

(19)



(11)

EP 3 135 919 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.03.2017 Patentblatt 2017/09

(51) Int Cl.:
F04D 19/04^(2006.01) F04D 29/58^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15182138.6**

(22) Anmeldetag: **24.08.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(71) Anmelder: **PFEIFFER VACUUM GMBH**
35614 Asslar (DE)

(72) Erfinder: **Hofmann, Jan**
35305 Grünberg (DE)

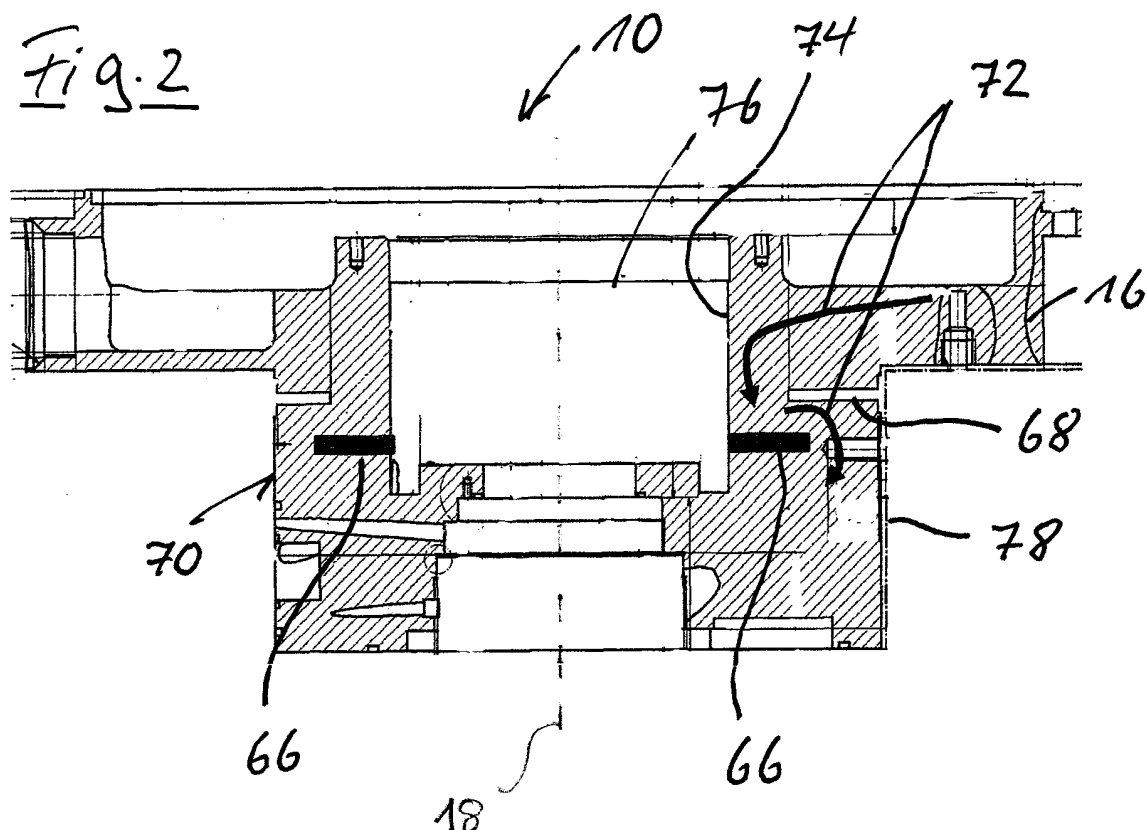
(74) Vertreter: **Manitz, Finsterwald & Partner GbR**
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(54) **VAKUUMPUMPE**

(57) Eine Vakuumpumpe (10), insbesondere Turbomolekularpumpe, umfasst ein Gehäuse (16), einen Stator (24) und einen Rotor (22) mit einer Rotorwelle (20), die durch ein im Bereich der Ansaugseite des Gehäuses vorgesehenes erstes Lager (44) und ein im Bereich der gegenüberliegenden Seite des Gehäuses vorgesehenes weiteres Lager (42) abgestützt ist. Zur Erhöhung des Wärmewiderstandes zwischen dem ansaugseitigen Ge-

häuseabschnitt und dem das weitere Lager enthaltenden Gehäuseabschnitt ist ein von der Ansaugseite abgewandter Teil des Gehäuses (70) mit Materialaussparungen (66,68) versehen, die so in das Gehäuse (16) eingebracht sind, dass sich ein labyrinthartiger, durch mehrere Richtungsänderungen verlängerter Wärmeflusspfad (72) ergibt.

Fig. 2



EP 3 135 919 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, mit einem Gehäuse, einem Stator und einem Rotor mit einer Rotorwelle, die durch ein im Bereich der Ansaugseite des Gehäuses vorgesehenes erstes Lager und ein im Bereich der gegenüberliegenden Seite des Gehäuses vorgesehenes weiteres Lager abgestützt ist.

