

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4530868号
(P4530868)

(45) 発行日 平成22年8月25日(2010.8.25)

(24) 登録日 平成22年6月18日(2010.6.18)

(51) Int.Cl.

F 1

F 1 6 C 32/06 (2006.01)

F 1 6 C 32/06 A

F 1 5 B 15/14 (2006.01)

F 1 5 B 15/14 3 5 O

F 1 5 B 15/14 3 5 5 A

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2005-36765 (P2005-36765)
 (22) 出願日 平成17年2月14日(2005.2.14)
 (65) 公開番号 特開2006-220289 (P2006-220289A)
 (43) 公開日 平成18年8月24日(2006.8.24)
 審査請求日 平成19年10月4日(2007.10.4)

(73) 特許権者 503094070
 ビー・エス・シー株式会社
 愛知県名古屋市守山区下志段味穴ヶ洞2 2
 6 6 番地2 2 クリエイション・コア名古屋
 2 0 5 号

(73) 特許権者 000001993
 株式会社島津製作所
 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地

(74) 代理人 100075258
 弁理士 吉田 研二

(74) 代理人 100096976
 弁理士 石田 純

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ピストン駆動機構の静圧気体軸受および気体圧アクチュエータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ピストン駆動機構の直進軸をハウジングに対して浮上支持する静圧気体軸受において、
 直進軸の気体受面及びハウジングの気体受壁に設けられる衝撃時バッファ用の固体又は
液体の潤滑層と、

気体受面又は気体受壁の少なくとも一方に設けられ、潤滑層の厚みよりも浅い深さと、
潤滑層の厚みよりも小さい表面径とを有する微小くぼみの複数の潤滑剤溜と、
を含むことを特徴とするピストン駆動機構の静圧気体軸受。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のピストン駆動機構の静圧気体軸受において、
ピストン駆動機構の直進軸を支持するハウジングの内面に軸方向に沿って設けられる浅
溝であって、気体供給路から供給される気体を流して、直進軸をハウジングに対して浮上
支持する浅溝表面紋りを含み、

潤滑層は、浅溝表面紋りの表面を含むハウジングの気体受壁と、これに向かい合う直進
軸の気体受面とに設けられることを特徴とするピストン駆動機構の静圧気体軸受。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のピストン駆動機構の静圧気体軸受において、
 潤滑層は、グリースを含んで構成されることを特徴とするピストン駆動機構の静圧気体
 軸受。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のピストン駆動機構の静圧気体軸受において、
潤滑層は、W P C 処理による二硫化モリブデンを含んで構成されることを特徴とするピ
ストン駆動機構の静圧気体軸受。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 に記載のピストン駆動機構の静圧気体軸受を備えることを
特徴とする気体圧アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ピストン及びシリンダを備えるピストン駆動機構の静圧気体軸受および気体
圧アクチュエータに係り、特に気体圧によりピストン駆動機構の直進軸をハウジングに対
して浮上支持する静圧気体軸受およびこの静圧気体軸受を備える気体圧アクチュエータに
関する。

10

【背景技術】

【0002】

ピストン及びシリンダを備えるピストン駆動機構は、流体圧を用いるアクチュエータと
して、様々な産業分野において利用されていることは周知の通りである。ピストンを駆動
するための流体圧としては、油圧、蒸気圧のほか、乾燥空気や不活性ガス等の気体圧が用
いられる。特に気体圧を用いる気体圧ピストン駆動機構は、油圧を用いるものに比べてコ
ンタミネーションの問題が少なく、扱いやすい駆動機構として期待されており、例えば車
両の動揺抑制に空気圧サーボシリンダが用いられることが特許文献 1 に記載されている。
このピストン駆動機構において、駆動力を外部に取り出す直進軸は、シリンダを構成する
ハウジングとの間で軸受によって支持される。この支持軸受構造は、直進方向の摺動支持
のためであるが、軸方向の移動により流体圧がもれないように工夫がなされ、例えば精密
に仕上げ加工された面支持構造等が用いられる。

20

【0003】

【特許文献 1】特開平 10 - 129478 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

車両の動揺防止以外にも、気体圧を用いるピストン駆動機構の検討が行われている。例
えば、引張圧縮試験機等の試験機においては、変位と荷重を正確にコントロールする必要
があり、取り扱いの利便性等から気体圧を用いるピストン駆動機構が期待されている。

【0005】

この場合において、直進軸とハウジングとの間の軸受にも気体軸受構造を採用すること
が考えられる。ピストン駆動にも軸受支持にも気体圧を用いれば、コンタミネーションの
排除のほか、いっそう滑らかな動きとなり、例えば引張圧縮試験機等の試験機における精
度向上が期待される。

【0006】

気体軸受構造は、直進軸とハウジングとの間の隙間に気体圧を供給し、その静圧によっ
て直進軸をハウジングに対し浮上させるものである。したがって、直進軸とハウジングと
の間に浮上圧以上の軸の径方向衝撃が加わると、直進軸がハウジングに衝突し、軸受構造
の摺動面が損傷を受け、あるいは変形を生じて試験等のための動作を行うことが困難にな
る恐れがある。

