(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7132420号
(P7132420)

(45)発行日　令和4年9月6日(2022.9.6)

(24)登録日　令和4年8月29日(2022.8.29)

(51)国際特許分類			FI		
F04C	*18/16*	*(2006.01)*	F04C	18/16	J
F04C	*29/00*	*(2006.01)*	F04C	29/00	F
F16C	*19/54*	*(2006.01)*	F04C	29/00	G
F16C	*19/16*	*(2006.01)*	F16C	19/54	
F16C	*19/26*	*(2006.01)*	F16C	19/16	

請求項の数　13　（全14頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2021-501118(P2021-501118)
(86)(22)出願日　平成31年3月26日(2019.3.26)
(65)公表番号　特表2021-519887(P2021-519887A)
(43)公表日　令和3年8月12日(2021.8.12)
(86)国際出願番号　PCT/IB2019/052420
(87)国際公開番号　WO2019/186374
(87)国際公開日　令和1年10月3日(2019.10.3)
審査請求日　令和3年1月20日(2021.1.20)
(31)優先権主張番号　62/649,839
(32)優先日　平成30年3月29日(2018.3.29)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　2019/5184
(32)優先日　平成31年3月25日(2019.3.25)
最終頁に続く

(73)特許権者　593074329
アトラス コプコ エアーパワー，ナームローゼ フェンノートシャップ
ＡＴＬＡＳ ＣＯＰＣＯ ＡＩＲＰＯＷＥＲ，ｎａａｍｌｏｚｅ ｖｅｎｎｏｏｔｓｃｈａｐ
ベルギー国 ビー－２６１０ ウィルリーイク ブームセステーンヴェーグ ９５７
(73)特許権者　520375011
アクチエボラゲット エスケーエフ
スウェーデン ４１５５０ ヨーテボリ ホーンスガタン １
(74)代理人　100094569
弁理士　田中 伸一郎
(74)代理人　100103610
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　スクリュー圧縮機要素及び機械

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

それぞれシリンダベアリング（３）及びボールベアリング（４）がロータのシャフト（１８）の各端にある、４つのベアリングによってロータが回転可能に配置されたハウジングを備えたスクリュー圧縮機要素であって、各ベアリングは内輪（５、６）及び外輪（７、８）を有し、前記内輪（５、６）及び前記外輪（７、８）は、軌道（１１ａ、１１ｂ，１２ａ、１２ｂ）の位置において前記内輪（５、６）及び前記外輪（７、８）に接触する単列の円筒形の転動体（９）又は単列のボール形の転動体（１０）によってそれぞれ分離され、前記ベアリング（３、４）の前記内輪（５、６）は、前記それぞれの軌道（１１ａ、１２ａ）に隣接して、他方のベアリング（３、４）に面する側に前記それぞれの軌道（１１ａ、１２ａ）よりも小さな外径（Ｂ）を有し、前記ベアリングの前記内輪（５、６）は、前記それぞれの軌道（１１ａ、１２ａ）に隣接して、前記他方のベアリング（３、４）から離れた方に面する側に前記それぞれの軌道（１１ａ、１２ａ）よりも大きな外径（Ｃ）を有し、

前記ベアリング（３、４）の前記外輪（７、８）は、前記それぞれの軌道（１１ｂ、１２ｂ）に隣接して、前記他方のベアリング（３、４）に面する側及び前記他方のベアリング（３、４）から離れた方に面する側の両方に前記それぞれの軌道（１１ｂ、１２ｂ）よりも小さな内径（Ｄ、Ｇ）を有する、

