

(19)



(11)

EP 3 617 523 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.03.2020 Patentblatt 2020/10

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

(21) Anmeldenummer: **19156691.8**

(22) Anmeldetag: **12.02.2019**

(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:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Hofmann, Bernd**
35578 Wetzlar (DE)
• **Mekota, Mirko**
35630 Ehringshausen (DE)
• **Stammler, Herbert**
35396 Gießen (DE)

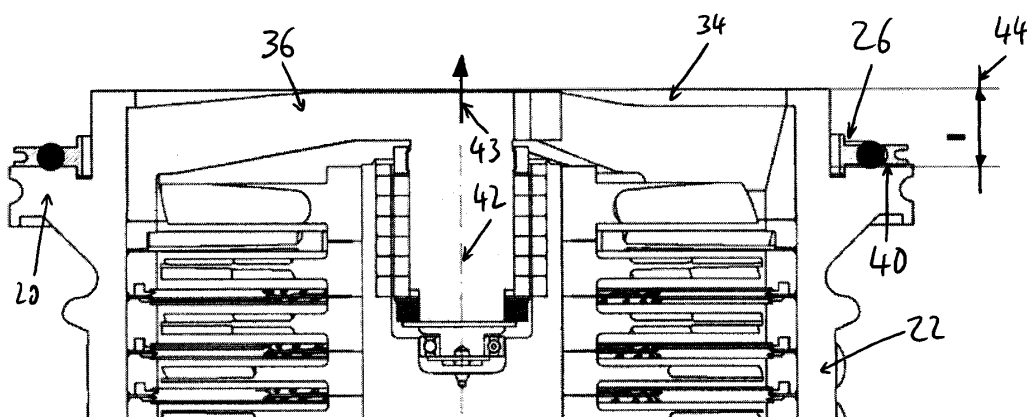
(71) Anmelder: **PFEIFFER VACUUM GMBH**
35614 Asslar (DE)

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

(54) VAKUUMGERÄT UND VAKUUMSYSTEM

(57) Die Erfindung betrifft unter anderem ein Vakuumgerät, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend einen Durchlass, nämlich einen Einlass oder einen Auslass; und einen Flansch zur vakuumdichten Verbindung des Durchlasses des Vakuumgerätes mit einem weiteren Vakuumgerät in einer Verbindungsrichtung entlang einer Verbindungsachse; wobei der Flansch einen sich um die Verbindungsachse umlaufend erstreckenden Dichtungsbereich zur Anlage eines Dichtungselements aufweist; wobei das Vakuumgerät radial innerhalb des Dichtungsbereichs in der Verbindungsrichtung ein

in Bezug auf die Verbindungsachse axiales Ende aufweist; und wobei der Dichtungsbereich des Flansches bezüglich des axialen Endes des Vakuumgerätes entgegen der Verbindungsrichtung axial zurückversetzt ist, oder wobei der Dichtungsbereich des Flansches an gleicher axialer Position wie das axiale Ende des Vakuumgerätes angeordnet ist, oder wobei der Dichtungsbereich des Flansches bezüglich des axialen Endes des Vakuumgerätes in der Verbindungsrichtung axial um höchstens 2 mm oder um höchstens 3 mm oder um höchstens 4 mm vorsteht.

*Fig. 7***EP 3 617 523 A1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Vakuumgerät, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend einen Durchlass, nämlich einen Einlass oder einen Auslass; und einen Flansch zur vakuumdichten Verbindung des Durchlasses des Vakuumgerätes mit einem weiteren Vakuumgerät in einer Verbindungsrichtung entlang einer Verbindungsachse; wobei der Flansch einen sich um die Verbindungsachse umlaufend erstreckenden Dichtungsbereich zur Anlage eines Dichtungselements aufweist; wobei das Vakuumgerät radial innerhalb des Dichtungsbereichs in der Verbindungsrichtung ein in Bezug auf die Verbindungsachse axiales Ende aufweist.

[0002] Die Erfindung betrifft weiter ein Vakuumgerät, insbesondere Turbomolekularpumpe, mit einem Flansch zur vakuumdichten Verbindung des Vakuumgerätes mit einem weiteren Flansch eines weiteren Vakuumgerätes, wobei der Flansch mehrere, über einen Umfang des Flansches verteilt angeordnete Befestigungspunkte, insbesondere mit Durchgangsöffnungen für jeweils zuzuordnende Befestigungselemente, aufweist, an denen der Flansch am weiteren Flansch befestigbar ist, wobei am Flansch ein in Bezug auf eine Verbindungsachse umlaufender Dichtungsbereich zur Anlage eines zwischen den Flanschen anzuordnenden Dichtungselements vorgesehen ist, wobei der Dichtungsbereich in Bezug auf die Verbindungsachse radial innerhalb der Befestigungspunkte angeordnet ist.

[0003] Die Erfindung betrifft auch ein System mit einem Vakuumgerät und einem Dichtungselement und insbesondere mit einem weiteren Vakuumgerät und/oder wenigstens einem Befestigungselement.

[0004] Eine hybridgelagerte Turbomolekularpumpe, die hier beispielhaft für Vakuumgeräte der eingangs genannten Arten betrachtet wird, hat an den beiden Rotierenden zwei unterschiedliche Lagerungsprinzipien: Vorvakuumseitig, wo höhere Drücke herrschen, wird ein geöltes oder fettgeschmiertes Kugellager eingesetzt. Auf der Hochvakuumseite hingegen, wo jegliche Kohlenwasserstoffe vermieden werden sollen, wird ein Permanentmagnetlager eingesetzt. Ein Statorteil dieses Permanentmagnetlagers muss auf irgendeine Art und Weise mit dem Pumpengehäuse verbunden werden, um seiner Aufgabe nachkommen zu können. In den allermeisten Konstruktionen wird der Statorteil durch den sogenannten Stern, also einen Träger im Einlass, mit dem Gehäuse der Pumpe verbunden. Für die Verbindung des Hochvakuumflansches der Turbopumpe mit einer Vakuumkammer werden genormte Flanschverbindungen bevorzugt. Bei einigen Arten wird zwischen beiden Flanschen zur Abdichtung ein O-Ring platziert. Zur besseren Handhabung und auch zur Abstützung des O-Rings befindet sich dieser meist radial zwischen zwei Aluminiumringen, von denen einer auch die zentrierende Funktion übernimmt. Diese Kombination aus O-Ring und Aluminiumringen heißt im allgemeinen vakuumtechnischen Sprachgebrauch "Zentrierring". Zusätzlich können im inneren der

beiden Aluminiumringe noch gitterförmige Einlagen, z.B. ein Schutzgitter und/oder ein Splitterschutz, platziert sein, die ein Hineinfallen von Gegenständen in die Turbopumpe verhindern sollen. Diese sind oberhalb des Sterns angeordnet. Der Zentrierring, ggf. mit Schutzgitter oder Splitterschutz, ist ein allgemein verfügbares Bauteil und kann insbesondere aufgrund der Normung der Flansche von verschiedenen Vakuumkomponentenherstellern beigelegt werden.

[0005] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Flanschverbindung zwischen zwei Vakuumgeräten zu verbessern.

[0006] Nach einem ersten Aspekt wird die Aufgabe durch ein Vakuumgerät mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst, und insbesondere dadurch, dass der Dichtungsbereich des Flansches bezüglich des axialen Endes des Vakuumgerätes entgegen der Verbindungsrichtung axial zurückversetzt ist oder dass der Dichtungsbereich des Flansches an gleicher axialer Position wie das axiale Ende des Vakuumgerätes angeordnet ist oder dass der Dichtungsbereich des Flansches bezüglich des axialen Endes des Vakuumgerätes in der Verbindungsrichtung axial um höchstens 2 mm, insbesondere höchstens 1,5 mm, insbesondere höchstens 1 mm, oder um höchstens 3 mm oder um höchstens 4 mm vorsteht.

[0007] Hierdurch wird die axiale Baulänge des Vakuumgerätes reduziert. Gleichzeitig können aber insbesondere weiterhin handelsübliche und standardisierte Bauteile zur Verbindung mit dem Flansch Verwendung finden, insbesondere Zentrierringe, Befestigungselemente und/oder ein standardkonformer weiterer Flansch. Die Erfindung reduziert die axiale Baulänge des Vakuumgerätes auch dann, wenn der Dichtungsbereich vorsteht. Bezogen auf ein bestimmtes standardisiertes Dichtungselement, insbesondere auf einen standardisierten Zentrierring mit bestimmten axialen Abmessungen, braucht der Dichtungsbereich bezüglich des axialen Endes des Vakuumgerätes aufgrund der Erfindung jedoch weniger weit vorstehen als im Stand der Technik.

[0008] Eine standardisierte Flanschverbindung weist eine weitgehend feste axiale Baulänge auf. Der Dichtungsbereich ist erfindungsgemäß axial gegenüber dem axialen Ende des Vakuumgerätes zurückversetzt oder der Dichtungsbereich des Flansches ist an gleicher axialer Position wie das axiale Ende des Vakuumgerätes angeordnet oder der Dichtungsbereich des Flansches steht bezüglich des axialen Endes des Vakuumgerätes in der Verbindungsrichtung axial um höchstens 2 mm oder um höchstens 3 mm oder um höchstens 4 mm vor. Hierdurch ist insbesondere die Flanschverbindung axial vom Durchlass weg und hin zu einem axialen Zentrum des Vakuumgerätes verschoben, und zwar außen am Gehäuse entlang. Die axiale Baulänge, die für die Flanschverbindung nötig ist, wird so zumindest zum Teil außen am Gehäuse abgedeckt, wo sie nicht zu einer axialen Verlängerung des Vakuumgerätes beiträgt. Mit anderen Worten ist das axiale Ende des Vakuumgerätes in Richtung der bzw. in die Flanschverbindung hinein ver-

schoben. Ein Träger und auch die weiteren Komponenten des Vakuumgerätes können somit axial näher am weiteren Vakuumgerät angeordnet werden, sodass im Ergebnis axialer Bauraum eingespart wird, und zwar ohne die Kompatibilität mit den verfügbaren Standardflanschen und Zubehör, also Dichtungselementen und Befestigungselementen, aufzugeben.

[0009] Bei dem Vakuumgerät kann es sich beispielsweise um eine Vakuumpumpe, insbesondere eine Turbomolekularpumpe handeln. Der Durchlass kann insbesondere ein Einlass des Vakuumgerätes sein. Generell kann ein Vakuumgerät im Sinne der vorliegenden Anmeldung nicht nur als aktives Gerät ausgebildet sein, wie es beispielsweise bei einer Turbomolekularpumpe der Fall ist, sondern kann auch beispielsweise als passives Vakuumgerät ausgebildet sein. Ein passives Vakuumgerät kann beispielsweise ein Rohr, eine Vakuumkammer oder ein Ventil sein.

[0010] Das axiale Ende des Vakuumgerätes ist beispielsweise durch ein im Durchlass angeordnetes Bauteil definiert. Dies kann beispielsweise ein Träger für ein Funktionselement des Vakuumgerätes sein. Das vom Träger gehaltene Funktionselement kann beispielsweise eine Komponente eines Lagerelements, insbesondere eines Magnetlagers, insbesondere ein Statorteil und/oder Innenring, sein.

[0011] Das axiale Ende des Vakuumgerätes kann auch durch ein den Durchlass definierendes Bauteil definiert sein. Dies ist beispielsweise das Gehäuse des Vakuumgerätes und/oder ein einstückig mit dem Flansch ausgebildeter Bereich.

[0012] Es ist auch möglich, dass das axiale Ende von einem im Durchlass angeordneten Bauteil und das axiale Ende von einem den Durchlass definierenden Bauteil axial zusammenfallen, sodass beide das axiale Ende des Vakuumgerätes bilden.

[0013] Generell bezieht sich der Begriff Bauteil nicht notwendigerweise auf ein von anderen Bauteilen separates Teil. So kann beispielsweise der Durchlass vom Gehäuse definiert sein, welches auch einen einstückig angebundenen Flansch umfasst. Auch kann beispielsweise ein im Durchlass angeordnetes Bauteil entweder separat oder einstückig mit dem den Durchlass definierenden Bauteil, insbesondere dem Gehäuse verbunden sein. So kann beispielsweise ein Bauteil, insbesondere ein Träger für ein Funktionselement, im Durchlass angeordnet sein und einstückig mit dem Gehäuse verbunden sein, oder eben auch separat hiervon ausgeführt sein.

[0014] Gemäß einer Ausführungsform kann ein im Durchlass angeordnetes Bauteil, wie etwa ein Träger, an einer Innenseite des den Durchlass definierenden Bauteils, insbesondere des Gehäuses, festgelegt sein, und beispielsweise durch eine Schulter des Bauteils axial gehalten sein.

[0015] Erfindungsgemäß ist der Dichtungsbereich gegenüber dem axialen Ende des Vakuumgerätes zurückversetzt, an gleicher axialer Position angeordnet oder steht um höchstens 2 mm oder um höchstens 3 mm oder

um höchstens 4 mm vor, wobei das axiale Ende des Vakuumgerätes radial innerhalb des Dichtungsbereichs definiert ist. Das Vakuumgerät kann also radial jenseits des Dichtungsbereichs bzw. der Flanschverbindung prinzipiell beliebig ausgestaltet sein und beispielsweise jenseits des Dichtungsbereiches axial über diesen hinausragen. Aber gerade die Verschiebung des radial inneren axialen Endes in Richtung der bzw. in die Flanschverbindung hinein bzw. das Zurückversetzen der Flanschverbindung gegenüber diesem axialen Ende bewirkt die vorteilhafte Einsparung von axialem Bauraum. Insoweit sich im Weiteren auf ein axiales Ende bezogen wird, ist daher dasjenige radial innerhalb des Dichtungsbereichs gemeint, sofern es nicht anders angegeben ist.

[0016] Der Dichtungsbereich ist insbesondere als ebene Ringfläche ausgebildet, welche insbesondere senkrecht zur Verbindungsachse und/oder Verbindungsrichtung verläuft. Grundsätzlich kann der Dichtungsbereich beispielsweise durch einen Zentrierabsatz, insbesondere für einen Zentrierbereich eines als Zentrierring ausgebildeten Dichtungselementes, radial begrenzt sein.

[0017] Die Verbindungsrichtung beschreibt die Richtung, die von dem Vakuumgerät zum weiteren, anzubindenden Vakuumgerät hin, insbesondere entlang der Verbindungsachse, verläuft. Der Dichtungsbereich ist bevorzugt entgegen der Verbindungsrichtung zurückversetzt, ist also aus Sicht des weiteren Vakuumgerätes bevorzugt axial hinter dem axialen Ende des beanspruchten Vakuumgerätes angeordnet.

[0018] Der axiale Abstand zwischen dem axialen Ende des Vakuumgerätes und einem zurückversetzten Dichtungsbereich kann gemäß einer Weiterbildung wenigstens 5 mm, insbesondere wenigstens 10 mm, insbesondere wenigstens 15 mm, betragen. Die Flanschverbindung wird hierdurch besonders weit axial zurückversetzt und die Einsparung an axialem Bauraum ist entsprechend groß.

[0019] Gemäß einer alternativen Variante mit zwar geringerer Bauraumeinsparung aber besserer Kompatibilität ist vorgesehen, dass der axiale Abstand zwischen dem Ende des Vakuumgerätes und einem zurückversetzten Dichtungsbereich höchstens 3 mm, insbesondere höchstens 2 mm beträgt.

