



(11) **EP 3 171 030 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.05.2017 Patentblatt 2017/21

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 (2006.01) **F04D 29/08** (2006.01)
F04D 29/60 (2006.01) **F04D 29/66** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15195364.3**

(22) Anmeldetag: **19.11.2015**

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

- **Schweighöfer, Michael**
35641 Schöffengrund (DE)
- **Lohse, Martin**
35586 Wetzlar (DE)
- **Hofmann, Jan**
35305 Grünberg (DE)
- **Walz, Robert**
35781 Weilburg (DE)

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

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

(72) Erfinder:
• **Stoll, Tobias**
35644 Hohenaar (DE)

(54) **VAKUUMPUMPE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend
- ein Gehäuse mit zumindest einer mit einer Öffnung einer externen Einrichtung, insbesondere Rezipient, verbindbare Öffnung, die zumindest abschnittsweise von einem eine Montageebene definierenden Montageabschnitt umgeben ist, der vorzugsweise zylinderförmig ausgebildet ist, und
- ein separates Montageelement zur spannungsfreien Montage des Gehäuses an die externe Einrichtung, wo-

bei das Montageelement mit der externen Einrichtung koppelbar ist und ein Fixierungsmittel zur Herstellung einer kraftschlüssigen Verbindung zwischen dem Montageelement und dem Montageabschnitt aufweist. Alternativ kann das Montageelement mit dem Montageabschnitt koppelbar ausgestaltet sein und ein Fixierungsmittel zur Herstellung einer kraftschlüssigen Verbindung zwischen dem Montageelement und der externen Einrichtung aufweisen.

EP 3 171 030 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, mit einem Gehäuse mit zumindest einer Öffnung, die mit einer Öffnung einer externen Einrichtung verbindbar ist.

[0002] Vakuumpumpen werden in den unterschiedlichsten technischen Prozessen eingesetzt, um ein für den jeweiligen Prozess notwendiges Vakuum zu schaffen. Eine Vakuumpumpe umfasst typischerweise ein Gehäuse, das einen Pumpenraum mit einer Rotorwelle einschließt. In dem Pumpenraum ist in der Regel eine Pumpstruktur der Vakuumpumpe angeordnet, die in dem Pumpenraum bzw. in einem zu evakuierenden Bereich (Rezipient) vorhandenes Gas von einem Einlass zu einem Auslass der Vakuumpumpe fördert.

[0003] Dabei ist es unter anderem erforderlich, zwischen dem Einlass der Pumpe und dem Rezipienten eine gasdichte Verbindung herzustellen. Diese Verbindung sollte weder durch während des Betriebs der Pumpe auftretende Vibrationen noch durch gegebenenfalls während der Pumpenmontage verursachte Spannungen beeinträchtigt werden. Derartige Spannungen können beispielsweise auftreten, wenn der Einlass der Pumpe mittels eines mehrfach zu verschraubenden Flanschs mit dem Rezipienten verbunden wird. Hier besteht grundsätzlich die Gefahr, dass sich bei der Montage eine Schraube verkantet, was schließlich zu Spannungen führt. Insbesondere wenn die Pumpe an zwei oder mehr Stellen, beispielsweise an zwei Einlässen, befestigt bzw. angeschlossen werden soll, ist es in der Regel schwierig, eine völlig spannungsfreie Befestigung sicherzustellen. Wird nämlich an einer der Stellen eine Verbindung hergestellt, gestaltet sich die Herstellung weiterer Verbindungen aufgrund in der Praxis kaum vermeidbarer Toleranzen als schwierig. Generell besteht vor allem bei auf einem Formschluss beruhenden Verbindungen die Schwierigkeit, einen Toleranzausgleich herzustellen, der auftretende Spannungen kompensieren kann.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vakuumpumpe bereitzustellen, welche die vorstehend beschriebenen Probleme überwindet und die sich sowohl bei einer einseitigen als auch bei einer mehrseitigen Aufhängung spannungsfrei befestigen lässt und dadurch verbesserte gasdichte Eigenschaften aufweist.

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst.

[0006] Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfasst

- ein Gehäuse mit zumindest einer mit einer Öffnung einer externen Einrichtung, insbesondere Rezipient, verbindbare Öffnung, die zumindest abschnittsweise von einem eine Montageebene definierenden Montageabschnitt umgeben ist, der vorzugsweise zylinderförmig ausgebildet ist, und
- ein separates Montageelement zur spannungsfreien

Montage des Gehäuses an die externe Einrichtung, wobei das Montageelement mit der externen Einrichtung koppelbar ist und ein Fixierungsmittel zur Herstellung einer kraftschlüssigen Verbindung zwischen dem Montageelement und dem Montageabschnitt aufweist. Alternativ ist es möglich, das Montageelement mit dem Montageabschnitt koppelbar auszugestalten und es mit einem Fixierungsmittel zur Herstellung einer kraftschlüssigen Verbindung zwischen dem Montageelement und der externen Einrichtung zu versehen.

[0007] Der vorstehend erwähnte Toleranzausgleich erfolgt elegant über die kraftschlüssige Verbindung, so dass die Pumpe spannungsfrei in ein Vakuumsystem einbindbar ist.

[0008] Bei der Öffnung im Gehäuse der Vakuumpumpe handelt es sich vorzugsweise um einen Einlass, durch welchen ein in einem zu evakuierenden Bereich vorhandenes Gas in das Gehäuseinnere der Vakuumpumpe gepumpt wird. Bei der Öffnung kann es sich allerdings auch um einen Auslass der Vakuumpumpe handeln, durch welchen das zu evakuierende Gas aus dem Gehäuse ausgestoßen wird.

[0009] Bei der externen Einrichtung handelt es sich bevorzugt um einen Rezipienten, d.h. einen zu evakuierenden Bereich, welcher mit der Öffnung eines Pumpeneinlasses verbunden ist. Der Rezipient kann beispielsweise Teil eines wissenschaftlichen Instruments sein (z.B. Massenspektrometer oder Elektronenmikroskop). Bei der externen Einrichtung kann es sich auch um eine Vorvakuumpumpe, beispielsweise eine Membranpumpe, handeln, die mit einer Öffnung eines Pumpenauslasses verbunden ist, so dass die erfindungsgemäße Vakuumpumpe das zu pumpende Gas nicht gegen den Atmosphärendruck ausstoßen muss.

[0010] Bei dem vorzugsweise zylinderförmig ausgebildeten Montageabschnitt kann es sich um einen Flansch, insbesondere Vakuumflansch, handeln. Der Montageabschnitt kann beispielsweise auch als ovales, rechteckiges, viereckiges oder sechseckiges Hohlprofil ausgebildet sein.

[0011] Das separate für eine spannungsfreie Montage vorgesehene Montageelement ist vorzugsweise an die Geometrie des Montageabschnitts angepasst; es weist also im Wesentlichen dieselbe Geometrie wie der Montageabschnitt auf. Insbesondere ist das Montageelement ringförmig, wobei der Montageabschnitt dann zylinderförmig ausgebildet ist. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei dem Montageelement um einen Überwurfring oder auch eine Überwurfhülse, der oder die auf den Montageabschnitt des Gehäuses oder einen entsprechenden Montageabschnitt einer externen Einrichtung aufgesteckt oder aufgeschoben werden kann.

[0012] Das Montageelement besteht vorzugsweise aus Metall und ist bevorzugt einstückig ausgebildet.

[0013] Das Fixierungsmittel des Montageelements zur

Herstellung der kraftschlüssigen Verbindung zwischen dem Montageelement und dem Montageabschnitt umfasst vorzugsweise eine sich in Richtung der externen Einrichtung erweiternde Innenfläche, die mit einer Außenfläche des Montageabschnitts eine Nut zur Aufnahme eines Dichtungsringes bildet.

[0014] Das Fixierungsmittel des Montageelements zur Herstellung der kraftschlüssigen Verbindung zwischen dem Montageelement und der externen Einrichtung umfasst vorzugsweise eine sich in entgegengesetzter Richtung, d.h. in Richtung der Vakuumpumpe, erweiternde Innenfläche, die mit einer Außenfläche des Montageabschnitts der externen Einrichtung eine Nut zur Aufnahme eines Dichtungsringes bildet.

[0015] Das Fixierungsmittel ist bevorzugt einstückig mit dem Montageelement ausgebildet.

[0016] Der Dichtungsring besteht vorzugsweise aus einem elastischen Werkstoff (z.B. Gummi) und wird unter elastischer Vorspannung in die Nut eingedrückt. Die Nuttiefe ist in der Regel so gewählt, dass der Dichtungsring sich bei der Vormontage (d.h. bevor die Pumpe mit der externen Einrichtung verbunden wird) nicht vollständig in den durch die Nut gebildeten Hohlraum einfügt. Mit anderen Worten, der Dichtungsring kann aus der Nut herausragen. In diesem Sinne kann es bevorzugt sein, dass die Nuttiefe geringer ist als der Querschnittsdurchmesser des Dichtungsringes.

