



EP 4 582 697 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.07.2025 Patentblatt 2025/28

(21) Anmeldenummer: **25175426.3**

(22) Anmeldetag: **09.05.2025**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04D 19/04 (2006.01) **F04D 29/059** (2006.01)
F04D 29/063 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04D 29/063; F04D 19/042; F04D 29/059

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH LA MA MD TN

(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum Technology AG
35614 Asslar (DE)**
(72) Erfinder: **SCHWEIGHÖFER, Michael
35641 Schöffengrund (DE)**
(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)**

(54) **VAKUUMLPUMPE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularvakuumpumpe, mit zumindest einer Pumpstufe, die einen Stator und einen im Betrieb relativ zum Stator um eine Drehachse rotierenden Rotor umfasst, einem Lager, insbesondere Wälz- lager, für den Rotor, und einer Schmiereinrichtung zum Schmieren des Lagers mit einem flüssigen Schmiermittel, wobei die Schmiereinrichtung ein um die Drehachse herum verlaufendes, ring- oder teilringförmiges Transfer-

element umfasst, das vom Lager kommendes Schmier- mittel aufnimmt und an eine Rückführseinrichtung der Schmiereinrichtung abgibt, wobei das Transferelement das Lager umgibt und/oder wobei das Transferelement in einen das Lager umgebenden Durchlassabschnitt, durch den hindurch Schmiermittel vom Lager zum Transfer- element gelangen kann, radial oder mit einer radialen Komponente eingreift.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularvakuumpumpe, mit zumindest einer Pumpstufe, die einen Stator und einen im Betrieb relativ zum Stator um eine Drehachse rotierenden Rotor umfasst, einem Lager, insbesondere Wälz- lager, für den Rotor, und einer Schmiereinrichtung zum Schmieren des Lagers mit einem flüssigen Schmiermittel, wobei die Schmiereinrichtung ein um die Drehachse herum verlaufendes, ring- oder teilringförmiges Transfer- element umfasst, das vom Lager kommendes Schmier- mittel aufnimmt und an eine Rückführeinrichtung der Schmiereinrichtung abgibt.

[0002] Derartige Vakuumpumpen sind grundsätzlich bekannt, z.B. aus EP 3 597 926 A1 und aus EP 3 106 691 A1. Das beispielsweise als Filzring ausgebildete Transferelement dient dazu, vom Lager kommendes Schmiermittel aufzunehmen, wenn die Vakuumpumpe auf dem Kopf steht. Viele Vakuumpumpen sind grundsätzlich alllagenfähig, d.h. können sowohl aufrechtstehend, auf dem Kopf stehend als auch in Schrägstellung und insbesondere auf der Seite liegend betrieben werden. Die Alllagenfähigkeit erhöht die Anforderungen an die Schmierung des Lagers. Die Zufuhr des Schmiermittels erfolgt zum Beispiel über einen konischen Abschnitt des Rotors und ist unabhängig von der Orientierung der Vakuumpumpe im Raum. Das Abführen des Schmiermittels aus dem Lager erfordert dagegen spezielle Maßnahmen, wenn die Vakuumpumpe nicht ausschließlich aufrechtstehend betrieben werden soll. Das Abführen des Schmiermittels ist wichtig, um eine Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit des Lagers insbesondere durch Schmiermittelansammlungen im und am Lager zu vermeiden.

[0003] Im Rahmen der vorliegenden Offenbarung bedeutet "aufrechtstehend", dass die Drehachse des Rotors sich vertikal erstreckt und die zumindest eine Pumpstufe sich oberhalb des Lagers befindet. Von einem "liegenden" Betrieb ist folglich die Rede, wenn sich die Rotordrehachse horizontal erstreckt. Wenn von "oben" und "unten" die Rede ist, dann bezieht sich dies auf eine aufrechtstehende Pumpe.

[0004] Mit dem "Rotor" ist die Gesamtheit der rotierenden Komponenten der Vakuumpumpe gemeint. Häufig wird begrifflich zwischen der Rotorwelle einerseits und anderen, an der Rotorwelle angebrachten oder einstückig mit dieser ausgebildeten Komponenten andererseits unterschieden. Das Lager dient dann zur Drehlagerung der Rotorwelle.

[0005] Häufig wird für eine das Lager aufnehmende und insbesondere das Lager radial und axial stützende Baugruppe der Begriff "Lagerfassung" verwendet. Die zur Schmiereinrichtung gehörenden Komponenten werden meist zur Lagerfassung gezählt.

[0006] Bei bekannten Schmiereinrichtungen von Vakuumpumpen befindet sich ein Filzring oberhalb des Lagers. Diese Anordnung bedingt eine vergleichsweise

große axiale Bauhöhe, ist aber konstruktiv relativ einfach und ermöglicht eine gute Schmiermittellrückführung bei auf dem Kopf stehender Vakuumpumpe. Die Rückführung erfolgt meist über eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung verteilten Rückführstäben aus einem für das jeweilige Schmiermittel kapillar wirkenden Material. Die- se Rückführstäbe verbinden den Filzring mit einem Schmiermittelspeicher im unteren Bereich der Vakuumpumpe. Derartige oberhalb des Lagers angeordnete Filz-

ringe sind jedoch häufig im Hinblick auf eine Schmiermittellrückführung dann nutzlos, wenn die Pumpe liegend betrieben wird, da bei einer solchen Orientierung allenfalls eine geringe Menge von Schmiermittel, die aufgrund der Schwerkraft lediglich zu einem oder zwei unten liegenden Rückführstäben gelangen kann, über diese in den Schmiermittelspeicher zurückgeführt werden kann.

[0007] Aus der vorstehend genannten EP 3 597 926 A1 (Fig. 12 und 14) ist eine Schmiereinrichtung bekannt, bei der ein Filzring in einem oberhalb des Lagers positionierten Bauteil angeordnet ist, das mit einem weiteren, das Lager umgebenden Bauteil einen Ringspalt bildet, über den Schmiermittel vom Lager zum Filzring gelangen kann. Eine Schmiermittellrückführung ist hier auch bei auf der Seite liegender Vakuumpumpe möglich. Diese Anordnung bedingt allerdings wiederum eine vergleichsweise große axiale Bauhöhe und eine relativ große Anzahl von Bauteilen, da das Schmiermittel durch den erwähnten Radialspalt zwischen den beiden axial über- einanderliegenden Bauteilen zum Filzring gelangen muss.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vakuumpumpe der eingangs genannten Art hinsichtlich der Schmiereinrichtung und insbesondere des Rückführens von Schmiermittel dahingehend zu verbessern, dass bei beliebiger Orientierung der Vakuumpumpe im Raum das Schmiermittel zuverlässig vom Lager abgeführt und einer Rückführeinrichtung zugeführt werden kann, wobei die das Lager und die Schmiereinrichtung aufnehmende Baugruppe eine möglichst geringe axiale Bauhöhe aufweisen soll.

[0009] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1.

[0010] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ist vorgesehen, dass das Transferelement das Lager umgibt. Bezogen auf die durch die Drehachse des Rotors definierte Axialrichtung befindet sich das Transferelement somit nicht oberhalb des Lagers, sondern auf der Höhe des Lagers. Dabei können das Transferelement und das Lager einander überlappen, so dass das Transferelement mit einem Teil seiner axialen Höhe das Lager umgibt. Alternativ kann das Transferelement über seine gesamte axiale Höhe das Lager umgeben, d.h. das Lager steht auf beiden Seiten über das Transferelement hinaus vor.

[0011] Indem das Transferelement gemäß diesem ersten Aspekt der Erfindung das Lager umgibt, kann das Transferelement in radialer Richtung nahe an das Lager heranreichen. Folglich kann hierdurch das Schmiermittel

vom Lager in radialer Richtung und somit auf dem kürzesten Wege zum Transferelement gelangen. Außerdem wird durch das das Lager umgebende Transferelement axiale Bauhöhe eingespart, da es nicht erforderlich ist, das Transferelement oberhalb des Lagers anzuordnen.

[0012] Gemäß diesem ersten Aspekt der Erfindung kann das Transferelement das Lager unmittelbar umgeben, d.h. in radialer Richtung befindet sich zwischen dem Lager und dem Transferelement kein weiteres Bauteil. Zwischen Lager und Transferelement kann ein radialer Zwischenraum vorhanden sein. Alternativ kann das Transferelement das Lager berühren, insbesondere einen Außenring eines als Wälzlager ausgebildeten Lagers. Dabei kann das Transferelement mit seinem gesamten Umfang das Lager berühren. Alternativ kann das Transferelement das Lager an mehreren diskreten, in Umfangsrichtung verteilten Stellen berühren.

[0013] Gemäß einer anderen Weiterbildung des ersten Aspektes der Erfindung kann in radialer Richtung zwischen dem Lager und dem Transferelement ein Bauteil vorhanden sein, das ein- oder mehrteilig ausgebildet ist. Dieses Bauteil kann als ein Durchlassabschnitt ausgebildet sein oder einen Durchlassabschnitt umfassen, durch den hindurch Schmiermittel vom Lager zum Transferelement gelangen kann. Das Transferelement umgibt hierbei dieses, d.h. das Transferelement umgibt das Lager nicht unmittelbar, sondern mittelbar über das Bauteil. Auch bei dieser Weiterbildung kann zwischen Transferelement und Bauteil ein radialer Zwischenraum vorhanden sein. Alternativ kann das Transferelement das Bauteil berühren, entweder über seinen gesamten Umfang oder an mehreren diskreten, in Umfangsrichtung verteilten Stellen.

[0014] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung ist vorgesehen, dass das Transferelement in einen das Lager umgebenden Durchlassabschnitt, durch den hindurch Schmiermittel vom Lager zum Transferelement gelangen kann, radial oder mit einer radialen Komponente eingreift.

[0015] Bei diesem zweiten Aspekt der Erfindung kann das Transferelement das Lager umgeben, also axial auf der Höhe des Lagers angeordnet sein, wobei sich zwischen dem Transferelement und dem Lager der Durchlassabschnitt befindet. Alternativ kann das Transferelement axial außerhalb, also oberhalb oder unterhalb, des Lagers angeordnet sein. Unabhängig davon, ob das Transferelement das Lager umgibt oder sich axial außerhalb des Lagers befindet, kann durch das Eingreifen des Transferelements in den das Lager umgebenden Durchlassabschnitt erreicht werden, dass das Transferelement näher an das Lager heranreicht als ohne einen solchen Eingriff. Das Schmiermittel kann so auf vergleichsweise kurzem Wege vom Lager zum Transferelement gelangen.

[0016] Wenn das Transferelement das Lager umgibt, also axial auf der Höhe des Lagers angeordnet ist, kann das Schmiermittel auf kürzestem Wege in radialer Richtung durch den Durchlassabschnitt hindurch zum Trans-

ferelement gelangen. Auch bei oberhalb oder unterhalb, also axial außerhalb, des Lagers angeordnetem Transferelement kann erreicht werden, dass der Weg, den das Schmiermittel vom Lager zum Transferelement zurücklegen muss, beispielsweise auf geradem Wege schräg zur Drehachse, aufgrund des Eingreifens des Transferelements in den Durchlassabschnitt kürzer ist als ohne ein solches Eingreifen. Das Eingreifen in den Durchlassabschnitt kann axial außerhalb des Lagers oder auf der

5 Höhe des Lagers erfolgen. Ein z.B. oberhalb des Lagers angeordnetes Transferelement kann mit sich schräg zur Drehachse, also mit einer radialen Komponente, erstreckenden Vorsprüngen in den Durchlassabschnitt eingreifen. Ein im Durchlassabschnitt ausgebildeter, vom 10 Lager zum Transferelement bzw. dessen Vorsprüngen führender Schmiermitteldurchgang kann dann schräg zur Drehachse verlaufen.

[0017] Wenn der Schmiermitteldurchgang als umlaufender Schlitz ausgebildet ist, liegt dieser dann in einer die 15 Drehachse als Mittelachse aufweisenden Konusfläche.

[0018] Bei diesem zweiten Aspekt der Erfindung kann das Transferelement über seinen gesamten Umfang in den Durchlassabschnitt eingreifen. Alternativ kann das Transferelement an mehreren diskreten, in Umfangsrichtung verteilten Stellen in den Durchlassabschnitt eingreifen.

[0019] Das Transferelement und der Durchlassabschnitt können derart ausgebildet werden, dass der Durchlassabschnitt - um das Eingreifen des Transferelements zu ermöglichen - lediglich in einem vergleichsweise geringen Ausmaß mechanisch geschwächt wird. Trotz des Eingreifens des Transferelements kann eine hohe mechanische Stabilität des Durchlassabschnitts gewährleistet werden, womit gegebenenfalls auch eine hohe mechanische Stabilität und somit eine hohe Steifigkeit eines den Durchlassabschnitt umfassenden Bauteils bzw. insgesamt einer das Lager aufnehmenden Lagerfassung sichergestellt ist.

[0020] Die Rückführleinrichtung kann eine Mehrzahl 40 von in Umfangsrichtung verteilt angeordneten, sich axial oder mit einer axialen Komponente erstreckenden Rückführlementen aus einem für das Schmiermittel kapillar wirkenden Material umfassen. Insbesondere führt die Rückführleinrichtung zu einem das untere Ende des Rotors 45 umgebenden Schmiermittelspeicher. Derartige Schmiermittelspeicher sind grundsätzlich bekannt und können beispielsweise einen Stapel von Scheiben umfassen, die aus einem Filz oder einem anderen Material bestehen, das in der Lage ist, das Schmiermittel zu 50 speichern und zu fördern.

[0021] Wenn ein das Lager umgebender Durchlassabschnitt vorhanden ist, dann kann dieser unabhängig davon, ob das Transferelement gemäß einer möglichen Ausgestaltung des ersten Aspekts der Erfindung den 55 Durchlassabschnitt lediglich umgibt oder gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung in den Durchlassabschnitt eingreift, ein Bestandteil eines das Lager umgebenden Bauteils sein, das eine das Lager aufnehmende Lager-

fassung der Vakuumpumpe bildet oder ein Bestandteil einer solchen Lagerfassung ist. Das den Durchlassabschnitt umfassende Bauteil kann insbesondere derart ausgebildet sein, dass es sich auch radial außerhalb des Durchlassabschnitts und insbesondere radial außerhalb des Transferelements erstreckt. Insbesondere kann dieses Bauteil dazu dienen, das Transferelement aufzunehmen, beispielsweise in einer stirnseitigen Vertiefung des Bauteils. Hierauf wird an anderer Stelle näher eingegangen.

[0022] Das Transferelement kann ringförmig ausgebildet sein, d.h. in Form eines geschlossenen Rings vorliegen. Alternativ kann das Transferelement einen Winkel von weniger als 360° umschließen, beispielsweise von 270° oder 300°. Dies kann erforderlich oder vorteilhaft sein, wenn im Bereich des Lagers ein bestimmter Winkelbereich für andere Zwecke genutzt werden soll, bei denen ein als geschlossener Ring vorliegendes Transferelement im Wege wäre.

[0023] Das Transferelement kann einstückig oder mehrteilig ausgebildet sein. Beispielsweise können zwei Teilringe von jeweils 180° oder drei Teilringe von jeweils 120° im fertig montierten Zustand gemeinsam einen geschlossenen Ring bilden. Alternativ können z.B. zwei Teilringe von jeweils 160° oder drei Teilringe von jeweils 100° im fertig montierten Zustand gemeinsam ein teilringförmiges Transferelement bilden, das sich über einen Winkel von 320° bzw. 300° erstreckt.

