

(19)



(11)

EP 3 396 171 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.10.2018 Patentblatt 2018/44

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 ^(2006.01) **F04D 29/063** ^(2006.01)
F04D 29/10 ^(2006.01) **F04D 29/08** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17168193.5**

(22) Anmeldetag: **26.04.2017**

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

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

(72) Erfinder: **Kobus, Christopher**
61279 Grävenwiesbach (DE)

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald Patentanwälte
PartmbB**
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(54) **VAKUUMGERÄT MIT WELLENDICHTUNG**

(57) Ein Vakuumgerät, insbesondere eine Vakuumpumpe, umfasst einen schmiermittelfreien Raum und einen ein Schmiermittel enthaltenden Raum sowie eine drehbar gelagerte Welle, die zumindest abschnittsweise in den beiden Räumen angeordnet ist. Zwischen den Räumen ist eine Dichtvorrichtung vorgesehen, durch welche die Welle hindurchtritt und welche ein Rotorelement, das mit der Welle drehfest verbunden ist, und ein Statorelement umfasst, das drehfest zwischen den Räumen angeordnet ist. Zwischen dem ersten Statorelement

und dem Rotorelement ist ein erster Spalt mit einer Eintrittsöffnung gebildet, welche zu dem das Schmiermittel enthaltenden Raum offen ist. Der erste Spalt weist gegenüberliegend zu der Eintrittsöffnung eine Austrittsöffnung auf, die mit einem Expansionsraum verbunden ist. Der Expansionsraum weist eine größere Querschnittsfläche als der erste Spalt auf und ist durch Wandabschnitte des Rotorelements und des Statorelements gebildet. Der Expansionsraum steht mit einem Schmiermittelsumpf in Verbindung.

EP 3 396 171 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Vakuumgerät, insbesondere eine Vakuumpumpe, mit einem schmiermittelfreien Raum und einem ein Schmiermittel enthaltenden Raum sowie mit einer drehbar gelagerten Welle, die zumindest abschnittsweise in den beiden Räumen angeordnet ist.

[0002] Viele Vakuumgeräte, wie beispielsweise Vakuumpumpen im Vorvakuumbereich einer Vakuumanlage, weisen Lager- und Getriebeteile auf, die mit einem Schmiermittel geschmiert werden. Vakuumpumpen für den Vorvakuumbereich sind beispielsweise einstufige oder mehrstufige Wälzkolbenpumpen, die auch als Rootspumpen bzw. Multi-Stage-Rootspumpen bekannt sind, Schraubenpumpen, Klauenpumpen, Scrollpumpen oder Drehschieberpumpen.

[0003] Im Betrieb des Vakuumgeräts können auch Räume, in denen sich das Schmiermittel befindet, evakuiert werden. Dadurch entsteht eine Strömung eines Gemischs aus Schmiermittel und Gas in Räume des Vakuumgeräts hinein, in denen das Schmiermittel nicht erwünscht ist, beispielsweise in einen Schöpfraum einer Vakuumpumpe. Wenn ein solcher Schöpfraum mit einem Hochvakuumbereich einer Vakuumanlage verbunden ist, kann durch die Strömung des Gemischs aus Schmiermittel und Gas bzw. die Migration des Schmiermittels in den Schöpfraum der Vakuumpumpe eine Kontamination des Hochvakuumbereichs auftreten. Technologische Prozesse oder wissenschaftliche Untersuchungen, die einen schmiermittelfreien Hochvakuumbereich erfordern, können somit durch die Migration des Schmiermittels in den Schöpfraum der Vakuumpumpe empfindlich gestört werden.

[0004] Außerdem bewirkt die Migration des Schmiermittels eine Verschlechterung der Schmiereigenschaften in den Bereichen, in denen die Welle des Vakuumgeräts gelagert ist. Dadurch wird die Lebensdauer des Vakuumgeräts verkürzt. Im Extremfall kann sogar ein Totalausfall der zu schmierenden Komponente und somit des Vakuumgeräts insgesamt auftreten.

[0005] Um einen Raum, in dem ein Schmiermittel nicht erwünscht ist, in einem Vakuumgerät von einem Raum mit Schmiermittel zu trennen und die Migration des Schmiermittels zu unterbinden, gelangen häufig Labyrinthdichtungen zum Einsatz. Diese Dichtungen weisen zwischen den beiden Räumen einen Spalt auf, dessen Länge bewusst vergrößert wird, um dadurch den Strömungsweg für das Schmiermittel bzw. für ein Gemisch aus Schmiermittel und Gas zu verlängern. Zuverlässig dichtende Labyrinthdichtungen benötigen daher erheblichen axialen und radialen Bauraum.

[0006] Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Vakuumgerät mit einer kompakten Dichtvorrichtung zu schaffen, bei welchem eine Migration eines Schmiermittels aus einem Raum mit Schmiermittel in einen Raum, in welchem das Vorhandensein eines Schmiermittels nicht erwünscht ist, zuverlässig verhindert wird.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein Vakuumgerät mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst und insbesondere dadurch, dass in diesem zwischen einem schmiermittelfreien Raum und einem ein Schmiermittel enthaltenden Raum, in welchen zumindest abschnittsweise eine drehbar gelagerte Welle angeordnet ist, eine Dichtvorrichtung vorgesehen ist, durch welche die Welle hindurchtritt. Die Dichtvorrichtung umfasst ein Rotorelement, das mit der Welle drehfest verbunden ist, und ein erstes Statorelement, das drehfest zwischen den Räumen angeordnet ist.

[0008] Erfindungsgemäß ist zwischen dem ersten Statorelement und dem Rotorelement ein erster Spalt mit einer Eintrittsöffnung gebildet, welche zu dem das Schmiermittel enthaltenden Raum offen ist. Der erste Spalt weist ferner eine Austrittsöffnung auf, welche der Eintrittsöffnung gegenüberliegt und mit einem ersten Expansionsraum verbunden ist, der eine größere Querschnittsfläche als der erste Spalt aufweist und der durch Wandabschnitte des Rotorelements und des Statorelements gebildet ist.

[0009] Der erste Expansionsraum steht ferner mit einem Schmiermittelsumpf in Verbindung. Bei der Verbindung zwischen dem ersten Expansionsraum und dem Schmiermittelsumpf kann es sich um eine unmittelbare Verbindung handeln, wenn der erste Expansionsraum und der Schmiermittelsumpf aneinander angrenzen, oder um eine mittelbare Verbindung, bei welcher zwischen dem ersten Expansionsraum und dem Schmiermittelsumpf weitere Elemente und Räume der Dichtvorrichtung und eventuell Schmiermittelkanäle angeordnet sind. Insgesamt ist die Dichtvorrichtung somit ausgebildet, um ein Schmiermittel, das aus dem das Schmiermittel enthaltenden Raum stammt, abzuscheiden und in den Schmiermittelsumpf abzuleiten. Folglich wirkt die Dichtvorrichtung auch als Schmiermittel-Abscheidevorrichtung.

[0010] In der Dichtvorrichtung des erfindungsgemäßen Vakuumgeräts ist somit ein Übergang vom ersten Spalt zum ersten Expansionsraum vorgesehen, bei welchem die Querschnittsfläche bevorzugt abrupt zunimmt. Dadurch verringert sich gemäß dem Bernoullischen Gesetz die Geschwindigkeit der Moleküle des Schmiermittels, welche durch den ersten Spalt aus dem ein Schmiermittel enthaltenden Raum in den ersten Expansionsraum gelangen. Darüber hinaus treten im ersten Expansionsraum während des Betriebs des Vakuumgeräts lokale Unterdruckbereiche auf, die zu Turbulenzen in der Strömung der Moleküle des Schmiermittels führen.

[0011] Die Verringerung der Geschwindigkeit der Moleküle des Schmiermittels und die Turbulenzen führen zu einer deutlichen Erhöhung der Wahrscheinlichkeit für ein Auftreffen der Moleküle des Schmiermittels auf Wandabschnitte des Rotorelements und des Statorelements, die den ersten Expansionsraum bilden. Dadurch wird im Vergleich zu ähnlich kompakten Dichtvorrichtungen aus dem Stand der Technik eine größere Menge an Schmiermittel abgeschieden und in den Schmiermittel-

sumpf geleitet. Umgekehrt ist die Wahrscheinlichkeit erheblich verringert, dass Moleküle des Schmiermittels durch die Dichtvorrichtung insgesamt hindurch in den schmiermittelfreien Raum gelangen.

[0012] Aufgrund des Vorhandenseins des ersten Expansionsraums mit im Vergleich zum ersten Spalt vergrößerter Querschnittsfläche ist bei der erfindungsgemäßen Dichtvorrichtung keine Verlängerung des ersten Spalts erforderlich, um die Dichtwirkung der Dichtvorrichtung zu verbessern. Das Rotorelement und das erste Statorelement, zwischen denen sich der erste Spalt und der erste Expansionsraum befinden, weisen daher im Vergleich zu entsprechenden Dichtvorrichtungen aus dem Stand der Technik eine kleinere Baugröße auf.

[0013] Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen, der Beschreibung und in der Zeichnung angegeben.