[0020] Im Rahmen dieser Anmeldung wird ein Dichtungselement für die Flanschverbindung zum Zwecke der eindeutigen Bezugnahme nicht als Teil des Vakuumgerätes betrachtet, insbesondere da solche Dichtungselemente häufig unabhängig von Vakuumgeräten vertrieben werden. Schließlich handelt es sich meist um standardisierte Bauteile.

[0021] Gleichwohl umfasst die Erfindung Ausführungsformen, die das Dichtungselement in Bezug nehmen, weshalb allgemein auch ein System umfassend ein Vakuumgerät nach einer der vorstehend beschriebenen Varianten und ein Dichtungselement in oder zur Anlage am Dichtungsbereich des Vakuumgerätes beansprucht wird. Insoweit sich im Folgenden auf ein Dichtungselement bezogen wird, ist grundsätzlich eine Ausführungs-

form des Systems gemeint.

[0022] Insbesondere im Rahmen des Systems kann der Dichtungsbereich des Flansches bezüglich des axialen Endes des Vakuumgerätes in der Verbindungsrichtung axial auch um mehr als 2 mm vorstehen, d.h. auch derartige Ausgestaltungen sind Gegenstand der Erfindung und werden beansprucht. Dabei weist das Dichtungselement ein entgegen der Verbindungsrichtung gerichtetes axiales Ende auf, welches an gleicher axialer Position wie das axiale Ende des Vakuumgerätes oder gegenüber diesem axial zurückversetzt ist. Hierdurch wird der erfindungsgemäße Bauraumgewinn insbesondere auch bei größeren Dichtungselementen vorteilhaft erreicht.

[0023] Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass mit dem Dichtungselement ein Schutzelement, insbesondere Gitterelement, verbunden ist, welches den Einlass überspannt. Der Dichtungsbereich kann generell derart axial angeordnet sein, dass ein Dichtungselement, mit welchem ein den Einlass überspannendes Schutzelement verbunden ist, an den Dichtungsbereich anlegbar ist. Somit ist sichergestellt, dass auch Standardbauteile mit Schutzelement Verwendung finden können, sodass die Pumpe zuverlässig vor dem Eindringen von Fremdkörpern geschützt werden kann. Dennoch wird ein, wenn auch im Verhältnis zu anderen Ausführungsformen relativ kleiner, axialer Gewinn von Bauraum realisiert. Grundsätzlich können aber schon wenige Millimeter an Raumverkleinerung zu einer erheblich verbesserten Handhabung des Vakuumgerätes führen. Bei dem Schutzelement kann es sich beispielsweise um ein Gitterelement, Schutzgitter und/oder einen Splitterschutz handeln.

[0024] Grundsätzlich kann ein Schutzelement am Vakuumgerät selbst vorgesehen sein, sodass die axiale Zurückversetzung des Dichtungsbereichs größer ausfallen kann und mehr Bauraum eingespart wird, weil es nicht nötig ist, dass am Dichtungselement ein Schutzelement angeordnet ist.

[0025] Bei einer weiteren Ausführungsform weist das Dichtungselement eine axiale Dicke im Einbau in der Flanschverbindung auf, wobei der axiale Abstand zwischen dem axialen Ende des Vakuumgerätes und dem Dichtungsbereich höchstens die Hälfte der Dicke des Dichtungselements beträgt. Dies verbessert ebenfalls die Kompatibilität mit Standardbauteilen.

[0026] Das Dichtungselement kann gemäß einem vorteilhaften Beispiel von einem Zentrierring gebildet sein. Grundsätzlich kann das Dichtungselement beispielsweise eine Elastomerdichtung und/oder einen O-Ring umfassen. Alternativ oder zusätzlich ist beispielsweise auch eine Metaldichtung als Dichtungselement verwendbar.

[0027] Das axiale Ende des Vakuumgerätes ist bevorzugt nicht nur radial innerhalb des Dichtungsbereichs, sondern auch radial innerhalb des Dichtungselements definiert.

[0028] Der Flansch ist bevorzugt an einem Gehäuse des Vakuumgerätes angeordnet, insbesondere einteilig

mit diesem verbunden, zum Beispiel verschweißt oder aus einem gemeinsamen Rohteil hergestellt. Das Gehäuse definiert insbesondere den Durchlass.

[0029] Ein axiales Ende eines Gehäuses des Vakuumgerätes kann bevorzugt in seiner axialen Position derjenigen eines im Durchlass angeordneten Bauteils entsprechen oder gegenüber diesem entgegen der Verbindungsrichtung axial zurückversetzt sein. Insbesondere kann in axialer Richtung das axiale Gehäuseende zwischen dem axialen Ende des im Durchlass angeordneten Bauteils und dem Dichtungsbereich angeordnet sein.

[0030] Gemäß einem zweiten Aspekt wird die Aufgabe auch durch ein Vakuumgerät nach Anspruch 5 gelöst, und insbesondere dadurch, dass in Bezug auf die Verbindungsachse radial außerhalb des Dichtungsbereichs ein axialer Vorsprung am Flansch vorgesehen ist, der eine Anlagefläche für den weiteren Flansch bildet.

[0031] Der Vorsprung und die Anlagefläche bewirken eine Stützung der Flanschverbindung. Hierdurch wird eine Verformung der Flansche sowie von hiermit verbundenen Bauteilen, insbesondere einem Träger für ein Funktionselement, beispielsweise nach oben beschriebener Art, infolge einer Krafteinleitung bei der Herstellung der Verbindung verringert. Dies führt zu besser beherrschbaren Toleranzen im Verbindungsbereich, was einerseits die Vakuumdichtigkeit der Flanschverbindung und andererseits die Lebensdauer von Funktionselementen verbessern kann. Grundsätzlich ist die Anlage zusätzlich und separat zum Dichtungselement, insbesondere Zentrierring, vorgesehen, sodass durch die Anlage ein kippendes Verformen wenigstens eines Flansches an dem Dichtungselement vermieden wird.

[0032] Bei einem beispielhaften Vakuumgerät, insbesondere einer Turbomolekularpumpe, ist eine Flanschverbindung des Typs ISO-F, insbesondere nach ISO 1609 oder DIN 28404, vorgesehen, wobei der Flansch mit einem Zentrierring an einem weiteren Flansch befestigt werden soll. Der weitere Flansch kann allgemein auch als Gegenflansch bezeichnet werden. Beim Anziehen von Befestigungselementen, wie etwa Befestigungsschrauben, kann es zu einer Verformung von Flansch und Gegenflansch kommen. Der Zentrierring ist dabei der Drehpunkt des Hebels. Dies kann über einen Träger oder Stern zu einer Verschiebung eines Funktionselements, wie etwa eines Permanentmagnetlagers, führen. Durch die nicht mehr optimale Positionierung der Lagerungsstellen des Rotors kann dies zu erhöhtem Verschleiß eines Kugellagers und erhöhter Geräuschemission der Pumpe führen.

[0033] Der der Erfindung zugrunde liegende Lösungsansatz vermindert, insbesondere verhindert, eine Verformung der Flansche. Bei der im vorstehenden Absatz beschriebenen Turbomolekularpumpe kann somit insbesondere ein genauerer Sitz des Rotors der Pumpe in seinen Lagerstellen gewährleistet werden. Dazu werden Flansch und Gegenflansch außerhalb von Befestigungspunkten oder Krafteinleitungspunkten, insbesondere außerhalb des Dichtungsbereichs und/oder des Sitzes ei-

nes Zentrierringes, durch die Anlagefläche des Vorsprungs gegeneinander abgestützt, bevorzugt um mindestens die axiale Dicke des Zentrierringes, insbesondere aber um weniger als die unbelastete Dicke eines im Zentrierring befindlichen O-Rings. Der Flansch wird also gewissermaßen durch den Vorsprung in Richtung des Gegenflansches verlängert. Insbesondere liegen damit die nicht verformbaren Elemente des Zentrierrings in einer zurückgesetzten Ausnehmung am vom Flansch definierten Durchlass, insbesondere Einlass. Die Ausnehmung kann beispielsweise auf einfache Weise durch Drehen eingebracht sein.

[0034] Die Erfindung sieht also insbesondere vor, dass der Flansch mit seiner Anlagefläche direkt am Gegenflansch oder zumindest an einem den Gegenflansch abstützenden Bauteil anliegt. Somit wird eine Verformung der Flansche und hiermit verbundener Komponenten verringert, insbesondere vermieden, und zwar insbesondere unabhängig von einer Kraft wenigstens eines Befestigungselements, insbesondere einem Anzugsmoment von Befestigungsschrauben. Die Anlagefläche bildet insbesondere ein Gegenlager für den Hebel zwischen Befestigungspunkt und Dichtungselement, insbesondere Zentrierring. Ein bevorzugt im Zentrierring befindlicher O-Ring ist insbesondere dicker als die axiale Höhe der Anlagefläche in Bezug auf den Dichtungsbereich bzw. des Vorsprungs. Somit wird die Verbindung dennoch zuverlässig abgedichtet.

[0035] Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Anlagefläche und/oder der Vorsprung radial außerhalb der Befestigungspunkte vorgesehen ist, nicht notwendigerweise aber optional ausschließlich dort. Hierdurch wird die Abstützung des Gegenflansches weiter verbessert. Insbesondere wird so ein Hebel zwischen Befestigungselement und Dichtungselement besonders zuverlässig abgestützt.

[0036] Der Vorsprung kann beispielsweise um die Verbindungsachse umlaufend oder durch mehrere, insbesondere über den Umfang verteilt angeordnete Vorsprünge gebildet sein. Grundsätzlich kann der Vorsprung beispielsweise als Steg ausgebildet sein.

[0037] Grundsätzlich kann ein Vorsprung bzw. eine Anlagefläche nicht nur radial außerhalb des Dichtungsbereichs bzw. der Befestigungspunkte angeordnet sein. Es kann beispielsweise auch radial innerhalb der Befestigungspunkte eine Anlagefläche und/oder ein Vorsprung vorgesehen sein oder Anlage und/oder Vorsprung können sich von radial außerhalb der Befestigungspunkte nach radial innerhalb erstrecken.

[0038] Ferner können sich Anlagefläche und/oder Vorsprung radial im Bereich eines Befestigungselements, insbesondere eines Schraubenschaftes, befinden und/oder auch radial außerhalb und/oder innerhalb hiervon angeordnet sein. Als Befestigungspunkte sind grundsätzlich die Punkte zu betrachten, welche durch den Schnittpunkt einer Achse eines jeweiligen Befestigungselements mit der Verbindungsebene, welche senkrecht zur Verbindungsachse verläuft, definiert sind.

Dabei ist die axiale Position des Punktes bzw. der Ebene von untergeordneter Bedeutung ist. Vereinfacht kann auch von radial außerhalb bzw. innerhalb von Achsen der Befestigungselemente gesprochen werden. Die Achse und/oder ein Schraubenschaft können also grundsätzlich selbst radial vom Vorsprung bzw. der Anlagefläche freigestellt sein oder nicht. Beispielsweise können die Befestigungspunkte oder -achsen von Durchgangsöffnungen im Flansch und/oder zuzuordnenden Befestigungselementen definiert sein.

[0039] Grundsätzlich ist es vorteilhaft, wenn sich die Anlagefläche bis zu einem radialen Außenrand des Flansches erstreckt, insbesondere nur am radialen Außenrand angeordnet ist und/oder vom Dichtungsbereich und/oder Befestigungspunkt oder -element, insbesondere einer Befestigungsachse hiervon oder einem Schraubenschaft, radial beabstandet ist.

[0040] Die Anlagefläche und/oder der Vorsprung können beispielsweise einstückig mit dem Flansch verbunden sein oder durch ein hiervon separates Bauteil gebildet sein. Beispielsweise kann der Vorsprung oder Steg als separater Ring ausgebildet sein. Die separate Anlage kann vom Kunden flexibel entfernt werden, z.B. wenn er auf einen Zentrierring verzichten möchte, weil z.B. der Gegenflansch eine Nut zur Aufnahme eines Dichtungselementes besitzt.

[0041] Beispielsweise kann die Anlagefläche bezüglich des Dichtungsbereichs, insbesondere in einer Verbindungsrichtung, axial vorstehend angeordnet sein. Dabei ist die Anlagefläche vorteilhafter Weise axial zwischen dem Dichtungsbereich und einem zu verbindenden Vakuumgerät angeordnet.

[0042] Bei einer Weiterbildung beträgt ein axialer Abstand zwischen der Anlage und dem Dichtungsbereich mindestens 3,7 mm und höchstens 4,1 mm, insbesondere 3,9 mm, oder mindestens 5,4 mm und höchstens 5,8 mm, insbesondere 5,6 mm. Hierdurch werden eine besonders gute Abstützung und besonders geringe Flanschverformung bei gleichzeitig guter Dichtwirkung bewirkt.

[0043] Gemäß einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass der Vorsprung in Bezug auf die Verbindungsachse im Wesentlichen umlaufend ausgebildet ist, wobei eine Öffnung in dem Vorsprung oder eine Nut in der Anlagefläche vorgesehen ist, welche sich von einem radial inneren Ende des Vorsprungs bzw. der Anlagefläche zu einem radial äußeren Ende des Vorsprungs bzw. der Anlagefläche erstreckt. Hierdurch wird die Lecksuche erheblich vereinfacht. Wenn Flansch und Gegenflansch umlaufend direkt aneinander liegen, kann das Lecksuchgas nicht mehr so einfach unmittelbar zu dem Dichtungsbereich und dem Dichtungselement gelangen. Die Öffnung oder Nut ermöglicht auf einfache Weise einen Zugang für das Lecksuchgas zu dem Dichtungsbereich.

[0044] Auch zum zweiten Aspekt wird generell ein System umfassend ein Vakuumgerät nach zumindest einer der vorstehend beschriebenen Varianten und ein Dichtungselement in oder zur Anlage am Dichtungsbereich

des Vakuumgerätes beansprucht. Eine Ausführungsform sieht vor, dass ein axialer Abstand zwischen der Anlagefläche und dem Dichtungsbereich einer axialen Dicke oder Höhe des Dichtungselements im Einbau in der Flanschverbindung entspricht. Hierdurch wird eine besonders geringe Verformung des Flansches und angebundener Bauteile erreicht. Allgemein kann der axiale Abstand einer axialen Höhe eines festen Teils eines, insbesondere als Zentrierring ausgebildeten, Dichtungselements entsprechen. Grundsätzlich kann der axiale Abstand beispielsweise auch der axialen Höhe einer Metaldichtung entsprechen.

[0045] Der Flansch kann beispielsweise mit einem Gehäuse des Vakuumgeräts verbunden sein, wobei bevorzugt der Flansch einstückig mit dem Gehäuse ausgebildet ist. Hierbei entfalten sich die erfindungsgemäßen Vorteile in besonders hohem Maße.

[0046] Bevorzugt kann es sich beim Flansch um einen Einlassflansch des Vakuumgeräts, insbesondere einer Vakuumpumpe, handeln. Hier wirkt sich insbesondere die verbesserte Vakuumdichtigkeit wegen der im Vergleich zum Auslass niedrigen Drücke positiv aus.