ことを特徴とするスクリュー圧縮機要素。

【請求項２】

前記シリンダベアリング（３）及び前記ボールベアリング（４）の前記内輪（５、６）の内径（Ａ）は同一である、
請求項１に記載のスクリュー圧縮機要素。
【請求項３】
前記シリンダベアリング（３）と前記ボールベアリング（４）との間に、前記シリンダベアリング（３）及び／又は前記ボールベアリング（４）内に流体を噴霧するのに適した少なくとも１つのノズル（１９）が配置される、
請求項１又は２に記載のスクリュー圧縮機要素。
【請求項４】
前記シリンダベアリング（３）と前記ボールベアリング（４）との間に、前記シリンダベアリング（３）のケージと前記内輪（５）との間、及び／又は前記ボールベアリング（４）のケージと前記内輪（６）との間に流体を噴霧するのに適した少なくとも１つのノズル（１９）が配置される、
請求項１から３のいずれか１項に記載のスクリュー圧縮機要素。
【請求項５】
前記シリンダベアリング（３）は、前記外輪（７）上の２つの固定カラー（１３）及び前記内輪（５）上の１つの固定カラー（１４）を有し、又は前記シリンダベアリング（３）は、前記外輪（７）上の２つの固定カラー（１３）及び前記内輪（５）上の１つのルースカラー（１４）を有し、又は前記シリンダベアリング（３）は、前記外輪（７）上の２つの固定カラー（１３）及び前記内輪（５）上の１つのアングルリングを有する、
請求項１から４のいずれか１項に記載のスクリュー圧縮機要素。
【請求項６】
前記シリンダベアリング（３）の前記円筒形の転動体（９）及び前記ボールベアリング（４）の前記ボール形の転動体（１０）の少なくとも１つは、セラミック材料から形成される、
請求項１から５のいずれか１項に記載のスクリュー圧縮機要素。
【請求項７】
前記シリンダベアリング（３）の前記円筒形の転動体（９）及び前記ボールベアリング（４）の前記ボール形の転動体（１０）は全て、セラミック材料から形成される、
請求項６に記載のスクリュー圧縮機要素。
【請求項８】
前記シリンダベアリング（３）及び／又は前記ボールベアリング（４）は、ポリマーから形成されたケージを有する、
請求項１から７のいずれか１項に記載のスクリュー圧縮機要素。
【請求項９】
前記ポリマーは、繊維強化される、
請求項８に記載のスクリュー圧縮機要素。
【請求項１０】
前記ボールベアリング（４）の前記外輪（８）は、２つの軌道（１２ｂ、１２ｃ）を有する、
請求項１から９のいずれか１項に記載のスクリュー圧縮機要素。
【請求項１１】
前記ボールベアリング（４）の前記外輪（８）の前記２つの軌道（１２ｂ、１２ｃ）の接触角は異なる、
請求項１０に記載のスクリュー圧縮機要素。
【請求項１２】
前記ベアリング（３、４）は、$1 * 10^6 n d_m$［ミリメートル×毎分回転数］を上回る速度での使用に適する、
請求項１から１１のいずれか１項に記載のスクリュー圧縮機要素。
【請求項１３】

請求項１から１２のいずれか１項に記載のスクリュー圧縮機要素を備える機械であって、該機械は、
圧縮機、
ブロワ、
エキスパンダ、
真空ポンプ、
の群のいずれか１つである、機械。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、スクリュー圧縮機要素に関する。
【背景技術】
【０００２】
具体的には、本発明は、それぞれシリンダベアリング及びボールベアリングである２つのベアリングによってロータが回転可能に配置されたハウジングを備えたスクリュー圧縮機要素に関する。シリンダベアリングは、ローラベアリングとも呼ばれる。
【０００３】
スクリュー圧縮機の回転速度は、可能な限り多くの圧縮ガスの発生を可能にするために可能な限り高いことが好ましい。給油式スクリュー圧縮機（ｏｉｌ－ｉｎｊｅｃｔｅｄ ｓｃｒｅｗ ｃｏｍｐｒｅｓｓｏｒｓ）では、いわゆる油圧損失によって回転速度が依然として制限されるが、オイルフリースクリュー圧縮機（ｏｉｌ－ｆｒｅｅ ｓｃｒｅｗ ｃｏｍｐｒｅｓｓｏｒｓ）では、圧縮チャンバに液体が浸入せず、このため油圧損失が存在せず、最大出力を発生するために可能な限り高い回転速度が望ましい。このことは、オイルフリースクリュー又はルーツブロワ（ｒｏｏｔｓ ｂｌｏｗｅｒｓ）、オイルフリースクリュー又はルーツ真空ポンプ（ｒｏｏｔｓ ｖａｃｕｕｍ ｐｕｍｐｓ）、オイルフリーツース圧縮機（ｏｉｌ－ｆｒｅｅ ｔｏｏｔｈ ｃｏｍｐｒｅｓｓｏｒｓ）及びツース真空ポンプ（ｔｏｏｔｈ ｖａｃｕｕｍ ｐｕｍｐｓ）についても同様である。
【０００４】
ガスの圧縮中には、いわゆる「ガス力（ｇａｓ ｆｏｒｃｅｓ）」がロータに対して半径方向及び軸方向に相当な力を及ぼし、従ってベアリングに対しても相当な力を及ぼす。
【０００５】
スクリュー圧縮機において使用されるベアリングの１つの要件としては、相当な耐荷重能力を有していなければならないことと、さらには、特にオイルフリースクリュー圧縮機の場合、非常に高い回転速度にも適していなければならないことが挙げられる。
【０００６】
しかしながら、耐荷重能力を可能な限り高めるには、ベアリングを可能な限り大型にして可能な限り大型の転動体を含むことが好ましいのに対し、高速用途のためには、ベアリングを可能な限り小型にして可能な限り小型の転動体を含めるべきである。
【０００７】
高速では、ベアリングに対する、とりわけ通常は軌道（ｒａｃｅｗａｙ）に向けた、具体的には油によって潤滑及び冷却が行われるように意図された内輪上の軌道に向けた油の供給及びそこからの排出が困難になる。回転するロール又はボール自体が、ベアリングケージに内包されているか否かにかかわらず油の供給を継続的に遮断し、従って油がベアリングにほとんど到達できない程度までの渦運動を発生させる。従って、非常に高い回転速度ではベアリングの潤滑が良好でなく、結果として耐荷重能力が低下してしまう。
【０００８】
全てのロータは、シャフトの両端にベアリングの組を必要とし、一方の「固定」ベアリングの組は全ての軸方向荷重と半径方向荷重の一部とを吸収し、一方の「自由」ベアリングの組は半径方向荷重の残り部分を吸収するが、その他の点では軸方向に自由であることが知られている。

