

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6949143号
(P6949143)

(45) 発行日 令和3年10月13日(2021. 10. 13)

(24) 登録日 令和3年9月24日(2021. 9. 24)

(51) Int.Cl.

F I

F 1 6 J 15/48 (2006.01)

F 1 6 J 15/18 (2006.01)

F 1 6 J 15/3268 (2016.01)

F 1 6 J 15/48

F 1 6 J 15/18 C

F 1 6 J 15/3268

請求項の数 21 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2019-565614 (P2019-565614)	(73) 特許権者	519299094
(86) (22) 出願日	平成30年2月7日(2018.2.7)		トレレボリ シーリング ソリューションズ ジャーマニー ゲー・エム・ペー・ハー
(65) 公表番号	特表2020-507727 (P2020-507727A)		ー
(43) 公表日	令和2年3月12日(2020.3.12)		Trelleborg Sealing Solutions Germany GmbH
(86) 国際出願番号	PCT/EP2018/053032		ドイツ連邦共和国 70565 シュトゥットガート ショッケンリートシュトラッセ 1
(87) 国際公開番号	W02018/149711		Schockenriedstrasse 1, 70565 Stuttgart, Germany
(87) 国際公開日	平成30年8月23日(2018.8.23)		
審査請求日	令和2年9月25日(2020.9.25)		
(31) 優先権主張番号	102017202613.8		
(32) 優先日	平成29年2月17日(2017.2.17)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	ドイツ(DE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シール組立体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シール組立体（10）であって、

シール間隙（18）を形成するように相互に間隔を置いて配置されているとともに、運動軸線（16）を中心に互いに対して回動可能である、第1の機械部品（12）および第2の機械部品（14）と、

前記シール間隙の低圧側（N）に対して、該シール間隙（18）の、流体により加圧可能な高圧側Hをシールするためのラジアルシャフトシールリング（20）であって、前記第1の機械部品（12）のシール保持構造（24）に保持されるように配置された基部（22）と、該基部（22）に対して軸方向に柔軟に変向可能であるとともに、前記第2の機械部品（14）のシール面（30）に付勢されてシールするように当接しているシールヘッド（26）と、を有しているラジアルシャフトシールリング（20）と、を備え、

前記シール面（30）は、高圧側Hに隣接する第1のシール面部分（30a）と、軸方向に該第1のシール面部分（30a）に続く、低圧側Nに隣接する第2のシール面部分（30b）とを有しており、

前記第1のシール面部分（30a）は、低圧側（N）の方へ前記シール保持構造（24）から離反する方向へ延在して、前記運動軸線（16）と鋭角を形成しており、

前記シールヘッド（26）は、高圧側Hに所定の境界動作圧値 p_{limit} よりも小さな動作圧 p_w が加えられると、前記第1のシール面部分（30a）に当接し、

前記第2のシール面部分(30b)は、低圧側Nの方へ、径方向に、前記第1の機械部品(12)の前記シール保持構造(24)の方へ、前記シールヘッド(26)が前記第2のシール面部分(30b)によって軸方向に完全に覆われるように延在して、前記シールヘッド(26)に対する軸方向ストッパ(36)を形成しており、該軸方向ストッパ(36)に、前記シールヘッド(26)は、境界動作圧 p_{limit} 以上である動作圧 p_w が高圧側Hに加えられると、軸方向にシールするように当接する、シール組立体。

【請求項2】

前記第1のシール面部分(30a)は、軸方向に、線形に延在しているかまたは凹状の輪郭を有していることを特徴とする、請求項1記載のシール組立体。

10

【請求項3】

前記第2のシール面部分(30b)は、軸方向に、少なくとも部分的に凹状の輪郭を有しており、該輪郭は、前記ラジアルシャフトシールリング(20)の前記シールヘッド(26)の外側輪郭に対応する半径Rを有することを特徴とする、請求項1または2記載のシール組立体。

【請求項4】

前記第1のシール面部分(30a)は、高圧側の縁部分(41)を有しており、該縁部分(41)には、少なくとも1つのトライボロジー構造Tが設けられており、該トライボロジー構造Tは、溝(78)または半径方向に前記シール面から離反する方向へ延在する成形突出部(80)の形態で構成されていることを特徴とする、請求項1から3までのい

20

【請求項5】

前記第2の機械部品(14)の前記シール面(30)は、少なくとも部分的に、前記第2の機械部品(14)に取り付けられたスリーブ要素(42)によって形成されていることを特徴とする、請求項1から4までのいずれか1項記載のシール組立体。

【請求項6】

前記スリーブ要素(42)は、前記第2の機械部品(14)に圧着、溶接、ろう接または接着されていることを特徴とする、請求項5記載のシール組立体。

【請求項7】

前記スリーブ要素(42)は、少なくとも部分的に、金属、プラスチックまたはセラミック材料から成ることを特徴とする、請求項5または6記載のシール組立体。

30

【請求項8】

前記スリーブ要素(42)は、粘弾性変形可能なまたはゴム弾性変形可能な中間要素(44)を介して、前記第2の機械部品(14)に支持されているかつ/または取り付けられていることを特徴とする、請求項5から7までのいずれか1項記載のシール組立体。

【請求項9】

前記ラジアルシャフトシールリング(20)の前記シールヘッド(26)は、少なくとも部分的に、球状、長円形、楕円形または多角形の横断面形状を有することを特徴とする、請求項1から8までのいずれか1項記載のシール組立体。

【請求項10】

40

前記ラジアルシャフトシールリング(20)は、少なくとも部分的にまたは完全に、エラストマ材料から成ることを特徴とする、請求項1から9までのいずれか1項記載のシール組立体。

【請求項11】

前記ラジアルシャフトシールリング(20)に、高圧側で、少なくとも1つの流れ要素(64, 74)が設けられており、該流れ要素(64, 74)によって、両方の前記機械部品(12, 14)の相對運動時に、前記運動軸線に沿って/前記運動軸線を中心に流体の流れが生じ、高圧側で、前記シールヘッドのシール部分(28)の領域において、前記シールヘッド(26)に流体が流れてくることを特徴とする、請求項1から10までのいずれか1項記載のシール組立体。

50

【請求項 1 2】

前記流れ要素（６４，７４）は、少なくとも部分的に、溝としてかつ／または貫通孔として、または前記シールヘッド（２６）に一体に成形された、前記ラジアルシャフトシールリング（２０）の成形突出部として構成されており、該成形突出部は、前記シールヘッドから離反する方向へ延在していることを特徴とする、請求項 1 1 記載のシール組立体。

【請求項 1 3】

前記溝は、両端で開いて構成されていることを特徴とする、請求項 1 2 記載のシール組立体。

【請求項 1 4】

前記溝の、流体が通流可能な横断面は、少なくとも部分的に、前記シールヘッド（２６）の前記シール部分（２８）の方へ先細りになっていることを特徴とする、請求項 1 2 または 1 3 記載のシール組立体。

【請求項 1 5】

前記溝は、シール部分側で、前記シールヘッド（２６）の環状の流路（７２）に流体接続されていることを特徴とする、請求項 1 2 から 1 4 までのいずれか 1 項記載のシール組立体。

【請求項 1 6】

前記流路（７２）は、前記シールヘッド（２６）の、前記シール面（３０）に当接する前記シール部分（２８）によって、側方で直接に画定されていることを特徴とする、請求項 1 5 記載のシール組立体。

【請求項 1 7】

前記シールヘッド（２６）の前記シール部分（２８）は、少なくとも 1 つの環状の摺動ストリップ（５６）を有しており、該摺動ストリップ（５６）には、連続的な摺動面（６０）が設けられていることを特徴とする、請求項 1 1 から 1 6 までのいずれか 1 項記載のシール組立体。

【請求項 1 8】

前記流れ要素（６４，７４）は、長円形、楕円形、円形、多角形または三角形の横断面形状を有することを特徴とする、請求項 1 1 記載のシール組立体。

【請求項 1 9】

前記ラジアルシャフトシールリング（２０）に、複数の前記流れ要素（６４，７４）が設けられていることを特徴とする、請求項 1 1 から 1 8 までのいずれか 1 項記載のシール組立体。

【請求項 2 0】

前記流れ要素（６４，７４）は、前記ラジアルシャフトシールリング（２０）の周方向に前後に並んで前記シールヘッド（２６）に配置されていることを特徴とする、請求項 1 9 記載のシール組立体。

