

(19)



(11)

EP 3 499 039 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.06.2019 Patentblatt 2019/25

(51) Int Cl.:
F04C 18/16 (2006.01) **F04C 25/02** (2006.01)
F04C 29/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17207576.4**

(22) Anmeldetag: **15.12.2017**

(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 MD TN

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

(72) Erfinder: **Huber, Peter**
35510 Butzbach (DE)

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald**
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(54) SCHRAUBENVAKUUMPUMPE

(57) Schraubenvakuumpumpe mit einem Gehäuse (16), zwei in dem Gehäuse angeordneten und miteinander in Eingriff stehenden Schraubenrotoren (28,30), die zum Fördern eines Prozessgases in Zusammenarbeit mit dem Gehäuse (16) wiederholt abgeschlossene Fördervolumina des Prozessgases bilden und in Richtung

eines Auslasses (24) fördern, und einem Motor (12) der als Direktantrieb für einen der Schraubenrotoren (28,30) ausgebildet ist, wobei sowohl für die Schraubenrotoren (28,30) als auch für den Motor (12) eine aktive Flüssigkeitskühlung vorgesehen ist.

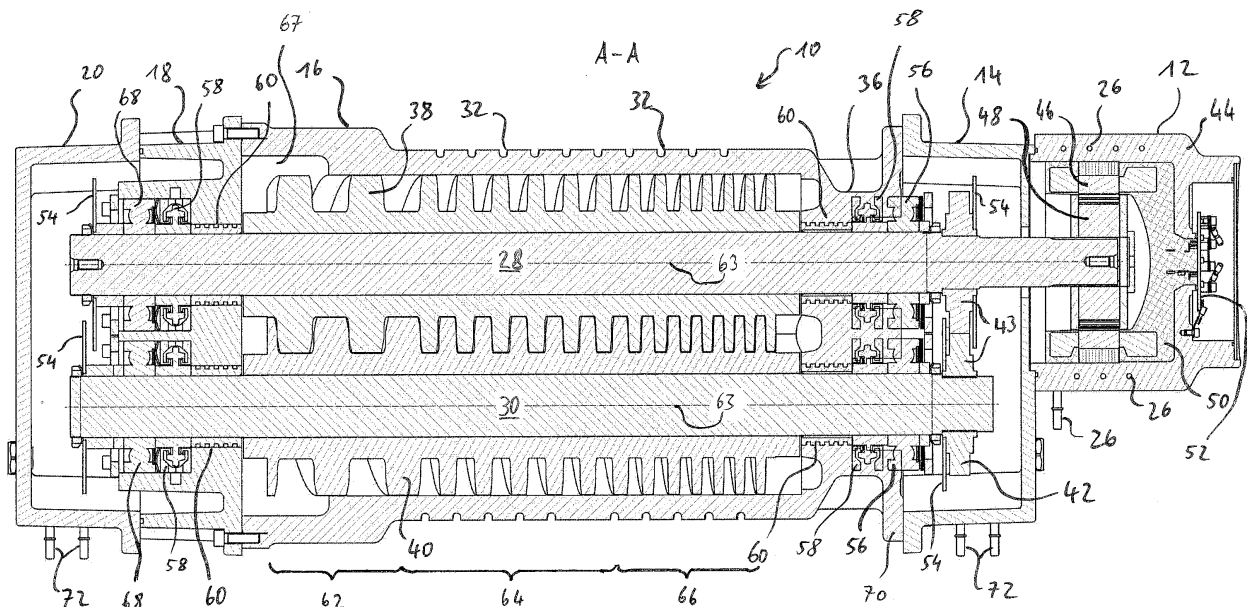


Fig. 4

EP 3 499 039 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schraubenvakuumpumpe mit einem Gehäuse, zwei in dem Gehäuse angeordneten und miteinander in Eingriff stehenden Schraubenrotoren, die zum Fördern eines Prozessgases in Zusammenarbeit mit dem Gehäuse wiederholt abgeschlossene Fördervolumina des Prozessgases bilden und in Richtung eines Auslasses fördern.

[0002] Die vakuumtechnische Leistung von Schraubenvakuumpumpen ist in hohem Maße abhängig von der Größe und Zahl von Spalten im pumpaktiven Bereich, insbesondere zwischen miteinander in Eingriff befindlichen Schraubenrotoren und zwischen einem jeweiligen Schraubenrotor und einer umschließenden Gehäusewand. Diese Spalte verändern sich im Betrieb bzw. im Vergleich zum Stillstand durch wärmeabhängige Formänderungen, insbesondere Ausdehnungen, der beteiligten Komponenten. Durch Kontrolle von Wärmeentwicklung und Begrenzung bzw. Verminderung von hohen Temperaturen in der Schraubenvakuumpumpe kann der Einfluss der Temperatur auf Spalte und damit auf die vakuumtechnische Leistung der Schraubenvakuumpumpe verbessert werden.

[0003] Darüber hinaus entspricht Wärme auch, sofern sie nicht mancherorts erwünscht ist, grundsätzlich Verlusten, sodass eine Reduzierung von Wärmeproduktion die Effizienz der Schraubenvakuumpumpe verbessern kann. Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Leistungsaufnahme der Pumpe und der resultierenden Wärme, wobei eine hohe Leistungsdichte eine effektive Wärmeabfuhr erforderlich macht.

[0004] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, den Temperaturhaushalt einer Schraubenvakuumpumpe der eingangs genannten Art zu verbessern.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Offenbart wird außerdem eine Schraubenvakuumpumpe mit einem Gehäuse, zwei in dem Gehäuse angeordneten und miteinander in Eingriff stehenden Schraubenrotoren, die zum Fördern eines Prozessgases in Zusammenarbeit mit dem Gehäuse wiederholt abgeschlossene Fördervolumina des Prozessgases bilden und in Richtung eines Auslasses fördern, wobei die Schraubenvakuumpumpe zumindest eines der im Folgenden beschriebenen Merkmale aufweist.

[0007] Es kann ein Motor vorgesehen sein, der als Direktantrieb für einen der Schraubenrotoren ausgebildet ist. Da der Motor als Direktantrieb ausgebildet ist, muss keine Kupplung zwischen dem Motor und dem betreffenden Schraubenrotor vorgesehen werden. Da eine Kupplung im Betrieb grundsätzlich Wärme erzeugt, wird somit eine Wärmequelle vollständig vermieden. Außerdem werden so die entsprechenden mechanischen Verluste in der Kupplung vermieden, wodurch die Energieeffizienz der Pumpe verbessert wird.

[0008] Es kann eine aktive Flüssigkeitskühlung vorgesehen sein. Der Begriff "aktive Kühlung" bezieht sich auf

eine fremdbetätigte Kühlung, also insbesondere eine Flüssigkeitskühlung mit einer Pumpe. Dabei kann z.B. eine separate Pumpe vorgesehen werden oder ein an einer Hausanschlussleitung ohnehin vorgesehener Wasserdruck ausgenutzt werden. Zum Beispiel kann die aktive Kühlung eine Wasserkühlung umfassen. Die aktive Kühlung sorgt für einen schnellen Wärmeabtransport und hilft so dabei, die Temperaturen in der Schraubenvakuumpumpe zu begrenzen.

[0009] Es kann die aktive Flüssigkeitskühlung sowohl für die Schraubenrotoren als auch für den Motor vorgesehen sein. Somit werden die Temperaturen sowohl im Bereich des Motors als auch im Bereich der Schraubenrotoren begrenzt, also an Orten in der Pumpe, an denen eine besonders hohe Wärmeentwicklung erwartet wird. Der Begriff "für" umfasst sowohl eine aktive Kühlung im Bereich des betreffenden Elements, also z.B. im Bereich der Schraubenrotoren bzw. des Motors, als auch eine Ausführung unmittelbar in dem betreffenden Element. So kann beispielsweise im Rahmen der Erfindung eine aktive Flüssigkeitskühlung in oder an dem Gehäuse für die Schraubenrotoren in einem, insbesondere axialen Bereich vorgesehen sein, in dem die Schraubenrotoren angeordnet sind. Grundsätzlich kann eine einzige aktive Flüssigkeitskühlung sowohl für den Motor als auch für die Schraubenrotoren vorgesehen sein oder es können auch mehrere aktive Flüssigkeitskühlungen vorgesehen sein.

[0010] Insbesondere bildet der direkt angetriebene Schraubenrotor einen Läufer des Motors. Somit ist keine zusätzliche Lagerung für einen Schraubenrotor nötig, was mechanische Verluste und entsprechende Wärmeproduktion noch weiter verringert.

[0011] Der Motor kann z.B. als Permanentmagnetsynchronmaschine, insbesondere mit innenliegenden Magneten bzw. als IPMSM, ausgebildet sein. So lässt sich die Effizienz weiter steigern, insbesondere da sich durch einen IPMSM ein besonders hoher Wirkungsgrad erreichen lässt.