【０００９】
ガスを圧縮すると大量の熱が発生するので、一方のベアリングの組は、避けることのできないロータの熱膨張を吸収するために自由でなければならない。
【００１０】
このことは、固定ベアリングの組が高い軸方向荷重及び半径方向荷重を支持しなければならないことを意味する。通常、ベアリングは、主に半径方向荷重又は軸方向荷重のいずれかを支持するのに適しているので、通常、固定ベアリングの組は、最低２つのベアリングから成る。
【００１１】
第１の可能性は、好ましくは軸方向に自由な、半径方向荷重のための１つのベアリングと、好ましくは半径方向に自由な、軸方向荷重のための１つのベアリングとから成るベアリングの組である。
【００１２】
第２の可能性は、それぞれが半径方向荷重の一部及び軸方向荷重の一部を支えることができる２つのベアリングから成るベアリングの組である。この場合、軸方向荷重が両ベアリングにわたって分散するので、２つのベアリングがいずれも軸方向に自由であることはできない。
【００１３】
３又は４以上のベアリングから成るベアリングの組を使用することも可能ではあるが、一般にこのようなベアリングの組は高価かつ複雑であり、今日では高圧又は超高圧用スクリュー圧縮機などの特別な状況でしか使用されない傾向にある。
【００１４】
このような固定ベアリングの組の実施形態は、以下の２つが知られている。
ａ）典型的にはＮＵ又はＮタイプの単列シリンダベアリングであるシリンダベアリングと４点ベアリングとの組み合わせ。
ｂ）背面を合わせて、すなわちいわゆるＯ構成で、或いは互いに背面を離して、すなわちいわゆるＸ構成で配置された２つのアンギュラコンタクトボールベアリング。
【００１５】
ＮＵタイプベアリングは、外輪上の２つの固定カラーと、カラーのない内輪とを有する。Ｎタイプベアリングは、内輪上の２つの固定カラーと、カラーのない外輪とを有する。
【００１６】
これらの固定ベアリングの組の既知の実施形態ａ）及びｂ）には、いずれも不利点がある。
【００１７】
実施形態ａ）では、たとえＮＵベアリングが高い半径方向荷重を支えることができて十分に潤滑できるとしても、４点ベアリングは内輪に２つの「エッジ」を有するので、高速で潤滑することがはるかに困難である。これらの「エッジ」は、ベアリング内に潤滑流体が容易に注入されるのを防ぐ。
【００１８】
実施形態ｂ）では、アンギュラコンタクトボールベアリングを正しい予荷重で非常に慎重に取り付けなければならず、これによってアセンブリが非常に複雑になる。さらに、半径方向耐荷重能力がシリンダベアリングのものよりも低い。Ｘ構成では、内輪が「エッジ」を有していない側に潤滑流体が注入されることが好ましく、これによってベアリングの組の両側に２つのノズルが必要になるので潤滑が面倒である。
【００１９】
別の不利点は、両実施形態の軸方向耐荷重能力が両方向で全く等しい点である。動作中は、ガス力が一方向にしか働かないが、例えば起動中などの特定の条件下では、力が逆方向に働くこともある。しかしながら、この逆方向の力ははるかに小さく、非常に短い期間中しか存在しない。このことは、両実施形態において軸方向耐荷重能力がガス力の関数として選択され、従って上述した逆方向の力については過寸法（ｏｖｅｒ－ｄｉｍｅｎｓｉ

ｏｎｅｄ）であることを意味する。
【００２０】
この結果、容量、従ってお金が無駄になるだけでなく、最大回転速度又はベアリングの速度も不必要に制限されてしまう。
【００２１】
米国特許第４，４６５，４４６号には、従来の実施形態ａ）が記載されている。
【００２２】
米国特許第５，２７３，４１３号には、アンギュラコンタクトベアリングが異なる接触角を有する、実施形態ｂ）による固定ベアリングの組の変形例が記載されている。この変形例は、たとえ従来の実施形態に対する改善策であるとしても、上述した全ての不利点を解決するものではない。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００２３】
【文献】米国特許第４，４６５，４４６号明細書
米国特許第５，２７３，４１３号明細書
米国特許出願公開第２０１６／０３１２８２３号明細書
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００２４】
本発明の目的は、上述の及び／又はその他の不利点のうちの少なくとも１つに対する解決策を提案することである。
【課題を解決するための手段】
【００２５】
これらの目的のために、本発明は、それぞれシリンダベアリング及びボールベアリングである２つのベアリングによってロータが回転可能に配置されたハウジングを備えたスクリュー圧縮機であって、各ベアリングが内輪及び外輪を有し、内輪及び外輪が、軌道の位置において内輪及び外輪に接触する円筒形又はボール形の転動体を間に有し、とりわけベアリングの内輪は、それぞれの軌道に隣接して、他方のベアリングに面する側にそれぞれの軌道よりも小さな外径を有し、上述したベアリングの内輪は、それぞれの軌道に隣接して、他方のベアリングから離れた方に面する側にそれぞれの軌道よりも大きな外径を有する、ことを特徴とするスクリュー圧縮機を主題とする。
【００２６】
「レーストラック」とも呼ばれる軌道は、転動体とベアリングリングとの間の接触面を意味する。
【００２７】
１つの利点は、このようなベアリングの構成が、満足できるほど高い半径方向耐荷重能力及び非対称的な軸方向耐荷重能力を有する点である。シリンダベアリングは、比較的高い半径方向耐荷重能力をもたらし、ボールベアリングは、ボールベアリングからシリンダベアリングに向かって軸方向に働く比較的高い軸方向力を吸収することができ、シリンダベアリングは、シリンダベアリングからボールベアリングに向かって軸方向に働く比較的低い軸方向力を吸収することができる。
【００２８】
このように、本発明によるベアリングの構成は、スクリュー圧縮機内のロータの固定ベアリングに必要とされる正確な耐荷重能力をもたらすことができ、これによってこのベアリングの構成が特に高速用途に適したものになる。
【００２９】
互いに向き合ったベアリングの側に、内側ベアリングリング上の軌道に隣接するカラー又は「エッジ」が存在しないので、良好な潤滑が単純に実現される。
【００３０】