[0014] Gemäß einer Ausführungsform ist zwischen dem ersten Statorelement und dem Rotorelement ein zweiter Spalt gebildet, dessen Eintrittsöffnung mit dem ersten Expansionsraum in Verbindung steht. Der zweite Spalt weist gegenüberliegend zu der Eintrittsöffnung eine Austrittsöffnung auf, die mit einem zweiten Expansionsraum verbunden ist, der wiederum eine größere Querschnittsfläche als der zweite Spalt aufweist und ebenso wie der erste Expansionsraum durch Wandabschnitte des Rotorelements und des Statorelements gebildet ist.

[0015] Die Dichtvorrichtung verfügt bei dieser Ausführungsform somit entlang des Weges, den Moleküle des Schmiermittels zwischen dem ein Schmiermittel enthaltenden Raum und dem schmiermittelfreien Raum zurücklegen, über zwei Übergänge zwischen jeweils einem Spalt mit einer kleineren Querschnittsfläche und einem Expansionsraum mit größerer Querschnittsfläche. Durch diesen doppelten Übergang zwischen jeweils einem Spalt und einem Expansionsraum und der mit diesem Übergang verbundenen Verringerung der Geschwindigkeit der Moleküle des Schmiermittels wird somit die Wahrscheinlichkeit weiter vergrößert, dass die Gas-
moleküle auf Wandabschnitte des Rotorelements oder des Statorelements auftreffen und in den Schmiermittelsumpf abgeleitet werden.

[0016] Ferner können zwischen dem ersten Statorelement und dem Rotorelement weitere Spalte und mit diesen verbundene Expansionsräume gebildet sein, so dass insgesamt zwischen dem ersten Statorelement und dem Rotorelement eine "Kaskadierung" jeweils aufeinanderfolgender Spalte und Expansionsräume vorhanden ist. Dadurch wird entsprechend die Wirkung des Übergangs zwischen den jeweiligen Spalten und Expansionsräumen mit deren Anzahl vervielfacht.

[0017] Vorzugsweise weist das Rotorelement einen inneren Abschnitt, durch welchen die Welle in einer axialen Richtung hindurchtritt, einen mittleren Abschnitt, der sich in einer bezogen auf die Welle radialen Richtung an den inneren Abschnitt anschließt, und einen äußeren Abschnitt auf, der sich in der radialen Richtung an den mitt-

leren Abschnitt anschließt. Der mittlere Abschnitt weist in der axialen Richtung eine kleinere Erstreckung als der innere und der äußere Abschnitt auf. Mit anderen Worten ist das Rotorelement bei dieser Ausführungsform in der radialen Richtung gesehen im mittleren Abschnitt eingeschnürt.

[0018] Durch diese Einschnürung bzw. kleinere Erstreckung des mittleren Abschnitts in der axialen Richtung weist das Rotorelement eine vergrößerte Oberfläche auf, mit der die Moleküle des Schmiermittels in Kontakt gelangen können. Ferner werden die Moleküle des Schmiermittels aufgrund der Einschnürung an einer Außenfläche des inneren Abschnitts reflektiert, so dass sie in Richtung einer Innenfläche des äußeren Abschnitts umgelenkt werden und auf die Innenfläche des äußeren Abschnitts auftreffen. Dadurch wird wiederum die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass die Moleküle des Schmiermittels auf Wandabschnitte des Rotorelements auftreffen und in Richtung des Schmiermittelsumpfs geleitet werden.

[0019] Ein innerer Abschnitt des ersten Statorelements ist bevorzugt in der radialen Richtung zwischen dem inneren und dem äußeren Abschnitt des Rotorelements angeordnet. Dabei bilden Wandabschnitte des jeweiligen inneren Abschnitts des ersten Statorelements und des Rotorelements den ersten Spalt. Das erste Statorelement und das Rotorelement weisen somit eine "ineinandergreifende" Anordnung auf. Dies führt zu einer Verlängerung des Weges für die Moleküle des Schmiermittels zwischen dem das Schmiermittel enthaltenden Raum und dem schmiermittelfreien Raum. Dadurch wird wiederum die Abdichtung zwischen diesen beiden Räumen verbessert.

[0020] Der erste Expansionsraum ist insbesondere durch Wandabschnitte des inneren Abschnitts des ersten Statorelements und durch Wandabschnitte des inneren, des mittleren und des äußeren Abschnitts des Rotorelements gebildet. Der erste Expansionsraum weist beispielsweise drei sich bewegende Wandabschnitte auf, die durch das Rotorelement gebildet sind. Durch die Bewegung der Wandabschnitte wird einerseits die Turbulenz im ersten Expansionsraum vergrößert. Andererseits bewegen sich die Moleküle des Schmiermittels insgesamt bevorzugt in radialer Richtung, da sie aufgrund der größeren Fläche des in axialer Richtung weiter außen liegenden äußeren Abschnitts im Vergleich zum inneren Abschnitt des Rotorelements mit größerer Wahrscheinlichkeit auf den äußeren Abschnitt des Rotorelements auftreffen und an diesem anhaften bzw. abgeleitet werden.

[0021] Der mittlere Abschnitt des Rotorelements umfasst vorzugsweise einen inneren, einen mittleren und einen äußeren Teilabschnitt, wobei der mittlere Teilabschnitt in der axialen Richtung eine größere Erstreckung als der innere und der äußere Teilabschnitt aufweist. Der mittlere Abschnitt des Rotorelements, der im Vergleich zum inneren und äußeren Abschnitt des Rotorelements eingeschnürt ist, ist somit in drei weitere Teilabschnitte

unterteilt, von denen der mittlere Teilabschnitt im Vergleich zu den beiden weiteren Teilabschnitten in axialer Richtung verbreitert ist. Das Rotorelement weist somit bei dieser Ausführungsform in radialer Richtung gesehen zwei Einschnürungen auf, die sich im Bereich des inneren und des äußeren Teilabschnitts des mittleren Abschnitts befinden.

[0022] Durch diese Einschnürungen und eine entsprechende Anordnung von Abschnitten des ersten Statorelements können somit weitere Spalte und Expansionsräume zwischen dem ersten Statorelement und dem Rotorelement gebildet werden. Außerdem ist wiederum der Weg zwischen dem Raum, der das Schmiermittel enthält, und dem schmiermittelfreien Raum durch die zwei Einschnürungen verlängert. Durch die mehreren Spalte und Expansionsräume zwischen dem ersten Statorelement und dem Rotorelement sowie durch die Verlängerung des Weges zwischen den beiden Räumen wird wiederum die Wahrscheinlichkeit vergrößert, dass Moleküle des Schmiermittels auf Wandabschnitte des ersten Statorelements oder des Rotorelements auftreten, so dass die Abdichtung des schmiermittelfreien Raums gegenüber dem Raum mit Schmiermittel verbessert ist.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das erste Statorelement zumindest eine axiale Aussparung auf, innerhalb derer ein sich in axialer Richtung erstreckender Abschnitt des Rotorelements angeordnet ist. Das erste Statorelement und das Rotorelement weisen somit wiederum eine "ineinandergreifende" Anordnung auf, bei welcher der Weg für die Moleküle des Schmiermittels zwischen dem Raum mit Schmiermittel und dem schmiermittelfreien Raum verlängert ist. Dadurch wird wiederum die Abdichtung zwischen den beiden Räumen verbessert, da die Moleküle des Schmiermittels mit größerer Wahrscheinlichkeit auf Wandabschnitte auftreten.

[0024] Bevorzugt weist das Rotorelement in einer bezogen auf die Welle axialen Richtung zumindest eine Verengung auf, in der ein axialer Vorsprung des Statorelements derart angeordnet ist, dass durch die Verengung des Rotorelements und den axialen Vorsprung des Statorelements der erste und der zweite Spalt sowie der erste und der zweite Expansionsraum gebildet sind. Bei dieser Ausführungsform führt somit das Ineinandergreifen des Rotorelements und des Statorelements zur Ausbildung zweier Spalte und zweier Expansionsräume. Dadurch erhält die Dichtvorrichtung einen kompakten Aufbau, in welchem jedoch zwei Übergänge zwischen einem jeweiligen Spalt und einem Expansionsraum vorgesehen sind. Trotz des kompakten Aufbaus weist die Dichtvorrichtung weiterhin aufgrund der zwei Übergänge zwischen einem jeweiligen Spalt und Expansionsraum den vorstehend beschriebenen Vorteil auf, dass die Wahrscheinlichkeit für das Auftreffen von Molekülen des Schmiermittels auf Wandabschnitte vergrößert ist und dadurch die Abdichtung zwischen dem schmiermittelfreien Raum und dem Raum mit Schmiermittel verbessert wird.

[0025] Das erste Statorelement weist ferner vorzugsweise zumindest eine Abflussöffnung auf, die mit dem Schmiermittelsumpf in Verbindung steht. Die Abflussöffnung ist insbesondere an einem Außenumfang des Statorelements angeordnet. Der erste Expansionsraum, der durch Wandabschnitte sowohl des Rotorelements als auch des Statorelements gebildet ist, steht bei dieser Ausführungsform nur mittelbar mit dem Schmiermittelsumpf in Verbindung. Das Schmiermittel wird somit mittels der Abflussöffnung in Richtung des Schmiermittelsumpfs kanalisiert, wobei insbesondere die Drehbewegung des Rotationselements und die damit verbundene Vorzugsrichtung des Schmiermittels in radialer Richtung ausgenutzt wird.

