

(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2015-190331

(P2015-190331A)

(43) 公開日 平成27年11月2日(2015.11.2)

(51) Int.Cl.

F04D 19/04 (2006.01)

F1

F04D 19/04

A

テーマコード (参考)

3H131

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2014-66164 (P2014-66164)
(22) 出願日 平成26年3月27日 (2014.3.27)

(71) 出願人 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 100084412
弁理士 永井 冬紀
(72) 発明者 住本 慎
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
(72) 発明者 芦田 修
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
Fターム(参考) 3H131 AA02 AA07 BA02 BA07 CA11
CA31 CA40

(54) 【発明の名称】 真空ポンプ

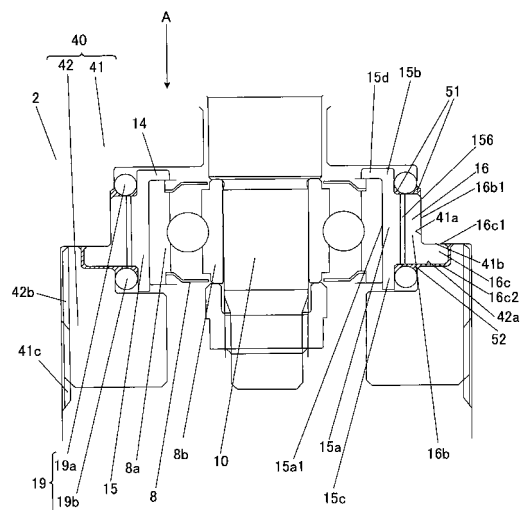
(57) 【要約】

【課題】外部への振動を低減し、かつ、放熱性能が高い真空ポンプの提供。

【解決手段】回転体ユニットRのシャフト10を軸支する転がり軸受8は、弾性支持体14によって弾性支持される。弾性支持体14は、環状体15と、環状体15の外周面から略周方向に延設される複数の弾性部16とを有する。弾性部16の外周面16b1の径は、上部軸受ハウジング41の凹部の内周面41aの径よりもやや小さく設定されているため、外周面16b1と内周面41aとは、対向し、そして、全く接触していないか、接触しているとしても一部だけの接触となっている。弾性部16の先端の軸方向の一端から延設された先端部16cは、回転体ユニットRの吸気口側に引っ張られる予圧により、吸気口側の面16c1を介して、上部軸受ハウジング41の下面41bに摺動可能に当接している。

【選択図】 図2

【図2】



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

吸気口を有するポンプケーシングと、
前記ポンプケーシング内に収容され、ロータ組立体を支持する転がり軸受と、
前記転がり軸受が収容される軸受ハウジングが設けられたベースと、
前記軸受ハウジング内に設けられ、前記転がり軸受を弾性支持する弾性支持体と、を備え、

前記弾性支持体は、転がり軸受の外輪に嵌合する環状体と、前記環状体の外周面から略周方向に延設されて先端が自由端である複数の弾性部とを備え、

前記環状体は、前記弾性部と前記軸受ハウジングとの当接により前記軸受ハウジングに弾性支持される真空ポンプ。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の真空ポンプにおいて、

前記転がり軸受は、前記弾性部の外周面と前記軸受ハウジングの内周面とが当接されて径方向に弾性支持され、前記弾性部の先端部の軸方向の外面が前記軸受ハウジングの軸方向の外面と当接されて軸方向に弾性支持される真空ポンプ。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の真空ポンプにおいて、

前記弾性部のそれぞれは、前記環状体の外周面と径方向に所定の距離離間して二重環構造として配設された弾性腕部と、前記弾性腕部の先端で径方向外方に延設された先端部とを有し、前記先端部の外面が前記軸受ハウジングに対して摺動可能に対向する真空ポンプ。

20

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の真空ポンプにおいて、

前記ロータ組立体の下部は前記転がり軸受で支持され、

前記ロータ組立体の上部は永久磁石式磁気軸受で支持され、

前記永久磁石式磁気軸受の軸方向の反発力により、前記弾性部の先端部の軸方向の一方の外面が前記軸受ハウジングに当接される真空ポンプ。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の真空ポンプにおいて、

30

前記環状体は、前記転がり軸受の外輪が内周面に挿入嵌合される円筒基部と、前記円筒基部の軸方向両端から軸方向に延設された第 1 および第 2 の円筒延長部と、前記第 1 の円筒延長部から径方向内側に延設され、前記転がり軸受の外輪の軸方向の移動を規制する円環部とを有する真空ポンプ。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の真空ポンプにおいて、

前記環状体の前記第 1 および第 2 の円筒延長部の外周面と前記軸受ハウジングの内周面との間に、前記弾性支持体の径方向の移動を規制するエラストマー弾性体が設けられている真空ポンプ。

【請求項 7】

40

請求項 6 に記載の真空ポンプにおいて、

前記弾性支持体と、前記エラストマー弾性体と、前記軸受ハウジングとで囲まれる空間にグリースが充填された真空ポンプ。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の真空ポンプにおいて、

