

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5426820号
(P5426820)

(45) 発行日 平成26年2月26日 (2014. 2. 26)

(24) 登録日 平成25年12月6日 (2013. 12. 6)

(51) Int. Cl.

F I

F O 1 D 25/16 (2006. 01)

F O 1 D 25/16 A

F O 4 D 29/057 (2006. 01)

F O 4 D 29/057 A

F 1 6 C 32/06 (2006. 01)

F 1 6 C 32/06 Z

F O 4 D 25/04 (2006. 01)

F O 4 D 25/04 A

F O 2 C 7/06 (2006. 01)

F O 2 C 7/06 A

請求項の数 5 (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-202705 (P2007-202705)

(22) 出願日 平成19年8月3日 (2007. 8. 3)

(65) 公開番号 特開2008-45548 (P2008-45548A)

(43) 公開日 平成20年2月28日 (2008. 2. 28)

審査請求日 平成22年5月31日 (2010. 5. 31)

(31) 優先権主張番号 102006037821.0

(32) 優先日 平成18年8月12日 (2006. 8. 12)

(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(73) 特許権者 599100431

アトラス・コプコ・エネルガス・ゲゼルシ
ヤフト・ミト・ベシユレンクテル・ハフツ
ングドイツ連邦共和国、50999 ケルン、
アム・ツイーゲルオーフエン、2

(74) 代理人 100069556

弁理士 江崎 光史

(74) 代理人 100111486

弁理士 鍛冶澤 實

(72) 発明者 ハイコ・ザントシュテーデ

ドイツ連邦共和国、50999 ケルン、
アウフ・デア・ルーア、32アー

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ターボ機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軸ケーシング (2) に支承された軸 (3) と、作動ガスを圧縮させ、膨張させ或いは搬送するために羽根車ケーシング (4、4') 内において軸 (3) の一端に浮遊的に配置された羽根車 (5、5') とを備えて、軸 (3) が少なくとも二つの軸受 (8) によって軸ケーシング (2) 内に支承されていて、軸受 (8) がターボ機械 (1) の圧力領域と連結されている圧縮ガス導管 (10) に接続部 (9) を有し、軸受 (8) が圧力領域から圧縮ガス導管 (10) を介して案内された作動ガス部分によって作用され、そして軸ケーシング (2) が通気接続部 (14) を有し、軸受 (8) が静圧ガス潤滑軸受 (8) として形成され、軸 (3) を軸方向と半径方向に支承するターボ機械 (1) において、軸受 (8) が軸方向軸受 / 半径方向軸受の組合せとして形成されていて、半径方向軸受用のポケット (19) と軸方向軸受用のポケット (19') を有し、半径方向軸受用のポケット (19) が直接に軸 (3) の付属した面と共働し、軸方向軸受用のポケット (19') が軸 (3) に配置された一つの付属した軸受円板と共働し、作動ガスがノズル (18) を通してポケット (19、19') に吹き込まれ、圧縮ガス導管 (10) への接続部 (9) の領域における圧力が通気接続部 (14) の領域における圧力より 10 バールから 30 バールまでだけ大きく、ポケット (19、19') に吹き込まれた作動ガスがポケット (19、19') 内にクッションを形成し、そのクッション上に軸 (3) が支持されていて、軸受作用が軸 (3) の回転速度と無関係であり、圧縮ガス導管 (10) は圧力調整器或いは体積流調整器 (13) を有し、圧力調整器或いは体積流調整器 (13) が電子的に制御でき、付属

10

20

された制御装置に接続されていて、制御装置は作動中に測定信号或いは制御信号に由来して圧力或いは流量の柔軟な適合を可能とすることを特徴とするターボ機械（１）。

【請求項２】

通気接続部（１４）がターボ機械（１）の低圧領域（１６）と接続されていることを特徴とする請求項１に記載のターボ機械（１）。

【請求項３】

軸（３）の両端には、それぞれ一つの羽根車（５、５'）が配置されていて、一方の羽根車（５）がターボ機械（１）の圧縮段（６）に付属され、他方の羽根車（５'）がターボ機械（１）の膨張段（７）に付属されていることを特徴とする請求項１或いは２に記載のターボ機械（１）。

