

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-535712

(P2017-535712A)

(43) 公表日 平成29年11月30日(2017.11.30)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
<b>FO1B 11/04</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1B	11/04	3H067
<b>FO1B 19/02</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1B	19/02	
<b>F16K 11/07</b>	<b>(2006.01)</b>	F16K	11/07	M

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2017-522018 (P2017-522018)  
 (86) (22) 出願日 平成27年10月26日 (2015.10.26)  
 (11) 特許番号 特許第6221016号 (P6221016)  
 (45) 特許公報発行日 平成29年10月25日 (2017.10.25)  
 (85) 翻訳文提出日 平成29年6月20日 (2017.6.20)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/057345  
 (87) 国際公開番号 W02016/065354  
 (87) 国際公開日 平成28年4月28日 (2016.4.28)  
 (31) 優先権主張番号 62/068,433  
 (32) 優先日 平成26年10月24日 (2014.10.24)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 511174812  
 ウィルデン パンプ アンド エンジニア  
 リング エルエルシー  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
 グランド テラス、ヴァン ビューレン  
 ストリート 22069  
 (74) 代理人 110001195  
 特許業務法人深見特許事務所  
 (72) 発明者 グラウバー、カール・ジェイ  
 アメリカ合衆国、92692 カリフォル  
 ニア州、ミッション・ピエホ、ロングフォ  
 ード、27991  
 Fターム(参考) 3H067 AA17 AA32 BB08 BB14 CC60  
 DD05 DD12 DD33 EA14 EC08  
 FF17 GG03 GG22

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エアモータ

(57) 【要約】

エアモータが、圧搾空気源と、2つの空気室と、パイロットバルブと、方向制御バルブとを有する。方向制御バルブのスプールは不平衡タイプで、ピストン表面を含み、ピストン表面は、スプールの大きな端、および、ピストン表面と交互に連通する排気口および加圧された制限口を通じて大気と連通している。制限口を通じた圧搾空気源の交互の連通は、ピストン表面の大気との連続連通に対して制限される。方向制御バルブの移動の時点で、ピストン表面は制限口を通じて圧搾空気源と連通している。

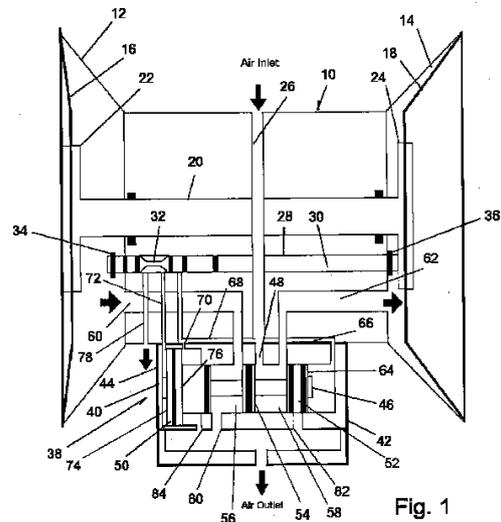


Fig. 1

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

圧搾空気源と、  
 2つの空気室と、  
 方向制御バルブとを備え、  
 前記方向制御バルブは、  
 前記2つの空気室とそれぞれ連通している2つの空気分配流路と、  
 前記圧搾空気源と連続連通しているランドを有する往復バルブスプールと、  
 前記圧搾空気源と連続連通している第1のピストン表面と、  
 前記圧搾空気源および大気と交互に連通しており、前記第1のピストン表面よりも大  
 きな第2のピストン表面とを含み、  
 前記ランドは前記2つの空気分配流路の間で空気圧により存在して、前記圧搾空気源と  
 前記2つの空気分配流路との間の連通を制御するエアモータであって、  
 前記往復バルブスプールは大気と連続連通している第3のピストン表面をさらに有し、  
 前記方向制御バルブは前記圧搾空気源と連続連通している制限口をさらに含み、  
 前記制限口は前記第3のピストン表面の大気との連通に対して流れを制限され、前記第  
 2のピストン表面および前記第3のピストン表面と交互に連通しており、  
 前記第1および第3のピストン表面は前記第2のピストン表面に対向していることを特  
 徴とする、エアモータ。