[0002] Vakuumpumpen wie z.B. Turbomolekularpumpen werden in unterschiedlichen Bereichen der Technik eingesetzt, um ein für einen jeweiligen Prozess notwendiges Vakuum zu schaffen. Turbomolekularpumpen umfassen einen Stator mit mehreren in Richtung einer Rotorachse aufeinanderfolgenden Statorscheiben sowie einen relativ zu dem Stator um die Rotorachse drehbar gelagerten Rotor, der eine Rotorwelle und mehrere auf der Rotorwelle angeordnete, in axialer Richtung aufeinanderfolgende und zwischen den Statorscheiben angeordnete Rotorscheiben umfasst, wobei die Statorscheiben und die Rotorscheiben jeweils eine pumpaktive Struktur aufweisen.

[0003] Beispielsweise bei Turbomolekularpumpen ist die Rotorwelle ansaugseitig, d.h. im Vakuum- oder Hochvakuumbereich, (UHV) in der Regel durch ein UHV-taugliches Permanentmagnetlager und auf der gegenüberliegenden Seite durch ein geschmiertes Wälzlager abgestützt. In bestimmten Fällen soll ansaugseitig bzw. im Hochvakuumbereich der Vakuumpumpe eine möglichst hohe Temperatur vorherrschen, um zu verhindern, dass Gase kondensieren. Dagegen soll der Pumpenabschnitt mit dem Wälzlager relativ kalt sein, um zu verhindern, dass das zur Schmierung des Wälzlagers vorgesehene Schmiermittel, insbesondere Öl, seine schmierenden Eigenschaften verliert. In den meisten Fällen bestehen nun aber der ansaugseitige Gehäuseabschnitt und der das Kugellager enthaltende gegenüberliegende Gehäuseabschnitt aus einer relativ hohen Wärmeleitfähigkeit besitzendem Aluminium oder aus einem anderem Material mit guter Wärmeleitfähigkeit.

[0004] Es besteht nun das Problem, diesen beiden Anforderungen nach einem möglichst hochtemperierten ansaugseitigen Hochvakuumbereich und nach einem relativ dazu möglichst kalten gegenüberliegenden Bereich der Vakuumpumpe möglichst ohne größeren Energieaufwand gerecht zu werden.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, der eingangs genannten Art anzugeben, mit der das zuvor genannte Problem beseitigt ist. Dabei soll bei möglichst geringem Aufwand und möglichst geringem Einsatz an Energie eine möglichst große Temperaturdifferenz zwischen dem ansaugseitigen Gehäuseabschnitt und dem gegenüberliegenden Gehäuseabschnitt der Vakuumpumpe gewährleistet sein.

[0006] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte

Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe ergeben sich aus den Unteransprüchen, der vorliegenden Beschreibung sowie der Zeichnung.

[0007] Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfasst ein Gehäuse, einen Stator und einen Rotor mit einer Rotorwelle, die durch ein im Bereich der Ansaugseite des Gehäuses vorgesehenes erstes Lager und ein im Bereich der gegenüberliegenden Seite des Gehäuses vorgesehenes weiteres Lager abgestützt ist. Dabei ist zur Erhöhung des Wärmewiderstandes zwischen dem ansaugseitigen Gehäuseabschnitt und dem das weitere Lager enthaltenden Gehäuseabschnitt der von der Ansaugseite abgewandte Teil des Gehäuses mit Materialaussparungen versehen, die so in das Gehäuse eingebracht sind, dass sich ein labyrinthartiger, durch mehrere Richtungsänderungen verlängerter Wärmefflusspfad ergibt.

[0008] Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausbildung wird bei denkbar geringem Aufwand und Einsatz an Energie durch einen verlängerten Wärmefflusspfad im Gehäuse eine relativ große Temperaturdifferenz zwischen dem ansaugseitigen Gehäuseabschnitt und dem gegenüberliegenden Gehäuseabschnitt der Vakuumpumpe erreicht. Es kann somit der ansaugseitige Bereich bzw. der Hochvakuumbereich der Vakuumpumpe beispielsweise zur Vermeidung einer Kondensation giftiger Gase relativ stark temperiert werden, ohne dass dadurch auch der gegenüberliegende Gehäuseabschnitt insbesondere im Bereich eines dort befindlichen Lagers der Rotorwelle entsprechend erwärmt wird. Der gegenüberliegende Gehäuseabschnitt muss somit zumindest weniger oder gar nicht mehr gekühlt werden. Es ist somit mit relativ geringem Aufwand unter Minimierung des Einsatzes von Energie zur Kühlung des gegenüberliegenden Gehäuseabschnitts sichergestellt, dass ein im gegenüberliegenden Gehäuseabschnitt enthaltenes Wälzlager hinreichend kühl gehalten werden kann, so dass das zur Schmierung dieses Lagers erforderliche Schmiermittel seine Schmiereigenschaften beibehält. Mit dem durch die erfindungsgemäßen Materialaussparungen im Pumpengehäuse erzeugten labyrinthartigen, durch mehrere Richtungsänderungen verlängerten Wärmefflusspfad ergibt sich eine Art Wärmesperre zwischen dem ansaugseitigen Gehäuseabschnitt und dem gegenüberliegenden Gehäuseabschnitt.

[0009] Der von der Ansaugseite abgewandte, mit den Materialaussparungen versehene Teil des Gehäuses besitzt in der Regel eine durch eine Innenwand begrenzte zentrale Bohrung, deren Mittelachse insbesondere mit der Rotationsachse der Rotorwelle zusammenfällt. Dabei sind gemäß einer bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe die Materialaussparungen sowohl ausgehend von der Innenwand als auch ausgehend von der Außenumfangsfläche des Gehäuses in das Gehäuse eingebracht.

