

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5566636号
(P5566636)

(45) 発行日 平成26年8月6日(2014.8.6)

(24) 登録日 平成26年6月27日(2014.6.27)

(51) Int.Cl. F I
FO4D 19/04 (2006.01)
 FO4D 19/04 A
 FO4D 19/04 Z
 FO4D 19/04 C

請求項の数 9 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2009-161689 (P2009-161689)	(73) 特許権者	391043675 ブファイファー・ヴァキューム・ゲーエム ベーハー
(22) 出願日	平成21年7月8日(2009.7.8)		
(65) 公開番号	特開2010-31857 (P2010-31857A)		
(43) 公開日	平成22年2月12日(2010.2.12)		
審査請求日	平成24年2月14日(2012.2.14)		
(31) 優先権主張番号	10 2008 034 948.8	(74) 代理人	100069556 弁理士 江崎 光史
(32) 優先日	平成20年7月26日(2008.7.26)	(74) 代理人	100111486 弁理士 鍛冶澤 實
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)	(74) 代理人	100157440 弁理士 今村 良太
		(74) 代理人	100173521 弁理士 篠原 淳司
		(74) 代理人	100153419 弁理士 清田 栄章

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空ポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

モータ・ステータ(10)とモータ・ロータ(9)の協働によって駆動される軸(2)と、この軸(2)を回転可能に支持するための第1および第2のラジアル軸受と、およびポンプ装置(6)とを備えた真空ポンプにおいて、

前記ラジアル軸受がそれぞれ動的ガス軸受(30、40)として形成されていること、前記ポンプ装置(6)が前記ガス軸受(30、40)間に配置され且つ2つのポンプ・セクション(61、62)を有し、前記2つのポンプ・セクション(61、62)はそれぞれ、各ポンプ・セクション(61、62)の側に配置された前記ガス軸受(30、40)の方向にガスを供給するように形成されていること、前記ポンプ・セクション(61、62)がそれぞれホルベックポンプ段として形成されていること、前記それぞれのホルベックポンプ段のための通路(63)と、前記それぞれのガス軸受(30、40)のための溝が、前記軸(2)の1つの軸表面内に形成されていること、を特徴とする真空ポンプ。

【請求項2】

ポンプ・セクション(61、62)およびガス軸受(30、40)はそれぞれ、ガス軸受の作動ガスの少なくとも一部と、ポンプ・セクションから排出されたガスとが1つの箇所(13、13)に集められ、且つポンプ出口(8)に供給されるように配置されていることを特徴とする請求項1に記載の真空ポンプ。

【請求項3】

少なくともセクションの一部において、ホルベックポンプ段のロータおよびステータが

逆方向の通路（63、64）を有することを特徴とする請求項1または2に記載の真空ポンプ。

【請求項4】

真空ポンプが他のポンプ装置（100）を有することを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の真空ポンプ。

【請求項5】

前記他のポンプ装置が、軸端部のいずれかと結合されたハブ（101）およびこのハブと結合されたシリンダ（102）を含むことを特徴とする請求項4に記載の真空ポンプ。

【請求項6】

軸端部に非常用軸受が配置されていることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の真空ポンプ。

10

【請求項7】

前記非常用軸受が滑り軸受（14）を含むことを特徴とする請求項6に記載の真空ポンプ。

【請求項8】

前記軸（2）の材料が大部分において炭化ケイ素からなることを特徴とする請求項1ないし7のいずれかに記載の真空ポンプ。

【請求項9】

モータ・ステータ（10）およびモータ・ロータ（9）は、軸方向心出しが行われ且つ同時に軸（2）の高速回転が行われるように形成されていることを特徴とする請求項1ないし8のいずれかに記載の真空ポンプ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は請求項1の上位概念に記載の真空ポンプに関するものである。