## 【請求項 2】

前記第3のピストン表面は、前記ランドが空気吸入流路を横切る際に、前記制限口を通  
 じて前記圧搾空気源と連通する、請求項1に記載のエアモータ。

## 【請求項 3】

パイロットバルブをさらに備え、  
 前記第2のピストン表面は、前記パイロットバルブを通じて前記圧搾空気源および大気  
 と交互に連通する、請求項2に記載のエアモータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

関連出願の相互参照

本願は、「エアモータ」と題される2014年10月24日に出願された米国仮出願番  
 号第62/068,433号の利益および優先権を主張する。上記の特許出願の内容全体  
 は、全ての目的で引用によって本明細書に援用される。

## 【背景技術】

## 【0002】

発明の背景

本発明の分野は、往復エアモータである。

## 【0003】

エアモータを通じて導かれる圧縮空気によって駆動されるダブルピストンおよびダブル  
 ダイヤフラムを有する装置がよく知られており、米国特許第8,360,745号、5,  
 957,670号、5,213,485号、5,169,296号、4,247,264  
 号明細書および米国特許出願公開第2014/0377086号明細書に記載がある。前  
 述の米国特許明細書および特許出願公開明細書の開示全体は、引用によってここに援用さ  
 れる。これらの空気駆動式ダイヤフラムポンプは、ポンプを駆動するために往復移動する  
 圧縮空気を供給するフィードバック制御システムを用いたエアモータを使用している。

## 【0004】

空気駆動式ダイヤフラムポンプ向けのそのような先行技術の装置の多くに共通するのは  
 、外側に面して、共通のシャフトによって連結されているポンプピストンおよびダイヤフ  
 ラムと協働する空気室を有するエアモータ筐体が設けられていることである。ポンプダイ  
 ヤフラムの外側には、ポンプ室筐体、吸気マニホールドおよび排気マニホールドが設けら

れている。通路が、ポンプ室筐体からマニホールドに移行する。ボールチェックバルブが、吸気通路および排気通路の両方に位置する。空気室の間でエアモータ筐体に対応するアクチュエータ機構が、それ自体を通じて往復運動を行なう、中央のピストンによって空気室とポンプ室との間に位置するダイヤフラムを連結された共通のシャフトを備える。

#### 【0005】

一般に、空気駆動式ポンプのための空気室の間のアクチュエータは、空気の流れを制御して各空気室内に対する加圧および各空気室内からの排気を交互に行なう方向制御バルブを備え、それによって、ポンプが往復運動を行なう。方向制御バルブは、ポンプダイヤフラムまたはピストンの位置によって順に制御されるパイロットシステムによって制御される。したがって、一定の空気圧を各動作可能に対向する空気室に対する圧搾空気の往復分配に変換するように、フィードバック制御機構が設けられる。

10

#### 【0006】

工場空気または他の便利な圧搾空気源が利用できるときは、往復空気分配システムを規定するアクチュエータを十分に有効に使用できる。他の加圧ガスも同様に、これらの製品を運ぶために使用される。通常、「空気」という用語は、そのようなありとあらゆるガスを指すために用いられる。そのようなシステムは火花を発生し得る構成要素を避けるので、圧搾空気製品を運ぶことは望ましい場合がある。アクチュエータは、単に、ポンプに対する抵抗によって均等化される圧力で失速点に達することができるようにされることによって、連続ポンプ圧力源を供給することも可能である。ポンプに対する抵抗を減らすと、システムは、再び要求に応じて作用系を形成するように動作し始める。

20

#### 【0007】

粘性および物理的性質が大幅に異なる膨大な種類の材料を、そのようなシステムを用いてポンピングすることができる。そのようなアクチュエータを用いてそのようなポンプを駆動する際に、著しく異なる要求が存在し得る。ポンプ材料の粘性、吸引ヘッドまたは排出ヘッド、および所望の流量が動作に影響を与える。一般に、圧搾空気源は比較的一定である。米国特許第8,360,745号明細書では、予想可能に流量制限を調整するための機構が開示されている。米国特許公報第2014/0377086号明細書では、流量制限はポンプ位置に応じて設けられる。ポンプ負荷および吸気流量制限が変動している状態では、エアモータのフィードバック制御機構によって、方向制御バルブが移動している間にアクチュエータ機構が停止し得る。

