

(19)



(11)

EP 3 106 675 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.12.2016 Patentblatt 2016/51

(51) Int Cl.:
F04D 29/64^(2006.01) F04D 19/04^(2006.01)
F04D 29/051^(2006.01) F04D 29/059^(2006.01)
F04D 29/66^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15172540.5**

(22) Anmeldetag: **17.06.2015**

(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

(72) Erfinder:
• **Leib, Uwe**
35781 Weilburg (DE)
• **Schill, Michael**
35614 Asslar-Bechlingen (DE)
• **Koch, Bernhard**
35799 Barig-Selbenhausen (DE)

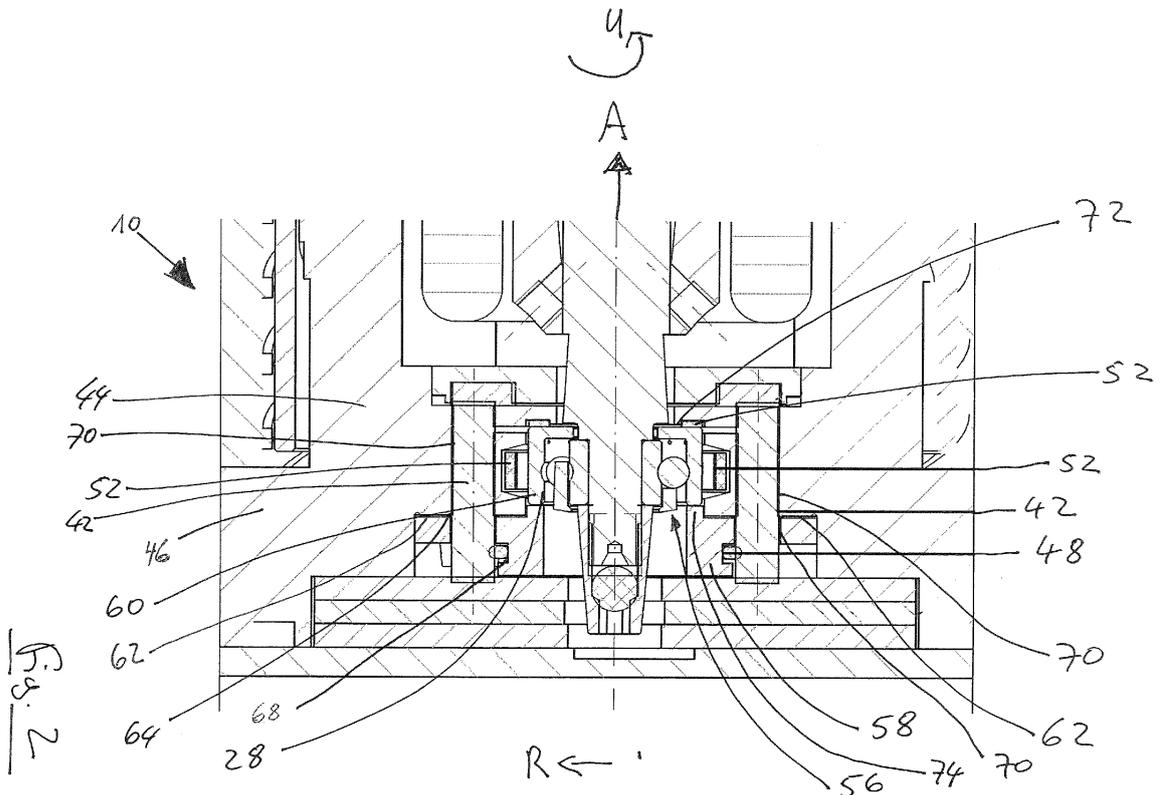
(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum GmbH**
35614 Asslar (DE)

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

(54) **VAKUUMPUMPE**

(57) Vakuumpumpe, insbesondere eine Turbomolekularpumpe, die ein Lager, einen einen vorvakuumseitigen Teil eines Gehäuses der Pumpe bildenden Grundkörper, einen integral in dem Grundkörper ausgebildeten Aufnahmeraum für das Lager, zumindest ein axiales Dämpfungselement, das in dem Aufnahmeraum angeordnet ist und das zum Vorspannen des Lagers in dem

Aufnahmeraum vorgesehen ist, und ein separates Abschlussselement, mit dem der Aufnahmeraum abgeschlossen ist, umfasst. Ferner ist wenigstens ein Abstandselement, insbesondere eine Passscheibe, vorgesehen, um das Lager in dem Aufnahmeraum in einer definierten axialen Position einzuspannen.



EP 3 106 675 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere eine Turbomolekularpumpe, die ein Lager, einen einen vorvakuumseitigen Teil eines Gehäuses der Pumpe bildenden Grundkörper, einen integral in dem Grundkörper ausgebildeten Aufnahme-
raum für das Lager, zumindest ein axiales Dämpfungselement, das in dem Aufnahme-
raum angeordnet ist und das zum Vorspannen des Lagers in dem Aufnahme-
raum vorgesehen ist, und ein separates Abschlusselement, mit dem der Aufnahme-
raum abgeschlossen ist, umfasst.

[0002] Turbomolekularpumpen weisen in der Regel mehrere pumpwirksam in Serie geschaltete Turbomolekularpumpstufen auf. Diese werden jeweils durch eine an einer Rotorwelle befestigte Rotorscheibe und eine zwischen benachbarten Rotorscheiben angeordnete und in dem Gehäuse festgelegte Statorscheibe gebildet. Zur drehbaren Lagerung der Rotorwelle sind in der Regel ein Wälzlager im Bereich eines Pumpenauslasses und ein Permanentmagnetlager im Bereich eines Pumpen-
einlasses vorgesehen.

[0003] Um ein stabiles Laufverhalten der Rotorwelle der Vakuumpumpe zu erreichen, ist die Art der Einbettung des Lagers in der Vakuumpumpe von großer Bedeutung. Insbesondere bei kleineren Turbomolekularpumpen ist das auslassseitige Lager oftmals axial und radial in Schwingringe eingebettet bzw. eingespannt. Dem Lager wird hierbei eine gewisse axiale Bewegungsfreiheit zugestanden, bis zumindest der axiale Schwingring am Lager angreift. Im Stand der Technik ist es bekannt, diese axiale Bewegungsfreiheit durch einen per Gewinde verstellbaren Axialanschlag zu erreichen. Durch den Axialanschlag wird auch das Lager in der Pumpe vorgespannt.