２つのベアリング間にカラー又は「エッジ」が存在しないことによって軌道に容易にアクセスできるので、軌道を十分に潤滑させて使用済みの潤滑流体を容易に排出することができ、このため高速であってもベアリングの組の最適な冷却が可能になる。

【００３１】

ベアリングの外輪は、それぞれの軌道に隣接して、他方のベアリングに面する側及び他方のベアリングから離れた方に面する側にそれぞれの軌道よりも小さな内径を有することが好ましい。

【００３２】

換言すれば、外輪は、カラー又は「エッジ」を有する。

【００３３】

これらは、ベアリングの外輪を通じて転動体を誘導する。

【００３４】

シリンダベアリングでは、これが円筒形転動体の両側の２つのカラーによって実現される。

【００３５】

ボールベアリングでは、外輪が上述した２つのエッジの位置に軌道を有することにより、これらの軌道の一方が、高速時にボール形転動体の軸方向変位を制限するようになる。

【００３６】

外輪上の２つのカラーのさらなる利点は、外輪の２つのカラー間に油浴（ｏｉｌ　ｂａｔｈ）又は油リザーバが形成される点である。スクリュー圧縮機要素を起動すると、上述した油浴内に存在する油によって即座にボールの潤滑が行われるようになる。アンギュラコンタクトベアリングの場合には、その外輪に１つのカラーしか存在しないので、このような油浴又は油リザーバが全く又はほとんど存在しない。この結果、機械を起動すると、ベアリングの潤滑が油浴を介して即座に開始せず、１又は２以上のノズルを介して油が供給された後にしか開始されない。

【００３７】

本発明の好ましい特徴によれば、シリンダベアリングとボールベアリングとの間に、シリンダベアリング及び／又はボールベアリング内に流体の１又は２以上の噴流（ｊｅｔ）を差し向けるのに適するような少なくとも１つのノズルが配置される。

【００３８】

互いに向き合ったベアリングの側に、内側ベアリングリング上の軌道に隣接するカラー又は「エッジ」が存在しないので、流体の噴流が直接ベアリング内に行き着くようになる。

【００３９】

このことは、軌道が十分に潤滑されることを意味する。

【００４０】

１つの実用的な実施形態では、シリンダベアリングの転動体の直径とボールベアリングの転動体の直径との間の差分が２０％以下であり、好ましくは１０％以下であり、さらに好ましくは５％以下である。

【００４１】

高速では、転動体のサイズが同じでなければ一方のベアリングが他方のベアリングよりも大きな遠心力を受け、この結果、第１のベアリングの最大速度が落ちるようになるため、これらのサイズは同じである方が良い。

【００４２】

当然ながら、このことは、両タイプの転動体が同じ材料又は同じ比重の材料で形成された場合にのみ当てはまる。一方のタイプの転動体が軽い材料から形成されている場合には、これらの方が大型であることが好ましい。

【００４３】

好ましい実施形態では、シリンダベアリング及び／又はボールベアリングの転動体の少なくとも１つが、例えば窒化ケイ素、酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム又は炭化タングステンなどのセラミック材料で形成される。