30

#### 【発明の概要】

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

##### 発明の概要

本発明は、圧搾空気源と、2つの空気室と、方向制御バルブとを有するエアモータに向けられている。処理空気を扱うために、方向制御バルブは、2つの空気室とそれぞれ連通する2つの空気分配流路と、2つの空気分配流路の間にランドを有する往復バルブスプールとを備える。第1の空気吸入流路が、圧搾空気源と、2つの空気分配流路の間のランドと連続連通している。パイロットバルブシステムが、方向制御バルブのスプールの往復運動を制御し得る。

40

#### 【0009】

往復バルブスプールは、方向制御バルブに対する制御空気と相互作用する、3つのピストン表面をさらに有する。第1のピストン表面は、圧搾空気源と連続連通している。第1のピストン表面よりも大きい第2のピストン表面は、圧搾空気源および大気と交互に連通している。第3のピストン表面は、排気口を通じて大気と連続連通している。

#### 【0010】

方向制御バルブは、制限口をさらに含む。制限口は、圧搾空気源と連続連通し、かつ、第2のピストン表面および第3のピストン表面と交互に連通している。制限口を通じた圧搾空気源の交互の連通は、第3のピストン表面の大気との連続連通に対して制限される。相対的な流れ制限は空気バルブのサイズおよび空気力学に左右され、大気圧より高い分圧

50

を供給するように実験により求めるのが一番良い。最適な動作のために、ランドが空気吸入流路を横切るときに、第3のピストン表面は制限口を通じて圧搾空気源と連通する。

【0011】

したがって、本発明の目的は、改良された往復エアモータを提供することである。他のさらなる目的および利点は、以下で明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】方向制御バルブが移動した直後の方向制御バルブおよびパイロットバルブの第1の位置を示す、エアモータの概略図である。

【図2】図1に示すエアモータの位置に続く、方向制御バルブが移動している間の方向制御バルブおよびパイロットバルブの位置を示す、エアモータの概略図である。

【図3】図2に示すエアモータの位置に続く、方向制御バルブの移動の終了時の方向制御バルブおよびパイロットバルブの位置を示す、エアモータの概略図である。

【図4】図3に示すエアモータの位置に続く、方向制御バルブが移動している間の方向制御バルブおよびパイロットバルブの位置を示す、エアモータの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

好ましい実施形態の詳細な説明

図面を詳細に参照すると、エアモータ10は、ダイヤフラム16、18によってそれぞれ閉鎖された、対向する空気室12、14を備える。エアモータ10の本体は、それ自体を通じて、ダイヤフラム16、18を保持するように、その端にピストン22、24を含むシャフト20を収容するための通路を備える。空気吸入口26が、工場空気であり得る圧搾空気源または空気圧縮機などに、能動または受動制御バルビングによって制御されない、または制御される流れを供給する。パイロットバルブ28も同様に、エアモータ10の本体を通して空気室12、14内へと延在する。パイロットバルブ28は、従来の方

【0014】

方向制御バルブ38が、エアモータ10の本体と関連付けられている。方向制御バルブ38は、バルブシリンダ40を含む。バルブシリンダ40は、第1の直径を有する第1の部分42、およびより大きな第2の直径を有する第2の部分44で各端を閉鎖された円筒状の空隙を規定する。バルブスプール46が、バルブシリンダ40によって規定された円筒状の空隙内で往復するように位置決めされている。バルブスプール46は、回転中心軸について対称である。

【0015】

空気吸入口26は、方向制御バルブ38の円筒状の空隙内に処理空気を導くように、処理空気吸入流路48と連通する。円筒状の空隙におけるスプール46は、処理空気吸入流路48の両側に間隔を置いて配置された2つのピストン50、52を含む。ピストン50、52間のランド54が、それら自体から間隔を置いて配置されて、バルブにわたって処理空気流路56、58を形成する。空気分配流路60、62が、円筒状の空隙の第1の部分42からの処理空気を、それぞれ空気室12、14に伝える。ピストン50、52およびランド54は、各々1つ以上の環状の封止部を有している。空気は、これらの封止部によってこれらの封止部にわたって円筒状の空隙内で縦方向に流れるのを妨げられるが、円筒形のシリンダ内でこれらの封止部まで、ピストン50、52およびランド54の周囲で、および、これらに対して縦方向に流れることが可能である。したがって、口を開口および閉鎖するタイミングは、ピストン50、52およびランド54ではなく封止部によって決まる。

