルが通電されたときに生じる磁束通路を示す、図1のアクチュエータの断面図である。

【図3】図1の作動システムが流体移動装置に対してどのように適用されるかを示す断面図である。

【図4】固定コイルの取り付け部を示す、図3の流体移動装置の断面図である。

【図5】エネルギーを流体に印加するためのさらなる流体チャンバーを形成するために、各振動板の両面がどのように使用され得るかを示す断面図である。

10

20

30

40

50

【図6】コイル利用度を向上させることによってアクチュエータ効率を高めるアーマチュア設計の断面図および分解立体図を提供する。

【発明を実施するための形態】

【0007】

詳細な説明

図1は、本発明の例示的態様による流体アクチュエータにおける、ある重要な機能的概念を示しており、ここで、固定コイル6は、アーマチュア2および4の相同対の間に配置される。コイルが通電されると、アーマチュア2および4の内側において磁場が発生し、その結果生じる該磁場の磁束ループ通路が、図2に点線によって示されている。該磁場は、2つのアーマチュアが互いに向かって引き合う吸引力を、アーマチュアの間の空隙に作り出す。2つのアーマチュアの間に力を直接印加することにより、アーマチュア2および4が受ける瞬間的な力およびしたがって力波形が常に同一であることを確実にする。

【0008】

図3は、図1のアクチュエータが流体移動装置においてどのように使用されるかを示している。アーマチュア16および18は、それぞれ振動板8および10に接着されている。振動板8および10はそれぞれ、該振動板が軸方向に大きく変位することを可能にする輪状片持ばねマトリックスを有する。実際には、振動板8および10は、圧力密封を提供するための弾性オーバーモールド(図示せず)を有する。振動板8および10は、本発明の範囲内において使用することができかつさらにその作動原理を利用する、多くの種類の振動板のうちの1つを表している。該振動板は、例えば、参照によりその全体が本明細書に組み入れられる国際特許出願PCT/US2011/022386号に示されるように構成してもよい。振動板8および10は、ハウジング12と共に気密シールを形成する。圧縮チャンバー20は、振動板8および10ならびにハウジング12によって境界される。コイルが通電されると、磁力により、アーマチュア16および18が、それらのそれぞれの振動板8および10と共に互いの方に向かって移動し、結果として、流体チャンバー20の容積低下がもたらされる。コイルを遮断すると、振動板ばねに蓄えられた位置エネルギーが、アーマチュアおよび振動板を反対方向に押し返し、結果として、流体チャンバー20の容積増加が起こる。コイルの通電と遮断に付随して周期的な容積増減がもたらされることによって、流体チャンバー20中の流体にエネルギーが与えられ、これにより、特定の用途、例えば、数例を挙げると、液体およびガスのポンピングまたは、シンセティックジェットへの電力供給、または他の流体移動用途、例えば混合、計量、もしくはサンプリングなどに必要な流体エネルギーが提供される。

【0009】

アーマチュア16および18の振動により反力が生じ、これはそれぞれ振動板8および10を通じてハウジング12へと伝達される。アーマチュア16および18の質量が等しくかつ振動板8および10のばね剛性が等しくなる程度まで反力が打ち消されと考えられ、その結果として、アーマチュア16および18の変位が同じであるならばハウジングの振動は最小となる。同じ力振幅および力波形を各アーマチュアに加えることによって、本明細書において開示されるような流体移動アクチュエータは、各アーマチュアが同じ変位振幅および変位波形を実行するように動作し得、これにより、ゼロまたは最小のハウジング振動のために必要な条件を実現する。

【0010】

図3の流体移動装置は、その力学的質量-ばね共振周波数で動作し得、ここで、該共振周波数は、振動板のばね剛性と流体と流体およびアーマチュアの質量との組み合わせによって決定される。

【0011】

図3の流体移動装置は、コイルがどのようにハウジング12にしっかりと固定され得るかを示すために、異なる断面図において図4に示されている。取り付け方法を示すため、ここでは、振動板の一方のみが図4に示されている。コイル14はコイルクランプ22および24によって保持されており、これらはハウジング12に固定されている。この固定コイル設計は、動作コイルの可動電力リード線の必要性を排除し、かつ該リード線またはワイヤーの

潜在的故障も排除し、これにより寿命および信頼性を増進させる。

【0012】

上記において言及したいずれの流体移動用途についても、振動板の両面を、流体作業のために使用することができる。例えば、図5は、それぞれ流体チャンバー30および32を形成するエンドプレート26および28の追加を示している。流体チャンバー30および32は、上記において言及した任意の用途のために、流体へエネルギーを伝えるために使用することができる。