10

【請求項４】

圧縮ガス導管（１０）が膨張段（７）の前過程における高圧領域（１１）と接続され、通気接続部（１４）が圧縮段（６）の前過程における低圧領域（１６）と接続されていることを特徴とする請求項３に記載のターボ機械（１）。

【請求項５】

圧縮ガス導管（１０）にはフィルタ（１２）が配置されていることを特徴とする請求項１乃至４のいずれか一項に記載のターボ機械（１）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

20

この発明は、軸ケーシングに支承された軸と、作動ガスを圧縮させ、膨張させ或いは搬送する羽根車ケーシング内に軸の一端に浮遊的に配置された羽根車とを備えて、軸受がターボ機械の圧力領域と連結されている圧縮ガス導管に接続部を有し、軸受が圧力領域から作動ガスの圧縮ガス導管を介して案内された部分に作用され、そして軸ケーシングが通気接続部を有するターボ機械に関する。このターボ機械は例えば圧縮器、膨張器として或いは組合せた膨張器／圧縮器・配列装備としてガス精選、ガス清掃、エネルギー利得と特に極低温分解のような種々のガス処理に使用され得る。

【背景技術】

【０００２】

30

前記特徴部分を備える高温使用のターボ圧縮器は、印刷物米国特許第４７８６２３８号明細書（特許文献１）から公知であり、軸が軸方向且つ半径方向に軸ケーシング内の動液圧式ガス混合軸受によって支承されている。この支承は、軸ケーシングと軸の互いに関連された軸受面の間に軸受隙間が残り、代表的には数マイクロメートルの幅であることによって達成される。空気による潤滑では動空圧式軸受と呼ばれる動液圧式軸受は自動潤滑の効果を利用し、互いに関連された軸受面の間の十分に高い相対速度では動液圧式に滑り膜が発生する。出来るだけ僅かな軸受隙間を実現するために、特許文献１に記載された動液圧式軸受は、作用する潤滑膜圧の下で変形して独立的に適合する曲がり易い或いはぴったりくっつける軸受シェル構造を有する。軸受を冷却するために、これが僅かなガス流を作用され得る。けれども、このガス交換が軸受特性の変更を導かない。潤滑作用が高い回転数にて初めて使用するから、前記構成では、互いに関連された軸受面の滑り被覆が設けられ、ターボ機械の始動には、部分的に摩擦接触している軸受面の摩擦を減少させる。動液圧式軸受は、例えば障害要因或いは荷重交換にて回避すべきではない圧力衝撃負荷に対して敏感である。僅かな軸受隙間に基づいて、高い回転数では、互いに関連された軸受面の直接材料接触をもたらして、それにより敏感な軸受面が破壊され得て、軸受の交換が必要となる。

40

【０００３】

印刷物ドイツ実用新案第８７１７４４１号明細書（特許文献２）から、ガス静圧且つガス動圧式軸受を備える内燃機関のタービン式過給機が知られている。通常にはおよそ１バールの圧力上昇が達成される内燃機関のそのようなタービン式過給機では、空気抑制が改良され得る。そのために、ガス静圧且つガス動圧式軸受が設けられ、軸受面として重な

50

て配置されて射出されたばね要素を有する。弾性的にロータにぴったりくっつけ得るタービン式過給機により発生された僅かな圧力差とばね要素により形成された軸受面とに基づいて、軸の半径方向支承は高い回転数では実際に専ら動液圧式に行われる。それ故に、内燃機関のタービン式過給機として設けられた配列は水撃作用負荷に対して敏感である。

【特許文献 1】米国特許第 4 7 8 6 2 3 8 号明細書

【特許文献 2】ドイツ実用新案第 8 7 1 7 4 4 1 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

この発明の課題は、軸が頑丈で保守の乏しく簡単な形式に軸ケーシングに支承されている前記特徴部分を備えるターボ機械を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