[0017] Bei der Montage, d.h. bei der Verbindung einer externen Einrichtung mit einer Öffnung der Vakuumpumpe mit Hilfe des Montageelements, stützt sich der Dichtungsring entweder an dem Montageabschnitt (z.B. an einer Wand oder einem Flansch) der externen Einrichtung oder dem der Vakuumpumpe ab und verformt sich im Verlauf der weiteren Montage, wenn sich das Montageelement und der entsprechende Montageabschnitt aufeinander zubewegen. Dabei wird der Dichtungsring innerhalb der Nut axial komprimiert bzw. gestaucht und in radialer Richtung gestreckt. Dies bewirkt eine Klemmwirkung zwischen dem Fixierungsmittel des Montageelements und der Außenfläche des Montageabschnitts der Gehäuseöffnung oder des Montageabschnitts der externen Einrichtung. Daraus resultiert eine kraftschlüssige Verbindung.

[0018] Die Verformbarkeit des Dichtungsringes ermöglicht einen Toleranzausgleich zwischen dem Montageelement und dem Montageabschnitt. Vibrationen während des Betriebs der Pumpe werden ebenfalls aufgefangen. Zudem bewirkt der Toleranzausgleich eine Verbesserung der Dichtigkeitseigenschaften der Pumpe, da spannungsbedingte Leckagen nicht mehr auftreten.

[0019] Bei einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei der sich erweiternden Innenfläche des Fixierungsmittels um eine Fase oder eine konische Fläche. Die Fasenfläche oder die konische Fläche hat dabei einen Fasen- bzw. Konuswinkel (Neigungswinkel) zwischen 15° und 75°, bevorzugt zwischen 30° und 60°, besonders bevorzugt zwischen 40° und 50°, insbesondere von etwa 45°. Die Fasenbreite kann je nach Bauart

der Pumpe beispielsweise zwischen 0,1 und 4 cm, bevorzugt zwischen 0,2 und 3 cm, besonders bevorzugt zwischen 0,3 und 2 cm, betragen.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Montageelement, insbesondere der Überwurfing, an einer Innenseite eine als Anschlag wirkende Schulter oder Radialstufe auf. Die Schulter kann beim Anbringen des Montageelements an einer komplementären Schulter oder Radialstufe des Montageabschnitts der Öffnung bzw. der externen Einrichtung anschlagen, um so eine Ausgangsposition zur Montage zu definieren. Der Dichtungsring kann in dieser Position in die gebildete Nut eingedrückt werden und verbleibt vorzugsweise in dieser Position ohne herauszuspringen.

[0021] Gemäß einer anderen Ausführungsform weist das Montageelement Bohrungen und/oder radial verlaufende Einkerbungen zur axialen Verbindung oder Kopplung des Montageelements mit der externen Einrichtung bzw. des Montageelements mit dem Montageabschnitt der Vakuumpumpe auf. Die Bohrungen und/oder radial verlaufenden Einkerbungen sind dabei vorzugsweise gleichmäßig über den Umfang des Montageelements verteilt.

[0022] Durch die Bohrungen und/oder Einkerbungen können Schrauben oder Bolzen hindurchgeführt werden, die mit der externen Einrichtung bzw. mit dem Montageabschnitt der Vakuumpumpe verschraubt werden. Es sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass die Kopplung zwischen der externen Einrichtung und der Öffnung der Vakuumpumpe letztlich durch die mit Hilfe des Fixierungsmittels des Montageelements bereitgestellten Druckkräfte zustande kommt.

[0023] Ferner kann es vorgesehen sein, dass den Schrauben oder Bolzen Distanzhülsen zugeordnet sind, um zwischen der externen Einrichtung und der Vakuumpumpe einen optimalen Abstand zu einzustellen.

[0024] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung können den Bolzen und/oder Schrauben O-Ringe zugeordnet sein, welche die Schrauben und/oder Bolzen ver-rutschsicher oder verliersicher in den Bohrungen und/oder Einkerbungen festhalten. Diese vorzugsweise aus einem elastischen Kunststoff oder Gummi bestehenden O-Ringe können durch radial verlaufende Aussparungen oder Schlitze in dem Montageelement in die Bohrungen und/oder radial verlaufenden Einkerbungen eingeführt werden. Eine derartige Montagehilfe erleichtert die Installation der Pumpe, insbesondere wenn diese nur von einer Person durchgeführt wird.

[0025] Als eine weitere Montagehilfe können der Montageabschnitt der Öffnung oder der Montageabschnitt der externen Einrichtung eine Positionierhilfe umfassen, die mit einer Montagevorrichtung der externen Einrichtung bzw. der Öffnung der Vakuumpumpe zusammenwirkt. Beispielsweise legt die Positionierhilfe eine Ausgangsposition für die Kopplung zwischen der externen Einrichtung und der Vakuumpumpe fest, bevor die Bolzen und/oder Schrauben des Montageabschnitts fixiert werden. Beispielsweise kann es sich bei der Positionier-

hilfe um eine axiale Auskrugung des Montageabschnitts handeln, die mit einer komplementären Nut auf der Seite der externen Einrichtung zusammenwirkt. Auf diese Weise kann ein gegenseitiges Verrutschen während der Befestigung der Bolzen und/oder Schrauben verhindert werden. Die Positionierhilfe kann auch ein Zentrierabschnitt sein, der in die Öffnung der externen Einrichtung oder der Vakuumpumpe eingesteckt wird.

[0026] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Vakuumpumpe ist eine erste Öffnung, insbesondere ein erster Einlass, in Bezug auf eine Drehachse einer in dem Gehäuse angeordneten Pumpstufe an einer axialen Stirnseite der Vakuumpumpe angeordnet (axiale Öffnung). Ferner weist das Gehäuse zumindest eine zweite Öffnung, insbesondere einen zweiten Einlass, auf, die an einer in Bezug auf die Drehachse radialen Seitenwand des Gehäuses angeordnet ist (radiale Öffnung).

[0027] Die Kopplung an eine externe Einrichtung ist dabei an der ersten und/oder an der zweiten Öffnung mit Hilfe des separaten Montageelements, insbesondere Überwurfring, möglich. Vorzugsweise weisen beide Öffnungen einen eine Montageebene definierenden Montageabschnitt auf, wobei die Montageebenen der Öffnungen vorzugsweise senkrecht zueinander angeordnet sind.

[0028] Ferner kann es vorgesehen sein, dass die Vakuumpumpe neben der axialen Öffnung zwei oder mehr radial angeordnete Öffnungen, insbesondere Einlässe, aufweist. In einer bevorzugten Ausführungsform ist zwischen den radialen Öffnungen zumindest eine Pumpstufe angeordnet, besonders bevorzugt ist die Anordnung von zwei Pumpstufen.

[0029] Unter einer Pumpstufe einer Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, soll vorliegend insbesondere eine Anordnung aus zumindest je einer Rotor- und Statorscheibe verstanden werden, die einer Rotorwelle zugeordnet sind. Die Rotorscheiben sind beispielsweise im Einzelsägeverfahren hergestellt und auf die Rotorwelle gefügt. Eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, enthält üblicherweise mehrere Pumpstufen von in Reihe oder hintereinander paarweise angeordneten Rotor- und Statorscheiben. Jede Pumpstufe kann, wenn sie einem Einlass der Pumpe zugeordnet ist, einen bestimmten Druck in einem an den Einlass angeschlossenen Rezipienten bereitstellen, wobei dieser Druck für Pumpstufen in Richtung des Pumpenauslasses zunimmt. Bei einer Pumpstufe kann es sich auch um eine Vorvakuumpumpe, insbesondere Molekularpumpstufe, beispielsweise Holweck-Pumpstufe oder Siegbahn-Pumpstufe, handeln. Die Lagerung der Rotorwelle ist in der Regel - aber nicht zwingend - eine Hybridlagerung, beispielsweise mit einem Kugellager auf einer Auslass- oder Vorvakuumseite und einem Magnetlager auf einer Hochvakuumseite der Pumpe.

[0030] Vakuumpumpen mit zwei oder mehreren, insbesondere radial angeordneten, Einlässen, die auch als Splitflow-Vakuumpumpen bezeichnet werden, ermöglichen das Evakuieren von mehreren, insbesondere in

Reihe hintereinander angeordneten, Rezipienten mit unterschiedlichen, dort herrschenden Drücken. Derartige Pumpen enthalten typischerweise zwei bis sechs Einlässe, die entlang der Drehachse der Pumpe voneinander beabstandet angeordnet sind. Die Vakuumpumpen bestehen üblicherweise aus einem Stapel von hintereinander geschalteten Pumpstufen innerhalb des Gehäuses. In der Regel umfassen die Pumpstufen eine Turbomolekulareinheit mit zumindest einem Satz Rotor- und Statorscheiben und gegebenenfalls eine oder mehrere Vorvakuumpumpen. Typischerweise stehen die höchste Pumpgeschwindigkeit und der niedrigste Druckbereich am ersten, d.h. am allen weiteren Einlässen vorgeschalteten Einlass zur Verfügung. Die nachgeschalteten Einlässe befinden sich entsprechend ihrer Reihenfolge in höheren Druckbereichen und liefern niedrigere Pumpgeschwindigkeiten.