前記弾性部の前記外周面と前記軸受ハウジングとの間にグリースが設けられ、

前記弾性部の先端部と前記弾性部の先端部が当接する前記軸受ハウジングとの間に、グリースが設けられた真空ポンプ。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の真空ポンプにおいて、

50

前記弾性部の前記外周面、および、前記弾性部の前記外周面と対向する前記軸受ハウジングの面のいずれか一方に、前記弾性支持体および前記軸受ハウジングよりも摩擦係数が低い物質層が設けられ、

前記弾性部の先端部、および、前記弾性部の先端部と当接する前記軸受ハウジングの面のいずれか一方に、前記弾性支持体および前記軸受ハウジングよりも摩擦係数が低い物質層が設けられた真空ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、真空ポンプに関する。

10

【背景技術】

【0002】

ポンプ回転体を転がり軸受で支持する真空ポンプでは、転がり軸受の軸方向およびラジアル方向の支持は、転がり軸受の外輪の軸方向端面および外周側に当接するエラストマー弾性体によって行われることがある。さらに、エラストマー弾性体は、軸受ハウジングとも当接している。そして、エラストマー弾性体の圧縮変形による減衰作用を利用して危険速度通過時の振れ回り低減を図っている。

【0003】

ところで、ポンプ回転体からの熱は、転がり軸受、弾性支持体、および、軸受ハウジングという順で構成される伝熱経路で伝熱される。エラストマー弾性体は熱伝導率が低いため、転がり軸受から軸受ハウジングへの伝熱が十分に行えない問題があった。このため、転がり軸受の温度が上昇し、転がり軸受を潤滑するグリースの基油の蒸発を速め、寿命が短くなるという問題もある。

20

【0004】

特許文献1には、金属で作製された弾性支持体の発明が開示されている。金属は、エラストマー弾性体よりも熱伝導率が高いので、放熱性に優れる。なお、特許文献1に記載の弾性支持体は、可撓性部材が内側環状部分と外側環状部分とを接続している。そして、特許文献1に記載の弾性支持体内では、ポンプ回転体側の熱は、内側環状部分、可撓性部材、および、外側環状部分の順で伝熱される。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特表2008-542628号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

弾性支持体は、設計により転がり軸受の半径方向の支持剛性（以下、半径方向支持剛性）を調整することがある。半径方向支持剛性を小さくする場合、特許文献1に記載の弾性支持体は、可撓性部材が内側環状部分と外側環状部分とを接続しているため、両端固定の板バネの為に適度な剛性を得るには、可撓性部材を細く長くする必要がある。可撓性部材は、弾性を有する役割だけでなく、伝熱経路としての役割も果たしているため、可撓性部材が細く長くなると伝熱経路の抵抗が高くなり、伝熱性が悪化する。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明を理解しやすくする目的で実施の形態の符号を付して本発明を説明するが、これにより、本発明の技術的範囲が実施の形態に限定されることはない。

(1) 本発明の好ましい第1の態様の真空ポンプは、吸気口を有するポンプケーシング12と、ポンプケーシング内に収容され、ロータ組立体Rを支持する転がり軸受8と、転がり軸受8が収容される軸受ハウジング40が設けられたベース2と、軸受ハウジング40内に設けられ、転がり軸受8を弾性支持する弾性支持体14とを備える。弾性支持体14

50

は、転がり軸受 8 の外輪 8 a に嵌合する環状体 1 5 と、環状体 1 5 の外周面から略周方向に延設されて先端が自由端である複数の弾性部 1 6 とを備える。環状体 1 5 は、弾性部 1 6 と軸受ハウジング 4 0 との当接により軸受ハウジング 4 0 に弾性支持される。

(2) 本発明の好ましい第 2 の態様の真空ポンプは、第 1 の態様の真空ポンプにおいて、転がり軸受 8 は、弾性部 1 6 の外周面 1 6 b 1 と軸受ハウジング 4 0 の内周面 4 1 a とが当接されて径方向に弾性支持され、弾性部 1 6 の先端部 1 6 c の吸気口側の面 1 6 c 1 が軸受ハウジング 4 0 の軸方向の外周面 4 1 b と当接されて軸方向に弾性支持される。

(3) 本発明の好ましい第 3 の態様の真空ポンプは、第 1 または第 2 の態様の真空ポンプにおいて、弾性部 1 6 のそれぞれは、環状体 1 5 の外周面 1 5 e と径方向に所定の距離離間して二重環構造として配設された弾性腕部 1 6 b と、弾性腕部 1 6 b の先端で径方向外方に延設された先端部 1 6 c とを有し、先端部 1 6 c の吸気口側の面 1 6 c 1 が軸受ハウジング 4 0 に対して摺動可能に対向する。

(4) 本発明の好ましい第 4 の態様の真空ポンプは、第 1 乃至第 3 のいずれかの態様の真空ポンプにおいて、ロータ組立体 R の下部は転がり軸受 8 で支持され、ロータ組立体 R の上部は永久磁石式磁気軸受 6 で支持され、永久磁石式磁気軸受 6 の軸方向の反発力により、弾性部 1 6 の先端部 1 6 c の吸気口側の面 1 6 c 1 が軸受ハウジング 4 0 に当接される。