[0004] Im Unterschied hierzu wird bei großen Turbomolekularpumpen das Lager in der Regel zwischen Schwingringen innerhalb einer Lagerfassung mit einer gewissen Vorspannung eingeklemmt. Die fertig eingestellte, vormontierte Lagerfassung wird danach in einer Vakuumpumpe montiert.

[0005] Um die Einsatzmöglichkeiten von Turbomolekularpumpen flexibler gestalten zu können, werden diese zunehmend miniaturisiert, so dass weder eine vormontierte Lagerfassung noch ein per Gewinde axial einstellbarer Axialanschlag ohne weiteres integriert werden können.

[0006] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine möglichst kompakte Anordnung für ein Lager einer Vakuumpumpe zu schaffen, die eine gewisse axiale Bewegungsfreiheit eines Lagers gestattet, die das Lager axial und radial zuverlässig einspannt und die eine Verkleinerung der Vakuumpumpe bei gleicher Pumpenleistung ermöglicht. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, die Montage einer Vakuumpumpe zu vereinfachen.

[0007] Diese Aufgaben werden durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0008] Erfindungsgemäß ist eine Vakuumpumpe, insbesondere eine Turbomolekularpumpe, vorgesehen, die ein Lager, insbesondere ein mit Schmiermittel versorgtes Lager, einen einen vorvakuumseitigen Teil eines Gehäuses der Pumpe bildenden Grundkörper, einen integral in dem Grundkörper ausgebildeten Aufnahme-
raum für das Lager, zumindest ein axiales Dämpfungselement, das in dem Aufnahme-
raum angeordnet ist und zum Vorspannen des Lagers in dem Aufnahme-
raum vorgesehen ist, und ein separates Abschlusselement, das den Aufnahme-
raum in axialer Richtung begrenzt, umfasst. Die Vakuumpumpe zeichnet sich dadurch aus, dass wenigstens ein Abstandselement, insbesondere eine Passscheibe, vorgesehen ist, um das Lager in dem Aufnahme-
raum in einer definierten axialen Position einzuspannen.

[0009] Durch das Vorsehen eines separaten Abschlusselements in Kombination mit einem Abstandselement kann für jede Vakuumpumpe die benötigte Vorspannung exakt eingestellt werden. D.h. für jede Vakuumpumpe wird aus einer Mehrzahl von unterschiedlich dimensionierten Abstandselementen jenes gewählt, durch das sich bei einer wohldefinierten axialen Lage des Abschlusselements die optimale axiale Lage des Lagers und/oder die geeignete Vorspannung einstellt. Das Abschlusselement wird dann beispielsweise einfach in den Aufnahme-
raum eingebracht, bis es anschlägt, und in dieser Position fixiert. Die Lage des Anschlags ergibt sich dabei - direkt oder indirekt - aus der Ausgestaltung des Abstandselements.

[0010] Ferner können Vakuumpumpen mit dem erfindungsgemäßen Lagerkonzept aufgrund des nicht vorhandenen verstellbaren Axialanschlags bzw. der nicht verwendeten, separaten Lagerfassung mit weniger Komponenten und insbesondere kleiner und einfacher gebaut werden. Die Konstruktion des den Aufnahme-
raum bildenden Grundkörpers kann vereinfacht werden, was sich zusätzlich positiv auf die Herstellungskosten der Vakuumpumpe auswirkt. Ferner werden Verunreinigungen des Lagers durch ein zusätzliches Gewinde in dessen Nähe, nämlich das Gewinde des verstellbaren Axialanschlags, vermieden.

[0011] Vorzugsweise ist das Lager als ein Wälzlager ausgebildet. Das Wälzlager wird in einem integral ausgebildeten Aufnahmeabschnitt des Grundkörpers, der den Aufnahme-
raum bildet, eingebracht. Das Lager wird dann durch das Abschlusselement in dem Aufnahme-
raum eingespannt. Beispielsweise wird das als separates Bauteil ausgebildete Abschlusselement von einem vorvakuumseitigen, stirnseitigen Ende des Grundkörpers in den Aufnahme-
raum eingebracht und dort fixiert. Das axiale Dämpfungselement sorgt für eine auf das Lager wirkende, vorspannende Kraft.

[0012] In diesem Zusammenhang ist es möglich, dass das Abstandselement vorzugsweise in oder an dem Abschlusselement vorgesehen ist. Das Abstandselement ist z.B. eine Ringscheibe, eine Passscheibe, eine Scheibe mit zumindest einem Loch. Aber auch polygonale

(dreieckige, viereckige und mehreckige) Formen sind möglich, die bei entsprechender Geometrie des Aufnahmeraums automatisch verdrehsicher angeordnet sind.

[0013] Vorzugsweise ist das Abschlusselement in Gebrauchslage in seiner axialen Position und seiner radialen Lage fixiert. Durch das Fixieren des Abschlusselements in einer axialen Position und seiner radialen Lage wird ein Verstellen zumindest der axialen Spannung vermieden. Ferner wird kein verstellbarer Axialanschlag zum Einstellen der Vorspannung benötigt.

[0014] Bevorzugt ist das Abstandselement zwischen dem Grundkörper und dem Abschlusselement angeordnet. Durch die Dimensionierung des Abstandselements wird auf einfache Weise das Einstellen eines Abstands zwischen dem Grundkörper und dem Abschlusselement herbeigeführt, um das Lager in dem Grundkörper mit einer definierten axialen Spannung einzubetten.

[0015] Vorzugsweise stützt sich das Abstandselement axial an einer an dem Grundkörper angeordneten Abstützfläche, insbesondere an einer Stirnfläche ab.

[0016] Gemäß einer Ausführungsform ist das Abstandselement zwischen einem weiteren axialen Dämpfungselement und der Abstützfläche oder zwischen einem an der Abstützfläche angeordneten axialen Dämpfungselement und dem Abschlusselement angeordnet. Das Vorsehen eines weiteren axialen Dämpfungselements ermöglicht eine noch genauere Einstellung der axialen Bewegungsfreiheit, die ein Lager aufweisen darf, um im Betrieb der Vakuumpumpe die Rotorwelle zu lagern. Insbesondere ist das Abstandselement direkt zwischen der Abstützfläche und dem Abschlusselement angeordnet. D.h. bei dieser Ausführungsform sind keine Zwischenkomponenten weder zwischen dem Abstandselement und der Abstützfläche noch zwischen dem Abstandselement und dem Abschlusselement vorgesehen.