[0031] Gemäß einer Ausführungsform ist das Kompressionsverhältnis - beispielsweise für Stickstoff - zwischen zwei radial angeordneten Öffnungen der Pumpe größer als 10, insbesondere größer oder gleich 100.

[0032] Des Weiteren kann es bevorzugt sein, wenn zumindest zwei radial angeordnete Öffnungen zumindest abschnittsweise von einem gemeinsamen, eine Montageebene definierenden Montageabschnitt umgeben sind.

[0033] Die Abdichtung der beiden radial angeordneten Öffnungen gegeneinander kann derart erfolgen, dass ein erstes Dichtmittel, insbesondere ein erster Dichtring, beide Öffnungen umgibt, während ein zweites Dichtmittel, insbesondere ein zweiter Dichtring, nur eine der beiden Öffnungen umgibt. Auf diese Weise lässt sich der Abstand zwischen den beiden radial angeordneten Öffnungen minimieren, da nur ein Dichtmittel zwischen den Öffnungen angeordnet ist. Die gesamte axiale Baulänge der Pumpe kann so verringert werden.

[0034] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere gemäß einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen, die ein Gehäuse mit zumindest einer mit einer Öffnung einer externen Einrichtung, insbesondere Rezipient, verbindbare Öffnung umfasst, wobei die Öffnung zumindest abschnittsweise von einer eine Montageebene definierenden Montageeinrichtung umgeben ist. Ferner umfasst die Vakuumpumpe jeweils zumindest ein Dämpfungselement umfassende Befestigungselemente, insbesondere Schrauben und/ oder Bolzen, zur spannungsfreien Verbindung der Montageeinrichtung mit der externen Einrichtung.

[0035] Bei der Montageeinrichtung kann es sich insbesondere um den zuvor beschriebenen Montageabschnitt handeln, der vorzugsweise zylinderförmig ausgebildet ist. Bevorzugt handelt es sich jedoch bei der Montageeinrichtung, insbesondere bei radial angeordneten Öffnungen, um eine zumindest eine Öffnung umgebende Plattform, welche mit einer Öffnungsfläche der Öffnung eine Ebene bildet. Die Plattform kann dabei eine Fläche aufweisen, die um ein Mehrfaches größer ist als die Fläche der von der Plattform umgebenen Öffnung. Die Ge-

ometrie der Plattform ist grundsätzlich beliebig, vorzugsweise jedoch rechteckig oder rund.

[0036] Es ist auch denkbar, dass die externe Einrichtung, insbesondere eine Öffnung der externen Einrichtung, eine Montageeinrichtung der vorstehend beschriebenen Art aufweist, um mit Hilfe der Befestigungselemente mit der Öffnung einer Vakuumpumpe verbunden zu werden.

[0037] Das Dämpfungselement bewirkt bei der Koppelung der der Pumpenöffnung zugeordneten Montageeinrichtung an einer externen Einrichtung (oder umgekehrt) einen Toleranzausgleich.

[0038] Das Dämpfungselement umgibt vorzugsweise einen Befestigungsabschnitt des Befestigungselements zumindest abschnittsweise. Bevorzugt umfasst das Dämpfungselement eine Hülse und/oder zumindest einen O-Ring. Insbesondere handelt es sich bei dem Dämpfungselement um eine Hülse und/oder einen O-Ring. Vorzugsweise besteht das Dämpfungselement aus einem Elastomer, insbesondere aus einem elastischen Werkstoff, und weist vorzugsweise eine Shore-Härte zwischen 70 und 95 auf.

[0039] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei dem Befestigungselement um eine Schraube und/oder Bolzen, die bzw. der unterhalb des Schrauben- bzw. Bolzenkopfes zumindest abschnittsweise von einer Hülse umgeben ist, wobei zumindest einem Ende der Hülse ein O-Ring zugeordnet ist. Vorzugsweise wird die Hülse an ihren beiden Enden von O-Ringen flankiert. Die Hülse und der oder die O-Ringe können dabei unterschiedliche Elastizitäten aufweisen.

[0040] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Montageeinrichtung Bohrungen und/oder seitliche Einkerbungen zur axialen Verbindung mit der externen Einrichtung auf. Vorzugsweise ist den Bohrungen und/oder den seitlichen Einkerbungen dabei jeweils bereits ein Dämpfungselement, insbesondere eine Hülse und/oder zumindest ein O-Ring zugeordnet. Der O-Ring und/oder die Hülse können dabei auch als Verlier- bzw. Verrutschsicherung für die Befestigungsmittel fungieren. Ferner kann die Hülse auch als Distanzhülse fungieren, um einen gewünschten Abstand zwischen externer Einrichtung und Montageeinrichtung einzustellen.

[0041] Besonders vorteilhaft kann es sein, wenn die Hülse einen inneren Mantel und einen äußeren Mantel umfasst, wobei die Mäntel eine voneinander verschiedene Elastizität aufweisen. Vorzugsweise ist dabei der innere Mantel elastischer als der äußere.

[0042] Eine bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe umfasst eine axial angeordnete Öffnung, insbesondere Einlass, deren Montageabschnitt mit Hilfe des separaten Montageelements an eine externe Einrichtung koppelbar ist. Ferner weist die Vakuumpumpe zumindest zwei radial angeordnete

[0043] Öffnungen auf, insbesondere Einlässe, die gemeinsam von einer Montageeinrichtung zumindest abschnittsweise umgeben sind. Die Montageeinrichtung ist dabei mit zumindest einem ein Dämpfungselement um-

fassendes Befestigungselement, insbesondere eine Schraube und/oder ein Bolzen, an eine externe Einrichtung koppelbar. Die Montageebenen, welche durch den Montageabschnitt der axialen Öffnung einerseits und die Montageeinrichtung der radialen Öffnungen andererseits definiert werden, sind senkrecht zueinander angeordnet. Auf diese Weise ist es mit besonderem Vorteil möglich, die Vakuumpumpe spannungsfrei an die jeweiligen externen Einrichtungen zu koppeln, unabhängig davon, welche Öffnung zuerst gekoppelt wird.

[0044] Bei der Kopplung der Vakuumpumpe an eine oder mehrere externe Einrichtungen kann es vorgesehen sein, dass Teile der Vakuumpumpe, insbesondere ein Montageabschnitt und/oder eine Montageeinrichtung, von einem Gehäuse der externen Einrichtung umschlossen werden. Mit anderen Worten, Teile der Vakuumpumpe, insbesondere stirnseitig gelegene Teile, können in das Gehäuse einer externen Einrichtung hineinragen. Beispielsweise kann dies mit Montageabschnitten und/oder Montageeinrichtungen bewerkstelligt werden, die gegenüber der externen Einrichtung zurückversetzt sind.

[0045] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Vakuumsystem mit mehreren externen Einrichtungen, insbesondere Rezipienten, und zumindest einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe, wobei zumindest eine externe Einrichtung mit einer Öffnung, insbesondere Einlass, der Pumpe spannungsfrei gekoppelt ist.

[0046] Die vorstehenden und weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden anhand der nachstehenden Beschreibung beispielhafter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen, in der identische Bezugszeichen zur Darstellung identischer Elemente verwendet werden, näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1A eine Vakuumpumpe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung im Teilquerschnitt,

Fig. 1B eine Detailansicht eines Bereichs der Vakuumpumpe aus der Fig. 1A,

Fig. 1C eine Detailansicht einer externen Einrichtung mit Montageelement,

Fig. 2A die Vakuumpumpe gemäß Fig. 1A im montagebereiten Zustand in schematischer Darstellung im Teilquerschnitt,

Fig. 2B eine Detailansicht eines Bereichs der Vakuumpumpe aus der Fig. 2A,

Fig. 3A eine Vakuumpumpe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung im Teilquerschnitt,

Fig. 3B eine Detailansicht eines Bereichs der Vaku-

umpumpe aus der Fig. 3A,

Fig. 4 die Vakuumpumpe gemäß Fig. 3A in schematischer Darstellung im Teilquerschnitt, und

Fig. 5 eine Außenansicht der Vakuumpumpe gemäß Fig. 3A in schematischer Darstellung.

[0047] Die Fig. 1A zeigt eine Vakuumpumpe 10 mit einem Gehäuse 12. Innerhalb des Gehäuses 12 und nicht sichtbar sind zumindest drei Pumpstufen angeordnet, die einer gemeinsamen Rotorwelle zugeordnet sind. Die Rotorwelle definiert zugleich eine Drehachse A. Die Vakuumpumpe 10 hat an ihrer axialen Stirnseite 11 eine axiale Öffnung 14 und an ihrer radialen Seitenwand 13 zwei radiale Öffnungen 15a, 15b. Bei den Öffnungen 14, 15a, 15b handelt es sich um Einlässe, denen jeweils eine Pumpstufe zugeordnet ist. Entsprechend handelt es sich bei der Vakuumpumpe 10 um eine Splitflow-Vakuumpumpe, die das Pumpen von drei an die Öffnungen 14, 15a, 15b anschließbare Rezipienten ermöglicht, in denen unterschiedliche Drücken herrschen.