[0047] Das Dichtungselement kann also insbesondere von einem Zentrierring gebildet sein, wobei insbesondere der Zentrierring ein verformbares Dichtorgan, bevorzugt einen O-Ring, sowie einen zumindest im Wesentlichen starren Halter für das Dichtorgan umfasst. Alternativ kann das Dichtungselement beispielsweise als Metaldichtung ausgebildet sein. Beispielsweise kann es sich bei dem Dichtungselement um ein Standardbauteil handeln.

[0048] Die erfindungsgemäßen Vorteile entfalten sich in besonderem Maße, wenn das Vakuumgerät als Turbomolekularpumpe mit einem Lagerelement, insbesondere Magnetlager, ausgebildet ist, wobei ein Träger für eine Komponente des Lagerelements mit dem Flansch und/oder mit einem Gehäuse der Turbomolekularpumpe verbunden ist. Die erfindungsgemäße Verringerung der Flanschverformung wirkt sich hier besonders verbessernd auf die Lebensdauer der Pumpe aus, da die Rotorpositionierung weitgehend exakt beibehalten werden kann.

[0049] Die beschriebenen Aspekte der Erfindung lassen sich auch vorteilhaft miteinander kombinieren. Außerdem können die zu den beiden Aspekten beschriebenen Ausführungsformen und Einzelmerkmale, soweit sinnvoll möglich, auch zur Weiterbildung des jeweils anderen Aspektes herangezogen werden.

[0050] Die Aufgabe der Erfindung wird ferner durch ein System nach Anspruch 15 gelöst bzw. ein System, welches ein Vakuumgerät nach einem der vorstehend beschriebenen Aspekte, bevorzugt nach einer dazu beschriebenen Ausführungsform, mit einem Flansch, und ein Dichtungselement in oder zur Anlage am Dichtungsbereich des Vakuumgerätes umfasst. Als Vakuumgerät können wiederum beispielsweise aktive und passive Vakuumgeräte zum Einsatz kommen.

[0051] Das System kann ferner ein weiteres anzubin-

dendes oder angebundenes Vakuumgerät mit einem weiteren Flansch bzw. Gegenflansch umfassen. Das System kann ferner wenigstens ein Befestigungselement zur Befestigung des Flansches des Vakuumgerätes am weiteren Flansch des weiteren Vakuumgerätes, insbesondere einen Satz von Befestigungselementen, umfassen. Das Dichtungselement kann insbesondere dazu ausgebildet sein, zwischen jeweiligen, gegenüberliegenden Dichtungsbereichen der Flansche, insbesondere komprimiert, angeordnet zu werden, oder derart angeordnet sein.

[0052] Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand vorteilhafter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben. Es zeigen, jeweils schematisch:

- | | |
|----------------|--|
| Fig. 1 | eine perspektivische Ansicht einer Turbomolekularpumpe, |
| Fig. 2 | eine Ansicht der Unterseite der Turbomolekularpumpe von Fig. 1, |
| Fig. 3 | einen Querschnitt der Turbomolekularpumpe längs der in Fig. 2 gezeigten Schnittrlinie A-A, |
| Fig. 4 | eine Querschnittsansicht der Turbomolekularpumpe längs der in Fig. 2 gezeigten Schnittrlinie B-B, |
| Fig. 5 | eine Querschnittsansicht der Turbomolekularpumpe längs der in Fig. 2 gezeigten Schnittrlinie C-C, |
| Fig. 6 bis 9 | jeweils eine Turbomolekularpumpe mit einem Einlassflansch in einer geschnittenen Teilansicht zur Illustrierung des ersten Aspekts der Erfindung, |
| Fig. 10 bis 14 | jeweils eine Turbomolekularpumpe mit einem Einlassflansch zur Illustrierung des zweiten Aspekts der Erfindung. |

[0053] Die in Fig. 1 gezeigte Turbomolekularpumpe 111 umfasst einen von einem Einlassflansch 113 umgebenen Pumpeneinlass 115, an welchen in an sich bekannter Weise ein nicht dargestellter Rezipient angeschlossen werden kann. Das Gas aus dem Rezipienten kann über den Pumpeneinlass 115 aus dem Rezipienten gesaugt und durch die Pumpe hindurch zu einem Pumpenauslass 117 gefördert werden, an den eine Vorvakuumpumpe, wie etwa eine Drehschieberpumpe, angeschlossen sein kann.

[0054] Der Einlassflansch 113 bildet bei der Ausrichtung der Vakuumpumpe gemäß Fig. 1 das obere Ende des Gehäuses 119 der Vakuumpumpe 111. Das Gehäuse 119 umfasst ein Unterteil 121, an welchem seitlich ein Elektronikgehäuse 123 angeordnet ist. In dem Elektro-

nikgehäuse 123 sind elektrische und/oder elektronische Komponenten der Vakuumpumpe 111 untergebracht, z. B. zum Betreiben eines in der Vakuumpumpe angeordneten Elektromotors 125. Am Elektronikgehäuse 123 sind mehrere Anschlüsse 127 für Zubehör vorgesehen. Außerdem sind eine Datenschnittstelle 129, z.B. gemäß dem RS485-Standard, und ein Stromversorgungsanschluss 131 am Elektronikgehäuse 123 angeordnet.

[0055] Am Gehäuse 119 der Turbomolekularpumpe 111 ist ein Fluteinlass 133, insbesondere in Form eines Flutventils, vorgesehen, über den die Vakuumpumpe 111 geflutet werden kann. Im Bereich des Unterteils 121 ist ferner noch ein Sperrgasanschluss 135, der auch als Spülgasanschluss bezeichnet wird, angeordnet, über welchen Spülgas zum Schutz des Elektromotors 125 (siehe z.B. Fig. 3) vordem von der Pumpe geförderten Gas in den Motorraum 137, in welchem der Elektromotor 125 in der Vakuumpumpe 111 untergebracht ist, gebracht werden kann. Im Unterteil 121 sind ferner noch zwei Kühlmittelanschlüsse 139 angeordnet, wobei einer der Kühlmittelanschlüsse als Einlass und der andere Kühlmittelanschluss als Auslass für Kühlmittel vorgesehen ist, das zu Kühlzwecken in die Vakuumpumpe geleitet werden kann.

[0056] Die untere Seite 141 der Vakuumpumpe kann als Standfläche dienen, sodass die Vakuumpumpe 111 auf der Unterseite 141 stehend betrieben werden kann. Die Vakuumpumpe 111 kann aber auch über den Einlassflansch 113 an einem Rezipienten befestigt werden und somit gewissermaßen hängend betrieben werden. Außerdem kann die Vakuumpumpe 111 so gestaltet sein, dass sie auch in Betrieb genommen werden kann, wenn sie auf andere Weise ausgerichtet ist als in Fig. 1 gezeigt ist. Es lassen sich auch Ausführungsformen der Vakuumpumpe realisieren, bei der die Unterseite 141 nicht nach unten, sondern zur Seite gewandt oder nach oben gerichtet angeordnet werden kann.

[0057] An der Unterseite 141, die in Fig. 2 dargestellt ist, sind noch diverse Schrauben 143 angeordnet, mittels denen hier nicht weiter spezifizierte Bauteile der Vakuumpumpe aneinander befestigt sind. Beispielsweise ist ein Lagerdeckel 145 an der Unterseite 141 befestigt.

[0058] An der Unterseite 141 sind außerdem Befestigungsbohrungen 147 angeordnet, über welche die Pumpe 111 beispielsweise an einer Auflagefläche befestigt werden kann.

[0059] In den Figuren 2 bis 5 ist eine Kühlmittelleitung 148 dargestellt, in welcher das über die Kühlmittelanschlüsse 139 ein- und ausgeleitete Kühlmittel zirkulieren kann.

[0060] Wie die Schnittdarstellungen der Figuren 3 bis 5 zeigen, umfasst die Vakuumpumpe mehrere Prozessgaspumpstufen zur Förderung des an dem Pumpeneinlass 115 anstehenden Prozessgases zu dem Pumpenauslass 117.

[0061] In dem Gehäuse 119 ist ein Rotor 149 angeordnet, der eine um eine Rotationsachse 151 drehbare Rotorwelle 153 aufweist.

[0062] Die Turbomolekularpumpe 111 umfasst mehrere pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete turbomolekulare Pumpstufen mit mehreren an der Rotorwelle 153 befestigten radialen Rotorscheiben 155 und zwischen den Rotorscheiben 155 angeordneten und in dem Gehäuse 119 festgelegten Statorscheiben 157. Dabei bilden eine Rotorscheibe 155 und eine benachbarte Statorscheibe 157 jeweils eine turbomolekulare Pumpstufe. Die Statorscheiben 157 sind durch Abstandsringe 159 in einem gewünschten axialen Abstand zueinander gehalten.

[0063] Die Vakuumpumpe umfasst außerdem in radialer Richtung ineinander angeordnete und pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete Holweck-Pumpstufen. Der Rotor der Holweck-Pumpstufen umfasst eine an der Rotorwelle 153 angeordnete Rotornabe 161 und zwei an der Rotornabe 161 befestigte und von dieser getragene zylindermantelförmige Holweck-Rotorhülsen 163, 165, die koaxial zur Rotationsachse 151 orientiert und in radialer Richtung ineinander geschachtelt sind. Ferner sind zwei zylindermantelförmige Holweck-Statorhülsen 167, 169 vorgesehen, die ebenfalls koaxial zu der Rotationsachse 151 orientiert und in radialer Richtung gesehen ineinander geschachtelt sind.

[0064] Die pumpaktiven Oberflächen der Holweck-Pumpstufen sind durch die Mantelflächen, also durch die radialen Innen- und/oder Außenflächen, der Holweck-Rotorhülsen 163, 165 und der Holweck-Statorhülsen 167, 169 gebildet. Die radiale Innenfläche der äußeren Holweck-Statorhülse 167 liegt der radialen Außenfläche der äußeren Holweck-Rotorhülse 163 unter Ausbildung eines radialen Holweck-Spalts 171 gegenüber und bildet mit dieser die der Turbomolekularpumpen nachfolgende erste Holweck-Pumpstufe. Die radiale Innenfläche der äußeren Holweck-Rotorhülse 163 steht der radialen Außenfläche der inneren Holweck-Statorhülse 169 unter Ausbildung eines radialen Holweck-Spalts 173 gegenüber und bildet mit dieser eine zweite Holweck-Pumpstufe. Die radiale Innenfläche der inneren Holweck-Statorhülse 169 liegt der radialen Außenfläche der inneren Holweck-Rotorhülse 165 unter Ausbildung eines radialen Holweck-Spalts 175 gegenüber und bildet mit dieser die dritte Holweck-Pumpstufe.

[0065] Am unteren Ende der Holweck-Rotorhülse 163 kann ein radial verlaufender Kanal vorgesehen sein, über den der radial außenliegende Holweck-Spalt 171 mit dem mittleren Holweck-Spalt 173 verbunden ist. Außerdem kann am oberen Ende der inneren Holweck-Statorhülse 169 ein radial verlaufender Kanal vorgesehen sein, über den der mittlere Holweck-Spalt 173 mit dem radial innenliegenden Holweck-Spalt 175 verbunden ist. Dadurch werden die ineinander geschachtelten Holweck-Pumpstufen in Serie miteinander geschaltet. Am unteren Ende der radial innenliegenden Holweck-Rotorhülse 165 kann ferner ein Verbindungskanal 179 zum Auslass 117 vorgesehen sein.

[0066] Die vorstehend genannten pumpaktiven Oberflächen der Holweck-Statorhülsen 163, 165 weisen je-

weils mehrere spiralförmig um die Rotationsachse 151 herum in axialer Richtung verlaufende Holweck-Nuten auf, während die gegenüberliegenden Mantelflächen der Holweck-Rotorhülsen 163, 165 glatt ausgebildet sind und das Gas zum Betrieb der Vakuumpumpe 111 in den Holweck-Nuten vorantreiben.

[0067] Zur drehbaren Lagerung der Rotorwelle 153 sind ein Wälzlager 181 im Bereich des Pumpenauslasses 117 und ein Permanentmagnetlager 183 im Bereich des Pumpeneinlasses 115 vorgesehen.

[0068] Im Bereich des Wälzlagers 181 ist an der Rotorwelle 153 eine konische Spritzmutter 185 mit einem zu dem Wälzlager 181 hin zunehmenden Außendurchmesser vorgesehen. Die Spritzmutter 185 steht mit mindestens einem Abstreifer eines Betriebsmittelspeichers in gleitendem Kontakt. Der Betriebsmittelspeicher umfasst mehrere aufeinander gestapelte saugfähige Scheiben 187, die mit einem Betriebsmittel für das Wälzlager 181, z.B. mit einem Schmiermittel, getränkt sind.

[0069] Im Betrieb der Vakuumpumpe 111 wird das Betriebsmittel durch kapillare Wirkung von dem Betriebsmittelspeicher über den Abstreifer auf die rotierende Spritzmutter 185 übertragen und in Folge der Zentrifugalkraft entlang der Spritzmutter 185 in Richtung des größer werdenden Außendurchmessers der Spritzmutter 185 zu dem Wälzlager 181 hin gefördert, wo es z.B. eine schmierende Funktion erfüllt. Das Wälzlager 181 und der Betriebsmittelspeicher sind durch einen wannenförmigen Einsatz 189 und den Lagerdeckel 145 in der Vakuumpumpe eingefasst.

[0070] Das Permanentmagnetlager 183 umfasst eine rotorseitige Lagerhälfte 191 und eine statorseitige Lagerhälfte 193, welche jeweils einen Ringstapel aus mehreren in axialer Richtung aufeinander gestapelten permanentmagnetischen Ringen 195, 197 umfassen. Die Ringmagnete 195, 197 liegen einander unter Ausbildung eines radialen Lagerspalts 199 gegenüber, wobei die rotorseitigen Ringmagnete 195 radial außen und die statorseitigen Ringmagnete 197 radial innen angeordnet sind. Das in dem Lagerspalt 199 vorhandene magnetische Feld ruft magnetische Abstoßungskräfte zwischen den Ringmagneten 195, 197 hervor, welche eine radiale Lagerung der Rotorwelle 153 bewirken. Die rotorseitigen Ringmagnete 195 sind von einem Trägerabschnitt 201 der Rotorwelle 153 getragen, welcher die Ringmagnete 195 radial außenseitig umgibt. Die statorseitigen Ringmagnete 197 sind von einem statorseitigen Trägerabschnitt 203 getragen, welcher sich durch die Ringmagnete 197 hindurch erstreckt und an radialen Streben 205 des Gehäuses 119 aufgehängt ist. Parallel zu der Rotationsachse 151 sind die rotorseitigen Ringmagnete 195 durch ein mit dem Trägerabschnitt 203 gekoppeltes Deckelelement 207 festgelegt. Die statorseitigen Ringmagnete 197 sind parallel zu der Rotationsachse 151 in der einen Richtung durch einen mit dem Trägerabschnitt 203 verbundenen Befestigungsring 209 sowie einen mit dem Trägerabschnitt 203 verbundenen Befestigungsring 211 festgelegt. Zwischen dem Befestigungsring 211 und den

Ringmagneten 197 kann außerdem eine Tellerfeder 213 vorgesehen sein.