[0017] Bevorzugt ist das z.B. als Druckring ausgebildete Abschlusselement mittels Schrauben an dem Grundkörper fixiert. Schrauben sind zuverlässige und kostengünstige Fixierungsmittel. Die Schrauben verbinden das Abschlusselement insbesondere in einer axialen Richtung mit dem Grundkörper, indem sie das Abschlusselement in axialer Richtung gegen den Grundkörper pressen.

[0018] Eine Schraubverbindung kann entweder mit einer von außen durch das Abschlusselement geführten Schraube, die mit einem in dem Grundkörper vorgesehenen Gewinde oder einer von außen anbringbaren Mutter, die mit einem von dem Grundkörper abstehenden Gewinde kooperiert, verwendet werden. Vorzugsweise sind zwei bis sechs Schraubverbindungen vorgesehen, um das Abschlusselement an dem Grundkörper zu fixieren.

[0019] Vorteilhafterweise weist das Abschlusselement einen Ansatz auf, mittels dem das Lager in dem Aufnahmeraum in seiner axialen Position fixiert ist, insbesondere wobei das Abschlusselement, bevorzugt über dessen Ansatz, in direktem Kontakt mit dem Lager steht.

[0020] Beispielsweise ist der Ansatz ein ringförmiger

Ansatz, sodass dieser mit einem z.B. ringförmigen Teil des Lagers kooperieren und so einen homogenen Druck auf das Lager ausüben kann.

[0021] Bevorzugt erstreckt sich der Ansatz in axialer Richtung durch das Abstandselement hindurch. Dadurch, dass der Ansatz sich in axialer Richtung durch das Abschlusselement hindurch erstreckt, kommt das Abstandselement nicht zwingend mit dem Lager in Kontakt. Außerdem kann der Ansatz dann bei geeigneter Ausgestaltung auf einfache Weise zur einfachen und korrekten Positionierung des Abstandselements beitragen.

[0022] Insbesondere ist die Reihenfolge der Komponenten von radial innen nach radial außen der Pumpe gesehen in der Ebene des Ansatzes: Ansatz, Abstandselement, Grundkörper.

[0023] Vorzugsweise liegt das Abschlusselement an einem Außenring des Lagers an. Durch das direkte Anliegen des Abstandselements an dem Außenring des Lagers wird die nicht beweglich angeordnete Komponente des Lagers zum axialen Einspannen des Lagers in dem Aufnahmeraum verwendet. Insbesondere weist der den Aufnahmeraum bildende Grundkörper eine Schulter auf, die in den Aufnahmeraum hineinragt und als axialer Anschlag für das Lager dient. Insbesondere wird das Lager zwischen der Schulter und dem Abschlusselement, insbesondere dessen Ansatz in axialer Richtung fixiert bzw. eingespannt.

[0024] Bevorzugt ist das zumindest eine axiale Dämpfungselement zwischen der Schulter und dem Lager angeordnet. Zusätzlich oder alternativ kann das bzw. ein weiteres axiales Dämpfungselement zwischen dem Lager und dem Abschlusselement angeordnet sein.

[0025] Durch das Vorsehen des zumindest einen axialen Dämpfungselements zwischen der Schulter und dem Lager kann das Lager derart im Aufnahmeraum angeordnet sein, dass das Lager mit möglichst wenig Spiel in dem Aufnahmeraum aufgenommen ist. Vorzugsweise liegt das Dämpfungselement bzw. liegen die Dämpfungselemente direkt an dem Lager an.

[0026] Insbesondere sind in dem Abschlusselement und/oder dem Grundkörper Öffnungen vorgesehen und das Abstandselement weist mit den Öffnungen fluchtende

[0027] Durchbrüche auf, um das Lager mit Schmiermittel versorgen und/oder Fixierungsmittel zur Fixierung des Abschlusselements an dem Grundkörper einzubringen zu können. Vorzugsweise sind 6 bis 12 solcher Durchbrüche bzw. Öffnungen vorgesehen.

[0028] Die Öffnungen und die Durchbrüche sind relativ zueinander ausgerichtet. Beispielsweise entspricht die Anzahl der Durchbrüche in dem Abstandselement der Anzahl der Öffnungen sowie der Fixierungsmittel. Die Fixierungsmittel sind insbesondere Schraubverbindungen, die durch die Durchbrüche bzw. Öffnungen in dem Abstandselement bzw. dem Abschlusselement geführt sind. Bevorzugt sind jedoch zusätzliche Öffnungen und Durchbrüche für Schmiermittel fördernde Verteilungselemente vorgesehen. Durch die Verteilungselemente

wird ein beständiger Ölausgleich und damit eine zuverlässige beidseitige Schmierung des Lagers der Vakuumpumpe sichergestellt. Die Verteilungselemente können beispielsweise Stäbchen aus Poroplastmaterial sein. Beispielsweise sind sie in Bohrungen, die in dem Grundkörper der Vakuumpumpe vorgesehen sind, angeordnet. Die Bohrungen sind bevorzugt separat von dem Aufnahmeraum angeordnet. Insbesondere ist zusätzlich zumindest eine Einrichtung vorgesehen, um die Schmiermittel fördernden Verteilungselemente zumindest axial zu sichern.

[0029] Vorzugsweise ist/sind das Abstandselement und gegebenenfalls ein axiales Dämpfungselement in das Abschlusselement integriert. Hierdurch kann eine integrale Einheit bereitgestellt werden, um das Lager axial in dem Aufnahmeraum zu verspannen.

[0030] Weitere Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe sind in den Ansprüchen, der Beschreibung und den beigefügten Zeichnungen angegeben. Die Erfindung wird nachstehend auch hinsichtlich weiterer Vorteile und Merkmale unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen anhand von Ausführungsbeispielen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Vakuumpumpe in einem Querschnitt,

Fig. 2 einen Querschnitt durch ein vorvakuumseitiges Ende einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe,

Fig. 3 einen weiteren Querschnitt durch die Vakuumpumpe gemäß Fig. 2 und

Fig. 4 ein erfindungsgemäßes Verteilungselement.

[0031] Die in Fig. 1 gezeigte Vakuumpumpe 10 umfasst einen von einem Einlassflansch 12 umgebenden Pumpeneinlass 14 und einen Pumpenauslass, sowie mehrere Prozessgaspumpstufen zur Förderung des an dem Pumpeneinlass anstehenden Prozessgases zu dem Pumpenauslass. Mit dem Bezugszeichen 16 ist ein Bauraum für elektrische Anschlüsse bezeichnet. Die Vakuumpumpe 10 umfasst ein Gehäuse 18 und einen in dem Gehäuse 18 angeordneten Rotor mit einer um die Rotationsachse drehbar gelagerten Rotorwelle 20.