[0024] Bei dem flüssigen Schmiermittel handelt es sich bevorzugt um ein Öl, das insbesondere auf das jeweilige Lager abgestimmt ist. Bei dem Lager handelt es sich insbesondere um ein Wälzlager, beispielsweise um ein Kugellager.

[0025] Bei der Vakuumpumpe handelt es sich insbesondere um eine Turbomolekularvakuumpumpe, deren eine oder mehrere Pumpstufen umfassendes Pumpensystem einen grundsätzlich bekannten Aufbau aufweist. So kann die Pumpe z.B. eine oder mehrere Turbomolekularpumpstufen aufweisen, an die sich eine oder mehrere Holweckpumpstufen anschließen. Dabei gehören zu dem Rotor die jeweils eine Mehrzahl von Rotorshaufeln aufweisenden Rotorscheiben der Turbomolekularpumpstufen und die eine oder mehrere Holwecknaben sowie die von diesen getragenen Holweckhülsen der Holweckpumpstufen.

[0026] Bezogen auf die axiale Richtung befindet sich die Rückführreinrichtung insbesondere auf der von der zumindest einen Pumpstufe abgewandten Seite des Transferelements. Insbesondere führt die Rückführreinrichtung nach unten zu einem Schmiermittelspeicher, der das freie Ende des Rotors umgibt. Das zu schmierende Lager des Rotors befindet sich folglich zwischen dem Schmiermittelspeicher und der zumindest einen Pumpstufe.

[0027] Die beiden erfindungsgemäßen Aspekte können miteinander kombiniert werden, so dass das Transferelement das Lager umgibt, also axial in der Höhe des Lagers angeordnet ist, und in einen das Lager umgebenden Durchlassabschnitt eingreift. Diese Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass bei geringer axialer Bauhöhe und hoher mechanischer Stabilität das Transferelement in radialer Richtung nahe an das Lager heranreicht, so dass ein zuverlässiges Schmieren des Lagers, ein zuverlässiges Abführen von Schmiermittel aus dem Lager, so dass keine störenden Schmiermittelansammlungen entstehen, sowie ein zuverlässiges Zurückführen des Schmiermittels gewährleistet sind, und zwar bei jeder beliebigen Orientierung der Vakuumpumpe im Raum, d.h. sowohl bei aufrechtstehender Vakuumpumpe, bei Überkopfbetrieb der Vakuumpumpe als auch bei schrägstehender oder liegender Vakuumpumpe.

[0028] Grundsätzlich gilt jeder dieser Vorteile auch für die beiden erfindungsgemäßen Aspekte jeweils für sich genommen.

[0029] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind auch in den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung sowie der Zeichnung angegeben.

[0030] Wenn im Zusammenhang mit dem das Lager umgebenden Durchlassabschnitt nichts anderes erwähnt ist, dann ist hierunter sowohl ein Durchlassabschnitt, der von dem Transferelement lediglich umgeben ist, als auch ein Durchlassabschnitt zu verstehen, in den das Transferelement radial oder mit einer radialen Komponente eingreift, d.h. den Durchlassabschnitt betreffende Ausführungen beziehen sich dann auf beide erfindungsgemäßen Aspekte.

[0031] In dem Lager und/oder in einem das Lager umgebenden Durchlassabschnitt kann zumindest ein Schmiermitteldurchgang für das Schmiermittel ausgebildet sein. Mittels eines derartigen Durchgangs kann das Schmiermittel auf definierte Weise aus dem Lager abgeführt werden.

[0032] Gemäß einigen Weiterbildungen kann vorgesehen sein, dass das Transferelement einerseits und ein Schmiermittelaustritt eines zum Transferelement führenden, sich radial oder mit einer radialen Komponente erstreckenden Schmiermitteldurchgangs für das Schmiermittel andererseits axial miteinander ausgerichtet sind.

[0033] Mit anderen Worten liegt der Schmiermittelaustritt in einer senkrecht zur Drehachse verlaufenden Ebene, die das Transferelement schneidet. Hierdurch kann das Schmiermittel direkt zum Transferelement gelangen.

[0034] Der Schmiermitteldurchgang kann im Lager ausgebildet sein und/oder durch einen das Lager umgebenden Durchlassabschnitt hindurch verlaufen.

[0035] Insbesondere dann, wenn das Transferelement das Lager unmittelbar umgibt, d.h. wenn kein Durchlassabschnitt zwischen Lager und Transferelement vorgesehen ist, kann der Durchgang nur im Lager ausgebildet sein. Beispielsweise kann der Durchgang eine oder mehrere in Umfangsrichtung verteilte Abflussbohrungen im Lager umfassen, die insbesondere in einem Außenring eines das Lager bildenden Wälzlagern ausgebildet sind.

[0036] Wenn zwischen Lager und Transferelement ein Durchlassabschnitt vorhanden ist, dann kann ein

Schmiermittelaustritt aus dem Lager mit einem Schmiermitteleintritt des im Durchlassabschnitt ausgebildeten Schmiermitteldurchgangs axial ausgerichtet sein. In einer vorteilhaften Ausgestaltung verläuft der Schmiermitteldurchgang in radialer Richtung durch das Lager und durch einen das Lager umgebenden Durchlassabschnitt zum Transferelement.

[0037] Insbesondere in Abhängigkeit von der axialen Position des Transferelements bezüglich des Lagers kann der Schmiermitteldurchgang in einer Ebene verlaufen, die senkrecht zur Drehachse verläuft. Der Schmiermitteldurchgang kann alternativ schräg zur Drehachse verlaufen, beispielsweise dann, wenn das Transferelement oberhalb des Lagers angeordnet ist. In diesem Fall kann der Schmiermitteldurchgang in einer die Drehachse als Mittelachse aufweisenden Konusfläche liegen.

[0038] Gemäß einigen Weiterbildungen kann der Schmiermitteldurchgang um die Drehachse umlaufend ausgebildet sein oder eine Mehrzahl von diskreten, um die Drehachse verteilten Einzeldurchgängen umfassen. Beispielsweise kann der Schmiermitteldurchgang ein umlaufender Schlitz sein, der z.B. in einem das Lager umgebenden Durchlassabschnitt ausgebildet ist. Wenn mehrere Einzeldurchgänge vorhanden sind, dann können diese in Form von diskreten Schlitten oder Bohrungen vorgesehen sein. Die Schlitze bzw. Bohrungen können radial oder schräg zur Drehachse verlaufen, d.h. alle Einzeldurchgänge können in einer senkrecht zur Drehachse verlaufenden Ebene oder in einer die Drehachse als Mittelachse aufweisenden Konusfläche liegen.

[0039] Es ist auch möglich, dass der Schmiermitteldurchgang unterschiedlich gestaltete Einzeldurchgänge aufweist, d.h. einige Einzeldurchgänge können als Schlitze und einige Einzeldurchgänge als Bohrungen ausgebildet sein.

[0040] Gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung kann das Transferelement eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung verteilten, radial oder mit einer radialen Komponente nach innen vorstehenden, insbesondere sich zu ihrem freien Ende hin verjüngenden, Vorsprüngen aufweisen. Die Vorsprünge können zumindest im Bereich ihres freien Endes konvex gekrümmt sein.

[0041] Mit derartigen Vorsprüngen kann das Transferelement beispielsweise gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung in einen das Lager umgebenden Durchlassabschnitt eingreifen. Dies ist jedoch nicht zwingend. Auch dann, wenn das Transferelement einen das Lager umgebenden Durchlassabschnitt lediglich umgibt, kann das Transferelement derartige, hin zum Durchlassabschnittweisende oder den Durchlassabschnitt berührende Vorsprünge aufweisen. Eine solche Ausgestaltung ist auch dann möglich, wenn kein Durchlassabschnitt vorhanden ist, also wenn das Transferelement das Lager unmittelbar umgibt, wobei dann die Vorsprünge auf das Lager zu gerichtet sind oder das Lager berühren.

[0042] Die Vorsprünge können dann besonders vorteilhaft sein, wenn ein Schmiermitteldurchgang des

Durchlassabschnitts bzw. des Lagers eine Mehrzahl von diskret in Umfangsrichtung verteilten Schmiermittelaustrittsöffnungen aufweist und die Vorsprünge des Transferelements in Umfangsrichtung mit diesen Austrittsöffnungen ausgerichtet sind. Es kann dann eine gezielte Aufnahme von Schmiermittel mittels der Vorsprünge des Transferelements erfolgen, insbesondere zumindest mit konvex gekrümmten freien Enden der Vorsprünge.

[0043] Wenn gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung das Transferelement in einen das Lager umgebenden Durchlassabschnitt eingreift, dann kann gemäß einigen Weiterbildungen vorgesehen sein, dass in dem Durchlassabschnitt Aussparungen für die Vorsprünge ausgebildet sind, in welche das Transferelement mit seinen Vorsprüngen eingreift. Dabei kann insbesondere vorgesehen sein, dass zwischen den Aussparungen stehende Zwischenabschnitte des Durchlassabschnitts in zwischen den Vorsprüngen vorhandene Zwischenräume des Transferelements eingreifen.

[0044] Anders ausgedrückt weist bei einer derartigen Ausgestaltung das Transferelement eine Innenverzahnung und der Durchlassabschnitt eine mit dieser Innenverzahnung in Eingriff stehende Außenverzahnung auf, wobei die Zähne des Transferelements von den Vorsprüngen und die Zähne des Durchlassabschnitts von den Zwischenabschnitten gebildet sind.

[0045] Eine derartige Verzahnung zwischen Transferelement und Durchlassabschnitt gewährleistet trotz des Eingreifens des Transferelements eine hohe mechanische Stabilität des Durchlassabschnitts und stellt gleichzeitig sicher, dass das Transferelement mit seinen Vorsprüngen vergleichsweise nahe an das Lager heranreichen kann, um auf diese Weise lange Wege für das vom Lager kommende Schmiermittel zu vermeiden.

[0046] Gemäß einigen Weiterbildungen können die Vorsprünge und die Aussparungen zumindest im Wesentlichen komplementär zueinander ausgebildet sein. Hierdurch kann das Schmiermittel zu den Vorsprüngen jeweils über deren gesamten Umfang gelangen.

[0047] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass ein im Durchlassabschnitt ausgebildeter Schmiermitteldurchgang ausschließlich in die Aussparungen mündet. Hierdurch kann erreicht werden, dass das Schmiermittel ausschließlich zu den Vorsprüngen gelangt. Dies kann herstellungstechnisch besonders einfach erreicht werden, wenn der Schmiermitteldurchgang ein umlaufender, sich von innerhalb des Durchlassabschnitts radial oder mit einer radialen Komponente nach außen erstreckender Schlitz ist, der so bemessen ist, dass er in die Aussparungen mündet, aber innerhalb von zwischen den Aussparungen stehenden Zwischenabschnitten endet. Mit anderen Worten ist der Durchlassabschnitt hierbei von innen eingeschnitten, aber nicht vollständig durchtrennt. Hierdurch ist es herstellungstechnisch besonders einfach möglich, das Abführen von Schmiermittel aus dem Lager mittels eines einstückigen Durchlassabschnitts bzw. mittels eines den Durchlassabschnitt um-

fassenden einstückigen Bauteils zu realisieren, wodurch nicht nur ein zuverlässiges Abführen von Schmiermittel, sondern auch eine hohe mechanische Stabilität gewährleistet ist.

[0048] Gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Rückführreinrichtung eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung verteilt angeordneten, insbesondere sich axial oder mit einer axialen Komponente erstreckenden, Rückführelementen umfassen, die mit dem Transferelement an diskreten, um die Drehachse verteilten Stellen in Kontakt stehen.

[0049] Die Rückführelemente können beispielsweise in Form von Stäben vorgesehen sein.

[0050] Die Rückführelemente sind insbesondere aus einem Material hergestellt, das für das Schmiermittel kapillar wirksam ist. Zum Beispiel bestehen die Rückführelement aus einem porösen Polyethylen (auch als Poroplast bezeichnet). Es können aber auch andere Materialien für die Rückführelemente verwendet werden.

[0051] Die Rückführelemente können mit Vorsprüngen des Transferelements in Kontakt stehen, mit denen das Transferelement in einen das Lager umgebenden Durchlassabschnitt eingreift. Über die Kontaktstellen z.B. jeweils zwischen der Unterseite eines Vorsprungs des Transferelements und der oberen Stirnseite eines Rückführelements kann ein Abführen von Schmiermittel, das zuvor vom Transferelement aufgenommen worden ist, in das jeweilige Rückführelement erfolgen.

[0052] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass sich die Rückführelemente ausgehend von dem Transferelement durch ein das Lager umgebendes, insbesondere den Durchlassabschnitt umfassendes, Bauteil hindurch erstrecken.

[0053] Wie vorstehend in einem anderen Zusammenhang bereits erwähnt, kann insbesondere der Durchlassabschnitt ein Bestandteil eines einstückigen Bauteils sein, das sich über den Durchlassabschnitt hinaus radial nach außen erstreckt und das Transferelement beispielsweise in einer stirnseitigen Vertiefung aufnimmt. Ausgehend von der Vertiefung können sich in diesem Bauteil ausgebildete Durchgänge insbesondere in axialer Richtung erstrecken, die dazu dienen, die Rückführelemente aufzunehmen.

[0054] Gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Transferelement, insbesondere vollständig, in eine stirnseitige Vertiefung eines das Lager umgebenden, insbesondere den Durchlassabschnitt umfassenden, Bauteils aufgenommen ist.

[0055] Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass das Transferelement und die Vertiefung zumindest im Wesentlichen komplementär zueinander ausgebildet sind.

[0056] Des Weiteren kann gemäß einigen Ausführungsbeispielen vorgesehen sein, dass ein das Lager umgebendes, insbesondere den Durchlassabschnitt umfassendes, Bauteil stirnseitig von einem separaten Abdeckelement abgedeckt ist.

[0057] Dabei kann vorgesehen sein, dass das Abdeck-

element eine das Transferelement aufnehmende stirnseitige Vertiefung des Bauteils abdeckt.

[0058] Das Abdeckelement kann einen Abdeckabschnitt aufweisen, der eine kleinere axiale Höhe aufweist als das Transferelement. Durch ein Abdeckelement mit einem derart relativ dünnen Abdeckabschnitt kann axiale Bauhöhe eingespart werden.

[0059] Das Abdeckelement kann deckelförmig ausgebildet sein und mit einem Randabschnitt das Bauteil außen übergreifen.

[0060] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Abdeckelement und das Bauteil miteinander verpresst sind. Hierdurch ist es insbesondere nicht erforderlich, das Abdeckelement und das Bauteil miteinander zu verschrauben. Ein Verschrauben würde zusätzliche axiale Bauhöhe zur Ausbildung eines Schraubgewindes erfordern, was durch das das gemäß dieser Weiterbildung vorgesehene Verpressen eingespart werden kann.

[0061] Gemäß weiteren Ausführungsbeispielen der Erfindung kann vorgesehen sein, dass ein das Lager umgebendes, insbesondere den Durchgangsabschnitt umfassendes und das Transferelement aufnehmendes, Bauteil einstückig ausgebildet ist. Ein solches Bauteil kann eine das Lager aufnehmende Lagerfassung oder eine Komponente einer solchen Lagerfassung bilden.