40

【0007】

本発明の目的は、ピストン駆動機構における径方向の衝撃に対する軸受摺動面の損傷の
防止を可能とするピストン駆動機構の静圧気体軸受およびこの静圧気体軸受を備える気体
圧アクチュエータを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

本発明に係るピストン駆動機構の静圧気体軸受は、ピストン駆動機構の直進軸をハウジングに対して浮上支持する静圧気体軸受において、直進軸の気体受面及びハウジングの気体受壁に設けられる衝撃時バッファ用の固体又は液体の潤滑層と、気体受面又は気体受壁の少なくとも一方に設けられ、潤滑層の厚みよりも浅い深さと、潤滑層の厚みよりも小さい表面径とを有する微小くぼみの複数の潤滑剤溜と、を含むことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

また、本発明に係るピストン駆動機構の静圧気体軸受において、ピストン駆動機構の直進軸を支持するハウジングの内面に軸方向に沿って設けられる浅溝であって、気体供給路から供給される気体を流して、直進軸をハウジングに対して浮上支持する浅溝表面絞りを含み、潤滑層は、浅溝表面絞りの表面を含むハウジングの気体受壁と、これに向かい合う直進軸の気体受面とに設けられることが好ましい。

10

【 0 0 1 0 】

また、潤滑層は、グリースを含んで構成されることが好ましい。また、潤滑層は、WPC処理による二硫化モリブデンを含んで構成されることが好ましい。

また、本発明に係る気体圧アクチュエータは、上記のピストン駆動機構の静圧気体軸受を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

上記構成によれば、直進軸の気体受面及びハウジングの気体受壁に、衝撃時バッファ用の固体又は液体の潤滑層を設けるので、ピストン駆動機構における径方向の衝撃に対する軸受摺動面の損傷の防止を可能とする。通常、気体軸受は、微小隙間に精密に制御された気体圧を供給するため、清浄な気体、清浄な表面とされる。上記構成は、この一般的常識と異なり、潤滑層を設け、いわば管理された汚れ表面としたところ、気体軸受の機能を十分に発揮することが確認されたことに基づくものである。

20

【 0 0 1 2 】

また、気体受面又は気体受壁に微小くぼみの複数の潤滑剤溜を有するので、潤滑剤が微小くぼみに保持され、長期間に渡り衝撃時バッファの機能を発揮することができる。

【 0 0 1 3 】

また、潤滑層は、グリース、WPC処理による二硫化モリブデンを含むので、潤滑特性の知られた潤滑剤を用いることができる。

30

また、気体圧アクチュエータは、上記構成のピストン駆動機構の静圧気体軸受を備える。ここで、ピストン駆動機構の静圧気体軸受は、直進軸の気体受面及びハウジングの気体受壁に、衝撃時バッファ用の固体又は液体の潤滑層を設けるので、ピストン駆動機構における径方向の衝撃に対する軸受摺動面の損傷の防止を可能とする。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 4 】

以下に図面を用いて本発明に係る実施の形態につき詳細に説明する。以下では、引張圧縮試験機に用いられるピストン駆動機構の静圧気体軸受について説明するが、ピストン駆動機構の静圧気体軸受が適用される対象は、このような試験機以外でも、ピストン駆動機構の直進軸をハウジングに対して浮上支持させる装置であれば適用できる。たとえば、直進軸を静圧気体軸受で支持する一般的なアクチュエータであってもよい。また、以下の説明で用いる軸の寸法、潤滑層の厚み等の数値は一例であって、静圧気体軸受の機能である浮上支持が十分確保できる範囲であれば、それ以外の数値の組み合わせであってもよい。

40

【実施例 1】

【 0 0 1 5 】

図 1 は、静圧気体軸受 100 が用いられる引張圧縮試験機用のピストン駆動機構 10 の構成を示す図である。ピストン駆動機構 10 は、ピストンロッド 12 と、シリンダの機能を有するハウジング 20 と、制御された気体圧を供給する気体圧制御弁 40 とを含んで構成される。静圧気体軸受 100 は、ピストンロッド 12 がハウジング 20 に対し軸方向に

50

移動可能に支持されるところに設けられる。また、気体圧制御弁 40 とハウジング 20 との間には、マニホールド 30 が設けられ、気体圧制御弁 40 によって制御された気体圧を制御気体流路 32, 34 によりハウジング 20 の内部に導く。そして、ピストンロッド 12 の一方側の先端は荷重を検出するロードセル 16 を介して引張圧縮試験の対象物に接続され、他方側の先端にはピストンロッド 12 の軸方向の変位を検出する変位センサ 50 が設けられる。