[0048] Im Bereich der axialen Stirnseite 11 und im Bereich von Teilen der radialen Seitenwand 13 ist die Vakuumpumpe 10 im Querschnitt dargestellt. Die Öffnung 14 weist einen runden Querschnitt auf und ist von einem zylinderförmigen Montageabschnitt 18 umgeben, der eine Montageebene 16 definiert. Auf den Montageabschnitt 18 ist ein Montageelement 20a zur spannungsfreien Kopplung mit einem Rezipienten aufgesteckt. Bei dem Montageelement 20a handelt es sich um einen Überwurfring, der an seiner Innenseite eine Schulter 34 aufweist, die an einer Außenfläche 26 des Montageabschnitts 18 ausgebildeten Schulter 35 anschlagen kann (siehe auch Fig. 1B). Das Montageelement 20a umfasst ferner ein Fixierungsmittel 22a zur Herstellung einer kraftschlüssigen Verbindung zwischen dem Montageelement 20a und dem Montageabschnitt 18.

[0049] Bei dem Fixierungsmittel 22a, das detailliert in einer Detailansicht in Fig. 1B dargestellt ist, handelt es sich um eine angefasste Innenkante des Montageelements 20a mit einer sich in Richtung zu der externen Einrichtung hin erweiternden Innenfläche 24. Der Phasenwinkel bzw. der Neigungswinkel der Innenfläche 24 beträgt in etwa 45°, kann bei Bedarf jedoch größer oder kleiner gewählt werden. Die Innenfläche 24 bildet zusammen mit der Außenfläche 26 des Montageabschnitts 18 eine Nut 28, in welcher ein Dichtungsring 30 angeordnet ist. Der Dichtungsring 30 besteht aus einem Elastomer und weist beispielsweise eine Shore-Härte zwischen 70 und 95 auf.

[0050] Die Fig. 1C zeigt eine Detailansicht einer externen Einrichtung 70 mit einem Montageelement 20b, das mit dem Montageabschnitt einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe (nicht dargestellt) koppelbar ist. Eine Öffnung 71 der externen Einrichtung 70 ist von einem Montageabschnitt 73 umgeben, auf den das Montageelement 20b aufgesteckt ist. Das Montageelement 20b

umfasst ein Fixierungsmittel 22b zur Herstellung einer kraftschlüssigen Verbindung zwischen dem Montageelement 20b und dem Montageabschnitt 73 der externen Einrichtung 70. Das Fixierungsmittel 22b bildet mit einer Außenfläche 72 des Montageabschnitts 73 eine Nut 28, in welcher ein Dichtungsring 30 angeordnet ist. Bezüglich der Ausgestaltung des Fixierungsmittels 22b kann auf die vorstehenden Ausführungen verwiesen werden.

[0051] Das Montageelement 20a umfasst insgesamt vier Bohrungen 36, denen jeweils ein Schlitz 38 zugeordnet ist, der sich von einer Außenseite des Montageelements 20a radial bis zur Bohrung 36 erstreckt. Fig. 2A zeigt einen Teilquerschnitt einer der Bohrungen 36 der Vakuumpumpe 10 aus Fig. 1A. Eine Detailansicht dieses Querschnitts ist in der Fig. 2B dargestellt. Die Vakuumpumpe 10 gemäß Fig. 2A ist in einem montagebereiten Zustand, da sich in den Bohrungen 36 bereits Schrauben 39 befinden. In der Fig. 2B gut zu erkennen ist ein O-Ring 40, der durch den Schlitz 38 in die Bohrung 36 eingeführt wurde, bevor die Schraube 52 in der Bohrung 36 versenkt wird. Wird die Schraube 39 in die Bohrung 36 und durch den O-Ring 40, verhindert Letzterer das Verrutschen oder das Herausfallen der Schraube 39 bei der Montage. Das Montageelement 20b gemäß Fig. 1C kann entsprechend ausgestaltet sein.

[0052] Die Pumpe 10 gemäß den Figs. 1A, 1B und 2A, 2B weist ferner eine Montageeinrichtung 46b auf, welche die Öffnungen 15a, 15b umgibt. Die Montageeinrichtung 46b definiert eine Montageebene 44b, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel senkrecht zu der Montageebene 16 angeordnet ist (andere relative Lagen der Ebenen 16, 44b sind durchaus denkbar). Die Montageeinrichtung 46b wird unten näher beschrieben.

[0053] Bei der Montage, d.h. bei der Verbindung der Öffnung 14 der Vakuumpumpe 10 mit einer Öffnung einer externen Einrichtung, wird das Montageelement 20a mittels der Schrauben 39 mit einem Flansch oder einer Wand der externen Einrichtung verschraubt. Die externe Einrichtung bewegt sich dabei - aus Sicht der Pumpe 10 gesehen - auf das Montageelement 20a zu, und der aus der Nut 28 hervorstehende Dichtungsring 30 wird bei weiterer Annäherung in axialer Richtung komprimiert. In radialer Richtung wird der Dichtungsring 30 gedehnt, was zu einer Klemmwirkung zwischen dem Fixierungsmittel 22a des Montageelements 20a und der Außenfläche 26 des Montageabschnitts 18 der Vakuumpumpe 10 führt. Diese rein kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Montageelement 20a und dem Montageabschnitt 18 hält die Vakuumpumpe 10 gegenüber der externen Einrichtung an ihrem Platz. Die Flexibilität des Dichtungsring 30 bewirkt zudem einen Toleranzausgleich in Bezug auf den Winkel, den die Vakuumpumpe 10 relativ zu der externen Einrichtung einnehmen muss. Mit anderen Worten, eine gewisse Fehlstellung - montagebedingt und/oder vibrationsbedingt - wird durch den Dichtungsring 30 aufgefangen und ausgeglichen, ohne zu Lasten der Dichtigkeitseigenschaften der Verbindung zu gehen.

[0054] Die Verbindung der externen Einrichtung 70 mit

einer Vakuumpumpe verläuft analog, nur dass hier das Montageelement 20b mit dem Montageabschnitt der Vakuumpumpe verschraubt wird. Hierfür ist beispielsweise ein Flansch an der Pumpe 10 vorgesehen. Durch das Verschrauben wird wieder eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Montageelement 20b und dem Montageabschnitt 73 der externen Einrichtung 70, welche dieselben Toleranzeigenschaften aufweist wie die zuvor beschriebene Verbindung.

[0055] Fig. 3A zeigt eine erfindungsgemäße Vakuumpumpe 100, die sich von der zuvor beschriebenen Vakuumpumpe 10 durch die Art der Verbindungsmittel unterscheidet, mit welchen die axiale Öffnung 14 mit einer externen Einrichtung gekoppelt wird. In Bezug auf die übrigen Merkmale der Vakuumpumpe 100 kann auf die vorherigen Ausführungen verwiesen werden.

[0056] Die Vakuumpumpe 100 umfasst eine Montageeinrichtung 46a, welche die axiale Öffnung 14 umgibt und eine Montageebene 44a definiert. Ferner umfasst die Vakuumpumpe 100 eine weitere Montageeinrichtung 46b, welche die radialen Öffnungen 15a, 15b (nicht sichtbar) umgibt und eine Montageebene 44b definiert. Die Montageebenen 44a, 44b sind senkrecht zueinander angeordnet (andere relative Lagen der Ebenen 44a, 44b sind durchaus denkbar).

[0057] Die Montageeinrichtung 46a weist vier Bohrungen 54 auf, von denen darstellungsbedingt nur zwei sichtbar sind. Die den radialen Öffnungen 15a, 15b zugeordnete Montageeinrichtung 46b weist insgesamt vier Einkerbungen 56 auf, von denen darstellungsbedingt ebenfalls nur zwei sichtbar sind. Jeder Bohrung 54 und jeder Einkerbung 56 ist ein Befestigungselement 50, im vorliegenden Fall Schrauben 52, zugeordnet.

[0058] Die Schrauben 52 sind abschnittsweise von einem Dämpfungselement 47 umgeben, das eine spannungsfreie Verbindung mit einer externen Einrichtung ermöglicht. Das Dämpfungselement 47, welches die Schrauben 52 der Montageeinrichtung 46b abschnittsweise umgibt, umfasst zwei O-Ringe 49 und eine zwischen den O-Ringen 49 angeordnete Hülse 48. Die Schrauben 52 der Montageeinrichtung 46a sind von einem Dämpfungselement 47 abschnittsweise umgeben, welches eine Hülse 48 und nur einen O-Ring 49 umfasst. Anstelle der O-Ringe 49 können bedarfsweise auch Ringe mit rechteckigem Querschnitt verwendet werden.