[0026] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst die Dichtvorrichtung ein zweites Statorelement, das an derjenigen Seite des Rotorelements angeordnet ist, die dem schmiermittelfreien Raum zugewandt ist, während das erste Statorelement an der gegenüberliegenden Seite des Rotorelements angeordnet ist, die dem Raum zugewandt ist, der das Schmiermittel enthält. Das Rotorelement ist somit bei dieser Ausführungsform zwischen zwei Statorelementen angeordnet, die jeweils dem schmiermittelfreien Raum und dem Raum mit Schmiermittel zugewandt sind. Mit dem zweiten Statorelement können weitere Spalte und Expansionsräume zwischen Wandabschnitten des Rotorelements und des zweiten Statorelements gebildet werden.

[0027] Durch das zweite Statorelement wird somit die Wahrscheinlichkeit nahezu verdoppelt, dass ein Molekül des Schmiermittels, das aus dem Raum mit Schmiermittel in die Dichtvorrichtung eintritt, auf einen Wandabschnitt des Rotorelements oder des ersten bzw. zweiten Statorelements auftrifft. Ferner wird der Weg, den ein Molekül des Schmiermittels vom Raum mit Schmiermittel bis zum schmiermittelfreien Raum zurücklegen muss, durch das zweite Statorelement erheblich verlängert. Insgesamt verbessert somit das zweite Statorelement zusätzlich die Abdichtung zwischen den beiden Räumen mit Schmiermittel bzw. ohne Schmiermittel.

[0028] Das erste und das zweite Statorelement sind bevorzugt baugleich. Ferner sind das erste und das zweite Statorelement vorzugsweise bezüglich des Rotorelements symmetrisch aufgebaut und/oder angeordnet. Eine baugleiche und/oder symmetrische Ausführung der beiden Statorelemente vereinfacht deren Herstellung sowie deren Montage am Vakuumgerät.

[0029] Ferner ist das Rotorelement bevorzugt ebenfalls bezüglich des ersten und des zweiten Statorelements symmetrisch aufgebaut. Das Rotorelement weist somit sowohl in Richtung des ersten als auch des zweiten Statorelements die gleiche Geometrie auf, insbesondere mit den vorstehend beschriebenen Verengungen bzw. Einschnürungen, zwischen denen sich jeweils Abschnitte der beiden Statorelemente befinden. Dadurch wird insbesondere die Anzahl der Spalte und Expansionsräume zwischen dem Rotorelement und den Statorelementen verdoppelt, wodurch die Wirkung der Dichtvorrichtung

weiter verbessert wird.

[0030] Das Vakuumgerät weist insbesondere ein Gehäuse auf, innerhalb dessen das erste und/oder das zweite Statorelement drehfest sowie das Rotorelement drehbar angeordnet sind. Das Gehäuse weist ferner einen Abflussskanal für das Schmiermittel auf, der mit zumindest einer Abflussöffnung des ersten und/oder des zweiten Statorelements und mit dem Schmiermittelsumpf in Verbindung steht. Der Abflussskanal des Gehäuses dient somit zum "Aufsammeln" des Schmiermittels, insbesondere dann, wenn das erste und/oder das zweite Statorelement mehrere Abflussöffnungen aufweisen.

[0031] Das erste und/oder das zweite Statorelement und/oder das Rotorelement weisen vorzugsweise Schrägflächen auf, die zum Führen und/oder für das Abtropfen des Schmiermittels vorgesehen sind. Die Schrägflächen können außerdem den Expansionsraum bzw. die Expansionsräume zwischen dem Rotorelement und den beiden Statorelementen vergrößern. Ferner lassen sich die Schrägflächen derart anordnen, dass sie den Transport des Schmiermittels aufgrund der Rotation des Rotorelements in radialer Richtung unterstützen. Außerdem kann zwischen einer Schrägfläche und einer geraden Fläche eine Kante gebildet sein, an welcher das Schmiermittel in eine bevorzugte Richtung abtropft.

[0032] Die Erfindung wird nachfolgend rein beispielhaft anhand möglicher Ausbildungen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Explosionsansicht eines Abschnitts einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Vakuumgeräts,
- Fig. 2 eine vergrößerte Perspektivansicht einer Dichtvorrichtung des Vakuumgeräts von Fig. 1,
- Fig. 3A eine Vorderansicht auf den Abschnitt des Vakuumgeräts von Fig. 1,
- Fig. 3B eine Schnittansicht entlang der in Fig. 3A dargestellten Linie,
- Fig. 3C und 3D einen vergrößerten Ausschnitt von Fig. 3B, der dort mit A bezeichnet ist,
- Fig. 3E einen vergrößerten Ausschnitt von Fig. 3D, der dort mit B bezeichnet ist,
- Fig. 4A eine Vorderansicht auf einen Abschnitt einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Vakuumgeräts,
- Fig. 4B eine Schnittansicht entlang der in Fig. 4A dargestellten Linie und

Fig. 4C

einen vergrößerten Ausschnitt von Fig. 4B, der dort mit A bezeichnet ist.

[0033] In Fig. 1 ist ein Abschnitt eines Vakuumgeräts gezeigt, bei dem es sich beispielsweise um eine Vakuumpumpe handelt, z.B. eine Wälzkolbenpumpe. In einem Gehäuse 11 des Vakuumgeräts ist eine Welle 13 angeordnet, die um eine Wellenachse 14 drehbar ist. Die Welle 13 ist mittels eines Lagers 15 gelagert, das in Fig. 3B schematisch dargestellt ist und das sich in einem ein Schmiermittel enthaltenden Raum 17 innerhalb des Gehäuses 11 befindet.

[0034] Ferner erstreckt sich die Welle 13 durch einen schmiermittelfreien Raum 19 hindurch, der mit einem nicht dargestellten Schöpfraum des Vakuumgeräts bzw. der Vakuumpumpe in Verbindung steht. Bei Betrieb des Vakuumgeräts bzw. der Vakuumpumpe wird die Welle 13 mittels eines Motors drehend angetrieben, um beispielsweise ein Gas von einem Einlass des Vakuumgeräts bzw. der Vakuumpumpe zu einem Auslass zu fördern. Dadurch werden der Schöpfraum und auch der schmiermittelfreie Raum 19 während des Betriebs des Vakuumgeräts bzw. der Vakuumpumpe evakuiert. Im schmiermittelfreien Raum 19 herrscht folglich ein geringerer Druck als in dem das Schmiermittel enthaltenden Raum 17.

[0035] Zur Abdichtung des schmiermittelfreien Raums 19 gegenüber dem Raum 17 mit Schmiermittel ist eine Dichtvorrichtung 21 vorgesehen, durch welche die Welle 13 hindurchtritt und die zwischen den beiden Räumen 17, 19 angeordnet ist. Die Dichtvorrichtung 21 umfasst ein erstes Statorelement 23 und ein zweites Statorelement 25, die drehfest in dem Gehäuse 11 angeordnet sind. Ferner umfasst die Dichtvorrichtung 21 ein Rotorelement 27, das drehfest mit der Welle 13 verbunden ist. Das Rotorelement 27 ist in axialer Richtung zwischen dem ersten und dem zweiten Statorelement 23, 25 angeordnet und wird nach der Montage der Dichtvorrichtung 21 von diesen umschlossen. Das erste und das zweite Statorelement 23, 25 sowie das Rotorelement 27 sind ringförmig ausgebildet und bezüglich der Wellenachse 14 zentriert angeordnet (vgl. Fig. 1 bis 3B).

[0036] Das erste und das zweite Statorelement 23, 25 weisen am Außenumfang mehrere Abflussöffnungen 29 für das Schmiermittel auf, die so dimensioniert und verteilt angeordnet sind, dass zumindest eine Abflussöffnung 29 mit einem Abflussskanal 31 im Gehäuse 11 in Verbindung steht. Dies erleichtert die Montage, da die relative Winkellage der Statorelemente 23, 25 dann nur von untergeordneter Bedeutung ist. Über die Abflussöffnungen 29 des ersten und des zweiten Statorelements 23, 25 gelangt Schmiermittel aus der Dichtvorrichtung 21 in den Abflussskanal 31 und weiter in einen nicht dargestellten Schmiermittelsumpf.

[0037] Wie in Fig. 2, 3B und 3C zu erkennen ist, weist das Rotorelement 27 einen inneren Abschnitt 33 auf, der mit der Welle 13 in Verbindung steht. Im Bereich des inneren Abschnitts 33 weist das Rotorelement 27 in einer

axialen Richtung, d.h. parallel zur Wellenachse 14, die größte Erstreckung bzw. Breite auf. In einer radialen Richtung bezogen auf die Wellenachse 14 schließt sich an den inneren Abschnitt 33 des Rotorelements 27 ein mittlerer Abschnitt 35 an, in welchem das Rotorelement 27 in axialer Richtung die geringste Erstreckung bzw. Breite aufweist.

[0038] Darüber hinaus umfasst das Rotorelement 27 einen äußeren Abschnitt 37, der im Vergleich zum mittleren Abschnitt 35 in axialer Richtung wiederum eine größere Erstreckung bzw. Breite aufweist, die jedoch geringer ist als die Erstreckung des inneren Abschnitts 33 in axialer Richtung. Der äußere Abschnitt 37 des Rotorelements 27 weist ferner an der Außenseite, d.h. in radialer Richtung gesehen, ein gestuftes Profil auf, das durch Schrägflächen 39 und in radialer Richtung verlaufende Flächen 41 gebildet ist.