[0071] Innerhalb des Magnetlagers ist ein Not- bzw. Fanglager 215 vorgesehen, welches im normalen Betrieb der Vakuumpumpe 111 ohne Berührung leer läuft und erst bei einer übermäßigen radialen Auslenkung des Rotors 149 relativ zu dem Stator in Eingriff gelangt, um einen radialen Anschlag für den Rotor 149 zu bilden, da eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen verhindert wird. Das Fanglager 215 ist als ungeschmiertes Wälzlager ausgebildet und bildet mit dem Rotor 149 und/oder dem Stator einen radialen Spalt, welcher bewirkt, dass das Fanglager 215 im normalen Pumpbetrieb außer Eingriff ist. Die radiale Auslenkung, bei der das Fanglager 215 in Eingriff gelangt, ist groß genug bemessen, sodass das Fanglager 215 im normalen Betrieb der Vakuumpumpe nicht in Eingriff gelangt, und gleichzeitig klein genug, sodass eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen unter allen Umständen verhindert wird.

[0072] Die Vakuumpumpe 111 umfasst den Elektromotor 125 zum drehenden Antreiben des Rotors 149. Der Anker des Elektromotors 125 ist durch den Rotor 149 gebildet, dessen Rotorwelle 153 sich durch den Motorstator 217 hindurch erstreckt. Auf den sich durch den Motorstator 217 hindurch erstreckenden Abschnitt der Rotorwelle 153 kann radial außenseitig oder eingebettet eine Permanentmagnetanordnung angeordnet sein. Zwischen dem Motorstator 217 und dem sich durch den Motorstator 217 hindurch erstreckenden Abschnitt des Rotors 149 ist ein Zwischenraum 219 angeordnet, welcher einen radialen Motorspalt umfasst, über den sich der Motorstator 217 und die Permanentmagnetanordnung zur Übertragung des Antriebsmoments magnetisch beeinflussen können.

[0073] Der Motorstator 217 ist in dem Gehäuse innerhalb des für den Elektromotor 125 vorgesehenen Motorraums 137 festgelegt. Über den Sperrgasanschluss 135 kann ein Sperrgas, das auch als Spülgas bezeichnet wird, und bei dem es sich beispielsweise um Luft oder um Stickstoff handeln kann, in den Motorraum 137 gelangen. Über das Sperrgas kann der Elektromotor 125 vor Prozessgas, z.B. vor korrosiv wirkenden Anteilen des Prozessgases, geschützt werden. Der Motorraum 137 kann auch über den Pumpenauslass 117 evakuiert werden, d.h. im Motorraum 137 herrscht zumindest annäherungsweise der von der am Pumpenauslass 117 angeschlossenen Vorvakuumpumpe bewirkte Vakuumdruck.

[0074] Zwischen der Rotornabe 161 und einer den Motorraum 137 begrenzenden Wandung 221 kann außerdem eine sog. und an sich bekannte Labyrinthdichtung 223 vorgesehen sein, insbesondere um eine bessere Abdichtung des Motorraums 137 gegenüber den radial außerhalb liegenden Holweck-Pumpstufen zu erreichen.

[0075] In der Fig. 6 ist eine Turbomolekularpumpe des Standes der Technik in geschnittener Ansicht dargestellt. Dabei ist eine Teilansicht gewählt, die einen Einlassflansch 20 zeigt. Der Flansch 20 ist Teil eines Gehäuses

22 und dient der Verbindung mit einem weiteren, nicht dargestellten Vakuumgerät, zum Beispiel einer Vakuumkammer.

[0076] Der Flansch 20 ist in diesem Beispiel als ISO-K-Flansch ausgebildet. Er wird mit einem weiteren Flansch des zu verbindenden, nicht dargestellten Vakuumgerätes über separate, ebenfalls nicht dargestellte Befestigungselemente verbunden, welche die Flansche nach Art einer Klammer umgreifen. Dabei hintergreift ein jeweiliges Befestigungselement einen umlaufenden Vorsprung 24 des Flansches 20.

[0077] An dem Flansch 20 liegt ein Zentrierring 26 an. Dieser umfasst einen O-Ring 28, der radial zwischen zwei festen, insbesondere metallischen, Ringelementen 30 eingefasst ist. Der Zentrierring 26 bildet somit ein Dichtungselement für die Flanschverbindung. Der Zentrierring 26 umfasst ferner ein als Gitterelement 32 ausgebildetes Schutzelement, welches einen vom Flansch 20 definierten Einlass 34 überspannt, damit ein Inneres der Pumpe vor Fremdkörpern geschützt ist.

[0078] Im Einlass 34 befindet sich ein Träger 36, welcher ein Funktionselement 38, hier einen statischen Teil eines Lagers und konkret einen Satz von inneren Permanentmagneten eines Magnetlagers, trägt. Der Träger 36 ist dabei am Gehäuse 22 abgestützt und zwar an einer Innenseite desselben. Axial ist der Träger 36 an einer den Durchlass 34 einfassenden Schulter des Gehäuses 22 festgelegt.

[0079] Der Zentrierring 26 liegt mit seinen Ringelementen 30 und dem O-Ring 28 an einem Dichtungsbereich 40 des Flansches 20 an. Der Dichtungsbereich 40 definiert eine umlaufende Ringfläche, die einem weiteren, nicht dargestellten Flansch eines anzubindenden Vakuumgerätes zugewandt ist. Auch der weitere Flansch umfasst einen korrespondierenden Dichtungsbereich.

[0080] Der Flansch 20 definiert eine zum Flansch konzentrische Verbindungsachse 42. Eine Verbindungsrichtung 43 verläuft entlang der Verbindungsachse 42 und vom gezeigten Vakuumgerät hin zum weiteren, nicht dargestellten Vakuumgerät, also in der Richtung, in der das Vakuumgerät an das weitere Vakuumgerät angebracht wird.

[0081] Der Dichtungsbereich 40 erstreckt sich in einer Ebene, die senkrecht zu der Verbindungsachse 42 verläuft. Die Verbindungsachse 42 fällt in diesem Beispiel und generell vorteilhaft mit einer Rotorachse der Pumpe zusammen.

[0082] Zwischen dem Dichtungsbereich 40 und einem axialen, dem weiteren Vakuumgerät zugewandten Ende des Trägers 36 ist ein axialer Abstand 44 vorhanden, welcher hier als positiv verstanden wird und mit "+" gekennzeichnet ist.

[0083] In Fig. 7 ist eine Turbomolekularpumpe mit einem Flansch 20 gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung gezeigt. Ein Dichtungsbereich 40 des Flansches 20 ist bezüglich eines axialen Endes des Vakuumgerätes entgegen der Verbindungsrichtung 43 axial zurückversetzt. Das axiale Ende des Vakuumgerätes ist axial zwischen

dem weiteren, nicht dargestellten Vakuumgerät und dem Dichtungsbereich 40 des Flansches 20 angeordnet. Das axiale Ende des Vakuumgerätes ist in diesem Beispiel sowohl vom Träger 36 als auch vom Gehäuse 22 bzw. einem den Durchlass 34 begrenzenden Abschnitt desselben gebildet, da beide ihr axiales Ende auf gleicher axialer Höhe aufweisen.

[0084] Der axiale Abstand 44 zwischen dem axialen Ende des Vakuumgerätes und dem Dichtungsbereich 40 ist somit im Vergleich zur Vakuumpumpe gemäß Fig. 6 negativ und daher mit "-" bezeichnet. Der Dichtungsbereich 40 bzw. der Flansch 20 sind also gegenüber dem axialen Ende des Vakuumgerätes zurückversetzt angeordnet. Mit anderen Worten sind der Dichtungsbereich 40 und der Flansch 20 im Vergleich zwischen den Fig. 6 und 7 am Gehäuse 22 entlang nach unten verschoben. Umgekehrt sind der Träger 36 und das axiale Gehäuseende in die Flanschverbindung hinein verschoben. Es ergibt sich somit eine dem Abstand 44 entsprechende, verringerte axiale Länge der Pumpe im verbundenen Zustand.

[0085] Der Zentrierring 26 umfasst in dieser Ausführungsform kein den Einlass 34 überspannendes Schutz- oder Gitterelement. In solchen Ausführungsformen, in denen kein Schutzelement notwendig ist, kann somit eine besonders große Einsparung an axialem Bauraum erreicht werden. Grundsätzlich kann aber auch ein vom Dichtungselement unabhängiges Schutz- oder Gitterelement vorgesehen sein, welches beispielsweise am Träger 36 und/oder am Gehäuse 22 befestigt ist. So können die Vorteile eines Schutzelements mit dem Vorteil einer großen Bauraumeinsparung verbunden werden.

[0086] Die Fig. 8 und 9 zeigen hingegen eine Turbomolekularpumpe mit einem Flansch 20 gemäß dem ersten Aspekt für einen Zentrierring 26 mit Gitterelement 32. Dabei zeigt Fig. 8 den Zentrierring 26 vor dem Anlegen an den Dichtungsbereich 40, während Fig. 9 den Zentrierring 26 im angelegten bzw. eingebauten Zustand zeigt.

[0087] Ein axialer Abstand zwischen dem axialen Ende des Vakuumgerätes und dem Dichtungsbereich 40 ist wiederum mit 44 bezeichnet und ist auch hier negativ. Der Abstand 44 ist jedoch deutlich kleiner als in der Ausführungsform gemäß Fig. 7. Der Abstand 44 ist hier so gewählt, dass der Zentrierring 26 trotz des Gitterelements 32 an den Dichtungsbereich 40 anlegbar ist.

[0088] Der Abstand 44 kann in anderen, nicht gezeigten Ausführungsformen auch Null sein oder höchstens +2 mm oder höchstens 3 mm oder höchstens 4 mm betragen.

[0089] Bei der Ausführungsform der Fig. 8 und 9 wird also gleichzeitig die Kompatibilität mit einem Dichtungselement bzw. Zentrierring 26 mit Gitterelement beibehalten und dennoch eine, wenn auch gegenüber Fig. 7 geringere, Bauraumeinsparung in axialer Richtung erreicht.

[0090] In Fig. 9 ist ersichtlich, dass in der gezeigten Ausführungsform das Gitterelement 32 im Wesentlichen an dem axialen Ende des Trägers 36 und am axialen

Gehäuseende anliegt. Grundsätzlich sind jedoch auch Ausführungsformen denkbar, bei denen zwischen Gitterelement 32 und axialem Ende des Vakuumgerätes bzw. Träger- und/oder Gehäuseende ein Abstand verbleibt, wobei jedoch die axiale Bauraumeinsparung kleiner ausfallen kann.

[0091] In den Ausführungsformen gemäß den Fig. 7 bis 9 fällt das axiale Trägerende 36 jeweils mit einem axialen, dem weiteren Vakuumgerät zugewandten Ende des Gehäuses 22 zusammen. Dies ist jedoch nicht zwingend. Vielmehr können die betreffenden Enden auch unterschiedliche axiale Positionen aufweisen, insbesondere kann das axiale Gehäuseende aus Sicht des weiteren Vakuumgerätes axial hinter dem Trägerende angeordnet sein.

[0092] Der zweite Aspekt ist in den Fig. 10 bis 14 illustriert. Dabei zeigt Fig. 10 ein als Turbomolekularpumpe ausgebildetes Vakuumgerät des Standes der Technik. In allen Ausführungsformen der Fig. 10 bis 14 ist beispielhaft zumindest ein Gegenflansch 46 als ISO-F-Flansch ausgebildet.

[0093] Die Turbomolekularpumpe gemäß Fig. 10 umfasst einen Flansch 20, der an einem Gehäuse 22 angeordnet ist. Der Flansch 20 umgibt einen Einlass 34 der Pumpe. Im Einlass ist ein Träger 36 angeordnet, der ein Funktionselement 38 trägt, welches hier wiederum als Statorteil eines Magnetlagers ausgebildet ist. Der Träger 36 ist in diesem Ausführungsbeispiel einteilig mit dem Gehäuse 22 bzw. dem Flansch 20 verbunden, kann grundsätzlich jedoch auch beispielsweise wie in den Fig. 6 bis 9 zeichnerisch angedeutet als separates Teil ausgebildet sein.

[0094] Der Flansch 20 ist mit einem Gegenflansch 46 verbunden, der Teil eines Gehäuses 48 eines weiteren, ansonsten nicht dargestellten Vakuumgerätes ist. Bei den Flanschen 20 und 46 handelt es sich um eine Ausführung des Typs ISO-F. Die Flansche 20, 46 weisen dabei Durchgangsöffnungen 50 für Befestigungselemente 52 auf. Die Durchgangsöffnungen 50 und Befestigungselemente 52 sind über den Umfang der Flansche 20, 46 um eine Verbindungsachse 42 herum verteilt angeordnet und definieren jeweilige Befestigungspunkte.

[0095] Ein jeweiliges Verbindungselement 52 ist hier durch eine Schraube 54 mit einem Schraubenschaft 56 und durch eine korrespondierende Mutter 58 gebildet. Durch das Befestigungselement 52 bzw. die Schraube 54 in Verbindung mit der Mutter 58 werden die Flansche 20, 46 gegeneinander verspannt, wobei ein Dichtungselement, hier ein Zentrierring 26, in axialer Richtung eingespannt wird. Dabei wird hier ein O-Ring 28 des Zentrierrings 26 bis zu einer axialen Höhe gemäß den dem O-Ring benachbarten Ringelementen 30 komprimiert.

[0096] Durch mehrere Pfeile sind die durch die Befestigungselemente 52 eingebrachten Kräfte und hieraus resultierende Kräfte angedeutet. Die Befestigungselemente 52 bewirken zunächst eine Zugkraft entlang einer jeweiligen Befestigungsachse 60.

[0097] Da der Zentrierring 26 mit seinen Ringelemen-

ten 30 in axialer Richtung als im Wesentlichen fest zu betrachten ist, resultiert eine gewisse Verformung der äußeren Flanschenden der Flansche 20, 46 zueinander hin, wobei sich zwischen Befestigungselement 52 und Zentrierring 26 eine Hebelwirkung ergibt.

[0098] Die Verformung der Flanschenden zueinander hin kann einerseits Probleme in Bezug auf die Vakuumdichtigkeit verursachen, da die Genauigkeit der Anlage des Zentrierrings 26 an Dichtungsbereichen 40 der Flansche 20, 46 generell gestört ist. Außerdem kann sich die Verformung des Flansches 20 in einer Lageänderung oder Verformung des Trägers 36 und damit des Funktionselements 38 ergeben, wie es durch den nach unten gerichteten Pfeil auf der Verbindungsachse 42 angedeutet ist. Im vorliegenden Beispiel werden somit die axiale Positionierung des Magnetlagerinnenrings sowie des Rotors der Turbomolekularpumpe gestört, was einen erhöhten Verschleiß zur Folge haben kann.

[0099] Eine Ausführungsform der Erfindung gemäß dem ersten Aspekt ist in Fig. 11 gezeigt. Am Flansch 20 sind mehrere über den Umfang des Flansches 20 verteilt angeordnete Befestigungspunkte bzw. -achsen 60 mit Durchgangsöffnungen 50 für jeweils zugeordnete Befestigungselemente 52 angeordnet, mittels denen der Flansch 20 am Gegenflansch 46 befestigt ist. Außerdem ist am Flansch 20 ein sich in Bezug auf die Verbindungsachse 42 umlaufend erstreckender Dichtungsbereich 40 zur Anlage eines zwischen den Flanschen 20, 46 angeordneten Dichtungselements 26 vorgesehen, der in Bezug auf die Verbindungsachse 42 radial innerhalb der Befestigungspunkte bzw. -achsen 60 angeordnet ist. Dabei ist in Bezug auf die Verbindungsachse 42 radial außerhalb des Dichtungsbereichs 40 ein axialer Vorsprung 62 am Flansch 20 vorgesehen, der eine Anlagefläche 64 für den weiteren Flansch 46 aufweist.