[0012] Gemäß einer Ausführungsform ist ein, insbesondere externer, Frequenzumrichter für den Motor vorgesehen. Insbesondere mangels beweglicher Teile trägt dieser ebenfalls zur Verringerung mechanischer Verluste bei. So muss z.B. kein Übersetzungsgetriebe zwischen dem Motor und dem betreffenden Schraubenrotor vorgesehen werden. Da ein Übersetzungsgetriebe im Betrieb grundsätzlich Wärme erzeugt, wird somit eine weitere Wärmequelle vollständig vermieden. Außerdem werden so die entsprechenden mechanischen Verluste in dem Übersetzungsgetriebe vermieden, wodurch die Energieeffizienz der Pumpe weiter verbessert wird. Abgesehen davon, dass kein Übersetzungsgetriebe zwischen dem Motor und dem entsprechenden Schraubenrotor notwendig ist, kann jedoch z.B. ein Synchronisierungsgetriebe zwischen den Schraubenrotoren vorgesehen sein.

[0013] Bei einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Schraubenrotoren jeweils zumindest

zwei entlang der Schraubenachse benachbarte Abschnitte aufweisen, wobei die Schraubenrotoren jeweils in einem näher an einem Einlass gelegenen ersten Abschnitt eine zumindest im Wesentlichen konstante oder zunehmende Steigung und in einem zweiten Abschnitt eine niedrigere Steigung als im ersten Abschnitt aufweisen, und wobei in Bezug auf die Schraubenachse der erste Abschnitt länger ist als ein abgeschlossenes Fördervolumen im ersten Abschnitt, insbesondere länger als 360° bzw. eine Umdrehung des Schraubenprofils. Hierdurch wird eine Spaltlänge zwischen einem verdichtenden Bereich und einem Einlass der Pumpe vergrößert, wodurch die entsprechende Dichtwirkung verbessert wird. Die Pumpe kann somit effizienter ausgeführt werden. Außerdem lässt sich hierdurch eine notwendige Bearbeitungsgüte einer Abschlussfläche für die Schraubenrotoren im Einlassbereich verringern. Dies verringert die Herstellungskosten der Pumpe.

[0014] Bei einer Weiterbildung ist im Bereich einer inneren Verdichtung der Pumpe ein Überdruckventil vorgesehen, welches mit einem Auslass der Pumpe verbunden ist oder einen Auslass bildet. Hierdurch kann der, insbesondere ohnehin nicht nützliche, Druck in diesem Bereich abgelassen werden, wenn er den am Auslass herrschenden Druck, also üblicherweise atmosphärischen Druck, übersteigt. Die innere Verdichtung wird somit auf atmosphärischen Druck begrenzt, was die für eine weitere Verdichtung nötige Antriebsleistung entbehrlich macht und entsprechend weitere Kompressionswärme vermeidet. Dies führt zu einer Verringerung der Temperatur.

[0015] Beispielsweise kann die Pumpe eine Steuereinrichtung aufweisen, die dazu ausgebildet und/oder eingerichtet ist, die Pumpe zumindest in einem Normalbetriebsmodus bei einer Rotordrehzahl von etwa 120 Hz oder weniger, insbesondere von etwa 80 Hz oder mehr, zu betreiben. Hierdurch werden eine entsprechend niedrige Leistungsaufnahme bzw. entsprechend niedrige mechanische Verluste erreicht. Dies gilt insbesondere im Bereich einer ausstoßenden Pumpstufe. Hier bzw. in einem Auslassbereich werden Rotor- und Gehäusetemperatur sowie Auslassgastemperatur niedrig gehalten.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Steuereinrichtung dazu ausgebildet und/oder eingerichtet, die Pumpe zeitweise zumindest in einem Verstärkungsbetriebsmodus zu betreiben, bei dem die Rotordrehzahl höher ist als im Normalbetriebsmodus. Hierdurch kann die Leistung dann selektiv erhöht werden, wenn es nötig ist, während jedoch im Normalbetriebsmodus weiterhin die niedrige Leistungsaufnahme bzw. die niedrige Wärmeproduktion beibehalten werden. Es wird also eine insgesamt effiziente Pumpe zur Verfügung gestellt, die jedoch flexibel einsetzbar ist. Diese Ausführungsform ist beispielsweise besonders für Anwendung mit, insbesondere häufig, wiederholter Evakuierung vorteilhaft, da hier jeweils zum Beginn der Evakuierung bedarfsweise Leistung hinzugeschaltet werden kann, wobei die Leistungsaufnahme und Wärmeproduktion im

Mittel relativ gering bleibt. Insbesondere kann es möglich sein, den flüssigkeitsgeköhlten Motor kurzzeitig zu überlasten. So kann ein klein dimensionierter Motor zum Betrieb der Schraubenvakuumpumpe ausreichen.

[0017] Eine Weiterbildung zeichnet sich dadurch aus, dass für zumindest einen der Schraubenrotoren eine berührungslose Dichtung, insbesondere ein Kolbenring, vorgesehen ist. Die Wärmeproduktion lässt sich hierdurch weiter reduzieren, insbesondere im Vergleich zu einer Pumpe mit Radialwellendichtringen.

[0018] Es kann eine Schmiermittel-Abführeinrichtung, z.B. ein Deflektor, insbesondere benachbart zu einer Dichtung, vorgesehen sein. Diese kann eine Dichtung für einen Schraubenrotor unterstützen, indem ein insbesondere großer Teil des Schmiermittels, z.B. Öl, bereits gar nicht die Dichtung erreicht, sondern zuvor abgeführt wird. Dies kann insbesondere eine berührungslose Dichtung in ihrer Dichtwirkung verbessern.

[0019] Die Schraubenrotoren können zum Beispiel über ein Synchronisierungsgetriebe gekoppelt sein, wobei das Synchronisierungsgetriebe eine gerade Verzahnung aufweist. Dieses weist im Eingriff eine kleine Berührungsfläche, insbesondere im Vergleich zu einer Schrägverzahnung, auf. Entsprechend gering ist die Wärmeproduktion im Eingriffsbereich eines entsprechend ausgelegten Getriebes.

[0020] Wärmetechnisch vorteilhaft ist es außerdem, wenn wenig Schmiermittel, z.B. Öl, für das Synchronisierungsgetriebe eingesetzt wird, wobei natürlich ausreichend Schmiermittel vorhanden sein muss, um die Schmierung zu gewährleisten. Die geringe Schmiermittelmenge führt zu geringen mechanischen Verlusten im Schmiermittel selbst, wie z.B. durch Planschen von Öl.

[0021] Es kann außerdem vorgesehen sein, dass die Pumpe derart ausgebildet ist, dass zumindest eine Wärmequelle, wie z.B. eine innere Verdichtung, ein Motor oder ein Getriebe, in der Nähe zumindest einer Wärmesenke, wie z.B. einer Flüssigkeitskühlung, angeordnet ist. Hierdurch wird eine besonders effektive Wärmeabfuhr gewährleistet.

[0022] Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Pumpe derart ausgebildet, dass zumindest eine Wärmequelle von zumindest einem wärmeempfindlichen Bereich, z.B. einem wärmeempfindlichen Bauteil und/oder einem ölgeschmierten Bereich, entfernt angeordnet oder zwischen der Wärmequelle und dem wärmeempfindlichen Bereich eine Abschirmung angeordnet ist.

[0023] Die Abschirmung kann zum Beispiel durch eine Taillierung des Gehäuses gebildet sein. Die Taillierung begrenzt einen möglichen Wärmestrom und sorgt so für eine wirksame Isolation. Gleichzeitig lässt sich eine Taillierung einfach herstellen und es sind insbesondere keine zusätzlichen Isolierungen notwendig.

[0024] Insbesondere im Bereich einer Taillierung ist es vorteilhaft, eine aktive Kühlung vorzusehen. So lässt sich ein Wärmestau in diesem Bereich effektiv abführen. Die Taillierung wirkt dabei gewissermaßen wie eine Wärmesammelstelle für die aktive Kühlung, sodass die Wärme

im Wesentlichen nicht oder kaum die Taillierung passiert, jedoch zu einem großen Teil der aktiven Kühlung zugeführt wird.

[0025] Die Abschirmung kann insbesondere zwischen einem Auslass und einem Lagerabschnitt für die Schraubenrotoren vorgesehen sein. So kann insbesondere ein im Lagerabschnitt vorgesehenes Schmiermittel vor hohem Wärmeeintrag vom Auslassbereich geschützt werden, da Schmiermittel häufig temperaturempfindlich sind bzw. für höhere Temperaturen teurer in der Anschaffung sind.

[0026] Die Abschirmung kann auch als Isolation, beispielsweise als eine Isolationsschicht, insbesondere mit einem schlecht wärmeleitenden Material, beispielsweise einem geschäumten Material oder einem Gas, wie z.B. Luft, ausgebildet sein. Beispielsweise kann ein Lagerabschnitt, insbesondere ein Lagerschild, als Sandwich-Bauteil, insbesondere mit einer Isolationsschicht, ausgebildet sein. Hierdurch kann der Wärmeübergang von einem pumpaktiven Bereich zum Lagerbereich weiter verringert werden.