【背景技術】

【0002】

10^{-4} mbarより低い圧力を有する高真空の発生は、今日、多くの技術分野においてきわめて重要になっている。このような圧力を発生可能であるコンパクトな真空ポンプへの需要がますます増大している。しかしながら、従来技術においては、しばしばポンプ・スタンドが利用される。ポンプ・スタンド内に、ある圧力範囲にそれぞれ適合された複数の個々の真空ポンプが組み合わされている。最近において、複数のポンプ原理を1台のポンプ内に統合した、大気に向けて排出する真空ポンプが開発された。例えばドイツ特許公開第19930952号は、ホルベック（Holweck）の構造タイプを有するポンプ段をサイド・チャンネル（側路）段と組み合わせることを提案している。しかしながら、提案された構造様式は必然的に高価な構造となるので、 $20\text{ m}^3/\text{h}$ を超える排気速度クラスに対してのみ使用されるにすぎない。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】ドイツ特許公開第19930952号

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

したがって、本発明の課題は、大気圧から 10^{-4} mbar以下の高真空に至るまでの全ての圧力範囲をカバーする真空ポンプを提供することである。この場合、真空ポンプはできるだけコンパクトであり且つ簡単な構造を有しているべきである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この課題は請求項1の特徴を有する真空ポンプにより解決される。請求項2 - 10は有

50

利な変更形態を与える。

【0006】

簡単な構造はガス軸受を使用することにより達成される。これは有機潤滑剤を全く必要としないので、潤滑剤ポンプによる潤滑剤の循環は必要ではない。さらに、容器およびポンピングされるガスの汚染は全く存在しない。ガス軸受は摩耗が少ないので、きわめて僅かな保守コストで長い寿命が達成される。さらに、好ましいガス案内により構造は簡単となる。ポンプ装置はそれぞれガス軸受の方向にポンピングするポンプ・セクションを有しているため、ガス案内は好ましいものである。ガス軸受とポンプ装置との間に十分なシール手段を設ける必要はない。ガス案内の他の利点は、それぞれのガス入口とガス出口との間の圧力差により各ポンプ・セクション内に発生する軸方向力が相殺されることである。したがって、全体として、ポンプ装置により軸に対して軸方向力は発生しない。要するに、構造部分が不要なことと好ましいガス案内とによりきわめてコンパクトな真空ポンプが得られる。

10

【0007】

一変更態様において、ガス軸受から流出する作動ガスの一部と、ポンプ・セクションから排出されたガスとが集められ、次にポンプ出口に供給されることにより、ガス案内は改善される。このガス案内は、コンパクトな真空ポンプの目的に寄与する。

【0008】

他の変更態様において、ポンプ・セクションの少なくとも1つがホルベック・ポンプ段を含んでいる。ホルベック・ポンプ段は渦巻状の通路を有している。これは、ガス軸受のために必要な構造と共通の製造ステップにおいて製作可能である。さらに、ホルベック・ポンプ段は、僅かな構造部分、即ち軸上の通路およびこれに対向する平滑な円筒面を必要とするにすぎないので、真空ポンプはコスト的に有利であるばかりでなくコンパクトでもある。

20

【0009】

ホルベック段の一変更態様において、ホルベック段はセクションの一部において軸上の通路に追加してさらにステータに逆方向の通路を有している。これは、特に大気圧に近い圧力範囲において排気速度を上昇させる。これにより、大きな排気速度に対して僅かな構造空間を必要とするにすぎないので、真空ポンプはさらにコンパクトになる。

【0010】

他の変更態様において、真空ポンプが他のポンプ装置を有することにより排気速度が上昇可能である。他のポンプ装置はホルベック・ポンプ段を有していることが有利である。他のポンプ装置は軸と結合されたハブおよびこのハブに配置されたシリンダとして形成されている。

30

【0011】

一変更態様において、軸端部に非常用軸受を配置することが提案される。非常用軸受は滑り軸受を含んでいてもよい。非常用軸受により、軸に作用する軸方向力にも抵抗可能な強い真空ポンプが提供される。