[0032] Die gezeigte Vakuumpumpe 10 ist als Turbomolekularpumpe ausgebildet und umfasst mehrere pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete Turbomolekularpumpstufen mit mehreren an der Rotorwelle 20 befestigten radialen Rotorscheiben 22 und zwischen den Rotorscheiben 22 angeordneten und in dem Gehäuse 18 festgelegten Statorscheiben 24, wobei eine Rotorscheibe 22 und eine benachbarte Statorscheibe 24 jeweils eine turbomolekulare Pumpstufe bilden. Die Statorscheiben 24 sind durch Abstandsringe 26 in einem gewünschten axialen Abstand zueinander gehalten. Zur drehbaren Lagerung der Rotorwelle 20 sind ein Wälzlager 28 im Bereich des Pumpenauslasses und ein Per-

manentmagnetlager 30 im Bereich des Pumpeneinlasses 14 vorgesehen. Im Bereich des Wälzlagers 28 ist an der Rotorwelle 20 eine konische Spritzmutter 32 mit einem zu dem Wälzlager 28 hin zunehmenden Außendurchmesser vorgesehen. Die Spritzmutter 32 steht mit zumindest einem Abstreifer eines Betriebsmittelspeichers in gleitendem Kontakt. Der Betriebsmittelspeicher umfasst mehrere aufeinander gestapelte saugfähige Scheiben 34 aus einem Filzmaterial (Speicher- und/oder Zufuhrkomponenten), die mit einem Betriebsmittel für das Wälzlager 28, zum Beispiel mit einem Schmiermittel, insbesondere mit Öl, getränkt sind.

[0033] Bei Betrieb der Vakuumpumpe 10 wird das Betriebsmittel durch kapillare Wirkung von dem Betriebsmittelspeicher über den Abstreifer auf die rotierende Spritzmutter 32 übertragen und infolge der Zentrifugalkraft entlang der Spritzmutter 32 in Richtung des größeren Außendurchmessers der Spritzmutter 32 zum Wälzlager 28 hin gefördert. Das Wälzlager 28 und der Betriebsmittelspeicher sind durch einen wannenförmigen Einsatz 36 und ein Deckelelement 38 der Vakuumpumpe 10 eingefasst.

[0034] Um die Schmierung des Wälzlagers 28 zu gewährleisten, sind auch am oberen Ende des Wälzlagers 28 saugfähige Scheiben 40 angeordnet. Diese sind mittels Verteilungselemente 42, z.B. Poroplast-Stäbe, mit den untenliegenden, aufeinander gestapelten saugfähigen Scheiben 34 verbunden. Die Verteilungselemente 42 gewährleisten mittels Kapillarwirkung einen Austausch des Schmiermittels zwischen den saugfähigen Scheiben 34, 40 und ermöglichen so eine allseitige Schmierung des Wälzlagers 28.

[0035] Das Wälzlager 28 und die Verteilungselemente 42 sind in einer Lagerfassung 44 angeordnet. Im vorliegenden Beispiel ist die Lagerfassung 44 in einem vorvakuumseitigen Teil des Gehäuses 18 der Vakuumpumpe bildenden Grundkörper 46 angeordnet. Um zu verhindern, dass die Verteilungselemente 42 herausfallen, wenn das Deckelelement 38 und die Scheiben 34 zu Wartungszwecken entfernt werden, ist ein Sicherungselement 48 in der Form eines O-Rings in einer Nut in einer innen liegenden Wand 50 des wannenförmigen Einsatzes 36 angeordnet. Der O-Ring 48 drückt die Verteilungselemente 42 in deren in Fig. 1 unteren Bereich radial nach innen (Richtung R) und sichert diese mittels eines Reibschlusses in Ihrer Einbaulage.

[0036] Es ist auch möglich, an jedem Verteilungselement 42 einen eigenen O-Ring 48 vorzusehen. Der O-Ring 48 würde auch dann das Verteilungselement 42 von der innenliegenden Wand 50 des Grundkörpers 46 radial nach innen drücken. Somit wären die einzelnen Verteilungselemente 42 jeweils unabhängig voneinander in ihrer Einbaulage fixiert, um ihr Herausfallen zu verhindern.

[0037] Um das Wälzlager 28 in seiner Lage zu sichern, sind radiale und axiale Dämpfungselemente 52 in einem Aufnahmeraum 56 für das Wälzlager 28 vorgesehen. Das Wälzlager 28 wird in diesem Aufnahmeraum 56 mit-

tels eines per Gewinde einstellbaren Axialanschlags 54 derart vorgespannt, dass es eine bedarfsgerechte, geringfügige axiale Bewegungsfreiheit in der axialen Richtung A besitzt.

[0038] Die Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch das vorvakuumseitige Ende einer weiteren Vakuumpumpe 10. Die Vakuumpumpe 10 umfasst ebenfalls einen einen vorvakuumseitigen Teil eines Gehäuses der Pumpe bildenden Grundkörper 46, sowie einen integral in dem Grundkörper 46 ausgebildeten Aufnahmeraum 56, für das Wälzlager 28. In dem Aufnahmeraum 56 sind axiale und radiale Dämpfungselemente 52 vorgesehen, um das Wälzlager 28 in dem Aufnahmeraum vorzuspannen. Um die Lage des Wälzlagers 28 in axialer Richtung A nach unten zu begrenzen, ist ein separates Abschlusselement 58 vorgesehen, welches direkt an einem Außenring 60 des Wälzlagers 28 anliegt und damit das Lager 28 in dem Aufnahmeraum 56 hält.

[0039] Zwischen dem Grundkörper 46 und dem Abschlusselement 58 ist ferner ein Abstandselement 62, insbesondere eine Ring- oder Passscheibe, vorgesehen. Beim Zusammenbau einer Vakuumpumpe 10 muss das Wälzlager 28 in einer definierten axialen Position in dem Aufnahmeraum 56 eingespannt werden, um einen sicheren Betrieb der Pumpe 10 zu gewährleisten. Da die einzelnen Bauteile der Vakuumpumpe 10 gewissen Fertigungstoleranzen unterliegen, wird bei ihrem Zusammenbau ein für diese Vakuumpumpe 10 spezifisches Abstandselement 62 ausgewählt, um die gewünschte definierte axiale Position des Lagers 28 zu erhalten.