【請求項 2 1】

前記シールヘッド（２６）に、弾性変形可能な付勢要素（４８）および／または支持リング（５２）が設けられていることを特徴とする、請求項 1 から 2 0 までのいずれか 1 項記載のシール組立体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シール間隙を形成するように相互に間隔を置いて配置されているとともに、運動軸線を中心に互いに対して回転可能である、第 1 の機械部品および第 2 の機械部品を有する、シール組立体に関する。シール組立体は、シール間隙の低圧側に対して、シール間隙の、流体により加圧可能な高圧側をシールするためのラジアルシャフトシールリングを有している。ラジアルシャフトシールリングは、第 1 の機械部品のシール保持構造に保持されるように配置された基部と、基部に柔軟に枢着されるとともに、第 2 の機械部品のシール面に径方向に動的にシールするように当接しているシールヘッドとを有している。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

このような動的なシール組立体は、機械構造および車両構造において主要な構造要素を成している。同時に、このようなラジアルシャフトシールリングは、実際に、とりわけユニットのさらなる技術的な発展に基づいて、ますます高まる動作圧、温度および滑り速度にさらされている。この場合、ラジアルシャフトシールリングの故障は、シールされるべき流体の望ましくない漏れを生じさせ、これは、特に、危険を伴う用途では悲惨な結果となってしまうおそれがある。したがって、ラジアルシャフトシールリングは、ますます高くなるシール能力の要求に適合されなければならず、その際、それにもかかわらず改善された耐用期間を有するべきである。

10

【0003】

実地では、主として、ラジアルシャフトシールリングの、シール面に当接するシール部分の領域における最適化された潤滑によって、またシール域の領域に可能な限り小さな滑り摩擦と最適化された放熱とを有する材料の組み合わせを使用することによって、摩擦に起因するラジアルシャフトシールリングの耐用期間の短縮が阻止される。これに関して、ラジアルシャフトシールリングのいわゆる引き戻し能力をさらに改善することも試みられている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

20

本発明の課題は、ラジアルシャフトシールリングが、特に高いまたは極めて高い滑り速度であっても、またたとえシール間隙の高圧側が加圧されても、過度の機械負荷および熱負荷から良好に防護されている、シール組立体を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明に係るシール組立体は、請求項1に記載されている。本発明の発展形態は、従属請求項の対象である。

【0006】

本発明に係るシール組立体は、主として、シール面が、高圧側に隣接する第1のシール面部分と、軸方向にこれに続く、低圧側に隣接する第2のシール面部分とを有することを特徴とする。第1のシール面部分は、軸方向に、低圧側へ、運動軸線に対して鋭角を成して斜めに延在するように配置されている。この場合、第1のシール面部分は、径方向にわずかに傾斜して、運動軸線から低圧側へ向けて延在している。シール間隙の高圧側Hに、所定の境界動作圧 p_{limit} よりも小さな動作圧 p_w が加えられると、シールヘッドは、シール面の第1のシール面部分に当接する。本発明によれば、第2のシール面部分は、低圧側へ、径方向に、運動軸線の方へ斜めに延在するように配置されていて、シールヘッドに対する軸方向ストッパを形成し、シールヘッドは、軸方向ストッパに、境界動作圧値 p_{limit} 以上である動作圧 p_w が高圧側に加えられると、軸方向にシールするように当接する。

30

【0007】

両方の機械部品の相対回転時に、ラジアルシャフトシールリングが、シール保持構造を有する機械部品とともに、シール面に対して回転するか、またはシール面を有する機械部品が、ラジアルシャフトシールリングに対して回転する。この場合、高圧側に配置された流体は、シール面におけるまたはラジアルシャフトシールリングが保持された第1の機械部品における摩擦と、内在する粘性とによって、運動軸線を中心に方向付けられた流れ（いわゆるテイラークエット流れ）へと変化する。

40

【0008】

シール面を有する機械部品が、両方の機械部品の運動軸線に対して、径方向で内側に位置して回転する機械部品である場合、シール面を有する機械部品において加速された流体は、より高い回転速度で、遠心力によって外方へ押し出される。この場合、シール面に接触する流体は、流体とシール面との間に与えられた付着力に基づいて、シール面の高圧側

50

の第1のシール面部分において、軸方向に高圧側へ流れることができる。これに対応する方法で、流体は、第1の機械部品が径方向で外側に位置するように配置されていて、回転する場合、その粘性と、シール面に生じる付着力との相互作用とに基づいて、第1の（運動軸線に対してわずかにだけ傾いた）シール面部分に沿って、軸方向に高圧側へ流れる。

【0009】

シール面を有する機械部品が、径方向で外側に位置するように配置された機械部品である場合、流体は、遠心力に基づいて径方向で外方へ動かされ、第1のシール面部分に径方向に流れてくる。この場合、流体は、低圧側へ向けて、シール面に当接するシールヘッドの領域において高圧側で停滞して、場合によっては渦流化される。流体は、高圧側へだけ逃げることができ、ゆえにシール面の第1のシール面部分において軸方向に流れることができる。

10

【0010】

特に回転速度が高い場合、シール面の幾何学的な形状付与に基づいて、シール間隙の高圧側で、軸方向に向けられた流体の流れを形成することができる。この流体の流れによって、シールヘッドに、高圧側で、シール面に当接しているシール部分の領域または接触面領域で、したがってシール域の領域で、高圧側で後から流れる流体が流れてくる。これによって、シール域は、シール組立体の動作時に、機械的にフラッシングされ、場合によっては不純物が取り除かれ、潤滑およびシール域からの放熱がさらに改善される。流体に作用する遠心力に基づいて、流体に乱流が生じると、これによって、流体の、放熱にとって有利な混合が、高圧側で達成される。これによって、シール面またはシールヘッドに付着する不純物をシール域から剥離させて、流し落とすことができる。これによって、総じて、ラジアルシャフトシールリングの耐用期間を、簡単な構造手段によってさらに改善することができる。

20

【0011】

本発明の1つの発展形態によれば、軸方向に方向付けられた流体の流れの前述の誘導を、シール面の第1のシール面部分が、その高圧側に、つまり高圧側を向いた縁部分に、1つまたは複数の遠心分離構造またはトライボロジー構造を有することによって、さらに促進することができる。この場合、1つまたは複数のトライボロジー構造は、トライボロジー構造が、両方の機械部品の相対運動時に、軸方向で、低圧側から離反する方向へ、つまり高圧側へ向けられた流体の流れを生じさせるまたは促進するように、構成されている。この場合、1つまたは複数のトライボロジー構造は、凹部、特に溝またはこれに類するものおよび/または隆起部または成形突出部を有することができ、隆起部または成形突出部は、径方向に、第1のシール面部分の縁部分から離反する方向へ延在している。ラジアルシール要素のシールヘッドは、第1のシール面部分のこの縁部分に、シール組立体が加圧されていない状態で、つまりその静止位置で、好適には当接していない。これによって、シールヘッドの望ましくない摩耗または損傷を妨げることができる。

30

【0012】

もちろん、動的なシールシステムでは、シールされるべき高圧側から低圧側への、流体の（たとえわずかであっても）漏れは、完全には阻止されない。両方の機械部品の相対運動によって、シールヘッドの低圧側に達した流体（漏れ流体）は、遠心力とシール面における付着特性とによって、シール面に沿って、軸方向に動かされる。

40

【0013】

シール面を有する第2の機械部品が、シール組立体の、径方向で外側に位置する機械部品である場合、流体は、第2のシール面部分の幾何学的な成形によって、第2のシール面部分に留め置かれる。したがって、この第2のシール面部分は、第1のシール面部分に対して、好ましくは少なくとも部分的に、運動軸線に対してより大きな角度を成して、つまりより急に延在するように構成されている。流体は、その大部分でまたは完全に、軸方向にシール域の方へ流れる。これによって、シール域の低圧側の潤滑、およびラジアルシャフトシールリングの高圧側への流体の改善された引き戻し特性も促進される。

【0014】

50

シールヘッドが、高圧側に動作圧 p_w を加えると（その際 p_w は境界動作圧値 p_{limit} 以下である）、基部に対して低圧側へ変向する、つまり揺動するまたは逃げることに留意されるべきである。したがって、高圧側の加圧によって、高圧側でその都度作用する動作圧 p_w に対して圧力比例的に、シールヘッドとシール面との間のシール域の、つまり接触面領域の、並進的な揺動が、シール面に対して軸方向にもたらされる。第1のシール面部分が低圧側へ、わずかな勾配で、運動軸線から離反する方向に斜めに経過するように延在している、つまり軸方向の経過で第1の機械部品のシール保持構造から次第に離れていくことによって、シールヘッドは、その接触面圧に関して、シール面の第1のシール面部分において負荷軽減することができる。この場合、接触面の面圧は、高圧側で作用する動作圧に依存して調整することができる。これによって、シールヘッドとシール面との間の摩擦、およびこれに伴うシールヘッドの熱負荷の望ましくない増加を効果的に妨げることができる。つまり、全体として、シール組立体の動作時におけるラジアルシャフトシールリングまたはシールヘッドの機械熱応力を低減することができる。これは、少なくとも、シールヘッドが、ラジアルシャフトシールリングの材料に内在する弾性に基いて、径方向にシール面に付勢されてシールするように当接している場合に当てはまる。