【0012】

他の変更態様において、軸の大部分の構成部品は炭化ケイ素である。この材料は、真空ポンプの使用において、ガス軸受に対して耐久性を与える。

40

【0013】

一変更態様は、モータ・ステータおよびモータ・ロータを、軸方向心出しが行われ且つ同時に軸の高速回転が行われるように形成することを提案している。これにより、アクシアル軸受の必要性がないので、真空ポンプはさらにコスト的に有利になり且つコンパクトになる。

【0014】

以下に、本発明が、一実施例およびその一変更態様により詳細に説明され且つ他の利点が示されるものとする。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 5 】

【図 1】図 1 は、真空ポンプの断面図を示す。

【図 2】図 2 は、他のポンプ装置を備えた一変更態様における真空ポンプの部分断面図を示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

図 1 はハウジング 1 を有する真空ポンプを示す。ハウジングはガス入口 7 およびガス出口 8 を有している。ハウジング内にシリンダ 5 が配置され、シリンダ内に軸 2 が回転可能に支持されている。支持は 2 つのガス軸受により行われる。

【 0 0 1 7 】

第 1 のガス軸受 3 0 は、ガス供給口 3 1、軸側軸受構造 3 2 および軸受ガス出口 3 4 を含む。軸側軸受構造は軸方向に伸長する軸受セクション 3 3 を形成する。

【 0 0 1 8 】

第 2 のガス軸受 4 0 は、ガス供給口 4 1、軸側軸受構造 4 2 および軸受ガス出口 4 4 を含む。軸側軸受構造は軸方向に伸長する軸受セクション 4 3 を形成する。

【 0 0 1 9 】

軸側軸受構造 3 2 および 4 2 は軸表面内に加工された溝を含む。

【 0 0 2 0 】

図示の例においては、軸受ガス出口 3 4 および 4 4 の各々に 2 つの開口が設けられ、2 つの開口のそれぞれ 1 つは、それぞれの軸受セクションの一端に存在している。それぞれ 1 つのガス供給口 3 1 および 4 1 が示されているが、一般には、ガス軸受の各々内に複数のこのような供給口が軸周囲に分配されている。シリンダ 5 は両方のガス軸受のステータを形成しているため、軸側軸受構造 3 2 および 4 2 とシリンダとの間にそれぞれガス・フィルムが形成され、このガス・フィルムにより軸が支持される。必要な軸受ガスは圧縮機 1 1 から発生されても、または、軸受荷重が許容するときには、大気から直接取り入れられてもよい。後者の場合、ガス供給口 3 1 および 4 1 は直接大気に結合されている。さらに、代替態様として、設置位置に存在する圧縮空気配管から圧縮空気が利用されてもよい。

【 0 0 2 1 】

軸はその一端に軸ボス 2 9 を有し、軸ボス上に永久磁石 9 が装着されている。この永久磁石はモータ・ロータを形成し、且つ縦軸線周りの軸の高速回転を発生させるために電気コイル 1 0 と協働する。電気コイルはモータ・ステータを形成する。モータ・ロータおよびモータ・ステータは、軸をその縦軸方向に安定化させるように形成されている。これは、例えばステータ鉄パケットの永久磁石への吸引力により達成される。軸端部に非常用軸受が設けられている。図示の例においては、非常用軸受は滑り軸受 1 4 として形成され、滑り軸受は軸側に球面を、ハウジング側にトライボロジー（摩擦工学）的に適切な対向面を含む。大きな軸方向力が予想される場合、追加的に安定化させるために、この方向内に、軸側軸受リング 2 6 およびステータ側軸受リング 2 7 からなる永久磁石リングが設けられていてもよい。両方が協働して軸方向永久磁気軸受 2 5 を形成する。

【 0 0 2 2 】

電子装置ハウジング 2 1 内に電子装置 2 0 が装着されている。電子装置は電気コイルに電流を供給する。軸受ガスを発生するために圧縮機 1 1 が使用される場合、圧縮機は圧縮機制御ライン 2 2 により電子装置 2 0 と結合され且つ電子装置により制御され、特にそのパラメータである投入、遮断、圧力レベルおよび吐出量が制御される。