[0100] Im Vergleich mit Fig. 10 zeigt sich, dass der Vorsprung 62 bzw. die Anlagefläche 64 die äußeren Enden der Flansche 20, 46 gegeneinander abstützen, so dass im Wesentlichen keine Verformung, vornehmlich kein Verbiegen um das Dichtungselement bzw. Zentrierelement 26, erfolgt. Somit ist einerseits die Genauigkeit der Anlage des Dichtungselements 26 am Dichtungsbereich 40 verbessert und andererseits wird verhindert, dass Verformungen oder Lageänderungen an mit den Flanschen 20, 46 verbundenen Bauteilen erfolgen, insbesondere am Träger 36. Somit wird bei der gezeigten Turbomolekularpumpe der Verschleiß verringert und die Lebensdauer erhöht, da die axiale Position von Magnetlagerinnenring und Rotor hierdurch besser den konstruktiven Vorgaben entsprechen.

[0101] Im Beispiel gemäß Fig. 11 erstrecken sich Vorsprung 62 und Anlagefläche 64 in radialer Richtung von innerhalb der Befestigungspunkte 60 bis außerhalb der Befestigungspunkte 60 und sogar bis zu einem Außenende der Flansche 20, 46. Alternativ können sich Vorsprung 62 bzw. Anlage 64 auch lediglich radial innerhalb oder außerhalb der Befestigungspunkte 60 erstrecken, wobei letztere Variante noch unten anhand der Fig. 13

und 14 näher veranschaulicht wird.

[0102] In Fig. 12 ist die Ausführungsform gemäß Fig. 11 in perspektivischer Darstellung näher veranschaulicht, wobei Gegenflansch 46 und Befestigungselemente 52 nicht dargestellt sind. Die Ansicht der Fig. 12 entspricht einem Blick in den Einlass 34 der Pumpe hinein. Dabei ist der Flansch 20 mit seiner Anlagefläche 64 sichtbar.

[0103] Über den Umfang des Flansches 20 verteilt sind mehrere Durchgangsöffnungen 50 angeordnet. Die Durchgangsöffnungen 50 sind hier als nach außen hin offene Ausnehmungen und als Langlöcher ausgebildet. Es wären jedoch beispielsweise auch gegenüber dem Außenrand geschlossene Durchgangsöffnungen 50 denkbar. Auch können die Flansche grundsätzlich frei von Durchgangsöffnungen sein, wobei bevorzugt klammerartige Befestigungselemente vorgesehen sein können, die die Flansche umgreifen.

[0104] Der Träger 36 im Einlass 34 ist ebenfalls gut sichtbar. Dieser umfasst in dieser Ausführungsform drei Stege, die sich zwischen einer Innenwand des Gehäuses 22 und einem Zentralbereich des Trägers 36 erstrecken. Der Zentralbereich trägt das Funktionselement 38. Ein derartiger Träger 36 wird auch als Stern bezeichnet.

[0105] Radial innerhalb der Anlagefläche 64 ist der Zentrierring 26 mit seinen Ringelementen 30 und dem O-Ring 28 in den Flansch 20 eingelegt.

[0106] In der Anlage 64 sind zwei Nuten 66 ausgebildet, welche sich von einem radial inneren Ende der Anlage 64 zu einem radial äußeren Ende der Anlage 64 erstrecken. In der vorliegenden Ausführungsform erstrecken sich die Nuten 66 weitgehend exakt radial. Es kann auch eine andere Anzahl solcher Nuten 66 vorgesehen sein. Die Nuten 66 ermöglichen einen Zugang für ein Lecksuchgas zu dem Dichtungselement bzw. Zentrierring 26 und zu dem Dichtungsbereich 40.

[0107] Eine weitere Ausführungsform eines Vakuumgeräts, wiederum ausgebildet als Turbomolekularpumpe, gemäß dem zweiten Aspekt ist in Fig. 13 gezeigt. Diese zeichnet sich im Vergleich zur Ausführungsform der Fig. 11 und 12 dadurch aus, dass ein axialer Vorsprung 62 des Flansches 20 mit seiner Anlagefläche 64 für den Gegenflansch 46 lediglich radial außerhalb der Befestigungspunkte 60 angeordnet ist. Konkret sind Vorsprung 62 und Anlagefläche 64 nur am Außenrand des Flansches 20 angeordnet, wobei aber auch eine Anordnung etwas weiter innen in Bezug auf den Außenrand denkbar wäre.

[0108] In den beiden Ausführungsformen gemäß Fig. 11 und 13 ist der axiale Vorsprung 62 einteilig mit dem Flansch 20 verbunden, insbesondere durch Drehen ausgebildet. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 14 ist der Vorsprung 62 durch ein separates Bauteil gebildet. Das separate Bauteil kann beispielsweise mit dem Flansch 20 fest verbunden sein, beispielsweise über eine Presspassung zwischen dem Flansch 20 und dem dargestellten, nach unten gerichteten Steg des separaten Bauteils bzw. Vorsprungs 62. Alternativ kann das separate Bauteil

auch nur am Flansch 20 angelegt sein. Dennoch bewirkt es auf zuverlässige Weise mit der Anlagefläche 64 die erfindungsgemäße Abstützung des Flansches 46 gegenüber dem Flansch 20.

[0109] Sofern weitere Merkmale der verschiedenen Ausführungsformen hier nicht im Detail gezeigt sind, versteht es sich, dass sich die Merkmale der übrigen Ausführungsformen, soweit möglich, vorteilhaft übertragen lassen. Dies gilt insbesondere auch für die Vakuumgeräte gemäß den Fig. 1 bis 5, 6 und 10, welche zwar Stand der Technik bilden, jedoch spezifische Merkmale aufweisen, die entweder ohnehin in den Fig. 7 bis 9 und 11 bis 14 gezeigt aber nicht näher beschrieben sind oder vorteilhaft übertragbar sind.

Bezugszeichenliste

[0110]

20	111	Turbomolekularpumpe
	113	Einlassflansch
	115	Pumpeneinlass
	117	Pumpenauslass
	119	Gehäuse
25	121	Unterteil
	123	Elektronikgehäuse
	125	Elektromotor
	127	Zubehöranschluss
	129	Datenschnittstelle
30	131	Stromversorgungsanschluss
	133	Fluteinlass
	135	Sperrgasanschluss
	137	Motorraum
	139	Kühlmittelanschluss
35	141	Unterseite
	143	Schraube
	145	Lagerdeckel
	147	Befestigungsbohrung
	148	Kühlmittleitung
40	149	Rotor
	151	Rotationsachse
	153	Rotorwelle
	155	Rotorscheibe
	157	Statorscheibe
45	159	Abstandsring
	161	Rotornabe
	163	Holweck-Rotorhülse
	165	Holweck-Rotorhülse
	167	Holweck-Statorhülse
50	169	Holweck-Statorhülse
	171	Holweck-Spalt
	173	Holweck-Spalt
	175	Holweck-Spalt
	179	Verbindungskanal
55	181	Wälzlager
	183	Permanentmagnetlager
	185	Spritzmutter
	187	Scheibe

189 Einsatz
 191 rotorseitige Lagerhälfte
 193 statorseitige Lagerhälfte
 195 Ringmagnet
 197 Ringmagnet
 199 Lagerspalt
 201 Trägerabschnitt
 203 Trägerabschnitt
 205 radiale Strebe
 207 Deckelelement
 209 Stützring
 211 Befestigungsring
 213 Tellerfeder
 215 Not- bzw. Fanglager
 217 Motorstator
 219 Zwischenraum
 221 Wandung
 223 Labyrinthdichtung

20 Flansch
 22 Gehäuse
 24 Vorsprung
 26 Zentrierring
 28 O-Ring
 30 Ringelement
 32 Gitterelement
 34 Einlass
 36 Träger
 38 Funktionselement
 40 Dichtungsbereich
 42 Verbindungsachse
 43 Verbindungsrichtung
 44 axialer Abstand
 46 Gegenflansch
 48 Gehäuse
 50 Durchgangsöffnung
 52 Befestigungselement
 54 Schraube
 56 Schraubenschaft
 58 Mutter
 60 Befestigungspunkt/-achse
 62 Vorsprung
 64 Anlagefläche
 66 Nut

Patentansprüche

1. Vakuumgerät, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend
 einen Durchlass (34), nämlich einen Einlass oder einen Auslass; und
 einen Flansch (20) zur vakuumdichten Verbindung des Durchlasses (34) des Vakuumgerätes mit einem weiteren Vakuumgerät in einer Verbindungsrichtung (43) entlang einer Verbindungsachse (42);
 wobei der Flansch (20) einen sich um die Verbindungsachse (42) umlaufend erstreckenden Dichtungsbereich (40) zur Anlage eines Dichtungselements (26) aufweist;

wobei das Vakuumgerät radial innerhalb des Dichtungsbereichs (40) in der Verbindungsrichtung (43) ein in Bezug auf die Verbindungsachse (42) axiales Ende aufweist; und

- wobei der Dichtungsbereich (40) des Flansches (20) bezüglich des axialen Endes des Vakuumgerätes entgegen der Verbindungsrichtung (43) axial zurückversetzt ist, oder
 - wobei der Dichtungsbereich (40) des Flansches (20) an gleicher axialer Position wie das axiale Ende des Vakuumgerätes angeordnet ist, oder
 - wobei der Dichtungsbereich (40) des Flansches (20) bezüglich des axialen Endes des Vakuumgerätes in der Verbindungsrichtung (43) axial um höchstens 2 mm oder um höchstens 3 mm oder um höchstens 4 mm vorsteht.

2. Vakuumgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das axiale Ende des Vakuumgerätes durch ein im Durchlass angeordnetes und/oder ein den Durchlass definierendes Bauteil definiert ist.

3. Vakuumgerät nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der axiale Abstand (44) zwischen dem axialen Ende des Vakuumgerätes und dem Dichtungsbereich (40) wenigstens 5 mm, insbesondere wenigstens 10 mm, beträgt, oder
dass der axiale Abstand zwischen dem axialen Ende des Vakuumgerätes und dem Dichtungsbereich (40) höchstens 3 mm, insbesondere höchstens 2 mm beträgt.

4. System umfassend ein Vakuumgerät nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche und ein Dichtungselement (26) in oder zur Anlage am Dichtungsbereich (40) des Vakuumgerätes,

- wobei insbesondere der Dichtungsbereich (40) des Flansches (20) bezüglich des axialen Endes des Vakuumgerätes in der Verbindungsrichtung (43) axial um 2 mm oder um mehr als 2 mm vorsteht, wobei das Dichtungselement (26) ein entgegen der Verbindungsrichtung (43) gerichtetes axiales Ende aufweist, welches an gleicher axialer Position wie das axiale Ende des Vakuumgerätes oder gegenüber diesem axial zurückversetzt ist, und/oder
 - wobei insbesondere das Dichtungselement (26) eine axiale Dicke im Einbau in der Flanschverbindung aufweist, wobei der axiale Abstand (44) zwischen dem axialen Ende des Vakuum-

- gerätes und dem Dichtungsbereich (40) höchstens die Hälfte der axialen Dicke des Dichtungselements (26) beträgt, oder wobei der axiale Abstand (44) zwischen dem axialen Ende des Vakuumgerätes und dem Dichtungsbereich (40) größer als die axiale Dicke des Dichtungselements (26) ist.
5. Vakuumgerät, insbesondere Turbomolekularpumpe, insbesondere nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einem Flansch (20) zur vakuumdichten Verbindung des Vakuumgerätes mit einem weiteren Flansch (46) eines weiteren Vakuumgerätes, wobei der Flansch (20) mehrere, über einen Umfang des Flansches (20) verteilt angeordnete Befestigungspunkte (60), insbesondere mit Durchgangsöffnungen (50) für jeweils zuzuordnende Befestigungselemente (52), aufweist, an denen der Flansch (20) am weiteren Flansch (46) befestigbar ist, wobei am Flansch (20) ein in Bezug auf eine Verbindungsachse (42) umlaufender Dichtungsbereich (40) zur Anlage eines zwischen den Flanschen (20, 46) anzuordnenden Dichtungselements (26) vorgesehen ist, wobei der Dichtungsbereich (40) in Bezug auf die Verbindungsachse (42) radial innerhalb der Befestigungspunkte (60) angeordnet ist, und wobei in Bezug auf die Verbindungsachse (42) radial außerhalb des Dichtungsbereichs (40) ein axialer Vorsprung (62) am Flansch (20) vorgesehen ist, der eine Anlagefläche (64) für den weiteren Flansch (46) bildet.
6. Vakuumgerät nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anlagefläche (64) radial außerhalb der Befestigungspunkte (60) vorgesehen ist.
7. Vakuumgerät nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorsprung (62) einstückig mit dem Flansch (20) ausgebildet oder durch ein separates Bauteil gebildet ist.
8. Vakuumgerät nach zumindest einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anlagefläche (64) bezüglich des Dichtungsbereiches (40) axial vorstehend angeordnet ist.
9. Vakuumgerät nach zumindest einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein axialer Abstand zwischen der Anlagefläche (64) und dem Dichtungsbereich (40) mindestens 3,7 mm und höchstens 4,1 mm, insbesondere 3,9 mm, oder mindestens 5,4 mm und höchstens 5,8 mm, insbesondere 5,6 mm, beträgt.
10. Vakuumgerät nach zumindest einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorsprung (62) in Bezug auf die Verbindungsachse (42) im Wesentlichen umlaufend ausgebildet ist, wobei mindestens eine Öffnung in dem Vorsprung (62) oder eine Nut (66) in der Anlagefläche (64) vorgesehen ist, welche sich von einem radial inneren Ende des Vorsprungs (62) bzw. der Anlagefläche (64) zu einem radial äußeren Ende des Vorsprungs (62) bzw. der Anlagefläche (64) erstreckt.
11. System umfassend ein Vakuumgerät nach zumindest einem der Ansprüche 5 bis 10 und ein Dichtungselement (26) in oder zur Anlage am Dichtungsbereich (40) des Vakuumgerätes, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein axialer Abstand zwischen der Anlagefläche (64) und dem Dichtungsbereich (40) einer axialen Dicke des Dichtungselements (26) im Einbau in der Flanschverbindung entspricht.
12. Vakuumgerät oder System nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Flansch (20) mit einem Gehäuse (22) des Vakuumgerätes verbunden ist, wobei bevorzugt der Flansch (20) einstückig mit dem Gehäuse (22) ausgebildet ist.
13. System umfassend ein Vakuumgerät nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche und ein Dichtungselement (26) in oder zur Anlage am Dichtungsbereich (40) des Vakuumgerätes, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dichtungselement von einem Zentrierring (26) gebildet ist, wobei insbesondere der Zentrierring (26) ein verformbares Dichtorgan (28), bevorzugt einen O-Ring, sowie zumindest einen zumindest im Wesentlichen starren Halter (30) für das Dichtorgan (28) umfasst.
14. Vakuumgerät oder System nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vakuumgerät als Turbomolekularpumpe mit einem Magnetlager ausgebildet ist, wobei ein Träger (36) für eine Komponente (38) des Magnetlagers mit dem Flansch (20) und/oder mit einem Gehäuse (22) der Turbomolekularpumpe verbunden ist.
15. System, insbesondere nach einem der vorstehenden, auf ein System gerichteten Ansprüche, mit einem Vakuumgerät nach einem der vorstehenden,

auf ein Vakuumgerät gerichteten Ansprüche mit einem Flansch (20), und
einem Dichtungselement (26) in oder zur Anlage am Dichtungsbereich (40) des Vakuumgerätes,
vorzugsweise zusätzlich mit einem weiteren Vakuumgerät mit einem weiteren Flansch, und/oder
vorzugsweise zusätzlich mit wenigstens einem Befestigungselement (60) zur Befestigung des Flansches (20) des Vakuumgerätes am weiteren Flansch des weiteren Vakuumgerätes,
wobei das Dichtungselement (26) insbesondere dazu ausgebildet ist, zwischen jeweiligen, gegenüberliegenden Dichtungsbereichen der Flansche angeordnet zu werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