前記特徴部分を備えるターボ機械から出発して、この課題はこの発明により、軸を軸方向と半径方向に支承する軸受が静圧ガス潤滑軸受として形成され、軸が静圧ガス潤滑軸受によって、軸受作用が軸の回転速度と無関係に或いは少なくとも大幅に無関係であって、それによりターボ機械の始動中にも軸の十分な支持と回転数と無関係に大きな剛性と水撃作用負荷に対する僅かな抵抗力不足が保証されるように支承されていて、圧縮ガス導管における接続部の圧力が通気接続部の領域内の圧力より少なくとも 5 バールより大きいこと
20
によって解決される。軸受が作動ガスの関与を作用されるので、この発明によると、別の圧力ガス源が設けられていない。動圧ガス潤滑軸受と比較して、静圧ガス潤滑軸受は大きな剛性と圧力衝撃負荷に対して僅かな抵抗力不足とが際立つ。原則的に静圧ガス潤滑軸受は高い回転数における構造的構成に依存して或る動的成分を有する。しかし、静圧ガス潤滑軸受では、ガスクッションと比較的大きい軸受隙間の構成が設けられるから、支持力の動的成分が最高回転数でも典型的には 20 % より僅かであり、特に 10 % より僅かである。この場合には、支持力の動的成分は軸受に全体として静止状態と最高回転数にて作用する力の比較によって検出され得る。動圧ガス潤滑軸受では、典型的に数 μm の出来るだけ
30
僅かな軸受隙間を形成するようにロータにぴったりくっつけ得る特に弾性ばね、薄板或いは箔要素が使用される間には、発明の範囲内で通常には、軸受面が剛性材料から形成されていることが設けられている。特に、別の軸受が設けられていないので、全軸が完全に静圧的に支承されている。この発明は、専ら或いはほぼ専ら静圧支承によって僅かな圧力並びに高い回転数における軸受特性が改良され得るという知識に基づいている。けれども、これを達成するために、圧縮ガス導管の接続部と通気接続部の間にはこの発明によると少なくとも 5 バールの圧力差が存在するにちがいない。構造的特に簡単で確実に且つ頑丈な軸受配列は特に極低温用途に適している。このために、制限なしに空気の極低温分解とその成分の液化並びに炭化水素ガス、例えば天然ガスの液化と再液化が数え入れられる。

【0006】

軸受の簡単で頑丈な構成に基づいて、軸受損傷の虞れが最小にされる。この発明による構成は特別な程度に簡単に構成されたターボ機械に或いは液体混合された支承が考慮され
40
ていないオイルなしターボ機械に適している。

【0007】

この発明の範囲内では、特に簡単な構成において、作動ガスの圧縮ガス導管により案内された割合が軸受の貫流後に通気接続部によってターボ機械から外へ案内されることが企図され得る。そのような構成は、特に作動ガスの僅かな成分が軸受の潤滑のために必要であるならば、特に好ましい。けれども、特に、通気接続部がターボ機械の低圧領域と接続され、作動ガスの軸受の潤滑のために利用された成分がターボ機械内に残ったままであることが企図される。この構成の範囲内には、特にターボ機械を少なくとも大幅に機密に閉鎖されるように構成することが可能であり、パッキングが必要ないか、或いは簡単なパ
50
ッキングのみが必要である。そのような構成では、特に有毒、燃焼性或いは爆発性作動ガ

スの際には、運転安全性が強力に向上され、ガス漏れによる環境汚染を確実に回避され得る。

【 0 0 0 8 】

この発明の好ましい構成の範囲内では、軸の両端にはそれぞれ一つの羽根車が配置されていて、圧縮段の一方の羽根車と膨張段の他方の羽根車とがターボ機械に付属されていることが企図される。この場合に圧縮ガス導管は膨張段の前過程における高圧領域と接続され、通気接続部が圧縮段の前過程における低圧領域と接続されている。けれども、原則的には、そのような実施では、圧縮ガス導管が圧縮段の高圧領域と接続され、通気接続部がタービンの出口或いは通気出口と接続され得る。