[0027] Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Flüssigkeitskühlung derart ausgebildet, dass sie im Bereich einer Wärmequelle eine turbulente Strömung ausbildet. Hierdurch wird in diesem Bereich eine besonders guter Wärmeübergang gewährleistet. Grundsätzlich kann es von Vorteil sein, ein geringes Volumen, also insbesondere einen kleinen Leitungsquerschnitt und/oder eine geringe Gesamtflüssigkeitsmenge, für einen Kühlkreis und/oder eine hohe Strömungsgeschwindigkeit des Kühlfluids vorzusehen. Dies erlaubt einen besonders guten Wärmeübergang, insbesondere durch Ausbildung turbulenter Strömungsverhältnisse. Turbulenzen lassen sich beispielsweise auch durch lokale Verengungen einer Kühlleitung bzw. durch abrupte Änderungen ihrer Innenflächen erzeugen.

[0028] Generell kann vorgesehen sein, eine effiziente Kühlung, insbesondere durch eine schnelle lokale Wärmeabfuhr, insbesondere direkt oder möglichst nah an einer Wärmequelle zu gewährleisten. Hierfür können beispielsweise Kühlleitungen der aktiven Kühlung Aluminium oder einen anderen Werkstoff hoher Wärmeleitfähigkeit umfassen, in einem Aluminiumgusskörper ausgebildet sein und/oder als, insbesondere in Gehäusenuten, eingepresste Kühlleitungen ausgebildet sein. Kühlleitungen sind insbesondere nah an einer Wärmequelle angeordnet und/oder folgen ihrer Kontur in möglichst geringem Abstand. Generell können Kühlkreise auch zur Kühlung verschiedener Wärmequellen aufgeteilt werden und/oder geeignet verschaltet werden. Dabei kann beispielsweise ein Abschnitt des Kühlkreises komplett für einen besonders warmen oder wärmeempfindlichen Bereich, insbesondere ein besonders warmes oder wärmeempfindliches Bauteil, vorgesehen sein, während beispielsweise andere Abschnitte des Kühlkreises für andere Bereich bzw. Bauteile, die weniger empfindlich sind oder weniger Wärme produzieren, in Reihe geschaltet werden können.

[0029] Zur Verbesserung der Kühlleistung ist es außerdem vorteilhaft, Wärmequellen in der Pumpe gruppiert, benachbart und/oder in der Nähe voneinander anzuordnen. Hierdurch kann bereits eine lokale Kühlung ausreichen, um mehrere Wärmequellen gemeinsam zu kühlen. Konzentriert erzeugte Wärme lässt sich besonders gut abführen.

[0030] Insbesondere kann es vorteilhaft sein, unvermeidbare Wärmequellen in der Nähe des Auslasses anzuordnen. Der Auslass stellt dabei insbesondere selbst eine Wärmequelle dar. Die Wärme ist hier lokal besonders effektiv abführbar.

[0031] Es kann z.B. ein Tauchkühler vorgesehen sein, der insbesondere Aluminium umfasst. Der Tauchkühler kann beispielsweise in einem Bad eines Schmiermittels der Vakuumpumpe, insbesondere eines Synchronisierungsgetriebes, insbesondere einem Ölbad, angeordnet sein. Hierdurch lässt sich die Temperatur eines empfindlichen Schmiermittels besonders gut kontrollieren bzw. kann in diesem temperaturempfindlichen Bereich für eine lokale Kühlung gesorgt werden, während andere Bereiche gegebenenfalls weniger stark gekühlt werden müssen.

[0032] Die Schraubenrotoren der Schraubenvakuumpumpe können insbesondere durch ein Zykloidenprofil gebildet sein bzw. ein solches aufweisen und/oder zweigängig ausgebildet sein. Eine Schraubensteigung der Schraubenrotoren kann beispielsweise abschnittsweise konstant ausgebildet sein, d.h. die Steigung verändert sich entlang einer Schraubenachse lediglich in Übergangsbereichen zwischen den Abschnitten, wobei ein Übergangsbereich insbesondere kleiner als ein Abschnitt ist, insbesondere alle Übergangsbereiche kleiner als alle Abschnitte sind.

[0033] Ein Auslass der Pumpe kann zum Beispiel nach unten hin ausgerichtet sein. Ein Einlass der Pumpe kann zum Beispiel nach oben hin ausgerichtet sein.

[0034] Die Schraubenvakuumpumpe kann beispielsweise eine innere Verdichtung mit einem Verdichtungsverhältnis kleiner als 5 zu 1, insbesondere kleiner als 4 zu 1, insbesondere kleiner als 3,5 zu 1, und/oder größer als 2 zu 1, insbesondere größer als 3 zu 1, aufweisen. Ein jeweiliges Schraubenprofil kann z.B. mehr als 7, insbesondere mehr als 10, insbesondere mehr als 12, insbesondere 13 abgeschlossene Fördervolumina gleichzeitig bilden bzw. fördern. Ein jeweiliger Schraubenrotor kann insbesondere ein Verhältnis der Länge seines Schraubenprofils zu dessen Durchmesser von wenigstens 2,0, insbesondere wenigstens 2,5, insbesondere wenigstens 3,0 und/oder höchstens 5,0, insbesondere höchstens 4,0, aufweisen.

[0035] Bei einem beispielhaften Verfahren zum Betrieb eines Vakuumsystems mit einer Schraubenvakuumpumpe, insbesondere gemäß einer hierin beschriebenen Art, wird eine Vakuumkammer, insbesondere häufig, insbesondere mehrmals am Tag, insbesondere mehrmals in der Stunde, wiederholt evakuiert, wobei insbesondere eine der Schraubenvakuumpumpe vorgeschaltete

Wälzkolbenpumpe vorgesehen ist, wobei insbesondere die Wälzkolbenpumpe ein Saugvermögen aufweist, welches höchstens dreimal, insbesondere höchstens oder etwa doppelt, so groß ist wie ein Saugvermögen der Schraubenvakuumpumpe.

[0036] Da bei wiederholten Evakuierungen, die auch als Load-Lock-Anwendungen bezeichnet werden, häufig bzw. insgesamt relativ lange bei hohen Drücken nahe Atmosphäre gearbeitet wird, führt das genannte vorteilhafte Saugvermögensverhältnis und/oder ein geringes Verdichtungsverhältnis dazu, dass nur eine geringe Verdichtungsleistung aufgebracht werden muss und nur eine geringe Verdichtungswärme entsteht, die hierdurch leicht abzuführen ist. Somit wird ein besonders effizienter Betrieb des Vakuumsystems ermöglicht.

[0037] Bei einem weiteren beispielhaften Verfahren zum Betrieb eines Vakuumsystems mit einer Schraubenvakuumpumpe, insbesondere gemäß einer hierin beschriebenen Art, wird eine Vakuumkammer bei einem Enddruck im Wesentlichen dauerhaft betrieben, wobei insbesondere eine der Schraubenpumpe vorgeschaltete Wälzkolbenpumpe vorgesehen ist, wobei insbesondere die Wälzkolbenpumpe ein Saugvermögen aufweist, welches wenigstens fünfmal, insbesondere wenigstens siebenmal, so groß ist wie ein Saugvermögen der Schraubenvakuumpumpe.

[0038] Bei vornehmlichem Betrieb im Enddruck führt das genannte vorteilhafte Saugvermögensverhältnis und/oder ein hohes Verdichtungsverhältnis nicht zu den oben geschilderten Nachteilen. Vielmehr lässt sich hierdurch eine klein dimensionierte Schraubenvakuumpumpe einsetzen, was kostentechnisch vorteilhaft ist.

[0039] Falls sowohl eine wiederholte Evakuierung als auch ein relativ langer Betrieb im Enddruck notwendig sind oder ermöglicht werden sollen, kann es vorteilhaft sein, das Saugvermögensverhältnis und/oder das Verdichtungsverhältnis so auszulegen, dass ein geeigneter Kompromiss erzielt wird.

[0040] Die hierin beschriebenen Pumpen, Pumpsysteme und Verfahren lassen sich im Sinne aller hierin beschriebenen Merkmale bzw. Maßnahmen für Pumpen, Pumpsysteme und Verfahren weiterbilden.

[0041] Die Erfindung wird nachfolgend lediglich beispielhaft anhand der schematischen Zeichnung erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Schraubenvakuumpumpe in perspektivischer Ansicht.

Fig. 2 zeigt die Schraubenvakuumpumpe der Fig. 1 in einer Draufsicht.

Fig. 3 zeigt die Schraubenvakuumpumpe der Fig. 1 und 2 in einer Seitenansicht.

Fig. 4 zeigt eine Schnittansicht der Schraubenvakuumpumpe entlang einer in Fig. 3 angedeuteten Schnittebene A-A.

Fig. 5 zeigt einen Tauchkühler der Schraubenvakuumpumpe der Fig. 1 bis 4.