【0016】

ピストン駆動機構 10 において、ピストンロッド 12 は、フランジ部 14 を有し、ハウジング 20 の内部を前後気体室 36, 38 に区切り、それぞれの気体室 36, 38 に気体圧制御弁 40 より制御された気体圧が制御気体流路 32, 34 を通って供給され、前後気体室 36, 38 の気体圧の差によってフランジ部 14 が軸方向、すなわち図 1 に示す X 方向に移動駆動される。このように、引張圧縮試験機に用いられるピストン駆動機構 10 は、気体圧によってピストンロッド 12 を軸方向に移動させ、ピストンロッド 12 の先端に設けられたロードセル 16 を介して図示されていない試験対象物に荷重を印加し、そのときの変位を測定することができる機能を有する。

【0017】

ピストンロッド 12 は、引張圧縮試験機における荷重軸の機能を有する細長い棒状の部材で、軸方向のほぼ中間部分に直径の大きいフランジ部 14 を有する。フランジ部 14 の外周はハウジング 20 の内周壁と摺動もしくは接触することがあるので、十分滑らかな表面処理及び必要に応じ適当な硬化処理を施されるのが好ましい。また、ピストンロッド 12 の両端はハウジング 20 に軸方向自在に支持されるが、その部分も同様に十分滑らかな表面処理及び必要に応じ適当な硬化処理を施されるのが好ましい。かかるピストンロッド 12 は、十分な機械的剛性を有する金属材料を加工し、必要な表面処理等を施して得ることができる。例えば高張力ジュラルミン、高張力ステンレス鋼や工具鋼等の材料をフランジ付き円柱に加工し、表面硬化処理、表面研磨処理、潤滑めっき処理等を施して用いることができる。

【0018】

ピストンロッド 12 の一方側の先端には、上記のように、荷重を検出するロードセル 16 が取り付けられる。ロードセル 16 は例えば歪みゲージ等を設けた荷重台を用いることができる。また、上記のように、ピストンロッド 12 の他方側の先端には変位センサ 50 が設けられる。変位センサ 50 は差動変圧器方式のものをを用いることができる。すなわち、ピストンロッド 12 の他方側の先端の一部を延ばして軟磁性体プローブ 52 を取り付け、これと協働するトランス巻線 54 をハウジング 20 側に設ける。軟磁性体プローブ 52 は、ピストンロッド 12 と一体として軸方向に移動し、トランス巻線 54 の空洞部への挿入長さに応じた信号がトランス巻線 54 から出力され、この信号を処理してピストンロッド 12 の軸方向変位を検出できる。変位センサ 50 としては、その他に光学式、磁気式等、一般に用いられる方式のものをを用いてもよい。

【0019】

ロードセル 16 及び変位センサ 50 の出力は、そのまま引張圧縮試験機の荷重 - 変位データとして用いられるとともに、図示されていない引張圧縮試験機の制御部にフィードバックされ、気体圧制御弁 40 の制御データとして用いられる。

【0020】

ハウジング 20 は、ピストンロッド 12 のフランジ部 14 を内部に收容し、ピストンロッド 12 の両端を外部に突き出させ、軸方向自在に案内支持する機能を有する一応気密の筐体である。ここで一応気密とは、ピストンロッド 12 が径方向の衝撃を受ける等で軸方向に異常に傾くときを除き、引張圧縮試験機の性能上十分な程度の気密という意味である。ハウジング 20 は、シリンダチューブ 22 と前後エンドプレート 24, 26 とから構成される。すなわち、略円環状のシリンダチューブ 22 の両側開口に、ピストンロッド 12 の両端部との間において静圧気体軸受 100 を構成する前後エンドプレート 24, 26 がそれぞれ配置され、全体としてシリンダ筐体を構成する。

【 0 0 2 1 】

シリンダチューブ 2 2 は、ピストンロッド 1 2 のフランジ部 1 4 の直径よりやや大きめの内径を有する円環状の部材である。その内周壁は、ピストンロッド 1 2 のフランジ部 1 4 の外周と、摺動又は接触することがあるので、十分滑らかな表面処理及び必要に応じ適当な硬化処理を施されるのが好ましい。かかるシリンダチューブ 2 2 は、十分な機械的剛性を有する金属材料を加工し、必要な表面処理等を施して得ることができる。例えば高張力ジュラルミン、高張力ステンレス鋼や工具鋼等の材料からなる適当な管材の外周及び内周を所定寸法に加工し、表面硬化処理、表面研磨処理、潤滑めっき処理等を施して用いることができる。