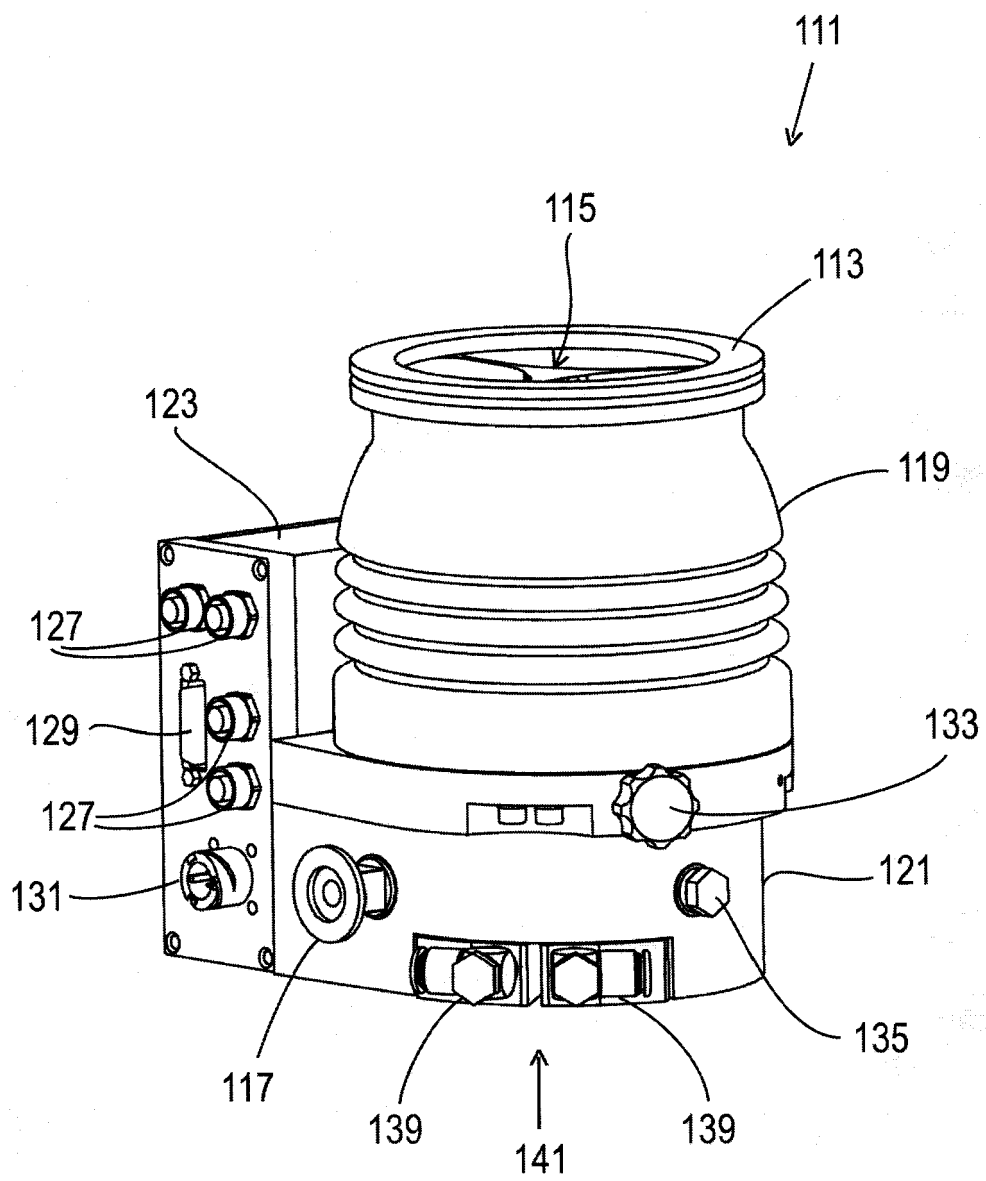


Fig. 1

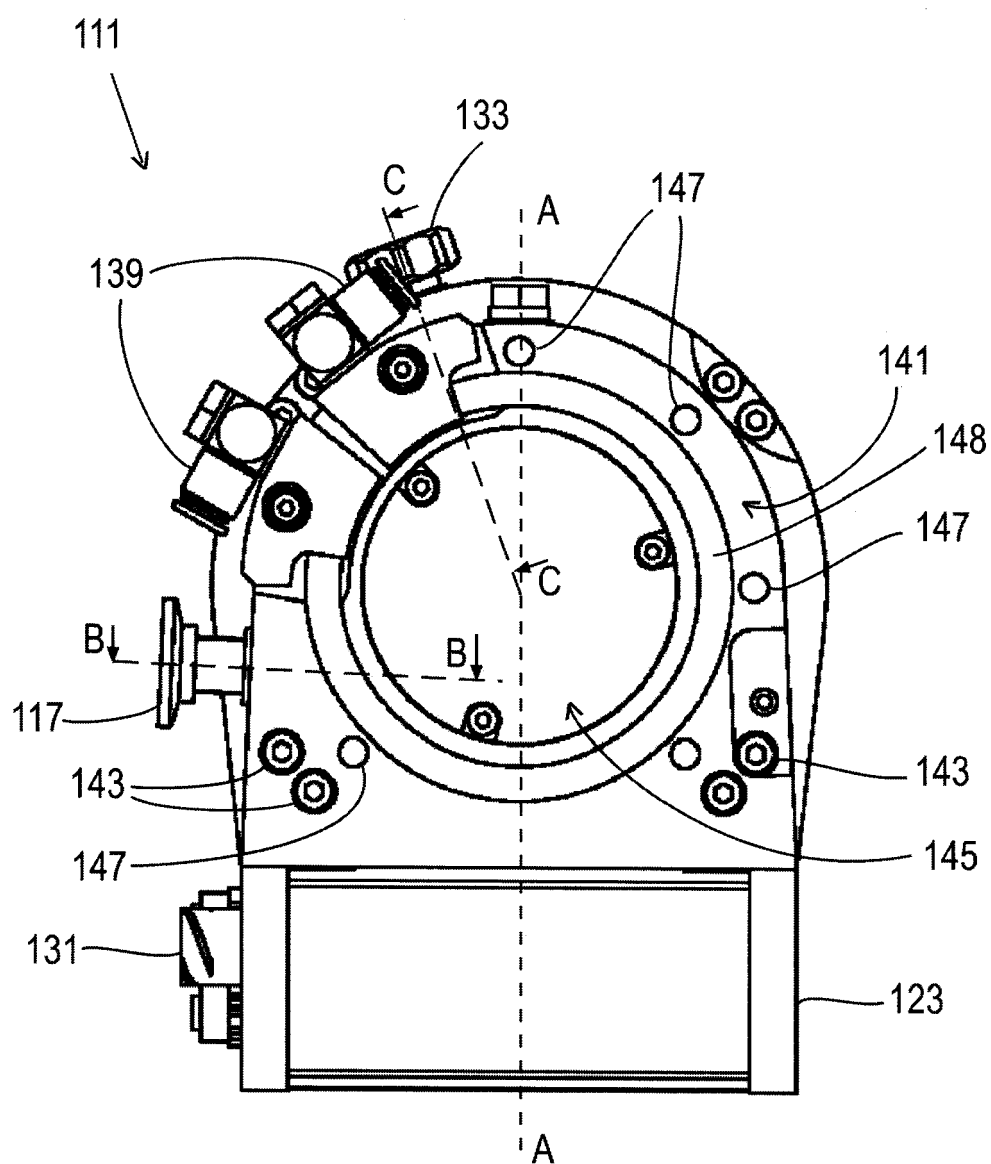


Fig. 2

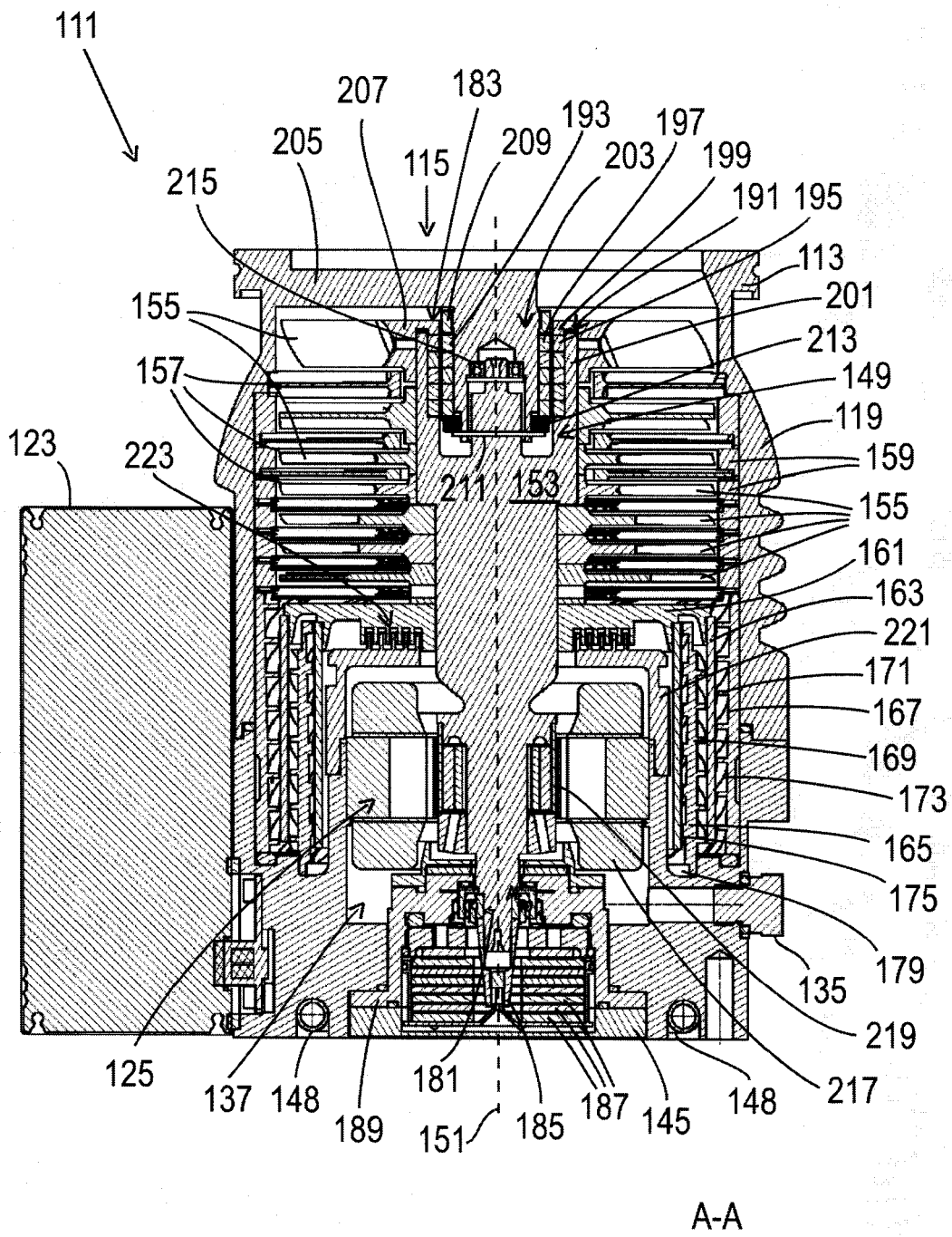


Fig. 3

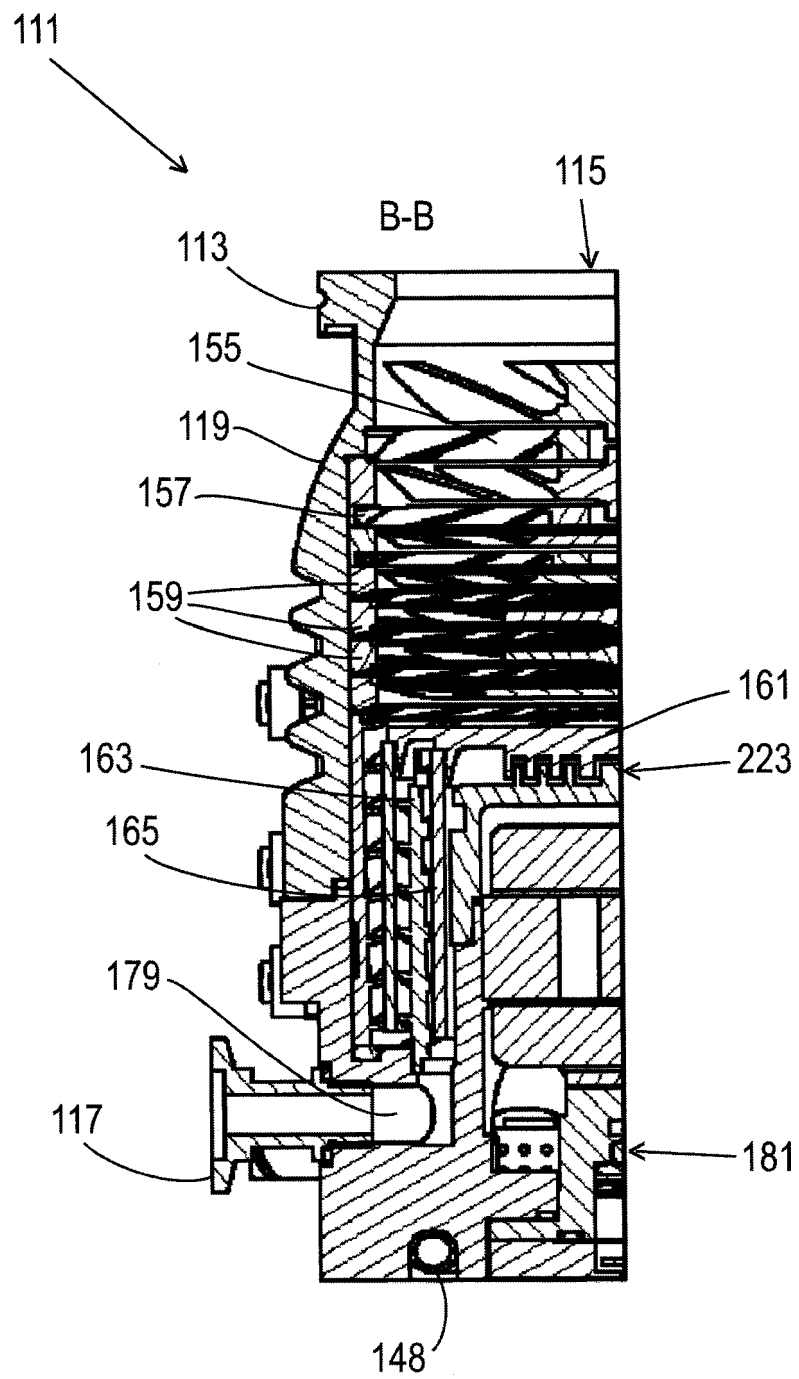


Fig. 4

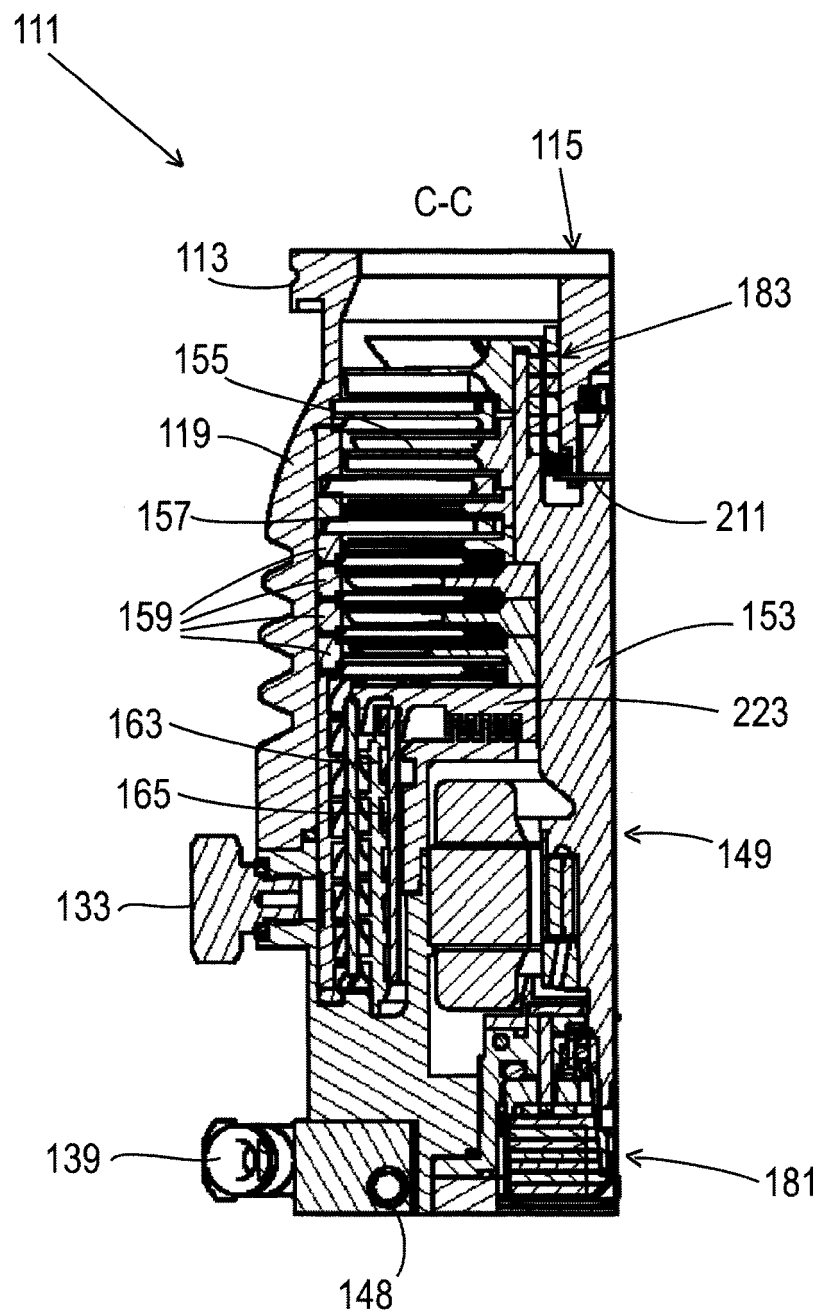


Fig. 5