【 0 0 2 3 】

軸受セクション 3 3 および 4 3 の間の軸上にポンプ装置 6 が配置されている。ポンプ装置は複流として形成されているため、第 1 のポンプ・セクション 6 1 および第 2 のポンプ・セクション 6 2 を有している。ポンプ・セクションの各々はガス入口 7 の範囲内において開始し且つガスをそれに隣接するガス軸受の方向に圧縮する。これが直線矢印により示されている。軸受セクションから、軸受ガスの少なくとも一部がポンプ装置の方向に流出

10

20

30

40

50

する。軸受ガスは第1のガス軸受と第1のポンプ・セクション61との間の箇所13ないしは第2のガス軸受と第2のポンプ・セクション62との間の箇所13において集められ且つ共にポンプ出口に供給される。これにより、簡単なガス案内によってきわめてコンパクトな構造が達成される。

【0024】

両方のポンプ・セクションはその入口とその出口との間に同じ圧力比を達成する。ポンプ・セクション内にホルベック構造を形成することが有利である。このために、ポンプ・ステータとして働くシリンダ5の内面と協働する、軸表面内に軸の周りを渦巻状に伸長する通路63が形成されている。この内面が平滑な場合、ホルベックの作動原理を有するポンプが形成される。これは、圧力範囲に対して真空技術的に好ましいのみならず、軸側軸受構造との作業過程においてもまた有利である。一変更態様において、シリンダ5の内面上に通路64が設けられている。この通路はポンプ・セクション33および43の軸方向長さの一部にわたり伸長し、それぞれのガス軸受に隣接する部分において伸長していることが好ましい。通路はロータの通路63とは逆向きに形成されている。このステータ側通路により排気速度が上昇される。

【0025】

軸2は、少なくとも軸受セクション33および43とポンプ・セクション61および62との範囲内において、一体部品として形成されている。シリンダは、上記セクション33、43、61および62にわたり、少なくとも一体部品として伸長している。これにより軸受点は一直線上に並ぶので、軸受内およびポンプ装置内においてきわめて小さな隙間が達成可能である。これはこれらの構造要素の効率データを改善するので、必要な構造長さが低減され、したがって真空ポンプはさらにコンパクトになる。

【0026】

この真空ポンプは動的状態においてのみ気密であり、遮断状態においてはガスが内部を貫通可能なので、安全弁12の使用が有利である。安全弁は真空ポンプのガス入口内に配置されていることが好ましく、且つ弁制御ライン23を介して電子装置20と結合されている。電子装置はこのとき安全弁の開放状態を切り換える。

【0027】

図2は図1においてボックスKで示された真空ポンプの部分を一変更態様で示している。図1の実施例とは異なり、ポンプ装置6の手前に他のポンプ装置100が設けられている。したがって、真空ポンプのハウジング内にホルベック・ステータ103が設けられている。ホルベック・ステータはそのシリンダ内面上をねじ山状に伸長する通路を有し、通路のねじ山はウェブ105により相互に分離されている。平滑なシリンダ102がこの通路と協働してポンプ作用を発生し、平滑なシリンダはハブ101と結合されている。シリンダは軽質材料特に繊維強化炭素から製造されていることが有利である。ハブは軸の一端に固定されているので、ハブおよびシリンダは軸の回転速度を受け取る。さらに、滑り軸受14およびガス入口7が必要とされる。この変更態様においても安全弁12が設けられていることが有利である。ガスはガス入口を通過して第1の矢印に沿って他のポンプ装置100内に流入し且つそこからホルベック・ステータおよびシリンダの協働部分により圧縮される。それに続いて、ガスは第1のポンプ装置内に到達し(他の矢印参照)、そこでさらに圧縮される。第1のポンプ装置はポンプ・セクション62の形で部分図としてのみ示されている。同様に、第2のガス軸受の軸側軸受構造42が示されている。第2のガス軸受からハブの方向に大気圧を有する軸受ガスが流出する。軸受ガスはシリンダ102の内側に沿って第1のポンプ装置の入口に到達してはならない。したがって、軸受構造42とハブとの間にシール・セクション106が設けられている。シール・セクションは、軸上に第1のポンプ装置内のポンプ構造と同じようなポンプ構造が配置され、このポンプ構造がシリンダ5と協働して圧力差を発生する。シール・セクションのポンプ作用構造は、軸受構造42の側とハブ101に面する側との間の圧力比が、ポンプ・セクション62が発生する圧力比に対応するように形成されている。しかしながら、ガス入口7を通過して流入する量よりも少ない軸受ガスが発生するので、排気速度は本質的により小さくなるこ