【００４４】
当然ながら、シリンダベアリング及び／又はボールベアリングの全ての転動体をセラミック材料で形成することも不可能ではない。
【００４５】
セラミック転動体は、軌道に沿って転動しながら軌道を再調整又は「補修」し、場合によっては軌道の軽微な損傷を円滑化する。
【００４６】
この結果、ベアリングの耐用年数が延びて耐荷重能力が高まり、これによってベアリングの最高速度が増加する。
【００４７】
通常、セラミック材料は鋼よりもはるかに軽いので、全ての転動体をセラミック材料から形成することによって遠心力が最低限まで減少する。
【００４８】
ベアリングを可能な限り軽量にするために、シリンダベアリング及び／又はボールベアリングは、ポリマーから形成されたケージを備える。
【００４９】
このポリマーは、例えばＰＥＥＫ（ポリエーテルエーテルケトン）、ポリアミド（例えば、ポリアミド６６又はポリアミド４、６）又はフェノール樹脂とすることができる。
【００５０】
このポリマーは、例えばガラス繊維又は炭素繊維で繊維強化されることが好ましい。
【００５１】
ポリマーは、ベアリングケージに使用される従来の材料よりも軽いので、これによってベアリングが確実に軽量になるだけでなく、ケージも一定の減衰をもたらし、高速で発生し得る振動吸収の点で有利である。
【００５２】
本発明は、上述したものと同様の利点を有する、請求項１５から２８の１項に記載のスクリュー圧縮機要素にも関する。
【００５３】
本発明は、請求項２９から３６の１項に記載の機械にも関する。
【００５４】
この機械は、圧縮機、エキスパンダ又は真空ポンプとすることができる。
【００５５】
この機械は、オイルフリースクリュー、ツース又はルーツ圧縮機、或いはオイルフリーブロワとすることができる。
【００５６】
この例では、ベアリングが圧縮機又はブロワの出口側のロータシャフトに取り付けられることが好ましい。
【００５７】
以下、本発明の特徴をより良く示すために、添付図面を参照しながら本発明によるスクリュー圧縮機要素及び機械のいくつかの好ましい実施形態を例示的な形で限定的な性格を一切伴わずに説明する。
【図面の簡単な説明】
【００５８】
【図１】先行技術によるスクリュー圧縮機要素の一部の概略表現である。
【図２】本発明によるスクリュー圧縮機の概略表現である。
【図３】図２の参照マーカーＦ３でマーク付けした部分の概略表現である。
【発明を実施するための形態】
【００５９】
図１に示すような先行技術によるスクリュー圧縮機要素のベアリングの組１は、シャフト２に取り付けられた固定ベアリングの組１に関連する。ベアリングの組１は、シリンダ

ベアリング３及びボールベアリング４である２つのベアリング３、４を含む。
【００６０】
各ベアリング３、４は、内輪５、６及び外輪７、８を有し、これらの間には円筒形転動体９又はボール形転動体１０がそれぞれ存在する。
【００６１】
転動体９、１０は、軌道１１ａ、１１ｂ、１２ａ、１２ｂの位置で内輪５、６及び外輪７、８に接触する。
【００６２】
図１に示すように、内輪５、６の公称内径Ａは等しい。このことは、内輪５、６の「ボアホール」、すなわちベアリング３、４をシャフト２上に配置するために使用される開口部が同一であることを意味する。
【００６３】
シリンダベアリング３は、外輪７に２つのカラー１３を有して内輪５に１つのカラー１４を有するＮＪタイプのベアリングである。
【００６４】
図１に示すように、内輪５のカラー１４はボールベアリング４から離れた方に面する。
【００６５】
ＮＪベアリングを使用することにより、内輪５は、ボールベアリング４に面する側の軌道１１ａに隣接する外径Ｂが小さくなり、他方側の軌道１１ａに隣接する外径Ｃが大きくなる。
【００６６】
シリンダベアリング３の外輪７は、２つのカラー１３を有するので、軌道１１ｂに隣接する軌道１１ｂの両側の内径Ｄが軌道１１ｂよりも小さくなる。
【００６７】
この例のボールベアリング４は、軌道１２ａに隣接するシリンダベアリング３に面する側の内輪６の外径Ｂが内輪６上の軌道１２ａよりも小さなアンギュラコンタクトベアリングである。
【００６８】
換言すれば、ボールベアリング４の内輪６は、シリンダベアリング３の側に「エッジ」を有していない。
【００６９】
内輪６は、シリンダベアリング３から離れた方に面する側の軌道１２ａに隣接する外径Ｇが、内輪６上の軌道１２ａよりも大きい。
【００７０】
図２は、本発明によるスクリュー圧縮機要素１５の概略表現である。
【００７１】
スクリュー圧縮機要素１５は、ロータ１７が回転可能に配置されたハウジング１６を備える。この例ではこのようなロータ１７が２つ配置されているが、本発明ではこれは必須ではない。
【００７２】
ロータ１７は、ハウジング１６内でベアリング３、４によってシャフト１８を通じて支持される。
【００７３】
図示の例では、両ロータ１７のシャフト１８の両端がハウジング１６内で２つのベアリング３、４によって支持されているが、ハウジング１６内で２つのベアリング３、４を使用してシャフト１８の一端のみ又は２つのロータ１７の一方のみを支持することも可能である。
【００７４】
図３には、本発明による図２のスクリュー圧縮機要素１５の一部、具体的には２つのベアリング３、４を有するロータ１７の一方のシャフト１８の端部を示す。この詳細図で明