【0015】

動作圧が高圧側で所定の境界圧力値 p_{limit} に達するかまたはこれを上回ると、ラジアルシャフトシールリングのシールヘッドが、運動軸線に対して軸方向に、第2のシール面部分によって形成された軸方向ストッパに押し付けられる。これによって、高い動作圧であっても、ラジアルシャフトシールリングの確実なシール能力が保証される。この場合、いわゆるブローパイを、径方向の第2のシール面部分の相応の幾何学的な形状付与および寸法設定によって確実に回避することができる。これに関して、第2のシール面部分は、低圧側で、好ましくは、ラジアルシャフトシールリングのシールヘッドが第2のシール面部分によって軸方向に完全に覆われるように、径方向に、第1の機械部品の方へ延在している。第2のシール面部分は、本発明によれば、極端な場合、第1の機械部品の溝に、たとえばシール保持構造として用いられる保持溝にまで差し込まれ、これによって、シールヘッドに対するできるだけ大きな軸方向の支持または支持面が提供される。これによって、シールヘッドのブローアウトを回避することができる。ラジアルシャフトシールリングのシールヘッドが基部において柔軟に枢着されていることによって、一方では、両方の機械部品の振動を、また他方では、シール面を有する第2の機械部品の、実地ではほとんど避けることができない偏心を、ラジアルシャフトシールリングによって確実に吸収または補整することができる。ゆえに、シール面に当接するシール部分の領域におけるシールヘッドの局所的で機械的な過負荷、およびこれに伴う熱的な過負荷を、さらに良好に妨げることができる。

【0016】

この場合、結合部分は、特にメンブレン状に構成されていてよく、これによって、動作圧 p_w の高圧側の変化に応じたラジアルシャフトシールリングの特に素早く微細な応答特性が保証される。

【0017】

ラジアルシャフトシールリングは、本発明によれば、完全にまたは部分的に、特にゴム弾性変形可能なエラストマから成っていてよい。ラジアルシャフトシールリングの材料は、必要に応じて充填剤または補強材を有していてよく、これによって、ラジアルシャフトシールリングは少なくとも部分的に補強される。

【0018】

第2のシール面部分によって形成された低圧側の軸方向ストッパにおけるシールヘッドの過剰な接触面圧を阻止するために、シール組立体は、任意選択的にラジアルシャフトシールリングに対する第2の軸方向ストッパを有していてよい。第2の軸方向ストッパは、特に第1の機械部品によって形成されていてよいし、または第1の機械部品に取り付けられていてもよい。たとえば、径方向に第2の機械部品の方へ延在する環状の角度付き成形体が考えられる。

【 0 0 1 9 】

ラジアルシャフトシールリングは、本発明によれば、カートリッジ内に配置されてよく、カートリッジは、第 1 の機械部品に保持されるように配置されている。これによって、ラジアルシャフトシールリングの組付けを、個々のケースでさらに簡略化することができる。カートリッジは、必要に応じて、金属、プラスチックまたは複合材料から成っていてよく、略 L 字形または U 字形の横断面を有していてもよい。カートリッジは、複数の部品から構成されていてもよい。

【 0 0 2 0 】

第 1 のシール面部分は、本発明によれば、軸方向に、線形の輪郭または凹状の輪郭を有していてもよい。したがって、前者の場合、第 1 のシール面部分は、円錐側面状に構成されている。これによって、構造的に簡単に、第 1 のシール面部分に沿った、シールヘッドの、細かく段階付けられた負荷軽減 / 負荷を達成することができる。

10

【 0 0 2 1 】

第 2 のシール面部分は、本発明によれば、軸方向に、少なくとも部分的に凹状の輪郭を有していてもよい。この場合、特に好ましくは、第 2 のシール面部分は、シールヘッドの湾曲経過または半径に対応するようにまたは相補的に構成された湾曲経過または半径を有している。これによって、シールヘッドは、大きな面積にわたって軸方向ストッパに対して当接するかつ支持することができる。これによって、シールヘッドの局所的な過負荷、特にせん断損傷を妨げることができる。これによって、さらに、高圧側で動作圧が低下すると、シール面におけるシールヘッドの望ましくない締付けを妨げることができるので、シールヘッドは、加圧されない初期位置の方へ、シール面に対して揺動して戻ることができる。第 2 のシール面部分の半径は、好ましくは、第 1 のシール面部分の任意選択的な半径よりも小さく選択されている。

20

【 0 0 2 2 】

第 2 の機械要素のシール面は、本発明によれば、直接に第 2 の機械部品によって、つまりその表面によって形成されてよい。しかし、シール面の幾何学的な構成は、第 2 の機械要素の材料に依存して、製造に係る多大な手間を必要とし、ひいては高い製作コストを引き起こし得る。したがって、特に好ましくは、シール面は、少なくとも部分的に、好ましくは完全に、第 2 の機械部品に沿ってまたは第 2 の機械部品上に配置されたまたは取り付けられたスリーブ要素によって形成されている。これにより、一方では、製作技術的な利点が提供され、他方では、製作コストの低下が可能となる。ゆえに、スリーブ要素は、特に、第 2 の機械部品よりも高品質の材料から製作されてよく、この場合、低コストで、かつ高い寸法精度をもって製作することができる。このような構造では、第 2 の機械部品の材料を、さらに、どのようにしてラジアルシャフトシールリングに対する対応摺動面に置かれるのかという要求に関係なく、またはほぼ関係なく選択することができる。ゆえに、第 2 の機械部品は、たとえばプラスチックまたはプラスチック複合材料、たとえばカーボンファイバ材料から成っていてもよい。

30

【 0 0 2 3 】

スリーブ要素は、本発明によれば、特に金属、好ましくははだ焼き鋼から成っていてもよいし、またはセラミック材料から成っていてもよい。好ましくは黒鉛を含有する複合材料から成るスリーブ要素も考えられる。これによって、シール組立体を、簡単に低コストに、様々な使用条件に対して設計することができる。これによって、シール組立体は、特に大きな使用範囲を有している。

40

【 0 0 2 4 】

スリーブ要素は、本発明によれば、第 2 の機械部品に圧着、溶接、ろう接または接着されてよい。たとえば、スリーブ要素は、第 2 の機械部品にねじ止めされているか、または第 2 の機械部品に係止されて保持されるように配置されていることも考えられる。

【 0 0 2 5 】

本発明の特に好ましい発展形態によれば、スリーブ要素は、弾性変形可能な 1 つの中間要素または弾性変形可能な複数の中間要素を介して、第 2 の機械部品に支持されているか

50

または配置されている。したがって、中間要素は、径方向で第2の機械部品とスリーブ要素との間に配置されている。このようなサンドイッチ構造では、中間要素は、特に環状にまたはスリーブ状に、必要に応じて複数の部分から構成されていてよい。そのような中間要素の使用によって、一方では、スリーブ要素の組付けをさらに簡単にすることができる。スリーブ要素により覆われた領域における第2の機械部品の不均一性は、中間要素により補整（補償）することができるので、第2の機械部品のコストの嵩む精密加工方法を省くことができる。このことは、シール組立体の製作コストにとって有利である。

【0026】

スリーブ要素は、弾性変形可能な中間要素上に支持することによって、総じて、よりわずかな材料厚さで構成することができ、その際、シール組立体の機能的な損失がもたらされることがないことにさらに留意すべきである。ゆえに、これによって、シール面に対して、脆いまたは非晶質の材料を、場合によっては単結晶の構成であっても、容易に使用することができる。ここでは特に金属を含む酸化物、たとえば二酸化ケイ素（ SiO_2 ）または酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）が考えられる。これによって、手ごろなコストで、機械的に、熱的にかつ必要に応じて化学的に強い抵抗性を有する対応摺動面を提供することができる。中間要素は、本発明によれば、粘弾性変形可能であってもよいし、またはゴム弾性変形可能であってもよい。本発明によれば、スリーブ要素と中間要素または支持部分とは、相互に着脱不能に結合されていてよい。この場合、着脱不能な結合とは、従来の意味で、破壊せずには分離できない結合と解される。粘弾性変形可能な中間要素は、特に、スリーブ要素が径方向に中間要素にかつ第2の機械部品に圧着されると、第2の機械部品上のスリーブ要素の特に簡単な組付けを可能にする。