【 0 0 0 9 】

支持性空気クッションの構成は、軸受隙間の流出口の絞り及び軸受隙間への流入口の絞り又はそれらのいずれか一方によって行われ得る。軸受は軸受面には接続部から圧縮ガス導管に作動ガスの一部を作用されるポケットを有する。この場合に、このポケットはそれらがケーシングの限定する内面から出発して跳ね返るように形成されている。周辺の周りに軸受では半径方向循環するリング状或いは複数の互いに分離したポケットが設けられている。この場合に、この作動ガスが入口ノズルを介してポケットに案内され、そのポケットには空気クッション或いはクッションが形成され、クッションにはターボ機械が支持されている。ポケットの内部には、圧力が特に一定或いは少なくとも実質的に一定である。さらに、平らに分布されたマイクロノズルを有す軸受要素も設けられ得る。この発明の好ましい実施態様では、軸が少なくとも二つの軸受により支承されていて、軸受がそれぞれに組合せた軸方向軸受 / 半径方向軸受として形成されることが企図される。軸の確実な支承を保証するために、十分に大きな過圧が静液圧式軸受に作用するにちがいない。軸受の正確な構成に依存して、圧力降下がそれぞれの軸受を介して例えば 10 バールと 30 バールの間に位置する。一般には、圧力降下がそれぞれの軸受を介して典型的には 5 バールより大きく、特に 10 バールより大きく、特に好ましくは 20 バールより大きい。圧力も圧縮ガス導管への接続部内では少なくとも 5 バールであり、特に通気接続部の領域内の圧力より 10 バールから 30 バールまでに大きく一致する。

【 0 0 1 0 】

この発明の好ましい実施態様では、圧縮ガス導管が圧力調整器或いは体積流調整器を有することが企図される。そのような調整器によって、圧縮ガス導管が接続されている圧力領域或いはターボ機械の圧力弱化が補償され、軸受特性が荷重に依存して調整され得る。特に、圧力調整器或いは体積流調整器により軸受の剛性と減衰抑制が要件に応じて最適値に調整され得る。圧力調整器或いは体積流調整器は特に好ましい電子的に制御でき、関連された制御装置に接続され、その制御装置は運転中に測定信号、制御信号及び手動入力又はそれらのいずれか一方から出発して圧力或いは体積流の柔軟な適合を可能とする。

【 0 0 1 1 】

軸受を汚染とそれにより恐らく上昇した摩耗とから保護するために、圧縮ガス導管には特にフィルタが配置されている。圧縮ガス導管に接続された軸受面が好ましくは軸ケーシングに形成されていて、それにより特に簡単な構成が達成される。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 2 】

この発明は次に単に実施例を図示する図面に基づいて説明されている。

【 実施例 】

【 0 0 1 3 】

図 1 は、軸ケーシング 2 内に配置された軸 3 とそれぞれ一つの羽根車ケーシング 4、4' 内に軸の両端に浮遊的に配置された羽根車 5、5' とを備えるターボ機械 1 を示す。一方の羽根車 5 は圧縮段 6 に付属され、他方の羽根車 5' がターボ機械 1 の膨張段に付属されている。軸 3 は静液圧式ガス混合軸受 8 によって軸ケーシング 2 内に支承されていて、軸受 8 が圧縮ガス導管 10 に接続部 9 を有する。圧縮ガス導管 10 の他方端が膨張段 7 の前過程における高圧領域 11 と接続されている。作動ガスの一部が膨張段 7 の前過程にお

10

20

30

40

50

ける高圧領域 11 から圧縮ガス導管 10 を通して軸受 8 まで案内される。この場合には、軸受 8 の汚染を回避して軸受特性の調整を可能とするために、作動ガスの一部がフィルタ 12 や圧力調整器或いは体積流調整器 13 を貫流する。軸受 8 の貫流後に作動ガスの一部が軸ケーシング 2 の通気接続部 14 から結合導管 15 を介して圧縮段 6 の前過程における低圧領域 16 まで案内される。羽根車 5、5' とそれぞれ関連された軸受 8 の間にそれぞれ一つの軸パッキング配列 17 が設けられている。

【0014】

図 2 は、図 1 による軸方向軸受 / 半径方向軸受として形成された軸受 8 の一つの詳細図を示す。ターボ機械 1 の圧力領域から取り出された作動ガスが分岐された接続部 9 を介して圧縮ガス導管 10 から軸受 8 まで案内され、ノズル 18 によって半径方向支承と軸方向
10
支承用のポケット 19、19' に噴射され、半径方向支承用ポケット 19 が直接に軸 3 の関連された面と共働し、軸方向支承用ポケット 19' が軸 3 に配置されて関連された軸受円板 20 と共働する。ポケット 19、19' では、噴射された作動ガスはターボ機械 1 の軸 3 が支持されるクッションを形成する。確実な支承を保証するために、典型的には圧縮ガス導管 10 における接続部 9 の領域内の圧力は通気接続部 14 の領域内の圧力より 10 バールから 20 バールまでだけ大きく、圧力降下が実質的に軸受 8 によって行われる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図 1】この発明によるターボ機械を示す。