[0039] Das erste und das zweite Statorelement 23, 25 weisen jeweils am Innenumfang einen inneren Abschnitt 43 mit einem Vorsprung 45 auf (vgl. Fig. 3C, 3D und 3E), der sich jeweils in axialer Richtung und in Richtung des mittleren Abschnitts 35 des Rotorelements 27 erstreckt. An einem Ende, das dem mittleren Abschnitt 35 des Rotorelements 27 zugewandt ist, weist der Vorsprung 45 des ersten bzw. zweiten Statorelements 23, 25 jeweils einen Fortsatz 47 auf, der sich vom Vorsprung 45 des Statorelements 23, 25 in radialer Richtung nach außen erstreckt. Der innere Abschnitt 43 des ersten und des zweiten Statorelements 23, 25 weist somit eine L-Form auf, die den Vorsprung 45 und den Fortsatz 47 umfasst.

[0040] Der Vorsprung 45 und der Fortsatz 47 des jeweiligen Statorelements 23, 25 sind somit im Bereich einer Einschnürung des Rotorelements 27 angeordnet, die durch den mittleren Abschnitt 35 des Rotorelements 27 gebildet ist. Umgekehrt ist auch der äußere Abschnitt 37 des Rotorelements 27 in einer Aussparung 49 des jeweiligen Statorelements 23, 25 angeordnet. Nach der Montage der Dichtvorrichtung 21 bilden somit Wandabschnitte des Rotorelements 27 mit Wandabschnitten des ersten und des zweiten Statorelements 23, 25 eine labyrinthartige Struktur mit unterschiedlich großen Querschnittsflächen.

[0041] Zwischen dem Vorsprung 45 des ersten Statorelements 23 und dem inneren Abschnitt 33 des Rotorelements 27 ist ein erster Spalt 51 gebildet, der eine kleine Querschnittsfläche sowie eine Eintrittsöffnung 53 und eine Austrittsöffnung 55 aufweist. Die Eintrittsöffnung 53 des ersten Spalts 51 ist zu dem das Schmiermittel enthaltenden Raum 17 offen, während die Austrittsöffnung 55 mit einem ersten Expansionsraum 57 verbunden ist.

[0042] Der erste Expansionsraum 57 weist eine größere Querschnittsfläche als der erste Spalt 51 auf. Ferner ist der erste Expansionsraum 57 durch einen jeweiligen Wandabschnitt des inneren, mittleren und äußeren Abschnitts 33, 35, 37 des Rotorelements 27 und durch einen Wandabschnitt eines inneren Abschnitts 43 des ersten Statorelements 23 gebildet, wobei dieser Wandabschnitt durch den Vorsprung 45 und den Fortsatz 47 gebildet ist.

[0043] Da bei Betrieb des Vakuumgeräts bzw. der Vakuumpumpe in dem schmiermittelfreien Raum 19 ein geringerer Druck vorliegt als in dem das Schmiermittel enthaltenden Raum 17, tritt aufgrund der Druckdifferenz zwischen den beiden Räumen 17, 19 ein Gemisch aus einem Gas und Schmiermittel in die Eintrittsöffnung 53 des ersten Spalts 51 ein, wie dies in Fig. 3E gezeigt ist. Fig. 3E stellt einen Bereich des Rotorelements 27 und des ersten Statorelements 23 vergrößert dar, der in Fig. 3D mit B bezeichnet ist.

[0044] Es wurde erkannt, dass innerhalb des ersten Spalts 51 eine nahezu laminare Strömung des Gemischs aus Gas und Schmiermittel vorliegt. Beim Vorbeiströmen von Molekülen des Schmiermittels an Wänden des ersten Spalts 51 setzen sich zwar Moleküle des Schmiermittels an diesen Wänden ab. Aufgrund der nahezu laminaren Strömung des Gemischs aus Schmiermittel und Gas treffen jedoch die Moleküle des Schmiermittels, die sich in einem mittleren Bereich des ersten Spalts 51 zwischen den Wänden bewegen, nicht auf die Wände. Diese Moleküle des Schmiermittels würden folglich weiterhin in den schmiermittelfreien Raum 19 gelangen, wenn die Räume 17, 19 lediglich durch einen Spalt mit konstanter Querschnittsfläche verbunden wären, wie dies im Stand der Technik üblich ist.

[0045] Wenn das Gemisch aus Gas und Schmiermittel jedoch bei der erfindungsgemäßen Dichtvorrichtung 21 aus der Austrittsöffnung 55 des ersten Spalts 51 austritt, verringert sich dessen Geschwindigkeit gemäß dem Bernoullischen Gesetz, da die Querschnittsfläche des ersten Expansionsraums 57 größer als die Querschnittsfläche des ersten Spalts 51 ist. Ferner treten aufgrund lokaler Unterdruckbereiche Turbulenzen im ersten Expansionsraum 57 auf. Dies führt dazu, dass im ersten Expansionsraum 57 die Wahrscheinlichkeit für ein Auftreffen von Molekülen des Schmiermittels auf die Wandabschnitte des Rotorelements 27 bzw. des ersten Statorelements 23 im Vergleich zum ersten Spalt 51 deutlich erhöht ist.

[0046] Zwischen einer Innenfläche des äußeren Abschnitts 37 des Rotorelements 27 und dem Fortsatz 47 am Vorsprung 45 des ersten Statorelements 23 ist ferner ein zweiter Spalt 59 gebildet. Eine Eintrittsöffnung 61 des zweiten Spalts 59 steht mit dem ersten Expansionsraum 57 in Verbindung, während eine Austrittsöffnung 63 des zweiten Spalts 59 mit einem zweiten Expansionsraum 65 verbunden ist. Der zweite Expansionsraum 65 weist wiederum eine größere Querschnittsfläche als der zweite Spalt 59 auf, so dass die Geschwindigkeit des Gemischs aus Gas und Schmiermittel wiederum beim Eintreten in den zweiten Expansionsraum 65 verringert wird. Ferner treten wiederum auch im zweiten Expansionsraum 65 Turbulenzen aufgrund lokaler Unterdruckbereiche auf.

[0047] Der zweite Expansionsraum 65 ist durch Wandabschnitte des äußeren Abschnitts 37 des Rotorelements 27 und durch gegenüberliegende Wandabschnitte des ersten Statorelements 23 gebildet. Aufgrund der profilierten Außenfläche des äußeren Ab-

schnitts 37 des Rotorelements 27 mit in radialer Richtung verlaufenden Flächen 41 und Schrägflächen 39 weist der zweite Expansionsraum 65 eine innere Struktur mit Verengungen und Erweiterungen auf, die jeweils unterschiedlich große Querschnittsflächen aufweisen. Dadurch wird die Turbulenz innerhalb des zweiten Expansionsraums 65 im Vergleich zum ersten Expansionsraum 57 zusätzlich erhöht. An den zweiten Expansionsraum 65 schließt ferner in radialer Richtung eine der Abflussöffnungen 29 des ersten und des zweiten Statorelements 23, 25 sowie in axialer Richtung ein weiterer Expansionsraum des zweiten Statorelements 25 an.

[0048] Das erste und das zweite Statorelement 23, 25 sind baugleich und lediglich auf unterschiedlichen Seiten des Rotorelements 27 angeordnet. Das erste und das zweite Statorelement 23, 25 sind ferner bezüglich des Rotorelements 27 symmetrisch zueinander angeordnet. Wie man in Fig. 3C und 3D erkennen kann, wiederholt sich somit zwischen dem Rotorelement 27 und dem zweiten Statorelement 25 die Abfolge zweier weiterer Expansionsräume und zweier weiterer Spalte wie zwischen dem Rotorelement 27 und dem ersten Statorelement 23, jedoch in umgekehrter Reihenfolge. Somit müssen die Moleküle der Strömung aus Gas und Schmiermittel, die in die Eintrittsöffnung 53 des ersten Spalts 51 eintreten, auf dem Weg bis zum Eintreten in den schmiermittelfreien Raum einen vergleichsweise langen und labyrinthartigen Weg durchlaufen, innerhalb dessen mehrere Übergänge zwischen einem jeweiligen Spalt mit einer kleinen Querschnittsfläche und einem jeweiligen Expansionsraum mit größerer Querschnittsfläche angeordnet sind.

[0049] Im Vergleich zu einem oder mehreren Spalten mit einer konstanten Querschnittsfläche ist somit innerhalb der erfindungsgemäßen Dichtvorrichtung 21 die Wahrscheinlichkeit deutlich erhöht, dass Moleküle des Schmiermittels auf einen Wandabschnitt des Rotorelements 27 bzw. des ersten oder zweiten Statorelements 23, 25 auftreffen. Die Moleküle des Schmiermittels werden ferner auch durch die Rotationsbewegung des Rotorelements 27 in radialer Richtung nach außen beschleunigt. Dadurch bewegen sie sich entlang der in radialer Richtung verlaufenden Flächen 41, entlang der Schrägflächen 39 des äußeren Abschnitts 37 des Rotorelements 27 und entlang einer Schrägfläche 67 des ersten bzw. zweiten Statorelements 21, 23 zur Abflussöffnung 29 des Statorelements 23, 25 und in den Abflusskanal 31 im Gehäuse 11, der wiederum mit dem nicht dargestellten Schmiermittelsumpf in Verbindung steht. Die erfindungsgemäße Dichtvorrichtung 21 verbessert somit die Trennung von Gas und Schmiermittel, welche aus dem das Schmiermittel enthaltenden Raum 17 in die Dichtvorrichtung 21 eintreten.