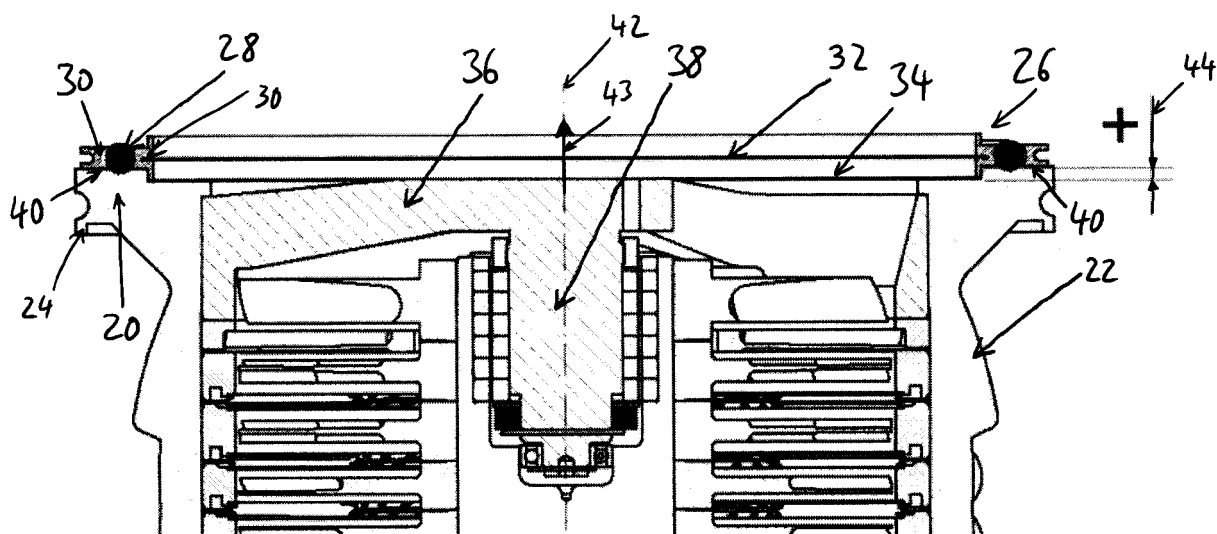


Fig. 6

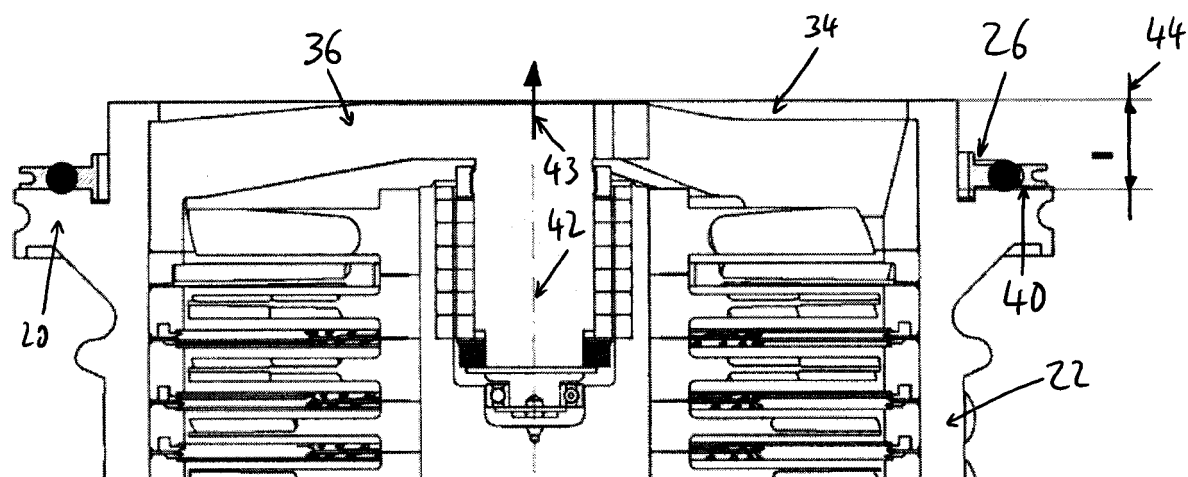


Fig. 7

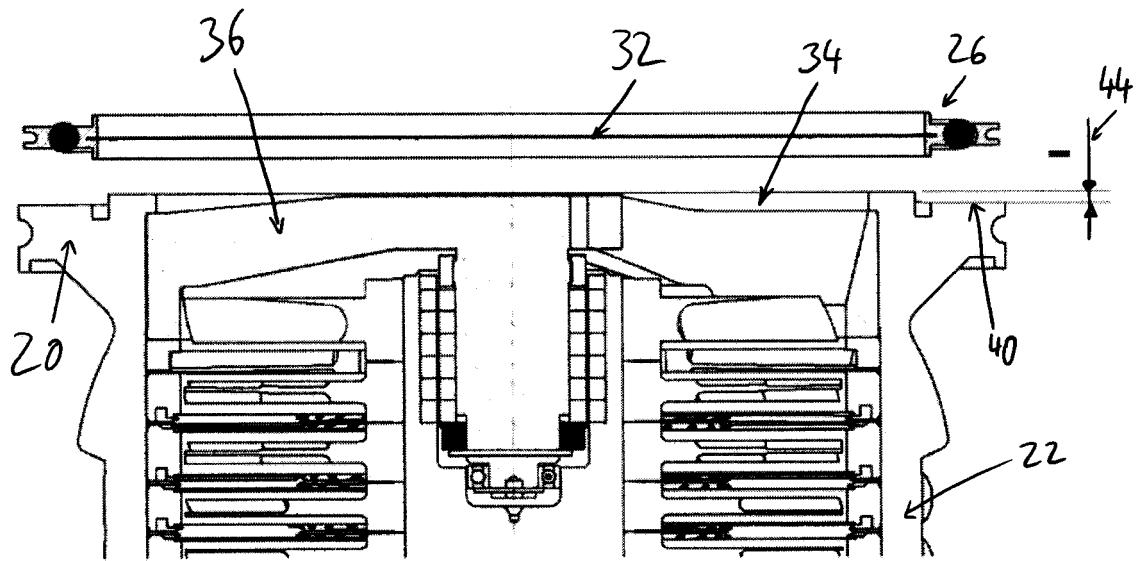


Fig. 8

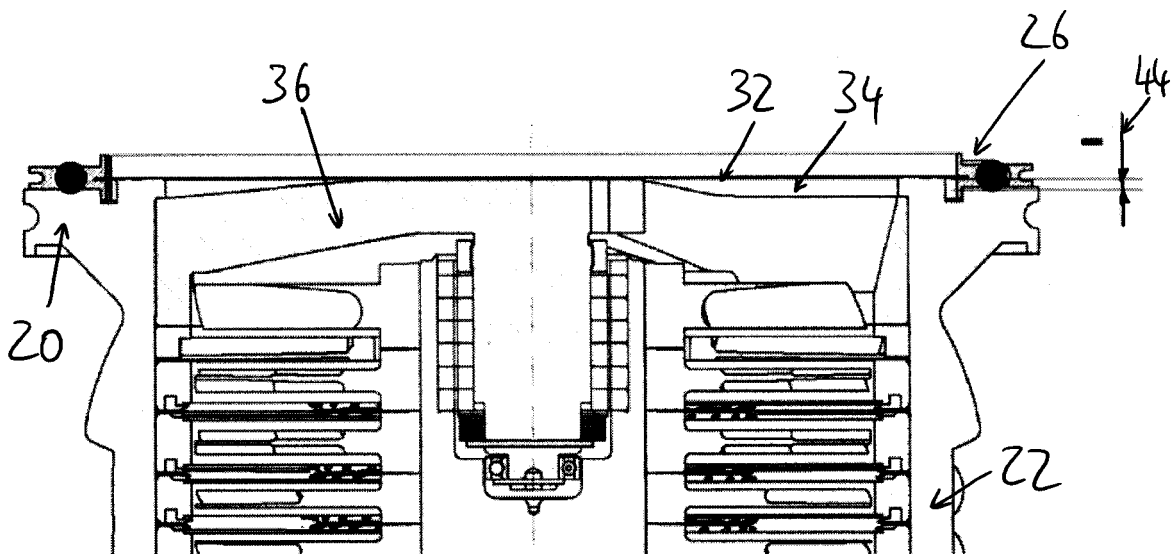
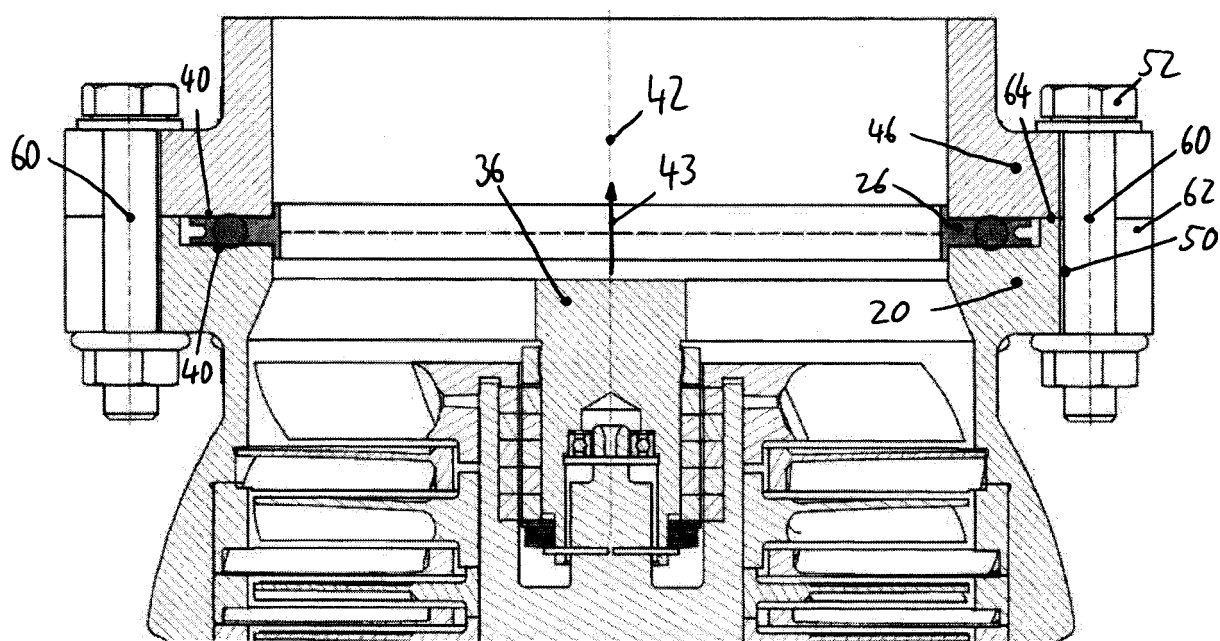
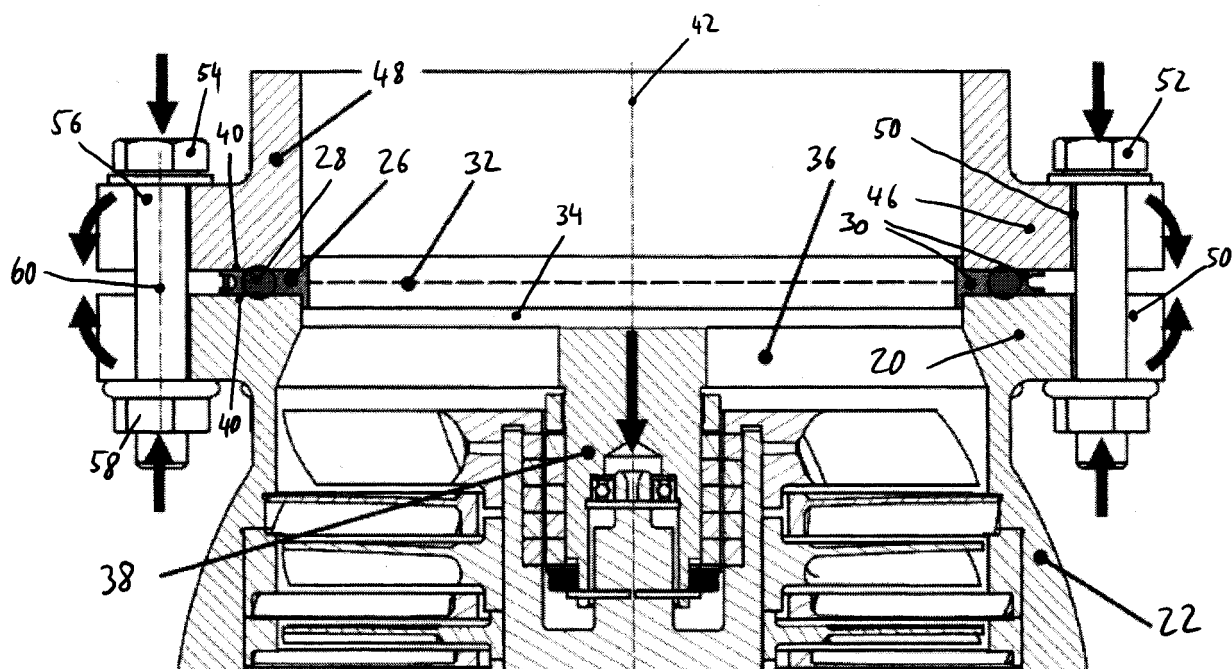