[0010] Bevorzugt sind die Materialaussparungen in Axialrichtung des Gehäuses betrachtet abwechselnd ausgehend von der Innenwand und ausgehend von der

Außenumfangsfläche des Gehäuses in das Gehäuse eingebracht. Dabei können die Materialaussparungen insbesondere kammartig ineinandergreifen.

[0011] Zumindest eine und bevorzugt mehrere Materialaussparungen können sich zumindest teilweise in radialer Richtung erstrecken. Dabei wird insbesondere durch eine Abstimmung der radialen Tiefe der oder jeder Materialaussparung auf den Gehäusedurchmesser bzw. auf die Wandstärke des Gehäuses sichergestellt, dass keine zu große mechanische Schwächung des Gehäuses erfolgt und die sogenannte "Crashsicherheit" des Gehäuses bzw. der Pumpe gewährleistet bleibt.

[0012] Dabei ist die radiale Dicke oder Wandstärke des mit den Materialaussparungen versehenen Teils des Gehäuses zweckmäßigerweise größer als das 3-fache der radialen Abmessung oder Tiefe einer sich radial erstreckenden Materialaussparung.

[0013] Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn eine ausgehend von der Außenumfangsfläche des Gehäuses in das Gehäuse eingebrachte, sich radial erstreckende Materialaussparung eine radiale Abmessung oder Tiefe besitzt, die bei einem Durchmesser des mit den Materialaussparungen versehenen Teils des Gehäuses endet, der kleiner als das 0,75-fache des Außendurchmessers dieses Gehäuseteils und größer als das 1,1-fache des Innendurchmessers dieses Gehäuseteils ist.

[0014] Die Materialaussparungen können sich zumindest teilweise auch in axialer Richtung erstrecken. Auch in diesem Fall wird wieder sichergestellt sein, dass keine zu große mechanische Schwächung des Gehäuses erfolgt. Denkbar ist insbesondere auch eine Kombination von sich radial erstreckenden und sich axial erstreckenden Materialaussparungen. Die Erstreckung der Materialaussparungen kann z.B. auch schräg zur Radialrichtung und/oder Axialrichtung verlaufen und z.B. auch einen windschiefen Verlauf bezüglich der Längsachse des Gehäuses bzw. der Rotationsachse der Rotorwelle besitzen.

[0015] Die quer zu einer Längs- und/oder Umfangserstreckung gemessene Breite und/oder Höhe einer z.B. als Einstich oder Schlitz ausgebildeten Materialaussparung, d.h. bei einem sich radial erstreckenden, in einer axialen Ebene liegenden Schlitz beispielsweise dessen axiale Höhe oder lichte Weite, liegt bevorzugt in einem Bereich von etwa 1 mm bis 6 mm, kann grundsätzlich aber auch kleiner als 1 mm oder größer als 6 mm sein.

[0016] Gemäß einer bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe sind die Materialaussparungen zumindest teilweise in Form von Einstichen, Schlitzten und/oder Bohrungen in das Gehäuse eingebracht.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe ist zumindest eine Materialaussparung als vollständig, teilweise oder abschnittsweise um eine Längsachse des Gehäuses herum verlaufender Einstich oder Schlitz vorgesehen.

[0018] Ein solcher Einstich oder Schlitz kann z.B. mittels eines Scheibenfräasers oder dergleichen hergestellt

werden.

[0019] In einem vergleichsweise einfachen Fall können die Materialaussparungen zumindest teilweise lediglich mit Luft bzw. Gas gefüllte Freiräume bilden.

[0020] In anderen Fällen kann es jedoch von Vorteil sein, wenn in die Materialaussparungen zumindest teilweise ein wärmeisolierender Feststoff eingebracht ist. Dabei besitzt der betreffende Feststoff zweckmäßigerweise eine geringere Wärmeleitfähigkeit als das Material des Gehäuses und als Luft bzw. Gas.

[0021] Im Bereich des ansaugseitigen Gehäuseabschnitts kann eine Heizeinrichtung vorgesehen sein. Bevorzugt umfasst eine solche Heizeinrichtung wenigstens ein Heizband oder dergleichen.

[0022] Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform einer Vakuumpumpe, bei der die Erfindung anwendbar ist, und

Fig. 2 eine schematische Darstellung des von der Ansaugseite abgewandten, mit Materialaussparungen versehenen Teils des Gehäuses einer beispielhaften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe.

[0023] Die in Fig. 1 gezeigte Vakuumpumpe 10 umfasst einen von einem Einlassflansch 12 umgebenen Pumpeneinlass 14 sowie mehrere Pumpstufen zur Förderung des an dem Pumpeneinlass 14 anstehenden Gases zu einem in Fig. 1 nicht dargestellten Pumpenauslass. Die Vakuumpumpe 10 umfasst einen Stator mit einem statischen Gehäuse 16 und einen in dem Gehäuse 16 angeordneten Rotor mit einer um eine Rotationsachse 18 drehbar gelagerten Rotorwelle 20.