[0042] In den Fig. 1 bis 3 ist eine Schraubenvakuumpumpe 10 gezeigt, die einen Motor 12, einen Getriebekasten 14, ein Gehäuse 16, einen Lagerschild 18 sowie einen Deckel 20 aufweist. Die Schraubenvakuumpumpe 10 fördert ein Prozessgas von einem Einlass 22 zu einem nach unten gerichteten, in Fig. 3 sichtbaren Auslass 24.

[0043] Für den Motor 12 ist eine aktive Flüssigkeitskühlung vorgesehen, die aus einem Gehäuse des Motors 12 austritt. Für im Inneren des Gehäuses 16 angeordnete und in Fig. 4 sichtbare Schraubenrotoren 28 und 30 ist ebenfalls eine aktive Flüssigkeitskühlung vorgesehen, die zwei Kühlleitungen aufweist, welche in Fig. 1 nicht dargestellt sind, deren Verlauf aber durch entsprechende Nuten 32 des Gehäuses 16 angedeutet ist, in die die Kühlleitungen eingepresst werden. Des Weiteren sind aktive Flüssigkeitskühlungen im Getriebekasten 14 und im Deckel 20 vorgesehen und hier jeweils als Tauchkühler 34 ausgebildet, die unten anhand von Fig. 5 näher erläutert werden.

[0044] Wie es in den Fig. 1 bis 4 ersichtlich ist, weist das Gehäuse 16 der Schraubenvakuumpumpe 10 eine Taillierung 36 auf. Die Taillierung 36 ist im Bereich des Auslasses 24 angeordnet.

[0045] In Fig. 4 ist die Schraubenvakuumpumpe 10 in einer Schnittansicht gezeigt, deren Schnittebene der Linie A-A in Fig. 3 entspricht. Es sind zwei Schraubenrotoren 28 und 30 sichtbar, die jeweils zweigängige, ineinandergreifende Schraubenprofile 38 und 40 aufweisen, die mit Hilfe eines Zykloidenprofil generiert sind und eine zylindrische Hüllkontur sowie eine zylindrische Grundform des Schraubengrundes aufweisen. Die Schraubenprofile 38 und 40 bilden in Zusammenarbeit mit dem Gehäuse 16 einen pumpaktiven Bereich der Schraubenvakuumpumpe 10 und fördern wiederholt abgeschlossene Fördervolumina des Prozessgases vom Einlass 22 zum Auslass 24, in Fig. 4 also von links nach rechts.

[0046] Die Pumpleistung der Schraubenvakuumpumpe 10 hängt von Größe und Gestalt verschiedener Spalte im pumpaktiven Bereich ab, die aufgrund der Relativbewegung von Rotoren 28, 30 und Gehäuse 16 zwar unvermeidbar sind, jedoch zwecks guter Pumpleistung klein und möglichst konstant zu halten sind. Temperaturänderungen in den beteiligten Bauteilen führen zu deren Formänderung. Die hierin beschriebenen Maßnahmen zur Vermeidung, Abführung und im Allgemeinen Beherrschung von Wärme in der Pumpe 10 bewirken somit eine möglichst geringe Formänderung und in der Folge möglichst beherrschbare Spalte. Die Spalte können also präziser ausgelegt werden, was die Pumpleistung bzw. ihre Effizienz verbessert.

[0047] Der Schraubenrotor 28 wird direkt, also ohne zwischengeschaltete Kupplung, von dem Motor 12 angetrieben. Der Schraubenrotor 30 wird dagegen über ein Synchronisierungsgetriebe 42 mit Zahnrädern 43 in einem definierten Winkelverhältnis zum Schraubenrotor

28 angetrieben.

[0048] Der Motor 12 umfasst ein Gehäuse 44, welches zum Beispiel aus Aluminium hergestellt ist und in welchem Kühlleitungen 26 für die aktive Flüssigkeitskühlung ausgebildet sind. Der Motor 12 umfasst außerdem einen gewickelten Stator 46, der zusammen mit einem auf einem Wellenende des Schraubenrotors 28 angebrachten Magnetträger 48 einen elektrischen Motor und einen Direktantrieb für den Schraubenrotor 28 bildet. Der Schraubenrotor 28 bildet einen Läufer des Motors 12. Der Magnetträger 48 umfasst eine Mehrzahl an Permanentmagneten. Der Motor 12 bildet also eine Permanentmagnetsynchronmaschine mit innenliegenden Magneten, welche auch als IPMSM bezeichnet wird.

[0049] Der Stator 46 ist in einem Vergusskörper 50 angeordnet, welcher nicht näher dargestellte elektrische Leiter beim Stator 46 isoliert und diese isoliert zu einer Platine 52 führt. Der Vergusskörper 50 bildet hier in Verbindung mit der Platine 52 einen vakuumdichten Anschluss des Motors 12 an eine in einem Bereich atmosphärischen Drucks vorgesehene Steuerungselektronik. Es kann z.B. ein externer Frequenzumrichter für den Motor 12 vorgesehen sein. Alternativ oder zusätzlich kann auf der Platine 52 zumindest ein Teil einer Steuerungselektronik für den Motor 12 vorgesehen sein.

[0050] In dem Getriebekasten 14 ist das Synchronisierungsgetriebe 42 angeordnet. Im Getriebekasten 14 ist außerdem Öl als Schmiermittel vorgesehen, welches durch Spritzscheiben 54 über das Synchronisierungsgetriebe 42 und benachbarte Lager 56 verteilt wird.

[0051] Die Taillierung 36 bildet eine Abschirmung bzw. eine Wärmebarriere, und zwar insbesondere für Wärme, die im Bereich der Schraubenrotoren 28, 30 während des Pumpbetriebs produziert wird. Dadurch, dass ein geringer Materialquerschnitt verbleibt, und dadurch, dass durch die Formänderung ein Wärmepfad verlängert ist, wird die Wärme vom Schraubenrotor, die sich ansonsten im Gehäuse 16 ausbreitet, daran gehindert, in jenseitige Bereiche zu gelangen. So werden insbesondere das Öl im Getriebekasten 14 und die Lager 56 vor zu hohen Temperaturen geschützt. Der im Getriebekasten 14 angeordnete Tauchkühler 34 trägt ebenfalls zur Temperaturreduzierung bei. Dieser ist in einem nicht dargestellten Ölbad des Getriebekastens 14 angeordnet und kühlt somit das Öl direkt.

[0052] Für einen jeweiligen Schraubenrotor 28 bzw. 30 ist benachbart zu den Lagern 56, die hier eine Festlagerung bilden, eine als Deflektor 58 ausgebildete Schmiermittel-Abführeinrichtung vorgesehen. Ein jeweiliger Deflektor 58 bildet eine Barriere für das Öl im Getriebekasten, damit es nicht in einen pumpaktiven Bereich oder einen Vakuumbereich, hier insbesondere einen Auslassbereich, gelangt. Der Deflektor 58 umfasst eine nicht näher veranschaulichte Abschleuderkante für das Öl. Gegenüber der Abschleuderkante ist im Gehäuse 16 eine Ablaufnut ausgebildet, die abgeschleudertes Öl aufnimmt und dieses zurück in den Getriebekasten 14 bzw. in ein dortiges Ölbad leitet. Das Öl, welches durch

die Spritzscheiben 54 auf Getriebe 42 und Lager 56 gefördert bzw. verteilt wird, wird somit durch die Deflektoren 58 wieder von den Rotoren 28 bzw. 30 abgeführt.

[0053] Als dynamische Fluidichtung sind Kolbenringe auf einem Kolbenringträger 60 vorgesehen. Diese bilden eine berührungslose Dichtung und vermeiden somit Reibungswärme. Die Deflektoren 58 führen möglichst viel Öl zum Getriebekasten 14 zurück, sodass bereits möglichst wenig Öl an den Kolbenringen ansteht. So wird eine insgesamt zuverlässige Dichtwirkung bei besonders geringer Wärmeproduktion erreicht.

[0054] Die Schraubenrotoren 28 und 30 weisen in ihrem jeweiligen Schraubenprofil 38 bzw. 40 drei Abschnitte unterschiedlicher Steigung auf. Ein in Pumprichtung erster Abschnitt 62, in Fig. 4 links, bildet einen Ansaugabschnitt und weist eine konstante und die größte Steigung unter den drei Abschnitten auf. Der erste Abschnitt 62 ist in Bezug auf eine Schraubenachse 63, die entlang eines jeweiligen Rotors 28 bzw. 30 verläuft, länger als ein abgeschlossenes Fördervolumen im ersten Abschnitt. Ein zweiter Abschnitt 64 weist mehrere Unterabschnitte, die nicht näher referenziert sind, mit verschiedenen aber jeweils konstanten Steigungen im Schraubenprofil 38 bzw. 40 auf, wobei die Steigungen niedriger sind, als im ersten Abschnitt. Der zweite Abschnitt 64 bildet hier den längsten Abschnitt. Ein dritter Abschnitt 66 mit noch niedrigerer Steigung bildet einen Ausstoßabschnitt. Im dritten Abschnitt liegt wiederum eine konstante Steigung vor. Durch die entlang der Pumprichtung verminderte Steigung wird eine innere Verdichtung bewirkt, die das Prozessgas schon vor dem Ausstoßen verdichtet.