[0050] In Fig. 4A, 4B und 4C ist eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Vakuumgeräts dargestellt. Diese unterscheidet sich von der in Fig. 1 bis Fig. 3E dargestellten Ausführungsform einerseits dadurch, dass der mittlere Abschnitt 35 des Rotorelements 27 in drei Teilabschnitte unterteilt ist, und zwar in einen

inneren Teilabschnitt 71, einen mittleren Teilabschnitt 73 und einen äußeren Teilabschnitt 75. Dabei weist der mittlere Teilabschnitt 73 eine größere Erstreckung in axialer Richtung bzw. größere Breite als der innere und äußere Teilabschnitt 71, 75 auf. Da das erste und das zweite Statorelement 23, 25 entsprechende Vorsprünge aufweisen, ist somit insgesamt zwischen dem Rotorelement 27 und dem ersten bzw. zweiten Statorelement 23, 25 eine Struktur mit insgesamt zehn Spalten und zehn Expansionsräumen gebildet.

[0051] Darüber hinaus weisen die Expansionsräume der zweiten Ausführungsform im Gegensatz zur ersten Ausführungsform zusätzliche Schrägflächen auf, die durch entsprechende Wandabschnitte des ersten bzw. zweiten Statorelements 23, 25 gebildet sind. Aufgrund der größeren Anzahl von Spalten und Expansionsräumen im Vergleich zur ersten Ausführungsform ist somit bei der zweiten Ausführungsform die Wahrscheinlichkeit für das Auftreffen von Molekülen des Schmiermittels auf Wandabschnitte des Rotorelements 27 bzw. des ersten oder zweiten Statorelements 23, 25 weiter erhöht. Dadurch wird die Abdichtung des schmiermittelfreien Raums 19 gegenüber dem das Schmiermittel enthaltenden Raum 17 mit der Dichtvorrichtung 21 gemäß der zweiten Ausführungsform nochmals verbessert.

Bezugszeichenliste

[0052]

11	Gehäuse
13	Welle
14	Wellenachse
15	Lager
17	Schmiermittel enthaltender Raum
19	schmiermittelfreier Raum
21	Dichtvorrichtung
23	erstes Statorelement
25	zweites Statorelement
27	Rotorelement
29	Abflussöffnung des Statorelements
31	Abflusskanal
33	innerer Abschnitt des Rotorelements
35	mittlerer Abschnitt des Rotorelements
37	äußerer Abschnitt des Rotorelements
39	Schrägfläche des Rotors
41	in radialer Richtung verlaufende Fläche des Rotors
43	innerer Abschnitt des Statorelements
45	Vorsprung des Statorelements
47	Fortsatz
49	Aussparung des Statorelements
51	erster Spalt
53	Eintrittsöffnung des ersten Spalts
55	Austrittsöffnung des ersten Spalts
57	erster Expansionsraum
59	zweiter Spalt
61	Eintrittsöffnung des zweiten Spalts
63	Austrittsöffnung des zweiten Spalts

- 65 zweiter Expansionsraum
- 67 Schrägfläche des Stators
- 71 innerer Teilabschnitt
- 73 mittlerer Teilabschnitt
- 75 äußerer Teilabschnitt

5

Patentansprüche

1. Vakuumgerät, insbesondere Vakuumpumpe, mit einem schmiermittelfreien Raum (19) und einem ein Schmiermittel enthaltenden Raum (17) sowie mit einer drehbar gelagerten Welle (13), die zumindest abschnittsweise in den beiden Räumen (17, 19) angeordnet ist, wobei zwischen den Räumen (17, 19) eine Dichtvorrichtung (21) vorgesehen ist, durch welche die Welle (13) hindurchtritt, wobei die Dichtvorrichtung (21) umfasst:

ein Rotorelement (27), das mit der Welle (13) drehfest verbunden ist,
 ein erstes Statorelement (23), das drehfest zwischen den Räumen (17, 19) angeordnet ist, wobei zwischen dem ersten Statorelement (25) und dem Rotorelement (27) ein erster Spalt (51) mit einer Eintrittsöffnung (53) gebildet ist, welche zu dem das Schmiermittel enthaltenden Raum (17) offen ist, wobei der erste Spalt (51) gegenüberliegend zu der Eintrittsöffnung (53) eine Austrittsöffnung (55) aufweist, die mit einem ersten Expansionsraum (57) verbunden ist, der eine größere Querschnittsfläche als der erste Spalt (51) aufweist und der durch Wandabschnitte des Rotorelements (27) und des ersten Statorelements (23) gebildet ist, und wobei der erste Expansionsraum (57) mit einem Schmiermittelsumpf in Verbindung steht.

2. Vakuumgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem ersten Statorelement (23) und dem Rotorelement (27) ein zweiter Spalt (59) gebildet ist, dessen Eintrittsöffnung (61) mit dem ersten Expansionsraum (57) in Verbindung steht, und dass der zweite Spalt (59) gegenüberliegend zu der Eintrittsöffnung (61) eine Austrittsöffnung (63) aufweist, die mit einem zweiten Expansionsraum (57) verbunden ist, der eine größere Querschnittsfläche als der zweite Spalt (59) aufweist und der durch Wandabschnitte des Rotorelements (27) und des ersten Statorelements (23) gebildet ist.
3. Vakuumgerät nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rotorelement (27) einen inneren Abschnitt (33), durch welchen die Welle (13) in einer axialen Richtung hindurchtritt, einen mittleren Abschnitt (35), der

sich in einer bezogen auf die Welle (13) radialen Richtung an den inneren Abschnitt (33) anschließt, und einen äußeren Abschnitt (37) aufweist, der sich in der radialen Richtung an den mittleren Abschnitt (35) anschließt, wobei der mittlere Abschnitt (35) in der axialen Richtung eine kleinere Erstreckung als der innere und der äußere Abschnitt (33, 37) aufweist.

4. Vakuumgerät nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein innerer Abschnitt (43) des ersten Statorelements (23) in der radialen Richtung zwischen dem inneren und dem äußeren Abschnitt (33, 37) des Rotorelements (27) angeordnet ist und Wandabschnitte des jeweiligen inneren Abschnitts (43) des ersten Statorelements (23) und des Rotorelements (27) den ersten Spalt (51) bilden.

5. Vakuumgerät nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Expansionsraum (57) durch Wandabschnitte des inneren Abschnitts (43) des ersten Statorelements (23) und durch Wandabschnitte des inneren, des mittleren und des äußeren Abschnitts (33, 35, 37) des Rotorelements (27) gebildet ist.

6. Vakuumgerät nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mittlere Abschnitt (35) des Rotorelements (37) einen inneren, einen mittleren und einen äußeren Teilabschnitt (71, 73, 75) umfasst, wobei der mittlere Teilabschnitt (73) in der axialen Richtung eine größere Erstreckung als der innere und der äußere Teilabschnitt (71, 75) aufweist.

7. Vakuumgerät nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Statorelement (23) zumindest eine axiale Aussparung (49) aufweist, innerhalb derer ein sich in axialer Richtung erstreckender Abschnitt (37) des Rotorelements (27) angeordnet ist.

8. Vakuumgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rotorelement (27) in einer bezogen auf die Welle (13) axialen Richtung zumindest eine Verengung (35) aufweist, in der ein axialer Vorsprung (45) des ersten Statorelements (23) derart angeordnet ist, dass durch die Verengung (35) des Rotorelements (27) und den axialen Vorsprung (45) des ersten Statorelements (23) der erste und der zweite Spalt (51, 59) sowie der erste und der zweite Expansionsraum (57, 65) gebildet sind.

9. Vakuumgerät nach zumindest einem der vorstehen-

den Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
das erste Statorelement (23) zumindest eine Abflus-
söffnung (29) aufweist, die mit dem Schmiermittel-
sumpf in Verbindung steht und die insbesondere an
einem Außenumfang des Statorelements (23) ange- 5
ordnet ist.