[0024] Die Vakuumpumpe 10 ist als Turbomolekularpumpe ausgebildet und umfasst mehrere pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete turbomolekulare Pumpstufen mit mehreren mit der Rotorwelle 20 verbundenen turbomolekularen Rotorscheiben 22 und mehreren in axialer Richtung zwischen den Rotorscheiben 22 angeordneten und in dem Gehäuse 16 festgelegten turbomolekularen Statorscheiben 24, die durch Distanzringe 26 in einem gewünschten axialen Abstand zueinander gehalten sind. Die Rotorscheiben 22 und Statorscheiben 24 stellen in einem Schöpfbereich 28 eine in Richtung des Pfeils 30 gerichtete axiale Pumpwirkung bereit.

[0025] Die Vakuumpumpe 10 umfasst zudem drei in radialer Richtung ineinander angeordnete und pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete Holweck-Pumpstufen. Der rotorseitige Teil der Holweck-Pumpstufen umfasst eine mit der Rotorwelle 20 verbundene Rotorhülse 32 und zwei an der Rotorhülse 32 befestigte und von dieser getragene zylindermantelförmige Holweck-Rotorhülsen 34, 36, die koaxial zu der Rotorachse 18 orientiert und in radialer Richtung ineinander geschachtelt

telt sind. Ferner sind zwei zylindermantelförmige Holweck-Statorhülsen 38, 40 vorgesehen, die ebenfalls koaxial zu der Rotorachse 18 orientiert und in radialer Richtung ineinander geschachtelt sind. Die pumpaktiven Oberflächen der Holweck-Pumpstufen sind jeweils durch die einander unter Ausbildung eines engen radialen Holweckspalts gegenüberliegenden radialen Mantelflächen jeweils einer Holweck-Rotorhülse 34, 36 und einer Holweck-Statorhülse 38, 40 gebildet. Dabei ist jeweils eine der pumpaktiven Oberflächen glatt ausgebildet, im vorliegenden Fall beispielsweise die der Holweck-Rotorhülse 34 bzw. 36, wobei die gegenüberliegende pumpaktive Oberfläche der jeweiligen Holweck-Statorhülse 38 bzw. 40 eine Strukturierung mit schraubenlinienförmig um die Rotationsachse 18 herum in axialer Richtung verlaufenden Nuten aufweist, in denen durch die Rotation des Rotors das Gas vorangetrieben und dadurch gepumpt wird.

[0026] Die drehbare Lagerung der Rotorwelle 20 wird durch ein Wälzlager 42 im Bereich des Pumpenauslasses und ein Permanentmagnetlager 44 im Bereich des Pumpeneinlasses 14 bewirkt.

[0027] Das Permanentmagnetlager 44 umfasst eine rotorseitige Lagerhälfte 46 und eine statorseitige Lagerhälfte 48, die jeweils einen Ringstapel aus mehreren in axialer Richtung aufeinander gestapelten permanentmagnetischen Ringen 50, 52 umfassen, wobei die Magnetringe 50, 52 unter Ausbildung eines radialen Lager-
spalts 54 einander gegenüberliegen.

[0028] Innerhalb des Permanentmagnetlagers 44 ist ein Not- oder Fanglager 56 vorgesehen, das als ungeschmiertes Wälzlager ausgebildet ist und im normalen Betrieb der Vakuumpumpe ohne Berührung leer läuft und erst bei einer übermäßigen radialen Auslenkung des Rotors gegenüber dem Stator in Eingriff gelangt, um einen radialen Anschlag für den Rotor zu bilden, der eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen verhindert.

[0029] Im Bereich des Wälzlagers 42 ist an der Rotorwelle 20 eine konische Spritzmutter 58 mit einem zu dem Wälzlager 42 hin zunehmenden Außendurchmesser vorgesehen, die mit einem Abstreifer eines mehrere mit einem Betriebsmittel, wie z.B. einem Schmiermittel, getränkte saugfähige Scheiben 60 umfassenden Betriebsmittelspeichers in gleitendem Kontakt steht. Im Betrieb wird das Betriebsmittel durch kapillare Wirkung von dem Betriebsmittelspeicher über den Abstreifer auf die rotierende Spritzmutter 58 übertragen und infolge der Zentrifugalkraft entlang der Spritzmutter 58 in Richtung des größer werdenden Außendurchmessers der Spritzmutter 58 zu dem Wälzlager 42 hin gefördert, wo es z.B. eine schmierende Funktion erfüllt.

[0030] Die Vakuumpumpe umfasst einen Antriebsmotor 62 zum drehenden Antreiben des Rotors, dessen Läufer durch die Rotorwelle 20 gebildet ist. Eine Steuereinheit 64 steuert den Antriebsmotor 62 an.

[0031] Die turbomolekularen Pumpstufen stellen in dem Schöpfbereich 28 eine Pumpwirkung in Richtung des Pfeils 30 bereit.

[0032] Fig. 2 zeigt in schematischer Darstellung den von der Ansaugseite abgewandten, mit Materialaussparungen 66, 68 versehenen Teil des Gehäuses 16 einer beispielhaften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe 10, bei der es sich insbesondere um eine Turbomolekularpumpe der in der Fig. 1 dargestellten Art handeln kann.