【0027】

ラジアルシャフトシールリングのシールヘッドは、少なくとも部分的に、球状の、楕円形の、特に長円形の横断面形状を有していてもよいし、または多角形の横断面形状を有していてもよい。特に好ましくは、シールヘッドは、ボール状に構成されている。シールヘッドは、この場合、横断面で凸状に成形された端面を有している。シールヘッドは、必要に応じて、軸方向に相互に間隔を置いて配置された複数のシール部分を有していてもよい。

【0028】

シールヘッドと基部とは、構造的な観点において最も簡単な場合、弾性変形可能な結合部分を介して相互に結合されている。結合部分は、特に（エラストマ）メンブレンの形態で構成されていてよい。特に好ましくは、結合部分は、径方向に非線形の横断面経過を有している。そのように成形された結合部分によって、一方では、シール面を有する機械部品の振動が、他方では、シール組立体の動作時にはじめて生じ得るようなシール面の不均一性を、結合部分によって、さらにより確実に吸収または補整することができる。これによって、シールヘッドの、シール面に当接するシール部分の局所的な過負荷を妨げることができる。さらに、これによって、ラジアルシャフトシールリングのさらにより確実なシール能力を得ることができる。さらに、これによって、ラジアルシャフトシールリングの特にコンパクトな構造を実現することができる。これは、シール組立体の考えられる使用範囲にとって有利である。結合部分が、その第2の脚部でもって、高圧側へ向いて開いた自由空間を形成すると、ラジアルシャフトシールリングは、シール組立体を高圧側で加圧することによって、圧力作動式に働くことができる。換言すると、シールヘッドは、高圧側で作用する動作圧 p_w に対して圧力比例的に、シール面に押し付けられる。これによって、シール面の第1のシール面部分は、必要に応じて、運動軸線に対してより斜めに延在するように成形されてもよく、これによって、流体に作用する遠心力に基づいて導出される、軸方向に高圧側へ向かう流体の流れを、必要に応じて調整することができる。これは、特に潤滑油とは別の流体、たとえばガスの場合に有利である。結合部分は、好ましくはそのために（少なくとも部分的に）アーチ形のまたは蛇行状の、つまりU字形またはV字形の横断面経過を有している。

【0029】

本発明の1つの発展形態によれば、結合部分は、複数の材料脆弱領域を有しており、材料脆弱領域は、ラジアルシャフトシールリングの周方向に、好ましくは規則的に相互に間

10

20

30

40

50

隔を置いて前後に位置するように配置されている。弾性変形可能な、好ましくはゴム弾性変形可能な結合部分の、ラジアルシャフトシールリングの周方向に設けられた材料脆弱部によって、シール域、つまりシール部分とシール面との接触域の特に効率的な潤滑、ひいては冷却を達成することができる。これによって、たとえばシール組立体の動的なシール域の領域においてオイルカーボンの発生を妨げることができる。結合部分の材料脆弱部は、シールヘッドに、シール組立体の運転時に、一方では、結合部分の非材料脆弱領域よりも小さなモーメント支持を提供する。非材料脆弱領域は、ラジアルシャフトシールリングの周方向に材料脆弱部の間に介在するように配置されている。これによって、両方の機械部品の相対運動時に、シール面に、周方向で、結合部分の材料脆弱領域と非材料脆弱領域との空間的な分布パターンに対応する、シール部分の接触面圧経過がもたらされる。この場合、ラジアルシャフトシールリングの周方向で変化するまたは一定しない、シールヘッドのシール部分の接触（面）圧が、シール間隙またはシール組立体の高圧側に配置された流体による、摩耗リスクのあるシール部分の改善された潤滑を可能とする。これによって、その際、ラジアルシャフトシールリングのシール特性に不都合な影響が与えられることはない。

10

【 0 0 3 0 】

すでに前述したように、ラジアルシャフトシールリングのシール能力にとって重要な、シール面にシールヘッドが付勢されてシールするような当接を、完全にまたは少なくとも部分的に、結合部分によってもたらすことができる。したがって両方の場合、シールヘッドは、必然的に基部を介して、シール保持構造を有する機械部品に支持された結合部分によって、径方向にシール面に押し付けられる。この場合、基部は、シール保持構造を有する機械部品に、軸方向にまたは径方向に静的にシールするように当接している。この場合、結合部分は、前述の材料脆弱部を有していると、材料脆弱部の空間的な分布パターンに対応する一定ではない／変化する、シール面におけるシール部分の接触面圧経過がさらに増大する。この場合、シールヘッドのシール部分は、（大体において）シール面に対して直交する方向で結合部分の材料脆弱領域と整合するシール部分領域において、結合部分の非材料脆弱領域と運動軸線に対して径方向で整合する領域における圧力よりも小さな接触（面）圧で、シール面に当接している。これによって、シール域の領域におけるシール組立体の自己潤滑を、つまりシールヘッドとシール面との間の接触域の領域における十分な潤滑層を、したがってラジアルシャフトシールリングの耐用期間をさらに改善することができる。

20

30

【 0 0 3 1 】

結合部分は、本発明によれば、材料脆弱領域に、好ましくは、結合部分の最大厚さの 90 % 未満、特に 50 % 未満の厚さをそれぞれ有している。つまり、材料脆弱領域は、結合部分の貫通孔または貫通部ではなく、低圧側への流体の通過に対して常に高圧側をシールする。結合部分は、シールヘッドに、その中央でまたは代替的に縁側で、特にシールヘッドの低圧側の縁に一体に成形されていてよい。したがって前者の場合、シールヘッドは、運動軸線に対して径方向にシールするラジアルシャフトシールリングでは、軸方向に、また軸方向にシールするラジアルシャフトシールリングでは、径方向に、両側で、結合部分の接続領域を越えて側方に離反する方向へ延在している。これによって、シールヘッドのシール部分を、容易に、周にわたって、径方向にシール面に押し付けることができる。両方の場合、シールヘッドに、ラジアルシャフトシールリングの別の機能部品または取付け部品のためのスペースが提供される。

40

【 0 0 3 2 】

ゆえに、シールヘッドは、本発明の 1 つの形態によれば、少なくとも 1 つの保持構造を有していてよく、保持構造内にまたは保持構造上に、（ゴム）弾性変形可能な付勢要素、特にウォーム状ばねまたはエラストマリングが保持されるように配置されており、付勢要素によって、シールヘッドがシール面に付勢される。そのような付勢要素は、本発明によれば、シール面に対するシールヘッドの、結合部分によって引き起こされる付勢に対して付加的にまたは代替的に設けられていてよい。保持構造は、本発明によれば、好ましくは

50

、シールヘッドの、基部の方へ向いた裏側面に配置されている。製作技術的な観点では、かつラジアルシャフトシールリングの簡単で確実な組付けに関しても、保持構造は、好ましくは環状溝として構成されている。シールヘッドがそのような保持構造を１つだけ有している場合、保持構造は、好ましくはシールヘッドの高圧側に位置決めされる。これによって、ラジアルシャフトシールリングのシール能力をさらに改善することができる。

【 0 0 3 3 】

本発明の好ましい発展形態によれば、シールヘッドは、結合部分の両側で、つまり低压側および高圧側で、好ましくは基部の方へ向いた裏側面に、そのような保持構造を有している。第１の変化形態によれば、両方の保持構造内に／保持構造上に、それぞれシールヘッドに対する（ゴム）弾性変形可能な付勢要素、特にウォーム状ばねまたはエラストマリングが保持されるように配置されていてよい。相互に間隔を置いて配置された付勢要素によって、シールヘッドを、そのシール部分でもって、特に確実に、径方向にシール面に押し付けることができる。第２の変化形態によれば、低压側に配置された保持構造内に／保持構造上に、支持リングが保持されるように配置されていてよく、高圧側の保持構造内に／保持構造上に、弾性変形可能な付勢要素、特にウォーム状ばねまたはエラストマリングが保持されるように配置されていてよい。

【 0 0 3 4 】

支持リングは、ラジアルシャフトシールリングまたはシールヘッドの材料と比べて高い曲げ剛性を有しており、つまり径方向にかつ軸方向に形状安定性を有している。支持リングは、低压側で、ラジアルシャフトシールリングのシールヘッドおよび／または結合部分の軸方向のまたは径方向の支持をもたらすことができ、ゆえに流体の動作圧が高い場合であっても、ラジアルシャフトシールリングのシールの機能性を保証することができる。高圧側に配置された付勢要素によって、シール組立体の動作使用時に、常に、シール面に対するシールヘッドの十分な接触面圧を実現することができる。