確に視認できるように、一方のベアリング３はシリンダベアリングであり、他方のベアリング４はボールベアリングである。

【００７５】

図示の例では、シリンダベアリング３が図１と同じものであるが、このシリンダベアリング３には、例えば次のタイプを使用することもできる。

－ シリンダベアリング３が外輪７上に２つの固定カラー１３を有して内輪５上に１つの固定カラー１４を有する図１に示すようなＮＪベアリング、

－ シリンダベアリング３が外輪７上に２つの固定カラー１３を有して内輪５上に１つのルースカラー１４を有するＮＪＰベアリング、又は、

－ シリンダベアリング３が外輪７上に２つの固定カラー１３を有して内輪５上にアングルリングを有する、アングルリング付きＮＵベアリング。

【００７６】

ボールベアリング４は、図１に示す構成のものとは異なる。この例では、ボールベアリング４が３点ベアリングであり、具体的には外輪８に２つの軌道１２ｂ及び１２ｃを有して内輪６上に１つの軌道１２ａを有するベアリングである。従って、ボールベアリング４は、アンギュラコンタクトボールベアリングではない。

【００７７】

例えば、Ａｋｔｉｅｂｏｌａｇｅｔ　ＳＫＦの名義の米国特許出願公開第２０１６／０３１２８２３（Ａ１）号に適切なボールベアリング４の例が記載されている。米国特許出願公開第２０１６／０３１２８２３（Ａ１）号の段落［００２２］～［００３８］によるこの米国特許出願の記載は、引用により本出願に完全に組み入れられる。

【００７８】

或いは、ボールベアリング４は、内輪６及び外輪８が２つの軌道１２ａ、１２ｂ、１２ｃを有する４点ベアリングから成ることもできる。

【００７９】

この例では、必ずというわけではないが、２つの軌道１２ｂ及び１２ｃの接触角が異なる。

【００８０】

転動体１０は、速度が増加すると常に外向きの半径方向遠心力を受けるようになる。これには一定の軸方向変位が伴う。

【００８１】

第２の軌道１２ｃの存在によって、転動体１０は第２の軌道１２ｃ上で高速で転動し、上述した軸方向変位は最低限まで減少する。

【００８２】

これにより、ベアリングの組１が高速にもかかわらず最適に機能できることが確実になる。さらに、ベアリングの組１が固定ベアリングとして配置されたロータの軸方向変位が制限されることにより、先端の遊びがほとんど又は全く増加せず、従って漏れに起因するスクリュー圧縮機の余分な損失がほとんど又は全く存在しなくなる。

【００８３】

さらに、ボールベアリング４の外輪８は、軌道１２ｂ、１２ｃに隣接するシリンダベアリング３に面する側及びシリンダベアリング３から離れた方に面する側の内径Ｇが軌道１２ｂ、１２ｃよりも小さい。

【００８４】

この例では、円筒形転動体９の直径Ｅが、ボール形転動体１０の直径Ｆに等しい。

【００８５】

両タイプの転動体９、１０は同じ材料で形成されるので、遠心力も同様の大きさになる。

【００８６】

しかしながら、２つのベアリング３、４の転動体９、１０間の直径Ｅ、Ｆの差分を無視することはできない。この差分は、遠心力の差分を可能な限り制限できるように、２０％未満であることが好ましく、１０％未満であることがより好ましく、５％以下であること

が最も好ましい。
【００８７】
図３にはベアリングケージを示していないが、当然ながら２つのベアリング３、４の一方又は両方がベアリングケージを有することは排除されない。
【００８８】
図３に示すように、ボールベアリング４とシリンダベアリング３との間にはノズル１９が配置される。
【００８９】
このノズル１９は、潤滑液の噴流２０をシリンダベアリング３及び／又はボールベアリング４内に差し向けることができる。
【００９０】
この例では、ノズル１９が流体の２つの噴流２０を、一方はシリンダベアリング３に、一方はボールベアリング４にそれぞれ差し向ける。
【００９１】
これらの目的のために、ノズル１９は２つの開口部２１を有する。
【００９２】
当然ながら、一方がシリンダベアリング３用で一方がボールベアリング４用の２つのノズル１９を設けることもできる。しかしながら、この例では１つのノズル１９で十分である。
【００９３】
この例では、ノズル１９がベアリング３、４に油の噴流２０を差し向ける。当然ながら、例えば水などの別の液体の使用を排除することもできない。
【００９４】
一方又は両方のベアリング３、４がベアリングケージを備える場合には、シリンダベアリング３のケージと内輪５との間、及び／又はボールベアリング４のケージと内輪６との間に潤滑流体の噴流２０を向けるのに適した少なくとも１つのノズル１９をシリンダベアリング３とボールベアリング４との間に配置して、潤滑流体の大部分が軌道上に、好ましくは内輪５、６の軌道１１ａ、１２ａ上に行き着くようにすることが好ましい。
【００９５】
図３のベアリング３及び４、ひいては本発明によるあらゆるベアリングの組１は、$１＊１０^{6}ｎｄ_{ｍ}$［ミリメートル×毎分回転数］を上回る、好ましくは$１．２５＊１０^{6}ｎｄ_{ｍ}$を上回る、さらに好ましくは$１．５＊１０^{6}ｎｄ_{ｍ}$を上回る速度での使用に適する。
【００９６】
本発明によるベアリングの組１の特性によって既知のベアリングの組の高速での不利点が発生せず、従ってこのような高速でもベアリングの組１を使用することができる。
【００９７】
以下、さらに明確にするために、本発明によるスクリュー圧縮機要素１５又は別の機械においてボールベアリング４として使用できるタイプのベアリングのいくつかの追加説明を示す。この説明は、本出願人が現在未だ知らない過去の公表物に照らして米国特許出願公開第２０１６/０３１２８２３（Ａ１）号に記載されるような特徴が必要であると判明するであろう範囲内においてこのような特徴を本特許出願の特許請求の範囲に含めることができるように、米国特許出願公開第２０１６/０３１２８２３（Ａ１）号から抜粋したものである。結局のところ、米国特許出願公開第２０１６/０３１２８２３（Ａ１）号に記載されるような３点ベアリングの特定の応用は、スクリュー圧縮機要素１５の特定の応用において驚くほど良好な結果をもたらすことが立証された。
【００９８】
なお、本発明の保護範囲はこの特定の構成に限定されるものではなく、むしろ好ましい実施形態とみなすべきであることが明らかである。
【００９９】
好ましいローラベアリング４は、外輪及び内輪を含む。内輪と外輪との間には、複数の