[0033] Entsprechend umfasst auch die erfindungsgemäße Vakuumpumpe 10 ein Gehäuse 16, einen Stator und einen hier nicht dargestellten Rotor mit einer Rotorwelle, die durch ein im Bereich der Ansaugseite des Gehäuses 16 vorgesehenes erstes Lager und ein im Bereich der gegenüberliegenden Seite des Gehäuses 16 vorgesehenes weiteres Lager abgestützt ist. Dabei kann es sich bei den beiden hier nicht dargestellten Lagern entsprechend der Darstellung gemäß Fig. 1 beispielsweise wieder um ein ansaugseitiges Permanentmagnetlager und ein auf der gegenüberliegenden Seite vorgesehenes Wälzlager handeln. Dieses Wälzlager kann z. B. im Bereich der in Fig. 2 dargestellten zentralen Bohrung 76 angeordnet sein.

[0034] Erfindungsgemäß ist zur Erhöhung des Wärmewiderstandes zwischen dem ansaugseitigen Gehäuseabschnitt und dem das Wälzlager enthaltenden Gehäuseabschnitt der von der Ansaugseite abgewandte Teil 70 des Gehäuses 16 mit Materialaussparungen 66, 68 versehen, die so in das Gehäuse 16 eingebracht sind, dass sich ein labyrinthartiger, durch mehrere Richtungsänderungen verlängerter Wärmeflusspfad 72 ergibt.

[0035] Dadurch kann während des Betriebs der Pumpe eine relativ große Temperaturdifferenz zwischen dem ansaugseitigen Gehäuseabschnitt und dem gegenüberliegenden Gehäuseabschnitt der Vakuumpumpe 10 aufrechterhalten werden. Wie bereits erwähnt, ist die Erfindung beispielsweise bei einer Vakuumpumpe der in der Fig. 1 dargestellten Art anwendbar. Aufgrund der erfindungsgemäßen Materialaussparungen kann der ansaugseitige Gehäuseabschnitt der Vakuumpumpe zur Vermeidung einer Kondensation von Gasen entsprechend temperiert werden, ohne dass dadurch auch der das weitere Lager enthaltende gegenüberliegende Gehäuseabschnitt 70 der Pumpe entsprechend erwärmt wird. Der das Wälzlager enthaltende Gehäuseabschnitt 70 kann somit mit minimaler Kühlung oder gegebenenfalls auch ohne Kühlung hinreichend kalt gehalten werden, um sicherzustellen, dass das zur Schmierung des Wälzlagers erforderliche Öl seine schmierenden Eigenschaften beibehält. Entsprechend wird der bisher zur Kühlung erforderliche Aufwand an Energie zumindest reduziert.

[0036] Der von der Ansaugseite abgewandte, mit den Materialaussparungen 66, 68 versehene Teil 70 des Gehäuses 16 besitzt eine durch eine Innenwand 74 begrenzte zentrale Bohrung 76. Dabei können die Materialaussparungen 66, 68, wie im Beispiel der Fig. 2 dargestellt, sowohl ausgehend von der Innenwand 74 als auch ausgehend von der Außenumfangsfläche 78 des Gehäuses 16 in das Gehäuse 16 eingebracht sein.

[0037] Die Materialaussparungen 66, 68 können, wie in der Fig. 2 dargestellt, in Axialrichtung des Gehäuses 16 betrachtet insbesondere abwechselnd ausgehend von der Innenwand 74 und ausgehend von der Außenumfangsfläche 78 des Gehäuses 16 in das Gehäuse 16 eingebracht sein. Wie ebenfalls dargestellt, können die Materialaussparungen 66, 68 in diesem Fall insbesondere kammartig ineinandergreifen.

[0038] Grundsätzlich können sich die Materialaussparungen 66, 68 zumindest teilweise in radialer Richtung und/oder zumindest teilweise in axialer Richtung erstrecken. Dabei ist beispielsweise auch eine Kombination von sich in radialer Richtung erstreckenden und von sich in axialer Richtung erstreckenden Materialaussparungen 66, 68 denkbar. Im in der Fig. 2 dargestellten Fall erstrecken sich die Materialaussparungen 66, 68 jeweils in radialer Richtung, liegen also bezüglich der Rotationsachse 18 der nicht dargestellten Rotorwelle in unterschiedlichen Höhenebenen.

[0039] Die Materialaussparungen 66, 68 können zumindest teilweise in Form von Einstichen, Schlitten und/oder Bohrungen in das Gehäuse 16 eingebracht sein. Dabei kann zumindest eine Materialaussparung 66, 68 als vollständig um die Rotationsachse 18 herum verlaufender Einstich oder Schlitz vorgesehen sein. Im Beispiel der Fig. 2 sind beide Aussparungen 66, 68 jeweils als ein solcher Einstich bzw. Schlitz ausgebildet.

[0040] Während bei der Darstellung gemäß Fig. 2 der von der Ansaugseite abgewandte Teil 70 des Gehäuses 16 lediglich mit zwei in Axialrichtung aufeinanderfolgenden Materialaussparungen 66, 68 versehen ist, können in diesen von der Ansaugseite abgewandten Teil 70 des Gehäuses 16 auch mehr als zwei Materialaussparungen eingebracht sein. Dabei können auch im letzteren Fall die Materialaussparungen in Axialrichtung des Gehäuses 16 betrachtet insbesondere wieder abwechselnd ausgehend von der Innenwand 74 und ausgehend von der Außenumfangsfläche 78 des Gehäuses 16 in das Gehäuse 16 eingebracht sein und kammartig ineinandergreifen.