【図 2】軸方向軸受 / 半径方向軸受として形成された静液圧式ガス混合軸受の詳細図を示す。
20

【符号の説明】

【0016】

- 1 ターボ機械
- 2 軸ケーシング
- 3 軸
- 4, 4' 羽根車ケーシング
- 5, 5' 羽根車
- 6 圧縮段
- 7 膨張段
- 8 軸受
- 9 接続部
- 10 圧縮ガス導管
- 11 高圧領域
- 12 フィルタ
- 13 圧力調整器或いは体積流調整器
- 14 通気接続部
- 15 結合導管
- 16 低圧領域
- 17 軸パッキング配列
- 18 ノズル
- 19、19' ポケット
- 20 軸受円板

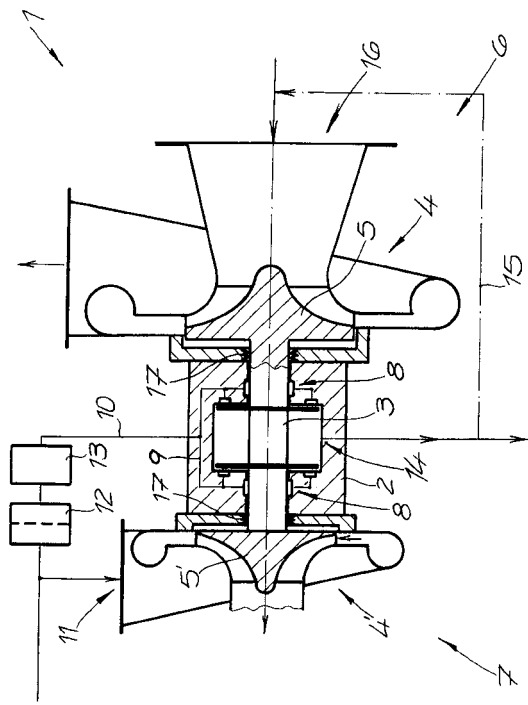
10

20

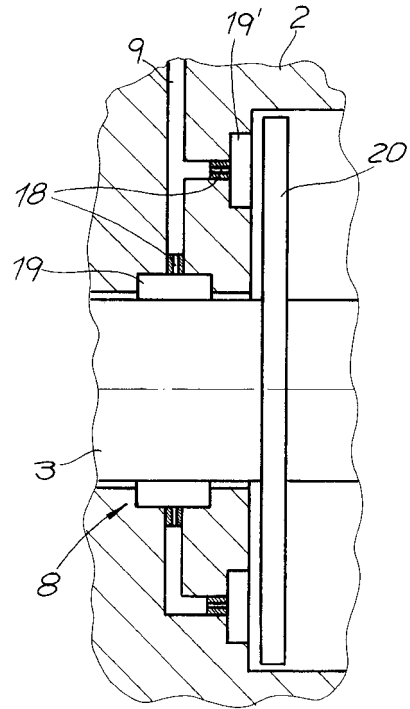
30

40

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 C 7/06 B

(72)発明者 ヴェルナー・ボーゼン
ドイツ連邦共和国、5 1 1 4 3 ケルン、ハウプトストラーゼ、9 5 ペー

審査官 寺町 健司

(56)参考文献 米国特許第0 3 7 4 0 1 6 3 (U S , A)
特開平0 3 - 1 4 9 4 1 4 (J P , A)
米国特許第0 3 6 7 4 3 5 5 (U S , A)
実開昭5 9 - 1 7 5 6 3 5 (J P , U)
特開昭6 2 - 2 7 1 9 3 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
F 0 2 C 7 / 0 6
F 0 1 D 2 5 / 1 6
F 0 2 B 3 9 / 0 0