【0013】

本発明の範囲は、本明細書において説明される流体移動装置アクチュエータに対する多数の追加的変形を包含する。例えば、アーマチュアの設計および結果として得られる磁束通路を様々に変更できる一方で、アーマチュアの間に配置された固定コイルによってアーマチュアの間に直接的に力を与え続ける。図6は、電気-機械変換効率を向上させるためのアーマチュア設計を示している。図6に示されるように、対向するアーマチュア40および42は、それぞれ振動板34および36に取り付けられており、該振動板はハウジング38に取り付けられている。固定コイル44は、コイルアーム46および48によってハウジング38にしっかりと固定されている。図6の設計において、該コイルは、コイルの一部がアーマチュア材料の外側にある図3および4に示された設計と比べて、より完全にアーマチュア材料に囲まれている。コイルの一部がアーマチュア材料の外側にある場合、その分アーマチュアの磁場が減少するため、アクチュエータ効率が低下する。さらなる変形は、力を生じるために使用される代替部品、例えば永久磁石および可動磁石で固定コイルのボイスコイルタイプアクチュエータなどを含み得、ここで、アーマチュアは、ボイスコイルタイプの磁石および裏打ちとなる磁石鉄によって置き換えられ、永久磁場を有するコイル空隙が提供される。本発明によるアクチュエータのための特定のサブ部品設計は、特定の設計および最終製品要件に対応する良好な設計実施によって決定される。

【0014】

本発明による流体アクチュエータの様々な態様は、本発明の範囲内の任意の周波数において駆動することができる。該アクチュエータは、その質量-ばね共振に等しいかまたはそれに近い駆動周波数において動作させることによって性能上の利点を提供できるが、本発明の範囲は、質量-ばね共振周波数に近い駆動周波数に限定されない。駆動周波数が、エネルギーが共振に蓄えられるのに十分なほど質量-ばね共振に近い場合、アーマチュア-振動板振幅は、蓄えられるエネルギーに比例して増加するであろう。駆動周波数が瞬間的共振周波数に近いほど、蓄えられるエネルギーも大きく、かつアーマチュア/振動板の変位も大きく、かつ所定の入力電力レベルにおいて流体チャンバー内の流体に伝えられる力も大きい。本発明によるアクチュエータの動作は、蓄えられるエネルギーの有無にかかわらず、本発明の範囲内と見なされる。

【0015】

本発明による流体移動装置アクチュエータの様々な態様により、アーマチュアは、典型的には、高い透磁率を有する第一鉄金属で作製されるが、必要とされる透磁率および損失特性の程度は、所定の用途の要件に基づくであろうことも理解されたい。

【0016】

本発明による流体移動装置アクチュエータを動かすために多くの様々な駆動回路を使用することができ、これらは当業者に明らかであろう。これらの駆動回路は、駆動周波数を、システム条件の変更により変わり得る機械的共振周波数に同期させた状態に維持するための、位相同期回路制御装置または他のCPUベースの制御装置などの共振同期制御装置を含み得る。本発明による流体移動装置アクチュエータを駆動するために多くの様々な電圧波形も使用することができ、波形特性およびデューティサイクルは、最終製品または用途の要件に従って選択されるであろう。

【0017】

本発明による流体移動装置アクチュエータの用途としては、マイクロプロセッサなどの電子機器部品、MODFETS、HBLEDなどの電力機器部品、および冷却を必要とする任意の電子

10

20

30

40

50

機器部品、ならびに、ヒートシンク、プリント基板カード、および電子機器筐体などの二次熱交換対象を含む、多種多様な高温物体のための、エアポンプ、液体ポンプ、またはシンセティックジェットによる、温度管理用途における熱交換のための空気または液体の移動が挙げられる。そのような冷却を必要とする製品としては、サーバー、PCタワー、ラップトップ、HBLEDランプ、家電、PDA、あるいは、携帯電話、電気通信、および軍事用途におけるものなどの密封された電子機器筐体が挙げられる。

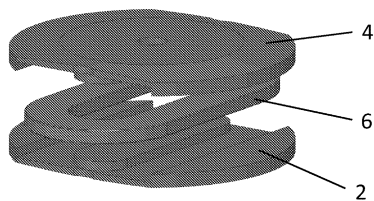
【0018】

他の用途としては、数例を挙げると、化学反応のためのガスと微粒子物質との一般的な混合、流体の計量；マイクロ燃料電池のための空気および燃料の小型ポンプ；液体サンプリング、生物化学兵器剤の空気サンプリング、および一般化学分析、あるいは浮遊粒子中のその他の材料変化、例えば粉碎もしくはアグロメレーションまたはこれらのプロセスのいずれかの組み合わせなどを生じるための小型ポンプが挙げられる。