【 0 0 3 5 】

本発明によれば、ラジアルシャフトシールリングに、高圧側で、特にその端面において、または高圧側へ向いた側面において、少なくとも１つのトライボロジー構造、つまり流れ要素が設けられており、これによって、両方の機械部品の相對運動時に、シール間隙に、流体の流れが形成されて、シールヘッドに、高圧側で、そのシール部分の領域に、直接に流体の流れが、またはシールヘッドに対して後から流れる流体が流れてくることによって、ラジアルシャフトシールリングの耐用期間をさらに改善することができる。したがって、流れ要素によって、シール組立体の動作中に、直接的にまたは間接的に、シール組立体の動的なシール域の方へ向けられた、または高圧側に配置された流体の、そこから離反する方向へ向けられた流体の流れを形成することができる。

【 0 0 3 6 】

流れ要素は、本発明によれば、特にラジアルシャフトシールリングの溝として構成されてよい。そのような溝は、シール製造に用いられる成形方法に際して、特に射出成形の過程で簡単に低コストで作成することができる。本発明の代替的な形態によれば、流れ要素は、ラジアルシャフトシールリングまたはシールヘッドの貫通孔として構成されていてよい。前述の溝は、本発明によれば、好ましくは両端で開いて構成されている。

【 0 0 3 7 】

シール域の領域における特に効率的なフラッシング効果のために、溝または貫通孔は、本発明によれば、高圧側から低压側またはシールヘッドのシール部分の方へ、少なくとも部分的に、流体が通流可能な横断面で先細りになっていてよい。これによって、溝は、ある種のノズルとして作用し、流体を、シール部分の方へさらにより効果的に加速することができる。これによって、流体を、溝を介して、高い流速でシール部分に供給することができる。総じて、これによって、流体の望ましいフラッシング効果をさらに高めることができ、その結果、発生したオイルカーボンの形成をさらにより効果的にシール部分またはシール面から剥離して、シール領域から除去することができる。

【 0 0 3 8 】

溝は、本発明によれば、高圧側へ開いた盲溝として構成されていてもよい。この特別なケースでは、流体は、溝の、低圧側へ向いた端部で、大小の程度で急激に、シール面の方へ変向される。この場合、溝は、低圧側へ向いた端部で、シール面へ向けて斜めに延在するように配置された、流体に対するランプ状の斜面を有していてもよい。

【0039】

溝または貫通孔は、シール部分側で、シールヘッドの環状の流路に流体接続されていてよく、つまりシールヘッドのこの環状の流路に開口していてよい。これによって、シール部分に、周方向で、完全に、高圧側で、流体が通流可能である。これは、シール域の領域における放熱にとって有利である。これによって、シール域の、さらに最適化されたフラッシングが達成される。環状の流路は、好ましくは（低圧側へ向けて）、シールヘッドの、シール面に当接するシール部分によって、側方で直接に画定されている。

10

【0040】

シールヘッドのシール部分は、端面側でシールヘッドから離反する方向へ延在する摺動ストリップを有していてもよい。したがって、この摺動ストリップは、シールヘッドの端面の輪郭を越えて突出している。摺動ストリップは、丸みを帯びて、つまり半径を有して構成されていてもよいし、または両側でシール縁を有していてもよい。

【0041】

本発明によれば、シールストリップには、好ましくは、連続的な、好ましくは巨視的に構造化されていない摺動面が設けられている。代替的な形態によれば、シールヘッドは、互いに対して側方にずらしてシールヘッドに配置された複数の摺動ストリップを有していてもよい。

20

【0042】

本発明の好ましい発展形態によれば、シールヘッドの流れ要素は、シールヘッドから離反する方向へ延在している。したがって、流れ要素は、シールヘッドの成形突出部として構成されている。この場合、流れ要素は、製作技術的な観点では、好ましくは、シールヘッドに直接に成形されている。これによって、流れ要素は、同時に紛失不能にシールヘッドに保持されるように配置されている。流れ要素は、シールヘッドのブレード装置（ブレード）として働く。この場合、流れ要素は、長円形、楕円形、多角形または三角形の断面形状を有していてもよい。翼成形体としての自由形状・横断面形状も考えられる。ラジアルシャフトシールリングの成形突出部として構成された流れ要素の（推進）効果は、必要に応じて、流れ要素の、流体が流入可能なまたは動作使用時に流れてくる面の相応の寸法設計および成形によって調整可能である。運動軸線に対するもしくはラジアルシャフトシールリングの局所的な半径に対する流れ要素の流入面の勾配の、または流れ要素の流入面の実現可能な傾斜の適切な選択によって、流体の加速に、流れ要素による影響を及ぼすことができる。流れ要素は、双方向に作用するように構成されてもよい、つまり機械部品同士の双方向の運動方向で、軸方向に方向付けられた流体の流れをシール間隙の高圧側に生じさせることができる。

30

【0043】

ラジアルシャフトシールリングのシール部分の潤滑および冷却は、本発明によれば、ラジアルシャフトシールリングに複数の前述の流れ要素が設けられていることによって、さらに改善することができる。これによって、同時に、流体の熱的な過負荷ひいてはたとえばラジアルシャフトシールリングのシール部分におけるオイルカーボンの発生および堆積/進入をさらにより効果的に妨げることができる。ゆえに、特に1つまたは複数の溝状のかつ/または1つまたは複数の、ラジアルシャフトシールリングから離反する方向へ突出する流れ要素が、相互に組み合わせられてシールヘッドに配置されていてよい。1つまたは複数の溝状の流れ要素は、たとえば、シールヘッドの、シール面の方へ向いた端面に配置されていてよく、1つまたは複数の、シールヘッドから離反する方向へ突出する流れ要素は、ラジアルシャフトシールリングまたはシールヘッドの側面に配置されていてよい。特に、シールヘッドから離反する方向へ突出する流れ要素によって、同時に、熱的な観点において有利な流体の混合を達成することができる。

40

50

【 0 0 4 4 】

複数の流れ要素は、ラジアルシャフトシールリングの周方向に 1 つまたは複数の列を成してシールヘッドに配置されていてよい。

【 0 0 4 5 】

ラジアルシャフトシールリングは、低圧側で、シールヘッドに配置された送り戻し要素または送り戻し成形体を有していてよいことに留意されるべきである。これによって、高圧側から低圧側に達した流体は、シールヘッドのシール部分へ、さらに確実に高圧側へ送り戻され、これによって、ラジアルシャフトシールリングの潤滑および冷却のみならず引き戻し能力もさらに改善することができる。送り戻し要素は、ラジアルシャフトシールリングの前述の流れ要素に対応する形で、溝状に成形されていてよいし、または成形突出部として成形されていてよい。

10

【 0 0 4 6 】

以下、本発明を、図示された実施の形態に基づいて詳説する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 7 】

【図 1】運動軸線を中心に互いに対して運動可能な 2 つの機械部品を有するシール組立体を部分断面図で示す。機械部品は、ラジアルシャフトシールリングによって、互いに対してシールされており、ラジアルシャフトシールリングは、両方の機械部品のうちの 1 つの機械部品のシール面に、径方向に動的にシールするように当接しており、ラジアルシャフトシールリングのシールヘッドは、シール面に対して変向可能であり、シール面は、全体的に凹状に構成されている。

20

【図 2】図 1 によるシール組立体を、他の動作状態で、部分断面図で示す。この動作状態では、高圧側に動作圧 p_w が加えられており、動作圧は、境界動作圧 p_{limit} 以上である。

【図 3】図 1 と同様のシール組立体を示す。ラジアルシャフトシールリングは、付加的に高圧側で、複数の流れ要素を有しており、流れ要素によって、機械要素の相対運動時に、高圧側に配置された流体の軸方向に方向付けられた流れが生じる。

【図 4】図 3 に示したシール組立体においてラジアルシャフトシールリングをどのようにして使用することができるのかについて、ラジアルシャフトシールリングを露出した斜視図で示す。ラジアルシャフトシールリングは、シール間隙の高圧側に配置された流体に軸方向の流れを形成するための、溝状のまたは筋溝状の第 1 の流れ要素と、成形突出部として構成された第 2 の流れ要素とを有している。

30

【図 5】図 1 によるシール組立体の第 2 の機械部品のシール面を示す。低圧側のシール面部分は、縁部分を有しており、縁部分には、溝状のトライボロジー構造が設けられており、トライボロジー構造によって、高圧側に、両方の機械部品の相対運動時に、軸方向に方向付けられた流体の流れが形成可能であるまたは促進可能である。