【 0 0 2 2 】

前後エンドプレート 2 4 , 2 6 は、ほぼ同様の形状を有する一対の部材で、中央にピストンロッド 1 2 を通し支持するロッド支持穴を有し、シリンダチューブ 2 2 の両側開口をピストンロッド 1 2 でふさぎながら、ピストンロッド 1 2 を軸方向移動可能に支持する機能を有する部材である。ロッド支持穴の内径は、ピストンロッド 1 2 の両端側の直径よりやや大きめである。このロッド支持穴には、排気溝 4 2 と、浅溝表面絞り 4 6 等が設けられ、ピストンロッド 1 2 とともに静圧気体軸受 1 0 0 を構成するが、これらの詳細については後述する。また、前後エンドプレート 2 4 , 2 6 は、マニホールド 3 0 を介し、気体圧制御弁 4 0 からの制御された気体圧をハウジング 2 0 の内部に導く制御気体流路 3 2 , 3 4 を有する。また、ピストンロッド 1 2 の軸方向移動が大きすぎてフランジ部 1 4 が前後エンドプレート 2 4 , 2 6 に衝突するときの衝撃を和らげるストッパ 5 6 が設けられる。かかる前後エンドプレート 2 4 , 2 6 は、十分な機械的剛性を有する金属材料を加工し、必要な表面処理等を施して得ることができる。例えば高張力ジュラルミン、高張力ステンレス鋼や工具鋼等の材料をフランジ付き円柱に加工し、表面硬化処理、表面研磨処理、潤滑めっき処理等を施して用いることができる。

【 0 0 2 3 】

シリンダチューブ 2 2 と前後エンドプレート 2 4 , 2 6 とピストンロッド 1 2 とは、次のような手順で組み立てられる。すなわち、最初に、シリンダチューブ 2 2 の中にピストンロッド 1 2 を通す。次に、ピストンロッド 1 2 のフランジ部 1 4 を挟んでロードセル 1 6 側に前エンドプレート 2 4 、変位センサ 5 0 側に後エンドプレート 2 6 を、それぞれのロッド支持穴にピストンロッド 1 2 の端部を通すように配置する。そして、前エンドプレート 2 4 をシリンダチューブ 2 2 のロードセル 1 6 側の開口をふさぐように合わせ、同様に後エンドプレート 2 6 をシリンダチューブ 2 2 の変位センサ 5 0 側の開口をふさぐように合わせる。そして、制御気体流路 3 2 , 3 4 のマニホールド 3 0 側の開口が同じ平面上に揃うように、前後エンドプレート 2 4 , 2 6 の相対位置を調整する。調整が終われば、制御気体流路 3 2 , 3 4 がマニホールド 3 0 と前後エンドプレート 2 4 , 2 6 の間で合うことを確かめ、シリンダチューブ 2 2 と前後エンドプレート 2 4 , 2 6 との合わせ目を気密封止する。気密封止はＯリング等のパッキングを介したねじ止め等を用いてもよく、また完全な気密封止が必要でない場合は、金属合わせ面による封止を用いてもよい。このようにして、ハウジング 2 0 とピストンロッド 1 2 との組立体が得られ、これをピストン・シリンダサブアセンブリと呼ぶことができる。

【 0 0 2 4 】

マニホールド 3 0 は、気体圧制御弁 4 0 とハウジング 2 0 の制御気体流路 3 2 , 3 4 とを接続するための中間部材で、制御気体流路 3 2 , 3 4 に対応する制御気体流路 3 3 , 3 5 を備える。かかるマニホールド 3 0 は、適当な金属材料等を加工して得ることができる。マニホールド 3 0 は、ピストン・シリンダサブアセンブリの制御気体流路 3 2 , 3 4 に制御気体流路 3 3 , 3 5 を合わせるようにして、気密にしっかりと接続される。気密接続は、適当な気密パッキングを用いたねじ止め等を用いることができる。

【 0 0 2 5 】

気体圧制御弁 4 0 は、図示されていない引張圧縮試験機の制御部の指示により、2 つの制御された気体圧を生成する機能を有する制御弁である。2 つの制御された気体圧は、そ

10

20

30

40

50

れぞれ制御気体流路 33, 32 と、制御気体流路 35, 34 を通り、ハウジング 20 内部の前後気体室 36, 38 に供給される。例えば、ピストンロッド 12 をロードセル 16 側に所定の荷重で変位させたいときは、気体室 36 に供給する気体圧より気体室 38 に供給する気体圧の方を大きくするようにし、その気体圧の差圧にフランジ部 14 の気体圧の受圧面積を乗じたものが荷重となるように、気体圧制御弁 40 は 2 つの気体圧を生成する。かかる気体圧制御弁としては、周知のスプール・スリーブ型気体圧制御弁等を用いることができる。

【0026】

次に、静圧気体軸受 100 の構成について、特にロッド支持穴に設けられる排気溝 42 及び浅溝表面絞り 46 について説明する。静圧気体軸受 100 は、ピストンロッド 12 の両端部、すなわち前エンドプレート 24 におけるピストンロッド 12 の前方側の支持部分と、後エンドプレート 26 におけるピストンロッド 12 の後方側の支持部分とにそれぞれ設けられる。図 2 は、両側の静圧気体軸受 100 のうち、後エンドプレート 26 におけるピストンロッド 12 の支持部分を示す拡大図である。なお、前エンドプレート 24 においても同様の構成及び作用を有するので、ここでは後エンドプレート 26 の部分に代表させて説明する。上記のように、ロッド支持穴の内径は、ピストンロッド 12 の端部の直径よりもやや大きいので、図 2 に示すように、後エンドプレート 26 のロッド支持部 27 とピストンロッド 12 との間には隙間 58 がある。この隙間 58 に沿って、後気体室 38 の側の端部から、外部の大気開放 60 の側に向かって、排気溝 42、浅溝表面絞り 46 がこの順で配置される。