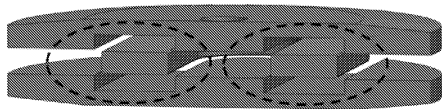
【0019】

例示および説明のために、上記において本発明のいくつかの態様についての説明を提示してきた。提供された図面において、本明細書において提供された個々の態様の部分部品は、機能的明瞭化のために必ずしも互いに比例して描かれているわけではない。実際の製品において、個々の部品の相対比率は、特定の技術設計要件によって決定される。本明細書において提供される態様は、包括的であること、または、開示された正確な形態に本発明を限定することを意図するものではなく、上記の教示を考慮すると、明確に、多くの修正および変形が可能である。態様は、本発明の原理およびその実際の適用を最もよく説明するために選択され、かつ説明されており、これらにより、他の当業者は、想到される特定の使用に適合するような、様々な態様においておよび様々な修正と共に、本発明を最も良好に利用することができる。上記の説明は多数の仕様を含んでいるが、これらは、本発明の範囲の限定として解釈すべきではなく、むしろ本発明の代替の態様の例示として解釈すべきである。

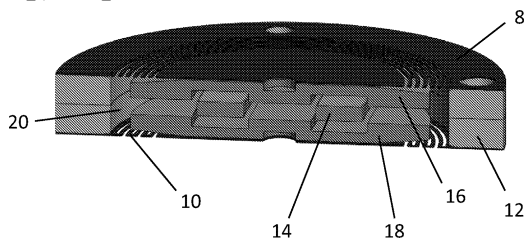
【図1】



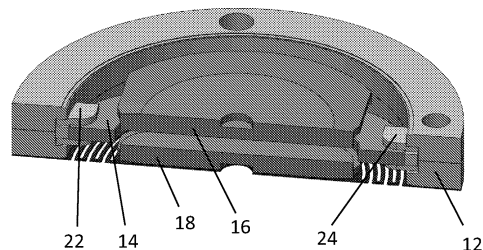
【図2】



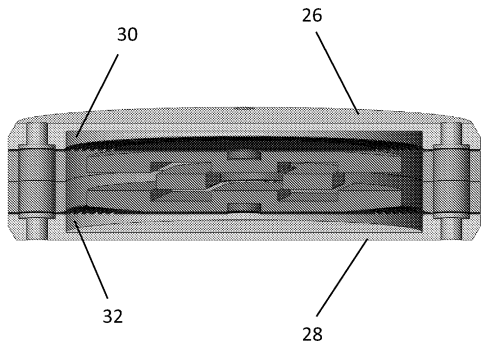
【図3】



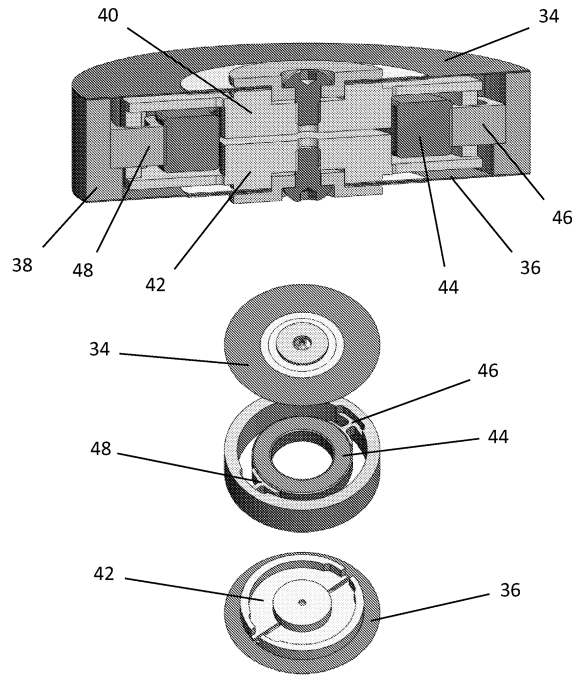
【図4】



【図5】



【図 6】



フロントページの続き

- (74)代理人 100148699
弁理士 佐藤 利光
- (74)代理人 100128048
弁理士 新見 浩一
- (74)代理人 100129506
弁理士 小林 智彦
- (74)代理人 100114340
弁理士 大関 雅人
- (74)代理人 100114889
弁理士 五十嵐 義弘
- (74)代理人 100121072
弁理士 川本 和弥
- (72)発明者 ルーカス ティモシー エス.
アメリカ合衆国 バージニア州 アッシュランド メイプル リーフ コート 10201 イン
フルーメント コーポレーション内

審査官 佐藤 秀之

- (56)参考文献 特開平10-047254 (JP, A)
米国特許出願公開第2009/0108094 (US, A1)
米国特許出願公開第2003/0162071 (US, A1)
実公昭25-171 (JP, Y1)
特開2006-97626 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| F04B | 17/04 |
| F04B | 35/04 |
| F04B | 43/02 |