[0040] Das Abstandselement 62 stützt sich an einer an dem Grundkörper 46 angeordneten Abstützfläche 64, insbesondere einer Stirnfläche, ab und ist unmittelbar zwischen dem Abschlusselement 58 und der Abstützfläche 64 angeordnet. Das Abschlusselement 58 ist mittels sich in axialer Richtung erstreckenden Schrauben 66 (siehe Fig. 3) an dem Grundkörper 46 fixiert. Letztlich wird das Wälzlager 28 somit durch das Abschlusselement 58 in dem Grundkörper 46 gesichert. Mit Hilfe einer aus einem Satz verschieden dimensionierter Passscheiben, d.h. Passscheiben mit unterschiedlicher Dicke, gewählten Passscheibe 62 wird die optimale axiale Lage des Wälzlagers 28 eingestellt.

[0041] Zur Schmierung des Wälzlagers 28 sind mehrere Verteilungselemente 42, in Figur 2 sind zwei erkennbar, in Öffnungen 70 bzw. Vertiefungen der Lagerfassung 44 vorgesehen. Um die Verteilungselemente 42 in ihrer Einbaulage mit Kraft zu beaufschlagen bzw. vorzuspannen und mittels Reibschluss zu fixieren, ist am unteren Ende des Abschlusselements 58 ein Sicherungselement 48 in der Form eines O-Rings vorgesehen. Im Gegensatz zu dem in Fig. 1 gezeigten O-Ring 48 drückt der O-Ring 48 der Fig. 2 die Verteilungselemente 42 in radialer Richtung R nach außen. Der O-Ring 48 ist auf der dem Wälzlager 28 gegenüberliegenden Seite des Abschlusselements 58 in einer dafür vorgesehenen Nut 68 angeordnet.

[0042] In dem Abschlusselement 58 und in der Lager-

fassung 44 sind jeweils Öffnungen 70 vorgesehen, die vorzugsweise so miteinander fluchten, so dass die Verteilungselemente 42 mit Vorspannung in der Lagerfassung 44 angeordnet werden können, um das Wälzlager 28 mit Schmiermittel zu versorgen, und so dass das oder die Fixierungsmittel - z.B. Schrauben 66 - zur Fixierung des Abschlusselements 58 an der Lagerfassung 44 platziert werden können.

[0043] Das Abschlusselement 58 erfüllt somit mehrere Funktionen. Zum einen wird mittels des O-Rings 48 eine Einrichtung zur Lagefixierung der Verteilungselemente 42 an der dem Wälzlager 28 gegenüberliegenden Seite des Abschlusselements 58 bereitgestellt. Zum anderen dient es zum Einspannen und axialen Festlegen des Wälzlagers 28 in dem Aufnahmeraum 56. Hierbei liegt das Abschlusselement 62 an einem Außenring des Wälzlagers an.

[0044] Die Fig. 3 zeigt einen weiteren Querschnitt durch die Vakuumpumpe 10 gemäß Fig. 2. In diesem Querschnitt sind keine Verteilungselemente 42 zu sehen, sondern eine von mehreren Schrauben 66 mittels derer das Abschlusselement 58 an dem Grundkörper 46 verankert ist, um das Wälzlager 28 in seiner axialen Lage zu halten bzw. den Aufnahmeraum 56 in einer axialen Richtung A zu begrenzen.

[0045] In der Zeichnung gemäß Fig. 3 ist eine in den Aufnahmeraum 56 ragende Schulter 72 zu sehen, die am Grundkörper 46 ausgebildet ist. Das Wälzlager 28 ist zwischen der Schulter 72 und einem Ansatz 74 des Abschlusselements 58 angeordnet, wobei sich der Ansatz 74 in axialer Richtung durch das Abstandselement 62 hindurch erstreckt. Das Abstandselement 62 liegt wiederum an einem Ringflansch 76 des Abschlusselements 58 an. An der dem Ansatz 74 abgewandten Seite des Flansches 76 ist der Abschnitt des Abschlusselements 58 angeordnet, der die Nut 68 für den O-Ring 48 trägt.

[0046] Beim Zusammenbau der Vakuumpumpe 10 wird ein für die Vakuumpumpe 10 spezifisches Abstandselement 62 ausgewählt, so dass das Wälzlager 28 in einer definierten axialen Lage und mit der gewünschten Toleranz in der Lagerfassung 44 eingebaut werden kann. Das Wälzlager 28 der Fig. 1 ist mittels des Axialanschlags 54 über ein Gewinde in seiner axialen Lage gehalten. Durch Bewegungen bei einem Betrieb der Vakuumpumpe 10 kann sich u. U. der Axialanschlag 54 leicht drehen, wodurch auch die axiale Lage des Lagers 28 beeinflusst werden könnte. Dies wird bei der Vakuumpumpe 10 gemäß Fig. 2 und 3 dadurch vermieden, dass das Abschlusselement 58 mittels Schrauben 66 an der integral im Grundkörper 46 ausgeformten Lagerfassung 44 gesichert wird, so dass das Wälzlager 28 zuverlässig zwischen der Schulter 72 und dem Abschlusselement 58 fixiert ist. D.h. die mittels des Abstandselements 62 eingestellte axiale Lage des Wälzlagers 28 kann sich nicht verändern.

[0047] Zusätzlich zu dem oberen axialen Dämpfungselement 52, welches zwischen der Schulter 72 und dem Wälzlager 28 angeordnet ist, können - alternativ oder

zusätzlich - axiale Dämpfungselemente auf der gegenüberliegenden Seite des Wälzlagers 28 angeordnet sein (nicht gezeigt), zum Beispiel zwischen dem Wälzlager 28 und dem Abschlusselement 58.

[0048] Die Figur 4 zeigt eine Seitenansicht eines gekrümmten Verteilungselements 42, das zum Beispiel (vollständig oder zumindest teilweise) aus Poroplast besteht. Die Krümmung kann z.B. durch Biegen eines strangförmigen Ausgangsmaterials erzeugt werden. Das Biegen kann während dem Zuschneiden des Verteilungselements 42 erfolgen. Beim Einführen des gekrümmten Verteilungselements 42 in die Öffnung 70 in der Lagerfassung 44 bzw. in dem Grundkörper 46 wird dieses so verspannt, dass ein Herausfallen des Verteilungselements 42 verhindert wird.