[0055] Die Rotoren 28, 30 bzw. die Schraubenprofile 38, 40 lassen sich durch das Vorsehen der konstanten Abschnitte besonders einfach auslegen und fertigen. Wie es anhand von Fig. 4 ersichtlich ist, führt ein verlängerter erster Abschnitt 62 zu entsprechend verlängerten Spalten zwischen den Schraubenprofilen 28, 30 und dem Gehäuse 16, sodass der Weg bzw. die Spalte von der inneren Verdichtung am Übergang der Abschnitte 62 und 64 hin zu einem Schöpfraum oder Ansaugbereich 67 länger ist. Entsprechend erhöht ist also die Dichtwirkung der Spalte, was insbesondere bei hohen Differenzdrücken zu einer verbesserten Abdichtung der inneren Verdichtung gegenüber dem Ansaugbereich 67 führt.

[0056] Die Schraubenvakuumpumpe 10 weist also eine innere Verdichtung auf. Die Schraubenrotoren 28, 30 der Pumpe 10 schließen in Zusammenarbeit mit dem Gehäuse 16 wiederholt abgeschlossene Fördervolumina ein. Deren Größe ist an einem einlassseitigen Ende bzw. im Abschnitt 62 größer als an einem auslassseitigen Ende bzw. im Abschnitt 62. Die Größe eines Fördervolumens wird durch einen Querschnitt eines Schraubenprofils 38, 40 und dessen Steigung bestimmt.

[0057] Die Größe eines Fördervolumens auf der Einlassseite bzw. im Abschnitt 62 bestimmt ein theoretisches Saugvermögen der Schraubenvakuumpumpe 10. Die Steigung des Schraubenprofils 38, 40 ist einlassseitig über Abschnitt 62 konstant, damit das Fördervolumen

erst nach Abschluss durch die innere Verdichtung komprimiert wird. Schließt ein jeweiliger Rotor 28, 30 ein jeweiliges Fördervolumen zu früh oder zu spät bzw. beginnt die innere Verdichtung zu früh, sinkt das theoretische Saugvermögen der Pumpe.

[0058] Die Größe eines jeweiligen Fördervolumens auf der Auslassseite bzw. im Abschnitt 66 bestimmt die Leistungsaufnahme der Pumpe im Betrieb bei einem erreichbaren Enddruck. Das Verhältnis der Größen des Fördervolumens an Einlassseite und Auslassseite bzw. in den Abschnitten 62 und 66 entspricht dem Verhältnis der inneren Verdichtung der Pumpe.

[0059] In Abschnitt 66 ist die Steigung über mehrere Umdrehungen des Schraubenprofils 38, 40 konstant. Die Steigung entspricht dabei in etwa dem Minimum der durch ein bestimmtes Bearbeitungswerkzeug erreichbaren Steigung und ist somit, insbesondere unter Kostenabwägung, fertigungstechnisch bedingt. Dadurch, dass mehrere Umdrehungen, also mehrere abgeschlossene Fördervolumina, im Abschnitt 66 vorgesehen sind, wird eine Rückströmung infolge einer Druckdifferenz zwischen den Spalten ausgeglichen. Insgesamt bestimmen insbesondere der gesamte Steigungsverlauf entlang der Rotoren 28, 30 und die Größe der sich zwischen den Rotoren 28, 30 und zwischen Rotoren 28, 30 und dem Gehäuse 16 ausbildenden Spalte die vakuumtechnischen Leistungsdaten der Pumpe, also insbesondere das Saugvermögen und einen erreichbaren Enddruck.

[0060] Die Schraubenprofile 38, 40 weisen durch ihre zweigängige Ausgestaltung eine besonders geringe Unwucht auf. Es sind also beispielsweise keine Ausgleichselemente, wie z.B. Ausgleichsmassen, die zusätzlichen Bauraum erfordern, und/oder Ausgleichsbohrungen, in denen sich Material ablagern kann, notwendig. Die Pumpe kann mit den zweigängigen Zykloidenschraubenprofilen 38, 40 in einem weiten Drehzahlbereich, insbesondere mit Drehzahlregelung, und/oder beispielsweise in einer Stand-By-Betriebsart betrieben werden.

[0061] Die Verdichtung des Prozessgases im Allgemeinen erzeugt Wärme, die bei der Schraubenpumpe 10 vornehmlich durch eine Flüssigkeitskühlung abgeführt wird. In Fig. 4 sind die hierfür vorgesehenen Nuten 32 sichtbar. Kühlleitungen der Flüssigkeitskühlung erstrecken sich hier und vorzugsweise in Längsrichtung über einen weiten Bereich der Schraubenprofile, insbesondere über wenigstens die Hälfte der Länge der Schraubenprofile. Insbesondere ist die Flüssigkeitskühlung im Bereich oder in der Nähe einer inneren Verdichtung angeordnet.

[0062] An einem einlassseitigen Ende des Gehäuses 16 ist der Lagerschild 18 befestigt. Dieser trägt unter anderem eine weitere Lagerung mit Lagern 68, die eine Loslagerung bilden. Im Gegensatz zu einem gegenüberliegenden, an einem auslassseitigen Gehäuseende angeordneten Lagerschild 70, der integral mit dem Gehäuse 16 ausgebildet ist aber auch separat ausgebildet sein kann, ist der Lagerschild 68 als separates Bauteil ausgebildet, kann jedoch auch integral ausgebildet sein.

[0063] Einlassseitig sind ebenfalls Spritzscheiben 54, Deflektoren 58 und ein Kolbenringträger 60 mit mehreren Kolbenringen vorgesehen, die entsprechend der einlassseitigen Anordnung arbeiten. Einlassseitig ist ein weiteres, separat ausgeführtes Ölbad im Deckel 20 vorgesehen. Auch für dieses Ölbad ist ein Tauchkühler 34 vorgesehen. Alternativ oder zusätzlich kann auch beispielsweise eine Kühlleitung in einer Wand des Lagerschildes 14 und/oder des Deckels 20 vorgesehen, insbesondere vergossen sein

[0064] Am Anfang eines Abpumpvorganges durch die Pumpe 10 herrscht gewöhnlich am Einlass 22 im Wesentlichen der gleiche Druck wie am Auslass. Während des Abpumpens sinkt dagegen der Druck am Einlass 22 bis hin zu einem Enddruck, der hinsichtlich resultierender Kräfte im Wesentlichen Null ist. Somit übt der Druck am Auslass 24 eine Kraft auf die Rotoren 28, 30 aus, die anders ist als am Anfang des Abpumpvorgangs. Um diese Kraft auszugleichen kann z.B. eine Vorspanneinrichtung, insbesondere eine Feder, vorgesehen sein, die insbesondere bei einem Loslager des Rotors und/oder einlassseitig vorgesehen ist. Die Vorspanneinrichtung kann beispielsweise auch durch schräg verzahnte Zahnräder auf die Rotoren wirkende Kräfte aufnehmen und/oder generell eine auslegungsgerechte Vorspannung der Lager unabhängig vom Betriebszustand bei sich verändernden Drücken bzw. Druckverhältnissen gewährleisten.

[0065] In Fig. 5 ist ein Tauchkühler 34 dargestellt, wie er im Getriebekasten 14 bzw. im Deckel 20 der Schraubenvakuumpumpe 10 angeordnet ist. In dieser Ausführungsform sind die Tauchkühler 34 also identisch ausgebildet, was zu einer geringen Teilevielfalt und geringen Herstellungskosten führt.

[0066] Der Tauchkühler 34 weist eine Kühlleitung 72 auf, die durch einen Kühlkörper 74 verläuft. Der Kühlkörper weist eine Strukturierung zur Erhöhung der Oberfläche des Kühlkörpers auf, um die Wärmeübertragung zu optimieren. Der Tauchkühler 34 weist außerdem einen Flansch 76 auf, mit dem der Tauchkühler 34 befestigt wird.