[0062] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass ein das Lager umgebendes, insbesondere den Durchlassabschnitt umfassendes, Bauteil das Lager mit einem Kragenabschnitt stirnseitig übergreift. Auf diese Weise kann das Bauteil mittels des Kragenabschnitts ein axiales Abschlusselement bilden, insbesondere ein axiales Abschlusselement einer das Lager umfassenden Baugruppe, insbesondere einer Lagerfassung.

[0063] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass das Bauteil eine stirnseitige, das Transferelement aufnehmende Vertiefung aufweist, die radial außerhalb des Kragenabschnitts liegt.

[0064] Ferner kann gemäß einigen Ausführungsbeispielen vorgesehen sein, dass der das Lager stirnseitig übergreifende Kragenabschnitt axial durch eine Öffnung hindurch vorsteht, die in einem separaten, das Bauteil stirnseitig abdeckenden Abdeckelement ausgebildet ist. Das Abdeckelement kann einen oberen axialen Abschluss der das Lager umfassenden Baugruppe bilden, wodurch eine relativ geringe axiale Bauhöhe realisiert werden kann, die nur dort erhöht ist, wo der Kragenabschnitt, der das Lager stirnseitig umgreift, durch die Öffnung hindurch vorsteht.

[0065] Gemäß einigen Weiterbildungen der Erfindung ist ein das Lager umgebendes, insbesondere den Durchlassabschnitt umfassendes, Bauteil zumindest näherungsweise becherförmig ausgebildet. Dabei kann insbesondere vorgesehen sein, dass an der Außenseite eines Bodenabschnitts des Bauteils eine das Transferelement aufnehmende Vertiefung ausgebildet ist, die einen das Lager stirnseitig übergreifenden Kragenabschnitt des Bauteils umgibt und von der mehrere in Umfangsrichtung verteilte Durchgänge ausgehen, durch die

hindurch sich Rückführkontakte der Rückführreinrichtung von dem Transferelement zu einem zumindest teilweise in das Bauteil aufgenommenen Schmiermittelspeicher der Schmiereinrichtung erstrecken.

[0066] Ein solches das Lager umgebendes Bauteil kann folglich eine Mehrzahl von Funktionen gleichzeitig erfüllen. Insbesondere kann ein solches Bauteil einen Bestandteil einer weitere Bauteile umfassenden, das Lager aufnehmenden Baugruppe bilden, insbesondere einer Lagerfassung der Vakuumpumpe.

[0067] Gemäß einigen Ausführungen kann das Transferelement scheibenförmig ausgebildet sein, d.h. das Transferelement ist insofern flach, als es eine axiale Höhe besitzt, die kleiner ist als seine radiale Breite.

[0068] Die axiale Höhe des Transferelements kann weniger als die Hälfte der axialen Höhe des Lagers betragen, insbesondere weniger als ein Drittel.

[0069] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass das Transferelement ein Material umfasst oder aus einem Material besteht, das bezüglich des Schmiermittels speicherfähig und/oder kapillar wirkend ist.

[0070] Insbesondere kann das Material derart ausgebildet sein, dass es das Schmiermittel speichern und fördern kann.

[0071] Bei dem Material kann es sich beispielsweise um ein Filz- oder Textilmaterial handeln. Das Material kann ein Kunststoff, insbesondere eine Kunststofffaser, sein. Bei dem Kunststoff kann es sich beispielsweise um Polyester, Polyimid, Polyaramid oder PBO handeln.

[0072] Das Material für das Transferelement kann ein gesinterter Werkstoff sein. Dieser Werkstoff kann ein Kunststoff sein.

[0073] Die Erfindung wird im Folgenden beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer aus dem Stand der Technik bekannten Turbomolekularpumpe,

Fig. 2 eine Ansicht der Unterseite der Turbomolekularpumpe von Fig. 1,

Fig. 3 einen Querschnitt der Turbomolekularpumpe längs der in Fig. 2 gezeigten Schnittlinie A-A,

Fig. 4 eine Querschnittsansicht der Turbomolekularpumpe längs der in Fig. 2 gezeigten Schnittlinie B-B,

Fig. 5 eine Querschnittsansicht der Turbomolekularpumpe längs der in Fig. 2 gezeigten Schnittlinie C-C,

Fig. 6 den eine Lagerfassung enthaltenden unteren Teil einer Turbomolekularvakuumpumpe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in verschiedenen Ansichten (Fig. 6a, 6b und

6c),

Fig. 7 einen vergrößert dargestellten Ausschnitt von Fig. 6a,

Fig. 8 in einer teilweisen Explosionsansicht die Lagerfassung von Fig. 6,

Fig. 9 einen vergrößert dargestellten Ausschnitt von Fig. 8,

Fig. 10 das Transferelement der Lagerfassung, und

Fig. 11 schematisch einen Teil einer Lagerfassung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0074] Die in Fig. 1 gezeigte Turbomolekularvakuumpumpe 111 umfasst einen von einem Einlassflansch 113 umgebenen Pumpeneinlass 115, an welchen in an sich bekannter Weise ein nicht dargestellter Rezipient angeschlossen werden kann. Das Gas aus dem Rezipienten kann über den Pumpeneinlass 115 aus dem Rezipienten gesaugt und durch die Pumpe hindurch zu einem Pumpenauslass 117 gefördert werden, an den eine Vorvakumpumpe, wie etwa eine Drehschieberpumpe, angeschlossen sein kann.

[0075] Der Einlassflansch 113 bildet bei der Ausrichtung der Vakuumpumpe gemäß Fig. 1 das obere Ende des Gehäuses 119 der Vakuumpumpe 111. Das Gehäuse 119 umfasst ein Unterteil 121, an welchem seitlich ein Elektronikgehäuse 123 angeordnet ist. In dem Elektronikgehäuse 123 sind elektrische und/oder elektronische Komponenten der Vakuumpumpe 111 untergebracht, z.B. zum Betreiben eines in der Vakuumpumpe angeordneten Elektromotors 125 (vgl. auch Fig. 3). Am Elektronikgehäuse 123 sind mehrere Anschlüsse 127 für Zubehör vorgesehen. Außerdem sind eine Datenschnittstelle 129, z.B. gemäß dem RS485-Standard, und ein Stromversorgungsanschluss 131 am Elektronikgehäuse 123 angeordnet.

[0076] Es existieren auch Turbomolekularpumpen, die kein derartiges angebrachtes Elektronikgehäuse aufweisen, sondern an eine externe Antriebselektronik angeschlossen werden.

[0077] Am Gehäuse 119 der Turbomolekularpumpe 111 ist ein Fluteinlass 133, insbesondere in Form eines Flutventils, vorgesehen, über den die Vakuumpumpe 111 geflutet werden kann. Im Bereich des Unterteils 121 ist ferner noch ein Spärgasanschluss 135, der auch als Spülgasanschluss bezeichnet wird, angeordnet, über welchen Spülgas zum Schutz des Elektromotors 125 (siehe z.B. Fig. 3) vor dem von der Pumpe geförderten Gas in den Motorraum 137, in welchem der Elektromotor 125 in der Vakuumpumpe 111 untergebracht ist, eingesessen werden kann. Im Unterteil 121 sind ferner noch zwei Kühlmittelanschlüsse 139 angeordnet, wobei einer der Kühlmittelanschlüsse als Einlass und der andere

Kühlmittelanschluss als Auslass für Kühlmittel vorgesehen ist, das zu Kühlzwecken in die Vakuumpumpe geleitet werden kann. Andere existierende Turbomolekularvakuumpumpen (nicht dargestellt) werden ausschließlich mit Luftkühlung betrieben.

[0078] Die untere Seite 141 der Vakuumpumpe kann als Standfläche dienen, sodass die Vakuumpumpe 111 auf der Unterseite 141 stehend betrieben werden kann. Die Vakuumpumpe 111 kann aber auch über den Einlassflansch 113 an einem Rezipienten befestigt werden und somit gewissermaßen hängend betrieben werden. Außerdem kann die Vakuumpumpe 111 so gestaltet sein, dass sie auch in Betrieb genommen werden kann, wenn sie auf andere Weise ausgerichtet ist als in Fig. 1 gezeigt ist. Es lassen sich auch Ausführungsformen der Vakuumpumpe realisieren, bei der die Unterseite 141 nicht nach unten, sondern zur Seite gewandt oder nach oben gerichtet angeordnet werden kann. Grundsätzlich sind dabei beliebige Winkel möglich.

[0079] Andere existierende Turbomolekularvakuumpumpen (nicht dargestellt), die insbesondere größer sind als die hier dargestellte Pumpe, können nicht stehend betrieben werden.

[0080] An der Unterseite 141, die in Fig. 2 dargestellt ist, sind noch diverse Schrauben 143 angeordnet, mittels denen hier nicht weiter spezifizierte Bauteile der Vakuumpumpe aneinander befestigt sind. Beispielsweise ist ein Lagerdeckel 145 an der Unterseite 141 befestigt.

[0081] An der Unterseite 141 sind außerdem Befestigungsbohrungen 147 angeordnet, über welche die Pumpe 111 beispielsweise an einer Auflagefläche befestigt werden kann. Dies ist bei anderen existierenden Turbomolekularvakuumpumpen (nicht dargestellt), die insbesondere größer sind als die hier dargestellte Pumpe, nicht möglich.

[0082] In den Figuren 2 bis 5 ist eine Kühlmittelleitung 148 dargestellt, in welcher das über die Kühlmittelanschlüsse 139 ein- und ausgeleitete Kühlmittel zirkulieren kann.

[0083] Wie die Schnittdarstellungen der Figuren 3 bis 5 zeigen, umfasst die Vakuumpumpe mehrere Prozessgasumpfstufen zur Förderung des an dem Pumpeneinlass 115 anstehenden Prozessgases zu dem Pumpenauslass 117.

[0084] In dem Gehäuse 119 ist ein Rotor 149 angeordnet, der eine um eine Rotationsachse 151 drehbare Rotorwelle 153 aufweist.

[0085] Die Turbomolekularpumpe 111 umfasst mehrere pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete turbomolekulare Pumpstufen mit mehreren an der Rotorwelle 153 befestigten radialen Rotorscheiben 155 und zwischen den Rotorscheiben 155 angeordneten und in dem Gehäuse 119 festgelegten Statorscheiben 157. Dabei bilden eine Rotorscheibe 155 und eine benachbarte Statorscheibe 157 jeweils eine turbomolekulare Pumpstufe. Die Statorscheiben 157 sind durch Abstandsringe 159 in einem gewünschten axialen Abstand zueinander gehalten.

[0086] Die Vakuumpumpe umfasst außerdem in radialer Richtung ineinander angeordnete und pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete Holweck-Pumpstufen. Es existieren andere Turbomolekularvakuumpumpen (nicht dargestellt), die keine Holweck-Pumpstufen aufweisen.

[0087] Der Rotor der Holweck-Pumpstufen umfasst eine an der Rotorwelle 153 angeordnete Rotornabe 161 und zwei an der Rotornabe 161 befestigte und von dieser getragene zylindermantelförmige Holweck-Rotorhülsen 163, 165, die koaxial zur Rotationsachse 151 orientiert und in radialer Richtung ineinander geschachtelt sind. Ferner sind zwei zylindermantelförmige Holweck-Statorhülsen 167, 169 vorgesehen, die ebenfalls 15 koaxial zu der Rotationsachse 151 orientiert und in radialer Richtung gesehen ineinander geschachtelt sind.

[0088] Die pumpaktiven Oberflächen der Holweck-Pumpstufen sind durch die Mantelflächen, also durch die radialen Innen- und/oder Außenflächen, der Holweck-Rotorhülsen 163, 165 und der Holweck-Statorhülsen 167, 169 gebildet. Die radiale Innenfläche der äußeren Holweck-Statorhülse 167 liegt der radialen Außenfläche der äußeren Holweck-Rotorhülse 163 unter Ausbildung eines radialen Holweck-Spalts 171 gegenüber und bildet mit dieser die der Turbomolekularpumpen nachfolgende erste Holweck-Pumpstufe. Die radiale Innenfläche der äußeren Holweck-Rotorhülse 163 steht der radialen Außenfläche der inneren Holweck-Statorhülse 169 unter Ausbildung eines radialen Holweck-Spalts 173 gegenüber und bildet 25 mit dieser die zweite Holweck-Pumpstufe. Die radiale Innenfläche der inneren Holweck-Statorhülse 169 liegt der radialen Außenfläche der inneren Holweck-Rotorhülse 165 unter Ausbildung eines radialen Holweck-Spalts 175 gegenüber und bildet 30 mit dieser die dritte Holweck-Pumpstufe.

[0089] Am unteren Ende der Holweck-Rotorhülse 163 kann ein radial verlaufender Kanal vorgesehen sein, über den der radial außenliegende Holweck-Spalt 171 mit dem mittleren Holweck-Spalt 173 verbunden ist. Außerdem kann am oberen Ende der inneren Holweck-Statorhülse 169 ein radial verlaufender Kanal vorgesehen sein, über den der mittlere Holweck-Spalt 173 mit dem radial innenliegenden Holweck-Spalt 175 verbunden ist. Dadurch werden die ineinander geschachtelten Holweck-Pumpstufen in Serie miteinander geschaltet. Am unteren Ende der radial innenliegenden Holweck-Rotorhülse 165 kann ferner ein Verbindungskanal 179 zum Auslass 117 vorgesehen sein.

[0090] Die vorstehend genannten pumpaktiven Oberflächen der Holweck-Statorhülsen 167, 169 weisen jeweils mehrere spiralförmig um die Rotationsachse 151 herum in axialer Richtung verlaufende Holweck-Nuten auf, während die gegenüberliegenden Mantelflächen der Holweck-Rotorhülsen 163, 165 glatt ausgebildet sind und das Gas zum Betrieb der Vakuumpumpe 111 in den Holweck-Nuten vorantreiben. Zur drehbaren Lage- 50 rung der Rotorwelle 153 sind ein Wälzlager 181 im Bereich des Pumpenauslasses 117 und ein Permanent-

magnetlager 183 im Bereich des Pumpeneinlasses 115 vorgesehen.

[0091] Im Bereich des Wälzlagers 181 ist an der Rotorwelle 153 eine konische Spritzmutter 185 mit einem zu dem Wälzlager 181 hin zunehmenden Außendurchmesser vorgesehen. Die Spritzmutter 185 steht mit mindestens einem Abstreifer eines Betriebsmittelspeichers in gleitendem Kontakt. Bei anderen existierenden Turbomolekularvakuumpumpen (nicht dargestellt) kann anstelle einer Spritzmutter eine Spritzschraube vorgesehen sein. Da somit unterschiedliche Ausführungen möglich sind, wird in diesem Zusammenhang auch der Begriff "Spritzspitze" verwendet.

[0092] Der Betriebsmittelspeicher umfasst mehrere aufeinander gestapelte saugfähige Scheiben 187, die mit einem Betriebsmittel für das Wälzlager 181, z.B. mit einem Schmiermittel, getränkt sind.

[0093] Im Betrieb der Vakuumpumpe 111 wird das Betriebsmittel durch kapillare Wirkung von dem Betriebsmittelspeicher über den Abstreifer auf die rotierende Spritzmutter 185 übertragen und in Folge der Zentrifugalkraft entlang der Spritzmutter 185 in Richtung des größer werdenden Außendurchmessers der Spritzmutter 185 zu dem Wälzlager 181 hin gefördert, wo es z.B. eine schmierende Funktion erfüllt. Das Wälzlager 181 und der Betriebsmittelspeicher sind durch einen wannenförmigen Einsatz 189 und den Lagerdeckel 145 in der Vakuumpumpe eingefasst.