(5) 本発明の好ましい第 5 の態様の真空ポンプは、第 1 乃至第 4 のいずれかの態様の真空ポンプにおいて、環状体 1 5 は、転がり軸受 8 の外輪 8 a が内周面 1 5 a 1 に挿入嵌合される円筒基部 1 5 a と、円筒基部 1 5 a の軸方向両端から軸方向に延設された第 1 および第 2 の延長部 1 5 b、1 5 c と、第 1 の延長部 1 5 b から径方向内側に延設され、転がり軸受 8 の外輪 8 a の軸方向の移動を規制する円環部 1 5 d とを有する。

(6) 本発明の好ましい第 6 の態様の真空ポンプは、第 5 の態様の真空ポンプにおいて、環状体 1 5 の第 1 および第 2 の延長部 1 5 b、1 5 c の外周面と軸受ハウジング 4 0 の内周面との間に、弾性支持体 1 4 の径方向の移動を規制するエラストマー弾性体 1 9 a、1 9 b が設けられている。

(7) 本発明の好ましい第 7 の態様の真空ポンプは、第 6 の態様の真空ポンプにおいて、弾性支持体 1 4 と、エラストマー弾性体 1 9 a、1 9 b と、軸受ハウジング 4 0 とで囲まれる空間 5 1、5 2 にグリースが充填されている。

(8) 本発明の好ましい第 8 の態様の真空ポンプは、第 1 乃至第 7 のいずれかの態様の真空ポンプにおいて、弾性部 1 6 の外周面 1 6 b 1 と軸受ハウジング 4 0 との間にグリースが設けられ、弾性部 1 6 の先端部 1 6 c と弾性部 1 6 の先端部 1 6 c が当接する軸受ハウジング 4 0 との間にグリースが設けられる。

(9) 本発明の好ましい第 9 の態様の真空ポンプは、第 1 乃至第 8 のいずれかの態様の真空ポンプにおいて、弾性部 1 6 の外周面 1 6 b 1、および、弾性部 1 6 の外周面 1 6 b 1 と対向する軸受ハウジング 4 0 の面 4 1 a のいずれか一方に、弾性支持体 1 4 および軸受ハウジング 4 0 よりも摩擦係数が低い物質層を設け、弾性部 1 6 の先端部 1 6 c、および、弾性部 1 6 の先端部 1 6 c と当接する軸受ハウジング 4 0 の面 4 1 b のいずれか一方に、弾性支持体 1 4 および軸受ハウジング 4 0 よりも摩擦係数が低い物質層が設けられる。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、弾性支持体の弾性部を先端が自由端である片持ち梁としたので、弾性部の断面積を大きくしても弾性部の剛性を比較的小さくでき、外部への振動を低減しつつ、放熱性能を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】一の実施形態のターボ分子ポンプ 1 を示した図。

【図 2】軸受ハウジング 4 0 の内部を示した図。

【図 3】弾性支持体 1 4 を示した図。

【図 4】弾性支持体 1 4 と特許文献 1 に記載の弾性支持体 8 0 とを比較するための図

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0010】

図1は本発明に係る真空ポンプの一の実施形態を示す図であり、ターボ分子ポンプ1の断面図である。なお、ターボ分子ポンプ1には電力を供給する電源ユニットが接続されるが、図1では図示を省略した。

【0011】

図1に示すターボ分子ポンプ1はベース2とポンプケーシング12とを備え、これらによりポンプ容器が構成される。ポンプ容器内には、排気機能部として、タービン翼を備えたターボポンプ部P1と、螺旋型の溝を備えたねじ溝ポンプであるHolloweckポンプ部P2とが備えられている。

ターボポンプ部P1は、ポンプロータ3に形成された複数段の回転翼30とポンプケーシング12側に配置された複数段の固定翼20とで構成される。一方、ターボポンプ部P1の排気下流側に設けられたHolloweckポンプ部P2は、ポンプロータ3に形成されたロータ円筒部31とベース2側に配置されたステータ21とで構成されている。円筒状のステータ21の内周面には螺旋溝が形成されている。回転翼30とロータ円筒部31とが回転側排気機能部を構成し、固定翼20とステータ21とが固定側排気機能部を構成する。

【0012】

ポンプロータ3はシャフト10に締結されており、そのシャフト10はモータ4により回転駆動される。モータ4には例えばDCブラシレスモータが用いられ、ベース2にモータステータ4aが設けられ、シャフト10側にはモータロータ4bが設けられている。シャフト10とポンプロータ3とから成る回転体ユニットRは、永久磁石6a、6bを用いた永久磁石式磁気軸受6と転がり軸受8とにより回転自在に支持されている。

【0013】

永久磁石6a、6bは、軸方向に磁化されたリング状の永久磁石であり、シャフト10の上端を軸支する。ポンプロータ3に設けられた複数の永久磁石6aは、同極同士が対向するように軸方向に複数配置されている。一方、固定側の複数の永久磁石6bは、ポンプケーシング12に固定された磁石ホルダ11に装着されている。これらの永久磁石6bも、同極同士が対向するように軸方向に複数配置されている。ポンプロータ3に設けられた永久磁石6aの軸方向位置は、その内周側に配置された永久磁石6bの位置よりも若干上側となるように設定されている。すなわち、回転側の永久磁石6aの磁極は、固定側の永久磁石6bの磁極に対して軸方向に所定量だけずれている。この所定量の大きさによって、永久磁石式磁気軸受6の支持力が異なる。図1に示す例では、永久磁石6aの方が図示上側に配置されているため、永久磁石6aと永久磁石6bとの反発力により、ラジアル方向の支持力と軸方向上向き（ポンプ吸気口側方向）の力とが回転体ユニットRに働いている。