Bezugszeichenliste

[0067]

10	Schraubenvakuumpumpe
12	Motor
14	Getriebekasten
16	Gehäuse
18	Lagerschild
20	Deckel
22	Einlass
24	Auslass
26	Kühlleitung
28	Schraubenrotor
30	Schraubenrotor
32	Nut
34	Tauchkühler

36 Taillierung
 38 Schraubenprofil
 40 Schraubenprofil
 42 Synchronisierungsgetriebe
 43 Zahnrad
 44 Gehäuse
 46 Stator
 48 Magnetträger
 50 Vergusskörper
 52 Platine
 54 Spritzscheibe
 56 Lager
 58 Deflektor
 60 Kolbenringträger
 62 erster Abschnitt
 63 Schraubenachse
 64 zweiter Abschnitt
 66 dritter Abschnitt
 67 Ansaugbereich
 68 Lager
 70 Lagerschild
 72 Kühlleitung
 74 Kühlkörper
 76 Flansch

Patentansprüche

1. Schraubenvakuumpumpe (10) mit einem Gehäuse (16),
 zwei in dem Gehäuse (16) angeordneten und miteinander in Eingriff stehenden Schraubenrotoren (28, 30), die zum Fördern eines Prozessgases in Zusammenarbeit mit dem Gehäuse (16) wiederholt abgeschlossene Fördervolumina des Prozessgases bilden und in Richtung eines Auslasses (24) fördern, und
 einem Motor (12), der als Direktantrieb für einen der Schraubenrotoren (28) ausgebildet ist, wobei sowohl für die Schraubenrotoren (28, 30) als auch für den Motor (12) eine aktive Flüssigkeitskühlung vorgesehen ist.
2. Schraubenvakuumpumpe (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 der direkt angetriebene Schraubenrotor (28) einen Läufer des Motors (12) bildet.
3. Schraubenvakuumpumpe (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 der Motor (12) als Permanentmagnetsynchronmaschine, insbesondere mit innenliegenden Magneten, ausgebildet ist.
4. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

für den Motor (12) ein Frequenzumrichter vorgesehen ist.

5. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 die Schraubenrotoren (28, 30) jeweils zumindest zwei entlang der Schraubenachse (63) benachbarte Abschnitte (62, 64) aufweisen,
 wobei die Schraubenrotoren (28, 30) jeweils in einem näher an einem Einlass (22) gelegenen ersten Abschnitt (62) eine zumindest im Wesentlichen konstante und in einem zweiten Abschnitt (64) eine niedrigere Steigung als im ersten Abschnitt (62) aufweisen, und
 wobei in Bezug auf die Schraubenachse (63) der erste Abschnitt (62) länger ist als ein abgeschlossenes Fördervolumen im ersten Abschnitt (62).
6. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 im Bereich einer inneren Verdichtung der Pumpe (10) ein Überdruckventil vorgesehen ist, welches mit einem Auslass (24) der Pumpe (10) verbunden ist oder einen Auslass (24) bildet.
7. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 die Pumpe (10) eine Steuereinrichtung aufweist, die dazu ausgebildet und/oder eingerichtet ist, die Pumpe (10) zumindest in einem Normalbetriebsmodus bei einer Rotordrehzahl von etwa 120 Hz oder weniger, insbesondere von etwa 80 Hz oder mehr, zu betreiben.
8. Schraubenvakuumpumpe (10) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 die Steuereinrichtung dazu ausgebildet und/oder eingerichtet ist, die Pumpe (10) zeitweise zumindest in einem Verstärkungsbetriebsmodus zu betreiben, bei dem die Rotordrehzahl höher ist als im Normalbetriebsmodus.
9. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 für zumindest einen der Schraubenrotoren (28, 30) eine berührungslose Dichtung, insbesondere wenigstens ein Kolbenring, vorgesehen ist.
10. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 die Schraubenrotoren (28, 30) über ein Synchronisierungsgetriebe (42) gekoppelt sind, wobei das Synchronisierungsgetriebe (42) eine gerade Ver-

zahnung aufweist.

11. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 5
 die Pumpe (10) derart ausgebildet ist, dass zumindest eine Wärmequelle in der Nähe zumindest einer Wärmesenke angeordnet ist.

12. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, 10
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Pumpe (10) derart ausgebildet ist, dass zumindest eine Wärmequelle von zumindest einem wärmeempfindlichen Bereich entfernt angeordnet oder 15
 zwischen der Wärmequelle und dem wärmeempfindlichen Bereich eine Abschirmung (36) angeordnet ist.

13. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, 20
dadurch gekennzeichnet, dass
 eine Abschirmung durch eine Taillierung (36) des Gehäuses (16) gebildet ist und/oder eine Abschirmung (36) zwischen einem Auslass (24) und einem 25
 Lagerabschnitt (58) für die Schraubenrotoren (28, 30) vorgesehen ist.

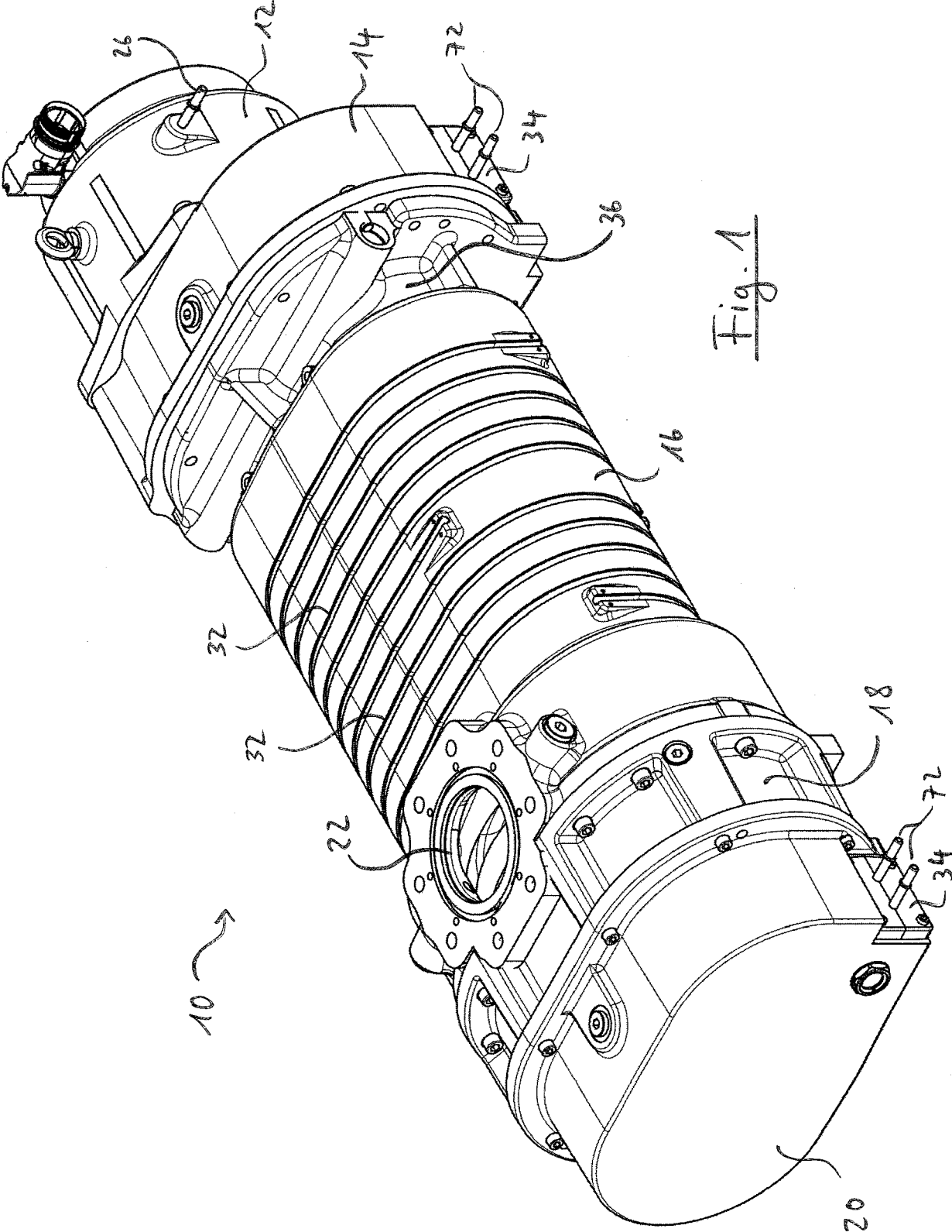
14. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, 30
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Flüssigkeitskühlung derart ausgebildet ist, dass sie im Bereich einer Wärmequelle eine turbulente Strömung ausbildet. 35