10. Vakuumgerät nach zumindest einem der vorstehen-
den Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 10
die Dichtvorrichtung (21) ein zweites Statorelement
(25) umfasst, das an derjenigen Seite des Rotorele-
ments (27) angeordnet ist, die dem schmiermittel-
freien Raum (19) zugewandt ist, während das erste
Statorelement (23) an der gegenüberliegenden Sei- 15
te des Rotorelements (27) angeordnet ist, die dem
ein Schmiermittel enthaltenden Raum (17) zuge-
wandt ist.
11. Vakuumgerät nach Anspruch 10, 20
dadurch gekennzeichnet, dass
das erste und das zweite Statorelement (23, 25) bau-
gleich sind.
12. Vakuumgerät nach Anspruch 10 oder 11, 25
dadurch gekennzeichnet, dass
das erste und das zweite Statorelement (23, 25) be-
züglich des Rotorelements (27) symmetrisch aufge-
baut und/oder angeordnet sind. 30
13. Vakuumgerät nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Rotorelement (27) bezüglich des ersten und
zweiten Statorelements (23, 25) symmetrisch auf-
gebaut ist. 35
14. Vakuumgerät nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
gekennzeichnet durch
ein Gehäuse (11), innerhalb dessen das erste
und/oder das zweite Statorelement (23, 25) drehfest 40
sowie das Rotorelement (27) drehbar angeordnet
sind und das einen Abflusskanal (31) für das
Schmiermittel aufweist, der zumindest einer Abflus-
söffnung (29) des ersten und/oder des zweiten Sta-
torelements (23, 25) und mit dem Schmiermittel- 45
sumpf in Verbindung steht.
15. Vakuumgerät nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass 50
das Rotorelement (27) und/oder das erste und/oder
das zweite Statorelement (23, 25) Schrägflächen
(39, 67) aufweisen, die zum Führen und/oder für das
Abtropfen des Schmiermittels vorgesehen sind.

55

Fig. 1

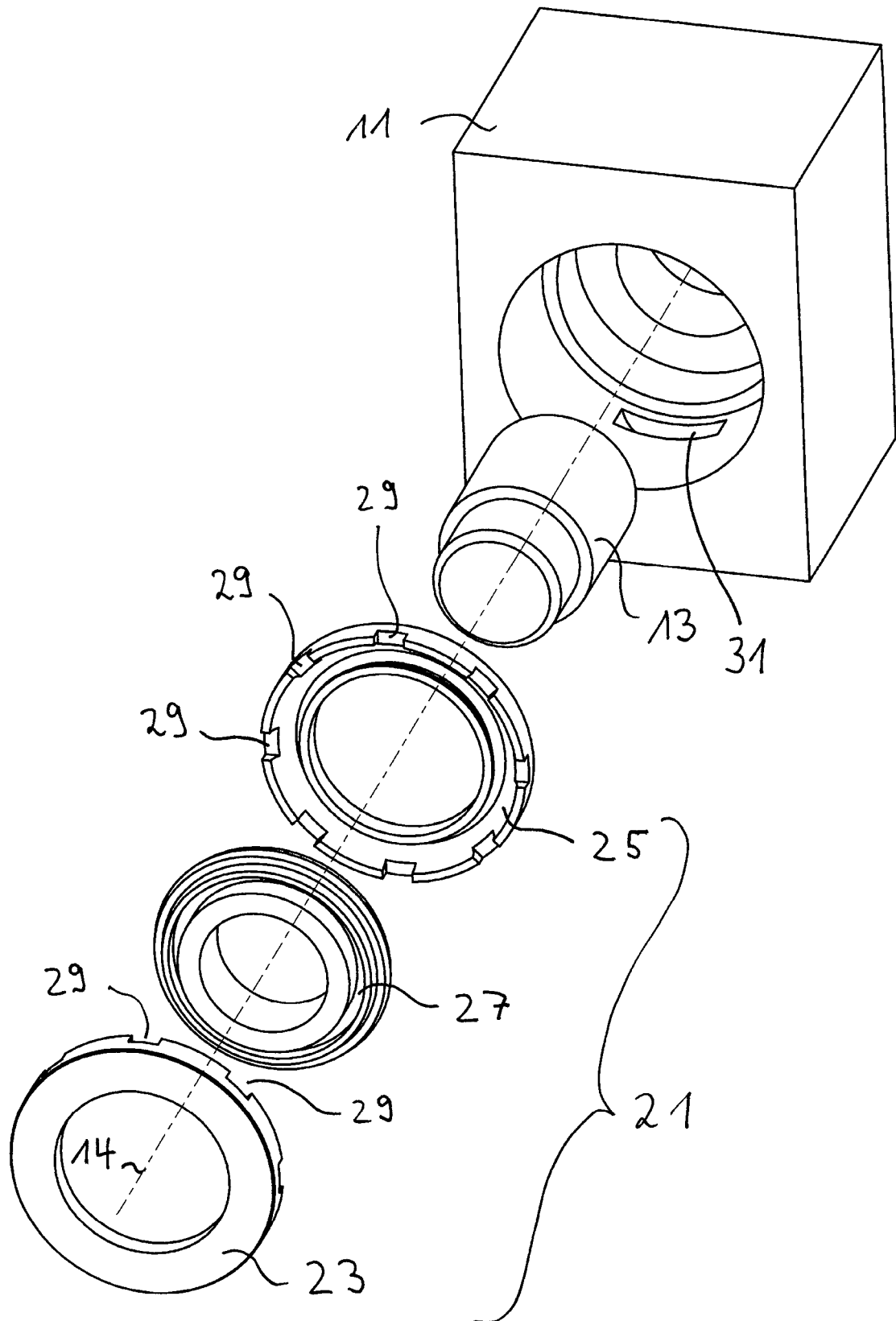
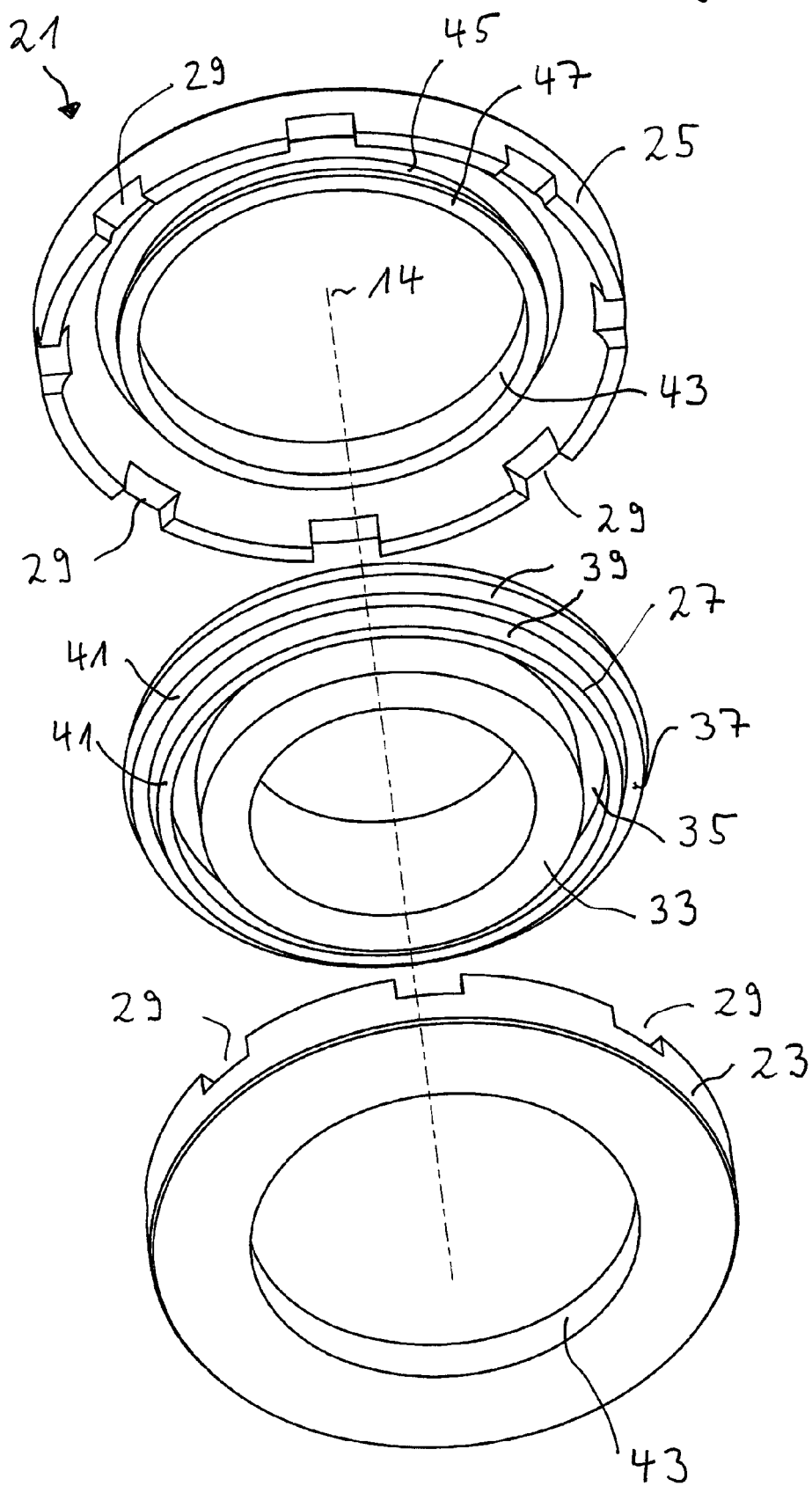