[0049] Als Alternative zu einem gekrümmten Verteilungselement 42 könnte auch ein elastisches Verteilungselement 42 vorgesehen sein (nicht gezeigt), das für den Einbau zusammengedrückt wird und das sich bei Entlastung federartig in den Öffnungen 70 bzw. Vertiefungen der Lagerfassung 44 verspannt, so dass es in seiner Einbaulage fixiert wird. Solche elastischen Verteilungselemente 42 können auch mit einem Sicherungselement 48 gemäß Fig. 2 oder 3 kooperieren.

[0050] Es wäre auch denkbar, dass die Verteilungselemente 42 - alternativ oder zusätzlich - in ihrer Umfangsrichtung U verspannt werden. Beispielsweise werden sie durch leicht relativ zueinander verdrehte Öffnungen 70 der Lagerfassung 44 bzw. des Abschlusselements in Umfangsrichtung U eingeklemmt.

Bezugszeichenliste

[0051]

10	Vakuumpumpe
12	Einlassflansch
14	Pumpeneinlass
16	Bauraum
18	Gehäuse
20	Rotorwelle
22	Rotorscheibe
24	Statorscheibe
26	Abstandsring
28	Wälzlager
30	Permanentmagnetlager
32	Spritzmutter
34, 40	saugfähige Scheiben
36	wannenförmiger Einsatz
38	Deckelelement
42	Verteilungselement
44	Lagerfassung
46	Grundkörper
48	Sicherungselement
50	innenliegende Wand
52	Dämpfungselement
54	Axialanschlag
56	Aufnahmeraum

58	Abschlusselement
60	Außenring
62	Abstandselement
64	Abstützfläche
5 66	Schraube
68	Nut
70	Öffnung
72	Schulter
74	Ansatz
10 76	Ringflansch
A	axiale Richtung
R	radiale Richtung
U	Umfangsrichtung

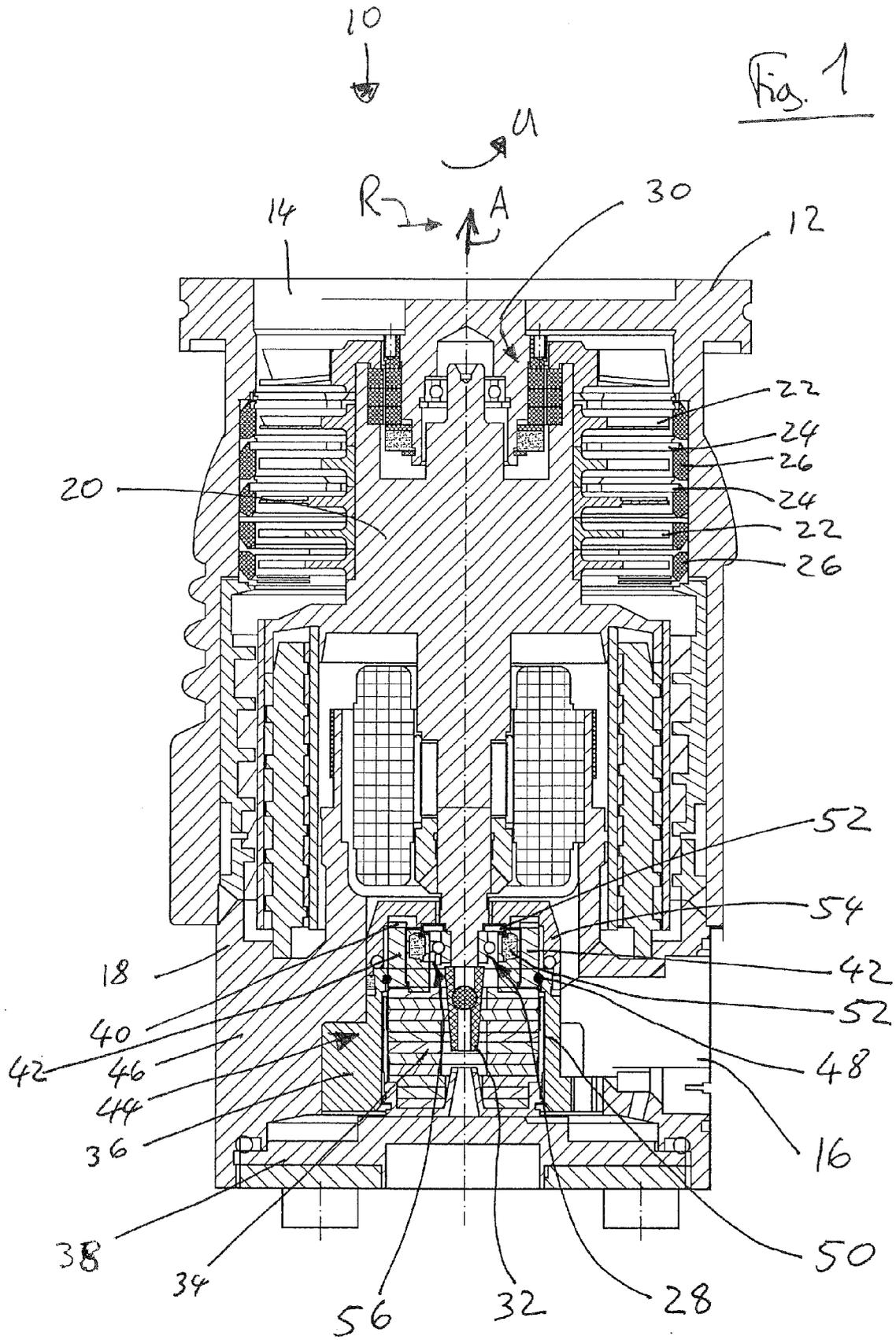
15

Patentansprüche

- 20 1. Vakuumpumpe, insbesondere eine Turbomolekularpumpe, die ein Lager (28), einen ein vorvakuumseitigen Teil eines Gehäuses der Pumpe (10) bildenden Grundkörper (46), einen integral in dem Grundkörper ausgebildeten Aufnahmeraum (56) für das Lager, zumindest ein axiales Dämpfungselement (52), das in dem Aufnahmeraum angeordnet ist und das zum Vorspannen des Lagers (28) in dem Aufnahmeraum vorgesehen ist, und ein separates Abschlusselement (58), das den Aufnahmeraum in axialer Richtung begrenzt, umfasst,
25 wobei wenigstens ein Abstandselement (62), insbesondere eine Passscheibe, vorgesehen ist, um das Lager (28) in dem Aufnahmeraum (56) in einer definierten axialen Position einzuspannen.
- 30 2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abschlusselement (58) in Gebrauchslage in seiner axialen Position und seiner radialen Lage fixiert ist.
- 35 3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abstandselement (62) zwischen dem Grundkörper (46) und dem Abschlusselement (58) angeordnet ist.
- 40 4. Vakuumpumpe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Abstandselement (62) axial an einer an dem Grundkörper angeordneten Abstützfläche (64), insbesondere einer Stirnfläche, abstützt.
- 45 5. Vakuumpumpe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abstandselement (62) zwischen einem weiteren axialen Dämpfungselement und der Abstützfläche (64) oder zwischen einem an der Abstützfläche angeordneten axialen Dämpfungselement und dem Abschlusselement angeordnet ist.