[0094] Das Permanentmagnetlager 183 umfasst eine rotorseitige Lagerhälfte 191 und eine statorseitige Lagerhälfte 193, welche jeweils einen Ringstapel aus mehreren in axialer Richtung aufeinander gestapelten permanentmagnetischen Ringen 195, 197 umfassen. Die Ringmagnete 195, 197 liegen einander unter Ausbildung eines radialen Lagerspalts 199 gegenüber, wobei die rotorseitigen Ringmagnete 195 radial außen und die statorseitigen Ringmagnete 197 radial innen angeordnet sind.

[0095] Das in dem Lagerspalt 199 vorhandene magnetische Feld ruft magnetische Abstoßungskräfte zwischen den Ringmagneten 195, 197 hervor, welche eine radiale Lagerung der Rotorwelle 153 bewirken. Die rotorseitigen Ringmagnete 195 sind von einem Trägerabschnitt 201 der Rotorwelle 153 getragen, welcher die Ringmagnete 195 radial außenseitig umgibt. Die statorseitigen Ringmagnete 197 sind von einem statorseitigen Trägerabschnitt 203 getragen, welcher sich durch die Ringmagnete 197 hindurch erstreckt und an radialen Streben 205 des Gehäuses 119 aufgehängt ist. Parallel zu der Rotationsachse 151 sind die rotorseitigen Ringmagnete 195 durch ein mit dem Trägerabschnitt 201 gekoppeltes Deckelelement 207 festgelegt. Die statorseitigen Ringmagnete 197 sind parallel zu der Rotationsachse 151 in der einen Richtung durch einen mit dem Trägerabschnitt 203 verbundenen Befestigungsring 209 sowie einen mit dem Trägerabschnitt 203 verbundenen Befestigungsring 211 festgelegt. Zwischen dem Befestigungsring 211 und den Ringmagneten 197 kann außer-

dem eine Tellerfeder 213 vorgesehen sein.

[0096] Innerhalb des Magnetlagers ist ein Not- bzw. Fanglager 215 vorgesehen, welches im normalen Betrieb der Vakuumpumpe 111 ohne Berührung leer läuft und erst bei einer übermäßigen radialen Auslenkung des Rotors 149 relativ zu dem Stator in Eingriff gelangt, um einen radialen Anschlag für den Rotor 149 zu bilden, damit eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen verhindert wird. Das Fanglager 215 ist als ungeschmiertes Wälzlager ausgebildet und bildet mit dem Rotor 149 und/oder dem Stator einen radialen Spalt, welcher bewirkt, dass das Fanglager 215 im normalen Pumpbetrieb außer Eingriff ist. Die radiale Auslenkung, bei der das Fanglager 215 in Eingriff gelangt, ist groß genug bemessen, sodass das Fanglager 215 im normalen Betrieb der Vakuumpumpe nicht in Eingriff gelangt, und gleichzeitig klein genug, sodass eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen unter allen Umständen verhindert wird.

[0097] Die Vakuumpumpe 111 umfasst den Elektromotor 125 zum drehenden Antreiben des Rotors 149. Der Anker des Elektromotors 125 ist durch den Rotor 149 gebildet, dessen Rotorwelle 153 sich durch den Motorstator 217 hindurch erstreckt. Auf den sich durch den Motorstator 217 hindurch erstreckenden Abschnitt der Rotorwelle 153 kann radial außenseitig oder eingebettet eine Permanentmagnetanordnung angeordnet sein. Zwischen dem Motorstator 217 und dem sich durch den Motorstator 217 hindurch erstreckenden Abschnitt des Rotors 149 ist ein Zwischenraum 219 angeordnet, welcher einen radialen Motorspalt umfasst, über den sich der Motorstator 217 und die Permanentmagnetanordnung zur Übertragung des Antriebsmoments magnetisch beeinflussen können.

[0098] Der Motorstator 217 ist in dem Gehäuse innerhalb des für den Elektromotor 125 vorgesehenen Motorraums 137 festgelegt. Über den Sperrgasanschluss 135 kann ein Sperrgas, das auch als Spülgas bezeichnet wird, und bei dem es sich beispielsweise um Luft oder um Stickstoff handeln kann, in den Motorraum 137 gelangen. Über das Sperrgas kann der Elektromotor 125 vor Prozessgas, z.B. vor korrosiv wirkenden Anteilen des Prozessgases, geschützt werden. Der Motorraum 137 kann auch über den Pumpenauslass 117 evakuiert werden, d.h. im Motorraum 137 herrscht zumindest annäherungsweise der von der am Pumpenauslass 117 geschlossenen Vorpakuumpumpe bewirkte Vakuumdruck.

[0099] Zwischen der Rotornabe 161 und einer den Motorraum 137 begrenzenden Wandung 221 kann außerdem eine sog. und an sich bekannte Labyrinthdichtung 223 vorgesehen sein, insbesondere um eine bessere Abdichtung des Motorraums 217 gegenüber den radial außerhalb liegenden Holweck-Pumpstufen zu erreichen.

[0100] Die Fig. 6 bis 10 zeigen ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe, die als Turbomolekularvakuumpumpe ausgebildet ist. Fig. 11 betrifft

ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Turbomolekularvakuumpumpe. Abgesehen von der erfindungsgemäßen Ausgestaltung können diese Pumpe so ausgebildet sein, wie es vorstehend in Verbindung mit den Fig. 1 bis 5 beschrieben worden ist. Entsprechend kann eine bekannte Turbomolekularvakuumpumpe, wie sie in den Fig. 1 bis 5 gezeigt und vorstehend beschrieben worden ist, erfindungsgemäß weitergebildet werden, wie es vorliegend offenbart und insbesondere anhand der Ausführungsbeispiele gemäß den Fig. 6 bis 10 bzw. Fig. 11 gezeigt und beschrieben ist.

[0101] Fig. 6a ist ein Schnitt entlang der Längsachse 11, wobei links von der Längsachse 11 der Schnitt durch ein Rückführelement 19 hindurch und rechts von der Längsachse 11 der Schnitt in den Bereich zwischen zwei in Umfangsbereich aufeinanderfolgende Rückführelemente 19 gelegt ist. Fig. 6b entspricht Fig. 6a, ist jedoch eine perspektivische Ansicht. Fig. 6c zeigt einen vergrößerten Ausschnitt von Fig. 6b, wobei ein in Fig. 6b gezeigtes Abdeckelement 37 in Fig. 6c weggelassen ist, um die Verzahnung zwischen Transferelement 17 und Durchlassabschnitt 20 des Bauteils 21 besser erkennen zu können.

[0102] Gemäß Fig. 6a bis 6c ist in einem Unterteil 61 der erfindungsgemäßen Turbomolekularvakuumpumpe eine Lagerfassungsbaugruppe angeordnet, die unter anderem ein becherförmiges Bauteil 21 umfasst, das mit seiner offenen Seite nach unten weist und durch ein unteres axiales Abschlusselement 63 verschlossen ist. In das Bauteil 21 ist teilweise ein Schmiermittelspeicher 43 aufgenommen. Hierzu ist in einer oberen Stirnseite, also an der Außenseite eines Bodenabschnitts des becherförmigen Bauteils 21, eine umlaufende Vertiefung 35 ausgebildet, in die der das Transferelement bildende Filzring 17 eingelegt ist.

[0103] Der Schmiermittelspeicher 43 umfasst eine Mehrzahl von aufeinandergelegten Scheiben aus einem Material, das ein flüssiges Schmiermittel speichern und fördern kann. Als Schmiermittel dient beispielsweise ein Öl. Der Schmiermittelspeicher 43 umgibt das untere, konisch ausgebildete Ende eines Rotors 13, der während des Betriebs um eine Drehachse 11 rotiert. Zur Drehlagierung des Rotors 13 dient ein oberhalb des Schmiermittelspeichers 43 angeordnetes Lager 15 in Form eines Kugellagers. Das Kugellager 15 umfasst einen Außenring 15a und einen Innenring 15b, zwischen denen Wälzkörper in Form von Kugeln gehalten sind. Der Innenring 15b schließt an den Konusabschnitt 13a des Rotors an. Fig. 7 zeigt vergrößert einen Ausschnitt von Fig. 6c.

[0104] Während des Betriebs bei rotierendem Rotor 13 wird Schmiermittel über den Konusabschnitt 13a vom Schmiermittelspeicher 43 zum Lager 15 transportiert. Dieses Schmierprinzip ist grundsätzlich bekannt. Die den Schmiermittelspeicher 43 und den Konusabschnitt 13a umfassende Schmiereinrichtung für das Lager 15 umfasst außerdem ein das Lager 15 umgebendes Transferelement 17, das als einstückiger Filzring ausgebildet ist und auf das nachstehend näher eingegangen wird.

sowie eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung um die Drehachse 11 herum verteilt angeordneten Rückführlementen 19, die jeweils in Form eines sich in axialer Richtung erstreckenden Poroplast-Stabs vorgesehen sind und sowohl mit dem Transferelement 17 als auch mit dem Schmiermittelspeicher 43 in Verbindung stehen.

[0105] Das Konzept einer Schmiermittellücke, die ein ringförmiges Transferelement 17, welches vom Lager 15 kommendes Schmiermittel aufnimmt, sowie sich zwischen Transferelement 17 und Schmiermittelspeicher 43 erstreckende Rückführstäbe 19 umfasst, ist grundsätzlich bekannt.

[0106] Bei dem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 6 bis 10 umfasst das erwähnte Bauteil 21 einen im Wesentlichen zylindrischen Durchlassabschnitt 20, der das Lager 15 umgibt, und zwar in einem unteren Bereich mit einem vergleichsweise großen radialen Abstand. In dem dadurch vorhandenen radialen Zwischenraum befindet sich ein Dämpfungsring 22, über den das Bauteil 21 mit seinem Durchlassabschnitt 20 mittelbar am Außenring 15a des Lagers 15 anliegt. Hierdurch ist das Lager 15 durch das Bauteil 21 radial gestützt.

[0107] In einem axial oberen Bereich oberhalb des Dämpfungsringes 22 reicht der Durchlassabschnitt 20 bis an den Außenring 15a des Lagers 15 heran. In diesem axial oberen Bereich ist ein Schmiermitteldurchgang 25 ausgebildet, der (vgl. auch Fig. 7 sowie Fig. 8 und 9) eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung verteilten Abflussbohrungen 16 umfasst, die im Außenring 15a des Lagers 15 ausgebildet sind. Diese Abflussbohrungen 16 erstrecken sich bezogen auf die Drehachse 11 in radialer Richtung. Der Schmiermitteldurchgang 25 umfasst außerdem einen im Durchlassabschnitt 20 ausgebildeten umlaufenden Schlitz 24, d.h. der im Wesentlichen zylindrische Durchlassabschnitt 20, mit dem das Bauteil 21 das Lager umgibt, ist in diesem axial oberen Bereich von innen eingeschnitten, um den Schlitz 24 zu bilden.

[0108] Eintrittsseitig ist der Schlitz 24 mit den Austrittsöffnungen der Abflussbohrungen 16 im Außenring 15a des Lagers 15 ausgerichtet. Vom Lager 15 kommendes Schmieröl gelangt folglich über die sich in radialer Richtung erstreckenden Abflussbohrungen 16 im Außenring 15a des Lagers 15 direkt in den im Durchlassabschnitt 20 ausgebildeten Schlitz 24 des Schmiermitteldurchgangs 25. Da der Schlitz 24 in der gleichen Ebene liegt wie die Abflussbohrungen 16, erstreckt sich der Schmiermitteldurchgang 25 in einer einzigen senkrecht zur Drehachse 11 verlaufenden Ebene. Diese Ebene schneidet das den Durchlassabschnitt 20 umgebende Transferelement 17.

Folglich gelangt das vom Lager 15 kommende Schmiermittel über den von den Abflussbohrungen 16 und dem Schlitz 24 gebildeten Schmiermitteldurchgang 25 auf kürzestem Wege in radialer Richtung direkt zum Transferelement 17, um von diesem aufgenommen und an die stabförmigen Rückführelemente 19 abgegeben zu werden.

[0109] Wie insbesondere auch die Fig. 8 und 9 zeigen,

sind die in der oberen Stirnseite des Bauteils 21 ausgebildete Vertiefung 35 und das als ringförmige Scheibe ausgebildete Transferelement 17 komplementär zueinander ausgebildet. Das Transferelement 17 umfasst einen radial äußeren Ringabschnitt 47, ausgehend von welchem eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung verteilten Vorsprüngen 27 radial nach innen vorstehen. Entsprechend ist der Durchlassabschnitt 20 des Bauteils 21 mit zu den Vorsprüngen 27 komplementären Aussparungen 29 versehen, in die bei in die Vertiefung 35 eingelegtem Transferelement 17 jeweils einer der Vorsprünge 27 des Transferelements 17 eingreift.

[0110] Zwischen den Aussparungen 29 vorhandene Zwischenabschnitte 31 greifen dabei in Zwischenräume 33 zwischen den Vorsprüngen 27 des Transferelements 17 ein, wobei die Zwischenabschnitte 31 und die Zwischenräume 33 komplementär zueinander ausgebildet sind.

[0111] Der axial in Höhe des Bodens der Vertiefung 35 liegende Boden einer jeweiligen Aussparung 29 im Durchlassabschnitt 20 wird von der oberen Stirnseite eines jeweiligen Rückföhrelement 19 gebildet. Bei in die Vertiefung 35 eingelegtem Transferelement 17 stehen die Rückföhrelemente 19 folglich mit den Vorsprüngen 27 des Transferelements 17 in Kontakt. Zum Transferelement 17 gelangendes, von einem jeweiligen Vorsprung 27 aufgenommenes Schmiermittel gelangt aufgrund der Kapillarwirkung des Materials des Transferelements 17 zu dessen radial äußerem Ringabschnitt 47, wird von diesem in Umfangsrichtung und somit an die anderen Vorsprünge 27 verteilt und über diese an die Rückföhrelemente 19 abgegeben.

[0112] Die Vorsprünge 27 dienen somit sowohl zur Aufnahme von Schmiermittel als auch zur Abgabe von Schmiermittel, wobei der die Vorsprünge 27 tragende Ringabschnitt 47 des Transferelements 17 zum Verteilen des aufgenommenen Schmiermittels in Umfangsrichtung dient.

[0113] Besonders vorteilhaft ist dies bei nicht-vertikaler Ausrichtung der Drehachse 11 des Rotors 13, also dann, wenn die Vakuumpumpe mit schräg im Raum liegendem Rotor 13 und insbesondere im auf der Seite liegenden Zustand, also mit zumindest im Wesentlichen horizontal verlaufendem Rotor 13, betrieben wird. Wenn die Vakuumpumpe derart orientiert ist, tritt das Schmiermittel nicht gleichmäßig über den Umfang verteilt aus dem Lager 15 aus, sondern schwerkraftbedingt vornehmlich durch die im Wesentlichen vertikal nach unten gerichteten Abflussbohrungen 16. Trotz dieser in Umfangsrichtung ungleichmäßigen Abgabe des Schmiermittels an die einzelnen Vorsprünge 27 des Transferelements 17 können alle Rückföhrelemente 19 zur Rückführung des Schmiermittels an den Schmiermittelspeicher 43 beitragen, da das vornehmlich nur von einigen Vorsprüngen 27 aufgenommene Schmiermittel über den Ringabschnitt 47 des Transferelements 17 an die anderen Vorsprünge 27 verteilt und somit an alle Rückföhrelemente 19 abgegeben wird.