【図 6】溝状の複数のトライボロジー構造を有する、図 5 と同様のシール面を、部分断面側面図で示す。

【図 7】複数のトライボロジー構造を有する、図 5 と同様のシール面を部分断面側面図で示す。トライボロジー構造は、成形突出部として、径方向に、シール面から離反する方向へ延在しており、トライボロジー構造は、ここではそれぞれ 1 つの三角形の横断面を有している。

40

【図 8】複数のトライボロジー構造を有する、図 5 と同様のシール面を部分断面側面図で示す。トライボロジー構造は、変形された長円形の横断面形状を有する成形突出部として、径方向に、シール面から離反する方向へ延在している。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 4 8 】

図 1 および図 2 には、第 1 の機械部品 1 2 と第 2 の機械部品 1 4 とを有するシール組立体 1 0 が示されており、これらの機械部品 1 2 , 1 4 は、符号 1 6 が付された運動軸線を中心に互いに対して回動可能に配置されている。両方の機械部品 1 2 , 1 4 の間には、シール間隙 1 8 が形成されている。シール間隙は、シールされるべき高圧側 H を有しており

50

、高圧側Hには、動作圧 p_w を加えることが可能な流体、特に潤滑剤、たとえば油などが配置されている。高圧側Hは、ラジアルシャフトシールリング(RWDR)20によって、シール間隙の低圧側Nに対してシールされている。

【0049】

シール要素20は、全体的に弾性変形可能な材料、好ましくはエラストマから成ってよく、好ましくは一体に構成されている。当然ながら、シール要素20の材料には、支持部材または補強部材(図示せず)が部分的にまたは完全に埋め込まれていてよい。

【0050】

シール要素20の基部22は、第1の機械部品12のシール保持構造24に、ここでは保持溝に保持されるように配置されている。基部22は、第1の機械部品12に、径方向にかつ/または軸方向に静的にシールするように当接してよい。ここでは、基部22は、シール保持構造24内にクランプ保持されて配置されている。基部22は、当業者には広く知られた別の手段で、シール保持構造24を有する機械部品12, 14に取り付けられていてもよく、たとえば機械部品12, 14にピン止めまたは接着されていてもよい。

【0051】

シール要素20は、シールヘッド26をさらに有している。シールヘッドは、ここでは、シール部分28でもって、第2の機械部品14のシール面30に径方向に付勢されてシールするように当接している。したがって、シールヘッドは、シール間隙18の動的なシールに用いられる。シールヘッドは、図1によるラジアルシャフトシールリングとして内側でシールするように、または詳しくは図示されていない形で、外側でシールするように構成されていてよいことに留意されるべきである。シールヘッド28と基部22とは、ゴム弾性変形可能な結合部分32を介して相互に結合されている。結合部分32は、ここでは、運動軸線16に対して径方向で非線形の横断面経過を有している。結合部分32によって、少なくとも部分的に、またはここで当てはまるように、それ単独でも、シール面30にシールヘッド26が付勢されてシールするような当接がもたらされてよい。したがって、シールヘッド26は、図示の実施の形態では、専ら結合部分32の材料に内在する弾性的な復元能力によって、第2の機械要素14のシール面30に対して付勢されている。結合部分32は、ここではメンブレン状に構成されているので、シールヘッド26は、軸方向に基部22に柔軟に枢着されている。結合部分32の、径方向で非線形の横断面経過によって、シールヘッド26は、さらに、運動軸線16に対して径方向に、第1の機械要素12に対してばね弾性的に支持されている。これによって、ラジアルシャフトシールリング20は、第2の機械部品14の偏心を補整することができ、その際、シールヘッド26とシール面30との接触面領域においてシールヘッド26の局所的な過負荷が生じることがない。ラジアルシャフトシールリング20のシールヘッド26は、ここでは、凸状に形成された端面34を有する、球状に構成された横断面形状を有している。当然ながら、シールヘッド26は、他の、たとえば長円形の、楕円の、多角形のまたは自由形状・横断面形状を有していてもよい。

【0052】

シール面30は、格別の幾何学的な構成を有している。ゆえに、シール面30は、高圧側Hに隣接する第1のシール面部分30aと、これに軸方向に続いて低圧側Nに隣接する第2のシール面部分30bとを有している。両方のシール面部分30a, 30bは、段差なく相互に移行している。第1のシール面部分30aは、軸方向に低圧側Nへ向けて、シール保持構造24から離反するように延在しており、その際、(その全体の長手方向延在長さにならって)運動軸線16と鋭角を形成する。したがって、シール面30は、その第1のシール面部分30aの領域で円錐側面状に構成されている。換言すると、第1のシール面部分30aは、軸方向に線形の輪郭を有している。第2のシール面部分30bは、低圧側Nの方へ、ここでは湾曲して、径方向に、第1の機械部品12のシール保持構造24の方へ延在するように配置されている。この第2のシール面部分は、シールヘッド26に対する軸方向ストッパ36を形成する。第2のシール面部分の半径Rには、符号38が

付されている。したがって、第2のシール面部分30bは、凹状の輪郭を有している。

【0053】

シール間隙の高圧側Hに所定の境界動作圧値 p_{limit} よりも小さな動作圧 p_w が加えられると、シールヘッド26は、シール面30の第1のシール面部分30aに当接する。境界動作圧 p_{limit} 以上の動作圧 p_w では、シールヘッドは、ここでは付加的に軸方向に、シール面30の第2のシール面部分30bにシールするように当接する。これによって、高い動作圧であっても、ラジアルシャフトシールリング20の確実なシール能力が保証される。第2のシール面部分30bは、低圧側の端部の領域で、径方向に、第1の機械部品12の方へ、ラジアルシャフトシールリング20のシールヘッド26が第2のシール面部分30bによって軸方向に完全に覆われるように延在している。これによって、たとえ動作圧 p_w が高くても、シール間隙18におけるシールヘッド26の望ましくない押出しを阻止することができる。

10

【0054】

図1および図2に示したシール組立体10では、ラジアルシャフトシールリング20が、シール保持構造24を有する機械部品12とともに、シール面30に対して、またはシール面30を有する機械部品14が、ラジアルシャフトシールリング20に対して、運動軸線16を中心に回転する。この場合、高圧側Hに配置された流体は、シール面30または第1の機械要素12における摩擦と、内在する粘性とによって、運動軸線16を中心に方向付けられた流れ（いわゆるテイラークエット流れ）へと変化する。シール面30を有する機械部品12、14が、両方の機械部品の運動軸線16に関して径方向で内側に位置して回転する機械部品12、14である場合、両矢で明示されているように、シール面30において加速された流体は、回転速度がより高いとき、遠心力 F_{ZF} によって付加的に外方へ押し出される。この場合、シール面30に接触する流体を、流体とシール面30との間に与えられた付着力に基づいて、シール面30の高圧側の第1のシール面部分30aにおいて、軸方向に高圧側へ押し出すことができる。これに対応する形で、流体は、第1の機械部品12が径方向で外側に位置するように配置されて、第2の機械部品14に対して回転する場合、その粘性と、シール面30に生じる付着力との相互作用（図示されていない）によって、第1のシール面部分30aに沿って高圧側Hの方へ流れる。シール面30を有する機械要素12、14が径方向で外側に位置するように配置された機械要素12、14である場合、流体は、両方の機械要素12、14の相対回転時に、運動軸線16を中心に回転方向に流れる。流体に作用する遠心力 F_{FK} に基づいて、流体は、径方向で外方へ動かされ、シール面30の第1のシール面部分30aに流れてくる。流体は、低圧側Nの方へ、シール面30に当接するシールヘッド26の領域で、高圧側で停滞して、渦流化される。これによって、流体は、主に軸方向に高圧側Hの方へ流れる。

20

30

【0055】

特に回転速度が高い場合、シール面30の幾何学的な形状付与に基づいて、シール間隙18の高圧側Hで、軸方向に向けられた流体の流れを形成することができる。この流体の流れによって、シールヘッド26に、高圧側で、シール面30に当接しているシール部分28の領域（接触面領域）で、したがって動的なシール域40の領域で、高圧側Hで後から流れる流体が流れてくる。これによって、シール域40は、シール組立体10の動作時に、機械的にフラッシングされ、場合によっては不純物が取り除かれ、潤滑およびシール域40からの放熱がさらに改善される。流体に作用する遠心力 F_{ZK} に基づいて、十分に大きな乱流が流体に生じると、流体の、放熱にとって有利な混合が、高圧側Hで達成される。これによって、シール面30またはシールヘッド26に付着する不純物を剥離させて、シール域40から流し落とすこともできる。これによって、総じて、ラジアルシャフトシールリング20の耐用期間を、簡単な構造手段によってさらに改善することができる。好ましくは、シール面30の第1のシール面部分30aに、その高圧側の縁部分41の領域で、遠心分離構造またはトライボロジー構造Tが設けられていてよく、遠心分離構造またはトライボロジー構造Tによって、流体は、矢印方向Fに、両方の機械部品12、14の相対回転時に、高圧側Hへ向けて加速される。これによって、シール域40の領域は、よ