転動体が配置される。外輪は、転動体のための少なくとも１つの軌道を内輪よりも多く含む。転動体は単列で配置され、これらはボールとして具現化され、好ましくはケージに内包される。１つの実施形態では、外輪が、第１の軌道も配置されている半径方向内向きの表面上にさらなる及び／又は第２の軌道を含む。外輪の２つの軌道は、互いに対して対称であることが好ましい。外輪は、４点ベアリングの従来の外輪として、又は同様の設計の外輪として具現化することができる。好ましい実施形態では、内輪が正確に１つの軌道を含む。内輪の軌道は、外輪の第１の軌道に対して斜めに配置されることが好ましい。内輪は、外輪内に同心円状に配置される。

【０１００】

外輪は、その半径方向内向きの表面上に、それぞれが外輪の軌道の一方を含む２つの円弧セグメントを有することができる。例えば、円弧セグメントの曲率半径は、転動体の噴流よりも１．０１倍、１．０２倍、１．０３倍、１．０４倍、１．０５倍、１．０６倍、１．０７倍、１．０８倍、１．０９倍又は１．２０倍大きくすることができる。上述した半径方向内向きの表面は、１つの地点において湾曲部又は不連続部を有することができ、従って転動体は動作中に２つの軌道上のみで動作してこの表面とは接触しなくなる。この地点は、例えば半径方向最外位置に存在することができる。

【０１０１】

外輪上の２つの軌道は、互いにゼロよりも大きな一定距離だけ軸方向に離間することができる。これらの軌道は、外輪全体に沿って円周方向に延びることが好ましい。

【０１０２】

上記で図示し説明した本発明の全ての変形例は、圧縮機要素１５を特徴として備えているが、本発明は、それぞれシリンダベアリング３及びボールベアリング４である２つのベアリング３、４によってロータが回転可能に配置されたハウジングを備えた異なる機械に関連することを排除するものではない。

【０１０３】

この機械は、オイルフリースクリュー圧縮機、ブロワ、エキスパンダ又は真空ポンプとすることができる。

【０１０４】

上述したオイルフリースクリュー圧縮機は、上記で図示し説明した圧縮機要素１５のうちの１つ又は２つ以上を含む。

【０１０５】

上記で図示し説明した全ての変形例では、カラー又は「エッジ」が内側ベアリングリング５、６上の軌道１１ａ、１２ａに隣接するベアリング３、４の内向き側に存在するように、ベアリング３、４の位置を相互に切り替えることができる。

【０１０６】

すなわち、ベアリング３、４は、それぞれの軌道１１ａ、１１ｂに隣接する他方のベアリング３、４から離れた方に面する側の上述したベアリング３、４の内輪５、６の外径Ｂがそれぞれの軌道１１ａ、１１ｂよりも小さく、それぞれの軌道１１ａ、１１ｂに隣接する他方のベアリング３、４に面する側のベアリングの内輪５、６の外径Ｃ、Ｄがそれぞれの軌道１１ａ、１１ｂよりも大きくなるように、内側ベアリングリング５、６上の軌道１１ａ、１１ｂに隣接して互いに向き合ったカラー又は「エッジ」を有する。

【０１０７】

従って、ベアリングは、図３のような「正面合わせ」ではなく「背中合わせ」に配置される。

【０１０８】

このようなベアリング３、４の「背中合わせ」構成では、ベアリングの組１の両側に２つのノズル１９を使用することが好ましい。

【０１０９】

従って、ノズル１９は、内輪５、６がカラー又は「エッジ」を有していないベアリング３、４の側に流体を注入することができる。

【０１１０】
本発明は、実施例において説明して図に示した実施形態に決して限定されるものではなく、本発明による機械及び／又はスクリュー圧縮機要素は、本発明の範囲から逸脱することなく様々な形態及び寸法で実現することができる。
【符号の説明】
【０１１１】
１　ベアリングの組
３　シリンダベアリング
４　ボールベアリング
５　シリンダベアリングの内輪
６　ボールベアリングの内輪
７　シリンダベアリングの外輪
８　ボールベアリングの外輪
９　円筒形転動体
１０　ボール形転動体
１１ａ、１１ｂ、１２ａ、１２ｂ、１２ｃ　軌道
１３、１４　カラー
１９　ノズル
２０　噴流
２１　開口部
Ａ　内輪の公称内径
Ｂ　内輪の外径
Ｃ　内輪の外径
Ｄ　シリンダベアリングの外輪の内径
Ｅ　円筒形転動体の直径
Ｆ　ボール形転動体の直径
Ｇ　ボールベアリングの外輪の内径