【0014】

磁石ホルダ11の中央には、転がり軸受9を保持するベアリングホルダ13が固定されている。ベアリングホルダ13の図示上方には磁石ホルダ11に支持される支持部13aが形成され、図示下方には転がり軸受保持部13bが形成されている。転がり軸受保持部13bはベアリングホルダ13の下端から凹設され、その内周面に転がり軸受9の外輪が保持されている。転がり軸受9の内輪の中心にはシャフト10の上端が径方向に所定の隙間をあけて配置されている。転がり軸受9には、例えば深溝玉軸受が用いられる。

【0015】

転がり軸受9は、シャフト上部のラジアル方向の振れを制限するタッチダウンベアリングとして機能するものである。定常回転状態ではシャフト10と転がり軸受9とが接触することはなく、大外乱が加わった場合や、回転の加速時または減速時にシャフト10の振れ回りが大きくなった場合に、シャフト10が転がり軸受9に接触する。

【0016】

シャフト10の下端は、ベース2に設けられた軸受ハウジング40に保持された後述す

10

20

30

40

50

る転がり軸受 8 を有する軸受装置 B A で軸支されている。転がり軸受 8 には、例えば深溝玉軸受が用いられる。転がり軸受 8 は常に回転体ユニット R を当接支持しているため、内部にグリースが封入されている。

なお、図 1 では軸受ハウジング 4 0 とそこに保持される軸受装置 B A を簡略化して描いている。詳細は図 2 で示す。

【0017】

図 2 と図 3 を参照して軸受ハウジング 4 0 と軸受ハウジング 4 0 に保持された軸受装置 B A について説明する。図 2 は、軸受ハウジング 4 0 と軸受装置 B A の縦断面図である。

軸受ハウジング 4 0 について説明する。

上述したように、軸受ハウジング 4 0 には回転体ユニット R のシャフト 1 0 の下端を軸支する軸受装置 B A が保持されている。軸受ハウジング 4 0 は、上部軸受ハウジング 4 1 と下部軸受ハウジング 4 2 で構成されている。上部軸受ハウジング 4 1 と下部軸受ハウジング 4 2 は、ステンレス鋼などの金属材料で作製されている。上部軸受ハウジング 4 1 はベース 2 と一体的に形成され、下部軸受ハウジング 4 2 はベース 2 とは別部材として設けられている。環状体の下部軸受ハウジング 4 2 は、外周面に形成された雄ねじ 4 2 b によって、上部軸受ハウジング 4 1 の凹部の内周面に形成された雌ねじ 4 1 c に螺合して固定されている。

【0018】

図 2 を用いて軸受装置 B A について説明する。

軸受装置 B A は、転がり軸受 8、図 3 に詳細を示す弾性支持体 1 4、エラストマー弾性体 1 9 a、およびエラストマー弾性体 1 9 b から主に構成されている。

転がり軸受 8 の内輪 8 b には回転体ユニット R のシャフト 1 0 が挿入嵌合され、転がり軸受 8 の外輪 8 a は弾性支持体 1 4 の環状体 1 5 に嵌合され、弾性支持体 1 4 は軸受ハウジング 4 0 に収容されている。後で詳細に説明するが、このような軸受装置 B A により、転がり軸受 8 が軸受ハウジング 4 0 に弾性的に支持される。

【0019】

なお、図 2 において、弾性支持体 1 4 の断面だけは、図 3 に示す B-B 線による断面となっている。また、エラストマー弾性体 1 9 a とエラストマー弾性体 1 9 b を総称して、エラストマー弾性体 1 9 と呼ぶ。具体的なエラストマー弾性体 1 9 としては、Oリング、角リング、オイルシールなどが挙げられる。

【0020】

図 2 と図 3 を用いて弾性支持体 1 4 について説明する。

図 3 は、弾性支持体 1 4 を吸気口側より見た平面図、すなわち、図 2 の A で示す矢視図である。図 2 からわかるように軸方向に扁平な環状体である弾性支持体 1 4 は、図 3 に示すように、1 つの環状体 1 5、および、複数の弾性部 1 6 から構成されている。図 3 では、弾性部 1 6 が 3 つある場合を示している。

【0021】

弾性支持体 1 4 にはステンレス鋼等が用いられるが、好ましくはバネ用金属材料を用いるのが良く、より好ましくは Mn-Cu 系材料や Mn-Cu-Ni-Fe 系材料等の高減衰金属材料（制振合金とも呼ばれる）を用いるのが良い。弾性支持体 1 4 を高減衰金属材料で形成することにより、弾性支持体 1 4 に伝達された振動が弾性支持体 1 4 自体によって減衰され、ポンプベース側への振動伝達をより低減することができる。