[0041] Die Materialaussparungen 66, 68 können zumindest teilweise lediglich mit Luft bzw. Gas gefüllte Freiräume bilden, wie dies in Fig. 2 bei der von außen eingebrachten Aussparung 68 dargestellt ist. Wie in Fig. 2 bei der anderen, von innen eingebrachten Aussparung 66 dargestellt, kann in die Materialaussparungen jedoch zumindest teilweise auch ein wärmeisolierender Feststoff eingebracht sein, der zweckmäßigerweise eine höhere Wärmeisolation als Luft bzw. Gas und als das Material, aus dem das Gehäuse 16 besteht. Das Gehäusematerial ist insbesondere Aluminium.

[0042] Die radiale Tiefen, in welche die in Fig. 2 dargestellten Aussparungen 66, 68 jeweils reichen, sind rein beispielhaft dargestellt und werden in konkreten Anwendungen in Abhängigkeit z.B. von der Wandstärke des Gehäuseabschnitts 70 und von dem Verhältnis des Innendurchmessers im Bereich der Bohrung 76 und dem Außendurchmesser des Gehäuseabschnitts 70 gewählt,

und zwar in jedem Fall derart, dass die "Crashsicherheit" der Pumpe gewährleistet bleibt. Bezüglich möglicher Abmessungen der Aussparungen 66, 68 wird hiermit auch auf den Einleitungsteil verwiesen.

[0043] Im Übrigen kann die erfindungsgemäße Vakuumpumpe 10 beispielsweise so ausgeführt sein, wie dies anhand der Fig. 1 beschrieben wurde. Zudem kann im Bereich des ansaugseitigen Gehäuseabschnitts eine Heizeinrichtung vorgesehen sein. Eine solche Heizeinrichtung kann beispielsweise wenigstens ein Heizband oder dergleichen umfassen.

Bezugszeichenliste

[0044]

10	Vakuumpumpe
12	Einlassflansch
14	Pumpeneinlass
16	Gehäuse
18	Rotationsachse
20	Rotorwelle
22	Rotorscheibe
24	Statorscheibe
26	Distanzring
28	Schöpfbereich
30	Pfeil
32	Rotornabe
34	Holweck-Rotorhülse
36	Holweck-Rotorhülse
38	Holweck-Statorhülse
40	Holweck-Statorhülse
42	Wälzlager
44	Permanentmagnetlager
46	rotorseitige Lagerhälfte
48	statorseitige Lagerhälfte
50	permanentmagnetischer Ring
52	permanentmagnetischer Ring
54	radialer Lagerspalt
56	Not- oder Fanglager
58	konische Spritzmutter
60	saugfähige Scheibe
62	Antriebsmotor
64	Steuereinheit
66	Materialaussparung
68	Materialaussparung
70	von der Ansaugseite abgewandter Teil des Gehäuses
72	Wärmeflusspfad
74	Innenwand
76	zentrale Bohrung
78	Außenumfangsfläche

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe (10), insbesondere Turbomolekularpumpe, mit einem Gehäuse (16), einem Stator und

- 5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
- einem Rotor mit einer Rotorwelle, die durch ein im Bereich der Ansaugseite des Gehäuses (16) vorgesehenes erstes Lager und ein im Bereich der gegenüberliegenden Seite des Gehäuses vorgesehenes weiteres Lager abgestützt ist, wobei zur Erhöhung des Wärmewiderstandes zwischen dem ansaugseitigen Gehäuseabschnitt und dem das weitere Lager enthaltenden Gehäuseabschnitt ein von der Ansaugseite abgewandter Teil (70) des Gehäuses (16) mit Materialaussparungen (66, 68) versehen ist, die so in das Gehäuse (16) eingebracht sind, dass sich ein labyrinthartiger, durch mehrere Richtungsänderungen verlängerter Wärmefflusspfad (72) ergibt.
2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der von der Ansaugseite abgewandte, mit den Materialaussparungen (66, 68) versehene Teil (70) des Gehäuses (16) eine durch eine Innenwand (74) begrenzte zentrale Bohrung (76) besitzt und die Materialaussparungen (66, 68) sowohl ausgehend von der Innenwand (74) als auch ausgehend von der Außenumfangsfläche (78) des Gehäuses (16) in das Gehäuse (16) eingebracht sind.
 3. Vakuumpumpe nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Materialaussparungen (66, 68) in Axialrichtung des Gehäuses (16) betrachtet abwechselnd ausgehend von der Innenwand (74) und ausgehend von der Außenumfangsfläche (78) des Gehäuses (16) in das Gehäuse (16) eingebracht sind.
 4. Vakuumpumpe nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Materialaussparungen (66, 68) kammartig ineinandergreifen.
 5. Vakuumpumpe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass sich wenigstens eine Materialaussparung (66, 68) zumindest teilweise in radialer Richtung erstreckt.
 6. Vakuumpumpe nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die radiale Wandstärke des mit den Materialaussparungen (66, 68) versehenen Teils (70) des Gehäuses (16) größer als das 3-fache der Tiefe einer sich radial erstreckenden Materialaussparung ist.
 7. Vakuumpumpe nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, dass eine ausgehend von der Außenumfangsfläche (78) des Gehäuses (16) in das Gehäuse (16) eingebrachte, sich radial erstreckende Materialaussparung (68) eine Tiefe besitzt, die bei einem Durchmesser des mit den Materialaussparungen (66, 68) versehenen Teils (70) des Gehäuses (16) endet, der kleiner als das 0,75-fache des Außendurchmessers und größer als das 1,1-fache des Innendurchmessers des mit den Materialaussparungen (66, 68) versehenen Teils (70) des Gehäuses (16) ist.
 8. Vakuumpumpe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass sich die Materialaussparungen (66, 68) zumindest teilweise in axialer Richtung erstrecken.
 9. Vakuumpumpe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Materialaussparungen (66, 68) zumindest teilweise in Form von Einstichen, Schlitzten und/oder Bohrungen in das Gehäuse (16) eingebracht sind.
 10. Vakuumpumpe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Materialaussparung (66, 68) als vollständig, teilweise oder abschnittsweise um eine Längsachse des Gehäuses (16) herum verlaufender Einstich oder Schlitz vorgesehen ist.
 11. Vakuumpumpe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Materialaussparungen (66, 68) zumindest teilweise lediglich mit Luft bzw. Gas gefüllte Freiräume bilden.
 12. Vakuumpumpe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass in die Materialaussparungen (66, 68) zumindest teilweise ein wärmeisolierender Feststoff eingebracht ist.
 13. Vakuumpumpe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich des ansaugseitigen Gehäuseabschnitts eine Heizeinrichtung vorgesehen ist.