【0016】

制御空気は、空気吸入口 26 から、第 1 の制御空気吸入流路 66 を通じてピストン 52 の第 1 のピストン表面 64 に伝えられる。第 1 の制御空気吸入流路 66 が、常に開口して第 1 のピストン表面 64 と連通している。第 2 の制御空気吸入流路 68 が、円筒状の空隙のより直径の大きな第 2 の直径部 44 において、制限口 70 に延在している。また、第 2 の制御空気吸入流路 68 は、制御空気をパイロットバルブ 28 の縦通路 32 に供給する。制御流路 72 が、パイロットバルブ 28 から、ピストン 50 の第 2 のピストン表面 74 と連続連通している、より直径の大きな第 2 の直径部 44 の端へと延在する。ピストン 50 は、第 3 のピストン表面 76 をさらに含む。排出通路 78 が、パイロットバルブ 28 から大気へ延在している。パイロットバルブ 28 は、第 2 の制御空気吸入流路 68 および排出通路 78 の制御流路 72 との連通を制御する。

10

**【0017】**

排気口 80、82 が、円筒状の空隙の第 1 の部分 42 から、マフラーを通じて大気へと延在する。排気口 80、82 は、バルブスプール 46 によって制御されてそれぞれ通路 56、58 から処理空気を交互に排出する。制御排気口 84 が、第 3 のピストン表面 76 と連続して連通している。制限口 70 は、開口して第 3 のピストン表面 76 と連通するときの制限口 70 を通じた流れが、第 2 の制御空気吸入流路 68 内の圧力よりも低い、第 3 のピストン表面 76 に対する大気圧よりも高い分圧を提供するように、連続して大気に開口している制御排気口 84 に対して制限されている。

**【0018】**

動作では、図面は動作中のエアモータの連続した位置を示している。図 1 では、方向制御バルブ 38 は、円筒状の空隙の大きな端に向かう移動を終えたところである。シャフト 20 および対応付けられたピストン 22、24 は、流れの矢印によって示される方向に動いている。一方、パイロットバルブ 28 は、第 2 のピストン表面 74 と対応する円筒状の空隙の大きな端を排気するように位置決めされている。

20

**【0019】**

処理空気は、処理空気吸入流路 48 を通じて流路 58 へと流れ、次に、空気分配流路 62 を通じて空気室 14 へ伝えられる。第 1 の制御空気吸入流路 66 を通じた制御空気圧力は第 1 のピストン表面 64 に伝達されて、円筒状の空隙の大きな端に向かってスプール 46 を付勢する。ピストン 24 によって環止め 36 に対するそのストロークの一端に対して押されていたパイロットバルブシャフト 30 は、制御流路 72 を、縦通路 32 を通じて排出流路 78 と連通させる。第 2 のピストン表面 74 上の圧力は、大気圧まで減少させられる。

30

**【0020】**

第 2 の制御空気吸入流路 68 を通じた制御空気はパイロットバルブ 28 で遮断されるが、制限口 70 を通じて開放されて第 3 のピストン表面 76 と連通して常に開口している制御排気口 84 を通じて流れ、これにより、第 3 のピストン表面 76 に分圧を供給する。制限口 70 と排気口 84 とは、第 1 のピストン表面 64 および第 3 のピストン表面 76 が協働して円筒状の空隙の大きな端に対してバルブスプール 46 を押し付けるように、第 3 のピストン表面 76 に対して分圧を加えるようにわざと構成されている。処理空気吸入流路 48 は、処理空気吸入流路 48 を横切って通路 56、58 のどちらか一方に対する空気を制御するランド 54 と連続して連通している。排気口 82 がピストン 52 によって閉鎖され、排気口 80 がランド 54 の他方側で開口すると、処理空気は空気分配流路 62 を通じて導入され、空気分配流路 60 を通じて排出される。

40

**【0021】**

図 2 を参照すると、エアモータは、空気分配流路 62 を通じて空気室 14 に流入する処理空気の影響で前進しており、ピストン 22 との係合によって、パイロットバルブ 28 のパイロットシャフト 30 を空気室 14 に向けて移動させる。この位置では、排出経路 78 はパイロットバルブ 28 の縦通路 32 ともはや連通していないが、制御流路 72 は引き続き縦通路 32 と連通しており、第 2 の制御空気吸入流路 68 は、制御流路 72 と連通するように縦通路 32 に露出されているところである。縦通路 32 を通じたそのような連通に