【図面】

【図１】

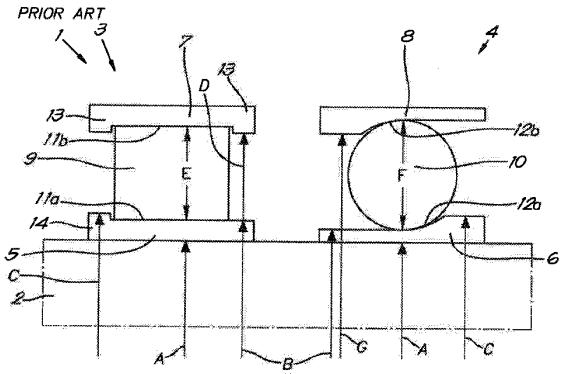


Fig.1

【図２】

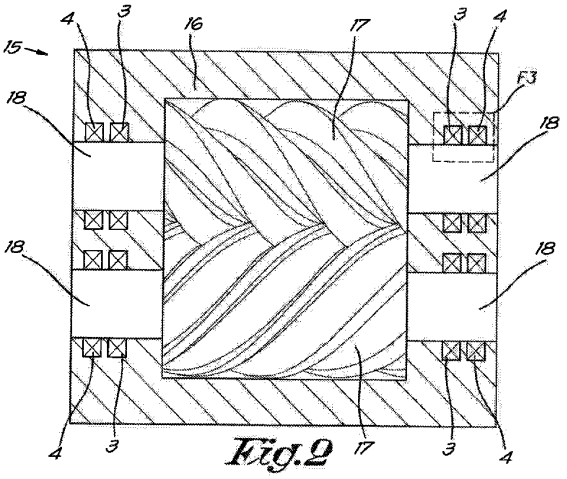


Fig.2

【図３】

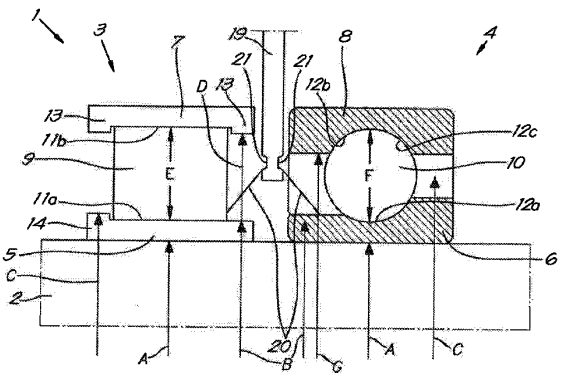


Fig.3

フロントページの続き

(51)国際特許分類
Ｆ１６Ｃ　35/12　(2006.01)
Ｆ１６Ｎ　7/32　(2006.01)

ＦＩ
Ｆ１６Ｃ　19/26
Ｆ１６Ｃ　35/12
Ｆ１６Ｎ　7/32　Ｃ

(33)優先権主張国・地域又は機関
ベルギー(BE)

弁理士　▲吉▼田 和彦
(74)代理人　100109070
弁理士　須田 洋之
(74)代理人　100095898
弁理士　松下 満
(74)代理人　100098475
弁理士　倉澤 伊知郎
(74)代理人　100130937
弁理士　山本 泰史
(74)代理人　100171675
弁理士　丹澤 一成
(72)発明者　デ ボック サイモン
ベルギー国 ２６１０ ウィルリーイク ブームセステーンヴェーグ ９５７ アトラス コプコ エアーパワー，ナームローゼ フェンノートシャップ内
(72)発明者　デ ルースター トム
ベルギー国 ２８１１ レースト ブラースフェルトストラート ５６ エスケーエフ ベルギー ナムローゼ フェンノートシャップ ／ ソシエテ アノニム内

審査官　大瀬 円

(56)参考文献
特開平０６－２８０８６０（ＪＰ，Ａ）
欧州特許出願公開第０２８９１７６４（ＥＰ，Ａ１）
欧州特許出願公開第０１８４５２６５（ＥＰ，Ａ１）
独国実用新案第２０２０１６１０６８９５（ＤＥ，Ｕ１）
特開２００２－３７２０５１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－１９０４５３（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１６／０３１２８２３（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０４Ｃ　１８／１６
Ｆ０４Ｃ　２９／００
Ｆ１６Ｃ　１９／５４
Ｆ１６Ｃ　１９／１６
Ｆ１６Ｃ　１９／２６
Ｆ１６Ｃ　３５／１２
Ｆ１６Ｎ　７／３２