[0114] Durch das Eingreifen des Transferelements 17 mittels seiner nach innen vorstehenden Vorsprünge 27 in den Durchlassabschnitt 20 hinein reicht das Transferelement 17 vergleichsweise nahe an das Lager 15 heran, ohne den Durchlassabschnitt 20 und damit das Bauteil 21 in nachteiliger Weise mechanisch zu schwächen. Gleichzeitig ist insbesondere auch aufgrund der sich jeweils zu ihrem freien Ende hin verjüngenden Vorsprünge 27 eine besonders wirksame Schmiermittelaufnahme gewährleistet.

[0115] Die Durchlässigkeit des Durchlassabschnitts 20 für das Schmiermittel ist herstellungstechnisch besonders einfach durch den von innen gebildeten Schlitz 24 realisiert. Bei der Herstellung des Bauteils 21 ist also lediglich erforderlich, in der betreffenden axialen Höhe den Durchlassabschnitt 20 von innen einzuschneiden, wobei die radiale Tiefe des Schlitzes 24 derart gewählt ist, dass der Schlitz 24 in die Aussparungen 29 mündet und somit dort jeweils einen Schmiermittelaustritt 23 (vgl. insbesondere Fig. 9) bildet, in den zwischen den Aussparungen 29 befindlichen Zwischenabschnitten 31 jedoch jeweils in radialer Richtung vor der Vertiefung 35 endet.

[0116] Über die Abflussbohrungen 16 im Außenring 15a des Lagers 15 austretendes Schmiermittel kann somit nur in die Aussparungen 29 und somit ausschließlich zu den doreingreifenden Vorsprüngen 27 des Transferelements 17 gelangen.

[0117] Für die stabförmigen Rückföhrelemente 19 sind im Bauteil 21 axial verlaufende Durchgänge 41 ausgebildet. Durch diese Durchgänge 41 hindurch können sich die Rückföhrelemente 19 jeweils von der Unterseite eines der Vorsprünge 27 des Transferelements 17 zum Schmiermittelspeicher 43 erstrecken.

[0118] Das Bauteil 21 ist außerdem mit einem Kragenabschnitt 39 versehen, mit welchem das Bauteil 21 das Lager 15 stirnseitig übergreift. Der Kragenabschnitt 39 erstreckt sich zunächst ausgehend von dem Durchlassabschnitt 20 in axialer Richtung nach oben und anschließend radial nach innen. An seinem freien Ende ist der Kragenabschnitt 39 mit einem vergleichsweise schmalen, axial nach unten vorstehenden umlaufenden Stegabschnitt 40 versehen. Wie insbesondere die vergrößerte Darstellung der Fig. 7 zeigt, besitzt hierdurch der Kragenabschnitt 39 in einer parallel zur Drehachse 11 verlaufenden Schnittebene die Form eines zum Lager 15 hin offenen U mit unterschiedlich langen und unterschiedlichen breiten U-Schenkeln.

[0119] Der Kragenabschnitt 39 ragt in axialer Richtung nach oben aus einem deckelförmigen Abdeckelement 37 heraus, das hierzu mit einer zentralen Öffnung 38 versehen ist. Ein senkrecht zur Drehachse 11 verlaufender Abdeckabschnitt 37a des Abdeckelements 37, in welchem die erwähnte zentrale Öffnung 38 ausgebildet ist, besitzt eine geringere axiale Höhe als das Transferelement 17 und ist somit vergleichsweise dünn, wodurch axiale Bauhöhe eingespart wird. Des Weiteren umfasst das Abdeckelement 37 einen umlaufenden, sich in axia-

ler Richtung erstreckenden Wandabschnitt 37b, über den das Abdeckelement 37 auf das Bauteil 21 aufgepresst ist.

[0120] Das Abdeckelement 37 bildet somit ein oberes axiales Abschlusselement der Lagerfassungsbaugruppe, das aufgrund der geringen axialen Höhe des Abdeckabschnitts 37a nur unwesentlich zur axialen Bauhöhe dieser Baugruppe beiträgt.

[0121] Bei diesem Ausführungsbeispiel sind also beide Aspekte der Erfindung realisiert, d.h. das Transferelement 17 umgibt das Lager 15 und greift in den Durchlassabschnitt 20 ein.

[0122] In einer abgewandelten Ausgestaltung dieses Ausführungsbeispiels kann das Transferelement 17 bei ansonsten gleichem grundsätzlichen Aufbau der Lagerfassungsbaugruppe auch axial höher angeordnet werden kann, wenn dies aufgrund jeweiliger Gegebenheiten erforderlich ist. Beispielsweise kann die axiale Position des Transferelements 17 derart gewählt werden, dass dessen axiale Unterseite zumindest näherungsweise in der gleichen Ebene liegt wie die axiale Oberseite des Lagers 15 oder in einem vergleichsweise kleinen axialen Abstand, der insbesondere kleiner ist als die axiale Höhe des Transferelements 17, oberhalb der von der axialen Oberseite des Lagers 15 definierten Ebene. Damit das Schmiermittel auch bei dieser Anordnung vom Lager 15 zum Transferelement 17 gelangen kann, ist der Verlauf des Schmiermitteldurchgangs 25 dann entsprechend angepasst. Die Abflussbohrungen 16 im Außenring 15a des Lagers 15 können jeweils als schräg zur Drehachse 11 verlaufende Bohrungen vorgesehen sein, die mit einem konusförmigen Schlitz 24 im Durchlassabschnitt 20 ausgerichtet sind, d.h. der von den Abflussbohrungen 16 und dem Schlitz 24 gemeinsam gebildete Schmiermitteldurchgang 25 liegt dann in einer die Drehachse 11 als Mittelachse aufweisenden Konusfläche. Weiterhin sind dann das Transferelement 17 und der an dessen höhere axiale Position angepasste Durchgangsabschnitt 20 miteinander verzahnt, wobei sich die Vorsprünge 27 des Transferelements 17 und die Aussparungen 29 des Durchgangsabschnitt 20 schräg zur Drehachse 11 erstrecken können. Wenn das Transferelement 17 aus einem verformbaren Material wie z.B. einem Filz besteht, können die Vorsprünge 27 bei der Montage zum Beispiel einfach gegenüber dem Ringabschnitt 47 nach unten abgeknickt und in die Aussparungen 29 gedrückt werden.

[0123] Bei dieser abgewandelten Ausgestaltung ist somit der zweite Aspekt der Erfindung, nicht aber deren erster Aspekt realisiert, d.h. das Transferelement 17 umgibt das Lager 15 nicht, greift aber in den Durchlassabschnitt 20 ein.

[0124] Fig. 11 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer teilweise dargestellten Lagerfassungsbaugruppe einer erfindungsgemäßen Turbomolekularvakuumpumpe.

[0125] In diesem Ausführungsbeispiel umgibt das wiederum als Ringscheibe aus Filz oder einem anderen

geeigneten Material ausgebildete Transferelement 17 den Außenring 15a des Kugellagers 15 unmittelbar. Der Außenring 15a des Lagers 15 umfasst wiederum eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung verteilten, sich in radialer Richtung bezüglich der Drehachse 11 erstreckenden Abflussbohrungen 16, die gemeinsam einen Schmiermitteldurchgang 25 bilden, über den vom Lager 15 kommendes Schmiermittel zum Transferelement 17 gelangt.

[0126] In diesem Ausführungsbeispiel reicht also das Transferelement 17 bis an das Lager 15 heran, d.h. zwischen Lager 15 und Transferelement 17 ist kein weiteres Bauteil angeordnet.

[0127] Ein oberer axialer Abschluss der Lagerfassungsbaugruppe wird hier von einem ringförmigen oberen Bauteil 51 gebildet, während ein axial unterer Abschluss von einem unteren Bauteil 55 gebildet wird. Ein Umfangsbauteil 53 umgibt das Lager 15 mit radialem Abstand, wobei in dem dadurch vorhandenen Zwischenraum ein Dämpfungsring 22 angeordnet ist.

[0128] In dem Umfangsbauteil 53 sind Durchgänge 51 ausgebildet, in denen jeweils ein stabförmiges Rückführlement 19 angeordnet ist, über welches vom Transferelement 17 aufgenommenes Schmiermittel zu einem hier nicht dargestellten Schmiermittelspeicher rückgeführt werden kann. Dabei erstrecken sich die Rückführlemente 19 auch jeweils durch das untere Bauteil 55 hindurch.

30 Bezugszeichenliste

[0129]

11	Drehachse
35	13 Rotor
	13a Konusabschnitt
	15 Lager
	15a Außenring
	15b Innenring
40	16 Abflussbohrung
	17 Transferelement
	19 Rückführlement
	20 Durchlassabschnitt
	21 Bauteil
45	22 Dämpfungsring
	23 Schmiermittelaustritt
	24 Schlitz
	25 Schmiermitteldurchgang
	27 Vorsprung
50	29 Aussparung
	31 Zwischenabschnitt
	33 Zwischenraum
	35 Vertiefung
	37 Abdeckelement
55	37a Abdeckabschnitt
	37b Wandabschnitt
	38 Öffnung
	39 Kragenabschnitt

40	Stegabschnitt
41	Durchgang
43	Schmiermittelspeicher
45	Lagerfassung
47	Ringabschnitt
51	oberes Bauteil
53	Umfangsbauteil
55	unteres Bauteil
61	Unterteil
63	Abschlusselement

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularvakuumpumpe, mit
 - zumindest einer Pumpstufe, die einen Stator und einen im Betrieb relativ zum Stator um eine Drehachse (11) rotierenden Rotor (13) umfasst,
 - einem Lager (15), insbesondere Wälzlager, für den Rotor (13), und
 - einer Schmiereinrichtung zum Schmieren des Lagers (15) mit einem flüssigen Schmiermittel, wobei die Schmiereinrichtung ein um die Drehachse (11) herum verlaufendes, ring- oder teilringförmiges Transferelement (17) umfasst, das vom Lager (15) kommendes Schmiermittel aufnimmt und an eine Rückföhreinrichtung (19) der Schmiereinrichtung abgibt,
 wobei das Transferelement (17) das Lager (15) umgibt und/oder wobei das Transferelement (17) in einen das Lager (15) umgebenden Durchlassabschnitt (20), durch den hindurch Schmiermittel vom Lager (15) zum Transferelement (17) gelangen kann, radial oder mit einer radialen Komponente eingreift.
2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, wobei das Transferelement (17) einerseits und ein Schmiermittelaustritt (23) eines zum Transferelement (17) führenden, sich radial oder mit einer radialen Komponente erstreckenden Schmiermitteldurchgangs (25) für das Schmiermittel andererseits axial miteinander ausgerichtet sind.
3. Vakuumpumpe nach Anspruch 2, wobei der Schmiermitteldurchgang (25) im Lager (15) ausgebildet ist und/oder durch einen das Lager (15) umgebenden Durchlassabschnitt (20) hindurch verläuft.
4. Vakuumpumpe nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Schmiermitteldurchgang (25) um die Drehachse (11) umlaufend ausgebildet ist oder eine Mehrzahl von diskreten, um die Drehachse (11) verteilten Einzeldurchgängen umfasst.
5. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Transferelement (17) eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung verteilten, radial oder mit einer radialen Komponente nach innen vorstehenden, insbesondere sich zu ihrem freien Ende hin verjüngenden, Vorsprüngen (27) aufweist.
6. Vakuumpumpe nach Anspruch 5, wobei in dem Durchlassabschnitt (20) Aussparungen (29) für die Vorsprünge (27) ausgebildet sind, in welche das Transferelement (17) mit seinen Vorsprüngen (27) eingreift, ***insbesondere wobei zwischen den Aussparungen (29) stehende Zwischenabschnitte (31) des Durchlassabschnitts (20) in zwischen den Vorsprüngen (27) vorhandene Zwischenräume (33) des Transferelements (17) eingreifen.
7. Vakuumpumpe nach Anspruch 5 oder 6, wobei die Vorsprünge (27) und die Aussparungen (29) zumindest im Wesentlichen komplementär zueinander ausgebildet sind.
8. Vakuumpumpe nach Anspruch 6 oder 7, wobei ein im Durchlassabschnitt (20) ausgebildeter Schmiermitteldurchgang (25) ausschließlich in die Aussparungen (29) mündet.
9. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Rückföhreinrichtung eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung verteilt angeordneten, insbesondere sich axial oder mit einer axialen Komponente erstreckenden, Rückföhrelementen (19) umfasst, die mit dem Transferelement (17) an diskreten, um die Drehachse (11) verteilten Stellen in Kontakt stehen.
10. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Transferelement (17), insbesondere vollständig, in eine stirnseitige Vertiefung (35) eines das Lager (15) umgebenden, insbesondere den Durchlassabschnitt (20) umfassenden, Bauteils (21) aufgenommen ist, insbesondere wobei das Transferelement (17) und die Vertiefung (35) zumindest im Wesentlichen komplementär zueinander ausgebildet sind.
11. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein das Lager (15) umgebendes, insbesondere den Durchlassabschnitt (20) umfassendes, Bauteil (21) stirnseitig von einem separaten Abdeckelement (37) abgedeckt ist.
12. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein das Lager (15) umgebendes, insbesondere den Durchlassabschnitt (20) umfassendes, und das Transferelement (17) aufnehmendes Bauteil (21) einstückig ausgebildet ist.

13. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei ein das Lager (15) umgebendes, insbesondere den Durchlassabschnitt (20) umfassendes, Bauteil (21) das Lager (15) mit einem Kragenabschnitt (39) stirnseitig übergreift. 5

14. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei ein das Lager (15) umgebendes, insbesondere den Durchlassabschnitt (20) umfassendes, Bauteil (21) zumindest näherungsweise becherförmig ausgebildet ist, insbesondere wobei an der Außenseite eines Bodenabschnitts des Bauteils (21) eine das Transferelement (17) aufnehmende Vertiefung (35) ausgebildet ist, die einen das Lager (15) stirnseitig übergreifenden Kragenabschnitt (39) des Bauteils (21) umgibt und von der mehrere in Umfangsrichtung verteilte Durchgänge (41) ausgehen, durch die hindurch sich Rückführkontakte (19) der Rückführreinrichtung von dem Transferelement (17) zu einem zumindest teilweise in das Bauteil (21) aufgenommenen Schmiermittelspeicher (43) der Schmiereinrichtung erstrecken. 10 15 20

25

15. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Transferelement (17) scheibenförmig ausgebildet ist und/oder wobei das Transferelement (17) ein Material umfasst oder aus einem Material besteht, das bezüglich des Schmiermittels speicherfähig und/oder kapillar wirkend ist. 30