50

よって、制御空気圧力を第2のピストン表面74に供給することにより、方向制御バルブスプール46は円筒状の空隙の小さな端へ向かって移動する。第1のピストン表面64は、第2のピストン表面74よりも小さく示されている。したがって、双方に等しく圧力がかけられると、バルブスプール46を円筒形のチャンパの小さな端に向けて移動させるように、第2のピストン表面74にかかる力は第1のピストン表面64に常にかかる力よりも大きい。排気口84は常に開口したままである。

【0022】

ランド54は、図2では、処理空気吸入流路48をちょうど横切っているように示されている。ランド54は、処理空気吸入流路48と連続連通したままである。しかし、処理空気は、方向制御バルブ38の移動中の少しの間、実質的にまたは完全に流路56、58から遮断され得る。ランド54が処理空気吸入流路48を横切っている状態では、制限口70はピストン50の封止部によってまだ閉鎖されておらず、第3のピストン表面76と連通したままである。

10

【0023】

図3を参照すると、エアモータ10は空気室14に向かうストロークを完了している。これにより、パイロットシャフト30は環止め34に対して駆動されている。この時点で、バルブスプール46も同様に方向制御バルブ38の円筒状の空隙の小さな端に完全に移動されている。この位置では、処理空気吸入流路48を通じた処理空気は流路56に誘導され、空気分配流路60を通じて空気室12を加圧する。排気口80はバルブスプール46によって覆われてこの圧力を維持する。排気口82は、空気分配流路62からの使用された空気が外部に排出されるように、ピストン52の動きによって覆われていない。

20

【0024】

パイロットバルブシャフト30が図示されているように位置決めされている状態で、縦通路32は制御空気吸入流路68を制御流路72と完全に連通させている。さらに、流れを増やして第2のピストン表面74を加圧して示された位置へのバルブスプール46の移動の完了を助けるように、制限口70も同様に開口して第2のピストン表面74と連通する。第3のピストン表面76も同様に排気口84と連通したままである。

【0025】

図4は、エアモータの次の順番の位置を示している。パイロットバルブ28のパイロットシャフト30は、排出経路78を通じて制御流路72から空気を排出して第2のピストン表面74の圧力を減少させるように、空気室12に向けて部分的に移動したと示されている。これにより、バルブスプール46は、第1の制御空気吸入流路66を通じて、第1のピストン表面64の不均衡な圧力の影響で左側に移動する。ランド54は処理空気吸入流路48と引き続き連続連通しているが、処理空気は、方向制御バルブ38の移動中に少しの間、流路56、58から実質的に、または完全に再び遮断され得る。ランド54が図4に示す位置に到着する前に、流れは制限口70を通じて回復されて、再び第3のピストン表面76と連通する。次の順番の図は、再び図1の構成のようになるであろう。

30

【0026】

とりわけ、処理空気が空気室12、14に送られる際に移動される時点のエアモータ10の動作中の制限口70を考慮すると、図2および図4で示すように、制限口70は第3のピストン表面76に対して開口している。制限口70は、第2の制御空気吸入流路68を通じて圧搾空気26源と引き続き連通している。第2のピストン表面74または第3のピストン表面76のどちらかに対して露出することにより、方向制御バルブ38のバルブスプール46の移動が増大される。ピストン50の封止部にわたる変位量を最小限にすることによって、制限口70は、方向制御バルブ38が停止する可能性を最小限にするように、第2のピストン表面74または第3のピストン表面76への圧力連通を高めることができる。しかも、ランド54が処理空気吸入流路48を横切る地点での、制限口70を通じた第3のピストン表面76との連通がエアモータの停止を回避するために有利であることは、すでに認識されている。好ましい実施形態では、バルブスプール46にも小さな重力の傾きをもたらすように、スプール46は方向制御バルブ38の円筒状の空隙において