[0059] Die Detailansicht einer von einer Einkerbung 56 der Montageeinrichtung 46b aufgenommenen Schraube 52 mit einer longitudinalen Achse A_S gemäß Fig. 3B zeigt, dass ein dem Schraubenkopf 53 zugeordneter O-Ring 49 an einer Seite 57 der Montageeinrichtung 46b anliegt. Ein dem Schraubenende 55 zugeordneter O-Ring 49 ist teilweise in einer die seitliche Einkerbung 56 abschnittsweise umgebenden Aussparung 58 auf der der Seite 57 gegenüberliegenden Seite 59 der Montageeinrichtung 46b angeordnet. Der dem Schraubenkopf 53 zugeordnete O-Ring 49 hat eine rechteckige Querschnittsfläche und ist breiter als der dem Schraubenende 55 zugeordnete O-Ring 49, welcher eine runde Quer-

schnittsfläche aufweist. Zwischen den beiden O-Ringen 49 ist eine Hülse 48 angeordnet, die zugleich als Distanzhülse fungiert und so ein übermäßiges Verpressen der O-Ringe 49 bei der Montage verhindert. Sowohl die O-Ringe 49 als auch die Hülse 48 - ggf. auch das Dämpfungselement 47 - bestehen beispielsweise aus einem Elastomer, der insbesondere eine Shore-Härte zwischen 70 und 95 aufweist.

[0060] Grundsätzlich ist für eine spannungsfreie Verschraubung bei der Montage erforderlich, dass die longitudinale Schraubenachse A_S mit einer longitudinalen Achse der entsprechenden Bohrungen bzw. der Bohrkannäle (d.h. von externer Einrichtung und Vakuumpumpe 100) zusammenfällt. Das die Schrauben 52 abschnittsweise umgebende Dämpfungselement 47 führt in Bezug auf diese Anforderung eine gewisse Toleranz ein. Bei Verschraubungen der Pumpe 100 an mehreren Punkten ist ein exaktes Zusammenfallen der oben genannten Achsen in vielen Fällen kaum realisierbar. Das die Schrauben 52 teilweise umgebende Dämpfungselement 47 ist aufgrund seiner Elastizität in der Lage, durch Materialfehler/Vibration bedingte und/oder während der Montage auftretende Schräglagen der Schrauben 52 in den Bohrungen 54 zu kompensieren, ohne dass dabei die Dichtigkeit der Verbindung beeinträchtigt wird.

[0061] Fig. 4 zeigt die Vakuumpumpe 100 aus Fig. 3A, wobei auf die Darstellung der Montageeinrichtung 46a aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet wurde. Erkennbar in dieser Darstellung ist die axiale Öffnung 14, die von einem Dichtring 60 umgeben ist. Die Öffnung 14 weist einen zylinderförmigen Positionierhilfe 42 auf, die mit einem komplementären Abschnitt einer zu verbindenden externen Einrichtung zusammenwirkt (z.B. in diesen einsteckbar ist), um die Montage der Vakuumpumpe 100 zu erleichtern. Sichtbar in dieser Darstellung sind auch die radialen Öffnungen 15a, 15b, die gemeinsam von der Montageeinrichtung 46b umgeben sind.

[0062] Fig. 5 zeigt die radialen Öffnungen 15a, 15b und die diese umgebende Montageeinrichtung 46b von oben. Die Öffnungen 15a, 15b besitzen in etwa die gleiche axiale Breite L_B , wobei der axiale Abstand L_A zwischen den Öffnungen 15a, 15b kleiner ist als L_B . Der Abstand L_A ist vorzugsweise um den Faktor 0,75, insbesondere 0,5, kleiner als die Länge L_B .

[0063] Die Öffnungen 15a, 15b sind von einem Dichtmittel 62a umgeben, welches beide Öffnungen gegenüber der Umgebung/Atmosphäre abdichtet, wenn die Montageeinrichtung 46b an eine externe Einrichtung gekoppelt wird. Zur Abdichtung der Öffnungen 15a, 15b gegeneinander ist die Öffnung 15a von einem Dichtmittel 62b umgeben. Auf diese Weise kann eine zwei zu evakuierende Bereiche umfassende externe Einrichtung mit der Montageeinrichtung 46b gekoppelt werden. Bei den Dichtmitteln 62a, 62b handelt es sich beispielsweise um ringartige Gummidichtungen mit einer Shore-Härte zwischen 70 und 95.

[0064] Durch die spezielle Anordnung der Dichtmittel 62a, 62b ist es möglich, den Abstand L_A zwischen den

Öffnungen 15a, 15b gering zu halten, da nur eine Öffnung 15a von einem Dichtmittel 62b umgeben werden muss, um eine Abdichtung der Öffnungen 15a, 15b gegeneinander zu realisieren.

[0065] Die axiale Baulänge der Pumpe L_C kann auf diese Weise ebenfalls gering gehalten werden und ist typischerweise um den Faktor 2,5, bevorzugt 2,4, besonders bevorzugt 2,3, kleiner als der Durchmesser einer Rotorscheibe, wie sie im Inneren der Vakuumpumpe 10, 100 angeordnet ist. Beispielsweise kann die axiale Baulänge L_C einer Vakuumpumpe 10, 100 kleiner als 30 cm, vorzugsweise kleiner als 26 cm, insbesondere kleiner als 25 cm, sein. Das Verhältnis von axialer Baulänge L_B zu dem Rotordurchmesser ist bevorzugt kleiner als 1/4, besonders bevorzugt kleiner als 9/40, insbesondere kleiner als 1/5.

Bezugszeichenliste

[0066]

10, 100	Vakuumpumpe
11	axiale Stirnseite
12	Gehäuse
13	radialen Seitenwand
14	(erste) axiale Öffnung
15a, 15b	(zweite) radiale Öffnung
16	Montageebene
18	Montageabschnitt
20a, 20b	Montageelement
22a, 22b	Fixierungsmittel
24	Innenfläche
26	Außenfläche
28	Nut
30	Dichtungsring
32	Innenseite
34	Schulter
35	Schulter
36	Bohrung
38	Schlitz
39	Schraube
40	O-Ring
42	Positionierhilfe
44a, 44b	Montageebene
46a, 46b	Montageeinrichtung
47	Dämpfungselement
48	Hülse
49	O-Ring
50	Befestigungselement
51	Befestigungsabschnitt
52	Schraube/Bolzen
53	Schraubenkopf
54	Bohrung
55	Schraubenende
56	seitliche Einkerbung
57	Seite
58	Aussparung
59	Seite

60	Dichtring
62a, 62b	Dichtmittel
70	externe Einrichtung
71	Öffnung
72	Außenfläche
73	Montageabschnitt
A	Drehachse
A_S	Schraubenachse
L_A	axialer Abstand zwischen den radialen Öffnungen
L_B	axiale Breite der radialen Öffnungen
L_C	axiale Baulänge der Vakuumpumpe

15 Patentansprüche

1. Vakuumpumpe (10), insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend

20 - ein Gehäuse (12) mit zumindest einer mit einer Öffnung (71) einer externen Einrichtung (70), insbesondere Rezipient, verbindbare Öffnung (14), die zumindest abschnittsweise von einem eine Montageebene (16) definierenden Montageabschnitt (18) umgeben ist, der vorzugsweise zylinderförmig ausgebildet ist, und

25 - ein separates Montageelement (20) zur spannungsfreien Montage des Gehäuses (12) an die externe Einrichtung (70), wobei das Montageelement (20) mit der externen Einrichtung (70) koppelbar ist und ein Fixierungsmittel (22) zur Herstellung einer kraftschlüssigen Verbindung zwischen dem Montageelement (20) und dem Montageabschnitt (18) aufweist oder wobei das Montageelement (20) mit dem Montageabschnitt (18) koppelbar ist und ein Fixierungsmittel (22) zur Herstellung einer kraftschlüssigen Verbindung zwischen dem Montageelement (20) und der externen Einrichtung (70) aufweist.

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Montageelement (20) im Wesentlichen ringförmig ist.

3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fixierungsmittel (22) eine sich in Richtung zu der externen Einrichtung (70) hin - bzw. in entgegengesetzter Richtung - erweiternde Innenfläche (24) umfasst, die mit einer Außenfläche (26) des Montageabschnitts (18) oder einer Außenfläche (72) eines Montageabschnitts (73) der externen Einrichtung (70) eine Nut (28) zur Aufnahme eines Dichtungsringes (30) bildet.

4. Vakuumpumpe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei der sich erweiternden Innenfläche (24) um eine Fase oder eine konische Fläche handelt.

5. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Montageelement (20) an einer Innenseite (32) eine als Anschlag wirkende Schulter (34) aufweist.
6. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Montageelement (20) Bohrungen (36) und/oder radial verlaufende Einkerbungen zur axialen Verbindung des Montageelements (20) mit der externen Einrichtung (70) bzw. mit dem Montageabschnitt (18) aufweist.
7. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Montageabschnitt (18) eine Positionierhilfe (42) aufweist, die mit einer Montagevorrichtung der externen Einrichtung (70) zusammenwirkt.
8. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste Öffnung (14), insbesondere ein erster Einlass, in Bezug auf eine Drehachse (A) einer in dem Gehäuse (12) angeordneten Pumpstufe an einer axialen Stirnseite (11) des Gehäuses (12) angeordnet ist und dass das Gehäuse (12) zumindest eine zweite Öffnung (15a, 15b), insbesondere einen zweiten Einlass, aufweist, die an einer in Bezug auf die Drehachse radialen Seitenwand (13) des Gehäuses (12) angeordnet ist.
9. Vakuumpumpe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe zwei radial angeordnete Öffnungen (15a, 15b) aufweist, insbesondere wobei zwischen den Öffnungen (15a, 15b) wenigstens eine Pumpstufe angeordnet ist.
10. Vakuumpumpe nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erstes Dichtmittel (62a), insbesondere ein erster Dichtring, beide Öffnungen (15a, 15b) umgibt, während ein zweites Dichtmittel (62b), insbesondere ein zweiter Dichtring, nur eine der beiden Öffnungen (15a, 15b) umgibt.
11. Vakuumpumpe (100), bevorzugt Turbomolekularpumpe, insbesondere nach einem der vorstehenden Ansprüche, umfassend
- ein Gehäuse (12) mit zumindest einer mit einer Öffnung einer externen Einrichtung, insbesondere Rezipient, verbindbare Öffnung (14, 15a, 15b), die zumindest abschnittsweise von einer Montageebene (44a, 44b) definierenden Montageeinrichtung (46a, 46b) umgeben ist, und
 - jeweils zumindest ein Dämpfungselement (47) umfassende Befestigungselemente (50), insbesondere Schrauben und/oder Bolzen (52), zur
- spannungsfreien Verbindung der Montageeinrichtung (46a, 46b) mit der externen Einrichtung.
12. Vakuumpumpe nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dämpfungselement (47) einen Befestigungsabschnitt (51) des Befestigungselements (50) zumindest abschnittsweise umgibt und/oder eine Hülse (48) und/oder zumindest einen O-Ring (49) umfasst.
13. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 11 und 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dämpfungselement (47) aus einem Elastomer, insbesondere aus einem elastischen Werkstoff, besteht und vorzugsweise eine Shore-Härte zwischen 70 und 95 aufweist.
14. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Montageeinrichtung (46a, 46b) Bohrungen (54) und/oder seitliche Einkerbungen (56) zur axialen Verbindung mit der externen Einrichtung aufweist.
15. Vakuumsystem mit mehreren zu evakuierenden externen Einrichtungen, insbesondere Rezipienten, und zumindest einer Vakuumpumpe (10, 100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

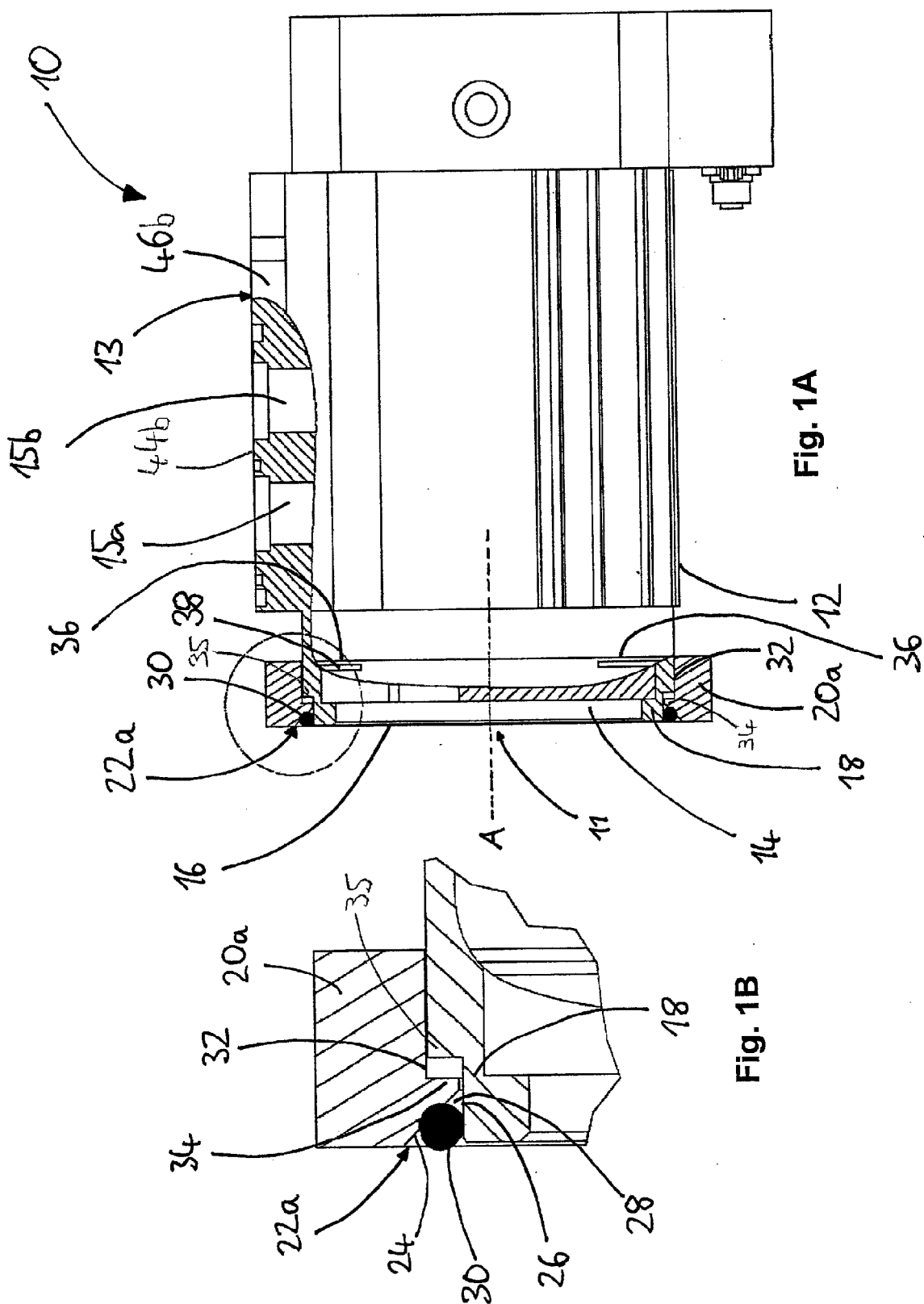
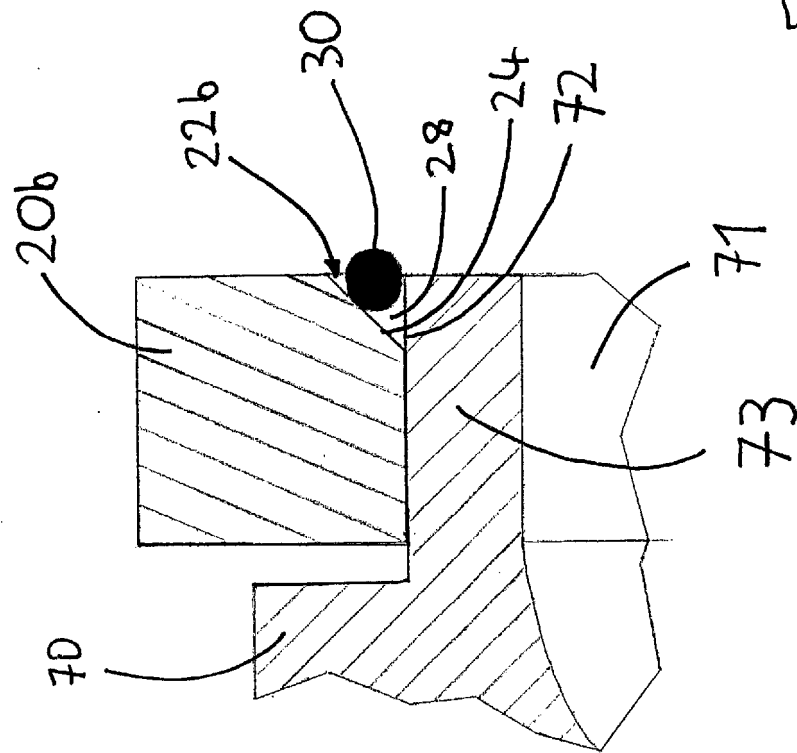
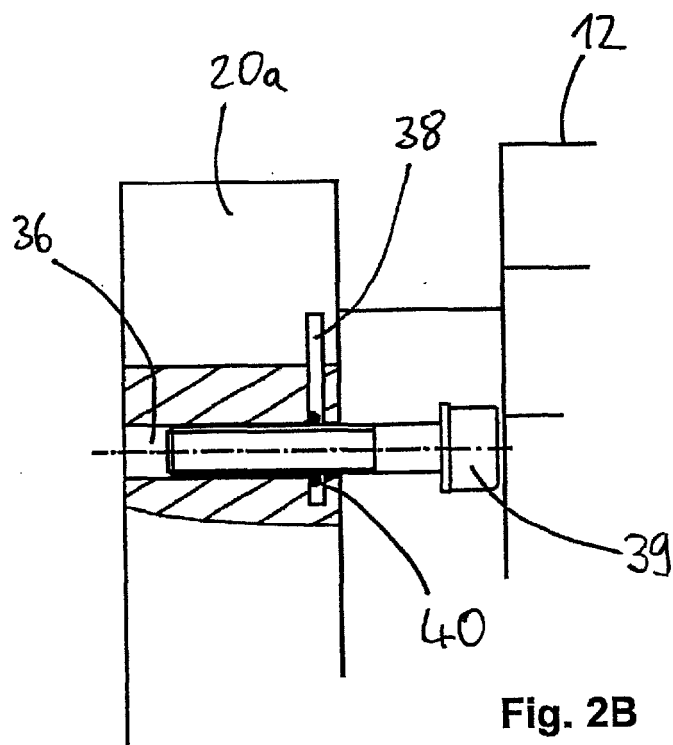
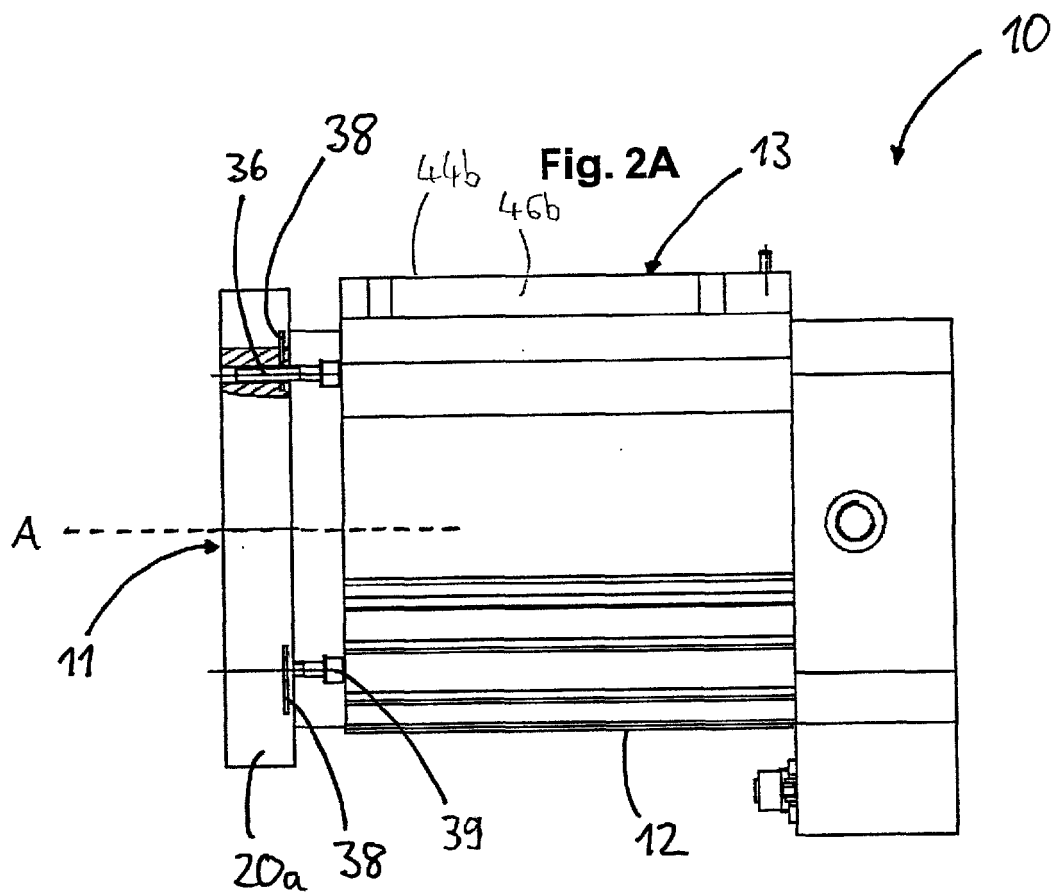