35

40

45

50

55

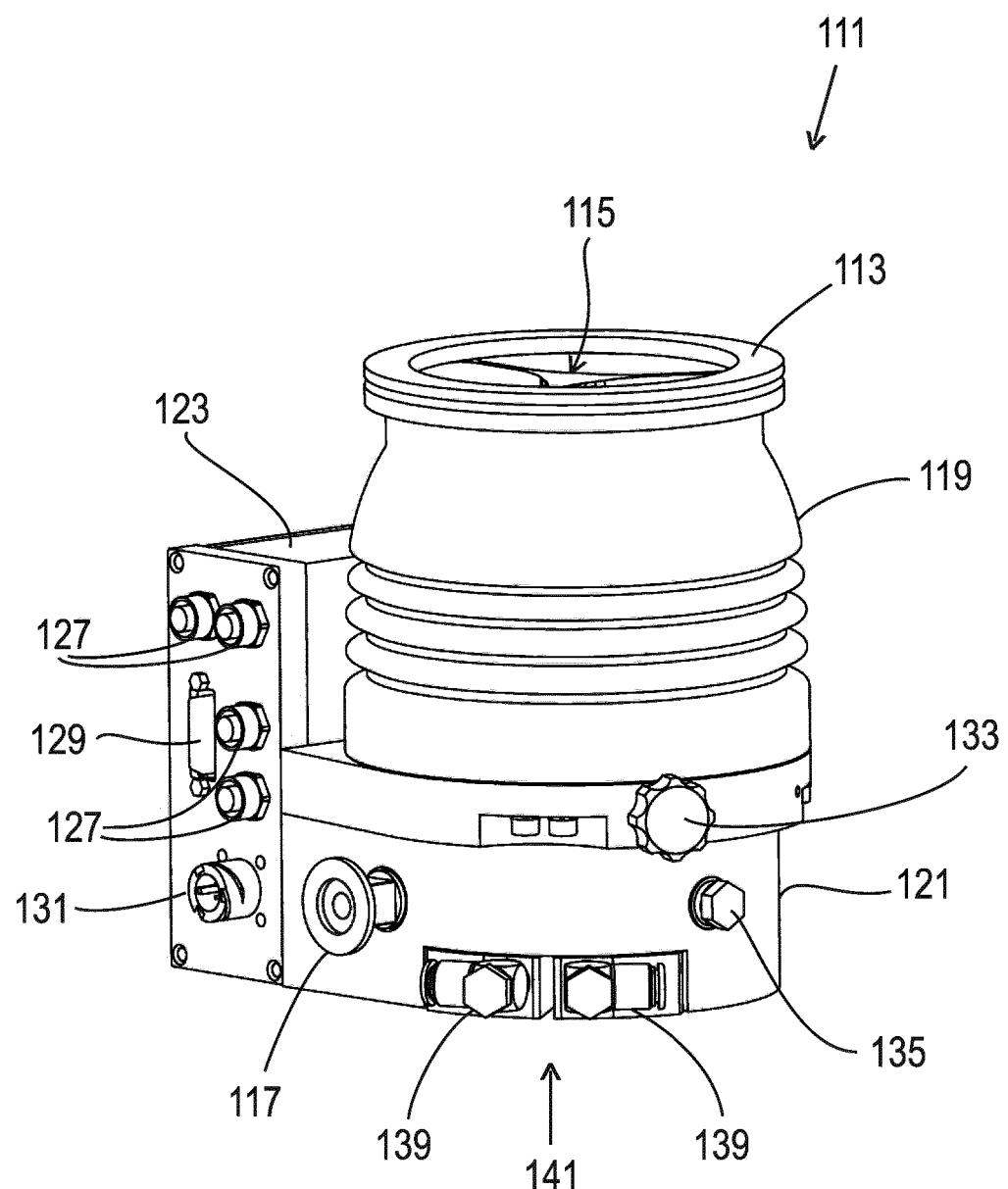


Fig. 1

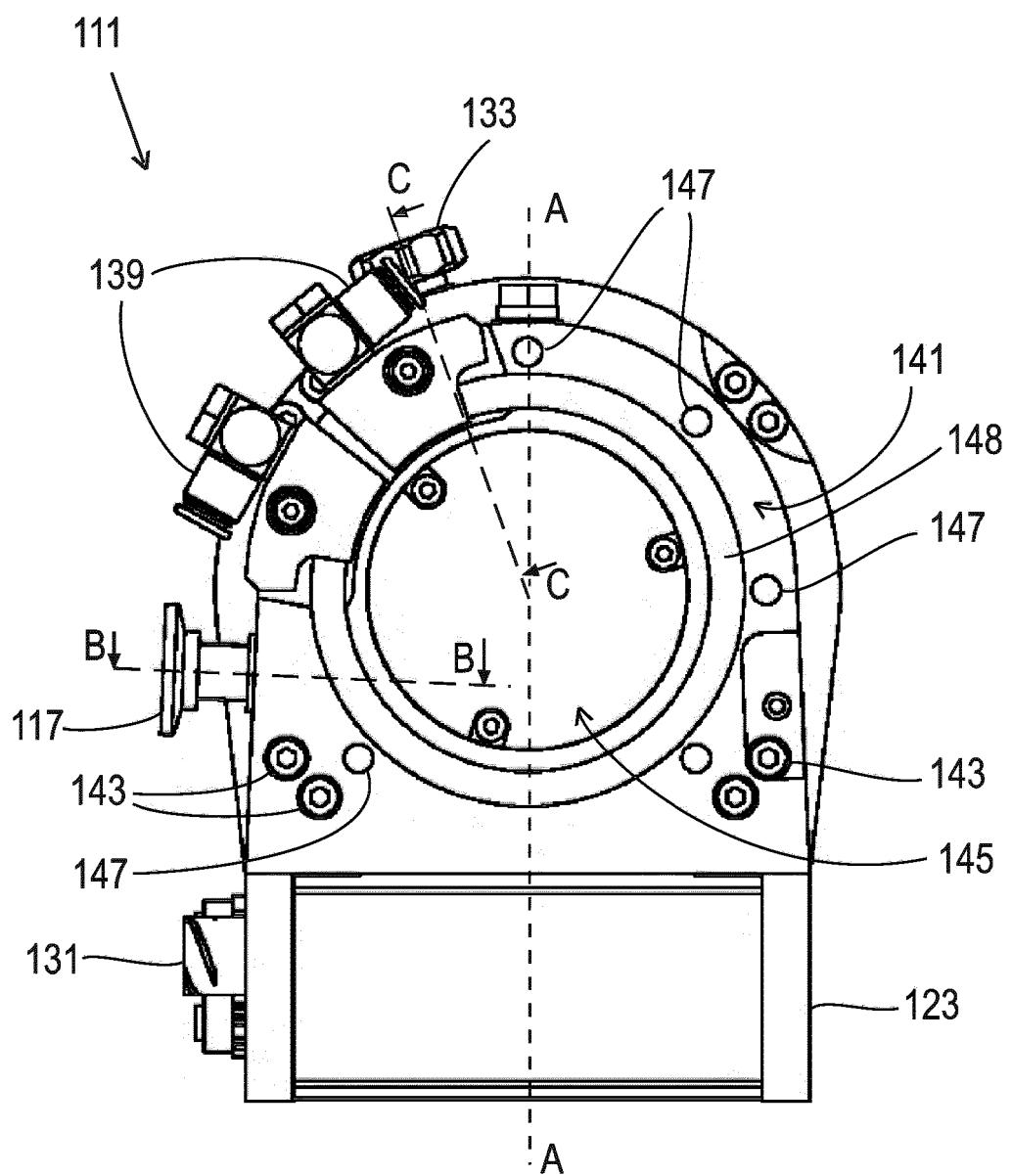


Fig. 2

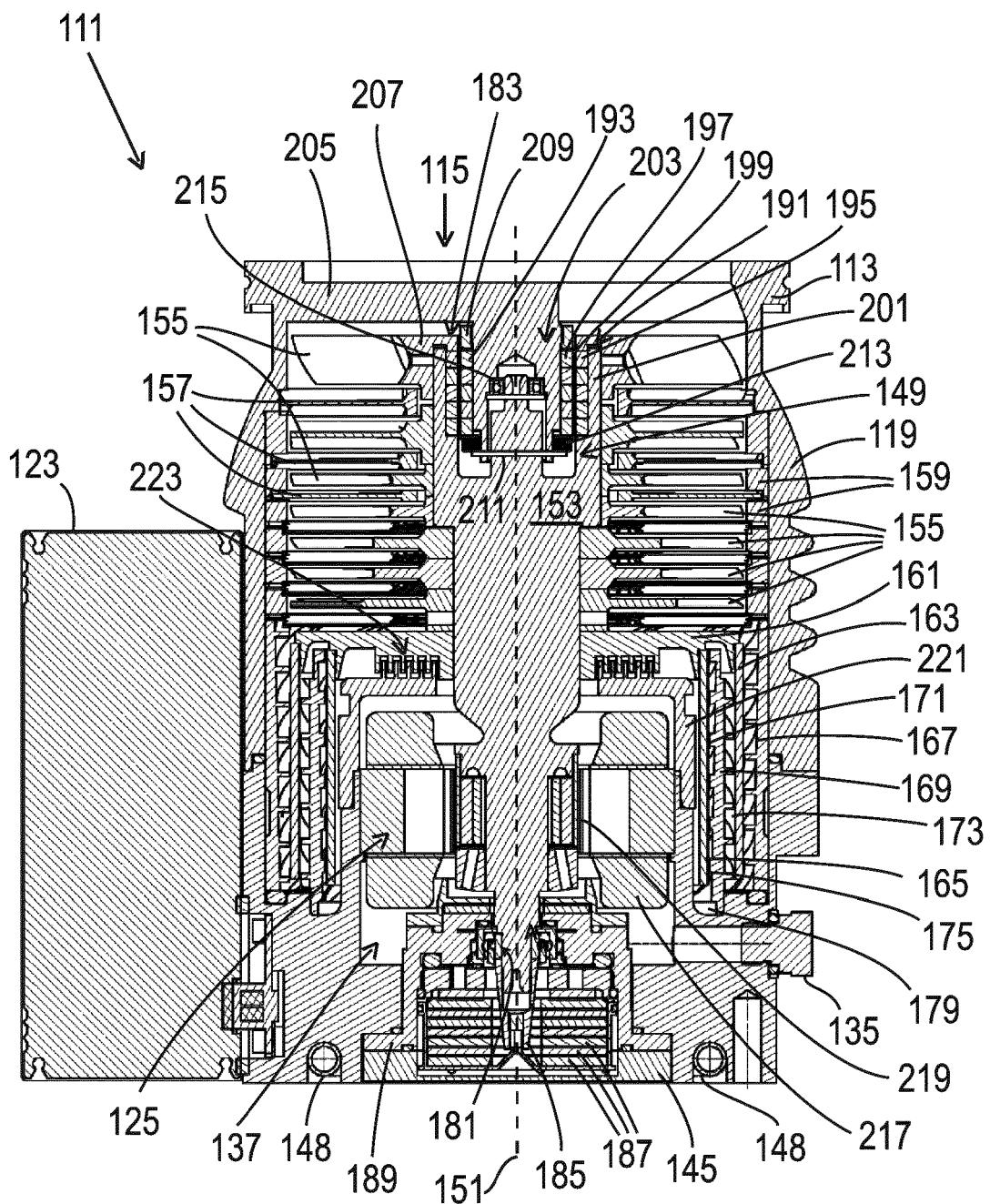


Fig. 3

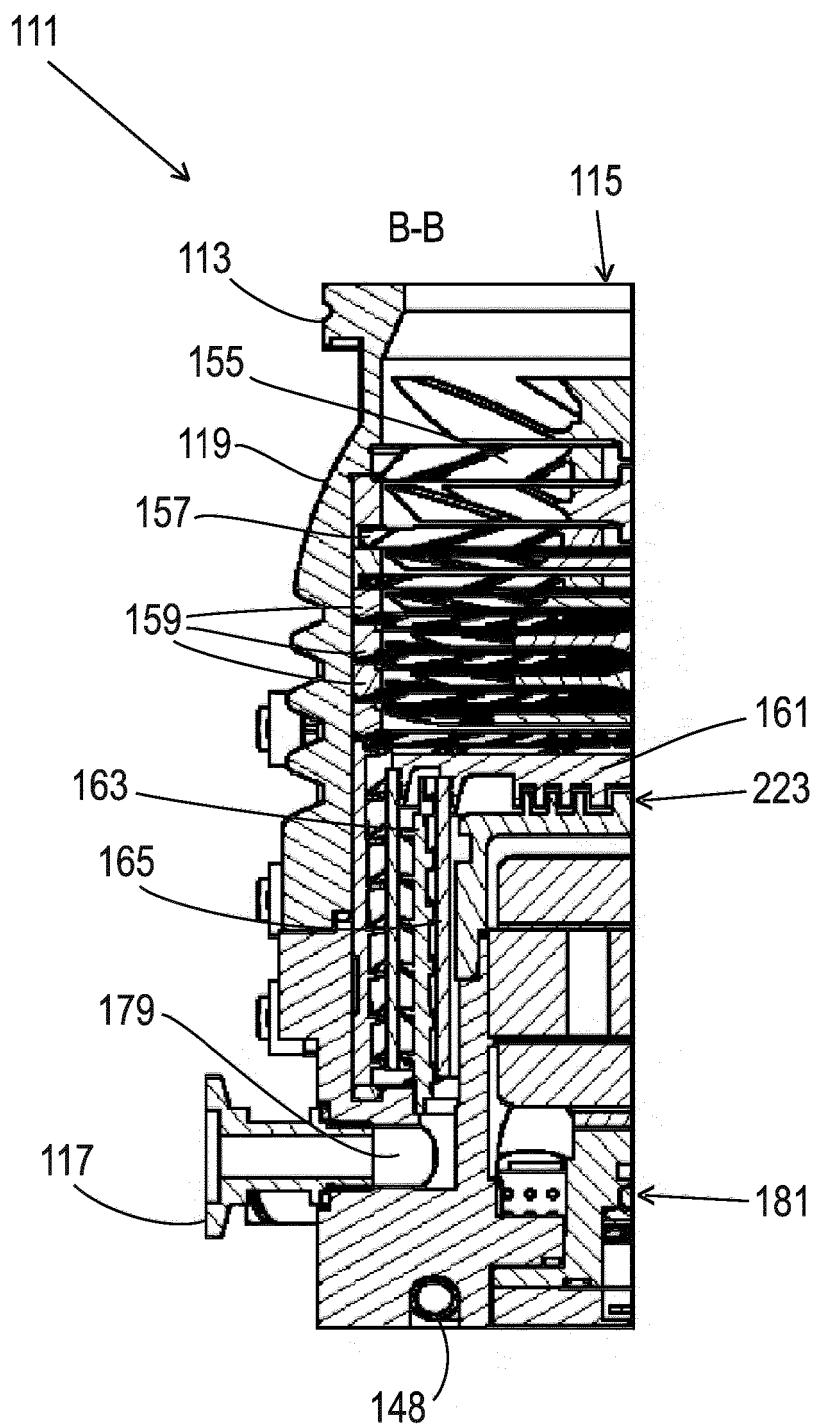


Fig. 4

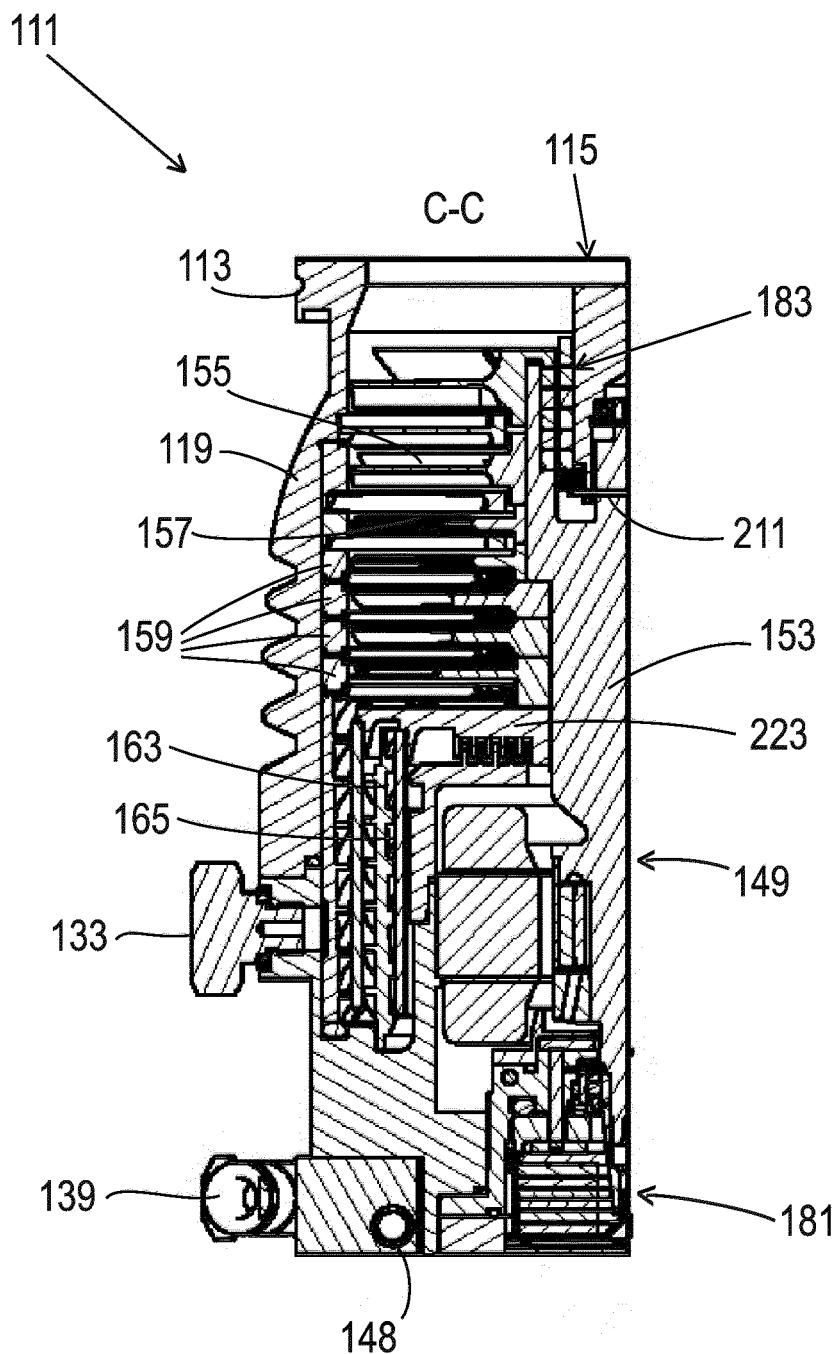
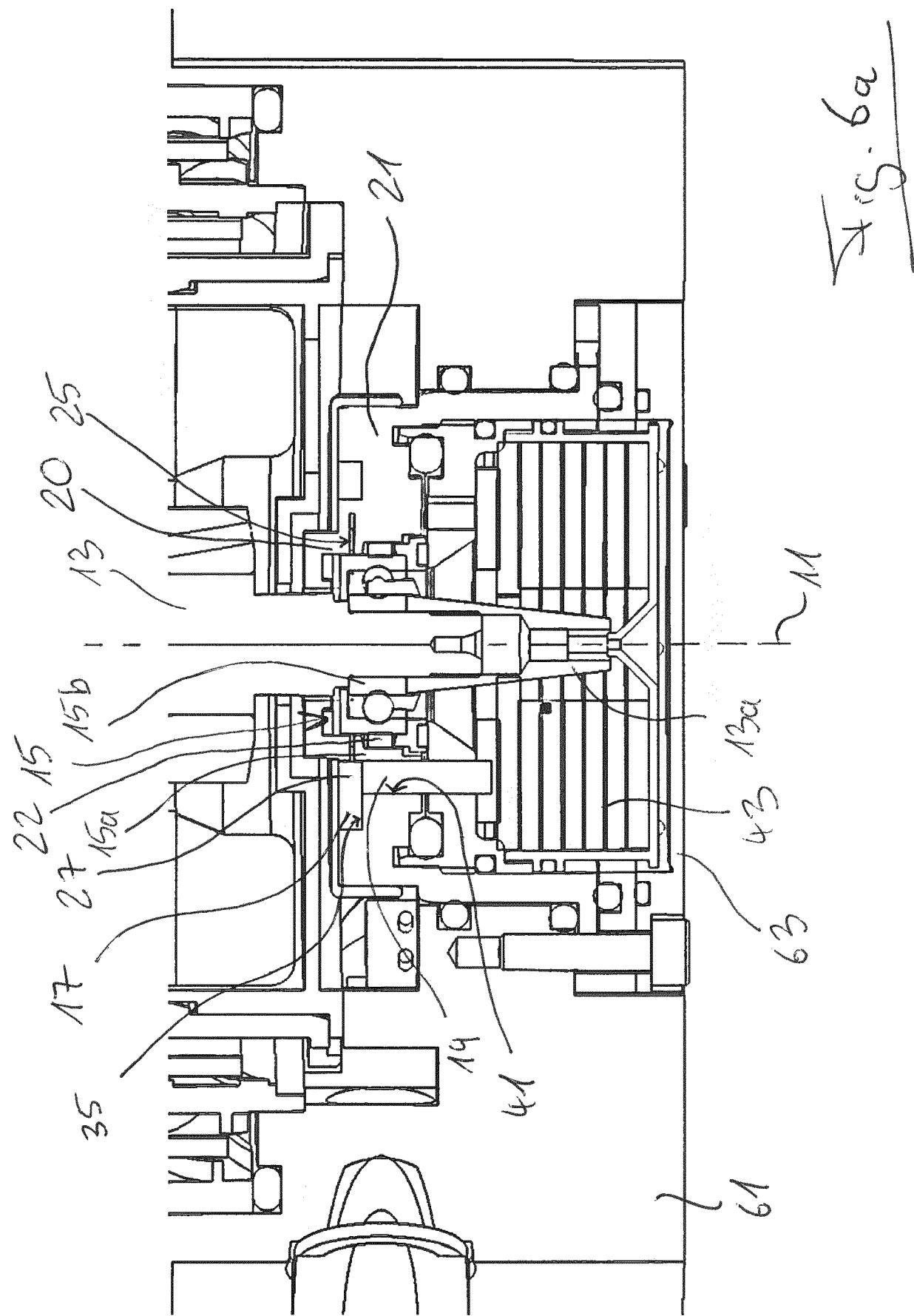
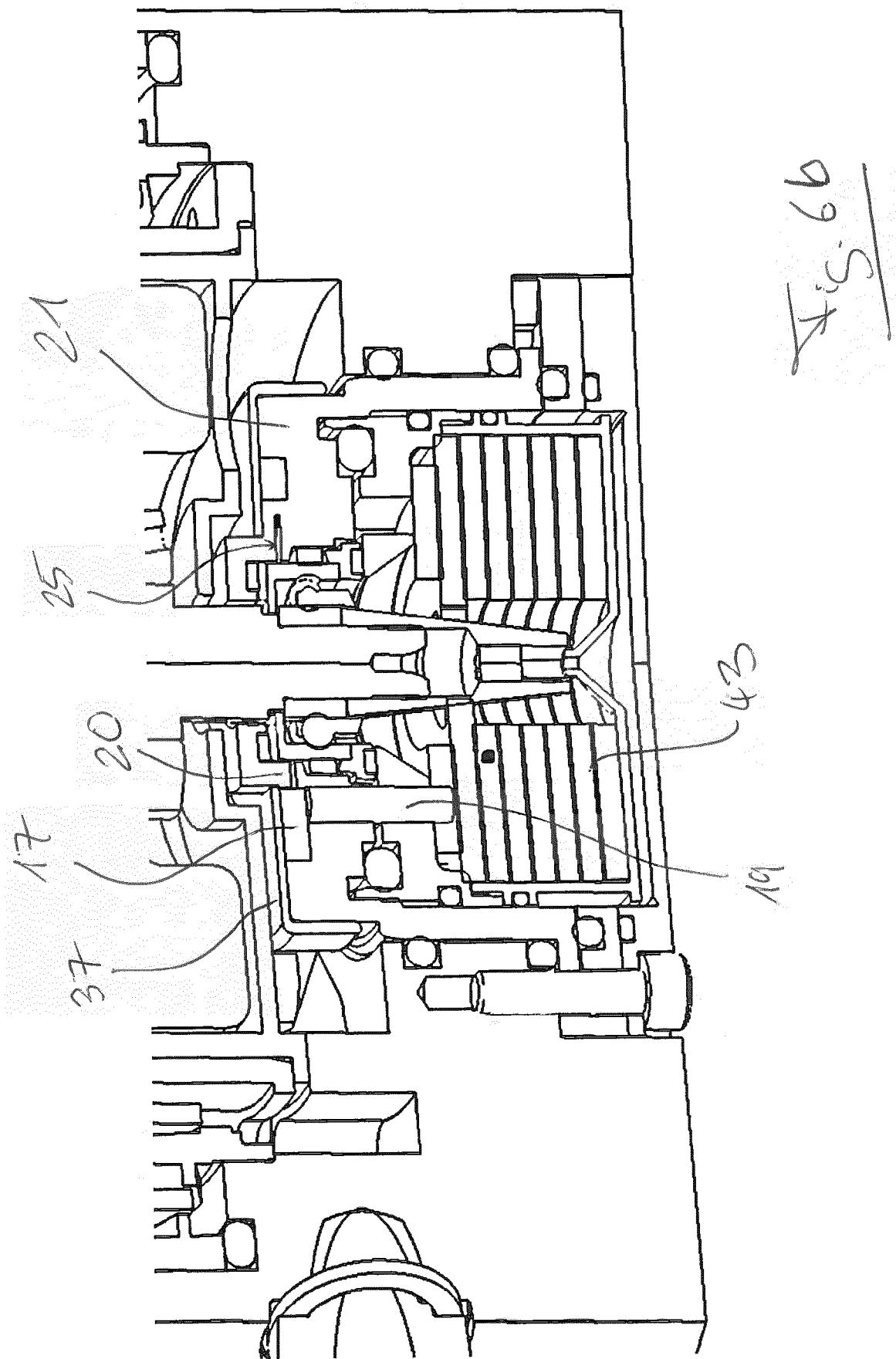
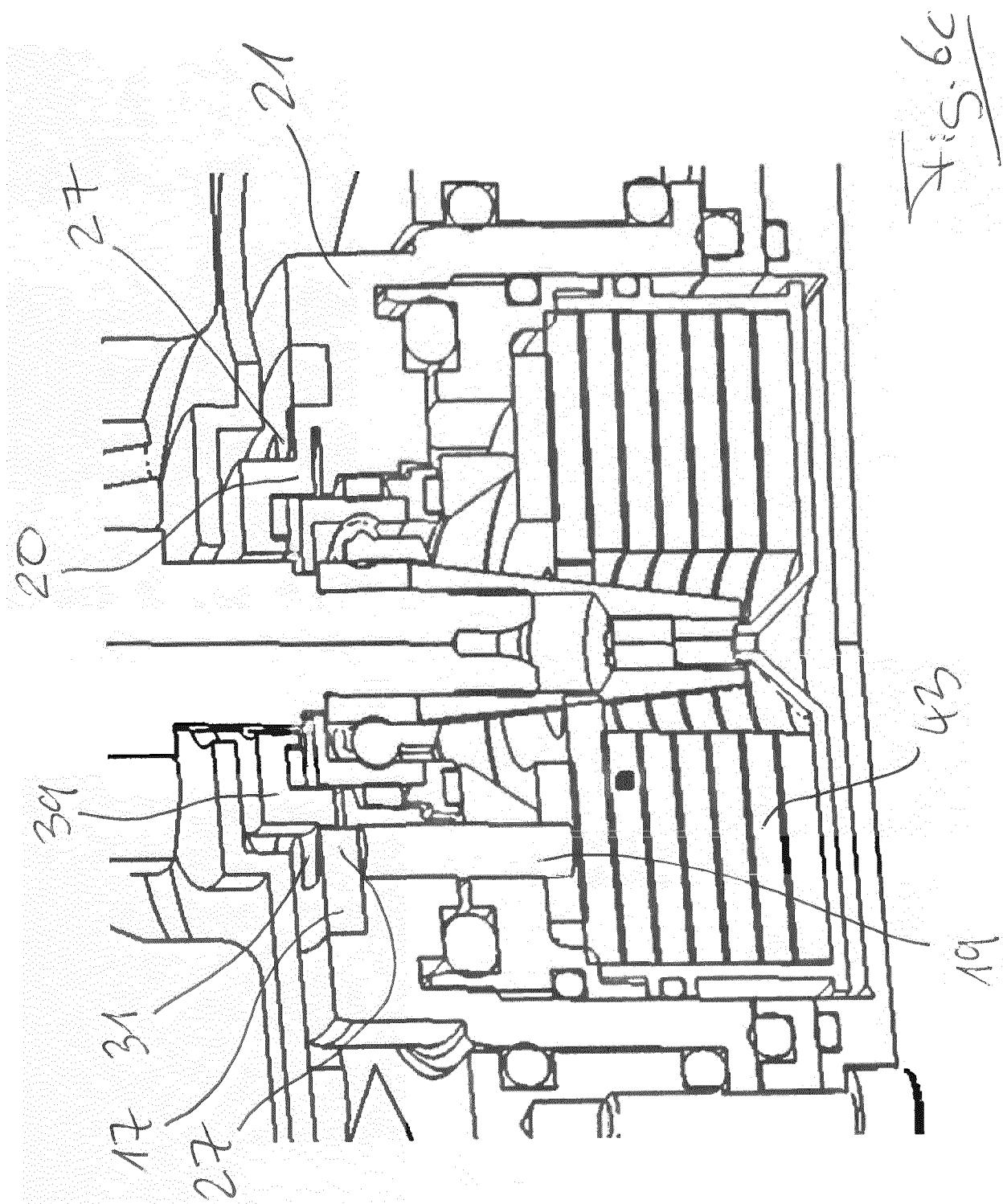
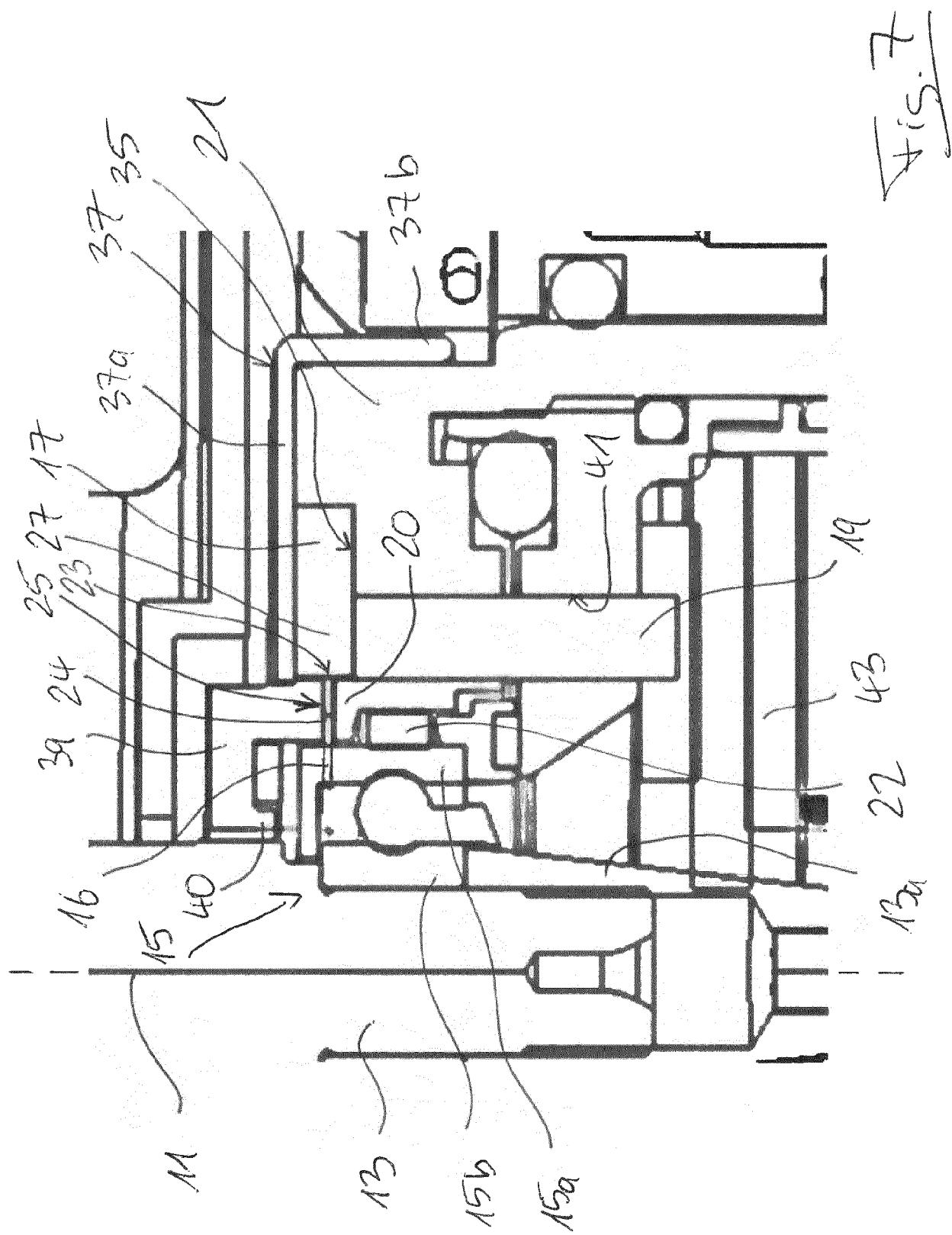