Fig. 9



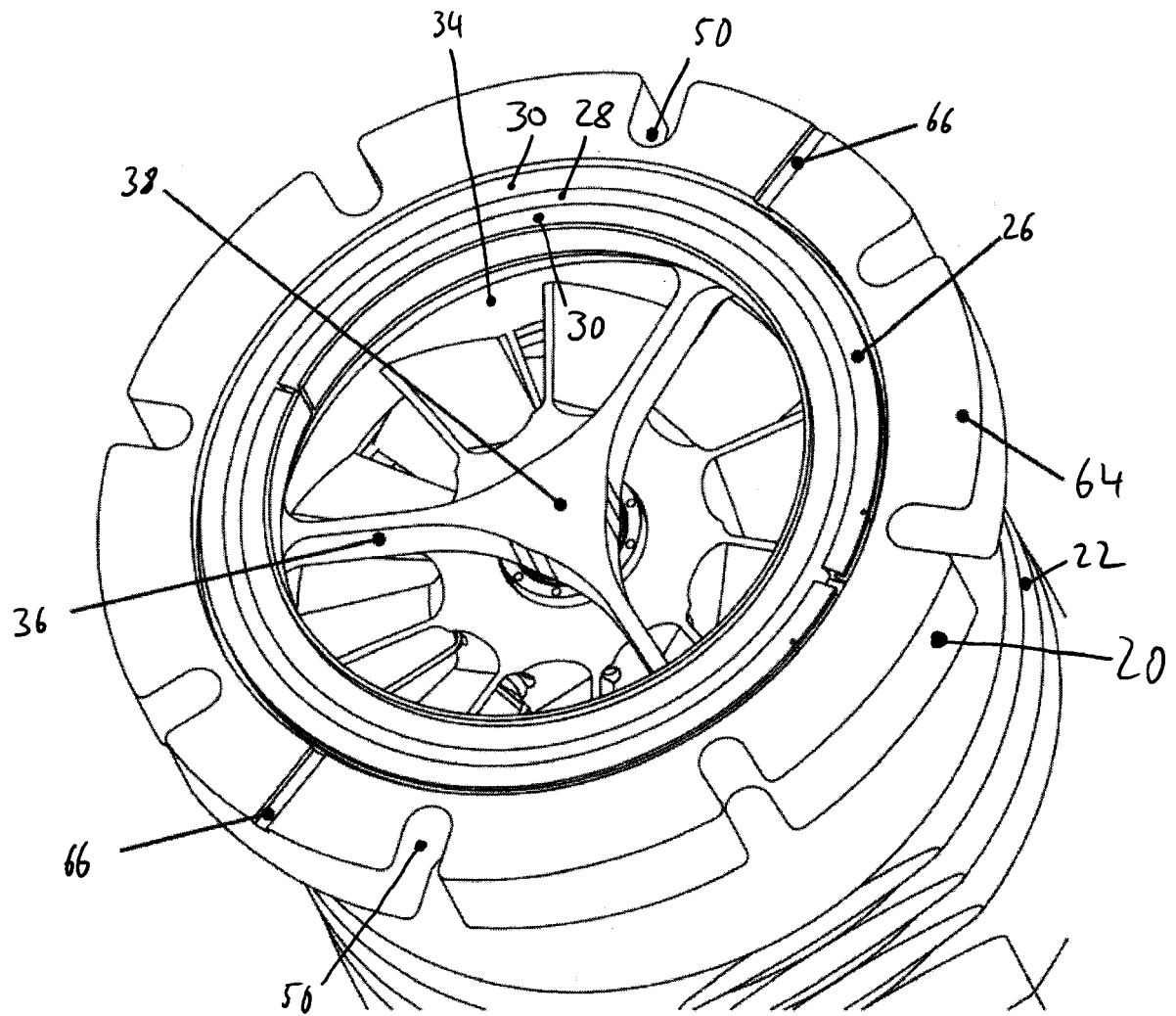


Fig. 12

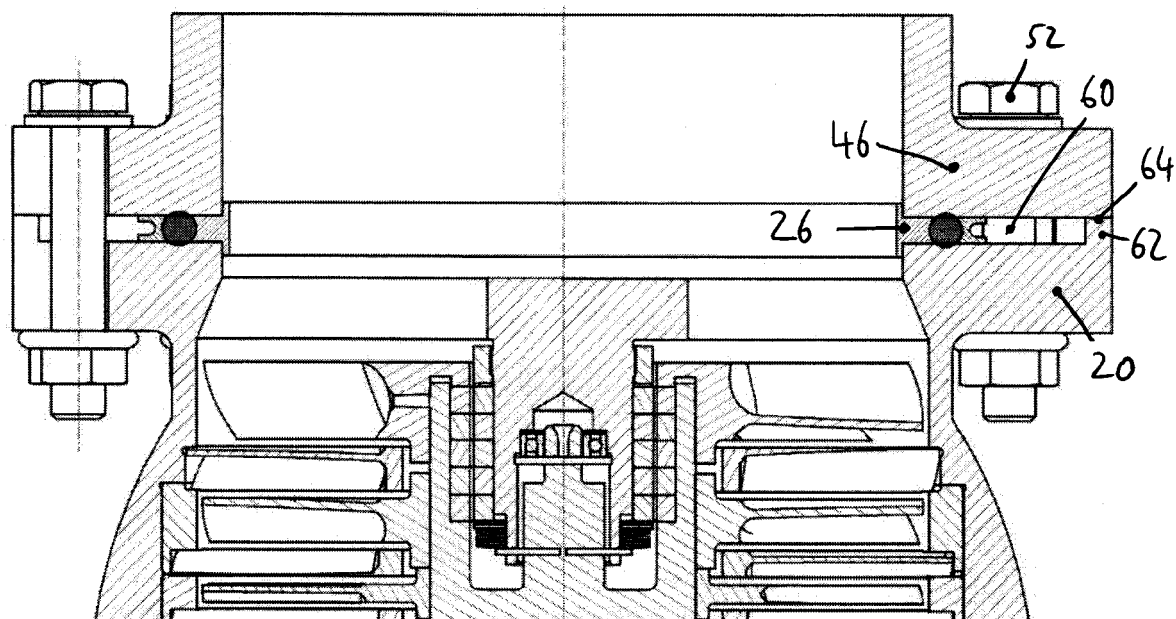


Fig. 13

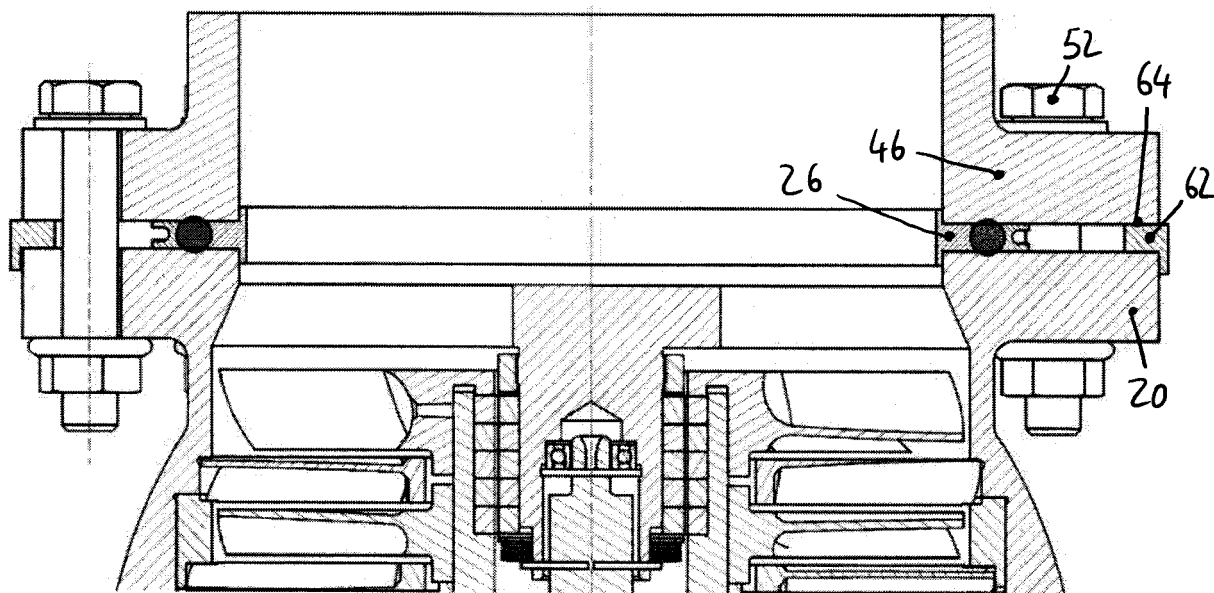


Fig. 14



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 15 6691

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	US 2015/060691 A1 (BORICHEVSKY STEVEN C [US]) 5. März 2015 (2015-03-05) * Absatz [0024] - Absatz [0026] * * Abbildungen 2, 3 *	1-4, 12-15 5-11	INV. F04D19/04 F04D29/08 F04D29/60
X	DE 10 2009 039120 A1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 3. März 2011 (2011-03-03) * Absatz [0019] * * Absatz [0023] * * Abbildungen 1, 2 *	1-15	
X A	US 2008/226387 A1 (NAMIKI HIROTAKA [JP]) 18. September 2008 (2008-09-18) * Absatz [0007] * * Absatz [0149] - Absatz [0155] * * Abbildung 16 *	1,2,4-8, 12-15 3,9-11	
X A	US 2005/204754 A1 (VUILLERMOZ JEAN-FRANCOIS [FR]) 22. September 2005 (2005-09-22) * Absatz [0009] * * Absatz [0052] - Absatz [0057] * * Abbildungen 5-7 *	1-4, 12-15 5-11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04D
X A	EP 2 149 710 A2 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 3. Februar 2010 (2010-02-03) * Absatz [0014] - Absatz [0016] * * Anspruch 2 * * Abbildungen 1, 2 *	5-15 1-4	
X A	EP 3 034 881 A1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 22. Juni 2016 (2016-06-22) * Absatz [0051] - Absatz [0060] * * Absatz [0064] * * Abbildungen 4, 6, 7, 10 *	5-15 1-4	
----- -/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 7. Oktober 2019	Prüfer Oliveira, Damien
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 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 15 6691

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	US 6 485 254 B1 (DAVIS MATTHEW FENTON [US]) 26. November 2002 (2002-11-26) * Spalte 11, Zeile 58 - Zeile 67 * * Abbildungen 2, 12 *	5-8,10, 12,14,15 1-4,9, 11,13	
X A	US 2007/125515 A1 (JUNG JUERGEN [DE] ET AL) 7. Juni 2007 (2007-06-07) * Absatz [0028] * * Absatz [0033] * * Abbildungen 1, 2, 6 *	5-15 1-4	
X A	US 4 950 000 A (RICHARDSON ARTHUR W [GB]) 21. August 1990 (1990-08-21) * Spalte 1, Zeile 68 - Spalte 2, Zeile 44 * * Abbildungen 1, 2 *	5-13,15 1-4,14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 7. Oktober 2019	Prüfer Oliveira, Damien
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 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	

 2
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 19 15 6691

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: 1-4, 12-15

Vakuumgerät mit einem positiven, negativen oder gleich Null Abstand zwischen einem axialen Ende des Vakuumgerätes und dem Dichtungsbereich.

2. Ansprüche: 5-11

Vakuumgerät mit über einen Umfang des Flansches verteilt angeordneten Befestigungspunkten und einem außerhalb des Dichtungsbereichs angeordneten axialen Vorsprung, der eine Anlagefläche für einen Flansch des weiteren Vakuumgerätes bildet.

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

EP 19 15 6691

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.

07-10-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2015060691 A1	05-03-2015	KEINE	
DE 102009039120 A1	03-03-2011	DE 102009039120 A1 EP 2290242 A2	03-03-2011 02-03-2011
US 2008226387 A1	18-09-2008	EP 1837521 A1 JP WO2006068014 A1 KR 20070084156 A US 2008226387 A1 WO 2006068014 A1	26-09-2007 12-06-2008 24-08-2007 18-09-2008 29-06-2006
US 2005204754 A1	22-09-2005	CN 1673550 A EP 1580477 A1 FR 2867823 A1 JP 4920193 B2 JP 2005307971 A US 2005204754 A1	28-09-2005 28-09-2005 23-09-2005 18-04-2012 04-11-2005 22-09-2005
EP 2149710 A2	03-02-2010	DE 102008035972 A1 EP 2149710 A2	04-02-2010 03-02-2010
EP 3034881 A1	22-06-2016	EP 3034881 A1 JP 6156950 B2 JP 2016118200 A	22-06-2016 05-07-2017 30-06-2016
US 6485254 B1	26-11-2002	KEINE	
US 2007125515 A1	07-06-2007	AT 537365 T DE 102005059208 A1 EP 1795757 A2 JP 5512913 B2 JP 2007162682 A US 2007125515 A1	15-12-2011 28-06-2007 13-06-2007 04-06-2014 28-06-2007 07-06-2007
US 4950000 A	21-08-1990	DE 3871912 D1 DE 3871912 T2 EP 0317234 A1 GB 2212578 A US 4950000 A	16-07-1992 03-12-1992 24-05-1989 26-07-1989 21-08-1990

EPO FORM P0461

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