Fig. 1A

Fig. 1B





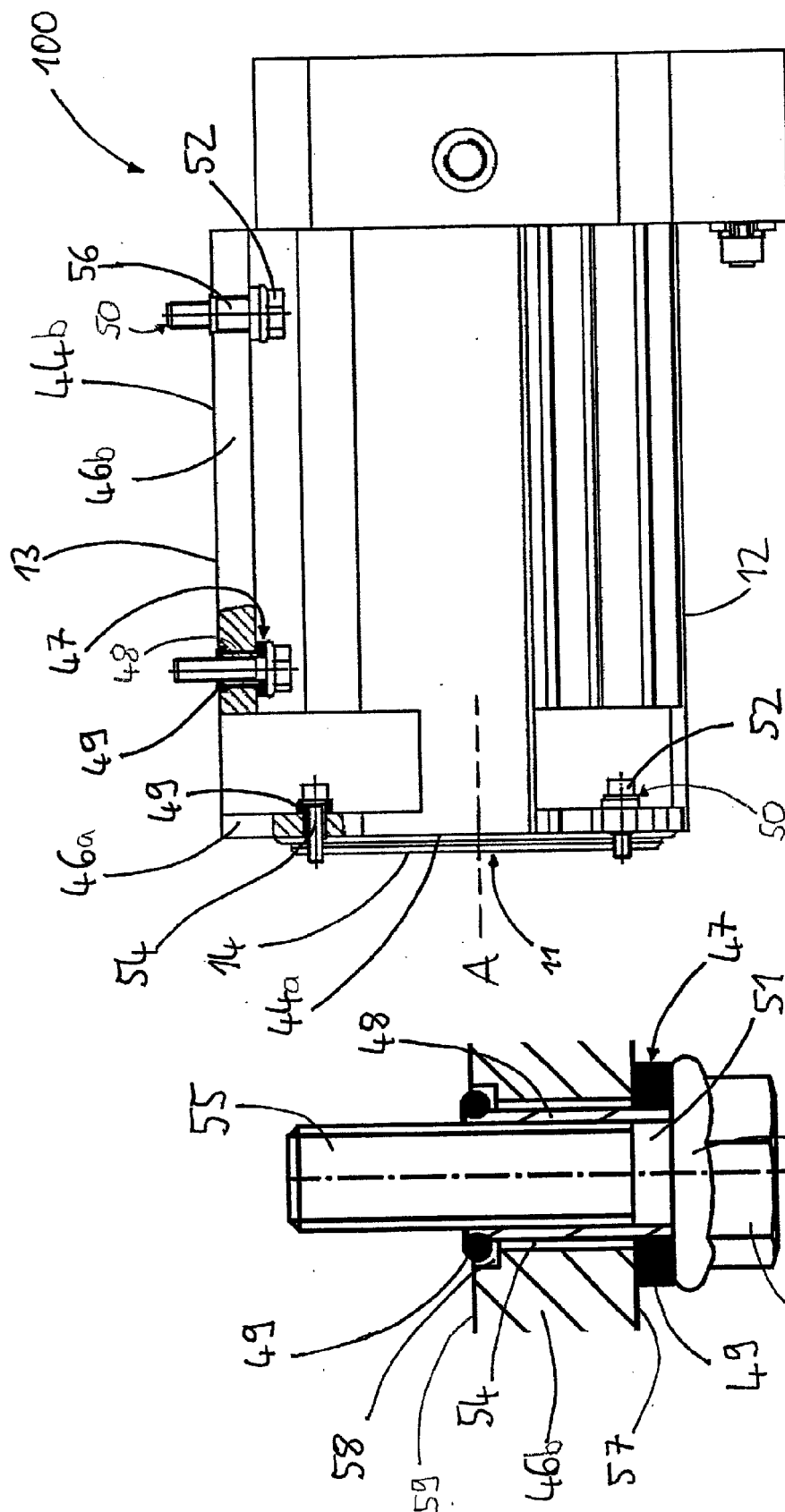
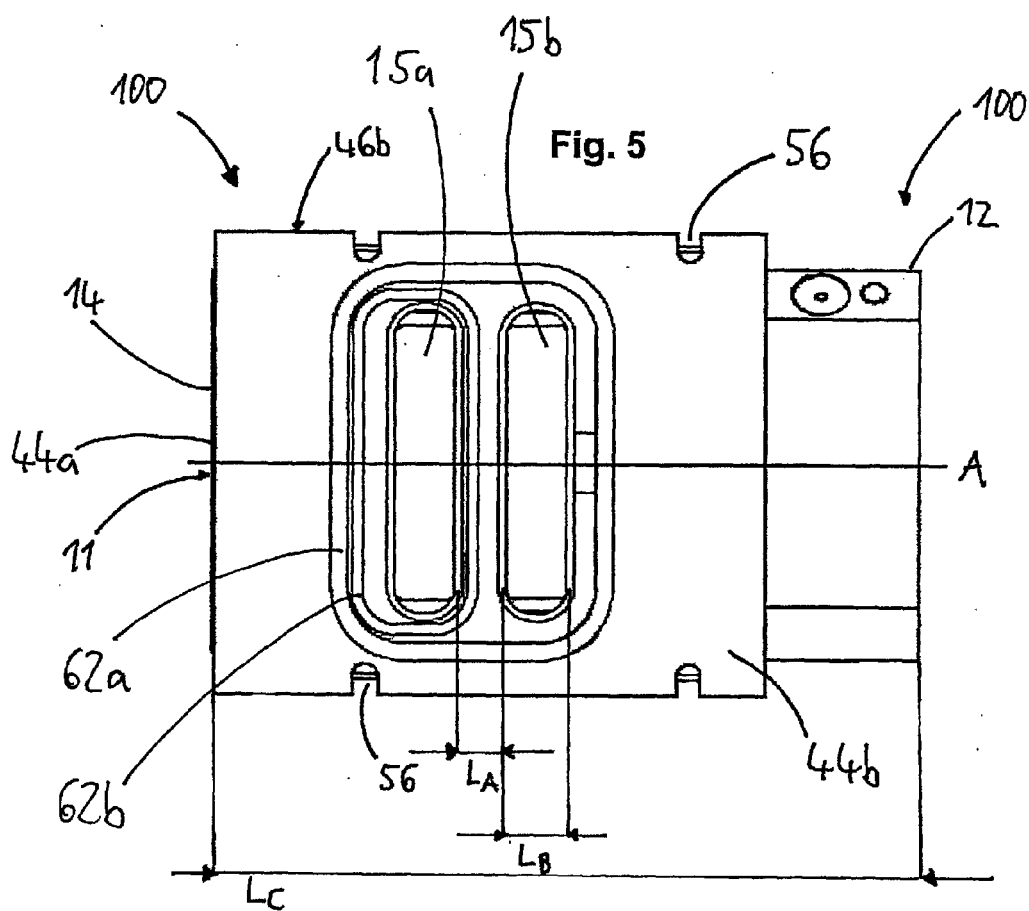
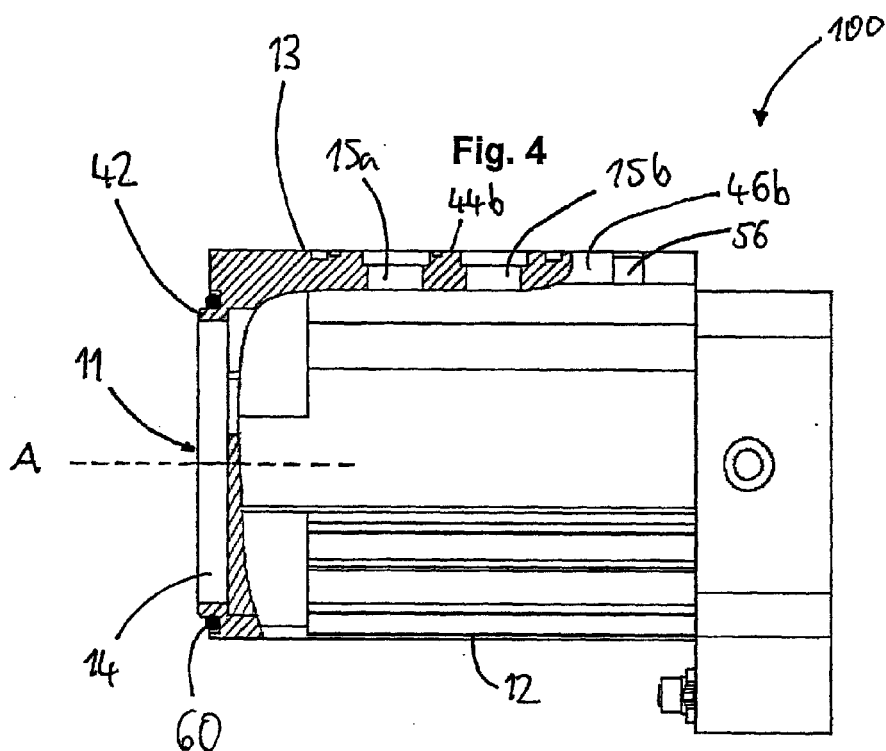