【0027】

排気溝 42 は、後気体室 38 から、ロッド支持部 27 とピストンロッド 12 との間の隙間 58 を通って漏れてくる気体を集め、排気路 44 へ流す機能を有する。排気路 44 に入った気体は、例えば再び気体圧の制御ルートに戻すことができる。つまり、排気溝 42 は、後気体室 38 から隙間 58 を通って漏れてくる気体を大気開放 60 の方に無制限に流れることをここで抑制する機能を有する。

【0028】

浅溝表面絞り 46 は、ロッド支持部 27 の内面、すなわち、ロッド支持穴の内壁に設けられた複数の溝で、軸方向に所定の幅、長さ、溝深さを有し、ピストンロッド 12 を気体軸受の原理で浮上させる機能を有する。溝の長さは、一端側は排気溝 42 と軸方向に十分間隔をあげ、他方端は大気開放 60 の側の端部から十分間隔をあけるように設定される。そして、各浅溝表面絞り 46 の軸方向に沿った長さの略中央部を結んでロッド支持穴の内壁にやや深めの溝が設けられ、そこに気体供給路 48 の開口が接続される。この気体供給路 48 には、図示されていない気体源から所定の供給圧の気体が供給される。このような構成の浅溝表面絞り 46 は、気体供給路 48 からの高压気体が開口から導かれて浅溝に沿って流れ、一方は排気溝 42 の方へ、他方は大気開放 60 側の端部へ向かう。そして浅溝が切れたところでより狭い隙間に向かって絞られて低圧側、すなわち排気溝 42 あるいは大気開放 60 の側に流れるので、いわゆる表面絞り装置となる。この絞り効果のため、絞り部分で圧力上昇を生じ、ピストンロッド 12 をロッド支持部 27 に対し浮上させる。

【0029】

浅溝表面絞り 46 の浅溝の深さは、隙間 58 の大きさとも関係するが、1 例を上げると、中立状態の隙間 58 を約 $10\ \mu\text{m}$ として、浅溝の深さを約 $10\sim 15\ \mu\text{m}$ とすることができる。また、気体供給路 48 に供給される気体圧は約 $0.5\ \text{MPa}$ 程度とすることができる。

【0030】

図 3 は、ロッド支持部 27 における静圧気体軸受 100 の部分を説明する図である。ここでは、後エンドプレート 26 におけるロッド支持部 27 の内壁の状態がわかるように、ピストンロッド 12 を外したときの後エンドプレート 26 について、ロッド支持部 27 の支持穴の中心軸を含む断面図が示されている。図 3 に示されるように、静圧気体軸受 100 を構成する後エンドプレート 26 におけるロッド支持部 27 の内壁には、 MoS_2 を含

む潤滑層 102, 104 が塗布されている。潤滑層 104 は、浅溝表面絞り 46 の浅溝におけるもので、浅溝表面絞り 46 以外の後エンドプレート 26 の内壁における潤滑層 102 よりもやや厚めになっているので、区別して示してある。

【0031】

潤滑層 102, 104 は、ピストンロッド 12 と後エンドプレート 26 とが衝撃等により衝突する恐れのあるときにバッファとして機能する薄い MoS_2 の層である。径方向の衝撃等の恐れは、引張圧縮試験中における測定対象物の破断等の特性急変によるものや、予期せぬ事故のほか、静圧気体軸受 100 の作動開始及び作動終了の際の衝撃等が考えられる。

【0032】

図 4 は、図 3 における静圧気体軸受 100 の軸方向に垂直な方向での断面図である。ここでは、ピストンロッド 12 と、後エンドプレート 26 との間の隙間部分を誇張して示してある。図に示すように、ピストンロッド 12 の表面にも MoS_2 を含む潤滑層 106 が塗布される。そして、静圧気体軸受 100 が作動するとき、ピストンロッド 12 と、後エンドプレート 26 との間の隙間部分は、後エンドプレート 26 側の潤滑層 102, 104、ピストンロッド 12 側の潤滑層 106、及び浮上のための気体層 59 によって構成される。上記の例で、中立状態の隙間 58 を約 $10\text{ }\mu\text{m}$ とすれば、気体層 59 が約 $8\text{ }\mu\text{m}$ 、潤滑層 102 及び潤滑層 106 はそれぞれ約 $1\text{ }\mu\text{m}$ 程度が好ましい。