55

6. Vakuumpumpe nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass das Abstandselement (62) direkt zwischen der Abstützfläche (64) und dem Abschlusselement (58) angeordnet ist.
7. Vakuumpumpe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das insbesondere als Druckring ausgebildete Abschlusselement (58) mittels Schrauben (66) an dem Grundkörper (46) fixiert ist, insbesondere wobei die Schrauben den Druckring in axialer Richtung mit dem Grundkörper verbinden.
8. Vakuumpumpe nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass das Abschlusselement (58) einen Ansatz (74) aufweist, mittels dem das Lager (28) in dem Aufnahmeraum (56) in seiner axialen Position fixiert ist, insbesondere wobei das Abschlusselement in direktem Kontakt mit dem Lager (28) steht.
9. Vakuumpumpe nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass sich der Ansatz (74) in axialer Richtung durch das Abstandselement (62) hindurch erstreckt.
10. Vakuumpumpe nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, dass das Abschlusselement (58) an einem Außenring (60) des Lagers (28) anliegt.
11. Vakuumpumpe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper (46) eine in den Aufnahmeraum (56) ragende Schulter (72) aufweist, wobei das Lager (28) axial zwischen der Schulter und dem Abschlusselement (58) angeordnet, vorzugsweise eingespannt, ist.
12. Vakuumpumpe nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine axiale Dämpfungselement (52) zwischen der Schulter (72) und dem Lager (28) angeordnet ist, insbesondere wobei ein weiteres axiales Dämpfungselement auf der dem zumindest einen axialen Dämpfungselement gegenüberliegenden Seite des Lagers zwischen dem Lager und dem Abschlusselement (58) angeordnet ist.
13. Vakuumpumpe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass in dem Abschlusselement (58) und/oder dem Grundkörper (46) Öffnungen (70) vorgesehen sind und dass das Abstandselement (62) mit den Öffnungen fluchtende Durchbrüche aufweist, um das Lager mit Schmiermittel zu versorgen und/oder Fixierungsmittel zur Fixierung
- des Abschlusselements an dem Grundkörper einzubringen.
14. Vakuumpumpe nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass Schmiermittel fördernde Verteilungselemente (42) durch die Öffnungen (70) bzw. Durchbrüche hindurch geführt sind, insbesondere wobei die Schmiermittel fördernden Verteilungselemente (42) in Vertiefungen des Grundkörpers aufnehmbar sind.
15. Vakuumpumpe nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Abstandselement (62) und gegebenenfalls ein axiales Dämpfungselement in dem Abschlusselement (58) integriert ist/sind.