10

20

30

40

50

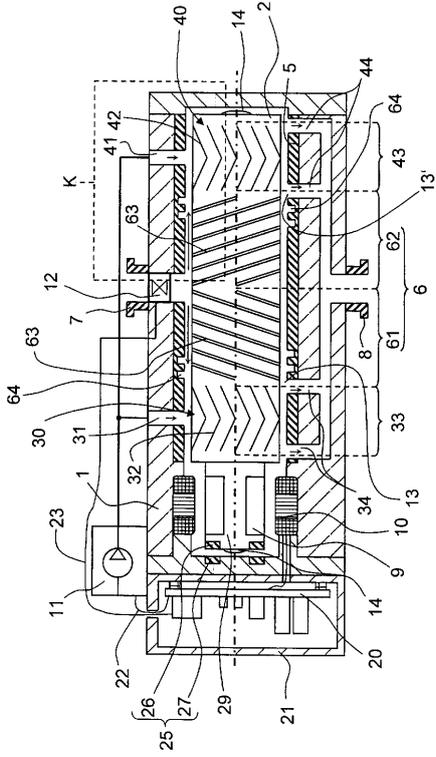
とになる。他のポンプ装置 1 0 0 は複流として形成されていてもよい。

【符号の説明】

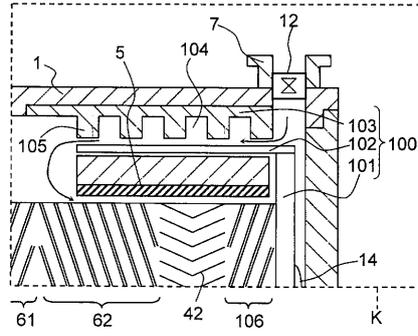
【 0 0 2 8 】

1	ハウジング	
2	軸	
5	シリンダ	
6	ポンプ装置	
7	ガス入口	
8	ガス出口 (ポンプ出口)	
9	永久磁石 (モータ・ロータ)	10
1 0	電気コイル (モータ・ステータ)	
1 1	圧縮機	
1 2	安全弁	
1 3、1 3	箇所	
1 4	滑り軸受	
2 0	電子装置	
2 1	電子装置ハウジング	
2 2、2 3	制御ライン	
2 5	軸方向永久磁気軸受	
2 6	軸側軸受リング	20
2 7	ステータ側軸受リング	
2 9	軸ボス	
3 0、4 0	ガス軸受	
3 1、4 1	ガス供給口	
3 2、4 2	軸側軸受構造	
3 3、4 3	軸受セクション	
3 4、4 4	軸受ガス出口	
6 1、6 2	ポンプ・セクション	
6 3、6 4	通路	
1 0 0	他のポンプ装置	30
1 0 1	ハブ	
1 0 2	シリンダ	
1 0 3	ホルベック・ステータ	
1 0 4	通路	
1 0 5	ウェブ	
1 0 6	シール・セクション	
K	ボックス	

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 アルミン・コンラート
ドイツ国 3 5 7 4 5 ヘルボルン, ツム・レーテン・シュタイン 1 0

審査官 所村 陽一

(56)参考文献 特開平05 - 010289 (JP, A)
特開昭63 - 255592 (JP, A)
特開平11 - 311198 (JP, A)
特開平02 - 016396 (JP, A)
特開昭62 - 055498 (JP, A)
実開平01 - 098316 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F04D 19/04