【0033】

図 5 は、後エンドプレート 26 の内面の様子を示す図である。上記のように後エンドプレート 26 には適当な金属材料が用いられ、ロッド支持部 27 の内面は滑らかに仕上げられるが、図 5 に示されるように、内面にわたりほぼ一様に設けられる微小くぼみ 108 は、潤滑層 102, 104 を構成する潤滑剤を保持する機能を有するいわば潤滑剤溜である。各微小くぼみ 108 の大きさは、潤滑層 102, 104 の厚みより浅い深さと、潤滑層 102, 104 の厚みより小さい表面径、例えば直径を有することが好ましい。上記の例では、潤滑層 102, 104 の厚みが約 $1\text{ }\mu\text{m}$ であるので、各微小くぼみ 108 の深さ、直径は、サブ μm が好ましい。各微小くぼみ 108 の表面形状は円形その他、楕円形等の他の形状であってもよい。なお、この微小くぼみ 108 は、ピストンロッド 12 の静圧気体軸受 100 に対応する部分にも同様に設けられる。かかる微小くぼみ 108 は、微小硬球を金属材料表面に吹き付けるショットピーニング処理、あるいはエッチング処理等で得ることができる。

【0034】

潤滑層 102, 104, 106 は、上記のように MoS_2 を含んで構成されるが、具体的には MoS_2 を薄く一様になるように後エンドプレート 26 又はピストンロッド 12 の表面に手作業等で塗布することで得ることができる。もちろん後エンドプレート 26 及びピストンロッド 12 の双方に塗布してもよい。

【0035】

また、WPC 処理を用いて MoS_2 を後エンドプレート 26 及びピストンロッド 12 に塗布してもよい。ここで WPC 処理とは、金属表面処理の一種で、例えば $40\sim 200\text{ }\mu\text{m}$ の小さなショットを処理される材料に対して 100 m/s 以上の高速で噴射する処理で、材料の疲労強度向上と摺動性向上を図るものである。なおこの処理により材料には微小な凹凸が形成される。ここでは、 MoS_2 を含む微小な粒子の塊をショットに用いる。微小な粒子の塊には、バインダ等を含んでよく、好ましくは摺動性のよいバインダ、あるいは摺動の熱等により蒸散するバインダが好ましい。すなわち、静圧気体軸受 100 の部分に一樣に、 MoS_2 の微小な粒子の塊を高速で吹き付け、それによって、微小くぼみ 108 を形成するとともに、その部分に MoS_2 を含む粒子の塊を付着させることができる。付着された MoS_2 を含む粒子の塊は、ピストンロッド 12 の移動により、静圧気体軸受 100 の全面に一樣に広がって塗られ、 MoS_2 を含む潤滑層 102, 104, 106 が形成される。

【0036】

10

20

30

40

50

潤滑層 102, 104, 106 を形成する潤滑剤としては、 MoS_2 以外の固体又は液体の潤滑材料を用いることができる。例えば、機械部品の潤滑に用いられる一般的な各種グリース、流動性の低い粘度を有する潤滑油、これらと MoS_2 の混合物等を用いることができる。

【0037】

上記構成により、引張圧縮試験中における測定対象物の破断等の特性急変によるものや、予期せぬ事故のほか、静圧気体軸受 100 の作動開始及び作動終了の際の径方向の衝撃等に対し、ピストンロッド 12 と、前後エンドプレート 24, 26 とが衝突する前に、潤滑層 102, 104, 106 が衝撃バッファとして働き、軸受摺動面の損傷を防止できる。また、潤滑層の存在で、ピストンロッド 12 の動きがさらに滑らかとなり、精度のよい引張圧縮試験を行うことができる。

【実施例 2】

【0038】

図 6 は、ピストンロッド 12 のフランジ部 14 の外周とシリンダチューブ 22 の内周壁との間にも静圧気体軸受 110 を設けたピストン駆動機構 80 の構成図である。図 6 では、ピストン・シリンダサブアセンブリの部分で説明に必要なところを示してある。図 1 と同様の要素については同一の符号を付し、重複する説明を省略する。このピストン駆動機構 80 では、前エンドプレート 24 のロッド支持部に浅溝表面絞り 82 による静圧気体軸受を設けるとともに、フランジ部 14 の外周とシリンダチューブ 22 の内周壁との間にも浅溝表面絞り 84 による静圧気体軸受が設けられる。

【0039】

このピストン駆動機構 80 では、前後気体室の一方に一定高圧の供給圧 P_s が供給され、他方に図示されていない引張圧縮試験機の制御部の指示により制御された制御気体圧 P_a が供給される。例えば供給圧 P_s は図示されていない気体供給源から直接供給され、制御気体圧 P_a は気体圧制御弁から供給されるものとすることができる。図 6 の場合では、前気体室 37 に一定高圧の供給圧 P_s が供給されるものとして示してある。供給圧 P_s は、例えば約 0.5 MPa 程度とすることができる。

【0040】

図 7 は、ロッド支持部 27 における静圧気体軸受 110 の部分を説明する図である。ここでは、前エンドプレート 24 におけるロッド支持部 27 の内壁の状態がわかるように、ピストンロッド 12 を外したときの前エンドプレート 24 について、ロッド支持部 27 の支持穴の中心軸を含む断面図が示されている。