【0022】

図 2 に示すように、弾性支持体 1 4 の環状体 1 5 は、後述する弾性部 1 6 の弾性腕部 1 6 b と軸方向長さ、すなわち厚さが同一である円筒形状の円筒基部 1 5 a と、基部 1 5 a の軸方向両端面が軸方向に延設された円筒形状の円筒延長部 1 5 b、1 5 c と、図 2 の上側の円筒延長部 1 5 b の内周面から半径方向に延設された円環部 1 5 d とを備えている。

【0023】

それぞれの弾性部 1 6 は、環状体 1 5 の外周面 1 5 e から略周方向に延設されている。詳細に説明すると、各弾性部 1 6 は、環状体 1 5 の円筒基部 1 5 a に接続される接続部 1

10

20

30

40

50

6 aと、接続部16 aから環状体15の外周面15 eと所定の距離離間して環状体15の外周側で2重構造をなす弾性腕部16 bと、弾性腕部16 bの先端部において外周面16 b 1の軸方向一端側から径方向外側に突設する先端部16 cとを備えている。

【0024】

上述したように回転体ユニットRは永久磁石式磁気軸受6により吸気口側に引っ張られている。弾性支持体14は、回転体ユニットRが吸気口側に引っ張られることにより、先端部16 cの吸気口側の面16 c 1を介して、上部軸受ハウジング41の下面41 bと当接している。すなわち、軸受装置BAには永久磁石式磁気軸受6により予圧が作用している。

【0025】

互いに当接する面16 c 1と下面41 bとの間には、摩擦を低減するためのグリースが塗付、もしくは充填されている。また、弾性支持体14は、弾性部16の外周面16 b 1を介して、上部軸受ハウジング41の凹部の内周面41 aと対向している。弾性部16の外周面16 b 1の径は、上部軸受ハウジング41の凹部の内周面41 aの径よりもやや小さく設定されているため、外周面16 b 1と内周面41 aとは、全く接触していないか、接触しているとしても一部だけの接触となる。外周面16 b 1と内周面41 aの間にも、グリースが塗付、もしくは充填されている。

【0026】

弾性支持体14の先端部16 cの吸気口側の面16 c 1および上部軸受ハウジング41の下面41 bの少なくともいずれか一方には、弾性支持体14および上部軸受ハウジング41よりも摩擦係数が低い物質層が形成されている。また、弾性部16の外周面16 b 1および上部軸受ハウジング41の凹部の内周面41 aの少なくともいずれか一方には、弾性支持体14および上部軸受ハウジング41よりも摩擦係数が低い物質層が形成されている。なお、摩擦係数0.2以下の物質層が望ましい。

【0027】

上述したように、転がり軸受8の内輪8 bには回転体ユニットRのシャフト10が挿入嵌合され、転がり軸受8の外輪8 aの外周面が弾性支持体14の環状体15の内周面15 a 1に嵌合されている。環状体15が3つの弾性部16により軸受ハウジング40に弾性的に支持されるので、転がり軸受8は弾性支持体14により軸受ハウジング40に弾性支持される。

【0028】

弾性支持体14の環状体15における吸気口側の軸方向一端、すなわち図示軸方向上端には、上述したように円筒延長部15 bが延設されている。さらに、円筒延長部15 bの内周側には、円環部15 dが延設されている。半径方向において円筒延長部15 bと上部軸受ハウジング41との間には、エラストマー弾性体、例えばOリング19 aが設けられている。そして、弾性支持体14、エラストマー弾性体19 a、および、上部軸受ハウジング41で囲まれるハッチングで示された空間51には、グリースが充填されている。

【0029】

弾性支持体の環状体15における排気口側の軸方向一端には、上述したように円筒延長部15 cが延設されている。半径方向において円筒延長部15 cと下部軸受ハウジング42との間には、エラストマー弾性体、例えばOリング19 bが設けられている。そして、弾性支持体14、エラストマー弾性体19 b、下部軸受ハウジング42、および、上部軸受ハウジング41で囲まれるハッチングで示された空間52には、グリースが充填されている。

なお、環状体15と弾性部16の隙間156にもグリースが充填されている。

【0030】

図4(a)は、弾性支持体14を模式的に示した図であり、弾性支持体14が軸受ハウジング40内に配設されている様子を示している。図4(b)は、特許文献1に記載の弾性支持体80を模式的に示した図であり、弾性支持体80が軸受ハウジング40内に配設されている様子を示している。

10

20

30

40

50

なお、図 2 に示すように、弾性支持体 14 が軸受ハウジング 40 と当接するのが弾性部 16 の外周面 16b1 と先端部 16c1 であるので、図 4 (a) では、弾性部 16 の外周側の先端に符号 16b1、16c1 と付し、軸受ハウジング 40 の当接面に符号 41a、41b を付した。

【0031】

図 4 (a)、(b) を用いて、本実施形態の弾性支持体 14 と特許文献 1 に記載の弾性支持体 80 について比較する。なお、本実施形態の弾性支持体 14 の弾性部 16 は、特許文献 1 に記載の弾性支持体 80 の可撓性部材 84 に相当する。また、本実施形態の弾性支持体 14 の環状体 15 は、特許文献 1 に記載の弾性支持体 80 の内側環状部分 86 に相当する。