40

50

り効果的にフラッシングされて、不純物が取り除かれ、潤滑およびシール域 40 からの放熱をさらに改善することができる。シールヘッド 26 は、圧力負荷がかけられていない状態で、第 1 のシール面部分 30 a の、トライボロジー構造 T が設けられた高圧側の縁部分 41 に好ましくは当接しておらず、これによって、シール面 30 におけるシールヘッド 26 の過剰な摩擦およびシールヘッド 26 の予想される断損傷が回避される。トライボロジー構造 T については、図 5 ~ 図 9 に関連して後で詳しく説明する。

【0056】

シール組立体 10 の動作時に、シールされるべき高圧側 H から低圧側 N への、動的にシールするシールヘッド 26 の領域に生じる、流体のわずかな漏れは、完全には阻止されない。両方の機械部品 12, 14 の相対運動によって、シールヘッド 26 の低圧側 N に位置する（漏れ）流体は、流体に作用する遠心力 Z_{FK} と相互作用する付着特性によって、シール面 30 に沿って、軸方向に動かされる。流体は、その大部分でまたは完全に、軸方向にシール域 40 の方へ流れる。これによって、シール域 40 またはシールヘッド 26 の接触面領域およびシール面 30 の低圧側の潤滑、ならびに高圧側 H への、ラジアルシャフトシールリング 20 の改善された引き戻し特性が促進される。

【0057】

第 2 の機械部品のシール面 30 は、ここでは、第 2 の機械部品 14 に取り付けられたスリーブ要素 42 によって形成されている。これによって、第 2 の機械部品 14 は、低コストの、またはラジアルシャフトシールリング 20 の対応摺動面としては適切ではない材料から成っていてよい。第 2 の機械部品 14 の表面のさらなる精密加工を不要とすることもできる。スリーブ要素 42 は、スリーブ要素 42 および第 2 の機械部品 14 のそれぞれの材料に応じて、第 2 の機械部品に圧着、溶接、ろう接もしくは接着されてもよいし、または第 2 の機械材料にねじ固定もしくは係止されてもよい。スリーブ要素 42 は、ここでは、たとえば金属、具体的にははだ焼き鋼から成る。代替的に、スリーブ要素 42 は、たとえばセラミック材料から成っていてよい。金属またはプラスチックから成る支持構造と、その上に配置された、シール面 30 を形成する、たとえば酸化アルミニウムから成る滑り層とを有する、複合材料から成るスリーブ要素も考えられる。

【0058】

スリーブ要素 42 は、ここで図示される実施の形態では、弾性変形可能な支持要素または中間要素 44 を介して第 2 の機械部品 14 に配置されている。スリーブ要素は、特に中間要素 44 とともに、第 2 の機械部品上にプレス加工されてよく、ゆえに第 2 の機械部品に、相対回動不能にかつ軸方向に位置固定されて保持されてよい。

【0059】

ラジアルシャフトシールリング 20 は、図 3 に示す実施の形態によれば、アーチ形のまたは蛇行状の結合部分 32 を有していてよい。結合部分 32 によって、径方向で内側および外側に自由空間 46 が画定されている。自由空間とは、本明細書では、シール組立体 10 の構成部材が配置されていない空間容積と解される。この自由空間 46 は、シールヘッド 26 を周面側で囲繞している。自由空間 46 は、シール組立体 10 の高圧側 H に流体接続されている。高圧側 H に、ひいては自由空間 46 にも、動作圧 p_w が加えられると、シールヘッド 26 を、これによって、高圧側 H でその都度作用する圧力 p_w に対して圧力比例的にシール面 32 に押し付けることができる。これによって、ラジアルシャフトシールリング 20 は、全体として圧力作動式である。

【0060】

シールヘッド 26 は、ラジアルシャフトシールリングとは別個に構成された少なくとも 1 つの付勢要素 48 を有していてもよく、付勢要素 48 によって、シールヘッド 26 は、シール面に押し付けられている。ここでは、シールヘッド 26 は、結合部分 32 の両側に溝 50 を有しており、溝 50 内に、高圧側で、弾性変形可能な付勢要素 48、ここではウォーム状ばねが保持されるように配置されており、低圧側で、支持リング 52 が保持されるように配置されている。したがって、ラジアルシャフトシールリング 10 のこの実施の形態では、シールヘッド 26 は、少なくとも部分的に付勢要素 48 によって、シール面 3

0 に押し付けられる。高圧側 H の加圧中に、ランプ状の第 1 のシール面部分 30 a によって引き起こされる、シールヘッド 26 の負荷軽減は、付勢要素 48 によって少なくとも部分的に補償される。

【0061】

支持リング 52 は、ラジアルシャフトシールリング 20 のエラストマ材料と比べてより大きな弾性係数を有する材料から成る。支持リング 52 は、形状安定性を有しており、シール組立体 10 の動作中に生じる力によって変形しないかまたはほとんど変形しない。高圧側 H が加圧されると、シールヘッド 26 を、また結合部分 32 も、運動軸線 16 に対して軸方向に支持リング 52 に支持することができる。さらに、結合部分 32 は、シール面 30 の方へ、つまり運動軸線 16 に対して径方向に支持リング 52 に支持することができる。これによって、ラジアルシャフトシールリング 20 を、軸方向に機械的に安定化させることができ、シールヘッド 26 を、シール面 30 に過剰に押し付けられることから防護することができる。

10

【0062】

結合部分 32 は、必要に応じて複数の材料脆弱領域 54 を有しており、材料脆弱領域 54 は、シール要素の周方向に好ましくは規則的に相互に間隔を置いて前後に位置するように配置されている。結合部分 32 は、材料脆弱領域 54 において、非脆弱領域における結合部分 32 の最大厚さ d_{max} (図 3 中に破線で示されている) の 90% 未満、好ましくは 50% 未満の厚さ d をそれぞれ有している。結合部分 32 には、貫通孔またはこれに類するものが設けられていないことに留意されるべきである。したがって、結合部分 32 は、全体的に流体不透過性である。結合部分 32 の材料脆弱領域 54 によって、シールヘッド 26 とシール面 30 との間の、周方向で一様でない接触面圧経過がもたらされる。これによって、シール域 40 の領域におけるシール組立体 10 の潤滑特性をさらに改善することができる。

20

【0063】

シール部分は、環状の摺動ストリップ 56 を有している。摺動ストリップ 56 は、シールヘッド 26 の端面 34 から離反して、ラジアルシャフトシールリングの、少なくとも加圧されていない動作状態で、径方向にシール面 30 の方へ延在している。摺動ストリップ 56 は、図 3 によれば、矩形の横断面形状を有している。摺動ストリップ 56 の両方のシール縁には、符号 58 が付されている。摺動ストリップ 56 は、連続的な環状の摺動面 60 を有しており、摺動面 60 は、好ましくは巨視的に構造化されずに構成されている。好ましくは、図 3 に示されたシール組立体でも、第 1 のシール面部分 30 a の高圧側の縁部分 41 にトライボロジー構造 T が設けられていてよく、これによって、シールヘッド 26 とシール面との接触面領域の冷却、フラッシングおよび潤滑がさらに改善される。

30

【0064】

動的なシール域 40 のさらに集中的な冷却、潤滑およびフラッシングのために、シールヘッド 26 に、高圧側で、成形システム 62 が設けられていてよい。

【0065】

成形システム 62 は、ここでは、溝状の凹部として構成された複数の第 1 の流れ要素 64 を有している。第 1 の流れ要素 64 は、図 4 によるラジアルシャフトシールリング 20 の露出した描画によれば、高圧側 H の方へ向いた第 1 の開口 66 と、低圧側 N の方へ向いた第 2 の開口 68 とを有している。溝は、局所的な半径 r_0 に対して、それぞれ少なくとも部分的に片側へ (機械部品 12, 14 の 1 回動方向に) 傾いて延在するように配置されているので、運動軸線を中心に両方の機械部品 12, 14 が、ここでは双方向に相対運動すると、シール間隙の高圧側 H で流体の流れが生じ、この流体の流れによって、流体が、シール域の領域において高圧側で直接にまたは間接にシールヘッド 26 に流れてくる。溝は、付加的に、軸方向にシールヘッド 26 のシール部分 28 の方へ先細りになっていてよく、これによって、流体は、溝内でさらに効率的に加速される。第 1 の流れ要素 64 の少なくとも一部は、一端で、シールヘッド 26 の環状の流路 72 に開口することができる。この場合、端面側の流路 72 は、好ましくは低圧側 N に向かって、シールヘッド 26 のシ