【0041】

前エンドプレート 24 のロッド支持部 27 に設けられる浅溝表面絞り 82 は、ロッド支持穴の内壁に設けられた複数の溝で、軸方向に所定の幅、長さ、溝深さを有し、ピストンロッド 12 を気体軸受の原理で浮上させる機能を有する。溝の軸方向長さは、ロッド支持部 27 の前気体室側端部から始まり、ロッド支持部 27 の長さの $1/2$ から $2/3$ 程度とできる。このような構成の浅溝表面絞り 82 は、前気体室 37 からの高圧気体が押し込まれ浅溝に沿って流れ、大気開放 60 側の端部へ向かう。そして浅溝が切れたところでより狭い隙間に向かって絞られて低圧側に流れるので、いわゆる表面絞り装置となる。この絞り効果のため、絞り部分で圧力上昇を生じ、ピストンロッド 12 をロッド支持部 27 に対し浮上させる。

【0042】

図 7 に示されるように、静圧気体軸受 110 を構成する前エンドプレート 24 におけるロッド支持部 27 の内壁には、 MoS_2 を含む潤滑層 112, 114 が塗布されている。潤滑層 114 は、浅溝表面絞り 82 の浅溝におけるもので、浅溝表面絞り 46 以外の後エンドプレート 26 の内壁における潤滑層 112 よりもやや厚めになっているので、区別して示してある。潤滑層 112, 114 の内容は、図 3 から図 5 において説明したものと同様である。また、図示されていないがピストンロッド 12 の表面にも同様な潤滑層が塗布

10

20

30

40

50

される。

【0043】

図8は、フランジ部14の外周における静圧気体軸受110の部分を説明する図である。ここでは、ピストンロッド12のフランジ部14の外表面の状態がわかるように、ピストンロッド12をハウジング20から外したときの様子が示される。

【0044】

フランジ部14の外周には浅溝表面絞り84が設けられる。これに関連して、排気溝86もフランジ部14の外周に設けられ、排気溝86はピストンロッド12の中を通る排気路88に接続される。排気路88は大気開放することができる。この浅溝表面絞り84は、フランジ部14の外周に設けられた複数の溝で、軸方向に所定の幅、長さ、溝深さを有し、ピストンロッド12を気体軸受の原理で浮上させる機能を有する。溝の軸方向長さは、フランジ部14の前気体室側端部から始まり、フランジ部14の軸方向長さの1/2程度とできる。

10

【0045】

このような構成の浅溝表面絞り84は、前気体室37からの高圧気体が押し込まれ浅溝に沿って流れ、最終的に大気開放される排気溝86へ向かう。そして浅溝が切れたところでより狭い隙間に向かって絞られて低圧側に流れるので、いわゆる表面絞り装置となる。この絞り効果のため、絞り部分で圧力上昇を生じ、ピストンロッド12をロッド支持部27に対し浮上させる。

【0046】

20

これらの浅溝表面絞り82, 84の浅溝の深さは、図1の浅溝表面絞りと同様に、例えば、ピストンロッド12とこれに向かい合うシリンダチューブ22の内壁面との間の隙間を約10 μ mとして、浅溝の深さを約3~20 μ mとすることができる。

【0047】

図8に示されるように、静圧気体軸受110を構成するフランジ部14の外周面には、MoS₂を含む潤滑層112, 114が塗布されている。潤滑層114は、浅溝表面絞り84の浅溝におけるもので、浅溝表面絞り84以外のフランジ部14の外周面における潤滑層112よりもやや厚めになっているので、区別して示してある。潤滑層112, 114の内容は、図3から図5において説明したものと同様である。また、図示されていないがシリンダチューブ22の表面にも同様な潤滑層が塗布される。

30

【0048】

上記構成により、引張圧縮試験中及び静圧気体軸受100の作動開始及び作動終了の際の径方向の衝撃等に対し、ピストンロッド12と、前エンドプレート24あるいはシリンダチューブ22とが衝突する前に、潤滑層112, 114, 116が衝撃バッファとして働き、軸受摺動面の損傷を防止できる。また、潤滑層の存在で、ピストンロッド12の動きがさらに滑らかとなり、精度のよい引張圧縮試験を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】本発明に係る実施の形態における静圧気体軸受が用いられる引張圧縮試験機用ピストン駆動機構の構成を示す図である。