Fig. 1

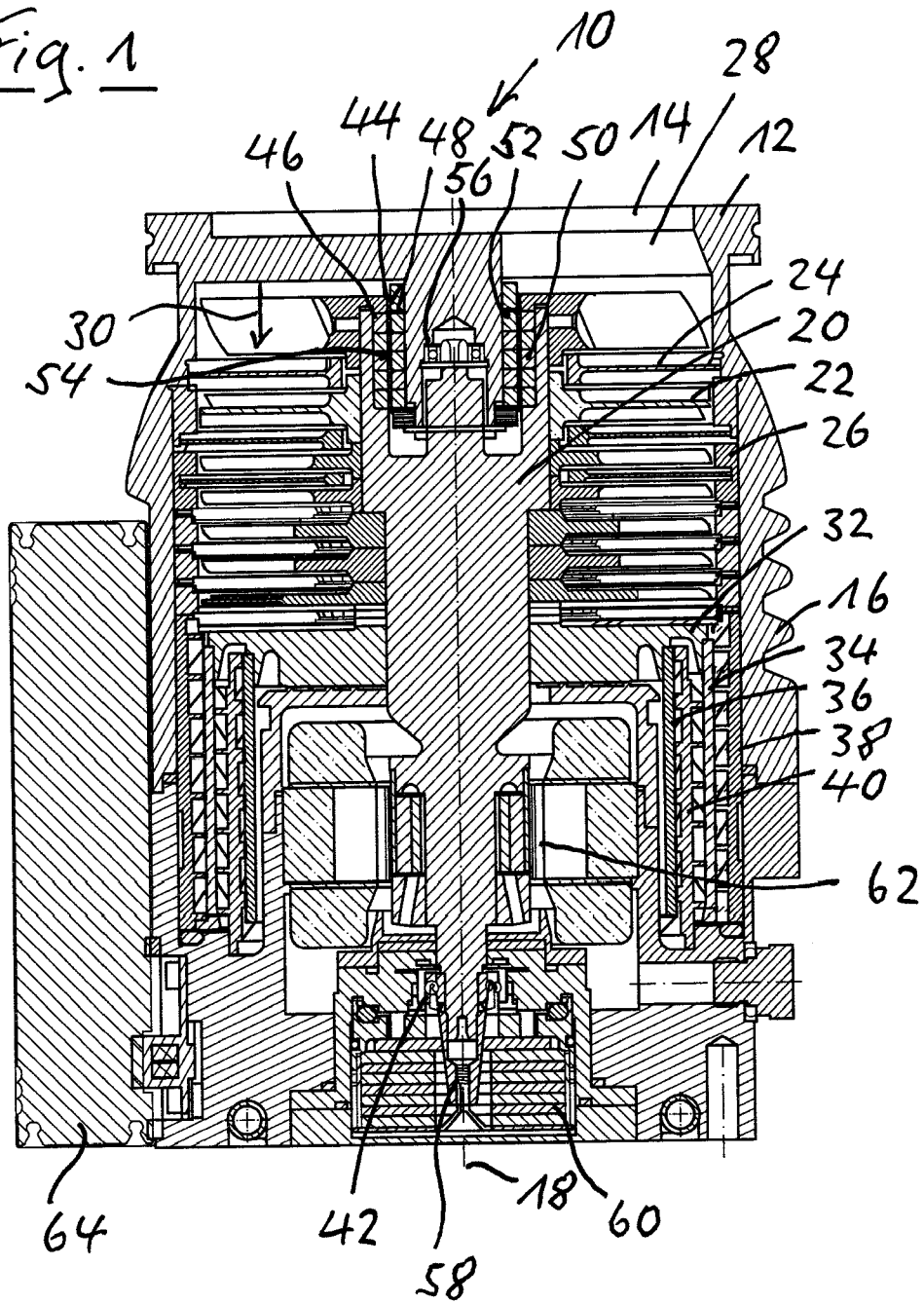
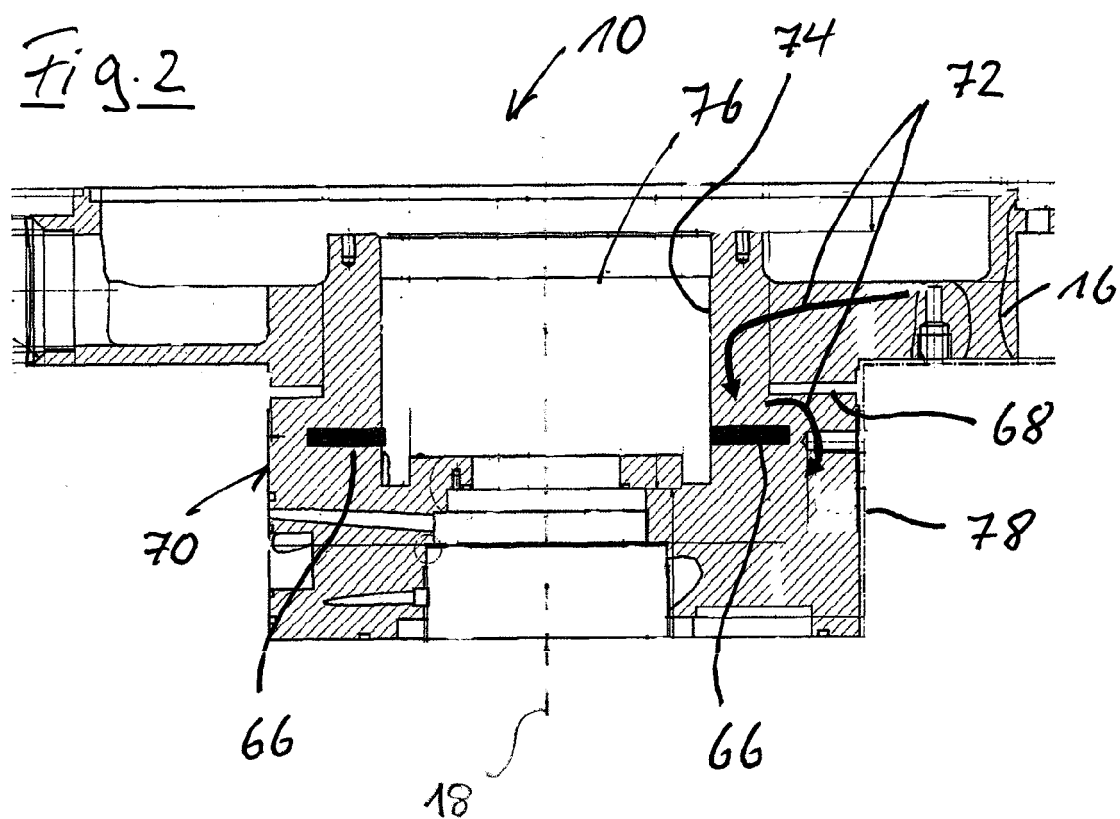