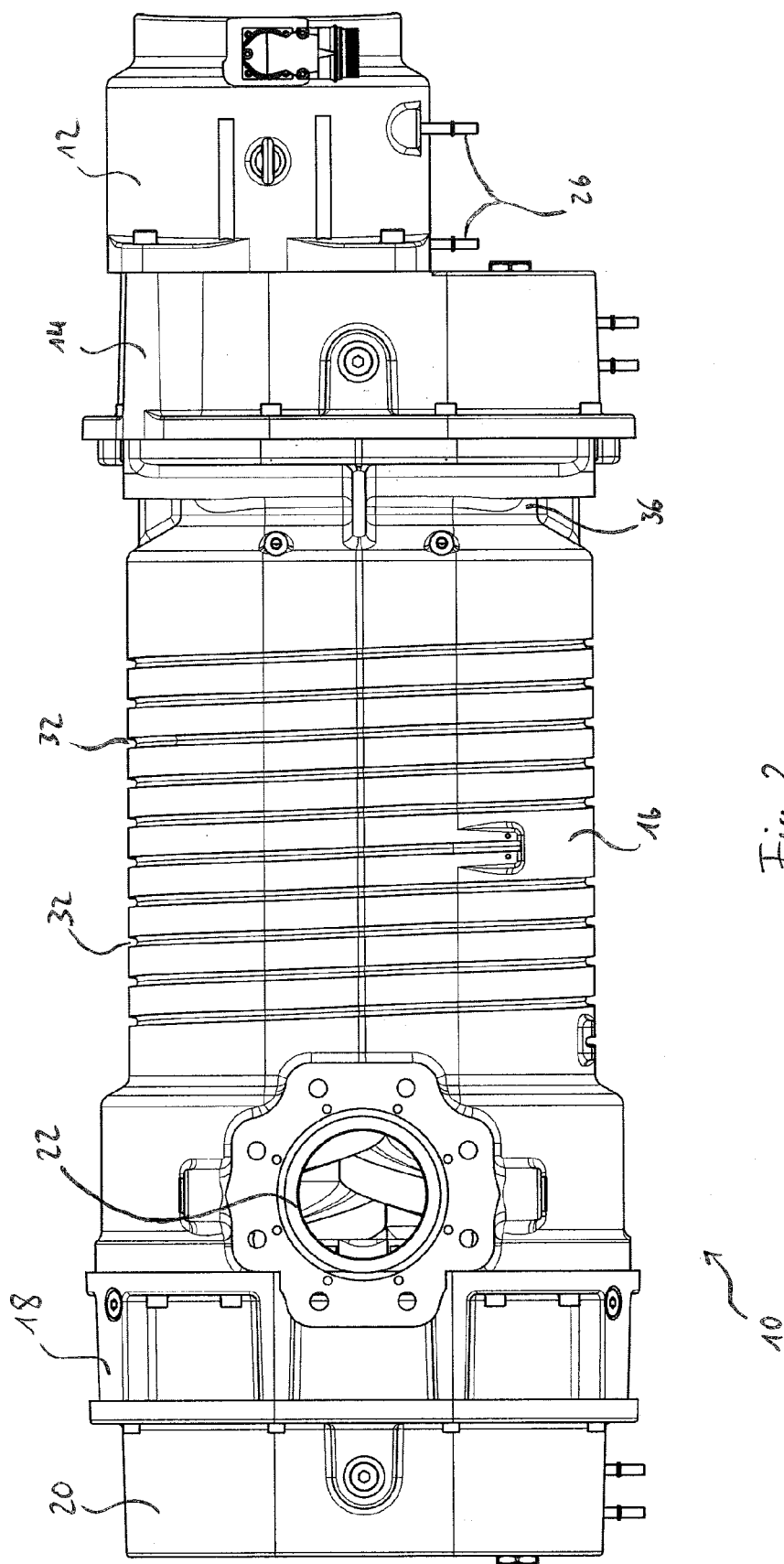
15. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Schraubenrotoren durch ein, insbesondere zweigängiges, Zykloidenprofil gebildet sind. 40