Fig. 3A

Fig. 3B





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 19 5364

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 2 913 534 A2 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 2. September 2015 (2015-09-02)	1,5-7	INV.
Y	* Zusammenfassung *	8,9,15	F04D19/04
A	* Absatz [0016] - Absatz [0040] *	2-4,	F04D29/08
	* Abbildungen *	10-14	F04D29/60
	-----		F04D29/66
X	DE 10 2004 012677 A1 (LEYBOLD VAKUUM GMBH [DE]) 13. Oktober 2005 (2005-10-13)	1-8,	
Y	* Zusammenfassung *	11-14	
A	* Absatz [0011] - Absatz [0020] *	9,15	
	* Abbildungen *	10	

X	DE 10 2005 020904 A1 (LEYBOLD VAKUUM GMBH [DE]) 9. November 2006 (2006-11-09)	1,5-7	
Y	* Zusammenfassung *	8,9,15	
A	* Absatz [0011] - Absatz [0025] *	2-4,	
	* Abbildungen *	10-14	

X	EP 2 918 843 A1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 16. September 2015 (2015-09-16)	11-14	
Y	* Zusammenfassung *	15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	* Absatz [0001] - Absatz [0072] *	1-10	F04D
	* Abbildungen *		

X	EP 1 837 521 A1 (BOC EDWARDS JAPAN LTD [JP]) 26. September 2007 (2007-09-26)	11-14	
Y	* Zusammenfassung *	15	
A	* Absatz [0055] - Absatz [0105] *	1-10	
	* Abbildungen *		

Y	EP 1 302 667 A1 (BOC GROUP PLC [GB]) 16. April 2003 (2003-04-16)	8,9,15	
A	* Zusammenfassung *	1-7,	
	* Absatz [0001] - Absatz [0025] *	10-14	
	* Abbildungen *		

	-/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		31. August 2016	
		Prüfer	
		Kolby, Lars	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
A : technologischer Hintergrund		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 15 19 5364

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)
A	US 5 163 712 A (SABO DAVID R [US] ET AL) 17. November 1992 (1992-11-17) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 31 - Spalte 3, Zeile 35 * * Abbildungen * -----	1-7, 11-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 31. August 2016	Prüfer Kolby, Lars
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:

☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

☒ Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

☐ Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:

☐ Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:

☐ Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPÜ).



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 15 19 5364

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-7

Vakuumpumpe mit einem im wesentlichen ringförmigen
Montageelement

2. Ansprüche: 8-10, 15

Vakuumpumpe mit einem Gehäuse das eine erste Öffnung und
eine zweite Öffnung aufweist, wobei die erste Öffnung an
einer axialen Stirnseite des Gehäuses angeordnet ist und die
zweite Öffnung auf der radialen Seitenwand des Gehäuses
angeordnet ist.

3. Ansprüche: 11-14

Vakuumpumpe mit Befestigungselementen, die jeweils zumindest
ein Dämpfungselement umfassen.

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

EP 15 19 5364

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.

31-08-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2913534 A2	02-09-2015	DE 102014102680 A1	03-09-2015
		EP 2913534 A2	02-09-2015
		JP 2015165134 A	17-09-2015
DE 102004012677 A1	13-10-2005	DE 102004012677 A1	13-10-2005
		WO 2005095798 A1	13-10-2005
DE 102005020904 A1	09-11-2006	AT 453802 T	15-01-2010
		CN 101171428 A	30-04-2008
		DE 102005020904 A1	09-11-2006
		EP 1880111 A1	23-01-2008
		HK 1109440 A1	26-03-2010
		JP 2009500549 A	08-01-2009
		TW 1390112 B	21-03-2013
		US 2009068011 A1	12-03-2009
		WO 2006120132 A1	16-11-2006
EP 2918843 A1	16-09-2015	DE 102014103510 A1	17-09-2015
		EP 2918843 A1	16-09-2015
		JP 2015175372 A	05-10-2015
EP 1837521 A1	26-09-2007	EP 1837521 A1	26-09-2007
		KR 20070084156 A	24-08-2007
		US 2008226387 A1	18-09-2008
		WO 2006068014 A1	29-06-2006
EP 1302667 A1	16-04-2003	AT 285523 T	15-01-2005
		DE 60202340 D1	27-01-2005
		DE 60202340 T2	15-12-2005
		EP 1302667 A1	16-04-2003
		JP 4340431 B2	07-10-2009
		JP 2003129990 A	08-05-2003
		US 2003086784 A1	08-05-2003
US 5163712 A	17-11-1992	CA 2099365 A1	29-04-1993
		DE 69218398 D1	24-04-1997
		DE 69218398 T2	26-06-1997
		EP 0564637 A1	13-10-1993
		JP 3145118 B2	12-03-2001
		JP H06506526 A	21-07-1994
		US 5163712 A	17-11-1992
		WO 9309376 A1	13-05-1993

EPO FORM P0461

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