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 18 2138

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	EP 1 508 700 A2 (EBARA CORP [JP]) 23. Februar 2005 (2005-02-23) * Absatz [0001] * * Absatz [0003] * * Absätze [0082] - [0084] * * Abbildung 7 *	1-6, 8-11,13 7	INV. F04D19/04 F04D29/58
X A	JP 2010 025122 A (OSAKA VACUUM LTD) 4. Februar 2010 (2010-02-04) * Zusammenfassung * * Absatz [0001] * * Absätze [0012] - [0014] * * Anspruch 1; Abbildungen 1-2 *	1,5,6, 8-13 2-4,7	
X Y A	EP 0 408 791 A1 (LEYBOLD AG [DE]) 23. Januar 1991 (1991-01-23) * Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 13 * * Spalte 5, Zeile 26 - Zeile 43 * * Spalte 6, Zeile 34 - Zeile 48 * * Anspruch 1; Abbildung 5 *	1,2,5,6, 8-11 12,13 3,4,7	
X Y A	EP 1 619 395 A1 (VARIAN SPA [IT]) 25. Januar 2006 (2006-01-25) * Absätze [0001] - [0004] * * Absätze [0042] - [0043] * * Abbildung 3b *	1,2,5, 8-11 12,13 3,4,6,7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04D
A	JP 2006 037951 A (OSAKA VACUUM LTD) 9. Februar 2006 (2006-02-09) * Zusammenfassung * * Abbildung 1 *	1-13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 29. Januar 2016	Prüfer Nicolai, Sébastien
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 18 2138

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-01-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1508700 A2	23-02-2005	EP 1508700 A2	23-02-2005
		US 2005042118 A1	24-02-2005
		US 2010047096 A1	25-02-2010
JP 2010025122 A	04-02-2010	KEINE	
EP 0408791 A1	23-01-1991	DE 58907244 D1	21-04-1994
		EP 0408791 A1	23-01-1991
		JP 2877914 B2	05-04-1999
		JP H03138484 A	12-06-1991
		US 5165872 A	24-11-1992
EP 1619395 A1	25-01-2006	EP 1619395 A1	25-01-2006
		JP 2006029338 A	02-02-2006
		US 2006018772 A1	26-01-2006
JP 2006037951 A	09-02-2006	JP 4703279 B2	15-06-2011
		JP 2006037951 A	09-02-2006

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82