45

50

55





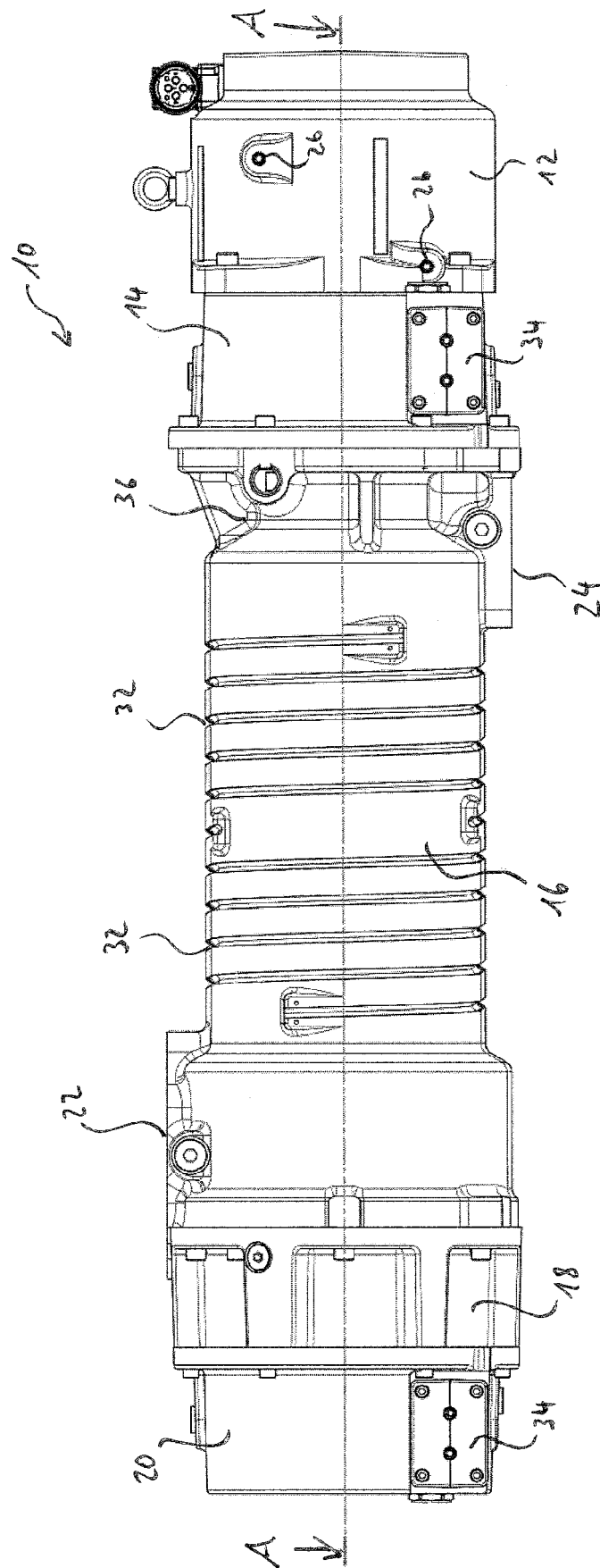


Fig. 3

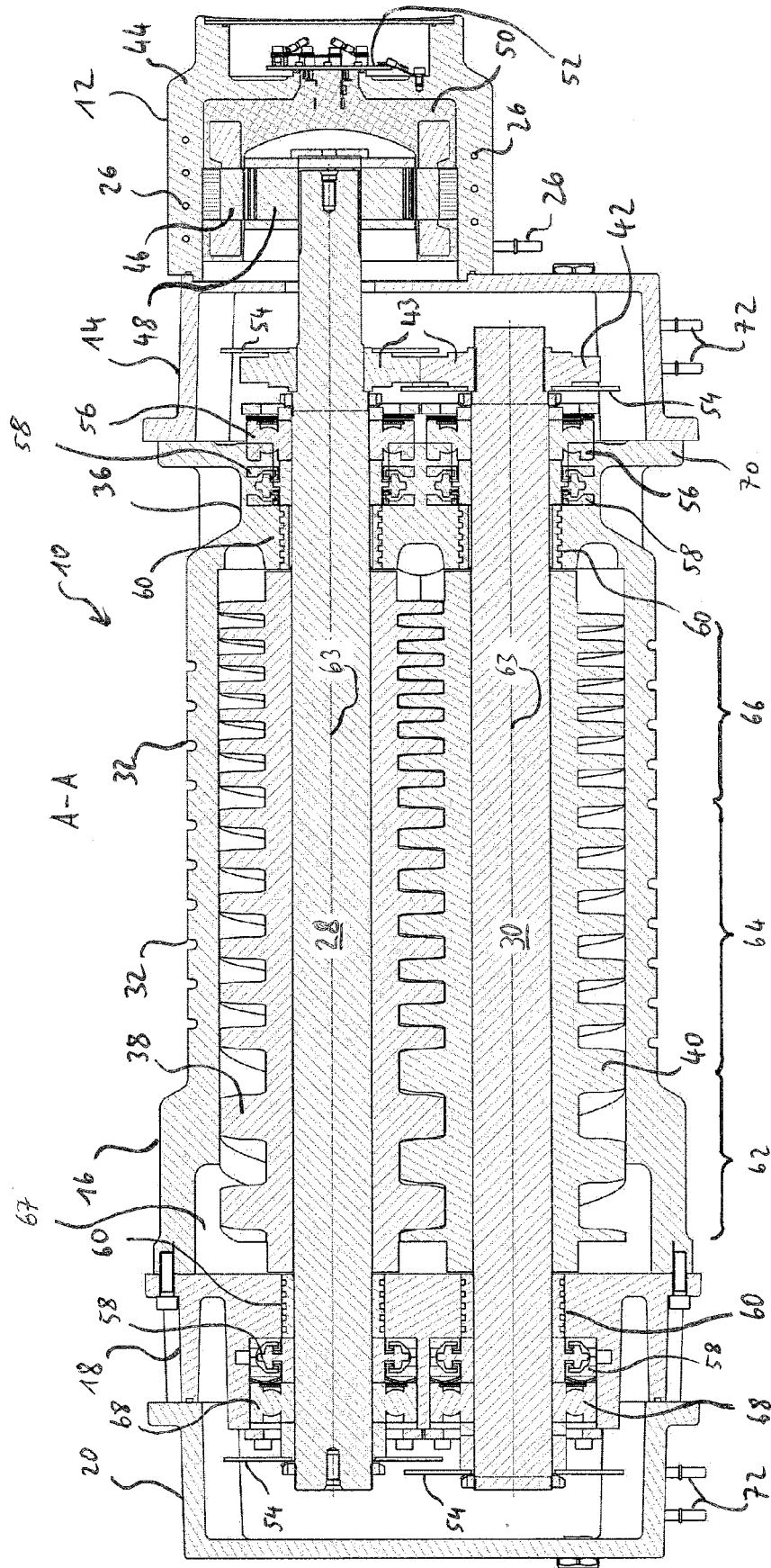


Fig. 4

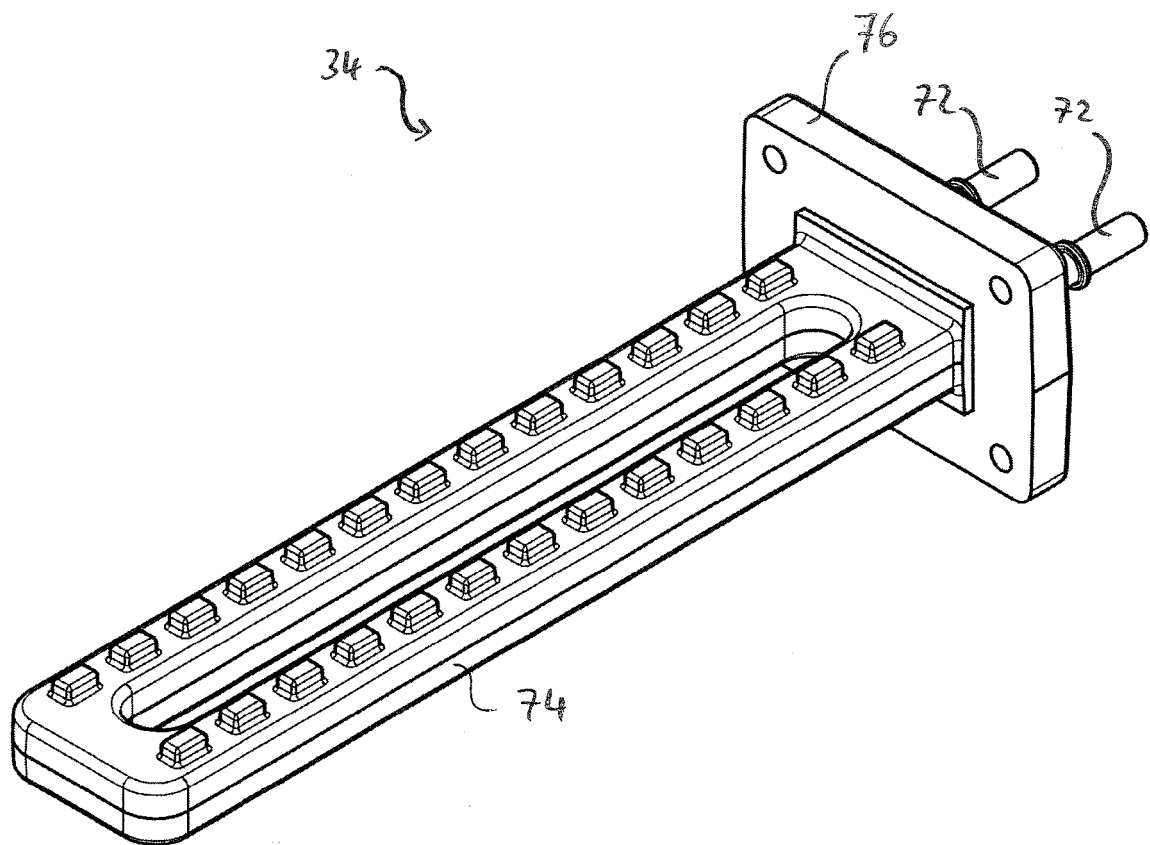


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 20 7576

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	DE 197 45 615 A1 (LEYBOLD VAKUUM GMBH [DE]) 15. April 1999 (1999-04-15)	1-3,6,9-12	INV. F04C18/16
Y	* Spalte 2, Zeile 9 - Zeile 11; Ansprüche 9-11; Abbildung *	4,5,7,8,13,15	F04C25/02 F04C29/04
	* Spalte 3, Zeile 19 - Zeile 30 *		
	* Spalte 3, Zeile 58 - Zeile 61 *		
	* Spalte 4, Zeile 35 - Zeile 37 *		

X	DE 197 45 616 A1 (LEYBOLD VAKUUM GMBH [DE]) 15. April 1999 (1999-04-15)	1-3,6-12	
	* Spalte 2, Zeile 63 - Zeile 66; Ansprüche 1,9; Abbildung 1 *		
	* Spalte 3, Zeile 37 - Zeile 48 *		
	* Spalte 4, Zeile 8 - Zeile 11 *		
	* Spalte 4, Zeile 53 - Zeile 55 *		

X	DE 101 56 179 A1 (LEYBOLD VAKUUM GMBH [DE]) 28. Mai 2003 (2003-05-28)	1-4,10-12,14	
	* Absatz [0029] - Absatz [0031]; Abbildung 4 *		

Y	US 2015/125312 A1 (BRUCE SIMON HAROLD [GB]) 7. Mai 2015 (2015-05-07)	4,7,8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04C F01C
	* Absatz [0033] - Absatz [0040]; Anspruch 1 *		

Y	DE 20 2016 005209 U1 (LEYBOLD GMBH [DE]) 1. Dezember 2017 (2017-12-01)	5,15	
	* Absätze [0041], [0046]; Abbildungen 1,5 *		

Y	DE 10 2010 061202 A1 (BECKER GMBH GEBR [DE]) 14. Juni 2012 (2012-06-14)	13	
	* Absätze [0001], [0020]; Abbildung 1 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. Mai 2018	Prüfer Descoubes, Pierre
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 Patentedokument, 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 17 20 7576

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.

30-05-2018

10

15

20

25

30

35

40

45

50

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19745615 A1	15-04-1999	DE 19745615 A1	15-04-1999
		EP 1021654 A1	26-07-2000
		JP 4146081 B2	03-09-2008
		JP 2001520353 A	30-10-2001
		KR 20010030995 A	16-04-2001
		TW 452631 B	01-09-2001
		US 6382930 B1	07-05-2002
		WO 9919631 A1	22-04-1999
DE 19745616 A1	15-04-1999	DE 19745616 A1	15-04-1999
		EP 1021653 A1	26-07-2000
		JP 4225686 B2	18-02-2009
		JP 2001520352 A	30-10-2001
		KR 20010030993 A	16-04-2001
		TW 430722 B	21-04-2001
		US 6544020 B1	08-04-2003
		WO 9919630 A1	22-04-1999
DE 10156179 A1	28-05-2003	CA 2463957 A1	22-05-2003
		CN 1585859 A	23-02-2005
		CN 101532492 A	16-09-2009
		DE 10156179 A1	28-05-2003
		EP 1444441 A1	11-08-2004
		HU 0402362 A2	28-02-2005
		JP 4288169 B2	01-07-2009
		JP 2005509786 A	14-04-2005
		KR 20050042066 A	04-05-2005
		PL 206102 B1	30-07-2010
		TW 1262248 B	21-09-2006
		US 2005019169 A1	27-01-2005
		WO 03042542 A1	22-05-2003
US 2015125312 A1	07-05-2015	CN 101184921 A	21-05-2008
		EP 1844237 A1	17-10-2007
		JP 5189842 B2	24-04-2013
		JP 2008529472 A	31-07-2008
		KR 20070099635 A	09-10-2007
		TW 200632221 A	16-09-2006
		US 2010047080 A1	25-02-2010
		US 2015125312 A1	07-05-2015
		WO 2006082366 A1	10-08-2006
DE 202016005209 U1	01-12-2017	DE 202016005209 U1	01-12-2017
		WO 2018041614 A1	08-03-2018
DE 102010061202 A1	14-06-2012	CN 103261694 A	21-08-2013

EPO FORM P0461

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

55

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

EP 17 20 7576

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

30-05-2018

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
		DE 102010061202 A1	14-06-2012
		EP 2652332 A2	23-10-2013
		JP 5886867 B2	16-03-2016
		JP 2013545932 A	26-12-2013
		KR 20140029370 A	10-03-2014
		US 2013224055 A1	29-08-2013
		WO 2012080034 A2	21-06-2012

15

20

25

30

35

40

45

50

EPO FORM P0461

55

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