40

50

ール部分 28 またはシールヘッド 26 の摺動ストリップ 58 によって直接に側方で画定されている。シールヘッド 26 の成形システム 62 は、第 1 の流れ要素 64 に対して代替的にまたは付加的に、第 2 の流れ要素 74 を有していてもよく、第 2 の流れ要素 74 は、それぞれ成形突出部の形態で、シールヘッド 26 から離反する方向へ延在している。これらの第 2 の流れ要素 74 は、シールヘッドのブレード装置を形成する。第 2 の流れ要素 74 は、たとえば楕円形の、長円形のまたは多角形の横断面形状を有していてもよい。

【0066】

第 1 の流れ要素 64 および第 2 の流れ要素 74 は、シールヘッド 26 の端面 34 またはシール部分 28 の領域で、流体によるシールヘッド 26 へのさらに強化された流入を可能にする。その結果、シールヘッド 26 の改善されたフラッシング、冷却および潤滑が得られる。

10

【0067】

シールヘッド 26 は、低圧側 N に送り戻し成形体 76 をさらに有していてもよく、送り戻し成形体 76 によって、一方では、シール組立体 10 の引き戻し能力を、他方では、低圧側 N から、シールヘッド 26 の、シール面 30 に当接するシール部分 28 の付加的な潤滑を達成することができる。この場合、送り戻し成形体 76 は、ラジアルシャフトシールリングの高圧側 H に配置された第 1 の流れ要素 64 または第 2 の流れ要素 74 に対応する形態で構成されていてもよい。

【0068】

図 5 ~ 図 8 には、図 1 ~ 図 3 に示したシール組立体 10 の第 1 のシール面部分 30 a の各々の高圧側の縁部分 41 が、どのようにそれぞれ異なる遠心分離構造またはトライボロジー構造を有することができるのかが示されている。

20

【0069】

図 5 によれば、トライボロジー構造 T は、シール面を形成するスリーブ要素 42 またはシール面を有する機械部品 12, 14 の螺旋状のまたはコイル状の溝 78 を有していてもよいし、またはそのような溝 78 として構成されていてもよい。溝 78 は、好ましくは、その内法の横断面が高圧側へ広がってよい。

【0070】

図 6 に示されているように、シール面 30 の第 1 のシール面部分 30 a の高圧側の縁部分 41 のトライボロジー構造 T は、複数の溝 78 を有していてもよい。好ましくは、溝 78 の少なくとも一部が、軸方向で相互にずらして配置されている。溝は、様々な長さに構成されていてもよい。溝は、軸方向に、高圧側 H の方へ広がる内法の / 自由な横断面を有していてもよく、これによって、溝内の流体の望ましくない背圧が妨げられる。溝 78 は、運動軸線 16 への投影が、好適には運動軸線 16 に対して鋭角に斜めに延在するように配置されている。

30

【0071】

シール面 30 の第 1 のシール面部分における高圧側の縁部分 41 のトライボロジー構造 T は、図 7 および図 8 に示す実施の形態によれば、第 1 のシール面部分 30 a の成形突出部 80 の隆起部の形態で構成されていてもよい。成形突出部 80 は、図 8 によれば、三角形の横断面形状を有していてもよいし、または図 9 によれば、(変形した)楕円の横断面形状を有していてもよい。他の多角形の横断面形状または自由形状・横断面が考えられる。

40

【図 1】

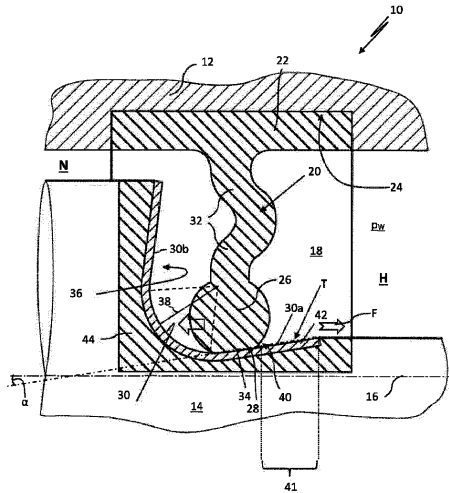


Fig. 1

【図 2】

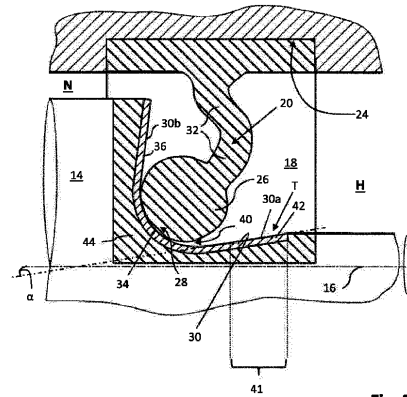


Fig. 2

【図 3】

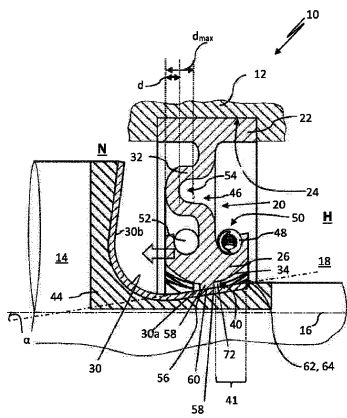


Fig. 3

【図 4】

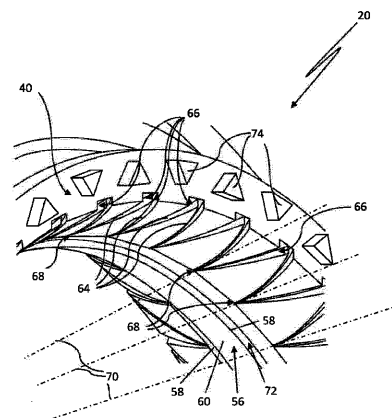


Fig. 4

【図 5】

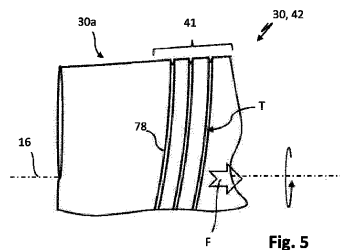


Fig. 5

【 図 6 】

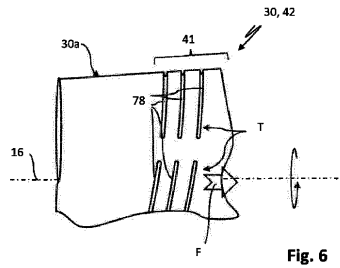


Fig. 6

【 図 8 】

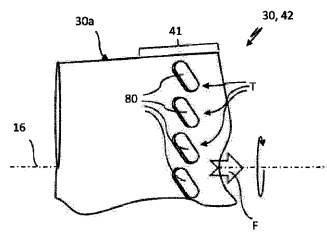


Fig. 8

【 図 7 】

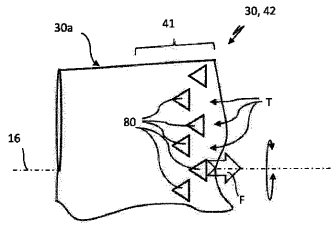


Fig. 7

フロントページの続き

- (74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
- (74)代理人 100098501
弁理士 森田 拓
- (74)代理人 100116403
弁理士 前川 純一
- (74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康
- (74)代理人 100162880
弁理士 上島 類
- (72)発明者 ホルガー ヨアダン
ドイツ連邦共和国 ノイハウゼン ノヴィツェンヴェーク 140
- (72)発明者 マンディ ヴィルケ
ドイツ連邦共和国 ペープリンゲン レオナルド・ダ・ヴィンチ プラッツ 3

審査官 羽鳥 公一

- (56)参考文献 特公昭35-008004(JP,B2)
実公昭31-001813(JP,Y1)
実公昭45-012979(JP,Y1)
実開昭50-134555(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-----------------|
| F16C | 33/72 - 33/82 |
| F16J | 15/16 - 15/3296 |
| F16J | 15/46 - 15/53 |