10

【0032】

以下では、本実施形態の弾性支持体 14 と、特許文献 1 に記載の弾性支持体 80 とを同じ半径方向支持剛性を有する弾性支持体として作製した場合で比較する。

【0033】

図 4 (a) に示す本実施形態の弾性支持体 14 は、上述したように軸受ハウジング 40 に対して摺動することができる。さらに、本実施形態の弾性支持体 14 には、特許文献 1 に記載の弾性支持体 80 の外側環状部分 88 に相当する構成がなく、本実施形態の弾性支持体 14 の弾性部 16 は片持ち梁構造であり、基端が環状体 15 に接続された固定端であり、外周側の先端が自由端である。

【0034】

一方、図 4 (b) に示す特許文献 1 に記載の弾性支持体 80 の可撓性部材すなわち弾性部 84 は、内側環状部分すなわち環状体 86 と外側環状部分 88 とを接続している。すなわち、特許文献 1 に記載の弾性支持体 80 の可撓性部材 84 は、外周側は外側環状部分 88 に一体的に形成され、内周側は内側環状部分 86 に一体的に形成されている。すなわち、弾性支持体 80 の弾性部 84 は両端とも固定端である両持ち梁構造である。

20

【0035】

以上のように、本実施形態の弾性支持体 14 の弾性部 16 の外周側の先端が摺動可能で自由端であり、特許文献 1 に記載の弾性支持体 80 の可撓性部材 84 は、外周側の先端も内周側の先端も固定端となっている。この差異は、半径方向支持剛性に影響を与える。同じ半径方向支持剛性を有する場合、開放端を有する弾性部は、開放端を有さず固定端しか有しない弾性部に比べて、断面積を増加させ、かつ全長を短くすることができる。これにより、本実施形態の弾性支持体 14 は特許文献 1 に記載の弾性支持体 80 よりも、環状体からハウジングに流れる伝熱経路の抵抗を低くすることができる。その結果、本実施形態の弾性支持体 14 は特許文献 1 に記載の弾性支持体 80 よりも放熱性能が高くなる。

30

【0036】

以上で示した実施形態によれば、以下のような作用効果を奏する。

(1) 実施形態による真空ポンプでは、予め軸力が与えられたロータ組立体 R を支持する転がり軸受 8 が軸受ハウジング 40 内に設けられ、転がり軸受 8 は弾性支持体 14 により弾性支持される。弾性支持体 14 は、転がり軸受 8 の外輪 8a に嵌合する環状体 15 と、環状体 15 の外周面 15e から略周方向に延設されて先端が自由端である複数の弾性部 16 とを備える。環状体 15 は、弾性部 16 と軸受ハウジング 40 との当接により軸受ハウジング 40 に弾性支持される。

40

弾性支持体 14 は先端が自由端である片持ち梁の弾性部 16 で軸受ハウジング 40 に弾性支持されるので、従来技術のように弾性部 16 を両持ち梁とする場合に比べて、弾性部 16 の断面積を増加させと全長を短くすることができ、内部で発生した熱を軸受ハウジング 40 に伝熱する放熱性能が向上する。

【0037】

(2) 転がり軸受 8 は、弾性部 16 の外周面 16b1 と上部軸受ハウジング 41 の内周面 41a とが当接されて径方向に弾性支持される。また、転がり軸受 8 は、弾性部 16 の先端部 16c の吸気口側の面 16c1 が上部軸受ハウジング 41 の軸方向の下面 41b と当

50

接されて軸方向に弾性支持される。

このように実施形態の真空ポンプでは、弾性部 16 により転がり軸受 8 が軸方向と径方向に弾性支持されるので、転がり軸受 8 が軸方向と径方向に振動しても弾性支持体 14 により吸収することができる。

【0038】

(3) 弾性部 16 のそれぞれは、環状体 15 の外周面 15 e と径方向に所定の距離離間して二重環構造として配設された弾性腕部 16 b と、弾性腕部 16 b の先端で径方向外方に延設された先端部 16 c とを有する。先端部 16 c が軸受ハウジング 40 に対して摺動可能に対向する。

転がり軸受 8 の外輪 8 a がシャフト 10 の回転により供回りすると、弾性部 16 の先端部 16 c が軸受ハウジング 40 に対して摺動する。

【0039】

(4) ロータ組立体 R の下部は転がり軸受 8 で支持され、ロータ組立体 R の上部は永久磁石式磁気軸受 6 で支持される。永久磁石式磁気軸受 6 の軸方向の反発力によりロータ組立体 R に軸力が与えられ、弾性部 16 の先端部 16 c の吸気口側の面 16 c 1 が上部軸受ハウジング 41 の下面 41 b に当接される。