Fig. 2



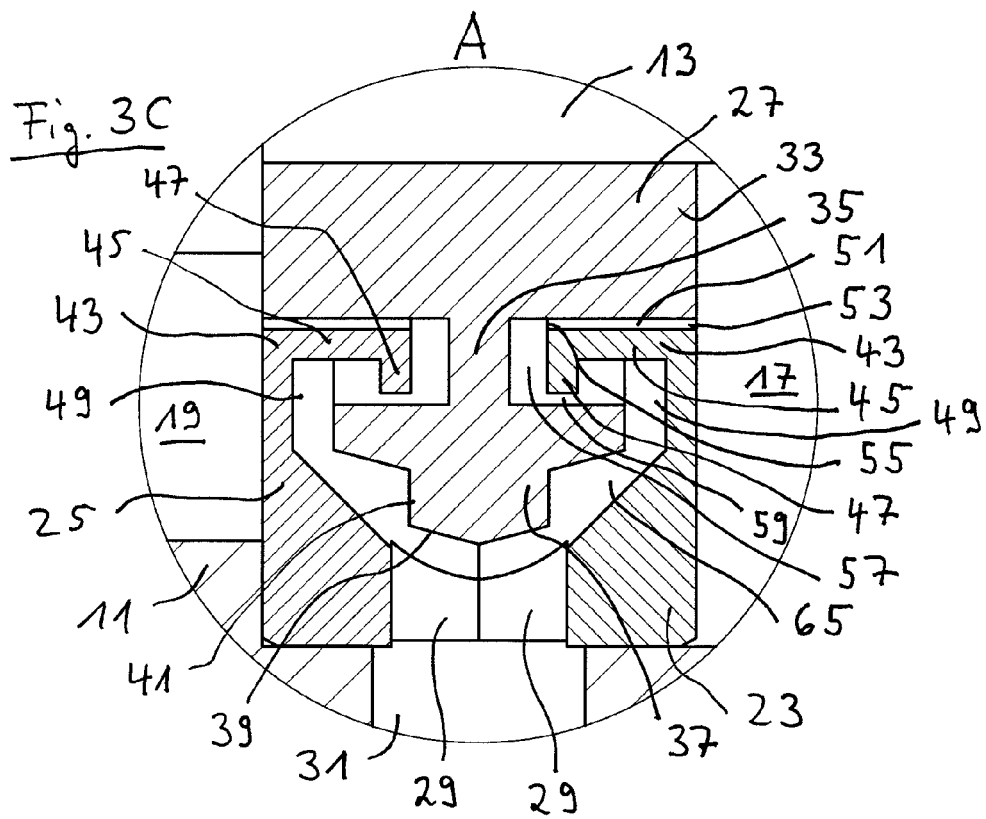
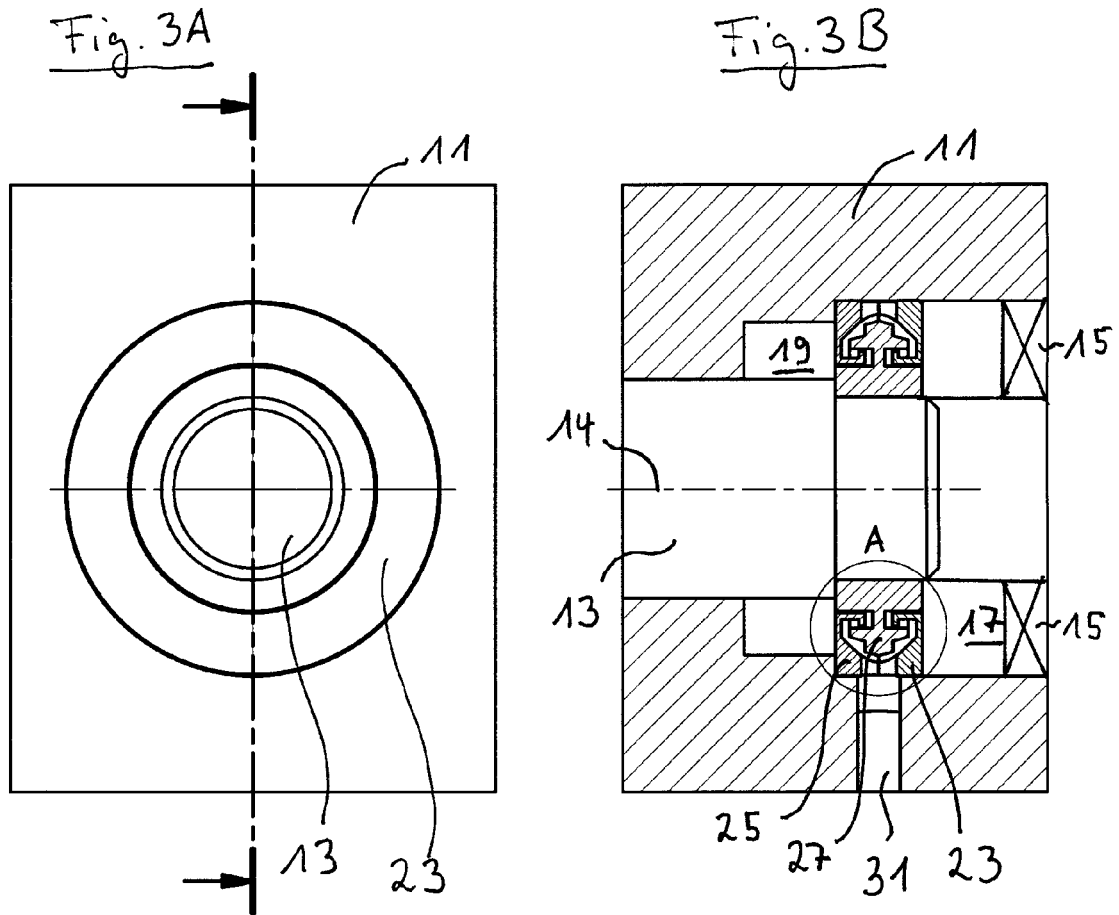