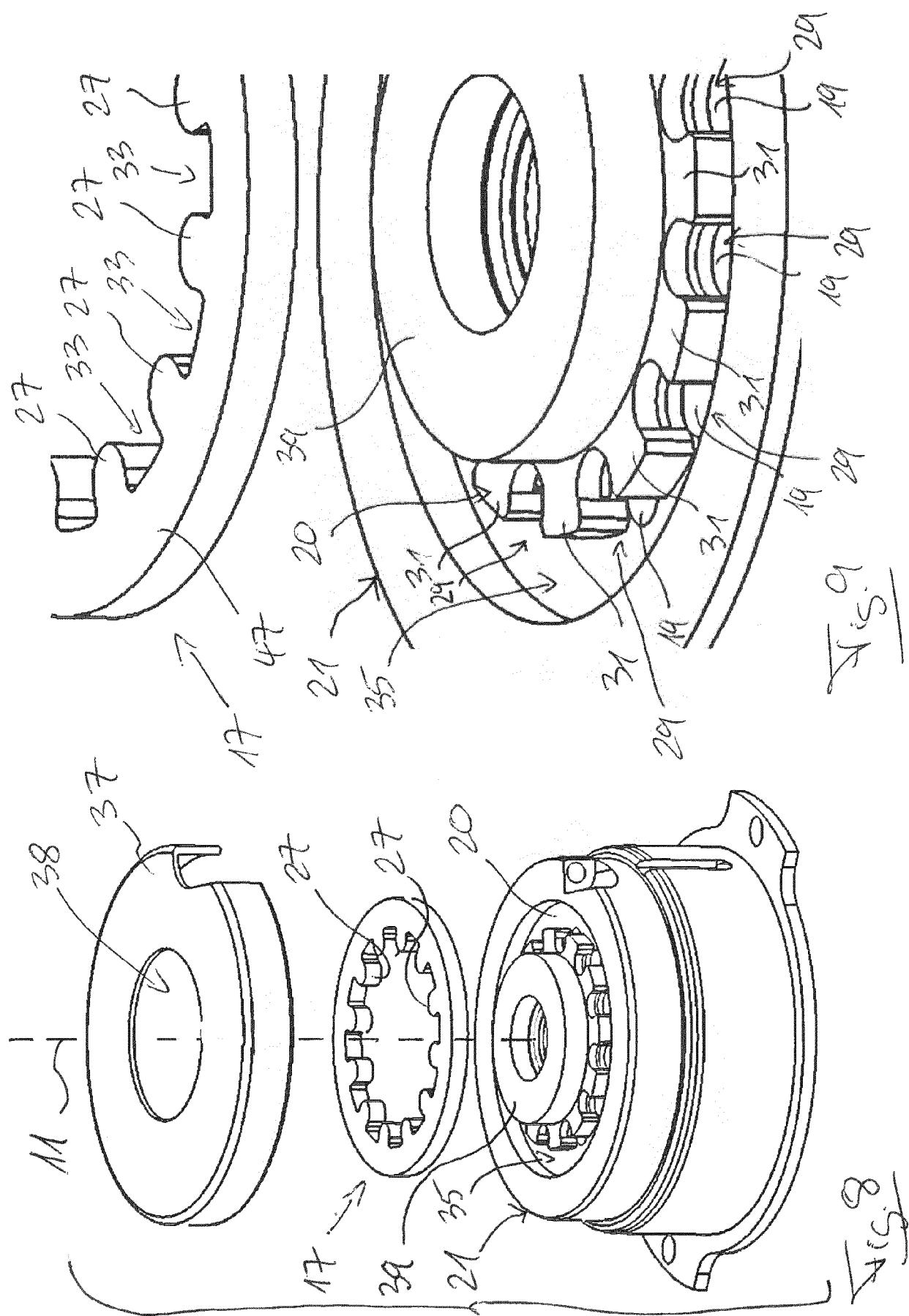
Fig. 5











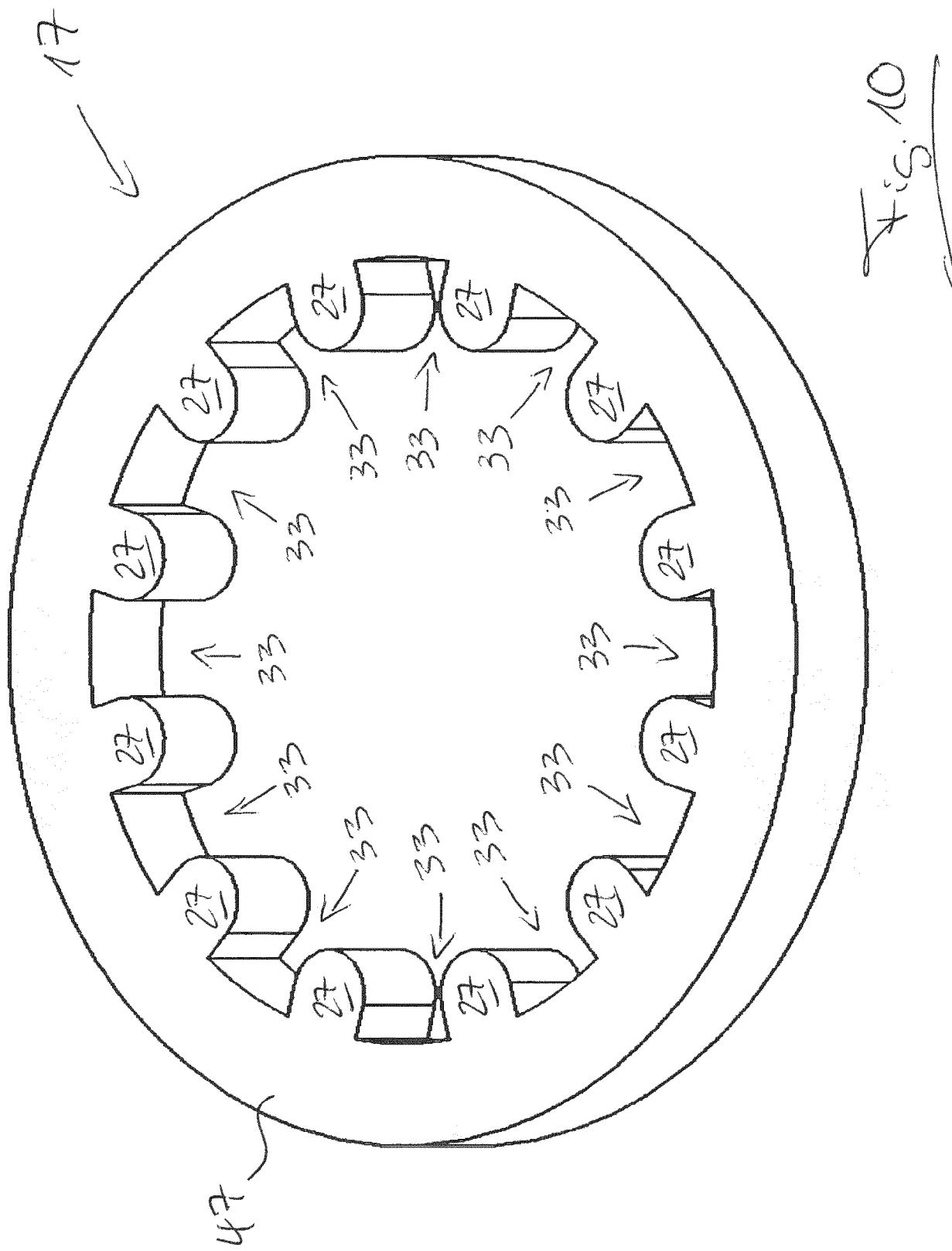
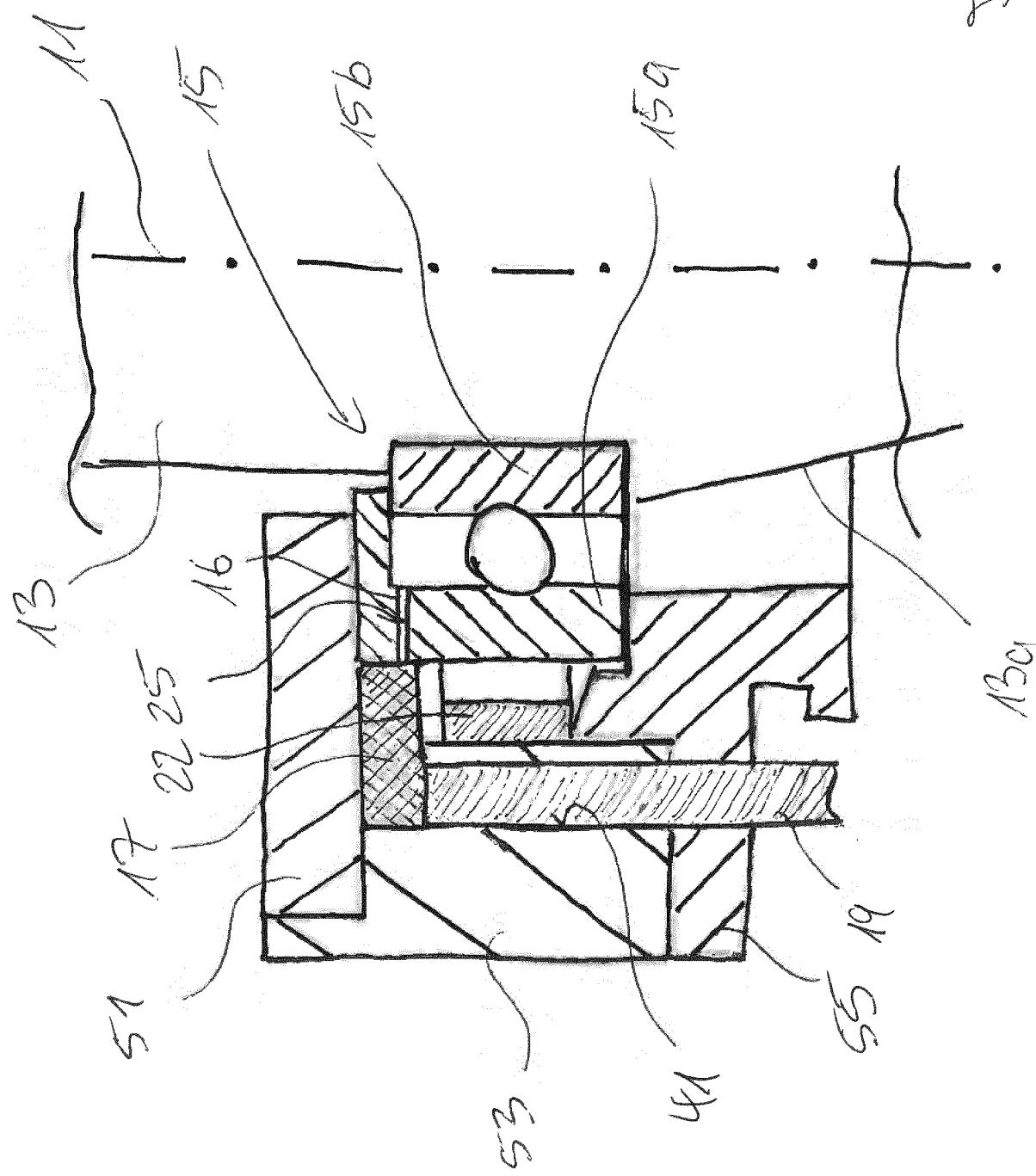


Fig. 10

Fig. 11



5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 25 17 5426

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
	Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	X	US 2008/112660 A1 (KOCH BERNHARD [DE] ET AL) 15. Mai 2008 (2008-05-15) * Absatz [0023] - Absatz [0026]; Abbildungen 1-3 * * Zusammenfassung * -----	1-4,9-15	INV. F04D19/04 F04D29/059 F04D29/063
15	A	EP 3 597 926 B1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 19. Mai 2021 (2021-05-19) * Absatz [0091] - Absatz [0110]; Abbildungen 1-18 * * Zusammenfassung * -----	1-15	
20	A	EP 2 557 316 A2 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 13. Februar 2013 (2013-02-13) * Absatz [0030] - Absatz [0045]; Abbildung 2 * * Zusammenfassung * -----	1-15	
25				
30				RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
35				F04D
40				
45				
50	1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	1	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 25. Mai 2025	Prüfer Hermens, Sjoerd
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
	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			

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

EP 25 17 5426

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.

25-05-2025

	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
10	US 2008112660	A1	15-05-2008	AT E453053 T1 DE 102006053237 A1 EP 1921322 A2 JP 5303137 B2 JP 2008121889 A US 2008112660 A1			15-01-2010 29-05-2008 14-05-2008 02-10-2013 29-05-2008 15-05-2008
15							
20	EP 3597926	B1	19-05-2021	EP 3597926 A1 JP 7049305 B2 JP 2020109290 A			22-01-2020 06-04-2022 16-07-2020
25	EP 2557316	A2	13-02-2013	DE 102011109929 A1 EP 2557316 A2			14-02-2013 13-02-2013
30							
35							
40							
45							
50							
55							

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 3597926 A1 [0002] [0007]
- EP 3106691 A1 [0002]