40

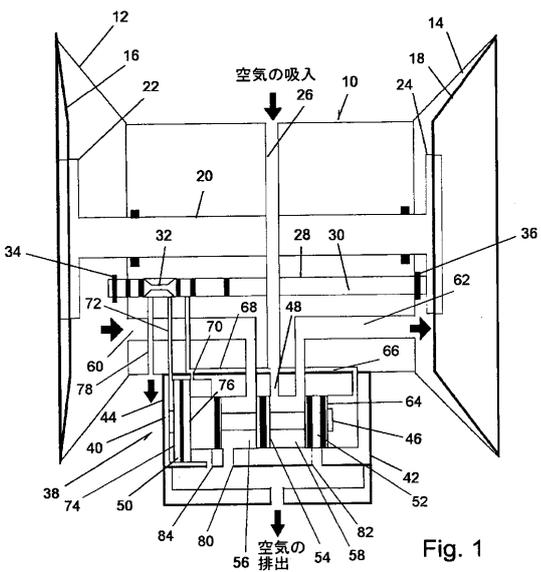
50

鉛直方向に搭載されている。

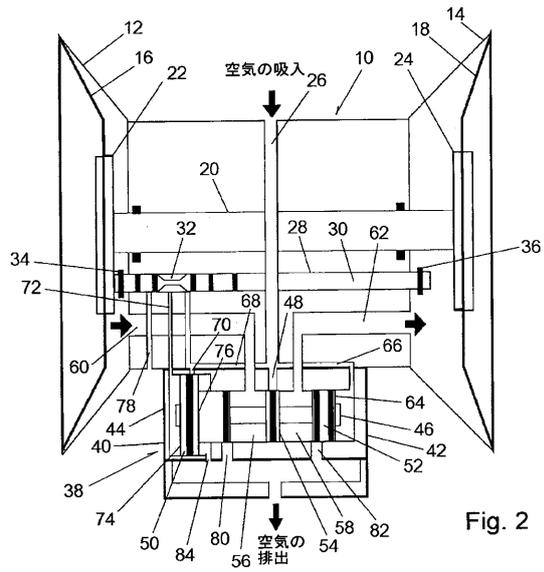
【 0 0 2 7 】

このように、改良された往復エアモータが開示されている。本発明の実施形態および適用を示し説明したが、より多くの変更がここにおける発明の概念内で可能であることは、当業者には明らかであろう。したがって、本発明は、添付の請求項の範囲を除いて制限されるべきではない。

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

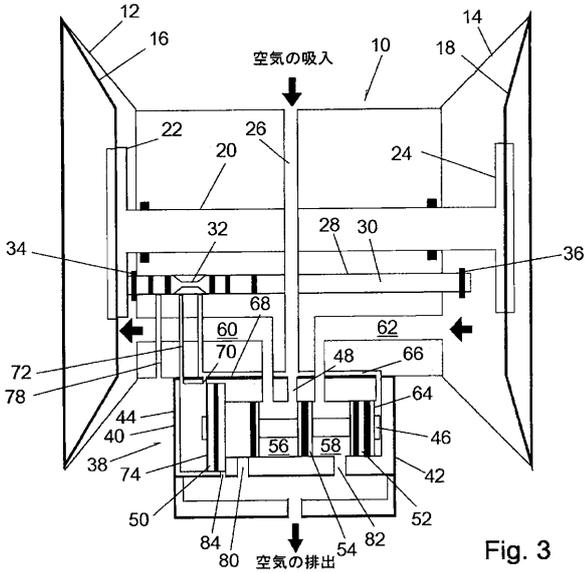


Fig. 3

【 図 4 】

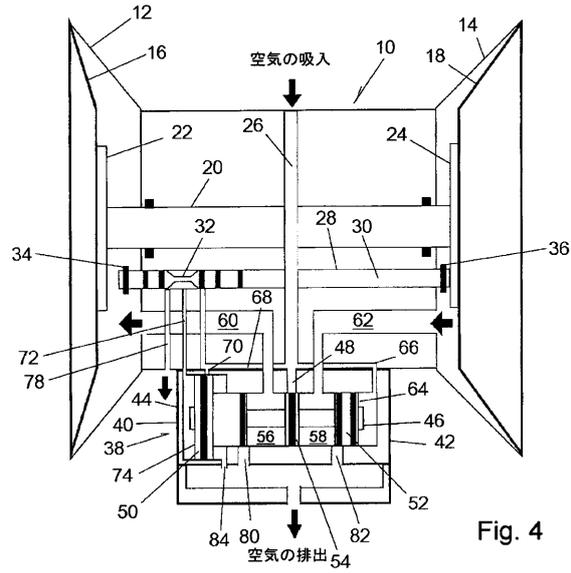


Fig. 4

【 手続 補正書 】

【 提出日 】 平成29年6月20日 (2017.6.20)