【0040】

(5) 環状体 15 は、転がり軸受 8 の外輪 8 a が内周面 15 a 1 に挿入嵌合される円筒基部 15 a と、円筒基部 15 a の軸方向両端から軸方向に延設された第 1 および第 2 の延長部 15 b、15 c と、第 1 または第 2 の円筒延長部 15 b、15 c から径方向内側に延設され、反発力による転がり軸受 8 の外輪 8 a の軸方向の移動を規制する円環部 15 d とを有する。円環部 15 d により転がり軸受 8 の軸方向の位置が規制され、転がり軸受 8 の軸方向の振動を確実に弾性支持体 14 に伝達することができ、ロータ組立体 R は弾性支持体 14 により軸方向に弾性支持される。

【0041】

(6) 環状体 15 の第 1 および第 2 の円筒延長部 15 b、15 c の外周面と軸受ハウジング 40 の内周面との間に、弾性支持体 14 の径方向の移動を規制するエラストマー弾性体 19 a、19 b が設けられている。

エラストマー弾性体 19 a、19 b が設けられたことによって、弾性支持体 14 と同様に、ポンプ外部に伝わる振動を抑制することができる。すなわち、弾性支持体 14 の振動抑制の補助をすることができる。また、エラストマー弾性体 19 a、19 b は、グリースの流出や蒸発を防止することができる。さらに、弾性支持体 14 の軸方向の両端に、エラストマー弾性体 19 a、19 b が設けられたことにより、転がり軸受 8 の外輪 8 a が傾くのを防止することができる。

【0042】

(7) 弾性支持体 14 と、エラストマー弾性体 19 a、19 b と、軸受ハウジング 40 とで囲まれる空間 51、52 にグリースが充填されている。

これによって、弾性支持体 14 が摺動する際に、エラストマー弾性体 19 a、19 b が軸受ハウジング 40 との摩擦を低減することができる。また、グリースを介することで、回転体ユニット R からの熱を軸受ハウジング 40 側に伝えることができる。すなわち、グリースを伝熱経路とすることができる。したがって、弾性部 16 の外周面 16 b 1 がハウジング 40 と離間している箇所でもグリースを介して放熱されるので、放熱性能が向上する。

【0043】

(8) 弾性部 16 の外周面 16 b 1 と上部軸受ハウジング 41 の凹部の内周面 41 a との間にグリースが設けられ、先端部 16 c の吸気口側の面 16 c 1 と先端部 16 c が当接する上部軸受ハウジング 41 の下面 41 b との間にグリースが設けられている。グリースを介して放熱されるので、放熱性能が向上する。

これによって、弾性支持体 14 が摺動しやすくなり、半径支持剛性を低くすることができる。そして、弾性支持体 14 と上部軸受ハウジング 41 との摩擦熱を低減することがで

きる。さらに、回転体ユニットRからの熱をグリースを介して軸受ハウジング40側に伝えることができる。すなわち、グリースを伝熱経路とすることができる。

なお、グリース塗付に代えて、互いに対向する弾性部16の外周面16b1と上部軸受ハウジング41の凹部の内周面41aとの間、および互いに当接する弾性部16の先端部16cの吸気口側の面16c1と上部軸受ハウジング41の下面41bとの間にグリースを充填してもよい。

【0044】

(9) 互いに当接する弾性部16と上部軸受ハウジング41の当接面に、弾性支持体14および上部軸受ハウジング41よりも摩擦係数が低い物質層が設けられている。実施形態では、弾性部16の外周面16b1、および弾性部16の外周面16b1と対向する上部軸受ハウジング41の面41aのいずれか一方に、摩擦係数が低い物質層が設けられている。また、先端部16cの吸気口側の面16c1、および先端部16cと当接する上部軸受ハウジング41の下面41bのいずれか一方に、弾性支持体14および上部軸受ハウジング41よりも摩擦係数が低い物質層が設けられている。

したがって、シャフト10の回転により転がり軸受8の外輪8aが供回りして弾性部16が上部軸受ハウジング41の接触面を摺動する際の摩擦抵抗を抑制できる。換言すると、弾性支持体14が摺動しやすくなり、半径方向支持剛性を低くすることができる。また、弾性支持体14と上部軸受ハウジング41との摩擦熱を低減することができる。

【0045】

(10) 弾性支持体14は、ステンレス鋼、銅合金やバネ用金属材料などの金属で作製されている。これによって、金属よりも熱伝導率の低いエラストマー弾性体のみで回転体ユニットを支持している真空ポンプよりも放熱性能が高くなる。また、金属は、エラストマー弾性体よりも、温度、時間、グリースなどによって、弾性率が変化しにくいいため、半径方向支持剛性を安定させることができる。

【0046】

以上に示した実施形態を以下のように変形して実施することができる。

(1) 上述した実施形態では、図2において説明したように、永久磁石式磁気軸受6により弾性支持体14の先端部16cの吸気口側の面16c1が上部軸受ハウジング41の下面41bと当接している。これは、永久磁石式磁気軸受6による引っ張り力によって与えられる転がり軸受8と回転体ユニットRとの間で生じる予圧の条件による。