Fig. 3D

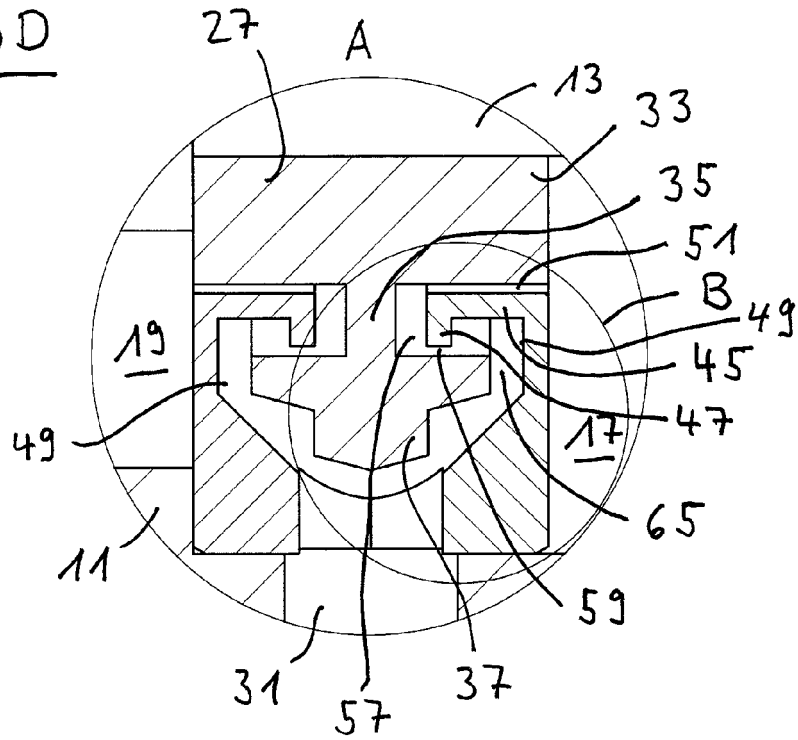


Fig. 3E

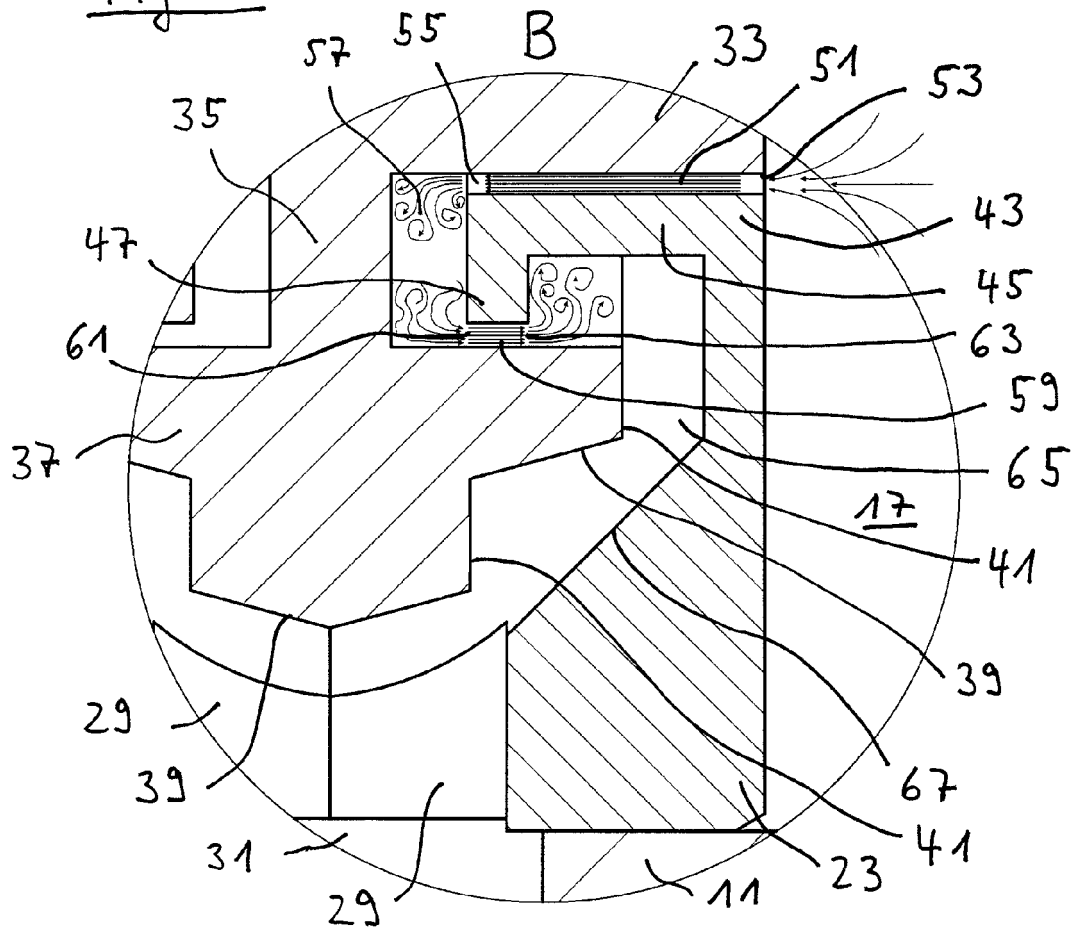


Fig. 4A

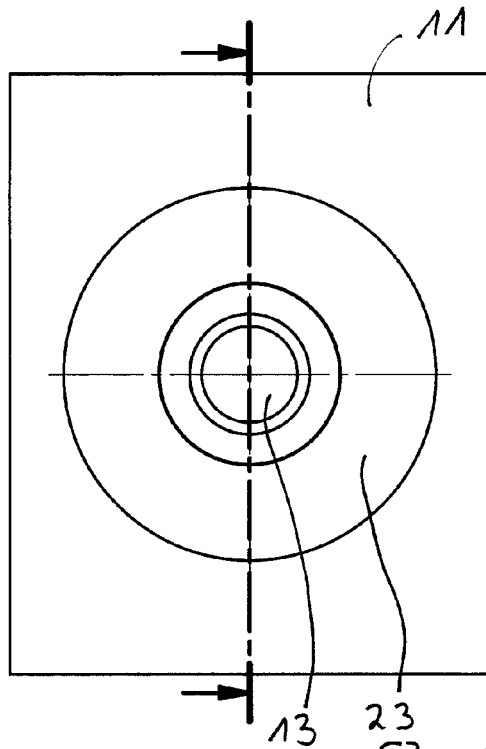


Fig. 4B

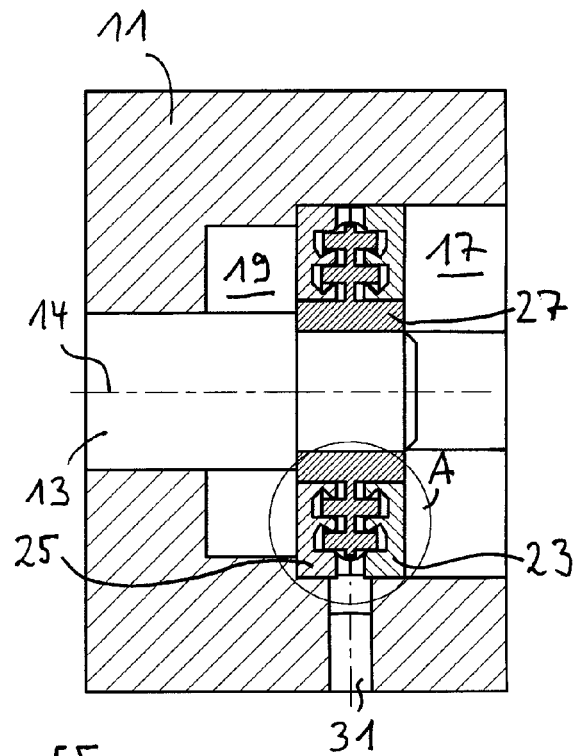
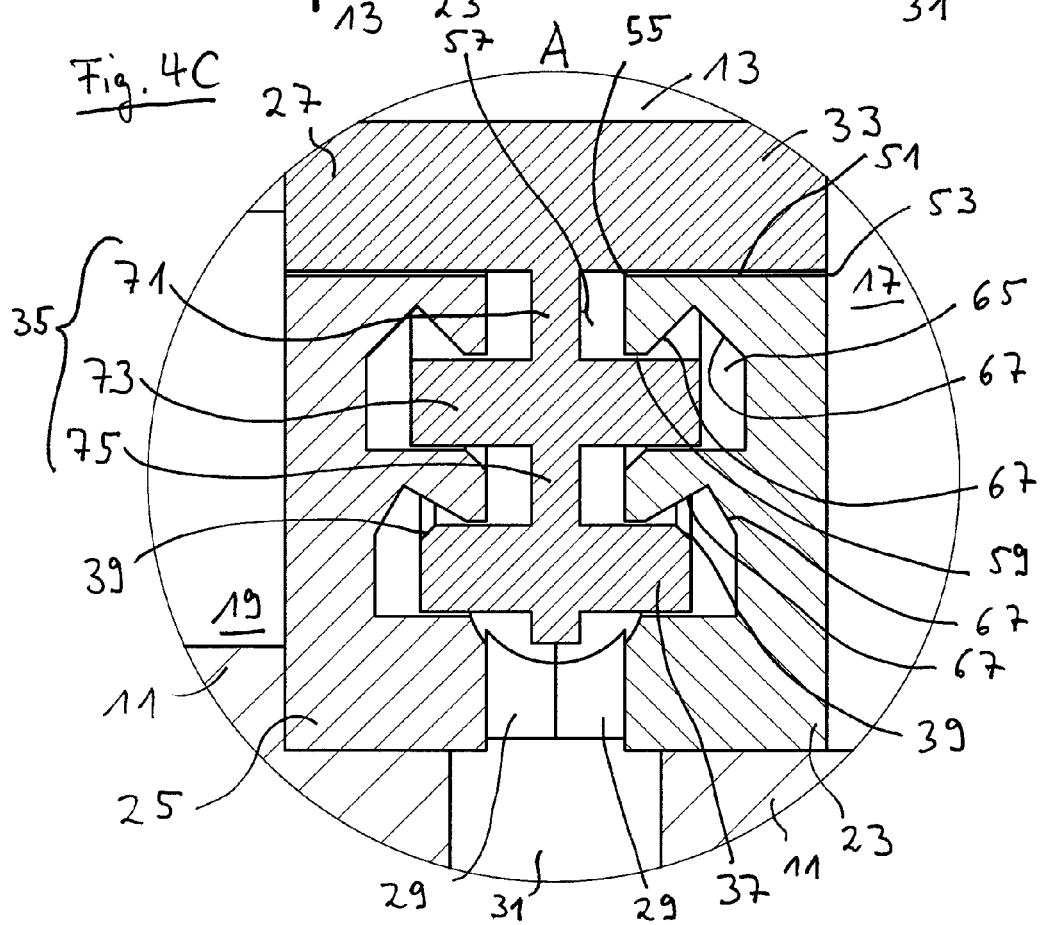


Fig. 4C





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 17 16 8193

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	EP 1 273 801 A2 (TOYOTA JIDOSHOKKI KK [JP]) 8. Januar 2003 (2003-01-08) * Absätze [0026] - [0028], [0031], [0033], [0035] - [0040] * * Abbildungen 1(a), 4(b), 6 *	1-4, 7-10,14, 15	INV. F04D19/04 F04D29/063 F04D29/10 ADD. F04D29/08
X	DE 10 2005 015212 A1 (LEYBOLD VAKUUM GMBH [DE]) 5. Oktober 2006 (2006-10-05) * Absätze [0026], [0027], [0034] * * Abbildung 1 *	1,2,7,9, 10,14	
X	EP 2 431 613 A2 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 21. März 2012 (2012-03-21) * Absätze [0020], [0021], [0028] - [0031], [0033] * * Abbildungen 1,2 *	1,7,9, 10,14,15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D F04B F04C F16J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 17. Oktober 2017	Prüfer Gombert, Ralf
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 17 16 8193

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.

17-10-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1273801 A2	08-01-2003	DE 60207153 D1	15-12-2005
		DE 60207153 T2	27-07-2006
		EP 1273801 A2	08-01-2003
		JP 4617615 B2	26-01-2011
		JP 2003021088 A	24-01-2003
		TW 585971 B	01-05-2004
		US 2003007881 A1	09-01-2003

DE 102005015212 A1	05-10-2006	CA 2601180 A1	12-10-2006
		CN 101156008 A	02-04-2008
		DE 102005015212 A1	05-10-2006
		EP 1866560 A1	19-12-2007
		JP 2008534877 A	28-08-2008
		KR 20070118158 A	13-12-2007
		US 2009140495 A1	04-06-2009
		WO 2006106069 A1	12-10-2006

EP 2431613 A2	21-03-2012	DE 102010045881 A1	22-03-2012
		EP 2431613 A2	21-03-2012

EPO FORM P0461

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