【 手続 補正 1 】

【 補正対象書類名 】 特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】 全文

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

【 請求項 1 】

圧搾空気源と、  
 2つの空気室と、  
 方向制御バルブとを備え、  
 前記方向制御バルブは、

前記2つの空気室とそれぞれ連通している2つの空気分配流路と、  
 前記圧搾空気源と連続連通しているランドを有する往復バルブスプールと、  
 前記圧搾空気源と連続連通している第1のピストン表面と、  
 前記圧搾空気源および大気と交互に連通しており、前記第1のピストン表面よりも大

きな第2のピストン表面とを含み、

前記ランドは前記2つの空気分配流路の間で空気圧により存在して、前記圧搾空気源と  
 前記2つの空気分配流路との間の連通を制御するエアモータであって、

前記往復バルブスプールは大気と連続連通している第3のピストン表面をさらに有し、  
 前記方向制御バルブは前記圧搾空気源と連続連通している制限口をさらに含み、

前記制限口は前記第3のピストン表面の大気との連通に対して流れを制限され、前記第  
 2のピストン表面および前記第3のピストン表面と交互に連通しており、

前記第1および第3のピストン表面は前記第2のピストン表面に対向しており、

前記第3のピストン表面は、前記ランドが空気吸入流路を横切る際に、前記制限口を通じて前記圧搾空気源と連通する、エアモータ。

【請求項2】

パイロットバルブをさらに備え、

前記第2のピストン表面は、前記パイロットバルブを通じて前記圧搾空気源および大気と交互に連通する、請求項1に記載のエアモータ。

【手続補正書】

【提出日】平成29年7月31日(2017.7.31)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

空気吸入流路を有する圧搾空気源と、

2つの空気室と、

方向制御バルブとを備え、

前記方向制御バルブは、

前記2つの空気室とそれぞれ連通している2つの空気分配流路と、

前記圧搾空気源と連続連通しているランドを有する往復バルブスプールと、

前記圧搾空気源と連続連通している第1のピストン表面と、

前記圧搾空気源および大気と交互に連通しており、前記第1のピストン表面よりも大きな第2のピストン表面とを含み、

前記ランドは前記2つの空気分配流路の間で空気圧により存在して、前記圧搾空気源と前記2つの空気分配流路との間の連通を制御するエアモータであって、

前記往復バルブスプールは大気と連続連通している第3のピストン表面をさらに有し、

前記方向制御バルブは前記圧搾空気源と連続連通している制限口をさらに含み、

前記制限口は前記第3のピストン表面の大気との連通に対して流れを制限され、前記第2のピストン表面および前記第3のピストン表面と交互に連通しており、

前記第1および第3のピストン表面は前記第2のピストン表面に対向しており、

前記第3のピストン表面は、前記ランドが前記空気吸入流路を横切る際に、前記制限口を通じて前記圧搾空気源と連通する、エアモータ。

【請求項2】

パイロットバルブをさらに備え、

前記第2のピストン表面は、前記パイロットバルブを通じて前記圧搾空気源および大気と交互に連通する、請求項1に記載のエアモータ。

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US 15/57345
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(8) - F01B 17/02, F01B 17/00, F01B 11/00 (2015.01) CPC - F01B 17/02, F01B 17/00, F01B 11/00 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8): F01B* (2015.01) CPC: F01B*		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched IPC(8): F01* (2015.01) CPC: F01*		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatBase, Google Patents, Google Web Keywords: air, motor, reciprocating, valve, spool, piston, pilot, land, atmosphere		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4,846,045 A (GRACH et al.) 11 July 1989 (11.07.1989), entire document	1-3
A	US 5,349,895 A (DICARLO) 27 September 1994 (27.09.1994), entire document	1-3
A	US 3,555,966 A (CONIGLIO) 19 January 1971 (19.01.1971), entire document	1-3
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 18 December 2015		Date of mailing of the international search report <b>21 JAN 2016</b>
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US