【0047】

例えば、回転体ユニットRの吸気口側を永久磁石式磁気軸受ではなく、転がり軸受で支持する場合などには、上下の転がり軸受同士で回転体ユニットRを押し合うことで予圧を生み出すため、図2に示す回転体ユニットRを支える排気口側の転がり軸受8は、弾性支持体14から吸気口側の力を受ける。それを実現するには、弾性支持体14は、下部軸受ハウジング42から吸気口側の力を受けなければならない。その結果、弾性支持体14は、先端部16cの排気口側の面16c2を介して、下部軸受ハウジング42の上面42aと当接することになる。そのような当接状況であっても、弾性支持体14は摺動可能である。また、その場合、面16c2および上面42aにグリースを設ければよく、面16c2および上面42aの少なくともいずれか一方に、弾性支持体14や下部軸受ハウジング42よりも摩擦係数の低い物質層を設ければよい。

【0048】

(2) 以上に示した実施形態では、上部軸受ハウジング41はベース2と一体的に形成されたとしたが、ベース2とは別の部材で作製し、ベース2に装着するようにしてもよい。

(3) 弾性支持体14の弾性部16を3つ設けたが、4つ以上設けてもよい。

(4) 本発明は、排気機能部にターボポンプ部P1およびHoleweckポンプ部P2を備えた真空ポンプに限らず、タービン翼のみを備えた真空ポンプや、ジグバーンポンプやHoleweckポンプなどのドラッグポンプのみを備えた真空ポンプや、それらを組み合わせた真空ポンプにも適用することができる。

【0049】

本発明は上述した内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

【符号の説明】

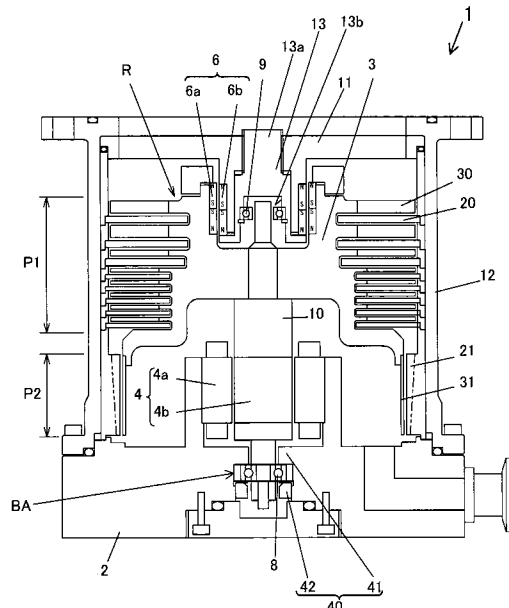
【0050】

1：ターボ分子ポンプ、	2：ベース、	
3：ポンプロータ、	4：モータ、	
4a：モータロータ、	4b：モータステータ、	
6：永久磁石式磁気軸受、	8：軸受、	
8a：外輪、	8b：内輪、	
9：軸受、	10：シャフト、	10
11：磁石ホルダ、	12：ポンプケーシング、	
13：ベアリングホルダ、	14：弾性支持体、	
15：環状体、	15a：基部、	
15b、15c：円筒延長部、	15d：円環部、	
15e：外周面、	15a1：内周面、	
16：弾性部、	16a：基部、	
16b：弾性腕部、	16b1：外周面、	
16c：先端部、	16c1：吸気口側の面、	
19、19a、19b：エラストマー弾性体、		
20：固定翼、	21：ステータ、	20
30：回転翼	31：ロータ円筒部、	
40：軸受ハウジング、	41：上部軸受ハウジング、	
41a：内周面、	41b：下面、	
42：下部軸受ハウジング、	42a：上面、	
80：弾性支持体、	84：可撓性部材、	
86：内側環状部分、	88：外側環状部分、	
156：隙間、	P1：ターボポンプ部、	
P2：H o l w e c k ポンプ部、	R：回転体ユニット	

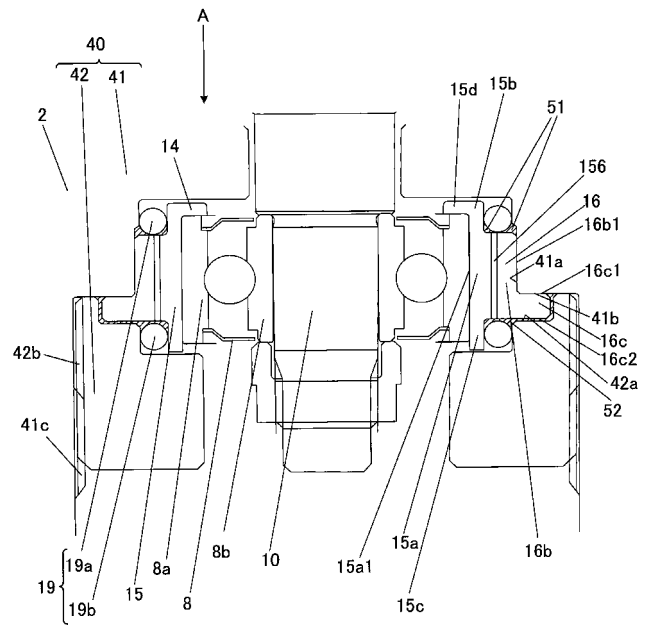
【図 1】

【図 2】

【図1】



【図2】



【図 3】

【図 4】

【図4】