40

【図2】本発明に係る実施の形態における静圧気体軸受のうち、後エンドプレートにおけるピストンロッドの支持部分を示す拡大図である。

【図3】本発明に係る実施の形態におけるロッド支持部における静圧気体軸受の部分を説明する図である。

【図4】図3における静圧気体軸受の軸方向に垂直な方向での断面図である。

【図5】本発明に係る実施の形態において、後エンドプレートの内面の様子を示す図である。

【図6】他の実施の形態において、静圧気体軸受を設けたピストン駆動機構の構成図である。

【図7】他の実施の形態において、ロッド支持部における静圧気体軸受の部分を説明する

50

図である。

【図 8】他の実施の形態において、フランジ部の外周における静圧気体軸受の部分の説明する図である。

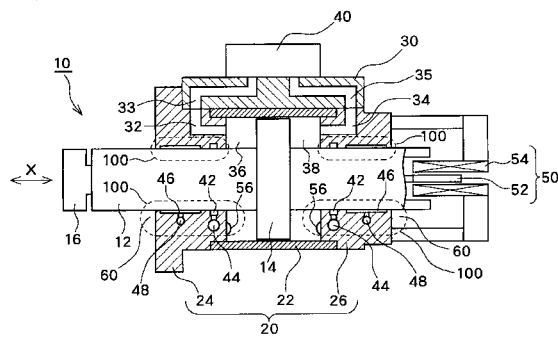
【符号の説明】

【 0 0 5 0 】

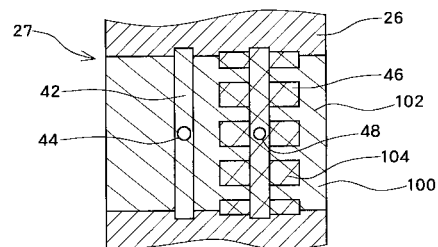
10, 80 ピストン駆動機構、12 ピストンロッド、14 フランジ部、16 ロードセル、20 ハウジング、22 シリンダチューブ、24, 26 前後エンドプレート、27 ロッド支持部、30 マニホールド、32, 33, 34, 35 制御気体流路、36, 37, 38 前後気体室、40 気体圧制御弁、42, 86 排気溝、44, 88 排気路、48 気体供給路、50 変位センサ、52 軟磁性体プローブ、54 トランス巻線、56 ストップ、58 隙間、59 気体層、60 大気開放、100, 110 静圧気体軸受、102, 104, 106, 112, 114, 116 潤滑層、108 微小くぼみ。

10

【図 1】

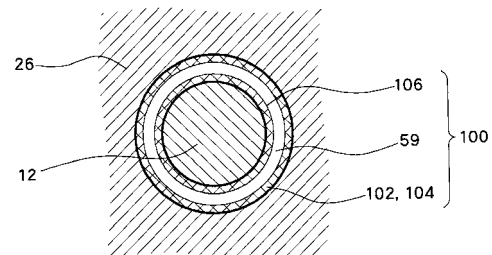
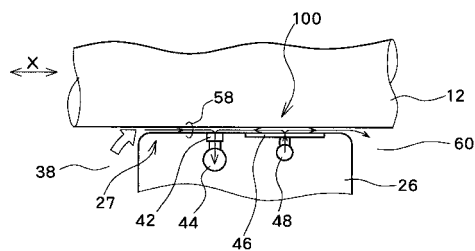


【図 3】

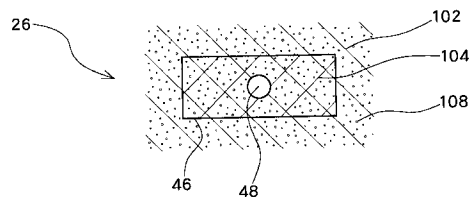


【図 4】

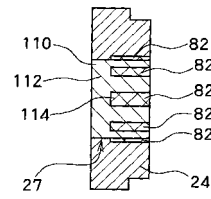
【図 2】



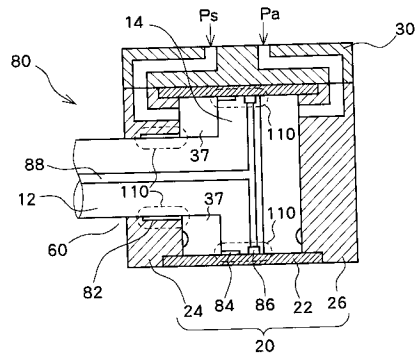
【図 5】



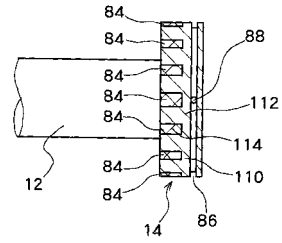
【図 7】



【図 6】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 佐々木 勝美

愛知県名古屋市守山区下志段味穴ヶ洞 2 2 6 6 番地 2 2 クリエイション・コア名古屋 2 0 5 号
ピー・エス・シー株式会社内

(72)発明者 松原 輝次

京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 株式会社島津製作所内

審査官 関口 勇

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 1 7 0 7 6 7 (J P , A)

実開昭 6 0 - 1 4 3 9 0 2 (J P , U)

特開 2 0 0 3 - 1 8 4 8 8 3 (J P , A)

特開 2 0 0 2 - 0 7 0 8 4 5 (J P , A)

特開平 0 9 - 0 4 9 0 0 6 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 3 4 0 7 2 0 (J P , A)

実開平 0 6 - 0 0 1 8 0 8 (J P , U)

実開平 0 2 - 0 3 0 5 2 6 (J P , U)

特開 2 0 0 2 - 1 6 1 3 7 1 (J P , A)

特開平 1 0 - 1 2 9 4 7 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F 1 6 C 3 2 / 0 6

F 1 5 B 1 5 / 1 4