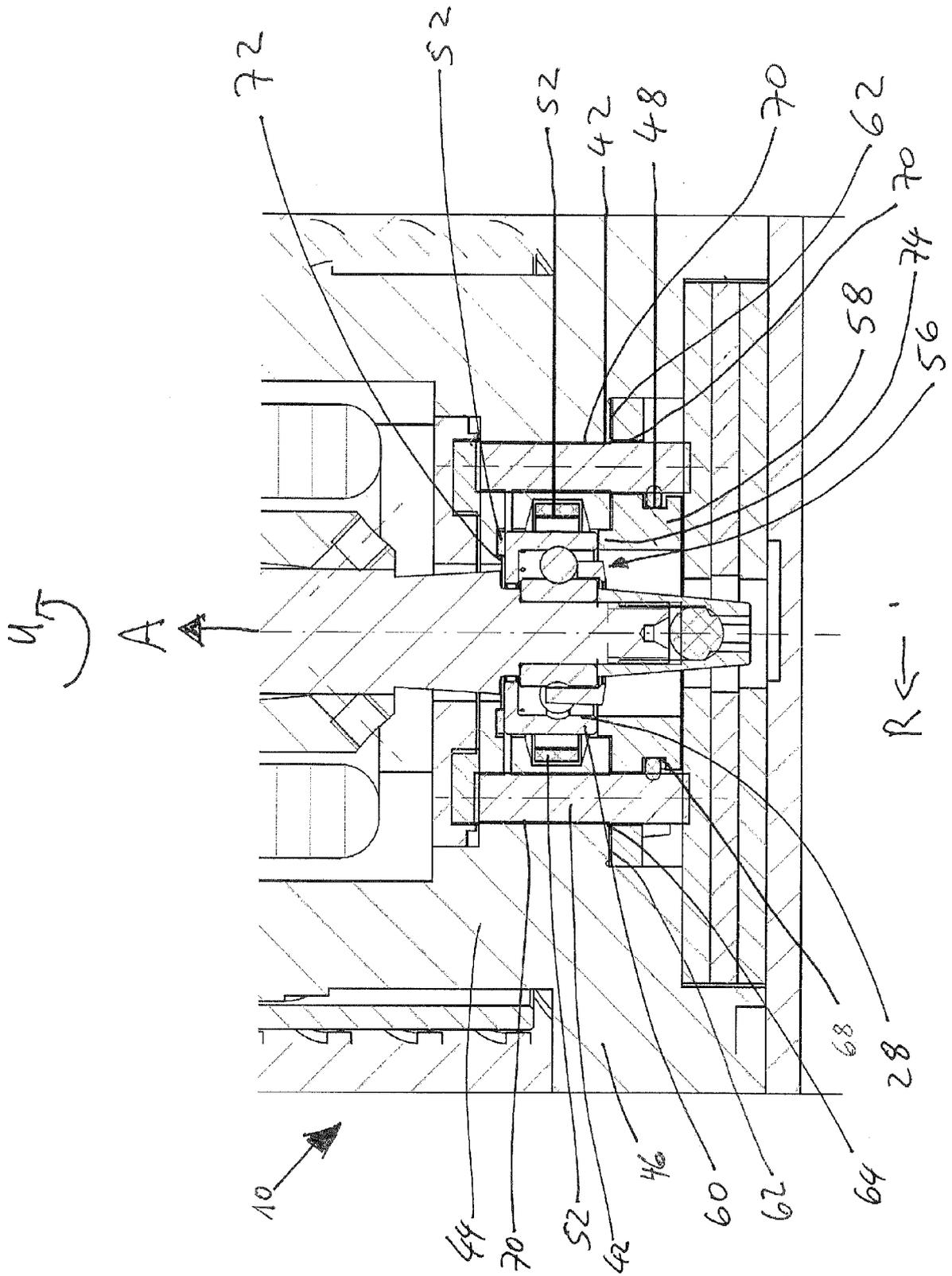
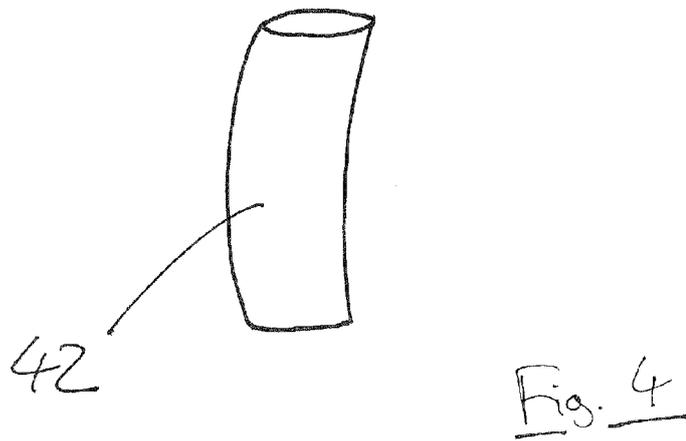
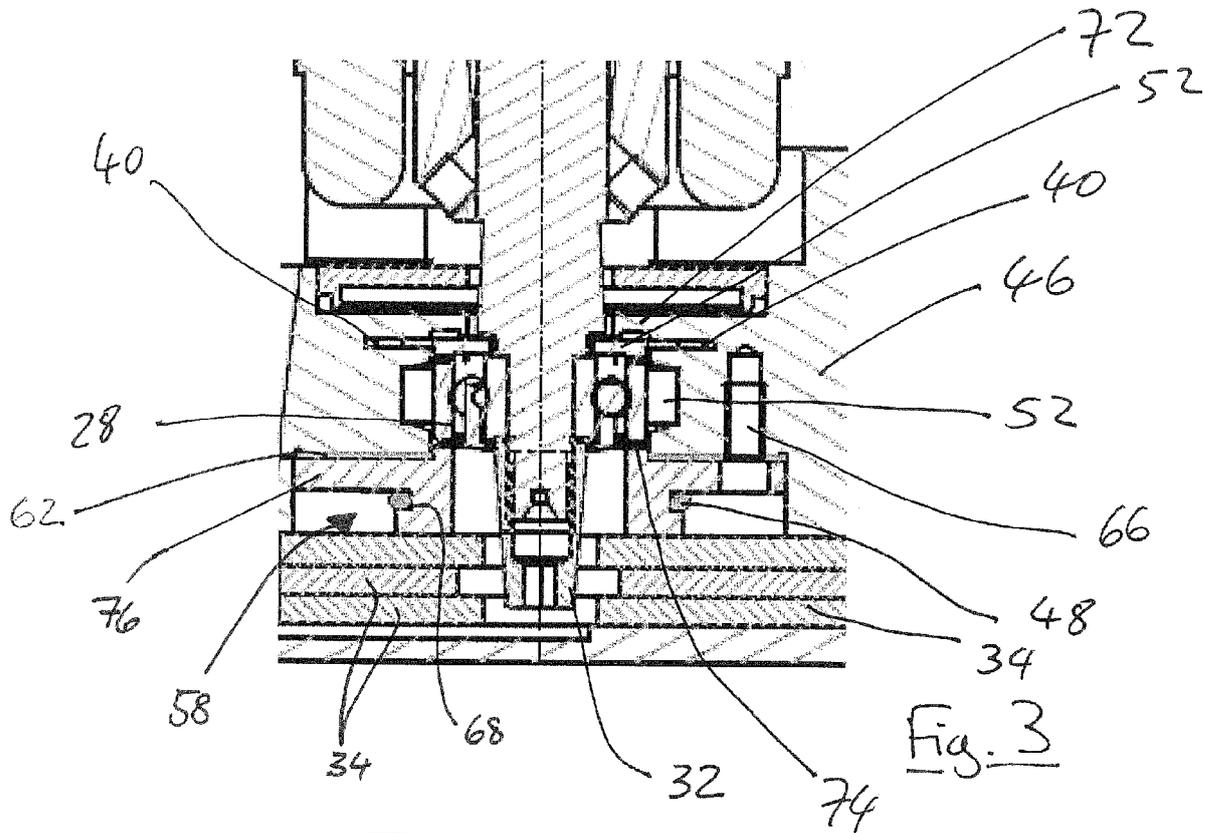


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 17 2540

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 1 921 322 A2 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 14. Mai 2008 (2008-05-14) * Abbildung 2 * * Absatz [0018] *	1-4, 6-12,15 13,14	INV. F04D29/64 F04D19/04 F04D29/051 F04D29/059 F04D29/66
X	US 2013/121858 A1 (SEKITA YUKITERU [JP]) 16. Mai 2013 (2013-05-16) * Abbildung 3 *	1,4,5	
A	US 2005/169783 A1 (BIVER PAUL J [US] ET AL) 4. August 2005 (2005-08-04) * Zusammenfassung; Abbildung 4 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 17. November 2015	Prüfer Ingelbrecht, Peter
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 : nichtschriftliche 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 15 17 2540

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.

17-11-2015

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	EP 1921322	A2	14-05-2008	AT 453053 T	15-01-2010
DE 102006053237 A1				29-05-2008	
EP 1921322 A2				14-05-2008	
JP 5303137 B2				02-10-2013	
JP 2008121889 A				29-05-2008	
US 2008112660 A1				15-05-2008	
20	US 2013121858	A1	16-05-2013	CN 103104539 A	15-05-2013
JP 2013104370 A				30-05-2013	
US 2013121858 A1				16-05-2013	
25	US 2005169783	A1	04-08-2005	KEINE	

EPO FORM P0461

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